บทที่ 5
สรุปผลและอภิปรายผล

ผลการศึกษาการกระจายของปรอทตามระดับความลึกในแท่งดินตะกอนจาก อ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์ (สถานี MB 14 และ MB 18) และอ่าวไทย ประเทศไทย (สถานี GT 15) สามารถแสดงรายระเอียดได้ดังนี้ดังนี้

ระดับความเข้มข้นของปรอทในแท่งดินตะกอน

1. อ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์

1.1 MB 14 (บริเวณปากแม่น้ำ Pasig)

จากการศึกษาการกระจายของปรอทที่ได้จากสถานี MB 14 (บริเวณปากแม่น้ำ Pasig) มีค่าอยู่ในช่วง 0.1468-0.4455 $\mu g\ g^{-1}$ dry wt. และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $0.2630 \pm 0.0966\ \mu g\ g^{-1}$ dry wt. ตามลำดับ ซึ่งพบว่า ระดับการปนเปื้อนของปรอทที่ตรวจพบในสถานี MB 14 มีค่าสูงกว่าสถานี MB 18 (บริเวณกลางอ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์) ทั้งนี้อาจเนื่องจากพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำ Pasig เป็นแหล่งรองรับมลสารต่าง ๆ จากกิจกรรมของมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งมลสารจากภาคอุตสาหกรรม จึงทำให้ปริมาณการปนเปื้อนของปรอทที่ตรวจพบมีค่าสูงกว่าในสถานี MB 18 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Suzuki and Urase (n.d.) ที่ได้ทำการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมในประเทศฟิลิปปินส์อันเกิดจากการกระทำของมนุษย์ โดยใช้ระดับการปนเปื้อนของตะกั่วเป็นดัชนีชี้วัดพื้นที่ ที่มีการปนเปื้อนอันเกิดจากการกระทำของมนุษย์ (Polluted Area Affected By Anthropogenic Pollution) ซึ่งผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ในรัศมี 10 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ Pasig อ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์ เป็นพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของมลสารอันเกิดจากการกระทำของมนุษย์ โดยมีค่าการปนเปื้อนของตะกั่วบริเวณปากแม่น้ำ Pasig มีค่าอยู่ในช่วง 20-41 mg kg^{-1} dry wt. และบริเวณที่อยู่นอกรัศมี 10 กิโลเมตร จากปากแม่น้ำ Pasig มีค่าการปนเปื้อนของตะกั่วอยู่ในช่วง 10-18 mg kg^{-1} dry wt. และค่าการปนเปื้อนของตะกั่วในดินตะกอนจากแม่น้ำ Pasig ที่ตรวจพบมีค่า 42 ± 29 mg kg^{-1} dry wt.

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปริมาณปรอทในดินตะกอนที่พบในสถานี MB 14 มีค่าการสะสมที่สูงกว่าสถานี GT 15 (บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา) และ MB 18 (บริเวณกลางอ่าวมะนิลา)

โดยระดับการปนเปื้อนที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของมาตรฐานปรอทในดินตะกอนของประเทศต่าง ๆ และยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานปรอทในดินตะกอน World Value for Marine Sediment ที่กำหนดค่ามาตรฐานของปรอทในดินตะกอนทะเลเท่ากับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

0.3 μg g^{-1} dry wt. แต่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของมาตรฐานคุณภาพดินตะกอนใน ฟลอริดา สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ดังแสดงในตารางที่ 26

1.2 สถานี MB 18 (บริเวณกลางอ่าวมะนิลา)

จากการศึกษาการกระจายของปรอทที่ได้จากสถานี MB 18 (บริเวณกลางอ่าวมะนิลา) มีค่าอยู่ในช่วง 0.0302-0.1172 μg g^{-1} dry wt. และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0726 ± 0.0324 μg g^{-1} dry wt. ตามลำดับ ทั้งนี้หากพิจารณาทั้ง 2 สถานี (สถานี MB 14 และสถานี MB 18) พบว่า ความเข้มข้นของปรอทตามระดับความลึกมีความแตกต่างกันมากในแต่ละสถานี ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแหล่งที่มาของการปนเปื้อนของปรอท รวมถึงระยะห่างจากแหล่งที่มาของการปนเปื้อนของปรอทที่แตกต่างกัน โดยแหล่งของการปนเปื้อนของปรอทที่พบในสถานี MB 18 น่าจะมาจากการระเบิดของภูเขาไฟ เพราะเนื่องจากลักษณะทางธรณีวิทยาของ ประเทศฟิลิปปินส์ ประกอบไปด้วยภูเขาไฟจำนวนมาก โดยพบว่ามีภูเขาไฟ 48 แห่ง และมีภูเขาไฟใต้ทะเล 5 แห่ง (Smithsonia Institute, 1997) โดยเฉพาะภูเขาไฟ Pinatubo ซึ่งเป็นภูเขาไฟที่อยู่ใกล้กับอ่าวมะนิลา ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอ่าวมะนิลา และภูเขาไฟ Taal ซึ่งเป็นภูเขาไฟที่อยู่ใกล้กับอ่าวมะนิลาไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอ่าวมะนิลา ดังแสดงในภาพที่ 58 รวมถึงจุดเก็บตัวอย่างอยู่บริเวณกลางอ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งมีระยะห่างจากแหล่งการปนเปื้อนของปรอทมากไม่ว่าจะเป็นแหล่งอุตสาหกรรม และแหล่งชุมชน และหากพิจารณาความสัมพันธ์พบว่าการกระจายของปรอท มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการกระจายของอะลูมิเนียม แมงกานีส และ % Ignition Loss ทั้งนี้อาจเนื่องจากเกิดการตกตะกอนร่วมของปรอทกับออกไซด์ของอะลูมิเนียม แมงกานีส เพราะออกไซด์ของโลหะมีความสามารถในการดูดซับปรอทได้ดี (Kraukopf, 1956 Cited in Lockwood & Chen, 1973)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ปริมาณปรอทในดินตะกอนที่พบในสถานี MB 18 พบว่า มีค่าการสะสมที่สูงกว่า สถานี GT 15 (บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา) แต่มีค่าการสะสมที่ต่ำกว่า สถานี MB 14 (บริเวณปากแม่น้ำ Pasig)

โดยระดับการปนเปื้อนที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของมาตรฐานปรอทในดินตะกอนของประเทศต่าง ๆ และยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน World Value for Marine Sediment ที่กำหนดค่ามาตรฐานของปรอทในดินตะกอนทะเลเท่ากับ 0.3 ug g^{-1} dry wt. ดังแสดงในตารางที่ 26

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 26 แสดงค่ามาตรฐานและค่าเฉลี่ยของปรอทในดินตะกอนของประเทศต่าง ๆ และค่าความเข้มข้นของปรอทที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ (Thongra-ar & Parkpian, 2002)

Sediment Standard	**Hg** ($ug\ g^{-1}$ dry wt.)	**Reference**
World Average Value for Marine Sediment	0.3	Rankama & Sahama (1960)
Clean Ocean Sediment	0.1-1.0	Paasivirta J (1991)
Average Shale	0.4	Turekian & Wedepohl (1961)
Earth's Crust	0.08	Riley & Chester (1971)
Average Crustal Abundance	0.08	Taylor (1964)
Sediment Quality Standard for State of Washington	0.41	Ginn & Pastorok (1992)
Draft Interim Canadian Marine Sediment Quality Guideline	0.13	Environment Canada (1995)
Draft Interim Canadian Freshwater Sediment Quality Guideline	0.174	Environment Canada (1995)
Sediment Quality Guideline for Florida	0.13 -0.7	MacDonald (1994)
Sediment Quality Guideline for Australia and New Zealand	0.15-1.0	ANZECC (1998)
Sediment Quality Guideline for Hong Kong	0.5-1.0	HKGS (1998)
This Study		This Study
• GT 15	0.0270-0.0760	”
• MB 14	0.1468-0.4455	”
• MB 18	0.0302-0.1172	”

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

2. อ่าวไทย

2.1 สถานี GT 15 (บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา)

โดยการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าความเข้มข้นของปรอทในแท่งดินตะกอนตามระดับความลึก มีค่าอยู่ในช่วง 0.0270-0.0760 $\mu g\ g^{-1}$ dry wt. และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0531 ± 0.0165 $\mu g\ g^{-1}$ dry wt. ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาที่ได้ในครั้งนี้กับการศึกษาของ ปิยะรัตน์ อุตสาห์พานิช (2548) ที่ทำการศึกษาปรอทในดินตะกอนบริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมบางปู จังหวัดสมุทรปราการ มีระดับการปนเปื้อนของปรอทอยู่ในช่วง 0.019-0.149 $\mu g\ g^{-1}$ dry wt. ซึ่งพบว่า มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้ ที่พบว่าระดับการปนเปื้อนของปรอทที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร จากผิวหน้า มีค่าอยู่ในช่วง 0.058-0.076 $\mu g\ g^{-1}$ dry wt.

Siriratanachai (2001) และ Thongra-ar (2001) ที่ทำการศึกษาปรอทในดินตะกอนเอสทูรีของแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำบางปะกงพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.30 – 0.59 $\mu g\ g^{-1}$ dry wt. และ 0.028-0.96 $\mu g\ g^{-1}$ dry wt. ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าการศึกษาในครั้งนี้มาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแหล่งที่ทำการศึกษาแตกต่างกัน โดยการศึกษาในครั้งนี้ทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอนที่ระยะห่างจากปากแม่น้ำเจ้าพระยามากกว่า จึงส่งผลทำให้ปรอทที่พบในดินตะกอนมีปริมาณต่ำกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ปิยะรัตน์ อุตสาห์พานิช (2548) ที่ทำการศึกษาปรอทในดินตะกอนบริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมบางปู จังหวัดสมุทรปราการ พบว่าระยะห่างจากฝั่งที่แตกต่างกันจะส่งผลต่อปริมาณการสะสมของปรอทที่แตกต่างกัน ที่ระยะห่างจากฝั่ง 2 กิโลเมตรจะมีการสะสมปริมาณปรอทสูงสุด รองลงมาคือระยะห่างจากฝั่ง 3 กิโลเมตร และ 4 กิโลเมตร ตามลำดับ

Beldowski and Pempkowiak (2003) ทำการศึกษาการกระจายของปรอทตามแนวระนาบและตามระดับความลึก ในดินตะกอนที่ได้จากทะเล Baltic พบว่า ปริมาณการสะสมของปรอทตามระนาบมีความแตกต่างกันตามระยะทางที่ห่างจากฝั่ง ที่ระยะห่างจากฝั่ง 10 เมตร มีปริมาณการสะสมของปรอทสูงสุด รองลงมาได้แก่ 40, 70 และ 100 เมตร ตามลำดับ

Shi et al. (2005) ทำการศึกษาการปนเปื้อนของปรอทในดินตะกอนจากแม่น้ำ Haihe ในประเทศจีน พบว่า มีค่าการปนเปื้อนของปรอท 8.78 $\mu g\ g^{-1}$ dry wt. ซึ่งมีค่าสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้มาก เนื่องจากมลสารที่ถูกปล่อยลงสู่แม่น้ำ Haihe ส่วนใหญ่มาจากภาคอุตสาหกรรม ในเมือง Tianjin ที่แม่น้ำ Haihe ไหลผ่าน

จากการศึกษาครั้งนี้ในสถานี GT 15 (ปากแม่น้ำเจ้าพระยา) เปรียบเทียบกับข้อมูลที่เคยศึกษาเกี่ยวกับปริมาณปรอทในดินตะกอน ดังแสดงในตารางที่ 27 พบว่า ปริมาณปรอทในดินตะกอนมีปริมาณที่ใกล้เคียงกับที่เคยศึกษาในประเทศไทย หากทำการเปรียบเทียบการสะสมของปรอทที่พบในสถานี GT 15 พบว่า มีค่าการสะสมที่ต่ำกว่า สถานี MB 14 (บริเวณปากแม่น้ำ Pasig อ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์) และ MB 18 (บริเวณกลางอ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์)

โดยระดับการปนเปื้อนที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ขั้นต่ำของมาตรฐานปรอทในดินตะกอนของประเทศต่าง ๆ และยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน World Value for Marine Sediment ที่กำหนดค่ามาตรฐานของปรอทในดินตะกอนทะเลเท่ากับ 0.3 $\mu g\ g^{-1}$ dry wt. ดังแสดงในตารางที่ 26

ตารางที่ 27 ค่าการปนเปื้อนของปรอทในดินตะกอน บริเวณชายฝั่งประเทศไทย (Thongra-ar & Parkpian, 2002)

Study Period	Location	Hg ($ug\ g^{-1}$ dry wt.)	Reference
	River Mouths and Costal Areas		
1974	Bang Pra Coast Chon Buri	0.003 - 0.069 (wet wt)	Menasveta, 1976
1976	Chao Phraya Estuary	0.012 - 0.264	Menasveta, 1978
1978-1979	**Estuarine areas**		Polprasert et al., 1979
	Mae Klong	0.036 - 0.885	
	Ta Chin	0.071 - 0.746	
	Chao Phraya	0.079 - 1.860	
	Bangpakong	0.069 - 0.299	
1978	Upper Gulf of Thailand	0.1 - 0.13	Idthikasem et al., 1981
1979	Upper Gulf of Thailand	0.049 - 0.268	Polprasert et al., 1979
1979	Upper Gulf of Thailand	0.0 - 0.24	Idthikasem et al., 1981
1980	**Estuarine areas**		Menasveta &
	Mae Klong	0.23 ± 0.1	Cheevaparanapiwat, 1981
	Ta Chin	0.67 ± 0.1	
	Chao Phraya	2.80 ± 0.4	
	Bangpakong	0.52 ± 0.2	
1980	Upper Gulf of Thailand	0.0 - 1.2	Idthikasem et al., 1981

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 27 (ต่อ)

Study Period	Location	Hg (ug g^{-1} dry wt.)	Reference
1979-1980	**Estuarine Areas**		Sitthichaikasem &
	Bangpakong	0.000 - 0.038	Chernbamroong, 1984
		(0.014 ± 0.014)	
	Mae Klong	0.006 - 0.046	
		(0.014 ± 0.011)	
	Ta Chin	0.006 - 0.038	
		(0.017 ± 0.009)	
	Petchburi	0.004 - 0.015	
		(0.007 ± 0.044)	
	Pranburi	0.006 - 0.038	
		(0.014 ± 0.011)	
1981	Upper Gulf of Thailand	0.01 - 0.14	Idthikasem et al., 1981
1981	Upper Gulf of Thailand	Nil - 0.28	Bamrungrajhiran et al., 1984
1981	Bangpakong Estuary to Bang Pra	Nil - 0.80	Bamrungrajhiran et al., 1984
1982	Upper Gulf of Thailand	0.01 - 0.26	Bamrungrajhiran et al., 1984
1983-1984	East Coast of the Upper Gulf	0.01 - 0.14	Bamrungrajhiran et al., 1987
1987-1988	Bangpakong River Mouth to Ang Sila	0.1 - 1.5	Pollution Control Department, 1997
	Chantaburi to Trat	0.1 - 1.2	
1987-1988	Laem Chabang	0.1 - 1.4	Pollution Control
	Map Ta Phut	ND - 1.2	Department, 1992
1995 - 1998	Gulf of Thailand (Natural Gas Platforms and in the Inner Gulf)	0.006 - 0.121	Chongprasith & Wilairatanadilok, 1999

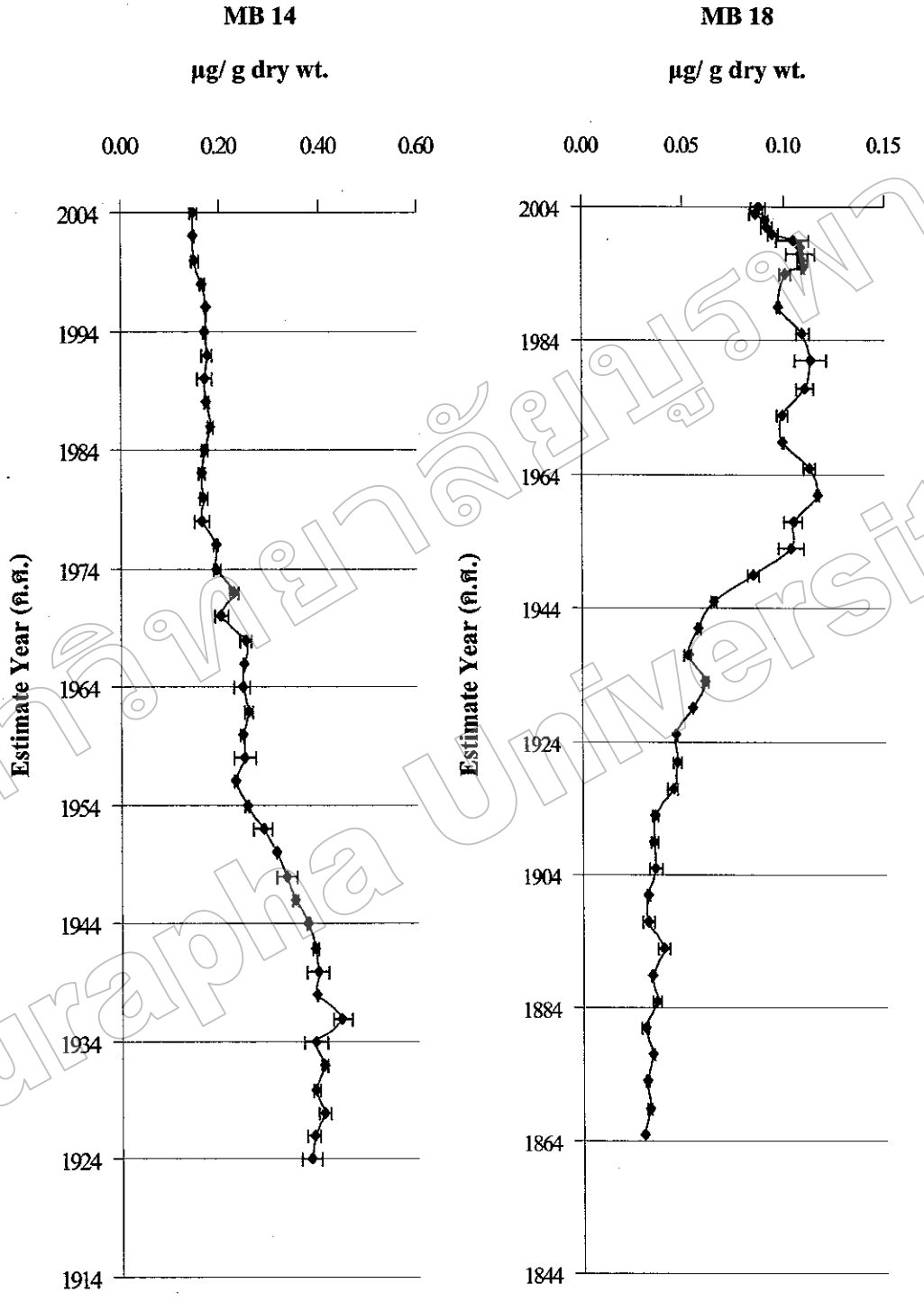
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 27 (ต่อ)

Study Period	Location	Hg (ug g^{-1} dry wt.)	Reference
1995-1998	Map Ta Phut Industrial Estate, Chon Buri	<0.005 - 0.134	Chongprasith & Wilairatanadilok, 1999
1996-1998	Laem Chabang Industrial estate, Chon Buri	<0.005 - 0.032 (0.016)	
April 1998	Laem Chabang	<0.005 - 0.139	EVS Environment Consultants, 1999
	Map Ta Phut	<0.005 - 0.037	
June-July 1998	Laem Chabang	0.024 - 0.037	
	Map Ta Phut	<0.005 - 0.156	
1998	Gulf of Thailand	0.05 - 2.8	EVS Environment Consultants, 1999
March-April 1998	Entire Coast of the Gulf of Thailand and the Andaman Sea	0.047 - 2.135 (0.136)	Chongprasith & Wilairatanadilok, 1999
March 1999	Bangpakong River Estury (0-10 cm Depth)	0.12 - 0.48	Thongra-ar, 2001
	Industrial Estate		
	Petrochemical Complex Site, Chon Buri	0.0262 - 0.2845	Pescod et al., 1975
2004	20 km. South of Chao Phraya River Mouth	0.027 – 0.076	This Study

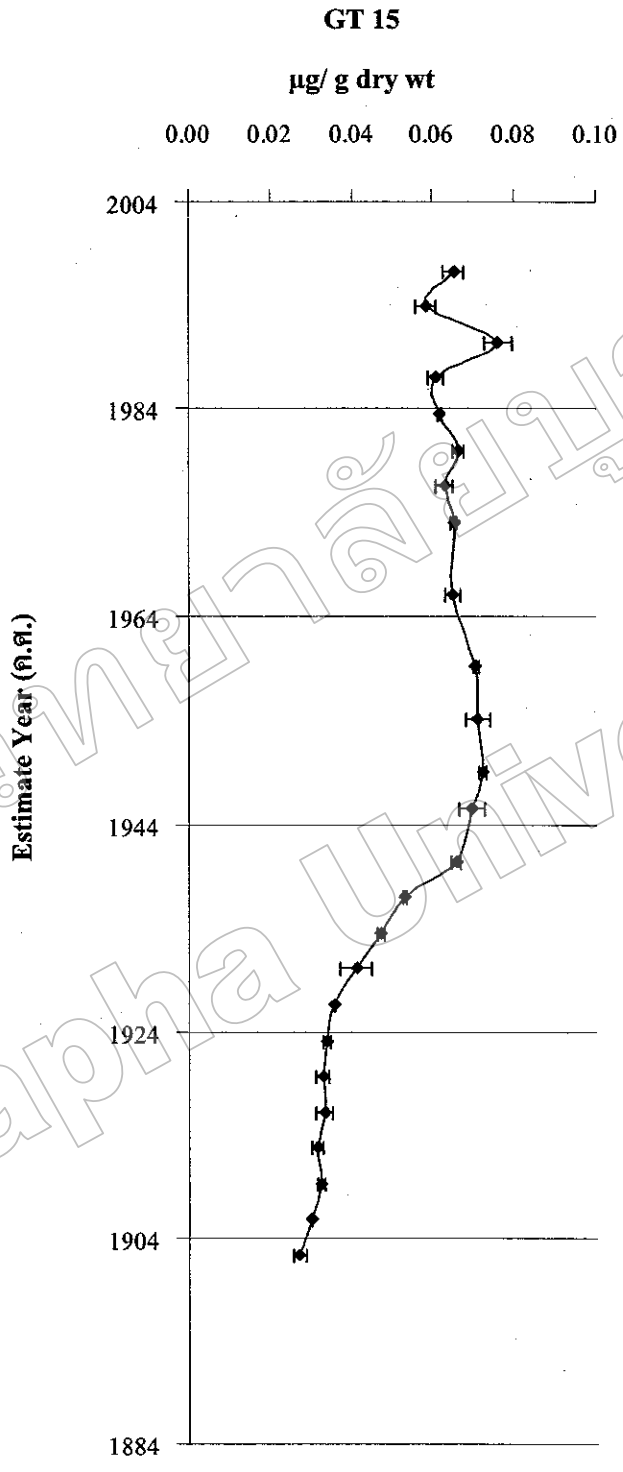
หมายเหตุ ND = Non Detaectable

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 59 การกระจายของปรอทในแท่งดินตะกอน จากปากแม่น้ำ Pasig (MB 14), บริเวณกลางอ่าวมะนิลา (MB 18)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 60 การกระจายของปรอทในแท่งดินตะกอน จากปากแม่น้ำเจ้าพระยา (GT 15)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การกระจายของปรอทในแท่งดินตะกอนตามระดับความลึก

1. อ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์

1.1 MB 14 (บริเวณปากแม่น้ำ Pasig)

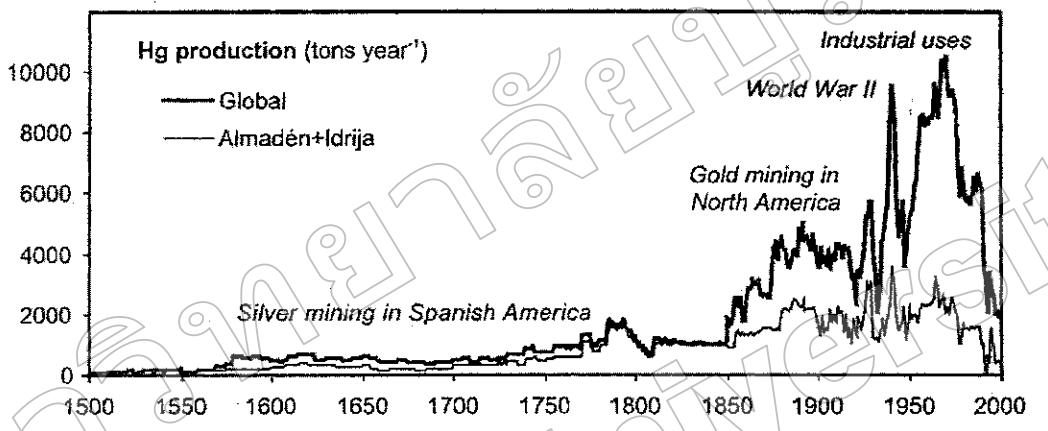
โดยการศึกษาครั้งนี้ สถานี MB 14 (บริเวณปากแม่น้ำ Pasig อ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์) มีแนวโน้มการสะสมของปรอทเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก หากใช้อัตราการตกตะกอนที่ศึกษาโดย Sombrito et al. (2004) ที่ใช้ Pb-210 ในการประเมินอัตราการตกตะกอนบริเวณอ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์ ซึ่งพบว่า มีค่าเฉลี่ย 1 เซนติเมตร ต่อปี พบว่า แท่งดินตะกอนที่เก็บได้มีอายุย้อนหลัง 82 ปี (ประมาณปี ค.ศ. 1922 – 2004)

โดยที่ระดับความลึก 48 เซนติเมตร ลงไป (ก่อนปี ค.ศ. 1956) เป็นช่วงที่มีแนวโน้มการสะสมของปรอทที่สูงเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน และหากพิจารณาค่า Enrichment Factor ก็แสดงให้เห็นว่าที่ระดับความลึกดังกล่าว มีค่าสูงกว่าระดับ Base Line 6-7 เท่า ซึ่งการสะสมของปรอทในดินตะกอนในช่วงระดับความลึกดังกล่าวน่าจะมีสาเหตุมาจากกิจกรรมของมนุษย์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากบริเวณปากแม่น้ำ Pasig เป็นแหล่งรองรับมลสารต่าง ๆ ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เนื่องจากแม่น้ำ Pasig เป็นแม่น้ำสายหลักที่ไหลผ่านเมืองอุตสาหกรรม และแหล่งชุมชนต่าง ๆ จึงส่งผลให้เกิดการสะสมตัวของมลสารต่าง ๆ รวมถึงปรอทในบริเวณปากแม่น้ำ

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Suzuki and Urase (n.d.) ที่ได้ทำการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมในประเทศฟิลิปปินส์อันเกิดจากการกระทำของมนุษย์ โดยใช้ระดับการปนเปื้อนของตะกั่ว เป็นดัชนีชี้วัดพื้นที่ ที่มีการปนเปื้อนอันเกิดจากการกระทำของมนุษย์ (Polluted Area Affected by Anthropogenic Pollution) ซึ่งผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ในรัศมี 10 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ Pasig อ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์ เป็นพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของมลสารอันเกิดจากการกระทำของมนุษย์ และหากเปรียบเทียบกับประวัติการผลิตปรอทรวมของทั่วโลกก็จะพบว่าในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1922 เป็นต้นมา เป็นช่วงเวลาที่มีการผลิตปรอทในปริมาณที่สูงมากประมาณ 3,000-10,000 ตันต่อปี เพราะอยู่ในช่วงที่มีการทำเหมืองทองในอเมริกาเหนือ ช่วงของสงครามโลกครั้งที่ 2 และเป็นช่วงที่มีการพัฒนาในด้านอุตสาหกรรม ดังแสดงในภาพที่ 61 (Hylander & Meili, 2003)

ค่าการสะสมของปรอทในแท่งดินตะกอนที่พบในสถานี MB 14 มีค่าการสะสมของปรอทสูงสุดหากเปรียบเทียบกับสถานี GT 15 (บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา) และสถานี MB 18 (บริเวณกลางอ่าวมะนิลา) ทั้งนี้อาจเนื่องจากบริเวณปากแม่น้ำ Pasig เป็นบริเวณที่ต้องรองรับมลสารต่าง ๆ จากกิจกรรมต่าง ๆของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นแหล่งชุมชน แหล่งเกษตรกรรม แหล่งอุตสาหกรรม โดยเฉพาะบริเวณรอบชายฝั่งเมืองมะนิลาที่มีท่าเรือจำนวนมาก เช่น MICP: Manila International Container Port เป็นต้น ซึ่งส่งผลทำให้พบค่าการสะสมตัวของปรอทในบริเวณนี้

มีค่าสูงกว่าในสถานีอื่น ๆ ที่ทำการศึกษา อีกทั้งการไหลเวียนของกระแสน้ำบริเวณอ่าวมะนิลาเป็นไปได้ยาก เพราะเนื่องจากอ่าวมะนิลา มีลักษณะเป็นอ่าวปิด จึงส่งผลทำให้การไหลเวียนของกระแสน้ำเป็นไปได้ยาก จึงส่งผลทำให้มลสารส่วนใหญ่เกิดการสะสมบริเวณปากแม่น้ำมากกว่าบริเวณอื่น ๆ แต่ทั้งนี้หากเปรียบเทียบกับบริเวณอ่าวมินามาตะ ประเทศญี่ปุ่นแล้ว พบว่า ระดับการปนเปื้อนที่ตรวจพบในครั้งนี้ยังมีค่าต่ำกว่าการปนเปื้อนในอ่าวมินามาตะ ประเทศญี่ปุ่น ที่ตรวจพบการปนเปื้อนของปรอทในดินตะกอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.6 ± 1.6 μg g^{-1} dry wt. (Tomiyasu et al., 2005)



ภาพที่ 61 ประวัติการผลิตปรอททั่วโลก (Hylander & Meili, 2003)

1.2 สถานี MB 18 (บริเวณกลางอ่าวมะนิลา)

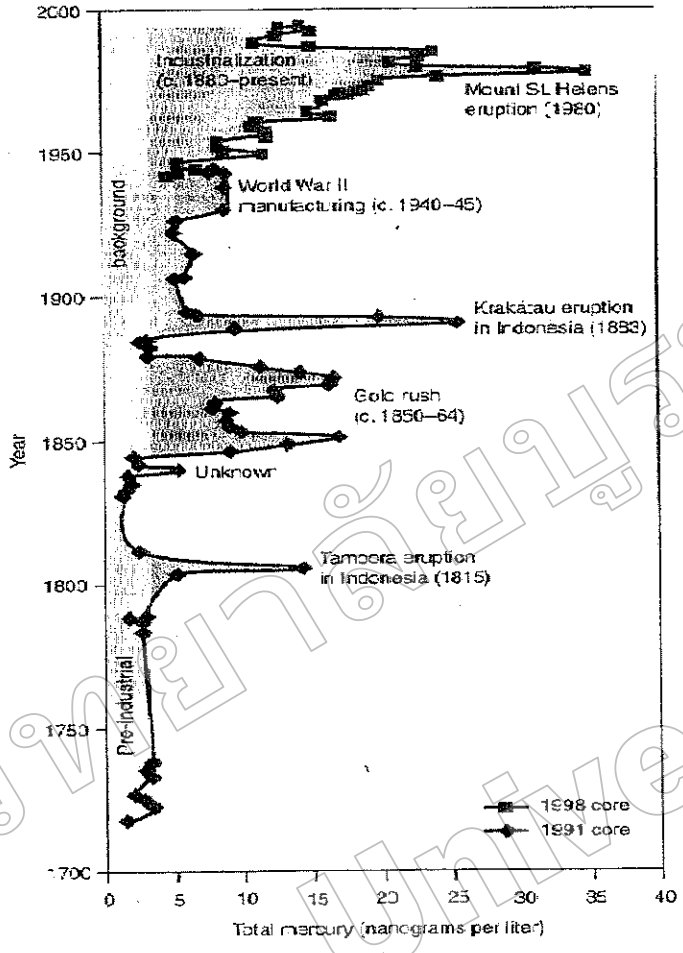
โดยการศึกษาครั้งนี้ สถานี MB 18 (บริเวณกลางอ่าวมะนิลา) มีแนวโน้มการสะสมของปรอทลดลงตามระดับความลึก หากใช้อัตราการตกตะกอนที่ศึกษาโดย Sombrito et al. (2004) ที่ใช้ Pb-210 ในการประเมินอัตราการตกตะกอนบริเวณอ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์ พบว่าที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 2 เซนติเมตร ต่อปี และที่ระดับความลึกมากกว่า 20 เซนติเมตร มีค่าเฉลี่ย 0.4 เซนติเมตรต่อปีตามลำดับพบว่า แท่งดินตะกอนที่เก็บได้มีอายุย้อนหลัง 190 ปี (ประมาณปี ค.ศ. 1814-2004)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ที่ระดับความลึก 22 และ 28 เซนติเมตร (ประมาณปี ค.ศ. 1992, ค.ศ. 1974) มีแนวโน้มของปรอทที่เพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการระเบิดของภูเขาไฟ Pinatubo (ซึ่งเป็นภูเขาไฟที่อยู่ใกล้กับอ่าวมะนิลา ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอ่าวมะนิลา) ในปี ค.ศ. 1991 และการระเบิดของภูเขาไฟ Taal (ซึ่งเป็นภูเขาไฟที่อยู่ใกล้กับอ่าวมะนิลาไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของอ่าวมะนิลา) ในปี ค.ศ. 1977 ตามลำดับ (Philippine Institute of Volcanology and Seiemology, 2005) ดังแสดงในภาพที่ 62

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ที่ระดับความลึก 50 เซนติเมตร ดินตะกอนมีอายุ 85 ปี (ประมาณ ปี ค.ศ. 1919) เป็นช่วงที่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของค่าการสะสมของปรอทอย่างชัดเจน ทั้งนี้อาจเนื่องจากการสะสมของปรอทในแท่งดินตะกอนที่เพิ่มสูงขึ้นนั้นเป็นผลมาจากการระเบิดของภูเขาไฟ Taal ในปี 1911 ดังแสดงในภาพที่ 58 และ หากพิจารณาค่า Enrichment Factor ก็แสดงให้เห็นว่าที่ระดับความลึก 0 – 50 เซนติเมตร มีค่า Enrichment Factor มากกว่าระดับที่มีอยู่ตามธรรมชาติประมาณ 1 เท่า (EF ประมาณ 2) ซึ่งการสะสมของปรอทในดินตะกอนในช่วงระดับความลึกดังกล่าวน่าจะมีสาเหตุมาจากการระเบิดของภูเขาไฟ Pinalubo ในปี ค.ศ. 1991 และ ภูเขาไฟ Taal ในปี ค.ศ. 1911 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (Schuster et al., 2002) ที่ทำการศึกษาประวัติการปนเปื้อนของปรอทจากแท่งน้ำแข็งที่ได้จาก Upper Fremont Glacier ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ทุกครั้งที่มีการระเบิดของภูเขาไฟจะพบค่าการปนเปื้อนของปรอทเพิ่มขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 63

ภาพที่ 62 ตำแหน่งที่ตั้งของภูเขาไฟ Pinatubo และ Taal



ภาพที่ 63 ประวัติการปนเปื้อนของปรอทจากแท่งน้ำแข็ง (Schuster, 2002)

2. อ่าวไทย

2.1 สถานี GT 15 (บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา)

โดยการศึกษาครั้งนี้ สถานี GT 15 (บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา) มีแนวโน้มการสะสมของปรอทลดลงตามระดับความลึก หากใช้อัตราการตกตะกอนที่ศึกษาโดย Cheevaporn & Mokkongpai (1996) พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการตกตะกอนบริเวณอ่าวไทยตอนบนมีค่าเท่ากับ 0.58 เซนติเมตรต่อปี มาใช้ในการคำนวณหาอายุดินตะกอน พบว่า แท่งดินตะกอนที่เก็บได้มีอายุย้อนหลัง 7-103 ปี โดยประมาณ (ประมาณปี ค.ศ. 1901-1997) และหากใช้อัตราการตกตะกอนที่ศึกษาโดย Srisuksawad et al. (1997) ที่ทำการศึกษาอัตราการตกตะกอนบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา พบว่า ค่าเฉลี่ยของอัตราการตกตะกอนมีค่าเท่ากับ 0.35 เซนติเมตร ต่อปี มาใช้ในการคำนวณหาอายุดินตะกอน พบว่าแท่งดินตะกอนที่เก็บได้มีอายุย้อนหลัง 11-171 ปี โดยประมาณ (ประมาณปี ค.ศ. 1833 – 1993)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

โดยที่ระดับความลึก 4-40 เซนติเมตร เป็นช่วงที่มีค่าการสะสมของปรอทที่สูง และพบว่า ค่า Enrichment Factor ในช่วงระดับความลึก 4-40 เซนติเมตร มีค่าสูงเช่นกัน เมื่อคำนวนอายุดินตะกอน โดยใช้อัตราการตกตะกอนที่ศึกษาโดย Cheevaporn & Mokkongpai (1996) ที่ทำการศึกษาอัตราการตกตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง พบว่าดินตะกอนมีอายุประมาณ 0-70 ปี (ประมาณปี ค.ศ. 1934-2004) ซึ่งการสะสมของปรอทในดินตะกอนในช่วงระดับความลึกดังกล่าวนี้น่าจะมีสาเหตุมาจากกิจกรรมของมนุษย์ เพราะเนื่องจากที่ระดับความลึกดังกล่าวมีค่า Enrichment Factor มากกว่า 1 (สูงกว่าค่า Base Line หรือระดับที่เป็นไปตามธรรมชาติ) ทั้งนี้อาจเนื่องจากในช่วงระยะเวลาประมาณ 70 ปี ที่ผ่านมา ประเทศไทยมีการพัฒนาประเทศอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งอาจส่งผลต่อการสะสมของปรอทในธรรมชาติ และหากทำการเปรียบเทียบกับประวัติการผลิตปรอทรวมของทั่วโลกก็จะพบว่าในช่วงระยะเวลาดังกล่าวเป็นช่วงของสงครามโลกครั้งที่ 2 และเป็นช่วงที่มีการพัฒนาในด้านอุตสาหกรรมซึ่งส่งผลต่อการสะสมของปรอทในสิ่งแวดล้อม ดังแสดงในภาพที่ 61 (Hylander & Meili, 2003)

ในขณะที่ระดับความลึกต่ำกว่า 40 เซนติเมตร ลงไป (ก่อนปี ค.ศ. 1934) มีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของปรอท 0.0344 ± 0.0057 $\mu g\ g^{-1}$ dry wt. และมีค่า Enrichment Factor ต่ำกว่า 1 (ต่ำกว่าระดับ Base Line) ซึ่งการสะสมของปรอทในดินตะกอนที่ช่วงระดับความลึกต่ำกว่า 40 เซนติเมตรลงไปน่าจะมีสาเหตุมาจากธรรมชาติ (Baseline Background level concentration)

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Roulet et al. (2000) ที่ทำการศึกษาการปนเปื้อนของปรอทจากแท่งดินตะกอนบริเวณแม่น้ำ Tapajos ใน Amazon พบว่า การปนเปื้อนของปรอทในดินตะกอนมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก ทั้งนี้เนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นสาเหตุหลักของการปนเปื้อนของปรอทในบริเวณดังกล่าวที่เพิ่มขึ้น

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jha et al. (1999) ที่ทำการศึกษาประวัติการปนเปื้อนของปรอท และนิเกิลในแม่น้ำ Thane ประเทศอินเดีย พบว่า การปนเปื้อนของปรอทมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก โดยพบว่า การปนเปื้อนของปรอทมีการปนเปื้อนที่สูงบริเวณผิวหน้าซึ่งส่วนใหญ่มีสาเหตุของการปนเปื้อนมาจากการกระทำของมนุษย์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอทกับอะลูมิเนียม เหล็ก แมงกานีส และ % Ignition Loss

1. อ่าวมะนิลา

1.1 MB 14 (บริเวณปากแม่น้ำ Pasig)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอท กับอะลูมิเนียม เหล็ก แมงกานีส และ % Ignition Loss ในแท่งดินตะกอนที่ได้จากสถานี MB 14 (บริเวณปากแม่น้ำ Pasig อ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์) พบว่า ปรอท มีความสัมพันธ์เชิงลบกับ อะลูมิเนียม เหล็ก และ %Ignition Loss ($r = -0.676$, $p < 0.01$), ($r = -0.682$, $p < 0.01$) และ ($r = -0.643$, $p < 0.01$) ตามลำดับ

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Suzuki and Urase (n.d.) ที่ได้ทำการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมในประเทศฟิลิปปินส์อันเกิดจากการกระทำของมนุษย์ พบว่า การสะสมตัวของตะกั่วมีความสัมพันธ์เชิงลบกับ แมงกานีส และเหล็ก ทั้งนี้เนื่องมาจากบริเวณปากแม่น้ำ Pasig อ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์ มีมลสารที่ถูกปลดปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมเป็นจำนวนมากโดยมีสาเหตุมาจากการกระทำของมนุษย์ อีกทั้งการไหลเวียนของกระแสน้ำเป็นไปได้ยากจึงส่งผลทำให้เกิดการสะสมตัวของมลสารต่าง ๆ ในบริเวณปากแม่น้ำ

ในขณะที่การสะสมตัวของปรอทน่าจะมีความสัมพันธ์กับขนาดของอนุภาคดินตะกอนเพราะจากการศึกษาของ Suzuki and Urase (N.d.) ที่ได้ทำการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมในประเทศฟิลิปปินส์อันเกิดจากการกระทำของมนุษย์ พบว่า ดินตะกอนที่ได้จากอ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์ ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กมากโดยมีค่าเฉลี่ยของอนุภาคดินตะกอนเท่ากับ 11.0 ± 3.5 ไมครอน โดยขนาดของอนุภาคตะกอนมีอิทธิพลกับปริมาณของโลหะหนักในดินตะกอน เมื่อตะกอนมีขนาดเล็กจะมีความสามารถในการสะสมปรอทสูง ขณะที่ตะกอนที่มีขนาดใหญ่จะสะสมปรอทได้น้อย จะมีอิทธิพลทำให้ค่าอัตราส่วนระหว่างปริมาณปรอทกับน้ำหนักตะกอนลดลง ในลักษณะของการถูกเจือจางโดยมวลตัวอย่าง DeGroot and Allersma (1975) กล่าวว่า การสะสมโลหะจะมีมาก เมื่อดินตะกอนมีขนาดน้อยกว่า 16 ไมครอน แต่จะพบว่าการดูดซับปรอทลดลงอีกครั้ง ในดินตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 2 ไมครอน

Sunderland et al. (2006) ทำการศึกษาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ควบคุมชนิด และการกระจายของปรอทในดินตะกอนชายฝั่ง บริเวณอ่าว Passamaquoddy ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าปริมาณการสะสมของปรอทในดินตะกอนมีความสัมพันธ์เชิงบวก กับ ดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 63 ไมครอน โดยพบว่า ดินตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมครอน ในปริมาณที่สูง มักพบมีการสะสมของปรอทในปริมาณที่สูง ในขณะที่ดินตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 63 ไมครอน ในปริมาณที่น้อย มักจะพบมีการสะสมของปรอทในปริมาณที่น้อยกว่า

Stoichev et al. (2004) ทำการศึกษาการกระจายของปรอทในดินตะกอนปากแม่น้ำ Adour และอ่าว Biscay ในประเทศฝรั่งเศส พบว่า การสะสมตัวของปรอทมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ ปริมาณดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 50 ไมครอน โดยพบว่า ดินตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 50 ไมครอน ในปริมาณที่สูง มักพบมีการสะสมของปรอทในปริมาณที่สูง ในขณะที่ดินตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 50 ไมครอน ในปริมาณที่น้อย มักจะพบมีการสะสมของปรอทในปริมาณที่น้อยกว่า

1.2 สถานี MB 18 (บริเวณกลางอ่าวมะนิลา)

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอท กับอะลูมิเนียม เหล็ก แมงกานีส และ % Ignition Loss ในแท่งดินตะกอนที่ได้จากสถานี MB 18 (บริเวณกลางอ่าวมะนิลา ประเทศฟิลิปปินส์) พบว่า ปรอท มีความสัมพันธ์เชิงบวก กับ อะลูมิเนียม แมงกานีส และ % Ignition Loss ($r = 0.531$, $p < 0.01$), ($r = 0.347$, $p < 0.05$) และ ($r = 0.695$, $p < 0.01$) ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างการสะสมตัวของปรอทกับอะลูมิเนียม และแมงกานีส ดังที่อธิบายในหัวข้อ 1 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ปิยะรัตน์ อุตส่าห์พานิช (2548) ที่ทำการศึกษาปรอทรวมในดินตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเลนิคมอุตสาหกรรมบางปู จังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งพบว่าปริมาณปรอทในดินตะกอนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ อะลูมิเนียม เหล็ก แมงกานีส และ % Ignition Loss และจากการศึกษาของ Ram et al. (2003) ที่ทำการศึกษาปริมาณปรอทในดินตะกอนจากบริเวณปากแม่น้ำ Ulhas พบว่า ปริมาณปรอทในดินตะกอนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณอะลูมิเนียม โดยบริเวณที่พบการสะสมตัวของอะลูมิเนียมในปริมาณที่สูงก็มักที่จะพบการสะสมตัวของปรอทในดินตะกอนสูงตามไปด้วย

Trefry et al. (2002) ที่ทำการศึกษาปริมาณปรอท และปริมาณปรอทอินทรีย์ (Methylmercury) ในดินตะกอนจากอ่าว Maxico พบว่า ปริมาณการสะสมตัวของปรอทในดินตะกอนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณสารอินทรีย์ (TOC) ทั้งนี้เนื่องจากสารอินทรีย์มีบทบาทสำคัญมากในการดูดซับอิออนต่าง ๆ ของโลหะได้ดี ถึงแม้ว่าอยู่ในดินน้อยก็ตาม (Sparks, 1995)

โดยเฉพาะอย่างยิ่งปรอทนั้นมีความสามารถในการจับกับสารอินทรีย์ ที่อยู่ในดินได้ดีกว่าองค์ประกอบที่เป็นสารอนินทรีย์สารอื่น ๆ ในดินตะกอน (Schuster, 1991; Yin et al., 1996) โดยฮิวมิค (Humic Substances) ซึ่งอยู่ในสารอินทรีย์โดยส่วนใหญ่จะประกอบด้วย Humic Acids และ Fulvic Acids ทำหน้าที่ในการจับกับปรอท (Wallschläger et al., 1998) และการจับกันยังขึ้นอยู่กับหมู่ Functional Groups ในสารอินทรีย์อีกด้วย โดยพบว่า ปรอทชอบที่จะจับตัวกับ N – และ S – Containing Groups ในสารอินทรีย์ (Sparks, 1995) โดยเฉพาะกับ S – มากกว่า N – Containing

Groups (Skyllberg et al, 2000) และพบว่าปริมาณการดูดซับปรอทได้สูงสุดเป็นสัดส่วนกับปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนอีกด้วย (Yin et al., 1997)

โดยในดินตะกอนที่มีปริมาณสารอินทรีย์อยู่มากเมื่อถูกฝังกลบลงบนพื้นผิวดินตะกอนก็จะค่อย ๆ ถูกจุลินทรีย์ย่อยสลาย ในดินตะกอนที่มีปริมาณออกซิเจนเพียงพอ แบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) จะทำหน้าที่ในการย่อยสลาย เมื่อออกซิเจนหมดไปแบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) ก็จะทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์แทน โดยแบคทีเรียที่มีความสำคัญมากในกลุ่มนี้คือ แบคทีเรียที่ใช้ซัลเฟต เป็นตัวรับอิเล็กตรอน (Sulfate Reducing Bacteria: SRB) โดยซัลเฟอร์จะถูกรีดิวซ์ไปเป็นซัลไฟด์ (Jorgensen, 1982 อ้างถึงใน สุวรรณา ภาณุตระกูล และไพฑูรย์ มกกงไผ่, 2542) ซึ่งซัลไฟด์มีความสามารถในการจับตัวกับโลหะหนักเกือบทุกชนิดเป็นโลหะซัลไฟด์ ดังนั้นในดินตะกอนที่มีปริมาณของซัลไฟด์อยู่มาก จึงน่าจะมีความสามารถในการจับตัวกับโลหะหนักไว้ในดินตะกอนได้มากด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Canario, Vale, Caetano and Madureia (2003) ที่ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของปรอทในดินตะกอน ที่มีปริมาณ Sulphate สูง พบว่า การสะสมของปรอทในดินตะกอนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณของ Sulphide

2. อ่าวไทย

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปรอท กับอะลูมิเนียม เหล็ก แมงกานีส และ % Ignition Loss ในแท่งดินตะกอนที่ได้จากสถานี GT 15 (บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา) พบว่าปรอท มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ อะลูมิเนียม และแมงกานีส และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับ % Ignition Loss ($r = 0.818$, $p < 0.01$), ($r = 0.739$, $p < 0.01$) และ ($r = -0.419$, $p < 0.05$) ตามลำดับ

เนื่องจากอะลูมิเนียมเป็นองค์ประกอบหลักของอนุภาคดินเหนียวทุกประเภทซึ่งมีพื้นที่ผิวที่สามารถจับกับโลหะหนักชนิดต่าง ๆ ได้ดี (Ram, Rokade, Borole, & Zingda, 2003) นอกจากนี้ออกไซด์ของเหล็ก แมงกานีส และอะลูมิเนียม มีพื้นที่ผิว (Specific Surface Areas) สูงมาก โดยจะพบอยู่ในรูป Mixed Gels (Sparks, 1995) อีกทั้งยังมีความว่องไว (Reactivity) สูงมาก จึงเป็นตัวดูดซับ (Adsorbent) ที่มีพลังงานสูงมาก (Bourg & Loch, 1995) ในการดูดซับโลหะหนักหรือเกิดการตกตะกอนร่วม (Coprecipitate) กับ Cations และ Anions ในสารละลาย (Alloway, 1995) โดยในกระบวนการดูดซับปรอทที่ออกไซด์ของโลหะนั้น ปรอทจะเข้าไปแทนที่แมงกานีส และเหล็กในโครงสร้างของออกไซด์ โดยพบว่าจะเข้าไปแทนที่แมงกานีส มากกว่าเหล็กเนื่องจากแมงกานีสออกไซด์มีความว่องไวในการดูดซับปรอทได้มากกว่า ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่าส่วนใหญ่ (สถานี MB 18 และ GT 15) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับแมงกานีส และไม่มีความสัมพันธ์กับเหล็ก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ทั้งนี้มีรายงานว่าในบรรดาโลหะออกไซด์ทั้งหลาย แมงกานีสออกไซด์เป็นตัวดูดซับปรอทได้ดีมาก (Most Effective Adsorbent) ในขณะที่เหล็กออกไซด์อยู่ในลำดับรองลงมา (Kraukopf, 1956 Cited in Lockwood & Chen, 1973) โดยเหล็กออกไซด์และแมงกานีสออกไซด์สามารถพบได้ทั่วไปในดินตะกอนเสมอ โดยจะเคลือบอยู่ที่ผิวของอนุภาคดินเหนียว หรือสารอินทรีย์ ซึ่งมีหน้าที่ดักจับโลหะหนักให้ตกตะกอนร่วมและสะสมอยู่ในดินตะกอน โดยคุณสมบัติทางเคมีของเหล็ก และแมงกานีสออกไซด์ ขึ้นอยู่กับค่า Redox Potential โดยจะพบมากในดินตะกอนที่อยู่ในสภาวะที่มีออกซิเจน โดยเหล็กและแมงกานีส จะจับกับออกซิเจนเกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ละลายน้ำ และสะสมอยู่ในดินตะกอนแต่ในสภาวะรีดิวซ์จะเกิดเป็น (Fe^{2+}) และ (Mn^{2+}) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ โอกาสที่จะพบอยู่ในดินตะกอนจึงน้อย (Olsen et al., 1982 อ้างถึงใน มาลี เลาสุทแสน, 2528)

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อประเภทของปรอทในดินตะกอน ที่ศึกษาโดย Boszke et al. (2003) พบว่า เหล็ก และแมงกานีสออกไซด์ มีความสำคัญอย่างมากกับการสะสมตัวของปรอทในน้ำและดินตะกอน และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Roul et al. (2000) ที่พบว่า ปรอทมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับ ปริมาณเหล็กในดินตะกอน จากลุ่มน้ำอะเมซอน โดยบริเวณที่พบปริมาณเหล็กสูงก็มักจะพบการสะสมตัวของปริมาณปรอทสูงเช่นกัน

สรุปผลการทดลอง

1. ระดับการปนเปื้อนของปรอทในแท่งดินตะกอน ที่ได้จากการศึกษามีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานปรอทในดินตะกอนของประเทศต่าง ๆ

2. สถานีเก็บตัวอย่างมีผลต่อระดับการปนเปื้อนและรูปแบบการกระจายของปรอทในแท่งดินตะกอนโดยรูปแบบการกระจายของปรอทตามระดับความลึกในสถานี MB 18 (บริเวณกลางอ่าวมะนิลา) และสถานี GT 15 (บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา) มีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก ในสถานี MB 14 (บริเวณปากแม่น้ำ Pasig) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก

3. จากการศึกษาพบว่า การสะสมของปรอทในแท่งดินตะกอน ในแต่ละสถานีจะถูกควบคุมด้วยปัจจัยที่แตกต่างกัน

4. สถานีเก็บตัวอย่างที่แตกต่างกัน มีแหล่งที่มาของปรอทแตกต่างกัน โดยในสถานี MB 14 (ปากแม่น้ำ Pasig) และสถานี GT 15 (ปากแม่น้ำเจ้าพระยา) แหล่งที่มาของปรอท มาจากกิจกรรมของมนุษย์ ในขณะที่สถานี MB 18 (บริเวณกลางอ่าวมะนิลา) แหล่งที่มาของปรอท มาจากการระเบิดของภูเขาไฟ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. ระดับ Background Mercury Levels ของอ่าวไทย และอ่าวมะนิลา มีค่าประมาณ 0.031 $\mu g\ g^{-1}$ dry wt. (สถานี GT 15 ปากแม่น้ำเจ้าพระยา = 0.0315 $\mu g\ g^{-1}$ dry wt. และสถานี MB 18 บริเวณกลางอ่าวมะนิลา = 0.0319 $\mu g\ g^{-1}$ dry wt.)

6. ช่วงเวลาที่เกิดการปนเปื้อนของปรอท ในบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ตรงกับช่วงเวลาประมาณ 70-114 ปีที่ผ่านมา ในบริเวณปากแม่น้ำ Pasig ตรงกับช่วงเวลาประมาณมากกว่า 82 ปีที่ผ่านมา ในบริเวณกลางอ่าวมะนิลา ตรงกับช่วงเวลาประมาณ 85 ปีที่ผ่านมา

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ประกอบกับการศึกษาการปนเปื้อนของปรอท เช่น ความเป็น กรด-ด่าง ความเค็ม DO DOC ปริมาณซัลเฟอร์ เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ในการประกอบการอธิบายผลการทดลอง

2. ควรทำการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของปรอทในน้ำ และสิ่งมีชีวิต ประกอบกับการศึกษาการปนเปื้อนของปรอทในดินตะกอน เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนของปรอทในระบบห่วงโซ่อาหารต่าง ๆ ของสิ่งแวดล้อมบริเวณที่ทำการศึกษา

3. ควรทำการศึกษารูปแบบต่าง ๆ ของปรอท ที่มีการปนเปื้อนในดินตะกอน เพื่อใช้ในการประเมินความเสียงของการขยายตัวตามระบบห่วงโซ่อาหาร (Biomagnification) ในบริเวณที่ทำการศึกษา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University