หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

1. บริเวณที่ทำการศึกษา

ทำการศึกษาปัจจัยทางนิเวศน์วิทยาบางประการในบริเวณที่พบปะการังเดี่ยว Heterocyathus aequicostatus ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ต่อจากแนวปะการังในทางตอนเหนือของเกาะค้างคาว (รูปที่ 4) โดยแบ่งบริเวณที่ทำการศึกษาออกเป็น 2 สถานี คือ

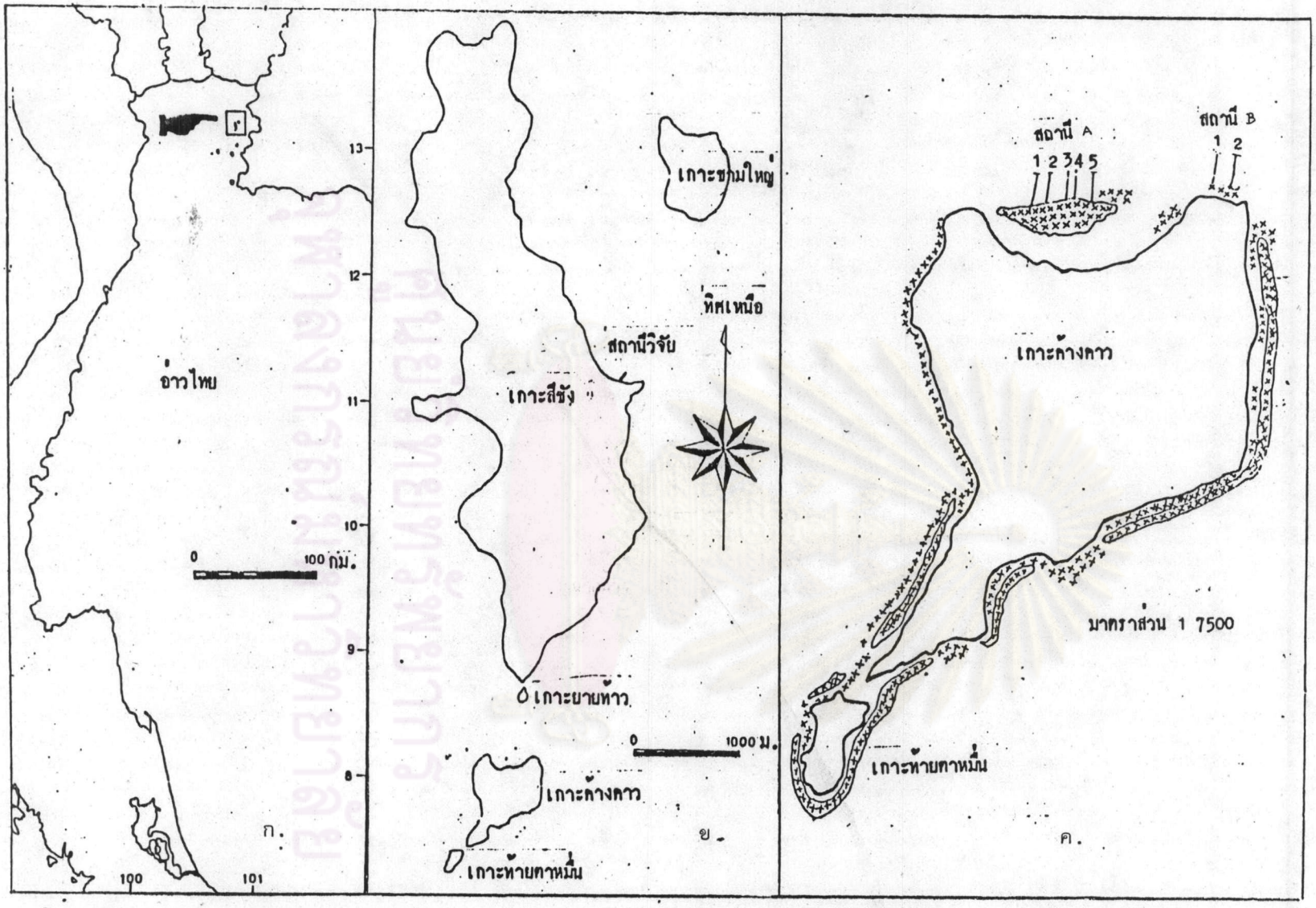
สถานี A เป็นบริเวณที่อยู่ตอนกลางทางทิศเหนือของเกาะค้างคาว ลักษณะของพื้นท้องทะเลเป็นดินตะกอนค่อนข้างหยาบ ในบริเวณแนวปะการังมีปะการังปกคลุมอยู่ประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่ (Sakai et al., 1986) บริเวณนี้เป็นบริเวณที่พบปะการังเดี่ยว H. aequicostatus อยู่อย่างหนาแน่น ทำการศึกษาโดยการวางแนว transect (line transect) จากขอบนอกสุดของแนวปะการังตั้งฉากกับฝั่งยาวออกไปเป็นระยะทาง 200 เมตร จำนวน 5 แนว แต่ละแนวห่างกันประมาณ 20 - 40 เมตร

สถานี B เป็นบริเวณที่อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของเกาะค้างคาว ลักษณะของพื้นท้องทะเลเป็นดินตะกอนที่ละเอียดกว่าสถานี A ใกล้ฝั่งมีชุมชนปะการัง (coral community) เล็ก ๆ อยู่ บริเวณนี้มีปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus กระจายอยู่น้อยกว่าสถานี A ทำการศึกษาโดยการวางแนว transect จากขอบนอกสุดของชุมชนปะการังตั้งฉากกับฝั่งยาวออกไปเป็นระยะทาง 200 เมตร จำนวน 2 แนว ห่างกันประมาณ 40 เมตร

2. การเก็บตัวอย่าง

2.1 ระยะเวลาการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 ครั้ง ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคม 2529



รูปที่ 4 ก. แผนที่แสดงที่ตั้งของบริเวณเกาะสีชัง อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี ข. แผนที่แสดงที่ตั้งของเกาะค้างคาวที่อยู่ทางใต้ของเกาะสีชัง ค. แผนที่แสดงบริเวณที่ทำการศึกษาซึ่งอยู่ทางตอนเหนือของเกาะค้างคาว

สถานี A อยู่บริเวณทิศเหนือของเกาะค้างคาว สถานี B อยู่บริเวณทิศตะวันออกเฉียงเหนือของเกาะค้างคาว

เก็บระหว่างเวลาน้ำลงเต็มที่ โดยดูจากมาตราน้ำของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ (1986) ดังนี้

ครั้งที่ 1 วันที่ 23 - 24 กรกฎาคม 2529

ครั้งที่ 2 วันที่ 4 - 5 สิงหาคม 2529

ครั้งที่ 3 วันที่ 18 - 19 สิงหาคม 2529

2.2 การเก็บตัวอย่างดิน

เก็บด้วยเครื่องมือเก็บดินชนิดท่อเจาะ (corer) โดยใช้ท่อ พีวีซี ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว เจาะลึกลงไปประมาณ 5 - 6 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างทุก ๆ ระยะ 10 เมตร จนครบ 200 เมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาขนาดตะกอนดิน และปริมาณสารอินทรีย์ (grain size and organic content analysis)

2.3 การเก็บตัวอย่างน้ำ

เก็บด้วยกระบอกเก็บน้ำแบบกระตุก โดยเก็บน้ำเหนือพื้นทะเลประมาณ 0.5 - 1.0 เมตร เก็บทุก ๆ ระยะ 10 เมตร เช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์หา ความเค็ม ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ และปริมาณธาตุอาหารได้แก่ ไนเตรต ไนไตรต์ แอมโมเนีย และฟอสเฟต นอกจากนี้ยังได้วัดอุณหภูมิและระดับความลึกไปพร้อมกับการเก็บตัวอย่างน้ำอีกด้วย

2.4 การเก็บตัวอย่างปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus กับไซปังคุลิด A. corallicola

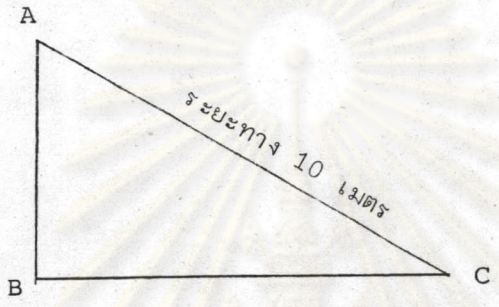
เก็บโดยใช้พลั่วตักดินที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัด 25 x 25 เซนติเมตร ตักลึกไปประมาณ 4 - 5 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างทุก ๆ ระยะ 10 เมตร เช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างดิน นำตัวอย่างดินที่ได้ไปร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาดตา 1.5 มิลลิเมตร เก็บตะกอนที่ค้างอยู่บนตะแกรงดองด้วยฟอร์มาลินที่มีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 4 เพื่อนำมาวิเคราะห์หาตัวอย่างปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus และไซปังคุลิด, A. corallicola ในห้องปฏิบัติการต่อไป

3. การศึกษาปัจจัยทางนิเวศน์วิทยา

3.1 การวิเคราะห์ลักษณะของหาดบริเวณที่ทำการศึกษา

นำข้อมูลความลึกตามแนว transect ทุก ๆ ระยะ 10 เมตร มาหาระยะทางตามแนวระดับ โดยใช้สมการของสามเหลี่ยมมุมฉาก

$$BC = Ac^2 - AB^2$$



เมื่อ AB = ผลต่างของความลึกของจุดที่ 1 และจุดที่ 2 ซึ่งห่างกัน 10 เมตร

AC = ระยะทางตามแนว transect มีระยะทาง 10 เมตร

BC = ระยะทางในแนวระดับ

จากนั้นนำค่าระยะทางตามแนวระดับกับความลึกมาเขียนกราฟเป็นภาพตัดขวาง เพื่อแสดงลักษณะของหาดในบริเวณที่ทำการศึกษา

3.2 การวิเคราะห์ลักษณะดินตะกอนและขนาดของตะกอนดิน

นำตัวอย่างดินที่เก็บจากท่อเจาะมาแช่ในน้ำจืดตั้งทิ้งไว้ 1 คืน แล้วล้างด้วยน้ำจืดอีก 2 ครั้ง เพื่อล้างเกลือออก นำดินมาผึ่งให้แห้งจากนั้นเอาไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำออกมาทิ้งไว้ให้เย็นในโหลดูดความชื้น (dessicator) นำดินที่อบแห้งแล้วนี้จำนวน 100 กรัม ไปร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาดตา 2.0, 1.0, 0.5, 0.25 และ 0.125 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยใช้เครื่องเขย่าดิน (machanical shaker) เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นชั่งตะกอนดินที่ตกค้างอยู่บนตะแกรงแต่ละชั้น นำค่าน้ำหนักของดินที่ได้มาคำนวณเป็นร้อยละ แล้วเขียนกราฟระหว่างขนาดของตะกอนดินกับเปอร์เซ็นต์สะสมของ

016121

ตะกอนดิน (cumulative percentage) แล้วหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมัธยฐานของตะกอนดิน (Medium particle diameter) ตามหลักการของ Stoddard (1978)

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนดิน

3.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ที่สามารถออกซิไดซ์ได้ (Readily oxidizable organic matter)

การวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ที่สามารถออกซิไดซ์ได้ ทำตามวิธีของ Loring และ Ranpala (1978) โดยนำตัวอย่างดินที่อบ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทิ้งไว้ให้เย็นในโหลดูดความชื้นจนเย็นแล้วมาร่อนผ่านตะแกรงที่มีขนาดตา 0.2 มิลลิเมตร ชั่งดินที่ร่อนผ่านตะแกรงด้วยเครื่องชั่งละเอียดมา 2.0000 กรัม ใส่ลงในฟลาส์กขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายโปแตสเซียมไดโครเมตร ($K_2Cr_2O_7$) 0.1 นอร์มัลลงไป 10 มิลลิลิตร และเติมสารละลายเงินไนเตรต ($AgSO_4$) ในกรดซัลฟูริคลงไป 20 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ ประมาณ 1 นาที ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่นลงไปจนมีปริมาตรเป็น 150 มิลลิลิตร เติมกรดฟอสฟอริค (H_3PO_4) 85 เปอร์เซนต์ลงไป 10 มิลลิลิตร แล้วเติมผงโซเดียมฟลูออไรด์ (NaF) 0.2 กรัม และ diphnylamine indicator 15 หยด นำสารละลายดังกล่าวไปไตเตรตกับสารละลายเฟอรัส ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$) 0.5 นอร์มัล จนสีของสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเขียวสด (brilliant green) แล้วนำค่าปริมาตรที่ใช้มาคำนวณหาเปอร์เซนต์สารอินทรีย์ที่สามารถออกซิไดซ์ได้จากสูตร

$$\% \text{ organic matter (readily oxidizable)} = 10\left(1 - \frac{T}{S}\right) F$$

เมื่อ T = ปริมาตรสารละลายเฟอรัสที่ใช้ในการไตเตรตสารละลายตัวอย่าง (sample titration)

S = ปริมาตรสารละลายเฟอรัสที่ใช้ในการไตเตรตกับสารละลายมาตรฐาน (standardization blank titration)

F = ค่าคงที่

3.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดในตะกอนดิน (Total organic matter)

วิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์ทั้งหมดในตะกอนดินโดยวิธี Ignition loss (Cox, 1976) โดยชั่งตัวอย่างดินที่อบที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และทิ้งไว้ให้เย็นในโหลดูดความชื้นจนเย็นแล้วชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียด 20.000 กรัม ไปอบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง เอาออกมาตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในโหลดูดความชื้น แล้วนำมาชั่งหาน้ำหนักที่หายไป จากนั้นมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์ทั้งหมดจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์สารอินทรีย์ทั้งหมด} = \frac{\text{น้ำหนักที่ลดลงของตัวอย่างดิน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักของตัวอย่างดินก่อนเผา (กรัม)}} \times 100$$

3.4 การวิเคราะห์ความเค็ม

วัดความเค็มของน้ำทะเลจากตัวอย่างน้ำที่เก็บมาโดยใช้เครื่องวัดความเค็มที่ใช้หลักการหักเหของแสง (Salino-refractometer, ATAGO SALINY 3100-3)

3.5 การวิเคราะห์ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

วัดความเป็นกรด-ด่างของน้ำทะเลตัวอย่างโดยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter, HORIBA/H-7AD)

3.6 การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen)

วิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลตัวอย่างตามวิธีของ Strickland และ Parson (1972)

4. การศึกษาการกระจายของปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus และไซบังคุลิด, A. corallicola

ทำการแยกตัวอย่างปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus และไซบังคุลิด, A. corallicola ออกเป็นขนาดต่าง ๆ กันในห้องปฏิบัติการ โดยแยกปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus ออกเป็น 3 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 เป็นปะการังเดี่ยวที่เพิ่งลงเกาะบน substrate ต่าง ๆ กัน ปะการังเดี่ยวกลุ่มนี้มีขนาดเล็กกว่า 1 มิลลิเมตร

กลุ่มที่ 2 เป็นปะการังเดี่ยวที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 - 6 เซนติเมตร

กลุ่มที่ 3 เป็นปะการังเดี่ยวที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 6 เซนติเมตรขึ้นไป

สำหรับไซบังคุลิด, A. corallicola ทำการแยกออกจากตะกอนดินแล้วแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ตามชนิดของ substrate ที่ลงไปอยู่คือ

กลุ่มที่ 1 เป็นไซบังคุลิด, A. corallicola ที่ลงไปอยู่ในเปลือกหอยฝาเดียว

กลุ่มที่ 2 เป็นไซบังคุลิด, A. corallicola ที่ลงไปอยู่ใน substrate ที่เป็นซากหินปูนต่าง ๆ

5. การศึกษาความสัมพันธ์ของปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus กับไซบังคุลิด, A. corallicola

5.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus กับไซบังคุลิด, A. corallicola

นำตัวอย่างปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus ที่แยกแล้วมาทำการวัดเส้นผ่าศูนย์กลางและความสูงแล้วคำนวณหาปริมาตรโดยประมาณจากสูตร

$$V = 2\pi r h$$

เมื่อ V = ปริมาตรของปะการังเดี่ยวมีหน่วยเป็นมิลลิลิตร (มล.)

r = รัศมีของปะการังเดี่ยวมีหน่วยเป็นเซนติเมตร (ซม.)

h = ความสูงของปะการังเดี่ยวมีหน่วยเป็นเซนติเมตร (ซม.)

ส่วนไซบังคุลิดแยกจากปะการังเดี่ยวแต่ละตัวมาชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่งละเอียด แล้วนำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus กับน้ำหนักของไซบังคุลิด, A. corallicola โดยใช้ power regression analysis

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 การศึกษาการอยู่รอดของปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus

แบ่งตัวอย่างปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus ที่ยังมีชีวิตออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่ม control ซึ่งจะเลี้ยงปะการังเดี่ยว ที่ยังคงมีไซปังคูลิดอยู่ในฐานของปะการังในภาชนะขนาด 500 มิลลิลิตร ภาชนะละ 15 ตัว ให้อาหารเป็นไรน้ำเค็ม, Artemia salina ขนาดใหญ่ทุก ๆ 3 วัน ให้อากาศเบา ๆ ให้แสงฟลูออเรสเซนซ์ 40 วัตต์ อยู่เหนือผู้ทดลองประมาณ 50 เซนติเมตร วันละ 12 ชั่วโมง (รูปที่ 5)

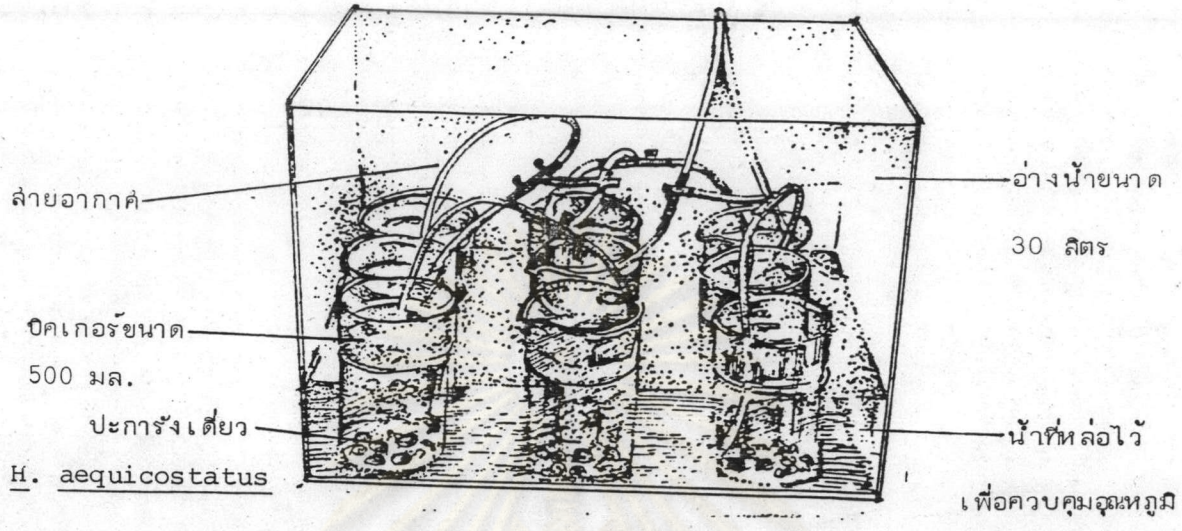
กลุ่มที่ 2 เอาลำลีจุดตรงช่องทางออกของไซปังคูลิดที่อยู่บริเวณด้านล่างตรงฐานของปะการังเดี่ยว แล้วเลี้ยงปะการังกลุ่มนี้เช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1

แต่ละกลุ่มทำการทดลอง 3 ซ้ำ เป็นเวลา 3 เดือน สังเกตดูความสมบูรณ์ของปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus โดยดูจากลักษณะของพฤติกรรมการยื่นหนวด (tentacle) และการตอบสนองต่อแท่งแก้วที่นำมาแตะที่หนวด โดยดูว่าเมื่อนำแท่งแก้วแตะหนวดแล้วหนวดมีการหดตัวทันทีแสดงว่าปะการังเดี่ยวตัวนั้นมีสภาพสมบูรณ์ แต่ถ้าการตอบสนองช้าแสดงว่าปะการังเดี่ยวมีสภาพไม่ปกติ ทั้งนี้จะทำการเทียบกับกลุ่ม control ด้วย นอกจากนั้นให้บันทึกอัตราการอยู่รอดของปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus ทั้ง 2 กลุ่ม

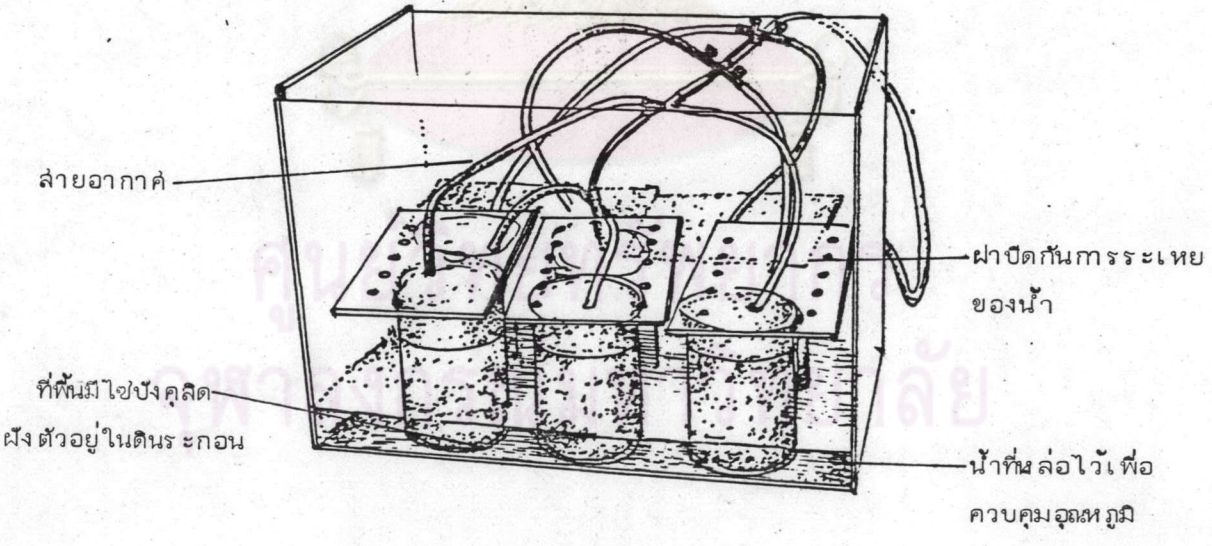
5.3 การศึกษาการอยู่รอดของไซปังคูลิด, A. corallicola

นำไซปังคูลิด, A. corallicola ที่แยกออกมาจากปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus ประมาณ 2 - 3 วัน เลือกเฉพาะตัวที่มีความสมบูรณ์ โดยดูจากลักษณะของ trunk จะต้องไม่พองน้ำหรือลีบ และ introvert จะต้องไม่หดตัวอยู่ใน trunk ตลอดเวลา แล้วแบ่งการทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 15 ตัวดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่ม control ให้ไซปังคูลิด A. corallicola กลับเข้าไปอยู่ในโครงสร้างหินปูนของปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus ที่ตายไปแล้วอีกครั้งหนึ่ง นำมาเลี้ยงในภาชนะขนาด 500 มิลลิลิตร ให้อากาศเบา ๆ (รูปที่ 6) ให้อาหารเป็นไรน้ำเค็มแช่แข็งผสมกับตะกอนดินที่พื้นทุก ๆ 3 วัน และเปลี่ยนน้ำประมาณครึ่งหนึ่งทุกวัน



รูปที่ 5 การทดลองการอยู่รอดของปะการังเดี่ยว H. aequicostatus ในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 6 การทดลองการอยู่รอดของไซบันคุลิด A. corallicola ในห้องปฏิบัติการ

กลุ่มที่ 2 เลี้ยงไซบังคุลิด, A. corallicola ในสภาวะเดียวกันกับกลุ่มที่ 1 แต่ไม่ให้ไซบังคุลิดกลับเข้าไปอยู่ในซากปะการังเดียวเหมือนกลุ่มที่ 1

กลุ่มที่ 3 เลี้ยงไซบังคุลิด, A. corallicola ในสภาวะเดียวกันกับกลุ่มที่ 2 แต่เปลี่ยนอาหารเป็นไรน้ำเค็มที่เหลือจากการกินของปะการังเดียว, H. aequicostatus โดยให้สมมติฐานว่าไซบังคุลิดอาจจะต้องการสารบางอย่างจากปะการังเดียวในการดำรงชีวิต ซึ่งสารเหล่านี้อาจจะมีอยู่ใน mucus ของปะการังเดียว

แต่ละกลุ่มทำการทดลอง 3 ซ้ำ เป็นเวลา 3 เดือน ก่อนเริ่มทำการทดลองให้ชั่งน้ำหนักรวมของไซบังคุลิดในแต่ละกลุ่มและเมื่อสิ้นสุดการทดลองให้ชั่งน้ำหนักรวมของไซบังคุลิดในแต่ละกลุ่มอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำมาหาค่าน้ำหนักเฉลี่ยต่อ 1 ตัว บันทึกอัตราการรอดตาย เพื่อนำมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การรอดและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่ลดลงไปต่อ 1 ตัว

5.4 การศึกษาความสัมพันธ์บางประการระหว่างปะการังเดียว H. aequicostatus กับไซบังคุลิด A. corallicola

ทำการศึกษาโดยแยกการทดลองออกเป็น 3 การทดลอง

การทดลองที่ 1 เป็นการทดลองโดยการเอาดินตะกอนกลบตัวปะการังเดียว H. aequicostatus

การทดลองที่ 2 เป็นการทดลองโดยการคว่ำตัวปะการังเดียว H. aequicostatus บนดินตะกอน

การทดลองที่ 3 เป็นการศึกษาพฤติกรรมของไซบังคุลิด A. corallicola ที่แยกออกจากปะการังเดียว H. aequicostatus ขณะเคลื่อนที่บนพื้น

5.4.1 การทดลองที่ 1 แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่ม control เลือกปะการังเดียว H. aequicostatus ที่มีความสมบูรณ์ และยังคงมีไซบังคุลิด A. corallicola อยู่ร่วมด้วย จากนั้นนำปะการังเดียวเหล่านี้มาใส่ในอ่างเลี้ยงขนาด 20 ลิตร ที่มีดินตะกอนจากบริเวณที่เก็บตัวอย่างหนา

ประมาณ 2 เซนติเมตร แล้วกลบตัวปะการังด้วยดินตะกอนจนมิด จับเวลาว่าปะการังเดี่ยว H. aequicostatus ใช้เวลาในการพาตัวขึ้นสู่ผิวดินนานเท่าใด และสังเกตพฤติกรรมในการกลับขึ้นสู่ผิวดินของปะการังเดี่ยว

กลุ่มที่ 2 เอาลำลีอุดทางออกของไซปังคุลิด A. corallicola ที่อยู่ภายในโพรงของปะการังเดี่ยว H. aequicostatus แล้วนำกลับไปเลี้ยงในอ่างแก้วขนาด 30 ลิตร เป็นเวลา 2 - 3 วัน แล้วเลือกเฉพาะปะการังเดี่ยวที่มีความสมบูรณ์มาทำการทดลองเช่นเดียวกันกับกลุ่มที่ 1

ให้เปรียบเทียบผลการทดลองในระหว่างกลุ่มทั้งสอง

5.4.2 การทดลองที่ 2 แบ่งการทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่ม control เลือกปะการังเดี่ยว H. aequicostatus ที่มีความสมบูรณ์และยังคงมีไซปังคุลิด A. corallicola อยู่ภายในโครงสร้างหินปูน มาคว่ำบนดินตะกอนที่เก็บมาจากบริเวณที่เก็บตัวอย่างในอ่างแก้วขนาด 20 ลิตร แล้วสังเกตพฤติกรรมการพลิกตัวกลับของปะการังเดี่ยว และจับเวลาในการพลิกตัวกลับมาสู่สภาพปกติของปะการังเดี่ยว

กลุ่มที่ 2 เลือกปะการังเดี่ยว H. aequicostatus ที่ปิดทางออกของไซปังคุลิด A. corallicola ที่มีความสมบูรณ์ นำมาทำการทดลองเช่นเดียวกันกับกลุ่มที่ 1

เปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกลุ่มทั้งสอง

5.4.3 การทดลองที่ 3 นำไซปังคุลิด A. corallicola ที่มีความสมบูรณ์มาทำการทดลองโดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่ม control ให้ไซปังคุลิด A. corallicola กลับเข้าไปอยู่ในซากปะการังเดี่ยว H. aequicostatus แล้วนำไปใส่ในภาชนะขนาด 1 ลิตร ที่พื้นมีดินตะกอนจากบริเวณเก็บตัวอย่างหนาประมาณ 6 เซนติเมตร ภาชนะละ 15 ตัว สังเกตการเคลื่อนที่ของไซปังคุลิดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กลุ่มที่ 2 เลือกไข่ปังคุลิด A. corallicola ที่มีความสมบูรณ์มาใส่ในภาชนะขนาด 1 ลิตร ที่พื้นมีดินตะกอนจากบริเวณเก็บตัวอย่างหนา 6 เซนติเมตร แล้วสังเกตพฤติกรรมการเคลื่อนที่บนดินตะกอนของไข่ปังคุลิดเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ 1

6. การศึกษาการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus กับไข่ปังคุลิด, A. corallicola

นำปะการังเดี่ยวที่ได้จากภาคสนามมาใส่ในภาชนะขนาด 20 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ข้ามคืน แล้วกรองน้ำที่อยู่ในภาชนะด้วยผ้ากรองขนาดตา 20 ไมครอน นำไปส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอว่ามีไข่ของปะการังเดี่ยวและไข่ปังคุลิดหรือไม่ ถ้ามีให้นำไปใส่ลงในภาชนะขนาด 1 ลิตร ให้อากาศจนกระทั่งไข่เจริญมาอยู่ในระยะตัวอ่อนที่ว่ายน้ำได้ (swimming larvae) แล้วนำมาเลี้ยงในภาชนะ 500 มิลลิลิตร ที่พื้นมี substrate ชนิดต่าง ๆ เช่น เปลือกหอยฝาเดียว ปะการังเดี่ยวที่ตายไปแล้ว ก้อนกรวดเล็ก ๆ เศษปะการังและเม็ดทราย แบ่งออกทดลองออกเป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมี 3 ซ้ำ คือ

กลุ่มที่ 1 มีตัวอ่อนของปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus เพียงอย่างเดียว

กลุ่มที่ 2 มีตัวอ่อนของไข่ปังคุลิด, A. corallicola เพียงอย่างเดียว

กลุ่มที่ 3 มีตัวอ่อนของปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus กับไข่ปังคุลิด A. corallicola

เปลี่ยนน้ำประมาณครึ่งหนึ่งทุกวัน น้ำที่ใช้ในการเลี้ยงตัวอ่อนเป็นน้ำที่กรองผ่านกระดาษกรองวัตแมนเบอร์ 1 (ขนาดตา 0.45 ไมครอน) ให้อาหารเป็นสาหร่ายเซลเดียวสีน้ำตาล, Isochrysis sp. ทุก ๆ วัน สังเกตอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนในแต่ละกลุ่มการทดลองทุก ๆ 24 ชั่วโมง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ เป็นเวลา 3 เดือน แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบอัตราการลงเกาะของแต่ละกลุ่ม

7. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

7.1 การวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของปัจจัยทางนิเวศน์วิทยาบางประการในบริเวณที่ทำการศึกษา

ปัจจัยทางนิเวศน์วิทยาบางประการได้แก่ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมัธยฐานของตะกอนดิน ปริมาณสารอินทรีย์ในดิน ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และปริมาณธาตุอาหาร โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 2 ตัวประกอบ (two way analysis of variance) (จรัญ จันทลักขณา, 2523 และชูศรี วงศ์รัตนะ, 2527) ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 2 ตัวประกอบ

Source of variation	df	SS	MS	F
Row means	$r-1$	$SSR = \frac{\sum_{i=1}^{r} T_{i..}^2}{cn} - \frac{T_{...}^2}{rcn}$	$MSR = \frac{SSR}{r-1}$	$\frac{MSR}{MSE}$
Column means	$c-1$	$SSC = \frac{\sum_{j=1}^{c} T_{.j.}^2}{rn} - \frac{T_{...}^2}{rcn}$	$MSC = \frac{SSC}{c-1}$	$\frac{MSC}{MSE}$
Interaction	$(r-1)(c-1)$	$SS(RC) = \frac{\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c} T_{ij.}^2}{n} - \frac{\sum_{i=1}^{r} T_{i..}^2}{cn} - \frac{\sum_{j=1}^{c} T_{.j.}^2}{rn} + \frac{T_{...}^2}{rcn}$	$MS(RC) = \frac{SS(RC)}{(r-1)(c-1)}$	$\frac{MS(RC)}{MSE}$
Error	$rc(n-1)$	$SSE = SST - SSR - SSC - SS(RC)$	$MSE = \frac{SSE}{rc(n-1)}$	
Total	$rcn-1$	$SST = \sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\sum_{k=1}^{n} X_{ijk}^2 - \frac{T_{...}^2}{rcn}$		

เมื่อ $\sum_{i=1}^{r}\sum_{j=1}^{c}\sum_{k=1}^{n} X_{ijk}^2$ = ผลรวมของกำลังสองของค่าปัจจัยทางนิเวศน์วิทยาที่ทำการวิเคราะห์ได้ในแต่ละจุด

$T_{...}$ = ผลรวมของค่าปัจจัยทางนิเวศน์วิทยาที่ทำการวิเคราะห์ได้ในแต่ละจุด

$T_{j..}$ = ผลรวมของค่าปัจจัยทางนิเวศน์วิทยาที่ทำการวิเคราะห์ได้ในแต่ละจุดตามแนว transect แต่ละแนว

$T_{ij.}$ = ผลรวมของค่าปัจจัยทางนิเวศน์วิทยาที่วิเคราะห์ได้ในแต่ละจุดที่อยู่ในระยะเดียวกันจากแต่ละแนว transect

r = จำนวนจุดที่ทำการวัดในแนว transect

C = จำนวนแนว transect ที่ทำการศึกษา

n = จำนวนจุดที่วัดทั้งหมดในบริเวณที่ทำการศึกษา

7.2 การวิเคราะห์หาความแตกต่างของการกระจายของปะการังเดี่ยว *H. aequicostatus* กับไซบังคุลิด *A. corallicola*

การหาความแตกต่างของการกระจายของปะการังเดี่ยว, *H. aequicostatus* กับไซบังคุลิด, *A. corallicola* ระหว่างแนว transect ที่ทำการศึกษาโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 1 ตัวประกอบ (one way analysis of variance) (จรัญ จันทลักขณา, 2523 และยู่ศรี วงศ์รัตนะ, 2527) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สูตรการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบมี 1 ตัวประกอบ (เมื่อ n ในแต่ละกลุ่มตัวอย่างเท่ากัน)

Source of variation	df	Sum of square (SS)	Mean Square (MS)	F
Between groups	$k-1$	$SS_B = \frac{\sum_{j=1}^{k} T_j^2}{n_j} - \frac{T^2}{N}$	$MS_B = \frac{SS_B}{k-1}$	$F = \frac{MS_B}{MS_W}$
within groups	$k(n-1)$	$SS_W = SS_T - SS_B$	$MS_W = \frac{SS_W}{k(n-1)}$	
Total	$nk-1$	$SS_T = \sum_{j=1}^{k}\sum_{i=1}^{n_j} X_{ij}^2 - \frac{T^2}{N}$		

เมื่อ T_j = ผลรวมของจำนวนตัวอย่างสัตว์ในทุกแนว transect

$\sum_{j=1}^{k} \sum_{i=1}^{nj} X_{ij}^2$ = ผลรวมของกำลังสองของจำนวนตัวอย่างสัตว์ในแต่ละจุดที่ทำการนับ

n_j = จำนวนจุดที่เก็บตัวอย่างในแต่ละแนว transect

k = จำนวนแนว transect

N = จำนวนจุดที่เก็บตัวอย่างในทุก ๆ แนว transect

T = ผลรวมของตัวอย่างสัตว์ทั้งหมดในทุก ๆ แนว transect

7.3 <u>การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของปะการังเดี่ยว, *H. aequicostatus* กับไข่ปังคุลิด, *A. corallicola*</u>

การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของปะการังเดี่ยวกับไข่ปังคุลิด ใช้ power regression จากสูตร

$$y = a.\, b^x$$

หรือ $$\ln y = a + b \ln x$$

แล้วนำค่า x และ y ที่แปลงอยู่ในรูปของ ln มาหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

7.3.1 <u>ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์</u> (coefficient correlation) ซึ่งคำนวณได้จากสมการ

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

เมื่อ R = สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

Σx = ผลรวมของค่า ln ของปริมาตรของปะการังเดี่ยว

Σy = ผลรวมของ ln น้ำหนักของไซปังคูลิด

Σx^2 = ผลรวมของกำลังสองของ ln ปริมาตรของปะการังเดี่ยวแต่ละตัว

Σy^2 = ผลรวมของกำลังสองของ ln น้ำหนักของไซปังคูลิดแต่ละตัว

7.3.2 <u>การทดสอบนัยสำคัญของค่า r</u> ซึ่งคำนวณจากสมการ

$$t = \frac{r\sqrt{N - 2}}{\sqrt{1 - r^2}}$$

เมื่อ R = ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่คำนวณได้

N = จำนวนจุดที่ทำการเก็บตัวอย่างในทุก ๆ แนว transect

ถ้าค่า t ที่คำนวณได้มากกว่าหรือเท่ากับค่า t ในตาราง แสดงว่าค่า r ที่คำนวณได้มีนัยสำคัญซึ่งหมายความว่าปะการังเดี่ยว, <u>H. aequicostatus</u> มีความสัมพันธ์กับไซปังคูลิด <u>A. corallicola</u> จริง

ถ้าค่า t ที่คำนวณได้น้อยกว่าค่า t ในตาราง แสดงว่าค่า r ที่คำนวณได้ไม่มีนัยสำคัญซึ่งหมายความว่าปะการังเดี่ยว, <u>H. aequicostatus</u> ไม่มีความสัมพันธ์กันกับไซปังคูลิด, <u>A. corallicola</u>

7.4 <u>การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางนิเวศน์วิทยาบางประการกับการกระจายของปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus และไซปังคูลิด, A. corallicola</u>

ในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางนิเวศน์วิทยาบางประการที่ทำการศึกษากับการกระจายของปะการังเดี่ยวและไซปังคูลิดใช้สถิติในการวิเคราะห์ 2 วิธีคือ

7.4.1 Polynomial regression แบบ quadratic parabola สถิตินี้ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางมัธยฐานความลึก และปริมาณสารอินทรีย์ในดินกับการกระจายของปะการังเดี่ยว, H. aequicostatus และไซปังคุลิด, A. corallicola จากสูตร quadratic parabola regression ดังนี้

$$Y_c = a + b_1x + b_2x^2$$

แล้วนำมาหาค่า coefficient of determination และ coefficient correlation (ทัศนีย์ ชีวเทพ และสมภพ ถาวรยิ่ง, 2522) จากสูตร

$$R^2_{y.x.x^2} = \frac{\text{Linear regression SS + Quadratic regression SS}}{\text{Total SS}}$$

$$R = \sqrt{R^2_{y.x.x^2}}$$

$R^2_{y.x.x^2}$ = Coefficient of determination

R = Coefficient correlation

Linear regression SS = $(\Sigma y^2) - \Sigma(y - Y_L)^2$

Y_L = $a + bx$

Quadratic regression SS = $(\Sigma y^2) - \Sigma(y - Y_C)$

Y_C = $a + b_1x + b_2x^2$

Total SS = $\Sigma Y^2 - \frac{(\Sigma y)^2}{n}$

x = ค่าปัจจัยทางนิเวศน์วิทยาที่วัดได้ในแต่ละจุดในแนว transect

y = จำนวนตัวอย่างสัตว์ในแต่ละจุดในแนว transect

จากนั้นทำการทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์แบบ quadratic parabola (สำเริง บุญเรืองรัตน์, 2522) ดังสูตรในตารางที่ 3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 สูตรการทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์แบบ parabola

Sources of variation	SS	DF	MS	F
Regreesion	SSR $(\Sigma y^2)/R^2_{y.x.x^2}$	2	MSR = SSR/DF	$MSR_{/MSE}$
Error	SSE $(\Sigma y^2)/1 - R^2_{y.x.x.^2}$	n-2-1	MSE = SSE/DF	
Total	SST = Σy^2	n-1		

8.4.2 Multiple regression สถิตินี้ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดตะกอนดินกับการกระจาย ซึ่งมีสูตร (สำเริง บุญเรืองรัตน์, 2522) ดังนี้

$$\tilde{y}_i = a + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 \quad .....(1)$$

จากนั้นนำไปทดสอบหาค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. Coefficient Determination

$$R^2 = \frac{(\Sigma y\ \tilde{y})^2}{(\Sigma y^2)(\Sigma \tilde{y})}$$

$$R = \sqrt{R^2}$$

R^2 = Coefficient determination

R = Coefficient correlation

x = น้ำหนักของขนาดตะกอนดินของแต่ละจุดในแนว transect

Y = จำนวนตัวอย่างสัตว์ของแต่ละจุดในแนว transect

$\tilde{Y}$ = ค่าสมการพยากรณ์ในแต่ละจุดที่ทำการวัดได้จากสมการ (1)

2. <u>ทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์พหุคูณ</u> สูตรของการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 สูตรการทดสอบนัยสำคัญของสหสัมพันธ์พหุคูณ

Sources of variation	SS	DF	MS	F
Regression	$SSR = (\Sigma y^2)/R^2_{y.x_1.x_2 \quad X_p}$	p	MSR = SSR/DF	$MSR_{/MSE}$
Error	$SSE = (\Sigma y^2)/1 - R^2_{y.x_1.x_2 \quad X_p}$	n-p-1	MSE = SSE/DF	
Total	$SST = \Sigma y^2$	n-1		

ถ้าค่า F ที่คำนวณได้สูงกว่าค่า F ในตารางแสดงว่าขนาดตะกอนดินมีความสัมพันธ์กันกับการกระจายของตัวอย่างสัตว์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย