

กองสำรวจทรัพยากรธรณีวิทยาด้วยดาวเทียม
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ทุนอุดหนุนการวิจัยของโครงการดาวเทียม

รายงานผลการวิจัย

ตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ในอดีตของประเทศไทย: หลักฐานจากการประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียม
และสถานะสนามแม่เหล็กบรรพกาล บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

**Paleogeographical Location of Thailand: Evidences from Landsat and
Paleomagnetic Syntheses, Northern Part of NE Thailand**

โดย

ปัญญา จารุศิริ
สุวภาคย์ อิมสมุท
วิโรจน์ คาวฤกษ์
รัศมี สุวรรณวีระดำรง
สงัด พันธุ์โอภาส

พฤศจิกายน 2542

กองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ทุนอุดหนุนการวิจัยของโครงการดาวเทียม

รายงานผลการวิจัย



ตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ในอดีตของประเทศไทย: หลักฐานจากการประยุกต์ใช้ภาพดาวเทียม
และสถานะสนามแม่เหล็กบรรพกาล บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

Paleogeographical Location of Thailand: Evidences from Landsat and
Paleomagnetic Syntheses, Northern Part of NE Thailand

โดย

ปัญญา จารุศิริ
สุวภาคย์ อิ่มสมุทร
วิโรจน์ ดาวฤกษ์
รัศมี สุวรรณวิระกัจจ
สัจด์ พันธุ์โอภาส

พฤศจิกายน 2542

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม สำหรับการสนับสนุน
เงินทุนวิจัยและการจัดหาภาพถ่ายดาวเทียมสำหรับการศึกษาในพื้นที่บริเวณกว้าง ขอขอบคุณภาควิชา
ธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่วิจัยและ
อุปกรณ์เครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ทิวา ศุภจรรยาสำหรับข้อคิดเห็นใน
เรื่องธรณีโครงสร้างและความรู้อื่นๆ ขอขอบคุณศาสตราจารย์ Liu Bojun ศาสตราจารย์ Xu Xiasong
ศาสตราจารย์ Zhuang Zhonghai และสถาบันวิจัยเจิ้งตู มณฑลเสฉวน ประเทศจีน สำหรับการวัด
และการเผาตัวอย่างหินโดยใช้เครื่องมือวัดค่าสนามแม่เหล็กบรรพกาล ขอขอบคุณ ดร. ธนิศร์ วงศ์วานิช
และคุณสมเกียรติ นาระเนตร์ ผู้เชี่ยวชาญทางการศึกษาสนามแม่เหล็กบรรพกาลจากกรมทรัพยากรธรณี
ที่ให้ความช่วยเหลือและข้อเสนอแนะ ขอขอบคุณ ผู้ช่วยเหลือทางการทำงานในสนามจาก กองธรณี
วิทยา กรมทรัพยากรธรณี ให้ความช่วยเหลือในเรื่องการเก็บตัวอย่าง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เลขที่ ๑๓ 15
เลขทะเบียน 006647
วัน, เดือน, ปี 22 พ.ย. 43

ชื่อโครงการวิจัย ตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ในอดีตของประเทศไทย:หลักฐานจากการประยุกต์ใช้ภาพดาวเทียมและสภาวะสนามแม่เหล็กบรรพกาล บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ชื่อผู้วิจัย ปัญญา จารุศิริ, สุวภาคย์ อิ่มสมุทร, วิโรจน์ ดาวฤกษ์, รัศมี สุวรรณวิระกัจจกร และ สงัด พันธุ์โอภาส

เดือนและปีที่ทำวิจัยเสร็จ พฤศจิกายน พ.ศ. 2542

บทคัดย่อ

ตัวอย่างหินจำนวน 446 ตัวอย่างของกลุ่มหินโคราชที่ใช้ศึกษาลักษณะสนามแม่เหล็กบรรพกาลเพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ละติจูดโบราณในช่วงมหายุคเมโสโซอิกได้จากพื้นที่ศึกษาย่อย 4 พื้นที่ในเขตที่ราบสูงโคราช ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย โดยการเลือกพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างได้จากการใช้ข้อมูลโทรสัมผัสซึ่งบ่งชี้ถึงแนว lineament ที่มีผลต่อการเก็บตัวอย่างในแต่ละพื้นที่

ผลการศึกษาทางสิลาบรรพกาลโดยใช้แผ่นหินขัดจำนวน 40 แผ่นพบว่า กลุ่มแร่ที่เก็บแม่เหล็กปฐมภูมิพบเป็น matrix ในเนื้อหิน ได้แก่เม็ดแร่ฮีมาไทต์ แมกนีไทต์และโอลิเมไนต์ และกลุ่มแร่ที่เก็บแม่เหล็กทุติยภูมิพบเป็นตัวเชื่อมประสานในเนื้อหิน ได้แก่ผลึกแร่เกอไทต์และฮีมาไทต์ทุติยภูมิ

ตัวอย่างจำนวน 382 ตัวอย่างแสดงค่า NRM > 0.6 mA/m ซึ่งเพียงพอที่จะนำไปเผาตัวอย่าง ณ อุณหภูมิตั้งแต่ 100°-730° C และภายหลังจากเผาตัวอย่างด้วยความร้อนสามารถสรุปได้ว่าลักษณะของสนามแม่เหล็กปฐมภูมิมีทิศทางอยู่ในแนว NE-SW ถูกทำลายเมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ 350°-550° C หรือมากกว่า 600° C

202 ตัวอย่างที่มีค่ายอมรับได้ใช้ในการคำนวณทิศทางสนามแม่เหล็กเฉลี่ยของหมวดหินต่างๆ ในกลุ่มหินโคราช ให้ค่ามุมเบี่ยงเบนที่ใกล้เคียงกันคือ 29.6°-31.8° และให้ค่ามุมเบี่ยงเบนต่างกันเล็กน้อย ซึ่งอยู่ระหว่าง 27.1°-39.6° ซึ่งสามารถหาค่าเฉลี่ยของ VGPs pole ของกลุ่มหินโคราชอายุไทรแอสซิกตอนต้นถึงครีเตเชียสอยู่ที่ละติจูดประมาณ 58.7°-61.6° N และลองจิจูดประมาณ 176.9°-192.7° E และมีค่าละติจูดโบราณประมาณ 14.4° - 22.5° N

ข้อมูลทั้งหมดแปลความหมายได้ว่าภายหลังจากยุคเพอร์เมียน ประเทศไทยได้เคลื่อนที่ขึ้นมาจากเส้นศูนย์สูตรอย่างรวดเร็ว โดยมีแนววางตัวเบี่ยงเบนทวนเข็มนาฬิกาไปจากปัจจุบัน 29°-31° อยู่นในละติจูดประมาณ 15°-16° N ในยุคไทรแอสซิกตอนปลาย และที่ละติจูด 22°-23° N ในยุคจูแรสซิกตอนกลาง ต่อมาประเทศไทยค่อยๆ เคลื่อนลงไปตามรอยเลื่อน Red River Fault จนถึงละติจูดประมาณ 14°-16° N ในยุคครีเตเชียสตอนกลางและเคลื่อนไหวในบริเวณแคบๆจนถึงปัจจุบัน

Project Title Paleogeographical Location of Thailand: Evidences from Landsat and Paleomagnetic Syntheses, Northern Part of NE Thailand
Name of the Investigators Punya Charusiri, Suvapak Imsamut, Veerote Daorerk, Ratsami Suwanwerakanyorn and Sangad Bunopas
Year November, 1999

Abstract

The 446 paleomagnetic samples are used to determine the paleolatitude of Thailand during Mesozoic Era. They were collected from 4 separated areas within the northern part of the Khorat Plateau, Northeastern Thailand. Those areas were carefully selected by using remote sensing interpretation particularly in locating the lineament lines that can affect the collection of samples.

The petrographic study of 40 polish-sections indicated the primary magnetism filled in hematite, magnetite and ilmenite grains which belong to matrix in rock texture whereas the secondary magnetism is observed in goethite and secondary hematite which form cementing material.

There are 382 samples which have enough natural remanent magnetism value ($NRM > 0.6 \text{ mA/m}$) for the treatment by thermal demagnetization at the range of 100° - 730° C . The results indicated the NE-SW direction of primary magnetism which were destroyed within the range of 350° - 550° or up to 600° C .

For the calculation of the magnetic direction of each formation of the Khorat Group, 202 samples were selected to analyses. The mean declination and inclination are obtained at about 29.6° - 31.8° and 27.1° - 39.6° respectively. The results are further calculated to VGPs of the Triassic to Cretaceous of Khorat Group yielding an average of 58.7° - 61.6° N , 176.9° - 192.7° E and the paleolatitude obtained is fluctuated from 14.4° to 22.5° N .

The results of the studies indicated that since Permian, Thailand rapidly moved from the equator northwards and were declined from the present position at 29° - 31° . Continuously, it had moved to the latitude of 15° - 16° N in Late Triassic and later on to 22° - 23° N in Middle Jurassic. After that, Thailand moved downwards along the Red River Fault to the latitude of 14° - 16° N during Lower Cretaceous and had a slight fluctuated movement in this place till present time.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ.....	II
บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	III
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	IV
สารบัญ.....	V
สารบัญรูป.....	VII
สารบัญตาราง.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ปัญหา ที่มา เหตุผลหรือสมมติฐานของการวิจัย.....	1
1.2 บริเวณที่ทำการศึกษา.....	2
1.3 ลักษณะภูมิประเทศและการเข้าถึงพื้นที่.....	5
1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
1.5 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	10
1.6 ขอบเขตของการวิจัย.....	10
บทที่ 2 ธรณีวิทยาบริเวณกว้าง.....	11
2.1 ลักษณะทั่วไป.....	11
2.2 การลำดับชั้นหิน.....	11
2.3 ธรณีวิทยาโครงสร้าง.....	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	22
3.1 ขั้่นรวบรวมและเตรียมข้อมูล.....	22
3.2 การแปล lineament จากภาพดาวเทียม.....	22
3.3 การสำรวจภาคสนามและการเก็บตัวอย่าง.....	22
3.4 การศึกษาในห้องปฏิบัติการ.....	23
3.5 ขั้่นแปลความหมายและสรุปผล.....	24
บทที่ 4 ข้อมูลโทรสัมผัส.....	27
4.1 ข้อมูลโทรสัมผัสในบริเวณกว้าง.....	27
4.2 ผลจากการแปลลักษณะทางธรณีวิทยา.....	29
4.3 ผลจากการแปลลักษณะของ lineament.....	46
4.4 ผลของการใช้โทรสัมผัสกับการเลือกตำแหน่งในการเก็บตัวอย่างหิน.....	50
บทที่ 5 ลักษณะเนื้อหินและแร่แม่เหล็กในเนื้อหิน.....	52
5.1 ลักษณะเนื้อหินและการเก็บตัวอย่าง.....	52
5.2 ลักษณะของแร่แม่เหล็กในเนื้อหิน.....	66
บทที่ 6 ผลจากการเผาตัวอย่างและข้อมูลสนามแม่เหล็กในหิน.....	71
6.1 การวิเคราะห์ผลจากการเผาตัวอย่างหิน.....	71

	หน้า
6.2 ผลการคำนวณทิศทางสนามแม่เหล็กในหิน.....	81
6.3 VGPs pole ของกลุ่มหินโคราช.....	90
บทที่ 7 บทอภิปรายและสรุปผล.....	94
7.1 บทอภิปราย.....	94
7.2 บทสรุป.....	100
เอกสารอ้างอิง.....	105
ภาคผนวก.....	112
ภาคผนวก ก. ข้อมูลดิบของตัวอย่างในหมวดหินต่างๆ ของกลุ่มหินโคราช ที่ใช้ในการคำนวณค่าทางสนามแม่เหล็กบรรพกาล	112
ภาคผนวก ข. A manuscript submitted to “Earth and Planetary Science Letters”	143



สารบัญรูป

รูป		หน้า
1.1	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยแสดงพื้นที่ศึกษาทั้งหมด.....	3
1.2	พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 1 เขานุกอนน้อย และเขานุกอน อำเภอสรีวิไล จังหวัด หนองคายแสดงลักษณะภูมิประเทศและบริเวณเก็บตัวอย่าง.....	4
1.3	พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 2 เขานุกอนน้อย อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ แสดง ลักษณะภูมิประเทศและบริเวณเก็บตัวอย่าง.....	5
1.4	พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 3 เขานุกอน-นุกอนคำ อำเภอมือง จังหวัดหนองบัวลำภู แสดง ลักษณะภูมิประเทศ และบริเวณเก็บตัวอย่าง.....	7
1.5	พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 4 บ้านห้วยลาด-ห้วยลาดฟ้า อำเภอกอนสาร จังหวัดขอนแก่น แสดงลักษณะภูมิประเทศ และบริเวณเก็บตัวอย่าง.....	8
2.1	ภาพถ่ายเทียม TM-5 แสดงลักษณะภูมิประเทศของที่ราบสูงโคราช.....	12
2.2	แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณกว้างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและเส้น traverse ในการเก็บตัวอย่าง.....	13
2.3	แผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้างบริเวณกว้างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ.....	19
2.4	แผนที่ lineament และธรณีโครงสร้างสำคัญ ๆ ในเขตที่ราบสูงโคราช.....	21
3.1	วิธีการทำงานรวมในการศึกษาครั้งนี้.....	25
3.2	วิธีการทำงานโดยละเอียดในส่วนของการศึกษาทำสนามแม่เหล็กในหิน.....	26
4.1	ภาพถ่ายเทียมของทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และรอยเลื่อนซึ่งได้จากการ แปลภาพ.....	28
4.2	ภาพถ่ายเทียมบริเวณกว้างของพื้นที่ศึกษาย่อยที่ 1.....	30
4.3	ผลของการแปลความหมายทางธรณีวิทยาและแนว lineament โดยใช้ภาพ ดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาย่อยที่ 1 และพื้นที่ใกล้เคียง.....	31
4.4	ภาพถ่ายเทียมบริเวณกว้างของพื้นที่ศึกษาย่อยที่ 2.....	34
4.5	ผลของการแปลความหมายทางธรณีวิทยาและแนว lineament โดยใช้ภาพ ดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาย่อยที่ 2 และพื้นที่ใกล้เคียง.....	35
4.6	ภาพถ่ายเทียมบริเวณกว้างของพื้นที่ศึกษาย่อยที่ 3.....	38
4.7	ผลของการแปลความหมายทางธรณีวิทยาและแนว lineament โดยใช้ภาพ ดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาย่อยที่ 3 และพื้นที่ใกล้เคียง.....	39
4.8	ภาพถ่ายเทียมบริเวณกว้างของพื้นที่ศึกษาย่อยที่ 4.....	42
4.9	ผลของการแปลความหมายทางธรณีวิทยาและแนว lineament โดยใช้ภาพ ดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาย่อยที่ 4 และพื้นที่ใกล้เคียง.....	43

รูป	หน้า	
5.1	แผนที่ธรณีวิทยา 1:250,000 ระวังจังหวัดเพชรบูรณ์ (NE 47-16) แสดงจุดเก็บตัวอย่างของหมวดหินห้วยหินลาดและลักษณะธรณีวิทยา.....	53
5.2	แผนที่ธรณีวิทยา 1:250,000 ระวังจังหวัดอุดรธานีและวังเวียง (NE 48-5 และ NE 48-9) แสดงจุดเก็บตัวอย่างของหมวดหินน้ำพอง - โลกกรวดและลักษณะธรณีวิทยา.....	55
5.3	แผนที่ธรณีวิทยา 1:250,000 ระวังจังหวัดร้อยเอ็ด (NE 48-14) แสดงจุดเก็บตัวอย่างของหมวดหินภูพานและเสาข้าวและลักษณะธรณีวิทยา.....	57
5.4	แผนที่ธรณีวิทยา 1:250,000 ระวังเมืองปากซัน (NE 48-6) แสดงจุดเก็บตัวอย่างของหมวดหินภูทอกและลักษณะธรณีวิทยา.....	59
5.5	ชั้นหินกรวดมนในหมวดหินห้วยหินลาด.....	60
5.6	ชั้นหินกรวดมนในหมวดหินห้วยหินลาด โผล่บริเวณพื้นถนน.....	60
5.7	หมวดหินน้ำพองซึ่งเป็นหินทรายเนื้ออาร์โกสสีน้ำตาลถึงน้ำตาลแดงชั้นหนาปานกลางแทรกสลับกับหินดินดาน.....	61
5.8	ชั้นหินทรายแป้งและหิน โกลนสีแดงซึ่งอยู่ในหมวดหินภูกระดึง.....	61
5.9	หินทรายเนื้อควอร์ตซิกในหมวดหินพระวิหารแสดงชั้นเฉียงระดับ.....	62
5.10	หินทรายสีแดงในหมวดหินเสาข้าว.....	62
5.11	ชั้นเฉียงระดับมุมต่ำพบในหินทรายสีแดง หมวดหินเสาข้าว บริเวณเขาภูผาผึ้ง...	63
5.12	ภาพใกล้แสดงเม็ดกรวด (pebble) ขนาดใหญ่ในเนื้อหินทรายภูพาน.....	63
5.13	ชั้นเฉียงระดับมุมต่ำพบในหินทรายควอร์ตซิก หมวดหินภูพาน บริเวณภูผาผึ้ง.....	64
5.14	หมวดหินโลกกรวดซึ่งเป็นหินทรายเนื้ออาร์โกส พบตามบ่อขุดข้างถนน.....	64
5.15	หมวดหินภูทอกบริเวณเขาภูทอกแสดงลักษณะการ โผล่สลับชั้นของหินทรายสองชนิด.....	65
5.16	หมวดหินภูทอกบริเวณภูว้าวแสดงลักษณะลอนคลื่น.....	65
5.17	แร่แมกนีไทต์เดิมถูกแปรสภาพบางส่วนเป็นแร่ฮีมาไทต์ (X-nicols in polish-section).....	68
5.18	ฮีมาไทต์ธรรมชาติ (Hi) แทรกตามเนื้อหินในหิน red bed ร่วมกับตัวเชื่อมประสานจำพวกเหล็กออกไซด์ (FeO) (X-nicols in polish-section).....	68
5.19	ภาพใกล้ของแร่แม่เหล็กซึ่งแสดงคุณลักษณะของแร่ฮีมาไทต์ (Hi) บางส่วนของแร่แม่เหล็กนี้อาจเป็นแร่แมกนีไทต์เดิม (X-nicols in polish section).....	68

รูป	หน้า	
5.20	แร่เกอไทต์ (Gt) สีเหลืองวาว ซึ่งแปรสภาพมาจากเหล็กออกไซด์ (FeO) สีแดง (X-nicols in polish-section).....	68
5.21	แร่ฮีมาไทต์ทุติยภูมิ (Sh _t) ซึ่งเปลี่ยนจากแร่เกอไทต์ (Gt) จัดว่าเป็นแร่เก็บสนามแม่เหล็กทุติยภูมิที่สำคัญ (X-nicols in polish-section)ในหิน redbed	68
5.22	ชั้นส่วนของเศษหินอัคนีภูเขาไฟมีการตกผลึกของแร่ฮีมาไทต์ทุติยภูมิ (Sh _t)...	68
5.23	เม็ดแร่ฮีมาไทต์ (Ht) ซึ่งมีเหลี่ยมมุมแทรกตามเนื้อหินในหินภูพานร่วมกับตัวเชื่อมประสานจำพวกเหล็กออกไซด์ (FeO) (X-nicols in polish-section)....	69
5.24	เม็ดแร่ฮีมาไทต์ (Ht) แทรกตามช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ควอร์ตซ์ ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของแร่เก็บสนามแม่เหล็กของหิน white bed (X-nicols in polish-section).....	69
5.25	แร่แมกนีไทต์ (Mt) แสดงรูปผลึกกึ่งสมบูรณ์ (X-nicols, polish-section).....	69
5.26	ภาพใกล้แสดงเม็ดแร่แมกนีไทต์ (Mt) สีเทาถูกแปรสภาพบางส่วนเป็นแร่ฮีมาไทต์สีขาวเหลือง และถูก included ด้วยแร่โอลเมนไนต์ (In) สีเทาเข้ม (X-nicols in polish-section).....	69
5.27	แร่ฮีมาไทต์ทุติยภูมิ (Sh _t) ซึ่งเปลี่ยนจากแร่เกอไทต์ (Gt) (X-nicols, polish-section).....	69
5.28	ชั้นส่วนของเศษหินอัคนีภูเขาไฟมีการตกผลึกของแร่ฮีมาไทต์ทุติยภูมิ (Sh _t)...	69
6.1	กราฟ Zijderfeld plots แสดงผลของการเผาตัวอย่างและการเปลี่ยนทิศทางสนามแม่เหล็กลักษณะต่างๆ ของหมวดหินห้วยหินลาด (A ถึง C) หมวดหินน้ำพอง(D ถึง E) หมวดหินภูกระดึง (F ถึง G) และหมวดหินพระวิหาร(H ถึง I).....	74
6.2	กราฟ Zijderfeld plots แสดงผลของการเผาตัวอย่าง และการเปลี่ยนทิศทางสนามแม่เหล็กลักษณะต่าง ๆ ของหมวดหินเสาขัว (A ถึง D) และหมวดหินภูพาน (E ถึง I).....	77
6.3	กราฟ Zijderfeld plots แสดงผลของการเผาตัวอย่างและการเปลี่ยนทิศทางสนามแม่เหล็กลักษณะต่าง ๆ ของหมวดหินโคกกรวด (A ถึง C) และหมวดหินภูทอก (D ถึง I).....	80
6.4	Equal-area project ของค่าเฉลี่ยทิศทางสนามแม่เหล็กของแต่ละ site และค่า error ก่อนแก้ค่าทางธรณีวิทยา (before tilt correction) และหลังแก้ค่าทางธรณีวิทยา (after tilt correction) ในหมวดหินห้วยหินลาดและน้ำพอง (a,b) และหมวดหินภูกระดึงและพระวิหาร (c,d).....	88

รูป	หน้า
6.5 Equal-area project ของค่าเฉลี่ยทิศทางสนามแม่เหล็กของแต่ละ site และค่า error ก่อนแก้ค่าทางธรณีวิทยา (before tilt correction) และหลังแก้ค่าทางธรณีวิทยา (after tilt correction) ในหมวดหินเสาขัว (a,b) ภูพานและโลกกรวด (c,d) และภูทอก (e,f).....	89
7.1 โมเดลการเคลื่อนที่ของประเทศไทยตั้งแต่ยุคเพอร์เมียนถึงปัจจุบัน.....	97
7.2 ลักษณะธรณีแปรสัณฐานบางส่วน of ประเทศไทยตั้งแต่ยุคไทรแอสซิกตอนปลายถึงยุคครีเทเชียส.....	101

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
6.1 ข้อมูลสนามแม่เหล็กบรรพกาลในอุณหภูมิต่ำที่เลือกของแต่ละตัวอย่างย่อยในกลุ่มหินโคราช.....	82
6.2 ข้อมูลเฉลี่ยทิศทางสนามแม่เหล็กในหินของกลุ่มหินโคราช.....	86
6.3 ผลข้อมูลเฉลี่ยขั้วแม่เหล็กโลกบรรพกาลและข้อมูลละติจูดโบราณของกลุ่มหินโคราชซึ่งแยกตามอายุหิน.....	91

บทที่ 1 บทนำ



1.1 ปัญหา ที่มา เหตุผลหรือสมมติฐานของการวิจัย

การศึกษาธรณีวิทยาแปรสัณฐาน (Geotectonics) มีพื้นฐานของการศึกษาที่สำคัญคือเป็นการศึกษาถึงการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก โดยวิเคราะห์จากตำแหน่งที่อยู่ในอดีตของกลุ่มหินในพื้นที่หนึ่งๆ ที่ทราบอายุและยังรวมไปถึงการศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะ (deformation) อันเนื่องมาจากอิทธิพลของการแปรสัณฐาน ซึ่งจะช่วยให้สรุปได้ถึงรูปแบบการแปรสัณฐานตลอดจนประวัติความเป็นมาของพื้นที่นั้นๆ การศึกษาธรณีวิทยาสาขานี้จึงจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลที่หลากหลายและกินบริเวณกว้าง ซึ่งได้แก่ข้อมูลของทิศการวางตัวของสนามแม่เหล็กที่มีอยู่ในหินที่เกิดในช่วงที่หินเริ่มแข็งตัวเพื่อใช้ในการหาตำแหน่งของพื้นที่ที่สนใจในช่วงอายุต่างๆ ข้อมูลการลำดับชั้นสนามแม่เหล็กบรรพกาล (Magnetostratigraphy) ซึ่งเป็นข้อมูลการสลับขั้วของสนามแม่เหล็กในช่วงอายุต่างๆ เพื่อใช้หาอายุของหินในพื้นที่และข้อมูลของแนวคดโค้ง, รอยเลื่อน, รอยแตกและหลักฐานที่บ่งบอกถึงการกระทำหรือความรุนแรงในช่วงการแปรสัณฐานและการเปลี่ยนแปลงของธรณีวิทยาโครงสร้างที่เกิดขึ้นในช่วงอายุต่างๆ เพื่อใช้แปลลักษณะของธรณีวิทยาแปรสัณฐานและทิศทางการเคลื่อนที่ของพื้นที่ที่สนใจในช่วงอายุต่างๆ

หินในประเทศไทยเราพบว่ามีหลายอายุ ซึ่งหินในแต่ละช่วงอายุนั้นจะมีความเป็นแม่เหล็กซ่อนอยู่ ซึ่งเราเรียกว่า Fossil Magnetism ซึ่งจะทำให้เกิดสภาพความเป็นแม่เหล็กถาวรที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural Remanent Magnetization) โดยกระบวนการดังกล่าวเกิดจากการเรียงตัวของแร่จำพวกกลุ่มเหล็กออกไซด์ที่อยู่ในหิน การเรียงตัวของแร่ดังกล่าวจะอยู่ในทิศทางเดียวกับสนามแม่เหล็กโลก และจะชี้พุ่งขึ้นไปทางขั้วโลกเหนือด้วยมุมเอียงหนึ่งๆ ตามความห่างของบริเวณที่มีการสะสมตัวเทียบกับพิกัดทางภูมิศาสตร์ของขั้วโลก ซึ่งนำไปสู่การหาตำแหน่งที่มีการสะสมตัวในช่วงอายุหนึ่งๆ ซึ่งถ้าแต่ละช่วงอายุมีทิศทางของสนามแม่เหล็กต่างกัน แสดงให้เห็นว่าบริเวณสะสมตัวของหินแต่ละยุคน่าจะไม่ใช่จุดภูมิศาสตร์เดียวกัน

ในปัจจุบันยังเป็นที่สงสัยกันว่าประเทศไทยในอดีตเมื่อหลายร้อยล้านปีนี้มีประวัติความเป็นมาทางธรณีวิทยาอย่างไร และจุดที่เป็นขั้วตลกเถียงมากที่สุดก็คือประเทศไทยในอดีตที่ผ่านมา เคยมีการล่องลอยไปคนส่วนใดของโลกบ้าง เหตุผลต่างๆ ที่ทำให้เกิดแนวความคิดนี้ขึ้นมาก็คือ เราพบลักษณะหินบางบริเวณที่แสดงลักษณะการสะสมตัวอันเนื่องมาจากการละลายของธารน้ำแข็ง โดยอาศัยทฤษฎีหลักที่เชื่อว่าแผ่นทวีปและแผ่นมหาสมุทรซึ่งเป็นส่วนของชั้นเปลือกโลก (crust) นั้นลอยตัวอย่างเป็นอิสระบนชั้นเนื้อโลกตอนบน (upper mantle) และเคลื่อนที่ไปมาได้ ดังนั้นนักธรณีวิทยาหลายท่านจึงตั้งสมมติฐานไว้ว่า ครั้งหนึ่งนั้นประเทศไทยอาจจะอยู่บริเวณใกล้ขั้วโลกและค่อยๆ เคลื่อนตัวอย่างช้าๆ จนมาอยู่ที่เส้นศูนย์สูตรในปัจจุบัน ในปี พ.ศ. 2524 ดร. สวัสดิ์ พันธุ์โอภาส จากกรมทรัพยากรธรณีได้ศึกษาเกี่ยวกับสนามแม่เหล็ก

โบราณที่ฝังตัวอยู่ในหินชั้นยุคต่างๆ และได้สรุปว่าประเทศไทยเดิมน่าจะติดอยู่กับทวีปออสเตรเลียทางซีกโลกใต้ และได้ลอยมาชนกับประเทศจีนเมื่อไม่กี่สิบล้านปีมาแล้ว

การศึกษาเรื่องดังกล่าวในเบื้องต้นจำเป็นต้องใช้กลุ่มหินที่สามารถเก็บสนามแม่เหล็กได้ดีซึ่งได้แก่ หินทรายแดงยุคเมโสโซอิกหรือกลุ่มหินโคราช ซึ่งมีช่วงเวลาของการสะสมตัวประมาณยุคไทรแอสซิกตอนปลายถึงยุคครีเตเชียส (Mouret et al., 1993) โดยหินทรายในกลุ่มหินโคราชเป็นกลุ่มหินที่มีแร่รองจำพวกเหล็กออกไซด์ในปริมาณที่สูงและสามารถเก็บคาสสนามแม่เหล็กในช่วงเวลาในการสะสมตัวของหินได้ดี ดังนั้นการศึกษาศาสตร์ทางสนามแม่เหล็กที่ซ่อนอยู่ในกลุ่มหินโคราชจะทำให้ทราบถึงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์โบราณในยุคเมโสโซอิกและลักษณะการเคลื่อนที่ของประเทศไทยบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้

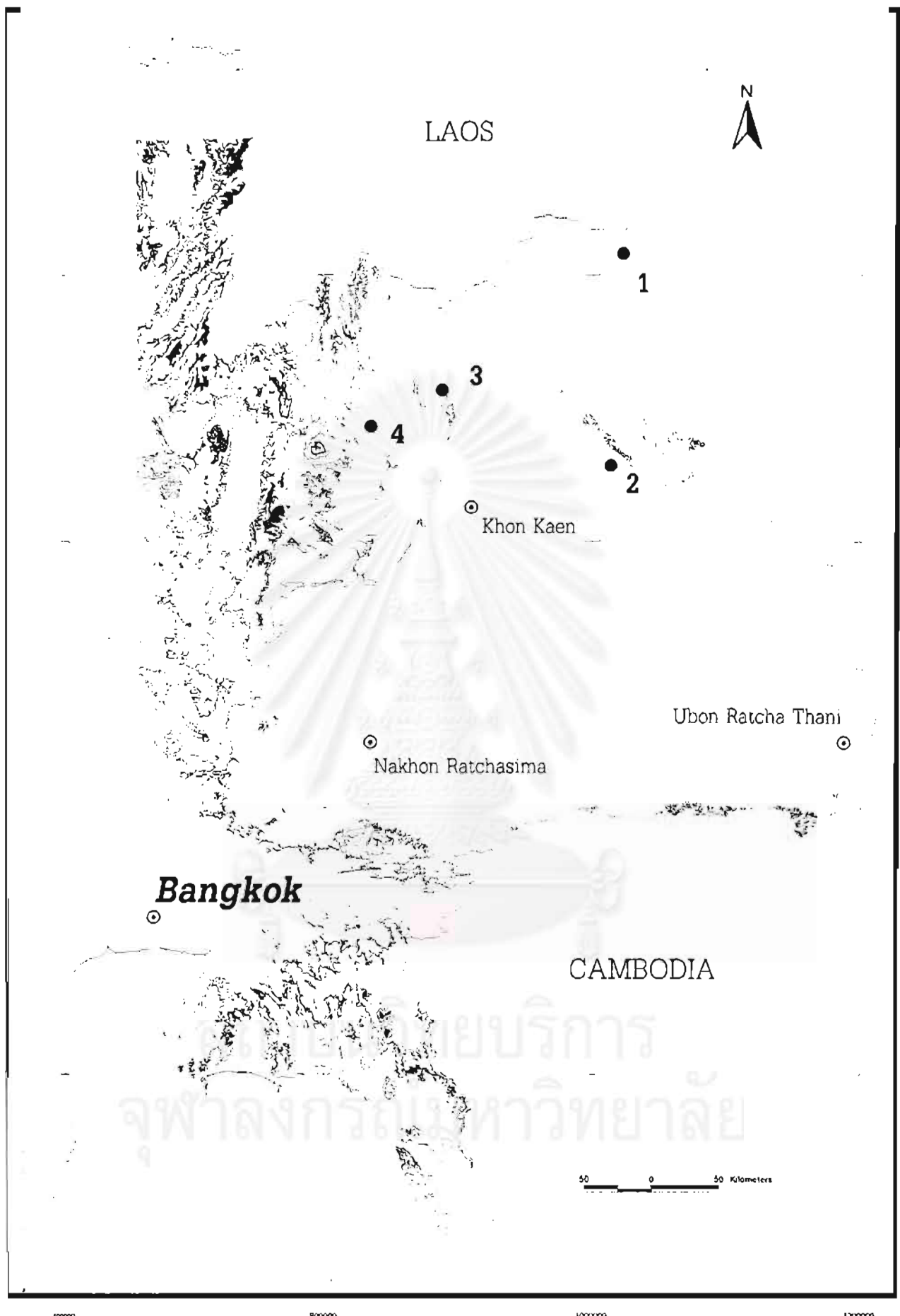
อย่างไรก็ตามการศึกษายจะให้ผลดีและเป็นที่น่าเชื่อถือจำเป็นต้องใช้หลักฐานทางธรณีวิทยา โดยเฉพาะธรณีวิทยาโครงสร้างซึ่งมีความจำเป็นทั้งก่อนและหลังการศึกษานสนามแม่เหล็กบรรพกาล การศึกษานสนามแม่เหล็กบรรพกาลจำเป็นต้องมีการเก็บตัวอย่างซึ่งไม่มีอิทธิพลทางเทคโนโลยีที่สำคัญเช่นรอยเลื่อนขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ภาพดาวเทียมประกอบในการศึกษาในครั้งนี้เพื่อหาจุดที่เหมาะสมกับการเก็บตัวอย่าง นอกจากนี้การศึกษาในส่วนของ การแปลความหมายแนว lineament โดยละเอียดจากภาพดาวเทียมภายหลังการศึกษานสนามแม่เหล็กบรรพกาลมีความสำคัญต่อการประมวลผลโดยรวมเพื่อความสมบูรณ์ของโมเดลของการเคลื่อนที่ของประเทศไทย (ในที่นี้คือบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบนของประเทศไทย) และผลที่ได้จากการแปล lineament นั้นยังสามารถใช้เป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาอื่นๆ ในพื้นที่ดังกล่าวอีกด้วย

งานวิจัยในครั้งนี้จึงได้จัดทำขึ้นเพื่อมุ่งเน้นถึงหลักฐานเพิ่มเติมรายละเอียดจากสนามแม่เหล็กบรรพกาลและความสัมพันธ์ทางภูมิศาสตร์ของหินทรายกลุ่มหินโคราช โดยอาศัยข้อมูลจากภาคสนาม ข้อมูลจากสนามแม่เหล็กบรรพกาลและข้อมูลจากการแปลภาพดาวเทียม ซึ่งถ้าผลเป็นที่ยอมรับ จะเป็นแนวทางในการหาศึกษาดำเนินการที่ค้างของหินอายุอื่นๆ อีกหลายบริเวณต่อไปในอนาคต

1.2 บริเวณที่ทำการศึกษา

พื้นที่ที่ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างประกอบไปด้วยพื้นที่ย่อย 4 บริเวณ (รูป 1.1) ซึ่งครอบคลุมหน่วยหินย่อยในกลุ่มหินโคราชทั้งหมดและในหลายบริเวณเป็นบริเวณชั้นหินแบบฉบับ (type section) ของหมวดหินต่างๆ ในกลุ่มหินโคราชด้วย พื้นที่ย่อยประกอบไปด้วย

1) เขาภูทอกน้อยและเขาภูวัว อำเภอศรีวิไล จังหวัดหนองคาย (เป็นชั้นหินแบบฉบับของหมวดหินภูทอก; Sanayarak, 1983) อยู่ในเส้นลองจิจูดที่ $103^{\circ} 53' E$ ละติจูดที่ $18^{\circ} 07' N$ และ เส้นลองจิจูดที่ $103^{\circ} 58' E$ ละติจูดที่ $18^{\circ} 14' N$ (รูป 1.2) ซึ่งอยู่ในแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ระวังบ้านโคกก่อง (5745I) และบ้านน้ำจั้น (5745II)



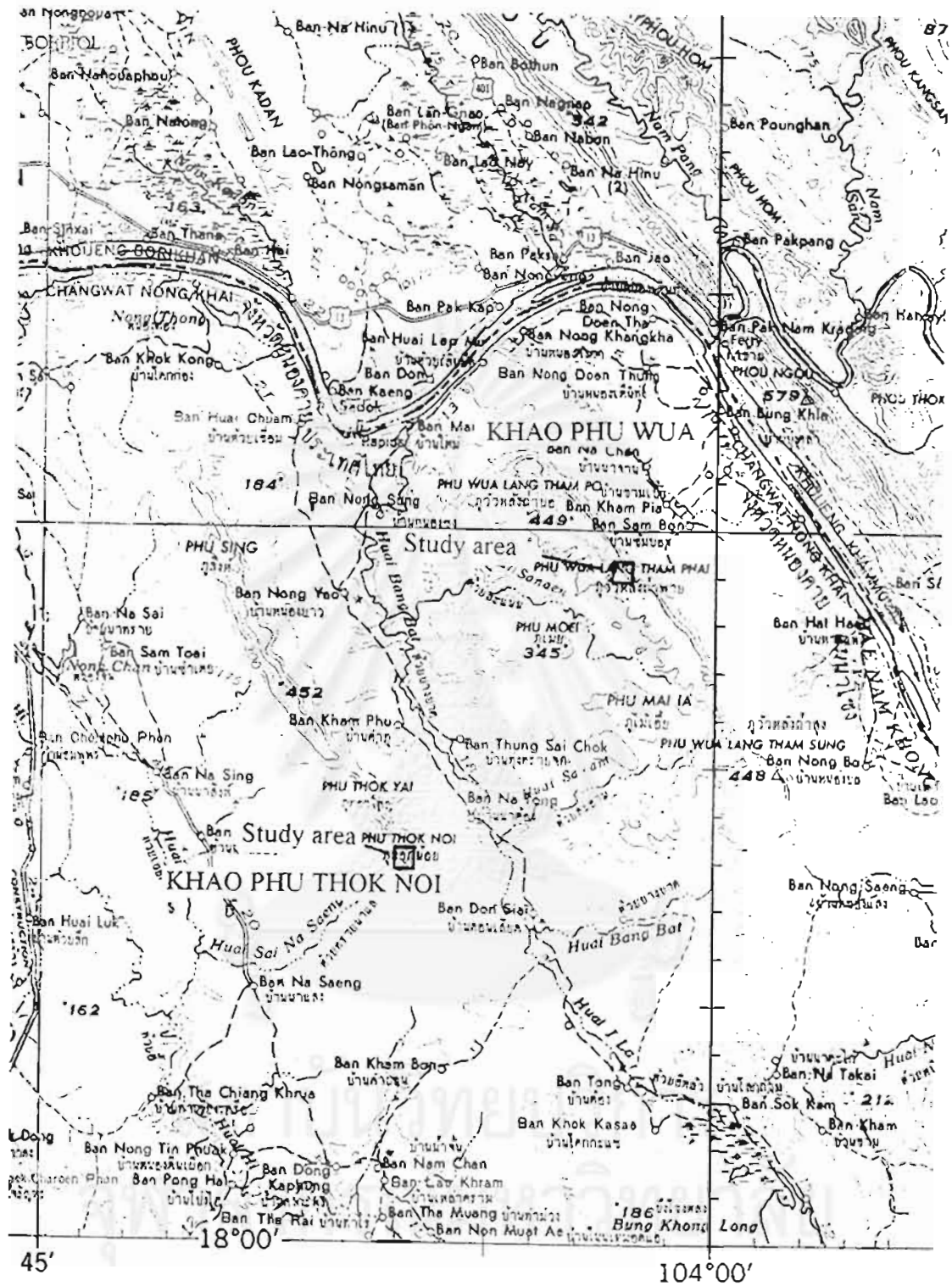
รูปที่ 1.1 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทยแสดงพื้นที่ศึกษาทั้งหมด ในวงกลม ● เป็นพื้นที่เก็บตัวอย่างย่อย

1 = พื้นที่ศึกษาภูทอก-ภูว้าว

2 = พื้นที่ศึกษาภูผามิ่ง

3 = พื้นที่ศึกษาภูพาน-ภูพานคำ

4 = พื้นที่ศึกษาย่านห้วยลาด-ห้วยตาดฟ้า



รูป 1.2 พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 1 เขาคูทอกน้อยและเขาคูวัว อำเภอศรีวิไล จังหวัดหนองคาย แสดงลักษณะภูมิประเทศและบริเวณเก็บตัวอย่าง (ถ่ายจากแผนที่ภูมิประเทศ 1:250,000 ระวังเมืองปากซัน ; NE 48-6)

2) เขาภูผาผึ้ง อำเภอภูผินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ (เป็นชั้นหินแบบฉบับของหมวดหินภูพาน; Ward and Bunnag, 1964) อยู่ในเส้นลองจิจูดที่ $104^{\circ} 08' E$ และเส้นละติจูดที่ $16^{\circ} 29' N$ (รูป 1.3) ซึ่งอยู่ในแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ระวังอำเภอภูผินารายณ์ (5842 III)

3) เขาภูพาน-ภูพานคำ อำเภอเมืองฯ จังหวัดหนองบัวลำภู (เป็นชั้นหินแบบฉบับของหมวดหินเสาขัว; Ward and Bunnag, 1964) อยู่ในเส้นลองจิจูดประมาณ $102^{\circ} 20' E$ ถึง $102^{\circ} 40' E$ และ ละติจูดประมาณ $17^{\circ} 10' N$ ถึง $17^{\circ} 20' N$ (รูป 1.4) ซึ่งอยู่ในแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ระวังบ้านทุ่งโป่ง (5443 I) อำเภอหนองบัวลำภู (5443 II) ระวังบ้านกุดหมากไฟ (5543 III) และบ้านหนองวัวซอ (5543 IV)

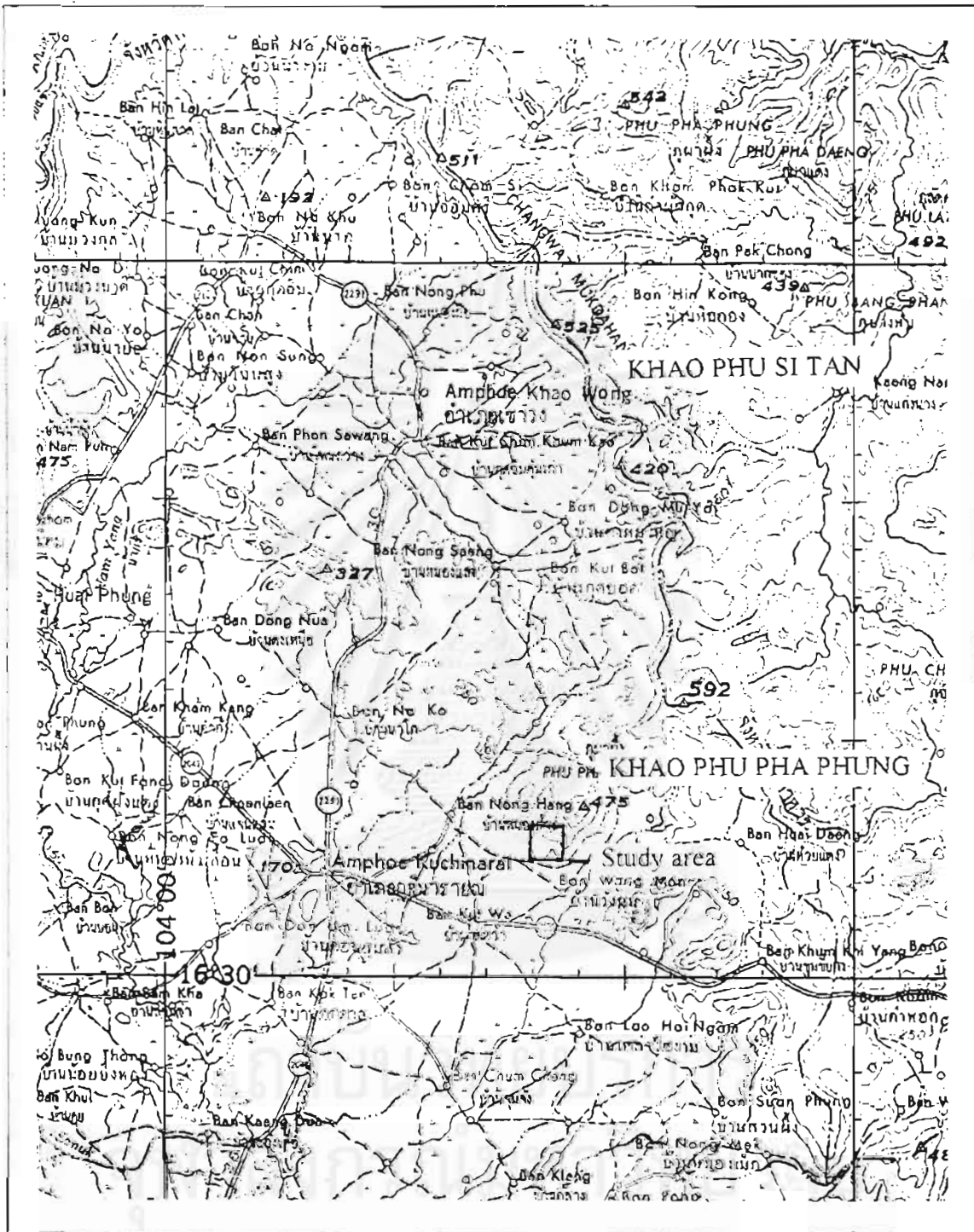
4) บ้านห้วยลาด-ห้วยตาดฟ้า อำเภอกอนสาร จังหวัดขอนแก่น (เป็นชั้นหินแบบฉบับของหมวดหินห้วยหินลาด; Iwai et al., 1966) อยู่ในเส้นลองจิจูดที่ $101^{\circ} 47' E$ และเส้นละติจูดที่ $16^{\circ} 44' N$ (รูป 1.5) ซึ่งอยู่ในแผนที่มาตราส่วน 1:50,000 ระวังอำเภอกอนสาร (5342 II)

1.3 ลักษณะภูมิประเทศและการเข้าถึงพื้นที่

บริเวณศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของ “แอ่งสกลนคร” ซึ่งอยู่ในเขตที่ราบสูงโคราช มีลักษณะเป็นที่ราบสูง มีความสูงจากระดับทะเลปานกลาง 150 เมตร ขอบแอ่งเป็นสันเขาทางด้านตะวันตกและใต้ซึ่งมีความสูงอยู่ในช่วง 200 ถึงมากกว่า 500 เมตร และลาดเอียงเข้าหากกลางแอ่งในแนวก่อนไปทางทิศตะวันออกถึงตะวันออกเฉียงเหนือ

พื้นที่ศึกษาข่อยเขาภูทอกและภูวัว เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มเทือกเขาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของที่ราบสูงโคราช ซึ่งต่อเนื่องไปถึงภูกระดานและภูงูในประเทศลาว (ดูรูป 1.2) มีลักษณะเป็นเขาแนวยาว 2 แนวซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 200-452 เมตรเหนือระดับทะเลปานกลาง มีความยาวของแนวเขาต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 20 กิโลเมตร แนวเขาวางตัวอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ขนานไปกับเทือกเขาภูวัวซึ่งอยู่ห่างออกไปทางทิศตะวันออกเฉียงประมาณ 10 กิโลเมตร ลักษณะเขาแสดงแนวหน้าผาชันโดยรอบบนยอดเขาเป็นที่ราบค่อนข้างเรียบ พื้นที่รอบๆ เขาส่วนใหญ่มีสภาพเป็นเนินเขาเตี้ยๆ สลับกับที่ราบลูกทุ่งซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 190 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง แม่น้ำโขงเป็นแม่น้ำหลักที่ไหลมาจากจังหวัดหนองคายอยู่ทางตอนเหนือของพื้นที่ข่อยนี้และห้วยบังบาตร ไหลขนานไปกับเทือกเขาทางตอนกลาง

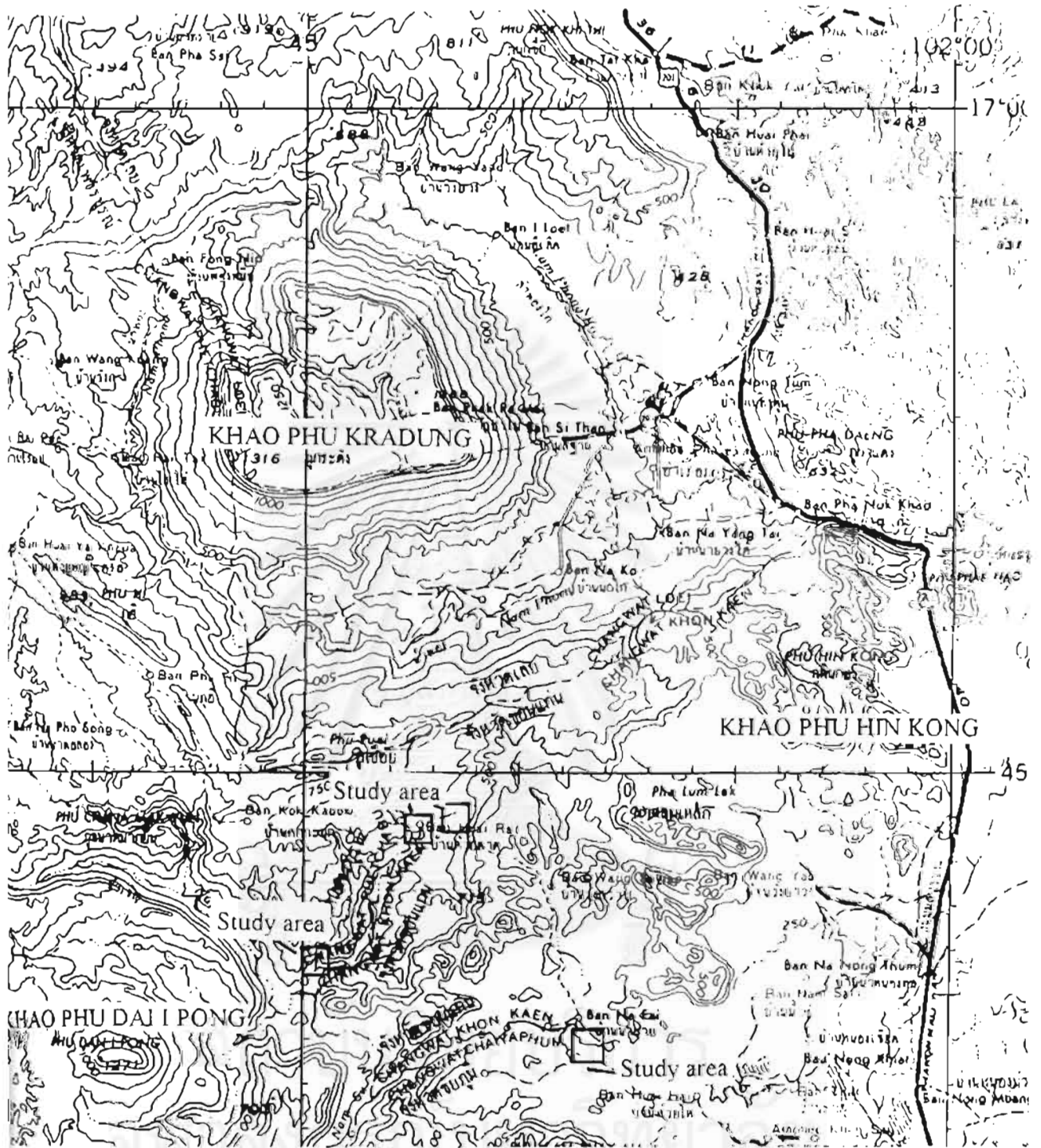
พื้นที่ศึกษาภูผาผึ้งเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มเทือกเขาภูพานทางตอนกลางของที่ราบสูงโคราชซึ่งต่อเนื่องจากประเทศกัมพูชา (ดูรูป 1.3) ผ่านจังหวัดกาฬสินธุ์ สกลนคร ขอนแก่น และไปบรรจบกับเทือกเขาภูพานคำที่จังหวัดหนองบัวลำภู มีลักษณะเป็นเขาสูงเฉลี่ย 365-475 เมตรเหนือระดับทะเลปานกลาง เทือกเขาภูผาผึ้งนับว่าเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาภูพาน-ภูสีฐานซึ่งความยาวของแนวเขาต่อเนื่องมากกว่า 200 กิโลเมตร แนวเทือกเขาวางตัวตั้งฉากกับแนวเทือกเขาภูพานคืออยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ลักษณะเขาแสดงหน้าผาชันโดยเฉพาะทางด้านเหนือของเขา บนยอดเขาเป็นที่ราบค่อนข้างเรียบเอียงเทเล็กน้อยไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ พื้นที่รอบๆ เขาส่วนใหญ่มีสภาพเป็นเนินเขาเตี้ยๆ สลับกับ



รูป 1.3 พื้นที่ศึกษาขอยที่ 2 เขากุฬาฝั่ง อำเภอกุฉินารายณ์ จังหวัดกาฬสินธุ์ แสดงลักษณะภูมิประเทศ และบริเวณเก็บตัวอย่าง (ถ่ายจากแผนที่ภูมิประเทศ 1:250,000 ระวังจังหวัดร้อยเอ็ด ; NE 48-14)



รูป 1.4 พื้นที่ศึกษาข้อที่ 3 เขากุพาน-กุพานคำ อำเภอเมืองฯ จังหวัดหนองบัวลำภู แสดงลักษณะภูมิประเทศ และบริเวณเก็บตัวอย่าง (ถ่ายจากแผนที่ภูมิประเทศ 1:250,000 ระวางเวียงจันทน์ : NE 48-9



รูป 1.5 พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 4 บ้านห้วยลาด- ห้วยตาดฟ้า อำเภอคอนสาร จังหวัดขอนแก่น แสดง
 ลักษณะภูมิประเทศ และบริเวณเก็บตัวอย่าง (ถ่ายจากแผนที่ภูมิประเทศ 1:250,000 ราว
 จังหวัดเพชรบูรณ์ : NE 47-16

ที่ราบลูกฟูก ซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 190 เมตรจากระดับน้ำทะเล ห้วยจุมจึงเป็นห้วยหลักซึ่งมีต้นน้ำมาจากเทือกเขาภูสีฐาน ไหลขนานไปกับเทือกเขาทางทิศตะวันออก

พื้นที่ศึกษาภูพานเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มเทือกเขาภูพาน-ภูพานคำทางตะวันตกของที่ราบสูงโคราช ซึ่งต่อจากเทือกเขาภูพานจากจังหวัดกาฬสินธุ์ และอุดรธานี และกลุ่มเขาพังเหยเขาค้อ ภูแล่นคา ภูเขียวจากจังหวัดชัยภูมิ และขอนแก่น มีลักษณะเป็นเขาสูงเฉลี่ย 300-500 เมตรเหนือระดับทะเลปานกลาง มีความยาวของแนวเขาค่อนข้างยาวกว่า 400 กิโลเมตร แนวเทือกเขาวางตัวอยู่ในแนวเกือบเหนือ-ใต้ (ดูรูป 1.4) ลักษณะเขาแสดงแนวหน้าผาชันทางด้านตะวันตกและมีการเอียงเทมุมต่ำทางตะวันออก พื้นที่ทางด้านตะวันตกและด้านตะวันออกของแนวเขาภูพานคำมีสภาพเป็นเนินเขาเตี้ยๆ สลับกับที่ราบลูกฟูกซึ่งมีความสูงเฉลี่ย 240 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง ห้วยเสาขวั้นเป็นห้วยหลักซึ่งมีต้นน้ำมาจากเทือกเขาภูพานคำ ไหลตั้งฉากกับเทือกเขาทางทิศตะวันตก

พื้นที่ศึกษาย่านห้วยลาด-ห้วยตากฟ้าเป็นส่วนหนึ่งของที่ราบลูกฟูกและกลุ่มเขาตากฟ้าซึ่งต่อเนื่องมาจากผานกเค้าและภูผาม่าน (ดูรูป 1.5) ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกของที่ราบสูงโคราช มีลักษณะเป็นเขาสูงชันบนเขาเป็นที่ราบลูกฟูก ความสูงเฉลี่ย 700 เมตรเหนือระดับทะเลปานกลาง เทือกเขาวางตัวอยู่ในแนวเกือบเหนือ-ใต้ ลักษณะเขาแสดงแนวหน้าผาชันทางด้านตะวันตกและด้านใต้ ห้วยตากฟ้าเป็นห้วยหลักซึ่งมีต้นน้ำมาจากเทือกเขาตากฟ้า มีการไหลขนานไปกับเทือกเขาทางทิศใต้

การเข้าถึงพื้นที่กระทำได้โดยการเดินทางจากกรุงเทพฯ ถึงตัวจังหวัดขอนแก่นตามทางหลวงหมายเลข 2 มิดรภาพ ระยะทางประมาณ 440 กิโลเมตร ในพื้นที่ย่อยภูทอกและภูว้าให้เดินทางต่อไปจนถึงหนองคายและจากหนองคายผ่านอำเภอบึงกาฬตามทางหลวงหมายเลข 212 เป็นระยะทาง 135 กิโลเมตร จากอำเภอบึงกาฬถึงพื้นที่ตามทางหลวงหมายเลข 222 และ 212 ระยะทางประมาณ 40 กิโลเมตร สำหรับพื้นที่ย่อยภูผาผึ้ง เดินทางจากขอนแก่นถึงอำเภอกุดดินรายนตามทางหลวงหมายเลข 209, 213 และ 2042 ระยะทางประมาณ 130 กิโลเมตร พื้นที่ย่อยภูพาน-ภูพานคำ ให้เดินทางจากขอนแก่นผ่านจังหวัดอุดรธานีถึงจังหวัดหนองบัวลำภูตามทางหลวงหมายเลข 2 และ 210 ประมาณ 170 กิโลเมตร พื้นที่ย่อยบ้านห้วยลาด-ห้วยตากฟ้าให้ใช้เส้นทางหลวงหมายเลข 12 ผ่านอำเภอกอนสารถึงพื้นที่ศึกษาเป็นระยะทางประมาณ 80 กิโลเมตร

1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานามแม่เหล็กบรรพกาลที่อยู่ในหินในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เริ่มได้รับความนิมิตอย่างกว้างขวางในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อไขหาคำแห่งขั้วโลกในอดีตแต่ละยุคสมัยและสร้างลักษณะธรณีแปรสัณฐานและตำแหน่งของการเกิดหินที่ศึกษา มีการศึกษาในมาเลเซียและจีนตอนใต้โดย Haile and Khoo (1980), Haile (1980), Otufuji et al. (1990), Funahara et al. (1992), Enkin et al. (1992) และ Yang (1992) ซึ่งได้รวบรวมโดย Van der Voo (1993) ตามลำดับ ผลที่ได้จากทุกคณะสำรวจสรุปได้ถึงขบวนการแปรสัณฐานและลำดับของการสร้างทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ใน

ประเทศไทย การศึกษาสนามแม่เหล็กบรรพกาลในหินอายุเมโซโซอิกประกอบไปด้วย Tarling (1975), Barr et al. (1978), Bunopas et al. (1978), Bunopas (1981), Achache and Courtillot (1985), Maranate (1982), มวลีย์ กัทรเมธาและคณะ (พ.ศ. 2531), Chen Yan and Courtillot (1989), Yang and Besse (1993) และ Imsamut et al. (1994) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาหินบะซอลต์อายุมหายุคซีโนโซอิกเช่น Barr and Macdonald (1976) และ McCabe et al. (1988)

การศึกษาธรณีวิทยาบริเวณกว้างได้กระทำโดยนักธรณีวิทยาจากกรมทรัพยากรธรณีหลายท่าน โดย ดร. จงพันธ์ จงดิภยมณี และคณะ ปี พ.ศ. 2522 ได้ทำแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:250,000 ราววงจังหวัดนครพนมและเมืองปากซัน (NE48-6) วราวุธ สุธีธร และไพรัช จรรยาหาญ ปี พ.ศ. 2523 ได้ทำแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:250,000 ราววงจังหวัดร้อยเอ็ด (NE48-6) ดร. จงพันธ์ จงดิภยมณี และคณะ ในปี พ.ศ. 2522 ได้ทำแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:250,000 ราววงจังหวัดขอนแก่น (NE48-13) และ ราววงจังหวัดเพชรบูรณ์ (NE 47-16) การศึกษาลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างของที่ราบสูงโคราชทาง lineament โดยกองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี ในปี พ.ศ. 2524 และ พ.ศ. 2538-2539 และการศึกษา การ deformation ของที่ราบสูงโคราช ในปี พ.ศ. 2540 โดยแสงอาทิตย์ เชื้อวิโรจน์ เป็นต้น

1.5 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.5.1 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบลักษณะทิศทางสนามแม่เหล็กบรรพกาลของหิน ในหมวดหิน ต่างๆ ของกลุ่มหินโคราช จากพื้นที่ศึกษาย่อย 4 พื้นที่

1.5.2 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ถึงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์โบราณของประเทศไทย ในช่วงยุคเมโสโซอิกโดยใช้ข้อมูลของสนามแม่เหล็กบรรพกาลจากหมวดหินต่างๆ ในกลุ่มหินโคราช

1.5.3 เพื่อศึกษาลักษณะรูปแบบของเส้น lineament เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์โบราณ (Paleogeography) ของหินในพื้นที่ศึกษากับโมเดลสภาพธรณีวิทยาแปรสัณฐานที่สร้างขึ้น

1.6 ขอบเขตของการวิจัย

ข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากพื้นที่ย่อย 4 พื้นที่จะนำมาใช้อ้างอิงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์โบราณของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน โดยข้อมูลสนามแม่เหล็กบรรพกาลได้จากตัวอย่างหินที่เป็นตัวแทนของหินภาคพื้นทวีป (continental rocks) อายุยุคไทรแอสซิกถึงครีเตเชียส ของประเทศไทย การสร้างโมเดลและตำแหน่งในการสะสมตัวแต่ละช่วงอายุของชั้นหินในเชิงเทคนิคมักจะใช้ข้อมูลของสนามแม่เหล็กบรรพกาลรวมไปกับข้อมูลแนว lineament

การศึกษานี้เน้นถึงการสำรวจแหล่งแร่และไม่เน้นรายละเอียดในส่วนของการศึกษา สภาพแวดล้อมของการสะสมตัวโดยใช้การศึกษาลักษณะสีลาวรรณา และไม่เน้นการลำดับชั้นหินในพื้นที่ที่ศึกษา

บทที่ 2 ธรณีวิทยาบริเวณกว้าง

จากภาพดาวเทียม TMS ซึ่งแสดงลักษณะภูมิประเทศทั่วไปของประเทศไทย บ่งชี้ได้ชัดเจนว่าภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยมีลักษณะของการไหลกระจายของหินมหายุคมีโซโซอิกเป็นชั้นๆ มีการวางตัวอยู่ในแนวระนาบโดยมีการเอียงเทของขอบแอ่งมากกว่ากลางแอ่ง จึงมีลักษณะคล้ายแอ่งกระทะ แสดงถึงลักษณะทางธรณีวิทยาที่ไม่ซับซ้อนและเหมาะสมที่จะเป็นพื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาสภาวะแม่เหล็กบรรพกาลในหิน (ดูรูป 2.1) ในขณะที่กลุ่มหินทางภาคเหนือ ภาคตะวันตกและภาคใต้ ประกอบด้วยชั้นหินที่มีการคดโค้งรุนแรงและมีมุมเอียงเทของชั้นหินพลิกไปมา ทำให้เกิดโครงสร้างที่ซับซ้อนและยากต่อการศึกษาลักษณะสภาวะแม่เหล็กบรรพกาล การศึกษาวิจัยจึงใช้บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นพื้นที่วิจัยหลักต่อไป

การศึกษธรณีวิทยาบริเวณกว้างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รวบรวมมาจากรายงานทางธรณีวิทยาที่เกี่ยวข้องและจะอธิบายในเชิงธรณีวิทยาของกลุ่มหินโคราช ดังต่อไปนี้

2.1 ลักษณะทั่วไป

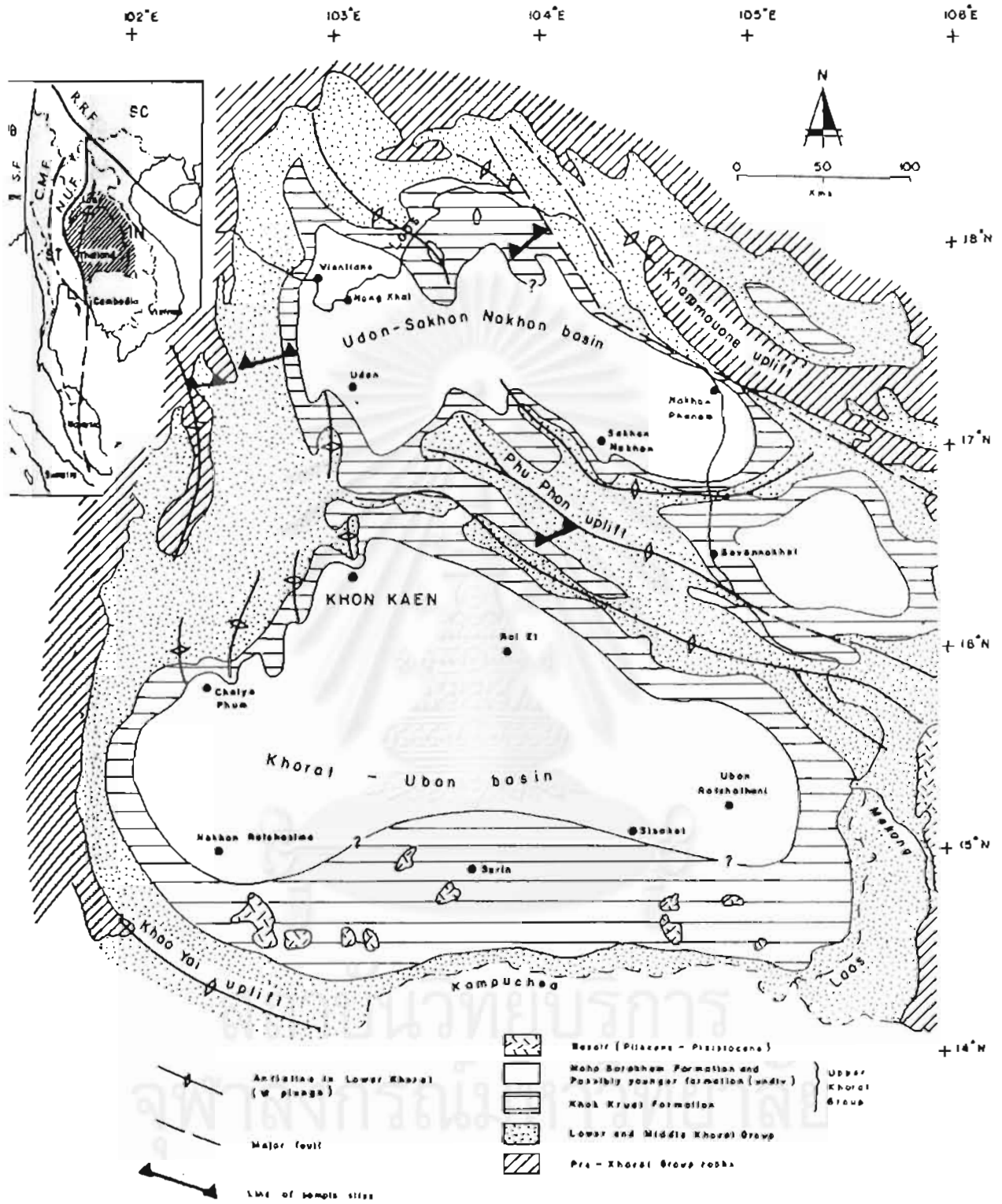
กลุ่มหินโคราชในประเทศไทยโผล่ให้เห็นชัดเจนบริเวณขอบของที่ราบสูงโคราช ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย อยู่เหนือระดับทะเลปานกลางประมาณ 190-550 เมตร มีลักษณะคล้ายแอ่งกระทะซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 แอ่งสะสมตะกอนย่อย (subbasin) คือ แอ่งสะสมตะกอน อุดร-สกลนคร (หรือที่เรียกว่าแอ่งสกลนคร) ทางตอนเหนือและแอ่งสะสมตะกอน โคราช-อุบล ทางตอนใต้ แอ่งทั้งสองถูกแยกออกจากกันโดยเทือกเขาภูพานซึ่งพาดผ่านพื้นที่ตอนกลางของที่ราบสูงโคราช (รูป 2.1 และ 2.2) กลุ่มหินโคราชนี้ประกอบไปด้วยหินตะกอนสีแดง และชั้นเกลือระเหย (evaporite) บ่งบอกถึงการสะสมตัวบนแผ่นดินโดยมีอายุตั้งแต่ยุคไทรแอสซิกตอนปลายถึงยุคครีเทเชียสตอนปลาย (Sattayarak, 1985) ข้อมูลทางธรณีวิทยาพบว่าหินกลุ่มนี้วางตัวเป็นชั้นในแนวเกือบระนาบ (subhorizontal bed) และวางทับกลุ่มหินมหายุคพาลีโอโซอิก (Paleozoic rocks) อย่างไม่ต่อเนื่อง โดยมีความหนาของชั้นหินรวมไม่ต่ำกว่า 1,500 เมตร

2.2 การลำดับชั้นหิน

กลุ่มหินโคราชสามารถเรียงอายุจากแก่ไปอ่อนได้ดังนี้

2.2.1 หินยุคไทรแอสซิกตอนปลาย หรืออายุ 231-213 Ma

- หินทรายห้วยหินลาด



รูป 2.2 แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณกว้างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือและเส้น traverse ในการเก็บตัวอย่าง (modified from Japakasetr and Workman, 1981)

หมวดหินนี้ไผ่กระจายกว้างขวางในพื้นที่ขอบตะวันตกของที่ราบสูงโคราช เช่นที่อำเภอวังสะพุง อำเภอท่าลี่ อำเภอสีชมพู อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น อำเภอกอนสาร อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ และอำเภอเมืองฯ อำเภอหล่มสัก อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นต้น ประกอบไปด้วยหินกรวดมนพื้นฐาน (Basal conglomerate) หินทรายสลับหินโคลนและหินโคลนสีเทาดำ หินปูน หินหัลฟ์และหินกรวดภูเขาไฟ พบซากบรรพชีวินของพืชบางชนิดเช่น *Neocalamites* sp., *Equisetites* sp., *Cladophelis* sp., *Clathropteris* cf. *meniscoides* Brongniart และ *Pterophyllum* sp. บ่งชี้อายุอยู่ในช่วง Rhaetian to Liassic (Iwai et al. 1966) นอกจากนี้ Kon'no และ Asama (1973) ได้พบซากบรรพชีวินของพืชที่บริเวณชั้นหินแบบฉบับและให้อายุอยู่ในช่วง Carnian ถึง Norian และอายุที่ได้จาก spore and pollen อยู่ในช่วง Carnian-Norian หรือยุคไทรแอสซิกตอนปลาย (Haile, 1973) ความหนาของหินชุดนี้มีการแปรเปลี่ยนตั้งแต่ 100-400 เมตร ที่บริเวณชั้นหินแบบฉบับมีความหนา 250 เมตร

- หมวดหินน้ำพอง

หมวดหินนี้พบไผ่กระจายกว้างขวางตามพื้นที่ขอบตะวันตกของที่ราบสูงโคราชซึ่งอยู่ใกล้กับขอบเขตของหมวดหินห้วยหินลาด เช่นที่อำเภอวังสะพุง อำเภอท่าลี่ อำเภอสีชมพู อำเภอชุมแพ จังหวัดขอนแก่น อำเภอกอนสาร อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ และอำเภอเมืองฯ อำเภอหล่มสัก อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอเมืองฯ อำเภอศรีบุญเรือง จังหวัดหนองบัวลำภู และอำเภอภูเวียง อำเภอหนองเรือ จังหวัดขอนแก่น หินชุดนี้ประกอบด้วย กลุ่มหินทรายแป้ง หินทรายและหินโคลน สีนํ้าตาลแกมแดง ในตอนล่าง หินทรายและหินกรวดมนทางตอนกลางและหินดินดาน หินโคลนและหินทรายแป้งสีนํ้าตาลแดงในตอนบน อายุของหินชุดนี้ระบุจากการวางตัวของหินและซากบรรพชีวินพวกกระดูกไดโนเสาร์ประเภท Prosauropod อยู่ในช่วง Rhaetian (Buffetaut et al. 1993) และซาก spore and pollen ให้อายุใกล้เคียงกัน หินชุดนี้มีความหนาที่ชั้นหินแบบฉบับ 1,465 เมตร แต่มีความหนาเฉลี่ยอยู่ในช่วง 100-1,050 เมตร

ระหว่างหมวดหินน้ำพองกับหมวดหินที่อ่อนกว่าคือหมวดหินภูกระดึงพบว่าการวางตัวไม่ต่อเนื่องกัน โดยอาศัยหลักฐานจาก seismic profiles (Sattayarak et al., 1991) และข้อมูลในเชิงอายุหิน ซึ่งขาดหายไปในช่วงยุคจูแรสซิกตอนต้น-กลาง

2.2.2 หินยุคจูแรสซิกตอนกลาง-ปลาย หรืออายุ 188-144 Ma

- หมวดหินภูกระดึง

หมวดหินนี้ไผ่กระจายตัวกว้างขวางกว่าหมวดหินทั้งสองที่กล่าวมา พบทั่วไปตามขอบทางตะวันตกของที่ราบสูงโคราช ตั้งแต่ อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ขึ้นไปถึง อำเภอปักธงชัย อำเภอปากช่อง อำเภอสีคิ้ว อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ อำเภอภูกระดึง อำเภอท่าลี่ อำเภอภูหลวง อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย อำเภอหนองเรือ อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น และยังพบเป็นบริเวณแคบๆ ในแถบเทือกเขาภูพานเช่นที่ อำเภอเขาวง กิ่งอำเภอ

นาถุ จังหวัดกาฬสินธุ์ และอำเภอกำชะอี จังหวัดมุกดาหาร ลักษณะเด่นของหมวดหินนี้คือมักมีโคลนเป็น ที่ราบเชิงเขาและเนินลูกชุก

หินชุดนี้ประกอบไปด้วยหินทรายแป้ง หินโคลนและหินทรายเนื้อไมก้า (micaceous) ตอนกลาง มักพบหินทรายชั้นหนาแทรกสลับอยู่บ้างในตอนกลาง ในเนื้อหินมักพบ green Fe-oxide mottlings, calcrete nodules, caliche และ nodular silcrete อายุจากซากบรรพชีวินเช่นปลา *Lepidotes* และเศษฟัน กระจก และซากสัตว์มีกระดูกสันหลังบางชนิด (Buffetaut and Ingavat, 1994) ได้ให้อายุของหมวดหินนี้มี อายุอยู่ในช่วงจูแรสซิกตอนกลาง-ตอนปลาย (Middle to Upper Jurassic) ความหนาของหินชุดนี้ 1,000 เมตร ที่บริเวณชั้นหินแบบฉบับ ส่วนบริเวณอื่นอาจมีความหนาตั้งแต่ 100-1,111 เมตร

- หมวดหินพระวิหาร

หมวดหินนี้โผล่กระจายตัวเป็นบริเวณแคบๆ แต่ต่อเนื่อง ซึ่งเป็นผลจากความแข็งแกร่งของเนื้อหิน โดยมักโผล่เป็นลานหินกว้างหรือเทือกเขาที่มีด้านหนึ่งสูงชันที่ปิดล้อมเขตที่ราบสูงโคราชทั้งหมด ตอนล่าง ของหมวดหินนี้มักพบหมวดหินภูกระดึงโผล่ในบริเวณใกล้เคียง หินชุดนี้จึงพบตั้งแต่ชายแดนจังหวัด สุรินทร์ ศรีสะเกษ เข้าไป อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ขึ้นไปถึง อำเภอปักธงชัย อำเภอปากช่อง อำเภอสีคิ้ว อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา อำเภอชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี อำเภอภูเขียว จังหวัด ชัยภูมิ อำเภอภูกระดึง อำเภอท่าลี่ อำเภอภูหลวง อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย อำเภอหนองเรือ อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น และยังพบเป็นบริเวณกว้าง ในแถบเทือกเขาภูพานเช่นที่ อำเภอเขาวง กิ่งอำเภอนาคู จังหวัดกาฬสินธุ์ และอำเภอกำชะอี จังหวัดมุกดาหาร

หินชุดนี้ประกอบไปด้วยหินทรายควอร์ตซิก สีขาวปนเหลือง เนื้อละเอียดถึงหยาบ การกัดขนาด และความกลมมนดี นอกจากนี้ยังพบหินทรายแป้ง หินดินดานชั้นบาง และหินกรวดมน อายุจากซาก บรรพชีวินที่พบส่วนมากจะเป็นสัตว์ และรวมทั้งยังพบซากไม้และถ่านหิน ยังไม่สามารถสรุปได้ว่าอายุที่ แท้จริงของหินชุดนี้เป็นเท่าใด เช่น Heggemann et al. (1991) ให้อายุยุคจูแรสซิกตอนกลางโดยใช้ arthropods และ plant fossils แต่ Racey et al.(1994) ให้อายุยุคครีเทเชียสตอนต้น โดยใช้ spore and pollen ดังนั้นในรายงานนี้จึงให้อายุของหมวดหินว่า จูแรสซิกตอนกลางถึงครีเทเชียสตอนต้น

ความหนารวมของหินชุดนี้ที่ชั้นหินแบบฉบับคือ 480 เมตร แต่บริเวณอื่นๆ อาจมีความหนาได้ตั้ง แต่ 55-135 เมตร (Ward and Bunnag, 1964)

2.2.3 หินยุคครีเทเชียส หรืออายุ 144-65 Ma

- หมวดหินเสาขัว

หมวดหินนี้โผล่กระจายตัวต่อเนื่องอยู่บนหมวดหินพระวิหาร แผ่กระจายตั้งแต่จังหวัดอุบล ราชธานี สุรินทร์ ศรีสะเกษ อำเภอสีคิ้ว อำเภอปักธงชัย อำเภอด่านขุนทด จังหวัดนครราชสีมา อำเภอ ชัยบาดาล จังหวัดลพบุรี อำเภอภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ อำเภอภูกระดึง อำเภอท่าลี่ อำเภอภูหลวง อำเภอภูเรือ จังหวัดเลย อำเภอหนองเรือ อำเภอภูเวียง อำเภอเมืองฯ จังหวัดขอนแก่น จังหวัดอุดรธานี และจังหวัด

ทรายแป้ง หินโคลนและหินกรวดมน สีน้ำตาลแดง สีแดงปนม่วง นอกจากนี้ยังพบชั้น calcrete nodules และ caliche อยู่ในชั้นบนสุดของ claystone การเรียงลำดับชั้นหินมักมีการตกตะกอนแบบ cycle เริ่มจาก channel conglomerate, channel sandstone, overbank siltstone และ floodplain siltstone and claystone ที่ชั้นหินแบบฉบับพบว่าหินชุดนี้มีความหนา 707 เมตร

ซากบรรพชีวินที่พบในหินชุดนี้เช่นกระดูกและชิ้นส่วนของไดโนเสาร์พวก iguanodontids ซึ่งอยู่ในไดโนเสาร์จำพวก ornithomimid dinosaur กรามของไดโนเสาร์ *Psittacosaurus sattayarakii* (Buffetaut & Suteetorn, 1992) และ spore and pollen บ่งบอกอายุสมัย Aptian to Albian หรือยุคครีเทเชียสตอนกลาง (Middle Cretaceous)

หมวดหินดังกล่าวพบว่ามีรอยสัมผัสไม่ต่อเนื่องแบบ sharp contact อยู่ใต้ชั้น basal anhydrite ของหมวดหินมหาสารคาม (Hite, 1974; Hite and Japakasetr, 1979) และจาก seismic profiles โดย Sattayarak et al. (1991) ก็สรุปผลเช่นเดียวกัน

- หมวดหินมหาสารคาม

หมวดหินนี้พบแผ่กระจายเป็นบริเวณกว้างมากที่สุดก็ต่อตามที่ราบทั่วไปภายในแอ่งโคราชเช่นทางตอนเหนือของจังหวัดศรีสะเกษ สุรินทร์ บุรีรัมย์ นครราชสีมา ด้านตะวันออกของจังหวัดขอนแก่น อุรธานี หนองคาย ด้านตะวันตกของจังหวัดมุกดาหารและอุบลราชธานี บางส่วนของจังหวัดกาฬสินธุ์ และพื้นที่เกือบทั้งหมดของจังหวัดมหาสารคาม นครพนม ร้อยเอ็ด และยโสธร หมวดหินนี้ประกอบไปด้วยเกลือเฮไลต์ (halite) เกลือคาร์เนลไลต์ (carnallite) เกลือซิลไวต์ (sylvite) และเกลือแอนไฮไดรต์ (anhydrite) และยิปซัม (gypsum) สลับกับหินดินดานกลุ่มหินชั้นดังกล่าวมักถูกสลับด้วย sequence หนาของหินทรายสีแดงหรือแดงน้ำตาล ขนาดตะกอนเล็ก พบชั้นเฉียงระดับและหินทรายแป้งและหินดินดาน Japakasetr and Suwanich (1984) สรุปความหนาของหินชุดนี้อาจจะมากกว่า 825 เมตร

ข้อมูลของ spore & pollen และ isotope dating สามารถให้อายุของหมวดหินดังกล่าวเป็น Middle Cretaceous (นเรศ สัตยารักษ์และ ดร.ทรงภพ พลจันทร์ พ.ศ. 2533)

- หมวดหินภูทอก

หมวดหินนี้เดิมมีชื่อว่า "Upper Claystone" ซึ่งเป็นชุดหินทรายชั้นหนากลุ่มหนึ่งของหมวดหินมหาสารคาม พบโผล่ปกคลุมในพื้นที่บางส่วนของหมวดหินมหาสารคาม โดยเฉพาะในแถบจังหวัดหนองคาย มหาสารคามและขอนแก่น บริเวณที่พบเด่นชัดอยู่ที่หุบเขาแม่น้ำบาดาลที่อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม ประกอบไปด้วยหินทรายสีแดงอิฐ หินทรายแป้ง ชั้นยิปซัมและแอนไฮไดรต์ ปัจจุบัน นเรศ สัตยารักษ์ และ ดร.ทรงภพ พลจันทร์ พ.ศ. 2533 ได้แยกออกมาเป็นอีกหมวดหินโดยให้เป็นชั้นหินตะกอนชั้นหนามากกว่า 200 เมตร ซึ่งวางตัวอยู่บนชั้นเกลือชั้นบนสุด มีอายุยุคครีเทเชียสตอนปลาย (Late Cretaceous) (Sattayarak, 1990) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อมูลยืนยันแน่นอนว่าหมวดหินดังกล่าวเทียบได้กับหมวดหินภูทอกบริเวณชั้นหินแบบฉบับที่ชื่อว่าเขาภูทอก อำเภอศรีวิไล จังหวัดหนองคาย (Sattayarak and Suteetorn (1979) หรือไม่ เนื่องจากการศึกษาสนามแม่เหล็กบรรพกาลเพื่อหาอายุหินล่าสุดในปี พ.ศ.

2539 โดยสุวภาภย์ อัมสมุทฺร ที่บริเวณนั้นได้อายุประมาณยุคครีเทเชียสตอนต้น-กลาง และในบริเวณที่พบหมวดหินภูทอกที่อื่นๆ เช่นที่จังหวัดขอนแก่น ยังยืนยันไม่ได้แน่ชัดว่าเป็นชั้นหินเดียวกับชั้นหินทรายที่พบในอำเภอปรือหรือไม้ ดังนั้นในรายงานนี้จึงยังคงรวมหมวดหินภูทอกเข้าเป็นส่วนหนึ่งของหมวดหินมหาสารคาม เนื่องจากมีอายุคาบเกี่ยวกันคือประมาณยุคครีเทเชียสตอนกลาง

2.8 ธรณีวิทยาโครงสร้าง

ธรณีโครงสร้างในแอ่งโคราชเกิดจากการเหตุการณ์ทางธรณีวิทยา 4 ช่วง ช่วงแรกทำให้เกิดโครงสร้างขนาดยาวและแคบในแนวเหนือ-ใต้ ช่วงที่สองเป็นผลจากการบีบอัดของแรงในแนวเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก ช่วงที่สามเป็นผลทำให้เกิด thrust fault ของหมวดหินน้ำดุก (Nam Duk Formation) เลื่อนตัวมาวางทับกลุ่มหินโคราชและช่วงที่สี่ทำให้เกิดรอยเลื่อนปัจจุบันทางตะวันตกของที่ราบสูงโคราช แถบจังหวัดเพชรบูรณ์

การอธิบายจะแบ่งออกเป็นการคดโค้ง (folding) รอยเลื่อน (Faulting) และ lineation

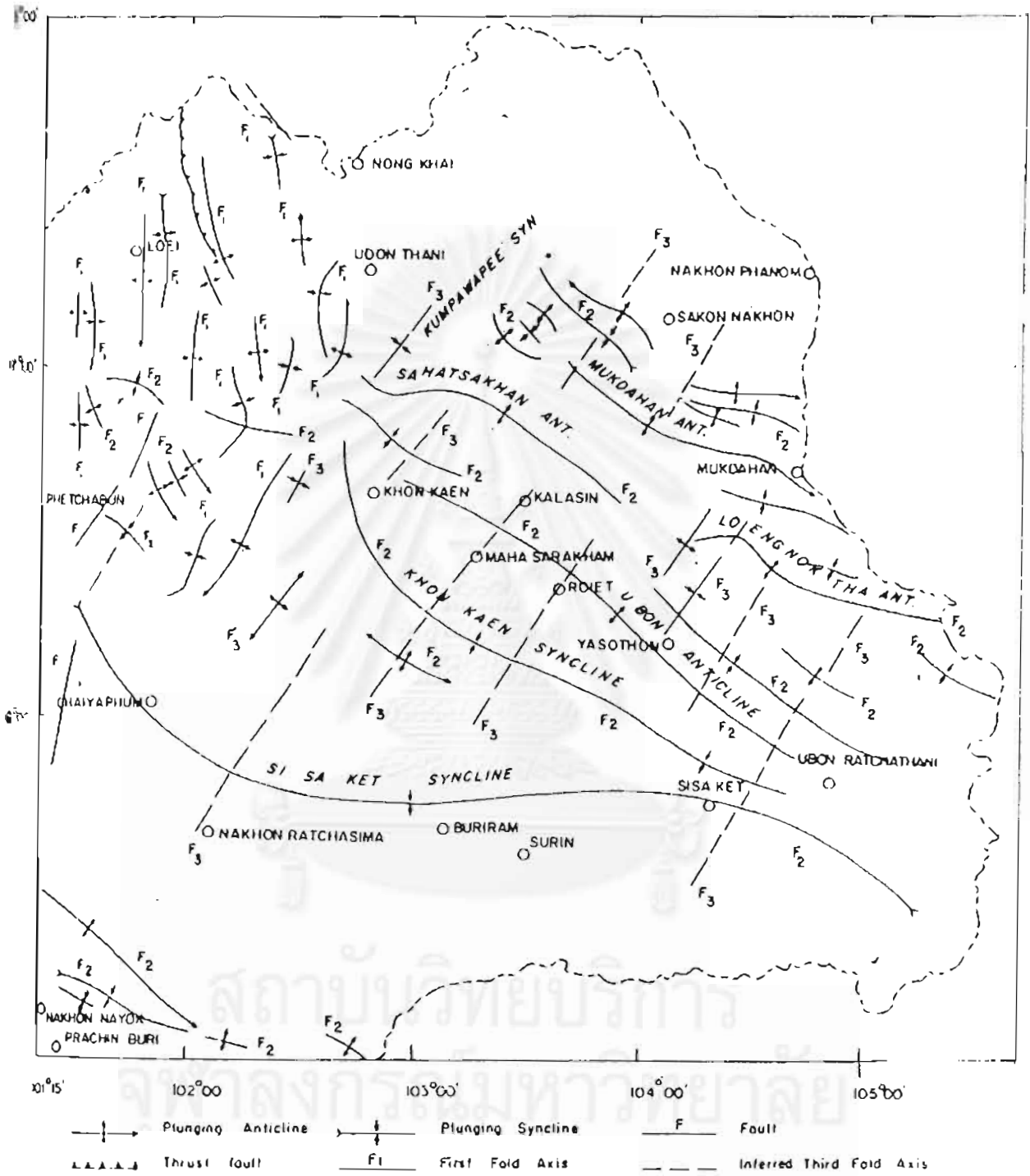
2.3.1 การคดโค้ง

การคดโค้งในที่ราบสูงโคราชทั้งหมดเกิดจากการแปรสภาพหรือ deformation 3 ครั้ง (Chuvaviroj, 1997) การคดโค้งครั้งแรกหรือ “the first deformation (F_1)” เกิดในช่วงยุคครีเทเชียสตอนปลาย ชั้นหินคดโค้งจะมีแกนของการคดโค้งอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ มักพบตามตอนเหนือของขอบทางตะวันตกของที่ราบสูงโคราช (รูป 2.3) การคดโค้งครั้งที่สองหรือ “the second deformation (F_2)” เกิดในช่วงยุคเทอร์เชียรีตอนต้น ชั้นหินที่มีการคดโค้งจะมีแกนของการคดโค้งอยู่ในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ มักพบตามเทือกเขาภูพาน ภายในแอ่งตะกอนย่อยโคราช-อุบล และซ้อนทับแนวคดโค้งแรกบริเวณขอบทางตะวันตกของที่ราบสูงโคราช การคดโค้งครั้งที่สามหรือ “the third deformation (F_3)” เกิดในช่วงยุคเทอร์เชียรีตอนกลาง-ปลาย ชั้นหินที่มีการคดโค้งจะมีแกนของการคดโค้งอยู่ในทิศตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ การคดโค้งนี้พบเด่นชัดมากบริเวณกลางแอ่งตะกอนโคราชและมักพบซ้อนทับบนแนวคดโค้งที่สอง

อย่างไรก็ตาม การคดโค้งทั้งหมดทำให้กลุ่มหินโคราชส่วนใหญ่มีการเอียงเทมุมต่ำไม่เกิน 20° ความบริเวณขอบแอ่งและเทือกเขาภูพาน และไม่เกิน 5° บริเวณกลางแอ่งโคราช

2.3.2 รอยเลื่อน

รอยเลื่อนที่พบส่วนใหญ่มักพบตามขอบที่ราบสูงโคราชและตามเทือกเขาภูพาน จัดว่าเป็นรอยเลื่อนธรรมดา (normal fault) และรอยเลื่อน strike slip fault ที่อยู่ในแนวเดียวหรือตั้งฉากกับแนวคดโค้ง เช่นตามขอบโคราชมักพบรอยเลื่อนในแนวเหนือ-ใต้และตะวันออก-ตะวันตก ในขณะที่บริเวณเทือกเขาภูพานจะอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้และตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ รอย



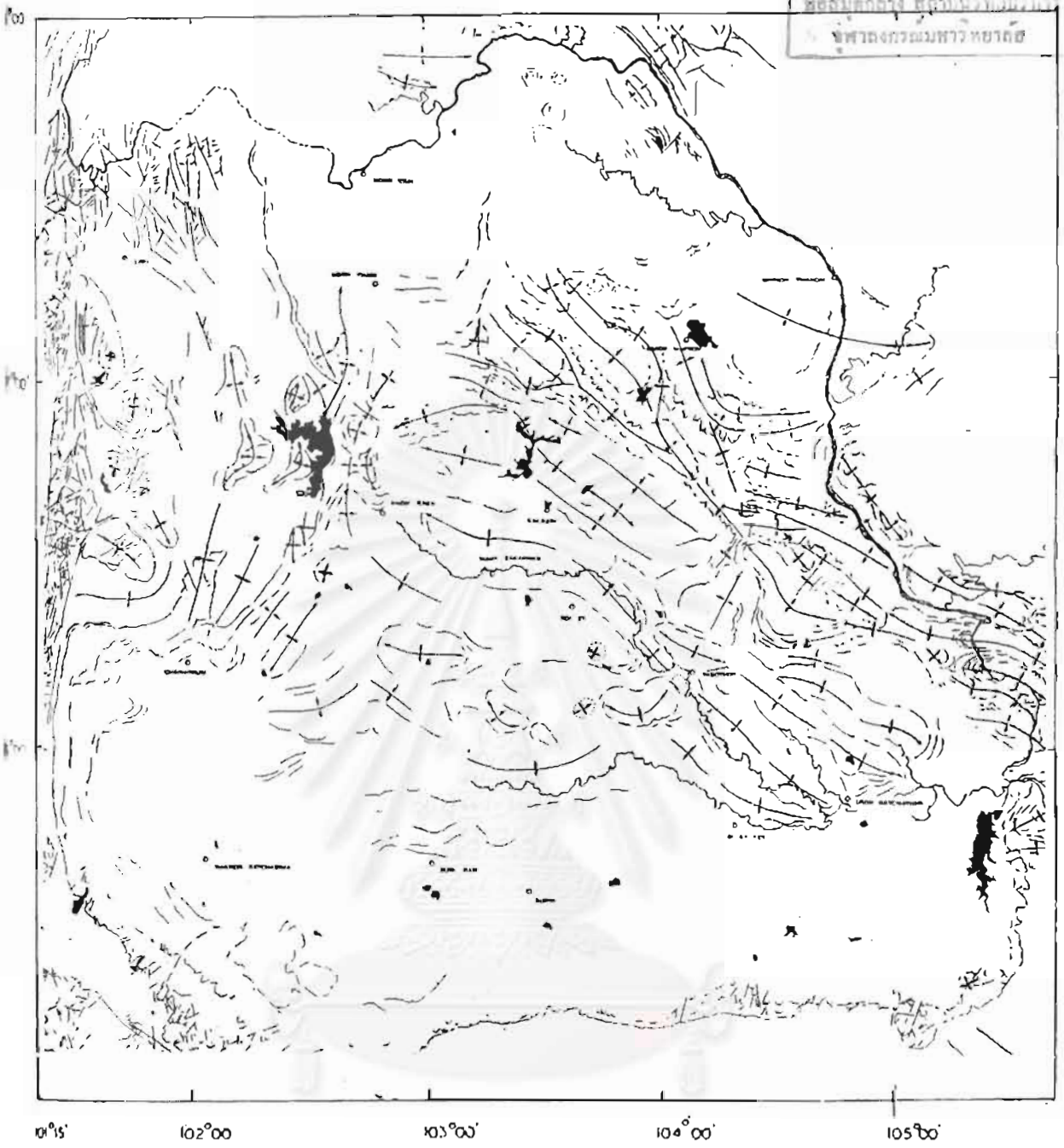
รูป 2.3 แผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้างบริเวณกว้างของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (จาก Chuanviroj, 1997)












เลื่อนจะมีอิทธิพลทำให้ชั้นหินโคราชในบริเวณใกล้เคียงมีการเอียงที่สูงกว่าปกติ ส่วนใหญ่ร่องรอยของรอยเลื่อนจะพบตามหน้าผาของชุดหินที่แข็งแกร่งเช่นหมวดหินภูพานและพระวิหาร ส่วนบริเวณที่ราบกลางแอ่งมักพบรอยเลื่อนในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นแนวเดียวกับแนวของชั้นเกลือใต้ผิวดิน

2.3.3 lineation

จากการรวบรวมข้อมูลทาง lineament ของที่ราบสูงโคราชทางด้านตะวันตก โดยกองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี ในปี พ.ศ. 2538-2539 โดยใช้ภาพถ่ายทางอากาศ พบว่ามากกว่า 130 แนว lineament แสดงทิศทางในแนว $N 30^{\circ}-45^{\circ}W$ และ $N30^{\circ}-60^{\circ}E$ (Chuaviroj, 1997) และจากการศึกษาในบริเวณกว้างกว่านั้นซึ่งกระทำในปี พ.ศ. 2524 พบว่า lineament มักวางตัวในแนวใกล้เคียงกับแนวคดโค้งของชั้นหินโคราชละเอียดของแนว lineament ได้แสดงไว้ในรูป 2.4





Geologic legend			plunging anticline
	bedding trace with low angle dip 5-30		domal structure
	bedding trace with moderately dip 30-60		syncline
	bedding trace with high angle dip > 60		plunging syncline
	bedding trace with unspectacular dip direction		structural basin
	anticline		photolineament (faults & fractures)

รูป 2.4 แผนที่ lineament และธรณี โครงสร้างสำคัญๆ ในเขตที่ราบสูงโคราช (จาก DMR, พ.ศ 2524)

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยสามารถแบ่งได้ 5 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ

3.1 ขั้นรวบรวมและเตรียมข้อมูล

ขั้นตอนนี้ได้แก่การศึกษาและรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและเคยมีผู้ศึกษามาก่อนเกี่ยวกับการหาตำแหน่งทางภูมิศาสตร์โบราณของหินโดยใช้สนามแม่เหล็กบรรพกาล และศึกษาธรณีวิทยาจากแผนที่ธรณีวิทยา และภาพถ่ายทางอากาศทั้งในบริเวณศึกษาและพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อกำหนดขอบเขตและธรณีโครงสร้างของหินในพื้นที่ศึกษา และยังรวมถึงการจัดหาอุปกรณ์เพื่อใช้ในภาคสนาม

3.2 การแปล lineament จากภาพถ่ายเทียม

ขั้นตอนนี้ได้แก่การแปลแนว lineament จากภาพถ่ายเทียมที่ได้จากกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ ควบคู่เทียม ซึ่งเป็นภาพถ่ายเทียมมาตราส่วน 1: 250,000 แบบ TM 5 จำนวน 4 ภาพ โดยการแปลภาพถ่ายเทียมจะแบ่งเป็น 2 ช่วงๆ แรกกระทำในช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2539 ซึ่งเป็นการแปลแนว lineament หลักๆ เพื่อเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาสนามแม่เหล็กบรรพกาล และในช่วงที่ 2 กระทำในช่วงเดือนตุลาคม 2541 เป็นการแปลแนว lineament อย่างละเอียดเพื่อใช้ประมวลผลร่วมกับข้อมูลสนามแม่เหล็กบรรพกาลในแง่การศึกษาตำแหน่งที่ตั้งโบราณและเทคนิค

ผลของการแปล lineament จะเสนอในรายละเอียดในบทที่ 4

3.3 การสำรวจภาคสนามและการเก็บตัวอย่าง

การศึกษาธรณีวิทยาภาคสนามจะกระทำใน 4 ช่วงเวลา การเก็บตัวอย่างครั้งแรกเริ่มในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2539 ได้เก็บตัวอย่างจำนวน 250 ตัวอย่างจาก 17 บริเวณย่อย (sites) ที่เขาภูทอกน้อยและที่เขากูว จังหวัดหนองคายซึ่งทุกตัวอย่างเป็นหินในหมวดหินภูทอก การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 เริ่มกระทำในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2539 บริเวณเทือกเขาภูผาดิ่ง จังหวัดกาฬสินธุ์ โดยทุกตัวอย่างเป็นตัวอย่างหินภูพาน จำนวน 85 ตัวอย่างจาก 7 บริเวณย่อยและในหมวดหินเสาขัว 12 ตัวอย่างจาก 2 บริเวณย่อย การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 กระทำในเดือนเมษายน พ.ศ. 2540 ที่เทือกเขาภูพาน-ภูพานคำ จังหวัดหนองบัวลำภู เป็นตัวอย่างหินในกลุ่มหินโคราชจำนวน 66 ตัวอย่าง โดยตัวอย่างหินประกอบด้วยหมวดหินโคกกรวด 16 ตัวอย่างจาก 3 บริเวณย่อย หมวดหินภูพาน 9 ตัวอย่างจาก 1 บริเวณย่อย หมวดหินเสาขัว 14 ตัวอย่างจาก 2 บริเวณย่อย หมวดหินพระวิหาร 11 ตัวอย่างจาก 1 บริเวณย่อย หมวดหินภูกระดึง 9 ตัวอย่างจาก 1 บริเวณย่อย และหมวดหินน้ำพอง 7 ตัวอย่างจาก 1 บริเวณย่อย การเก็บตัวอย่างครั้งสุดท้ายกระทำในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2540 ที่บริเวณบ้านห้วยลาด-ห้วยตาต่า จังหวัดขอนแก่นซึ่งเป็นตัวอย่างหินจากหมวดหิน

ห้วยหินลาดจำนวน 33 ตัวอย่างจาก 4 บริเวณย่อย ในการเก็บตัวอย่างได้มีการศึกษาการวางตัวของชั้นหิน ชนิดของหิน และลักษณะทางธรณีวิทยาอื่นๆ ในพื้นที่ศึกษาย่อยพร้อมกันด้วย

การเก็บตัวอย่างหินเพื่อทำการวิเคราะห์จะเก็บทั้งแบบหินก้อน และเก็บตัวอย่างหินแท่งแบบ กำหนดทิศทาง (oriented samples) โดยการเจาะหินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 8-15 เซนติเมตรประมาณ 1-3 จุดต่อหนึ่งตำแหน่ง โดยการเจาะใช้เครื่องเจาะหินขนาดเล็ก (hand drilling machine) ระยะห่างของการเจาะตัวอย่างแต่ละจุดขึ้นกับความสดของหิน และจะวัดค่าการเอียงเทของหลุม เจาะและชั้นหินทุกครั้ง เพื่อที่จะนำไปแก้ค่าภายหลังจากการวัดค่าทิศทางสนามแม่เหล็กบรรพกาล

3.4 การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

การศึกษาในห้องปฏิบัติการสามารถแบ่งได้อีก 3 ส่วนย่อยคือ

3.4.1 การเตรียมตัวอย่าง

เป็นการเตรียมตัวอย่างแท่งเจาะให้มีขนาดที่เหมาะสมที่จะไปเข้าเครื่องวัดค่าสนามแม่เหล็ก โดยการนำตัวอย่าง (sample) ซึ่งเป็นรูปทรงกระบอกที่ได้ในแต่ละจุดที่เก็บมาตัดให้มีควมยาว 2.2 เซนติเมตร และขจัดบริเวณที่ตัดให้เสมอกัน ทุกตัวอย่างจะส่งไปวิเคราะห์หาค่าสนามแม่เหล็กที่ประเทศจีน ตัวอย่างหิน บางส่วนที่เหลืออยู่จะนำไปทำแผ่นหินบางและแผ่นหินขัด (thin and polish-sections) เพื่อศึกษาลักษณะ สัณฐานวิทยา การศึกษากระทำที่ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2540 และเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2540

3.4.2 ศึกษาชนิดแร่แม่เหล็กโดยใช้สัณฐานวิทยา (petrography)

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาส่วนประกอบและลักษณะแร่แม่เหล็กและเนื้อหินภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จากแผ่นหินขัดและมองด้วยตาเปล่าจากตัวอย่างแท่งหินและตัวอย่างหินก้อน เพื่อศึกษาชนิดหินพร้อมทั้ง ชนิดของแร่แม่เหล็กในหิน การศึกษากระทำที่ภาควิชาธรณีวิทยา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เริ่มศึกษาเดือน กุมภาพันธ์และมีนาคม พ.ศ. 2540

3.4.3 ศึกษาความเข้มและทิศทางของสนามแม่เหล็กที่อยู่ในตัวอย่างหิน

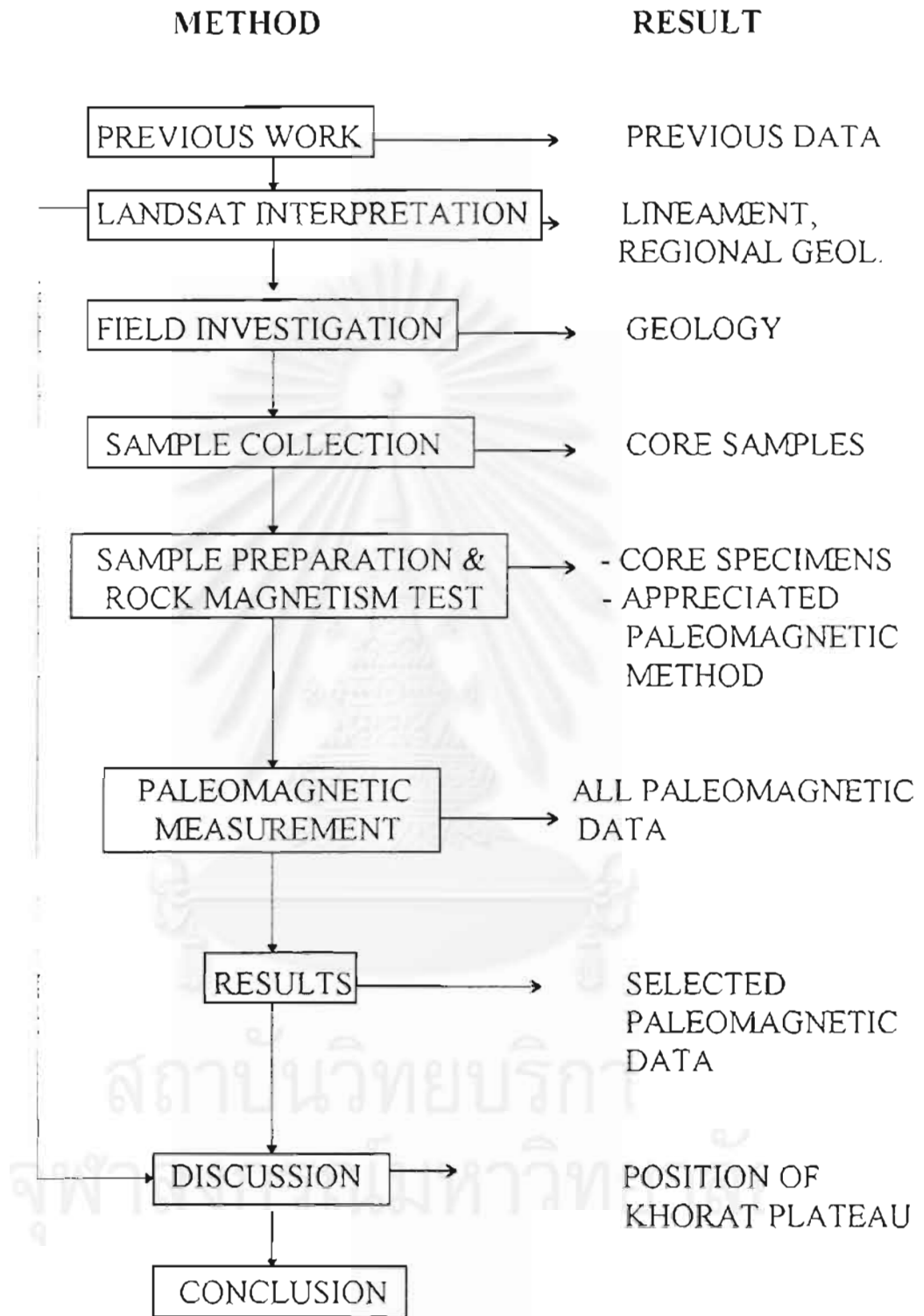
ขั้นตอนนี้เป็นการวัดค่าสนามแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงไปก่อนและหลังการเผาตัวอย่าง ในช่วง อุณหภูมิการเผาหนึ่งๆ การศึกษากระทำที่สถาบันวิจัยเฉิงตู (Chengdu Institute) มณฑลเสฉวน ประเทศ จีน การศึกษาในขั้นตอนนี้ทางคณะผู้วิจัยได้เดินทางไปกระทำการวัดร่วมกับผู้เชี่ยวชาญของประเทศจีน ด้วย การวัดค่าสนามแม่เหล็กใช้เครื่อง DSM-2 spinner magnetometer ซึ่งเป็นเครื่องวัดค่าสนามแม่เหล็ก อย่างอ่อน ผลของการวัดเป็นทิศทางสนามแม่เหล็ก (magnetic vector) และความเข้มสนามแม่เหล็ก (magnetic intensity) หลังจากการวัดค่าตัวอย่างแล้ว จะต้องนำตัวอย่างไปเผาในเครื่อง TSD-1 thermal

demagnetizer ในอุณหภูมิต่างๆ ได้แก่ 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 550, 600, 650, 680 และ/หรือ 730°C ภายหลังจากที่ตัวอย่างเย็นตัวในแต่ละช่วงอุณหภูมิ จะกลับมาวัดค่าสนามแม่เหล็กอีกครั้ง โดยค่าที่ได้จากการวัดหลังการเผาแต่ละครั้งจะเป็นค่าแสดงการลดลงของสภาพแม่เหล็กหุติขุมิ รายละเอียดของการศึกษาในขั้นตอนนี้จะแสดงไว้ในรูป 3.2

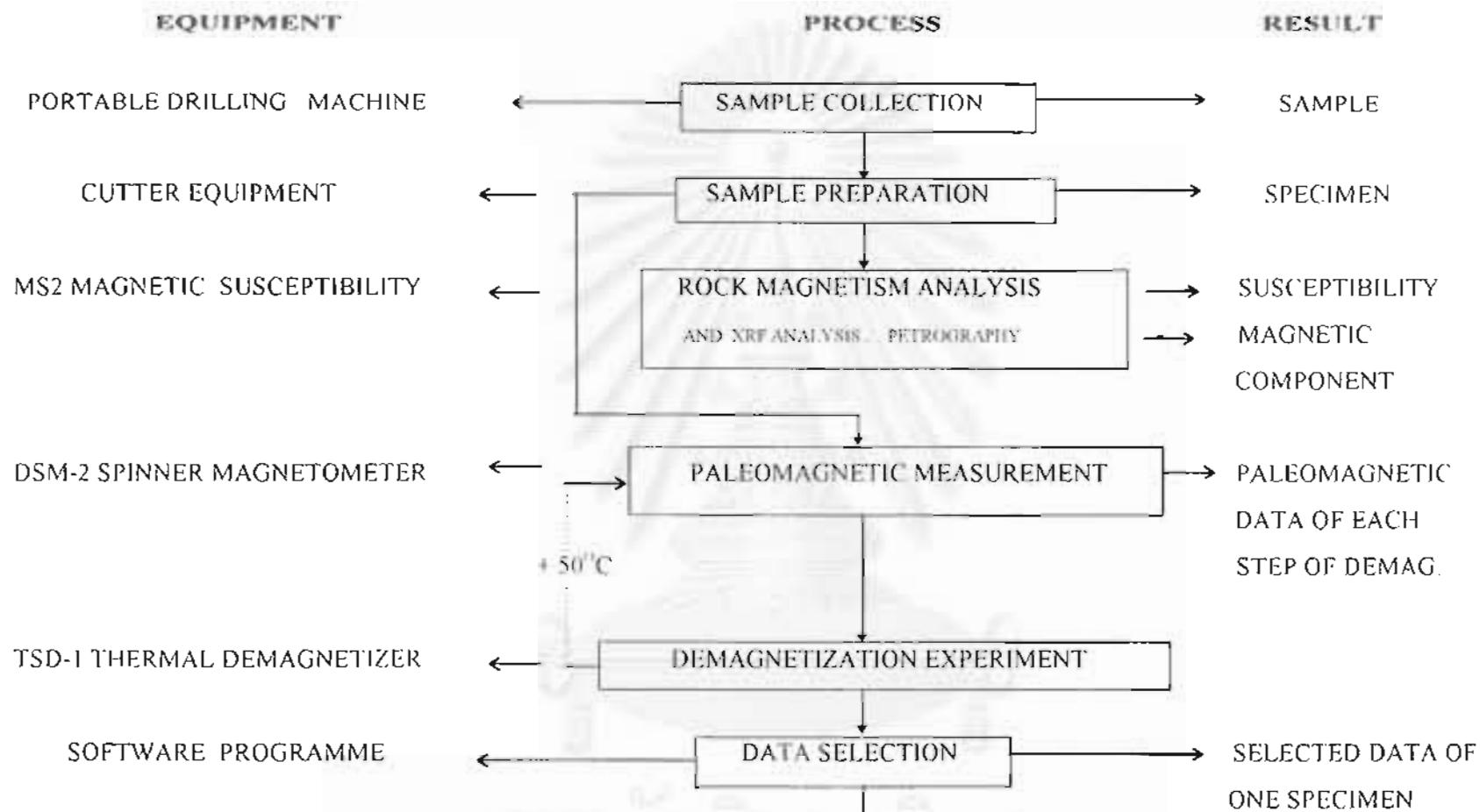
การศึกษาวิจัยในช่วงนี้ได้แบ่งเป็น 2 ช่วงๆแรกกระทำในเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2540 โดยได้ทำการวัดค่าสนามแม่เหล็กของหินที่จากพื้นที่ศึกษาข่อยที่ 1 และ 2 รวมทั้งสิ้น 347 ตัวอย่างและในช่วงที่ 2 ทำการวัดค่าสนามแม่เหล็กของหินจากพื้นที่ศึกษาข่อยที่ 3 และ 4 กระทำในเดือนเดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2541 รวมทั้งสิ้น 99 ตัวอย่าง

3.5 ขั้นแปลความหมายและสรุปผล

ค่าที่ได้จากการวัดลักษณะสนามแม่เหล็กบรรพกาลในหินหลายๆครั้งในแต่ละตัวอย่างข่อยจะนำมาเลือกค่าทิศทางสนามแม่เหล็กและความเข้มสนามแม่เหล็กในหินที่เป็นตัวแทนของสนามแม่เหล็กโลกในยุคที่มีการสะสมตัวของหิน โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วย ค่าสุดท้ายที่ได้ในตัวอย่างหนึ่งๆ จะนำมาเฉลี่ยหาค่าทิศทางสนามแม่เหล็กโลกและคำนวณหาจุดขั้วโลก (paleomagnetic pole) และตัวอย่างหลายๆตัวอย่างจะนำมาคำนวณหาตำแหน่งที่ตั้งโบราณ (Paleogeography) ของแอ่งสะสมตะกอนของหินในช่วงของการสะสมตัว พร้อมทั้งนำประมวลผลร่วมกับข้อมูล lineament ซึ่งได้จากภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้ทำมาก่อนหน้านี้ ซึ่งข้อมูลทั้งหมดจะนำมาวิเคราะห์ แปลความหมาย ประเมินและสรุปผลการศึกษาและวิจัย แผนภูมิแสดงขั้นตอนการทำงานได้แสดงในรูป 3.1



รูป 3.1 วิธีการทำงานรวมในการศึกษาครั้งนี้



รูป 3.2 วิธีการทำงานโดยละเอียดในส่วนของการศึกษาค่าสนามแม่เหล็กในหิน

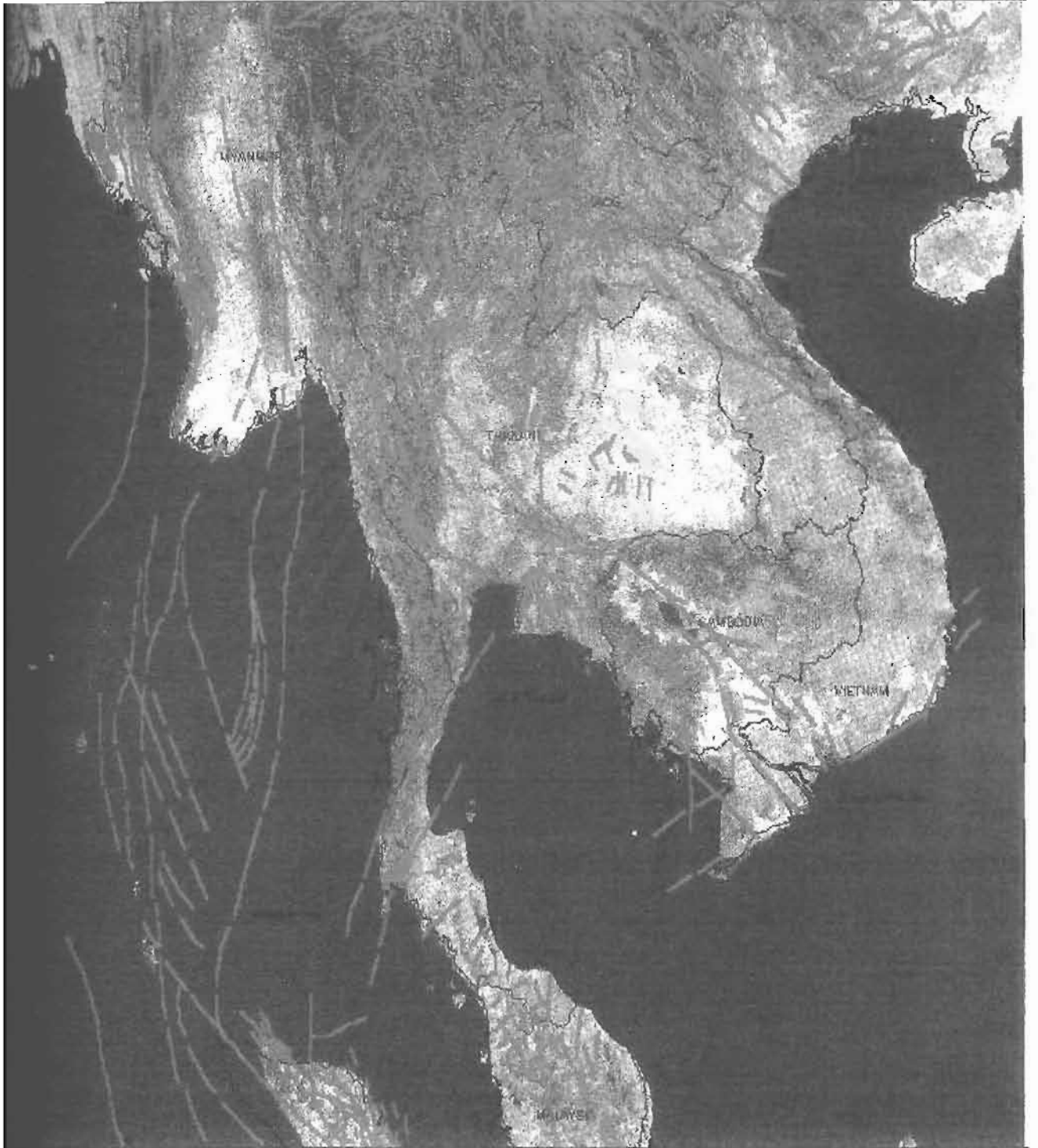
บทที่ 4 ข้อมูลโทรสัมผัส

4.1 ข้อมูลโทรสัมผัสในบริเวณกว้าง

จากภาพถ่ายเทียมซึ่งถ่ายในปี พ.ศ. 2535 (รูป 4.1) แสดงลักษณะภูมิประเทศทั่วไปของทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และบางส่วนของประเทศจีน พบว่าประเทศไทยประกอบด้วยแนวคดโค้งอย่างน้อย 2 ลักษณะ คือ 1) แนวคดโค้งซึ่งต่อเนื่องลงมาจากประเทศจีนตอนใต้ ก่อตัวเป็นภูเขาสูงใหญ่ลงมาถึงบริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันตก และภาคใต้บางส่วน แนวคดโค้งนี้มีหลักฐานทางธรณีวิทยาว่าเกิดการแปรสัณฐานหลายครั้ง และ 2) แนวคดโค้งก่อตัวเป็นภูเขาสูงใหญ่ต่อเนื่องมาจากรอยเลื่อน Red River Fault ในประเทศเวียดนามลงมาประเทศลาว แต่ตัวเป็นที่ราบสูงกว้างใหญ่ทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของไทย และประเทศกัมพูชา ลงมาอ่าวไทย และอาจต่อเนื่องไปถึงบางส่วนของประเทศมาเลเซีย ซึ่งจากภาพถ่ายเทียมพบว่าแนวคดโค้งที่ต่อมาจากประเทศเวียดนามมีลักษณะการแปรสัณฐานต่ำกว่ามาก โดยเฉพาะเมื่อเข้ามาในเขตที่ราบสูงโคราช พบการคดโค้งเป็นภูเขาน้อยมาก

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาเฉพาะในเขตที่ราบสูงโคราช ภาพถ่ายเทียมแสดงให้เห็นว่าที่ราบสูงโคราชมีขอบเขตบางส่วนถูกกำกับด้วยรอยเลื่อนตามบริเวณแม่น้ำโขง ชายแดนของจังหวัดหนองคาย-นครพนม คือรอยเลื่อนท่าแขก (Mouret, 1994) ซึ่งมีแนวของรอยเลื่อนในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ กั้นระหว่างที่ราบสูงโคราช (สีขาวอมเขียว) กับเทือกเขาสูงใหญ่ทางฝั่งลาว (สีเขียว) และรอยเลื่อนแม่ปิง (Mae Ping Fault) ซึ่งพบพาดผ่านเป็นแนวยาวมาก อยู่ในแนวเดียวกับรอยเลื่อนท่าแขก เริ่มตั้งแต่ประเทศพม่า ผ่านตอนกลางของประเทศไทย จนถึงทะเลสาบใหญ่ในกัมพูชาและเวียดนาม รอยเลื่อนนี้ในประเทศไทยพบเป็นขอบเขตกั้นระหว่างที่ราบสูงโคราชกับแนวคดโค้งทางภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศไทย

จากภาพถ่ายเทียมที่แสดงลักษณะภูมิประเทศโดยรวมของประเทศไทย (ดูรูป 2.1) สามารถนำมาใช้ศึกษาลักษณะของ lineament ขนาดใหญ่ได้ดังรูป 4.1 ซึ่งผลของการแปลลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาขนาดใหญ่ของประเทศไทย แสดงให้เห็นว่า ประเทศไทยประกอบไปด้วยลักษณะโครงสร้างขนาดใหญ่ถึง 3 ลักษณะได้แก่ 1) แนว lineament ที่ซับซ้อนทางภาคเหนือ ภาคตะวันตก บริเวณเทือกเขาเพชรบูรณ์ ภาคตะวันออกเฉียงใต้ และภาคใต้ แสดงให้เห็นว่าหินที่โผล่ตามบริเวณดังกล่าวมีการแปรสภาพทั้งลักษณะโครงสร้างทางกายภาพและทางเคมีอันเกิดจากขบวนการธรณีวิทยาแปรสัณฐานและการประทุหรือแทรกคั่นตัวของหินอัคนีหลายครั้ง แนว lineament ที่แสดงออกมามีทั้งลักษณะตามแนวคดโค้งของเทือกเขา แนวคดโค้งของชั้นหิน และแนวรอยเลื่อน 2) ที่ราบภาคกลาง ซึ่งพบว่ามีแนว lineament เป็นแนวแคบๆ ตามหินที่โผล่ตามขอบของแอ่งที่ราบภาคกลาง มักมีความถี่และมีหลายทิศทาง ซึ่งอาจเป็นเพราะพื้นที่ภาคกลางนี้ แท้จริงก็คือหินที่มีลักษณะคล้ายภาคเหนือและภาคตะวันตก เพียงแต่มีการทับถมของตะกอนควอเทอร์นารีปิดทับหินเหล่านั้น และ 3) บริเวณที่ราบสูงโคราช ซึ่งเกือบทั้งบริเวณเป็นหินตะกอนมหาภูคมีโซโซอิกที่มีขบวนการธรณีวิทยาแปรสัณฐานมาเกี่ยวข้องน้อยกว่ามาก พื้นที่แสดง



รูป 4.1 ภาพดาวเทียมของทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และรอยเลื่อนซึ่งได้จากการแปลภาพ

ลักษณะการไหลกระจายของหินทรายที่หุเป็นที่ราบ โดยมีเขาลูกโคดเช่นภูเวียง ภูกระดึงหรือแนวเขาภูพาน ไหลเป็นลักษณะโครงสร้างง่ายๆ แนว lineament ที่แปลได้พบไหลเป็นแนวยาวๆ ตามลักษณะธรณีวิทยา โครงสร้างของหินในแถบนั้น และตามรอยเลื่อนเป็นบริเวณแคบๆทางด้านตะวันตก ซึ่งมีทิศทางเดียวกับ รอยเลื่อนที่กำกับไว้ ดังนั้นจากภาพถ่ายดาวเทียมของประเทศไทยจึงพบว่าบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือจึง ถือว่าเป็นบริเวณเหมาะสมในการศึกษาลักษณะสภาวะแม่เหล็กบรรพกาลในเบื้องต้น

อย่างไรก็ตาม การศึกษา (ซึ่งได้กำหนดแล้วว่าเป็นกลุ่มหินโคราช ในเขตที่ราบสูงโคราช) จำเป็น ต้องเจาะเก็บตัวอย่างในบริเวณที่เป็นภูเขา ซึ่งพบว่าแม้แนวธรณีวิทยาโครงสร้างที่ซับซ้อนบ้างในบางจุด ในการเริ่มต้น ต้องมีการแปลความหมายทางธรณีวิทยาและธรณีวิทยาโครงสร้างในบริเวณที่คาดว่าจะไปเก็บ ตัวอย่างในสนามก่อน เพื่อความถูกต้องของข้อมูล โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม มาตราส่วนโดยประมาณ 1: 250,000 จำนวน 4 ภาพได้แก่

1. พื้นที่ศึกษาย่อยภูทอก-ภูวัว ได้ใช้ภาพจากดาวเทียม TMS ของ แบนด์ 7 5 4 สีผสม น้ำเงิน เขียว แดง ตามลำดับ ถ่ายวันที่ 15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2535 จุดกลางภาพ 18.77/103.26
2. พื้นที่ศึกษาย่อยภูผาค้าง ได้ใช้ภาพจากดาวเทียม TMS ของ แบนด์ 2 3 4 สีผสม น้ำเงิน เขียว แดง ตามลำดับ ถ่ายวันที่ 15 มกราคม พ.ศ. 2538 จุดกลางภาพ 16.33/103.84
3. พื้นที่ศึกษาย่อยภูพาน-ภูพานคำ ได้ใช้ภาพจากดาวเทียม TMS ของ แบนด์ 2 3 4 สีผสม น้ำเงิน เขียว แดง ตามลำดับ ถ่ายวันที่ 6 มกราคม พ.ศ. 2538 จุดกลางภาพ 17.02 / 102.44
4. พื้นที่ศึกษาย่อยบ้านห้วยลาด-ห้วยลาดฟ้า ได้ใช้ภาพจากดาวเทียม TMS ของ แบนด์ 7 5 4 สีผสม น้ำเงิน เขียว แดง ตามลำดับ ถ่ายวันที่ 9 มีนาคม พ.ศ. 2535 จุดกลางภาพ 17.34/101.35

4.2 ผลจากการแปลลักษณะทางธรณีวิทยา

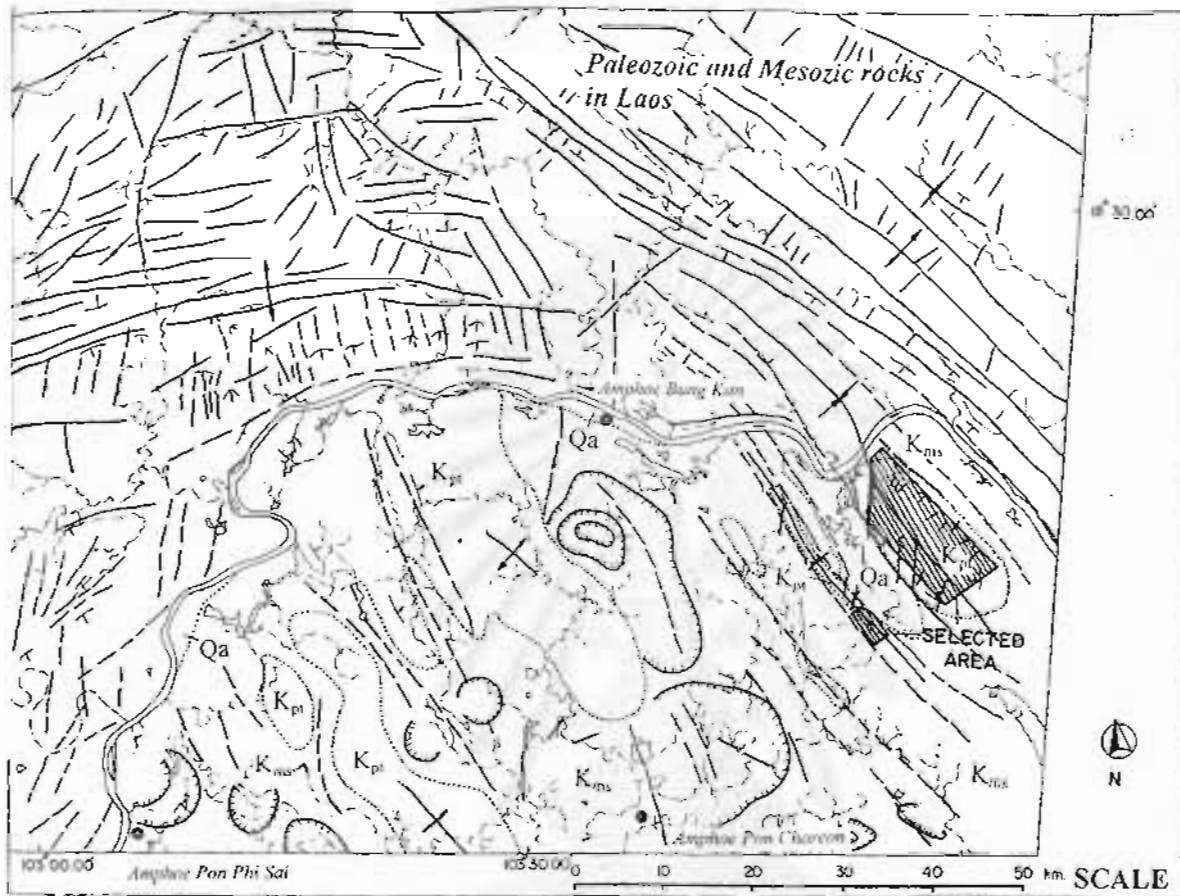
การอธิบายจะอธิบายเฉพาะลักษณะของหินซึ่งบ่งชี้ให้เห็นในภาพถ่ายดาวเทียม แยกตามภาพถ่ายดาวเทียม ในแต่ละพื้นที่ศึกษา โดยลักษณะ lineament จะนำเสนอในหัวข้อ 4.3

4.2.1 พื้นที่ศึกษาย่อยภูทอก-ภูวัว

ลักษณะภาพถ่ายดาวเทียมแสดงลักษณะทางภูมิประเทศ 3 แบบ (รูป 4.2 และ 4.3) คือ 1) ลักษณะของ เทือกเขาสูงสลับซับซ้อนของประเทศลาวตอนกลางและตอนบน ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ถึง 55% ของภาพถ่าย ดาวเทียมนี้ สีผสมออกสีส้มแดง สีส้ม และสีแดงตามลักษณะการวางตัวและชนิดหิน 2) ลักษณะที่ราบหรือที่ รามลูกทุ่งทางฝั่งไทย ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 25 % สีผสมได้สีฟ้าประจุดขาวหรือแดง ซึ่งแสดงถึงที่ราบ ที่มีการอยู่อาศัยในปัจจุบันและ 3) ลักษณะของเทือกเขาโคด ลูกเคี้ยๆและเนินเขา ซึ่งพบอยู่ตามชายฝั่งของ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
รูป 4.2 ภาพดาวเทียมบริเวณกว้างของพื้นที่ศึกษาข้อที่ 1



รูป 4.3 ผลของการแปลความหมายทางธรณีวิทยาและแนว lineament โดยใช้ภาพถ่ายเทียมในพื้นที่ศึกษาคณะที่ 1 และพื้นที่ใกล้เคียง

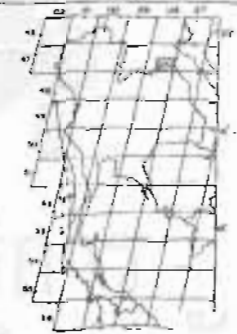
LEGEND

Qa Quaternary
 K_{pt} Phu Thak Formation
 K_{ms} Maha Sarakham Formation

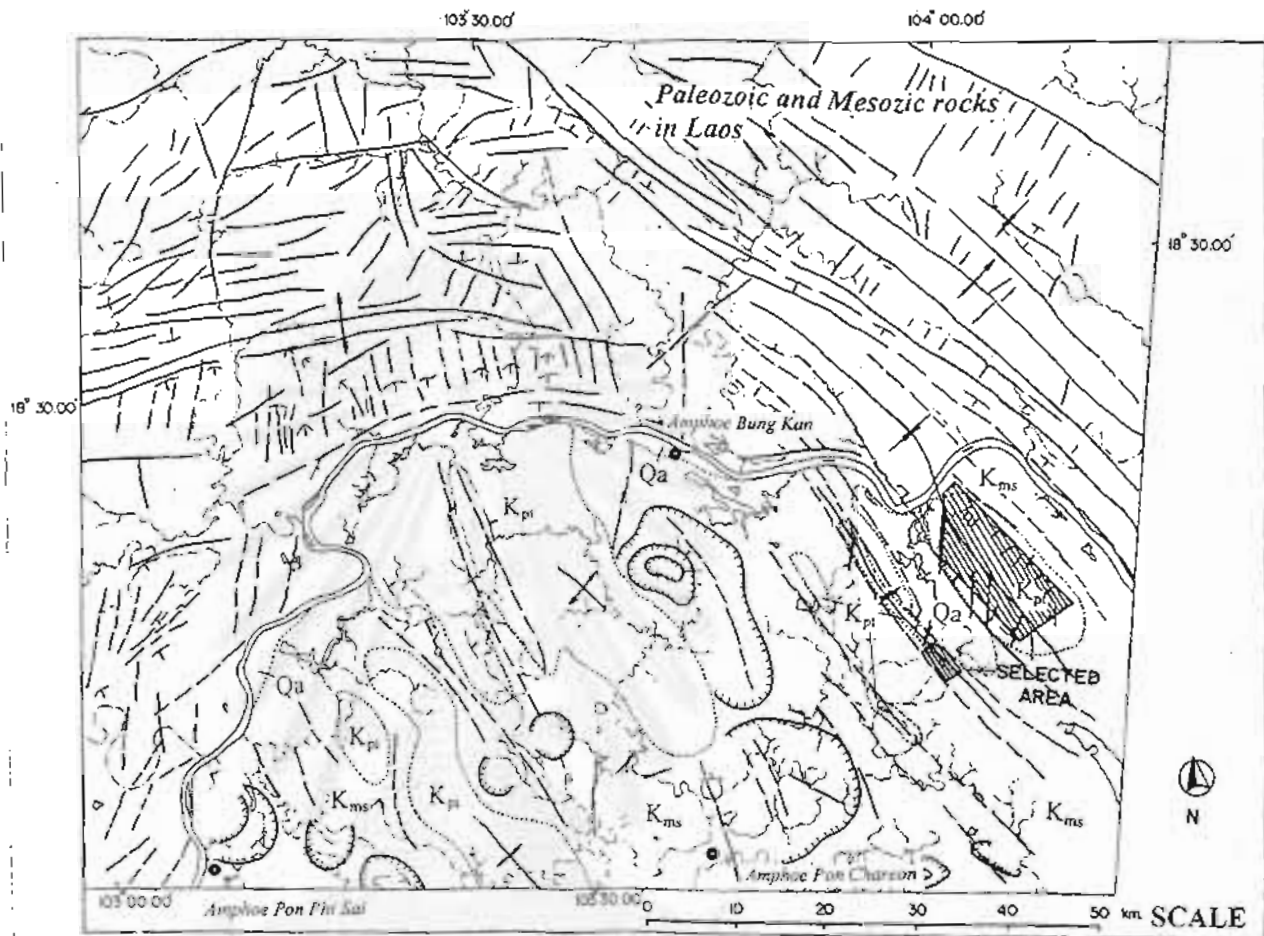
LINEAMENT MAP IS INTERPRETED FROM LANDSAT-5 TM BAND 7 5 4 (D128-047/180)

SYMBOLS

Geologic boundaries
 Bedding trace
 Syncline, Plunging syncline
 Anticline, Plunging anticline
 Lineament lines
 Circular Lineament (sink hole)
 District, Province
 Stream
 Selected area



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



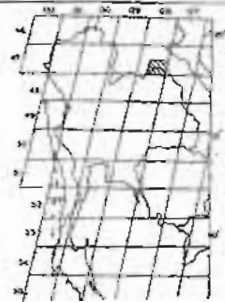
LEGEND

Qa Quaternary
K_{pt} Phu Thok Formation
K_{ms} Maha Sarakham Formation

LINEAMENT MAP IS INTERPRETED
 FROM LANDSAT-5 TM
 BAND 7 5 4 (D128-047/180)

SYMBOLS

——— Genologic boundaries
 - - - Bedding trace
 X X Syncline, Plunging syncline
 X X Anticline, Plunging anticline
 - - - Lineament lines
 ○ Circular Lineament (sink hole)
 ● District, Province
 ~~~ Stream  
 ▨ Selected area



สถาบันวิจัย  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แม่น้ำโขงทั้งฝั่งไทยและฝั่งลาว ต่อเนื่องเข้าไปทางตะวันตกสุดของภาพดาวเทียมแผ่นนี้ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 20% สีผสมได้สีแดงคล้ำ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ลักษณะของเทือกเขาสูงสลับซับซ้อน

เนื่องจากบริเวณดังกล่าวอยู่นอกเหนือการวิจัย จึงสรุปอย่างย่อได้ว่าลักษณะเป็นเทือกเขาสูงชัน และต่อเนื่อง มักพบร่องน้ำขนาดใหญ่ในแนวเดียวกันกับแนวของธรณีวิทยาโครงสร้าง ประกอบไปด้วยลักษณะย่อย 2 แบบ แบบแรกเป็นเทือกเขาสูงชัน แสดงลักษณะ resistant มาก สีผสมได้สีส้มอ่อน พบโผล่ทางตอนกลางของภาพและค่อยๆ ตีบหายไปทางตะวันออก เทือกเขามียุขขนาดยาวมากและมีแนวคดโค้งอยู่ในแนวตะวันออก-ตะวันตก ร่องน้ำระหว่างหุบเขามียุขขนาดใหญ่และลึกมาก ซึ่งเป็นแนวขนานไปกับการคดโค้งของเทือกเขา แนวคดโค้งนี้จะบิดตัวเข้าหาประเทศไทยในแถบจังหวัดเลย ซึ่งทำให้คาดเดาชุดหินนี้ได้ว่าน่าเป็นกลุ่มหินโคราชตอนต้น-กลาง (ซึ่งเทียบได้กับหมวดหินห้วยหินลาด-หมวดหินภูพาน) เทือกเขาสูงสลับซับซ้อนในลาวอีกแบบ พบทางตอนเหนือของภาพ มีลักษณะเป็นเทือกเขาแนวสั้นๆ ยอดเขาดำกว่าแบบแรก แนวเทือกเขาถูกตัดด้วยร่องน้ำระหว่างหุบเขา ยอดเขาบางส่วนแสดงลักษณะตะปุ่มตะป่ำแบบ karst topography พบร่องน้ำในแนวขนานและตั้งฉากกับแนวภูเขา และมีลักษณะตื้นกว่าแต่ลึกกว่า สีผสมมีสีแดงส้ม แสดงว่าเป็นหินที่อ่อนกว่า การวางตัวของเขาอยู่ในแนวขนานไปกับเขาชนิดแรก ด้านตะวันออกพบว่าแนวเขาแบบนี้จะมีทิศทางตามแม่น้ำโขง (แนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้) และบิดตัวเข้าหาชายแดนไทย-ลาวบริเวณจังหวัดนครพนม ซึ่งพบว่าเป็นกลุ่มหินปูน จึงคาดเดาว่าเทือกเขาแบบที่ 2 อาจเป็นหินยุคพาสิโอโซอิกซึ่งเป็นหินปูนและหินดินดานแปรสภาพ

ความสัมพันธ์ในแง่ลำดับชั้นหินโดยดูจากแนว bedding trace (ไม่ได้ศึกษาในรายละเอียด) พบว่าเทือกเขาทั้งหมดแสดงการเอียงเทไปทางทิศใต้ด้วยมุมปานกลางและมุมสูงในบริเวณที่ใกล้รอยเลื่อน ดังนั้นกลุ่มหินโคราชในประเทศลาว(ลักษณะแบบแรก) จึงวางตัวหับหินพาสิโอโซอิกซึ่งอยู่ทางตอนบนของภาพ

- ลักษณะที่ราบหรือที่ราบลูกฟูก

พบเฉพาะในฝั่งไทย มีลักษณะเป็นที่ราบลอนคลื่นซึ่งเมื่อมองในรายละเอียดพบว่าแนวของลักษณะดังกล่าวอยู่ในแนวเกือบตะวันออก-ตะวันตก หลายๆบริเวณพบลักษณะแอ่งน้ำโผล่เป็นโดมคล้ายหลุมยุบและโดมเกลือ ร่องน้ำที่ไหลผ่านส่วนใหญ่มีขนาดใหญ่เช่นแม่น้ำศรีสงคราม เนื่องจากในภาพดาวเทียมเป็นที่ราบและสีแตกต่างจาก unit อื่น จึงสามารถแยกออกจาก unit อื่นๆ ได้ง่าย ซึ่งการศึกษาข้อมูลเก่าและการสำรวจภาคสนามสรุปว่าบริเวณนี้เป็นหมวดหินมหาสารคาม

- ลักษณะเทือกเขาโดด เดี่ยวๆ

พบโผล่ในพื้นที่ใกล้แม่น้ำโขง ทั้งทางฝั่งไทยและลาว มีลักษณะเป็นเทือกเขาค่อนข้างต่ำ สีออกแดงคล้ำ ซึ่งอาจเป็นเพราะเป็นบริเวณที่หินค่อนข้างอ่อน ลักษณะการวางตัวของชั้นหินจากการแปล bedding trace พบว่าทางตะวันออกซึ่งพบทั้งในประเทศไทย (ได้แก่ภูทอก ภูสิงห์และภูวัว) และลาวมีการวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ แล้วบิดตัวไปเป็นแนวตะวันออก-ตะวันตกทางตอนกลางของภาพ (เฉพาะในลาว) ซึ่งขนานไปกับแม่น้ำโขง ก่อนที่จะบิดตัวอีกครั้งเป็นแนวตะวันตกเฉียง

เหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ก่อนที่จะมีแนวผ่านแม่น้ำโขงเข้ามาสู่ประเทศไทยอีกครั้งบริเวณจังหวัดหนองคาย - เลย พบว่ามีแนวการวางตัวของชั้นหินชัดเจนมากซึ่งขนานไปกับเทือกเขา ร่องน้ำที่พบมีลักษณะแนวตั้งๆ มักอยู่ในแนวตั้งฉากกับชั้นหิน มุมเอียงของชั้นหินค่อนข้างต่ำมาก จึงทำให้ภูเขา มีลักษณะขอรอบ ลักษณะเนื้อหินเมื่อศึกษาจากหินที่อยู่ในแนวเดียวกันที่อยู่ในประเทศไทยพบว่าส่วนใหญ่เป็นหินทรายเนื้ออาร์โกสซึ่งค่อนข้างสุร่วนซึ่งอยู่ในหมวดหินโคลกรวด-ภูทอก ซึ่งเป็นส่วนของกลุ่มหินโคราชตอนบน

ลักษณะธรณีโครงสร้างโดยรวมได้ศึกษาเฉพาะฝั่งไทย พบว่าบริเวณเทือกเขาภูทอก-ภูสิงห์และเทือกเขาภูวัว ต่างก็เป็นลักษณะของแอ่งประทุนหงาย (Syncline) ที่มีแนววางตัวของแกนคดโค้งในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ โดยมีมุมเอียงเทต่ำไม่เกิน  $10^{\circ}$  แนวแกนมีความยาวต่อเนื่องไปจนถึงประเทศลาว นอกจากนี้ยังพบลักษณะโครงสร้างแอ่งประทุนคว่ำบริเวณตะวันตกสุดของภาพ สำหรับหมวดหินมหาสารคามพบว่าไม่พบลักษณะโครงสร้างใดๆ แต่อาจพบโครงสร้างแบบโดมเกลืออยู่บางทางตอนใต้ของภาพ โดยแสดงลักษณะโครงสร้างโดมที่มีรอยแตกตามรัศมีของโดม

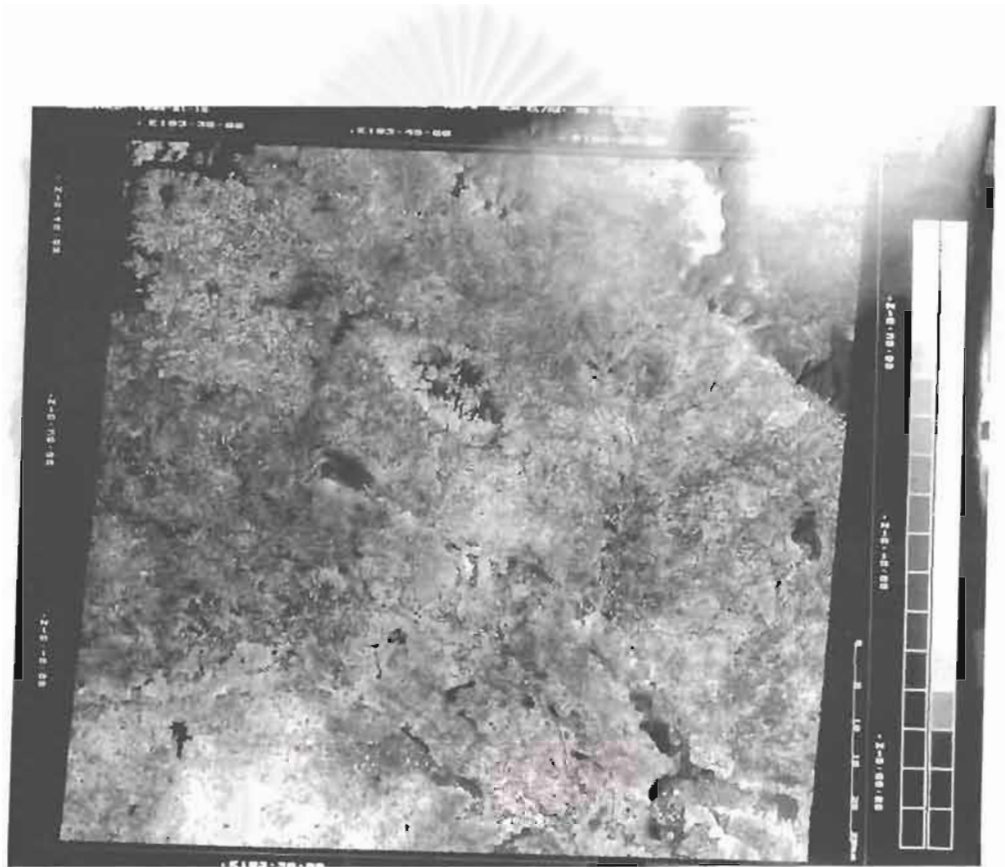
ลักษณะรอยเลื่อนที่ปรากฏเด่นชัดพบอย่างชัดเจนบริเวณตะวันออกของพื้นที่ โดยมีลักษณะเป็นร่องน้ำยาว ต่อเนื่อง อยู่ในแนวตะวันตกเฉียงใต้ พบไม่ต่ำกว่า 3 แนวโดยเป็นแนวขนานข้างของเขาภูทอกภูวัว และภูหรือภูกระดานในลาว และมักอยู่ในแนวเดียวกับชั้นหินค้ำย รอยเลื่อนดังกล่าวพบว่าเป็น sei ของรอยเลื่อนท่าแขก ซึ่งพาดผ่านแม่น้ำโขงและเป็นรอยเลื่อนเลื่อนข้าง (strike slip fault) รอยเลื่อนกลุ่มดังกล่าวได้แบ่งขอบเขตของหมวดหินภูทอกในเขาภูทอก ภูสิงห์และภูวัว ออกจากหมวดหินมหาสารคาม (ในไทย) และยังตัดเข้าไปในหินยุคมีโซโซอิกตอนต้น-กลางและหินพาเลียโอโซอิกในลาวอีกด้วย ทำให้เกิดลักษณะหุบเขาแนวยาว แสดงถึงลักษณะรอยเลื่อนที่มีขนาดใหญ่ สำหรับรอยแตกส่วนใหญ่อยู่ในแนวตั้งฉากกับรอยเลื่อน โส่พบเป็นร่องน้ำเล็กๆ บนยอดเขาในชั้นหิน ไม่พบรอยเลื่อนชัดเจนในหมวดหินมหาสารคาม

#### 4.2.2 พื้นที่ศึกษาย่อยภูผาผึ้ง

ลักษณะภาพดาวเทียมแสดงลักษณะทางภูมิประเทศ 2 แบบ (รูป 4.4 และ 4.5) คือ 1) ลักษณะของเทือกเขาสูงๆ ต่ำๆ ทางตอนบน ครอบคลุมพื้นที่ 10% ของภาพดาวเทียมนี้ สีส้มออกสีส้มแดงและสีแดง 2) ลักษณะที่ราบหรือที่ราบลูกฟูก ครอบคลุมพื้นที่ถึง 90 % สีส้มได้สีขาวประจุดแดง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

##### - ลักษณะของเทือกเขาสูงๆ ต่ำ

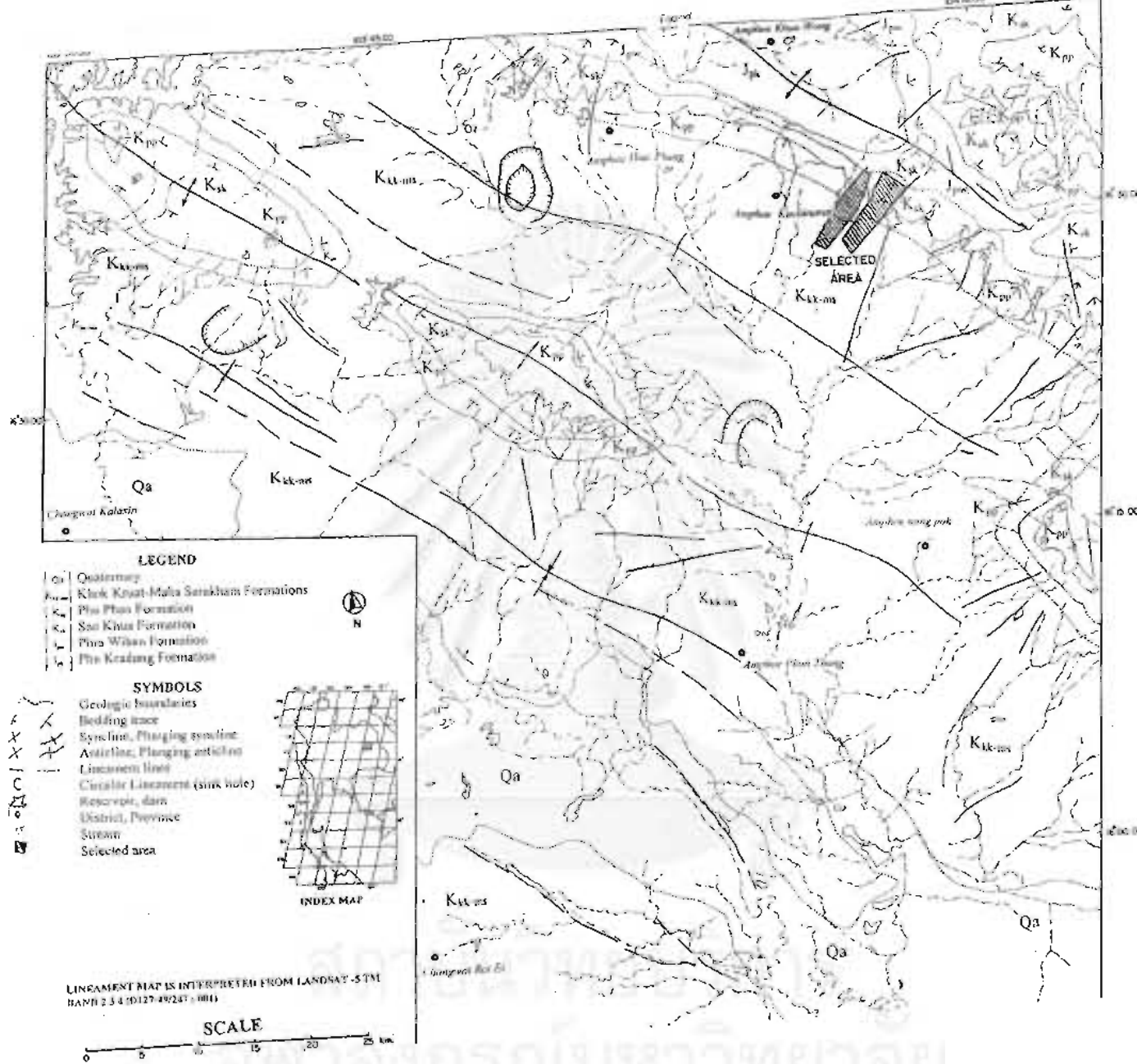
ภาพดาวเทียมสามารถแยกออกจากบริเวณที่ราบลูกฟูกได้ชัดเจน โดยมีลักษณะเป็นเทือกเขาสูงๆ ต่ำๆ ต่อเนื่องเป็นแนวในแนวเดียวกับเทือกเขาภูพานคือแนวตะวันตกเฉียงเหนือ พบร่องน้ำขนาดใหญ่ตามรอยต่อระหว่างเทือกเขาและมักพบร่องน้ำตื้นๆ ตามยอดเขาราบซึ่งมีการเอียงเท



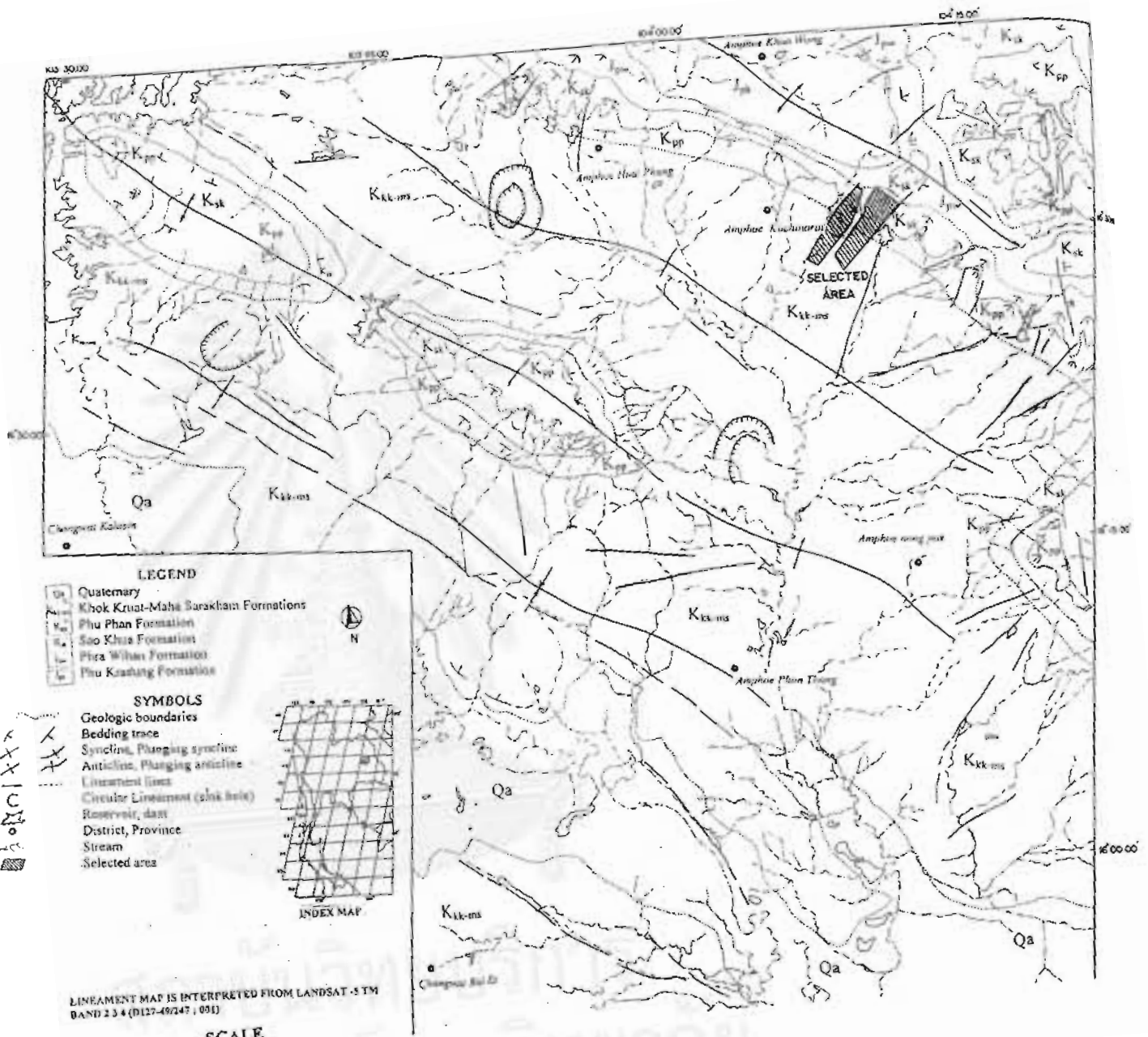
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป 4.4 ภาพดาวเทียมบริเวณกว้างของพื้นที่ศึกษาย่อยที่ 2





รูป 4.5 ผลของการแปลความหมายทางธรณีวิทยาและแนว lineament โดยใช้ภาพถ่ายเทียมในพื้นที่ศึกษาข้อที่ 2 และพื้นที่ใกล้เคียง



การศึกษาข้อมูลทางธรณีวิทยาพบว่าบริเวณเทือกเขาสูงๆ ต่ำๆ นี้เป็นหินที่อยู่ในกลุ่มหินโคราชตอนกลาง คือตั้งแต่หมวดหินภูกระดึง-หมวดหินภูพาน โดยขอบเขตของหมวดหินต่างๆ สามารถศึกษาจากลักษณะภูมิประเทศควบคู่ไปกับการดูทิศทางการวางตัวของชั้นหินได้ดังนี้

1) หมวดหินภูกระดึง ภาพดาวเทียมพบการโผล่ของหมวดหินตามบริเวณที่ราบลุ่มในแถบอำเภอเขาวงหรือเขตนินเขาเล็กๆทางด้านตะวันออกของเทือกเขาภูผาผึ้ง เนื่องจากหมวดหินดังกล่าวประกอบด้วย soft bed เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงสามารถแยกออกจาก hard bed ในหมวดหินพระวิหารได้ชัดเจน ภาพดาวเทียมพบว่าหมวดหินนี้มีลักษณะโทนสีคล้ายกับหมวดหินโคกกรวดและมหาสารคาม (ซึ่งถูกจัดให้เป็นเขตที่ราบ-ที่ราบลูกฟูก) แต่จากการศึกษาลักษณะทางน้ำพบว่าส่วนใหญ่มีแนวของทางน้ำไปตามแนวชั้นหินและยังพบลักษณะของ bedding trace ซึ่งพบตามเนินเขาเตี้ย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหมวดหินนี้วางตัวอยู่ใต้หมวดหินพระวิหาร

2) หมวดหินพระวิหาร ภาพดาวเทียมพบการแผ่กระจายตัวเป็นแนวแคบๆ เนื่องจากหมวดหินดังกล่าวมีความหนาน้อยกว่า 100 เมตร การโผล่ของชั้นหินต่อเนื่องล้อมรอบหมวดหินภูกระดึง เช่นบริเวณเทือกเขาภูสีฐาน หรือขอบของเขาวง ลักษณะภูมิประเทศค่อนข้างชันซึ่งสามารถแยกออกจากหมวดหินชุดอื่นคือ พบเป็นลักษณะเขาสูงชันหรือเป็นหน้าผาชันต่อเนื่องกันไปตลอด โดยอาจตีไปบังบริเวณตะวันตกของอำเภอเขาวง สีส้มให้สีแดงเข้ม ไม่มีร่องน้ำตัดผ่านชัดเจน

3) หมวดหินเสาขัว ภาพดาวเทียมพบการโผล่กระจายตัวของหมวดหินนี้เป็นบริเวณกว้างสุด พบโผล่เป็นเนินเขาในเขตเทือกเขาภูสีฐาน หรือเป็นไหล่เขาสูงชันเช่นตามดินเขาภูผาผึ้ง ภูผาโง ภูน้อย และมักไม่ค่อยต่อเนื่องเป็นแนวยาว โทนสีผสมให้สีแดงที่สุด ร่องน้ำส่วนใหญ่มีลักษณะตื้นและอยู่ในแนวเดียวกับแนวชั้นหิน มีลักษณะค่อนข้างถี่ และไม่ยาวนาน เนื่องจากหมวดหินเสาขัวเป็นชั้นสลับของหินทรายและหินโคลน จึงเห็นแนว bedding trace ได้ชัดเจน โดยมีแนวส่วนใหญ่ตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้

4) หมวดหินภูพาน ภาพดาวเทียมพบการโผล่กระจายตัวของหมวดหินนี้เฉพาะบนยอดของเทือกเขาทางใต้สุด ได้แก่บริเวณเขาภูน้อย ภูผาผึ้ง และภูผาโง โทนสีผสมให้สีใกล้เคียงกับหมวดหินพระวิหาร ลักษณะเทือกเขาเป็นหินแข็ง โผล่ตามยอดเขาเรียงเทลงมาตามทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้มองดูจากภาพดาวเทียมแล้วคล้ายรูปร่างสามเหลี่ยมซ้อนๆกันตามแนว bedding trace ซึ่งอยู่ในแนวเดียวกับหมวดหินเสาขัว ขอบเขตของชั้นหินไม่ค่อยต่อเนื่องนักก็พบตามยอดเขาเป็นส่วนใหญ่ โดยอาจพบแผ่เป็นพื้นที่แคบๆ ต่อเนื่องเฉพาะทางตะวันตกของเทือกเขาภูน้อย-ภูผาโง ร่องน้ำส่วนใหญ่มีทิศทางตามแนวเอียงเท และมักไหลผ่านตามยอดเขา ร่องน้ำลึก มองเห็นได้ชัดเจน

#### - ลักษณะที่ราบหรือที่ราบลูกฟูก

มีลักษณะเป็นที่ราบลอนคลื่น หลายๆบริเวณพบลักษณะแอ่งน้ำโผล่เป็นโคมคล้ายหลุมยุบและโคมเกลือ และยังพบร่องน้ำเล็กๆไหลผ่านมากมาย บางทีพบแนวของถานหินซึ่งมีสีแดง จึงสามารถสรุปได้ว่าชั้นหินมีลักษณะคดโค้งไปมา โดยมีแกนอยู่ในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ เนื่องจากเป็นที่ราบและสีแตกต่างจาก unit อื่นๆ จึงสามารถแยกออกจาก unit อื่นๆ ได้ง่าย จากการศึกษาข้อมูลเก่าและการ

สำรวจภาคสนามสรุปว่าบริเวณนี้เป็นหมวดหินโคลกรวดและหมวดหินมหาสารคาม ซึ่งไม่สามารถแยกได้จากภาพดาวเทียม

ลักษณะธรณีโครงสร้างโดยรวม พบว่าในส่วนของที่ราบในเขตอำเภอเขาวงต่อเนื่องไปจนถึงเนินเขาเตี้ยๆ ทางตะวันออกของเขาศาสิ่ง มีลักษณะเป็นแอ่งประทุนคว่ำ โดยมีแกนอยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ โดยแกนของแกนพบชั้นหินแข็งตัวด้วยมุมไม่เกิน  $20^{\circ}$  ไปทางตะวันตกเฉียงใต้ และทางตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณที่ราบลูกฟูก ตอนกลางของภาพพบลักษณะโครงสร้างของแอ่งประทุนหงายและแอ่งประทุนซึ่งมีแนวแกนขนานไปกับเทือกเขาอีกด้วย โดยพบว่าแกนของการคดโค้งมักพบตามแอ่งน้ำหรือหนองน้ำที่ไหลเป็นหย่อมๆ อาจพบโครงสร้างแบบโดมเกลืออยู่บ้างทางตอนกลางของภาพ

ไม่พบลักษณะรอยเลื่อนเด่นชัดในส่วนที่เป็นเทือกเขาในพื้นที่ศึกษานี้ แต่อาจพบเป็น trace บางๆ ตามแอ่งที่ราบในหมวดหินมหาสารคาม สำหรับรอยแตกส่วนใหญ่อยู่ในแนวตั้งฉากกับแนวชั้นหิน ซึ่งในภาพดาวเทียมพบเป็นร่องน้ำเล็กๆ บนยอดเขาตามหน้า bed และตามหุบเขา

#### 4.2.3 พื้นที่ศึกษาย่อยภูพาน-ภูพานคำ

ลักษณะภาพดาวเทียมแสดงลักษณะทางภูมิประเทศ 3 แบบ (รูป 4.6 และ 4.7) คือ 1) ลักษณะของเทือกเขาสูง แคบไหลเป็นแนวยาวทางตอนกลาง ครอบคลุมพื้นที่ 10% ของภาพดาวเทียมนี้ สีส้มออกสีส้มแดงและสีแดง 2) ลักษณะที่ราบหรือที่ราบลูกฟูกสลับเนินเขาทางตะวันตกของเทือกเขาแนวยาว ครอบคลุมพื้นที่ถึง 25 % สีส้มได้สีแดงหรือแดงส้มประจุดขาว และ 3) ลักษณะที่ราบหรือที่ราบลูกฟูกทางตะวันออกของเทือกเขาแนวยาว ดังรายละเอียดต่อไปนี้

##### - ลักษณะของเทือกเขาสูงแคบ

ภาพดาวเทียมสามารถแยกออกจากบริเวณที่ราบลูกฟูกทั้งสองได้ชัดเจน โดยมีลักษณะเป็นเทือกเขาแนวยาว มีความลาดชันสูงมากทางตะวันตกของเขาค่อยๆ ลาดลงมาทางตะวันออก แนวเขาต่อเนื่องในแนวเดียวกับเทือกเขาภูพานซึ่งต่อเนื่องไปถึงประเทศลาว พบร่องน้ำทางค้ำน้ำตะวันออกของเขาด้านแนวลาดเขาซึ่งมักเป็นร่องน้ำตื้นๆ

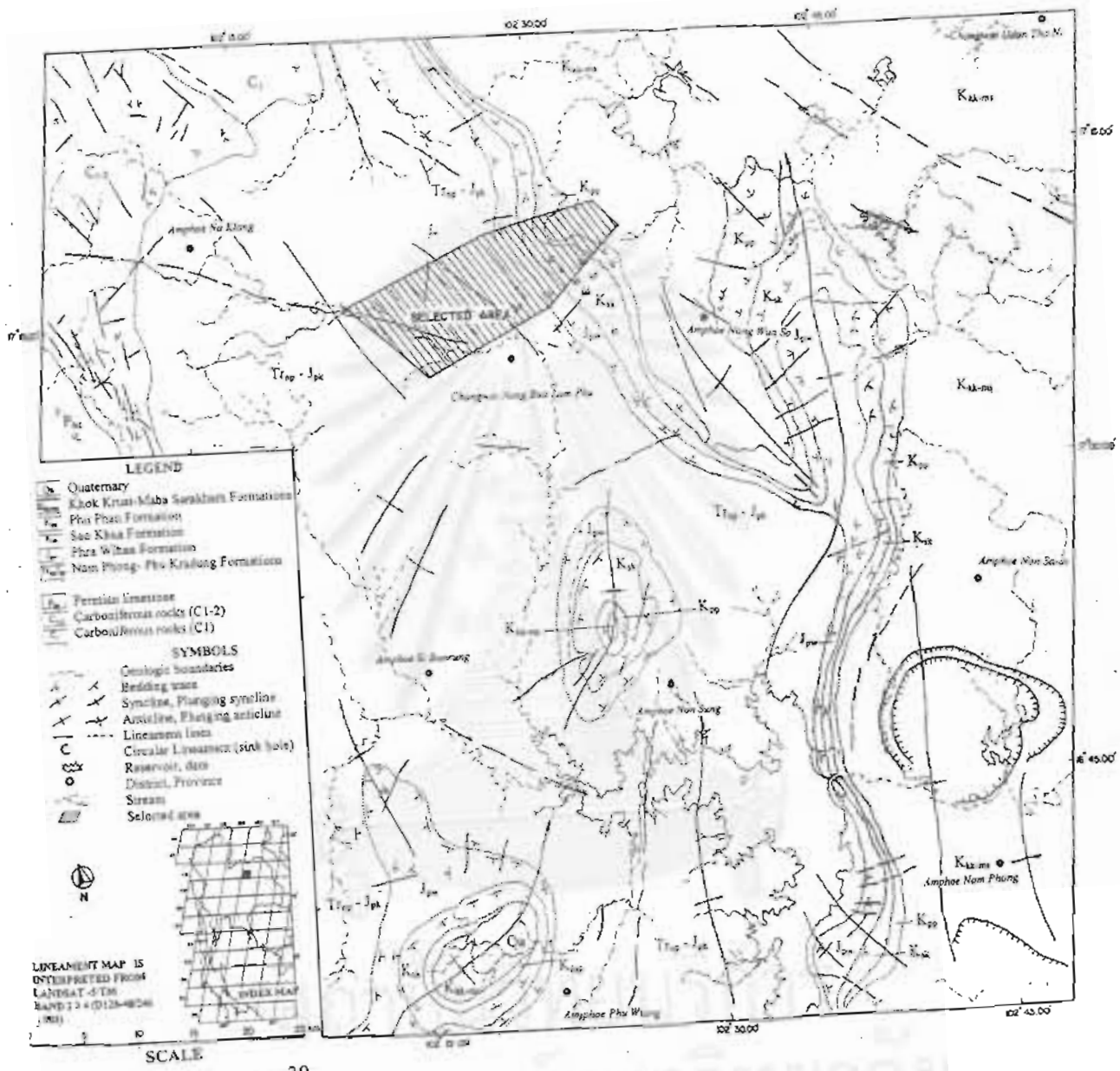
ข้อมูลทางธรณีวิทยาพบว่าบริเวณเทือกเขาสูงแคบเป็นหินที่อยู่ในกลุ่มหินโคราชตอนกลาง คือตั้งแต่หมวดหินพระวิหาร-หมวดหินภูพาน โดยขอบเขตของหมวดหินต่างๆ สามารถศึกษาจากลักษณะภูมิประเทศควบคู่ไปกับการคูทิศทางการวางตัวของชั้นหินได้ดังนี้

1) หมวดหินพระวิหาร ภาพดาวเทียมพบการแผ่กระจายตัวเป็นสันเขาแคบๆ และเป็นหน้าผาชันต่อเนื่องกันไปตลอด เป็นเพราะหินที่มีความแข็งแรงมากและเป็นชั้นหนา มีแนวของชั้นหินอยู่ในแนวเดียวกับเขาที่อยู่แนวเกือบเหนือ-ใต้ สันเขาที่มีความสูงที่สุดในภาพ สีส้มให้สีแดงเข้ม ไม่มีร่องน้ำตัดผ่านชัดเจน

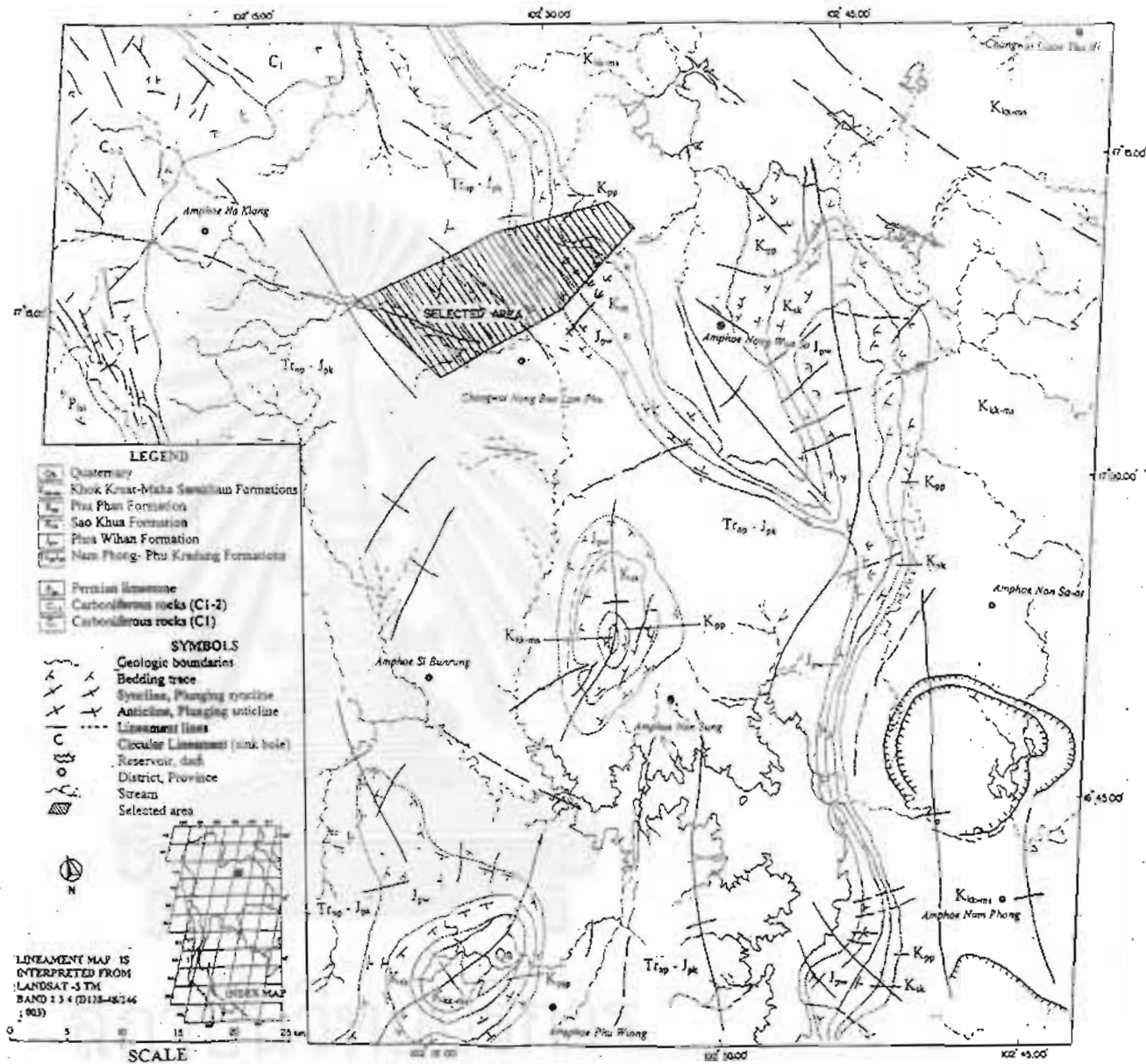


สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป 4.6 ภาพความถี่ชมบริเวณกว้างของพื้นที่ศึกษาช้อยที่ 3



รูป 4.7 ผลของการแปลความหรือภาพ  
ธรณีวิทยาและแนว lineament โดยใช้  
ภาพถ่ายเทียมในพื้นที่ศึกษาข้อที่ 3  
และพื้นที่ใกล้เคียง



PHU KHUAT DISTRICT



2) หมวดหินเสาข้าว ภาพดาวเทียมพบการไหลกระจายของหมวดหินนี้เป็นไหลเขาสูงชันทางตะวันออกของเทือกเขาภูพาน เนื่องจากเป็นหินที่ค่อนข้างอ่อนกว่าหมวดหินข้างเคียงจึงมักไม่พบต่อเนื่องเป็นแนวยาว โทนสีผสมให้สีแดงที่สุด ร่องน้ำส่วนใหญ่ไหลให้เห็นชัดเจน ดัน และเป็นแนวเดียวกับแนวการวางตัวชั้นหิน มีลักษณะค่อนข้างถี่ๆ และไม่ยาวนัก bedding trace สามารถเห็นได้ชัดเจนมาก

3) หมวดหินภูพาน ภาพดาวเทียมพบการไหลกระจายของหมวดหินเฉพาะบนยอดเทือกสูงโดดทางตะวันออกสุด โทนสีผสมให้สีใกล้เคียงกับหมวดหินพระวิหาร ลักษณะเทือกเขาเป็นหินแข็ง ไหลตามยอดเขาเอียงตกลงมาด้านเขาทางทิศตะวันออก ทำให้มองดูจากภาพดาวเทียมแล้วคล้ายรูปรางสามเหลี่ยมซ้อนๆกันตามแนว bedding trace ซึ่งอยู่ในแนวเดียวกับหมวดหินเสาข้าว ขอบเขตของชั้นหินพบตามยอดเขาเป็นส่วนใหญ่และยังพบแผ่เป็นพื้นที่แคบๆ ต่อเนื่องลงมาตามลาดเขาทางตะวันออกตามแนวเอียงเท ร่องน้ำมักพบไหลผ่านตามยอดเขา ร่องน้ำลึก มองเห็นได้ชัดเจน

- ลักษณะที่ราบหรือที่ราบลูกฟูกทางด้านตะวันตก

จากภาพดาวเทียมพบตามบริเวณที่ราบลุ่มในแถบจังหวัดหนองบัวลำภู นอกจากนี้ในบริเวณที่ใกล้เทือกเขาก็ยังพบการไหลกระจายของหินเป็นดินเขาทางตะวันตกของเทือกเขาภูพานอีกเช่นกัน เนื่องจาก unit หินนี้ประกอบด้วย soft bed เป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจึงสามารถแยกออกจาก hard bed ในหมวดหินพระวิหารได้ชัดเจน ภาพดาวเทียมพบมีลักษณะโทนสีคล้ายกับหมวดหินโคกกรวดและมหาสารคาม มักมีสีแดงกว่าและประจุดขาวน้อยกว่า และมีแนวของทางน้ำไปตามแนวชั้นหินและยังพบลักษณะของ bedding trace ตามเนินเขาเตี้ย แสดงให้เห็นว่าหมวดหินนี้วางตัวอยู่ใต้หมวดหินพระวิหาร จากการศึกษาข้อมูลเก่าและการสำรวจภาคสนามสรุปว่าบริเวณนี้เป็นหมวดหินภูกระดึงและหมวดหินน้ำพอง ซึ่งไม่สามารถแยกได้จากภาพดาวเทียม

- ลักษณะที่ราบหรือที่ราบลูกฟูกทางด้านตะวันออก

ลักษณะที่มองเห็นในภาพดาวเทียมใกล้เคียงกับลักษณะที่ราบลูกฟูกที่บริเวณศึกษาอยู่ภูผาผึ้ง จึงสามารถใช้ลักษณะที่แตกต่างนี้แบ่งแยกออกจากหมวดหินอื่นๆ จากการศึกษาข้อมูลเก่าและการสำรวจภาคสนามสรุปว่าบริเวณนี้เป็นหมวดหินโคกกรวดและหมวดหินมหาสารคาม โดยหมวดหินทั้งสองไม่สามารถแยกได้จากภาพดาวเทียม

ลักษณะธรณีโครงสร้างโดยรวม เป็นลักษณะของการเอียงเทไปในทางเดียวกันคือเอียงไปทางทิศตะวันออก ด้วยมุมไม่เกิน 20° ยกเว้นทางใต้สุดของทางตะวันออกของภาพดาวเทียมอาจมีการคดโค้งแบบแอ่งประทุนหงายและแอ่งประทุนคว่ำขนาดเล็กซึ่งมีแนวคดโค้งอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ไม่พบลักษณะรอยเลื่อนขนาดใหญ่หรือเด่นชัดในส่วนที่เป็นเทือกเขาและในพื้นที่ศึกษานี้ แต่อาจพบเป็นรอยเลื่อนเล็กๆ ดัดขวางชั้นหินบริเวณหุบเขา สำหรับรอยแตกส่วนใหญ่อยู่ในแนวตั้งฉากกับแนวชั้นหิน ซึ่งในภาพดาวเทียมพบเป็นร่องน้ำเล็กๆ บนยอดเขาตามหน้า bed และตามหุบเขา

#### 4.2.4 พื้นที่ศึกษาย่อยบ้านห้วยลาด-ห้วยตาดฟ้า

ลักษณะภาพดาวเทียมแสดงลักษณะทางภูมิประเทศ 3 แบบ (รูป 4.8 และ 4.9) คือ 1) ลักษณะของเทือกเขาสูงชันซึ่งพบบริเวณอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก อำเภอคอนสาร จังหวัดขอนแก่น และแถบอำเภอภูกระดึง จังหวัดเลย และยังรวมไปถึงที่ราบลูกฟูกทางตะวันตกในเขตจังหวัดพิษณุโลกและเพชรบูรณ์ และลักษณะที่ราบลูกฟูกและเนินเขาเตี้ยๆ บริเวณอำเภอคอนสาร จังหวัดขอนแก่น ครอบคลุมพื้นที่ 55 % สีส้มได้สีแดง แดงส้ม ส้ม และแดงเข้ม 2) ลักษณะเทือกเขาแนวยาว ลูกโคด ยอดแหลมและที่ราบใกล้เคียง ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ ครอบคลุมพื้นที่ 10% สีส้มได้สีแสดอ่อนหรือแดง และ 3) ที่ราบหรือที่ราบลูกฟูกทางด้านตะวันออก ครอบคลุมพื้นที่ 35% สีส้มได้สีขาวประจุดแดง ดังรายละเอียดต่อไปนี้

- ลักษณะของเทือกเขาสูงชันและที่ราบลูกฟูกใกล้เคียง

ภาพดาวเทียมสามารถแยกออกจากบริเวณอื่นได้ชัดเจน โดยมีลักษณะเป็นเทือกเขาที่มีความสูงและไหล่เขาที่มีความลาดชันสูงมากในทุกด้าน ที่ราบเชิงเขามักมีลักษณะเป็นลูกฟูก พบว่าแนวเขาดังกล่าวมีหลายแนวมาก เช่นแนวเขาในค่านตะวันตกสุดในแถบ อำเภอน้ำป่าด จังหวัดอุดรดิตถ์มีทิศทางในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ แนวเขาทางอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลกต่อเนื่องไปถึงเขตอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง ซึ่งอยู่ในแนวเกือบเหนือ-ใต้และแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และแนวเขาภูเรือ ภูหลวง ภูกระดึงต่อเนื่องลงไปถึงบริเวณ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ อยู่ในแนวเหนือ-ใต้ แนวเขาทั้งหมดต่อเนื่องไปถึงประเทศลาว พบร่องน้ำตามหุบเขาซึ่งขนานไปเทือกเขา มีขนาดใหญ่มากในหินที่มีความแข็งแรงและร่องน้ำมีขนาดเล็กลงและถี่ขึ้นในชั้นหินที่อ่อนกว่า

จากการศึกษาข้อมูลทางธรณีวิทยาพบว่าบริเวณเทือกเขาสูงชันเป็นหินที่อยู่ในกลุ่มหินโคราชตอนกลาง-ตอนบน คือตั้งแต่หมวดหินภูกระดึง-หมวดหินภูทอก โดยขอบเขตของหมวดหินต่างๆ สามารถศึกษาจากลักษณะภูมิประเทศควบคู่ไปกับการศึกษาทิศทางการวางตัวของชั้นหินได้ดังนี้

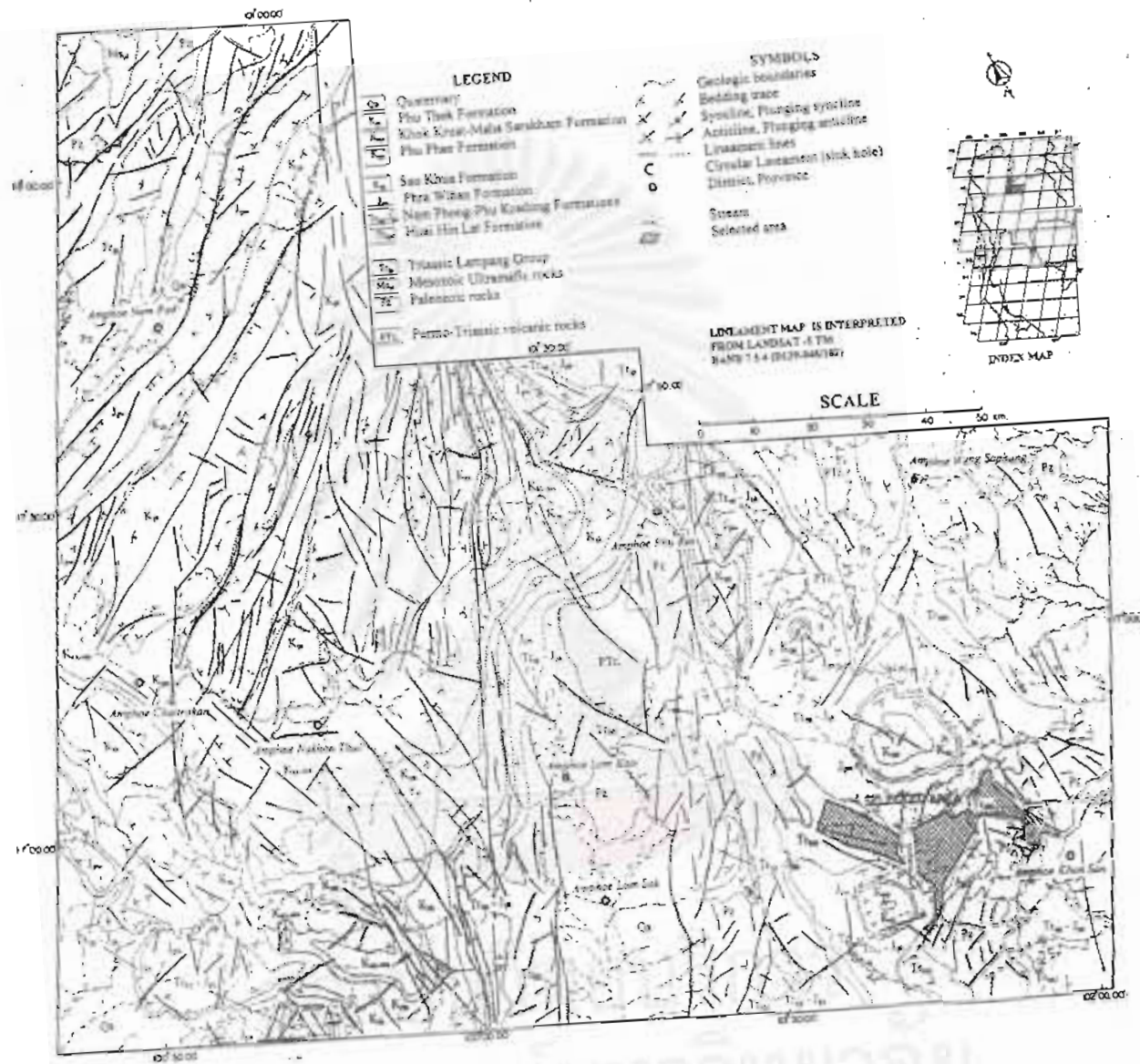
1) หมวดหินน้ำพอง-ภูกระดึง ภาพดาวเทียมพบการแผ่กระจายตามที่ราบเชิงเขาถึงไหล่เขาที่มีความลาดชันต่ำของภูเขาสูงชันบริเวณทุ่งแสลงหลวง น้ำหนาว ภูกระดึง ภูหลวง ภูหินร่องกล้า บางครั้งไม่สามารถแยกได้ชัดเจนกับบริเวณของหมวดหินห้วยหินลาดที่อยู่ข้างใต้ สีส้มมักให้สีแสดเข้ม ร่องน้ำที่ไหลค่อนข้างตื้น และไหลตามความลาดชันซึ่งขวางกับแนวชั้นหิน ถ้าไหลเป็นเนินเขาจะมีลักษณะคือ soft มากเช่นที่ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์ สามารถแยกออกจากหมวดหินพระวิหารโดยการใช้ลักษณะ resistant ของชั้นหิน บริเวณอำเภอน้ำป่าดพบไหลเป็น soft bed อยู่ใต้หมวดหินพระวิหาร

2) หมวดหินพระวิหาร ภาพดาวเทียมพบการแผ่กระจายตัวเป็นตะพักหรือหน้าผาเตี้ยๆ ต่อเนื่องล้อมรอบหมวดหินที่วางตัวอยู่ข้างบน มักอยู่สูงกว่าระดับพื้นดินทั่วไป เช่นตามหน้าผาของเขากุกระดึง ภูค่าน้อย ภูหลวงและภูเรือ โดยจะ form ตัวเป็นตะพักหรือหน้าผาชั้นที่ 1 จากพื้นระดับ สีส้มให้สีแสดเข้ม มีร่องน้ำตัดผ่านชัดเจนในแนวขวางกับชั้นหิน บริเวณจังหวัดพิษณุโลกและทุ่งแสลงหลวง พบเป็นตะพักสูงจากพื้นดินในจังหวัดพิษณุโลกและลาดลงไปทางตะวันออกตามมมอียงเท มีโทนสีแสดส้ม-แดง



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูป 4.8 ภาพดาวเทียมบริเวณกว้างของพื้นที่ศึกษาข้อที่ 4



รูป 4.9 แสดงภาพตัดขวาง/ความหมายทาง  
 ธรณีวิทยาของแนว (lineament) โดยใช้อ้างอิง  
 ภาพดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาข้อที่ 4  
 และพื้นที่ใกล้เคียง





เข้ม ร่องน้ำที่ไหลผ่านหน้า bed มีลักษณะลึกและเป็นร่องใหญ่ บริเวณอำเภอน้ำปาดโผล่เป็นเขาสูงยาว ควบคู่ไปกับหมวดหินภูกระดึง

3) หมวดหินเสาขัว ภาพดาวเทียมพบการไหลกระจายของหมวดหินนี้เป็นไหลเขาสูงชันต่อเนื่อง ขึ้นไปจากหมวดหินพระวิหารและถูกปิดทับด้วยตะพักหรือหน้าผาของหมวดหินภูพานที่อยู่สูงขึ้นไปอีก เช่นตามไหล่เขา-ยอดเขาของเขากุกระดึง ภูค่านี้อีป้อ ภูหลวง ภูเรือ และภูหินร่องกล้า ลักษณะเด่นอีก ประการที่สามารถแยกโดยใช้ภาพดาวเทียมคือ ลักษณะสีซึ่งค่อนข้างแดงจัดกว่าหมวดหินข้างเคียงและมอง ดูเหมือน soft bed กว้างมาก และไม่พบต่อเนื่องเป็นแนวยาว ลักษณะร่องน้ำค่อนข้างถี่กว่าและตื้นกว่าหิน ข้างเคียง บริเวณจังหวัดพิษณุโลกและทุ่งแสลงหลวง พบกระจายตัวเป็น soft bed ปิดทับหมวดพระวิหาร โดยแยกได้จากลักษณะสีและทางน้ำ ขอบเขตของหินจะถูกปิดด้วยตะพักที่ 2 ของหมวดหินภูพาน ซึ่ง บริเวณนี้สามารถเห็น bedding trace ได้ชัดเจนว่าเอียงเทไปทิศตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณอำเภอน้ำปาด พบต่อเนื่องไปกับหมวดหินพระวิหาร โดยมีแนวเอียงเทไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้

4) หมวดหินภูพาน ภาพดาวเทียมพบการไหลกระจายตัวของหมวดหินนี้เฉพาะบนยอดหรือชั้น ตะพักที่ 2 ของเขาโคดเช่น ภูกระดึง ภูค่านี้อีป้อ ภูหลวง ภูเรือและภูหินร่องกล้า โทนสีผสมให้สีใกล้เคียง กับหมวดหินพระวิหาร บริเวณทุ่งแสลงหลวงโผล่เป็นหน้าผาแคบๆ ต่อจากหมวดหินเสาขัว ต่อเนื่องเป็น แนวยาวเอียงเทลงมาดินเขาทางทิศตะวันออกเฉียงถึงตะวันออกเฉียงเหนือ ร่องน้ำมักพบไหลผ่านตามยอดเขา หรือบนหน้า bed ร่องน้ำลึก มองเห็นได้ชัดเจน

5) หมวดหินโคกกรวด ภาพดาวเทียมพบการไหลเฉพาะบริเวณที่ราบลูกฟูกในเขต อำเภอนคร ไทย แสดงลักษณะเป็นที่ราบลูกฟูกบนชั้นตะพักชั้นบนสุดของหมวดหินภูพาน มีลักษณะคล้ายกับหมวด หินเสาขัวที่อยู่ข้างเคียงแต่สามารถแยกออกจากกันโดยการลำดับชั้นหิน

6) หมวดหินภูทอก ภาพดาวเทียมพบโผล่เฉพาะทางตอนกลางค่อนข้างชันของภาพดาวเทียม มีลักษณะเป็นเทือกเขาสูงชันและต่อเนื่อง มักพบร่องน้ำขนาดใหญ่ในแนวเดียวกันกับแนวของธรณีวิทยา โครงสร้าง แสดงลักษณะ resistant มาก สีผสมได้สีส้มอ่อน พบว่าชั้นหินค่อนข้าง คืบหาขไปทางเหนือ เทือกเขามีขนาดยาวมากและมีแนวคดโค้งอยู่ในแนวเกือบเหนือ-ใต้ ร่องน้ำระหว่างหุบเขามีขนาดใหญ่และ ลึกมาก ขนานไปกับการคดโค้งของเทือกเขา จึงสามารถแยกหมวดหินนี้ออกจากหมวดหินข้างเคียงได้ แนว bedding trace พบว่าแนวคดโค้งของชั้นหินอยู่ในแนวเดียวกับเทือกเขาบิดโค้งไปมาเป็น close fold

- ลักษณะเทือกเขาแนวยาว ลูกโคด ยอดแหลมและที่ราบใกล้เคียง มีลักษณะที่มองเห็นในภาพ ดาวเทียมมีลักษณะแตกต่างจากพื้นที่ลักษณะอื่นๆคือ มักพบเทือกเขายอดแหลม แนวเขาไม่ต่อเนื่อง ชั้น หินแสดงแนวคดโค้งกว่าลักษณะพื้นที่แบบแรก พบเป็นบริเวณแคบๆ ตามขอบของแอ่งเพชรบูรณ์ โทนสี อ่อนกว่ากลุ่มอื่นๆ เล็กน้อย จุดเด่นอีกประการหนึ่งของลักษณะเทือกเขาแบบนี้คือ แนว bedding trace แสดงการวางตัวของชั้นหินที่มีการเอียงเทสูงมาก ซึ่งแตกต่างจากหินโคราชซึ่งโผล่ในพื้นที่ใกล้เคียง จาก การศึกษาข้อมูลเก่าและการสำรวจภาคสนามสรุปว่าบริเวณนี้เป็นกลุ่มหินพาลีโอโซอิก ที่ประกอบไปด้วย

หินปูนและหินดินดาน และบางส่วนเป็นหมวดหินห้วยหินลาด ซึ่งแยกจากกันได้จากภาพดาวเทียม โดยการใช้ความหนาแน่นและลักษณะภูมิประเทศ

-ลักษณะที่ราบหรือที่ราบสูงทุกทางด้านตะวันออก จากภาพดาวเทียมพบตามบริเวณที่ราบลุ่มในแถบอำเภอคอนสาร อำเภอภูเวียง จังหวัดขอนแก่น อำเภอภูกระดึง จังหวัดเลย และบางส่วนของจังหวัดหนองบัวลำภู ลักษณะของหินประกอบด้วย soft bed เป็นส่วนใหญ่ ภาพดาวเทียมพบมีลักษณะโทนสีเข้มคล้ายหมวดหินภูกระดึง-น้ำพองในบริเวณพื้นที่ขั้วที่ 3 โดยมีสีแดงประจุดขาวเล็กน้อย และมีแนวของทางน้ำไปตามแนวชั้นหินและพบลักษณะของ bedding trace ตามเนินเขาเตี้ย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหมวดหินนี้วางตัวอยู่ใต้หมวดหินทรายอื่นๆ ที่แสดงลักษณะ resistant จึงสรุปได้ว่าเป็นส่วนของหมวดหินภูกระดึงและน้ำพอง ซึ่งไม่สามารถแยกออกโดยใช้ภาพดาวเทียม อย่างไรก็ตาม ยังพบลักษณะของธรณีโครงสร้างยุ่งยากในบางส่วนของที่ราบดังกล่าว เช่นมีลักษณะการวางตัวของชั้นหินในแนวตั้งและทิศทางการวางตัวผิดปกติไป และสามารถแบ่งแยกได้จากภาพดาวเทียม จากแผนที่ธรณีวิทยาพบว่า เป็นหินมหายุคพาลีโอโซอิกจำพวก soft bed เช่นหินดินดาน

ลักษณะธรณีโครงสร้างโดยรวม ก่อนข้างซับซ้อนกว่าพื้นที่ศึกษาขั้วอื่นๆ ทางด้านตะวันตก พบการเอียงเทไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของหินทรายภูกระดึง-โลกกรวด ด้วยมุมเอียงเทต่ำกว่า  $20^{\circ}$  และหมวดหินภูทอกซึ่งอยู่ทางทิศเหนือจะแสดงลักษณะของแอ่งประทุนหงายสลับแอ่งประทุนคว่ำ ซึ่งมีแนวแกนอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีการเอียงเทของแกนแกนแต่ละข้างไม่เกิน  $25^{\circ}$  ทางด้านตะวันตกของแอ่งเพชรบูรณ์พบการวางตัวของชั้นหินไปทางเดียวกันคือเอียงเทไปทิศตะวันตก การเอียงเทของชั้นหินอยู่ระหว่าง  $5-30^{\circ}$  บริเวณตะวันออกของแอ่งเพชรบูรณ์ พบการวางตัวซับซ้อนแบบ isoclinal fold ของหินพาลีโอโซอิก ที่มีแกนอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ เอียงเทไปทางทิศตะวันออกด้วยมุมสูงถึง  $60-70^{\circ}$  และถูกวางทับอย่างไม่ต่อเนื่องด้วยกลุ่มหินโคราชเช่นที่ภูกระดึง ภูด่านอีป้อง ภูหลวงและภูเรือ ซึ่งมีลักษณะโครงสร้างแบบเดียวกันคือเป็นแอ่งประทุนหงายที่มีแนวแกนอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ บิดไปเป็นแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ในตอนล่าง ชั้นหินมีมุมเอียงเทน้อยมาก ทางด้านตะวันออกของภาพดาวเทียมนี้มีการเอียงเทของชั้นหินไปในแนวเดียวกันคือเอียงไปทางตะวันออกด้วยมุมไม่เกิน  $10^{\circ}$

พบรอยเลื่อนขนาดใหญ่มากบริเวณฝั่งตะวันออกและตะวันตกของแอ่งเพชรบูรณ์ มีลักษณะเป็นรอยเลื่อนปกติ อยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ยาวต่อเนื่องไปถึงฝั่งลาว แนวรอยเลื่อนนี้ตัดผ่านหมวดหินต่างๆ ในกลุ่มหินโคราช แนวรอยเลื่อนใหญ่แนวอื่นๆ ได้แก่แนวรอยเลื่อนที่ตัดผ่านเทือกเขาภูหินร่องกล้า ซึ่งเป็นรอยเลื่อนเหลี่ยมข้างและรอยเลื่อนปกติ อยู่ในแนวเหนือ-ใต้เช่นกัน นอกจากนี้ยังพบแนวรอยเลื่อนเล็กๆ ตามบริเวณตอนกลางของพื้นที่ ส่วนใหญ่ปรากฏในกลุ่มหินพาลีโอโซอิก มีทิศทางตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ พบตัดขวางชั้นหินบริเวณหุบเขา หรือเป็นรอยต่อระหว่างหินต่างยุคกัน บริเวณยอดเขาของกลุ่มหินโคราชส่วนใหญ่มักพบแนวรอยเลื่อนเหลี่ยมข้างขนาดเล็กพาดผ่านในแนวเดียวคือแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ สำหรับรอยแตกส่วนใหญ่อยู่ใน



แนวตั้งฉากกับแนวชั้นหิน ซึ่งในภาพดาวเทียมพบเป็นร่องน้ำเล็กๆ บนยอดเขาตามหน้า bed และตามหุบเขา

#### 4.8 ผลจากการแปลลักษณะของ lineament

การอธิบายจะอธิบายแยกตามภาพดาวเทียมในแต่ละพื้นที่ศึกษา ดังนี้

##### 4.8.1 พื้นที่ศึกษาย่อยภูทอก-ภูว้าว

ลักษณะ lineament ที่ได้จากการแปลภาพดาวเทียมทั้งหมด (เฉพาะทางฝั่งไทย) เป็นเส้นที่ได้จากรอยเลื่อนและแนวคดโค้งของชั้นหิน (ดูรูป 4.3) โดยประกอบด้วย 2 ลักษณะคือ

- *Lineament ตามแนวรอยเลื่อน* แนวหลักมีลักษณะเป็นแนวตรง ยาวประมาณ 10 กิโลเมตรขึ้นไป อยู่ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ขนานไปตามหน้าผาของเทือกเขาภูทอกและภูว้าว ต่อเลยเข้าไปในประเทศลาว และกั้นระหว่างเขตภูเขาสูง (หมวดหินภูทอก) กับที่ราบลูกฟูก(หมวดหินมหาสารคาม) แนว lineament นี้พบว่าเป็น set เดียวกับแนวรอยเลื่อนท่าแขกซึ่งพาดผ่านทางด้านตะวันออกของแม่น้ำโขง นอกจากนี้ยังพบแนว lineament ย่อย ความยาวน้อยกว่า 5 กิโลเมตร ตามร่องน้ำใหญ่ๆ ของเทือกเขาภูทอกและเทือกเขาภูว้าวซึ่งอยู่ในแนวตั้งฉากกับแนวหลัก การศึกษาขอบเขตของชั้นหินพบว่าแนว lineament ใหญ่ไม่ทำให้ชั้นหินเหลื่อมข้าง แต่ lineament ขนาดเล็กทำให้ชั้นหินเหลื่อมข้างไปเล็กน้อย เมื่อศึกษาเปรียบเทียบกับแผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้างของ Chuaviroj (1997) พบว่าแนว lineament แนวสั้นจัดเป็นส่วนหนึ่งของ  $F_3$

- *Lineament ตามแนวคดโค้งของชั้นหิน* ได้แก่ lineament ตามแกนคดโค้งของแอ่งประทุนหงายของหมวดหินภูทอกที่บริเวณเทือกเขาภูทอก-ภูสิงห์และเทือกเขาภูว้าว ซึ่งมีความยาวไม่ต่ำกว่า 10 กิโลเมตรต่อเนื่องไปจนถึงประเทศลาว แนว lineament นี้มีทิศทางเดียวกับแนวรอยเลื่อน จึงอาจจัดเป็นส่วนของการคดโค้ง  $F_2$  ของ Chuaviroj (1997) ได้ นอกจากนี้ยังพบ lineament ลักษณะรูปวงกลมหรือครึ่งวงกลมในบางส่วนของพื้นที่หมวดหินมหาสารคาม ซึ่งน่าจะเป็นแนวรอยแตกซึ่งขนานไปกับรูปทรงของโดมเกลือที่อยู่ข้างใต้

จาก lineament ทั้งหมดจึงสรุปได้ว่า ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างของพื้นที่ย่อยนี้ มีอิทธิพลของการแปรสัณฐานน้อยมาก (ได้รับอิทธิพลจาก  $F_2$  และ  $F_3$ ) ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างหินภูทอกจำนวน 250 ตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาย่อยภูทอก-ภูว้าว บริเวณเขาภูทอกน้อยและเขาภูว้าวหลังด้าพาย จึงไม่มีผลกระทบใดๆ ยกเว้นบริเวณหน้าผาทางฝั่งซ้ายและขวาของเทือกเขาภูทอกและภูว้าว อาจมีผลกระทบของแนว lineament ที่ขนานอยู่ตามเทือกเขา ทำให้หินเกิดความร้อนหรือเกิดการบิดโค้ง ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลผิดไป ดังนั้นการเก็บตัวอย่างจึงเลือกเก็บตามชั้นหินซึ่งในภาคสนามพบว่าไม่ถูกอิทธิพลจากรอยเลื่อนตามแนว lineament นั้น

#### 4.3.2 พื้นที่ศึกษาย่อยภูผาผึ้ง

ลักษณะ lineament ที่ได้จากการแปลสภาพดาวเทียมทั้งหมดเป็นเส้นที่ได้จากแนวคดโค้งของชั้นหินเป็นส่วนใหญ่(ดูรูป 4.5) และมีบางส่วนเป็นรอยเลื่อน สามารถสรุปได้เป็น 2 ลักษณะคือ

- *Lineament ตามแนวรอยเลื่อน* พบเป็นเส้นสั้นๆ ขาวไม่เกิน 3-5 กิโลเมตร ตามร่องน้ำระหว่างหุบเขาซึ่งอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ แนว lineament ทำให้ชั้นหินทรายภูพาน-ภูกระดึงมีการเหลื่อมออกไปจากแนวเดิมเล็กน้อย ไม่พบ lineament ดังกล่าวในชั้นหินมหาสารคามซึ่งอยู่ทางตะวันออกเฉียง และ ไม่พบแนว lineament ตามแนวที่อกเขาซึ่งมีลักษณะขาวแบบพื้นที่ศึกษาย่อยภูทอก-ภูวัว เมื่อศึกษาเปรียบเทียบกับแผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้างของ Chuaviroj (1997) พบว่าแนว lineament แนวสั้นที่ปรากฏในกลุ่มหินโคราชจัดเป็น  $F_3$

- *Lineament ตามแนวคดโค้งของชั้นหิน* ได้แก่ lineament ตามแกนคดโค้งของแอ่งประทุนคว่ำของหมวดหินภูกระดึง-พระวิหาร-เสาซัว บริเวณเทือกเขาภูสีฐาน และแนวคดโค้งของแอ่งประทุนหงายสลับกับแอ่งประทุนคว่ำบริเวณหมวดหินมหาสารคาม บริเวณตอนกลางของพื้นที่ มีความยาวไม่ต่ำกว่า 20 กิโลเมตร lineament แนวนี้มีทิศทางอยู่ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ จึงอาจจัดเป็นส่วนของการคดโค้ง  $F_2$  ของ Chuaviroj (1997) ได้ บางพื้นที่ของหมวดหินมหาสารคามยังพบ lineament ลักษณะรูปร่างกลมหรือครึ่งวงกลมในบางส่วนของพื้นที่หมวดหินมหาสารคาม ซึ่งน่าจะเป็นแนวรอยแตกซึ่งขนานไปกับรูปทรงของโดมเกลือที่อยู่ข้างใต้

จาก lineament ทั้งหมดจึงสรุปได้ว่า ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างของพื้นที่ย่อยนี้ มีอิทธิพลของการแปรสัณฐานน้อยมาก (ได้รับอิทธิพลจาก  $F_2$  และ  $F_3$ ) เช่นเดียวกับพื้นที่แรก ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างหินเสาซัวและภูพานรวม 97 ตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาย่อยภูผาผึ้ง บริเวณภูผาผึ้งจึงไม่มีผลกระทบใดๆ ยกเว้นบริเวณร่องน้ำ อาจมีผลกระทบของแนว lineament ซึ่งทำให้หินเกิดความร้อนหรือเกิดการบิดโค้งซึ่งทำให้ได้ข้อมูลผิดไป ผลการศึกษาจึงเลือกไม่เก็บตัวอย่างตามร่องน้ำเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว

#### 4.3.3 พื้นที่ศึกษาย่อยภูพาน-ภูพานคำ

ลักษณะ lineament ที่ได้จากการแปลสภาพดาวเทียมทั้งหมดเป็นเส้นที่ได้จากแนวคดโค้งของชั้นหินเป็นส่วนใหญ่(ดูรูป 4.7) และมีบางส่วนเป็นรอยเลื่อน สามารถสรุปได้เป็น 2 ลักษณะคือ

- *Lineament ตามแนวรอยเลื่อน* พบเป็นเส้นสั้นๆ ขาวไม่เกิน 1-3 กิโลเมตร ตามร่องน้ำระหว่างหุบเขาซึ่งอยู่ในแนวตะวันออก-ตะวันตก แนว lineament นี้ทำให้ชั้นหินทรายโลกกรวด-ภูกระดึงมีการเหลื่อมออกไปจากแนวเดิมเล็กน้อย ไม่พบแนว lineament นี้บริเวณหมวดหินมหาสารคาม หมวดหินภูกระดึง-น้ำพองทางด้านตะวันตกมีลักษณะการพาดผ่านของ lineament แนวนี้เป็นบริเวณแคบๆ ทางตะวันตกสุดของภาพ พบแนว lineament ขนาดใหญ่ ความยาวประมาณ 5-10 กิโลเมตรอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ตัดผ่านแนว lineament ขนาดเล็กซึ่งอยู่ในแนวเหนือ-ใต้เฉียงไปทางตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ มีความยาวประมาณ 2-3 กิโลเมตร ซึ่งบริเวณที่พบแนว lineament เหล่านี้เป็นกลุ่มหินมหายุคพาลี

ไอโซอิก เมื่อศึกษาเปรียบเทียบกับแผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้างของ Chuaviroj (1997) พบว่าแนว lineament แนวเส้นที่ปรากฏในกลุ่มหินโคราชจัดเป็นรอยแตกซึ่งตั้งฉากไปกับ  $F_1$

-Lineament ตามแนวคดโค้งของชั้นหิน ได้แก่ lineament ตามแกนคดโค้งของแอ่งประทุนคว่ำ และแอ่งประทุนหงายของหมวดหินภูกระดึง-พระวิหาร-เสาख-ภูพาน บริเวณเทือกเขาภูพานคำ โดยบริเวณหน้าผาที่มีการโผล่ของหมวดหินพระวิหารอย่างชัดเจนอาจจัดเป็นส่วนหนึ่งของ lineament แนวนี้ด้วย แนว lineament นี้มีความยาวไม่ต่ำกว่า 20 กิโลเมตร มีทิศทางอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ จึงอาจจัดเป็นส่วนของการคดโค้ง  $F_1$  ของ Chuaviroj (1997) ได้

จาก lineament ทั้งหมดจึงสรุปได้ว่า ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างของพื้นที่ข่อยนี้ มีอิทธิพลของการแปรสัณฐานน้อยมาก (ได้รับอิทธิพลจาก  $F_1$  ) โดยเฉพาะในกลุ่มหินโคราช ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างหินน้ำฟอง-โคกกรวดรวม 66 ตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาข่อยภูพาน-ภูพานคำจึงไม่มีผลกระทบใดๆ ยกเว้นบริเวณทางตะวันตกสุด อาจมีผลกระทบของแนว lineament ซึ่งทำให้หินเกิดความร้อนหรือเกิดการบิดโค้ง ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลผิดไป ผลการศึกษาจึงเลือกไม่เก็บตัวอย่างหมวดหินห้วยหินลาดที่อยู่ทางตะวันตกสุด และเก็บตัวอย่างหมวดหินน้ำฟองอย่างระมัดระวังเพื่อป้องกันปัญหาดังกล่าว

#### 4.3.4 พื้นที่ศึกษาย่อยบ้านห้วยลาด-ห้วยตาดฟ้า

ลักษณะ lineament ที่ได้จากการแปลสภาพดาวเทียมทั้งหมดเป็นเส้นที่ได้จากรอยเลื่อน โดยมีแนวคดโค้งของชั้นหิน เป็น lineament ข่อยทางด้านตะวันออกของพื้นที่(ดูรูป 4.9) สามารถสรุปได้เป็น 2 ลักษณะคือ

- Lineament ตามแนวรอยเลื่อน พบ lineament หลายขนาดและมีลักษณะแตกต่างกันคือ

1) lineament ที่เป็นเส้นยาวมาก มีความยาวไม่ต่ำกว่า 20-30 กิโลเมตร พบบริเวณขอบของแอ่งเพชรบูรณ์ทั้งสองด้าน ต่อเนื่องผ่านภูหินร่องกล้า อำเภอด่านซ้ายไปยังประเทศลาว ทิศทางของแนว lineament อยู่ในทิศเหนือ-ใต้ ตัดผ่านชั้นหินพาสิโอโซอิก มีไอโซอิกและตะกอนควอเตอร์นารี เกิดเป็นเขาหน้า Triangular facet ตามแนว lineament นี้ นอกจากนี้ยังพบ lineament ขนาดใหญ่ มีความยาวไม่ต่ำกว่า 20 กิโลเมตร อยู่ในแนวเกือบตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ จำนวน 3-4 เส้น พบบริเวณอำเภอ นครไทย จังหวัดพิษณุโลก โดยแสดงเป็นร่องน้ำระหว่างหุบเขาขนาดใหญ่ ตัดผ่านเฉพาะหมวดหินภูออก และที่บริเวณอำเภอน้ำป่าด (บนซ้ายสุด) พบแนว lineament ซึ่งมี set เดียวกันตัดผ่านหินทรายยุคมีไอโซอิก เกิดเป็นที่ราบแคบๆ ระหว่างหุบเขา

2) Lineament ที่เป็นเส้นยาว มีความยาวประมาณ 10-20 กิโลเมตร พบตามรอยต่อของหินพาสิโอโซอิกและเมไอโซอิกทางด้านตะวันออกของแอ่งเพชรบูรณ์ แนว lineament ทำให้ชั้นหินมีการหลีกหนีและเลื่อนตัวขึ้นลง โดยมากแสดงอยู่ในรูปของหุบเขาลึก มักมีทิศทางเกือบเหนือ-ใต้ ขนานไปกับแนว lineament แบบแรก ส่วนใหญ่แนว lineament ดังกล่าวจะขาดตอนเมื่อตัดผ่านกลุ่มหินโคราชที่แสดงลักษณะภูเขาขอรราบ (mesa)

3) Lineament ที่เป็นเส้นยาวปานกลางและสั้นสั้นๆ มีความยาวต่อเนื่องน้อยกว่า 10 กิโลเมตร พบลักษณะทิศทางของ lineament ดังกล่าว 2 แนวคือแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้และแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ในกลุ่มหินพาลีโอโซอิกทางตอนกลางและทางตะวันออกของพื้นที่ พบแนว lineament ทั้งสองแนวขนานไปตามร่องน้ำตามหุบเขาลึก แนวของ lineament มักถูกกั้นขอบเขตด้วยแนว lineament เหนือ-ใต้ (เช่นบริเวณน้ำตก จังหวัดเพชรบูรณ์ และบริเวณอำเภอกอนสาร จังหวัดขอนแก่น) บริเวณหินมีโซโซอิกทางตะวันตกของภาพดาวเทียม พบ lineament ทั้งสองแนวตัดผ่านชุดหินออกจนถึงตะกอนควอเตอร์นารี บางครั้งพบว่าตัดผ่านแนว lineament เหนือ-ใต้ด้วย ส่วนในทางตะวันออกเฉียงใต้ซึ่งอาจบิดไปเป็นแนวตะวันออก-ตะวันตก ลักษณะภูมิประเทศมักเป็นร่องน้ำบนยอดเขาราบ อย่างไรก็ตามในบริเวณดินเขาขดราบเช่นเขาภูกระดึง เขาด่านอีป้องมักพบ lineament สั้นๆ ไม่มีแนวที่ชัดเจนพาดผ่าน สำหรับบริเวณที่ราบทางด้านตะวันออกไม่พบแนว lineament ตามรอยเลื่อนที่ชัดเจน

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบกับแผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้างของ Chuaviroj (1997) พบว่าแนว lineament ที่ปรากฏในแนวเหนือ-ใต้ (ยาวปานกลาง) จัดเป็นแนวรอยแตกซึ่งตั้งฉากไปกับ  $F_1$  และแนว lineament ตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ อาจเป็นรอยแตกที่เกิดจากการคดโค้งของ  $F_2$  สำหรับแนว lineament ตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และแนว lineament เหนือ-ใต้ที่ยาวมาก อาจเป็นผลของการคดโค้งของ  $F_3$  และการเลื่อนตัวครั้งสุดท้ายของที่ราบสูงโคราช ตามลำดับ

-Lineament ตามแนวคดโค้งของชั้นหิน ได้แก่ lineament ตามแกนคดโค้งของแอ่งประทุนคว่ำ และแอ่งประทุนหงายของหมวดหินภูทอก อำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก และกลุ่มหินโคราชที่อำเภอ น้ำปาด จังหวัดอุดรดิตถ์ มีลักษณะยาวต่อเนื่องมากกว่า 20 กิโลเมตร ขนานไปกับรอยเลื่อนในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ บริเวณขอบทางตะวันตกและตะวันออกของแอ่งเพชรบูรณ์ พบแนว lineament ตามแนวคดโค้งของชั้นหินพาลีโอโซอิกอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ขนานไปกับรอยเลื่อนเพชรบูรณ์ มีความยาวต่อเนื่องมากกว่า 5 กิโลเมตร บริเวณกลุ่มหินโคราชทางตอนกลางของภาพ มักพบแนว lineament ในแนวเดียวกับแกนคดโค้งของชั้นหินคือแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ก่อนที่จะบิดตัวเป็นแนวเหนือ-ใต้ บริเวณภูหลวงและภูเรือ ความยาวของแนว lineament ไม่เกิน 10 กิโลเมตร หรือมีอาณาเขตแคบภายในกลุ่มหินโคราช สำหรับกลุ่มหินโคราชบริเวณที่ราบฝั่งตะวันออก ส่วนใหญ่พบแนว lineament ตามการคดโค้งของชั้นหินในแนวเหนือ-ใต้ ซึ่งค่อนข้างต่อเนื่องเป็นแนวยาวมาก แนว lineament เหนือ-ใต้อาจจัดเป็นส่วนของการคดโค้ง  $F_1$  และแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ อาจจัดเป็นส่วนของการคดโค้ง  $F_2$  ของ Chuaviroj (1997) ได้

จาก lineament ทั้งหมดจึงสรุปได้ว่า ลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างของพื้นที่ข้อยนี้ มีอิทธิพลของการแปรสัณฐานมาก โดยเฉพาะในบริเวณใกล้ขอบแอ่งเพชรบูรณ์ แต่เมื่อศึกษาเฉพาะกลุ่มหินโคราชทางด้านตะวันออกของพื้นที่ พบว่าแนว lineament จำนวนมากมักปรากฏอยู่ในหินพาลีโอโซอิก โดยกลุ่มหินมีโซโซอิกพบแนว lineament ที่อาจเกิดปัญหาในการบิดโค้งและแปรสภาพเพียง 1 แนวคือแนวตะวันออก

เฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ และเมื่อศึกษาลึกลงไปถึงจุดที่คาดว่าจะเก็บตัวอย่างหมวดหินห้วยหินลาด จำนวน 33 ตัวอย่าง พบว่าไม่มีแนว lineament ใดๆพาดผ่าน ยกเว้นบริเวณใกล้หินพาลีโอโซอิก อาจพบแนว lineament ในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งทำให้หินเกิดความร้อนหรือเกิดการบิดโค้ง ซึ่งทำให้ได้ข้อมูลผิดไป ผลการศึกษาจึงเลือกไม่เก็บตัวอย่างหมวดหินห้วยหินลาดในบริเวณเหล่านั้น

#### 4.4 ผลของการใช้โทรมสัมพันธ์กับการเลือกตำแหน่งในการเก็บตัวอย่างหิน

ผลการศึกษาลักษณะธรณีวิทยาและธรณีวิทยาโครงสร้างเพื่อหาจุดเก็บตัวอย่างที่เหมาะสมได้แสดงไว้ในรูป 4.3, 4.5, 4.7 และ 4.9 โดยกล่าวสรุปได้ดังนี้

##### 4.4.1 พื้นที่ศึกษาย่อยภูทอก-ภูวัว

การเก็บตัวอย่างหมวดหินภูทอกที่เขานภูทอกน้อยและภูวัวหลังถ้ำพายไม่มีปัญหาในเรื่องการคดโค้งของชั้นหิน เนื่องจากชั้นหินมีการเอียงเทด้วยมุมต่ำมากและหินไม่มีการแปรสภาพ ลักษณะที่อาจมีอิทธิพลต่อผลของข้อมูลคือการเก็บตัวอย่างซึ่งอยู่ตามรอยเลื่อนในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ดังนั้น บริเวณจุดเก็บตัวอย่างควรเริ่มในจุดที่ห่างจากรอยเลื่อนประมาณ 100 เมตรขึ้นไป โดยภาพดาวเทียมได้กำหนดไว้ในรูป 4.3

##### 4.4.2 พื้นที่ศึกษาย่อยภูผาผึ้ง

การเก็บตัวอย่างหมวดหินภูพานและเสาขัวที่เขานภูผาผึ้งไม่มีปัญหาในเรื่องการคดโค้งของชั้นหิน เนื่องจากชั้นหินมีการเอียงเทด้วยมุมต่ำและหินไม่มีการแปรสภาพ และไม่มียอยเลื่อนในบริเวณเก็บตัวอย่าง ลักษณะที่อาจมีอิทธิพลต่อผลของข้อมูลคือการเก็บตัวอย่างใกล้ร่องน้ำซึ่งอยู่ตามรอยเลื่อนในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ โดยภาพดาวเทียมได้กำหนดไว้ตรงไหล่เขานภูผาผึ้ง ตามรูป 4.5

##### 4.4.3 พื้นที่ศึกษาย่อยภูพาน-ภูพานคำ

การเก็บตัวอย่างหมวดหินน้ำพอง-โลกกรวดที่เขานภูพานและที่ราบแถบจังหวัดหนองบัวลำภูไม่มีปัญหาในเรื่องการคดโค้งของชั้นหิน เนื่องจากชั้นหินมีการเอียงเทด้วยมุมต่ำมากและหินไม่มีการแปรสภาพ ลักษณะที่อาจมีอิทธิพลต่อผลของข้อมูลคือการเก็บตัวอย่างซึ่งใกล้กับแนวรอยเลื่อนซึ่งพาดผ่านหินพาลีโอโซอิกทางตะวันตกของพื้นที่ โดยภาพดาวเทียมได้กำหนดจุดที่เหมาะสมไว้ตามรูป 4.7

##### 4.4.4 พื้นที่ศึกษาย่อยบ้านห้วยลาด-ห้วยตาดฟ้า

การเก็บตัวอย่างหมวดหินห้วยหินลาดที่บ้านห้วยลาด-ห้วยตาดฟ้า ประสบปัญหาในเรื่องการคดโค้งของชั้นหิน เนื่องจากชั้นหินมีการเอียงเทด้วยมุมปานกลาง-สูงและมีการบิดโค้งไปมา ทำให้ต้องใช้

ภาพดาวเทียมเพื่อช่วยในการเลือกสรรตำแหน่งในการเก็บตัวอย่างที่ดีที่สุด ลักษณะที่อาจมีอิทธิพลต่อผลของข้อมูลอีกประการคือการเก็บตัวอย่างซึ่งใกล้กับแนวรอยเลื่อนซึ่งพาดผ่านหินพาลีโอโซอิกทางตะวันออกของพื้นที่ฯ โดยภาพดาวเทียมได้กำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมไว้ตามรูป 4.7



## บทที่ 5 ลักษณะเนื้อหินและแร่แม่เหล็กในเนื้อหิน

### 6.1 ลักษณะเนื้อหินและการเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างจะทำควบคู่ไปกับการศึกษาธรณีวิทยา โดยพื้นที่ที่เก็บตัวอย่างได้เลือกสรรภายหลังจากการศึกษาแนว lineament แล้ว (ในบทที่ 4) พบว่าไม่มีอิทธิพลต่อสภาพสนามแม่เหล็กที่ซ่อนอยู่ในหิน การอธิบายจะอธิบายตามหน่วยหินต่างๆ ได้ดังนี้

#### 5.1.1 หมวดหินห้วยหินลาด

ตัวอย่างแท่งหินเก็บตามเส้นทางเล็กๆ รวม 5 จุดใหญ่ๆ (รูป 5.1) คือ

- เส้นทางบ้านลุยลาช-บ้านเขื่อนน้ำพรม

พิกัดตั้งแต่ 933253-870301 (ระหว่าง 5341 IV และ 5342 II) ส่วนใหญ่เป็นหินทรายสีเทาถึงเทาขาวหรือสีน้ำตาลเนื้อป่นปน ขนาดตะกอนปานกลาง การคัดขนาดปานกลาง เม็ดตะกอนขรุขระ ตอนล่างสุดพบชั้นหินกรวดมน (รูป 5.5) เม็ดตะกอนเป็นหินปูน หินทราย หินควอร์ตไซต์ และหินชนวน และตอนบนของ sequence พบหินดินดานและหินโคลนเนื้อป่น สีเทาชั้นบาง การวางตัวของชั้นหินในจุดที่เก็บตัวอย่างค่อนข้างสลับซับซ้อน โดยแปรเปลี่ยนตั้งแต่  $186^{\circ}$ - $220^{\circ}$  เอียงเทไปทางตะวันตกด้วยมุม  $15^{\circ}$ - $25^{\circ}$  ตัวอย่างแท่งหินมีทั้งหมด 9 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างสดและอยู่ในสภาพดี

- เส้นทางบ้านห้วยสนามทราย-บ้านโคกมน

พิกัดตั้งแต่ 926449-927484 (ระหว่าง 5342 III) หินทั้งหมดเป็นหินดินดานและหินโคลนสีเทาเข้มเนื้อป่น ชั้นบาง (รูป 5.6) การวางตัวของชั้นหินบิดไปมาตั้งแต่  $103^{\circ}$ - $168^{\circ}$  เอียงเทไปทางตะวันตกเฉียงใต้ด้วยมุม  $12^{\circ}$ - $36^{\circ}$  ตัวอย่างแท่งหินมีทั้งหมด 5 ตัวอย่าง ทุกอย่างสดและอยู่ในสภาพดี

- เส้นทางบ้านโคกมน-บ้านห้วยลาด

พิกัดตั้งแต่ 955518-992513 (ระหว่าง 5342 II) หินทั้งหมดเป็นหินดินดานและหินโคลนสีเทาเข้มเนื้อป่น ชั้นบางแต่เป็น sequence หนา การวางตัวของชั้นหินบิดไปมาตั้งแต่  $338^{\circ}$ - $23^{\circ}$  และ  $185^{\circ}$ - $227^{\circ}$  เอียงเทไปทางตะวันตกหรือตะวันออกด้วยมุม  $4^{\circ}$ - $14^{\circ}$  ตัวอย่างหินมีทั้งหมด 7 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างสดและอยู่ในสภาพดี

- ห้วยตาผ้า บ้านห้วยลาด

พิกัด 970504 (ระหว่าง 5342 II) ทั้งหมดเป็นหินดินดานและหินโคลนสีเทาเข้มเนื้อป่น การวางตัวของชั้นหินอยู่ในแนว  $351^{\circ}$  เอียงเทไปทางตะวันออกด้วยมุม  $7^{\circ}$  ตัวอย่างหินมีทั้งหมด 9 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างสดและอยู่ในสภาพดี

- เส้นทางบ้านวังยาว-วัดสูง



45'

102°00'  
170d

45'

## คำอธิบาย

|    |                 |     |                   |      |                            |
|----|-----------------|-----|-------------------|------|----------------------------|
| PP | หมวดหินภูเขา    | NP  | หมวดหินน้ำพอง     | C    | หมวดหินห้วยส้มและดอกตู     |
| SK | หมวดหินเสาขัว   | HHL | หมวดหินห้วยหินลาด | PTry | หินภูเขาไฟเพอร์โมไทรแอสซิก |
| PW | หมวดหินพระวิหาร | Pnk | หมวดหินผานกเค้า   | ●    | บริเวณเก็บตัวอย่าง         |
| PK | หมวดหินภูกระดึง | Phn | หมวดหินห้วยน้ำคำ  |      |                            |

รูป 5.1 แผนที่ธรณีวิทยา 1:250,000 ระวังจังหวัดเพชรบูรณ์ (NE 47-16) แสดงจุดเก็บตัวอย่างของหมวดหินห้วยหินลาดและลักษณะธรณีวิทยา

พิกัด 143493-133494 (ระหว่าง 5342 II) ลักษณะหินใกล้เคียงกับเส้นทางที่ 1 การวางตัวของชั้นหิน อยู่ในแนว  $225^{\circ} - 235^{\circ}$  เอียงเทไปทางตะวันตกด้วยมุม  $2^{\circ}-7^{\circ}$  ตัวอย่างหินมีทั้งหมด 4 ตัวอย่าง แต่ละตัวอย่างสดและอยู่ในสภาพดี

#### 5.1.2 หมวดหินน้ำพอง

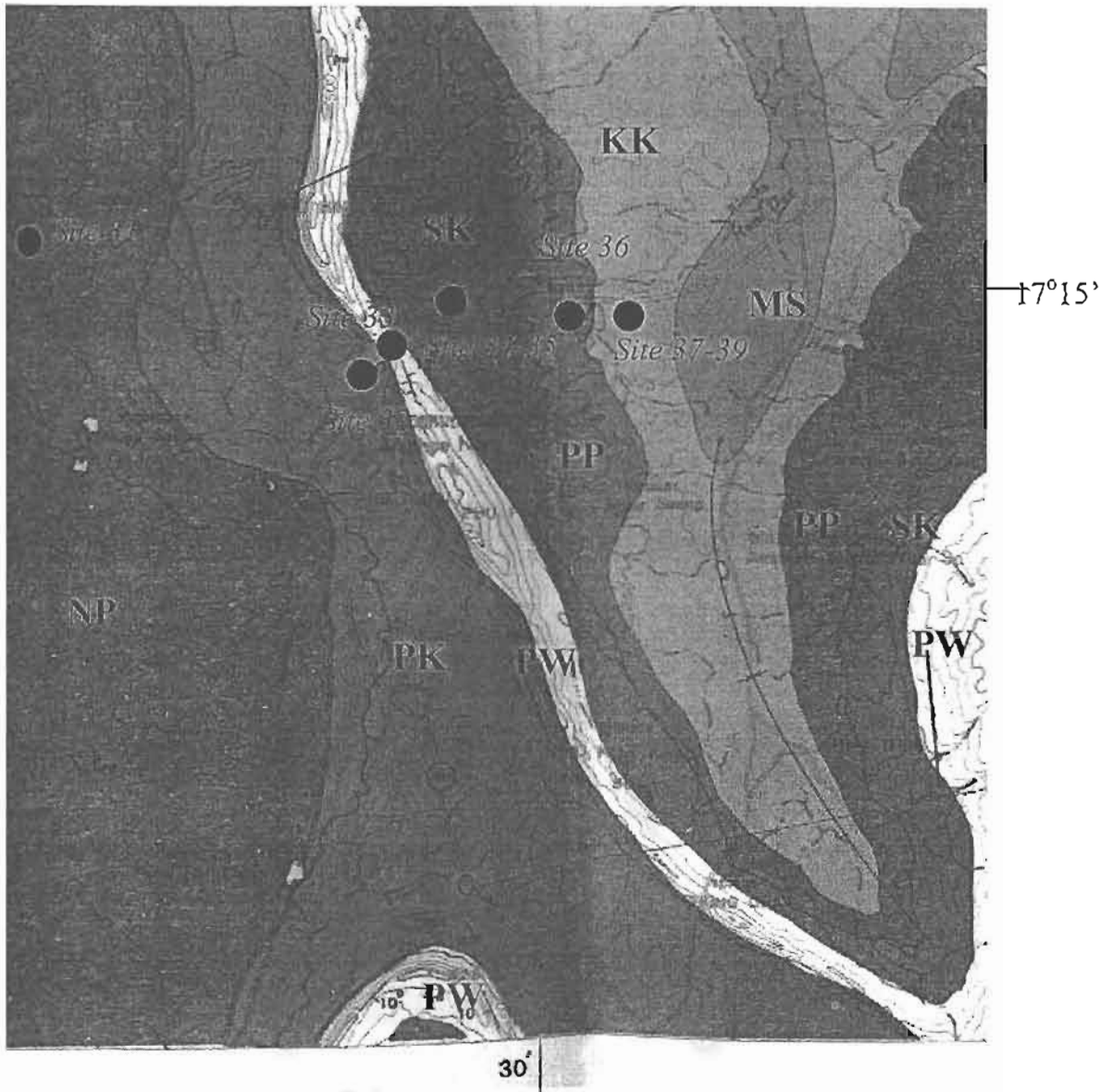
ตัวอย่างแท่งหินเก็บบริเวณทางหลวงหมายเลข 210 หลักกิโลเมตรที่ 47 ถึง 70 และบริเวณใกล้เคียงแถบบ้านหนองบัวคำแสน บ้านโนนสมบูรณ์ บ้านโนนอุดม บ้านหนองสวรรค์ และบ้านวังหมื่น จังหวัดหนองบัวลำภู พิกัดการเก็บตัวอย่างอยู่ที่จุด 266033 และ 192053 (ระหว่าง 5443 II) และจุดพิกัดตั้งแต่ 164100-197128 (ระหว่าง 5443 I) (รูป 5.2) ลักษณะหินโผล่เป็นหินทรายสีน้ำตาลถึงน้ำตาลแดงชั้นหนา (รูป 5.7) ขนาดของเม็ดแร่ละเอียดถึงปานกลาง ความกลมมนต่ำ การคัดขนาดปานกลาง และหินทรายเนื้อกรวดมน สีน้ำตาลถึงน้ำตาลแดง เม็ดกรวดเป็นควอร์ตซ์ หินเชิร์ต และหินภูเขาไฟ โดยมีกลอไรต์ และซีมาไทต์ เป็น matrix นอกจากนั้นยังพบหินทรายแป้ง และหินดินดาน สีน้ำตาลแดงแทรกสลับอยู่ทั่วไป การวางตัวของชั้นหินอยู่ในแนวประมาณ  $45^{\circ}-50^{\circ}$  เอียงเทด้วยมุม  $10^{\circ}-15^{\circ}$  ไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ เก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างสดและอยู่ในสภาพดี

#### 5.1.3 หมวดหินภูกระดึง

ตัวอย่างหินเก็บในบริเวณต่อเนื่องถัดจากหมวดหินน้ำพองไปทางตะวันออก บริเวณทางหลวงหมายเลข 210 หลักกิโลเมตรที่ 70 ถึง 81.5 และบริเวณใกล้เคียงแถบบ้านหมากเลื่อน จังหวัดหนองบัวลำภู และเชิงลาดเขาภูพาน (ดูรูป 5.2) พิกัดการเก็บตัวอย่างอยู่ระหว่าง 270050-301060 (ระหว่าง 5443 II) ลักษณะเนื้อหินเป็นหินทรายสีเทาอมเขียวสีน้ำตาลอมเหลือง สีเทาอ่อน และสีเทาอมม่วง เนื้อปนปูน ขนาดของเม็ดตะกอนละเอียด-ปานกลาง ความกลมมนต่ำ การคัดขนาดไม่ดี แทรกสลับอยู่กับหินทรายแป้ง หินดินดาน และหินโคลนสีออกเขียวหรือน้ำตาล (รูป 5.8) หินเหล่านี้ค่อนข้างนุ่มมาก บางบริเวณผุจนกลายเป็นดิน หินมีการวางชั้นในแนวประมาณ  $310^{\circ}-315^{\circ}$  เอียงเทด้วยมุม  $10^{\circ}-15^{\circ}$  ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เก็บตัวอย่างทั้งหมด 9 ตัวอย่าง โดยแต่ละตัวอย่างมีสภาพดีแต่ค่อนข้างนุ่ม

#### 5.1.4 หมวดหินพระวิหาร

ตัวอย่างหินเก็บบริเวณสันเขาต่อเนื่องกับหมวดหินภูกระดึงไปทางตะวันออก ตามทางหลวงหมายเลข 210 หลักกิโลเมตรที่ 81.5 ถึง 82.5 หรือพิกัดตั้งแต่ 305062-309065 (ระหว่าง 5443 II) (ดูรูป 5.2) ประกอบด้วยหินทรายแสดงชั้นบางและหนาและไม่แสดงชั้น เนื้อสะอาดถึงหินทรายเนื้อควอร์ตซ์ดึกสีขาวขาวออกเหลือง ขาวออกเทา แสดงชั้นเฉียงระดับ (cross bedding) ขนาดเม็ดตะกอนปานกลาง ความกลมมนปานกลาง การคัดขนาดปานกลาง-ดี แทรกสลับอยู่กับหินทรายแป้ง สีขาว ขาวออกเหลือง หินทรายเนื้อกรวดมนที่มีเม็ดกรวดเป็นควอร์ตซ์ และเชิร์ต โดยมี matrix เป็นหินทราย หินดินดาน และหินโคลนสีเทา



คำอธิบาย

- |                                                                                 |                                                                                |                      |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">MS</span> หมวดหินมหาสารคาม | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">PW</span> หมวดหินพระวิหาร | ● บริเวณเก็บตัวอย่าง |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">KK</span> หมวดหินโคกกรวด   | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">PK</span> หมวดหินภูกระดึง |                      |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">PP</span> หมวดหินภูพาน     | <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">NP</span> หมวดหินน้ำพอง   |                      |
| <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">SK</span> หมวดหินเสาช้าง   |                                                                                |                      |

รูป 5.2 แผนที่ธรณีวิทยา 1:250,000 ระหว่างจังหวัดอุดรธานีและวังเวียง (NE 48-5 และ NE 48-9) แสดงจุดเก็บตัวอย่างของหมวดหินน้ำพอง-โคกกรวดและลักษณะธรณีวิทยา

สีเทาอมเขียว (รูป 5.9) แนวการวางชั้นของหินประมาณ  $305^{\circ}$ - $310^{\circ}$  เอียงเทด้วยมุม  $10^{\circ}$ - $15^{\circ}$  ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ตัวอย่างหินมีทั้งหมด 11 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างสดและอยู่ในสภาพดี

#### 5.1.5 หมวดหินเสาขัว

ตัวอย่างหินเสาขัวมีการเก็บถึง 2 บริเวณคือ

- บริเวณทางหลวงหมายเลข 210

หลักกิโลเมตรที่ 82.5 ถึง 88.5 และบริเวณใกล้เคียงแถบห้วยเสาขัว ห้วยหินลับ ห้วยขอบกว้าง และห้วยดงโก้ (ดูรูป 5.2) พิกัดการเก็บตัวอย่างตั้งแต่ 323068-349073 (ระหว่าง 5443 II, 5543 III) ลักษณะก้อนหินประกอบด้วยหินทรายสีน้ำตาลอมแดงหรือน้ำตาล ขนาดตะกอนละเอียดถึงละเอียดมาก การกัดขนาดดี ถูกแทรกสลับด้วยหินทรายแป้ง สีน้ำตาลแดง น้ำตาล หินดินดาน และหินโคลน สีน้ำตาล เทา เทาอมเขียว (รูป 5.10) แนวการวางชั้นจะประมาณ  $305^{\circ}$ - $310^{\circ}$  เอียงเท  $5^{\circ}$ - $10^{\circ}$  ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ตัวอย่างหินมีทั้งหมด 14 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างสดและอยู่ในสภาพดี

- บริเวณที่ราบตีนเขาภูผาสี อ. กุฉินารายณ์ จ. กาฬสินธุ์

พิกัดตั้งแต่ 079301-079302 (ระหว่าง 5842 III) (รูป 5.3) เนื้อหินเป็นหินทรายและหินทรายแป้งสีแดงอมม่วงถึงสีเทาอ่อน ขนาดตะกอนเล็ก เนื้อแตกร่วนถึงसानแน่น ค่อนข้างเปราะ มีเนื้อปูนผสม เนื้อปนไมก้า พบเม็ดกรวด (pebble) เล็กๆ ของเศษหินทรายแป้งสีม่วงแดง ชั้นหินแสดงชั้นเฉียงระดับมุมต่ำ (รูป 5.11) แนวการวางชั้นหินอยู่ในทิศ  $140^{\circ}$ - $145^{\circ}$  เอียงเทไปทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้วยมุม  $10^{\circ}$  เก็บตัวอย่างหินทั้งหมด 12 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างสดและอยู่ในสภาพดี

#### 5.1.6 หมวดหินภูพาน

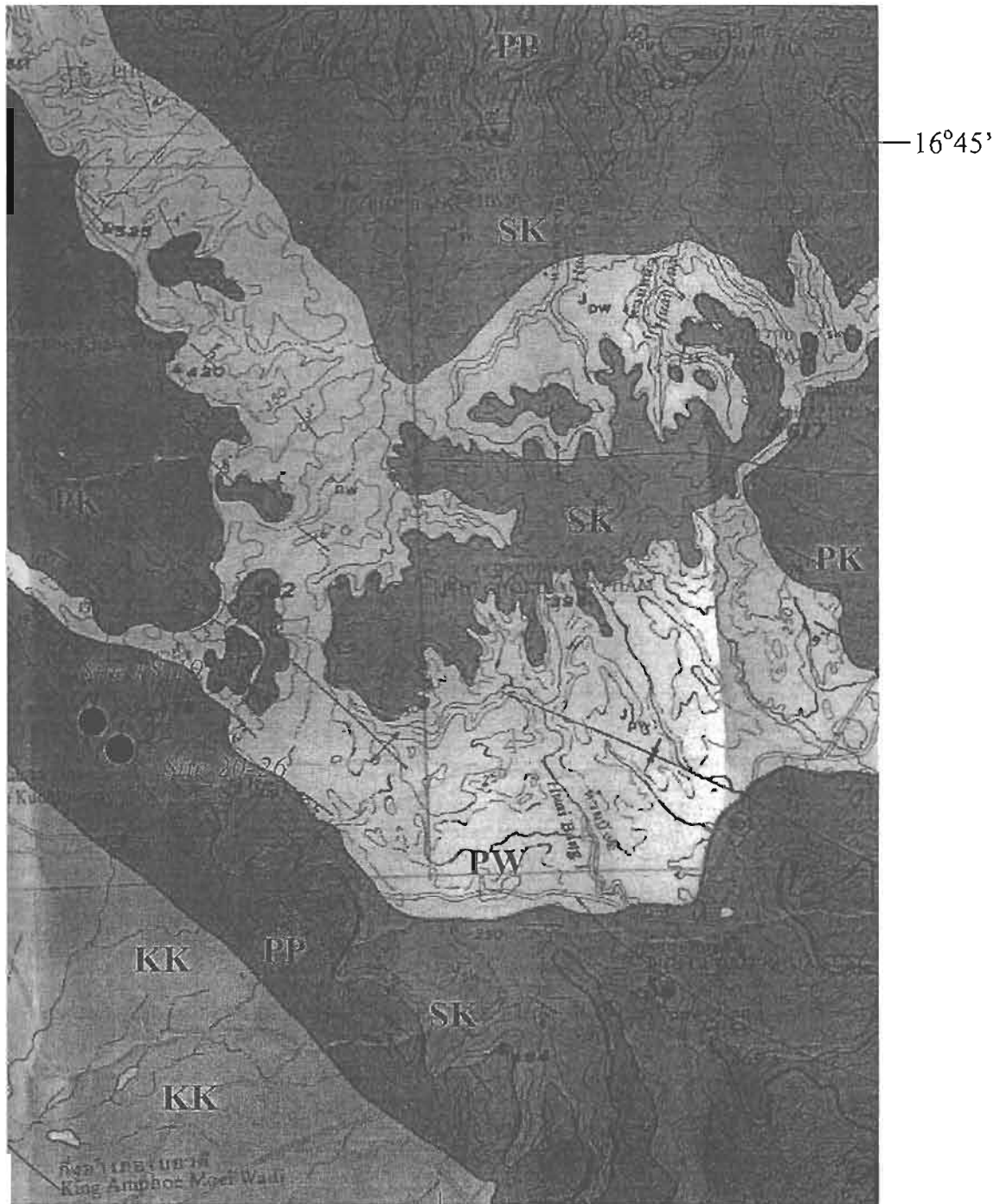
ตัวอย่างหมวดหินภูพานมีการเก็บถึง 2 บริเวณคือ

- บริเวณทางหลวงหมายเลข 210

บริเวณหลักกิโลเมตรที่ 88.5 ถึง 90.5 และบริเวณใกล้เคียงแถบภูซัน ภูผาเพ ภูทัน วัดถ้ำกองเพล และบ้านห้วยเตื่อ ซึ่งต่อเนื่องกับหมวดหินเสาขัว (ดูรูป 5.2) พิกัดประมาณ 365080-382082 (ระหว่าง 5543 IV) ประกอบด้วยหินทรายสีแดงอมม่วง สีน้ำตาลเหลือง จากการศึกษานินแผ่นบางพบว่าหินทรายมีขนาดเม็ดตะกอนละเอียดถึงหยาบ ความกลมมนต่ำถึงปานกลาง การกัดขนาดไม่ดี ความพรุนดี ประกอบด้วยแร่ควอร์ตซ์เป็นส่วนใหญ่ เศษหิน เซิร์ตและหินดินดาน และยังพบหินทรายเนื้อกรวดมน และหินกรวดมน สีขาวม่วงอ่อน เม็ดกรวดเป็นควอร์ตซ์ หินเซิร์ต และหินโคลน แสดงลักษณะการวางชั้นแบบเรียงขนาด (graded bedding) และชั้นเฉียงระดับ (รูป 5.12) หมวดหินนี้มีแนวการวางชั้นประมาณ  $130^{\circ}$ - $136^{\circ}$  เอียงเทด้วยมุม  $5^{\circ}$ - $11^{\circ}$  ไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ตัวอย่างหินมีทั้งหมด 9 ตัวอย่าง บางตัวอย่างค่อนข้างผุ

- บริเวณเทือกเขาภูผาสี อ. กุฉินารายณ์ จ. กาฬสินธุ์





คำอธิบาย

104°00'

- |           |                |           |                 |           |                    |
|-----------|----------------|-----------|-----------------|-----------|--------------------|
| <b>KK</b> | หมวดหินโคกกรวด | <b>SK</b> | หมวดหินเสาขัว   | <b>PK</b> | หมวดหินภูกระดึง    |
| <b>PP</b> | หมวดหินภูพาน   | <b>PW</b> | หมวดหินพระวิหาร | ●         | บริเวณเก็บตัวอย่าง |

รูป 5.3 แผนที่ธรณีวิทยา 1:250,000 ระวังจังหวัดร้อยเอ็ด (NE 48-14)

แสดงจุดเก็บตัวอย่างของหมวดหินภูพานและเสาขัวและลักษณะธรณีวิทยา

พิกัดตั้งแต่ 080298-081299 (ระหว่าง 5842 III)(รูป 5.3) ลักษณะเนื้อหินเป็นหินทรายเนื้อหยาบ ถึงหยาบปานกลาง ประเภท pebbly sandstone สีน้ำตาลอมเหลืองจนถึงสีเทาอ่อน ชั้นหนาปานกลางถึง หนามาก เม็ดกรวด (pebble) มีลักษณะกลมมนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 15 มิลลิเมตร ประกอบด้วยเม็ดควอร์ตซ์และเชิร์ตสีขาวและสีเทา เศษหินทรายแป้งและหินอัคนี เม็ดตะกอนในเนื้อหินมีขนาดตั้งแต่ขนาดทรายหยาบถึงหยาบปานกลาง บางชั้นอาจมีขนาดของเม็ดหินใกล้เคียงกับหินกรวดมน พบ ชั้นเฉียงระดับมุมต่ำ (ไม่เกิน  $15^{\circ}$ ) แบบ planar cross-bedding (รูป 5.13) แนวชั้นหินอยู่ในทิศ  $140^{\circ}$ - $145^{\circ}$  เอียงเทไปทิศตะวันตกเฉียงใต้ด้วยมุม  $10^{\circ}$  เก็บตัวอย่างหินทั้งหมด 85 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างสดและอยู่ในสภาพดี

#### 5.1.7 หมวดหินโคลกรวด

ตัวอย่างหินเก็บบริเวณทางหลวงหมายเลข 210 บริเวณหลักกิโลเมตรที่ 90.5 ถึง 94.5 และบริเวณใกล้เคียงแถบบ้านหนองแซงสร้อย บ้านหนองแวงเจ็ด และบ้านโนนทัน (รูป 5.2) พิกัดตั้งแต่ 363160-430090 (ระหว่าง 5543 IV) ประกอบด้วยหินทรายสีแดงม่วง ขนาดเม็ดตะกอนปานกลาง หินทรายเนื้อกรวดมนสีน้ำตาลและหินดินดานและหินทรายแป้งแทรกสลับอยู่บ้าง (รูป 5.14) แนวการวางชั้นประมาณ  $295^{\circ}$ - $300^{\circ}$  เอียงเท  $3^{\circ}$ - $6^{\circ}$  ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ เก็บตัวอย่างหินทั้งหมด 16 ตัวอย่าง โดยทุกตัวอย่างสดและอยู่ในสภาพดี

#### 5.1.8 หมวดหินมหาสารคามและหมวดหินภูทอก

เนื่องจากหมวดหินมหาสารคามไม่ไหลตามพื้นผิวดิน จึงไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้

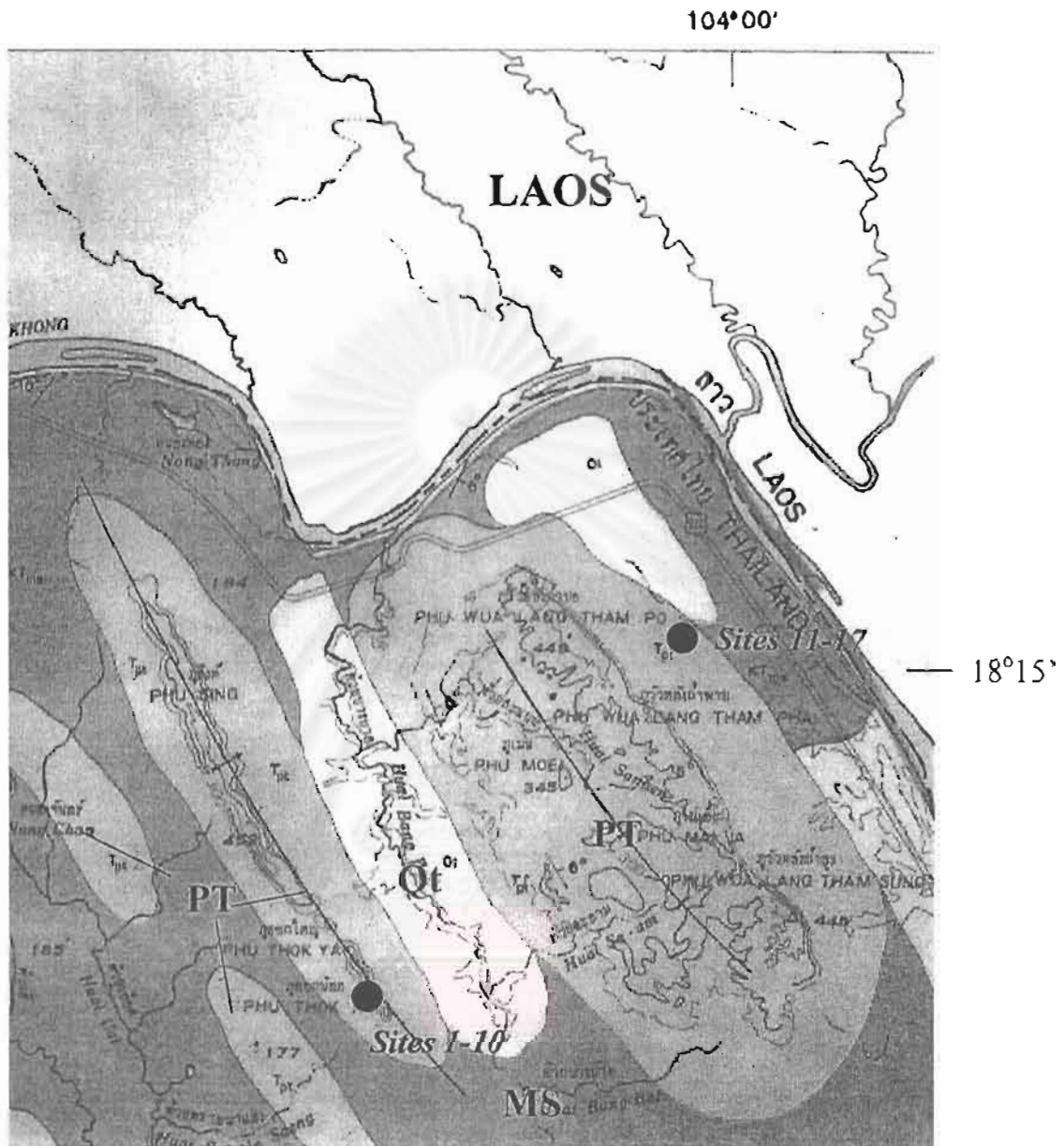
หมวดหินภูทอกมีการเก็บตัวอย่าง 2 บริเวณคือ

- บริเวณทางตะวันตกเฉียงใต้ของภูเขาภูทอก

พิกัดประมาณ 819050-821049 (ระหว่าง 5745 II)(รูป 5.4) เป็นหินทราย 2 ชนิดสลับไปมา คือหินทรายสีแดงแกมน้ำตาลถึงแดงแกมม่วง เนื้อละเอียดมากถึงหินทรายแป้งเนื้อปูนเป็นชั้นหนา พบโครงสร้างปฐมภูมิแบบลอนคลื่น (wavy structure) และรอยริ้วคลื่น (ripple structure) และหินอีกประเภทคือ หินทราย arkosic สีน้ำตาลแดงถึงแดงแกมน้ำตาล เนื้อหยาบปานกลางถึงละเอียด เป็นชั้นค่อนข้างหนาถึง หนามาก การจับตัวไม่ดีนัก พบการวางชั้นเฉียงระดับขนาดใหญ่หลายทิศทางมุมสูง (รูป 5.15) แนวการวางตัวของชั้นหินประมาณ  $320^{\circ}$ - $345^{\circ}$  เอียงเทไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ด้วยมุมต่ำไม่เกิน  $5^{\circ}$  เก็บตัวอย่างทั้งหมด 144 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างสดและสภาพดี

- บริเวณทางตะวันออกเฉียงเหนือของภูวัว

พิกัดประมาณ 904177-906172 (ระหว่าง 5745 II)(รูป 5.4) ลักษณะหินเหมือนบริเวณภูเขาภูทอก (รูป 5.16) แนวการวางตัวของชั้นหินอยู่ประมาณ  $145^{\circ}$ - $150^{\circ}$  เอียงเท  $10^{\circ}$  ไปทางตะวันตกเฉียงใต้ เก็บตัวอย่างทั้งหมด 106 ตัวอย่าง ทุกตัวอย่างสดและสภาพดี



คำอธิบาย

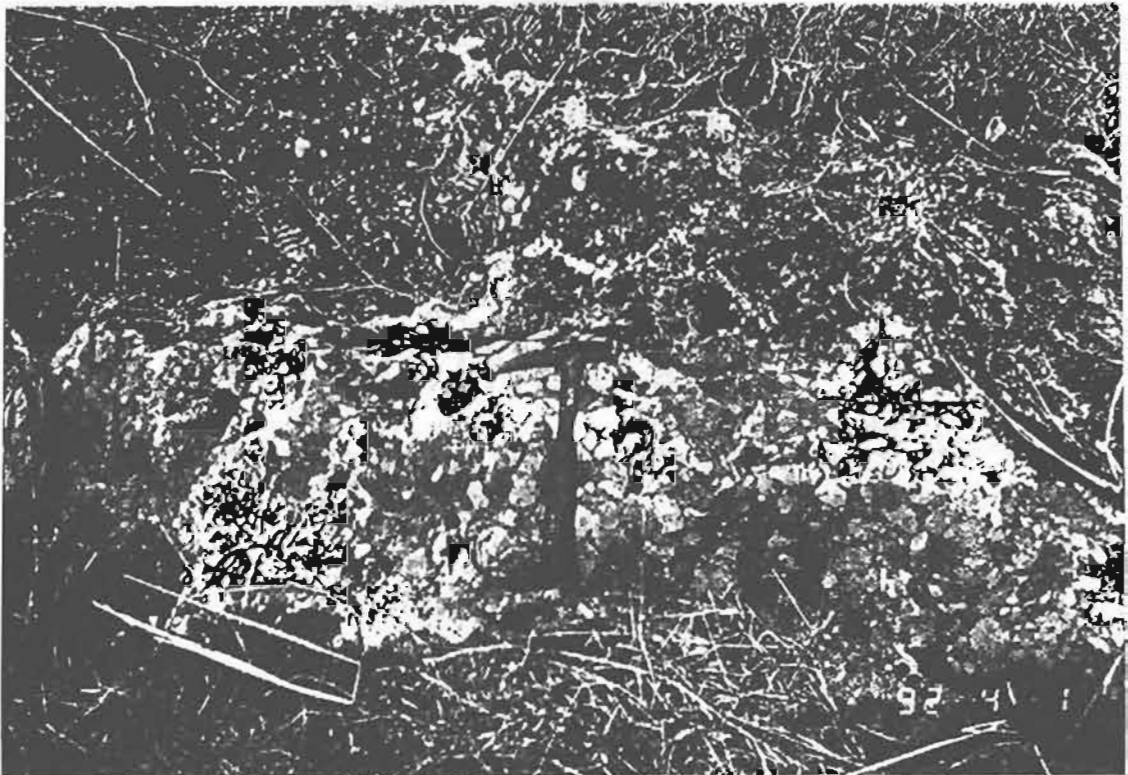
- |    |                   |   |                    |
|----|-------------------|---|--------------------|
| Qt | ตะกอนควาเทอร์นารี | ● | บริเวณเก็บตัวอย่าง |
| PT | หมวดหินภูทอก      |   |                    |
| MS | หมวดหินมหาสารคาม  |   |                    |

รูป 5.4 แผนที่ธรณีวิทยา 1:250,000 ราวเมืองปากซัน (NE 48-6) แสดงจุดเก็บตัวอย่างของหมวดหินภูทอกและลักษณะธรณีวิทยา

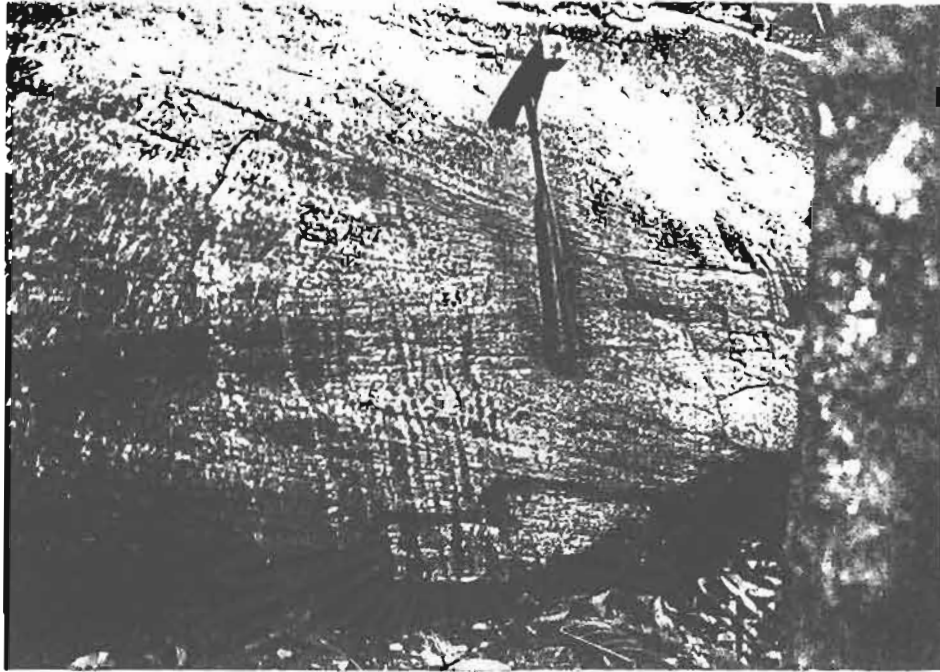




รูป 5.5 ชั้นดินทรุดมนในหมวดดินห้วยหินลาด



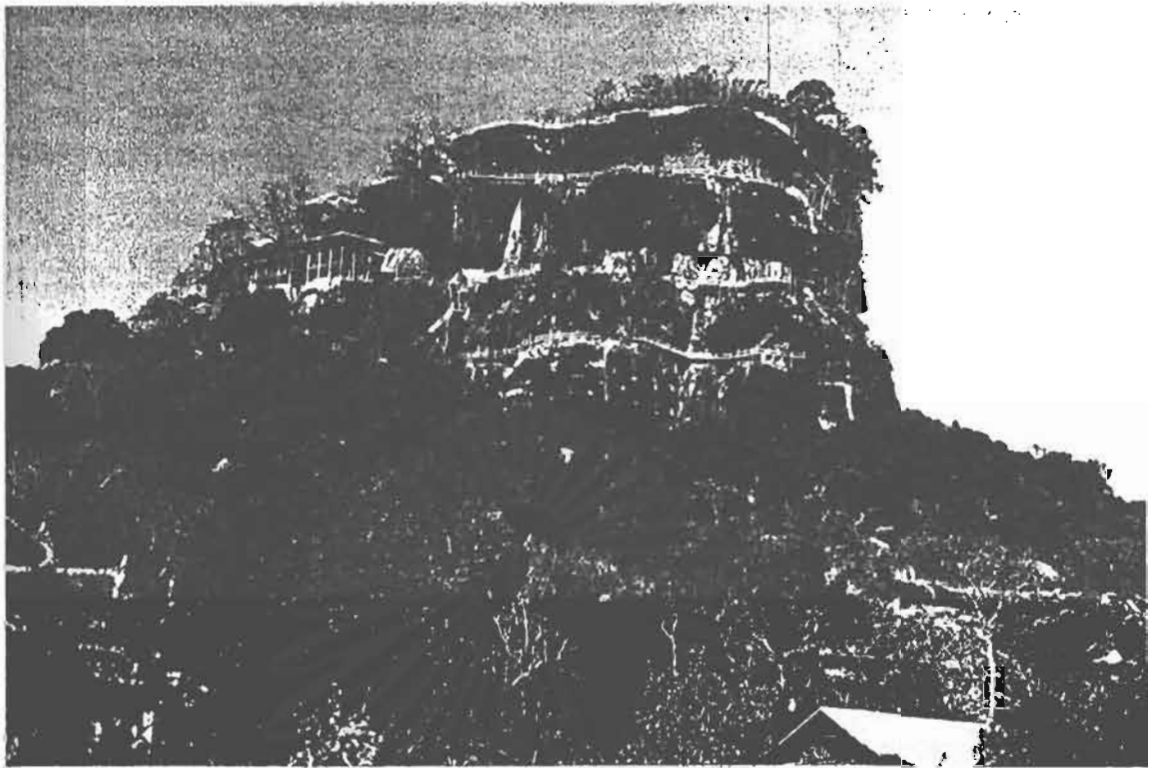
รูป 5.6 ชั้นดินทรุดมนในหมวดดินห้วยหินลาด โดลัมบริเวณพื้นถนน



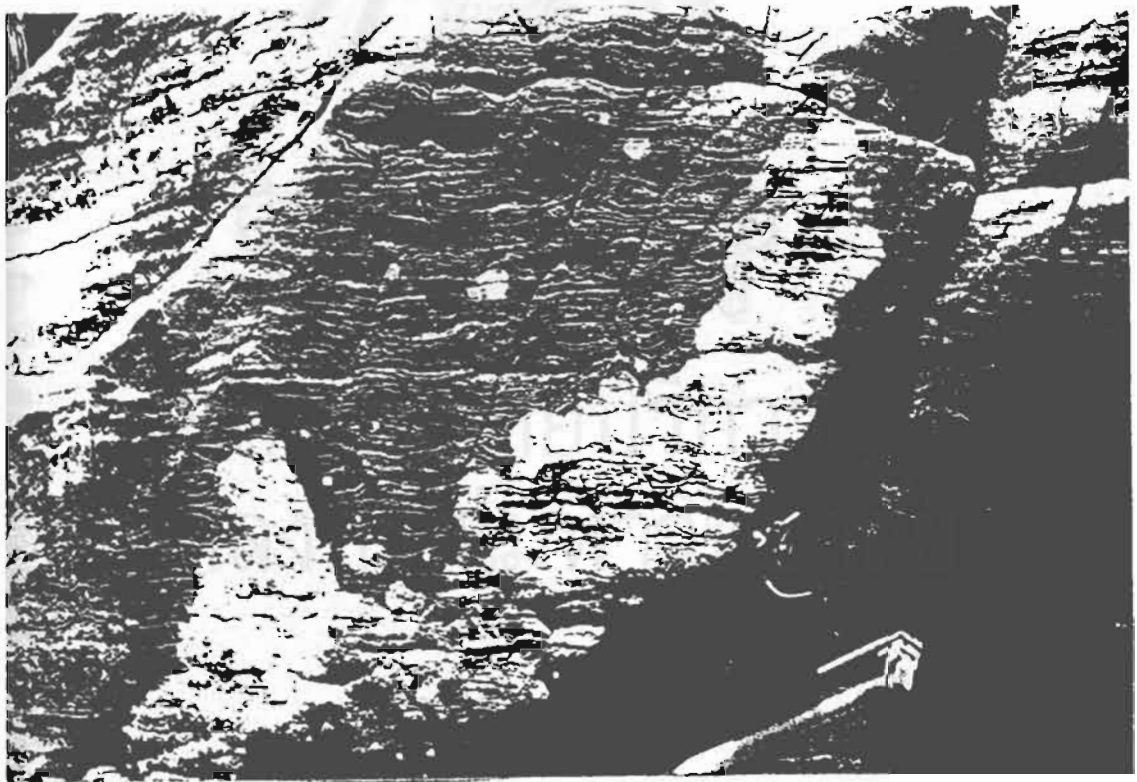
รูป 5.13 ชั้นเลียงระดับมุดต่ำ พบในหินทรายขาวอร์ดซิติก หมวดหินภูพาน บริเวณภูผาผึ้ง



รูป 5.14 หมวดหินโลกกรวดซึ่งเป็นหินทรายเนื้ออาร์โกส พบตามบ่อขุดข้างถนน



รูป 5.15 ภาพวัดหินภูเขาทองบริเวณเขาภูเขาทองแสดงลักษณะการ โผล่สลับชั้นของหินทรายสองชนิด



รูป 5.16 ภาพวัดหินภูเขาทองบริเวณภู่วังแสดงลักษณะของนกคลื่น

## 5.2 ลักษณะของแร่แม่เหล็กในเนื้อหิน

การศึกษาลักษณะแร่แม่เหล็กในเนื้อหินศึกษาจากแผ่นหินขัดจำนวน 40 แผ่น โดยเป็นการวิเคราะห์ชนิดของแร่ที่บดแสงที่อาจเก็บสนามแม่เหล็ก (magnetic carrier) ไว้ซึ่งมีความจำเป็นต่อการเลือกใช้วิธีการจัดสภาพแม่เหล็กทุติยภูมิ ในที่นี้เราเรียกแร่ที่มีความสามารถในการรักษาสภาพสนามแม่เหล็กว่าแร่เก็บแม่เหล็ก (magnetic minerals)

กลุ่มหินโคลราชมีลักษณะเนื้อหินที่คล้ายคลึงกันในหลายๆหน่วยหิน เนื่องจากเกิดจากสภาพแวดล้อมในการตกตะกอนของหินที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้นแร่แม่เหล็กที่อยู่ในหินจึงมีลักษณะและชนิดแร่คล้ายกัน ดังนั้นการศึกษาจึงใช้ลักษณะเนื้อหินเป็นตัวแบ่งกลุ่มแร่แม่เหล็กได้ดังนี้

### 5.2.1 แร่แม่เหล็กที่อยู่ในหิน gray bed

กลุ่มแร่แม่เหล็กดังกล่าวพบเป็น matrix ในหินโคลนและหินดินดานสีเทาเข้มและสีน้ำตาล ซึ่งอยู่ในหมวดหินห้วยหินลาดทางตอนกลางและตอนบน แร่ที่บดแสงที่เก็บสนามแม่เหล็กมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 0.05 มิลลิเมตร พบมีอยู่น้อยมากไม่เกิน 1-2 % ของปริมาตร บางตัวอย่างพบแร่เก็บสนามแม่เหล็กดังกล่าวอยู่ในรูปตัวเชื่อมประสาน

การศึกษาพบแร่ที่เป็นแร่เก็บสนามแม่เหล็ก 2 ชนิดคือ

- แร่เก็บแม่เหล็กปฐมภูมิ หรือ Detrital magnetic mineral

แร่เก็บแม่เหล็กชนิดนี้มีทั้งลักษณะรูปร่างกลมมนและเป็นเหลี่ยมมุม ประกอบด้วยแร่แมกนีไทต์ (Magnetite) และฮีมาไทต์ (Hematite) ขนาดเม็ดแร่เล็กมาก (รูป 5.17) ส่วนใหญ่มีขนาดอยู่ระหว่าง 0.02-0.05 มิลลิเมตร พบแทรกตามช่องว่างระหว่างเม็ดแร่เม็ดใหญ่ๆหรือเป็นเม็ดโดดๆ ประปนไปกับ clay mineral เม็ดแร่ฮีมาไทต์มักแสดงสีจากกล้อง reflected light microscope เป็นสีขาวสว่างถึงขาวแกมเหลือง และพบลักษณะ anisotropic เม็ดแร่แมกนีไทต์มีขนาดเม็ดแร่โดยเฉลี่ยใหญ่กว่าคือ 0.3-1.5 มิลลิเมตร มักมีรูปร่างแบบ subhedral มีสีสะท้อนเป็นสีเทาถึงเทาอมเหลืองและแสดงลักษณะ isotropic บริเวณตอนกลางของแร่มักถูกเปลี่ยนสภาพหรือ reprinted เป็นแร่ฮีมาไทต์ โดยสังเกตจากการเปลี่ยนสีและลักษณะ anisotropic

- แร่เก็บแม่เหล็กทุติยภูมิ (Secondary magnetic mineral)

ประกอบด้วยแร่เทอไทต์ ซึ่งเป็นตัวเชื่อมประสานจำพวกเหล็กออกไซด์และแร่ฮีมาไทต์ (ทุติยภูมิ) แร่เทอไทต์เป็นแร่ที่พบมากที่สุดถ้าหินที่ทำการศึกษาเป็นหิน โคลนหรือหินดินดานสีน้ำตาลออกแดง สำหรับแร่ฮีมาไทต์ (ทุติยภูมิ) ในกลุ่มหิน gray bed ไม่สามารถเห็นลักษณะได้ชัดเจนเท่ากลุ่มหินลักษณะอื่นๆ เพราะเห็นเพียงลักษณะของแร่ที่เกิดจากการ reprinted บนแร่แมกนีไทต์เท่านั้น

### 5.2.2 แร่แม่เหล็กที่อยู่ในหินทรายสีแดงหรือ red bed

กลุ่มแร่แม่เหล็กดังกล่าวพบเป็น matrix ในหินทราย หินทรายแป้งเนื้ออาร์โกสสีแดง แดงน้ำตาล หรือหินโคลนสีแดง ซึ่งเป็นหินที่พบเป็นส่วนใหญ่ในหมวดหินน้ำพอง ภูกระดึง เสาขัว โคนกรวดและ ภูอก ส่วนใหญ่พบแร่เก็บสนามแม่เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.01-0.1 มิลลิเมตร พบอยู่ประมาณ 1-5 % โดยปริมาตร และยังพบเป็นตัวเชื่อมประสาน (cementing material) ในเนื้อหิน หินทรายที่มีขนาดเม็ด ตะกอนกลางถึงใหญ่มักพบแร่ดังกล่าวมากกว่าหินทรายที่มีขนาดเม็ดตะกอนเล็ก ๆ

ในการศึกษานี้พบแร่ที่เป็นแร่เก็บสนามแม่เหล็ก 2 ชนิดคือ

- แร่เก็บแม่เหล็กปฐมภูมิ หรือ *Detrital magnetic mineral*

แร่เก็บแม่เหล็กชนิดนี้แสดงลักษณะรูปร่างกลมมนและวาวโลหะ ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยแร่ฮีมาไทต์ (Hematite) ซึ่งมีขนาดเม็ดแร่เล็กมาก (รูป 5.18) ส่วนใหญ่เล็กกว่า 0.5 มิลลิเมตร โดยพบเป็นปริมาณถึง 70-100% ของเม็ดแร่ที่เก็บแม่เหล็กทั้งหมด มีสีจากกล้องแสงสะท้อน (reflected light microscope) เป็นสีขาวสว่างถึงขาวแกมเหลือง และเม็ดแร่เป็นพวก anisotropic บริเวณขอบของเม็ดแรมักพบสีน้ำตาลแดงของเหล็กออกไซด์จำพวกแร่เกอไทต์ (Goethite) ซึ่งเป็นลักษณะการหักเหภายใน (internal refraction หรือ IR) บางเม็ดแรมักพบลักษณะ oxidation lamellae ของผลึกรูปเข็มในเม็ดแร่ฮีมาไทต์ ในหลายจุดตัวอย่างพบเม็ดแรมกนีไทต์ ซึ่งมีขนาดเม็ดแร่โดยเฉลี่ย 0.5-1.0 มิลลิเมตร มักแสดงระบบแตกลูกเต๋า (cubic cleavage) มีสีสะท้อนเป็นสีเทาและ isotropic ส่วนใหญ่แรมกนีไทต์เกือบทั้งหมดได้เปลี่ยนสภาพเป็นแร่ฮีมาไทต์ (รูป 5.19) ปริมาณแรมกนีไทต์ มีตั้งแต่ 0-50% ของเม็ดแร่เก็บแม่เหล็ก นอกจากนี้ยังพบเม็ดแร่จำพวกไทเทโนฮีมาไทต์ (Titanohematite) และไทเทโนแรมกนีไทต์ (Titanomagnetite) ซึ่งเป็นเม็ดแร่ฮีมาไทต์และแรมกนีไทต์ที่มีธาตุไทเทเนียมผสม

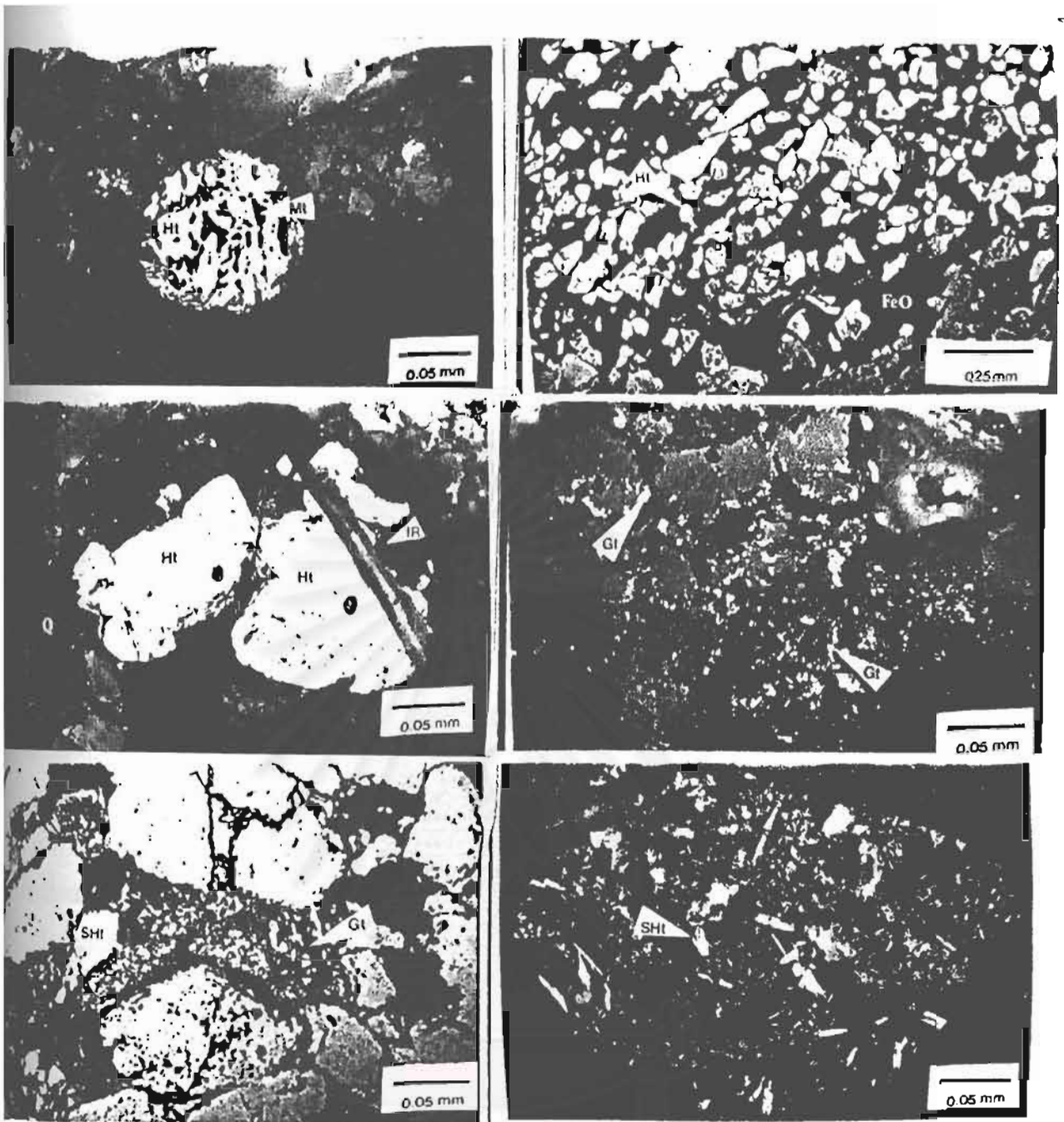
การศึกษายังพบอีกว่าในหินที่มีแรมกนีไทต์เป็นองค์ประกอบหลักจะมีค่าสนามแม่เหล็กแรงกว่าในหินที่มีแร่ฮีมาไทต์เป็นองค์ประกอบหลัก

- แร่เก็บแม่เหล็กทุติยภูมิ (*Secondary magnetic mineral*)

ประกอบไปด้วยแร่เกอไทต์ ซึ่งเป็นตัวเชื่อมประสานจำพวกเหล็กออกไซด์ และพวกแร่ฮีมาไทต์ (ทุติยภูมิ) หรือ secondary hematite แร่เกอไทต์เป็นแร่ที่พบมากที่สุดคือเป็นตัวเชื่อมประสานรอบๆเม็ดแร่ที่ประกอบเป็นหิน และยังแทรกอยู่ในรูพรุนในเนื้อหินอีกด้วย (รูป 5.20) มีสีน้ำตาลแดง ไร้รูปผลึก เมื่อถูกความร้อน แร่เกอไทต์จะเปลี่ยนรูปเป็นแร่ฮีมาไทต์ (ทุติยภูมิ) (Tarling, 1983)

แร่ฮีมาไทต์ (ทุติยภูมิ) หรือ แร่โปรโตฮีมาไทต์ (Tarling, 1983) มีลักษณะรูปผลึกสมบูรณ์ถึงกึ่งสมบูรณ์เป็นรูปเข็มยาว (fibrous shape) สีขาวเหลือง รูปผลึก hexagonal form มีขนาดไม่เกิน 0.01 มิลลิเมตร การเรียงตัวของแร่ไม่มีทิศทาง (รูป 5.21) แร่มักเกิดตามช่องว่างของหินหรืออาจเกิดในตัวเม็ดแร่ เช่นเม็ดตะกอนของหินอัคนีภูเขาไฟ (รูป 5.22) แร่ฮีมาไทต์ (ทุติยภูมิ) มีลักษณะคล้ายกับแร่ฮีมาไทต์มาก แต่แร่ฮีมาไทต์ที่เป็นเม็ดตะกอนจะไม่มีรูปผลึกชัดเจนเหมือนแร่ฮีมาไทต์ที่เกิดโดยทุติยภูมิ





รูป 5.17 แร่แมกนีไทต์เดิมถูกแปรสภาพบางส่วนเป็นแร่ฮีมาไทต์ (X-nicols in polish-section พบในหิน gray bed

รูป 5.18 ฮีมาไทต์ธรรมชาติ (Ht) แทรกตามเนื้อหินในหิน red bed ร่วมกับตัวเชื่อมประสานจำพวกเหล็กออกไซด์ (FeO) (X-nicols in polish-section)

รูป 5.19 ภาพใกล้ของแร่แม่เหล็กซึ่งแสดงคุณลักษณะของแร่ฮีมาไทต์ (Ht) บางส่วนของแร่แม่เหล็กนี้อาจเป็นแร่แมกนีไทต์เดิม (X-nicols in polish section)

รูป 5.20 แร่เกอไทต์ (Gt) สีเหลืองขาว ซึ่งแปรสภาพมาจากเหล็กออกไซด์ (FeO) สีแดง (X-nicols in polish-section)

รูป 5.21 แร่ฮีมาไทต์ทุติยภูมิ (SHt) ซึ่งเปลี่ยนจากแร่เกอไทต์ (Gt) จัดว่าเป็นแร่เก็บสนามแม่เหล็กทุติยภูมิที่สำคัญ (X-nicols in polish-section) ในหิน red bed

รูป 5.22 ชั้นส่วนของเศษหินอัคนีภูเขาไฟมีการตกผลึกของแร่ฮีมาไทต์ทุติยภูมิ (SHt)

|      |      |
|------|------|
| 5.17 | 5.18 |
| 5.19 | 5.20 |
| 5.21 | 5.22 |

### 5.2.3 แร่แม่เหล็กที่อยู่ในหินทรายเนื้อควอร์ตซิติค

กลุ่มแร่แม่เหล็กดังกล่าวพบในหินทรายเนื้อควอร์ตซิติค หินทรายเนื้อกรวดมนและหินกรวดมนสีขาว ขาวเหลืองหรือเทาอ่อน ซึ่งเป็นหินที่พบในหมวดหินห้วยหินลาดตอนล่าง หมวดหินพระวิหารและภูพาน แร่ที่บ่งชี้ที่สามารถเก็บสนามแม่เหล็กที่พบในเนื้อหินดังกล่าวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.02-0.1 มิลลิเมตร ซึ่งเกือบทั้งหมดแทรกเป็น matrix อยู่ตามช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ซึ่งพบไม่เกิน 2 % และแร่เก็บสนามแม่เหล็กยังอยู่ในรูปตัวเชื่อมประสานอีกด้วย

การศึกษาพบแร่ที่เป็นแร่เก็บสนามแม่เหล็ก 2 ชนิดคือ

- แร่เก็บแม่เหล็กปฐมภูมิ หรือ *Detrital magnetic mineral*

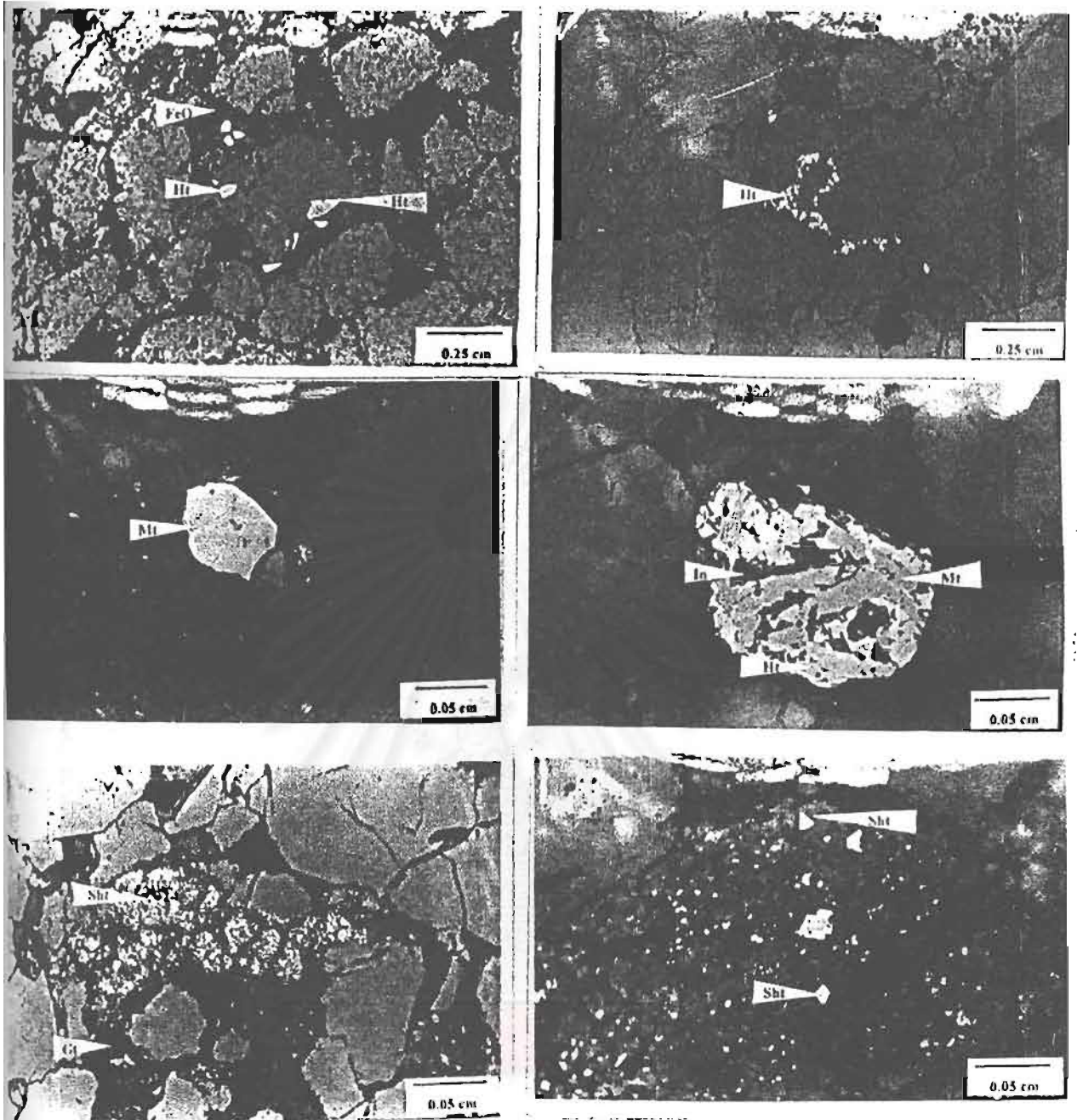
แร่เก็บแม่เหล็กชนิดนี้ มีลักษณะที่แตกต่างจากลักษณะเนื้อหินกลุ่มที่สองคือมีลักษณะเป็นเม็ดแร่แตกหัก มีเหลี่ยมมุมมาก ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยแร่ฮีมาไทต์ ขนาดเม็ดแร่เล็กมาก (รูป 5.23 และ 5.24) ส่วนใหญ่เล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร โดยพบเป็นปริมาณถึง 60-80% ของเม็ดแร่ที่เก็บแม่เหล็กทั้งหมด พบมากตามช่องว่างระหว่างเม็ดแร่เม็ดใหญ่ๆ สีจากกล้อง reflected light microscope เป็นสีขาวสว่างถึงขาวนวลเหลือง anisotropic ขอบของเม็ดแรมักพบสีน้ำตาลแดงของเหล็กออกไซด์จำพวกแร่เกอไทต์ (Goethite) บางเม็ดแรพบลักษณะ oxidation lamellae ของผลึกรูปเข็มในเม็ดแร่ฮีมาไทต์ ในหลายๆตัวอย่างพบเม็ดแร่แมกนีไทต์ ซึ่งมีขนาดเม็ดแร่โดยเฉลี่ย 0.4-1.5 มิลลิเมตร มักแสดงการแตก cubic cleavage หรือมีรูปผลึกแบบ subhedral มีสีสะท้อนเป็นสีเทาถึงเทาอมเหลือง isotropic - anisotropic อันเนื่องมาจากการถูกเปลี่ยนแปลงสภาพเป็นแร่ฮีมาไทต์และบางทีถูก include ด้วยแร่อิลเมนไนต์ (ilmenite) (รูป 5.25 และ 5.26) ปริมาณแร่แมกนีไทต์มีตั้งแต่ 0-50% ของเม็ดแร่เก็บแม่เหล็ก

- แร่เก็บแม่เหล็กทุติยภูมิ (*Secondary magnetic mineral*)

ประกอบด้วยแร่เกอไทต์และแร่ฮีมาไทต์ (ทุติยภูมิ) เช่นเดียวกับในเนื้อหินลักษณะอื่นๆ โดยแร่เกอไทต์เป็นแร่ที่พบมากที่สุดคือเป็นตัวเชื่อมประสานรอบๆเม็ดแร่ที่ประกอบเป็นหิน (รูป 5.27) แร่ฮีมาไทต์ (ทุติยภูมิ) มีลักษณะรูปผลึกสมบูรณ์ถึงกึ่งสมบูรณ์เป็นรูปเข็มยาว (fibrous shape) หรือ รูป hexagonal-cube form มีขนาดไม่เกิน 0.01 มิลลิเมตร การเรียงตัวของแร่ไม่มีทิศทาง แร่มักเกิดตามช่องว่างของหินหรืออาจเกิดในตัวเม็ดแร่เช่นเม็ดตะกอนของหินอัคนีภูเขาไฟ (รูป 5.28)

ในการศึกษาลักษณะแม่เหล็กที่เก็บไว้ตามแร่ต่างๆ โดย Tarling (1983) พบว่าเม็ดแร่ที่เป็น matrix มักเก็บรักษาค่าแม่เหล็กปฐมภูมิ ในขณะที่แร่เก็บแม่เหล็กทุติยภูมิที่เป็น cement หรือที่เกิดขึ้นใหม่จะเก็บรักษาค่าแม่เหล็กทุติยภูมิ ซึ่งแร่ทุติยภูมินี้มักเกิดจากการผุพังและความร้อนเช่นแร่เกอไทต์และแร่โปรโตฮีมาไทต์ ดังนั้นเมื่อประยุกต์การศึกษาของ Tarling (1983) ต้องใช้การเผาตัวอย่างเพื่อทำลายค่าแม่เหล็กทุติยภูมิที่อุณหภูมิที่ไม่ต่ำกว่า 250 °C





รูป 5.23 เม็ดแร่ฮีมาไทต์ (Ht) ซึ่งมีเหล็กมขุมแทรกตามเนื้อหินในหินภูเขาไฟร่วมกับตัวเชื่อมประสานจำพวกเหล็กออกไซด์ (FeO) (X-nicols in polish-section)

รูป 5.24 เม็ดแร่ฮีมาไทต์ (Ht) แทรกตามช่องว่างระหว่างเม็ดแร่ควอร์ตซ์ ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของแร่เก็บสนามแม่เหล็กของหิน white bed (X-nicols in polish-section)

รูป 5.25 แร่แมกนีไทต์ (Mt) แสดงรูปผลึกกิ่งสมบูรณ (X-nicols, polish-section)

รูป 5.26 ภาพใกล้แสดงเม็ดแร่แมกนีไทต์ (Mt) สีเทา ถูกแปรสภาพบางส่วนเป็นแร่ฮีมาไทต์สีขาวเหลือง และถูก included ด้วยแร่โอลิเมนไนต์ (In) สีเทาเข้ม (X-nicols in polish-section)

รูป 5.27 แร่ฮีมาไทต์ทุติยภูมิ (Sht) ซึ่งเปลี่ยนจากแร่เกอไทต์ (Gt)(X-nicols, polish-section)

รูป 5.28 ชั้นส่วนของเศษหินอัคนีภูเขาไฟมีการตกผลึกของแร่ฮีมาไทต์ทุติยภูมิ (SHt)

|      |      |
|------|------|
| 5.23 | 5.24 |
| 5.25 | 5.26 |
| 5.27 | 5.28 |

## บทที่ 6 ผลจากการเผาตัวอย่างและข้อมูลสนามแม่เหล็กในหิน

### 6.1 การวิเคราะห์ผลจากการเผาตัวอย่างหิน

การวัดตัวอย่างแต่ละครั้งจะให้ค่าแวกเตอร์ของแรงแม่เหล็กที่ซ่อนในหินอันได้แก่ ค่าความเข้มสนามแม่เหล็ก (magnetic intensity) และทิศทางสนามแม่เหล็กในหิน (magnetic direction) ซึ่งอาจเป็นค่าของแม่เหล็กปฐมภูมิที่ซ่อนอยู่ในหินเพียงอย่างเดียว หรืออาจมีการผสมผสานกับแม่เหล็กทุติยภูมิ (ซึ่งทำให้เกิดความผิดพลาดในการวินิจฉัยสนามแม่เหล็กได้) เนื่องจากแม่เหล็กทุติยภูมิทุกชนิดเกิดในอุณหภูมิต่ำ ดังนั้นจึงถูกทำลายได้ง่ายในอุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิการเกิด ด้วยเหตุนี้การเผาตัวอย่างเพื่อขจัดสนามแม่เหล็กทุติยภูมิจึงเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้อย่างแพร่หลายเพื่อที่จะใช้ลดค่าความเข้มสนามแม่เหล็กที่ไม่ต้องการ

การเลือกอุณหภูมิของการเผาสามารถทำได้โดยการใช้กราฟแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ ของความเข้มสนามแม่เหล็ก ทิศทางการเบี่ยงเบนหรือมุมเบี่ยงเบน (จากทิศเหนือ) ของสนามแม่เหล็ก หรือ declination ทิศทางการเอียงเทหรือมุมเอียงเท (จากแนวระนาบ) ของสนามแม่เหล็กหรือ inclination และอุณหภูมิการเผา โดยรูปแบบต่างๆของกราฟ สามารถบ่งชี้ถึงชนิดและปริมาณของแร่ที่เก็บแม่เหล็กแบบต่างๆ

#### 6.1.1 ผลการวัดค่าสนามแม่เหล็กธรรมชาติที่อยู่ในหิน (NRM)

ตัวอย่างที่ได้เตรียมไว้จำนวน 446 ตัวอย่างได้ถูกนำไปวัดค่าสนามแม่เหล็กธรรมชาติที่อยู่ในหิน (NRM) โดยใช้เครื่องมือ Schonstedt DSM-2 Spinner magnetometer ผลการวัดพบว่าหินในยุคต่างๆ มีค่าสนามแม่เหล็กผลของสนามแม่เหล็กก่อนการเผาตัวอย่างดังนี้

##### - ตัวอย่างหินของหมวดหินห้วยหินลาด

พบว่า NRM แยกออกเป็น 2 กลุ่มคือกลุ่มที่มีค่าต่ำมากคือ 0.17-0.84 mA/m และกลุ่มที่มีค่าต่ำถึงปานกลางคือประมาณ 1.05-2.74 mA/m ตัวอย่างที่มีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กมากที่สุดมีค่า 5.71 mA/m พบว่า 10 ตัวอย่างแสดงค่า NRM ที่ต่ำมาก (<0.6 mA/m) จึงไม่สามารถใช้งานต่อไปได้ ดังนั้นต้องใช้ตัวอย่างที่เหลืออีก 23 ตัวอย่าง (70%) เท่านั้นที่นำมาหาค่าเฉลี่ยของทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ (NRM directions) ซึ่งได้ค่า  $D = 17.7^\circ$ ,  $I = 46.6^\circ$

##### - ตัวอย่างหินของหมวดหินน้ำพอง

พบว่า NRM มีค่าปานกลางถึงสูงคือ 2.59-9.73 mA/m ตัวอย่างที่มีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กมากที่สุดมีค่า 9.73 mA/m ทุกตัวอย่าง (100%) สามารถนำมาหาค่าเฉลี่ยของทิศทางของ NRM ซึ่งได้ค่า  $D = 34.4^\circ$ ,  $I = 22.9^\circ$

##### - ตัวอย่างหินของหมวดหินภูกระดึง

พบว่า NRM มีค่าต่ำมากคือ 0.32-0.71 mA/m โดยมีบางตัวอย่างที่มีค่า NRM สูงถึง 8.91 mA/m พบว่า 4 ตัวอย่างแสดงค่า NRM ที่ต่ำมาก (<0.6 mA/m) ไม่สามารถใช้งานต่อไปได้ ดังนั้นตัวอย่างที่เหลืออีก 4 ตัวอย่าง (50%) เท่านั้นที่นำมาหาค่าเฉลี่ยของทิศทางของ NRM ซึ่งได้ค่า  $D = 3.88^\circ$ ,  $I = 39.9^\circ$

- ตัวอย่างหินของหมวดหินพระวิหาร

พบว่า NRM มีค่าต่ำมากคือ 0.17-0.66 mA/m โดยพบเพียง 2 ตัวอย่างที่มีค่า NRM มากกว่า 2 mA/m พบว่า 8 ตัวอย่างแสดงค่า NRM ที่ต่ำมาก (<0.6 mA/m) ไม่สามารถใช้งานต่อไปได้ ดังนั้นตัวอย่างที่เหลือเพียง 3 ตัวอย่าง (27%) เท่านั้นที่นำมาหาค่าเฉลี่ยของ NRM ซึ่งได้ค่า  $D = 27.6^\circ$ ,  $I = 29.6^\circ$

- ตัวอย่างหินของหมวดหินเสาขัว

พบว่า NRM มีค่าปานกลางคือ 1.13-4.25 mA/m ตัวอย่างที่มีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กมากที่สุดมีค่า 5.08 mA/m พบว่า 1 ตัวอย่างแสดงค่า NRM ที่ต่ำมาก (<0.6 mA/m) ไม่สามารถใช้งานต่อไปได้ ดังนั้นตัวอย่างที่เหลืออีก 25 ตัวอย่าง (96%) จึงนำมาหาค่าเฉลี่ยของทิศทางของ NRM ซึ่งได้ค่า  $D = 17.5^\circ$ ,  $I = 37.4^\circ$

- ตัวอย่างหินของหมวดหินภูพาน

พบว่า NRM มีค่าแตกต่างกันมาก (เนื่องจากมีแร่เก็บแม่เหล็กหลายชนิด) สามารถแยกได้เป็น 3 กลุ่มคือกลุ่มที่มี NRM ปานกลางคือ 0.91-2.04 mA/m กลุ่มที่มี NRM สูงคือ 3.66-9.64 mA/m และกลุ่มที่มี NRM สูงมากคือ 10.41-22.76 mA/m ตัวอย่างที่มีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กมากที่สุดมีค่า 127.0 mA/m พบว่า 1 ตัวอย่างแสดงค่า NRM ที่ต่ำมาก (<0.7 mA/m) ไม่สามารถใช้งานต่อไปได้ ดังนั้นตัวอย่างที่เหลืออีก 93 ตัวอย่าง (99%) จึงนำมาหาค่าเฉลี่ยของทิศทางของ NRM ซึ่งได้ค่า  $D = 9.72^\circ$ ,  $I = 21.5^\circ$  และ  $D = 210.4^\circ$ ,  $I = -48^\circ$

- ตัวอย่างหินของหมวดหินโคกกรวด พบว่า NRM มีค่าปานกลางถึงสูงคือ 1.62-9.98 mA/m ตัวอย่างที่มีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กมากที่สุดมีค่า 63.6 mA/m พบว่าทุกตัวอย่างมีค่า NRM มากพอที่จะนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของทิศทางของ NRM ซึ่งได้ค่า  $D = 44.7^\circ$ ,  $I = 42.7^\circ$  และค่า  $D = 309.5^\circ$ ,  $I = 38.5^\circ$

- ตัวอย่างหินของหมวดหินภูทอก

พบว่า NRM สามารถแยกได้เป็น 3 กลุ่มคือค่า NRM ที่ต่ำมากคือ 0.29-0.78 mA/m ค่า NRM ที่ต่ำคือ 0.92-3.43 mA/m และค่า NRM ที่สูงคือ 6.24-21.60 mA/m ตัวอย่างที่มีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กมากที่สุดมีค่า 55.00 mA/m พบว่า 39 ตัวอย่างแสดงค่า NRM ที่ต่ำมาก (<0.6 mA/m) ไม่สามารถใช้งานต่อไปได้ ดังนั้นตัวอย่างที่เหลืออีก 211 ตัวอย่าง (84%) จึงนำมาหาค่าเฉลี่ยของทิศทางของ NRM ซึ่งได้ค่า  $D = 13.9^\circ$ ,  $I = 18.4^\circ$  และ  $D = 180.9^\circ$ ,  $I = -8.4^\circ$

ดังนั้นจากตัวอย่างหินทั้งหมด พบว่า 382 ตัวอย่าง (86%) มีค่าสนามแม่เหล็กในหินเพียงพอที่จะนำไปหาตัวอย่างต่อไป

## 6.1.2 ผลของการเผาตัวอย่างหิน

ผลของการเผาตัวอย่างด้วยเครื่อง TSD-1 Thermal Demagnetizer ณ อุณหภูมิตั้งแต่ 100-730° C step 50° C และนำมา plot กราฟ intensity, stereo และ zijderveld plot สรุปได้ว่าหินทรายโคราชประกอบไปด้วยสนามแม่เหล็กอย่างน้อย 3 component คือ 1) component A ซึ่งเป็นผลของการ reprint ของสนามแม่เหล็กปัจจุบัน ไม่มีทิศทางที่แน่นอน ถูกทำลายเมื่อเผาถึงอุณหภูมิ 100° C 2) component B มีทิศทางอยู่ในแนว N-S ประกอบด้วยสนามแม่เหล็กทุติยภูมิที่ซ่อนอยู่ในแร่เกอไทต์ (B<sub>1</sub>) ถูกทำลายเมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ 100°-250° C และสนามแม่เหล็กทุติยภูมิที่ซ่อนอยู่ในแร่ฮีมาไทต์ทุติยภูมิ (B<sub>2</sub>) ถูกทำลายเมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ 250°-450° C ถึง 600° C 3) component C มีทิศทางอยู่ในแนว NE-SW ประกอบด้วยสนามแม่เหล็กปฐมภูมิที่ซ่อนอยู่ในแร่ไททาโนแมกนีไทต์หรือแมกนีไทต์ (C<sub>1</sub>) ถูกทำลายเมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ 400°-550° C และสนามแม่เหล็กปฐมภูมิที่ซ่อนในแร่ไททาโนฮีมาไทต์หรือฮีมาไทต์ (C<sub>2</sub>) ถูกทำลายที่อุณหภูมิเกินกว่า 600° C ซึ่งตัวอย่างที่มีการปนเปื้อนของ component A&B มากกว่า 70% NRM (โดยดูจาก intensity plot) จะไม่ใช้ในการคำนวณในขั้นตอนถัดไป เนื่องจากจะทำให้ทิศทางสนามแม่เหล็กผิดไปกับความเป็นจริงเช่นอยู่ในทิศ ตะวันออก-ตะวันตก เป็นต้น

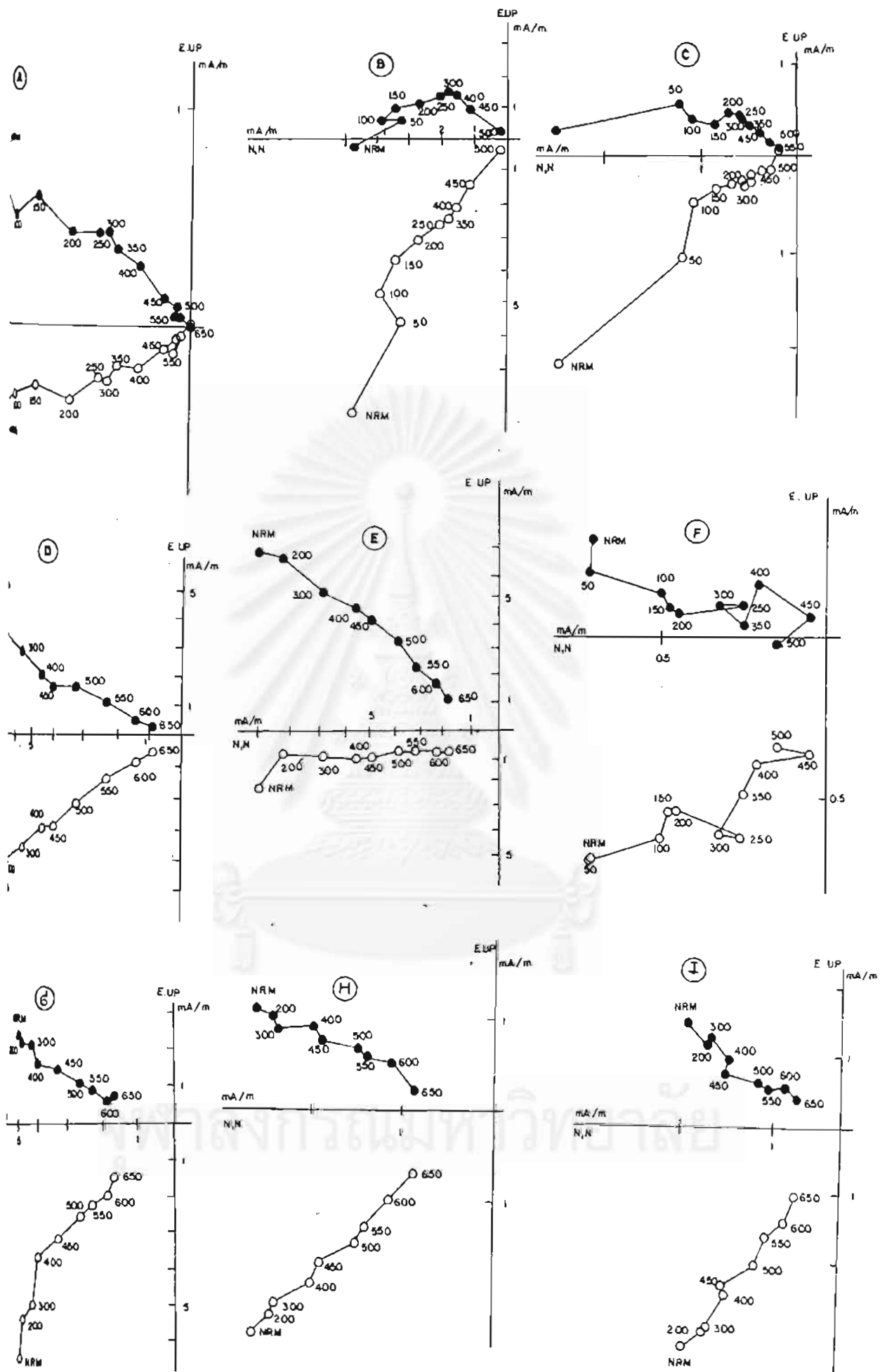
ผลการศึกษาตามหมวดหินต่างๆในกลุ่มหินโคราชพอสรุปได้ดังนี้

- หมวดหินห้วยหินลาด

ตัวอย่างหินอายุยุคไทรแอสซิกตอนปลาย ประกอบไปด้วยสนามแม่เหล็กจำนวน 2-3 component พบว่าแม่เหล็กที่เก็บสนามแม่เหล็กปฐมภูมิเป็นแร่ไททาโนแมกนีไทต์และแมกนีไทต์ บางตัวอย่างอาจมีฮีมาไทต์เป็นองค์ประกอบร่วม สนามแม่เหล็กปฐมภูมิจึงมีความเข้มสนามแม่เหล็ก 20-40% ของ NRM หรือเฉลี่ยประมาณ 0.7-1.5 mA/m โดยรูปแบบที่สำคัญของการเปลี่ยนแนวสนามแม่เหล็กภายหลังการเผาตัวอย่างหมวดหินห้วยหินลาดได้แสดงไว้ในรูป 6.1 a ถึง c ตัวอย่างที่มีสนามแม่เหล็ก 3 component (พบ 90% ของทั้งหมด) พบว่า component A และ B<sub>1</sub> ซึ่งถูกกำจัดอย่างสมบูรณ์เมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 200° C โดยความเข้มสนามแม่เหล็กลดลงไป 5-60% NRM และความเข้มสนามแม่เหล็กจะลดลงอย่างรวดเร็วอีกครั้งที่อุณหภูมิ 250°-300° ซึ่งเป็น component B<sub>2</sub> ซึ่งจะให้ความเข้มสนามแม่เหล็กลดลงไปประมาณ 25-40% สำหรับ component C (ซึ่งเป็นสนามแม่เหล็กปฐมภูมิ) จะถูกกำจัดที่ 400°-450° C (ประมาณ 25-30% NRM) และมากกว่า 500° C (10-20% NRM) ซึ่งแสดงว่าไททาโนแมกนีไทต์และแมกนีไทต์เป็นตัวเก็บสนามแม่เหล็กปฐมภูมิที่สำคัญกว่าฮีมาไทต์ โดยทิศทางสนามแม่เหล็กจะค่อยๆ เปลี่ยนจากแนว NNE-SSW เป็น NE-SW เมื่อเผาไปถึงอุณหภูมิประมาณ 250°-300° C หรือบางทีน้อยกว่า 150° C อุณหภูมิส่วนใหญ่ที่เลือกอยู่ในช่วง 300°-500° C

บางตัวอย่างพบว่าสนามแม่เหล็กทุติยภูมิมีมากขึ้นและหลังจากอุณหภูมิการเผาที่ 250° C ค่าที่ได้แปรปรวนมาก ซึ่งแสดงได้จาก zijderveld plot ไม่มีทิศทาง ตัวอย่างเหล่านี้จะถูกตัดทิ้งออกจากการคำนวณ ซึ่งมีอยู่ทั้งสิ้น 4 ตัวอย่าง

จากทิศทางสนามแม่เหล็ก สรุปได้ในเบื้องต้นว่าอาจมีลักษณะของขั้วแม่เหล็กแบบย้อนกลับ บริเวณ site 30 โดยมีอัตราส่วนของ normal/reverse โดยรวมประมาณ 7:1



รูป 6.1 กราฟ zijderveld plots แสดงผลของการเผาตัวอย่างและการเปลี่ยนทิศทางสนามแม่เหล็ก  
 ดัดขณะต่างๆ ของหมวดหินห้วยหินลาด (A ถึง C) หมวดหินน้ำพอง (D ถึง E) หมวดหินภูกระดึง (F  
 ถึง G) และหมวดหินพระวิหาร (H ถึง I) -74-

#### - หมวดหินน้ำพอง

ตัวอย่างหินอายุยุคโทรแอสซิกตอนปลายสุดประกอบไปด้วยสนามแม่เหล็กจำนวน 2-3 component พบว่าแม่เหล็กที่เก็บสนามแม่เหล็กปฐมภูมิเป็นแร่แมกนีไทด์หรือไททาโนแมกนีไทด์และฮีมาไทด์ สนามแม่เหล็กปฐมภูมิมีความเข้มสนามแม่เหล็ก 40-70% ของ NRM หรือเฉลี่ยประมาณ 2.2-4.8 mA/m โดยรูปแบบที่สำคัญของการเปลี่ยนแนวสนามแม่เหล็กภายหลังการเผาตัวอย่างหมวดหินน้ำพองได้แสดงไว้ในรูป 6.1 d ถึง e พบว่า component A และ B<sub>1</sub> ถูกกำจัดอย่างสมบูรณ์เมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 200°C (ความเข้มสนามแม่เหล็กลดลงไปไม่เกิน 25% NRM) และที่อุณหภูมิการเผาที่ 250°-300°C component B<sub>2</sub> จะถูกทำลายหมดสิ้น สำหรับ component C (ซึ่งเป็นสนามแม่เหล็กปฐมภูมิ) จะถูกกำจัดไปถึง 30-70% NRM ที่ 450°-500°C และถูกกำจัดไปเกือบหมดสิ้นที่ 650°C ขึ้นไป (10-25% NRM) แสดงว่าไททาโนแมกนีไทด์และแมกนีไทด์เป็นตัวเก็บสนามแม่เหล็กปฐมภูมิที่สำคัญกว่าฮีมาไทด์ zijderveld plot แสดงทิศทางสนามแม่เหล็กค่อยๆ เปลี่ยนจากแนว NNE-SSW เป็น NE-SW เมื่อเผาไปถึงอุณหภูมิประมาณ 400°-450°C อุณหภูมิส่วนใหญ่ที่เลือกอยู่จึงในช่วงดังกล่าว

บางตัวอย่างพบว่าสนามแม่เหล็กเกือบทั้งหมดเป็นสนามแม่เหล็กปฐมภูมิ โดยแสดงจาก intensity plot มีการลดลงของสนามแม่เหล็กน้อยมากก่อนการเผาที่ 450°C หรือที่ 650°C (ขึ้นกับชนิดแร่ที่เก็บแม่เหล็กปฐมภูมิ) แต่จะลดลงจนใกล้ศูนย์อย่างรวดเร็วเมื่อผ่านการเผาที่อุณหภูมิดังกล่าว ตัวอย่างประเภทนี้จะเปลี่ยนทิศทางจากแนว E-W เป็นแนว NE-SW ภายในอุณหภูมิการเผาไม่เกิน 150°

บางตัวอย่างพบว่าสนามแม่เหล็กทุติยภูมิมีมากเกินไปและหลังจากอุณหภูมิการเผาที่ 250°C ค่าที่ได้ไม่มีทิศทางที่เด่นชัด แสดงได้จาก zijderveld plot ที่ไม่มีทิศทาง ตัวอย่างเหล่านี้จะถูกตัดทิ้งออกจากการคำนวณซึ่งมีอยู่ทั้งสิ้น 1 ตัวอย่าง

จากทิศทางสนามแม่เหล็ก สรุปได้ในเบื้องต้นว่าไม่มีลักษณะของขั้วแม่เหล็กแบบย้อนกลับ (reverse) ของสนามแม่เหล็กในหมวดหินดังกล่าว

#### - หมวดหินภูกระดึง

ตัวอย่างหินอายุยุคจูแรสซิกตอนกลาง-ปลายประกอบไปด้วยสนามแม่เหล็กจำนวน 2-3 component พบว่าแม่เหล็กที่เก็บสนามแม่เหล็กปฐมภูมิเป็นแร่แมกนีไทด์และฮีมาไทด์ มีความเข้มสนามแม่เหล็ก 20-50% ของ NRM หรือเฉลี่ยประมาณ 0.25-2.1 mA/m โดยรูปแบบที่สำคัญของการเปลี่ยนแนวสนามแม่เหล็กภายหลังการเผาตัวอย่างหมวดหินน้ำพองได้แสดงไว้ในรูป 6.1 f ถึง g พบว่า component A และ B<sub>1</sub> ถูกกำจัดอย่างสมบูรณ์เมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 200°C และที่อุณหภูมิการเผาที่ 250°-300°C component B<sub>2</sub> จะถูกทำลายหมดสิ้น และความเข้มสนามแม่เหล็กจะลดลงไป 35-65% NRM สำหรับ component C (ซึ่งเป็นสนามแม่เหล็กปฐมภูมิ) จะถูกกำจัดไปถึง 10-20% NRM ที่ 450°-500°C และถูกกำจัดไปเกือบหมดสิ้นที่ 650°C ขึ้นไป (10-25% NRM) แสดงว่าไททาโนแมกนีไทด์และฮีมาไทด์เป็นแร่เก็บสนามแม่เหล็กปฐมภูมิที่สำคัญ โดยทิศทางสนามแม่เหล็กจะค่อยๆ เปลี่ยนจากแนว N-S เป็น NE-SW เมื่อเผาไปถึงอุณหภูมิประมาณ 400°-450°C อุณหภูมิส่วนใหญ่ที่เลือกอยู่จึงในช่วงดังกล่าว



บางตัวอย่างพบว่าสนามแม่เหล็กทุติยภูมิมีค่ามากขึ้นไปและไม่สามารถทำลายได้ในอุณหภูมิการเผาที่  $600^{\circ}\text{C}$  ซึ่งทำให้ได้ค่าสนามแม่เหล็กเป็นทิศทางผสมระหว่างสนามแม่เหล็กปฐมภูมิและทุติยภูมิ ตัวอย่างเหล่านี้จะถูกตัดทิ้งออกจากการคำนวณซึ่งมีอยู่ทั้งสิ้น 1 ตัวอย่าง

จากทิศทางสนามแม่เหล็ก สรุปได้ในเบื้องต้นว่าไม่มีลักษณะของขั้วแม่เหล็กแบบย้อนกลับ (reverse) ของสนามแม่เหล็กในหมวดหินดังกล่าว

#### - หมวดหินพระวิหาร

ตัวอย่างหินอายุยุคแรกสัจกตอนปลาย-ครีเตเชียสตอนต้นประกอบไปด้วยสนามแม่เหล็กจำนวน 2 component พบว่าแร่แม่เหล็กที่เก็บสนามแม่เหล็กปฐมภูมิเป็นแร่ฮีมาไทต์และแมกนีไทต์ ซึ่งมีความเข้มสนามแม่เหล็ก 50-60% ของ NRM หรือเฉลี่ยประมาณ 1.3-1.7 mA/m โดยรูปแบบที่สำคัญของการเปลี่ยนแนวสนามแม่เหล็กภายหลังการเผาตัวอย่างหมวดหินน้ำพองได้แสดงไว้ในรูป 6.1 h ถึง i พบว่า component  $B_1$  ถูกกำจัดอย่างสมบูรณ์ในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า  $200^{\circ}\text{C}$  โดยมีการลดลงของความเข้มสนามแม่เหล็กน้อยมาก และที่อุณหภูมิการเผาที่  $300^{\circ}\text{C}$ - $350^{\circ}\text{C}$  component  $B_2$  จะถูกทำลายหมดสิ้น ความเข้มสนามแม่เหล็กจะลดลงไป 25% สำหรับ component C (ซึ่งเป็นสนามแม่เหล็กปฐมภูมิ) จะถูกกำจัดไป 10% NRM ที่  $450^{\circ}\text{C}$ - $500^{\circ}\text{C}$  และถูกกำจัดไปเกือบหมดสิ้นที่  $650^{\circ}\text{C}$  ขึ้นไป (25% NRM) แสดงว่าแร่แมกนีไทต์และฮีมาไทต์เป็นแร่เก็บสนามแม่เหล็กปฐมภูมิที่สำคัญ โดยทิศทางสนามแม่เหล็กจะค่อยๆ เปลี่ยนจากแนว N-S เป็น NE-SW เมื่อเผาไปถึงอุณหภูมิประมาณ  $400^{\circ}\text{C}$ - $450^{\circ}\text{C}$  อุณหภูมิส่วนใหญ่ที่เลือกอยู่จึงในช่วงดังกล่าว

จากทิศทางสนามแม่เหล็ก สรุปได้ในเบื้องต้นว่าอาจพบลักษณะของขั้วแม่เหล็กแบบย้อนกลับ (reverse) ของสนามแม่เหล็กในหมวดหินดังกล่าว

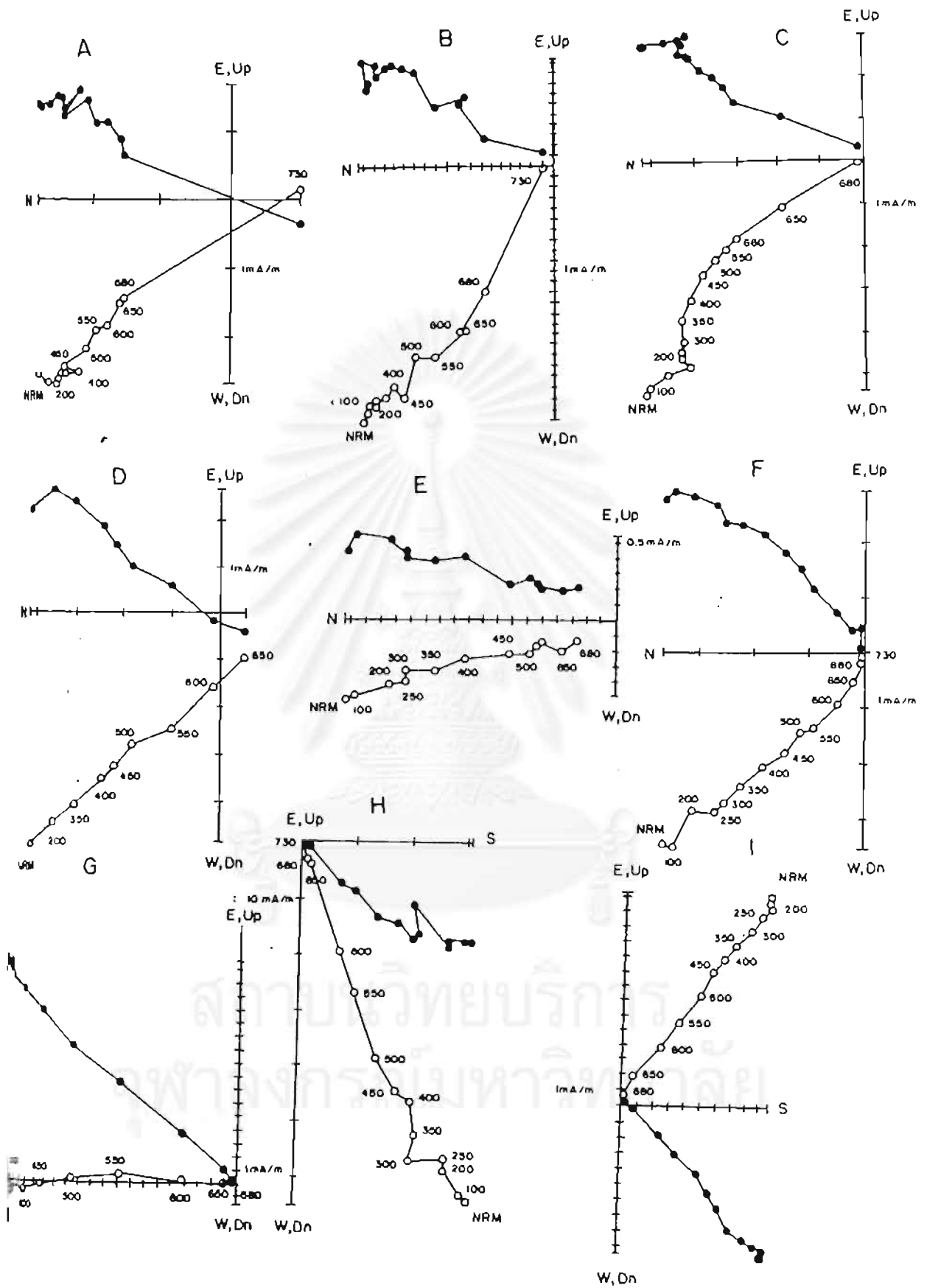
#### - หมวดหินเสาขัว

ตัวอย่างหินอายุยุคครีเตเชียสตอนต้นสุดประกอบไปด้วยสนามแม่เหล็กจำนวน 1-3 component โดยมีรูปแบบของการเปลี่ยนทิศทางสนามแม่เหล็กภายหลังการเผาในแต่ละช่วงตามรูป 6.2 a ถึง d พบว่าแร่แม่เหล็กที่เก็บสนามแม่เหล็กปฐมภูมิส่วนใหญ่เป็นแร่ฮีมาไทต์ ซึ่งมีความเข้มสนามแม่เหล็กตั้งแต่ 60-90% ของ NRM หรือเฉลี่ยประมาณ 1.5-4.5 mA/m

ตัวอย่างที่มีสนามแม่เหล็กถึง 3 component พบว่า component A และ  $B_1$  ถูกกำจัดอย่างสมบูรณ์เมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ต่ำกว่า  $300^{\circ}\text{C}$  และ component  $B_2$  ของตัวอย่างส่วนใหญ่ถูกกำจัดอย่างสมบูรณ์เมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ต่ำกว่า  $450^{\circ}\text{C}$  ทำให้ความเข้มสนามแม่เหล็กลดลงไปประมาณ 25% NRM สำหรับ component C (ซึ่งเป็นสนามแม่เหล็กปฐมภูมิ) จะถูกกำจัดที่  $500^{\circ}\text{C}$ - $550^{\circ}\text{C}$  (ประมาณ 25% NRM) และ  $650^{\circ}\text{C}$ - $680^{\circ}\text{C}$  (60% NRM) โดยทิศทางสนามแม่เหล็กจะค่อยๆ เปลี่ยนจากแนว N-S เป็น NE-SW เมื่อเผาไปถึงอุณหภูมิประมาณ  $250^{\circ}\text{C}$ - $400^{\circ}\text{C}$  อุณหภูมิส่วนใหญ่ที่เลือกอยู่ในช่วง  $450^{\circ}\text{C}$ - $500^{\circ}\text{C}$

บางตัวอย่างพบว่าสนามแม่เหล็กทั้งหมดเป็นสนามแม่เหล็กปฐมภูมิ โดยแสดงจาก intensity plot มีการลดลงของสนามแม่เหล็กน้อยมากก่อนการเผาถึง  $550^{\circ}\text{C}$ - $600^{\circ}\text{C}$  และจะลดลงจนใกล้ศูนย์อย่างรวดเร็วเมื่อ





รูป 6.2 กราฟ zijderveld plots แสดงผลของการเผาตัวอย่างและการเปลี่ยนทิศทางสนามแม่เหล็ก  
ลักษณะต่างๆ ของหมวดหินเสาขัว (A ถึง D) และหมวดหินภูพาน (E ถึง I)

ผ่านการเผาที่อุณหภูมิดังกล่าว ตัวอย่างประเภทนี้จะไม่มีการเปลี่ยนทิศทางสนามแม่เหล็ก (แนว NE-SW) ไม่ว่าจะเผาที่อุณหภูมิใดๆ ที่ไม่เกินอุณหภูมิคูรีของแร่ฮีมาไทต์หรือไททาโนฮีมาไทต์

บางตัวอย่างพบว่าสนามแม่เหล็กหุติขุมมีค่ามากเกินไปและไม่สามารถทำลายได้ในอุณหภูมิการเผาที่  $600^{\circ}\text{C}$  ซึ่งทำให้ได้ค่าสนามแม่เหล็กเป็นทิศทางผสมระหว่างสนามแม่เหล็กปฐมภูมิและหุติขุม ตัวอย่างเหล่านี้จะถูกตัดทิ้งออกจากการคำนวณซึ่งมีอยู่ทั้งสิ้น 5 ตัวอย่าง

จากทิศทางสนามแม่เหล็ก สรุปได้ในเบื้องต้นว่าไม่มีลักษณะของขั้วแม่เหล็กแบบย้อนกลับ (reverse) ของสนามแม่เหล็กในหมวดหินดังกล่าว

#### - หมวดหินภูเขา

ตัวอย่างหินอายุครีเตเชียสตอนต้นประกอบไปด้วยสนามแม่เหล็กจำนวน 2-3 component โดยมีรูปแบบของการเปลี่ยนทิศทางสนามแม่เหล็กภายหลังการเผาในแต่ละช่วงตามรูป 6.2 e ถึง i พบว่าแร่แม่เหล็กที่เก็บสนามแม่เหล็กปฐมภูมิเป็นแร่ไททาโนแมกนีไทต์และฮีมาไทต์ ซึ่งมีความเข้มสนามแม่เหล็กตั้งแต่ 40-80% ของ NRM หรือเฉลี่ยประมาณ 1.0-3.5 mA/m

ประมาณ 70% ของตัวอย่างภูเขาพบว่าสนามแม่เหล็กเกือบทั้งหมดเป็นสนามแม่เหล็กปฐมภูมิ โดยมีการลดลงของสนามแม่เหล็กน้อยมากก่อนการเผาถึง  $550^{\circ}\text{C}$ - $600^{\circ}\text{C}$  และจะลดลงจนใกล้ศูนย์อย่างรวดเร็วเมื่อผ่านการเผาที่อุณหภูมิดังกล่าว บางตัวอย่างพบว่าอาจมีการลดลงอย่างรวดเร็วถึง 25%NRM เมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่  $450^{\circ}\text{C}$ - $500^{\circ}\text{C}$  และมีการลดลงของสนามแม่เหล็กน้อยมากจนถึงอุณหภูมิที่  $550^{\circ}\text{C}$ - $600^{\circ}\text{C}$  จึงมีการลดลงอย่างรวดเร็วอีกครั้ง ซึ่งแสดงว่ามี component C อยู่หลายชนิด ตัวอย่างประเภทนี้จะไม่มีการเปลี่ยนทิศทางสนามแม่เหล็ก (แนว NE - SW) ไม่ว่าจะเผาที่อุณหภูมิใด ๆ ที่ไม่เกินอุณหภูมิคูรีของแร่ฮีมาไทต์หรือไททาโนฮีมาไทต์

ตัวอย่างที่มีสนามแม่เหล็กถึง 3 component พบว่า component A และ  $B_1$  (5-10%NRM) ถูกกำจัดอย่างสมบูรณ์เมื่อเผาถึงอุณหภูมิ  $250^{\circ}\text{C}$  และ component  $B_2$  ของตัวอย่างส่วนใหญ่ถูกกำจัดอย่างสมบูรณ์เมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ต่ำกว่า  $450^{\circ}\text{C}$  ซึ่งจะทำให้ความเข้มสนามแม่เหล็กลดลงไปประมาณ 20-40% component C (ซึ่งเป็นสนามแม่เหล็กปฐมภูมิ) จะถูกกำจัดที่  $500^{\circ}\text{C}$ - $550^{\circ}\text{C}$  (60-70% NRM) และ  $650^{\circ}\text{C}$ - $680^{\circ}\text{C}$  (5-10% NRM) โดยทิศทางสนามแม่เหล็กจะค่อยๆ เปลี่ยนจากแนว NNE-SSW เป็น NE-SW เมื่อเผาไปถึงอุณหภูมิประมาณ  $400^{\circ}\text{C}$ - $450^{\circ}\text{C}$  อุณหภูมิส่วนใหญ่ที่เลือกอยู่ในช่วง  $450^{\circ}\text{C}$ - $550^{\circ}\text{C}$

หลายๆตัวอย่างหินภูเขาพบว่าสนามแม่เหล็กหุติขุมมีค่ามากเกินไปและไม่สามารถทำลายได้ในอุณหภูมิการเผาที่  $600^{\circ}\text{C}$  ซึ่งทำให้ได้ค่าสนามแม่เหล็กเป็นทิศทางผสมระหว่างสนามแม่เหล็กปฐมภูมิและหุติขุม และบางครั้งค่าสนามแม่เหล็กมีความแปรปรวนและแตกต่างไปจากค่าเฉลี่ยสนามแม่เหล็กจากตัวอย่างหินอื่นๆ มาก ตัวอย่างเหล่านี้จะถูกตัดทิ้งออกจากการคำนวณซึ่งมีอยู่ทั้งสิ้นถึง 47 ตัวอย่าง

จากทิศทางสนามแม่เหล็ก สรุปได้ในเบื้องต้นว่ามีลักษณะของขั้วแม่เหล็กแบบย้อนกลับ บริเวณ site 21, 23 และ 26 โดยมีอัตราส่วนของ normal/reverse โดยรวมประมาณ 3:2 แสดงให้เห็นถึงข้อมูลที่ได้เป็นสนามแม่เหล็กปฐมภูมิที่เกิดในช่วงนั้น

- หมวดหิน โดกรวด

ตัวอย่างหินอายุยุคครีเตเชียสตอนต้น-กลางประกอบไปด้วยสนามแม่เหล็กจำนวน 3 component โดยรูปแบบของการเปลี่ยนทิศทางสนามแม่เหล็กภายหลังการเผาในแต่ละช่วงตามรูป 6.3 a ถึง c พบว่าแร่แม่เหล็กที่เก็บสนามแม่เหล็กปฐมภูมิเป็นแร่ฮีมาไทต์และไททาโนฮีมาไทต์ ซึ่งมีความเข้มสนามแม่เหล็กไม่เกิน 50% NRM หรือเฉลี่ยประมาณ 0.5-1.0 mA/m

ทุกตัวอย่างพบว่า component A และ B<sub>1</sub> ถูกกำจัดอย่างสมบูรณ์เมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 300°C และ component B<sub>2</sub> ของตัวอย่างส่วนใหญ่ถูกกำจัดอย่างสมบูรณ์เมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 450°C ซึ่งจะทำให้ความเข้มสนามแม่เหล็กลดลงไปประมาณ 55% สำหรับ component C จะถูกกำจัดที่ 500°-550°C (ประมาณ 20% NRM) และ 650°-680°C (25% NRM) โดยทิศทางสนามแม่เหล็กจะค่อยๆ เปลี่ยนจากแนว N-S เป็น NE-SW เมื่อเผาไปถึงอุณหภูมิประมาณ 250°-400°C อุณหภูมิส่วนใหญ่จึงเลือกอยู่ในช่วง 450°-500°C

บางตัวอย่างพบว่าสนามแม่เหล็กทุติยภูมิมีค่ามากขึ้นไปและเมื่อเผาไปถึง 300°C ทิศทางสนามแม่เหล็กแปรปรวนและไม่มีทิศทาง และบางตัวอย่างไม่สามารถทำลายค่าสนามแม่เหล็กทุติยภูมิได้ในอุณหภูมิการเผาที่ 600°C ซึ่งทำให้ได้ค่าสนามแม่เหล็กเป็นทิศทางผสมระหว่างสนามแม่เหล็กปฐมภูมิและทุติยภูมิ ตัวอย่างเหล่านี้จะถูกตัดทิ้งออกจากการคำนวณซึ่งมีอยู่ทั้งสิ้น 7 ตัวอย่าง

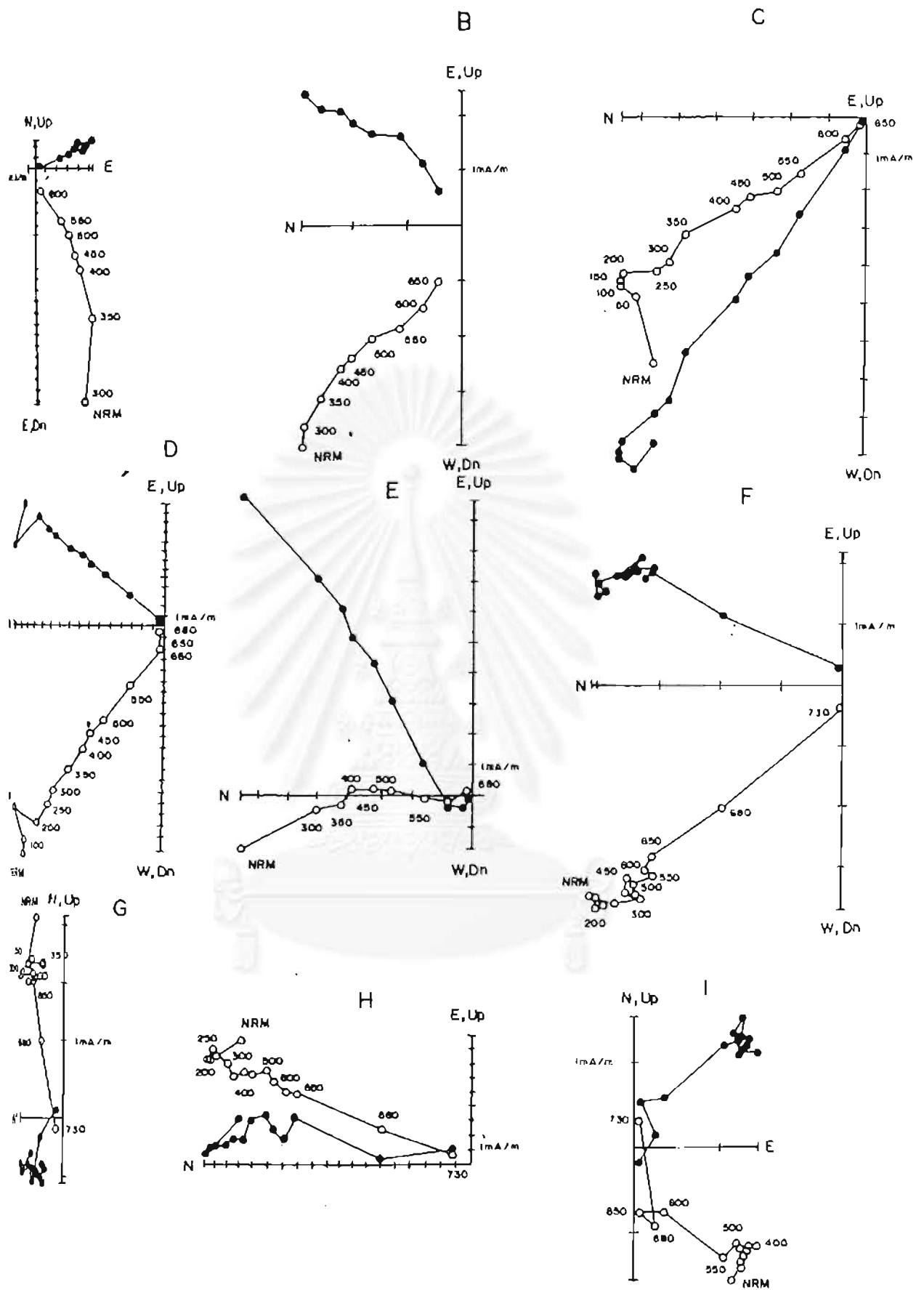
จากทิศทางสนามแม่เหล็ก สรุปได้ในเบื้องต้นว่าอาจมีลักษณะของขั้วแม่เหล็กแบบย้อนกลับ (reverse) ของสนามแม่เหล็กในหมวดหินดังกล่าว

- หมวดหินภูทอก

ตัวอย่างหินอายุยุคครีเตเชียสกลาง(ต้น-กลาง?) ประกอบไปด้วยสนามแม่เหล็กจำนวน 1-3 component โดยมีรูปแบบของการเปลี่ยนทิศทางสนามแม่เหล็กภายหลังการเผาในแต่ละช่วงตามรูป 6.3 d ถึง i พบว่าแร่แม่เหล็กที่เก็บสนามแม่เหล็กปฐมภูมิเป็นแร่ฮีมาไทต์ ซึ่งมีความเข้มสนามแม่เหล็กตั้งแต่ 60-90% ของ NRM หรือเฉลี่ยประมาณ 1.5-4.5 mA/m

ตัวอย่างที่มีสนามแม่เหล็กถึง 3 component พบว่า component A และ B<sub>1</sub> ถูกกำจัดอย่างสมบูรณ์เมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 300°C และ component B<sub>2</sub> ของตัวอย่างส่วนใหญ่ถูกกำจัดอย่างสมบูรณ์เมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 450°C ซึ่งจะทำให้ความเข้มสนามแม่เหล็กลดลงไปประมาณ 25% สำหรับ component C (ซึ่งเป็นสนามแม่เหล็กปฐมภูมิ) จะถูกกำจัดที่ 500°-550°C (ประมาณ 25% NRM) และ 650°-680°C (60% NRM) โดยทิศทางสนามแม่เหล็กจะค่อยๆ เปลี่ยนจากแนว N-S เป็น NE-SW เมื่อเผาไปถึงอุณหภูมิประมาณ 250°-400°C อุณหภูมิส่วนใหญ่ที่เลือกอยู่ในช่วง 450°-500°C

บางตัวอย่างพบว่าสนามแม่เหล็กทั้งหมดเป็นสนามแม่เหล็กปฐมภูมิซึ่งเกิดจากแร่ฮีมาไทต์ โดยแสดงจาก intensity plot มีการลดลงของสนามแม่เหล็กน้อยมากก่อนการเผาถึง 550°-600°C แต่จะลดลงจนใกล้ศูนย์อย่างรวดเร็วเมื่อผ่านการเผาที่อุณหภูมิดังกล่าว และบางตัวอย่างที่มีแร่ (ไททาโน-)แมกนีไทต์ เป็นแร่เก็บสนามแม่เหล็กปฐมภูมิเพียงอย่างเดียว จะมีการลดลงอย่างรวดเร็วของความเข้มสนามแม่เหล็กอย่างต่อเนื่อง



รูป 6.3 กราฟ zijderveld plots แสดงผลของการเผาตัวอย่างและการเปลี่ยนทิศทางสนามแม่เหล็ก  
ลักษณะต่างๆ ของหมวดหินโคลกรวด (A ถึง C) และหมวดหินภูทอก (D ถึง I)

จนหมดที่อุณหภูมิ 500° -550°C ตัวอย่างเหล่านี้จะไม่มีการเปลี่ยนทิศทางสนามแม่เหล็ก (แนว NE-SW) ไม่ว่า  
จะเผาที่อุณหภูมิใดๆ ที่ไม่เกินอุณหภูมิคูรีของแร่ฮีมาไทต์หรือไททานิฮีมาไทต์

36 ตัวอย่างหินภูเขา พบว่ามีลักษณะความแปรปรวนของข้อมูลในลักษณะเดียวกับหมวดหิน  
โลกกรวด ตัวอย่างเหล่านี้จะถูกตัดทิ้งออกจากการคำนวณ

จากทิศทางสนามแม่เหล็ก สรุปได้ในเบื้องต้นว่ามีลักษณะของขั้วแม่เหล็กแบบย้อนกลับ (reverse)  
ของสนามแม่เหล็กในหมวดหินดังกล่าว โดยมีอัตราส่วนต่อ site ของ normal/reverse = 3:2 แต่เมื่อเทียบต่อ  
ตัวอย่างจะเป็น 4:1

70 ตัวอย่างจาก 7 site ที่แสดงค่า reverse จะถูกตัดทิ้งเพื่อความเหมาะสมในการคำนวณ เนื่องจากค่า  
reverse ที่ได้มีค่าแตกต่างกันมากไป (ค่า I ตั้งแต่ +30 ถึง -60) ซึ่งถ้าการคำนวณได้รวมค่าดังกล่าวไปด้วย จะ  
มีผลต่อการคำนวณ เนื่องจากตัวอย่างมีปริมาณมาก ทำให้มีการให้น้ำหนักสูง แต่ 7 site ดังกล่าว ยัง  
สามารถใช้ในการศึกษา fold test และการรวมกลุ่มของตัวอย่างได้ จึงยังคงกล่าวถึงในตอนท้ายของหัวข้อถัด  
ไปของบทนี้

ค่าที่ได้ภายหลังการเผาตัวอย่างที่เลือกสรรแล้ว ซึ่งได้แก่ความเข้มสนามแม่เหล็กและทิศทางสนามแม่  
เหล็กในแต่ละอุณหภูมิการเผา จะนำมาคัดเลือกค่าที่เหมาะสมโดยใช้ชุดโปรแกรม Kirsch และจะนำไป  
คำนวณหาค่าจุดขั้วโลกแม่เหล็กโบราณ (Paleomagnetic pole) และค่าละติจูดโบราณ (Paleolatitude) พร้อม  
ด้วยค่าทางสถิติอื่นๆ โดยใช้โปรแกรม Norton

## 6.2 ผลการคำนวณทิศทางสนามแม่เหล็กในหิน

ข้อมูลการเผาตัวอย่างแต่ละตัวอย่างในอุณหภูมิที่ยอมรับว่าจัดสนามแม่เหล็กทุติยภูมิได้หมดสิ้น  
จำนวน 202 ตัวอย่างย่อย (ซึ่งไม่รวมข้อมูลตัวอย่างที่แสดงขั้วแม่เหล็กย้อนกลับของหมวดหินภูเขาหินจำนวน  
70 ตัวอย่างจาก 7 sites) (ตาราง 6.1) จะนำมาเป็นข้อมูลศึกษาทิศทางของสนามแม่เหล็กปฐมภูมิในแต่ละ  
บริเวณ (sites) ของตัวอย่างในหมวดหินหนึ่งๆ และคำนวณหาค่าเฉลี่ยทิศทางสนามแม่เหล็กในแต่ละหน่วย  
หินต่อไป

เนื่องจากตัวอย่างจำนวนมากได้ถูกตัดทิ้งเพื่อความถูกต้องของข้อมูล ทำให้บางหน่วยหินไม่สามารถ  
คำนวณค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญได้ ดังนั้นการอธิบายต่อจากนี้ไป จึงเป็นการอธิบายตามอายุของหิน โดยมี  
การรวมหมวดหินบางหมวดหินเข้าด้วยกันดังนี้

### 6.2.1 หินยุคไทรแอสซิกตอนต้น-ต้นสุด

ได้แก่หมวดหินห้วยหินลาดและน้ำพอง ซึ่งในรายงานธรณีวิทยาพบว่าไม่มีการขาดหายของช่วงอายุ  
ซ้อนกัน การศึกษาใน 5 บริเวณที่สำรวจ (หมวดหินห้วยหินลาด 4 บริเวณและหมวดหินน้ำพอง 1 บริเวณ)  
พบว่ามีค่าเฉลี่ยของแต่ละบริเวณ (sites 27,28,29,30 และ 31) ตามตาราง 6.2 ซึ่งเมื่อ plot ค่าทิศทางสนามแม่  
เหล็กของค่าเฉลี่ยในช่วงอุณหภูมิที่เลือกของตัวอย่างในแต่ละบริเวณ ลงไปใน equal area projection ก่อน

ตาราง 6.1 ข้อมูลสนามแม่เหล็กบรรพกาลในอุณหภูมิต่ำที่เลือกของแต่ละตัวอย่างย่อย ในกลุ่มหินโคราช

| Sample No.                   | Rock type | Attitude | Temp.select | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | NRM(X10 <sup>-3</sup> ) | Remark   |
|------------------------------|-----------|----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|----------|
| <b>Hua Hin Lat : site 27</b> |           |          |             |       |       |       |       |                         |          |
| 300D                         | SANDSTONE | 260/21   | T250-T450   | 58.4  | 34.2  | 47.7  | 24.6  | 1.12                    |          |
| 303B                         | SANDSTONE | 149/25   | T300-T450   | 44.2  | 21.2  | 39.3  | 45.1  | 4.85                    |          |
| 305D                         | SANDSTONE | 205/12   | T200-T500   | 37.9  | 16.5  | 33.5  | 21.8  | 2.85                    |          |
| 307D                         | SANDSTONE | 205/12   | T200-T450   | 50.6  | 15.1  | 47.2  | 20.1  | 1.15                    |          |
| <b>Hua Hin Lat : site 28</b> |           |          |             |       |       |       |       |                         |          |
| 315D                         | MUDSTONE  | 140/28   | T200-T450   | 241.8 | -24.2 | 247.3 | -51.3 | 2.04                    | REVERSAL |
| 322B                         | MUDSTONE  | 197/7    | T150-T250   | 14.2  | 28.5  | 10.4  | 27.9  | 1.16                    |          |
| 327B                         | MUDSTONE  | 76/7     | T150-T350   | 46.6  | 17.7  | 48.7  | 21.0  | 0.84                    |          |
| 328A                         | MUDSTONE  | 87/2     | T100-T350   | 22.2  | 36.6  | 22.9  | 38.4  | 1.07                    |          |
| <b>Hua Hin Lat : site 29</b> |           |          |             |       |       |       |       |                         |          |
| 330B                         | MUDSTONE  | 12/5     | T100-T300   | 1.4   | 55.4  | 8.7   | 56.1  | 1.09                    |          |
| 331D                         | MUDSTONE  | 23/7     | T100-T300   | 30.0  | 42.2  | 352.8 | 46.0  | 1.01                    |          |
| 334B                         | MUDSTONE  | 36/7     | T100-T400   | 26.3  | 21.8  | 32.8  | 22.3  | 0.81                    |          |
| 336A                         | MUDSTONE  | 15/7     | T100-T350   | 3.0   | 32.1  | 30.5  | 30.4  | 1.19                    |          |
| 338D                         | MUDSTONE  | 355/2    | T50-T250    | 28.2  | 11.4  | 3.4   | 11.1  | 0.77                    |          |
| <b>Hua Hin Lat : site 30</b> |           |          |             |       |       |       |       |                         |          |
| 339B                         | CONGLO    | 234/11   | T350-T450   | 28.2  | 40.0  | 20.9  | 34.6  | 5.71                    |          |
| 340D                         | CONGLO    | 234/11   | T100-T350   | 359.3 | 21.5  | 357.4 | 12.4  | 2.74                    |          |
| 341A                         | LIMESTONE | 235/14   | T250-T350   | 211.5 | -22.0 | 207.2 | -15.9 | 1.46                    | REVERSAL |
| 342C                         | SILTSTONE | 225/9    | T250-T350   | 52.9  | 33.9  | 27.3  | 31.6  | 1.32                    |          |
| <b>Namphong : site 31</b>    |           |          |             |       |       |       |       |                         |          |
| 32030D                       | SANDSTONE | 45/15    | T350-T600   | 38.3  | 40.0  | 50.6  | 38.8  | 2.59                    |          |
| 32031D                       | SANDSTONE | 45/15    | T400-T500   | 55.3  | 18.0  | 59.2  | 17.5  | 2.92                    |          |
| 32033C                       | SANDSTONE | 45/15    | T300-T550   | 21.5  | 18.5  | 26.5  | 23.6  | 4.82                    |          |
| 32033D                       | SANDSTONE | 45/15    | T200-T600   | 37.5  | 7.4   | 39.5  | 9.0   | 9.60                    |          |
| 32033E                       | SANDSTONE | 45/15    | T200-T600   | 25.2  | 3.3   | 26.5  | 7.9   | 9.73                    |          |
| 32034D                       | SANDSTONE | 45/15    | T200-T600   | 25.2  | 3.3   | 26.5  | 7.9   | 8.18                    |          |
| <b>Phu Kradung : site 32</b> |           |          |             |       |       |       |       |                         |          |
| 32021D                       | SANDSTONE | 312/12   | T200-T600   | 19.0  | 60.4  | 23.5  | 43.7  | 4.25                    |          |
| 32024D                       | SANDSTONE | 312/12   | T50-T200    | 2.4   | 58.0  | 12.7  | 47.5  | 0.71                    |          |
| 32028D                       | SANDSTONE | 312/12   | T150-T250   | 59.2  | 7.7   | 58.8  | 1.2   | 1.54                    |          |
| <b>Phra Wihan : site 33</b>  |           |          |             |       |       |       |       |                         |          |
| 32015D                       | SANDSTONE | 315/15   | T200-T650   | 30.7  | 61.6  | 31.0  | 52.6  | 2.27                    |          |
| 32015E                       | SANDSTONE | 315/15   | T400-T600   | 22.5  | 48.9  | 23.8  | 40.0  | 2.67                    |          |
| 32016C                       | SANDSTONE | 315/15   | T50-T400    | 226.1 | -1.0  | 226.1 | 19.0  | 0.50                    | REVERSE  |
| <b>Sao Khua : site 34</b>    |           |          |             |       |       |       |       |                         |          |
| 32005D                       | SANDSTONE | 305/16   | T450-T650   | 23.9  | 49.9  | 26.1  | 44.3  | 3.24                    |          |
| 32006D                       | SANDSTONE | 305/16   | T200-T500   | 34.9  | 60.8  | 34.9  | 44.8  | 3.43                    |          |
| 32006E                       | SANDSTONE | 305/16   | T200-T500   | 34.9  | 65.6  | 34.9  | 49.6  | 4.18                    |          |
| 32006F                       | SANDSTONE | 305/16   | T200-T500   | 31.8  | 61.6  | 32.8  | 45.6  | 3.92                    |          |
| 32007D                       | SANDSTONE | 305/16   | T200-T600   | 24.3  | 39.1  | 25.1  | 33.2  | 4.29                    |          |
| 32009D                       | SANDSTONE | 305/16   | T200-T650   | 8.0   | 44.5  | 9.9   | 41.1  | 3.96                    |          |
| <b>Sao Khua : site 35</b>    |           |          |             |       |       |       |       |                         |          |
| 32011D                       | SANDSTONE | 305/10   | T300-T550   | 27.0  | 46.4  | 27.9  | 39.5  | 2.95                    |          |
| 32011E                       | SANDSTONE | 305/10   | T200-T600   | 37.0  | 44.6  | 36.8  | 37.6  | 2.80                    |          |
| 32011F                       | SANDSTONE | 305/10   | T450-T600   | 35.2  | 40.6  | 35.1  | 33.6  | 3.19                    |          |
| 32012F                       | SANDSTONE | 305/10   | T350-T600   | 27.9  | 42.0  | 28.8  | 32.0  | 5.08                    |          |
| <b>Sao Khua : site 18</b>    |           |          |             |       |       |       |       |                         |          |
| P34A                         | SANDSTONE | 141/10   | T400-T500   | 21.4  | 24.6  | 18.6  | 33.2  | 1.13                    |          |
| P34B                         | SANDSTONE | 141/10   | T450-T500   | 16.0  | 29.3  | 12.1  | 37.3  | 1.69                    |          |
| P35A                         | SANDSTONE | 141/10   | T300-T450   | 52.3  | 18.3  | 52.4  | 28.3  | 2.85                    |          |
| P35B                         | SANDSTONE | 141/10   | T400-T500   | 57.9  | 3.7   | 58.1  | 13.6  | 4.23                    |          |
| P35C                         | SANDSTONE | 141/10   | T450-T500   | 41.3  | 28.9  | 40.1  | 38.7  | 2.43                    |          |
| <b>Sao Khua : site 19</b>    |           |          |             |       |       |       |       |                         |          |
| P36A                         | SANDSTONE | 141/10   | T250-T600   | 32.8  | 32.3  | 30.3  | 41.7  | 2.93                    |          |
| P36B                         | SANDSTONE | 141/10   | T400-T500   | 40.3  | 29.0  | 39.0  | 38.8  | 2.95                    |          |
| P36C                         | SANDSTONE | 141/10   | T400-T500   | 18.1  | 28.6  | 14.5  | 36.8  | 3.39                    |          |
| P37A                         | SANDSTONE | 141/10   | T450-T680   | 35.0  | 45.4  | 31.3  | 54.9  | 1.83                    |          |
| P37C                         | SANDSTONE | 141/10   | T400-T500   | 36.5  | 28.6  | 34.7  | 38.3  | 1.81                    |          |
| <b>Phu Phan : site 20</b>    |           |          |             |       |       |       |       |                         |          |
| P1A                          | CONGLO.   | 130/10   | T500-T680   | 258.2 | 9.1   | 24.9  | 15.7  | 22.70                   |          |

ตาราง 6.1 (ต่อ)

| Sample No.         | Rock type | Attitude | Temp.select | Dg    | Jg    | Ds    | Is    | NRM(X10 <sup>-3</sup> ) | Remark  |
|--------------------|-----------|----------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------------------------|---------|
| P1B                | CONGLO.   | 130/10   | T400-T500   | 5.5   | 4.5   | 5.0   | 9.9   | 16.60                   |         |
| P7A                | SANDSTONE | 135/10   | T450-T600   | 23.9  | 8.6   | 23.1  | 17.9  | 1.86                    |         |
| P7C                | SANDSTONE | 135/10   | T400-T500   | 4.8   | 4.9   | 3.8   | 12.4  | 2.37                    |         |
| P8B                | SANDSTONE | 135/10   | T350-T400   | 58.0  | 0.6   | 58.2  | 10.4  | 1.05                    |         |
| Phu Phan ; site 21 |           |          |             |       |       |       |       |                         |         |
| P3A                | SANDSTONE | 130/10   | T400-T600   | 252.5 | -44.0 | 259.0 | -52.1 | 19.60                   | REVERSE |
| P3B                | SANDSTONE | 130/10   | NRM-T500    | 244.4 | -39.9 | 248.8 | -48.9 | 21.90                   | REVERSE |
| P4B                | SANDSTONE | 130/10   | T350-T500   | 131.6 | -41.2 | 123.1 | -39.8 | 3.63                    | REVERSE |
| P5A                | SANDSTONE | 130/10   | T400-T500   | 15.2  | -60.1 | 21.7  | -51.7 | 5.06                    | REVERSE |
| P5C                | SANDSTONE | 130/10   | T350-T500   | 21.4  | -62.1 | 27.0  | -52.7 | 4.86                    | REVERSE |
| P6A                | SANDSTONE | 130/10   | T450-T650   | 134.3 | -0.8  | 134.2 | -0.7  | 3.29                    | REVERSE |
| P6B                | SANDSTONE | 130/10   | T300-T500   | 163.0 | -5.1  | 161.9 | -9.7  | 2.97                    | REVERSE |
| Phu Phan ; site 22 |           |          |             |       |       |       |       |                         |         |
| P11C               | SANDSTONE | 135/10   | T450-T500   | 73.8  | 4.6   | 74.6  | 13.4  | 2.71                    |         |
| P12A               | CONGLO    | 135/10   | T200-T450   | 75.1  | 23.7  | 77.9  | 32.2  | 2.65                    |         |
| P12B               | CONGLO    | 135/10   | T300-T500   | 37.6  | 14.9  | 37.1  | 24.8  | 3.40                    |         |
| P12C               | CONGLO    | 135/10   | T350-T500   | 30.0  | 9.9   | 29.3  | 19.6  | 7.53                    |         |
| P15A               | CONGLO    | 135/10   | T400-T600   | 55.2  | 5.8   | 55.5  | 15.6  | 75.90                   |         |
| P15B               | CONGLO    | 135/10   | T350-T500   | 38.0  | 14.9  | 37.5  | 24.8  | 15.10                   |         |
| P15C               | CONGLO    | 135/10   | T300-T450   | 5.6   | 11.9  | 3.7   | 19.5  | 33.60                   |         |
| Phu Phan ; site 23 |           |          |             |       |       |       |       |                         |         |
| P16A               | SANDSTONE | 136/11   | T400-T550   | 11.1  | 7.2   | 9.8   | 16.2  | 1.51                    |         |
| P17A               | SANDSTONE | 136/11   | T300-T400   | 2.7   | 16.7  | 359.8 | 24.5  | 1.51                    |         |
| P17B               | SANDSTONE | 136/11   | T200-T350   | 37.5  | 1.5   | 37.3  | 12.3  | 1.23                    |         |
| P17C               | SANDSTONE | 136/11   | NRM-T350    | 22.9  | 23.0  | 20.4  | 33.0  | 1.24                    |         |
| P23A               | SANDSTONE | 136/11   | T300-T450   | 16.7  | 20.8  | 14.0  | 30.3  | 2.04                    |         |
| P24A               | SANDSTONE | 136/11   | NRM-T350    | 29.8  | 28.6  | 27.6  | 39.1  | 0.58                    |         |
| P24B               | SANDSTONE | 136/11   | T200-T500   | 25.3  | 27.7  | 22.8  | 36.9  | 0.77                    |         |
| P24C               | SANDSTONE | 136/11   | NRM-T350    | 3.0   | 36.6  | 18.0  | 35.7  | 0.87                    |         |
| Phu Phan ; site 24 |           |          |             |       |       |       |       |                         |         |
| P22A               | SANDSTONE | 136/11   | T400-T650   | 218.0 | 74.2  | 221.1 | 63.2  | 31.00                   | REVERSE |
| P22B               | SANDSTONE | 136/11   | T450-T500   | 173.5 | 50.1  | 182.0 | 42.6  | 52.90                   | REVERSE |
| P22C               | SANDSTONE | 136/11   | T450-T500   | 161.9 | 58.8  | 175.5 | 52.8  | 39.30                   | REVERSE |
| P30A               | SANDSTONE | 136/8    | T100-T600   | 173.7 | 45.5  | 179.4 | 40.2  | 6.41                    | REVERSE |
| P30B               | SANDSTONE | 136/8    | T300-T500   | 171.3 | 41.5  | 176.4 | 36.6  | 5.67                    | REVERSE |
| Phu Phan ; site 25 |           |          |             |       |       |       |       |                         |         |
| P25B               | SANDSTONE | 138/3    | NRM-T350    | 28.7  | 39.8  | 27.8  | 42.6  | 0.93                    |         |
| P25C               | SANDSTONE | 138/3    | NRM-T450    | 2.3   | 27.5  | 1.2   | 29.6  | 1.30                    |         |
| P26C               | SANDSTONE | 138/3    | T300-T450   | 1.3   | 0.9   | 1.2   | 3.0   | 2.26                    |         |
| P27A               | SANDSTONE | 138/3    | T100-T650   | 41.0  | -2.7  | 41.0  | 0.2   | 19.60                   |         |
| P29A               | SANDSTONE | 138/3    | NRM-T500    | 13.8  | 42.7  | 12.2  | 45.2  | 4.98                    |         |
| P29B               | SANDSTONE | 138/3    | T250-T550   | 48.8  | 35.8  | 48.8  | 38.8  | 3.58                    |         |
| P29C               | SANDSTONE | 138/3    | T300-T500   | 30.7  | 38.4  | 30.0  | 41.3  | 3.53                    |         |
| P31A               | SANDSTONE | 138/3    | T100-T600   | 18.9  | 37.7  | 15.6  | 44.7  | 0.74                    |         |
| P31C               | SANDSTONE | 138/3    | T400-T450   | 14.8  | 51.0  | 8.5   | 57.6  | 1.36                    |         |
| Phu Phan ; site 26 |           |          |             |       |       |       |       |                         |         |
| P20B               | SANDSTONE | 136/11   | T350-T500   | 169.7 | -7.7  | 167.9 | -13.7 | 1.67                    | REVERSE |
| P25A               | SANDSTONE | 136/8    | T350-T450   | 281.5 | -13.6 | 282.1 | -15.4 | 3.91                    | REVERSE |
| P31A               | SANDSTONE | 136/8    | NRM-T500    | 238.0 | -46.2 | 240.1 | -50.4 | 5.68                    | REVERSE |
| P32B               | SANDSTONE | 136/8    | NRM-T500    | 230.5 | -42.8 | 231.2 | -50.8 | 6.88                    | REVERSE |
| P32C               | SANDSTONE | 136/8    | T400-T550   | 223.6 | -40.1 | 223.2 | -48.1 | 9.74                    | REVERSE |
| Phu Phan ; site 36 |           |          |             |       |       |       |       |                         |         |
| J2001D             | SANDSTONE | 215/15   | T300-T550   | 9.2   | 13.8  | 10.2  | 5.7   | 4.13                    |         |
| J2001E             | SANDSTONE | 215/15   | T300-T550   | 4.5   | 30.7  | 7.7   | 22.9  | 5.40                    |         |
| J2003E             | SANDSTONE | 215/15   | T200-550    | 60.3  | 5.6   | 60.2  | -4.0  | 0.92                    |         |
| J2003F             | SANDSTONE | 215/15   | T450-T500   | 13.7  | 13.7  | 14.5  | 5.2   | 0.85                    |         |
| Khak Krut; site 37 |           |          |             |       |       |       |       |                         |         |
| J2042E             | SANDSTONE | 295/4    | T450-T550   | 26.0  | 32.6  | 26.0  | 29.6  | 3.66                    |         |
| J2042H             | SANDSTONE | 295/4    | T400-T550   | 39.4  | 43.5  | 38.7  | 40.6  | 3.09                    |         |
| J2043G             | SANDSTONE | 295/4    | T450-T500   | 352.5 | 53.4  | 355.1 | 49.9  | 4.71                    |         |
| Khok Krut; site 38 |           |          |             |       |       |       |       |                         |         |



ตาราง 6.1 (ต่อ)

| Sample No.          | Rock type | Attitude | Temp.select | Dg   | Ig   | Ds   | Is   | NRM(X10 <sup>-3</sup> ) | Remark |
|---------------------|-----------|----------|-------------|------|------|------|------|-------------------------|--------|
| J2045A              | SANDSTONE | 300/4    | T400-T550   | 48.3 | 45.8 | 47.2 | 42.0 | 2.94                    |        |
| J2045C              | SANDSTONE | 300/4    | T100-T450   | 46.8 | 22.9 | 46.4 | 19.1 | 4.40                    |        |
| J2045D              | SANDSTONE | 300/4    | T50-T200    | 12.6 | 44.9 | 13.7 | 41.1 | 1.62                    |        |
| Khok Kruat; site 39 |           |          |             |      |      |      |      |                         |        |
| J2045E              | SANDSTONE | 300/4    | T300-T550   | 44.8 | 30.4 | 44.3 | 26.5 | 2.39                    |        |
| J2045F              | SANDSTONE | 300/4    | T100-T550   | 27.5 | 40.6 | 27.7 | 36.5 | 4.65                    |        |
| J2045G              | SANDSTONE | 300/4    | T400-T600   | 43.8 | 41.4 | 43.0 | 37.5 | 3.15                    |        |
| Phu Thok; site 1    |           |          |             |      |      |      |      |                         |        |
| J7002A              | SANDSTONE | 332/5    | T350-T450   | 44.3 | 31.0 | 45.1 | 26.2 | 2.42                    |        |
| J7002B              | SANDSTONE | 332/5    | T350-T450   | 38.3 | 24.6 | 39.1 | 20.0 | 3.70                    |        |
| J7003A              | SANDSTONE | 332/5    | T200-T350   | 36.7 | 54.3 | 39.3 | 49.7 | 16.60                   |        |
| J7003B              | SANDSTONE | 332/5    | T300-T500   | 44.1 | 48.6 | 45.6 | 43.8 | 16.80                   |        |
| J7003C              | SANDSTONE | 332/5    | T350-T500   | 37.0 | 58.0 | 39.9 | 53.4 | 20.30                   |        |
| J7004B              | SANDSTONE | 332/5    | T300-T450   | 41.9 | 48.1 | 43.6 | 43.4 | 2.34                    |        |
| J7004C              | SANDSTONE | 332/5    | T400-T500   | 45.1 | 25.9 | 45.7 | 21.1 | 2.72                    |        |
| Phu Thok; site 2    |           |          |             |      |      |      |      |                         |        |
| J7005B              | SANDSTONE | 320/5    | T300-T450   | 41.9 | 48.1 | 43.6 | 43.4 | 0.76                    |        |
| J7006A              | SANDSTONE | 320/5    | T350-T500   | 7.3  | 10.5 | 7.8  | 6.8  | 2.04                    |        |
| J7007C              | SANDSTONE | 320/5    | T350-T450   | 26.2 | 9.3  | 26.5 | 4.7  | 1.65                    |        |
| J7008A              | SANDSTONE | 320/5    | T350-T600   | 27.3 | 24.3 | 28.0 | 19.7 | 2.05                    |        |
| J7008C              | SANDSTONE | 320/5    | T350-T400   | 64.2 | 56.3 | 62.6 | 51.1 | 2.36                    |        |
| J7009A              | SANDSTONE | 320/5    | T550-T650   | 35.1 | 60.2 | 37.0 | 55.3 | 1.65                    |        |
| J7010A              | SANDSTONE | 320/5    | T400-T500   | 29.8 | 30.7 | 30.7 | 26.0 | 0.74                    |        |
| J7010B              | SANDSTONE | 320/5    | T300-T350   | 20.0 | 47.2 | 22.4 | 42.8 | 0.88                    |        |
| J7010C              | SANDSTONE | 320/5    | T350-T400   | 25.6 | 35.3 | 26.9 | 30.7 | 0.81                    |        |
| J7012A              | SANDSTONE | 320/5    | T350-T500   | 18.4 | 17.7 | 19.1 | 13.5 | 2.17                    |        |
| J7012B              | SANDSTONE | 320/5    | T350-T400   | 31.9 | 52.0 | 33.6 | 47.3 | 0.92                    |        |
| Phu Thok; site 4    |           |          |             |      |      |      |      |                         |        |
| J8007C              | SANDSTONE | 332/7    | T350-T450   | 19.2 | 20.0 | 20.6 | 14.8 | 1.21                    |        |
| J8008A              | SANDSTONE | 332/7    | NRM-T350    | 60.1 | 17.0 | 60.2 | 10.0 | 0.94                    |        |
| J8008B              | SANDSTONE | 332/7    | NRM-T450    | 15.4 | 2.5  | 15.4 | -2.3 | 0.83                    |        |
| J8009A              | SANDSTONE | 332/7    | NRM-T350    | 0.8  | 29.8 | 4.0  | 26.2 | 0.84                    |        |
| J8009B              | SANDSTONE | 332/7    | T300-T550   | 47.9 | 15.0 | 48.3 | 8.2  | 1.41                    |        |
| J8009C              | SANDSTONE | 332/7    | T300-T450   | 0.9  | 45.9 | 6.7  | 42.2 | 1.33                    |        |
| J8010A              | SANDSTONE | 332/7    | T300-T400   | 29.9 | 15.9 | 30.7 | 9.9  | 0.85                    |        |
| J8010C              | SANDSTONE | 332/7    | T400-T500   | 47.5 | 31.5 | 48.4 | 24.7 | 1.08                    |        |
| J8011A              | SANDSTONE | 332/7    | T300-T650   | 62.9 | 30.4 | 62.8 | 23.4 | 2.58                    |        |
| J8011B              | SANDSTONE | 332/7    | T350-T500   | 29.6 | 21.9 | 30.9 | 16.0 | 3.00                    |        |
| J8013C              | SANDSTONE | 332/7    | T400-T500   | 27.2 | 39.4 | 30.0 | 33.5 | 1.20                    |        |
| Phu Thok; site 6    |           |          |             |      |      |      |      |                         |        |
| J7015A              | SANDSTONE | 347/7    | T350-T450   | 33.9 | 30.0 | 36.3 | 24.8 | 2.09                    |        |
| J7015B              | SANDSTONE | 347/7    | T600-T680   | 45.4 | 39.2 | 48.0 | 33.1 | 3.17                    |        |
| J7015C              | SANDSTONE | 347/7    | NRM-T300    | 62.8 | 30.1 | 63.6 | 23.3 | 1.39                    |        |
| J7016A              | SANDSTONE | 347/7    | T200-T350   | 22.8 | 15.4 | 24.2 | 11.2 | 0.74                    |        |
| J7017B              | SANDSTONE | 347/7    | NRM-T500    | 24.3 | 23.4 | 26.4 | 19.1 | 0.61                    |        |
| J7018A              | SANDSTONE | 347/7    | T200-T300   | 29.4 | 45.8 | 34.1 | 40.9 | 1.01                    |        |
| J7018C              | SANDSTONE | 347/7    | NRM         | 55.6 | 64.6 | 43.5 | 53.0 | 0.56                    |        |
| J7019C              | SANDSTONE | 347/7    | T400-T500   | 31.1 | 6.2  | 31.4 | 1.3  | 0.71                    |        |
| J7020A              | SANDSTONE | 347/7    | T150-T300   | 38.4 | 51.4 | 43.1 | 45.7 | 0.64                    |        |
| J7021A              | SANDSTONE | 347/7    | NRM-T400    | 18.9 | 22.8 | 21.2 | 19.0 | 1.61                    |        |
| J7021B              | SANDSTONE | 347/7    | NRM-T450    | 0.1  | 41.8 | 6.0  | 39.9 | 2.51                    |        |
| J7021C              | SANDSTONE | 347/7    | T300-T350   | 39.9 | 4.3  | 40.1 | -1.3 | 1.48                    |        |
| Phu Thok; site 7    |           |          |             |      |      |      |      |                         |        |
| J7024A              | SANDSTONE | 332/6    | NRM-T450    | 15.8 | 20.9 | 17.3 | 16.7 | 1.06                    |        |
| J7024B              | SANDSTONE | 332/6    | NRM-T350    | 23.4 | 52.3 | 27.6 | 47.5 | 1.08                    |        |
| J7024C              | SANDSTONE | 332/6    | T350-T400   | 26.1 | 8.6  | 26.5 | 3.8  | 0.70                    |        |
| J7025A              | SANDSTONE | 332/6    | T400-T500   | 56.3 | 56.4 | 57.0 | 50.4 | 1.17                    |        |
| J7025B              | SANDSTONE | 332/6    | NRM-T500    | 26.4 | 29.3 | 28.1 | 24.3 | 1.64                    |        |
| J7026A              | SANDSTONE | 332/6    | T350-T400   | 42.4 | 18.8 | 43.0 | 13.2 | 1.10                    |        |
| J7027B              | SANDSTONE | 332/6    | T300-T350   | 27.0 | 42.4 | 29.8 | 37.4 | 0.78                    |        |
| J7028A              | SANDSTONE | 332/6    | NRM-T400    | 17.2 | 46.6 | 23.2 | 42.2 | 1.40                    |        |
| Phu Thok; site 8    |           |          |             |      |      |      |      |                         |        |
| J7031C              | SANDSTONE | 350/9    | T450-T500   | 50.6 | 69.7 | 53.1 | 63.8 | 1.18                    |        |
| J7032A              | SANDSTONE | 350/9    | T300-T500   | 45.5 | 21.9 | 46.1 | 16.1 | 2.19                    |        |
| J7032B              | SANDSTONE | 350/9    | T400-T500   | 47.5 | 26.7 | 48.2 | 20.9 | 2.19                    |        |
| J7032C              | SANDSTONE | 350/9    | T400-T500   | 27.7 | 16.8 | 28.6 | 11.8 | 3.09                    |        |
| J7033A              | SANDSTONE | 350/9    | T250-T500   | 28.6 | 31.0 | 30.3 | 25.9 | 2.89                    |        |

ตาราง 6.1 (ต่อ)

| Sample No.        | Rock type | Attitude | Temp.select | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | NRM( $\times 10^{-3}$ ) | Remark |
|-------------------|-----------|----------|-------------|-------|------|-------|------|-------------------------|--------|
| J7033B            | SANDSTONE | 350/9    | T400-T500   | 41.5  | 39.3 | 43.0  | 33.7 | 2.11                    |        |
| J7033C            | SANDSTONE | 350/9    | T350-T450   | 31.4  | 45.7 | 34.1  | 40.4 | 1.41                    |        |
| J7034A            | SANDSTONE | 350/9    | T350-T500   | 28.1  | 44.7 | 31.0  | 39.7 | 2.18                    |        |
| J7034B            | SANDSTONE | 350/9    | T450-T500   | 34.4  | 57.6 | 38.1  | 52.2 | 1.95                    |        |
| J7034C            | SANDSTONE | 350/9    | T350-T500   | 34.3  | 52.8 | 37.4  | 47.4 | 1.23                    |        |
| J7035A            | SANDSTONE | 350/9    | T150-T600   | 47.3  | 52.5 | 49.0  | 46.7 | 1.03                    |        |
| Phu Thok; site 9  |           |          |             |       |      |       |      |                         |        |
| J7036B            | SANDSTONE | 345/5    | T350-T500   | 15.6  | 50.6 | 24.4  | 46.1 | 1.39                    |        |
| J7036C            | SANDSTONE | 345/5    | T450-T500   | 43.8  | 26.7 | 46.0  | 19.3 | 0.90                    |        |
| J7037A            | SANDSTONE | 345/5    | T300-T450   | 2.6   | 43.6 | 10.5  | 41.1 | 1.28                    |        |
| J7037C            | SANDSTONE | 345/5    | T450-T500   | 9.2   | 26.8 | 13.2  | 23.6 | 1.10                    |        |
| J7038A            | SANDSTONE | 345/5    | T400-T500   | 2.5   | 20.4 | 5.6   | 18.2 | 2.63                    |        |
| J7038B            | SANDSTONE | 345/5    | NRM-T500    | 58.7  | 36.0 | 60.6  | 27.6 | 1.03                    |        |
| J7038C            | SANDSTONE | 345/5    | T350-T500   | 21.5  | 20.6 | 24.0  | 15.8 | 1.96                    |        |
| J7039A            | SANDSTONE | 345/5    | T400-T650   | 28.6  | 26.3 | 31.6  | 20.5 | 1.04                    |        |
| J7039B            | SANDSTONE | 345/5    | T450-T500   | 40.9  | 13.5 | 41.9  | 6.5  | 2.05                    |        |
| J7039C            | SANDSTONE | 345/5    | T300-T350   | 25.1  | 18.6 | 27.2  | 13.3 | 1.35                    |        |
| J7040A            | SANDSTONE | 345/5    | NRM         | 55.3  | 35.7 | 56.4  | 30.7 | 0.82                    |        |
| J7040B            | SANDSTONE | 345/5    | NRM-T350    | 1.8   | 40.9 | 5.7   | 39.2 | 0.94                    |        |
| J7040C            | SANDSTONE | 345/5    | T400-T500   | 19.1  | 48.8 | 23.5  | 45.8 | 1.41                    |        |
| Phu Thok; site 12 |           |          |             |       |      |       |      |                         |        |
| J7041A            | SANDSTONE | 144/11   | T200-T300   | 357.4 | 34.6 | 0.7   | 33.4 | 0.84                    |        |
| J7041B            | SANDSTONE | 144/11   | NRM         | 11.8  | 11.9 | 12.4  | 10.5 | 0.76                    |        |
| J7041C            | SANDSTONE | 144/11   | NRM-T350    | 356.8 | 31.2 | 359.7 | 30.0 | 0.94                    |        |
| J7044A            | SANDSTONE | 144/11   | T350-T500   | 21.9  | 19.8 | 23.3  | 16.8 | 2.15                    |        |
| J7044B            | SANDSTONE | 144/11   | NRM-T500    | 16.1  | 52.2 | 21.2  | 49.4 | 1.45                    |        |
| J7044C            | SANDSTONE | 144/11   | T400-T500   | 48.5  | 22.6 | 49.3  | 18.1 | 1.65                    |        |
| J7045A            | SANDSTONE | 144/11   | T150-T550   | 21.7  | 43.0 | 25.1  | 39.9 | 2.89                    |        |
| J7045B            | SANDSTONE | 144/11   | T350-T500   | 21.8  | 31.8 | 24.1  | 28.7 | 3.18                    |        |
| J7045C            | SANDSTONE | 144/11   | T300-T500   | 28.9  | 36.2 | 31.4  | 32.6 | 2.11                    |        |
| Phu Thok; site 14 |           |          |             |       |      |       |      |                         |        |
| J7047A            | SANDSTONE | 145/7    | T300-T400   | 14.8  | 53.1 | 20.1  | 50.4 | 1.59                    |        |
| J7047B            | SANDSTONE | 145/7    | NRM         | 45.6  | 46.1 | 47.5  | 41.7 | 0.88                    |        |
| J7047C            | SANDSTONE | 145/7    | T450-T500   | 27.5  | 35.6 | 29.9  | 32.2 | 1.02                    |        |
| J7048A            | SANDSTONE | 145/7    | T200-T450   | 57.3  | 12.1 | 57.5  | 7.3  | 2.23                    |        |
| J7048B            | SANDSTONE | 145/7    | T300-T400   | 357.2 | 52.6 | 3.4   | 51.3 | 1.31                    |        |
| J7048C            | SANDSTONE | 145/7    | T400-T450   | 357.2 | 35.9 | 0.7   | 34.7 | 1.61                    |        |
| J7051A            | SANDSTONE | 145/7    | T450-T500   | 12.3  | 20.1 | 13.8  | 17.8 | 1.96                    |        |
| J7051B            | SANDSTONE | 145/7    | T350-T500   | 11.8  | 44.8 | 16.0  | 42.4 | 2.58                    |        |
| J7051C            | SANDSTONE | 145/7    | T400-T500   | 42.3  | 35.6 | 44.0  | 31.4 | 1.50                    |        |
| J7052A            | SANDSTONE | 145/7    | T300-T500   | 68.4  | 36.3 | 68.8  | 31.4 | 2.14                    |        |
| J7052C            | SANDSTONE | 145/7    | T400-T500   | 33.1  | 32.9 | 35.0  | 29.1 | 1.73                    |        |
| Phu Thok; site 16 |           |          |             |       |      |       |      |                         |        |
| J7053A            | SANDSTONE | 144/11   | T400-T450   | 12.6  | 53.2 | 18.1  | 50.7 | 1.41                    |        |
| J7053B            | SANDSTONE | 144/11   | T400-T500   | 1.2   | 34.3 | 4.3   | 32.7 | 1.54                    |        |
| J7053C            | SANDSTONE | 144/11   | NRM-T400    | 48.6  | 30.4 | 49.7  | 25.9 | 1.07                    |        |
| J7054B            | SANDSTONE | 144/11   | T350-T450   | 345.6 | 34.3 | 348.9 | 34.1 | 0.82                    |        |
| J7055A            | SANDSTONE | 144/11   | T400-T450   | 33.4  | 36.1 | 337.0 | 37.0 | 1.62                    |        |
| J7055B            | SANDSTONE | 144/11   | NRM-T400    | 28.0  | 38.9 | 30.7  | 35.4 | 1.04                    |        |
| J7055C            | SANDSTONE | 144/11   | T400-T500   | 31.8  | 50.3 | 35.5  | 46.6 | 1.65                    |        |
| J7056A            | SANDSTONE | 144/11   | T550-T680   | 11.4  | 13.8 | 12.4  | 11.5 | 7.21                    |        |
| J7059B            | SANDSTONE | 144/11   | T450-T500   | 61.7  | 20.8 | 62.0  | 16.0 | 3.33                    |        |
| J7059C            | SANDSTONE | 144/11   | T450-T500   | 68.3  | 29.1 | 68.5  | 24.1 | 3.65                    |        |
| J7060A            | SANDSTONE | 144/11   | T450-T500   | 37.5  | 9.0  | 37.9  | 5.0  | 12.40                   |        |
| J7060C            | SANDSTONE | 144/11   | T400-T500   | 54.5  | 13.0 | 54.8  | 8.3  | 13.60                   |        |

หมายเหตุ ตารางนี้แสดงข้อมูล reversal polarity ของหมวดหินภูทอกใน site 3,5,10,11,13,15 และ 17

คำย่อ: Dg=Declination of magnetic vector in rock sample before tilt correct Ig= Inclination of magnetic vector in rock sample before tilt correct Ds= Declination of magnetic vector in rock sample after tilt correct Is= Inclination of magnetic vector in rock sample after tilt correct NRM = Natural Remanent Magnetization REVERSE = Reveral polarity

การแก้ค่าทางธรณีวิทยา (before tilt) พบว่าตัวอย่างหินทั้งหมดแสดงลักษณะ normal polaritied มีมุมเบี่ยงเบนระหว่าง  $10.9^{\circ}$ - $47.5^{\circ}$  และมุมเอียงเท (Inclination) ระหว่าง  $20.0^{\circ}$ - $33.6^{\circ}$  (ใน site 28 และ 30 มีบางตัวอย่างข้อยเป็น reverse ซึ่งมีค่า  $D/I = 247/-51.3$  และ  $207/-15.9$  แต่ในการคำนวณค่าเฉลี่ยของแต่ละบริเวณจำเป็นต้องแปลกลับให้เป็น normal) แต่เมื่อมีการแก้ค่าแล้ว (after tilt) พบว่าตัวอย่างใน equal area projection มีการจับกลุ่มดีขึ้นเพียงเล็กน้อย ( $k_s/k_g = 1.17$ ) (รูป 6.4) และเมื่อมองในรายละเอียดของแต่ละ site กลับพบว่าค่า  $k_s/k_g$  มีค่าน้อยกว่า 1 ซึ่งอาจหมายถึงมีการเกิด remagnetization ของหมวดหินห้วยหินลาดก่อนที่จะมีการเก็บตัวอย่างในปัจจุบัน สำหรับค่าเฉลี่ยของข้อมูลหินยุคไทรแอสซิกตอนต้นได้แสดงไว้ในตาราง 6.2 โดยใช้ค่าเฉลี่ยเฉพาะตัวอย่างที่เป็นขั้วแม่เหล็กปกติ

#### 6.2.2 หินยุคจูแรสซิกตอนกลาง-ครีเทเชียสตอนต้น?

ได้แก่หมวดหินภูกระดึงและพระวิหาร ซึ่งในรายงานธรณีวิทยาพบว่าไม่มีการขาดหายของช่วงอายุต่อกัน การศึกษาเพียง 2 บริเวณสำรวจ พบว่ามีค่าเฉลี่ยของแต่ละบริเวณ (sites 32 และ 33) ตามตาราง 6.2 ซึ่งเมื่อ plot ค่าทิศทางสนามแม่เหล็กของค่าเฉลี่ยในช่วงอุณหภูมิที่เลือกของตัวอย่างในแต่ละบริเวณ ลงไปใน equal area projection ก่อนการแก้ค่าทางธรณีวิทยา (before tilt) พบว่าตัวอย่างหินทั้งหมดแสดงลักษณะ normal polaritied มีมุมเบี่ยงเบนระหว่าง  $34.5^{\circ}$ - $43.1^{\circ}$  และมุมเอียงเท (Inclination) ระหว่าง  $22.4^{\circ}$ - $45.4^{\circ}$  (ใน site 33 มีบางตัวอย่างข้อยเป็น reverse ซึ่งมีค่า  $D = 226.1$  และ  $I = -1.0$  แต่ในการคำนวณค่าเฉลี่ยของแต่ละบริเวณจำเป็นต้องแปลกลับให้เป็น normal) แต่เมื่อมีการแก้ค่าแล้ว (after tilt) พบว่าตัวอย่างใน equal area projection มีการจับกลุ่มแย่งลง ( $k_s/k_g = 0.57$ ) ซึ่งอาจเป็นเพราะมีการ remagnetization หรือตัวอย่างก่อนข้างน้อยเกินไปในเชิงสถิติ (รูป 6.4) โดยมีค่ามุมเบี่ยงเบนระหว่าง  $32.7^{\circ}$ - $39.2^{\circ}$  และมุมเอียงเท (Inclination) ระหว่าง  $9.9^{\circ}$ - $32.8^{\circ}$  สำหรับค่าเฉลี่ยของข้อมูลหินยุคจูแรสซิกตอนกลาง-ครีเทเชียสตอนต้น? ได้แสดงไว้ในตาราง 6.2 โดยเลือกใช้เฉพาะขั้วแม่เหล็กปกติ

#### 6.2.3 หินยุคครีเทเชียสตอนต้นสุด

ได้แก่หมวดหินเสาขัว การศึกษา 4 บริเวณสำรวจ พบว่ามีค่าเฉลี่ยของแต่ละบริเวณ (sites 18, 19, 34 และ 33) ตามตาราง 6.2 ซึ่งเมื่อ plot ค่าทิศทางสนามแม่เหล็กของค่าเฉลี่ยในช่วงอุณหภูมิที่เลือกของตัวอย่างในแต่ละบริเวณ ลงไปใน equal area projection ก่อนการแก้ค่าทางธรณีวิทยา พบว่าตัวอย่างหินทั้งหมดแสดงลักษณะ normal ซึ่งส่วนใหญ่มีค่ามุมเบี่ยงเบน (declination) ระหว่าง  $24.7^{\circ}$ - $38.5^{\circ}$  และมุมเอียงเท (inclination) ระหว่าง  $21.8^{\circ}$ - $54.0^{\circ}$  แต่เมื่อมีการแก้ค่าแล้ว พบว่าตัวอย่างใน equal area projection มีการจับกลุ่มดีขึ้น (รูป 6.5) โดยมีค่ามุมเบี่ยงเบนระหว่าง  $27.0^{\circ}$ - $37.4^{\circ}$  และมุมเอียงเท (Inclination) ระหว่าง  $31.6^{\circ}$ - $43.4^{\circ}$  เมื่อมาศึกษา fold test พบว่ามีค่าเป็น positive ที่ 95% ( $k_s/k_g = 4.7 > F(7,7) = 3.79$ ) ซึ่งลักษณะดังกล่าวพบเพียงกลุ่มเดียวในหมวดหินโคราชทั้งหมด สำหรับค่าเฉลี่ยของข้อมูลได้แสดงไว้ในตาราง 6.2

#### 6.2.4 หินยุคครีเทเชียสตอนต้น

๖2 ข้อมูลเฉลี่ยทิศทางสนามแม่เหล็กในหินของกลุ่มหินโคราช (ส่วนใหญ่ใช้อุณหภูมิการเผาปานกลางที่ 350°C และบางตัวอย่างใช้อุณหภูมิการเผาที่ 550°C - 680°C)

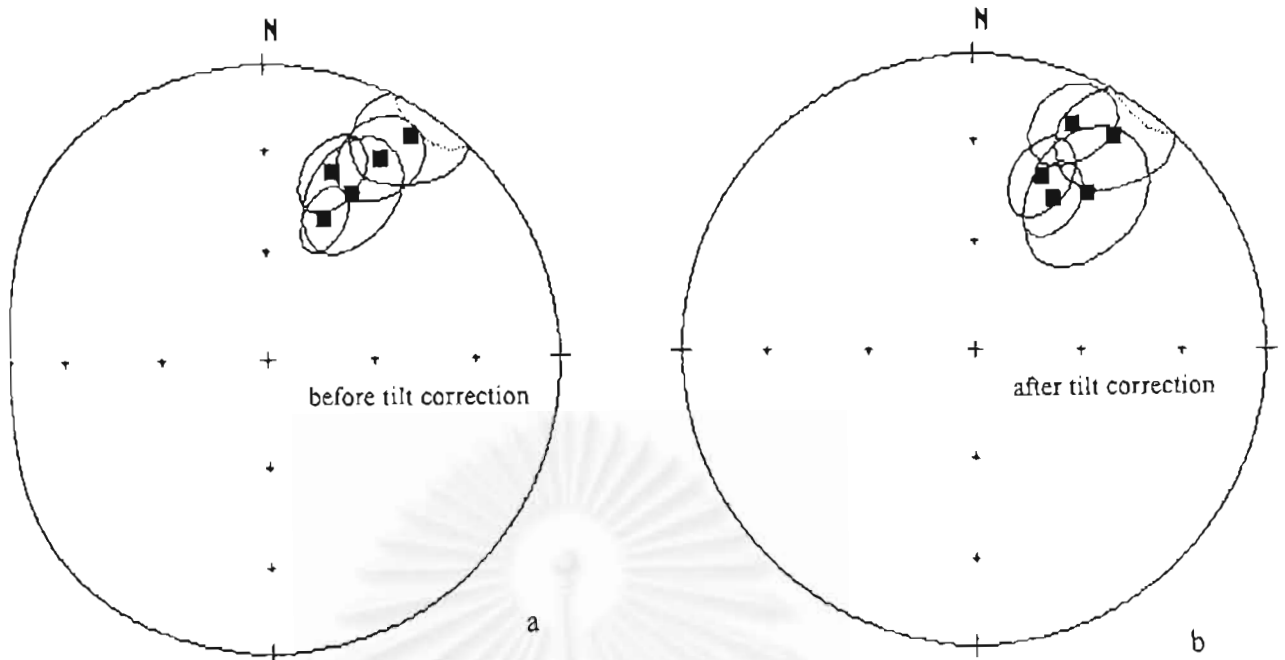
| Location                                                                        | Strike/dip | N         | In Situ     |             |             | Tilt Corrected |              |                 | Pole Position |              |
|---------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------|-------------|-------------|-------------|----------------|--------------|-----------------|---------------|--------------|
|                                                                                 |            |           | Dg (°)      | Ig (°)      | Ds (°)      | Is (°)         | ks           | A <sub>95</sub> | Lat (°)       | Long (°)     |
| <b>Lat and Nam Phong Formations - Upper-Uppermost Triassic</b>                  |            |           |             |             |             |                |              |                 |               |              |
| 16°44'/101°47'                                                                  | 205/12     | 4         | 47.5        | 22.9        | 42.1        | 28.0           | 38.2         | 11.3            | 49.5          | 188.2        |
| 16°44'/101°47'                                                                  | 197/7      | 4(1)      | 36.9        | 28.1        | 35.4        | 36.5           | 11.6         | 20.6            | 56.2          | 179.8        |
| 16°44'/101°47'                                                                  | 23/7       | 5         | 10.9        | 33.6        | 14.9        | 34.1           | 12.5         | 17.7            | 75.6          | 180.7        |
| 16°44'/101°47'                                                                  | 234/11     | 4(1)      | 22.6        | 30.1        | 17.8        | 24.1           | 22.0         | 14.9            | 72.3          | 202.3        |
| 17°10'/102°20'                                                                  | 45/15      | 6         | 33.4        | 20.0        | 37.4        | 21.8           | 19.8         | 12.8            | 53.4          | 195.1        |
| <b>Site Mean</b>                                                                |            | <b>5</b>  | <b>30.7</b> | <b>27.5</b> | <b>29.6</b> | <b>29.3</b>    | <b>42.4</b>  | <b>9.6</b>      | <b>61.6</b>   | <b>189.3</b> |
| <b>Phu Phan and Phra Wihan Formation - Middle Jurassic to Lowest Cretaceous</b> |            |           |             |             |             |                |              |                 |               |              |
| 17°15'/102°30'                                                                  | 312/12     | 3         | 34.5        | 45.4        | 35.1        | 43.4           | 5.0          | 36.2            | 56.6          | 185.8        |
| 17°15'/102°30'                                                                  | 315/15     | 3(1)      | 25.9        | 55.3        | 27.0        | 46.4           | 72.1         | 11.7            | 63.0          | 164.7        |
| <b>Site Mean</b>                                                                |            | <b>2</b>  | <b>30.7</b> | <b>50.4</b> | <b>31.4</b> | <b>39.6</b>    | <b>59.2</b>  | <b>12.9</b>     | <b>60.0</b>   | <b>176.9</b> |
| <b>Phu Phan Formation - Lowest Cretaceous</b>                                   |            |           |             |             |             |                |              |                 |               |              |
| 17°15'/102°30'                                                                  | 306/16     | 6         | 24.7        | 54.0        | 27.0        | 43.4           | 83.1         | 6.3             | 63.7          | 169.7        |
| 17°15'/102°30'                                                                  | 305/10     | 4         | 31.8        | 43.5        | 32.2        | 35.7           | 262.8        | 4.3             | 59.4          | 182.4        |
| 16°29'/104°08'                                                                  | 141/10     | 5         | 38.5        | 21.8        | 37.4        | 31.6           | 16.2         | 15.5            | 54.2          | 187.4        |
| 16°29'/104°08'                                                                  | 141/10     | 5         | 32.5        | 33.0        | 29.8        | 42.4           | 62.8         | 7.9             | 60.9          | 172.7        |
| <b>Site Mean</b>                                                                |            | <b>4</b>  | <b>32.6</b> | <b>38.2</b> | <b>31.8</b> | <b>38.3</b>    | <b>149.6</b> | <b>5.7</b>      | <b>59.7</b>   | <b>178.2</b> |
| <b>Phu Phan and Khok Kruat Formations - Lower Cretaceous</b>                    |            |           |             |             |             |                |              |                 |               |              |
| 17°15'/102°30'                                                                  | 215/15     | 4         | 23.3        | 5.9         | 22.7        | 14.0           | 14.2         | 16.6            | 65.9          | 215.0        |
| 17°15'/102°30'                                                                  | 295/4      | 3         | 21.5        | 44.7        | 21.7        | 44.7           | 18.2         | 19.0            | 68.2          | 167.7        |
| 17°15'/102°30'                                                                  | 300/4      | 3         | 36.2        | 38.9        | 36.7        | 35.1           | 16.4         | 19.9            | 54.9          | 181.0        |
| 17°15'/102°30'                                                                  | 300/4      | 3         | 39.0        | 37.7        | 38.6        | 33.8           | 68.9         | 9.7             | 53.2          | 182.4        |
| 16°29'/104°08'                                                                  | 135/10     | 5         | 49.2        | 15.0        | 49.5        | 24.9           | 9.8          | 15.8            | 42.2          | 191.9        |
| 16°29'/104°08'                                                                  | 130/10     | 7(7)      | 39.7        | -42.2       | 40.4        | -31.5          | 6.4          | 20.9            | -37.8         | 53.1         |
| 16°29'/104°08'                                                                  | 135/10     | 7         | 22.0        | 17.2        | 22.9        | 8.0            | 9.2          | 23.1            | 64.3          | 221.4        |
| 16°29'/104°08'                                                                  | 136/11     | 8         | 26.6        | 16.0        | 24.6        | 26.2           | 19.6         | 10.5            | 66.1          | 197.8        |
| 16°29'/104°08'                                                                  | 136/11     | 5(5)      | 174.7       | 54.8        | 183.8       | 48.0           | 27.8         | 11.9            | 44.3          | 100.1        |
| 16°29'/104°08'                                                                  | 138/3      | 9         | 22.5        | 39.9        | 20.8        | 43.9           | 30.8         | 9.5             | 68.6          | 166.0        |
| 16°29'/104°08'                                                                  | 136/8      | 5(5)      | 237.7       | -43.0       | 240.2       | -51.4          | 77.1         | 7.1             | -33.6         | 13.2         |
| <b>Site Mean</b>                                                                |            | <b>8</b>  | <b>32.9</b> | <b>24.2</b> | <b>31.4</b> | <b>27.1</b>    | <b>27.6</b>  | <b>9.4</b>      | <b>59.7</b>   | <b>192.7</b> |
| <b>Phu Phan Formation - Lower part of Middle Cretaceous</b>                     |            |           |             |             |             |                |              |                 |               |              |
| 18°07'/103°53'                                                                  | 332/5      | 7         | 42.0        | 38.0        | 43.2        | 33.3           | 27.7         | 10.0            | 49.1          | 186.8        |
| 18°07'/103°53'                                                                  | 320/5      | 11        | 35.0        | 37.8        | 36.3        | 32.7           | 17.8         | 10.0            | 55.5          | 188.6        |
| 18°07'/103°53'                                                                  | 320/5      | 7(7)      | 32.2        | -26.1       | 31.0        | -30.4          | 11.6         | 15.5            | -43.8         | 60.6         |
| 18°07'/103°53'                                                                  | 332/7      | 11        | 27.9        | 33.2        | 30.1        | 27.3           | 17.4         | 10.1            | 60.9          | 196.5        |
| 18°07'/103°53'                                                                  | 332/7      | 10(7)     | 31.5        | -22.3       | 29.7        | -28.3          | 34.4         | 7.5             | -45.6         | 60.6         |
| 18°07'/103°53'                                                                  | 347/7      | 12        | 19.0        | 45.5        | 24.5        | 41.5           | 13.2         | 11.1            | 66.5          | 175.5        |
| 18°07'/103°53'                                                                  | 332/6      | 8         | 28.5        | 36.7        | 28.6        | 33.7           | 14.8         | 12.9            | 62.9          | 188.6        |
| 18°07'/103°53'                                                                  | 350/9      | 11        | 17.7        | 31.5        | 22.6        | 26.6           | 16.8         | 10.3            | 67.9          | 201.2        |
| 18°07'/103°53'                                                                  | 345/5      | 13        | 36.0        | 30.0        | 34.2        | 27.2           | 14.4         | 10.2            | 57.0          | 195.2        |
| 18°07'/103°53'                                                                  | 345/5      | 13(13)    | 28.6        | -24.6       | 25.0        | -27.8          | 18.6         | 9.0             | -48.8         | 65.5         |
| 18°14'/103°58'                                                                  | 144/11     | 8(8)      | 209.9       | 39.8        | 206.2       | 45.1           | 6.2          | 19.9            | 38.5          | 73.6         |
| 18°14'/103°58'                                                                  | 144/11     | 9         | 37.6        | 11.1        | 36.7        | 21.6           | 10.8         | 14.2            | 53.9          | 199.8        |
| 18°14'/103°58'                                                                  | 144/11     | 6(6)      | 250.9       | 56.0        | 247.8       | 47.4           | 35.7         | 9.6             | 9.7           | 48.3         |
| 18°14'/103°58'                                                                  | 145/7      | 11        | 26.2        | 32.4        | 22.2        | 38.0           | 22.2         | 9.0             | 68.9          | 181.5        |
| 18°14'/103°58'                                                                  | 145/7      | 9(9)      | 32.0        | -30.7       | 33.5        | -23.0          | 33.2         | 7.3             | -45.1         | 53.8         |
| 18°14'/103°58'                                                                  | 141/11     | 12        | 46.4        | 15.7        | 47.5        | 23.7           | 18.3         | 8.1             | 44.0          | 194.0        |
| 18°14'/103°58'                                                                  | 141/11     | 17(17)    | 23.2        | -34.5       | 26.3        | -26.9          | 21.7         | 7.3             | -48.4         | 63.5         |
| <b>Site Mean</b>                                                                |            | <b>10</b> | <b>32.1</b> | <b>31.5</b> | <b>32.8</b> | <b>30.8</b>    | <b>69.7</b>  | <b>5.3</b>      | <b>58.7</b>   | <b>191.5</b> |
| <b>Phu Phan Formation - Lower part of Middle Cretaceous rocks</b>               |            |           |             |             |             |                |              |                 |               |              |
|                                                                                 |            | <b>22</b> | <b>-</b>    | <b>-</b>    | <b>32.1</b> | <b>30.9</b>    | <b>46.2</b>  | <b>4.4</b>      | <b>59.3</b>   | <b>189.9</b> |

n = Number of samples or sites in calculation for the mean, Dg= Declination before tilt correct, Ig=Inclination before tilt correct, Ds= Declination after tilt correct, Is=Inclination after tilt correct, kg= precision parameter (before tilting), ks= precision parameter (after tilting), A<sub>95</sub> = 95% cone of confidence about mean.

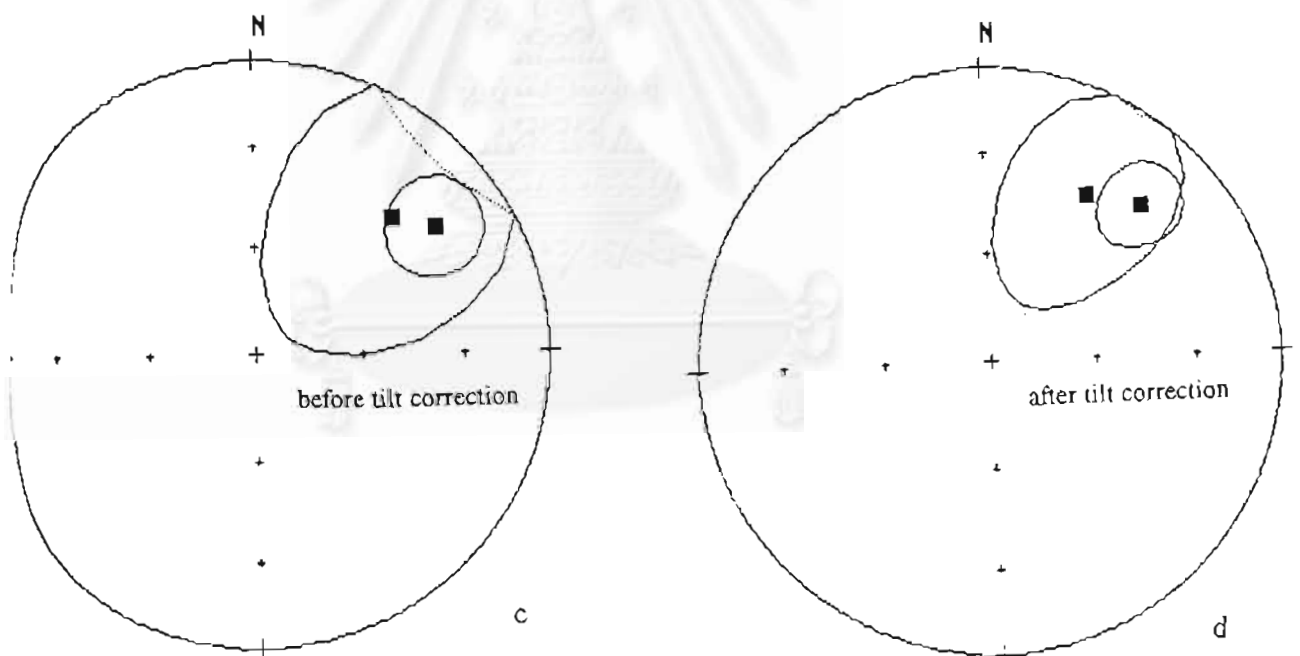
\* Excluded from calculation of the formation mean N(n) = all samples in site (reverse samples in site)

h = Samples of Huai Hin Lat Formation, n = Samples of Nam Phong Formation, pk = Samples of Phu Kradung Formation, pw = Samples of Phra Wihan Formation, p = Samples of Phu Phan Formation, k = Samples of Khok Kruat Formation

Mean of Upper-Uppermost Triassic ks/kg=1.17 Mean of Middle Jurassic -lowest cretaceous=0.57  
Mean of Lowest Cretaceous ks/kg=4.7 > F(7,7)=3.79 indicate positive fold test at 95% confidence level!  
Mean of Lower Cretaceous ks/kg=1.1 Mean of Lower part of Middle Cretaceous ks/kg=1.8

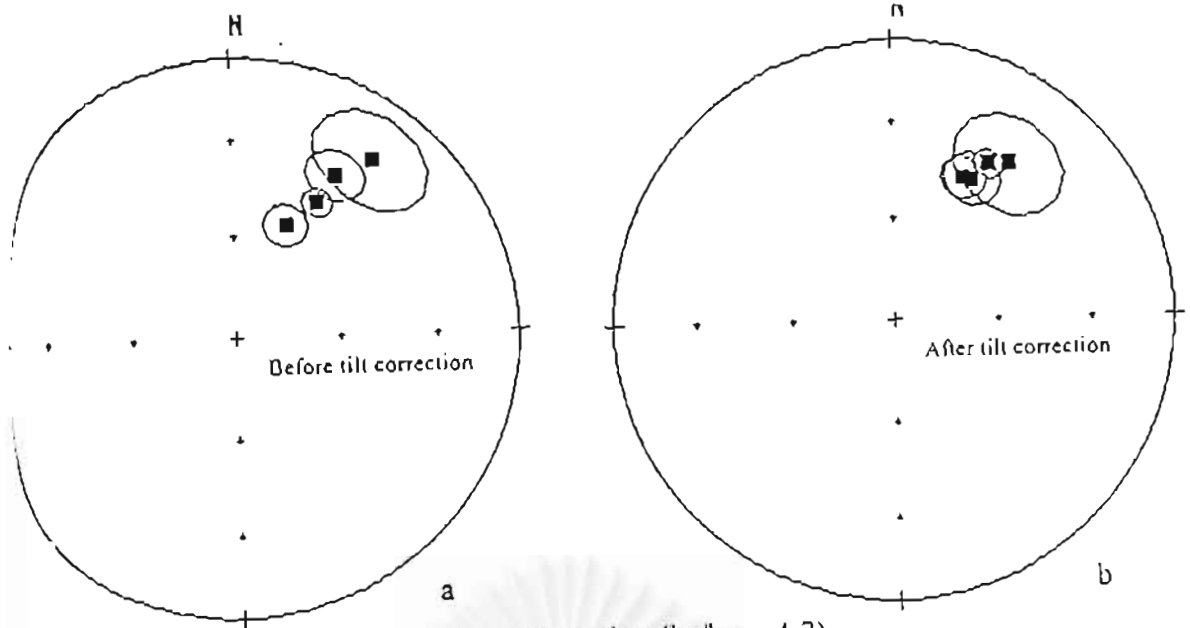


Huai Hin Lat and Nam Phong Formations ( $k_s/k_g = 1.17$ )

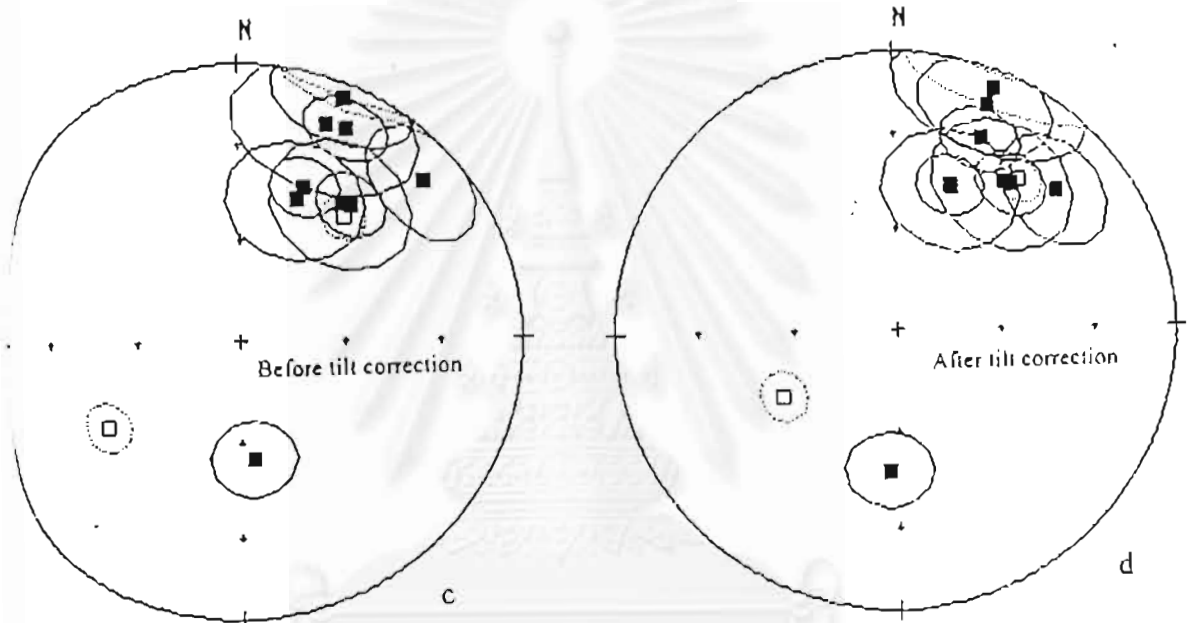


Phu Kradung and Phra Wihan Formations ( $k_s/k_g = 0.57$ )

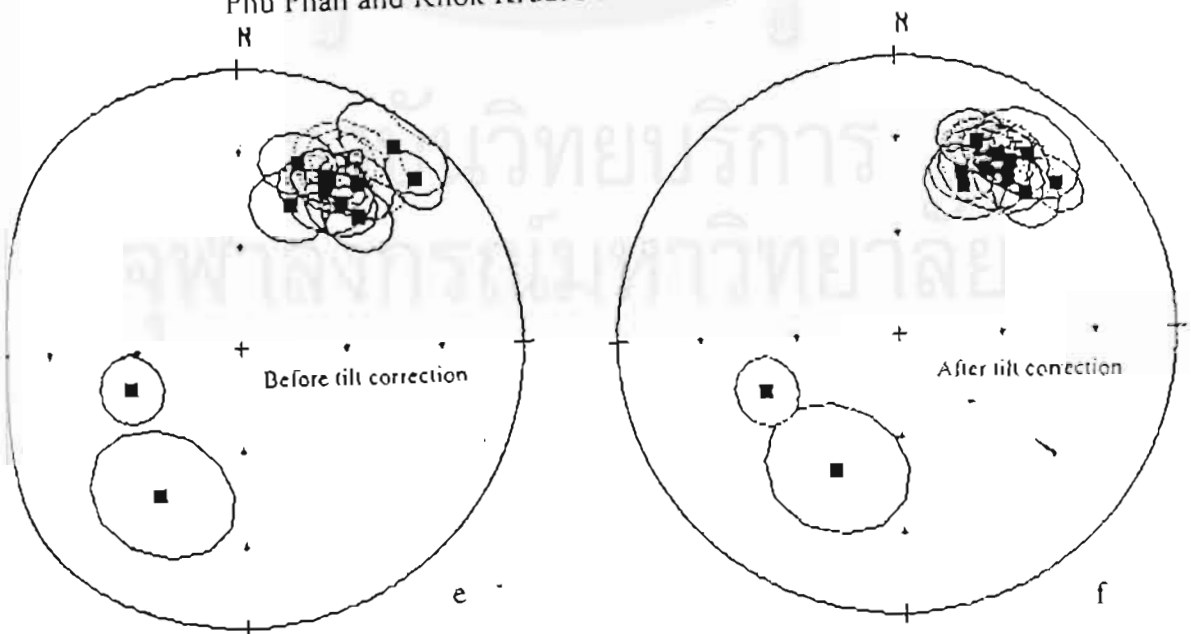
รูป 6.4 Equal-area project ของค่าเฉลี่ยทิศทางสนามแม่เหล็กของแต่ละ site และค่า error ก่อนแก้ค่าทางธรณีวิทยา (before tilt correction) และหลังแก้ค่าทางธรณีวิทยา (after tilt correction) ในหมวดหินห้วยหินลาดและน้ำพอง (a,b) และหมวดหินภูกระดึงและพระวิหาร (c,d)



Sao Khua Formation ( $k_s/k_g = 4.7$ )



Phu Phan and Khok Kruat Formation ( $k_s/k_g = 1.1$ )



Phu Thok Formation ( $k_s/k_g = 1.8$ )

รูป 6.5 Equal - area project ของค่าเฉลี่ยทิศทางสนามแม่เหล็กของแต่ละ site และค่า error ก่อนการแก้ค่าทางธรณีวิทยา (before tilt correction) และหลังแก้ค่าทางธรณีวิทยา (after tilt correction) ในหมวดหินเสาขัว (a,b) ภูพานและโคกกรวด (c,d) และภูทอก (e,f)



ได้แก่หมวดหินภูพานและหมวดหินโคกกรวด ซึ่งไม่พบว่ามี การขาดหายไปของอายุหินระหว่าง หมวดหินทั้งสอง การศึกษา 10 บริเวณสำรวจ พบว่ามีค่าเฉลี่ยของแต่ละบริเวณ (sites 20-26, 36-39) ตาม ตาราง 6.2 เมื่อ plot ค่าทิศทางสนามแม่เหล็กของตัวอย่างหินภูพานและโคกกรวดในช่วงอุณหภูมิที่เลือก ลงไปใน equal area projection ก่อนการแก้ค่าทางธรณีวิทยา พบว่าตัวอย่างหินที่แสดงลักษณะ normal ส่วน ใหญ่มีค่ามุมเบี่ยงเบนระหว่าง  $22.0^{\circ}$ - $49.2^{\circ}$  และมุมเอียงระหว่าง  $5.9^{\circ}$ - $54.8^{\circ}$  และลักษณะ reverse มีค่ามุม เบี่ยงเบนที่  $174.7^{\circ}$  และ  $233.7^{\circ}$  แต่เมื่อมีการแก้ค่าแล้ว พบว่าตัวอย่างใน equal area projection มีการจับกลุ่ม ดีขึ้น ( $k_s/k_g=1.1$ ) (รูป 6.5) โดยมีค่ามุมเบี่ยงเบนเปลี่ยนไปเป็นระหว่าง  $21.7^{\circ}$ - $49.5^{\circ}$  และมุมเอียงเท (Inclination) ระหว่าง  $8.0^{\circ}$ - $48.0^{\circ}$  สำหรับค่าเฉลี่ยของข้อมูลได้แสดงไว้ในตาราง 6.2 โดยเลือกใช้เฉพาะ ตัวอย่างที่เป็นขั้วแม่เหล็กปกติ

#### 6.2.5 หินยุคครีเทเชียสตอนกลาง (ต้น-กลาง?)

ได้แก่หมวดหินภูทอก (ซึ่งอาจนับเป็นข้อมูลที่ใกล้เคียงข้อมูลของหมวดหินมหาสารคาม) การศึกษา 17 บริเวณสำรวจย่อย พบว่าแสดงขั้วแม่เหล็กปกติ 10 บริเวณซึ่งมีค่าเฉลี่ยของแต่ละบริเวณ (sites 1,2,4,6- 9,12,14 และ 16) ตามตาราง 6.2 ซึ่งเมื่อ plot ค่าทิศทางสนามแม่เหล็กของค่าเฉลี่ยในช่วงอุณหภูมิที่เลือกของ ตัวอย่างในแต่ละบริเวณทั้ง 17 บริเวณ ลงไปใน equal area projection ก่อนการแก้ค่าทางธรณีวิทยา (before tilt) พบว่าตัวอย่างหินที่แสดงลักษณะ normal มีค่ามุมเบี่ยงเบนระหว่าง  $19.0^{\circ}$ - $42.0^{\circ}$  และมุมเอียงเท (Inclination) ระหว่าง  $11.1^{\circ}$ - $45.5^{\circ}$  หรือ  $-22.3^{\circ}$  -  $-34.5^{\circ}$  (บางตัวอย่างอาจนับเป็น reverse) แต่เมื่อมีการแก้ค่า แล้ว พบว่าตัวอย่างใน equal area projection มีการจับกลุ่มดีขึ้น ( $k_s/k_g=1.8$ ) (รูป 6.5) สำหรับค่าเฉลี่ยของ ข้อมูลได้แสดงไว้ในตาราง 6.2 (ใช้เฉพาะกลุ่มหินที่มีขั้วแม่เหล็กปกติ 10 sites)

#### 8.3. VGPs pole ของกลุ่มหินโคราช

ค่า VGPs paleopole ได้จากการคำนวณค่ามุมเบี่ยงเบน (D) และมุมเอียงเท (I) ของแต่ละ ตัวอย่าง (sample) โดยต้องได้จากตัวอย่างที่มีค่าเฉลี่ยที่มีนัยสำคัญ  $A_{95} < 20$  ค่าเฉลี่ยรวมของ VGPs ใน แต่ละตัวอย่าง (หรือแต่ละบริเวณ) เรียกว่าค่าเฉลี่ยขั้วแม่เหล็กโลกบรรพกาลหรือ paleomagnetic pole (Cox, 1986) ซึ่งนำมาใช้อ้างอิงถึงหินในแต่ละอายุ โดยค่าเฉลี่ยดังกล่าวได้แสดงไว้ในตาราง 6.2 และ 6.3

ตัวอย่างของหมวดหินห้วยหินลาดและน้ำพอง จำนวน 23 ตัวอย่างจาก 5 บริเวณสามารถนำมา คำนวณหาค่า VGPs ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยของแต่ละ site อยู่ในช่วงละติจูดที่  $49.5^{\circ}$ - $75.6^{\circ}$  N และลองจิจูดที่  $179.8^{\circ}$ - $202.3^{\circ}$  E ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยของหมวดหินทั้งสอง (ใช้ 21 ตัวอย่างจาก 5 บริเวณ) อยู่ที่ละติจูด ที่  $61.6^{\circ}$  N และ ลองจิจูดที่  $189.3^{\circ}$  E โดยมี  $R= 4.9$ ,  $K= 42.4$ ,  $A_{95}= 9.6$ ,  $S= 12.4$ ,  $dP = 5.9$  และ  $dM=10.6$  (สำหรับความ หมายของ R, K,  $A_{95}$ , S, dP และ dM ได้อธิบายความหมายในตาราง 6.3) และค่าเฉลี่ยที่ได้สามารถอ้างอิง เป็นค่าเฉลี่ยขั้วแม่เหล็กโลกบรรพกาลของจุลทวีปอินโดจีนในยุคไทรแอสซิกตอนปลายที่จุดอ้างอิงเฉลี่ย  $16^{\circ}45' N$ ,  $101^{\circ}45' E$

| Age                                  | Formation              | Reference site   | Palcomagnetic data |        |         |          |           | Accepted Parameter |      |      |      |     | Latitude |       |
|--------------------------------------|------------------------|------------------|--------------------|--------|---------|----------|-----------|--------------------|------|------|------|-----|----------|-------|
|                                      |                        |                  | Mean D             | Mean I | VGP lat | VGP long | Paleo-lat | R                  | K    | A95  | S    | dP  | dM       | Diff. |
| Upper to Uppermost Triassic          | Huai Hin Lat Nam Phong | 16°45'N 101°45'E | 29.6               | 29.3   | 61.6    | 189.5    | 15.7°N    | 4.9                | 42.4 | 9.6  | 12.4 | 5.9 | 10.6     | 0.9   |
| Middle Jurassic to Lowest Cretaceous | Phu Kradung Phra Wihan | 17°15'N 102°30'E | 31.4               | 39.6   | 60.0    | 176.9    | 22.5°N    | 2.0                | 59.2 | 12.9 | 10.5 | 9.3 | 15.4     | -5.3  |
| Lowest Cretaceous                    | Sao Khua               | 17°00'N 103°30'E | 31.8               | 38.3   | 59.7    | 178.2    | 21.6°N    | 4.0                | 150  | 5.7  | 6.6  | 4.0 | 6.8      | -4.0  |
| Lower Cretaceous                     | Phu Phan Khok Kruat    | 17°00'N 103°30'E | 31.4               | 27.1   | 59.7    | 192.7    | 14.4°N    | 4.8                | 27.6 | 9.4  | 17.5 | 7.7 | 14.4     | 2.6   |
| Middle Cretaceous                    | Phu Thok               | 18°10'N 103°55'E | 30.8               | 30.8   | 58.7    | 191.5    | 16.6°N    | 9.9                | 69.7 | 2.7  | 9.7  | 3.3 | 5.9      | 1.5   |

Remark VGP lat. = calculated pole latitude of samples, VGP long. = calculated pole longitude of samples, Palco-lat = palcolatitude of average samples, R = the sum of direction cosines, K = Precision parameter, A95 = 95% cone of confidence about mean R, S = angular of SD, dP = error in paleolatitude dM = error in the direction perpendicular to the dP, Latitude diff. = Present latitude-calculated palco-latitude

Table 6.3 ผลข้อมูลเฉลี่ยข้ามแม่เหล็กโลกบรรพกาลและข้อมูลละติจูดโบราณของกลุ่มหินโคราชซึ่งแยกตามอายุหิน

ตัวอย่างของหมวดหินภูกระดึงและพระวิหาร จำนวน 6 ตัวอย่างจาก 2 บริเวณสามารถนำมาคำนวณหาค่า VGP's ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยของแต่ละ site อยู่ในช่วงละติจูดที่  $56.6^{\circ}$ - $63.0^{\circ}$  N และลองจิจูดที่  $164.7^{\circ}$ - $185.8^{\circ}$  E ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยของหมวดหินทั้งสอง (ใช้ 5 ตัวอย่างจาก 2 บริเวณ) อยู่ที่ละติจูด ที่  $60.0^{\circ}$  N และลองจิจูดที่  $176.9^{\circ}$  E โดยมี  $R=2.0$ ,  $K=59.2$ ,  $A_{95}=12.9$ ,  $S=10.5$ ,  $dP=9.3$  และ  $dM=15.4$  และค่าเฉลี่ยที่ได้สามารถอ้างอิงเป็นค่าเฉลี่ยขั้วแม่เหล็กโลกบรรพกาลของจุลทวีปอินโดจีนในยุคจูแรสซิกตอนกลางถึงกึ่งเทเชียสตอนต้นสุด? ที่จุดอ้างอิงเฉลี่ย  $17^{\circ}15' N$ ,  $102^{\circ}30' E$

ตัวอย่างของหมวดหินเสาขัวจำนวน 20 ตัวอย่างจาก 4 บริเวณสามารถนำมาคำนวณหาค่า VGP's ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยของแต่ละ site อยู่ในช่วงละติจูดที่  $54.2^{\circ}$ - $63.7^{\circ}$  N และลองจิจูดที่  $169.7^{\circ}$ - $187.4^{\circ}$  E และได้ค่าเฉลี่ยรวม (4 บริเวณ) อยู่ที่ละติจูด ที่  $59.7^{\circ}$  N และลองจิจูดที่  $178.2^{\circ}$  E โดยมี  $R=4.0$ ,  $K=149.6$ ,  $A_{95}=5.7$ ,  $S=6.6$ ,  $dP=4.0$  และ  $dM=6.8$  ซึ่งสามารถใช้เป็นค่าเฉลี่ยขั้วโลกบรรพกาลของจุลทวีปอินโดจีนในช่วงอายุครีเทเชียสตอนต้นสุดที่จุดอ้างอิงเฉลี่ย  $17^{\circ}00' N$   $103^{\circ}30' E$

ตัวอย่างของหมวดหินภูพานและโคกกรวดจำนวน 54 ตัวอย่างจาก 11 บริเวณสามารถนำมาคำนวณหาค่า VGP's ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยของขั้วแม่เหล็กปกติในแต่ละ site อยู่ในช่วงละติจูดที่  $42.2^{\circ}$ - $68.6^{\circ}$  N และลองจิจูดที่  $166.0^{\circ}$ - $221.4^{\circ}$  E และค่าเฉลี่ยของขั้วแม่เหล็กย้อนกลับอยู่ในช่วงละติจูดที่  $-33.6^{\circ}$ - $-37.8^{\circ}$  N และลองจิจูดที่  $13.2^{\circ}$ - $53.1^{\circ}$  E ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยทั้งหมด (8 บริเวณ ; เฉพาะ normal polarities) อยู่ที่ละติจูด ที่  $59.7^{\circ}$  N และลองจิจูดที่  $192.7^{\circ}$  E โดยมี  $R=4.8$ ,  $K=27.6$ ,  $A_{95}=9.4$ ,  $S=17.5$ ,  $dP=7.7$  และ  $dM=14.4$  ซึ่งสามารถใช้เป็นค่าเฉลี่ยขั้วโลกบรรพกาลของจุลทวีปอินโดจีนในช่วงอายุครีเทเชียสตอนต้นที่จุดอ้างอิงเฉลี่ย  $17^{\circ}00' N$   $103^{\circ}30' E$

ตัวอย่างของหมวดหินภูทอกจำนวน 175 ตัวอย่างจาก 17 บริเวณสามารถนำมาคำนวณหาค่า VGP's ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยของขั้วแม่เหล็กปกติในแต่ละ site อยู่ในช่วงละติจูดที่  $38.5^{\circ}$ - $68.9^{\circ}$  N และลองจิจูดที่  $175.5^{\circ}$ - $201.2^{\circ}$  E และค่าเฉลี่ยของขั้วแม่เหล็กย้อนกลับอยู่ในช่วงละติจูดที่  $-48.4^{\circ}$ - $9.7^{\circ}$  N และลองจิจูดที่  $48.3^{\circ}$ - $63.5^{\circ}$  E ซึ่งได้ค่าเฉลี่ยทั้งหมด (10 บริเวณ 105 ตัวอย่าง; เฉพาะ normal polarities) อยู่ที่ละติจูด ที่  $58.7^{\circ}$  N และลองจิจูดที่  $191.5^{\circ}$  E โดยมี  $R=9.9$   $K=69.7$ ,  $A_{95}=5.3$ ,  $S=9.7$ ,  $dP=2.7$  และ  $dM=5.9$  ซึ่งสามารถใช้เป็นค่าเฉลี่ยขั้วโลกบรรพกาลของจุลทวีปอินโดจีนในช่วงอายุครีเทเชียสที่จุดอ้างอิงเฉลี่ย  $18^{\circ}10' N$   $103^{\circ}55' E$

ข้อมูลทิศทางสนามแม่เหล็กบรรพกาลของหมวดหินเสาขัว ภูพาน โคกกรวดและภูทอก ซึ่งมีค่าเฉลี่ยรวม  $D=32.1^{\circ}$   $I=30.9^{\circ}$  สามารถคำนวณค่าขั้วโลกสนามแม่เหล็กบรรพกาล (paleomagnetic pole) ได้คือ ละติจูด ( $\lambda$ ) =  $59.3^{\circ}$ , ลองจิจูด ( $\phi$ ) =  $189.9^{\circ}$ ,  $K=46.2$ ,  $dP=2.7$ ,  $dM=4.9$  และ  $A_{95}=4.4$  ซึ่งสามารถใช้เป็นค่าเฉลี่ยขั้วโลกบรรพกาลของจุลทวีปอินโดจีนในช่วงอายุครีเทเชียสที่จุดอ้างอิงเฉลี่ย  $17^{\circ}30' N$   $103^{\circ}30' E$

#### 6.4 ข้อมูลทางตำแหน่งที่ตั้งละติจูดโบราณของกลุ่มหินโคราช

ข้อมูลทางด้านที่ตั้งละติจูดโบราณ (paleolatitude) ของหินทรายโคราชหาได้จากความสัมพันธ์จากสมการ  $\tan I$  (มุมเอียงเท) =  $2 \tan \lambda$  (ค่าละติจูด) พบว่าค่ามุมเอียงเทของตัวอย่างหินทรายยุคไทรแอสซิกตอนปลายมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง  $20.0^{\circ}$ - $36.6^{\circ}$  ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่  $29.3^{\circ}$  สามารถคำนวณหาค่า paleolatitude ได้  $15.7^{\circ} \pm 5.9^{\circ}$  N (ตั้งแต่  $9.8^{\circ}$ - $21.6^{\circ}$  N ,  $A_{95}=9.6$ ) ซึ่งมีความแตกต่างจากละติจูดปัจจุบัน (จุดอ้างอิง)  $0.9^{\circ} \pm 5.9^{\circ}$  N (ตาราง 6.3) และจากวิธีการคำนวณเดียวกัน ค่า paleolatitude ของหินทรายยุคจูแรสซิก - ครีเทเชียส ตอนต้นสุด ได้  $22.5^{\circ} \pm 9.3^{\circ}$  N (ตั้งแต่  $13.2^{\circ}$ - $31.8^{\circ}$  N ,  $A_{95}=12.9$ ) ซึ่งมีความแตกต่างจากละติจูดปัจจุบัน (จุดอ้างอิง)  $-5.25^{\circ} \pm 9.3^{\circ}$  N ค่า paleolatitude ของหินทรายยุคครีเทเชียสตอนต้นสุด ได้  $21.6^{\circ} \pm 4.0^{\circ}$  N (ตั้งแต่  $17.6^{\circ}$ - $25.6^{\circ}$  N ,  $A_{95}=5.7$ ) ซึ่งมีความแตกต่างจากละติจูดปัจจุบัน (จุดอ้างอิง)  $-4.0^{\circ} \pm 4.0^{\circ}$  N ค่า paleolatitude ของหินทรายยุคครีเทเชียสตอนต้น ได้  $14.4^{\circ} \pm 7.7^{\circ}$  N (ตั้งแต่  $6.7^{\circ}$ - $22.1^{\circ}$  N ,  $A_{95}=9.4$ ) ซึ่งมีความแตกต่างจากละติจูดปัจจุบัน (จุดอ้างอิง)  $2.6^{\circ} \pm 4.0^{\circ}$  N และค่า paleolatitude ของหินทรายยุคครีเทเชียสตอนกลางได้  $16.6^{\circ} \pm 2.7^{\circ}$  N (ตั้งแต่  $13.9^{\circ}$ - $19.6^{\circ}$  N ,  $A_{95}=9.4$ ) ซึ่งมีความแตกต่างจากละติจูดปัจจุบัน  $1.5^{\circ} \pm 2.7^{\circ}$  N

## บทที่ 7 บทอภิปรายและสรุปผล

### 7.1 บทอภิปราย

บทอภิปรายนี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ 1) ลักษณะความเป็นแม่เหล็กของหินในยุคต่างๆ และความน่าเชื่อถือของข้อมูล 2) การวิเคราะห์ตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์บรรพกาลของกลุ่มหินโคราช ที่อ้างอิงถึงการเคลื่อนที่ของประเทศไทย และ 3) การวิเคราะห์ในเชิงเทคโนโลยีโดยใช้ค่าสนามแม่เหล็กบรรพกาลควบคู่ไปกับผลจากการแปลสภาพดาวเทียม

#### 7.1.1 ลักษณะความเป็นแม่เหล็กในหินยุคต่างๆ

จากผลของข้อมูลสามารถสรุปได้ว่าในกลุ่มหินโคราช หินทรายแดงหรือ red bed สามารถเก็บค่าสนามแม่เหล็กโลกในช่วงเวลานั้นได้ดีกว่าหินประเภทอื่น เนื่องจากค่าทิศทางสนามแม่เหล็กที่ได้มีค่าแปรปรวนน้อยมาก (สังเกตได้จากค่า A95 ซึ่งมีค่าต่ำ) ค่าความเข้มสนามแม่เหล็กปฐมภูมิที่ยังคงเหลืออยู่ส่วนใหญ่พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 1-2 mA/m และมีทิศทางเบี่ยงเบนไปจากทิศเหนือประมาณ  $20^{\circ}$ - $40^{\circ}$  ในขณะที่หินทรายควอร์ตซิทิกซึ่งมีค่าสนามแม่เหล็ก NRM มากกว่า แต่เมื่อเผาตัวอย่างแล้ว สนามแม่เหล็กมีการลดลงอย่างรวดเร็วและสนามแม่เหล็กปฐมภูมิที่เหลืออยู่ไม่เสถียรและได้ค่าไม่เป็นกลุ่มเท่าหิน red bed เช่นมีค่าทิศทางไปในแนว E-W หรือ NW-SE (ซึ่งไม่ใช่ค่ากลางของทิศทางสนามแม่เหล็กที่อยู่ในกลุ่มหินโคราช) และหิน gray bed ซึ่งได้ค่าสนามแม่เหล็กปฐมภูมิก่อนข้างดี แต่เมื่อมีการแก้ค่าทางธรณีวิทยาแล้ว ตัวอย่างไม่เป็นกลุ่มเท่าที่ควร ลักษณะความไม่เป็นกลุ่มน่าจะเกิดจาก ประการที่ 1) เป็นผลทางธรณีวิทยาโดยตรง หินทรายควอร์ตซิทิกส่วนใหญ่มีขนาดเม็ดตะกอนค่อนข้างใหญ่และการจับตัวไม่ดีเท่าหินทรายแดง ดังนั้นเมื่อเวลาผ่านไป อนุภาคหรือแร่ที่เก็บแม่เหล็กสามารถกลับไปมาภายในรูพรุนดังกล่าว ส่งผลให้ค่าทิศทางผิดเพี้ยนไป และในหิน gray bed ซึ่งเป็นหินที่มีการสมานแน่นของเม็ดแร่ดีมาก แต่มักพบแร่แม่เหล็กน้อยเกินไปและแร่แม่เหล็กซึ่งส่วนใหญ่เป็นแมกนีไทต์ได้เปลี่ยนสภาพเป็นฮีมาไทต์พร้อมทั้งรับค่าสนามแม่เหล็กใหม่ๆ ที่มีทิศทางต่างจากสนามแม่เหล็กปฐมภูมิในช่วงอื่นๆ ทำให้ค่า vector รวมผิดไป และยังพบว่าหินที่เกิดก่อนเหตุการณ์ของความไม่ต่อเนื่องขนาดใหญ่ (unconformity) เช่นหมวดหินห้วยหินลาดและน้ำพองเกิดความไม่ต่อเนื่องกับหมวดหินภูกระดึง มักจะมีค่าทิศทางสนามแม่เหล็กภายหลังการแก้ค่าไม่เป็นกลุ่มเท่าก่อนการแก้ค่า ซึ่งเป็นเพราะหินเหล่านั้นอาจเกิดการ remagnetization ส่วนประการที่ 2) เชื่อว่าเป็นผลของความเข้มและทิศทางของสนามแม่เหล็กโลกนั่นเอง โดยในหินบางยุคเช่นยุคไทรแอสซิกตอนปลาย จูแรสซิกตอนปลายและครีเทเชียสตอนต้น ค่าสนามแม่เหล็กค่อนข้างแปรปรวนมาก และมีการสลับขั้วแม่เหล็กบ่อยครั้งซึ่งอาจส่งผลให้หินบางชั้นรับค่าสนามแม่เหล็กในช่วงเปลี่ยนขั้ว ทำให้ได้ค่าผิดเพี้ยนไปจากปกติ

จากข้อมูลของหินทรายแดง พบว่าในบางหมวดหินแสดงลักษณะการรวมกลุ่มของค่าสนามแม่เหล็กได้ดีเป็นพิเศษ เช่น หมวดหินน้ำพอง เสาขัวและภูทอก ซึ่งอาจเป็นเพราะไม่มีการเปลี่ยนขั้วของสนามแม่เหล็กบ่อยครั้ง (น้ำพองและเสาขัว ทุกตัวอย่างแสดงขั้วปกติ) หรืออาจเป็นเพราะหินไม่ถูก remagnetization หรือเทกโทนิคอย่างรุนแรงเนื่องจากหินยังมีอายุน้อย (หมวดหินภูทอก)

หมวดหินภูกระดึงพบว่ามีค่าสนามแม่เหล็กไม่คืนัก ทั้งที่หมวดหินดังกล่าวน่าจะสะสมตัวในช่วงที่สนามแม่เหล็กโลกเป็นปกติ (normal) สาเหตุน่าจะเป็นเพราะหมวดหินภูกระดึงเป็นหินที่อ่อนและผุพังได้ง่าย ผลของการ weathering จึงน่าจะมีผลให้เกิดการบิดเบือนของสนามแม่เหล็กในหิน

ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ในเบื้องต้นว่าหมวดหินห้วยหินลาดมีความเข้มของสนามแม่เหล็กปฐมภูมิอยู่ในเกณฑ์ต่ำ อันเนื่องมาจากปริมาณของแร่เก็บแม่เหล็กไม่มากนักและสนามแม่เหล็กโลกในช่วงการสะสมตัวของหินดังกล่าวมีการเปลี่ยนขั้วบ่อยครั้ง ทำให้ความแรงของสนามแม่เหล็กโลกค่อนข้างน้อย และลักษณะทิศทางสนามแม่เหล็กที่ไม่เป็นกลุ่มนัก ถึงแม้ว่าจะมีการแก้ค่าทางธรณีวิทยาน่าจะเป็นผลของการคดโค้งภายหลังการเกิดสนามแม่เหล็กปฐมภูมิและมีการ remagnetized ทับสนามแม่เหล็กเดิม

หมวดหินน้ำพองพบว่ามีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กปฐมภูมิอยู่ในเกณฑ์สูง เนื่องจากเป็นหินทรายแดงที่มีปริมาณแร่เก็บแม่เหล็กอยู่มาก สนามแม่เหล็กโลกในช่วงนั้นค่อนข้างเสถียร จึงมีความแรงของสนามแม่เหล็กสูง แต่ลักษณะทิศทางสนามแม่เหล็กพบว่าเป็นกลุ่มไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งอาจเกิดจากเหตุผลเดียวกับหมวดหินห้วยหินลาด

หมวดหินภูกระดึงพบว่ามีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กปฐมภูมิอยู่ในเกณฑ์ต่ำ-ปานกลาง เนื่องจากเป็นเพราะเนื้อหินเป็นหินทราย-ทรายแป้งสีแดงจึงมีปริมาณแร่เก็บแม่เหล็กอยู่ปานกลาง อีกทั้งสนามแม่เหล็กโลกในช่วงนั้นค่อนข้างเสถียรจึงมีความแรงของสนามแม่เหล็กสูง แต่เนื่องจากหินมีการผุพังมาก เนื้อหินจึงอาจเกิดการ deformed และลดความเข้มสนามแม่เหล็กลงไป ลักษณะทิศทางสนามแม่เหล็กพบว่าเป็นกลุ่มไม่ดีเท่าที่ควร ซึ่งอาจเป็นเพราะหินเกิดการ deformed หรือเกิดจากการเก็บตัวอย่างน้อยเกินไปจนไม่มีค่าในเชิงสถิติ

หมวดหินพระวิหารและหมวดหินภูพานพบว่ามีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กปฐมภูมิเปลี่ยนแปลงไปมา (ต่ำ-สูงมาก) ซึ่งเป็นเพราะเนื้อหินในแต่ละชั้นอาจมีปริมาณแร่เก็บแม่เหล็กไม่เท่ากัน และสนามแม่เหล็กโลกในช่วงนั้นสลับขั้วไปมา ทำให้ความแรงของสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงไปด้วย ซึ่งลักษณะทิศทางสนามแม่เหล็กพบว่าเป็นกลุ่มไม่ดีเท่าที่ควรก็อาจเป็นจากเหตุผลดังกล่าว หรือเกิดจากการเก็บตัวอย่างน้อยเกินไปจนไม่มีค่าในเชิงสถิติ (ในหมวดหินพระวิหาร)

หมวดหินเสาขัว หมวดหินโลกกรวดและหมวดหินภูทอกพบว่ามีค่าความเข้มสนามแม่เหล็กปฐมภูมิอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง และทิศทางของสนามแม่เหล็กเป็นกลุ่มดีมาก ซึ่งเป็นเพราะเนื้อหินเป็นหินทรายแดงที่มีปริมาณแร่เก็บแม่เหล็กอยู่มาก สนามแม่เหล็กโลกในช่วงนั้นค่อนข้างเสถียร จึงมีความแรงของสนามแม่เหล็กสูงและอยู่ในทิศทางที่สม่ำเสมอ (ยกเว้นบางตัวอย่างที่แสดงค่าความเข้มสนามแม่เหล็กที่ต่ำมากซึ่งน่าจะสะสมตัวในช่วงของการสลับขั้วอย่างสั้นๆ)

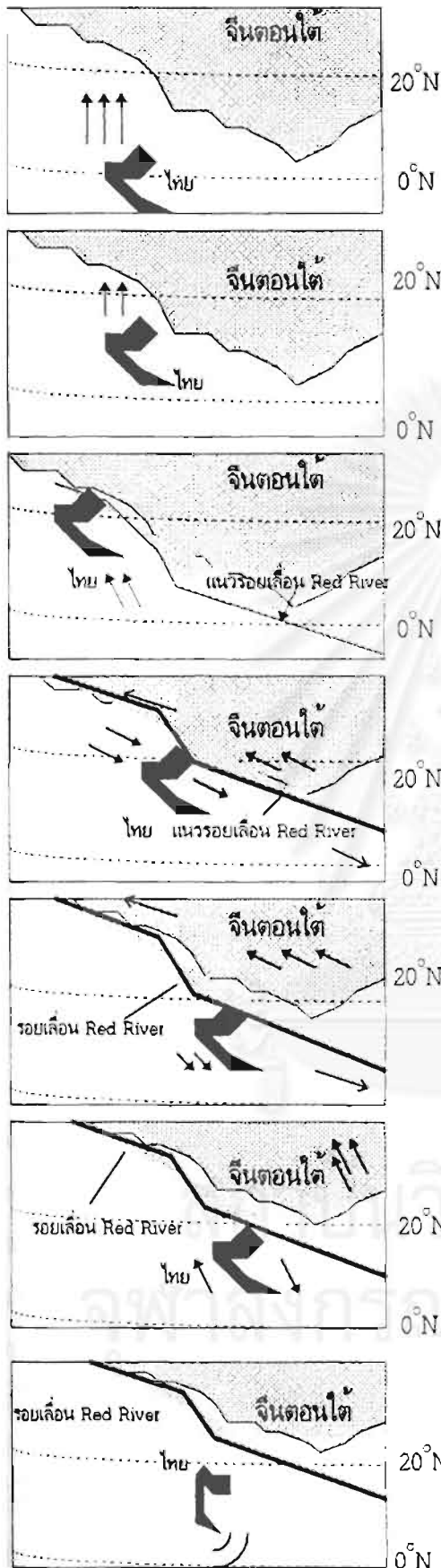


ดังนั้นเมื่อมีการรวมกลุ่มตัวอย่างอายุหิน (ดูตาราง 6.3) และศึกษาข้อมูลจากผลของทิศทางสนามแม่เหล็ก ลักษณะทิศทางสนามแม่เหล็กและจำนวนตัวอย่าง สรุปได้ว่าข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากที่สุดคือหมวดหินภูหอกและเสาข้าว ตามลำดับ รองลงมาคือหมวดหินภูพานและโคกกรวด และหมวดหินห้วยหินลาด สำหรับข้อมูลที่พอเชื่อถือได้บ้างคือหมวดหินภูกระดึงและพระวิหาร

#### 7.1.2 ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์โบราณในช่วงสะสมตัว

ค่าทั้งหมดที่เชื่อถือได้ของกลุ่มหินโคราชตั้งแต่ยุคไทรแอสซิกตอนปลายจนถึงยุคครีเทเชียส พบว่าช่วงของการสะสมตัวของกลุ่มหินโคราชในช่วงนั้น สนามแม่เหล็กโลกได้เหนี่ยวนำให้แม่เหล็กในหินมีทิศทางการเบี่ยงเบน (declination) อยู่ในช่วง  $29^{\circ}$ - $31^{\circ}$  ซึ่งโดยความเป็นจริงแล้ว ทิศทางการเบี่ยงเบนปกติของขั้วโลกจะอยู่ที่เหนือ-ใต้ ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าในช่วงยุคดังกล่าว ทิศทางของขั้วโลกยังคงอยู่ที่ทิศเหนือ-ใต้ แต่หลังจากยุคครีเทเชียส (-จนถึงปัจจุบัน) ภาควะวันออกเฉียงเหนือ (ประเทศไทย) ได้มีการหมุนตัวตามเข็มนาฬิกาไปประมาณ  $30^{\circ}$  ทำให้ทิศเหนือของสนามแม่เหล็กในกลุ่มหินโคราชมีการเบี่ยงเบนไป  $30^{\circ}$  เช่นกัน ทำให้การสร้างโมเดลการเคลื่อนตัวของประเทศไทยในช่วงยุคไทรแอสซิกตอนปลายจนถึงยุคครีเทเชียสต้องมีการเอียงตัวทวนเข็มนาฬิกาดังรูป 7.1

ข้อมูลการเอียงเทของสนามแม่เหล็กโลกสามารถคำนวณกลับไปถึงตำแหน่งละติจูดโบราณของการสะสมตัวซึ่งแสดงให้เห็นว่า ตำแหน่งของประเทศไทยแต่เดิมมีแนวโน้มนำขึ้นมาจากเส้นศูนย์สูตรเข้าหาทวีปเอเชีย (ในการศึกษาโมเดลในครั้งนี้จะ fix แผ่นทวีปบริเวณอื่นๆ ให้อยู่กับที่เพื่อความเข้าใจได้ง่าย ซึ่งจริงๆแล้วทุกแผ่นทวีปมีการเคลื่อนไหวไปมาตลอดเวลา และข้อมูลที่ได้อาจไม่สามารถหาแนวลองจิจูดโบราณได้ ดังนั้นแนวลองจิจูดที่น่าเสนอ จึงเป็นการคาดเดาโดยประมาณจากการศึกษาทิศทางการเคลื่อนไหวของประเทศไทยเท่านั้น) โดยประวัติการล่องลอยของประเทศไทยจะเริ่มที่ยุคเพอร์เมียน (286-248 Ma) ซึ่งจากลักษณะเนื้อหินและการศึกษาทางสนามแม่เหล็กบรรพกาลของ Bunopas (1981) พบว่าประเทศไทยล่องลอยอยู่ประมาณเส้นศูนย์สูตร ในบริเวณประมาณเส้นลองจิจูดทางซ้ายออกไปจากเส้นลองจิจูดของประเทศไทยปัจจุบัน (น่าจะอยู่ในแถบทะเลทางซ้ายของเกาะสุมาตรา อินโดนีเซีย) ต่อมาระหว่างช่วงเพอร์เมียนจนถึงไทรแอสซิกตอนปลาย (248 -213 Ma) ประเทศไทยได้ล่องลอยขึ้นอย่างรวดเร็วไปจนถึงแนวละติจูดที่  $15.7^{\circ} \pm 5.9^{\circ}$ N (ในจุดอ้างอิงที่  $16^{\circ} 45'N$ ) หรือเลื่อนตัวขึ้นไปประมาณ  $1,700 \pm 600$  กิโลเมตร จากยุคไทรแอสซิกตอนปลายจนถึงยุคจูแรสซิกตอนปลาย (213-ประมาณ 150 Ma) ประเทศไทยได้เลื่อนตัวขึ้นไปอีก โดยเป็นการเคลื่อนตัวในแนวเหนือ-ใต้ จนอยู่ในแนวละติจูดสูงสุดที่  $22.5^{\circ} \pm 9.3^{\circ}$ N (ในจุดอ้างอิงที่  $17^{\circ} 15'N$ ) (ลองจิจูดประมาณประเทศพม่า) หรือเลื่อนตัวขึ้นไปอีกประมาณ 750 กิโลเมตร หลังจากนั้นจนถึงต้นยุคครีเทเชียส (ประมาณ 144 Ma) ประเทศไทยจะเริ่มเคลื่อนตัวลงอย่างรวดเร็ว โดยเป็นเลื่อนตัวตามแนวรอยเลื่อน Red River Fault (รายละเอียดในหัวข้อ 7.1.3) ลงมาทางทิศตะวันออกเฉียงใต้จนถึงแนวละติจูดที่  $21.6^{\circ} \pm 4.0^{\circ}$ N (ในจุดอ้างอิงที่  $17^{\circ} 00'N$ ) หรือเลื่อนตัวลงไปประมาณ 200-300 กิโลเมตร



ก) ยุคเพอร์เมียน ประเทศไทยอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรและเคลื่อนที่ขึ้นไปซีกโลกบนอย่างช้าๆ

ข) ยุคเพอร์เมียน-ไทรแอสซิกตอนต้น ประเทศไทยเคลื่อนที่ขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงละติจูด 15.7°N และเริ่มเข้าใกล้แผ่นทวีปจีนตอนใต้

ค) ยุคไทรแอสซิกตอนต้น-จูแรสซิก ประเทศไทยเคลื่อนที่ขึ้นอย่างรวดเร็วจนไปปะทะกับแผ่นทวีปจีนตอนใต้ที่ละติจูด 22.5°N

ง) ยุคจูแรสซิกตอนปลาย-ครีเทเชียสตอนต้น ประเทศไทยเริ่มเคลื่อนที่ลงมาตามรอยเลื่อน Red River จนถึงละติจูดประมาณ 21°N ในขณะนั้นแผ่นทวีปจีนตอนใต้เริ่มมีการเคลื่อนที่ขึ้นและเริ่มมีการหมุนตัวตามเข็มนาฬิกา

จ) ยุคครีเทเชียส ประเทศไทยยังคงเคลื่อนที่ลงมาตามรอยเลื่อน Red River จนมาอยู่ในละติจูดประมาณ 14°-16°N โดยประเทศจีนยังคงมีการเคลื่อนที่ขึ้นและยังมีการหมุนตัว

ฉ) ปลายยุคครีเทเชียส-ต้นยุคเทอร์เชียรี ประเทศไทยมีการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงเล็กน้อย ในขณะที่แผ่นทวีปจีนตอนใต้เริ่มเคลื่อนที่ขึ้นช้าลงและเริ่มหยุดหมุนตัว

ช) ยุคเทอร์เชียรีถึงปัจจุบัน ประเทศไทยน่าจะมีการหมุนตัวตามเข็มนาฬิกาจนมีลักษณะปัจจุบันในยุคเทอร์เชียรีตอนปลายและมีการเคลื่อนที่ขึ้นลงอยู่ในละติจูด 15°-17°N

รูป 7.1 โมเดลการเคลื่อนที่ของประเทศไทยตั้งแต่ยุคเพอร์เมียนจนถึงปัจจุบัน

(ลองจิจูดประมาณภาคเหนือของประเทศไทย) และจะเริ่มเคลื่อนลงอย่างรวดเร็วมาตามแนวเดิมจนถึงแนวละติจูดที่  $14.4^{\circ} \pm 7.7^{\circ}N$  (ในจุดอ้างอิงที่  $17^{\circ} 00'N$ ) หรือเลื่อนตัวลงไปประมาณ 800-900 กิโลเมตรภายในช่วงยุคครีเตเชียสตอนต้น (144-113 Ma) (ลองจิจูดประมาณประเทศลาว-กัมพูชา) ก่อนที่จะเริ่มเคลื่อนที่ขึ้นอีกครั้งในยุคครีเตเชียสตอนกลาง (ประมาณ 100 Ma) จนถึงเส้นละติจูด  $16.6^{\circ} \pm 2.7^{\circ}N$  (ในจุดอ้างอิงที่  $18^{\circ} 10'N$ ) หรือเลื่อนตัวขึ้นไปเล็กน้อยประมาณ 100-200 กิโลเมตร ในลองจิจูดประมาณประเทศลาว-เวียดนาม

ภายหลังจากยุคครีเตเชียสพบวาทธรณีวิทยาแปรสัณฐานในช่วงยุคเทอร์เชียรีน่าจะเป็นเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการหมุนตัวตามเข็มนาฬิกาของประเทศไทยและส่งผลให้ประเทศไทยอยู่ในตำแหน่งปัจจุบัน พร้อมทั้งเกิดลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างที่สำคัญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามที่แปลได้จากภาพดาวเทียม ซึ่งการเคลื่อนที่ทั้งหมดของประเทศไทยในช่วงยุคดังกล่าวได้แสดงในรูป 7.1

### 7.1.3 ลักษณะธรณีวิทยาแปรสัณฐานกับการเคลื่อนที่ของประเทศไทย

การอธิบายจะอ้างอิงลักษณะรูปแบบของธรณีวิทยาแปรสัณฐาน (Tectonic model) ซึ่งตั้งโดย Bunopas (1981) โดยเริ่มตั้งแต่ยุคเพอร์เมียนจนถึงยุคครีเตเชียสตอนปลาย พบว่าภายหลังจากการสะสมตัวของหินปูนยุคเพอร์เมียนตามขอบฝั่งตะวันออกของจุลทวีปฉานไทย (Shan-Thai craton) ซึ่งปัจจุบันคือภาคเหนือ ภาคตะวันตกและภาคใต้ของประเทศไทย และฝั่งตะวันตกของจุลทวีปอินโดจีน (Indochina craton) ซึ่งปัจจุบันคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยแล้ว ทั้งสองทวีปได้เคลื่อนที่เข้าหากันอย่างรวดเร็วในช่วงรอยต่อของยุคเพอร์เมียนและไทรแอสซิก พร้อมทั้งเคลื่อนที่ขึ้นมาทางซีกโลกตอนเหนือ ผ่านแผ่นมหาสมุทรหรือ Paleotethys ซึ่งกั้นระหว่างจุลทวีปทั้งสอง เนื่องจากการเคลื่อนที่ของ plate คอนข้างเร็ว (คำนวณได้จากเส้นละติจูดโบราณของประเทศไทยในยุคเพอร์เมียนและยุคไทรแอสซิก) จึงเกิดการมุดตัวของแผ่นมหาสมุทรลงไปได้จุลทวีปทั้งสองทำให้เกิดแนวภูเขาไฟตามขอบทวีป ในคั่นยุคไทรแอสซิก จุลทวีปทั้งสองได้ปะทะกัน ทำให้จุลทวีปอินโดจีน (หรือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) เกิดการคดโค้งและยุบตัวเป็นแอ่งสะสมตะกอน (Bunopas, 1981) ทำให้เกิดการประทุของหินภูเขาไฟและแทรกดันตัวของหินอัคนีแกรนิตในบริเวณรอยต่อ พร้อมทั้งเกิดการสะสมตัวของหมวดหินห้วยหินลาดใน horst และ graben ตามขอบของจุลทวีปอินโดจีน และหมวดหินน้ำพองทางตอนกลางของแอ่งซึ่งอยู่ในละติจูดประมาณ  $15^{\circ} - 16^{\circ} N$  ในช่วงนั้น ภาคตะวันออกเฉียงเหนือวางตัวเบี่ยงเบนทวนเข็มนาฬิกาไปจากปัจจุบัน  $29^{\circ}$  ภายหลังจากการสะสมตัวของหมวดหินน้ำพองแล้ว (ปลายยุคไทรแอสซิก) ประเทศไทย (จุลทวีปฉานไทย-อินโดจีน) ได้เคลื่อนตัวขึ้นอย่างรวดเร็วเพื่อชนกับส่วนของทวีปจีนตอนใต้ (South China block) ที่ลอยลอยไปมาในช่วงละติจูดที่  $10^{\circ} - 30^{\circ} N$  และมีการวางตัวเบี่ยงเบนทวนเข็มนาฬิกาไปประมาณ  $30^{\circ} - 40^{\circ}$  (Enkin et al., 1992 และ Marante, 1982) โดยผ่านส่วนของทะเลโบราณในยุคมีโซโซอิก (Mesotethys) บริเวณรอยต่อของสองทวีปอยู่ในแนวใกล้แนวรอยเลื่อน Red River Fault ซึ่งอาจเกิดขึ้นในช่วงไทรแอสซิกพร้อมกับรอยเลื่อน set เดียวกัน เช่นรอยเลื่อนแม่ปิง ท่าแขกและด่านเจ็ซสามองค์ ผลของการ

เคลื่อนที่ขึ้นอย่างรวดเร็ว อาจทำให้เกิดการหยุดสะสมตัวของหินโคราชในช่วงยุคจูแรสซิกตอนต้น หลังจากการชนกันแล้ว (ในยุคจูแรสซิกตอนกลาง) ประเทศไทยอยู่ในช่วงละติจูดที่  $22^{\circ}$  -  $23^{\circ}$  N มีการสะสมตัวของหมวดหินภูกระดึง พระวิหารและเสาขัวตามแอ่งโคราชเป็นบริเวณกว้าง พร้อมทั้งประเทศไทยค่อยๆ เคลื่อนลงไปตามรอยเลื่อน Red River Fault ซึ่งเคลื่อนที่เหลื่อมข้างไปทางซ้าย (sinistral movement) จากละติจูดที่  $22^{\circ}$  N ในยุคจูแรสซิกลงไปถึง  $21^{\circ}$  N ในตอนต้นสุดของยุคครีเตเชียส (โดยประเทศไทยยังคงวางตัวขนานเข้มนาฬิกาไปจากปัจจุบัน  $31^{\circ}$  ) ในช่วงนั้นจุลทวีปจีนตอนใต้เริ่มมีการหมุนตามเข้มนาฬิกาไปประมาณ  $15^{\circ}$  และเริ่มเคลื่อนที่ขึ้นไปทางเหนือสวนทางกับประเทศไทย (Yang, 1992) หลังจากนั้นประเทศไทยได้เคลื่อนที่ลงไปตามแนวรอยเลื่อนอย่างรวดเร็วมาก ซึ่งอาจทำให้เกิดธรณีวิทยาแปรสัณฐานบางอย่างซึ่งทำให้เกิดความไม่ต่อเนื่องในช่วงยุคครีเตเชียสตอนต้นสุด-ตอนต้น ในยุคครีเตเชียสตอนต้น ประเทศไทยเคลื่อนลงมาถึงละติจูดประมาณ  $14^{\circ}$  -  $16^{\circ}$  N เริ่มมีการสะสมตัวของหมวดหินภูพานและโลกกรวด ในขณะที่เดียวกัน จุลทวีปจีนตอนใต้ได้หมุนตัวตามเข้มนาฬิกาต่อเนื่องและเคลื่อนไปอยู่ในเส้นละติจูดที่สูงขึ้นไปอีก แต่ประเทศไทยยังคงมีการวางตัวเบี่ยงเบนไปจากทิศเหนือปัจจุบันประมาณ  $30^{\circ}$  เช่นเดิม ในช่วงยุคครีเตเชียสตอนต้น-กลาง พบความไม่ต่อเนื่องของหมวดหินโลกกรวดกับหมวดหินที่อ่อนกว่า (Sattayarak, 1983) ซึ่งอาจเป็นผลของการหยุดการเคลื่อนที่ลงของประเทศไทย เนื่องจากเกิดผลของธรณีวิทยาแปรสัณฐานบางอย่าง เช่นผลของการชนทางตะวันตกของจุลทวีปพม่า (Western Burma Plate) (Garinsky, 1986) หรืออิทธิพลจากการแทรกคั่นตัวของหินแกรนิตยุคครีเตเชียสบริเวณภาคกลาง อ่าวไทย และภาคตะวันตกของประเทศ (Suansilpong et al., 1981) ทำให้เทือกเขาเพชรบูรณ์มีการยกตัวสูงขึ้นและแอ่งโคราชเกิดการยุบตัว ทำให้หมวดหินโลกกรวดบางส่วนพุ่งเป็น source ของหมวดหินมหาสารคาม และภูทอกและมีการเกิดเกลือหิน (นเรศ สัตยารักษ์ และ ดร. ทรงภพ พลจันทร์ ปี พ.ศ. 2533) ในเส้นละติจูดเดิม

ภายหลังจากการสะสมตัวของกลุ่มหินโคราชทั้งหมดแล้ว เกิดการยกตัวของเทือกเขาเพชรบูรณ์อีกครั้งในต้นยุคเทอร์เชียรี โดยส่งผลมาจากการชนของทวีปอินเดียและทวีปเอเชีย (Tapponnier et al., 1986) ทำให้เทือกเขาเพชรบูรณ์สูงยิ่งขึ้น (นเรศ สัตยารักษ์ และ ดร. ทรงภพ พลจันทร์ ปี พ.ศ. 2533) และอาจทำให้เกิดแนวคดโค้งและ lineament ของ  $F_1$  ซึ่งพบจากการแปลสภาพดาวเทียม ในบริเวณกลุ่มหินโคราชทางตะวันตกของบริเวณพื้นที่ศึกษาข้อที่ 3 และที่ 4 และผลของการชนกันยังทำให้เกิดการยกตัวของเทือกเขาภูพาน ซึ่งส่งผลให้เกิดแนวคดโค้งและ lineament ของ  $F_2$  ซึ่งพบจากการแปลสภาพดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาข้อที่ 1, 2 และ 4 และส่งผลให้รอยเลื่อน Red River Fault และรอยเลื่อนท่าแขกเกิดการ rework อีกครั้งในแนวเดิม แต่อาจจะเริ่มเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนเป็นการเหลื่อมไปทางขวา (right lateral movement) ซึ่งจะเปลี่ยนทิศทางโดยสมบูรณ์ในช่วง Oligocene ทำให้เกิดแนว lineament ของรอยเลื่อนที่ขนานไปกับภูเขาของพื้นที่ศึกษาข้อที่ 1

ยังไม่มีการศึกษาทางสนามแม่เหล็กบรรพกาลที่แน่ชัดในช่วงต้น-กลางยุคเทอร์เชียรี แต่การศึกษาหินภูเขาไฟอายุควอเตอร์นารีของ McCabe et al. (1998) พบว่าหินเก็บสนามแม่เหล็กที่มีทิศทางของ declination ใกล้เคียงกับปัจจุบัน แสดงว่าประเทศน่าจะมีการหมุนตัวตามเข็มนาฬิกาในช่วงกลางเทอร์เชียรี

รูป 7.2 แสดงให้เห็นถึง model ของการเกิดธรณีวิทยาแปรสัณฐานของประเทศไทยตั้งแต่ยุคไทรแอสซิกตอนปลายถึงยุคครีเตเชียส

## 7.2 บทสรุป

ผลการศึกษาทั้งหมดสามารถสรุปได้ดังนี้

### 7.2.1 พื้นที่ศึกษา

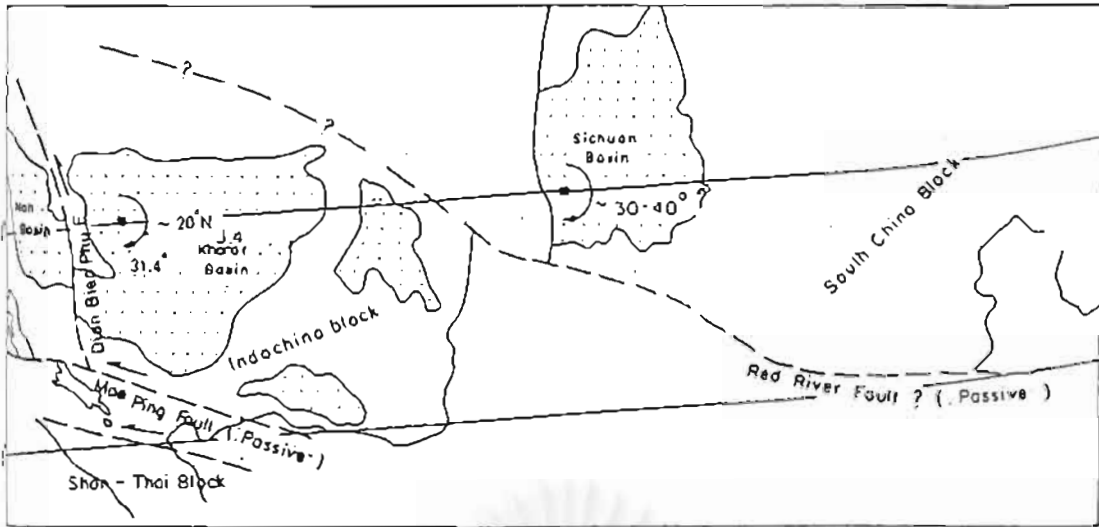
ลักษณะสนามแม่เหล็กบรรพกาลของกลุ่มหินโคราชได้ศึกษาและเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาย่อย 4 พื้นที่ซึ่งอยู่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ได้แก่ 1) พื้นที่ศึกษาย่อยภูทอก-ภูว้ เก็บตัวอย่างหมวดหินภูทอก 2) พื้นที่ศึกษาย่อยภูผาผึ้ง เก็บตัวอย่างหมวดหินภูพานและเสาขั้ว 3) พื้นที่ศึกษาย่อยภูพาน-ภูพานคำ เก็บตัวอย่างหมวดหินโคกกรวด ภูพาน เสาขั้ว พระวิหาร ภูกระดึง และน้ำพอง 4) พื้นที่ศึกษาย่อยบ้านห้วยลาด-ห้วยตาดฟ้า เก็บตัวอย่างหมวดหินห้วยหินลาด

### 7.2.2 การเลือกจุดเก็บตัวอย่างโดยใช้โทรสัมพัทธ์

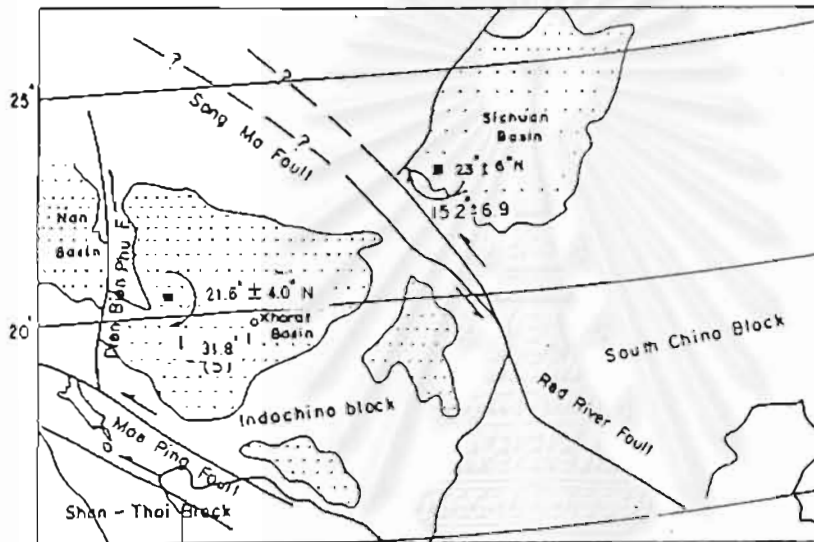
การศึกษาลักษณะธรณีวิทยาโครงสร้างและการหาจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาย่อยแต่ละแห่งโดยใช้ภาพดาวเทียมพบว่า

1) พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 1 ประกอบด้วยพื้นที่เทือกเขาสูงสลับซับซ้อน (เป็นหินเมโซโซอิกและพาลีโอโซอิกในประเทศไทย) พื้นที่ที่ราบและที่ราบลูกฟูก (หมวดหินมหาสารคาม) และลักษณะเทือกเขาโดดเดี่ยว (หมวดหินภูทอก) ภาพดาวเทียมได้บ่งชี้ไว้ว่าแนว lineament ที่มีผลต่อการเก็บตัวอย่างคือ lineament ตามแนวรอยเลื่อนแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ที่ขนานไปกับเทือกเขาภูทอกและภูว้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ  $F_2$  ของ Chuaviroj (1997) การเก็บตัวอย่างหมวดหินภูทอกจำนวน 250 ตัวอย่าง จึงไม่เก็บตามหน้าผาฝั่งซ้ายและฝั่งขวาของเทือกเขาทั้งสอง

2) พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 2 ประกอบด้วยพื้นที่เทือกเขาสูงๆต่ำๆ (หมวดหินภูกระดึง พระวิหาร เสาขั้ว และภูพาน) และพื้นที่ที่ราบและที่ราบลูกฟูก (หมวดหินโคกกรวดและมหาสารคาม) ภาพดาวเทียมได้บ่งชี้แนว lineament ที่มีผลต่อการเก็บตัวอย่างคือ lineament ตามแนวรอยเลื่อนเหลี่ยมข้างในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ  $F_3$  ของ Chuaviroj (1997) ดังนั้นการเก็บตัวอย่างหมวดหินภูพานจำนวน 85 ตัวอย่างและหมวดหินเสาขั้วจำนวน 12 ตัวอย่าง จึงหลีกเลี่ยงการเก็บตัวอย่างบริเวณร่องน้ำซึ่งอยู่ในแนวดังกล่าว



(A) Upper Triassic to Lower Jurassic



(B) Lowest Cretaceous



(C) Lower to Middle Cretaceous

รูป 7.2 ลักษณะธรณีแปรสัณฐานบางส่วนของประเทศไทย ตั้งแต่ยุคไทรแอสซิกตอนปลายถึงยุคจูแรสซิกตอนต้น (A) ยุคครีเทเชียสตอนต้นสุด (B) และยุคครีเทเชียสตอนต้น-กลาง (C)



3) พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 3 ประกอบด้วยพื้นที่เทือกเขาสูงแคบ (หมวดหินพระวิหาร เสาขัว และภูพาน) พื้นที่ที่ราบและที่ราบลูกฟูกทางด้านตะวันตก (หมวดหินน้ำพองและภูกระดึง) และพื้นที่ที่ราบและที่ราบลูกฟูกทางด้านตะวันออก (หมวดหินโคกกรวดและมหาสารคาม) ภาพดาวเทียมได้บ่งชี้แนว lineament ที่มีผลต่อการเก็บตัวอย่างคือ lineament ตามรอยเลื่อนในแนวเหนือ-ใต้ ทางด้านตะวันตก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ F<sub>1</sub> ของ Chuaviroj (1997) ดังนั้นการเก็บตัวอย่างหมวดหินโคกกรวดจำนวน 16 ตัวอย่าง หมวดหินภูพานจำนวน 9 ตัวอย่าง หมวดหินเสาขัวจำนวน 14 ตัวอย่าง หมวดหินพระวิหารจำนวน 11 ตัวอย่าง หมวดหินภูกระดึงจำนวน 9 ตัวอย่างจึงไม่มีปัญหาในการเก็บตัวอย่าง แต่หมวดหินน้ำพองจำนวน 7 ตัวอย่างต้องเลือกเก็บให้ห่างจากรอยเลื่อนแนวดังกล่าว

4) พื้นที่ศึกษาย่อยที่ 4 ประกอบด้วยพื้นที่เขาสูงชันและที่ราบลูกฟูก (หมวดหินห้วยหินลาด น้ำพอง ภูกระดึง พระวิหาร เสาขัว ภูพาน โคกกรวดและภูทอก) เทือกเขาแนวยาว ลูกโดด ยอดแหลมและที่ราบใกล้เคียง (หมวดหินห้วยหินลาดและหินพาลีโอโซอิก) และที่ราบหรือที่ราบลูกฟูกทางด้านตะวันออก (หมวดหินน้ำพอง ภูกระดึงและหินพาลีโอโซอิก) ภาพดาวเทียมได้บ่งชี้แนว lineament ที่มีผลต่อการเก็บตัวอย่างคือ lineament ตามรอยเลื่อนขนาดเล็กในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ-ตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งพาดผ่านหินมหายุคเมโสโซอิกและแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งพาดผ่านหินมหายุคพาลีโอโซอิก ต่อเนื่องออกมาถึงหินเมโสโซอิก ดังนั้นการเก็บตัวอย่างหมวดหินห้วยหินลาดจำนวน 33 ตัวอย่างต้องเลือกเก็บให้ห่างจากรอยเลื่อนแนวดังกล่าว

### 7.2.3 ลักษณะความเป็นแม่เหล็กในหิน

การศึกษาทางสิลาวิทยาโดยใช้แผ่นหินขัดจำนวน 40 แผ่นพบว่ากลุ่มแร่ที่เก็บแม่เหล็กในหินมีอยู่ 3 แบบคือ

1) แร่แม่เหล็กในหิน gray bed พบเป็น matrix และ cement ในเนื้อหินโคลน หินดินดานสีเทาเทาเข้ม หมวดหินห้วยหินลาด ประกอบไปด้วยเม็ดแร่แมกนีไทต์และฮีมาไทต์ ขนาด 0.02-0.05 มิลลิเมตร เป็นแร่เก็บแม่เหล็กปฐมภูมิและผลึกแร่เกอไทต์และฮีมาไทต์ทุติยภูมิ ซึ่งเป็นตัวเชื่อมประสาน จัดเป็นแร่เก็บแม่เหล็กทุติยภูมิ

2) แร่แม่เหล็กในหิน Red bed พบเป็น matrix เม็ดค่อนข้างกลมและ cement ในหินทรายแป้งและหินทรายเนื้ออาร์โคสหรือหินโคลนสีแดง พบในหมวดหินน้ำพอง ภูกระดึง เสาขัว โคกกรวดและภูทอก ประกอบไปด้วยเม็ดแร่ฮีมาไทต์ (70-100%) และแร่แมกนีไทต์ ขนาด 0.5-1 มิลลิเมตร เป็นแร่เก็บแม่เหล็กปฐมภูมิและผลึกแร่เกอไทต์และฮีมาไทต์ทุติยภูมิ ซึ่งเป็นตัวเชื่อมประสานเป็นแร่เก็บแม่เหล็กทุติยภูมิ

3) แร่แม่เหล็กในหินทรายควอร์ตซิดิก พบเป็น matrix เม็ดค่อนข้างเหลี่ยมและ cement ในหินทรายเนื้อควอร์ตซิดิก หินทรายเนื้อกรวดมนและหินกรวดมนสีขาวและขาวเหลือง พบในหมวดหินห้วยหินลาด พระวิหารและภูพาน ประกอบไปด้วยเม็ดแร่ฮีมาไทต์ (60-80%) ขนาดเล็กกว่า 0.1 มิลลิเมตร และ

แร่แมกนีไทต์และแร่อีลิเมไนต์ ขนาด 0.4-1.5 มิลลิเมตร เป็นแร่เก็บแม่เหล็กปฐมภูมิและผลึกแร่เกอไทต์ และฮีมาไทต์ทุติยภูมิ ซึ่งเป็นตัวเชื่อมประสานเป็นแร่เก็บแม่เหล็กทุติยภูมิ

#### 7.2.4 ผลของการวัดค่าสนามแม่เหล็ก NRM

ตัวอย่างกลุ่มหินโคราชทั้งหมด 446 ตัวอย่างนำไปวัดค่าสนามแม่เหล็กธรรมชาติที่อยู่ในหิน (NRM) ด้วยเครื่อง Schonstedt DSM-2 Spinner magnetization พบว่า 86% (382 ตัวอย่าง) มีค่า NRM > 0.6 mA/m ซึ่งเพียงพอที่จะนำไปเผาตัวอย่าง

#### 7.2.5 ผลการเผาตัวอย่างหิน

ผลของการเผาตัวอย่างด้วยเครื่อง TSD-1 Thermal Demagnetizer ณ อุณหภูมิตั้งแต่ 100-730° C step 50° C และนำมา plot กราฟ intensity, stereo และ zijderveld plot สรุปได้ว่าหินทรายโคราชประกอบไปด้วยสนามแม่เหล็กอย่างน้อย 3 component คือ 1) component A ซึ่งเป็นผลของการ reprint ของสนามแม่เหล็กปัจจุบัน ไม่มีทิศทางที่แน่นอน ถูกทำลายเมื่อเผาถึงอุณหภูมิ 100° C 2) component B มีทิศทางอยู่ในแนว N-S ประกอบด้วยสนามแม่เหล็กทุติยภูมิที่ซ่อนอยู่ในแร่เกอไทต์ ( $B_1$ ) ถูกทำลายเมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ 100°-250° C และสนามแม่เหล็กทุติยภูมิที่ซ่อนอยู่ในแร่ฮีมาไทต์ทุติยภูมิ ( $B_2$ ) ถูกทำลายเมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ 250°-450° C ถึง 600° C 3) component C มีทิศทางอยู่ในแนว NE-SW ประกอบด้วยสนามแม่เหล็กปฐมภูมิที่ซ่อนอยู่ในแร่ไททาโนแมกนีไทต์หรือแมกนีไทต์ ( $C_1$ ) ถูกทำลายเมื่อเผาถึงอุณหภูมิที่ 400°-550° C และสนามแม่เหล็กปฐมภูมิที่ซ่อนในแร่ไททาโนฮีมาไทต์หรือฮีมาไทต์ ( $C_2$ ) ถูกทำลายที่อุณหภูมิเกินกว่า 600° C พบว่า 202 ตัวอย่างมีการปนเปื้อนของ component A&B น้อยกว่า 70% NRM และมีทิศทางสนามแม่เหล็กเป็นขั้วแม่เหล็กแบบปกติ

#### 7.2.6 ทิศทางสนามแม่เหล็กของกลุ่มหินโคราช

หมวดหินห้วยหินลาดและหมวดหินน้ำพองซึ่งเป็นหินอายุไทรแอสซิกตอนต้นจำนวน 21 ตัวอย่าง มีค่าทิศทางสนามแม่เหล็กเฉลี่ย  $D= 29.6^\circ$ ,  $I= 29.3^\circ$  โดยมีค่า  $K = 42.4$  และ  $A_{95} = 9.6$  หมวดหินภูกระดึงและหมวดหินพระวิหารซึ่งเป็นหินอายุจูแรสซิกตอนกลางถึงยุคครีเทเชียสตอนต้นสุดจำนวน 5 ตัวอย่าง มีค่าทิศทางสนามแม่เหล็กเฉลี่ย  $D= 31.4^\circ$ ,  $I= 39.6^\circ$  โดยมีค่า  $K = 59.2$  และ  $A_{95} = 12.9$  หมวดหินเสาขัวซึ่งเป็นหินอายุยุคครีเทเชียสตอนต้นสุดจำนวน 20 ตัวอย่างมีค่าทิศทางสนามแม่เหล็กเฉลี่ย  $D= 31.8^\circ$ ,  $I= 38.3^\circ$  โดยมีค่า  $K = 149.2$  และ  $A_{95} = 5.7$  หมวดหินภูพานและหมวดหินโคกกรวดซึ่งเป็นหินอายุยุคครีเทเชียสตอนต้นจำนวน 37 ตัวอย่างมีค่าทิศทางสนามแม่เหล็กเฉลี่ย  $D= 31.4^\circ$ ,  $I= 27.1^\circ$  โดยมีค่า  $K = 27.6$  และ  $A_{95} = 9.4$  และหมวดหินภูทอกซึ่งเป็นหินอายุยุคครีเทเชียสตอนกลางจำนวน 105 ตัวอย่างมีค่าทิศทางสนามแม่เหล็กเฉลี่ย  $D= 32.8^\circ$ ,  $I= 30.8^\circ$  โดยมีค่า  $K = 69.7$  และ  $A_{95} = 5.3$

### 7.2.7 ข้อมูล VGP pole และข้อมูล paleolatitude ของกลุ่มหินโคราช

ตัวอย่างของหมวดหินห้วยหินลาดและน้ำพองได้ค่าเฉลี่ย VGP pole อยู่ที่ละติจูดที่  $61.6^{\circ}\text{N}$  และลองจิจูดที่  $189.3^{\circ}\text{E}$  โดยมี  $R=4.9$ ,  $K=42.4$ ,  $A_{95}=9.6$ ,  $S=12.4$ ,  $dP=5.9$  และ  $dM=10.3^{\circ}$  สามารถคำนวณค่า paleolatitude ได้  $15.7^{\circ} \pm 5.9^{\circ}\text{N}$  (ตั้งแต่  $9.8^{\circ}$ - $21.6^{\circ}\text{N}$ ) ซึ่งมีความแตกต่างจากละติจูดปัจจุบัน  $0.9^{\circ} \pm 5.9^{\circ}\text{N}$

ตัวอย่างของหมวดหินภูกระดึงและพระวิหารได้ค่าเฉลี่ย VGP pole อยู่ที่ละติจูดที่  $60.0^{\circ}\text{N}$  และลองจิจูดที่  $176.9^{\circ}\text{E}$  โดยมี  $R=2.0$ ,  $K=59.2$ ,  $A_{95}=12.9$ ,  $S=10.5$ ,  $dP=9.3$  และ  $dM=15.4$  สามารถคำนวณค่า paleolatitude ได้  $22.5^{\circ} \pm 9.3^{\circ}\text{N}$  (ตั้งแต่  $13.2^{\circ}$ - $31.8^{\circ}\text{N}$ ) ซึ่งมีความแตกต่างจากละติจูดปัจจุบัน  $5.25^{\circ} \pm 9.3^{\circ}\text{N}$

ตัวอย่างของหมวดหินเสาขัวได้ค่าเฉลี่ย VGP pole อยู่ที่ละติจูดที่  $59.7^{\circ}\text{N}$  และลองจิจูดที่  $178.2^{\circ}\text{E}$  โดยมี  $R=4.0$ ,  $K=149.6$ ,  $A_{95}=5.7$ ,  $S=6.6$ ,  $dP=4.0$  และ  $dM=6.8$  สามารถคำนวณค่า paleolatitude ของหินทรายยุคครีเทเชียสตอนต้นสุด ได้  $21.6^{\circ} \pm 4.0^{\circ}\text{N}$  (ตั้งแต่  $17.6^{\circ}$ - $25.6^{\circ}\text{N}$ ) ซึ่งมีความแตกต่างจากละติจูดปัจจุบัน  $-4.0^{\circ} \pm 4.0^{\circ}\text{N}$

ตัวอย่างของหมวดหินภูพานและโคกกรวดได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ละติจูดที่  $59.7^{\circ}\text{N}$  และลองจิจูดที่  $192.7^{\circ}\text{E}$  โดยมี  $R=4.8$ ,  $K=27.6$ ,  $A_{95}=9.4$ ,  $S=17.5$ ,  $dP=7.7$  และ  $dM=14.4$  สามารถคำนวณค่า paleolatitude ได้  $14.4^{\circ} \pm 7.7^{\circ}\text{N}$  (ตั้งแต่  $6.7^{\circ}$ - $22.1^{\circ}\text{N}$ ) ซึ่งมีความแตกต่างจากละติจูดปัจจุบัน  $2.6^{\circ} \pm 4.0^{\circ}\text{N}$

ตัวอย่างของหมวดหินภูทอกจำนวนได้ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ละติจูดที่  $58.7^{\circ}\text{N}$  และลองจิจูดที่  $191.5^{\circ}\text{E}$  โดยมี  $R=9.9$ ,  $K=69.7$ ,  $A_{95}=5.3$ ,  $S=9.7$ ,  $dP=2.7$  และ  $dM=5.9$  สามารถคำนวณค่า paleolatitude ของหินทรายยุคครีเทเชียสตอนกลางได้  $16.6^{\circ} \pm 2.7^{\circ}\text{N}$  (ตั้งแต่  $13.9^{\circ}$ - $19.6^{\circ}\text{N}$ ,  $A_{95}=9.4$ ) ซึ่งมีความแตกต่างจากละติจูดปัจจุบัน  $1.5^{\circ} \pm 2.7^{\circ}\text{N}$

### 7.2.8 ธรณีวิทยาแปรสัณฐานกับตำแหน่งละติจูดโบราณของกลุ่มหินโคราช

ภายหลังจากการสะสมตัวของหินปูนยุคเพอร์เมียน ประเทศไทยได้เคลื่อนที่ขึ้นมาจากเส้นศูนย์สูตรอย่างรวดเร็ว พร้อมทั้งมีสะสมตัวของหมวดหินห้วยหินลาดและหมวดหินน้ำพองในละติจูดประมาณ  $15^{\circ}$ - $16^{\circ}\text{N}$  โดยที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือวางตัวเบี่ยงเบนทวนเข็มนาฬิกาไปจากปัจจุบัน  $29^{\circ}$  ต่อมาประเทศไทยได้เคลื่อนตัวขึ้นอย่างรวดเร็วเพื่อชนกับส่วนของทวีปจีนตอนใต้ (South China block) ที่ลอยไปมาในช่วงละติจูดที่  $10^{\circ}$ - $30^{\circ}\text{N}$  หลังจากทวีปทั้งสองได้ชนกันแล้ว (ในยุคจูแรสซิกตอนกลาง) ประเทศไทยอยู่ในช่วงละติจูดที่  $22^{\circ}$ - $23^{\circ}\text{N}$  มีการสะสมตัวของหมวดหินภูกระดึง พระวิหารและเสาขัวตามแอ่งโคราชเป็นบริเวณกว้าง และประเทศไทยค่อยๆ เคลื่อนลงไปตามรอยเลื่อน Red River Fault ซึ่งมีการเคลื่อนตัวเหลื่อมข้างไปทางซ้ายจากละติจูดที่  $22^{\circ}\text{N}$  ในยุคจูแรสซิกลงไป  $21^{\circ}\text{N}$  ในตอนต้นสุดของยุคครีเทเชียส (โดยประเทศไทยยังคงวางตัวทวนเข็มนาฬิกาไปจากปัจจุบัน  $31^{\circ}$ ) หลังจากนั้นประเทศไทยได้

เคลื่อนที่ลงไปตามแนวรอยเลื่อนอย่างรวดเร็วมาจนถึงจุดประมาณ  $14^{\circ} - 16^{\circ}N$  ในยุคครีเทเชียสตอนต้น เริ่มมีการสะสมตัวของหมวดหินภูพานและโคกกรวดและเกิดธรณีวิทยาแปรสัณฐานในไทยอย่างน้อย 1 ครั้งก่อนมีการสะสมตัวของหมวดหินมหาสารคามและภูทอกที่บริเวณละติจูดใกล้เคียงกัน

ผลมาจากการชนของทวีปอินเดียและทวีปเอเชียในต้นยุคเทอร์เชียรีอาจทำให้เกิดแนวคดโค้งและ lineament ของ  $F_1$  ในบริเวณกลุ่มหินโคราชทางตะวันตกของบริเวณพื้นที่ศึกษาข้อที่ 3 และที่ 4 และผลของการชนกันยังทำให้เกิดการยกตัวของเทือกเขาภูพาน ซึ่งส่งผลให้เกิดแนวคดโค้งและ lineament ของ  $F_2$  ซึ่งพบจากการแปลสภาพดาวเทียมในพื้นที่ศึกษาข้อที่ 1, 2 และ 4



## เอกสารอ้างอิง

- พันธ์ จงลักษณ์ณี และ นเรศ สัตยารักษ์ พ.ศ. 2522. แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดเพชรบูรณ์ มาตรฐาน 1:250,000 กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ.
- พันธ์ จงลักษณ์ณี นเรศ สัตยารักษ์ และสัญญา สราภิรมย์ พ.ศ. 2522. แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดนครพนมและเมืองปากซัน มาตรฐาน 1:250,000 กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ.
- พันธ์ จงลักษณ์ณี นเรศ สัตยารักษ์ ปานพงษ์ กาญจนพันธุ์ และสัญญา สราภิรมย์ พ.ศ. 2522. แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดขอนแก่น มาตรฐาน 1:250,000 กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ.
- ศ. สัตยารักษ์ และ ดร. ทรงภพ พลจันทร์ พ.ศ. 2533. เกลือหินใต้ที่ราบสูงโคราช รายงานการประชุมวิชาการกรมทรัพยากรธรณีประจำปี 2533 วันที่ 16-17 สิงหาคม 2533 ที่ห้องมรกต โรงแรมอินทราวิเอนด์ กรุงเทพฯ, กรมทรัพยากรธรณี หน้า 1-15.
- พันธ์ วีระบุรุษ. พ.ศ. 2524. แผนที่ธรณีวิทยาโครงสร้าง (Lineament) ของประเทศไทย มาตรฐาน 1:1,000,000 กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ.
- ชัย ภัทรมณฑา, สมเกียรติ มาระเนตร์ และ ดร. สัจด์ พันธุ์โอภาส พ.ศ. 2531. การศึกษาสภาวะแม่เหล็กบรรพกาลบริเวณเขาภูทอกและภูวัวหลังถ้ำพาย อำเภอบึงกาฬ จังหวัดหนองคาย รายงานการวิจัยฉบับที่ 12 กลุ่มงานวิชาการ กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ 135 หน้า
- ณัฐ สุธีธรและไพรัช จรรยาหาญ พ.ศ. 2523. แผนที่ธรณีวิทยาจังหวัดร้อยเอ็ด มาตรฐาน 1:250,000 กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี กรุงเทพฯ.
- Bachche, J and Courtillot, A. 1985. A preliminary Upper Triassic paleomagnetic for the Khorat Plateau (Thailand) : Consequences for the accretion of Indochina against Eurasia. Earth Planet. Sci. Lett. 73, pp.147-157.
- Pat, S.M., Macdonald, S.A., Haile, N.S. and Reynold, P.H. 1976. Paleomagnetism age of the Lampang basalt, Northern Thailand and age of the underlying pebble tools. Earth Planet. Sci. Lett. 31, pp.75-84.

- \_\_\_\_\_ and Macdonald, S.A. and Haile, N. 1978. Reconnaissance paleomagnetic measurements on Triassic and Jurassic sedimentary rocks from Thailand. *Geol. Soc. Malaysia Bull.* 10, pp. 53-62.
- \_\_\_\_\_, S. 1981. Paleogeographic history of Western Thailand and adjacent parts of Southeast Asia : A plate tectonic interpretation. *Geological Survey Paper Special Issue 5*, Department of Mineral Resources of Thailand, Bangkok.
- \_\_\_\_\_. Vella, P., Pitakpaivan, K. and Sukroo, J. 1978. Preliminary paleomagnetic results from Thailand sedimentary rocks, *Ibid.*, pp. 24-32.
- \_\_\_\_\_, Buffetuat, E and Ingavat. R. 1983. Vertebrates from the continental Jurassic of Thailand. A very small theropod dinosaur from the Upper Jurassic of northeastern Thailand. *CCOP Tech. Bull.*, 16: pp 68-75
- \_\_\_\_\_. and Ingavat. R. 1984. A very small theropod dinosaur from the Upper Jurassic of Northeastern Thailand. *C.R.Acad. Sci. Paris* 298. pp 915-918.
- \_\_\_\_\_. and Suteethorn, V. 1992. A new species of the ornithischian dinosaur *Psittacosaurus* from the Early Cretaceous of Thailand. *Paleontology*, Vol. 35 , no.4 12 P.
- \_\_\_\_\_. and Suteethorn, V. 1993. The dinosaurs of Thailand. In Polahan, P. et al. (eds.), *J. SE. Asian Earth Sciences* 8, pp.77-82. Great Britain.
- \_\_\_\_\_. Suteethorn, V, Martin, V., Chaimanee, Y. and Tong-Bufferuat, H . 1993. Biostratigraphy of the Mesozoic Khorat Group of northeastern Thailand. In Thanasuthipitak, T. (ed.), *Proceedings of the International Conference on the Mainland Southeast Asia: Facies and Paleontology*, Vol. 1, Jan 31-Feb 5, pp.51-62, Chiang Mai, Thailand.
- \_\_\_\_\_. Suteethorn, V., and Tong, H. 1996. The earliest known tyrannosaur from the Lower Cretaceous of Thailand . *Nature* 381. pp. 689-691.



- Chen, Y. and Courtillot, V. 1989. Widespread Cenozoic (?) remagnetization in Thailand and its implications for the India-Asia collision. *Earth Planet. Sci. Lett.* **98.**, pp.113-122.
- Duaviroj, S., 1997. Deformation in Khorat plateau. In: *Proc. Int. Conf. on Stratigraphy and Tectonic Evolution of SE Asia and the South Pacific* (eds. Dheeradilok, P. et al.) , 19-24 August 1997, Bangkok, Thailand, 321-325.
- Cox, A. 1986. *Plate Tectonics : How It Works.* Oxford : Blackwell Scientific Publications.
- Enkin, R., Zhenyu, Y., Chen Y. and Courtillot, V. 1992. Paleomagnetic constraints on the geodynamic history of China from Permian to the present. *J. Geophys. Res.* **97.** pp.13953-13989.
- Furuhara, S. Nobukazu N., Masako, M., Fumiyuki, M., Otofujii, Y. and Zhao Wang, Y. 1992. Paleomagnetic study of Cretaceous rocks from the Yangtze block, central Yunnan, China : implications for the India - Asia collision. *Earth Planet. Sci. Lett.* **118.** pp.77-91.
- Gartinsky, Y.G., 1986. Geodynamics of Southeast Asia in relation to the evolution of ocean basins. *Paleogeography, Paleoclimatology*, 55 Elsevier Science Publisher B.V., pp 127-144.
- Hale, N.S. 1973. Note on Triassic fossil pollen from the Nam Pha Formation , Chulabon (Nam Phrom) Dam , Thailand. *Geol. Soc. Thailand Newsl.* **6(1)**, p.15-16.
- \_\_\_\_\_. 1980. Paleomagnetic evidence from Ordovician and Silurian of Northwest Peninsular Malaya. *Earth Planet. Sci. Lett.* **48.** pp. 233-236.
- \_\_\_\_\_. and Khoo, H.P. 1980. Paleomagnetic measurements on Upper Jurassic to Lower Cretaceous sedimentary rocks from Peninsular Malaysia. *Geol.Soc. Malaysia. Bull.* **12.** pp. 75-78
- Hite, R.J. 1994. Evaporite deposits of the Khorat plateau , northeastern Thailand and central Laos. *North Ohio Geol. Soc., Cleaveland, 4<sup>th</sup> Symp. on Salt.* pp. 135-146.
- Hite, R.J. and Japakasetr. T. 1979. Potash Deposits of the Khorat Plateau, Thailand and Laos. *Econ. Geol.* Vol 74. No.2

- Samut S. 1996. **Magnetostratigraphy of the Phu Thok Formation at Phu Thok and Phu Wua areas, Changwat Nong Khai, Master's Thesis, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand**
- Wai, J., Asama, K., Veeraburus, M. and Hongnusunthi, A. 1966. Stratigraphy of the so-called Khorat Series and a note on the fossil plant-bearing Paleozoic strata in Thailand. *Geol. and Paleont. Southeast Asia*, Vol.2, pp. 179-196.
- Wipakasetr, T. and Suwanich, P. 1984. Potash and Rock salt in Thailand; Appendix C,D, Nonmetallic Minerals Bulletin No.2, DMR, 212, 73 P.
- ..... and Workman, D.R. 1981. Evaporite deposits of Northeast Thailand. *Circum-Pacific Conference, Hawaii*, pp. 179-187.
- Wongno, E. and Asama, K. 1973. Mesozoic plants from Khorat, Thailand. *Geol. Paleont. SE Asia* 12. pp. 149-171.
- Wongnate, S. 1982. **Paleomagnetism of the Khorat Group in Northeast Thailand. Master's Thesis, Victoria University of Wellington.**
- ..... and Vella, P. 1986. Paleomagnetism of the Khorat Group, Mesozoic Northeast Thailand. *J. SE. Asia Earth Sci.* 1, pp.23-31.
- Martin, V., Buffatnat, E. and Suteethorn, V. 1994. A new genus of sauropod dinosaur from the Sao Khua Formation (Late Jurassic or Early Cretaceous) of northeastern Thailand. *C.R. Acad. Sci. Paris* 319. pp. 1085-1092
- McCabe, R., Celaya, M., Cole, J., Han, H.C., Ohnstad, T., Pajitprapapon, V. and Thitisawarn, V. 1988. Extension tectonics : the Neogene opening of the north-south trending basins of Central Thailand. *J. Geophys. Res.* 93 (B10), pp 899 -910.
- Mauret, C., Heggemann, Goudain, J. and Krisadasima, S. 1993. Geological history of the siliciclastic Mesozoic strata of the Khorat Group in the Phu Phan range area, northeastern Thailand. In

- Thanasuthipitak, T. (ed.), *Proceedings of Mainland Southeast Asia : Facies and Paleontology*, Vol. 1, Jan 31-Feb 5, pp.23-49, Chiang Mai, Thailand.
- ..... 1994. Geological history of northeastern Thailand since the Carboniferous, relations with Indochina and Carboniferous to Early Cenozoic evolution model. In Angsuwathana, P. et al. (eds.), *Proceedings of the International Symposium on Stratigraphic Correlation of Southeast Asia*, Nov. 15-20, pp.132-158, Bangkok, Thailand.
- Dojima, Y., Inoue, Y., Funahara, S., Murata, F. and Zheng, X. 1990. Paleomagnetic study of Eastern Tibet-deformation of the Three Rivers region. *Geophys. J. Int.* 103, pp.85-94.
- Plaszczyk. Norton Software, undate.
- Racey, A., Goodall, J.G.S., Love, M.A., Polachan, S. and Jones, P.D. 1994. New age data for the Mesozoic Khorat Group of northeastern Thailand. In Angsuwathana, P. et al. (eds.), *Proceedings of the International Symposium on Stratigraphic Correlation of Southeast Asia*, Nov. 15-20, pp.245-252, Bangkok, Thailand.
- Sattayarak, N. 1983. Review of Continental Mesozoic stratigraphy of Thailand. In Nutalaya, P. (ed.), *Proceedings of the Workshop on Stratigraphic Correlation of Thailand and Malaysia*, Vol. I, pp.127-149,
- ..... 1985. Review on geology of Khorat Plateau (in Thai). In Thanvarachron, P., Hokjareon, S. and Youngme, W. (eds.), *Conference on Geology and Mineral Resources Development of the Northeast, Thailand*, Nov. 26-29, pp.23-30, Khon Kaen, Thailand.
- ....., Srigulwong and Pattarametha, M. 1991. Subsurface stratigraphy of the non-marine Mesozoic Khorat Group, NE Thailand. In Polachan, P. et al. (eds.), *Proceedings of the Seventh Regional Congress on Geology, Mineral and Energy Resources of Southeast Asia*, Nov. 5-8, Bangkok, Thailand.

- \_\_\_\_\_ and Suteethorn, V. 1979. Geological map of Northeastern Thailand; scale 1:500,000. Geol. Surv. Div. DMR. (unpublish).
- Kansilpong, S., Putthapiban, P. and Mantajit, N. 1981. Some aspects of tin granite and its relationship to tectonic setting. Geol. Soc. Am. spec. Vol. 9 P
- Lepponnier, P., Peltzer, G. and Armijo, R. 1986. On the mechanics of the collision between India and Asia. In Coward, M.P. and Ries, A.C. (eds.), Collision Tectonics, Geol. Soc. London Spec. Publ. 19 pp. 115-157.
- Living, D.H. 1975. Development in Paleomagnetism. Geodynamics Today. Roy. Soc. London
- \_\_\_\_\_ 1983. Paleomagnetism. London : Chapman & Hall.
- Van der Voo, R. 1993. Paleomagnetism of the Atlantic, Tethys and Iapetus Ocean. London. Cambridge.
- Ward, D.E. and Bunnag, D. 1964. Stratigraphy of the Mesozoic Khorat Group in Northeastern Thailand. Report of Investigation no.6, Department of Mineral Resources, Thailand
- Yang, Z. 1992. Contraintes Paleomagnetiques sur L'Histoire Geodynamique de l'Asie du Sud-Est. Doctoral Thesis, Institut de Physique du Globe de Paris.
- \_\_\_\_\_ and Besse, J. 1993. Paleomagnetic study of Permian and Mesozoic sedimentary rocks from Northern Thailand supports the extrusion model for Indochina. Earth Planet Sci. Lett. 117, pp.525-552.
- Van der Voo, R. 1967. A.C. Demagnetization of rocks ; analysis of results. In Collinson, D.W. et al. (eds.), Methods in Paleomagnetism, pp.256-284, Amsterdam.

APPENDIX ก

---

ข้อมูลดิบของตัวอย่างในหมวดหินต่างๆ ของกลุ่มหินโคราชที่ใช้ในการ  
คำนวณค่าทางสนามแม่เหล็กบรรพกาล

---



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

1 - A stepwise thermal demagnetization data of most specimens of each site

|                       |   |                                                                     |
|-----------------------|---|---------------------------------------------------------------------|
| PAL (T°C)             | = | Demagnetization temperature                                         |
| Xc(A/m <sup>2</sup> ) | = | Intensity of magnetization in X-axis                                |
| Yc(A/m <sup>2</sup> ) | = | Intensity of magnetization in Y-axis                                |
| Zc(A/m <sup>2</sup> ) | = | Intensity of magnetization in Z-axis                                |
| MAG(A/m)              | = | Intensity of magnetization in ampere per meter                      |
| Dg                    | = | Uncorrected declination for tectonic tilt                           |
| Ig                    | = | Uncorrected inclination for tectonic tilt                           |
| Ds                    | = | Corrected declination for tectonic tilt                             |
| Is                    | = | Corrected inclination for tectonic tilt                             |
| M/Mo                  | = | Ratio of demagnetized intensity of magnetization with NRM intensity |

| SAMPLE | PAL    | Xc(A/m <sup>2</sup> ) | Yc(A/m <sup>2</sup> ) | Zc(A/m <sup>2</sup> ) | MAG(A/m) | Dg       | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
|--------|--------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------|----------|------|-------|------|-------|
| 37002A | NRM    | -2.12E-08             | 1.52E-08              | -5.17E-09             | 2.42E-03 | 24.2     | 29.1 | 25.7  | 25.1 | 1.000 |
|        | T300   | -2.10E-08             | 9.61E-09              | -4.18E-09             | 2.13E-03 | 35.1     | 34.8 | 36.5  | 30.3 | 0.880 |
|        | T350   | -2.02E-08             | 6.70E-09              | -3.49E-09             | 1.96E-03 | 41.8     | 37.8 | 43.0  | 33.1 | 0.810 |
|        | T400   | -1.70E-08             | 6.19E-09              | -6.90E-10             | 1.65E-03 | 36.6     | 44.0 | 38.5  | 39.5 | 0.682 |
|        | T450   | -2.02E-08             | 7.13E-09              | -3.14E-09             | 1.97E-03 | 40.1     | 38.4 | 41.5  | 33.8 | 0.814 |
|        | T500   | -1.94E-08             | 4.54E-09              | -2.80E-09             | 1.83E-03 | 47.7     | 40.5 | 48.7  | 35.6 | 0.756 |
| 37002B | NRM    | -3.45E-08             | 1.94E-08              | -9.64E-09             | 3.70E-03 | 31.7     | 29.8 | 33.0  | 25.4 | 1.000 |
|        | T350   | -2.82E-08             | 1.24E-08              | -6.24E-09             | 2.86E-03 | 36.6     | 34.0 | 37.9  | 29.5 | 0.773 |
|        | T400   | -2.64E-08             | 1.09E-08              | -6.50E-09             | 2.66E-03 | 38.6     | 33.2 | 39.8  | 28.6 | 0.719 |
|        | T450   | -2.60E-08             | 1.37E-08              | -5.69E-09             | 2.72E-03 | 32.0     | 32.9 | 33.4  | 28.5 | 0.735 |
|        | T500   | -2.75E-08             | 6.71E-09              | -5.09E-09             | 2.61E-03 | 47.7     | 38.2 | 48.6  | 33.4 | 0.705 |
|        | 37003A | NRM                   | 3.28E-09              | -3.38E-08             | 1.79E-07 | 1.66E-02 | 42.5 | 31.3  | 43.4 | 26.6  |
| T100   |        | 8.90E-09              | -3.25E-08             | 1.73E-07              | 1.60E-02 | 42.8     | 29.5 | 43.6  | 24.8 | 0.964 |
| T150   |        | 8.96E-09              | -5.65E-08             | 1.48E-07              | 1.44E-02 | 31.3     | 27.4 | 32.5  | 23.1 | 0.867 |
| T200   |        | 4.19E-09              | -2.86E-08             | 1.56E-07              | 1.44E-02 | 42.9     | 30.9 | 43.7  | 26.2 | 0.867 |
| T250   |        | 2.42E-09              | -2.63E-08             | 1.41E-07              | 1.30E-02 | 42.6     | 31.4 | 43.5  | 26.7 | 0.783 |
| T300   |        | 4.21E-09              | -2.49E-08             | 1.30E-07              | 1.20E-02 | 42.4     | 30.5 | 43.3  | 25.8 | 0.723 |
| T350   |        | 1.97E-09              | -2.08E-08             | 1.13E-07              | 1.04E-02 | 42.8     | 31.4 | 43.7  | 26.7 | 0.627 |
| T400   |        | 3.53E-09              | -1.63E-08             | 9.82E-08              | 9.06E-03 | 44.1     | 30.5 | 44.9  | 25.7 | 0.546 |
| T450   |        | 3.41E-09              | -1.51E-08             | 8.61E-08              | 7.95E-03 | 43.5     | 30.2 | 44.3  | 25.5 | 0.479 |
| T500   |        | 8.44E-10              | -1.20E-08             | 7.39E-08              | 6.81E-03 | 44.1     | 31.9 | 45.0  | 27.1 | 0.410 |
| T550   |        | -2.04E-09             | -6.16E-09             | 4.45E-08              | 4.09E-03 | 45.3     | 35.2 | 46.2  | 30.4 | 0.246 |
| T600   |        | -5.94E-09             | -1.06E-10             | 1.39E-08              | 1.37E-03 | 54.3     | 56.1 | 55.1  | 51.2 | 0.083 |
| T650   |        | -3.41E-09             | 6.50E-10              | 5.44E-09              | 5.87E-04 | 68.5     | 64.5 | 67.5  | 59.5 | 0.035 |
| T680   |        | -2.59E-09             | 1.35E-09              | 1.07E-09              | 2.83E-04 | 165.8    | 62.3 | 156.2 | 63.1 | 0.017 |
| 37003B | NRM    | 2.61E-08              | -2.31E-08             | 1.82E-07              | 1.68E-02 | 47.1     | 24.6 | 47.6  | 19.8 | 1.000 |
|        | T300   | 1.73E-08              | -1.58E-08             | 1.30E-07              | 1.20E-02 | 47.4     | 25.2 | 47.9  | 20.4 | 0.714 |
|        | T350   | 1.28E-08              | -1.86E-08             | 1.13E-07              | 1.05E-02 | 44.6     | 26.2 | 45.3  | 21.4 | 0.625 |
|        | T400   | 1.54E-08              | -1.32E-08             | 1.09E-07              | 1.01E-02 | 47.5     | 24.8 | 48.0  | 19.9 | 0.601 |
|        | T450   | 1.15E-08              | -1.04E-08             | 8.82E-08              | 8.14E-03 | 47.6     | 25.4 | 48.1  | 20.5 | 0.485 |
|        | T500   | 1.19E-08              | -7.77E-09             | 6.88E-08              | 6.39E-03 | 48.1     | 23.0 | 48.5  | 18.2 | 0.380 |
| 37003C | NRM    | 6.28E-09              | -5.20E-08             | 2.17E-07              | 2.03E-02 | 45.0     | 25.6 | 45.6  | 20.8 | 1.000 |
|        | T350   | 9.46E-09              | -3.12E-08             | 1.47E-07              | 1.37E-02 | 46.9     | 23.8 | 47.4  | 18.9 | 0.675 |
|        | T400   | 4.52E-09              | -3.02E-08             | 1.34E-07              | 1.25E-02 | 45.9     | 25.4 | 46.5  | 20.6 | 0.616 |
|        | T450   | 3.06E-09              | -2.48E-08             | 1.20E-07              | 1.11E-02 | 47.0     | 25.9 | 47.6  | 21.1 | 0.547 |
|        | T500   | 8.19E-10              | -1.90E-08             | 9.36E-08              | 8.68E-03 | 47.1     | 26.9 | 47.7  | 22.1 | 0.428 |
| 37004B | NRM    | 9.23E-09              | -6.04E-09             | 2.33E-08              | 2.34E-03 | 17.5     | 34.3 | 19.7  | 30.6 | 1.000 |
|        | T300   | 3.69E-09              | 2.27E-09              | 2.18E-08              | 2.02E-03 | 42.6     | 47.1 | 44.2  | 42.3 | 0.863 |
|        | T350   | 3.16E-09              | 3.31E-09              | 2.01E-08              | 1.87E-03 | 47.7     | 47.2 | 48.9  | 42.4 | 0.799 |
|        | T400   | 2.42E-09              | 3.18E-09              | 1.95E-08              | 1.81E-03 | 48.1     | 49.1 | 49.3  | 44.2 | 0.774 |
|        | T450   | 2.72E-09              | 4.39E-09              | 2.00E-08              | 1.88E-03 | 52.4     | 47.8 | 53.2  | 42.8 | 0.803 |
|        | T500   | 4.21E-09              | 5.11E-09              | 1.86E-08              | 1.79E-03 | 54.5     | 42.4 | 55.0  | 37.4 | 0.765 |

| SAMPLE | PAL      | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|--------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 37004C | NRM      | 1.04E-08  | -3.42E-09 | 2.79E-08  | 2.72E-03 | 27.0  | 35.3  | 28.8  | 31.1  | 1.000 |
|        | T350     | 6.03E-09  | 1.98E-09  | 2.61E-08  | 2.44E-03 | 40.8  | 42.8  | 42.3  | 38.2  | 0.897 |
|        | T400     | 3.57E-09  | 3.30E-09  | 2.44E-08  | 2.26E-03 | 46.9  | 47.1  | 48.1  | 42.2  | 0.831 |
|        | T450     | 3.50E-09  | 4.45E-09  | 2.51E-08  | 2.34E-03 | 49.7  | 47.1  | 50.7  | 42.2  | 0.860 |
|        | T500     | 3.01E-09  | 3.97E-09  | 2.41E-08  | 2.24E-03 | 49.0  | 48.0  | 50.1  | 43.1  | 0.824 |
| 37005B | NRM      | -4.39E-09 | -5.30E-09 | 4.86E-09  | 7.66E-04 | 338.5 | 49.5  | 344.2 | 48.7  | 1.000 |
|        | T300     | -4.98E-09 | -4.23E-09 | 6.41E-09  | 8.32E-04 | 338.3 | 61.5  | 347.2 | 60.5  | 1.086 |
|        | T350     | -2.52E-09 | -3.34E-09 | 6.37E-09  | 6.93E-04 | 9.7   | 62.8  | 16.5  | 59.5  | 0.905 |
|        | T400     | -2.73E-09 | -2.91E-09 | 6.12E-09  | 6.64E-04 | 6.4   | 65.8  | 14.6  | 62.7  | 0.867 |
|        | T450     | -2.04E-09 | -2.88E-09 | 5.44E-09  | 5.90E-04 | 11.3  | 62.1  | 17.8  | 58.7  | 0.770 |
|        | T500     | -2.09E-09 | -3.05E-09 | 3.77E-09  | 4.80E-04 | 354.4 | 54.7  | 0.5   | 52.6  | 0.627 |
| 37006A | NRM      | 1.13E-08  | -8.59E-09 | 1.74E-08  | 2.04E-03 | 4.6   | 22.1  | 5.9   | 18.5  | 1.000 |
|        | T300     | 7.18E-09  | -4.41E-09 | 1.57E-08  | 1.62E-03 | 12.2  | 31.3  | 13.9  | 27.3  | 0.794 |
|        | T350     | 7.26E-09  | -6.31E-09 | 1.53E-08  | 1.64E-03 | 5.4   | 29.4  | 7.2   | 25.8  | 0.804 |
|        | T400     | 6.38E-09  | -6.55E-09 | 1.56E-08  | 1.64E-03 | 3.7   | 32.1  | 5.8   | 28.6  | 0.804 |
|        | T450     | 6.22E-09  | -6.66E-09 | 1.66E-08  | 1.72E-03 | 4.0   | 33.8  | 6.2   | 30.3  | 0.843 |
|        | T500     | 5.12E-09  | -6.74E-09 | 1.51E-08  | 1.57E-03 | 0.7   | 34.8  | 3.1   | 31.4  | 0.770 |
| 37007C | NRM      | 6.88E-10  | -1.70E-08 | 6.28E-09  | 1.65E-03 | 14.8  | 16.7  | 15.6  | 12.6  | 1.000 |
|        | T350     | 9.14E-10  | -1.21E-08 | 5.48E-09  | 1.21E-03 | 18.6  | 19.3  | 19.4  | 15.1  | 0.733 |
|        | T400     | 9.81E-10  | -1.13E-08 | 5.13E-09  | 1.13E-03 | 19.2  | 19.1  | 19.9  | 14.8  | 0.685 |
|        | T450     | -3.06E-10 | -1.06E-08 | 5.10E-09  | 1.07E-03 | 14.3  | 23.3  | 15.4  | 19.2  | 0.648 |
|        | T500     | -1.50E-10 | -9.60E-09 | 5.56E-09  | 1.01E-03 | 17.5  | 26.7  | 18.7  | 22.4  | 0.612 |
| 37008A | NRM      | -1.56E-08 | -1.57E-08 | -4.48E-09 | 2.05E-03 | 345.6 | 7.9   | 346.1 | 5.7   | 1.000 |
|        | T100     | -1.28E-08 | -1.66E-08 | -1.06E-09 | 1.91E-03 | 355.4 | 13.4  | 356.3 | 10.5  | 0.932 |
|        | T150     | -1.36E-08 | -1.63E-08 | -1.64E-09 | 1.94E-03 | 352.7 | 12.8  | 353.6 | 10.1  | 0.946 |
|        | T200     | -1.14E-08 | -1.52E-08 | -3.81E-10 | 1.73E-03 | 356.8 | 14.7  | 357.7 | 11.7  | 0.844 |
|        | T250     | -1.02E-08 | -1.51E-08 | -8.06E-10 | 1.66E-03 | 358.9 | 12.4  | 359.7 | 9.2   | 0.810 |
|        | T300     | -9.72E-09 | -1.39E-08 | -2.06E-09 | 1.55E-03 | 356.4 | 8.7   | 356.9 | 5.7   | 0.756 |
|        | T350     | -7.63E-09 | -1.37E-08 | 1.02E-09  | 1.43E-03 | 6.2   | 16.2  | 7.1   | 12.5  | 0.698 |
|        | T400     | -6.31E-09 | -1.30E-08 | 1.31E-09  | 1.32E-03 | 9.9   | 16.1  | 10.7  | 12.3  | 0.644 |
|        | T450     | -5.16E-09 | -1.31E-08 | 1.94E-09  | 1.29E-03 | 15.2  | 16.6  | 15.9  | 12.5  | 0.629 |
|        | T500     | -5.78E-09 | -1.18E-08 | 1.88E-09  | 1.21E-03 | 11.0  | 18.9  | 11.9  | 15.0  | 0.590 |
|        | T550     | -4.02E-09 | -1.20E-08 | 1.86E-09  | 1.16E-03 | 18.1  | 15.8  | 18.8  | 11.5  | 0.566 |
|        | T600     | -3.61E-09 | -1.04E-08 | 2.51E-09  | 1.03E-03 | 19.7  | 20.1  | 20.5  | 15.7  | 0.502 |
|        | T650     | -4.97E-09 | -9.38E-09 | 6.26E-10  | 9.67E-04 | 7.2   | 15.3  | 8.0   | 11.7  | 0.472 |
|        | T680     | -3.29E-09 | -8.94E-09 | 3.85E-10  | 8.67E-04 | 13.9  | 11.1  | 14.3  | 7.1   | 0.423 |
| T730   | 2.23E-10 | -4.83E-10 | -4.39E-10 | 6.27E-05  | 30.9     | -45.6 | 29.0  | -50.3 | 0.031 |       |
| 37008C | NRM      | -1.99E-08 | -1.57E-08 | 5.85E-09  | 2.36E-03 | 345.4 | 30.4  | 347.9 | 28.1  | 1.000 |
|        | T350     | -1.19E-08 | -8.18E-09 | 1.02E-08  | 1.61E-03 | 350.6 | 52.6  | 355.8 | 49.8  | 0.682 |
|        | T400     | -1.08E-08 | -8.12E-09 | 1.10E-08  | 1.58E-03 | 356.2 | 55.4  | 1.5   | 52.3  | 0.669 |
|        | T450     | -1.11E-08 | -5.23E-09 | 1.18E-08  | 1.55E-03 | 344.0 | 63.2  | 352.3 | 60.9  | 0.657 |
|        | T500     | -9.57E-09 | -5.77E-09 | -1.16E-08 | 1.46E-03 | 324.4 | -25.5 | 322.0 | -25.8 | 0.619 |
| 37009A | NRM      | -1.79E-09 | 7.92E-10  | 1.80E-08  | 1.65E-03 | 22.3  | 54.6  | 25.2  | 50.1  | 1.000 |
|        | T100     | -1.68E-09 | 1.42E-09  | 1.87E-08  | 1.71E-03 | 25.4  | 53.9  | 27.9  | 49.3  | 1.036 |
|        | T150     | -2.46E-09 | 3.85E-09  | 1.64E-08  | 1.55E-03 | 41.4  | 55.3  | 42.3  | 50.3  | 0.939 |
|        | T200     | -2.73E-09 | 2.89E-09  | 1.96E-08  | 1.82E-03 | 33.0  | 56.0  | 34.9  | 51.2  | 1.103 |
|        | T250     | -2.93E-09 | 2.84E-09  | 1.63E-08  | 1.53E-03 | 36.5  | 57.8  | 38.1  | 53.0  | 0.927 |
|        | T300     | -2.55E-09 | 2.14E-09  | 1.56E-08  | 1.45E-03 | 32.4  | 57.5  | 34.5  | 52.7  | 0.879 |
|        | T350     | -3.42E-09 | 2.08E-09  | 1.57E-08  | 1.47E-03 | 33.1  | 60.4  | 35.3  | 55.6  | 0.891 |
|        | T400     | -2.96E-09 | 2.39E-09  | 1.48E-08  | 1.39E-03 | 35.7  | 59.1  | 37.5  | 54.2  | 0.842 |
|        | T450     | -3.37E-09 | 1.30E-09  | 1.37E-08  | 1.29E-03 | 29.4  | 62.4  | 32.2  | 57.6  | 0.782 |
|        | T500     | -3.31E-09 | 7.13E-10  | 1.42E-08  | 1.33E-03 | 24.0  | 62.0  | 27.5  | 57.4  | 0.806 |
|        | T550     | -3.19E-09 | 2.03E-09  | 1.46E-08  | 1.37E-03 | 33.8  | 60.4  | 35.9  | 55.6  | 0.830 |
|        | T600     | -3.29E-09 | 2.96E-09  | 1.33E-08  | 1.27E-03 | 43.4  | 60.5  | 44.2  | 55.5  | 0.770 |
|        | T650     | -2.39E-09 | 1.19E-09  | 1.26E-08  | 1.17E-03 | 28.4  | 59.3  | 31.1  | 54.6  | 0.709 |



|               |            |                |                |                |                 |           |           |           |           |             |
|---------------|------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
|               | T680       | -5.87E-09      | 1.69E-10       | 8.59E-09       | 9.46E-04        | 26.0      | 83.3      | 36.1      | 78.5      | 0.573       |
|               | T730       | -3.43E-10      | -2.32E-09      | 1.31E-10       | 2.14E-04        | 283.7     | 7.9       | 284.4     | 10.9      | 0.130       |
| <b>SAMPLE</b> | <b>PAL</b> | <b>Xc(Am2)</b> | <b>Yc(Am2)</b> | <b>Zc(Am2)</b> | <b>MAG(A/m)</b> | <b>Dg</b> | <b>Ig</b> | <b>Ds</b> | <b>Is</b> | <b>M/Mo</b> |
| 37010A        | NRM        | 1.22E-09       | -6.75E-11      | 8.08E-09       | 7.43E-04        | 18.4      | 34.4      | 20.0      | 30.1      | 1.000       |
|               | T350       | 1.55E-09       | 8.50E-10       | 8.39E-09       | 7.79E-04        | 25.7      | 32.4      | 26.9      | 27.8      | 1.048       |
|               | T400       | 1.43E-09       | 1.71E-09       | 7.78E-09       | 7.36E-04        | 33.4      | 31.8      | 34.2      | 27.0      | 0.991       |
|               | T450       | 1.63E-09       | 1.15E-09       | 7.55E-09       | 7.10E-04        | 28.8      | 30.4      | 29.8      | 25.8      | 0.956       |
|               | T500       | 1.74E-09       | 9.81E-10       | 7.55E-09       | 7.10E-04        | 27.3      | 29.8      | 28.3      | 25.1      | 0.956       |
| <b>SAMPLE</b> | <b>PAL</b> | <b>Xc(Am2)</b> | <b>Yc(Am2)</b> | <b>Zc(Am2)</b> | <b>MAG(A/m)</b> | <b>Dg</b> | <b>Ig</b> | <b>Ds</b> | <b>Is</b> | <b>M/Mo</b> |
| 37010C        | NRM        | 3.83E-10       | -9.94E-10      | 8.83E-09       | 8.09E-04        | 12.6      | 40.2      | 14.9      | 36.2      | 1.000       |
|               | T350       | 1.29E-09       | 5.83E-10       | 8.65E-09       | 7.97E-04        | 25.6      | 34.4      | 26.9      | 29.9      | 0.985       |
|               | T400       | 8.71E-10       | 4.70E-10       | 7.40E-09       | 6.79E-04        | 25.5      | 36.2      | 26.8      | 31.6      | 0.839       |
|               | T450       | 1.24E-09       | 1.93E-10       | 6.81E-09       | 6.30E-04        | 22.9      | 32.7      | 24.2      | 28.2      | 0.779       |
|               | T500       | 1.61E-09       | -2.88E-10      | 6.72E-09       | 6.29E-04        | 18.3      | 29.5      | 19.6      | 25.2      | 0.778       |
| <b>SAMPLE</b> | <b>PAL</b> | <b>Xc(Am2)</b> | <b>Yc(Am2)</b> | <b>Zc(Am2)</b> | <b>MAG(A/m)</b> | <b>Dg</b> | <b>Ig</b> | <b>Ds</b> | <b>Is</b> | <b>M/Mo</b> |
| 37012A        | NRM        | -1.03E-08      | -2.13E-08      | 3.33E-09       | 2.17E-03        | 8.9       | 14.3      | 9.6       | 10.5      | 1.000       |
|               | T350       | -5.15E-09      | -1.60E-08      | 3.78E-09       | 1.57E-03        | 18.0      | 16.8      | 18.7      | 12.6      | 0.724       |
|               | T400       | -4.82E-09      | -1.59E-08      | 4.76E-09       | 1.57E-03        | 19.8      | 19.8      | 20.6      | 15.4      | 0.724       |
|               | T450       | -5.32E-09      | -1.60E-08      | 3.57E-09       | 1.57E-03        | 17.2      | 16.3      | 17.9      | 12.0      | 0.724       |
|               | T500       | -4.64E-09      | -1.45E-08      | 3.79E-09       | 1.43E-03        | 18.4      | 18.1      | 19.2      | 13.8      | 0.659       |
| <b>SAMPLE</b> | <b>PAL</b> | <b>Xc(Am2)</b> | <b>Yc(Am2)</b> | <b>Zc(Am2)</b> | <b>MAG(A/m)</b> | <b>Dg</b> | <b>Ig</b> | <b>Ds</b> | <b>Is</b> | <b>M/Mo</b> |
| 37012B        | NRM        | -1.93E-09      | -9.24E-09      | 3.55E-09       | 9.17E-04        | 356.3     | 23.6      | 358.0     | 20.6      | 1.000       |
|               | T350       | -4.17E-10      | -3.47E-09      | 5.64E-09       | 6.03E-04        | 29.2      | 51.8      | 31.2      | 47.1      | 0.658       |
|               | T400       | -1.51E-10      | -2.80E-09      | 5.03E-09       | 5.24E-04        | 34.5      | 52.2      | 36.0      | 47.4      | 0.571       |
|               | T450       | 1.50E-10       | -3.02E-09      | 6.09E-09       | 6.18E-04        | 40.8      | 52.0      | 41.7      | 47.1      | 0.674       |
|               | T500       | -2.50E-10      | -1.63E-09      | 5.31E-09       | 5.05E-04        | 50.3      | 60.6      | 50.3      | 55.6      | 0.551       |
| <b>SAMPLE</b> | <b>PAL</b> | <b>Xc(Am2)</b> | <b>Yc(Am2)</b> | <b>Zc(Am2)</b> | <b>MAG(A/m)</b> | <b>Dg</b> | <b>Ig</b> | <b>Ds</b> | <b>Is</b> | <b>M/Mo</b> |
| 37013C        | NRM        | 2.88E-09       | 2.64E-09       | 1.26E-08       | 1.20E-03        | 26.9      | 33.3      | 29.2      | 27.5      | 1.000       |
|               | T300       | 1.84E-09       | 2.61E-09       | 1.17E-08       | 1.10E-03        | 28.6      | 37.0      | 31.2      | 31.1      | 0.917       |
|               | T350       | 1.06E-09       | 2.64E-09       | 1.16E-08       | 1.09E-03        | 29.9      | 40.5      | 32.7      | 34.5      | 0.908       |
|               | T400       | 1.15E-10       | 2.32E-09       | 1.22E-08       | 1.13E-03        | 28.4      | 45.4      | 31.8      | 39.5      | 0.942       |
|               | T450       | 7.47E-10       | 2.00E-09       | 1.08E-08       | 1.00E-03        | 27.2      | 42.2      | 30.3      | 36.3      | 0.833       |
|               | T500       | 8.06E-10       | 5.90E-10       | 2.84E-09       | 2.74E-04        | 26.1      | 30.5      | 28.2      | 24.7      | 0.228       |
| <b>SAMPLE</b> | <b>PAL</b> | <b>Xc(Am2)</b> | <b>Yc(Am2)</b> | <b>Zc(Am2)</b> | <b>MAG(A/m)</b> | <b>Dg</b> | <b>Ig</b> | <b>Ds</b> | <b>Is</b> | <b>M/Mo</b> |
| 37015A        | NRM        | -7.14E-09      | -1.50E-08      | 1.59E-08       | 2.09E-03        | 26.8      | 31.9      | 29.8      | 27.3      | 1.000       |
|               | T350       | -4.69E-09      | -1.16E-08      | 1.43E-08       | 1.73E-03        | 32.6      | 29.3      | 35.0      | 24.2      | 0.828       |
|               | T400       | -4.96E-09      | -1.12E-08      | 1.49E-08       | 1.75E-03        | 34.7      | 30.4      | 37.1      | 25.1      | 0.837       |
|               | T450       | -5.04E-09      | -1.15E-08      | 1.51E-08       | 1.79E-03        | 34.3      | 30.3      | 36.7      | 25.0      | 0.856       |
|               | T500       | -3.92E-09      | -1.07E-08      | 1.53E-08       | 1.73E-03        | 37.6      | 27.9      | 39.7      | 22.4      | 0.828       |
| <b>SAMPLE</b> | <b>PAL</b> | <b>Xc(Am2)</b> | <b>Yc(Am2)</b> | <b>Zc(Am2)</b> | <b>MAG(A/m)</b> | <b>Dg</b> | <b>Ig</b> | <b>Ds</b> | <b>Is</b> | <b>M/Mo</b> |
| 37015B        | NRM        | -7.21E-09      | -1.83E-08      | 2.88E-08       | 3.17E-03        | 35.4      | 37.8      | 38.6      | 32.4      | 1.000       |
|               | T100       | -6.32E-09      | -1.92E-08      | 2.82E-08       | 3.15E-03        | 34.0      | 35.8      | 37.0      | 30.6      | 0.994       |
|               | T150       | -4.66E-09      | -1.86E-08      | 2.88E-08       | 3.15E-03        | 36.7      | 33.7      | 39.4      | 28.3      | 0.994       |
|               | T200       | -5.12E-09      | -1.73E-08      | 2.76E-08       | 3.00E-03        | 37.1      | 35.1      | 39.9      | 29.6      | 0.946       |
|               | T250       | -5.05E-09      | -1.63E-08      | 2.81E-08       | 2.99E-03        | 39.4      | 35.7      | 42.1      | 30.0      | 0.943       |
|               | T300       | -5.13E-09      | -1.75E-08      | 2.73E-08       | 2.98E-03        | 36.4      | 35.0      | 39.2      | 29.5      | 0.940       |
|               | T350       | -4.79E-09      | -1.75E-08      | 2.75E-08       | 3.00E-03        | 36.9      | 34.4      | 39.6      | 29.0      | 0.946       |
|               | T400       | -4.80E-09      | -1.58E-08      | 2.60E-08       | 2.80E-03        | 38.0      | 35.4      | 40.7      | 29.9      | 0.883       |
|               | T450       | -4.22E-09      | -1.52E-08      | 2.64E-08       | 2.80E-03        | 40.0      | 34.8      | 42.5      | 29.2      | 0.883       |
|               | T500       | -4.01E-09      | -1.46E-08      | 2.59E-08       | 2.73E-03        | 40.7      | 34.8      | 43.2      | 29.1      | 0.861       |
|               | T550       | -4.20E-09      | -1.42E-08      | 2.48E-08       | 2.63E-03        | 39.9      | 35.3      | 42.6      | 29.6      | 0.830       |
|               | T600       | -4.74E-09      | -1.01E-08      | 2.21E-08       | 2.25E-03        | 45.1      | 39.5      | 47.7      | 33.4      | 0.710       |
|               | T650       | -4.26E-09      | -9.58E-09      | 2.05E-08       | 2.09E-03        | 44.7      | 39.0      | 47.3      | 33.0      | 0.659       |
|               | T680       | -3.38E-09      | -7.43E-09      | 1.69E-08       | 1.71E-03        | 46.4      | 39.0      | 48.9      | 32.9      | 0.539       |
|               | T730       | 7.40E-10       | -2.83E-09      | 1.02E-09       | 2.82E-04        | 11.0      | -1.6      | 10.6      | -4.4      | 0.089       |
| <b>SAMPLE</b> | <b>PAL</b> | <b>Xc(Am2)</b> | <b>Yc(Am2)</b> | <b>Zc(Am2)</b> | <b>MAG(A/m)</b> | <b>Dg</b> | <b>Ig</b> | <b>Ds</b> | <b>Is</b> | <b>M/Mo</b> |
| 37015C        | NRM        | -1.09E-09      | -4.98E-09      | 1.44E-08       | 1.39E-03        | 57.2      | 28.5      | 58.3      | 21.9      | 1.000       |
|               | T300       | -1.44E-09      | -2.23E-09      | 1.41E-08       | 1.30E-03        | 68.5      | 31.4      | 69.0      | 24.5      | 0.935       |
|               | T350       | -1.44E-10      | -3.41E-09      | 1.57E-08       | 1.46E-03        | 65.4      | 25.9      | 65.9      | 19.0      | 1.050       |
|               | T400       | -1.12E-10      | -2.96E-09      | 1.57E-08       | 1.45E-03        | 67.1      | 25.9      | 67.6      | 19.0      | 1.043       |
|               | T450       | 4.81E-10       | -3.29E-09      | 1.46E-08       | 1.36E-03        | 65.1      | 23.5      | 65.7      | 16.6      | 0.978       |

|        |      |           |           |           |          |       |       |       |       |       |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | T500 | 1.74E-09  | -3.11E-09 | 1.50E-08  | 1.40E-03 | 66.7  | 19.0  | 67.0  | 12.1  | 1.007 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37016A | NRM  | -3.37E-09 | -5.37E-09 | -5.18E-09 | 7.44E-04 | 17.1  | 12.0  | 18.2  | 8.5   | 1.000 |
|        | T100 | -4.04E-09 | -3.86E-09 | -3.87E-09 | 6.18E-04 | 13.3  | 23.7  | 15.9  | 20.5  | 0.831 |
|        | T150 | -3.98E-09 | -3.90E-09 | -3.30E-09 | 5.89E-04 | 17.1  | 26.0  | 19.8  | 22.4  | 0.792 |
|        | T200 | -3.11E-09 | -4.69E-09 | -3.75E-09 | 6.15E-04 | 21.2  | 16.1  | 22.7  | 12.1  | 0.827 |
|        | T250 | -2.40E-09 | -4.22E-09 | -2.98E-09 | 5.18E-04 | 24.9  | 14.5  | 26.1  | 10.1  | 0.696 |
|        | T300 | -3.05E-09 | -3.28E-09 | 5.48E-10  | 4.10E-04 | 58.6  | 43.0  | 60.4  | 36.3  | 0.551 |
|        | T350 | -2.67E-09 | -4.24E-09 | -3.26E-09 | 5.43E-04 | 22.4  | 15.5  | 23.8  | 11.4  | 0.730 |
|        | T400 | -3.78E-10 | -3.12E-09 | -9.53E-10 | 2.99E-04 | 46.9  | 1.4   | 46.8  | -4.6  | 0.402 |
|        | T450 | -2.09E-09 | -3.26E-09 | -2.69E-09 | 4.29E-04 | 20.7  | 14.9  | 22.0  | 10.9  | 0.577 |
|        | T500 | -1.09E-09 | -4.40E-09 | -2.93E-09 | 4.91E-04 | 29.7  | 2.0   | 29.6  | -2.8  | 0.660 |
|        | T550 | -2.35E-09 | -3.50E-09 | -2.70E-09 | 4.55E-04 | 22.0  | 16.9  | 23.5  | 12.8  | 0.612 |
|        | 600  | -8.45E-10 | -3.04E-09 | -2.10E-09 | 3.45E-04 | 28.4  | 2.9   | 28.5  | -1.7  | 0.464 |
|        | T650 | -9.39E-10 | -2.82E-09 | -2.99E-09 | 3.83E-04 | 17.0  | 0.3   | 16.8  | -3.2  | 0.515 |
|        | T680 | -7.21E-10 | -3.89E-09 | -1.01E-09 | 3.71E-04 | 48.2  | 5.5   | 48.3  | -0.6  | 0.499 |
|        | T730 | 5.11E-10  | -1.90E-09 | 1.73E-10  | 1.80E-04 | 74.4  | -12.8 | 74.3  | -19.8 | 0.242 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37017B | NRM  | -3.75E-09 | -5.38E-09 | -1.21E-09 | 6.06E-04 | 19.1  | 16.2  | 20.6  | 12.4  | 1.000 |
|        | T350 | -1.76E-09 | -2.90E-09 | 2.32E-10  | 3.09E-04 | 32.0  | 24.8  | 34.0  | 19.8  | 0.510 |
|        | T400 | -1.26E-09 | -3.07E-09 | -4.53E-10 | 3.04E-04 | 30.6  | 10.2  | 31.3  | 5.3   | 0.502 |
|        | T450 | -2.06E-09 | -2.20E-09 | 4.25E-10  | 2.77E-04 | 24.9  | 35.7  | 28.5  | 31.2  | 0.457 |
|        | T500 | -1.71E-09 | -1.61E-09 | -1.00E-10 | 2.14E-04 | 14.0  | 29.6  | 17.2  | 26.2  | 0.353 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37018A | NRM  | -7.75E-09 | -8.02E-09 | -1.19E-10 | 1.01E-03 | 12.0  | 40.5  | 17.0  | 37.3  | 1.000 |
|        | T100 | -7.36E-09 | -7.34E-09 | 1.09E-09  | 9.50E-04 | 19.5  | 44.2  | 24.7  | 40.2  | 0.941 |
|        | T150 | -6.87E-09 | -7.47E-09 | 1.89E-09  | 9.38E-04 | 26.6  | 43.5  | 31.2  | 38.8  | 0.929 |
|        | T200 | -6.80E-09 | -6.54E-09 | 1.79E-09  | 8.73E-04 | 25.4  | 46.8  | 30.6  | 42.2  | 0.864 |
|        | T250 | -6.18E-09 | -6.77E-09 | 2.63E-09  | 8.67E-04 | 34.0  | 44.7  | 38.2  | 39.4  | 0.858 |
|        | T300 | -6.23E-09 | -6.34E-09 | 1.99E-09  | 8.28E-04 | 28.6  | 45.8  | 33.4  | 41.0  | 0.820 |
|        | T350 | -6.34E-09 | -8.46E-09 | 2.28E-09  | 9.83E-04 | 30.8  | 38.5  | 34.4  | 33.5  | 0.973 |
|        | T400 | -6.35E-09 | -7.51E-09 | 3.11E-09  | 9.38E-04 | 36.7  | 43.0  | 40.4  | 37.5  | 0.929 |
|        | T450 | -5.01E-09 | -8.17E-09 | 1.23E-09  | 8.78E-04 | 27.1  | 32.1  | 30.1  | 27.4  | 0.869 |
|        | T500 | -5.89E-09 | -7.04E-09 | 1.98E-09  | 8.54E-04 | 29.7  | 41.4  | 33.8  | 36.5  | 0.846 |
|        | T550 | -5.49E-09 | -6.48E-09 | 1.89E-09  | 7.91E-04 | 30.1  | 41.9  | 34.2  | 36.9  | 0.783 |
|        | T600 | -3.56E-09 | -4.49E-09 | 2.15E-09  | 5.56E-04 | 41.1  | 41.8  | 44.3  | 36.0  | 0.550 |
|        | T650 | -3.41E-09 | -4.30E-09 | 1.51E-09  | 5.17E-04 | 34.4  | 40.8  | 38.0  | 35.5  | 0.512 |
|        | T680 | -2.71E-09 | -4.21E-09 | 1.42E-09  | 4.73E-04 | 36.5  | 35.6  | 39.4  | 30.2  | 0.468 |
|        | T730 | 2.12E-09  | -7.92E-10 | -7.19E-11 | 2.06E-04 | 70.7  | -63.0 | 68.7  | -69.9 | 0.204 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37018C | NRM  | -5.35E-09 | -2.62E-09 | 1.37E-09  | 5.56E-04 | 35.6  | 64.6  | 43.5  | 59.0  | 1.000 |
|        | T300 | -3.74E-09 | -3.21E-09 | 4.09E-09  | 5.82E-04 | 81.1  | 47.5  | 80.6  | 40.5  | 1.047 |
|        | T350 | -2.06E-09 | -2.40E-09 | 4.48E-09  | 4.99E-04 | 96.3  | 35.9  | 94.9  | 29.3  | 0.897 |
|        | T400 | -4.49E-09 | -2.86E-09 | 5.16E-09  | 6.74E-04 | 91.5  | 50.7  | 89.7  | 43.9  | 1.212 |
|        | T450 | -3.33E-09 | -2.20E-09 | 4.07E-09  | 5.18E-04 | 92.7  | 49.3  | 90.8  | 42.5  | 0.932 |
|        | T500 | -3.47E-09 | -1.34E-09 | 5.16E-09  | 5.78E-04 | 110.5 | 48.4  | 106.8 | 42.4  | 1.040 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37019C | NRM  | -4.51E-09 | -5.54E-09 | -3.03E-09 | 7.05E-04 | 20.8  | 5.7   | 21.2  | 1.7   | 1.000 |
|        | T350 | -2.02E-09 | -4.70E-09 | -1.55E-09 | 4.86E-04 | 36.6  | 2.1   | 36.6  | -3.2  | 0.689 |
|        | T400 | -2.24E-09 | -4.35E-09 | -1.61E-09 | 4.68E-04 | 32.8  | 3.4   | 32.8  | -1.7  | 0.664 |
|        | T450 | -2.62E-09 | -4.42E-09 | -1.33E-09 | 4.83E-04 | 32.3  | 8.3   | 32.8  | 3.3   | 0.685 |
|        | T500 | -2.29E-09 | -3.48E-09 | -1.35E-09 | 3.98E-04 | 28.2  | 6.9   | 28.6  | 2.3   | 0.565 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37020A | NRM  | -1.08E-09 | 4.06E-09  | 5.62E-09  | 6.38E-04 | 60.5  | 35.8  | 61.8  | 29.1  | 1.000 |
|        | T100 | -1.43E-09 | 2.70E-09  | 7.61E-09  | 7.45E-04 | 41.5  | 42.5  | 44.7  | 36.6  | 1.168 |
|        | T150 | -2.07E-09 | 2.09E-09  | 7.31E-09  | 7.16E-04 | 38.5  | 48.4  | 42.8  | 42.7  | 1.122 |
|        | T200 | -1.78E-09 | 2.21E-09  | 6.61E-09  | 6.54E-04 | 41.7  | 46.9  | 45.4  | 41.0  | 1.025 |
|        | T250 | -3.49E-09 | 1.94E-09  | 4.97E-09  | 5.80E-04 | 58.2  | 63.6  | 61.7  | 56.9  | 0.909 |
|        | T300 | -3.03E-09 | 1.22E-09  | 6.46E-09  | 6.38E-04 | 33.9  | 58.7  | 40.6  | 53.3  | 1.031 |
|        | T350 | -2.31E-09 | 1.37E-09  | 5.57E-09  | 5.62E-04 | 37.9  | 55.4  | 43.4  | 49.7  | 0.881 |
|        | T400 | -2.33E-09 | 1.83E-09  | 5.74E-09  | 5.87E-04 | 43.5  | 53.6  | 48.0  | 47.6  | 0.920 |
|        | T450 | -2.27E-09 | 1.21E-09  | 6.73E-09  | 6.55E-04 | 31.0  | 52.5  | 36.7  | 47.4  | 1.027 |
|        | T500 | -3.13E-09 | 1.18E-09  | 4.44E-09  | 5.05E-04 | 47.6  | 66.8  | 53.9  | 60.5  | 0.792 |

|        |      |           |           |           |          |       |      |       |      |       |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|------|-------|------|-------|
|        | T550 | -3.24E-09 | 1.14E-09  | 4.34E-09  | 5.03E-04 | 48.9  | 68.3 | 55.3  | 62.0 | 0.788 |
|        | T600 | -1.88E-10 | 1.87E-09  | 4.87E-09  | 4.75E-04 | 40.7  | 34.4 | 43.2  | 28.6 | 0.745 |
|        | T650 | -3.11E-09 | 1.17E-09  | 3.51E-09  | 4.39E-04 | 62.0  | 70.7 | 65.8  | 63.8 | 0.688 |
|        | T680 | -2.67E-09 | 4.40E-09  | 3.73E-11  | 4.68E-04 | 123.8 | 25.4 | 121.7 | 20.5 | 0.734 |
|        | T730 | -1.75E-09 | 1.51E-09  | 1.37E-09  | 2.44E-04 | 100.5 | 55.7 | 97.1  | 49.2 | 0.382 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37021A | NRM  | 6.51E-09  | 3.39E-09  | 1.61E-08  | 1.61E-03 | 19.8  | 20.6 | 21.8  | 16.7 | 1.000 |
|        | T350 | 5.52E-09  | 2.51E-09  | 1.52E-08  | 1.49E-03 | 17.6  | 22.8 | 19.9  | 19.1 | 0.925 |
|        | T400 | 4.60E-09  | 2.80E-09  | 1.46E-08  | 1.41E-03 | 19.5  | 25.1 | 21.9  | 21.2 | 0.876 |
|        | T450 | 4.87E-09  | 1.22E-09  | 1.54E-08  | 1.47E-03 | 12.8  | 25.4 | 15.5  | 22.2 | 0.913 |
|        | T500 | 3.30E-09  | 9.81E-10  | 1.55E-08  | 1.44E-03 | 12.1  | 30.9 | 15.6  | 27.7 | 0.894 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 21B    | NRM  | -4.20E-09 | -1.56E-09 | 2.72E-08  | 2.51E-03 | 2.5   | 43.7 | 8.6   | 41.5 | 1.000 |
|        | T350 | -3.06E-09 | -3.23E-09 | 2.77E-08  | 2.55E-03 | 358.2 | 41.0 | 4.0   | 39.3 | 1.016 |
|        | T400 | -4.31E-09 | -2.70E-09 | 2.70E-08  | 2.50E-03 | 359.2 | 43.8 | 5.5   | 41.9 | 0.996 |
|        | T450 | -1.82E-09 | -2.33E-09 | 2.70E-08  | 2.47E-03 | 0.7   | 38.7 | 5.9   | 36.7 | 0.984 |
|        | T500 | -2.90E-09 | -2.16E-09 | 2.67E-08  | 2.45E-03 | 0.9   | 41.0 | 6.5   | 39.0 | 0.976 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37021C | NRM  | 9.14E-09  | 7.38E-09  | 1.13E-08  | 1.48E-03 | 40.9  | -0.9 | 40.7  | -6.5 | 1.000 |
|        | T300 | 6.88E-09  | 6.75E-09  | 1.17E-08  | 1.38E-03 | 40.6  | 6.8  | 40.9  | 1.1  | 0.932 |
|        | T350 | 8.43E-09  | 6.76E-09  | 1.16E-08  | 1.44E-03 | 39.3  | 1.8  | 39.2  | -3.7 | 0.973 |
|        | T400 | 6.88E-09  | 6.78E-09  | 1.05E-08  | 1.30E-03 | 42.5  | 4.2  | 42.5  | -1.6 | 0.878 |
|        | T450 | 7.04E-09  | 6.91E-09  | 8.31E-09  | 1.17E-03 | 46.4  | -1.9 | 46.1  | -7.9 | 0.791 |
|        | T500 | 6.53E-09  | 7.21E-09  | 8.39E-09  | 1.17E-03 | 48.1  | 0.1  | 48.0  | -6.0 | 0.791 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37024A | NRM  | -6.31E-09 | 7.69E-10  | -9.81E-09 | 1.06E-03 | 15.0  | 18.7 | 16.3  | 14.6 | 1.000 |
|        | T350 | -3.94E-09 | 8.00E-10  | -6.43E-09 | 6.89E-04 | 12.7  | 17.4 | 13.9  | 13.4 | 0.650 |
|        | T400 | -4.89E-09 | 3.46E-10  | -6.64E-09 | 7.50E-04 | 16.4  | 22.3 | 18.0  | 18.1 | 0.708 |
|        | T450 | -3.78E-09 | 3.15E-10  | -5.26E-09 | 5.90E-04 | 16.0  | 21.7 | 17.5  | 17.4 | 0.557 |
|        | T500 | -2.37E-09 | -6.46E-10 | -5.62E-09 | 5.58E-04 | 25.1  | 8.8  | 25.5  | 4.0  | 0.526 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37024B | NRM  | -9.93E-09 | -6.62E-10 | -6.49E-09 | 1.08E-03 | 12.9  | 49.7 | 17.7  | 45.6 | 1.000 |
|        | T350 | -6.71E-09 | -2.06E-09 | -3.28E-09 | 7.04E-04 | 34.8  | 53.9 | 38.0  | 48.5 | 0.652 |
|        | T400 | -6.71E-09 | -2.01E-09 | -2.04E-09 | 6.63E-04 | 43.3  | 61.5 | 46.2  | 55.8 | 0.614 |
|        | T450 | -7.01E-09 | -1.73E-09 | -2.63E-09 | 6.99E-04 | 34.5  | 59.7 | 38.5  | 54.3 | 0.647 |
|        | T500 | -6.21E-09 | -1.19E-09 | -1.69E-09 | 5.95E-04 | 34.1  | 65.5 | 39.1  | 60.1 | 0.551 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37024C | NRM  | -1.94E-09 | 4.66E-10  | -7.46E-09 | 7.02E-04 | 18.5  | -1.4 | 18.3  | -5.8 | 1.000 |
|        | T300 | -2.11E-09 | -7.73E-10 | -5.88E-09 | 5.72E-04 | 29.1  | 3.7  | 29.1  | -1.3 | 0.815 |
|        | T350 | -2.56E-09 | 9.15E-11  | -5.12E-09 | 5.20E-04 | 21.1  | 10.6 | 21.6  | 6.0  | 0.741 |
|        | T400 | -2.36E-09 | -9.63E-10 | -5.63E-09 | 5.62E-04 | 31.0  | 6.7  | 31.2  | 1.5  | 0.801 |
|        | T450 | -1.72E-09 | -6.76E-10 | -5.04E-09 | 4.88E-04 | 29.2  | 2.8  | 29.3  | -2.2 | 0.695 |
|        | T500 | -2.20E-09 | -5.70E-10 | -4.37E-09 | 4.48E-04 | 28.8  | 10.6 | 29.2  | 5.6  | 0.638 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37025A | NRM  | -1.15E-08 | -5.13E-09 | -2.57E-09 | 1.17E-03 | 24.5  | 46.6 | 27.9  | 41.7 | 1.000 |
|        | T100 | -1.04E-08 | -5.28E-09 | -2.18E-10 | 1.06E-03 | 38.0  | 53.1 | 40.8  | 47.6 | 0.906 |
|        | T150 | -9.66E-09 | -5.09E-09 | -7.50E-10 | 9.95E-04 | 35.9  | 50.4 | 38.7  | 45.0 | 0.850 |
|        | T200 | -9.45E-09 | -4.94E-09 | 1.50E-09  | 9.79E-04 | 50.9  | 58.7 | 52.5  | 52.8 | 0.837 |
|        | T250 | -9.41E-09 | -4.44E-09 | 2.05E-09  | 9.64E-04 | 53.5  | 62.4 | 54.9  | 56.4 | 0.824 |
|        | T300 | -9.64E-09 | -6.47E-09 | -1.16E-09 | 1.06E-03 | 40.6  | 45.0 | 42.5  | 39.4 | 0.906 |
|        | T350 | -9.13E-09 | -4.63E-09 | 2.86E-10  | 9.31E-04 | 41.1  | 55.1 | 43.7  | 49.4 | 0.796 |
|        | T400 | -7.74E-09 | -4.67E-09 | 2.22E-09  | 8.46E-04 | 63.9  | 58.7 | 63.6  | 52.7 | 0.723 |
|        | T450 | -7.50E-09 | -4.62E-09 | 7.34E-10  | 8.04E-04 | 50.5  | 53.5 | 51.9  | 47.6 | 0.687 |
|        | T500 | -7.27E-09 | -4.32E-09 | 1.29E-09  | 7.78E-04 | 55.2  | 56.5 | 56.1  | 50.5 | 0.665 |
|        | T550 | -7.03E-09 | -3.99E-09 | 1.00E-09  | 7.40E-04 | 51.6  | 56.5 | 53.0  | 50.6 | 0.632 |
|        | T600 | -6.61E-09 | -4.34E-09 | 1.82E-09  | 7.38E-04 | 64.2  | 56.4 | 63.9  | 50.4 | 0.631 |
|        | T650 | -5.82E-09 | -5.85E-09 | 7.38E-10  | 7.53E-04 | 62.0  | 42.4 | 62.0  | 36.4 | 0.644 |
|        | T680 | -6.97E-10 | 2.79E-11  | 4.32E-10  | 7.46E-05 | 185.1 | 82.9 | 132.2 | 83.7 | 0.064 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37025B | NRM  | -1.30E-08 | -8.75E-09 | -8.87E-09 | 1.64E-03 | 21.9  | 26.5 | 23.6  | 21.8 | 1.000 |
|        | T300 | -1.07E-08 | -8.38E-09 | -5.44E-09 | 1.33E-03 | 30.6  | 30.4 | 32.2  | 25.2 | 0.811 |
|        | T350 | -1.14E-08 | -8.32E-09 | -6.50E-09 | 1.41E-03 | 26.8  | 29.2 | 28.5  | 24.3 | 0.860 |

|        |      |           |           |           |          |       |      |       |      |       |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|------|-------|------|-------|
|        | T400 | -1.06E-08 | -8.52E-09 | -5.62E-09 | 1.34E-03 | 30.7  | 29.4 | 32.2  | 24.3 | 0.817 |
|        | T450 | -1.06E-08 | -6.86E-09 | -7.30E-09 | 1.33E-03 | 20.7  | 26.6 | 22.5  | 22.0 | 0.811 |
|        | T500 | -1.13E-08 | -7.73E-09 | -5.25E-09 | 1.33E-03 | 28.0  | 33.2 | 30.0  | 28.1 | 0.811 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37026A | NRM  | -5.85E-09 | -1.05E-08 | -1.44E-09 | 1.10E-03 | 29.4  | 27.3 | 30.9  | 22.2 | 1.000 |
|        | T350 | -3.51E-09 | -9.68E-09 | 6.00E-10  | 9.38E-04 | 42.3  | 20.2 | 42.9  | 14.5 | 0.853 |
|        | T400 | -3.21E-09 | -1.04E-08 | 6.25E-10  | 9.91E-04 | 42.6  | 17.4 | 43.1  | 11.8 | 0.901 |
|        | T450 | -3.08E-09 | -9.36E-09 | 1.39E-09  | 9.05E-04 | 47.4  | 19.1 | 47.9  | 13.3 | 0.823 |
|        | T500 | -3.36E-09 | -9.83E-09 | 4.69E-10  | 9.45E-04 | 41.6  | 19.0 | 42.2  | 13.4 | 0.859 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37027B | NRM  | -6.23E-09 | -4.19E-09 | -4.18E-09 | 7.81E-04 | 356.0 | 35.9 | 359.7 | 33.2 | 1.000 |
|        | T300 | -4.72E-09 | -4.83E-09 | -7.56E-10 | 6.18E-04 | 27.8  | 40.3 | 30.3  | 35.3 | 0.791 |
|        | T350 | -4.75E-09 | -4.17E-09 | -6.31E-10 | 5.77E-04 | 26.1  | 44.6 | 29.2  | 39.6 | 0.739 |
|        | T400 | -5.45E-09 | -4.11E-09 | -2.63E-10 | 6.21E-04 | 28.0  | 49.9 | 31.5  | 44.8 | 0.795 |
|        | T450 | -4.79E-09 | -3.69E-09 | -2.09E-10 | 5.50E-04 | 28.7  | 49.5 | 32.1  | 44.3 | 0.704 |
|        | T500 | -4.36E-09 | -3.16E-09 | -5.37E-10 | 4.92E-04 | 22.5  | 49.3 | 26.4  | 44.5 | 0.630 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37028A | NRM  | -1.28E-08 | -6.58E-09 | -5.36E-09 | 1.40E-03 | 13.0  | 39.9 | 16.4  | 35.9 | 1.000 |
|        | T350 | -9.52E-09 | -3.70E-09 | -1.83E-09 | 9.43E-04 | 14.1  | 51.7 | 19.1  | 47.5 | 0.674 |
|        | T400 | -7.87E-09 | -4.39E-09 | -1.43E-09 | 8.29E-04 | 24.8  | 47.8 | 28.3  | 42.9 | 0.592 |
|        | T500 | -3.20E-09 | -2.10E-09 | -2.97E-09 | 4.40E-04 | 7.0   | 22.5 | 8.8   | 19.0 | 0.314 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37031C | NRM  | -1.25E-08 | -1.84E-09 | 3.05E-09  | 1.18E-03 | 351.3 | 81.4 | 19.3  | 78.0 | 1.000 |
|        | T350 | -8.77E-09 | -4.98E-10 | 2.81E-09  | 8.38E-04 | 38.3  | 82.6 | 48.8  | 76.8 | 0.710 |
|        | T400 | -7.78E-09 | 1.15E-10  | 3.19E-09  | 7.64E-04 | 67.0  | 78.7 | 65.3  | 72.7 | 0.647 |
|        | T450 | -7.41E-09 | -3.51E-10 | 4.22E-09  | 7.76E-04 | 55.7  | 71.2 | 57.1  | 65.2 | 0.658 |
|        | T500 | -7.63E-09 | -9.76E-10 | 4.77E-09  | 8.23E-04 | 46.2  | 68.1 | 49.4  | 62.3 | 0.697 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37032A | NRM  | 7.83E-09  | -9.88E-10 | 2.28E-08  | 2.19E-03 | 44.5  | 19.0 | 45.0  | 13.3 | 1.000 |
|        | T300 | 6.79E-09  | -1.14E-09 | 2.40E-08  | 2.27E-03 | 44.2  | 22.2 | 44.8  | 16.5 | 1.037 |
|        | T350 | 6.63E-09  | -2.30E-10 | 2.32E-08  | 2.19E-03 | 46.4  | 22.1 | 47.0  | 16.3 | 1.000 |
|        | T400 | 5.69E-09  | -7.88E-10 | 2.19E-08  | 2.06E-03 | 44.8  | 23.4 | 45.5  | 17.7 | 0.941 |
|        | T450 | 6.16E-09  | -3.51E-10 | 2.17E-08  | 2.05E-03 | 46.0  | 22.1 | 46.6  | 16.4 | 0.936 |
|        | T500 | 7.23E-09  | -2.94E-10 | 2.19E-08  | 2.10E-03 | 46.2  | 19.7 | 46.7  | 13.9 | 0.959 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37032B | NRM  | 3.64E-09  | -4.14E-09 | 2.34E-08  | 2.19E-03 | 32.8  | 27.7 | 34.1  | 22.4 | 1.000 |
|        | T350 | 3.54E-09  | -3.10E-10 | 2.27E-08  | 2.09E-03 | 43.1  | 28.1 | 44.0  | 22.4 | 0.954 |
|        | T400 | 3.69E-09  | 1.14E-09  | 2.18E-08  | 2.01E-03 | 47.3  | 27.4 | 48.0  | 21.5 | 0.918 |
|        | T450 | 3.85E-09  | 1.20E-09  | 2.11E-08  | 1.95E-03 | 47.6  | 26.6 | 48.2  | 20.8 | 0.890 |
|        | T500 | 3.90E-09  | 1.20E-09  | 2.06E-08  | 1.91E-03 | 47.7  | 26.2 | 48.3  | 20.4 | 0.872 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37032C | NRM  | 9.06E-09  | -1.02E-08 | 3.11E-08  | 3.09E-03 | 28.3  | 20.7 | 29.4  | 15.7 | 1.000 |
|        | T350 | 8.71E-09  | -9.12E-09 | 2.85E-08  | 2.83E-03 | 28.9  | 20.0 | 29.9  | 15.0 | 0.916 |
|        | T400 | 9.52E-09  | -8.96E-09 | 2.61E-08  | 2.65E-03 | 28.3  | 17.1 | 29.1  | 12.0 | 0.858 |
|        | T450 | 9.71E-09  | -9.67E-09 | 2.67E-08  | 2.73E-03 | 27.3  | 17.0 | 28.2  | 12.1 | 0.883 |
|        | T500 | 9.04E-09  | -8.53E-09 | 2.37E-08  | 2.43E-03 | 27.6  | 16.2 | 28.4  | 11.2 | 0.786 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37033A | NRM  | -1.15E-08 | -1.58E-08 | 2.51E-08  | 2.89E-03 | 19.4  | 33.6 | 21.8  | 29.1 | 1.000 |
|        | T100 | -1.09E-08 | -1.51E-08 | 2.71E-08  | 2.99E-03 | 23.1  | 32.2 | 25.2  | 27.5 | 1.035 |
|        | T150 | -1.09E-08 | -1.34E-08 | 2.67E-08  | 2.89E-03 | 25.7  | 33.3 | 27.8  | 28.4 | 1.000 |
|        | T200 | -9.83E-09 | -1.22E-08 | 2.62E-08  | 2.78E-03 | 27.8  | 32.2 | 29.7  | 27.2 | 0.962 |
|        | T250 | -1.02E-08 | -1.22E-08 | 2.51E-08  | 2.70E-03 | 26.5  | 33.4 | 28.6  | 28.4 | 0.934 |
|        | T300 | -9.43E-09 | -1.18E-08 | 2.67E-08  | 2.79E-03 | 29.2  | 31.5 | 30.9  | 26.4 | 0.965 |
|        | T350 | -8.79E-09 | -1.09E-08 | 2.50E-08  | 2.60E-03 | 29.5  | 31.5 | 31.3  | 26.4 | 0.900 |
|        | T400 | -7.51E-09 | -1.09E-08 | 2.31E-08  | 2.42E-03 | 27.8  | 29.8 | 29.5  | 24.8 | 0.837 |
|        | T450 | -6.81E-09 | -1.14E-08 | 2.72E-08  | 2.75E-03 | 31.1  | 26.7 | 32.4  | 21.6 | 0.952 |
|        | T500 | -7.07E-09 | -1.05E-08 | 2.39E-08  | 2.46E-03 | 29.7  | 28.8 | 31.3  | 23.6 | 0.851 |
|        | T550 | -6.87E-09 | -9.52E-09 | 1.83E-08  | 1.98E-03 | 25.1  | 31.5 | 27.0  | 26.7 | 0.685 |
|        | T600 | -5.16E-09 | -8.19E-09 | 2.06E-08  | 2.07E-03 | 32.2  | 27.0 | 33.5  | 21.7 | 0.716 |
|        | T650 | -4.17E-09 | -8.26E-09 | 1.91E-08  | 1.93E-03 | 30.6  | 25.0 | 31.8  | 19.9 | 0.668 |

|        |      |           |           |           |          |       |       |       |       |       |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | T680 | -3.77E-09 | -7.32E-09 | 1.36E-08  | 1.45E-03 | 25.0  | 26.8  | 26.6  | 21.9  | 0.502 |
|        | T730 | -6.76E-10 | 3.04E-09  | 2.28E-09  | 3.51E-04 | 112.3 | 18.8  | 110.9 | 14.9  | 0.121 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37033B | NRM  | -5.08E-09 | -1.08E-08 | 1.99E-08  | 2.11E-03 | 22.0  | 35.8  | 24.5  | 31.1  | 1.000 |
|        | T350 | -5.07E-09 | -4.48E-09 | 1.95E-08  | 1.88E-03 | 40.4  | 40.4  | 42.1  | 34.8  | 0.891 |
|        | T400 | -4.53E-09 | -5.01E-09 | 2.04E-08  | 1.95E-03 | 39.7  | 38.2  | 41.3  | 32.6  | 0.924 |
|        | T450 | -4.52E-09 | -3.46E-09 | 1.91E-08  | 1.81E-03 | 44.0  | 39.6  | 45.3  | 33.9  | 0.858 |
|        | T500 | -4.56E-09 | -4.09E-09 | 1.80E-08  | 1.73E-03 | 40.7  | 40.1  | 42.3  | 34.4  | 0.820 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37033C | NRM  | -4.17E-09 | -5.88E-09 | 1.37E-08  | 1.41E-03 | 28.3  | 39.9  | 30.8  | 34.9  | 1.000 |
|        | T300 | -4.54E-09 | -4.63E-09 | 1.37E-08  | 1.38E-03 | 33.5  | 42.6  | 35.8  | 37.3  | 0.979 |
|        | T350 | -5.24E-09 | -5.14E-09 | 1.32E-08  | 1.37E-03 | 29.3  | 44.9  | 32.1  | 39.8  | 0.972 |
|        | T400 | -5.49E-09 | -4.44E-09 | 1.28E-08  | 1.33E-03 | 31.5  | 47.1  | 34.4  | 41.8  | 0.943 |
|        | T450 | -4.86E-09 | -4.23E-09 | 1.28E-08  | 1.30E-03 | 33.3  | 45.0  | 35.8  | 39.7  | 0.922 |
|        | T500 | -4.50E-09 | -5.36E-09 | 1.24E-08  | 1.29E-03 | 27.2  | 42.6  | 30.0  | 37.6  | 0.915 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37034A | NRM  | -1.61E-08 | -1.38E-08 | 1.13E-08  | 2.18E-03 | 20.8  | 46.3  | 24.5  | 41.6  | 1.000 |
|        | T350 | -1.32E-08 | -1.09E-08 | 1.17E-08  | 1.88E-03 | 29.5  | 44.5  | 32.3  | 39.3  | 0.862 |
|        | T400 | -1.30E-08 | -1.06E-08 | 1.10E-08  | 1.82E-03 | 28.4  | 45.2  | 31.3  | 40.2  | 0.835 |
|        | T450 | -1.20E-08 | -1.10E-08 | 1.10E-08  | 1.79E-03 | 27.7  | 42.4  | 30.4  | 37.4  | 0.821 |
|        | T500 | -1.31E-08 | -1.03E-08 | 1.02E-08  | 1.78E-03 | 26.6  | 46.8  | 29.9  | 41.8  | 0.817 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37034B | NRM  | -1.89E-08 | -7.33E-09 | 7.14E-09  | 1.95E-03 | 20.1  | 66.0  | 27.6  | 61.2  | 1.000 |
|        | T350 | -1.41E-08 | -6.57E-09 | 8.42E-09  | 1.61E-03 | 32.3  | 58.1  | 36.4  | 52.8  | 0.826 |
|        | T400 | -1.52E-08 | -6.74E-09 | 8.44E-09  | 1.70E-03 | 31.1  | 59.8  | 35.5  | 54.5  | 0.872 |
|        | T450 | -1.45E-08 | -6.76E-09 | 8.91E-09  | 1.66E-03 | 33.3  | 57.7  | 37.2  | 52.3  | 0.851 |
|        | T500 | -1.43E-08 | -6.49E-09 | 9.13E-09  | 1.65E-03 | 35.4  | 57.4  | 39.0  | 52.0  | 0.846 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37034C | NRM  | -1.09E-08 | -6.69E-09 | 4.43E-09  | 1.23E-03 | 16.4  | 54.2  | 21.6  | 49.8  | 1.000 |
|        | T300 | -9.91E-09 | -6.48E-09 | 6.20E-09  | 1.22E-03 | 26.9  | 48.5  | 30.3  | 43.5  | 0.992 |
|        | T350 | -1.08E-08 | -5.16E-09 | 6.45E-09  | 1.24E-03 | 34.5  | 53.4  | 37.7  | 48.0  | 1.008 |
|        | T400 | -1.02E-08 | -5.24E-09 | 6.36E-09  | 1.19E-03 | 33.7  | 51.8  | 36.8  | 46.5  | 0.967 |
|        | T450 | -1.03E-08 | -4.77E-09 | 5.83E-09  | 1.16E-03 | 33.8  | 54.6  | 37.2  | 49.2  | 0.943 |
|        | T500 | -9.69E-09 | -4.92E-09 | 6.25E-09  | 1.14E-03 | 35.0  | 51.4  | 38.0  | 46.0  | 0.927 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37035A | NRM  | -6.63E-09 | 5.63E-10  | 9.19E-09  | 1.03E-03 | 49.2  | 47.7  | 50.5  | 41.9  | 1.000 |
|        | T100 | -7.43E-09 | -1.01E-08 | 6.61E-09  | 1.29E-03 | 341.0 | 37.6  | 345.4 | 36.4  | 1.252 |
|        | T150 | -5.90E-09 | -2.12E-10 | 6.86E-09  | 8.23E-04 | 42.8  | 52.7  | 45.0  | 47.0  | 0.799 |
|        | T200 | -5.79E-09 | 1.22E-09  | 6.98E-09  | 8.32E-04 | 57.2  | 51.0  | 57.8  | 45.1  | 0.808 |
|        | T250 | -5.55E-09 | 9.94E-10  | 6.39E-09  | 7.75E-04 | 56.0  | 52.5  | 56.7  | 46.5  | 0.752 |
|        | T300 | -5.08E-09 | 5.39E-10  | 7.02E-09  | 7.89E-04 | 50.3  | 47.8  | 51.5  | 41.6  | 0.766 |
|        | T350 | -5.07E-09 | 8.96E-10  | 6.51E-09  | 7.55E-04 | 54.6  | 49.5  | 55.3  | 43.6  | 0.733 |
|        | T400 | -6.13E-09 | -6.58E-10 | 6.13E-09  | 7.90E-04 | 37.1  | 56.7  | 40.3  | 51.2  | 0.767 |
|        | T450 | -5.64E-09 | 2.17E-10  | 6.43E-09  | 7.78E-04 | 47.4  | 53.2  | 49.1  | 47.4  | 0.755 |
|        | T500 | -6.36E-09 | -2.64E-10 | 6.27E-09  | 8.12E-04 | 41.9  | 57.4  | 44.6  | 51.7  | 0.788 |
|        | T550 | -5.31E-09 | -4.67E-10 | 7.34E-09  | 8.25E-04 | 40.6  | 47.8  | 42.7  | 42.2  | 0.801 |
|        | T600 | -5.55E-09 | -2.02E-10 | 6.00E-09  | 7.43E-04 | 42.5  | 54.7  | 44.9  | 49.0  | 0.721 |
|        | T650 | -5.99E-09 | 7.74E-10  | 5.91E-09  | 7.68E-04 | 54.7  | 57.0  | 55.7  | 51.1  | 0.746 |
|        | T680 | -2.92E-09 | -4.77E-10 | 3.52E-09  | 4.18E-04 | 35.5  | 51.3  | 38.3  | 45.9  | 0.406 |
|        | T730 | 2.07E-10  | -6.15E-10 | -5.46E-10 | 7.71E-05 | 276.4 | -21.9 | 275.2 | -16.9 | 0.075 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37036B | NRM  | -6.77E-09 | -1.12E-08 | 7.91E-09  | 1.39E-03 | 9.1   | 42.8  | 16.4  | 39.3  | 1.000 |
|        | T350 | -5.48E-09 | -8.04E-09 | 8.38E-09  | 1.17E-03 | 19.3  | 49.7  | 27.5  | 44.8  | 0.842 |
|        | T400 | -5.74E-09 | -8.03E-09 | 7.86E-09  | 1.15E-03 | 15.6  | 49.7  | 24.1  | 45.2  | 0.827 |
|        | T450 | -5.98E-09 | -8.38E-09 | 8.42E-09  | 1.21E-03 | 16.6  | 50.0  | 25.1  | 45.3  | 0.871 |
|        | T500 | -6.79E-09 | -7.82E-09 | 7.84E-09  | 1.18E-03 | 10.4  | 52.8  | 20.4  | 48.9  | 0.849 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37036C | NRM  | 2.68E-09  | -8.29E-09 | 5.00E-09  | 9.00E-04 | 36.1  | 12.0  | 37.1  | 5.5   | 1.000 |
|        | T300 | 8.62E-10  | -6.49E-09 | 7.41E-09  | 8.99E-04 | 47.0  | 27.9  | 49.2  | 20.3  | 0.999 |
|        | T350 | 1.39E-09  | -6.48E-09 | 8.01E-09  | 9.45E-04 | 50.7  | 26.8  | 52.5  | 18.8  | 1.050 |
|        | T400 | 1.31E-09  | -6.06E-09 | 7.36E-09  | 8.85E-04 | 50.8  | 26.7  | 52.6  | 18.8  | 0.983 |

|        |      |           |           |           |          |       |       |       |       |       |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | T450 | 4.50E-10  | -6.74E-09 | 7.09E-09  | 8.90E-04 | 43.3  | 28.6  | 45.8  | 21.3  | 0.989 |
|        | T500 | 1.04E-09  | -6.61E-09 | 6.58E-09  | 8.53E-04 | 44.2  | 24.7  | 46.2  | 17.3  | 0.948 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37037A | T0   | -6.53E-09 | -1.05E-08 | 6.68E-09  | 1.28E-03 | 1.7   | 41.7  | 9.1   | 39.3  | 1.000 |
|        | T100 | -5.69E-09 | -1.72E-09 | 1.06E-08  | 1.10E-03 | 64.3  | 72.3  | 69.3  | 63.5  | 0.859 |
|        | T150 | -7.65E-09 | -8.68E-09 | 7.89E-09  | 1.27E-03 | 1.9   | 51.7  | 12.3  | 49.0  | 0.992 |
|        | T200 | -7.97E-09 | -9.94E-09 | 6.86E-09  | 1.32E-03 | 356.4 | 46.4  | 5.5   | 44.6  | 1.031 |
|        | T250 | -7.79E-09 | -7.31E-09 | 7.56E-09  | 1.19E-03 | 359.2 | 56.0  | 11.6  | 53.6  | 0.930 |
|        | T300 | -6.92E-09 | -9.79E-09 | 6.80E-09  | 1.25E-03 | 0.5   | 44.7  | 8.8   | 42.4  | 0.977 |
|        | T350 | -5.79E-09 | -8.03E-09 | 9.56E-09  | 1.25E-03 | 19.1  | 52.4  | 28.1  | 47.4  | 0.977 |
|        | T400 | -6.66E-09 | -1.03E-08 | 6.48E-09  | 1.26E-03 | 0.4   | 42.0  | 8.0   | 39.8  | 0.984 |
|        | T450 | -5.53E-09 | -9.04E-09 | 6.85E-09  | 1.15E-03 | 6.9   | 44.0  | 14.6  | 40.8  | 0.898 |
|        | T500 | -6.87E-09 | -9.27E-09 | 5.91E-09  | 1.18E-03 | 356.8 | 44.1  | 5.2   | 42.4  | 0.922 |
|        | T550 | -7.60E-09 | -8.04E-09 | 4.58E-09  | 1.09E-03 | 346.1 | 45.7  | 355.4 | 45.6  | 0.852 |
|        | T600 | -4.87E-09 | -9.11E-09 | 6.71E-09  | 1.12E-03 | 9.2   | 41.8  | 16.2  | 38.3  | 0.875 |
|        | T650 | -6.99E-09 | 6.40E-09  | -1.05E-08 | 1.29E-03 | 244.6 | -11.0 | 244.8 | -2.3  | 1.008 |
|        | T680 | -1.86E-09 | -1.71E-09 | 2.90E-09  | 3.50E-04 | 23.6  | 61.4  | 35.0  | 55.7  | 0.273 |
|        | T730 | 1.87E-10  | -2.61E-11 | -5.29E-11 | 1.78E-05 | 77.1  | -58.9 | 76.0  | -67.9 | 0.014 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37037C | NRM  | -4.59E-09 | -1.10E-08 | 1.76E-09  | 1.10E-03 | 359.3 | 21.7  | 2.7   | 20.0  | 1.000 |
|        | T350 | -2.31E-09 | -9.43E-09 | 3.08E-09  | 9.26E-04 | 12.9  | 22.0  | 15.9  | 18.3  | 0.842 |
|        | T400 | -1.73E-09 | -8.99E-09 | 2.59E-09  | 8.65E-04 | 13.5  | 18.8  | 16.0  | 15.0  | 0.786 |
|        | T450 | -2.78E-09 | -8.48E-09 | 2.55E-09  | 8.44E-04 | 8.5   | 23.9  | 11.9  | 20.8  | 0.767 |
|        | T500 | -2.93E-09 | -7.39E-09 | 3.04E-09  | 7.74E-04 | 10.0  | 29.7  | 14.5  | 26.3  | 0.704 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37038A | NRM  | -7.89E-09 | -2.77E-08 | 2.39E-09  | 2.63E-03 | 6.5   | 14.3  | 8.5   | 11.6  | 1.000 |
|        | T350 | -7.09E-09 | -1.72E-08 | 2.23E-09  | 1.70E-03 | 3.0   | 20.2  | 6.0   | 17.9  | 0.646 |
|        | T400 | -7.63E-09 | -1.83E-08 | 3.09E-09  | 1.82E-03 | 4.3   | 21.8  | 7.5   | 19.4  | 0.692 |
|        | T450 | -7.08E-09 | -1.68E-08 | 2.41E-09  | 1.67E-03 | 3.1   | 21.0  | 6.3   | 18.7  | 0.635 |
|        | T500 | -6.60E-09 | -1.55E-08 | 1.06E-09  | 1.53E-03 | 0.2   | 18.2  | 2.9   | 16.4  | 0.582 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37038B | NRM  | 1.50E-10  | -7.68E-09 | 8.28E-09  | 1.03E-03 | 46.8  | 30.6  | 49.2  | 23.0  | 1.000 |
|        | T300 | 6.75E-10  | -5.43E-09 | 9.19E-09  | 9.72E-04 | 61.1  | 34.3  | 62.7  | 25.7  | 0.944 |
|        | T350 | 1.50E-10  | -4.59E-09 | 9.00E-09  | 9.19E-04 | 63.6  | 38.3  | 65.3  | 29.6  | 0.892 |
|        | T400 | -7.50E-11 | -5.21E-09 | 8.77E-09  | 9.27E-04 | 58.7  | 37.8  | 60.8  | 29.4  | 0.900 |
|        | T450 | -4.10E-10 | -4.80E-09 | 8.36E-09  | 8.77E-04 | 58.5  | 40.0  | 60.8  | 31.6  | 0.851 |
|        | T500 | 7.69E-10  | -4.42E-09 | 8.17E-09  | 8.47E-04 | 64.0  | 34.2  | 65.4  | 25.5  | 0.822 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37038C | NRM  | -7.17E-09 | -1.92E-08 | 6.73E-09  | 1.96E-03 | 7.6   | 27.1  | 11.7  | 24.0  | 1.000 |
|        | T350 | -2.24E-09 | -1.35E-08 | 7.44E-09  | 1.42E-03 | 23.5  | 24.7  | 26.5  | 19.5  | 0.724 |
|        | T400 | -1.07E-09 | -1.36E-08 | 6.53E-09  | 1.37E-03 | 23.6  | 19.4  | 25.8  | 14.2  | 0.699 |
|        | T450 | -1.63E-09 | -1.20E-08 | 4.69E-09  | 1.18E-03 | 18.0  | 19.2  | 20.4  | 14.8  | 0.602 |
|        | T500 | -1.21E-09 | -1.13E-08 | 4.95E-09  | 1.13E-03 | 20.9  | 19.4  | 23.3  | 14.6  | 0.577 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37039A | NRM  | -3.70E-09 | -1.02E-08 | 3.60E-09  | 1.04E-03 | 12.9  | 23.2  | 16.1  | 19.5  | 1.000 |
|        | T100 | -4.82E-09 | -1.05E-08 | 6.83E-09  | 1.22E-03 | 26.0  | 28.6  | 29.5  | 23.1  | 1.173 |
|        | T150 | -4.12E-09 | -9.85E-09 | 5.21E-09  | 1.08E-03 | 20.9  | 26.6  | 24.3  | 21.8  | 1.038 |
|        | T200 | -4.12E-09 | -9.87E-09 | 3.31E-09  | 1.02E-03 | 11.2  | 25.6  | 14.8  | 22.1  | 0.981 |
|        | T250 | -3.16E-09 | -8.85E-09 | 5.15E-09  | 9.74E-04 | 24.2  | 24.2  | 27.1  | 18.9  | 0.937 |
|        | T300 | -2.15E-09 | -1.11E-08 | 3.38E-09  | 1.07E-03 | 12.7  | 14.5  | 14.6  | 10.9  | 1.029 |
|        | T350 | -3.94E-09 | -8.99E-09 | 4.40E-09  | 9.78E-04 | 18.8  | 27.4  | 22.4  | 22.8  | 0.940 |
|        | T400 | -3.03E-09 | -8.38E-09 | 4.82E-09  | 9.21E-04 | 23.8  | 24.3  | 26.7  | 19.1  | 0.886 |
|        | T450 | -2.93E-09 | -7.49E-09 | 4.42E-09  | 8.34E-04 | 24.1  | 25.7  | 27.2  | 20.4  | 0.802 |
|        | T500 | -2.64E-09 | -6.63E-09 | 4.15E-09  | 7.50E-04 | 25.6  | 26.0  | 28.7  | 20.6  | 0.721 |
|        | T550 | -2.54E-09 | -5.64E-09 | 3.08E-09  | 6.28E-04 | 21.3  | 28.1  | 25.0  | 23.1  | 0.604 |
|        | T600 | -2.17E-09 | -5.22E-09 | 4.88E-09  | 6.79E-04 | 37.5  | 26.7  | 40.1  | 20.0  | 0.653 |
|        | T650 | -2.04E-09 | -5.08E-09 | 4.99E-09  | 6.73E-04 | 39.2  | 26.1  | 41.6  | 19.2  | 0.647 |
|        | T680 | -7.86E-10 | -8.96E-10 | 3.84E-09  | 3.66E-04 | 74.7  | 25.8  | 75.0  | 16.9  | 0.352 |
|        | T730 | 1.89E-10  | -3.07E-09 | -7.74E-10 | 2.88E-04 | 346.2 | -6.9  | 345.1 | -6.3  | 0.277 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37039B | NRM  | -5.45E-09 | -2.05E-08 | 7.61E-09  | 2.05E-03 | 26.1  | 22.0  | 28.6  | 16.6  | 1.000 |
|        | T350 | -1.09E-09 | -1.64E-08 | 8.19E-09  | 1.67E-03 | 37.0  | 15.6  | 38.3  | 8.9   | 0.815 |

|        |      |           |           |           |          |       |       |       |       |       |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | T400 | -2.45E-10 | -1.73E-08 | 7.80E-09  | 1.73E-03 | 36.2  | 12.2  | 37.1  | 5.6   | 0.844 |
|        | T450 | -5.94E-10 | -1.67E-08 | 8.96E-09  | 1.72E-03 | 39.3  | 14.9  | 40.5  | 8.0   | 0.839 |
|        | T500 | 5.95E-10  | -1.49E-08 | 8.55E-09  | 1.56E-03 | 42.5  | 12.2  | 43.4  | 5.0   | 0.761 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Ani2)  | Yc(Ani2)  | Zc(Ani2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37039C | NRM  | -2.62E-09 | 1.38E-08  | -4.90E-09 | 1.35E-03 | 201.4 | 4.9   | 200.4 | 9.5   | 1.000 |
|        | T300 | -2.83E-09 | 1.15E-08  | -6.26E-09 | 1.22E-03 | 210.5 | 4.8   | 209.6 | 10.6  | 0.904 |
|        | T350 | -2.76E-09 | 1.21E-08  | -6.71E-09 | 1.28E-03 | 210.7 | 3.8   | 209.9 | 9.6   | 0.948 |
|        | T400 | -3.67E-09 | 1.10E-08  | -5.58E-09 | 1.17E-03 | 210.0 | 9.4   | 208.4 | 15.1  | 0.867 |
|        | T450 | -3.23E-09 | 1.12E-08  | -6.08E-09 | 1.20E-03 | 210.9 | 6.8   | 209.8 | 12.6  | 0.889 |
|        | T500 | -3.61E-09 | 1.14E-08  | -7.47E-09 | 1.28E-03 | 215.6 | 6.3   | 214.5 | 12.7  | 0.948 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Ani2)  | Yc(Ani2)  | Zc(Ani2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37040A | NRM  | -1.53E-09 | -3.85E-09 | 7.98E-09  | 8.17E-04 | 55.3  | 35.4  | 56.4  | 30.7  | 1.000 |
|        | T350 | -5.99E-10 | 6.87E-10  | 8.91E-09  | 8.14E-04 | 92.2  | 32.7  | 91.4  | 28.0  | 0.996 |
|        | T400 | -1.01E-09 | -2.88E-10 | 8.31E-09  | 7.61E-04 | 84.6  | 35.9  | 84.0  | 31.0  | 0.931 |
|        | T450 | -1.33E-09 | 1.89E-09  | 8.49E-09  | 8.00E-04 | 102.6 | 36.9  | 101.0 | 32.4  | 0.979 |
|        | T500 | -1.06E-09 | 6.49E-10  | 7.63E-09  | 7.03E-04 | 93.0  | 36.8  | 92.0  | 32.0  | 0.860 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Ani2)  | Yc(Ani2)  | Zc(Ani2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37040B | NRM  | -6.29E-09 | -7.54E-09 | 3.21E-09  | 9.39E-04 | 1.8   | 43.0  | 6.1   | 41.4  | 1.000 |
|        | T350 | -4.39E-09 | -6.16E-09 | 2.27E-09  | 7.18E-04 | 1.7   | 38.7  | 5.4   | 37.1  | 0.765 |
|        | T400 | -3.24E-09 | -7.17E-09 | 3.00E-09  | 7.66E-04 | 10.2  | 29.8  | 12.7  | 27.5  | 0.816 |
|        | T450 | -3.39E-09 | -7.21E-09 | 3.82E-09  | 8.03E-04 | 15.3  | 31.8  | 17.8  | 29.1  | 0.855 |
|        | T500 | -2.82E-09 | -6.63E-09 | 2.93E-09  | 7.07E-04 | 12.0  | 29.0  | 14.3  | 26.6  | 0.753 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Ani2)  | Yc(Ani2)  | Zc(Ani2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37040C | NRM  | -6.68E-09 | -1.16E-08 | 7.84E-09  | 1.41E-03 | 20.0  | 36.8  | 22.8  | 33.8  | 1.000 |
|        | T300 | -7.85E-09 | -9.75E-09 | 9.06E-09  | 1.40E-03 | 26.5  | 44.6  | 29.9  | 41.2  | 0.993 |
|        | T350 | -7.24E-09 | -9.89E-09 | 8.86E-09  | 1.37E-03 | 26.5  | 42.5  | 29.7  | 39.1  | 0.972 |
|        | T400 | -8.50E-09 | -8.37E-09 | 7.53E-09  | 1.28E-03 | 21.2  | 50.1  | 25.7  | 47.0  | 0.908 |
|        | T450 | -8.28E-09 | -8.83E-09 | 6.99E-09  | 1.27E-03 | 17.9  | 48.1  | 22.2  | 45.2  | 0.901 |
|        | T500 | -7.76E-09 | -8.31E-09 | 6.64E-09  | 1.20E-03 | 18.3  | 48.0  | 22.6  | 45.1  | 0.851 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Ani2)  | Yc(Ani2)  | Zc(Ani2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37041A | NRM  | -2.49E-09 | -8.89E-09 | -5.75E-10 | 8.41E-04 | 340.1 | 14.0  | 341.3 | 14.4  | 1.000 |
|        | T100 | -2.89E-09 | -6.48E-09 | 5.63E-10  | 6.47E-04 | 345.7 | 24.3  | 348.0 | 24.2  | 0.769 |
|        | T150 | -2.55E-09 | -5.20E-09 | 4.53E-10  | 5.28E-04 | 345.1 | 26.3  | 347.5 | 26.2  | 0.628 |
|        | T200 | -2.55E-09 | -4.33E-09 | 1.28E-09  | 4.71E-04 | 354.9 | 32.7  | 358.0 | 31.7  | 0.560 |
|        | T250 | -2.00E-09 | -4.27E-09 | 8.44E-10  | 4.35E-04 | 351.5 | 26.7  | 353.9 | 26.1  | 0.517 |
|        | T300 | -2.63E-09 | -2.98E-09 | 1.86E-09  | 3.99E-04 | 7.6   | 43.9  | 11.8  | 41.8  | 0.474 |
|        | T350 | -2.16E-09 | -3.96E-09 | 1.97E-09  | 4.47E-04 | 6.2   | 32.2  | 8.9   | 30.2  | 0.532 |
|        | T400 | -2.07E-09 | -4.52E-09 | 1.47E-09  | 4.71E-04 | 358.6 | 27.5  | 1.0   | 26.2  | 0.560 |
|        | T450 | -2.00E-09 | -4.06E-09 | 1.83E-09  | 4.44E-04 | 4.6   | 29.8  | 7.2   | 28.0  | 0.528 |
|        | T500 | -2.15E-09 | -4.25E-09 | 1.57E-09  | 4.56E-04 | 0.2   | 29.9  | 2.8   | 28.5  | 0.542 |
|        | T550 | -1.97E-09 | -3.05E-09 | 1.26E-09  | 3.49E-04 | 0.4   | 35.7  | 3.7   | 34.2  | 0.415 |
|        | T600 | -1.40E-09 | -2.02E-09 | 8.10E-10  | 2.35E-04 | 359.0 | 37.3  | 2.6   | 36.0  | 0.279 |
|        | T650 | -1.37E-09 | -2.40E-09 | 1.97E-09  | 3.09E-04 | 20.3  | 33.2  | 22.8  | 30.3  | 0.367 |
|        | T680 | 1.98E-09  | -7.57E-10 | -1.01E-09 | 2.13E-04 | 318.7 | -68.3 | 308.6 | -65.7 | 0.253 |
|        | T730 | -3.01E-09 | -1.15E-09 | 4.67E-10  | 2.96E-04 | 329.7 | 68.2  | 342.3 | 68.9  | 0.352 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Ani2)  | Yc(Ani2)  | Zc(Ani2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37041B | NRM  | -7.50E-10 | -7.52E-09 | 3.67E-09  | 7.64E-04 | 11.8  | 11.9  | 12.4  | 10.5  | 1.000 |
|        | T350 | 3.07E-09  | -1.09E-09 | 1.46E-09  | 3.25E-04 | 52.1  | -45.6 | 50.9  | -48.3 | 0.425 |
|        | T400 | 3.43E-09  | -7.99E-10 | 1.54E-09  | 3.49E-04 | 59.8  | -48.4 | 58.8  | -51.2 | 0.457 |
|        | T450 | 3.47E-09  | -2.56E-10 | 1.95E-09  | 3.63E-04 | 72.8  | -44.5 | 72.7  | -47.5 | 0.475 |
|        | T500 | 3.65E-09  | 2.95E-10  | 9.14E-10  | 3.43E-04 | 86.9  | -59.6 | 88.1  | -62.6 | 0.449 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Ani2)  | Yc(Ani2)  | Zc(Ani2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37041C | NRM  | 4.80E-09  | 8.83E-09  | 2.44E-09  | 9.40E-04 | 151.0 | -23.9 | 153.2 | -25.0 | 1.000 |
|        | T300 | 4.62E-09  | 7.52E-09  | 8.51E-10  | 8.06E-04 | 158.6 | -29.3 | 161.4 | -29.8 | 0.857 |
|        | T350 | 4.16E-09  | 7.30E-09  | 1.73E-09  | 7.80E-04 | 152.7 | -25.6 | 155.1 | -26.6 | 0.830 |
|        | T400 | 5.05E-09  | 7.52E-09  | 1.28E-09  | 8.32E-04 | 155.0 | -30.7 | 158.0 | -31.5 | 0.885 |
|        | T450 | 5.14E-09  | 8.28E-09  | 1.90E-09  | 9.03E-04 | 152.5 | -27.8 | 155.2 | -28.8 | 0.961 |
|        | T500 | 5.13E-09  | 7.54E-09  | 1.30E-09  | 8.37E-04 | 154.8 | -31.0 | 157.8 | -31.8 | 0.890 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Ani2)  | Yc(Ani2)  | Zc(Ani2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37044A | NRM  | -8.54E-09 | -2.09E-08 | 6.86E-09  | 2.15E-03 | 22.1  | 26.2  | 23.9  | 23.2  | 1.000 |
|        | T350 | -5.76E-09 | -2.19E-08 | 6.61E-09  | 2.14E-03 | 23.6  | 19.2  | 24.8  | 16.0  | 0.995 |



|        |      |           |           |           |          |       |      |       |      |       |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|------|-------|------|-------|
|        | T400 | -6.85E-09 | -2.13E-08 | 5.97E-09  | 2.11E-03 | 21.3  | 21.6 | 22.8  | 18.6 | 0.981 |
|        | T450 | -5.36E-09 | -2.09E-08 | 6.46E-09  | 2.05E-03 | 24.1  | 19.0 | 25.3  | 15.8 | 0.953 |
|        | T500 | -5.95E-09 | -2.01E-08 | 4.42E-09  | 1.95E-03 | 18.7  | 19.5 | 20.0  | 16.6 | 0.907 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37044B | NRM  | -1.13E-08 | -9.73E-09 | -5.63E-09 | 1.45E-03 | 332.2 | 28.8 | 334.9 | 29.8 | 1.000 |
|        | T300 | -1.16E-08 | -9.09E-09 | -4.35E-09 | 1.40E-03 | 333.3 | 33.7 | 336.6 | 34.5 | 0.966 |
|        | T350 | -1.01E-08 | -8.54E-09 | -4.84E-09 | 1.28E-03 | 332.2 | 29.6 | 335.1 | 30.6 | 0.883 |
|        | T400 | -1.02E-08 | -8.99E-09 | -4.32E-09 | 1.30E-03 | 335.1 | 30.7 | 338.1 | 31.4 | 0.897 |
|        | T450 | -1.05E-08 | -9.36E-09 | -4.94E-09 | 1.36E-03 | 334.0 | 29.2 | 336.8 | 30.0 | 0.938 |
|        | T500 | -1.04E-08 | -8.83E-09 | -5.16E-09 | 1.33E-03 | 331.8 | 29.1 | 334.6 | 30.1 | 0.917 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37044C | NRM  | -1.28E-09 | -1.54E-08 | 9.51E-09  | 1.65E-03 | 45.4  | 17.0 | 46.1  | 12.7 | 1.000 |
|        | T350 | -1.48E-09 | -1.31E-08 | 1.05E-08  | 1.53E-03 | 51.9  | 20.6 | 52.5  | 16.0 | 0.927 |
|        | T400 | -3.38E-09 | -1.37E-08 | 9.55E-09  | 1.55E-03 | 45.4  | 25.1 | 46.4  | 20.7 | 0.939 |
|        | T450 | -2.29E-09 | -1.15E-08 | 9.43E-09  | 1.37E-03 | 51.0  | 24.3 | 51.8  | 19.7 | 0.830 |
|        | T500 | -1.04E-09 | -1.24E-08 | 8.80E-09  | 1.39E-03 | 49.0  | 18.3 | 49.6  | 13.8 | 0.842 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37045A | NRM  | -1.33E-08 | -1.94E-08 | 2.14E-08  | 2.89E-03 | 16.1  | 34.7 | 18.9  | 32.0 | 1.000 |
|        | T100 | -1.36E-08 | -1.61E-08 | 2.06E-08  | 2.68E-03 | 20.0  | 38.1 | 23.0  | 35.1 | 0.927 |
|        | T150 | -1.45E-08 | -1.34E-08 | 2.02E-08  | 2.57E-03 | 24.2  | 42.2 | 27.5  | 38.9 | 0.989 |
|        | T200 | -1.40E-08 | -1.31E-08 | 1.83E-08  | 2.41E-03 | 21.6  | 42.8 | 25.1  | 39.7 | 0.834 |
|        | T250 | -1.37E-08 | -1.35E-08 | 1.76E-08  | 2.37E-03 | 19.6  | 42.3 | 23.0  | 39.4 | 0.820 |
|        | T300 | -1.43E-08 | -1.21E-08 | 1.74E-08  | 2.32E-03 | 22.0  | 45.0 | 25.7  | 41.9 | 0.803 |
|        | T350 | -1.33E-08 | -1.22E-08 | 1.72E-08  | 2.27E-03 | 21.8  | 43.2 | 25.3  | 40.1 | 0.785 |
|        | T400 | -1.33E-08 | -1.24E-08 | 1.68E-08  | 2.25E-03 | 20.5  | 43.3 | 24.1  | 40.2 | 0.779 |
|        | T450 | -1.23E-08 | -1.20E-08 | 1.59E-08  | 2.13E-03 | 20.1  | 42.4 | 23.5  | 39.4 | 0.737 |
|        | T500 | -1.19E-08 | -1.10E-08 | 1.52E-08  | 2.02E-03 | 21.2  | 43.3 | 24.7  | 40.2 | 0.699 |
|        | T550 | -1.10E-08 | -1.01E-08 | 1.51E-08  | 1.93E-03 | 23.9  | 42.4 | 27.2  | 39.2 | 0.668 |
|        | T600 | -1.23E-08 | -1.03E-08 | 8.13E-09  | 1.64E-03 | 359.5 | 50.6 | 5.2   | 49.1 | 0.567 |
|        | T650 | -1.02E-08 | -8.26E-09 | 1.29E-08  | 1.67E-03 | 24.6  | 45.0 | 28.1  | 41.7 | 0.578 |
|        | T680 | -1.01E-08 | -2.57E-09 | 8.40E-09  | 1.22E-03 | 39.8  | 62.1 | 44.5  | 57.9 | 0.422 |
|        | T730 | 2.99E-10  | -3.68E-09 | -1.22E-09 | 3.53E-04 | 317.2 | -8.7 | 316.6 | -6.3 | 0.122 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37045B | NRM  | -1.01E-08 | -2.77E-08 | 1.89E-08  | 3.18E-03 | 22.3  | 22.2 | 23.8  | 19.1 | 1.000 |
|        | T350 | -1.31E-08 | -2.14E-08 | 1.70E-08  | 2.76E-03 | 25.1  | 31.5 | 27.2  | 28.2 | 0.868 |
|        | T400 | -1.35E-08 | -2.23E-08 | 1.57E-08  | 2.77E-03 | 21.5  | 31.8 | 23.8  | 28.7 | 0.871 |
|        | T450 | -1.30E-08 | -2.16E-08 | 1.52E-08  | 2.68E-03 | 21.5  | 31.6 | 23.8  | 28.6 | 0.843 |
|        | T500 | -1.29E-08 | -2.11E-08 | 1.38E-08  | 2.57E-03 | 19.3  | 32.2 | 21.7  | 29.3 | 0.808 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37045C | NRM  | -9.95E-09 | -1.68E-08 | 1.26E-08  | 2.11E-03 | 26.3  | 27.7 | 28.1  | 24.3 | 1.000 |
|        | T300 | -1.14E-08 | -1.51E-08 | 1.29E-08  | 2.08E-03 | 29.6  | 32.4 | 31.7  | 28.8 | 0.986 |
|        | T350 | -1.19E-08 | -1.36E-08 | 1.18E-08  | 1.96E-03 | 29.8  | 36.0 | 32.2  | 32.4 | 0.929 |
|        | T400 | -1.15E-08 | -1.36E-08 | 1.14E-08  | 1.92E-03 | 28.9  | 35.5 | 31.2  | 31.9 | 0.910 |
|        | T450 | -1.23E-08 | -1.28E-08 | 1.05E-08  | 1.87E-03 | 27.9  | 39.1 | 30.6  | 35.6 | 0.886 |
|        | T500 | -1.14E-08 | -1.24E-08 | 1.03E-08  | 1.79E-03 | 28.4  | 37.8 | 31.0  | 34.2 | 0.848 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37047A | NRM  | -1.13E-08 | -1.01E-08 | 8.76E-09  | 1.59E-03 | 11.1  | 51.8 | 16.4  | 49.4 | 1.000 |
|        | T300 | -9.77E-09 | -8.82E-09 | 7.97E-09  | 1.40E-03 | 12.9  | 51.5 | 18.1  | 49.0 | 0.881 |
|        | T350 | -9.22E-09 | -8.07E-09 | 7.84E-09  | 1.32E-03 | 15.3  | 52.1 | 20.5  | 49.4 | 0.830 |
|        | T400 | -9.23E-09 | -7.00E-09 | 7.45E-09  | 1.25E-03 | 16.2  | 55.5 | 22.0  | 52.7 | 0.786 |
|        | T450 | -9.04E-09 | -8.19E-09 | 9.50E-09  | 1.41E-03 | 23.5  | 50.6 | 27.9  | 47.3 | 0.887 |
|        | T500 | -8.66E-09 | -7.96E-09 | 8.50E-09  | 1.32E-03 | 20.2  | 50.6 | 24.8  | 47.5 | 0.830 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37047B | NRM  | -4.34E-09 | -3.63E-09 | 7.82E-09  | 8.77E-04 | 45.2  | 46.1 | 47.5  | 41.7 | 1.000 |
|        | T350 | -5.94E-10 | -2.65E-09 | 9.31E-09  | 8.82E-04 | 60.5  | 24.6 | 61.0  | 19.8 | 1.006 |
|        | T400 | 4.38E-10  | -3.05E-09 | 8.09E-09  | 7.87E-04 | 56.3  | 17.6 | 56.7  | 12.9 | 0.897 |
|        | T450 | 3.95E-10  | -2.87E-09 | 9.20E-09  | 8.77E-04 | 59.7  | 18.6 | 60.1  | 13.8 | 1.000 |
|        | T500 | 8.50E-10  | -2.96E-09 | 7.94E-09  | 7.74E-04 | 56.9  | 14.9 | 57.3  | 10.1 | 0.883 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
| 37047C | NRM  | -6.25E-09 | -8.37E-09 | 3.97E-09  | 1.02E-03 | 357.1 | 40.7 | 1.2   | 39.4 | 1.000 |
|        | T350 | -3.14E-09 | -8.43E-09 | 6.33E-09  | 1.00E-03 | 17.1  | 28.7 | 19.3  | 26.0 | 0.980 |

|        |      |           |           |           |          |       |       |       |       |       |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | T400 | -3.57E-09 | -7.93E-09 | 6.01E-09  | 9.61E-04 | 16.1  | 31.7  | 18.6  | 29.1  | 0.942 |
|        | T450 | -3.44E-09 | -6.07E-09 | 6.99E-09  | 8.98E-04 | 28.5  | 36.0  | 31.0  | 32.5  | 0.880 |
|        | T500 | -3.22E-09 | -5.98E-09 | 6.41E-09  | 8.49E-04 | 26.4  | 35.2  | 28.8  | 31.8  | 0.832 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37048A | NRM  | 2.03E-08  | -1.11E-08 | 8.05E-09  | 2.23E-03 | 53.7  | 8.6   | 53.9  | 3.9   | 1.000 |
|        | T100 | 1.60E-08  | -9.41E-09 | 8.74E-09  | 1.87E-03 | 52.7  | 14.7  | 53.1  | 10.1  | 0.839 |
|        | T150 | 1.57E-08  | -7.95E-09 | 7.86E-09  | 1.75E-03 | 55.9  | 13.3  | 56.2  | 8.5   | 0.785 |
|        | T200 | 1.61E-08  | -7.80E-09 | 7.55E-09  | 1.77E-03 | 56.8  | 12.0  | 57.0  | 7.2   | 0.794 |
|        | T250 | 1.52E-08  | -8.03E-09 | 7.45E-09  | 1.70E-03 | 54.9  | 12.7  | 55.2  | 8.0   | 0.762 |
|        | T300 | 1.55E-08  | -6.88E-09 | 7.30E-09  | 1.68E-03 | 58.6  | 12.3  | 58.8  | 7.5   | 0.753 |
|        | T350 | 1.43E-08  | -7.38E-09 | 6.88E-09  | 1.59E-03 | 55.4  | 12.4  | 55.7  | 7.7   | 0.713 |
|        | T400 | 1.44E-08  | -6.22E-09 | 6.91E-09  | 1.56E-03 | 59.2  | 12.7  | 59.4  | 7.9   | 0.700 |
|        | T450 | 1.43E-08  | -6.23E-09 | 6.19E-09  | 1.53E-03 | 58.8  | 10.6  | 59.0  | 5.8   | 0.686 |
|        | T500 | 1.30E-08  | -5.66E-09 | 6.26E-09  | 1.41E-03 | 59.0  | 12.7  | 59.3  | 7.9   | 0.632 |
|        | T550 | 1.30E-08  | -4.27E-09 | 4.87E-09  | 1.32E-03 | 63.7  | 8.2   | 63.8  | 3.3   | 0.592 |
|        | T650 | 1.26E-08  | -3.08E-09 | 3.29E-09  | 1.22E-03 | 67.7  | 2.6   | 67.7  | -2.4  | 0.547 |
|        | T680 | 1.15E-08  | -3.83E-09 | 2.93E-09  | 1.13E-03 | 63.1  | 2.2   | 63.1  | -2.7  | 0.507 |
|        | T730 | 1.39E-09  | 2.15E-10  | -1.02E-09 | 1.58E-04 | 91.6  | -47.8 | 93.4  | -52.5 | 0.071 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37048B | NRM  | 3.48E-09  | -7.51E-09 | 1.18E-08  | 1.31E-03 | 11.5  | 44.1  | 15.6  | 41.7  | 1.000 |
|        | T300 | 1.19E-09  | -8.79E-09 | 1.37E-08  | 1.48E-03 | 0.4   | 50.3  | 6.0   | 48.8  | 1.130 |
|        | T350 | 6.25E-12  | -7.13E-09 | 1.20E-08  | 1.27E-03 | 356.8 | 54.4  | 3.3   | 53.1  | 0.969 |
|        | T400 | -1.06E-10 | -7.49E-09 | 1.17E-08  | 1.26E-03 | 354.3 | 53.0  | 0.7   | 51.9  | 0.962 |
|        | T450 | 1.19E-10  | -6.94E-09 | 1.11E-08  | 1.19E-03 | 356.2 | 53.0  | 2.5   | 51.8  | 0.908 |
|        | T500 | 1.89E-09  | -7.41E-09 | 1.01E-08  | 1.15E-03 | 2.4   | 44.8  | 7.0   | 43.2  | 0.878 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37048C | NRM  | 2.10E-09  | -1.42E-08 | 1.03E-08  | 1.61E-03 | 1.7   | 26.9  | 4.0   | 25.4  | 1.000 |
|        | T350 | 2.63E-10  | -1.11E-08 | 1.03E-08  | 1.38E-03 | 1.2   | 35.9  | 4.6   | 34.4  | 0.857 |
|        | T400 | -2.50E-11 | -1.19E-08 | 9.62E-09  | 1.39E-03 | 357.3 | 33.4  | 0.4   | 32.2  | 0.863 |
|        | T450 | -5.12E-10 | -1.10E-08 | 9.48E-09  | 1.32E-03 | 356.7 | 36.0  | 0.1   | 34.8  | 0.820 |
|        | T450 | -2.94E-10 | -1.06E-08 | 9.26E-09  | 1.28E-03 | 357.8 | 35.8  | 1.2   | 34.6  | 0.795 |
|        | T500 | -9.00E-10 | -9.73E-09 | 8.29E-09  | 1.16E-03 | 354.4 | 36.9  | 358.0 | 35.9  | 0.720 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37051A | NRM  | -1.43E-08 | -1.62E-08 | -1.75E-10 | 1.96E-03 | 359.3 | 20.7  | 1.0   | 19.4  | 1.000 |
|        | T350 | -8.36E-09 | -1.43E-08 | 1.53E-09  | 1.51E-03 | 12.6  | 20.5  | 14.2  | 18.2  | 0.770 |
|        | T400 | -9.41E-09 | -1.46E-08 | 1.12E-10  | 1.58E-03 | 7.8   | 17.5  | 9.2   | 15.5  | 0.806 |
|        | T450 | -8.85E-09 | -1.37E-08 | 1.12E-09  | 1.49E-03 | 9.6   | 20.6  | 11.2  | 18.5  | 0.760 |
|        | T500 | -7.35E-09 | -1.39E-08 | 1.54E-09  | 1.44E-03 | 15.0  | 19.6  | 16.5  | 17.0  | 0.735 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37051B | NRM  | -1.80E-08 | -1.83E-08 | 1.20E-08  | 2.58E-03 | 358.7 | 40.2  | 2.7   | 38.8  | 1.000 |
|        | T350 | -1.07E-08 | -1.55E-08 | 1.16E-08  | 2.01E-03 | 12.9  | 42.5  | 16.7  | 40.0  | 0.779 |
|        | T400 | -1.11E-08 | -1.45E-08 | 1.16E-08  | 1.97E-03 | 10.5  | 44.3  | 14.7  | 42.0  | 0.764 |
|        | T450 | -1.06E-08 | -1.40E-08 | 1.19E-08  | 1.93E-03 | 11.9  | 45.7  | 16.2  | 43.3  | 0.748 |
|        | T500 | -1.02E-08 | -1.32E-08 | 1.16E-08  | 1.85E-03 | 11.8  | 46.5  | 16.2  | 44.1  | 0.717 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37051C | NRM  | -2.22E-09 | -1.49E-08 | 6.86E-09  | 1.50E-03 | 37.9  | 25.5  | 39.2  | 21.5  | 1.000 |
|        | T300 | -1.49E-09 | -1.28E-08 | 6.94E-09  | 1.33E-03 | 41.6  | 28.1  | 42.9  | 23.9  | 0.887 |
|        | T350 | -9.56E-10 | -1.16E-08 | 7.18E-09  | 1.24E-03 | 45.2  | 30.2  | 46.5  | 25.8  | 0.827 |
|        | T400 | -2.17E-09 | -1.03E-08 | 7.70E-09  | 1.19E-03 | 41.9  | 37.1  | 43.7  | 32.9  | 0.793 |
|        | T450 | -1.53E-09 | -1.00E-08 | 7.20E-09  | 1.13E-03 | 44.1  | 35.1  | 45.7  | 30.8  | 0.753 |
|        | T500 | -1.89E-09 | -9.62E-09 | 6.54E-09  | 1.07E-03 | 40.9  | 34.7  | 42.7  | 30.5  | 0.713 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37052C | NRM  | -9.36E-09 | -1.50E-08 | 7.02E-09  | 1.73E-03 | 21.6  | 34.7  | 24.2  | 31.7  | 1.000 |
|        | T350 | -8.49E-09 | -1.45E-08 | 7.52E-09  | 1.67E-03 | 24.8  | 36.0  | 27.4  | 32.7  | 0.965 |
|        | T400 | -6.23E-09 | -1.53E-08 | 8.14E-09  | 1.67E-03 | 33.7  | 33.6  | 35.7  | 29.8  | 0.965 |
|        | T450 | -6.64E-09 | -1.60E-08 | 7.71E-09  | 1.72E-03 | 31.9  | 31.9  | 33.8  | 28.2  | 0.994 |
|        | T500 | -6.20E-09 | -1.54E-08 | 8.04E-09  | 1.68E-03 | 33.6  | 33.1  | 35.6  | 29.3  | 0.971 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37053A | NRM  | -9.93E-09 | -6.96E-09 | 9.61E-09  | 1.41E-03 | 0.1   | 54.7  | 6.7   | 53.1  | 1.000 |
|        | T300 | -9.18E-09 | -7.85E-09 | 1.07E-08  | 1.47E-03 | 9.2   | 55.9  | 15.4  | 53.6  | 1.043 |
|        | T350 | -8.51E-09 | -7.05E-09 | 9.59E-09  | 1.33E-03 | 7.6   | 55.6  | 14.0  | 53.5  | 0.943 |
|        | T400 | -8.07E-09 | -7.81E-09 | 9.14E-09  | 1.32E-03 | 11.5  | 52.6  | 17.0  | 50.1  | 0.936 |
|        | T450 | -7.10E-09 | -7.06E-09 | 8.68E-09  | 1.20E-03 | 13.7  | 53.9  | 19.3  | 51.3  | 0.851 |

|        |      |           |           |           |          |       |      |       |       |       |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|------|-------|-------|-------|
|        | T500 | -7.76E-09 | -7.20E-09 | 1.00E-08  | 1.32E-03 | 13.4  | 56.8 | 19.6  | 54.1  | 0.936 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37053B | NRM  | -1.18E-08 | -1.12E-08 | 4.75E-09  | 1.54E-03 | 343.9 | 39.5 | 348.0 | 39.4  | 1.000 |
|        | T350 | -7.75E-09 | -1.19E-08 | 5.17E-09  | 1.37E-03 | 359.8 | 35.3 | 3.1   | 33.9  | 0.890 |
|        | T400 | -7.58E-09 | -1.16E-08 | 5.79E-09  | 1.37E-03 | 1.8   | 37.5 | 5.3   | 35.9  | 0.890 |
|        | T450 | -6.61E-09 | -1.18E-08 | 4.57E-09  | 1.30E-03 | 2.3   | 32.1 | 5.2   | 30.5  | 0.844 |
|        | T500 | -6.87E-09 | -1.10E-08 | 4.25E-09  | 1.24E-03 | 359.5 | 33.2 | 2.5   | 31.8  | 0.805 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37053C | NRM  | -1.01E-09 | -8.74E-09 | 7.83E-09  | 1.07E-03 | 37.4  | 36.0 | 39.4  | 32.0  | 1.000 |
|        | T350 | 1.99E-09  | -8.59E-09 | 7.80E-09  | 1.07E-03 | 49.8  | 25.9 | 50.7  | 21.4  | 1.000 |
|        | T400 | 2.32E-09  | -7.10E-09 | 8.29E-09  | 1.01E-03 | 57.6  | 28.6 | 58.3  | 23.8  | 0.944 |
|        | T450 | 3.57E-09  | -8.25E-09 | 7.32E-09  | 1.05E-03 | 55.1  | 19.3 | 55.6  | 14.5  | 0.981 |
|        | T500 | 4.10E-09  | -7.84E-09 | 7.14E-09  | 1.03E-03 | 57.8  | 17.2 | 58.2  | 12.4  | 0.963 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37054B | NRM  | -5.28E-09 | -6.74E-09 | -2.81E-09 | 8.19E-04 | 334.2 | 25.8 | 336.6 | 26.6  | 1.000 |
|        | T350 | -3.69E-09 | -4.19E-09 | -9.25E-10 | 5.14E-04 | 340.4 | 33.4 | 343.8 | 33.6  | 0.628 |
|        | T400 | -3.42E-09 | -4.46E-09 | -1.83E-10 | 5.11E-04 | 350.6 | 33.8 | 353.9 | 33.2  | 0.624 |
|        | T450 | -2.98E-09 | -3.44E-09 | -3.73E-10 | 4.15E-04 | 345.6 | 35.4 | 349.2 | 35.2  | 0.507 |
|        | T500 | -3.12E-09 | -4.40E-09 | -1.05E-09 | 5.00E-04 | 342.5 | 27.5 | 345.1 | 27.6  | 0.611 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37055A | NRM  | -8.94E-09 | -1.53E-08 | 2.26E-09  | 1.62E-03 | 325.1 | 31.0 | 328.0 | 32.5  | 1.000 |
|        | T300 | -9.43E-09 | -1.51E-08 | 3.44E-09  | 1.65E-03 | 328.7 | 33.6 | 332.0 | 34.9  | 1.019 |
|        | T350 | -9.41E-09 | -1.46E-08 | 3.81E-09  | 1.62E-03 | 330.1 | 34.8 | 333.6 | 35.9  | 1.000 |
|        | T400 | -9.52E-09 | -1.41E-08 | 4.76E-09  | 1.61E-03 | 333.7 | 36.7 | 337.4 | 37.5  | 0.994 |
|        | T450 | -8.57E-09 | -1.32E-08 | 4.19E-09  | 1.48E-03 | 333.1 | 35.5 | 336.6 | 36.4  | 0.914 |
|        | T500 | -8.72E-09 | -1.34E-08 | 5.52E-09  | 1.54E-03 | 338.1 | 36.4 | 341.8 | 36.9  | 0.951 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37055B | NRM  | -6.07E-09 | -6.71E-09 | 6.93E-09  | 1.04E-03 | 2.3   | 44.6 | 6.8   | 42.9  | 1.000 |
|        | T350 | -3.47E-09 | -3.35E-09 | 8.74E-09  | 9.08E-04 | 32.8  | 37.9 | 35.2  | 34.1  | 0.873 |
|        | T400 | -1.72E-09 | -1.70E-09 | 7.99E-09  | 7.59E-04 | 44.3  | 30.4 | 45.7  | 26.1  | 0.730 |
|        | T450 | -1.07E-09 | -3.09E-09 | 9.21E-09  | 8.88E-04 | 37.7  | 24.2 | 38.9  | 20.2  | 0.854 |
|        | T500 | -4.63E-10 | -2.79E-09 | 1.07E-08  | 1.01E-03 | 42.4  | 20.8 | 43.3  | 16.5  | 0.971 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37055C | NRM  | -1.30E-08 | -9.17E-09 | 8.67E-09  | 1.65E-03 | 12.4  | 50.4 | 17.5  | 47.9  | 1.000 |
|        | T350 | -1.18E-08 | -6.97E-09 | 9.77E-09  | 1.53E-03 | 24.8  | 50.1 | 29.0  | 46.7  | 0.927 |
|        | T400 | -1.28E-08 | -5.93E-09 | 1.03E-08  | 1.59E-03 | 30.6  | 53.1 | 34.8  | 49.4  | 0.964 |
|        | T450 | -1.19E-08 | -6.26E-09 | 1.14E-08  | 1.60E-03 | 32.6  | 48.5 | 36.0  | 44.7  | 0.970 |
|        | T500 | -1.19E-08 | -6.12E-09 | 1.10E-08  | 1.57E-03 | 32.1  | 49.4 | 35.7  | 45.6  | 0.952 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37056A | T250 | -5.28E-09 | -4.54E-08 | 6.48E-08  | 7.21E-03 | 17.0  | 12.8 | 17.9  | 10.1  | 1.000 |
|        | T300 | -2.30E-09 | -4.04E-08 | 5.54E-08  | 6.24E-03 | 16.2  | 10.8 | 16.9  | 8.2   | 0.865 |
|        | T350 | -2.97E-09 | -3.85E-08 | 5.33E-08  | 5.98E-03 | 16.4  | 11.5 | 17.1  | 8.8   | 0.829 |
|        | T400 | -1.69E-09 | -3.66E-08 | 4.89E-08  | 5.55E-03 | 15.5  | 10.4 | 16.2  | 7.8   | 0.770 |
|        | T450 | -2.64E-09 | -3.51E-08 | 4.80E-08  | 5.41E-03 | 16.0  | 11.4 | 16.8  | 8.8   | 0.750 |
|        | T500 | -3.36E-09 | -3.57E-08 | 4.47E-08  | 5.21E-03 | 13.5  | 11.9 | 14.3  | 9.5   | 0.723 |
|        | T550 | -3.54E-09 | -3.38E-08 | 4.22E-08  | 4.93E-03 | 13.3  | 12.3 | 14.2  | 9.9   | 0.684 |
|        | T600 | -2.76E-09 | -3.14E-08 | 3.82E-08  | 4.50E-03 | 12.7  | 11.6 | 13.5  | 9.3   | 0.624 |
|        | T650 | -5.81E-09 | -2.85E-08 | 3.01E-08  | 3.81E-03 | 7.9   | 15.9 | 9.2   | 13.9  | 0.528 |
|        | T680 | -3.68E-09 | -1.96E-08 | 2.33E-08  | 2.79E-03 | 11.5  | 15.2 | 12.6  | 13.0  | 0.387 |
|        | T700 | -2.36E-09 | -7.34E-09 | 8.54E-09  | 1.05E-03 | 10.2  | 20.1 | 11.8  | 17.9  | 0.146 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37059B | NRM  | 1.61E-08  | 7.29E-09  | 3.21E-08  | 3.33E-03 | 64.5  | -3.6 | 64.4  | -8.5  | 1.000 |
|        | T350 | 9.54E-09  | 6.20E-09  | 3.61E-08  | 3.44E-03 | 62.5  | 8.1  | 62.6  | 3.2   | 1.033 |
|        | T400 | 6.78E-09  | 5.61E-09  | 3.61E-08  | 3.38E-03 | 61.9  | 12.2 | 62.1  | 7.3   | 1.015 |
|        | T450 | 3.33E-09  | 5.51E-09  | 3.72E-08  | 3.43E-03 | 61.8  | 17.7 | 62.1  | 12.8  | 1.030 |
|        | T500 | -7.63E-10 | 4.91E-09  | 3.60E-08  | 3.30E-03 | 61.5  | 24.0 | 62.0  | 19.1  | 0.991 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37059C | NRM  | 1.47E-08  | 2.78E-08  | 2.49E-08  | 3.65E-03 | 94.2  | -6.2 | 94.4  | -10.9 | 1.000 |
|        | T300 | 4.25E-09  | 1.66E-08  | 2.94E-08  | 3.09E-03 | 79.9  | 12.0 | 79.8  | 7.0   | 0.847 |
|        | T350 | 3.50E-09  | 1.62E-08  | 2.89E-08  | 3.03E-03 | 80.0  | 13.2 | 79.9  | 8.2   | 0.830 |

|        |      |           |           |          |          |       |       |       |       |       |
|--------|------|-----------|-----------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | T400 | 2.00E-10  | 1.17E-08  | 2.91E-08 | 2.85E-03 | 73.4  | 20.0  | 73.4  | 15.0  | 0.781 |
|        | T450 | -2.54E-09 | 1.05E-08  | 2.93E-08 | 2.84E-03 | 71.8  | 25.3  | 71.9  | 20.3  | 0.778 |
|        | T500 | -6.03E-09 | 6.38E-09  | 2.92E-08 | 2.77E-03 | 64.4  | 32.8  | 64.9  | 27.9  | 0.759 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37060A | NRM  | 1.13E-07  | -5.77E-08 | 5.01E-08 | 1.24E-02 | 49.0  | -1.9  | 48.8  | -6.4  | 1.000 |
|        | T350 | 7.35E-08  | -5.23E-08 | 4.16E-08 | 9.03E-03 | 42.2  | 3.0   | 42.2  | -1.2  | 0.728 |
|        | T400 | 6.84E-08  | -5.08E-08 | 4.09E-08 | 8.59E-03 | 41.4  | 4.1   | 41.5  | -0.1  | 0.693 |
|        | T450 | 6.04E-08  | -5.11E-08 | 4.22E-08 | 8.15E-03 | 38.9  | 7.3   | 39.2  | 3.3   | 0.657 |
|        | T500 | 4.78E-08  | -4.69E-08 | 3.93E-08 | 7.06E-03 | 36.1  | 10.7  | 36.6  | 6.8   | 0.569 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 37060C | NRM  | 1.33E-07  | -9.41E-09 | 6.86E-08 | 1.36E-02 | 64.4  | 4.3   | 64.4  | -0.6  | 1.000 |
|        | T300 | 9.70E-08  | -1.98E-08 | 5.97E-08 | 1.05E-02 | 58.0  | 8.5   | 58.2  | 3.7   | 0.772 |
|        | T350 | 9.31E-08  | -1.63E-08 | 5.73E-08 | 1.00E-02 | 59.4  | 8.5   | 59.6  | 3.7   | 0.735 |
|        | T400 | 8.26E-08  | -2.50E-08 | 5.90E-08 | 9.50E-03 | 53.8  | 12.2  | 54.2  | 7.5   | 0.699 |
|        | T450 | 7.47E-08  | -1.90E-08 | 5.34E-08 | 8.52E-03 | 56.0  | 12.3  | 56.3  | 7.6   | 0.626 |
|        | T500 | 6.64E-08  | -2.08E-08 | 5.18E-08 | 7.89E-03 | 53.7  | 14.5  | 54.0  | 9.8   | 0.580 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 38007C | NRM  | -3.45E-09 | -1.20E-08 | 4.56E-09 | 1.21E-03 | 12.0  | 22.1  | 13.9  | 17.5  | 1.000 |
|        | T350 | -1.64E-09 | -8.32E-09 | 4.34E-09 | 8.66E-04 | 20.6  | 20.0  | 22.1  | 14.7  | 0.716 |
|        | T400 | -1.72E-09 | -8.49E-09 | 4.21E-09 | 8.76E-04 | 19.3  | 19.9  | 20.8  | 14.7  | 0.724 |
|        | T450 | -1.79E-09 | -8.25E-09 | 3.82E-09 | 8.42E-04 | 17.5  | 20.1  | 19.0  | 15.1  | 0.696 |
|        | T500 | -4.44E-10 | -7.11E-09 | 3.86E-09 | 7.37E-04 | 24.2  | 14.1  | 25.1  | 8.5   | 0.609 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 38008A | NRM  | 5.41E-09  | 1.96E-09  | 8.56E-09 | 9.38E-04 | 50.7  | 20.3  | 51.1  | 13.4  | 1.000 |
|        | T350 | 5.23E-09  | 4.79E-09  | 6.76E-09 | 8.91E-04 | 69.2  | 13.3  | 69.0  | 6.3   | 0.950 |
|        | T400 | 3.64E-09  | 4.84E-09  | 8.28E-09 | 9.33E-04 | 70.5  | 25.5  | 70.1  | 18.6  | 0.995 |
|        | T450 | 4.44E-09  | 3.86E-09  | 5.98E-09 | 7.63E-04 | 67.4  | 14.5  | 67.3  | 7.6   | 0.813 |
|        | T500 | 4.28E-09  | 3.27E-09  | 5.56E-09 | 7.04E-04 | 64.8  | 13.9  | 64.7  | 6.9   | 0.751 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 38008B | NRM  | 4.72E-09  | -5.77E-09 | 5.30E-09 | 8.32E-04 | 12.5  | 7.2   | 13.0  | 2.6   | 1.000 |
|        | T350 | 3.78E-09  | -3.28E-09 | 3.18E-09 | 5.39E-04 | 18.4  | 0.9   | 18.3  | -4.2  | 0.648 |
|        | T400 | 4.07E-09  | -3.22E-09 | 1.94E-09 | 5.04E-04 | 15.7  | -11.0 | 14.5  | -15.7 | 0.606 |
|        | T450 | 3.49E-09  | -3.32E-09 | 2.75E-09 | 5.04E-04 | 15.2  | -0.6  | 15.0  | -5.4  | 0.606 |
|        | T500 | 3.90E-09  | -2.65E-09 | 1.64E-09 | 4.54E-04 | 18.9  | -13.7 | 17.5  | -18.7 | 0.546 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 38009A | NRM  | 3.41E-09  | -4.79E-09 | 7.18E-09 | 8.44E-04 | 359.8 | 29.1  | 3.0   | 25.7  | 1.000 |
|        | T350 | 3.54E-09  | -4.71E-09 | 7.72E-09 | 8.83E-04 | 1.8   | 30.4  | 5.0   | 26.8  | 1.046 |
|        | T400 | 3.14E-09  | -5.96E-09 | 8.26E-09 | 9.69E-04 | 355.0 | 31.6  | 358.7 | 28.6  | 1.148 |
|        | T450 | 3.68E-09  | -5.86E-09 | 6.81E-09 | 8.83E-04 | 354.4 | 24.7  | 357.1 | 21.9  | 1.046 |
|        | T500 | 3.81E-09  | -5.76E-09 | 5.96E-09 | 8.29E-04 | 353.5 | 20.9  | 355.8 | 18.2  | 0.982 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 38010A | NRM  | 2.44E-09  | -6.78E-09 | 5.92E-09 | 8.48E-04 | 21.7  | 13.3  | 22.5  | 7.9   | 1.000 |
|        | T300 | 1.75E-09  | -4.37E-09 | 6.12E-09 | 7.02E-04 | 32.6  | 21.2  | 33.7  | 15.1  | 0.828 |
|        | T350 | 2.57E-09  | -4.16E-09 | 6.19E-09 | 7.17E-04 | 36.6  | 16.4  | 37.3  | 10.1  | 0.846 |
|        | T400 | 1.94E-09  | -5.26E-09 | 5.68E-09 | 7.26E-04 | 26.4  | 17.2  | 27.4  | 11.5  | 0.856 |
|        | T450 | 2.31E-09  | -6.38E-09 | 4.25E-09 | 7.28E-04 | 16.4  | 8.1   | 16.9  | 3.2   | 0.858 |
|        | T500 | 2.46E-09  | -3.90E-09 | 4.55E-09 | 5.89E-04 | 32.2  | 10.8  | 32.7  | 4.7   | 0.695 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 38010C | NRM  | 1.85E-10  | -6.10E-09 | 1.02E-08 | 1.08E-03 | 32.1  | 26.2  | 33.6  | 20.1  | 1.000 |
|        | T350 | -5.75E-10 | -1.81E-09 | 9.85E-09 | 9.12E-04 | 54.3  | 34.7  | 54.9  | 27.7  | 0.844 |
|        | T400 | -8.49E-10 | -3.18E-09 | 9.89E-09 | 9.48E-04 | 45.2  | 34.9  | 46.4  | 28.2  | 0.878 |
|        | T450 | -1.42E-10 | -2.83E-09 | 9.52E-09 | 9.03E-04 | 47.5  | 31.3  | 48.4  | 24.5  | 0.836 |
|        | T500 | 3.98E-10  | -2.37E-09 | 8.68E-09 | 8.19E-04 | 49.6  | 28.2  | 50.3  | 21.4  | 0.758 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(An2)   | Yc(An2)   | Zc(An2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 38011A | NRM  | 6.24E-09  | 2.96E-09  | 2.75E-08 | 2.58E-03 | 53.9  | 29.0  | 54.3  | 22.1  | 1.000 |
|        | T100 | 5.62E-09  | 3.91E-09  | 2.64E-08 | 2.48E-03 | 56.5  | 29.6  | 56.8  | 22.7  | 0.961 |
|        | T150 | 5.46E-09  | 3.79E-09  | 2.62E-08 | 2.46E-03 | 56.3  | 29.9  | 56.6  | 22.9  | 0.953 |
|        | T200 | 5.06E-09  | 5.01E-09  | 2.50E-08 | 2.36E-03 | 59.8  | 29.9  | 60.0  | 22.9  | 0.915 |
|        | T250 | 4.84E-09  | 5.63E-09  | 2.48E-08 | 2.35E-03 | 61.6  | 30.1  | 61.6  | 23.1  | 0.911 |
|        | T300 | 5.31E-09  | 6.23E-09  | 2.47E-08 | 2.37E-03 | 62.9  | 28.9  | 62.8  | 21.9  | 0.919 |

|               |          |           |           |           |          |       |       |       |       |       |
|---------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T350          | 5.35E-09 | 5.39E-09  | 2.34E-08  | 2.24E-03  | 61.4     | 28.3  | 61.4  | 21.3  | 0.868 |       |
| T400          | 3.96E-09 | 5.93E-09  | 2.25E-08  | 2.15E-03  | 64.0     | 30.9  | 63.9  | 23.9  | 0.833 |       |
| T450          | 3.89E-09 | 6.54E-09  | 2.26E-08  | 2.17E-03  | 65.6     | 30.9  | 65.4  | 23.9  | 0.841 |       |
| T500          | 3.66E-09 | 5.36E-09  | 2.32E-08  | 2.19E-03  | 62.2     | 32.1  | 62.2  | 25.1  | 0.849 |       |
| T550          | 4.14E-09 | 5.27E-09  | 2.20E-08  | 2.09E-03  | 62.4     | 30.4  | 62.4  | 23.4  | 0.810 |       |
| T600          | 2.44E-09 | 5.43E-09  | 2.03E-08  | 1.92E-03  | 65.0     | 33.8  | 64.8  | 26.8  | 0.744 |       |
| T650          | 4.14E-09 | 4.60E-09  | 1.86E-08  | 1.78E-03  | 62.5     | 28.6  | 62.5  | 21.6  | 0.690 |       |
| T680          | 5.96E-09 | -2.58E-10 | 1.38E-08  | 1.37E-03  | 46.0     | 18.6  | 46.5  | 11.9  | 0.531 |       |
| T730          | 2.43E-10 | 1.43E-09  | 4.67E-10  | 1.39E-04  | 117.4    | 5.0   | 117.1 | 1.0   | 0.054 |       |
| SAMPLE 38011B | PAL      | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|               | NRM      | 9.51E-09  | -1.04E-08 | 2.99E-08  | 3.00E-03 | 27.4  | 20.2  | 28.6  | 14.4  | 1.000 |
|               | T350     | 6.06E-09  | -8.25E-09 | 2.61E-08  | 2.55E-03 | 28.1  | 24.7  | 29.6  | 18.8  | 0.850 |
|               | T400     | 7.94E-09  | -7.65E-09 | 2.44E-08  | 2.43E-03 | 29.3  | 20.1  | 30.4  | 14.1  | 0.810 |
|               | T450     | 7.81E-09  | -6.19E-09 | 2.56E-08  | 2.50E-03 | 33.0  | 21.4  | 34.1  | 15.3  | 0.833 |
|               | T500     | 6.67E-09  | -7.43E-09 | 2.25E-08  | 2.24E-03 | 28.1  | 21.4  | 29.4  | 15.5  | 0.747 |
| SAMPLE 38011C | PAL      | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|               | NRM      | -2.58E-09 | 6.09E-09  | 1.45E-09  | 6.16E-04 | 35.3  | 21.8  | 36.4  | 15.6  | 1.000 |
|               | T300     | -3.50E-09 | 3.49E-09  | 1.92E-09  | 4.82E-04 | 52.4  | 39.5  | 53.2  | 32.6  | 0.782 |
|               | T350     | -3.93E-09 | 3.10E-09  | 2.97E-09  | 5.29E-04 | 53.8  | 50.7  | 54.8  | 43.7  | 0.859 |
|               | T400     | -2.94E-09 | 2.40E-09  | 1.82E-09  | 3.83E-04 | 56.1  | 45.8  | 56.8  | 38.8  | 0.622 |
|               | T450     | -2.29E-09 | 2.07E-09  | 1.49E-09  | 3.12E-04 | 52.7  | 44.8  | 53.7  | 37.8  | 0.506 |
|               | T500     | -1.81E-09 | 2.18E-09  | 7.12E-10  | 2.66E-04 | 50.6  | 30.9  | 51.3  | 24.0  | 0.432 |
| SAMPLE 100D   | PAL      | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|               | NRM      | -2.86E-09 | -6.78E-09 | 9.55E-09  | 1.10E-03 | 48.1  | 32.6  | 39.6  | 20.1  | 1.000 |
|               | T50      | -2.87E-09 | -7.65E-09 | 8.11E-09  | 1.05E-03 | 39.2  | 30.9  | 32.6  | 16.2  | 0.955 |
|               | T100     | -2.72E-09 | -6.32E-09 | 6.19E-09  | 8.41E-04 | 35.7  | 32.7  | 29.1  | 17.1  | 0.765 |
|               | T150     | -1.57E-09 | -5.14E-09 | 6.49E-09  | 7.66E-04 | 45.8  | 28.9  | 38.9  | 16.0  | 0.696 |
|               | T200     | -2.17E-09 | -3.45E-09 | 5.26E-09  | 6.05E-04 | 48.7  | 38.3  | 38.0  | 25.6  | 0.550 |
|               | T250     | -1.11E-09 | -2.66E-09 | 4.65E-09  | 4.97E-04 | 55.0  | 32.1  | 45.6  | 21.6  | 0.452 |
|               | T300     | -1.11E-09 | -2.31E-09 | 4.72E-09  | 4.88E-04 | 59.1  | 33.1  | 48.8  | 23.8  | 0.444 |
|               | T350     | -7.81E-10 | -2.16E-09 | 3.76E-09  | 4.01E-04 | 55.3  | 30.6  | 46.5  | 20.3  | 0.365 |
|               | T400     | -8.70E-10 | -1.29E-09 | 3.12E-09  | 3.17E-04 | 62.7  | 36.3  | 50.4  | 27.8  | 0.288 |
|               | T450     | -5.20E-10 | -6.79E-10 | 1.53E-09  | 1.59E-04 | 60.2  | 38.8  | 47.3  | 29.3  | 0.145 |
|               | T500     | -1.98E-10 | -3.30E-10 | 9.79E-10  | 9.56E-05 | 67.9  | 33.4  | 56.2  | 26.8  | 0.087 |
|               | T550     | -8.63E-10 | -2.32E-10 | 9.05E-10  | 1.16E-04 | 64.0  | 65.4  | 32.7  | 53.9  | 0.105 |
|               | T600     | -2.46E-10 | -2.36E-10 | 5.44E-10  | 5.84E-05 | 59.3  | 44.0  | 44.1  | 33.9  | 0.053 |
|               | T650     | 1.34E-10  | -6.35E-11 | -6.80E-11 | 1.48E-05 | 353.2 | -66.9 | 21.1  | -87.6 | 0.013 |
| SAMPLE 303B   | PAL      | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|               | NRM      | 3.57E-09  | -3.25E-08 | 4.21E-08  | 4.85E-03 | 22.1  | 44.0  | 356.8 | 60.7  | 1.000 |
|               | T50      | 6.53E-09  | -2.14E-08 | 2.81E-08  | 3.27E-03 | 29.1  | 39.8  | 10.0  | 59.5  | 0.674 |
|               | T100     | 7.34E-09  | -2.41E-08 | 2.27E-08  | 3.08E-03 | 23.5  | 31.6  | 8.4   | 50.1  | 0.635 |
|               | T150     | 8.86E-09  | -2.04E-08 | 1.77E-08  | 2.58E-03 | 26.9  | 26.2  | 15.4  | 46.2  | 0.532 |
|               | T200     | 8.84E-09  | -1.58E-08 | 1.48E-08  | 2.13E-03 | 31.7  | 25.1  | 22.0  | 46.5  | 0.439 |
|               | T250     | 9.47E-09  | -1.19E-08 | 1.28E-08  | 1.81E-03 | 39.3  | 23.2  | 32.4  | 46.3  | 0.373 |
|               | T300     | 9.94E-09  | -9.93E-09 | 1.21E-08  | 1.69E-03 | 44.7  | 22.2  | 39.7  | 46.2  | 0.348 |
|               | T350     | 9.80E-09  | -1.01E-08 | 1.19E-08  | 1.68E-03 | 43.8  | 21.9  | 38.6  | 45.8  | 0.346 |
|               | T400     | 8.98E-09  | -8.48E-09 | 1.04E-08  | 1.47E-03 | 45.7  | 21.2  | 41.2  | 45.4  | 0.303 |
|               | T450     | 6.23E-09  | -6.42E-09 | 6.85E-09  | 1.02E-03 | 42.9  | 19.3  | 38.0  | 43.1  | 0.210 |
|               | T500     | 1.72E-09  | -1.28E-09 | 1.67E-09  | 2.47E-04 | 50.4  | 17.7  | 47.8  | 42.3  | 0.051 |
| SAMPLE 305D   | PAL      | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|               | NRM      | -4.02E-09 | -1.91E-08 | 2.46E-08  | 2.85E-03 | 16.9  | 43.6  | 6.3   | 40.8  | 1.000 |
|               | T50      | 1.42E-09  | -8.19E-09 | 1.37E-08  | 1.46E-03 | 33.9  | 37.5  | 24.5  | 38.4  | 0.512 |
|               | T100     | 2.62E-09  | -8.18E-09 | 8.21E-09  | 1.08E-03 | 25.4  | 23.5  | 20.2  | 23.0  | 0.379 |
|               | T150     | 2.42E-09  | -6.35E-09 | 6.18E-09  | 8.35E-04 | 26.3  | 20.9  | 21.7  | 20.7  | 0.293 |
|               | T200     | 3.50E-09  | -4.71E-09 | 5.93E-09  | 7.58E-04 | 37.9  | 16.8  | 34.0  | 19.1  | 0.266 |
|               | T250     | 3.25E-09  | -3.94E-09 | 5.31E-09  | 6.70E-04 | 40.1  | 16.4  | 36.4  | 19.2  | 0.235 |
|               | T300     | 2.44E-09  | -3.74E-09 | 5.51E-09  | 6.45E-04 | 39.1  | 22.8  | 33.9  | 25.2  | 0.226 |
|               | T350     | 2.19E-09  | -3.32E-09 | 4.92E-09  | 5.75E-04 | 39.3  | 22.7  | 34.1  | 25.2  | 0.202 |
|               | T400     | 1.51E-09  | -3.33E-09 | 4.26E-09  | 5.42E-04 | 38.3  | 16.9  | 34.4  | 19.3  | 0.190 |
|               | T450     | 1.85E-09  | -2.64E-09 | 3.33E-09  | 4.21E-04 | 37.2  | 17.9  | 33.2  | 20.0  | 0.148 |
|               | T500     | 9.76E-10  | -1.98E-09 | 2.46E-09  | 3.00E-04 | 33.4  | 23.1  | 28.1  | 24.3  | 0.105 |
|               | T550     | 1.24E-09  | -1.58E-09 | 3.08E-10  | 1.85E-04 | 20.2  | -15.4 | 23.6  | -16.5 | 0.065 |
| SAMPLE        | PAL      | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |

|      |      |          |           |          |          |      |      |      |      |       |
|------|------|----------|-----------|----------|----------|------|------|------|------|-------|
| 307D | NRM  | 1.95E-09 | -6.71E-09 | 1.05E-08 | 1.15E-03 | 25.4 | 33.3 | 17.6 | 32.6 | 1.000 |
|      | T50  | 3.99E-09 | -4.32E-09 | 8.01E-09 | 9.03E-04 | 37.0 | 21.9 | 32.0 | 23.9 | 0.785 |
|      | T100 | 4.00E-09 | -3.66E-09 | 6.66E-09 | 7.81E-04 | 38.4 | 18.0 | 34.3 | 20.4 | 0.679 |
|      | T150 | 3.11E-09 | -3.23E-09 | 6.11E-09 | 6.89E-04 | 37.7 | 21.6 | 32.8 | 23.8 | 0.599 |
|      | T200 | 3.80E-09 | -2.57E-09 | 4.52E-09 | 5.85E-04 | 41.1 | 10.0 | 38.7 | 13.1 | 0.509 |
|      | T250 | 3.16E-09 | -1.81E-09 | 4.13E-09 | 5.01E-04 | 45.3 | 12.8 | 42.3 | 16.7 | 0.436 |
|      | T300 | 2.57E-09 | -9.57E-10 | 3.45E-09 | 4.01E-04 | 52.1 | 14.0 | 48.8 | 19.1 | 0.349 |
|      | T350 | 1.74E-09 | -7.47E-10 | 2.94E-09 | 3.18E-04 | 51.9 | 19.9 | 47.4 | 24.9 | 0.277 |
|      | T400 | 1.74E-09 | -1.95E-10 | 2.78E-09 | 2.99E-04 | 61.4 | 18.9 | 57.3 | 25.7 | 0.260 |
|      | T450 | 1.49E-09 | -5.38E-10 | 2.04E-09 | 2.35E-04 | 52.6 | 14.5 | 49.2 | 19.8 | 0.204 |
|      | T500 | 8.09E-10 | 6.68E-11  | 9.30E-10 | 1.12E-04 | 68.1 | 10.0 | 65.9 | 18.0 | 0.097 |

| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 315D   | NRM  | -4.24E-09 | -5.36E-09 | 2.14E-08  | 2.04E-03 | 268.7 | 25.4  | 264.4 | 2.7   | 1.000 |
|        | T50  | 4.64E-10  | 1.67E-10  | 1.26E-08  | 1.15E-03 | 284.8 | 12.9  | 283.0 | -3.8  | 0.564 |
|        | T100 | 1.43E-09  | 9.71E-10  | 1.01E-08  | 9.32E-04 | 289.5 | 6.9   | 289.6 | -7.5  | 0.457 |
|        | T150 | 1.44E-09  | 8.44E-10  | 7.72E-09  | 7.18E-04 | 290.2 | 4.4   | 291.3 | -9.5  | 0.352 |
|        | T200 | 2.94E-09  | -1.95E-09 | 5.59E-09  | 6.01E-04 | 266.4 | -12.2 | 274.3 | -33.7 | 0.295 |
|        | T201 | 3.31E-09  | -8.69E-10 | 6.25E-09  | 6.48E-04 | 276.8 | -12.8 | 285.7 | -30.6 | 0.318 |
|        | T250 | 4.37E-09  | -4.21E-09 | 4.33E-09  | 6.78E-04 | 245.6 | -24.6 | 252.9 | -51.1 | 0.332 |
|        | T300 | 4.19E-09  | -4.33E-09 | 4.39E-09  | 6.78E-04 | 244.9 | -23.0 | 251.4 | -49.7 | 0.332 |
|        | T350 | 4.50E-09  | -4.59E-09 | 3.90E-09  | 6.84E-04 | 241.1 | -26.4 | 246.8 | -53.6 | 0.335 |
|        | T400 | 4.03E-09  | -5.26E-09 | 3.75E-09  | 6.92E-04 | 235.6 | -22.6 | 238.1 | -50.4 | 0.339 |
|        | T450 | 3.35E-09  | -3.91E-09 | 2.77E-09  | 5.32E-04 | 236.2 | -25.5 | 239.3 | -53.3 | 0.261 |
|        | T500 | 1.61E-09  | -1.45E-09 | 2.07E-09  | 2.72E-04 | 253.0 | -19.9 | 261.3 | -45.0 | 0.133 |
|        | T550 | 5.00E-10  | -3.85E-09 | -1.44E-09 | 3.76E-04 | 175.9 | -11.9 | 167.3 | -26.8 | 0.184 |

| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 322B   | NRM  | -2.89E-09 | -9.93E-09 | 7.42E-09  | 1.16E-03 | 0.3   | 37.7  | 355.4 | 35.4  | 1.000 |
|        | T50  | -1.53E-09 | -7.47E-09 | 4.34E-09  | 7.98E-04 | 3.6   | 31.1  | 359.7 | 29.2  | 0.688 |
|        | T100 | -9.69E-10 | -6.78E-09 | 3.89E-09  | 7.16E-04 | 7.1   | 30.5  | 3.1   | 29.0  | 0.617 |
|        | T150 | 4.38E-11  | -5.89E-09 | 2.87E-09  | 5.96E-04 | 14.8  | 25.6  | 11.5  | 25.1  | 0.514 |
|        | T200 | -1.65E-10 | -4.85E-09 | 2.85E-09  | 5.12E-04 | 13.3  | 30.3  | 9.3   | 29.6  | 0.441 |
|        | T250 | -5.89E-11 | -4.26E-09 | 2.44E-09  | 4.46E-04 | 14.3  | 29.5  | 10.4  | 29.0  | 0.384 |
|        | T300 | 5.12E-10  | -3.55E-09 | 1.90E-09  | 3.69E-04 | 22.7  | 26.3  | 19.3  | 26.8  | 0.318 |
|        | T350 | 4.06E-10  | -2.61E-09 | 2.86E-09  | 3.54E-04 | 28.0  | 45.2  | 20.9  | 46.1  | 0.305 |
|        | T400 | 9.50E-10  | -2.79E-09 | 2.14E-09  | 3.31E-04 | 34.5  | 32.7  | 30.0  | 34.5  | 0.285 |
|        | T450 | 3.23E-11  | -1.87E-09 | 1.72E-09  | 2.31E-04 | 19.1  | 41.8  | 12.9  | 41.7  | 0.199 |
|        | T500 | -1.10E-10 | -1.19E-09 | 1.21E-09  | 1.55E-04 | 13.9  | 45.5  | 6.9   | 44.7  | 0.134 |
|        | T550 | -1.95E-10 | 3.46E-10  | -4.80E-10 | 5.66E-05 | 227.7 | -45.4 | 221.0 | -48.6 | 0.049 |

| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)  | Zc(Am2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
|--------|------|-----------|----------|----------|----------|-------|------|-------|------|-------|
| 327B   | NRM  | -3.34E-09 | 6.57E-09 | 5.52E-09 | 8.37E-04 | 49.6  | 37.7 | 54.8  | 40.5 | 1.000 |
|        | T50  | -3.55E-09 | 7.53E-09 | 3.22E-09 | 8.11E-04 | 48.5  | 22.0 | 51.3  | 25.1 | 0.969 |
|        | T100 | -3.42E-09 | 7.17E-09 | 2.51E-09 | 7.57E-04 | 48.9  | 18.4 | 51.2  | 21.5 | 0.904 |
|        | T150 | -2.30E-09 | 7.05E-09 | 2.27E-09 | 7.05E-04 | 41.5  | 17.6 | 43.6  | 21.5 | 0.842 |
|        | T200 | -2.40E-09 | 6.20E-09 | 2.00E-09 | 6.31E-04 | 44.6  | 17.5 | 46.7  | 21.0 | 0.754 |
|        | T250 | -2.29E-09 | 5.49E-09 | 1.79E-09 | 5.65E-04 | 46.1  | 17.5 | 48.2  | 20.9 | 0.675 |
|        | T300 | -2.63E-09 | 5.10E-09 | 1.66E-09 | 5.43E-04 | 50.7  | 17.0 | 52.9  | 19.9 | 0.649 |
|        | T350 | -1.88E-09 | 3.75E-09 | 1.34E-09 | 4.00E-04 | 50.0  | 18.6 | 52.4  | 21.5 | 0.478 |
|        | T400 | -8.06E-10 | 1.10E-09 | 8.75E-10 | 1.47E-04 | 59.2  | 33.9 | 63.9  | 35.6 | 0.176 |
|        | T450 | -3.44E-11 | 2.26E-09 | 5.89E-10 | 2.12E-04 | 24.4  | 14.6 | 25.7  | 20.1 | 0.253 |
|        | T500 | 3.63E-10  | 4.74E-10 | 5.27E-10 | 7.24E-05 | 345.2 | 40.2 | 345.1 | 47.2 | 0.086 |

| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)  | Yc(Am2)   | Zc(Am2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig   | Ds    | Is   | M/Mo  |
|--------|------|----------|-----------|----------|----------|-------|------|-------|------|-------|
| 328A   | NRM  | 3.89E-09 | 4.69E-09  | 1.01E-08 | 1.07E-03 | 10.9  | 52.6 | 11.5  | 54.5 | 1.000 |
|        | T50  | 3.38E-09 | 6.67E-09  | 7.37E-09 | 9.54E-04 | 26.0  | 40.0 | 26.9  | 41.8 | 0.892 |
|        | T100 | 3.95E-09 | 5.57E-09  | 6.40E-09 | 8.51E-04 | 18.6  | 37.5 | 19.2  | 39.4 | 0.795 |
|        | T150 | 3.75E-09 | 5.02E-09  | 4.93E-09 | 7.25E-04 | 18.3  | 32.5 | 18.8  | 34.4 | 0.678 |
|        | T200 | 2.92E-09 | 4.51E-09  | 5.30E-09 | 6.86E-04 | 20.5  | 39.3 | 21.2  | 41.1 | 0.641 |
|        | T250 | 3.24E-09 | 4.31E-09  | 5.23E-09 | 6.83E-04 | 17.0  | 38.3 | 17.6  | 40.2 | 0.638 |
|        | T300 | 1.66E-09 | 3.87E-09  | 3.50E-09 | 4.98E-04 | 30.5  | 35.7 | 31.4  | 37.4 | 0.465 |
|        | T350 | 1.84E-09 | 3.79E-09  | 3.52E-09 | 4.99E-04 | 28.0  | 35.5 | 28.8  | 37.2 | 0.466 |
|        | T400 | 1.78E-09 | 2.19E-09  | 1.77E-09 | 3.03E-04 | 17.1  | 26.2 | 17.5  | 28.1 | 0.283 |
|        | T450 | 1.66E-09 | 1.44E-09  | 2.44E-09 | 2.99E-04 | 5.5   | 40.9 | 5.7   | 42.9 | 0.279 |
|        | T500 | 7.96E-10 | 1.41E-09  | 1.83E-09 | 2.22E-04 | 22.7  | 43.5 | 23.6  | 45.3 | 0.207 |
|        | T550 | 6.12E-10 | 2.78E-10  | 5.10E-10 | 7.67E-05 | 352.1 | 28.9 | 352.0 | 30.9 | 0.072 |
|        | T600 | 1.68E-09 | -3.24E-10 | 8.49E-10 | 1.74E-04 | 319.8 | 17.5 | 319.3 | 19.1 | 0.163 |



| SAMPLE | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|--------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 330B   | NRM       | -4.72E-09 | 2.74E-09  | 1.07E-08 | 1.09E-03 | 29.3  | 69.5  | 41.0  | 67.5  | 1.000 |
|        | T50       | -2.84E-09 | 6.61E-09  | 9.13E-09 | 1.06E-03 | 353.1 | 54.3  | 0.0   | 55.6  | 0.972 |
|        | T100      | -2.83E-09 | 5.31E-09  | 7.63E-09 | 8.83E-04 | 358.1 | 54.9  | 5.3   | 55.8  | 0.810 |
|        | T150      | -2.48E-09 | 4.42E-09  | 6.74E-09 | 7.67E-04 | 359.0 | 56.3  | 6.5   | 57.2  | 0.704 |
|        | T200      | -2.54E-09 | 3.24E-09  | 6.35E-09 | 6.88E-04 | 6.7   | 61.4  | 15.9  | 61.4  | 0.631 |
|        | T250      | -2.62E-09 | 3.96E-09  | 5.46E-09 | 6.58E-04 | 4.9   | 52.9  | 11.5  | 53.2  | 0.604 |
|        | T300      | -2.34E-09 | 4.42E-09  | 5.52E-09 | 6.77E-04 | 359.3 | 51.0  | 5.5   | 51.9  | 0.621 |
|        | T350      | -3.72E-09 | 2.97E-09  | 4.12E-09 | 5.72E-04 | 26.3  | 46.9  | 31.3  | 45.5  | 0.525 |
|        | T400      | -3.29E-09 | 3.13E-10  | 4.72E-09 | 5.24E-04 | 63.1  | 63.0  | 68.5  | 58.9  | 0.481 |
|        | T450      | -1.96E-10 | -4.46E-10 | 1.83E-09 | 1.72E-04 | 167.7 | 76.3  | 152.0 | 73.6  | 0.158 |
| T500   | -5.98E-10 | 9.00E-10  | 7.74E-10  | 1.21E-04 | 8.3      | 39.7  | 12.5  | 39.9  | 0.111 |       |
| 331D   | NRM       | -3.87E-09 | 6.48E-09  | 8.13E-09 | 1.01E-03 | 356.2 | 53.0  | 5.2   | 55.6  | 1.000 |
|        | T50       | -1.51E-09 | 7.79E-09  | 6.70E-09 | 9.44E-04 | 340.0 | 41.4  | 345.1 | 45.9  | 0.935 |
|        | T100      | -1.89E-09 | 7.18E-09  | 6.20E-09 | 8.79E-04 | 343.8 | 42.0  | 349.2 | 46.2  | 0.870 |
|        | T150      | -1.58E-09 | 6.88E-09  | 5.58E-09 | 8.18E-04 | 342.7 | 40.1  | 347.7 | 44.4  | 0.810 |
|        | T200      | -1.54E-09 | 5.84E-09  | 4.52E-09 | 6.86E-04 | 345.1 | 39.2  | 350.1 | 43.2  | 0.679 |
|        | T250      | -1.79E-09 | 5.38E-09  | 4.74E-09 | 6.72E-04 | 347.3 | 43.0  | 353.2 | 46.8  | 0.665 |
|        | T300      | -2.56E-09 | 4.67E-09  | 4.53E-09 | 6.36E-04 | 357.6 | 46.1  | 4.6   | 48.7  | 0.630 |
|        | T350      | -1.96E-09 | 4.25E-09  | 4.09E-09 | 5.65E-04 | 353.1 | 45.8  | 359.9 | 49.0  | 0.559 |
|        | T400      | -2.20E-09 | 3.62E-09  | 3.67E-09 | 5.10E-04 | 360.0 | 47.2  | 7.4   | 49.5  | 0.505 |
|        | T450      | -1.60E-09 | 1.42E-09  | 1.81E-09 | 2.55E-04 | 19.2  | 50.5  | 27.7  | 50.5  | 0.252 |
| T500   | -7.62E-10 | 9.14E-10  | 1.31E-09  | 1.61E-04 | 5.5      | 55.7  | 15.8  | 57.2  | 0.159 |       |
| 334B   | NRM       | -2.24E-09 | 7.48E-09  | 4.94E-09 | 8.40E-04 | 30.9  | 33.9  | 35.6  | 34.2  | 1.000 |
|        | T50       | -1.36E-09 | 8.06E-09  | 2.91E-09 | 7.89E-04 | 25.4  | 20.5  | 28.1  | 21.6  | 0.939 |
|        | T100      | -1.13E-09 | 6.95E-09  | 2.57E-09 | 6.81E-04 | 25.0  | 20.9  | 27.7  | 22.1  | 0.811 |
|        | T150      | -1.35E-09 | 6.53E-09  | 1.39E-09 | 6.19E-04 | 28.4  | 12.9  | 30.0  | 13.8  | 0.737 |
|        | T200      | -1.62E-09 | 5.75E-09  | 2.14E-09 | 5.77E-04 | 31.6  | 21.2  | 34.3  | 21.6  | 0.687 |
|        | T250      | -1.35E-09 | 5.58E-09  | 1.57E-09 | 5.41E-04 | 29.9  | 16.6  | 32.1  | 17.2  | 0.644 |
|        | T300      | -1.29E-09 | 4.40E-09  | 2.15E-09 | 4.60E-04 | 31.5  | 26.7  | 35.1  | 27.0  | 0.548 |
|        | T350      | -1.43E-09 | 4.74E-09  | 2.28E-09 | 4.96E-04 | 32.0  | 26.3  | 35.5  | 26.6  | 0.590 |
|        | T400      | -1.12E-09 | 3.68E-09  | 1.88E-09 | 3.89E-04 | 32.0  | 27.6  | 35.7  | 27.9  | 0.463 |
|        | T450      | -1.53E-09 | 3.11E-09  | 2.20E-09 | 3.73E-04 | 40.6  | 34.9  | 45.3  | 34.0  | 0.444 |
| T500   | -2.52E-10 | 1.91E-09  | 1.35E-09  | 2.14E-04 | 21.3     | 35.6  | 26.3  | 37.1  | 0.255 |       |
| T550   | -1.91E-10 | 1.02E-09  | 2.15E-10  | 9.63E-05 | 27.3     | 12.7  | 29.0  | 13.7  | 0.115 |       |
| T600   | 2.18E-10  | 6.08E-11  | 2.54E-10  | 3.09E-05 | 302.0    | 42.5  | 301.5 | 49.5  | 0.037 |       |
| 336A   | NRM       | -8.56E-09 | 4.32E-09  | 8.97E-09 | 1.19E-03 | 44.3  | 48.4  | 50.5  | 44.6  | 1.000 |
|        | T50       | -5.84E-09 | 6.50E-09  | 5.83E-09 | 9.55E-04 | 22.7  | 37.6  | 27.8  | 36.3  | 0.803 |
|        | T100      | -5.57E-09 | 6.82E-09  | 4.84E-09 | 9.13E-04 | 20.4  | 32.5  | 24.8  | 31.6  | 0.767 |
|        | T150      | -5.61E-09 | 5.46E-09  | 4.03E-09 | 8.00E-04 | 27.4  | 31.5  | 31.4  | 29.7  | 0.672 |
|        | T200      | -5.04E-09 | 4.77E-09  | 3.66E-09 | 7.13E-04 | 28.1  | 32.1  | 32.2  | 30.2  | 0.599 |
|        | T250      | -4.37E-09 | 4.97E-09  | 3.33E-09 | 6.74E-04 | 22.8  | 30.6  | 26.8  | 29.4  | 0.566 |
|        | T300      | -4.58E-09 | 3.95E-09  | 2.93E-09 | 6.11E-04 | 31.1  | 30.3  | 34.8  | 28.2  | 0.513 |
|        | T350      | -3.83E-09 | 3.58E-09  | 3.14E-09 | 5.56E-04 | 28.2  | 35.2  | 32.8  | 33.3  | 0.467 |
|        | T400      | -3.99E-09 | 3.39E-09  | 3.63E-09 | 5.79E-04 | 30.6  | 39.2  | 35.9  | 37.0  | 0.487 |
|        | T450      | -1.34E-09 | 1.34E-09  | 1.53E-09 | 2.21E-04 | 25.2  | 43.0  | 31.4  | 41.4  | 0.186 |
| T500   | -1.04E-09 | 5.61E-10  | 2.02E-09  | 2.13E-04 | 39.7     | 64.8  | 51.6  | 61.2  | 0.179 |       |
| 338D   | NRM       | -7.31E-09 | 4.07E-09  | 1.38E-09 | 7.71E-04 | 6.8   | 17.2  | 7.4   | 16.8  | 1.000 |
|        | T50       | -7.13E-09 | 4.47E-09  | 5.46E-10 | 7.67E-04 | 4.3   | 11.3  | 4.7   | 11.0  | 0.995 |
|        | T100      | -6.67E-09 | 5.03E-09  | 8.25E-10 | 7.63E-04 | 359.1 | 12.8  | 359.5 | 12.6  | 0.990 |
|        | T150      | -6.46E-09 | 4.37E-09  | 1.94E-10 | 7.09E-04 | 2.5   | 8.9   | 2.8   | 8.6   | 0.920 |
|        | T200      | -6.35E-09 | 3.89E-09  | 6.85E-10 | 6.80E-04 | 4.7   | 12.9  | 5.2   | 12.6  | 0.882 |
|        | T250      | -5.91E-09 | 3.68E-09  | 4.01E-10 | 6.34E-04 | 4.5   | 10.9  | 4.9   | 10.6  | 0.822 |
|        | T300      | -4.90E-09 | 2.11E-09  | 1.38E-09 | 5.01E-04 | 12.5  | 22.7  | 13.3  | 22.1  | 0.650 |
|        | T350      | -4.12E-09 | 2.39E-09  | 4.00E-10 | 4.35E-04 | 6.2   | 12.6  | 6.6   | 12.2  | 0.564 |
|        | T400      | -3.53E-09 | 1.74E-09  | 1.75E-09 | 3.92E-04 | 8.6   | 32.0  | 9.8   | 31.5  | 0.508 |
|        | T450      | -1.30E-09 | 6.92E-10  | 5.17E-10 | 1.42E-04 | 7.1   | 27.2  | 8.1   | 26.8  | 0.184 |
| T500   | -6.21E-10 | -7.72E-11 | 5.24E-10  | 7.42E-05 | 45.3     | 48.9  | 46.7  | 47.3  | 0.096 |       |
| 339B   | NRM       | -4.48E-08 | 3.03E-08  | 3.19E-08 | 5.71E-03 | 358.5 | 45.5  | 353.5 | 36.1  | 1.000 |



|               |            |                |                |                |                 |           |           |           |           |             |
|---------------|------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|
|               | T50        | -3.64E-08      | 3.07E-08       | 1.58E-08       | 4.56E-03        | 355.6     | 32.3      | 352.7     | 22.8      | 0.799       |
|               | T100       | -2.96E-08      | 2.73E-08       | 1.11E-08       | 3.80E-03        | 353.8     | 28.8      | 351.4     | 19.1      | 0.665       |
|               | T150       | -2.43E-08      | 2.10E-08       | 7.79E-09       | 3.00E-03        | 356.2     | 27.5      | 353.8     | 18.1      | 0.525       |
|               | T200       | -1.95E-08      | 1.35E-08       | 6.17E-09       | 2.23E-03        | 2.6       | 29.8      | 359.4     | 21.0      | 0.391       |
|               | T250       | -1.43E-08      | 7.65E-09       | 5.41E-09       | 1.55E-03        | 9.0       | 34.9      | 4.5       | 26.8      | 0.271       |
|               | T300       | -1.15E-08      | 4.19E-09       | 3.97E-09       | 1.17E-03        | 18.4      | 35.6      | 12.9      | 28.8      | 0.205       |
|               | T350       | -1.03E-08      | 2.84E-09       | 3.46E-09       | 1.02E-03        | 23.7      | 36.1      | 17.7      | 30.1      | 0.179       |
|               | T400       | -7.36E-09      | 9.67E-10       | 3.37E-09       | 7.41E-04        | 32.6      | 43.2      | 24.0      | 38.4      | 0.130       |
|               | T450       | -4.44E-09      | 8.47E-10       | 1.82E-09       | 4.43E-04        | 28.8      | 40.5      | 21.3      | 35.2      | 0.078       |
|               | T500       | -1.36E-09      | -1.92E-10      | 6.17E-10       | 1.37E-04        | 52.0      | 43.0      | 42.1      | 41.6      | 0.024       |
|               | T550       | -4.03E-10      | -4.16E-11      | 8.89E-10       | 8.88E-05        | 66.4      | 84.1      | 354.9     | 78.7      | 0.016       |
|               | T600       | 2.51E-11       | -3.53E-10      | 6.74E-10       | 6.92E-05        | 166.6     | 55.7      | 175.5     | 65.6      | 0.012       |
| <b>SAMPLE</b> | <b>PAL</b> | <b>Xc(Am2)</b> | <b>Yc(Am2)</b> | <b>Zc(Am2)</b> | <b>MAG(A/m)</b> | <b>Dg</b> | <b>Ig</b> | <b>Ds</b> | <b>Is</b> | <b>M/Mo</b> |
| <b>340D</b>   | <b>NRM</b> | -2.54E-08      | 4.43E-09       | 1.56E-08       | 2.74E-03        | 7.6       | 35.1      | 3.3       | 26.9      | 1.000       |
|               | T50        | -2.48E-08      | 7.41E-09       | 1.02E-08       | 2.53E-03        | 0.9       | 25.3      | 358.4     | 16.4      | 0.923       |
|               | T100       | -2.31E-08      | 7.59E-09       | 8.69E-09       | 2.35E-03        | 359.3     | 23.5      | 357.2     | 14.4      | 0.858       |
|               | T150       | -2.02E-08      | 6.64E-09       | 7.09E-09       | 2.04E-03        | 359.3     | 22.2      | 357.3     | 13.1      | 0.745       |
|               | T200       | -1.93E-08      | 6.31E-09       | 6.36E-09       | 1.93E-03        | 359.5     | 21.2      | 357.6     | 12.1      | 0.704       |
|               | T250       | -1.83E-08      | 5.81E-09       | 5.95E-09       | 1.83E-03        | 360.0     | 21.0      | 358.1     | 12.0      | 0.668       |
|               | T300       | -1.79E-08      | 5.58E-09       | 6.14E-09       | 1.79E-03        | 0.2       | 21.9      | 358.2     | 13.0      | 0.653       |
|               | T350       | -1.66E-08      | 6.09E-09       | 4.89E-09       | 1.67E-03        | 357.4     | 19.2      | 355.9     | 9.9       | 0.609       |
|               | T400       | -1.41E-08      | 5.27E-09       | 3.30E-09       | 1.40E-03        | 357.1     | 16.1      | 355.9     | 6.8       | 0.511       |
|               | T450       | -1.03E-08      | 6.09E-09       | -5.87E-10      | 1.09E-03        | 347.4     | 0.6       | 347.8     | -9.4      | 0.398       |
|               | T500       | -8.95E-09      | 4.41E-09       | 5.78E-10       | 9.09E-04        | 351.6     | 6.9       | 351.4     | -2.9      | 0.332       |
|               | T550       | -5.84E-09      | 2.19E-09       | -4.25E-10      | 5.68E-04        | 357.5     | -0.2      | 358.0     | -9.3      | 0.207       |
|               | T600       | -3.36E-10      | 2.93E-10       | 7.60E-10       | 8.01E-05        | 331.9     | 62.5      | 329.9     | 51.6      | 0.029       |
| <b>SAMPLE</b> | <b>PAL</b> | <b>Xc(Am2)</b> | <b>Yc(Am2)</b> | <b>Zc(Am2)</b> | <b>MAG(A/m)</b> | <b>Dg</b> | <b>Ig</b> | <b>Ds</b> | <b>Is</b> | <b>M/Mo</b> |
| <b>341A</b>   | <b>NRM</b> | -5.80E-09      | 9.16E-09       | 1.19E-08       | 1.46E-03        | 291.4     | 55.3      | 299.5     | 43.1      | 1.000       |
|               | T50        | -3.09E-09      | 7.65E-09       | 4.58E-09       | 8.58E-04        | 296.5     | 35.3      | 300.0     | 22.8      | 0.588       |
|               | T100       | 1.23E-09       | 6.78E-09       | 2.32E-09       | 6.61E-04        | 272.8     | 12.6      | 274.4     | 3.8       | 0.453       |
|               | T150       | 4.74E-09       | 3.40E-09       | 5.65E-10       | 5.33E-04        | 236.9     | -14.7     | 233.2     | -14.7     | 0.365       |
|               | T200       | 7.46E-09       | 2.25E-09       | 4.55E-10       | 7.10E-04        | 217.9     | -20.6     | 213.6     | -15.9     | 0.486       |
|               | T250       | 8.37E-09       | 1.34E-09       | 1.13E-10       | 7.71E-04        | 210.0     | -23.9     | 205.2     | -17.4     | 0.528       |
|               | T300       | 7.52E-09       | 1.56E-09       | 2.40E-10       | 6.99E-04        | 212.7     | -22.7     | 208.1     | -16.8     | 0.479       |
|               | T350       | 6.61E-09       | 1.31E-09       | 5.97E-10       | 6.15E-04        | 211.9     | -19.4     | 208.1     | -13.5     | 0.421       |
|               | T400       | 3.15E-09       | 2.72E-10       | 8.08E-10       | 2.97E-04        | 204.9     | -10.6     | 203.4     | -3.4      | 0.203       |
|               | T450       | -1.99E-10      | -5.55E-10      | 1.25E-09       | 1.26E-04        | 142.1     | 61.7      | 139.4     | 75.7      | 0.086       |
| <b>SAMPLE</b> | <b>PAL</b> | <b>Xc(Am2)</b> | <b>Yc(Am2)</b> | <b>Zc(Am2)</b> | <b>MAG(A/m)</b> | <b>Dg</b> | <b>Ig</b> | <b>Ds</b> | <b>Is</b> | <b>M/Mo</b> |
| <b>342C</b>   | <b>NRM</b> | 2.72E-09       | 8.80E-09       | 1.12E-08       | 1.32E-03        | 25.7      | 44.8      | 18.0      | 41.2      | 1.000       |
|               | T50        | 4.63E-09       | 8.78E-09       | 9.93E-09       | 1.28E-03        | 18.9      | 37.3      | 13.3      | 33.0      | 0.970       |
|               | T100       | 4.39E-09       | 8.61E-09       | 8.89E-09       | 1.19E-03        | 20.3      | 35.2      | 15.1      | 31.0      | 0.902       |
|               | T150       | 3.69E-09       | 8.50E-09       | 7.30E-09       | 1.07E-03        | 24.8      | 31.7      | 20.0      | 28.2      | 0.811       |
|               | T200       | 2.41E-09       | 7.90E-09       | 7.00E-09       | 9.84E-04        | 30.0      | 35.0      | 24.3      | 32.2      | 0.745       |
|               | T250       | 1.86E-09       | 7.81E-09       | 6.36E-09       | 9.31E-04        | 33.8      | 34.0      | 28.2      | 31.8      | 0.705       |
|               | T300       | 1.86E-09       | 7.43E-09       | 6.16E-09       | 8.94E-04        | 33.1      | 34.2      | 27.4      | 31.9      | 0.677       |
|               | T350       | 1.98E-09       | 7.14E-09       | 5.88E-09       | 8.60E-04        | 31.9      | 33.5      | 26.4      | 31.1      | 0.652       |
|               | T400       | 1.15E-09       | 6.28E-09       | 5.67E-09       | 7.76E-04        | 35.4      | 37.7      | 28.8      | 35.7      | 0.588       |
|               | T450       | 1.88E-09       | 4.19E-09       | 2.62E-09       | 4.81E-04        | 26.6      | 23.3      | 23.2      | 20.2      | 0.364       |
|               | T500       | 1.46E-09       | 2.31E-09       | 9.36E-10       | 2.63E-04        | 21.6      | 11.1      | 20.2      | 7.4       | 0.199       |
| <b>SAMPLE</b> | <b>PAL</b> | <b>Xc(Am2)</b> | <b>Yc(Am2)</b> | <b>Zc(Am2)</b> | <b>MAG(A/m)</b> | <b>Dg</b> | <b>Ig</b> | <b>Ds</b> | <b>Is</b> | <b>M/Mo</b> |
| <b>32030D</b> | <b>NRM</b> | 8.65E-09       | 1.46E-08       | 2.29E-08       | 2.59E-03        | 13.3      | 37.6      | 25.3      | 43.0      | 1.000       |
|               | T50        | 9.64E-09       | 1.61E-08       | 2.00E-08       | 2.49E-03        | 16.5      | 31.5      | 26.2      | 36.4      | 0.961       |
|               | T100       | 8.36E-09       | 1.47E-08       | 1.87E-08       | 2.29E-03        | 17.0      | 32.9      | 27.1      | 37.5      | 0.884       |
|               | T150       | 8.03E-09       | 1.38E-08       | 1.76E-08       | 2.16E-03        | 16.6      | 32.6      | 26.6      | 37.4      | 0.834       |
|               | T200       | 5.48E-09       | 1.39E-08       | 1.67E-08       | 2.04E-03        | 22.7      | 35.5      | 33.9      | 38.6      | 0.788       |
|               | T250       | 4.85E-09       | 1.30E-08       | 1.53E-08       | 1.88E-03        | 23.7      | 35.5      | 34.8      | 38.4      | 0.726       |
|               | T300       | 5.14E-09       | 1.34E-08       | 1.51E-08       | 1.89E-03        | 24.0      | 34.2      | 34.7      | 37.0      | 0.730       |
|               | T350       | 1.05E-09       | 1.26E-08       | 1.36E-08       | 1.69E-03        | 35.7      | 40.2      | 48.4      | 39.7      | 0.653       |
|               | T400       | 5.19E-10       | 1.25E-08       | 1.30E-08       | 1.64E-03        | 38.3      | 40.3      | 50.8      | 39.1      | 0.633       |
|               | T450       | 5.00E-11       | 1.18E-08       | 1.37E-08       | 1.64E-03        | 37.5      | 43.7      | 51.7      | 42.5      | 0.633       |
|               | T500       | 9.96E-10       | 1.07E-08       | 1.16E-08       | 1.44E-03        | 35.3      | 40.1      | 47.9      | 39.7      | 0.556       |
|               | T550       | 7.50E-10       | 1.15E-08       | 1.13E-08       | 1.47E-03        | 38.3      | 38.4      | 50.0      | 37.3      | 0.568       |
|               | T600       | -1.12E-10      | 1.06E-08       | 9.11E-09       | 1.27E-03        | 44.2      | 36.8      | 54.9      | 34.3      | 0.490       |
|               | T650       | -1.85E-09      | 8.38E-09       | 7.66E-09       | 1.05E-03        | 53.3      | 42.4      | 65.3      | 37.3      | 0.405       |
|               | T680       | 3.20E-09       | 1.81E-09       | -3.81E-09      | 4.81E-04        | 25.8      | -64.6     | 1.1       | -57.7     | 0.186       |

|        |      |           |           |           |          |       |       |       |       |       |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | T700 | 3.09E-11  | -1.91E-09 | -1.04E-09 | 1.98E-04 | 231.3 | -26.3 | 237.9 | -22.5 | 0.076 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 32031D | NRM  | 1.74E-08  | -1.83E-08 | 1.99E-08  | 2.92E-03 | 42.8  | 25.7  | 48.8  | 27.6  | 1.000 |
|        | T200 | 2.00E-08  | -1.07E-08 | 1.29E-08  | 2.37E-03 | 57.0  | 14.4  | 60.0  | 13.7  | 0.812 |
|        | T300 | 1.77E-08  | -7.46E-09 | 1.14E-08  | 2.03E-03 | 61.8  | 14.9  | 64.8  | 13.1  | 0.695 |
|        | T400 | 1.54E-08  | -9.53E-09 | 1.09E-08  | 1.92E-03 | 54.0  | 16.3  | 57.5  | 16.1  | 0.658 |
|        | T450 | 1.54E-08  | -8.55E-09 | 1.13E-08  | 1.90E-03 | 56.6  | 17.5  | 60.3  | 16.8  | 0.651 |
|        | T500 | 1.16E-08  | -6.96E-09 | 9.54E-09  | 1.50E-03 | 55.4  | 20.3  | 59.8  | 19.7  | 0.514 |
|        | T550 | 6.36E-09  | -6.16E-09 | 7.22E-09  | 1.04E-03 | 45.1  | 26.2  | 51.1  | 27.7  | 0.356 |
|        | T600 | 7.68E-09  | -4.85E-09 | 3.43E-09  | 8.83E-04 | 51.8  | 6.1   | 53.2  | 6.6   | 0.302 |
|        | T650 | 9.25E-09  | -2.50E-11 | -1.49E-09 | 8.52E-04 | 81.8  | -26.2 | 75.8  | -31.0 | 0.292 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 32033C | NRM  | 4.90E-09  | -4.69E-08 | 2.42E-08  | 4.82E-03 | 28.8  | 17.6  | 33.6  | 21.0  | 1.000 |
|        | T200 | 1.51E-09  | -4.57E-08 | 1.89E-08  | 4.50E-03 | 22.7  | 16.4  | 27.2  | 21.2  | 0.934 |
|        | T300 | -6.19E-10 | -4.63E-08 | 1.89E-08  | 4.55E-03 | 20.5  | 17.8  | 25.4  | 23.1  | 0.944 |
|        | T400 | 2.69E-10  | -4.68E-08 | 1.92E-08  | 4.60E-03 | 21.4  | 17.2  | 26.1  | 22.3  | 0.954 |
|        | T450 | -2.22E-09 | -4.48E-08 | 1.95E-08  | 4.45E-03 | 19.9  | 20.0  | 25.3  | 25.4  | 0.923 |
|        | T500 | -1.69E-09 | -3.78E-08 | 1.52E-08  | 3.71E-03 | 19.0  | 18.6  | 24.1  | 24.2  | 0.770 |
|        | T550 | 1.58E-09  | -2.86E-08 | 1.45E-08  | 2.92E-03 | 26.6  | 19.0  | 31.8  | 22.8  | 0.606 |
|        | T600 | -3.14E-09 | -1.96E-08 | 1.33E-08  | 2.17E-03 | 23.3  | 31.3  | 32.1  | 35.5  | 0.450 |
|        | T650 | -5.62E-09 | -1.52E-08 | 1.13E-08  | 1.80E-03 | 16.4  | 38.7  | 27.9  | 44.2  | 0.373 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 32033D | NRM  | 2.34E-08  | -9.57E-08 | 3.81E-08  | 9.60E-03 | 34.6  | 8.5   | 37.0  | 10.7  | 1.000 |
|        | T200 | 3.11E-08  | -8.56E-08 | 3.09E-08  | 8.74E-03 | 38.0  | 3.1   | 38.9  | 4.7   | 0.910 |
|        | T300 | 2.31E-08  | -6.98E-08 | 2.63E-08  | 7.10E-03 | 37.2  | 4.8   | 38.6  | 6.5   | 0.740 |
|        | T400 | 1.92E-08  | -5.78E-08 | 2.54E-08  | 6.00E-03 | 39.0  | 7.1   | 40.9  | 8.4   | 0.625 |
|        | T450 | 1.68E-08  | -5.18E-08 | 2.33E-08  | 5.38E-03 | 39.0  | 7.8   | 41.1  | 9.0   | 0.560 |
|        | T500 | 1.42E-08  | -4.12E-08 | 1.87E-08  | 4.31E-03 | 39.9  | 7.3   | 41.8  | 8.3   | 0.449 |
|        | T550 | 8.34E-09  | -3.33E-08 | 1.39E-08  | 3.37E-03 | 35.4  | 9.0   | 37.9  | 11.1  | 0.351 |
|        | T600 | 4.71E-09  | -2.55E-08 | 1.16E-08  | 2.58E-03 | 34.1  | 12.7  | 37.5  | 15.0  | 0.269 |
|        | T650 | 1.34E-09  | -2.02E-08 | 8.76E-09  | 2.01E-03 | 28.7  | 16.0  | 33.1  | 19.4  | 0.209 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 32033E | NRM  | 2.44E-08  | -9.89E-08 | 3.28E-08  | 9.73E-03 | 29.2  | 3.2   | 30.4  | 6.9   | 1.000 |
|        | T200 | 2.40E-08  | -9.19E-08 | 2.61E-08  | 8.95E-03 | 28.1  | 0.9   | 28.8  | 4.9   | 0.920 |
|        | T300 | 1.94E-08  | -7.79E-08 | 2.18E-08  | 7.56E-03 | 27.5  | 1.2   | 28.3  | 5.3   | 0.777 |
|        | T400 | 1.34E-08  | -6.48E-08 | 1.84E-08  | 6.24E-03 | 26.1  | 3.0   | 27.3  | 7.4   | 0.641 |
|        | T450 | 9.43E-09  | -5.71E-08 | 1.19E-08  | 5.37E-03 | 21.8  | 1.7   | 22.8  | 7.1   | 0.552 |
|        | T500 | 6.78E-09  | -4.61E-08 | 1.42E-08  | 4.43E-03 | 24.8  | 6.2   | 26.8  | 10.8  | 0.455 |
|        | T550 | 6.03E-09  | -3.61E-08 | 1.06E-08  | 3.46E-03 | 25.0  | 4.9   | 26.7  | 9.5   | 0.356 |
|        | T600 | 3.64E-09  | -2.63E-08 | 7.16E-09  | 2.50E-03 | 23.2  | 5.2   | 25.0  | 10.2  | 0.257 |
|        | T650 | -2.84E-10 | -1.83E-08 | 7.31E-09  | 1.79E-03 | 22.2  | 15.8  | 26.5  | 20.8  | 0.184 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 32034D | NRM  | -5.45E-08 | -7.13E-08 | 6.03E-09  | 8.18E-03 | 26.6  | 25.7  | 31.5  | 28.4  | 1.000 |
|        | T200 | -5.00E-08 | -5.74E-08 | 3.75E-11  | 6.92E-03 | 20.9  | 24.4  | 25.5  | 28.2  | 0.846 |
|        | T300 | -4.26E-08 | -4.65E-08 | 2.08E-09  | 5.74E-03 | 20.6  | 26.8  | 25.7  | 30.5  | 0.702 |
|        | T400 | -3.64E-08 | -3.65E-08 | 7.38E-10  | 4.69E-03 | 17.7  | 27.1  | 22.8  | 31.3  | 0.573 |
|        | T450 | -3.50E-08 | -3.16E-08 | 8.13E-10  | 4.29E-03 | 14.8  | 28.7  | 20.2  | 33.3  | 0.524 |
|        | T500 | -2.61E-08 | -2.76E-08 | 1.11E-09  | 3.45E-03 | 19.6  | 27.1  | 24.8  | 30.9  | 0.422 |
|        | T550 | -1.73E-08 | -1.90E-08 | -6.87E-11 | 2.34E-03 | 19.6  | 24.9  | 24.3  | 28.9  | 0.286 |
|        | T600 | -1.11E-08 | -1.04E-08 | -3.75E-10 | 1.38E-03 | 14.6  | 26.1  | 19.4  | 30.8  | 0.169 |
|        | T650 | -6.96E-09 | -6.16E-09 | -4.15E-10 | 8.46E-04 | 12.4  | 25.9  | 17.1  | 30.9  | 0.103 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 32021D | NRM  | -3.09E-08 | -1.27E-08 | 3.27E-08  | 4.25E-03 | 23.4  | 67.2  | 27.2  | 50.4  | 1.000 |
|        | T200 | -2.56E-08 | -1.33E-08 | 2.96E-08  | 3.76E-03 | 22.0  | 63.4  | 25.8  | 46.6  | 0.885 |
|        | T300 | -2.34E-08 | -1.19E-08 | 2.77E-08  | 3.47E-03 | 23.9  | 63.4  | 27.1  | 46.5  | 0.816 |
|        | T400 | -1.75E-08 | -1.29E-08 | 2.27E-08  | 2.86E-03 | 18.2  | 57.5  | 22.6  | 40.9  | 0.673 |
|        | T450 | -1.48E-08 | -1.03E-08 | 1.96E-08  | 2.42E-03 | 20.9  | 58.1  | 24.5  | 41.4  | 0.569 |
|        | T500 | -1.22E-08 | -8.32E-09 | 1.54E-08  | 1.94E-03 | 19.0  | 58.9  | 23.3  | 42.2  | 0.456 |
|        | T550 | -1.08E-08 | -7.24E-09 | 1.32E-08  | 1.68E-03 | 17.8  | 59.4  | 22.5  | 42.8  | 0.395 |
|        | T600 | -9.73E-09 | -6.05E-09 | 1.03E-08  | 1.40E-03 | 11.8  | 61.8  | 18.9  | 45.5  | 0.329 |
|        | T650 | -6.74E-09 | -5.21E-09 | 9.79E-09  | 1.18E-03 | 22.4  | 55.8  | 25.4  | 39.0  | 0.278 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |

|        |        |           |           |           |          |          |       |       |       |       |       |
|--------|--------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 32024D | NRM    | -4.39E-09 | -4.21E-09 | 4.94E-09  | 7.12E-04 | 17.3     | 53.2  | 23.0  | 41.3  | 1.000 |       |
|        | T50    | -4.76E-09 | -4.41E-09 | 4.26E-09  | 7.06E-04 | 7.5      | 53.7  | 15.4  | 42.7  | 0.992 |       |
|        | T100   | -4.30E-09 | -2.93E-09 | 3.30E-09  | 5.60E-04 | 4.6      | 60.7  | 15.2  | 49.9  | 0.787 |       |
|        | T150   | -3.82E-09 | -2.89E-09 | 2.74E-09  | 5.02E-04 | 0.1      | 58.0  | 10.8  | 47.7  | 0.705 |       |
|        | T200   | -3.88E-09 | -2.72E-09 | 2.56E-09  | 4.90E-04 | 356.8    | 59.5  | 8.9   | 49.6  | 0.688 |       |
|        | T250   | -4.27E-09 | -1.13E-09 | 2.64E-09  | 4.68E-04 | 358.6    | 77.2  | 21.0  | 66.2  | 0.657 |       |
|        | T300   | -4.23E-09 | -1.68E-09 | 2.72E-09  | 4.82E-04 | 359.1    | 71.3  | 16.5  | 60.7  | 0.677 |       |
|        | T350   | -3.46E-09 | -1.33E-09 | 1.83E-09  | 3.76E-04 | 344.8    | 71.1  | 7.4   | 62.2  | 0.528 |       |
|        | T400   | -2.44E-09 | -9.61E-10 | 2.44E-09  | 3.26E-04 | 33.9     | 68.3  | 37.5  | 55.6  | 0.458 |       |
|        | T450   | -2.42E-09 | 6.25E-11  | 1.41E-09  | 2.55E-04 | 160.9    | 88.7  | 49.4  | 77.5  | 0.358 |       |
|        | T500   | -2.54E-09 | -7.98E-10 | 9.24E-10  | 2.56E-04 | 320.5    | 70.8  | 351.3 | 65.8  | 0.360 |       |
| SAMPLE | PAL    | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg       | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |       |
| 32028D | NRM    | -3.92E-08 | -6.24E-08 | 2.12E-09  | 6.70E-03 | 61.0     | 14.5  | 60.0  | 8.2   | 1.000 |       |
|        | T50    | -3.78E-08 | -5.71E-08 | -1.74E-09 | 6.23E-03 | 58.5     | 12.1  | 57.8  | 5.6   | 0.930 |       |
|        | T100   | -3.38E-08 | -5.86E-08 | -4.21E-09 | 6.16E-03 | 61.1     | 8.9   | 60.6  | 2.6   | 0.919 |       |
|        | T150   | -2.82E-08 | -4.32E-08 | -3.64E-09 | 4.70E-03 | 57.9     | 9.6   | 57.4  | 3.0   | 0.701 |       |
|        | T200   | -2.25E-08 | -3.65E-08 | -3.41E-09 | 3.91E-03 | 59.1     | 8.6   | 58.7  | 2.1   | 0.584 |       |
|        | T250   | -1.55E-08 | -2.81E-08 | -4.21E-09 | 2.94E-03 | 60.6     | 4.8   | 60.5  | -1.5  | 0.439 |       |
|        | T300   | -1.27E-08 | -1.95E-08 | -3.61E-09 | 2.14E-03 | 56.2     | 5.1   | 56.1  | -1.6  | 0.319 |       |
|        | T350   | -8.52E-09 | -1.94E-08 | -3.82E-09 | 1.96E-03 | 64.3     | 0.4   | 64.5  | -5.6  | 0.293 |       |
|        | T400   | -7.63E-09 | -1.80E-08 | -3.85E-09 | 1.81E-03 | 64.6     | -0.8  | 65.0  | -6.7  | 0.270 |       |
|        | T450   | -6.77E-09 | -1.35E-08 | -5.24E-09 | 1.45E-03 | 58.3     | -6.8  | 59.1  | -13.3 | 0.216 |       |
|        | T500   | -5.58E-09 | -9.68E-09 | -5.08E-09 | 1.12E-03 | 53.3     | -10.5 | 54.4  | -17.4 | 0.167 |       |
| SAMPLE | PAL    | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg       | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |       |
| 32015D | NRM    | -6.34E-09 | -3.86E-09 | 2.38E-08  | 2.27E-03 | 34.6     | 58.7  | 34.1  | 49.8  | 1.000 |       |
|        | T200   | -6.84E-09 | -3.75E-09 | 2.09E-08  | 2.03E-03 | 31.3     | 61.6  | 31.5  | 52.6  | 0.894 |       |
|        | T300   | -6.21E-09 | -3.07E-09 | 2.09E-08  | 2.00E-03 | 35.5     | 60.5  | 34.8  | 51.5  | 0.881 |       |
|        | T400   | -5.41E-09 | -3.22E-09 | 1.73E-08  | 1.67E-03 | 31.0     | 60.7  | 31.2  | 51.7  | 0.736 |       |
|        | T450   | -5.25E-09 | -4.26E-09 | 1.62E-08  | 1.60E-03 | 23.2     | 59.8  | 25.0  | 50.9  | 0.705 |       |
|        | T500   | -5.19E-09 | -2.54E-09 | 1.32E-08  | 1.31E-03 | 27.8     | 64.5  | 28.8  | 55.5  | 0.577 |       |
|        | T550   | -3.87E-09 | -2.41E-09 | 1.10E-08  | 1.08E-03 | 26.5     | 62.0  | 27.7  | 53.0  | 0.476 |       |
|        | T600   | -3.19E-09 | -1.15E-09 | 9.54E-09  | 9.20E-04 | 37.6     | 62.8  | 36.4  | 53.8  | 0.405 |       |
|        | T650   | -2.18E-09 | -1.20E-09 | 7.11E-09  | 6.85E-04 | 33.0     | 60.7  | 32.8  | 51.7  | 0.302 |       |
|        | SAMPLE | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|        | 32015E | NRM       | -6.74E-09 | -1.21E-08 | 2.52E-08 | 2.61E-03 | 21.6  | 49.5  | 23.1  | 40.6  | 1.000 |
| T200   |        | -6.21E-09 | -1.12E-08 | 2.33E-08  | 2.42E-03 | 21.6     | 49.5  | 23.1  | 40.6  | 0.927 |       |
| T300   |        | -5.97E-09 | -1.15E-08 | 2.17E-08  | 2.30E-03 | 18.5     | 48.6  | 20.4  | 39.8  | 0.881 |       |
| T400   |        | -5.10E-09 | -8.92E-09 | 1.97E-08  | 2.02E-03 | 23.5     | 49.8  | 24.8  | 40.9  | 0.774 |       |
| T450   |        | -4.48E-09 | -8.91E-09 | 1.76E-08  | 1.84E-03 | 20.5     | 48.3  | 22.1  | 39.5  | 0.705 |       |
| T500   |        | -4.02E-09 | -6.79E-09 | 1.49E-08  | 1.53E-03 | 23.0     | 50.2  | 24.3  | 41.3  | 0.586 |       |
| T550   |        | -3.46E-09 | -6.45E-09 | 1.33E-08  | 1.38E-03 | 21.6     | 49.1  | 23.1  | 40.2  | 0.529 |       |
| T600   |        | -2.23E-09 | -5.17E-09 | 1.08E-08  | 1.11E-03 | 23.6     | 46.8  | 24.8  | 37.9  | 0.425 |       |
| T650   |        | -2.03E-09 | -4.69E-09 | 7.06E-09  | 7.92E-04 | 11.7     | 45.7  | 14.3  | 37.1  | 0.303 |       |
| SAMPLE |        | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 32016C |        | NRM       | 3.28E-09  | -2.16E-09 | 2.99E-09 | 4.49E-04 | 232.7 | 8.4   | 233.6 | 28.2  | 1.000 |
|        | T50    | 3.39E-09  | -1.98E-09 | 2.01E-09  | 4.01E-04 | 232.3    | -2.1  | 232.6 | 17.8  | 0.893 |       |
|        | T100   | 3.32E-09  | -2.29E-09 | 2.08E-09  | 4.13E-04 | 228.7    | -0.8  | 228.8 | 19.2  | 0.920 |       |
|        | T150   | 2.58E-09  | -2.20E-09 | 1.80E-09  | 3.49E-04 | 224.0    | 1.6   | 223.9 | 21.5  | 0.777 |       |
|        | T200   | 3.25E-09  | -2.64E-09 | 1.47E-09  | 4.03E-04 | 222.2    | -7.0  | 222.1 | 13.0  | 0.898 |       |
|        | T250   | 2.87E-09  | -1.97E-09 | 1.33E-09  | 3.39E-04 | 226.8    | -6.9  | 226.8 | 13.1  | 0.755 |       |
|        | T300   | 2.45E-09  | -2.34E-09 | 1.52E-09  | 3.38E-04 | 219.9    | -0.9  | 219.6 | 19.0  | 0.753 |       |
|        | T350   | 1.93E-09  | -1.69E-09 | 1.14E-09  | 2.55E-04 | 222.0    | -1.9  | 221.8 | 18.0  | 0.568 |       |
|        | T400   | 1.84E-09  | -1.24E-09 | 1.79E-09  | 2.59E-04 | 232.8    | 10.1  | 233.7 | 29.9  | 0.577 |       |
|        | T450   | 1.64E-09  | -1.50E-09 | 1.35E-09  | 2.36E-04 | 223.6    | 5.3   | 223.4 | 25.3  | 0.526 |       |
|        | T500   | 5.64E-10  | -1.52E-10 | 8.48E-10  | 9.36E-05 | 249.8    | 23.1  | 255.4 | 41.0  | 0.208 |       |
| SAMPLE | PAL    | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg       | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |       |
| 32005D | NRM    | -2.31E-08 | -1.78E-08 | 2.04E-08  | 3.24E-03 | 34.3     | 48.3  | 35.3  | 42.4  | 1.000 |       |
|        | T200   | -2.21E-08 | -1.74E-08 | 1.68E-08  | 2.98E-03 | 28.2     | 49.5  | 29.9  | 43.7  | 0.920 |       |
|        | T300   | -2.10E-08 | -1.60E-08 | 1.66E-08  | 2.84E-03 | 30.5     | 49.7  | 32.0  | 43.9  | 0.877 |       |
|        | T400   | -1.76E-08 | -1.65E-08 | 1.53E-08  | 2.60E-03 | 28.2     | 45.0  | 29.7  | 39.2  | 0.802 |       |
|        | T450   | -1.80E-08 | -1.57E-08 | 1.30E-08  | 2.47E-03 | 23.7     | 47.8  | 25.8  | 42.2  | 0.762 |       |
|        | T500   | -1.60E-08 | -1.34E-08 | 1.11E-08  | 2.15E-03 | 23.3     | 48.9  | 25.5  | 43.3  | 0.664 |       |
|        | T550   | -1.37E-08 | -1.13E-08 | 8.88E-09  | 1.81E-03 | 21.4     | 49.7  | 23.8  | 44.1  | 0.559 |       |
|        | T600   | -1.01E-08 | -8.19E-09 | 7.02E-09  | 1.34E-03 | 24.2     | 49.6  | 26.4  | 44.0  | 0.414 |       |

|                  |           |           |           |           |          |       |       |       |       |       |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  | T650      | -7.93E-09 | -5.39E-09 | 5.27E-09  | 9.95E-04 | 27.2  | 53.5  | 29.3  | 47.7  | 0.307 |
| SAMPLE<br>32006D | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                  | NRM       | -3.34E-08 | -1.84E-09 | -1.74E-08 | 3.43E-03 | 36.7  | 60.4  | 36.2  | 44.4  | 1.000 |
|                  | T200      | -3.10E-08 | -2.20E-09 | -1.88E-08 | 3.30E-03 | 37.3  | 56.6  | 36.7  | 40.6  | 0.962 |
|                  | T300      | -2.85E-08 | -1.44E-09 | -1.55E-08 | 2.95E-03 | 36.0  | 59.4  | 35.7  | 43.4  | 0.860 |
|                  | T400      | -2.35E-08 | -1.64E-09 | -1.29E-08 | 2.44E-03 | 37.8  | 59.1  | 37.0  | 43.1  | 0.711 |
|                  | T450      | -2.15E-08 | 4.06E-10  | -1.00E-08 | 2.16E-03 | 28.8  | 63.0  | 30.9  | 47.1  | 0.630 |
|                  | T500      | -1.68E-08 | -2.87E-10 | -6.93E-09 | 1.65E-03 | 33.2  | 65.6  | 33.8  | 49.6  | 0.481 |
|                  | T550      | -1.13E-08 | -1.59E-09 | -2.92E-09 | 1.07E-03 | 56.6  | 71.8  | 47.0  | 56.4  | 0.312 |
|                  | T600      | -4.50E-09 | -1.24E-09 | 2.80E-09  | 4.95E-04 | 185.9 | 57.6  | 164.8 | 70.1  | 0.144 |
| T650             | -2.18E-09 | -1.44E-09 | 7.14E-09  | 6.91E-04  | 199.5    | 18.6  | 197.2 | 34.0  | 0.201 |       |
| SAMPLE<br>32006E | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                  | NRM       | -4.17E-08 | 5.79E-09  | -1.86E-08 | 4.18E-03 | 24.4  | 62.1  | 27.9  | 46.3  | 1.000 |
|                  | T200      | -3.82E-08 | 9.75E-10  | -1.83E-08 | 3.85E-03 | 37.2  | 61.4  | 36.5  | 45.4  | 0.921 |
|                  | T300      | -3.46E-08 | 2.13E-10  | -1.55E-08 | 3.45E-03 | 39.3  | 62.9  | 37.9  | 46.9  | 0.825 |
|                  | T400      | -2.94E-08 | 4.25E-10  | -1.16E-08 | 2.87E-03 | 38.1  | 65.5  | 37.0  | 49.5  | 0.687 |
|                  | T450      | -2.67E-08 | 1.32E-09  | -9.19E-09 | 2.57E-03 | 32.9  | 67.9  | 33.7  | 51.9  | 0.615 |
|                  | T500      | -2.26E-08 | 2.23E-09  | -6.68E-09 | 2.15E-03 | 24.1  | 69.8  | 28.7  | 54.0  | 0.514 |
|                  | T550      | -1.84E-08 | 9.13E-10  | -1.64E-09 | 1.68E-03 | 20.7  | 81.4  | 29.9  | 65.6  | 0.402 |
|                  | T600      | -1.02E-08 | 1.29E-09  | 3.55E-09  | 9.89E-04 | 243.2 | 72.5  | 308.1 | 81.8  | 0.237 |
| T650             | -4.77E-09 | -2.44E-10 | 6.10E-09  | 7.04E-04  | 217.6    | 41.0  | 218.6 | 57.0  | 0.168 |       |
| SAMPLE<br>32006F | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                  | NRM       | -3.91E-08 | 4.38E-10  | -1.82E-08 | 3.92E-03 | 30.9  | 58.0  | 32.1  | 42.1  | 1.000 |
|                  | T200      | -3.61E-08 | 1.24E-09  | -1.73E-08 | 3.64E-03 | 28.7  | 57.4  | 30.5  | 41.4  | 0.929 |
|                  | T300      | -3.34E-08 | 2.50E-10  | -1.50E-08 | 3.33E-03 | 31.2  | 58.8  | 32.3  | 42.8  | 0.849 |
|                  | T400      | -2.83E-08 | 1.14E-09  | -1.18E-08 | 2.79E-03 | 27.7  | 60.3  | 29.9  | 44.4  | 0.712 |
|                  | T450      | -2.50E-08 | -8.12E-11 | -8.73E-09 | 2.41E-03 | 32.4  | 63.8  | 33.3  | 47.8  | 0.615 |
|                  | T500      | -2.06E-08 | -1.35E-09 | -5.58E-09 | 1.94E-03 | 41.5  | 67.6  | 39.0  | 51.6  | 0.495 |
|                  | T550      | -1.47E-08 | -7.43E-10 | 4.42E-11  | 1.34E-03 | 55.0  | 82.6  | 41.5  | 66.9  | 0.342 |
|                  | T600      | -7.70E-09 | 3.81E-10  | 4.76E-09  | 8.24E-04 | 217.7 | 65.2  | 222.5 | 81.1  | 0.210 |
| T650             | -1.57E-09 | -1.70E-09 | 7.54E-09  | 7.17E-04  | 198.9    | 18.3  | 196.5 | 33.6  | 0.183 |       |
| SAMPLE<br>32007D | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                  | NRM       | -2.30E-08 | 3.72E-08  | 1.76E-08  | 4.29E-03 | 23.2  | 37.9  | 24.1  | 32.0  | 1.000 |
|                  | T200      | -2.33E-08 | 3.46E-08  | 1.65E-08  | 4.08E-03 | 25.0  | 39.4  | 25.8  | 33.5  | 0.951 |
|                  | T300      | -2.18E-08 | 3.26E-08  | 1.60E-08  | 3.85E-03 | 24.3  | 39.6  | 25.1  | 33.7  | 0.897 |
|                  | T400      | -1.96E-08 | 2.86E-08  | 1.35E-08  | 3.38E-03 | 25.7  | 39.6  | 26.4  | 33.7  | 0.788 |
|                  | T450      | -1.89E-08 | 2.69E-08  | 1.27E-08  | 3.20E-03 | 26.3  | 40.1  | 27.0  | 34.1  | 0.746 |
|                  | T500      | -1.60E-08 | 2.26E-08  | 1.19E-08  | 2.74E-03 | 24.1  | 41.4  | 24.9  | 35.5  | 0.639 |
|                  | T550      | -1.22E-08 | 1.87E-08  | 9.01E-09  | 2.19E-03 | 24.1  | 39.0  | 24.9  | 33.1  | 0.510 |
|                  | T600      | -7.35E-09 | 1.43E-08  | 6.36E-09  | 1.57E-03 | 20.7  | 34.2  | 21.6  | 28.4  | 0.366 |
| T650             | -6.15E-09 | 1.03E-08  | 4.48E-09  | 1.16E-03  | 24.2     | 36.4  | 24.9  | 30.5  | 0.270 |       |
| SAMPLE<br>32009D | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                  | NRM       | -4.19E-08 | 1.01E-08  | -6.16E-09 | 3.96E-03 | 6.5   | 45.9  | 8.6   | 42.6  | 1.000 |
|                  | T200      | -4.05E-08 | 9.20E-09  | -7.38E-09 | 3.83E-03 | 8.3   | 44.3  | 10.1  | 40.8  | 0.967 |
|                  | T300      | -3.95E-08 | 8.54E-09  | -6.37E-09 | 3.72E-03 | 8.7   | 45.5  | 10.6  | 42.1  | 0.939 |
|                  | T400      | -3.43E-08 | 7.29E-09  | -5.73E-09 | 3.23E-03 | 9.1   | 45.2  | 11.0  | 41.8  | 0.816 |
|                  | T450      | -3.12E-08 | 7.87E-09  | -5.39E-09 | 2.97E-03 | 6.2   | 44.5  | 8.2   | 41.1  | 0.750 |
|                  | T500      | -2.79E-08 | 6.62E-09  | -3.85E-09 | 2.63E-03 | 6.6   | 46.5  | 8.7   | 43.1  | 0.664 |
|                  | T550      | -2.10E-08 | 5.51E-09  | -4.22E-09 | 2.01E-03 | 6.1   | 42.9  | 8.0   | 39.5  | 0.508 |
|                  | T600      | -1.68E-08 | 3.63E-09  | -3.21E-09 | 1.59E-03 | 9.2   | 43.9  | 11.0  | 40.5  | 0.402 |
| T650             | -1.41E-08 | 2.99E-09  | -2.88E-09 | 1.34E-03  | 9.8      | 43.3  | 11.5  | 39.8  | 0.338 |       |
| SAMPLE<br>32011D | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                  | NRM       | -3.10E-08 | -8.37E-09 | 4.81E-09  | 2.95E-03 | 29.7  | 45.7  | 30.2  | 38.8  | 1.000 |
|                  | T200      | -2.97E-08 | -7.18E-09 | 3.71E-09  | 2.80E-03 | 27.1  | 44.5  | 27.9  | 37.6  | 0.949 |
|                  | T300      | -2.79E-08 | -6.40E-09 | 3.91E-09  | 2.63E-03 | 26.4  | 45.5  | 27.3  | 38.5  | 0.892 |
|                  | T400      | -2.49E-08 | -5.74E-09 | 3.74E-09  | 2.35E-03 | 26.7  | 46.0  | 27.5  | 39.1  | 0.797 |
|                  | T450      | -2.31E-08 | -4.86E-09 | 2.94E-09  | 2.16E-03 | 24.8  | 45.0  | 25.8  | 38.1  | 0.732 |
|                  | T500      | -1.91E-08 | -4.86E-09 | 3.45E-09  | 1.82E-03 | 29.0  | 47.3  | 29.6  | 40.3  | 0.617 |
|                  | T550      | -1.50E-08 | -3.63E-09 | 2.93E-09  | 1.43E-03 | 28.3  | 48.2  | 29.1  | 41.3  | 0.485 |
|                  | T600      | -1.13E-08 | -1.68E-09 | 1.56E-09  | 1.05E-03 | 20.2  | 46.2  | 21.7  | 39.4  | 0.356 |
| T650             | -8.71E-09 | -2.53E-09 | 1.18E-09  | 8.31E-04  | 30.8     | 44.4  | 31.2  | 37.4  | 0.282 |       |
| SAMPLE           | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |

|        |           |           |           |          |          |       |       |      |       |       |
|--------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------|-------|------|-------|-------|
| 32011E | NRM       | -2.80E-08 | -1.17E-08 | 4.18E-09 | 2.78E-03 | 39.9  | 43.8  | 39.5 | 36.8  | 1.000 |
|        | T200      | -2.84E-08 | -1.12E-08 | 3.96E-09 | 2.80E-03 | 38.2  | 43.8  | 37.9 | 36.8  | 1.007 |
|        | T300      | -2.75E-08 | -1.03E-08 | 3.44E-09 | 2.69E-03 | 36.6  | 43.4  | 36.5 | 36.4  | 0.968 |
|        | T400      | -2.38E-08 | -8.75E-09 | 3.95E-09 | 2.33E-03 | 37.1  | 45.6  | 36.9 | 38.6  | 0.838 |
|        | T450      | -2.20E-08 | -9.13E-09 | 3.87E-09 | 2.19E-03 | 40.4  | 45.1  | 39.9 | 38.2  | 0.788 |
|        | T500      | -1.94E-08 | -7.00E-09 | 3.91E-09 | 1.91E-03 | 37.5  | 47.5  | 37.3 | 40.5  | 0.687 |
|        | T550      | -1.58E-08 | -5.26E-09 | 1.70E-09 | 1.52E-03 | 33.5  | 43.2  | 33.7 | 36.2  | 0.547 |
|        | T600      | -1.25E-08 | -4.49E-09 | 1.58E-09 | 1.22E-03 | 35.7  | 43.7  | 35.6 | 36.7  | 0.439 |
| T650   | -1.01E-08 | -4.33E-09 | 8.78E-10  | 1.00E-03 | 39.1     | 40.5  | 38.8  | 33.6 | 0.360 |       |
| SAMPLE | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds   | Is    | M/Mo  |
| 32011F | NRM       | -3.20E-08 | -1.39E-08 | 3.29E-09 | 3.19E-03 | 39.8  | 41.2  | 39.4 | 34.2  | 1.000 |
|        | T200      | -3.11E-08 | -1.31E-08 | 1.64E-09 | 3.07E-03 | 37.9  | 39.0  | 37.7 | 32.0  | 0.962 |
|        | T300      | -2.87E-08 | -1.23E-08 | 1.92E-09 | 2.84E-03 | 38.7  | 39.5  | 38.3 | 32.6  | 0.890 |
|        | T400      | -2.68E-08 | -8.99E-09 | 6.94E-10 | 2.57E-03 | 32.1  | 38.9  | 32.4 | 31.9  | 0.806 |
|        | T450      | -2.28E-08 | -8.39E-09 | 1.45E-09 | 2.21E-03 | 34.9  | 40.4  | 34.9 | 33.4  | 0.693 |
|        | T500      | -1.99E-08 | -8.44E-09 | 8.94E-10 | 1.97E-03 | 37.9  | 38.5  | 37.7 | 31.5  | 0.618 |
|        | T550      | -1.64E-08 | -6.41E-09 | 1.15E-09 | 1.60E-03 | 36.5  | 40.3  | 36.3 | 33.3  | 0.502 |
|        | T600      | -1.30E-08 | -3.91E-09 | 1.25E-09 | 1.24E-03 | 31.1  | 43.1  | 31.5 | 36.1  | 0.389 |
| T650   | -9.43E-09 | -2.68E-09 | 1.03E-09  | 8.96E-04 | 30.2     | 44.0  | 30.7  | 37.0 | 0.281 |       |
| SAMPLE | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds   | Is    | M/Mo  |
| 32012F | NRM       | 1.25E-08  | 3.03E-08  | 4.53E-08 | 5.08E-03 | 26.3  | 53.7  | 27.9 | 43.8  | 1.000 |
|        | T50       | 1.22E-08  | 3.05E-08  | 4.41E-08 | 5.00E-03 | 27.0  | 52.9  | 28.4 | 43.0  | 0.984 |
|        | T100      | 9.80E-09  | 2.94E-08  | 4.16E-08 | 4.72E-03 | 30.3  | 53.0  | 31.1 | 43.0  | 0.929 |
|        | T150      | 6.41E-09  | 2.81E-08  | 3.99E-08 | 4.47E-03 | 35.8  | 53.9  | 35.7 | 43.9  | 0.880 |
|        | T200      | 7.89E-09  | 2.87E-08  | 3.86E-08 | 4.43E-03 | 33.4  | 52.1  | 33.7 | 42.1  | 0.872 |
|        | T250      | 8.11E-09  | 2.87E-08  | 3.76E-08 | 4.36E-03 | 33.0  | 51.3  | 33.3 | 41.3  | 0.858 |
|        | T300      | 8.24E-09  | 2.84E-08  | 3.57E-08 | 4.21E-03 | 32.7  | 50.1  | 33.0 | 40.1  | 0.829 |
|        | T350      | 9.83E-09  | 2.79E-08  | 3.21E-08 | 3.97E-03 | 29.6  | 47.0  | 30.4 | 37.0  | 0.781 |
|        | T400      | 9.27E-09  | 2.73E-08  | 2.86E-08 | 3.69E-03 | 30.3  | 44.4  | 30.9 | 34.5  | 0.726 |
|        | T450      | 9.33E-09  | 2.49E-08  | 2.40E-08 | 3.26E-03 | 28.6  | 41.7  | 29.4 | 31.8  | 0.642 |
|        | T500      | 8.64E-09  | 2.32E-08  | 2.12E-08 | 2.96E-03 | 28.8  | 40.2  | 29.5 | 30.3  | 0.583 |
|        | T550      | 8.51E-09  | 2.13E-08  | 1.92E-08 | 2.72E-03 | 27.5  | 39.6  | 28.3 | 29.6  | 0.535 |
|        | T600      | 9.03E-09  | 1.85E-08  | 1.68E-08 | 2.42E-03 | 23.3  | 38.8  | 24.6 | 29.0  | 0.476 |
|        | T650      | 5.19E-09  | 1.29E-08  | 1.03E-08 | 1.57E-03 | 27.4  | 36.2  | 28.2 | 26.2  | 0.309 |
| T680   | -6.65E-10 | 2.32E-09  | 6.19E-10  | 2.27E-04 | 65.7     | 14.7  | 64.8  | 6.0  | 0.045 |       |
| SAMPLE | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds   | Is    | M/Mo  |
| 32001D | NRM       | -2.14E-08 | 3.93E-08  | 7.89E-09 | 4.13E-03 | 6.6   | 14.6  | 7.8  | 6.7   | 1.000 |
|        | T200      | -2.19E-08 | 3.32E-08  | 6.05E-09 | 3.66E-03 | 11.7  | 14.0  | 12.7 | 5.6   | 0.886 |
|        | T300      | -1.87E-08 | 2.86E-08  | 5.98E-09 | 3.15E-03 | 11.3  | 15.3  | 12.4 | 6.9   | 0.763 |
|        | T400      | -1.52E-08 | 2.43E-08  | 4.63E-09 | 2.64E-03 | 10.2  | 14.4  | 11.3 | 6.1   | 0.639 |
|        | T450      | -1.22E-08 | 2.11E-08  | 3.63E-09 | 2.24E-03 | 8.3   | 13.4  | 9.3  | 5.3   | 0.542 |
|        | T500      | -9.51E-09 | 1.82E-08  | 2.92E-09 | 1.89E-03 | 6.0   | 12.6  | 6.9  | 4.8   | 0.458 |
|        | T550      | -8.34E-09 | 1.35E-08  | 2.32E-09 | 1.46E-03 | 10.1  | 13.5  | 11.0 | 5.2   | 0.354 |
|        | T600      | -4.64E-09 | 1.10E-08  | 5.81E-10 | 1.09E-03 | 2.1   | 6.6   | 2.5  | -0.7  | 0.264 |
| T650   | -3.22E-09 | 8.33E-09  | -3.14E-10 | 8.12E-04 | 1.2      | 1.6   | 0.9   | -5.6 | 0.197 |       |
| SAMPLE | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds   | Is    | M/Mo  |
| 32001E | NRM       | -2.87E-08 | 4.86E-08  | 1.85E-08 | 5.40E-03 | 7.3   | 23.0  | 9.3  | 15.0  | 1.000 |
|        | T200      | -2.58E-08 | 3.92E-08  | 1.60E-08 | 4.51E-03 | 10.0  | 24.1  | 12.0 | 15.8  | 0.835 |
|        | T300      | -2.18E-08 | 3.51E-08  | 1.56E-08 | 4.02E-03 | 8.1   | 25.7  | 10.4 | 17.6  | 0.744 |
|        | T400      | -1.48E-08 | 2.65E-08  | 1.52E-08 | 3.09E-03 | 4.2   | 31.1  | 7.5  | 23.3  | 0.572 |
|        | T450      | -1.28E-08 | 2.36E-08  | 1.44E-08 | 2.77E-03 | 3.2   | 32.6  | 6.7  | 24.9  | 0.513 |
|        | T500      | -1.12E-08 | 2.00E-08  | 1.31E-08 | 2.40E-03 | 3.6   | 34.2  | 7.4  | 26.5  | 0.444 |
|        | T550      | -8.51E-09 | 1.60E-08  | 8.56E-09 | 1.82E-03 | 3.3   | 29.6  | 6.4  | 22.0  | 0.337 |
|        | T600      | -6.26E-09 | 1.38E-08  | 9.04E-09 | 1.60E-03 | 358.4 | 34.5  | 2.6  | 27.3  | 0.296 |
| T650   | -3.53E-09 | 1.01E-08  | 9.52E-09  | 1.30E-03 | 350.2    | 44.2  | 357.1 | 38.0 | 0.241 |       |
| SAMPLE | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds   | Is    | M/Mo  |
| 32042E | NRM       | 3.28E-09  | 3.34E-08  | 2.08E-08 | 3.59E-03 | 55.4  | 26.3  | 54.7 | 23.7  | 1.000 |
|        | T100      | 2.64E-09  | 3.44E-08  | 2.08E-08 | 3.66E-03 | 54.0  | 26.1  | 53.3 | 23.5  | 1.019 |
|        | T300      | -7.13E-09 | -3.12E-08 | 1.58E-08 | 3.24E-03 | 36.4  | 29.1  | 36.1 | 26.1  | 0.903 |
|        | T400      | -1.12E-08 | -2.35E-08 | 1.22E-08 | 2.61E-03 | 24.0  | 33.3  | 24.0 | 30.3  | 0.727 |
|        | T450      | -9.85E-09 | -2.26E-08 | 1.12E-08 | 2.46E-03 | 25.5  | 31.9  | 25.5 | 28.9  | 0.685 |
|        | T500      | -7.36E-09 | -1.83E-08 | 9.68E-09 | 2.00E-03 | 28.0  | 32.7  | 27.9 | 29.7  | 0.557 |
|        | T550      | -7.16E-09 | -1.70E-08 | 8.71E-09 | 1.85E-03 | 26.6  | 32.4  | 26.6 | 29.4  | 0.515 |
|        | T600      | -6.74E-09 | -1.29E-08 | 6.78E-09 | 1.46E-03 | 21.9  | 34.1  | 22.0 | 31.1  | 0.407 |



|                  |           |           |           |           |          |       |       |       |       |       |
|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                  | T650      | -5.58E-09 | -6.19E-09 | 2.74E-09  | 7.98E-04 | 3.8   | 33.5  | 4.5   | 30.7  | 0.222 |
| SAMPLE<br>32042H | PAL       | Xe(Am2)   | Ye(Am2)   | Zr(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                  | NRM       | 2.17E-08  | -1.10E-08 | 2.37E-08  | 3.09E-03 | 105.7 | 21.2  | 104.5 | 20.7  | 1.000 |
|                  | T100      | 2.11E-08  | -1.21E-08 | 2.28E-08  | 3.03E-03 | 103.2 | 20.6  | 102.1 | 20.0  | 0.981 |
|                  | T300      | 9.40E-09  | -1.39E-08 | 1.87E-08  | 2.28E-03 | 85.8  | 31.1  | 84.2  | 29.6  | 0.738 |
|                  | T400      | -2.21E-09 | -1.47E-08 | 1.38E-08  | 1.84E-03 | 50.6  | 41.5  | 49.5  | 38.8  | 0.595 |
|                  | T450      | -3.50E-09 | -1.21E-08 | 1.16E-08  | 1.56E-03 | 44.1  | 44.3  | 43.2  | 41.6  | 0.505 |
|                  | T500      | -4.38E-09 | -1.08E-08 | 9.07E-09  | 1.34E-03 | 35.3  | 43.0  | 34.8  | 40.0  | 0.434 |
|                  | T550      | -5.03E-09 | -9.20E-09 | 7.45E-09  | 1.17E-03 | 27.3  | 43.6  | 27.2  | 40.6  | 0.379 |
|                  | T600      | -1.09E-08 | -7.82E-09 | 6.11E-09  | 1.34E-03 | 353.0 | 43.5  | 354.4 | 40.9  | 0.434 |
|                  | T650      | -8.30E-09 | -6.35E-09 | 3.41E-09  | 9.99E-04 | 332.2 | 36.9  | 353.4 | 34.3  | 0.323 |
| SAMPLE<br>32042G | PAL       | Xe(Am2)   | Ye(Am2)   | Zr(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                  | NRM       | 8.86E-08  | 2.57E-09  | 4.35E-08  | 8.98E-03 | 126.5 | 1.1   | 126.4 | 1.7   | 1.000 |
|                  | T100      | 8.84E-08  | 7.18E-09  | 4.20E-08  | 8.92E-03 | 129.2 | 0.4   | 129.2 | 1.1   | 0.993 |
|                  | T300      | 7.23E-08  | 3.62E-09  | 3.16E-08  | 7.18E-03 | 127.6 | -1.4  | 127.7 | -0.7  | 0.800 |
|                  | T400      | 4.38E-08  | 4.67E-09  | 2.20E-08  | 4.48E-03 | 130.4 | 1.7   | 130.3 | 2.5   | 0.499 |
|                  | T450      | 3.55E-08  | 3.89E-09  | 1.70E-08  | 3.60E-03 | 130.6 | 0.6   | 130.6 | 1.4   | 0.401 |
|                  | T500      | 2.80E-08  | 5.52E-09  | 1.44E-08  | 2.91E-03 | 135.0 | 2.2   | 134.8 | 3.2   | 0.324 |
|                  | T550      | 2.13E-08  | 2.62E-09  | 1.26E-08  | 2.26E-03 | 131.1 | 5.6   | 130.8 | 6.4   | 0.252 |
|                  | T600      | 2.05E-09  | -1.43E-09 | 5.68E-09  | 5.64E-04 | 106.4 | 43.6  | 103.6 | 43.1  | 0.063 |
|                  | T650      | -2.28E-09 | -2.71E-09 | 8.88E-10  | 3.32E-04 | 3.0   | 29.0  | 3.6   | 26.2  | 0.037 |
| SAMPLE<br>32045A | PAL       | Xe(Am2)   | Ye(Am2)   | Zr(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                  | NRM       | -1.14E-08 | -1.90E-08 | 2.36E-08  | 2.94E-03 | 41.4  | 51.2  | 40.5  | 47.3  | 1.000 |
|                  | T100      | -1.11E-08 | -1.90E-08 | 2.14E-08  | 2.79E-03 | 41.2  | 48.5  | 40.4  | 44.6  | 0.949 |
|                  | T300      | -9.89E-09 | -1.70E-08 | 1.85E-08  | 2.45E-03 | 41.0  | 47.6  | 40.2  | 43.7  | 0.833 |
|                  | T400      | -7.69E-09 | -1.60E-08 | 1.55E-08  | 2.14E-03 | 45.0  | 44.8  | 44.1  | 40.9  | 0.728 |
|                  | T450      | -7.04E-09 | -1.44E-08 | 1.43E-08  | 1.95E-03 | 44.8  | 45.4  | 43.9  | 41.6  | 0.663 |
|                  | T500      | -5.68E-09 | -1.25E-08 | 1.23E-08  | 1.68E-03 | 46.5  | 45.3  | 45.5  | 41.4  | 0.571 |
|                  | T550      | -2.93E-09 | -1.09E-08 | 1.15E-08  | 1.46E-03 | 57.3  | 47.3  | 55.5  | 43.7  | 0.497 |
|                  | T600      | -1.88E-09 | -7.49E-09 | 9.10E-09  | 1.09E-03 | 59.9  | 51.1  | 57.7  | 47.6  | 0.371 |
|                  | T650      | -1.32E-09 | -4.02E-09 | 6.25E-09  | 6.86E-04 | 58.9  | 57.8  | 56.2  | 54.2  | 0.233 |
| SAMPLE<br>32045C | PAL       | Xe(Am2)   | Ye(Am2)   | Zr(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                  | NRM       | -1.48E-09 | -3.81E-08 | 2.99E-08  | 4.40E-03 | 49.8  | 35.2  | 49.0  | 31.4  | 1.000 |
|                  | T100      | 6.44E-10  | -3.64E-08 | 1.95E-08  | 3.75E-03 | 47.2  | 25.2  | 46.7  | 21.3  | 0.852 |
|                  | T300      | -3.12E-10 | -3.52E-08 | 1.76E-08  | 3.58E-03 | 45.0  | 24.3  | 44.6  | 20.4  | 0.814 |
|                  | T400      | 1.66E-09  | -3.41E-08 | 1.59E-08  | 3.42E-03 | 47.2  | 21.6  | 46.8  | 17.8  | 0.777 |
|                  | T450      | 2.37E-09  | -3.52E-08 | 1.59E-08  | 3.52E-03 | 47.8  | 20.5  | 47.4  | 16.7  | 0.800 |
|                  | T500      | 4.04E-09  | -3.19E-08 | 1.29E-08  | 3.15E-03 | 49.7  | 17.0  | 49.3  | 13.2  | 0.716 |
|                  | T550      | 3.07E-09  | -3.12E-08 | 1.30E-08  | 3.09E-03 | 48.5  | 18.2  | 48.2  | 14.5  | 0.702 |
|                  | T600      | 4.49E-09  | -2.93E-08 | 1.19E-08  | 2.90E-03 | 51.0  | 16.4  | 50.6  | 12.7  | 0.659 |
|                  | T650      | 3.61E-09  | -1.92E-08 | 1.11E-08  | 2.04E-03 | 56.1  | 22.7  | 55.5  | 19.1  | 0.464 |
| SAMPLE<br>32045D | PAL       | Xe(Am2)   | Ye(Am2)   | Zr(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                  | NRM       | -9.86E-09 | -1.03E-08 | 9.21E-09  | 1.54E-03 | 12.9  | 47.0  | 14.1  | 43.2  | 1.000 |
|                  | T50       | -9.70E-09 | -1.15E-08 | 9.60E-09  | 1.62E-03 | 16.7  | 43.4  | 17.5  | 41.5  | 1.052 |
|                  | T100      | -1.05E-08 | -1.08E-08 | 7.99E-09  | 1.55E-03 | 9.6   | 42.7  | 10.8  | 39.0  | 1.006 |
|                  | T150      | -9.34E-09 | -1.01E-08 | 8.07E-09  | 1.45E-03 | 12.5  | 44.5  | 13.6  | 40.6  | 0.942 |
|                  | T200      | -9.43E-09 | -9.55E-09 | 8.48E-09  | 1.44E-03 | 11.4  | 46.9  | 12.8  | 43.0  | 0.935 |
|                  | T250      | -1.12E-08 | -8.54E-09 | 8.29E-09  | 1.49E-03 | 1.2   | 47.9  | 3.2   | 44.4  | 0.968 |
|                  | T300      | -1.04E-08 | -8.04E-09 | 7.78E-09  | 1.39E-03 | 1.7   | 47.9  | 3.6   | 44.3  | 0.903 |
|                  | T350      | -1.06E-08 | -5.70E-09 | 7.73E-09  | 1.30E-03 | 351.1 | 52.7  | 354.1 | 49.5  | 0.844 |
|                  | T400      | -9.34E-09 | -4.64E-09 | 6.50E-09  | 1.12E-03 | 348.2 | 52.4  | 351.4 | 49.3  | 0.727 |
|                  | T450      | -7.88E-09 | -3.69E-09 | 5.27E-09  | 9.25E-04 | 346.1 | 52.8  | 349.4 | 49.1  | 0.601 |
|                  | T500      | -7.86E-09 | -4.44E-10 | 5.39E-09  | 8.52E-04 | 313.3 | 59.0  | 321.5 | 57.8  | 0.553 |
|                  | T550      | -7.53E-09 | -1.41E-11 | 3.90E-09  | 7.71E-04 | 310.2 | 51.4  | 315.0 | 50.5  | 0.501 |
|                  | T600      | -5.65E-09 | 1.25E-09  | 3.31E-09  | 6.06E-04 | 291.9 | 53.0  | 297.2 | 53.4  | 0.394 |
|                  | T650      | 1.40E-12  | 3.92E-09  | -6.25E-12 | 3.56E-04 | 219.9 | 0.1   | 220.0 | 4.0   | 0.231 |
| T680             | 1.55E-09  | -1.68E-09 | 4.11E-10  | 2.10E-04  | 83.0     | -6.1  | 83.4  | -8.5  | 0.136 |       |
| T700             | 2.93E-10  | 9.54E-10  | -1.32E-09 | 1.50E-04  | 235.8    | -33.2 | 233.7 | -49.6 | 0.097 |       |
| SAMPLE<br>32045E | PAL       | Xe(Am2)   | Ye(Am2)   | Zr(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                  | NRM       | -1.82E-08 | -1.41E-08 | 1.20E-08  | 2.38E-03 | 32.7  | 42.3  | 32.6  | 38.3  | 1.000 |
|                  | T100      | -1.81E-08 | -1.49E-08 | 1.18E-08  | 2.39E-03 | 35.0  | 41.2  | 34.7  | 37.2  | 1.004 |
|                  | T300      | -1.44E-08 | -1.42E-08 | 8.27E-09  | 1.99E-03 | 39.0  | 35.5  | 38.6  | 31.6  | 0.836 |
| T400             | -1.26E-08 | -1.34E-08 | 6.25E-09  | 1.77E-03  | 40.1     | 31.6  | 39.7  | 27.7  | 0.744 |       |

|        |      |           |           |           |          |       |       |       |       |       |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | T450 | -9.31E-09 | -1.28E-08 | 5.81E-09  | 1.53E-03 | 48.2  | 30.8  | 47.5  | 27.0  | 0.643 |
|        | T500 | -9.26E-09 | -1.20E-08 | 5.11E-09  | 1.45E-03 | 45.9  | 29.9  | 45.3  | 26.0  | 0.609 |
|        | T550 | -7.00E-09 | -1.13E-08 | 3.29E-09  | 1.24E-03 | 50.2  | 23.6  | 49.7  | 19.9  | 0.521 |
|        | T600 | -4.18E-09 | -9.59E-09 | 3.08E-09  | 9.91E-04 | 59.3  | 23.4  | 58.5  | 19.9  | 0.416 |
|        | T650 | -1.44E-09 | -1.15E-08 | 2.06E-10  | 1.05E-03 | 69.6  | 3.4   | 69.6  | 0.3   | 0.441 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 32045F | NRM  | -1.76E-09 | -3.03E-08 | 4.12E-08  | 4.63E-03 | 29.7  | 51.6  | 29.7  | 47.6  | 1.000 |
|        | T100 | 4.75E-10  | -3.26E-08 | 3.73E-08  | 4.50E-03 | 30.2  | 46.1  | 30.2  | 42.1  | 0.968 |
|        | T300 | -1.05E-09 | -3.28E-08 | 3.23E-08  | 4.19E-03 | 25.5  | 42.9  | 25.8  | 38.9  | 0.901 |
|        | T400 | -1.10E-09 | -3.10E-08 | 2.90E-08  | 3.86E-03 | 24.6  | 41.6  | 24.9  | 37.6  | 0.830 |
|        | T450 | 8.94E-10  | -3.18E-08 | 2.73E-08  | 3.81E-03 | 26.8  | 38.3  | 26.9  | 34.3  | 0.819 |
|        | T500 | 1.02E-09  | -3.07E-08 | 2.67E-08  | 3.70E-03 | 27.2  | 38.6  | 27.3  | 34.6  | 0.796 |
|        | T550 | 3.38E-09  | -2.89E-08 | 2.39E-08  | 3.42E-03 | 30.8  | 35.8  | 30.8  | 31.8  | 0.735 |
|        | T600 | -9.13E-10 | -2.69E-08 | 1.97E-08  | 3.03E-03 | 21.6  | 35.1  | 22.0  | 31.2  | 0.652 |
|        | T650 | 2.04E-09  | -1.99E-08 | 1.36E-08  | 2.20E-03 | 28.0  | 31.1  | 28.1  | 27.1  | 0.473 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| 32045G | NRM  | 1.28E-08  | -1.37E-08 | 2.92E-08  | 3.15E-03 | 68.1  | 45.0  | 65.8  | 41.8  | 1.000 |
|        | T100 | 1.11E-08  | -1.31E-08 | 2.88E-08  | 3.05E-03 | 66.9  | 47.3  | 64.5  | 44.0  | 0.968 |
|        | T300 | 7.43E-09  | -1.67E-08 | 2.57E-08  | 2.87E-03 | 52.4  | 45.9  | 51.0  | 42.2  | 0.911 |
|        | T400 | 5.61E-09  | -1.89E-08 | 2.50E-08  | 2.89E-03 | 45.0  | 44.9  | 44.1  | 41.1  | 0.917 |
|        | T450 | 6.04E-09  | -1.88E-08 | 2.36E-08  | 2.80E-03 | 45.2  | 43.1  | 44.3  | 39.2  | 0.889 |
|        | T500 | 4.92E-09  | -1.95E-08 | 2.25E-08  | 2.74E-03 | 41.3  | 42.2  | 40.6  | 38.3  | 0.870 |
|        | T550 | 6.18E-09  | -1.84E-08 | 2.10E-08  | 2.60E-03 | 44.5  | 40.3  | 43.7  | 36.4  | 0.825 |
|        | T600 | 5.98E-09  | -1.75E-08 | 1.74E-08  | 2.31E-03 | 43.1  | 36.4  | 42.5  | 32.5  | 0.733 |
|        | T650 | 4.01E-09  | -1.42E-08 | 1.07E-08  | 1.66E-03 | 37.6  | 30.2  | 37.3  | 26.3  | 0.527 |
|        | T680 | 2.09E-09  | -5.70E-10 | -1.74E-10 | 1.98E-04 | 262.5 | -38.1 | 268.9 | -45.1 | 0.063 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| PIB    | NRM  | -1.66E-07 | -3.24E-08 | -6.85E-08 | 1.66E-02 | 354.2 | 2.5   | 353.8 | 6.9   | 1.000 |
|        | T300 | -1.31E-07 | -3.91E-08 | -5.02E-08 | 1.32E-02 | 359.6 | 3.9   | 359.1 | 8.8   | 0.795 |
|        | T350 | -1.17E-07 | -4.20E-08 | -4.49E-08 | 1.20E-02 | 2.6   | 3.8   | 2.0   | 8.9   | 0.723 |
|        | T400 | -9.75E-08 | -3.57E-08 | -3.36E-08 | 9.92E-03 | 3.2   | 5.7   | 2.5   | 10.8  | 0.598 |
|        | T450 | -8.30E-08 | -3.52E-08 | -3.13E-08 | 8.68E-03 | 5.7   | 4.0   | 5.2   | 9.4   | 0.523 |
|        | T500 | -6.95E-08 | -3.26E-08 | -2.64E-08 | 7.38E-03 | 7.7   | 3.8   | 7.2   | 9.4   | 0.445 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P3A    | NRM  | 1.89E-07  | -8.44E-08 | -5.93E-08 | 1.96E-02 | 247.1 | -46.8 | 253.3 | -55.5 | 1.000 |
|        | T100 | 1.83E-07  | -8.82E-08 | -5.93E-08 | 1.92E-02 | 244.7 | -46.5 | 250.5 | -55.4 | 0.980 |
|        | T200 | 1.67E-07  | -6.78E-08 | -4.39E-08 | 1.69E-02 | 250.7 | -45.3 | 257.3 | -53.6 | 0.862 |
|        | T250 | 1.56E-07  | -6.54E-08 | -4.07E-08 | 1.58E-02 | 249.9 | -44.9 | 256.3 | -53.3 | 0.806 |
|        | T300 | 1.44E-07  | -6.08E-08 | -4.10E-08 | 1.47E-02 | 249.2 | -46.0 | 255.7 | -54.4 | 0.750 |
|        | T350 | 1.34E-07  | -5.60E-08 | -3.54E-08 | 1.36E-02 | 250.0 | -45.1 | 256.3 | -53.5 | 0.694 |
|        | T400 | 1.12E-07  | -4.90E-08 | -2.88E-08 | 1.14E-02 | 248.9 | -44.4 | 254.9 | -52.9 | 0.582 |
|        | T450 | 9.99E-08  | -5.24E-08 | -2.64E-08 | 1.05E-02 | 243.8 | -42.9 | 248.7 | -51.9 | 0.536 |
|        | T500 | 8.54E-08  | -1.77E-08 | -1.61E-08 | 8.06E-03 | 265.7 | -44.5 | 274.2 | -51.0 | 0.411 |
|        | T550 | 3.59E-08  | -1.53E-08 | -8.39E-09 | 3.63E-03 | 250.1 | -43.5 | 256.1 | -51.9 | 0.185 |
|        | T600 | 1.87E-08  | -6.90E-09 | -3.93E-09 | 1.85E-03 | 254.2 | -43.3 | 260.8 | -51.3 | 0.094 |
|        | T650 | 5.36E-09  | 1.95E-10  | -1.21E-09 | 5.00E-04 | 285.0 | -47.7 | 296.0 | -51.0 | 0.026 |
|        | T680 | 2.09E-09  | -5.70E-10 | -1.74E-10 | 1.98E-04 | 262.5 | -38.1 | 268.9 | -45.1 | 0.010 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P3B    | NRM  | 1.99E-07  | -1.22E-07 | -5.75E-08 | 2.19E-02 | 243.0 | -40.7 | 247.3 | -49.7 | 1.000 |
|        | T300 | 1.68E-07  | -1.06E-07 | -4.45E-08 | 1.85E-02 | 242.7 | -39.3 | 246.8 | -48.3 | 0.845 |
|        | T350 | 1.61E-07  | -9.01E-08 | -4.07E-08 | 1.72E-02 | 246.4 | -40.1 | 251.1 | -48.9 | 0.785 |
|        | T400 | 1.40E-07  | -8.26E-08 | -3.75E-08 | 1.52E-02 | 244.6 | -40.2 | 249.1 | -49.1 | 0.694 |
|        | T450 | 1.22E-07  | -7.31E-08 | -3.05E-08 | 1.32E-02 | 244.5 | -39.2 | 248.8 | -48.2 | 0.603 |
|        | T500 | 1.08E-07  | -6.30E-08 | -2.78E-08 | 1.16E-02 | 245.1 | -39.9 | 249.6 | -48.8 | 0.530 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P4B    | NRM  | 3.70E-08  | -1.04E-08 | -1.10E-08 | 3.63E-03 | 134.1 | -50.1 | 122.4 | -48.9 | 1.000 |
|        | T300 | 3.00E-08  | -9.43E-09 | -6.36E-09 | 2.92E-03 | 133.3 | -45.2 | 123.5 | -44.1 | 0.804 |
|        | T350 | 2.84E-08  | -8.01E-09 | -5.38E-09 | 2.73E-03 | 136.0 | -44.6 | 126.2 | -43.9 | 0.752 |
|        | T400 | 2.36E-08  | -8.20E-09 | -2.56E-09 | 2.28E-03 | 133.0 | -39.4 | 125.0 | -38.4 | 0.628 |
|        | T450 | 1.84E-08  | -7.14E-09 | -3.16E-09 | 1.82E-03 | 129.3 | -42.0 | 120.7 | -40.2 | 0.501 |
|        | T500 | 1.50E-08  | -6.33E-09 | -1.73E-09 | 1.49E-03 | 128.3 | -38.6 | 120.7 | -36.8 | 0.410 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |



|        |           |           |           |           |          |       |       |       |       |       |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P5A    | NRM       | 3.41E-08  | -3.67E-09 | -4.38E-08 | 5.06E-03 | 17.3  | -62.7 | 23.9  | -53.5 | 1.000 |
|        | T300      | 2.36E-08  | -3.08E-09 | -2.95E-08 | 3.45E-03 | 19.4  | -63.3 | 25.7  | -54.0 | 0.682 |
|        | T350      | 2.17E-08  | -2.15E-09 | -2.68E-08 | 3.14E-03 | 17.1  | -63.8 | 24.1  | -54.6 | 0.621 |
|        | T400      | 1.34E-08  | -1.06E-09 | -2.03E-08 | 2.21E-03 | 13.8  | -58.3 | 20.2  | -49.5 | 0.437 |
|        | T450      | 1.25E-08  | -1.47E-09 | -1.67E-08 | 1.90E-03 | 17.5  | -61.6 | 23.8  | -52.4 | 0.375 |
|        | T500      | 1.18E-08  | -9.75E-10 | -1.66E-08 | 1.85E-03 | 14.5  | -60.3 | 21.3  | -51.4 | 0.366 |
| SAMPLE | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P5C    | NRM       | 3.47E-08  | -1.18E-08 | -3.89E-08 | 4.86E-03 | 34.8  | -63.6 | 37.4  | -53.8 | 1.000 |
|        | T300      | 2.24E-08  | -5.30E-09 | -2.65E-08 | 3.19E-03 | 25.0  | -63.8 | 30.0  | -54.3 | 0.656 |
|        | T350      | 1.66E-08  | -5.04E-09 | -2.00E-08 | 2.41E-03 | 29.4  | -62.6 | 33.2  | -52.8 | 0.496 |
|        | T400      | 1.42E-08  | -2.96E-09 | -1.82E-08 | 2.12E-03 | 20.8  | -62.1 | 26.5  | -52.7 | 0.436 |
|        | T450      | 1.13E-08  | -2.57E-09 | -1.42E-08 | 1.67E-03 | 22.6  | -62.4 | 28.0  | -53.0 | 0.344 |
|        | T500      | 8.15E-09  | -9.79E-10 | -1.12E-08 | 1.26E-03 | 13.3  | -60.8 | 20.4  | -51.9 | 0.259 |
| SAMPLE | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P6A    | NRM       | 3.23E-08  | 9.46E-09  | 1.32E-08  | 3.29E-03 | 131.3 | -6.5  | 130.2 | -5.8  | 1.000 |
|        | T100      | 3.00E-08  | 9.73E-09  | 1.27E-08  | 3.09E-03 | 132.7 | -5.8  | 131.7 | -5.3  | 0.939 |
|        | T200      | 2.64E-08  | 8.56E-09  | 1.17E-08  | 2.74E-03 | 132.6 | -4.9  | 131.8 | -4.4  | 0.833 |
|        | T250      | 2.40E-08  | 7.83E-09  | 1.11E-08  | 2.51E-03 | 132.5 | -4.0  | 131.9 | -3.5  | 0.763 |
|        | T300      | 2.05E-08  | 7.75E-09  | 1.00E-08  | 2.19E-03 | 134.8 | -2.8  | 134.3 | -2.8  | 0.666 |
|        | T350      | 1.88E-08  | 5.84E-09  | 9.31E-09  | 1.98E-03 | 131.6 | -2.6  | 131.2 | -1.9  | 0.602 |
|        | T400      | 1.61E-08  | 5.64E-09  | 6.46E-09  | 1.66E-03 | 134.1 | -6.8  | 133.0 | -6.5  | 0.505 |
|        | T450      | 1.24E-08  | 4.94E-09  | 6.60E-09  | 1.35E-03 | 135.4 | -0.9  | 135.2 | -1.0  | 0.410 |
|        | T500      | 9.62E-09  | 3.06E-09  | 4.54E-09  | 1.01E-03 | 132.1 | -3.6  | 131.5 | -3.0  | 0.307 |
|        | T550      | 5.43E-09  | 2.16E-09  | 2.43E-09  | 5.75E-04 | 136.0 | -4.6  | 135.2 | -4.7  | 0.175 |
|        | T600      | 5.06E-09  | 1.46E-09  | 2.86E-09  | 5.45E-04 | 130.1 | 0.5   | 130.3 | 1.3   | 0.166 |
|        | T650      | 9.27E-10  | 4.52E-10  | 6.27E-10  | 1.10E-04 | 138.1 | 4.7   | 138.8 | 4.1   | 0.033 |
| T680   | -2.63E-10 | -3.45E-10 | -2.11E-10 | 4.39E-05  | 342.1    | -6.8  | 342.8 | -2.2  | 0.013 |       |
| SAMPLE | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P6B    | NRM       | 2.59E-08  | 1.52E-08  | 1.29E-08  | 2.97E-03 | 162.7 | -2.2  | 162.0 | -6.8  | 1.000 |
|        | T300      | 1.81E-08  | 9.89E-09  | 8.52E-09  | 2.03E-03 | 161.4 | -3.4  | 160.5 | -7.8  | 0.684 |
|        | T350      | 1.46E-08  | 8.49E-09  | 6.40E-09  | 1.64E-03 | 163.1 | -4.7  | 162.0 | -9.3  | 0.552 |
|        | T400      | 1.14E-08  | 6.60E-09  | 5.29E-09  | 1.29E-03 | 162.8 | -3.6  | 161.8 | -8.2  | 0.434 |
|        | T450      | 9.33E-09  | 6.30E-09  | 3.91E-09  | 1.08E-03 | 167.1 | -5.3  | 165.9 | -10.5 | 0.364 |
|        | T500      | 8.08E-09  | 4.10E-09  | 2.89E-09  | 8.65E-04 | 160.8 | -8.4  | 159.1 | -12.6 | 0.291 |
| SAMPLE | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P7A    | NRM       | 2.24E-09  | -1.14E-08 | 1.69E-08  | 1.86E-03 | 15.9  | 7.8   | 14.8  | 16.5  | 1.000 |
|        | T100      | 2.67E-09  | -1.02E-08 | 1.72E-08  | 1.83E-03 | 19.4  | 7.0   | 18.5  | 16.0  | 0.984 |
|        | T200      | 2.54E-09  | -8.63E-09 | 1.52E-08  | 1.61E-03 | 20.5  | 6.6   | 19.7  | 15.6  | 0.866 |
|        | T250      | 2.06E-09  | -8.26E-09 | 1.38E-08  | 1.47E-03 | 19.1  | 7.3   | 18.2  | 16.3  | 0.790 |
|        | T300      | 2.64E-09  | -8.49E-09 | 1.32E-08  | 1.45E-03 | 17.6  | 4.8   | 16.9  | 13.7  | 0.780 |
|        | T350      | 1.99E-09  | -7.13E-09 | 1.19E-08  | 1.27E-03 | 19.2  | 6.5   | 18.3  | 15.4  | 0.683 |
|        | T400      | 2.21E-09  | -5.33E-09 | 1.05E-08  | 1.09E-03 | 23.5  | 4.6   | 22.9  | 13.9  | 0.586 |
|        | T450      | 8.50E-10  | -4.14E-09 | 7.16E-09  | 7.56E-04 | 19.7  | 8.9   | 18.7  | 17.9  | 0.406 |
|        | T500      | 6.13E-10  | -2.77E-09 | 6.65E-09  | 6.57E-04 | 27.0  | 10.8  | 26.2  | 20.3  | 0.353 |
|        | T550      | 8.46E-10  | -2.65E-09 | 5.31E-09  | 5.45E-04 | 23.5  | 7.1   | 22.8  | 16.4  | 0.293 |
|        | T600      | 8.83E-10  | -2.66E-09 | 5.83E-09  | 5.88E-04 | 25.5  | 7.6   | 24.7  | 17.0  | 0.316 |
|        | T650      | -1.34E-10 | -1.65E-09 | 4.74E-09  | 4.56E-04 | 29.8  | 17.6  | 28.7  | 27.2  | 0.245 |
| T680   | 2.30E-10  | -5.85E-10 | 3.83E-09  | 3.53E-04  | 41.1     | 13.4  | 40.9  | 23.4  | 0.190 |       |
| SAMPLE | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P7C    | NRM       | 1.05E-08  | -1.71E-08 | 1.67E-08  | 2.37E-03 | 7.6   | -7.7  | 8.0   | 0.3   | 1.000 |
|        | T300      | -9.25E-10 | -7.35E-09 | -1.02E-09 | 6.80E-04 | 309.0 | 3.6   | 308.5 | 2.6   | 0.287 |
|        | T350      | 4.52E-09  | -1.29E-08 | 1.28E-08  | 1.70E-03 | 5.4   | 1.8   | 4.8   | 9.5   | 0.717 |
|        | T400      | 4.17E-09  | -1.15E-08 | 1.08E-08  | 1.48E-03 | 4.2   | 0.6   | 3.7   | 8.2   | 0.624 |
|        | T450      | 2.20E-09  | -9.13E-09 | 9.13E-09  | 1.19E-03 | 4.5   | 6.0   | 3.4   | 13.6  | 0.502 |
|        | T500      | 1.71E-09  | -8.16E-09 | 8.64E-09  | 1.09E-03 | 5.7   | 7.9   | 4.3   | 15.6  | 0.460 |
| SAMPLE | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P8B    | NRM       | -5.80E-10 | -9.56E-09 | -3.24E-09 | 9.19E-04 | 63.1  | -8.7  | 62.9  | 0.8   | 1.000 |
|        | T300      | -7.76E-09 | -8.27E-09 | 1.91E-09  | 1.05E-03 | 58.4  | 39.3  | 60.9  | 49.0  | 1.143 |
|        | T350      | -1.26E-09 | -6.11E-09 | -1.65E-09 | 5.87E-04 | 61.2  | -0.2  | 61.5  | 9.4   | 0.639 |
|        | T400      | -1.37E-09 | -4.38E-09 | -1.55E-09 | 4.40E-04 | 54.8  | 1.5   | 55.0  | 11.3  | 0.479 |
|        | T450      | -1.05E-09 | -3.50E-09 | -2.28E-09 | 3.92E-04 | 45.1  | -7.7  | 45.1  | 2.3   | 0.427 |

|             |      |           |           |           |          |       |       |       |      |       |
|-------------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|------|-------|
|             | T500 | -7.24E-10 | -3.70E-09 | -6.74E-10 | 3.48E-04 | 65.2  | 2.3   | 65.6  | 11.7 | 0.379 |
| SAMPLE P11C | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is   | M/Mo  |
|             | NRM  | -9.65E-09 | -1.40E-08 | -2.45E-08 | 2.71E-03 | 75.6  | 18.0  | 77.7  | 26.5 | 1.000 |
|             | T300 | -2.81E-09 | -8.14E-09 | -1.47E-08 | 1.55E-03 | 74.9  | 8.6   | 76.1  | 17.2 | 0.572 |
|             | T350 | -4.93E-09 | -8.64E-09 | -1.33E-08 | 1.51E-03 | 78.8  | 16.4  | 81.0  | 24.6 | 0.557 |
|             | T400 | -3.31E-09 | -7.65E-09 | -1.14E-08 | 1.28E-03 | 79.7  | 12.7  | 81.5  | 20.9 | 0.472 |
|             | T450 | -7.46E-10 | -4.34E-09 | -7.88E-09 | 8.21E-04 | 74.8  | 3.9   | 75.5  | 12.5 | 0.303 |
|             | T500 | -1.03E-09 | -4.24E-09 | -8.35E-09 | 8.56E-04 | 72.9  | 5.4   | 73.7  | 14.2 | 0.316 |
| SAMPLE P12A | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is   | M/Mo  |
|             | NRM  | -2.43E-08 | -9.49E-09 | -1.30E-08 | 2.65E-03 | 46.5  | 21.5  | 46.6  | 31.5 | 1.000 |
|             | T100 | -1.48E-08 | -1.49E-08 | -4.36E-09 | 1.95E-03 | 75.6  | 24.1  | 78.4  | 32.6 | 0.736 |
|             | T200 | -1.25E-08 | -1.32E-08 | -3.41E-09 | 1.68E-03 | 77.5  | 24.2  | 80.5  | 32.5 | 0.634 |
|             | T250 | -1.10E-08 | -1.17E-08 | -2.99E-09 | 1.48E-03 | 77.7  | 24.1  | 80.7  | 32.4 | 0.558 |
|             | T300 | -9.80E-09 | -1.24E-08 | -1.98E-09 | 1.45E-03 | 84.1  | 23.6  | 87.5  | 31.1 | 0.547 |
|             | T350 | -1.02E-08 | -1.07E-08 | -3.40E-09 | 1.38E-03 | 75.7  | 22.4  | 78.4  | 30.9 | 0.521 |
|             | T400 | -6.55E-09 | -6.27E-09 | -1.46E-09 | 8.35E-04 | 76.0  | 27.0  | 79.3  | 35.4 | 0.315 |
|             | T450 | -6.99E-09 | -6.29E-09 | -3.09E-09 | 9.00E-04 | 68.8  | 20.6  | 70.7  | 29.7 | 0.340 |
|             | T500 | -3.82E-09 | -3.92E-09 | 8.32E-10  | 5.03E-04 | 91.9  | 39.1  | 98.9  | 45.5 | 0.190 |
|             | T550 | -2.16E-09 | -3.96E-09 | -4.69E-10 | 4.12E-04 | 92.5  | 17.8  | 95.4  | 24.3 | 0.155 |
|             | T600 | -3.72E-09 | -9.65E-10 | -1.42E-09 | 3.72E-04 | 41.7  | 29.2  | 41.2  | 39.2 | 0.140 |
|             | T650 | -2.86E-09 | -7.83E-11 | -2.41E-09 | 3.40E-04 | 27.2  | 10.9  | 26.3  | 20.4 | 0.128 |
|             | T680 | -2.46E-09 | 1.38E-09  | -1.38E-09 | 2.85E-04 | 358.2 | 19.4  | 355.1 | 26.1 | 0.108 |
| SAMPLE P12B | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is   | M/Mo  |
|             | NRM  | -3.10E-08 | 9.43E-09  | -1.87E-08 | 3.40E-03 | 10.5  | 19.2  | 8.0   | 27.4 | 1.000 |
|             | T300 | -1.48E-08 | -4.88E-09 | -4.37E-09 | 1.47E-03 | 47.0  | 32.7  | 47.3  | 42.7 | 0.432 |
|             | T350 | -1.25E-08 | -5.00E-10 | -9.01E-09 | 1.40E-03 | 27.9  | 15.2  | 26.8  | 24.7 | 0.412 |
|             | T400 | -5.01E-09 | -2.99E-09 | -9.27E-09 | 9.96E-04 | 42.1  | -10.2 | 42.1  | -0.2 | 0.293 |
|             | T450 | -1.43E-08 | -1.44E-08 | -1.08E-08 | 2.09E-03 | 65.6  | 10.8  | 66.6  | 20.2 | 0.615 |
|             | T500 | -1.13E-08 | -1.76E-09 | -6.51E-09 | 1.20E-03 | 34.2  | 20.9  | 33.3  | 30.7 | 0.353 |
| SAMPLE P12C | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is   | M/Mo  |
|             | NRM  | -2.58E-08 | 5.00E-08  | -6.08E-08 | 7.53E-03 | 8.7   | 4.8   | 7.8   | 12.8 | 1.000 |
|             | T300 | -1.31E-08 | 3.12E-08  | -3.39E-08 | 4.35E-03 | 5.3   | 3.1   | 4.5   | 10.8 | 0.578 |
|             | T350 | -2.93E-08 | 2.58E-08  | -4.09E-08 | 5.14E-03 | 17.6  | 16.5  | 15.8  | 25.3 | 0.683 |
|             | T400 | -1.85E-08 | 1.37E-08  | -3.76E-08 | 4.01E-03 | 27.7  | 8.7   | 26.9  | 18.3 | 0.533 |
|             | T450 | -1.67E-08 | 2.31E-09  | -3.65E-08 | 3.66E-03 | 42.7  | 7.6   | 42.6  | 17.6 | 0.486 |
|             | T500 | -1.39E-08 | 8.71E-09  | -3.17E-08 | 3.24E-03 | 31.8  | 6.5   | 31.3  | 16.2 | 0.430 |
| SAMPLE P15A | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is   | M/Mo  |
|             | NRM  | -1.53E-07 | -7.98E-07 | -1.90E-07 | 7.59E-02 | 52.6  | 7.3   | 52.9  | 17.2 | 1.000 |
|             | T100 | -1.15E-07 | -7.03E-07 | -2.81E-07 | 6.96E-02 | 44.9  | 3.7   | 44.9  | 13.7 | 0.917 |
|             | T200 | -1.32E-07 | -7.11E-07 | -1.48E-07 | 6.71E-02 | 54.3  | 7.4   | 54.6  | 17.3 | 0.884 |
|             | T250 | -1.18E-07 | -6.86E-07 | -1.42E-07 | 6.46E-02 | 54.5  | 6.7   | 54.8  | 16.6 | 0.851 |
|             | T300 | -9.02E-08 | -6.61E-07 | -1.26E-07 | 6.17E-02 | 55.8  | 5.0   | 56.1  | 14.9 | 0.813 |
|             | T350 | -1.12E-07 | -6.05E-07 | -1.15E-07 | 5.69E-02 | 55.2  | 7.6   | 55.6  | 17.5 | 0.750 |
|             | T400 | -7.82E-08 | -5.45E-07 | -1.02E-07 | 5.09E-02 | 55.9  | 5.5   | 56.2  | 15.3 | 0.671 |
|             | T450 | -6.23E-08 | -4.82E-07 | -8.78E-08 | 4.49E-02 | 56.3  | 4.8   | 56.7  | 14.6 | 0.592 |
|             | T500 | -5.84E-08 | -4.21E-07 | -8.22E-08 | 3.94E-02 | 55.5  | 5.1   | 55.8  | 14.9 | 0.519 |
|             | T550 | -5.46E-08 | -2.93E-07 | -5.71E-08 | 2.76E-02 | 54.9  | 7.6   | 55.3  | 17.5 | 0.364 |
|             | T600 | -2.97E-08 | -1.81E-07 | -4.26E-08 | 1.71E-02 | 53.1  | 5.9   | 53.4  | 15.8 | 0.225 |
|             | T650 | -1.69E-08 | -3.83E-08 | -1.83E-08 | 4.15E-03 | 38.5  | 15.7  | 38.1  | 25.6 | 0.055 |
|             | T680 | -7.13E-10 | -8.68E-09 | -3.27E-09 | 8.46E-04 | 46.9  | -0.3  | 46.9  | 9.7  | 0.011 |
| SAMPLE P15B | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is   | M/Mo  |
|             | NRM  | -7.13E-08 | -1.32E-07 | -7.13E-08 | 1.51E-02 | 40.3  | 14.9  | 40.0  | 24.8 | 1.000 |
|             | T350 | -7.02E-08 | -1.26E-07 | -7.48E-08 | 1.48E-02 | 38.2  | 14.4  | 37.8  | 24.3 | 0.980 |
|             | T400 | -6.39E-08 | -1.12E-07 | -6.76E-08 | 1.32E-02 | 37.7  | 14.7  | 37.2  | 24.6 | 0.874 |
|             | T450 | -5.79E-08 | -1.00E-07 | -5.99E-08 | 1.18E-02 | 37.7  | 15.1  | 37.3  | 25.0 | 0.781 |
|             | T500 | -5.07E-08 | -8.80E-08 | -5.11E-08 | 1.03E-02 | 38.4  | 15.4  | 38.0  | 25.3 | 0.682 |
| SAMPLE P15C | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is   | M/Mo  |
|             | NRM  | -1.58E-07 | -1.45E-07 | -3.01E-07 | 3.36E-02 | 5.5   | 10.7  | 3.9   | 18.4 | 1.000 |
|             | T300 | -1.09E-07 | -9.84E-08 | -2.01E-07 | 2.26E-02 | 5.8   | 11.4  | 4.0   | 19.1 | 0.673 |
|             | T350 | -1.11E-07 | -9.55E-08 | -1.97E-07 | 2.23E-02 | 5.5   | 12.3  | 3.6   | 19.9 | 0.664 |
|             | T400 | -9.79E-08 | -9.09E-08 | -1.82E-07 | 2.05E-02 | 6.2   | 11.2  | 4.5   | 18.9 | 0.610 |
|             | T450 | -9.09E-08 | -7.50E-08 | -1.60E-07 | 1.81E-02 | 4.7   | 12.6  | 2.8   | 20.1 | 0.539 |

|                |                |           |           |           |          |          |       |       |       |       |
|----------------|----------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|
|                | T500           | -7.16E-08 | -7.69E-08 | -1.40E-07 | 1.59E-02 | 8.5      | 9.9   | 7.0   | 17.9  | 0.473 |
| SAMPLE<br>P16A | PAL            | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg       | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                | NRM            | 6.19E-09  | -1.36E-08 | -7.24E-09 | 1.51E-03 | 36.9     | -32.7 | 37.7  | -21.9 | 1.000 |
|                | T100           | 7.08E-09  | -1.22E-08 | -4.74E-09 | 1.35E-03 | 47.3     | -34.8 | 47.2  | -23.8 | 0.894 |
|                | T200           | 5.12E-09  | -7.63E-09 | -3.93E-09 | 9.09E-04 | 43.7     | -39.8 | 44.0  | -28.8 | 0.602 |
|                | T250           | 4.66E-09  | -9.52E-09 | -3.48E-09 | 1.01E-03 | 45.9     | -31.2 | 45.9  | -20.2 | 0.669 |
|                | T300           | 4.14E-09  | -8.51E-09 | -2.56E-09 | 8.91E-04 | 49.0     | -29.8 | 48.8  | -18.8 | 0.590 |
|                | T350           | 2.00E-09  | -7.61E-09 | -2.87E-09 | 7.61E-04 | 39.0     | -22.2 | 39.4  | -11.3 | 0.504 |
|                | T400           | 1.33E-10  | -6.38E-09 | -3.29E-09 | 6.53E-04 | 26.4     | -14.2 | 27.0  | -3.8  | 0.432 |
|                | T450           | -2.11E-09 | -6.04E-09 | -3.33E-09 | 6.56E-04 | 16.9     | 1.3   | 16.3  | 10.9  | 0.434 |
|                | T500           | -4.72E-09 | -4.64E-09 | -3.60E-09 | 6.85E-04 | 0.3      | 17.7  | 357.1 | 25.1  | 0.454 |
|                | T550           | -4.87E-09 | -4.14E-09 | -2.87E-09 | 6.37E-04 | 0.1      | 23.4  | 355.9 | 30.8  | 0.422 |
|                | T600           | -4.80E-09 | -3.79E-09 | -8.94E-10 | 5.62E-04 | 10.1     | 36.9  | 4.0   | 45.5  | 0.372 |
|                | T650           | -4.00E-09 | -1.53E-09 | -1.51E-09 | 4.13E-04 | 344.8    | 36.6  | 336.7 | 41.3  | 0.274 |
| T680           | -3.59E-09      | -9.70E-10 | -1.50E-09 | 3.65E-04  | 337.4    | 36.0     | 329.3 | 39.3  | 0.242 |       |
| T730           | -1.87E-09      | 1.91E-10  | -1.14E-09 | 2.00E-04  | 314.3    | 28.5     | 308.5 | 27.6  | 0.132 |       |
| SAMPLE<br>P17A | PAL            | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg       | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                | NRM            | -1.18E-08 | -7.16E-09 | -9.29E-09 | 1.51E-03 | 2.4      | 14.2  | 359.8 | 22.0  | 1.000 |
|                | T300           | -7.93E-09 | -4.79E-09 | -5.30E-09 | 9.70E-04 | 4.2      | 18.0  | 1.1   | 26.0  | 0.642 |
|                | T350           | -7.61E-09 | -4.74E-09 | -5.82E-09 | 9.72E-04 | 3.3      | 14.8  | 0.7   | 22.8  | 0.644 |
|                | T400           | -7.57E-09 | -4.03E-09 | -5.32E-09 | 9.17E-04 | 0.7      | 17.3  | 357.6 | 24.8  | 0.607 |
|                | T450           | -4.37E-09 | -1.33E-09 | -2.60E-09 | 4.78E-04 | 351.9    | 22.5  | 347.5 | 28.6  | 0.317 |
|                | T500           | -6.13E-09 | -7.71E-11 | -1.00E-09 | 5.65E-04 | 337.0    | 44.7  | 325.9 | 47.7  | 0.374 |
|                | SAMPLE<br>P17B | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)  | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    |
| NRM            |                | -5.27E-09 | -1.10E-08 | -5.89E-09 | 1.23E-03 | 30.4     | 3.4   | 30.0  | 14.0  | 1.000 |
| T100           |                | -4.21E-09 | -1.06E-08 | -5.24E-09 | 1.14E-03 | 33.7     | 1.5   | 33.4  | 12.2  | 0.927 |
| T200           |                | -3.56E-09 | -9.31E-09 | -4.34E-09 | 9.88E-04 | 35.0     | 1.7   | 34.7  | 12.5  | 0.803 |
| T250           |                | -2.16E-09 | -8.55E-09 | -3.99E-09 | 8.80E-04 | 38.3     | -3.5  | 38.2  | 7.4   | 0.715 |
| T300           |                | -2.71E-09 | -8.39E-09 | -3.86E-09 | 8.75E-04 | 36.7     | -0.5  | 36.5  | 10.4  | 0.711 |
| T350           |                | -2.98E-09 | -7.24E-09 | -2.15E-09 | 7.38E-04 | 40.3     | 8.1   | 40.0  | 19.1  | 0.600 |
| T400           |                | -3.21E-09 | -5.28E-09 | -1.37E-09 | 5.75E-04 | 36.4     | 16.4  | 35.7  | 27.3  | 0.467 |
| T450           |                | -2.26E-09 | -4.17E-09 | -2.06E-09 | 4.70E-04 | 30.3     | 6.9   | 29.7  | 17.4  | 0.382 |
| T500           |                | -2.00E-09 | -2.99E-09 | -1.99E-09 | 3.74E-04 | 23.0     | 6.3   | 22.2  | 16.4  | 0.304 |
| T550           |                | -2.50E-09 | -2.42E-09 | -2.27E-09 | 3.78E-04 | 12.2     | 9.5   | 10.6  | 18.6  | 0.307 |
| T600           |                | -2.47E-09 | -2.52E-09 | -2.64E-09 | 4.01E-04 | 11.1     | 5.8   | 9.9   | 14.8  | 0.326 |
| T650           |                | -1.54E-09 | -9.94E-10 | -2.14E-09 | 2.56E-04 | 356.7    | -0.2  | 356.2 | 6.9   | 0.208 |
| T680           | 2.83E-11       | -1.00E-09 | -6.43E-11 | 9.11E-05  | 64.0     | -3.5     | 64.1  | 7.0   | 0.074 |       |
| SAMPLE<br>P17C | PAL            | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg       | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                | NRM            | -9.14E-09 | -8.42E-09 | -5.49E-09 | 1.24E-03 | 16.6     | 17.9  | 14.3  | 27.3  | 1.000 |
|                | T300           | -4.62E-09 | -4.93E-09 | -1.32E-09 | 6.26E-04 | 28.5     | 25.5  | 26.4  | 35.9  | 0.505 |
|                | T350           | -4.41E-09 | -4.19E-09 | -1.50E-09 | 5.70E-04 | 23.8     | 25.4  | 21.2  | 35.5  | 0.460 |
|                | T400           | -2.86E-09 | -1.21E-09 | -5.88E-10 | 2.87E-04 | 5.3      | 38.5  | 358.2 | 46.4  | 0.231 |
|                | T450           | -2.56E-09 | -3.32E-10 | -2.49E-10 | 2.36E-04 | 347.0    | 47.9  | 335.0 | 52.6  | 0.190 |
|                | T500           | -2.34E-09 | -6.65E-10 | -2.84E-10 | 2.23E-04 | 358.5    | 44.8  | 348.7 | 51.6  | 0.180 |
| SAMPLE<br>P22A | PAL            | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg       | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                | NRM            | -2.67E-07 | 8.09E-08  | 1.96E-07  | 3.10E-02 | 201.9    | 71.7  | 210.5 | 61.3  | 1.000 |
|                | T100           | -2.64E-07 | 7.92E-08  | 1.89E-07  | 3.04E-02 | 203.5    | 72.1  | 211.7 | 61.6  | 0.981 |
|                | T200           | -2.49E-07 | 7.63E-08  | 1.71E-07  | 2.83E-02 | 207.2    | 72.4  | 214.1 | 61.8  | 0.913 |
|                | T250           | -2.42E-07 | 8.30E-08  | 1.66E-07  | 2.77E-02 | 210.3    | 71.1  | 215.8 | 60.4  | 0.894 |
|                | T300           | -2.39E-07 | 3.90E-08  | 1.54E-07  | 2.61E-02 | 194.9    | 78.3  | 209.6 | 68.1  | 0.842 |
|                | T350           | -2.26E-07 | 6.56E-08  | 1.42E-07  | 2.50E-02 | 213.0    | 74.0  | 218.1 | 63.2  | 0.806 |
|                | T400           | -2.03E-07 | 7.31E-08  | 1.26E-07  | 2.27E-02 | 219.0    | 71.3  | 221.5 | 60.4  | 0.732 |
|                | T450           | -1.94E-07 | 5.76E-08  | 1.18E-07  | 2.13E-02 | 216.4    | 74.0  | 220.2 | 63.1  | 0.687 |
|                | T500           | -1.71E-07 | 5.04E-08  | 9.59E-08  | 1.84E-02 | 223.3    | 74.7  | 224.4 | 63.7  | 0.594 |
|                | T550           | -1.18E-07 | 3.25E-08  | 6.82E-08  | 1.27E-02 | 219.2    | 75.3  | 222.0 | 64.4  | 0.410 |
|                | T600           | -8.80E-08 | 2.81E-08  | 4.75E-08  | 9.44E-03 | 227.9    | 73.7  | 227.1 | 62.7  | 0.305 |
|                | T650           | -1.69E-08 | 4.01E-09  | 1.15E-08  | 1.89E-03 | 200.8    | 74.9  | 211.1 | 64.6  | 0.061 |
|                | T680           | -1.40E-08 | 2.46E-09  | 9.40E-09  | 1.55E-03 | 193.4    | 77.1  | 208.0 | 67.1  | 0.050 |
|                | T730           | 3.37E-10  | -2.57E-11 | 2.12E-10  | 3.63E-05 | 148.6    | -33.7 | 141.0 | -35.4 | 0.001 |
| SAMPLE<br>P22B | PAL            | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg       | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|                | NRM            | -2.50E-07 | 8.51E-08  | 5.18E-07  | 5.29E-02 | 163.8    | 44.2  | 171.9 | 38.2  | 1.000 |
|                | T300           | -2.41E-07 | 9.05E-08  | 4.15E-07  | 4.44E-02 | 168.1    | 48.0  | 176.7 | 41.3  | 0.839 |
|                | T350           | -2.35E-07 | 1.00E-07  | 4.08E-07  | 4.38E-02 | 169.9    | 47.5  | 178.2 | 40.6  | 0.828 |

|        |      |           |           |           |          |       |       |       |       |       |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
|        | T400 | -2.24E-07 | 8.86E-08  | 3.59E-07  | 3.93E-02 | 170.4 | 49.5  | 179.2 | 42.4  | 0.743 |
|        | T450 | -2.04E-07 | 9.19E-08  | 3.21E-07  | 3.56E-02 | 173.2 | 49.5  | 181.6 | 42.0  | 0.673 |
|        | T500 | -1.95E-07 | 8.45E-08  | 2.91E-07  | 3.28E-02 | 173.8 | 50.8  | 182.4 | 43.2  | 0.620 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P22C   | NRM  | -2.35E-07 | 1.60E-08  | 3.62E-07  | 3.93E-02 | 155.4 | 51.9  | 167.2 | 47.2  | 1.000 |
|        | T300 | -2.23E-07 | 2.16E-08  | 3.08E-07  | 3.46E-02 | 157.6 | 54.8  | 170.2 | 49.6  | 0.880 |
|        | T350 | -2.27E-07 | 2.15E-08  | 3.05E-07  | 3.46E-02 | 157.7 | 55.5  | 170.6 | 50.3  | 0.880 |
|        | T400 | -2.07E-07 | 2.08E-08  | 2.63E-07  | 3.05E-02 | 158.5 | 57.0  | 172.0 | 51.6  | 0.776 |
|        | T450 | -1.84E-07 | 2.59E-08  | 2.20E-07  | 2.62E-02 | 161.9 | 58.5  | 175.5 | 52.5  | 0.667 |
|        | T500 | -1.79E-07 | 2.42E-08  | 2.10E-07  | 2.52E-02 | 161.8 | 59.1  | 175.6 | 53.1  | 0.641 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P23A   | NRM  | -1.64E-08 | -9.26E-09 | -1.22E-08 | 2.04E-03 | 5.3   | 14.9  | 2.7   | 23.1  | 1.000 |
|        | T100 | -1.46E-08 | -8.48E-09 | -1.04E-08 | 1.80E-03 | 6.4   | 15.8  | 3.8   | 24.1  | 0.882 |
|        | T200 | -1.40E-08 | -7.34E-09 | -7.36E-09 | 1.59E-03 | 7.2   | 22.8  | 3.5   | 31.1  | 0.779 |
|        | T250 | -1.29E-08 | -7.65E-09 | -6.18E-09 | 1.47E-03 | 11.1  | 23.9  | 7.5   | 32.8  | 0.721 |
|        | T300 | -1.11E-08 | -8.45E-09 | -5.81E-09 | 1.37E-03 | 16.7  | 20.8  | 14.1  | 30.3  | 0.672 |
|        | T350 | -1.15E-08 | -8.15E-09 | -5.63E-09 | 1.38E-03 | 15.5  | 22.4  | 12.5  | 31.8  | 0.676 |
|        | T400 | -1.02E-08 | -7.64E-09 | -4.49E-09 | 1.23E-03 | 18.2  | 23.8  | 15.2  | 33.4  | 0.603 |
|        | T450 | -8.33E-09 | -6.91E-09 | -5.46E-09 | 1.10E-03 | 16.4  | 16.1  | 14.3  | 25.6  | 0.539 |
|        | T500 | -6.73E-09 | -6.23E-09 | -5.79E-09 | 9.86E-04 | 15.7  | 10.0  | 14.2  | 19.5  | 0.483 |
|        | T550 | -4.30E-09 | -5.92E-09 | -3.51E-09 | 7.38E-04 | 27.7  | 9.4   | 26.8  | 19.8  | 0.362 |
|        | T600 | -4.39E-09 | -6.11E-09 | -1.95E-09 | 7.07E-04 | 35.5  | 17.5  | 34.6  | 28.3  | 0.347 |
|        | T650 | -4.03E-09 | -3.33E-09 | -2.41E-09 | 5.23E-04 | 17.4  | 17.9  | 15.2  | 27.5  | 0.256 |
|        | T680 | 1.01E-10  | -2.74E-09 | -5.59E-10 | 2.54E-04 | 62.0  | -8.6  | 61.8  | 2.0   | 0.125 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P24A   | NRM  | -4.50E-09 | -2.62E-09 | -3.72E-09 | 5.82E-04 | 23.6  | 18.6  | 21.7  | 28.7  | 1.000 |
|        | T300 | -3.22E-09 | -1.88E-09 | -1.24E-09 | 3.57E-04 | 33.0  | 33.5  | 30.9  | 44.2  | 0.613 |
|        | T350 | -3.09E-09 | -1.84E-09 | -1.18E-09 | 3.44E-04 | 33.6  | 33.4  | 31.6  | 44.1  | 0.591 |
|        | T400 | -3.96E-09 | -1.59E-09 | -1.90E-09 | 4.25E-04 | 21.7  | 32.1  | 18.0  | 41.9  | 0.730 |
|        | T450 | -3.55E-09 | -2.60E-09 | -2.31E-09 | 4.52E-04 | 32.6  | 22.7  | 31.1  | 33.4  | 0.777 |
|        | T500 | -3.17E-09 | -1.56E-09 | -2.88E-09 | 4.14E-04 | 18.9  | 16.6  | 16.9  | 26.4  | 0.711 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P24B   | NRM  | -6.56E-09 | -3.60E-09 | -3.94E-09 | 7.69E-04 | 26.3  | 26.0  | 24.0  | 35.2  | 1.000 |
|        | T100 | -6.21E-09 | -3.42E-09 | -3.51E-09 | 7.19E-04 | 27.1  | 27.3  | 24.8  | 36.5  | 0.937 |
|        | T200 | -5.42E-09 | -2.99E-09 | -2.74E-09 | 6.15E-04 | 28.5  | 29.4  | 26.1  | 38.8  | 0.802 |
|        | T250 | -4.45E-09 | -3.24E-09 | -2.36E-09 | 5.44E-04 | 35.2  | 26.5  | 33.8  | 36.2  | 0.709 |
|        | T300 | -4.50E-09 | -1.89E-09 | -2.56E-09 | 5.01E-04 | 20.9  | 28.3  | 17.8  | 37.1  | 0.653 |
|        | T350 | -3.62E-09 | -2.27E-09 | -1.77E-09 | 4.20E-04 | 32.2  | 29.1  | 30.2  | 38.7  | 0.548 |
|        | T400 | -3.43E-09 | -1.05E-09 | -2.18E-09 | 3.82E-04 | 14.2  | 26.6  | 10.8  | 34.8  | 0.498 |
|        | T450 | -3.04E-09 | -1.14E-09 | -1.89E-09 | 3.42E-04 | 17.9  | 26.7  | 14.7  | 35.2  | 0.446 |
|        | T500 | -1.80E-09 | -1.07E-09 | -1.05E-09 | 2.13E-04 | 28.6  | 26.2  | 26.5  | 35.6  | 0.278 |
|        | T550 | -2.13E-09 | -5.70E-10 | -3.72E-10 | 2.03E-04 | 20.3  | 47.9  | 13.7  | 56.5  | 0.265 |
|        | T600 | -1.26E-09 | 1.76E-10  | -2.14E-09 | 2.26E-04 | 353.9 | 0.5   | 353.5 | 6.3   | 0.295 |
|        | T650 | -2.71E-09 | -7.43E-10 | -1.25E-09 | 2.80E-04 | 15.0  | 34.0  | 10.4  | 42.2  | 0.365 |
|        | T680 | 3.84E-10  | -7.61E-10 | 1.85E-10  | 7.93E-05 | 112.8 | -16.0 | 110.6 | -11.5 | 0.103 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P24C   | NRM  | -6.04E-09 | 2.52E-09  | -6.91E-09 | 8.65E-04 | 31.1  | 14.6  | 30.1  | 25.2  | 1.000 |
|        | T300 | -4.68E-09 | 7.02E-10  | -4.51E-09 | 5.94E-04 | 40.4  | 19.9  | 39.9  | 30.9  | 0.687 |
|        | T350 | -4.37E-09 | 8.84E-10  | -4.27E-09 | 5.61E-04 | 38.3  | 19.5  | 37.5  | 30.3  | 0.649 |
|        | T400 | -3.91E-09 | 3.77E-10  | -4.55E-09 | 5.46E-04 | 43.3  | 14.6  | 43.1  | 25.6  | 0.631 |
|        | T450 | -3.10E-09 | 8.58E-10  | -4.05E-09 | 4.70E-04 | 37.3  | 11.3  | 36.7  | 22.1  | 0.543 |
|        | T500 | -1.81E-09 | 1.30E-09  | -3.91E-09 | 4.09E-04 | 30.2  | -1.1  | 30.0  | 9.5   | 0.473 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P25A   | NRM  | 5.19E-09  | 4.09E-08  | -1.23E-08 | 3.91E-03 | 281.2 | -12.4 | 281.8 | -14.2 | 1.000 |
|        | T300 | 5.87E-09  | 2.88E-08  | -7.70E-09 | 2.76E-03 | 278.0 | -15.7 | 278.7 | -17.6 | 0.706 |
|        | T350 | 3.74E-09  | 2.54E-08  | -6.81E-09 | 2.41E-03 | 279.2 | -12.9 | 279.8 | -14.8 | 0.616 |
|        | T400 | 3.49E-09  | 2.17E-08  | -6.73E-09 | 2.09E-03 | 281.1 | -14.3 | 281.7 | -16.1 | 0.535 |
|        | T450 | 2.07E-09  | 1.59E-08  | -5.78E-09 | 1.55E-03 | 284.3 | -13.6 | 285.0 | -15.2 | 0.396 |
|        | T500 | 7.50E-10  | 1.37E-08  | -6.35E-09 | 1.37E-03 | 290.4 | -11.4 | 291.0 | -12.7 | 0.350 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P25B   | NRM  | -8.36E-09 | -3.13E-09 | -5.06E-09 | 9.33E-04 | 20.1  | 35.7  | 19.0  | 38.4  | 1.000 |
|        | T300 | -6.34E-09 | -3.59E-09 | -2.74E-09 | 7.08E-04 | 34.6  | 39.4  | 34.0  | 42.3  | 0.759 |

|             |           |           |           |           |          |       |       |       |       |       |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T350        | -5.98E-09 | -2.82E-09 | -2.16E-09 | 6.32E-04  | 32.1     | 43.7  | 31.3  | 46.6  | 0.677 |       |
| T400        | -3.95E-09 | -3.09E-09 | -1.18E-09 | 4.68E-04  | 48.8     | 39.3  | 48.9  | 42.3  | 0.502 |       |
| T450        | -2.44E-09 | -3.97E-09 | -1.56E-09 | 4.47E-04  | 57.6     | 20.5  | 57.8  | 23.4  | 0.479 |       |
| T500        | -1.34E-09 | -2.86E-09 | -1.85E-09 | 3.33E-04  | 50.3     | 9.2   | 50.4  | 12.2  | 0.357 |       |
| SAMPLE P25C | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|             | NRM       | -1.07E-08 | -1.24E-09 | -9.43E-09 | 1.30E-03 | 3.6   | 27.5  | 2.4   | 29.6  | 1.000 |
|             | T300      | -8.52E-09 | -1.56E-09 | -7.69E-09 | 1.05E-03 | 6.7   | 26.7  | 5.6   | 28.9  | 0.808 |
|             | T350      | -9.23E-09 | -1.03E-09 | -5.83E-09 | 9.97E-04 | 4.7   | 36.5  | 3.1   | 38.7  | 0.767 |
|             | T400      | -6.99E-09 | -1.94E-10 | -6.81E-09 | 8.87E-04 | 359.3 | 24.7  | 358.2 | 26.7  | 0.682 |
|             | T450      | -5.63E-09 | 1.04E-11  | -6.02E-09 | 7.49E-04 | 357.9 | 22.1  | 356.9 | 24.0  | 0.576 |
|             | T500      | -4.29E-09 | 6.62E-10  | -6.15E-09 | 6.84E-04 | 352.8 | 13.8  | 352.2 | 15.5  | 0.526 |
| SAMPLE P26C | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|             | NRM       | -1.34E-08 | -2.04E-08 | -4.71E-09 | 2.26E-03 | 4.2   | 1.5   | 4.1   | 3.7   | 1.000 |
|             | T300      | -1.11E-08 | -1.56E-08 | -3.45E-09 | 1.77E-03 | 2.4   | 2.8   | 2.3   | 4.9   | 0.783 |
|             | T350      | -1.18E-08 | -1.62E-08 | -2.61E-09 | 1.84E-03 | 2.7   | 5.7   | 2.4   | 7.8   | 0.814 |
|             | T400      | -9.29E-09 | -1.26E-08 | -4.63E-09 | 1.48E-03 | 359.6 | -2.9  | 359.7 | -0.9  | 0.655 |
|             | T450      | -8.72E-09 | -1.21E-08 | -4.09E-09 | 1.41E-03 | 0.5   | -1.9  | 0.6   | 0.1   | 0.624 |
|             | T500      | -9.30E-09 | -1.05E-08 | -4.49E-09 | 1.34E-03 | 354.5 | -2.6  | 354.6 | -0.9  | 0.593 |
| SAMPLE P27A | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|             | NRM       | -4.19E-08 | -6.11E-08 | -2.02E-07 | 1.96E-02 | 39.5  | -1.2  | 39.5  | 1.7   | 1.000 |
|             | T100      | -3.55E-08 | -6.39E-08 | -2.03E-07 | 1.96E-02 | 40.3  | -2.9  | 40.3  | 0.0   | 1.000 |
|             | T200      | -3.99E-08 | -6.26E-08 | -1.96E-07 | 1.91E-02 | 40.4  | -1.4  | 40.4  | 1.5   | 0.974 |
|             | T250      | -3.63E-08 | -6.57E-08 | -1.95E-07 | 1.90E-02 | 41.3  | -2.3  | 41.3  | 0.6   | 0.969 |
|             | T300      | -3.84E-08 | -6.12E-08 | -1.94E-07 | 1.88E-02 | 40.2  | -1.7  | 40.2  | 1.2   | 0.959 |
|             | T350      | -3.48E-08 | -5.78E-08 | -1.90E-07 | 1.83E-02 | 39.7  | -2.5  | 39.7  | 0.5   | 0.934 |
|             | T400      | -3.51E-08 | -5.57E-08 | -1.74E-07 | 1.69E-02 | 40.4  | -1.5  | 40.4  | 1.5   | 0.862 |
|             | T450      | -2.81E-08 | -4.95E-08 | -1.55E-07 | 1.50E-02 | 40.5  | -2.6  | 40.5  | 0.4   | 0.765 |
|             | T500      | -2.04E-08 | -3.77E-08 | -1.26E-07 | 1.21E-02 | 39.5  | -3.6  | 39.5  | -0.7  | 0.617 |
|             | T550      | -1.05E-08 | -2.89E-08 | -9.03E-08 | 8.67E-03 | 40.7  | -6.1  | 40.8  | -3.1  | 0.442 |
|             | T600      | -7.00E-09 | -1.49E-08 | -4.28E-08 | 4.17E-03 | 42.0  | -3.5  | 42.0  | -0.5  | 0.213 |
|             | T650      | -2.10E-09 | -4.62E-09 | -1.09E-08 | 1.09E-03 | 45.6  | -1.9  | 45.6  | 1.1   | 0.056 |
|             | T680      | 1.23E-09  | -5.48E-10 | -3.04E-09 | 3.02E-04 | 34.5  | -34.5 | 35.0  | -31.6 | 0.015 |
| SAMPLE P29A | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|             | NRM       | -5.03E-08 | -1.20E-08 | -1.82E-08 | 4.98E-03 | 11.1  | 38.0  | 9.6   | 40.4  | 1.000 |
|             | T300      | -3.59E-08 | -1.28E-08 | -1.04E-08 | 3.59E-03 | 20.0  | 40.0  | 18.8  | 42.7  | 0.721 |
|             | T350      | -3.24E-08 | -7.45E-09 | -9.27E-09 | 3.14E-03 | 11.8  | 41.8  | 10.1  | 44.2  | 0.631 |
|             | T400      | -3.09E-08 | -6.88E-09 | -7.54E-09 | 2.96E-03 | 12.1  | 44.0  | 10.3  | 46.4  | 0.594 |
|             | T450      | -2.62E-08 | -7.07E-09 | -5.69E-09 | 2.52E-03 | 16.0  | 44.8  | 14.4  | 47.3  | 0.506 |
|             | T500      | -2.30E-08 | -4.59E-09 | -4.17E-09 | 2.17E-03 | 11.6  | 47.5  | 9.5   | 49.9  | 0.436 |
| SAMPLE P29B | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|             | NRM       | -3.14E-08 | -2.22E-08 | -8.48E-09 | 3.58E-03 | 38.4  | 34.9  | 38.1  | 37.9  | 1.000 |
|             | T100      | -3.10E-08 | -2.31E-08 | -7.31E-09 | 3.58E-03 | 41.1  | 35.4  | 40.8  | 38.4  | 1.000 |
|             | T200      | -2.62E-08 | -2.21E-08 | -7.56E-09 | 3.19E-03 | 42.9  | 31.9  | 42.7  | 34.9  | 0.891 |
|             | T250      | -2.50E-08 | -2.08E-08 | -5.10E-09 | 2.99E-03 | 45.3  | 34.8  | 45.2  | 37.8  | 0.835 |
|             | T300      | -2.36E-08 | -1.86E-08 | -4.76E-09 | 2.77E-03 | 43.9  | 35.8  | 43.7  | 38.7  | 0.774 |
|             | T350      | -2.09E-08 | -1.80E-08 | -4.11E-09 | 2.54E-03 | 46.6  | 34.5  | 46.5  | 37.5  | 0.709 |
|             | T400      | -1.76E-08 | -1.65E-08 | -2.90E-09 | 2.21E-03 | 50.0  | 34.0  | 50.1  | 37.0  | 0.617 |
|             | T450      | -1.48E-08 | -1.39E-08 | -1.63E-09 | 1.85E-03 | 52.0  | 35.6  | 52.2  | 38.6  | 0.517 |
|             | T500      | -1.19E-08 | -1.15E-08 | -1.38E-09 | 1.51E-03 | 52.6  | 34.9  | 52.7  | 37.8  | 0.422 |
|             | T550      | -1.08E-08 | -8.78E-09 | -3.06E-10 | 1.27E-03 | 51.4  | 40.8  | 51.6  | 43.8  | 0.355 |
|             | T600      | -7.03E-09 | -5.44E-09 | 5.37E-10  | 8.10E-04 | 54.8  | 45.1  | 55.2  | 48.0  | 0.226 |
|             | T650      | -3.74E-09 | -2.93E-09 | 6.93E-10  | 4.36E-04 | 60.5  | 47.9  | 61.3  | 50.8  | 0.122 |
|             | T680      | -1.02E-09 | -3.12E-09 | 6.43E-10  | 3.04E-04 | 85.5  | 21.1  | 86.2  | 23.5  | 0.085 |
|             | T730      | 5.61E-10  | 2.32E-10  | -8.48E-11 | 5.57E-05 | 222.0 | -58.8 | 221.4 | -61.8 | 0.016 |
| SAMPLE P29C | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|             | NRM       | -3.51E-08 | -1.37E-08 | -9.54E-09 | 3.53E-03 | 22.6  | 40.4  | 21.4  | 43.1  | 1.000 |
|             | T300      | -2.52E-08 | -1.27E-08 | -6.31E-09 | 2.63E-03 | 29.6  | 39.4  | 28.8  | 42.2  | 0.745 |
|             | T350      | -2.37E-08 | -1.06E-08 | -6.78E-09 | 2.44E-03 | 25.5  | 38.8  | 24.5  | 41.6  | 0.691 |
|             | T400      | -2.15E-08 | -1.09E-08 | -5.20E-09 | 2.24E-03 | 30.1  | 39.7  | 29.2  | 42.5  | 0.635 |
|             | T450      | -1.66E-08 | -1.12E-08 | -5.36E-09 | 1.88E-03 | 35.4  | 33.6  | 35.0  | 36.5  | 0.533 |
|             | T500      | -1.48E-08 | -7.96E-09 | -3.14E-09 | 1.55E-03 | 32.7  | 40.4  | 31.9  | 43.2  | 0.439 |
| SAMPLE      | PAL       | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |

|             |      |           |           |           |           |       |       |       |       |       |
|-------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| P30A        | NRM  | -3.36E-09 | -8.19E-09 | 7.00E-08  | 6.41E-03  | 174.1 | 47.3  | 180.1 | 42.0  | 1.000 |
|             | T100 | -1.76E-09 | -7.44E-09 | 6.70E-08  | 6.13E-03  | 174.8 | 46.1  | 180.5 | 40.8  | 0.956 |
|             | T200 | -9.87E-10 | -7.06E-09 | 5.96E-08  | 5.46E-03  | 174.3 | 45.5  | 179.9 | 40.3  | 0.852 |
|             | T250 | -7.50E-10 | -6.54E-09 | 5.66E-08  | 5.18E-03  | 174.6 | 45.4  | 180.2 | 40.1  | 0.808 |
|             | T300 | -4.94E-10 | -5.51E-09 | 5.15E-08  | 4.71E-03  | 175.3 | 45.2  | 180.8 | 39.9  | 0.735 |
|             | T350 | -5.69E-10 | -5.74E-09 | 4.59E-08  | 4.21E-03  | 173.8 | 45.3  | 179.4 | 40.0  | 0.657 |
|             | T400 | -1.39E-09 | -5.35E-09 | 3.85E-08  | 3.54E-03  | 172.5 | 46.5  | 178.4 | 41.4  | 0.552 |
|             | T450 | 5.32E-11  | -5.31E-09 | 3.13E-08  | 2.89E-03  | 170.5 | 44.1  | 176.2 | 39.2  | 0.451 |
|             | T500 | -5.00E-11 | -5.54E-09 | 2.64E-08  | 2.45E-03  | 167.4 | 43.9  | 173.3 | 39.4  | 0.382 |
|             | T550 | 1.62E-09  | -4.33E-09 | 1.91E-08  | 1.79E-03  | 167.5 | 39.0  | 172.5 | 34.5  | 0.279 |
|             | T600 | -1.19E-10 | -4.06E-09 | 1.23E-08  | 1.18E-03  | 158.8 | 42.7  | 165.0 | 39.2  | 0.184 |
|             | T650 | -1.74E-09 | -3.28E-09 | 3.44E-09  | 4.60E-04  | 114.1 | 46.4  | 122.5 | 48.8  | 0.072 |
|             | T680 | -1.15E-09 | -1.94E-09 | 1.06E-09  | 2.27E-04  | 92.1  | 38.8  | 97.5  | 44.1  | 0.035 |
| SAMPLE P30B | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/nt) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|             | NRM  | -1.44E-10 | -3.21E-09 | 6.23E-08  | 5.67E-03  | 179.8 | 45.1  | 184.8 | 39.3  | 1.000 |
|             | T300 | 1.49E-09  | -5.09E-09 | 3.53E-08  | 3.25E-03  | 172.9 | 42.0  | 178.0 | 37.0  | 0.573 |
|             | T350 | 3.11E-11  | -4.67E-09 | 2.83E-08  | 2.61E-03  | 170.9 | 44.2  | 176.5 | 39.3  | 0.460 |
|             | T400 | 1.80E-09  | -2.67E-09 | 2.66E-08  | 2.44E-03  | 176.4 | 40.9  | 181.1 | 35.4  | 0.430 |
|             | T450 | 7.69E-10  | -3.90E-09 | 2.02E-08  | 1.87E-03  | 169.3 | 41.9  | 174.6 | 37.2  | 0.330 |
|             | T500 | 1.48E-09  | -3.62E-09 | 1.54E-08  | 1.44E-03  | 167.1 | 38.3  | 172.0 | 33.8  | 0.254 |
| SAMPLE P31A | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m)  | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|             | NRM  | -6.22E-09 | 9.57E-10  | -5.10E-09 | 7.36E-04  | 16.2  | 29.4  | 13.5  | 36.3  | 1.000 |
|             | T100 | -5.93E-09 | 1.07E-09  | -3.91E-09 | 6.53E-04  | 13.5  | 35.1  | 9.9   | 41.8  | 0.887 |
|             | T200 | -4.88E-09 | 1.25E-09  | -3.23E-09 | 5.44E-04  | 9.3   | 34.6  | 5.4   | 40.9  | 0.739 |
|             | T250 | -3.95E-09 | 4.41E-10  | -2.41E-09 | 4.23E-04  | 17.1  | 37.4  | 13.6  | 44.3  | 0.575 |
|             | T300 | -4.34E-09 | 1.20E-09  | -2.99E-09 | 4.91E-04  | 8.6   | 33.5  | 4.8   | 39.7  | 0.667 |
|             | T350 | -4.31E-09 | 7.44E-10  | -1.41E-09 | 4.18E-04  | 9.4   | 50.0  | 2.6   | 56.1  | 0.568 |
|             | T400 | -3.75E-09 | 2.53E-10  | -2.19E-09 | 3.95E-04  | 19.7  | 38.6  | 16.3  | 45.7  | 0.537 |
|             | T450 | -5.66E-09 | 7.51E-10  | -3.13E-09 | 5.92E-04  | 15.4  | 39.7  | 11.3  | 46.5  | 0.804 |
|             | T500 | -4.78E-09 | 1.06E-09  | -2.74E-09 | 5.10E-04  | 10.1  | 38.3  | 5.7   | 44.6  | 0.693 |
|             | T550 | -3.99E-09 | -3.36E-10 | -2.47E-09 | 4.28E-04  | 29.1  | 37.1  | 27.0  | 44.7  | 0.582 |
|             | T600 | -3.38E-09 | -8.86E-11 | -1.72E-09 | 3.45E-04  | 25.8  | 42.0  | 22.8  | 49.5  | 0.469 |
|             | T650 | -3.05E-09 | -6.57E-10 | -1.19E-09 | 3.04E-04  | 40.6  | 46.5  | 39.6  | 54.4  | 0.413 |
|             | T680 | -2.13E-09 | -5.00E-10 | -7.35E-10 | 2.10E-04  | 43.0  | 48.4  | 42.4  | 56.4  | 0.285 |
|             | T730 | 7.39E-10  | -1.08E-09 | 7.93E-10  | 1.39E-04  | 156.9 | -15.4 | 154.7 | -18.1 | 0.189 |
| SAMPLE P31C | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m)  | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|             | NRM  | -1.23E-08 | 5.79E-09  | -6.27E-09 | 1.36E-03  | 357.7 | 35.5  | 352.8 | 40.5  | 1.000 |
|             | T300 | -8.71E-09 | 2.72E-09  | -2.31E-09 | 8.56E-04  | 0.3   | 48.2  | 352.8 | 53.4  | 0.629 |
|             | T350 | -8.05E-09 | 2.10E-09  | -2.41E-09 | 7.87E-04  | 5.0   | 47.4  | 358.3 | 53.1  | 0.579 |
|             | T400 | -7.93E-09 | 1.13E-09  | -2.28E-09 | 7.57E-04  | 14.0  | 49.3  | 8.0   | 55.9  | 0.557 |
|             | T450 | -6.85E-09 | 7.72E-10  | -1.57E-09 | 6.43E-04  | 15.6  | 52.6  | 9.1   | 59.3  | 0.473 |
|             | T500 | -7.06E-09 | 3.46E-10  | -1.95E-09 | 6.67E-04  | 21.7  | 50.5  | 16.8  | 57.6  | 0.490 |
| SAMPLE P32A | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m)  | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|             | NRM  | -2.75E-08 | -6.52E-09 | -5.57E-08 | 5.68E-03  | 239.3 | -43.4 | 241.4 | -51.2 | 1.000 |
|             | T300 | -2.10E-08 | -3.59E-09 | -4.48E-08 | 4.51E-03  | 236.8 | -44.7 | 238.7 | -52.6 | 0.794 |
|             | T350 | -1.60E-08 | -5.16E-09 | -3.90E-08 | 3.86E-03  | 241.3 | -47.2 | 244.2 | -54.9 | 0.680 |
|             | T400 | -1.50E-08 | -1.80E-09 | -3.15E-08 | 3.18E-03  | 235.1 | -44.5 | 236.7 | -52.3 | 0.560 |
|             | T450 | -1.05E-08 | -2.16E-09 | -2.80E-08 | 2.73E-03  | 237.3 | -49.3 | 239.7 | -57.1 | 0.481 |
|             | T500 | -8.72E-09 | -1.91E-09 | -2.15E-08 | 2.12E-03  | 238.0 | -47.7 | 240.3 | -55.5 | 0.373 |
| SAMPLE P32B | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m)  | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|             | NRM  | -3.38E-08 | 3.05E-09  | -6.76E-08 | 6.88E-03  | 228.8 | -44.4 | 229.2 | -52.4 | 1.000 |
|             | T300 | -2.93E-08 | 1.99E-09  | -5.24E-08 | 5.46E-03  | 229.5 | -41.8 | 230.0 | -49.7 | 0.794 |
|             | T350 | -2.63E-08 | -1.12E-10 | -4.83E-08 | 5.00E-03  | 232.2 | -42.4 | 233.1 | -50.4 | 0.727 |
|             | T400 | -2.18E-08 | 8.06E-10  | -3.96E-08 | 4.11E-03  | 230.6 | -42.2 | 231.3 | -50.1 | 0.597 |
|             | T450 | -1.87E-08 | 1.34E-09  | -3.71E-08 | 3.78E-03  | 229.4 | -44.2 | 230.0 | -52.2 | 0.549 |
|             | T500 | -1.69E-08 | -2.69E-10 | -3.05E-08 | 3.17E-03  | 232.6 | -42.0 | 233.6 | -49.9 | 0.461 |
| SAMPLE P32C | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m)  | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
|             | NRM  | -5.16E-08 | 2.76E-09  | -9.38E-08 | 9.74E-03  | 226.1 | -37.2 | 226.2 | -45.2 | 1.000 |
|             | T100 | -5.10E-08 | 2.89E-09  | -9.64E-08 | 9.92E-03  | 226.1 | -38.1 | 226.1 | -46.1 | 1.018 |
|             | T200 | -5.11E-08 | 4.69E-09  | -9.22E-08 | 9.59E-03  | 224.8 | -37.0 | 224.7 | -45.0 | 0.985 |
|             | T250 | -4.87E-08 | 3.04E-09  | -8.83E-08 | 9.17E-03  | 225.8 | -37.1 | 225.8 | -45.1 | 0.941 |
|             | T300 | -4.59E-08 | 1.94E-09  | -8.16E-08 | 8.51E-03  | 226.5 | -36.6 | 226.6 | -44.6 | 0.874 |
|             | T350 | -4.12E-08 | 6.25E-11  | -7.46E-08 | 7.75E-03  | 227.9 | -37.1 | 228.2 | -45.1 | 0.796 |



|        |           |           |           |           |          |       |       |       |       |       |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T400   | -3.45E-08 | 2.29E-09  | -6.74E-08 | 6.89E-03  | 225.8    | -38.9 | 225.7 | -46.9 | 0.707 |       |
| T450   | -2.93E-08 | 2.79E-09  | -6.07E-08 | 6.13E-03  | 224.9    | -40.2 | 224.7 | -48.2 | 0.629 |       |
| T500   | -2.43E-08 | 4.63E-09  | -5.00E-08 | 5.07E-03  | 221.8    | -39.9 | 221.2 | -47.9 | 0.521 |       |
| T550   | -1.70E-08 | 3.36E-09  | -3.75E-08 | 3.74E-03  | 221.8    | -41.4 | 221.1 | -49.4 | 0.386 |       |
| T600   | -1.04E-08 | 3.26E-09  | -2.37E-08 | 2.54E-03  | 218.7    | -43.6 | 217.5 | -51.5 | 0.261 |       |
| T650   | -2.01E-10 | 2.63E-09  | -1.10E-08 | 1.03E-03  | 198.3    | -61.8 | 189.3 | -68.6 | 0.106 |       |
| T880   | 1.38E-09  | 1.31E-09  | -3.47E-09 | 3.73E-04  | 136.8    | -68.4 | 117.3 | -67.1 | 0.038 |       |
| SAMPLE | PAL       | Xe(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P34A   | NRM       | -1.03E-08 | -6.83E-09 | -3.51E-09 | 1.13E-03 | 9.1   | 3.4   | 8.1   | 12.8  | 1.000 |
| T300   | -8.91E-09 | -6.16E-09 | 1.31E-10  | 9.83E-04  | 17.3     | 21.0  | 14.8  | 29.2  | 0.872 |       |
| T350   | -9.23E-09 | -6.20E-09 | 7.50E-11  | 1.01E-03  | 16.6     | 20.9  | 13.9  | 29.0  | 0.894 |       |
| T400   | -8.53E-09 | -6.63E-09 | 7.38E-10  | 9.84E-04  | 21.8     | 23.2  | 19.1  | 31.9  | 0.871 |       |
| T450   | -7.94E-09 | -6.49E-09 | 7.38E-10  | 9.35E-04  | 23.3     | 23.0  | 20.8  | 31.8  | 0.827 |       |
| T500   | -7.51E-09 | -5.14E-09 | 1.17E-09  | 8.34E-04  | 19.2     | 27.5  | 15.7  | 35.8  | 0.738 |       |
| SAMPLE | PAL       | Xe(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P34B   | NRM       | -1.14E-08 | -1.43E-08 | -3.14E-09 | 1.69E-03 | 18.2  | 8.6   | 17.0  | 17.0  | 1.000 |
| T300   | -1.14E-08 | -1.19E-08 | 9.44E-10  | 1.50E-03  | 18.4     | 22.6  | 15.5  | 30.9  | 0.888 |       |
| T350   | -1.03E-08 | -1.26E-08 | 3.44E-10  | 1.48E-03  | 21.9     | 19.0  | 19.8  | 27.6  | 0.876 |       |
| T400   | -1.01E-08 | -1.11E-08 | 8.88E-10  | 1.37E-03  | 19.9     | 22.2  | 17.2  | 30.6  | 0.811 |       |
| T450   | -1.05E-08 | -9.79E-09 | 2.19E-09  | 1.32E-03  | 17.3     | 28.8  | 13.5  | 37.0  | 0.781 |       |
| T500   | -1.06E-08 | -9.07E-09 | 2.11E-09  | 1.28E-03  | 14.7     | 29.7  | 10.6  | 37.5  | 0.757 |       |
| SAMPLE | PAL       | Xe(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P35A   | NRM       | 1.76E-08  | -2.26E-08 | 1.28E-08  | 2.85E-03 | 50.8  | 11.0  | 50.8  | 21.0  | 1.000 |
| T300   | 1.54E-08  | -1.76E-08 | 1.35E-08  | 2.45E-03  | 53.3     | 15.9  | 55.6  | 25.9  | 0.860 |       |
| T350   | 1.27E-08  | -1.76E-08 | 1.35E-08  | 2.32E-03  | 51.2     | 19.0  | 51.3  | 29.0  | 0.814 |       |
| T400   | 1.26E-08  | -1.64E-08 | 1.35E-08  | 2.20E-03  | 52.5     | 17.9  | 52.6  | 27.9  | 0.772 |       |
| T450   | 1.11E-08  | -1.63E-08 | 1.26E-08  | 2.13E-03  | 50.1     | 20.1  | 50.0  | 30.1  | 0.747 |       |
| T500   | 1.25E-08  | -1.38E-08 | 1.18E-08  | 2.00E-03  | 56.8     | 18.0  | 57.3  | 27.9  | 0.702 |       |
| SAMPLE | PAL       | Xe(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P35B   | NRM       | 3.47E-08  | -2.93E-08 | 9.89E-09  | 4.23E-03 | 58.9  | -3.2  | 58.9  | 6.7   | 1.000 |
| T300   | 2.81E-08  | -2.29E-08 | 1.24E-08  | 3.48E-03  | 61.2     | 3.1   | 61.5  | 12.9  | 0.823 |       |
| T350   | 2.54E-08  | -2.20E-08 | 1.17E-08  | 3.23E-03  | 59.7     | 3.7   | 59.9  | 13.6  | 0.764 |       |
| T400   | 2.41E-08  | -2.19E-08 | 1.04E-08  | 3.11E-03  | 58.1     | 2.6   | 58.3  | 12.5  | 0.735 |       |
| T450   | 2.22E-08  | -2.07E-08 | 1.06E-08  | 2.92E-03  | 57.8     | 4.2   | 58.0  | 14.2  | 0.690 |       |
| T500   | 2.16E-08  | -2.02E-08 | 1.04E-08  | 2.85E-03  | 57.7     | 4.4   | 57.9  | 14.3  | 0.674 |       |
| SAMPLE | PAL       | Xe(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P35C   | NRM       | 1.20E-08  | -2.11E-08 | 1.27E-08  | 2.49E-03 | 44.5  | 16.6  | 44.0  | 26.5  | 1.000 |
| T300   | 8.94E-09  | -1.66E-08 | 1.29E-08  | 2.08E-03  | 45.7     | 23.4  | 45.1  | 33.3  | 0.833 |       |
| T350   | 8.07E-09  | -1.56E-08 | 1.23E-08  | 1.93E-03  | 45.1     | 24.2  | 44.5  | 34.2  | 0.783 |       |
| T400   | 5.69E-09  | -1.47E-08 | 1.17E-08  | 1.78E-03  | 40.7     | 27.4  | 39.2  | 37.3  | 0.711 |       |
| T450   | 4.69E-09  | -1.22E-08 | 9.96E-09  | 1.49E-03  | 40.6     | 28.2  | 39.4  | 38.0  | 0.598 |       |
| T500   | 4.76E-09  | -1.19E-08 | 1.04E-08  | 1.50E-03  | 42.0     | 29.6  | 40.9  | 39.4  | 0.602 |       |
| SAMPLE | PAL       | Xe(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P36A   | NRM       | -2.60E-08 | 1.87E-08  | 3.28E-09  | 2.93E-03 | 28.1  | 29.5  | 25.4  | 38.6  | 1.000 |
| T100   | -2.64E-08 | 1.74E-08  | 4.44E-09  | 2.90E-03  | 29.8     | 32.3  | 27.0  | 41.5  | 0.990 |       |
| T200   | -2.69E-08 | 1.60E-08  | 4.33E-09  | 2.87E-03  | 32.9     | 33.0  | 30.3  | 42.4  | 0.980 |       |
| T250   | -2.64E-08 | 1.37E-08  | 3.98E-09  | 2.82E-03  | 33.1     | 32.5  | 30.5  | 42.0  | 0.962 |       |
| T300   | -2.39E-08 | 1.54E-08  | 3.81E-09  | 2.76E-03  | 33.1     | 32.3  | 30.6  | 41.8  | 0.942 |       |
| T350   | -2.49E-08 | 1.35E-08  | 4.51E-09  | 2.70E-03  | 31.2     | 33.4  | 38.4  | 42.8  | 0.922 |       |
| T400   | -2.59E-08 | 1.30E-08  | 3.59E-09  | 2.65E-03  | 37.8     | 33.4  | 35.9  | 43.1  | 0.904 |       |
| T450   | -2.37E-08 | 1.37E-08  | 4.24E-09  | 2.61E-03  | 29.3     | 32.7  | 26.6  | 41.9  | 0.891 |       |
| T500   | -2.31E-08 | 1.24E-08  | 2.47E-09  | 2.39E-03  | 36.6     | 31.3  | 34.6  | 41.0  | 0.816 |       |
| T350   | -1.96E-08 | 1.22E-08  | 2.68E-09  | 2.11E-03  | 32.0     | 31.4  | 29.5  | 40.8  | 0.720 |       |
| T600   | -1.90E-08 | 1.09E-08  | 2.55E-09  | 2.00E-03  | 34.3     | 32.1  | 32.0  | 41.6  | 0.683 |       |
| T650   | -1.56E-08 | 9.97E-09  | 1.98E-09  | 1.69E-03  | 31.5     | 30.7  | 28.9  | 40.1  | 0.577 |       |
| T680   | -1.38E-08 | 1.02E-08  | 2.69E-09  | 1.58E-03  | 26.1     | 32.1  | 22.8  | 41.1  | 0.539 |       |
| T730   | 4.52E-09  | -6.26E-09 | 2.78E-09  | 7.46E-04  | 200.3    | 1.0   | 200.0 | -7.6  | 0.255 |       |
| SAMPLE | PAL       | Xe(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg    | Ig    | Ds    | Is    | M/Mo  |
| P36B   | NRM       | -3.15E-08 | 7.82E-09  | -3.69E-10 | 2.95E-03 | 55.1  | 28.4  | 33.2  | 38.0  | 1.000 |
| T300   | -3.08E-08 | 5.57E-09  | -1.81E-10 | 2.85E-03  | 39.2     | 29.1  | 37.8  | 38.9  | 0.966 |       |
| T350   | -2.96E-08 | 4.10E-09  | 6.07E-10  | 2.72E-03  | 41.8     | 30.8  | 40.6  | 40.7  | 0.922 |       |
| T400   | -2.86E-08 | 4.66E-09  | 3.04E-10  | 2.63E-03  | 40.3     | 30.2  | 38.9  | 40.0  | 0.892 |       |



|        |      |           |           |           |          |      |      |      |      |       |
|--------|------|-----------|-----------|-----------|----------|------|------|------|------|-------|
|        | T450 | -2.63E-08 | 4.87E-09  | -2.25E-10 | 2.43E-03 | 39.0 | 29.0 | 37.5 | 38.7 | 0.824 |
|        | T500 | -2.63E-08 | 3.81E-09  | -8.22E-10 | 2.42E-03 | 41.7 | 27.9 | 40.6 | 37.7 | 0.820 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg   | Ig   | Ds   | Is   | M/Mo  |
| P36C   | NRM  | -2.51E-08 | 2.74E-08  | 3.51E-09  | 3.39E-03 | 16.1 | 24.7 | 12.8 | 32.7 | 1.000 |
|        | T300 | -2.57E-08 | 2.48E-08  | 3.37E-09  | 3.26E-03 | 19.7 | 26.1 | 16.5 | 34.5 | 0.962 |
|        | T350 | -2.62E-08 | 2.32E-08  | 4.39E-09  | 3.21E-03 | 21.5 | 28.6 | 18.1 | 37.2 | 0.947 |
|        | T400 | -2.44E-08 | 2.26E-08  | 4.60E-09  | 3.05E-03 | 19.8 | 28.8 | 16.3 | 37.2 | 0.900 |
|        | T450 | -2.15E-08 | 2.15E-08  | 4.96E-09  | 2.80E-03 | 16.9 | 29.2 | 13.0 | 37.3 | 0.826 |
|        | T500 | -2.16E-08 | 2.16E-08  | 4.02E-09  | 2.80E-03 | 17.7 | 27.6 | 14.1 | 35.8 | 0.826 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg   | Ig   | Ds   | Is   | M/Mo  |
| P37A   | NRM  | -6.77E-09 | -1.41E-08 | 1.10E-08  | 1.74E-03 | 27.1 | 42.0 | 22.4 | 51.0 | 1.000 |
|        | T100 | -5.74E-09 | -1.53E-08 | 1.18E-08  | 1.83E-03 | 32.3 | 40.6 | 28.8 | 50.0 | 1.052 |
|        | T200 | -5.08E-09 | -1.44E-08 | 1.08E-08  | 1.70E-03 | 33.0 | 39.6 | 29.7 | 49.1 | 0.977 |
|        | T250 | -5.76E-09 | -1.41E-08 | 1.10E-08  | 1.71E-03 | 30.8 | 41.3 | 26.9 | 50.5 | 0.983 |
|        | T300 | -6.26E-09 | -1.42E-08 | 1.07E-08  | 1.71E-03 | 28.5 | 40.8 | 24.3 | 49.9 | 0.983 |
|        | T350 | -4.86E-09 | -1.38E-08 | 1.08E-08  | 1.65E-03 | 33.8 | 40.6 | 30.5 | 50.1 | 0.948 |
|        | T400 | -4.33E-09 | -1.34E-08 | 1.04E-08  | 1.59E-03 | 35.2 | 40.0 | 32.2 | 49.6 | 0.914 |
|        | T450 | -4.40E-09 | -1.29E-08 | 1.12E-08  | 1.60E-03 | 36.4 | 43.0 | 33.3 | 52.6 | 0.920 |
|        | T500 | -3.46E-09 | -1.18E-08 | 9.10E-09  | 1.39E-03 | 36.6 | 39.5 | 34.0 | 49.1 | 0.799 |
|        | T550 | -4.57E-09 | -9.67E-09 | 9.04E-09  | 1.27E-03 | 31.1 | 46.3 | 26.4 | 55.5 | 0.730 |
|        | T600 | -2.74E-09 | -8.32E-09 | 8.33E-09  | 1.10E-03 | 40.1 | 46.2 | 37.4 | 56.0 | 0.632 |
|        | T650 | -3.20E-09 | -8.29E-09 | 8.15E-09  | 1.10E-03 | 36.7 | 46.5 | 33.2 | 56.1 | 0.632 |
|        | T680 | -3.26E-09 | -5.54E-09 | 5.98E-09  | 7.98E-04 | 28.4 | 50.6 | 22.1 | 59.7 | 0.459 |
|        | T730 | 2.87E-10  | -9.87E-10 | 1.01E-10  | 9.39E-05 | 51.1 | -1.4 | 51.1 | 8.6  | 0.054 |
| SAMPLE | PAL  | Xc(Am2)   | Yc(Am2)   | Zc(Am2)   | MAG(A/m) | Dg   | Ig   | Ds   | Is   | M/Mo  |
| P37C   | NRM  | -4.50E-09 | -1.72E-08 | 8.99E-09  | 1.81E-03 | 32.5 | 30.3 | 30.1 | 39.7 | 1.000 |
|        | T300 | -2.50E-09 | -1.69E-08 | 8.91E-09  | 1.75E-03 | 38.5 | 28.4 | 37.0 | 38.1 | 0.967 |
|        | T350 | -2.51E-09 | -1.63E-08 | 8.39E-09  | 1.68E-03 | 37.9 | 28.0 | 36.4 | 37.7 | 0.928 |
|        | T400 | -3.28E-09 | -1.60E-08 | 7.56E-09  | 1.64E-03 | 34.3 | 27.2 | 32.4 | 36.8 | 0.906 |
|        | T450 | -2.35E-09 | -1.40E-08 | 7.25E-09  | 1.45E-03 | 37.3 | 28.4 | 35.6 | 38.1 | 0.801 |
|        | T500 | -2.51E-09 | -1.43E-08 | 8.01E-09  | 1.51E-03 | 37.9 | 30.2 | 36.2 | 39.9 | 0.834 |

APPENDIX ၅

---

A MANUSCRIPT SUBMITTED TO “EARTH AND PLANETARY  
SCIENCE LETTERS”

---



