



1. การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บตัวอย่างดินโดยใช้เครื่องตักดินแบบปีเตอร์เซน (Petersen grab) เก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์ประมาณ 1 กิโลกรัม ใส่ถุงพลาสติกแช่แข็งไว้

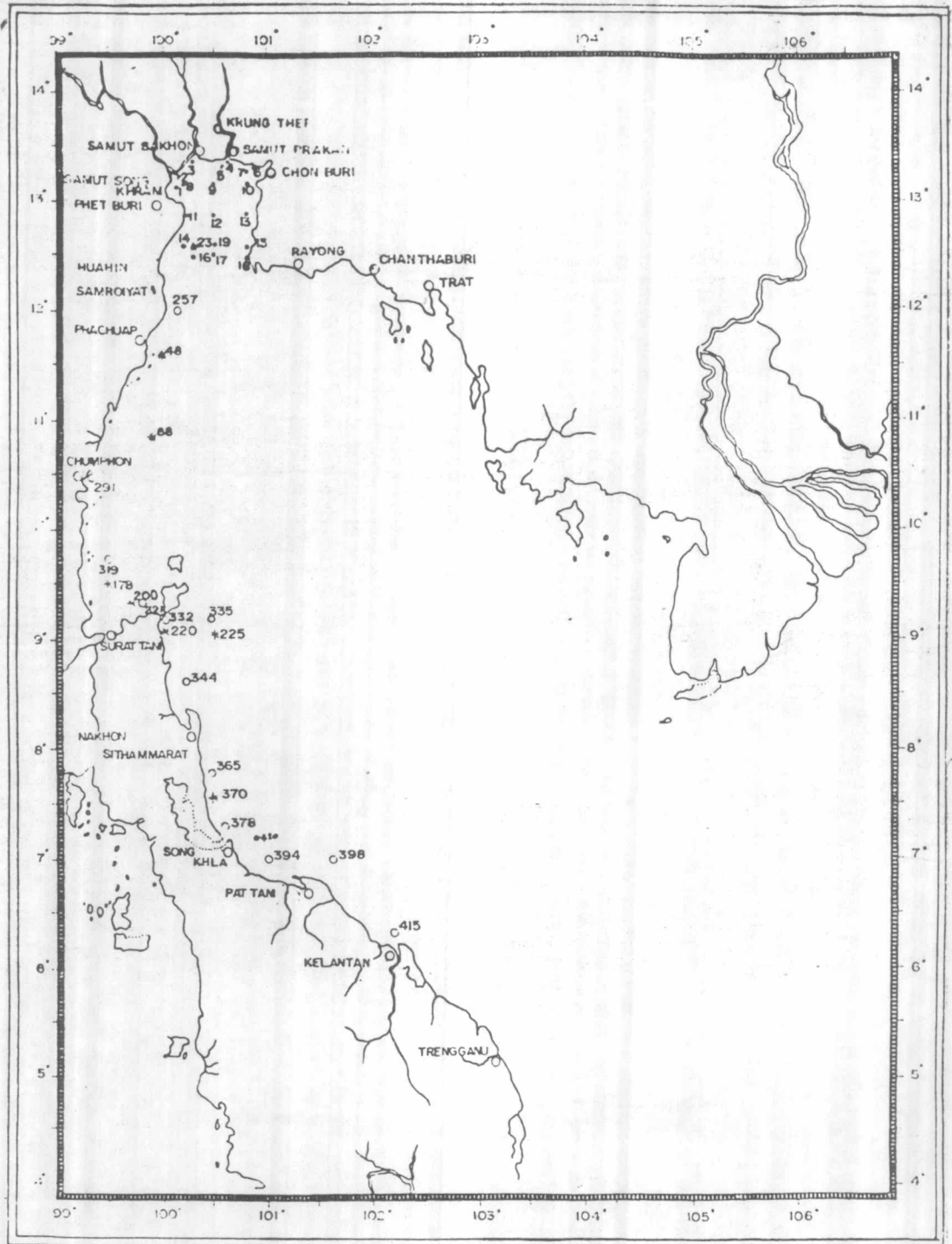
2. การกำหนดสถานี

เก็บตัวอย่างดินในอ่าวไทยแบ่งเป็น 2 ตอน คือ อ่าวไทยตอนบนและตอนล่าง ตามโครงการวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรสิ่งมีชีวิตในน่านน้ำไทย โดยเรือประมง 1 คังภาพที่ 2 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 อ่าวไทยตอนบน 19 สถานี (สถานีที่ 1 - 19) สํารวจเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง ระหว่างวันที่ 6 - 10 มิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงต้นฤดูฝน และวันที่ 4 - 8 กันยายน พ.ศ. 2523 ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูฝน

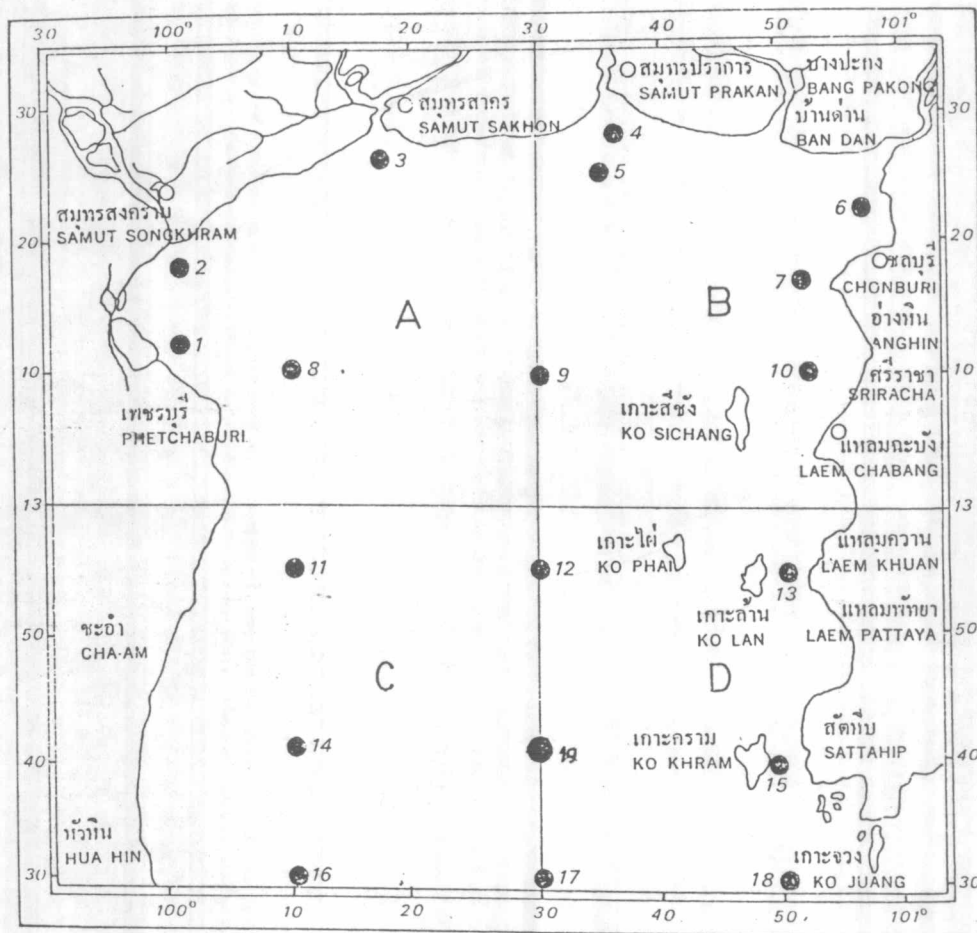
อ่าวไทยตอนบนแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ บริเวณปากแม่น้ำ (estuarine area คือบริเวณ A + B ตั้งแต่สถานีที่ 1 - 10 รวม 10 สถานี) และบริเวณห่างฝั่งออกไป (off-shore area คือบริเวณ C + D ตั้งแต่สถานีที่ 11 - 19 รวม 9 สถานี) ตามภาพที่ 3

2.2 อ่าวไทยตอนล่างซีกที่ 1 จำนวน 9 สถานี (สถานีที่ 23, 48, 88, 178, 200, 220, 225, 370 และ 420) สํารวจเก็บตัวอย่าง 1 ครั้ง ตามโครงการวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรสิ่งมีชีวิตในน่านน้ำไทย ระหว่างวันที่ 9 - 30 กันยายน พ.ศ. 2523



ภาพที่ 2 แผนที่เก็บตัวอย่างคินตะกอนในอ่าวไทย

- คือสถานีที่เก็บคินตะกอนในอ่าวไทยตอนบน ตามโครงการวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรสิ่งมีชีวิตในน่านน้ำไทย
- * คือสถานีที่เก็บคินตะกอนในอ่าวไทยตอนล่าง ตามโครงการวิจัยคุณภาพน้ำและคุณภาพทรัพยากรสิ่งมีชีวิตในน่านน้ำไทย
- คือสถานีที่เก็บคินตะกอนในอ่าวไทยตอนล่าง ตามแผนการสำรวจของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ



SCALE 1:480000

ภาพที่ 3 การแบ่งเขตระหว่างบริเวณปากแม่น้ำ (บริเวณ A และ B) กับบริเวณที่ห่างฝั่งออกไป (C และ D)

2.3 อ่าวไทยตอนล่างชุดที่ 2 จำนวน 12 สถานี (สถานีที่ 257, 291, 319, 325, 332, 335, 344, 365, 378, 394, 398 และ 415) สํารวจเก็บตัวอย่าง 1 ครั้ง ตามแผนการสำรวจของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2523 โดยเรือ อส.2 สถานีที่เก็บตัวอย่างกินตะกอนในอ่าวไทยตอนล่างเป็นบริเวณชายฝั่งทะเลทั้งหมด

ตารางที่ 1 จำนวนตัวอย่างกินทั้งหมดที่เก็บมาวิเคราะห์หาปริมาณรวมของสารอินทรีย์และความจุ่มรวมของซิลไฟค์

สถานี	จำนวนสถานี	
	ต้นฤดูฝน	ปลายฤดูฝน
อ่าวไทยตอนบน	19	19
อ่าวไทยตอนล่างชุดที่ 1	—	9
อ่าวไทยตอนล่างชุดที่ 2	12 สถานีตั้งแต่เดือนกรกฎาคม — สิงหาคม	

004240

3. การวิเคราะห์ปริมาณรวมของสารอินทรีย์และความจุ่มรวมของซิลไฟค์

3.1 การวิเคราะห์ปริมาณรวมของสารอินทรีย์ในกินตะกอน

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ใช้เครื่องตักกินแบบปีเตอร์ เสน (Petersen grab) ดังนั้นสถานีที่มีลักษณะ เป็นกินโคลนเหลว เมื่อใช้เครื่องมือตักกินตักส่วนมากจะได้น้ำโคลนขึ้นมา โดยเฉพาะกินตะกอนที่เป็นทรายอาจถูกน้ำชะล้างเอาสารอินทรีย์ออกไปได้ง่าย ดังนั้นอาจแก้ปัญหาโดยใช้เครื่องมือเก็บกินชนิดท่อเจาะ (core)

สำหรับการวิเคราะห์ปริมาณรวมของสารอินทรีย์ในครั้งนี้นำวิธีการเผาไหม้ (Ignition loss) ตามวิธีของ Cox (1976) ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้นั้นสูงพอที่จะไล่คาร์บอนเนตและน้ำที่รวมอยู่กับแร่ที่รวมตัวกับอนุภาคดิน (clay minerals) ออกได้ ดังนั้นดินตะกอนที่มีสารเหล่านี้รวมอยู่ควยจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้วิธีนี้ แต่อย่างไรก็ตามวิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและยอมรับกันในการศึกษาเกี่ยวกับนิเวศวิทยา

3.1.1 เครื่องมือ เตาเผาทำควยกระเบื้องเคลือบ (glazed porcelain crucible)
คีมคีบ (tongs)
โหลกักความชื้น (desicator)

3.1.2 การเตรียมดิน นำดินมาผึ่งให้แห้งในที่ร่มประมาณ 2 - 3 วัน
จึงนำมาโขลกให้ละเอียด เก็บเบ็ดดอกหอย ก้อนหินต่าง ๆ ทิ้ง

3.1.3 วิธีวิเคราะห์ปริมาณรวมของสารอินทรีย์

อบเตาเผา (glazed porcelain crucible) ให้แห้งที่ 105°ซ. ปล่อยให้เย็นในโหลกักความชื้น (desicator) จึงนำมาชั่งให้ได้ น้ำหนักคงที่ เติมดินที่เตรียมไว้ลงไปประมาณ 10 - 20 กรัม แล้วนำไปอบให้แห้งที่ 105°ซ. เป็นเวลา 1 วัน ปล่อยให้เย็นแล้วนำมาชั่งให้ได้น้ำหนักคงที่ (จคน้ำหนักดินที่อบให้แห้งที่ 105°ซ. = a กรัม) นำเตาเผาพร้อมทั้งดินไปเผาในเตาอบ (muffle furnace) ที่ 700°ซ. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ใช้คีมคีบออกมาจากเตา ปล่อยให้เย็น จึงนำมาชั่ง (จคน้ำหนักดินที่ 700°ซ. = b กรัม) คำนวณปริมาณรวมของสารอินทรีย์ จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์รวม} = \frac{a - b}{a} \times 100$$

เมื่อ a คือ น้ำหนักดินที่อบให้แห้งแล้วที่ 105 °ซ.

b คือ น้ำหนักดินที่เผาที่ 700 °ซ.

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณความจรรวมของซัลไฟด์ในดินตะกอน

โดยวิธีของ Bella & Williamson (1975)

3.2.1 เครื่องมือ ประกอบด้วย

- เครื่องเขย่า (Mechanical shaker)

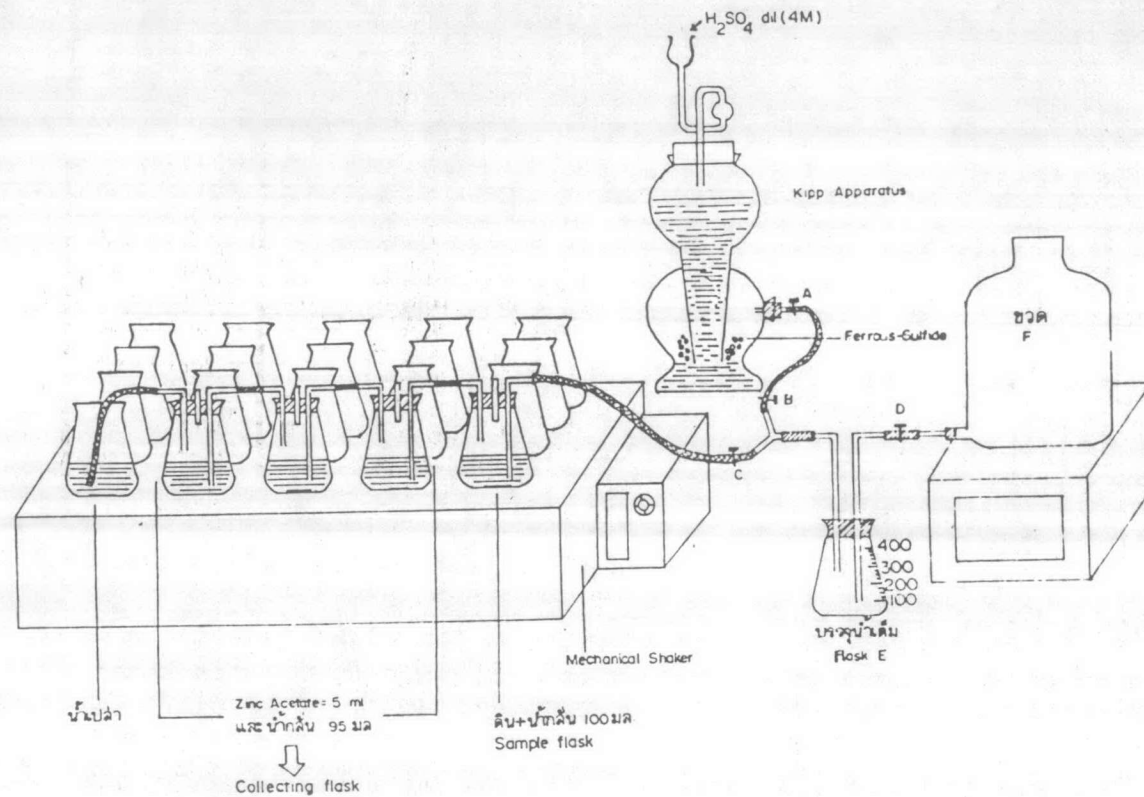
- ขวดทดลองก้นแบน (Sample flask) 1 ใบ,

ขวดก้นแบนที่ไซ้เก็บกักปริมาณซัลไฟด์ (Collecting flask) 2 ใบ ชนิดปากกว้าง (wide-mouthed Erlenmeyer flask) ขนาด 250 มล. มีจุกยางซึ่งมีหลอดนำก๊าซ 3 อันเสียบอยู่ คือท่อนำก๊าซเข้าจุ่มอยู่ที่ผิวของของเหลว ท่อนำก๊าซอันกลาง สำหรับเติมสารเคมีและท่อนำก๊าซออกตามภาพที่ 4

- เครื่องมือเตรียมก๊าซแบบคิปป์ (Kipp Apparatus)

ซึ่งใช้เตรียมก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์

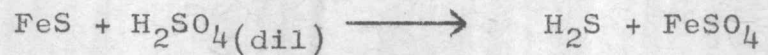
- เครื่องมือเก็บก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ผู้เขียนได้ออกแบบเครื่องมืออย่างง่าย ๆ และประหยัดในการเก็บก๊าซ โดยใช้หลักที่ว่าความดันของก๊าซจะไปแทนที่น้ำ ซึ่งต้องตั้งเครื่องมือตามภาพที่ 4 ที่แสดงไว้คือ บรรจุน้ำในขวดก้นแบน E. (Flask E) ให้เต็ม ส่วนขวด F บรรจุน้ำเล็กน้อยพอให้ท่วมรูที่ท่อนำก๊าซเสียบอยู่ เมื่อจะเตรียมก๊าซให้เปิดจุกวาวที่ A, B, D. ปิดจุกวาวที่ C ก๊าซที่เกิดขึ้นจะไปคั้นน้ำในขวดก้นแบน E. ให้ไปอยู่ในขวด F จนหมด ขณะนี้จะได้ออกก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ไม่มีสีเต็มขวดก้นแบน E. เมื่อต้องการนำก๊าซไปใช้ให้เปิดจุกวาวที่ C, D ปิดจุกวาวที่ A, B ซึ่งน้ำจากขวด F จะไหลเข้ามาแทนที่ก๊าซในขวดก้นแบน E ด้วยปริมาณเท่ากัน เมื่อไม่ต้องการใช้ก๊าซให้ปิดจุกวาวทุกอัน เตรียมก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ใน



A,B,C,D คือ วาวปิด เปิด
 FLASK E บอจจุบ้ำเต็ม
 ขวด F เป็นขวดผ่าเปิด ซึ่งบอจจุบ้ำพอให้ท่วมรูที่มีท่อน้ำ ก๊าซเฉยบอยู่

ภาพที่ 4 เครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณความจุรวมของซัลไฟก์ในดินตะกอน
 ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Bella and Williamson, 1975

เครื่องมือเตรียมก๊าซแบบคีย์ปป์ จากปฏิกิริยาของเฟอร์รัสซัลไฟด์และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 4 โมลาร์ ตามปฏิกิริยาดังนี้



เมื่อเตรียมก๊าซไปนาน ๆ สารละลายกรดซัลฟูริกจะอิ่มตัวด้วยเฟอร์รัสซัลเฟต (FeSO_4) จึงไม่มีก๊าซออกมา ดังนั้นต้องเปลี่ยนกรดซัลฟูริกใหม่

3.2.2 สารเคมีที่ใช้ ประกอบด้วยสารเคมีชนิด Analytical grade ดังนี้

Iodine, Potassium iodide, Arsenious oxide, Potassium iodate, Sodium thiosulphate, Zinc acetate, Sodium carbonate, Sodium bicarbonate, Soluble starch, Zinc chloride, Sulphuric acid, Hydrochloric acid และ Sodium hydroxide, นอกจากนี้มี Lead acetate paper. วิธีเตรียมสารเคมีตาม Vogel (1961)

3.2.3 วิธีวิเคราะห์ความจุ่มของซัลไฟด์

เติมน้ำกลั่น 100 มล. ในขวดทศลองก้นแบน ส่วนในขวดก้นแบนที่ไซ้เก็บกักปริมาณซัลไฟด์แต่ละใบให้เติม 2N. ของ zinc acetate จำนวน 5 มล. และน้ำกลั่น 95 มล. มีขวดก้นแบน (flask) อีกใบหนึ่งใส่น้ำไว้เพื่อเก็บก๊าซที่เหลือวางตอจากขวดก้นแบนที่ไซ้เก็บกักปริมาณซัลไฟด์ใบสุดท้าย ตอขวดก้นแบนทั้ง 4 เข้าด้วยกัน โดยใช้สายยาง (Tygon tubing) แต่สำหรับขวดทศลองก้นแบนนั้นใช้เข็มฉีดยา (Syringe needle) ตอเข้ากับท่อนำก๊าซเข้าและออกเพื่อจะได้ตอขวดทศลองก้นแบนออกจากชุดที่ทศลอง (train) ใต้ง่าย เมื่อตอขวดทศลองก้นแบนทั้ง 4 เข้าด้วยกันแล้วผ่านก๊าซไนโตรเจนเข้าไปประมาณ 10 นาที จึงตอขวดทศลองก้นแบนออกมา

เติมกินที่แช่แข็งไว้ลงไปประมาณ 10 - 20 กรัม ปิคุจูกยงไว้ให้สนิท ผ่านก๊าซไฮ-
 โดร เจนซัลไฟด์ปริมาณ 150 มล. เข้าในขวดทดลองก้นแบนทางท่อน้ำก๊าซเข้า ส่วน
 ท่อน้ำก๊าซออกต่อเข้ากับสายยางและเชื่อมติดตามลำดับ ขณะผ่านก๊าซไฮโดร เจนซัลไฟด์
 ให้เขย่าบนเครื่องเขย่าประมาณ 1 ชั่วโมง จึงผ่านก๊าซไนโตร เจนเข้าไปโด่ก๊าซไฮ-
 โดร เจนซัลไฟด์ส่วนที่เหลือจนหมด ซึ่งทดสอบโคควายกระดาษเลดอะซีเตต (Lead
 acetate paper) จะไม่เกิดสีค่าอีกต่อไป จึงต่อขวดทดลองก้นแบนเข้ากับขวด
 ก้นแบนที่ใช้เก็บกักปริมาณซัลไฟด์ให้ครบชุดที่ทดลองแล้วผ่านก๊าซไนโตร เจนเข้าไปอีกและ
 เขย่าควยประมาณ 10 นาที จึงหยุดเขย่าและหยุดผ่านก๊าซไนโตร เจน เติมกรดซัล-
 ฟิวริกเข้มข้น 10 มล. ลงในขวดทดลองก้นแบน เขย่าและผ่านไนโตร เจนเข้าไปอีก
 ประมาณชั่วโมงครึ่ง จะเกิดตะกอนสีขาวของซิงค์ซัลไฟด์ (Zinc sulfide)
 ในขวดก้นแบนที่ใช้เก็บกักปริมาณซัลไฟด์ทั้งสอง จึงหยุดผ่านไนโตร เจน เติมสาร
 ละลายมาตรฐานของไอโอดีนเข้มข้น 0.100 N. ให้มากเกินไป คือ เกิดสารละลาย
 สีน้ำตาลแดง (yellow-brown) ในขวดก้นแบนที่ใช้เก็บกักซัลไฟด์ทั้งสองขวด
 และเขย่าควยเพื่อเร่งปฏิกิริยาจะเกิดตะกอนสีเหลืองของกำมะถัน จากนั้นเติมกรด
 เกลือเข้มข้นลงไปประมาณ 2 - 3 มล. รวมขวดก้นแบนที่ใช้เก็บกักปริมาณซัลไฟด์ทั้ง
 สองขวดเข้าควยกันในขวดก้นแบนขนาด 500 มล. นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐาน
 ของโซเดียมไธโอซัลเฟต (Sodium thiosulphate) เข้มข้น 0.025 นอร์มอล
 โดยใช้น้ำแป้งเป็น indicator คำนวณปริมาณซัลไฟด์ตามสูตรดังนี้

$$\text{มิลลิกรัมซัลไฟด์ต่อกินเปียก 1 กิโลกรัม} = \left[V_1 - \frac{V_2 N_2}{N_1} \right] \left[N_1 \right] \left[\frac{16}{N_1} \right] / \text{น้ำหนักเป็นกรัม} \\ \text{ของกินเปียก}$$

เมื่อ V_1 และ N_1 คือจำนวนมิลลิลิตรและนอร์มอลของสารละลายมาตรฐานไอโอดีน
ตามลำดับ

V_2 และ N_2 คือจำนวนมิลลิลิตรและนอร์มอลของสารละลายมาตรฐานโซเดียม
ไธโอซัลเฟต ตามลำดับ

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

4.1 การวิเคราะห์ทางแปรปรวน (Analysis of Variance)

เพื่อทดสอบความแตกต่างระหว่างฤดูกาลและระหว่างสถานีของปริมาณรวมของสารอินทรีย์และความจุรวมของซัลไฟก์ในดินจากอ่าวไทยตอนบนทั้ง 2 ฤดู โดยตั้งสมมุติฐานว่า

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$F = \frac{\text{Mean square of samples means}}{\text{Mean square of individual}}$$

นำค่า F ที่คำนวณได้ เปรียบเทียบกับค่า F จากตารางที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.2 การวิเคราะห์ Student's t-test

เพื่อทดสอบความแตกต่างของปริมาณรวมของสารอินทรีย์และความจุรวมของซัลไฟก์ใน

4.2.1 อ่าวไทยตอนบนบริเวณปากแม่น้ำและบริเวณใกล้ฝั่งออกไป
ในต้นฤดูฝน

4.2.2 อ่าวไทยตอนบนบริเวณปากแม่น้ำและบริเวณใกล้ฝั่งออกไป
ในปลายฤดูฝน

4.2.3 อ่าวไทยตอนบนในช่วงปลายฤดูฝนกับอ่าวไทยตอนล่างซีกที่ 1

โดยสมมุติฐานว่า $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$

เมื่อ σ_1^2, σ_2^2 คือ ค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1, 2 ตามลำดับ

ถ้าสรุปว่ายอมรับ H_0 ให้คำนวณค่า t ตามสูตรต่อไปนี้

$$t = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2)}{Sp \sqrt{1/n_1 + 1/n_2}}$$

เมื่อ $Sp = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$

ถ้าสรุปว่าไม่ยอมรับ H_0 คำนวณค่า t ตามสูตรต่อไปนี้

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2}} \quad \text{ที่ } df = \frac{(s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^2}{(s_1^2/n_1)^2 \cdot \frac{1}{n_1-1} + (s_2^2/n_2)^2 \cdot \frac{1}{n_2-1}}$$

เมื่อ \bar{X} = ปริมาณเฉลี่ยของสารในแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

n = จำนวนตัวอย่างในแต่ละกลุ่ม