บทที่ 5

วิจารณ์ผลการศึกษา

การแปรผันระยะยาวของคุณภาพน้ำบริเวณอ่าวไทยตอนใน

อุณหภูมิ

ในช่วงระยะเวลา 5 ปี ตั้งแต่ปี 2533-2537 พบว่าไม่มีความแตกต่างของอุณหภูมิในระดับความลึก และที่สถานีการเก็บตัวอย่าง ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีกระบวนการผสมผสานกันอย่างดีในแนวดิ่ง (Vertically Homogenous) จึงไม่พบว่ามีการแบ่งชั้นของน้ำในระดับความลึก แต่พบว่าค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิมีความแตกต่างในฤดูกาลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าในช่วงฤดูแล้งจะมีอุณหภูมิเฉลี่ย 30.52± 0.841 °C สูงกว่าในฤดูฝนซึ่งมีอุณหภูมิเฉลี่ย 28.86± 1.571 °C ทั้งนี้อาจเกี่ยวเนื่องกับกระบวนการแลกเปลี่ยนพลังงานความร้อนระหว่างทะเลและบรรยากาศ (Reid, 1961) โดยปกติอุณหภูมิของแหล่งน้ำธรรมชาติจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิของบรรยากาศ แต่ละฤดูกาล และแตกต่างไปตามสภาพภูมิประเทศในการแยกชั้นของน้ำ (Ruttner, 1973) ทั้งนี้ประเทศไทย อยู่ในเขตร้อนดังนั้นลักษณะความหนาแน่น และความหนืดของน้ำจึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาในเขตร้อนเหมือนดังประเทศในเขตอบอุ่น

จากข้อมูลตั้งแต่ปี 2533-2537 อุณหภูมิเฉลี่ยโดยทั่วไป แสดงไว้ในตารางที่ 10 อยู่ในช่วงที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในทะเล เนื่องจากอุณหภูมิเป็นปัจจัยทางกายภาพตัวหนึ่งที่มีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าอุณหภูมิมีความแตกต่างในระยะเวลาต่าง ๆ เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิพบว่าในปี 2533, 2536 กับอุณหภูมิเฉลี่ยในปี 2534, 2535, 2537 แต่เมื่อทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลา และอุณหภูมิ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระยะเวลา และอุณหภูมิ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีการแปรผันขึ้นอยู่กับระยะเวลา แต่ก็ไม่ได้แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน

ความเค็ม

จากผลการศึกษา พบว่าไม่มีความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความเค็มใน 2 ระดับความลึก ในลักษณะเดียวกันฤดูกาลไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเค็มเฉลี่ยทั้งในฤดูแล้ง และฤดูฝน เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของความเค็มที่สถานีต่าง ๆ พบว่าความเค็มเฉลี่ยที่สถานีที่ 1, 2, 3, 6, และ 7 เป็นสถานีที่เป็นตัวแทนของบริเวณปากแม่น้ำและเป็นสถานีตัวแทนของจุดเก็บที่ใกล้แหล่งชุมชน ซึ่งแสดงในรูปที่ 23 พบว่ามีค่าเฉลี่ยของความเค็มต่ำกว่าสถานีอื่น และมีความแปรปรวนสูง เนื่องจากจะได้รับอิทธิพลจากน้ำที่ถูกชะมาจากแผ่นดิน

ความเค็มเฉลี่ยในปีต่าง ๆ กันมีความแตกต่างแต่เมื่อทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและความเค็ม พบว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระยะเวลา และความเค็ม ซึ่งไม่พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความเค็มตามระยะเวลา

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

จากการศึกษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในช่วงปี 2533-2537 พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในระดับความลึก ฤดูกาล และสถานีที่ทำการเก็บตัวอย่าง ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 5.5-7.58 รายละเอียดค่าเฉลี่ยในสถานีและในระยะเวลาต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 12 นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความแตกต่างกันตามเวลา แต่ไม่พบว่ามีความสัมพันเชิงเส้นระหว่างระยะเวลา ซึ่งไม่พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนตามระยะเวลา

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

จากผลการศึกษาพบว่า ระดับความลึก ฤดูกาล สถานีที่เก็บตัวอย่าง ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับค่าความเป็นกรดเป็นด่างในระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 8.1-8.5 รายละเอียดแสดงไว้ในตารางที่ 13 **Pinkayan (1978)** พบว่า pH ของน้ำในช่วง 7.0-8.5 ทำให้สิ่งมีชีวิตในน้ำเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี ไมตรี ดวงสวัสดิ์ (2523)กล่าวไว้ว่าการสังเคราะห์แสงและการหายใจของพืชสีเขียวในน้ำทำให้ระดับคาร์บอนไดออกไซด์ของน้ำในแหล่งน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไป มีผลทำให้ pH ของน้ำสูงขึ้นในเวลากลางคืน นอกจากนี้กิจกรรมของ

ความเป็นกรดเป็นด่างเฉลี่ยในปีต่าง ๆกันมีความแตกต่างแต่เมื่อทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและความเป็นกรดเป็นด่าง พบว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระยะเวลาและความเป็นกรดเป็นด่าง ซึ่งไม่พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดเป็นด่างตามระยะเวลา

ค่าความโปร่งใส

เป็นระดับที่แสงส่องถึง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณสารที่อยู่ในน้ำทั้งที่อยู่ในรูปสารแขวนลอย (Suspended Solids) และที่ละลายน้ำ (Dissolved solid) ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับปริมาณน้ำจืดที่ไหลเข้าสู่ทะเล จากการนำมาวิเคราะห์ผลพบว่า ค่าความโปร่งใส มีความแตกต่างกันในฤดูกาล สถานีที่ทำการเก็บตัวอย่าง ในฤดูฝนจะมีค่าความโปร่งใสสูงกว่าในฤดูร้อน ในสถานีที่เป็นตัวแทนของบริเวณปากแม่น้ำ ได้แก่สถานีที่ 1, 2, 3 จะมีค่าความโปร่งใสต่ำกว่าในบริเวณที่อยู่ไกลออกมา ทั้งนี้เนื่องมาจากการชะล้างจากพื้นดินลงสู่ทะเลโดยผ่านทางแม่น้ำ ความโปร่งใสเฉลี่ยในปีต่าง ๆ กันมีความแตกต่างแต่เมื่อทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาและความโปร่งใส พบว่าไม่มีความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างระยะเวลา และความโปร่งใส ซึ่งไม่พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของความโปร่งใสตามระยะเวลา

จากผลที่ได้จากการศึกษาจะพบว่าพารามิเตอร์คุณภาพน้ำได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง และความโปร่งใส มีการแปรผันขึ้นอยู่กับระยะเวลา แต่จากผลการศึกษาดังกล่าวไม่พบว่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากข้อมูลที่ทำการศึกษายังขาดความต่อเนื่องในการเก็บตัวอย่าง และช่วงในการเก็บตัวอย่างขึ้นอยู่กับสภาพธรรมชาติเป็นสำคัญ ซึ่งอาจจะนำมาสู่ความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ นอกจากนี้ระยะเวลาที่ทำการเก็บข้อมูล 5 ปี อาจเป็นช่วงเวลาที่คุณภาพน้ำต่าง ๆ มีการแปรผันในช่วงแคบ ๆ ซึ่งอาจต้องเพิ่มระยะเวลาในการศึกษาเพื่อแสดงให้เห็นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงชัดเจนขึ้น

<u>การเปรียบเทียบการสะสม ปรอท ตะกั่ว และแคดเมียมใน ระดับขั้นของการบริโภค บริเวณชายฝั่งทะเลบางเสร่ จังหวัดชลบุรี</u>

ปริมาณการสะสมปรอทในสิ่งมีชีวิตในระดับขั้นของการบริโภคลำดับต่าง ๆ พบว่ามีการเพิ่มขยายทางชีวภาพของสารปรอท อย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปรอทในระดับขั้นของการบริโภคลำดับที่ 4 > 3 > 2 > 1 ตามลำดับ โดยที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทรวมในระดับขั้นของการบริโภคลำดับที่ 1 อันได้แก่ แพลงก์ตอนพืช ซึ่งจัดเป็นผู้ผลิตของระบบนิเวศทางทะเล เป็นกลุ่มที่ยังมีการสะสมปรอทในปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับสิ่งมีชีวิตในระดับขั้นของการบริโภคอื่น ซึ่งกลุ่มสิ่งมีชีวิตนี้ มีการรับโลหะโดยตรงจากน้ำทะเล และตะกอน ซึ่งระดับความเข้มข้นของโลหะในเนื้อเยื่อสิ่งมีชีวิตจะสะท้อนให้เห็นถึงความเข้มข้นของโลหะในน้ำทะเล และในดินตะกอน (Langston, 1986) แพลงก์ตอนสัตว์จัดเป็น planktivorous จัดอยู่ในระดับขั้นของการบริโภคลำดับที่ 2 มีการสะสมปรอทรวมด้วยความเข้มข้นที่สูงกว่าในแพลงก์ตอนพืช ส่วนปลากินพืชจัดอยู่ในระดับขั้นของการบริโภคอันดับที่ 3 มีค่า เฉลี่ยของปริมาณปรอทสูงกว่า แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ ตามลำดับ ในปลากินเนื้อจัดอยู่ในระดับขั้นของการบริโภคลำดับที่ 4 จะมีปริมาณค่าเฉลี่ยของปรอทสูงที่สุดเมื่อเทียบกับสิ่งมีชีวิตในระดับขั้นของการบริโภคอันดับที่1, 2, และ 3 ซึ่งจากผลการศึกษาดังกล่าว แสดงให้เห็นถึงการส่งผ่านของปรอทโดยผ่านทางห่วงโซ่อาหาร คือจะมีปริมาณปรอทสูงขึ้นตามระดับขั้นของการบริโภค

ดังรายงานการศึกษาการเพิ่มขยายทางชีวภาพของสารปรอท ซึ่งสิ่งมีชีวิตดังกล่าวสามารถที่จะรับ และสะสมปรอทโดยผ่านทางน้ำ และอาหาร ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ และกระบวนการเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิต (Clark *et al*., 1990) นอกจากนี้อาจขึ้นอยู่กับรูปแบบทางเคมีของปรอทในการรับ และการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิต ซึ่ง Pentreath (1976a, 1976b) พบว่าการได้รับปรอทอนินทรีย์ในปลาส่วนใหญ่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของปรอทอนินทรีย์ในน้ำทะเล และยังพบว่าการรับปรอทอินทรีย์ในรูปของ methyl mercury ของสิ่งมีชีวิตจะผ่านทางอาหารได้เร็วกว่าผ่านทางน้ำ นอกจากนี้ Fowler *et al* (1978) ได้เปรียบเทียบการรับการดูดซึม methyl mercury และ inorganic mercury ในสิ่งมีชีวิต ซึ่งพบว่า ปลาทะเลมีการรับ methyl mercury เข้าสู่เนื้อเยื่อของร่างกายได้เร็วกว่า แต่มีการกำจัดออกจากร่างกายช้ากว่า ซึ่งอาจจะเป็นเหตุผลหนึ่งที่พบว่าปรอทอินทรีย์ มีการเพิ่มขยายทางชีวภาพ มีการส่งต่อสารปรอทสู่สิ่งมีชีวิตในระดับขั้นของการบริโภคต่อ ๆไป จากระดับขั้นของการบริโภค จากลำดับขั้นต่ำสู่ ลำดับสูง

ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับข้อมูลการศึกษาในอดีต ซึ่งคล้ายคลึงกันในการทดลองของ Marcorecchio *et al* (1986) ได้ศึกษาความเข้มข้นของปรอทในสิ่งมีชีวิต ในทะเล 18 ชนิด

ซึ่งพบว่ามี ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการสะสมของปรอทรวม กับระดับขั้นของการบริโภคในสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ยังมี การศึกษาของ Standiford (1973) พบว่ามีการเพิ่มขยายทางชีวภาพของสารปรอทในห่วงโซ่อาหารซึ่งทำการศึกษาใน Powell Lake Cabana *et al* (1994) พบว่ามีการเพิ่มขยายของสารปรอทในห่วงโซ่อาหารใน Ontario Lake Scharenberg *et al* (1994) ได้ทำการศึกษาปริมาณการสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตในทะเลสาป ประเทศเยอรมัน ในปี 1989-1991 ไม่พบว่ามีการเพิ่มขยายทางชีวภาพของโลหะหนักในบริเวณดังกล่าว ยกเว้นปรอท ซึ่งอ้างเหตุผลเนื่องมาจากความสัมพันธ์ของของปริมาณที่ตรวจพบกับปริมาณของเนื้อเยื่อไขมันของสิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์ในเชิงบวก

ส่วนปริมาณการสะสมตะกั่ว และแคดเมียมในสิ่งมีชีวิตในบริเวณชายฝั่งทะเลบางเสร่ จังหวัดชลบุรี ไม่พบว่ามีการเพิ่มขยายทางชีวภาพ นอกจากนี้ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมของแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ พบว่ามีปริมาณการสะสมโลหะทั้ง 2 ชนิดสูง ปริมาณการสะสมในแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์สูงกว่าในปลากินพืชและปลากินเนื้อ ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากมีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะการบริโภคอาหารต่างกัน ในแพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะการกรองกินไม่สามารถเลือกบริโภคได้จึงมีประสิทธิภาพในการจับตะกั่วในน้ำได้ดีส่วนในปลากินเนื้อขนาดใหญ่การสะสมตะกั่วและแคดเมียมจะขึ้นอยู่กับอัตราการรับ และอัตราการขับถ่ายออกนอกร่างกาย (Sadiq, 1992)

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยทางชีวภาพอื่นที่เกี่ยวข้องเช่น เพศ อายุ ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมบางอย่างที่มีผลต่อรูปแบบของตะกั่วและแคดเมียมต่อการได้รับของตัวปลา (Dallinger *et al*., 1985 ;อ้างตาม Sadiq, 1992) เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของตะกั่ว และแคดเมียมในระดับขั้นของการบริโภคอาหารในห่วงโซ่อาหารพบว่า ค่าเฉลี่ยของตะกั่วในระดับขั้นของการบริโภคลำดับที่ $1 > 2 > 3 > 4$ ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของแคดเมียมในระดับขั้นของการบริโภคลำดับที่ $1 > 2 > 4 > 3$ ตามลำดับ ซึ่งพบว่า ไม่มีการเพิ่มขยายทางชีวภาพของตะกั่ว และแคดเมียมในห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตในทะเล ซึ่งงานวิจัยที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเพิ่มขยายทางชีวภาพของตะกั่ว และแคดเมียม ในห่วงโซ่อาหาร ได้แก่ Amiard - Triquet *et al* (1983) พบว่า แคดเมียมไม่มีการเพิ่มขยายทางชีวภาพในห่วงโซ่อาหาร ของปลากินเนื้อ โดยที่ การสะสมโลหะแคดเมียมในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังจะสูงกว่าในปลากินเนื้อ ซึ่งจัดเป็นผู้บริโภคอันดับสุดท้ายในทะเล สนับสนุนการศึกษาข้างต้นด้วย รายงานการศึกษาของ Alliot *et al* (1990) จากงานวิจัยไม่พบว่า มีการเพิ่มขยายทางชีวภาพของแคดเมียมในสายใยอาหารในทะเล

ในลักษณะเดียวกันกับ การศึกษาการสะสมของตะกั่วโดยผ่านทางห่วงโซ่อาหาร แต่ก็ยังมีการศึกษาไม่ชัดเจนนักในงานวิจัยที่ผ่านมา Van *et al* (1991) ไม่พบว่ามีการเพิ่มขยายของตะกั่วในห่วงโซ่อาหารของปลากินเนื้อ Pain *et al* (1993) อธิบายไว้ว่า ความเข้มข้นของตะกั่วไม่เพิ่มตามระดับขั้นของการบริโภคที่สูงขึ้น และขนาด แต่จะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของน้ำทะเลตัวกลาง เป็นสำคัญ

จากอดีตข้อมูลการสะสมปริมาณโลหะปรอทส่วนใหญ่ในสิ่งมีชีวิต (ในตารางที่ 2, และจากรายงานการสะสมโลหะหนักในสิ่งมีชีวิตในบริเวณอ่าวไทยตอนใน) โดยทั่วไปส่วนใหญ่อยู่ในปริมาณที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน คือไม่ถึง 0.1 ug/g และในระยะหลังได้มีงานวิจัยศึกษาปริมาณการสะสมปรอทในสิ่งมีชีวิต แววตา ทองระอา และคณะ(2532) ได้ทำการศึกษาปริมาณโลหะหนักในปลาทะเล ตั้งแต่ปี 2530-2531 พบว่าค่าเฉลี่ยสูงสุดของปรอทตรวจพบในปลาสายรุ้ง *Pentapus setosus* มีค่าเท่ากับ 0.340± 0.686 ug/g wet weight จากสะพานปลาบางเสร่ จังหวัดชลบุรี นอกจากนี้ในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง บริเวณมาบตาพุต พบค่าเฉลี่ยของปลาทะเล 0.013-0.049 ug/g wet weight (Menasveta, 1990) เมื่อเปรียบเทียบชนิดของสัตว์ทะเลในการสะสมโลหะหนัก ส่วนใหญ่พบว่า หมึก หอยแมลงภู่มีการสะสมโลหะบางชนิดสูงโดยเฉพาะตะกั่ว แต่ปรอทจะมีปริมาณการสะสมสูงในปลาทะเล

จากข้อมูลปัจจุบันที่ได้ทำการศึกษาพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทในปลาที่อยู่ในระดับขั้นของการบริโภคลำดับที่ 4 มีปริมาณการสะสมปรอทสูงคือ 0.507±0.32 ug/g wet weight จากการศึกษาครั้งนี้พบว่ามีปรอทในปลาทะเลเกินมาตราฐานประมาณ 20% ของตัวอย่างทั้งหมด ซึ่งปริมาณการสะสมปรอทที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ค่าที่ได้พบว่ามีปริมาณสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้โดยองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติคือ 0.5 ppm. และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการสะสมปรอทของสิ่งมีชีวิตในอดีตแล้ว พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อเทียบกับปีอื่น ๆที่ผ่านมา

ส่วนในตะกั่ว และแคดเมียม เมื่อพิจารณาข้อมูลที่ทำการศึกษาเทียบกับข้อมูลในอดีต (ตารางที่ 3 และตารางที่ 4) พบว่าปริมาณการสะสมตะกั่ว และแคดเมียมในปลาทะเลยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานและไม่พบว่ามีปริมาณค่าเฉลี่ยสูงเมื่อเทียบกับข้อมูลในอดีต นอกจากนี้ยังพบว่ามีปริมาณการสะสมตะกั่ว และแคดเมียมต่ำเมื่อเทียบกับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น