บทที่ 2

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

1. <u>การกำหนดเวลาและสถานีในการศึกษา</u>

ศึกษาสัตว์ทะเลหน้าดินบริเวณปากแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2522 ถึงเดือนมิถุนายน 2523 โดยทำการเก็บตัวอย่างตามฤดูกาลรวม 5 ครั้ง คือ ฤดูฝน 2 ครั้ง, ฤดูหนาว 2 ครั้ง และฤดูร้อน 1 ครั้งดังนี้

ครั้งที่ 1 วันที่ 25–27 สิงหาคม 2522
ครั้งที่ 2 วันที่ 24–25 พฤศจิกายน 2522
ครั้งที่ 3 วันที่ 26–27 มกราคม 2524
ครั้งที่ 4 วันที่ 19–20 เมษายน 2524
ครั้งที่ 5 วันที่ 14 มิถุนายน 2524

เก็บตัวอย่างในขณะน้ำขึ้นและน้ำลงตามมาตราน้ำของกรมอุทกศาสตร์ พ.ศ. 2522 และ 2523 โดยอาศัยเรือยนต์เป็นพาหนะ

บริเวณที่ศึกษาเริ่มจากบริเวณปากแม่น้ำขึ้นไปทางต้นน้ำเป็นระยะทางประมาณ 11.6 กิโลเมตร โดยแบ่งออกเป็น 9 สถานีดังนี้ (ภาพที่ 1 และ 2)

<u>สถานีที่ 1</u> อยู่บริเวณปากแม่น้ำระหว่างหลักแสดงเขตร่องน้ำของกรมเจ้าท่าที่มีอยู่ทั้ง 2 ฝั่ง โดยสถานีนี้อยู่ที่ฝั่งซ้าย (สังเกตุโดยหันหน้าออกสู่ทะเล) ห่างจากหลักประมาณ 30 เมตร บริเวณนี้แม่น้ำกว้างประมาณ 1.3 กิโลเมตร

<u>สถานีที่ 2</u> อยู่บริเวณกลางปากแม่น้ำระหว่างหลักแสดงเขตร่องน้ำของกรมเจ้าท่า ซึ่งเป็นแนวเดียวกันกับสถานีที่ 1

สถานีที่ 3 อยู่บริเวณปากแม่น้ำในแนวเดียวกันกับสถานีที่ 1 และ 2 โดยอยู่ทางฝั่งขวาห่างจากหลักแสดงเขตร่องน้ำประมาณ 30 เมตร

สถานีที่ 4 อยู่บริเวณกลางแม่น้ำระหว่างวัดกำพร้า ซึ่งอยู่บนฝั่งซ้ายและต้นไม้ใหญ่ซึ่งอยู่บนฝั่งขวา แม่น้ำบริเวณนี้กว้างประมาณ 625 เมตร สถานีนี้ไกลจากบริเวณปากแม่น้ำประมาณ 1.6 กิโลเมตร

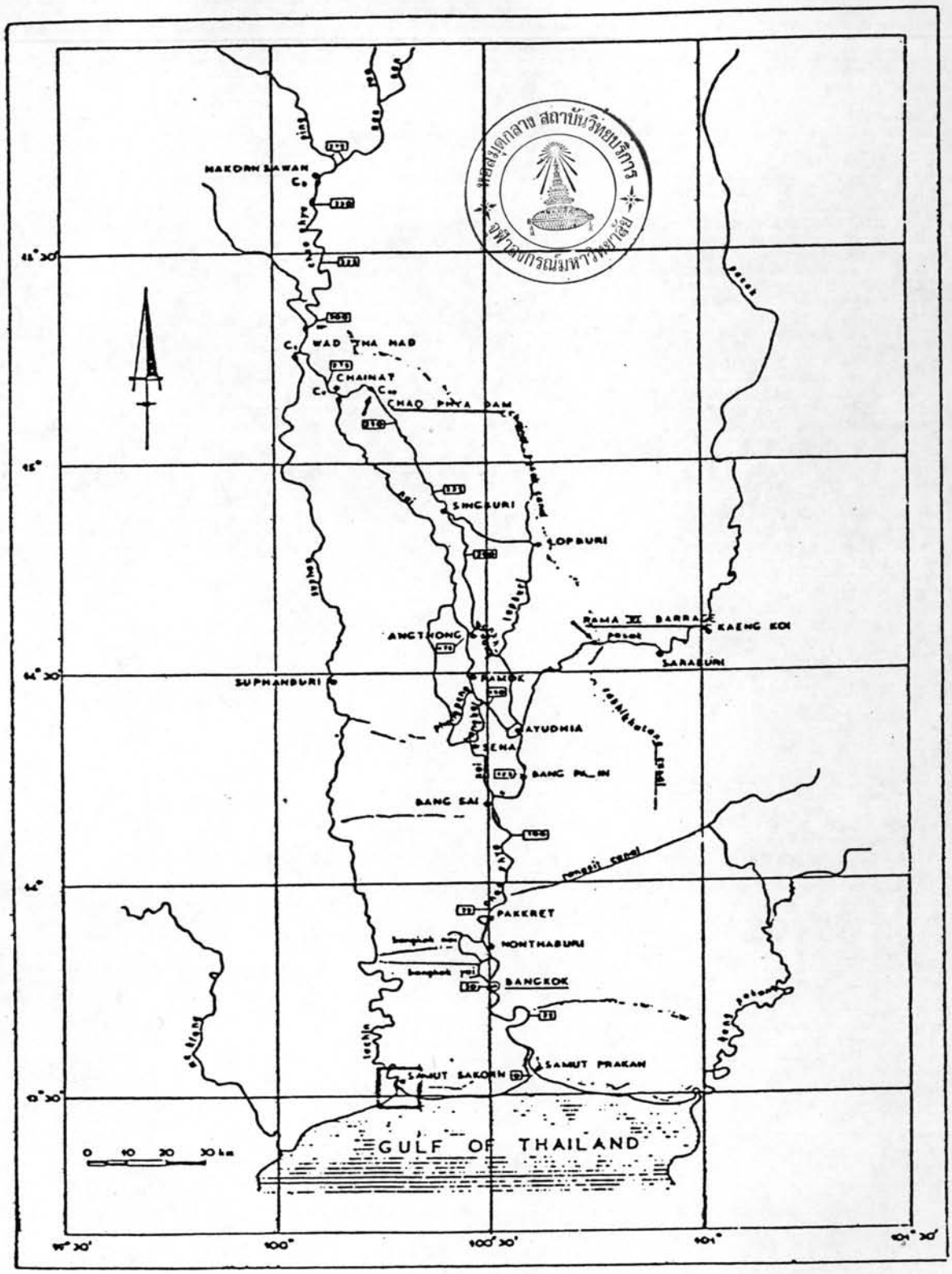
สถานีที่ 5 อยู่ระหว่างวัดสุทธิวาตวราราม (วัดช่องลม) ซึ่งอยู่บนฝั่งขวาและบ้านสีเขียว ซึ่งอยู่บนฝั่งซ้าย สถานีนี้อยู่ห่างฝั่งขวามือประมาณ 30 เมตร และไกลจากบริเวณปากแม่น้ำประมาณ 3.6 กิโลเมตร แม่น้ำบริเวณนี้กว้างประมาณ 345 เมตร

สถานีที่ 6 อยู่บริเวณใต้ปากคลองมหาชัยระหว่างวัดตึก ซึ่งอยู่บนฝั่งซ้ายและถังประปาซึ่งอยู่บนฝั่งขวา สถานีนี้อยู่ห่างฝั่งซ้ายมือประมาณ 30 เมตร และไกลจากบริเวณปากแม่น้ำประมาณ 5.6 กิโลเมตร แม่น้ำบริเวณนี้กว้างประมาณ 260 เมตร

สถานีที่ 7 อยู่บริเวณกลางแม่น้ำใต้ปากคลองสุนัขหอนระหว่างวัดหลังศาลประสิทธิ์ซึ่งอยู่บนฝั่งขวาและต้นไม้ใหญ่ซึ่งอยู่บนฝั่งซ้าย สถานีนี้ไกลจากบริเวณปากแม่น้ำประมาณ 9.4 กิโลเมตร แม่น้ำบริเวณนี้กว้างประมาณ 300 เมตร

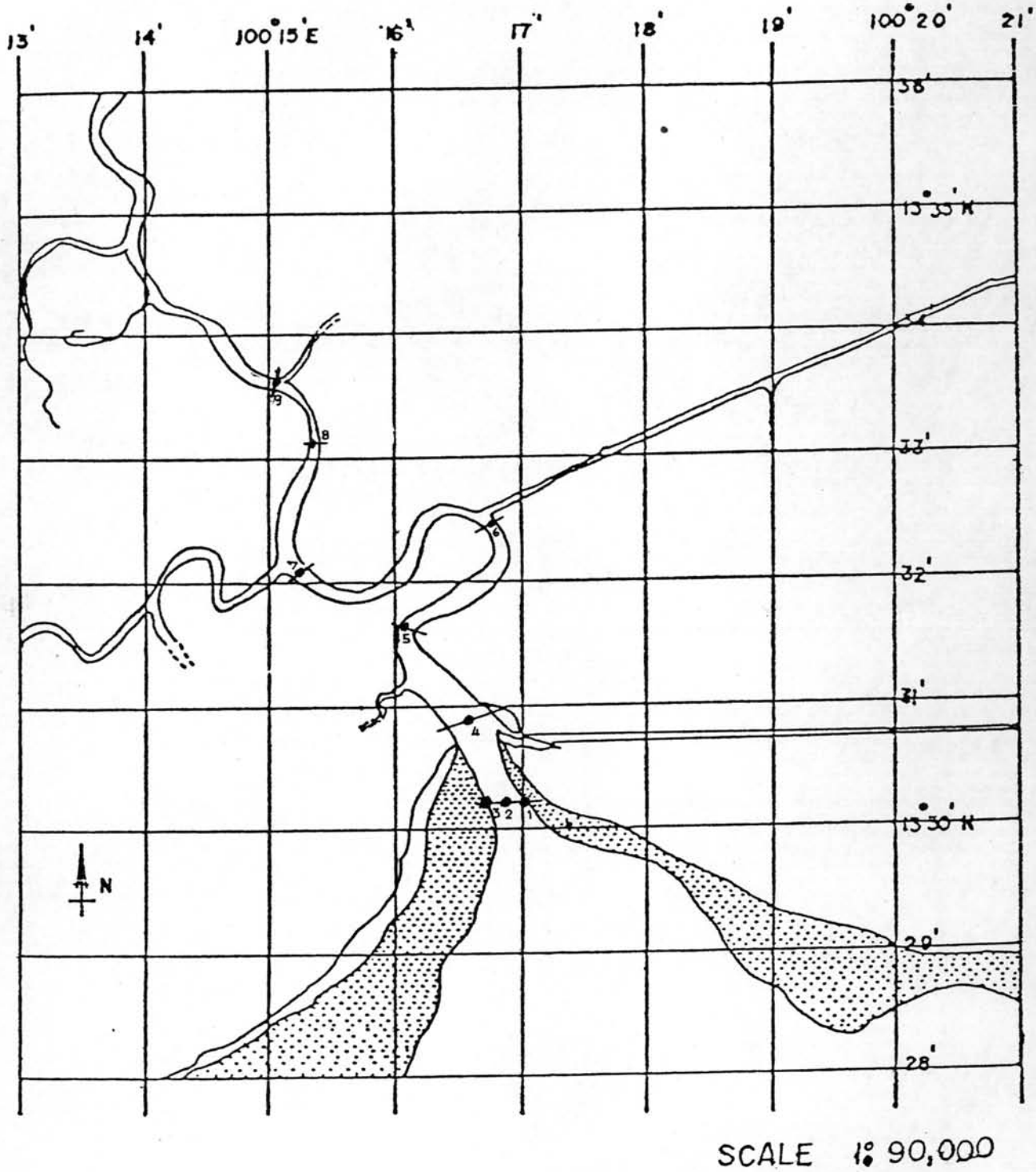
สถานีที่ 8 อยู่บริเวณเหนือสะพานพุทธเลิศหล้า ซึ่งอยู่ระหว่างโรงเรียนวัดท่าทรายซึ่งอยู่บนฝั่งขวามือและบริษัทเอ็ม ไทย อินดัสเทรียล จำกัด ซึ่งอยู่บนฝั่งซ้ายมือ สถานีนี้อยู่ห่างฝั่งขวามือประมาณ 30 เมตร และไกลจากบริเวณปากแม่น้ำประมาณ 10.6 กิโลเมตร แม่น้ำบริเวณนี้กว้างประมาณ 330 เมตร

สถานีที่ 9 อยู่บริเวณเหนือปากคลองเล็กระหว่างบ้านหลังคามุงจาก ซึ่งอยู่บนฝั่งขวามือและต้นไม้ใหญ่บนฝั่งซ้ายมือ สถานีนี้อยู่ห่างฝั่งซ้ายมือประมาณ 30 เมตร และไกลจากบริเวณปากแม่น้ำประมาณ 11.6 กิโลเมตร แม่น้ำบริเวณนี้กว้างประมาณ 250 เมตร



หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 1 แผนที่ปากแม่น้ำท่าจีนแสดงบริเวณที่ศึกษา (จาก NEDECO, 1965)



ภาพที่ 2 ปากแม่น้ำท่าจีนแสดงสถานีที่เก็บตัวอย่าง

ทุกสถานีที่ศึกษาเป็นบริเวณที่น้ำท่วมถึงตลอดเวลา

2. การเก็บตัวอย่าง

2.1 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างน้ำโดยใช้กระบอกตักน้ำแบบแวนดอร์น (Van Dorn type) ซึ่งปิดโดยระบบอัตโนมัติที่ระดับใกล้ผิวดินเพื่อนำไปวัดและวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของน้ำบางประการ โดยทำทันทีขณะเก็บตัวอย่างและเก็บไว้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

ก. ความเค็ม เก็บตัวอย่างขึ้นมาแล้ววัดความเค็มโดยใช้ Refractive Salinometer ของ ATAGO, model SC-28 โดยทำซ้ำ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย ค่าที่วัดได้เป็นส่วนในพัน (‰.)

ข. อุณหภูมิ วัดอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ซึ่งติดไว้ในกระบอกตักน้ำ ซึ่งอ่านค่าอุณหภูมิได้ทันที ค่าที่วัดได้เป็น °ซ.

ค. ความเป็นกรดเป็นด่าง วัดได้โดยใช้ portable digital pH meter ของ KAHISICO

ง. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำไว้ในขวด BOD ขนาด 300 มล. ระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศในขวดแล้ว fixed ทันทีด้วย Manganous sulphate reagent และ Alkaline iodide solution อย่างละ 1 มล. เก็บขวดไว้ในที่มืดเพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไปหลังขึ้นจากเรือ

จ. ปริมาณซัลไฟด์ในน้ำ โดยเก็บตัวอย่างน้ำไว้ในขวดพลาสติคขนาด 1,000 มล. ระวังไม่ให้เกิดฟองอากาศในขวดแล้ว fixed ทันทีด้วย 2N Zinc acetate จำนวน 1 มล. เก็บไว้ในที่มืด เมื่อเสร็จจากการเก็บตัวอย่างแล้วนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นเพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

2.2 วิธีการเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินด้วยเครื่องมือตักดินชนิดดัดแปลงจากของปีเตอร์สัน (Petersen Grab) ซึ่งตักดินได้ในเนื้อที่ 468 ตารางเซนติเมตร แล้วเก็บดินไว้ในถุงพลาสติกเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียสารในดินตะกอนและขนาดอนุภาคดินตะกอน

2.3 วิธีการเก็บตัวอย่างสัตว์ทะเลหน้าดิน

ในแต่ละเดือนที่ออกสำรวจจะเก็บตัวอย่างสัตว์ทะเลหน้าดินสถานีละ 6 ครั้ง คือในขณะน้ำขึ้น 3 ครั้ง น้ำลง 3 ครั้ง วิธีการเก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องมือตักดินชนิดดัดแปลงจากของปีเตอร์สันตักดินขึ้นมาเก็บไว้ในถุงพลาสติก ปิดถุงพลาสติกให้แน่นโดยใช้หนังยาง เมื่อเก็บตัวอย่างเสร็จแล้วนำตัวอย่างดินเหล่านี้มาร่อนด้วยตะแกรงที่มีตาขนาดต่าง ๆ กัน ตาของตะแกรงที่เล็กที่สุดประมาณ 0.5 มิลลิเมตร โดยใช้น้ำล้างดินออกไป เพื่อแยกสัตว์ทะเลหน้าดินออกจากดิน เก็บตัวอย่างสัตว์ทะเลหน้าดินไว้ในขวดขนาด 300 มล. เติมน้ำยาฟอร์มาลิน 10 % (10 % formaline solution) เพื่อรักษาสัตว์ไว้รอการวิเคราะห์ต่อไป

2.4 วัดความลึก วัดโดยใช้เชือกสำหรับวัดความลึกที่ปลายมีตุ้มน้ำหนักสำหรับถ่วงค่าที่วัดได้เป็นเมตร

3. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.1 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ วิเคราะห์ตามวิธีของ Winkler (Strickland and Parsons, 1972) และแสดงปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำเป็นเปอร์เซนต์ของค่าอิ่มตัว (Percent saturation)

3.2 วิธีการวิเคราะห์หาปริมาณซัลไฟด์ในน้ำ วิเคราะห์ตาม Strickland and Parsons, 1972 ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นไมโครกรัม อะตอม ของซัลไฟด์ต่อน้ำ 1 ลิตร (µg-at S/lit)

3.3 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณอินทรียสารในดินตะกอน (Total organic content) วิเคราะห์ตาม Cox, 1976

1. อบตัวอย่างดินที่จะทำการวิเคราะห์ในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 °ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในภาชนะดูดความชื้น (desiccator)

2. ชั่งน้ำหนักดิน 20 กรัม ใน crucible การชั่งต้องให้ได้น้ำหนักคงที่และค่อนข้างละเอียด

3. เอาตัวอย่างดินใน crucibleเผาในเตาอบที่อุณหภูมิ 700 °ซ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เอาออกจากเตาอบทิ้งไว้ให้เย็นในภาชนะดูดความชื้น

4. ชั่งตัวอย่างดินอย่างละเอียดอีกครั้งหนึ่ง โดยค่าที่หายไปคือปริมาณอินทรียสารในดิน

5. คำนวณหาปริมาณอินทรียสารในดินจากสูตรคิดเป็นเปอร์เซนต์ ดังนี้

ปริมาณอินทรียสารคิดเป็นเปอร์เซนต์

$$= \frac{\text{น้ำหนักของดินที่หายไป}}{\text{น้ำหนักของดินก่อนเผา}} \times 100$$

3.4 การวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดินตะกอน (grain size)

วิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดินตะกอนด้วยวิธี Pipette analysis ซึ่งใช้กับดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า 62.5 μ ตาม Galehause (1971) ดังนี้

3.4.1 การเตรียมตัวอย่างดินตะกอนสำหรับวิเคราะห์

1. เก็บซากพืช ขยะ และอื่น ๆ ออกจากตัวอย่างดินตะกอน แล้วนำไปผึ่งให้แห้งบนกระดาษตะกั่ว

2. นำตัวอย่างดินตะกอนจำนวน 25 กรัม ไปล้างเอาเกลือออกโดยใส่ตัวอย่างดินตะกอนลงใน beaker ขนาด 50 มล. เติมน้ำกลั่นเล็กน้อยแล้วคนให้ทั่วด้วย Stirring rod เติมน้ำกลั่นจนเต็ม beaker ตั้งทิ้งไว้จนกระทั่งดินตะกอนตกตะกอนหมด ค่อย ๆ รินน้ำบนดินตะกอนทิ้ง

3. ใส่ดินตะกอนลงใน Cylinder ขนาด 250 มล. เติมน้ำกลั่น 200 มล. เขย่า Cylinder หลังจากนั้นตั้งทิ้งไว้ 1 คืน เมื่อดินตะกอนตกตะกอนหมดแล้ว ค่อย ๆ รินน้ำบนดินตะกอนทิ้ง ทำซ้ำกัน 2 ครั้ง ถ้าตกตะกอนช้าก็นำไป centrifuse เป็นเวลา 10 นาที

4. กำจัดอินทรียสารออกจากดินตะกอน โดยนำดินตะกอนไปใส่ใน beaker ขนาด 250 มล. เติม 10 % Hydrogen peroxide solution จนท่วมตัวอย่างดิน คนให้ทั่วแล้วตั้งทิ้งไว้ 1 คืน

5. เติม 30 % Hydrogen peroxide solution 50 มล. ตั้งทิ้งไว้ 2–3 ชั่วโมง

6. นำไปทำให้ร้อนในน้ำเดือดเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เพื่อไล่ Hydrogen peroxide

7. เทดินตะกอนลงบนกระดาษกรอง (Whatman No. 50) ใน Buchanal funnel ซึ่งต่อกับเครื่องดูดอากาศ ฉีดน้ำกลั่นล้างดินตะกอนหลาย ๆ ครั้ง นำตัวอย่างดินตะกอนไปอบที่อุณหภูมิ 110°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

8. นำดินตะกอนจำนวน 5 กรัม ไปผ่านตะแกรงลวดขนาดตา 62.5 ไมครอน (μ) แล้วนำตัวอย่างดินตะกอนที่ผ่านตะแกรงตาขนาด 62.5 ไมครอน จำนวน 1 กรัม ไปหาความหนาแน่นด้วย pycnometer โดยวิธีแทนที่น้ำ สำหรับความหนาแน่นที่หาได้นี้ใช้เป็นความหนาแน่นของตัวอย่างดินตะกอนที่จะวิเคราะห์ต่อไป

9. นำดินตะกอนส่วนที่เหลือจำนวน 10 กรัม ใส่ใน beaker ขนาด 500 มล. เติมน้ำกลั่น 200 มล.

10. เติม 10 % Sodium hexametaphosphate solution จำนวน 30 มล. ซึ่งเป็นสารที่ช่วยให้อนุภาคของดินตะกอนมีการแพร่กระจายดีขึ้น หลังจากนี้กวนให้ผสมกันแล้วตั้งทิ้งไว้ 1 คืน

11. กวนตัวอย่างดินตะกอนด้วยเครื่องกวน เป็นเวลา 15 นาที แล้วเทตัวอย่างดินตะกอนลงบนตะแกรงตาขนาด 62.5 μ แล้วฉีดน้ำกล่อมล้างให้ดินตะกอนที่มีขนาดเล็กกว่า 62.5 ไมครอน ผ่านตาของตะแกรงลงในถาดที่รองรับอยู่ โดยไม่ให้น้ำในถาดมีปริมาตรเกิน 1,000 มล.

12. นำตัวอย่างดินตะกอนที่ผ่านตะแกรงตาขนาด 62.5 ไมครอน ซึ่งปนอยู่กับน้ำไปใส่ไว้ใน Graduate Cylinder ขนาด 1,000 มล. แล้วคนให้ทั่วเป็นเวลา 5–10 นาที ตั้งทิ้งไว้ 1 คืน

13. นำตัวอย่างดินตะกอนที่ค้างบนตะแกรงไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 110°ซ. เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ให้เย็นในภาชนะดูดความชื้น (desiccator) หลังจากนั้นจึงนำไปชั่งให้ได้น้ำหนักที่คงที่และละเอียด ซึ่งน้ำหนักนี้เป็นน้ำหนักของดินตะกอนส่วนที่เป็นทราย

14. ตรวจสอบการเกิด Flocculation ของตัวอย่างดินตะกอนใน Graduate Cylinder โดยดูด้วยกล้องจุลทัศน์ถ้าพบว่าอนุภาคดินตะกอนไม่มีการเคลื่อนไหวแบบ Brownian movement และเมื่อดูลักษณะภายนอกเห็นตัวอย่างดินตะกอนรวมตัวกันเป็นก้อน แสดงว่าเกิดการ Flocculation ขึ้น ต้องเตรียมตัวอย่างดินตะกอนขึ้นมาใหม่ ถ้าไม่เกิดการ Flocculation ก็นำเอาไปวิเคราะห์ต่อไป

3.4.2 วิธีวิเคราะห์หาขนาดอนุภาคดินตะกอนด้วยวิธี pipette analysis

1. นำ Graduate Cylinder ไปไว้ในอ่างที่บรรจุน้ำไว้เต็มเพื่อช่วยควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เปลี่ยนแปลง วัดอุณหภูมิขณะทดลองด้วยเทอร์โมมิเตอร์

2. กำหนดขนาดของอนุภาคดินตะกอนและระยะทางที่อนุภาคดินตะกอนตกตะกอนเพื่อนำไปคำนวณหาเวลาที่ใช้ในการตกตะกอนของอนุภาคดินตะกอนแต่ละขนาดตามระยะทางที่กำหนด ดังนี้

	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคดินตะกอน			ความลึก	เวลา
	0	µ	ซ.ม.	ซ.ม.	วินาที
การดูดครั้งที่ 1	4	62.5	$\frac{1}{160}$	20	20
การดูดครั้งที่ 2	4.5	44.2	$\frac{1}{226}$	20	
กวน					
การดูดครั้งที่ 3	5	31.2	$\frac{1}{320}$	10	
การดูดครั้งที่ 4	5.5	22.1	$\frac{1}{452}$	10	
การดูดครั้งที่ 5	6	15.6	$\frac{1}{640}$	10	
การดูดครั้งที่ 6	7	7.8	$\frac{1}{1280}$	10	
การดูดครั้งที่ 7	8	3.9	$\frac{1}{2560}$	5	

3. คำนวณเวลาได้จากสูตร

$$t = \frac{S}{V}$$

เมื่อ t = เวลาที่ใช้ในการตกตะกอน

S = ระยะทางที่กำหนด

V = ความเร็วปลายของอนุภาคดินตะกอนที่ใช้ในการตกตะกอน ซึ่งหาได้จาก Stoke's law ดังนี้

$$V = \frac{2 (d_s - d_f)\, g.D^2}{18\, \mu}$$

เมื่อ d_s = ความหนาแน่นของดินตะกอนมีหน่วยเป็น กรัม/ซ.ม.^{3}

d_f = ความหนาแน่นของน้ำกลั่นที่อุณหภูมิขณะทดลอง มีหน่วยเป็น กรัม/ซ.ม.^{3}

g = แรงดึงดูดของโลก (gravity) มีค่า 980 ซ.ม./วินาที^{2}

μ = ความหนืด (viscosity) ของน้ำกลั่นที่อุณหภูมิขณะทดลองมีหน่วยเป็น poise

D = เส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคดินตะกอนมีหน่วยเห็น ซ.ม.

4. วิธีวิเคราะห์

กวนของเหลวใน Cylinder ให้ทั่วด้วย Stirring rod เป็นเวลา 2–3 นาที แล้วจึงดูดของเหลวด้วย pipette ขนาด 20 มล. ตามขั้นตอนดังนี้

การดูดครั้งที่ 1 หลังจากหยุดกวนเป็นเวลา 20 วินาที จึงดูดของเหลวที่ความลึก 20 ซ.ม. จำนวน 20 มล. ใส่ไว้ใน petridish ล้าง pipette ด้วยน้ำกลั่นใส่น้ำที่ล้างนี้ไว้ใน petridish อันเดิม นำเอาไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 110°ซ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำมาทิ้งไว้ให้เย็นใน desiccator

การดูดครั้งที่ 2 หลังจากหยุดกวนของเหลวเป็นเวลาเท่ากับที่คำนวณได้สำหรับอนุภาคดินตะกอนขนาด 4.5 ϕ ที่ความลึก 20 ซ.ม. จึงดูดของเหลวด้วย pipette จากตำแหน่งลึกจากผิวหน้าของของเหลว 20 ซ.ม. จำนวน 20 มล. ใส่ใน petridish ล้าง pipette ด้วยน้ำกลั่นใส่น้ำที่ล้างใน petridish อันเดิมนำเอาไปอบที่อุณหภูมิ 110°ซ นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำมาทิ้งไว้ให้เย็นใน desicator

กวนของเหลวให้ทั่วด้วย Stirring rod

การดูดครั้งที่ 3 หลังจากหยุดกวนของเหลวเป็นเวลาเท่ากับที่คำนวณได้สำหรับอนุภาคดินตะกอนขนาด 5.0 ϕ ที่ความลึก 10 ซ.ม. จึงดูดของเหลวด้วย pipette จากตำแหน่งลึกจากผิวหน้าของเหลว 10 ซ.ม. จำนวน 20 มล. ใส่ใน petridish ล้าง pipette ด้วยน้ำกลั่นใส่น้ำที่ล้างใน petridish อันเดิมนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 110°ซ นาน 24 ชั่วโมง แล้วนำมาทิ้งไว้ให้เย็นใน desicator

การดูดครั้งที่ 4, 5, 6 และ 7 ก็ปฏิบัติเรียงลำดับมาตามเวลาที่คำนวณได้จากขนาดอนุภาคดินตะกอนและความลึกที่กำหนด

นำ petridish ใน desiccator ไปชั่งหาน้ำหนักของอนุภาคดินตะกอนแต่ละขนาด โดยการชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนและละเอียดด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียด อ่านค่าทศนิยมได้ 4 ตำแหน่ง น้ำหนักที่ชั่งได้ทั้งหมดครั้งแรกเป็นน้ำหนักรวมของน้ำหนัก petridish น้ำหนักดินตะกอนและน้ำหนัก Sodium hexametaphosphate

นำค่าน้ำหนักทั้งหมดนี้หักออกด้วยน้ำหนักของ petridish และน้ำหนัก Sodium hexametaphosphate ที่มีอยู่ในของเหลว 20 มล. น้ำหนักที่เหลือเป็นน้ำหนักของอนุภาคดินตะกอนแต่ละขนาดในของเหลว 20 มล. คูณค่าน้ำหนักอนุภาคดินตะกอนแต่ละขนาดด้วย 50 ก็จะได้น้ำหนักของอนุภาคดินตะกอนแต่ละขนาดในของเหลว 1,000 มล.

โดยถือว่าน้ำหนักของอนุภาคดินตะกอนที่ได้จากการดูดครั้งแรกเป็นน้ำหนักทั้งหมดของอนุภาคดินตะกอนใน Graduate Cylinder ส่วนน้ำหนักของการดูดครั้งต่อ ๆ ไปเป็นน้ำหนักของอนุภาคดินตะกอนที่มีขนาดต่าง ๆ กันตามที่กำหนด

นำค่าน้ำหนักทั้งหมดไปคำนวณหาค่าเปอร์เซนต์สะสม (Cumulative percent)

สูตร การหาค่าเปอร์เซนต์สะสม $= \dfrac{100\ (S + SC - P)}{S + SC}$

P = น้ำหนักของดินตะกอนทั้งหมดในของเหลว 1,000 มล.

SC = น้ำหนักของอนุภาคดินตะกอนแต่ละขนาดที่มีอยู่ในของเหลว 1,000 มล.

S = น้ำหนักของอนุภาคดินตะกอนที่เป็นทราย (Sand)

นำค่าเปอร์เซนต์สะสมของน้ำหนักอนุภาคดินตะกอนแต่ละขนาดมาเขียนกราฟ โดยให้ค่าเปอร์เซนต์สะสมอยู่ที่แกนตั้ง และขนาดของอนุภาคดินตะกอนมีหน่วยเป็น ϕ อยู่ที่แกนนอนแล้วลากเส้นเป็น Cumulative curve ลากเส้นตรงจากค่าเปอร์เซนต์สะสมที่ 50 ขนานกับ

แกนนอนไปตัด Cumulative curve ลากเส้นตรงจากจุดตัดนี้ให้ขนานกับแกนตั้งไปตัดแกนนอน ที่จุดตัดนี้ถือเป็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของอนุภาคดินตะกอนโดยเฉลี่ยมีหน่วยเป็น ϕ

เปลี่ยนหน่วยของขนาดอนุภาคดินตะกอนจาก ϕ เป็น μ โดยใช้สูตร

ขนาดของอนุภาคดินตะกอนที่มีหน่วยเป็น ϕ

$= -\log_2$ ของขนาดอนุภาคดินตะกอนที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร

3.5 การวิเคราะห์ตัวอย่างสัตว์ทะเลหน้าดิน

3.5.1 การวิเคราะห์จำแนกชนิดสัตว์ทะเลหน้าดิน

วิเคราะห์จำแนกชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินโดยใช้เอกสารของ Abbott, 1965 ; Barn and Barn, 1966 ; Chuang, 1961 ; Day, 1967 ; Fauchald, 1977 ; Fauvel, 1953 ; Gosner, 1971 ; Habe, 1964 ; Kira, 1965 ; Lindberg, 1974 ; Rathbun, 1910 ; Sakai, 1965 ; Smith and Carlton, 1975 และคู่มือวิเคราะห์พรรณปลาของคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ การวิเคราะห์จำแนกชนิดสัตว์ทะเลหน้าดินได้อาศัยการตรวจลอบลักษณะบางประการโดยกล้องจุลทัศน์

3.5.2 การวิเคราะห์หาความหนาแน่นของตัวอย่างสัตว์ทะเลหน้าดิน

นับจำนวนตัวอย่างสัตว์ทะเลหน้าดินของแต่ละชนิดในแต่ละสถานีแล้วนำข้อมูลทั้งสาม replication มาหาค่าเฉลี่ย ต่อจากนั้นคูณค่าเฉลี่ยนี้ด้วย 21.3675 จะได้เป็นจำนวนตัวต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร ซึ่งเป็นค่าความหนาแน่น (ค่า 21.3675 คือค่าที่ใช้เปลี่ยนพื้นที่ 468 ตารางเซนติเมตร ไปเป็นพื้นที่ 1 ตารางเมตร)

3.5.3 การวิเคราะห์หาค่ามวลชีวภาพของสัตว์ทะเลหน้าดิน

คำนวณได้จากค่าน้ำหนักเปียกของสัตว์ทะเลหน้าดิน โดยนำตัวอย่างสัตว์ทะเลหน้าดินมาซับน้ำให้แห้งด้วยกระดาษซับ (พวกหอยใช้เนื้อในเปลือก) ต่อจากนั้นนำไป

ชั่งด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียดอ่านค่าทศนิยมได้ 4 ตำแหน่ง การชั่งต้องให้ได้ค่าที่คงที่และละเอียด นำเอาข้อมูลของทั้งสาม replication ไปหาค่าเฉลี่ยแล้วคูณค่าเฉลี่ยนี้ด้วย 21.3675 จะได้เป็นค่าน้ำหนักเปียกเป็นกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร

3.6 การคำนวณหาค่าดัชนีความแตกต่าง (Index of Species Diversity) ของสัตว์ทะเลหน้าดินของแต่ละสถานีและในแต่ละฤดูกาล โดยใช้สูตร Shannon index of general diversity ($\bar{H}$) (Odum, 1971)

$$\bar{H} = -\sum \left(\frac{n_i}{N}\right) \log \left(\frac{n_i}{N}\right)$$

$\bar{H}$ = ค่าดัชนีความแตกต่าง

n_i = จำนวนตัวของสัตว์ทะเลหน้าดินต่อชนิด

N = จำนวนสัตว์ทะเลหน้าดินทั้งหมด

3.7 วิธีการหาค่าดัชนีความคล้ายคลึง (Index of Similarity) โดยใช้ชนิดของสัตว์ทะเลหน้าดินที่พบเป็นลักษณะที่นำมาศึกษาโดยใช้สูตร Similarity of Jaccard (Beers and Lockhart, 1962)

$$S_j = \frac{2C}{A + B}$$

เมื่อ S_j = ค่าดัชนีความคล้ายคลึง

A = จำนวนชนิดที่พบในสถานี A

B = จำนวนชนิดที่พบในสถานี B

C = จำนวนชนิดที่พบทั้งในสถานี A และสถานี B

จากนั้นเปลี่ยนเป็นเปอร์เซนต์ความคล้ายคลึง นำเปอร์เซนต์ความคล้ายคลึงระหว่างสถานีทั้งในขณะน้ำขึ้นและน้ำลงมาแสดงในรูป Dendrogram แล้วนำมาเปรียบเทียบกันในแต่ละฤดูกาล

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลในครั้งนี้ได้ใช้วิธีวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของ ชูศรี วงศ์รัตนา (2523), Snedecor และ Cochran (1967)

4.1 ตัวกลางเลขคณิต (mean value, $\bar{X}$)

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots x_n}{N}$$

$$= \frac{\Sigma x}{N}$$

Σx = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N = จำนวนข้อมูล

4.2 การวิเคราะห์แวเรียนซ์ (Analysis of Variance)

ใช้สำหรับวิเคราะห์หาความแตกต่างและนัยสำคัญของความหนาแน่นเฉลี่ยและมวลชีวภาพเฉลี่ยของสัตว์ทะเลหน้าดินในแต่ละเดือนและที่แต่ละสถานี โดยใช้สูตรการวิเคราะห์วาเรียนซ์แบบมี 1 ตัวประกอบ (One way Analysis of Variance) ตามตารางที่ 1

4.3 การวิเคราะห์หาค่า t(t-test)

ใช้สำหรับวิเคราะห์หาความแตกต่างและนัยสำคัญของความหนาแน่นเฉลี่ยและมวลชีวภาพเฉลี่ยของสัตว์ทะเลหน้าดินในขณะน้ำขึ้นและน้ำลง ตามสูตรของ Student's t-test ดังนี้

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_2} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

ตารางที่ 1 สูตรการวิเคราะห์ว่าเรียนซ์แบบมี 1 ตัวประกอบ (One way Analysis of Variance)

Source of Variance	df	Sum of square (SS)	Mean square (MS)	F	F_{Table}
Between	k-1	$SS_B = \sum_{j=1}^{k} \left(\frac{T_j^2}{n_j} \right) - \frac{T^2}{N}$	$MS_B = \frac{SS_B}{k-1}$	$\frac{MS_B}{MS_W}$	F ; $df_1 = k-1$
					$df_2 = N-k$
within	N-k	$SS_W = SS_T - SS_B$	$MS_W = \frac{SS_W}{N-k}$		$\alpha = 0.05$
Total	N-1	$SS_T = \sum_{j=1}^{k} \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N}$			

เมื่อ i = หมายเลขที่ของข้อมูลในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง (ในแต่ละเดือนหรือที่แต่ละสถานี)

j = หมายเลขที่ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

n_j = จำนวนข้อมูลในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

T_j = ผลรวมของคะแนน n ค่าในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

$\sum_{j=1}^{k} \sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2$ = ผลรวมของข้อมูลแต่ละตัวยกกำลังสองทุก ๆ ค่าในทุกกลุ่มตัวอย่าง

k = จำนวนกลุ่มตัวอย่าง

N = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

T = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

T^2 = ผลรวมของข้อมูลทั้งหมดยกกำลังสอง

I15312951

เมื่อ $\bar{x}_1$ และ $\bar{x}_2$ = ค่าความหนาแน่นเฉลี่ยหรือมวลชีวภาพเฉลี่ยของสัตว์ทะเลหน้าดินในขณะน้ำขึ้นและน้ำลง

S_1^2 และ S_2^2 = ค่าความแปรปรวนของข้อมูล

หาได้จากสูตร $S^2 = \dfrac{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}{n(n-1)}$

ค่า t จากตารางเท่ากับค่า t ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

4.4 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลสองชุด

ก. การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient-r)

$$r = \frac{N\Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{\sqrt{\left[N\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2\right]\left[N\Sigma y^2 - (\Sigma Y)^2\right]}}$$

เมื่อ Σx = ผลรวมของข้อมูลชุด x

Σy = ผลรวมของข้อมูลชุด y

Σx^2 = ผลรวมของข้อมูล x แต่ละตัวยกกำลังสอง

Σy^2 = ผลรวมของข้อมูล y แต่ละตัวยกกำลังสอง

Σxy = ผลรวมของผลคูณระหว่าง x กับ y

N = จำนวนข้อมูล

ข. การทดสอบนัยสำคัญของค่า r

โดยใช้สูตร $z = \sqrt{\dfrac{n-3}{2}}\ \text{In}\ \left[\dfrac{(1+r)(1-\rho_0)}{(1-r)(1-\rho_0)}\right]$

ทดสอบค่า z ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

และใช้สูตร $t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}$; $df = n - 2$

สูตร t ใช้สำหรับข้อมูลจำนวนน้อยไม่เกิน 30 ข้อมูล ส่วนสูตร z ใช้สำหรับข้อมูลจำนวนมากกว่า 30 ข้อมูลขึ้นไป

ค. <u>การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์แบบเส้นตรง</u>

มีสมการทั่วไปดังนี้ $y = a + bx$

เมื่อ y คือสัดส่วนที่แปรผันกับ x

a คือ interception ของ y

b คือ regression coefficient หรือ slope

ซึ่ง $b = \frac{n\Sigma xy - \Sigma x \Sigma y}{n\Sigma x^2 - (\Sigma x)^2}$

$a = \bar{y} - b\bar{x}$