



บทที่ 4

วิจารณ์ผลการวิเคราะห์

อายุของดินตะกอนในแต่ละชั้นที่เก็บตัวอย่างได้

ดินตะกอนที่เก็บได้แบ่งออกเป็นชั้น ๆ ชั้นละ 5 ซม. เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูล จากการศึกษารังสีการตกตะกอนในอ่าวไทยตอนบนโดยใช้ ^{210}Pb (Windom et. al., 1980) แล้ว สามารถคำนวณอายุของดินตะกอนในสถานีที่ 1, 2, 3, 5 และ 6 ได้ดังนี้

สถานีที่	ความลึกของดินตะกอน (ซม.)	อัตราการตกตะกอน (มม./ปี)	อายุของดินตะกอนที่เก็บได้ (ปี)
1	25	6.0	41.66
2	30	6.4	46.87
3	25	3.3	75.75
5	25	8.9	28.09
6	35	4.0	87.50

จากตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บได้และข้อมูลแสดงอัตราการตกตะกอนดังกล่าว พบว่าบริเวณที่น่าสนใจ สำหรับบริเวณปากแม่น้ำคือสถานี 3 และสถานี 6 อันได้แก่ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนและแม่น้ำบางปะกงตามลำดับ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีอัตราการตกตะกอนต่ำกว่าบริเวณปากแม่น้ำอื่น ๆ มาก ทำให้ ตัวอย่างดินตะกอนที่เก็บได้เป็นดินตะกอนที่เกิดการตกตะกอนในช่วงระยะเวลาประมาณ 70 - 80 ปี ส่วนบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา, ปากแม่น้ำแม่กลอง และบริเวณนอกชายฝั่งจังหวัดเพชรบุรี มีอัตราการตกตะกอนค่อนข้างสูง ดินตะกอนที่เก็บมาได้จึงมีอายุประมาณ 30 - 45 ปี และอัตราการตกตะกอนที่มีค่าค่อนข้างสูงในบริเวณนี้มีผลทำให้ความเข้มข้นของโลหะหนักที่ตรวจวิเคราะห์ได้มีค่าน้อยกว่าที่ควรจะเป็นเพราะเกิดการเจือจางลงด้วยปริมาณของดินตะกอนที่สูงกว่า (Bertine, 1976)

สำหรับสถานีอื่น ๆ ในอ่าวไทยตอนบน ไม่มีข้อมูลรายละเอียดเกี่ยวกับการตกตะกอนสนับสนุน แต่อย่างไรก็ตาม จากการวิเคราะห์อัตราการตกตะกอนของ Windom et. al., (1982) พบว่า สำหรับสถานี 14 และ 19 เป็นบริเวณที่มีการตกตะกอนเข้ามาหรือมีแต่ดินตะกอนเก่า ส่วนสถานี 9 และ 10 เป็นบริเวณที่คาดว่ามีการตกตะกอนเข้าประกอบกับการแบ่งชั้นดินในการวิเคราะห์ที่ไม่เหมาะสม จึงยังไม่อาจสรุปผลที่แน่นอนได้

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะรวม

ปริมาณของโลหะรวมที่วิเคราะห์ได้ตามวิธีการของ Loring and Rantala (1977) มีปริมาณโลหะตะกั่ว, ทองแดง และสังกะสีอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับปริมาณของโลหะที่อำเภอและคณะ (2524) รายงานไว้ และมีปริมาณของโลหะตะกั่ว, สังกะสี และแมงกานีส ในบริเวณปากแม่น้ำสายสำคัญทั้ง 4 สาย ใกล้เคียงกับค่าที่ได้จากการศึกษาของ Cheevaparanapivat (1978) อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ไม่อาจตรวจพบปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอนได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ อรพินท์ (2525) ซึ่งไม่อาจตรวจพบปริมาณของแคดเมียมได้ในการศึกษาปริมาณโลหะทองแดง, สังกะสี และแคดเมียม บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา แต่อย่างไรก็ตามจากรายงานของอำเภอและคณะ (2524) รายงานว่าสามารถตรวจพบปริมาณของโลหะแคดเมียมระหว่าง $0.009 - 0.035 \mu\text{g/g}$ จากดินตะกอนในอ่าวไทย และ Cheevaparanapivat (1978) รายงานว่าตรวจพบความเข้มข้นของแคดเมียมระหว่าง $0.18 - 0.29 \mu\text{g/g}$ ในการศึกษาการสะสมตัวของโลหะหนักในดินตะกอน บริเวณปากแม่น้ำสายสำคัญทั้ง 4 สาย การที่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอนในการศึกษาครั้งนี้คาดว่าเกิดขึ้นจาก ปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอนจากอ่าวไทยมีความเข้มข้นอยู่ในระดับต่ำดังจะเห็นได้จากรายงานของอำเภอและคณะ (2524) และ Cheevaparanapivat (1978) ดังได้กล่าวแล้ว และมีค่าอยู่ในระดับเดียวกันกับดินตะกอนจากทะเลเปิดในมหาสมุทรแอตแลนติกตอนเหนือ ซึ่งมีค่า $0.13 - 0.21 \mu\text{g/g}$ (Eaton, 1976) และอาจเกิดขึ้นจากวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ดินตะกอน 1 กรัม และมีปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มล. ทำให้ตัวอย่างที่สกัดได้มีความเข้มข้นของแคดเมียมเจือจางลงมากจนใกล้เคียงกับ detection limit ของการวิเคราะห์โดยวิธี atomize ด้วยเปลวไฟเช่นเดียวกับปริมาณของแคดเมียมในสารละลายที่ได้จากวิธี Leaching ซึ่งไม่สามารถตรวจพบปริมาณของโลหะแคดเมียมในดินตะกอนเช่นกัน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า ความเข้มข้นของโลหะ

แคดเมียมในตัวอย่างมีค่าต่ำกว่า detection limit ของการวิเคราะห์โดยวิธี atomize ด้วยเปลวไฟ สำหรับปริมาณของโลหะอลูมิเนียมที่ทำการวิเคราะห์ได้มีค่าอยู่ระหว่าง 20 - 50 mg/g หรือประมาณ 2 - 5 % โดยน้ำหนักซึ่งมีค่าต่ำกว่าปริมาณของโลหะอลูมิเนียมที่ตรวจพบในทะเลสาบ Erie ซึ่งมีค่าระหว่าง 5 - 8 % (Kemp and Thomas, 1976, Kemp et. al., 1976) ความแตกต่างดังกล่าวนี้อาจเกิดขึ้นเนื่องจากธรรมชาติของดินตะกอนจากทะเลแตกต่างไปจากดินตะกอนจากน้ำจืด (Yen and Tang, 1977) แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากการวัดปริมาณของโลหะอลูมิเนียมในการศึกษาครั้งนี้ มีความจำเป็นต้องใช้เทคนิค Flameless Atomic Absorption Spectrophotometry ซึ่งมีค่า sensitivity สูง ซึ่งต้องทำให้ตัวอย่างที่สกัดได้เจือจางลงถึง 1000 เท่า ซึ่งถึงแม้จะระมัดระวังเพียงใดก็อาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้บ้าง เนื่องจากใช้สารตัวอย่างที่มีปริมาตร 0.1 มล. และทำให้ปริมาตรเป็น 100 มล. โดยทั่วไปแล้วค่าของโลหะต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้วค่อนข้างสอดคล้องกับรายงานอื่น ๆ (ทริสกี และคณะ, 2520; อ่ำไพและคณะ, 2524; อรพินท์, 2525; Cheevaparanapivat, 1977)

อัตราส่วนระหว่างโลหะต่ออลูมิเนียม

ค่าอัตราส่วนระหว่างโลหะทองแดง, ตะกั่ว, สังกะสี, นิกเกิล, โครเมียม, เหล็ก และแมงกานีสต่ออลูมิเนียม แสดงไว้ในตารางที่ 3 ซึ่งได้ทำการเฉลี่ยค่าของอัตราส่วนเหล่านี้ที่พบในดินตะกอนจากทุกบริเวณและทุกระดับความลึก เพื่อใช้เป็นค่าสำหรับการเปรียบเทียบในการศึกษาครั้งนี้ด้วย และนำมาเปรียบเทียบกับค่าอัตราส่วนของโลหะต่าง ๆ ดังกล่าวแล้วต่ออลูมิเนียมที่ได้จากขบวนการ weathering ในธรรมชาติตามรายงานของ Bertine and Goldberg (1971) รายงานไว้ ดังนี้คือ

ธาตุ	ค่าที่ได้จากขบวนการ weathering ในธรรมชาติ	ค่าเฉลี่ยในดินตะกอน จากอ่าวไทยตอนบน	Enrichment Factor
Fe/Al	0.7	0.29	-2.4
Mn/Al	1.4×10^{-2}	1.52×10^{-2}	1.08
Cd/Al	1.4×10^{-6}	-	-
Pb/Al	1.5×10^{-5}	75.4×10^{-5}	50.26
Zn/Al	5.7×10^{-4}	21.6×10^{-4}	3.79
Cu/Al	5.7×10^{-4}	7.3×10^{-4}	1.28
Cr/Al	-	25.6×10^{-4}	-
Ni/Al	-	14.9×10^{-4}	-

Enrichment Factor คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาณของโลหะในดินตะกอนที่ตรวจพบต่อปริมาณที่ได้จากขบวนการ weathering ในธรรมชาติ

จากตารางจะเห็นค่าอัตราส่วนของโลหะตะกั่ว, สังกะสี และทองแดงต่ออลูมิเนียมที่ได้จากดินตะกอนในอ่าวไทยมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากขบวนการตามธรรมชาติมาก โดยมีค่า Enrichment Factor ของโลหะตะกั่ว, สังกะสี และทองแดงเป็น 50, 4 และ 1.3 ตามลำดับ อันแสดงถึงลักษณะของการสะสมตัวของโลหะทั้งสามชนิดในดินตะกอนที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ สำหรับค่าอัตราส่วนของตะกั่วต่ออลูมิเนียมและอัตราส่วนของสังกะสีต่ออลูมิเนียมของดินตะกอนจากทุกบริเวณและทุกระดับความลึกในอ่าวไทยตอนบน มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากขบวนการในธรรมชาติ อันแสดงถึงการสะสมตัวของโลหะตะกั่วและสังกะสีเกิดขึ้นในดินตะกอนอ่าวไทยเป็นระยะเวลาานาน (นานกว่า 80 ปี) ซึ่งแหล่งที่มาของตะกั่วและสังกะสีเหล่านี้คิดว่าส่วนหนึ่งเกิดขึ้นจากการชะล้างบรรยากาศโดยอิทธิพลของน้ำฝน (atmospheric fallout) ซึ่งดินตะกอนในทะเลได้รับทั้งโดยตรง และจากขบวนการ weathering ที่เกิดขึ้นกับ atmospheric fallout ที่ตกลงบนพื้นดินซึ่งถ่ายทอดลงสู่ทะเลโดยอิทธิพลของแม่น้ำลำธาร (Forstner, 1976) ซึ่งลักษณะการสะสมตัวของตะกั่วและสังกะสีที่เกิด

ขึ้นตามกระบวนการนี้มีค่า Enrichment Factor ของตะกั่วและสังกะสีมีค่าใกล้เคียงกัน (Price et. al., 1976., Suess, 1976) นอกจาก atmospheric fallout ดังกล่าวแล้ว การชะล้างแผ่นดินและการทิ้งของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนลงสู่แม่น้ำและทะเลก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการสะสมตัวของโลหะหนักในดินตะกอนโดยมีปริมาณสูง

สำหรับค่าอัตราส่วนของทองแดงต่อลูมิเนียมโดยเฉลี่ยมีค่าสูงกว่าค่าที่ได้ตามธรรมชาติเล็กน้อย และค่าที่ทำการคำนวณได้ในตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าค่าทองแดงต่อลูมิเนียมของดินตะกอนส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกับธรรมชาติ ยกเว้นดินตะกอนจากบริเวณปากแม่น้ำและพื้นที่ใกล้เคียงซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าตามธรรมชาติมาก อันแสดงลักษณะของผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์เกิดขึ้นในบริเวณนี้ เป็นส่วนใหญ่

ค่าอัตราส่วนระหว่างเหล็กต่อลูมิเนียมที่ตรวจพบในดินตะกอนจากทุกบริเวณและทุกระดับความลึกมีค่าน้อยกว่าค่าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเกิดขึ้นเนื่องจากปริมาณของเหล็กในดินตะกอนที่เกิดจากขบวนการ weathering มีค่าน้อยในบริเวณนี้เมื่อเทียบกับบริเวณอื่น ๆ ส่วนค่าอัตราส่วนระหว่างแมงกานีสต่อลูมิเนียมมีค่าใกล้เคียงกับในธรรมชาติมาก คงมีเฉพาะบางบริเวณเท่านั้นที่มีค่าสูงกว่าค่านี้

สำหรับอัตราส่วนระหว่างโครเมียมต่อลูมิเนียมและนิกเกิลต่อลูมิเนียม ในสถานีบริเวณปากแม่น้ำและบริเวณใกล้เคียง มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของอัตราส่วนดังกล่าวในดินตะกอนทั้งหมดจากอ่าวไทย ส่วนบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกและบริเวณกลางอ่าวมีค่าอัตราส่วนของโลหะทั้งสองมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย อันแสดงว่า ชายฝั่งทะเลตะวันตกและบริเวณกลางอ่าวไทยได้รับปริมาณโครเมียมและนิกเกิลที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์น้อยกว่าบริเวณปากแม่น้ำและพื้นที่ใกล้เคียงปากแม่น้ำ

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะโดยวิธี Leaching

ปริมาณของโลหะที่วิเคราะห์ได้โดยใช้เทคนิคการ Leaching โดยใช้ 0.5 N HCl ตามแบบของ Chester and Voutsinou (1981) แสดงไว้ในตารางที่ 4 จากการวิเคราะห์พบปริมาณของโลหะที่ Leach ออกมาได้ เมื่อเทียบกับปริมาณโลหะทั้งหมดมีค่าแตกต่างกันออกไปตามชนิดของโลหะ กล่าวคือสามารถ Leach โลหะทองแดงได้ระหว่าง 20 - 50%, ตะกั่ว

40 - 100%, สังกะสี 20 - 70%, โครเมียม 15 - 40%, นิกเกิล 10 - 30%, แมงกานีส 50 - 80% และ เหล็ก 30 - 60% ของปริมาณโลหะที่มีทั้งหมด โดยสามารถ Leach โลหะเหล่านี้จากดินตะกอนในบริเวณปากแม่น้ำสำคัญและพื้นที่ใกล้เคียงได้มากกว่าบริเวณชายฝั่งตะวันตกและบริเวณกลางอ่าวไทยตอนบน สำหรับโลหะแคดเมียมนั้นไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณที่แน่นอนได้เนื่องจากค่าที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกับระดับสัญญาณรบกวนของเครื่องมือ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Chester and Voutsinou (1981) ซึ่งใช้วิธีนี้ในการศึกษาปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนจากอ่าวในประเทศกรีซ และไม่สามารถตรวจพบปริมาณโลหะแคดเมียมในอ่าว Pagassitikos ซึ่งเป็นอ่าวที่ยังไม่ได้รับโลหะหนักจากการกระทำของมนุษย์ ทั้งนี้คาดว่าเนื่องจากปริมาณของโลหะแคดเมียมในดินตะกอนในอ่าวไทยมีค่าค่อนข้างต่ำคือ 0.009 - 0.023 $\mu\text{g/g}$ (อำไพและคณะ, 2524) จึงยังไม่อาจแยกออกมาตรวจวัดให้ทราบปริมาณแน่นอนโดยวิธีการนี้ได้

ผลจากการวิเคราะห์ปริมาณโดยวิธีการนี้เฉพาะที่ผิวหน้าของดินตะกอน พบว่าดินตะกอนจากบริเวณปากแม่น้ำสายสำคัญทั้ง 4 สาย และพื้นที่ใกล้เคียงมีความเข้มข้นของโลหะทุกชนิดที่ทำการศึกษาสูงกว่าในบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกมาก จึงพอแยกอ่าวไทยตอนบนออกได้เป็น 2 บริเวณคือ บริเวณที่ อ่าวไทยตอนเหนือ ซึ่งประกอบด้วยบริเวณปากแม่น้ำสายสำคัญทั้ง 4 สาย และพื้นที่ใกล้เคียง (สถานี 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และ 10) และบริเวณที่ 2 อ่าวไทยตอนใต้ประกอบด้วยสถานีบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกและบริเวณกลางอ่าว (สถานี 8, 9, 11, 12 และ 14) สำหรับสถานี 19 มีลักษณะความเข้มข้นของโลหะแตกต่างจากสถานีอื่นมากจะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป ซึ่งพอเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของโลหะในดินตะกอนจากอ่าวของประเทศกรีซ คืออ่าว Thermaikos ซึ่งเป็นอ่าวที่ได้รับผลกระทบจากโลหะหนักมากที่สุดทางตอนเหนือของอ่าว และอ่าว Pagassitikos ซึ่งเป็นอ่าวที่ยังไม่ได้รับผลกระทบจากโลหะหนัก ตามการศึกษาของ Chester and Voutsinou (1981) ได้ดังนี้

โลหะ	อ่าวThermai- kos (µg/g)	อ่าวThermai- kos (µg/g)	อ่าวPagassi- tikos (µg/g)	อ่าวไทยตอนบน ตอนเหนือ (µg/g)	อ่าวไทยตอนบน ตอนใต้ (µg/l)
Mn	966	536	547	360	280
Ni	70	61	38	9.50	5.00
Cr	73	56	26	23.44	15.38
Cu	24	11	9.5	9.17	3.04
Pb	82	30	20	18.68	44.01
Zn	107	39	21	37.63	13.32
Cd	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Fe	-	-	-	5850	2620

เมื่อพิจารณาจากรายการเปรียบเทียบดังกล่าว พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะต่าง ๆ ในดินตะกอนจากอ่าวไทยทั้งสองบริเวณมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในดินตะกอนของอ่าว **Pagassitikos** ยกเว้นโลหะสังกะสีในอ่าวไทยตอนเหนือ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าอ่าว **Pagassitikos** มาก และมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของอ่าว **Thermaikos** ตอนใต้ ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากโลหะหนักค่อนข้างมาก

อย่างไรก็ตามสำหรับในบางสถานี โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ตรวจพบความเข้มข้นของโลหะตะกั่วและสังกะสีที่ผิวของดินตะกอนสูงกว่าค่าเฉลี่ยของอ่าว **Pagassitikos** มาก กล่าวคือตรวจพบความเข้มข้นของโลหะตะกั่วสำหรับสถานี 4 และ 5 เป็น 26.01 และ 23.74 µg/g ตามลำดับ และความเข้มข้นของสังกะสีสำหรับสถานี 4 และ 5 เป็น 68.13 และ 62.85 µg/g ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของโลหะตะกั่วและสังกะสีในอ่าว **Thermaikos** ซึ่งเป็นอ่าวที่ได้รับภาวะมลพิษจากโลหะหนักมาก สำหรับในสถานีอื่น ๆ ยังมีค่าใกล้เคียงกับอ่าว **Pagassitikos**

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะโดยวิธี Sequential Extraction

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะโดยวิธี Sequential Extraction ตามวิธีในรายงานของ Tessier et. al. (1979) นี้เลือกทำเป็นบางสถานีคือ สถานี 2, 3, 5, 14 และ 19 เนื่องจากเป็นวิธีการที่ค่อนข้างยุ่งยากและใช้เวลานาน ผลจากการวิเคราะห์ใน Fraction 1 - 4 สำหรับโลหะแคดเมียม, ทองแดง, ตะกั่ว และสังกะสี แสดงไว้ในตารางที่ 5 - 10 จากผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณโลหะตะกั่วและแมงกานีสรวมของ Fraction ที่ 1 - 4 ซึ่งเป็น non-residual fraction มีค่าสูงกว่าปริมาณโลหะรวมที่วิเคราะห์ได้มาก ในบางสถานีพบว่ามีความมากกว่า 2 - 3 เท่า และปริมาณโลหะรวมที่เป็น non-residual fraction ที่วิเคราะห์ได้สำหรับโลหะแคดเมียม, ทองแดง, ตะกั่ว, สังกะสี และแมงกานีส มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากวิธีการ Leaching โดยใช้ 0.5 N HCl แต่สำหรับปริมาณของเหล็กที่เป็น non-residual ที่วิเคราะห์ได้มีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการ Leaching มาก ดังแสดงผลเปรียบเทียบระหว่างปริมาณโลหะรวมที่เป็น non-residual fraction ของวิธีการนี้เทียบกับ non-residual fraction ของวิธีการ Leaching ไว้ในตารางที่ 11 และ 12

จากปัญหาที่พบดังกล่าวโดยเฉพาะปัญหาเกี่ยวกับปริมาณของตะกั่วและแมงกานีสที่วิเคราะห์ได้เป็นปริมาณสูงมากเกินกว่าวิธีการอื่น ๆ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ วิธีการนี้จึงเป็นวิธีการที่น่าสงสัยในความถูกต้องแม่นยำโดยเฉพาะการใช้วิธีการนี้ในการวิเคราะห์ปริมาณของตะกั่วและแมงกานีส แต่อย่างไรก็ตามปัญหาที่เกิดขึ้นนี้อาจเกิดขึ้นจากความไม่บริสุทธิ์ของสารเคมีที่ใช้เป็น leachate ซึ่งมีความเข้มข้นมาก (1 - 3.2 M) ซึ่งอาจทำให้โลหะที่มีเจือปนอยู่ในสารเคมี เจือปนเข้าไปในตัวอย่างที่ทำกรวิเคราะห์ได้มาก และอาจเกิดขึ้นจากการที่ทำการสกัดโลหะเหล่านี้ที่อุณหภูมิสูง (85 และ 95 °ซ.) โดยใช้ขวดพลาสติกธรรมดาเป็นภาชนะและเกิดการชะล้างโลหะเหล่านี้จากผนังขวดเข้าไปในตัวอย่าง ทำให้ค่าของโลหะที่วัดได้สูงมากก็เป็นได้ ดังนั้นการใช้วิธีการนี้ในการศึกษาครั้งนี้ยังคงค้างเป็นปัญหาอยู่มาก แต่อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ครั้งนี้ยังพอให้ข้อมูลเกี่ยวกับโลหะหนักที่มีอยู่ในส่วนประกอบของดินตะกอนได้ ซึ่งพอจะเปรียบเทียบปริมาณของโลหะแคดเมียม, ทองแดง, ตะกั่ว, สังกะสี และแมงกานีสที่มีอยู่ใน Fraction 1 - 4 ได้ดังนี้คือ

แคตเมียม	4 > 3 > 2 > 1
ทองแดง	4 > 2 > 3 > 1
ตะกั่ว	3 > 2 > 4 > 1
สังกะสี	3 > 4 > 2 > 1
แมงกานีส	3 > 2 > 4 > 1
เหล็ก	3 > 4 > 2 > 1



- เมื่อ 1 แทน Fraction 1 Exchangeable
 2 แทน Fraction 2 Bound to Carbonates
 3 แทน Fraction 3 Bound to Iron and Manganese oxides
 4 แทน Fraction 4 Bound to Organic matter

ลักษณะการกระจายของโลหะในองค์ประกอบของดินตะกอนนี้สอดคล้องกับลักษณะการกระจายของโลหะเหล่านี้ในดินตะกอนที่แขวนลอยจากปากแม่น้ำ Saint Marcel และ Pierreville ในประเทศแคนาดา (Tessier et. al., 1979)

ปริมาณของโลหะเหล่านี้ในแต่ละ Fraction ของแต่ละสถานีมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ยกเว้นโลหะตะกั่วและสังกะสีในสถานี 5 สำหรับตะกั่วใน Fraction 1, 2 และ 3 และโลหะสังกะสีใน Fraction 2, 3 และ 4 มีความเข้มข้นลดลงตามระดับความลึก ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นเนื่องจาก upward migration ของโลหะตะกั่วและสังกะสีใน pore water หรือเกิดขึ้นจากการสะสมตัวที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่เพิ่มขึ้นก็ได้ (Suess, 1976)

การกระจายตามแนวตั้งของโลหะในดินตะกอน

ลักษณะการกระจายของโลหะหนักในดินตะกอนตามแนวตั้งที่วิเคราะห์ได้ สำหรับสถานีที่ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13 และ 14 แสดงไว้ในภาพที่ 2 - 13 สำหรับสถานี 8 และ 19 เนื่องจากมีระดับความลึกของดินตะกอนเพียง 10 ซม.เท่านั้น จึงไม่นำข้อมูลมาแสดงเป็นภาพไว้ด้วย จากภาพและข้อมูลที่วิเคราะห์ได้พบว่า ปริมาณโลหะหนักรวมมีลักษณะแปรปรวนไปมาตามระดับความลึก ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากการวิเคราะห์ดินตะกอนโดยมีได้แยกออกเป็นขนาด Clay

หรือ Sand Size การเปลี่ยนแปลงปริมาณของตะกอนที่ตกตะกอนลงในบริเวณนั้นในแต่ละปี หรือเกิดขึ้นจากความผิดพลาดในการวิเคราะห์ห่วยอย่างก็เป็นได้ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากค่าอัตราส่วนของโลหะหนักต่ออลูมิเนียม และค่าความเข้มข้นของโลหะหนักที่ได้จาก Leach แล้ว พบลักษณะการสะสมตัวของโลหะทองแดง, ตะกั่ว และสังกะสีที่ผิวหน้าของดินตะกอนในบางสถานี ซึ่งจะขอแยกกล่าวตามชนิดของโลหะดังนี้

อลูมิเนียม

ในสถานีบริเวณปากแม่น้ำ (สถานี 2, 3, 4, 5 และ 6) ค่าความเข้มข้นของอลูมิเนียมตามแนวตั้งของแต่ละสถานีใกล้เคียงกัน อันอาจเกิดขึ้นจากปริมาณการตกตะกอนในแต่ละปีของแม่น้ำแต่ละสายมีค่าใกล้เคียงกันก็เป็นได้ ส่วนสถานีที่อยู่ห่างปากแม่น้ำมีลักษณะต่างกันออกไปคือ สถานี 1 มีการลดลงของปริมาณอลูมิเนียมตามแนวตั้ง อันอาจเกิดขึ้นจากการสะสมตัวของสารจำพวกคาร์บอนเนตตามระดับความลึกซึ่งมีผลให้ความเข้มข้นของโลหะอลูมิเนียมลดลงตามปริมาณของสารจำพวกคาร์บอนเนตที่เพิ่มขึ้น (Kemp. et. al., 1976) และพบว่าปริมาณของโลหะอื่น ๆ ก็ลดลงตามแนวตั้งด้วยซึ่งอาจเกิดจากการที่มีสารพวกคาร์บอนเนตในดินตะกอนมาก (Chester and Voutsinou, 1981) ส่วนสถานี 7 และ 10 มีการเพิ่มขึ้นของโลหะอลูมิเนียมตามระดับความลึก อันอาจเกิดจากการเจือปนของสารอินทรีย์ในดินตะกอนชั้นบน ซึ่งมีผลทำให้ความเข้มข้นของอลูมิเนียมบนผิวของดินตะกอนลดลงไปด้วย (Kemp et. al., 1976) สำหรับในบริเวณปากแม่น้ำและบริเวณใกล้เคียงนี้ตรวจพบว่าทุกสถานีมีความเข้มข้นของอลูมิเนียมในระดับ 0 - 5 ซม. มีค่าน้อยกว่าในระดับ 5 - 10 ซม. ซึ่งคาดว่าเกิดจากการเจือปนของสารอินทรีย์ที่ผิวหน้าของดินตะกอนเช่นเดียวกัน

สำหรับบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกและบริเวณกลางอ่าว พบว่ามีค่าของอลูมิเนียมเพิ่มขึ้นตามแนวตั้งที่สถานี 9, 12 และ 14, ส่วนสถานี 8, 11 และ 19 มีระดับความลึกของดินตะกอนที่ได้น้อยเกินไปจึงยังไม่อาจสรุปได้ เนื่องจากบริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีอัตราการตกตะกอนช้ามาก (Windom et. al., 1982) จึงอาจได้รับอิทธิพลจากสารจำพวกคาร์บอนเนตและสารอินทรีย์มากในชั้นผิวหน้า (Kemp. et. al., 1976) สำหรับในระดับลึกลงไปสารอินทรีย์และสารจำพวกคาร์บอนเนตเกิดการ diagenesis (Gieskes, 1975) ทำให้อัตราส่วนของอลูมิเนียมในดินตะกอนเพิ่มขึ้น

เหล็กและแมงกานีส จากข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กและแมงกานีสทั้งหมด ค่า Fe/Al และ Mn/Al, และปริมาณโลหะที่ได้จากการแยกด้วย 0.5 M HCl ให้ผลคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ ปริมาณของเหล็กและแมงกานีสมีค่าใกล้เคียงกันในทุกระดับความลึกในทุกสถานี โดยพบว่า ปริมาณของเหล็กและแมงกานีสมีค่าน้อยที่ผิวหน้าของดินตะกอนในระดับความลึกระหว่าง 0 - 10 ซม. Kemp et. al., (1976) และ Hirata et. al. (1978) ก็ตรวจพบลักษณะเช่นนี้ ในดินตะกอนเช่นเดียวกัน และอธิบายว่าเกิดขึ้นจากการที่สารอินทรีย์ที่ผิวหน้าดินเกิดการ degradation ทำให้เกิดภาวะ reducing condition ขึ้นในดิน ทำให้ Mn^{4+} ถูก reduce เป็น Mn^{2+} ซึ่งมีการละลายได้ดีกว่า ละลายเข้าสู่มวลน้ำ ทำให้ค่าของแมงกานีสที่ผิวของดินตะกอนต่ำ และทำให้โลหะหนักที่เกิดการ coprecipitation และ adsorption กับออกไซด์ของแมงกานีส สูญเสียออกไปจากดินตะกอนด้วย (Burton, 1976) บริเวณที่พบความเข้มข้นของแมงกานีสตลอดความลึกสูงมากคือ บริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาและปากแม่น้ำอื่น ๆ และมีค่าลดลงเมื่อห่างจากบริเวณปากแม่น้ำออกไป สำหรับเหล็กไม่พบลักษณะเช่นนี้ ซึ่งอาจเกิดจากการที่เหล็กเกิดเป็น FeS ได้ดีกว่าและมีเสถียรภาพสูงกว่า MnS ในภาวะ reducing condition ก็ได้ (Duchart et. al. 1973)

ทองแดง จากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณของทองแดงมีค่าใกล้เคียงกันตลอดแนวตั้งในเกือบทุกสถานี โดยสถานีบริเวณปากแม่น้ำและสถานีใกล้เคียงบริเวณปากแม่น้ำมีความเข้มข้นในระดับความลึกสูงกว่าบริเวณกลางอ่าวและอ่าวไทยฝั่งตะวันตก สำหรับสถานี 1, 5 และสถานี 6 พบว่ามีลักษณะของ Cu/Al ต่อระดับความลึกแตกต่างไปจากสถานีอื่น ๆ กล่าวคือ สถานี 1 มีค่า Cu/Al ลดลงเพิ่มขึ้นตามแนวตั้งซึ่งในกรณีนี้อาจเกิดจากการที่มีปริมาณของสารจำพวกคาร์บอนเนตในดินตะกอนเพิ่มขึ้นตามระดับความลึกดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อโลหะอลูมิเนียม เนื่องจากตรวจพบว่าในบริเวณดังกล่าวทองแดงมีการยึดเกาะกับสารอินทรีย์และสารคาร์บอนเนตได้มาก เมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธีการ Sequential extraction และเป็นไปตามรายงานของ Tessier et. al. (1979) สำหรับสถานี 5 ตรวจพบค่า Cu/Al ในระดับความลึก 0 - 5 ซม. สูงมากคือ 20.3×10^{-4} ส่วนในระดับ 5 - 25 ซม. มีค่า 6×10^{-4} แต่อย่างไรก็ตามผลจากการวิเคราะห์ด้วยการ Leaching ด้วย 0.5 N HCl พบว่าในระดับ 0 - 5 ซม. มีความเข้มข้นของทองแดงสูงกว่า

ดินตะกอนในระดับความลึก 5 - 25 ซม. เพียงเล็กน้อย เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์จากสถานี 4 ประกอบด้วย พบว่าค่าความเข้มข้นของทองแดงที่ได้จากวิธีการ Leaching สูงกว่าสถานี 5 มาก แต่สถานี 4 มีค่า Cu/Al ที่ผิวของดินตะกอนน้อยกว่า ซึ่งขัดแย้งกันอันอาจเกิดขึ้นจากบริเวณสถานี 4 มีการตกตะกอนสูงกว่าสถานี 5 ก็เป็นไปได้ ทำให้ Cu/Al ในสถานีที่ 4 ต่ำกว่าสถานี 5 ในกรณีเช่นนี้ Bertine (1976) เสนอให้มีการคำนวณ flux ของทองแดงในดินตะกอนประกอบด้วย แต่เนื่องจากมีข้อมูลแสดงอัตราการตกตะกอนของสถานี 5 เพียงสถานีเดียว จึงไม่อาจคำนวณ flux เพื่อเปรียบเทียบกันได้ แต่อย่างไรก็ตาม พอจะบอกได้ว่าบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นปากแม่น้ำที่ได้รับโลหะทองแดงจากการกระทำของมนุษย์มากที่สุด

สำหรับสถานี 6 ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอนได้ลึกที่สุด (35 ซม.) พบความเข้มข้นของทองแดงในระดับ 0. 20 ซม. ~ 9 $\mu\text{g/g}$ ส่วนในระดับ 20 - 35 ซม. มีความเข้มข้น ~ 6 $\mu\text{g/g}$ ซึ่งอาจแสดงลักษณะการสะสมตัวของทองแดงในดินตะกอนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่เกิดขึ้นในระยะเวลาประมาณ 40 - 50 ปีที่ล่วงมาแล้วก็ได้ อย่างไรก็ตามค่า Cu/Al ของสถานีมีลักษณะเพิ่มขึ้นตามแนวตั้งซึ่งขัดแย้งกัน จึงยังไม่อาจสรุปแน่นอนได้

ตะกั่ว จากการวิเคราะห์ค่า Pb/Al พบว่าในสถานีบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา, (สถานี 4 และสถานี 5), ปากน้ำบางปะกง (สถานี 6) และสถานี 1 มีค่า Pb/Al ลดลงตามระดับความลึก และสำหรับปากแม่น้ำเจ้าพระยามีค่า Pb/Al สูงสุด ส่วนในสถานีอื่น ๆ มีค่า Pb/Al ใกล้เคียงกันตามแนวตั้ง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้วยการ Leaching และสถานีในบริเวณปากแม่น้ำและบริเวณใกล้เคียงมีค่า Pb/Al และค่าความเข้มข้นของ Pb ที่ Leach ได้ สูงกว่าบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกและบริเวณกลางอ่าว จากการตรวจพบลักษณะลดลงของค่าความเข้มข้นของ Pb ที่ Leach ได้และค่า Pb/Al ตามแนวตั้งนี้ อาจเกิดขึ้นได้จากลักษณะทาง anthropogenic input หรืออาจเกิดจากการเกิด upward migration ของ pore water ก็ได้ (Price et. al. 1976) สำหรับบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยาเนื่องจากมีค่า Pb/Al และความเข้มข้นของ Pb ที่ Leach ได้ค่อนข้างสูง จึงสันนิษฐานว่าการสะสมตัวของ Pb ในระดับผิวหน้าของดินตะกอนเกิดขึ้นจากลักษณะทาง anthropogenic input ส่วนสถานี 1 และสถานี 6 เนื่องจากมีค่าของ Pb/Al สูง แต่มีค่า Pb ที่ Leach ได้ค่อนข้างต่ำ จึงน่าจะเกิดขึ้นจาก upward migration มากกว่า

สังกะสี จากการวิเคราะห์ค่า Zn/Al พบว่า สถานี 1, 4, 5, 6, 7 ลดลงตามแนวตั้ง ส่วนในสถานีอื่นค่า Zn/Al ในทุกระดับความลึกค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้วยวิธีการ Leaching ยกเว้นสถานี 1 สำหรับสถานี 1 มีค่า Zn/Al ลดลงอย่างมากจากดินตะกอนในระดับ 0 - 5 ซม. กับดินตะกอนที่อยู่ลึกลงไป แต่จากการตรวจสอบด้วยปริมาณของ Zn ที่ Leach ได้ไม่พบความแตกต่างเช่นนี้ จึงยากต่อการที่จะสรุปลงไปให้แน่ชัดว่ามีการสะสมตัวของ Zn ในระดับผิวของดินตะกอนหรือไม่ สำหรับสถานี 4, 5, 6 และ 7 พบว่าค่า Zn/Al และค่า Zn ที่ Leach ได้สอดคล้องกัน แต่อย่างไรก็ตามการที่ Zn มีความเข้มข้นสูงที่ผิวของดินตะกอนเกิดขึ้นได้จาก anthropogenic input และ upward migration ของ pore water เช่นเดียวกับ Pb (Bertine et. al., 1976) เนื่องจากค่า Zn/Al และค่า Zn ที่ Leach ได้มีค่าสูง จึงอาจสรุปได้ว่า การสะสมตัวในผิวหน้าของดินตะกอนในบริเวณปากน้ำเจ้าพระยาเกิดจากผลทางด้าน anthropogenic input ส่วนสถานี 6 และ 7 มีค่า Zn/Al สูงในชั้น 0 - 5 ซม. และค่า Zn ที่ Leach ได้ พบความเข้มข้นสูงในชั้น 0 - 10 ซม. ซึ่งอาจเกิดขึ้นจาก anthropogenic input จากการเกษตรและการสีกร่อนในระยะเวลาประมาณ 20 ปีมานี้เอง ความเข้มข้นของสังกะสีตลอดชั้นดินตะกอนของแต่ละสถานีในบริเวณปากแม่น้ำและพื้นที่ใกล้เคียงสูงกว่าความเข้มข้นของสังกะสีในบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันตกและบริเวณกลางอ่าว

โครเมียมและนิกเกิล จากการวิเคราะห์พบว่าปริมาณของโครเมียมและนิกเกิลที่ Leach ได้มีค่าใกล้เคียงกันตามแนวตั้งของทุกสถานี แต่จากการวิเคราะห์ปริมาณโลหะรวมและค่าอัตราส่วนระหว่างโครเมียมและนิกเกิลต่ออลูมิเนียม พบว่าในสถานีที่ 3, 7 และ 9 มีลักษณะของการกระจายตามแนวตั้งผิดไปจากสถานีอื่น ๆ กล่าวคือ ในสถานีที่ 3 ตรวจพบปริมาณของโลหะนิกเกิลรวมและค่า Ni/Al ลดลงตามระดับความลึกอย่างชัดเจนแต่ปริมาณของนิกเกิลที่ Leach ได้มีค่าใกล้เคียงกันตามแนวตั้ง จึงสันนิษฐานว่าทาวที่ตรวจพบความเข้มข้นของนิกเกิลสูงมากในสถานีที่ 3 เกิดจาก Heavy Mineral Enrichment (Suess, 1976) สำหรับสถานีที่ มีปริมาณโลหะนิกเกิลรวมเพิ่มขึ้นในแนวตั้งในระดับลึก 10 - 25 ซม. จากผิวดินตะกอน แต่มีปริมาณของโลหะนิกเกิลที่ Leach ได้และ Ni/Al ใกล้เคียงกันตามแนวตั้ง ดังนั้นการตรวจพบความเข้มข้นของโลหะนิกเกิลรวมมีค่ามากใน



ระดับความลึก 10 - 25 ซม. จึงน่าจะเกิดขึ้นจากขบวนการ Heavy Mineral Enrichment อันเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงความเร็วและทิศทางของกระแส น้ำซึ่งทำให้เกิดการทับถมตะกอนที่มีองค์ประกอบทางแร่ธาตุต่าง ๆ กัน (Suess, 1976) สำหรับในสถานีที่ 9 ตรวจพบปริมาณของโลหะรวม และค่า Cr/Al และ Ni/Al สูงสุดในความลึก 5 - 10 ซม. จากผิวของดินตะกอน แต่อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณของโครเมียม และนิกเกิลที่ Leach ได้มีค่าใกล้เคียงกันตามแนวตั้ง ดังนั้นการที่ตรวจพบปริมาณโลหะรวมของ Ni และ Cr ในชั้นนี้สูงมากอาจเกิดขึ้นจากในดินตะกอนชั้นดังกล่าวมี Mineral grain ที่มี Ni และ Cr เป็นองค์ประกอบอยู่ใน Crystal Lattice จึงไม่อาจ Leach โลหะทั้งสองนี้ออกมาได้ สำหรับสถานีอื่น ๆ มีลักษณะการกระจายในแนวตั้งคล้ายคลึงกัน โดยตรวจพบปริมาณสูงสุดที่สถานี 4

การกระจายของโลหะหนักที่ผิวของดินตะกอนในอ่าวไทยตอนบน

จากข้อมูลการวิเคราะห์ปริมาณโลหะที่ผิวหน้าของดินตะกอน (0 - 5 ซม.) โดยวิธีการต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้ว พบว่าอ่าวไทยทางตอนเหนือซึ่งประกอบด้วยบริเวณปากแม่น้ำสายสำคัญ และพื้นที่ใกล้เคียงมีความเข้มข้นของโลหะรวม ความเข้มข้นของโลหะที่ Leach ได้ และค่าอัตราส่วนระหว่างโลหะหนักต่ออลูมิเนียมสูงกว่าอ่าวทางตอนใต้ อันประกอบด้วยบริเวณชายฝั่งตะวันตกของอ่าวและบริเวณกลางอ่าวมาก ยกเว้นสถานี 19 ซึ่งอยู่กลางอ่าวทางตอนล่างของอ่าวตอนใต้ซึ่งมีลักษณะความเข้มข้นของโลหะหนักแตกต่างออกไปมาก จึงพอจะแบ่งเขตอ่าวไทยตอนบนออกได้เป็น 3 บริเวณ คือ

บริเวณที่ 1 บริเวณปากแม่น้ำสายสำคัญและพื้นที่ใกล้เคียง ประกอบด้วยสถานี 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 และสถานี 10 ในบริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีอัตราการตกตะกอนสูง และตรวจพบความเข้มข้นของโลหะทุกชนิดสูงกว่าในบริเวณอื่น ๆ โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งตรวจพบปริมาณของโลหะตะกั่ว, สังกะสี และแมงกานีสสูงมาก และมีความเข้มข้นของโลหะทองแดง, นิกเกิล, โครเมียม, อลูมิเนียมสูงกว่าสถานีอื่น ๆ ในบริเวณเดียวกัน และความเข้มข้นของโลหะเหล่านี้มีแนวโน้มลดลงเมื่อห่างปากแม่น้ำเจ้าพระยาออกไปตามชายฝั่งทางด้านตะวันตกและตะวันออก

บริเวณที่ 2 บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกและบริเวณกลางอ่าวประกอบด้วยสถานี 8, 9, 11, 12 และ 14 เป็นบริเวณที่มีอัตราการตกตะกอนต่ำ (Windom et. al., 1982) มีความเข้มข้นของปริมาณโลหะรวม, ความเข้มข้นของโลหะที่ Leach ได้ และอัตราส่วนระหว่างโลหะหนักต่ออลูมิเนียมต่ำกว่าบริเวณแรก และมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างสถานีมากกว่าในบริเวณแรก ค่าอัตราส่วนของโลหะหนักต่ออลูมิเนียมส่วนใหญ่ต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของดินตะกอนทั้งหมดเป็นบริเวณที่คาดว่าได้รับอิทธิพลของโลหะหนักที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์น้อยกว่าในบริเวณแรก

บริเวณที่ 3 บริเวณกลางอ่าวตอนใต้ ได้แก่ สถานี 19 ซึ่งมีความเข้มข้นของโลหะรวมใกล้เคียงกับบริเวณที่ 1 แต่มีค่าอัตราส่วนระหว่างโลหะต่ออลูมิเนียมและความเข้มข้นของโลหะที่ Leach ได้ ใกล้เคียงกับบริเวณที่ 2 สำหรับสถานีที่ 19 นี้ ดินตะกอนที่เก็บได้เป็นดินเหนียวเนื้อละเอียด และมีอัตราการตกตะกอนต่ำหรือมีเฉพาะดินตะกอนเก่า (Windom et. al., 1982) จึงสันนิษฐานว่าดินตะกอนที่เก็บได้เป็นดินตะกอนที่เกิดจากการสลายตัวของชั้นหิน ปริมาณโลหะรวมที่ตรวจพบจึงมีต้นกำเนิดมาจากชั้นหินเดิม ซึ่งทำให้มีค่าอัตราส่วนของโลหะหนักต่ออลูมิเนียม และค่าความเข้มข้นของโลหะที่ Leach ได้ มีค่าต่ำกว่าในบริเวณที่ 1

เมื่อพิจารณาจากข้อมูลแสดงปริมาณโลหะรวม, ค่าอัตราส่วนระหว่างโลหะต่ออลูมิเนียมและปริมาณโลหะที่ Leach ได้ ที่ผิวของดินตะกอนในอ่าวไทยตอนบนดังแสดงไว้ในตารางที่ 13 - 15 พบว่าบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากโลหะที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์คือ บริเวณที่ 1 โดยเฉพาะบริเวณปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยโลหะหนักที่เกิดขึ้นจากการกระทำของมนุษย์ที่มีเจือปนอยู่ในดินตะกอนมากที่สุดคือ ตะกั่วและสังกะสี ซึ่งมีค่าสูงมาก ซึ่งคาดว่าแหล่งของตะกั่วและสังกะสีจากการกระทำของมนุษย์ มาจากการชะล้างจากบรรยากาศ (atmospheric fallout) ซึ่งมีผลทำให้เกิดการสะสมตัวของตะกั่วและสังกะสีในดินตะกอนในระดับสูง (Suess, 1976) นอกจากนี้แล้ว Menasveta and Swangwong (1977) รายงานว่าแม่น้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณที่ไหลผ่านกรุงเทพฯ มี

ระดับของโลหะแคดเมียม, ทองแดง, ตะกั่ว, สังกะสี และปรอท สูงกว่าระดับ Baseline ของแม่น้ำเจ้าพระยาอันเป็นผลเนื่องมาจาก atmospheric fallout, fresh water runoff และการปลดปล่อยโลหะเหล่านี้จากโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชน สำหรับสังกะสีนั้นสันนิษฐานว่าแหล่งสำคัญสำหรับสังกะสี เกิดขึ้นจากการสีกร้อนของอาคารบ้านเรือนที่ใช้แผ่นเหล็กอาบสังกะสีมุงหลังคา เมื่อแม่น้ำไหลลงสู่ทะเลจะพาเอาโลหะหนักที่เจือปนนี้ลงสู่ทะเลด้วย และเกิดการเจือปนขึ้นในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำและบริเวณใกล้เคียงดังเช่นที่ตรวจพบในการศึกษาค้างนี้