

ตอนที่ 1

บทปฏิบัติการพื้นฐาน

บทปฏิบัติการที่เลือกมานำเสนอในตอนนี มีวัตถุประสงค์ให้นักศึกษาเรียนรู้วิธีการศึกษาองค์ประกอบหลักของระบบนิเวศ เพื่อให้เข้าใจความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเหล่านั้น และเป็น การนำสู่ความเข้าใจหัวข้อเรื่องหลักในบางบทเรียน ดังที่ได้ศึกษาจากตำราในกระบวนวิชา BI 221 ได้แก่เรื่อง ระบบนิเวศ ประชากร กลุ่มสิ่งมีชีวิต การเปลี่ยนแปลงแทนที่ รวมถึงการฝึกปฏิบัติ สร้างระบบนิเวศจำลองขึ้น เพื่อใช้เปรียบเทียบกับการศึกษาจากระบบนิเวศที่มีอยู่ตามธรรมชาติ

บทปฏิบัติการที่ 1

ปัจจัยทางกายภาพของระบบนิเวศ

หลักการ

ระบบนิเวศประกอบด้วยสององค์ประกอบหลัก คือ องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต(abiotic component) และ องค์ประกอบที่มีชีวิต(biotic component) องค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตประกอบด้วย ปัจจัยทางกายภาพ(physical factors) และปัจจัยทางเคมี(chemical factors) ทั้งสององค์ประกอบสัมพันธ์ หมุนเวียนเป็นวัฏจักร ผ่านทาง วัฏจักรชีวเคมีธรณี(biogeochemical cycle) ทำให้แร่ธาตุซึ่งเป็นองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิต หมุนเวียนเข้ามาสู่องค์ประกอบที่มีชีวิตผ่านทางกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง(photosynthesis)

ปัจจัยทางกายภาพ มีบทบาทสำคัญเป็นลำดับแรกของการกำหนดลักษณะ กลุ่มสิ่งมีชีวิต (community) ในระบบนิเวศ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุณหภูมิ และความชื้น เป็นปัจจัยหลักของการกำหนดลักษณะ ชีวนิเวศ(biome) ณ ส่วนต่างๆบน โลกของสิ่งมีชีวิต(biosphere) ในทำนองเดียวกันสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะอย่างยิ่งพืชที่เป็นส่วนประกอบหลักของป่า มีบทบาทคงสภาพหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะของปัจจัยทางกายภาพได้ด้วย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาชนิดของปัจจัยทางกายภาพ ใน ระบบนิเวศบนบก(terrestrial ecosystem) และ ใน อุกทนิเวศ(aquatic ecosystem)
2. เพื่อฝึกหัดการทำแผนที่แสดงขอบเขตระบบนิเวศตัวอย่าง
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของปัจจัยทางกายภาพในระบบนิเวศตัวอย่าง

ระเบียบวิธี

เลือกระบบนิเวศที่จะศึกษาภายในบริเวณมหาวิทยาลัย เพื่อความสะดวกในการปฏิบัติงาน ระบบนิเวศที่จะศึกษานี้ควรมี ขอบเขต(boundary)ที่แน่ชัด เพื่อให้ข้อมูลที่จะได้รับมีความถูกต้องมากที่สุด และช่วยประหยัดเวลาในการปฏิบัติงานอีกโสดหนึ่งด้วย ธารน้ำที่มีอยู่ภายในมหาวิทยาลัย เป็นตัวอย่างที่ดีที่สุดสำหรับใช้ศึกษาระบบนิเวศ

1.1 การศึกษาขอบเขตของกลุ่มสิ่งมีชีวิต (community boundary)

1.1.1 การหาพื้นที่ของสระ ให้ลากขอบเขตและรูปร่างของสระที่จะสำรวจลงใน แผ่นตาราง (data sheet) ที่จัดไว้ให้ท้ายบทนี้อย่างคร่าวๆ ถ้าสระมีขนาดเล็ก การวัดขนาดหาส่วนที่กว้างที่สุด และยาวที่สุดของสระสามารถทำได้โดยการใช้เชือกเมตรวัด หรือเดินนับก้าว แล้วนำมาคำนวณหาพื้นที่ของสระ

1.1.2 การหาความลึกของสระจาก ณ จุดต่างๆ โดยการหย่อนตุ้มที่ผูกอยู่กับปลายเชือกที่ แบ่งสเกลไว้แล้ว

การหาความลึกนี้ควรวัดหลายจุดจากขอบสระถึงกลางสระ(ในกรณีที่มีเรือ) แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

1.2 การหาค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำ (water temperature profile)

1.2.1 ใช้เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิที่ผิวน้ำ เปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศ

1.2.2 ใช้ เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ* (water sampler) ตักน้ำในสระขึ้นมาจากที่ระดับ ความลึกต่างกัน คือ 0.25 เมตร, 0.50 เมตร, 0.75 เมตร, 1 เมตร, 1.25 เมตร, 1.50 เมตร, 1.75 เมตร เพิ่มระยะความลึกตามช่วงห่างสม่ำเสมอต่อไปจนถึงก้นสระ แล้วใช้เทอร์โมมิเตอร์ วัดอุณหภูมิของน้ำที่ระดับความลึกตามระยะข้างต้น แล้วกำหนดจุด (plot) ลงบนกราฟ เพื่อหาค่า อุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำ

1.3 การศึกษาสภาพทั่วไปของน้ำ (water condition)

1.3.1 สังเกตสีและกลิ่นของน้ำว่าเป็นอย่างไร

1.3.2 ตรวจสอบดูว่าน้ำในสระนี้มีทางระบายออกหรือไม่

1.3.3 สระได้รับน้ำมาจากแหล่งน้ำใดบ้าง

1.4 การหาค่าความส่องสว่างและความขุ่นของน้ำ (light penetration and turbidity)

ความเข้มของแสงที่ส่องลงไปใต้น้ำนับว่ามีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตและ ผลผลิต (productivity) ของสระน้ำมาก สิ่งที่ขัดขวางการส่องสว่างใต้น้ำได้แก่พวกแพลงตอนขนาดเล็ก โดยเฉพาะ กลุ่มที่เป็นพวกสาหร่าย (microscopic algae plankton) และ อนุภาคแขวนลอย (debris) ต่าง ๆ

* เป็นชนิดดัดแปลงมาจากแบบของ Vandorm รายละเอียดอยู่ในบทปฏิบัติการที่ 2

เครื่องมือที่ใช้วัดความลึกในการส่องสว่างของแสงในน้ำเรียกว่า เซกกีดิสก์(secchi disk) (รูป 1-1 ก.) ซึ่งประกอบด้วยแผ่นโลหะเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20 เซนติเมตร เชือกที่ใช้ผูก เซกกีดิสก์สามารถนำมาทำเครื่องหมายแบ่งสเกลได้ตามต้องการ

1.4.1 ใช้ เซกกีดิสก์ หย่อนลงในน้ำจนกระทั่งมองไม่เห็นสีขาวของแผ่นเซกกีดิสก์ บันทึก ความลึก ณ ระดับนั้นไว้ สมมุติให้เป็นความลึกที่ X เซนติเมตร ดึงแผ่นเซกกีดิสก์ ขึ้นมาจน กระทั่งมองเห็นสีขาวของแผ่นเซกกีดิสก์ อีกครั้งหนึ่ง บันทึกระยะความลึกไว้ สมมุติได้ Y เซนติเมตร

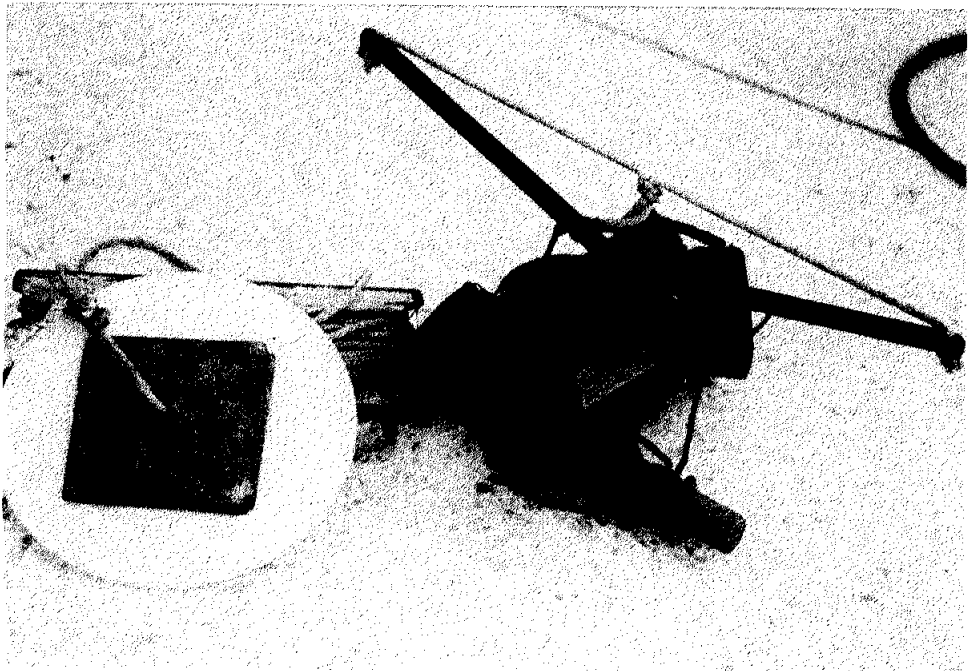
1.4.2 หย่อนแผ่น เซกกีดิสก์ ลงในน้ำหลาย ๆ จุดเพื่อหาค่าเฉลี่ยของ X และ Y จากนั้นนำ มาหาค่าเฉลี่ยของ ขอบเขตของความส่องสว่าง(limit of visibility) ในน้ำจากสูตร

$$\text{limit of visibility} = \frac{X+Y}{2}$$

รูป 1-1 ก. เซกกีดิสก์ แผ่นโลหะที่ใส่เสริมเข้าไปบนแผ่นเซกกีดิสก์ เพื่อให้เซกกีดิสก์ จมลงในแนวตั้งได้ดีและรวดเร็วยิ่งขึ้น ข. พีเตอร์เซนแกรบ ให้สังเกตรูพรุนที่ส่วนรูปทรงกระบอก ของตัวเครื่อง เพื่อให้น้ำไหลออกมาได้ ทำให้ได้ปริมาตรของดินเพิ่มขึ้น และสะดวกต่อการตั้งขึ้น จากกันบ่อ

ก.

ข.



1.5 การศึกษาส่วนประกอบของตะกอน (composition of sediment)

สำรวจลักษณะของดินและพื้นที่โดยรอบสระในรัศมีประมาณ 2 เมตรว่ามี ลักษณะความสูงต่ำ (topography) เป็นอย่างไร มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะของความสูงต่ำหรือไม่ ถ้า ลักษณะความสูงต่ำ เปลี่ยนแปลง ชนิดและลักษณะของพืชบริเวณนั้นมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วยหรือไม่

สำรวจสภาพดินจากระดับบนของสระไปจนถึงก้นสระ เช่น เป็นพื้นแข็ง เป็นกรวด เลน หรือโคลน ดูสี กลิ่น

เครื่องสำเร็จสำหรับตักดินเรียกว่า แกรบ หรือ เดรดจ์ (grab or dredge) แต่ละชนิดได้รับการออกแบบเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานในแต่ละแหล่งน้ำ เช่น ออเรนจ์พีลแซมเพลอร์ (orange peel sampler) ใช้ตักดินได้ต่างความลึก จึงเหมาะสำหรับการตักดินจากพื้นที่ท้องทะเลหรือทะเลสาบน้ำลึกที่พื้นเป็นดินทราย เอ็กมานเดรดจ์ (Ekman dredge) เหมาะสำหรับการตักดินโคลนหรือดินตะกอนในแหล่งน้ำนิ่งหรือไหลเอื่อย พอนาร์แกรบ (Ponar grab) เหมาะสำหรับการตักดินจากพื้นที่ท้องอ่างเก็บน้ำที่มีความลึกปานกลางถึงลึกมาก พีเตอร์เสนแกรบ (Petersen grab) ขนาดระบอบเก็บดินความจุ 0.06×0.09 เมตร²หนัก 13.7-31.8 กิโลกรัม (น้ำหนักเพิ่มขึ้นได้ด้วยการใส่ตุ้มถ่วงเข้าไป) คล้ายคลึงกับพอนาร์แกรบ ทั้งขนาด รูปร่างและระบบการทำงาน แต่ไม่มีตะแกรงอยู่ส่วนบนของระบอบเก็บดิน (รูป 1-1 ข.) เหมาะสำหรับการตักดินแข็งพวก ทราย กรวด ดินมาร์ล ดินโคลนจากพื้นที่ท้องน้ำที่มีความลึกมากและน้ำไหลเชี่ยว เครื่องสำเร็จสำหรับตักดินที่ใช้ในบทปฏิบัติการนี้ คือ พีเตอร์เสนแกรบ หย่อนเชือกผูกเครื่องตักลงจนถึงก้นบ่อ ดึงเชือกกลับขึ้นมาเล็กน้อยแล้วปล่อยให้เครื่องตักจมลงอย่างรวดเร็วจนเครื่องตักกระทบก้นบ่อ ด้วยวิธีการนี้จะทำให้ปากเครื่องตักอ้าออก เมื่อดึงเชือกขึ้น ก้านบังคับการปิดเปิดของเครื่องตักจะบีบปากปิดจับดินส่วนหนึ่งไว้ตัวระบอบ ดึงเชือกนำเครื่องตักดินขึ้นมา เทดินใส่ลงในบีกเกอร์ขนาดบรรจุ 250 มิลลิลิตร นำกลับมาห้องปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณของ ความชื้น สารอินทรีย์ และ แร่ธาตุ ดังต่อไปนี้

1.5.1 นำตัวอย่างตะกอนมาซึ่งให้น้ำหนักเปียก (wet weight) 20 กรัม แล้วเทลงในถ้วยกระเบื้องทนไฟ (crucible) ที่ทราบน้ำหนักแล้ว

1.5.2 อบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 24 ชั่วโมง

1.5.3 ชั่งน้ำหนักดินที่อบแห้ง น้ำหนักที่ได้เรียกว่า น้ำหนักแห้ง (dry weight)

1.5.4 นำถ้วยกระเบื้องทนไฟที่มีดินอบแห้งและได้รับการชั่งน้ำหนักแล้วในข้อ 1.5.3 มาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 1 ชั่วโมงจนเป็นเถ้าแล้วชั่งน้ำหนักอีกครั้ง น้ำหนักที่ได้นี้เรียกว่า น้ำหนักเถ้า (ash weight) นำมาการคำนวณหาค่าต่อไปนี้

$$\text{ความชื้นของตะกอน(sediment moisture)} = \frac{100 (\text{น้ำหนักเปียก} - \text{น้ำหนักแห้ง})}{\text{น้ำหนักเปียก}}$$

(หน่วยเป็นร้อยละของน้ำหนักเปียก)

$$\text{ปริมาณของสารอินทรีย์(organic content)} = \frac{100 (\text{น้ำหนักแห้ง} - \text{น้ำหนักถั่ว})}{\text{น้ำหนักแห้ง}}$$

(หน่วยเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้ง)

$$\text{ปริมาณของแร่ธาตุ(mineral content)} = 100 - \text{ปริมาณของสารอินทรีย์}$$

(หน่วยเป็นร้อยละของน้ำหนักแห้ง)

แบบรายงานการสำรวจปัจจัยทางกายภาพของระบบนิเวศ

(Data Sheet)

ชื่อนักศึกษา

วันที่

สถานที่

รูปแบบของกลุ่มสิ่งมีชีวิต

1. แผนที่แสดงขอบเขตสถานที่สำรวจและเก็บตัวอย่าง

2. ข้อมูลหลักลักษณะของสถานีที่สำรวจ(station descriptions)

- | | |
|---------|---------|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |
| 5 | 6 |

ความกว้างเฉลี่ย

ความยาวเฉลี่ย

ขนาดของพื้นที่โดยประมาณ

ลักษณะของข้อมูล	ตำแหน่งสถานีที่ทำการสำรวจ				
	1	2	3	4	5
อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส) ณ ความลึก(เมตร)					
ลักษณะทั่วไปของน้ำ					
สี					
กลิ่น					
ทางน้ำเข้า					
ทางน้ำออก					
ค่าความส่องสว่าง วัดโดยเซกกิติสต์					

การวิเคราะห์ตะกอน					
น้ำหนักเปียก(กรัม)					
น้ำหนักแห้ง(กรัม)					
น้ำหนักเถ้า(กรัม)					
ความชื้นของตะกอน (ร้อยละของน้ำหนักเปียก)					
ปริมาณของสารอินทรีย์ (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)					
ปริมาณของแร่ธาตุ (ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)					

แบบฝึกหัดบทปฏิบัติการที่ 1

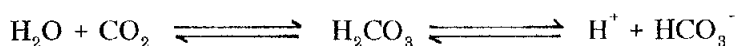
1. สถานที่ที่ทำการสำรวจ มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของ topography หรือไม่ ถ้ามี จะมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิต ณ บริเวณนั้นหรือไม่ จงอธิบาย
2. จงบอกชนิดของปัจจัยทางกายภาพที่มีอิทธิพลต่อกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ท่านสำรวจมากที่สุดมา 3 ชนิด แต่ละชนิดมีอิทธิพลต่อกลุ่มสิ่งมีชีวิตอย่างไร

บทปฏิบัติการที่ 2

ปัจจัยทางเคมีของระบบนิเวศ

หลักการ

สารประกอบอินทรีย์และอนินทรีย์ พบกระจายอยู่ทั่วไปในดินที่อยู่อาศัยของระบบนิเวศและมีบทบาทสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศเช่นเดียวกับปัจจัยทางกายภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอุทกนิเวศ ออกซิเจนมีคุณสมบัติละลายน้ำได้เล็กน้อยโดยแทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างโมเลกุลของน้ำ และจะแทรกอยู่ได้ดีเมื่อน้ำมีอุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิของอากาศเหนือผิวน้ำ ในทำนองเดียวกัน คาร์บอนไดออกไซด์ก็แทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างโมเลกุลของน้ำ ในรูปของ คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (free CO₂) และบางส่วนละลายน้ำได้เล็กน้อย ส่วนนี้จะสัมพันธ์ผกผันกับการละลายน้ำของออกซิเจน การละลายน้ำได้ของแก๊สทั้งสองชนิดดังกล่าว มีผลกระทบต่ออัตราการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในอุทกนิเวศนั้น กล่าวคือ ออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการรอดชีวิตของสิ่งมีชีวิตแทบทุกชนิดที่อาศัยอยู่ในน้ำ เพราะมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น ในทางตรงกันข้าม คาร์บอนไดออกไซด์ไม่จำเป็นต่อกระบวนการเมแทบอลิซึม (จำเป็นสำหรับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง) และถือเป็นของเสีย แต่เมื่อละลายน้ำจะอยู่ในรูปของกรดคาร์บอนิก และสามารถแตกตัวเป็นไอออนได้ ไบคาร์บอเนตไอออน ดังสมการ



การละลายน้ำได้ของคาร์บอนไดออกไซด์มีผลให้น้ำมี pH เป็นกรดอ่อนตามคุณสมบัติของกรดคาร์บอนิก ซึ่งจะมีผลต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการมีชีวิตรอดอยู่ในช่วงของ pH ที่เหมาะสมต่างกัน โดยเฉพาะพวกแบคทีเรีย ยิ่งไปกว่านั้น ไบคาร์บอเนตไอออน ยังถูกนำเข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงโดยแพลงตอนพืชและพืชน้ำอีกด้วย ในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีสิ่งมีชีวิตทั้งสองกลุ่มอยู่ในปริมาณที่พอเหมาะ pH ของน้ำจึงอยู่ในสภาพเป็นกลาง

วัตถุประสงค์

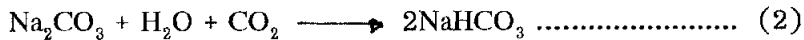
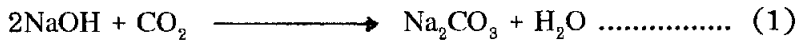
1. เพื่อศึกษาส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญในอุทกนิเวศ
2. เพื่อศึกษาหาความเป็นกรดเป็นเบสของอุทกนิเวศ

การเตรียมสารละลาย

1. สารละลายสำหรับการตรวจหาคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ (free CO₂)

1.1 สารละลาย ฟีนอล์ฟทาลีน (phenolphthalein) เพื่อใช้เป็น อินดิเคเตอร์ (indicator) ชั่งฟีนอล์ฟทาลีน 2 กรัม ละลายใน 50 % แอลกอฮอล์ (ethanol) 400 มิลลิลิตร ทำให้เป็นกลาง (neutralize) ด้วย N/50 NaOH

1.2 สารละลาย N/44 NaOH (0.0227N) มาจากหลักการตามสมการ



จากสมการ (1) และ (2) จะเห็นได้ว่า คาร์บอนไดออกไซด์ ทำปฏิกิริยาสมมูลพอดีกับ โซเดียมไฮดรอกไซด์ และโซเดียมคาร์บอเนตได้ จึงอาจเลือกสารเคมีทั้งสองชนิดนี้มาใช้ประโยชน์ ในการตรวจหาคาร์บอนไดออกไซด์อิสระได้ สำหรับบทปฏิบัติการนี้เลือกใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ โดยทำการเตรียมดังนี้

ชั่ง NaOH 4 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร สารละลายที่ได้มีความเข้มข้น 1 N ทำให้เป็นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น N/44 (0.0227N) โดยคำนวณจาก

สูตร $N_1V_1 = N_2V_2$

$$N_1 = 1, N_2 = 0.0227, V_1 \text{ ต้องการหาค่า, } V_2 = 100 \text{ แทนค่าได้ดังนี้}$$

$$V_1 = 0.0227 \times 100 / 1 = 2.27 \text{ มิลลิลิตร}$$

ดังนั้นจึงใช้ NaOH ความเข้มข้น 1 N เพียง 2.27 มิลลิลิตร ใส่ลงใน volumetric flask ขนาดบรรจุ 100 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นลงไปจนได้ปริมาตรถึงขีด 100 มิลลิลิตร เก็บสารละลาย NaOH ความเข้มข้น N/44 ที่เตรียมได้นี้ไว้ใช้ไตเตรทหาคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ

2. สารละลายสำหรับการตรวจหา ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved O₂ = D.O)

2.1 สารละลาย แมงกานีสซัลเฟต (MnSO₄ · 4H₂O)

ละลายแมงกานีสซัลเฟต 480 กรัม ในน้ำกลั่น กรอง แล้วทำให้เป็น 1 ลิตร

2.2 สารละลาย แอลคาไลน์ไอโอดีน (alkaline iodine) :

ประกอบด้วย A. NaOH 500 กรัม หรือ KOH 700 กรัม

B. NaI 135 กรัม หรือ KI 150 กรัม

ละลายสารเคมีแต่ละชนิดในน้ำกลั่น แล้วทำให้เป็น 1 ลิตร อาจเติม sodium azide (NaN₃) 10 กรัมต่อสารละลาย alkaline iodine 1 ลิตร เพื่อป้องกันการรบกวนของ NO₂

2.3 สารละลาย กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc. H₂SO₄ sp. gr. 1.83 – 1.84)

2.4 สารละลาย โซเดียมไทโอซัลเฟต(sodium thiosulfate)

ซังโซเดียมไทโอซัลเฟต 6.205 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วทำให้เป็น 1 ลิตร สารละลายนี้ มีความเข้มข้น N/40

เติมคลอโรฟอร์ม(chloroform) 5 มิลลิลิตร เพื่อป้องกันไม่ให้เสีย เก็บในขวดสีน้ำตาล ใช้ได้ในช่วงเวลา 3-4 สัปดาห์ ถ้านานกว่านั้นควรเตรียมใหม่

เมื่อสงสัยว่าความเข้มข้นไม่ถึง N/40 แก๊ซได้โดยวิธีการทำให้เป็น สารละลายมาตรฐาน (standardize) N/40 ด้วย พอแทสเซียมไดโครเมต(potassium dichromate) ตามระเบียบวิธี ในข้อ 2.6

2.5 สารละลายน้ำแป้ง(starch solution)

ละลายแป้ง(potato starch) 5 กรัม ในน้ำกลั่นเล็กน้อย แล้วทำให้เป็น 1 ลิตร ถนอม (preserve)ไม่ให้เน่าเสียด้วยการเติม คลอโรฟอร์ม หรือ ซิงค์คลอไรด์(zinc chloride)ลงไปเล็กน้อย เก็บในตู้เย็น

2.6 ระเบียบวิธีการทำสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต เพื่อใช้หาปริมาณ ออกซิเจนที่ละลายน้ำ

ละลาย พอแทสเซียมไอโอไดน์(KI) 2.5 กรัม ในน้ำกลั่น 50-75 มิลลิลิตร ในฟลาสค์ (Erlenmeyer flask)

เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 0.5 มิลลิลิตร

ใช้บิวเรตเติม 0.025 N พอแทสเซียมไดโครเมต($K_2Cr_2O_7$) 20 มิลลิลิตร (เตรียมจาก $K_2Cr_2O_7$ 1.2925 กรัมในน้ำ 1 ลิตร)

คลุมสารละลายผสมนี้ด้วยผ้าทึบแสงหรือเก็บไว้ในที่มืด 5 นาที

ไตเตรท กับ โซเดียมไทโอซัลเฟต ให้เป็นสารละลายมาตรฐาน โดยใช้แป้ง 2-3 หยด เป็น อินดิเคเตอร์

ถ้า โซเดียมไทโอซัลเฟต มีความเข้มข้นเป็น N/40 พอดี พอแทสเซียมไดโครเมต ที่ใช้ไตเตรท จะมีปริมาตรเป็น 20 มิลลิลิตรพอดี และค่า titration value จะเท่ากับปริมาณ ออกซิเจน ที่มีหน่วยเป็น p.p.m.

ในกรณีที่ใช้ พอแทสเซียมไดโครเมต เกิน 20 มิลลิลิตร สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตนี้ จะมีความเข้มข้นน้อยกว่า N/40 ค่า titration value ก็สูงขึ้น correction factor จะน้อยกว่า 1 เช่น

ถ้าใช้พอแทสเซียมไดโครเมต 22 มิลลิลิตร นำ 22 ไปหาร 20 ($20/22 = 0.91$)

$$\text{correction factor} = 0.91$$

ดังนั้นถ้าการไตเตรทกับออกซิเจน ปริมาตรของโซเดียมไทโอซัลเฟตจากการทดลองออกมา เป็น 12 มิลลิลิตร ก็ให้ คุณด้วย 0.91 จะได้ค่า D.O. เป็น 10.9 p.p.m.

ในกรณีที่ใช้ โพแทสเซียมไดโครเมต ต่ำกว่า 20 มิลลิลิตร ความเข้มข้นของ โซเดียมไทโอซัลเฟต จะมากกว่า N/40 ค่า titration value จะต่ำลง correction factor จะน้อยกว่า 1 เช่น ถ้าใช้โพแทสเซียมไดโครเมต 18 มิลลิลิตร นำ 18 ไปหาร 20 ($20/18 = 1.1$)

$$\text{correction factor} = 1.11$$

ดังนั้นถ้าการไตเตรทกับออกซิเจน ปริมาตรของโซเดียมไทโอซัลเฟตจากการทดลองออกมา เป็น 8 มิลลิลิตร ให้ คุณด้วย 1.1 จะได้ค่า D.O. เป็น 8.88 p.p.m.

3. สารละลายสำหรับการตรวจหา ความเป็นเบส(alkalinity)

3.1 การเตรียมสารละลาย เมทิลออเรนจ์(methyl orange) เพื่อใช้เป็นอินดิเคเตอร์:

ซึ่งเมทิลออเรนจ์ 0.2 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 400 มิลลิลิตร เก็บสารละลายที่เตรียมได้ไว้ ในขวดสีน้ำตาลที่มีจุกปิด

ระเบียบวิธี

1. การเก็บตัวอย่างน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อทำการวิเคราะห์ทางเคมี ควรทราบความลึกของน้ำ ณ จุดที่เก็บ และควรระมัดระวังไม่ให้ตัวอย่างน้ำ ณ แหล่งนั้น ปะปนกับน้ำในแหล่งอื่น

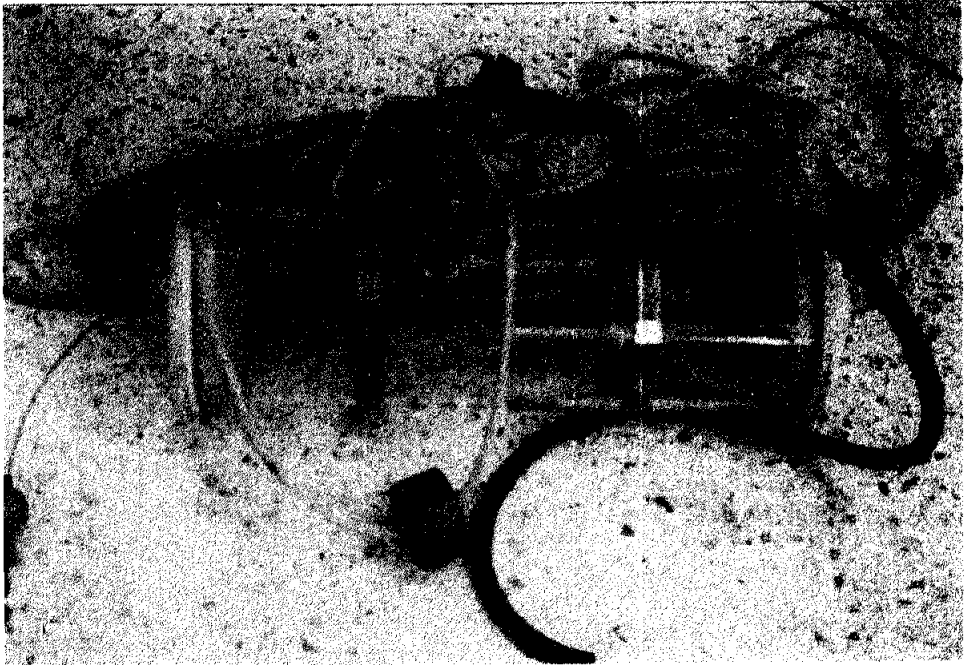
ในกรณีที่ต้องการจะหาปริมาณของ แก๊สที่ละลายน้ำ(dissolved gas)ในตัวอย่างนั้น ควรเก็บอย่างระมัดระวัง โดยไม่ให้มีการสัมผัสกับแก๊สในบรรยากาศ

เครื่องมือมาตรฐานสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำคือเคมเมอร์(Kemmerer water sampler) ซึ่งประกอบด้วยกระบอกทองเหลืองมีความจุ 1-2 ลิตร มีจุกยาง(rubber stopper)อยู่ที่ปลายทั้งสองข้าง จุกยางนี้ต่ออยู่กับสายยางและจะถูกดึงมาเสียบกับปุ่มล็อกก่อนการหย่อน Kemmerer water sampler ลงในน้ำที่ต้องการเก็บตัวอย่าง ปลายทั้งสองข้างของกระบอกจึงอยู่ในลักษณะเปิดตามแนวตั้ง เมื่อถึงระดับความลึกที่ต้องการแล้ว จึงส่ง ลูกตุ้ม(messenger) ลงไปตามสายเชือก กระแทกปุ่มล็อกสายที่ดึงจุกยาง ปลออยให้จุกยางเป็นอิสระ ถูกดึงกลับมาปิดหัวท้ายกระบอกทองเหลือง วิธีนี้ทำให้สามารถเก็บน้ำในระดับนั้นไว้ได้โดยไม่มีน้ำในระดับอื่นเข้าไปปน แล้วจึงดึง Kemmerer water sampler ขึ้นมานำตัวอย่างน้ำนั้นไปทำการวิเคราะห์ต่อไป เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำอีกแบบหนึ่งคือแบบของ แวนดอร์น(Van Dorn)(รูป 2-1) ใช้หลักการเช่นเดียวกัน ต่างกันที่

กลไกการทำงานของลูกตุ้ม ชนิดที่ใช้ในบทปฏิบัติการนี้เป็นชนิดที่ดัดแปลงมาจากแบบแวนดอร์น ให้เก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึกไม่มากนัก ตัวอย่างน้ำที่เก็บอยู่ในแนวระนาบ

เนื่องจากปริมาณของแก๊ส(gaseous content)ในน้ำเปลี่ยนแปลงไปได้อย่างรวดเร็ว จึงควรวิเคราะห์หา คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ และ ออกซิเจนที่ละลายน้ำ ก่อนการทดลองอื่น

รูป 2-1 เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำที่ดัดแปลงมาจากแบบของ Van Dorn



1.1 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หา คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ

ใช้ตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร โดยหย่อนสายยาง(rubber deliver) ลงไปจนถึงก้นพลาสติกที่ทำเครื่องหมาย 100 มิลลิลิตรไว้ ปลดปล่อยให้น้ำไหลล้นออกไประยะหนึ่ง แล้วจึงเทน้ำส่วนที่เกิน 100 มิลลิลิตร ทิ้งไป

1.2 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หา ออกซิเจนที่ละลายน้ำ

ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับการทดลอง 1.1 โดยหย่อนสายยางลงใน ขวด B.O.D. ความจุ 300 มิลลิลิตร จนถึงก้นขวด ปลดปล่อยให้น้ำล้นออกไปราว 600 มิลลิลิตร เพื่อเป็นการไล่น้ำที่มีแก๊สในบรรยากาศเข้าไปปนอยู่ด้วย ดึงสายยางออกจากขวดอย่างช้าๆในขณะที่น้ำยังไหลอยู่ เพื่อให้น้ำล้นถึงขอบ ปิดฝาขวดในลักษณะหมุนเพื่อป้องกันไม่ให้มีฟองอากาศเข้าไปในขวด แล้วเอียงขวดเทน้ำที่ค้างอยู่ตามปากขวดออกให้หมด

การเก็บตัวอย่างน้ำ ควรเก็บจากหลายจุดของแหล่งน้ำ และในระดับความลึกต่างกัน ตั้งแต่ผิวน้ำจนถึงระดับลึกที่สุด

2. การวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมีของน้ำ

2.1 การวิเคราะห์หา คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ

2.1.1 นำตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร ใส่ในพลาสติก หรือ เนสเลอร์ทิวบ์(Nessler tube) จนถึงขีด 100 ซีซี

2.1.2 หยด ฟีนอลฟทาลีน ลงไป 10 หยด

2.1.3 ไตเตรตด้วย N/44 NaOH จนเริ่มมีสีชมพูเกิดขึ้นชั่วคราว(2-3 นาที) อย่าไตเตรตจนมีสีชมพูคงอยู่ถาวร ระหว่างการไตเตรตไม่ควรเขย่าขวดน้ำตัวอย่างมาก เพราะจะทำให้ปริมาณของแก๊สที่ละลายน้ำเปลี่ยนแปลง ควรใช้วิธีการบดข้อมือเป็นวงกลมเพื่อให้สารละลายต่าง ๆ ผสมกันได้ดีเท่านั้น

ปริมาณของ คาร์บอนไดออกไซด์อิสระ ในน้ำ เท่ากับปริมาณ(หน่วยเป็นมิลลิลิตร) ของ N/44 NaOH ที่ใช้ในการไตเตรต คูณด้วย 10 หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร(1 mg./lit.) (1ml. ของ NaOH = 1mg. dissolved CO₂)

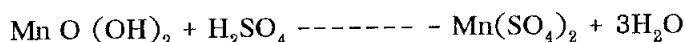
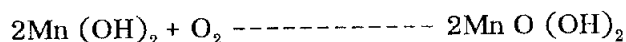
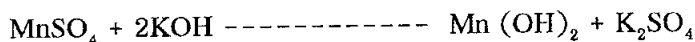
ข้อสังเกต

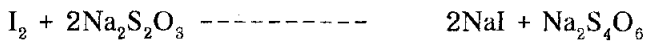
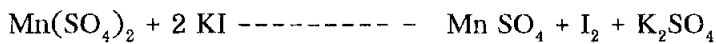
ถ้าหยด ฟีนอลฟทาลีน ลงไป แล้วมีสีชมพูเกิดขึ้นทันที แสดงว่าไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์อิสระ

2.2 การวิเคราะห์หา ออกซิเจนที่ละลายน้ำ

ระเบียบวิธีที่นิยมปฏิบัติกันมากคือ วิธีของวังก์เลอร์(Winkler method) ซึ่งมีหลักการดังนี้คือ

แมงกานีสไฮดรอกไซด์(manganous hydroxide) จะดูดซับ(adsorb)ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ เมื่อเติมสารละลายไอโอดีนลงไป และตัวอย่างน้ำถูกทำให้เป็นกรด ไอโอดีนจะถูกปล่อยออกมาเป็นสัดส่วนตรง(direct proportion)กับปริมาณออกซิเจนที่ถูกดูดซับไว้ นั้น ปริมาณของไอโอดีนหาได้โดยการไตเตรตด้วย โซเดียมไทโอซัลเฟต ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นไปตามสมการดังนี้





ถ้าตัวอย่างน้ำที่มีสารเคมืรบกวน(interfering agent) เช่น nitrate, sulfite, feric ion และ organic compound บางชนิด อาจรบกวนปฏิกิริยาทางเคมีที่จะเกิดขึ้นได้ แต่สามารถแก้ไขด้วยการเติมสารบางอย่าง เช่น เติม sodium azide ลงไปในไอโอดีน เพื่อให้สารเคมืรบกวนเหล่านั้นเป็นกลาง แล้วจึงดำเนินการวิเคราะห์หา ออกซิเจนที่ละลายน้ำตามขั้นตอนดังนี้

2.2.1 เก็บตัวอย่างน้ำที่ต้องการวิเคราะห์ใส่ขวด B.O.D. แล้วเติม manganous sulfate solution 1 มิลลิลิตร

2.2.2 เติม alkaline potassium iodine 3 มิลลิลิตร ได้ผิวของเหลว

2.2.3 ปิดจุกขวด ระวังมิให้เกิดฟองอากาศ เขย่า 15 วินาที แล้วทิ้งไว้ให้ตกตะกอน (ปริมาณผืนแปรตามปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ) ถ้าการตกตะกอนนี้เกิดขึ้นซ้ำให้เขย่าขวดอีกครั้ง

2.2.4 เติม conc.H₂SO₄ 2 มิลลิลิตร เหนือระดับน้ำในขวดโดยให้ปลายของปิเปตตะอยู่ทีคอขวด ปิดจุกขวด อย่าให้มีฟองอากาศ แล้วเขย่าอย่างแรงให้สารละลายต่างๆ ผสมเข้ากันดี หลังจากนั้นควรทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง หรือกว่านั้น

ข้อสังเกต

ถ้าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีมากของเหลวในขวดจะมีสีชา ถ้ามีน้อยสีจางลงคล้ายสีฟาง ทำการทดลองต่อไป ถ้าน้ำตัวอย่างไม่มีสีแสดงว่าไม่มีออกซิเจนที่ละลายน้ำ หยุดการทดลองที่ขั้นตอนนี้

2.2.5 ถ้ายตัวอย่างน้ำ 200 มิลลิลิตร วัดด้วย volumetric flask แล้วเทลงในขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร

2.2.6 ไตเตรท ด้วย N/40 (0.025 N) Na₂S₂O₃(โซเดียมไทโอซัลเฟต) จนกระทั่งตัวอย่างเป็นสีฟางอ่อน จึงเติมน้ำแ่่ง 2-3 หยด สารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน

2.2.7 ไตเตรทต่อโดยใช้กระดาษสีขาวมาวางรองไว้ที่ก้นขวด และหยดสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตจากบิวเรตลงมาทีละหยดจนสีน้ำเงินเปลี่ยนเป็นไม่มีสี

ในกรณีที่โซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรทมีความเข้มข้นเป็น N/40 พอดี ค่า D.O.* มีหน่วยเป็น p.p.m. (โดยน้ำหนัก) (มิลลิกรัม/ลิตร) เท่ากับปริมาณ โซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้

* ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำหน่วยเป็น p.p.m.(mg./l.)นี้ เปลี่ยนให้เป็นมิลลิลิตร/ลิตร (ml./l.) ได้โดยการคูณด้วย 0.698

ในกรณีที่โซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรทมีความเข้มข้นมากกว่าหรือน้อยกว่า N/40 ให้คูณปริมาณ มิลลิลิตรของโซเดียมไทโอซัลเฟต ด้วย ค่าแก้ (correction value) จึงจะได้ปริมาณที่แท้จริงของ D.O. ในหน่วย p.p.m. (โดยน้ำหนัก)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในหน่วย มิลลิกรัมต่อลิตร(mg/l) มีค่าเท่ากับหน่วย p.p.m. แต่เป็นหน่วยน้ำหนัก/ปริมาณ

2.3 การตรวจหาความเป็นเบส(alkalinity)

ความเป็นเบส หมายถึง ปริมาณของเบสทั้งหมดในน้ำที่สามารถเปลี่ยนความเป็นกรดให้เป็นกลาง(neutralize)ได้ ในน้ำดี(unpolluted water) เบสที่พบทั่วไป คือ bicarbonate, carbonate และ hydroxide ค่าเหล่านี้หาได้โดยการไตเตรทด้วย ฟีนอล์ฟทาลีน ในขั้นแรก และไตเตรทต่อมาด้วย เมทิลออเรนจ์ ตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.3.1 เก็บตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตรในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร

2.3.2 หยด ฟีนอล์ฟทาลีนลงไป 4 หยด (ถ้าสีชมพูไม่เกิดขึ้นทันที แสดงว่า phenolphthaleins alkalinity(P) เป็น 0)

2.3.3 ถ้าสีชมพูเกิดขึ้นให้ไตเตรทด้วย N/50 กรดซัลฟิวริก จนกระทั่งมีสีชมพูจาง ๆ เกิดขึ้น ค่า phenolphthalein alkalinity หาได้โดยการคูณปริมาตร กรดซัลฟิวริกที่ใช้ด้วย 20

2.3.4 เติม เมทิลออเรนจ์ ลงไป 4 หยด ไตเตรทจนกระทั่งสีเปลี่ยนจากเหลืองเป็นสีส้มจาง Total alkalinity(T) เท่ากับค่าของ กรดซัลฟิวริก(หน่วยเป็นมิลลิลิตร)ที่ใช้ในการ ไตเตรททั้งหมดคูณด้วย 20

เมื่อทราบค่า P และ T แล้วอาจหาความเป็นเบส(ในหน่วย ppm.) ของส่วนประกอบต่าง ๆ ได้จากตาราง Alkalinity Calculations

	P=0	P<1/2T	P=1/2T	P>1/2T	P=T
Bicarbonate	T x 20	(T-2P) x 20	0	0	0
Carbonate	0	2P x 20	T x 20	2(T-P) x 20	0
Hydroxide	0	0	0	(2P-T) x 20	T x 20

(ข้อสังเกต: เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ถูกต้องมากที่สุด ควรใช้สารละลายผสมของ บรอมแคโรลกรีน(brome cresol green) และเมทิลเรด(methyl red)แทนเมทิลออเรนจ์ ปริมาตรการไตเตรท