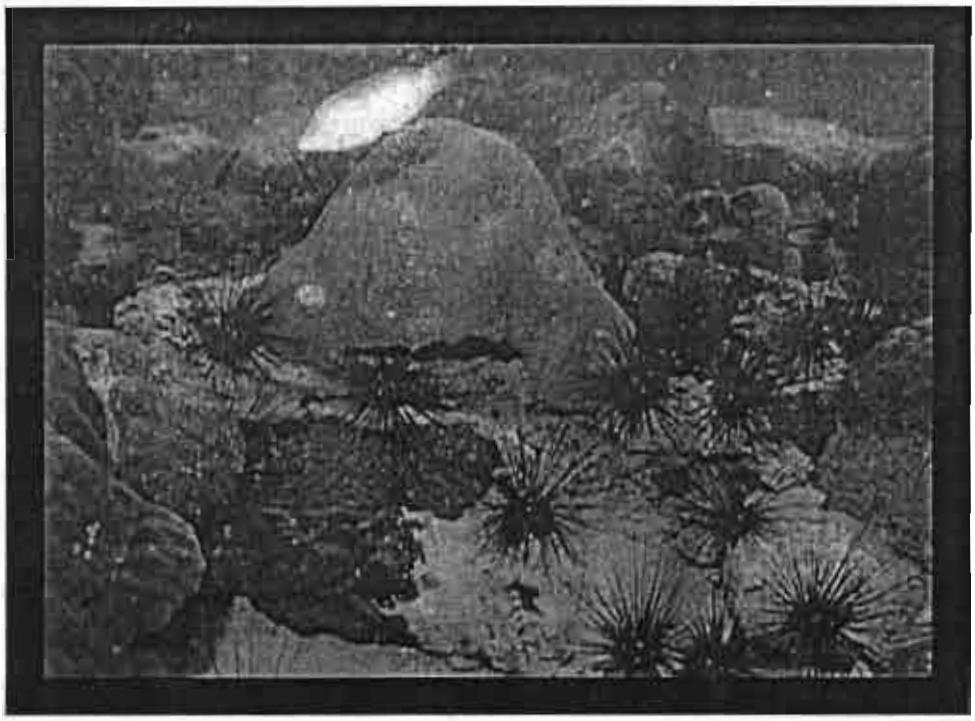
17 มี.ค. 2542

รายงานฉบับสมบูรณ์

(1 กันยายน 2538 – 31 สิงหาคม 2541)



การลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในอ่าวไทย

Recruitment of Scleractinian Corals in the Gulf of Thailand

ดร. ธรรมศักดิ์ ยีมิน

มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ทุนพัฒนานักวิจัย RSA 21 / 2538

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยเป็นอย่างสูงที่ให้ความสำคัญกับการศึกษาวิจัยชีววิทยาแนวปะการังซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญสำหรับการจัดการทรัพยากรชายฝั่งทะเล ทุนพัฒนานักวิจัยที่ได้รับในครั้งนี้เป็นจุดเริ่มต้นที่สำคัญที่สุดของกลุ่มวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเล ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง ซึ่งก่อให้เกิดการทำงานวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อพัฒนาองค์ความรู้ทางวิชาการ การเผยแพร่ความรู้สู่สังคม และการพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่

นักวิทยาศาสตร์ทางทะเลในประเทศไทยหลายท่านที่ได้ถ่ายทอดความรู้ ประสบการณ์ ตลอดจนข้อเสนอแนะต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ ปิยะกาญจน์ ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพล สุดารา รองศาสตราจารย์ ดร. เผดิมศักดิ์ จารยะพันธ์ ดร. หรรษา จรรย์แสง ดร. พิชัย สนแจ้ง และผู้ทรงคุณวุฒิอีกหลายท่านไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

งานวิจัยนี้ได้รับคำแนะนำจากนักวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศหลายท่าน Prof. Dr. Kiyoshi Yamazato, Prof. Dr. M. Tsushiya, Prof. Dr. M. Nishihira, Prof. Dr. T. Uehara, Prof. Dr. R. H. Richmond, Prof. Dr. C. E. Birkeland, Prof. Dr. P. W. Glynn, Prof. Dr. R. W. Grigg, Dr. J. E. N. Veron, Dr. R. Babcock, Dr. T. Done, Prof. Dr. P. J. Doherty, Prof. Dr. B. E. Brown, Dr. L. M. Chou, Dr. P. M. Alino และ Dr. Suharsono ซึ่งผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทยที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยแก่นักศึกษาปริญญาโทของกลุ่มวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเลจำนวน 4 ทุน JSPSให้ทุนวิจัยระยะสั้นในประเทศญี่ปุ่นและเสนอผลงานวิจัยในต่างประเทศ ทบวงมหาวิทยาลัยให้ทุนนำเสนอผลงานวิจัยในต่างประเทศ สถาบันวิจัยทรัพยากรทางน้ำ และภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ให้การสนับสนุนข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมในทะเลและอำนวยความสะดวกในการทำวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สภาวิจัยแห่งชาติ และกองทัพเรือ เอื้อเฟื้อข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมในทะเลที่สำคัญ

นักศึกษาปริญญาโท สาขาชีววิทยา ในกลุ่มวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเล นายนิสิต เรืองสว่าง นายสายประทีป อายา น.ส.วาสนา พรรณเทวี น.ส.ปานหทัย นพชินวงศ์ และ นายจำเริญ บัวเรือง ที่ได้ทุ่มเทให้กับงานวิจัยของกลุ่มวิจัยฯ ตลอดจนนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาชีววิทยา และวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่มีส่วนช่วยในโครงการวิจัยนี้ คุณสุรพล ชุณหบัณฑิต ช่วยงานวิจัยในภาคสนามในระยะเริ่มแรกของโครงการวิจัยซึ่งผู้วิจัยต้องขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณหัวหน้าภาควิชาชีววิทยา คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ และอธิการบดีมหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่ได้ให้การสนับสนุนงานวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเลเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

บทคัดย่อ

กระบวนการฟื้นตัวของแนวปะการังขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ ได้แก่ อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง อัตราการตายของตัวอ่อนปะการังภายหลังจากการลงเกาะ อัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อนปะการัง และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยวิธีอื่นๆ โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง และความแปรปรวนของอัตราการลงเกาะตามเวลาและสถานที่ โดยการวางแผนการทดลองอย่างมีระบบ ศึกษาชนิดและปริมาณตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะตามกลุ่มทางอนุกรมวิธานโดยใช้ตัวอย่างเปรียบเทียบที่เชื่อถือได้ ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของตัวอ่อนปะการังกับโครงสร้างของ community ปะการัง วิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่มีผลต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง และเพื่อพัฒนาความรู้เกี่ยวกับชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปะการัง สถานที่ศึกษาในโครงการวิจัยนี้เน้นบริเวณอ่าวไทยตอนบน โดยเฉพาะที่บริเวณเกาะค้างคาว จ. ชลบุรี โดยใช้วิธี Line transect method, random quadrat, Settlement plate experiment, Permanent quadrat, Caging experiment และการติดเครื่องหมายโคโลนี

จำนวนชนิดและจำนวนโคโลนีของ juvenile colony ของปะการังที่พบมีน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาจากบริเวณอื่น ๆ ของโลก juvenile colony ของปะการังหลายชนิดที่พบมีจำนวนน้อย ในขณะที่มีจำนวนโคโลนีใหญ่อยู่มาก ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการแพร่กระจายและอัตราการตายของ juvenile colony ในบริเวณที่ศึกษาได้แก่ ตำแหน่งของพื้น (substrate) ที่ว่างให้ตัวอ่อนปะการังลงเกาะ มุมเอียงของพื้น ปริมาณการตกตะกอน grazing activity ของเม่นทะเล *Diadema setosum* และอิทธิพลของ territory ของปลา damselfish การลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบนแผ่นกระเบื้องจากการทดลองในภาคสนาม (Settlement plate experiment) แสดงอย่างชัดเจนว่าอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในอ่าวไทยตอนในมีต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานการศึกษาจากแนวปะการังต่าง ๆ ทั่วโลก มีเพียงตัวอ่อนของปะการัง *Pocillopora damicornis* เท่านั้นที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องจำนวนมากแต่ตัวอ่อนปะการังชนิดอื่นๆ ที่จัดเป็นชนิดเด่นทั้งในแง่จำนวน juvenile colony และจำนวน colony ใหญ่ในธรรมชาติลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องน้อยมาก ปัจจัยจำกัดที่สำคัญคือ การมีจำนวนตัวอ่อนปะการัง (planula larvae) อยู่ในมวลน้ำน้อยเนื่องจากอิทธิพลของทิศทางกระแสน้ำ และจำนวนแหล่งที่มาของตัวอ่อนปะการังมีน้อย นอกจากนี้ยังพบว่า grazing activity ของเม่นทะเล *Diadema setosum* และ territory ของปลา damselfish มีบทบาทสำคัญต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในระดับ small scale

การเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวที่รุนแรงขึ้นเป็นครั้งแรกในอ่าวไทยมีผลกระทบมากต่อโครงสร้างของกลุ่มปะการัง อัตราการลงเกาะและอัตราการตายของตัวอ่อนปะการัง การศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระยะยาว (long term) ของกลุ่มปะการังในอ่าวไทยมีความสำคัญมากเพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับปัจจัยทางธรรมชาติและปัจจัยที่เกิดจากการรบกวนของมนุษย์ที่มีผลกระทบต่อโครงสร้างกลุ่มปะการังตลอดจนแนวโน้มของการพัฒนาแนวปะการังในบริเวณอ่าวไทยตอนใน ข้อมูลเกี่ยวกับการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังเป็นข้อมูลพื้นฐานทางวิชาการที่สำคัญมากสำหรับการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่มีต่อระบบนิเวศแนว

ปะการังได้อย่างถูกต้องและยังใช้เป็นแนวทางในการอนุรักษ์และวางแผนการจัดการแนวปะการังอย่างมีประสิทธิภาพ การฟื้นฟูตัวเองจากการถูกรบกวนทั้งโดยธรรมชาติ และกิจกรรมของมนุษย์ของกลุ่มปะการังในอ่าวไทยตอนในคงต้องใช้เวลานานมากด้วยข้อจำกัดของอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังซึ่งมีอยู่จำนวนน้อยทั้งชนิดและปริมาณ

ผลงานวิจัยจากโครงการนี้ได้ตีพิมพ์แล้วจำนวน 4 เรื่อง อยู่ระหว่างการตีพิมพ์จำนวน 2 เรื่อง ส่งต้นฉบับเพื่อพิจารณาตีพิมพ์จำนวน 3 เรื่อง และผลงานวิจัยที่ยังอยู่ในระหว่างการจัดเตรียมต้นฉบับจำนวน 7 เรื่อง เสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการจำนวน 14 เรื่อง และผลงานอื่น ๆ

คำหลัก : ปะการัง ตัวอ่อนปะการัง เม่นทะเล ปลาสลิดหิน การฟอกขาว การลงเกาะของตัวอ่อน การทดแทนประชากร การทดลองในภาคสนาม อ่าวไทย การฟื้นฟู

Abstract

Recovery of coral reefs depend on several important factors such as settlement of planula larvae, post-settlement mortality of coral spats, growth and development of juvenile colonies and other means of asexual reproduction. The aims of the project were examining rates of coral recruitment and their spatial and temporal variations by using appropriate experiments, studying numbers and species of coral recruitments based on reliable references, analyzing the relationship between composition of coral recruits and coral community structure, analyzing certain environmental factors influencing coral recruitment and developing knowledge concerning reproductive biology of corals. The study sites were in the Inner Gulf of Thailand, especially at Khang Khao Island, Chon Buri Province. Several methods were applied, i.e., Line transect, random quadrat, settlement plate experiment, permanent quadrat, caging experiment and marking coral colony.

Species richness and density of juvenile colony of corals in the present study were comparatively low. Several coral species were very abundant in terms of number of large colony and percentage of live coral cover but only a few juvenile colonies of them were found in the coral communities. The most important factors controlling distribution pattern and mortality rate of juvenile colonies were position of available substrate, sediment, grazing activity of a sea urchin, *Diadema setosum*, and territory of damselfish. The data of coral recruitment on settlement plate experiments revealed that rates of coral recruitment in the Inner Gulf of Thailand were very low, compared to other reports from different geographic regions. Most of coral recruits on the plates was only, *Pocillopora damicornis* . Recruits of other dominant coral species were rarely observed on the experimental plates. The limiting factors of coral recruitment were shortage of planula larva supply due to the effects of direction of oceanographic current and sources of planula larvae. Clearly, grazing activities of *D. setosum* and territory of damselfish played a significant role on coral recruitment in a small scale.

Severe coral bleaching was clearly observed in the Gulf of Thailand during April-August, 1998. This event has been recognized as an ecological factor influencing coral community structure, coral recruitment rate and mortality rate of juvenile corals. The long -term study on changes of coral communities in the Gulf of Thailand is required in order to analyze the effects of both natural and anthropogenic disturbances on coral communities and the problems of coral reef development in the Inner Gulf of Thailand as well. Data on coral recruitment obtained from the present study are very important basic knowledge for environmental impact assessment in coral reef ecosystem and conservation and appropriate planning and management. Recovery of coral communities in the Inner Gulf of Thailand after disturbances may need long period of time because of low rates of coral recruitment.

Based on the results from the present project, four research titles was published; two titles are in press; three titles were submitted; seven manuscripts are being prepared; fourteen titles were presented in the seminar, and conferences and other related activities.

Key words : coral, planula larva, sea urchin, damselfish, bleaching, settlement, recruitment, filed experiment, Gulf of Thailand, recovery

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	
บทคัดย่อภาษาไทย	
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	
บทนำ	1
วิธีการทดลอง	4
ผลการทดลอง	
โครงสร้างของ community ปะการัง	9
ชนิดและการแพร่กระจายของ juvenile colony	10
การลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบนแผ่นกระเบื้องจาก settlement plate experiment	10
การลงเกาะของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆบนแผ่นกระเบื้อง	23
Caging experiment	23
ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวในอ่าวไทย	23
บทวิจารณ์	48
หนังสืออ้างอิง	51
Output ที่ได้	60
ภาคผนวก	167
รายงานการเงินพร้อมสำเนาสมุดบัญชีเงินฝาก	172

บทนำ

แนวปะการังเป็นระบบนิเวศที่พบเฉพาะในเขตร้อนเท่านั้น มีความเปราะบาง และมีความสำคัญมากต่อระบบนิเวศในทะเลทั้งในแง่ของการเป็นแหล่งอาหาร แหล่งวางไข่ และเพาะฝักตัวอ่อนของสัตว์ทะเล ตลอดจนความสำคัญที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักรของธาตุต่างๆ ระบบนิเวศแนวปะการังนั้นมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา ปัจจัยสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติที่มีส่วนทำลายปะการัง เช่น พายุ การระบาดของดาวหนาม และศัตรูปะการังชนิดอื่นๆ มนุษย์เองก็มีส่วนอย่างมากต่อการทำลายแนวปะการัง เช่น การระเบิดปลา การจับหอย กุ้งมังกร ปลากะตัก และสัตว์น้ำสวยงาม การทิ้งสมอเรือ การขุดร่องน้ำ การทิ้งของเสียปฏิกูล และตะกอนจากเหมืองแร่ เป็นต้น

กระบวนการฟื้นตัวของแนวปะการังขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ที่สำคัญได้แก่ อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง อัตราการตายของตัวอ่อนปะการังภายหลังลงเกาะ อัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อนปะการัง และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยวิธีอื่นๆ ในขณะที่การทำลายแนวปะการังในอ่าวไทยเกิดขึ้นบ่อยครั้ง แต่การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาพื้นฐานของปะการังมีน้อยมาก การศึกษาในแนวปะการังส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นที่การสำรวจทำแผนที่บริเวณที่มีปะการัง และการติดตามการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศแนวปะการังอย่างคร่าวๆ การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับชีววิทยาของปะการังและสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังอย่างลึกซึ้งและเป็นระบบนั้นมีจำนวนน้อยมาก ในปัจจุบันความรู้เกี่ยวกับชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปะการัง อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง การแข่งขันกันระหว่างสิ่งมีชีวิตที่เป็น sessile ชนิดอื่นๆ และกลไกต่างๆในการสร้างและพัฒนาแนวปะการังยังเป็นเพียงแค่แนวความคิดหนือสมมติฐานเท่านั้น และไม่มีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องอ้างอิงได้เลย

การศึกษาวิจัยการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในอ่าวไทยมีความสำคัญมาก เพราะจะทำให้ทราบข้อมูลพื้นฐานที่ได้จากการวางแผนที่ถูกต้องในเชิงวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในแต่ละช่วงเวลา ตลอดจนความแตกต่างของอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในบริเวณที่ต่างกัน นอกจากนี้จะทำให้ทราบถึงชนิดของตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะในช่วงเวลาและสถานที่ที่ต่างกันด้วยเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของชนิดตัวอ่อนปะการังกับโครงสร้างของ community ปะการังในบริเวณนั้น อีกประการหนึ่งที่มีความสำคัญมากแต่มีการศึกษาวิจัยน้อยมากคือ การลงเกาะของ sessile ชนิดอื่นๆไปพร้อมๆกับการศึกษาการลงเกาะของปะการัง เพื่อวิเคราะห์แนวโน้มของการแก่งแย่งพื้นที่เพื่อการลงเกาะและการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นในระบบนิเวศแนวปะการัง

ข้อมูลพื้นฐานจากการวิจัยเรื่อง การลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในอ่าวไทย ดังกล่าวข้างต้น มีความสำคัญมากต่อการวิเคราะห์กลไกที่เกี่ยวข้องกับสร้างและพัฒนาแนวปะการังในอ่าวไทย โดยเฉพาะในบริเวณอ่าวไทยตอนบนซึ่งมีแนวปะการังที่เพิ่งสร้างหรือที่มีอายุยังน้อย ความรู้เกี่ยวกับการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังจะช่วยในการอธิบายถึงกระบวนการคงสภาพ หรือฟื้นฟู community ของปะการังภายหลังจากการถูกรบกวนโดยธรรมชาติ หรือจากการกระทำของมนุษย์เองก็ตาม นอกจากนี้ยังจะช่วยในการวิเคราะห์หรือสร้างแบบจำลองเกี่ยวกับกระบวนการสร้างและพัฒนาแนวปะการังในอ่าวไทยให้มีความถูกต้องมากขึ้นด้วย

เมื่อพิจารณาด้านการจัดการแนวปะการังหรือทรัพยากรสิ่งมีชีวิตชายฝั่งทะเล ความรู้เกี่ยวกับการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังจะช่วยในการพิจารณาการเลือกสถานที่และชนิดของปะการังเพื่อการปลูกย้ายปะการัง การ

วิเคราะห์ผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมที่มีต่อระบบนิเวศแนวปะการังและแนวโน้มการฟื้นตัวของแนวปะการัง ตลอดจนการกำหนดมาตราการเพื่อการอนุรักษ์แนวปะการังในอ่าวไทยทั้งในปัจจุบันและในอนาคต

การวิจัยการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในอ่าวไทยจะทำให้เข้าใจวงชีวิตและชีววิทยาของการสืบพันธุ์ของปะการังชนิดต่างๆได้ดีขึ้น และยังช่วยให้เข้าใจถึงบทบาทของปะการังชนิดต่างๆเชิงนิเวศวิทยาในแนวปะการังได้ดีขึ้นด้วย

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปริมาณตัวอ่อนของสัตว์ทะเลและอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนเหล่านี้มีบทบาทสำคัญมากต่อการกำหนดโครงสร้างและพลวัตของ community ของสัตว์ทะเลหน้าดิน (Underwood & Denley, 1984; Connell, 1985; Roughgarden *et al*, 1987; Underwood & Fairweather, 1989; Raimondi, 1990; Sutherland, 1990) สัตว์ทะเลหน้าดินประเภทไม่มีกระดูกสันหลังส่วนมากมีช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่งที่ดำรงชีพเป็นแบบแพลงตอน (Thorson, 1950; Chia, 1974) การที่สัตว์ทะเลมีตัวอ่อนเป็นแพลงตอนนี้ถือได้ว่าเป็นวิธีการที่สำคัญที่จะทำให้พวกที่เป็น sessile สามารถยึดแหล่งที่อยู่ใหม่ได้ หรือช่วยในกระบวนการฟื้นตัวของ community ภายหลังจากการถูกรบกวนจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างๆ นอกจากนี้ยังเป็นการแลกเปลี่ยนทางพันธุกรรมระหว่างกลุ่มประชากรต่างๆ ด้วย (Scheltema, 1977, 1986; Jackson, 1986)

ตัวอ่อนปะการัง (planula larva) ส่วนมากจะล่องลอยอยู่ในมวลน้ำช่วงเวลาหนึ่งก่อนการลงเกาะที่พื้น อย่างไรก็ตามการแพร่กระจายของตัวอ่อนปะการังนั้นยังมีข้อมูลอยู่ไม่มากนักและยังเป็นเรื่องที่ถกเถียงกันอยู่ ยังมีแนวความคิดที่สวนทางกันอยู่กล่าวคือ ตัวอ่อนปะการังนั้นยังคงอยู่ใน community เดียวกับพ่อแม่ หรือจะแพร่กระจายไปยัง community ของปะการังอื่นๆ (Done, 1982; Harrision et al., 1984; Babcock & Heyward, 1986) แต่โดยทั่วไปแล้วรูปแบบของการแพร่กระจายและการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังถูกกำหนดโดยช่วงระยะเวลาที่ดำรงชีพแบบแพลงตอน ปัจจัยทางฟิสิกส์และเคมีของมวลน้ำ ระยะเวลาที่ยาวนานที่สุดที่ตัวอ่อนปะการังจะล่องลอยอยู่ในมวลน้ำก่อนการลงเกาะ รูปแบบการแพร่กระจายในแนวดิ่งของตัวอ่อนปะการัง การเลือกพื้นที่ลงเกาะ และการเลือกตำแหน่งหรือบริเวณที่จะลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง (Richmond, 1987; Harrison & Wallace, 1990; Yeemin, 1991; Sammarco, 1991; Fisk & Harriott, 1993)

เมื่อพิจารณาตัวอ่อนปะการังจะพบว่ามีอยู่ 2 แบบด้วยกัน คือ ตัวอ่อนปะการังที่พัฒนาในตัวแม่ (brooded planula) และตัวอ่อนปะการังที่พัฒนาในมวลน้ำทะเลนอกตัวแม่ (externally developed planula) brooded planula นั้นเมื่อถูกปล่อยจากตัวแม่จะมีรูปร่างที่สมบูรณ์แล้วและอาจลงเกาะภายในไม่กี่ชั่วโมง หรือภายใน 2-3 วัน เท่านั้น (Harrigan, 1972) ในทางตรงข้ามพวก externally developed planula ต้องการเวลาในการพัฒนาตัวอ่อน ดังนั้นจึงต้องล่องลอยอยู่ในมวลน้ำอย่างน้อยประมาณ 4 วัน ก่อนการลงเกาะ ความแตกต่างของระยะเวลาที่ดำรงชีพแบบแพลงตอนของตัวอ่อนปะการังทั้งสองแบบนี้จะทำให้มีรูปแบบการแพร่กระจายของตัวอ่อนปะการังต่างกัน

การศึกษาวิจัยเรื่องการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังนี้ ต้องให้ความหมายของคำว่า " settlement " และ " recruitment " ให้ชัดเจนดังนี้

Settlement หมายถึง ขณะที่ตัวอ่อนเริ่มจับยึดพื้นอย่างถาวร ซึ่งในกรณีของสิ่งมีชีวิตที่เป็น sessile ก็คือเมื่อตัวอ่อนที่เป็นแพลงตอนเริ่มตรึงตัวเองติดกับพื้น (Keough & Downes, 1982; Connell, 1985)

Recruitment หมายถึง ตัวอ่อนที่ลงเกาะแล้วและรอดชีวิตมาได้หลังจาก settlement ได้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง ดังนั้นถ้ายึดตามนิยามข้างต้น ตัวอ่อนปะการังที่พบจากการศึกษาในธรรมชาติหลังจากลงเกาะ (settlement) แล้วเกินกว่า 24 ชั่วโมง ต้องถือว่าเป็นการศึกษาเรื่อง recruitment ทั้งสิ้น ถ้าต้องการศึกษา settlement ของตัวอ่อนปะการังบนพื้นแนวปะการังตามธรรมชาติจะต้องใช้กล้องจุลทรรศ์ใต้น้ำเพื่อตรวจสอบตัวอ่อนที่เพิ่งจะลงเกาะและต้องศึกษาทุกวันด้วย ซึ่งเป็นสิ่งที่ยากมาก

การศึกษา recruitment ของปะการังในบริเวณต่างๆ ของโลกนั้น โดยทั่วไปแล้วจะใช้วิธีศึกษาและติดตามผลจากวัตถุต่างๆ ที่นำไปวางไว้ใต้น้ำทะเลเพื่อล่อให้ตัวอ่อนปะการังลงเกาะ หรือโดยการดูการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบนพื้นแนวปะการังตามธรรมชาติโดยตรง สำหรับช่วงระยะเวลาศึกษาติดตามผลอาจเป็นหลายสัปดาห์หรือหลายเดือน (Birkeland, 1977; Wallace, 1985; Sammacro & Andrews, 1988; Harriott & Fisk, 1987, 1988; Fisk & Harriott, 1990, 1993; Yeemin, 1991; Sammarco, 1991) โดยภาพรวมแล้วการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังมีความแปรปรวนตามเวลา สถานที่ และกลุ่มทางอนุกรมวิธาน นอกจากนี้รูปแบบการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังยังมีบทบาทสำคัญต่อโครงสร้างของ community ปะการังด้วย (Harrison & Wallace, 1990)

การศึกษา recruitment ของปะการังในอ่าวไทยอย่างเป็นระบบและใช้ระยะเวลาติดตามผลที่ยาวนานเพียงพอนั้นยังไม่มีผู้ใดรายงาน Yeemin & Sudara (1992) เป็นรายงานแรกที่ชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการศึกษาการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังโดยเฉพาะในบริเวณอ่าวไทยตอนบนซึ่งเป็นบริเวณที่มีการรบกวน community ปะการังบ่อยครั้ง และอาจมีปัญหาเรื่องปริมาณตัวอ่อนปะการัง

การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการแพร่กระจายของตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะตามธรรมชาติ และการทดลองในภาคสนามเพื่อศึกษาการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังได้จัดทำที่บริเวณเกาะพงัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี แต่ก็มีปัญหาเกี่ยวกับงบประมาณและระยะเวลาการติดตามผล (Yeemin *et al.*, 1992; Sudara *et al.*, 1994) การศึกษาดังกล่าวนี้ใช้วิธีการศึกษาและตัวอ่อนปะการังสำหรับอ้างอิงเพื่อการจำแนกชนิดจาก Yeemin (1988, 1991) อย่างไรก็ตามวิธีการศึกษาเหล่านี้ต้องมีการปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมบริเวณอ่าวไทยตอนบน นอกจากนี้การศึกษาการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังและการแก่งแย่งพื้นที่กับ sessile ชนิดอื่นๆ มีการศึกษากันน้อยมาก

โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง และความแปรปรวนของอัตราการลงเกาะตามเวลาและสถานที่ โดยการวางแผนการทดลองอย่างมีระบบ
2. เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะตามกลุ่มทางอนุกรมวิธาน โดยใช้ตัวอย่างเปรียบเทียบที่เชื่อถือได้
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของตัวอ่อนปะการังกับโครงสร้างของ community ปะการัง
4. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่มีผลต่อการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง

5. เพื่อพัฒนาความรู้เกี่ยวกับชีววิทยาการสืบพันธุ์ของปะการัง

วิธีการทดลอง

การศึกษาโครงสร้างของ community ปะการัง

ทำการศึกษาโครงสร้างของ community ปะการังใน 3 บริเวณ ดังนี้

1. เกาะค้างคาว อยู่ในเขตบริเวณเกาะสีชัง เป็นตัวแทนของ community ปะการังที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดมากที่สุด กำหนดจุดศึกษา 3 สถานี คือ A, C และ D (รูปที่ 1)
2. เกาะนก เป็นตัวแทนของ community ปะการังกลุ่มพัทยาซึ่งยังคงได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดแต่ไม่มากเหมือนเกาะค้างคาว กำหนดจุดศึกษา 2 สถานี คือ E และ N (รูปที่ 2)
3. เกาะขาม อยู่ในเขตการดูแลของทหารเรือ เป็นตัวแทนของ community ปะการังกลุ่มสัตหีบซึ่งได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดน้อยมาก กำหนดจุดศึกษา 2 สถานี คือ N และ S (รูปที่ 3)

วิธีการศึกษาที่ใช้คือ Line transect method โดยดัดแปลงจาก Yeemin (1991) จำแนกชนิดปะการังที่สามารถจำแนกได้ขณะทำการศึกษาใต้น้ำด้วยการดำน้ำแบบ SCUBA และเก็บตัวอย่างปะการังชนิดที่ไม่สามารถจำแนกได้ทันทีเพื่อศึกษาอนุกรมวิธานในห้องปฏิบัติการโดยใช้เอกสารอ้างอิงส่วนใหญ่ของ Dr. J.E.N. Veron

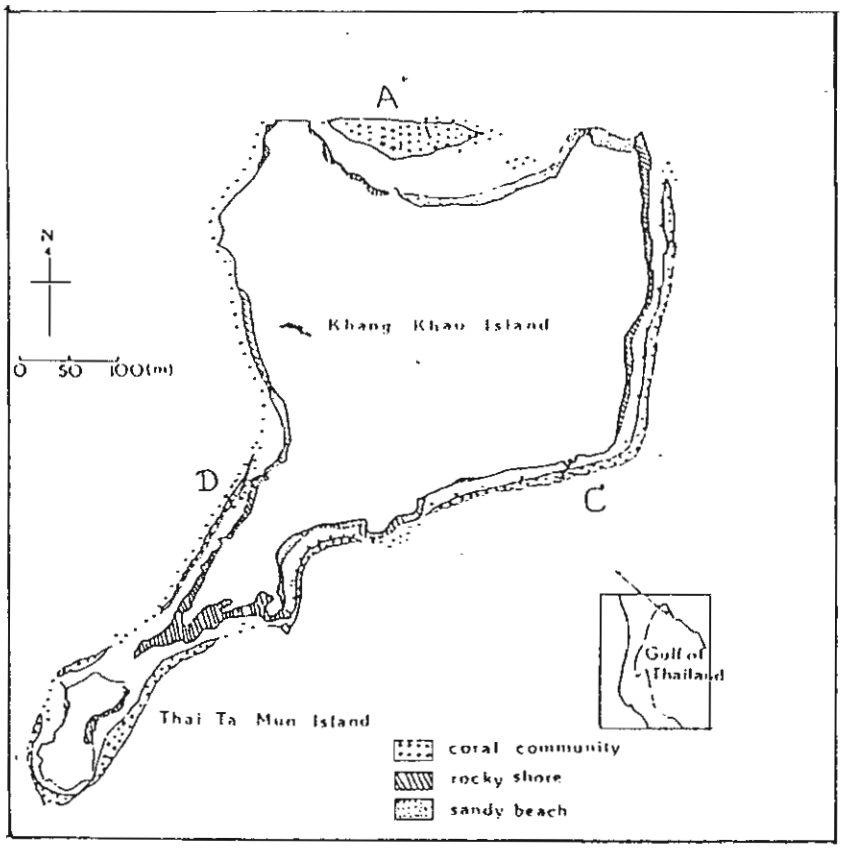
การศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของ juvenile colony

ศึกษาชนิดและการแพร่กระจายของ juvenile colony โดยกำหนดจุดศึกษาเหมือนกับการศึกษาโครงสร้างของ community ปะการัง ใช้วิธีการศึกษาโดยตรงในภาคสนามโดยการดำน้ำแบบ SCUBA และศึกษาในเชิงปริมาณโดยใช้ quadrat method ขนาดของ quadrat คือ 0.5X0.5 เมตร วาง quadrat ลงบนพื้นในกลุ่มปะการังตามแนว line transect แบบสุ่ม บันทึกชนิด และจำนวนของ juvenile colony ที่มีขนาดตั้งแต่มองเห็นด้วยตาเปล่าจนถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 ซม. จำแนกชนิด juvenile colony ใต้น้ำ และเก็บ colony ที่ยังจำแนกชนิดไม่ได้มาศึกษาต่อไปในห้องปฏิบัติการ

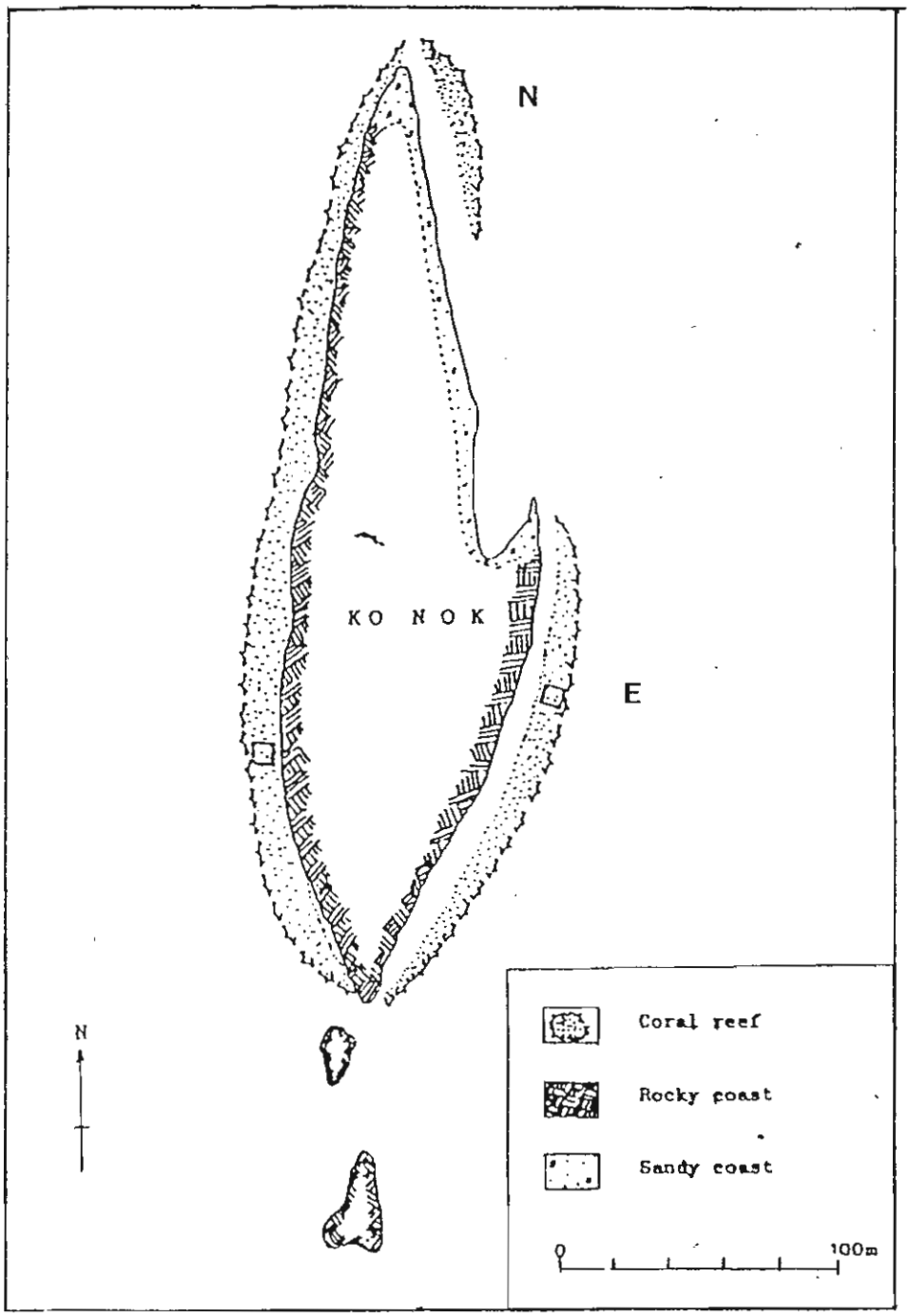
การศึกษาการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง (coral recruits) และสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆจากการทดลองในภาคสนามโดย Settlement plate experiment

ทำการศึกษาเบื้องต้นเพื่อให้ได้รูปแบบของอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อการทดลองในภาคสนามเพื่อให้ใช้งานได้เป็นอย่างดีทะเลตลอดช่วงระยะเวลาที่ยาวนาน และได้ออกแบบอุปกรณ์ดังภาพที่ 17 ซึ่งมีกรอบเหล็กเป็นฐานรองรับแผ่นกระเบื้องขนาด 15x15 ซม วางในแนวราบ แนวดิ่ง และวางทำมุม 45 องศากับพื้นแนวปะการัง

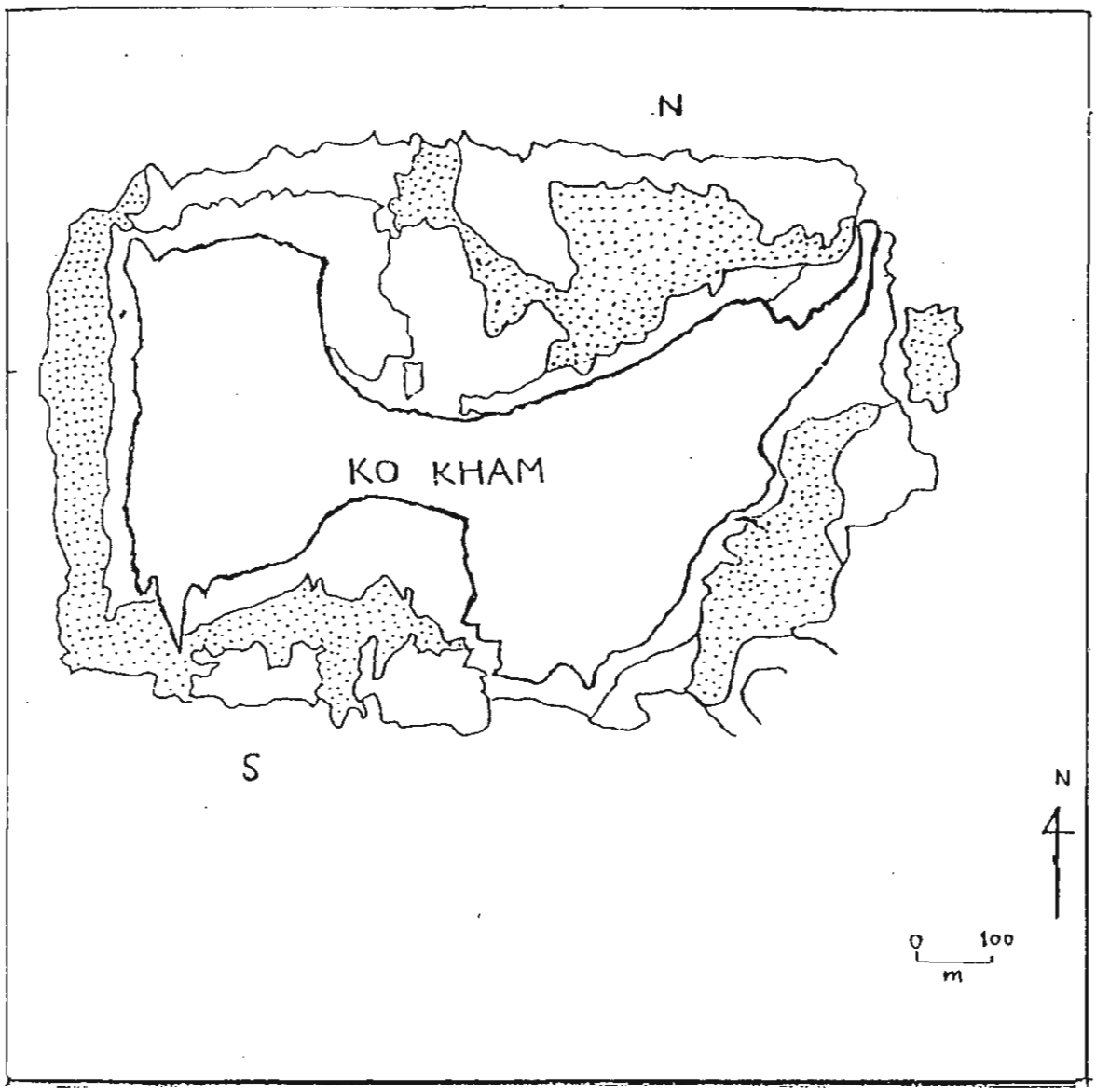
Settlement plate experiment นี้วางที่เกาะค้างคาว เกาะนก และเกาะขาม โดยกำหนดจุดการศึกษาเช่นเดียวกับการศึกษาโครงสร้างของ community ปะการัง ในแต่ละสถานีที่ศึกษาจะวางทั้งในที่ลึกและที่ตื้น โดยใช้ 3 replicates และมีจำนวนแผ่นกระเบื้อง 4 แผ่นในแต่ละตำแหน่งของการวางแผ่นกระเบื้อง การศึกษานี้เริ่มต้นเมื่อ



<u>รูปที่ 1</u>. แผนที่แสดงสถานี A, C และ D บริเวณเกาะค้างคาว จ. ชลบุรี



รูปที่ 2. แผนที่แสดงสถานี E และ W บริเวณเกาะนก จ. ชลบุรี



รูปที่ 3. แผนที่แสดงสถานี N และ S บริเวณเกาะขาม อ. สัตหีบ จ. ชลบุรี

เดือนมีนาคม 2539 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2542 การเก็บตัวอย่างแผ่นกระเบื้องนี้ทำทุกเดือนและยังได้ออกแบบการทดลองเพื่อศึกษาการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังและสิ่งมีชีวิตอื่นๆแบบ long-term ด้วย

จำแนกชนิดตัวอ่อนปะการัง (coral recruits) ที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องในห้องปฏิบัติการโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ เอกสารอ้างอิงสำหรับการจำแนกชนิดตัวอ่อนปะการังได้จาก Yeemin (1991) ซึ่งเป็นตัวอ่อนที่รวบรวมจากการศึกษาในญี่ปุ่น และตัวอย่างเปรียบเทียบของ Dr. R. Babcock ซึ่งเป็นตัวอย่างที่รวบรวมจากการศึกษาในออสเตรเลีย และฟิลิปปินส์ สำหรับสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆนั้นจำแนกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ การจำแนกชนิดในรายละเอียดนั้นยังต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป

Caging Experiment

เพื่อวิเคราะห์อิทธิพลของเม่นทะเล *Diadema setosum* และปลา damselfish จึงออกแบบการทดลองในภาคสนามโดยใช้กรงครอบอุปกรณ์ที่ใช้วางแผ่นกระเบื้อง (ภาพที่ 18) การศึกษานี้ดำเนินการที่เกาะค้างคาวและเกาะนกในช่วงเดือนมีนาคม 2540 ถึง เดือนมีนาคม2541

ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวในอ่าวไทย

ในช่วงเดือนเมษายน ถึง เดือนสิงหาคม 2541 เกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวที่รุนแรงเป็นครั้งแรกในอ่าวไทย ทำการศึกษาติดตามการฟอกขาวของปะการังชนิดต่างๆและอัตราการตายของปะการังภายหลังจากการฟอกขาวในพื้นที่จังหวัด ชลบุรี ระยอง ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และ สุราษฎร์ธานี โดยใช้วิธี Line transect method การติดเครื่องหมาย colony และการวาง permanent quadrat

ศึกษาอัตราการฟอกขาวและอัตราการตายของ juvenile colony ในภาคสนามโดยใช้วิธี random quadrat method และการวาง permanent quadrat ในบริเวณที่ศึกษาการศึกษาที่เริ่มต้นเมื่อเดือนเมษายน 2541 จนถึงปัจจุบัน

ในช่วงที่มีปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวเกิดขึ้นได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่ออัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังจาก settlement plate experiment และการฟอกขาวของตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องแล้วด้วย

การศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ในการออกภาคสนามทุกครั้งได้ทำการเก็บข้อมูลทางกายภาพที่เกาะค้างคาว เกาะนก และเกาะขาม โดยวัดอุณหภูมิน้ำทะเล ความเค็ม ความโปร่งแสงของน้ำ สำหรับข้อมูลปริมาณการตกตะกอน กระแสน้ำและปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นๆ สามารถรวบรวมเปรียบเทียบและอ้างอิงจากการศึกษาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา กองทัพเรือ และสภาวิจัยแห่งชาติ

การวิเคราะห์ข้อทางสถิติ

ข้อมูลจากการศึกษาในโครงการวิจัยนี้มีมากและซับซ้อนต้องวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมของ SPSS เป็นส่วนใหญ่และดำเนินการวิเคราะห์ตาม Ludwig & Reynolds (1988), Clarke (1993), Levin (1992) และ Sokal & Rohlf (1995)

ผลการทดลอง

โครงสร้างของ community ปะการัง

เกาะค้างคาว

สภาพกลุ่มปะการังโดยทั่วไปแสดงไว้ในภาพที่ 1-4 และจากการศึกษาในเชิงปริมาณโดยวิธี Line transect method บริเวณสถานี A, C, และ D พบว่า *Porites lutea* เป็นปะการังชนิดที่เด่นที่สุด โดยปกคลุมพื้นที่ประมาณ 2-25 % (รูปที่ 4-6) ปะการังชนิดอื่นๆที่พบมากได้แก่ *Pavona decussata*, *P. frondifera*, *Pocillopora damicornis*, *Leptastrea purpurea*, *Montipora hispida*, *Echinopora lamellosa*, *Platygyra daedalea*, *P. sinensis*, *Goniastrea pectinata*, *Favites flexiosa* และ *Favai pallida*

เกาะนก

สภาพกลุ่มปะการังโดยทั่วไปแสดงไว้ในภาพที่ 5-7 กลุ่มปะการัง *Acropora* spp. บนพื้นทรายในบริเวณขอบแนวปะการังมีมาก จากการศึกษาในเชิงปริมาณโดยวิธี Line transect method บริเวณสถานี E และ N พบว่า *Porites lutea* ยังคงเป็นปะการังชนิดเด่นที่สุด ปกคลุมพื้นที่ประมาณ 17-23 % (รูปที่ 7-8) ปะการังชนิดเด่นอื่นๆ ได้แก่ *Acropora hyacinthus*, *A. formosa*, *A. millepora*, *A. humilis*, *Galaxea fascicularis*, *Pavona decussata*, *Pocillopora damicornis*, *Montipora efflorescens*, *Symphyllia recta*, *Goniopora lobata* และ *Leptastrea purpurea* นอกจากนี้ยังพบว่าที่เกาะนกมีจำนวนประชากรของเม่นทะเล *Diadema setosum* อยู่หนาแน่นมาก (ภาพที่ 12)

เกาะขาม

สภาพกลุ่มปะการังโดยทั่วไปแสดงไว้ในภาพที่ 8-11 การปกคลุมพื้นที่ของดอกไม้ทะเลและการเจริญเติบโตขึ้นปกคลุมปะการังในบริเวณที่ตื้นของสถานี N มีความชัดเจนมาก จากการศึกษาในเชิงปริมาณโดยวิธี Line transect method บริเวณสถานี S และ N พบว่า *Echinopora lamellosa* เป็นปะการังชนิดที่พบมากที่สุดบริเวณสถานี S และ *Porites lutea* เป็นปะการังที่พบมากที่สุดบริเวณสถานี N (รูปที่ 9-10) สำหรับปะการังชนิดเด่นอื่นๆ ที่พบคือ *Acropora hyacinthus*, *A. humilis*, *A. formosa*, *A. robusta*, *A. nobilis*, *Montipora* sp., *Pocillopora damicornis*, *Favia pallida*, *Platygyra siensis* และ *P. daedalea*

ชนิดและการแพร่กระจายของ Juvenile colony

ตัวอย่าง Juvenile colony ที่พบในการศึกษานี้แสดงไว้ในภาพที่ 13-16 จากการศึกษาโดยวิธี random quadrat method ในแต่ละบริเวณที่ศึกษา สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

เกาะค้างคาว

Juvenile colony ของ *Porites lutea* และ *Pocillopora damicornis* พบมากที่สุดในแต่ละสถานีที่ศึกษา นอกจากนี้ยังพบว่าที่สถานี D มี juvenile colony ของกลุ่ม *Faviid* จำนวนมากด้วย (รูปที่ 11-13) สำหรับ juvenile colony ของปะการังชนิดอื่นๆที่พบมากได้แก่ *Pavona* sp., *Goniastrea* spp., *Stylocoeniella armata*, *Psammocora contigua*, *Leptastrea* spp., *Hydnophora exesa*, *Favites abdita*, *Oulastrea crispata*, *Symphyllia* sp. และ *Montipora* sp. นอกจากนี้ยังพบว่ามี juvenile colony ของพรมทะเล *Palythoa* spp. เป็นจำนวนมากด้วย

เกาะนก

จำนวน juvenile colony ของปะการังที่พบที่เกาะนกมีน้อยกว่า 0.05 colony/m^2 (รูปที่ 14) โดยชนิดที่พบได้แก่ *Pocillopora damicornis* และกลุ่ม F*aviid*

เกาะขาม

juvenile colony ของปะการังหลายชนิดที่พบที่เกาะขาม ชนิดเด่นได้แก่ *Porites lutea*, *Pocillopora damicornis*, *Acropora* spp., *Favia* sp., *Echinopora lamellosa*, *Montipora* sp. และกลุ่ม F*aviid* นอกจากนี้ยังพบว่า juvenile colony ของพรมทะเล *Palythoa* ยังมีจำนวนมากด้วย (รูปที่ 15-16)

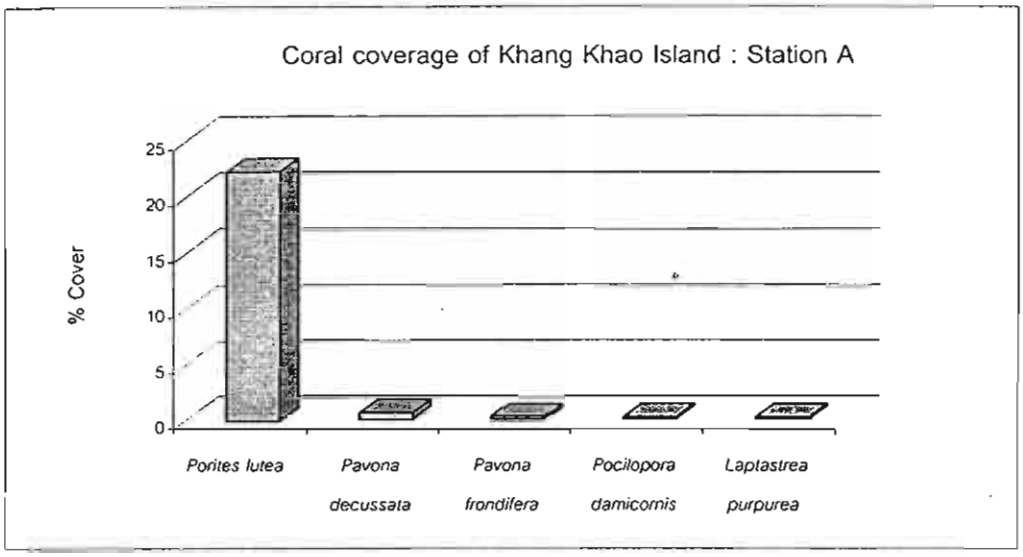
การลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบนแผ่นกระเบื้องจาก Settlement plate experiment

ตัวอย่างตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องแสดงไว้ในภาพที่ 19-23 ตัวอ่อนปะการังส่วนมากเป็น *Pocillopora damicornis* และมีตัว Unknown ที่พบมากในช่วงที่มีปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว นอกจากนี้ยังพบตัวอ่อนของปะการัง *Porites* sp., *Platygyra* sp. และ *Acropra* sp. ลงเกาะแต่มีจำนวนน้อยมาก

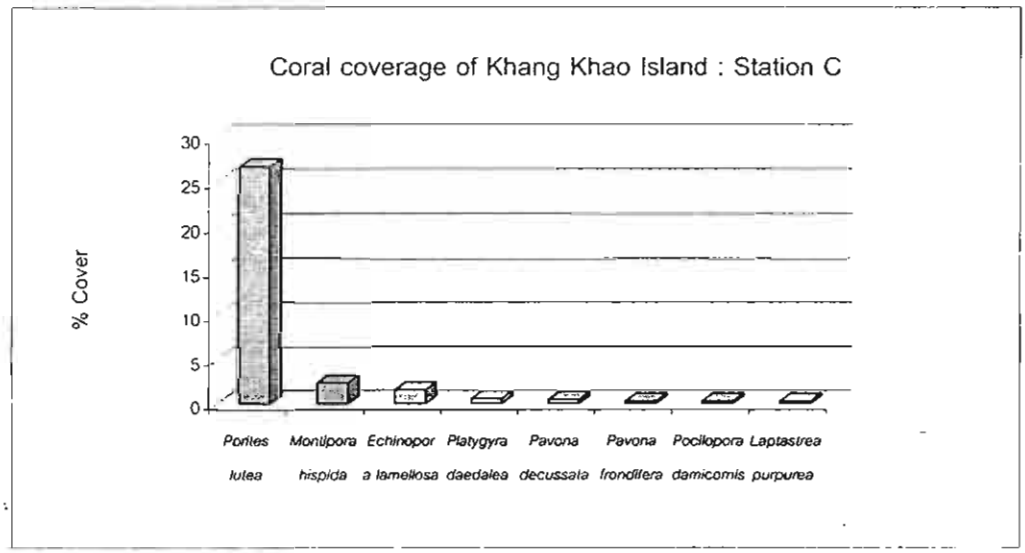
ความแปรปรวนตามเวลา

เกาะค้างคาว

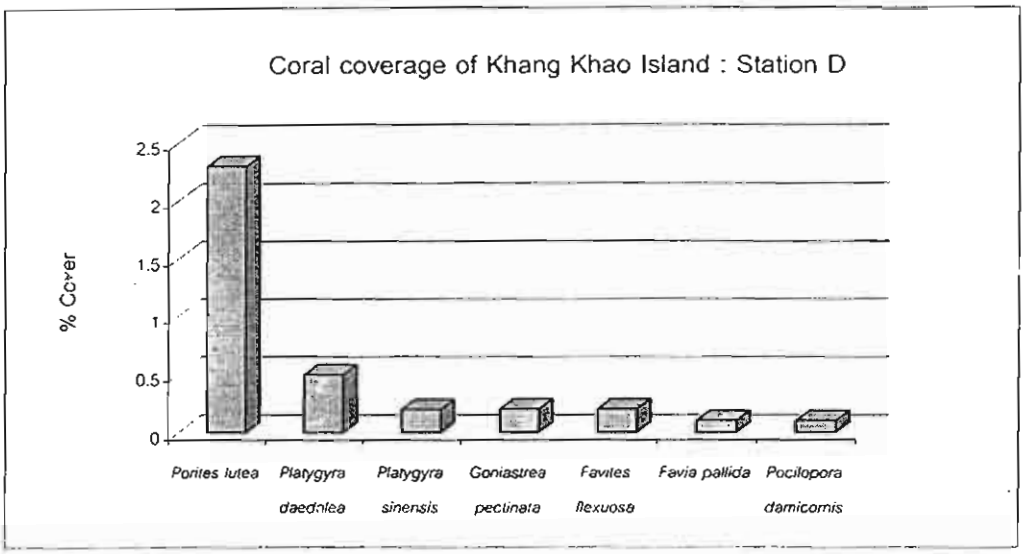
จากผลการศึกษาการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในช่วงเดือนมีนาคม 2539 ถึง กุมภาพันธ์ 2542 พบว่าอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังมีความแปรปรวนมากตามเวลา โดยมีอัตราการลงเกาะมากที่สุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ 2540 (รูปที่ 17) และมีอัตราการลงเกาะต่ำมากในช่วงเดือนกันยายน ถึง พฤศจิกายน 2541



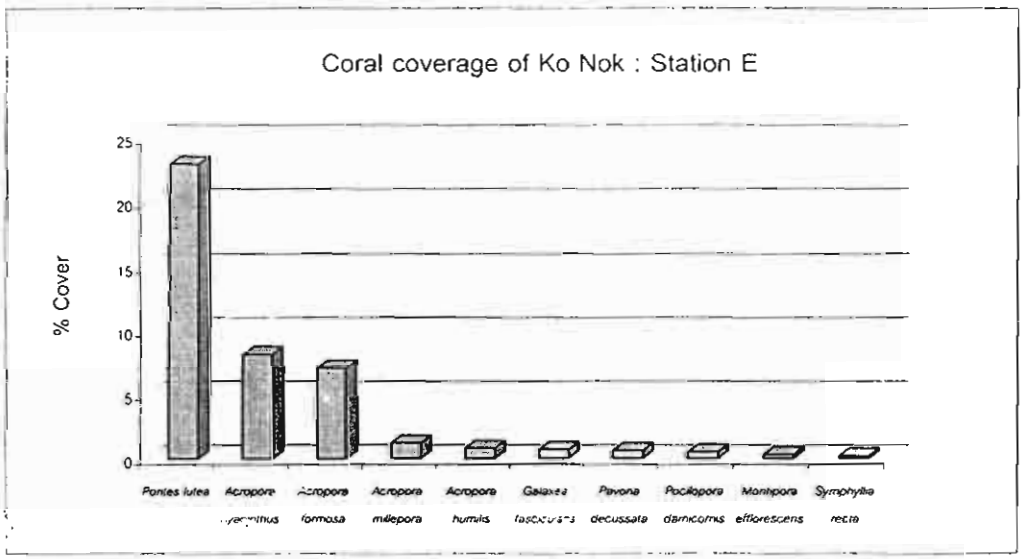
รูปที่ 4. เปอร์เซ็นต์การปกคลุมของปะการังบริเวณสถานี A เกาะค้างคาว



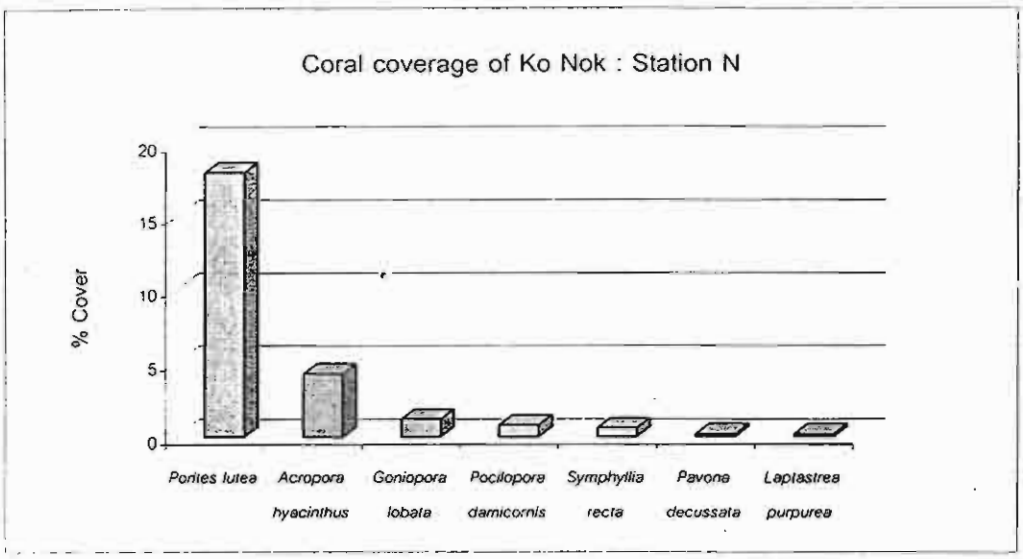
รูปที่ 5. เปอร์เซ็นต์การปกคลุมของปะการังบริเวณสถานี C เกาะค้างคาว



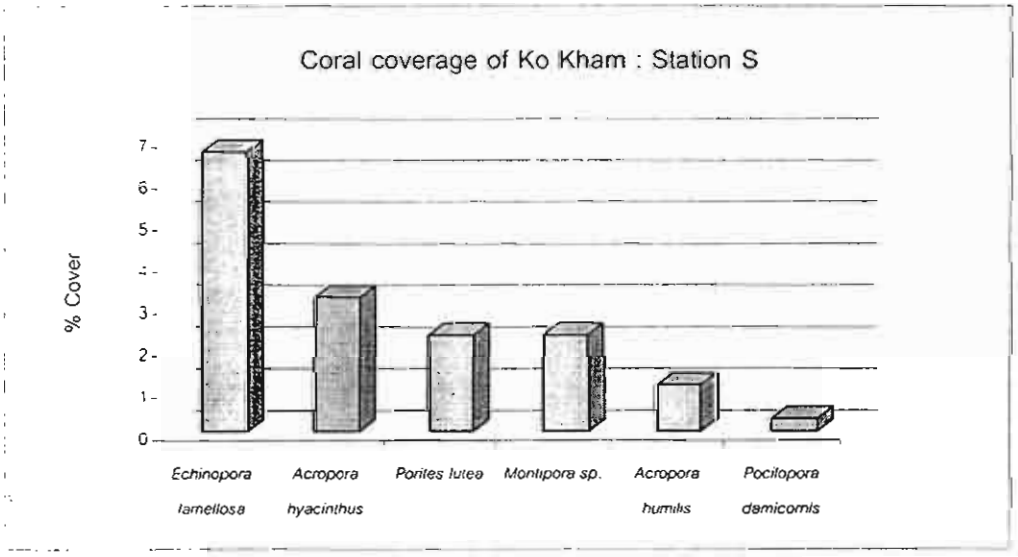
รูปที่ 6. เปอร์เซ็นต์การปกคลุมของปะการังบริเวณสถานี D เกาะค้างคาว



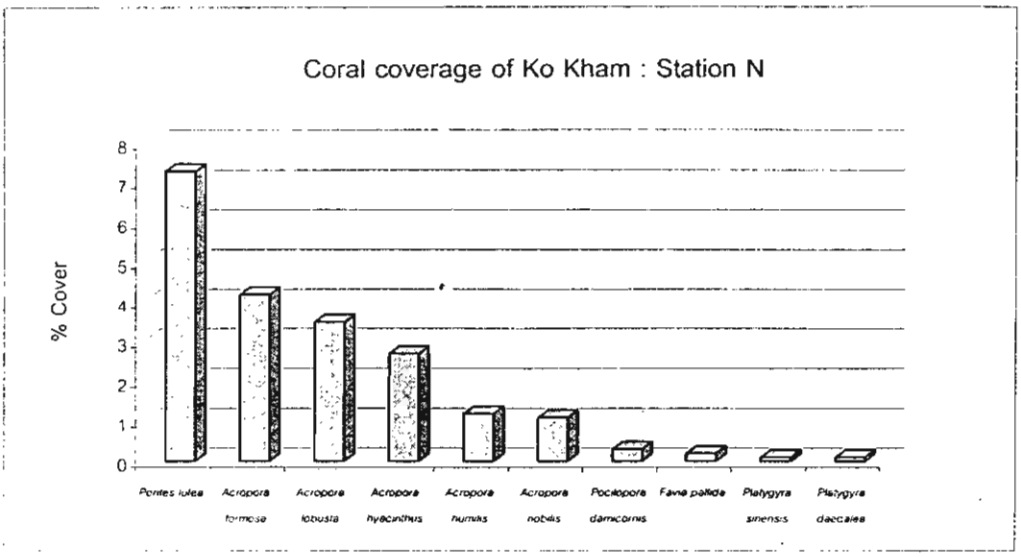
รูปที่ 7. เปอร์เซ็นต์การปกคลุมของปะการังบริเวณสถานี E เกาะนก



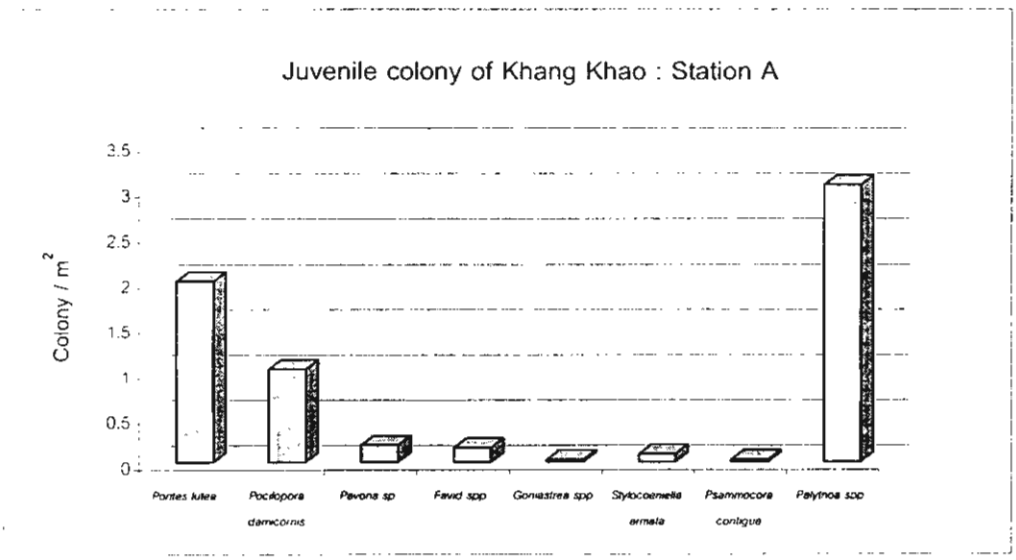
รูปที่ 8. เปอร์เซ็นต์การปกคลุมของปะการังบริเวณสถานี N เกาะนก



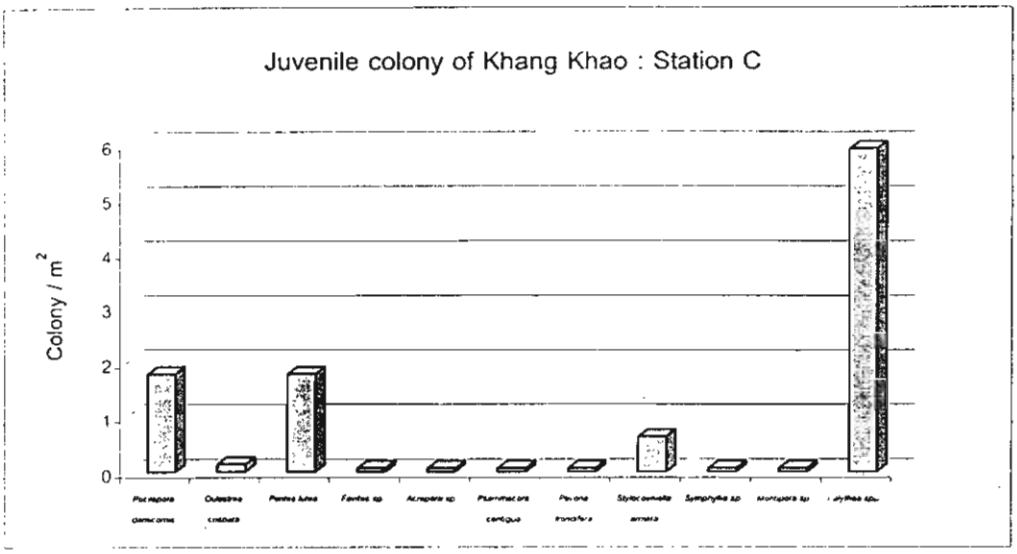
รูปที่ 9. เปอร์เซ็นต์การปกคลุมของปะการังบริเวณสถานี S เกาะขาม



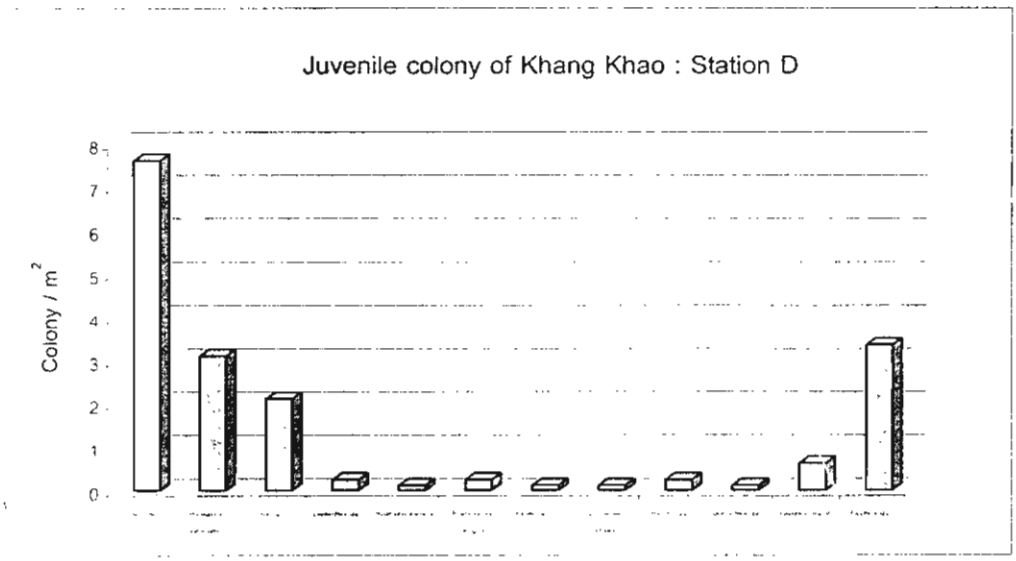
รูปที่ 10. เปอร์เซ็นต์การปกคลุมของปะการังบริเวณสถานี N เกาะขาม



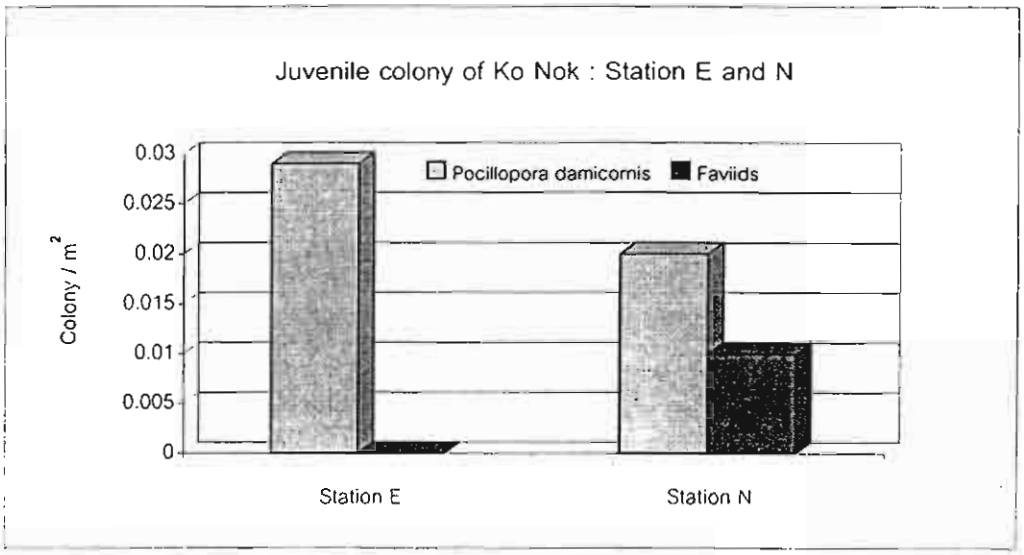
รูปที่ 11. จำนวนโคโลนีของตัวอ่อนปะการังบริเวณสถานี A เกาะค้างคาว



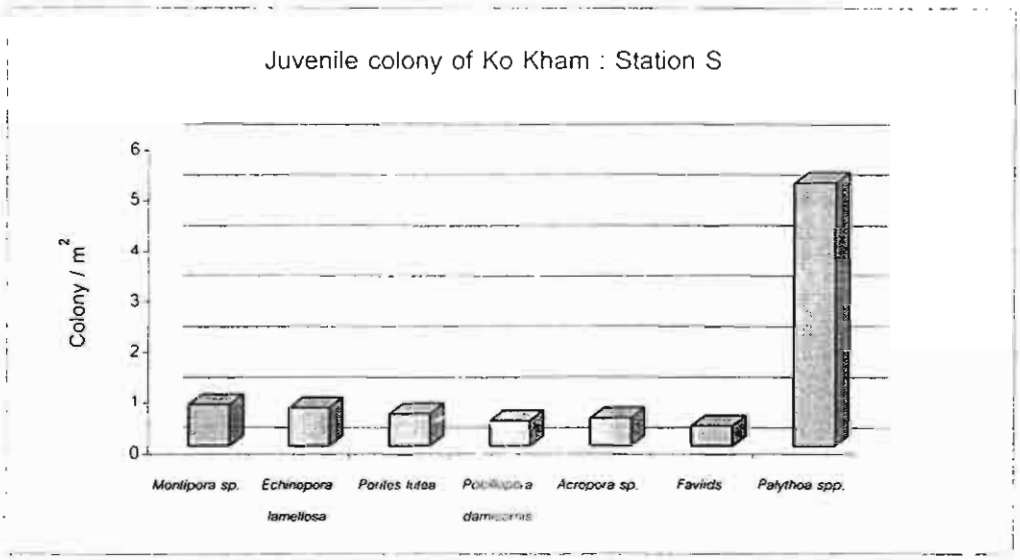
รูปที่ 12. จำนวนโคโลนีของตัวอ่อนปะการังบริเวณสถานี C เกาะค้างคาว



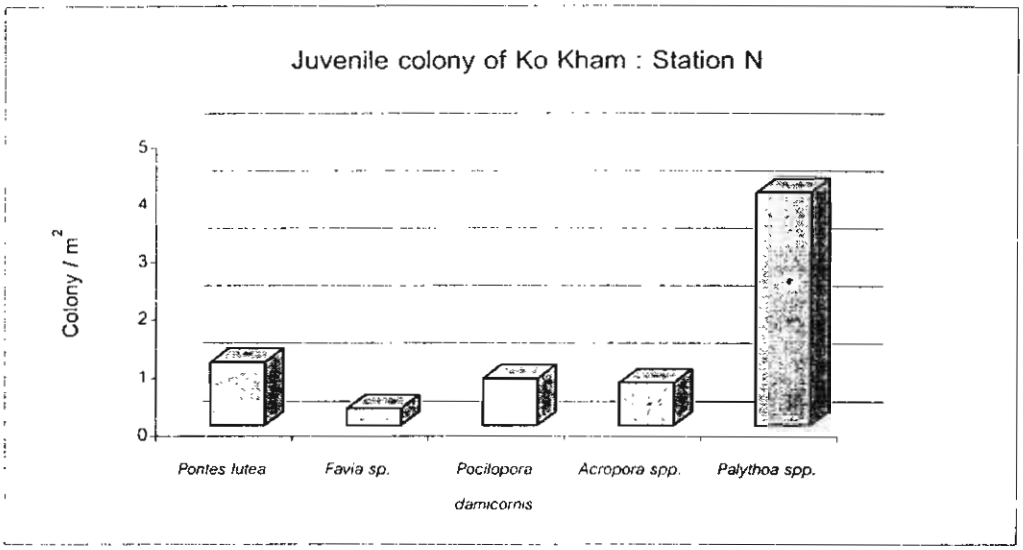
รูปที่ 13. จำนวนโคโลนีของตัวอ่อนปะการังบริเวณสถานี D เกาะค้างคาว



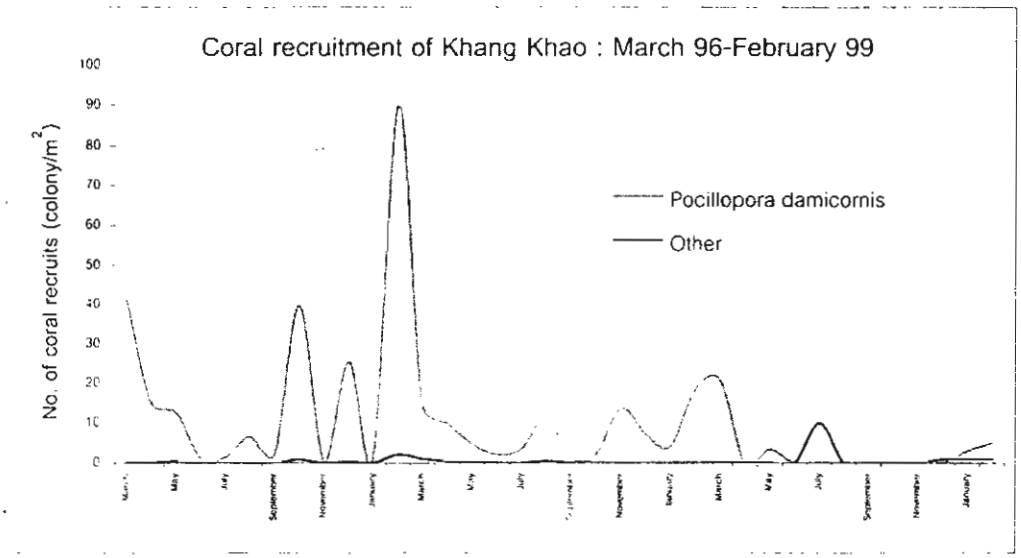
รูปที่ 14. จำนวนโคโลนีของตัวอ่อนปะการังบริเวณสถานี E และ N เกาะนก



รูปที่ 15. จำนวนโคโลนีของตัวอ่อนปะการังบริเวณสถานี S เกาะขาม



รูปที่ 16. จำนวนโคโลนีของตัวอ่อนปะการังบริเวณสถานี N เกาะขาม



รูปที่ 17. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องระหว่างเดือนมีนาคม 2539 ถึง กุมภาพันธ์ 2542 บริเวณเกาะค้างคาว

เกาะนก

สำหรับที่บริเวณเกาะนกช่วงเดือนเมษายน 2540 ถึง ธันวาคม 2541 พบว่าอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังก็มีความแปรปรวนมากตามเวลา โดยมีอัตราการลงเกาะสูงในช่วงเดือนสิงหาคม 2540 และ ธันวาคม 2540 และมีอัตราการลงเกาะต่ำในช่วงเดือนพฤษภาคม 2541 ซึ่งอยู่ในช่วงที่มีปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว (รูปที่ 18)

เกาะขาม

บริเวณเกาะขามในช่วงเดือนเมษายน 2539 ถึง มีนาคม 2540 พบว่าอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังมีสูงมากในช่วงเดือนธันวาคม 2539 และมีความแปรปรวนตามเวลาสูงมากเช่นกัน (รูปที่ 19)

ความแปรปรวนตามสถานที่

เกาะค้างคาว

จากผลการศึกษาการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในช่วงเดือนมีนาคม 2539 ถึง กุมภาพันธ์ 2542 พบว่าในบริเวณที่ตื้นของสถานี C มีอัตราการลงเกาะมากที่สุด ในที่ตื้นของสถานี D และ A ก็มีอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังมาก (รูปที่ 20)

เกาะนก

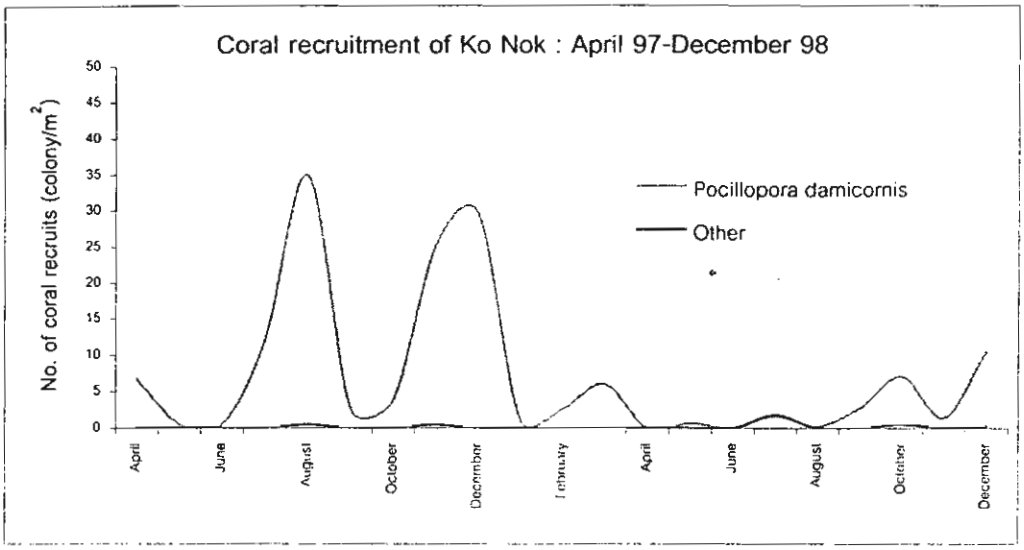
อัตราการลงเกาะขอตัวอ่อนปะการังในแต่ละสถานีที่ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน 2540 ถึง ธันวาคม 2541 ทั้งในที่ตื้นและที่ลึกไม่มีความแตกต่างกันมาก (รูปที่ 21)

เกาะขาม

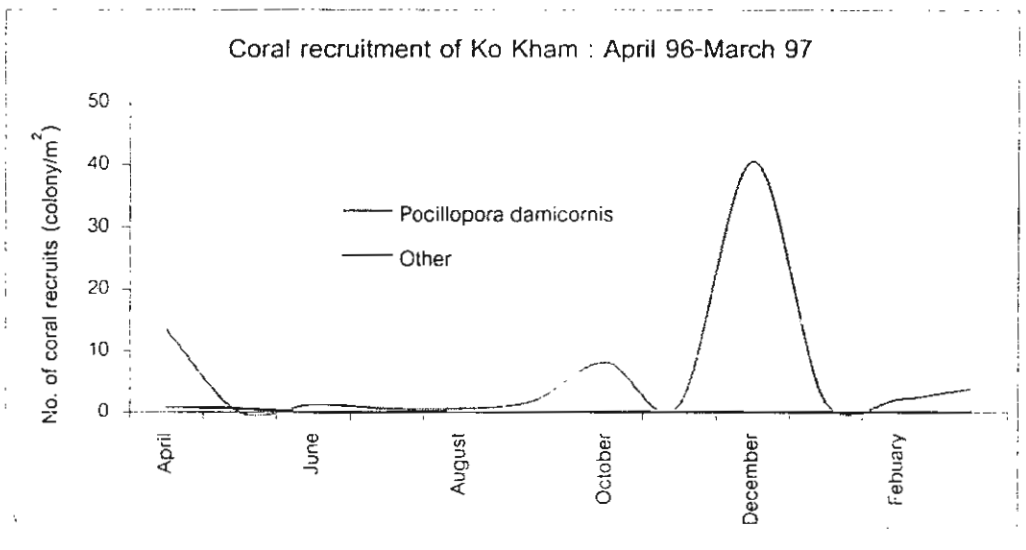
อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในช่วงเดือนเมษายน 2539 ถึง มีนาคม 2540 มีความแตกต่างกันมากในแต่ละสถานีที่ศึกษา โดยพบว่าบริเวณที่ลึกของสถานี S มีอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังมากที่สุด ในบริเวณที่ตื้นของสถานี S ก็มีอัตราการลงเกาะมากเช่นกัน อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบริเวณสถานี S มีค่ามากกว่าสถานี N (รูปที่ 22)

การลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบนแผ่นกระเบื้องในตำแหน่งการวางที่แตกต่างกัน

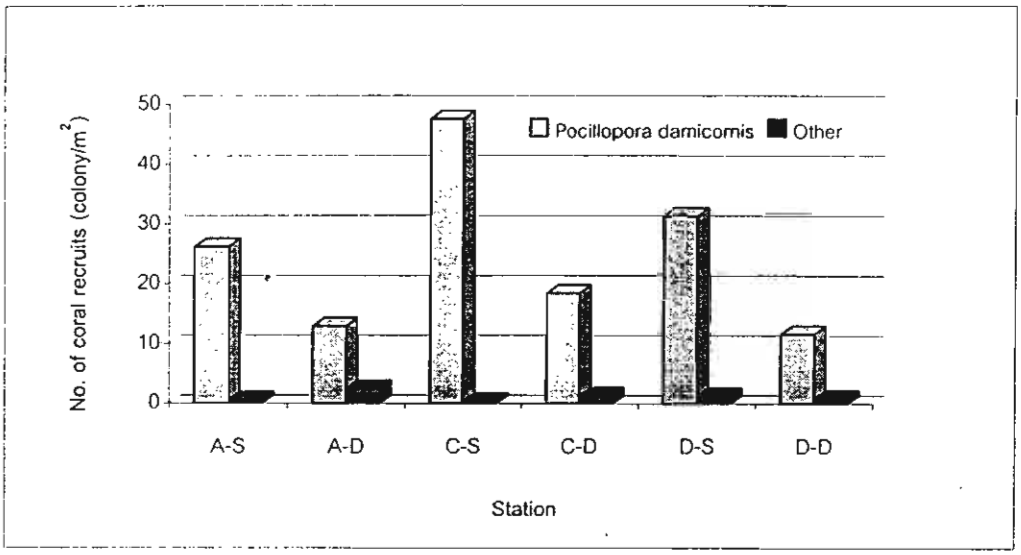
อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบนแผ่นกระเบื้องในตำแหน่งการวางที่แตกต่างกันจากบริเวณเกาะค้างคาวมีความชัดเจนมาก โดยมีแนวโน้มว่าตัวอ่อนปะการังลงเกาะมากที่สุดบนแผ่นกระเบื้องที่วางในแนวดิ่ง รองลงมาคือ ในแนวนอน และ แนวเอียง 45 องศา ตามลำดับ (รูปที่ 23) อย่างไรก็ตามจากข้อมูลบริเวณเกาะนกพบว่าตัวอ่อนปะการังลงเกาะมากที่สุดบนแผ่นกระเบื้องที่วางในแนวนอน รองลงมาคือ ในแนวเอียง 45 องศา และ แนวดิ่งตามลำดับ (รูปที่24) สำหรับที่บริเวณเกาะขาม พบว่าตัวอ่อนปะการังลงเกาะมากที่สุดบนแผ่นกระเบื้องที่วางในแนวดิ่งเช่นเดียวกันกับเกาะค้างคาวแต่อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบนแผ่นกระเบื้องที่วางในแนวนอนและ



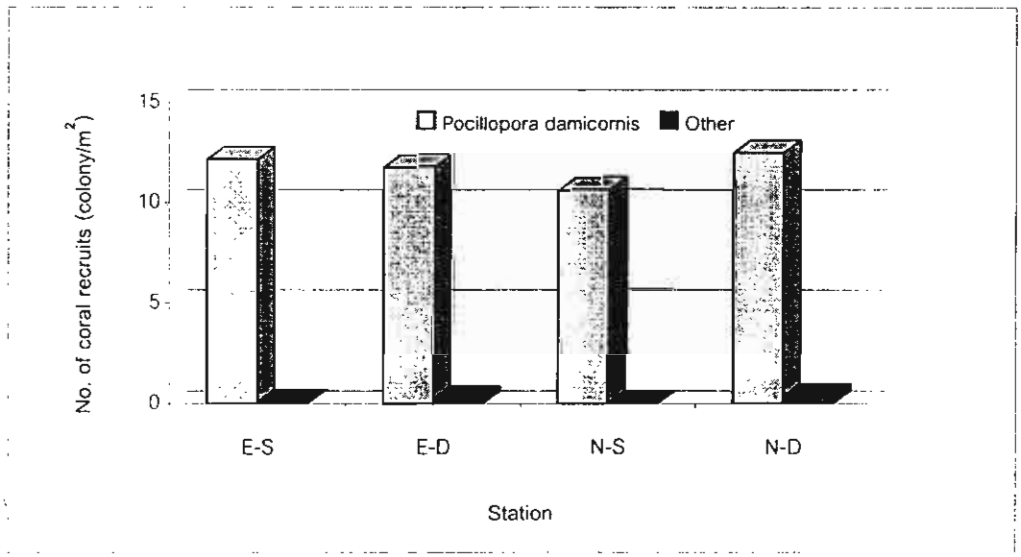
รูปที่ 18. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องระหว่างเดือนเมษายน 2540 ถึง ธันวาคม 2541 บริเวณเกาะนก



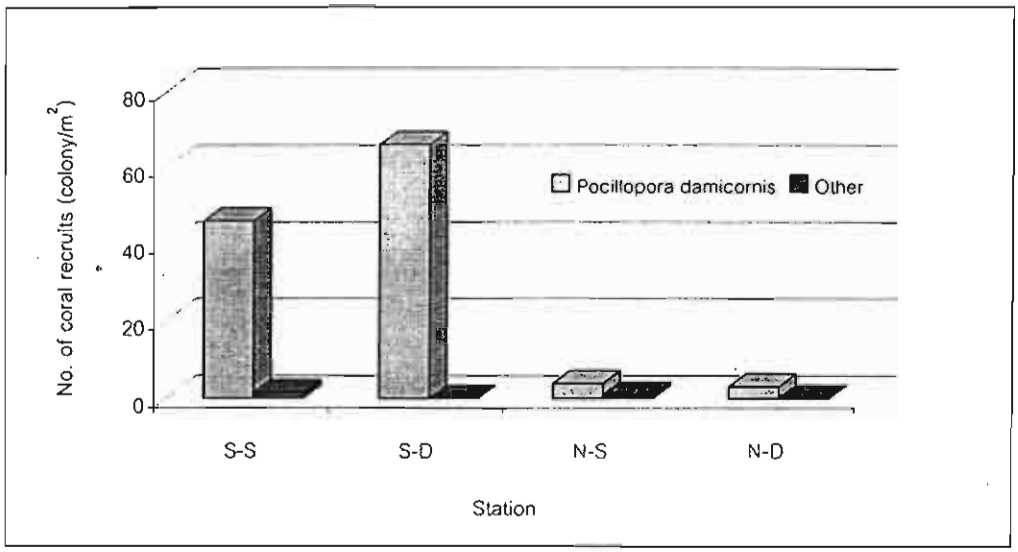
รูปที่ 19. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องระหว่างเดือนเมษายน 2539 ถึง มีนาคม 2540 บริเวณเกาะขาม



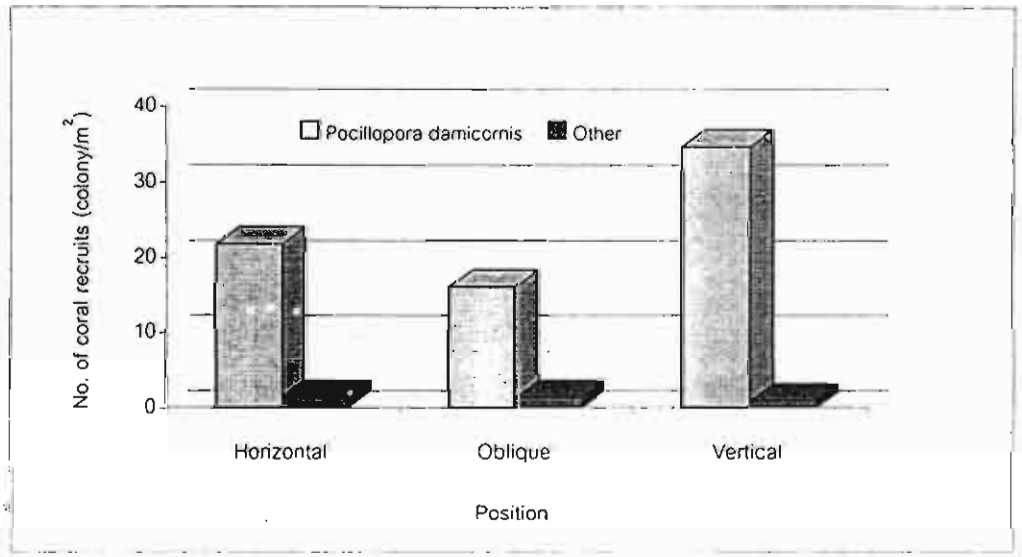
รูปที่ 20. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องในสถานีที่แตกต่างกัน บริเวณเกาะค้างคาว



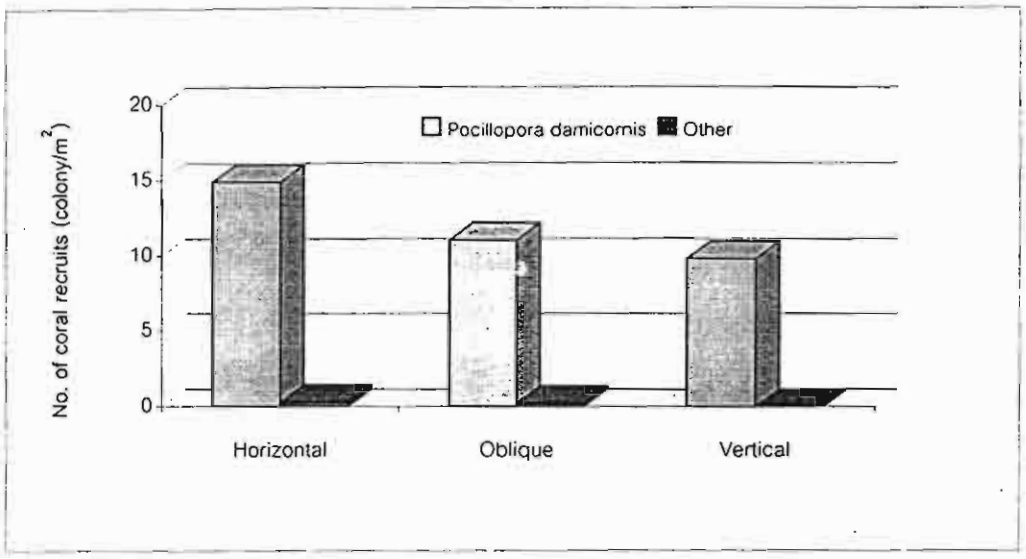
รูปที่ 21. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องในสถานีที่แตกต่างกัน บริเวณเกาะนก



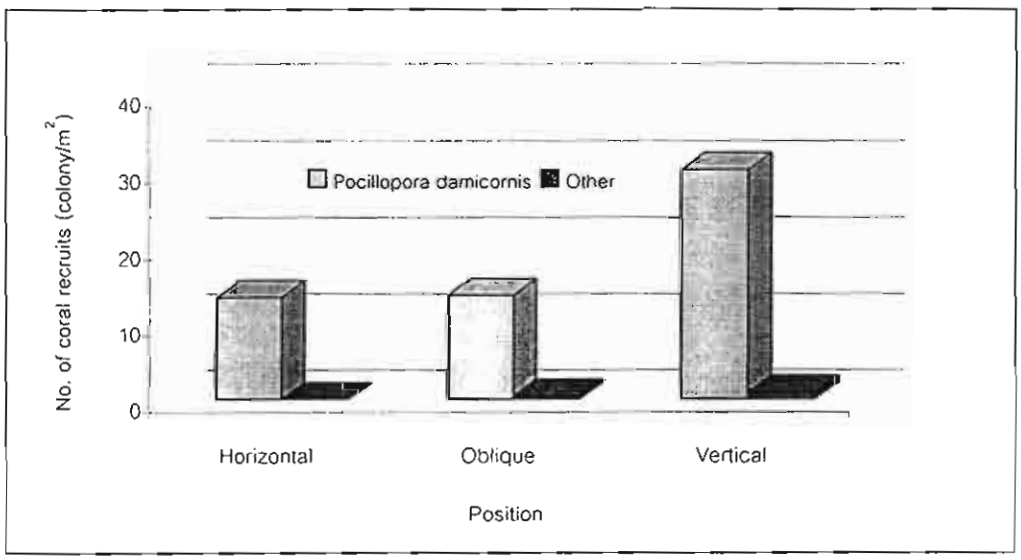
รูปที่ 22. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องในสถานีที่แตกต่างกัน บริเวณเกาะขาม



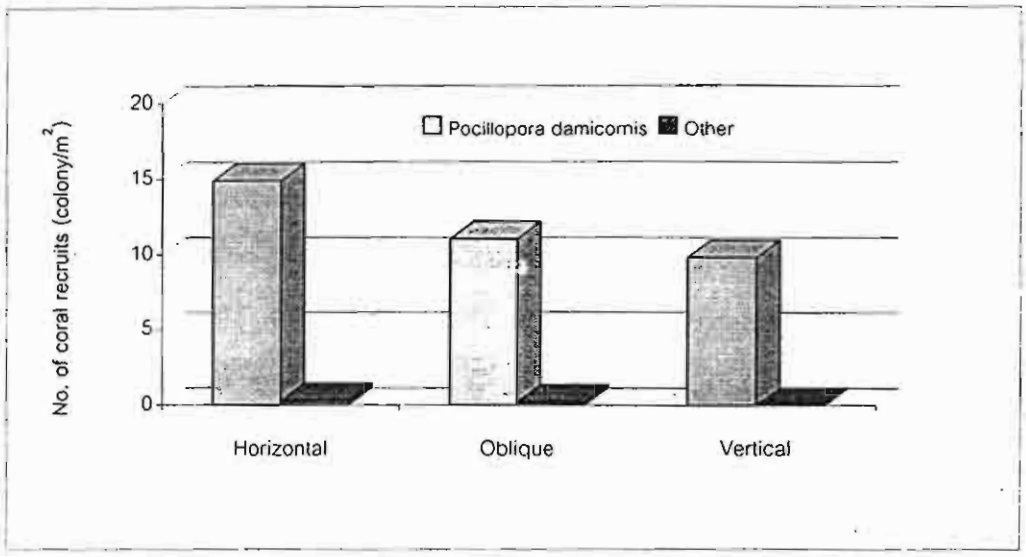
รูปที่ 23. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องในตำแหน่งการวางแผ่นกระเบื้องที่แตกต่างกัน บริเวณเกาะค้างคาว



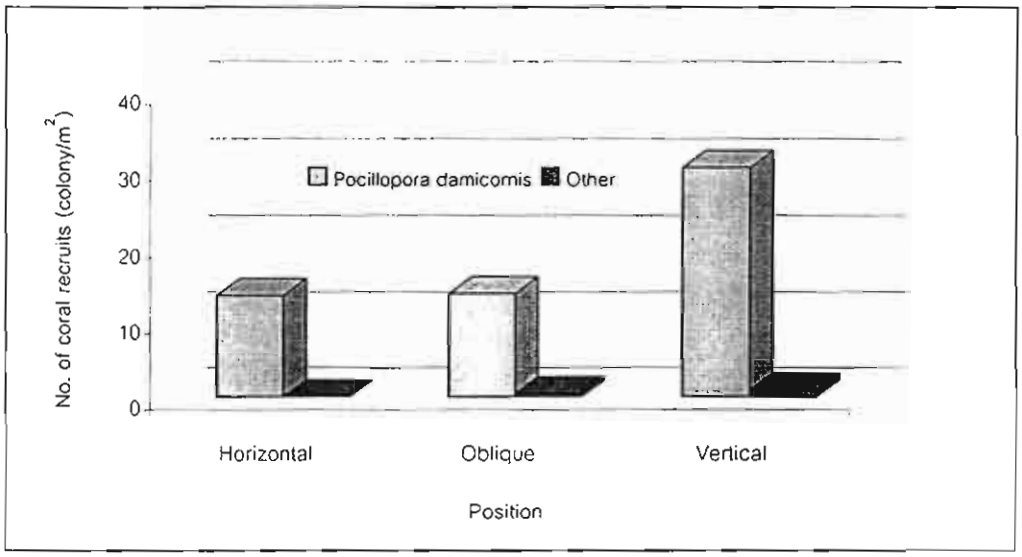
รูปที่ 24. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องในตำแหน่งการวางแผ่นกระเบื้องที่แตกต่างกัน บริเวณเกาะนก



รูปที่ 25. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องในตำแหน่งการวางแผ่นกระเบื้องที่แตกต่างกัน บริเวณเกาะขาม



รูปที่ 24. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องในตำแหน่งการวางแผ่นกระเบื้องที่แตกต่างกัน บริเวณเกาะนก



รูปที่ 25. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องในตำแหน่งการวางแผ่นกระเบื้องที่แตกต่างกัน บริเวณเกาะขาม

ในแนวเอียง 45 องศา ไม่มีความแตกต่างกัน (รูปที่ 25) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบนแผ่นกระเบื้องที่วางในแนวนอนและแนวเอียง 45 องศาทั้งด้านบนและด้านของแผ่นกระเบื้อง พบตัวอ่อนปะการังลงเกาะมากที่สุดบนด้านล่างของแผ่นกระเบื้องที่วางในนอนของเกาะค้างคาวและเกาะนก (รูปที่ 26-27) แต่ตัวอ่อนปะการังลงเกาะมากบนด้านล่างของแผ่นกระเบื้องที่วางในแนวเอียง 45 องศาของเกาะขาม (รูปที่ 28)

การลงเกาะของสิ่งมีชีวิตอื่นๆบนแผ่นกระเบื้อง

สิ่งมีชีวิตที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องมากที่สุดคือ สาหร่าย รองลงมาคือ bryozoa นอกจากนั้นยังมี barnacle, polychaete tube, oyster, ฟองน้ำ และ tunicate (ภาพที่ 24-31) บริเวณที่มีการลงเกาะของสาหร่ายมากจะมีการสะสมของตะกอนมากด้วย

อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆบนแผ่นกระเบื้องและเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ว่างบนแผ่นกระเบื้องมีความแปรปรวนตามเวลา สถานที่ และตำแหน่งการวางของแผ่นกระเบื้อง (รูปที่ 29-32)

อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆบนแผ่นกระเบื้องและเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ว่างบนแผ่นกระเบื้องจาก long-term experiment (6 เดือน และ 1 ปี) ก็มีความแปรปรวนมากตามเวลา สถานที่ และตำแหน่งการวางของแผ่นกระเบื้องเช่นกัน (รูปที่ 33-40)

อย่างไรก็ตามจะพบว่ายังมีพื้นที่ว่างบนแผ่นกระเบื้องสำหรับให้ตัวอ่อนปะการังลงเกาะมากในระดับหนึ่ง แม้ว่าจะพบการปกคลุมตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะใหม่โดยสาหร่าย bryozoa และสิ่งมีชีวิตอื่นๆด้วยก็ตาม

Caging Experiment

การทดลองในภาคสนามเพื่อวิเคราะห์อิทธิพลของเม่นทะเล *Diadema setosum* และปลา damselfish โดยเฉพาะ *Hemiglyphidodon plagiometapon* ที่มีต่ออัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบนแผ่นกระเบื้องโดยใช้ caging experiments ข้อมูลที่มีความซับซ้อนและแปรปรวนมาก รูปที่ 41 สรุปภาพรวมของการทดลองจากบริเวณสถานี A ของเกาะค้างคาว โดยพบว่าบริเวณที่มีเฉพาะปลา damselfish จะมีอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังมากที่สุด

ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวในอ่าวไทย

จากการที่เกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวที่รุนแรงในอ่าวไทยเป็นครั้งแรก โดยพบการฟอกขาวของปะการังตั้งแต่เดือนเมษายน-สิงหาคม 2541 อุณหภูมิน้ำทะเลสูงขึ้นผิดปกติอย่างชัดเจน (รูปที่ 42) การเกิดปะการังฟอกขาวนี้มีความแปรปรวนมากตามสถานที่และชนิดของปะการัง นอกจากนี้ยังพบความแปรปรวนของความรุนแรงของการฟอกขาวปะการังในระดับประชากรและภายใน colony เดียวกันด้วย (ภาพที่ 32-51) ปะการังหลายชนิดที่มีมีบางส่วนของ colony หรือทั้งหมดของ colony ตายในสัดส่วนที่ต่างกัน ภายหลังจากที่ส่วนของเนื้อเยื่อตายแล้วมีการลงเกาะของสาหร่าย การปกคลุมของตะกอน และขบวนการ succession โดยกลุ่มสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อย่างไรก็ตามปะการังอีกหลายชนิดที่สามารถฟื้นตัวได้ภายหลังปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวและปะการังบางชนิดได้รับผล

ในแนวเอียง 45 องศา ไม่มีความแตกต่างกัน (รูปที่ 25) เมื่อเปรียบเทียบอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบนแผ่นกระเบื้องที่วางในแนวนอนและแนวเอียง 45 องศาทั้งด้านบนและด้านของแผ่นกระเบื้อง พบตัวอ่อนปะการังลงเกาะมากที่สุดบนด้านล่างของแผ่นกระเบื้องที่วางในนอนของเกาะค้างคาวและเกาะนก (รูปที่ 26-27) แต่ตัวอ่อนปะการังลงเกาะมากบนด้านล่างของแผ่นกระเบื้องที่วางในแนวเอียง 45 องศาของเกาะขาม (รูปที่ 28)

การลงเกาะของสิ่งมีชีวิตอื่นๆบนแผ่นกระเบื้อง

สิ่งมีชีวิตที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องมากที่สุดคือ สาหร่าย รองลงมาคือ bryozoa นอกจากนั้นยังมี barnacle, polychaete tube, oyster, ฟองน้ำ และ tunicate (ภาพที่ 24-31) บริเวณที่มีการลงเกาะของสาหร่ายมากจะมีการสะสมของตะกอนมากด้วย

อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆบนแผ่นกระเบื้องและเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ว่างบนแผ่นกระเบื้องมีความแปรปรวนตามเวลา สถานที่ และตำแหน่งการวางของแผ่นกระเบื้อง (รูปที่ 29-32)

อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นๆบนแผ่นกระเบื้องและเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ว่างบนแผ่นกระเบื้องจาก long-term experiment (6 เดือน และ 1 ปี) ก็มีความแปรปรวนมากตามเวลา สถานที่ และตำแหน่งการวางของแผ่นกระเบื้องเช่นกัน (รูปที่ 33-40)

อย่างไรก็ตามจะพบว่ายังมีพื้นที่ว่างบนแผ่นกระเบื้องสำหรับให้ตัวอ่อนปะการังลงเกาะมากในระดับหนึ่ง แม้ว่าจะพบการปกคลุมตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะใหม่โดยสาหร่าย bryozoa และสิ่งมีชีวิตอื่นๆด้วยก็ตาม

Caging Experiment

การทดลองในภาคสนามเพื่อวิเคราะห์อิทธิพลของเม่นทะเล *Diadema setosum* และปลา damselfish โดยเฉพาะ *Hemiglyphidodon plagiometapon* ที่มีต่ออัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบนแผ่นกระเบื้องโดยใช้ caging experiments ข้อมูลที่มีความซับซ้อนและแปรปรวนมาก รูปที่ 41 สรุปภาพรวมของการทดลองจากบริเวณสถานี A ของเกาะค้างคาว โดยพบว่าบริเวณที่มีเฉพาะปลา damselfish จะมีอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังมากที่สุด

ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวในอ่าวไทย

จากการที่เกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวที่รุนแรงในอ่าวไทยเป็นครั้งแรก โดยพบการฟอกขาวของปะการังตั้งแต่เดือนเมษายน-สิงหาคม 2541 อุณหภูมิน้ำทะเลสูงขึ้นผิดปกติอย่างชัดเจน (รูปที่ 42) การเกิดปะการังฟอกขาวนี้มีความแปรปรวนมากตามสถานที่และชนิดของปะการัง นอกจากนี้ยังพบความแปรปรวนของความรุนแรงของการฟอกขาวปะการังในระดับประชากรและภายใน colony เดียวกันด้วย (ภาพที่ 32-51) ปะการังหลายชนิดที่มีมีบางส่วนของ colony หรือทั้งหมดของ colony ตายในสัดส่วนที่ต่างกัน ภายหลังจากที่ส่วนของเนื้อเยื่อตายแล้วมีการลงเกาะของสาหร่าย การปกคลุมของตะกอน และขบวนการ succession โดยกลุ่มสิ่งมีชีวิตอื่นๆ อย่างไรก็ตามปะการังอีกหลายชนิดที่สามารถฟื้นตัวได้ภายหลังปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวและปะการังบางชนิดได้รับผล

กระทบน้อยมากจากปรากฏการณ์นี้ ตารางที่ 1 สรุปผลความทนทานของปะการังชนิดต่างๆต่อปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวที่เกิดขึ้น

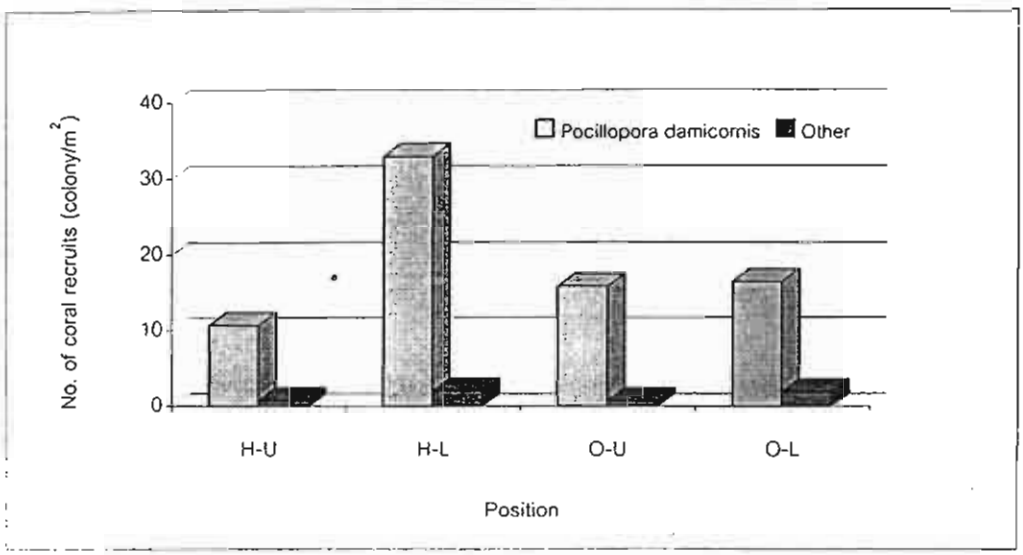
ผลกระทบของปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวต่อ juvenile colony

Juvenile colony ของปะการังแต่ละชนิดมีการฟอกขาวในระดับที่แตกต่างกันและมีความแปรปรวนตามสถานที่ด้วย ชนิดที่มีการฟอกขาวมากได้แก่ *Pocillopora damicornis, Acropora* sp., *Porites lutea, Goniastrea* sp., *Stylocoeniella armata, Psammocora contigua, Symphyllia* sp., *Montipora* sp., *Hydnophora exesa* และ *Favites abdita* (ภาพที่ 52-57, รูปที่ 43-45)

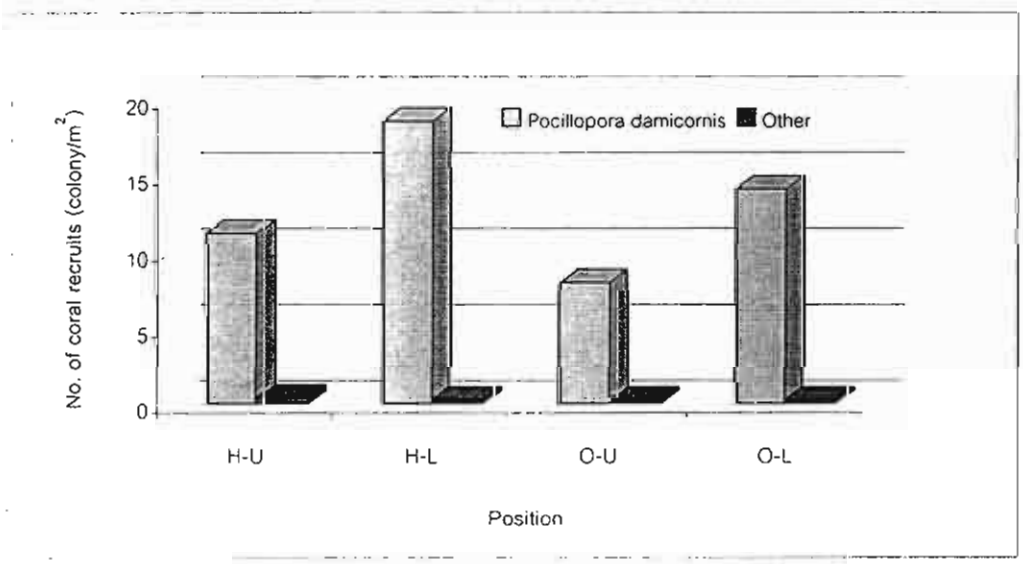
ภายหลังจากการฟอกขาวของ juvenile colony พบว่า juvenile colony เหล่านั้นมีอัตราการตายที่แตกต่างกันและมีความแปรปรวนมากตามสถานที่ด้วย juvenile colony ชนิดที่อัตราการตายสูงอย่างชัดเจนคือ *Pocillopora damicornis* และ *Acropora* sp. (รูปที่ 46-48)

ผลกระทบของปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวต่อตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้อง

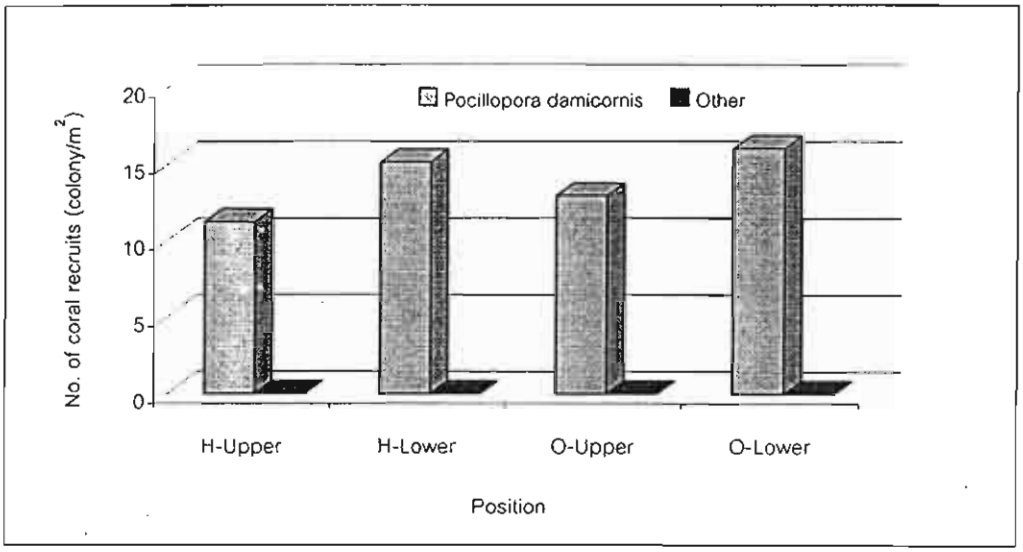
ในช่วงที่มีปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวเกิดขึ้นพบว่าตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะใหม่บนแผ่นกระเบื้องที่ทำการทดลองในภาคสนาม (settlement plate experiment) ก็มีการฟอกขาวด้วย (ภาพที่ 58) อัตราการฟอกขาวของตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องมีความแปรปรวรตามช่วงเวลาและสถานที่อย่างชัดเจนและมีอัตราการตายภายหลังจากการฟอกขาวในระดับที่แตกต่างกัน (รูปที่ 49-50) นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังบนแผ่นกระเบื้องในช่วงที่มีปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวมีน้อยมากแต่พบตัวอ่อนปะการัง unknown species ซึ่งเป็น ahematypic coral ลงเกาะมากขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว (ภาพที่ 59)



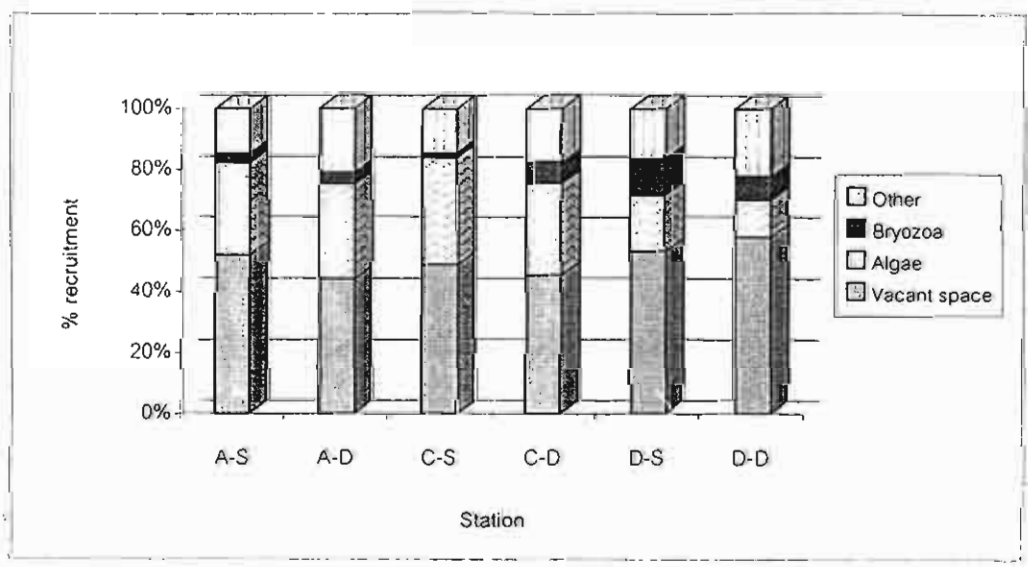
รูปที่ 26. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะ ด้านบน-ด้านล่าง ของแผ่นกระเบื้อง ในตำแหน่งการวางที่แตกต่างกัน บริเวณเกาะค้างคาว



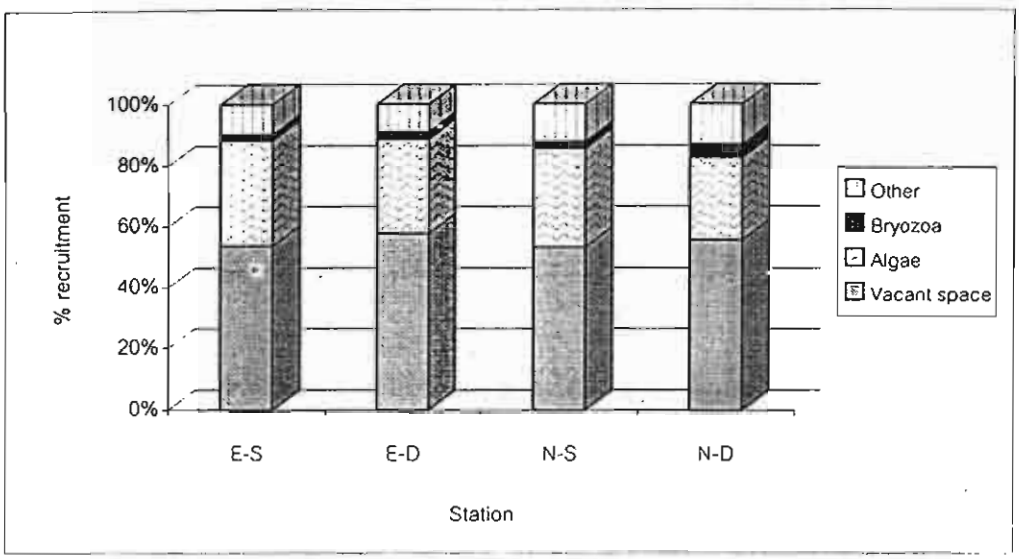
รูปที่ 27. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะ ด้านบน-ด้านล่าง ของแผ่นกระเบื้อง ในตำแหน่งการวางที่แตกต่างกัน บริเวณเกาะนก



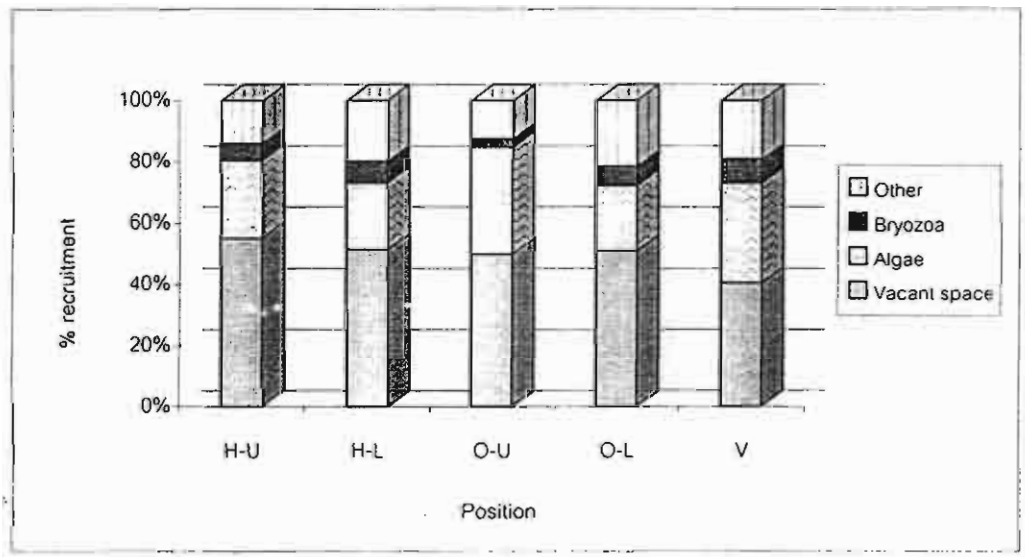
รูปที่ 28. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะ ด้านบน-ด้านล่าง ของแผ่นกระเบื้อง ในตำแหน่งการวางที่แตกต่างกัน บริเวณเกาะขาม



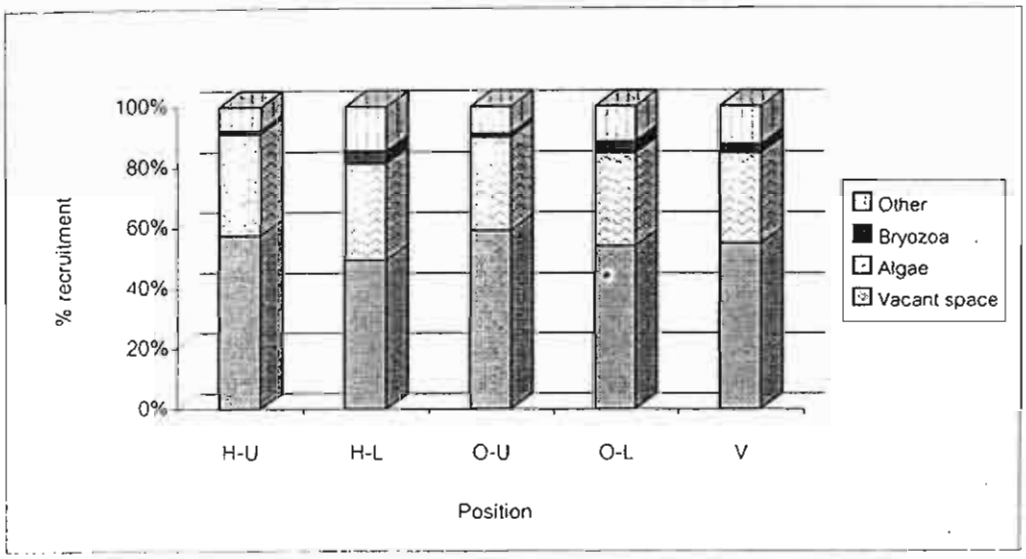
รูปที่ 29. อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตบนแผ่นกระเบื้องบริเวณเกาะค้างคาว : เปรียบเทียบในแต่ละสถานี



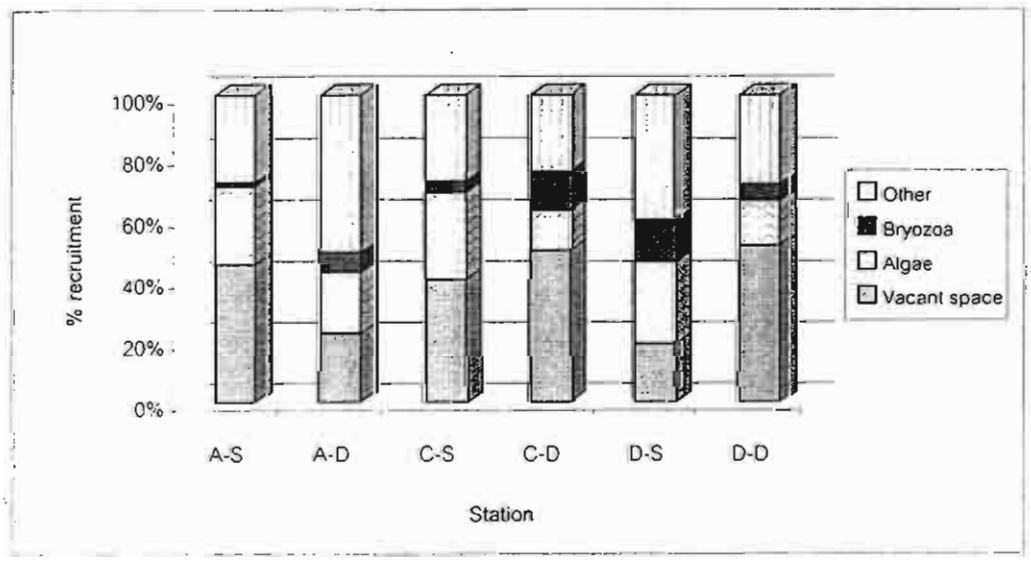
รูปที่ 30. อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตบนแผ่นกระเบื้องบริเวณเกาะนก : เปรียบเทียบในแต่ละสถานี



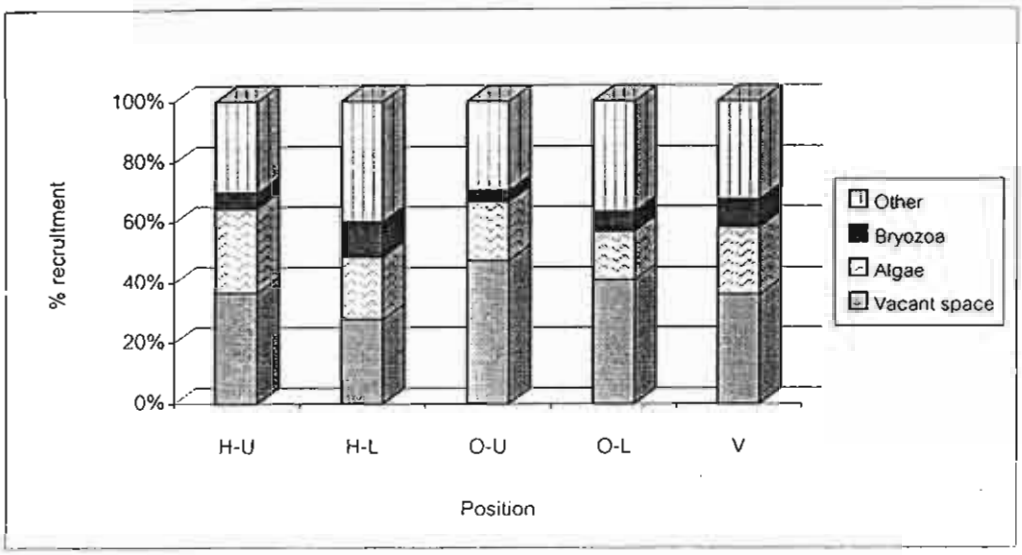
รูปที่ 31. อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตบนแผ่นกระเบื้องบริเวณเกาะค้างคาว : เปรียบเทียบตำแหน่งการวางแผ่นกระเบื้อง



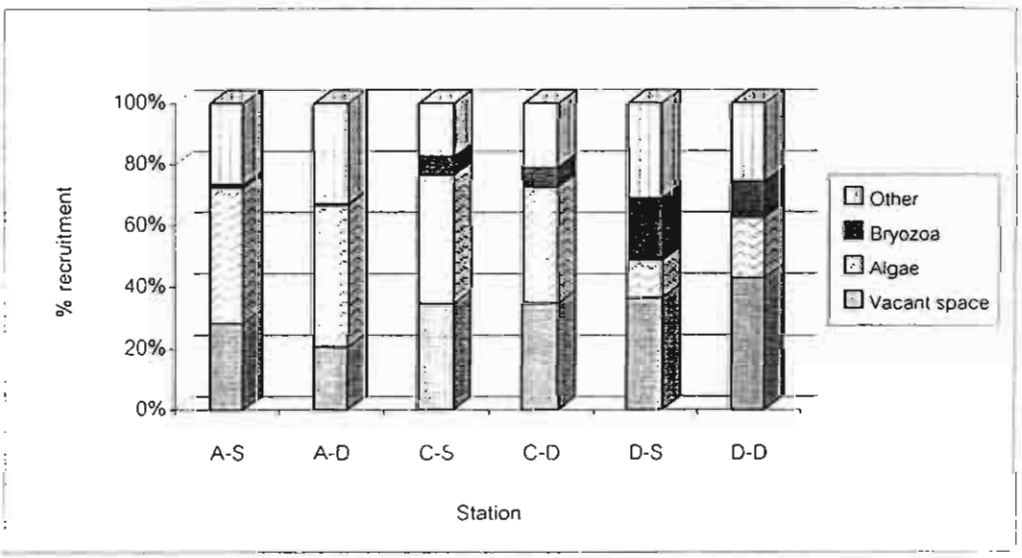
รูปที่ 32. อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตบนแผ่นกระเบื้องบริเวณเกาะนก : เปรียบเทียบตำแหน่งการวางแผ่นกระเบื้อง



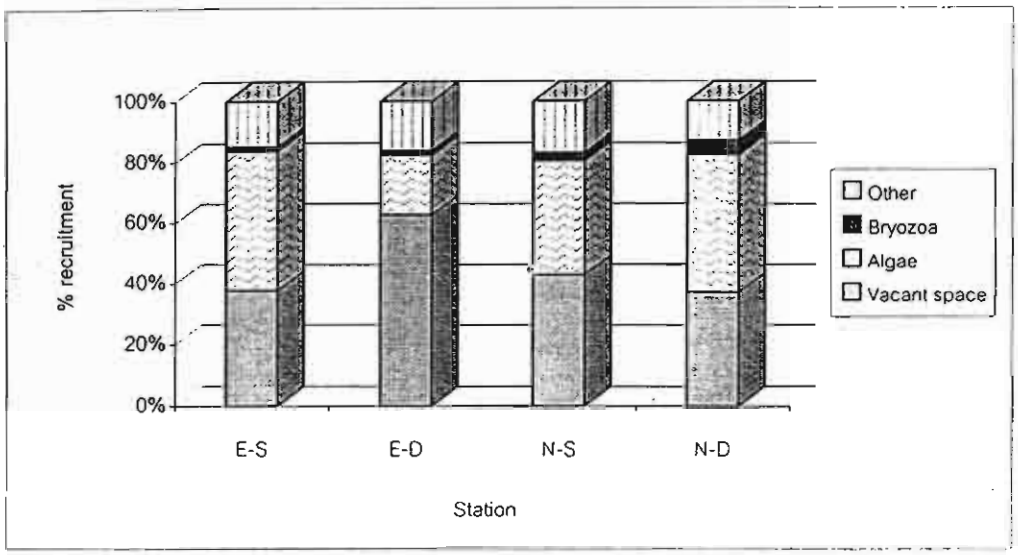
รูปที่ 33. อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตบนแผ่นกระเบื้องบริเวณเกาะค้างคาว : เปรียบเทียบในแต่ละสถานี (Long-term 6 เดือน)



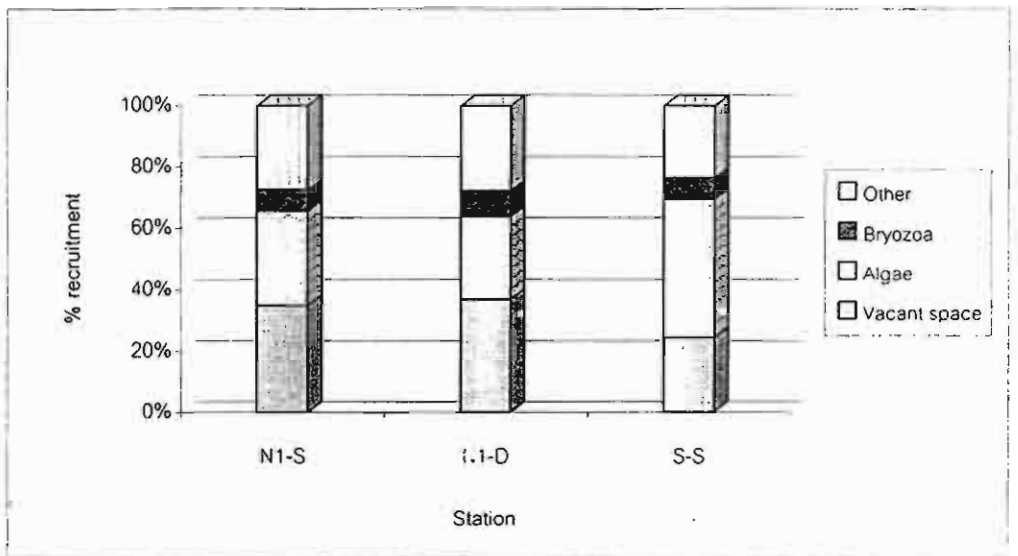
รูปที่ 34. อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตบนแผ่นกระเบื้องบริเวณเกาะค้างคาว : เปรียบเทียบตำแหน่งการวางแผ่นกระเบื้อง (Long-term 6 เดือน)



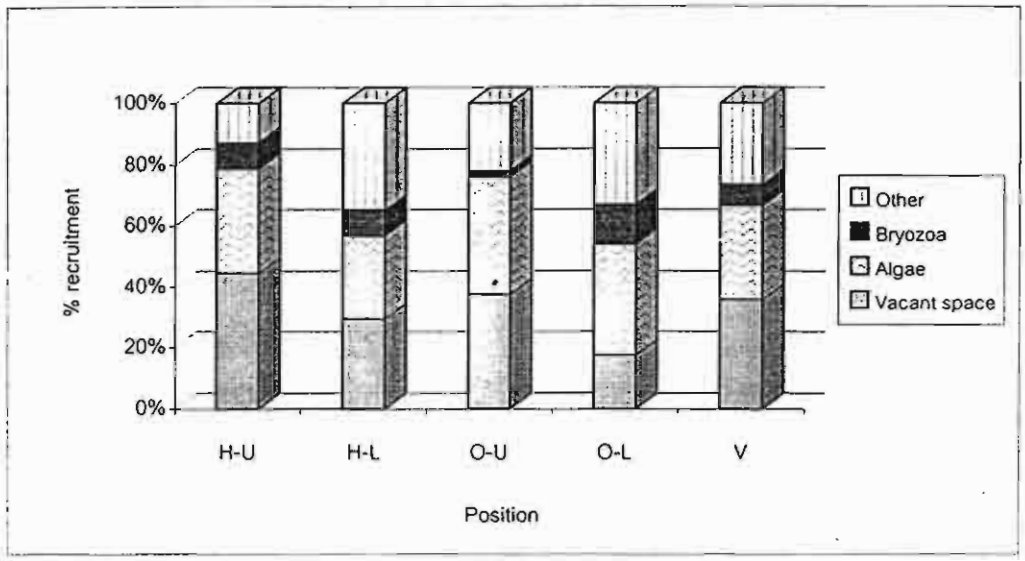
รูปที่ 35. อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตบนแผ่นกระเบื้องบริเวณเกาะค้างคาว : เปรียบเทียบในแต่ละสถานี (Long-term 1 ปี)



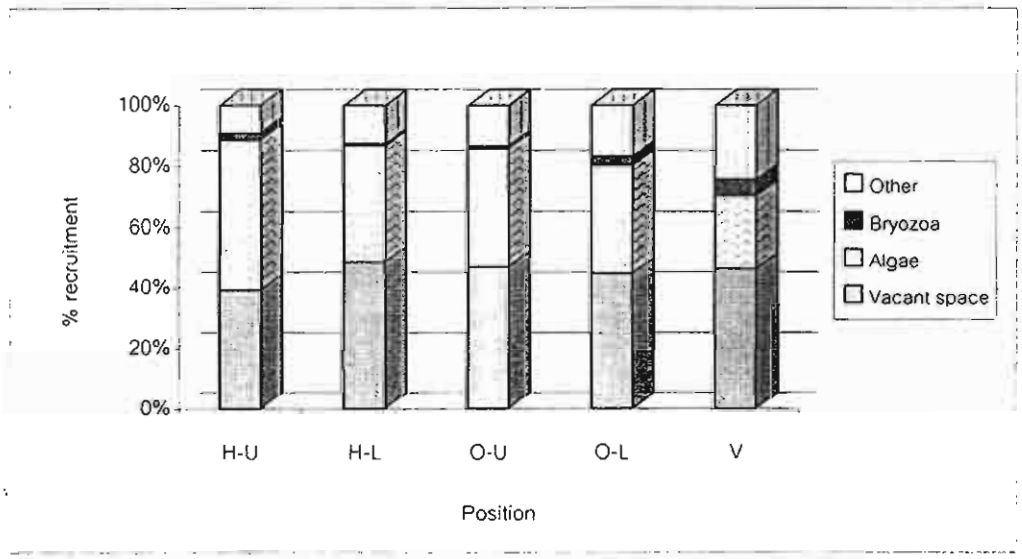
รูปที่ 36. อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตบนแผ่นกระเบื้องบริเวณเกาะนก : เปรียบเทียบในแต่ละสถานี (Long-term 1 ปี)



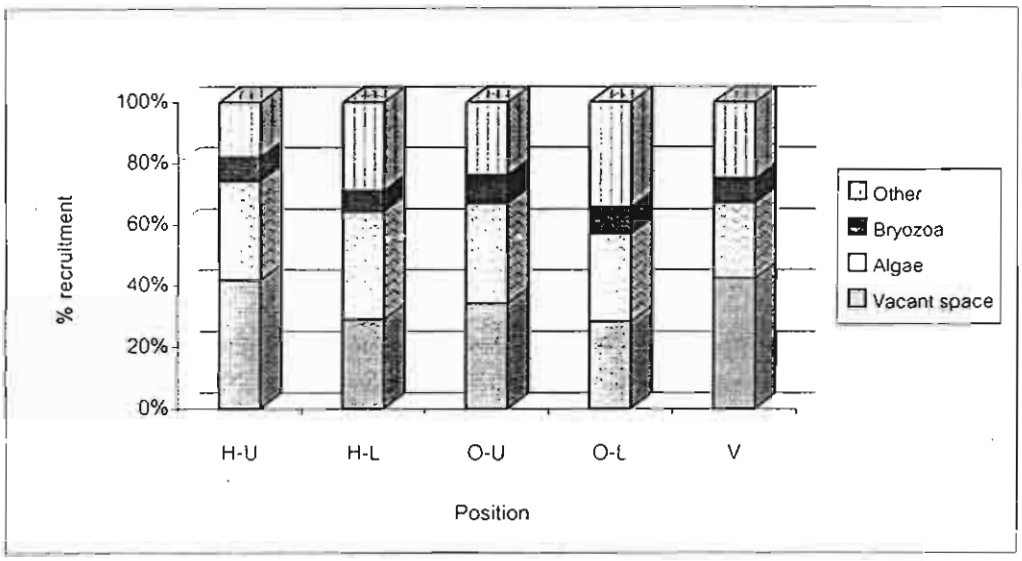
รูปที่ 37. อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตบนแผ่นกระเบื้องบริเวณเกาะขาม : เปรียบเทียบในแต่ละสถานี (Long-term)



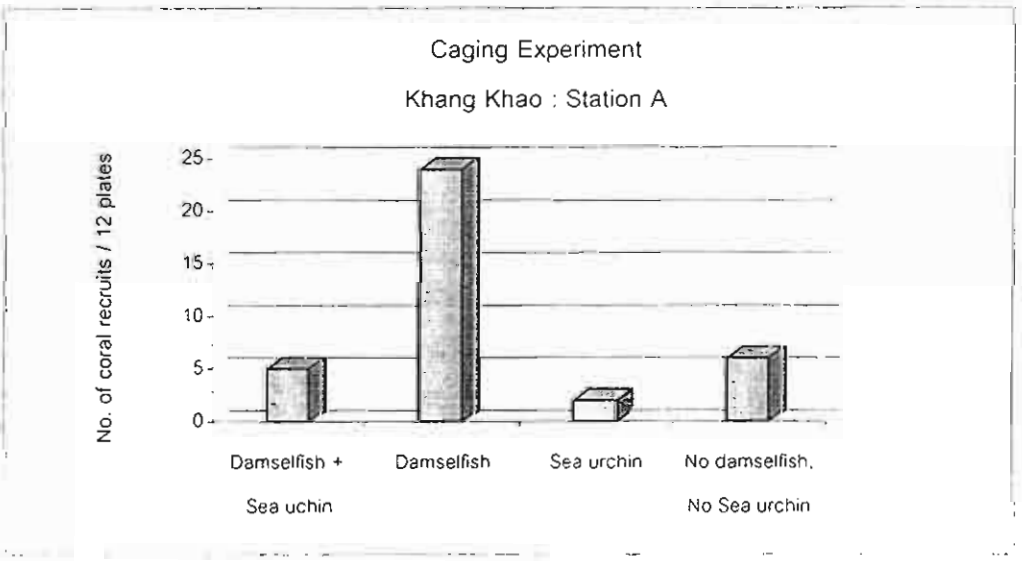
รูปที่ 38. อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตบนแผ่นกระเบื้องบริเวณเกาะค้างคาว : เปรียบเทียบตำแหน่งการวางแผ่นกระเบื้อง (Long-term 1 ปี)



รูปที่ 39. อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตบนแผ่นกระเบื้องบริเวณเกาะนก : เปรียบเทียบตำแหน่งการวางแผ่นกระเบื้อง (Long-term 1 ปี)



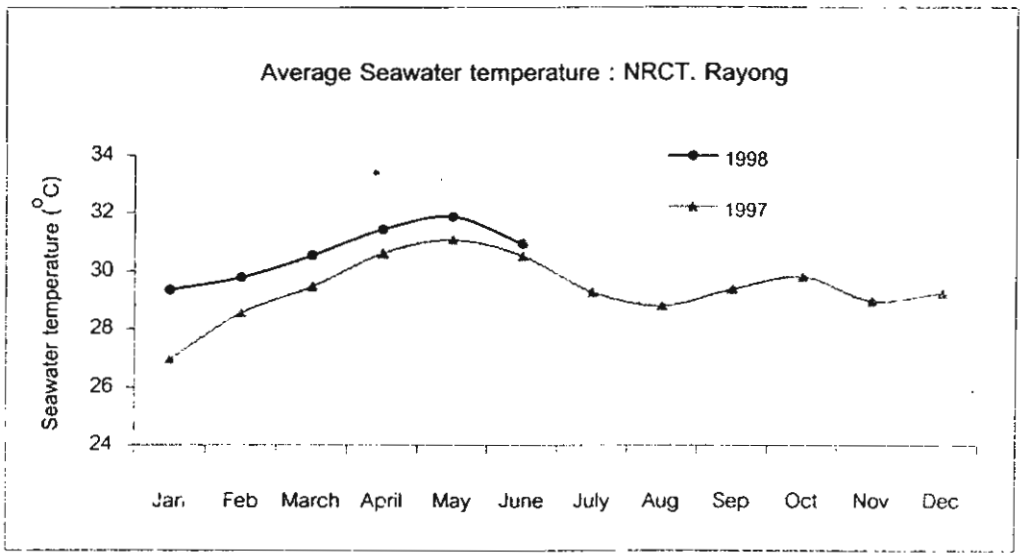
รูปที่ 40. อัตราการลงเกาะของสิ่งมีชีวิตบนแผ่นกระเบื้องบริเวณเกาะขาม : เปรียบเทียบตำแหน่งการวางแผ่นกระเบื้อง (Long-term 1 ปี)



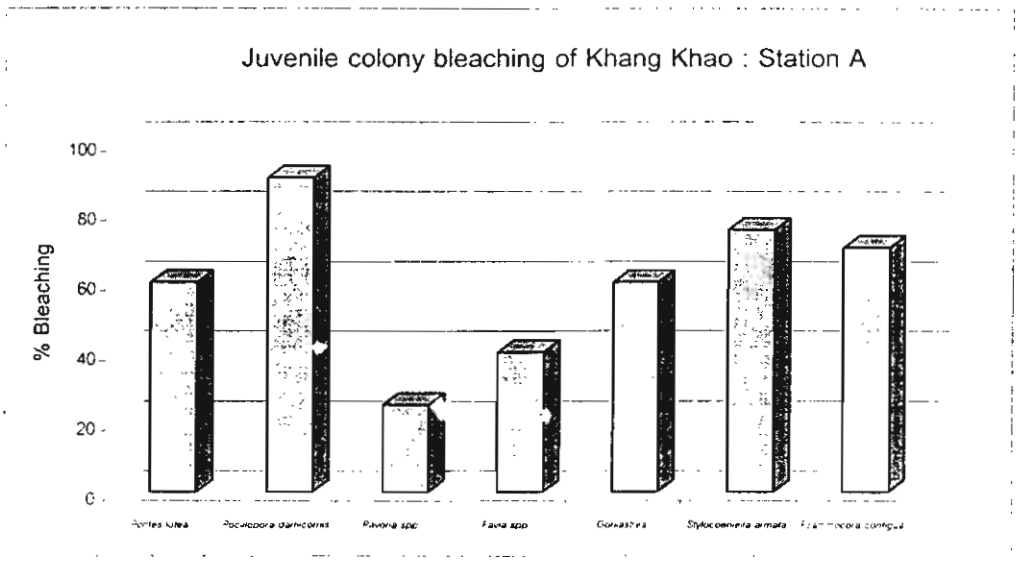
รูปที่ 41. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะบนแผ่นกระเบื้องจากการทดลองโดยวิธี cage experiment

ตารางที่ 1. ระดับความทนทานของปะการังชนิดต่างๆ ที่มีต่อปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว

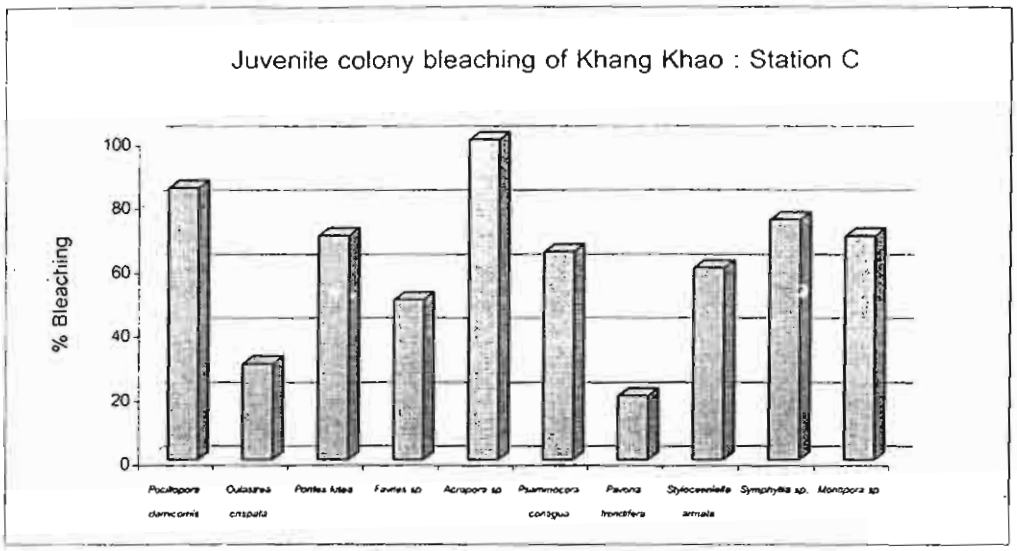
ชนิดที่ฟอกขาวมาก	ชนิดที่ฟอกขาวปานกลาง	ชนิดที่ฟอกขาวน้อย
Pocillopora damicornis	*Podapacia crustacea*	*Goniopora dijiboutiensis*
Acropora humilis	*Porites lobata*	*Goniopora djiboutiensis*
Acropora digitifera	*Porites lutea*	*Goniopora fruticosa*
Acropora formosa	*Porites cylindrica*	*Alveopora allingi*
Acropora aspera	*Porites rus*	
Acropora millepora	*Leptoseris scabra*	
Acropora hyacinthus	*Gardineroseris planulata*	
Acropora nasuta	*Pachyseris speciosa*	
Acropora florida	*Pavona varians*	
Montipora digitata	*Pavona decussata*	
Montipora verrucosa	*Psammocora contigua*	
Astreopora myriophthalma	*Psammocora digitata*	
Astreopora ocellata	*Galaxea fascicularis*	
Astreopora listeri	*Galaxea astreata*	
Fungia fugites	*Barabattoia amicorum*	
Fungia echinata	*Favia facus*	
Herpolitha limax	*Favia pallida*	
Polyphyllia talpina	*Favites abdita*	
	Goniastrea retiformis	
	Goniastrea aspera	
	Goniastrea pectinata	
	Platygyra deadalea	
	Platygyra sinensis	
	Leptoria phrygia	
	Hydnophora exesa	
	Dioploastrea heliopora	
	Leptastrea purpurea	
	Cyphastrea serailia	
	Echinopora lamellosa	
	Symphyllia radians	
	Lobophyllia hemprichii	
	Pectinia lactuca	
	Echinophyllia aspera	
	Turbinaria peltata	
	Euphyllia fimbriata	
	Plerogyra sinuosa	



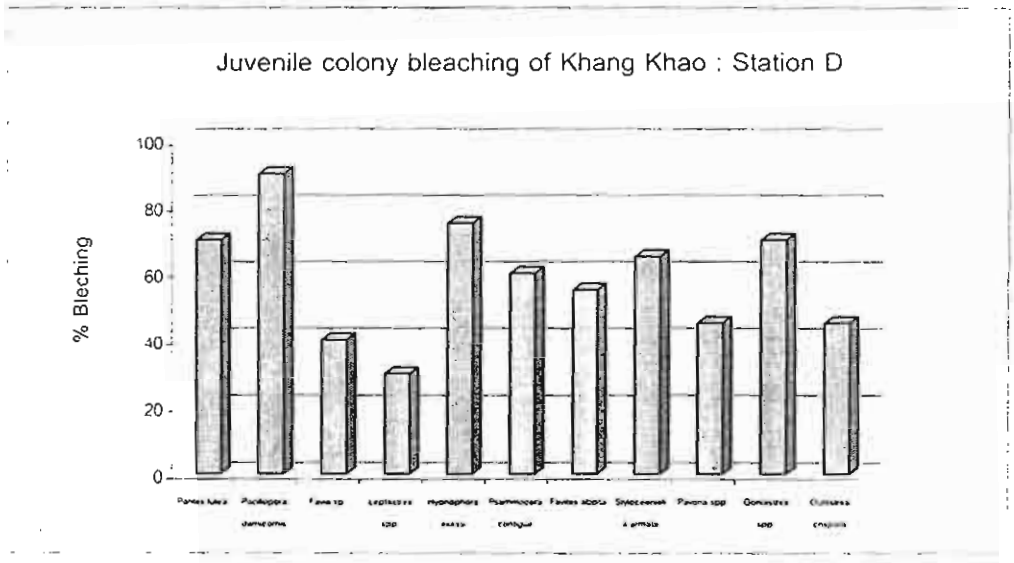
รูปที่ 42. ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำทะเลบริเวณจังหวัดระยอง ในช่วงปี 2540 ถึง 2541



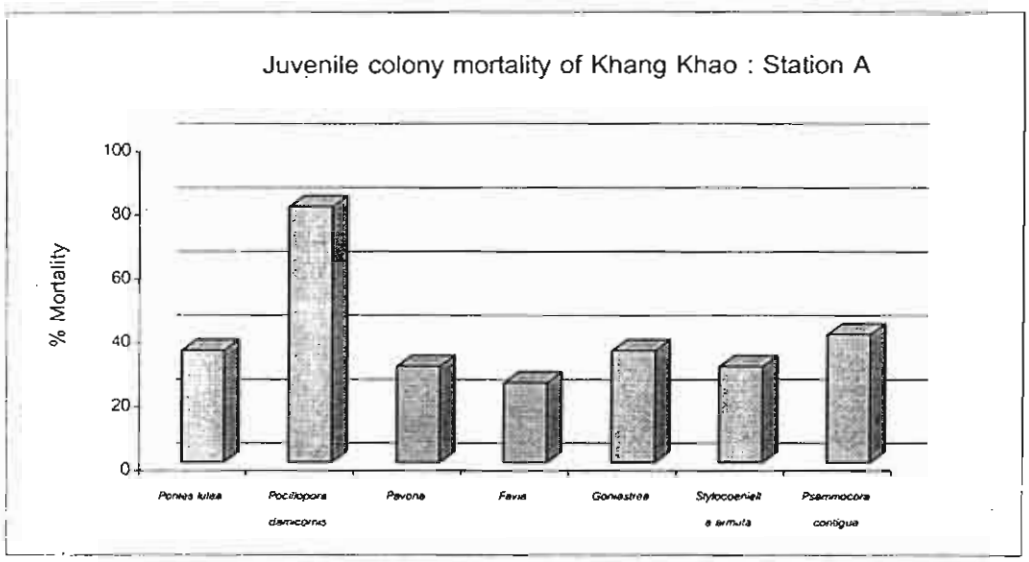
รูปที่ 43. เปอร์เซ็นต์การฟอกขาวของตัวอ่อนปะการังบริเวณเกาะค้างคาว : สถานี A



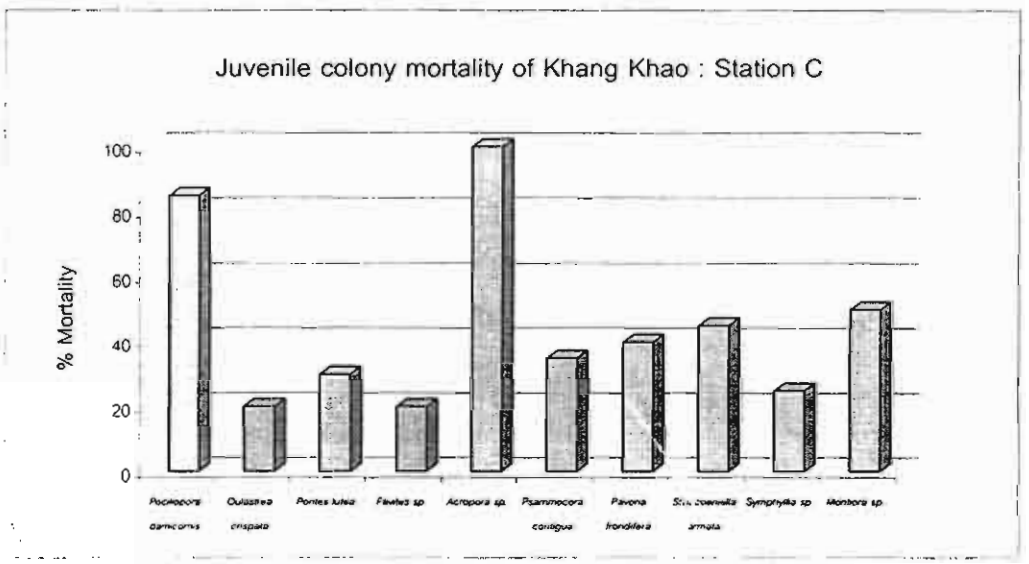
รูปที่ 44. เปอร์เซ็นต์การฟอกขาวของตัวอ่อนปะการังบริเวณเกาะค้างคาว : สถานี C



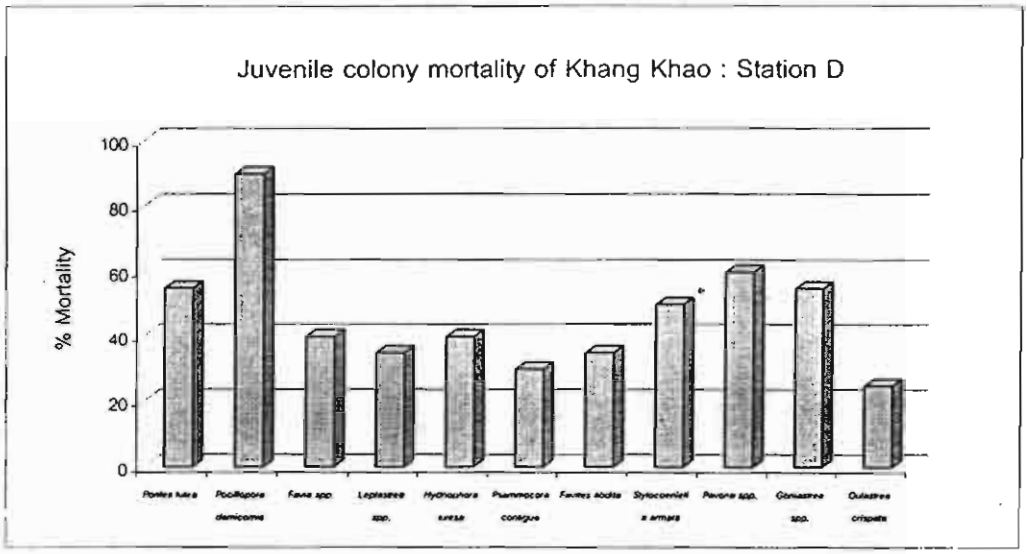
รูปที่ 45. เปอร์เซ็นต์การฟอกขาวของตัวอ่อนปะการังบริเวณเกาะค้างคาว : สถานี D



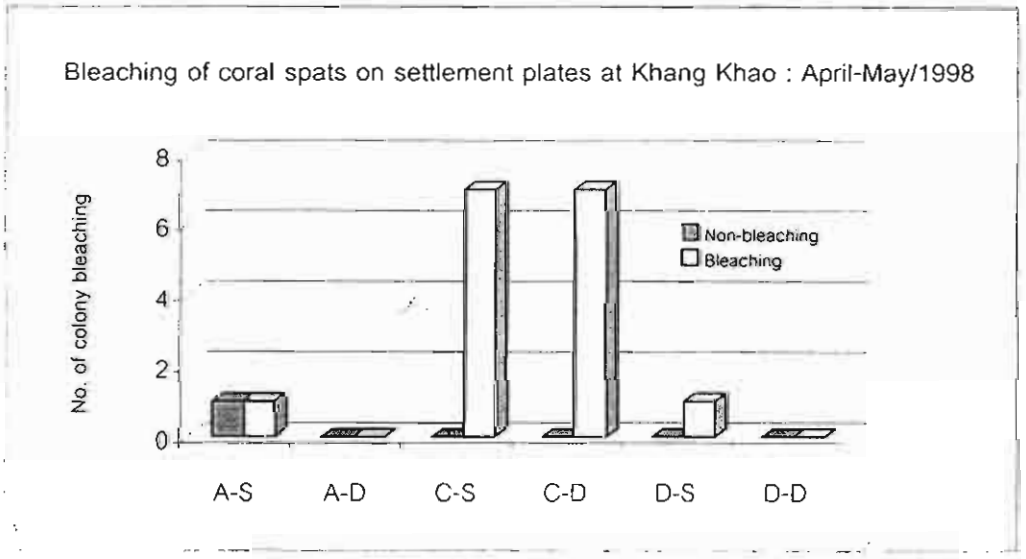
รูปที่ 46. เปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนปะการังบริเวณสถานี A เกาะค้างคาว



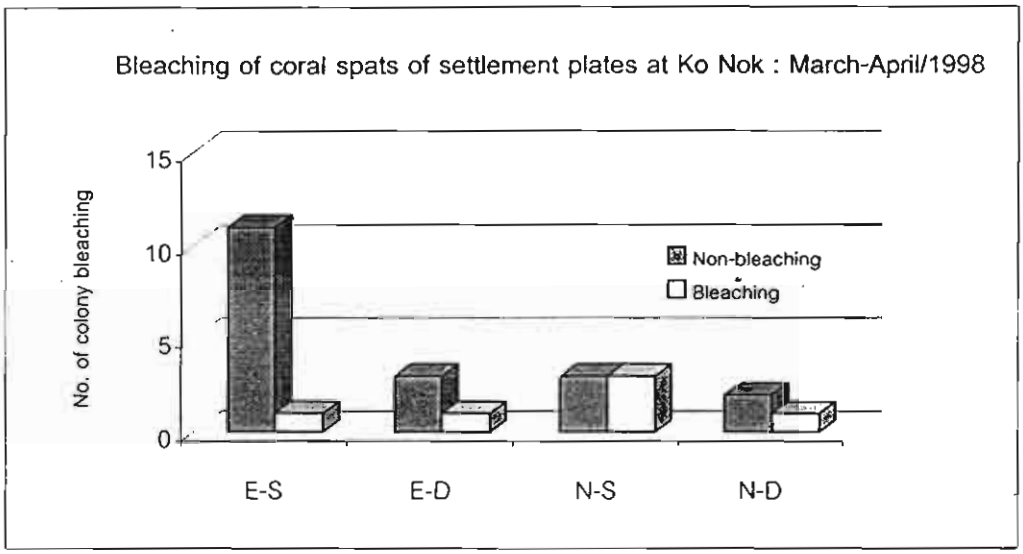
รูปที่ 47. เปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนปะการังบริเวณสถานี C เกาะค้างคาว



รูปที่ 48. เปอร์เซ็นต์การตายของตัวอ่อนปะการังบริเวณสถานี D เกาะค้างคาว



รูปที่ 49. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ฟอกขาวบนแผ่นกระเบื้องบริเวณแต่ละสถานี : เกาะค้างคาว (เมษายน-พฤษภาคม 2541)



รูปที่ 50. จำนวนตัวอ่อนปะการังที่ฟอกขาวบนแผ่นกระเบื้องบริเวณแต่ละสถานี : เกาะนก (มีนาคม-เมษายน 2541)

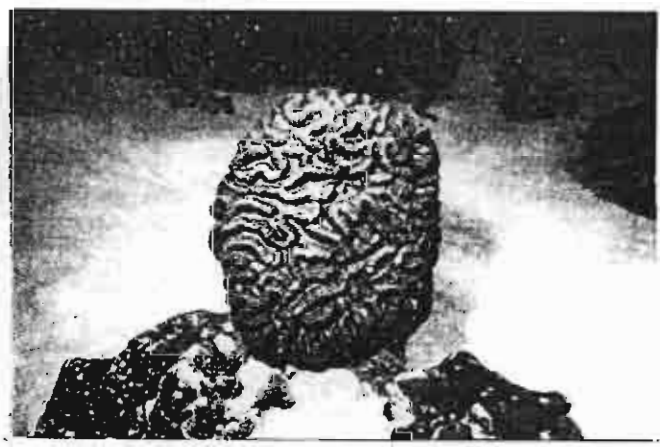
ภาพที่ 1. *Porites lutea* ปะการังชนิดเด่นบริเวณสถานี A เกาะค้างคาว

ภาพที่ 2. *Porites lutea* และ *Pavona decussata* บริเวณสถานี C เกาะค้างคาวเป็นภาพที่พบได้ทั่วไป

ภาพที่ 3. *Pavona decussata* ปะการังชนิดเด่นอีกชนิดหนึ่ง จากบริเวณสถานี C เกาะค้างคาว

ภาพที่ 4. ปะการังในกลุ่ม *faviid* พบมากในบริเวณสถานี D เกาะค้างคาว

ภาพที่ 5. ปะการัง *Acropora* sp. บนพื้นทราย สถานี E เกาะนก

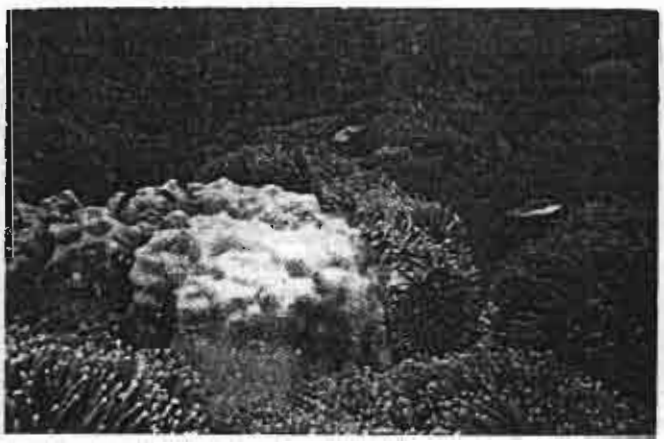


ภาพที่ 6. *Symphyllia* sp. บริเวณขอบกลุ่มปะการังสถานี E เกาะนก

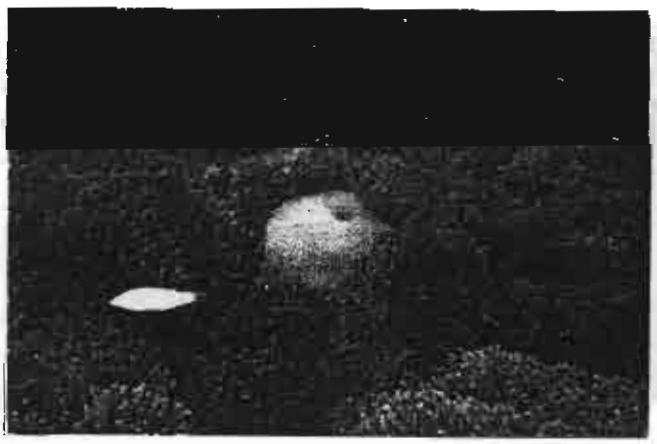
ภาพที่ 7. ปะการัง *Symphyllia* sp. หลาย colony บริเวณสถานี N เกาะนก

ภาพที่ 8. Community ของปะการัง *Acropora* spp. บริเวณสถานี N เกาะขาม

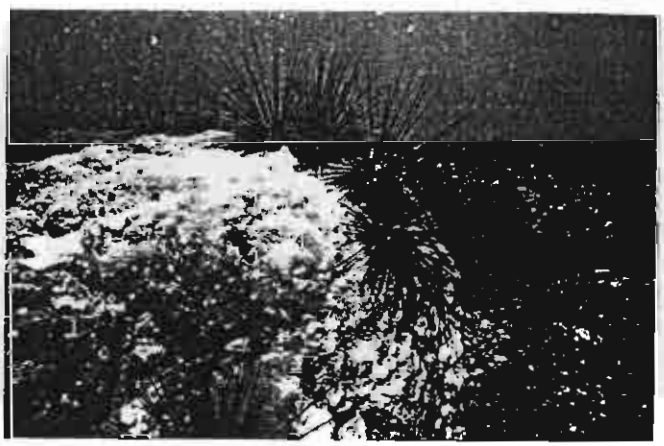
ภาพที่ 9. *Porites lutea* และ *Acropora* sp. จากบริเวณที่ตื้นของสถานี S เกาะขาม



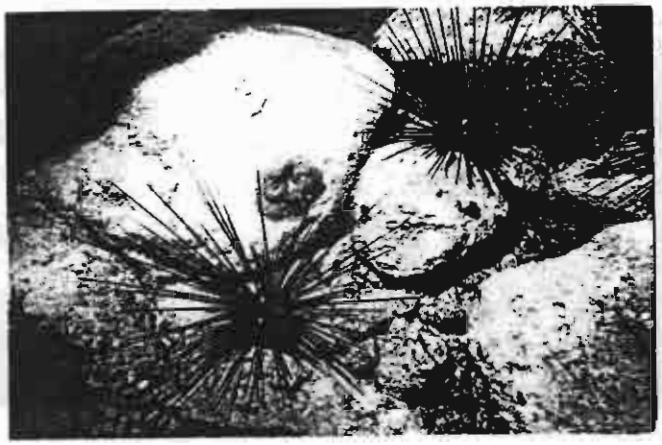
ภาพที่ 10. ดอกไม้ทะเลปกคลุม colony ของ *Porites lutea* บริเวณสถานี N เกาะขาม



ภาพที่ 11. ดอกไม้ทะเลปกคลุม colony ของ *Platygyra* sp. บริเวณสถานี N เกาะขาม



ภาพที่ 12. เม่นทะเล *Diadema setosum* มีประชากรหนาแน่นในบริเวณกลุ่มปะการังเกาะค้างคาวและเกาะนก



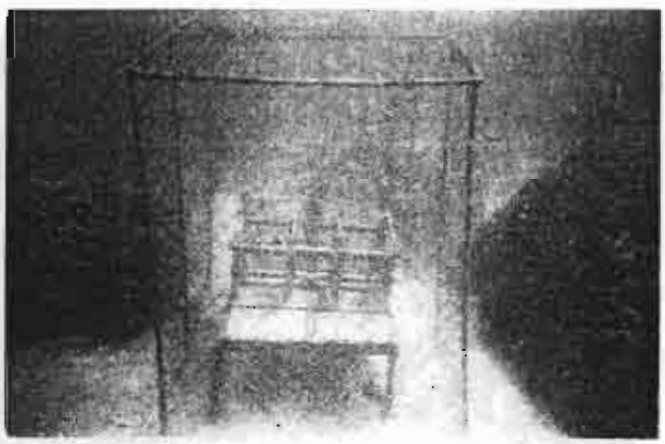
ภาพที่ 13. Juvenile colony ของ *Porites lutea*

ภาพที่ 14. Juvenile colony ของ *Acropora* sp.

ภาพที่ 15. Juvenile colony ของ *Symphyllia* sp.

ภาพที่ 16. Juvenile colony ของ *Favia* sp., *Goniastrea* sp. และ *Oulastrea crispata*

ภาพที่ 17. Settlement plate experiment, ฐานเหล็กรองรับแผ่นกระเบื้องขนาด 15 x 15 ซม. ซึ่งวางในแนวดิ่ง แนวนอน และแนวเฉียง 45 องศา



ภาพที่ 18. Caging experiment, กรงเหล็กพร้อมตาข่ายเพื่อป้องกันไม่ให้เม่นทะเลและปลา damself fish เข้าไปภายในได้