ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ทางทะเล — **สาขา**

วิทยาศาสตร์ทางทะเล — **ภาควิชา**

เรื่อง การประเมินชนิดและปริมาณของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

The Assessment of Species and Abundance of Sessile benthic organisms on the EX-HTMS Sattakut, Koh Tao, Surat Thani Province

นามผู้วิจัย นางสาวพิสดาร์ รุ่งเรืองทองทวี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์วิภูษิต มัณฑะจิตร, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินชนิดและปริมาณของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

The Assessment of Species and Abundance of Sessile benthic organisms on the EX-HTMS Sattakut, Koh Tao, Surat Thani Province

โดย

นางสาวพิสดาร์ รุ่งเรืองทองทวี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)
พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิสดาร์ รุ่งเรืองทองทวี 2557: การประเมินชนิดและปริมาณของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล) สาขาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์, Ph.D. 145 หน้า

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด เปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตามปัจจัยระดับความลึก แสง และตะกอนที่แตกต่างกัน และเปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ เก็บข้อมูลโดยใช้วิธี Photo Quadrats และ Line Transect โดยการเลือกเก็บข้อมูล 2 รูปแบบ คือ การสุ่มเพื่อศึกษาการแพร่กระจาย และการกำหนดจุดที่แน่นอนเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติด ผลการเก็บข้อมูลตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 พบสัตว์เกาะติดทั้งหมด 13 ชนิด (4 ไฟลัม) และสัตว์เกาะติดมีจำนวนชนิดและปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลา เมื่อพิจารณาพบว่าสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูดมีการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบ่งเป็น 3 ระยะ ได้แก่ ระยะที่ 1 พบไบรโอซัว หอยนางรม และปะการังดำ ระยะที่ 2 พบฟองน้ำ แส้ทะเลและปะการังแข็ง และระยะที่ 3 พบสัตว์เกาะติดในระยะที่ 2 มีปริมาณเพิ่มขึ้น และเมื่อเปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตามปัจจัยระดับความลึก แสง และตะกอน พบว่าแต่ละปัจจัยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยแต่ละระดับความลึกพบสัตว์เกาะติดชนิดเด่น ได้แก่ 18 เมตร พบปะการังสมองร่องสั้นและฟองน้ำ 22 เมตร พบปะการังใบหิน และ 25 เมตร พบปะการังดำ สำหรับปัจจัยแสง ในบริเวณที่รับแสง พบปะการังดอกเห็ดเล็ก และบริเวณที่อับแสง พบปะการังดำเป็นสัตว์เกาะติดชนิดเด่น ปัจจัยตะกอน พบว่าพื้นที่มีตะกอน พบปะการังดอกเห็ดเล็ก และพื้นที่ไม่มีตะกอน พบไบรโอซัวเป็นสัตว์เกาะติดชนิดเด่น และเมื่อเปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ ในเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 ผลจากการศึกษา พบสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด 23 ชนิด (6ไฟลัม) และบนเรือหลวงปราบ พบสัตว์เกาะติด 25 ชนิด (7 ไฟลัม) โดยมีสัดส่วนการพบสัตว์เกาะติดที่แตกต่างกัน ($r = 0$, $p = 0.108$) ของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงทั้ง 2 ลำ จากข้อมูลการศึกษาครั้งนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการวางปะการังเทียมในอนาคตเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pitsada Rungruangthongthavee 2014: The Assessment of Species and Abundance of Sessile benthic organisms on the EX-HTMS Sattakut, Koh Tao, Surat Thani Province. Master of Science (Marine Science), Major Field: Marine Science, Department of Marine Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Thon Thamrongnawasawat, Ph.D. 145 pages.

The aim of this research was to monitor the variation and abundance of sessile benthic organism species on the HTMS Sattakut, comparison by depth, light, sediment factor and species of sessile benthic organism between HTMS Sattakut and HTMS Prab. Focusing on the sample by photo quadrats and line transect technique with both random and fixed formative data; to study distribution, variation of species and theirs abundance. The results, from September 2011 to January 2014, showed that 13 species (4 phylums). The number of species and quantity of sessile benthic organisms have been increasing. By considering sessile benthic organisms on HTMS Sattakut. The ecological succession of these organisms were devided into 3 stages. The first stages, bryozoas, oysters and black coral were founding. The second stage, we founded sponge sea whip and coral. And the third, the quantity of sessile benthic organism in second stage have been increasing. Reporting of MANOVA analysis showed the significant difference in depth, light and sediment ($p<0.05$). The beginning with depth The dominant species were founding in a difference depth, at 18 metre depth, we founded *Platygyra* sp. and *Mycale (Zygomycale)* sp.), at 22 metre depth, *Lithophyllon* sp. has been found and *Antipathes* sp. was founding at 25 metre depth. Then by Light factor, the dominant species is *Cycloseris* sp. were founded at shining area and *Antipathes* sp. had been found in the darken area. Lastly by Sediment factor, the dominant species is *Cycloseris* sp. were founded at sediment area and *Schizoporella* sp. were founded at no sediment area.In summary, after comparison between 2 wrecks in January 2014, 23 species (6 phylums) were found at HTMS Sattakut and 25 species (7 phylums) were found at HTMS Prab, species of sessile benthic organism were not statistically difference between 2 wrecks ($p>0.05$). As above, this research can be used as a guide to lay man-made dive site with a functioning ecosystem.

_____ _____ __ / __ / __

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. วิภูษิต มัณฑะจิตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา กระบวนการคิด การวางแผนในการทำวิจัย และแนวทางในการใช้ชีวิตในปัจจุบัน ตลอดจนการตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จินตนา สและน้อย ประธานการสอบ และ รองศาสตราจารย์ ดร.สุชนา ชวนิชย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก บริษัท ปตท.สผ. จำกัด (มหาชน) รวมถึง พี่ขุน ที่ช่วยในการจัดหาที่พักและเรือออกเก็บข้อมูล พี่เล็ก ร้านH2O เกาะเต่า ที่ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องอุปกรณ์ดำน้ำ คุณนิพนธ์ พงศ์สุวรรณ นักวิชาการประมง ระดับชำนาญการพิเศษ และ คุณเมธินี อยู่เจริญ ที่ให้ความช่วยเหลือในการจำแนกชนิดปะการัง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีระพงศ์ ด้วงดี ที่ให้ความช่วยเหลือในการจำแนกชนิดของหอยสองฝา คุณคมสัน หงภัทรคีรี ที่ให้ความช่วยเหลือในการจำแนกชนิดของฟองน้ำ และ ดร.นภาขวัญ แหวนเพชร ที่ให้คำปรึกษาประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณคณะทำงาน คุณนิษฐกานต์ เหมินทร์ คุณกุลวิทย์ ลิ่มจุฬารัตน์ คุณนุชจรีย์ อุ่นดี คุณวชิระ ใจงาม คุณปิยะวัฒน์ สุจิรชาโต คุณอานุภาพ คำทอง คุณชัยยุทธ แก้วชัยเจริญกิจ คุณอรกมล กุณฑลจินดา คุณสุชาวดี ลีฟซีย์ และ คุณวรัญญาภรณ์ ศรีสุข ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูล การเขียนงานวิจัย และให้คำแนะนำในการทำวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งเพื่อนๆ Marine Science 37 ที่ให้กำลังใจตลอดมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ ผู้ซึ่งเป็นแบบอย่างในการดำเนินชีวิต ให้การสนับสนุนการศึกษาแก่ข้าพเจ้าในทุกด้าน เป็นกำลังใจ และเข้าใจในตัวข้าพเจ้าตลอดเวลา

พิสดาร์ รุ่งเรืองทองทวี

พฤศจิกายน 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	42
อุปกรณ์	42
วิธีการ	43
ผลและวิจารณ์	70
สรุปและข้อเสนอแนะ	114
สรุป	114
ข้อเสนอแนะ	116
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	118
ภาคผนวก	138
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	145

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ข้อดีและข้อเสียของวัสดุที่ใช้ในการสร้างปะการังเทียม	27
2	ช่วงเวลาในการวางเรือหลวงแต่ละลำ และสถานที่จัดวางเพื่อเป็นปะการังเทียม	33
3	ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง และระยะเวลาเก็บข้อมูลหลังจากการวางเรือ ของเรือหลวงสัตกูด และเรือหลวงปราบ	56
4	กลุ่ม จำนวนชนิด และความชุกชุมทางชนิด (Species Richness) ของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูด จากการเลือกเก็บข้อมูลแบบการกำหนดจุดที่แน่นอน จำนวน 5 ครั้ง	78
5	ผลการวิเคราะห์ MANOVA (Wilks's Lambda) จากผลของเวลาและความลึกของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด	95
6	ผลการวิเคราะห์ MANOVA (Wilks's Lambda) จากผลของเวลาและแสงของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด	100
7	ผลของเวลาและบริเวณรับแสงและอับแสงต่อการพบสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด	101
8	ผลการวิเคราะห์ MANOVA (Wilks's Lambda) จากผลของเวลาและตะกอนของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด	106
9	ผลของเวลาและพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน ต่อการพบสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด	107
10	ผลการวิเคราะห์ Chi-Square Tests	112

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่ **หน้า**

1	ชนิดและปริมาณเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/ 0.25 ม.^{2}, Mean ± SE) และความชุกชุมทางชนิด (Species Richness) โดยการเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง	140
2	ชนิดและปริมาณเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, Mean ± SE) ในแต่ละระดับความลึก โดยการเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง	141
3	ชนิดและปริมาณเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, Mean ± SE) บริเวณที่รับแสงและอับแสง ในการเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง	142
4	ชนิดและปริมาณเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, Mean ± SE) ในพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน โดยการเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง	143
5	ชนิดของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ	144

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	โครงสร้างภายในของฟองน้ำ	5
2	รูปร่างของฟองน้ำและสีสันที่ต่างกัน	6
3	ทากทะเลสีขาวลายดำ (*Jorunna funebris*) กินฟองน้ำสีน้ำเงินเป็นอาหาร	7
4	รูปร่างของปะการังแบบทรงกระบอก (polyp) และแบบร่ม (medusa)	9
5	หอยสองฝา ชนิด *spondylus*	13
6	วงจรชีวิตของเพรียงหินชนิด *Balanus*	15
7	ไบรโอซัวเคลือบหิน (*Schizoporella* sp.)	16
8	การพัฒนาจากระยะตัวอ่อนเข้าสู่ตัวเต็มวัยของเพรียงหัวหอม	17
9	เพรียงหัวหอมรวมสีม่วงแดง (*Symplegma* sp.)	18
10	การวางปะการังเทียมเพื่อป้องกันเครื่องมือประมงที่ผิดกฎหมาย	24
11	การวางปะการังเทียมเพื่อป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง	24
12	ปะการังเทียมรูปแบบคอนกรีตทรงลูกบาศก์กลวง	28
13	ปะการังเทียมรูปแบบตู้รถไฟ	29
14	ปะการังเทียมรูปแบบรถขยะ	30
15	ปะการังเทียมในรูปแบบรถถัง จังหวัดนราธิวาส	31
16	เกาะเต่า อำเภอเกาะพะงัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี	45
17	ภาพตัดขวางแสดงลักษณะและโครงสร้างของแนวปะการังของเกาะเต่าด้านทิศตะวันตก	46
18	ภาพตัดขวางแสดงลักษณะและโครงสร้างของแนวปะการังของเกาะเต่าด้านทิศตะวันออก	46
19	ลักษณะพื้นที่ใต้น้ำบริเวณจุดดำน้ำหินพีวี (HIN PEE WEE)	47
20	พื้นที่ใต้น้ำหินพีวี	47
21	เรือหลวงสัตกูดขณะลอยลำอยู่บริเวณอู่ต่อเรือกรุงเทพ	50
22	ภาพลายเส้นเรือหลวงสัตกูด	50
23	เรือหลวงสัตกูด ขณะอยู่บนผิวน้ำบริเวณทางทิศตะวันตกของเกาะเต่า	51

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	เรือหลวงสัตกูดขณะอยู่ใต้น้ำ ที่ระดับความลึก 28 เมตร	51
25	เกาะง่ามน้อย อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร	53
26	เรือหลวงปราบ ขณะอยู่บนผิวน้ำทางทิศใต้ของเกาะง่ามน้อย	54
27	ตำแหน่งเรือหลวงปราบ	55
28	ทิศทางของลมมรสุม ที่พัดผ่านประเทศไทย	57
29	วิธีการเก็บข้อมูล A: photo quadrats, B: Line Transect	58
30	ตัวอย่างพื้นที่เลือกเก็บข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูด ในการเลือกเก็บข้อมูลแบบกำหนดจุดที่แน่นอน (Fixed) (กรอบสีแดง คือ พื้นที่เลือกเก็บข้อมูล, กรอบสีฟ้า คือ ตารางนับข้อมูลขนาด 50×50 เซนติเมตร)	60
31	พื้นที่เลือกวางตารางนับข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูดตามปัจจัยความลึก	63
32	พื้นที่เลือกวางตารางนับข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูดตามปัจจัยแสง	64
33	พื้นที่เลือกวางตารางนับข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูดตามปัจจัยตะกอน	65
34	ภาพถ่ายดาวเทียมที่ตั้งของ เรือหลวงสัตกูด เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี และเรือหลวงปราบ เกาะง่ามน้อย จังหวัดชุมพร	67
35	ลักษณะโครงสร้างที่คล้ายคลึงกันของเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ	67
36	พื้นที่เก็บข้อมูลด้วยวิธี Line Transect	68
37	สัตว์เกาะติดที่พบจากการเก็บข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูด A: ฟองน้ำเคลือบ (*Mycale (Zygomycale)* sp.), B: ฟองน้ำฝังตัวสีแดง (*Mycale (Mycale)* sp.), C: ปะการังดำ (*Antipathes* sp.), D: ปะการังดอกเห็ดเล็ก (*Cycloseris* sp.), E: แส้ทะเล (*Junceella* sp.), F: ปะการังใบหิน (*Lithophyllon* sp.)	72
38	สัตว์เกาะติดที่พบจากการเก็บข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูด G: ปะการังสมองร่องสั้น (*Platygyra* sp.), H: ปะการังดาวเล็ก (*Cyphastrea serailia*), I: ปะการังวงแหวน (*Favia* sp.), J: ปะการังดาวช่องเหลี่ยม (*Leptastrea* sp.), K: ปะการังวงศ์ Caryophylliidae , L: ไบรโอซัวเคลือบหิน (*Schizoporella* sp.), M: หอยนางรม (*Striostrea* sp.)	73
39	สัดส่วนร้อยละของกลุ่มสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูด	74

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
40	การเปลี่ยนแปลงจำนวนชนิดของสัตว์เกาะติด จากการเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง	75
41	การหลุดลอกของสีทาเคลือบผิวเรือ บนเรือหลวงสัตกูด	77
42	ความชุกชุมเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, ±SE) ในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูด	79
43	ความชุกชุมเฉลี่ยของฟองน้ำเคลือบ (ตัว/0.25 ม.^{2}, ±SE) ในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล	80
44	ความชุกชุมเฉลี่ยของปะการังดำ (ตัว/0.25 ม.^{2}, ±SE)ในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล	81
45	นักดำน้ำสัมผัสและเหยียบพื้นผิวของเรือหลวงสัตกูด	82
46	ความชุกชุมเฉลี่ยของปะการังดอกเห็ดเล็ก (ตัว/0.25 ม.^{2}, ±SE) ในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล	83
47	ความชุกชุมเฉลี่ยของไบรโอซัวเคลือบหิน (ตัว/0.25 ม.^{2}, ±SE) ในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล	84
48	ความชุกชุมเฉลี่ยของหอยนางรม (ตัว/0.25 ม.^{2}, ±SE) ในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล	85
49	เปอร์เซ็นต์ของชนิดสัตว์เกาะติดในการเปลี่ยนแปลงแทนที่ บนเรือหลวงสัตกูด จำนวน 3 ระยะ	88
50	การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด	89
51	จำนวนชนิดของกลุ่มสัตว์เกาะติด ในแต่ละระดับความลึก	92
52	ความชุกชุมเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, ± SE) ที่พบในแต่ละระดับความลึก	93
53	การแบ่งชั้นน้ำอย่างชัดเจนบริเวณป้อมปืนด้านหน้าของเรือหลวงสัตกูด	94
54	Biplot จากผลการวิเคราะห์การแบ่งกลุ่ม (Canonical Discriminant Analysis) ของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตามเวลาและความลึก	95
55	ชนิดสัตว์เกาะติดที่พบได้ในแต่ละระดับความลึกบนเรือหลวงสัตกูด	96

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
56	ความชุกชุมเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, ± SE) ที่พบในบริเวณที่รับแสงและบริเวณที่อับแสง	99
57	Biplot จากผลการวิเคราะห์การแบ่งกลุ่ม (Canonical Discriminant Analysis) ของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตามเวลาและแสง	101
58	ชนิดสัตว์เกาะติดที่พบในบริเวณที่รับแสงและอับแสง บนเรือหลวงสัตกูด	102
59	ความชุกชุมเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, ± SE) ที่พบในพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน	105
60	Biplot จากผลการวิเคราะห์การแบ่งกลุ่ม (Canonical Discriminant Analysis) ของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตามเวลาและตะกอน	107
61	ชนิดสัตว์เกาะติดที่พบในพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน บนเรือหลวงสัตกูด	108
62	ชนิดและจำนวนชนิดของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูด	110
63	ชนิดและจำนวนชนิดของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงปราบ	111
64	จำนวนชนิดของสัตว์เกาะติดในกลุ่มของฟองน้ำและปะการัง บนเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ	111
65	จำนวนชนิดและกลุ่มของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ	112
66	เปรียบเทียบชนิดสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ	113

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การประเมินชนิดและปริมาณของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

The Assessment of Species and Abundance of Sessile benthic organisms on the EX-HTMS Sattakut, Koh Tao, Surat Thani Province

คำนำ

ทรัพยากรทางทะเลมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสัตว์ทะเลเป็นอย่างมาก เพราะทรัพยากรทางทะเล เป็นทั้งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหาร แหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน ทำให้มีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางทะเลอย่างมากมาย โดยเฉพาะด้านการประมง และการท่องเที่ยว ที่มีการใช้ประโยชน์ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และคาดว่าในอนาคต คงมีการใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้น แต่การใช้ประโยชน์ทรัพยากรทางทะเลจากอดีตจนถึงปัจจุบัน อย่างไม่มีข้อจำกัด มีความต้องการใช้เพิ่มมากขึ้น (กะวิ, 2545) ขาดการจัดการอย่างเป็นระบบ และการดูแลทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน จนเกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรทางทะเล ไม่ว่าความเสื่อมโทรมจะเกิดจากภัยธรรมชาติหรือการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ ก็ล้วนแล้วแต่ทำให้เกิดผลเสีย ดังนั้นเพื่อให้ทรัพยากรทางทะเลกลับมามีสภาพที่อุดมสมบูรณ์ดังเดิม และยังสามารถใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต จึงต้องมีการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเล

การฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเล มีหลากหลายวิธีการในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นการแก้ไขจากสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสื่อมโทรม ปล่อยให้ธรรมชาติฟื้นฟูตัวเอง หรือมนุษย์จะเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องในการช่วยฟื้นฟู เช่น การผูกทุ่นจอดเรือแทนการทิ้งสมอ การเก็บขยะในแนวปะการัง การปิดพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบเพื่อให้ธรรมชาติได้ฟื้นฟูตัวเอง การย้ายปลูกปะการัง หรือการสร้างสิ่งที่เสมือนแหล่งที่อยู่อาศัยในทะเล ที่เรียกว่า "ปะการังเทียม" โดยหลักการของการจัดสร้างปะการังเทียม คือ การดึงดูดสัตว์น้ำเพื่อเพิ่มผลผลิตทรัพยากรสัตว์น้ำในธรรมชาติ เกิดเป็นระบบนิเวศใหม่ ช่วยลดผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ในแนวปะการังธรรมชาติ (ปิ่นสักก์, 2551)

ในต่างประเทศ มีการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อช่วยลดผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ด้านการท่องเที่ยวในแนวปะการังธรรมชาติ อีกทั้งยังช่วยพัฒนาด้านการท่องเที่ยวทางทะเล ทำให้นักดำน้ำสนใจการท่องเที่ยวบริเวณปะการังเทียมมากขึ้น และมีการศึกษาระบบนิเวศ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลกระทบทางวิทยาศาสตร์ เช่น กรณีการนำเรือรบหลวง Brisbane ลงสู่ท้องทะเลในประเทศออสเตรเลีย เพื่อให้เป็นแหล่งท่องเที่ยว และศึกษาระบบนิเวศทางวิทยาศาสตร์ในระยะยาว (Walker *et al*., 2007)

ในประเทศไทยเริ่มวางปะการังเทียมครั้งแรกในปี พ.ศ. 2521 ทำการทดลองสร้างที่ จังหวัดระยอง เรียกว่า "มีนนิเวศน์" โดยเลือกใช้วัสดุที่หาได้ง่ายในบริเวณนั้น และมีราคาถูก เช่น ยาง หิน ไม้ และแท่งคอนกรีต (สมพร และ สุรพล, 2523) วัสดุที่เลือกใช้บางอย่างไม่คงทนถาวรต่อการเป็นปะการังเทียม ยกเว้นแท่งคอนกรีตซึ่งช่วยเพิ่มพื้นที่การลงเกาะของสัตว์เกาะติดได้เป็นอย่างดี จากการทดลองวางแท่งคอนกรีตที่เกาะไม้ท่อน จังหวัดภูเก็ต พบว่า แท่งคอนกรีตช่วยเสริมโครงสร้างที่มีความมั่นคง เร่งให้มีการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง และทำให้แนวปะการังมีการฟื้นตัวที่เร็วขึ้น (นลินี, 2548) ปัจจุบันมีการใช้วัสดุที่เป็นเหล็กในการสร้างปะการังเทียมเพิ่มเข้ามา เช่น โครงเหล็กทรงลูกบาศก์ ตู้รถไฟ รถถัง และเรือรบ เนื่องจากมีความมั่นคงและทนทานมากกว่าซึ่งอาจมีอายุนานกว่า 60 ปี (ปิ่นสักก์, 2551) มีโครงสร้างที่ซับซ้อนจะกลายเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย แหล่งอาหารและแหล่งอนุบาล และดึงดูดความสนใจของนักดำน้ำได้ดี

การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ปะการังเทียมในรูปแบบของเรือรบ คือ เรือหลวงสัตกูดเป็นพื้นที่ศึกษา และผู้วิจัยได้เข้ามามีส่วนเกี่ยวข้องกับโครงการนี้ตั้งแต่ก่อนการวางเรือ ทำให้สามารถวางแผนการเก็บข้อมูลได้ตั้งแต่เริ่มต้น เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของปริมาณสัตว์เกาะติดที่เก็บข้อมูลในแต่ครั้ง ปัจจัยที่ทำให้ชนิดสัตว์เกาะติดในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกัน ผลจากการศึกษาครั้งนี้ ได้ทราบถึงการเข้าอาศัยของสัตว์เกาะติดแต่ละชนิดตามระยะเวลา โดยสัตว์เกาะติดแต่ละชนิดมีการลงเกาะในพื้นที่ที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสภาพแวดล้อมหลายอย่าง เช่น ความลึก แสง กระแสน้ำ ตะกอน เป็นต้น จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เทคนิคและทักษะหลากหลายด้าน เช่น การถ่ายภาพใต้น้ำ การวิเคราะห์ข้อมูล การแปรผลข้อมูล สำหรับผลที่ได้จากการศึกษา สามารถนำมาเป็นแนวทางในการจัดวางปะการังเทียมในอนาคต ให้ประสบความสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการในการจัดสร้างปะการังเทียม และปะการังเทียมมีประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์มากที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. ติดตามการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติด บนเรือหลวงสัตกูด

2. เปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตามปัจจัยระดับความลึกที่แตกต่างกัน ปัจจัยแสงบริเวณที่รับแสงและอับแสง และ ปัจจัยตะกอนพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน

3. เปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูด และเรือหลวงปราบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

สัตว์เกาะติด

สัตว์เกาะติด เป็นกลุ่มสัตว์ทะเลที่พบได้ทั่วไปในแนวปะการัง ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ มักยึดเกาะอยู่อย่างถาวรกับพื้นผิวที่แข็ง (Ponti *et al*., 2002) ในแนวปะการัง หรือวัตถุใด ๆ ก็ตามที่จมลงสู่ทะเล จะมีสิ่งมีชีวิตมาลงเกาะที่ผิวหน้า (biofouling) และเจริญเติบโตเป็นชุมชนของสิ่งมีชีวิตมากมาย (Wahl, 1989) ซึ่งสัตว์เกาะติดส่วนใหญ่ในช่วงระยะวัยอ่อนจะมีการดำรงชีพเป็นแพลงก์ตอน ลอยไปตามกระแสน้ำ เมื่อถึงระยะเวลาที่เหมาะสมจะพัฒนาเข้าสู่ระยะการลงเกาะและเจริญเติบโตเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยต่อไป

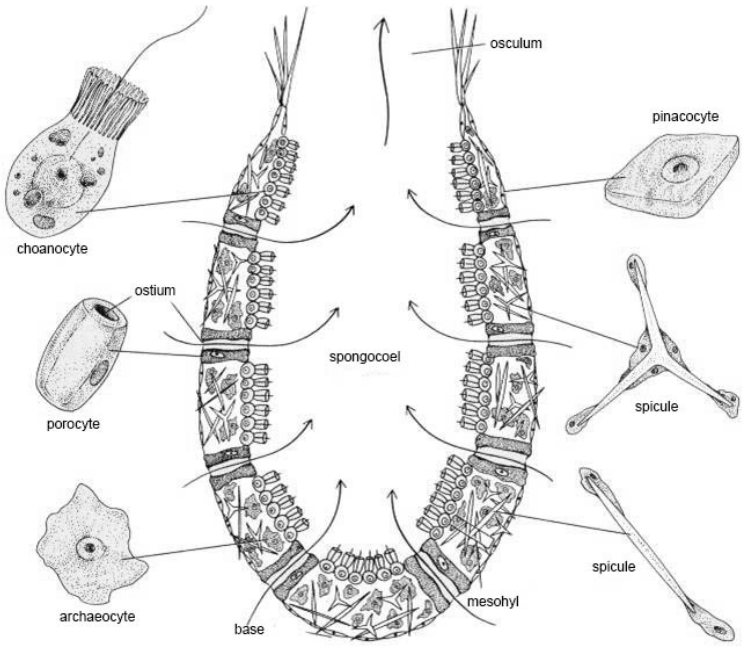
กระบวนการลงเกาะของสัตว์เกาะติดเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เริ่มจากพื้นผิววัตถุใต้น้ำจะดูดซึมสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ (biopolymer) จากในน้ำมาไว้ที่ผิวหน้าวัตถุ เกิดเป็นสารเคมีที่ทำหน้าที่ดึงดูดแบคทีเรียให้ลงเกาะ โดยแบคทีเรียซึ่งเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ตั้งถิ่นฐานเป็นอันดับแรก (primary colonizer) จะลงเกาะเคลือบบนพื้นผิว มีลักษณะเป็นฟิล์มเมือกบางๆ ที่เรียกว่า ไบโอฟิล์ม (biofilm) (Egan, 1987) เกิดในระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นแบคทีเรียจะสร้างสาร muco-polysaccharide เป็นสารเมือกเหนียว ช่วยดึงดูดให้สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ลงเกาะเพิ่มมากขึ้น สปอร์ของสาหร่ายและโปรโตซัวเป็นกลุ่มที่สองที่ลงเกาะ (secondary colonizer) โดยเกิดขึ้นในระยะเวลา 1 สัปดาห์ เมือกที่ถูกขับออกมาทำให้พื้นผิวเหมาะสำหรับการยึดเกาะ ช่วยเพิ่มความเป็นด่างและเกิดการสะสมของ calcareous cement ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมต่อการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ซึ่งเป็นกลุ่มถัดมา (tertiary colonizer) เช่น เพรียงหิน ไบรโอซัว เพรียงหัวหอม หอยสองฝา เป็นต้น โดยเกิดภายในระยะเวลา 2-3 สัปดาห์ (แช่มช้อย, 2521; ปัทมา, 2545; Abarzua and jakubowski, 1995)

สัตว์เกาะติดที่พบได้ตั้งแต่เริ่มต้นจนกลายเป็นชุมชนที่สลับซับซ้อน เช่น เพรียงหิน ไบรโอซัว เพรียงหัวหอม ฟองน้ำ ปะการัง เป็นต้น สามารถแบ่งออกเป็นกลุ่ม ตามวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ในส่วนนี้จะกล่าวถึงเฉพาะสัตว์เกาะติดที่พบได้ในแนวปะการังธรรมชาติ หรือปะการังเทียม มีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัตว์เกาะติดกลุ่มฟองน้ำ (Phylum Porifera)

Porifera (porous = รู + fera = มี) สัตว์เกาะติดที่มีลำตัวเป็นรูพรุน จึงมีชื่อเรียกทั่วไปว่า ฟองน้ำ (sponge) เป็นสัตว์หลายเซลล์ที่โบราณที่สุด ไม่มีเนื้อเยื่อที่แท้จริง ไม่มีอวัยวะการประสานงานระหว่างเซลล์ มีการจัดเรียงตัวของเซลล์ล้อมรอบระบบรู (pore system) จึงมีรูเล็กๆ กระจายรอบลำตัวเป็นจำนวนมาก กลายเป็นช่องทางผ่านของน้ำ โดยโพรงภายใน (chamber) เป็นช่องให้น้ำไหลผ่านเข้าและออกจากตัวได้อย่างต่อเนื่อง ช่องทางที่น้ำออกจากตัวจะเป็นรูที่มีขนาดใหญ่เห็นได้ด้วยตาเปล่า เรียกว่า ออสคูลัม (osculum)โดยอาศัยการพัดโบกของเซลล์พิเศษ (choanocytes) (ภาพที่ 1) ทำให้กระแสน้ำไหลเข้าภายในตัว ดังนั้นฟองน้ำจึงเป็นสัตว์เกาะติดที่กินอาหารด้วยการกรองน้ำผ่านตัวตลอดเวลา (filter feeder) และเกาะติดอยู่กับที่ (sessile animals) ฟองน้ำส่วนมากจะสามารถยืดหดได้ เนื่องจากมีโครงร่างอ่อนนุ่มที่สร้างจากไฟเบอร์ชนิดหนึ่ง คือ sponging และยังสร้างสารโครงสร้างคล้ายซิลิกา หรือคล้ายแก้ว เรียกว่า สปิคูล (spicules) (บพิธ และนันทพร, 2545; นงนุช, 2551) (ภาพที่ 1)



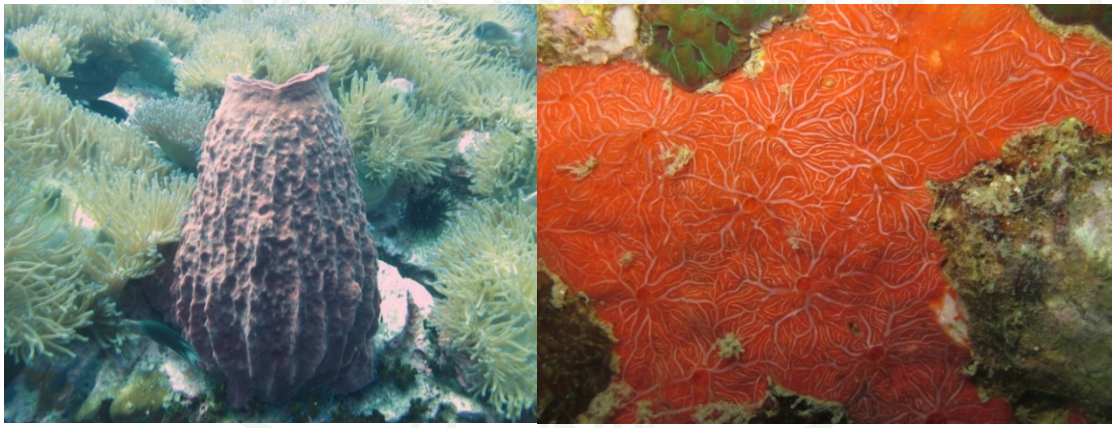
ภาพที่ 1 โครงสร้างภายในของฟองน้ำ

ที่มา: ดัดแปลงจาก Pechenik (1996)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปร่างพื้นฐานของฟองน้ำมีลักษณะเป็นท่อ หรือคล้ายโอ่ง แต่ไม่มีสมมาตร (asymmetry) เพราะตำแหน่งของรูและทางผ่านของน้ำ ทำให้ไม่เป็นสมมาตรรัศมีอย่างสมบูรณ์ ฟองน้ำเป็นกลุ่มที่มีขนาดและรูปทรงหลากหลาย ตั้งแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 1 เซนติเมตร ไปจนถึงกลุ่มที่มีขนาดใหญ่เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 เมตร โดยได้รับอิทธิพลจากวัตถุที่ยึดเกาะ(encrusting) และกระแสน้ำที่ผ่านตัวฟองน้ำ สีของฟองน้ำมีความหลากหลายเช่นเดียวกัน (บพิธ และ นันทพร, 2545) ในกลุ่มที่อาศัยอยู่บริเวณทะเลลึกมักมีสีเข้มทึบไม่สดใส ในขณะที่กลุ่มฟองน้ำที่อาศัยอยู่บริเวณน้ำตื้น จะมีสีสันสวยงาม เช่น แดง เหลือง ส้ม ม่วง ดำ เป็นต้น สีสันเหล่านี้ส่วนหนึ่งเกิดจาก รงควัตถุ (pigment) ภายในตัวฟองน้ำเอง แต่ฟองน้ำบางกลุ่ม สีสันเหล่านั้นกลับเกิดจากการเข้าไปอาศัยอยู่แบบภาวะอยู่ร่วมกัน (symbiosis) ของสาหร่ายเซลล์เดียวในเซลล์ของฟองน้ำ (Bergquist, 1978)

ดังนั้นฟองน้ำชนิดเดียวกันแต่เกาะวัตถุที่ต่างกัน อยู่ในสภาวะแวดล้อมต่างกัน จึงมีรูปร่างที่ต่างกันมาก สามารถพบฟองน้ำได้ทุกระดับความลึก บริเวณชายฝั่งที่สะอาดจะพบฟองน้ำหลายชนิด ฟองน้ำตามชายฝั่งจะเป็นฟองน้ำที่แผ่ไปกับวัตถุ มักจะมีสีสดใส ส่วนฟองน้ำที่อยู่ตามแนวปะการังมักจะเป็นแบบทรงสูง มีลักษณะเป็นรูปถ้วยทรงสูง ฟองน้ำบางชนิดอาจสูงถึง 1 เมตร (ธรณ์, 2552) (ภาพที่ 2)

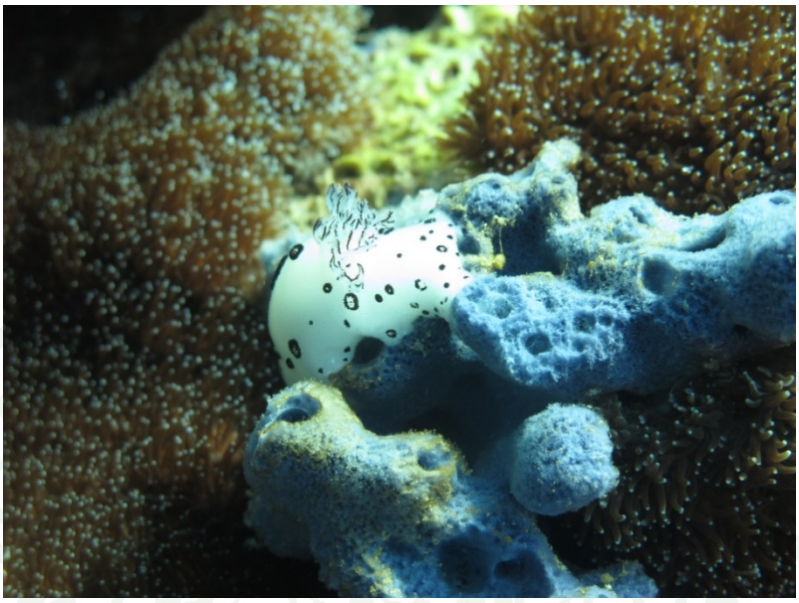


ภาพที่ 2 รูปร่างของฟองน้ำและสีสันที่ต่างกัน

สิ่งมีชีวิตในทะเลหลายชนิด ใช้ฟองน้ำเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและหลบภัย เช่น กุ้ง ปู ปลิง ดาวเปราะ และฟองน้ำชนิดอื่น (Colin and Arneson, 1997) นอกจากนี้ฟองน้ำยังเป็นอาหารของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น ดาวเปราะ ทากทะเล ปลานกแก้ว เต่าทะเล เป็นต้น ปูบางชนิดใช้ฟองน้ำในการพรางตัว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยการนำเอาเศษชิ้นส่วนฟองน้ำมาแปะติดไว้ตามตัวเช่น ปูฟองน้ำในวงศ์ Dromiidae (Bergquist, 1978)



ภาพที่ 3 ทากทะเลสีขาวลายดำ (*Jorunna funebris*) กินฟองน้ำสีน้ำเงินเป็นอาหาร

ฟองน้ำเป็นกลุ่มสัตว์ที่เกาะติดอยู่กับที่ (sessile benthic animal) ซึ่งพบได้ทั้งแหล่งน้ำจืดและทะเล ตั้งแต่เขตน้ำตื้นบริเวณชายฝั่ง ไปจนถึงความลึกมากกว่า8,500 เมตร พบได้ทั้งในเขตร้อน เขตอบอุ่น และบริเวณขั้วโลก

ปัจจุบันมีฟองน้ำทั่วโลกที่ได้ถูกบรรยายตั้งชื่อไว้ประมาณ 5,000 ชนิด (Bergquist, 1978) และในประเทศไทยเริ่มมีการศึกษาฟองน้ำปรากฏขึ้นในปี พ.ศ. 2468 โดย Dr. E. Topsent จากนั้น คมสัน และคณะ (2551) ทำการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำในแนวปะการัง บริเวณเกาะกา จังหวัดชุมพร พบฟองน้ำ ทั้งหมด 13 ชนิด นอกจากนี้ คมสัน (2552) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำในแนวปะการังของหมู่เกาะมาตรา จังหวัดชุมพร พบฟองน้ำทั้งหมด 40 ชนิด สุเมตต์ (2555) ทำการสำรวจและเก็บตัวอย่างฟองน้ำ บริเวณหมู่เกาะทะเลชุมพร จังหวัดชุมพร ในปี 2554 สามารถจำแนกชนิดฟองน้ำทะเลได้ 50 ชนิด โดยบริเวณหมู่เกาะง่าม พบฟองน้ำทั้งหมด 26 ชนิด จากการสำรวจฟองน้ำในปี 2555 ของสุเมตต์ (2556) บริเวณหาดทรายรีและอ่าวแม่หาด เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบฟองน้ำ 17 ชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัตว์เกาะติดกลุ่มปะการังและดอกไม้ทะเล (Phylum Cnidaria)

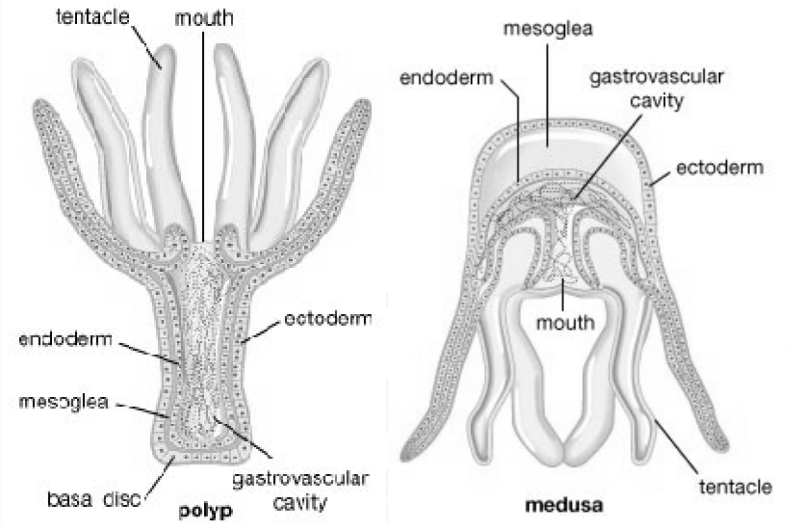
Cnidaria (knide = ทำให้ระคายเคือง, aria = เกี่ยวข้องกับ) เนื่องจากสัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังและดอกไม้ทะเลทุกชนิด มีเข็มพิษ ที่เรียกว่า นีมาโตซิสต์ (nematocysts) ช่วยในการจับเหยื่อและป้องกัน สัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังเป็นสัตว์หลายเซลล์ ลำตัวมีสมมาตรแบบรัศมี (radial symmetry) และ แบบรัศมีสองระนาบ (bilateral symmetry) มีระบบประสาทแบบตาข่าย (nerve net) มีหนวดหรือเทนทาเคิล (tentacle) ล้อมรอบปาก ทำหน้าที่จับอาหารเข้าสู่ช่องปากเป็นรูเปิดขนาดใหญ่เพียงอันเดียว เรียกว่า ช่องว่างแกสโตรวาสคูลา (gastrovascular cavity) ทำหน้าที่ย่อยอาหารและเป็นแหล่งหมุนเวียนของเหลวภายในร่างกาย สัตว์เกาะติดกลุ่มนี้ไม่มีทวารหนัก จึงเป็นพวกทางเดินอาหารไม่สมบูรณ์ สัตว์ในกลุ่มนี้บางชนิดเคลื่อนที่ไม่ได้ บางชนิดเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ และบางชนิดเคลื่อนที่ได้ในบางช่วงของชีวิต (บพิธ และ นันทพร, 2540; สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2547; นงนุช, 2551)

สัตว์เกาะติดกลุ่มปะการังและดอกไม้ทะเล มีรูปร่างที่แตกต่างกัน 2 รูปแบบ (นงนุช, 2551) ดังนี้

1. รูปร่างแบบทรงกระบอก (Polyp) ปลายด้านหนึ่งทำหน้าที่เป็นฐาน (pedal disc) เพื่อใช้ในการยึดเกาะกับสิ่งต่างๆ และมักเกาะอยู่กับวัตถุที่แข็งแรง ส่วนลำตัวจะเป็นทรงกระบอกหรือเป็นท่อตั้งขึ้น ปลายด้านบนเป็นปาก (oral disc) ที่มีหนวด (tentacle) เรียงตัวอยู่โดยรอบ เช่น ปะการังแข็ง ปะการังอ่อน กัลปังหา เป็นต้น (ภาพที่ 4)

2. รูปร่างคล้ายร่มหรือระฆัง (medusa) มีด้านที่โค้งคล้ายร่ม เรียกว่า exumbrella และมีส่วนเว้าคล้ายด้านในร่ม เรียกว่า subumbrella หนวดและอวัยวะรับสัมผัสจะอยู่บริเวณขอบร่ม และมีงวงปาก (manubrium) ที่มีลักษณะยื่นยาวลงมาด้านล่าง โดยช่องปากจะอยู่บริเวณปลายของงวงปาก เช่น แมงกะพรุน (ภาพที่ 4)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 รูปร่างของปะการังแบบทรงกระบอก (polyp) และแบบร่ม (medusa)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Merriam-webster (2006)

วงจรชีวิตของปะการังมีทั้งการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เรียกว่า Acanthocaul การสืบพันธุ์แบบนี้เกิดหลังจากการปฏิสนธิและลงเกาะ จากนั้นปะการังตัวใหม่จะงอกจากโพลิปที่ลงเกาะแล้ว หรือเกิดการแตกหน่อ (budding) ส่วนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ เรียกว่า Anthocauli ปะการังปล่อยไข่และอสุจิออกมาผสมกันในทะเล โดยปะการังมีทั้งชนิดที่เป็นกระเทย (Hermaphrodite) คือ แต่ละโพลิปในหนึ่งโคโลนี มีเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (Sperm) และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (Egg) ในตัวเดียวกัน และชนิดที่แยกเพศกัน (Dioecious) คือ มีโคโลนีเพศผู้และโคโลนีเพศเมียแยกออกจากกัน ลักษณะการสืบพันธุ์อาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปะการังแต่ละชนิด (ทนงศักดิ์, 2544; นงนุช, 2551; Harrison and Wallace, 1990)

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของปะการัง ในชนิดที่แยกเพศกัน (Dioecious) เมื่อถึงเวลาผสมพันธุ์ ปะการังจะปล่อยถุงไข่ที่มีสเปิร์ม (bundle of egg) เมื่อลอยไปถึงผิวน้ำ ถุงไข่จะแตกออกสเปิร์มว่ายน้ำไปหาไข่ที่มาจากโคโลนีอื่นๆ ส่วนไข่จะล่องลอยเพื่อรอสเปิร์มจากอีกโคโลนีมาผสมพันธุ์ ปะการังจะปล่อยไข่ในช่วงเวลาใกล้พลบค่ำ หลังพระจันทร์เต็มดวง 2-7 วัน ในช่วงฤดูร้อนช่วงเวลาน้ำขึ้นน้ำลงจะพบการปล่อยไข่ได้น้อย (ศรีสกุล, 2549) ระยะเวลาที่ปล่อยไข่ต้องพอดีกับระยะเวลาที่ปล่อยสเปิร์ม ซึ่งเป็นรูปแบบการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์แบบ spawning พบว่า ร้อยละ 85 ของปะการังในน่านน้ำต่างๆมีรูปแบบการสืบพันธุ์แบบนี้ ไข่ที่ได้รับการผสมแล้วพัฒนาเป็นตัวอ่อนปะการัง เรียกว่า พลานูลา (planula) ภายใน 12-24 ชั่วโมง (Krupp, 1983) พลานูลามีขนาดประมาณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1-3 มิลลิเมตร รอบตัวมีขนสั้น (cilia) ช่วยในการว่ายน้ำไปตามกระแสน้ำ และคลื่นลม ตัวอ่อนปะการังที่เกิดจากการผสมภายนอก จะใช้เวลาอยู่ในช่วง 3-8 วัน ก่อนจะพัฒนาเข้าสู่ระยะการลงเกาะ (settle) (Harrison and Wallace, 1990) ในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมและพื้นผิวที่เหมาะสม โดยใช้ส่วนฐานยึดเกาะกับพื้นผิวสร้างแผ่นหินปูนแผ่นฐาน เรียกว่า basal plate ซึ่งมีสันของหินปูนเกิดขึ้นในแนวรัศมี 6 สันเรียงรอบจุดศูนย์กลาง (นงนุช, 2551)

การอยู่รอดและปริมาณการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ปริมาณตัวอ่อนปะการัง กระแสน้ำ พื้นผิวการลงเกาะ การแก่งแย่งพื้นที่การลงเกาะ และผู้ล่าในแนวปะการัง เป็นต้น โดยมีกระแสน้ำเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อ ระยะทางการแพร่กระจายของตัวอ่อนปะการังโดยตรง

ปัจจัยที่มีผลในการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของปะการังประกอบด้วย (สุวลักษณ์, 2543)

1. อุณหภูมิ ปะการังสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมคือ 25 - 30 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิต้องไม่มีการเปลี่ยนแปลงกะทันหัน เพราะอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงจะส่งผลถึงการดำรงชีวิตและการสืบพันธุ์ ดังนั้นจึงมักพบปะการังส่วนมากในเขตร้อน

2. แสง เนื่องจากการอยู่ร่วมกันระหว่างปะการังกับสาหร่ายเซลล์เดียว (zooxanthellae) ที่ฝังตัวอยู่ในเนื้อเยื่อ ต้องการแสงเพื่อใช้ในการสังเคราะห์อาหาร เพราะความเข้มข้นของแสงจะลดลงตามความลึกที่เพิ่มขึ้น โดยพบว่าในเขตอินโด - แปซิฟิก ปะการังที่เจริญเติบโตและสร้างเป็นแนวปะการังอยู่ที่ระดับความลึกไม่เกิน 25 เมตร แต่มีปะการังบางชนิดที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับความเข้มแสงที่ลดลงได้ดีหรือไม่จำเป็นต้องใช้แสงช่วยในการดำรงชีวิต เช่น กลุ่มปะการังเห็ด ปะการังดำ แส้ทะเล เป็นต้น

3. ความเค็ม แนวปะการังส่วนใหญ่เจริญเติบโตได้ดีในน้ำที่มีความเค็มค่อนข้างสูง และคงที่อยู่ในช่วงประมาณ 32-35 ส่วนในพันส่วน หากพบปะการังในน้ำที่มีความเค็มสูงกว่าหรือต่ำกว่าที่กล่าวไว้ ปะการังจะเจริญได้ไม่ดีเท่าความเค็มที่กล่าวถึง

4. ความขุ่นใสและตะกอนในทะเล เนื่องจากความขุ่นหรือตะกอนจะลดปริมาณแสงที่ส่องผ่านไปยังตัวปะการัง ซึ่งมีสาหร่ายเซลล์เดียวอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อ ส่งผลให้พลังงานที่ใช้ในการเจริญเติบโต การสร้างแนวปะการัง และการสืบพันธุ์ช้าลง ปะการังทุกชนิดสามารถกำจัดตะกอนออก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากตัวได้ แต่จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับปริมาณตะกอนที่ตกทับถม ปะการังจะกำจัดตะกอนโดยการปล่อยเมือกออกมาคลุมตะกอนก่อน และจะดูดเข้าไปในตัวเอง จากนั้นจะใช้หนวดเขี่ยตะกอนออกไป โดยอาศัยกระแสน้ำเป็นตัวช่วยอีกอย่างหนึ่ง (หรรษา และสุพัตรา, 2529)

5. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปะการังหายใจโดยใช้ออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเล และจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายเซลล์เดียวในตัวปะการัง การใช้ออกซิเจนจะใช้วิธีการแลกเปลี่ยนแก๊สแบบธรรมดา (diffusion) ดังนั้นปะการังจึงต้องการปริมาณออกซิเจนในน้ำที่ค่อนข้างสูง

6. ปริมาณอาหาร ปะการังเป็นสัตว์กินเนื้อขนาดเล็ก (Micro-carnivores) กินแพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหาร จึงอาศัยอยู่บริเวณที่มีแพลงก์ตอนสัตว์อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งแพลงก์ตอนสัตว์กินแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร ดังนั้นบริเวณที่ปะการังอาศัยจึงมีผลผลิตเบื้องต้นค่อนข้างสูง

นิพนธ์ (ม.ป.ป.) ทำการสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างชนิดปะการังแข็งที่พบในประเทศไทยมีทั้งหมด 71 สกุล 388 ชนิด ในการศึกษาชุมชนปะการังแข็งบริเวณเกาะเต่าของ Yeemin *et.al.* (1994) พบปะการังแข็งทั้งหมด 31 สกุล 66 ชนิด จากนั้น สุรพล และคณะ (2531) ทำการศึกษาเชิงปริมาณของแนวปะการังตามเกาะที่สำคัญในอ่าวไทยฝั่งตะวันตก พบปะการังในวงศ์ Acroporidae ทั้งหมด 18 ชนิด เป็นปะการังสกุล *Acropora* 11 ชนิด สกุล *Astreopora* 3 ชนิด และสกุล *Montipora* 4 ชนิด จากการสำรวจและและประเมินสภาพแนวปะการังบริเวณเกาะเต่าของ อาณัติ และคณะ (2554) พบว่าโดยเฉลี่ยแนวปะการังมีสถานภาพสมบูรณ์ปานกลาง (อัตราส่วนของปะการังมีชีวิตต่อปะการังตาย เท่ากับ 2.21:1.79) บริเวณอ่าวทรายรี พบการปกคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นปะการังโขด (*Porites* spp.) และปะการังลายดอกไม้ (*Pavona* spp.)

สัตว์เกาะติดกลุ่มหนอนปล้อง (Phylum Annelida)

Annelida (annullus = little ring) แปลว่า วงแหวนหรือปล้อง หมายถึง หนอนปล้อง สัตว์ในไฟลัมนี้ มีร่างกายที่ประกอบด้วยปล้อง (segment หรือ somite) แต่ละปล้องคล้ายวงแหวนเรียงต่อกันจนตลอดลำตัว และแสดงเป็นปล้องทั้งภายในและภายนอก เช่น ลักษณะกล้ามเนื้อ ระบบประสาท ระบบหมุนเวียนโลหิต อวัยวะขับถ่าย ตลอดจนอวัยวะสืบพันธุ์ ต่างก็จัดเป็นชุดซ้ำๆ กันตลอดลำตัว และมีเยื่อกั้น (septum) กั้นระหว่างปล้อง ทำให้ช่องตัวถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ ลักษณะการมีปล้องทำให้สัตว์เกาะติดในไฟลัมนี้มีการเคลื่อนที่ ที่มีประสิทธิภาพสูง นอกจากนี้ยังเพิ่มประสิทธิภาพในการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขุดดิน ซ่อนตัว ทำให้ร่างกายมีการเคลื่อนไหวอย่างเป็นอิสระต่อกัน (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2547; ศิริเพ็ญ, 2550)

สัตว์ในไฟลัมนี้มีรยางค์เป็นแท่งเล็กๆ เรียกว่า เดือย (setae) เป็นสารไคติน (chitin) เช่น ไส้เดือนดิน มีเดือยช่วยในการเคลื่อนที่และการขุดรู ส่วนไส้เดือนทะเลมีเดือย และแผ่นขาหรือพาราโพเดีย (parapodia) ยื่นออกทางด้านข้างของลำตัว เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ มีการหายใจผ่านทางผิวหนังหรือเหงือก ระบบประสาท ประกอบด้วย ปมประสาทสมอง (cerebral ganglia) ติดต่อกับเส้นประสาทใหญ่ด้านท้อง (ventral nerve cord) ซึ่งทอดตามยาวร่างกาย เส้นประสาทใหญ่ทางด้านหลังจะมีปมประสาทประจำปล้อง (segment ganglia) ปล้องละ 1 ปม สัตว์ในไฟลัมนี้บางชนิดเป็นกะเทย (hermaphrodite) แต่มีการปฏิสนธิข้ามตัว เช่น ไส้เดือนดิน ปลิงน้ำจืด พวกนี้มีการเจริญเติบโตโดยไม่ต้องผ่านระยะตัวอ่อน บางชนิดมีเพศแยกกัน (dioecious) และเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย โดยผ่านระยะตัวอ่อน ที่เรียกว่า โทรโคฟอร์ (trochophore) เช่น แม่เพรียง เพรียงดอกไม้ ในไฟลัมนี้พบสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเกาะติด ได้แก่ หนอนภู่ฉัตร และหนอนท่อ (บพิธ และ นันทพร, 2540; คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549; นงนุช, 2551)

สัตว์เกาะติดกลุ่มหอย (Phylum Mollusca)

Mollusca (molluscus = soft) แปลว่า นิ่ม หมายถึง ลำตัวนิ่ม มักจะมีเปลือกหุ้ม เป็นสารพวกแคลเซียมคาร์บอเนต หรือบางชนิดเปลือกลดรูปไปเป็นโครงร่างที่อยู่ภายในร่างกาย สัตว์ในหอย ได้แก่ หอยฝาเดียว หอยสองฝา หมึก และทากทะเล ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำเค็ม มีบางส่วนอยู่ในน้ำจืดและบนบก ในส่วนนี้จะกล่าวถึงเฉพาะหอยสองฝา ซึ่งเป็นสัตว์ที่เกาะติดหรือยึดอยู่กับพื้นผิวแข็ง (วันทนา, 2541; คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549)

หอยสองฝา มีเปลือก 2 ฝาประกบกัน ฝาทั้ง 2 อาจจะไม่เท่ากันก็ได้ เปลือกส่วนที่ถูกสร้างก่อนเรียกว่า อัมโบ (umbo) มักจะอยู่ทางด้านบนของเปลือก ฝาทั้ง 2 สามารถยึดติดกันด้วยส่วนประกอบที่เรียกว่า ซี่ฟัน (hinge teeth) และ เอ็นยึดเปลือก (hinge ligament) โดยมีกล้ามเนื้อที่ทำหน้าที่ในการเปิด – ปิดฝาหอย หอยที่มีการเกาะติด เช่น หอยนางรม หรือหอยเชลล์ จะมีกล้ามเนื้อยึดเปลือกเพียงอันเดียว (monomyaria) มีแมนเทิล (mantle) ที่คลุมอวัยวะภายใน ทำหน้าที่ในการสร้างเปลือก เป็นสารจำพวกหินปูน ($CaCO_3$) เหงือกมี 2 คู่ ทำหน้าที่กรองกินอาหารที่มีขนาดเล็กและส่งเข้าช่องปาก พร้อมทั้งทำหน้าที่หายใจ และช่วยในการขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย มีระบบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ส่วนใหญ่มีเพศแยก โดยปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ทั้งไข่และสเปิร์มออกสู่ทะเล และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พัฒนาเป็นตัวอ่อน ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนจนกระทั่งพัฒนาเข้าสู่ระยะลงเกาะกับวัตถุ (setting) เมื่อเกาะกับวัสดุแล้วจะเกาะอยู่กับที่ตลอดชีวิต โดยใช้เปลือกด้านซ้ายยึดติดกับวัตถุ (วันทนา, 2541; คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549; ธีระพงศ์ และคณะ, 2550)

หอยสองฝา ชนิดที่มีการยึดเกาะ มักอาศัยอยู่บนวัตถุที่แข็ง เช่น ก้อนหิน ไม้ เสาซีเมนต์ และปะการังเทียม เป็นต้น โดยแบ่งการยึดเกาะกับวัตถุเป็น 2 แบบ คือ การยึดเกาะโดยใช้เส้นใย (byssal attachment) เป็นเส้นใยโปรตีนสีน้ำตาลที่มีความเหนียวและแข็งแรง สร้างโดยต่อมที่เท้าหอย เช่น หอยแมลงภู่ใช้เส้นใยยึดกับก้อนหินหรือเสาไม้ เป็นต้น และการยึดเกาะโดยเชื่อมติด (cementation) โดยใช้เปลือกด้านหนึ่งเกาะติดกับสิ่งที่เป็นของแข็ง โดยใช้สารจำพวกหินปูนที่สร้างขึ้นจากตัวหอยเอง เป็นการยึดติดอย่างหนาแน่น เช่น หอยนางรม (วันทนา, 2541)

จากการศึกษาความหลากหลายและการแพร่กระจายของสัตว์กลุ่มหอย บริเวณหมู่เกาะอ่างทอง จังหวัดสุราษฎร์ธานีของ ธีระพงศ์ (2550) พบหอยสองฝา 27 วงศ์ อย่างน้อย 108 ชนิด เนื่องจากบริเวณนี้มีความขุ่นน้อย จึงมีความหลากชนิดของหอยสองฝามาก เพราะลักษณะทางชีววิทยาของหอยสองฝาที่ใช้เหงือกในการกรองอาหารจากมวลน้ำ ถ้าน้ำมีความขุ่นมากจะทำให้หอยสองฝามีโอกาสได้รับตะกอนสะสมและอุดตันบริเวณซี่เหงือก



ภาพที่ 5 หอยสองฝา ชนิด *spondylus*

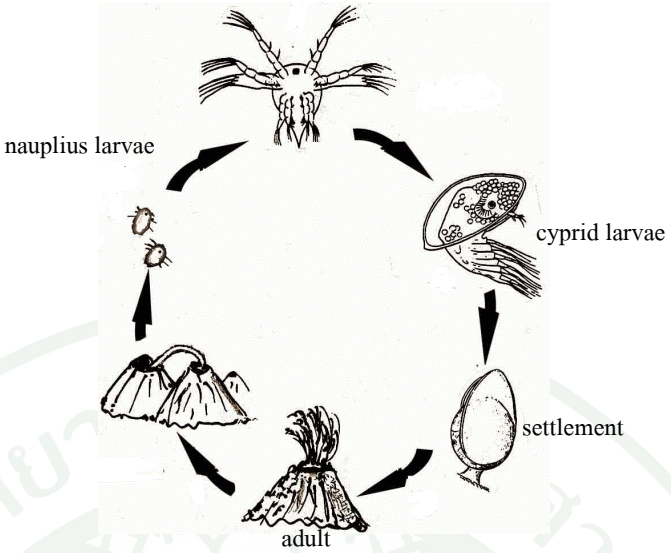
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัตว์เกาะติดกลุ่มเพรียงหิน (Phylum Arthropoda)

Arthopoda (arthros = joint, poda = leg) แปลว่าสัตว์ที่มีขาเป็นข้อต่อ คือ มีรยางค์เป็นข้อต่อกัน (jointed appendage) ยื่นออกมาจากแต่ละปล้องของลำตัว ลักษณะลำตัวแบ่งเป็นปล้อง มีสมมาตรแบบซีกซ้ายและขวา (bilateral symmetry) ลำตัวแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนหัว (head) ส่วนอก (thorax) และส่วนท้อง (abdomen) ร่างกายภายนอกปกคลุมด้วยโครงร่างแข็งที่เป็นองค์ประกอบของไคติน ซึ่งไม่สามารถขยายตัวให้ใหญ่ขึ้นได้ ดังนั้นการลอกคราบ (molting) จึงเป็นวิธีทำให้ร่างกายสามารถเจริญเติบโต (บพิธ และ นันทพร, 2540; คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549)

สิ่งมีชีวิตที่เป็นสัตว์เกาะติดในไฟลัมนี้ คือ เพรียงหิน (rock barnacles) และเพรียงคอห่าน (goose necked barnacle) เนื่องจากในระยะตัวอ่อนสัตว์ทั้ง 2 ชนิดนี้ เป็นแพลงก์ตอนสัตว์ที่มีลักษณะคล้ายกับตัวอ่อนของกุ้งและปู (ภาพที่ 7) เพรียงหินเป็นสัตว์ที่มี 2 เพศในตัวเดียวกัน สามารถผสมพันธุ์ข้ามตัว (cross fertilization) หรือ ผสมภายในตัวเดียวกัน (self fertilization) เมื่อเข้าสู่ระยะตัวอ่อนจะหาพื้นที่ลงเกาะเพื่อเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และพัฒนาเข้าสู่ตัวเต็มวัยจะเกาะติดอยู่กับที่ (sessile) ร่างกายไม่แบ่งเป็นปล้องอย่างชัดเจน มีเปลือกหุ้มลำตัวเป็นแผ่นแคลเซียมหรือหินปูน สร้างจากต่อมซีเมนต์ แผ่นหินปูนส่วนตรงกลางของเพรียงหิน มีลักษณะเป็น 2 แผ่นประกบกัน คือ เทอร์กัม (tergum) และ สคิวตัม (scutum) สามารถเคลื่อนไหวเพื่อเปิด-ปิด ให้รยางค์อกที่มีจำนวน 6 คู่ ยื่นออกมาจับอาหาร (ลัดดา, 2541; ปัทมา, 2545; นงนุช, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 วงจรชีวิตของเพรียงหินชนิด *Balanus*

ที่มา: ดัดแปลงจาก Barn (1987)

สัตว์เกาะติดกลุ่มไบรโอซัว (Phylum Bryozoa)

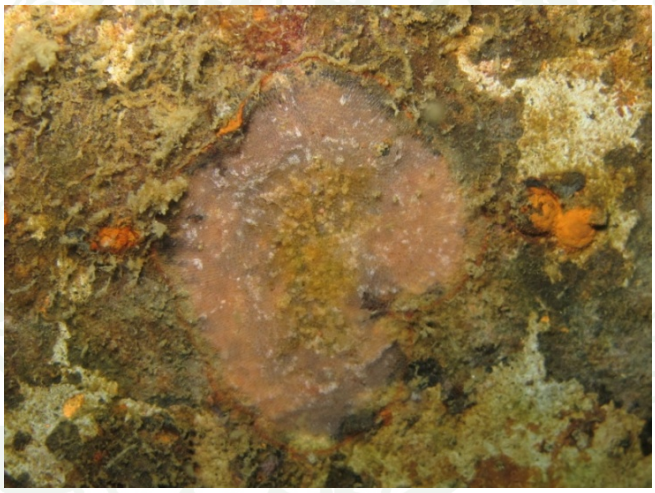
Bryozoa (bryon = moss and zoon = animal) ไบรโอซัวเป็นสัตว์ที่อยู่รวมกันเป็นโคโลนี เจริญเติบโตโดยการแผ่กระจายเคลือบพื้นวัตถุหรือเกาะกับวัตถุแข็งใต้น้ำ พบได้ตั้งแต่บริเวณชายฝั่งทะเลจนถึงทะเลลึก มีการสร้างโครงร่างแข็งด้วยสารแคลเซียมคาร์บอเนต จึงเจริญเติบโตได้ในรูปร่างที่หลากหลาย เช่น รูปคล้ายกองดิน รูปกิ่งก้านสาขา และรูปขดม้วนเป็นเกลียว โครงสร้างแข็งเหล่านี้มีช่องเปิดเป็นรูเล็กๆจำนวนมาก โดยช่องเปิดหนึ่งจะเป็นที่อยู่ของตัวไบรโอซัว เรียกว่า ซูออยด์ (zooid) ซูออยด์แต่ละตัวจะอยู่ชิดกัน อาจมีรูปร่างเป็นท่อยาว ภายในลำตัวกลวง มีช่องว่างเป็นที่อยู่ของทางเดินอาหาร ไบรโอซัวกินแพลงก์ตอนพืชขนาดเล็ก โดยใช้หนวดที่เรียงกันเป็นวงรอบปาก (lophophore) มีลักษณะเป็นเส้นขนสั้น เรียงตัวกันเป็นรูปเกือกม้าทางด้านหน้าของร่างกาย จะทำหน้าโบกพัดน้ำที่อยู่รอบๆให้เข้าสู่ช่องปาก (บพิธ และ นันทพร, 2546; นงนุช, 2551; Ryland, 1976; Marshall *et al.*, 2003)

ไบรโอซัวมีการสืบพันธุ์ 2 แบบ ได้แก่ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการแตกหน่อขยายโคโลนีออกไปทางด้านข้าง และการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ด้วยการปฏิสนธิระหว่างสเปิร์มกับไข่ภายในซูออยด์เดียวกัน (Hermaphrodite) เมื่อปฏิสนธิได้ตัวอ่อนที่มีการดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนชั่วคราว จะใช้ซีเลียเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ ในระยะที่เป็นตัวอ่อนมีวงจรชีวิตสั้นมาก ก่อนที่จะเข้าสู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การลงเกาะ ในระหว่างการลงเกาะตัวอ่อนจะสร้างสารเหนียว เพื่อใช้สำหรับยึดเกาะกับพื้นวัตถุ จากนั้นตัวอ่อนจะค่อยๆ พัฒนาเป็นตัวเต็มวัย โดยตัวเต็มวัยในระยะแรกหลังจากการลงเกาะมีชื่อเรียกว่า แอนเซสทรูลา (ancestrula) จะมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยการแตกหน่อ ทำให้มีซูออยด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ซูออยด์จะมีขนาดและรูปร่างที่แตกต่างกัน จากนั้นเมื่อซูออยด์เจริญเติบโตเต็มที่จะหลุดออกเพื่อเจริญเป็นโคโลนีใหม่ (บพิธ และ นันทพร, 2546; ศิริเพ็ญ, 2550; Zimmer and Woollacott, 1977)

จากการสำรวจของสุเมตต์ และคณะ (2547) พบไบรโอซัว 3 ชนิด ได้แก่ ไบรโอซัวร่ม (*Caulibugula* sp.) เป็นไบรโอซัวที่มีลักษณะคล้ายร่มมีก้านชูขึ้นไปด้านปลายแตกแขนงออกในแนวรัศมีคล้ายซี่ร่ม พบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ไบรโอซัวเคลือบหิน (*Schizoporella* sp.) เป็นไบรโอซัวที่เคลือบตามวัตถุใต้น้ำ ไม่ค่อยชอบแสงสว่าง มักพบใต้โขดหิน และ ไบรโอซัวเส้นหมี่(*Zoobotryon verticillatum*) เป็นไบรโอซัวที่มีเส้นใยใสรองรับ Zooiods และแตกกิ่งก้านสาขา



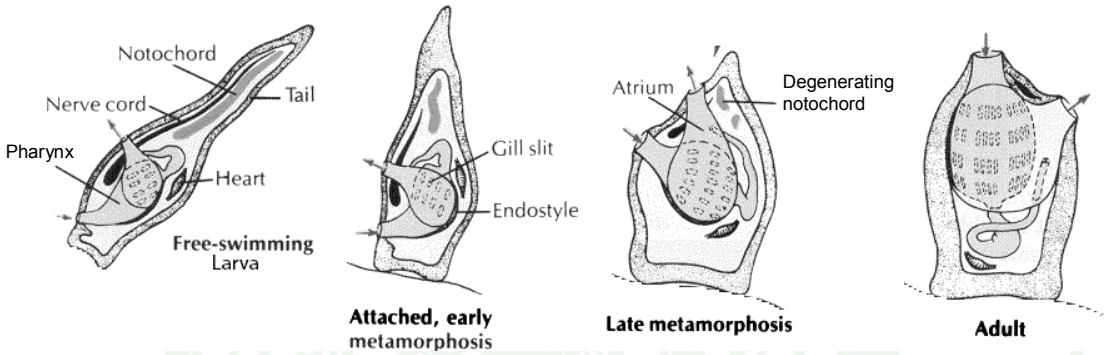
ภาพที่ 7 ไบรโอซัวเคลือบหิน (*Schizoporella* sp.)

สัตว์เกาะติดกลุ่มเพรียงหัวหอม (Phylum Chordata, Subphylum Urochordata)

Urochordata มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก โดยคำว่า Uro มีความหมายว่า “หาง” รวมกับภาษาละติน คำว่า Chorda หมายความว่า แกนโครงสร้างค้ำจุนร่างกายคล้ายกระดูกสันหลัง ดังนั้นจึงแปลได้ว่า สัตว์ที่มีหางและมีแกนค้ำจุนร่างกายคล้ายกระดูกสันหลังในช่วงหนึ่งของชีวิต สัตว์เกาะติดที่อยู่ในซับไฟลัมนี้ คือ เพรียงหัวหอม (บพิธ และ นันทพร,2546; นงนุช, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพรียงหัวหอมเป็นสัตว์ที่มีวิวัฒนาการสูง มีความใกล้เคียงกับสัตว์มีกระดูกสันหลัง เนื่องจากเพรียงหัวหอมมีโครงสร้างบางส่วนคล้ายสัตว์มีกระดูกสันหลัง คือ โนโตคอร์ด (Notochord) หรือแกนค้ำจุนหรือพยุงร่างกาย แต่เป็นเพียงช่วงชีวิตในระยะวัยอ่อนเท่านั้น เท่านั้น ในระยะตัวอ่อนเพรียงหัวหอม มีลักษณะคล้ายลูกอ๊อด มีโนโตคอร์ด หางยาวใช้สำหรับว่ายน้ำได้ เมื่อถึงระยะการลงเกาะ เปลี่ยนจากตัวอ่อนเข้าสู่ตัวเต็มวัย เพรียงหัวหอมจะหมุนตัว 180 องศา ทำให้ส่วนที่เป็นรูเปิดทวารหนักหันกลับไปอยู่ด้านล่าง ในระยะตัวเต็มวัยจะมีการเปลี่ยนแปลงคือ โนโตคอร์ดหายไป ปากจะเปลี่ยนเป็นบักคัลไซฟอน (buccal siphon) และช่องเหงือกจะมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นด้านที่ติดกับวัตถุใต้ท้อง และปลายอีกด้านจะมีรูเปิด 2 รู คือ รูเปิดปาก (buccal opening) เป็นรูสำหรับน้ำเข้า และรูเปิดเอเทรียลไซฟอน (atrial siphon opening) เป็นรูสำหรับให้น้ำและของเสียออก (บพิธ และ นันทพร, 2546; ปิยะ 2548; สุชา, 2550; นงนุช, 2551) (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 การพัฒนาจากระยะตัวอ่อนเข้าสู่ตัวเต็มวัยของเพรียงหัวหอม

ที่มา: ดัดแปลงจาก Brusca and Brusca (1990)

รูปร่างของเพรียงหัวหอมมีหลากหลายรูปแบบ เช่น ทรงกระบอกเดี่ยว แผ่นเคลือบบนหิน ทรงถุง บริเวณผิวหนังเป็นเยื่อพิเศษเหนียว เรียกว่า ทูนิก (tunic) มีลักษณะอ่อนนุ่มแต่เหนียว หดตัวได้เมื่อถูกสัมผัส (บพิธ และ นันทพร, 2546)

เพรียงหัวหอม มีการดำรงชีวิตโดยเกาะติดอยู่กับที่ มักอยู่ตามแนวปะการัง มีการดำรงชีวิต 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบเดี่ยว (Solotary) แบบรวมกันอยู่เป็นโคโลนี (colony) (ภาพที่ 9) และแบบหลายตัวอยู่ในเปลือกหุ้มเดียวกัน (compound) (สุชา, 2550) เพรียงหัวหอมเป็นพวกกรองกิน โดยกินแพลงก์ตอนและอินทรียสารต่าง ๆ จากกระแสน้ำผ่านเข้าคอหอย นอกจากนี้เพรียงหัวหอมยังเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำได้ โดยพบบริเวณใกล้แหล่งชุมชน เพรียงหัวหอมบางกลุ่มจะเจริญเติบโตได้ดี เนื่องจาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชอบอาศัยอยู่บริเวณน้ำขุ่น หรือบริเวณที่มีตะกอนแขวนลอยในน้ำมาก เพราะมีปริมาณแพลงก์ตอนชุกชุม (สุเมตต์ และ สุชา, 2550)



ภาพที่ 9 เพรียงหัวหอมรวมสีม่วงแดง (*Symplegma* sp.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวทางการฟื้นฟูแนวปะการัง

ปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติบริเวณแนวปะการังอย่างไม่มีขีดจำกัด ไม่มีการจัดการดูแล นำมาซึ่งผลเสียที่เกิดกับแนวปะการังอย่างเห็นได้ชัด สาเหตุของความเสื่อมโทรมเกิดจากการกระทำที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น การเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลกทำให้เกิดสึนามิ การเกิดปะการังฟอกขาว (coral bleaching) เนื่องจากน้ำทะเลมีอุณหภูมิสูงขึ้น ปรากฏการณ์ทะเลกรด และการเกิดโรคในปะการัง (Sutherland *et al*., 2004) เป็นต้น อีกสาเหตุเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ที่ต้องการใช้เทคโนโลยีเข้ามาช่วยหรือสร้างสิ่งต่างๆ เพื่อให้เกิดความสะดวกสบาย เช่น การสร้างท่าเรือที่พักอาศัย ปล่อยน้ำเสียลงสู่ทะเล การดำน้ำท่องเที่ยวโดยการเหยียบย่ำปะการัง (Rodgers and Cox, 2003) เป็นต้น การทำกิจกรรมต่างๆที่ขาดความรู้ ความรับผิดชอบ โดยไม่ได้คำนึงถึงความเสียหาย นำมาสู่ความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ

แนวทางการฟื้นฟูแนวปะการังมีหลายวิธี ขึ้นอยู่กับสภาพของปัญหาและวัตถุประสงค์ เพื่อเป็นเกณฑ์ในการเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุด จากรายงานความก้าวหน้า โครงการศึกษาและพัฒนาการนำเรือรบหลวงมาใช้เพื่อจัดทำแหล่งท่องเที่ยวใต้ทะเล จังหวัดชุมพรและจังหวัดสุราษฎร์ธานีโดยภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2557) ได้นำเสนอรูปแบบการฟื้นฟูแนวปะการังที่กระทำโดยมนุษย์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ คือ

1. วิธีการที่ปล่อยให้ธรรมชาติฟื้นฟูตัวเอง (Passive) โดยควบคุมหรือลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากมนุษย์ให้น้อยที่สุด เช่น การปิดจุดดำน้ำในเขตอุทยานแห่งชาติหลังจากเหตุการณ์ปะการังฟอกขาวในปี 2553 ผลการศึกษาอัตราการฟื้นตัวของแนวปะการังในเขต Florida Key National Marine Sanctuary (Lirman& Miller, 2003) พบว่า แนวปะการังในบริเวณที่ไม่ถูกรบกวน มีอัตราการฟื้นตัวเร็วกว่าแนวปะการังบริเวณที่มีการท่องเที่ยวหนาแน่น

ธรรมชาติของปะการังสามารถฟื้นตัวได้เอง แต่ใช้ระยะเวลานาน (สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน, 2552) โดยอาศัยการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ เช่น การเติบโตของโคโลนี (vegetative growth) การแตกหน่อ (budding) การหักออกจากโคโลนีเดิมทั้งส่วนของหินปูนและเนื้อเยื่อพัฒนาเป็นโคโลนีใหม่(fragmentation) การหลุดออกมาเฉพาะส่วนของเนื้อเยื่อของโคโลนีเดิม พัฒนาเป็นโคโลนีใหม่ (polyp bail-out) การหลุดออกมาเฉพาะส่วนเนื้อเยื่อและหินปูนแล้วลงเกาะเป็นโคโลนีใหม่ (polyp expulsion) การสร้างตัวอ่อนโดยไม่อาศัยเพศ (parthenogenesis) และการสร้างตัวอ่อนโดยการปฏิสนธิ เป็นต้น (รัตนติกา, 2549)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. วิธีการที่มนุษย์มีส่วนเกี่ยวข้องในการช่วยฟื้นฟูธรรมชาติ (Active)เช่น การย้ายปลูกปะการัง การสร้างปะการังเทียม และการจัดทำแหล่งดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น (Man Made Dive Site) เป็นวิธีการที่นิยมกันทั่วโลกด้วยเหตุผลต่าง ๆ ดังนี้

2.1 ช่วยลดปริมาณการดำน้ำในแนวปะการังธรรมชาติ ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการลดผลกระทบที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมดำน้ำ เช่น การแตะโดนปะการัง ของเสียจากเรือท่องเที่ยว ฯลฯ

2.2 ช่วยเพิ่มศักยภาพของกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ เช่น การดำน้ำแบบ SCUBA

ในส่วนการฟื้นฟูแนวปะการังที่เสื่อมโทรมจากภัยธรรมชาติ ศักดิ์อนันต์ (2548) ได้อธิบายการตัดสินใจเลือกวิธีการฟื้นฟูแนวปะการังที่ได้รับผลกระทบจากคลื่นสึนามิ 5 แนวทาง ได้แก่

1. การค้นหาสาเหตุที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม และแก้ไขปัญหา
2. การพลิกฟื้นปะการังที่ได้รับผลกระทบ
3. การปล่อยให้ธรรมชาติฟื้นตัวเอง
4. การให้โครงสร้างหรือพื้นแข็ง
5. การย้ายปลูกปะการัง เมื่อไม่พบตัวอ่อนปะการังในมวลน้ำ

เมื่อพิจารณาแนวทางการฟื้นฟูที่มีการดำเนินการอยู่ในประเทศไทย มักเป็นลักษณะการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงลักษณะโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบนิเวศที่เสื่อมโทรมลง ให้กลับมามีคุณค่าทางเศรษฐกิจและสังคม มากกว่าที่เป็นอยู่ในขณะที่เสื่อมโทรม ซึ่งวิธีการนี้อาจทำให้สภาพแวดล้อมของระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากเป็นการเพิ่มพื้นที่ให้กับสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง และส่งเสริมให้มีการฟื้นตัวของแนวปะการังตามธรรมชาติ (ปิยะวัฒน์, 2555)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปะการังเทียม

นักวิทยาศาสตร์ให้คำจำกัดความ หรือคำนิยามของปะการังเทียม (Artificial reef, Fish Apartment, Fish shelter หรือ Artificial seaweed) แตกต่างกัน เช่น แหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ทะเลที่สร้างขึ้นโดยมนุษย์ เครื่องมือที่ใช้ให้สัตว์น้ำดึงดูดมารวมกัน (Fish aggregating device: FAD) (Ibrahim *et al*., 1996) หรือโครงสร้างที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นแล้วนำไปติดตั้งไว้ในทะเลเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการประมงให้สูงขึ้น (Jean-Maria, 1988) สรุปได้ว่าปะการังเทียมหมายถึง เครื่องมือที่จัดสร้างขึ้นโดยมนุษย์ และนำวางลงใต้ทะเลเพื่อให้สัตว์ทะเลเข้ามาอาศัย รวมฝูง หาอาหาร และขยายพันธุ์ (พูลสิน และคณะ, 2531)

แหล่งอาศัยสัตว์ทะเล (Artificial Habitats) หรือปะการังเทียม (Artificial reefs) ที่มนุษย์สร้างขึ้นในรูปแบบต่างๆ อย่างมีแบบแผน เพื่อดัดแปลงหรือเพื่อปรับปรุง สภาพพื้นที่ท้องทะเลให้เหมาะสมกับสภาพที่สัตว์น้ำชอบอยู่อาศัย โดยเลียนแบบบริเวณที่มีกองหินใต้น้ำ ซากเรืออับปางซึ่งมีสัตว์น้ำชุกชุม (กนกพรรณ และ วิทยา, 2534) โดยการนำวัสดุที่แข็งแรง ทนทาน ต้านกระแสน้ำได้นำไปวางรวมกันเป็นกลุ่มอย่างมีแบบแผน เพื่อดึงดูดสัตว์น้ำให้เข้ามาอยู่อาศัย หลบภัยและมีโอกาสแพร่พันธุ์มากขึ้น (อำนาจ และคณะ, 2545)

ประวัติการสร้างปะการังเทียม

ปะการังเทียมมีจุดเริ่มต้นในประเทศญี่ปุ่นเมื่อประมาณ 200 ปี โดยชาวประมงญี่ปุ่นได้สังเกตปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้จากบริเวณซากเรืออับปางมีปริมาณสูงกว่าในบริเวณอื่นๆ ต่อมาในปี พ.ศ. 2338 ชาวประมงญี่ปุ่นได้ริเริ่มนำสิ่งประดิษฐ์ที่มีโครงสร้างทำด้วยไม้ วางไว้ใต้ทะเลที่ระดับความลึก 38 เมตร โดยใช้ถุงผ้าบรรจุทรายทับไว้ พร้อมทั้งใช้กิ่งไม้ผูกติดกับโครงสร้างไม้เหล่านั้น พบว่าปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้จากบริเวณโครงสร้างไม้ดังกล่าวมีปริมาณสูงเพิ่มขึ้น และมีสูงกว่าปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้ในบริเวณเรืออับปางอีกด้วย ทำให้ชาวประมงในสมัยนั้นนิยมนำโครงสร้างไม้วางลงในจุดต่างๆใต้ทะเลกันอย่างแพร่หลาย (ปิ่นสักก์, 2551)

ในประเทศสหรัฐอเมริกา เริ่มมีการจัดสร้างปะการังเทียมขึ้นในปี พ.ศ. 2403 โดยชาวประมงสังเกตว่าบริเวณที่มีซากต้นไม้ทับถมกันอยู่ใต้น้ำและมีเพรียงเจริญเติบโตอยู่จะมีปริมาณสัตว์น้ำจำนวนมาก ดังนั้นชาวประมงจึงนำถังไม้ที่บรรจุด้วยคอนกรีตวางลงใต้ทะเล เพื่อเป็นปะการังเทียมให้สัตว์น้ำเข้าอาศัย นอกจากนี้ยังมีการนำเอาวัสดุต่างๆ มาใช้จัดสร้างเป็นปะการังเทียมอีกด้วย เช่น เรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เก่า รถยนต์เก่า โดยเอาเครื่องยนต์ออก และเทคอนกรีตเข้าแทนที่เพื่อเพิ่มน้ำหนักให้วัสดุเหล่านั้น และวางปะการังเทียมที่จัดสร้างไว้บริเวณชายฝั่งของสหรัฐอเมริกา ทำให้ชาวประมงสามารถจับสัตว์น้ำได้เพิ่มมากขึ้น อีกทั้งช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายต่างๆ เช่น ค่าเชื้อเพลิง ค่าอาหาร เป็นต้น (ปิ่นสักก์, 2551)

สำหรับประเทศไทยเริ่มมีโครงการจัดสร้างแนวปะการังเทียมขึ้นที่จังหวัดระยองเป็นแห่งแรก ในปี พ.ศ.2521 เรียกว่า “มีนนิเวศน์” (สมพร และ สุรพล, 2523; สันติ, 2534) โดยกรมประมงเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดสร้าง และนำไปวางในบริเวณชายฝั่งทะเล มีวัตถุประสงค์ คือ ต้องการชักนำให้สัตว์น้ำเข้าอาศัยอยู่รวมกัน เพื่อเป็นการเพิ่มแหล่งทำการประมงหลังจากนั้นได้มีการจัดสร้างเพิ่มขึ้นในพื้นที่ชายฝั่งทะเลจังหวัดต่างๆ เช่น สงขลา เพชรบุรี ชลบุรี จันทบุรี ปัตตานี นครศรีธรรมราช ภูเก็ต สตูล เป็นต้น (กองประมงทะเล, 2530) โดยใช้วัสดุพวกยางรถยนต์ บล็อกคอนกรีต ท่อคอนกรีต ท่อเหล็ก มาประกอบเป็นปะการังเทียมรูปแบบต่างๆ โดยรูปแบบที่ใช้ยังไม่แน่นอนในเรื่องประสิทธิภาพจึงสร้างขึ้นเป็นหลายรูปแบบ ผลที่ได้คือ พบสัตว์น้ำเศรษฐกิจหลายชนิดทั้งปลาหน้าดิน ปลาผิวน้ำ และสัตว์น้ำจำพวกอื่นๆ เข้ามาอาศัยเป็นจำนวนมาก ซึ่งถือได้ว่าการศึกษาดังกล่าวประสบผลสำเร็จและเป็นจุดเริ่มต้นของการจัดสร้างปะการังเทียมในประเทศไทย (ส่วนอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552)

ปัจจุบันภาครัฐได้สนับสนุนและดำเนินการจัดสร้างปะการังเทียม เพื่อเป็นแหล่งทำการประมงและเป็นแนวทางในการฟื้นฟูทรัพยากรสัตว์น้ำ โดยกรมประมงเริ่มจัดสร้างปะการังเทียมโดยใช้แท่งคอนกรีตรูปทรงลูกบาศก์เป็นหลัก นอกจากนี้มีการนำพาหนะยานยนต์มาทำเป็นปะการังเทียม เช่น รถถัง รถขยะและตู้รถไฟ อีกหน่วยงานที่ดำเนินการจัดสร้างปะการังเทียม คือ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ได้จัดสร้างปะการังเทียมเพื่อเพิ่มแหล่งท่องเที่ยวดำน้ำ และลดผลกระทบที่มาจากกิจกรรมการท่องเที่ยวที่มีต่อแนวปะการังธรรมชาติ เช่น โครงการศึกษาออกแบบปะการังเทียมเพื่อเพิ่มแหล่งท่องเที่ยวดำน้ำบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามัน จัดสร้างประติมากรรมใต้น้ำทางฝั่งอันดามัน 6 จังหวัด และการมีส่วนร่วมในการนำเรือรบมาใช้เพื่อจัดทำเป็นแหล่งปะการังเทียม (ปิ่นสักก์, 2551; ส่วนอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการสร้างปะการังเทียม

ปิ่นสักก์ (2551) ได้เสนอว่า การจัดสร้างปะการังเทียมโดยใช้วัสดุและรูปแบบที่แตกต่างกัน มีแผนผังการจัดวางปะการังเทียมในทะเลที่มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้ประโยชน์ดังนี้

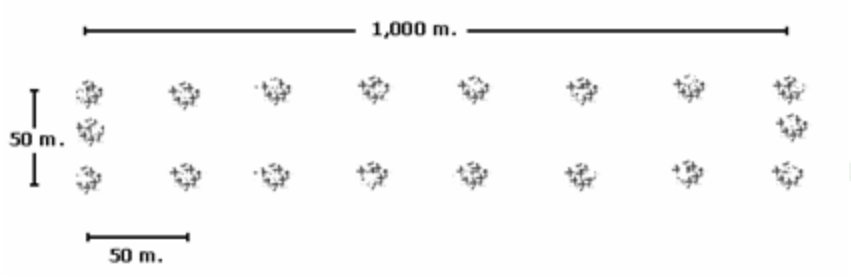
1. แหล่งทำการประมง ลักษณะโครงสร้างของปะการังเทียมที่นำมาใช้ จะจัดวางให้เป็นกองปะการังเทียมขนาดใหญ่ โดยนำปะการังเทียมจำนวนมาก มาวางซ้อนกันเป็นกองสูง และนำไปวางลงในทะเล ในพื้นที่ที่ค่อนข้างลึก มีความลาดชันต่ำ ซึ่งการจัดวางในลักษณะนี้จะดึงดูดสัตว์น้ำขนาดใหญ่ได้ดี นอกจากนี้ยังสามารถเป็นแหล่งท่องเที่ยวตกปลา และแหล่งดำน้ำชมฝูงปลาได้อีกด้วย เช่น ในปี พ.ศ. 2526 สถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งจังหวัดสงขลา ได้จัดสร้างปะการังเทียมโดยใช้คอนกรีต รูปแบบทรงปิรามิดและสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 80x80x80 เซนติเมตร ในปี พ.ศ. 2532 ที่จังหวัดนราธิวาส มีการจัดสร้างปะการังเทียมโดยใช้วัสดุแท่งคอนกรีต ขนาด 1x1x1 เมตร และขนาด 2x2x2 เมตร เป็นต้น จากการสำรวจวิเคราะห์ผลจากการจัดสร้างปะการังเทียม โดยใช้เครื่องมือลอบปลาของ วิชาญ (2539) พบว่าระยะเวลา 1 ปี จับปลาในช่วง 6 เดือนแรกได้มากกว่า 6 เดือนหลัง จากการศึกษาของ Abeson and Shlesinger (2002) ในประเทศอิสราเอล พบว่า ขนาดของวัสดุที่ใช้ทำปะการังเทียมหากมีขนาดใหญ่จะดึงดูดปลาได้ดีกว่าปะการังเทียมที่ใช้วัสดุขนาดเล็ก

2. แหล่งอนุรักษ์ทรัพยากรประมง การสร้างปะการังเทียมเพื่อการอนุรักษ์ สามารถทำได้โดยจัดวางปะการังเทียมให้ครอบคลุมพื้นที่กว้าง โดยวางเป็นกรอบหรือแนวล้อมรอบพื้นที่อนุรักษ์ หรือพื้นที่อนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน เพื่อป้องกันและแสดงอาณาเขตของพื้นที่อนุรักษ์ 3,000 เมตรจากชายฝั่ง เช่น การจัดสร้างปะการังเทียม ในจังหวัดระยอง จันทบุรี เพชรบุรี ตราด และนราธิวาส เป็นต้น (สกุลและอุทัย, 2535)

3. แนวป้องกันพื้นที่ชายฝั่งทะเล การสร้างปะการังเทียมเพื่อเป็นแนวป้องกันพื้นที่ชายฝั่งทะเล มีประโยชน์หลายประการขึ้นอยู่กับลักษณะการวางปะการังเทียม โดยจะจัดวางปะการังเทียมเป็นแถวยาวหลายๆแถวซ้อนกัน ความกว้างของแถวตั้งแต่ 9 เมตรขึ้นไป ใช้วัสดุที่มีความสูงประมาณ 10-14 เมตร จัดวางในบริเวณชายฝั่งที่มีระดับน้ำลงต่ำสุด สามารถแบ่งออกตามวัตถุประสงค์ได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

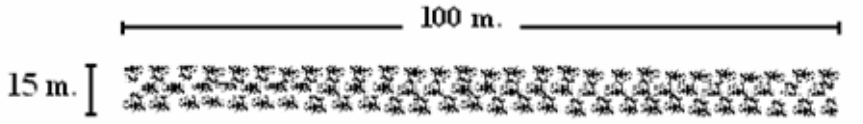
3.1 การวางปะการังเทียมเพื่อป้องกันเครื่องมือประมงที่ผิดกฎหมาย เช่น เรืออวนรุน ที่มักเข้ามาทำการประมงในเขตพื้นที่ชายฝั่งมีรูปแบบการวางเป็นกอง แต่ละกองเรียงตัวห่างกันเป็นแถวยาว เพื่อเป็นแนวป้องกันขนาดใหญ่



ภาพที่ 10 การวางปะการังเทียมเพื่อป้องกันเครื่องมือประมงที่ผิดกฎหมาย

ที่มา: ดัดแปลงจาก สกุล และ อุทัย (2535)

3.2 การวางปะการังเทียมเพื่อป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งเนื่องจากจะช่วยทำให้ขนาดของคลื่นลดลง และช่วยเปลี่ยนทิศทางของคลื่นทำให้ช่วยป้องกันแนวชายฝั่งบางส่วนไว้ได้ซึ่งจะช่วยลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับชายฝั่งและทรัพย์สินของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงได้ การวางปะการังเทียมเพื่อป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง มักวางปะการังเทียมเป็นแถว มีระยะห่างกันเล็กน้อย



ภาพที่ 11 การวางปะการังเทียมเพื่อป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง

ที่มา: ดัดแปลงจาก สกุล และ อุทัย (2535)

4. ที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในทะเล จากการศึกษาของ Bernabé and Bernabé -Quet (1997) กล่าวว่า บริเวณที่มีการจัดสร้างปะการังเทียมเป็นบริเวณที่มีความหลากหลาย และมีสิ่งมีชีวิตเข้ามาอยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก และยังเป็นบริเวณที่มีผลผลิตเบื้องต้นจำพวกสารอินทรียวัตถุ แพลงก์ตอนพืช และตัวอ่อนสิ่งมีชีวิต เหมาะสำหรับเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิตในทะเลชนิดอื่น นอกจากนี้ยังใช้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และแหล่งหลบภัย ไม่ว่าจะเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์เกาะติด และสิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตแบบอิสระ

4.1 สัตว์น้ำวัยอ่อน บริเวณปะการังเทียมมีความหลากหลายของปลาวัยอ่อนมากกว่าบริเวณทะเลเปิด จากการศึกษาตัวอ่อนของปลาบริเวณปะการังเทียม ที่ทำมาจากก้อนหินสร้างเป็นแนวกันคลื่นบริเวณท่าเทียบเรือ King Harbor รัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกาของ Stephens and Pondella (2002) พบว่ามีตัวอ่อนของปลาอยู่ในบริเวณแนวปะการังเทียมหลายชนิด เช่น ปลาม้า สกุล *Cheilotrema* spp. ปลาสลิดหินสกุล *Chromis* spp. เป็นต้น

4.2 สิ่งมีชีวิตพวกเกาะติด เช่น เพรียงหัวหอม ไบรโอซัว สามารถลงเกาะและเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากสัตว์กลุ่มนี้มีวงจรชีวิตในช่วงระยะตัวอ่อนสั้น สามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะลงเกาะได้อย่างรวดเร็ว โดยทั่วไปในบริเวณที่มีการจัดสร้างปะการังเทียม จะพบสิ่งมีชีวิตจำพวกสัตว์เกาะติดคล้ายๆกัน โดยสิ่งมีชีวิตจำพวกสัตว์เกาะติดสามารถพบได้บ่อยหลังจากที่มีการสร้างปะการังเทียมในแต่ละบริเวณ ได้แก่ ไส้เดือนทะเลชนิดสร้างท่อ หอย ไบรโอซัว เพรียงหิน ฟองน้ำ เป็นต้น (Perkol-finkel and Benayahu, 2007) อย่างไรก็ตามบริเวณปะการังเทียมสามารถพบสิ่งมีชีวิตจำพวกเกาะติดอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น เนื่องจากปะการังเทียมมีลักษณะพื้นผิวที่แข็งเหมาะสำหรับสิ่งมีชีวิตจำพวกยึดเกาะ ซึ่งสามารถรับอาหารจากตะกอนแขวนลอย หรือแพลงก์ตอนพืชในบริเวณนั้นได้ จึงทำให้ในบริเวณดังกล่าวมีสิ่งมีชีวิตพวกกรองกิน (filter feeders) ชุกชุม (Ponti *et al*., 2002)

4.3 ปลา โครงสร้างของปะการังเทียมที่ซับซ้อน จะดึงดูดให้ปลาชนิดต่างๆ เข้าอาศัย ปลาบางชนิดก็ใช้เป็นที่หลบภัยจากผู้ล่า บางชนิดถือว่าเป็นแหล่งอาหารที่อุดมสมบูรณ์ เนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีสิ่งมีชีวิตพวกสาหร่าย สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและสัตว์หน้าดินอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก จากการศึกษาของ LÖk *et al*. (2002) บริเวณแนวปะการังเทียมในประเทศตุรกี พบปลาทั้งหมด 19 ชนิด เป็นกลุ่มปลาที่เข้าอาศัยถาวร 13 ชนิด กลุ่มปลาที่เข้าครั้งคราว 5 ชนิด และปลาที่เข้ามาอยู่อาศัยชั่วคราว 1 ชนิด โดยส่วนใหญ่เป็นปลาที่มีค่าทางเศรษฐกิจคิดเป็น 58 %

5. แหล่งท่องเที่ยวดำน้ำ แนวปะการังเทียมหลายพื้นที่ สร้างขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกและลดการใช้ประโยชน์จากแนวปะการังธรรมชาติ จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าในการดำน้ำแต่ละครั้ง นักดำน้ำแต่ละคนจะมีการจับปะการัง ตีฟินโดนปะการัง หรือสายต่างๆ จากอุปกรณ์ดำน้ำอาจมีการเกี่ยวกับกิ่งก้านปะการัง ส่งผลให้ปะการังเกิดความเสียหาย ดังนั้นการจัดสร้างปะการังเทียมเพื่อท่องเที่ยวดำน้ำจะต้องทำให้เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว เพื่อดึงดูดนักดำน้ำให้เข้ามาใช้ประโยชน์ เช่น มีความท้าทายใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การดำน้ำ มีสิ่งมีชีวิตเข้าอาศัย ควรสร้างอยู่ที่ระดับความลึกที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายจากการดำน้ำที่นานเกินไป โดยมีสิ่งที่ควรคำนึงในการจัดสร้างปะการังเทียมเพื่อเป็นแหล่งดำน้ำ ได้แก่ ความใสของน้ำ ความใกล้ไกลกับแหล่งดำน้ำอื่นๆ ที่มีชื่อเสียงอยู่แล้ว ความแรงของกระแสน้ำเฉลี่ย ความลึกของน้ำ และความขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้นจากกลุ่มผู้ใช้ประโยชน์จากปะการังเทียมกลุ่มอื่นๆ เช่น การตกปลาเพื่อการพักผ่อน หรือเพื่อการพาณิชย์ การเดินเรือ เป็นต้น

วัสดุที่ใช้ในการสร้างปะการังเทียม

ปิ่นสักก์ (2551) ได้กล่าวว่า วัสดุที่นำมาใช้ในการจัดสร้างปะการังเทียมขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และวัตถุประสงค์ที่วางไว้ มีตั้งแต่วัสดุที่หาได้ง่ายจากธรรมชาติ ไปจนถึงวัสดุที่ต้องลงทุนมีราคาแพง โดยปัจจัยที่ควรคำนึงในการเลือกวัสดุมีดังนี้

1. สอดคล้องกับการใช้งานและมีประสิทธิภาพในการดึงดูดสัตว์น้ำให้เข้าอาศัย

2. มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางทะเล จะต้องไม่สร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ

3. มีความแข็งแรง คงทน สามารถต้านทานกระแสน้ำได้ มีอายุการใช้งานได้นานโดยยังคงประสิทธิภาพเดิมไว้

4. นำไปจัดสร้างได้ในราคาที่เหมาะสมและคุ้มทุน ซึ่งการนำวัสดุที่เหลือใช้ไปสร้างปะการังเทียมก็เป็นการใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุด

วัสดุที่ใช้ในการจัดสร้างปะการังเทียมมีหลากหลายประเภท เช่น ไม้ เป็นวัสดุจากธรรมชาติที่หาได้ง่ายและมีในทุกพื้นที่ ยางรถยนต์ วัสดุที่ใช้ในช่วงเริ่มต้นการศึกษาปะการังเทียมในประเทศไทย โดยนำยางรถยนต์หลายๆ เส้น มาทำการผูกติดกันให้แน่นและวางลงในทะเล, คอนกรีต เป็นวัสดุมีความคงทนสูงและน้ำหนักมาก พื้นผิวมีลักษณะเป็นพื้นแข็ง เหมาะสำหรับการยึดเกาะของสิ่งมีชีวิตเกาะติด เหล็ก ปะการังเทียมที่ทำจากเหล็กส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะของยานพาหนะ เช่น เรือปลดระวาง รถยนต์เก่า ตู้รถไฟ รถถัง เป็นต้น ซึ่งวัสดุแต่ละอย่างมีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป (ปิ่นสักก์, 2551) (ตารางที่ 1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 ข้อดีและข้อเสียของวัสดุที่ใช้ในการสร้างปะการังเทียม

วัสดุ	ข้อดี	ข้อเสีย
ไม้	- หาได้ง่ายจากธรรมชาติ และเคลื่อนย้ายได้ง่าย	- มีความคงทนน้อย เนื่องจากมีการย่อยสลายได้ง่าย
ยางรถยนต์	- หาได้ง่ายในพื้นที่ต่าง - สะดวกในการขนส่งเคลื่อนย้าย	- มีน้ำหนักเบาทำให้เกิดการเคลื่อนที่หลุดหาย - ความคงทนน้อย เมื่อยางเกิดเสื่อมสภาพจะเกิดสารปนเปื้อนที่เป็นพิษ
คอนกรีต	- มีความแข็งแรง ทนทานต่อสภาพแวดล้อมใต้น้ำ - พื้นผิวเหมาะแก่การลงเกาะของสัตว์เกาะติด	- มีขนาดใหญ่ ทำให้การขนส่งเคลื่อนย้ายลำบาก - น้ำหนักมาก ทำให้การประกอบจัดวางยาก และเกิดการจมตัวได้ง่าย
เหล็ก	- มีความคงทนสูง - ลักษณะโครงสร้างเป็นที่อยู่อาศัยให้กับสิ่งมีชีวิตได้	- ค่าใช้จ่ายสูง - การกัดของน้ำทะเลอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก ปิ่นสักก์ (2551)

รูปแบบของปะการังเทียมในประเทศไทยที่ใช้ในปัจจุบัน

เมื่อเทคโนโลยีและการศึกษาวิจัยด้านปะการังเทียมมีเพิ่มมากขึ้น ภาครัฐจึงได้สนับสนุนและดำเนินการจัดสร้างปะการังเทียม เพื่อเป็นแหล่งทำการประมง และท่องเที่ยวดำน้ำ รูปแบบของปะการังเทียมที่ใช้ในปัจจุบัน มีดังนี้ (ปิ่นสักก์, 2551; ส่วนอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552; กรมประมง, 2556)

1. แท่งคอนกรีต

แท่งคอนกรีตมีคุณสมบัติที่คงทน มีอายุการใช้งานยาวนาน พื้นผิวคอนกรีตยังเหมาะแก่การยึดเกาะการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต และสามารถสร้างได้หลากหลายรูปแบบ ตามวัตถุประสงค์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการใช้งาน แม้จะมีข้อดีหลายด้าน แต่ข้อเสียที่เห็นได้ชัดเจนคือ มีการจมตัวสูง เนื่องจากมีน้ำหนักมาก และการขนส่งไม่สะดวก ปัจจุบันจึงมีการพัฒนาโครงสร้าง รูปแบบของคอนกรีตให้เข้ากับงานในทะเล วิชาญ และ ธานินทร (2539) ได้ศึกษาการจมตัวของปะการังเทียมในรูปแบบต่างๆพบว่า รูปแบบคอนกรีตที่มีการจมตัวน้อยที่สุด คือ แท่งคอนกรีตสามเหลี่ยมโปร่ง (1x 0.6 เมตร) รองลงมา คือ สี่เหลี่ยมลูกบาศก์โปร่ง (0.5x0.5x0.5 เมตร) และท่อกลม (ยาว 1 เมตร กว้าง 0.5 เมตร) ตามลำดับ

ในช่วงปี พ.ศ. 2531 จนถึงปัจจุบัน หน่วยงานรัฐบาลได้พัฒนารูปทรงของปะการังเทียมคอนกรีตเป็นทรงลูกบาศก์กลวงเสริมเหล็กเส้น มีขนาดที่แตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสม โดยปะการังเทียมขนาด 1.5x1.5x1.5 เมตร ได้รับความนิยมในการสร้างมาก เนื่องจากขนาดและน้ำหนักเมื่อเปรียบเทียบในส่วนของการเคลื่อนย้ายขนส่งและประสิทธิภาพกับค่าใช้จ่ายแล้ว มีความคุ้มค่ามากที่สุด อย่างไรก็ตาม การจัดสร้างปะการังเทียมคอนกรีต ควรทำการจัดสร้างในจำนวนมาก หลายขนาดและวางในลักษณะเป็นกลุ่มใหญ่ เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมและเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่ปะการังเทียม (ปิ่นสักก์, 2551)



ภาพที่ 12 ปะการังเทียมรูปแบบคอนกรีตทรงลูกบาศก์กลวง

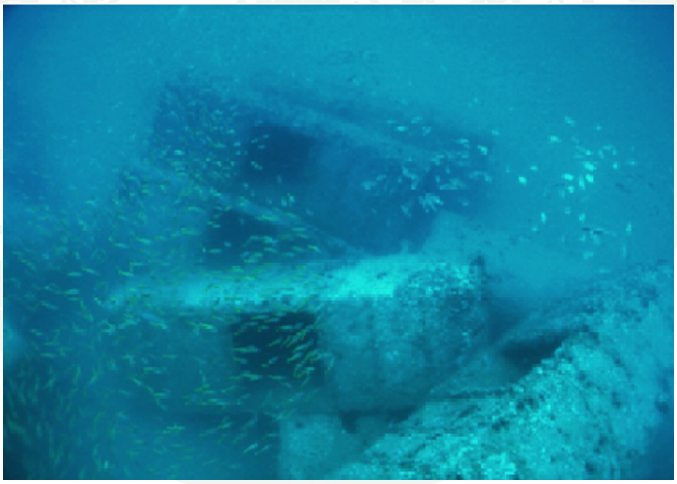
2 ตู้รถไฟ

จากจุดเริ่มต้นในปี พ.ศ. 2545 ภายใต้โครงการฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งทะเล อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดปัตตานีและนราธิวาส การรถไฟแห่งประเทศ จึงน้อมเกล้าฯ ถวายตู้ขนสินค้าแบบปิด ที่เสื่อมสภาพแล้ว แด่สมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ โดยรวบรวมตู้รถไฟเก่าเพื่อทำการถอดล้อ ตัดชิ้นส่วนที่ไม่ต้องการ และล้างทำความสะอาด จำนวน 208 ตู้ แต่ละตู้มีขนาดความยาว 6.5

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมตร กว้าง 2.5 เมตร และสูง 2.2 เมตร โดยจัดวางในพื้นที่อำเภอสายบุรี จังหวัดปัตตานี ที่ระดับความลึกประมาณ 27-29 เมตร ห่างจากชายฝั่งประมาณ 11-12 กิโลเมตร จากนั้นในปี พ.ศ. 2546 การรถไฟแห่งประเทศไทยได้น้อมเกล้าฯถวายตู้รถไฟเพิ่มอีกจำนวน 100 ตู้ จัดวางที่จังหวัดปัตตานี จำนวน 25 ตู้ และจังหวัดนราธิวาสจำนวน 75 ตู้ หลังจากนั้น ในปี พ.ศ. 2547 เป็นปีแห่งวาระมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 6 รอบจึงได้มีการจัดวางตู้รถไฟเพิ่มอีก 300 ตู้ โดยแบ่งที่จังหวัดปัตตานี จำนวน 160 ตู้ และจังหวัดนราธิวาสจำนวน 140 ตู้ (กรมประมง, 2547)

จากการสำรวจโดย ศักดิ์อนันต์ และคณะ(2551) ไม่พบการเคลื่อนที่ของตู้รถไฟ เนื่องจากเป็นโครงสร้างที่มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก แต่พบว่า ตู้รถไฟที่จัดวางในปี 2545 และปี2546 มีการยุบตัวของตู้รถไฟ และตู้รถไฟที่จัดวางในปี 2546 มีการผุกร่อนเร็วกว่าตู้รถไฟที่จัดวางในปี 2545 เนื่องจากตู้รถไฟที่วางในปี 2546 ถูกวางไว้บนฝั่งนานเกินไปทำให้เกิดการผุกร่อนของเนื้อเหล็กและตัวหมุดที่ยึดรถไฟ ทำให้ความแข็งแรงของตู้รถไฟลดลง



ภาพที่ 13 ปะการังเทียมรูปแบบตู้รถไฟ

3. รถขยะ

การจัดสร้างปะการังเทียมด้วยวัสดุรถยนต์ มีขึ้นครั้งแรกเมื่อ ปี พ.ศ. 2549 ภายใต้โครงการฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งทะเลอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดปัตตานีและนราธิวาส ทางกรุงเทพมหานครได้ดำเนินโครงการน้อมเกล้าฯถวายรถขยะ แด่สมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ รวมทั้งสิ้น 189 คันและครั้งที่สองในปี พ.ศ. 2550 อีกจำนวน 200 คัน ซึ่งทางกรุงเทพมหานครได้ดำเนินการรวบรวมรถขยะไปถอดเครื่องยนต์ออก และชิ้นส่วนต่างๆภายในรถ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ล้างทำความสะอาดคราบน้ำมันและจาระบีที่ติดอยู่ออกให้หมด เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (กรมประมง, 2547; ส่วนอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552)



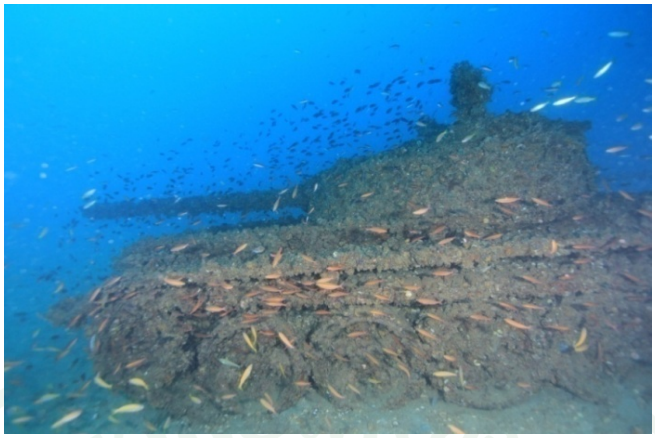
ภาพที่ 14 ปะการังเทียมรูปแบบรถขยะ

4. รถถัง

จากโครงการฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งทะเล อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดปัตตานีและนราธิวาส ในปี พ.ศ. 2549 กรมประมงได้สานต่อโครงการนี้อีกครั้ง โดยการนำวัสดุที่ไม่ใช้งานหรือปลดประจำการกลับมาใช้ประโยชน์อีกครั้ง เพื่อจัดสร้างเป็นที่อยู่อาศัยให้กับสัตว์ทะเล จากนั้นทางกองทัพบกจึงได้บริจาครถถัง รุ่น 30 T 69-2 จำนวน 25 คัน เพื่อทำเป็นปะการังเทียม และแนวกันคลื่น (กรมประมง, 2547; ส่วนอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2552)

ในวันที่ 9 สิงหาคม 2553 ได้กำหนดวางการวางรถถังในทะเลอ่าวไทย บริเวณตำบลกะลุวอเหนือ อ.เมือง จ.นราธิวาส โดยกำหนดให้วางเรียงกันเป็นวงกลม โดยมีรถถังหมายเลข 12 ซึ่งตรงกับวันพระราชสมภพของสมเด็จพระนางเจ้าพระบรมราชินาถ เป็นรถถังคันแรกที่ถูกวางลงไป แต่ในการปฏิบัติงานจริง การนำรถถังลงสู่พื้นท้องทะเล โดยการใช้รถแบ็กโฮดันรถถัง ให้ลงสู่บริเวณที่กำหนดพิกัดไว้ไม่เป็นไปตามแผนการ เพราะเมื่อรถถังไปกระทบกับผิวน้ำแล้ว เกิดการเคลื่อนตัวและเจอแรงต้านจากน้ำ ดังนั้นรถถังทั้ง 25 คัน จึงลงไปกองทับซ้อนกันอยู่บนพื้นท้องทะเล (ปิ่นสักก์, 2551)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 ปะการังเทียมในรูปแบบรถถัง จังหวัดนราธิวาส

5. ตู้ขนส่งสินค้า

สำหรับประเทศไทย มีการสร้างปะการังเทียมด้วยตู้ขนส่งสินค้าเป็นครั้งแรกในปี พ.ศ. 2550 บริเวณชายฝั่งทะเล อ.ขนอม จ.นครศรีธรรมราช โดยโรงไฟฟ้าขนอมในเครือเอ็กโก กรุ๊ป ได้ให้การสนับสนุนตู้ขนส่งสินค้าเก่าจำนวน 9 ตู้ และทำการตกแต่งดัดแปลงให้มีความเหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสัตว์น้ำก่อนการนำไปวางในทะเล และได้จัดทำต่อเนื่องให้ครบ 99 ตู้ ภายในปี พ.ศ. 2555 (ปิ่นสักก์, 2551)

6. เรือหลวง

บริเวณซากเรืออับปางในทะเลเป็นแหล่งที่มีสัตว์น้ำชุกชุม ซึ่งตัวเรืออาจทำมาจากวัสดุหลายชนิด เช่น เหล็ก ไม้ ไฟเบอร์กลาส และเฟอโรซีเมนต์ โดยเรือที่ทำจากเหล็กจัดว่าเป็นวัสดุที่ดีสุด เนื่องจากเหล็กที่ใช้เป็นเหล็กที่มีความหนา จึงมีอายุการใช้งานที่นาน และไม่ค่อยมีการเคลื่อนที่ภายหลังการจัดวาง (ปิ่นสักก์, 2551) ซึ่งเรือที่จัดวางเพื่อเป็นปะการังเทียมในประเทศไทยส่วนใหญ่จะใช้เรือรบที่ปลดประจำการแล้ว มาจัดสร้างเป็นปะการังเทียม ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ปะการังเทียมที่ทำการศึกษาอยู่ในรูปแบบเรือหลวง คำว่า “เรือหลวง” หมายถึง บรรดาเรือเดินทะเลทั้งเรือรบและเรือช่วยรบที่มีชื่อปรากฏอยู่ในอัตรากองทัพเรือ (สุพจน์, 2554) ซึ่งการจมเรือหลวงลงสู่ใต้น้ำ เราจะใช้คำว่า การวางเรือ ดังนั้นข้อมูลในส่วนนี้ จะอธิบายปะการังเทียมรูปแบบเรือหลวงทั้งหมด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ก่อนนำเรือหลวงมาวางเป็นปะการังเทียม ต้องมีการทำความสะอาดตัวเรือ ถอดชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็น หรือชิ้นส่วนที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและนักดำน้ำออก (พิศเพลิน, 2549) ส่วนการเลือกสถานที่สำหรับการจัดวางปะการังเทียม จำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัยด้านการเดินเรือ โดยเฉพาะการจัดวางเรือที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการเดินเรือได้ นอกจากนี้การลากจูงเรือไปยังสถานที่จัดสร้าง และวิธีการวางเรือต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการดำเนินงาน ทิศทางและลักษณะของเรือที่จมอยู่ใต้น้ำด้วย โดยควรให้หัวเรืออยู่ในลักษณะทวนกระแสน้ำ และตั้งลำแบบเดียวกับที่ลอยอยู่ เพราะรูปแบบดังกล่าวจะทำให้เรือสามารถรองรับน้ำหนักของตัวเรือเองได้ดีที่สุด (ปิ่นสักก์, 2551)

ข้อดีของการสร้างปะการังเทียมด้วยเรือเหล็ก (ปิ่นสักก์, 2551; สุชาย, 2553) มีดังนี้

1. ดึงดูดความสนใจของนักดำน้ำและนักตกปลาได้ดี อีกทั้งยังเป็นบริเวณที่สามารถฝึกฝนและเรียนเทคนิคการดำน้ำแบบเฉพาะทาง (wreck dive)

2. การจัดสร้างในบริเวณน้ำลึก จะมีความมั่นคงและทนทานมากกว่า ถึงแม้จะโดนพายุรุนแรง ซึ่งอาจมีอายุนานกว่า 60 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเรือ สภาวะทางกายภาพ ที่ตั้งและความรุนแรงของพายุ

3. การนำเรือเหล็กขนาดใหญ่มาสร้างเป็นปะการังเทียมน่าจะมีมูลค่าทางเศรษฐกิจมากกว่าปล่อยทิ้งไว้โดยไม่ใช้ประโยชน์ใดๆ

4. สามารถดึงดูดสัตว์น้ำต่างๆได้ดี เนื่องจากมีพื้นผิวมาก และพื้นที่ผิวภายนอกยังก่อให้เกิดสภาวะน้ำผุด (upwelling) ความเร็วคลื่นเปลี่ยนแปลง และเกิดคลื่นสะท้อน รวมทั้งทำให้กระแสน้ำเปลี่ยนทิศทาง ซึ่งเป็นการดึงดูดสัตว์น้ำต่างๆ ให้เข้ามาหาอาหารเพิ่มขึ้น ทั้งชนิดและปริมาณ

5. เป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวยึดเกาะให้แก่สิ่งมีชีวิตพวกเกาะติด และอาศัยตามพื้นผิว และส่งผลให้มวลชีวภาพในสายใยอาหารระดับล่างเพิ่มมากขึ้นตามมา เป็นอาหารสำหรับสัตว์น้ำอื่นๆต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. เป็นจุดดำน้ำที่น่าสนใจ ซึ่งช่วยลดปัญหาที่มีต่อปะการังธรรมชาติ ที่เกิดจากการทอดสมอเรือ การแล่นเรือ การคลานบนปะการัง การเก็บตัวอย่างและการหาปลาโดยใช้ฉมวก ซึ่งทำให้ปะการังธรรมชาติและสัตว์ท้องถิ่นเสื่อมโทรมลง

ปัจจุบันประเทศไทยมีเรือหลวงที่นำมาวางเป็นปะการังเทียมจำนวน 12 ลำ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ช่วงเวลาในการวางเรือหลวงแต่ละลำ และสถานที่จัดวางเพื่อเป็นปะการังเทียม

ช่วงเวลาในการวางเรือ	ชื่อเรือหลวง	สถานที่จัดวาง
มกราคม 2546	เรือหลวงคราม	เกาะไผ่ จังหวัดชลบุรี
กันยายน 2549	เรือหลวงกูด	เกาะสาก จังหวัดชลบุรี
พฤษภาคม 2554	เรือหลวงปราบ	เกาะง่าม จังหวัดชุมพร
มิถุนายน 2554	เรือหลวงสัตกูด	เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี
ตุลาคม 2555	เรือหลวงมัตโพน	เกาะล้าน จังหวัดชลบุรี
ตุลาคม 2555	เรือหลวงเภตรา	เกาะมันนอก จังหวัดระยอง
พฤศจิกายน 2555	เรือหลวงช้าง	เกาะช้าง จังหวัดตราด
เมษายน 2556	เรือหลวงตะลิบง เรือหลวงราวี และเรือหลวงโกลำ	เกาะยาวาซำ จังหวัดกระบี่
มีนาคม 2557	เรือหลวงพระทอง	กองปลาเหลือง จังหวัดพังงา
มีนาคม 2557	เรือหลวงเกล็ดแก้ว	เกาะพีพี จังหวัดกระบี่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์เกาะติดกับปะการังเทียม

สิ่งมีชีวิตหรือวัตถุใด ๆ ก็ตามที่จมลงใต้น้ำทะเล มักจะมีสิ่งมีชีวิตมาลงเกาะที่ผิวหน้า (biofouling) และ เจริญเติบโตเป็นชุมชนของสิ่งมีชีวิตมากมาย (Wahl, 1989) ซึ่งบริเวณปะการังเทียมสามารถพบสิ่งมีชีวิตจำพวกเกาะติด อาศัยอยู่อย่างหนาแน่น เนื่องจากปะการังเทียมมีลักษณะพื้นผิวที่แข็งเหมาะสำหรับสิ่งมีชีวิตจำพวกยึดเกาะ นอกจากเป็นที่อยู่อาศัยแล้ว ปะการังเทียมยังเป็นแหล่งอาหาร เนื่องจากบริเวณปะการังเทียม เป็นบริเวณที่มีผลผลิตเบื้องต้น จำพวกสารอินทรีย์แพลงก์ตอนพืช และตัวอ่อนของสิ่งมีชีวิตมีปริมาณมาก เหมาะสำหรับเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิต (Bernabé and Bernabé -Quet, 1997) โดยสามารถรับอาหารจากตะกอนแขวนลอยหรือแพลงก์ตอนพืชในบริเวณนั้นได้ ทำให้บริเวณดังกล่าวมีสิ่งมีชีวิตพวกกรองกิน (filter feeders) ชุกชุม (Ponti *et al*., 2002)

ทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (Ecological succession)

การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในสังคม จะมีลักษณะการทดแทนของสิ่งมีชีวิตอย่างเป็นขั้นตอน และค่อยๆเปลี่ยนแปลงเป็นระยะ จนได้สังคมที่แตกต่างจากเดิม ในระยะแรกจะเป็นกระบวนการที่สิ่งมีชีวิตเข้าอาศัยบริเวณที่ไม่เคยมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ก่อน หรือเข้าไปแทนที่ในบริเวณที่เคยมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ก่อน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงแทนที่จะเกิดเป็นลำดับขั้น โดยมีสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นลำดับแรก เรียกว่า ผู้บุกเบิก (pioneer) หรืออาจจะเป็นที่ยึดเกาะของสิ่งมีชีวิตพวกยึดเกาะอันดับ 2 (secondary settlement) จากนั้นการเปลี่ยนแปลงจะเป็นลำดับขั้นไปเรื่อย ๆ จนในที่สุดจะถึงขั้นจุดสมดุล (climax stage) จนได้สังคมที่แตกต่างจากเดิม เช่น ในระยะแรกพบสิ่งมีชีวิตที่ลงเกาะได้เร็วพวกสาหร่าย ไบรโอซัวและเพรียงหิน จากนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตชนิดหลัก เช่น ปะการังแข็ง ปะการังอ่อน และกัลปังหาในที่สุด (นิตยา, 2528; Castro and Huber, 2005)

จากการศึกษาประชาคมสิ่งมีชีวิตที่ลงเกาะบนปะการังเทียมที่เป็นซากแท่นเจาะ (drilling platform wreck) ที่จมอยู่ในตอนเหนือของทะเลเอเดรียติก (northern Adriatic Sea) ของ Ponti *et al*. (2002) พบพวกหอยแมลงภู่และหอยนางรมเป็นสัตว์เบิกนำจนกลายเป็นที่อยู่อันเหมาะสมสำหรับสิ่งมีชีวิตไม่มีกระดูกสัตว์หลังชนิดอื่นๆ ประมาณ 53 ชนิด ทั้งนี้อาจเนื่องจาก ซากแท่นเจาะจมอยู่ในทะเลเป็นระยะเวลานานถึง 29 ปี การเปลี่ยนแปลงแทนที่ (succession) บริเวณแท่นเจาะจึงคงที่แล้วตามทฤษฎีกระบวนการเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในสังคม (Ecological succession)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปัจจัยที่มีผลต่อการลงเกาะของสัตว์เกาะติด

การลงเกาะของตัวอ่อนสัตว์เกาะติดขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการ เช่น ความรุนแรงของกระแสน้ำ ชนิดและความซับซ้อนของพื้นผิวที่ลงเกาะ ปริมาณแสง ปริมาณตะกอน ความสามารถในการลงเกาะของตัวอ่อน เป็นต้น (Thongtham and Chansang, 1999; Perkol-Finkel and Benayahu, 2007) ซึ่งผลของความแตกต่างของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพในแต่ละบริเวณ จะก่อให้เกิดความแตกต่างของกลุ่มสังคมของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่กับก้อนปะการังเทียมในแต่ละบริเวณ พงศ์ธีระ และคณะ (ม.ป.ป.)

จากการศึกษาของ Thorson (1964) พบว่าการเลือกพื้นที่ลงเกาะของเพรียงหัวหอม (*Ecteinascidia thurstoni*) คือ แสง โดยพบการแพร่กระจายและการลงเกาะในธรรมชาติบริเวณพื้นที่มีแสงน้อยเป็นจำนวนมากกว่าพื้นที่ที่มีแสงมาก เนื่องจากมีอวัยวะรับสัมผัสสองชนิดที่อยู่บริเวณส่วนหัวของเพรียงหัวหอม ได้แก่ otolith หรือ gravity censor ใช้เพื่อตอบสนองต่อแรงโน้มถ่วง และ photolith หรือ photo receptor ใช้เพื่อตอบสนองต่อแสงสว่าง พบเฉพาะระยะตัวอ่อนก่อนการลงเกาะเท่านั้น (ปิยะ, 2548) หลังจากนั้นจึงสลายตัวเมื่อสิ้นสุดหน้าที่ ซึ่งโดยปกติตัวอ่อนเพรียงหัวหอมจะหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีแสงสว่างมาก (Lee, 1984) อาจเกิดจากเพรียงหัวหอมหลายชนิดในธรรมชาติมีการเลือกเวลาในการลงเกาะในช่วงดวงอาทิตย์ขึ้นและตก (Monniot *et al*., 1991)

Walker *et al.* (2007) ศึกษาสิ่งมีชีวิตที่ลงเกาะบนเรือหลวง Brisbane ประเทศออสเตรเลีย หลังจากวางเรือแล้ว 1 ปี โดยจำนวนชนิดของสัตว์เกาะติดที่พบบริเวณพื้นผิวด้านข้าง พบมากกว่าบริเวณพื้นผิวด้านบนอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากบริเวณแนวตั้งไม่มีการสะสมของตะกอน โดยสัตว์เกาะติดชนิดเด่นที่พบบริเวณพื้นผิวเรือในแนวตั้ง คือ เพรียงหิน รองลงมาคือ ไบรโอซัว และฟองน้ำ

จากการศึกษาองค์ประกอบชนิดของสัตว์เกาะติด บนโครงสร้างปะการังเทียม จังหวัดปัตตานี และจังหวัดนราธิวาส ของศักดิ์อนันต์ และคณะ (2551) ในปี พ.ศ. 2547-2548 พบว่า บริเวณน้ำขุ่นจะพบฟองน้ำมากกว่าหอยนางรมหรือเพรียงหิน ดังนั้น ตู้รถไฟ บ้านละเวง จังหวัดปัตตานี จะมีอัตราส่วนระหว่างฟองน้ำ ต่อ หอยนางรมและเพรียงหินสูงกว่า เช่นเดียวกับอัตราส่วนของฟองน้ำต่อเพรียงหิน และหอยนางรม บนแท่งคอนกรีต กองตื้น บริเวณบ้านละเวง จังหวัดปัตตานี ส่วนตู้รถไฟกองลึก บริเวณบ้านตือลาฆอปาลัด จังหวัดนราธิวาส เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำน้อยกว่า พบว่าอัตราส่วนของหอยนางรมจะสูงกว่าฟองน้ำ เนื่องจากฟองน้ำเป็นสัตว์เกาะติดที่มีรูพรุนรอบลำตัว มีช่องน้ำเข้า และช่องน้ำออก ทำให้ตะกอนที่มีปริมาณมากไม่เป็นปัญหาต่อการกรองกิน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แม้ว่าหอยนางรมมีการกรองกินอาหารเช่นเดียวกัน แต่การกรองกินอาหารผ่านเหงือก ซึ่งหากมีตะกอนมากเกินไปอาจเกินการอุดตันซี่เหงือก กลายเป็นปัญหาในการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโต

ศักดิ์อนันต์ และคณะ (2551) ศึกษาเรื่องของแนวพื้นผิวหรือตะกอน และแสงที่มีผลต่อความแตกต่างของสัตว์เกาะติดในแต่ละพื้นที่ พบว่า เปอร์เซ็นต์ปกคลุมของฟองน้ำแบบเคลือบบริเวณด้านข้างตู้มากกว่าบริเวณพื้นผิวด้านบนตู้ เนื่องจากฟองน้ำไม่ต้องจำกัดด้วยน้ำหนักของตัวเอง และปริมาณตะกอนที่จะทับถมบนตัว ส่วนหอยนางรม และเพรียงหิน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ปกคลุมบริเวณด้านบนของตู้รถไฟมากกว่าด้านข้างของตู้รถไฟ ซึ่งอาจจะเกิดจากน้ำหนักของตัวสัตว์เกาะติดเอง และสำหรับความแตกต่างระหว่างผิวด้านนอกตู้รถไฟ กับผิวด้านในตู้รถไฟ พบว่าบริเวณด้านในตู้รถไฟแทบจะไม่พบสัตว์เกาะติด เนื่องจากไม่มีแสงสว่างส่องเข้าไปถึงด้านใน กระแสน้ำไม่หมุนเวียนมากพอ ทำให้สัตว์เกาะติดที่อยู่ด้านในไม่มีอาหารสำหรับการดำรงชีวิต เนื่องจากสัตว์เกาะติดส่วนใหญ่บนผิวตู้รถไฟเป็นพวกที่กรองกินอาหารจากมวลน้ำ

แหล่งสนับสนุนตัวอ่อน เป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการลงเกาะ เช่น แนวปะการังธรรมชาติ ป่าชายเลน หญ้าทะเล กองหินใต้น้ำ นลินี และคณะ (2546) พบว่า ปะการังเทียมที่มีการจัดสร้างใกล้กับแหล่งปะการังธรรมชาติ พบสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังธรรมชาติมาลงเกาะ และพัฒนาเป็นสังคมแนวปะการังได้ในที่สุด โดยบริเวณเรือหลวง Brisbane พบตัวอ่อนปะการังสกุล *Turbinaria* เป็นปะการังชนิดเดียวกับที่พบบริเวณ Mudjimba island ที่อยู่ห่างไปประมาณ 2.8 ไมล์ทะเล ซึ่งปะการังส่วนใหญ่เป็นปะการังโขดในสกุล *Porites* และ ปะการังสกุล *Turbinaria* (สุชาย, 2553) และจากการศึกษาของพงศ์ธีระ และคณะ (ม.ป.ป.) พบว่าสิ่งมีชีวิตที่ลงเกาะบนพื้นผิวปะการังเทียมบริเวณตำบลทรายทอง มีการจัดวางปะการังเทียมใกล้กับแหล่งตัวอ่อนของแนวปะการังธรรมชาติ ที่เกาะทะลุ เกาะสิงห์ และเกาะสังข์ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งมีความสำคัญต่อปริมาณการสนับสนุนตัวอ่อนต่อปะการังเทียมที่สร้างขึ้น

ทิศทางการไหลของกระแสน้ำ มีส่วนสำคัญในการนำพาตัวอ่อนของสิ่งมีชีวิต แพร่กระจายไปยังพื้นที่หรือแนวปะการังที่อยู่ใกล้เคียง (ลลิตา, 2548) เพราะนอกจากจะช่วยเพิ่มพื้นที่ในการลงเกาะแล้ว ยังช่วยลดความกดดันจากการเข้าไปใช้ประโยชน์ในพื้นที่ทางธรรมชาติที่มีความบอบบางสูง (Thongtham and Chansang, 1999) ทำให้ปะการังมีการฟื้นตัวที่เร็วขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาสัตว์เกาะติดในต่างประเทศ

Nair (1967) ศึกษาการลงเกาะของสัตว์เกาะติดบริเวณปากแม่น้ำ ทางชายฝั่งตะวันตกเฉียงใต้ ประเทศอินเดีย พบว่า สัตว์เกาะติดมีการลงเกาะบนแผ่นวัสดุได้ตลอดทั้งปี โดยลงเกาะช่วงก่อนฤดูมรสุมระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนมิถุนายนซึ่งน้ำมีความเค็มสูง และลงเกาะน้อยช่วงฤดูมรสุมซึ่งน้ำมีความเค็มต่ำ

การศึกษาสังคมสิ่งมีชีวิตเกาะติดบนแหล่งอาศัยสัตว์ทะเลสร้างขึ้นบริเวณอ่าวจีโน แถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ประเทศอิตาลี ของ Relini *et. al.* (1994) พบว่า เดือนที่ 3 พบสิ่งมีชีวิตกลุ่มไฮดรอยด์ ไบรโอซัว เพรียงหิน และหนอนท่อ เดือนที่ 6 พบสิ่งมีชีวิตกลุ่มหนอนท่อ ไบรโอซัว หอยสองฝา เพรียงหิน และเพรียงหัวหอม เดือนที่ 9 และ 12 มีสิ่งมีชีวิตกลุ่มเดียวกัน คือ ไบรโอซัว สาหร่าย ไฮดรอยด์ หอยสองฝา เพรียงหิน และเพรียงหัวหอม

จากการศึกษาของ Ardizzone *et al*. (1996)บริเวณทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ประเทศอิตาลี พบว่า หลังจากมีการจัดวางปะการังเทียมแบบแท่งคอนกรีต สิ่งมีชีวิตกลุ่มเด่นที่เข้ามาเกาะบนปะการังเทียมกลุ่มแรกๆ ได้แก่ พวกไฮดรอยด์ (hydroids) หลังจากนั้นประมาณ 2 เดือน มีตัวอ่อนหอยแมลงภู่ระยะลงเกาะ (mussel pediveligers) เกาะอยู่บนไฮดรอยด์ และเมื่อหอยกลุ่มนี้เข้าสู่ระยะวัยรุ่นจะย้ายมาลงเกาะบริเวณพื้นผิวปะการังเทียมแทน

Morrison (2001) ทำการสำรวจบนเรือหลวง Swan ตั้งอยู่ที่ระดับความลึก 30 เมตร เมืองดันสโบโรห์ ทางทิศตะวันตกของประเทศออสเตรเลีย โดยสำรวจทั้งกราบเรือด้านขวา ด้านซ้าย และชั้นดาดฟ้า หลังจากการวางเรือ 5 เดือน พบการปกคลุมของไฮดรอดย์มากถึง 70 % ของพื้นที่ทำการสำรวจ หลังจากการวางเรือ 12 เดือน พบสัตว์เกาะติดเพิ่มขึ้น เช่น ฟองน้ำ เพรียงหัวหอม ปะการังอ่อน บริเวณซอกมุมหรือพื้นที่ที่ไม่มีแสงของเรือ หลังจากการวางเรือ 24 เดือน พบสัตว์เกาะติดเพิ่มมากขึ้นทั้งจำนวนชนิดและปริมาณ โดยกลุ่มฟองน้ำและเพรียงหัวหอมเป็นกลุ่มที่พบมากที่สุด

Ponti *et al*. (2002) ศึกษาประชาคมสิ่งมีชีวิตที่ลงเกาะบนปะการังเทียมที่เป็นซากแท่นเจาะ ที่จมอยู่ทางตอนเหนือของทะเลเอเดรียติก พบสิ่งมีชีวิตไม่มีกระดูกสัตว์หลัง ประมาณ 53 ชนิด เช่น ฟองน้ำ ปะการัง หนอนตัวแบน เพรียง ดาวเปราะ เม่นทะเล เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Perkol-Finkel and Benayahu (2007) พบว่า โดยทั่วไปบริเวณที่มีการจัดสร้างปะการังเทียม พบสิ่งมีชีวิตจำพวกเกาะติดคล้ายๆ กัน โดยสิ่งมีชีวิตจำพวกเกาะติดที่พบได้บ่อยหลังจากที่มีการสร้างปะการังเทียม ได้แก่ ไฮโดรซัว ไส้เดือนทะเลชนิดสร้างท่อ หอย ไบรโอซัว ทูนิเคต (tunicates) และฟองน้ำ (sponges) เป็นต้น เมื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างการทดแทนประชากร (ปริมาณการปกคลุม) สิ่งมีชีวิตพวกสัตว์เกาะติด บริเวณที่มีการสร้างปะการังเทียม และบริเวณแนวปะการังธรรมชาติ บริเวณตอนเหนือของอ่าว Eilat ประเทศอิสราเอล โดยใช้แผ่นล่อการลงเกาะขนาด 11.5 x20.5x1.5 เซนติเมตร วางไว้บริเวณที่มีการสร้างปะการังเทียม และบริเวณแนวปะการังธรรมชาติ ติดตามผลเป็นระยะเวลา 18 เดือน พบว่า บริเวณแนวปะการังธรรมชาติมีการทดแทนประชากรของปะการังแข็งมากกว่าบริเวณแนวปะการังเทียม เนื่องจากบริเวณแนวปะการังธรรมชาติมีลักษณะปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมต่อการลงเกาะ และการเจริญเติบโตของตัวอ่อนปะการังมากกว่าบริเวณปะการังเทียม ส่วนบริเวณที่มีการสร้างปะการังเทียมพบว่า มีการทดแทนของประชากรสิ่งมีชีวิตเกาะติดพวกกรองกินตะกอนแขวนลอย ได้แก่ ไบรโอซัว หอยสองฝา ฟองน้ำ และเพรียงหัวหอม มากกว่าบริเวณแนวปะการังธรรมชาติ เนื่องจากบริเวณแนวปะการังเทียมมีการตกตะกอนสูงกว่าบริเวณแนวปะการังธรรมชาติ ทำให้บริเวณดังกล่าวมีสิ่งมีชีวิตเกาะติดพวกกรองกินตะกอนแขวนลอยมากกว่าปะการังแข็ง

Schlacher-Hoenlinger *et al.* (2006) ศึกษาสิ่งมีชีวิตบนเรือหลวง Brisbane อยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ของรัฐควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย ที่ระดับความลึก 23 เมตร พบว่า ในระยะ 2 เดือนแรกหลังจากการวางเรือไม่พบสัตว์เกาะติด เดือนที่ 3 พบหอยสองฝา ในเดือนที่ 6 พบปะการังแข็ง ปะการังอ่อน และฟองน้ำ

Walker *et al.* (2007) ศึกษาสิ่งมีชีวิตที่ลงเกาะบนเรือหลวง Brisbane ประเทศออสเตรเลีย ที่ความลึก 23 เมตร หลังจากวางเรือแล้ว 1 ปี พบสิ่งมีชีวิตที่เป็นสัตว์เกาะติดทั้งหมด 28 ชนิด จาก 5 กลุ่ม โดยมีกลุ่มหอยสองฝา เพรียงหิน และไบรโอซัวเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเด่น

จากรายงานการสำรวจของ Donnell (2014) โดยติดตามสิ่งมีชีวิตบนเรือหลวง ADELAIDE ที่ระดับความลึก 34 เมตร ทางตอนเหนือของชายฝั่ง Avoca ประเทศออสเตรเลีย โดยศึกษาสิ่งมีชีวิตทั้งบริเวณ กราบเรือด้านซ้าย ด้านขวา พื้นผิวในแนวราบ แนวตั้ง พบว่าหลังจากการวางเรือ 6 เดือน พบสิ่งมีชีวิตแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณ สัตว์เกาะติดที่พบในกลุ่มแรกๆ ได้แก่ โพลีคีต เพรียงหิน ไฮดรอยด์ ไบรโอซัว เพรียงหัวหอม ฟองน้ำ และจากการติดตามชนิดสัตว์เกาะติดตั้งแต่เดือนตุลาคม 2011

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จนถึงกรกฎาคม 2013 ทุกๆ 3-4 เดือน จนกระทั่งการสำรวจครั้งล่าสุด (กรกฎาคม 2013) พบสัตว์เกาะติดกลุ่มฟองน้ำและเพรียงหัวหอมเพิ่มมากขึ้น แต่พบไบรโอซัวและฟองน้ำบางชนิดเริ่มลดลง

การศึกษาสัตว์เกาะติดในประเทศไทย

จากการศึกษาการเกาะของสิ่งมีชีวิตบนวัสดุต่างๆ บริเวณอ่าวไผ่ จังหวัดชลบุรีของ แช่มช้อย (2521) พบว่า สัตว์เกาะติด (fouling organism) ที่ลงเกาะบนวัสดุมีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา โดยมีการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสัตว์ช่วง 6 เดือนแรก พบว่า เพรียงหินเกาะตั้งแต่เดือนแรก เดือนที่ 2 พบไบรโอซัว ลูกหอยแมลงภู่ และหอยนางรม เดือนที่ 3 พบฟองน้ำและหนอนท่อ เดือนที่ 4, 5 และ 6 หอยแมลงภู่และหนอนท่อเจริญเติบโต และมีบางส่วนหลุดไป

สุทธิชัย และคณะ (2521) ทดลองวางปะการังเทียมที่เกาะสีชังเป็นเวลา 8 เดือน โดยใช้ยางรถยนต์พบว่า สัปดาห์ที่ 2-3 พบสาหร่ายลงเกาะ ในเดือนที่ 1 พบเพรียงและหอยนางรม เดือนที่ 2 พบฟองน้ำ เดือนที่ 4 พบไบรโอซัว เดือนที่ 6 พบไฮดรอยด์ ปะการัง และเพรียงหัวหอม

จากการศึกษาการพัฒนาก่อตัวของสัตว์บนพื้นผิวโครงสร้างแนวหินเทียมระนอง 3 (R3) จังหวัดระนองโดย Phongsuwan *et al*. (1992) พบว่าหลังจากที่มีการวางปะการังเทียมไปแล้วประมาณ 4 เดือน จะพบสิ่งมีชีวิตเกาะติดพวกเพรียงหัวหอม (ascidian) เพรียงหินสกุล *Balanus* ไบรโอซัว ไส้เดือนทะเลชนิดสร้างท่อ ตัวอ่อนของแอนโทซัวสกุล *Melithaea* และหอยสองฝาสกุล *Pinctada* เริ่มเข้ามาอาศัยอยู่บนพื้นผิวของปะการังเทียม โดยเฉพาะเพรียงหัว หอม และแอนโทรซัว ที่สามารถลงเกาะและเจริญเติบโตบนพื้นผิวของปะการังเทียมได้อย่างรวดเร็ว หลังจากที่มีการวาง ปะการังเทียม เนื่องจากสัตว์กลุ่มนี้มีวงจรชีวิตในช่วงระยะตัวอ่อนสั้น ทำให้สามารถพัฒนาตัวอ่อนให้เข้าสู่ระยะที่สามารถลงเกาะได้อย่างรวดเร็ว เมื่อเวลาผ่านไปจะส่งผลให้สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้มีความหนาแน่นมากขึ้น

จากการศึกษาการทดแทนของสิ่งมีชีวิตบนสาหร่ายเทียม บริเวณจังหวัดชลบุรี ของ ฤทัย (2538) พบว่า ในเดือนแรกสิ่งมีชีวิตที่พบเป็นพวก สาหร่าย เพรียงหิน เพรียงหัวหอม และไบรโอซัว ในเดือนที่ 2 พบสิ่งมีชีวิตในกลุ่มหอยนางรมเพิ่มเข้ามา ในเดือนที่ 4 พบสัตว์ในกลุ่มฟองน้ำ จนกระทั่งในเดือนที่ 8 พบสิ่งมีชีวิตกลุ่มปะการังเพิ่มเข้ามา และในเดือนที่ 10 พบว่าสิ่งมีชีวิตในกลุ่มไบรโอซัวหายไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นลินี และ ไพทูล (2541) ศึกษาชนิด จำนวนโคโลนี และการครอบคลุมพื้นที่ของปะการังแต่ละชนิดที่ขึ้นบนแท่งคอนกรีต วางบริเวณแนวปะการังเกาะไม้ท่อน จังหวัดภูเก็ต พบปะการังมากกว่า 12 สกุล โดยพบปะการังก้อน *Porites* เป็นสกุลที่พบมากที่สุด และครอบคลุมพื้นที่บนแท่งคอนกรีตมากที่สุดเช่นกัน

พงศ์ธีระ และคณะ (ม.ป.ป.) ศึกษาชนิดและสัดส่วนการปกคลุมพื้นที่ของสัตว์หน้าดินเกาะติดบริเวณแหล่งปะการังเทียม จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่ความลึกประมาณ 10-15 เมตร พื้นท้องทะเลเป็นทรายปนโคลน จำนวน 4 สถานีการทดลอง พบสัตว์เกาะติดกลุ่มฟองน้ำ ปะการัง หอยสองฝา และเพรียง โดยสัตว์หน้าดินเกาะติดชนิดที่มีสัดส่วนปกคลุมมากที่สุดได้แก่ ฟองน้ำ

ศักดิ์อนันต์ และคณะ (2551) ศึกษาองค์ประกอบชนิดของสัตว์เกาะติด บนโครงสร้างปะการังเทียม จังหวัดปัตตานี และจังหวัดนราธิวาส หลังจากการวางปะการังเทียมในทะเลประมาณ 3 ปี พบว่าสิ่งมีชีวิตที่พบบริเวณตู้รถไฟแท่งคอนกรีตเสริมเหล็ก และท่อคอนกรีตเสริมเหล็กมีความคล้ายคลึงกัน สัตว์เกาะติด ที่พบ ได้แก่ ฟองน้ำแบบเคลือบ หอยนางรมกลุ่ม (*Dendostrea folium*) กลุ่มหอยนางรมหนาม (*Chama* sp.) เพรียงหิน (*Balanus* sp.) ปะการังอ่อน (soft coral) และสาหร่ายทะเล (seaweed) ส่วนที่เหลือจะเป็นซากเปลือกหอย นอกจากนี้ยังพบหอยมุกกวาง (*Pteria penguin*) หอยมุก (*Pinctada* sp.) หอยมือแมว (*Parahyotissa imbricata*) หอยมือหมี (*Hyotissa hyotis*) ไฮดรอยด์ (*Aglaophenia cupressina*) เพรียงหัวหอม (Ascidian) เป็นต้น

สุชาย และคณะ (2555) สำรวจและเก็บข้อมูลสัตว์เกาะติดบริเวณเรือหลวงกูด หลังจากการวางเรือไปแล้ว 5 ปี โดยใช้เทคนิค Belt Transect พบสัตว์เกาะติด 26 ชนิด โดยแบ่งเป็นกลุ่ม ดังนี้ กลุ่มฟองน้ำ 11 ชนิด กลุ่มปะการัง 7 ชนิด กลุ่มเพรียง 1 ชนิด กลุ่มหอยสองฝา 4 ชนิด กลุ่มไบรโอซัว 2 ชนิด และกลุ่มเพรียงหัวหอม 1 ชนิด

อานุภาพ และคณะ (2555) ติดตามการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดบนปะการังเทียมโครงเหล็กทรงลูกบาศก์ บริเวณชายฝั่งจังหวัดปัตตานี ที่ความลึก 15 เมตร พบว่าหลังจากวางปะการังเทียมโครงเหล็กทรงลูกบาศก์ เป็นระยะเวลา 4 เดือน มีสัตว์เกาะติดทั้งสิ้น 17 ชนิด โดยแบ่งเป็นกลุ่มฟองน้ำ 5 ชนิด กลุ่มปะการัง 2 ชนิด กลุ่มหอยสองฝา 5 ชนิด และกลุ่มเพรียงหัวหอม 5 ชนิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นลินี และคณะ (2556) ศึกษาชนิดและปริมาณการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง บริเวณเกาะไม้ท่อน จังหวัดภูเก็ต บนพื้นที่ลงเกาะทำด้วยแท่งคอนกรีต ที่มีลักษณะพื้นผิวแตกต่าง ในระดับน้ำลึกประมาณ 5 เมตร เก็บข้อมูลครั้งแรก 6 เดือนหลังการวางแท่งคอนกรีต พบปะการังโขด (*Porites lutea*) และปะการังดอกกะหล่ำ (*Pocillopora damicornis*) เป็น 2 ชนิดแรกที่ลงเกาะ หลังการวางแท่งคอนกรีตประมาณ 2 ปี พบปะการังมากกว่า 19 ชนิด มีปะการัง *P.lutea* เป็นชนิดเด่นทั้งในแง่ของจำนวนโคโลนีและพื้นที่ครอบคลุม

อานุภาพ (2556) ติดตามการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินบนปะการังเทียมโครงเหล็กทรงลูกบาศก์ บริเวณหาดสังวาล เกาะล้าน จังหวัดชลบุรี เป็นระยะเวลา 10 เดือน พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 84 ชนิด ในเดือนแรกพบสัตว์หน้าดิน 26 ชนิด ได้แก่ ฟองน้ำ ไบรโอซัว หอยสองฝา กุ้ง ปู เพรียงหัวหอม และเอคไคโนเดิร์ม ในเดือนที่ 2 ยังคงพบสัตว์หน้าดินตามกลุ่มเดิม แต่มีจำนวนชนิดเพิ่มขึ้น 13 ชนิด ในเดือนที่ 3 พบสัตว์หน้าดินกลุ่มปะการังเพิ่มเข้ามา จากการเก็บข้อมูลทั้ง 10 เดือน พบสัตว์หน้าดินมีจำนวนชนิดและปริมาณเพิ่มขึ้นตามเวลา โดยพบหอยสองฝาเป็นสัตว์ชนิดเด่น และจากการวางปะการังเทียมที่ความลึก 7 เมตร และ 17 เมตร พบจำนวนชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดินไม่แตกต่างกัน แต่ที่ความลึก 17 เมตร เหมาะสมต่อการวางปะการังเทียมมากกว่า เนื่องจากมีการรบกวนจากกิจกรรมของมนุษย์น้อย ทำให้สัตว์ทะเลหน้าดินสามารถพัฒนาโครงสร้างสังคมสัตว์น้ำได้อย่างต่อเนื่อง

เมื่อเทียบการศึกษาระหว่างในประเทศไทยและต่างประเทศพบว่า สิ่งที่เหมือนกันคือ ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศมีการติดตามความเปลี่ยนแปลงของสัตว์เกาะติดอย่างต่อเนื่องในแต่ละเดือน แต่ในต่างประเทศทำการศึกษาต่อเนื่องเป็นระยะเวลามากกว่า 2 ปี ศึกษาสัตว์เกาะติดบนปะการังเทียมบริเวณที่น้ำลึกมากกว่า และมีการลงรายละเอียดในเรื่องปัจจัยที่มีผลต่อการลงเกาะของสิ่งมีชีวิต สำหรับการศึกษาในประเทศไทยส่วนใหญ่ทำการศึกษาในน้ำตื้น วัสดุส่วนใหญ่ที่ทำการศึกษาเป็นปะการังเทียมที่มีขนาดเล็ก เช่น คอนกรีต โครงเหล็ก และทำการศึกษาระยะสั้น คือ ตั้งแต่เริ่มต้นวางปะการังเทียมจนถึงระยะ 1 ปี แต่การศึกษาสัตว์เกาะติดบนปะการังเทียมที่มีขนาดใหญ่ เช่น ตู้รถไฟ รถถัง เรือรบ ยังมีอยู่น้อยมาก และส่วนใหญ่ทำการศึกษาหลังจากวางปะการังเทียมไปแล้วมากกว่า 3 ปี ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะทำการศึกษาสัตว์เกาะติดบนวัสดุที่เป็นปะการังเทียมในรูปแบบเรือหลวง โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดตั้งแต่เริ่มต้นวางปะการังเทียม จนถึงระยะยาว และเปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดตามปัจจัย ความลึก ตะกอน และแสงที่อาจมีผลต่อการลงเกาะของสัตว์เกาะติด ผลจากการศึกษา สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในศึกษาและติดตามผลหลังจากการวางปะการังเทียม เพื่อให้เกิดประโยชน์และมีประสิทธิภาพสูงสุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ดำน้ำลึก
   1.1 อุปกรณ์สำหรับดำน้ำพื้นฐาน (basic set)
   1.2 อุปกรณ์ช่วยหายใจใต้น้ำ (SCUBA set)
   1.3 เครื่องคำนวณการดำน้ำอัตโนมัติ (dive computer)

2. อุปกรณ์เก็บข้อมูล
   2.1 กล้องถ่ายรูปยี่ห้อ canon รุ่น Powershot G11 พร้อมอุปกรณ์กันน้ำ (housing)
   2.2 ตารางนับข้อมูล (quadrat) ขนาด 50×50 เซนติเมตร
   2.3 สายวัดหรือเชือกที่ทำเครื่องหมายไว้เป็นระยะ (line) ความยาว 50 เมตร
   2.4 กระดานจดใต้น้ำ (underwater slate) และดินสอ

3. อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง
   3.1 ถุงพลาสติก
   3.2 เกรียง
   3.3 ถุงตาข่าย

4. อุปกรณ์เก็บรักษาตัวอย่าง
   4.1 แอลกอฮอล์ 75 เปอร์เซ็นต์
   4.2 ขวดเก็บตัวอย่างขนาดเล็ก
   4.3 คีมคีบสแตนเลสปากยาว (forceps)
   4.4 กระดาษ PVC
   4.5 ปากกาเขียนสีติดถาวร (permanent pen)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. สถานที่ทำการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ทำการเก็บข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูด ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของเกาะเต่า ในเขตตำบลเกาะเต่า อำเภอเกาะพะงัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยมีรายละเอียดข้อมูลเกาะเต่าดังนี้

1.1 ข้อมูลทั่วไปของเกาะเต่า

เกาะเต่า ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของชายฝั่งทะเลจังหวัดสุราษฎร์ธานี วางตัวในแนวเหนือ - ใต้ โดยอยู่ที่พิกัด N 10° 05.269' E 099° 50.269' (ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557) มีความยาวของเกาะในแนวเหนือ - ใต้ ประมาณ 7.5 กิโลเมตร และความกว้างในแนวตะวันออกและตะวันตกประมาณ 4.5 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 21 ตารางกิโลเมตร เกาะเต่ามีลักษณะเป็นหมู่เกาะที่ประกอบด้วยเกาะสำคัญ 2 เกาะ คือ เกาะเต่า และเกาะนางยวน (เกาะหางเต่า) สภาพภูมิประเทศของเกาะเต่ามีลักษณะเป็นภูเขาหินปูน ร้อยละ 93 ของพื้นที่เกาะทั้งหมด โดยทางด้านทิศตะวันออกของเกาะเป็นหน้าผาสูงชัน ส่วนพื้นที่ทางด้านทิศตะวันตกมีลักษณะพื้นที่ราบและเป็นที่ตั้งของชุมชน เช่น ชุมชนหาดทรายรี ชุมชนอ่าวแม่หาด เป็นต้น (หรรษา และคณะ, 2542; อนุวัฒน์, 2551) (ภาพที่ 16)

ตลอดแนวชายฝั่งของเกาะเต่าและเกาะนางยวน มีความยาวประมาณ 28.6 กิโลเมตร มีแนวปะการังรวมกันยาวประมาณ 8 กิโลเมตร ซึ่งเกาะเต่ามีพื้นที่ของแนวปะการังประมาณ 1.61 ตารางกิโลเมตร (หรรษา และคณะ, 2542) ลักษณะแนวปะการังรอบเกาะเต่าเป็นแบบริมฝั่ง (Fringing reef) จากการสำรวจแนวปะการังบริเวณเกาะเต่าของ หรรษา และคณะ (2542) พบปะการังหลากหลายชนิดและมีปริมาณหนาแน่นทางด้านทิศตะวันตกและทิศใต้ ซึ่งมีลักษณะชายฝั่งเป็นหาดทราย โดยบริเวณหาดทรายรีและอ่าวแม่หาด เป็นบริเวณที่มีแนวปะการังใหญ่และยาวที่สุด โดยมีความยาวประมาณ 4 กิโลเมตร พบปะการังได้ตั้งแต่บริเวณชายหาดที่ระดับน้ำลึก 1 เมตร ไปจนถึงที่ระดับน้ำลึก 40 เมตร สภาพแนวปะการังส่วนใหญ่อยู่ในระดับสมบูรณ์ปานกลางจนถึงเสื่อมโทรมมาก ปะการังที่พบบริเวณนี้ ได้แก่ ปะการังโขด (*Porites lutea*) ปะการังเห็ด (*Fungia* sp.) ปะการังดอกกะหล่ำ (*Pocillopora damicornis*) ปะการังช่องหนาม (*Echinopora* sp.) ปะการังสมองร่องยาว (*Platygyra daedalea*) เป็นต้น (ภาพที่ 17) ส่วนทางด้านทิศตะวันออกและทิศเหนือของเกาะ มีลักษณะชายฝั่งเป็นโขดหินและซากปะการัง ส่วนใหญ่พบปะการังก่อตัวตามแนวหิน มีความยาวของ

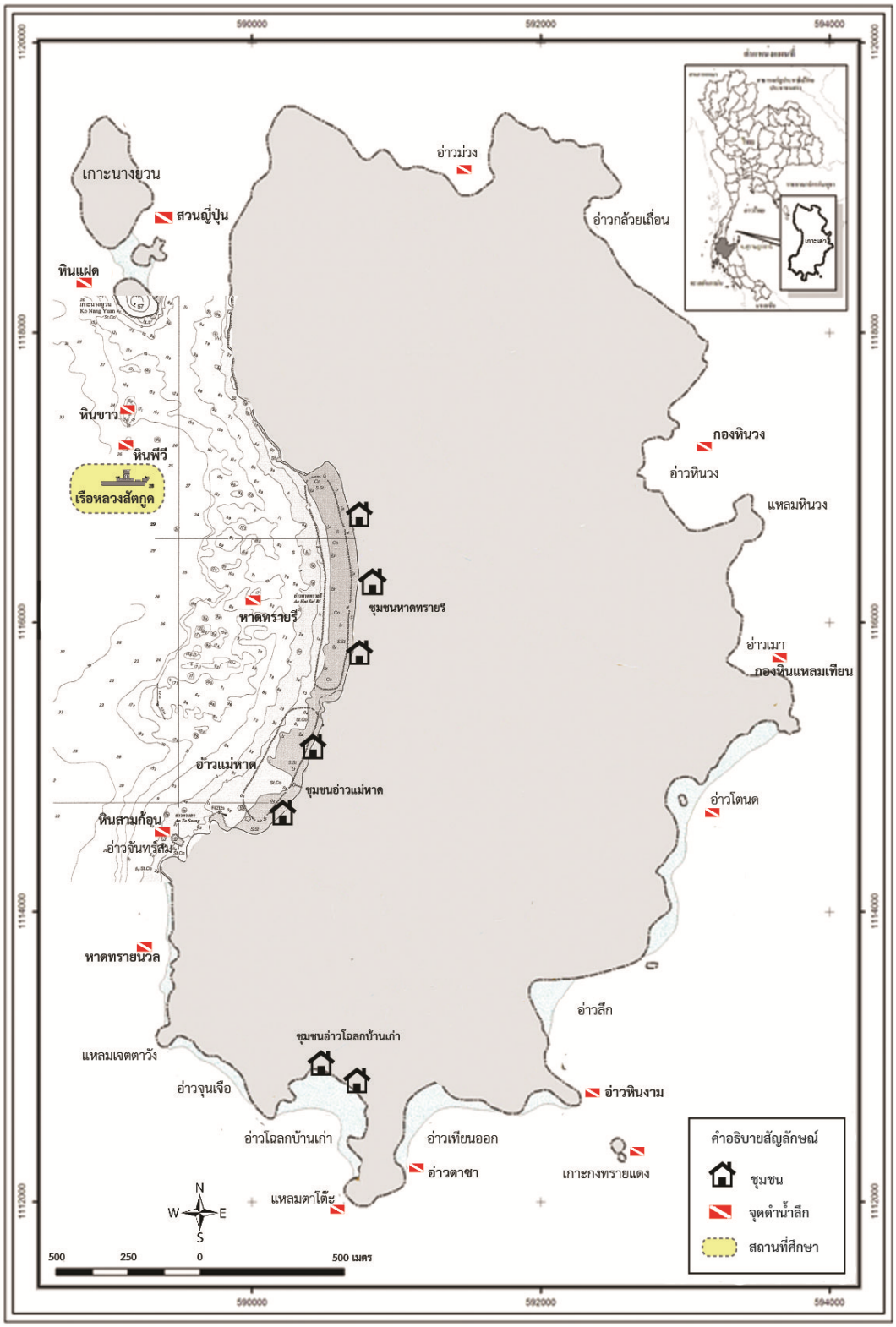
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แนวปะการังที่พบตั้งแต่ 50-300 เมตร และก่อตัวถึงระดับความลึกของน้ำตั้งแต่ 3 - 30 เมตร สภาพแนวปะการังส่วนใหญ่อยู่ระดับสมบูรณ์ดี ปะการังที่พบบริเวณนี้ ได้แก่ ปะการังโขด (*P lutea*) ปะการังดาวใหญ่ (*Diplostrea heliopora*) ปะการังสมองร่องยาว (*P daedalea*) ปะการังเขากวาง (*Acropora formosa*) เป็นต้น (ภาพที่ 18)

บริเวณรอบเกาะเต่ามีจุดดำน้ำธรรมชาติที่สำคัญหลายแห่ง เช่น ทางทิศเหนือมีจุดดำน้ำอ่าวม่วง ทิศตะวันออกมีจุดดำน้ำกองหินวง กองหินแหลมเทียน อ่าวโตนด เป็นต้น ทิศใต้มีจุดดำน้ำกงทรายแดง อ่าวตาซา หินตาโต๊ะ เป็นต้น และทางทิศตะวันตกมีจุดดำน้ำหาดทรายรี หินขาว หินพีวี เป็นต้น โดยจุดดำน้ำหินพีวีเป็นจุดดำน้ำใกล้เรือหลวงสัตกูดมากที่สุด มีรายละเอียดดังนี้

จากการดำน้ำสำรวจหินพีวี พบว่า หินพีวี เป็นจุดดำน้ำที่มีลักษณะเป็นกองหินใต้น้ำ ที่มีขนาดเล็กและระดับความลึกค่อนข้างมาก โดยมีระดับความลึกสูงสุด 28 เมตร ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของเกาะเต่า และทางทิศเหนือของเรือหลวงสัตกูด มีจุดเด่นเป็นหินหลักขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ตรงกลาง ล้อมรอบด้วยกองหินขนาดใหญ่เล็กสลับกัน โดยยอดหินหลักตรงกลางอยู่ที่ระดับความลึก 7 เมตร และพื้นที่ดำน้ำโดยรอบมีระดับความลึกเฉลี่ย 20 เมตร (ภาพที่ 19) ลักษณะพื้นท้องทะเลเป็นทรายหยาบปนทรายละเอียด สิ่งมีชีวิตที่พบในบริเวณที่ระดับความลึกมากกว่า 20 เมตร ส่วนใหญ่เป็นพวกปะการังอ่อน แส้ทะเล ปะการังดำ สำหรับบริเวณที่ระดับความลึกน้อยกว่า 20 เมตร จะพบพวกปะการังแข็ง ฟองน้ำ หอยสองฝา เป็นต้น (ภาพที่ 20)

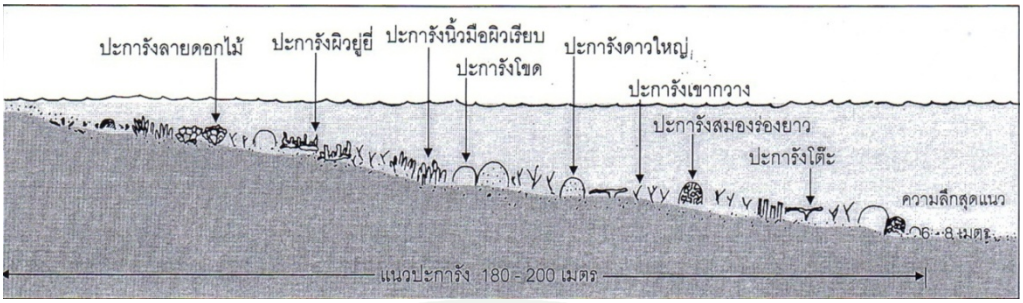
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 16 เกาะเต่า อำเภอเกาะพะงัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี

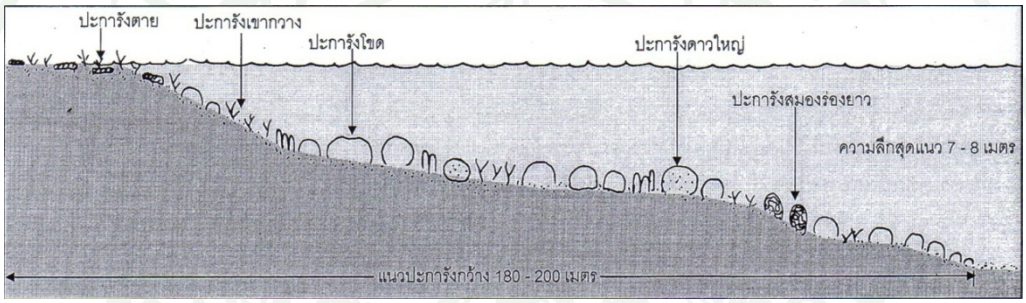
ที่มา: ดัดแปลงจาก หรรษา และคณะ (2542)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 ภาพตัดขวางแสดงลักษณะและโครงสร้างของแนวปะการังของเกาะเต่าด้านทิศตะวันตก

ที่มา: ดัดแปลงจาก หรรษา และคณะ (2542)



ภาพที่ 18 ภาพตัดขวางแสดงลักษณะและโครงสร้างของแนวปะการังของเกาะเต่าด้านทิศตะวันออก

ที่มา: ดัดแปลงจาก หรรษา และคณะ (2542)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 ลักษณะพื้นที่ใต้น้ำบริเวณจุดดำน้ำหินพีวี (HIN PEE WEE)

ที่มา: Anonymous (n.d.)



ภาพที่ 20 พื้นที่ใต้น้ำหินพีวี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ข้อมูลทั่วไปของเรือหลวงสัตกูด

เรือหลวงสัตกูด (HTMS 742) มีชื่อเรียกเดิม คือ USS LCI (L)(G)(M) - 739 สังกัดกองทัพเรือสหรัฐเป็นเรือประเภท เรือยกพลขึ้นบกขนาดเล็ก (Landing Craft Infantry) ระวางขับน้ำปกติ 173 ตัน เต็มที่ 371 ตัน มีขนาดความยาวเรือตลอดลำ 48.86 เมตร กว้าง 7.08 เมตร และความสูงถึงยอดเสา 17.50 เมตร กินน้ำลึกปกติบริเวณหัว 0.80 เมตร และส่วนท้าย 1.50 เมตร ติดตั้งอาวุธปืน 40 มม. โบฟอร์ส 1 กระบอก และปืนกล 20 มม. เออลิคอน 2 กระบอก เครื่องจักรใหญ่เป็นเครื่องยนต์ดีเซลจำนวน 2 เครื่อง จำนวนแรงม้าสูงสุด 890 แรงม้าที่ 1,650 รอบ/นาที เพลาใบจักรมี 2 เพลา สามารถขับเคลื่อนเรือให้แล่นได้ความเร็วสูงสุด 13 นอต มีรัศมีทำการไกลถึง 3,353 ไมล์ มีกำลังพลประจำเรือรวม 54 นาย ประกอบด้วย พันจ่า 4 นาย จ่า 30 นาย และพลทหาร 20 นาย วัสดุสร้างตัวเรือและส่วนประกอบตัวเรือทำจากเหล็กทั้งหมด (ธรณ์, 2555; ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557)

เรือหลวงสัตกูดเป็นเรือรบระดับสามดาว คือได้เข้าปฏิบัติภารกิจสำคัญ 3 ครั้ง ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 (ธรณ์, 2555) ได้แก่

สมรภูมิหมู่เกาะปาเลา (6 ส.ค.-14 ต.ค. 1944)
สมรภูมิเกาะอิโวจิม่า (19 ก.พ.-3 มี.ค. 1945)
สมรภูมิเกาะโอกินาวา (26 มี.ค.-14 มิ.ย. 1945)

หลังสิ้นสุดสงคราม รัฐบาลสหรัฐอเมริกาจึงได้ส่งมอบเรือลำนี้ให้กับรัฐบาลไทย เรือหลวงสัตกูดยังมีส่วนเกี่ยวข้องกับประวัติศาสตร์ชาติไทยในช่วงกบฏแมนฮัตตัน (29มิถุนายน พ.ศ. 2494) ซึ่งเป็นเหตุการณ์การปฏิวัติรัฐประหารในสมัยของจอมพล ป. พิบูลสงคราม (ธรณ์, 2555)

จากการเดินสำรวจพื้นที่บริเวณเรือหลวงสัตกูดที่สามารถเข้าได้ทั่วถึง ขณะลอยลำอยู่บริเวณ อู่ต่อเรือกรุงเทพ (ภาพที่ 21) ตัวเรือแบ่งออกเป็น 3 ชั้น อย่างชัดเจน (ภาพที่ 22) จากการสำรวจสามารถอธิบายรายละเอียดของเรือแต่ละชั้นได้ดังนี้

1.2.1 ด้านบนดาดฟ้าสะพานเดินเรือ (upper bridge deck) ชั้นสูงสุดของเรือ เป็นห้องทรงกลมมีหลังคาปิด พื้นที่ด้านข้างส่วนบนเป็นช่องหน้าต่าง 10 ช่อง มีทางเข้าออก 1 ทาง ด้านนอกห้องเป็นแผ่นเหล็ก 2 แผ่น ยื่นออกจากตรงกลางทางเดิน (พื้นหลังคาของดาดฟ้าสะพานเดินเรือ)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2.2 ดาดฟ้าสะพานเดินเรือ (bridge deck) แบ่งได้ 2 ส่วนคือ ส่วนตรงกลางของตัวเรือ พื้นที่ตรงกลางเป็นห้องทรงกลมที่ต่อเนื่องมาจากห้องบนดาดฟ้าสะพานเดินเรือ มีทางเข้าออก 2 ทาง และมีบันไดเชื่อมลงไปห้องชั้นดาดฟ้าใหญ่ 1 ทาง ด้านนอกเป็นพื้นที่เปิดสามารถเดินได้ทั่วถึง ทางด้านหลังมีป้อมปืนโบฟอร์ส ขนาด 40 มม. ส่วนด้านหน้าสุดของชั้นดาดฟ้าสะพานเดินเรือหรือบริเวณหัวเรือ เป็นพื้นที่โล่ง มีป้อมปืนใหญ่ขนาดลำกล้อง 3 นิ้ว

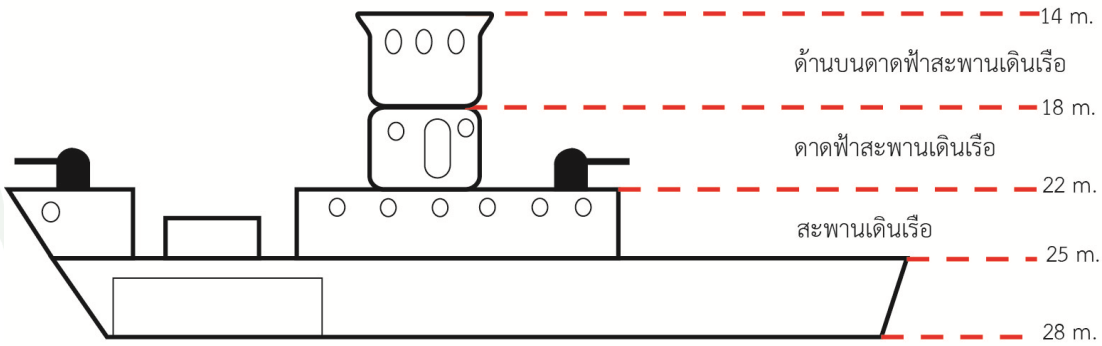
1.2.3 สะพานเดินเรือ (main deck) ชั้นดาดฟ้าที่ยาวต่อเนื่องตลอดลำเรือ พื้นที่ในห้องแบ่งเป็น 2 ส่วน คือพื้นที่ด้านหน้าบริเวณหัวเรือเป็นห้องขนาดเล็ก มีเสาตรงกลาง 6 เสา มีทางเข้าออกเพียงทางเดียว พื้นที่ตรงกลางเป็นห้องขนาดใหญ่ ภายในห้องแบ่งเป็นห้องย่อย 10 ห้อง โดยมีกรงเหล็กกั้นปิดไว้ เพื่อความปลอดภัยของนักดำน้ำ มีทางเข้าออก 4 ทาง แบ่งเป็นด้านหน้า 3 ทาง ด้านหลัง 1 ทาง ส่วนพื้นที่เปิดด้านนอก แบ่งเป็น 2 ส่วนเช่นกัน โดยพื้นที่เปิดบริเวณด้านหน้า มีแผ่นเหล็ก 2 แผ่น ลักษณะคล้ายกำแพงขนาดใหญ่ ตั้งขึ้นระหว่างทางเดิน ส่วนพื้นที่เปิดด้านหลังเป็นพื้นที่โล่ง

เรือหลวงสัตกูด ถูกวางลงสู่พื้นท้องทะเล บริเวณทางทิศตะวันตกของเกาะเต่า ในวันที่ 18 มิถุนายน พ.ศ. 2554 ที่ระดับความลึกสูงสุด 28 เมตร พิกัด N 10° 06.312' E 099° 48.833' จากการสำรวจพื้นท้องทะเล พบว่าเป็นพื้นเลนปนทราย โดยมีเลนและตะกอนละเอียดปกคลุมผิวดินด้านบน ส่วนชั้นล่างลงไปเป็นพื้นทรายค่อนข้างแข็ง โดยบริเวณทางทิศเหนือของเรือหลวงสัตกูดมีจุดดำน้ำหินพีวี หินขาว และเกาะนางยวน ทางทิศตะวันออกเป็นเกาะเต่า ห่างจากชายฝั่งประมาณ 700 เมตร ทางทิศใต้เป็นพื้นที่ทะเลบริเวณหาดทรายรี อ่าวแม่หาด และทางด้านทิศตะวันตกเป็นทะเลเปิด (ภาพที่ 23, 24)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 21 เรือหลวงสัตกูดขณะลอยลำอยู่บริเวณอู่ต่อเรือกรุงเทพ



ภาพที่ 22 ภาพลายเส้นเรือหลวงสัตกูด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 เรือหลวงสัตกูด ขณะอยู่บนผิวน้ำ บริเวณทางทิศตะวันตกของเกาะเต่า



ภาพที่ 24 เรือหลวงสัตกูดขณะอยู่ใต้น้ำ ที่ระดับความลึก 28 เมตร

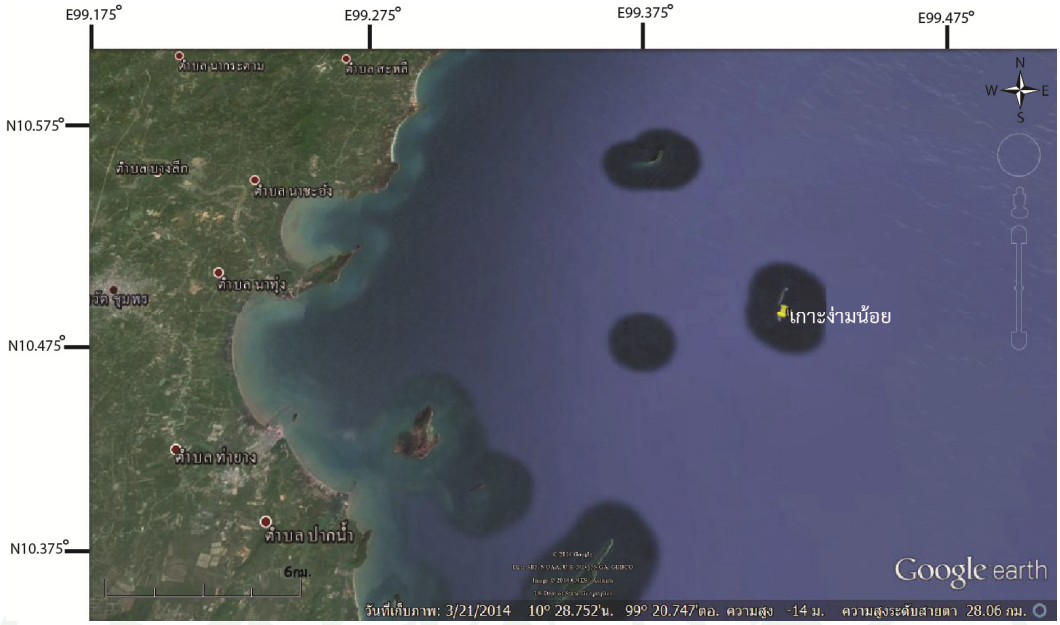
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 ข้อมูลทั่วไปของเกาะง่ามน้อย

เกาะง่ามน้อย เป็นเกาะสัมปทานรังนกนางแอ่น อยู่ในเขตของตำบลปากน้ำ อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออก ห่างจากชายฝั่งทะเลประมาณ 17 กิโลเมตร อยู่ที่พิกัด N 10°29.149' E 99°25.091' ลักษณะของเกาะเป็นภูเขาหินปูนสูงชัน บริเวณรอบเกาะไม่มีชายหาด เกาะง่ามน้อยเป็นส่วนหนึ่งของหมู่เกาะง่าม ประกอบด้วยเกาะ 3 เกาะ และ 1 กองหิน คือ เกาะง่ามน้อย เกาะง่ามใหญ่ เกาะหลักง่าม และหินหลักง่าม (หินแพ) โดยบริเวณทางทิศเหนือของเกาะง่ามน้อย คือ หินหลักง่าม และเกาะง่ามใหญ่ ซึ่งอยู่ห่างกันจากเกาะง่ามน้อยประมาณ 300 เมตร และบริเวณทางทิศใต้ คือ เกาะหลักง่าม (หรรษา และคณะ, 2542) (ภาพที่ 25)

เกาะง่ามน้อยมีสภาพใต้น้ำส่วนใหญ่เป็น โขดหินใต้น้ำขนาดใหญ่ กระจายอยู่รอบๆ สลับกับแนวปะการังเป็นหย่อมๆ มีพื้นที่แนวปะการังประมาณ 0.011 ตารางกิโลเมตร (หรรษา และคณะ, 2542)โดยแนวปะการังของเกาะง่ามน้อยทางด้านทิศตะวันตก เป็นแนวปะการังริมฝั่ง ปะการังมีสภาพสมบูรณ์ดียกเว้นตอนกลางของเกาะที่สภาพเสื่อมโทรม มีความกว้างของแนวปะการังประมาณ 20-50 เมตร พบปะการังชนิดเด่น ได้แก่ ปะการังนิ้วมือผิวเรียบ (*Porites cylindrical*) ปะการังแบบแผ่นใบไม้ (Foliose form) และปะการังถ้วยสีส้ม (*Tubastraea coccinea*) ทางด้านทิศตะวันออกของเกาะเป็นกลุ่มปะการังบนโขดหิน ความกว้างของแนวปะการังประมาณ 10-30 เมตร ปะการังมีสภาพสมบูรณ์ดีมาก พบปะการังแข็งชนิดเด่นทางด้านทิศตะวันออกและทิศใต้ ได้แก่ ปะการังดอกกะหล่ำ (*P. damicornis*) ปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.) ปะการังโต๊ะ (*Acropora* spp.) และปะการังถ้วยสีส้ม (*T. coccinea*) ปะการังอ่อนมีประมาณ 20-30 % ส่วนใหญ่เป็นปะการังอ่อนหนัง (*Sinularia* sp) ปะการังอ่อนดอกเห็ด (*Sarcophyton* sp.) ปะการังอ่อนกิ่งนิ้วมือ (*Lobophytum* sp.) และปะการังดำ (*Antipathes* sp.) (หรรษา และคณะ, 2542)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 25 เกาะง่ามน้อย อำเภอเมืองชุมพร จังหวัดชุมพร

ที่มา: ดัดแปลงจาก Google Earth (2014)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 ข้อมูลทั่วไปของเรือหลวงปราบ

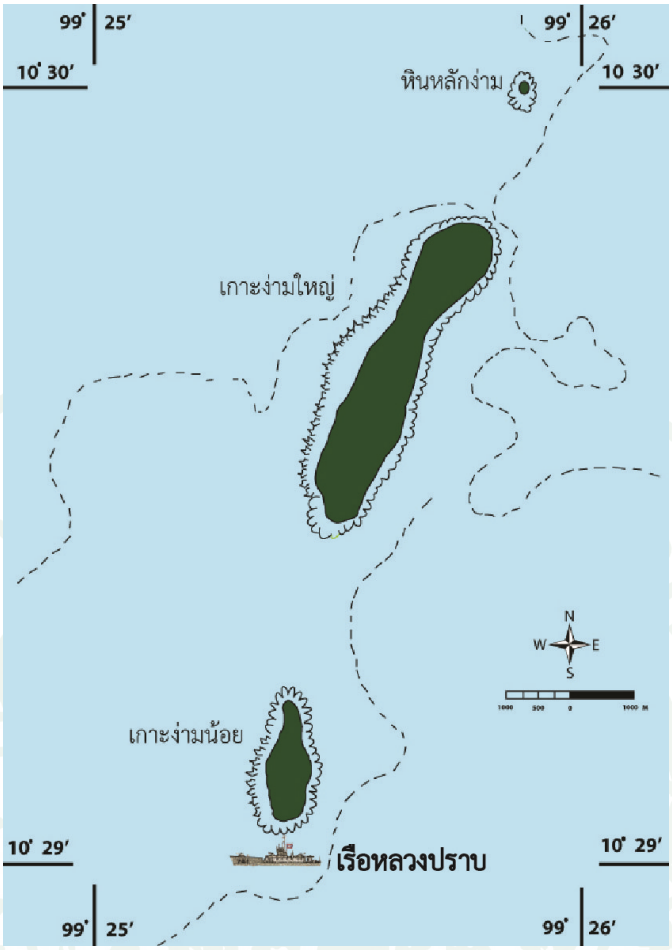
เรือหลวงปราบ (HTMS 741) เดิมชื่อ USS LCI (M) 670 สังกัดกองทัพเรือสหรัฐเป็นเรือประเภท เรือยกพลขึ้นบกขนาดเล็ก (Landing Craft Infantry) มีขนาดความยาวเรือตลอดลำ 48.46 เมตร กว้าง 7.08 เมตร และความสูงถึงยอดเสา 17.50 เมตร เคยเข้าร่วมปฏิบัติภารกิจสำคัญในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ในการยกพลขึ้นบกที่หาดนอร์มังดี ประเทศฝรั่งเศส เมื่อสงครามโลกสิ้นสุดลง รัฐบาลสหรัฐอเมริกาได้มอบเรือลำนี้แก่ประเทศไทย (ธรณ์, 2555; ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557)

เรือหลวงปราบถูกวางลงสู่พื้นท้องทะเล บริเวณทางทิศใต้ของเกาะง่ามน้อย จังหวัดชุมพร (ภาพที่ 26) วันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2554 ที่ระดับความลึกสูงสุด 24 เมตร พิกัด N 10° 29.211' E 099° 25.286' (ภาพที่ 27) ลักษณะพื้นท้องทะเลเป็นทรายปนเลน บริเวณดินด้านบนมีเลนปกคลุม ถัดลงไปชั้นล่างจะเป็นทรายที่พื้นค่อนข้างแข็ง (ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2557)



ภาพที่ 26 เรือหลวงปราบ ขณะอยู่บนผิวน้ำทางทิศใต้ของเกาะง่ามน้อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 27 ตำแหน่งเรือหลวงปราบ

ที่มา: ดัดแปลงจาก หรรษา และคณะ (2542)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ระยะเวลาทำการวิจัย

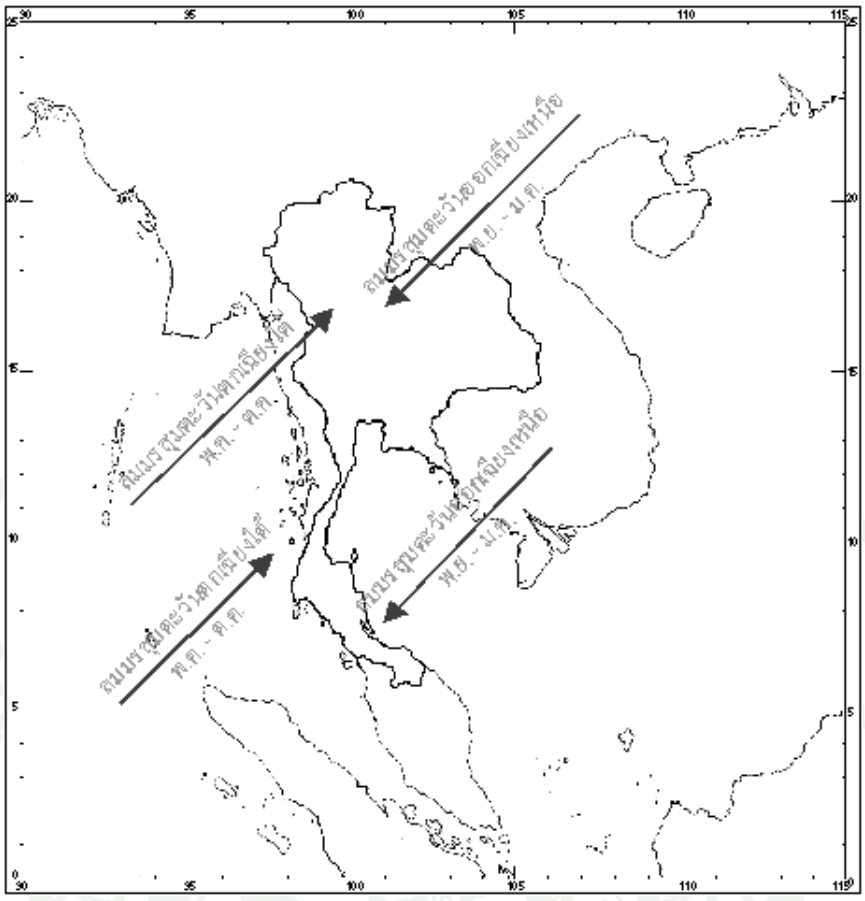
ศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลงจำนวนชนิดและปริมาณของสัตว์เกาะติดที่เข้ามาอาศัยบนเรือหลวงสัตกูดตั้งแต่แรกเริ่ม ทำการเก็บข้อมูลสัตว์เกาะติดทั้งหมด 5 ครั้ง คือ เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 (ตารางที่ 3) เนื่องจากในช่วง 1-2 ปีแรก ชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดมีจำนวนชนิดและปริมาณน้อยมาก ความถี่ในการเก็บตัวอย่างจึงทิ้งช่วงเป็นเวลานาน และสภาพภูมิอากาศของเกาะเต่าในช่วงเดือนตุลาคม - ธันวาคมของทุกปี เป็นช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พัดมาจากประเทศจีน จะพัดอากาศแห้งและเย็นลงมาปกคลุมตอนเหนือ ถึงตอนกลางของประเทศไทย และพัดเอาความชื้นในอ่าวไทย ซึ่งพัดผ่านบริเวณเกาะเต่า ทำให้เกิดฝนตกหนักในแถบภาคใต้ฝั่งอ่าวไทย ทำให้ไม่สามารถออกพื้นที่เก็บข้อมูลได้ (ภาพที่ 28) รวมระยะเวลาทั้งหมดในการทำวิจัยตั้งแต่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 เป็นระยะเวลา 28 เดือน

เก็บข้อมูลสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงปราบ จำนวน 1 ครั้ง ในเดือนมกราคม 2557 เพื่อเปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดระหว่างเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง และระยะเวลาเก็บข้อมูลหลังจากการวางเรือ ของเรือหลวงสัตกูด และเรือหลวงปราบ

เวลาในการเก็บข้อมูล	เรือหลวงสัตกูด	เรือหลวงปราบ	ระยะเวลาเก็บข้อมูลหลังจากการวางเรือ
กันยายน 2554	✓	-	3 เดือนหลังจากการวางเรือ
มีนาคม 2555	✓	-	9 เดือนหลังจากการวางเรือ
มีนาคม 2556	✓	-	21 เดือนหลังจากการวางเรือ
มิถุนายน 2556	✓		24 เดือนหลังจากการวางเรือ
มกราคม 2557	✓	✓	31 / 32 เดือนหลังจากการวางเรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 28 ทิศทางของลมมรสุม ที่พัดผ่านประเทศไทย

ที่มา: กรมอุตุนิยมวิทยา (ม.ป.ป.)

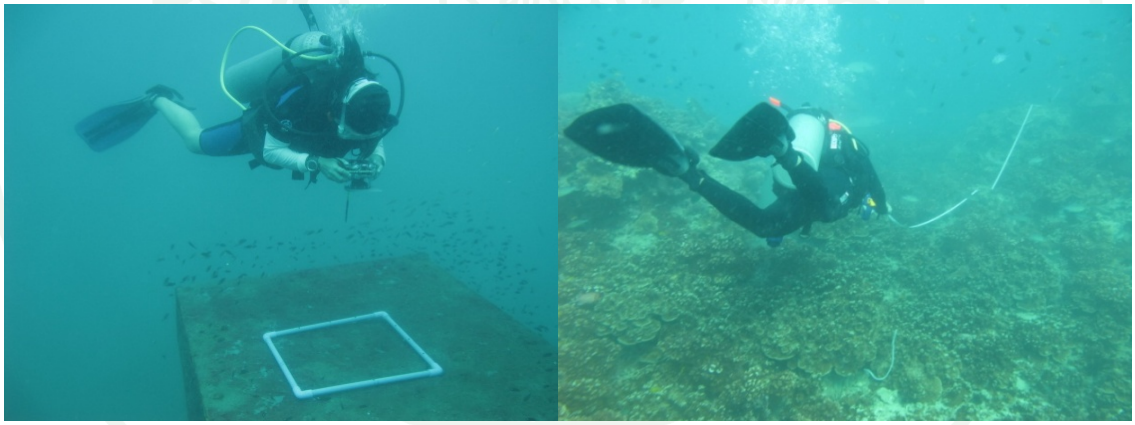
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. วิธีการเก็บข้อมูล

ในการศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติด ทำการเก็บข้อมูลด้วยการดำน้ำแบบ SCUBA diving และเลือกใช้วิธีการเก็บข้อมูล 2 วิธี ดังนี้

3.1 Photo Quadrats (ดัดแปลงจากวิธีการสำรวจแบบ Permanent photo quadrats English *et al.*, 1997 โดยใช้ตารางนับข้อมูลขนาดเล็กลงจากเดิม) คือ การถ่ายรูปสิ่งมีชีวิตที่อยู่ภายในตารางนับข้อมูล (quadrat) (ณิฏฐารัตน์, 2524) โดยใช้ตารางนับข้อมูล มีขนาดกว้าง-ยาว 50×50 เซนติเมตร คิดเป็นพื้นที่ 0.25 ตารางเมตร (ภาพที่ 29)

3.2 Line Transect (ดัดแปลงจากวิธีการสำรวจแบบ Line-intercept transect โดย English *et al.*, 1997 โดยเพิ่มขนาดความยาวเส้นเทป แต่มีจำนวนซ้ำลดลง) คือ การวางเส้นเทปลงบนพื้นที่เก็บข้อมูล โดยใช้เส้นเทปที่มีความยาว 50 เมตร จำนวน 3 เส้น (ภาพที่ 29)



A **B**

ภาพที่ 29 วิธีการเก็บข้อมูล A: photo quadrats, B: Line Transect

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

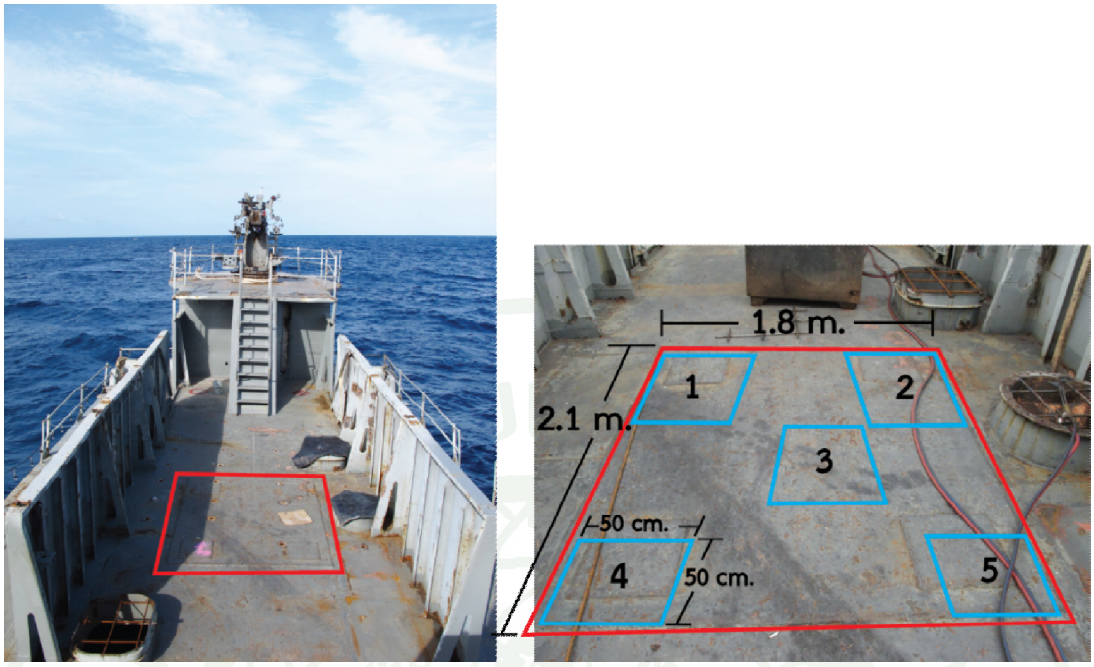
4. วิธีการเลือกเก็บข้อมูล

แบ่งวิธีการเลือกเก็บข้อมูลเพื่อดูการแพร่กระจาย การเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติด และสามารถเก็บข้อมูลได้ในระยะยาว เป็น 2 วิธีการ ได้แก่

4.1 การเก็บข้อมูลโดยการสุ่มตัวอย่าง (Random) เป็นการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาการแพร่กระจายของสัตว์เกาะติด ในการสุ่มตัวอย่างโดยทั่วไป ออกแบบไว้สำหรับการศึกษาระบบนิเวศตามธรรมชาติ แต่ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาบนเรือหลวงสัตกูด ซึ่งเป็นสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น ยังไม่มีการลงเกาะของสัตว์เกาะติด และพื้นที่ทำการสุ่มตัวอย่างมีขนาดเล็กมาก เมื่อเทียบกับขนาดพื้นที่ผิวของเรือซึ่งมีขนาดใหญ่ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงเลือกใช้การสุ่มตัวอย่างแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น (Nonprobability Sampling) ซึ่งเป็นการสุ่มตัวอย่างที่ไม่ทราบจำนวนประชากรที่แท้จริง และใช้การสุ่มตัวอย่างตามความสะดวก (Convenience Sampling) ของผู้วิจัยเป็นหลัก (ศิริลักษณ์, 2538) ด้วยการสุ่มวางตารางนับข้อมูลขนาด 50×50 เซนติเมตร จำนวน 30 ตารางนับข้อมูลต่อพื้นที่เรือทั้งหมด หรือการวางเส้นเทปที่มีความยาว 50 เมตร จำนวน 3 เส้น ลงบนพื้นที่เก็บข้อมูล

4.2 การเก็บข้อมูลโดยการกำหนดจุดที่แน่นอน (Fixed) (ดัดแปลงมาจากสำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2554) เป็นการเลือกเก็บข้อมูลเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดในระยะยาว เริ่มต้นด้วยการกำหนดพื้นที่บนเรือหลวงสัตกูด ขณะที่เรือยังลอยอยู่บนผิวน้ำ ทำให้สามารถกำหนดพื้นที่เลือกเก็บข้อมูลบริเวณที่มีขอบเขตชัดเจน ตามจุดต่างๆ ได้ง่าย การเลือกเก็บข้อมูลวิธีนี้ใช้การวางตารางนับข้อมูลขนาด 50×50 เซนติเมตร จำนวน 30 ตารางนับข้อมูลต่อพื้นที่เรือทั้งหมด (ภาพที่ 30)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 30 ตัวอย่างพื้นที่เลือกเก็บข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูด ในการเลือกเก็บข้อมูลแบบกำหนดจุดที่แน่นอน (Fixed) (กรอบสีแดง คือ พื้นที่เลือกเก็บข้อมูล, กรอบสีฟ้า คือ ตารางนับข้อมูลขนาด 50×50 เซนติเมตร)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การศึกษาวิจัย

วิธีการศึกษาวิจัยในแต่ละหัวข้อครั้งนี้ ถูกกำหนดขึ้นเพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามวิทยานิพนธ์ ซึ่งแบ่งหัวข้อตามวัตถุประสงค์ดังนี้

5.1 ติดตามการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด

ในวัตถุประสงค์หัวข้อนี้ ทำการศึกษาเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บข้อมูล ซึ่งทางผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐาน 1 ข้อ คือ

5.1.1 สัตว์เกาะติดมีจำนวนชนิดและปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลา

เนื่องจากพื้นที่เรือหลวงสัตกูดมีขนาดใหญ่จึงแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน เพื่อให้ข้อมูลครอบคลุมพื้นที่เรือและสามารถนำมายืนยันผลที่ได้รับ ดังนี้

5.1.1.1 ศึกษาการแพร่กระจายของชนิดสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด โดยเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง เนื่องจากพื้นผิวเรือทั้งหมดมีพื้นที่ขนาดใหญ่ แต่พื้นที่ในการเก็บข้อมูลมีขนาดเล็ก เพื่อให้ได้ข้อมูลชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดครอบคลุมพื้นที่เรือมากที่สุด จึงเลือกเก็บข้อมูลโดยการสุ่ม และการกำหนดจุดที่แน่นอน ด้วยวิธี photo quadrats จำนวน 60 ตารางนับข้อมูลต่อพื้นที่เรือทั้งหมด จดบันทึกชนิดสัตว์เกาะติดที่พบในตารางนับข้อมูล และเก็บตัวอย่างสัตว์เกาะติดเพื่อนำมาจำแนกชนิดในห้องปฏิบัติการต่อไป

5.1.1.2 ติดตามการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดตั้งแต่เริ่มต้นวางเรือหลวงสัตกูดลงสู่พื้นท้องทะเล โดยเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง ในหัวข้อนี้เลือกเก็บข้อมูลโดยใช้การกำหนดจุดที่แน่นอน และเก็บข้อมูลด้วยวิธี photo quadrats จำนวน 30 ตารางนับข้อมูล ด้วยการนับจำนวนสัตว์เกาะติดภายในตารางนับข้อมูล และเก็บตัวอย่างสัตว์เกาะติดเพื่อนำมาจำแนกชนิดในห้องปฏิบัติการต่อไป

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้ความชุกชุมทางชนิด (Species Richness) หรือความมากชนิด โดยพิจารณาจากจำนวนชนิดทั้งหมดของสัตว์เกาะติดที่พบในแต่ละเวลา (Clarke and Warwrick, 1994)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 เปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตามปัจจัยระดับความลึกที่แตกต่างกัน ปัจจัยแสง บริเวณที่รับแสงและอับแสง และปัจจัยตะกอน พื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน

ในวัตถุประสงค์หัวข้อนี้ ทางผู้วิจัยเก็บข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้นวางเรือลงสู่พื้นท้องทะเลจนถึงการเก็บข้อมูลครั้งสุดท้าย จำนวน 5 ครั้ง คือ เดือนกันยายน พ.ศ. 2554, มีนาคม พ.ศ. 2555, มีนาคม พ.ศ. 2556, มิถุนายน พ.ศ. 2556 และมกราคม พ.ศ. 2557 และตั้งสมมติฐานตามปัจจัยที่ได้กำหนดไว้ดังนี้

5.2.1 ชนิดของสัตว์เกาะติดมีความแตกต่างกันในแต่ละระดับความลึก

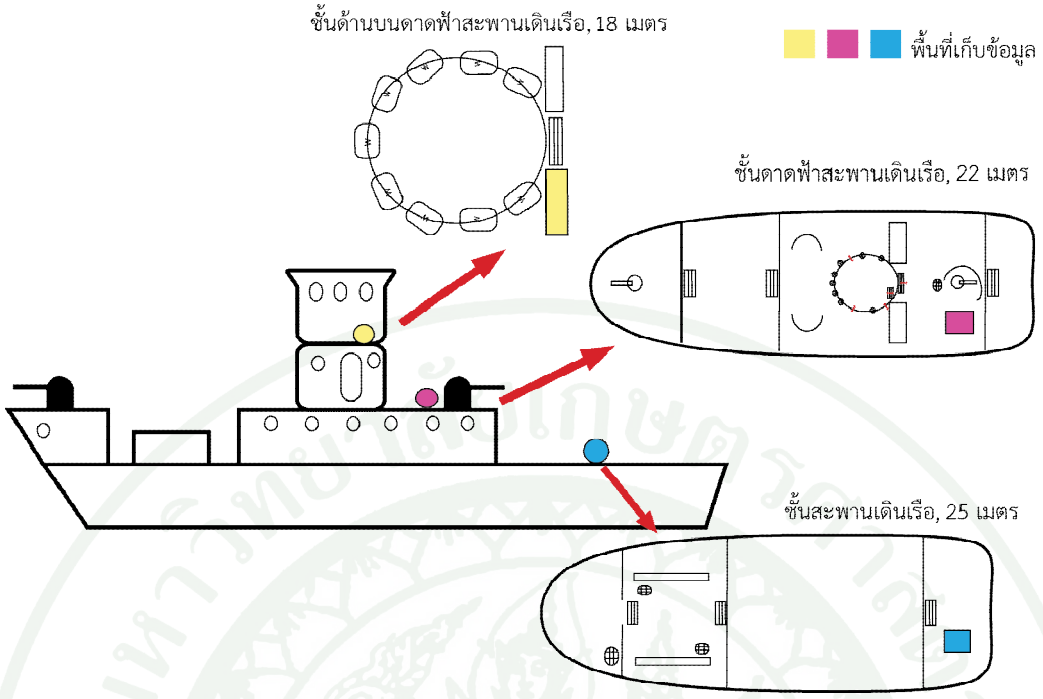
สมมติฐานในหัวข้อนี้ ทำการศึกษาเฉพาะพื้นที่ในแนวขนานกับพื้นท้องทะเลและพื้นที่เปิดโล่ง เพราะต้องการควบคุมปัจจัยในเรื่องของตะกอนและแสงให้คงที่ เพื่อให้มีความแตกต่างในเรื่องระดับความลึกเท่านั้น ทำการเลือกเก็บข้อมูลด้วยการกำหนดจุดที่แน่นอน และใช้วิธี photo quadrats ด้วยการวางตารางนับข้อมูล จำนวน 5 ตารางนับข้อมูลในแต่ละระดับความลึก โดยแบ่งความลึกออกเป็น 3 ระดับ ตามลักษณะตัวเรือ ดังนี้ (ภาพที่ 31)

5.2.1.1 ระดับความลึก 18 เมตร คือ ชั้นด้านบนดาดฟ้าสะพานเดินเรือ

5.2.1.2 ระดับความลึก 22 เมตร คือ ชั้นดาดฟ้าสะพานเดินเรือ

5.2.1.3 ระดับความลึก 25 เมตร คือ ชั้นสะพานเดินเรือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



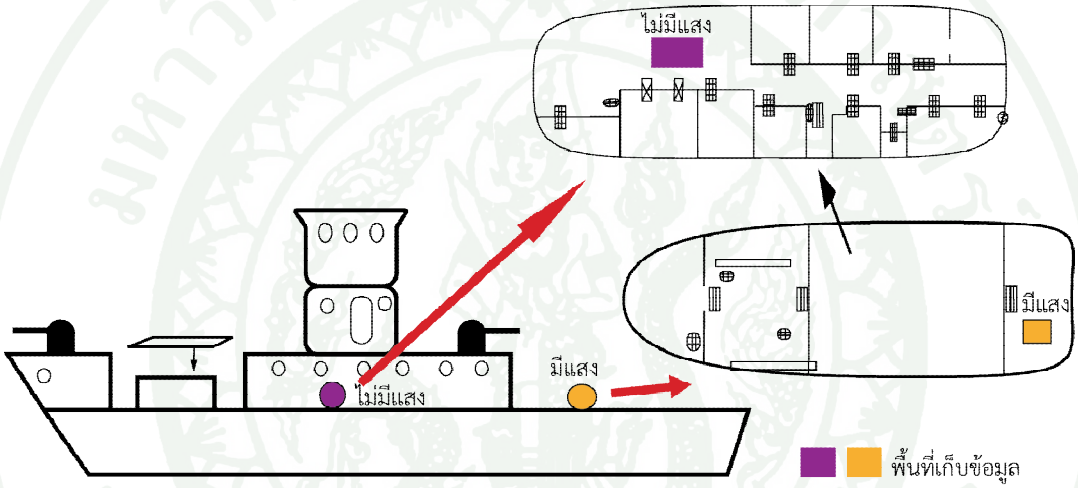
ภาพที่ 31 พื้นที่เลือกวางตารางนับข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูดตามปัจจัยความลึก

วิเคราะห์ความแตกต่างของชนิดสัตว์เกาะติดที่พบ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร (Multivariate Analysis of Variance) แบบสองทาง (Two - way MANOVA) เนื่องจากมีเวลาและความลึกเข้ามาเกี่ยวข้องกัน ด้วยวิธี Wilks's Lambda เป็นสถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (ทรงศักดิ์, 2551) เพื่อทดสอบสมมติฐานความแตกต่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p = 0.05$) (จิตติมา, 2536) และใช้ Canonical Discriminant Analysis (CDA) เพื่อแสดงผลเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปัจจัย (วิภูษิต, 2546)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2.2 ชนิดของสัตว์เกาะติดมีความแตกต่างกันในบริเวณที่รับแสงและอับแสง

สมมติฐานในหัวข้อนี้ ทำการศึกษาเฉพาะที่ระดับความลึก 25 เมตร และบริเวณพื้นที่ในแนวขนานกับพื้นท้องทะเล เพื่อควบคุมปัจจัยระดับความลึกและตะกอนให้คงที่ ดังนั้นจึงเลือกเก็บข้อมูลบริเวณพื้นที่เปิดโล่ง เป็นบริเวณที่รับแสง และเก็บข้อมูลในบริเวณที่เป็นห้องปิด เป็นบริเวณอับแสง โดยเลือกเก็บข้อมูลด้วยการกำหนดจุดที่แน่นอน และใช้วิธี photo quadrats ด้วยการวางตารางนับข้อมูล จำนวน 5 ตารางนับข้อมูล ในแต่ละบริเวณ โดยแบ่งออกเป็นบริเวณที่รับแสงและอับแสง (ภาพที่ 32)



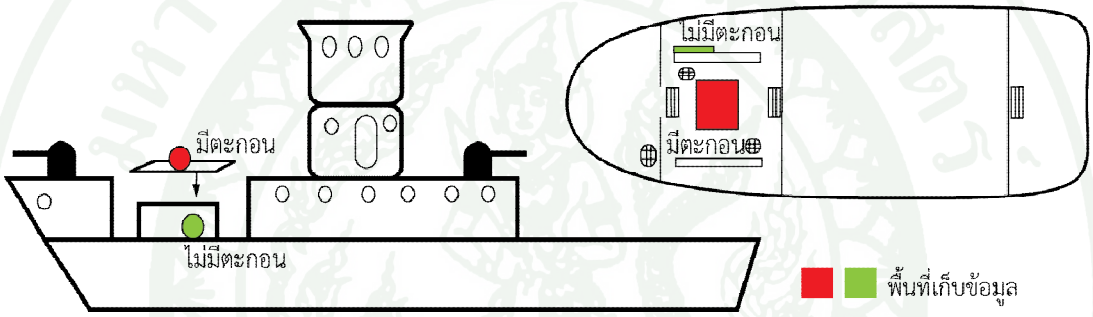
ภาพที่ 32 พื้นที่เลือกวางตารางนับข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูดตามปัจจัยแสง

วิเคราะห์ความแตกต่างของชนิดสัตว์เกาะติดที่พบ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร (Multivariate Analysis of Variance) แบบสองทาง (Two - way MANOVA) เนื่องจากมีเวลาและแสงเข้ามาเกี่ยวข้องกัน ด้วยวิธี Wilks's Lambda เป็นสถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (ทรงศักดิ์, 2551) เพื่อทดสอบสมมติฐานความแตกต่างที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p = 0.05$) (จิตติมา, 2536) และใช้ Canonical Discriminant Analysis (CDA) เพื่อแสดงผลเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปัจจัย (วิภูษิต, 2546)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2.3 ชนิดของสัตว์เกาะติดมีความแตกต่างกันในพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน

สมมติฐานในหัวข้อนี้ ทำการศึกษาเฉพาะที่ระดับความลึก 25 เมตร และบริเวณพื้นที่เปิด เพื่อควบคุมปัจจัยในเรื่องของระดับความลึกและแสงให้คงที่ ดังนั้นจึงเก็บข้อมูลพื้นที่ในแนวราบของเรือ เพื่อเป็นข้อมูลในพื้นที่มีตะกอน และเก็บข้อมูลบริเวณพื้นผิวแนวตั้งฉากกับพื้นท้องทะเล เพื่อเป็นข้อมูลในพื้นที่ไม่มีตะกอน โดยเลือกเก็บข้อมูลด้วยการกำหนดจุดที่แน่นอน และใช้วิธี photo quadrats ด้วยการวางตารางนับข้อมูลจำนวน 5 ตารางนับข้อมูลในแต่ละพื้นที่ โดยแบ่งออกเป็นพื้นที่มีตะกอน และไม่มีตะกอน (ภาพที่ 33)



ภาพที่ 33 พื้นที่เลือกวางตารางนับข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูดตามปัจจัยตะกอน

วิเคราะห์ความแตกต่างของชนิดสัตว์เกาะติดที่พบ โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปร (Multivariate Analysis of Variance) แบบสองทาง (Two - way MANOVA) เนื่องจากมีเวลาและตะกอนเข้ามาเกี่ยวข้องกัน ด้วยวิธี Wilks's Lambda เป็นสถิติที่ใช้ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (ทรงศักดิ์, 2551) เพื่อทดสอบสมมติฐานความแตกต่าง ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p = 0.05$) (จิตติมา, 2536) และใช้ Canonical Discriminant Analysis (CDA) เพื่อแสดงผลเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างปัจจัย (วิภูษิต, 2546)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.3 เปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูด และเรือหลวงปราบ

ในวัตถุประสงค์หัวข้อนี้ ทำเพื่อศึกษาชนิดของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ เนื่องจากพื้นที่วางเรือทั้ง 2 ลำ แตกต่างกัน โดยเรือหลวงสัตกูดวางบริเวณเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี ส่วนเรือหลวงปราบ วางบริเวณเกาะง่ามน้อย จังหวัดชุมพร มีระยะทางห่างกันประมาณ 60 กิโลเมตร (ใช้ระยะทางตามการกระจัด คือ ระยะทางที่สั้นที่สุด จากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสิ้นสุด) (ภาพที่ 34)

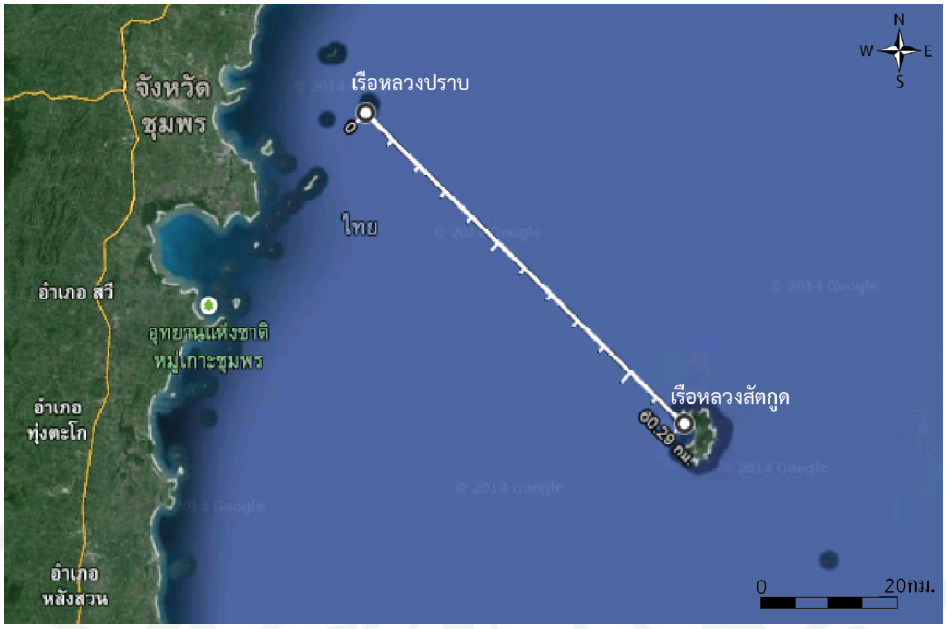
ดังนั้นในการเก็บข้อมูลบริเวณเรือทั้ง 2 ลำ จึงเลือกพื้นที่เรือที่มีลักษณะเหมือนกัน โดยควบคุมบริเวณที่มีแสงและมีตะกอนเหมือนกัน แต่มีระดับความลึกที่แตกต่างกัน เนื่องจากเรือหลวงสัตกูดวางอยู่ที่ระดับความลึกสูงสุด 28 เมตร ส่วนเรือหลวงปราบวางอยู่ที่ระดับความลึกสูงสุด 24 เมตร (ภาพที่ 35) ซึ่งทางผู้วิจัยได้ตั้งสมมติฐาน 1 ข้อ คือ

5.3.1 ในพื้นที่และระดับความลึกต่างกัน ชนิดของสัตว์เกาะติดมีความแตกต่างกัน

สมมติฐานหัวข้อนี้ ทางผู้วิจัยเก็บข้อมูลบนพื้นที่เรือทั้ง 2 ลำ ด้วยวิธีการที่เหมือนกัน คือ การเลือกเก็บข้อมูลโดยการสุ่มและใช้วิธี Line Intercepted โดยใช้เส้นเทปที่มีความยาว 50 เมตร วางลงบนพื้นที่เก็บข้อมูลจำนวน 3 ซ้ำ คือ บริเวณกราบเรือด้านซ้าย พื้นที่ตรงกลางตามความยาวเรือ และ กราบเรือด้านขวา (ภาพที่ 36) โดยเก็บข้อมูลจำนวน 1 ครั้ง คือ เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 และเก็บตัวอย่างสัตว์เกาะติดเพื่อนำมาจำแนกชนิดในห้องปฏิบัติการต่อไป

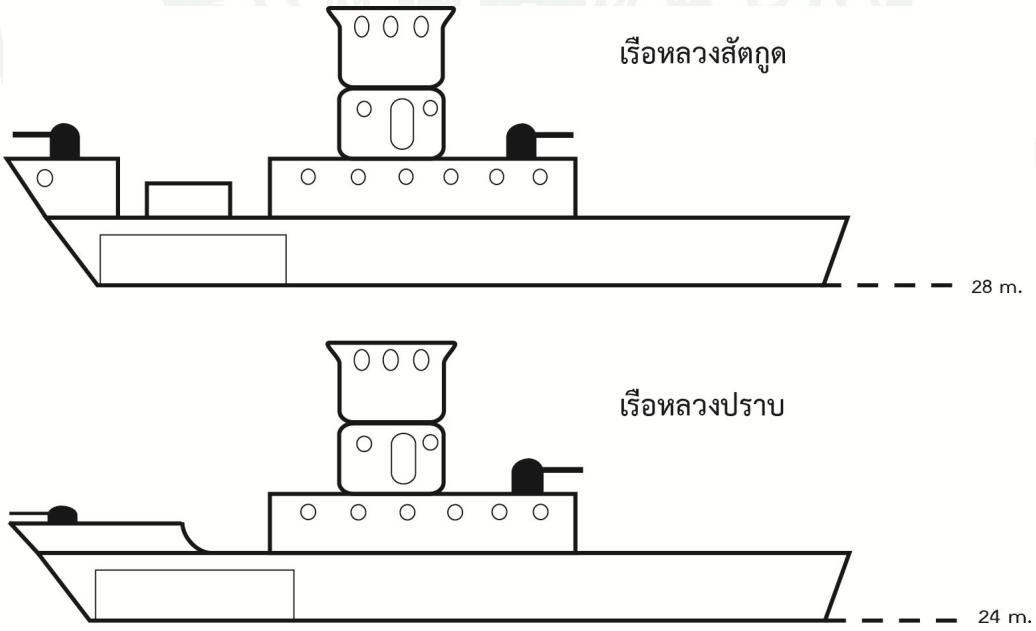
นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการทดสอบทางสถิติ ด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi - Square test (χ^2)) เป็นการเปรียบเทียบข้อมูลในรูปของความถี่ หรือในรูปของสัดส่วน เพื่อทดสอบว่า ชนิดของสัตว์เกาะติดที่เรือทั้ง 2 ลำ มีสัดส่วนการพบสัตว์เกาะติดที่แตกต่างกันหรือไม่ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p = 0.05$) (วิภูษิต, 2546)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



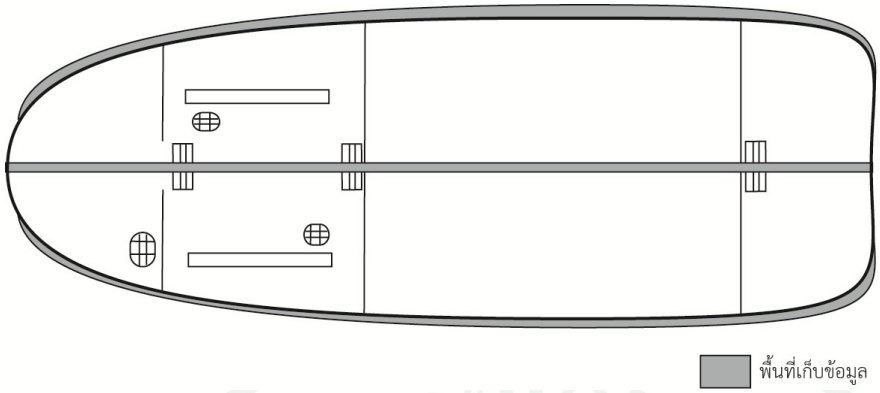
ภาพที่ 34 ภาพถ่ายดาวเทียมที่ตั้งของ เรือหลวงสัตกูด เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี และเรือหลวงปราบ เกาะง่ามน้อย จังหวัดชุมพร

ที่มา: ดัดแปลงจาก Google Earth (2014)



ภาพที่ 35 ลักษณะโครงสร้างที่คล้ายคลึงกันของเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 36 พื้นที่เก็บข้อมูลด้วยวิธี Line Transect

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. การเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์

เมื่อเก็บตัวอย่างสัตว์เกาะติดและนำขึ้นสู่ผิวน้ำแล้ว ถ่ายรูปตัวอย่างสัตว์เกาะติดที่ได้ ก่อนนำตัวอย่างสัตว์เกาะติดเก็บรักษาในขวดพลาสติกหนาปากกว้างด้วยแอลกอฮอล์ 70 - 75 เปอร์เซ็นต์ (จรัสศรี และคณะ, 2549) เนื่องจากสัตว์เกาะติดบางชนิดเมื่อถูกแอลกอฮอล์ สีของตัวอย่างสัตว์เกาะติดจะเปลี่ยนไปหรือจางหายไปเป็นสีขาว จากนั้นเขียนวันที่ สถานที่ และชื่อกลุ่มสัตว์เกาะติดที่พอจะจำแนกได้ลงบนกระดาษพีวีซี ใส่ลงไปในขวดตัวอย่างด้วย เพื่อนำกลับไปทำการจำแนกชนิดของสัตว์เกาะติดในห้องปฏิบัติการต่อไป

7. การจำแนกชนิดในห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างสัตว์เกาะติดที่เก็บรักษาด้วยแอลกอฮอล์ 70 - 75 เปอร์เซ็นต์ มาทำการเจือจางความเข้มข้นของสารละลายแอลกอฮอล์ด้วยน้ำ เพื่อลดกลิ่นและความรุนแรงของสารในขณะทำการจำแนกชนิด จากนั้นทำการจำแนกชนิดของสัตว์เกาะติด ภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Stereo Microscope) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องมากที่สุด ทำการเปรียบเทียบลักษณะต่างๆ ของสัตว์เกาะติดที่พบ โดยใช้คู่มือจำแนกชนิดสัตว์เกาะติด ดังนี้ Tropical Pacific Invertebrates ของ Colin and Arneson (1995) Indo-Pacific Coral Reef Field Guide ของ Allen and Steene (1998) Invertebrates ของ Brusca *et al*. (2003) เป็นต้น สัตว์เกาะติดบางชนิดมีความยากและซับซ้อนในการจำแนกชนิด ทางผู้วิจัยจำเป็นต้องส่งตัวอย่างสัตว์เกาะติดให้ผู้ที่มีความชำนาญในการจำแนกสัตว์ในแต่ละกลุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

1. ติดตามการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด

1.1 ชนิดสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูด

จากการเก็บข้อมูลชนิดสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ด้วยวิธี Photo Quadrats และเลือกเก็บข้อมูลแบบการกำหนดจุดที่แน่นอน (Fixed) และการสุ่มตัวอย่าง (Random) จำนวน 5 ครั้ง คือ เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 เป็นระยะเวลา 28 เดือน พบสัตว์เกาะติดทั้งหมด 13 ชนิด แบ่งออกเป็น 4 ไฟลัม (Phylum) (ภาพที่ 37, 38) ดังนี้

ไฟลัมพอริเฟอรา (Porifera) 2 ชนิด คือ ฟองน้ำเคลือบ (*Mycale (Zygomycale)* sp.) และฟองน้ำฝังตัวสีแดง (*Mycale (Mycale)* sp.)

ไฟลัมไนดาเรีย (Cnidaria) 9 ชนิด ได้แก่ ปะการังดำ (*Antipathes* sp.) ปะการังดอกเห็ดเล็ก (*Cycloseris* sp.) แส้ทะเล (*Junceella* sp.) ปะการังใบหิน (*Lithophyllon* sp.) ปะการังสมองร่องสั้น (*Platygyra* sp.) ปะการังดาวเล็ก (*Cyphastrea serailia*) ปะการังวงแหวน (*Favia* sp.) ปะการังดาวช่องเหลี่ยม (*Leptastrea* sp.) และปะการังวงศ์ Caryophylliidae

ไฟลัมไบรโอซัว (Bryozoa) 1 ชนิด คือ ไบรโอซัวเคลือบหิน (*Schizoporella* sp.)

ไฟลัมมอลลัสกา (Mollusca) 1 ชนิด คือ หอยนางรม (*Striostrea* sp.)

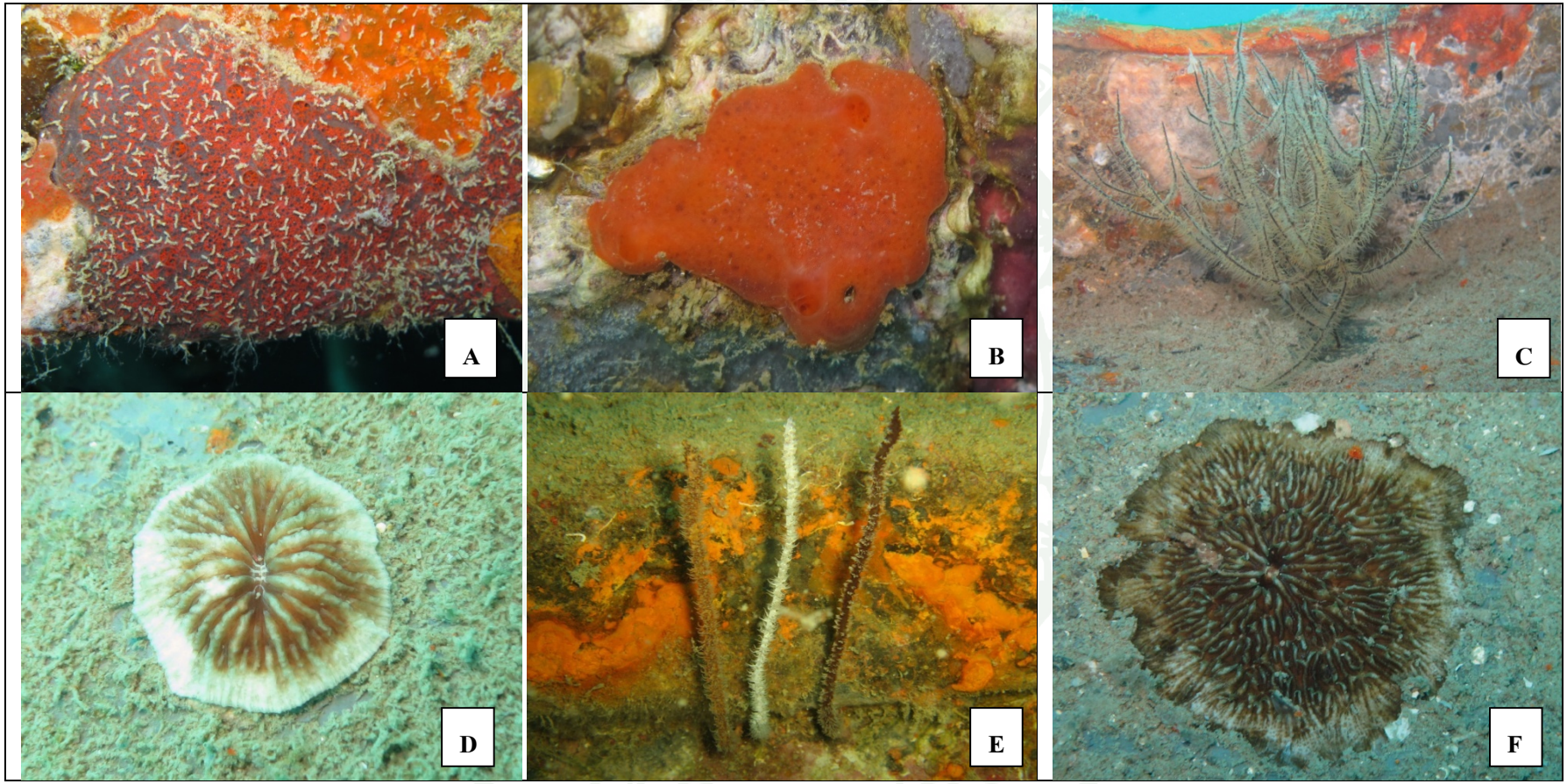
โดยสัตว์เกาะติดที่พบทั้ง 13 ชนิด สามารถพบได้ทั่วไปในอ่าวไทย (สุเมตต์ และคณะ, 2547; มาฆมาส, 2548; สุเมตต์ และ สุชา, 2550; คมสัน, 2552; สุชาย และคณะ, 2555; สุเมตต์, 2556; Hoeksema *et al.*, 2012) และพบสัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 69.2 (ภาพที่ 39) เนื่องจากพื้นที่วางเรือหลวงสัตกูด อยู่ในพื้นที่เกาะเต่า ซึ่งบริเวณรอบเกาะเต่ามีพื้นที่แนวปะการังธรรมชาติประมาณ 1.61 ตารางกิโลเมตร (หรรษา และคณะ, 2542) ซึ่งสัตว์เกาะติดที่พบทั้งหมดมีน้อยกว่าของ อานุภาพ (2556) โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดบนโครงเหล็กทรงลูกบาศก์ บริเวณหาดสังวาล จังหวัดชลบุรี พบสัตว์เกาะติดทั้งหมด 52 ชนิด แบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดังนี้ ฟองน้ำ 12 ชนิด ปะการัง 12 ชนิด หนอนท่อ 1 ชนิด ไบรโอซัว 2 ชนิด หอยสองฝา 11 ชนิด เพรียงหิน 1 ชนิด และเพรียงหัวหอม 13 ชนิด เนื่องจากพื้นที่วางโครงเหล็กทรงลูกบาศก์ อยู่ที่ความลึก 7 เมตร และใกล้ชายฝั่ง ทำให้พบสัตว์เกาะติดเป็นจำนวนมาก แต่เรือหลวงสัตกูดวางอยู่ความลึก 28 เมตร มีปัจจัยจำกัดในเรื่องความลึก ทำให้สิ่งมีชีวิตที่พบไม่มีความหลากหลายมากนัก จากการสำรวจและเก็บข้อมูลสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงกูดของ สุชาย และคณะ (2555) พบสัตว์เกาะติด 43 ชนิด แบ่งเป็น 6 กลุ่ม ดังนี้ ฟองน้ำ 15 ชนิด ปะการัง 21 ชนิด หนอนท่อ 1 ชนิด ไบรโอซัว 2 ชนิด หอยสองฝา 3 ชนิด และเพรียงหัวหอม 1 ชนิด เนื่องจากการสำรวจบนเรือหลวงกูดครั้งนี้ เก็บข้อมูลหลังจากวางเรือหลวงกูดลงสู่ทะเลแล้ว 9 ปี จึงพบชนิดและกลุ่มของสัตว์เกาะติดที่จำนวนมาก แต่ในการศึกษาของผู้วิจัย เก็บข้อมูลในช่วงระยะเวลาการวางเรือที่สั้นกว่า จึงพบจำนวนชนิดสัตว์เกาะติดน้อยกว่า

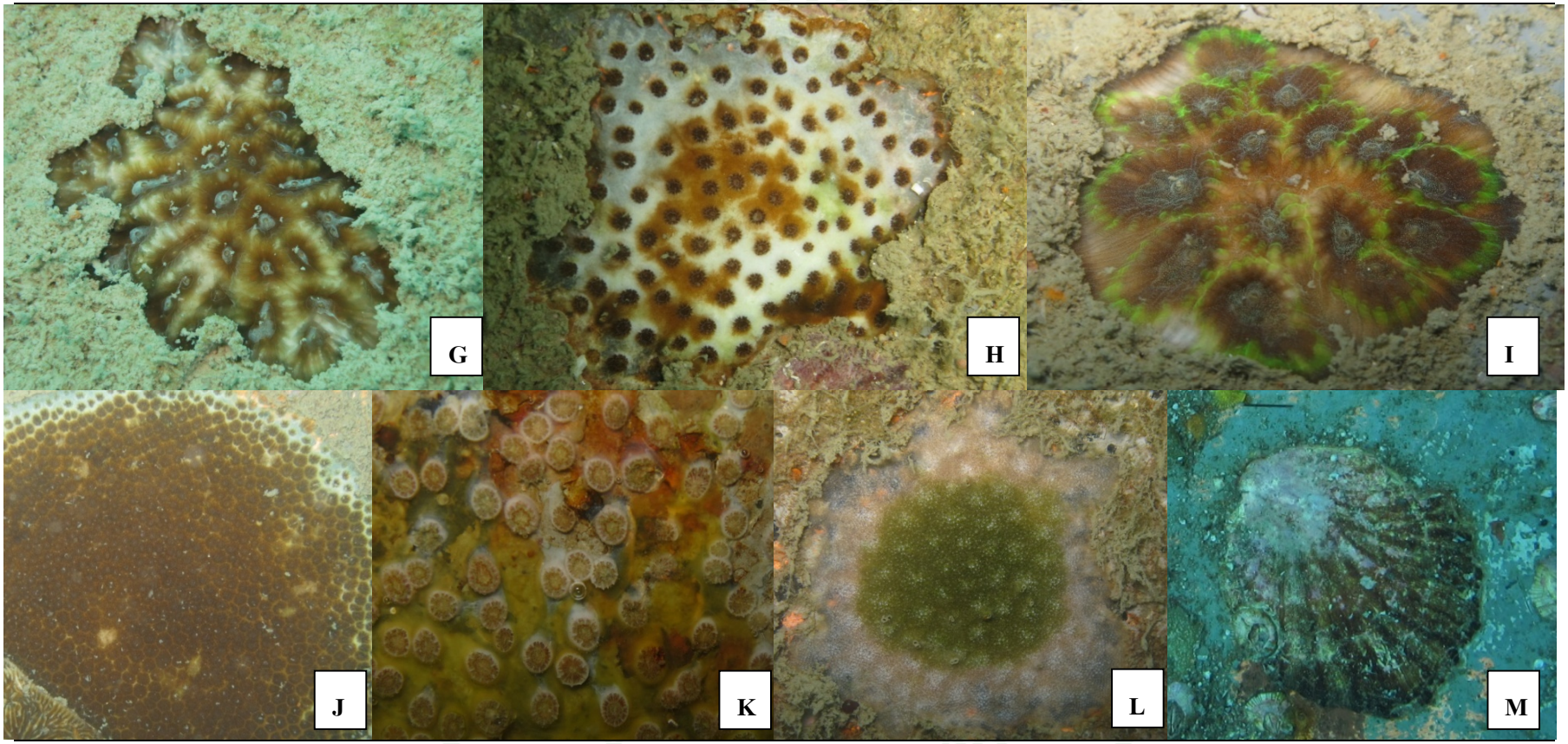
ในกรณีศึกษาสัตว์เกาะติดบนเรือหลวง Brisbane ใน ปี 2008 ของ Schlacher-Hoenlinger *et al.* (2006) ทำการศึกษาหลังจากวางเรือไปแล้วเป็นเวลา 3 ปี (วางเรือในปี 2005) พบสัตว์เกาะติดทั้งหมด 74 ชนิด โดยแบ่งเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ ฟองน้ำ ปะการัง หนอนท่อ หองสองฝา ไบรโอซัว และเพรียงหัวหอม โดยพบสัตว์เกาะติดในกลุ่มเพรียงหัวหอม และปะการังมากที่สุด เนื่องจากทางกรมอุทยานแห่งชาติของรัฐควีนส์แลนด์ มีใบอนุญาตให้ผู้ประกอบการเพียง 2 บริษัทเท่านั้น ที่สามารถพานักท่องเที่ยวไปดำน้ำได้ และจำกัดจำนวนนักดำน้ำไม่เกิน 10 คนต่อวัน(Department of National Parks, Recreation, Sport and Racing, 2014) ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตได้รับการรบกวนจากการท่องเที่ยวดำน้ำน้อยมาก จึงพบสัตว์เกาะติดหลากหลายชนิด แต่จากการสำรวจของภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล (2557) พบว่าบริเวณเรือหลวงสัตกูดไม่มีการจำกัดจำนวนนักดำน้ำในแต่ละวัน จึงมีนักดำน้ำใช้ประโยชน์ไม่น้อยกว่า 100 คนต่อวัน โดยปรกตินักดำน้ำ 1 คนจะมีการสัมผัส หรือแตะสิ่งมีชีวิตบริเวณแนวปะการังธรรมชาติอย่างน้อย 40 ครั้งต่อการดำน้ำ 1 ครั้ง (Harriott *et al.*, 1997) ดังนั้นนักดำน้ำที่มีพฤติกรรมการสัมผัสปะการัง จะสร้างความเสียหายต่อปะการัง (วรัญญา ภรณ์, 2557) และส่งผลกระทบต่อการลงเกาะของสัตว์เกาะติด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



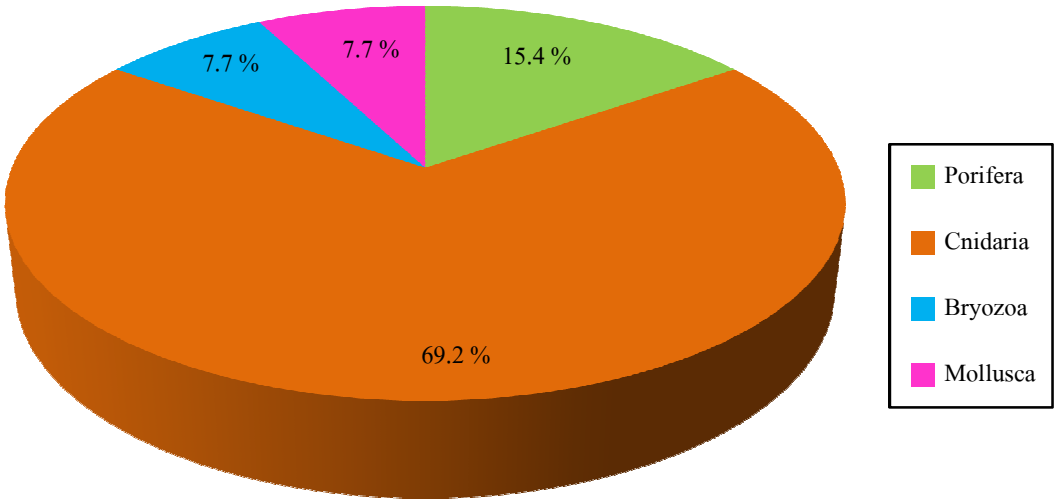
ภาพที่ 37 สัตว์เกาะติดที่พบจากการเก็บข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูด A: ฟองน้ำเคลือบ (*Mycale (Zygomycale)* sp.), B: ฟองน้ำฝังตัวสีแดง (*Mycale (Mycale)* sp.), C: ปะการังดำ (*Antipathes* sp.), D: ปะการังดอกเห็ดเล็ก (*Cycloseris* sp.), E: แส้ทะเล (*Junceella* sp.), F: ปะการังใบหิน (*Lithophyllon* sp.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 38 สัตว์เกาะติดที่พบจากการเก็บข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูด G: ปะการังสมองร่องสั้น (*Platygyra* sp.), H: ปะการังดาวเล็ก (*Cyphastrea serailia*), I: ปะการังวงแหวน (*Favia* sp.), J: ปะการังดาวช่องเหลี่ยม (*Leptastrea* sp.), K: ปะการังวงศ์ Caryophylliidae , L: ไบรโอซัวเคลือบหิน (*Schizoporella* sp.), M: หอยนางรม (*Striostrea* sp.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

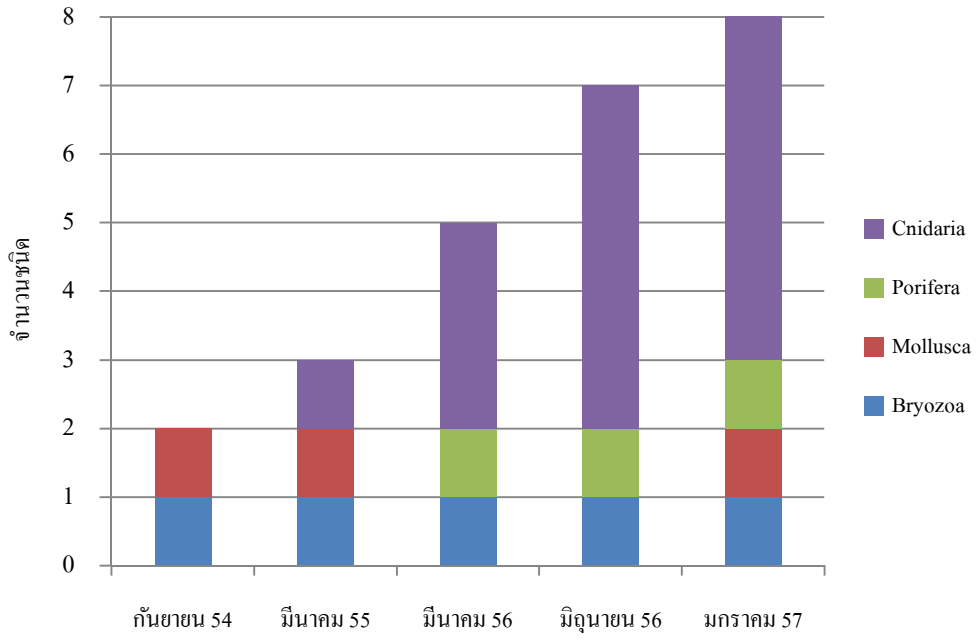


ภาพที่ 39 สัดส่วนร้อยละของกลุ่มสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 การเปลี่ยนแปลงของชนิดสัตว์เกาะติดตามระยะเวลา

จากการเลือกเก็บข้อมูลแบบการกำหนดจุดที่แน่นอน และศึกษาด้วยวิธี Photo Quadrats โดยเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง พบสัตว์เกาะติดมีการเปลี่ยนแปลงของจำนวนชนิดตามระยะเวลา ดังนี้



ภาพที่ 40 การเปลี่ยนแปลงจำนวนชนิดของสัตว์เกาะติด จากการเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง

เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 พบสัตว์เกาะติดจำนวน 2 ชนิด จาก 2 กลุ่ม ได้แก่ หอยสองฝา และไบรโอซัว (ภาพที่ 40)ซึ่งมีจำนวนชนิดน้อยกว่า การศึกษาของอานุภาพ (2556) ที่พบสัตว์เกาะติดหลังจากการวางโครงเหล็กทรงลูกบาศก์ไปแล้ว 3 เดือน พบสัตว์เกาะติดทั้งหมด 24 ชนิด จาก 6 ไฟลัม โดยพบกลุ่มหอยสองฝามากที่สุด รองลง คือ เพรียงหัวหอม ฟองน้ำ ไบรโอซัว และปะการัง ตามลำดับ ซึ่งสัตว์เกาะติดที่ลงเกาะในระยะแรกเป็นกลุ่มที่มีวงจรในช่วงระยะตัวอ่อนสั้น ทำให้สามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะที่สามารถลงเกาะได้อย่างรวดเร็ว และเมื่อเวลาผ่านไปจะส่งผลให้สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้มีความหนาแน่นมากขึ้น เช่น ไบรโอซัว เพรียงหัวหอม เพรียงหิน หอยสองฝา เป็นต้น (Pongsuwan *et al.*, 1993)

เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 พบสัตว์เกาะติดจำนวน 3 ชนิด จาก 3 กลุ่ม ซึ่งกลุ่มสัตว์เกาะติดที่เพิ่มขึ้น คือ กลุ่มปะการัง จำนวน 1 ชนิด (ภาพที่ 40) โดยกลุ่มปะการังสามารถลงเกาะได้เมื่อมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

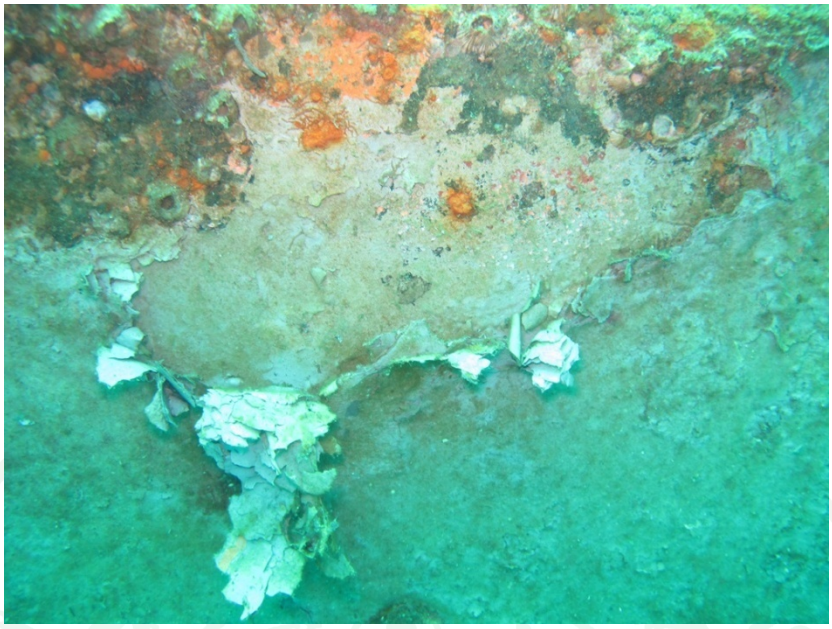
แผ่นฟิล์มเมือกบางๆ ที่เรียกว่า ไบโอฟิล์ม (biofilm) เคลือบบนพื้นผิวเพื่อให้พื้นผิวเหมาะสำหรับการยึดเกาะ และเกิดการสะสมของ calcareous cement (Abarzua and jakubowski, 1995) ซึ่งในตัวปะการังมีการสร้างโครงสร้างหินปูนเช่นกัน (calcareous skeleton)

เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 พบสัตว์เกาะติดจำนวน 5 ชนิด จาก 3 กลุ่ม มีสัตว์เกาะติดเพิ่มขึ้น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มฟองน้ำ 1 ชนิด และกลุ่มปะการัง 2 ชนิด ดังนั้นในเดือนนี้จึงพบจำนวนชนิดสัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังมากที่สุด และพบว่ามีสัตว์เกาะติดหายไป 1 กลุ่ม คือ หอยสองฝา (ภาพที่ 40) โดยระหว่างการเก็บข้อมูลเริ่มพบการหลุดลอกของสีทาเคลือบผิวเรือ (ภาพที่ 41) ซึ่งหอยสองฝาที่เกาะติดสามารถหลุดลอกไปกับสีทาเคลือบผิวเรือ และปลิวหายไปกับกระแสน้ำ นอกจากนี้การหายไปของหอยสองฝา เกิดจากสัตว์เกาะติดที่มีลักษณะการดำรงชีวิตคล้ายกับหอยสองฝาเพิ่มมากขึ้น เช่น ฟองน้ำ เพรียงหัวหอม จึงมีการแย่งอาหาร และที่อยู่อาศัย (วัฒนา และ สุรเสน, 2544) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงจำนวนชนิดของสัตว์เกาะติดในเดือนนี้ แตกต่างกับการศึกษาของ อานุภาพ (2556) ทำการติดตามการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดบนโครงเหล็กทรงลูกบาศก์ บริเวณหาดสังวาล จังหวัดชลบุรี เป็นระยะเวลา 10 เดือน โดยพบกลุ่มหอยสองฝามากที่สุด แต่กลุ่มไนดาเรียมีจำนวนชนิดลดลง เนื่องจากช่วงที่เก็บข้อมูลเกิดเหตุการณ์ปะการังฟอกขาว

เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556 พบสัตว์เกาะติดจำนวน 7 ชนิด จาก 3 กลุ่ม โดยกลุ่มสัตว์เกาะติดที่เพิ่มขึ้น คือ กลุ่มปะการัง มี 2 ชนิด (ภาพที่ 40) ทำให้ในเดือนนี้พบจำนวนชนิดสัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังมากที่สุด โดยการเพิ่มขึ้นของสัตว์ในกลุ่มนี้อาจเกิดจากสีทาเคลือบผิวเรือเกิดการลอกร่อน และหลุดออก (ระหว่างการเก็บข้อมูลพบการหลุดลอกของสีทาเคลือบผิวเรือจำนวนมาก) เนื่องจากสีทาเรือที่ใช้ส่วนใหญ่ ประกอบด้วยสารพวกทองแดง ปรอท สารหนู ซึ่งเป็นพิษต่อสัตว์เกาะติด แต่พวกแบคทีเรียและไดอะตอมมีความคงทนต่อสารพิษเหล่านั้น สามารถลงเกาะได้ก่อน และมีการขับเมือก ช่วยให้สารพิษที่เป็นอันตรายต่อสัตว์เกาะติดลดน้อยลง (Perkins, 1974) ดังนั้นเมื่อสีทาเคลือบผิวเรือหลุดลอกออกไป สารพิษบนพื้นผิวเรือลดน้อยลง ทำให้พื้นผิวเรือเหมาะสมต่อการลงเกาะ สัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังจึงสามารถลงเกาะได้มากขึ้น

เดือนมกราคม พ.ศ. 2557 พบสัตว์เกาะติดจำนวน 8 ชนิด จาก 4 กลุ่ม (ภาพที่ 40) โดยกลุ่มสัตว์เกาะติดที่เพิ่มขึ้น คือ หอยสองฝา มีจำนวน 1 ชนิด การที่หอยสองฝาสามารถกลับมาลงเกาะได้อีกครั้ง มีส่วนจากการที่สีทาเคลือบผิวเรือได้หลุดลอกออกไปจนหมดในพื้นที่เก็บข้อมูล ทำให้พื้นผิวเหมาะสมต่อการลงเกาะ และจากการศึกษาฤดูกาลวางไข่ของหอยนางรมที่ตำบลแหลมแท่น จังหวัดชลบุรีของ ไพโรจน์ (2510) พบว่า หอยนางรมมีการวางไข่ตลอดทั้งปี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 41 การหลุดลอกของสีทาเคลือบผิวเรือ บนเรือหลวงสัตกูด

นำจำนวนชนิดของสัตว์เกาะติด มาวิเคราะห์องค์ประกอบชนิดของสัตว์เกาะติด เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา โดยใช้ความชุกชุมทางชนิด (Species Richness) หรือความมากชนิด มาวิเคราะห์ พบว่าค่าความชุกชุมทางชนิดเพิ่มขึ้นทุกครั้งที่เก็บข้อมูล โดยในเดือนมกราคม 2557 มีค่าความชุกชุมทางชนิดสูงสุด ซึ่งเป็นเดือนสุดท้ายที่เก็บข้อมูลพบสัตว์เกาะติดทั้งหมด 8 ชนิด (ตารางที่ 4) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าจำนวนชนิดของสัตว์เกาะติดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลา สอดคล้องกับการศึกษาของ เสาวภา และคณะ(2551) พบว่าปริมาณและความหลากหลายของชนิดสัตว์เกาะติดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอายุของปะการังเทียม และจากการเก็บข้อมูลครั้งสุดท้าย จำนวนชนิดของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูดมีแนวโน้มเริ่มคงที่ แต่ยังไม่ทราบแน่ชัดว่าการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสัตว์เกาะติด (Ecological succession) อยู่ที่จุดสูงสุด (climax) ของการเปลี่ยนแปลงหรือไม่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

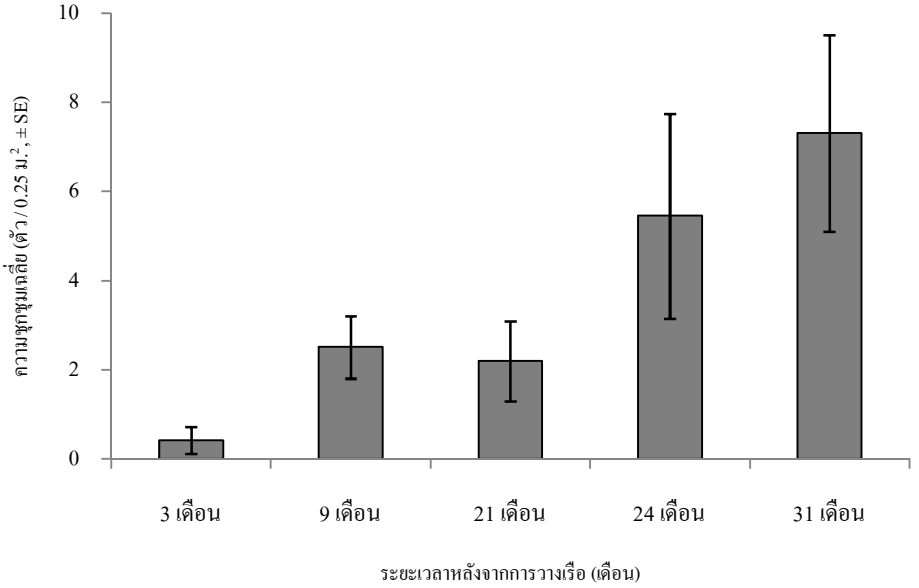
ตารางที่ 4 กลุ่ม จำนวนชนิด และความชุกชุมทางชนิด (Species Richness) ของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูด จากการเลือกเก็บข้อมูลแบบการกำหนดจุดที่แน่นอน จำนวน 5 ครั้ง (ใช้ตารางนับข้อมูลขนาด 50x50 เซนติเมตร เก็บข้อมูลจำนวน 30 ซ้ำ)

กลุ่มสัตว์เกาะติด	**กันยายน 54**	**มีนาคม 55**	**มีนาคม 56**	**มิถุนายน 56**	**มกราคม 57**
ฟองน้ำ	0	0	1	1	1
ปะการัง	0	1	3	5	5
ไบรโอซัว	1	1	1	1	1
หอยสองฝา	1	1	0	0	1
species richness	**2**	**3**	**5**	**7**	**8**

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณสัตว์เกาะติดตามระยะเวลา

ศึกษาปริมาณของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ด้วยวิธีการนับจำนวนตัวหรือนับโคโลนีของสัตว์เกาะติดที่ได้จากการวางตารางนับข้อมูล และการเลือกเก็บข้อมูลแบบการกำหนดจุดที่แน่นอน เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสัตว์เกาะติด จำนวน 5 ครั้ง โดยพบสัตว์เกาะติดมีปริมาณสูงสุดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 (31 เดือนหลังจากการวางเรือ) มีปริมาณเฉลี่ย 7.31 ± 2.2 ตัวต่อตารางนับข้อมูล (Mean±SE) รองลงมาพบในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556 (24 เดือนหลังจากการวางเรือ) เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 (9 เดือนหลังจากการวางเรือ) เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 (21 เดือนหลังจากการวางเรือ) และเดือนกันยายน พ.ศ. 2554 (3 เดือนหลังจากการวางเรือ) ตามลำดับ (ภาพที่ 42)



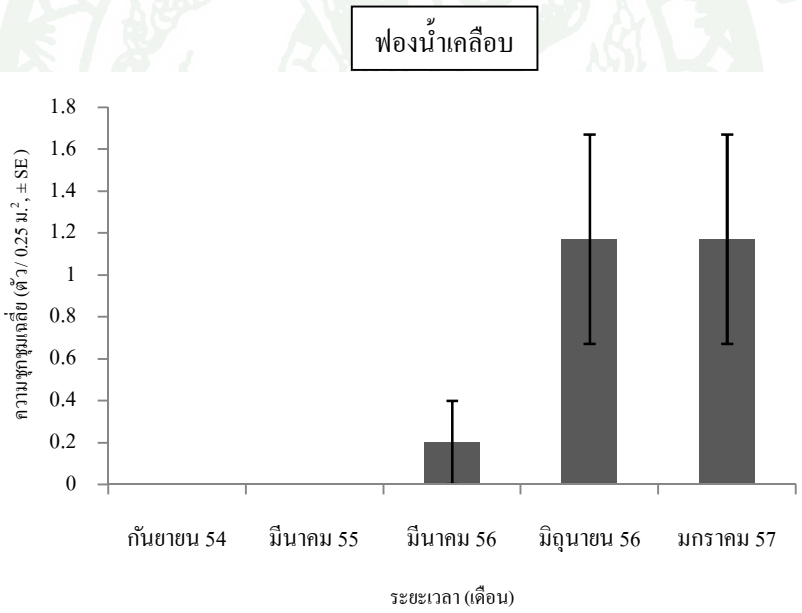
ภาพที่ 42 ความชุกชุมเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, ±SE) ในแต่ละครั้งที่ทำการเก็บข้อมูลบนเรือหลวงสัตกูด

จากการศึกษาทั้งหมด 5 ครั้ง พบสัตว์เกาะติดมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา แม้ว่าในระยะเวลา 21 เดือนหลังจากการวางเรือ พบสัตว์เกาะติดมีปริมาณลดลงเล็กน้อย ซึ่งเป็นผลมาจากการหลุดลอกของสีทาเคลือบผิวเรือ ส่งผลให้สัตว์เกาะติดหลุดออกไปพร้อมกับสีทาเคลือบผิวเรือ แต่หลังจากที่สีทาเคลือบผิวเรือได้หลุดลอกไปจนหมด ทำให้สัตว์เกาะติดสามารถลงเกาะได้อีกครั้ง และมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลา นอกจากการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสัตว์เกาะติดที่พบในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูลแล้ว จากการศึกษาพบว่าปริมาณของสัตว์เกาะติดแต่ละชนิด มีการเปลี่ยนแปลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามระยะเวลา ซึ่งในส่วนนี้จะอธิบายเฉพาะสัตว์เกาะติดที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัดเจน มีรายละเอียดดังนี้

ฟองน้ำเคลือบ พบครั้งแรกในเดือนมีนาคม 2556 (21 เดือนหลังจากการวางเรือ) โดยมีปริมาณสูงสุดในเดือนมิถุนายน 2556 และลดลงในเดือนมกราคม 2557 (ภาพที่ 43) ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ Schlacher-Hoenlinger *et al.* (2006) ที่พบฟองน้ำหลังจากวางเรือหลวง Brisbane ประเทศออสเตรเลีย ในเดือนที่ 6 และการศึกษาชนิดสัตว์เกาะติดบนโครงเหล็กทรงลูกบาศก์ของอานุภาพ (2556) ที่หาดสังวาล จังหวัดชลบุรี พบฟองน้ำหลังวางปะการังเทียม 1 เดือน เนื่องจากพื้นที่วางปะการังเทียมอยู่ที่ความลึก 7 เมตร และใกล้แนวปะการังธรรมชาติ สำหรับปริมาณฟองน้ำในเดือนมกราคม 2557 มีปริมาณใกล้เคียงกับฟองน้ำในเดือนมิถุนายน 2556 เนื่องจากการนับปริมาณฟองน้ำ นับเป็นโคโลนี เมื่อเวลาผ่านไป แม้ว่าโคโลนีฟองน้ำ 2 ตัว เชื่อมติดกัน ยังคงนับปริมาณฟองน้ำเป็น 2 ตัว

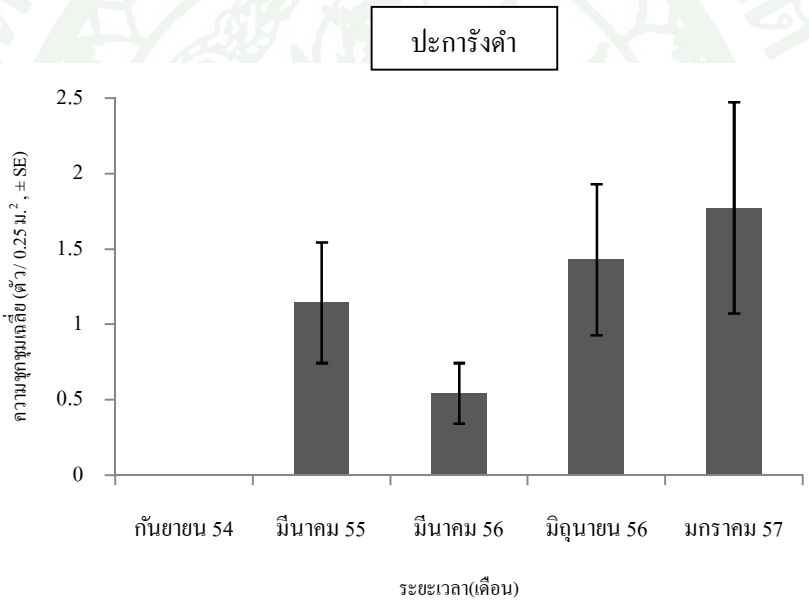


ภาพที่ 43 ความชุกชุมเฉลี่ยของฟองน้ำเคลือบ (ตัว/0.25 ม.^{2}, ±SE) ในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล

ปะการังดำ สามารถพบได้ทั่วไปในเรือหลวงสัตกูดเป็นจำนวนมาก โดยพบครั้งแรกในเดือนมีนาคม 2555 และหลังจากนั้นพบตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณสูงสุดในเดือนมกราคม 2557 เนื่องจากพื้นที่วางเรือหลวงสัตกูด อยู่ใกล้กับหินพีวี ซึ่งเป็นแนวปะการังธรรมชาติและเป็นจุดดำน้ำที่มีปะการังดำอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก ทำให้ตัวอ่อนปะการังดำสามารถแพร่กระจายอยู่

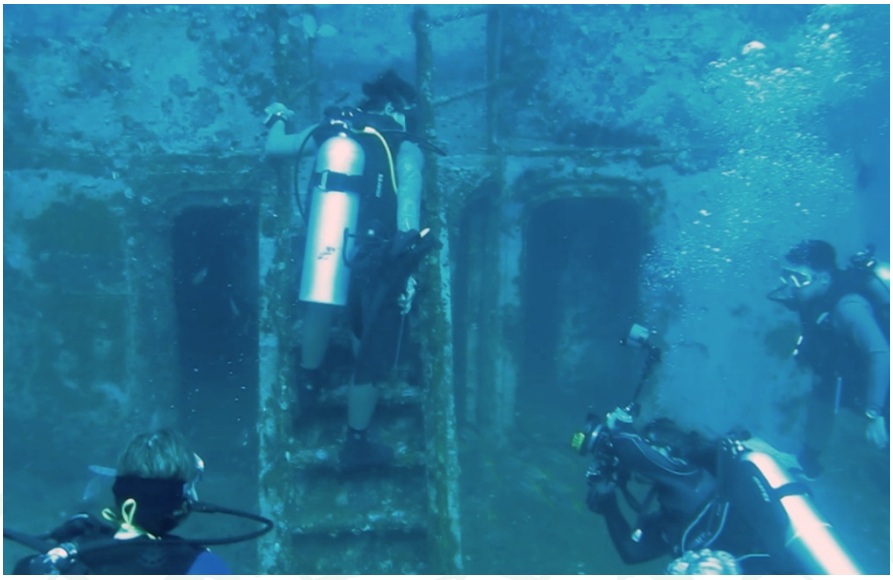
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในบริเวณเรือหลวงสัตกูด และสามารถลงเกาะได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากเรือหลวงสัตกูดมีพื้นผิวแข็งและอยู่ในระดับความลึกใกล้เคียงกับหินพีวี เช่นเดียวกับการศึกษาของ นลินี และคณะ (2546) พบว่าปะการังเทียมที่มีการจัดสร้างใกล้กับแหล่งปะการังธรรมชาติ จะพบสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังธรรมชาติมาลงเกาะ และพัฒนาเป็นสังคมแนวปะการังได้ในที่สุด จากภาพที่ 44 พบว่า ปริมาณปะการังดำในเดือนมีนาคม 2556 มีปริมาณลดน้อยลง โดยระหว่างการเก็บข้อมูลผู้วิจัยพบนักดำน้ำเข้ามาเหยียบ สัมผัส พื้นผิวบนเรือหลวงสัตกูด (ภาพที่ 45) ซึ่งในช่วงนี้เป็นช่วงที่ปะการังดำยังมีขนาดเล็กส่งผลให้ตัวปะการังดำหลุดหาย แต่หลังจากนั้นพบปริมาณปะการังดำเพิ่มมากขึ้น ตามระยะเวลา จากการศึกษาด้านชีววิทยาและนิเวศวิทยาปะการังดำ ของ Wagner *et al.* (2012) กล่าวว่า โดยทั่วไปปะการังดำสามารถทนต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ ทำให้สามารถเจริญเติบโต และขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 44 ความชุกชุมเฉลี่ยของปะการังดำ (ตัว/0.25 ม.^{2}, ±SE)ในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล

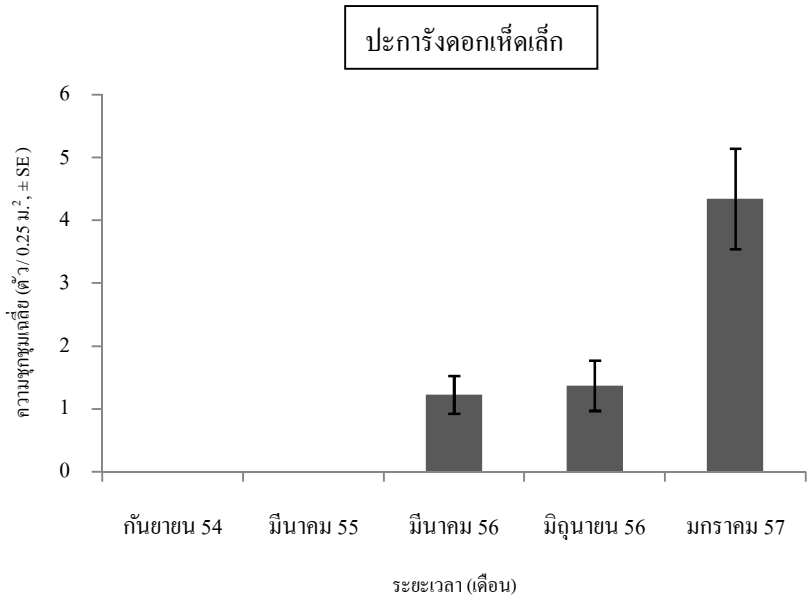
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 45 นักดำน้ำสัมผัสและเหยียบพื้นผิวของเรือหลวงสัตกูด

ปะการังดอกเห็ดเล็ก เป็นปะการังที่พบได้ทั่วไปในแนวปะการังของเกาะเต่า (Hoeksema *et al.*, 2012) โดยพบครั้งแรกในเดือนมีนาคม 2556 (หลังจากการวางเรือหลวงสัตกูด 1 ปี) เนื่องจากในปี 2553 เกิดเหตุการณ์ปะการังฟอกขาวทั้งในฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน ซึ่งการฟอกขาวของปะการังส่งผลต่อรอบการพัฒนาการสืบพันธุ์ ความดกไข่ ขนาดของไข่ อัตราการปฏิสนธิ รวมถึงความสามารถในการลงเกาะและการรอดตายของตัวอ่อน (Randall and Szmant, 2009) และการจากการสำรวจแนวปะการังบริเวณเกาะเต่าของ ศิรชัย (2556) พบว่าหลังจากเหตุการณ์ปะการังฟอกขาวในปี 2553 ทำให้ในปี 2554 ไม่มีการปล่อยไข่ของปะการังเกิดขึ้นในพื้นที่เกาะเต่า เนื่องจากปะการังเกิดความเสียหายจึงจำต้องสงวนพลังงานไว้เพื่อฟื้นฟูตัวเองแทนการปล่อยไข่ หลังจากที่ปะการังสามารถฟื้นฟูตัวเองได้ จึงพบปะการังดอกเห็ดตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีปริมาณสูงสุดในเดือนมกราคม 2557 (ภาพที่ 46)

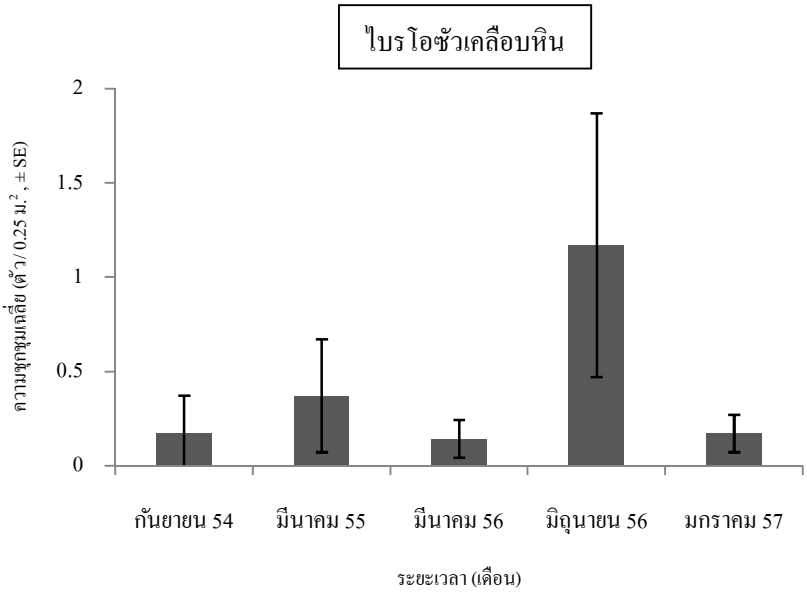
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 46 ความชุกชุมเฉลี่ยของปะการังดอกเห็ดเล็ก (ตัว/0.25 ม.^{2}, ±SE) ในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล

ไบรโอซัวเคลือบหิน พบได้ตั้งแต่ 3 เดือนแรกหลังจากการวางเรือหลวงสัตกูด โดยตั้งแต่เดือนกันยายน 2554 จนถึงเดือนมีนาคม 2555 พบปริมาณไบรโอซัวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย หลังจากนั้นในเดือนมีนาคม 2556 ไบรโอซัวมีปริมาณลดลง ซึ่งจากการศึกษาสิ่งมีชีวิตบนเรือหลวง Brisbane ประเทศออสเตรเลียของ Schlacher-Hoenlinger *et al.* (2006) พบว่าเมื่อฟองน้ำเริ่มเข้าอาศัยปริมาณของไบรโอซัวจะลดลง เนื่องจากฟองน้ำสามารถสร้างสารทุติยภูมิ (secondary metabolite) หรือสารที่ช่วยยับยั้งการลงเกาะ เพื่อเพิ่มโอกาสในการแย่งพื้นที่ลงเกาะได้มากขึ้น(Chanas *et al.*, 1996) สอดคล้องกับผลการศึกษาของผู้วิจัยในเดือนมีนาคม 2556 ที่พบฟองน้ำเคลือบเริ่มลงเกาะ และในเดือนมิถุนายน 2556 พบไบรโอซัวมีปริมาณสูงสุด เนื่องจากมีฟองน้ำเคลือบเริ่มเข้าอาศัย ซึ่งเป็นการทดแทนใหม่ และเป็นการแก่งแย่งพื้นที่เข้าอาศัย ส่งผลให้สัตว์เกาะติดที่มีเข้าอาศัยก่อนหน้านั้น คือ ไบรโอซัวเคลือบหิน ต้องเพิ่มปริมาณสูงขึ้น เพื่อแข่งขันแย่งชิงพื้นที่กับสัตว์เกาะติดชนิดอื่นๆ (Castro and Huber, 2005) หลังจากนั้นในเดือนมกราคม 2557 ไบรโอซัวเคลือบหินมีปริมาณลดลง เนื่องจากการนับปริมาณไบรโอซัว ผู้วิจัยนับเป็นโคโลนีคล้ายกับการนับของฟองน้ำ เมื่อเวลาผ่านแต่ละโคโลนีของไบรโอซัวเริ่มเชื่อมต่อกัน ดังนั้นโคโลนีของไบรโอซัวจึงมีขนาดใหญ่ขึ้น แต่จำนวนโคโลนีลดน้อยลง ซึ่งจากการเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง พบว่า ไบรโอซัวเป็นสัตว์เกาะติดชนิดเดียวที่พบตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา สอดคล้องกับอานุภาพ (2556) ที่พบไบรโอซัวตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาเช่นกัน (ภาพที่ 47)

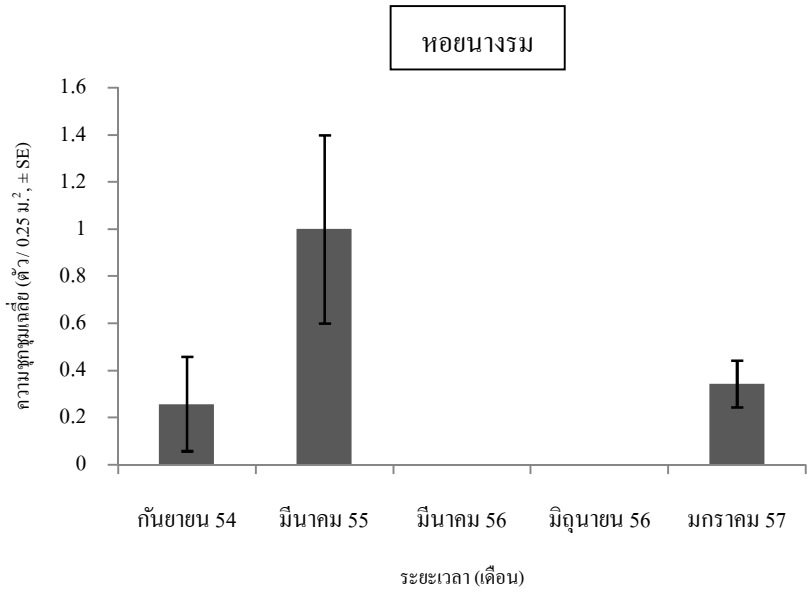
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 47 ความชุกชุมเฉลี่ยของไบรโอซัวเคลือบหิน (ตัว/0.25 ม.^{2}, ±SE) ในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล

หอยนางรม เป็นสัตว์เกาะติดที่พบได้ในตั้งแต่ 3 เดือนแรกหลังจากการวางเรือหลวงสัตกูดเช่นเดียวกับไบรโอซัว เนื่องจากวงจรในช่วงระยะตัวอ่อนสั้น สามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะลงเกาะได้อย่างรวดเร็ว (Pongsuwan *et al.,* 1993) โดยในเดือนมีนาคม 2555 มีปริมาณหอยนางรมสูงสุด หลังจากนั้นในเดือนมีนาคม 2556 และมิถุนายน 2556 ไม่พบหอยนางรม ซึ่งจากการสำรวจในพื้นที่เก็บข้อมูลบางส่วนพบเพียงฝาเปลือกหอยนางรมเท่านั้นแต่ไม่พบตัวหอย จึงนับว่าไม่พบหอยนางรม และบางส่วนมีร่องรอยของการหลุดลอกของสีทาผิวเรือ ส่งผลให้หอยนางรมที่เกาะติดกับผนังเรือหลุดออกไปพร้อมกับสีทาเคลือบผิวเรือ นอกจากนี้ยังพบว่าปัจจัยที่มีผลให้หอยนางรมมีปริมาณลดลง คือ สัตว์ที่กินหอยนางรมเป็นอาหาร เช่น ปลานกแก้ว และการแย่งพื้นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตจำพวกเพรียงหิน และ ฟองน้ำ (ธีระนันท์ และคณะ, 2526) หลังจากนั้นในเดือนมกราคม 2557 พบหอยนางรมในพื้นที่เก็บข้อมูล เนื่องจากสีทาเคลือบผิวเรือได้หลุดลอกออกไปหมด ส่งผลให้หอยนางรมสามารถลงเกาะได้อีกครั้ง และจากการศึกษาฤดูวางไข่ของหอยนางรมที่ตำบลแหลมแท่น จังหวัดชลบุรีของ ไพโรจน์ (2510) พบว่า หอยนางรมมีการวางไข่ได้ตลอดทั้งปี (ภาพที่ 48)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 48 ความชุกชุมเฉลี่ยของหอยนางรม (ตัว/0.25 ม.^{2}, ±SE) ในแต่ละครั้งของการเก็บข้อมูล

1.4 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสัตว์เกาะติด (Ecological succession)

จากการเก็บข้อมูลตั้งแต่เริ่มต้น จนถึงครั้งสุดท้าย (กันยายน 2554 - มกราคม 2557) เมื่อแยกพิจารณาเป็นช่วงเวลา สามารถแบ่งการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูดออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้ (ภาพที่ 49, 50)

1.4.1 ระยะที่ 1 (9 เดือนหลังจากการวางเรือ)

พบจำนวนชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดค่อนข้างต่ำ โดยสัตว์เกาะติดที่ลงเกาะในช่วงนี้ พบ 3 ชนิด ได้แก่ ไบรโอซัวเคลือบหิน หอยนางรม และปะการังดำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาสังคมสิ่งมีชีวิตที่เกาะติดบนแหล่งอาศัยสัตว์ทะเล ที่สร้างขึ้นบริเวณอ่าวจีโน แถบทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ประเทศอิตาลีของ Relini *et. al.* (1994) พบไบรโอซัว และหอยสองฝา ในระยะเวลา 9 เดือน เนื่องจากสัตว์เกาะติดทั้ง 2 ชนิด มีวงจรชีวิตในช่วงระยะตัวอ่อนสั้น ทำให้สามารถพัฒนาเข้าสู่ระยะที่สามารถลงเกาะได้อย่างรวดเร็ว (Pongsuwan *et al.,* 1993) และปะการังดำที่มีวงจรชีวิตในระยะตัวอ่อนเพียง 10 วัน ก่อนจะพัฒนาเข้าสู่ระยะลงเกาะ (Tazioli *et al*., 2007) จึงพบในระยะแรกหลังจากการวางเรือหลวงสัตกูดเช่นกัน และจากการศึกษาการเกาะของสิ่งมีชีวิตบนวัสดุต่างๆ บริเวณอ่าวไผ่ จังหวัดชลบุรี ของแช่มช้อย (2521) พบว่าสัตว์เกาะติดที่ลงเกาะบนวัสดุมีการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา โดยมีการเปลี่ยนแปลงของกลุ่มสัตว์เกาะติดในช่วง 6 เดือนแรก ได้แก่ เพรียงหิน ไบรโอ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซัว หอยสองฝา ฟองน้ำ และหนอนท่อ จากทฤษฎีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ ในระยะแรกจะเป็นกระบวนการที่สิ่งมีชีวิตเข้าอาศัย บริเวณที่ไม่เคยมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ก่อน หรือเข้าไปแทนที่ในบริเวณที่เคยมีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ก่อน โดยมีสิ่งมีชีวิตที่เกิดขึ้นลำดับแรก เรียกว่า ผู้บุกเบิก (pioneer) (Abarzua and jakubowski, 1995) ซึ่งบริเวณพื้นผิวของปะการังเทียมจะดูดซึมสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ (biopolymer) จากในน้ำมาไว้ที่ผิวหน้า เกิดเป็นสารเคมีที่ทำหน้าที่ดึงดูดแบคทีเรียให้ลงเกาะ จากนั้นแบคทีเรียจะสร้างฟิล์มเมือกบางๆ ที่เรียกว่า ไบโอฟิล์ม (biofilm) เพื่อดึงดูดให้สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ลงเกาะ (Wahl, 1989)

1.4.2 ระยะที่ 2 (24 เดือนหลังจากการวางเรือ)

ในระยะนี้พบชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดเพิ่มขึ้น โดยสัตว์เกาะติดเพิ่มขึ้นจากระยะที่ 1 มีจำนวน 5 ชนิด ได้แก่ ฟองน้ำเคลือบ ปะการังดอกเห็ดเล็ก แส้ทะเล ปะการังใบหิน และปะการังสมองร่องสั้น และพบสัตว์เกาะติดหายไป 1 ชนิด คือ หอยนางรม เนื่องจากพื้นผิวเรือมีการเคลือบของสารไบโอฟิล์ม เหมาะสมต่อการลงเกาะของสิ่งมีชีวิต มีการสะสมของสารประเภทแคลเซียมคาร์บอเนต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหนึ่งในปะการัง จึงพบสัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังมากขึ้น (Wahl, 1989; Abarzua and Jekubowski, 1995) Danovaro *et al.* (2002) กล่าวว่าบริเวณที่มีการสร้างปะการังเทียม มีการสะสมของตะกอนเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะตะกอนที่เกิดจากอินทรียวัตถุ ซึ่งมีธาตุอาหารสะสมอยู่เป็นจำนวนมาก ดังนั้นในระยะนี้จึงพบการลงเกาะของฟองน้ำ เนื่องจากฟองน้ำเป็นสัตว์กรองกินอินทรีย์สารในน้ำทะเลผ่านเข้าช่องตัว แต่หอยนางรมไม่สามารถอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีตะกอนทับถมมาก เนื่องจากลักษณะทางชีววิทยาของหอยสองฝาที่ใช้เหงือกในการกรองอาหารจากมวลน้ำ ทำให้มีโอกาสได้รับตะกอนสะสมและอุดตันบริเวณซี่เหงือก (ธีระพงศ์, 2550) อีกสาเหตุหนึ่งคาดว่าเกิดจากการหลุดลอกของสีเคลือบผิวทาเรือ ตามที่ได้กล่าวไปแล้วในข้างต้น (หัวข้อ 1.2 และ 1.3) ซึ่งในระยะนี้สามารถเกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่ระหว่างสัตว์เกาะติดบางชนิดได้ เช่น ฟองน้ำเคลือบสามารถลงเกาะ หรือเคลือบบริเวณที่พบเปลือกหอยนางรมได้จนกลายเป็นตัวยึดเกาะในอันดับที่ 2 (secondary settlement)

สำหรับสัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังที่เริ่มลงเกาะมากในระยะนี้ ส่วนหนึ่งเกิดจากการที่ปะการังสามารถฟื้นฟูตัวเองได้ หลังจากได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์ปะการังฟอกขาวในปี 2553 เนื่องจากการฟอกขาวของปะการัง ส่งผลต่อการพัฒนาการสืบพันธุ์ อัตราการปฏิสนธิ รวมถึงความสามารถในการลงเกาะ ซึ่งปะการังแต่ละชนิดมีการฟื้นตัวไม่เท่ากัน (มาฆมาส, 2548; Randall and Szmant, 2009) แตกต่างจากการศึกษาของอานุภาพ (2556) ที่พบการลงเกาะของปะการังตั้งแต่ 3

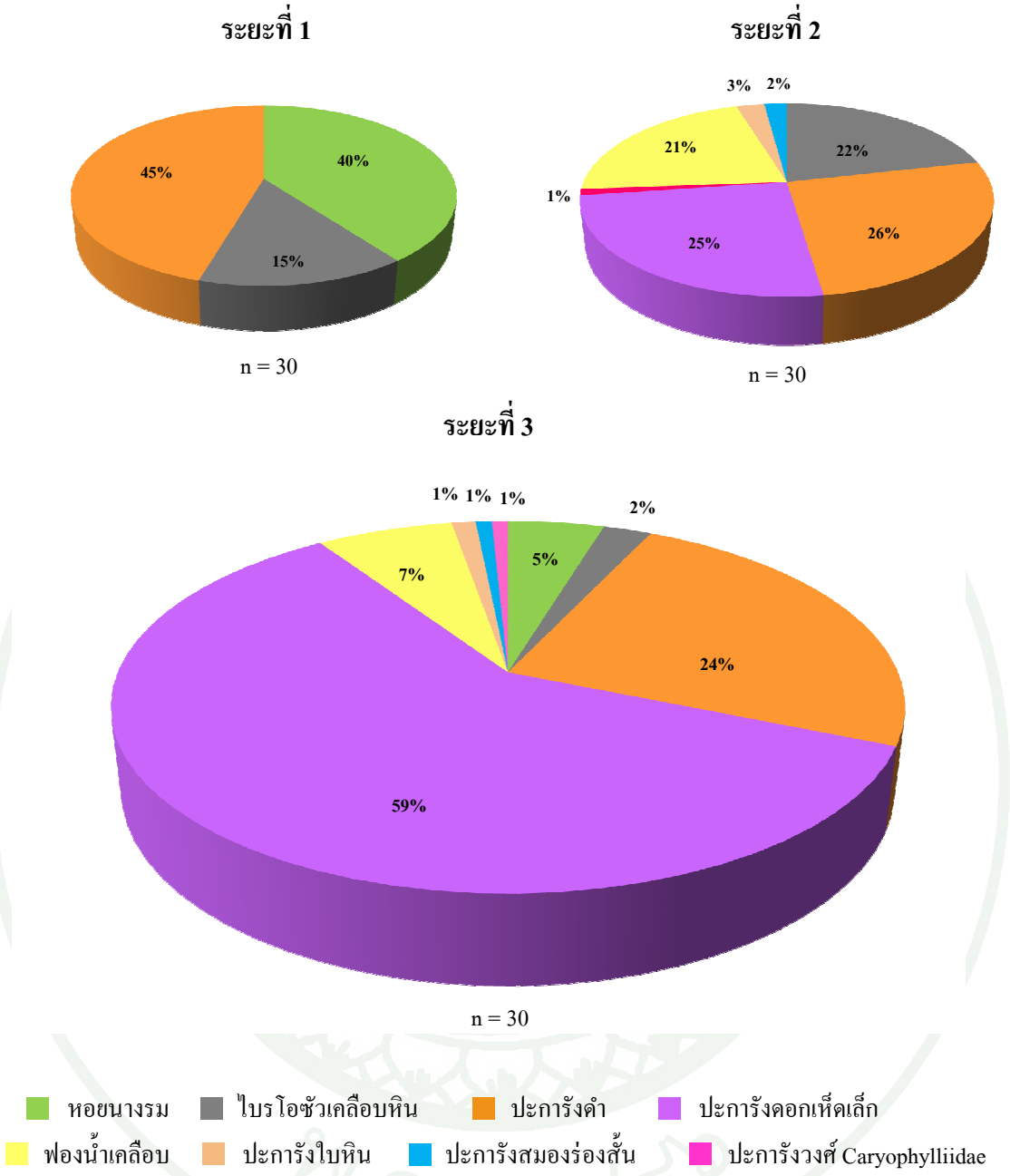
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เดือนแรกหลังจากการวางโครงเหล็กลูกบาศก์ เนื่องจากพื้นที่วางปะการังเทียมอยู่ใกล้แนวปะการังธรรมชาติหาดสังวาล ส่งผลให้ตัวอ่อนของปะการังสามารถลงเกาะได้อย่างรวดเร็ว

1.4.3 ระยะที่ 3 (31 เดือนหลังจากการวางเรือ)

ในระยะนี้เป็นระยะสุดท้ายที่ทำการศึกษา พบสัตว์เกาะติดเพิ่มขึ้นเพียง 2 ชนิด ได้แก่ ปะการังวงศ์ Caryophylliidae และ หอยนางรมที่กลับมาลงเกาะอีกครั้ง โดยสัตว์เกาะติดที่พบในระยะที่ 2 มีปริมาณเพิ่มขึ้น สำหรับปะการังวงศ์ Caryophylliidae สามารถพบได้ในบริเวณที่มีความลึกและมีความขุ่นมาก โดยจะพบบริเวณกองหินใต้น้ำหรือเรือจม (Mei *et al.*, 2012) ส่วนหอยนางรมที่กลับเข้ามาลงเกาะอีกครั้ง เกิดจากสีทาเคลือบผิวเรือได้หลุดออกไปจนหมด พื้นผิวเรือจึงเกิดความเหมาะสมต่อการลงเกาะ และพบสัตว์เกาะติดหายไป 1 ชนิด คือ แส้ทะเล จากการสังเกตระหว่างการเก็บข้อมูลพบว่า มีนักดำน้ำสัมผัส และเหยียบพื้นผิวของเรือ ส่งผลให้สัตว์เกาะติดเกิดความเสียหายหรือหลุดปลิวไปกับกระแสน้ำ ในระยะนี้สัตว์เกาะติดมีการเปลี่ยนแปลง บางชนิดมีปริมาณเพิ่มขึ้น บางชนิดมีปริมาณลดลง และบางชนิดมีปริมาณคงที่ เนื่องจากสัตว์เกาะติดแต่ละชนิดมีการแข่งขันแก่งแย่งพื้นที่ลงเกาะเพื่อการเจริญเติบโต จนมีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นเป็นลำดับขั้นไปเรื่อยๆ ในท้ายที่สุดจะได้สังคมสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างไปจากเดิม (Abarzua and jakubowski, 1995) แต่ยังไม่ทราบแน่ชัดว่า การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสัตว์เกาะติด จะอยู่ที่จุดสูงสุดของการเปลี่ยนแปลงแทนที่เมื่อใด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 49 เปอร์เซ็นต์ของชนิดสัตว์เกาะติดในการเปลี่ยนแปลงแทนที่ บนเรือหลวงสัตกูด จำนวน 3 ระยะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 50 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. เปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตามปัจจัยระดับความลึกที่แตกต่างกัน ปัจจัยแสงบริเวณที่มีแสงและไม่มีแสง และ ปัจจัยตะกอนพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน

2.1 เปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตามปัจจัยระดับความลึก

เก็บข้อมูลชนิดสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ในแนวขนานกับพื้นท้องทะเล และพื้นที่เปิด (ควบคุมปัจจัยตะกอนและแสง) ที่ระดับความลึกแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 18 เมตร (ด้านบนดาดฟ้าสะพานเดินเรือ) 22 เมตร (ดาดฟ้าสะพานเดินเรือ) และ 25 เมตร (สะพานเดินเรือ) โดยเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง ผลจากการศึกษาพบว่า ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 ชนิดของสัตว์เกาะติดมีการลงเกาะน้อยมาก (ตารางผนวกที่ 2) จนไม่สามารถอธิบายความแตกต่างในแต่ละระดับความลึกได้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงใช้ผลการศึกษาเฉพาะในเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2556 และมกราคม พ.ศ. 2557 เพื่อดูแนวโน้มของกลุ่มสัตว์เกาะติดในแต่ละระดับความลึก (ภาพที่ 51)ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

จากการศึกษาสัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังแข็งบนเรือหลวงสัตกูด พบว่าสัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังแข็งสามารถอยู่ได้ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 18 - 25 เมตร (ภาพที่ 52)โดยปะการังสมองร่องสั้น อยู่ที่ระดับความลึก 18 เมตร ปะการังใบหินอยู่ที่ระดับความลึก 22 เมตร และปะการังดอกเห็ดเล็กสามารถอยู่ได้ทั้ง 3 ระดับความลึก เนื่องจากปะการังทั้ง 3 ชนิด มีสาหร่ายซูแซนแทลลี (zooxanthellae) อาศัยอยู่ภายในเนื้อเยื่อปะการัง จึงต้องการแสงในการสังเคราะห์อาหารเพื่อตัวมันเองและให้แก่ปะการัง นอกจากนี้การสังเคราะห์แสงของซูแซนเทลลี ยังช่วยในการสร้างหินปูนในปะการัง และพัฒนาจนกลายเป็นแนวปะการังได้ (สุนัดดา, 2541) โดยปะการังแข็งที่พบส่วนใหญ่ลงเกาะที่ระดับความลึก 18 และ 22 เมตร แต่มีเพียงปะการังดอกเห็ดเล็กเท่านั้น ที่สามารถลงเกาะได้ที่ระดับความลึก 25 เมตร จากการศึกษาของ Titlyanov *et al*. (1981) พบว่าปะการังดอกเห็ดเล็กสามารถปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมบริเวณที่มีแสงสว่างน้อยได้เป็นอย่างดี และจากการศึกษาของ Claereboudt and Hoeksema (1987) ที่ประเทศปาปัวนิวกินี พบว่าปะการังเห็ดสามารถอยู่ได้ที่ระดับความลึก ตั้งแต่ 12-42 เมตร

ผลจากการศึกษาปะการังดำ พบว่าปะการังดำลงเกาะที่ระดับความลึกตั้งแต่ 22-25 เมตร (ภาพที่ 52) ซึ่งระดับความลึกที่ปะการังดำสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุด คือ 25 เมตร จากการสำรวจการแพร่กระจายของปะการังดำในต่างประเทศ พบว่า ปะการังดำชนิดนี้อาศัยอยู่ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 20 - 50 เมตร (Colin and Arneson, 1997; Allen and Steene, 1998; Oakley, 1988; Tazioli *et al.*,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2007; Bo *et al*., 2009) และจากการศึกษาของ Monteiro *et al.* (2008) พบว่าเมื่อปะการังดำชนิด *Antipathes* ลงเกาะที่ระดับความลึกน้อยกว่า 50 เมตร จะพบอาศัยอยู่ตามถ้ำ รอยแยก หรือในพื้นที่ที่มีแสงน้อย (Cairns, 2007) และมีความขุ่นของน้ำค่อนข้างมาก (Parrish and Baco, 2007)

จากการศึกษาฟองน้ำเคลือบ พบว่าสามารถลงเกาะได้ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 18-22 เมตร ซึ่งจากภาพที่ 52 ฟองน้ำเคลือบมีแนวโน้มลงเกาะที่ระดับความลึก 18 มากกว่า 22 เมตร เนื่องจากระหว่างการเก็บข้อมูลพบการแบ่งแยกของชั้นน้ำบริเวณเรือหลวงสัตกูดอย่างชัดเจนที่ระดับความลึก 18 เมตร (ภาพที่ 52) การแบ่งแยกของชั้นน้ำเป็นผลให้มีการหมุนเวียนของธาตุอาหารและสารอินทรีย์ได้เป็นอย่างดี (สุขใจ และคณะ, 2548) เนื่องจากฟองน้ำกินอินทรีย์สารในน้ำทะเลด้วยการกรอง (Filter feeder) น้ำผ่านตัว (ศักดิ์อนันต์ และคณะ, 2551) ดังนั้นบริเวณที่มีอินทรีย์สารเป็นจำนวนมากย่อมเป็นพื้นที่ที่เหมาะสำหรับการเจริญเติบโตและอยู่อาศัยของฟองน้ำ (อานุภาพ, 2556) สอดคล้องกับการศึกษาความหลากหลายของฟองน้ำ หมู่เกาะมาตรา จังหวัดชุมพรของ คมสัน (2552) พบฟองน้ำเคลือบบนก้อนหิน ที่ระดับความลึก 11 เมตร และจากการศึกษาฟองน้ำสกุล *Mycale* บริเวณรัฐฮาวายของ Coles and Bolick (2007) พบว่า ฟองน้ำสกุล *Mycale* ลงเกาะบนพื้นผิวเรือที่ระดับน้ำตื้นมากกว่าที่ลึก ซึ่งฟองน้ำส่วนใหญ่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะแสงที่เป็นปัจจัยจำกัดการอยู่รอดของฟองน้ำ (Putchakarn, 2006)

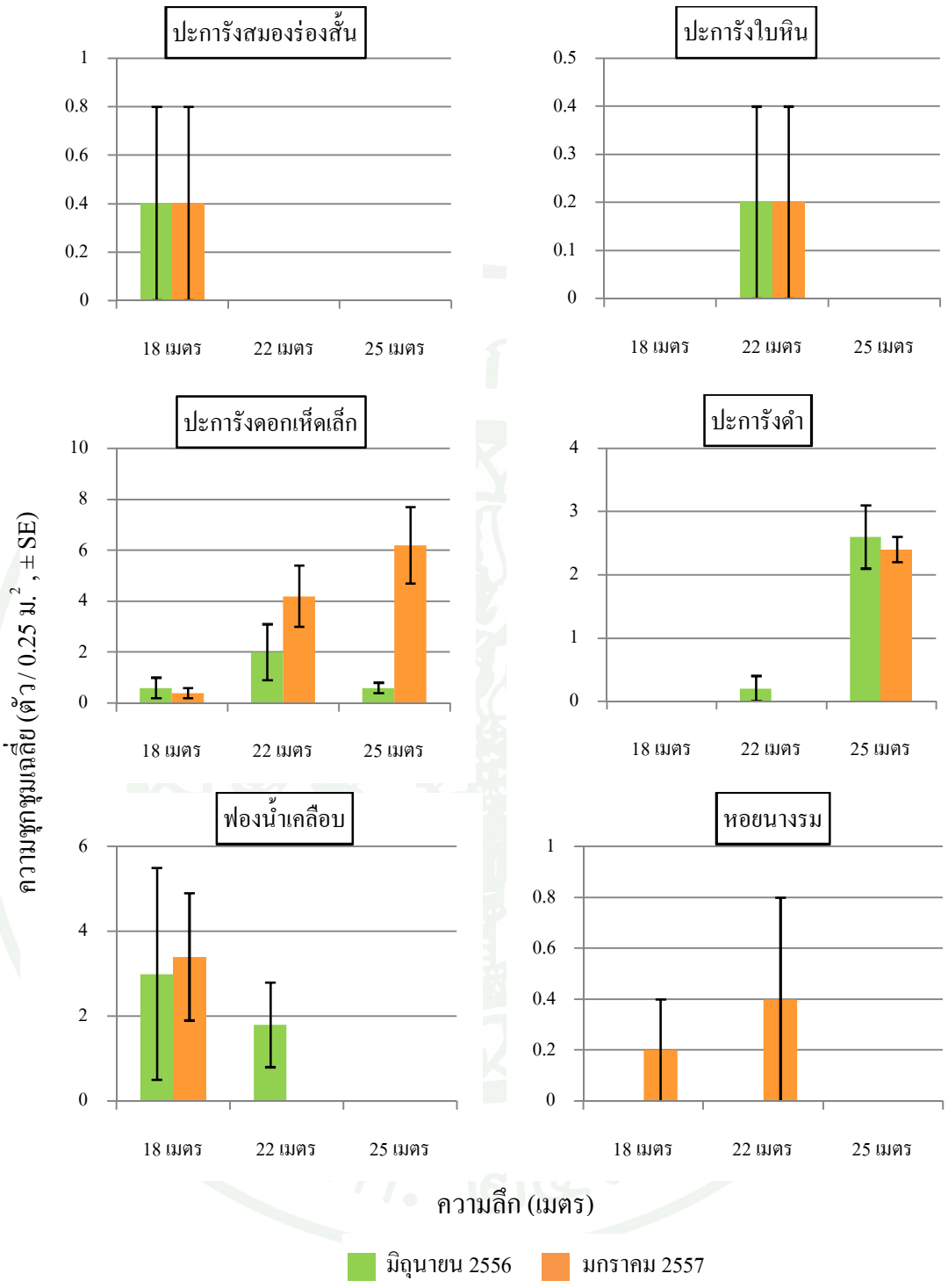
สำหรับหอยนางรมสามารถลงเกาะได้ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 18-22 เมตร สอดคล้องกับการศึกษาของ Schlacher-Hoenlinger *et al.* (2006) ศึกษาสิ่งมีชีวิตบนเรือหลวง Brisbane ประเทศออสเตรเลีย พบหอยนางรมที่ระดับความลึก 18 เมตร แต่ไม่พบที่ระดับความลึก 23 เมตร เนื่องจากระหว่างการเก็บข้อมูลพบการแบ่งแยกของชั้นน้ำบริเวณเรือหลวงสัตกูดอย่างชัดเจนที่ระดับความลึก 18 เมตร ทำให้ที่ระดับความลึกนี้มีการหมุนเวียนของธาตุอาหารเป็นจำนวนมาก และหอยนางรมใช้เหงือกในการกรองอาหารจากมวลน้ำ ดังนั้นที่ระดับความลึกนี้จึงเหมาะสำหรับการลงเกาะของหอยนางรม แต่ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 22 เมตร เป็นต้นไป มีการสะสมของตะกอนเป็นจำนวนมาก และน้ำมีความขุ่น หากหอยนางรมลงเกาะที่ระดับความลึกนี้มีโอกาสที่ตะกอนสะสมและอุดตันบริเวณซี่เหงือก จากการศึกษาของศักดิ์อนันต์ และคณะ (2551) บนตู้รถไฟกองลึก บริเวณบ้านตือลาฆอปาลัด จังหวัดนราธิวาส พบว่า บริเวณที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำน้อยกว่า จะพบอัตราส่วนของหอยนางรมสูง (ภาพที่ 52)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



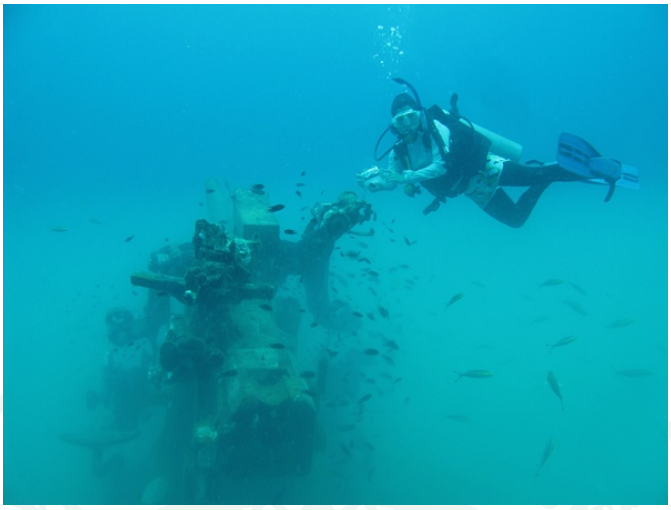
ภาพที่ 51 จำนวนชนิดของกลุ่มสัตว์เกาะติด ในแต่ละระดับความลึก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 52 ความชุกชุมเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, ± SE) ที่พบในแต่ละระดับความลึก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 53 การแบ่งชั้นน้ำอย่างชัดเจนบริเวณป้อมปืนด้านหน้าของเรือหลวงสัตกูด

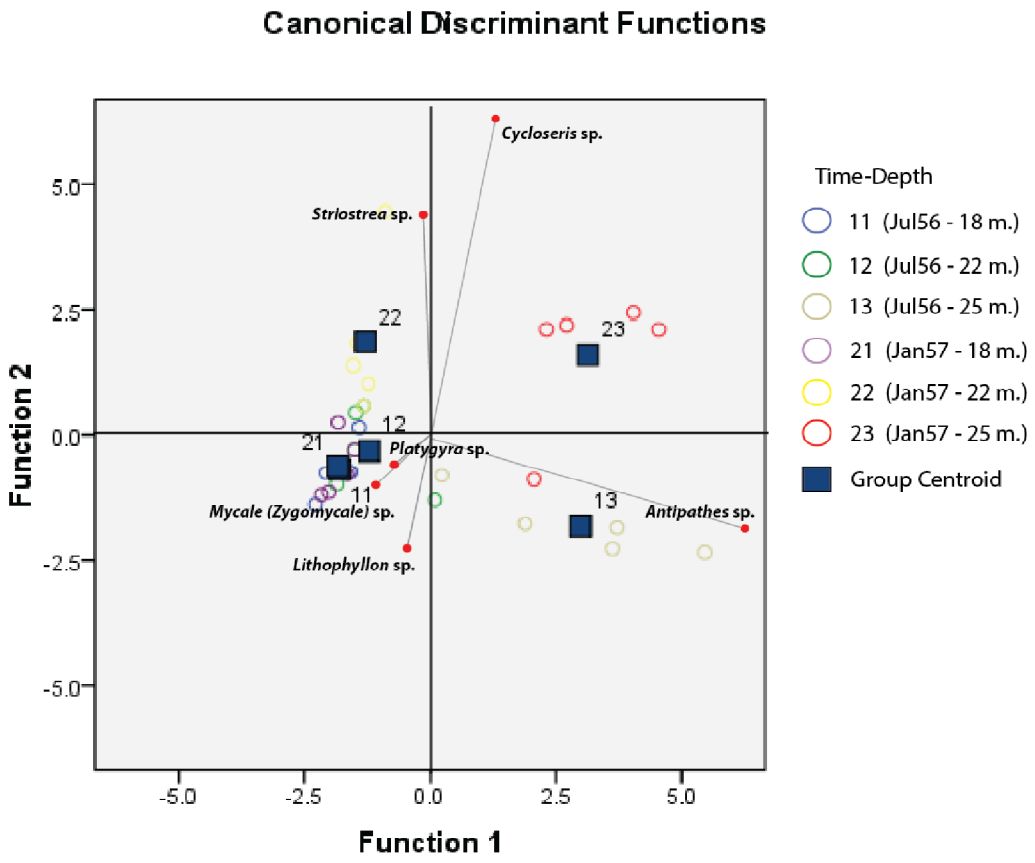
จากการทดสอบทางสถิติด้วย Two - way MANOVA พบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างความลึกและเวลา ($p>0.05$) แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงตามความลึกไม่ขึ้นอยู่กับเวลา ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากปัจจัยหลัก พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ระหว่างเวลา และ ระหว่างความลึก ($p<0.05$) (ตารางที่ 5)

เพื่อให้เห็นลักษณะความแตกต่างอย่างชัดเจน จึงพิจารณาจากแผนภาพ Biplot (ภาพที่ 54) จากผลการวิเคราะห์ Canonical Discriminant Analysis (CDA) พบว่า แต่ละเวลาและความลึกมีองค์ประกอบสัตว์เกาะติดที่แตกต่างกัน แบ่งออกเป็น 2 เวลา และ 3 ความลึก ดังนี้ ในส่วนของเวลา เวลาที่ 1 (มิถุนายน 2556) พบฟองน้ำเคลือบ (*Mycale (Zygomycale)* sp.) ปะการังดำ (*Antipathes* sp.) ปะการังใบหิน (*Lithophyllon* sp.) และปะการังสมองร่องสั้น (*Platygyra* sp.) และเวลาที่ 2 (มกราคม 2557) พบหอยนางรม (*Striostrea* sp.) และ ปะการังดอกเห็ดเล็ก (*Cycloseris* sp.) ในส่วนของความลึก ความลึกที่ 1 (18 เมตร) พบฟองน้ำเคลือบ (*Mycale (Zygomycale)* sp.) ปะการังใบหิน (*Lithophyllon* sp.) และปะการังสมองร่องสั้น (*Platygyra* sp.) ความลึกที่ 2 (22 เมตร) พบหอยนางรม (*Striostrea* sp.) และความลึกที่ 3 (25 เมตร) พบปะการังดำ (*Antipathes* sp.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ MANOVA (Wilks's Lambda) จากผลของเวลาและความลึกของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด

Effect	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
time	0.4651	3.6412	6	19	0.014
depth	0.0856	7.6599	12	38	0.000
time * depth	0.5596	1.0666	12	38	0.413

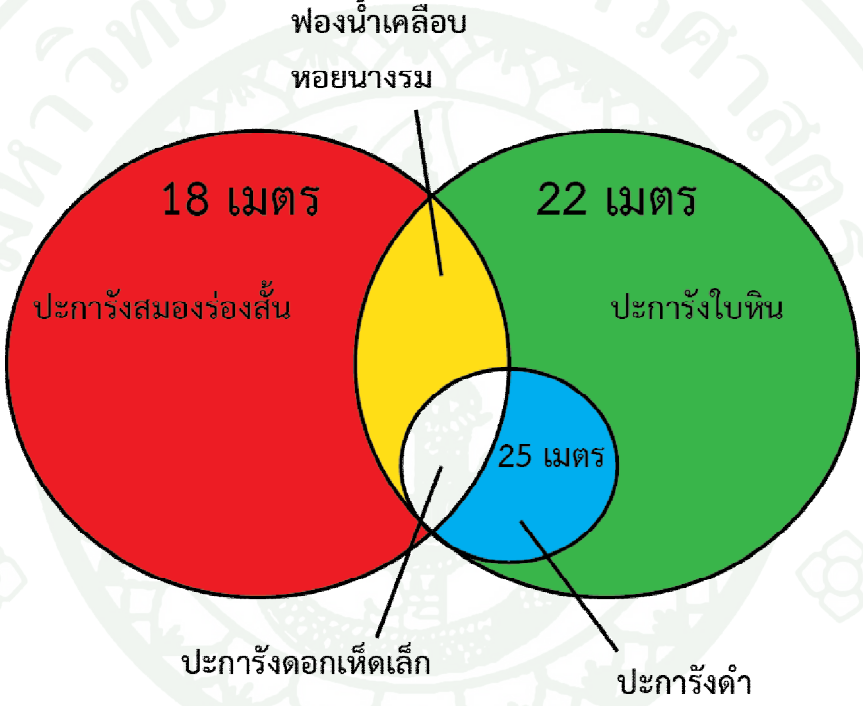


ภาพที่ 54 Biplot จากผลการวิเคราะห์การแบ่งกลุ่ม (Canonical Discriminant Analysis) ของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตามเวลาและความลึก

เมื่อพิจารณาชนิดสัตว์เกาะติดในแต่ละระดับความลึก พบว่า ปัจจัยสำคัญที่มีผลให้สัตว์เกาะติดแต่ละชนิดสามารถอยู่ได้ที่หลากหลายระดับความลึกได้ คือ แสง ซึ่งขึ้นอยู่กับชีววิทยา และการปรับตัวของสัตว์เกาะติดในแต่ละชนิด โดยสัตว์เกาะติด 1 ชนิดสามารถอยู่ได้มากกว่าระดับความลึกเดียว (ภาพที่ 55) ทำให้เกิดความแตกต่างของสังคมสัตว์เกาะติดในแต่ละความลึก โดยในแต่ละ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับความลึกสามารถพบสัตว์เกาะติดชนิดเด่นค่อนข้างชัดเจน เช่น ที่ระดับความลึก 18 - 22 เมตร ส่วนใหญ่ พบฟองน้ำ หอยนางรม และปะการัง และที่ความลึก 25 เมตร พบปะการังดำ และปะการังดอกเห็ดเล็กเป็นชนิดเด่น ซึ่งข้อมูลในส่วนนี้มีประโยชน์สำหรับการวางเรือหรือปะการังเทียมในอนาคต หากต้องการให้เรือหรือปะการังเทียมเป็นที่อยู่อาศัยของปะการังแข็งและปะการังดำ และเป็นแหล่งท่องเที่ยวใต้น้ำ ระดับความลึกที่ควรวางเรือ คือ ประมาณ 22-25 เมตร ซึ่งจากการศึกษาของ Tseng *et al.* (2001) ได้กล่าวว่า ความลึกของระดับน้ำที่เหมาะสมต่อการจัดวางปะการังเทียมต้องมีความลึกประมาณ 20-30 เมตร



ภาพที่ 55 ชนิดสัตว์เกาะติดที่พบได้ในแต่ละระดับความลึกบนเรือหลวงสัตกูด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 เปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตามปัจจัยแสง

จากการเก็บข้อมูลชนิดสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูดตามปัจจัยแสง คือ บริเวณที่รับแสง และบริเวณที่อับแสง โดยเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง ในแนวขนานกับพื้นท้องทะเล (แนวราบ) เฉพาะที่ระดับความลึก 25 เมตร เพื่อควบคุมปัจจัยตะกอนและความลึก ผลจากการศึกษาพบว่า ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 ชนิดของสัตว์เกาะติดมีการลงเกาะน้อยมาก (ตารางผนวกที่ 3) จนไม่สามารถอธิบายความแตกต่างตามปัจจัยแสงที่ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจน ดังนั้น จึงใช้ผลการศึกษาเฉพาะในเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2556 และมกราคม พ.ศ. 2557 เพื่อดูแนวโน้มของสัตว์เกาะติดบริเวณที่รับแสงและอับแสง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

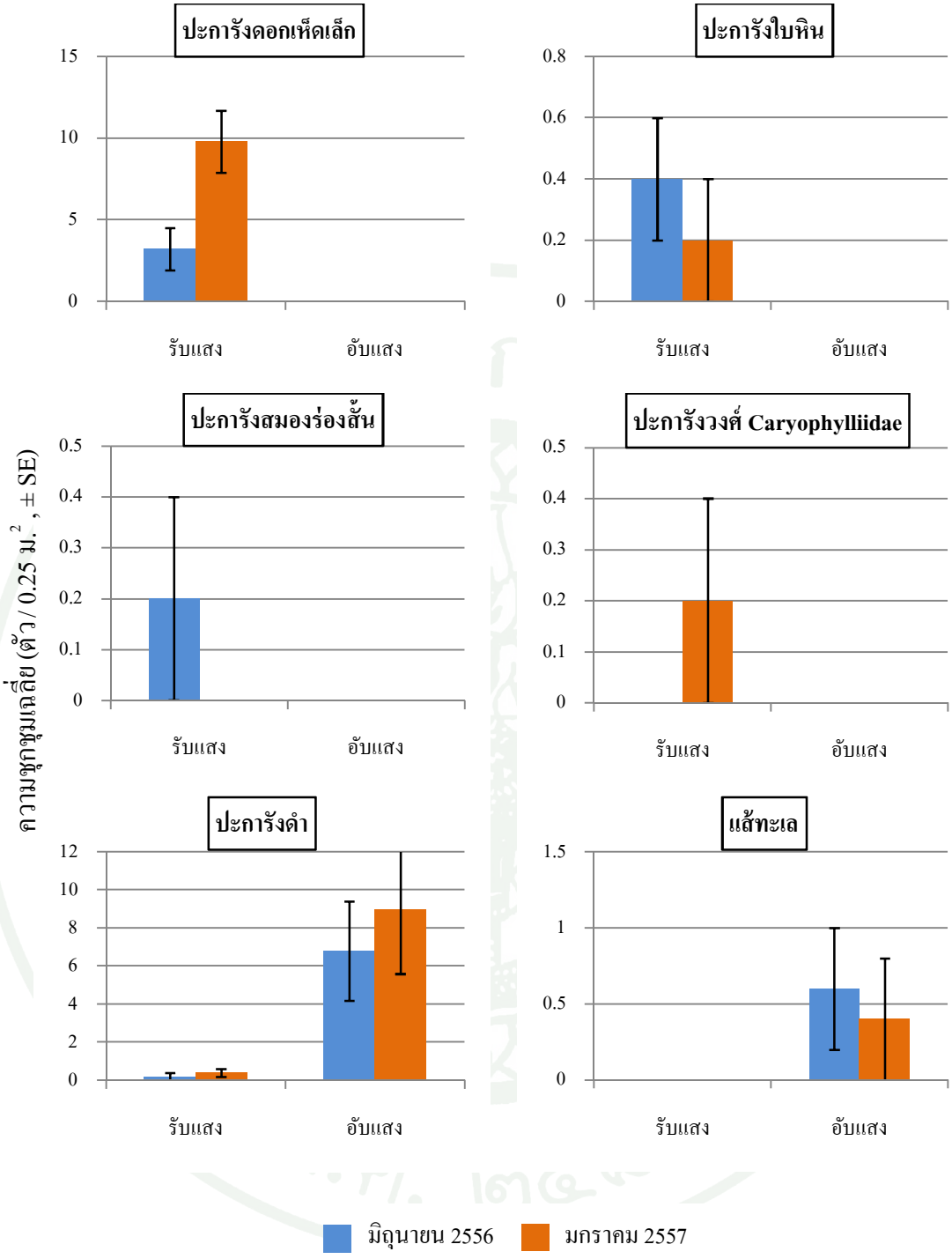
จากการศึกษาสัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังแข็งบนเรือหลวงสัตกูด พบว่าสัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังแข็งทั้งหมดพบในบริเวณที่รับแสง ได้แก่ ปะการังดอกเห็ดเล็ก ปะการังใบหิน ปะการังสมองร่องสั้น และ ปะการังวงศ์ Caryophylliidae แม้ว่าการเก็บข้อมูลครั้งนี้เก็บเฉพาะที่ระดับความลึก 25 เมตร ซึ่งตามหลักการของแสง เมื่อแสงส่องผ่านลงในน้ำทะเล แสงที่มีความยาวคลื่นมาก จะถูกดูดกลืนได้ดี คือ แสงสีแดงถูกดูดกลืนที่ความลึก 5 เมตร และ แสงสีเขียวถูกดูดกลืนที่ความลึก 15 เมตร แต่แสงที่มีความยาวคลื่นน้อย จะสามารถส่องผ่านลงไปในน้ำทะเลได้ดี คือ แสงสีน้ำเงิน ที่สามารถส่องผ่านลงไปในน้ำทะเลได้มากกว่า 100 เมตร (ธรณ์ และ ปริญญา, ม.ป.ป.) ฉะนั้นที่ระดับความลึก 25 เมตร แสงสามารถส่องผ่านลงมาถึง จึงสามารถพบปะการังแข็ง เนื่องจากสาหร่ายซูแซนเทลลี ที่อาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อปะการัง ต้องการแสงเพื่อช่วยในการสังเคราะห์อาหารเพื่อตัวมันเองและให้แก่ปะการัง นอกจากนี้การสังเคราะห์แสงของซูแซนเทลลี ยังช่วยในการสร้างหินปูนในปะการังและพัฒนาจนกลายเป็นแนวปะการังได้ (สุนัดดา, 2541) โดยชนิดปะการังแข็งที่พบมากที่สุด คือ ปะการังดอกเห็ดเล็ก อยู่ในกลุ่มของปะการังเห็ด เนื่องจากตัวอ่อนของปะการังเห็ดมีนิสัยการเคลื่อนที่แบบเข้าหาแสง ซึ่งการเคลื่อนที่แบบเข้าหาแสงเป็นปัจจัยที่สามารถบอกได้ถึงการเลือกถิ่นที่อยู่อาศัยของปะการังเห็ด (Yamashiro and Nishira, 1995) หากปะการังดอกเห็ดเล็กอยู่ในบริเวณที่มีแสงน้อย จะพยายามสร้างพื้นที่ผิวให้ขยายกว้างมากขึ้น เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการรับแสง(Wijsman, 1974; Hoeksema, 1993) จากการสำรวจปะการังเห็ดในช่วงการเกิดปะการังฟอกขาวในปี 2010 ที่เกาะเต่า ของ Hoeksema *et al.* (2012) พบว่าปะการังดอกเห็ดเล็ก (*Cycloseris* sp.) เป็นปะการังรูปแบบที่พบได้ทั่วไปในทะเลเกาะเต่า (ภาพที่ 56)

ผลจากการศึกษาปะการังดำ และแส้ทะเล พบว่าสัตว์เกาะติดทั้ง 2 ชนิด ลงเกาะบริเวณที่อับแสง (ภาพที่ 56) โดย Grigg (1965) และ Oakley (1988) ศึกษานิเวศวิทยาของปะการังดำ พบว่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในช่วงระยะตัวอ่อน ปะการังดำ มีพฤติกรรมไม่เคลื่อนที่เข้าหาแสง เนื่องจากปะการังดำไม่มีสาหร่ายซูแซนเทลลีอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อ จึงไม่จำเป็นต้องใช้แสงเพื่อช่วยในการเจริญเติบโต (Opresko, 2002) และจากการศึกษาของ Opresko (2002) พบว่าปะการังดำมีการแพร่กระจายตามระดับความลึกได้ในช่วงกว้าง แต่จะเจริญเติบโตได้ที่สุดเมื่ออยู่ที่ระดับความลึกมากกว่า 50 เมตร (Tazioli *et al.*, 2007) สำหรับแส้ทะเลจัดอยู่ในกลุ่มของกัลปังหา ไม่มีสาหร่ายซูแซนเทลลีอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อเช่นเดียวกันกับปะการังดำ จึงไม่จำเป็นต้องใช้แสงเพื่อช่วยในการเจริญเติบโต โดยแส้ทะเลสามารถอยู่ที่ระดับความลึกได้มากถึง 40 เมตร มักพบอยู่ตามซอก ขอบแนวนอกของปะการัง หรือกองหินใต้น้ำ และสามารถพบได้ทั่วไปในฝั่งอ่าวไทย โดยเฉพาะบริเวณจังหวัดชุมพรและ จังหวัดสุราษฎร์ธานี ที่มีปริมาณและการแพร่กระจายค่อนข้างมาก (สุชาย, 2543)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 56 ความชุกชุมเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, ± SE) ที่พบในบริเวณที่รับแสง และบริเวณที่อับแสง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการทดสอบทางสถิติด้วย Two - way MANOVA พบว่า ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแสงและกับเวลา ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาจากปัจจัยหลัก พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแสง ($p<0.05$) เพียงปัจจัยเดียว (ตารางที่ 6)

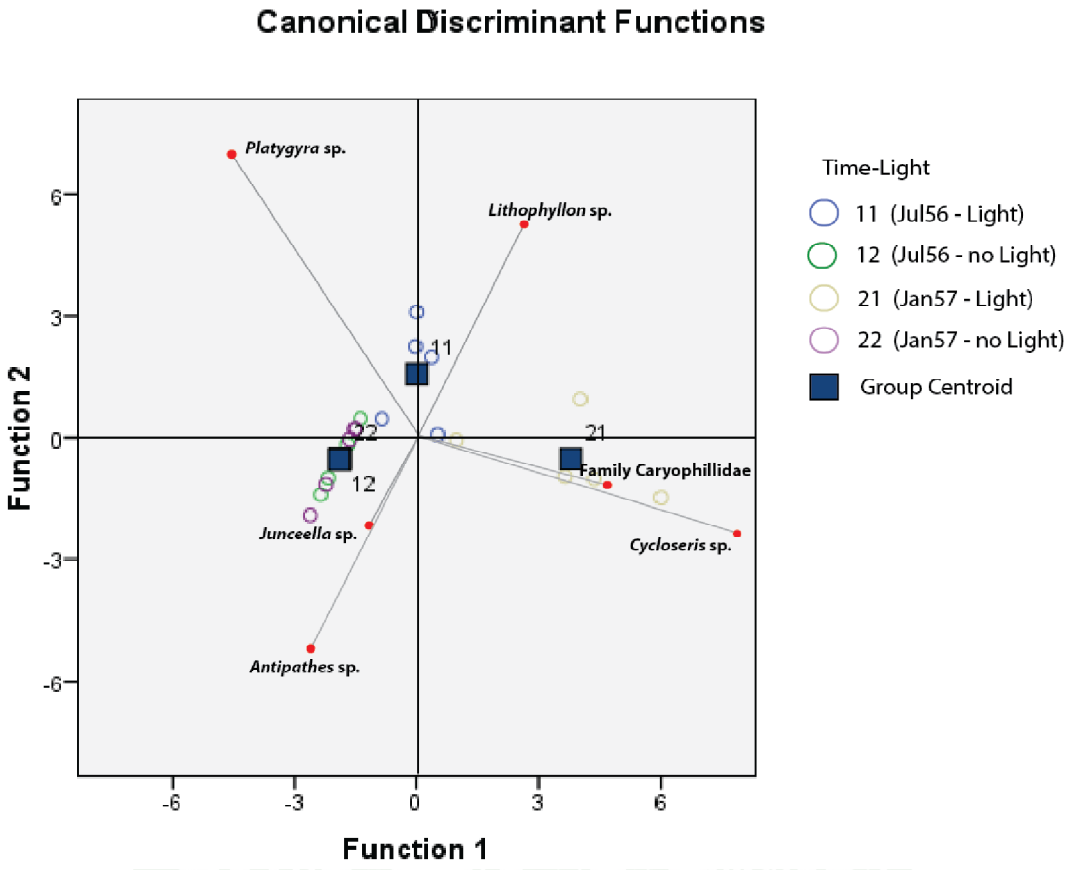
เพื่อให้เห็นลักษณะความแตกต่างอย่างชัดเจน จึงพิจารณาจากแผนภาพ Biplot (ภาพที่ 57) จากผลการวิเคราะห์ Canonical Discriminant Analysis (CDA) พบว่า ภาพที่วิเคราะห์ไม่สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ MANOVA ไม่เป็นรูปแบบที่ชัดเจนว่าแบ่งไปตามเวลาหรือแสง อาจเกิดจากจำนวนซ้ำของข้อมูลไม่มากพอ ทำให้กำลังของการทดสอบน้อย ดังนั้น จึงพิจารณาตามปัจจัยเวลาและแสงร่วมกัน ดังนี้ ในเดือนมิถุนายน 2556 บริเวณที่รับแสง (11) พบปะการังใบหิน (*Lithophyllon* sp.) และปะการังสมองร่องสั้น (*Platygyra* sp.) เดือนมิถุนายน 2556 บริเวณที่อับแสง (12) พบปะการังดำ (*Antipathes* sp.) และแส้ทะเล (*Junceella* sp.) เดือนมกราคม 2557 บริเวณที่รับแสง (21) พบปะการังดอกเห็ดเล็ก (*Cycloseris* sp.) และปะการังวงศ์ Caryophylliidae และเดือนมกราคม 2557 บริเวณที่อับแสง (22) พบปะการังดำ (*Antipathes* sp.) และแส้ทะเล (*Junceella* sp.) โดยบริเวณที่รับแสง เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลง พบชนิดสัตว์เกาะติดแตกต่างกัน แต่บริเวณที่อับแสง เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป พบสัตว์เกาะติดชนิดเดียวกัน (ตารางที่ 7)

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยแสง มีแนวโน้มพบว่า บริเวณรับแสงจะพบปะการังดอกเห็ดเล็ก (*Cycloseris* sp.) และบริเวณที่อับแสง จะพบปะการังดำ (*Antipathes* sp.)

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ MANOVA (Wilks's Lambda) จากผลของเวลาและแสงของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด

Effect	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
time	0.393	2.835	6	11	0.064
light	0.171	8.899	6	11	0.001
time * light	0.393	2.826	6	11	0.065

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



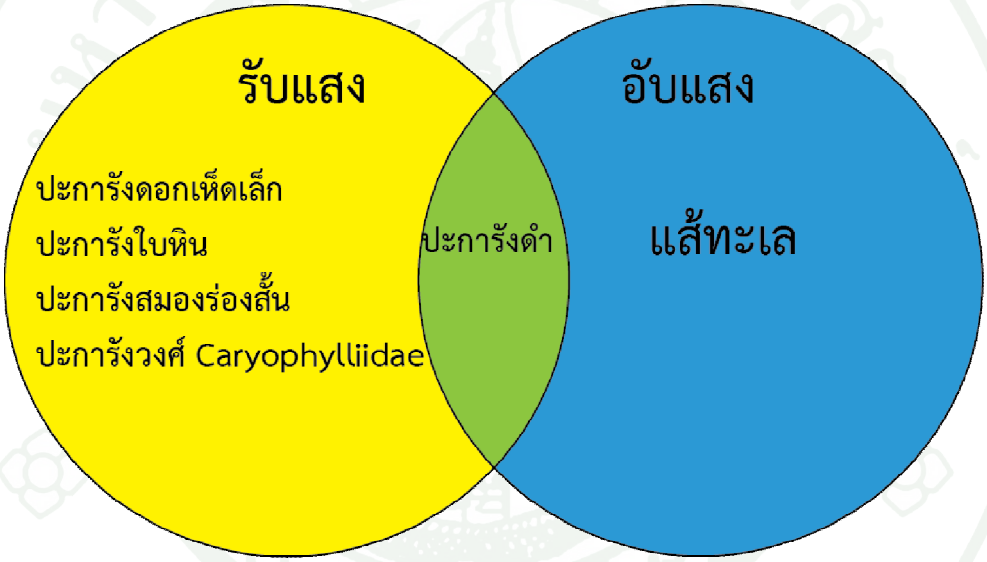
ภาพที่ 57 Biplot จากผลการวิเคราะห์การแบ่งกลุ่ม (Canonical Discriminant Analysis) ของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตามเวลาและแสง

ตารางที่ 7 ผลของเวลาและบริเวณที่รับแสงและอับแสงต่อการพบสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด

เวลา / แสง	มิถุนายน 2556 (1)	มกราคม 2557 (2)
รับแสง (1)	*Lithophyllon* sp. *Platygyra* sp.	*Cycloseris* sp. Family Caryophylliidae
อับแสง (2)	*Antipathes* sp. *Junceella* sp.	*Antipathes* sp. *Junceella* sp.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาในส่วนของบริเวณที่รับแสงและอับแสง พบว่าสัตว์เกาะติดส่วนใหญ่ที่พบแยกออกจากกันอย่างชัดเจน คือ สัตว์เกาะติดที่ต้องการแสงเพื่อช่วยในการเจริญเติบโต เนื่องจากมีสาหร่ายซูแซนเทลลีเข้าอาศัย จำเป็นต้องใช้แสงเพื่อช่วยในการสังเคราะห์อาหาร ได้แก่ สัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังแข็ง และสัตว์เกาะติดที่ไม่ต้องใช้แสงเพื่อช่วยในการเจริญเติบโต เช่น ปะการังดำ แส้ทะเล ดังนั้นในการวางปะการังเทียมควรพิจารณาในเรื่องของแสงเป็นอีกส่วนประกอบหนึ่ง หากต้องการให้ปะการังเทียมที่วางพบสัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังแข็งมีจำนวนมาก ควรวางในบริเวณที่แสงส่องถึงตลอดเวลา แต่ถ้าต้องการให้ปะการังเทียมมีสัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังดำ กัลปังหา และปะการังอ่อน ควรวางในบริเวณที่มีแสงน้อย มีซอกมุม หรือเป็นพื้นปิดให้ตัวอ่อนสามารถลงเกาะได้ง่ายโดยไม่ต้องแย่งพื้นที่กับกลุ่มปะการังแข็งที่จำเป็นต้องใช้แสง (ภาพที่ 58)



ภาพที่ 58 ชนิดสัตว์เกาะติดที่พบในบริเวณที่รับแสงและอับแสง บนเรือหลวงสัตกูด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.3 เปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตามปัจจัยตะกอน

จากการเก็บข้อมูลชนิดสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูดตามปัจจัยตะกอน คือ พื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน โดยเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง บริเวณพื้นที่เปิดโล่ง เฉพาะที่ระดับความลึก 25 เมตร เพื่อควบคุมปัจจัยแสงและความลึก ผลจากการศึกษาพบว่า ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 ชนิดของสัตว์เกาะติดมีการลงเกาะน้อยมาก (ตารางผนวกที่ 4) จึงไม่สามารถอธิบายความแตกต่างตามปัจจัยตะกอนที่ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจน ดังนั้นจึงใช้ผลการศึกษาเฉพาะในเดือน มิถุนายน พ.ศ. 2556 และมกราคม พ.ศ. 2557 เพื่อดูแนวโน้มของสัตว์เกาะติดในพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน ในส่วนนี้จะกล่าวถึงเฉพาะสัตว์เกาะติดที่มีการแบ่งแยกตามปัจจัยตะกอนอย่างชัดเจน มีรายละเอียดดังนี้

ผลจากการศึกษา ปะการังดอกเห็ดเล็กจัดอยู่ในกลุ่มของปะการังเห็ด พบว่าสามารถลงเกาะได้ในพื้นที่มีตะกอน ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษา Danovaro *et al.* (2002) พบว่าปัจจัยทางกายภาพอย่างหนึ่งที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของปะการัง คือ ตะกอน และบริเวณที่มีการสร้างปะการังเทียมจะมีการสะสมของตะกอนเป็นจำนวนมาก แต่ปะการังชนิดนี้สามารถปรับตัว โดยการพัฒนาโพลิปให้สามารถสร้างเมือกเพื่อช่วยในการกำจัดตะกอนและดักจับอาหาร (Marshall and Orr, 1931; Grant and Manning, 2000) และจากการศึกษาของ Phongsuwan and Chansang (1992) พบว่า บริเวณที่น้ำมีตะกอนหรือมีความขุ่นมาก จะพบกลุ่มปะการังเห็ดเป็นสัตว์เกาะติดชนิดเด่น ซึ่งโดยปรกติทะเลฝั่งอ่าวไทยมีข้อจำกัดในเรื่องความขุ่นของน้ำและปริมาณตะกอน ทำให้ปะการังที่จะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ต้องมีความสามารถในการปรับตัวต่อข้อจำกัดเหล่านี้ (สุนัดดา, 2541) (ภาพที่ 59)

สำหรับปะการังดำ สามารถอยู่ได้ทั้งในพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน แต่ส่วนใหญ่จะพบได้ในบริเวณที่มีตะกอน เนื่องจาก ปะการังดำมีลักษณะทางกายภาพคล้ายต้นไม้ มีการเจริญเติบโตขึ้นในแนวตั้งฉากกับพื้นท้องทะเล (Goenaga, 1977) ดังนั้นตะกอนจึงไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของปะการังดำ และที่สำคัญ คือ ปะการังดำกินอาหารด้วยการกรอง (suspension feeder) โดยการผลิตเมือกเพื่อเป็นตาข่ายช่วยในการดักจับอาหาร (Lewis, 1978) ดังนั้นบริเวณที่พบปะการังดำชนิดนี้จึงมักมีตะกอนปกคลุมมาก (Lam and Morton, 2008; Monteiro *et al.*, 2008) (ภาพที่ 59)

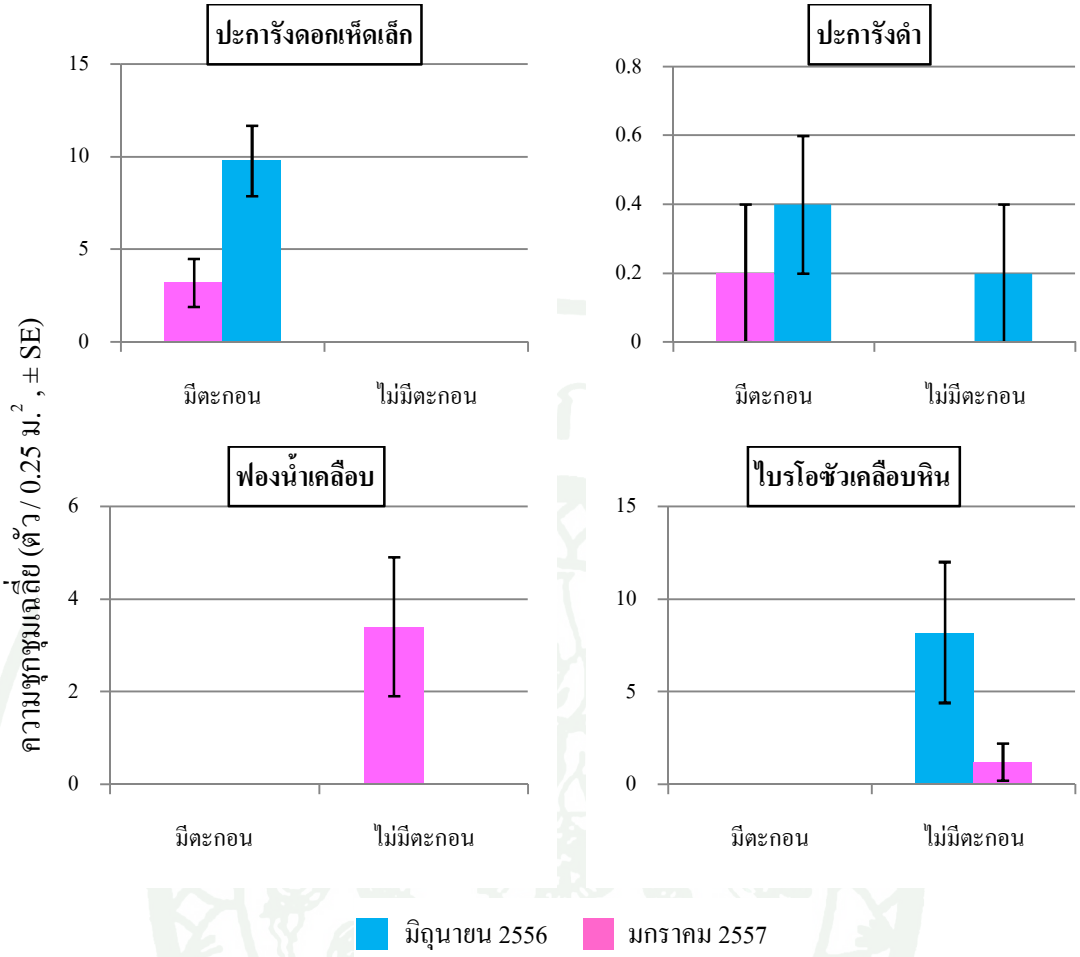
ผลจากการศึกษาฟองน้ำเคลือบ พบว่าฟองน้ำเคลือบสามารถพบได้เฉพาะในพื้นที่ไม่มีตะกอน ความหมายอีกนัยหนึ่งของการเก็บข้อมูลพื้นที่ไม่มีตะกอน คือ บริเวณพื้นผิวในลักษณะแนวตั้ง ซึ่งเป็นพื้นที่ไม่มีการสะสมของตะกอน (Hall, 1994) จากการศึกษาของ ศักดิ์อนันต์ และคณะ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(2551) พบว่า ฟองน้ำแบบเคลือบมีเปอร์เซ็นต์ปกคลุมบริเวณพื้นผิวด้านข้างตู้รถไฟมาก เนื่องจากไม่ต้องจำกัดด้วยน้ำหนักของสิ่งมีชีวิตเอง ไม่มีตะกอนที่จะทับถมบนตัวของสิ่งมีชีวิต และบางช่วงเวลาที่คลื่นลมและกระแสน้ำกระทบกับโครงสร้างปะการังเทียมที่วางไว้ สามารถที่จะพัดพาตะกอนให้ขึ้นสู่มวลน้ำด้านบนได้ง่าย ซึ่งตะกอนที่พัดมามากับกระแสน้ำจะปะปนมากับธาตุอาหารที่เหมาะสมกับฟองน้ำ (ภาพที่ 59)

ในส่วนของผลการศึกษาไบรโอซัวเคลือบหิน สามารถพบได้เฉพาะในพื้นที่ไม่มีตะกอน เช่นเดียวกับฟองน้ำเคลือบ โดยการเก็บข้อมูลในพื้นที่ไม่มีตะกอน คือ เก็บข้อมูลบริเวณพื้นผิวในลักษณะแนวตั้ง ทำให้ไบรโอซัวเคลือบหิน ซึ่งมีน้ำหนักเบาสามารถลงเกาะในแนวตั้งได้ และบริเวณพื้นผิวแนวตั้งของปะการังเทียม มีการปะทะกับกระแสน้ำที่พัดพาเอาธาตุอาหารหรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (แพลงก์ตอนพืช) ที่เป็นอาหารของไบรโอซัว โดยไบรโอซัวใช้หนวดโบกพัดน้ำที่อยู่รอบปากและนำอาหารเข้าสู่ช่องปาก (นงนุช, 2551) จากการศึกษาของ Walters and Ballerstedt (2005) พบว่าพื้นที่ที่ไม่มีตะกอนสะสม มีแนวโน้มที่จะพบการลงเกาะและการเจริญเติบโตของไบรโอซัวได้ (ภาพที่ 59) อย่างไรก็ตามเอกสารที่เกี่ยวข้องกับไบรโอซัวยังมีข้อมูลน้อยมาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 59 ความชุกชุมเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, ± SE) ที่พบในพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการทดสอบทางสถิติด้วย Two - way MANOVA พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างตะกอนและเวลา ($p<0.05$) แสดงว่าความแตกต่างของปัจจัยตะกอน ขึ้นอยู่กับเวลาที่เปลี่ยนไป (ตารางที่ 8)

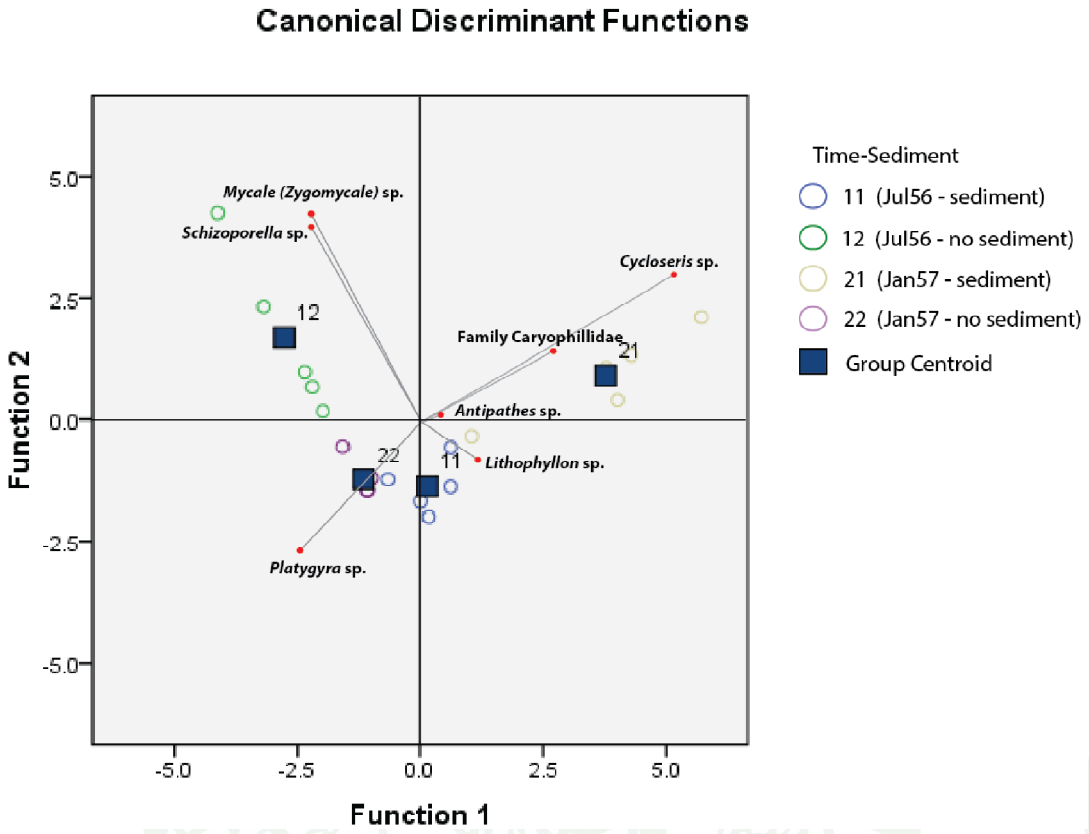
เพื่อให้เห็นลักษณะความแตกต่างอย่างชัดเจน จึงพิจารณาจากแผนภาพ Biplot (ภาพที่ 60) จากผลการวิเคราะห์ Canonical Discriminant Analysis (CDA) พบว่า ในเดือนมิถุนายน 2556 พื้นที่มีตะกอน (11) พบปะการังใบหิน (*Lithophyllon* sp.) และปะการังดำ (*Antipathes* sp.) เดือนมิถุนายน 2556 พื้นที่ไม่มีตะกอน (12) พบไบรโอซัวเคลือบหิน (*Schizoporella* sp.) และฟองน้ำเคลือบ (*Mycale (Zygomycale)* sp.) เดือนมกราคม 2557 พื้นที่มีตะกอน (21) พบปะการังดอกเห็ดเล็ก (*Cycloseris* sp.) และกลุ่มปะการังวงศ์ Caryophylliidae และเดือนมกราคม 2557 พื้นที่ไม่มีตะกอน (22) พบปะการังสมองร่องสั้น (*Platygyra* sp.) โดยในพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไปพบชนิดสัตว์เกาะติดแตกต่างกัน (ตารางที่ 9)

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยตะกอน มีแนวโน้มว่า พื้นที่มีตะกอนจะพบปะการังดอกเห็ดเล็ก (*Cycloseris* sp.) และพื้นที่ไม่มีตะกอน จะพบฟองน้ำเคลือบ (*Mycale (Zygomycale)* sp.)

ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ MANOVA (Wilks's Lambda) จากผลของเวลาและตะกอนของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด

Effect	Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
time	0.281	3.647	7	10	0.032
sediment	0.165	7.218	7	10	0.003
time * sediment	0.293	3.450	7	10	0.038

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



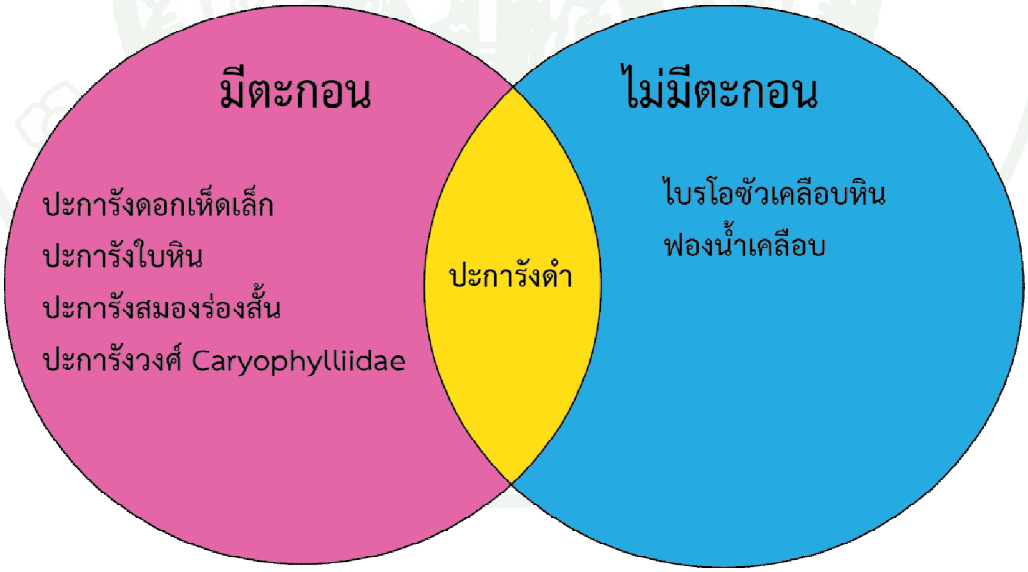
ภาพที่ 60 Biplot จากผลการวิเคราะห์การแบ่งกลุ่ม (Canonical Discriminant Analysis) ของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตามเวลาและตะกอน

ตารางที่ 9 ผลของเวลาและพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน ต่อการพบสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด

เวลา / ตะกอน	มิถุนายน 2556 (1)	มกราคม 2557 (2)
มีตะกอน (1)	*Lithophyllon* sp. *Antipathes* sp.	*Cycloseris* sp. Family Caryophylliidae
ไม่มีตะกอน (2)	*Mycale (Zygomycale)* sp. *Schizoporella* sp.	*Platygyra* sp.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อย่างไรก็ตามในการศึกษาปัจจัยตะกอนที่มีผลต่อสัตว์เกาะติด จากการตรวจเอกสาร พบว่า ส่วนใหญ่เป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปะการัง เนื่องจากปะการังเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศทางทะเล เป็นทั้งที่อยู่อาศัย แหล่งหลบภัย และแหล่งอาหาร ให้กับสิ่งมีชีวิตในท้องทะเลมากมาย (ธรณ์ และ ปริญญา, ม.ป.ป.) แม้ว่าผลจากการศึกษาพบว่า ปะการังส่วนใหญ่สามารถลงเกาะและเจริญเติบโตได้ในพื้นที่มีตะกอน ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษา หรรษา และ สุพัตรา (2529) กล่าวว่า บริเวณที่มีตะกอนปกคลุม ตัวอ่อนของปะการังไม่สามารถลงเกาะได้ แต่เนื่องจากพื้นที่ศึกษาในครั้งนี้เป็นปะการังเทียม จากการศึกษาของ Danovaro *et al.* (2002) พบว่า บริเวณที่มีการจัดสร้างปะการังเทียมจะมีกระแสน้ำไหลเวียนอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นการไหลเวียนของกระแสน้ำสามารถพัดพาตะกอนที่ปกคลุมออกไปได้ โดยความรุนแรงของกระแสน้ำขึ้นอยู่กับช่วงเวลาหรือลมมรสุม ทำให้ตัวอ่อนปะการังสามารถลงเกาะได้ สำหรับผลการศึกษาพื้นที่ไม่มีตะกอน พบ ไบรโอซัวเคลือบหิน และฟองน้ำเคลือบ จากการเก็บข้อมูลในพื้นที่ไม่มีตะกอน มีความหมายอีกนัยหนึ่งคือ การเก็บข้อมูลบริเวณพื้นผิวที่อยู่ในแนวตั้ง การที่สิ่งมีชีวิตสามารถลงเกาะบนพื้นผิวในแนวตั้ง สิ่งมีชีวิตจะต้องมีความสามารถในการรับน้ำหนักของตัวเองจากส่วนที่ยึดติดกับพื้นผิว (ศักดิ์อนันต์ และคณะ, 2551) โดยจะเคลือบหรือลงเกาะแนบไปกับวัสดุ เพราะหากสิ่งมีชีวิตมีน้ำหนักมากก็จะหลุดออกจากพื้นผิวที่เกาะ และร่วงลงสู่พื้นท้องทะเล ตามกฎแรงโน้มถ่วงของโลก (ภาพที่ 61)



ภาพที่ 61 ชนิดสัตว์เกาะติดที่พบในพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน บนเรือหลวงสัตกูด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. เปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ

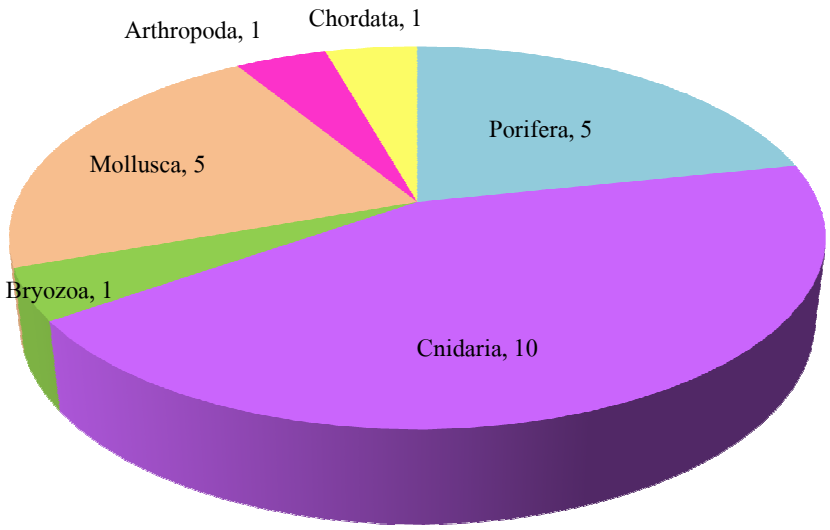
จากการเก็บข้อมูลชนิดสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด และเรือหลวงปราบ โดยการสุ่ม และใช้วิธี line transects พบสัตว์เกาะติดทั้งหมด 31 ชนิด (ตารางผนวกที่ 5) โดยพบสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด 23 ชนิด จาก 6 ไฟลัม (Phylum) (ภาพที่ 62) และพบสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงปราบ 25 ชนิด จาก 7 ไฟลัม (Phylum) (ภาพที่ 63) กลุ่มสัตว์เกาะติดที่พบมากที่สุดบนเรือหลวงทั้ง 2 ลำ คือ กลุ่มปะการัง (Cnidaria) เมื่อนำผลของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงทั้ง 2 ลำ มาเปรียบเทียบ พบว่า กลุ่มของสัตว์เกาะติดที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างเรือทั้ง 2 ลำ คือ กลุ่มของฟองน้ำ และปะการัง ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

ผลจากการเก็บข้อมูลสัตว์เกาะติดในกลุ่มของฟองน้ำ พบบนเรือหลวงปราบมีจำนวนชนิดของฟองน้ำมากกว่าบนเรือหลวงสัตกูด (ภาพที่ 64) เนื่องจากความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำบนเรือหลวงปราบ ขึ้นอยู่กับเกาะหรือแนวปะการังธรรมชาติใกล้เคียง คือ เกาะง่ามน้อย ซึ่งเป็นเกาะหินมีชายฝั่งหักชัน สภาพใต้น้ำของเกาะง่ามน้อยเป็นกองหินใต้น้ำขนาดใหญ่ และมีหินกระจายอยู่รอบ ๆ จำนวนมากสลับกับแนวปะการัง (สุชาย, 2543) ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 0.011 ตารางกิโลเมตร (หรรษา และคณะ, 2542) ดังนั้นลักษณะพื้นที่ที่เป็นกองหินใต้น้ำและมีพื้นที่แนวปะการังน้อย จึงเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของฟองน้ำได้เป็นอย่างดี (สุเมตต์, 2555) และบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงเรือหลวงปราบ มีเกาะต่าง ๆ มากมาย เช่น เกาะแรด เกาะมาตรา เกาะเสม็ด เกาะจระเข้ เป็นต้น (หรรษา และคณะ, 2542) มีโอกาสที่ตัวอ่อนฟองน้ำจากเกาะต่างๆ สามารถแพร่กระจาย และลงเกาะบนเรือหลวงปราบซึ่งเป็นพื้นที่แข็งเหมาะแก่การลงเกาะของฟองน้ำ (พงศ์ธีระ และคณะ, ม.ป.ป.) จากการศึกษาของสุชาย (2553) พบชนิดของฟองน้ำและแส้ทะเล ทั้งบริเวณเกาะสาก และเรือหลวงกูด ซึ่งเป็นแหล่งปะการังธรรมชาติและปะการังเทียมในบริเวณใกล้เคียงกัน และจากการสำรวจความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำบริเวณหมู่เกาะง่าม จังหวัดชุมพรของ สุเมตต์ (2555) พบฟองน้ำทั้งหมด 26 ชนิด แต่ในการสำรวจความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำบริเวณหาดทรายรีและอ่าวแม่หาด ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกของเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบฟองน้ำทั้งหมด 17 ชนิด
(สุเมตต์, 2556)

สำหรับสัตว์เกาะติดในกลุ่มของปะการัง พบว่า บนเรือหลวงสัตกูดมีจำนวนชนิดปะการังมากกว่าบนเรือหลวงปราบ (ภาพที่ 64) เนื่องจากเกาะเต่า เป็นพื้นที่แนวปะการังธรรมชาติที่อยู่ใกล้เคียงกับเรือหลวงสัตกูด ซึ่งมีพื้นที่แนวปะการังประมาณ 1.61 ตารางกิโลเมตร (หรรษา และคณะ, 2542) มากกว่าเกาะง่ามน้อยที่ส่วนใหญ่เป็นกองหินใต้น้ำ ดังนั้นพื้นที่ที่มีแนวปะการังมากกว่า ย่อมมี

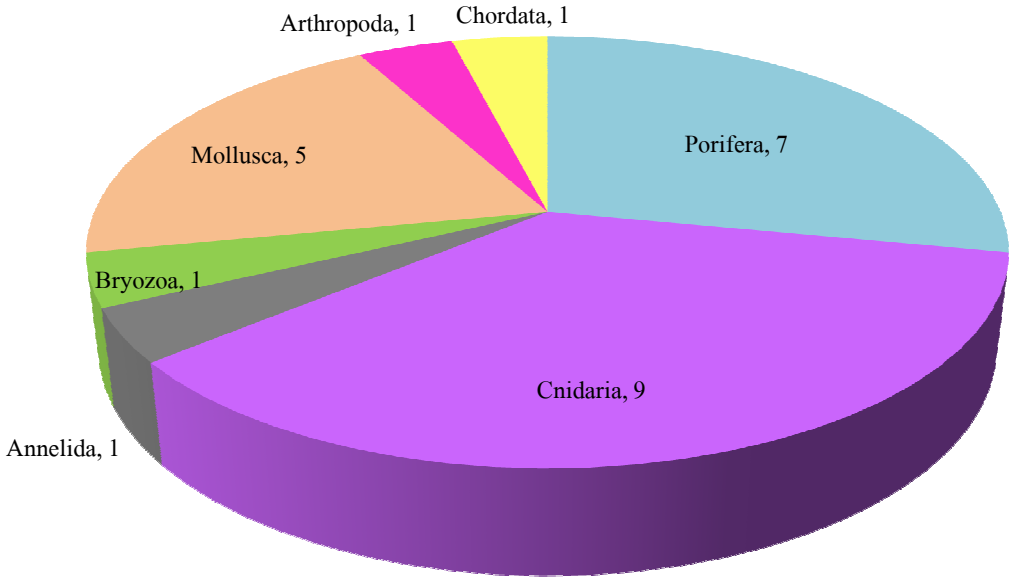
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความหลากหลายทางชนิดของปะการังมากกว่า ส่งผลให้เรือหลวงสัตกูดพบจำนวนชนิดปะการังมาก จากการศึกษาของนลินี และคณะ (2546) พบว่า ปะการังเทียมที่มีการจัดสร้างใกล้กับแหล่งปะการังธรรมชาติ จะสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังธรรมชาติมาลงเกาะ และพัฒนาเป็นสังคมแนวปะการังได้ในที่สุด ดังนั้นแหล่งสนับสนุนตัวอ่อน เช่น แนวปะการังธรรมชาติ หรือกองหินใต้น้ำ ใกล้เคียง จึงมีความสำคัญต่อปริมาณการสนับสนุนตัวอ่อน (Source) ต่อแหล่งปะการังเทียมที่สร้างขึ้น ทิศทางการไหลของกระแสน้ำก็มีส่วนสำคัญในการที่จะนำพาตัวอ่อนของสิ่งมีชีวิตไปสู่แหล่งปะการังเทียม (สุชาย, 2553) และในระดับความลึกที่เรือหลวงสัตกูด และเรือหลวงปราบ วางที่ความลึกต่างกัน คือ 28 เมตร และ 24 เมตร ตามลำดับ พบว่าชนิดของปะการังมีความแตกต่างกัน แต่ชนิดปะการังที่พบส่วนใหญ่สามารถปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมบริเวณที่มีแสงสว่างน้อยได้เป็นอย่างดี (Titlyanov, 1981) และชนิดปะการังที่พบส่วนใหญ่มีรูปร่างแบบแผ่น และแบบเคลือบเท่านั้น (Titlyanov and Latypov, 1991) จากการสำรวจแนวปะการังในอ่าวไทยฝั่งตะวันตกของ อัญชลี (2543) พบว่าจังหวัดสุราษฎร์ธานีมีชนิดปะการังที่หลากหลายกว่าจังหวัดชุมพรซึ่งอาจเป็นผลมากจากปัจจัยสิ่งแวดล้อม

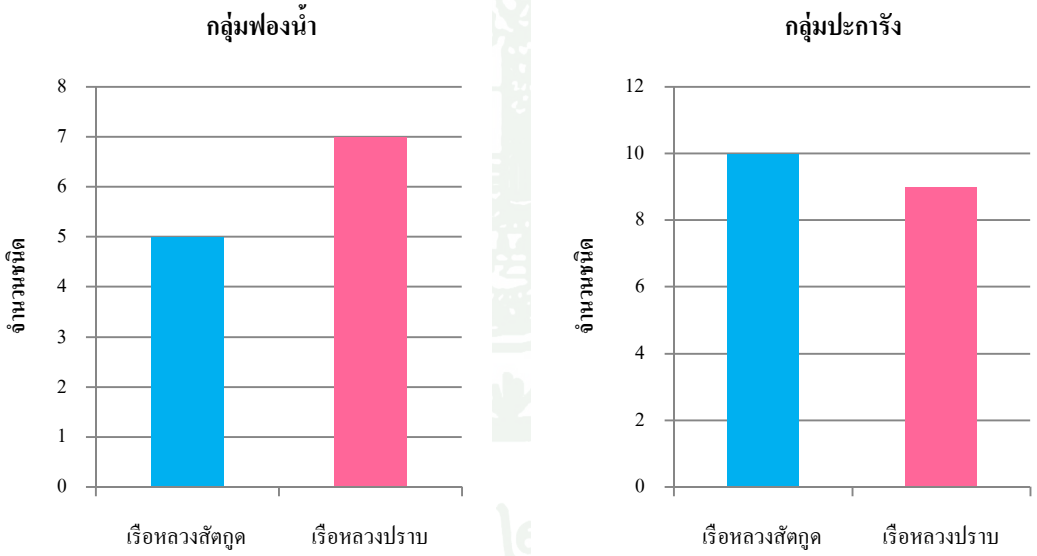


ภาพที่ 62 ชนิดและจำนวนชนิดของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 63 ชนิดและจำนวนชนิดของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงปราบ



ภาพที่ 64 จำนวนชนิดของสัตว์เกาะติดในกลุ่มของฟองน้ำและปะการัง บนเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ

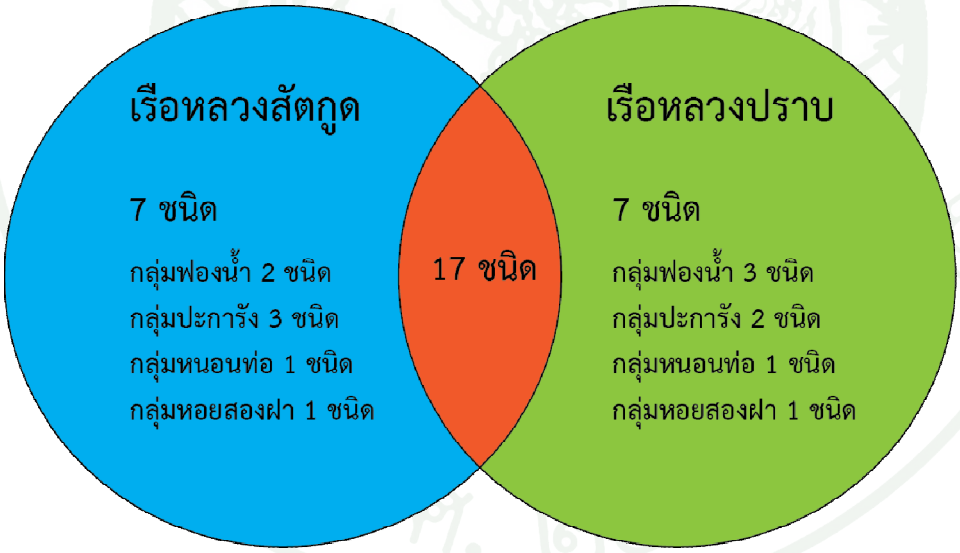
จากการทดสอบทางสถิติด้วยวิธีไคสแควร์ (Chi - Square test (χ^2)) ผลจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่า ค่า r = 0 (p=0.108) แสดงว่าไม่มีความสัมพันธ์ หรือกล่าวได้ว่า ชนิดสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ มีสัดส่วนของสัตว์เกาะติดที่พบไม่เหมือนกัน (ตารางที่ 10)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นำชนิดสัตว์เกาะติดแบ่งแยกตามพื้นที่ศึกษาระหว่างเรือทั้ง 2 ลำ พบสัตว์เกาะติดจำนวน 17 ชนิด บนเรือหลวงทั้ง 2 ลำ โดยสัตว์เกาะติดที่พบเฉพาะเรือหลวงสัตกูดมีจำนวนชนิด 7 ชนิด และสัตว์เกาะติดที่พบเฉพาะบนเรือหลวงปราบมีจำนวนชนิด 7 ชนิด แม้ว่าสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงทั้ง 2 ลำ มีจำนวนชนิดเท่ากัน แต่เมื่อพิจารณาถึงกลุ่มของสัตว์เกาะติด พบว่า บนเรือหลวงสัตกูดพบสัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังมากที่สุด และบนเรือหลวงปราบพบสัตว์เกาะติดในกลุ่มฟองน้ำมากที่สุด (ภาพที่ 65, 66) ปัจจัยที่ทำให้กลุ่มของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงทั้ง 2 ลำ ไม่เหมือนกัน คือ แหล่งสนับสนุนตัวอ่อนของสัตว์เกาะติดที่แตกต่างกัน

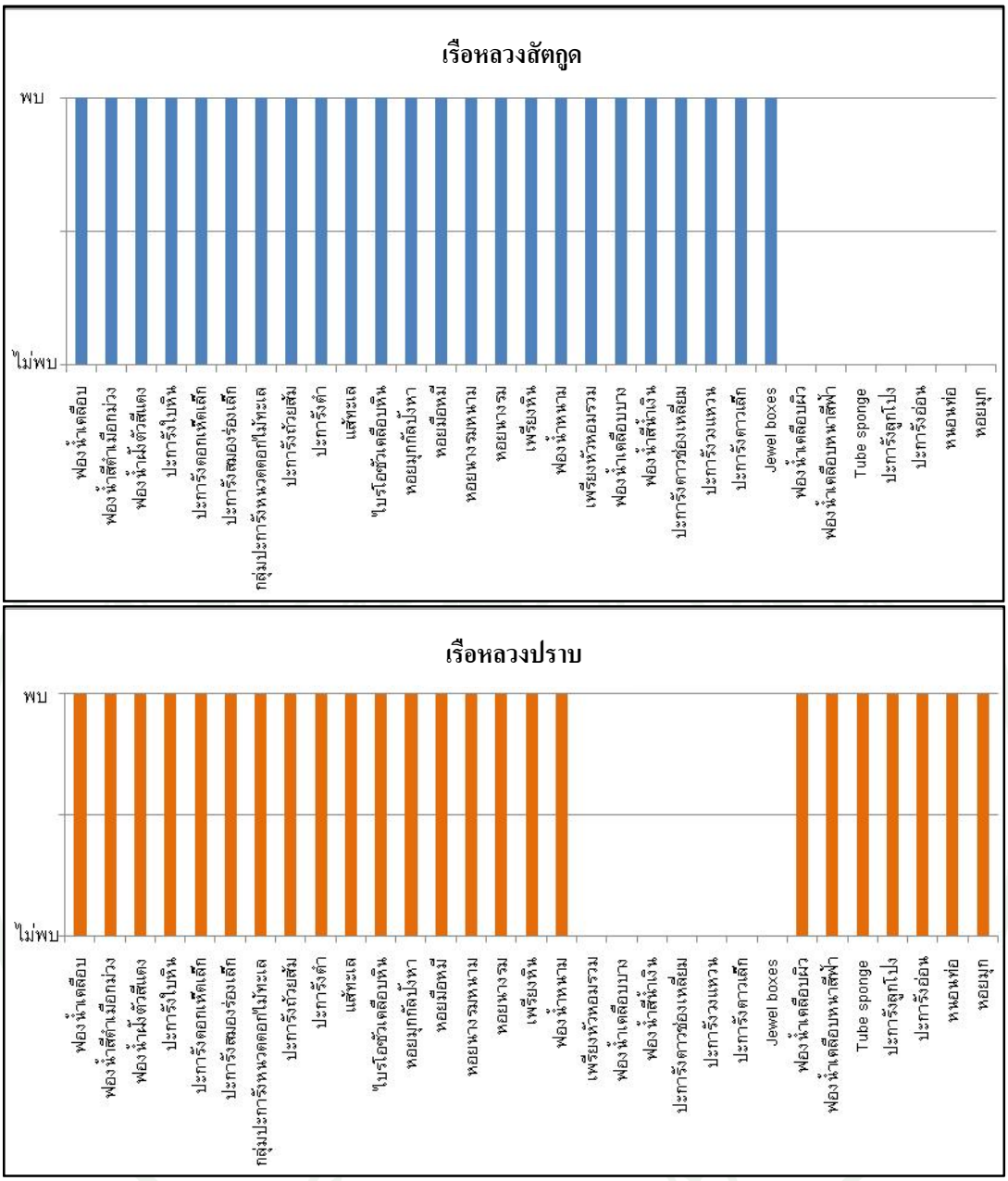
ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ Chi-Square Tests

	Value	**df**	**Asymp. Sig. (2-sided)**
Pearson Chi-Square	2.588	1	0.108



ภาพที่ 65 จำนวนชนิดและกลุ่มของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 66 เปรียบเทียบชนิดสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาชนิดสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี จำนวน 5 ครั้ง ได้แก่ เดือนกันยายน พ.ศ. 2554 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 เดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556 และเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 โดยการเลือกเก็บข้อมูลแบบการกำหนดจุดที่แน่นอน และการสุ่มตัวอย่าง พบสัตว์เกาะติดทั้งหมด 13 ชนิดจาก 4 ไฟลัม โดยพบสัตว์เกาะติดในกลุ่มปะการังมากที่สุด

ผลจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของชนิดสัตว์เกาะติดตามระยะเวลา จากการเก็บข้อมูลครั้งแรกพบสัตว์เกาะติด 2 ชนิด คือ หอยสองฝาและไบรโอซัว เมื่อเวลาผ่านไปพบชนิดและจำนวนชนิดสัตว์เกาะติดเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลา และจากการวิเคราะห์ความชุกชุมทางชนิด (Species Richness) พบว่าจำนวนชนิดของสัตว์เกาะติดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลา

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสัตว์เกาะติดตามระยะเวลา โดยการนับจำนวนตัว พบสัตว์เกาะติดมีปริมาณสูงสุดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 สัตว์เกาะติดแต่ละชนิดที่พบมีปริมาณเพิ่มขึ้นและลดลงเนื่องจากปัจจัยหลายประการ เช่น การแก่งแย่งพื้นที่ลงเกาะของสัตว์เกาะติดแต่ละชนิด การหลุดลอกของสีทาเคลือบผิวเรือ การท่องเที่ยวดำน้ำบนเรือหลวงสัตกูด เป็นต้น

จากการเก็บข้อมูลทั้งหมด 5 ครั้ง สามารถแบ่งการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสัตว์เกาะติดออกเป็น 3 ระยะ ดังนี้ ระยะที่ 1 พบสัตว์เกาะติดที่เป็นกลุ่มเบิกนำ คือ ไบรโอซัวเคลือบหิน หอยนางรม และปะการังดำ เป็นพวกมีวงจรชีวิตในระยะตัวอ่อนสั้น ระยะที่ 2 พบสัตว์เกาะติดกลุ่มของฟองน้ำและปะการังเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากมีการเคลือบของ Biofilm ทำให้พื้นผิวเหมาะสมต่อการลงเกาะ และระยะที่ 3 พบสัตว์เกาะติดมีการเปลี่ยนแปลงในด้านปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องจากสัตว์เกาะติดมีการแข่งขัน แย่งพื้นที่ลงเกาะ

เปรียบเทียบชนิดของสัตว์เกาะติดตามปัจจัยความลึก พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) คือชนิดของสัตว์เกาะติดมีความแตกต่างกันในแต่ละความลึก โดยที่ระดับความลึก 18 เมตร พบสัตว์เกาะติด 4 ชนิด มีฟองน้ำเคลือบเป็นสัตว์เกาะติดชนิดเด่น ที่ระดับความลึก 22 เมตร พบสัตว์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เกาะติด 5 ชนิด มีปะการังดอกเห็ดเล็ก เป็นสัตว์เกาะติดชนิดเด่น และที่ระดับความลึก 25 เมตร พบสัตว์เกาะติด 4 ชนิด มีปะการังดำเป็นสัตว์เกาะติดชนิดเด่น

ในส่วนของปัจจัยตะกอน พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) คือ ชนิดสัตว์เกาะติดมีความแตกต่างกันในพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน โดยในพื้นที่มีตะกอน พบสัตว์เกาะติด 5 ชนิด มีไบรโอซัวเคลือบหินและฟองน้ำเคลือบเป็นสัตว์เกาะติดชนิด และในพื้นที่ไม่มีตะกอน พบสัตว์เกาะติด 3 ชนิด มีปะการังดอกเห็ดเล็กเป็นสัตว์เกาะติดชนิด

สำหรับปัจจัยแสง พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) คือ ชนิดสัตว์เกาะติดมีความแตกต่างกันในบริเวณที่มีแสงและไม่มีแสง ในบริเวณที่มีแสง พบสัตว์เกาะติด 5 ชนิด มีปะการังดอกเห็ดเล็กเป็นสัตว์เกาะติดชนิด และในบริเวณที่ไม่มีแสง พบสัตว์เกาะติด 2 ชนิด มีปะการังดำเป็นสัตว์เกาะติดชนิดเด่น

เก็บข้อมูลชนิดของสัตว์เกาะติดในเดือนมกราคม พ.ศ. 2557 บนเรือหลวงสัตกูด และเรือหลวงปราบ พบว่า มีสัดส่วนการพบสัตว์เกาะติดที่ไม่เหมือนกัน หรือแตกต่างกัน จากการทดสอบทางสถิติด้วยไคสแควร์ ($r = 0$, $p = 0.108$) โดยพบจำนวนชนิดของสัตว์เกาะติดบนเรือหลวงสัตกูด 23 ชนิด และมีกลุ่มปะการังเป็นสัตว์เกาะติดชนิดเด่น สำหรับเรือหลวงปราบ พบจำนวนชนิดของสัตว์เกาะติด 25 ชนิด และมีกลุ่มฟองน้ำเป็นสัตว์เกาะติดชนิดเด่น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีระยะเวลาในการเก็บข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เห็นความเปลี่ยนแปลงของชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดอย่างชัดเจน

ควรมีจำนวนซ้ำในการเก็บข้อมูลให้มาก เพื่อให้ผลที่ได้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษามากที่สุด

วิธีเก็บข้อมูล ควรเลือกให้เหมาะสมกับขนาดของพื้นที่ศึกษา เพื่อให้การเก็บข้อมูลครอบคลุมพื้นที่การศึกษา และได้จำนวนชนิดและปริมาณของสัตว์เกาะติดมากที่สุด

จากการศึกษาในช่วงระยะ 2 ปีแรกหลังจากการวางเรือ พบชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดน้อยมาก จนไม่สามารถนำมาอธิบายให้เห็นความเปลี่ยนแปลง หรือนำข้อมูลมาเปรียบเทียบในเรื่องของปัจจัยได้อย่างชัดเจน ดังนั้นในการศึกษาเรื่องของปัจจัย หรือรายละเอียดที่เจาะลึกมากขึ้น ควรทำการศึกษาหลังจากวางเรือไปแล้วอย่างน้อยเป็นเวลา 3 ปี เพื่อให้เห็นความแตกต่างอย่างชัดเจน

ข้อเสนอแนะในการวางเรือหรือปะการังเทียมในอนาคต

เรือหลวงที่ปลดประจำการจะมีอายุการใช้งานที่นาน สภาพของเรือจะเกิดการผุกร่อนหรือเป็นสนิมค่อนข้างมาก ซึ่งก่อนการวางเรือลงสู่พื้นท้องทะเล ควรทำความสะอาดเรือเพื่อล้างคราบน้ำมัน สำรวจความเสียหาย และไม่ควรทาสีเคลือบผิวเรือ เนื่องจากสีทาเคลือบผิวเรือ เป็นสีที่มียับยั้งการลงเกาะของสัตว์เกาะติด ทำให้สัตว์เกาะติดมีการเข้าอาศัยช้า และเมื่อเวลาผ่านไปสีเกิดการหลุดลอก สัตว์เกาะติดที่เกาะบนสีเคลือบก็จะหลุดลงสู่พื้นท้องทะเลและถูกตะกอนทับถม

การวางปะการังเทียมในระดับความลึกที่ต่างกัน พบสัตว์เกาะติดที่เข้าอาศัยแตกต่างกัน หากต้องการให้ปะการังเทียมมีสัตว์เกาะติดจำพวกฟองน้ำ และปะการังแข็ง ควรวางปะการังเทียมที่ระดับความลึกประมาณ 18 - 25 เมตร แต่หากต้องการให้ปะการังเทียมพบสัตว์เกาะติดเป็นปะการังดำ กัลปังหา หรือปะการังอ่อน ควรวางปะการังเทียมที่ระดับความลึกมากกว่า 25 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นที่ธรรมชาติใกล้เคียงในการเลือกวางปะการังเทียม เป็นสิ่งสำคัญที่จะกำหนดความหลากหลายของสัตว์เกาะติดหรือสิ่งมีชีวิตให้เข้าอาศัย

การวางปะการังเทียม ควรศึกษาทิศทางการไหลของกระแสน้ำในพื้นที่นั้น เพื่อให้ตัวอ่อนของสัตว์เกาะติดมีการแพร่กระจาย และลงเกาะบนปะการังเทียม

ควรมีวัตถุประสงค์ในการวางปะการังเทียมที่ชัดเจน เช่น เพื่อการประมง การท่องเที่ยว หรือป้องกันเรืออวนลาก เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดจากการใช้ประโยชน์

ข้อควรปฏิบัติในการดำน้ำบริเวณเรือจม

การดำน้ำในเรือจม ควรผ่านหลักสูตรการดำน้ำขั้นสูง (Advanced Open Water) หรือเทคนิคการดำน้ำแบบเรือจม (Wreck Diving)

ควรปฏิบัติตามกฎหรือคำแนะนำของครูผู้สอนดำน้ำ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการดำน้ำ

ไม่ควรจับหรือสัมผัสสิ่งมีชีวิตที่ลงเกาะบนปะการังเทียม เนื่องจากเป็นการรบกวนการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต และสิ่งมีชีวิตบางชนิดมีความแหลมคม หรือมีพิษ ทำให้เกิดการบาดเจ็บได้

ไม่ควรจับหรือสัมผัสตัวปะการังเทียม เพราะปะการังเทียมมีการผุกร่อนเมื่อถูกกระแสน้ำพัดพา ทำให้เกิดความแหลมคมและเป็นสนิม

ไม่ควรดำเข้าไปในตัวเรือ เนื่องจากโครงสร้างของเรือจะมีการผุพังไปตามกาลเวลา เมื่อถึงเวลาพังทลายลงมักเกิดขึ้นได้ทันที โดยเฉพาะเมื่อมีกระแสน้ำที่รุนแรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กะวิ สารณาคมน์กุล. 2545. **กฎหมายที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรปะการัง.** สำนักงานประมง กรมประมง, ภูเก็ต.

กนกพรรณ เทือกเถาว์ และวิทยา ศรีมโนภาษ. 2534. โครงการจัดสร้างแหล่งอาศัยสัตว์ทะเล. **วารสารการประมง 44(6)**: 527-537.

กรมประมง. 2547. **โครงการฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งทะเลอันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดปัตตานี และนราธิวาส.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

_____. 2556**. แหล่งอาศัยสัตว์ทะเล : 35 ปี ของการพัฒนาแหล่งประมง**. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมอุตุนิยมวิทยา. ม.ป.ป. **ลมมรสุม.** แหล่งที่มา: http://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=52, 5 ตุลาคม 2557.

กองประมงทะเล. 2530. **โครงการจัดสร้างแหล่งอาศัยสัตว์ทะเล**. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

คมสัน หงภัทรคีรี. 2552. **ความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำในแนวปะการังของหมู่เกาะมาตรา จังหวัดชุมพร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____, วิยะดา สีหบุตร, สุเมตต์ ปุจฉาการ และพนัส ธรรมกีรติวงศ์. 2551. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำในแนวปะการังบริเวณเกาะกา จังหวัดชุมพร, น. 284-295. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 สาขาประมง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2549. **เอกสารประกอบการสอนวิชาสัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลัง (บรรยายและปฏิบัติการ) Aquatic Invertebrates**. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จรัสศรี อ๋างตันญา, วัชราภรณ์ ไตรพาณิชย์กุล, กรอร วงษ์กำแหง, เตือนใจ พันธ์ธร, สุจินต์ อินทรัตน์ และ สุรสิทธิ์ อุตสาหะ. 2549. **เทคนิคในการเตรียมและเก็บรักษาตัวอย่างสัตว์ทะเล.** เอกสารเผยแพร่ กลุ่มพิพิธภัณฑ์และสถานแสดงพันธุ์สัตว์และพืชทะเล ลำดับที่ 3, สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, ภูเก็ต.

จิตติมา อายุตตะกะ. 2536. **ชีวสถิติเบื้องต้นสาหรับวิทยาศาสตร์การประมงและวิทยาศาสตร์ทางทะเล.** โครงการวิจัยการพัฒนาทรัพยากรประมงของประเทศไทย ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กองประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, ระยอง.

แช่มช้อย ฐานพงษ์. 2521. **ความชุกชุมของเพรียงวัยอ่อนบริเวณอ่าวไผ่ จังหวัดชลบุรี และความแตกต่างในการชอบลงเกาะวัสดุต่างๆ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. 2524. **บทปฏิบัติการนิเวศน์วิทยาทางทะเล**. คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ทนงศักดิ์ จันทร์เมธากุล. 2544. **ฤดูกาลการปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังแข็งบริเวณเกาะภูเก็ต.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ทรงศักดิ์ ภูสีอ่อน. 2551. **การประยุกต์ใช้ SPSS วิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. ประสานการพิมพ์, กาฬสินธุ์.

ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์. 2552. **สารานุกรมอันดามัน.** สำนักงานพัฒนาการวิจัยเกษตร (องค์การมหาชน), กรุงเทพฯ.

_____. 2555. จากเรือรบหลวงถึงปะการังเทียม ภารกิจสุดท้ายเพื่อทะเลไทย. **สารคดี** 28(329): 120-142.

_____ และ ปริญญา ลิมป์วิริยะกุล. ม.ป.ป. **มนุษย์กับทะเล**. เอกสารประกอบการสอน ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธีระนันท์ บัวเพชร อุดม สิทธิภู่ประเสริฐ และปิยะพงศ์ โชติพันธุ์. 2526. การศึกษาการเจริญเติบโตของหอยนางรมปากจีบบนแผ่นเกาะในระดับน้ำที่ต่างกัน, น. 140-156. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 21 สาขาประมง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ธีระพงศ์ ด้วงดี. 2550. ความหลากหลายและการแพร่กระจายของสัตว์กลุ่มหอยในแนวปะการังและพื้นที่ใกล้เคียงหมู่เกาะอ่างทอง จังหวัดสุราษฎร์ธานี, น. 373-381. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 (สาขาประมง).** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , กรุงเทพฯ.

_____, กิติธร สรรพานิช และ ไพลิน จิตรชุ่ม. 2550. **หอยทะเล บริเวณเกาะครามและเกาะใกล้เคียง.** บริษัทเวิร์ค สแควร์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร. 2551. **สัตว์น้ำไม่มีกระดูกสันหลัง.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

นลินี ทองแถม. 2548. **การพัฒนาของประชาคมปะการังบนแท่งคอนกรีตที่ใช้ในการฟื้นฟูแนวปะการัง บริเวณเกาะไม้ท่อน จังหวัดภูเก็ต.** สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลชายฝั่งทะเล และป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ภูเก็ต.

_____ และ ไพทูล แพนชัยภูมิ. 2541. การศึกษาชนิด จำนวนโคโลนีและการครอบคลุมพื้นที่ของปะการังบนแท่งคอนกรีตที่มีความซับซ้อนต่างกัน น. 260-273. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____, ไพทูล แพนชัยภูมิ และสมหญิง พ่วงประสาน. 2546. **การฟื้นฟูแนวปะการังในทะเลอันดามันของประเทศไทย**. เอกสารเผยแพร่ ลำดับที่ 1. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 32 หน้า.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____, ลลิตา ปัจฉิม และศุภชัย ธรรมโชติ. 2556. **ชนิดและปริมาณตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแท่งคอนกรีตที่มีพื้นผิวแตกต่างกัน บริเวณเกาะไม้ท่อน จังหวัดภูเก็ต**. เอกสารวิชาการ, สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 7 หน้า.

นิตยา เลาหะจินดา. 2528. **นิเวศวิทยา**. โรงพิมพ์อมรการพิมพ์, กรุงเทพฯ. 289 หน้า.

นิพนธ์ พงศ์สุวรรณ. ม.ป.ป. **สรุปรายงานผลกระทบจากการเกิดปะการังฟอกขาวในประเทศไทย**. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.

_____. ม.ป.ป. **ชนิดปะการังในประเทศไทย.** แหล่งที่มา: http://marinegiscenter.dmcr.go.th/km/coral_doc3/#.VDLX6fl_s9S, 25 สิงหาคม 2557.

บพิธ จารุพันธุ์ และ นันทพร จารุพันธุ์. 2540. **สัตววิทยา.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____และ_____. 2545. **สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง I โพรโทซัวถึงทาร์ดิกราดา.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____และ_____. 2546. **สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง II แอนเนลิดาถึงโพรโทคอร์ดาทา.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปัทมา ระงับพิศม์. 2545. **การยับยั้งการลงเกาะของตัวอ่อนเพรียงหิน (*Balanus amphitrite*) โดยแบคทีเรียทะเลที่อาศัยอยู่กับฟองน้ำหรือปะการังอ่อนจากหมู่เกาะช้าง จังหวัดตราด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ปิ่นสักก์ สุรัสวดี. 2551. **องค์ความรู้ปะการังเทียมของประเทศไทย.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 36, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปิยะ โกยสิน. 2548. **ชีววิทยาของเพรียงหัวหอม *Ecteinascidia thurstoni* Herdman, 1891 เพื่อการเพาะเลี้ยง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยะวัฒน์ สุจิรชาโต. 2555. **วิธีการย้ายปลูกปะการังเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พงศ์ธีระ บัวเพ็ชร, ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง, วินัย ปราณสุข และ วินัย เทพพูลผล. ม.ป.ป. บทที่ 7 ชนิดและสัดส่วนการปกคลุมพื้นที่ของสัตว์หน้าดินเกาะติดบริเวณแหล่งปะการังเทียม จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. *ใน* ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง, บรรณาธิการ. **โครงการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อติดตามและประเมินผลการจัดการจัดสร้างปะการังเทียม บริเวณพื้นที่ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์**. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หาดใหญ่, สงขลา.

พันธุ์ทิพย์ วิเศษพงษ์พันธ์, สุนันท์ ภัทรจินดา, สุริยัน ธัญกิจจานุกิจ และ อรรถวุฒิ กันทะวงศ์. 2550. **รายงานผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง กาศึกษาสารยับยั้งการลงเกาะจากปะการังอ่อนและกัลปังหา**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พิศเพลิน สังฆโสภณ. 2549. **การบริหารจัดการปะการังเทียมโดยชุมชนในจังหวัดระยอง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พูนสิน พานิชสุข, ยงยุทธ ปรีดาลัมพะบุตร และดุสิต ตันวิไลย. 2531. **การติดตามผลแหล่งอาศัยสัตว์ทะเลหน้าสถาบันเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งแห่งชาติ ในปีที่ 4**. รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2531. กรมประมง, หน้า 253-260.

ไพโรจน์ พรหมานนท์. 2510. ฤดูการวางไข่และความชุกชุมของลูกหอยนางรมที่ตำบลแหลมแท่น จังหวัดชลบุรี. **วารสารการประมง** 20 (1): 115-132.

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2557. **รายงานฉบับสมบูรณ์ (Final Report) โครงการศึกษาและพัฒนาการนำเรือรบหลวงมาใช้เพื่อจัดทำแหล่งท่องเที่ยวใต้ทะเล จังหวัดชุมพรและจังหวัดสุราษฎร์ธานี.** *ใน* ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์, บรรณาธิการ. คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มาฆมาส สุทธาชีพ. 2548. **ความสามารถของเทคนิคการสำรวจระยะไกล ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของแนวปะการังในระยะยาวบริเวณเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัตนติกา เพชรทองมา. 2549. **การฟื้นฟูแนวปะการังโดยการนำชิ้นส่วนปะการังมายึดติดกับพื้นบริเวณกลุ่มปะการังในแหล่งท่องเที่ยวของจังหวัดกระบี่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ฤทัย วันเฟื่องฟู. 2538. **การทดแทนของสังคมสิ่งมีชีวิตบนสาหร่ายทะเลเทียม**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ลลิตา ปัจฉิม. 2548. **ความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายตัวของตัวอ่อนปะการังกับกระแสน้ำบริเวณจังหวัดชลบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันทนา อยู่สุข. 2541. **หอยทะเล**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วัฒนา วัฒนกุล และ สุรเสน ศรีริกานนท์. 2544. **การศึกษาการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของหอยนางรม (*Crassostrea Belcheri*) ที่เลี้ยงในระดับความลึกของน้ำต่างกันบริเวณคลองสิเกา จังหวัดตรัง**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

วรัญญาภรณ์ ศรีสุข. 2557. **ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมที่ไม่เหมาะสมในการดำน้ำลึกในแนวปะการัง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิชาญ อินศรีสว่าง และ ธานินทร สิงหไกรวรรณ. 2539. **การทดลองเปรียบเทียบการจมตัวของปะการังเทียมรูปแบบต่างๆบนพื้นทราย.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 58. ศูนย์พัฒนาประมงทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันออก กองประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 20 หน้า.

วิภูษิต มัณฑะจิตร. 2546. **ระเบียบวิธีการวิจัยทางวาริชศาสตร์.** ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง. 2548. กระบวนการคิด และแนวทางการฟื้นฟูแนวปะการังที่ได้รับผลกระทบจากคลื่นสึนามิ. *ใน* **การประชุมวิชาการเรื่อง การจัดการภัยธรรมชาติ.** หน่วยวิจัยปะการังและสัตว์พื้นทะเล ศูนย์ความหลากหลายทางชีวภาพแห่งคาบสมุทรไทย ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

_____, จิระพงศ์ จีวรงคกุล, พงศ์ธีระ บัวเพ็ชร, กิตติพันธุ์ ทรัพย์คูณ, วิลาวัลย์ ชัยธรรม, ศุภะสิทธิ์ บุญเพียรผล และอะลาดีน ปากบารา. 2551. บทที่ 2 ชนิดและความชุกชุมของสัตว์น้ำขนาดใหญ่บริเวณปะการังเทียม. *ใน* ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง, บรรณาธิการ. **โครงการฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งทะเล อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดปัตตานี และจังหวัดนราธิวาส (กิจกรรมประเมินผลสำเร็จ)**. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หาดใหญ่, สงขลา.

ศิรชัย อรุณรักษ์ติชัย. 2556. **เบื้องหลังภาพ: ปะการังออกไข่**. แหล่งที่มา: http://digitalay.com/2013/06/bts-coral-spawning/, 25 กันยายน 2557.

ศิริเพ็ญ สุภัทราวิวัฒน์. 2550. **สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ

ศิริลักษณ์ สุวรรณวงศ์. 2538. **ทฤษฎีและเทคนิคการสุ่มตัวอย่าง**. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ศรีสกุล ภิรมย์วรากร, ลลิตา ปัจฉิม, นรินทร์รัตน์ คงจันทร์ตรี, รณวัน บุญประกอบ และ อัญชลี จันทร์คง. 2549. ฤดูปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ของปะการังเขากวาง (สกุล *Acropora*) ในอ่าวไทย. **วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์** 5(1): 39-49.

สกุล สุพงษ์พันธุ์ และอุทัย สิงโตทอง. 2535. ปะการังธรรมชาติและปะการังเทียม**. วารสารการประมง** 45(5): 999-1010.

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2547. **โครงการอุทยานใต้ทะเล จุฬาภรณ์ 36 คู่มือสัตว์และพืชในแนวปะการัง หมู่เกาะสุรินทร์และสิมิลัน.** พิมพ์ครั้งที่ 4. โรงพิมพ์ภูเก็ตการพิมพ์, ภูเก็ต.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน. 2552. **การฟื้นฟูแนวปะการังในประเทศไทย.** กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, ภูเก็ต.

สันติ สังข์ทอง. 2534. การประเมินผลการทดลองจัดสร้างแหล่งอาศัยสัตว์ทะเลบริเวณจังหวัดระยอง. **เอกสารวิชาการฉบับที่ 31**. กรมประมง, กรุงเทพฯ. 48 หน้า.

สมพร บุญเกิด และสุรพล วัฒนกุล. 2523. **รายงานประจำปี 2523 สถานีประมงจังหวัดระยอง กองประมงทะเล, กรมประมง.** 33 หน้า.

สุชา มั่นคงสมบูรณ์. 2550. **เพรียงหัวหอมบริเวณแนวปะการังของฝั่งทะเลด้านตะวันออกของอ่าวไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สุชาย วรชนะนันท์. 2543. **การศึกษาการแพร่กระจายของปะการังอ่อนและกัลปังหาในน่านน้ำไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2553. **รายงานการวิจัย เรื่อง วิธีการจัดการการใช้ประโยชน์จากแหล่งดำน้ำเพื่อการท่องเที่ยวที่ยั่งยืน: การศึกษาเปรียบเทียบความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตและมุมมองของนักดำน้ำต่อจุดดำน้ำธรรมชาติ และจุดดำน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น** ม.ค. 2553. 174 หน้า.

_____, ภาสิณี วรชนะนันท์, มนต์ชัย พินิจจิตรสมุทร และ วินัย พุทธกูล. 2555. **รายงานการวิจัย ศักยภาพการพัฒนาและแนวทางการจัดทำแผนยุทธศาสตร์ การท่องเที่ยวแหล่งดาน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นอย่างยั่งยืนในเขตพัทยา**. 502 หน้า.

สุทธิชัย เตมียวณิชย์, ธรรมนูญ โรจนบุรานนท์, กัลยา วัฒนาการ และ สุชนา วิเศษสังข์. 2521. สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตแบบเกาะติด บริเวณอ่าวไผ่ จังหวัดชลบุรี, น. 304-312. *ใน* **รายงานผลวิจัย เล่ม 5 พ.ศ. 2533**. คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุนัดดา เสียงสุวรรณ. 2541. **เปรียบเทียบการกระจายของปะการังต่างชนิดตามระดับความลึกระหว่างอ่าวไทยและทะเลอันดามัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุพจน์ สุระอารีย์. 2554. **ขนบธรรมเนียมประเพณีทหารเรือ**. แหล่งที่มา: http://www3.navy.mi.th/index.php/history/index, 7 สิงหาคม 2557.

สุเมตต์ ปุจฉาการ. 2555. **รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง ความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำทะเลที่อาศัยอยู่ตามชายฝั่งทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันตก ปี 2554**. งานวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพทางทะเล สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ก.พ. 2554. 65 หน้า.

_____. 2556. **รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง ความหลากหลายทางชนิดของฟองน้ำทะเลที่อาศัยอยู่ตามชายฝั่งทะเลอ่าวไทยฝั่งตะวันตก ปี 2555**. งานวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพทางทะเล สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา ส.ค. 2556. 1-69 หน้า.

_____และ สุชา มั่นคงสมบูรณ์. 2550. **ฟองน้ำทะเล เอคไคโนเดิร์ม และเพรียงหัวหอมบริเวณเกาะครามและเกาะใกล้เคียง**. บริษัทเวิร์ค สแควร์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

_____, สุชา มั่นคงสมบูรณ์, ธิดารักษ์ น้อยรักษา และ พิชัย สนแจ้ง. 2547. **รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การศึกษาความหลากหลายของชนิดสัตว์ทะเลในแนวปะการังในภาคตะวันออก** (จังหวัดชลบุรี) ส.ค. 2547. 127 หน้า.

สุรพล สุดารา, อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา, ธรรมศักดิ์ ยีมิน, รณชัย หมอดี, วิภูษิต มัณฑะจิตร, สุวรรณา ภาณุตระกูล, พรศรี สุทธนารักษ์และ สุวลักษณ์ นทีกาญจนลาภ. 2531. **การวิจัยเชิงปริมาณของแนวปะการังตามเกาะที่สำคัญในอ่าวไทยฝั่งตะวันตก และผลกระทบของตะกอนต่อแนวปะการัง**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สุวลักษณ์ สาธุมนัสพันธุ์. 2543. **ระบบนิเวศปะการัง**. เอกสารคำสอนวิชาทรัพยากรธรรมชาติ. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.

ส่วนอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2552. **การจัดสร้างปะการังเทียมในประเทศไทย.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 46, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2554. **ฐานข้อมูลทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งของเกาะเต่า อ. เกาะพะงัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ.

เสาวภา อังสุภานิช, อะแอเซ๊าะ โต๊ะมุสอ, อะลาดีน ปากบารา, เอกนรินทร์ รอดเจริญ, ประเสริฐ ทองหนูนุ้ย และเทพฤทธิ์ พะยัติ. 2551. บทที่ 3 อิทธิพลของปะการังเทียมต่อแพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์หน้าดิน. *ใน* ศักดิ์อนันต์ ปลาทอง, บรรณาธิการ. **โครงการฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งทะเล อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดปัตตานี และจังหวัดนราธิวาส (กิจกรรมประเมินผลสำเร็จ)**. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หาดใหญ่, สงขลา.

หรรษา จรรย์แสง และ สุพัตรา ปานรงค์. 2529. ผลกระทบของตะกอนที่มีความเข้มข้นต่างๆ กันต่อปะการังบางชนิด, น. 6-1 ถึง 6-20. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 24 สาขาสิ่งแวดล้อม**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____, อุกฤต สตภูมินทร์ และ สมบัติ ภู่วชิรานนท์. 2542. บรรณาธิการ. **แผนที่แนวปะการังในน่านน้ำไทย เล่มที่ 1 อ่าวไทย.** โครงการจัดการทรัพยากรปะการัง กรมประมง, กรุงเทพฯ.

อนุวัฒน์ นทีวัฒนา. 2551. **ความหลากหลายของเกาะในประเทศไทย.** เอกสารเผยแพร่ สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ฉบับที่ 39, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

อัญชลี จันทร์คง. 2543. การสำรวจแนวปะการังในอ่าวไทยฝั่งตะวันตก, น. 169-178. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 38 สาขาประมงและสาขาวิทยาศาสตร์**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อาณัติ ศิริวรรณ, สุวลักษณ์ สาธุมนัสพันธุ์ และสุระ พัฒนเกียรติ. 2554. การประเมินสภาพแนวปะการังเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี, น. 702-708. *ใน* **การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 8 สาขาวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อานุภาพ คำทอง. 2556. **การเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดบนปะการังเทียมโครงเหล็กทรงลูกบาศก์ บริเวณหาดสังวาล เกาะล้าน จังหวัดชลบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____, ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์, พัฒนี จันทรโรทัย, วิภูษิต มัณฑะจิตร และกุลวิทย์ ลิ่มจุฬารัตน์. 2555. การเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสัตว์เกาะติดบนปะการังเทียมโครงเหล็กทรงลูกบาศก์บริเวณชายฝั่งจังหวัดปัตตานี, น. 307-314. *ใน* **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50 สาขาวิทยาศาสตร์, สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อำนาจ ศิริเพชร, หัสพงศ์ สมชนะกิจ, นพรัตน์ เรืองปฏิกรณ์, สมเกียรติ อินทร์ชู และ ยุทธนา ราญฎร. 2545. **แหล่งอาศัยสัตว์ทะเลปี พ.ศ. 2545 โครงการฟื้นฟูทรัพยากรชายฝั่งทะเลอันเนื่องมาจากพระราชดำริ.** เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 3/ 2545. ศูนย์พัฒนาประมงอ่าวไทยตอนล่าง กองประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 36 หน้า.

Abarzua, S. and S. jakubowski. 1995. Review: Biotechnological investigation for the prevention of biofouling I, biological and biochemical principles for the prevention of biofouling. **Marine Ecology Progress Series** 123: 301-312.

Abelson. A. and Y. Shlesinger. 2002. Comparison of development of coral and fish communities on rockaggregated artificial in Eilat Red Sea. **ICES Journal of Marine Science** 59: S122-S126.

Allen, G.R. and R. Steene. 1998. **Indo-Pacific Coral Reef Field Guide**. Tropical Reef Research, Singapore.

Anonymous. n.d. **HIN PEE WEE, Koh Tao**. Available Source: http://www.taucher.net/karten/tauchkarte_Hin_Pee_Wee___Koh_Tao_12782.html, September 28, 2014.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Ardizzone, G.D., A. Belluscio., M.F. Gravina. and A. Somaschini. 1996. Colonization and Disappearance of *Mytilus galloprovincialis* Lam. on an Artificial Habitat in the Mediterranean Sea. **Estuarine Coastal and Shelf Science** 43: 665-676.

Barn, R.D. 1987. **Invertebrate zoology** (5th ed.). Saunders, USA.

Bernabé,G. and R. Bernabé-Quet. 1997. Interfaces, substrate, reef and fish aggregation devices, pp. 301-341. *In* **Ecology and Management of coast water**. The Aquatic Environment, Chichester: Praxis Publishing, UK.

Bergquist, P.R. 1978. **Sponges.** Hutchinson & Co., London.

Bo, M., G. Bavestrello, S. Canese, M. Giusti, E. Salvati, M. Angiolillo and S. Greco. 2009. Characteristics of a black coral meadow in the twilight zone of the central Mediterranean Sea. **Marine Ecology Progress Series** 397: 53-61.

Brusca, R.C. and G.J. Brusca. 1990. **Invertebrates**. Sinauer Associates, Inc., Massachusetts, U.S.A.

Cairns, S.D. 2007. Deep-water corals: an overview with special reference to diversity and distribution of deep-water scleractinian corals. **Bulletin of Marine Science** 81(3): 311-322.

Castro, P. and M. E. Huber. 2005. **Marine Biology**. 5th edition. McGraw Hill Higher Education. New York.

Chanas, B., J.R. Pawlik, T. Lindel and W. Fenical. 1996. Chemical defense of the Caribbean sponge Agelas clathrodes. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 208: 185-196.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Claereboudt, M. and B.W. Hoeksema. 1987. A new Scleractinian coral (Fungiidae) from the Indo-Malayan region. **Zoologische Mededelingen**. 61(21): 303-309.

Clarke, K.R. and R.M. Warwrick. 1994. **Change in Marine Communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation.** Plymouth Marine Laboratory, Plymouth. 144 pp.

Coles, S.L. and H. Bolick. 2007. Invasive introduced sponge *Mycale grandis* overgrows reef corals in Ka¯ne‘ohe Bay, O‘ahu, Hawai‘i . **Coral Reefs** 26: 911.

Colin, P.L. and C. Arneson. 1997. **Tropical pacific invertebrates: A field guide to the marine invertebrate occurring on tropical Pacific coral reefs, seagrass beds and mangroves.** Coral Reef Publishing, USA.

Danovaro, R., C. Gambi, A. Mazzola and S. Mirto. 2002. Influence of artificial reefs on the surrounding infauna: analysis of meiofauna. **ICES Journal Marine Science** 59: 356-362.

Department of National Parks, Recreation, Sport and Racing. 2014. **About Ex-HMAS Brisbane**. Available Source: http://www.nprsr.qld.gov.au/parks/ex-hmas-brisbane/about.html#management, October 3, 2014.

Donnell, P.O. 2014. **Ex HMAS Adelaide Artificial Reef: Review of Ecological Monitoring Two Years Post-Scuttling**. Cardno Ecology Lab Pty Ltd, NSM, Australia.

Egan, B. 1987. Marine mivrobial adhesion and its consequences pp. 220-238. *In* **Microbes in the sea**. New York.

English, S., C. Wilkinson and V. Baker. 1997. **Survey Manual for Tropical Marine Resources**. 2nd edition. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Glasby, T.M. 2000. Surface composition and orientation interact to affect subtidal epibiota**. J Exp Mar Biol Eco** 248: 177–190.

Goenaga, C. 1977. **Two new species of Stichopathes (Zoantharia; Antipatharia) with observations on aspects of their biology**. M.S. Thesis, University of Puerto Rico.

Grant, N. and M. Manning. 2000. **Distribution and Abundance of Five Subgenera if Fungia in Opunnohu Bay**. Moorea, French Polynesia.

Grigg, R.W. 1965. Ecological studies of black coral in Hawai‘i. **Pacific Science** 19: 244–260.

Hall, S.J. 1994. Physical disturbance and marine benthic communities: life in unconsolidated sediments. Oceanography and Marine Biology. **an Annual Review** 32: 179-239.

Harriott, V.J., D. Davis and S.A. Banks. 1997. Recreational diving and its impact in marine protected areas in Eastern Australia. **Ambio** 26(3): 173-179.

Harrison, P.L. and C.C. Wallace. 1990. Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian corals, pp. 133-207. *In* Z, Dubinsky. **Coral reef ecosystem**. Elsevier, Amsterdam.

Hoeksema, B.W. 1993. Phenotypic corallum variability in Recent mobile reef corals. **Cour. Forsch. Inst. Senckenberg** 164: 263-272.

Hoeksema, B.W., J.L. Matthews and T. Yeemin. 2012. The 2010 Coral Bleaching Event And Its Impact On The Mushroom Coral Fauna of KOH TAO, Western Gulf of Thailand. **Phuket mar. biol. Cent. Res. Bull** 71: 71–81.

Ibrahim, S., M.S. Ambak, L. Shamsudin and M.Z. Samsudin. 1996. Importance of fish aggregatingdevices (FADS) as substrates for food organisms of fish. **Fisheries Research 27**. pp. 265-273.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Jean – Marie, T. 1988. Artificial reefs in Japan a general outline. **Aqua. Eng.** 7(5) : 321 – 348.

Krupp, D.A. 1983. Sexual reproduction and early development of the solotary coral Fungia scutaria (Anthozoa: Scleractinia). **Coral Reefs** 2: 159-164.

Lam, K. and B. Morton. 2008. Soft corals, sea fans, gorgonians (Octocorallia: Alcyonacea)and black and wire corals (Ceriantipatharia: Antipatharia) from submarine caves in Hong Kong with a checklist of local species and a description of a new species of Paraminabea. **Journal of Natural History** 42: 749–780.

Lee, H. 1984. Fast swimming speeds of ciliated marine invertebrate larvae: potential importance at the time of settlement. **Am. Zool** 24: 131A.

Lewis, J. B. 1978. Feeding mechanisms in black corals (Antipatharia). **Journal of Zoology** 186: 393–396.

Lirman, D. and M.W. Miller. 2003. Modeling and Monitoring Tools to Assess Recovery Status and Convergence Rates between Restored and Undisturbed Coral Reef Habitats**.** **Restoration Ecology** 11: 448-456.

LÖk, A., C. Metin., A. Ulas., F.O. DÜzbastılar and A. Toka. 2002. Artificial reefs in Turkey. **ICES Journal of Marine Science** 59: S192-S195.

Marshall, S.M. and A.P. Orr. 1931. Sedimentation on Low Isles Reef and its relation to coral growth. **Scient. Rep. Gt. Barier Reef Exped** 1(5): 93-132.

Marshall, D.J., J.A Pechenik and M.J. Keough. 2003. Larval activitylevels and delayed metamorphosis affects post-larval performance in the colonial ascidian *Diplosoma listerianum*. **Marine Ecology Progress Series** 246: 156-162.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Mei, F.L., M.V. Kitahara, H. Tachikawa. iroyuki, S. Keshavmurthy and C.A. Chen. 2012. A New Shallow-Water Species, Polycyathus chaishanensis sp. nov.(Scleractinia: Caryophylliidae), from Chaishan, Kaohsiung, Taiwan. **Zoological Studies** 51(2): 213-221.

Monniot, C., F. Monniot and P. Laboute. 1991. Coral Reef Ascidians of New Caledonia. OSTROM, Paris.Thorson, G. 1964. Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates. **Ophelia** 1: 167-208.

Monteiro, J., C. Almeida, R. Freitas, A. Delgado, F. Porteiro, and R.S. Santos. 2008. Coral assemblages of Cabo Verde: Preliminary assessment and description, pp. 1416–1419.*In* **Proceedings of the 11th International Coral Reef Symposium.** Ft. Lauderdale, Florida.

Moore, H.B. 1966. **Marine Ecology**. John Willey&Sons, Inc., New York. 493.

Morrison, P.F. 2001. **Biological Monitoring of the HMAS Swan**. Prepared for Geographe Bay Artificial Reef Society Inc.

Nair, N.B. 1967. Seasonal settlement of marine fouling and wood boring crustaceans at Cochin harbour, Southwest coast of India. **Proc. Symp. Crustacea Mar. Biol. Ass. India** 4 : 1254-1268.

Oakley, S.G. 1988. Settlement and growth of Antipathes pennacea on a shipwreck. **Coral Reefs** 7: 77-79.

Opresko, D.M. 2002. Revision of the Antipatharia (Cnidaria: Anthozoa) Part II Schizopathidae. **Zoologische Mededelingen Leiden** 76: 411–442.

Parrish, F.A., and A.R. Baco. 2007. State of Deep Coral Ecosystems in the U.S. Pacific Islands Region: Hawaii and the U.S. Pacific Territories, pp. 155–194. *In* **The State of Deep Coral Ecosystems in theUnited States (S. E.Lumsden,T. F.Hourigan,A.W.Bruckner and G. Dorr, eds)**, p. 365. NOAA Technical Memorandum CRCP-3, Silver Spring, MD.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pechenik, J.A. 1996. **Biology of the invertebrates**. 3rd ed. Wm.C. Brown Publ. Dubuque, LA.

Perkins, E.J. 1974. **The biology of estuarine and coastal waters**. London : Academic Press.

Perkol-Finkel, S. and Y. Benayahu. 2007. Differential recruitment of benthic communities on neighboring artificial and natural reefs**. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 340: 25–39.

Phongsuwan, N. and H. Chansang. 1992. Assessment of coral communities in the Andaman sea (Thailand**). Proceeding of the Seventh International Coral reef Symposium, Guam** 1: 144-121.

_____, H. Chansang. and U. Satapoomin. 1993. **Colonization of fouling communities and associated fauna on artificial reef at Ranong Province, Thailand**. The Seminar on Fisheries 1993. Phuket Marine Biological Center, Department of Fisheries. 217-228.

Ponti, M., M. Abbiati, and V.U. Ceccherelli. 2002. Drilling platforms as artificial reefs: distribution of macrobenthic assemblages of the ‘‘Paguro’’ wreck (northern Adriatic Sea). **ICES Journal of Marine Science** 59: S316–S323.

Putchakarn, S. 2006. **Biodiversity of Sponges (Demospongiae, Porifera) in the Gulf of Thailand.** Ph.D. thesis, Burapha University.

Randall, C.J. and A.M. Szmant. 2009. Elevated temperature reduces survivorship and settlement of the larvae of the Caribbean scleractinian coral. *Favia fragum (Esper)*. **Coral Reefs** 28: 537-545.

Relini, G., N. Zamboni, Fr. Tixi and G. Torcha. 1994. Patterns of sessile macrobenthos community development on an artificial reef in the gulf of Genoa (Northwestern Mediteranean). **Bull of Marine Sci**. 55 (2-3): 745-771.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Rodgers, K.S. and E.F. Cox. 2003. The effects of trampling on Hawaiian corals along a gradient of human use. **Biological Conservation** 112: 383-389.

Ryland, J.S. 1976. Physiology and ecology of marine Bryozoans. **Adv. Mar. Biol** 14: 285-443.

Schlacher-Hoenlinger, M.A., S.J. Walker, J.W. Johnson, T.A. Schlacher and J.N.A. Hooper. 2006. **Biological baseline survey of the EX-HMAS Brisbane artificial reef. Technical reports of the Queensland Museum No 001**. pp 1-80.

Stephens, J. Jr, and D.II. Pondella. 2002. Larval productivity of a mature artificial reef: the ichthyoplankton of King Harbor, California 1994-1997. **IECS Journal of Marine Science** 59: S51–S58.

Sutherland, K.P., J.W. Porter and C. Torres. 2004. Disease and immunity in Caribbean and Indo-Pacific zooxanthellate corals. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 266: 273-302.

Tazioli, S., M. Bo, M. Boyer, H. Rotinsulu and G. Bavestrello. 2007. Ecology of some common antipatharians from the Marine Park of Bunaken (North Sulawesi, Indonesia). **Zoological Studies** 46: 227-241.

Thongtham, N. and H. Chansang. 1999. Influence of surface complexity on coal recuitment at Maiton Island Phuket, Thailand, Phuket Marine Biological Center. **Special Publish** 19: 93-100.

Thorson, G. 1964. Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates. **Ophelia** 1: 167-208.

Titlyanov, E.A. 1981. Adaptation of Reef - Building Corals to Low Light Intensity, pp. 39 - 43. *In* Gomez, E.D. et al.(eds), 1981. **Proceedings of the Fourth International Coral Reef Symposium**. Manila, Phillppines.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Titlyanov, E.A. and Y.Y. Latypov. 1991. Light - Dependence in Scleractinian Distribution in the Sublittoral Zone of South China Sea island. **Coral reef** 10: 133 - 138.

Tseng, C.T., S.C. Chen, C.S. Huang and C.C. Liu. 2001. GIS-assisted site selection for artificial reefs. **Fish. Sci** 67: 1015-1022.

Wagner, D., D.G. Luck and R.J. Toonen. 2012. The Biology and Ecology of Black Corals (Cnidaria: Anthozoa: Hexacorallia: Antipatharia). **Advances in Marine Biology** 63: 67-132.

Wahl, M. 1989. Marine epibiosis I Fouling and antifouling: some basic aspects. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** 58: 175-189.

Walker, S.J., T.A. Schlacher and M.A. Schlacher-Hoenlinger. 2007. Spatial heterogeneity of epibenthos on artificial reefs: fouling communities in the early stages of colonization on an East Australian shipwreck. **Mar Ecol Evol Persp** 28: 435-445.

Walters, H.T. and S. Ballerstedt. 2005. **Conopeum reticulum, An encrusting bryozoan, Marine Life Information**. Available Source: http://www.marlin.ac.uk/speciesbenchmarks.php?speciesID=3033, October 4, 2014.

Wijsman, B.M. 1974. Habitat-induced modification of reef corals (Faviidae) and its consequences for taxonomy. Proc.2nd Int. **Coral Reef Symp., Brisbane** 2: 217-228.

Yamashiro, H. and M. Nishira. 1995. Phototaxis in Fungiidae corals (Scleractinia). **Marine Biology** 124: 461-465.

Yeemin, T., S. Sudara, and S. Amornsakchai. 1994. A Quanititative Study of the Scleractinian Coral Communities of Tao Island, Gulf of Thailand, pp. 51-60. ***In*** **Proceedings, Third ASEAN-Australia Symposium on Living Coastal Resources Vol 2**. Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Zimmer, R.L. and S.R.M. Woollacott. 1977. Metamorphosis ancestrulae and coloniality in bryozoan life cycles, pp. 91-142. *In*: WOOLLACOTT R.M. & R.L.ZIMMER (Eds.): **Biology of Bryozoans**. Academic Press, New York.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ผลการทดลอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 ชนิดและปริมาณเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, Mean±SE) และความชุกชุมทางชนิด (Species Richness) โดยการเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง

ชื่อสามัญภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	กันยายน 54	มีนาคม 55	มีนาคม 56	มิถุนายน 56	มกราคม 57
ฟองน้ำเคลือบ	*Mycale (Zygomycale)* sp.	0	0	0.2 ± 0.2	1.2 ± 0.5	1.2 ± 0.5
ปะการังดำ	*Antipathes* sp.	0	1.1 ± 0.4	0.5 ± 0.2	1.4 ± 0.5	1.8 ± 0.7
ปะการังดอกเห็ดเล็ก	*Cycloseris* sp.	0	0	1.2 ± 0.3	1.4 ± 0.4	4.3 ± 0.8
แส้ทะเล	*Junceella s*p.	0	0	0.1 ± 0.04	0.1 ± 0.1	0
ปะการังใบหิน	*Lithophyllon s*p.	0	0	0	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.04
ปะการังสมองร่องสั้น	*Platygyra* sp.	0	0	0	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1
ปะการังวงศ์ Caryophylliidae	Family Caryophylliidae	0	0	0	0	0.1 ± 0.03
ไบรโอซัวเคลือบหิน	*Schizoporella* sp.	0.2 ± 0.2	0.4 ± 0.3	0.1 ± 0.1	1.2 ± 0.7	0.2 ± 0.1
หอยนางรม	*Striostrea* sp.	0.3 ± 0.2	1 ± 0.4	0	0	0.3 ± 0.1
Total (9) /Species Richness		2	3	5	7	8

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 ชนิดและปริมาณเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, Mean ± SE) ในแต่ละระดับความลึก โดยการเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง

ชนิดสัตว์เกาะติด	กันยายน 2554			มีนาคม 2555			มีนาคม 2556			มิถุนายน 2556			มกราคม 2557		
	18 เมตร	22 เมตร	25 เมตร	18 เมตร	22 เมตร	25 เมตร	18 เมตร	22 เมตร	25 เมตร	18 เมตร	22 เมตร	25 เมตร	18 เมตร	22 เมตร	25 เมตร
ฟองน้ำเคลือบ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3± 2.5	1.8± 1	0	3.4± 1.5	0	0
ปะการังดำ	0	0	0	0	0	2.4± 1.5	0	0	1± 0.3	0	0.2± 0.2	2.6± 0.5	0	0	2.4± 0.2
ปะการังดอกเห็ดเล็ก	0	0	0	0	0	0	0.6± 0.4	0.6± 0.2	1± 1	0.6± 0.4	2± 1.1	0.6± 0.2	0.4± 0.2	4.2± 1.2	6.2± 1.5
แส้ทะเล	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2± 0.2	0	0	0	0	0	0
ปะการังใบหิน	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2± 0.2	0	0	0.2± 0.2	0
ปะการังสมองร่องสั้น	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4± 0.4	0	0	0.4± 0.4	0	0
หอยนางรม	1.8± 1.2	0	0	5± 1.6	0	2± 2	0	0	0	0	0	0	0.2± 0.2	0.4± 0.4	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 ชนิดและปริมาณเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, Mean ± SE) บริเวณที่รับแสงและอับแสง ในการเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง

ชนิดสัตว์เกาะติด	กันยายน 2554		มีนาคม 2555		มีนาคม 2556		มิถุนายน 2556		มกราคม 2557	
	รับแสง	อับแสง	รับแสง	อับแสง	รับแสง	อับแสง	รับแสง	อับแสง	รับแสง	อับแสง
ปะการังดำ	0	0	0.2 ± 0.2	2.4 ± 1.5	0.2 ± 0.2	2.4 ± 1.2	0.2 ± 0.2	6.8 ± 2.6	0.4 ± 0.2	9 ± 3.4
ปะการังดอกเห็ดเล็ก	0	0	0	0	3 ± 0.9	0	3.2 ± 1.3	0	9.8 ± 1.9	0
แส้ทะเล	0	0	0	0	0	0.4 ± 0.2	0	0.6 ± 0.4	0	0.4 ± 0.4
ปะการังใบหิน	0	0	0	0	0	0	0.4 ± 0.2	0	0.2 ± 0.2	0
ปะการังสมองร่องสั้น	0	0	0	0	0	0	0.2 ± 0.2	0	0	0
ปะการังวงศ์ Caryophylliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2 ± 0.2	0

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 ชนิดและปริมาณเฉลี่ยของสัตว์เกาะติด (ตัว/0.25 ม.^{2}, Mean ± SE) ในพื้นที่มีตะกอนและไม่มีตะกอน โดยการเก็บข้อมูลจำนวน 5 ครั้ง

ชนิดสัตว์เกาะติด	กันยายน 2554		มีนาคม 2555		มีนาคม 2556		มิถุนายน 2556		มกราคม 2557	
	มีตะกอน	ไม่มีตะกอน	มีตะกอน	ไม่มีตะกอน	มีตะกอน	ไม่มีตะกอน	มีตะกอน	ไม่มีตะกอน	มีตะกอน	ไม่มีตะกอน
ฟองน้ำเคลือบ	0	0	0	0	0	1.4 ± 1	0	3.4 ± 1.5	0	0
ปะการังดำ	0	0	0.2 ± 0.2	0	0.2 ± 0.2	0	0.2 ± 0.2	0	0.4 ± 0.2	0.2 ± 0.2
ปะการังดอกเห็ดเล็ก	0	0	0	0	3 ± 0.9	0	3.2 ± 1.3	0	9.8 ± 1.9	0
ปะการังใบหิน	0	0	0	0	0	0	0.4 ± 0.2	0	0.2 ± 0.2	0
ปะการังสมองร่องสั้น	0	0	0	0	0	0	0.2 ± 0.2	0	0	0
ปะการังวงศ์ Caryophylliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0.2 ± 0.2	0
ไบรโอซัวเคลือบหิน	0	1.2 ± 1.2	0	2.6 ± 1.7	0	1 ± 1	0	8.2 ± 3.8	0	1.2 ± 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 ชนิดของสัตว์เกาะติดที่พบบนเรือหลวงสัตกูดและเรือหลวงปราบ

Phylum	Common name	Science name	Sattakut	Prab
Porifera	1. ฟองน้ำเคลือบ	*Mycale (Zygomycale)* sp.	✓	✓
	2. ฟองน้ำเคลือบบาง	*Terpious granulosa*	✓	-
	3. ฟองน้ำสีดำเมือกม่วง	*Iotrochota baculifera*	✓	✓
	4. ฟองน้ำฝังตัวสีแดง	*Mycale (Mycale)* sp.	✓	✓
	5. ฟองน้ำหนาม	*Callyspongia (Cladochalina)* sp.	-	✓
	6. ฟองน้ำเคลือบผิว	*Haliclona* sp.	-	✓
	7. ฟองน้ำเคลือบหนาสีฟ้า	*Gelliodes petrosioides*	-	✓
	8. Tube sponge	*Niphates* sp.	-	✓
	9. ฟองน้ำสีน้ำเงิน	*Neopetrosia* sp.	✓	-
Cnidaria	10. ปะการังใบหิน	*Lithophyllon* sp.	✓	✓
	11. ปะการังดอกเห็ดเล็ก	*Cycloseris* sp.	✓	✓
	12. ปะการังดาวช่องเหลี่ยม	*Leptastre*a sp.	✓	-
	13. ปะการังวงแหวน	*Favia* sp.	✓	-
	14. ปะการังสมองร่องเล็ก	*Platygyra* sp.	✓	✓
	15. ปะการังดาวเล็ก	*Cyphastrea serailia*	✓	-
	16. ปะการังวงศ์ Caryophylliidae	Family Caryophylliidae	✓	✓
	17. ปะการังถ้วยส้ม	*Tubastrea coccinea*	✓	✓
	18. ปะการังลูกโป่ง	*Plerogyra sinuosa*	-	✓
	19. ปะการังดำ	*Antipathes* sp.	✓	✓
	20. แส้ทะเล	*Junceella* sp.	✓	✓
	21. ปะการังอ่อน	*Carijoa* sp.	-	✓
Annelida	22. หนอนท่อ	*Sabellastarte* sp.	-	✓
Bryozoa	23. ไบรโอซัวเคลือบหิน	*Schizoporella* sp.	✓	✓
Mollusca	24. หอยมุกกัลปังหา	*Pteria penguin*	✓	✓
	25. หอยมือหมี	*Hyotissa hyotis*	✓	✓
	26. หอยนางรมหนาม	*Spondylus* sp.	✓	✓
	27. หอยนางรม	*Striostrea* sp.	✓	✓
	28. หอยมุก	*Pinctada* sp.	-	✓
	29. หอย Jewel boxes	*Chama* sp.	✓	-
Arthropoda	30. เพรียงหิน	*Balanus* sp.	✓	✓
Chordata	31. เพรียงหัวหอมรวม	*Symplegma* sp.	✓	✓

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวพิสดาร์ รุ่งเรืองทองทวี
วัน เดือน ปี ที่เกิด	10 มกราคม 2530
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2551)
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ผู้ช่วยดำเนินงานสมาชิกสภาปฏิรูปแห่งชาติ-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-
โครงการวิจัยที่ได้ดำเนินงาน	1. ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการศึกษาและพัฒนาการนำเรือรบหลวงมาใช้เพื่อจัดทำแหล่งท่องเที่ยวใต้ทะเล จังหวัดชุมพรและจังหวัดสุราษฎร์ธานี- 2. ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการจัดทำสถานีชี้วัดความเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศทางทะเลและการใช้ประโยชน์จากการประมงพื้นบ้าน จังหวัดชุมพร 3. ผู้ช่วยนักวิจัย โครงการติดตามสถานการณ์และผลกระทบด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์จากกรณีน้ำมันดิบรั่วไหล บริเวณอุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า-หมู่เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์