

บทที่ 2

การศึกษาจากเอกสาร

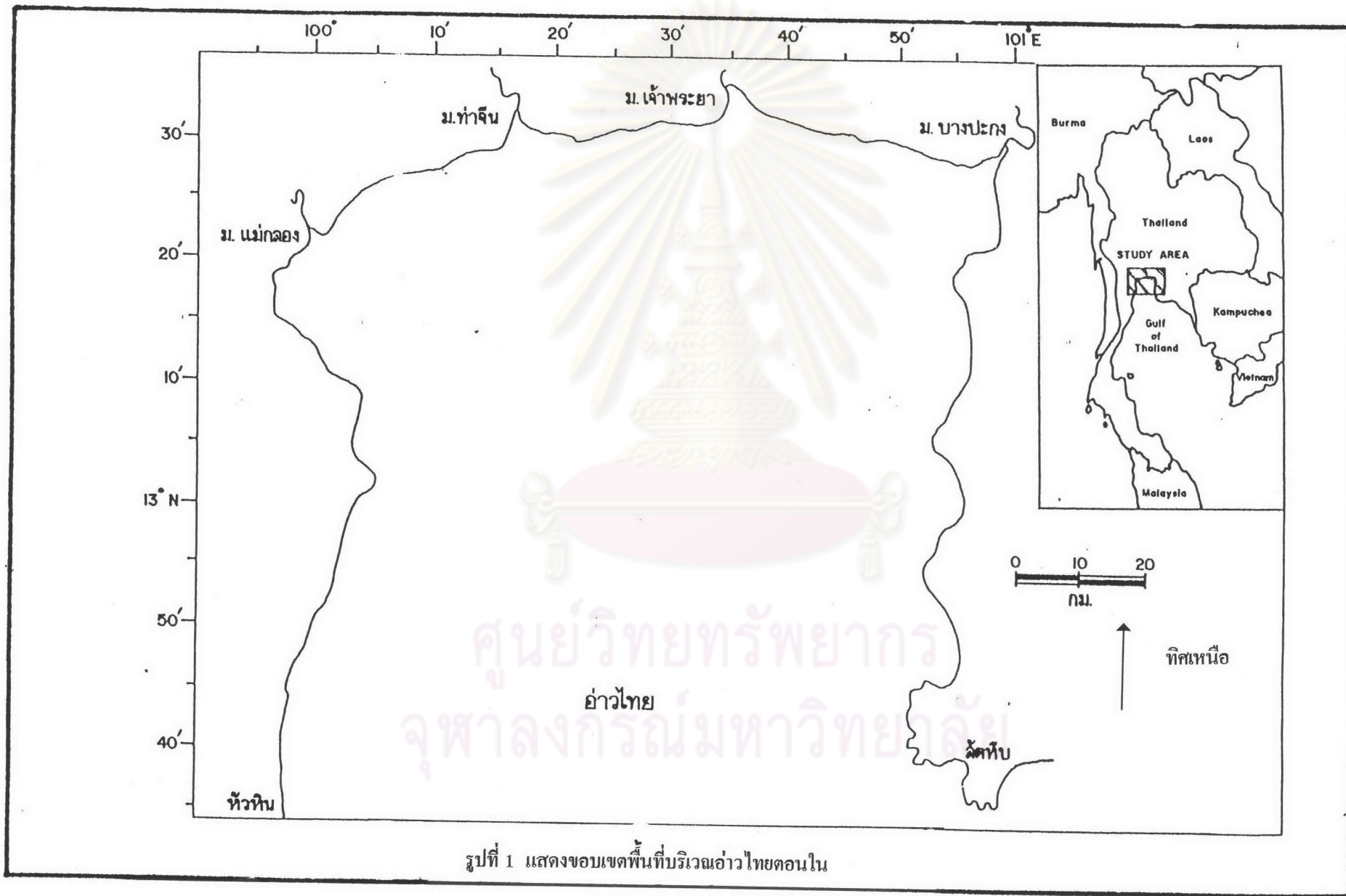
ลักษณะพื้นที่ที่ทำการศึกษา: อ่าวไทยตอนใน

บริเวณพื้นที่อ่าวไทยตอนใน นับตั้งแต่แนวเส้นตรงที่ลากต่อระหว่าง อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์กับเกาะเสม็ดสาร จังหวัดชลบุรี ขึ้นไปจนถึงบริเวณก้นอ่าวคือ บริเวณชายฝั่งทะเล ระหว่างปากแม่น้ำคลองจนถึงปากแม่น้ำบางปะกง รูปร่างของอ่าวไทยตอนใน เป็นอ่าวสี่เหลี่ยมรูปอักษร ก มีระดับความลึกเฉลี่ย 20 เมตร และบริเวณใกล้เกาะคราม อำเภอสัตหีบ มีความลึกมากที่สุดประมาณ 48 เมตร มีความลาดของพื้นที่อ่าวประมาณ 0.2 เมตรต่อกิโลเมตร มีพื้นที่ผิวทั้งหมดประมาณ 10,360 ตารางกิโลเมตร ลักษณะพื้นที่ท้องทะเลมีความลาดลงจากฝั่งทะเล บริเวณก้นอ่าวไทยมาจนถึงบริเวณตอนล่างของอ่าวไทยตอนในโดยฝั่งทะเลตะวันตกจะมีความลาดน้อยกว่าฝั่งทะเลตะวันออก ซึ่งมีลักษณะเป็นร่องอ่าวไทยตอนในทางตอนเหนือ ยังเป็นบริเวณรับน้ำจืดจากแม่น้ำ 4 สาย คือ แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำบางปะกง

ดังแสดงขอบเขตของพื้นที่ไว้ในรูปที่ 1 ลักษณะการไหลถ่ายเทของมวลน้ำทะเลในบริเวณอ่าวไทยตอนในนี้โดยทั่วไปขึ้นอยู่กับอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงสมมรสุมซึ่งสัมพันธ์กับสภาพทางภูมิศาสตร์ และความตื้นของพื้นที่ท้องทะเล (ถาวร พงศ์พิพัฒน์, 2521)

การหมุนเวียนของกระแสน้ำในบริเวณอ่าวไทยตอนใน ถูกควบคุมโดยอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลงและกระแสลมในช่วงฤดูสมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือกระแสน้ำในอ่าวไทยจะเดินทางเป็นวงรอบอ่าวตามเข็มนาฬิกา และในช่วงฤดูสมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เกิดในช่วงฤดูร้อนกระแสน้ำในอ่าวจะเดินทางเป็นวงรอบอ่าวทวนเข็มนาฬิกาโดยอิทธิพลของลมมรสุมทำให้มวลน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนในมีการไหลเวียนอยู่ภายในการถ่ายเทออกสู่ทะเลเปิดของอ่าวไทยอาจเกิดขึ้นเฉพาะที่มวลน้ำระดับลึก บริเวณอ่าวตอนใต้เท่านั้น (คงวัฒน์ นีละศรี, 2524)

ถาวร พงศ์พิพัฒน์ (2521) รายงานผลการตรวจกระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนในว่าเป็นลักษณะของ Tidal Stream มีอาการแบบ Rotary Type ปัจจัยที่ก่อให้เกิดกระแสน้ำในอ่าวไทยคือแรงดึงดูดของดวงจันทร์อย่างเดียว ปัจจัยอื่น เช่น ลมหรือความแตกต่างของความหนาแน่นของน้ำ



รูปที่ 1 แสดงขอบเขตพื้นที่บริเวณอำเภอไทยตอนใน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยาศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มีอิทธิพลเพียงเล็กน้อย ต่อกระแสในอ่าวไทย จากการคำนวณโดย Harmonic analysis พบว่า อิทธิพลของลมก่อให้เกิดกระแสที่มีความเร็วไม่เกิน 0.5 นีต และได้สรุปว่าอิทธิพลของน้ำขึ้น น้ำลงเป็นตัวควบคุมลักษณะการไหลเวียนของกระแสน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนใน โดยมีความเร็วเฉลี่ยประมาณ 1.5-2.0 นีต โดยลักษณะน้ำขึ้นน้ำลงประมินจากมาตราน้ำในน่านน้ำไทย ของ กรมอุทกศาสตร์พบว่าลักษณะน้ำขึ้นน้ำลง ในอ่าวไทยตอนในเป็นแบบผสม

คงวัฒน์ นีละศรี (2524) วิเคราะห์ข้อมูลกระแสน้ำในอ่าวไทยตอนใน ซึ่งทำการวัดโดย กรมอุทกศาสตร์ทหารเรือ จำนวน 8 สถานี ระหว่างเดือน มีนาคม-เมษายน 2522 เป็นข้อมูลราย ชั่วโมง จำนวน 25 ชั่วโมง พบว่ากระแสน้ำในบริเวณอ่าวไทยตอนในมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการขึ้นลงของน้ำ และผลของลมฝ่ายใต้มีกำลังค่อนข้างแรงทำให้กระแสน้ำ ที่บริเวณผิวน้ำมีทิศทางเฉียงไปในแนวทิศทางของลม

วิฑูรย์ โชคเฉลิมวัฒน์ (2533) ได้ทำการวิเคราะห์กระแสน้ำในอ่าวไทยตอนในโดยใช้ แบบจำลองทางคณิตศาสตร์วิธี Finite Element ทิศทางกระแสน้ำส่วนใหญ่จะไหลเข้าออกในทิศ ทางหลักในแนวเหนือใต้ทั่วทั้งอ่าวยกเว้นในบริเวณก้นอ่าวใกล้ปากแม่น้ำแม่กลองแม่น้ำท่าจีน และ แม่น้ำบางปะกงที่กระแสน้ำมีทิศทางหลักในแนวตั้งฉากกับแนวชายฝั่งและไหลวนเป็นรูปวงรี บริเวณปากแม่น้ำเป็นบริเวณที่มีความเร็วของกระแสน้ำสูงกว่าในบริเวณต่างๆในบริเวณอ่าวไทย ตอนในเนื่องจากขนาดของแม่น้ำมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับความกว้างของอ่าวไทยตอนในเมื่อน้ำ ทะเลไหลผ่านเข้าออกปากแม่น้ำ จึงมีความเร็วของกระแสน้ำสูงกว่าในบริเวณอ่าวไทยตอนใน

รูปแบบคลื่นของอ่าวไทยตอนใน สมมตรวมตะวันตกเฉียงใต้ และสมมตรวมตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีอิทธิพลในการกำหนดลักษณะคลื่นของอ่าวไทยตอนใน ส่วนอิทธิพลของพายุโซน ร้อนและไต้ฝุ่น อาจทำให้เกิดคลื่นขนาดใหญ่แต่ไม่เกิดขึ้นบ่อยนัก สมมตรวมตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีช่วงระยะสั้นและทำให้เกิดคลื่นขนาดใหญ่ทางฝั่งทะเลตะวันตกมากกว่าฝั่งตะวันออก สำหรับ สมมตรวมตะวันตกเฉียงใต้ลมจะแรงและมีคลื่นขนาดใหญ่มาจากทางตะวันตกเฉียงใต้ถึงตะวันตกที่ บริเวณแหลมฉบังบริเวณฝั่งทะเลตะวันออก (วิโรจน์ พันโยภรณ์, 2529)

ส่วนลักษณะภูมิอากาศขึ้นอยู่กับอิทธิพลของลมมรสุม ซึ่งเป็นลมตามฤดูกาลที่พัดเป็นประจําในทิศทางที่ตรงกันข้ามในแต่ละช่วงปี ทั้งนี้เนื่องจากความสามารถในการลดและการเพิ่มอุณหภูมิของพื้นดินกับมวลน้ำที่แตกต่างกันทำให้เกิดลมมรสุม 2 ชนิดคือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ การพัดพาของลมมรสุมทั้ง 2 ชนิดมีส่วนเกี่ยวข้องกับการแพร่กระจายมลพิษที่อยู่ในทะเลอย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นระหว่างการเปลี่ยนแปลงลมมรสุมทั้ง 2 ชนิด จึงได้มีการแบ่งฤดูกาลของประเทศไทยตามอิทธิพลของลมมรสุม (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2528)

โดยที่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเกิดในช่วงฤดูหนาว ในระหว่างเดือนพฤศจิกายน-มกราคม โดยลมจะพัดจากทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ทางฝั่งทะเลตอนเหนือ และตะวันออกเฉียงเกิดลมพัดไปทางใต้ ยกเว้นบริเวณสัดหีบ ลมพัดจากทิศเหนือไปได้ ช่วงก่อนเดือนกันยายน ลมจะเปลี่ยนทิศทางเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2528)

ส่วนลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เกิดในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือน มีนาคม-พฤษภาคม โดยจะเริ่มก่อตัวตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์พัดผ่านทางตอนเหนือของอ่าวไทยบริเวณหัวหินสัดหีบ และบริเวณเกาะสีชังประกอบกับในช่วงเดือนพฤษภาคมมีลมพัดจากตอนใต้ลักษณะลมเป็นเช่นนี้ตลอดเดือนกันยายน ในช่วงเปลี่ยนระหว่างลมมรสุมจะเกิดในราวเดือนตุลาคมจะมีลมทางเหนือผ่านทางตอนเหนือของอ่าวไทยตอนใน ส่วนทางตอนใต้มีทิศทางลม ไม่นแน่นอน

ในปัจจุบันนี้ พื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกเป็นบริเวณที่รองรับการพัฒนาทางเศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมโดยกำหนดให้เป็นแหล่งที่ตั้งท่าเรือพาณิชย์ อุตสาหกรรมขนาดกลาง และขนาดย่อม จากแผนพัฒนาดังกล่าวทำให้เกิดโรงงานอุตสาหกรรมใหม่ ๆ เพื่อรองรับการพัฒนาขึ้นอีกหลายแห่งรวมทั้งการขยายตัวของชุมชนก็เกิดขึ้นมาด้วย ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและสิ่งมีชีวิต (แวนดา ทองระอา, 2530) ปัญหามลพิษทางน้ำในบริเวณดังกล่าวจึงได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะปัญหาโลหะหนัก วรรณภา จำราช (2530) ได้ทำการตรวจวัดปริมาณ โลหะหนักในน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนในในช่วง 4 ปีที่ผ่านมา พบว่าปริมาณ โลหะปรอทในน้ำทะเลมีแนวโน้มสูงขึ้นในเกือบทุกสถานีที่เก็บตัวอย่างน้ำ

คุณภาพน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนใน

การตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำสายหลักในช่วงปี 2528 สรุปได้ว่าคุณภาพน้ำของบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา และท่าจีนมีแนวโน้มต่ำลงทั้งนี้เนื่องจากการขยายตัวของกิจกรรมต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำ เช่น การอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และการขยายตัวของชุมชน ปัจจุบันคุณภาพน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ที่ดีแต่ก็มีแนวโน้มที่จะมีคุณภาพลดลง (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2528)

นอกจากนี้รายงานผลการศึกษาคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง บริเวณอ่าวพัทยา หาดทรายทอง มาบตาพุด ซึ่งทำการศึกษาในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2529 ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในช่วงปกติเมื่อเทียบกับการสำรวจคุณภาพน้ำทะเล ในอ่าวพัทยาปี 2527 นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนัก 6 ชนิดได้แก่ ปรอท ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง โครเมียม สังกะสี พบว่าโลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนใน เมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา 2525-2527 ปริมาณปรอท ตะกั่ว และสังกะสีมีแนวโน้มสูงขึ้นส่วนแคดเมียม โครเมียม ทองแดงมีการเปลี่ยนแปลงไม่ชัดเจนนักแต่ปริมาณที่ตรวจพบยังมีปริมาณไม่มาก ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA (1972) ซึ่งได้กำหนดปริมาณโลหะหนักบางชนิดในน้ำทะเลปกติ และมาตรฐานของโลหะหนักในน้ำทะเล ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ง (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2529)

ชลัญญา ธารนุปลา (2523) ได้รายงานผลการสำรวจคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก ระหว่างเดือนธันวาคม 2522 ในรูปของค่าเฉลี่ยของทุกสถานีพบว่า ค่าเฉลี่ยตลอดปีของความเค็ม 28.1 ppt. ความเป็นกรดเป็นด่าง 8.2-8.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 4.0-4.4 mg/l และยังพบว่าค่าเฉลี่ยในระหว่างฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ ไม่มีความแตกต่างกันทั้งความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและปริมาณสารอาหาร สำหรับคุณภาพน้ำบริเวณแหลมฉบัง จังหวัดชลบุรี ซึ่งสำรวจในเดือนพฤศจิกายน 2523-มิถุนายน 2524 พบว่า มีค่าใกล้เคียงกับบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก โดยพบว่าความเค็มเฉลี่ยของบริเวณนี้คือ 32.2 ppt. ความเป็นกรดเป็นด่าง 8.0-8.2 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ 4.2-4.6 mg/l

เจริญ วัชรรังษี (2524) พบว่าปรอท และตะกั่วในน้ำบริเวณชายฝั่งทั่วไปโดยเฉพาะบริเวณที่อุตสาหกรรม แหล่งท่องเที่ยว แหล่งชุมชน จะมีปริมาณสูง คือพบปรอทตั้งแต่ 0.2 ppb. ขึ้นไปจนถึง 320 ppb. ซึ่งสูงมากเมื่อเทียบกับน้ำทะเลที่อยู่ห่างฝั่งออกไปโดยเฉพาะที่เก็บจากการสำรวจน้ำทะเลในอ่าวไทย สำหรับตะกั่วในน้ำทะเลบริเวณชายฝั่งมีปริมาณตั้งแต่ 1 ppb.

ถึง 290 ppb. ซึ่งพบว่าความสกปรกจากสารอนินทรีย์โดยเฉพาะโลหะหนัก เช่นปรอท ตะกั่ว มีปริมาณสูงกว่าปกติ และมีแนวโน้มสูงขึ้น

ศรัณย์ เพ็ชรพิรุณ (2530) ได้รายงานคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกในรอบปี ตั้งแต่ มิถุนายน 2521-เมษายน พบว่าในช่วงฤดูฝนอุณหภูมิของน้ำเป็น $28.9-32.8^{\circ}\text{C}$ ความเค็ม 28-33 ppt. pH 8.0-8.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ $4.9-5.2\text{ mg/l}$

ทองต่อ แยมประทุม (2525) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณแหลมฉบัง สัตหีบ และระยอง ในระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนกันยายน 2525 พบว่าคุณภาพน้ำทะเล บริเวณแหลมฉบัง มีความเค็ม $27.8\pm 3.1\text{ ppt}$. อุณหภูมิ $27.4\pm 1.4^{\circ}\text{C}$ ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.0 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ $6.24\pm 0.27\text{ mg/l}$

วิจารณ์ สิมาลายา (2532) ศึกษาคุณภาพน้ำบริเวณหาดบางแสน ในระหว่างปี 2530-2531 พบว่า บริเวณหาดบางแสนอุณหภูมิมีค่า $28.5-29.0^{\circ}\text{C}$ ความเป็นกรดเป็นด่าง 7.9-8.4 ความเค็ม 29.6-32.0 ppt. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ $6.2-7.1\text{ mg/l}$ ความโปร่งใส 0.5-3.0 เมตร และปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียรวม 20-3,500 MNP/100ml เนื่องมาจากการระบายน้ำทิ้งจากชุมชนลงสู่ทะเล ประกอบกับการระบายน้ำทิ้งจากแม่น้ำสายหลักต่าง ๆ ลงสู่บริเวณอ่าวไทยตอนใน จึงทำให้น้ำบริเวณนี้มีความขุ่น และมีสารอินทรีย์สูง เช่นเดียวกันใน บริเวณหาดพัทยา คุณภาพน้ำทะเล บริเวณหาดพัทยา มีแนวโน้มที่จะเสื่อมโทรมลงมาก โดยเฉพาะในบริเวณพัทยาใต้ นอกจากนี้ แวตตา ทองระอา และคณะ(2535) คุณภาพน้ำทะเลบริเวณหาดจอมเทียน หาดบางแสน และหาดพัทยา ในปี 2534 มีสภาพที่เสื่อมโทรมลงมากขึ้นจากปี 2532 และปี 2533

พัชรา เพ็ชรพิรุณ (2535) ศึกษาการแพร่กระจาย ของโลหะตะกั่ว สังกะสี และทองแดง บริเวณชายฝั่งทะเล จันทบุรี ตราดในเดือน มกราคม เมษายน กรกฎาคม และพฤศจิกายน 2530 พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.79, 15.05 และ 1.9 ug/l

นอกจากนี้ความเข้มข้นของปรอทในน้ำทะเลและดินตะกอนบริเวณอ่าวไทยตอนในช่วงระยะเวลา ตั้งแต่ 2517-2529 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

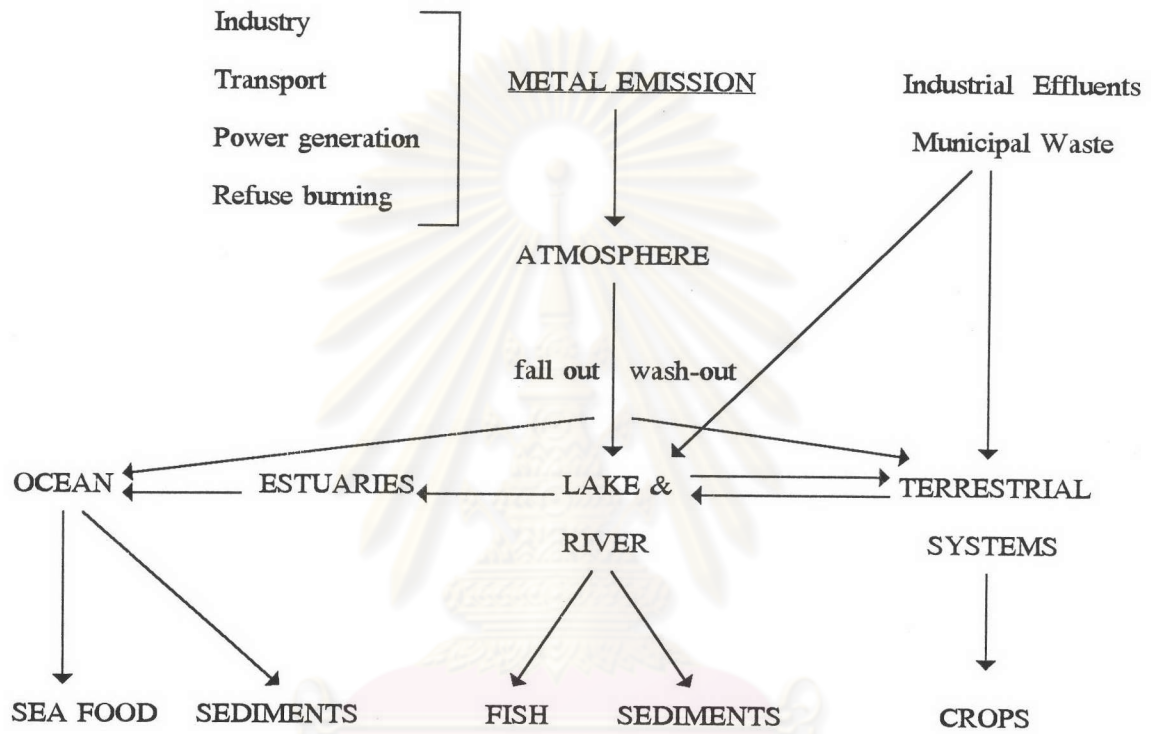
ตารางที่ 1 ความเข้มข้นของปรอทในน้ำทะเลและดินตะกอนในบริเวณอ่าวไทยตอนใน ช่วงระยะเวลา ตั้งแต่ พ.ศ. 2517-2529

ช่วงเวลา	พื้นที่ที่ศึกษา	ปริมาณปรอทรวม		อ้างอิง
		น้ำทะเล($\mu\text{g/l}$)	ตะกอน($\mu\text{g/g}$)	
2517	ชายฝั่งทะเลบางพระ	0.015-0.019	0.003-0.069	Menasveta (1976)
2518-2519	อ่าวไทยตอนใน	0.01-0.11		สุธรรม สิทธิชัยเกษม(2521)
2518-2519	อ่าวไทยตอนใน	0.02-2.00		สุธรรม สิทธิชัยเกษม(2521)
2518	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	0.216 \pm 0.28	0.012-0.264	Menasveta (1978)
2522-2523	บริเวณปากแม่น้ำ	0.24-0.38	0.007-0.017	สุธรรม สิทธิชัยเกษม และ สุวรรณฉวีเงินบำรุง (2526)
2523	บริเวณปากแม่น้ำ			Menasveta และ
	- แม่กลอง		0.23 \pm 0.1	Chevapanapiwat (1981)
	- ท่าจีน		0.67 \pm 0.1	
	- เจ้าพระยา		2.8 \pm 0.4	
	- บางปะกง		0.52 \pm 0.2	
2526-2527	ปากแม่น้ำบางปะกง	44.7	0.14	Bamrungrachirum <i>et al</i> (1987)
2526-2529	ชายฝั่งตะวันออก ของอ่าวไทยตอนใน	847.0	2.26	Bamrunrachirum <i>et al</i> (1987)
2521-2529	อ่าวไทยตอนใน	0.2-203.0		Jarach (1987)
2527-2529	ชายฝั่งตะวันตกของ อ่าวไทยตอนใน	0.1-88.7		Jarach (1987)

โลหะหนักในสิ่งแวดล้อมทางทะเล

แหล่งที่มาของโลหะหนักที่เข้าสู่แหล่งน้ำนั้นเนื่องมาจาก 2 แหล่งที่สำคัญคือ ขบวนการผู้พังตามธรรมชาติของพื้นผิวดินหรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพของเปลือกโลก จากรายงานการศึกษาเกี่ยวกับการสลายตัวของสารปรอทโดย National Academy of Science ในปี ค.ศ.1978 พบว่าปริมาณของสารปรอทที่ระเหยออกมาตามผิวโลกมีจำนวนประมาณ 18,500-27,000 ตันต่อปี โดยปะปนออกมากับก๊าซภูเขาไฟ และระเหยมาจากมหาสมุทร (UNEP, 1984) และแหล่งที่มาส่วนใหญ่ มาจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะในกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมเกี่ยวกับแร่ และโลหะหนักจากการศึกษา พบว่าปริมาณของสารปรอทที่แพร่กระจายเข้าสู่สิ่งแวดล้อมจากกิจกรรมของมนุษย์มีจำนวนถึง 5,000-10,000 ตันต่อปี (UNEP, 1984) ซึ่งทำให้โลหะหนักปนเปื้อนเข้าสู่สิ่งแวดล้อม เมื่อน้ำฝนไหลผ่านจะชะล้างผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากการกัดกร่อนของหิน และจากชั้นบรรยากาศในรูปของฝุ่นละอองหรือไอจะถูกนำพาลงสู่ทะเลแสดงแสดงดังรูปที่ 2 (Sadiq, 1992) โลหะหนักเมื่อปลดปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมทางทะเลจะแพร่กระจายในทะเลโดยกระแสน้ำ และเมื่อโลหะหนักจับตัวกับสารแขวนลอย หรือสารอินทรีย์ ในไม่ช้าจะจมตัวลงบนพื้นตะกอนซึ่งมีความสำคัญต่อสัตว์น้ำ โดยเฉพาะสัตว์น้ำที่อาศัยและหากินบริเวณหน้าดินอาจจะได้รับอันตรายซึ่งสิ่งมีชีวิตจะสะสมไว้ (Forstner and Wittman, 1981) ซึ่งโดยทั่วไปพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่อยู่ใกล้แหล่งชุมชนแหล่งอุตสาหกรรมจะพบค่าความเข้มข้นของโลหะหนักสูงกว่าทะเลเปิด ดังในกรณีทางตอนใต้ของอ่าวแคลิฟอร์เนีย จะพบค่าตะกั่วอยู่ในช่วง 25-150 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งอ่าวดังกล่าวเป็นพื้นที่รองรับ น้ำทิ้งจากบ้านเรือน และอุตสาหกรรมปิโตรเลียม (Patterson et al., 1976) เมื่อโลหะหนักเหล่านี้ ลงสู่ทะเลส่วนหนึ่งยังคงละลายอยู่ในน้ำ และอีกส่วนหนึ่งสะสมอยู่ในชั้นบาง ๆ ที่ ผิวน้ำ หรือถูกดูดซับไว้บนสารแขวนลอย กระบวนการทางเคมีเคมี มีบทบาทในการเคลื่อนย้ายธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำทะเลออกจากน้ำโดยการทำให้เกิดวิฤภาคของแข็งและการตะกอน โดยธาตุต่าง ๆ ที่มีค่า residence time ในทะเลต่ำคือพวกที่อยู่ในน้ำทะเลได้ไม่นานก็จะตกตะกอนไป

นอกจากนี้อนุภาคของสิ่งมีชีวิต (Biological particles) ยังเป็นตัวการสำคัญที่ควบคุมปริมาณการแพร่กระจายของโลหะบางชนิดในแนวตั้ง โดยการเคลื่อนย้ายโลหะที่ผิวลงสู่คอลัมน์น้ำ และแพร่กระจายไปตามความลึก (Ishimori et al., 1985)



แหล่งที่มาของข้อมูล : Sadiq (1992)

รูปที่ 2 แสดงการผ่านของโลหะหนักสู่สิ่งแวดล้อมทางทะเล

กระบวนการสะสมโลหะของสิ่งมีชีวิต

Wangersky (1986); อ้างตามพัชรา เพ็ชรพิรุณ (2531) ได้สรุปว่าปริมาณความเข้มข้นของโลหะในน้ำที่ผิวหน้า ส่วนใหญ่จะถูกควบคุมโดยกระบวนการดูดซับทางกายภาพ และทางเคมีของสารชีวภาพในทะเลโดยกระบวนการนี้โลหะจะถูกเคลื่อนย้ายออกจากน้ำและถูกทำให้คืนกลับสู่แหล่งน้ำอีกโดยการย่อยสลายของแบคทีเรีย และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเช่น แพลงก์ตอน ซึ่งสามารถดูดซับโลหะจำนวนมาก และเคลื่อนย้ายไปสู่สิ่งมีชีวิตในลำดับขั้นที่สูงกว่าในห่วงโซ่อาหารซึ่งการสะสมโลหะในสิ่งมีชีวิต เป็นผลมาจากการดูดซับหลังจากการกินอาหาร หรือจากการซึมผ่านเข้าทางผิวหนังหรือเมื่อผ่านเหงือกขณะที่หายใจ จากการศึกษาของ Matida *et al* (1971); อ้างตามเปี่ยมศักดิ์ เมาะเสวต (2533) แพลงก์ตอนพืชสามารถดึงปรอทในน้ำเข้ามาสะสมไว้ภายในตัวหรือผนังเซลล์ได้โดยตรงความเข้มข้นสะสม สารปรอทของแพลงก์ตอนพืชจะแปรผันอยู่ในช่วง 200 ถึงหลาย ๆ พันเท่าทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปของสารปรอท

ปัจจัยที่มีผลต่อการสะสมโลหะในสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับ ปัจจัยทางชีวภาพ และปัจจัยทางสภาวะแวดล้อมบางประการ ปัจจัยทางชีวภาพ ได้แก่ กระบวนการดูดซับโลหะของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ขนาด ระดับการบริโภคซึ่งอยู่กับนิสัยการกิน อายุ และเพศของสิ่งมีชีวิต ดังมีรายงานการศึกษาของ Piotrowski and Inskip (1981); อ้างตาม UNEP (1984) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของปรอทในปลาเศรษฐกิจบางชนิด ไม่พบว่าจะมีความเข้มข้นของปรอทในกล้ามเนื้อเกินกว่า 0.2-0.3 ไมโครกรัมต่อกรัม แต่ในปลาทะเลบางชนิดเช่น sword fish และ tuna มีค่าความเข้มข้นของปรอทอยู่ในช่วง 0.5-1.0 ไมโครกรัมต่อกรัม ส่วนในการสำรวจปริมาณปรอทในปลากินปลา ทั้งที่อาศัยอยู่ในทะเล และในแหล่งน้ำจืดทั่วไปพบว่า มีการสะสมปรอทสูง โดยเฉพาะในแหล่งที่มีการปนเปื้อนทั้งนี้ขึ้นกับชนิดของปลา และขนาดด้วย Forrester *et al.*, (1972) พบว่า ในปลา spiny dog fish เพศผู้จะมีปริมาณการสะสมปรอทสูงกว่าในตัวเมีย ที่มีขนาด และความยาวเท่ากัน

ปัจจัยทางคุณภาพน้ำที่มีผลต่อการสะสมโลหะของสิ่งมีชีวิต เช่นความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ความกระด้างของน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ ปริมาณของโลหะหนักที่ละลายน้ำซึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปแบบทางเคมีของโลหะ โดยทางตรงและโดยอ้อมดังรายงานการศึกษาต่อไปนี้

Bryan (1971) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของการสะสมโลหะแคดเมียม ใน polychaete (*Neris diversicolor*) กับความเข้มข้นของปริมาณโลหะแคดเมียม และตะกั่วในน้ำทะเล ซึ่งพบว่าการสะสมโลหะใน polychaete เพิ่มขึ้นเมื่อโลหะในน้ำเพิ่มขึ้น

Cossa (1988) พบว่าปริมาณโลหะที่ถูกระดมในสิ่งมีชีวิต (*Mytilus spp.*) แปรผันโดยตรงกับความเข้มข้นของโลหะในน้ำทะเล โดยทำการเก็บตัวอย่างจากทะเลบริเวณต่าง ๆ ทั่วโลกจาก 591 สถานีซึ่งการสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อปริมาณหรือความเข้มข้นที่มีในสิ่งมีชีวิตแสดงออกมาเป็นอัตราการสะสม (bioconcentration factor) เป็นค่าที่แสดงอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของโลหะในสิ่งมีชีวิต และความเข้มข้นของโลหะในน้ำหรือในตะกอน

McLusky *et al* (1986) สรุปว่า โดยทั่วไปการรับโลหะ ตะกั่ว และแคดเมียม ในสิ่งมีชีวิต จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการลดความเค็ม หรือเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความเค็ม เป็นพื้นฐานสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงกระบวนการสะสมของสิ่งมีชีวิต

Phillips (1980) อธิบายว่าโดยทั่วไป การเพิ่มอุณหภูมิจะเพิ่มความเป็นพิษ และการสะสมของโลหะในสิ่งมีชีวิตในน้ำ

การผ่านของโลหะหนักเข้าไปสะสมในร่างกายของสิ่งมีชีวิตนั้นสามารถสะสมได้ทั้งทางตรง และทางอ้อมโดยผ่านทางห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) และพบว่ามี การเพิ่มความเข้มข้นของสารพิษดังกล่าวตามห่วงโซ่อาหารเราเรียกว่าเป็นการเพิ่มขยายทางชีวภาพ (Biological magnification) เช่น แพลงก์ตอนพืชสามารถดึงปรอทในน้ำทะเล เข้ามาสะสมภายในตัวหรือบริเวณผนังเซลล์ได้โดยตรง (Hildebrand *et al.*, 1981; อ้างตามพัชรา เพ็ชรพิรุณ) ปริมาณการถ่ายทอดโลหะหนักในสิ่งมีชีวิต เช่น ปรอท Potter and Standiford (1975) ได้สรุปว่า โดยทั่วไปจะเริ่มต้นจากแหล่งอาหารปฐมภูมิในทะเล ได้แก่ พืชซึ่งถูกกินโดยผู้บริโภคพืชต่อไป ทำให้ปริมาณโลหะหนักถูกถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร และปลาขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นลำดับสูงสุดของห่วงอาหารในทะเล จะมีปริมาณการสะสมของปรอทสูงกว่าในสัตว์ทะเลชนิดอื่น ๆ Menasveta (1976) พบว่า ในบริเวณชายฝั่งทะเลบางพระจังหวัดชลบุรี ปลาที่อยู่ในระดับขั้นของการบริโภคลำดับที่สูงกว่าจะสะสมปรอทมากกว่าปลาที่อยู่ในระดับขั้นของการบริโภคลำดับที่ต่ำกว่า

Prosi (1989) ได้ศึกษาการแพร่กระจายของน้ำทิ้งตะกั่ว บริเวณโรงงานผลิตแบตเตอรี่ โดยรูปแบบทางเคมีของตะกั่วจะมีความเป็นพิษมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นสเมื่อเวลาผ่านไปสิ่งมีชีวิตในน้ำจะเก็บสะสมไว้ในร่างกายแต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษายังไม่พบว่าตะกั่วมีการเพิ่มขยายทางชีวภาพเกิดขึ้นในห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำ

Soundrapandian *et al* (1990) ได้ศึกษาความเป็นพิษของโลหะหนัก สังกะสี ทองแดง และตะกั่วต่อ *Daphnia similis* และได้ทำการศึกษาปริมาณการสะสมโลหะต่าง ๆ ในสิ่งมีชีวิตดังกล่าว ในสิ่งมีชีวิตในระดับขั้นของการบริโภคลำดับสูง ในปลา *Saratherodon mossambicus* พบว่ามีการเพิ่มขยายของโลหะหนักยกเว้นตะกั่ว

Hansen และ Riisgard (1990) ได้ศึกษาปริมาณการสะสมปรอทอินทรีย์ และปรอทอนินทรีย์ในห่วงโซ่อาหารของปลากินเนื้อ โดยทำการศึกษาในห้องปฏิบัติการโดยให้สาหร่าย *Phaeodactylum triornutum* จัดให้อยู่ในระดับของการบริโภคลำดับที่ 1 *Mytilus edulis* จัดให้อยู่ในระดับของการบริโภคลำดับที่ 2 และในปลา flounders *Platichthys flesus* เป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้าย จากการศึกษาพบว่าปริมาณการสะสมปรอทอินทรีย์และปรอทอนินทรีย์มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในระดับการขึ้นของการบริโภคลำดับต่าง ๆ นอกจากนี้ Evans et al (1991) พบว่ามีการเพิ่มขยายทางชีวภาพของสาร PCB, toxaphene และ DDT ในสายใยอาหารบริเวณชายฝั่งทะเลรัฐมิชิแกน ซึ่งการสะสมสารดังกล่าวในสิ่งมีชีวิตในระดับของการบริโภคต่าง ๆ กัน เนื่องมาจากความแตกต่างของการเพิ่มขึ้นของเนื้อเยื่อไขมัน และประสิทธิภาพในการกำจัดสารเหล่านี้ออกจากร่างกาย (Leblance, 1995)

Ayotte et al (1995) ได้อธิบายว่า การปนเปื้อนของมลสารที่มีความคงตัวย่อยสลายได้ยากในสิ่งแวดล้อม เช่น โลหะหนัก และสารออร์กาโนคลอรีน เป็นสารที่มีการเพิ่มขยายทางชีวภาพ มนุษย์ ซึ่งเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายในห่วงโซ่อาหาร จะได้รับอันตรายจากการปนเปื้อนในพื้นที่ดังกล่าวซึ่งได้ศึกษาการสะสมโลหะปรอทในสิ่งมีชีวิตบริเวณทะเลอาร์ติกประเทศแคนาดา และได้ตรวจวัดปริมาณปรอทในเลือดของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณพื้นที่ดังกล่าว จากผลการศึกษาพบว่า ปริมาณของปรอทในสิ่งมีชีวิตที่เป็นอาหาร และปริมาณปรอทในเลือดของผู้บริโภคมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก

ในสถานการณ์ปัจจุบัน มนุษย์รับโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายได้ โดยผ่านการบริโภคอาหาร และเมื่อร่างกายได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนในปริมาณสูงอาจก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อร่างกายนั้น ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะทางเคมี และกายภาพของสารเคมีนั้น ความไวของการตอบสนอง และกระบวนการดูดซับสาร ทั้งนี้โลหะปรอท แคดเมียม และตะกั่ว เป็นโลหะที่มีการใช้ประโยชน์มากในปัจจุบัน ดังนั้นโอกาสของการปนเปื้อนเข้าสู่สิ่งแวดล้อมของโลหะทั้ง 3 ชนิดจึงมีโอกาสูง

รายงานการศึกษาการสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตในบริเวณอ่าวไทยตอนใน

ในประเทศไทยเริ่มมีการศึกษาเกี่ยวกับการสะสมโลหะหนักในเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิต ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 จนกระทั่งปัจจุบันยังได้รับความสนใจทั้งนี้ในการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักในเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิตซึ่งปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์นิยมใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวอย่างในการศึกษาเพื่อเป็นตัวบ่งชี้อย่างคร่าวๆถึงความสัมพันธ์ของการศึกษาสิ่งปนเปื้อนในพื้นที่หนึ่งที่ต้องการศึกษา (Goldberg, 1980) เริ่มมีการศึกษาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2516 โดยเฉพาะบริเวณอ่าวไทยตอนใน ซึ่งเป็นพื้นที่รองรับน้ำจากแม่น้ำ สายสำคัญ 4 สาย ได้แก่ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำแม่กลอง แม่น้ำบางปะกง แม่น้ำท่าจีน มีรายงานการศึกษาการปนเปื้อนของโลหะหนัก พอสรุปได้ตามตารางที่ 2, 3, และ 4

Huschenbeth และ Harms (1975) ได้ทำการสำรวจปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำในบริเวณชายฝั่งทะเลของอ่าวไทยในช่วงปี 2515 พบว่า ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และปรอทในปลาทะเลจากบริเวณอ่าวไทยตอนในมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.01-0.13, 0.03-0.15, 6.8-10.6, 0.55-0.92, และ 0.03-0.08 $\mu\text{g/g}$ wet weight ตามลำดับ ปริมาณโลหะตะกั่ว แคดเมียม สังกะสี ทองแดง และปรอท ในปลาทะเลจากชายฝั่งทะเลจังหวัดระยองมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง <0.01 -0.14, 0.02-0.29, 6.2-11.8, 0.5-1.25 และ <0.01 -0.1 $\mu\text{g/g}$ wet weight ตามลำดับ

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2516) ได้วิเคราะห์พิษตกค้างของสารปรอทในปลาทะเล ที่ชาวไทยนิยมรับประทาน พบว่าในปี 2516 มีสารปรอทปนเปื้อนระหว่าง 0.01-0.03 ppm. ในปี 2517 พบปริมาณ 0.048 ppm. ในปี 2518 พบปรอทในช่วง 0-0.578 ppm. ส่วนในปี 2519 พบว่าอยู่ในช่วง 0.0-0.253 ppm. ในปี 2520 พบว่ามีสารปรอทตกค้าง ในช่วง 0.002-0.652 ppm. มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.041 ppm. จึงสามารถประมาณได้ว่า ชาวไทยมีโอกาสรับประทานอาหารที่มีสารปรอทปนเปื้อน โดยเฉพาะเนื้อปลาอย่างเดียว 2.45 ไมโครกรัมต่อคนต่อวัน

กัลยา วัฒนากกร, มนุวดี หังสพฤกษ์ และอรพินทร์ จันทร์ผ่องแสง (2521) ได้ศึกษาปริมาณการสะสมของโลหะ แคดเมียม ตะกั่ว และสังกะสี ในสัตว์ทะเลจำพวกปลา กุ้ง ตั๊กแตน ปู ลายและหอยเชลล์ จากบริเวณอ่าวไทยตอนบนในปี 2519 พบว่าค่าเฉลี่ยของโลหะแคดเมียมในปลา หมึก กุ้ง ตั๊กแตน ปู ลาย และหอยเชลล์ เท่ากับ 0.42, 0.81, 42.80, 9.88 และ 6.8 $\mu\text{g/g}$ dry weight ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของโลหะตะกั่วในปลา หมึก กุ้ง ตั๊กแตน ปู ลาย และหอยเชลล์ เท่ากับ 3.35, 3.41, 3.68, 3.36 และ 3.82 $\mu\text{g/g}$ dry weight ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของโลหะสังกะสีในปลา หมึก กุ้ง ตั๊กแตน ปู ลาย เท่ากับ 48.11, 94.00, 124, และ 159.81 $\mu\text{g/g}$ dry weight ตามลำดับ

Menasveta และ Cheeraparanapiwat (1973) ได้ศึกษาเกี่ยวกับปริมาณปรอทที่สะสมอยู่ในหอยแมลงภู่น้ำบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยแบ่งวัดปริมาณตามขนาด 3 ขนาดคือ ขนาดใหญ่ (5-5.5 cm.) มีปริมาณปรอทเฉลี่ย 0.18 ppm. และมีค่าพิสัย 0.12-0.27 ppm. ขนาดกลาง (4-4.5 cm.) มีปริมาณปรอทเฉลี่ย 0.19 ppm. และมีค่าพิสัย 0.18-0.2 ppm. ขนาดเล็ก (เล็กกว่า 3 cm.) มีปริมาณปรอทเฉลี่ย 0.27 ppm. และพิสัย 0.25-0.29 ppm.

มนูวดี หังสพฤกษ์ และสิทธิพันธ์ ศิริรัตนชัย (2524) ศึกษาปริมาณการสะสมของโลหะแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสี ในหอยนางรม และหอยตะไกรจากอ่าวไทย พบว่าระดับโลหะในหอยมีปริมาณสูงสุดพบในหอยจากบริเวณอ่างศิลา จังหวัดชลบุรี ค่าพิสัยของโลหะแคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสีเป็นดังนี้ 2.55-25.01, 37.07-254.73, 7.67-27.34, 6.41-35.32, และ 253.17-1018.66 ug/g dry weight

สุธรรม สิทธิชัยเกษม และสุวรรณณี เงินบำรุง (2527) ศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ทำจีน แมกลอง เพชรบุรี และปราณบุรี ในเดือนเมษายน 2522 ถึงเดือนมีนาคม 2523 พบว่าปริมาณโลหะตะกั่ว สังกะสี ทองแดง แคดเมียม และปรอท มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 12.7-33.7, 8.4-17.2, 3.9-11.7, 0.9-3.7 และ 0.012-0.051 ug/g wet weight ตามลำดับ และต่อมาสุวรรณณี เงินบำรุง (2530) ได้ศึกษาปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำบริเวณดังกล่าวอีกครั้งในเดือนตุลาคม 2528 ถึงเดือนกันยายน 2529 พบว่า ปริมาณโลหะตะกั่ว สังกะสี ทองแดงและแคดเมียม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.29-10.14, 0.16-4.22, 0.12-1.8, และ 0.18-1.89 ug/g wet weight ตามลำดับ

ทวีศักดิ์ บุญยโชติมงคล สัตตาวัลย์ โรจนพรรณทิพย์ และประกาย บริบูรณ์ (2530) ได้ศึกษาโลหะหนักในอาหารไทยโดยเก็บตัวอย่าง ในช่วงปี พ.ศ 2526-2530 พบว่าค่าเฉลี่ยของโลหะแคดเมียม ทองแดง ตะกั่วและสังกะสีในปลาทะเล คือ 0.36, 0.82, 0.78, และ 6.29 ppm. ตามลำดับ ส่วนในหมึก พบค่าเฉลี่ย 0.98, 3.92, 0.77, และ 10.71 ppm. ตามลำดับ

พัชรา เพ็ชรพิรุณ, จารุวรรณ สมศิริ, และทัศนีย์ ดิษฐ์กมล (2535) ได้ศึกษาปริมาณความเข้มข้น และการสะสมแคดเมียมในเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของหมึกกล้วยหมึกกระดอง และหมึกสาย ทั้งชนิดสด และแช่แข็ง จากโรงงานที่จังหวัดสมุทรปราการ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ของ AOAC พบว่าค่าเฉลี่ยทั้งตัวของแคดเมียมในหมึกกล้วย หมึกกระดอง และหมึกสาย เป็น 1.14, 1.28 และ 3.40 ppm. ตามลำดับ

ตารางที่ 2 ความเข้มข้นของปรอทรวมในสิ่งมีชีวิต บริเวณอ่าวไทยตอนใน ช่วงระยะเวลา ตั้งแต่ พ.ศ. 2517-2523

ช่วงเวลา	บริเวณพื้นที่	ชนิดของสิ่งมีชีวิต	ปริมาณปรอทรวม (ug/g wet weight)	อ้างอิงจาก
2517	ชายฝั่งทะเลบางพระ	ระดับผู้บริโภคลำดับ ที่ 3	0.003-0.01	Menasveta (1976)
2519	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	ระดับผู้บริโภคลำดับ ที่ 4	0.02-0.057	Menasveta (1976)
2520-2533	อ่าวไทยตอนใน	ระดับผู้บริโภคลำดับ ที่ 3	0.002-0.13	Cheevaparanapi- watและMenasveta (1970)
		ระดับผู้บริโภคลำดับ ที่ 4	0.01-0.65	Menasveta (1978)
2519	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	ปลาและหอย	0.009-0.205	Sivaruk <i>et al</i>
2520-2523	อ่าวไทยตอนใน	ปลาและหอย	0.002-0.206	(1978)
522-2524	อ่าวไทยตอนใน	ปลาและหอย	0.012-0.051	สุธรรม สิริรัชช- เกษม และสุวรรณณี เงินบำรุง (2524)
2523	ปากแม่น้ำแม่กลอง	ปลากระบอก	0.04±0.03	Menasveta และ
	ปากแม่น้ำท่าจีน	ปลากระบอก	0.07±0.04	Cheevaparanawat
	ปากแม่น้ำเจ้าพระยา	ปลากระบอก	0.15±0.06	(1981)
	ปากแม่น้ำบางปะกง	ปลากระบอก	0.08±0.03	
	ปากแม่น้ำแม่กลอง	หอยแมลงภู่	0.07±0.04	
	ปากแม่น้ำท่าจีน	หอยแมลงภู่	0.09±0.03	
	ปากแม่น้ำบางปะกง	หอยแมลงภู่	0.21±0.06	
	หัวหิน	หอยแมลงภู่	0.09±0.04	

ตารางที่ 3 ความเข้มข้นของแคดเมียมของสิ่งมีชีวิต บริเวณอ่าวไทยตอนใน ในช่วงระยะเวลาตั้ง
แต่ พ.ศ. 2515-2533

ช่วงเวลา	บริเวณพื้นที่	ชนิดของสิ่งมีชีวิต	ปริมาณแคดเมียม (ug/g dry weight)	อ้างอิงจาก
2515	อ่าวไทยตอนใน	ปลาทะเล	0.03-0.15	Huschenbeth และ Harm (1975)
2522-2523	ปากแม่น้ำบางปะกง ปากแม่น้ำท่าจีน ปากแม่น้ำแม่กลอง	โลหะหนักในสัตว์ น้ำ	0.9-3.7	สุวรรณ สิริชัยเกษม และสุวรรณ ฉินบำรุง (2527)
2528-2529	ปากแม่น้ำบางปะกง ปากแม่น้ำท่าจีน ปากแม่น้ำแม่กลอง	ปลาทะเล	0.12-1.8	สุวรรณ ฉินบำรุง (2530)
2529-2530	อ่าวระยอง จันทบุรี และตราด	ปลาทะเล	0.29	พัชรา เพ็ชรพิรุณ (2531)
	อ่าวไทยตอนใน	กุ้ง	0.54-1.93	Hunspreugs <i>et al</i> (1989)
2525-2533	อ่าวไทย	ปลาทะเล	0.92	สุวรรณ ฉินบำรุง (2536)
2530	อ่าวไทย	ปลาทะเล	0.05-6.0	ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์ (2531)
2525-2533	อ่าวไทย	หอยแมลงภู่	0.09-2.51	Hungspreugs และ Yuangthong (1983)
2534	อ่าวไทยตอนใน	ปลาทุ	0.003-0.106	แหวตา ทองระอา (2535)

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นตะกั่วในสิ่งมีชีวิตในบริเวณอำเภอไทยตอนใน ในช่วงระยะเวลา ตั้งแต่ พ.ศ 2515-2534

ช่วงเวลา	บริเวณพื้นที่	ชนิดของสิ่งมีชีวิต	ปริมาณตะกั่ว (ug/g dry weight)	อ้างอิงจาก
2515	อำเภอไทยตอนใน	ปลาทะเล	0.01-0.13	Huschenbeth และHarm (1975)
2523-2533	ปากแม่น้ำบางปะกง ปากแม่น้ำท่าจีน ปากแม่น้ำแม่กลอง	ปลาทะเล	12.7-33.7	สุธรรม สติธิชัยเกษม และสุวรรณณี เฉินบำรุง (2527)
2525-2530	อ่าวระยอง จันทบุรี และตราด	หอยแมลงภู	2.5	สุวรรณณี เฉินบำรุง (2530)
2525-2533	อ่าวไทย	หอยแมลงภู	0.019-3.8	Hungspreugs และ Yuangthong (1983)
2528-2529	ปากแม่น้ำบางปะกง ปากแม่น้ำท่าจีน ปากแม่น้ำแม่กลอง	ปลาทะเล หมีก หอยแมลงภู	0.29-10.14	สุวรรณณี เฉินบำรุง (2530)
2527	อ่าวไทย	หอยนางรม	0.14-0.76	Hunspreugs <i>et al</i> (1984)
2529-2530	ปากแม่น้ำท่าจีน ปากแม่น้ำแม่กลอง	ปลาทะเล หมีก	0.61-7.12 1.13-2.13	พัชรา เพ็ชรพิรุณ (2531)
2530	อ่าวไทย	ปลาทะเล	0.05-2.35	ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์ (2531)