บทที่ 4

วิจารณ์ผลและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลอง พบปริมาณรวมของปรอท (Total mercury) ในช่วง 2.0 - 653 ppb โดยมีค่าเฉลี่ย 40.92 ppb ซึ่งยังมีปริมาณปรอทต่ำกว่าปริมาณที่กำหนดไว้สำหรับมาตราฐานสินค้าขาเข้าในยุโรป ซึ่งกำหนดไว้ไม่ให้เกิน 0.7 ppm หรือ 700 ppb ส่วนใหญ่ของตัวอย่างแล้วพบว่ามีปริมาณปรอทในระดับที่ไม่สูงนัก โดยพบค่าสูงเกินกว่า 500 ppb เพียง 2 ตัวอย่างเท่านั้น นอกจากนั้นอยู่ในระดับที่ต่ำกว่า 500 ppb ส่วนปริมาณปรอทอินทรีย์ (Organic mercury) พบอยู่ในช่วง 0 - 280.7 ppb มีค่าเฉลี่ยเพียง 22.47 ppb ส่วนอัตราส่วนของค่าเฉลี่ยของปริมาณปรอทอินทรีย์ต่อปริมาณรวมของปรอทประมาณ 58.27 เปอร์เซนต์ โดยมีค่าสูงสุด 72.28 เปอร์เซนต์ ซึ่งใกล้เคียงกับที่ Miyama & Toyama (1973) ได้ทำการศึกษาไว้ในปลาจากทะเลจีนใต้ (South China Sea) พบค่าสูงสุดของ methyl mercury/Total mercury ประมาณ 75 เปอร์เซนต์

เมื่อเปรียบเทียบข้อมูลของปริมาณรวมของปรอท (Total mercury) กับที่สำรวจพบในเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ (ตารางที่ 17) พบว่ามีความแตกต่างกันอยู่บ้างในปลาบางชนิด อย่างไรก็ตามข้อมูลจากเอกสารอ้างอิงไม่ได้บอกขนาดของปลาที่ใช้ในการวิเคราะห์ จึงเป็นการยากที่จะเปรียบเทียบ เนื่องจากปริมาณของปรอทแปรผันไปตามขนาดของปลา แต่สามารถกล่าวได้อย่างกว้าง ๆ โดยทั่วไปว่า ปริมาณของปรอทจากการศึกษานี้กับจากเอกสารนั้นอยู่ในอันดับ (Order) ที่ใกล้เคียงกัน

จากการศึกษาปริมาณปรอทในปลาระดับลูกโซ่ต่าง ๆ กัน พบว่ามีการขยายตัวทางชีวภาพของสารปรอท (biological magnification) กล่าวคือลูกโซ่อาหารระดับที่สูงกว่าจะมีปริมาณปรอทมากกว่าลูกโซ่อาหารระดับต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Jernelov (1972) ซึ่งพบว่ามีการถ่ายทอดของปริมาณปรอทไปตามลูกโซ่อาหาร (Huckabee และ Blaylock, 1973) และ Menasveta (1976)

ได้รายงานถึงการเพิ่มขยายทางชีวภาพของสารปรอทในลูกโซ่อาหารบริเวณชายฝั่งทะเล บางพระ ชลบุรี

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบปริมาณรวมของปรอท (Total mercury) ในปลาบางชนิดที่ศึกษาในวิทยานิพนธ์นี้กับที่สำรวจพบในเอกสารอ้างอิง

	ข้อมูลจากการศึกษาวิทยานิพนธ์นี้ (ng/g)	จากเอกสารอ้างอิง (ng/g)	เอกสารอ้างอิง
สีกุน	19.2 — 54.90 — 127.5	92 - 240	, (1)
ปลาทู	23.0 — 31.05 — 40.0	11 - 32	, (2)
อินทรีบั้ง	64.5 — 96.73 — 154.0	7 - 66	, (2)
หมึกกล้วย	6.2 — 13.56 — 27.3	7-8, 9-11, 8-66	(3), (1), (2)
ข้างเหลือง	10.4 — 32.46 — 69.3	5 - 95	, (2)
จาระเม็ดดำ	4.7 — 29.78 — 60.5	26, 38	(2), (4)
สายรุ้ง	22.3 — 32.78 — 45.5	12 - 79	. (2)
กระเบนหัวแหลม	10.0 — 16.80 — 27.8	6 - 39	, (3)
ปากคม	18.4 — 26.51 — 36.8	2-6, 3-4, 22.0	(3), (2), (4)

หมายเหตุ

เอกสารอ้างอิง 1. คณะกรรมการวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งชาติ 2519 รายงานการสำรวจน้ำเสียอ่าวไทยครั้งที่ 3(9-11 เมษายน 2517) กองโครงการและประสานงานวิจัย, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, หน้า 38.

" " 2. คณะกรรมการวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งชาติ. 2517 รายงานการสำรวจน้ำเสียอ่าวไทยครั้งที่ 2 (20 - 31 ตุลาคม 2516) กองแปลและการต่างประเทศ, สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, หน้า 41 - 43

" " 3. Menasveta, P. 1976. "Total Mercury in the Food Chain of Bang Pra Coastal Area Chonburi" J. Sci. Soc. Thailand, 2 : 117 - 126.

" " 4. คณะกรรมการวิทยาศาสตร์ทางทะเลแห่งชาติ. 2516. รายงานการสำรวจน้ำเสียอ่าวไทยครั้งที่ 1 (11 - 13 เมษายน 2516) เอกสารหมายเลข 1 หน้า 1 - 2

ในการศึกษาปริมาณปรอทในปลาผิวน้ำ (Pelagic fish) และปลาหน้าดิน (Dermersal fish) พบว่าปริมาณเฉลี่ยของปรอททั้งปริมาณรวมของปรอทและปริมาณปรอทอินทรีย์ มีค่าใกล้เคียงกันมาก และผลจากการทดสอบทางสถิติพบว่าไม่มีค่าความแตกต่างกันในปริมาณปรอทเป็นนัยสำคัญ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้มาจากการลากอวนจากหน้าดินทั้งสิ้น ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่าปลาผิวน้ำบางขณะอาจลงมาอาศัยอยู่บริเวณหน้าดินได้เช่นกัน ประกอบกับอ่าวไทยตอนบนมีความลึกเฉลี่ยเพียง 15 เมตร ซึ่งไม่ลึกมากนักจึงไม่น่าจะทำให้เกิดความแตกต่างของสารปรอทอันเนื่องมา

จากถิ่นฐานที่อาศัยอยู่ระหว่างผิวน้ำกับหน้าดิน ดังนั้นในการศึกษานี้จึงไม่พบความแตกต่างเป็นนัยสำคัญของสารปรอทระหว่างปลาผิวน้ำกับปลาหน้าดิน

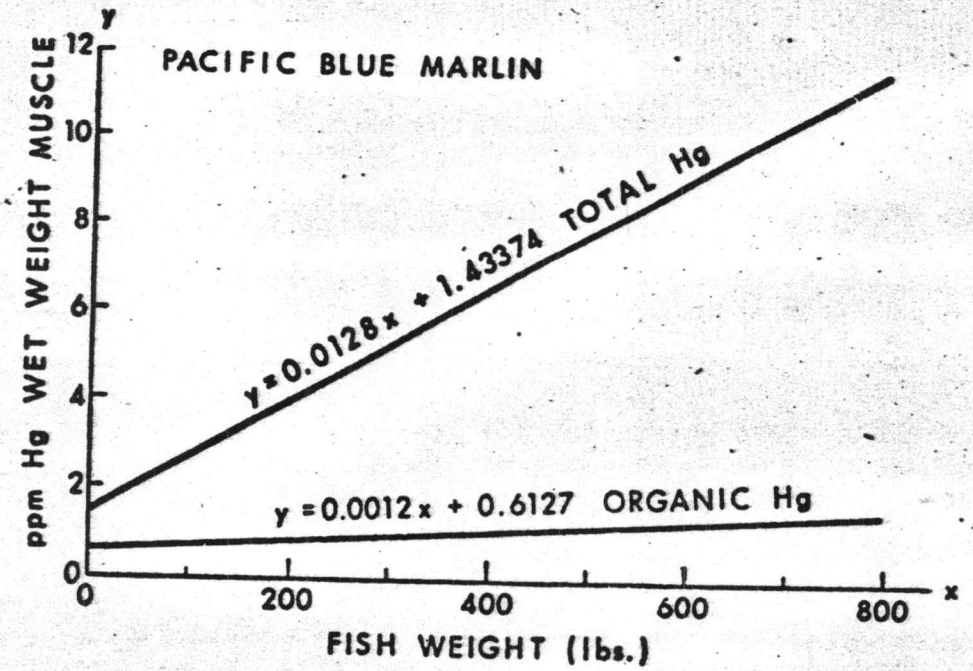
ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรวมของปรอทและปริมาณปรอทอินทรีย์กับขนาด (น้ำหนัก) ของปลาชนิดต่าง ๆ พบว่าส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์เป็นสมการเส้นตรง (linear regression) กล่าวคือปริมาณของปรอททั้งปริมาณรวมและปรอทอินทรีย์เพิ่มขึ้นเมื่อน้ำหนักเพิ่มขึ้น Rivers, et al (1972) ก็ได้รายงานถึงการเพิ่มของปริมาณปรอทในปลา Pacific Blue Marlin เมื่อน้ำหนักของปลาเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 32)

Menasveta (1976) ได้รายงานถึงการเพิ่มของปริมาณสารปรอทเมื่อมีขนาดเพิ่มขึ้นในปลาบางชนิดเช่นปลาสาก (Sphyraena obtusata) และปลากระเบนหัวแหลม (Dasyatis Zugei)

สำหรับในปลาบางชนิดเช่นปลาแพะ, ปลากระพงแดง, ปลาตาโตและปลาจวดนั้น ไม่พบความสัมพันธ์เป็นสมการเส้นตรง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะตัวอย่างของปลาเหล่านี้มีน้อย ซึ่งถ้าหากมีตัวอย่างมากเพียงพอแล้วอาจพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอทกับขนาด(น้ำหนัก) ของปลา อย่างไรก็ตามไม่สามารถกล่าวได้อย่างทีเดียวว่าเมื่อน้ำหนักเพิ่มปริมาณของปรอทก็จะเพิ่มขึ้นเสมอไป เนื่องจากมีการกระจัดกระจายของจุดข้อมูลในสมการเส้นตรง ซึ่งแสดงปริมาณของปรอท แต่กล่าวได้โดยทั่วไปว่ามีแนวโน้มที่ปริมาณปรอทจะเพิ่มขึ้นเมื่อน้ำหนักเพิ่ม

สำหรับอัตราส่วนของปริมาณปรอทอินทรีย์ต่อปริมาณรวมของปรอทนั้นพบว่ามีค่าเฉลี่ยประมาณ 58.75 เปอร์เซนต์ โดยพบค่าเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 72.28 % ซึ่งใกล้เคียงกับผลการทดลองของ Miyama & Toyama (1973) ซึ่งทำการศึกษาไว้ในปลาจากทะเลจีนใต้ พบค่าเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 75%

ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนนี้กับปริมาณรวมของปรอทพบว่าสามารถแยกได้เป็น 2 แบบ ดังที่กล่าวไว้ในผลการทดลองกล่าวคือ



ภาพที่ 32 จากการศึกษาของ River et al(1972) ได้รายงานถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรวมของปรอทและปริมาณปรอทอินทรีย์กับขนาด(น้ำหนัก) ในปลา Pacific Blue Marlin.

1) มีแนวโน้มที่จะลดลงขณะที่ปริมาณรวมของปรอทเพิ่มขึ้น

2) มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นขณะที่ปริมาณรวมของปรอทเพิ่มขึ้น

ในแบบที่ 1 ซึ่งอัตราส่วนนี้มีแนวโน้มจะลดลงขณะที่ปริมาณรวมของปรอทเพิ่มขึ้นนั้น จะสังเกตเห็นได้ว่าปริมาณรวมของปรอทมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตามน้ำหนักที่เพิ่ม ขณะที่แบบที่ 2 มีแนวโน้มของปริมาณรวมของปรอทเพิ่มขึ้นไม่มากนักขณะที่น้ำหนักเพิ่มขึ้น และอาจเป็นเพราะเนื่องจากปริมาณรวมของปรอทในปลาแบบที่ 1 เพิ่มขึ้นรวดเร็วกว่าอัตราการ methylate จึงทำให้เมื่อเทียบอัตราส่วนแล้วดูเหมือนว่าอัตราส่วนนี้มีแนวโน้มลดลง

Rivers, et al (1972) ได้รายงานถึงการลดลงของอัตราส่วนนี้ขณะที่ปริมาณของปรอทมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในปลา Pacific Blue Marlin ขณะเดียวกันไม่พบลักษณะดังกล่าวนี้ของอัตราส่วนในปลา Yellow Fin Tuna

สำหรับในแพลงค์ตอนพืชและสัตว์นั้น เนื่องจากการลากแพลงค์ตอนกระทำโดยใช้ Phytoplankton net และในขณะลากพบว่ามีการ bloom ของ noctiluca sp. ดังนั้นจึงมีแพลงค์ตอนพืชเป็นส่วนใหญ่ (สังเกตได้ว่าตัวอย่างมีสีเขียว ในการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่ของปรอทอยู่ในรูปของปรอทอนินทรีย์ (Inorganic mercury) เป็นส่วนใหญ่ Knauer และ Martin ได้รายงานว่า 0 - 67% ของปรอทในแพลงค์ตอนพืชอยู่ในรูปของปรอทอนินทรีย์ (Inorganic mercury) Matida, et al 1972 ก็ได้รายงานว่าแพลงค์ตอนพืชไม่สามารถที่จะ methylate สารปรอทด้วย ดังนั้นส่วนใหญ่ของปรอทในแพลงค์ตอนพืชจึงอยู่ในรูปอนินทรีย์ (Inorganic เป็นส่วนใหญ่

ค่าเฉลี่ยของปริมาณรวมของปรอท (Total mercury) ประมาณ 40.92 ppb ซึ่งค่านี้ถือเป็นเพียง 1/12 ของค่าสูงสุดที่อนุญาตให้มีในประเทศสหรัฐอเมริกา (500 ppb) และมีเพียง 2 ตัวอย่างที่มีค่าสูงเกินกว่า 500 ppb

อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติเมื่อคิดเทียบกับการบริโภคปลาของประชากร ซึ่งในปัจจุบันมีอัตราการบริโภคปลาของประชากรไทยประมาณ 20 ก.ก./บุคคล/ปี (Marr, et al 1976) ซึ่งค่านี้เท่ากับ 55 กรัม/บุคคล/วัน ซึ่งถ้าหากค่าเฉลี่ยของปรอทประมาณ 40.92 ppb เราสามารถคำนวนถึงอัตราการรับเอาปรอทในแต่ละวันเนื่องจากการบริโภคปลาได้ประมาณ 2.25 ไมโครกรัม/บุคคล/วัน ค่านี้ใกล้เคียงกับที่ศึกษาโดย Kongpool (1977) ซึ่งได้ค่า 2.45 ไมโครกรัม/บุคคล/วัน ค่าที่ได้นี้ต่ำกว่าที่รายงานจากสวีเดนประมาณ 4 ไมโครกรัม/บุคคล/วัน (Nilsson, et al, 1972) และสูงกว่าที่รายงานจากอังกฤษประมาณ 2 ไมโครกรัม/บุคคล/วัน (Anonymous, 1971)

คณะกรรมการ The Joint FAO/WHo Expert Committe on Food Additive ได้เสนอค่า PTWI (provisional tolerate weekly intake) ของปรอทสำหรับมนุษย์ประมาณ 0.005 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักตัว สำหรับปริมาณรวมของปรอท (Total mercury) และ 0.0033 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักตัว สำหรับปริมาณปรอทอินทรีย์ (Organic mercury) ซึ่งก็สามารถประมาณค่า PTWI เท่ากับ 0.3 มิลลิกรัมของปริมาณรวมของปรอทและ 0.2 มิลลิกรัมของปรอทในรูปของ Methyl mercury (สำหรับค่าเฉลี่ยของน้ำหนักบุคคล 60 กิโลกรัม)

ถ้าอัตราการรับเอาปริมาณรวมของปรอทในแต่ละวันที่คำนวนได้จากการศึกษานี้เป็น 2.25 ไมโครกรัม/บุคคล/วัน แล้วก็สามารถคำนวนเป็นอัตราการรับเอาปริมาณรวมของปรอทต่อสัปดาห์ได้ประมาณ 0.016 มิลลิกรัม/บุคคล ซึ่งก็เป็นเพียง $\frac{1}{19}$ ของ PTWI สำหรับปริมาณปรอทอินทรีย์ (Organic mercury) ซึ่งมีค่าเฉลี่ยในการศึกษานี้ประมาณ 22.47 ppb ก็สามารถคำนวนในแบบเดียวกันนี้ได้อัตราการรับเอาปรอทอินทรีย์ต่อสัปดาห์ได้ประมาณ 0.0087 มิลลิกรัม/บุคคล ซึ่งก็เป็นเพียง $\frac{1}{23}$ ของ PTWI เท่านั้น

ดังนั้นสรุปกล่าวได้ว่า ปริมาณของปรอทที่ตรวจพบในปลายังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค

ข้อเสนอแนะ

1) ในการรายงานเกี่ยวกับปริมาณของปรอทในปลา ควรมีการบอกขนาด(น.น.) เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับปริมาณปรอท

2) ควรศึกษาเปรียบเทียบปริมาณปรอทอินทรีย์ในการศึกษาวิจัยต่อไปโดยวิธี Gas Liquid Chromatography

3) ควรทำการศึกษาวิจัยปริมาณของปรอทในปลาแต่ละชนิดอย่างละเอียด โดยเพิ่มจำนวนตัวอย่างให้มากยิ่งขึ้น จะทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากขึ้น

4) ควรศึกษารูปแบบ (form) ของปรอทอินทรีย์ที่มีอยู่ในปลาโดยวิธี Gas Liquid Chromatography

5) ควรมีการตรวจสอบ (monitor) เกี่ยวกับการปรอทอยู่เนือง ๆ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง