

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา

ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131



รายงานวิจัย

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างการครอบคลุมพื้นที่ของพรอมทะเล (*Palythoa caesia*)
และคุณภาพน้ำในแนวปะการัง จังหวัดชลบุรี

Correlation between area coverage of zoanthids (*Palythoa caesia*)
and water quality on the coral reefs off Chonburi Province

โดย

ชนม์ ภูสุวรรณ

โครงการจัดตั้งสถาบันสังคมและสิ่งแวดล้อมศึกษา

มหาวิทยาลัยบูรพา

เริ่มบริการ

27 ส.ค. 2552

BK 0068666

249267

30 ส.ค. 2552

เสนอต่อคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

โครงการวิจัยประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2544

บทคัดย่อ

ความสัมพันธ์ระหว่างการครอบคลุมพื้นที่ของพรมทะเล (*Palythoa caesia*) และคุณภาพน้ำ
ในแนวปะการัง จังหวัดชลบุรี

โดย ชนม์ ภูสุวรรณ

โครงการจัดตั้งสถาบันสังคมและสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา

การศึกษาได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือน ธันวาคม 2543 ถึงเดือนพฤศจิกายน 2544 โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการังด้วยวิธี Line Intercept Transect ร่วมกับการถ่ายภาพใต้น้ำด้วยกล้องวิดีโอ ทัศน และตรวจวัดคุณภาพน้ำในแนวปะการังใน 5 สถานีศึกษารอบเกาะสี่ซัง ได้แก่แนวปะการังเกาะท้าย ตาหมื่น หินกองกระโทน อ่าวถ้ำพัง หินส้มป็นย้อย และเกาะร้านดอกไม้ ในระยะเวลา 1 ปี พบว่าสภาพแนว ปะการังไม่มีการเปลี่ยนแปลงในระดับที่สามารถตรวจวัดได้ และแม้ว่าการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยคุณภาพ น้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเพื่อการอนุรักษ์แนวปะการัง แต่พบว่ามี การตกตะกอนในแนวปะการัง ในอัตราเฉลี่ยในรอบปีที่สูงถึง 444 - 883 กรัม/ตารางเมตร/วัน ซึ่งเป็นระดับที่น่าจะส่งผลในทางลบต่อการ เจริญของปะการังแข็ง และการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยาในแนวปะการัง

ส่วนการศึกษาถึงการการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการครอบคลุมพื้นที่ของพรมทะเลชนิด *Palythoa caesia* ในสภาวะควบคุมกึ่งธรรมชาติและคุณภาพน้ำในแนวปะการัง พบว่าอัตราการเพิ่มพื้นที่ ของพรมทะเลบนชุดทดลองโดยใช้แผ่นกระเบื้องมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.9 - 4 ตารางเซนติเมตร/เดือน และมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างยิ่ง กับอัตราการตกตะกอน และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้การครอบคลุมพื้นที่ของพรมทะเลเพื่อบ่งชี้สภาพแนวปะการังยังคงมีข้อจำกัด

Abstract

Correlation between area coverage of zoanths (*Palythoa caesia*) and water quality on the coral reefs off Chonburi Province

By Chon Poosuwan

Establishment Project for Institute of Social and Environmental Studies,

Burapha University, Chonburi

This study was carried out from December, 2000 to November, 2001 covering 1 year period. By using the Line Intercept Transect Technique with application of housed video-camcorder for underwater use to monitor time-related changed in 5 selected coral reefs situated around Sichang Island, namely Tai Tamun, Kong Kratone Rock, Thampang Bay, Sampanju Rock and Ran Dokmai, the result revealed that no significant changes were detected over the study period. The overall pictures of water quality characteristics around the coral reefs remained in the acceptable range for the coral reef conservation. However, the extremely high annual average sedimentation rates of 444 - 883 g/m²/day have been documented. Such an extreme sedimentation should have caused the adverse effect on coral growth and, thus, the shifts in reef benthic community.

A manipulative experiment of areal expansion of zoanthid; *Palythoa caesia* on unglazed ceramic tiles in relation to reef water quality showed that the areal increment rate of zoanthid were of 0.9 - 4 cm²/mo. Strong correlations of zoanthid's area increment rate with sedimentation and concentration of suspended solid were found. The use of area coverage of zoanthid in degrading natural reef environment as indicator species, nevertheless, is still cautious.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบุคคล และหน่วยงานต่อไปนี้ที่มีส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่งที่ทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงเป็นอย่างดี

- ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศเชนทร เฉลิมวัฒน์ หัวหน้าภาควิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่กรุณาให้คำปรึกษาในการปรับแก้โครงการวิจัย และให้การสนับสนุนอุปกรณ์ดำน้ำ SCUBA และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ จนโครงการวิจัยนี้แล้วเสร็จ
- คุณประสาร อินทรเจริญ นักวิทยาศาสตร์ประจำภาควิชาวาริชศาสตร์ ที่กรุณาอำนวยความสะดวกในการจัดเตรียมอุปกรณ์วิเคราะห์คุณภาพตลอดการดำเนินงาน
- คุณรติมา ศุภวรรณเจริญ หัวหน้าหน่วยความหลากหลายทางชีวภาพ สถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา คุณอุษณีย์ อาจารย์ศรีกุล นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้กรุณาช่วยเหลือระหว่างการเก็บข้อมูลภาคสนาม
- คุณสายสุนีย์ จักษอินทร์ นักวิชาการสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ รายงานคุณภาพน้ำประจำปี และมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล
- โครงการจัดตั้งสถาบันสังคมและสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา ที่กรุณาให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสปฏิบัติงานวิจัย ด้วยสภาวะที่มีทรัพยากรอันจำกัด

โครงการวิจัยเรื่องนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน หมวดเงินอุดหนุนประจำปีงบประมาณ 2544 โครงการจัดตั้งสถาบันสังคมศึกษา มหาวิทยาลัยบูรพา และผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ชนม์ ภูสุวรรณ
พฤษภาคม 2545

สารบัญ

หัวข้อ	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	1
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	2
กิตติกรรมประกาศ	3
สารบัญ	4
สารบัญตาราง	5
สารบัญภาพ	7
บทที่ 1 บทนำ	9
วัตถุประสงค์ของการศึกษา	10
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการศึกษา	15
บทที่ 4 ผลการศึกษา	20
บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการศึกษา	45
บรรณานุกรม	52
ภาคผนวก ก ข้อมูลคุณภาพน้ำในแนวปะการัง	58
ภาคผนวก ข มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล	63

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
ตารางที่ 1 ผลการศึกษาปริมาณสารอาหารในแนวปะการังบริเวณต่าง	13
ตารางที่ 2 แสดงปัจจัยคุณภาพและวิธีการศึกษา	17
ตารางที่ 3 ชนิดของปะการังแข็งที่พบในแนว transect บริเวณ 5 สถานีศึกษา	22
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล เปรียบเทียบ ระหว่างเดือน (Between-month effect) และสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$	25
ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความเค็ม เปรียบเทียบ ระหว่างเดือน (Between-month effect) และสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$	27
ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าความโปร่งแสง เปรียบเทียบ ระหว่างเดือน (Between-month effect) และสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$	29
ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณตะกอนแขวนลอย เปรียบเทียบ ระหว่างเดือน (Between-month effect) และสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$	30
ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการตกตะกอน เปรียบเทียบ ระหว่างเดือน (Between-month effect) และสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$	32
ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเล เปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$	34
ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูป แอมโมเนีย เปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$	36

ตาราง	หน้าที่
ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปไนไตรท์ เปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$	37
ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปไนเตรท เปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$	39
ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณสารอาหารฟอสฟอรัสในรูปออร์โธฟอสเฟต เปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$	41
ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการเพิ่มพื้นที่ของพรมทะเลชนิด <i>Palythoa caesia</i> เปรียบเทียบระหว่างสถานี (Between-station effect) ด้วย ANOVA Single Factor With Replication ที่ระดับ $\alpha = 0.05$	42
ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเพิ่มพื้นที่ของพรมทะเลชนิด <i>Palythoa caesia</i> และเฉพาะปัจจัยคุณภาพน้ำที่มีความแตกต่างกันระหว่างสถานีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $\alpha = 0.05$	43
ตารางที่ 16 ผลของอัตราการตกตะกอนระดับต่างๆ ที่มีต่อชุมชนปะการัง	49

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้าที่	
ภาพที่ 1	ลักษณะของโคโลนีพรมทะเลชนิด <i>Palythoa caesia</i> ที่พบในธรรมชาติ	16
ภาพที่ 2 ก-ข	ชุดโครงเหล็กสำหรับติดตั้งแผ่นกระเบื้องและโครงตาข่ายอวน	16
ภาพที่ 3	แสดงพื้นที่แนวปะการังที่ทำการศึกษา 5 สถานี	19
ภาพที่ 4	กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การครอบคลุมพื้นที่ (±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ขององค์ประกอบในแนวปะการังบริเวณพื้นที่ศึกษา 5 สถานี ระหว่างเดือน ธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544 รวม 12 ครั้ง	20
ภาพที่ 5	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเฉลี่ย เปรียบเทียบระหว่าง เดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544	24
ภาพที่ 6	แสดงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเฉลี่ย เปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี	25
ภาพที่ 7	แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าความเค็มเฉลี่ยของน้ำทะเลบริเวณสถานีศึกษา เปรียบเทียบระหว่าง เดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544	26
ภาพที่ 8	แสดงค่าความเค็มเฉลี่ย เปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี	26
ภาพที่ 9	แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าความโปร่งแสงเฉลี่ยในบริเวณสถานีศึกษา เปรียบเทียบระหว่าง เดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544	28
ภาพที่ 10	แสดงค่าความโปร่งแสงเฉลี่ย เปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี	28
ภาพที่ 11	แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทะเลบริเวณสถานีศึกษา เปรียบเทียบระหว่าง เดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544	29
ภาพที่ 12	แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทะเลเฉลี่ย เปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี	30
ภาพที่ 13	แสดงการเปลี่ยนแปลงของอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยในบริเวณสถานีศึกษา เปรียบเทียบระหว่าง เดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544	31
ภาพที่ 14	แสดงอัตราการตกตะกอนเฉลี่ย เปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี	32
ภาพที่ 15	แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเล บริเวณสถานีศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง เดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544	33
ภาพที่ 16	แสดงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลเฉลี่ย เปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี	33

ภาพที่	หน้าที่
ภาพที่ 17 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย ในน้ำทะเลบริเวณสถานีศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง เดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544	35
ภาพที่ 18 แสดงปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียเฉลี่ย เปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี	35
ภาพที่ 19 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปไนไตรท์ ในน้ำทะเลบริเวณสถานีศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง เดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544	36
ภาพที่ 20 แสดงปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปไนไตรท์เฉลี่ย เปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี	37
ภาพที่ 21 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปไนเตรท ในน้ำทะเลบริเวณสถานีศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง เดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544	38
ภาพที่ 22 แสดงปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปไนเตรทเฉลี่ย เปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี	39
ภาพที่ 23 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหาร ในน้ำทะเลบริเวณสถานีศึกษาเปรียบเทียบระหว่าง เดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544	40
ภาพที่ 24 แสดงปริมาณสารฟอสฟอรัสในรูปออร์โธฟอสเฟตเฉลี่ย เปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี	41
ภาพที่ 25 แสดงอัตราการเพิ่มพื้นที่เฉลี่ยของพรมทะเล เปรียบเทียบ ระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี	43
ภาพที่ 26 กราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างอัตราการเพิ่มพื้นที่ของพรมทะเล ชนิด <i>Palythoa caesia</i> และอัตราการตกตะกอนในแนวปะการัง	44
ภาพที่ 27 กราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างอัตราการเพิ่มพื้นที่ของพรมทะเล ชนิด <i>Palythoa caesia</i> และปริมาณตะกอนแขวนลอย	44
ภาพที่ 28 แผนภูมิสามเหลี่ยม (Ternary Diagram) แสดงสัดส่วนระหว่างปะการังมีชีวิต ปะการังตาย และสิ่งมีชีวิตเกาะติดอื่นในแนวปะการังที่ทำการศึกษา 5 สถานี	47

บทที่ 1

บทนำ

แนวปะการังเป็นทรัพยากรเป็นทรัพยากรชายฝั่งที่สำคัญซึ่งอำนวยความสะดวกทั้งทางตรงและทางอ้อม ประโยชน์ทางตรงได้แก่ เป็นที่อยู่อาศัย และอนุบาลสัตว์น้ำ หลายชนิดเป็นสัตว์น้ำที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ปลาเก๋า ปลากะพง ปลาหางแข็ง กุ้งมังกร เป็นแหล่งประมงชายฝั่งที่สำคัญ เช่น การตกปลา การวางลอบ ซ้ายดักแบบติดตา หินปูนที่เกิดจากการสะสมด้วยกระบวนการทางชีวภาพและธรณีเคมียังถูกนำมาแปรรูปเพื่อประโยชน์เป็นวัตถุดิบในการก่อสร้าง และการเกษตร นอกจากนี้แนวปะการังยังเป็นสถานที่ที่สนองความต้องการของมนุษย์ทางด้านันทนาการ และการพักผ่อนหย่อนใจ แนวปะการังหลายแห่งมีความสวยงามเป็นที่นิยมระดับโลก เช่น เกาะเต่า หินริเชลิว หมู่เกาะสุรินทร์ เกาะล้าน เกาะไผ่ หินมารวิชัย ในปี พ.ศ. 2541 การท่องเที่ยวแห่งประเทศไทยประเมินว่า การดำน้ำในแนวปะการังเป็นกิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ที่ทำรายได้สูงสุดให้กับประเทศ ส่วนประโยชน์ทางอ้อมได้แก่ การที่แนวปะการังเป็นเสมือนแนวปราการธรรมชาติป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งจากคลื่นและลมมรสุม นอกจากนี้ได้กล่าวแล้วในข้างต้นระบบนิเวศแนวปะการังยังเป็นชีวมณฑลที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงเป็นอันดับสองรองจากระบบนิเวศป่าดงดิบ

ผลจากสภาพการณ์ในปัจจุบันที่จำนวนประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ความต้องการอาหารส่งผลให้มีการใช้ทรัพยากรการประมงในแนวปะการังในปริมาณที่สูงเกินกว่าขีดความสามารถในการรองรับ การพัฒนาพื้นที่อุตสาหกรรมที่ขาดการศึกษาอย่างรัดกุมด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการปราศจากนโยบายด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมทางทะเลที่ชัดเจน สิ่งเหล่านี้ได้ส่งผลกระทบต่อสภาพแนวปะการังในหลายพื้นที่อย่างประเมินมูลค่ามิได้

จังหวัดชลบุรีในอดีตเคยเป็นบริเวณหนึ่งที่มีทรัพยากรแนวปะการังที่มีความอุดมสมบูรณ์ และเป็นแนวปะการังที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ โดยเป็นแนวปะการังที่พบตอนในสุดของอ่าวไทยใกล้กับอิทธิพลของน้ำจืดจากแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำบางปะกง รายได้ของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งมาจากกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ในแนวปะการัง เช่น การทำประมงชายฝั่ง และกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวทางทะเล ภายหลังจากการประกาศใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 แนวชายฝั่งจังหวัดชลบุรีได้ถูกพัฒนาเป็นท่าเรือน้ำลึก คลังสินค้า พื้นที่นิคมอุตสาหกรรมด้านปิโตรเคมี และอุตสาหกรรมหนักอื่นๆ ความต้องการแรงงานจากต่างพื้นที่เพิ่มมากขึ้น กิจกรรมดังที่กล่าวมาส่งผลให้มีจำนวนประชากรในพื้นที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ประเมินการว่าจำนวนประชากรในจังหวัดชลบุรีจะเพิ่มขึ้นประมาณ ร้อยละ 2.4 ต่อปี (ส่วนทะเบียนราษฎร, 2541) อย่างไรก็ตามแม้ว่าปัญหามลพิษทางทะเลที่

จะส่งผลต่อการเสื่อมโทรมของทรัพยากรทางทะเล โดยเฉพาะแนวปะการัง จากการพัฒนาอุตสาหกรรมชายฝั่งและการขยายตัวของชุมชนเมืองยังไม่ปรากฏชัดเจนในระดับที่ตรวจสอบได้ (Poosuwan, 1999; สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2544) แต่การศึกษาถึงแนวโน้มและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่จะมีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงต่อสภาพแนวปะการังในภาคตะวันออกเฉียงยังคงเป็นส่วนสำคัญยิ่งในการวางแผนการจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรแนวปะการังในอนาคต

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำแนวปะการังกับการเปลี่ยนแปลงการครอบคลุมพื้นที่ของพรมทะเล (Zoanthid)
2. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้การครอบคลุมพื้นที่ของพรมทะเลเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในแนวปะการัง
3. เพื่อชี้ให้เห็นสภาพแนวปะการังที่กำลังอยู่ในสภาวะวิกฤตซึ่งจะเป็นพื้นฐานในการจัดการและการฟื้นฟูแนวปะการังในจังหวัดชลบุรีต่อไป

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะทางชีววิทยาและนิเวศวิทยาของแนวปะการัง

การเกิดแนวปะการังในปัจจุบัน (modern coral reefs) เป็นผลจากความสัมพันธ์อันซับซ้อนระหว่างปะการัง (coral polyp) และสาหร่ายเซลล์เดียวที่อาศัยอยู่ภายในเนื้อเยื่อปะการัง (symbiotic zooxanthellae) (Veron, 1986) ความสัมพันธ์แบบพึ่งพาดังกล่าวเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของปะการังในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม กล่าวคือสาหร่าย zooxanthellae เป็นผู้สร้างอาหารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของปะการัง ในขณะที่ปะการังเป็นที่อยู่อาศัยขณะเดียวกัน ของเสียที่เกิดจากกระบวนการเผาผลาญอาหารของปะการัง (nitrogen-based metabolic wastes) และคาร์บอนไดออกไซด์ ก็จะถูกส่งให้สาหร่ายใช้ในกระบวนการเจริญอีกทอดหนึ่ง ประโยชน์อีกประการหนึ่งที่ปะการังได้จากความสัมพันธ์แบบพึ่งพาคือการใช้กระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายในการตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายในน้ำเพื่อใช้ในกระบวนการสร้างหินปูน (calcification) ของปะการังในกลุ่มที่เรียกว่า hermatypic corals (Goreau, 1961; Constanz, 1986; Tomascik, 1993; Carter, 1994)

ปะการังที่สร้างแนวปะการังได้ (hermatypic corals) พบว่าสามารถเจริญและสร้างแนวปะการังอยู่ได้ในทะเลบริเวณที่มีน้ำใส มีปริมาณสารอาหารในน้ำต่ำ และอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 23 – 28 °C แต่ก็สามารถพบในช่วงอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำกว่าช่วงอุณหภูมิดังกล่าวประมาณ 6-7 °C (16 – 34 °C) (Glynn and Stewart, 1973; Smith, 1976; Tomascik, 1993) ระดับความเค็มที่แนวปะการังสามารถเจริญได้อยู่ระหว่าง 25 – 40 ppt และแนวปะการังเจริญในระดับความลึกเฉลี่ย 2 – 15 เมตรต่ำกว่าระดับน้ำขึ้นสูงสุด (Tomascik, 1993) และพบลึกที่สุดที่ระดับความลึก 50 เมตร (Veron, 1986)

บทบาทสำคัญของแนวปะการัง

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าแนวปะการังมีความสำคัญทั้งต่อผู้คนโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล และระบบนิเวศทางทะเล แนวปะการังเปรียบเสมือนเขื่อนธรรมชาติที่ป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งจากคลื่น และลมมรสุม (Craig et al., 1990) และยังเป็นแหล่งประมงที่สำคัญ (Risk, 1972; Munro and Williams, 1985; Craig et al., 1990)

แนวปะการังยังเป็นแหล่งสะสมของธาตุคาร์บอน (carbon sink) ซึ่งส่วนใหญ่ถูกสะสมอยู่ในรูปหินปูน (CaCO_3) Carter (1984) กล่าวว่าแนวปะการังทั่วโลกสะสมคาร์บอนในรูปหินปูนไว้ประมาณ 2% จากปริมาณคาร์บอนทั้งหมดที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์

นอกจากนั้น Tomascik (1993) ได้ชี้ให้เห็นถึงประโยชน์ของแนวปะการังด้านเศรษฐกิจสังคมซึ่งสรุปได้ดังนี้ แนวปะการังถูกใช้เพื่อประโยชน์ในการจับจองที่ดินชายฝั่ง และการปลูกสร้างอาคารบริเวณชายฝั่ง การเก็บปะการังและสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เพื่อใช้เป็นอัญมณีและเครื่องประดับหรือเพื่อขายเป็นสัตว์สวยงามจัดแสดงในตู้ปลา การใช้ประโยชน์ในแนวปะการังเพื่อการท่องเที่ยวทางทะเล การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การศึกษาวิจัย แม่นว่าแนวปะการังจะอำนวยความสะดวกมากมายทั้งโดยตัวทรัพยากรธรรมชาติ หรือประโยชน์ทางเศรษฐกิจก็ตามแต่เนื่องจากมีความต้องการใช้ประโยชน์ในแนวปะการังเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นแนวปะการังส่วนใหญ่จึงตกอยู่ในสภาวะเสี่ยงต่อความเสื่อมโทรมจากมลพิษ และปรากฏการณ์สารอาหารในน้ำสูง (eutrophication) (Cortes, 1981; Tomascik and Sander, 1985; Hallock and Sciger, 1986; Wittenberg and Hunte, 1992)

คุณภาพน้ำทะเลและสารอาหารในแนวปะการัง

ปะการังและสาหร่าย zooxanthellae ต้องการสารอาหารในน้ำเพื่อการดำรงชีวิต โดยเฉพาะไนโตรเจน (NO_2^- , NO_3^- , NH_4^- และ dissolved organic nitrogen) และฟอสฟอรัส (PO_4^{3-} และ dissolved organic phosphorus) ที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสาหร่าย zooxanthellae (Fagerstrom, 1983) ธาตุอาหารที่จำเป็นดังกล่าวจัดเป็นสารอาหารที่มีปริมาณน้อยในแนวปะการังและเป็นปัจจัยจำกัดอย่างยิ่งในระบบนิเวศแนวปะการัง (Smith, 1984) (ตารางที่ 1)

แหล่งที่มาของสารอาหารในแนวปะการังขึ้นอยู่กับลักษณะทางภูมิศาสตร์ และลักษณะทางกายภาพของแนวปะการัง สารอาหารในทะเลเปิดและแนวปะการังวงแหวนกลางมหาสมุทร (oceanic atoll) มีแหล่งที่มาจากการบวกรวมการย่อยสลายของอินทรีย์สารก้นทะเล (sediment reserve) ร่วมกับปรากฏการณ์น้ำผุด (upwelling) ขณะที่แนวปะการังใกล้ฝั่งได้รับสารอาหารจากการชะล้างหรือน้ำหลากบนแผ่นดิน (run-off) หรือการซึมผ่านน้ำใต้ดิน (underground seeping) (Delia and Wienie, 1990) Delia (1988) ได้เสนอว่าแหล่งที่มาที่หลักของสารอาหารในแนวปะการัง ได้แก่ การพัดพามาด้วยกระแสน้ำ น้ำผุด การเคลื่อนที่หรืออพยพของสิ่งมีชีวิตขนาดใหญ่ มูลนกทะเล น้ำใต้ดิน ฝน น้ำหลาก และการฟุ้งกระจายของตะกอนท้องทะเล (resuspension) การเพิ่มขึ้นของปริมาณสารอาหารในแนวปะการัง (eutrophication) มีผลต่อการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายและสิ่งมีชีวิตอื่น และขณะเดียวกันลดการเจริญของปะการัง หากปริมาณสารอาหารในแนวปะการังสูงกว่าระดับปกติอยู่ยาวนาน ระบบนิเวศแนวปะการังมีโอกาส

ที่จะถูกแทนที่ด้วยสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น สาหร่ายพัด *Padding* sp. พรหมทะเล (zoanths) corallimorphs หรือหอยนางรม (Stambler et al., 1991)

ตารางที่ 1 ผลการศึกษาปริมาณสารอาหารในแนวปะการังบริเวณต่างๆ (ที่มา Crossland, 1983)

สถานที่ศึกษา	ธาตุอาหาร ($\mu\text{g-atom/l}$)				ผู้ศึกษา
	ไนเตรท	ไนโตรท์	แอมโมเนีย	ฟอสเฟต	
Canton Atoll Lagoon	0.02-2.4		0.09-1.30	0.03-0.45	Smith & Henderson (1973)
Enewetok Atoll					
- Offshore	0.02		0.03		Smith & Joke (1955)
- Reef 1	0.06-1.0			0.26-0.64	Odum & Odum (1955)
- Reef 2	0.08-0.3		0.20-0.29		Web et al. (1975)
- Reef 3	0.11-0.17		0.24-0.29	0.17	Johannes et al (1972)
- Lagoon	0.07		0.28		Web et al. (1975)
Fanning Atoll	0.48-1.98				Krasnick (1973)
Tarawa Atoll	0.05-2.6		0.36		Johannes et al (1979)
Lizard Islands					
- Offshore	0.54	0.14	0.32	0.25	Crossland & Barnes (1983)
- Windward Reef	0.22-1.02	0.11-0.17	0.22-0.26	0.22-0.3	
- Lagoon	0.59-0.82	0.17	0.25-0.34	0.18-0.24	
- Leeward Reef	0.54-0.58	0.07-0.14	0.23-0.38	0.15-0.23	
Abrolhos Islands	0.79-5.17	0.01-0.50	0.07-11.0	0.16-2.92	

ชีววิทยาและนิเวศวิทยาของพรหมทะเล

พรหมทะเล (zoanths) จัดจำแนกอยู่ใน Phylum Cnidaria, Class Anthozoa, Subclass Zoantharia และ Order Zoanthidae มีลักษณะร่วมกันเช่นเดียวกับปะการังแข็งยกเว้นการมีโครงสร้างหินปูน (calcareous skeleton) (Dorit et al, 1991) polyp ฝังตัวอยู่ในชั้น coenenchyme ซึ่งอาจพบว่ามีตะกอนขนาดเล็กจมอยู่ด้วย แล้วแต่ชนิด (Burnett et al., 1996) ปัจจุบันยังพบพรหมทะเลและจัดจำแนก

แล้วมากกว่า 60 ชนิด และอีกประมาณกว่าร้อยชนิดที่ยังไม่สามารถจัดจำแนกและหาความสัมพันธ์ทางอนุกรมวิธานได้ (Burnett et al., 1996)

เนื่องจากพรมทะเลไม่สร้างโครงสร้างหินปูนดังนั้นมันจึงเป็นอาหารของ ปลาหลายชนิด เช่น ปลาวัว ปลาสิงห์สมุทร ปลาผีเสื้อบางชนิด ปูเสฉวน และทากเปลือยบางชนิด (nudibranches) จากการศึกษาของ Gleibs and Mebs (1999) พบว่า พรมทะเลในสกุล *Zoanthus* และ *Palythoa* มีกลไกการป้องกันศัตรูโดยใช้สารเคมีที่เรียกว่า Palytoxin (PTX) ซึ่งเป็นพิษต่อระบบประสาทในสัตว์มีกระดูกสันหลัง

ตามธรรมชาติพรมทะเลจะอาศัยอยู่ในแนวปะการังในสัดส่วนที่น้อยกว่าปะการังแข็ง ยกเว้นในแนวปะการังบางแห่ง เช่น Florida Keys ที่พบพรมทะเลเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดเด่น ที่ระดับความลึกน้อยกว่า 5 เมตร (Haywick, 1998, unpublished) หรือบางบริเวณในหมู่เกาะซีซัง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ในแนวปะการัง ความเค็มที่ลดลงในช่วงฤดูฝน (Poosuwan, 1999; Jokiel et al., 1993)

Jokiel et al. (1993) เสนอว่าการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงของพรมทะเลสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ผลกระทบของน้ำจืดหรือการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารอาหารในแนวปะการังจากกิจกรรมของมนุษย์หรือจากธรรมชาติได้ แต่อย่างไรการเปลี่ยนแปลงการครอบคลุมพื้นที่ของพรมทะเลอาจเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล การถูกกินโดยศัตรู หรือสัตว์เจาะไช (Suchanek, 1981)

บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการศึกษา

โครงการวิจัยนี้ได้เริ่มดำเนินการตั้งแต่เดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544 ระยะเวลา 1 ปี

การสำรวจสภาพและโครงสร้างของแนวปะการัง

การสำรวจสภาพและโครงสร้างของแนวปะการังโดยใช้วิธี Line Intercept Transect (Loya, 1978; Marsh et al., 1984; de Vantier, 1986; Risk et al., 1993) ร่วมกับการสำรวจโดยใช้กล้องวิดีโอใต้น้ำ (Rapid Assessing Video Transect) (Carleton and Done, 1995) ด้วยวิธีการดังกล่าวจะทำให้ทราบถึงโครงสร้างและสภาพของชุมชนสิ่งมีชีวิตแบบเกาะติด (Sessile Benthic Community) ในแนวปะการังโดยอาศัยลักษณะรูปร่างโคโลนี (Colonial lifeform) ที่ปรากฏได้เส้นเทพวัดระยะทาง

ก่อนที่จะกำหนดสถานีเก็บข้อมูล ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจแนวปะการังด้วยการดำผิวน้ำ (Snorkling) และการใช้เรือลากนักร้องดำน้ำเพื่อสำรวจพื้นที่บริเวณกว้างตลอดแนวปะการัง (Manta Tow Survey) (รายละเอียดปรากฏใน English, et al. (1994)) เพื่อให้ทราบถึงลักษณะโดยทั่วไปของแนวปะการัง จากนั้นแนว transect ความยาว 20 เมตร จำนวน 3 ช่วง (รวม 60 เมตร) จะถูกกำหนดอย่างถาวรด้วยหมุดสแตนเลสในบริเวณที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษาในแต่ละสถานี ที่ระดับความลึกเฉลี่ยประมาณ 5 เมตร จากระดับน้ำลงต่ำสุด แนว transect แต่ละช่วงห่างกัน 3 - 5 เมตร ภาพถ่ายของปะการัง สิ่งมีชีวิตอื่นๆ และองค์ประกอบที่ไม่มีชีวิตถูกบันทึกโดยนักดำน้ำแบบ (SCUBA) ด้วยกล้องวิดีโอใต้น้ำ ข้อมูลที่ได้จะถูกนำมาวิเคราะห์หาสัดส่วนการครอบคลุมพื้นที่ในห้องปฏิบัติการ

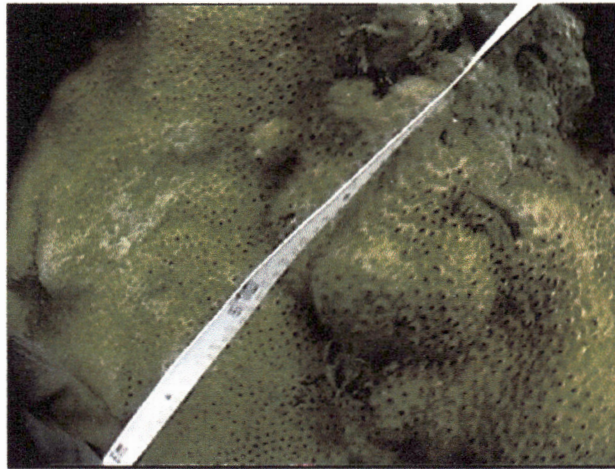
$$\text{เปอร์เซ็นต์การครอบคลุมพื้นที่} = \frac{\text{ความยาวรวมขององค์ประกอบหรือชนิดของปะการัง (ซม.)} \times 100}{\text{ความยาวสุทธิของแนว transect (6000 ซม.)}}$$

การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตของพรอมทะเล

ในการศึกษานี้ใช้พรอมชนิด *Palythoa caesia* ซึ่งพบแพร่กระจายอยู่ทั่วไปในแนวปะการังอ่าวไทย และพบมากบริเวณแนวปะการังรอบเกาะสีชัง และพื้นที่ใกล้เคียง (ภาพที่ 1)

ตัวอย่างพรอมทะเลจะถูกรวบรวมจากพื้นที่ศึกษา ขนาดของโคโลนีประมาณ 80 - 100 ซม.² (โคโลนีรูปกลมเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 - 7 ซม.) และนำมาติดบนแผ่นกระเบื้องเซรามิกชนิดไม่ขัดมัน (Unglazed-ceramic Tile) ขนาด 20x20 ซม. ด้วยกาว Epoxy ติดตั้งแผ่นกระเบื้องลงบนโครงเหล็กที่ยึด

ติดกับแท่นคอนกรีต และใช้โครงตาข่ายอวนขนาดตา 2 ซม. ครอบลงบนโครงเหล็กชุดทดลอง ทั้งนี้เพื่อป้องกัน grazing effect จากปลา และเม่นทะเล (รูปที่ 2 ก และ ข) จำนวนชุดทดลองเท่ากับ 12 ชุดต่อสถานี



ภาพที่ 1 ลักษณะของโคโลนีพรมทะเล ชนิด *Palythoa caesia* ที่พบในธรรมชาติ



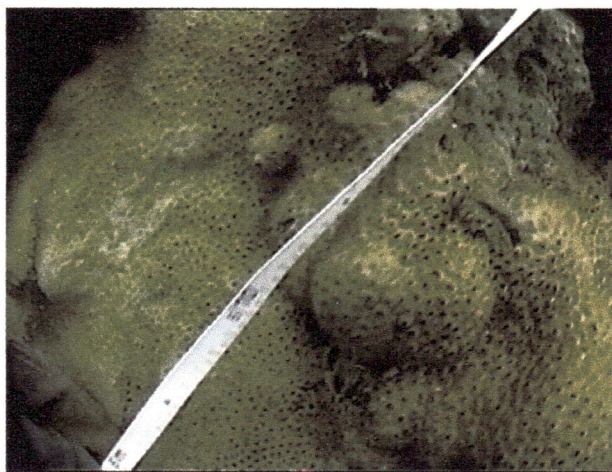
ภาพที่ 2 ก



ภาพที่ 2 ข

ภาพที่ 2 ก - ข ชุดโครงเหล็กสำหรับติดตั้งแผนกระเบียง และโครงตาข่ายอวนขนาดตา 2x2 ซม.

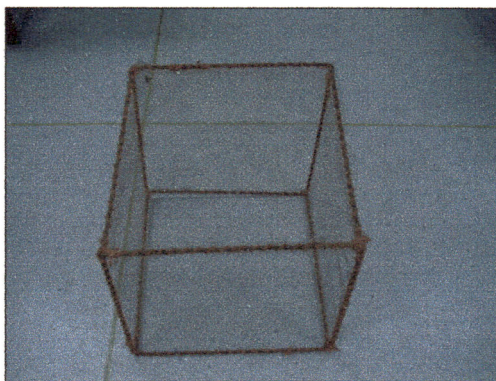
ติดกับแท่นคอนกรีต และใช้โครงตาข่ายอวนขนาดตา 2 ซม. ครอบลงบนโครงเหล็กชุดทดลอง ทั้งนี้เพื่อป้องกัน grazing effect จากปลา และเม่นทะเล (รูปที่ 2 ก และ ข) จำนวนชุดทดลองเท่ากับ 12 ชุดต่อสถานี



ภาพที่ 1 ลักษณะของโคโลนีพรมทะเล ชนิด *Palythoa caesia* ที่พบในธรรมชาติ



ภาพที่ 2 ก



ภาพที่ 2 ข

ภาพที่ 2 ก - ข ชุดโครงเหล็กสำหรับติดตั้งแผนกระเบียง และโครงตาข่ายอวนขนาดตา 2x2 ซม.

การบันทึกข้อมูลจะใช้กล้องถ่ายภาพใต้น้ำ Nikonos-V พร้อมชุดขยายขนาด 1:3 ประกอบเลนส์ขนาด 35 มม. บันทึกภาพโคลนนี้ของพรมทะเลในแต่ละชุดทดลอง บันทึกข้อมูลทุกเดือน ภาพถ่ายที่ได้จะถูกนำมาสแกนเข้าเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อคำนวณหาพื้นที่ของโคลนนี้ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ภาพถ่าย Image Pro⁺ Version 3.0 (Media Cybernetics, 1997)

การติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแนวปะการัง

ตัวอย่างในแนวปะการังถูกเก็บด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างน้ำแบบ Kitahara ขนาดจุ 3 ลิตร ที่ระดับความลึก 1.5 - 2 ม. จากผิวน้ำ สำหรับตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหารจะบรรจุในขวด Polyethylene ซึ่งผ่านการล้างด้วย 5% Nitric Acid แล้ว วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจะให้วิธีการของ Strickland and Parson (1972) แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 2 แสดงปัจจัยคุณภาพน้ำและวิธีการศึกษา

ปัจจัย	วิธีการวิเคราะห์	หน่วย
1. ไนไตรต์ (Nitrite; NO ₂)	Photometric Determination ด้วยเครื่อง Spectrophotometer	µg-at/l
2. ไนเตรท (Nitrate; NO ₃)		
3. แอมโมเนีย (Ammonia; NH ₃ -N)		
4. ออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate; PO ₄ ³⁻)		
5. ความเค็ม (Salinity)	วัดในสนามด้วย Reflectometer	ppt
6. ความโปร่งแสง (Transparency)	วัดในสนามด้วย Secchi Disc	meter
7. อัตราการตกตะกอน (Sedimentation Rate)	ชุดดักตะกอน ที่ระดับ 50 ซม. จากพื้น และชั่งน้ำหนัก	g/m ² /d
8. ปริมาณตะกอนแขวนลอย (Suspended Solid)	กรองด้วย กระดาษกรอง Millipore ขนาด 0.45 µm อบและชั่ง	mg/l
9. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen)	วัดในสนามด้วย YSI Oxygen Meter	mg/l
10. อุณหภูมิ	วัดในสนามด้วย Thermometer	°C

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลทั้งหมดจะถูกจัดเก็บด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel Version 8 (Microsoft, 1997) การวิเคราะห์ข้อมูลจะใช้โปรแกรมช่วยคำนวณทางสถิติ SPSS for Windows Version 10.0.1 (SPSS Inc., 1999) สถิติที่ใช้ได้แก่การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA), การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) และการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Correlation Analysis)

พื้นที่ศึกษา

การวิจัยครั้งนี้ได้เลือกพื้นที่แนวปะการังตอนในสุดของอ่าวไทย บริเวณหมู่เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี ตั้งอยู่ห่างจากฝั่งอำเภอศรีราชาประมาณ 10 กิโลเมตร หมู่เกาะสีชังประกอบด้วยเกาะต่างๆ รวมกัน 8 เกาะได้แก่ เกาะสีชัง เกาะยายเท้า เกาะคางคาว เกาะท้ายตาหมื่น เกาะขามใหญ่ เกาะขามน้อย เกาะปรัง เกาะร้านดอกไม้ รูปร่างของหมู่เกาะสีชังเรียงตัวอยู่ในแนวทิศเหนือ-ใต้ ทางด้านทิศตะวันออกของเกาะเป็นร่องน้ำลึก มีเรือสินค้าขนาดใหญ่จอดหลบคลื่นลม และขนถ่ายสินค้า น้ำทะเลค่อนข้างขุ่นมีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูง และพบว่ามีความเค็มต่ำ จากการศึกษาเบื้องต้นของ Poosuwan (1999) ระหว่างปี 2538 ถึงปี 2541 พบว่าแนวปะการังในบริเวณหมู่เกาะสีชัง มีการเปลี่ยนแปลงแทนที่ (succession) โดยพรมทะเล (Zoanthids) เป็นบริเวณกว้างในขณะเดียวกันสภาพแนวปะการังบางบริเวณเสื่อมโทรมลงอย่างเห็นได้ชัด

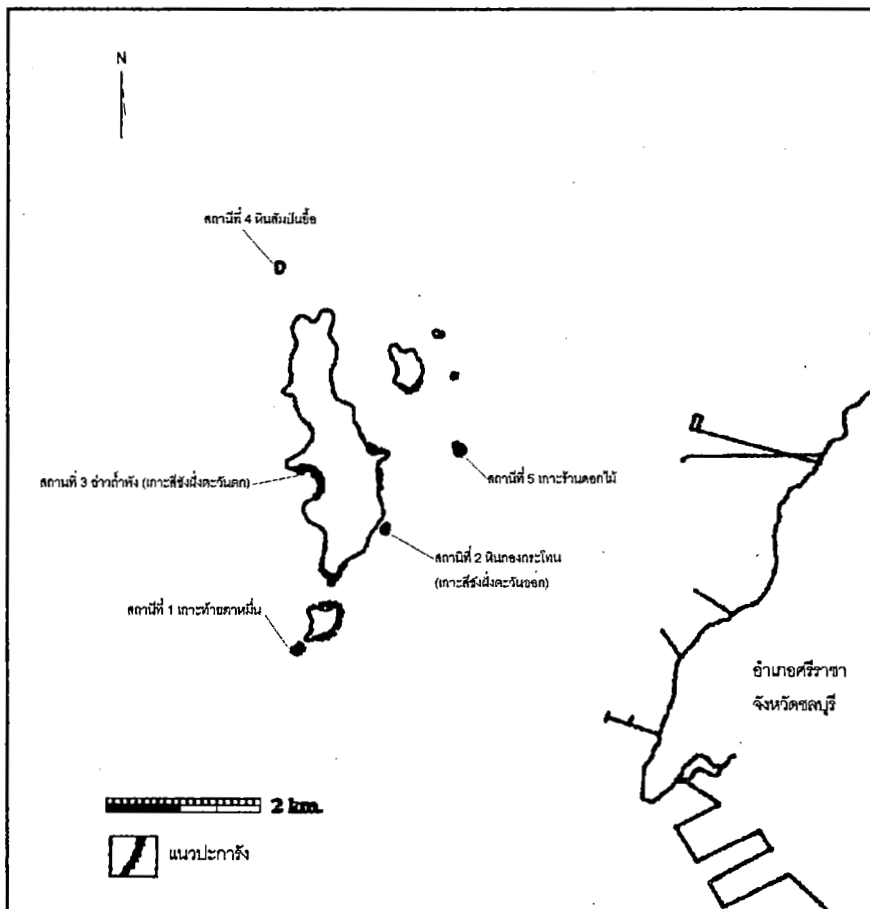
สถานีที่ 1 แนวปะการังด้านทิศใต้ของเกาะท้ายตาหมื่น (Latitude $13^{\circ}06'34''$ N Longitude $100^{\circ}43'08''$ E) เกาะท้ายตาหมื่นอยู่ทางตอนใต้สุดของเกาะสีชัง พบปะการังอยู่รอบเกาะส่วนใหญ่เจริญบนฐานหิน และบางส่วนพบเจริญอยู่บนซากหินปูน ที่ระดับความลึกตั้งแต่ 0.5 - 5 เมตร จากระดับน้ำลงต่ำสุด

สถานีที่ 2 แนวปะการังหินกองกระโทน (เกาะสีชังฝั่งตะวันออก) (Latitude $13^{\circ}08'11''$ N Longitude $100^{\circ}49'12''$ E) เป็นแนวปะการังที่เจริญอยู่บนแนวหินใต้น้ำ (Submersible igneous rock) ความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 70 เมตร พบปะการังเจริญที่ระดับความลึก 2.5 - 3 เมตร จากระดับลงต่ำสุด พื้นทะเลบริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นละเอียด และทางด้านทิศเหนือจากสถานีที่ 2 ประมาณ 1 กิโลเมตร เป็นสะพานเทียบเรือขนถ่ายน้ำมันดีเซลขนาดใหญ่ บริเวณใกล้กันเป็นที่จอดพักเรือและขนถ่ายสินค้าทางการเกษตร เช่น เมล็ดพืช แป้งมันสำปะหลัง และถ่านหิน

สถานีที่ 3 แนวปะการังอ่าวถ้ำพัง (เกาะสีชังฝั่งตะวันตก) (Latitude $13^{\circ}08'51''$ N Longitude $100^{\circ}48'10''$ E) แนวปะการังบริเวณที่ 3 เป็นด้านที่ปะทะคลื่นจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบปะการังเจริญบนฐานหิน ที่ระดับความลึก 0.5 - 3 เมตร จากระดับน้ำลงต่ำสุด

สถานีที่ 4 แนวปะการังหินสัมปันย็อ (เกาะสีชังฝั่งทิศเหนือ) (Latitude $13^{\circ}11'21''$ N Longitude $100^{\circ}47'50''$ E) เป็นแนวปะการังที่เจริญเหนือสุดของเกาะสีชังและอ่าวไทย ปะการังส่วนใหญ่พบกระจายอยู่บนฐานหิน แนวปะการังบริเวณนี้มีการพัฒนาต่ำเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่นๆ เนื่องจากอิทธิพลของน้ำจืดและตะกอนของแม่น้ำสายหลัก (Mantrachitra, 1994)

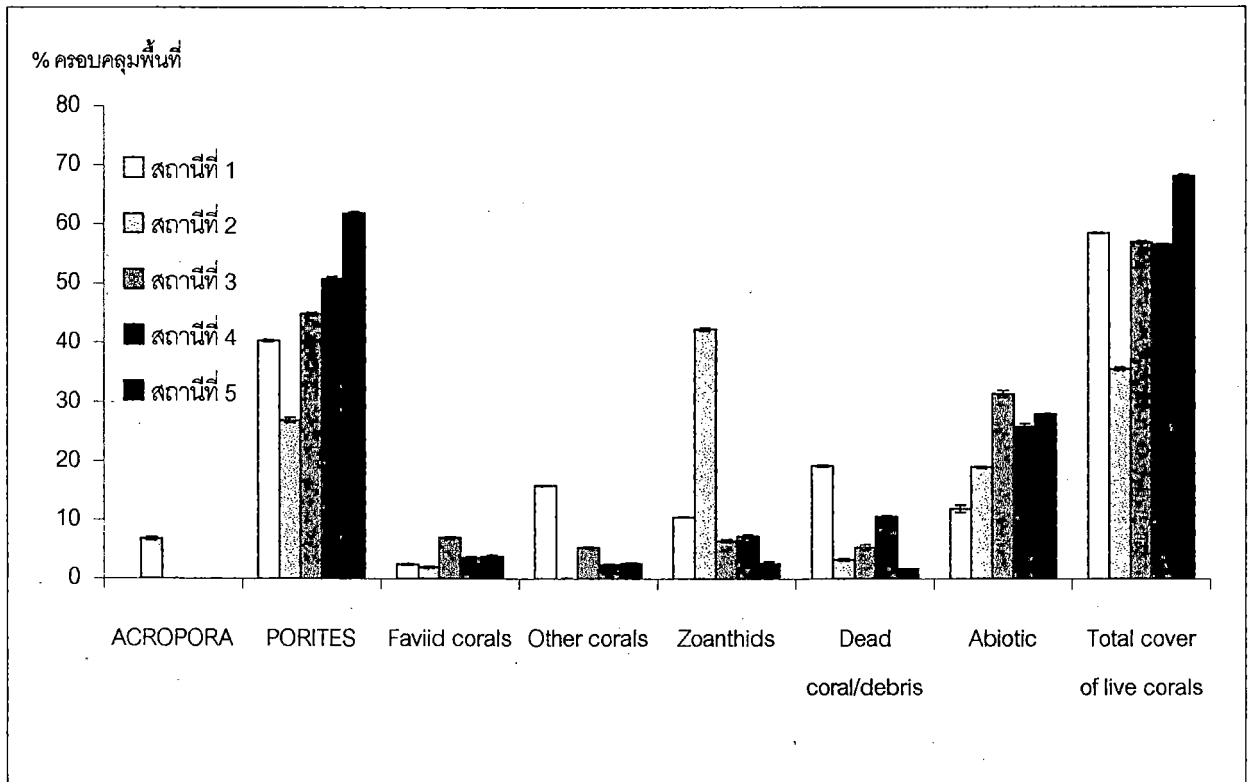
สถานีที่ 5 แนวปะการังเกาะรัตนดอกไม้ (Latitude $13^{\circ}09'06''$ N Longitude $100^{\circ}50'01''$ E) รอบเกาะรัตนดอกไม้เป็นแนวปะการังที่มีสภาพค่อนข้างสมบูรณ์ พบปะการังเจริญที่ระดับความลึก 2 - 5 เมตรจากระดับน้ำลงต่ำสุด



ภาพที่ 3 แสดงพื้นที่แนวปะการังที่ทำการศึกษา 5 สถานี

บทที่ 4 ผลการศึกษา

ส่วนที่ 1 โครงสร้างและสภาพแนวปะการัง



ภาพที่ 4 กราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การครอบคลุมพื้นที่ (\pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ขององค์ประกอบในแนวปะการังบริเวณพื้นที่ศึกษา 5 สถานี ระหว่างธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544 รวม 12 ครั้ง

การศึกษาสภาพแนวปะการัง และการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแนวปะการังด้วยวิธี Line Intercept Transect จำนวน 12 ครั้ง ใน 5 สถานี ตั้งแต่ธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544 ได้แสดงในภาพที่ 4 แนวปะการังในพื้นที่ศึกษามีปะการังชนิด *Porites* spp. (*P. lutea*, *P. australiensis* และ *P. lobata*) ที่เป็นองค์ประกอบหลัก (dominant component)

ระหว่างการศึกษพบว่าสภาพแนวปะการังในพื้นที่ศึกษาแทบไม่เห็นการเปลี่ยนแปลง โดยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในช่วง 0 - 0.6% (ภาพที่ 4) ซึ่งด้วยการใช้วิธี Line Intercept Transect ในการติด

ตามการเปลี่ยนแปลงสภาพหรือโครงสร้างชุมชนปะการังในระยะเวลาสั้นๆ อาจไม่มีความไว (sensitivity) พอที่จะตรวจวัดและแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างได้

สถานีที่ 1 แนวปะการังเกาะท้ายตาหมื่น

ตำแหน่งที่กำหนดจุดเก็บข้อมูลอยู่ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะบริเวณปลายแหลมท้ายตาหมื่นซึ่งเป็นด้านที่ปะทะคลื่นและลมโดยตรงทั้งลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงพฤศจิกายน และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนธันวาคม ถึงเมษายน แนวปะการังบริเวณนี้ ก่อตัวอยู่ที่ระดับความลึก 0.5 - 5 เมตร จากระดับน้ำลงต่ำสุด ปะการังส่วนใหญ่เจริญอยู่บนฐานหินแกรนิต (igneous rock) และพบปะการังแข็ง 14 ชนิด (ตารางที่ 3) เช่นเดียวกับสถานีศึกษาอื่นๆ แนวปะการังในสถานีที่ 1 มี *Porites lutea* เป็นชนิดเด่นครอบคลุมพื้นที่ 40.3% รองลงมาได้แก่ปะการังในครอบครัว Faviidae ได้แก่ *Platygyra deadalea*, *P. sinensis*, *Favites* spp., *Favia* spp. ครอบคลุมพื้นที่ 2.4% และอีก 15.7% ของพื้นที่เป็นปะการังอื่นที่มีจำนวนน้อย (minority species) เช่น *Montipora* spp., *Pavona* spp. และ *Pocillopora damicornis* ซึ่งพบตามซอกระหว่างปะการังก้อนขนาดใหญ่ และมีพรมทะเล (*Palythoa* sp. และ *Zoanthus* sp.) ครอบคลุมพื้นที่ 10.5% (ภาพที่ 4)

สถานีที่ 2 แนวปะการังหินกองกระโทน

แนวปะการังในสถานีที่ 2 เป็นชุมชนปะการังที่เจริญบนแนวหินใต้น้ำและยังไม่พัฒนาเป็นแนวปะการังที่แท้จริง ทิศเหนือของสถานีนี้เป็นท่าเทียบเรือบรรทุกน้ำมันและแนวท่อขนส่งน้ำมันดีเซล และพบว่ามีการขนถ่ายแบงก์น้ำมันสำหรับ เมล็ดพืช และถ่านหิน ระหว่างเรือขนส่งสินค้าในร่องน้ำใกล้ๆ กัน ซึ่งน่าจะเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำขุ่นและเป็นแหล่งที่มาของตะกอนใต้น้ำ ชุมชนสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังมีพรมทะเลเป็นชนิดเด่น (*Palythoa* sp. และ *Zoanthus* sp.) ครอบคลุมพื้นที่ 42.3% พบปะการังแข็ง 7 (ตารางที่ 3) ชนิดโดยมี *P. lutea* เป็นปะการังชนิดเด่นครอบคลุมพื้นที่ 26.9% นอกจากนี้ยังพบปะการังเขากวาง *Acropora formosa* 6.7% และปะการังในครอบครัว Faviidae 1.9% (ภาพที่ 4)

สถานีที่ 3 แนวปะการังอ่าวถ้ำพัง

สถานีที่ 3 อยู่ทางด้านทิศตะวันตกของเกาะสี่ซัง ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เป็นครั้งคราวในช่วงคลื่นลมรุนแรง แนวปะการังในสถานีนี้พัฒนาบนฐานหินแกรนิต (igneous rock shelf) ติดกับแนวผาหิน ตะกอนท้องน้ำประกอบด้วยซากปะการังเขากวางและเปลือกหอยเป็นส่วนใหญ่ ระหว่างการศึกษาพบปะการังในแนว transect รวม 19 ชนิด และเป็นสถานีที่มีความหลากหลายของชนิดปะการังมากที่สุด (ตารางที่ 3) โดยมี *P. lutea* เป็นชนิดเด่นครอบคลุมพื้นที่ 44.8% และปะการัง faviid 6.9% และปะการังอื่นที่พบอีก 5.2% ส่วนพรมทะเลพบเป็นสัดส่วนที่น้อยกว่า ประมาณ 6.4% (ภาพที่ 4)

สถานีที่ 4 แนวปะการังหินสัมปันย้อย

แนวปะการังในสถานีที่ 4 อยู่ทางตอนเหนือของเกาะสีชัง ชุมชนปะการังเจริญอยู่รอบเกาะหินขนาดเล็ก และมีการพัฒนาต่ำ ชุมชนปะการังในสถานีนี้ก่อตัวขึ้นตอนในสุดของอ่าวไทย ภายใต้อิทธิพลจากน้ำจืดในช่วงฤดูฝน พบว่าในบางโอกาสเกิดการแบ่งชั้นของมวลน้ำจืดและน้ำเค็ม (halocline) ในช่วงที่มีน้ำหลาก ตะกอนที่ถ่วงน้ำรอบแนวปะการังส่วนใหญ่เป็นซากเปลือกหอย และซากปะการัง พบปะการังแข็งจำนวน 10 ชนิด (ตารางที่ 3) โดย *Porites lutea* เป็นชนิดเด่นครอบคลุมพื้นที่ 50.8% ลักษณะของโคโลนีที่พบส่วนมากมีขนาดเล็กเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 30 - 50 ซม. กระจายอยู่ทั่วบริเวณ สลับกับปะการังแผ่นชนิด *Montipora* spp. ร่วมกับปะการังอื่นๆ เช่น *Pocillopora damicornis*, *Turbinaria* spp, และ *Pavona* sp. ประมาณ 2.3% ขณะที่พรมทะเลมีสัดส่วนการครอบคลุมพื้นที่ 7.2% (ภาพที่ 4)

สถานีที่ 5 แนวปะการังเกาะร้านดอกไม้

แนวปะการังในสถานีที่ 5 อยู่ทางทิศใต้ของเกาะร้านดอกไม้ เป็นแนวปะการังที่มีสัดส่วนการครอบคลุมพื้นที่ของปะการังมีชีวิตเท่ากับ 68.1% โดยเป็น *Porites* spp. 61.9% Faviid 3.7% และปะการังอื่นๆ อีก 2.5% ลักษณะโดยทั่วไปคล้ายกับแนวปะการังในสถานีที่ 1 จำนวนปะการังแข็งที่พบ 16 ชนิด สัดส่วนการครอบคลุมพื้นที่ของพรมทะเลเท่ากับ 2.4%

ตารางที่ 3 ชนิดของปะการังแข็งที่พบในแนว transect บริเวณ 5 สถานีศึกษา (✓ หมายถึง ปรากฏ)

ครอบครัว (Family)	ชนิด (Species)	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
Acroporidae	<i>Acropora formosa</i>		✓			
	<i>Montipora efflorescens</i>	✓				
	<i>Montipora tuberculosa</i>	✓				
Faviidae	<i>Favia amicornum</i>	✓				
	<i>Favia fava</i>			✓		✓
	<i>Favia maxima</i>		✓			✓
	<i>Favia pallida</i>			✓		
	<i>Favia</i> sp.	✓		✓	✓	✓
	<i>Favia speciosa</i>	✓	✓	✓		✓
	<i>Favites abtida</i>	✓	✓	✓		✓
	<i>Favites rotumana</i>				✓	✓
	<i>Favites</i> sp.	✓		✓		
	<i>Platygyra daedalea</i>	✓	✓	✓	✓	
	<i>Platygyra lamellina</i>			✓	✓	✓

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ครอบครัว (Family)	ชนิด (Species)	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
	<i>Platygyra sinensis</i>			✓	✓	
	<i>Goniastrea aspera</i>			✓	✓	✓
	<i>Goniastrea pectinata</i>		✓			
	<i>Goniastrea</i> sp.			✓		✓
Fungiidae	<i>Fungia fungites</i>					
Oculinidae	<i>Galaxea fascicularis</i>			✓		
Pocilloporidae	<i>Pocillopora damicornis</i>	✓		✓	✓	✓
Poritidae	<i>Porites lutea</i>	✓	✓	✓	✓	✓
	<i>Porites australiensis</i>	✓		✓		✓
	<i>Porites lobata</i>	✓		✓	✓	✓
	<i>Goniopora djboutiensis</i>			✓		✓
	<i>Hydnophora microcomos</i>			✓		
Agariciidae	<i>Pavona decrassata</i>	✓		✓		
	<i>Pavona frondifera</i>					
	<i>Leptoseris explanata</i>					
	<i>Leptoseris</i> sp.					✓
Siderastreidae	<i>Psamocora contigua</i>					✓
Mussidae	<i>Symphyllia</i> sp.			✓	✓	✓
Dendrophyllidae	<i>Turbinaria frondens</i>					✓
	<i>Turbinaria peltata</i>				✓	
รวม 34 ชนิด		11	7	19	10	16

๕๗๘.๗๗๗

๘๑๕๕ ๑

๑. ๑

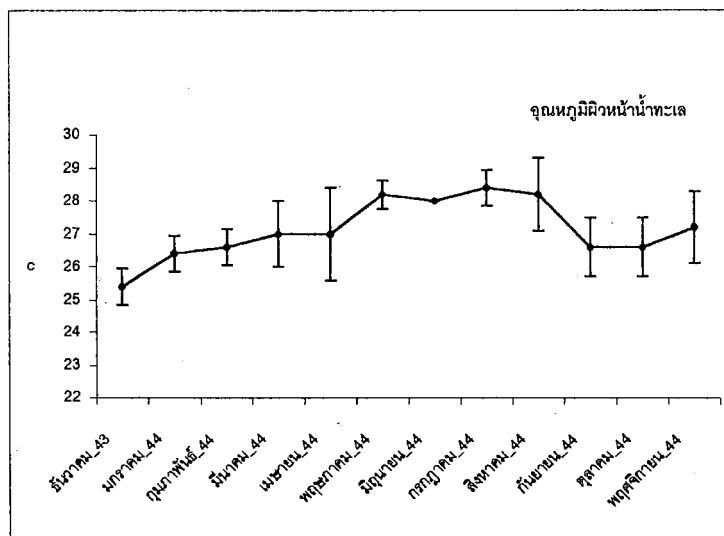
249267

ส่วนที่ 2 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแนวปะการัง

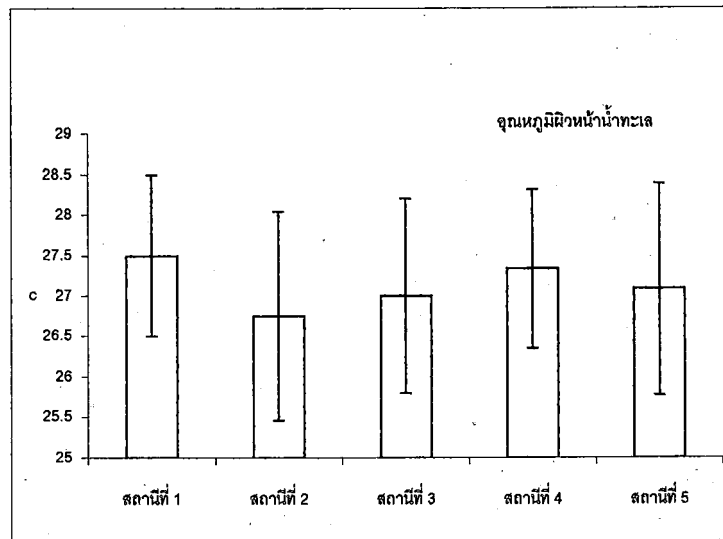
ปัจจัยคุณภาพน้ำที่ศึกษาได้แก่ อุณหภูมิที่ผิวน้ำทะเล ความเค็ม ความโปร่งแสง ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ อัตราการตกตะกอนในแนวปะการัง ออกซิเจนที่ละลายน้ำ ปริมาณสารอาหารฟอสฟอรัสในรูปของออร์โธฟอสเฟต (orthophosphate) ปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูป แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท เนื่องจากระดับความลึกของน้ำ ณ จุดเก็บตัวอย่างตื้นกว่า 5 เมตร ดังนั้นจึงเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึกเดียวกันที่ 1 เมตรเหนือผิวดิน บริเวณแนวปะการังที่ทำการศึกษา รวมทั้งสิ้น 5 สถานี ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแนวปะการัง และผลการทดสอบความแตกต่างทางสถิติ (ANOVA Two Factor Without Replication ที่ $\alpha = 0.05$) ของปัจจัยคุณภาพน้ำระหว่างสถานี และระหว่างเดือนที่เก็บตัวอย่างน้ำ จะได้แสดงต่อไป

อุณหภูมิผิวน้ำทะเล (Sea surface temperature)

จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในแนวปะการังบริเวณเกาะสี่ซังในแต่ละสถานี และในแต่ละเดือนที่ทำการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 4) โดยมีอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างการศึกษามีค่าเท่ากับ $27.1 \pm 0.9^{\circ}\text{C}$ สูงสุดและต่ำสุดอยู่ในช่วง 25 - 29°C (ภาพที่ 5 และ 6)



ภาพที่ 5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเฉลี่ย เปรียบเทียบระหว่างเดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544



ภาพที่ 6 แสดงอุณหภูมิผิวน้ำทะเลเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี

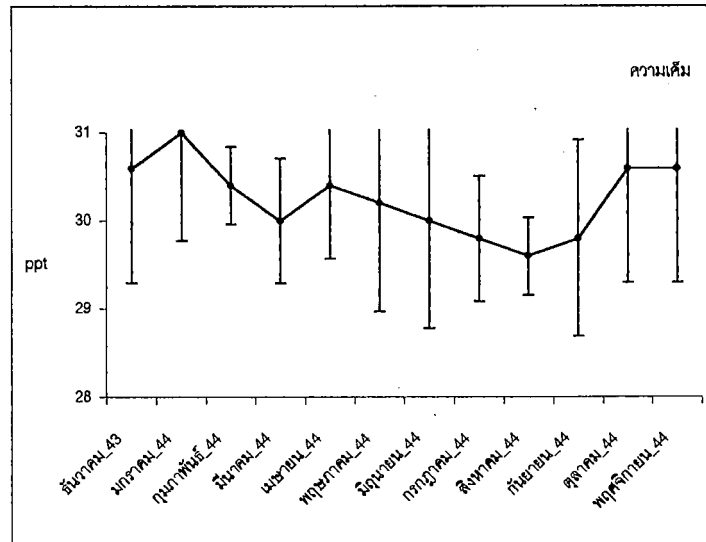
ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอุณหภูมิผิวน้ำทะเล เปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ (* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Months*	45.33333333	11	4.121212121	6.146892655	5.40877E-06	2.014048
Between Stations	4.1	4	1.025	1.528813559	0.210378627	2.583668
Error	29.5	44	0.670454545			
Total	78.93333333	59				

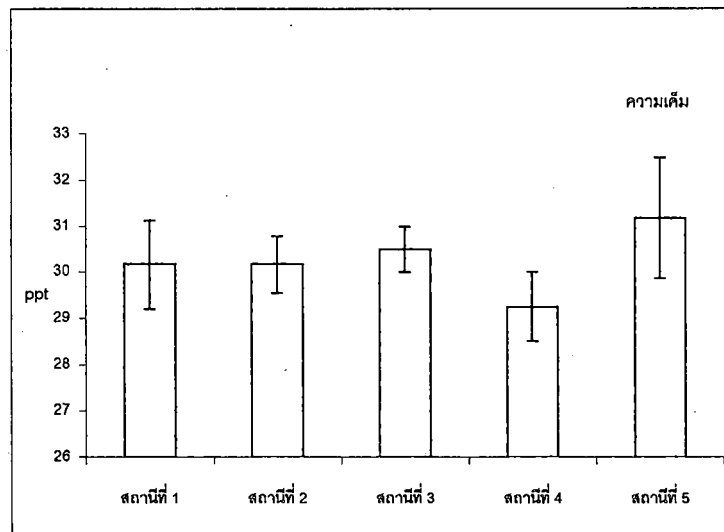
ความเค็ม (Salinity)

จากการวัดค่าความเค็มของน้ำทะเลในแนวปะการังบริเวณสถานีศึกษารอบเกาะสี่ซึ่งจะแสดงผลในภาพที่ 7 และ 8 โดยมีค่าความเค็มอยู่ในช่วง 29 - 33 ppt และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 30.2 ± 0.4 ppt ผลการวิเคราะห์ทางสถิติชี้ให้เห็นว่าน้ำทะเลในแต่ละสถานีมีค่าความเค็มเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยในสถานีที่ 4 น้ำทะเลมีค่าความเค็มเฉลี่ยต่ำที่สุด 29.3 ppt และสูงที่สุดในสถานีที่ 5 31.1 ppt ส่วนในสถานีที่ 1, 2 และ 3 มีค่าความเค็มใกล้เคียงกันที่ 30.2, 30.2 และ 30.5 ppt ตามลำดับ (ภาพที่ 8) แต่ไม่

พบว่ามีความแตกต่างกันของความเค็มในช่วงเดือนที่ทำการศึกษา โดยค่าความเค็มมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 29.6 - 30.6 ppt (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 7 แสดงการเปลี่ยนแปลงความเค็มเฉลี่ยของน้ำทะเลบริเวณสถานศึกษา เปรียบเทียบระหว่างเดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544



ภาพที่ 8 แสดงค่าความเค็มเฉลี่ย เปรียบเทียบระหว่างสถานศึกษา 5 สถานี

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของความเค็ม เปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และเปรียบเทียบระหว่างสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ (* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)

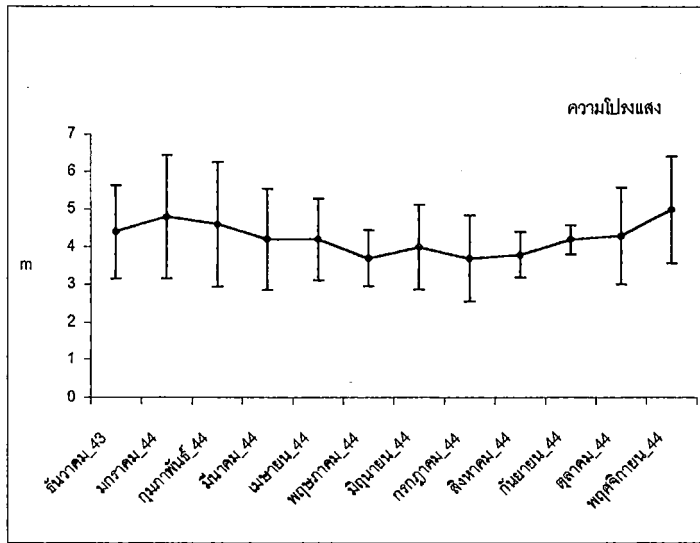
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Months	9.65	11	0.877273	1	0.461762	2.014047595
Between Stations*	23	4	5.75	6.554404	0.000315	2.58366839
Error	38.6	44	0.877273			
Total	71.25	59				

ความโปร่งแสง (Transparency)

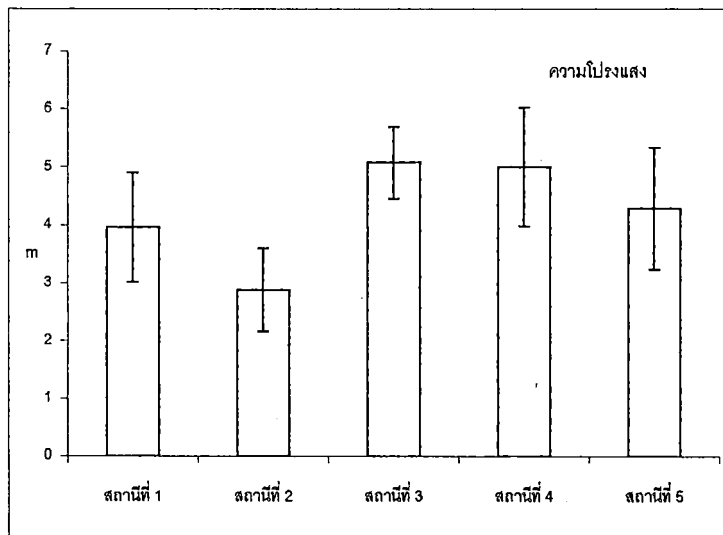
โดยปกติค่าความโปร่งแสงของน้ำทะเลบริเวณเกาะสีชังมีค่าค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับน้ำทะเลในแนวปะการังบริเวณอื่นๆ ในอ่าวไทย (กรมประมง, 2542) จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถวัดค่าความโปร่งแสงของน้ำทะเลบริเวณแนวปะการังที่ทำการศึกษาค่าอยู่ในช่วง 2 - 7 เมตร โดยเฉลี่ย 4.2 ± 0.4 เมตร และพบว่าในแต่ละสถานีมีค่าความโปร่งแสงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 6) โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดเท่ากับ 2.9 เมตร ในแนวปะการังสถานีที่ 2 (ภาพที่ 10) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติไม่แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างกันของค่าความโปร่งแสงของน้ำทะเลบริเวณ 5 สถานีในช่วงเวลาศึกษา มีและการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยอยู่ระหว่าง 4 - 5 เมตรดังแสดงในภาพที่ 9

ปริมาณตะกอนแขวนลอย (Concentration of suspended solid)

ผลการศึกษาปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทะเลได้แสดงผลดังใน ภาพที่ 11 และ 12 ประกอบกับผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติในตารางที่ 7 ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่ามีความแตกต่างระหว่างปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา และระหว่าง 5 สถานี โดยพบปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงที่สุดระหว่างเดือนเมษายนถึงมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน (wet season) โดยมีค่าระหว่าง 35 - 30 mg-DW/l และมีค่าลดลงในช่วงฤดูแล้ง (dry season) ระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงกุมภาพันธ์ มีค่าระหว่าง 15 - 29 mg-DW/l ส่วนสถานีที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงที่สุดในสถานีที่ 2 และต่ำสุดในสถานีที่ 5 มีค่าเท่ากับ 31 และ 20 mg-DW/l ตามลำดับ



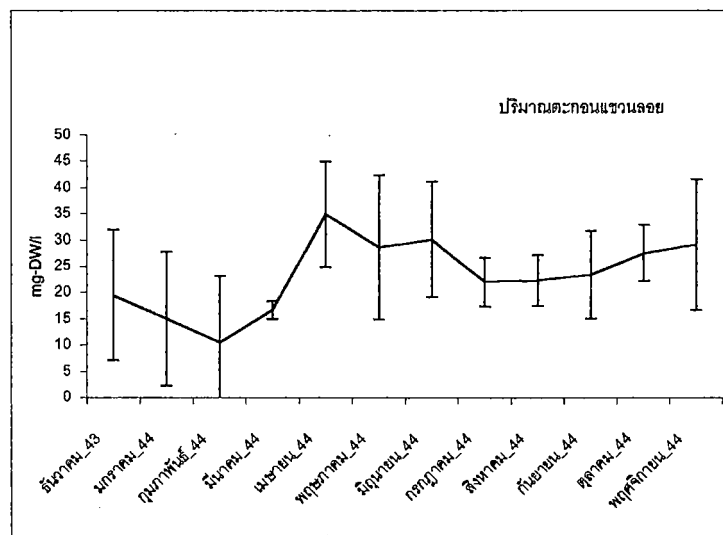
ภาพที่ 9 แสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าความโปร่งแสงเฉลี่ยในบริเวณสถานีศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544



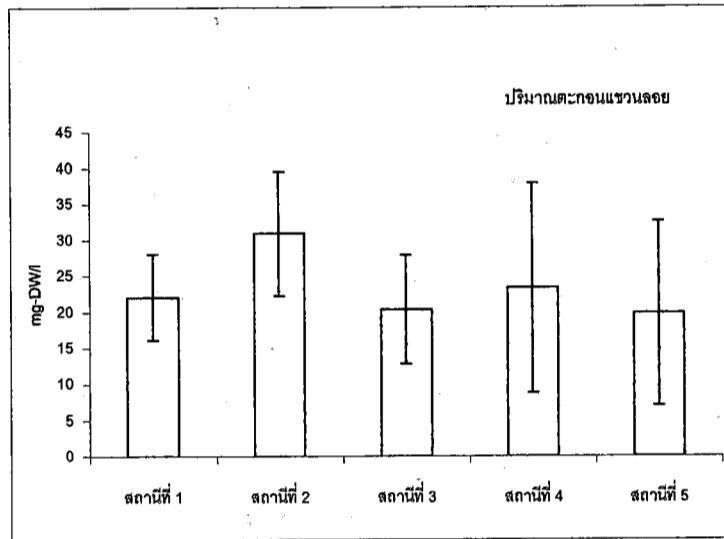
ภาพที่ 10 แสดงค่าความโปร่งแสงเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าความโปร่งแสงเปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และเปรียบเทียบระหว่างสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ (* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Months	9.445833	11	0.858712	0.921732	0.528567	2.014047595
Between Stations*	38.80833	4	9.702083	10.41411	5.05E-06	2.58366839
Error	40.99167	44	0.931629			
Total	89.24583	59				



ภาพที่ 11 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทะเลบริเวณสถานีศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544



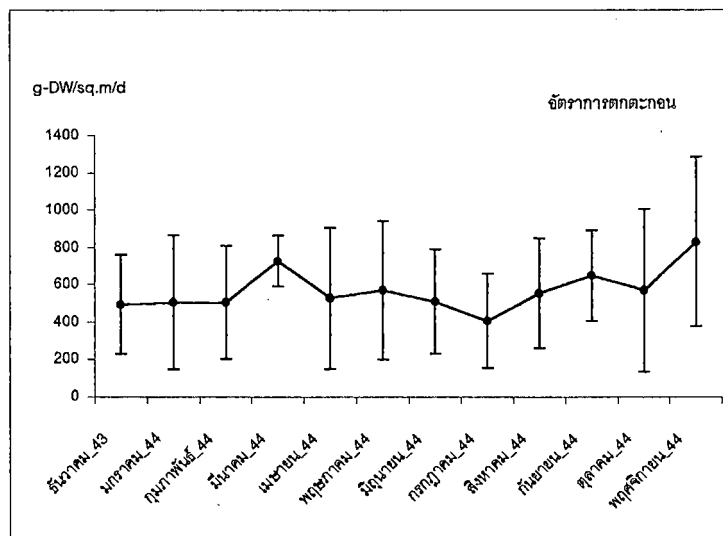
ภาพที่ 12 แสดงปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทะเลเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี

ตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณตะกอนแขวนลอยเปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และเปรียบเทียบระหว่างสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ (* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)

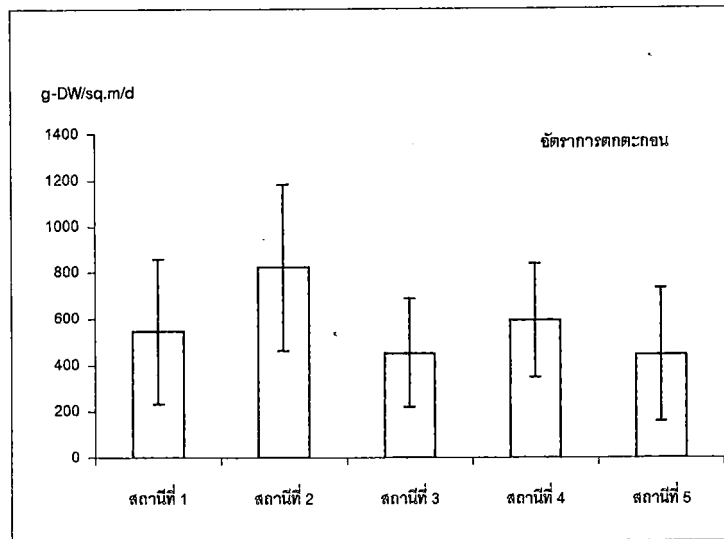
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Months*	2761.156	11	251.0142	2.934486	0.005433	2.014048
Between Stations*	971.9082	4	242.9771	2.840528	0.035224	2.583668
Error	3763.734	44	85.5394			
Total	7496.798	59				

อัตราการตกตะกอนในแนวปะการัง (Sedimentation rate)

การศึกษาอัตราการตกตะกอนในแนวปะการังด้วยชุดดักตะกอนเหนือพื้น 50 เซนติเมตร บริเวณแนวปะการังในสถานีสึกษา ในรอบปีได้ถูกแสดงดังภาพที่ 13 และ 14 ผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามี ความแตกต่างของอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยในแต่ละสถานี อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 8) โดยในสถานีที่ 2 มีอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ $822.8 \pm 360.7 \text{ g/m}^2/\text{day}$ รองลงมาได้แก่ สถานีที่ 4 สถานีที่ 1 สถานีที่ 3 และสถานีที่ 5 โดยมีอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยเท่ากับ 591.6 ± 243.7 , 545.1 ± 312.0 , 451.6 ± 235.0 และ $443.75 \pm 286.3 \text{ g/m}^2/\text{day}$ ตามลำดับ แต่ไม่พบว่าอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 8) ซึ่งอัตราการตกตะกอนในแนวปะการัง รอบเกาะสี่ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ $571.0 \pm 114.4 \text{ g/m}^2/\text{day}$



ภาพที่ 13 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยในบริเวณสถานีสึกษาเปรียบเทียบระหว่างเดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544



ภาพที่ 14 แสดงอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี

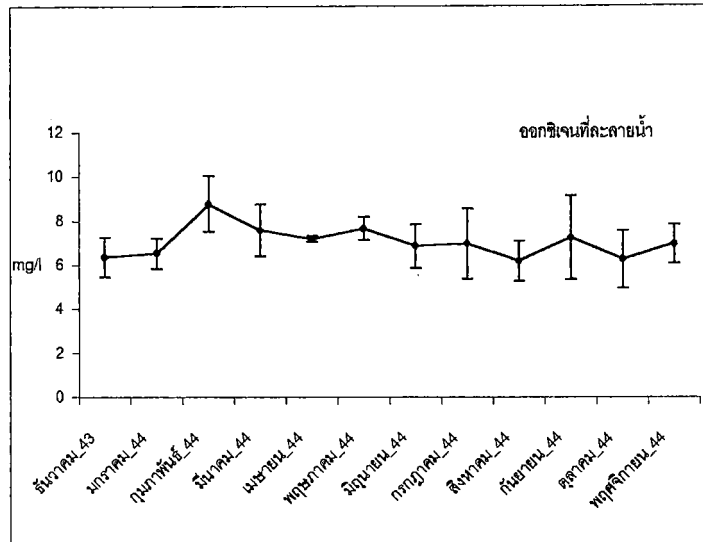
ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการตกตะกอนในแนวปะการังเปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และเปรียบเทียบระหว่างสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ (* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Months	720362.3	11	65487.48	0.730533	0.703588	2.014048
Between Stations*	1139619	4	284904.8	3.178203	0.022292	2.583668
Error	3944308	44	89643.37			
Total	5804290	59				

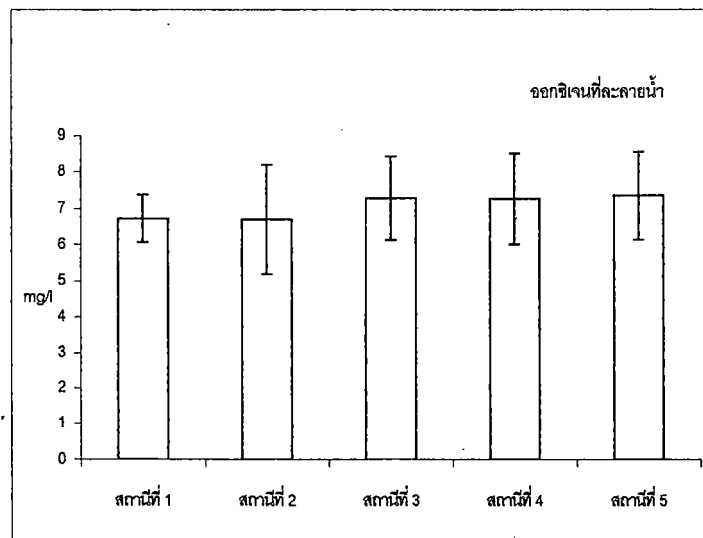
ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำบริเวณแนวปะการังที่ศึกษาในรอบปีได้แสดงในภาพที่ 15 และผลการวิเคราะห์ทางสถิติแสดงให้เห็นว่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีค่าสูงสุดในช่วงเดือนกุมภาพันธ์และต่ำสุดในเดือนสิงหาคม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.8 และ 6.2 mg/l ตามลำดับ เนื่องจากระดับน้ำแนวปะการังที่ทำการศึกษาค่อนข้างตื้นอิทธิพลของคลื่นลม ณ เวลาที่ตรวจวัดคุณภาพน้ำ และการผสมกันของมวลน้ำผิวหน้าซึ่งมีปริมาณออกซิเจนอิ่ม

ตัว (oxygen-saturated water) กับมวลน้ำในที่ลึกกว่า อาจทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความแตกต่างกันในแต่ละเดือน อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำระหว่างสถานีศึกษาพบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) โดยแต่ละสถานีมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 6.7 – 7.3 mg/l (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 15 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลบริเวณสถานีศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544



ภาพที่ 16 แสดงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำทะเลเปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และเปรียบเทียบระหว่างสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ (* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)

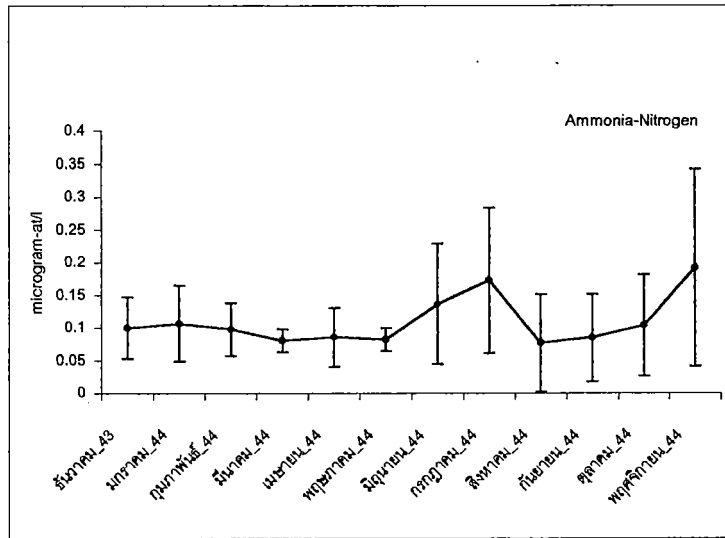
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Months*	29.25559	11	2.659599	2.131398	0.037709	2.014048
Between Stations	4.91084	4	1.22771	0.983885	0.426199	2.583668
Error	54.90404	44	1.247819			
Total	89.07047	59				

แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (Ammonia-Nitrogen)

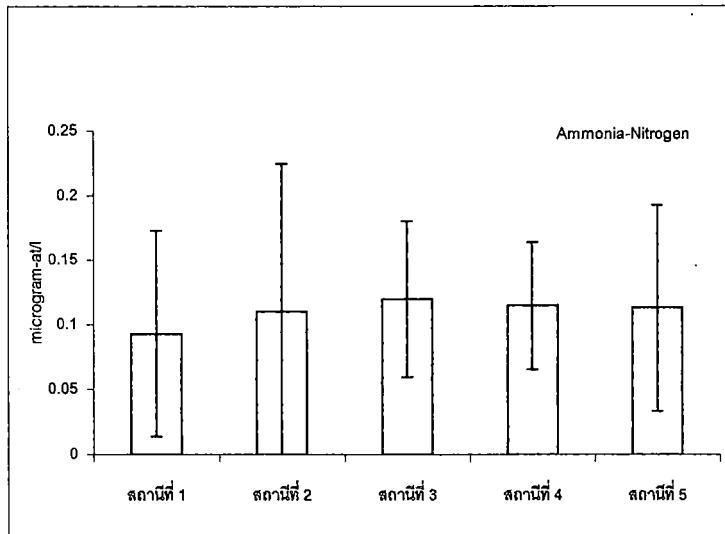
จากการตรวจวัดปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษารอบเกาะสีชัง ซึ่งแสดงในภาพที่ 17 และ 18 พบว่าการไม่มีความแตกต่างกันของปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำทะเลระหว่างช่วงเวลาที่ทำการศึกษา โดยในช่วงเวลาที่ทำการศึกษามีปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำทะเลมีค่าอยู่ระหว่าง 0.076 – 0.172 $\mu\text{g-at/l}$ โดยมีค่าสูงที่สุดระหว่างเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม และต่ำสุดอยู่ระหว่างเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม เมื่อพิจารณาแยกตามสถานีศึกษาพบว่าปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำทะเลมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.092 – 0.119 $\mu\text{g-at/l}$ (ตารางที่ 10)

ไนไตรท์-ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrogen)

ภาพที่ 19 และ 20 แสดงปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนในน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษาเปรียบเทียบระหว่างช่วงเวลาและสถานีที่ทำการศึกษา ถึงแม้ว่ากราฟจะแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนในน้ำทะเลอย่างชัดเจนแต่จากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำทะเลพบว่าในแต่ละเดือนมีความแปรปรวนสูงมาก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.006 - 0.044 $\mu\text{g-at/l}$ ซึ่งเป็นผลให้การวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติไม่แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสถานีพบว่าความแตกต่างของปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 11) ในสถานีที่ 1 มีปริมาณปริมาณไนไตรท์-ไนโตรเจนสูงที่สุด รองลงมาคือสถานีที่ 2, 3, 4, 5 โดยมีค่าเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับ 0.036, 0.026, 0.022, 0.021, 0.008 $\mu\text{g-at/l}$ ตามลำดับ



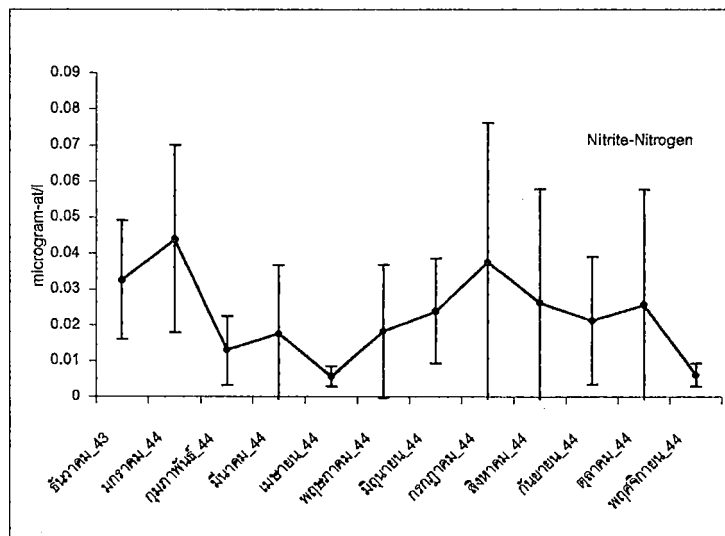
ภาพที่ 17 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียในน้ำทะเลบริเวณสถานีศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544



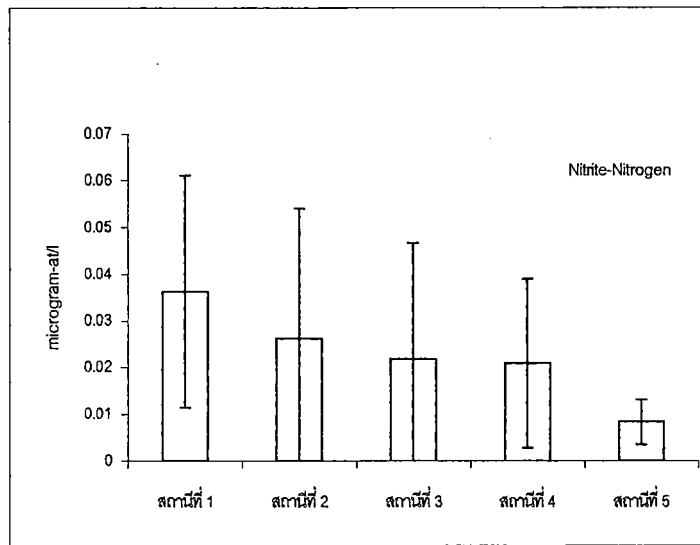
ภาพที่ 18 แสดงปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียเฉลี่ยเปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปแอมโมเนียเปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และเปรียบเทียบระหว่างสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ (* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Months	0.077839	11	0.007076	1.143304	0.352921	2.014048
Between Stations	0.004929	4	0.001232	0.199083	0.937517	2.583668
Error	0.272328	44	0.006189			
Total	0.355096	59				



ภาพที่ 19 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปไนไตรท์ในน้ำทะเลบริเวณสถานีศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544



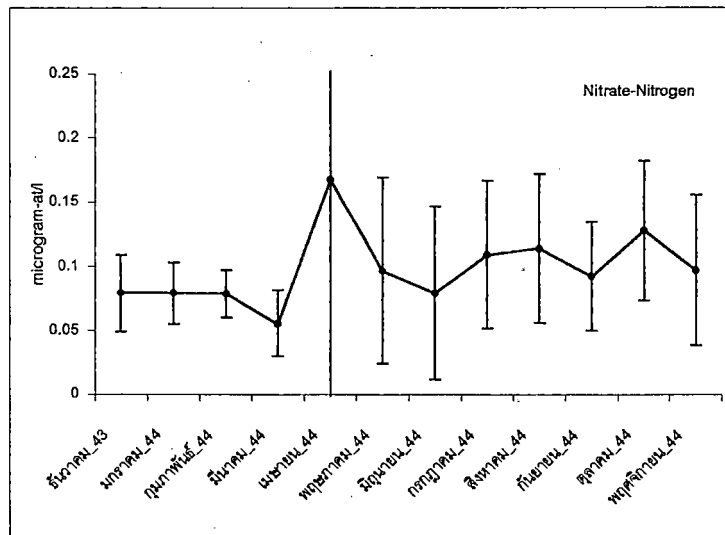
ภาพที่ 20 แสดงปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปไนไตรท์ในน้ำทะเลเปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปไนไตรท์เปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และเปรียบเทียบระหว่างสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ (* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)

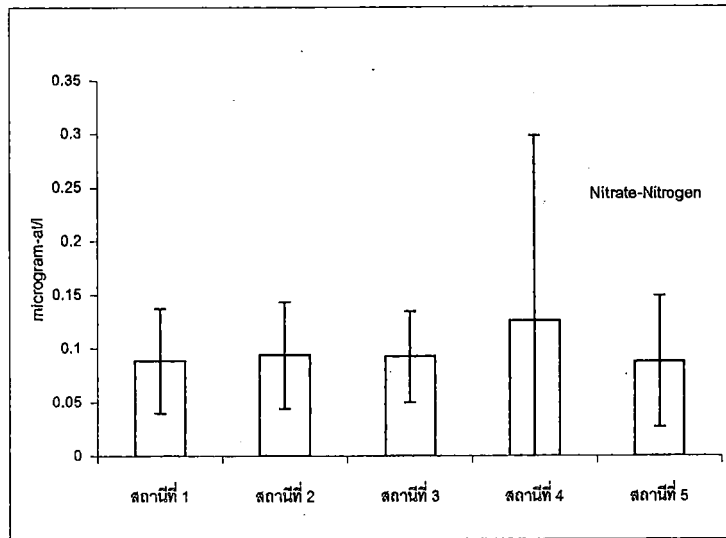
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Months	0.007484	11	0.00068	1.62187	0.125894	2.014048
Between Stations*	0.004886	4	0.001221	2.911536	0.031983	2.583668
Error	0.018458	44	0.00042			
Total	0.030828	59				

ไนเตรท-ไนโตรเจน (Nitrate-Nitrogen)

จากการศึกษาปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำทะเลบริเวณสถานีศึกษา รอบเกาะสี่ซัง ซึ่งแสดงผลในภาพที่ 21 และ 22 จะพบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำทะเล มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้างตลอดระยะเวลาซึ่งเวลาที่ทำการศึกษา โดยค่าสูงสุด - ต่ำสุดอยู่ระหว่าง 0.06 - 0.17 $\mu\text{g-at/l}$ และพบว่าในเดือนเมษายนแม้จะมีปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ยสูงที่สุดแต่ก็มีความแปรปรวนในแต่ละสถานีสูงด้วยเช่นเดียวกัน ($\pm 0.27 \mu\text{g-at/l}$) จากผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติเปรียบเทียบระหว่างเดือน และสถานี ไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทั้งสองปัจจัย (ตารางที่ 12) ในสถานีพบว่าค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนในรอบปีสูงสุด เท่ากับ $0.13 \pm 0.17 \mu\text{g-at/l}$



ภาพที่ 21 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปไนเตรทในน้ำทะเลบริเวณสถานีศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544



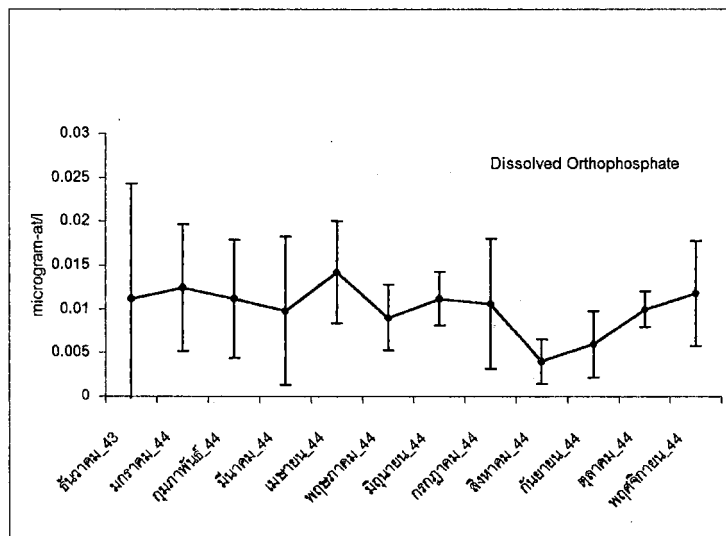
ภาพที่ 22 แสดงปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปไนเตรทในน้ำทะเลเปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี

ตารางที่ 12 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณสารอาหารไนโตรเจนในรูปไนเตรทเปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และเปรียบเทียบระหว่างสถานี (Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ (* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)

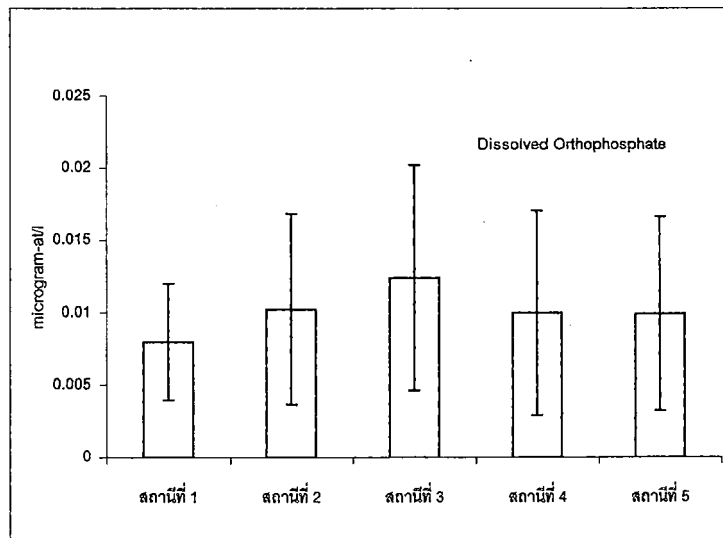
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Months	0.047087	11	0.004281	0.480847	0.905177	2.014048
Between Stations	0.012566	4	0.003141	0.352878	0.840627	2.583668
Error	0.391703	44	0.008902			
Total	0.451356	59				

ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (Orthophosphate-Phosphorus)

ผลการศึกษาปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ในรูปของสารอาหารที่พืชที่สามารถนำไปใช้ได้ ในแนวปะการังบริเวณสถานีศึกษารอบเกาะสีชัง ได้ถูกแสดงด้วยกราฟดังในภาพที่ 23 และ 24 และจะเห็นได้ว่าการเปลี่ยนแปลงในรอบปีของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำทะเลมีค่าอยู่ระหว่าง 0.004 - 0.01 $\mu\text{g-at/l}$ และโดยไม่แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างเดือนที่เก็บข้อมูล (ตารางที่ 13) เมื่อเปรียบเทียบระหว่างสถานีถึงแม้จะพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสจะมีความแตกต่างกันก็ตาม แต่ผลการทดสอบทางสถิติไม่แสดงให้เห็นการมีนัยสำคัญของความแตกต่างดังกล่าว (ตารางที่ 13) โดยเฉลี่ยแต่ละสถานีมีปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสเท่ากับ $0.01 \pm 0.003 \mu\text{g-at/l}$



ภาพที่ 23 แสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารฟอสฟอรัสในรูปออร์โธฟอสเฟตในน้ำทะเลบริเวณ สถานีศึกษาเปรียบเทียบระหว่างเดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544



ภาพที่ 24 แสดงปริมาณสารอาหารฟอสฟอรัสในรูปออร์โธฟอสเฟตในน้ำทะเลเปรียบเทียบระหว่างสถานี
ศึกษา 5 สถานี

ตารางที่ 13 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของปริมาณสารอาหารฟอสฟอรัสในรูปออร์โธ
ฟอสเฟตเปรียบเทียบระหว่างเดือน (Between-month effect) และเปรียบเทียบระหว่างสถานี
(Between-station effect) ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ (* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)

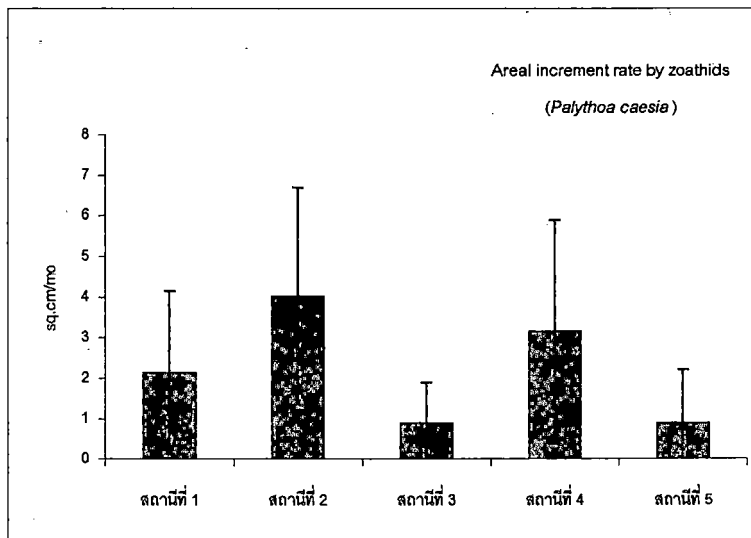
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Months	0.000421	11	3.83E-05	0.863954	0.580384	2.014048
Between Stations	0.000118	4	2.95E-05	0.666513	0.618646	2.583668
Error	0.001949	44	4.43E-05			
Total	0.002488	59				

ส่วนที่ 3 การเปลี่ยนแปลงการครอบคลุมพื้นที่ของพรมทะเลในชุดทดลอง

การศึกษ้อัตราการเปลี่ยนแปลงการครอบคลุมพื้นที่ของพรมทะเลชนิด *Palythoa caesia* บนชุดทดลองแผ่นกระเบื้องเซรามิก ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2543 ถึงพฤศจิกายน 2544 ระยะเวลา 12 เดือนใน 5 สถานีศึกษา โดยใช้โคโลนีของพรมทะเลที่รวมรวมได้จากบริเวณแนวปะการังในสถานีศึกษา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 - 12 cm (พื้นที่ประมาณ 70 - 110 sq.cm) ในช่วงการศึกษาเบื้องต้น (preliminary study) ผู้วิจัยพบว่า แม้การคำนวณหาพื้นที่จากการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เพิ่มขึ้นของโคโลนีพรมทะเล จะสะดวกและรวดเร็วในระหว่างการปฏิบัติงานในภาคสนาม แต่จะให้ค่าความคลาดเคลื่อนสูงกว่าการวัดพื้นที่ของโคโลนีโดยตรง กล่าวคือ 1.) พรมทะเลบนมีการเจริญลักษณะเป็นไม่มีสมมาตร การคำนวณพื้นที่จากรูปทรงอิสระ (คล้ายวงกลม) จึงไม่มีความแม่นยำ 2.) ไม่สามารถตำแหน่งที่วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโคโลนีในตำแหน่งเดียวกันได้ทุกครั้ง ในกรณีที่ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ของโคโลนีสิ่งมีชีวิตเกาะติดขนาดเล็ก ความคลาดเชิงเส้น (linear error) อาจทำให้การคำนวณพื้นที่คลาดเคลื่อนได้ถึง กำลังสองเท่าจากขนาดพื้นที่เดิม (exponential error) ดังนั้นผู้วิจัยจึงประยุกต์ใช้เทคนิคการถ่ายภาพด้วยเลนส์ขยาย 1:3 เท่า (macro lens) ร่วมกับการคำนวณพื้นที่โดยใช้ซอฟต์แวร์ช่วยวิเคราะห์ภาพ Image Pro⁺ Version 3.0 (Media Cybernetics, 1997) ผลการศึกษาดังแสดงในภาพที่ 25 พบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของพื้นที่ต่อเดือนมีค่าตั้งแต่ 0 - 11 sq.cm โดยมีอัตราการเพิ่มพื้นที่เฉลี่ยต่อเดือนในแต่ละสถานีเท่ากับ 2.1 ± 2.02 , 4.0 ± 2.68 , 0.9 ± 1.01 , $3.1 \pm$ และ 0.9 ± 1.34 sq.cm/mo ในสถานีที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 ตามลำดับ และผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของพื้นที่พรมทะเลในชุดทดลองในแต่ละสถานีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของอัตราการเพิ่มพื้นที่ของพรมทะเลชนิด *Palythoa caesia* เปรียบเทียบระหว่างสถานี (Between-station effect) ด้วย ANOVA Single Factor With Replication ที่ระดับ $\alpha = 0.05$ (* มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Stations*	84.32635	4	21.08159	4.418563	0.003894	2.557179
Within Stations	238.557	50	4.771141			
Total	322.8834	54				

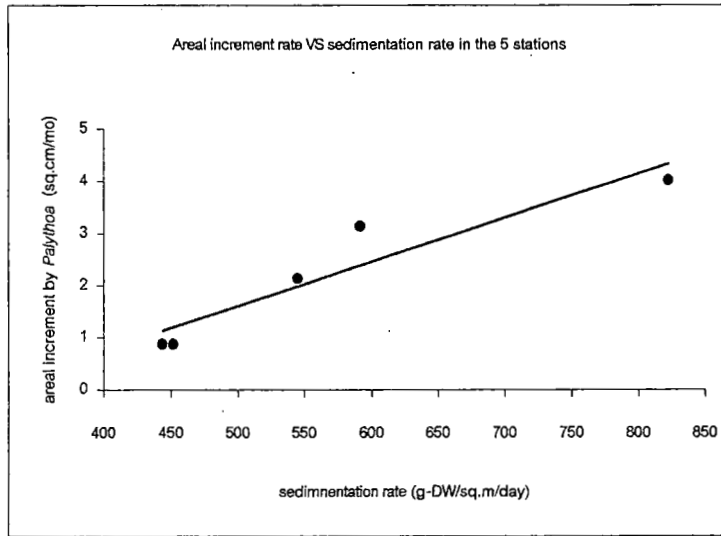


ภาพที่ 25 แสดงอัตราการเพิ่มพื้นที่เฉลี่ยของพรมทะเลเปรียบเทียบระหว่างสถานีศึกษา 5 สถานี

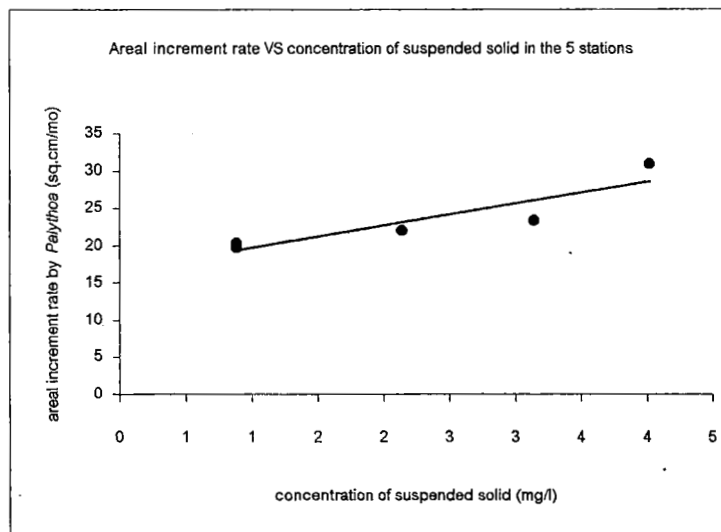
เมื่อพิจารณาเฉพาะปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ผลทางสถิติแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างสถานีศึกษา คือ อัตราตกตะกอน ปริมาณตะกอนแขวนลอย ความโปร่งแสง ความเค็ม และปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจน พบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของพื้นที่พรมทะเลในแต่ละสถานีมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับ อัตราการตกตะกอนในแนวปะการัง และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำทะเล โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) เท่ากับ 0.94 และ 0.90 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 15 ภาพที่ 26 และ 27

ตารางที่ 15 ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเพิ่มพื้นที่ของพรมทะเลชนิด *Palythoa caesia* และเฉพาะปัจจัยคุณภาพน้ำที่มีความแตกต่างกันระหว่างสถานีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ $\alpha = 0.05$ (* ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์มีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่ง)

ปัจจัย	อัตราการตก	ปริมาณตะกอน	ค่าความโปร่ง	ความเค็ม	ปริมาณ
	ตะกอน	แขวนลอย	แสง		ไนโตรเจน
อัตราการเพิ่มพื้นที่ของพรมทะเลชนิด <i>P. caesia</i>	0.941881* ($p = 0.017^*$) ความสัมพันธ์เชิงบวก	0.904398* ($p = 0.035^*$) ความสัมพันธ์เชิงบวก	-0.58782 ($p = 0.298$) ความสัมพันธ์เชิงลบ	-0.68507 ($p = 0.204$) ความสัมพันธ์เชิงลบ	0.432686 ($p = 0.420$) ความสัมพันธ์เชิงบวก



ภาพที่ 26 กราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างอัตราการเพิ่มพื้นที่ของพรมทะเลชนิด *Palythoa caesia* และอัตราการตกตะกอนในแนวปะการัง โดยพบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของพรมทะเลมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับอัตราการตกตะกอนในแนวปะการังบริเวณพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 27 กราฟแสดงความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างอัตราการเพิ่มพื้นที่ของพรมทะเลชนิด *Palythoa caesia* และปริมาณตะกอนแขวนลอย โดยพบว่าอัตราการเพิ่มขึ้นของพรมทะเลมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในแนวปะการังบริเวณพื้นที่ศึกษา

บทที่ 5 อภิปรายและสรุปผลการศึกษา

การเปลี่ยนแปลงของสภาพแนวปะการัง

แนวปะการังที่ทำการศึกษาในบริเวณหมู่เกาะสีชังมีการพัฒนาอยู่ภายใต้อิทธิพลของความเค็มต่ำ (29 - 33 ppt) เมื่อเทียบกับแนวปะการังบริเวณอื่นๆ ในประเทศไทย (กรมประมง, 2542) ดังปรากฏในตัวอย่างการศึกษาของ Poosuwan (1999) พบว่าน้ำทะเลในแนวปะการัง หมู่เกาะพิทยาทาย และสัตหีบ จังหวัดชลบุรี มีค่าความเค็มเฉลี่ย 33-34 ppt และการศึกษาของ นลินี ทองแถม (2539) ซึ่งวัดการเปลี่ยนแปลงของความเค็มน้ำทะเลในแนวปะการังหาดป่าตอง จังหวัดภูเก็ต อยู่ในช่วง 33 - 35 ppt การลดลงของความเค็มบริเวณอ่าวไทยตอนในเป็นผลมาจากอิทธิพลของน้ำจืดสายหลักทางตอนเหนือของอ่าว (Moberg et al., 1997; Sakai et al., 1986; Sudara et al., 1991; Poosuwan, 1999; กรมประมง, 2542)

จากจำนวนชนิดของปะการังที่พบในพื้นที่ศึกษา รวมทั้งสิ้น 34 ชนิด โดยพบตั้งแต่ น้อยที่สุด 7 ชนิดในสถานที่ 2 แนวปะการังหินกองกระโตนและสูงสุด 19 ชนิดในสถานที่ 3 แนวปะการังอ่าวถ้ำพัง โดยมีปะการังในสกุล *Porites*; *P. lutea*, *P. australiensis* และ *P. lobata* เป็นชนิด มีสัดส่วนครอบคลุมพื้นที่สูงที่สุดในพื้นที่ศึกษา การที่ปะการังชนิด *P. lutea* ประสบความสำเร็จในการดำรงชีวิตและเป็นชนิดเด่นเป็นผลจากความสามารภในการทนต่อสภาวะที่ความเค็มต่ำ อัตราการตกตะกอนที่สูง และการมีสารอาหารในมวลน้ำปริมาณสูง (eutrophication) (Moberg et al., 1997; Sudara, 1991) Achituv and Dubinsky (1990) เสนอว่า ระดับความเค็มของน้ำทะเลที่ลดลงจากน้ำหลาก (freshwater run-off) จากแผ่นดินและแม่น้ำในช่วงฤดูผลมีผลต่อทำให้แนวปะการังที่ได้รับอิทธิพลของน้ำจืดมีการพัฒนาต่ำกว่าเมื่อเทียบกับบริเวณที่ไม่ได้รับผลกระทบ เช่นเดียวกับปริมาณตะกอนแขวนลอยและอัตราการตกตะกอนที่มีผลต่อสภาพและการพัฒนาแนวปะการัง (Loya, 1976)

ปะการังที่พบในการศึกษานี้มีความหลากหลายของชนิดค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาอื่นๆ ในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน Srithunya et al., (1981) ได้ศึกษาชนิดและการปะการังแข็งในหมู่เกาะล้าน จังหวัดชลบุรี พบปะการังแข็งอย่างน้อย 60 ชนิด ขณะที่ Ditlev (1976) และนิพนธ์ พงศ์สุวรรณ พบปะการังแข็ง 183 ชนิด จากแนวปะการังจังหวัดภูเก็ตและทะเลอันดามัน การที่แนวปะการังมีความหลากหลายของชนิดปะการังที่ต่ำน่าจะเป็นผลมาจากลักษณะทางภูมิศาสตร์ของอ่าวไทยที่เป็นอ่าวกึ่งปิด (semi-enclosed basin) ทำให้โอกาสในการแพร่กระจายของตัวอ่อนปะการัง (planktonic planula larva) จากทะเลเปิดสู่อ่าวไทยตอนในเป็นไปได้ยากขึ้น (Sudara, Thamrongnawasawat and

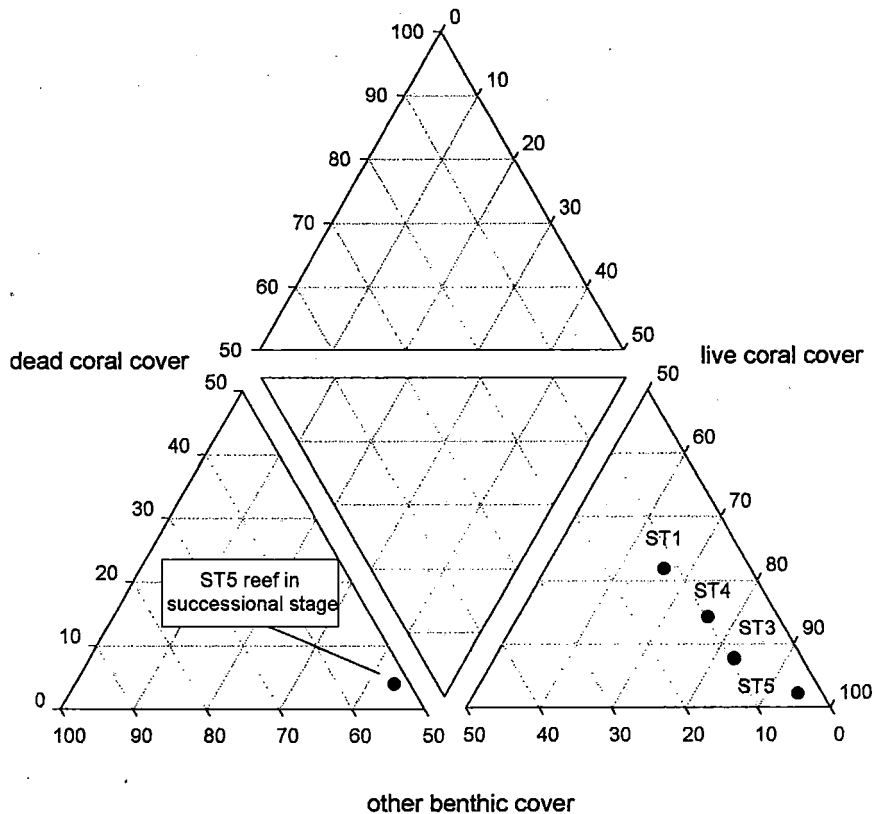
Sookchanuluk, 1991) Veron (1995) ได้ชี้ให้เห็นว่านอกจากปัจจัยดังกล่าวแล้วการที่แนวปะการังมีการเจริญในสภาวะที่มีตะกอนสูงจะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้แนวปะการังมีความหลากหลายของชนิดต่ำ โดยอาจทำให้การลงเกาะของตัวอ่อนในธรรมชาติลดลง และ/หรือตายจากตะกอนที่ตกทับถมลงบนตัวอ่อนปะการังหรือเสียดสี

การระบุถึงสภาพแนวปะการังโดยพิจารณาจากสัดส่วนการครอบคลุมพื้นที่ของปะการังมีชีวิตต่อปะการังตาย (นิพนธ์ พงศ์สุวรรณ และอุกกฤต สดภูมินทร์, 2537) ดังนี้

สัดส่วนพื้นที่ปะการังมีชีวิต	:	สัดส่วนพื้นที่ปะการังมีชีวิตตาย	สภาพแนวปะการัง
3	:	1	ดีมาก
2	:	1	ดี
1	:	1	พอใช้
1	:	2	เสื่อมโทรม
1	:	3	เสื่อมโทรมมาก

ได้แสดงให้เห็นว่าแนวปะการังในการศึกษารุ่นนี้ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพดีมาก โดยมีสัดส่วนระหว่างปะการังมีชีวิต : ปะการังตาย อยู่ระหว่าง 3:1 ถึง 43:1 ดังนั้ดังกล่าวถูกใช้อย่างกว้างขวางในการบ่งชี้สภาพแนวปะการังที่มีการพัฒนาทางนิเวศวิทยาใกล้จุดสุดยอด (climax stage) เช่นในหมู่เกาะภูเก็ต หมู่เกาะอาดัง-ราวี หมู่เกาะสุรินทร์ และหมู่เกาะสิมิลัน ซึ่งองค์ประกอบหลักในแนวปะการังเป็นส่วนใหญ่เป็นปะการังมีชีวิตและปะการังตาย ดังนั้นการที่มีพื้นที่ปะการังมีชีวิตและปะการังตายเพิ่มขึ้นหรือลดลงในสภาวะที่ไม่มี การเปลี่ยนแปลงที่จากสิ่งมีชีวิตอื่น ดังนั้ดังกล่าวจึงเป็นค่าบ่งชี้สภาพแนวปะการังได้อย่างชัดเจน แต่สำหรับแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะสี่ซึ่งที่พบว่าการเปลี่ยนแปลงแทนในระบบนิเวศ ความเสื่อมโทรมลงของแนวปะการังอาจไม่แสดงออกในรูปที่มีสัดส่วนของปะการังมีชีวิตลดลงและสัดส่วนของปะการังตายเพิ่มมากขึ้น แต่อาจจะพบว่าการเปลี่ยนแปลงแทนที่ของพืชหรือสัตว์อื่นบนซากปะการังหรือ substrate ในแนวปะการัง ดังนั้นการกำหนดดัชนีชี้สภาพแนวปะการังจึงควรคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนพื้นที่ของสิ่งมีชีวิตเกาะติดในแนวปะการังด้วย (benthic organisms) ดังแผนภูมิสามเหลี่ยม (Ternary Diagram) ในภาพที่ 28 แสดงสัดส่วนการครอบคลุมพื้นที่ของปะการังมีชีวิต ปะการังตาย และสิ่งมีชีวิตเกาะติดอื่นๆ ในแนวปะการัง ในสถานที่ 2 แนวปะการังหินกองกระโทนแม้ว่าในช่วงเวลาที่ดำเนินการวิจัยผลการศึกษาจะไม่สามารถแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพแนวปะการังแต่จากการศึกษาอื่นๆ พบว่าแนวปะการังบริเวณนี้เสื่อมโทรมลงอย่างชัดเจนในช่วง 7 ปีที่ผ่านมา จากสัดส่วนการครอบคลุมพื้นที่ของปะการังเป็นต่อปะการังตาย (35.5%:3.2% = 11:1) อธิบายว่าแนวปะการังอยู่ในสภาพดีมาก แต่เมื่อพิจารณาสัดส่วนการครอบคลุมพื้นที่ของสิ่งมีชีวิตเกาะติดอื่นๆ ร่วมกันบนแผนภูมิสามเหลี่ยมแล้วพบว่าแนว

ปะการังในสถานีที่ 2 เริ่มเข้าสู่ภาวะที่มีกระบวนการแทนที่ทางนิเวศวิทยาโดยพรมทะเล (*Palythoa caesis*)



ภาพที่ 28 แผนภูมิสามเหลี่ยม (Ternary Diagram) แสดงสัดส่วนระหว่างปะการังมีชีวิต ปะการังตาย และสิ่งมีชีวิตเกาะติดอื่นๆ ในแนวปะการังที่ทำการศึกษา 5 สถานี

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมควรมีการศึกษาอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะในบริเวณที่ได้รับผลกระทบมาเป็นเวลานาน ซึ่งในการเก็บข้อมูลเพียงช่วงเวลาสั้นๆ เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอาจไม่สามารถเห็นการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจน (Leonard and Clark, 1993) เช่นการศึกษาผลของน้ำทิ้งชุมชนต่อระบบนิเวศแนวปะการังในอ่าว Keneohe มลรัฐฮาวาย ต่อเนื่องตั้งแต่ ปี ค.ศ. 1950 - 1978 พบว่าปริมาณน้ำเสียเพิ่มขึ้นเป็นวันละ 214,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ตะกอนและปริมาณสารอาหารในน้ำสูงขึ้นอย่างรุนแรงเป็นผลให้ปะการังตายลงอย่างมาก (Banner and Bailey, 1970 อ้างใน Johannes, 1972) เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาสภาพแนวปะการังในหมู่เกาะสี่ขั้วย้อนหลัง และผลการ

ศึกษาในครั้งนี้ เป็นช่วงเวลาที่ยาวนานขึ้นที่จะชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยาของแนวปะการัง ในภาพรวมได้อย่างชัดเจน

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำต่อการเจริญของพรมทะเลชนิด *Palythoa caesia*

ผลจากการศึกษาคุณภาพน้ำในแนวปะการังรอบเกาะสี่ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปัจจัยคุณภาพน้ำในแนวปะการังส่วนใหญ่ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างสถานีศึกษา ยกเว้น ความเค็ม ปริมาณไนโตรเจน และปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับตะกอนในน้ำ (ความโปร่งแสง และอัตราการตกตะกอน) คุณภาพน้ำในแนวปะการังยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล ประเภทที่ 2 เพื่อการอนุรักษ์แหล่งปะการัง (ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการพลังงาน, 2534) ในภาคผนวกที่ 2

จากการศึกษาการเพิ่มพื้นที่ของพรมทะเล (areal increment) ในชุดทดลองพบมีความสัมพันธ์กันอย่างยิ่งกับอัตราการตกตะกอนและปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ โดยสถานีที่ 2 แนวปะการังหินกองกระโตน ทางด้านทิศตะวันออกของเกาะสี่ซึ่งเป็นบริเวณที่มีอัตราการตกตะกอนสูงที่สุด (882.8 g/sq.m/da) แหล่งที่มาของตะกอนแขวนลอย น่าจะมาจากสาเหตุ 2 ประการคือ

- 1.) จากข้อมูลการศึกษาของ Poosuwan (1999) ระบุว่าระหว่างปี 2538 - 2542 มีการถมทะเลในบริเวณใกล้กับพื้นที่ศึกษาสถานีที่ 2 เพื่อการก่อสร้างท่าเทียบเรือขนถ่ายน้ำมันขนาดใหญ่ และพบว่าน้ำในแนวปะการังมีความขุ่น และปริมาณตะกอนละเอียดในแนวปะการังมีปริมาณสูง ซึ่งน่าจะมีสาเหตุจากการฟุ้งกระจายของแป้งและผลผลิตทางการเกษตร ที่มีการขนถ่ายในร่องน้ำใกล้ๆ กัน แม้จะพบว่าแนวปะการังเริ่มมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมโดยมีการเปลี่ยนแปลงแทนที่จากพรมทะเล แต่การศึกษาในช่วงระยะเวลาดังกล่าวยังไม่สามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงสภาพของแนวปะการังและทิศทางการเปลี่ยนแปลงได้อย่างชัดเจนเท่าใด
- 2.) การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางภูมิฐานของพื้นที่ที่มีการก่อสร้างท่าเรือทางตอนเหนือ ของแนวปะการัง โครงสร้างตะม่อสะพานและแนวคั่นหินอาจทำให้ความเร็วของกระแสน้ำลดลงเป็นผลให้อัตราการตกตะกอนในแนวปะการังใกล้เคียงเพิ่มสูงขึ้น

สำหรับเกาะร้านดอกไม้ในสถานีศึกษาที่ 5 มีแนวปะการังมีสภาพสมบูรณ์ที่สุด จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าอัตราการตกตะกอนในสถานีแม้ว่าจะอยู่ใกล้เคียงกับแนวร่องน้ำที่มีการขนถ่ายสินค้า แต่ในทางตรงข้ามกับสถานีที่ 2 แนวปะการังเกาะร้านดอกไม้กลับมีอัตราการตกตะกอนที่ต่ำกว่าเกือบครึ่ง (443.8 g/sq.m/da) เป็นไปได้ว่าทิศทางของกระแสน้ำหลักที่ไหลในแนวทิศเหนือสู่ใต้ (southeast-monsoon

current) (สมยศ หล่อวิทยากร, 2541 ติดต่อบริษัท) จะพัดเอาตะกอนจากร่องน้ำที่มีกิจกรรมดังกล่าวสู่แนวปะการังทางทิศตอนใต้ (สถานีที่ 2) มากกว่าแนวปะการังที่อยู่ทางตอนบน

ส่วนแนวปะการังหินสั้มน้ำในสถานีที่ 4 พบว่าเป็นอีกที่หนึ่งที่มีอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยสูงรองจากสถานีที่ 2 (591.6 g/sq.m/day) โดยพบว่ามีอัตราการตกตะกอนในแนวปะการังสูงขึ้นในช่วงเดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูน้ำหลากและอัตราการตกตะกอนตลอดปีมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้าง ทั้งนี้ความแปรปรวนของอัตราการตกตะกอนน่าจะเกิดจากอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำที่อาจทำให้ตะกอนมีการฟุ้งกระจาย (resuspension) เมื่อพิจารณาข้อมูลปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำประกอบ จะเห็นว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยจะมีค่าสูงขึ้นตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงกรกฎาคมซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน ปริมาณตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำน่าจะมาจากการพัดพาของน้ำจืดจากแม่น้ำสายหลักทางตอนบน

การศึกษาถึงผลของการอัตราการตกตะกอนในระดับต่างต่อกันได้ถูกเสนอโดย Pastorok and Bilyard (1985) อ้างถึงใน (Hawker and Connell, 1989) ดังสรุปในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลของอัตราการตกตะกอนระดับต่างๆ ที่มีต่อชุมชนปะการัง

อัตราการตกตะกอน (g/sq.m/day)	ระดับของผลกระทบต่อแนวปะการัง
10 - 100	เล็กน้อย - ปานกลาง <ul style="list-style-type: none"> - ความอุดมสมบูรณ์ลดลง - มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของปะการัง - อัตราการเจริญเติบโตลดลง - อาจลดอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง - จำนวนชนิดอาจลดลง
100 - 500	ปานกลาง - รุนแรง <ul style="list-style-type: none"> - ความอุดมสมบูรณ์ลดลงอย่างมาก - อัตราการเจริญเติบโตลดลงอย่างมาก - ปะการังมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง - อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังลดลง - จำนวนชนิดลดลง - อาจมีการเพิ่มจำนวนของสิ่งมีชีวิตอื่นที่ทนต่อสภาพดังกล่าวได้

ตารางที่ 16 (ต่อ)

อัตราการตกตะกอน (g/sq.m/da)	ระดับของผลกระทบต่อแนวปะการัง
> 500	รุนแรง - วิกฤติ <ul style="list-style-type: none"> - ความอุดมสมบูรณ์ลดลงอย่างรุนแรง - เกิดความเสื่อมโทรมในแนวปะการัง - มีการตายเกิดขึ้นในปะการังหลายชนิด - อัตราการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังลดลงอย่างมาก - การสืบพันธุ์ช้าลงหรือหยุดการสืบพันธุ์ - เกิดการเปลี่ยนแปลงแทนที่โดยสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น

เห็นได้ว่าผลของตะกอนมากกว่า 500 g/sq.m/da ในระดับที่มีรุนแรงถึงวิกฤติ จะส่งผลกระทบต่อสมดุลระบบนิเวศของแนวปะการัง การเปลี่ยนแปลงแทนที่โดยสิ่งมีชีวิตอื่นจะเกิดขึ้นโดยจุดที่มีความรุนแรงที่สุดคือแนวปะการังหินกองกระโทงที่มีอัตราการตกตะกอนสูงถึง 882.8 g/sq.m/da แนวปะการังตอบสนองต่อภาวะดังกล่าวโดยการปรับโครงสร้างและองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตใหม่ชนิดที่มีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไป

พรมทะเล *Palythoa* spp. มีการตอบสนองต่อตะกอนแตกต่างจากปะการังและสัตว์เกาะติดอื่นๆ ที่อาศัยในแนวปะการัง ปะการังส่วนใหญ่ไม่สามารถทนต่ออัตราการตกตะกอนสูงๆ ได้เป็นระยะเวลาาน Staffor-Smith (1993) ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดตะกอนปะการังแข็ง ในประเทศออสเตรเลียของ พบว่าปะการัง เมื่ออัตราการตกตะกอนสูงถึง 200 mg/sq.cm (2000 g/sq.m) ปะการังที่ทดลองส่วนใหญ่ตายภายหลังจาก 6 วัน โดยปะการัง *Montipora aequituberculata*, *Porites lobata* และ *P. lutea* เป็นชนิดที่มีความทนทานต่อการตกตะกอนและสามารถฟื้นตัวได้เร็วที่สุด นอกจากนี้ Riegl (1995) ยังได้ทำการศึกษาผลของการทับถมของทรายต่อปะการังแข็ง (scleractinian) และปะการังอ่อน (alcyonacean) โดยพบว่าปะการังแข็งสามารถกำจัดทรายที่ตกทับได้ด้วยการใช้หนวดพัด (active sediment shedder) ส่วนปะการังอ่อนจะอาศัยกระแสในการพัดพาตะกอนออกจากโคโลนี (passive sediment shedder) นอกจากนี้ยังพบว่าฟองน้ำจะกำจัดอนุภาคตะกอนที่ตกทับโดยการเจริญโครงสร้างท่อหุ้ม Haywick and Mueller (1997) ในพรมทะเล พบว่าสามารถสะสมตะกอน (ทั่วไปขนาด $\leq 125 \mu\text{m}$) ไว้ภายในเนื้อเยื่อ ส่วนตะกอนที่มีขนาดใหญ่กว่าจะถูกกำจัดออกด้วยการพัดออกของหนวด (shedding)

แม้ว่าการศึกษานี้จะแสดงให้เห็นว่าการเจริญของพรมทะเลชนิด *Palythoa caesia* ในสภาวะที่
ควบคุม มีความสัมพันธ์กับอัตราการตกตะกอน และปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตาม
ตามยังไม่สามารถบ่งบอกถึงปัจจัยจำกัดที่ควบคุมการเจริญเติบโตในสภาวะแท้จริงในธรรมชาติได้ ทั้งนี้
การเปลี่ยนแปลงของขนาดโคโลนีพรมทะเลอาจเป็นผลจากหลายปัจจัยที่มีความซับซ้อนร่วมกัน เช่นจาก
การเปลี่ยนแปลงตามช่วงฤดูกาล ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตอื่นๆ (interspecific competition)
(Benayahu and Loya, 1981) ลักษณะของถิ่นที่อยู่ในแนวปะการัง รวมถึงรูปแบบของสารปนเปื้อนจากกิจ
กรรมของมนุษย์ในระบบนิเวศแนวปะการังด้วย

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กรมประมง. 2542. แผนที่แนวปะการังในน่านน้ำไทย เล่มที่ 1 อ่าวไทย. โครงการจัดการทรัพยากรประมง. 284 หน้า.

กรมประมง. 2542. แผนที่แนวปะการังในน่านน้ำไทย เล่มที่ 2 ทะเลอันดามัน. โครงการจัดการทรัพยากรประมง. 198 หน้า.

ชนม์ ภูสุวรรณ. 2538. โครงสร้างและสภาพแนวปะการังบริเวณหาดเจ้าหลาว อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี. ปัญหาพิเศษระดับปริญญาตรี ภาควิชาวาริชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. 50 หน้า.

นิพนธ์ พงศ์สุวรรณ และอุกกฤติ สตมฺมินทร์. 2537. การติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังเกาะภูเก็ตและบริเวณใกล้เคียง. ใน รายงานโครงการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเลจังหวัดภูเก็ต บริเวณหาดป่าตอง กระรน กระตะ. สถาบันวิจัยชีววิทยาและประมงทะเลภูเก็ต.

นลินี ทองแถม. 2539. ผลของน้ำทิ้งต่อระบบนิเวศแนวปะการังบริเวณอ่าวป่าตอง จังหวัดภูเก็ต. วิทยานิพนธ์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 179 หน้า.

ถนอมศักดิ์ บุญภักดี. 2537. การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหารและผลผลิตขั้นปฐมภูมิในแนวปะการังบริเวณเกาะครก และเกาะสาก จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 179 หน้า.

สำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2544. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2543. โรงพิมพ์วิฑูรย์การปก. กรุงเทพฯ. 261 หน้า

ภาษาอังกฤษ

Benayahu, Y and Y. Loya. 1981. Competition for space among coral-reef sessile organisms at Eilat, Red Sea. *Bull. Mar. Sci.*, 3(3): 514-522 pp.

Burnett, W.J., J.A.H. Henzie, J.A. Beardmore and J.S. Ryland. 1997. Zoanthids (Anthozoa, Hexacorallia) from the Great Barrier Reef and Torres Strait, Australia: systematics and key to species. *Coral Reefs.*, 16: 55-68.

Carter, J. 1994. Training module: Coral reef management issues. Marine Science Education Project. Indonesia

Carteton, J.H. and T.J. Done. 1995. Quantitative video sampling of coral reef benthos: Large-scale application. *Coral Reefs.*, 14: 35-46 pp.

Claik, W., R. Kenchington, G. Kelleher. 1990. Coral reef management. *Ecosystem of the world* 25. Edited by Z. Dubinsky. Elsevier. 453-468.

Constanz, B.R. 1986. Coral skeleton construction: A physiochemically dominated process. *Palaios*. 1: 152-157.

Cortes, N.J. 1981. The coral reef at Cahuita, Costa Rica: A reef under stress. Master Degree Thesis, McMaster University, Canada.

Crossland, C.J. 1983. Dissolved nutrient in the coral reef. In D.J. Barnes (ed.), *Perspectives on coral reef*. The Australian Institute of Marine Science.

Ditlev, H. 1976. Stony corals (Coelenterata: Scleractinia) from the west coast of Thailand. *Phuket Mar. Biol. Cent. Res. Bull.*, No. 13, 14 pp.

- Fagerstrom, J.A. 1983. The evolution of coral communities. A. Willey-Interscience Publication, NY. 560 pp.
- Gleibs, S and D. Mebs. 1999. Distribution and sequestration of palytoxin in coral reef animals. *Toxicon.*, 37: 1521-1527 pp.
- Glynn, P W. and R.H. Stewart. 1973. Distribution of coral reefs in the Pearl Islands (Gulf of Panama) in relation to thermal condition. *Limnol. Oceanor.* 18 (3): 367-379.
- Goreau, T. 1961. Problem of growth and calcium deposition in reef corals. *Endeavour*: 32-39.
- Hallock P. and W. Schlager. 1986. Nutrient excess and the demise of coral reefs and carbonate platforms. *Palaios.*, 1: 389-398.
- Hawker, D.W. and D.W. Connell. 1989. An evaluation of the tolerance of corals to nutrients and related water quality characteristics. *Int. Jour. Envi. Stu.* 34: 179 pp.
- Haywick, D.W. and E.M. Mueller. 1997. Sediment retention in encrusting *Palythoa* spp.-a biological twist to a geological process. *Coral Reefs*, 16: 39-46 pp.
- Jokiel, P.L., C.L. Hunter, S. Taguchi and L. Watarai. 1993. Ecological impact of a fresh-water "reef kill" in Kaneohe Bay, Oahu, Hawaii. *Coral Reefs*, 12: 177-184 pp.
- Kleypas, J.A. 1996. Coral reefs development under naturally turbid conditions: fringing reefs near Broad Sound, Australia. *Coral Reefs*, 15: 153-167 pp.
- Loya, Y. 1975. Possible effects of water pollution on the community structure of Red Sea corals. *Mar. Bio.*, 29: 177-185 pp.

- Loya, Y. 1976. Effects of water turbidity and sedimentation on the community structure of Puerto Rican corals. *Bull. Mar. Sci.*, 26(4): 450-466 pp.
- Loya, Y. 1978. Plotless and transect methods. In: D.R. Stoddart and R.F. Johannes (ed.). *Coral Reefs: Research Methods*. UNESCO, Paris. 197-217 pp.
- Monro, J.L. and D.M. William 1985. Assessment and management of coral reef fisheries: Biological, environment and socio-economic aspects. *Proceeding of the 5th International Coral Reef Congress, Tahiti*. 4: 545-565 pp.
- Poosuwan, C. 1999. Temporal variation in the coral reefs of the east coast of the Inner Gulf of Thailand. *Master Degree Thesis, Department of Biological Sciences, Brock University, Canada*. 217 pp.
- Riegl, B. 1995. Effects of sand deposition on scleractinian and alcyonacean corals. *Mar. Bio.*, 121: 517-526 pp.
- Risk, M.J. 1972. Fish diversity on a coral reef in the Virgin Islands. *Atoll Res. Bull.*, 153: 1-6.
- Sakai, K. T. Yeemin, A. Snidvongs, K. Yamazato and M. Nishihira. 1986. Distribution and community structure of hermatypic corals in the Sichang Islands, inner part of the Gulf of Thailand. *Galaxea*, 5: 27-74 pp.
- Smith, S.V. 1984. Phosphorus versus nitrogen limitation in the marine environment. *Limnol. Oceanogr.* 29: 1149-1160.
- Smith, F.G.W. 1976. *Atlantic reef corals*. University of Miami Press. Coral Gables, Florida. 164 pp.

- Srithunya, S., S. Muchacheep, S. Sirirattanachai and V.Harden. 1981. Pattern of distribution and correlated parameters of corals in coral reefs at Koh Lan, Chonburi. Thailand (Preliminary report). Proceeding of 4th International Coral Reef Symposium. Manila., 2: 309-313 pp.
- Stafford-Smith, M.G. 1993. Sediment-rejection efficiency of 22 species of Australian scleractinian corals. *Mar. Bio.*, 115: 229-243 pp.
- Stambler, N., N. Popper, Z. Dubinsky and J. Stimson. 1991. Effect of nutrient enrichment and water motion on the coral *Pocillopora damicornis*. *Pac. Sci.* 45:299-307.
- Suchanek, T.H. 1981. Interspecific competition between *Palythoa caribaeorum* and other sessile invertebrates on St. Croix Reefs, U.S. Virgin Island. Proceeding of the 4th International Coral Reef Symposium, Manila. 2: 679-684 pp.
- Sudara, S., T. Thamrongnawasawat and C. Suchanuluk. 1991. Artificial classification of coral communities in the Gulf of Thailand. Proc. Reg. Symp. on Living Resources in Coastal Areas. Marine Science Institute. University of Philippines. 21-25 pp.
- Tomascik, T. 1993. Coral reef ecosystem: Environmental management guidelines. EMDI Environmental Report No. 35.
- Tomascik, T and F. Sander. 1985. Effect of eutrophication on reef-building coral. II. Structure of scleractinian coral communities on fringing reefs, Barbados, West Indies. *Mar. Biol.*, 94: 53-75 pp.
- Veron, J.E.N. 1986. Coral of Australia and the Indo-Pacific. University of Hawaii Press. Honolulu. 644 pp.

Wittenberg, M and W. Hunte. 1992. Effect of eutrophication and sedimentation on juvenile corals. I. Abundance, mortality and community structure. *Mar. Biol.*, 112: 131-138.

ภาคผนวกที่ 1
ข้อมูลคุณภาพน้ำ
ระหว่างเดือนธันวาคม 2543 - พฤศจิกายน 2544

อุณหภูมิผิวน้ำทะเล (องศาเซลเซียส)	สถานีที่ 4	สถานีที่ 3	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
ธันวาคม_43	26.0	26.0	26.0	26.0	25.0
มกราคม_44	27.0	27.0	27.0	27.0	26.0
กุมภาพันธ์_44	27.0	27.0	26.0	26.0	26.0
มีนาคม_44	28.0	28.0	28.0	28.0	27.0
เมษายน_44	29.0	29.0	28.0	28.0	26.0
พฤษภาคม_44	29.0	29.0	28.0	28.0	28.0
มิถุนายน_44	28.0	28.0	28.0	28.0	28.0
กรกฎาคม_44	28.0	28.0	29.0	29.0	29.0
สิงหาคม_44	27.0	27.0	27.0	27.0	29.0
กันยายน_44	26.0	26.0	28.0	28.0	26.0
ตุลาคม_44	27.0	27.0	27.0	27.0	27.0
พฤศจิกายน_44	28.0	28.0	26.0	26.0	28.0

ความเค็ม (ppt)	สถานีที่ 4	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
ธันวาคม_43	29	31	31	29	32
มกราคม_44	30	31	31	30	33
กุมภาพันธ์_44	30	30	30	30	30
มีนาคม_44	29	30	30	29	31
เมษายน_44	29	31	31	29	30
พฤษภาคม_44	28	31	31	28	30
มิถุนายน_44	28	31	31	28	30
กรกฎาคม_44	29	31	31	29	30
สิงหาคม_44	29	30	30	29	30
กันยายน_44	30	30	30	30	32
ตุลาคม_44	30	30	30	30	33
พฤศจิกายน_44	30	30	30	30	33

การส่องสว่าง (m)	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
ธันวาคม_43	4	2	4	4	5
มกราคม_44	5	2	5	5	6
กุมภาพันธ์_44	6	2	6	6	4
มีนาคม_44	5.5	2	5.5	5.5	5
เมษายน_44	6	3	6	6	4
พฤษภาคม_44	5	3	5	5	3.5
มิถุนายน_44	6	3.5	6	6	3
กรกฎาคม_44	5	4	5	5	2
สิงหาคม_44	5	3.5	5	5	4.5
กันยายน_44	4.5	4	4.5	4.5	4.5
ตุลาคม_44	4	2.5	4	4	5
พฤศจิกายน_44	5	3	5	5	5

ของแข็งแขวนลอย (mg-DW/l)	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
ธันวาคม_43	10.5	40.5	20.8	13.5	12.1
มกราคม_44	15.8	32.1	22	5.5	0.1
กุมภาพันธ์_44	16.2	30.1	0.5625	2.75	3.125
มีนาคม_44	15.9	15.4	16.2	19.6	16.5
เมษายน_44	23.4	36.1	25.9	43.7	45.4
พฤษภาคม_44	30	28.1	22.1	50.1	13
มิถุนายน_44	26.2	28	15.6	45.1	35.7
กรกฎาคม_44	26.5	27.2	16.3	20.1	20.2
สิงหาคม_44	30	18.5	20.4	18.5	24.4
กันยายน_44	26.5	32.3	26.1	22.1	10.2
ตุลาคม_44	20.5	34.2	30.2	24.2	28.7
พฤศจิกายน_44	23.8	49.3	28.5	15.6	28.5

อัตราการตกตะกอน (g/sq.m/da)	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
ธันวาคม_43	796.0	685.0	203.0	556.0	230.0
มกราคม_44	953.0	452.0	215.0	785.0	120.0
กุมภาพันธ์_44	861.0	635.0	221.0	659.0	156.0
มีนาคม_44	565.0	897.0	608.0	785.0	780.0
เมษายน_44	596.0	1021.0	201.0	723.0	105.0
พฤษภาคม_44	771.0	1124.0	335.0	256.0	365.0
มิถุนายน_44	256.0	335.0	568.0	965.0	427.0
กรกฎาคม_44	123.0	569.0	745.0	245.0	356.0
สิงหาคม_44	236.0	562.0	658.0	332.0	987.0
กันยายน_44	894.0	778.0	458.0	325.0	784.0
ตุลาคม_44	125.0	1256.0	332.0	687.0	447.0
พฤศจิกายน_44	365.0	1560.0	875.0	781.0	568.0

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l)	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
ธันวาคม_43	7.2	5.5	7.2	5.4	6.6
มกราคม_44	6.5	6.8	5.6	6.3	7.5
กุมภาพันธ์_44	7.44	10.4	9.6	7.7	8.8
มีนาคม_44	5.8	7.5	8.4	7.4	8.9
เมษายน_44	7.2	7	7.3	7.3	7.2
พฤษภาคม_44	7	7.2	8.1	8.1	8
มิถุนายน_44	6.2	6.2	7.4	6.2	8.4
กรกฎาคม_44	5.2	5.4	7.4	8.4	8.5
สิงหาคม_44	6.8	6.3	5.2	5.4	7.3
กันยายน_44	7.2	5.5	7.1	10.4	6.1
ตุลาคม_44	7.1	4.5	7	7.5	5.3
พฤศจิกายน_44	7.1	8.1	7	7	5.6

แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\mu\text{g-at/l}$)	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
ธันวาคม_43	0.12	0.05	0.08	0.17	0.08
มกราคม_44	0.1	0.05	0.09	0.20	0.11
กุมภาพันธ์_44	0.06	0.10	0.09	0.16	0.08
มีนาคม_44	0.08	0.07	0.06	0.08	0.11
เมษายน_44	0.06	0.06	0.16	0.05	0.09
พฤษภาคม_44	0.07	0.11	0.09	0.07	0.09
มิถุนายน_44	0.10	0.09	0.10	0.10	0.30
กรกฎาคม_44	0.33	0.05	0.12	0.12	0.25
สิงหาคม_44	0.01	0.02	0.16	0.16	0.04
กันยายน_44	0.03	0.07	0.2	0.05	0.07
ตุลาคม_44	0.09	0.24	0.06	0.10	0.04
พฤศจิกายน_44	0.07	0.43	0.25	0.11	0.10

ไนโตรท-ไนโตรเจน ($\mu\text{g-at/l}$)	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
ธันวาคม_43	0.04	0.04	0.04	0.04	0.00
มกราคม_44	0.05	0.05	0.05	0.05	0.01
กุมภาพันธ์_44	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
มีนาคม_44	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
เมษายน_44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
พฤษภาคม_44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
มิถุนายน_44	0.04	0.04	0.04	0.04	0.02
กรกฎาคม_44	0.08	0.08	0.08	0.00	0.01
สิงหาคม_44	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
กันยายน_44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
ตุลาคม_44	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
พฤศจิกายน_44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01

ไนเตรท-ไนโตรเจน ($\mu\text{g-at/l}$)	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
ธันวาคม_43	0.06	0.09	0.05	0.12	0.08
มกราคม_44	0.10	0.08	0.08	0.04	0.10
กุมภาพันธ์_44	0.06	0.10	0.06	0.07	0.09
มีนาคม_44	0.03	0.10	0.04	0.06	0.05
เมษายน_44	0.01	0.09	0.07	0.65	0.02
พฤษภาคม_44	0.06	0.02	0.16	0.06	0.19
มิถุนายน_44	0.09	0.01	0.18	0.02	0.09
กรกฎาคม_44	0.09	0.09	0.10	0.06	0.21
สิงหาคม_44	0.12	0.20	0.11	0.04	0.10
กันยายน_44	0.13	0.09	0.13	0.10	0.02
ตุลาคม_44	0.16	0.12	0.07	0.20	0.09
พฤศจิกายน_44	0.16	0.14	0.07	0.1	0.01

ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ($\mu\text{g-at/l}$)	สถานีที่ 1	สถานีที่ 2	สถานีที่ 3	สถานีที่ 4	สถานีที่ 5
ธันวาคม_43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
มกราคม_44	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
กุมภาพันธ์_44	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
มีนาคม_44	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00
เมษายน_44	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
พฤษภาคม_44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
มิถุนายน_44	0.00	0.00	0.00	0.09	0.01
กรกฎาคม_44	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
สิงหาคม_44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
กันยายน_44	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
ตุลาคม_44	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
พฤศจิกายน_44	0.02	0.02	0.02	0.02	0.00

ภาคผนวกที่ 2
มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล

Classification of Coastal Waters

Class	Description
1	<p>Preservation Areas</p> <p>The water is preserved as natural conditions and its beneficial uses include the following:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Scientific research and/or demonstration. These activities, such as scientific observation, monitoring, etc., must not alter the natural surroundings. 2. Activities related to aesthetic and natural beauty. <p>Activities related to management and conservation which do not alter the environment.</p>
2	<p>Coral conservation in coral communities area</p>
3	<p>Conservation of other natural resources such as mangrove, wildlife habitat, reproduction zone, nursery zone, and nutrition zone for marine organisms.</p>
4	<p>Areas for coastal aquaculture activities such as shellfish, prawns, fish.</p>
4	<p>Water contact sport, such as swimming.</p>
6	<p>Water proximity sport, such as sailing.</p>
3	<p>Industrial zone where water is used for industrial activities such as mining or used as receiving water for industrial effluent. After effluent discharge, the water quality must be within set standards.</p>

Coastal Water Quality Standards

Parameter	Unit	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Class 8	Methods for Examination
Settleable solids	-	n	NOB	NOB	NOB	NOB	NOB	NOB	NOB	Visual Testing
Floatable oil/grease	n	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	Visual Testing
Color/odor	-	-	-	-	NOB	NOB	NOB	NOB	NOB	color-Visual Testing odor-Organoleptic
Temperature	-	n	»33.0	»33.0	»33.0	»33.0	»33.0	n	±3.0	Thermometer
Acidity	-	n	7.5 - 8.9	7.5 - 8.5	7.5 - 8.9	7.5 - 8.5	7.5 - 8.9	n	n	Electrometric pH Meter
Transparency	ppt	n	29-35	»10%	»10%	»10%	»10%	n	-	Refractometer
Dissolved Oxygen (DO)	mg/l	n	±10%	±10%	»10%	±10%	»10%	±10%	-	White Secchi Disc, Diameter 30 cm. Azide Modification
Total Coliform Bacteria	MPN/100 ml	n	-	-	»1,000	-	»1,000	»1,000	-	Multiple Tube Fermentation Technique
Fecal coliform Bacteria	MPN/100 ml	n	n	»4	n	»4	n	n	-	Multiple Tube Fermentation Technique
O ₃ -N	mg/l									Cadmium Reduction

Coastal Water Quality Standards

Parameter	Unit	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Class 3	Class 4	Class 3	Class 6	Class 4	Methods for Examination
PO ₄ -P	mg/l	n	n	n	n	n	n	n	n	n	Ascorbic Acid
Mercury (Hg)	mg/l	n	»0.0001	»0.0001	»0.0001	-	»0.0001	-	-	»0.0001	Atomic Absorption Cold Vapour Technique
Cadmium (Cd)	mg/l	n	»0.005	»0.005	»0.005	»0.005	»0.005	-	-	»0.005	Atomic Absorption Spectrophotometry (Flameless Technique)
Chromium	mg/l	n	»0.1	»0.1	»0.1	»0.1	»0.1	-	-	**	Atomic Absorption Spectrophotometry (Flameless Technique)
Chromium avalent	mg/l	n	»0.05	»0.05	»0.05	»0.05	»0.05	-	**	»0.1	Atomic Absorption Spectrophotometry (Flameless Technique)
Lead (Pb)	mg/l	n	»0.05	»0.05	»0.05	»0.05	»0.05	n	**	**	Atomic Absorption Spectrophotometry (Flameless Technique)

Coastal Water Quality Standards

Parameter	Unit	Class 1	Class 2	Class 4	Class 4	Class 5	Class 6	Class 7	Methods for Examination
Copper (Cu)	mg/l	-	»0.05	»0.05	»0.05	**	-	**	Atomic Absorption Spectrophotometry (Flame Technique)
Manganese	mg/l	n	»0.1	»0.1	»0.1	-	-	**	Atomic Absorption Spectrophotometry (Flame Technique)
Zinc (Zn)	mg/l	n	»0.1	»0.1	»0.1	**	-	**	Atomic Absorption Spectrophotometry (Flame Technique)
Iron (Fe)	mg/l	-	»0.3	»0.3	»0.1	-	n	**	Atomic Absorption Spectrophotometry (Flame Technique)
Residue Cl ₂	mg/l	-	»0.01	»0.05	»0.05	**	-	**	Iodometric Method
Phenols	mg/l	-	»0.05	»0.05	»0.05	-	-	**	Distillation, 4-Amino antipyrène
NH ₃	mg/l	-	»0.1	»0.1	»0.1	-	n	-	Distillation Nesslerization
Sulfide	mg/l	-	»0.01	»0.01	»0.01	-	**	**	Colorimetric, Methylene Blue
CN	mg/l	-	»0.01	»0.01	»0.01	-	**	-	Pyridine- Babbituric Acid

Coastal Water Quality Standards

Parameter	Unit	Class 1	Class 2	Class 2	Class 4	Class 6	Class 6	Class 7	Methods for Examination
PCB	mg/l	n	n	n	n	n	n	**	Gas-Chromatography
Total organot esticides	ug/l	**	»0.05	»0.05	»0.05	-	-	**	Gas-Chromatography
Radioactivity		n	n	n	n	n	n	**	Low Background Proportional Counter
Alpha Gross	Becquerel/l	n	»0.1	»0.1	»0.1	-	-	**	
Beta Gross	Becquerel/l	n	»0.1	»0.1	»0.1	-	-	**	

Remarks: NOB = not objectionable NV = not visible n = natural condition * = natural floatable solids not included ** = may be established as necessary » = more than « = not less than ± = change from natural condition Base on Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater recommended by

APHA : American Public Health Association, AWWA : American Water Works Association and WPCF : Water Pollution Control Federation

Source: Notification of the National Environmental Board No.7, dated January 20, B.E.2537

(1994), issued under the Enhancement and Conservation of National Environmental

Quality Act B.E.2535(1992), published in the Royal Government Gazette Vol. 111,

Part 16, dated February B.E.2537 (1994).