

## บทที่ 2

### วิธีดำเนินการศึกษา

#### การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสารต่าง ๆ เช่น ข้อมูลสภาพพื้นที่ สภาพภูมิอากาศ สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม การทำเหมืองแร่พร้อมแผนที่แสดงจุดที่ตั้งของเหมืองแร่และระดับของตะกั่วและแคดเมียมในสิ่งแวดล้อม ข้อมูลเหล่านี้สามารถหาได้จากหน่วยงานราชการต่างๆ เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิต ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อม เขต 11 สำนักงานทรัพยากรธรณีจังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นต้น นอกจากนี้ยังได้ศึกษาจากเอกสารวิชาการและผลงานวิจัยของหน่วยงานอื่นๆที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนเข้าไปสำรวจสภาพพื้นที่ทั่วไปของพื้นที่ที่ทำการศึกษาและระบบโรงกรองประปาที่จะเก็บตัวอย่างตะกอนโคลน เพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นและรูปแบบทางเคมีของตะกั่วและแคดเมียมในตัวอย่างตะกอนโคลนจากโรงกรองประปาที่ใช้น้ำดิบจากแม่น้ำตาปี -พุมดวง ได้แก่ ตะกอนโคลนจากโรงกรองประปาอำเภอพระแสง อำเภอเคียนซา อำเภอพุนพิน และอำเภอคีรีรัฐนิคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

#### เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมี

##### 1. เครื่องมือและอุปกรณ์ (Equipment)

- เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แบบกราไฟต์ เฟอร์เนส ( Graphite furnace Atomic Absorption Spectrotometer, GFAAS ): GTA 100 SpecAA-800 Varian, Australia
- เครื่องวัดพีเอช (pH-meter) : pH 526 WTW, Germany
- เครื่องเซนตริฟิวจ์ (centrifuge) : Sorvall super 21 DuPont, U.S.A
- เครื่องชั่งแบบละเอียด(analytical balance): AB 204 Mettler Toledo, Switzerland
- เครื่องชั่งแบบหยาบ (analytical balance): BP 2100 Mettler Toledo, Switzerland
- ตู้อบความร้อน (drying oven) 25-180 องศาเซลเซียส : Contherm, U.S.A
- เดซิเคเตอร์ (desicator) พร้อมสารดูดความชื้น : Sanplatec Corp, U.S.A
- เครื่องอุ่นน้ำ(water bath) : Memmert, U.S.A
- เครื่องเขย่ากวน (shaker) : Touch Mixer Modal 231, Switzerland
- Argon TIG, Thailand

- Graphite tubes Varian, Australia
- Hollow cathode lamp Varian, Australia
- ไมโครปิเปต
- เทอร์โมมิเตอร์
- ตะแกรงร่อน
- บีกเกอร์
- หลอดทดลองชนิดฝาเกลียว
- กระจกนาฬิกา
- กระจกตวง
- ขวดปริมาตร
- ปิเปต
- กรวยกรองกระดาษ
- ตะแกรงวางหลอดทดลอง
- ซ้อนตักสารเคมี
- ขวดน้ำกลั่น น้ำปราศจากไอออน
- อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ขวดปริมาตรขนาดต่าง ๆ กระดาษกรอง ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ

ถังแช่น้ำแข็ง ถังพลาสติก ยางรัด ถังพลาสติก ครอบคลุม หลอดหยดพร้อมจุกยาง แท่งแก้วคน

## 2. สารเคมี

- |   |                   |
|---|-------------------|
| - Nitric acid ( $\text{HNO}_3$ )  | Merck, Germany    |
| - Hydrochloric acid ( $\text{HCl}$ )  | Merck, Germany    |
| - Acetic acid ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )  | Merck, Germany    |
| - Sodium acetate ( $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) | Merck, Germany    |
| - Hydroxylamine hydrochloride ( $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCl}$ )         | Univar, Australia |
| - Ammonium acetate ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ )                                | Univar, Australia |
| - Hydrogen peroxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )                                    | Merck, Germany    |
| - Lead nitrate ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ )                                     | Merck, Germany    |
| - Cadmium nitrate ( $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )        | Merck, Germany    |
| - Palladium chloride  | Sigma, USA        |
| - Ammonium dihydrogen phosphate   | BDH, England      |
| - Ascorbic acid   | BDH, England      |

### 3. วิธีดำเนินการวิจัย

#### 3.1 ขอบเขตและวิธีดำเนินการวิจัย

##### 3.1.1 ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาจะทำการสกัดตัวอย่างแบบแยกลำดับส่วน ( sequential extraction ) และวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมในตัวอย่างตะกอนโคลนจากโรงกรองประปาที่ใช้น้ำดิบจากแม่น้ำตาปี-พุมดวง

##### 3.1.2 วิธีดำเนินการวิจัย

###### 3.1.2.1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

1. สำรวจและทำแผนที่แสดงที่ตั้งของแม่น้ำตาปี-พุมดวง ตลอดลำน้ำ
2. กำหนดจุดเก็บตัวอย่างในการศึกษาเป็นแบบเจาะจง ( purposive sampling ) เพื่อเก็บตัวอย่างตะกอนโคลนจากโรงกรองประปามาศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในแม่น้ำตาปี-พุมดวง

3. เก็บตัวอย่างตะกอนโคลนของโรงกรองประปา ตามสถานีโรงกรองประปาที่

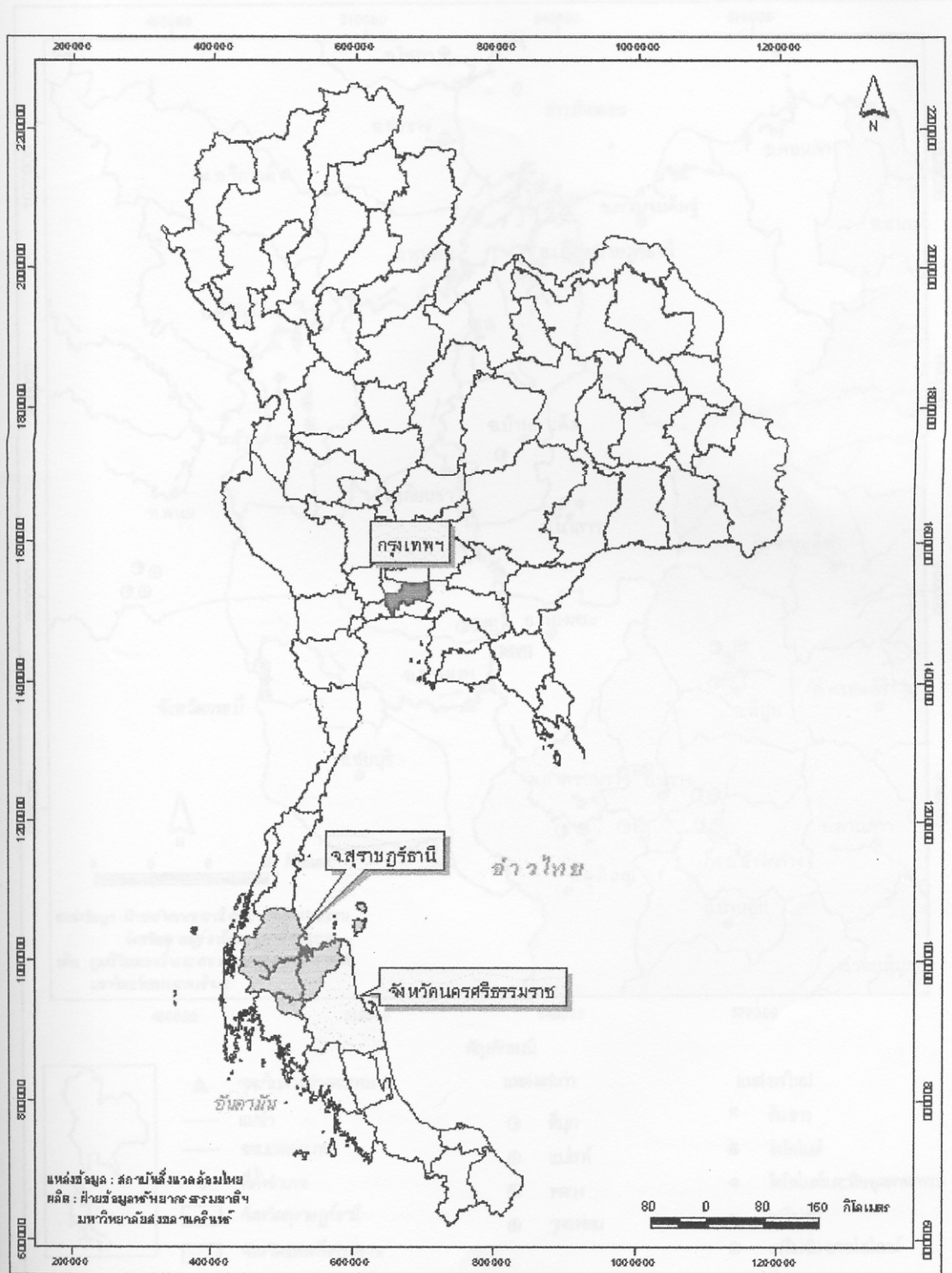
กำหนด 4 จุด คือ (1.) โรงกรองประปาอำเภอพระแสง

(2.) โรงกรองประปาอำเภอเคียนซา

(3.) โรงกรองประปาพุนพิณ

(4.) โรงกรองประปาศีรีรัฐนิคม

ผังแผนที่ภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 แผนที่ประเทศไทยแสดงจุดที่ตั้งจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดนครศรีธรรมราช







### 3.1.2.2 วิธีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

#### การเตรียมภาชนะเก็บตัวอย่าง

นำเครื่องแก้ว อุปกรณ์ในการวิเคราะห์และภาชนะเก็บตัวอย่าง มาล้างด้วยผงซักฟอกให้สะอาด นำไปแช่ในกรดไนตริกเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาล้างด้วยน้ำปราศจากอ็อกซิเจน 3 ครั้ง และนำไปอบจนแห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 39 องศาเซลเซียส

#### การเก็บตัวอย่างน้ำดิบ

ในการเก็บตัวอย่างน้ำดิบจากสถานีโรงกรองประปาจะเก็บน้ำดิบสถานีละ 1 ตัวอย่าง ทั้งในช่วงหน้าแล้ง ( ต้นกุมภาพันธ์ 2545 ) และช่วงหน้าฝน ( ปลายเดือนมิถุนายน 2545 ) เก็บตัวอย่างในภาชนะพลาสติก(polyethylene) และรักษาสภาพ(preserve) ด้วยกรดไนตริกเข้มข้นจำนวน 5 มิลลิลิตร/ตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร ซึ่งทำให้ตัวอย่างน้ำดิบมีค่าความเป็นกรด-เบส ( pH ) ต่ำกว่า 2 เพื่อป้องกันไม่ให้แร่ธาตุตกตะกอน หรือเกิดการดูดซับกับผนังของภาชนะที่ใส่ ( กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2530 ; APHA., AWWA and WEP, 1995 ) นำขวดเก็บตัวอย่างมาเขียนเลขกำกับและเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

นำตัวอย่างน้ำดิบที่รักษาสภาพด้วยกรดไนตริก ( $\text{HNO}_3$ ) มากรองด้วยกระดาษกรองชนิด Mixed cellulose ester ขนาด 0.45 ไมโครเมตร วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำที่กรองได้ด้วยเครื่องอะตอมมิก แอปซอพชั่นสเปกโตรมิเตอร์ แบบ graphite furnace (GFAAS)( Varian, 1988 )

#### การเก็บตัวอย่างตะกอนโคลน

ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ดำเนินการเก็บตัวอย่างช่วงหน้าแล้ง(ต้นเดือนกุมภาพันธ์ 2545) และเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 ช่วงหน้าฝน (ปลายเดือนมิถุนายน 2545) จะทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้ถังพลาสติก(polyethylene) ขนาด 5 ลิตรเก็บตัวอย่างตะกอนโคลนจากถังตกตะกอนขั้นต้น (primary sediment) โดยการเปิดวาล์วระบายน้ำของระบบโรงกรองประปา เก็บสถานีละ 1 ตัวอย่าง ปิดให้แน่นและเขียนหมายเลขกำกับไว้ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

### 3.1.2.3 การเตรียมตัวอย่าง และการวิเคราะห์

#### 1. การเตรียมตัวอย่างตะกอนโคลน

นำตัวอย่างตะกอนโคลนมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ร่อนคัดขนาดด้วยตะแกรงขนาด 80 เมช เก็บไว้ในภาชนะที่แห้ง ปิดฝาให้สนิท

#### 2. วิธีการชั่งตัวอย่าง

นำตัวอย่างตะกอนโคลนที่อบแห้งดีแล้วมาคลุกเคล้าให้เข้ากันดี แล้วนำมาโรยเป็นกองรูปกรวยคว่ำ บนพื้นกระดาษหรือแผ่นพลาสติกที่สะอาด เรียบ แข็งเพื่อชั่งตัวอย่างโดยวิธี coning and quartering (Walton, 1978: 20) โดยใช้กระดาษแข็ง หรือแผ่นไฟเบอร์ที่บาง แข็ง มีผิวและ



สันเรียบ ผ่านแบ่งกองตัวอย่างเป็น 4 ส่วนเท่ากัน นำส่วนตรงข้ามกัน 2 ส่วน มารวมกันผสมกันให้เข้ากันดี ทำซ้ำ อีกครั้งหนึ่ง นำตัวอย่างที่ได้มาคลุกเคล้าให้เข้ากันดี

### 3. การวิเคราะห์หาปริมาณรวมของตะกั่วและแคดเมียมในตะกอน

นำตัวอย่างตะกอนที่ผ่านการเตรียม โดยการอบแห้งและร่อนคัดขนาดด้วยตะแกรงขนาด 80 เมช มาตัวอย่างละ 5 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง เติมกรดไนตริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตรและกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 3 มิลลิลิตร(อัตราส่วน 1:3) เขย่าให้เข้ากันดี แล้วนำไปย่อยต่อในเครื่องอุ่นน้ำ ( water bath ) ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้ง ทิ้งให้แห้ง เติมกรดไนตริกเข้มข้น 10 มิลลิลิตร และน้ำปราศจากไอออน ( deionized water ) 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันอุ่นอีก 10 นาที ทิ้งให้ตกตะกอน ทำการกรองโดยการ ใช้ กรดไนตริก 5 เปอร์เซ็นต์ล้างตะกอน และปรับปริมาตรให้เท่ากับ 50 มิลลิลิตร วิเคราะห์ตัวอย่างด้วยเครื่องอะตอมมิกแอพซอพซันสเปกโตรมิเตอร์ แบบ graphite furnace ( Varian, 1988 )

### 4. วิธีการสกัดตัวอย่างโดยวิธีแยกลำดับส่วน

นำตัวอย่างตะกอนที่อบแห้งและกำจัดความชื้นแล้วมาศึกษารูปแบบทางเคมีของโลหะ ( analysis of metal species ) โดยวิธีการสกัดแบบแยกลำดับส่วน ( sequential extraction ) ( Tessier, Campbell and Bisson, 1985 : 844-850; Clewenger, 1990: 241-252 และ Lim, 1983 ) ซึ่งจะต้องใช้ตัวอย่างอบแห้ง 5 กรัม และสกัดด้วยสารสกัด(extractant ) เพื่อหาปริมาณของรูปแบบทางเคมีต่างๆของตะกั่วและแคดเมียม ตามขั้นตอนดังนี้

4.1 รูปแบบที่สามารถแลกเปลี่ยนไอออนได้ นำตัวอย่างที่ซั่งไว้ มาเติมสารละลายโซเดียมอะซิเตตความเข้มข้น 1 โมลาร์(1 M sodium acetate พีเอช 8.2) จำนวน 25 มิลลิลิตร อุณหภูมิห้อง นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งให้ตกตะกอนหรือปั่นแยกด้วยเครื่องเซนตริฟิวจ์ รินน้ำข้างบนเก็บไว้ ล้างตะกอนด้วยน้ำปราศจากไอออน (deionized water) อีก 8 มิลลิลิตร ปั่นและรินน้ำเก็บไว้ ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง รวมน้ำที่ได้ ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตรด้วยน้ำปราศจากไอออน และเก็บไว้สำหรับวิเคราะห์ต่อไป ทำการล้างตะกอนด้วยน้ำปราศจากไอออน 25 มิลลิลิตร รินน้ำทิ้งไป ทำซ้ำอีกครั้งหนึ่งแล้วเก็บตะกอนไว้สำหรับขั้นต่อไป

4.2 รูปแบบที่ดูดซับอยู่กับคาร์บอน นำตะกอนจากขั้น 4.1 มาเติมสารละลายโซเดียมอะซิเตตความเข้มข้น 1 โมลาร์(ที่ปรับค่าพีเอชเป็น 5 ด้วยกรดอะซิติก) จำนวน 25 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 5 ชั่วโมง ปั่นแยกด้วยเครื่องเซนตริฟิวจ์ และเก็บน้ำข้างบนไว้ ล้างตะกอนด้วยน้ำปราศจากไอออน ครั้งละ 8 มิลลิลิตร ปั่นและรินน้ำเก็บไว้ ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง รวมน้ำที่ได้ ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตรด้วยน้ำปราศจากไอออน และเก็บไว้สำหรับวิเคราะห์ต่อไป ทำการล้าง

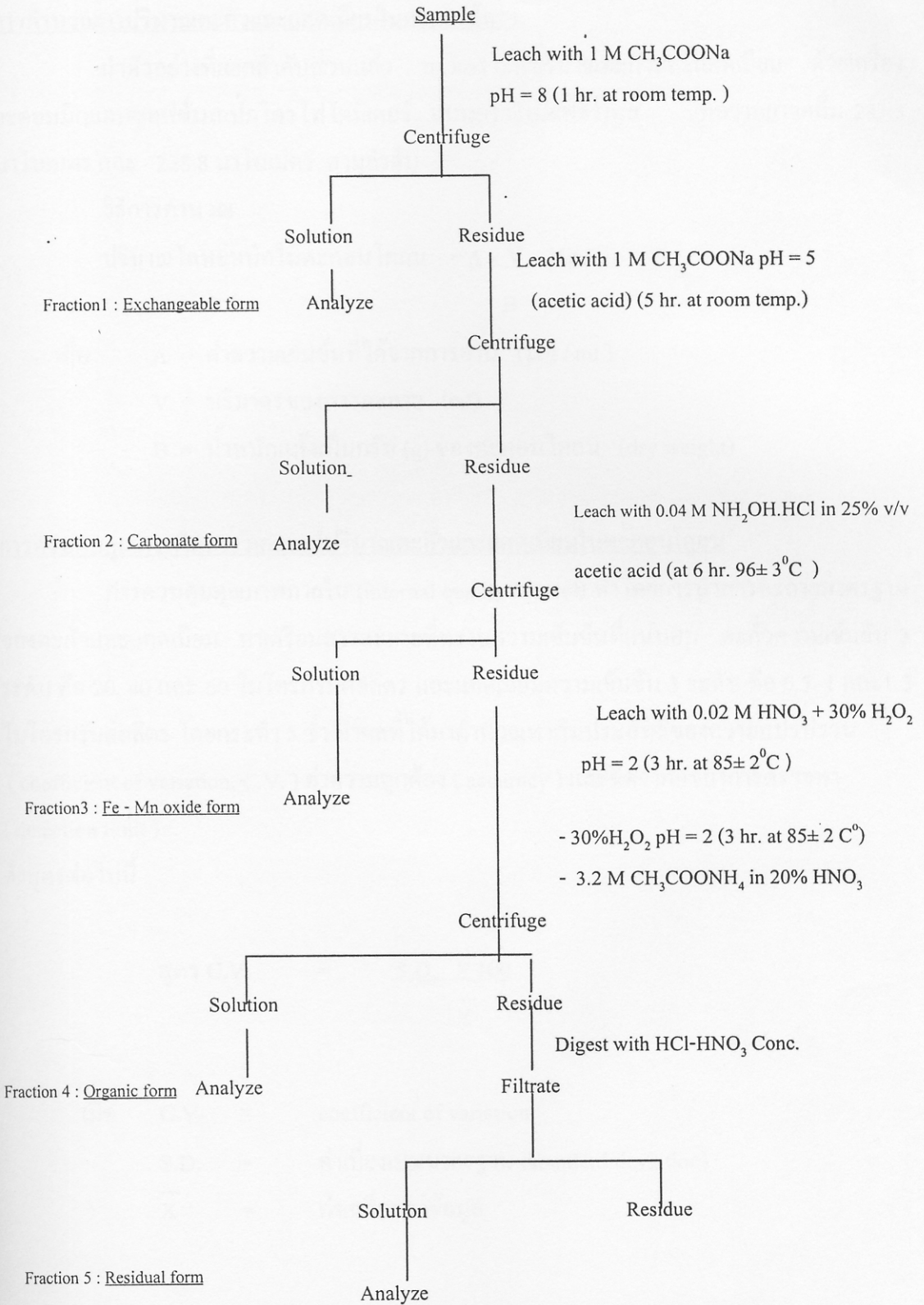


ตะกอนด้วยน้ำปราศจากอ็อกโซน 25 มิลลิลิตร รินน้ำทิ้งไป ทำซ้ำอีกครั้งหนึ่งแล้วเก็บตะกอนไว้สำหรับขั้นต่อไป

4.3 รูปแบบที่คู่ค้ำชกับอยู่กับเหล็กและแมงกานีสออกไซด์ นำตะกอนจากขั้น 4.2 มาเติมสารละลายไฮดรอกซีลามีน ไฮโดรคลอไรด์ (hydroxylamine hydrochloride) ความเข้มข้น 0.04 โมลาร์ ในสารละลายกรดอะซีติก 25 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 25 มิลลิลิตร และย่อยตะกอนที่อุณหภูมิ 96 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง ปั่นแยกด้วยเครื่องเซนตริฟิวจ์ และเก็บน้ำข้างบนไว้ ล้างตะกอนด้วยน้ำปราศจากอ็อกโซน ครั้งละ 8 มิลลิลิตร ปั่นและรินน้ำเก็บไว้ ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง รวมน้ำที่ได้ ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตรด้วยน้ำปราศจากอ็อกโซน และเก็บไว้สำหรับวิเคราะห์ต่อไปทำการล้างตะกอนด้วยน้ำปราศจากอ็อกโซน 25 มิลลิลิตร รินน้ำทิ้งไป ทำซ้ำอีกครั้งหนึ่งแล้วเก็บตะกอนไว้สำหรับขั้นต่อไป

4.4 รูปแบบที่อยู่ร่วมกับสารอินทรีย์ได้ นำตะกอนจากขั้น 4.3 มาเติมสารละลาย กรดไนตริกความเข้มข้น 0.02 โมลาร์ จำนวน 6 มิลลิลิตร และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) 30 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 10 มิลลิลิตร ย่อยตะกอนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วเติม ไฮโดรเจน เปอร์ออกไซด์ อีก 6 มิลลิลิตร ย่อยตะกอนต่ออีกที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นแล้วเติม แอมโมเนียม อะซีเตต ความเข้มข้น 3.2 โมลาร์ (3.2 M ammonium acetate) ในกรดไนตริกความเข้มข้น 20 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักต่อปริมาตร จำนวน 10 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน ปั่นแยกด้วยเครื่องเซนตริฟิวจ์ และเก็บน้ำข้างบนไว้ ล้างตะกอนด้วยน้ำปราศจากอ็อกโซน ครั้งละ 8 มิลลิลิตร ปั่นและรินน้ำเก็บไว้ ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง รวมน้ำที่ได้ ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตรด้วยน้ำ ปราศจากอ็อกโซน และเก็บไว้สำหรับวิเคราะห์ต่อไป ทำการล้างตะกอนด้วยน้ำปราศจากอ็อกโซน 25 มิลลิลิตร รินน้ำทิ้งไป ทำซ้ำอีกครั้งหนึ่งแล้วเก็บตะกอนไว้สำหรับขั้นต่อไป

4.5 รูปแบบที่เป็นองค์ประกอบภายในผลึกแร่ นำตะกอนจากขั้น 4.4 มาย่อยด้วยกรดไนตริกเข้มข้นจำนวน 6 มิลลิลิตร ผสมกับ กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น จำนวน 18 มิลลิลิตร ย่อยตะกอนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้งทิ้งให้เย็น แล้วเติมกรดไนตริก 50 เปอร์เซ็นต์ อีก 15 มิลลิลิตร อุณหภูมิอ่อนๆ (ประมาณ 60 องศาเซลเซียส) เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง กรองและล้างตะกอนด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ล้างตะกอนด้วยน้ำปราศจากอ็อกโซน เก็บส่วนที่กรองได้ไว้และปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำปราศจากอ็อกโซน ทำซ้ำในลักษณะเดียวกัน 5 ชุด นำสารละลายที่ได้จากขั้นที่ 4.1 ถึง 4.5 มาวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วและแคดเมียมด้วยเครื่องอะตอมมิค แอพซอพซันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แบบ graphite furnace (Varian, 1988)



ภาพประกอบ 4 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการแยกลำดับส่วน (Sequential Extraction Techniques) (Tessier, Campbell and Bisson, 1979)

### การคำนวณหาปริมาณตะกั่วและแคดเมียมในตะกอนโคลน

นำตัวอย่างที่แยกลำดับส่วนแล้ว มาวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและแคดเมียม ด้วยเครื่องอะตอมมิกแอปซอพชั่นสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ แบบกราฟต์เฟอร์เนส ที่ความยาวคลื่น 283.3 นาโนเมตร และ 228.8 นาโนเมตร ตามลำดับ

วิธีการคำนวณ

$$\text{ปริมาณโลหะหนักในตะกอนโคลน} = \frac{A \times V}{B} \mu\text{g/g}$$

เมื่อ A = ค่าความเข้มข้นที่ได้จากการอ่าน ( $\mu\text{g/ml}$ )

V = ปริมาตรของสารละลาย (ml)

B = น้ำหนักแห้งเป็นกรัม (g) ของตะกอนโคลน (dry weight)

### การควบคุมคุณภาพในการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและแคดเมียมในตะกอนโคลน

การควบคุมคุณภาพภายใน (internal quality control) ทำโดยการนำสารละลายมาตรฐานของตะกั่วและแคดเมียม มาเตรียมสารละลายที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอน ตะกั่วความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 20, 40 และ 60 ไมโครกรัมต่อลิตร และแคดเมียมความเข้มข้น 3 ระดับ คือ 0.5, 1 และ 1.5 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยกระทำ 5 ซ้ำ นำผลที่ได้มาคำนวณหาสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (coefficient of variation, C.V.) ค่าความถูกต้อง (accuracy) และขีดจำกัดของการตรวจหา

(detection limit)

ดังสูตรต่อไปนี้

$$\text{สูตร C.V.} = \frac{\text{S.D.} \times 100}{\bar{X}}$$

เมื่อ C.V. = coefficient of variation

S.D. = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)

$\bar{X}$  = ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

$$\text{สูตร Accuracy} = \frac{\text{ปริมาณสารที่วิเคราะห์ได้} \times 100}{\text{ปริมาณสารที่มีอยู่จริง}}$$

$$\text{สูตร D.L.} = \frac{2 \times (\text{ความเข้มข้นที่ใช้}) \times \sigma}{\text{ค่าเฉลี่ยสัญญาณที่อ่านได้}}$$

$$\text{เมื่อ D.L.} = \text{detection limit}$$

### 3.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ทางเคมี นำมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการหาค่าสูงสุด (maximum) ค่าต่ำสุด (minimum) พิสัย (range) ค่าเฉลี่ย (average) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ของพารามิเตอร์ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับความเป็นกรด-เบส และอุณหภูมิโดยวิธีการของ Spearman rank correlation เปรียบเทียบความเข้มข้นของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของตะกั่วและแคดเมียมระหว่างช่วงหน้าแล้งกับช่วงหน้าฝน โดยการใช้การทดสอบแบบ Mann – Whitney U test และเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบทางเคมีต่างๆ ของตะกั่วและแคดเมียมในแต่ละสถานีโรงกรองโดยใช้การทดสอบแบบ Kruskal – Wallis H test

### 3.3 การประเมินความเสี่ยง

ในการประเมินความเสี่ยงด้วยการหาค่า hazard quotients (HQs) เพื่อหาโอกาสที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ เนื่องจากการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในน้ำดิบและในตะกอนโคลน

$$\text{สูตร Hazard quotients (HQs)} = \frac{\text{ค่าความเข้มข้นที่วัดได้}}{\text{มาตรฐานที่กำหนดไว้}}$$

เมื่อ	Hazard quotients	มีค่าน้อยกว่า	1	ไม่มีความเสี่ยง
	Hazard quotients	มีค่ามากกว่า	1	มีความเสี่ยง