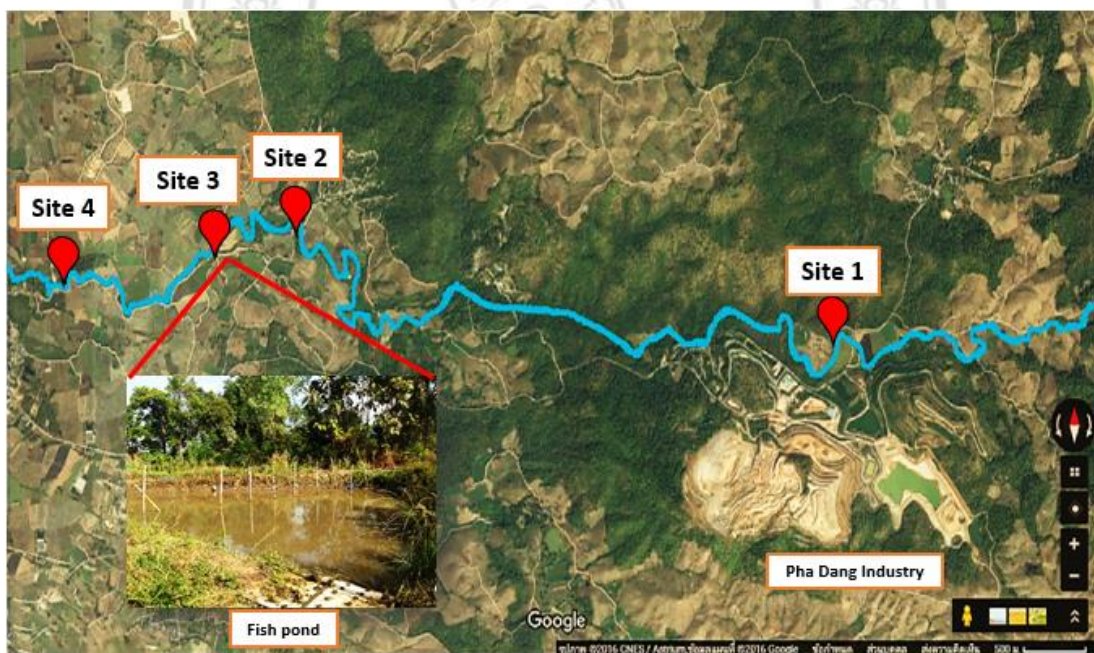


บทที่ 3

วิธีการศึกษา

3.1 พื้นที่ในการศึกษา

พื้นที่ศึกษาคือ พื้นที่ลุ่มน้ำแม่ตาว ในตำบลพระธาตุผาแดง และตำบลแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก พื้นที่ดังกล่าวมีลำน้ำแม่ตาวเป็นสายน้ำหลักที่ไหลผ่านทั้ง 2 ตำบล ในการศึกษาได้แบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ ลำน้ำแม่ตาว 4 จุด และในบ่อเลี้ยงปลาที่อยู่ใกล้ลำน้ำแม่ตาว 1 จุด (ภาพที่ 3.1)



ภาพที่ 3.1 ภาพถ่ายดาวเทียมแสดงจุดเก็บตัวอย่างที่ 1-4 และบ่อเลี้ยงปลา

3.1.1 พื้นที่เก็บตัวอย่างตามลำน้ำแม่ดาว

เก็บตัวอย่างน้ำ ดินตะกอน และพืช 3 ชนิด คือ ผักหนาม ผักกูด และบอนจากแต่ละจุดในช่วงเดือนสิงหาคมและเดือนธันวาคม 2558

จุดที่ 1 หมู่บ้านถ้ำเสือ เป็นบริเวณพื้นที่ต้นน้ำของลำห้วยแม่ดาว ($16^{\circ}40'0''N$ $98^{\circ}40'0''E$) จุดเก็บตัวอย่างนี้ใช้เป็นพื้นที่ควบคุมเพื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่น

จุดที่ 2 หมู่บ้านพะเต๊ะ เป็นบริเวณที่อยู่ห่างจากเหมืองสังกะสีระยะทางประมาณ 5.38 กิโลเมตร เป็นส่วนที่น้ำไหลผ่านจากเหมืองลงมายังหมู่บ้าน ($16^{\circ}40'22''N$ $98^{\circ}37'32''E$)

จุดที่ 3 หมู่บ้านแม่ดาว อยู่ห่างจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 เป็นระยะทางประมาณ 663 เมตร ($16^{\circ}40'18''N$ $98^{\circ}37'10''E$)

จุดที่ 4 หมู่บ้านแม่ดาว เป็นบริเวณลำน้ำที่อยู่ถัดมาจากจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 เป็นระยะทางประมาณ 1.26 กิโลเมตร และเป็นลำน้ำที่เข้าสู่หมู่บ้าน ($16^{\circ}40'12''N$ $98^{\circ}36'28''E$)

3.1.2 พื้นที่ทดลองการสะสมแคดเมียมของพืชทดลอง

เก็บตัวอย่างน้ำ ดินตะกอน และพืช 3 ชนิด คือ ผักหนาม ผักกูด และบอนจากบ่อเลี้ยงปลาในหมู่บ้านแม่ดาวที่มีการผันน้ำมาจากลำน้ำแม่ดาวเข้ามาในบ่อเพื่อเลี้ยงปลา โดยทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และเดือนธันวาคม 2558 เป็นจุดที่อยู่ห่างจากเหมืองเป็นระยะทางประมาณ 663 เมตร ($16^{\circ}40'18''N$ $98^{\circ}37'10''E$)

3.2 การศึกษาการปนเปื้อนของแคดเมียมตามลำน้ำแม่ดาว

เก็บตัวอย่างน้ำ 1 ชุด เก็บตัวอย่างดินตะกอนโดยทำการสุ่มเก็บในจุดแล้วเอามาผสมกัน 1 กระปุก เก็บตัวอย่างผักหนาม ผักกูด และบอน อย่างละ 10 ต้น ในจุดการศึกษา โดยมีจุดการศึกษาทั้งหมด 4 จุดตามลำน้ำแม่ดาว เก็บตัวอย่างในแต่ละที่ในเดือนสิงหาคม และเดือนธันวาคม 2558

3.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีทั่วไป (ภาคผนวก ก)

1. วัดอุณหภูมิในน้ำในพื้นที่ตัวอย่างโดยเทอร์โมมิเตอร์วัดที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร
2. วัดความเป็นกรดด่าง (pH), ค่าการนำไฟฟ้า(Conductivity) และค่าของแข็งละลายในน้ำ Total Dissolved Solid (TDS) โดยใช้ Multi-parameter analyzer รุ่น C933 ของบริษัท Consort ที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร จากผิวน้ำ

3. วิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ Dissolve Oxygen (DO) และปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำ (Biochemical Oxygen Demand: BOD₅) ตามวิธี iodometric แบบ Azide Modification Method APHA-AWWA-WPCF (Clesceri *et al.*, 1998)
 4. ตรวจวัดปริมาณไนเตรทไนโตรเจน แอมโมเนียไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต ตักน้ำในบริเวณที่ต้องการวิเคราะห์ ที่ระดับความลึก 10 เซนติเมตร จากผิวน้ำ แล้วนำน้ำมาวิเคราะห์สารอาหารด้วยอุปกรณ์และสารเคมีเฉพาะกับ Spectrophotometer ของบริษัท Huch รุ่น DR 2010
 - 4.1 ไนเตรทไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen) ใช้วิธี Cadmium reduction method
 - 4.2 แอมโมเนียไนโตรเจน (Ammonia-Nitrogen) ใช้วิธี Nesslerization
 - 4.3 ออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) ใช้วิธี Ascorbic acid method
 5. นำค่าคุณภาพน้ำที่ได้มาคำนวณ Chemical Index (APHA, 1992) (ภาคผนวก ก)
 - 5.1 ค่าที่วิเคราะห์ได้ ไปเทียบกับตารางของค่าการวัด sub-index (ตารางที่ 7.19)
 - 5.2 เมื่อได้ค่าที่ได้จากตาราง นำค่าที่ได้มารวมกัน
 - 5.3 นำค่าผลรวม ไปเทียบกับเกณฑ์คุณภาพน้ำ (ตารางที่ 7.20)
- 3.2.2 การวิเคราะห์หาปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมในตัวอย่างสิ่งแวดล้อม
- ตัวอย่างน้ำ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553)
- เก็บตัวอย่างน้ำด้วยเกลลอน 1 ลิตร จำนวน 6 เกลลอน ปรับค่า pH ให้มีค่าเท่ากับ pH 2
1. กรองตัวอย่างน้ำด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42
 2. เตรียมสารละลายมาตรฐานสำหรับสร้างกราฟมาตรฐานของ Cd ความเข้มข้น 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 ppm (ภาคผนวก ข)
 3. นำสารละลายมาตรฐานและตัวอย่างน้ำที่กรองแล้วไปวัดหาความเข้มข้นของแคดเมียมด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (SHIMADZU AA-680)

ตัวอย่างดินตะกอน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553 และ Sukreeyapongse, *et al.*, 2010)

1. เก็บตัวอย่างดินในลำน้ำแม่ตาว 4 จุด โดยเก็บรักษาตัวอย่างดินไว้ในถุงพลาสติกแช่อยู่ในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง
 2. นำดินตะกอนมาผึ่งให้แห้งในที่ร่ม จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 65-70 องศาเซลเซียส จนกว่าจะแห้งสนิท เก็บไว้ในถุงพลาสติก ณ อุณหภูมิห้อง
 3. นำดินตะกอนที่ได้ นำส่วนหนึ่งมาบดให้ละเอียดร่อนผ่านตะแกรงขนาด 16 เมช (1 มิลลิเมตร) 200 เมช (0.074 มิลลิเมตร) เก็บไว้ในขวดพลาสติกชนิดที่มีฝาปิด
 4. ชั่งตัวอย่างดินจำนวน 0.5 ± 0.01 กรัม ใส่ในหลอดแก้ว เต็มกรด เปอร์คลอริก (HClO_4) และกรดไนตริก (HNO_3) ในอัตราส่วน 2:1 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน (ภาคผนวก ข)
 5. นำไปใส่ใน heating digester ที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 85 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อควันสีน้ำตาลหมดไป เพิ่มอุณหภูมิเป็น 128 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิเป็น 200 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง จนกระทั่งเป็นสารละลายใส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
- หมายเหตุ ห้ามเพิ่มอุณหภูมิของ heating digester สูงจนถึง 210 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้เกิดการระเบิด เนื่องจากจุดเดือดของ HClO_4 เท่ากับ 210 องศาเซลเซียส
6. เติม de-ionized water ประมาณ 5 มิลลิลิตร เขย่าหลอด แล้วล้างด้วย de-ionized water แล้วกรองใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร โดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42
 7. เตรียมสารละลายมาตรฐานของแคดเมียมความเข้มข้นที่ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 ppm ที่ใช้จะเตรียมโดยเจือจาง stock solution ด้วยกรด 0.1M HNO_3 สำหรับสร้างกราฟมาตรฐาน (ภาคผนวก ข)
 8. นำสารละลายมาตรฐานและตัวอย่างไปวัดหาความเข้มข้นของโลหะหนักด้วยเครื่อง AAS (SHIMADZU AA-680) (ภาคผนวก ข)

ตัวอย่างพืช (กรมพัฒนาที่ดิน, 2553 และ Sukreeyapongse, *et al.*, 2010)

1. เก็บผักหนาม ผักกูด และบอนจากจุดเก็บตัวอย่างในลำน้ำแม่ตาว 4 จุด ใส่ถุงพลาสติกแล้วเก็บไว้ในกล่องโฟมมีน้ำแข็ง
 2. นำพืชมาล้าง แล้วแยกเป็น 2 ส่วน คือ 1. ลำต้นใบ และ 2. ราก นำไปอบทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เมื่อตัวอย่างแห้งแล้วนำไปชั่งน้ำหนัก
 3. นำตัวอย่างพืชที่แห้งแล้ว นำไปหั่นให้เป็นชิ้นๆ ใส่ในถุงพลาสติกแล้วเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องในห้องเก็บตัวอย่าง
 4. นำพืชที่อบแห้ง (ลำต้นใบและราก) ชั่งน้ำหนัก 2 กรัม นำไปเผาโดยใส่ silica crucible เตาที่เตา muffle furnace ที่ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง (Subramanian, *et al.*, 2012)
 5. เมื่อได้เถ้าจากการเผา นำเถ้าที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก 0.5 ± 0.01 กรัม แล้วใส่ในหลอดแก้ว เติมกรดเปอร์คลอริก (HClO_4) และกรดไนตริก (HNO_3) ในอัตราส่วน 1:2 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ค้างคืน (ภาคผนวก ข)
 6. นำไปใส่ใน heating digester ที่ตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 85 ± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อวันสิ้นน้ำตาลหมดไปเพิ่มอุณหภูมิเป็น 128 ± 3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง ค่อยๆ เพิ่มอุณหภูมิเป็น 200 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง จนกระทั่งเป็นสารละลายใส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น
- หมายเหตุ ห้ามเพิ่มอุณหภูมิของ heating digester สูงจนถึง 210 องศาเซลเซียส เพราะจะทำให้เกิดการระเบิดเนื่องจากจุดเดือดของ HClO_4 เท่ากับ 210 องศาเซลเซียส
7. เติม de-ionized water ประมาณ 5 มิลลิลิตร เขย่าหลอด แล้วล้างด้วย de-ionized water แล้วกรองใส่ลงใน volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร โดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42
 8. เตรียมสารละลายมาตรฐานของแคดเมียม ความเข้มข้นที่ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 ppm จาก stock solution ด้วยกรด 0.1M HNO_3 สำหรับสร้างกราฟมาตรฐาน (ภาคผนวก ข)
 9. นำสารละลายมาตรฐานและตัวอย่างไปวัดหาความเข้มข้นของโลหะหนักด้วยเครื่อง AAS (SHIMADZU AA-680) (ภาคผนวก ข)

10. หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson' correlation coefficient (r)) (Zakka Israila Yashim, *et al.*, 2014) ระหว่างปริมาณแคดเมียมในพืชกับน้ำ และในพืชกับดิน ตะกอน

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

11. หาค่า Bioaccumulation factor (BF) และ Transfer factor (TF) ตามสมการด้านล่าง (Zakka Israila Yashim, *et al.*, 2014) ของการสะสมแคดเมียมในพืช

$$BF = \frac{\text{Concentration of metal in plant}}{\text{Concentration of metal in soil}}$$

$$TF = \frac{\text{Concentration of metal in plant shoot}}{\text{Concentration of metal in plant root}}$$

12. การหาค่าความเข้มข้นของแคดเมียมในพืชทั้งต้น

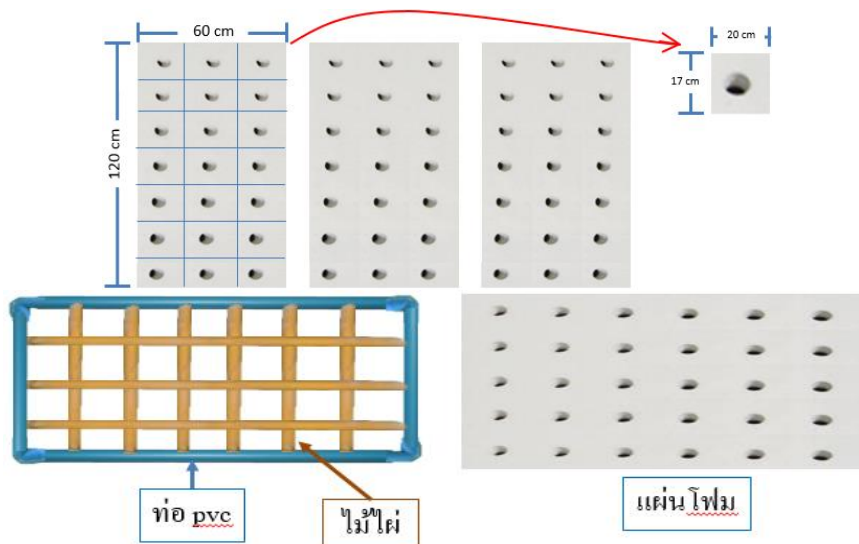
$$\frac{(\text{Conc. in shoot} \times \text{dry weight of shoot}) + (\text{Conc. in root} \times \text{dry weight of root})}{(\text{dry weight of shoot} + \text{dry weight of root})}$$

3.3 การศึกษาการดูดซับแคดเมียมของผักหนาม, ผักกูด และบอน ในบ่อเลี้ยงปลา

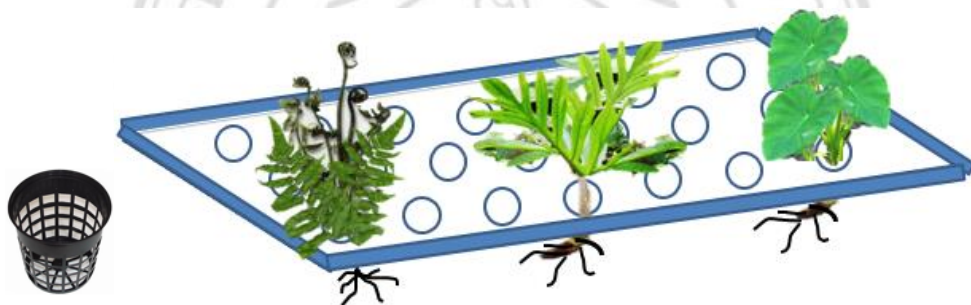
บ่อเลี้ยงปลา (กว้าง 6 เมตร ยาว 10 เมตร ลึก 3 เมตร) นำผักหนาม ผักกูด และบอนที่เก็บจากบ้านห้วยปลาหลด อ.แม่สอด จ.ตาก ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่มีการปนเปื้อนแคดเมียมปลูกลงบนแพขนาด 60x120 เซนติเมตร จำนวน 8 แพ โดยมีพืชชำละ 10 ต้น ปล่อยให้ไว้ในบ่อในเดือนมิถุนายน

3.3.1 การสร้างโฟมลอยน้ำ

- ใช้ท่อ PVC ล้อมโฟมไว้ ด้านล่างมีไม้ไผ่ขัดเป็นตาราง เอาไว้รองด้านล่างโฟม แล้วมัดด้วยเส้นลวดเป็นตัวยึดโฟมไว้กับแท่นลอยน้ำ



- ปลูกพืชลงใน hydroponic cup หรือ net cup ใสลงไปในช่องที่เจาะไว้บนแผ่น โฟม



ภาพที่ 3.2 แพลลอน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำ เก็บตัวอย่างดินตะกอนในบ่อแบบสุ่ม 9 จุด ผักหนาม ผักกูด และบอน เก็บซ้ำละ 10 ต้น ในบ่อเลี้ยงปลาโดยเก็บตัวอย่างในเดือนสิงหาคม เดือนตุลาคม และเดือนธันวาคม 2558

3.3.2 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีทั่วไป

วิธีการวิเคราะห์ (ใช้วิธีเดียวกับข้อ 3.2.1)

3.3.3 การวิเคราะห์หาปริมาณการปนเปื้อนของแคดเมียมในตัวอย่างน้ำ ดินตะกอน และพืช

วิธีการวิเคราะห์ (ใช้วิธีเดียวกับข้อ 3.2.2)



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved