

วิธีดำเนินการศึกษา

การศึกษาปริมาณตะกั่วในแม่น้ำเจ้าพระยา ได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทั้งในส่วน
ละลายและอนุภาคแขวนลอย และตัวอย่างดินตะกอน โดยใช้เทคนิคอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปก
โทรโฟโตเมตรี โดยทำการเก็บตัวอย่างใน 2 ฤดู คือ ฤดูน้ำมาก (ตุลาคม 2534) และ
ฤดูน้ำน้อย (พฤษภาคม 2535) ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับวัตถุประสงค์และวิธีดำเนินการศึกษา
ดังต่อไปนี้

การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนในแม่น้ำเจ้าพระยา เริ่มเก็บตั้งแต่บริเวณสะพาน
เดชาติวงศ์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์ (กิโลเมตรที่ 376.4) ลงไปจนถึงอำเภอพระสมุทร
เจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ (กิโลเมตรที่ 7) โดยกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างตามโครงการติดตาม
และตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำเจ้าพระยา ของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ รวม
18 สถานี และปากคลองบริเวณปากแม่น้ำ จังหวัดสมุทรปราการ ได้แก่ ปากคลองสำโรง
ปากคลองสองพี่น้อง ปากคลองบางปลากด และปากคลองบางนางเกร็ง รวม 4 สถานี แสดง
ดังตารางที่ 3.1 และแผนที่แสดงดังรูปที่ 3.1 และ 3.2

ตารางที่ 3.1 สถานีเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน

สถานี	สถานที่	ระยะทางจากปากแม่น้ำ (กม.)
1	พระสมุทรเจดีย์	7.0
2	พระประแดง	18.0
3	ปากคลองพระโขนง	27.0
4	สะพานกรุงเทพ	41.5
5	สะพานพุทธฯ	48.0
6	สะพานพระรามหก	58.0
7	สะพานนนทบุรี	83.0
8	ลำแล	95.3
9	อ.สามโคก	101.0
10	โรงงานกระดาษบางปะอิน	123.6
11	บ่อมเพชร อ.เมือง จ.อยุธยา	142.4
12	สะพานข้ามแม่น้ำ อ.เมือง จ.อ่างทอง	183.0
13	สะพานข้ามแม่น้ำ อ.เมือง จ.สิงห์บุรี	227.0
14	บริเวณใต้ตลาด อ.อินทร์บุรี จ.สิงห์บุรี	244.0
15	ศาลากลาง อ.เมือง จ.ชัยนาท	286.0
16	วัดศรีสิทธิคาราม อ.มโนรมย์ จ.ชัยนาท	305.6
17	สะพานห้าแฉก อ.พยุหะคีรี จ.นครสวรรค์	331.0
18	สะพานเดชาติวงศ์ อ.เมือง จ.นครสวรรค์	376.4
ก1	ปากคลองลำโรง	15.0
ก2	ปากคลองสองพี่น้อง	5.2
ก3	ปากคลองบางปลากรด	3.7
ก4	ปากคลองบางนางเกร็ง	2.1



รูปที่ 3.1 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนในแม่น้ำเจ้าพระยา

สถานี	สถานที่	ระยะทางจากปากแม่น้ำ (กม.)
1	พระปฐมเจดีย์	7
2	พระประแดง	18
3	ปากคลองพระโขนง	27
4	สะพานกรุงเทพ ฯ	41.5
5	สะพานพุทธ ฯ	48
6	สะพานพระรามหก	58
7	สะพานนนทบุรี	83
8	ลำแฉ	95.3
9	อ. ลามโคก	101
10	โรงงานกระดาษบางปะอิน	123.6
11	บ่อมเพชร อ.เมือง จ.อยุธยา	142.4
12	สะพานข้ามแม่น้ำ อ.เมือง จ.อ่างทอง	183
13	สะพานข้ามแม่น้ำ อ.เมือง จ.สิงห์บุรี	227
14	บริเวณใต้ตลาด อ.อินทร์บุรี จ.สิงห์บุรี	244
15	ศาลากลาง อ.เมือง จ.ชัยนาท	286
16	วัดศรีมหาศีลาราม อ.มโนรมย์ จ.ชัยนาท	305.6
17	สะพานท่าม้าย้อย อ.พยุหะคีรี จ.นครสวรรค์	331
18	สะพานเสาชิงช้า อ.เมือง จ.นครสวรรค์	376.4

ศูนย์วิทยศาสตร์
 ภาควิชาสิ่งแวดล้อม
 ภาควิชาวิศวกรรมมหาวิทาลัย



รูปที่ 3.2 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนในคลองบริเวณปากแม่น้ำ

สถานี	สถานที่	ระยะทางจากปากแม่น้ำ (กม)
ค1	ปากคลองลำโรง	15
ค2	ปากคลองล่องพิน้อง	5.2
ค3	ปากคลองบางปลาต	3.7
ค4	ปากคลองบางนางเกร็ง	2.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

การกำหนดระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 (ฤดูน้ำมาก) ในเดือนตุลาคม 2534

ช่วงที่ 2 (ฤดูน้ำน้อย) ในเดือนพฤษภาคม 2535

การเก็บตัวอย่าง

ก. ตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างบริเวณกลางแม่น้ำหรือคลอง ที่ระดับกึ่งกลางความลึก ในช่วงน้ำลง โดยใช้ Kemmerer Sampler บรรจุในขวดโพลีเอทิลีน ขนาดจุ 1 ลิตร กรองตัวอย่างน้ำด้วย membrane filter 0.45 ไมครอน เต็ม 1:1 กรดไนตริก 3 มิลลิลิตร นำไปแช่เป็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ส่วน membrane filter ที่กรองตัวอย่างน้ำแล้ว เก็บในกล่องพลาสติก ปิดฝาแน่น แช่เป็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ข. ตัวอย่างดินตะกอน

เก็บตัวอย่างดินตะกอนตามสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ โดยใช้ที่ตักดินแบบ peterson grab (grab sampler) เก็บบริเวณผิวของดินตะกอน บรรจุในถุงพลาสติก ปิดปากถุงให้แน่น แช่เป็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเตรียมและวิเคราะห์ตัวอย่าง

ก. การวิเคราะห์ตะกั่วส่วนที่อยู่ในตะกอนแขวนลอย (Particulate Lead) โดยวิธี Acid Digestion (APHA-AWWA-WPC, 1992)

1. เครื่องมือ

- 1.1 บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร
- 1.2 กระจกนาฬิกา
- 1.3 hot plate (แผ่นเหล็กให้ความร้อน)
- 1.4 volumetric flask ขนาด 25 มิลลิลิตร

2. สารเคมี

- 2.1 น้ำดีไอออไนซ์ (deionized water)
- 2.2 กรดไนตริกเข้มข้น
- 2.3 กรดไฮโดรคลอริก 1:1 (v/v)

3. วิธีการสกัด

3.1 นำแผ่นกรอง membrane filter 0.45 ไมครอน ที่กรองตัวอย่างน้ำ (รู้ปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ผ่านแผ่นกรอง) ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร

3.2 เติมกรดไนตริกเข้มข้น 3 มิลลิลิตร ปิดฝาด้วยกระจกนาฬิกา อุ่นให้ร้อน และทิ้งอุณหภูมิจนกระทั่งระเหยออกไปหมด

3.3 เติมกรดไนตริกเข้มข้นลงไปอีก 3 มิลลิลิตร ปิดฝาด้วยกระจกนาฬิกา ทำให้ร้อนต่อไปจนกระทั่งการย่อยสลายเป็นไปอย่างสมบูรณ์

3.4 ชะล้างด้านข้างของบีกเกอร์และกระจกนาฬิกาด้วยน้ำดีไอออไนซ์

3.5 กรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman No. 41 ที่ล้างด้วย

กรดไนตริก 10%

3.6 ปรับปริมาตรสารละลายเป็นปริมาตร 25 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์

ด้วยวิธี Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry



รูปที่ 3.3 วิธีวิเคราะห์ตะกั่วส่วนที่แขวนลอย

ข. การวิเคราะห์ตะกั่วส่วนที่ละลายน้ำ (Dissolved Lead) โดยวิธี Chelation with Ammonium Pyrrolidine Dithiocarbamate (APDC) and Extraction into Methyl Isobutyl Ketone (MIBK) (วัฒนา สุขเกษม, 2532)

1. เครื่องมือ

1.1 กรวยแยกขนาด 250 มิลลิลิตร

1.2 บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร

1.3 pH-meter

2. สารเคมี

2.1 น้ำดีไอออนซ์ (deionized water)

2.2 Methyl Isobutyl Ketone (MIBK) : Analytical grade

2.3 Ammonium Pyrrolidine Dithiocarbamate (APDC) : ละลาย APDC 2 กรัมในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ทำให้บริสุทธิ์ด้วย MIBK ในอัตราส่วน 10:1, 20:1, และ 20:1 ตามลำดับ เขย่าครั้งละ 5 นาที

2.5 กรดไนตริกเข้มข้น

2.6 กรดไนตริกเข้มข้น 4 นอร์มัล : เจือจาง 250 มิลลิลิตร กรดไนตริกเข้มข้น ในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

3. วิธีการทดลอง

3.1 การสกัดตัวอย่างน้ำ

3.1.1 ตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร ใส่ในบีกเกอร์

3.1.2 เติมกรดไนตริกเข้มข้น 3 มิลลิลิตร

3.1.3 นำสารละลายไประเหยบนแผ่นความร้อน (อย่าให้เดือด) จนมี ปริมาตรเหลือ 25 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ให้เป็น

3.1.4 เติมน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร ปรับ pH 5 ด้วย 4 นอร์มัลกรดไนตริก หรือ สารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์

3.1.5 เติมสารละลาย APDC 5 มิลลิลิตร และ MIBK 5 มิลลิลิตร

3.1.6 เขย่านาน 4 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น

3.1.7 ไขชั้นน้ำทิ้ง เติมกรดไนตริก 4 นอร์มัล 5 มิลลิลิตร

3.1.8 เขย่า 5 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้แยกชั้น

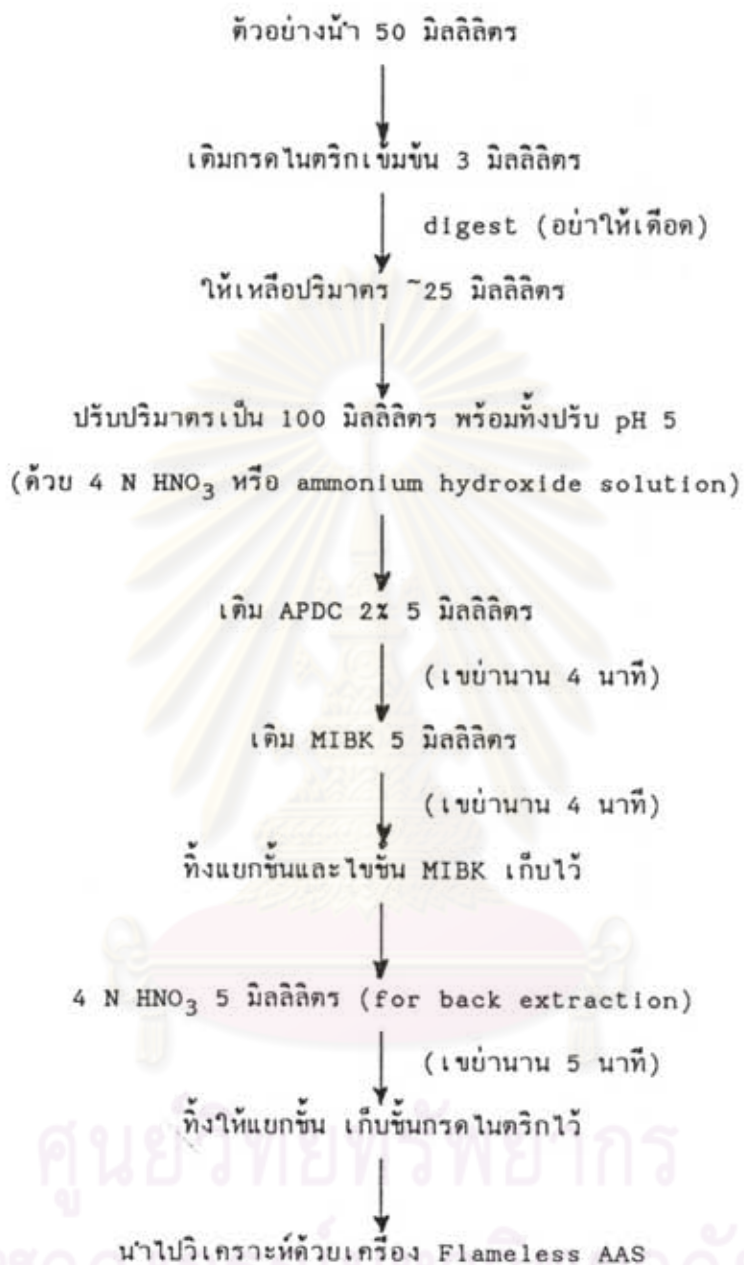
3.1.9 เก็บชั้นของกรดไนตริกไว้

3.1.10 นำไปวิเคราะห์หาคะกำด้วยวิธี Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry

3.2 การเตรียมสารละลายแบลนด์

ตัวอย่างน้ำใช้น้ำดีไอออไนซ์ 100 มิลลิลิตร เป็นสารละลายแบลนด์ ทำเช่นเดียวกับการเตรียมตัวอย่างน้ำ ส่วนตัวอย่างตะกอนแขวนลอยใช้แผ่นกรอง membrane filter ที่ผ่านการทำความสะอาดและยังไม่ได้ใช้กรองน้ำ ใช้ทำการเตรียมเช่นเดียวกับการเตรียมตัวอย่าง ในการวิเคราะห์หาคะกำส่วนที่อยู่ในตะกอนแขวนลอย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 วิธีวิเคราะห์ตะกั่วส่วนที่ละลายน้ำ

ค. การวิเคราะห์ตะกั่วในดินตะกอน (Non-Residual lead) โดยการสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก 0.5 นอร์มัล (Environmental Canada, 1979)

1. เครื่องมือ

- 1.1 ตะแกรงขนาด 20 เมช และ 80 เมช
- 1.2 motar
- 1.3 volumetric flask
- 1.4 automatic shaker

2. สารเคมี

- 2.1 น้ำดีไอออไนซ์ (deionized water)
- 2.2 กรดไฮโดรคลอริก 0.5 นอร์มัล

3. วิธีการทดลอง

3.1 การสกัดตะกั่วในดินตะกอน

3.1.1 ตากดินตะกอนให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง

3.1.2 บดตัวอย่างที่แห้งให้ละเอียด อย่างระมัดระวังไม่ให้ขนาดของ

ตะกอนเปลี่ยนไป

3.1.3 ร่อนตัวอย่างด้วยตะแกรงขนาด 20 เมช เพื่อกำจัดพวกกิ่งไม้

หิน หรือดินทราย

3.1.4 ร่อนตัวอย่างด้วยตะแกรงขนาด 80 เมช

3.1.5 ชั่งตัวอย่างดินตะกอน 1 กรัม

3.1.6 เติมกรดไฮโดรคลอริก 0.5 นอร์มัล 10 มิลลิลิตร ปิดฝาให้แน่น

3.1.7 เขย่าตัวอย่าง 16 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง

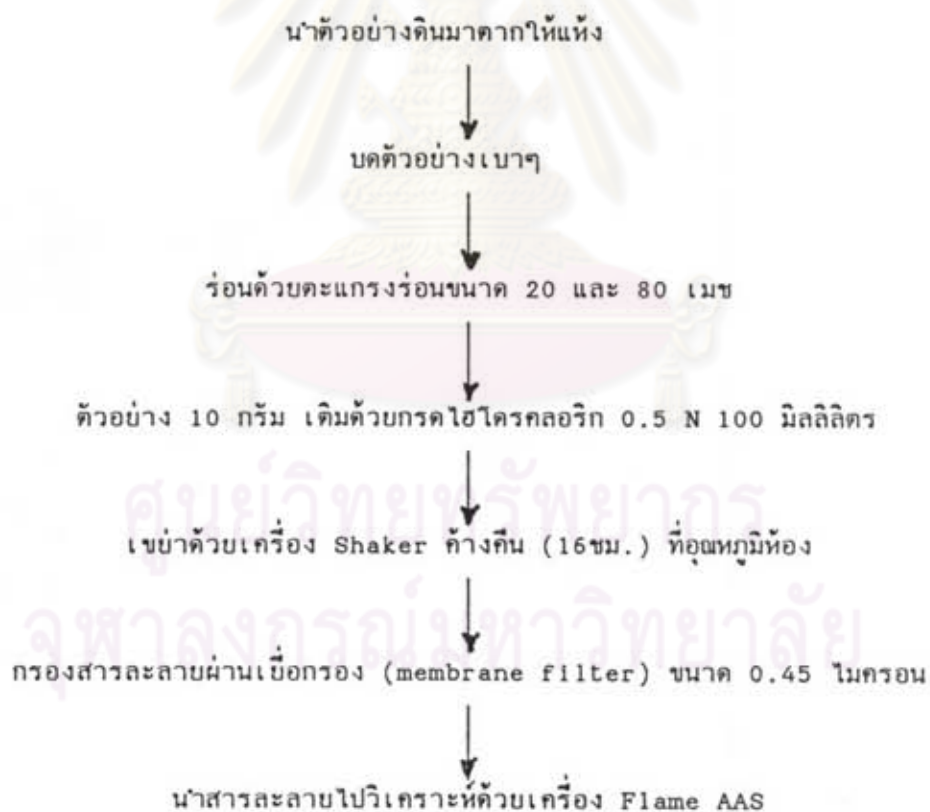
3.1.8 กรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรองเซลลูโลส อะซิเตทขนาด 0.45 ไมครอน

ไมครอน

3.1.9 นำไปวิเคราะห์ด้วยวิธี Flame Atomic Absorption Spectrophotometry

3.2 การเตรียมสารละลายแบลงค์

ใช้กรดไฮโดรคลอริก 0.5 นอร์มัล เป็นสารละลายแบลงค์ ทำเช่นเดียวกับ การเตรียมตัวอย่างดินตะกอน



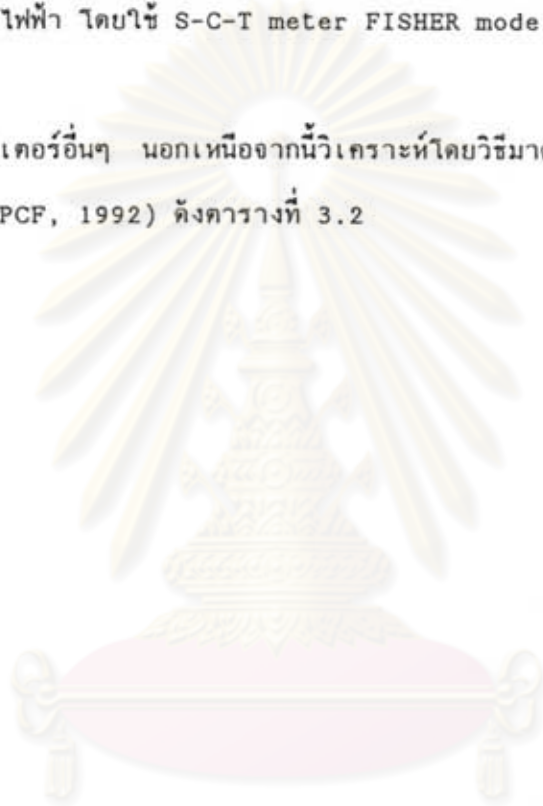
รูปที่ 3.5 วิธีวิเคราะห์ตะกั่วในดินตะกอน

ง. การวิเคราะห์พารามิเตอร์อื่นๆ

พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจวัดในภาคสนาม มีดังนี้

1. อุณหภูมิ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์
2. พีเอช โดยใช้ pH meter HANNA model HI 8424
3. ความเค็ม โดยใช้ S-C-T meter FISHER model 152
4. การนำไฟฟ้า โดยใช้ S-C-T meter FISHER model 152

ส่วนพารามิเตอร์อื่นๆ นอกเหนือจากนี้วิเคราะห์โดยวิธีมาตรฐาน Standard Method (APHA-AWWA-WPCF, 1992) ดังตารางที่ 3.2



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.2 วิธีวิเคราะห์พารามิเตอร์อื่นๆ

พารามิเตอร์	วิธีการและภาชนะที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง	ระดับที่เก็บ	วิธีวิเคราะห์
อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์ วัดจากขวดเก็บตัวอย่าง ตะกอนแขวนลอย	กึ่งกลางความลึก	Thermometer
พีเอช	pH-meter วัดจากขวดเก็บตัวอย่างตะกอน แขวนลอย	กึ่งกลางความลึก	pH-meter
ความเค็ม	ใช้ S-C-T meter วัดในขวดเก็บตัวอย่าง ตะกอนแขวนลอย	กึ่งกลางความลึก	S-C-T meter
การนำไฟฟ้า	conductivity meter วัดในขวดเก็บ ตัวอย่างตะกอนแขวนลอย	กึ่งกลางความลึก	Conductivity Meter
ออกซิเจนละลาย	water sampler เก็บน้ำถ่ายลงในขวดบีโอดี	กึ่งกลางความลึก	Azide Modi- fication
ปริมาณสารอินทรีย์	water sampler เก็บใส่ในขวดสีชาขนาด 250 มิลลิลิตร เติมนกรดซัลฟูริก 0.5 มิลลิลิตร	กึ่งกลางความลึก	Dicromate Method
ตะกอนแขวนลอย	water sampler เก็บใส่ในขวดพลาสติก	กึ่งกลางความลึก	Glass Fiber filter
ความกระด้าง	water sampler เก็บใส่ในขวดพลาสติก	กึ่งกลางความลึก	EDTA Titri- metric Method

จ. การวิเคราะห์หาปริมาณสารอินทรีย์ (Oxidizable Organic Matter)
ในดินตะกอน (Walkey-Black method)

1. การออกซิไดซ์สารอินทรีย์

1.1 ชั่งตัวอย่างดินตะกอนแห้ง 0.5 กรัม ซึ่งร่อนผ่านตะแกรงขนาด 0.2 มิลลิเมตร (80 เมช) ใส่ในขวดชมพูขนาด 500 มิลลิลิตร

1.2 ปิเปตสารละลายโพตัสเซียมไดโครเมต 1 นอร์มัล 10 มิลลิลิตร ใส่ในขวดที่มีตัวอย่างดินตะกอน

1.3 เติมสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้นกับซิลเวอร์ซัลเฟต 20 มิลลิลิตร เขย่าอย่างระมัดระวังประมาณ 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที พร้อมกับหาเบลนด์ควบู่ไปด้วยในลักษณะเดียวกัน แต่ไม่ใส่ดินตะกอน

2. การไตเตรทย้อนกลับ

2.1 เจือจางสารละลายในข้อ 1 ด้วยน้ำกลั่นให้ปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร

2.2 เติมกรดฟอสฟอริก 85% ปริมาณ 10 มิลลิลิตร

2.3 เติมโซเดียมฟลูออไรด์ 0.2 กรัม และ ไดเฟนนิลเอมีนอินดิเคเตอร์ 15 หยด

2.4 ไตเตรทย้อนกลับโดยใช้สารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต เป็นไตเตรนธ์

3. การคำนวณ

$$x \text{ OM} = 10 \frac{(1 - T)}{S} \times 1.34$$

S

- OM คือ สารอินทรีย์ในตัวอย่างดินตะกอน (readily oxidizable)
- S คือ ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรท ตัวเปรียบเทียบ (มิลลิลิตร)
- T คือ ปริมาตรของสารละลายเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่างดินตะกอน (มิลลิลิตร)

$$1.34 \quad \text{ได้จาก} \quad (0.1 \text{ N}) \times \frac{12}{4000} \times \frac{1.72}{0.77} \times \frac{100}{0.5}$$

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

1. หาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่าพิสัย (Range)
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วกับปัจจัยต่างๆ โดยหาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation)
3. วิเคราะห์ความแตกต่างของปริมาณตะกั่วในฤดูน้ำมากและฤดูน้ำน้อย โดยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทาง (Two-Way Anova)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย