

ตอนที่ 3 ภาคผนวก

ข้อมูลที่น่าเสนอในตอนนี้เพื่อการใช้ประโยชน์เสริมสำหรับบทปฏิบัติการ และการฝึกภาคสนาม ในกรณีที่ต้องการรายละเอียดเพิ่มขึ้น ควรศึกษาจากตำราตามแต่ละหัวข้อเรื่องที่เกี่ยวข้อง ดังปรากฏในบรรณานุกรม และตำราอื่นในห้องสมุด

สูตรนี้แสดงอัตราส่วนจำนวนสัตว์ที่ถูกทำเครื่องหมาย ต่อจำนวนตัวอย่างสัตว์ทั้งหมดที่ถูกจับเป็นครั้งที่สอง ไม่ใช่จำนวนจริงของการจับครั้งที่สองที่ใช้เพื่อประมาณการขนาดของประชากร การใช้สูตรนี้จำเป็นต้องพิจารณาปัจจัยแวดล้อมหลายประการเพื่อป้องกันมิให้มีการเปลี่ยนแปลงค่า p ในช่วงเวลาที่ดำเนินการ ปัจจัยดังกล่าว คือ

1. ต้องไม่มีการนำสัตว์ที่ไม่ถูกทำเครื่องหมายเข้ามารวมฝูง ไม่ว่าจะเป็นการเกิดใหม่ หรือการอพยพเข้ามา

2. ต้องไม่มีการสูญเสียสัตว์ที่ถูกทำเครื่องหมายและไม่ได้ถูกทำเครื่องหมาย การสูญเสียนี้พิจารณาในแง่ของการตายหรือการอพยพออกจากฝูง

3. ต้องไม่มีการเลือกจับตัวอย่างสัตว์ที่ถูกทำเครื่องหมายไว้ด้วยความจงใจ จึงต้องดำเนินการจับโดยวิธีสุ่มตัวอย่าง (random sampling) เมื่อปล่อยกลับสู่ฝูงแล้วต้องใช้ระยะเวลาพอสมควรให้สัตว์ได้แพร่กระจายอยู่ในฝูงอย่างทั่วถึง

พึงระลึกเสมอว่า ค่าขนาดของประชากรที่ได้โดยวิธีนี้เป็น ค่าประมาณการจากค่าขนาดของประชากรจริง จึงจำเป็นต้องหาค่าระดับความเชื่อมั่นของ p จากสมการ

$$\text{ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ } 95 = p \quad 1.96 \quad \frac{pq}{C}$$

เมื่อ p = ทศนิยมของจำนวนตัวอย่างสัตว์ที่ถูกทำเครื่องหมายในการจับครั้งที่สอง

q = ทศนิยมของจำนวนตัวอย่างสัตว์ที่ไม่ถูกทำเครื่องหมายในการจับครั้งที่สอง

C = จำนวนตัวอย่างสัตว์ทั้งหมดในการจับครั้งที่สอง

$$\text{ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ } 99 = p \quad 2.58 \quad \frac{pq}{C}$$

* ระเบียบวิธีนี้ใช้ได้กับสัตว์หลายชนิด เช่น หอย isopods และแมลง วิธีทำเครื่องหมายใช้เครื่องบินโปรยสี (dye) แห้งเร็วและสารตมสลบ พวกปลาและสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำทำเครื่องหมายโดยใช้โลหะหนักน้ำหนักเบาหนีบ (clipping) ที่ครีบหรือระหว่างนิ้วเท้า อาจใช้วิธีติดป้าย (tag) ติดห่วง (band) อาจใช้วิธีอื่นต่างกันไปเพื่อให้เหมาะสมตามลักษณะชนิดและขนาดของสัตว์ เช่น การตีตรา (branded) การป้ายสี (dye) เป็นต้น

ค่าระดับความเชื่อมั่นของ p ที่ระดับร้อยละ 95 หรือร้อยละ 99 ที่คำนวณได้จากสูตรข้างต้น นำมาแทนค่าลงในสูตร

$$N = \frac{M}{P}$$

การทดลองปฏิบัติจริงในห้องปฏิบัติการ อาจทดลองกับประชากรของมอดในแปลงข้าวเจ้า ในการฝึกภาคสนาม อาจทดลองใช้กับแมลงศัตรูพืชพวกแมลงเต่าทอง บันทึกผลการทดลองลงในตาราง

ตารางบันทึกข้อมูลประมาณการขนาดของประชากรโดยวิธีจับซ้ำเพียงครั้งเดียว (single recapture method)

รายการ	ลำดับของการสุ่มตัวอย่าง (sampling sequence)			
	1	2	3	4
จำนวนสัตว์ที่ถูกทำเครื่องหมายแล้วปล่อย (M)				
จำนวนสัตว์ที่ถูกทำเครื่องหมายแล้วถูกจับอีก (R)				
จำนวนตัวอย่างสัตว์ทั้งหมดที่ถูกจับครั้งที่สอง (C)				
ประมาณการขนาดของประชากร (N)				
$p = (R/C)$				
$q = (1.00 - p)$				
ระดับความเชื่อมั่นของ p (..... %)				
ระดับความเชื่อมั่นของ N (..... %)				

ภาคผนวก 2

การฝึกภาคสนาม

การฝึกภาคสนาม เป็นเรื่องจำเป็นสำหรับการเรียนกระบวนวิชานิวเคลียร์วิทยา เพราะเป็นการเพิ่มทักษะของผู้เรียนให้มีความเข้าใจเนื้อหาสาระของภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติในสภาพความเป็นจริงตามธรรมชาติ อีกทั้งเป็นการเสริมสร้างประสบการณ์ด้านการเตรียมการล่วงหน้า การวางแผนการทดลอง การมีระเบียบวินัย การแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วย

2.1 อุปกรณ์หลักสำหรับการฝึกภาคสนาม

ก่อนการออกปฏิบัติการภาคสนาม ควรวางแผนล่วงหน้า และคำนึงถึงชนิดของอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นและเหมาะสม สำหรับลักษณะการใช้งานของแต่ละระบบนิเวศที่ต้องการจะศึกษา อย่างไรก็ตาม ควรทราบชนิดของอุปกรณ์พื้นฐานที่จำเป็นและใช้ได้สำหรับปฏิบัติการภาคสนามทั่วไป มีดังนี้

- รองเท้าหุ้มส้นหรือหุ้มข้อเท้าที่ปกปิดเท้าได้ดี พร้อมถุงเท้าอย่างน้อย 1 คู่
- กางเกงผ้าหนา ชายยาว เสื้อสีเข้มแขนยาว (ใช้เมื่อออกทำงาน)
- หมวกกันแดดชนิดปีกกว้าง
- เสื้อหรือผ้ากันฝน (ถ้าออกทำงานในระยะมีฝน)
- ชุดกันน้ำทำด้วยยางหรือรองเท้าน้ำบูทยาง (ถ้าออกทำงานในแหล่งน้ำหรือทะเล)
- ชุดเสื้อผ้าหรือเครื่องให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย
- เชือกไนลอนขนาดเล็ก หรือเชือกกรม หรือเชือกดิ่งม่าน 1 ม้วน
- ด้าย เข็ม เข็มกลัดซ่อนปลาย
- เทียนไขพร้อมไม้ขีดไฟ หรือไฟฉายพร้อมหลอด และถ่านไฟสำรอง
- ช้อน มีดพก ที่เปิดเครื่องกระป๋อง
- กระจกน้ำชนิดคาดเอวหรือมีสายสะพาย
- ขันอาบน้ำ สบู่ แปรงสีฟันพร้อมยาสีฟัน มีดโกนหนวด ผงซักฟอก
- กระดาษทิชชูอย่างม้วน อย่างน้อย 1 ม้วน
- ยาประจำตัว หรือยาสามัญประจำบ้านบางชนิด พลาสเตอร์พอก ครีมกันแดดเผา
- ยานวดแก้ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ
- ยากันยุงและแมลง
- ยาผงโรยเท้าหรือครีมทากันเท้าเปื่อย

- เปลือกเม็ด มะนาว
- ผ่าอนามัย(สำหรับผู้มีความจำเป็นต้องใช้ระยะเวลานั้น)
- คลิปบอร์ดรองเขียน พร้อมกระดาษ (สำหรับปฏิบัติการนิเวศวิทยา)
- สวิง ขวดเก็บแมลง ของกระดาษต่างขนาดบรรจุ (สำหรับปฏิบัติการกีฏวิทยา)
- ถังพลาสติกต่างขนาด พร้อมยางรัด
- กรรไกรตัดกิ่งไม้
- แวนชยายแบบพก (ถ้ามี)
- สมุดฉีก(ฟิลตโน้ด) พร้อมดินสอดำหรือปากกาถูกลื่นที่สีหมึกไม่ตก
- แผงอัดพรรณไม้ พร้อมอุปกรณ์ครบชุด อย่างน้อย 3 ชุด

ข้อพึงปฏิบัติอย่างเคร่งครัด :

- ตรงต่อเวลานัดหมาย
- ไม่เล่นการพนัน
- มีความสุภาพ ส้ารวมต่อคนทั่วไป
- ถนอมน้ำใจ เกรงใจ และไม่เอาเปรียบผู้อื่น
- ปฏิบัติตนให้เป็นประโยชน์ต่อกลุ่ม มีความรับผิดชอบ
- ไม่ควรพกพาอาวุธร้ายแรงและของมีค่าติดตัว
- ไม่ดื่มสุราและสิ่งเสพติดทุกชนิด

2.2 การศึกษาความหลากหลายของพืชโดยวิธีสุ่มตัวอย่าง

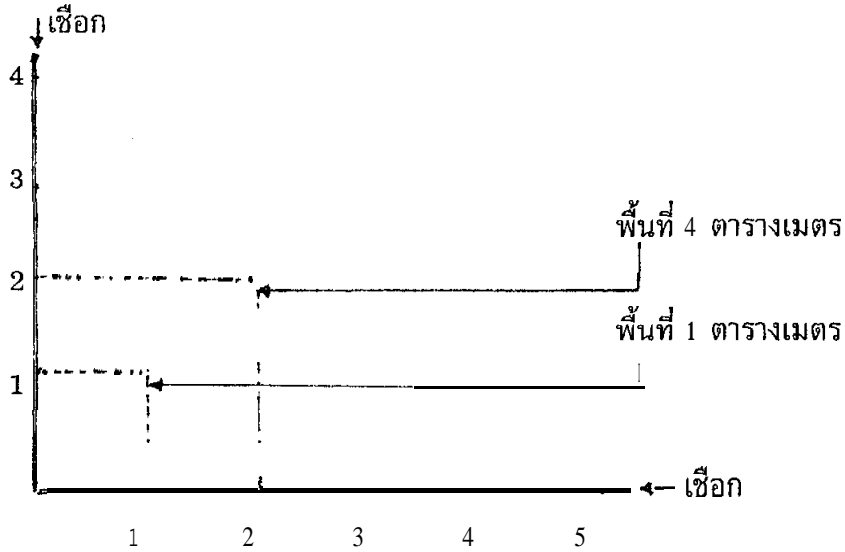
ก่อนการศึกษาความหลากหลายรูปแบบของกลุ่มสิ่งมีชีวิต ควรทราบระเบียบวิธีที่ใช้เพื่อการศึกษาไว้บ้าง วิธีการศึกษามีหลายวิธี ที่ควรทราบ คือ

2.2.1 ควอดเรต(quadrat) เป็นการสุ่มตัวอย่างจากพื้นที่ 1 ตารางหน่วย ส่วนมากใช้กับพืช มีวิธีการดังนี้

(1) ใช้เชือกซึ่งเป็นมุมฉากบนพื้นที่ที่ต้องการศึกษา ควรเลือกพื้นที่โดยวิธีสุ่ม เพื่อให้ได้สิ่งมีชีวิตที่เป็นตัวแทนของบริเวณนั้นจริง

(2) วัดความยาวไปตามเส้นเชือกทั้งสองตามขนาดของพื้นที่นั้น เช่น ถ้าวัดไปตามเส้นเชือกเส้นละ 1 เมตร เมื่อลากเส้นตรงตั้งฉากขึ้นไปจากเส้นเชือกเดิมก็จะได้พื้นที่ในบริเวณนี้เป็น $1 \times 1 = 1$ ตารางเมตร(รูปภาคผนวก 2-1) หรือ ถ้าลากเส้นตั้งฉากที่จุดห่างจากมุมฉาก 2 มุม จะได้พื้นที่ $2 \times 2 = 4$ ตารางเมตร เป็นต้น

รูปภาคผนวก 2-1 แผนภาพการทำควอดเรต ตัวเลขบนเส้นเชือกมีหน่วยเป็น เมตร



พื้นที่สี่เหลี่ยมมุมฉาก คือควอดเรตที่จะใช้เป็นเขตตัวอย่างเพื่อการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

การเลือกพื้นที่เขตตัวอย่าง ควรเลือกขนาดต่างกัน ตามความสลับซับซ้อนของสิ่งมีชีวิตในบริเวณนั้น เช่น

ถ้าศึกษาไม้พุ่ม หรือไม้ชั้นรองขนาดเล็ก อาจใช้แปลงขนาด 16 ตารางเมตร

ถ้าศึกษาพืชในทุ่งหญ้า อาจใช้แปลงเล็กขนาด 1 ตารางเมตร

ถ้าศึกษาพืชขนาดเล็ก เช่น moss, lichen ใช้แปลงขนาด 20 x 20 ตารางเซนติเมตร

(3) นับจำนวนชนิด (species) ของสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ 1 ตารางหน่วยนี้

ถ้ามีการกำหนดขนาดของแปลงเหมาะสมกับสภาพของพื้นที่ จำนวนของสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ 1 ตารางหน่วยนี้ จะเป็นตัวแทนของสิ่งมีชีวิตที่พบในกลุ่มสิ่งมีชีวิตนั้นอย่างเหมาะสมด้วย

จากการทำควอดเรตในพื้นที่หลายตารางหน่วย เช่น 1 ตารางเมตร 2 ตารางเมตร 4 ตารางเมตร 8 ตารางเมตร สามารถสร้าง species - area curve ได้ดังนี้

ให้แกน Y แทนจำนวนชนิดที่พบใน 1 หน่วยพื้นที่

ให้แกน X เป็นหน่วยพื้นที่

พลอต จำนวนชนิดที่พบในพื้นที่ที่ทำการศึกษา (รูปภาคผนวก 2-2) เช่น

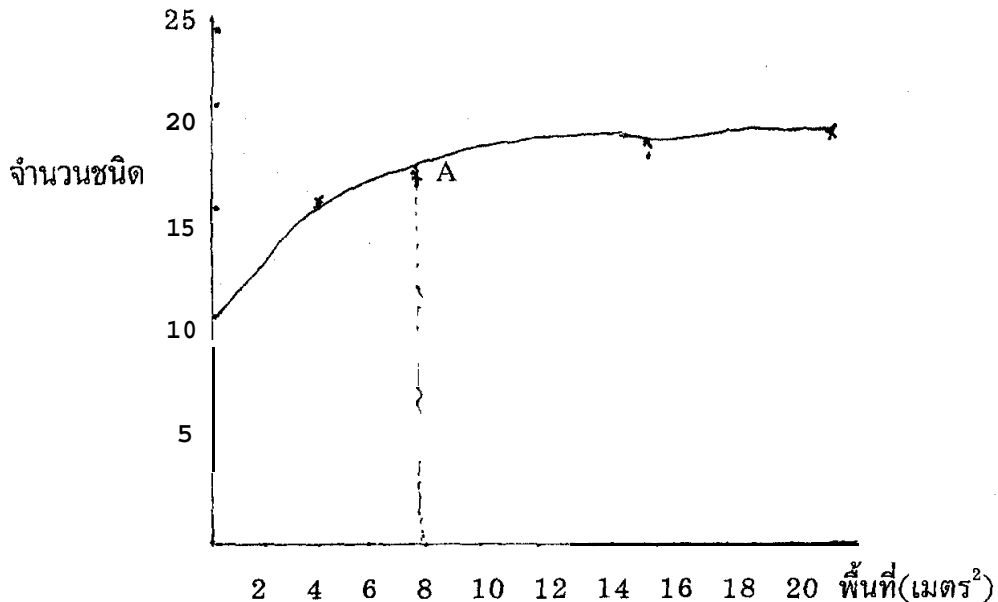
ในพื้นที่ 1 ตารางเมตร พบ 10 ชนิด

ในพื้นที่ 2 ตารางเมตร พบ 13 ชนิด

ในพื้นที่ 4 ตารางเมตร พบ	16 ชนิด
ในพื้นที่ 8 ตารางเมตร พบ	18 ชนิด
ในพื้นที่ 16 ตารางเมตร พบ	19 ชนิด
ในพื้นที่ 30 ตารางเมตร พบ	20 ชนิด

ลากเส้นผ่านจุดที่พลอตไว้ จะได้กราฟที่เป็นเส้นโค้งขึ้นและค่อย ๆ ขนานกับแกน X เส้นกราฟนี้เรียกว่า species - area curve

รูปภาคผนวก 2-2 แผนภาพการพลอต species - area curve



(4) จาก species - area curve นี้ สามารถหา พื้นที่เล็กที่สุด(minimum area) ในการทำ ควอดเรตของแต่ละกลุ่มสิ่งมีชีวิตได้

พื้นที่เล็กที่สุด คือ บริเวณที่น้อยที่สุดซึ่งสามารถพบสิ่งมีชีวิตได้มากที่สุดพอที่จะเป็นตัวแทนของสิ่งมีชีวิตในกลุ่มสิ่งมีชีวิตนั้น

(5) จากแผนภาพตัวอย่าง จะเห็นว่า เส้นกราฟเริ่มเป็นแนวอนชนานกับแกน X ที่จุด A เมื่อลากเส้นตั้งฉากจาก A ลงมาแกนที่ X จะอยู่ที่เลข 8

ดังนั้น 8 ตารางเมตร จึงเป็นพื้นที่เหมาะสมที่สุดในการทำแปลงควอดเรต เพราะจะทำให้พบสิ่งมีชีวิตแทบทุกชนิดที่เป็นตัวแทนของกลุ่มสิ่งมีชีวิตนี้ ถ้ากำหนดพื้นที่สุ่มตัวอย่างเพิ่มขึ้นถึง 20 ตารางเมตร หรือ 23 ตารางเมตร ก็จะมีจำนวนชนิดเพิ่มขึ้นอีก 1-2 ชนิดเท่านั้น จึงไม่เหมาะสมกับการสิ้นเปลืองเวลาและแรงงาน

2.2.2 **ทรานเซกต์(transect)** เป็นการสำรวจความหนาแน่นสิ่งมีชีวิตในแนวยาว เหมาะสำหรับศึกษาบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งมีชีวิตมาก เช่น อีโคโทน(ecotone) บริเวณชายน้ำจนถึงป่า เป็นต้น

ทรานเซกต์ แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

(1) **ทรานเซกต์เส้น(line transect หรือ line intercept)** ทำโดยใช้เชือกหรือเทปเมตรพาดผ่านบริเวณที่ต้องการศึกษา แล้วบันทึกชนิดของพืชหรือสิ่งมีชีวิตที่สัมผัสเส้นที่พาดนี้ วิธีนี้เหมาะสำหรับศึกษา กลุ่มสิ่งมีชีวิตพวกพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งพวกหญ้า

(2) **เบลท์ทรานเซกต์(belt transect)** เป็นการสำรวจคล้าย line transect แต่มีความกว้างของเส้นมาเกี่ยวข้องกับตัว โดยทั่วไปใช้กว้าง 1 เมตร ความยาวแล้วแต่กำหนดใน belt transect นี้จะแบ่งออกเป็นส่วนย่อยอีกคล้ายกับเป็นควอดเรตหลายเส้นมาต่อกัน แล้วทำการสำรวจชนิดสิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณนี้และชนิดเด่นในแต่ละ section

หลังจากสำรวจแล้ว จำลองตำแหน่งของพืชที่สำคัญในแต่ละทรานเซกต์ลงในกระดาษกราฟ

2.3 การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำไหล

2.3.1 **ลำธารน้ำไหลเชี่ยว(swift stream community)** เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตรูปแบบหนึ่งที่เป็นเอกลักษณ์น่าศึกษา พื้นที่ใดที่มีการเปลี่ยนแปลงระดับความสูง(elevation)มาก ลำธารที่ไหลผ่านแผ่นดินนั้นจะเป็นลำธารที่มีน้ำไหลแรง พื้นล่างและต้นน้ำของลำธารลักษณะนี้จะกัดเซาะ(erode)ผิวดินและธาตุอาหารในดินมาตามน้ำ ทำให้เทือกเขาลดระดับกลายเป็นเนินเขาและเนินเขากลายเป็นที่ราบ เมื่อถึงระดับนี้แล้วจะทำให้ความเร็วของกระแส น้ำช้าลง จนกระทั่งพื้นดินอยู่ระดับเดียวกัน แต่กระบวนการดังกล่าวใช้เวลานานมาก ลำธารขนาดเล็กอาจตื่นเขินขึ้นจากการทับถมของดินและตะกอนในช่วงที่กระแสน้ำลดความรุนแรงลง และต่อมาอาจถึงขั้นแห้ง จนทำให้กระแสน้ำถูกเปลี่ยนทิศทางไป เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพขั้นนี้ก็จะทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในลำธารเปลี่ยนแปลงตามมาด้วย การเปลี่ยนแปลงนี้เป็นลักษณะหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงแทนที่ ซึ่งมีกลไกสืบเนื่องมาจากปัจจัยทางกายภาพ

เนื่องจากอนุภาคขนาดเล็กถูกชะล้างง่ายกว่าอนุภาคขนาดใหญ่ ดังนั้นพื้นล่างของธารน้ำเชี่ยว จึงประกอบด้วยก้อนหินและก้อนกรวดเป็นส่วนใหญ่ ยิ่งมีน้ำไหลแรงมากขึ้นเท่าใดพื้นล่างของลำธารก็ยิ่งมีลักษณะเป็นกรวดหรือหินก้อนใหญ่ขึ้นเท่านั้น ยิ่งไปกว่านั้นกระแสน้ำยังช่วยเสริมให้เกิดการระบายอากาศเป็นอย่างดี จึงทำให้มีการละลายของออกซิเจนในแหล่งน้ำลักษณะนี้ค่อนข้างสูง ในทำนองเดียวกันคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตขึ้นมาโดยสัตว์ก็จะหลุดออกไปจากน้ำได้ง่ายขึ้นด้วย อุณหภูมิของน้ำจะใกล้เคียงกับของบรรยากาศมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่มีน้ำตื้น

สิ่งมีชีวิตนอกจากจะได้รับอิทธิพลจากกระแสลำ้วยังได้รับอิทธิพลจากปัจจัยทางกายภาพอื่นอีกด้วย พืชน้ำที่มีรากไม่สามารถเจริญได้ มีแต่พวกสาหร่ายขนาดเล็ก(microscopic algae) และพืชไม่มีระบบท่อลำเลียง(non vascular plant) เพียงไม่กี่ชนิดเท่านั้นที่จะเจริญอยู่ได้

สัตว์ในแหล่งน้ำแบบนี้จะต้องเป็นพวกมีการปรับตัวที่ซ่อนอยู่ใต้ก้อนหินหรือด้านที่ไม่ถูกระแทกโดยกระแสน้ำ รูปร่างของสัตว์จะต้องมีการดัดปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ในหลาย ๆ ด้านเพื่อให้เหมาะกับการมีชีวิตอยู่ตามก้นลำธาร สัตว์บางชนิดมีโครงสร้างสำหรับดูด(sucker) หรือสำหรับยึดเกาะ(holdfast) ในขณะที่บางชนิดมีลำตัวลักษณะแบน หลายชนิดมีวิวัฒนาการสร้างต่อมเพื่อคัดหลั่งเส้นใยคล้ายไหมออกมา ทำให้การยึดเกาะอยู่กับที่มั่นคงขึ้น ปลาหลายชนิดมีลำตัวเรียวยาว(streamlined) และสามารถพุ่งตัวจากที่กำบังแห่งหนึ่งไปยังที่กำบังอีกแห่งหนึ่งได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม แม้จะมีลักษณะเด่นหลายแบบเป็นเครื่องป้องกันตัว(protective measure) สิ่งมีชีวิตเหล่านี้บางส่วนก็ยังถูกพัดพาไปในช่วงที่กระแสน้ำแรง โดยที่หลายตัวอาจตกไปอยู่ในที่ไม่เหมาะสมและตายในที่สุด

ถึงแม้ว่าการมีออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำมากจะเป็นปัจจัยเสริมให้สิ่งมีชีวิตในถิ่นที่อยู่อาศัยลักษณะธารน้ำเชี่ยวนี้มีการแพร่กระจายได้ดี ประกอบกับรูปร่างก็เหมาะสำหรับการหลบหลีกศัตรู แต่กระแสน้ำเป็นปัจจัยจำกัดทำให้ไม่มีการแพร่กระจายไปตามพื้นที่ว่าง แต่จะพบในปริมาณมากในพื้นที่ขนาดเล็กที่เหมาะสมเท่านั้น

ขั้นตอนสำหรับปฏิบัติการภาคสนามของกลุ่มสิ่งมีชีวิตแบบลำธารไหลเชี่ยว คือ

(1) เริ่มการศึกษาโดยวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐานดังเช่นที่ได้ปฏิบัติมาแล้วในบทปฏิบัติการที่ 1 และ 2 ซึ่งได้แก่

- อุณหภูมิ
- pH
- O₂
- free CO₂ ในน้ำ

เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้ออกกับ กลุ่มสิ่งมีชีวิตแบบลำธารไหลเอื่อย(slow stream community) ข้างเคียง โดยพิจารณาตามหัวข้อต่อไปนี้

- เปรียบเทียบและวิเคราะห์ความกว้าง ความลึก อัตราความเร็วของกระแสน้ำและ
- ลักษณะของพื้นที่ท้องน้ำ
- มีความขุ่นหรือใสและมีตะกอนหรือไม่
- มีร่องรอยของการเกิดน้ำท่วมที่บริเวณข้างเคียงหรือไม่
- ท่านสามารถหาความลึกที่สุดของระดับน้ำจากร่องรอยนี้ได้หรือไม่

- สังเกตการเปลี่ยนระดับความสูง(elevation change) ในระยะ 1 ไมล์ของลำธาร พร้อมทั้งสังเกตความแตกต่างของระดับน้ำว่าต่างกับส่วนอื่นของลำธารอย่างไร
- สำรวจหาพืชพวกที่มีระบบท่อลำเลียง(vascular plant) พวก microscopic algae และพวก moss
- เก็บตัวอย่างเพลงตอนเพื่อนำกลับมาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
- วิเคราะห์ลักษณะของกลุ่มสิ่งมีชีวิตบนบก(terrestrial community) ที่ชานามาตามลำธาร(along the shore)
- ใช้สวิงเก็บตัวอย่างปลา และสังเกตดูลักษณะที่ปรับตัวให้เข้ากับการมีชีวิตรอดในลำธารไหลเชี่ยว
- พลิกก้อนหินตามพื้นท้องลำธารแล้วดักจับสัตว์น้ำด้วยสวิง
- เลือกบริเวณที่มีหินก้อนใหญ่ริมฝั่งเพื่อสำรวจหาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังโดยระเบียนวิธีควอดเรต ใช้พื้นที่ 1 ตารางฟุต แล้วนับชนิดและจำนวนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในพื้นที่นั้น
- สังเกตลักษณะการปรับตัวของสัตว์พวก flatworm, hydra, caddis worm, black fly larva และ สิ่งมีชีวิตอื่นที่ตรวจพบ

ถ้าพบพื้นที่ที่มีน้ำลึก(pool backwater) หรือ ส่วนที่มีน้ำไหลเอื่อย(slow moving section) ของลำธาร ให้เปรียบเทียบสิ่งมีชีวิตนี้กับบริเวณที่มีน้ำไหลแรง โดยพิจารณาหัวข้อต่อไปนี้

- สัตว์ขนาดใหญ่ที่สุดพบที่ใด
- บริเวณใดมีชนิดและจำนวนสัตว์มากกว่ารวมทั้งบ่งชนิดที่เป็นชนิดเด่นของแต่ละพื้นที่ตลอดจนบทบาทในห่วงโซ่อาหารของชนิดเหล่านั้นด้วย
- ทำรายการจำนวนและชนิดของสิ่งมีชีวิตใน แต่ละ ลำดับอาหาร(trophic level)
- จากลักษณะที่เปลี่ยนแปลงไปมากตั้งแต่เริ่มต้น(origin) พอจะทราบได้ไหมว่าเป็นลำธารที่เกิดขึ้นนานแล้วหรือเพิ่งเกิดขึ้นใหม่ และพอจะทำนายได้หรือไม่ว่าในอนาคตจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร
- การเปลี่ยนแปลงที่อาจมีขึ้นในอนาคตนี้จะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตอย่างไร ท่านพอจะประมาณระยะเวลาของการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นนี้ได้หรือไม่

2.3.2 ลำธารน้ำไหลเอื่อย(slow stream community) เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตบริเวณพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย ลำน้ำไหลผ่านที่นั่นจะมีกระแสน้ำไหลไม่แรงนัก อนุภาคขนาดเล็กเท่านั้นที่ถูกชะล้างไปโดยกระแสน้ำ พื้นล่างของลำธารเหล่านี้ยังคงมี อนุภาคของดินตกค้างอยู่บ้าง ถ้ากระแส

น้ำไหลช้าลงเท่าใด อนุภาคที่กั้นลำธารก็ยิ่งเล็กลงเท่านั้น ปริมาณ D.O. น้อยกว่าในลำธารน้ำไหล
เชี่ยว ส่วน free CO₂ มีมากกว่า

พืชน้ำที่มีราก สามารถเจริญได้ตามชายฝั่งหรืออาจพบได้ทั่วไปตามบริเวณส่วนต้นของลำ
ธาร ในกรณีนี้พืชน้ำจึงทำหน้าที่เสมือนตะแกรงคอยร่อนแพลงตอนที่ไหลไปตามน้ำ ชนิดของ
แพลงตอนที่พบในบริเวณน้ำไหลแรงและน้ำไหลจะต่างกัน ส่วนพืชน้ำที่พบอาจมีชนิดที่คล้ายคลึง
กับที่พบตามบึง สระ หรือทะเลสาบได้

สัตว์ที่พบจะเป็นพวกที่ขุดหรือฝังตัวอยู่ตามพื้นลำธารที่ประกอบด้วยเนื้อดินที่เกิดจากการ
ทับถมของอนุภาคขนาดเล็ก อาจพบปลามากกว่าที่พบในลำธารที่มีน้ำไหลเชี่ยว โคนทั่วไปสัตว์ที่
พบในกลุ่มสิ่งมีชีวิตแบบนี้จะเป็นพวกที่ทนการมีออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อยได้

ขั้นตอนสำหรับปฏิบัติการภาคสนามของกลุ่มสิ่งมีชีวิตแบบลำธารไหลเชี่ยว คือ

- (1) เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีโดยนำมาตรวจ
หา D.O., free CO₂, วัด pH
- (2) สังเกตลักษณะทางกายภาพอื่น เช่น ความขุ่นใสของน้ำในลำธาร ลักษณะของพื้น
ท้องลำธารว่าเป็นทรายหรือดิน ความกว้างและลึกของลำธาร
- (3) สังเกตความแตกต่างของความลาด (gradient) ของพื้นที่ว่ามากน้อยเพียงใด
- (4) สังเกตหาพืชพวกที่มีระบบท่อลำเลียงและดูว่ามีการแบ่งขอบเขตกลุ่มของพืชบ้าง
หรือไม่
- (5) เก็บตัวอย่างแพลงตอนเพื่อมาจำแนกชนิดในห้องปฏิบัติการ
- (6) สำรวจหาปลาและสิ่งมีชีวิตอื่นตามบริเวณริมฝั่งลำธารและแอ่งน้ำ
- (7) เก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่ท้องลำธารมาร่อนหาชนิดของสิ่งมีชีวิต
- (8) เขียนลำดับอาหาร และห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตที่พบ
- (9) บันทึกข้อมูลการศึกษาลงในตาราง

จัดทำขึ้นโดย
ศูนย์วิจัยและพัฒนาทรัพยากรทาง
ทะเลและชายฝั่งทะเลอันดามัน
ภูเก็ต

ตารางบันทึกข้อมูล

(ใช้ได้ทั้งสำหรับกลุ่มสิ่งมีชีวิตแบบลำธารไหลเชี่ยวและลำธารไหลเอื่อย)

ชื่อนักศึกษา

วันที่

สถานที่

ภูมิอากาศ อุณหภูมิของอากาศ pH ของน้ำ

ลักษณะทางกายภาพของลำธาร : ความกว้าง ความลึก ลึ ลึ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ปริมาณ free CO₂

ชนิด	อันดับ	ชั้น	ฟิล์ม	ถิ่นที่อยู่อาศัย

2.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในท่อนไม้ผุ(microsuccession in rotten log)

หลักการและกระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ สามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจนมากใน ถิ่นที่อยู่อาศัยขนาดย่อม(microhabitat) ของกลุ่มสิ่งมีชีวิต เช่น ในผลไม้ที่ร่วงจากต้น ในมูลของสัตว์ใหญ่ และในท่อนไม้ผุ(rotten log) ถิ่นที่อยู่อาศัยขนาดย่อมเหล่านี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านกายภาพ ทางด้านเคมี และทางชีวภาพ เมื่อการสลายตัวถึงขั้นสุดท้ายก็กลายเป็นส่วนหนึ่งของดิน การเปลี่ยนแปลงทั้งทางด้านกายภาพและทางเคมี เกิดขึ้นโดยพลังชีวภาพ(biotic force) เป็นลำดับแรก ซึ่งได้แก่ แบคทีเรีย ฟังไจ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง สัตว์มีกระดูกสันหลัง

2.4.1 ลำดับการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของถิ่นที่อยู่อาศัยขนาดย่อมมีดังนี้

(1) ในกรณีของท่อนไม้ผุ การเปลี่ยนแปลงเริ่มต้นเมื่อต้นไม้ยืนตาย ต่อไปแมลงบางชนิดและพวก สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง อาจเข้าไปอาศัยอยู่ตามเปลือกไม้และเนื้อไม้ชั้นนอก นก และ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอาจใช้รูเป็นที่อยู่อาศัย

(2) ต่อไปต้นไม้จะล้มลงเนื่องจากถูก แมลงเจาะไช(boring insect) ฟังไจ และพวกแบคทีเรียทำให้เกิดการผุขึ้น เปลือกไม้อาจหลุดออกไป มีสัตว์ใหม่มาแทนที่สัตว์ที่เคยอาศัยอยู่ก่อน เนื้อไม้จะผุเร็วยิ่งขึ้น ฟังไจสามารถขอนลึกลงเข้าไปในเนื้อไม้ได้มากขึ้น

(3) พืชและสัตว์ ทำให้ลักษณะทางด้านกายภาพและทางเคมีของเนื้อไม้เปลี่ยนแปลงไปจนเกิดกลุ่มสิ่งมีชีวิตใหม่เข้ามาแทน เมื่อมาถึงขั้นตอนนี้เนื้อไม้ภายในอาจอ่อนนุ่มหมด ในขณะที่เนื้อไม้ภายนอกยังแข็งตัวอยู่ จึงเหมาะสำหรับเป็นที่อยู่อาศัยของพวกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น หนู และพวกสัตว์เลื้อยคลานพวกงู จิ้งเหลน

(4) ต่อไปเนื้อไม้ภายนอกก็จะเริ่มสลายตัวจากการเข้าทำลายของสิ่งมีชีวิตพวกสัตว์ขาปล้อง ฟังไจ และแบคทีเรีย จนทำให้ท่อนไม้นี้กลายเป็นส่วนหนึ่งของพื้นดินในป่า และสัตว์ที่เคยอยู่อาศัยก็จะอพยพไปอยู่ในท่อนไม้อื่น

2.4.2 ขั้นตอนสำหรับปฏิบัติการภาคสนามของกลุ่มสิ่งมีชีวิตแบบท่อนไม้ผุ

การผุพังของท่อนไม้ตามธรรมชาติจนกลายเป็นส่วนหนึ่งของพื้นป่านั้นกินเวลานานหลายปี จึงยากต่อการศึกษา แต่อาจสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นบางส่วนได้ โดยศึกษาจากท่อนไม้หลายท่อนของพืชชนิดเดียวกัน และอยู่ในกลุ่มสิ่งมีชีวิตเดียวกัน โดยทั่วไปมีขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ไม้ยืนตาย(standing dead tree) ให้สังเกตสิ่งต่อไปนี้

- ต้นไม้ที่ยืนตายนี้ยังมีส่วนของเปลือกเหลืออยู่หรือไม่ ถ้ายังมีอยู่ สามารถลอกออกได้ง่ายหรือไม่
- มีสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังพวกใดบ้างทั้งในส่วนเปลือกและในเนื้อไม้

- ลักษณะของเนื้อไม้แห้งหรือสด
- มีสัตว์ชนิดใดเป็นพวกเจาะไชเนื้อไม้
- มีสัตว์มีกระดูกสันหลังพวกใด เช่น กระจอก นก อาศัยอยู่หรือไม่
- บันทึกรายการสัตว์ทุกชนิดที่พบ

ขั้นตอนที่ 2 ไม้เริ่มล้ม(newly fallen tree)

- ยังคงมีเปลือกเหลืออยู่หรือไม่
- เนื้อไม้มีสภาพแข็งหรืออ่อน
- มีสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังพวกใดบ้างในเนื้อไม้รวมถึงบริเวณใต้ท่อนไม้
- สัตว์ที่พบเป็นพวกเจาะไชหรือไม่ เพื่อให้ได้ข้อมูลนี้อาจใช้มีดหรือขวานฟันเนื้อไม้เพื่อสำรวจโพรงที่เกิดจากแมลงเจาะไช

ขั้นตอนที่ 3 ไม้ผุภายในแต่แข็งภายนอก(log rotting inside, but hard outside)

- ลอกเปลือกออกจากต้นไม้ ส่องอย่างละเอียดว่ามีสิ่งมีชีวิตชนิดใดบ้าง
- ทำลายเนื้อไม้ภายนอกเพื่อสำรวจส่วนที่ผุ แล้วดูว่าภายในมีสัตว์เลื้อยคลานชนิดใดอาศัยอยู่บ้าง
- มีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดใดวิ่งหนีไปขณะทำการสำรวจ
- บันทึกชนิดและจำนวนสัตว์ที่พบ

ขั้นตอนที่ 4 ไม้ผุทั้งท่อน(completely rotten log)

- ปฏิบัติเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 3 และสังเกตว่า เนื้อไม้แห้งหรือสด เปียกเมื่อเปรียบเทียบกับทั้งสามขั้นตอนแรก

ตารางบันทึกข้อมูลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงแทนที่ในท่อนไม้

ชื่อนักศึกษา

วันที่

สถานที่

อุณหภูมิอากาศ

ชนิดของดิน

อุณหภูมิของดิน

ความชื้นสัมพัทธ์

รูปแบบของพรรณพืช(vegetation type)

ขั้นตอนที่ 1		ขั้นตอนที่ 2	
สภาพของท่อนไม้		สภาพของท่อนไม้	
ท่อนที่	ชนิด	ท่อนที่	ชนิด
ขั้นตอนที่ 3		ขั้นตอนที่ 4	
สภาพของท่อนไม้		สภาพของท่อนไม้	
ท่อนที่	ชนิด	ท่อนที่	ชนิด