บทที่ 5

วิจารณ์ผลการวิเคราะห์

ตัวอย่างดินตะกอนซึ่งเก็บจากปากแม่น้ำเจ้าพระยา ถึงท่าเรือกรุงเทพฯนั้น สามารถตรวจพบสารปรอทรวมในทุกตัวอย่าง ทั้งนี้พบว่าจากการสังเกตลักษณะของดินตะกอนจากสถานีเก็บตัวอย่างมีลักษณะคล้ายกัน โดยสภาพของดินตะกอนจะเป็นโคลน (clay silt) มีบางสถานีเก็บตัวอย่างที่มีทรายละเอียดปนเล็กน้อย ซึ่งอาจเป็นเพราะบริเวณปากแม่น้ำมีการตกตะกอนของอนุภาคต่าง ๆ มาก ซึ่งสภาพของดินตะกอนดังกล่าวจะสามารถดูดซับ (adsorb) ปรอทได้เป็นอย่างดี โดยที่ Bordovskiy (1965) พบว่าดินตะกอนที่มีขนาดเล็กจะดูดซับสารอินทรีย์ได้มาก เช่นตะกอนละเอียด (silt) มีปริมาณสารอินทรีย์มากกว่าตะกอนหยาบที่เป็นทราย (sand) ประมาณ 2 เท่า ส่วนโคลน (clay silt) มีปริมาณสารอินทรีย์มากกว่าตะกอนหยาบที่เป็นทราย 4 เท่า ฉะนั้นจึงสามารถตรวจพบสารปรอทรวมในตัวอย่างดินตะกอนทุกตัวอย่าง

ปริมาณสารปรอทรวมจากจุดเก็บตัวอย่าง 3 จุด ของแต่ละสถานี ให้ผลไม่แตกต่างกัน อาจเป็นผลเนื่องจากระยะทางของแต่ละจุดไม่ห่างกันมากนัก และสภาพแวดล้อมก็ใกล้เคียงกันมากด้วย และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารปรอทรวมเฉลี่ยตลอดลำน้ำของทุกสถานีเก็บตัวอย่าง ในแต่ละเดือนที่เก็บตัวอย่าง ก็พบว่าปริมาณสารปรอทรวมจากตัวอย่างที่เก็บเป็นตัวแทนครบรอบ 1 ปีนั้น มีปริมาณไม่เปลี่ยนแปลง แสดงให้เห็นว่าอัตราการสะสมและปลดปล่อยปรอทในดินตะกอนนั้น เป็นไปได้ช้ามากซึ่งสอดคล้องกับที่ Jernelov (1974) ได้รายงานถึงผลระยะยาวของปรอทที่สะสมในดินตะกอนดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.5

จากค่าเฉลี่ยของปริมาณสารปรอทรวมของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างตลอดปี พบว่าปริมาณสารปรอทรวมมีค่าต่ำสุดที่สถานีที่ 2 (ปากคลองสรรพสามิต) และสูงสุดที่สถานีที่ 10 (การท่าเรือแห่งประเทศไทย) และทดสอบพบความแตกต่างของปริมาณปรอทอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสถานีที่ 1 ถึง 6 กับสถานีที่ 10, สถานีที่ 8 กับสถานีที่ 10, สถานีที่ 2 กับสถานีที่ 7 และสถานีที่ 2 กับ สถานีที่ 8 ซึ่งมีแนวโน้มให้เห็นว่า ปริมาณปรอทมีค่าต่ำกว่าใน

สถานีแถบปากแม่น้ำ และสูงขึ้นในสถานีบริเวณการท่าเรือแห่งประเทศไทยและใกล้เคียง ซึ่งผลสอดคล้องกับ Menasveta and Swangwong (1977) ซึ่งตรวจพบปริมาณปรอทมีความเข้มข้นสูงสุดบริเวณการท่าเรือแห่งประเทศไทยเช่นกัน และรายงานว่าเป็นผลเนื่องมาจากน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและอาคารบ้านเรือน ซึ่งมีส่วนเป็นไปได้เพราะในระยะทางที่เก็บตัวอย่าง บริเวณสองฝั่งแม่น้ำเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก ดังแสดงไว้ในรูปที่ 11, 12 และตารางที่ 12,13 (ภาคผนวก ค.) และเป็นที่ตั้งของอาคารบ้านเรือนอย่างหนาแน่นด้วย นอกจากนั้นการที่บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา มีอัตราการตกตะกอนค่อนข้างสูง จะมีผลทำให้ความเข้มข้นของโลหะหนักที่ตรวจวิเคราะห์ได้มีค่าน้อยกว่าที่ควรจะเป็น เพราะเกิดการเจือจางลงด้วยปริมาณของดินตะกอนที่มากกว่า (Bertine, 1976) และ Konrad (1975) ยังรายงานไว้ว่า จากการศึกษาเกี่ยวกับ โรงงานกำจัดน้ำโสโครก ในสวีเดน ยังพบปรอทในกากตะกอน และในน้ำทิ้งขั้นสุดท้าย อย่างมีนัยสำคัญ ฉะนั้นแม้ว่าโรงงานต่าง ๆ ริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยาจะมีระบบบำบัดน้ำเสีย แต่ถ้าในน้ำเสียมีปรอทเจือปนอยู่ ก็จะคงมีปรอทถูกทิ้งปะปนมากับน้ำทิ้งที่ผ่านระบบบำบัด แล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าระบบบำบัดนั้นมีประสิทธิภาพไม่ดีพอ

ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารปรอทรวมกับตัวแปรอิสระ (pH, DO และอุณหภูมิ) มีแนวโน้มให้เห็นว่ามีความสัมพันธ์กันน้อยมาก และตัวแปรอิสระมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณปรอทอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ฉะนั้นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นน่าจะมาจากอิทธิพลของตัวแปรอื่น ๆ ที่มีอยู่มากมายในธรรมชาติ

สำหรับปริมาณสารปรอทอินทรีย์ในดินตะกอนนั้น ตรวจพบเฉพาะปรอทเมธิล ไม่พบปรอทเอธิลเลย ทั้งนี้เนื่องจากปรอทในรูปแบบต่าง ๆ ที่ถูกปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำมีปัจจัยเกี่ยวข้องที่จะทำให้เกิดการแปรเปลี่ยนรูปเป็นปรอทเมธิลได้มาก

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณสารปรอทอินทรีย์ในดินตะกอนพบว่า มีแนวโน้มที่จะพบปรอทเมธิลในช่วงฤดูน้ำน้อย (เก็บตัวอย่างเดือนกุมภาพันธ์และพฤษภาคม) มากกว่าใน

ช่วงฤดูน้ำมาก (เก็บตัวอย่างเดือนสิงหาคมและพฤศจิกายน) แม้ว่าในช่วงฤดูน้ำน้อยนั้นจะมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) ต่ำ สภาวะเช่นนี้ไม่เหมาะสมต่อการเกิดเมธิลเลชั่น แต่เนื่องจากว่าปริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยามีการขุดลอกร่องน้ำเป็นประจำทุกเดือน ทำให้ดินตะกอนมีโอกาสสัมผัสกับออกซิเจนได้เพิ่มขึ้น และมีการรบกวนในระดับลึกหลาย ๆ ฟุต จึงมีโอกาสที่จะเปลี่ยนรูปปรอทให้อยู่ในสภาพเหมาะสมต่อการเกิดเมธิลเลชั่น

ในช่วงฤดูน้ำมาก ตรวจวัดหาปริมาณปรอทเมธิลในดินตะกอนไม่พบ ทั้งที่ในช่วงน้ำมาก ออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าสูง น่าที่จะมีการเปลี่ยนแปลงของรูปปรอทให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงเป็นปรอทเมธิล แต่อาจเป็นเพราะว่าในช่วงฤดูฝนมีน้ำหลากพาสารอินทรีย์จากแผ่นดินลงสู่แหล่งน้ำมาก และถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำเหนือดินตะกอนลดลงอย่างรวดเร็ว เกิดสภาพขาดออกซิเจนได้ ซึ่ง วิมลรัตน์ (2525) ได้นำดินตะกอนช่วงปลายฤดูฝนมาวิเคราะห์พบว่ามีค่าความจุรวมของซัลไฟด์ต่ำกว่าต้นฤดูฝน

สำหรับการหาความสัมพันธ์ของปรอทเมธิลในดินตะกอน (เดือนพฤษภาคม) กับตัวแปรอิสระ (DO, pH และอุณหภูมิ) ตลอดจนหาความสัมพันธ์ร่วม ระหว่างตัวแปรอิสระทั้งหมดดังกล่าวกับปริมาณปรอท ปรากฏว่าไม่พบความสัมพันธ์เลย ซึ่งเป็นไปได้ว่าในธรรมชาตินั้นยังมีตัวแปรอื่น ๆ อีกมากมายที่มีอิทธิพลต่อปริมาณปรอท และไม่สามารถที่จะควบคุมได้

ในการวิเคราะห์หาปริมาณสารปรอทรวม และสารปรอทอินทรีย์ (ปรอทเมธิล) ในหอยกะพง ได้ผลออกมาทำนองเดียวกัน โดยพบว่าปริมาณปรอทในหอยกะพงเดือนกรกฎาคม ทั้งจากปากแม่น้ำเจ้าพระยา และจังหวัดระยอง มีค่าสูงกว่าปริมาณปรอทในเดือนธันวาคม และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณปรอทในหอยกะพงในเดือนเดียวกันของตัวอย่างจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาและระยอง พบว่าปริมาณปรอทในหอยกะพงจากปากแม่น้ำเจ้าพระยามีค่าสูงกว่าจังหวัดระยอง ซึ่งจากผลดังกล่าวมีแนวโน้มให้เห็นได้ว่า ในช่วงเดือนกรกฎาคม ตัวอย่างหอยทั้งสองสถานีเก็บตัวอย่าง มีขนาดเล็กกว่าตัวอย่างจากเดือนธันวาคม จากปริมาณปรอทที่สูงกว่าก็เป็นไปตามที่ จรมัน (2525) อ้างไว้ว่า หอยขนาดเล็กมีอัตราเร็วในการกินอาหารเร็วกว่าหอยขนาดโตกว่า ทำให้มีโอกาสรับปริมาณปรอทได้มาก เมื่อเทียบ

กับน้ำหนักตัว ส่วนการที่หอยกะพงจากบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยามีค่าสูงกว่าจังหวัดระยอง ก็อาจจะบ่งชี้ได้ว่า แม่น้ำเจ้าพระยาได้รับมลภาวะเนื่องจากสารปรอทมากกว่า

เมื่อทำการหาจำนวนเปอร์เซ็นต์ของสารปรอทอินทรีย์ในรูปของเมธิลเมอคิวริคคลอไรด์ ที่มีอยู่ในตัวอย่างดินตะกอนและหอยกะพง โดยเปรียบเทียบกับปริมาณสารปรอทรวมพบว่า ตัวอย่างดินตะกอนมีปรอทเมธิลโดยเฉลี่ย 0.97% และหอยกะพงมีปรอทเมธิลเฉลี่ย 38.78% ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณปรอทเมธิลที่สะสมในหอยกะพงจากการวิเคราะห์ครั้งนี้มากกว่าปริมาณปรอทเมธิลที่สะสมในดินตะกอนประมาณ 40 เท่า จากเปอร์เซ็นต์ดังกล่าวทำให้เห็นแนวโน้มว่าปรอทเมธิลสามารถเข้าสะสมในสิ่งมีชีวิตได้ดีกว่าในดินตะกอน

ในการเปรียบเทียบข้อมูลที่เคยมีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณปรอทในดินตะกอนจากแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่างในระยะเริ่มแรกกับข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้ มีแนวโน้มให้เห็นว่าปริมาณปรอทในดินตะกอนในบริเวณดังกล่าวมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลในระยะเวลาใกล้เคียงกัน พบว่า ปริมาณปรอทมีค่าต่ำและค่าไม่แตกต่างกันมากนัก แสดงให้เห็นว่าในช่วงเวลาปัจจุบันนี้มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ซึ่งคงเป็นผลจากการที่ยังคงมีการทิ้งปรอทลงสู่แหล่งน้ำอยู่ เพราะจากการที่ธรรมชาติมีการชดเชยให้สิ่งแวดล้อมกลับสู่สภาพเดิมน่าจะทำให้ปริมาณปรอทลดต่ำลงไปตามลำดับ แม้ว่าจะเป็นไปค่อนข้างช้าก็ตาม

ระดับปกติ (normal range) ของดินตะกอนในแหล่งน้ำ ทั้งแม่น้ำ ทะเล และมหาสมุทร มีปรอทต่ำกว่า 0.070-0.100 µg/g และปริมาณปรอทเฉลี่ยในดินตะกอนโลกมีค่า 0.3 µg/g เมื่อทำการเปรียบเทียบกับปริมาณปรอทเฉลี่ยตลอดปีจากการวิจัยครั้งนี้ที่ตรวจพบปรอท 0.213 µg/g แล้วจะเห็นได้ว่ามีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทในดินตะกอนโลก แต่ก็สูงกว่าระดับปกติซึ่งน่าจะเกิดจากการปนเปื้อนให้มีปรอทเพิ่มขึ้นจากที่ควรมีอยู่ในธรรมชาติ อาจจะเป็นได้ว่ายังมีการปลดปล่อยสารปรอทจากการกระทำของมนุษย์อยู่ การวิเคราะห์หาปริมาณปรอทในดินตะกอนนั้นจะเป็นการบอกถึงอดีตและแนวโน้มในอนาคต ซึ่งในที่นี้ก็อาจจะบอกได้ว่า ในอดีตมีการทิ้งปรอทลงสู่แหล่งน้ำ จากปริมาณที่ตรวจพบอาจจะทำให้ปรอทมีการปลดปล่อยอยู่อีกนาน เพราะดังที่ได้เคยกล่าวมาแล้วว่าอัตราการปลดปล่อยเป็นไปอย่างช้ามาก และในปัจจุบันเองยังสามารถตรวจพบปรอทในน้ำอยู่ ซึ่งจะส่งผลให้ไปสะสมอยู่ใน

ชั้นของดินตะกอน มีผลทำให้ปริมาณปรอทที่สะสมอยู่ในปัจจุบัน เปลี่ยนแปลงลดลงช้าไปอีก เพราะยังมีการเพิ่ม ปรอทสู่แหล่งน้ำตลอดเวลา ซึ่งผลดังกล่าวอาจจะก่อให้เกิดอันตรายได้ในแง่ของการสะสมปรอทในสัตว์หน้าดิน

จากการวิเคราะห์ปริมาณปรอทในหอยกะพงซึ่งเป็นสัตว์หน้าดิน เปรียบเทียบกับมาตรฐานของปรอทที่ยอมให้มีได้ในอาหารของบางประเทศซึ่งส่วนใหญ่กำหนดไว้ที่ระดับไม่เกิน 0.05 µg/g นั้น ในการวิเคราะห์ซึ่งใช้หอยกะพง 4 ตัวอย่าง จากปากแม่น้ำเจ้าพระยาและจังหวัดระยอง ปรากฏว่าหอยกะพงจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาซึ่งเก็บตัวอย่างในเดือนกรกฎาคมมีค่าสูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ แม้ว่าจำนวนครั้งและจำนวนตัวอย่างจะน้อยเกินไปจนไม่อาจกล่าวอ้างในลักษณะที่จะใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ทั้งหมดได้ แต่ก็อาจจะบอกถึงแนวโน้มได้ว่า ถ้ามีการขยายขอบเขตของการวิเคราะห์และยังคงได้ผลดังกล่าว จะมีผลกระทบต่อมนุษย์ให้เกิดอันตรายได้ในแง่ของ chronic effect โดยมนุษย์จะได้รับปรอทจากลำดับขั้นของห่วงโซ่อาหาร

หอยกะพงจากปากแม่น้ำเจ้าพระยานั้น โดยส่วนใหญ่แล้วจะใช้เป็นอาหารเบ็ดซึ่งมีปริมาณมากมาย และเมื่อมีขนาดโตเต็มที่ส่วนหนึ่งก็จะถูกนำไปเป็นอาหารบริโภคของมนุษย์ ทั้งนี้ไม่ว่าจะเป็นหอยกะพงขนาดใดก็ตามสามารถตรวจพบสารปรอททั้งนั้น จึงเป็นการส่งผ่านสารปรอทตามลำดับขั้นของห่วงโซ่อาหาร โดยเริ่มต้นจากปรอทในดินตะกอน แล้วส่งผ่านมายังสิ่งมีชีวิตจนถึงมนุษย์ในที่สุด แม้ว่าปริมาณปรอทที่วิเคราะห์ได้จะใช้อ้างเป็นตัวแทนของพื้นที่ทั้งหมดไม่ได้ แต่ก็ทำให้ทราบว่า การบริโภคหอยกะพงมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดการสะสมของสารปรอทสู่ร่างกายได้ส่วนหนึ่งด้วย