ศักยภาพการทดแทนประชากรปะการังในแนวปะการังจังหวัดระยองหลังจากเหตุการณ์ปะการังฟอกขาว ปีพ.ศ. 2553

Potential of Self-seeded Coral Recruitment on Coral Reefs in Rayong Province after 2010 Coral Bleaching Event

นรินทร์รัตน์ คงจันทร์ตรี[1]*, อัญชลี จันทร์คง[1,2], สุวรรณา ภาณุตระกูล[1] และวิภูษิต มัณฑะจิตร[1]

[1]ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

[2]ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยฝั่งตะวันออก

Narinratana Kongjandtre[1]*, Anchalee Chankong[1,2], Suwanna Panutrakul[1] and Vipoosit Manthachitra[1]

[1]Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University.

[2]Department of Marine and Coastal Resources, Eastern Marine and Coastal Resources Research Center

บทคัดย่อ

เหตุการณ์ปะการังฟอกขาวที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2553 นับว่าเป็นเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบรุนแรงที่สุดครั้งหนึ่งต่อแนวปะการังในพื้นที่ชายฝั่งทะเลของประเทศไทย ระดับความรุนแรงของการฟอกขาวและสถานภาพของแนวปะการังหลังจากการฟอกขาวจะส่งผลต่อความสามารถและระยะเวลาที่ใช้ในการฟื้นตัวตามธรรมชาติของแนวปะการัง ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินศักยภาพการฟื้นตัวตามธรรมชาติของปะการังในจังหวัดระยอง โดยสำรวจ 1) สถานภาพทรัพยากรปัจจุบันของแนวปะการัง 2) การทดแทนประชากรในพื้นที่โดยพิจารณาจากชนิดและความหนาแน่นของการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบนแผ่นกระเบื้อง และ 3) การเจริญเติบโตของปะการังวัยอ่อนที่รอดตาย ผลการศึกษาพบว่าแนวปะการังในจังหวัดระยองส่วนใหญ่อยู่ในสภาพเสียหาย มีปะการังโขด (*Porites* spp.) วงศ์ Poritidae, ปะการังก้อนในวงศ์ Faviidae และ Mussidae เป็นชนิดเด่น การลงเกาะของตัวอ่อนในธรรมชาติพบตัวอ่อนปะการังในวงศ์ Mussidae (48.4%) และ Faviidae (19.4%) ลงเกาะปีละสองครั้งในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-มีนาคม) และต้นฤดูหนาว (ตุลาคม-พฤศจิกายน) และพบตัวอ่อนปะการังโขด (*Porites* spp., 29%) ลงเกาะได้ตลอดทั้งปี สำหรับปะการังวัยอ่อนที่รอดตายจากการฟอกขาวพบปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด ส่วนปะการังสมองร่องใหญ่ (*Symphyllia* spp.) มีค่ารองลงมา

คำสำคัญ : ปะการังฟอกขาว การฟื้นตัว ตัวอ่อนปะการัง จังหวัดระยอง

***Corresponding author.** E-mail: narinratana@buu.ac.th

Abstract

Coral bleaching in 2010 was one of the major events that strongly impacted coral reefs along the coast of Thailand. The severity of bleaching may have had various impacts among coral taxa, and may determine the time and ability to recovery naturally. The objective of this work was to assess recovery potential of coral reefs in Rayong province via 1) examination of current coral reef status, 2) evaluated recruitment to coral populations in the study area using information on species and abundance of newly settled larvae on settlement plates and 3) growth rates of juvenile colonies which survived the bleaching event. Results of the study showed that many reefs in Rayong province were in poor condition, with *Porites* spp. (Poritidae), faviids (Faviidae) and mussids (Mussidae) dominating the reefs. New recruits settled in *situ* were comprised of Mussidae (48.4%) and Faviidae (19.4%) that settled twice a year during summer (February-March) and before winter (October – November), while *Porites* spp. recruits (29%) settled all year round. Among the juvenile colonies that survived coral bleaching in 2010, Acropora spp. had the highest growth rate followed by *Symphyliia* spp.

Keywords : coral bleaching, recovery, coral recruits, Rayong

บทนำ

ในปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นผลกระทบจากภาวะโลกร้อนส่งผลให้สภาพอุตุ-อุทกวิทยาในภูมิภาคต่างๆ เกิดการเปลี่ยนแปลง ดังจะเห็นได้จากรายงานความถี่ของปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนิโญ และลานิญามีบ่อยครั้งมากขึ้น ทั้งนี้ต้นตอของปัญหาเริ่มมาตั้งแต่ยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม ทำให้มีการปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากขึ้นกว่าร้อยละ 70 เมื่อเทียบกับยุคก่อนปฏิวัติอุตสาหกรรม (IPCC, 2007) เป็นสาเหตุทำให้อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น ในรอบ 100 ปีที่ผ่านมาพบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำทะเลในปัจจุบันมีการเพิ่มขึ้นประมาณ 1-1.5 องศาเซลเซียสจนใกล้กับอุณหภูมิสูงสุดที่ปะการังจะสามารถดำรงชีวิตได้อย่างปกติ (Hoegh-Guldberg, 1999) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำทะเลเพียง 1-2 องศาเซลเซียสจากอุณหภูมิน้ำทะเลปกตินี้ จะมีผลต่อการดำรงชีวิตของปะการังและสาหร่ายซูแซนเทลลี (Zooxanthellae: *Symbiodinium*) ที่อาศัยอยู่ร่วมกับปะการังออกจากตัวปะการัง เนื่องจากน้ำทะเลมีอุณหภูมิสูงขึ้นและ/หรือมีความเข้มแสงเพิ่มขึ้นต่อเนื่องเป็นเวลานานทำให้เกิดปะการังฟอกขาว (Glynn, 1996; Drollet *et al*., 1994) และส่งผลต่อการตายของปะการังเป็นบริเวณกว้าง ทำให้แนวปะการังที่ได้รับผลกระทบอยู่ในสภาพเสื่อมโทรมอย่างรวดเร็ว (Hoegh-Guldberg, 1999; Hoegh-Guldberg *et al*., 2007)

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำทะเลบริเวณเกาะภูเก็ต พบว่าทุกๆ 10 ปี อุณหภูมิน้ำทะเลมีการเพิ่มขึ้น 0.126 องศาเซลเซียส (Brown *et al*., 1996) ซึ่งเป็นแนวโน้มเดียวกับที่สังเกตพบในบริเวณแนวปะการังอื่นในเขตร้อน และทำให้ความถี่ในการเกิดปะการังฟอกขาวในประเทศไทยและแนวปะการังในบริเวณอื่นๆ ของโลกเพิ่มมากขึ้น จะเห็นได้ว่าสาเหตุหลักของการตายของปะการังครอบคลุมเป็นวงกว้างในระดับประเทศและระดับภูมิภาคเป็นผลสืบเนื่องจากการเกิดเอลนิโญและลานิญา ที่ทำให้อุณหภูมิน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นอย่างผิดปกติ โดยประเทศไทยมีรายงานปะการังฟอกขาวในปี พ.ศ. 2534, 2538, 2541, 2546, 2548, 2550 และ 2553 โดยเฉพาะในปี พ.ศ. 2534 และ 2538 พบแนวปะการังฝั่งทะเลอันดามันได้รับความเสียหายอย่างมาก แต่ในปีพ.ศ. 2541 กลับพบว่าแนวปะการังฝั่งอ่าวไทยได้รับผลกระทบรุนแรงกว่าฝั่งทะเลอันดามัน (Wilkinson, 1998) สำหรับปีพ.ศ. 2553 นั้นพบว่าในแต่ละพื้นที่ได้รับผลกระทบรุนแรงแตกต่างกันทั้งทางฝั่งทะเลอันดามันและอ่าวไทย แนวปะการังในทุกจังหวัดของทะเลอันดามันเกิดการฟอกขาวมากกว่าร้อยละ 70 ของปะการังมีชีวิต สำหรับฝั่งอ่าวไทยพบว่ามีการฟอกขาวล่าช้ากว่า และมีปะการังที่ตายจากการฟอกขาวน้อยกว่าบริเวณอื่นๆ (นิพนธ์ พงศ์สุวรรณ, มปป; สถานวิจัยความเป็นเลิศความหลากหลายทางชีวภาพแห่งคาบสมุทรไทย, 2555)

ผลกระทบจากการฟอกขาวต่อปะการังจะทำให้ปะการังซึ่งเป็นเจ้าบ้านสูญเสียพลังงานประจำวัน ซึ่งประมาณร้อยละ 95 นั้นได้มาจากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายซูแซนเทลลี (Davies, 1991) ดังนั้นการฟอกขาวจึงไปลดปริมาณไขมันและโปรตีนในเนื้อเยื่อของปะการังเจ้าบ้าน (Fitt *et al*., 1993) ลดอัตราการสะสมหินปูนและการเจริญเติบโต (Clausen & Roth, 1975; Szmant & Gassman, 1990) และในกรณีที่รุนแรงมากๆ อาจทำให้ปะการังตายได้ (Hoegh-Guldberg, 1999) นอกจากนี้ยังพบว่าระดับความรุนแรงของการฟอกขาว เช่น การฟอกขาวในระดับปานกลางและการฟอกขาวในระดับรุนแรงมาก จะส่งผลต่อความแตกต่างของรอบการพัฒนาการสืบพันธุ์ ความดกไข่ ขนาดของไข่ อัตราการปฏิสนธิ รวมถึงความสามารถในการลงเกาะและการรอดตายของตัวอ่อนอย่างมีนัยสำคัญ (Michalek-Wagner & Willis, 2001; Nozawa & Harrison, 2007; Randall & Szmant, 2009)

ดังนั้นปัจจัยที่จะช่วยส่งเสริมให้มีการฟื้นตัวของแนวปะการังตามธรรมชาติจึงมีความสำคัญ เช่น ขนาดและขอบเขตของแนวปะการังที่ยังมีชีวิต รวมถึงความสมบูรณ์ของแนวปะการัง และความสามารถในการผลิตเซลล์สืบพันธุ์และตัวอ่อนเพื่อเป็นประชากรที่เข้ามาทดแทนประชากรรุ่นเก่า ความเชื่อมต่อของแนวปะการังกับแนวปะการังอื่นๆ เนื่องจากแนวปะการังบางแห่งเป็นแหล่งกำเนิด (source) ของตัวอ่อน ในขณะที่แนวปะการังบางแห่งเป็นแหล่งลงเกาะ (sink) ของตัวอ่อนตามธรรมชาติ นอกจากนี้อัตราการเจริญเติบโต การตาย และการแก่งแย่งพื้นที่กับสิ่งมีชีวิตหน้าดินอื่นๆ ก็มีความสำคัญต่อการอยู่รอดของตัวอ่อนและศักยภาพในการฟื้นตัวของแนวปะการัง นอกจากนี้ปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น คุณภาพน้ำที่มีธาตุอาหารหรือตะกอนสูง อาจจะเป็นจุดวิกฤตที่จะเปลี่ยนแปลงแนวปะการังที่ได้รับผลกระทบให้เป็นแนวปะการังที่เสื่อมโทรมได้ (Rogers, 1990) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินศักยภาพในการฟื้นตัวตามธรรมชาติของปะการังในจังหวัดระยอง โดย 1) สำรวจสถานภาพทรัพยากรปัจจุบันของแนวปะการังหลังจากเหตุการณ์ฟอกขาวปีพ.ศ. 2553 2) ประเมินการทดแทนประชากรในพื้นที่โดยพิจารณาจากชนิดและความหนาแน่นของการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในธรรมชาติ และ 3) ศึกษาการเจริญเติบโตของปะการังวัยอ่อนที่รอดตายจากการฟอกขาว

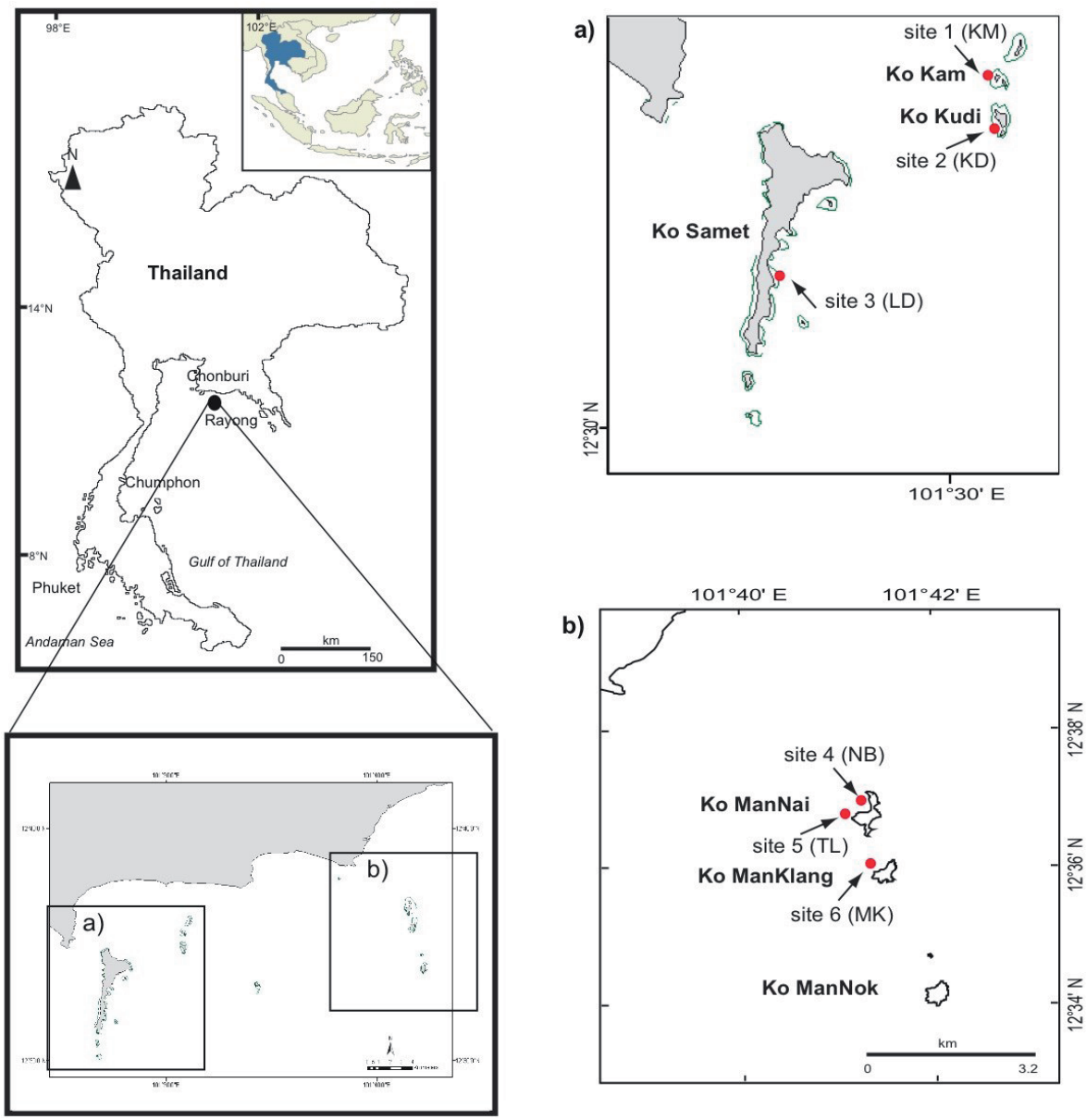
วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

พื้นที่ศึกษา

ศึกษาแนวปะการังบริเวณชายฝั่งจังหวัดระยอง ครอบคลุมพื้นที่หมู่เกาะเสม็ด – กุฎี (ภาพที่ 1a) และ หมู่เกาะมัน (ภาพที่ 1b) โดยสุ่มเลือกตัวแทน 3 แนวปะการังจากแต่ละหมู่เกาะ รวมทั้งสิ้น 6 สถานี ได้แก่ สถานีที่ 1 เกาะขาม สถานีที่ 2 เกาะกุฎี สถานที่ 3 อ่าวลุงดำ เกาะเสม็ด สถานที่ 4 หาดหน้าบ้าน เกาะมันใน สถานีที่ 5 อ่าวต้นเลียบ เกาะมันใน และสถานีที่ 6 เกาะมันกลาง

สถานภาพทรัพยากรปัจจุบัน หลังเหตุการณ์ปะการังฟอกขาว ปี พ.ศ. 2553

บันทึกข้อมูลองค์ประกอบชนิดที่พบในแนวปะการัง อัตราส่วนปะการังมีชีวิตต่อปะการังตาย โดยใช้วิธี line intercept transect (ดัดแปลงจาก English *et al*., 1997) ด้วยการวางเส้นเทปความยาว 30 เมตร จำนวน 3 ซ้ำ ขนานกับแนวปะการัง บริเวณโซนลาดชัน (reef slope) บริเวณหมู่เกาะมันใน สำรวจระหว่างวันที่ 18-22 กุมภาพันธ์ 2554 บริเวณหมู่เกาะเสม็ด



ภาพที่ 1 สถานีศึกษาในพื้นที่หมู่เกาะเสม็ด-กุฎี และหมู่เกาะมัน จังหวัดระยอง

สำรวจระหว่างวันที่ 16-18 มีนาคม 2554 ในแต่ละสถานีที่ทำการศึกษา บันทึกองค์ประกอบชนิดของปะการัง สิ่งมีชีวิตอื่นและองค์ประกอบไม่มีชีวิตที่เส้นเทปพาดผ่าน คำนวณหาเปอร์เซนต์การปกคลุมพื้นที่ขององค์ประกอบต่างๆพร้อมทั้งประเมินความสมบูรณ์ของแนวปะการังแต่ละแห่งที่ศึกษาโดยพิจารณาจากอัตราส่วนของปะการังมีชีวิตต่อปะการังตาย โดยมีเกณฑ์ดังนี้ (กรมประมง, 2542)

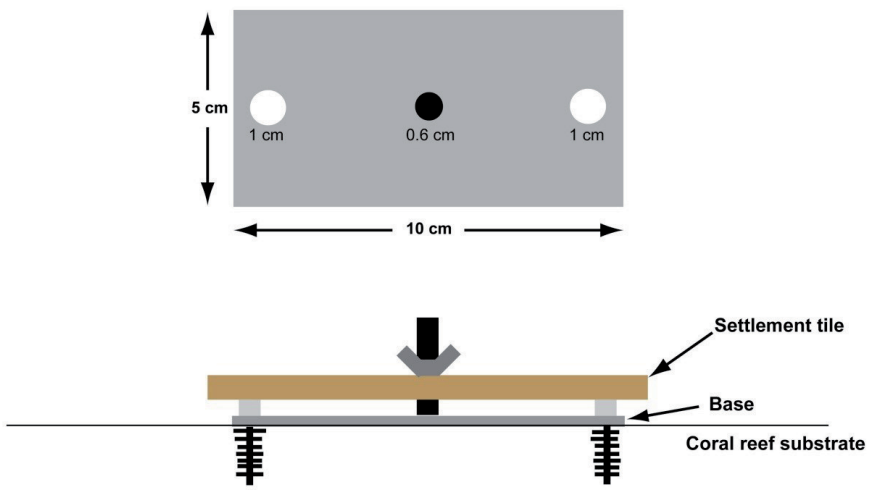
อัตราส่วนเปอร์เซ็นต์ปะการังที่มีชีวิต : เปอร์เซ็นต์ปะการังตาย	สภาพแนวปะการัง
3 (หรือมากกว่า 3) : 1	ดีมาก
2 : 1	ดี
1 : 1	ปานกลาง
1 : 2	เสียหาย
1 : 3 (หรือมากกว่า 3)	เสียหายมาก

การลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในธรรมชาติ

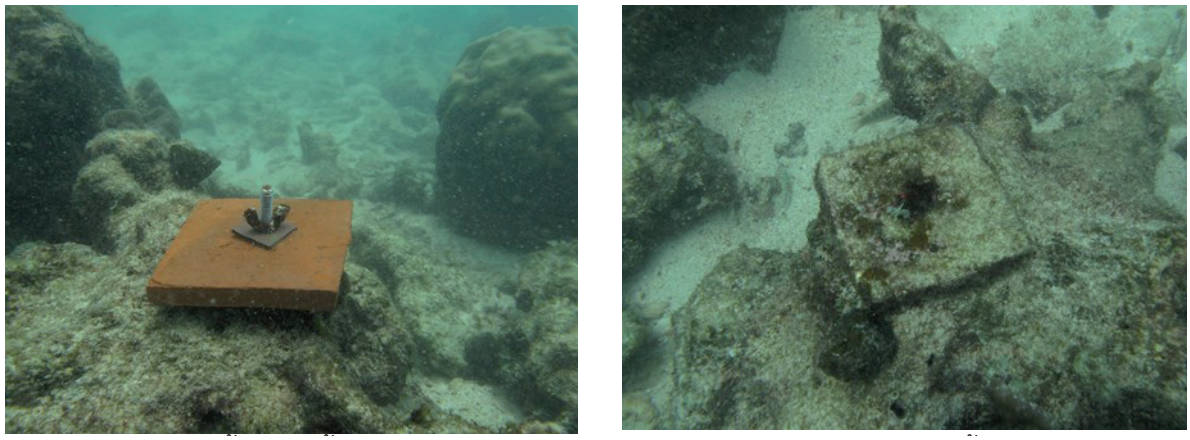
ติดตามการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในธรรมชาติ เพื่อศึกษาปริมาณของตัวอ่อนที่ลงเกาะตามช่วงเวลาในสถานีต่างๆ ด้วยการติดตั้งวัสดุเพื่อให้ตัวอ่อนลงเกาะในแนวปะการัง โดยใช้กระเบื้องดินเผาที่ไม่ผ่านการเคลือบ ขนาด 11 ซม. x 11 ซม. x 1 ซม. (Munday, 2000) ยึดติดกับแผ่นสแตนเลสที่ใช้เป็นฐาน (ขนาด 10 ซม. x 5 ซม. x 0.6 ซม.) เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ซม. ที่ด้านข้างทั้งสองด้าน ตรงกลางเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 ซม. โดยมีน็อตสแตนเลสเป็นตัวยึดบริเวณส่วนกลางของฐาน บริเวณด้านข้างจะทำการเจาะรูผ่านช่องที่ฐานให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 ซม. ลึกประมาณ 2 ซม. และใช้พลุกพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 ซม. x 3 ซม. เชื่อมส่วนที่เป็นฐานและพื้นที่ว่างในแนวปะการัง หลังจากนั้นขันสกรูสแตนเลสเพื่อยึดฐานให้ติดกับพื้นอย่างมั่นคง วางแผ่นกระเบื้องผ่านน็อตตรงกลางฐาน และใช้น็อตหางปลาขันให้แน่นเพื่อป้องกันการหลุดหายของแผ่นกระเบื้อง (ภาพที่ 2)

ในแต่ละสถานีทำการติดตั้งแผ่นกระเบื้องจำนวน 10 แผ่น บริเวณโซนลาดชัน (reef slope) ก่อนฤดูสืบพันธุ์ของปะการัง และเปลี่ยนแผ่นกระเบื้องทุกๆ 4 เดือน เพื่อตรวจสอบช่วงเวลาลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในรอบปี โดยเริ่มติดตั้งแผ่นกระเบื้องชุดแรกในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 เก็บแผ่นกระเบื้องชุดเก่าและเปลี่ยนแผ่นใหม่ในเดือนมิถุนายน และตุลาคม พ.ศ. 2554 และเก็บแผ่นกระเบื้องชุดสุดท้ายในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 (ภาพที่ 3)

แผ่นกระเบื้องที่เก็บขึ้นมาจะนำมาล้างโดยแกว่งในน้ำเบาๆ เพื่อล้างตะกอนออก และนำมาแช่ในสารละลายคลอรีน ทิ้งไว้ข้ามคืน เพื่อกำจัดเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตที่ติดอยู่บนแผ่นกระเบื้อง หลังจากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำจืดและตากให้แห้ง นำแผ่นกระเบื้องไปส่องด้วยกล้องสเตอริโอเพื่อจำแนกชนิดของตัวอ่อนปะการังออกเป็นกลุ่มในระดับวงศ์ (Babcock *et al*., 2003) ได้แก่วงศ์ Poritidae (Por), Faviidae (Fav), Mussidae (Mus) และ Fungiidae (Fun) ทั้งที่ลงเกาะบริเวณด้านบน ด้านข้าง และด้านล่างของแผ่นกระเบื้อง จำนวนตัวอ่อนที่พบจะถูกแปลงหน่วยให้เป็นจำนวนตัวอ่อน/100 ซม.^{2} (recruits/100 cm^2)



ภาพที่ 2 แสดงส่วนฐานของแผ่นกระเบื้อง และวิธีการติดตั้งแผ่นกระเบื้องกับบริเวณพื้นที่ว่างในแนวปะการัง (ดัดแปลงจาก Munday, 2000)

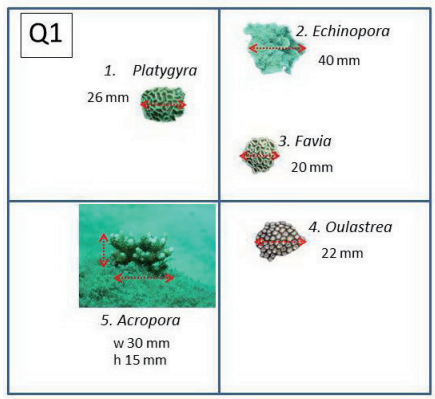


ภาพที่ 3 แผ่นกระเบื้องที่ติดตั้งในแนวปะการัง และเมื่อเวลาผ่านไป 4 เดือนหลังจากติดตั้ง

จำแนกสิ่งมีชีวิตหน้าดินประเภทเกาะติดชนิดอื่นๆ ที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้อง โดยจำแนกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้คือ สาหร่ายขนาดเล็ก (turf algae), สาหร่ายสีน้ำตาล (brown algae), สาหร่ายสีแดงและสาหร่ายหินปูน (crustose coralline algae - CCA), ไบรโอซัว (bryozoans), หอย (mollusk), หนอนท่อ (tube polycheate), เพรียงหิน (barnacle), เพรียงหัวหอม (tunicate) และฟองน้ำ (sponge) ประเมินเปอร์เซ็นต์ปกคลุมพื้นที่ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดทั้งด้านบนและด้านล่างของแผ่นกระเบื้อง (English *et al*., 1997) วิเคราะห์ความแปรปรวนหลายตัวแปรขององค์ประกอบสัตว์หน้าดินที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้อง (MANOVA) โดยแบ่งเป็น 3 ช่วงเวลา สองหมู่เกาะ จำนวน 6 สถานี บริเวณด้านบนและด้านล่างของแผ่นกระเบื้อง โดยใช้โปรแกรมสถิติ PERMANOVA + for PRIMER และใช้สถิติ nonparametric โดยการวิเคราะห์ Principal Component Analysis (PCA) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวอ่อนปะการังและสิ่งมีชีวิตที่เอื้อต่อการลงเกาะ

การเจริญเติบโตและอัตรารอดของปะการังวัยอ่อน

ศึกษาการเจริญเติบโตและอัตรารอดของปะการังวัยอ่อนโดยใช้ Permanent quadrat ขนาด 1 เมตร x 1 เมตร จำนวน 6 ซ้ำ ในแต่ละสถานี วาดแผนที่และกำหนดหมายเลขตำแหน่งของปะการังวัยอ่อนแต่ละชนิดที่พบใน quadrat (ภาพที่ 4) บันทึกชนิด วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีหรือบริเวณส่วนที่กว้างที่สุดของโคโลนี (สำหรับปะการังเขากวางหรือปะการังที่มีรูปทรงแบบกิ่งจะวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีและความสูงของโคโลนี) โดยใช้เวอร์เนียคาลิเปอร์มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ติดตามการเจริญเติบโตทุกๆ 4-6 เดือน สถานีในบริเวณหมู่เกาะเสม็ดมีการเก็บข้อมูลสามครั้ง คือ เดือนมีนาคม 2554 เดือนตุลาคม 2554 และเดือนกุมภาพันธ์ 2555 สำหรับสถานีบริเวณหมู่เกาะมันมีการเก็บข้อมูลสองครั้ง คือ เดือนกุมภาพันธ์ 2554 และตุลาคม 2554 คำนวณการเจริญเติบโตโดยคำนวณจากการเปลี่ยนแปลงขนาดของโคโลนีต่อช่วงเวลา โดยจะเทียบให้เป็นการเจริญเติบโตมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร/ปี



ภาพที่ 4 แผนที่แสดงหมายเลข permanent quadrat หมายเลขโคโลนี ชนิด ขนาดและตำแหน่งโคโลนีของปะการังวัยอ่อน (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง <10 ซม.) ใน Permanent quadrat ขนาด 1 เมตร x 1 เมตร (ตัวเลขในกรอบสี่เหลี่ยมคือหมายเลขโคโลนี ตัวอักษรภาษาอังกฤษ แสดงชื่อชนิดของปะการัง และตัวเลขบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ในปะการังเขากวาง (Acropora) วัดทั้งความกว้าง และความสูงของโคโลนี)

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

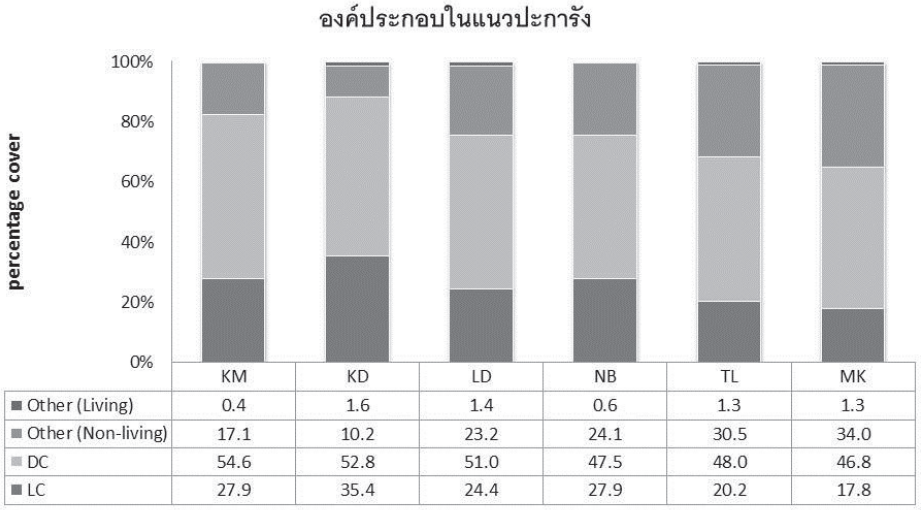
สถานภาพทรัพยากรปัจจุบัน หลังเหตุการณ์ปะการังฟอกขาว ปี พ.ศ. 2553

จากการสำรวจพบว่าสัดส่วนการปกคลุมพื้นที่แนว

ปะการังโดยเฉลี่ยบริเวณหมู่เกาะเสม็ด-กุฎี เป็นปะการังแข็งมีชีวิต 24.4-35.4 เปอร์เซ็นต์และปะการังตาย 51.0-54.6 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่แนวปะการังทั้งหมด (ภาพที่ 5) แนวปะการังส่วนใหญ่ จัดเป็นแนวปะการังที่อยู่ในสภาพเสียหาย โดยมีปะการังแข็งสกุลเด่นได้แก่ ปะการังโขด (*Porites* spp.) ปกคลุมพื้นที่ ตั้งแต่ 10.8-16.6 เปอร์เซ็นต์ (เฉลี่ย 14.2 เปอร์เซ็นต์) และปะการังสมองร่องใหญ่ (*Symphyllia* spp.) ปกคลุมพื้นที่ตั้งแต่ 2.1-13.4 เปอร์เซ็นต์ (เฉลี่ย 6.2 เปอร์เซ็นต์) และปะการังอื่นๆ ในวงศ์ Faviidae แนวปะการังบริเวณหมู่เกาะมัน พบปะการังแข็งมีชีวิตปกคลุมพื้นที่ตั้งแต่ 17.8-27.9 เปอร์เซ็นต์และปะการังตาย 46.8-48.0 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 5) แนวปะการังส่วนใหญ่ จัดเป็นแนวปะการังที่อยู่ในสภาพเสียหายถึงเสียหายมาก ปะการังแข็งที่พบเป็นชนิดเด่น ได้แก่ ปะการังโขด (*Porites* spp.) ปกคลุมพื้นที่ตั้งแต่ 4.5-22.2 เปอร์เซ็นต์ (เฉลี่ย 13.5 เปอร์เซ็นต์) ปะการังสมองร่องใหญ่ (*Symphyllia* spp.) ปกคลุมพื้นที่ตั้งแต่ 0.4-4.3 เปอร์เซ็นต์ (เฉลี่ย 2.3 เปอร์เซ็นต์) และปะการังอื่นๆ ในวงศ์ Faviidae

สถานภาพทรัพยากรปะการังในจังหวัดระยองปัจจุบันอยู่ในสภาพเสียหายถึงเสียหายมาก โดยมีปะการังโขด (*Porites* spp.) และปะการังก้อนในวงศ์ Faviidae และ Mussidae เป็นองค์ประกอบหลักของแนวปะการัง และพบว่าผลกระทบจากเหตุการณ์ปะการังฟอกขาวในปี พ.ศ. 2553 นอกจากจะส่งผลอย่างรุนแรงต่อปะการังกิ่ง เช่น ปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.) และปะการังดอกกะหล่ำ (*Pocillopora damicornis*) ซึ่งมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิมากทำให้เกิดการตายเกือบทั้งหมดในทุกสถานีที่สำรวจแล้วยังส่งผลกระทบถึงปะการังก้อนชนิดต่างๆ ที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงมากกว่า ถึงแม้ว่าปะการังก้อนหลายๆ ชนิดที่เกิดการฟอกขาวบางส่วนจะสามารถฟื้นตัวกลับมาได้ แต่ก็มีปะการังก้อนในสกุล *Porites, Symphylllia* และในกลุ่ม faviids จำนวนมากที่ได้รับผลกระทบรุนแรงและตายไปประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์

สถานภาพของแนวปะการังทั่วโลกโดยเฉพาะในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยภาพรวมแนวปะการังในภูมิภาคนี้อยู่ในสถานะที่เสื่อมโทรมลง ในขณะที่บางประเทศแนวปะการังมีแนวโน้มว่ามีสภาพที่ดีขึ้นจากสถานการณ์ฟอกขาวในปี ค.ศ. 1999 เช่น อินโดนีเซีย และพม่า แนวปะการังในพม่าที่ถูกสำรวจพบว่ามีปะการังมีชีวิตปกคลุมมากกว่าร้อยละ 75 ในขณะที่หลายๆ ประเทศ เช่น ฟิลิปปินส์ เวียดนาม สิงคโปร์ และประเทศไทย ความสมบูรณ์ของแนวปะการังอยู่ในสถานการณ์ที่น่าเป็นห่วง การปกคลุมพื้นที่



	KM	KD	LD	NB	TL	MK
Other (Living)	0.4	1.6	1.4	0.6	1.3	1.3
Other (Non-living)	17.1	10.2	23.2	24.1	30.5	34.0
DC	54.6	52.8	51.0	47.5	48.0	46.8
LC	27.9	35.4	24.4	27.9	20.2	17.8

สัดส่วน LC : DC	1 : 2	1 : 1.5	1 : 2	1 : 1.7	1 : 2.4	1 : 2.6
สภาพแนวปะการัง	เสียหาย	ปานกลาง	เสียหาย	เสียหาย	เสียหาย	เสียหายมาก

ภาพที่ 5 เปอร์เซ็นต์การปกคลุมพื้นที่ขององค์ประกอบปะการังมีชีวิต (LC) ปะการังตาย (DC) สิ่งไม่มีชีวิตอื่นๆ (Other-Non-living) และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่ไม่ใช่ปะการัง (Other-living) ที่พบในแนวปะการัง สัดส่วนปะการังมีชีวิตต่อปะการังตายและสภาพปัจจุบันของแนวปะการังบริเวณเกาะขาม (KM) เกาะกุฎี (KD) อ่าวลุงดำ เกาะเสม็ด (LD) หาดหน้าบ้าน เกาะมันใน (NB) อ่าวต้นเลียบ เกาะมันใน (TL) และเกาะมันกลาง (MK)

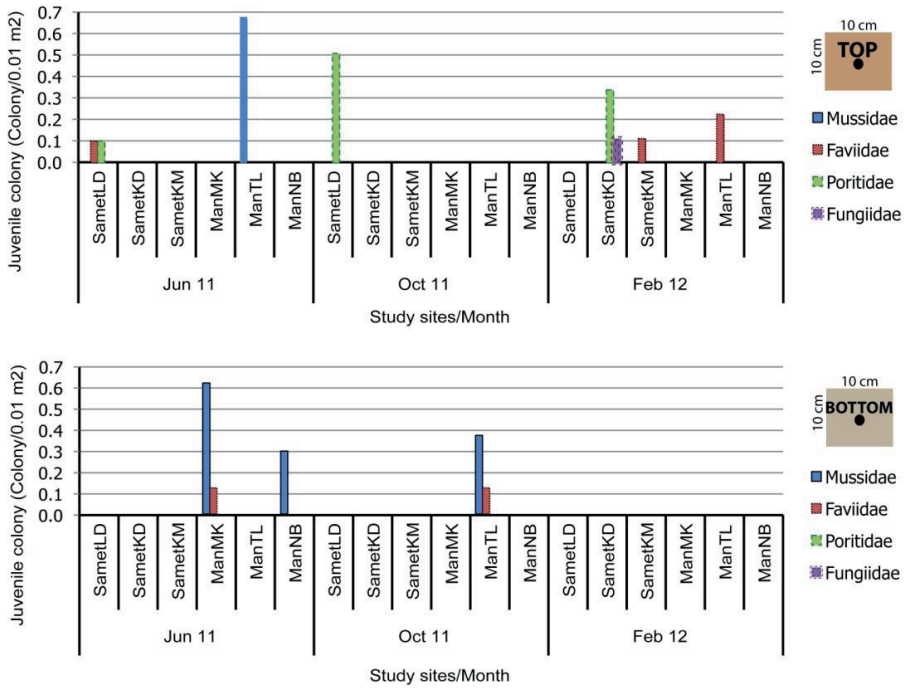
ของปะการังมีชีวิตอยู่ที่ ประมาณร้อยละ 35 ในปีค.ศ. 1999 และลดลงมาอยู่ที่ร้อยละ 8 ในปีค.ศ. 2004 (Tun *et al*., 2004) แต่ในปี พ.ศ. 2553 ก็เกิดเหตุการณ์ปะการังฟอกขาวขึ้นอีก ส่งผลให้แนวปะการังหลายแห่งมีความเสื่อมโทรมมากขึ้น

การลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในธรรมชาติ

จากการสำรวจการลงเกาะของตัวอ่อนในธรรมชาติที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้อง พบความแตกต่างระหว่างปะการังที่มีการสืบพันธุ์แบบปล่อยเซลล์สืบพันธุ์ออกมาผสมในมวลน้ำ (broadcaster) ได้แก่ปะการังในวงศ์ Faviidae และ Mussidae และพวกที่มีการผสมพันธุ์ภายในและปล่อยตัวอ่อนพลานูลาออกสู่มวลน้ำ (brooder) เช่น ปะการังในวงศ์ Poritidae โดยพวก broadcaster พบมีการลงเกาะของตัวอ่อนในธรรมชาติสองครั้งในหนึ่งปี (ภาพที่ 6) โดยครั้งแรกพบในช่วงฤดูร้อน ตัวอ่อนลงเกาะในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554 และเก็บแผ่นกระเบื้องขึ้นมาตรวจสอบในเดือนมิถุนายนพ.ศ. 2554 ทั้งในบริเวณหมู่เกาะเสม็ด และหมู่เกาะมันครั้งที่สอง พบในช่วงต้นฤดูหนาว โดยตัวอ่อนลงเกาะในระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 และเก็บแผ่นกระเบื้องขึ้นมาตรวจสอบในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 ส่วนปะการังในกลุ่ม brooder สามารถพบตัวอ่อนได้ตลอดทั้งปี (ภาพที่ 6)

เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นของตัวอ่อนที่ลงเกาะในแต่ละสถานีจะพบว่ามีค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 0-0.7 ตัวอ่อน/100 ซม.^{2} ซึ่งค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับความหนาแน่นของตัวอ่อนที่มีการศึกษาบริเวณเกาะ Heron ประเทศออสเตรเลีย ที่มีค่าเฉลี่ยรวมต่อสถานีตั้งแต่ 1.2-1.7 ตัวอ่อน/100 ซม.^{2} (Munday, 2000) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความสมบูรณ์ของแนวปะการัง ซึ่งแนวปะการังในบริเวณนี้มีปะการังมีชีวิตปกคลุมอยู่ประมาณ 20-30 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่แนวปะการัง ทำให้จำนวนของปะการังโตเต็มวัยที่จะผลิตตัวอ่อนมีน้อยตามไปด้วย ประกอบกับแนวปะการังจังหวัดระยองเป็นแนวปะการังริมฝั่งซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากปริมาณตะกอนสูงมากกว่าแนวปะการังที่เกาะ Heron ซึ่งเป็นแนวปะการังแบบกำแพงที่อยู่ห่างฝั่ง ทำให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะกับการลงเกาะของตัวอ่อนมากกว่า

เมื่อพิจารณาปริมาณตัวอ่อนที่ลงเกาะในธรรมชาติกับสัดส่วนของปะการังตัวเต็มวัยที่เป็นพ่อแม่พันธุ์พบว่าองค์ประกอบหลักของปะการังมีชีวิตในจังหวัดระยองประกอบไปด้วยปะการัง *Porites* spp. และปะการัง *Symphyllia* spp. ที่มีปริมาณการปกคลุมพื้นที่ใกล้เคียงกันบางสถานีพบปะการัง *Porites* ครอบคลุมพื้นที่มากกว่า บางสถานีพบปะการัง



ภาพที่ 6 องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบริเวณด้านบน (รูปบน) และด้านล่าง ของแผ่นกระเบื้อง (รูปล่าง) ณ สถานีต่างๆ บริเวณหมู่เกาะเสม็ดและหมู่เกาะมัน ในระหว่างเดือนรอบการเก็บแผ่นกระเบื้องเดือนมิถุนายน ตุลาคม พ.ศ. 2554 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 (LD = อ่าวลุงดำ เกาะเสม็ด, KD = เกาะกุฎี, KM = เกาะขาม, MK = เกาะมันกลาง, TL = อ่าวต้นเลียบ เกาะมันใน, NB = หาดหน้าบ้าน เกาะมันใน)

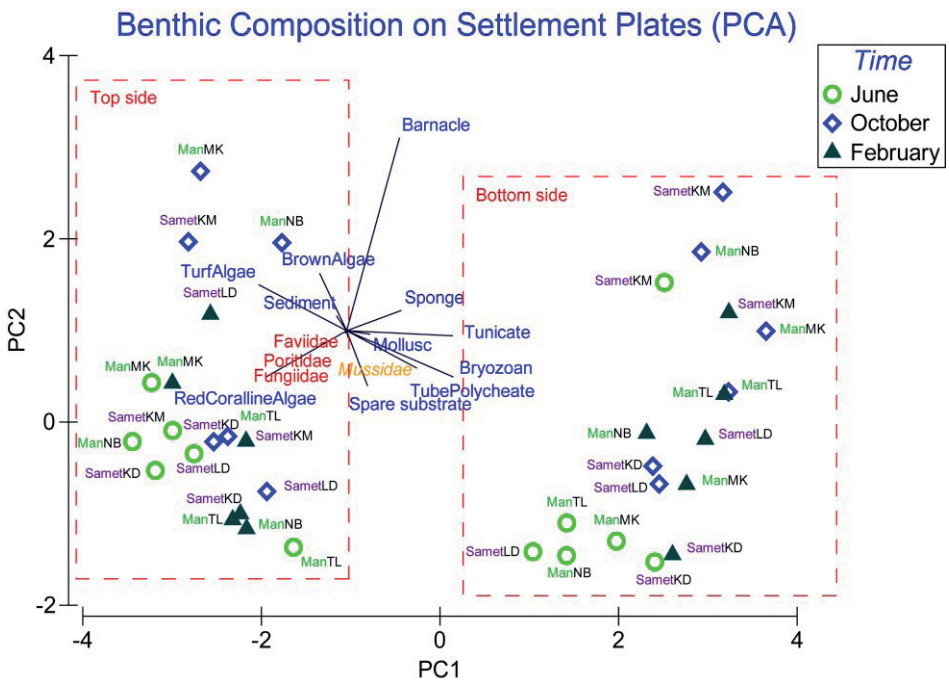
ตารางที่ 1 จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะทั้งหมด และเปอร์เซ็นต์ของตัวอ่อนจากตัวอ่อนจำนวน 4 วงศ์ที่พบลงเกาะบนแผ่นกระเบื้อง บริเวณด้านบน ด้านล่าง และผลรวมทั้งหมด. (Mus: Mussidae, Fav: Faviidae, Por: Poritidae, Fun: Fungiidae). ข้อมูลรวมทุกสถานีทุกช่วงเวลา

Total no. of recruits		Mus	Fav	Por	Fun
Top	18	22.2	22.2	50.0	5.6
Bottom	13	84.6	15.4	0.0	0.0
Total	31	48.4	19.4	29.0	3.2

Symphyllia ปกคลุมพื้นที่มากกว่า แต่ในแนวปะการังที่มีความสมบูรณ์และมีความหลากหลายทางชีวภาพค่อนข้างมาก เช่นบริเวณเกาะกุฎี กลับพบว่าปะการัง *Symphyllia* มีการปกคลุมพื้นที่มากกว่า

จากการสังเกตการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง พบปะการังในวงศ์ Poritidae เลือกลงเกาะเฉพาะด้านบนของแผ่นกระเบื้องเท่านั้น (ตารางที่ 1) และพบตัวอ่อนลงเกาะเฉพาะสถานีบริเวณหมู่เกาะเสม็ด ในขณะที่ปะการังในวงศ์ Mussidae และ Faviidae มีการลงเกาะทั้งบริเวณด้านบนและด้านล่างของแผ่นกระเบื้อง โดยพบความหนาแน่นของปะการังในครอบครัว Mussidae ลงเกาะหนาแน่นสูงที่สุด (ตารางที่ 1) จึงทำให้ในภาพรวมการพบปริมาณตัวอ่อนของปะการัง *Symphyllia* มีมากกว่า โดยเฉพาะบริเวณหมู่เกาะมัน ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงมิถุนายน พ.ศ. 2554 และปะการังในวงศ์ Faviidae มีการลงเกาะในระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 ทั้งบริเวณหมู่เกาะเสม็ดและหมู่เกาะมัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการสำรวจความสมบูรณ์ของเซลล์สืบพันธุ์ในช่วงเวลาดังกล่าว (นรินทร์รัตน์ คงจันทร์ตรี, ข้อมูลไม่ได้ตีพิมพ์)

ผลจากการวิเคราะห์ความแปรปรวน (MANOVA) พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละสถานี แต่จากการวิเคราะห์ PCA สังเกตพบองค์ประกอบสิ่งมีชีวิตที่ลงเกาะบริเวณทั้งด้านบนและด้านล่างของแผ่นกระเบื้องในรอบการเก็บเดือนมิถุนายนค่อนข้างแตกต่างจากช่วงเวลาอื่นๆ และพบองค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของสิ่งมีชีวิตที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องมีความแตกต่างระหว่างบริเวณด้านบน และด้านล่างของแผ่นกระเบื้องอย่างชัดเจน (ภาพที่ 7)



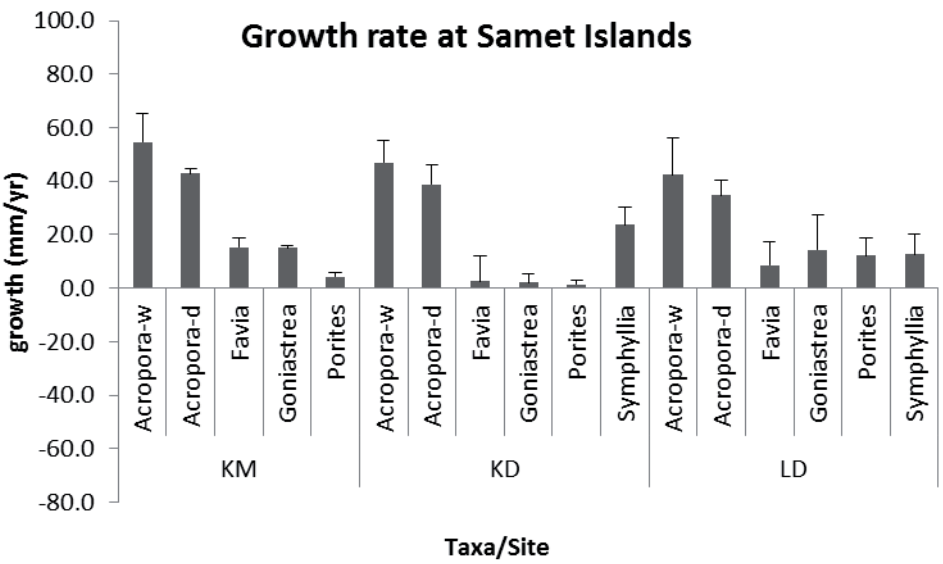
ภาพที่ 7 องค์ประกอบชนิดและความหนาแน่นของตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบริเวณด้านบน (ซ้าย) และด้านล่างของแผ่นกระเบื้อง (ขวา) ณ สถานีต่างๆ บริเวณหมู่เกาะเสม็ดและหมู่เกาะมัน ในระหว่างเดือนรอบการเก็บแผ่นกระเบื้องเดือนมิถุนายน ตุลาคม พ.ศ. 2554 และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555

การเจริญเติบโตและอัตรารอดของปะการังวัยอ่อน

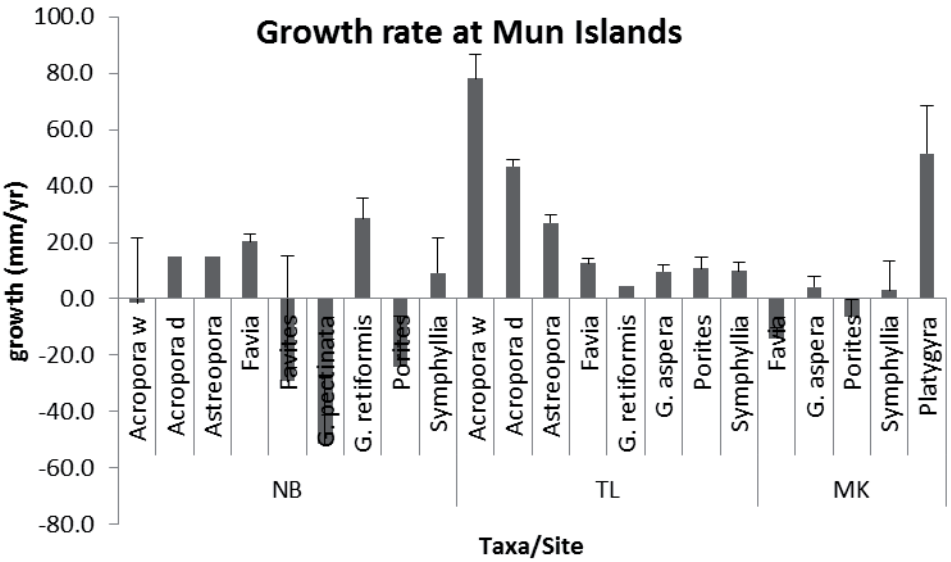
ผลจากการเฝ้าติดตามการเจริญเติบโตของปะการังวัยอ่อนในแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะเสม็ด ในระหว่างเดือนมีนาคม ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 (7 เดือน) และเดือนตุลาคมพ.ศ. 2554 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555 (4 เดือน) พบปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด คิดเป็นอัตราเจริญเติบโตโดยเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย 4.8 ซม./ปี และโดยการเพิ่มความสูงของโคโลนี เฉลี่ย 3.9 ซม./ปี และปะการังวัยอ่อนที่มีอัตราเจริญเติบโตรองลงมาคือ ปะการังสมองร่องใหญ่ (*Symphyllia* spp.) มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 1.8 ซม./ปี (ภาพที่ 8) ในขณะที่การเจริญเติบโตของปะการังวัยอ่อนในแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะมัน ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 (8 เดือน) พบปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด เช่นเดียวกับที่พบบริเวณหมู่เกาะเสม็ด คิดเป็นอัตราเจริญเติบโตโดยเพิ่มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคโลนีเฉลี่ย 3.8 ซม./ปี และโดยการเพิ่มความสูงของโคโลนี เฉลี่ย 3.1 ซม./ปี และปะการังวัยอ่อนที่มีอัตราเจริญเติบโตรองลงมาคือ ปะการังรังผึ้ง (*Goniastrea retiformis*) มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 2.9 ซม./ปี และปะการังดาวอุกกาบาต (*Astreopora* spp.) มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 2.1 ซม./ปี ตามลำดับ (ภาพที่ 9)

ในสถานีต่างๆ ที่ศึกษาทั้ง 3 สถานีบริเวณหมู่เกาะมัน พบสถานีหาดหน้าบ้าน เกาะมันใน (NB) มีอัตราการตายของปะการังสูงที่สุด โดยชนิดที่มีเกิดการตายมากคือ ปะการังรังผึ้ง (*G. pectinata*) และปะการังวงแหวน (*Favia* spp.) (ภาพที่ 9) และนอกจากนี้ยังเกิดการสูญหายของ permanent quadrat และโคโลนีที่ติดตามการเจริญเติบโตสูงที่สุดอีกด้วย เนื่องจากเกิดการพลิกคว่ำของโคโลนีปะการังขนาดใหญ่ทั้งที่ยังมีชีวิตและที่ตายแล้ว เนื่องจากมีความผุกร่อนของโครงสร้างหินปูนค่อนข้างมาก

การเจริญเติบโตของปะการังวัยอ่อนที่ลงเกาะในธรรมชาติในจังหวัดระยองมีอัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิด โดยปะการังกิ่งในสกุล *Acropora* มีการเจริญเติบโตได้เร็วที่สุด สอดคล้องกับรายงานจากที่อื่นๆ (Yap *et al*., 1992; Bowden-Kerby, 1997) ส่วนปะการังก้อนจะมีการเจริญเติบโตได้ช้ากว่า (นลินี ทองแถม, 2548) แต่ในบรรดาปะการังก้อนด้วยกัน การศึกษาครั้งนี้พบปะการังสมองร่องใหญ่ (*Symphyllia* spp.) มีการเจริญเติบโตเร็วกว่าปะการังก้อนอื่นๆ ในวงศ์ Faviidae รวมถึงปะการังโขด (*Porites* spp.) ด้วย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากตัวอ่อนที่สำรวจส่วนใหญ่ยังมีอายุน้อยและมีจำนวนเพียง 1 โพลิป ในระยะที่เป็นแบบเคลือบ (encrusting) กำลังมีการขยายขนาดอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ปะการังวงศ์ Faviidae จะมีอายุมากกว่าเนื่องจากโคโลนีมีหลายโพลิปและรูปทรงของโคโลนีเริ่มเป็นแบบก้อน (massive)



ภาพที่ 8 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปะการังชนิดต่างๆ บริเวณหมู่เกาะเสม็ด (mean ± SE) บันทึกข้อมูลในระหว่างเดือนมีนาคม ถึงตุลาคม พ.ศ. 2554 และตุลาคม พ.ศ. 2554 ถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2555. การเจริญเติบโตที่มีค่าเป็นลบแสดงว่ามีการตายบางส่วน หรือตายทั้งโคโลนี. (MK = เกาะมันกลาง, TL = อ่าวต้นเลียบ เกาะมันใน, NB = หาดหน้าบ้าน เกาะมันใน) (*Acropora* n=18, *Favia* n=12, *Goniastrea aspera* n=20, *Porites* n=15, *Symphyllia* n=22)



ภาพที่ 9 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปะการังชนิดต่างๆ บริเวณหมู่เกาะมัน (mean ± SE) บันทึกข้อมูลในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงตุลาคม พ.ศ. 2554. การเจริญเติบโตที่มีค่าเป็นลบแสดงว่ามีการตายบางส่วน หรือตายทั้งโคโลนี. (LD = อ่าวลุงดำ เกาะเสม็ด, KD = เกาะกุฎี, KM = เกาะขาม) (*Acropora* n=5, *Astreopora* n= 4, *Favia* n=39, *Goniastrea retiformis* n=4, *G. aspera* n=37, *Porites* n=48, *Symphyllia* n=15, *Platygyra* n=3)

เช่นเดียวกับปะการัง *Porites* ที่มีลักษณะเป็นแบบก้อนขนาดเล็กๆ การวัดการเจริญเติบโตในปะการังวงศ์ Faviidae และปะการัง *Porites* จึงเห็นความแตกของการเจริญเติบโตน้อยกว่าปะการัง *Symphyllia* เมื่อพิจารณาขนาดของตัวอ่อนปะการังในวงศ์ Mussidae ขณะลงเกาะและพัฒนารูปร่างโดยการสะสมหินปูนเกิดขึ้นได้รวดเร็วกว่าโดยเฉพาะเมื่อเทียบกับตัวอ่อนปะการังในวงศ์ Faviidae ที่มีลักษณะคล้ายกัน ในขณะที่ตัวอ่อนปะการัง *Porites* มีขนาดเล็กที่สุด (Babcock *et al*., 2003) และเนื่องจากตัวอ่อน *Symphyllia* มีขนาดใหญ่กว่าปะการังชนิดอื่นในเวลาเท่ากัน จึงทำให้ปะการังวัยอ่อนที่ลงเกาะอยู่ตามธรรมชาติมีการขยายขนาดได้รวดเร็วกว่าและมีเจริญเติบโตได้เร็วตามไปด้วย

สรุปผลการวิจัย

1. สถานภาพปัจจุบันของแนวปะการังในจังหวัดระยอง ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพที่เสียหายถึงเสียหายมาก มีปะการังโขด (*Porites* spp.) รวมถึงปะการังในวงศ์ Faviidae และ Mussidae เป็นองค์ประกอบหลัก

2. พบตัวอ่อนของปะการังในกลุ่ม broadcaster เช่น ปะการังในวงศ์ Faviidae และ Mussidae ลงเกาะในธรรมชาติสองครั้งในช่วงฤดูร้อนและต้นฤดูหนาว ซึ่งสอดคล้องกับการสังเกตพบเซลล์สืบพันธุ์สมบูรณ์ของปะการังชนิดต่างๆ ในแต่ละช่วงเวลา ส่วนปะการังในกลุ่ม brooder เช่น ปะการังโขด (*Porites* spp.) มีการลงเกาะได้ตลอดทั้งปี

3. การเจริญเติบโตของปะการังวัยอ่อน พบปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.) มีการเจริญเติบโตสูงที่สุด และในกลุ่มปะการังก้อนพบปะการังสมองร่องใหญ่ (*Symphyllia* spp.) อายุน้อยที่มีรูปทรงเป็นแบบเคลือบมีอัตราการเจริญเติบโตสูงที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักบริหารโครงการวิจัยอุดมศึกษาและพัฒนามหาวิทยาลัยแห่งชาติ สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา ปีงบประมาณ 2554 รหัสโครงการ 44491 (2554A00562001)

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง (2542). แผนที่แนวปะการังในน่านน้ำไทย. เล่มที่ 1 อ่าวไทย. 284 หน้า.

นลินี ทองแถม (2548). การพัฒนาของประชาคมปะการังบนแท่งคอนกรีตที่ใช้ในการฟื้นฟูแนวปะการังบริเวณเกาะไม้ท่อน จังหวัดภูเก็ต. เอกสารวิชาการฉบับที่ 9/2548. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 17 หน้า.

นิพนธ์ พงศ์สุวรรณ (มปป.). *สรุปรายงานผลกระทบจากการเกิดปะการังฟอกขาวในประเทศไทย*. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรทางทะเล ชายฝั่งทะเลและป่าชายเลน. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง.

Babcock, R.C., Baird, A.H., Piromvaragorn, S., Thomson, D.P., & Willis, B.L. (2003). Identification of scleractinian coral recruits from Indo-Pacific reefs. *Zool Stud, 42*, 211-226.

Brown, B.E., Dunne, R.P., & Chansang, H. (1996). Coral bleaching relative to elevated seawater temperature in the Andaman Sea (Indian Ocean) over the last 50 years. *Coral Reefs, 15*, 151-152.

Bowden-Kerby, A. (1997). Coral transplantation in sheltered habitats using unattached fragments and cultured colonies. *Proc 8th Int Coral Reef Symp, 2*, 2063-2068.

Clausen, C. D., & Roth, A. A. (1975). Effect of temperature and temperature adaptation on calcification rate in the hermatypic *Pocillopora damicornis. Mar. Biol., 33*, 93-100.

Davies, P.S. (1991) Effect of daylight variations on the energy budgets of shallow-water corals. *Mar Biol, 108*, 137-144.

Drollet, J.H., Faucon, M., Maritorena, S., & Martin, P.M.V. (1994). A survey environmental physic-chemical parameters during a minor coral mass bleaching event in Tahiti in 1993. *Aust J Mar Freshwater Res, 45*, 1149-1156.

English, S., Wilkinson, C., & Baker, V., (1997). Survey Manual for Tropical Marine Resources, 2nd Edition. (Townsville: Australian Institute of Marine Science).

Fitt, W.K., Spero, H. J., Halas, J., White, M. W., & Porter, J. W. (1993). Recovery of the coral *Montastrea annularis* in the Florida Keys after the 1987 Caribbean "bleaching event". *Coral Reefs, 12*, 57-64.

Glynn, P.W. (1996). Coral reef bleaching: facts, hypotheses and implications. *Global Change Biology, 2*, 495-509.

Hoegh-Guldberg, O. (1999), Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine and Freshwater Research, 50*, 839-866.

Hoegh-Guldberg, O., Mumby, P.J., Hooten, A.J., Steneck, R.S., Greenfield, P., Gomez, E., Harvell, C.D., Sale, P.F., Edwards, A.J., Caldeira, K., Knowlton, N., Eakin, C.M., Iglesias-Prieto, R., Muthiga, N., Bradbury, R.H., Dubi, A., & Hatziolos, M.E. (2007), Coral reefs under rapid climate change and ocean acidification. *Science, 318*, 1737-1742.

IPCC (2007), *Climate change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. S. Solomon et al.*, Eds. (Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK and New York, 2007).

Michalek-Wagner, K. & Willis, B.L. (2001) Impacts of bleaching on the soft coal *Lobophytum compactum*. I. Fecundity, fertilization and offspring viability. *Coral Reefs, 19*, 231-239.

Munday, C.N. (2000). An appraisal of methods used in coral recruitment studies. *Coral Reefs, 19*, 124-131.

Nozawa, Y., & Harrison, P. (2007). Effects of elevated temperature on larval settlement and post-settlement survival in scleractinian corals, *Acropora solitaryensis and Favites chinensis. Mar Biol, 152*, 1181-1185.

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

Roger, C.S. (1990). Response of coral reefs and reef organisms to sedimentation. *Mar Ecol Prog Ser, 62*, 185-202.

Szmant, A.M., & Gassman, N. (1990). The effects of prolonged "bleaching" on the tissue biomass and reproduction of the reef coral *Montastrea annularis. Coral Reefs, 8*, 217-224.

Tun, K., Chou, L.M., Cabanban, A., Vo, S.T., Philreefs, Yeemin, T., Suharsono, S.K., & Lane, D. (2004) Status of coral reefs, coral reef monitoring and management in Southeast Asia, 2004 in: C. Wilkinson (Ed.), *Status of Coral Reefs of the World, Australian Institute of Marine Science*, Vol. 1 (2004), pp. 235-275 Townsville, Australia.

Wilkinson, C.R. (1998) *Status of Coral Reefs of the World: 1998*. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australia.

Yap, H.T, Alino, P.M., & Gomez, E.D. (1992) Trends in growth and mortality of three coral species (Anthozoa: Scleractinia), including effects of transplantation. *Mar Ecol Prog Ser, 83*, 91-101.