บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สารหนูเป็นธาตุกึ่งโลหะ (Metalloid) ที่มีแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในเปลือกโลกตามธรรมชาติ เป็นธาตุที่พบมากเป็นอันดับที่ 20 ของธาตุที่ในเปลือกโลก และพบมากเป็นอันดับที่ 14 ในน้ำทะเล ในร่างกายมนุษย์พบมากเป็นอันดับที่ 12 (Mandal & Suzuki, 2002; Wang et al., 2009) โดยทั่วไปมักพบสารหนูร่วมกับแร่ธาตุต่าง ๆ ได้แก่ ตะกั่ว ดีบุก สังกะสี พลวงและทองแดง หรือรวมตัวกับสารประกอบของซัลไฟด์ เช่น แร่ realgar (Tetra-arsenic tetra-sulfide) และ orpiment (Arsenic tri-sulfide) เป็นต้น (Sparks, 1995) นอกจากนี้ยังสามารถพบสารหนูเปื้อนในแหล่งในแหล่งทรัพยากรธรรมชาติต่าง ๆ ที่สำคัญ เช่น แหล่งพลังงานเชื้อเพลิง น้ำมันดิบ ถ่านหินและปิโตรเลียม (Korte & Fernando, 1991; Smedley & Kinniburgh, 2002) การนำทรัพยากรธรรมชาติเหล่านี้มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลังงานจึงเป็นสาเหตุที่สำคัญสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สารหนูแพร่กระจายเข้าสู่สิ่งแวดล้อม

สารหนูสามารถแพร่กระจายเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งอากาศ ดิน แหล่งน้ำและดินตะกอนได้โดย 2 กระบวนการหลัก คือ (1) กระบวนการตามธรรมชาติ ได้แก่ การชะล้างพังทลายของหินและดินตะกอนที่มีสารหนูเป็นองค์ประกอบ และการระเบิดของภูเขาไฟ เป็นต้น และ (2) จากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ เช่น กรณีการทำเหมืองแร่ดีบุก ที่อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช ประเทศไทย ก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนสารหนูเข้าสู่สิ่งแวดล้อม ในดินและแหล่งน้ำ (Jindal, 2001; Williams et al., 1996) ขยะของเสียและกิจกรรมจากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงกลั่นน้ำมัน การเผาไหม้เชื้อเพลิง และถ่านหิน (Korte & Fernando, 1991; Smedley & Kinniburgh, 2002; Bissen & Frimmel, 2003) ดังกรณี โรงไฟฟ้าถ่านหิน เมือง Guizhou ประเทศจีน พบว่าถ่านหินที่นำมาใช้ผลิตพลังงาน โดยทั่วไปมีสารหนูประกอบอยู่ประมาณ 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และปริมาณสูงที่สุดที่เคยพบมีมากถึง 53,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในกระบวนการเผาไหม้ถ่านหินที่อุณหภูมิสูง (1,200–1,500 องศาเซลเซียส) และที่อุณหภูมิต่ำ-ปานกลาง (800-1,200 องศาเซลเซียส) พบว่า

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารหนูถูกปล่อยออกมากับฝุ่นละออง ควันเสียของโรงงานประมาณ 20% และ 70% ของปริมาณที่มีอยู่ในถ่านหินนั้น ตามลำดับ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนของสารหนูสู่แหล่งน้ำ พืชผักและสิ่งมีชีวิตในบริเวณพื้นดังกล่าว (Liu et al., 2002; Kunli et al., 2004) นอกจากนี้กรณีการฝังกลบขยะ ของเสียอันตรายจากโรงงานอุตสาหกรรม เมือง Nakajo ประเทศญี่ปุ่น พบว่าทำให้เกิดการปนเปื้อนสารหนูในแหล่งน้ำใต้ดินอยู่ที่ 25–4,000 ไมโครกรัมต่อลิตร (Tsuda et al., 1995)

ปริมาณสารหนูที่มีปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม นั้นสามารถเข้าสู่ร่างกายของสิ่งมีชีวิตได้ โดยการรับสัมผัสจากทางผิวหนัง การหายใจ หรือการกิน ทำให้เกิดการสะสมในร่างกายและถูกถ่ายทอดตามห่วงโซ่อาหารได้ (ไมตรี สุทธจิตต์, 2534; ศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย, 2554) โดยสารหนูสามารถก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ได้ทั้งแบบฉับพลันและแบบเรื้อรัง เช่น กรณีโรงงานไฟฟ้าถ่านหินเมือง Guizhou ประเทศจีน ที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารหนูรวมในอาหาร (50–80%), อากาศ (10– 20%), น้ำ (1-5%) และคนงานซึ่งรับสัมผัสโดยตรง (1%) มีประชาชนอย่างน้อย 3,000 คน เป็นผู้ป่วยจากการรับสัมผัสสารหนู มีอาการบาดเจ็บทางผิวหนัง เกิดโรค “Keratosis” ที่ฝ่ามือและเท้า เกิดความผิดปกติของเซลล์สร้างเม็ดสีตามผิวหนัง ลำตัว ผิวหนังเปื่อย เกิดโรคทางระบบประสาท การทำงานของปอดและไตผิดปกติ เกิดโรคมะเร็งผิวหนังและมะเร็งตับ (Liu et al., 2002)

พื้นที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุดโดยส่วนใหญ่ เป็นพื้นที่การประกอบการอุตสาหกรรมทั้งด้านปิโตรเคมี โรงกลั่นน้ำมัน โรงกลั่นปิโตรเลียม เคมีภัณฑ์ การไฟฟ้า เหล็กและโลหะ โดยโรงงานทั้งหมดในพื้นที่ตำบลมาบตาพุดมี 183 บริษัท จากข้อมูลเดือนมิถุนายน 2553 (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2553) และแม้ว่าประชากรเองจะได้รับประโยชน์จากรายได้ แต่ในด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมของการอุตสาหกรรมนั้น ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพประชากรในเขตพื้นที่นิคม ฯ อยู่เสมอ มีการรับสารพิษ/สารเคมีที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เกิดปัญหาด้านสุขภาพ เช่น การพบอัตราการเกิดโรคมะเร็งของประชากรในพื้นที่จังหวัดระยองเพิ่มมากขึ้นจากอดีต แต่ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าเพราะสารชนิดใด (กระทรวงสาธารณสุข, 2547-2552 อ้างถึงใน กรมควบคุมโรค, 2552)

จากรายงานการตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมพื้นที่นิคม ฯ มาบตาพุด โดยกรมควบคุมมลพิษ (กรมควบคุมมลพิษ, 2551 อ้างถึงใน กรมควบคุมโรค, 2552) พบปัญหาการปนเปื้อนของ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารหนูในตะกอนดิน น้ำผิวดินจากลำคลองและน้ำทะเลในพื้นที่นิคม ฯ มาบตาพุด และบางสถานีมีค่าสูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน จากรายงานสถานการณ์มลพิษของกรมควบคุมมลพิษ (2554 และ 2555) พบว่ามีปริมาณสารหนูในน้ำทะเลชายฝั่งมีแนวโน้มลดลงจากปี 2550–2554 และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ซึ่งกำหนดไว้ที่ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 27 (2549) ซึ่งจากข้อมูลปี 2554 พบว่าจุดที่มีค่าสูงสุด (5.4 ไมโครกรัมต่อลิตร) อยู่บริเวณ 100 เมตร จากปากคลองชากหมาก ขณะที่ข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ (2542) พบว่าบริเวณนิคม ฯ มาบตาพุด ในฤดูแล้ง (เมษายน 2541) มีค่าต่ำกว่าในฤดูฝน (มิถุนายนถึงกรกฎาคม 2541) และบางสถานีมีค่าสูงเกินมาตรฐาน ฯ และปริมาณสารหนูดินตะกอนจากชายฝั่งทะเล ทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝนมี ในบางสถานีมีค่า (ช่วง 0.86-10.9 และ <0.8-13.7 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ) สูงกว่าร่างเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพดินตะกอนของประเทศไทยที่ 9.79 ไมโครกรัมต่อกรัมน้ำหนักแห้ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2553) ส่วนในแหล่งน้ำผิวดินจากคลองสาธารณะ (ธันวาคม 2552-กรกฎาคม 2553) พบว่ามีการปนเปื้อนสารหนู โดยเฉพาะบริเวณคลองพะยูน มีปริมาณสารหนู (74 ไมโครกรัมต่อลิตร) สูงเกินเกณฑ์มาตรฐาน ฯ คุณภาพน้ำของแหล่งน้ำผิวดินที่กำหนดไว้ที่ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (2537)

การศึกษาครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารหนูรวมในน้ำและดินตะกอนจากบ่อน้ำตื้น บ่อน้ำบาดาล ลำคลองและชายฝั่งทะเล โดยรอบนิคม ฯ มาบตาพุด และศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณสารหนูรวมในอนุภาคดินตะกอน กับปริมาณสารอินทรีย์หรืออินทรีย์คาร์บอนที่หายไปจากการเผา โดยศึกษาจากค่า % Ignition loss ในดินตะกอน และลักษณะของดินตะกอน ซึ่งเป็นการศึกษาด้านธรณีเคมี (Geochemical) ของดินตะกอน (Chapagain et al., 2007; McArthur et al., 2004; Bauer & Blodau, 2005) เพื่อสามารถคาดการณ์ความเป็นไปได้ของแหล่งกำเนิดและการแพร่กระจายของสารหนูรวมได้ ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน จากบ่อน้ำตื้นและบ่อน้ำบาดาล เก็บตัวอย่างน้ำผิวดินและดินตะกอนจากลำคลองและเก็บตัวอย่างน้ำทะเลครั้งที่ 1 ตามจุดเก็บตัวอย่างของกรมควบคุมมลพิษ และสำหรับตัวอย่างน้ำทะเลและดินตะกอน ที่ทำการเก็บครั้งที่ 2 เป็นจุดเดียวกับที่ถูกตรวจติดตามโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก จังหวัดระยอง (EMDEC) โดยจุดเก็บตัวอย่างกระจาย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตัวออกจากชายฝั่งมากขึ้น ข้อมูลการศึกษาครั้งนี้ นอกจากสามารถบอกถึงปริมาณและการกระจายตัวของสารหนูรวมในพื้นที่โดยรอบนิคม ฯ มาบตาพุด นับตั้งแต่ปริมาณที่พบบนแผ่นดินโดยรอบเขตนิคม ฯ (น้ำผิวดินและดินตะกอน) จนกระทั่งลงสู่ชายฝั่งทะเล เพื่อคาดการณ์ความเป็นไปได้ของแหล่งกำเนิดสารหนูรวมในสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังอาจเป็นฐานข้อมูลหนึ่ง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการการปนเปื้อนสารหนูได้ในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณสารหนูรวมในตัวอย่างน้ำใต้ดิน จากบ่อน้ำตื้นและบ่อน้ำบาดาล ตัวอย่างน้ำผิวดิน น้ำทะเลและดินตะกอน (ขนาด <125 ไมโครเมตร) จากลำคลองและชายฝั่งทะเลโดยรอบพื้นที่นิคม ฯ มาบตาพุด จังหวัดระยอง ด้วยใช้เทคนิค Hydride Generation Atomic Absorption Spectrophotometry (HG-AAS) และ Hydride Generation Atomic Fluorescence Spectrophotometry (HG-AFS)

2. เพื่อศึกษาการแพร่กระจายและความเป็นไปได้ของแหล่งกำเนิดของสารหนูรวม ในแหล่งน้ำและดินตะกอน จากลำคลองและชายฝั่งทะเล โดยรอบบริเวณนิคม ฯ มาบตาพุด จังหวัดระยอง

3. เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารหนูรวมในอนุภาคดินตะกอนกับ % Ignition loss ในตัวอย่างดินตะกอนขนาดเล็กกว่า 125 ไมโครเมตร จากลำคลองและชายฝั่งทะเลโดยรอบพื้นที่นิคม ฯ มาบตาพุด จังหวัดระยอง

ความสำคัญของการวิจัย

1. ทำให้ทราบปริมาณสารหนูรวมในตัวอย่างน้ำใต้ดิน จากบ่อน้ำตื้นและบ่อน้ำบาดาล ตัวอย่างน้ำผิวดิน น้ำทะเลและดินตะกอน จากลำคลองและชายฝั่งทะเล โดยรอบพื้นที่นิคม ฯ มาบตาพุด จังหวัดระยอง ด้วยเทคนิค Hydride Generation Atomic Absorption Spectrophotometry (HG-AAS) และ Hydride Generation Atomic Fluorescence Spectrophotometry (HG-AFS)

2. ทำให้ทราบลักษณะการแพร่กระจายและความเป็นไปได้ของแหล่งกำเนิดสารหนูรวมโดยรอบพื้นที่นิคม ฯ มาบตาพุด จังหวัดระยอง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. ทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารหนูรวมในอนุภาคดินตะกอนกับ % Ignition loss หรือปริมาณสารอินทรีย์ในตัวอย่างดินตะกอน (ขนาด <125 ไมโครเมตร) จากลำคลองและชายฝั่งทะเลโดยรอบพื้นที่นิคม ฯ มาบตาพุด จังหวัดระยอง

4. สามารถนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษานี้ ใช้เป็นแนวทางการประเมินผลกระทบที่อาจเกิดจากสารหนูในแหล่งน้ำและดินตะกอน ต่อทรัพยากรสัตว์น้ำในแหล่งน้ำได้

สมมติฐานของการวิจัย

1. ปริมาณและการแพร่กระจายสารหนูรวมในน้ำใต้ดินและบ่อน้ำตื้น จากบริเวณต่าง ๆ โดยรอบนิคม ฯ มาบตาพุด จังหวัดระยอง น่าจะมีความแตกต่างกัน

2. ปริมาณและการแพร่กระจายของสารหนูรวมในน้ำผิวดินและดินตะกอน จาก 4 ลำคลอง คือ คลองทับมา คลองห้วยใหญ่ คลองชากหมากและคลองพะยูน ซึ่งอยู่บริเวณใกล้และไกลจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชนต่างกัน น่าจะมีความแตกต่างกัน

3. ปริมาณและการแพร่กระจายสารหนูรวมในน้ำทะเลและดินตะกอน บริเวณใกล้และไกลจากชายฝั่งทะเลหน้านิคม ฯ มาบตาพุด จังหวัดระยอง น่าจะมีความแตกต่างกัน

4. ความเข้มข้นของสารหนูรวมในอนุภาคดินตะกอน (ขนาด <125 ไมโครเมตร) จากลำคลองและชายฝั่งทะเล โดยรอบพื้นที่นิคม ฯ มาบตาพุด จังหวัดระยอง น่าจะมีความสัมพันธ์กับค่า % Ignition loss

ขอบเขตของการวิจัย

ทำการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ปริมาณสารหนูในตัวอย่างน้ำใต้ดิน จากบ่อน้ำตื้นและบ่อน้ำบาดาล ตัวอย่างน้ำผิวดิน น้ำทะเลและดินตะกอน จากลำคลองและชายฝั่งทะเล โดยรอบพื้นที่นิคม ฯ มาบตาพุด จังหวัดระยอง ด้วยเทคนิค Hydride Generation Atomic Absorption Spectrophotometry; HG-AAS ตามวิธีการจากคู่มือแนะนำการวิเคราะห์สารหนู โดยเครื่อง Atomic absorption spectrophotometer ของ Varian และเครื่อง Hydride Generation Atomic Fluorescence Spectrophotometer; HG-AFS ตามวิธีการจากคู่มือแนะนำการวิเคราะห์สารหนูในน้ำ ของ PS Analytical รุ่น 10.055 Millennium Excalibur System

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สถานที่ศึกษาวิจัย

สถานที่เก็บตัวอย่าง

1. เก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน (1 ครั้ง) จากบ่อน้ำตื้น และบ่อน้ำบาดาล ชายฝั่งทะเล บริเวณเขตนิคม ฯ มาบตาพุด จังหวัดระยอง

2. เก็บตัวอย่างน้ำทะเล (2 ครั้ง) และดินตะกอน (1 ครั้ง) จากชายฝั่งทะเล บริเวณหน้านิคม ฯ มาบตาพุด จังหวัดระยอง

3. เก็บตัวอย่างน้ำผิวดินและดินตะกอน (อย่างละ 1 ครั้ง) จาก 4 ลำคลอง คือ คลองทับมา คลองห้วยใหญ่ คลองชากหมากและคลองพะยูน โดยรอบนิคม ฯ มาบตาพุด จังหวัดระยอง

สถานที่เตรียมตัวอย่างและวิเคราะห์

เตรียมตัวอย่างน้ำและดินตะกอน ณ ตึกวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ชั้น 7 ห้อง 7209 และทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Hydride Generation Atomic Absorption Spectrophotometer; HG-AAS ณ ห้อง 7210 และเครื่อง Hydride Generation Atomic Fluorescence Spectrophotometer; HG-AFS ณ ห้อง 7207 สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โครงการบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University