

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ได้กำหนดให้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำประเทศให้เป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ อย่างไรก็ตามการพัฒนาประเทศโดยเน้นการสร้างโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจเป็นหลัก โดยให้ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า อาจทำให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมทั้งคุณภาพน้ำ คุณภาพอากาศ และอาจก่อให้เกิดปัญหาแก่สุขภาพอนามัยของประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้เคียง ดังเช่นกรณีการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลภาคตะวันออก ที่เน้นผลกระทบทางเศรษฐกิจมากกว่าผลกระทบสิ่งแวดล้อม จึงทำให้ประชาชนในพื้นที่ได้รับผลกระทบอย่างต่อเนื่อง (กรมควบคุมมลพิษ, 2542)

ในกระบวนการทางอุตสาหกรรมมีความจำเป็นที่ต้องใช้วัตถุดิบและสารเคมีเป็นจำนวนมาก ซึ่งหากไม่มีมาตรการควบคุมหรือป้องกันที่ดี อาจทำให้สารเคมีต่าง ๆ แพร่กระจายและเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้สภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมลงได้ สารเคมีเหล่านั้นอาจปนเปื้อนเข้าสู่สิ่งแวดล้อม เช่น อากาศ น้ำ และเข้าสู่สิ่งมีชีวิตโดยการหายใจและอาหาร ทำให้มนุษย์ได้รับเข้าไปในร่างกายได้ง่าย สารพิษบางชนิดเมื่อได้รับเข้าไปในปริมาณที่มากเกินไป อาจทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและเจ็บป่วยทันที

ปรอท เป็นโลหะหนักชนิดหนึ่ง ซึ่งนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น ใช้เป็นตัวเร่งในการผลิตคลอรีนและอัลคาไลน์ ใช้ในอุตสาหกรรมการทำสี การผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้า ใช้เป็นสารกันเชื้อราในผลิตภัณฑ์กระดาษ พื้นที่ทำการเกษตรก็มีปริมาณปรอทสะสมอยู่ในระดับสูง เนื่องจากปรอทเป็นส่วนประกอบของสารฆ่าแมลง และสารกำจัดศัตรูพืชต่าง ๆ พบว่าปริมาณปรอทที่ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมจากการอุตสาหกรรมและการเกษตรมีถึง 2,000 – 3,000 ตันต่อปี (WHO, 1990) นอกจากนี้แหล่งที่มาของปรอทที่ปนเปื้อนในบรรยากาศยังมาจากการเผาไหม้ของถ่านหิน น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ ซึ่งทำให้ปรอทถูกปล่อยออกสู่บรรยากาศถึง 137.5 ตันต่อปี (Glenn, 1997) โดยสารปรอทที่ถูกปล่อยออกมาจะถูกชะล้างและพัดพาไปสู่แหล่งน้ำแล้วไหลลงสู่ทะเลในที่สุด

เนื่องจากปรอทเป็นธาตุที่คงตัวไม่สลายตัวแต่สามารถเปลี่ยนรูปได้ด้วยกระบวนการทางธรรมชาติ เมื่อสารปรอทถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจะถูกดูดซับโดยสารอินทรีย์ที่อยู่ในแหล่งน้ำแล้วตกตะกอนสะสมอยู่ในชั้นดินตะกอน การดูดซับปรอทบนพื้นผิวของอนุภาคดินตะกอน

เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการสะสมของปรอทในดินตะกอน ทำให้ปรอทมีแนวโน้มที่จะสะสมในดินตะกอนมากกว่าในน้ำ แต่อย่างไรก็ตามปรอทสามารถถูกปลดปล่อยจากดินตะกอนกลับสู่น้ำได้ด้วยกระบวนการ Remobilization, การละลาย (dissolution) และการปลดปล่อย (desorption) ซึ่งการ ดูดซับและการปลดปล่อยปรอทของดินตะกอนถูกควบคุมโดยปัจจัยทางกายภาพและเคมีต่าง ๆ เช่น ค่าศักย์ไฟฟ้า (Eh), ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH), ค่าความเค็ม, Chelating Agent และปริมาณสารอินทรีย์ เป็นต้น จากที่กล่าวมาแล้วจะเห็นว่าการแพร่กระจาย การสะสม การดูดซับ และการปลดปล่อยปรอทของดินตะกอนในบริเวณชายฝั่งทะเลมีความซับซ้อนมาก พฤติกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ มีผลต่อปริมาณปรอทที่สิ่งมีชีวิตจะนำเข้าสู่ร่างกาย กล่าวคือ ถ้าโลหะหนักมีแนวโน้มที่ถูกดูดซับอยู่ในดินตะกอน การที่จะถูกนำเข้าสู่ร่างกายสิ่งมีชีวิตก็就会被จำกัดลง แต่ถ้าปรอทถูกปลดปล่อยออกจากดินตะกอนและอยู่ในรูปของสารละลายจะเป็นการง่ายที่จะถูกนำเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ

ปรอทเป็นสารมลพิษที่มีลักษณะพิเศษ คือ สามารถเปลี่ยนรูปแบบ (speciation) จาก Metallic Mercury (Hg^0) ไปเป็น Inorganic Divalent Mercury (Hg^{2+}) หรือ Organic Mercury ในรูปของ Methylmercury (CH_3Hg^+), Phenylmercury ($C_6H_5Hg^+$) และ Alkoxyalkylmercury ($CH_3O-CH_2-CH_2Hg$) ความเป็นพิษของปรอทจะขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณที่สิ่งมีชีวิตได้รับ โดยปรอทรูปที่มีความเป็นพิษมากที่สุดคือปรอทอินทรีย์ในรูปของเมทิลเมอร์คิวรี (methylmercury) เมทิลเมอร์คิวรี สามารถเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตและการสะสมเพิ่มขึ้นตามลำดับในห่วงโซ่อาหาร (food chain) เมทิลเมอร์คิวรีละลายได้ดีในไขมัน ดังนั้นจึงสามารถเข้าสะสมในเนื้อเยื่อต่าง ๆ รวมทั้งเนื้อเยื่อสมอง โดยแพร่ผ่านเนื้อเยื่อ BBB (blood brain barrier) โดยปกติแล้วเนื้อเยื่อ BBB จะช่วยป้องกันไม่ให้สารพิษผ่านจากกระแสโลหิตเข้าสู่เนื้อเยื่อสมอง แต่เมทิลเมอร์คิวรี สามารถแพร่ผ่าน BBB ไปยังประสาทส่วนกลางได้และสามารถทำอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลางได้อย่างถาวร เมทิลเมอร์คิวรียังสามารถซึมผ่านรก (placenta) เข้าสู่ทารกในครรภ์แม่ทำให้ทารกที่เกิดมามีอาการผิดปกติทางระบบประสาทได้ (Halka, Kwokal & Marko, 1992) ดังเช่นที่พบในกรณีมินามาตะ นอกจากนี้ยังพบว่าเมทิลเมอร์คิวรีทำให้เกิดการผิดปกติทางโครโมโซมของมนุษย์ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบกรรมพันธุ์ (Albert et al., 1990)

สารปรอทที่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ส่วนใหญ่จะถูกดูดซับ (Absorb) เข้าไปอยู่ในอนุภาคของตะกอนที่แขวนลอย ทั้งที่เป็นพวกสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ และตกตะกอนลงสู่พื้นท้องน้ำในเวลาต่อมา โดยพบว่าในน้ำที่มีสารประกอบอินทรีย์ เช่น Humate และ Fulvate ละลายอยู่นั้น สารละลายของสารอินทรีย์ดังกล่าวสามารถรวมตัวกับสารปรอทได้เป็นสารปรอทเชิงซ้อน

ทั้งที่ละลายน้ำได้และไม่ได้ ส่วนของสารปรอทเชิงซ้อนที่ไม่ละลายน้ำจะตกตะกอนสู่ท้องน้ำทันที (Thongra-ar, 2001) ส่วนที่ละลายน้ำได้จะถูกดูดซับโดยอนุภาคของตะกอนแขวนลอยและจะมีการตกตะกอนขึ้นเช่นกัน แบคทีเรีย (microorganism) ที่อยู่ในดินตะกอนสามารถเปลี่ยนปรอทในรูปแบบต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปของเมทิลเมอร์คิวรีด้วยกระบวนการสังเคราะห์ทางชีวภาพ (biological synthesizing) ซึ่งเรียกกระบวนการนี้ว่า การเกิดเมทิลเลชัน (methylation) (D'Itri & D'Itri, 1977) ทั้งนี้การเกิดเมทิลเลชันขึ้นอยู่กับชนิดของจุลินทรีย์ ปริมาณสารอินทรีย์ ความเข้มข้นของปรอท อุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด - ด่างในแหล่งน้ำ ซึ่งเมทิลเมอร์คิวรีเป็นรูปของปรอทที่สามารถคงสภาพอยู่ในแหล่งน้ำได้นานและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

ดินตะกอน (sediments) บริเวณชายฝั่งย่านอุตสาหกรรมมักจะพบการปนเปื้อนของสารปรอท เนื่องจากอนุภาคหรืออินทรีย์สารที่กำลังจะตกตะกอนสามารถดูดซับเอาสารปรอทที่อยู่ในน้ำตกตะกอนลงไปด้วย นอกจากนี้ดินตะกอนในแหล่งน้ำจะเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดการสะสมตัวของปรอทได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของอันตราย เนื่องจากดินตะกอนเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตที่อยู่หน้าดิน (benthos) และสามารถสะสมและส่งผ่านตามห่วงโซ่อาหาร ทำให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น ๆ ได้ การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษา การสะสม การแพร่กระจาย การดูดซับและการปลดปล่อยปรอทของดินตะกอน ชายฝั่งทะเลนิคมอุตสาหกรรมบางปู เพื่อประเมินถึงผลกระทบของปรอทที่มีต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ว่าได้รับผลกระทบจากสารปรอทมากน้อยเพียงใด เนื่องจากบริเวณชายฝั่งทะเลนิคมอุตสาหกรรมบางปูเป็นพื้นที่ที่ส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรม ซึ่งมีโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่เป็นจำนวนมาก และมีประเภทของโรงงานที่หลากหลาย นอกจากนี้บริเวณนี้ยังเป็นแหล่งชุมชนที่มีประชากรอาศัยกันอย่างหนาแน่น มีการใช้ประโยชน์จากทะเล เช่น การจับสัตว์น้ำเพื่อการบริโภค การเพาะเลี้ยงชายฝั่ง ดังนั้นจึงควรมีการติดตามตรวจสอบปริมาณของสารปรอทในแหล่งน้ำบริเวณนี้ ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมในทะเลก่อนที่จะสายเกินไปและเพื่อเป็นการตอบสนองนโยบายของรัฐบาลในการฟื้นฟูทะเลไทยให้มีความมั่นคงต่อไป

พื้นที่ศึกษา

นิคมอุตสาหกรรมบางปูตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $13^{\circ}31'$ เหนือ และ $13^{\circ}34'$ เหนือ เส้นแวงที่ $100^{\circ}38'$ และ $100^{\circ}42'$ ตะวันออก ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ตำบลแพรกษา และตำบลบางปูใหม่ อำเภอบางปู จังหวัดสมุทรปราการ โดยมีพื้นที่รวมทั้งสิ้น 5,010.25 ไร่ (ราชกิจจานุเบกษา, 2543)

ชายฝั่งทะเลจังหวัดสมุทรปราการอยู่ระหว่างแม่น้ำ 2 สาย คือ แม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำบางปะกง ในฤดูฝนพื้นที่บริเวณนี้จะได้รับน้ำจืดจากแม่น้ำทั้ง 2 สายดังกล่าว และจากการระบายน้ำจากโครงการแก้มลิง อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ทำให้น้ำจืดที่ไหลผ่านจากพื้นที่การเกษตร อุตสาหกรรม และแหล่งชุมชนจากบริเวณอื่นไหลลงสู่ทะเลในบริเวณนี้ ลักษณะชายหาดเป็นหาดเลน พื้นทะเลเป็นสีดำ มีกลิ่นเหม็น ความลึกของน้ำอยู่ในช่วง 3.5 – 15.1 เมตร ความเค็มพบอยู่ในช่วง 12.6 – 31.1 psu และปริมาณออกซิเจนละลายน้ำโดยพบค่าอยู่ในช่วง 3.52 – 6.18 mg/L ลักษณะของดินตะกอนเป็นแบบ Mud ค่าความเป็นกรด - ด่างของดินตะกอนอยู่ในช่วง 7.10 – 7.92 ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน 1.68 – 3.45% (วิไลวรรณ อุทุมพฤษพร, 2544)

ชายฝั่งทะเลจังหวัดสมุทรปราการมีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่น พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกใช้ไปเพื่อประโยชน์ในการอยู่อาศัย การเกษตรกรรม อุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมอาหาร อุตสาหกรรมฟอกย้อม อุตสาหกรรมเคมี เป็นต้น จากการใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ดังกล่าว ก่อให้เกิดการระบายของเสียหรือน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่ระบายลงสู่พื้นที่บริเวณนี้มีอยู่หลายประเภทคือ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2541)

1. น้ำเสียจากแหล่งชุมชน ได้แก่ น้ำเสียจากอาคารบ้านเรือน ตลาดสด ภัตตาคาร โรงพยาบาล หมู่บ้านจัดสรร คอนโดมิเนียม บริเวณที่มีประชากรหนาแน่นที่สุดจะเป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียหลัก ได้แก่เทศบาลเมืองสมุทรปราการ
2. น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำเสียจากกระบวนการผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ โรงงานอุตสาหกรรมที่ทำให้เกิดภาวะมลพิษทางน้ำที่สำคัญ คือ โรงงานอุตสาหกรรมอาหาร โรงงานอุตสาหกรรมฟอกย้อม โรงงานอุตสาหกรรมเคมี ซึ่งโรงงานเหล่านี้ส่วนมากติดระบบบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสม จึงสามารถลดความสกปรกที่ระบายออกนอกโรงงานได้ส่วนหนึ่ง อย่างไรก็ตาม ยังมีโรงงานจำนวนมากที่ยังไม่ได้ควบคุมระบบน้ำเสียอย่างเข้มงวด กล่าวคือบางโรงงานติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียที่ไม่มีประสิทธิภาพในการลดความสกปรก ในขณะที่บางโรงงานไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย ดังนั้นจึงมีน้ำเสียอีกจำนวนมากที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ส่งผลให้น้ำเน่าเสีย
3. น้ำเสียจากเกษตรกรรม แหล่งน้ำเสียที่ปล่อยออกจากกิจกรรมการเกษตร ได้แก่ น้ำใช้แล้วจากพื้นที่เพาะปลูก ที่มีปุ๋ยและยาฆ่าแมลงปะปนอยู่ น้ำเสียจากกิจกรรมปศุสัตว์และน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง ซึ่งน้ำทิ้งเหล่านี้ประกอบไปด้วยสารอินทรีย์ซึ่งมีความเข้มข้นของเสียต่ำแต่มีปริมาณมาก ถึงแม้ว่าภาระการผลิตของสาขาการเกษตรจะอยู่ในภาวะซบเซาและมีความสำคัญน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับสาขาอุตสาหกรรม แต่สาขาเกษตรกรรมก็เป็นแหล่งที่มา

ของรายได้ของประชาชนและยังมีการประกอบอาชีพนี้อยู่ เมื่อปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำก็จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำได้ง่าย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการแพร่กระจายของปรอทรวมในดินตะกอนบริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมบางปู
2. เพื่อศึกษาปริมาณการสะสมของปรอทรวมในแท่งดินตะกอนในแต่ละระดับความลึก 0 - 30 เซนติเมตร บริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมบางปู
3. เพื่อศึกษาผลของความเค็มต่อความสามารถในการดูดซับและการปลดปล่อยปรอทของดินตะกอน บริเวณชายฝั่งนิคมอุตสาหกรรมบางปู

สมมติฐานของการวิจัย

1. การสะสมของปรอทรวมในระยะที่ห่างจากชายฝั่งแตกต่างกัน มีความแตกต่างกัน
2. ปริมาณการสะสมของปรอทรวมในแท่งดินตะกอน บริเวณชายฝั่งทะเลนิคมอุตสาหกรรมบางปูที่ระดับความลึกต่างกันมีความแตกต่างกัน
3. ความเค็มมีผลต่อปริมาณการดูดซับและการปลดปล่อยสารปรอทของดินตะกอน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย

1. ทำให้ทราบถึงระดับการปนเปื้อนและการแพร่กระจายของปรอทรวมจากแหล่งอุตสาหกรรม ในบริเวณชายฝั่งทะเลนิคมอุตสาหกรรมบางปู
2. ทำให้ทราบแนวโน้มการสะสมของปริมาณปรอทรวม ในแต่ละระดับความลึกของแท่งดินตะกอน ซึ่งเป็นดัชนีบ่งบอกแนวโน้มการปนเปื้อนของปรอทบริเวณชายฝั่งทะเลนิคมอุตสาหกรรมบางปู
3. ทราบถึงอิทธิพลของความเค็มที่มีผลต่อการดูดซับและการปลดปล่อยสารปรอทของดินตะกอน
4. สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาไปกำหนดและดำเนินการจัดการเพื่อลดปัญหาหรือเตรียมการป้องกันอันตรายอันเกิดจากปรอทที่ถูกปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเลนิคมอุตสาหกรรมบางปู
5. สามารถนำผลที่ได้จากการศึกษาไปใช้ประเมินผลกระทบที่อาจเกิดกับสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำที่สำคัญกับสัตว์น้ำเศรษฐกิจ ในระบบห่วงโซ่อาหาร

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยนี้ทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณชายฝั่งทะเลนิคมอุตสาหกรรมบางปู จ.สมุทรปราการ จำนวน 5 สถานี 3 ระยะห่างจากฝั่ง โดยแบ่งเป็นระยะ A, B และ C ซึ่งห่างจากฝั่ง 2 กม., 3 กม. และ 4 กม. ตามลำดับ โดยกำหนดขอบเขตของการศึกษาไว้ดังนี้

1. ศึกษาการแพร่กระจายของปรอทรวม (T-Hg) ในสถานีที่ 1 – 5 ทั้ง 3 ระยะห่างจากฝั่ง โดยศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของแต่ละสถานี
2. ศึกษาปริมาณการสะสมของปรอทรวม (T-Hg) ในสถานีที่ 1 – 5 จุด 1A , 2A , 3A , 4A และ 5A (เป็นจุดที่อยู่ใกล้ฝั่งและมีโอกาสได้รับการปนเปื้อนมาก) โดยศึกษาเปรียบเทียบ ความแตกต่างของความลึกแต่ละระดับ
3. ศึกษาปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ซึ่งอาจมีผลต่อปริมาณการสะสมและการแพร่กระจายของปรอท
 - 3.1 ในน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเค็ม ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) และค่าออกซิเจนละลาย (DO)
 - 3.2 ในดินตะกอน ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าศักย์ไฟฟ้า (Eh) % Ignition Loss เหล็กออกไซด์ และแมงกานีสออกไซด์
4. ศึกษาผลของความเค็มที่มีต่อปริมาณการดูดซับและการปลดปล่อยสารปรอทในดินตะกอน โดยศึกษาในดินตะกอนสถานีที่ 2 ที่จุด 2A และ 2C
5. ใช้หลักการทางสถิติและสถิติที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อทดสอบสมมติฐานและแปลผลประกอบการวิจัยให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์

สถานที่และระยะเวลาการศึกษา

สถานที่ทำการเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ปริมาณการสะสม การดูดซับ และการปลดปล่อยของสารปรอทในดินตะกอน ที่ห้องปฏิบัติการรวมของโครงการบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยบูรพา

ระยะเวลาการศึกษาดังแต่เดือน กรกฎาคม 2546 – พฤษภาคม 2547