ความสามารถของเทคนิคการสำรวจระยะไกล ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของแนวปะการัง ในระยะยาวบริเวณเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

นางสาวมาฆมาส สุทธาชีพ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548
ISBN 974-14-2102-8
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CAPABILITY OF REMOTE SENSING TECHNIQUES FOR LONG-TERM MONITORING OF CORAL REEF CONDITIONS AT KO TAO, SURAT THANI PROVINCE

Miss Makamas Sutthacheep

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Environmental Science
(Inter-Department)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2005

ISBN 974-14-2102-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ความสามารถของเทคนิคการสำรวจระยะไกล ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของแนวปะการังในระยะยาวบริเวณเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี
โดย	นางสาวมาฆมาส สุทธาชีพ
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. ศุภิชัย ตั้งใจตรง
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์ ดร. ธรรมศักดิ์ ยีมิน

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ม.ร.ว. กัลยา ติงศภัทิย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. ศุภิชัย ตั้งใจตรง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(อาจารย์ ดร. ธรรมศักดิ์ ยีมิน)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร. สัญญา สราภิรมย์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มาฆมาส สุทธาชีพ : ความสามารถของเทคนิคการสำรวจระยะไกล ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของแนวปะการังในระยะยาวบริเวณเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี: (CAPABILITY OF REMOTE SENSING TECHNIQUES FOR LONG-TERM MONITORING OF CORAL REEF CONDITIONS AT KO TAO, SURAT THANI PROVINCE), อ. ที่ปรึกษา: อ. ดร.ศุภิชัย ตั้งใจตรง, อ. ที่ปรึกษาร่วม: อ. ดร. ธรรมศักดิ์ ยีมิน, 146 หน้า. ISBN : 974-14-2102-8

การศึกษาความสามารถของเทคนิคการสำรวจระยะไกลในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของแนวปะการังในระยะยาวบริเวณเกาะเต่า จังหวัดสุราฎร์ธานี มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อประเมินประสิทธิภาพของการใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลของดาวเทียม LANDSAT 5 TM และ LANDSAT 7 ETM+ ในการประเมินสถานภาพและติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการัง โดยการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียม การศึกษาสำรวจในภาคสนาม และการศึกษาข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม จากการวิเคราะห์ภาพถ่ายดาวเทียมในปี พ.ศ. 2541 พ.ศ 2542 พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2548 ในบริเวณหาดทรายรี อ่าวแม่หาด อ่าวโฉลกบ้านเก่า อ่าวเทียน และเกาะนางญวน โดยการใช้อัตราส่วนช่วงคลื่นในรูปสีผสมที่ให้ความแตกต่างของข้อมูล ได้แก่ 3 2 1 (RGB) วิเคราะห์และจำแนกแบบ Supervised Classification ด้วยวิธี Maximum likelihood สามารถจำแนกองค์ประกอบของแนวปะการังได้ 4 ชนิด ได้แก่ ปะการังมีชีวิต องค์ประกอบอื่นในแนวปะการังที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต พื้นทรายในแนวปะการัง และหาดทราย โดยมีค่าความถูกต้องทั้งหมด (Overall accuracy) 60 – 67% พื้นที่ปะการังมีชีวิตลดลงมากเนื่องจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวในปี พ.ศ. 2541 การฟื้นตัวของแนวปะการังในปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2548 มีความแตกต่างกันในแต่ละสถานีศึกษา โดยพื้นที่ปะการังมีชีวิตบริเวณหาดทรายรีและเกาะนางญวนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน แต่ในบริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า อ่าวเทียน และอ่าวแม่หาดไม่มีการเปลี่ยนแปลง ข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคมจากการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์นักท่องเที่ยว ผู้ประกอบการธุรกิจท่องเที่ยว และชาวประมง สามารถใช้เป็นตัวชี้วัดในการวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังในแต่ละพื้นที่ ซึ่งเป็นผลกระทบจากการท่องเที่ยว การประมง และการพัฒนาชายฝั่ง

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต.....
(สหสาขาวิชา) ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2548 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4589127420 : MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE
KEYWORD: REMOTE SENSING/ CORAL REEF/ CORAL BLEACHING

MAKAMAS SUTTHACHEEP : CAPABILITY OF REMOTE SENSING TECHNIQUES FOR LONG-TERM MONITORING OF CORAL REEF CONDITIONS AT KO TAO, SURAT THANI PROVINCE. THESIS ADVISOR: SUPICHAI TANGJAITRONG, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: THAMASAK YEEMIN, D.Sc., 146 pp. ISBN : 974-14-2102-8

A study on capability of remote sensing techniques for long-term monitoring of coral reef conditions at Ko Tao, Surat Thani Province aimed to evaluate effectiveness of using LANDSAT 5 TM and LANDSAT 7 ETM+ for assessment of coral reef conditions and monitoring coral community changes at Ko Tao Island, Surat Thani Province by integrating information from satellite imagery, field survey and socio-economic study. Based on analysis of images in 1997, 1998, 2002 and 2005 at Hat Sai Ri, Ao Mae Hat, Ao Chalok Ban Kao, Ao Thian and Ko Nang Yuan using band ratios and color composition of bands 3 2 and 1 (RGB), supervised classification with maximum likelihood classifier revealed that four components of coral reef were detected, i.e., live coral, other hard substrate component except coral, soft bottom in coral reef and sandy beach with the overall accuracy ranges 60 – 67%. Live coral areas decreased remarkably due to mainly the severe coral bleaching phenomenon in 1998. Recovery of coral reefs in 2002 and 2005 were different among the study sites. Live coral areas at Hat Sai Ri and Ko Nang Yuan increased considerably while those at Ao Chalok Ban Kao, Ao Thian and Ao Mae Hat were no change. Socio-economic information from questionnaires and interviews of tourists, tourism companies and fishermen could be used as an indicator of coral community changes due to impacts of tourism, fishery, and coastal development activities at particular study sites.

Field of study Environmental Science (Inter-Department)
Academic year 2005

Student's signature Makamas Sutthacheep
Advisor's signature Supichai Tangjaitrong
Co-advisor's signature Thamasak Yeemin

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร. ศุภิชัย ตั้งใจตรง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยาพนธ์ และอาจารย์ ดร. ธรรมศักดิ์ ยีมิน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำในการทำงานจนวิทยานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้าในฐานะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์ อาจารย์ ดร. สัญญา สราภิรมย์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุชนา ชวนิชย์ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนให้คำแนะนำจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคุณวัชรี สมันเลาะห์ ในการสนับสนุนข้อมูล และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอขอบพระคุณสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM และ LANDSAT 7 ETM+

มหาวิทยาลัยรามคำแหง สนับสนุนทุนพัฒนาบุคลากรในการศึกษาต่อระดับปริญญญาโท

ขอขอบคุณกลุ่มวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเล มหาวิทยาลัยรามคำแหง ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ การสำรวจในภาคสนาม และทุนสนับสนุน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ และขอขอบคุณพี่และน้องที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนในด้านต่างๆ จนส่งผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ฌ

สารบัญภาพ.....ญ

บทที่

1 บทนำ.....1

วัตถุประสงค์.....2

ขอบเขตของการศึกษา.....2

สมมติฐาน.....2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 ระบบนิเวศแนวปะการัง.....4

2.1.1 รูปแบบของแนวปะการัง.....4

2.1.2 การแบ่งเขตแนวปะการัง.....6

2.1.3 ปัจจัยที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม.....7

2.2 การสำรวจแนวปะการัง.....11

2.3 เทคนิคการสำรวจข้อมูลระยะไกล.....12

2.4 ลักษณะการสะท้อนแสงของแนวปะการัง.....14

2.5 การทำแผนที่แนวปะการังโดยวิธีการสำรวจระยะไกล.....15

2.6 การประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลเพื่อศึกษาแนวปะการังในประเทศไทย.....16

2.7 การสำรวจระยะไกลเพื่อการจัดการแนวปะการัง.....18

3 วิธีดำเนินการวิจัย.....25

3.1 การจัดเตรียมและการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น.....25

หน้า

3.2 พื้นที่ศึกษา……26
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล.....31
3.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังโดยอ้างอิงข้อมูล
ทางเศรษฐกิจและสังคม……...38
4 ผลการศึกษา……...41
4.1 การจัดเตรียมข้อมูลเบื้องต้น……..…..……41
4.2 การวิเคราะห์แปลผล……42
4.3 การสำรวจภาคสนามเบื้องต้น……...48
4.4 การแปลผลและการจำแนก……..58
4.5 การเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการัง……71
4.6 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังโดยอ้างอิงข้อมูล
ทางเศรษฐกิจและสังคม……...79
4.6.1 การวิเคราะห์แบบสอบถามสำหรับนักท่องเที่ยว……80
4.6.2 การวิเคราะห์แบบสอบถามสำหรับผู้ประกอบการท่องเที่ยว……..86
4.6.3 การวิเคราะห์แบบสอบถามสำหรับชาวประมง……..93
5 สรุป อภิปรายผลการศึกษา แลข้อเสนอแนะ……101
5.1 การวิเคราะห์และการประมวลผลภาพดาวเทียม.....101
5.2 การติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการัง.....104
5.3 การเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังโดยอ้างอิงข้อมูล
ทางเศรษฐกิจและสังคม……..108
5.3.1 สรุปผลวิจัยสำหรับนักท่องเที่ยว.....108
5.3.2 สรุปผลการวิจัยสำหรับผู้ประกอบการธุรกิจการท่องเที่ยว.....109
5.3.3 สรุปผลการวิจัยสำหรับชาวประมง……...112
5.4 การใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลในการติดตามตรวจสอบ
แนวปะการัง.....114
5.5 ข้อเสนอแนะ.....115
รายการอ้างอิง……...……117
ภาคผนวก……..127
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์……146

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลในการศึกษาระบบนิเวศแนวปะการัง.....20
ตารางที่ 2.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสำรวจระยะไกลในการตรวจวัดลักษณะทางกายภาพ.....21
ตารางที่ 2.3 สรุปประเด็นด้านนิเวศวิทยาแนวปะการังที่มีการศึกษาโดยการสำรวจระยะไกล.....22
ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะช่วงคลื่นแสงของข้อมูลเชิงตัวเลขจากภาพ LANDSAT 5 TM
และ 7 ETM+……..…25
ตารางที่ 3.2 การประเมินความถูกต้องด้วยวิธี Kappa statistics……..…….…….37
ตารางที่ 4.1 แสดงความสว่างค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของวัตถุที่ทำการสำรวจ
ในแต่ละองค์ประกอบ ของปี พ.ศ. 2548……..……..54
ตารางที่ 4.2 แสดงความสว่างค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของวัตถุที่ทำการสำรวจ
ในแต่ละองค์ประกอบของปี พ.ศ. 2545……..…..57
ตารางที่ 4.3 แสดงความสว่างค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของวัตถุที่ทำการสำรวจ
ในแต่ละองค์ประกอบ ของปี พ.ศ. 2541……..…….59
ตารางที่ 4.4 แสดงความสว่างค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของวัตถุที่ทำการสำรวจ
ในแต่ละองค์ประกอบของปี พ.ศ. 2542……...……...……..…..……..60
ตารางที่ 4.5 ความคิดเห็นและการปฏิบัติเกี่ยวกับการทำการประมง.....95
ตารางที่ 5.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปะการังมีชีวิต
ในช่วงปี พ.ศ. 2541 – พ.ศ. 2548…….....99
ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปะการังมีชีวิต
จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม และการประเมินระดับของ
กิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อแนวปะการัง.....113

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แนวปะการังริมฝั่ง (Fringing Reefs)……5
2.2 แนวปะการังแบบกำแพง (Barrier Reefs)……..5
2.3 แนวปะการังแบบวงแหวน (Atoll)……5
2.4 การแบ่งเขตในแนวปะการัง.....7
2.5 วิธีการสำรวจแนวปะการังแบบ Manta Tow……...12
2.6 วิธีการสำรวจแนวปะการังแบบ Line transect……12
2.7 การจัดการแนวปะการังโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล.....23
3.1 แผนที่แสดงบริเวณศึกษา เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี.....28
3.2 ภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM และ LANDSAT 7 ETM+
บริเวณหมู่เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี……..31
4.1 ตัวอย่างภาพการหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์ และการผสมช่วงคลื่น
ของ ปี พ.ศ. 2548.....43
4.2 ภาพสีผสมแบนด์ 3, 2, 1 (R G B) ของวันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2541……...44
4.3 ภาพสีผสมแบนด์ 3, 2, 1 (R G B) ของวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542……45
4.4 ภาพสีผสมแบนด์ 3, 2, 1 (R G B) ของวันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2545……..46
4.5 ภาพสีผสมแบนด์ 3, 2, 1 (R G B) ของ วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548…….....47
4.6 สภาพแนวปะการังบริเวณเกาะนางญวน……48
4.7 สถานภาพแนวปะการังบริเวณหาดทรายรี……..49
4.8 สถานภาพปะการังบริเวณอ่าวแม่หาด……50
4.9 สถานภาพแนวปะการังบริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า……....51
4.10 สถานภาพแนวปะการังบริเวณอ่าวเทียน.....52
4.11 (บน) แสดงลักษณะความลาดชันของพื้นแนวปะการังตามแนวตัดตามขวาง
บริเวณเกาะนางญวน
(ล่าง) แสดงองค์ประกอบต่างๆ ที่ครอบคลุมพื้นที่ในแนวปะการังบริเวณ
เกาะนางญวน ……..53
4.12 (บน) แสดงลักษณะความลาดชันของพื้นแนวปะการังตามแนวตัดตามขวาง
บริเวณหาดทรายรี
(ล่าง) แสดงองค์ประกอบต่างๆ ที่ครอบคลุมพื้นที่ในแนวปะการังบริเวณ
หาดทรายรี ……..54

ภาพที่ **หน้า**

4.13 (บน) แสดงลักษณะความลาดชันของพื้นแนวปะการังตามแนวตัดตามขวาง
บริเวณอ่าวแม่หาด
(ล่าง) แสดงองค์ประกอบต่างๆ ที่ครอบคลุมพื้นที่ในแนวปะการังบริเวณ
อ่าวแม่หาด …….....55
4.14 (บน) แสดงลักษณะความลาดชันของพื้นแนวปะการังตามแนวตัดตามขวาง
บริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า
(ล่าง) แสดงองค์ประกอบต่างๆ ที่ครอบคลุมพื้นที่ในแนวปะการังบริเวณ
อ่าวโฉลกบ้านเก่า …….....56
4.15 (บน) แสดงลักษณะความลาดชันของพื้นแนวปะการังตามแนวตัดตามขวาง
บริเวณอ่าวเทียน
(ล่าง) แสดงองค์ประกอบต่างๆ ที่ครอบคลุมพื้นที่ในแนวปะการังบริเวณ
อ่าวเทียน …….....57
4.16 พื้นที่ปกคลุมของปะการังมีชีวิต ชนิดปะการังช่องหนาม
(*Echinopora lamellosa*)……..…..59
4.17 พื้นที่ปกคลุมของปะการังมีชีวิต ชนิดปะการังช่องเล็กแบบกิ่ง
(*Montipora digitata*).....59
4.18 พื้นที่ปกคลุมของปะการังมีชีวิต ชนิดปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.)……..59
4.19 พื้นที่ปกคลุมของปะการังมีชีวิต ชนิดปะการังโขด (*Porites lutea*)…….…….....59
4.20 พื้นที่ปกคลุมของปะการังมีชีวิต ชนิดปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.)
และปะการังช่องเล็กแบบกิ่ง (*Montipora digitata*)……. 59
4.21 ความหลากหลายของชนิดของปะการังมีชีวิตที่ปกคลุมพื้นที่……59
4.22 บริเวณพื้นที่ที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต ตามแนว line transect……60
4.23 ซากปะการังเขากวางที่กระจายตัวอยู่บนพื้นทราย.....60
4.24 กลุ่มปะการังดอกเห็ด (*Fungia* sp.) บนพื้นทราย.....60
4.25 การปกคลุมพื้นที่ของสาหร่ายบนซากปะการัง.....60
4.26 แนว line transect ที่ลากผ่านบริเวณซากปะการัง……..60
4.27 แนว line transect ที่ลากผ่านบริเวณที่เป็นสาหร่าย……....60
4.28 พื้นทรายในแนวปะการัง……...61
4.29 โคโลนีของปะการังขนาดเล็กที่กระจายตัวอยู่บนพื้นทราย……...61

ภาพที่ **หน้า**

4.30 พื้นทรายในแนวปะการัง ที่มีซากปะการังกระจายตัวเป็นหย่อม ๆ……61
4.31 พื้นทรายในที่ลึก……..61
4.32 สภาพปะการังเขากวางฟอกขาว.....62
4.33 ปะการังโขด *Porites lutea* และปะการังเขากวางฟอกขาว……62
4.34 ปะการังชนิดปะการังโต๊ะฟอกขาว.....63
4.35 ปะการังหลายชนิดฟอกขาวเป็นบริเวณกว้าง.....63
4.36 พื้นที่ศึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม……...65
4.37 การจำแนกด้วยวิธี Maximum Likelihood บริเวณเกาะนางญวน
(สถานีศึกษาที่ 1)…….……..66
4.38 การจำแนกด้วยวิธี Maximum Likelihood บริเวณหาดทรายรี
(สถานีศึกษาที่ 2)……..…….…….…..67
4.39 การจำแนกด้วยวิธี Maximum Likelihood บริเวณอ่าวแม่หาด
(สถานีศึกษาที่ 3)……..…..…….…..68
4.40 การจำแนกด้วยวิธี Maximum Likelihood บริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า
(สถานีศึกษาที่ 4)……..69
4.41 การจำแนกด้วยวิธี Maximum Likelihood บริเวณอ่าวเทียน
(สถานีศึกษาที่ 5)……...70
4.42 การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในแนวปะการังบริเวณเกาะนางญวน.....72
4.43 การเปรียบเทียบสัดส่วนร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการัง
บริเวณเกาะนางญวน.....72
4.44 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในแนวปะการังบริเวณหาดทรายรี.....73
4.45 การเปรียบเทียบสัดส่วนร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการัง
บริเวณหาดทรายรี……...73
4.46 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในแนวปะการัง บริเวณอ่าวแม่หาด.....74
4.47 การเปรียบเทียบสัดส่วนร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการัง
บริเวณอ่าวแม่หาด……...74
4.48 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในแนวปะการังบริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า……..…....75

ภาพที่ **หน้า**

4.49 การเปรียบเทียบสัดส่วนร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการัง
บริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า.....75
4.50 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในแนวปะการังบริเวณอ่าวเทียน.....76
4.51 การเปรียบเทียบสัดส่วนร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการัง
บริเวณอ่าวเทียน……76
4.52 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสภาพปะการังบริเวณเกาะเต่า (จาก 5 สถานีศึกษา)
ในช่วง ปี พ.ศ. 2541 – 2548……77
4.53 การเปลี่ยนปลงของพื้นที่ปะการังมีชีวิตบริเวณสถานีศึกษา
ในช่วงปี พ.ศ. 2541 – 2548……..78
4.54 สถานที่ที่นักท่องเที่ยวนิยมเข้าไปเที่ยว……..80
4.55 แสดงรูปแบบกิจกรรมการท่องเที่ยวที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์
ในแนวปะการัง……..81
4.56 ประเภทของเรือที่ใช้บริการนำเที่ยว……..81
4.57 ระดับของการทำลายแนวปะการังจากการดำน้ำแบบ snorkeling……..82
4.58 ระดับของการทำลายแนวปะการังจากการดำน้ำแบบ SCUBA..……..83
4.59 สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการัง……..83
4.60 ประเภทของเรือที่ใช้ในธุรกิจโรงเรียนสอนดำน้ำ……86
4.61 ประเภทของเรือที่ใช้ในธุรกิจเรือนำเที่ยว……87
4.62 ประเภทของกิจกรรมการดำน้ำ……87
4.63 ระดับการทำลายสิ่งแวดล้อมทางทะเลของการดำน้ำแบบ snorkeling……89
4.64 ระดับการทำลายสิ่งแวดล้อมทางทะเลของการดำน้ำแบบ SCUBA……89
4.65 สถานที่ที่นิยมพานักท่องเที่ยวไปมากที่สุด……90
4.66 สาเหตุที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม……90
4.67 สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการัง……..94
4.68 ร้านประกอบการธุรกิจดำน้ำ และโรงเรียนสอนดำน้ำ……97
4.69 ประเภทของเรือที่นำนักท่องเที่ยวไปดำน้ำ……98
4.70 นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทย และชาวต่างประเทศจำนวนมาก
ที่มาท่องเที่ยวดำน้ำดูปะการัง……99
4.71 กองขยะที่พบได้ทั่วไปบริเวณชายหาด.....100

บทที่ 1

บทนำ

แนวปะการังเป็นระบบนิเวศที่มีความซับซ้อน และเป็นบริเวณที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูงที่สุดในทะเล ทรัพยากรสัตว์น้ำนานาชนิดถูกนำขึ้นมาใช้ประโยชน์ทั้งที่ได้รับจากแนวปะการังโดยตรงและโดยทางอ้อม ความอุดมสมบูรณ์ของแนวปะการังดึงดูดให้มีการใช้ประโยชน์จากแนวปะการังมากขึ้นทั้งในด้านการประมง และการท่องเที่ยว ซึ่งมีความสำคัญมากทางเศรษฐกิจทั้งในปัจจุบันและอนาคต (Sudara and Yeemin, 1994) แนวปะการังในอ่าวไทยมีแนวโน้มจะมีความเสื่อมโทรมมากขึ้นทั้งสาเหตุที่เกิดจากปัจจัยทางธรรมชาติเช่น พายุ ปะการังฟอกขาว (coral bleaching) ซึ่งเกิดขึ้นอย่างรุนแรงเป็นครั้งแรกในอ่าวไทยในปี พ.ศ. 2541 และส่งผลกระทบมากต่อโครงสร้างของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง การโผล่พ้นน้ำในช่วงเวลาที่น้ำลงต่ำมาก การไหลของน้ำจืดลงสู่ทะเล การแย่งพื้นที่โดยสาหร่ายและพรมทะเล ฯลฯ และจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การระเบิดปลา สมอเรือ การดำน้ำ เรือชนหรือเกยตื้น การเหยียบย่ำและการเก็บสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง เครื่องมือประมง การขุดร่องน้ำ ขยะ น้ำมัน สารอาหาร การพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลเพื่ออุตสาหกรรมและเกษตรกรรมก็ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศแนวปะการังด้วย การเสื่อมโทรมของแนวปะการังด้วยสาเหตุต่างๆ เหล่านี้เกิดขึ้นกับแนวปะการังในบริเวณอื่นๆของโลกเช่นกัน (Brown, 1997a) การรบกวนระบบนิเวศแนวปะการังทั้งจากธรรมชาติและกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ทำให้แนวปะการังในประเทศไทยอยู่ในภาวะที่เสื่อมโทรม และจะรุนแรงมากขึ้น ถ้าไม่มีการวางแผนการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพเพียงพอ (Sudara and Yeemin, 1997; Yeemin *et al*., 1999) แนวปะการังในบริเวณเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีความเสื่อมโทรมด้วยสาเหตุที่เกิดจากปัจจัยตามธรรมชาติ คือ ปะการังฟอกขาว (coral bleaching) และความรุนแรงของคลื่นลม สำหรับปัจจัยที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ที่สำคัญได้แก่ ตะกอนจากการพัฒนาชายฝั่ง ขยะ น้ำเสีย การใช้สารพิษจับสัตว์น้ำในแนวปะการัง สมอเรือ การแตกหักของปะการังเนื่องจากกิจกรรมการดำน้ำ (Yeemin, 2004)

การติดตามตรวจสอบระบบนิเวศของปะการังในระยะยาวจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพื่อการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสถานภาพแนวปะการัง ซึ่งจำเป็นจะต้องศึกษาวิจัยทั้งในด้านความรู้พื้นฐาน และการนำเทคนิค หรือเทคโนโลยีใหม่ๆ มาประยุกต์ใช้เพื่อให้สามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังโดยใช้งบประมาณและเวลาน้อยลง เช่น การสำรวจข้อมูลระยะไกล และการจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของแนวปะการัง

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลของดาวเทียม LANDSAT 5 TM และ LANDSAT 7 ETM+ ในการประเมินสถานภาพแนวปะการัง
2. เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของสถานภาพแนวปะการังบริเวณเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี ในด้านนิเวศวิทยาและเศรษฐกิจและสังคม

ขอบเขตของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการนำข้อมูลการสำรวจระยะไกลผ่านดาวเทียมมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ และวิธีการสำรวจภาคสนามมาผนวกกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังในช่วงเวลา พ.ศ. 2541 – 2548โดยเทคนิคการสำรวจระยะไกลผ่านดาวเทียมจะแบ่งการประมวลผลข้อมูลออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ การวิเคราะห์ภาพ และการจำแนกประเภทปะการังจากภาพ ในการวิเคราะห์ภาพจะใช้เทคนิคการเน้นภาพ (Image Enhancement) การใช้อัตราส่วนระหว่างแบนด์ (Band Ratio) ผลจากการวิเคราะห์ภาพจะถูกนำไปใช้ในการแปลและจำแนกข้อมูล เพื่อศึกษาความเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังจากภาพถ่ายดาวเทียม ในการจำแนกประเภทข้อมูลจะใช้วิธี Supervised Classifications โดยใช้ทฤษฎี maximum likelihood การสำรวจภาคสนามแบ่งเป็นสองส่วน คือ การหาพิกัดในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของแนวปะการังในพื้นที่เดียวกับภาพดาวเทียมโดยใช้เครื่องบอกพิกัด (Global Positioning System (GPS) Receiver) และการสำรวจด้วยวิธี Line Transect เพื่อตรวจสอบข้อมูลกับผลการจำแนกด้วยคอมพิวเตอร์ และศึกษาถึงองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตและสภาพแนวปะการัง การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสถานภาพแนวปะการัง ตลอดจนการศึกษาสภาพเศรษฐกิจและสังคม และปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อแนวปะการังในบริเวณหมู่เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี ผลที่ได้จะนำไปใช้เพื่อการวางแผน และการจัดการทรัพยากรแนวปะการังต่อไป

สมมติฐาน

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังในระยะยาวจากการจำแนกองค์ประกอบที่แตกต่างกันในแนวปะการังนั้นสามารถใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลได้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถประเมินสถานภาพของแนวปะการัง เพื่อให้ทราบข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับโครงสร้างของกลุ่มปะการังในเชิงปริมาณซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลสำหรับเปรียบเทียบ ติดตาม หรือประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในอนาคต โดยใช้เทคนิคการการสำรวจระยะไกล และเป็นพื้นฐานการวิจัยในขั้นต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ทราบแนวโน้มของศักยภาพในการฟื้นตัวของปะการังตามธรรมชาติในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวหมู่เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวางแผนและการจัดการทรัพยากรแนวปะการังในอนาคต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบนิเวศแนวปะการัง (Coral Reef Ecosystem)

ปะการังเป็นสัตว์ทะเลที่ไม่มีกระดูกสันหลัง จัดอยู่ในไฟลัมไนดาเรีย (Phylum Cnidaria) และเป็นสิ่งมีชีวิตที่อยู่แบบพึ่งพาอาศัย (symbiosis) ร่วมกับสาหร่ายที่มีหาง 2 เส้น (dinoflagellate) ซึ่งจะเรียกสาหร่ายกลุ่มนี้ว่า “ซูซานเทลลี” (zooxanthellae) ซูซานเทลลีนี้จะเป็นกลุ่มที่ประกอบด้วยสาหร่ายหลายชนิด นอกจากนี้ยังอาศัยอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังอีกหลายชนิด ในขณะเดียวกันปะการังจะให้สารอาหารที่จำเป็นต่อสาหร่ายด้วยเช่นกัน ปะการังได้รับอาหารจาก 2 วิธี คือ การหาอาหารด้วยตัวเองโดยอาศัยหนวด (tentacle) ในการจับแพลงก์ตอน และอาศัยสาหร่ายซูซานเทลลี โดยสาหร่ายจะสังเคราะห์แสง เมื่อได้สารอาหารและพลังงานแล้วประมาณ 95% ของผลผลิตที่ได้ จะส่งต่อให้ปะการังนำไปใช้ดำรงชีวิตต่อไป สาหร่ายกลุ่มนี้มีความสำคัญต่อปะการังอย่างยิ่ง เมื่อสมดุลนี้ถูกรบกวนจากสิ่งแวดล้อม หรือจากการกระทำของมนุษย์ จะส่งผลกระทบต่อปะการังอย่างมาก โครงสร้างของปะการังประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ โครงสร้างของหินปูนที่เป็นสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และเนื้อเยื่อที่เรียกว่าโพลิป (Polyp) (Veron, 1986)

2.1.1 รูปแบบของแนวปะการัง

Darwin (1982) ได้จำแนกรูปแบบของแนวปะการังในเขตร้อนออกเป็น 3 แบบ คือ

1. แนวปะการังริมฝั่ง (Fringing Reefs)

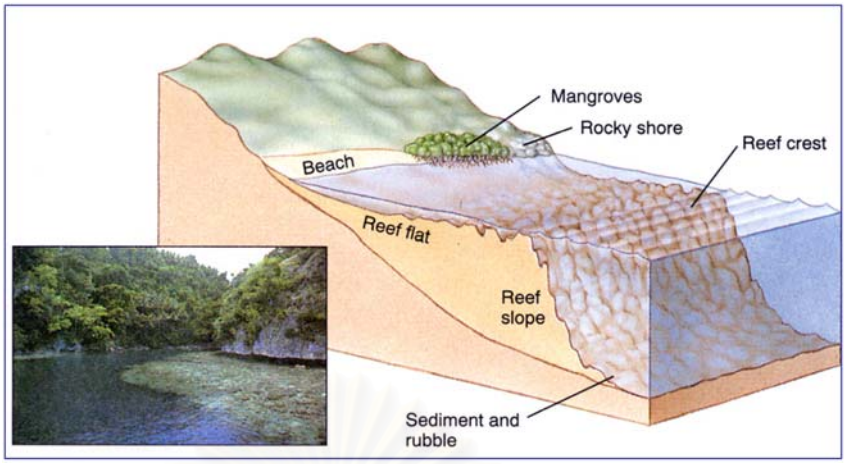
ลักษณะของแนวปะการังที่มีการพัฒนาขึ้นบริเวณริมฝั่งทวีป เริ่มตั้งแต่ชายหาดยาวออกไปในทะเล ไม่มีแอ่งน้ำ (lagoon) ที่ชัดเจน

2. แนวปะการังแบบกำแพง (Barrier Reefs)

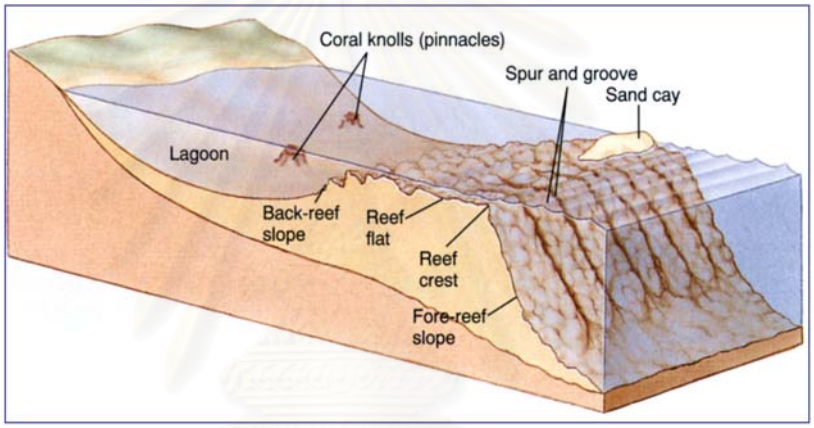
แนวปะการังจะมีลักษณะเหมือนแนวปะการังริมฝั่ง (fringing reefs) โดยก่อตัวขนานกับชายฝั่ง มีขนาดใหญ่ต่อเนื่องกันตลอดทั้งแนว และอยู่ห่างจากชายฝั่งมาก แนวปะการังแบบกำแพง เกิดจากเปลือกโลกเคลื่อนตัวทำให้แผ่นดินยุบตัวลง ส่งผลให้แนวปะการังชายฝั่งถูกแยกออกจากชายฝั่งด้วยร่องน้ำขนาดใหญ่ เช่น แนวปะการัง Great Barrier Reef ในประเทศออสเตรเลีย

3. แนวปะการังแบบวงแหวน (Atoll)

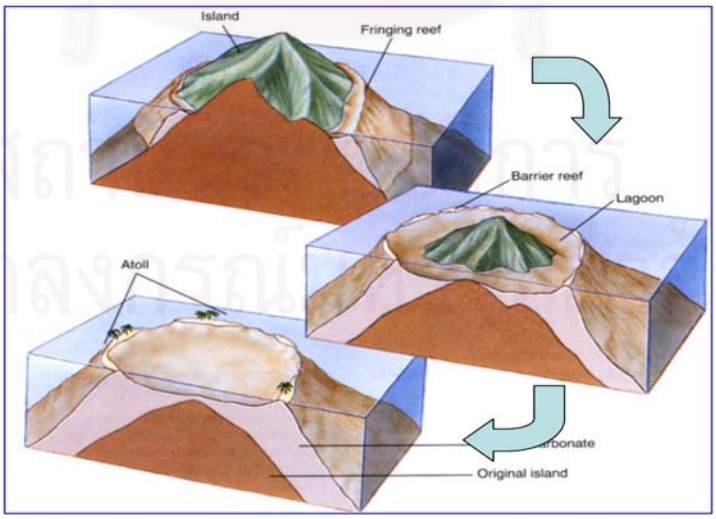
แนวปะการังนี้มีลักษณะคล้ายเกือกม้า หรือวงแหวนล้อมรอบโดยมีทะเลสาบอยู่ตรงกลาง แนวปะการังวงแหวนเกิดจากการยุบตัวของเกาะลงต่ำกว่าน้ำทะเล โดยพบได้ทั่วไปในบริเวณมหาสมุทรอินเดีย และมหาสมุทรแปซิฟิก



ภาพที่ 2.1 แนวปะการังริมฝั่ง (Fringing Reefs)



ภาพที่ 2.2 แนวปะการังแบบกำแพง (Barrier Reefs)



ภาพที่ 2.3 แนวปะการังแบบวงแหวน (Atoll)

ที่มา: http://www.uni-tuebingen.de

ปะการังที่พบในประเทศไทยนั้นมีพัฒนาการของแนวปะการัง 2 รูปแบบด้วยกัน คือ

- กลุ่มปะการัง (coral community) เป็นบริเวณที่มีก้อนปะการังกระจายอยู่ตามพื้น ซึ่งจะพบปะการังในรูปแบบนี้ในบริเวณที่มีพื้นแข็ง เช่น บริเวณที่มีโขดหินหรือบริเวณข้างเกาะหรือบริเวณพื้นทราย โดยจะไม่พบแนวหินปูนที่เกิดจากการสะสมทับถมกันของซากปะการัง ความลาดชันของพื้นที่เป็นไปตามลักษณะของชายฝั่ง

- แนวปะการัง (coral reef) บริเวณนี้จะเห็นปะการังอยู่ติดกันเป็นแนวอย่างชัดเจน โดยปะการังจะเกิดขึ้นบนหินปูนที่เกิดจากการสะสมของปะการังซึ่งตายทับถมอยู่ด้านล่าง โดยทั่วไปแนวปะการังนี้มักจะอยู่ห่างจากชายฝั่งออกมา โดยมีชายหาดด้านในเป็นพื้นทราย ถัดออกมาก็จะพบแอ่งน้ำขนาดใหญ่ ซึ่งมีปะการัง หญ้าทะเล และสาหร่ายอยู่ประปรายในบริเวณที่น้ำไม่ลึกนัก เวลาที่น้ำลงต่ำสุด ปะการังในบริเวณนี้จะโผล่เหนือน้ำเล็กน้อย จากนั้นพื้นท้องทะเลจะค่อยลาดลงจนถึงบริเวณแนวปะการัง

2.1.2 การแบ่งเขตในแนวปะการัง

การแบ่งเขตแนวปะการัง จะแบ่งตามลักษณะธรณีสัณฐาน โดยดูจากลักษณะของความลาดชันและองค์ประกอบของพื้นที่แนวปะการัง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นสามเขตดังต่อไปนี้

- แนวราบ (reef flat)

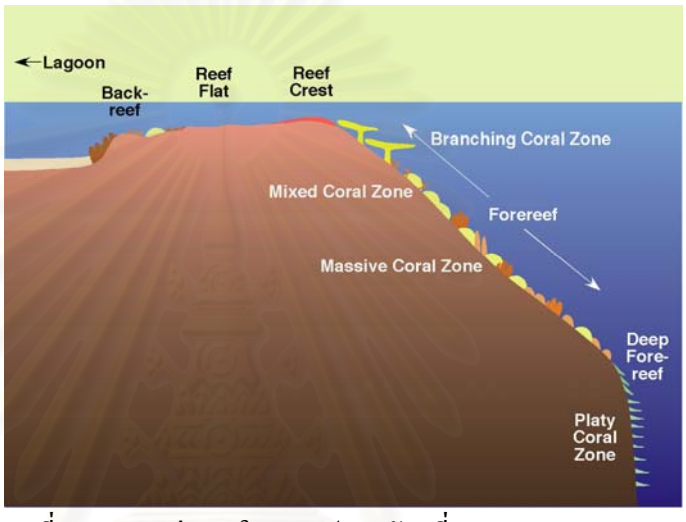
เป็นบริเวณตั้งแต่ตำแหน่งน้ำขึ้นสูงสุดบนหาดทรายลงไป ครอบคลุมบริเวณแอ่งน้ำ ปะการังตาย สาหร่าย หญ้าทะเล ถึงบริเวณสันดอนปะการังที่เป็นคันหินสูงขึ้นมา ลักษณะความลาดชันของชายฝั่งน้อย พื้นท้องทะเลตอนในมักไม่มีปะการังอยู่เลยเนื่องจากอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง ถัดออกมาจึงเป็นเขตปะการังตายเป็นแนวกว้างและจะไปสิ้นสุดที่คันหินปะการัง หรือในบางบริเวณอาจไม่พบลักษณะคันหิน ปริมาณปะการังที่มีชีวิตปกคลุมพื้นที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อเข้าใกล้แนวสัน ปะการังที่พบในบริเวณนี้มักมีรูปร่างเป็นกิ่งสั้นๆ พุ่ม หรือก้อนขนาดเล็ก สภาพแวดล้อมบริเวณ reef flat มีการเปลี่ยนแปลงตามน้ำขึ้นน้ำลง ช่วงเวลาน้ำลดพื้นที่บริเวณนี้จะโผล่พ้นน้ำ ได้รับแดดและลม สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่จะหลบซ่อนอยู่ตามก้อนหินหรือแอ่งน้ำเล็ก ๆ รอเวลาน้ำขึ้นเพื่อจะได้ออกมาหาอาหารต่อไป

- แนวสัน (reef edge)

เป็นเขตที่อยู่ถัดมาจากบริเวณแนวราบ และเป็นเขตรอยต่อระหว่างแนวราบส่วนบนและแนวลาดชัน ในบริเวณนี้เป็นบริเวณที่ปะทะกับคลื่นลมโดยตรง ซึ่งคลื่นลมเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้สิ่งมีชีวิตในบริเวณนี้ต้องมีการปรับตัวเพื่อความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อม โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตในบริเวณนี้จะสามารถเกาะติดกับพื้นได้แน่นและมีความทนทานต่อแสงเมื่อคันหินโผล่พ้นน้ำในช่วงน้ำลงต่ำสุด ปะการังลักษณะเด่นที่พบในบริเวณนี้ คือ ปะการังโขด ปะการังโต๊ะหรือปะการังกิ่ง

- แนวลาดชัน (reef slope)

เมื่อพ้นแนวสันมาแล้ว พื้นผิวจะลาดลงสู่พื้นท้องทะเล บริเวณนี้มีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่มากเนื่องจากอยู่ลึกลงไปใต้ผิวน้ำพ้นจากบริเวณที่ได้รับแรงคลื่นทำให้มีสภาพแวดล้อมค่อนข้างคงที่ สิ่งมีชีวิตที่พบจึงมีความหลากหลายมาก ที่น่าสังเกตอีกประการหนึ่งคือ บริเวณนี้จะมีการแข่งขันกันของสิ่งมีชีวิตต่างๆ สูง ในขณะเดียวกันก็มีวิวัฒนาการของการอยู่ร่วมกันและเกื้อกูลกัน เนื่องจากต้องการครอบครองพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัยและการเติบโต องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตจะเปลี่ยนไปขณะที่ลึกลงไปเรื่อยๆ



ภาพที่ 2.4 การแบ่งเขตในแนวปะการัง (ที่มา: www.oberlin.edu)

2.1.3 ปัจจัยที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม

สาเหตุการเสื่อมโทรมของแนวปะการังในน่านน้ำไทยมีดังนี้ (ธรรมศักดิ์ ยีมิน, 2540)

1. สาเหตุจากปัจจัยทางธรรมชาติ เช่น พายุ การระบาดของดาวหนาม *Acanthaster planci* การฟอกขาวปะการัง (coral bleaching) การโผล่พ้นน้ำของปะการังในช่วงเวลาที่น้ำลงต่ำมาก น้ำจืด การแก่งแย่งพื้นที่โดยสาหร่าย โรคปะการังซึ่งส่วนมากเกิดจากแบคทีเรีย (Black-band disease, BBD; White-band disease, WBD) ฯลฯ

2. สาเหตุที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การระเบิดปลา สมอเรือ การดำน้ำแบบการดำน้ำตื้น (snorkeling) และการดำน้ำลึก (SCUBA) การเดินใต้ทะเล (Sea walker) การเหยียบย่ำและเก็บสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง เครื่องมือประมง การขุดร่องน้ำ ขยะ การใช้สารพิษจับปลา สารอาหาร โลหะหนัก การรั่วไหลของน้ำมันในทะเล การถมทะเล ฯลฯ

- **การฟอกขาวของปะการัง (Coral Bleaching)**

การฟอกขาวของปะการัง (Coral Bleaching) คือ การที่ปะการังมีสีซีดจางลงจากปกติเป็นสีครีม หรือสีขาว ซึ่งเกิดจากการสูญเสียเม็ดสี (pigment) หรือจำนวนของสาหร่าย zooxanthellae ในเนื้อเยื่อของปะการังลดลงหรือทั้งสองประการร่วมกัน ในสภาพธรรมชาติประชากรของสาหร่ายในเนื้อเยื่อของปะการังจะมีจำนวนค่อนข้างคงที่ สภาพแวดล้อมที่รุนแรงจะทำลายสมดุลที่ละเอียดอ่อนระหว่างการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกันของปะการังและสาหร่าย ก่อให้เกิดการขับสาหร่าย zooxanthellae ออกจากเนื้อเยื่อของปะการัง ซึ่งมีกลไกในการขับ zooxanthellae ออก 5 วิธี คือ

1. การขับสาหร่ายออกจากเซลล์ (exocytosis)
2. การตายของเซลล์ของสาหร่ายตามเวลา (programmed cell death)
3. การกินเซลล์สาหร่ายที่ตาย (necrosis)
4. การหลุดของเนื้อเยื่อปะการังบางส่วน
5. การแยกออกมาของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นใน

การเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมก่อให้เกิดการฟอกขาวได้ รวมถึงการขาดแคลนอาหาร หรือมีสารอาหารในน้ำน้อย ความเค็มที่ลดลงเนื่องจากพายุ ความเข้มของแสงเพิ่มมากขึ้นแสงน้อย การเพิ่มหรือลดลงของอุณหภูมิอย่างผิดปกติของน้ำทะเล นอกจากนี้ยังเกิดจากการรบกวนของมนุษย์ด้วย เช่น การปล่อยของเสียที่มีอุณหภูมิสูงลงสู่น้ำทะเล การใช้สารเคมีจำพวก quinaldine และอนุพันธ์ของ rotenone ในการจับปลา มลพิษจากน้ำมัน และการย้ายปลูกปะการังจากความลึกไปสู่บริเวณที่ตื้นซึ่งมีสภาพแวดล้อมแตกต่างไปจากเดิม ปัจจุบันสาเหตุหลักมาจากอุณหภูมิน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้นผิดปกติ หรือ ปะการังโผล่พ้นน้ำและได้รับแสงแดดเป็นเวลานาน หรือทั้งสองประการร่วมกัน

ปะการังฟอกขาวเกิดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1931 ซึ่งได้รับการบันทึกโดย Yonge and Nicholls ในทศวรรษที่ 1980 เหตุการณ์ปะการังฟอกขาวเกิดขึ้นทั่วโลกทั้งหมด 3 ครั้งคือในปี ค.ศ. 1979 - 80, 1982 - 83 และปี ค.ศ. 1986 - 88 บริเวณ Caribbean, western Atlantic, eastern Pacific, central and western Pacific, Indian Ocean, Arabian Gulf และ Red Sea ทำให้นักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาเกี่ยวกับปะการังหันมาให้ความสนใจต่อปรากฏการณ์นี้มากขึ้น ซึ่งสาเหตุหลักเชื่อกันว่ามาจากการเพิ่มขึ้นอย่างผิดปกติของอุณหภูมิน้ำทะเล

ในปี ค.ศ. 1982 - 1983 ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวเกิดขึ้นทั่วโลกตั้งแต่ปานามาไปจนถึงอินโดนีเซีย ปะการังตายลงเป็นจำนวนมาก สาเหตุมาจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิน้ำทะเลซึ่งสอดคล้องกับการเกิด El Nino ในปี ค.ศ. 1982 - 1983 (ซึ่งเรียกปีที่เกิดปรากฏการณ์ El Nino ว่า ENSO: El Nino-Southern Oscillation) ซึ่งเหตุการณ์นี้เป็นการรบกวนและการเปลี่ยนแปลงกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแนวปะการังบริเวณอินโดแปซิฟิกที่สำคัญอย่างยิ่ง (Glynn, 1990)

ต่อมาในปี ค.ศ. 1987 - 1988 การฟอกขาวของสัตว์ในกลุ่มปะการังที่มีสาหร่าย zooxanthellae เกิดขึ้นอย่างรุนแรงทั่วแนวปะการังในทะเลแคริบเบียน และมีสาเหตุมาจากอุณหภูมิของน้ำทะเลเพิ่มสูงขึ้น

อุณหภูมิที่เริ่มจะวิกฤตสำหรับปะการังนั้นจะแปรปรวนตามสภาพภูมิศาสตร์ของบริเวณนั้น แต่ก็ต้องขึ้นกับอุณหภูมิเฉลี่ยที่สูงที่สุดในฤดูร้อนด้วย การฟอกขาวสามารถเกิดขึ้นได้เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นสูงกว่าปกติ 3 - 4 °C เป็นเวลา 1 - 2 วัน (short-term exposure) หรืออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 - 2 °C เป็นเวลาหลายอาทิตย์ (long-term exposure) ในช่วงฤดูร้อน อุณหภูมิที่เพิ่มสูงกว่าปกติแต่ต่ำกว่าจุดที่จะทำให้เกิดการฟอกขาวสามารถยับยั้งการเจริญเติบโต การหายใจ อัตราการสังเคราะห์แสงของโคโลนี และทำให้มวลชีวภาพ (biomass) ของเนื้อเยื่อลดลง

แสงได้ถูกสันนิษฐานว่าเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว โดยแสงตามธรรมชาติจะเร่งให้เกิดการฟอกขาวได้ที่อุณหภูมิสูง

เหตุการณ์ปะการังฟอกขาวอาจจะเป็นการทำนายการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (climatic changes) ซึ่ง 100 ปีหลังสุดมี 4 ปีที่ร้อนมากที่สุด และทั้ง 4 ปีอยู่ในทศวรรษที่ 1980 โดยปี ค.ศ. 1987 เป็นปีที่ร้อนที่สุด เป็นไปได้ว่าในอีก 50 ปีข้างหน้าทั่วโลกจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 1 - 5 °C และในทะเลเขตร้อนอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นประมาณ 1 °C ถ้าอุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทีละน้อย ๆ ปะการังในเขตร้อนจะเกิดการฟอกขาวทุกครั้งที่น้ำทะเลมีอุณหภูมิสูงขึ้น อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจะเป็นปัจจัยร่วมกับระดับรังสี UV ที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากชั้นโอโซนที่ป้องกันโลกบางลง ซึ่งจะทำให้เกิดปะการังฟอกขาวและคุกคามแนวปะการังที่มีอยู่ (Brown, 1997b)

Williams and Bunkley-Williams (1990) ใช้คำว่า “bleaching complex” อธิบายเหตุการณ์ที่มีการเกิดการฟอกขาวเป็นชุด ๆ สัมพันธ์กับเวลา โดยแต่ละ complex ประกอบด้วย

1. เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนการฟอกขาว
2. เหตุการณ์การฟอกขาวที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรง
3. เหตุการณ์หลังจากเกิดการฟอกขาวแล้ว

ซึ่ง Williams and Bunkley-Williams (1990) ได้ทำการวิเคราะห์เหตุการณ์ในรอบ 10 ปีหลังและเสนอว่า bleaching complex ที่เกิดขึ้นทั้ง 3 ครั้งนั้นเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นวัฏจักร ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องเฉลี่ยทุก 3 - 4 ปี

- **ผลกระทบของปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวในแนวปะการัง**

เมื่อเกิดเหตุการณ์ปะการังฟอกขาวขึ้นแล้ว สัตว์ที่อาศัยอยู่ร่วมกับสาหร่าย zooxanthellae จะลดจำนวนลงโดยการถูกขับออกดังกลไกที่ได้กล่าวมาแล้วในเบื้องต้น เมื่อจำนวนสาหร่ายและปริมาณเม็ดสีที่ลดลงทำให้ปะการังมีสีขาวซีด เป็นเนื้อเยื่อใส ๆ คลุมหินปูนที่เป็นโครงร่างไว้ ช่วงนี้ปะการังจะอ่อนแอลง เนื่องจากขาดแคลนพลังงานและมีความจำเป็นที่จะต้องสงวน

พลังงานที่เหลือไว้เพื่อดำรงชีพต่อไป ในระหว่างนี้ถ้าสาหร่ายแบบเส้นสาย (filamentous algae) ลงเกาะคลุมบนปะการัง และปะการังไม่สามารถที่จะขับสารต่อต้านออกมาได้ ปะการังจะถูกสาหร่ายขึ้นทับจนกระทั่งตาย เมื่อปะการังตายโครงร่างหินปูนก็จะผุกร่อนสลายตัวไปเมื่อถูกคลื่นที่มีความรุนแรง ปรากฏการณ์แนวปะการังฟอกขาว อาจทำให้องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตที่ปกคลุมพื้นที่แนวปะการังเปลี่ยนแปลงไป (McClanahan, 2000) สิ่งมีชีวิตที่อาศัยปะการัง เช่น ชุมชนปลาในแนวปะการังจะไม่มีที่หลบภัย และไม่มีที่สำหรับไว้อนุบาลลูกปลาวัยอ่อน ซึ่งพบว่าจำนวนปลาในแนวปะการังหลังเกิดเหตุการณ์ปะการังฟอกขาวจะมีจำนวนลดลง นอกจากนี้กุ้ง หรือ ปูที่อาศัยในแนวปะการังก็ได้รับผลกระทบในแนวทางเดียวกัน

เมื่อปะการังฟอกขาว จะมีพลังงานลดลงทำให้การสร้างเซลล์สืบพันธุ์ไม่สมบูรณ์ หรืองดการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เป็นเวลาหลายเดือนจึงจะฟื้นตัวและกลับมาสร้างเซลล์สืบพันธุ์ได้ใหม่ ทำให้การเพิ่มประชากรปะการังมีความล่าช้า สิ่งมีชีวิตอื่นในแนวปะการังที่มีสาหร่าย zooxanthellae เช่น ฟองน้ำ และปะการังอ่อนบางชนิดก็หยุดสร้างเซลล์สืบพันธุ์หลังเกิดการฟอกขาวด้วยเช่นเดียวกัน (Szmant and Gassman, 1990)

- **ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวในประเทศไทย**

ปะการังฟอกขาวเกิดขึ้นครั้งแรกในแนวปะการังของจังหวัดภูเก็ต ซึ่งได้รับการบันทึกไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522 แต่ไม่มีการตายของปะการัง ต่อมาในปี พ.ศ. 2534 ได้เกิดเหตุการณ์ปะการังฟอกขาวบริเวณชายฝั่งอันดามันซึ่งเป็นครั้งแรกที่เกิดขึ้นอย่างรุนแรงในน่านน้ำไทย โดยพบที่จังหวัดภูเก็ต พังงา กระบี่ ซึ่งอุณหภูมิของน้ำทะเลในฤดูร้อนเพิ่มสูงขึ้น 1-3 °C เป็นเวลาติดต่อกัน 2 เดือนครึ่ง ก่อนเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวในปลายเดือนพฤษภาคม 2534 (Satapoomin, 1991) หลังจากนั้นอีก 4 ปีต่อมาคือในปี พ.ศ.2538 ได้เกิดการฟอกขาวของปะการังในฝั่งอันดามันอีกครั้ง โดยการฟอกขาวเกิดขึ้นหลายระดับ คือ ไม่ปรากฏการฟอกขาวเลย ปรากฏเป็นสีขาวซีดบางส่วน และปรากฏเป็นสีขาวซีดทั้งหมด ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามประชากรแต่ละชนิด และสถานที่ นอกจากนี้ยังขึ้นกับองค์ประกอบทางพันธุกรรมของปะการังแต่ละชนิดด้วย ภายหลังการเกิดเหตุการณ์นี้พบว่าปะการังที่มีชีวิตลดลงอย่างมาก รวมถึงจำนวนชนิด จำนวนโคโลนีและความหลากหลายของปะการังก็ลดลงมากอย่างเห็นได้ชัดโดยปะการังเขากวางเป็นปะการังที่อ่อนไหวต่อปรากฏการณ์นี้มากที่สุด

ต่อมาในปี พ.ศ. 2541 เกิดเหตุการณ์ปะการังฟอกขาวขึ้นอย่างรุนแรงในอ่าวไทยเป็นครั้งแรก ในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิน้ำทะเลสูงผิดปกติ (31-33°C) ความรุนแรงของการฟอกขาวของปะการังบริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานี และชุมพรมีความรุนแรงมากกว่าแหล่งปะการังบริเวณอ่าวไทยตอนใน เมื่อน้ำทะเลกลับสู่ภาวะปกติ ปะการังจะฟื้นตัวได้แต่บางโคโลนีอาจมีการตายเป็นบางส่วน การฟื้นตัวของปะการังแต่ละชนิดไม่เท่ากัน

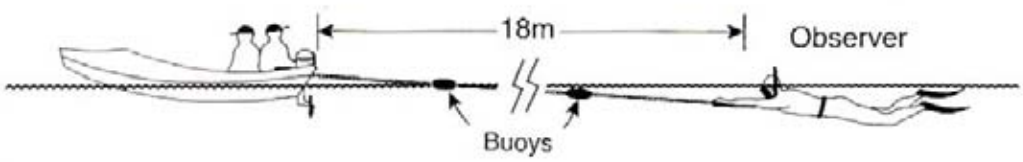
ทั้งนี้ขึ้นกับความรุนแรงของการฟอกขาว และการทนทานต่อสภาพแวดล้อมของปะการังด้วย ถ้าสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น น้ำทะเลมีความขุ่นสูง การฟื้นตัวของปะการังก็จะช้าลงกว่าปกติ

จากการสำรวจภาคสนามในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว พบว่าแนวปะการังบริเวณกลุ่มเกาะเต่าได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง ปะการังหลายชนิดตายเป็นบริเวณกว้าง และมีสาหร่ายเข้ามาปกคลุมพื้นที่ในบางบริเวณอย่างชัดเจน การลงเกาะของตัวอ่อนปะการังเกิดขึ้นได้ยากขึ้นเนื่องจากซากปะการังได้ถูกแทนที่ด้วยสาหร่ายแบบเส้นสายซึ่งเป็นสภาพที่ไม่เหมาะสมในการลงเกาะของตัวอ่อนปะการัง ปะการังส่วนมากมีการฟอกขาว ซึ่งอาจจะฟอกขาวทั้งโคโลนีหรือฟอกขาวบางส่วนของโคโลนี แต่เมื่อน้ำทะเลเข้าสู่สภาวะปกติแล้วปะการังเหล่านี้สามารถฟื้นตัวเองได้ แต่อาจมีบางส่วนของโคโลนีตาย นอกจากนี้ โคโลนีปะการังที่อายุน้อย (juvenile colony) ก็มีการฟอกขาวด้วย โดย juvenile colony ของปะการังเขากวาง *Acropora* spp. และ ปะการังดอกกะหล่ำ *Pocillopora damicornis* มีการฟอกขาวอย่างรุนแรงและมีอัตราการตายสูง แต่ juvenile colony ของ *Porites*, *Symphyllia* และปะการังกลุ่ม *Faviidae* บางส่วนมีการฟอกขาว และฟื้นตัวเองได้ (ธรรมศักดิ์ ยีมิน และคณะ, 2541)

2.2 การสำรวจแนวปะการัง

การสำรวจแนวปะการังที่ใช้ทั่วไปในปัจจุบันมีหลายวิธี ซึ่งขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และพื้นที่ของการสำรวจ แต่วิธีมาตรฐานที่นิยมใช้ในเขตอินโดแปซิฟิกจากโครงการความร่วมมือของประเทศออสเตรเลียและประเทศในกลุ่มอาเซียน (English *et. al.*, 1997) เพื่อใช้ในการวางแผนการจัดการแนวปะการัง คือ

- การสำรวจแบบ Manta Tow เป็นการสำรวจที่เหมาะสมสำหรับการประเมินจำนวนและการแพร่กระจายของปะการัง ในกรณีที่ต้องการศึกษาสถานภาพหรือการเปลี่ยนแปลงโดยภาพรวมของแนวปะการังและสังคมสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บนพื้นทะเล โดยครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้างในช่วงเวลาที่สั้น ซึ่งนักดำน้ำจะประเมินค่าด้วยสายตาในช่วง 2 นาที (เทียบเท่าระยะทางประมาณ 120 เมตร) ที่ลากไปเหนือแนวปะการัง ดังนั้นในการบันทึกค่าแต่ละครั้งจะเป็นการประเมินสภาพแนวปะการังในพื้นที่ประมาณ 120x10 ตารางเมตร ทั้งนี้ขึ้นกับทัศนวิสัยใต้น้ำ ค่าที่บันทึกได้แก่ปริมาณครอบคลุมพื้นที่ของปะการังที่มีชีวิต ปะการังตาย พื้นทราย และพื้นหิน ที่เป็นองค์ประกอบในแนวปะการัง โดยประเมินเป็นเปอร์เซนต์ (percentage cover) และข้อมูลอื่นๆ ที่บันทึกเพิ่มได้แก่ ชนิดปะการังที่เด่นในพื้นที่สำรวจ (dominant species) ความลึกสุดของแนวปะการังพร้อมทั้งเวลาที่บันทึกค่า การสำรวจด้วยวิธีนี้ส่วนใหญ่จะใช้สำรวจภาพรวมในบริเวณกว้าง เช่น การสำรวจความเสียหายของแนวปะการังที่เกิดจากพายุ การฟอกขาว (Bleaching) ของปะการัง และการระบาดของดาวหนาม เป็นต้น วิธีนี้มีประโยชน์ในการเลือกพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของการสำรวจปะการังทั้งหมดด้วย



ภาพที่ 2.5 วิธีการสำรวจแนวปะการังแบบ Manta Tow (English *et. al.*, 1997)

- การสำรวจแบบ Line transect วิธีนี้พัฒนาจากการสำรวจพืชแล้วประยุกต์มาใช้ในการสำรวจแนวปะการัง การสำรวจนี้จะใช้ระบบการจำแนกองค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต และสิ่งไม่มีชีวิตที่ปกคลุมพื้นแนวปะการัง โดยจะเป็นการสำรวจกลุ่มสิ่งมีชีวิตของปะการังในรูปแบบขององค์ประกอบของสิ่งมีชีวิต (life form) ที่อธิบายถึงลักษณะภายนอกของแนวปะการัง โดยการคำนวณสัดส่วนของความยาวของวัตถุที่เส้น Transect ลากผ่านต่อความยาวทั้งหมดของเส้น Transect โดยการวัดพื้นที่ ปกคลุมนี้จะอยู่ในรูปของเปอร์เซนต์ การสำรวจด้วยวิธีนี้สามารถใช้ในวัตถุประสงค์ที่หลากหลาย ตั้งแต่การสำรวจในพื้นที่กว้างจนถึงการเปรียบทางสัณฐานวิทยาของแนวปะการัง และการศึกษาเพื่อประเมินผลกระทบจากการทำลายของธรรมชาติและมนุษย์

ภาพที่ 2.6 วิธีการสำรวจแนวปะการังแบบ Line transect

2.3 เทคนิคการสำรวจข้อมูลระยะไกล (Remote Sensing)

ภาพดาวเทียม (Satellite imagery) เป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการจำแนกหรือวิเคราะห์คุณลักษณะของวัตถุต่างๆ บนพื้นผิวโลก โดยปราศจากการสัมผัสโดยตรง และผลการจำแนกยังขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของดาวเทียม

แต่ละประเภท เทคโนโลยีการสำรวจข้อมูลระยะไกลได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วจากภาพถ่ายดาวเทียมที่มีรายละเอียดต่ำพัฒนาเป็นภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดสูง และดาวเทียมระบบเรดาร์ที่มีสมรรถนะสามารถบันทึกภาพได้ทั้งกลางวันและกลางคืน นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกภาพทะลุเมฆได้ ระบบสำรวจระยะไกลเป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง สำหรับประเทศไทยได้เข้าร่วมโครงการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติดาวเทียมขององค์การนาซ่า สหรัฐอเมริกา ตามมติคณะรัฐมนตรี เมื่อวันที่ 14 กันยายน 2514 ภายใต้การดำเนินงานและประสานงานของกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2538)

ปัจจุบันในประเทศไทยมีการนำระบบการสำรวจข้อมูลระยะไกลมาใช้สำรวจทรัพยากรธรรมชาติมากขึ้น ข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียม มีประโยชน์ในการจัดการทรัพยากรชายฝั่ง เนื่องจากมีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ ข้อมูลจากดาวเทียมสามารถบันทึกในพื้นที่ที่มีขนาดใหญ่ โดยสามารถครอบคลุมพื้นที่หลายพันกิโลเมตร ตัวอย่างเช่น หนึ่งภาพขนาดมาตรฐานของ SPOT-3 (ประเทศฝรั่งเศส) LANDSAT-5 (ประเทศสหรัฐอเมริกา) และ JERS-1 (ประเทศญี่ปุ่น) สามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ 3,600 ตารางกิโลเมตร 34,000 ตารางกิโลเมตร และ 5,625 ตารางกิโลเมตร ตามลำดับ ซึ่งทำให้สามารถเห็นภาพรวมของพื้นที่แหล่งน้ำได้อย่างต่อเนื่อง ประหยัดเวลา และต้นทุน และยังมีความคงที่ในการเก็บบันทึกข้อมูลบริเวณเดิมและเวลาเดียวกันทุกครั้ง ตัวอย่างเช่น ทุกๆ 26 วันของ SPOT-3 ทุกๆ 16 วันของ LANDSAT-5 และทุกๆ 44 วันของ JERS-1 ซึ่งเป็นประโยชน์ในการนำข้อมูลมาเปรียบเทียบ ติดตามการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำเดิมในช่วงเวลาที่ต่างกัน (Kam, 1989)

การประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลในการจำแนกแหล่งที่อยู่อาศัยชายฝั่งทะเล

Green *et al.* (2000) ศึกษาถึงการประยุกต์ใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลในการจำแนกแหล่งที่อยู่อาศัยของทรัพยากรชายฝั่งทะเลซึ่งมี 5 ประเภท ดังนี้

1. ad hoc เป็นวิธีการจำแนกแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต โดยอาศัยความรู้และความชำนาญกับพื้นที่ศึกษามาประกอบการตัดสินใจผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียม โดยไม่มีการลงพื้นที่ศึกษาประกอบการจำแนก

2. Habitat Specific เป็นการจำแนกแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตโดยมุ่งศึกษากลุ่มใดกลุ่มหนึ่งหรือสิ่งมีชีวิตชนิดใดชนิดหนึ่งในกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลาย เช่น การจำแนกป่าชายเลนเพียงอย่างเดียวในพื้นที่ศึกษา ทั้งๆ ที่ในพื้นที่นั้นมีสิ่งชีวิตชนิดอื่นอยู่ด้วยก็ตาม

3. Geomorphologic เป็นการจำแนกแหล่งที่อยู่ของสิ่งมีชีวิต การศึกษานี้จะจำแนกแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต โดยนำลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยามาประกอบการตัดสินใจในการจำแนกแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต เช่น ป่าชายเลนจะอยู่ในบริเวณที่น้ำขึ้น-น้ำลง และดินเป็นโคลนเลนบริเวณชายฝั่ง หรือปะการังจะเจริญเติบโตบริเวณที่มีความลึกและความโปร่งใสที่พอเหมาะ

4. Ecological Classification of Habitats เป็นการจำแนกแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต โดยใช้ลักษณะทางนิเวศวิทยามาประกอบการตัดสินใจในการจำแนก

5. Combined hierarchical geomorphology and ecological classification เป็นการผสมผสานวิธีการจำแนกโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาและนิเวศวิทยาเข้าด้วยกัน เพื่อให้การจำแนกแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น

ดังนั้นการใช้ข้อมูลการสำรวจระยะไกลเพื่อจำแนกแหล่งที่อยู่อาศัยจะขึ้นอยู่กับความละเอียดและความถูกต้องของข้อมูลการสำรวจระยะไกล นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับต้นทุนและเวลาในการวิเคราะห์ด้วย

2.4 ลักษณะการสะท้อนแสงของแนวปะการัง

กลุ่มสิ่งมีชีวิตแนวปะการังที่มีความสลับซับซ้อนมาก ค่าการสะท้อนแสงจากปะการังที่ปรากฏอยู่บนข้อมูลเชิงตัวเลขจากดาวเทียม จะเป็นค่าการสะท้อนแสงจากสิ่งมีชีวิตหลายๆ ชนิดรวมกันไม่ใช่ปะการังอย่างเดียว ดังนั้นค่าการสะท้อนแสงมักจะเป็นตัวแทนของกลุ่มสิ่งมีชีวิตรวมกันเป็นแนว จากการศึกษาพบว่าบริเวณที่มีหิน ทราย และหินปูน จะมีค่าการสะท้อนของช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงิน คลื่นแสงสีเขียว และคลื่นแสงสีแดงที่สูง และจะมีค่าการสะท้อนที่ลดลงเมื่อมีสิ่งชีวิตปรากฏอยู่ เช่น สาหร่ายซูแซนแทลลี่ (Hochberg and Atkinson, 2000; Clark *et. al.*, 2000; Lubin *et. al.*, 2001; Hedley *et. al.*, 2004; Karpouzli *et. al.*, 2004) จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่า การใช้ Thematic mapper มีความเป็นไปได้ที่จะแบ่งแยกระหว่างปะการังที่มีชีวิตและทรายหรือสาหร่าย การใช้คลื่นที่เหมาะสมจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของการสำรวจปะการังโดยเทคนิคการสำรวจระยะไกลในมหาสมุทรที่ระดับความลึกมากขึ้น (Hochberg *et. al.*, 2004)

Holden (1999) ศึกษาและจำแนกแนวปะการังโดยใช้คุณลักษณะการสะท้อนในหลายช่วงคลื่นของแนวปะการัง ซึ่งเก็บข้อมูลการสะท้อนแนวปะการังในหลายช่วงคลื่นจาก cosine receptor และสายไฟเบอร์ออพติคใต้น้ำที่ระดับความลึก 10 เมตรในประเทศฟิจิ (ปี ค.ศ. 1996) และข้อมูลจากแนวปะการังน้ำตื้นในอินโดนีเซีย (ปี ค.ศ. 1997) ถูกนำมาทดสอบและสรุปได้ดังนี้

1. แหล่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ไม่มีผลต่อลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่น (spectral reflectance characteristic)

2. สัณฐานวิทยาของแนวปะการังมีผลต่อคุณลักษณะของการสะท้อนช่วงคลื่น

3. ปะการังฟอกขาวที่ตายแล้ว และปะการังที่ยังมีชีวิตอยู่จะมีลักษณะการสะท้อนช่วงคลื่นที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน

4. ค่าดัชนีของการสะท้อนช่วงคลื่นสามารถช่วยในการจำแนกภาพ (Image Classification)

Holden and LeDrew (1999) ศึกษาผลกระทบของการรบกวนของการสะท้อนมวลน้ำ (Water Column) ที่มีต่อค่าการสะท้อนแสงของแนวปะการัง โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง คือ ความลึก ลักษณะของพื้นทะเล การปกคลุมของเมฆ ซึ่งส่งผลให้มีข้อจำกัดของความถูกต้องในการจำแนก (Holden and LeDrew, 2001; Call *et.al.*, 2003; Stumpf *et. al.*, 2003))

Hochberg *et al*. (2003) ศึกษาลักษณะการสะท้อนของคลื่นแสงในบริเวณพื้นแนวปะการังทั้งในมหาสมุทรแปซิฟิก แอตแลนติก และอินเดีย ที่มีลักษณะแตกต่างกัน โดยเน้นที่กลุ่มสาหร่ายขนาดใหญ่ ปะการัง ปะการังอ่อน หญ้าทะเล พื้นโคลน และพื้นทรายที่มีองค์ประกอบของหินปูน ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการออกแบบการตรวจวัด เพื่อการประเมินสถานภาพแนวปะการังต่อไป และให้ข้อเสนอแนะว่ายังมีความจำเป็นในการพัฒนาออกแบบระบบตัวตรวจรับให้มีความเหมาะสมกับสภาพของพื้นแนวปะการังมากยิ่งขึ้น (Hochberg and Atkinson, 2003)

2.5 การทำแผนที่แนวปะการังโดยวิธีการสำรวจระยะไกล

การสำรวจระยะไกลเพื่อการจัดทำแผนที่ปะการัง สามารถแสดงองค์ประกอบต่างๆ ของแนวปะการังซึ่งเป็นวิธีการที่จะได้ข้อมูลในภาพรวม การสำรวจภาคสนามในบริเวณกว้างต้องใช้ต้นทุนและเวลาที่มากกว่าเพื่อให้ได้ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ อย่างไรก็ตามการสำรวจระยะไกลไม่สามารถแทนที่การสำรวจภาคสนามได้ แต่ทั้งสองวิธีการควรจะดำเนินการร่วมกัน โดยการสำรวจภาคสนามยังมีความจำเป็น เพื่อการยืนยันผลที่ได้จากการแปลภาพถ่ายจากการสำรวจระยะไกลและเป็นการประเมินความถูกต้องในแปลภาพดังกล่าว

Smith *et al.* (1975) ใช้ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT (ERTS-1) ในการทำแผนที่แนวปะการัง ร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศและการสำรวจความถูกต้องในภาคสนามเพื่อทำแผนที่แนวปะการัง ต่อมา Küchler (1985) ได้ใช้ LANDSAT แบบ MSS ทำแผนที่แนวปะการังบริเวณ Great Barrier Reef ประเทศออสเตรเลีย โดยมุ่งเน้นการใช้ดาวเทียม LANDSAT แบบ MSS และ Nimbus-7 CZCS Sensor Data ซึ่งจากการสำรวจระยะไกล จะได้ Base-Map Overlays, Color-Code Thematic Map และข้อมูลทางสถิติ เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลได้รับการพัฒนาให้มีความละเอียดของข้อมูลภาพดาวเทียมที่สูงขึ้น เช่น ดาวเทียม LANDSAT ในระบบ TM (Thematic Mapper) และดาวเทียม SPOT และถูกนำมาใช้ในการสำรวจเพื่อทำแผนที่แนวปะการัง การศึกษาได้มุ่งเน้นสำรวจแนวปะการังเฉพาะพื้นที่เป็นส่วนๆ โดยไม่ศึกษาในภาพรวมทั้งขอบเขตบริเวณทั้งหมด (Bainbridge *et. al.*, 1988; Mumby *et. al.*, 1997)

Andrèfouët (2001) ใช้ภาพจากดาวเทียม SPOT และ LANDSAT สำหรับทำแผนที่และเฝ้าระวังแนวปะการัง พบว่าดาวเทียมทั้งสองสามารถให้ข้อมูลที่ดีภายใต้ข้อจำกัดในเรื่องของความลึก สำหรับดาวเทียม SPOT ที่ระดับ 7-8 เมตร และสำหรับดาวเทียม LANDSAT ที่ระดับ 12-15 เมตร การจำแนกประเภทหรือแหล่งที่อยู่อาศัยให้ค่าความถูกต้องที่ระดับ 70% และการปรับ

ความคาดเคลื่อนของแสงที่ทะลุผ่านมวลน้ำได้ดี และ Andrèfouët, *et al.* (2001a) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการัง โดยใช้ LANDSAT 7ETM+ บริเวณ Florida และ Hawaii โดยจากการศึกษาพบว่าสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในแนวปะการังได้ คือ

1. ทราย
2. เศษซากชิ้นส่วนปะการัง และซากปะการังที่มีเม่นทะเล หรือปลาจำนวนมาก (heavily grazed)
3. ปะการังมีชีวิต และสาหร่ายขนาดใหญ่

Bouvet *et al.* (2003) ได้ใช้ LANDSAT 7 ETM+ เพื่อการสำรวจทรัพยากรแนวปะการัง และการจัดจำแนก แบบ Unsupervised Classification โดยใช้แบบจำลองค่าการสะท้อนของภาพในการจัดจำแนก ร่วมกับภาพถ่ายทางอากาศ และการตรวจสอบภาคสนามอย่างละเอียด

นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพจากการใช้ข้อมูลของ LANDSAT 7 ETM+, SPOT HRV, IKONOS, ASTER และ airborne MASTER ในการทำแผนที่แนวปะการัง (Mumby *et al.*, 1998; Capolsini *et al.*, 2003; Riegl and Purkis, 2005)

ความถูกต้องของแผนที่และข้อมูลทรัพยากรจากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมจะต้องได้รับการตรวจสอบข้อมูลภาคสนามประกอบด้วยเสมอ การสำรวจระยะไกล จึงมีส่วนช่วยลดปริมาณงานของการสำรวจภาคสนามลงมาก และเมื่อใช้ประกอบกันจะมีคุณค่าในการลดค่าใช้จ่ายภาคสนามด้วย (Mumby *et al.*, 1999; Mumby *et al.*, 2001; Joyce *et al.*, 2004) ผลสำรวจที่ได้จากการสำรวจระยะไกลจะครอบคลุมพื้นที่มากกว่า ในบางกรณีการสำรวจระยะไกลมีความถูกต้องมากกว่าข้อมูลที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม เช่น แนวเขตและรูปแบบต่างๆ ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน ภาพถ่ายดาวเทียมสามารถบอกข้อมูลของทรัพยากรโดยอ้างอิงพิกัดตำแหน่งบนผิวโลกจึงช่วยในการทำแผนที่ให้มีความรวดเร็วมากขึ้น

2.6 การประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลเพื่อศึกษาแนวปะการังในประเทศไทย

การสำรวจแนวปะการังในประเทศไทยโดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลนั้นเกิดขึ้นจากความร่วมมือของโครงการ ASEAN-Australian International Development Assistance Program (AIDAB) Coastal Resource Project (Thamrongnavasawat and Sudara, 1992) ซึ่งใช้ระบบ microbrain และได้แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็น 4 ขั้น ได้แก่ การวิเคราะห์ภาพ การจำแนกภาพ การรวบรวมข้อมูล และการตรวจสอบภาคสนาม ข้อมูลดาวเทียม LANDSAT จะมีความเหมาะสมมากกว่าข้อมูลดาวเทียม SPOT สำหรับแนวปะการังเกือบทั้งหมด โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ภาพการใช้อัตราส่วนผสมของช่วงคลื่นและการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักนั้นเหมาะสำหรับแนวปะการังที่มีหลายองค์ประกอบในพื้นที่เดียวกัน การจำแนกโดยใช้หลายวิธีผสมกันจะเหมาะสมสำหรับการแบ่งเขตแนวปะการัง การรวบรวมข้อมูล

ประกอบด้วย prototype GIS และ Multi Resolution Image (การผสมระหว่างข้อมูล SPOT Panchromatic และ LANDSAT TM) ผลการรวบรวมข้อมูลสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อศึกษาแนวปะการังและสภาพแวดล้อมอื่นๆ

ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์ (2534) ศึกษาการกระจายองค์ประกอบแนวปะการังบริเวณกลุ่มเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยการใช้ข้อมูลระยะไกล (LANDSAT และ SPOT) พบว่าการปรับปรุงภาพ กระบวนการหาอัตราส่วนระหว่างช่วงคลื่น และกระบวนการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก จะช่วยสร้างภาพดาวเทียมบริเวณแนวปะการังที่แสดงการกระจายตัวขององค์ประกอบต่างๆ ได้อย่างชัดเจน กระบวนการแยกกลุ่มข้อมูลใช้เพื่อการแบ่งข้อมูลบริเวณแนวปะการัง เพื่อศึกษาการกระจายของกลุ่มองค์ประกอบและคำนวณหาพื้นที่ของแนวปะการัง

จันทนา คุณูปการ (2544) ศึกษาการสำรวจระยะไกลเพื่อจัดทำแผนที่แสดงแนวปะการังบริเวณชายฝั่งทะเลอันดามัน ได้มุ่งเน้นหาแนวทางในการทำแผนที่แนวปะการังในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และพัฒนาแบบจำลองเชิงพื้นที่ในการจำแนกพื้นทรายและบริเวณประชาคมสิ่งมีชีวิตหน้าดินของแนวปะการังเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงบริเวณแนวปะการัง พบว่าแบบจำลองพื้นที่โดยใช้ Depth-invariant bottom index จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงตัวเลขจากดาวเทียม LANDSAT 5 TM สามารถแสดงแนวปะการังได้อย่างชัดเจน ซึ่งจำแนกออกเป็นบริเวณที่เป็นพื้นทราย ประชาคมสิ่งมีชีวิตหน้าดินที่มีความหนาแน่นมากกว่า นอกจากนี้ข้อมูลเชิงตัวเลขจากดาวเทียม LANDSAT 5 TM สามารถใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงแนวปะการังได้อย่างดี โดยข้อจำกัดในการศึกษาครั้งนี้ คือ ในบริเวณที่มีน้ำขุ่นไม่สามารถแสดงแนวปะการังได้

ศิริวุฒิ เจนศิริพิกุล (2545) ศึกษารูปแบบและวิธีการที่เหมาะสมของการใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลในการจำแนกขอบเขตและสถานภาพแนวปะการังน้ำตื้น รวมถึงการจัดทำฐานข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ของแนวปะการังน้ำตื้นบริเวณเกาะกระดาด จังหวัดตราด ศึกษาโดยใช้ข้อมูลดาวเทียม LANSAT 5 TM ร่วมกับการสำรวจภาคสนามซึ่งสามารถนำมาใช้สำรวจแนวปะการังน้ำตื้นได้

Ninsawat (2002) ศึกษาการทำแผนที่แนวปะการัง บริเวณเกาะพีพี จังหวัดกระบี่ โดยมุ่งเน้นการทำ high spatial resolution และ multispectral ซึ่งใช้ Panchromatic และ LISS III sensor ของ ดาวเทียม IRS-1D (ประเทศอินเดีย) ควบคู่กับการสำรวจภาคสนามโดยใช้วิธีการของ REFF CHECKและกำหนดสถานภาพของแนวปะการังตามเกณฑ์สัดส่วนของปะการังมีชีวิต และปะการังตาย ซึ่งอ้างอิงข้อมูลเปรียบเทียบจากกรมประมง

วัชรี สมันเลาะห์ (2546) ศึกษาวิเคราะห์ภาพดาวเทียม LANDSAT ในการตรวจหาและติดตามแนวปะการังขนาดเล็ก และจัดทำแผนที่แนวปะการังบริเวณเกาะไข่ เกาะกุลา เกาะทองหลาง และเกาะมาตรา จังหวัดชุมพร สามารถจำแนกแนวปะการัง ซึ่งมีระดับน้ำลึกไม่เกิน 8 เมตร และมีความกว้างของแนวปะการังในช่วง 100 เมตร ถึง 250 เมตร โดยใช้ภาพในรูปสีผสมเท็จ

แบนด์ 1, 2 และ 1/5 หรือ ภาพจากแบนด์ 1, 2 และ 2/5 และพบว่าความถูกต้องของการจำแนกข้อมูลจะขึ้นอยู่กับขนาดของแนวปะการังและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ขนาดของพื้นทราย ความลึก และความใสของน้ำ

2.7 การสำรวจระยะไกลเพื่อการจัดการแนวปะการัง

การจัดการทรัพยากรเพื่อการอนุรักษ์ หรือการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนจำเป็นต้องมีองค์ประกอบที่สำคัญได้แก่

- ข้อมูลที่ถูกต้องและทันสมัย เกี่ยวกับองค์ประกอบและกระบวนการทางนิเวศวิทยาของสภาพแวดล้อมนั้นๆ
- ความเข้าใจเกี่ยวกับหน้าที่ขององค์ประกอบต่างๆ ในระบบนิเวศ
- ความสามารถในการติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบและกระบวนการทางนิเวศวิทยา

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการเก็บรวบรวมข้อมูลการเปลี่ยนแปลงตามสภาพพื้นที่ การจัดทำฐานข้อมูล การจัดทำแผนที่ โปรแกรมการติดตามตรวจสอบ และแบบจำลองเพื่อทำนายการเปลี่ยนแปลง

การจัดการแนวปะการังเพื่อการใช้ประโยชน์อย่างย่างยืน มีกรอบแนวความคิดที่เหมือนกัน ซึ่งจำเป็นต้องมีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ถูกต้องอย่างสม่ำเสมอเพื่อติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของดัชนีชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทั้งในบริเวณที่น้ำใสและน้ำขุ่นตลอดจนคุณภาพน้ำทะเล และองค์ประกอบของพื้นแนวปะการัง (Dustan *et al.*, 2001; Andrèfouët, *et al.*, 2001b; Trinder and Milne, 2003; Hochberg and Atkinson, 2003; Hochberg *et al.*, 2003; Stumpf *et al.*, 2003; Andrèfouët, *et al.*, 2004; Phinn, *et al*., 2005)

ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการใช้ข้อมูลดาวเทียมประกอบด้วยเมฆที่ปกคลุม สภาพทางทะเล ตลอดจนความโปร่งใสของน้ำ ปัจจุบันนี้การใช้ข้อมูลจากการสำรวจจากระยะไกลซึ่งพยายามใช้ข้อมูลหลายๆ คลื่นแสงในการวิจัยและพัฒนาศักยภาพการประยุกต์ใช้โดยการพยายามจัดจำแนก และจัดทำแผนที่แสดงระบบนิเวศปะการัง (Holden and LeDrew, 1998; Clark *et al.*, 2000; Hochberg and Atkinson, 2000; Mumby *et al.* 2001; Holden *et al.*, 2002; Roelfsema *et al.*, 2002; Capolsini *et al.*, 2003)

การสำรวจโดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลได้เข้ามามีบทบาทเพิ่มมากขึ้นสำหรับงานด้านการจัดการทรัพยากรแนวปะการัง เช่น การสำรวจทรัพยากรเพื่อการอนุรักษ์ และนำไปสู่การวางแผนการใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่ามากที่สุด ปะการังจัดเป็นทรัพยากรทางทะเลที่มีความสำคัญ ดังนั้นการนำเทคนิคการสำรวจระยะไกลมาเพื่อประยุกต์ใช้กับปะการังจึงเป็นงานที่มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรปะการัง และนำไปสู่

การอนุรักษ์ทรัพยากรดังกล่าวให้มีความยั่งยืนตลอดไป (Mumby *et al.* 1999; Andrèfouët, *et al.*, 2001; Hu *et al.*, 2001; Yamano *et al.*, 2002; Palandro *et al.*, 2003; Mumby *et al.* 2004)

การประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลในการศึกษาระบบนิเวศแนวปะการัง การตรวจวัดปัจจัยทางกายภาพ และสรุปประเด็นด้านนิเวศวิทยาแนวปะการังที่มีการศึกษาโดยการสำรวจระยะไกลทั้งในประเทศและต่างประเทศจากอดีตจนถึงปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเด็นที่เกี่ยวข้องกับปะการังฟอกขาว การฟื้นตัว และการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในแนวปะการัง แสดงในตารางที่ 2.1 2.2 และ 2.3 นอกจากนี้ยังได้สรุปภาพรวมของการใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลในงานด้านวิทยาศาสตร์และการจัดการแนวปะการัง ดังแสดงในภาพที่ 2.7

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1 การใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลในการศึกษาระบบนิเวศแนวปะการัง

Platform	Boat		Aircraft			Satellite				
Sensor type	Acoustic	Laser	Laser	Hyperspect'ral	Photographic film	Hyperspectral	Multispectral (high resol.)	Multispectral (high resol.)	Radiometer	Multispectral (low resol.)
Example of sensor	RoxAnn	Fills	Lidar, LADS	AVRIS, CASI ATM	SLR camera	Hyperion	IKONOS, Quickbird	Landsat TM, SPOT, IRS	AVHRR, ATSR, GOES	SeaWiFS, MODIS, OCM
Coral species										
Coral & algal cover		?	?	?√		?				
Reef community (> 5 class)	?√	?	?√	√	√	?√				
Occurrence of Bleaching		?	?	?	?√	?	?			
Structural complexity (rugosity)	√		?	?	?√		?			
Reef geomorphology	√		√	√	√	?	√	√		
Location of shallow reef areas	√		√	√	√	?	√	√	?	?√
Reef community (<5 Class)	√	√	√	√	√	?	√	√		
Bathymetry	√		√	√	√	√	√	√	√	
Coastal land use (& change)			√	√	√	√	√	√	√	

√ = indicates routinely possible; ?√ = indicates demonstrated in limited cased only; ?=indicates untested but we believe it to be possible; blank indicates not possible (at this time).

LADS=Laser Airborne Depth Sounder, AVIRIS=Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer, CASI=Compact Airborne Spectrographic Imager, ATM=Airborne Thematic Mapper, SLR=Single Lens Reflex, TM=Thematic Mapper, SPOT=Systeme Probatoire de l'Observations de la Terre, IRS=Indian Remote Sensing Satellite, AVHRR=Advanced Very High Resolution Radiometer, GEOS=Geostationary Operationary Environmental Satellite, SeaWIFS=Sea Wide Field-of-view Sensor, MODIS=Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, OCM=Ocean Colour Monitoring. (Source: Mumby *et al.*, 2004)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสำรวจระยะไกลในการตรวจวัดลักษณะทางกายภาพ

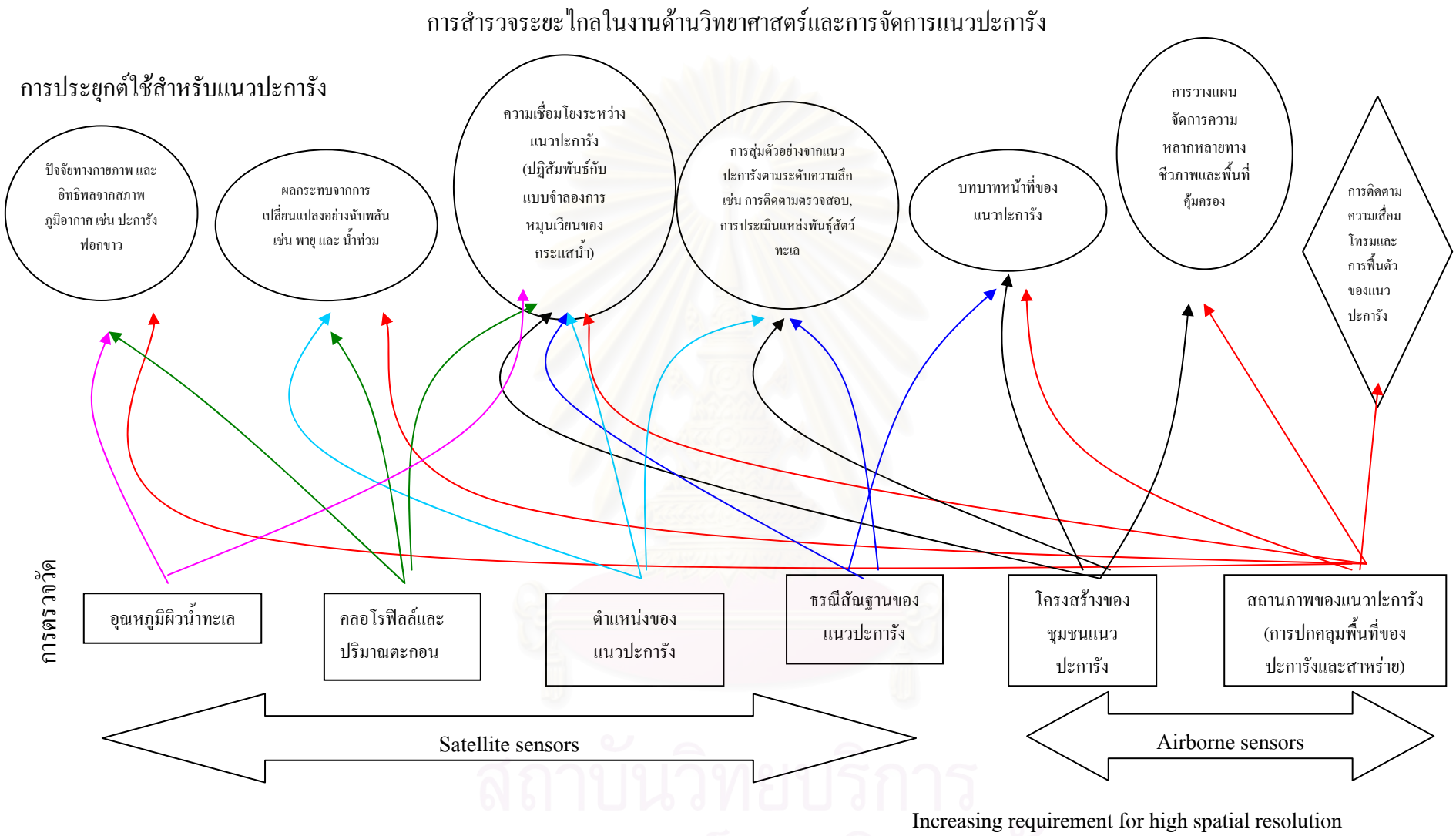
Platform	Aircraft		Satellite								
Sensor type	Hyperspectral	Microwave	Hyperspectral	Multispectral (high resol.)	Multispectral (medium resol.)	Meterological	Multispectral (low resol.)	Radar scatterometer	Radar	Radar Altimeter	Radiometer
Examples of sensor	AVIRIS, CASI, ATM	SLFMR	Hyperion	IKONOS, Quickbird	Landsat TM, SPOT, IRS	GOES, GMS, METRORSAT	SeaWiFS, MODIS	SAR Quickscat	TRMM	TOPEX, Jason-1	AVHRR, ATSR
Sea surface temperature						√	√ (MODIS)				√
Ultraviolet radiation						√					√
Photosynthetically active radiation			√	√		√	√				√
Light attenuation coefficients	√		√	√	√		√				√
Cloud cover			√	√	√	√	√				√
Ocean sea level										√	
Salinity		√									
Chlorophyll-a concentration	√		√	√	√		√				
Algal blooms	√		√	√	√		√				
Suspended sediment concentration	√		√	√	√		√				√
Wind speed								√		√	
Ocean circulation						√	√			√	√
Coastal circulation (feature tracking)											?√
Precipitation									√		

√=indicated routinely possible; ?√=indicates demonstrated in limited cased only; ?= indicates untested but we believe it to be possible; blank indicates not possible (at this time).

AVIRIS=Airborne Visible/Infrared Imaging Spectrometer, CASI=Compact Airborne Spectrographic Imager, ATM=Airborne Thematic Mapper, SLFMR=Scanning Low Frequency Microwave Radiometer, TM=Thematic Mapper, SPOT=Systeme Probatoire de l'Observations de la Terre, IRS=Indian Remote Sensing Satellite, GEOS=Geostationary Operationary, GMS=Geostationary Meterological Satellite, METROSAT=Meterological Sattellite, SeaWiFS=Sea Wide Field-of-view Sensor, MODIS=Moderate Resolution Imaging Spectroradiomete, ESR-1=European Remote Sensing, QuickSCAT=Quick Scatterometer, TRMM=tropical rainfall mapping mission, TOPEX(/Poseidon)=The Ocean Topography Experiment, AVHRR=Advance Very High Resolution Radiometer, ATSR=Along-Track Scanning Radiometer and Advance Along-Track Scanning Radiometer. (Source: Mumby *et al.*, 2004)

ตารางที่ 2.3 สรุปประเด็นด้านนิเวศวิทยาแนวปะการังที่มีการศึกษาโดยการสำรวจระยะไกล

ประเด็นด้านนิเวศวิทยาแนวปะการัง	ประเด็นด้านการสำรวจระยะไกล
ปะการังฟอกขาว (Glynn, 1996)	การจำแนกปะการังที่ฟอกขาวและไม่ฟอกขาว (Hardy *et al.*, 1992; Holden and LeDrew, 1998, 1999; Myers *et al.*, 1999) การจำแนกระดับความรุนแรงของปะการังฟอกขาว (Clark *et al.*, 2000)
ปะการังตายด้วยเชื้อโรค (Richardson, 1998)	การจำแนกสถานภาพการตายของปะการัง (Clark *et al.*, 2000)
การฟื้นตัวและการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของแนวปะการัง (Done, 1999)	การจำแนกความแตกต่างระหว่างปะการัง กลุ่มสาหร่ายขนาดใหญ่ และปะการังตาย (Lubin *et al.*, 2001)
การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบหลักของแนวปะการัง (McCook, 1999)	การจำแนกความแตกต่างระหว่างสาหร่ายขนาดใหญ่และปะการังมีชีวิต (Hochberg and Atkinson, 2000; Myers *et al.*, 1999)
การเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของสาหร่าย และการรุกรานแนวปะการัง (Stiger and Payri, 1999)	การจำแนกสาหร่ายขนาดใหญ่ การจำแนกปะการัง สาหร่ายขนาดใหญ่ องค์ประกอบของพื้นแนวปะการังและสาหร่าย (Mumby *et al.*, 1997) การจำแนกระดับความรุนแรงของการครูดแนวปะการังโดยแม่นทะเลหรือปลา การจำแนกสาหร่ายขนาดใหญ่
การเกิดชิ้นส่วนของแนวปะการัง และผลกระทบของพายุ (Harmelin-Vivien, 1994)	การจำแนกตะกอนที่เกิดใหม่ และกลุ่มปะการัง/สาหร่ายขนาดใหญ่ (Loubersac *et al.*, 1988) การจำแนกตะกอนที่เกิดใหม่และตะกอนเก่า



ภาพที่ 2.7 การจัดการแนวปะการังโดยการประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล

(ดัดแปลงจาก Mumby, 2003) (มาฆมาส สุทธาชีพ และคณะ, 2547)

แนวปะการังหลายแห่งในน่านน้ำไทยมีการใช้ประโยชน์เพื่อการท่องเที่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการดำน้ำตื้น (Snorkeling) และการดำน้ำลึก (SCUBA) ผลกระทบจากกิจกรรมการดำน้ำ และการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังจากปัจจัยธรรมชาติ จำเป็นต้องมีการติดตามตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง สำหรับแนวปะการังในบริเวณกลุ่มเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวที่รุนแรงในปี พ.ศ 2541 และมีการใช้ประโยชน์ด้านการดำน้ำอย่างหนาแน่น จึงเป็นพื้นที่ที่ควรมีการติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เพื่อวิเคราะห์ถึงแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงในอนาคต

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

จากหลักการและทฤษฎีพื้นฐานของการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing) สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของแนวปะการัง โดยในบทนี้ประกอบด้วยขั้นตอนในการดำเนินการศึกษาดังนี้

3.1 การจัดเตรียมและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

- ข้อมูลภาพดาวเทียม

ข้อมูลภาพดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขจากดาวเทียม LANDSAT 5 TM และ 7 ETM+ Path-Row 129-53 โดยข้อมูลภาพดาวเทียมได้ความอนุเคราะห์จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) ประกอบด้วย

1) วันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2541 (ก่อนเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว)
2) วันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542 (หลังเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว)
3) วันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2545
4) วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะช่วงคลื่นแสงของข้อมูลเชิงตัวเลขจากภาพ LANDSAT 5 TM และ 7 ETM+

ช่วงคลื่น	แบนด์ (Band)	ช่วงความยาวคลื่น (ไมโครเมตร)	ความละเอียดจุดภาพ (เมตร)
สีน้ำเงิน	1	0.45 – 0.52	30
สีเขียว	2	0.53 – 0.60	30
สีแดง	3	0.63 – 0.69	30
อินฟราเรดใกล้	4	0.76 – 0.90	30
อินฟราเรดคลื่นสั้น	5	1.55 – 1.75	30
อินฟราเรดคลื่นยาว	6	10.40 – 12.50	120 (TM) 60 (ETM+)
อินฟราเรดคลื่นสั้น	7	2.08 – 2.35	30

สำหรับแบนด์ 6 เป็นแบนด์ที่มีช่วงคลื่นยาวที่สุด เพราะเป็นแบนด์ของคลื่นความร้อนจากการเปล่งออกมาของวัตถุไม่ใช่แบนด์ที่ได้จากการสะท้อนพลังงานเหมือนแบนด์อื่นๆ จากคุณลักษณะของการทะลุน้ำของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คือ ช่วงความยาวคลื่นสั้นจะสามารถผ่านทะลุน้ำได้ดีกว่าช่วงความยาวคลื่นยาว ดังนั้นจากคุณสมบัติของภาพดาวเทียม LANDSAT ที่มีช่วงความยาวคลื่นผ่านน้ำได้ คือ ช่วงคลื่นสีน้ำเงิน ช่วงคลื่นสีเขียว และช่วงคลื่นสีแดง จากคุณสมบัติความยาวคลื่นดังกล่าวข้างต้น พบว่าช่วงคลื่นสีน้ำเงินสามารถผ่านทะลุน้ำได้ดีที่สุด ส่วนช่วงคลื่นอินฟราเรดของแบนด์ 4, 5 และ 7 เป็นช่วงคลื่นที่ไม่ทะลุผ่านน้ำ แต่สามารถนำมาใช้ในการแยกส่วนที่เป็นพื้นดินและพื้นน้ำได้ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ จึงเลือกเฉพาะแบนด์ 1, 2, 3, 4 และ 5 (ศิริวุฒิ เจนศิริพิกุล, 2545; วัชรี สมันเลาะห์, 2546)

- เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในวิเคราะห์ข้อมูล

1) แผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของแผนที่ทหาร
2) แผนที่แนวปะการังในน่านน้ำไทย เล่ม 1 อ่าวไทย พ.ศ. 2542 ของกรมประมง
3) เครื่องคอมพิวเตอร์ Pentium 4, Ram 512 Mb และ HDD 80 GB
4) โปรแกรม Image Processing ERDAS IMAGINE Version 8.5
5) โปรแกรม ArcView 3.2a
6) เครื่องหาตำแหน่งบนพื้นโลก (Global Position System: GPS)
7) อุปกรณ์ในการสำรวจแนวปะการังแบบ Line intercept transect
8) เครื่องกวาดภาพ (Scanner)
9) เครื่องพิมพ์ (Printer)

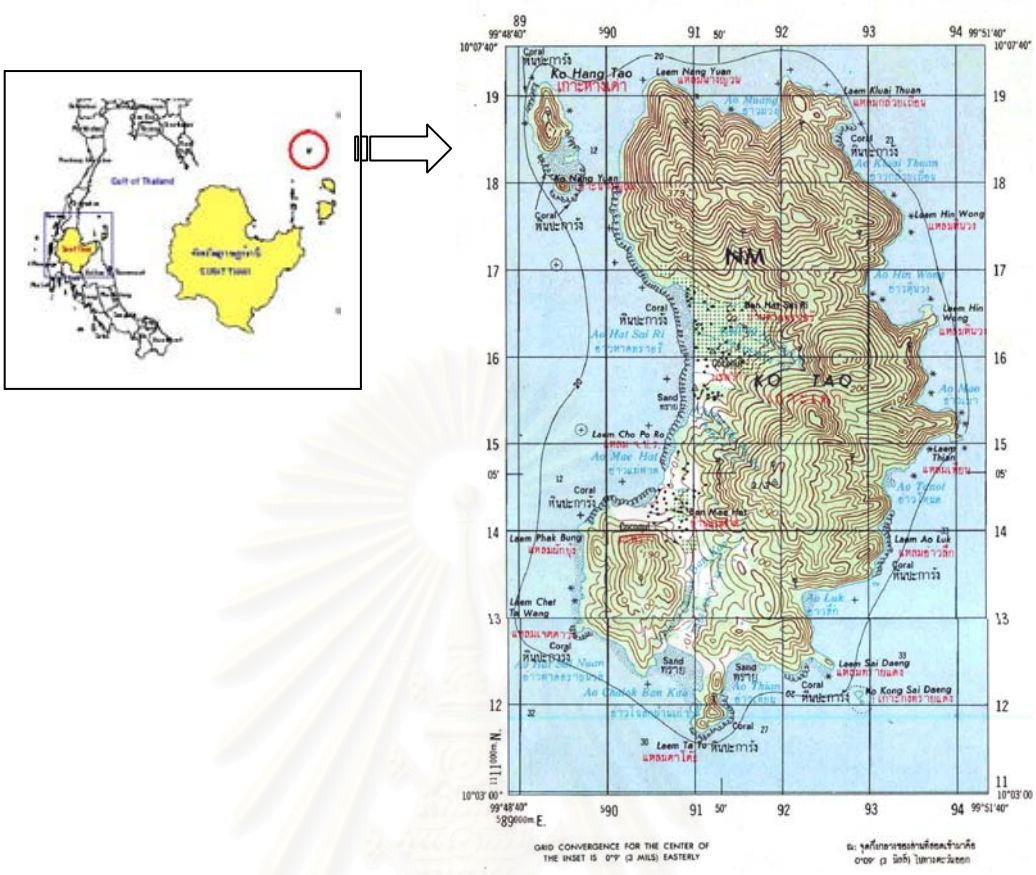
3.2 พื้นที่ศึกษา

- หมู่เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

หมู่เกาะเต่าตั้งอยู่ที่ละติจูด 10° 00′ ถึง 10° 10′ เหนือ และลองติจูดที่ 99° 40′ ถึง 100° 10′ ตะวันออก ประกอบด้วยเกาะจำนวนทั้งหมด 4 เกาะ ได้แก่ เกาะเต่า เกาะหางเต่า เกาะนางญวณ และเกาะกงทรายแดง มีเนื้อที่ประมาณ 25 ตารางกิโลเมตร เป็นหมู่เกาะที่ตั้งอยู่ห่างจากฝั่งประมาณ 70 กิโลเมตร จึงได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำที่พัดพาตะกอนลงสู่ทะเลน้อยมาก ดังนั้นปะการังในบริเวณนี้จึงมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์สูงและมีความหนาแน่นมาก ทำให้แนวปะการังในบริเวณหมู่เกาะเต่าเป็นแหล่งท่องเที่ยว และแหล่งดำน้ำที่สำคัญของทะเลไทยด้านอ่าวไทย โดยแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญ ได้แก่ อ่าวแม่หาด อ่าวหาดทรายรี อ่าวโฉลกบ้านเก่า อ่าวเทียน อ่าวโตนด แหลมเทียน อ่าวม่วง เกาะนางญวน และเกาะกงทรายแดง เป็นต้น Yeemin *et al.* (1994) ศึกษาโครงสร้างของกลุ่ม

ปะการังในเชิงปริมาณที่บริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า และเกาะนางญวน พบว่ามีปะการังมีชีวิตปกคลุมพื้นที่ในสัดส่วนที่แตกต่างกัน ปะการังชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ *Pocillopora damicornis, Diploastrea heliopoa, Porites lutea*, *P.* rus และ *Acropora* spp. จากการศึกษาผลกระทบจากการท่องเที่ยวต่อปะการังในบริเวณเกาะนางญวน ซึ่งเป็นสถานท่องเที่ยวที่นักท่องเที่ยวนิยมไปดำน้ำดูปะการังมาก พบว่าปะการังมีชีวิตลดลงประมาณ 17 % ในขณะที่อ่าวโฉลกบ้านเก่า ซึ่งมีนักท่องเที่ยวไปดำน้ำดูปะการังน้อยกว่ามีปริมาณปะการังมีชีวิตเพิ่มขึ้นจากเดิมเล็กน้อย (นฤมล กรคณิตนันท์, 2541) และจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว ในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม พ.ศ. 2541 ซึ่งเป็นครั้งแรกที่เกิดเหตุการณ์ปะการังฟอกขาวขึ้นอย่างรุนแรงในอ่าวไทย เป็นช่วงที่มีอุณหภูมิน้ำทะเลสูงผิดปกติ (31-33 °C) ความรุนแรงของการฟอกขาวของปะการังบริเวณจังหวัดสุราษฎร์ธานีและจังหวัดชุมพรมีความรุนแรงมากกว่าแหล่งปะการังบริเวณอ่าวไทยตอนใน จากการสำรวจภาคสนามในช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวดังกล่าว พบว่าแนวปะการังบริเวณกลุ่มเกาะเต่าได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง ปะการังหลายชนิดตายเป็นบริเวณกว้าง และมีสาหร่ายเข้ามาปกคลุมพื้นที่ในบางบริเวณอย่างชัดเจน (ธรรมศักดิ์ ยีมิน และคณะ, 2541) เมื่อน้ำทะเลกลับสู่ภาวะปกติ ปะการังบางส่วนสามารถฟื้นตัวได้ แต่บางโคโลนีของปะการังบางชนิดอาจมีการตายเป็นบางส่วน ปะการังแต่ละชนิดมีการฟื้นตัวแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของการฟอกขาว และการทนทานต่อสภาพแวดล้อมของปะการัง ถ้าสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น น้ำทะเลมีความขุ่นสูง การฟื้นตัวของปะการังก็จะช้าลงกว่าปกติ จึงสามารถนำมาใช้เป็นพื้นที่ศึกษาตัวอย่างในการศึกษาและติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแนวปะการังด้วยการประยุกต์ใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลร่วมกับการตรวจสอบในภาคสนาม (Sutthacheep *et al*., 2004; Sutthacheep and Yeemin, 2004)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3.1 แผนที่แสดงบริเวณศึกษา เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

จากการสำรวจเพื่อจัดทำแผนที่แนวปะการังในน่านน้ำไทยภายใต้โครงการจัดการทรัพยากรปะการังของกรมประมง ได้รายงานสภาพแนวปะการังของเกาะเต่า ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ (กรมประมง, 2542)

- เกาะเต่า

เกาะเต่า มีปะการังหลากหลาย ชนิด และมีปริมาณหนาแน่นจนมีลักษณะเป็นแนวปะการังริมฝั่งทางด้านทิศตะวันตกและทิศใต้ สภาพแนวปะการังส่วนใหญ่อยู่ในระดับเสื่อมโทรมมากจนถึงระดับสมบูรณ์ปานกลาง ส่วนทางด้าน ทิศตะวันออกและทางทิศเหนือของเกาะส่วนใหญ่พบปะการังก่อตัวอยู่ตามแนวหินและพบ แนวปะการังริมฝั่งได้ในเวิ้งอ่าวที่หลบคลื่นลม ความกว้างของแนวปะการังที่พบส่วนใหญ่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 50-300 เมตร และก่อตัวถึงระดับความลึกของน้ำประมาณ 3-12 เมตร พื้นที่ของแนวปะการังประมาณ 1.61 ตารางกิโลเมตร โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับสภาพความสมบูรณ์ของแนวปะการังและชนิดของปะการังเด่น (dominant species) แบ่งตามทิศต่าง ๆ ของเกาะดังนี้

ทิศเหนือ เริ่มตั้งแต่แหลมนางญวนเรื่อยไปทางทิศตะวันออกถึงอ่าวม่วง จนสิ้นสุดที่แหลมกล้วยเถื่อน แนวปะการังมีความกว้างตั้งแต่ 30-100 เมตร สิ้นสุดที่ระดับ ความลึกประมาณ 6-9 เมตร ปะการังส่วนใหญ่ขึ้นบนโขดหิน ยกเว้นทางด้านทิศตะวันตกของแหลม

กล้วยเถื่อนมีกลุ่มปะการังบนพื้นทราย (patch reef) ส่วนใหญ่มีสภาพสมบูรณ์ดีโดยมีปะการังมีชีวิตปกคลุมพื้นที่บริเวณโซนลาดชันประมาณ 25-30% และปะการังตายประมาณ 15-25% ส่วนกลุ่มปะการังบนโขดหินมีสภาพสมบูรณ์ดีมาก แต่มีปะการังขึ้นอยู่น้อยไม่เกิน 50% ของพื้นที่ โดยมีปะการังมีชีวิตปกคลุมพื้นที่ 15-30% และปะการังตาย 5-10% ชนิดปะการังเด่นที่พบ ได้แก่ ปะการังโขด (*Porites lutea*) ปะการังสมองร่องยาว (*Platygyra daedalea*) ปะการังดาวใหญ่ (*Diploastrea heliopora*) และปะการังไฟแบบแผ่น (*Millepora platyphylla*)

ทิศตะวันออก เริ่มตั้งแต่บริเวณแหลมกล้วยเถื่อนลงมาจนถึงแหลมทรายแดง ปะการังที่พบส่วนใหญ่เป็นกลุ่มปะการังบนโขดหิน และพบแนวปะการังริมฝั่งได้ในอ่าวที่หลบคลื่นลม ได้แก่ อ่าวกล้วยเถื่อน อ่าวหินวง อ่าวโตนด และอ่าวลึก แนวปะการังส่วนใหญ่อยู่ในสภาพสมบูรณ์ดีจนถึงดีมาก มีปะการังมีชีวิตปกนคลุมพื้นที่ 30-60% และปะการังตายประมาณ 10-25% ปะการังที่พบส่วนใหญ่ได้แก่ ปะการังดาวใหญ่ (*D. heliopora*) ปะการังโขด (*P. lutea*) ปะการังสมองร่องยาว (*P. daedale*a) และปะการังไฟแบบแผ่น (*M. platyphylla*) นอกจากนี้ ยังพบปะการังเขากวาง (*Acropora formosa*) ในอ่าวอีกด้วย

ทิศใต้ เริ่มตั้งแต่บริเวณแหลมทรายแดงเรื่อยไปทางด้านทิศตะวันตกผ่านอ่าวเทียน แหลมตาโต๊ะ อ่าวโฉลกบ้านเก่า สิ้นสุดที่แหลมเจตตาวัง แนวปะการังส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นแนวปะการังริมฝั่งเฉพาะในอ่าว ส่วนในบริเวณปลายแหลมปะการังก่อตัวขึ้นบนแนวหิน ความกว้างแนวปะการังประมาณ 50-300 เมตร โดยกว้างมากที่สุดบริเวณกลางอ่าวโฉลกบ้านเก่าสิ้นสุดที่ระดับความลึก ประมาณ 3-7 เมตร แนวปะการังที่อ่าวเทียนมีสภาพสมบูรณ์ดีมาก โดยมีปะการังมีชีวิตปกคลุมพื้นที่ประมาณ 60-100% และปะการังตายไม่เกิน 30% ปะการังพบมากคือ ปะการังเขากวาง (*Acropora formosa*) และปะการังโต๊ะ (*A. hyacinthus*) ขึ้นหนาแน่นเป็นดงขนาดใหญ่มาก ส่วนที่อ่าวโฉลกบ้านเก่าแนวปะการังมีสภาพเสื่อมโทรมมาก ส่วนใหญ่มีปะการังมีชีวิตปกคลุมพื้นที่โซนลาดชันประมาณ 10-30% และปะการังตาย 60-90% ปะการังที่พบมีหลายชนิดได้แก่ ปะการังเขากวาง (*A. formosa*) ปะการังโต๊ะ (*A. hyacinthus*) ปะการังโขด (*P. lutea*) ปะการังดอกกะหล่ำ (*Pocillopora damicornis*) ปะการังดาวใหญ่ (*D. heliopora*) ปะการังลายดอกไม้ (*Pavona decussata*) ปะการังดอกไม้ทะเล (*Goniopora* sp.) และปะการังเห็ด (*Fungia* sp.)

ทิศตะวันตก เริ่มตั้งแต่บริเวณแหลมเจตตาวังขึ้นไปทางทิศเหนือผ่านแหลมผักบุ้ง อ่าวแม่หาด แหลมจปร. อ่าวหาดทรายรี จนสิ้นสุดที่แหลมนางญวน พบแนวปะการังก่อตัวได้ดีเป็นแนวปะการังริมฝั่งเกือบตลอดแนว ยกเว้นทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของแหลมนางญวน ซึ่งปะการังก่อตัวอยู่บนแนวหิน ความกว้างของแนวปะการังประมาณ 50-250 เมตร โดยมีความกว้างมากที่สุดที่บริเวณอ่าวหาดทรายรี แนวปะการังสิ้นสุดที่ระดับความลึกประมาณ 5-8 เมตร สภาพความสมบูรณ์ของปะการังส่วนใหญ่อยู่ในระดับเสื่อมโทรมมากจนถึงระดับสมบูรณ์ปานกลาง ซึ่งส่วนใหญ่มีปะการังมีชีวิตปกคลุมพื้นที่โซนลาดชันประมาณ 20-50% และปะการังตายประมาณ

25-70% ยกเว้นตรงบริเวณอ่าวแม่หาดมีสภาพปะการังสมบูรณ์ดีมาก โดยมีปะการังมีชีวิตปกคลุมพื้นที่โซนลาดชันประมาณ 70-80% และปะการังตายประมาณ 20-30% ส่วนใหญ่ปะการังที่พบทางด้านทิศตะวันตก ได้แก่ ปะการังลายดอกไม้ (*Pavona cuctus*) ปะการังช่องหนาม (*Echinopora* sp.) ปะการังดอกกะหล่ำ (*P. damicornis*) ปะการังผิวยู่ยี่ (*Porites* rus) และปะการังโขด (*P. lutea*)

- เกาะหางเต่าและเกาะนางญวน

เกาะหางเต่าและเกาะนางญวนเชื่อมติดต่อกันโดยมีสันทรายเชื่อมระหว่างเกาะทั้งสอง โดยเกาะหางเต่าซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าตั้งอยู่ทางทิศเหนือของเกาะนางญวน เกาะนางญวนมีลักษณะคล้ายกับเป็น 2 เกาะเล็ก ๆ ลูกหนึ่งมีลักษณะเล็กและแบนราบ ส่วนอีกลูกหนึ่งมีลักษณะกลมมีความสูงกว่าและใหญ่กว่าตั้งอยู่ทางทิศใต้ของลูกแรก เกาะหางเต่าและเกาะนางญวนตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือของเกาะเต่า และอยู่ห่างจากฝั่งประมาณ 2 กิโลเมตร

แนวปะการังของสองเกาะนี้เชื่อมติดต่อกันตลอดทั้งด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออก แนวปะการังก่อตัวได้ดีทางด้านทิศตะวันตกและทิศตะวันออกตรงบริเวณรอยต่อของเกาะทั้งสอง รวมทั้งทางทิศใต้ของเกาะนางญวน ความกว้างของแนวปะการังประมาณ 50-300 เมตร ก่อตัวถึงระดับน้ำประมาณ 1-6 เมตร ซึ่งส่วนใหญ่มีสภาพสมบูรณ์ปานกลางจนถึงดีมาก ยกเว้นตรงบริเวณกลางอ่าวที่เป็นสันทรายเชื่อมระหว่างเกาะหางเต่านั้นมีสภาพเสื่อมโทรมมาก โดยมีปะการังมีชีวิตปกคลุมพื้นที่บริเวณโซนลาดชันประมาณ 20% และปะการังตายประมาณ 80% ปะการังที่พบตรงบริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นพวกปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.) ที่เริ่มเกิดใหม่มีขนาดเล็ก ส่วนทางด้านทิศตะวันออกของเกาะนางญวน มีปะการังมีชีวิตปกคลุมพื้นที่บริเวณโซนลาดชันประมาณ 30-95% และปะการังตายประมาณ 5-50% ปะการังบริเวณเกาะหางเต่าส่วนใหญ่ก่อตัวขึ้นบนแนวหินมีความกว้างประมาณ 50 เมตร มีปะการังมีชีวิตปกคลุมพื้นที่ประมาณ 10-30% และปะการังตายไม่เกิน 5% มีสภาพสมบูรณ์ดีมาก ปะการังที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกปะการังดาวใหญ่ (*D. heliopora*) ปะการังโขด (*P. lutea*) และปะการังสมองร่องยาว (*P. daedalea*) เกาะหางเต่าและเกาะนางญวนมีพื้นที่แนวปะการังรวม 0.125 ตารางกิโลเมตร

- เกาะกงทรายแดง

เกาะกงทรายแดงเป็นเกาะที่มีขนาดเล็กมีลักษณะเป็นหินโผล่พ้นน้ำ 2 ก้อน ตั้งอยู่ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเกาะเต่า ห่างจากแหลมทรายแดงประมาณ 300 เมตร พบแนวปะการังก่อตัวตลอดแนวหินด้านทิศตะวันตกและทางตอนใต้ของเกาะทั้งด้านทิศตะวันออก และทิศตะวันตกเป็นแนวปะการังริมฝั่ง ความกว้างของแนวไม่เกิน 30 เมตร สิ้นสุดที่ระดับความลึก 7-11 เมตร สภาพความสมบูรณ์ของแนวปะการังอยู่ในระดับดีจนถึงดีมาก โดยมีปะการังมีชีวิตปกคลุม

พื้นที่บริเวณโซนลาดชันประมาณ 20-45% และปะการังตายประมาณ 10-20% ปะการังที่พบส่วนใหญ่เป็นปะการังโขด (*P. lutea*) ปะการังกาแล็กซี่ (*Galaxea* sp.) ปะการังดอกกะหล่ำ (*P. damicornis*) และปะการังไฟแบบแผ่น (*M. platyphylla*) เกาะกงทรายแดงมีพื้นที่แนวปะการังเพียง 0.013 ตารางกิโลเมตร

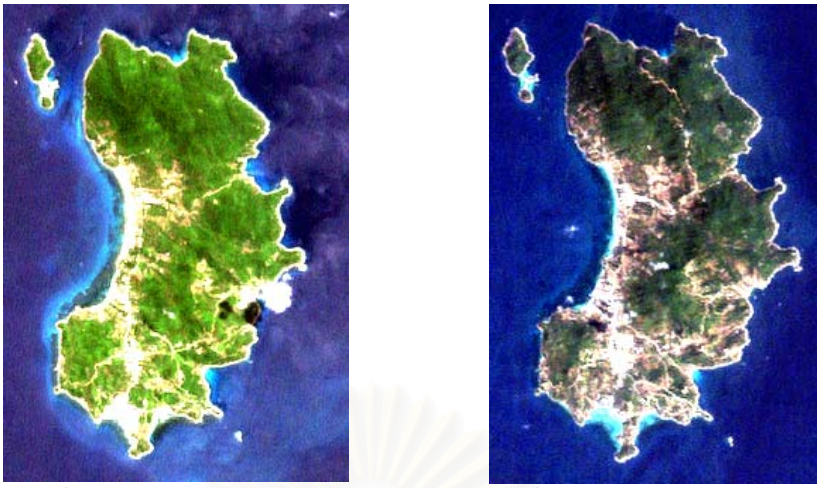
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย โดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกล

- การจัดการข้อมูลภาพดาวเทียม

นำข้อมูลภาพดาวเทียมมาปรับจุดพิกัด (Image rectification) โดยอ้างอิงจุดพิกัดกับแผนที่ภูมิประเทศ ระบบ U.T.M มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร โดยการหาจุดตรึงบนผิวโลก (Ground Control Points: GCPs) ที่สามารถเห็นได้ชัดเจน เพื่อใช้แปลงตำแหน่งของภาพไปสู่ระบบพิกัดที่ต้องการ ในการคัดเลือกจุดตรึงข้อมูลที่ใช้แสดงจะต้องสามารถเห็นได้ชัดเจนทั้งในแผนที่ลักษณะภูมิประเทศและภาพดาวเทียม โดยเลือกจุดที่สามารถเห็นได้ชัดเจน เช่น จุดตัดของถนน บริเวณปลายแหลมของเกาะต่างๆ เป็นต้น นำค่าจุดตรึงของพื้นผิวโลกที่ระบุค่า coordinates X และ Y ที่กำหนดได้ผ่านขบวนการการแปลงพิกัดของภาพไปสู่พิกัดทางภูมิศาสตร์

วันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2541

วันที่ 8 พฤศจิกายน 2542



วันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2545 วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

ภาพที่ 3.2 ภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM และ LANDSAT 7 ETM+
บริเวณหมู่เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี

นำภาพที่ได้จากการเตรียมข้อมูลข้างต้นมาทำการแบ่งแยกข้อมูลที่เป็นส่วนที่เป็นพื้นดินและพื้นน้ำ โดยใช้วิธีกันขอบเขตภาพ (Image masking) โดยการนำข้อมูลดาวเทียมช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ซึ่งจะทำให้เกิดการแบ่งแยกพื้นดินและพื้นน้ำได้ชัดเจน ทำการกันขอบเขตของพื้นแผ่นดินและตัดข้อมูลส่วนดังกล่าวออก เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะข้อมูลบริเวณพื้นน้ำเท่านั้น

- การวิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธีหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์ (Band Ratio)

วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์ เพื่อให้ได้ความแตกต่างของความเข้มของข้อมูล ส่วนที่เป็นแนวปะการังและส่วนที่ไม่ใช่แนวปะการังให้เด่นชัด และใช้เทคนิคการผสมแบนด์ในรูปสีผสม โดยการวิเคราะห์ด้วยอัตราส่วนระหว่างแบนด์ ซึ่งจะใช้ช่วงคลื่นที่ 1, 2, 3, 4 และ 5

- การสำรวจภาคสนามและการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมเพื่อจัดกลุ่มข้อมูลสำหรับใช้ในการจำแนกและการเลือกพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) เป็นขั้นตอนของการพิจารณาจุดภาพหรือกลุ่มของจุดภาพที่จะเป็นตัวแทนในแต่ละกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลจากการสำรวจในพื้นที่จริง ซึ่งทราบจุดพิกัดของบริเวณนั้นจากการใช้เครื่องบอกตำแหน่ง (Global Position System: GPS) และแผนที่แนวปะการังของกรมประมงมาประกอบกันเพื่อช่วยในการตัดสินใจ

การกำหนดขอบเขตของกลุ่มข้อมูลในการออกสำรวจภาคสนามนั้น มีการจัดชั้นข้อมูลเพื่อใช้ในตรวจสอบความถูกต้องของจุดภาพ โดยทำการจัดเก็บข้อมูลในภาคสนามดังนี้

1. การสำรวจสภาพแนวปะการังเบื้องต้น

นักดำน้ำว่ายน้ำสำรวจพื้นที่ในบริเวณกว้างของแต่ละสถานีศึกษา โดยสังเกตและบันทึกข้อมูลการปกคลุมพื้นที่ขององค์ประกอบต่างๆ แนวปะการังที่สำคัญ ได้แก่ ปะการังมีชีวิต ปะการังตาย สาหร่าย เศษซากปะการังบนพื้นทราย ฯลฯ ข้อมูลเหล่านี้จะใช้วิเคราะห์เพื่อวางแผนกำหนดสถานีศึกษาสำหรับการสำราวจสภาพแนวปะการังในรายละเอียดเพื่อกำหนดจุดอ้างอิงในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมต่อไป ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะเลือกพื้นที่ในการสำรวจเบื้องต้นทั้งหมด 8 จุด คือ

1. เกาะนางญวน
2. หาดทรายรี
3. อ่าวแม่หาด
4. อ่าวโฉลกบ้านเก่า
5. อ่าวหินวง
6. อ่าวเทียน
7. อ่าวกล้วยเถื่อน
8. อ่าวม่วง

2. การสำรวจสภาพแนวปะการังตามลักษณะการแบ่งเขตของแนวปะการัง (zonation)

วิธีนี้ทำโดยการวางสายเทป (Line transect) ในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง จากนั้นนักดำน้ำจะประเมินสถานภาพแนวปะการังทุกระยะ 5 เมตร ตามแนวสายเทปโดยมีระยะทางด้านซ้ายมือและขวามือด้านละ 15 เมตร ซึ่งจะครอบคลุมพื้นที่ 150 ตารางเมตร นักดำน้ำจะประเมินสถานภาพของแนวปะการังตามองค์ประกอบที่ปกคลุมพื้นที่แนวปะการัง ซึ่งผลจากการสำรวจเบื้องต้น สามารถกำหนดสถานีศึกษา จำนวน 5 สถานี คือ

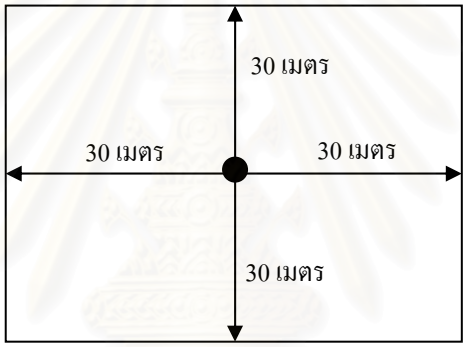
1. เกาะนางญวน
2. อ่าวหาดทรายรี
3. อ่าวแม่หาด
4. อ่าวโฉลกบ้านเก่า
5. อ่าวเทียน

โดยประเมินเป็นค่าร้อยละของแต่ละองค์ประกอบ ดังนี้

Class	Description
1	พื้นทรายในที่ตื้น
2	พื้นทรายในที่ตื้น และมีสิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่ใช่ปะการัง เช่น สาหร่าย ฯลฯ
3	พื้นหินในที่ตื้น
4	พื้นหินในที่ตื้น และมีสิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่ใช่ปะการัง เช่น สาหร่าย ฯลฯ
5	เศษซากชิ้นส่วนปะการังในที่ตื้น
6	เศษซากชิ้นส่วนปะการังในที่ตื้น และมีสิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่ใช่ปะการัง เช่น สาหร่าย ฯลฯ
7	ซากปะการัง มีสาหร่ายขึ้นปกคลุมเป็นหย่อมๆ
8	ซากปะการังเขากวาง (*Acropora* sp.) มีสาหร่ายขนาดใหญ่ปกคลุมบางส่วน
9	ซากปะการังชนิดอื่นๆ
10	เศษชิ้นส่วนปะการังตายบนพื้นทราย
11	ปะการังมีชีวิตกระจายเป็นหย่อมๆ บนหินหรือบนพื้นทรายในที่ตื้น
12	ปะการังมีชีวิตชนิด *Porites lutea*
13	ปะการังมีชีวิตชนิด *Goniopora* sp.
14	ปะการังมีรูปทรงแบบก้อนและกึ่งก้อนชนิดอื่นๆ (massive และ submassive growth forms)
15	ปะการังมีชีวิตชนิด *Pavona decussata*
16	ปะการังรูปทรงเป็นแผ่นชนิดอื่นๆ
17	ปะการังกิ่งก้าน (Branching) ชนิด *Acropora* spp.
18	ปะการังกิ่งก้าน (Branching) ชนิดอื่นๆ
19	สาหร่ายขนาดใหญ่ (Macroalgae)
20	ปะการังอ่อน (Soft coral)
21	พรมทะเล (Zoanthid)
22	ดอกไม้ทะเล (Sea anemone)
23	ปะการังดอกเห็ดบนพื้นทราย
24	ปะการังรูปทรงต่างๆ บนพื้นทรายในที่ลึก (แนวนอกสุดของแนวปะการัง)
25	พื้นทรายในที่ลึก

3. การกำหนดจุดพิกัดของพื้นที่บริเวณกว้างขององค์ประกอบที่สำคัญในบริเวณแนวปะการัง

จากการสำรวจเบื้องต้นโดยนักดำน้ำและการศึกษาสภาพแนวปะการังตามลักษณะการแบ่งเขตของแนวปะการัง ทำให้ทราบถึงตำแหน่งของพื้นที่แนวปะการังมีชีวิตและปะการังตายที่ปกคลุมพื้นที่ในบริเวณกว้าง (มากกว่า 3,600 ตารางเมตร) นักดำน้ำจะกำหนดจุดพิกัดด้วย GPS ในจุดที่เมื่อว่ายน้ำไปทางด้านทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก จากจุดที่กำหนดไว้เป็นระยะทางอย่างน้อย 30 เมตร และยังคงพบว่ามีพื้นที่ปกคลุมของปะการังมีชีวิตเป็นส่วนใหญ่ (> 50%) จะกำหนดให้จุดนั้นเป็น “ปะการังมีชีวิต” ในทำนองเดียวกันหากพื้นที่ปกคลุมด้วยปะการังตาย หรือปะการังตายที่ปกคลุมด้วยสาหร่าย หรือองค์ประกอบอื่นๆ ในแนวปะการังเป็นส่วนใหญ่ (> 50%) จะกำหนดจุดนั้นเป็น “องค์ประกอบอื่นในแนวปะการังที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต” และถ้าพื้นที่มากกว่า 50% เป็นพื้นทราย จะกำหนดให้จุดนั้นเป็น “พื้นทรายในแนวปะการัง”



หลังจากเก็บข้อมูลภาคสนามแล้ว จะนำข้อมูลที่ได้ใช้สำหรับเป็นพื้นที่ตัวอย่าง (Training area)

การดำเนินการสำรวจในภาคสนามเป็นการตรวจสอบข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมของปี พ.ศ. 2548 สำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมในปี พ.ศ. 2541 2542 และ 2545 นั้น ใช้ข้อมูลการสำรวจภาคสนามของกลุ่มวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเล มหาวิทยาลัยรามคำแหง และศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนกลาง

- การเน้นข้อมูลภาพ (Image Enhancement)

หลักการเน้นข้อมูลภาพ (Image Enhancement) เป็นกระบวนการจัดการข้อมูลภาพเพื่อทำให้ข้อมูลส่วนที่ต้องการปรากฏเด่นชัดขึ้นมา ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการผสมสีแดง เขียว น้ำเงิน (R G B Color Composite) เป็นการสร้างข้อมูลภาพที่เลือกเฉพาะแบนด์ที่มีคุณสมบัติการสะท้อนพลังงานที่เหมาะสมกับประเภทข้อมูลที่ต้องการจำแนก และทำการหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น โดยเลือกแบนด์ที่จะใช้จากคุณสมบัติเด่นของช่วงคลื่นในแต่ละแบนด์ดังนี้

1. แบนด์ 1 เป็นแบนด์ที่อยู่ในช่วงสีน้ำเงิน มีค่าการสะท้อนแสงตั้งแต่ 450 – 520 นาโนเมตร สามารถทะลุผ่านน้ำได้ดีที่สุด จึงสามารถใช้ตรวจสอบสิ่งที่อยู่ใต้น้ำได้ แต่แบนด์ 1 จะมีข้อเสียจากการกระเจิงของแสงในชั้นบรรยากาศ

2. แบนด์ 2 เป็นแบนด์ที่อยู่ในช่วงคลื่นสีเขียว มีค่าสะท้อนตั้งแต่ 520 – 600 นาโนเมตร สามารถทะลุน้ำได้พอควร ใช้ตรวจสอบสิ่งที่อยู่ใต้น้ำได้ และไม่มีผลเสียจากการกระเจิงของแสงในชั้นบรรยากาศ

3. แบนด์ 3 เป็นแบนด์ที่อยู่ในช่วงคลื่นแสงสีแดง มีค่าสะท้อนตั้งแต่ 630 – 690 นาโนเมตร สามารถทะลุผ่านน้ำได้น้อย และช่วงคลื่นแสงสีแดงจะถูกดูดกลืนในน้ำ

4. แบนด์ 4 เป็นแบนด์ที่อยู่ในช่วงคลื่นอินฟาเรดใกล้ มีค่าสะท้อนตั้งแต่ 760 – 900 นาโนเมตร จะถูกดูดซับโดยน้ำซึ่งส่วนที่เป็นน้ำจะมีค่าใกล้ศูนย์ จึงสามารถใช้กำหนดแนวชายฝั่งได้ดี

5. แบนด์ 5 เป็นแบนด์ที่อยู่ในช่วงคลื่นอินฟาเรดคลื่นสั้น มีค่าสะท้อนแสงตั้งแต่ 1,550 – 1,750 นาโนเมตร จะถูกดูดซับโดยน้ำซึ่งส่วนที่เป็นน้ำจะมีค่าใกล้ศูนย์มากกว่า ดังนั้นแบนด์ 5 จึงสามารถใช้กำหนดแนวชายฝั่งได้ดีเช่นกัน

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลภาพดาวเทียมแบนด์ 1, 2, 3, 4 และ 5 เพื่อศึกษาอัตราส่วนระหว่างแบนด์ และการผสมสีระหว่างแบนด์เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

- การจำแนกข้อมูล (Image Classification)

ข้อมูลภาพดาวเทียมประกอบด้วยจุดภาพที่แสดงด้วยค่าตัวเลขของความสว่างของจุดภาพหรือที่เรียกว่า DN (Digital number) ตัวเลขของจุดภาพต่างๆ เป็นค่าตัวแทนของวัตถุหนึ่งขึ้นอยู่กับค่าความสว่างของจุดภาพของวัตถุนั้นๆ ดังนั้นการที่จะทำให้ได้ข้อมูลจากภาพดาวเทียมเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องอาศัยกระบวนการเค้นข้อมูล (Information extraction) โดยในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการจำแนกข้อมูล ดังนี้

วิธี Supervised Classification

เป็นการจำแนกที่ผู้วิเคราะห์จะต้องคัดเลือกพื้นที่ฝึก (Training areas) เพื่อพิจารณาข้อมูลค่าความสว่างของจุดภาพ เพื่อมาใช้จัดกลุ่มข้อมูลสำหรับการจัดจำแนกข้อมูลที่ปรากฏอยู่ในภาพทั้งหมด

การศึกษาในครั้งนี้นำข้อมูลที่ได้การสำรวจภาคสนาม มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Supervised classification โดยกำหนดพื้นที่ตัวอย่างในการพิจารณากลุ่มของจุดภาพที่จะเป็นตัวแทนของข้อมูลแต่ละประเภทในพื้นที่ศึกษา โดยใช้วิธีการจำแนกแบบ Maximum likelihood เป็นการจัดกลุ่มจุดภาพที่อาศัยหลักการพิจารณาความน่าจะเป็น ถือว่าเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากในการ

จัดกลุ่มข้อมูลแบบเข้าไปควบคุมในการจัดจำแนก ซึ่งเป็นวิธีที่มีความถูกต้องสูง เพราะจะใช้หลายตัวแปรในการพิจารณา

- การประเมินความถูกต้อง

การประเมินความถูกต้องและประสิทธิภาพในการการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมโดยการสำรวจภาคสนาม เพื่อใช้สำหรับการกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง (Training Area) ให้กับการกำกับแบบดูแล จะเป็นการเก็บข้อมูลแต่ละจุดตัวอย่างโดยใช้วิธีสุ่มตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีจำนวนไม่ต่ำกว่า 15 จุด แล้วทำการเก็บตำแหน่งจุดตัวอย่างด้วยเครื่อง GPS บันทึกสิ่งที่พบใต้ทะเล เพื่อใช้ในการประเมินความถูกต้อง โดยใช้วิธี Kappa statistics (Congalton and Green, 1999) ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การประเมินความถูกต้องด้วยวิธี Kappa statistics

จำนวนจุดในภาคสนาม จำนวนจุดในภาพ	ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	รวม
ประเภท 1	X11	X21	X31	X41	A1
ประเภท 2	X12	X22	X32	X42	B1
ประเภท 3	X13	X23	X33	X43	C1
ประเภท 4	X14	X24	X34	X44	D1
รวม	A2	B2	C2	D2	N

Kappa coefficient = $[(NxK)-M]/(N^2-M)]$

K = X11+X22+X33+X44

M = (A1xA2)+(B1xB2)+(C1xC2)+(D1xD2)

Overall accuracy = [(X11+X22+X33+X44)/N] x 100

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

- การเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการัง

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการัง จะใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมทั้งหมด 4 ภาพ ซึ่งครอบคลุมช่วงเวลาก่อนและหลังการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวที่รุนแรงในปี พ.ศ 2541 และหลังจากการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวดังกล่าวเป็นระยะเวลา 3 ปี และ 5 ปี ตามลำดับ โดยคำนวณสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปะการังมีชีวิต พื้นที่ขององค์ประกอบอื่นในแนวปะการังที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต พื้นทรายในแนวปะการัง และพื้นที่หาดทราย ที่ได้หลังจากการจำแนกข้อมูลแล้วมาเปรียบเทียบกัน

3.4 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังโดยอ้างอิงจากข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคม

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพของแนวปะการังโดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลบริเวณเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี ปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพของแนวปะการังนอกจากจะเกิดจากภัยธรรมชาติ เช่น พายุเกย์ ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว ฯลฯ แล้วยังมีภัยที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น กิจกรรมการดำน้ำ การทำประมง ผลกระทบจากการพัฒนาชายฝั่ง ฯลฯ เพื่อให้ได้ข้อมูลสนับสนุนแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของแนวปะการังในบริเวณเกาะเต่า ซึ่งมีความหนาแน่นของชุมชนและกิจกรรมที่แตกต่างในแต่ละพื้นที่ จึงดำเนินการศึกษาสำรวจข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ของแนวปะการังบริเวณเกาะเต่า ดังนี้

- การสัมภาษณ์แบบเจาะลึกผู้นำชุมชน (Key informant) เช่น หัวหน้ากลุ่มชาวประมง ผู้ประกอบการธุรกิจท่องเที่ยว และผู้นำในชุมชน (สมศักดิ์ แจ่มอุลิตรัตน์, 2542; วันเพ็ญ อังคศิริสรรพ, 2543; Bunce *et al.*, 2002) เพื่อวิเคราะห์ภาพรวมของสภาพเศรษฐกิจและสังคม ทัศนคติและพฤติกรรมการใช้ประโยชน์ในแนวปะการัง และปัจจัยที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม
- การสัมภาษณ์นักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างประเทศ เพื่อวิเคราะห์ภาพรวมของสภาพเศรษฐกิจและสังคม ทัศนคติและพฤติกรรมการใช้ประโยชน์ในแนวปะการัง และปัจจัยที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม

โดยเลือกตัวแทนกลุ่มของผู้ให้สัมภาษณ์ดังนี้

1. นักท่องเที่ยว ประกอบด้วยนักท่องเที่ยวชาวไทยและชาวต่างประเทศ จำนวน 312 ตัวอย่าง
2. ผู้ประกอบการุรกิจท่องเที่ยว จำนวน 48 ตัวอย่าง
3. ชาวประมง จำนวน 30 ตัวอย่าง

ในการทำแบบสอบถามมีประเด็นที่พิจารณาดังนี้

1. กลุ่มนักท่องเที่ยว

   โดยรูปแบบของการสอบถามจะมีประเด็นสำคัญ ได้แก่

   - ข้อมูลทั่วไปของนักท่องเที่ยว รูปแบบของการท่องเที่ยว สถานที่ที่นิยมมาท่องเที่ยว
   - กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับแนวปะการัง
   - สาเหตุที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม
   - การจัดการน้ำเสียและขยะมูลฝอย
   - พฤติกรรมการดำน้ำของนักท่องเที่ยว
   - ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

2. กลุ่มผู้ประกอบการท่องเที่ยว

   โดยรูปแบบของการสอบถามจะมีประเด็นสำคัญดังนี้

   - ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการท่องเที่ยว ระยะเวลาในการประกอบกิจการ ประเภทของกิจการ สถานที่ที่นิยมพานักท่องเที่ยวไป ช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว
   - กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับแนวปะการัง
   - พฤติกรรมการดำน้ำของนักท่องเที่ยว
   - สาเหตุที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม
   - ความคิดเห็นเกี่ยวกับการท่องเที่ยว
   - การจัดการน้ำเสียและขยะมูลฝอย
   - ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

3. กลุ่มชาวประมง

   โดยรูปแบบของการสอบถามจะมีประเด็นสำคัญดังนี้

   - ข้อมูลทั่วไปของชาวประมง ระยะเวลาในการทำประมง บริเวณที่เข้าไปทำประมง
   - สภาพแนวปะการังที่เข้าไปทำการประมง
   - ลักษณะของการทำประมง เช่น ช่วงเวลา เครื่องมือที่ใช้
   - ความคิดเห็นและการปฏิบัติเกี่ยวกับการทำประมง

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามใช้วิธีดังต่อไปนี้

- ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบในแต่ละส่วน
- นำมาลงรหัสข้อมูล โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Packages for Social Science)

- การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณา ในการบรรยายลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างโดยคิดเป็นร้อยละ

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจะนำมาวิเคราะห์ร่วมกับการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม ในการศึกษาติดตามการเปลี่ยนแปลง และแนวโน้มของการฟื้นตัวของแนวปะการังในแต่ละพื้นที่

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม การสำรวจภาคสนาม การประมวลผลภาพดาวเทียม การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสถานภาพของแนวปะการัง และการวิเคราะห์ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 การจัดเตรียมข้อมูลเบื้องต้น

ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM และ LANDSAT 7 ETM+ บันทึกข้อมูลภาพเมื่อวันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2541 วันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542 วันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2545 และวันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548 มาทำการอ้างอิงจุดพิกัด (Image Geometric Correction) ในระบบ Universal Transverse Mecator (UTM) จากแผนที่มาตราส่วน 1 : 50,000 (Topographic Map) อยู่ใน UTM Zone 47

จากการศึกษาคุณสมบัติในการสะท้อนแสงของภาพดาวเทียมที่มีลักษณะหลายช่วงคลื่น พบว่าข้อมูลช่วงคลื่นทั้งหมด 7 แบนด์ โดยแบนด์ 1, 2 และ 3 เป็นแบนด์ที่ทะลุน้ำได้ดีจากมากไปหาน้อยตามลำดับ สำหรับแบนด์ 1 ซึ่งอยู่ในช่วงคลื่นสีน้ำเงินจะมีการกระเจิงเนื่องจากฝุ่นควันและไอน้ำมากกว่า แบนด์ 2 อยู่ในช่วงคลื่นสีเขียว ส่วนแบนด์ 3 จะอยู่ในช่วงคลื่นสีแดง แต่จากหลักการของความยาวของช่วงคลื่นที่กล่าวว่าช่วงคลื่นสั้นจะทะลุผ่านน้ำได้ดีกว่าช่วงคลื่นยาว ดังนั้นช่วงคลื่นที่เหมาะสมที่ใช้ในการตรวจวัตถุหรือสิ่งที่อยู่ใต้น้ำ ได้แก่ แบนด์ 1 และแบนด์ 2 ส่วนช่วงคลื่นที่ไม่สามารถทะลุน้ำได้นั้น คือ แบนด์ 4, 5 และ 7 จึงนำมาใช้ในการแยกส่วนที่เป็นพื้นดินและพื้นน้ำ

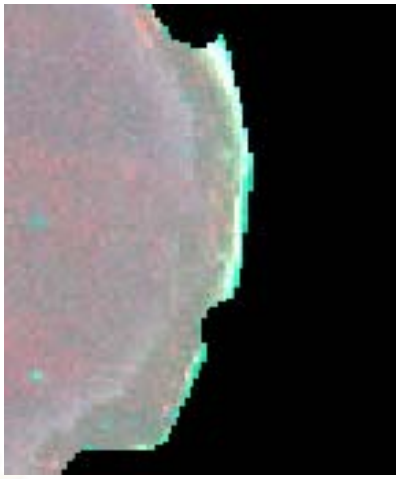
หลังจากตรวจสอบข้อมูลภาพดาวเทียมแล้ว จึงนำภาพดาวเทียมมาทำการตัดเฉพาะพื้นที่ศึกษา ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะสนใจวัตถุที่อยู่ใต้น้ำ ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำภาพมาตัดส่วนที่เป็นพื้นที่ส่วนที่เป็นแผ่นดินของเกาะเต่าออก โดยการนำแบนด์ที่เป็นช่วงอินฟาเรดสั้น คือ แบนด์ 4 มาแสดงเพื่อตัดส่วนที่เป็นพื้นดินและพื้นน้ำ แล้วนำส่วนที่เป็นพื้นน้ำมาใช้ในการวิเคราะห์และแปลผลต่อไป

4.2 การวิเคราะห์แปลผล

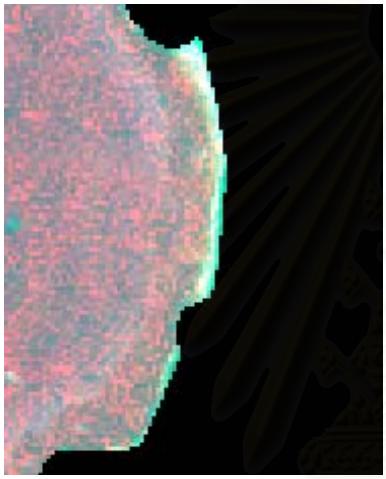
จากข้อมูลที่ได้จากการเตรียมเบื้องต้น จะนำภาพที่ได้มาทำการหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์และการผสมช่วงคลื่น (Band ratio และ Band composite) โดยใช้ช่วงแบนด์ 1, 2 และ 3 ซึ่งอยู่ในช่วงคลื่นความสว่าง และแบนด์ 4 และ 5 อยู่ในช่วงคลื่นอินฟาเรด การหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์จะวิเคราะห์โดยการนำแบนด์ 1 ซึ่งคุณสมบัติในการส่องสะท้อนสิ่งที่อยู่ใต้น้ำได้ดี แต่ค่าที่ได้จะรวมสิ่งที่มีปนอยู่เข้าไปด้วย เช่น ตะกอนในน้ำ หรือละอองน้ำ จึงทำให้มีการกระเจิงของแสง แบนด์ 2 ซึ่งเป็นแบนด์ที่ทะลุน้ำได้ดี การสะท้อนแสงจะสะท้อนวัตถุขนาดใหญ่ที่อยู่ใต้น้ำได้ดี เช่น ปะการัง กองหินใต้น้ำ และแบนด์ 3 เป็นช่วงคลื่นสีแดงที่มีคุณลักษณะดูดกลืนน้ำ จึงทำให้ค่าการสะท้อนที่ไม่ดีเท่าแบนด์ 1 ส่วนแบนด์ 4 และ 5 เป็นช่วงคลื่นอินฟาเรดที่ไม่ทะลุผ่านน้ำ ซึ่งเป็นไปตามหลักการสะท้อนแสงของช่วงคลื่นในภาพดาวเทียม LANDSAT ดังนั้นจึงทำการเลือกแบนด์ 1, 2, 3, 4 และ 5 โดยเลือกแบนด์ 1 และ 2 และเลือกแบนด์ที่ไม่ทะลุผ่านน้ำคือ แบนด์ 4 และ 5 มาทำการเน้นข้อมูลโดยการทำ Band ratio เพื่อเปรียบเทียบว่าเมื่อใช้ข้อมูลแบนด์ 4 หรือ แบนด์ 5 ร่วมกับแบนด์ 1 และ แบนด์ 2 ที่มีช่วงคลื่นผ่านทะลุน้ำได้ดี ผลจากการหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์จะทำให้สามารถจำแนกสิ่งที่ต้องการศึกษาให้เด่นชัดมากขึ้น โดยในการศึกษาครั้งนี้ทำการผสมช่วงคลื่น ได้แก่ การหาอัตราช่วงคลื่น 1/4, 1/5, 2/4 และ 2/5 จากนั้นนำช่วงคลื่นที่ได้มาผสมในรูปสีผสม แดง เขียว น้ำเงิน จะได้สีผสมของอัตราส่วนช่วงคลื่นที่สามารถแสดงภาพได้ชัดเจน คือ 1/4, 2, 1 (R G B), 1/5, 2, 1 (R G B), 2/4, 1, 2 (R G B), 2/5, 1, 2 (R G B) และ 3, 2, 1 (R G B) (ภาพที่ 4.1) เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างอัตราส่วนช่วงคลื่นผสม พบว่า แบนด์ 3, 2, 1 (R G B) จะสามารถแสดงให้เห็นข้อมูลขอบเขตของแนวปะการังที่ชัดเจนยิ่งขึ้น (ภาพที่ 4.2 – 4.5)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

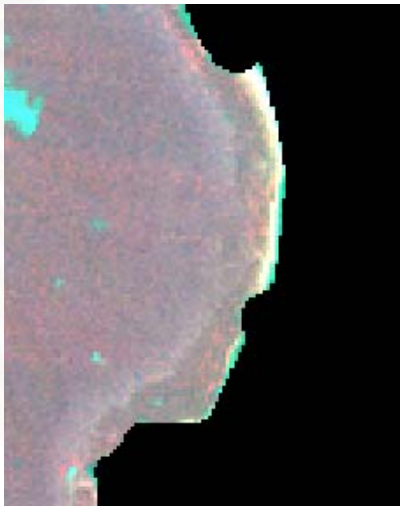
บริเวณที่แสดงแนวปะการัง



ภาพอัตราส่วนสีผสมแบนด์ 1/4, 2, 1 (R G B)



ภาพอัตราส่วนสีผสมแบนด์ 1/5, 2, 1 (R G B)

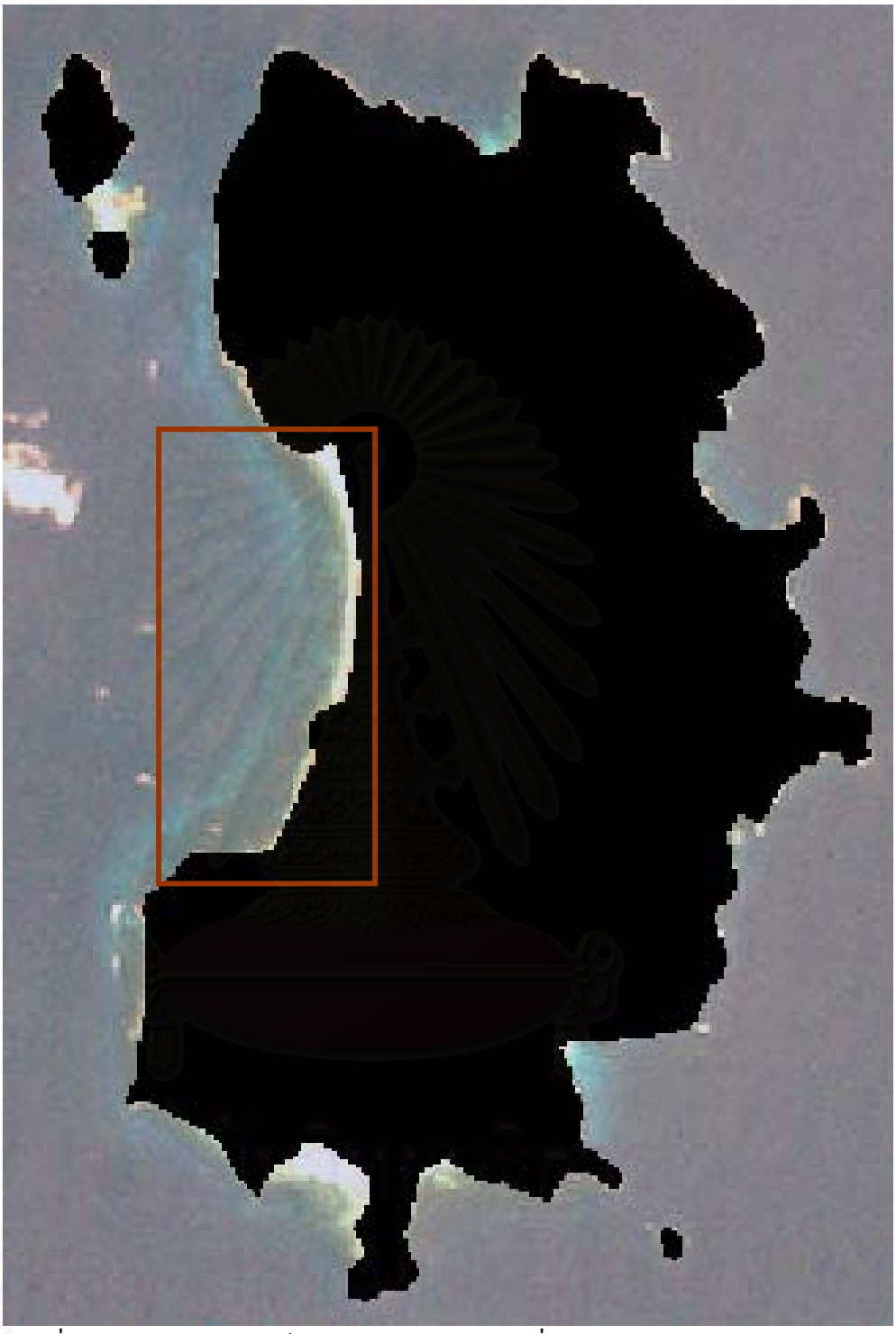


ภาพอัตราส่วนสีผสมแบนด์ 2/4, 2, 1 (R G B)

ภาพอัตราส่วนสีผสมแบนด์ 2/5, 2, 1 (R G B)

ภาพอัตราส่วนสีผสมแบนด์ 3, 2, 1 (R G B)

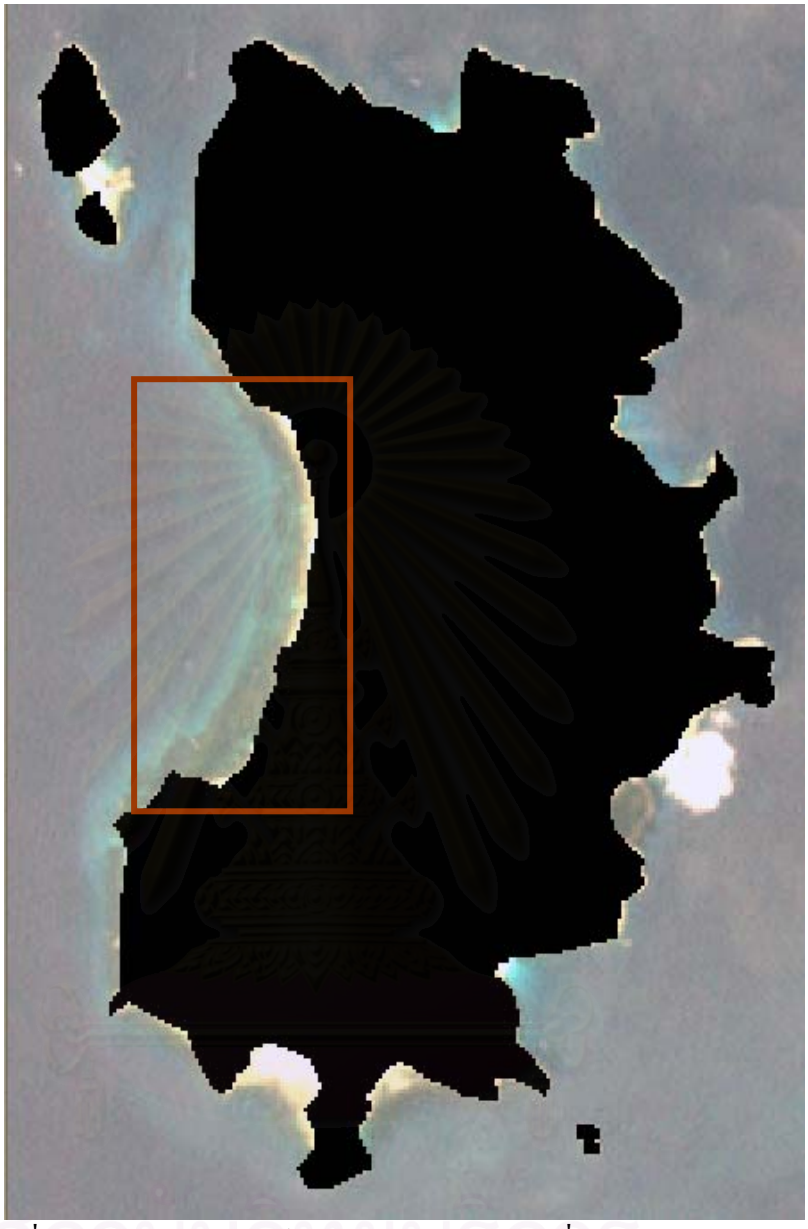
ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างภาพการหาอัตราส่วนระหว่างแบนด์ และการผสมช่วงคลื่น ของ ปี พ.ศ. 2548



ภาพที่ 4.2 ภาพสีผสมแบนด์ 3, 2, 1 (R G B) ของวันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2541

ภาพที่ 4.3 ภาพสีผสมแบนด์ 3, 2, 1 (R G B) ของวันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.4 ภาพสีผสมแบนด์ 3, 2, 1 (R G B) ของวันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2545

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.5 ภาพสีผสมแบนด์ 3, 2, 1 (R G B) ของ วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

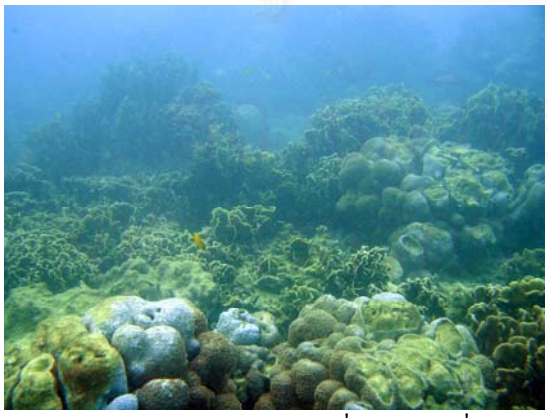
4.3 การสำรวจภาคสนามเบื้องต้น

การสำรวจภาคสนามเป็นขั้นตอนในการคัดเลือกและกำหนดพื้นที่ตัวอย่าง โดยผู้วิจัยได้ออกสำรวจภาคสนามเบื้องต้นในการคัดเลือกพื้นที่ศึกษา ในระหว่างวันที่ 4 – 7 เมษายน พ.ศ. 2548 โดยมีรายละเอียดดังนี้

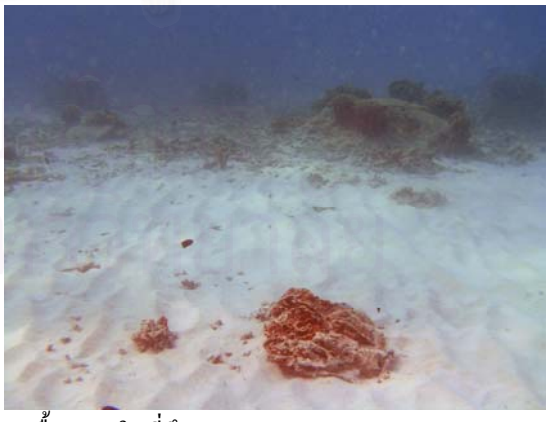
การสำรวจเพื่อเลือกพื้นที่ที่มีแนวปะการังขนาดใหญ่ ซึ่งจะอ้างอิงกับแผนที่แนวปะการังในน่านน้ำไทย เล่ม1 อ่าวไทย (กรมประมง, 2542) นักดำน้ำว่ายน้ำสำรวจพื้นที่ในบริเวณกว้างของแต่ละสถานีศึกษา จำนวน 8 สถานี ได้แก่ เกาะนางญวน หาดทรายรี อ่าวแม่หาด อ่าวโฉลกบ้านเก่า อ่าวหินวง อ่าวเทียน อ่าวกล้วยเฉื่อน และอ่าวม่วง และประมาณการปกคลุมพื้นที่ขององค์ประกอบต่างๆ ในแนวปะการังที่สำคัญ ได้แก่ ปะการังมีชีวิต ปะการังตาย สาหร่าย เศษซากปะการังบนพื้นทราย ฯลฯ (ภาพที่ 4.6 – 4.10) ข้อมูลเหล่านี้จะใช้วิเคราะห์เพื่อวางแผนกำหนดสถานีศึกษาสำหรับการสำรวจสภาพแนวปะการังในรายละเอียด เพื่อเป็นจุดอ้างอิงในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม

ก) ซากปะการังเขากวาง

ข) ปะการังมีชีวิตชนิด *Porites lutea*



ค) ปะการังมีรูปทรงแบบก้อนและกิ่งก้อนชนิดอื่นๆ



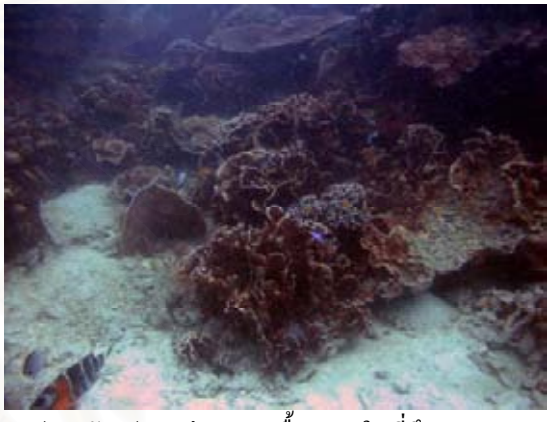
ง) พื้นทรายในที่ลึก

ภาพที่ 4.6 สภาพแนวปะการังบริเวณเกาะนางญวน

ก) ซากปะการังชนิดอื่นๆ

ข) ปะการังมีชีวิตชนิด *Pavona decussata*

ค) ปะการังมีชีวิตชนิด *Porites lutea*



ง) ปะการังรูปทรงต่างๆ บนพื้นทรายในที่ลึก

ภาพที่ 4.7 สภาพแนวปะการังบริเวณหาดทรายรี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก) ปะการังมีชีวิตชนิด *Pavona decussata*

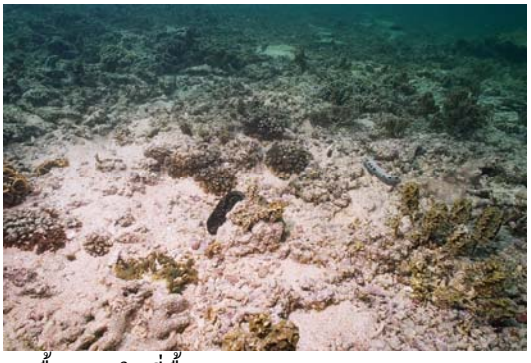
ข) ปะการังมีชีวิตชนิด *Porites lutea*

ค) ซากปะการังเขากวางมีสาหร่ายปกคลุมบางส่วน

ง) ซากปะการังเขากวาง

ภาพที่ 4.8 สภาพแนวปะการังบริเวณอ่าวแม่หาด

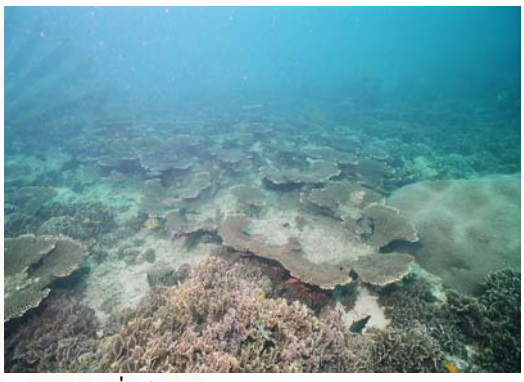
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ก) พื้นทรายในที่ตื้น

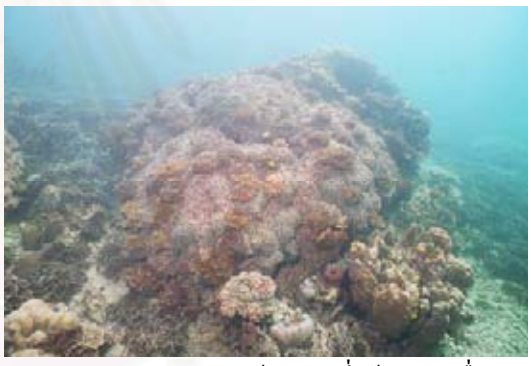
ข) ปะการังมีชีวิตชนิด *Porites lutea*

ค) ปะการังชนิด *Pavona decussata*



ง) ปะการังกิ่งก้าน (Branching) ชนิด *Acropora* spp.

จ) ซากปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.)



ฉ) ปะการังมีรูปทรงแบบก้อนและกิ่งก้อนชนิดอื่นๆ (massive และ submassive growth forms)

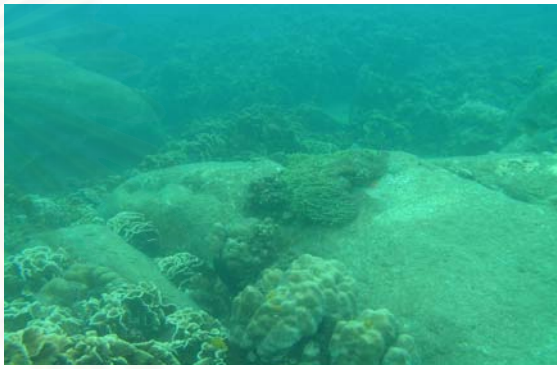
ภาพที่ 4.9 สภาพแนวปะการังบริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก) ปะการังมีชีวิตชนิด *Porites lutea*

ข) ซากปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.) มีสาหร่ายขึ้นปกคลุมบางส่วน

ค) ซากปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.) มีสาหร่ายขึ้นปกคลุมบางส่วน



ง) ปะการังมีรูปทรงแบบก้อนและกึ่งก้อนชนิดอื่นๆ (massive และ submassive growth forms)

ภาพที่ 4.10 สภาพแนวปะการังบริเวณอ่าวเทียน

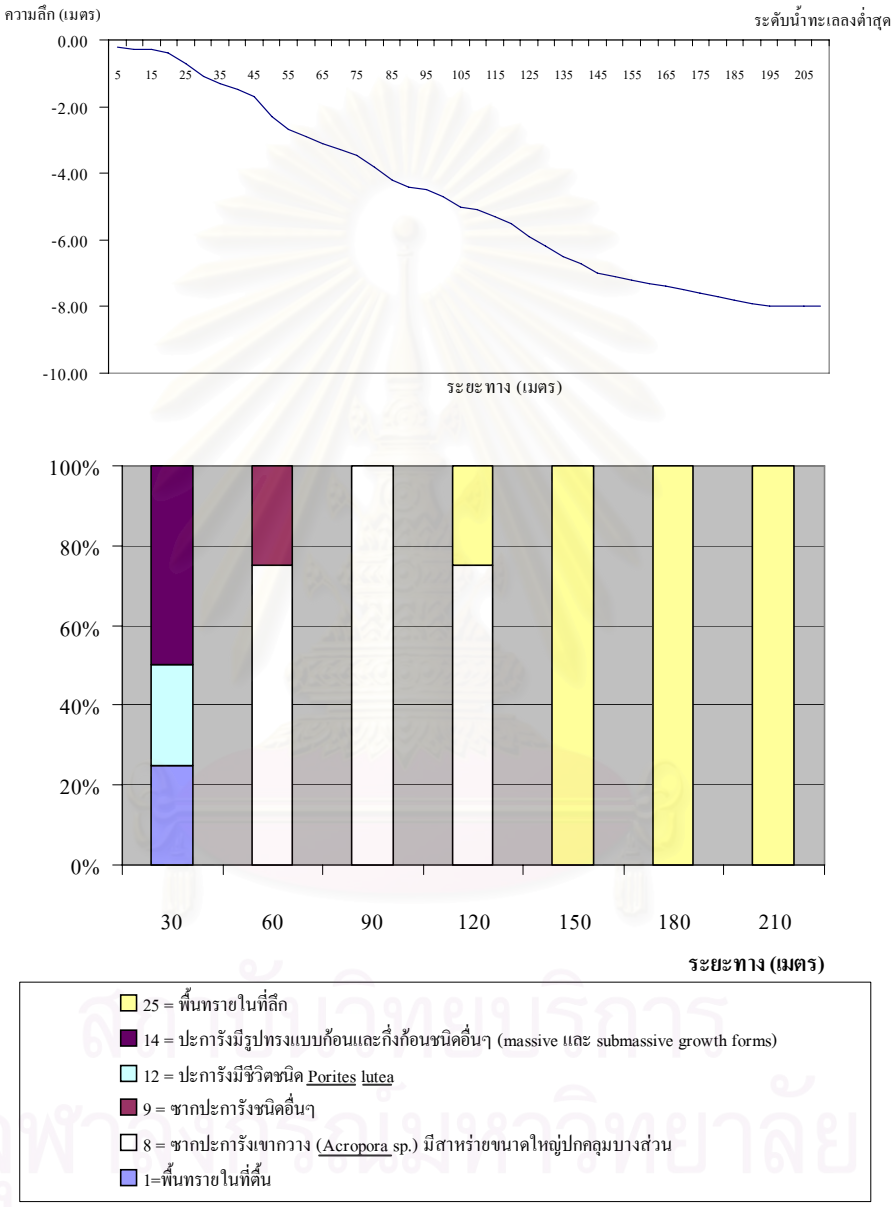
ผลจากการสำรวจพบว่าพื้นที่ที่สามารถเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ได้แก่

1. เกาะนางญวน
2. อ่าวหาดทรายรี
3. อ่าวแม่หาด
4. อ่าวโฉลกบ้านเก่า
5. อ่าวเทียน

ในการสำรวจจะทำการวางสายเทปในแนวตั้งฉากกับชายฝั่ง (Line transect) จากนั้นนักดำน้ำจะประเมินสถานภาพแนวปะการังทุกระยะ 5 เมตร ตามแนวสายเทปโดยมีระยะทางด้านซ้ายมือและขวามือด้านละ 15 เมตร ซึ่งจะครอบคลุมพื้นที่ 150 ตารางเมตร นักดำน้ำประเมินสถานภาพของแนวปะการังตามองค์ประกอบที่ปกคลุมพื้นที่แนวปะการัง โดยประเมินเป็นค่าร้อยละของแต่ละองค์ประกอบ จากผลการสำรวจที่ได้สามารถประเมินสถานภาพของแนวปะการังได้ดังนี้

เกาะนางญวน

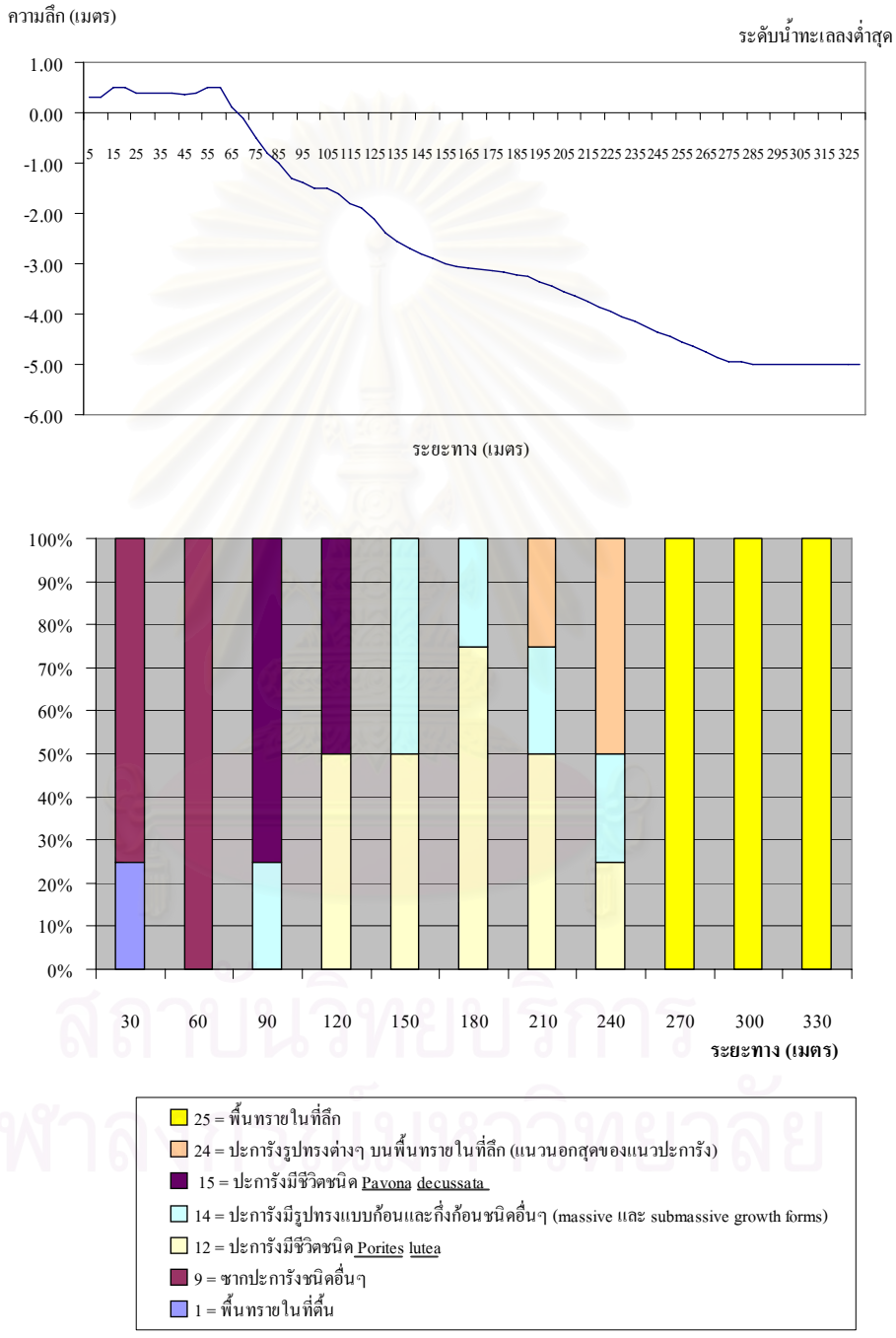
จากการสำรวจในภาคสนามพบว่าองค์ประกอบของแนวปะกรังส่วนใหญ่เป็นซากปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.) ที่สาหร่ายขึ้นปกคลุมอยู่บางส่วน และพื้นทรายในที่ลึก ดังภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.11 (บน) แสดงลักษณะความลาดชันของพื้นแนวปะการังตามแนวตัดตามขวาง บริเวณเกาะนางญวน (ล่าง) แสดงองค์ประกอบต่างๆ ที่ครอบคลุมพื้นที่ในแนวปะการัง บริเวณเกาะนางญวน

หาดทรายรี

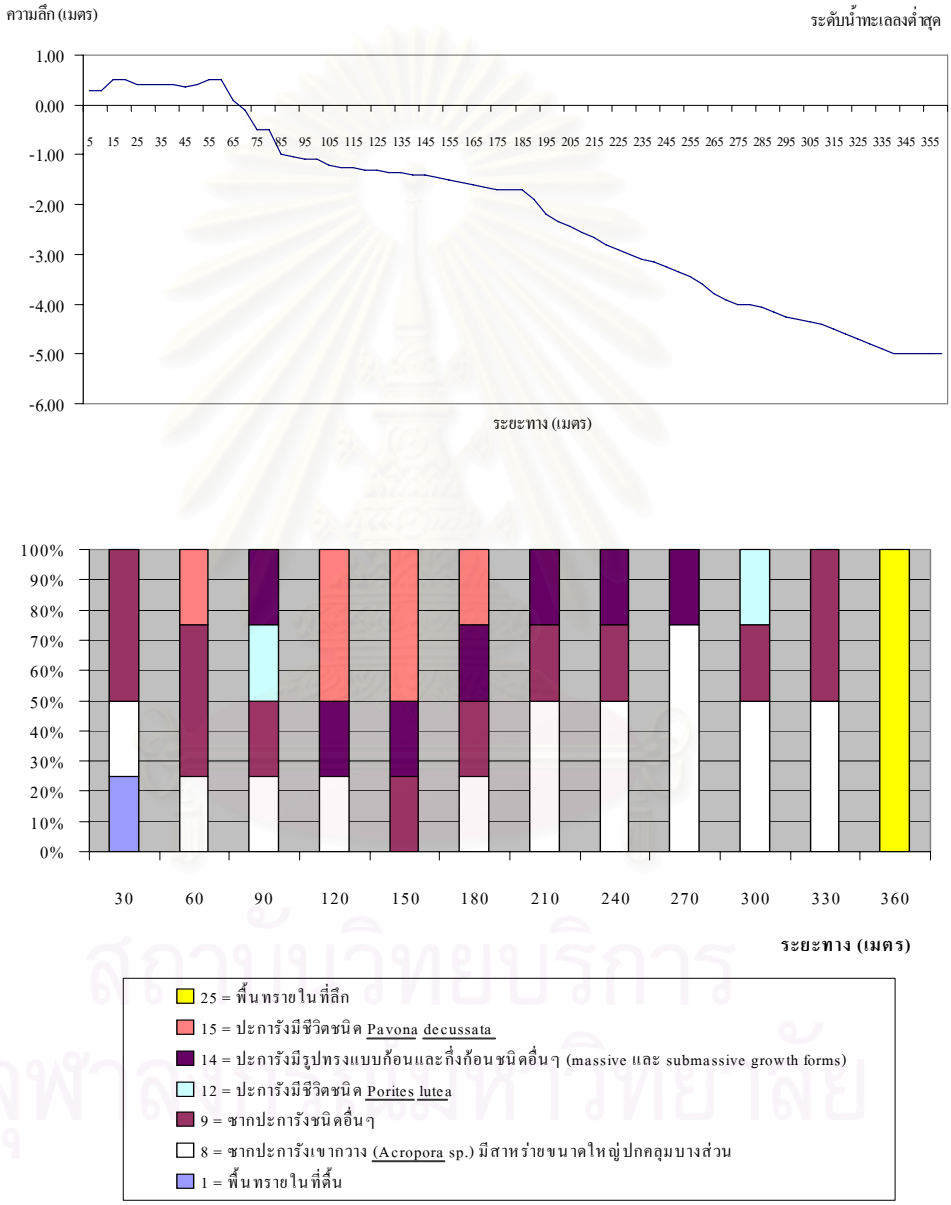
สภาพแนวปะการังในบริเวณนี้ พบซากปะการังที่ระยะห่างจากฝั่ง 30 – 60 เมตร ถัดออกมาพบปะการังมีชีวิตได้แก่ ปะการังชนิด *Porites lutea*, *Pavona decussata* และปะการังรูปทรงต่างๆ บนพื้นทรายในที่ลึก (ภาพที่ 4.12)



ภาพที่ 4.12 (บน) แสดงลักษณะความลาดชันของพื้นแนวปะการังตามแนวตัดตามขวาง บริเวณหาดทรายรี (ล่าง) แสดงองค์ประกอบต่างๆ ที่ครอบคลุมพื้นที่ในแนวปะการัง บริเวณหาดทรายรี

อ่าวแม่หาด

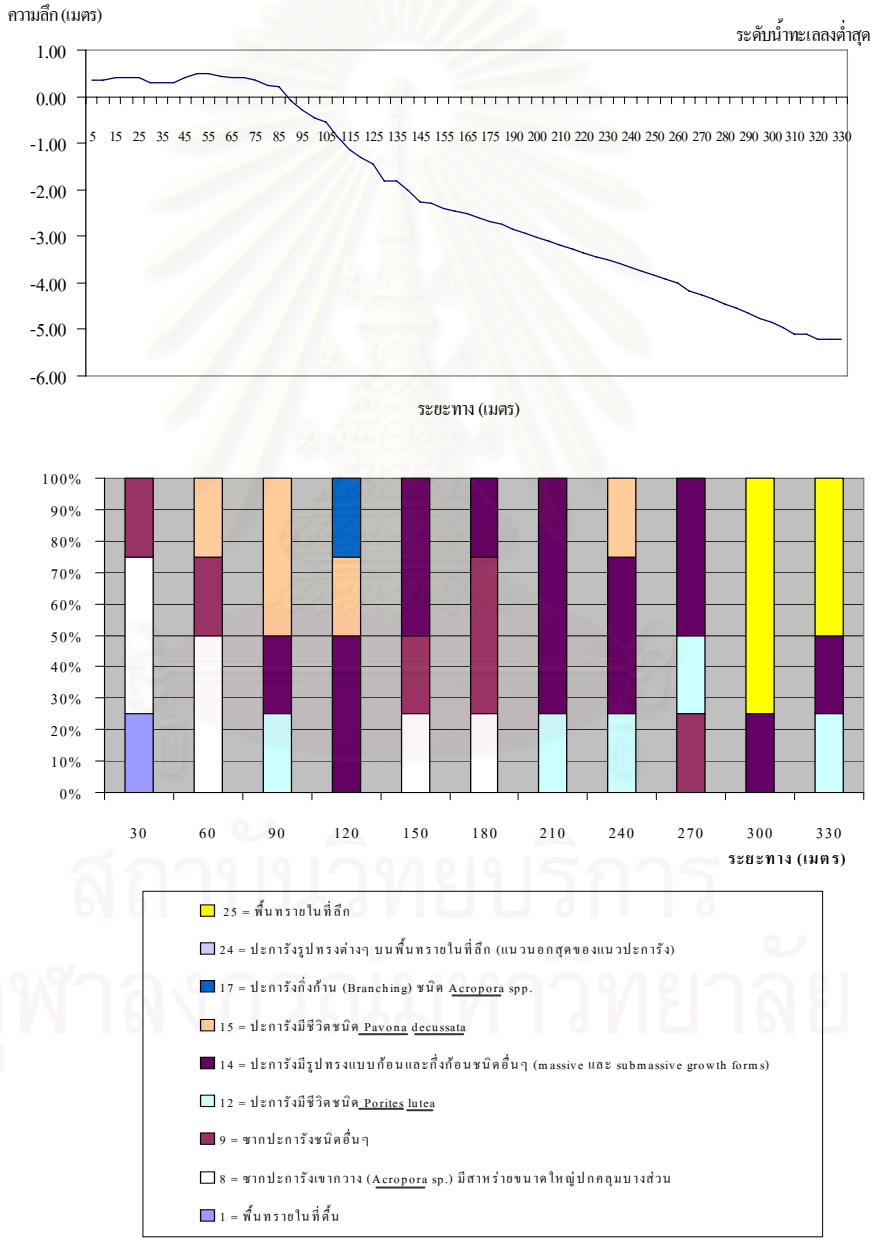
แนวปะการังในบริเวณนี้อยู่ในสภาพเสื่อมโทรม โดยพบซากปะการังอยู่บนพื้นทรายและมีสาหร่ายปกคลุมเป็นบริเวณกว้าง และพบปะการังมีชีวิตกระจายตัวอยู่ในพื้นที่ไม่มากนัก ปะการังมีชีวิตที่พบคือ *Porites lutea*, *Pavona decussata* และปะการังมีรูปทรงแบบก้อนและกึ่งก้อนชนิดอื่นๆ (massive และ submassive growth forms) (ภาพที่ 4.13)



ภาพที่ 4.13 (บน) แสดงลักษณะความลาดชันของพื้นแนวปะการังตามแนวตัดตามขวาง บริเวณอ่าวแม่หาด (ล่าง) แสดงองค์ประกอบต่างๆ ที่ครอบคลุมพื้นที่ในแนวปะการังบริเวณอ่าวแม่หาด

อ่าวโฉลกบ้านเก่า

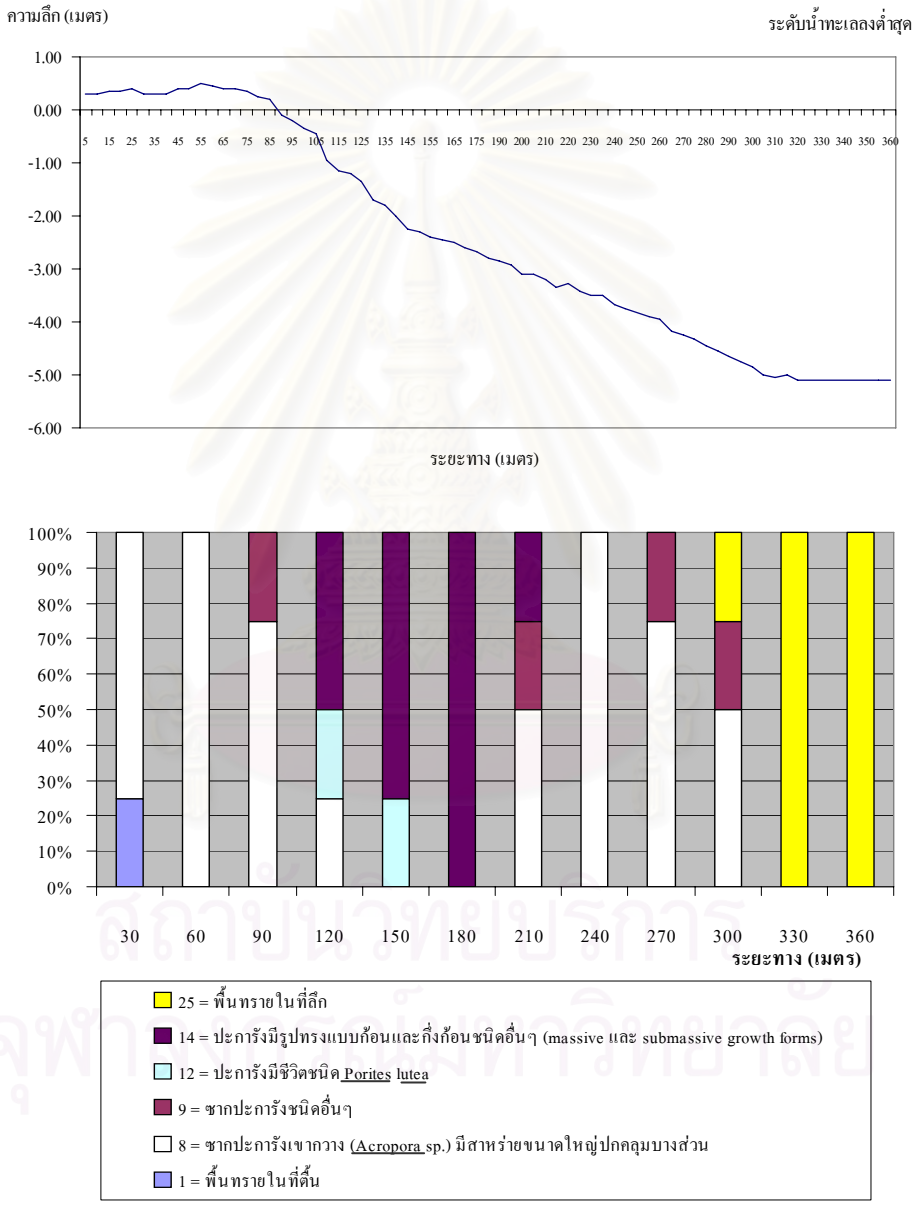
บริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่ามีสภาพแนวปะการังที่มีความเสื่อมโทรม โดยพบซากปะการังเขากวาง และซากปะการังชนิดอื่นๆ กระจายตัวอยู่เป็นบริเวณกว้างและมีสาหร่ายขึ้นปกคลุมบนซากปะการัง แต่ก็พบปะการังมีชีวิตชนิด *Porites lutea*, *Pavona decussata*, ปะการังกิ่งก้าน (Branching) ชนิด *Acropora* spp. และปะการังมีรูปทรงแบบก้อนและกึ่งก้อนชนิดอื่นๆ (massive และ submassive growth forms) กระจายตัวอยู่บ้างเล็กน้อยในพื้นที่ นอกจากนี้ยังพบปะการังรูปทรงต่างๆ บนพื้นทรายในที่ลึก (แนวนอกสุดของแนวปะการัง) (ภาพที่ 4.14)



ภาพที่ 4.14 (บน) แสดงลักษณะความลาดชันของพื้นแนวปะการังตามแนวตัดตามขวาง บริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า (ล่าง) แสดงองค์ประกอบต่างๆ ที่ครอบคลุมพื้นที่ในแนวปะการังบริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า

อ่าวเทียน

พื้นที่แนวปะการังส่วนใหญ่เป็นซากปะการังเขากวาง และซากปะการังชนิดอื่นๆ มีสาหร่ายขนาดใหญ่ปกคลุมเป็นบริเวณกว้าง และมีปะการังมีชีวิตชนิด *Porites lutea*, และปะการังมีรูปทรงแบบก้อนและกึ่งก้อนชนิดอื่นๆ (massive และ submassive growth forms) กระจายตัวเป็นหย่อมๆ ในพื้นที่ (ภาพที่ 4.15)



ภาพที่ 4.15 (บน) แสดงลักษณะความลาดชันของพื้นแนวปะการังตามแนวตัดตามขวาง บริเวณอ่าวเทียน (ล่าง) แสดงองค์ประกอบต่างๆ ที่ครอบคลุมพื้นที่ในแนวปะการังบริเวณอ่าวเทียน

หลังจากนั้นทำการกำหนดจุดพิกัดของพื้นที่ปะการังมีชีวิต และพื้นที่ปะการังตาย ในบริเวณกว้าง จากการสำรวจเบื้องต้นโดยนักดำน้ำและการศึกษาสภาพแนวปะการังตามลักษณะการแบ่งเขตของแนวปะการัง ทำให้ทราบถึงตำแหน่งของปะการังมีชีวิตและปะการังตายที่ปกคลุมพื้นที่ในบริเวณกว้าง (มากกว่า 3,600 ตารางเมตร) นักดำน้ำกำหนดจุดพิกัดด้วย GPS ในจุดที่เมื่อว่ายน้ำไปทางด้านทิศเหนือ ใต้ ตะวันออก และตะวันตก จากจุดที่กำหนดไว้เป็นระยะทางอย่างน้อย 30 เมตร และยังคงพบว่ามีพื้นที่ปกคลุมของปะการังมีชีวิตเป็นส่วนใหญ่ (> 50%) กำหนดให้จุดนั้นเป็น “ปะการังมีชีวิต” ในทำนองเดียวกันหากพื้นที่ปกคลุมด้วยปะการังตาย หรือปะการังตายที่ปกคลุมด้วยสาหร่าย หรือองค์ประกอบอื่นๆ ในแนวปะการังเป็นส่วนใหญ่ (> 50%) กำหนดจุดนั้นเป็น “องค์ประกอบอื่นในแนวปะการังที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต” และถ้าพื้นที่มากกว่า 50% เป็นพื้นทราย กำหนดให้จุดนั้นเป็น “พื้นทรายในแนวปะการัง”

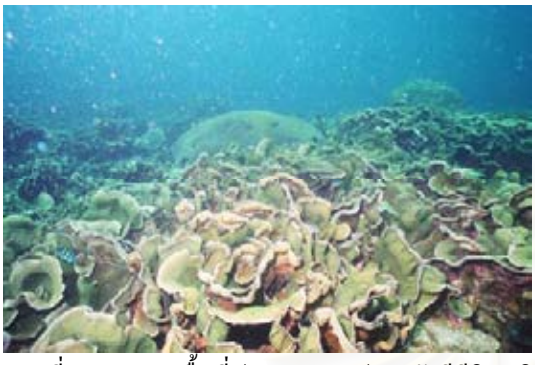
4.4 การแปลผลและการจำแนก

การจำแนกแบบ Supervised Classification เป็นการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมโดยการนำผลจากการสำรวจภาคสนามมาแปลงค่าจุดพิกัดเพื่อดูค่าความสว่างในแต่ละแบนด์ว่าแต่ละจุดมีค่าความสว่างเท่าไร โดยผู้วิจัยได้นำคุณสมบัติของช่วงแบนด์ 1 แบนด์ 2 และแบนด์ 3 ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นมาใช้ในการตัดสินใจจำแนกความแตกต่างระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ คือ ปะการังมีชีวิต (ภาพที่ 4.16 – 4.21) องค์ประกอบอื่นในแนวปะการังที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต (ภาพที่ 4.22 – 4.27) ทรายในแนวปะการังหรือปะการังที่กระจายตัวบนพื้นทราย (ภาพที่ 4.29 – 4.31) ทราย (ชายหาด) และน้ำทะเล นำค่าที่ได้มาจัดกลุ่มข้อมูลของค่าการสะท้อนของวัตถุที่ต้องการศึกษาองค์ประกอบ ดังตารางที่ 4.1 – 4.4

ตารางที่ 4.1 แสดงความสว่างค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของวัตถุที่ทำการสำรวจในแต่ละองค์ประกอบของปี พ.ศ. 2548

วัตถุ	B1	B2	B3
ปะการังมีชีวิต	67-76	24-28	19-23
องค์ประกอบอื่นในแนวปะการังที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต	77-82	28-33	20-29
พื้นทรายในแนวปะการัง	67-70	22-23	17-19
ทราย	83-94	28-30	22-33
น้ำทะเล	65-67	20-25	17-19

จากตารางทำให้สามารถแยกความแตกต่างของวัตถุที่ต้องการศึกษาได้ในระดับหนึ่ง โดยพบว่า ค่าแบนด์ 1 และ แบนด์ 2 สามารถทะลุผ่านไปยังวัตถุที่อยู่ใต้น้ำ



ภาพที่ 4.16 พื้นที่ปกคลุมของปะการังมีชีวิตชนิดปะการังช่องหนาม (*Echinopora lamellos*a)

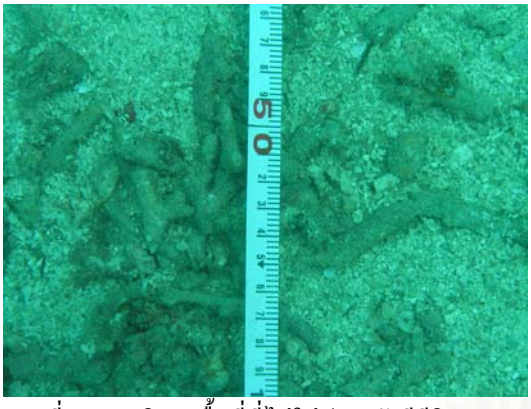
ภาพที่ 4.17 พื้นที่ปกคลุมของปะการังมีชีวิตชนิดปะการังช่องเล็กแบบกิ่ง (*Montipora digitata*)

ภาพที่ 4.18 พื้นที่ปกคลุมของปะการังมีชีวิตชนิดปะการังเขากวาง (*Acropora spp.*)

ภาพที่ 4.19 พื้นที่ปกคลุมของปะการังมีชีวิตชนิดปะการังโขด (*Porites lutea*)

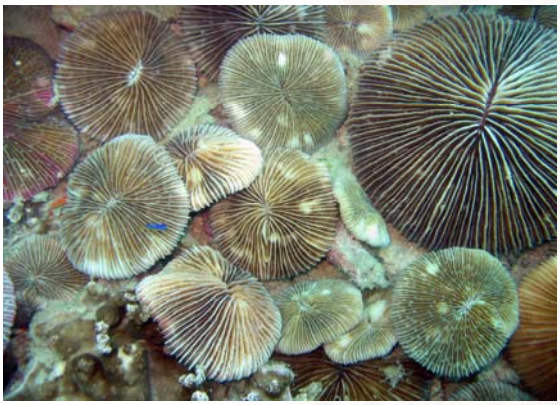
ภาพที่ 4.20 พื้นที่ปกคลุมของปะการังมีชีวิตชนิดปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.) และปะการังช่องเล็กแบบกิ่ง (*Montipora digitata*)

ภาพที่ 4.21 ความหลากหลายของชนิดปะการังมีชีวิตที่ปกคลุมพื้นที่



ภาพที่ 4.22 บริเวณพื้นที่ที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิตตามแนว line transect

ภาพที่ 4.23 ซากปะการังเขากวางที่กระจายตัวอยู่บนพื้นทราย



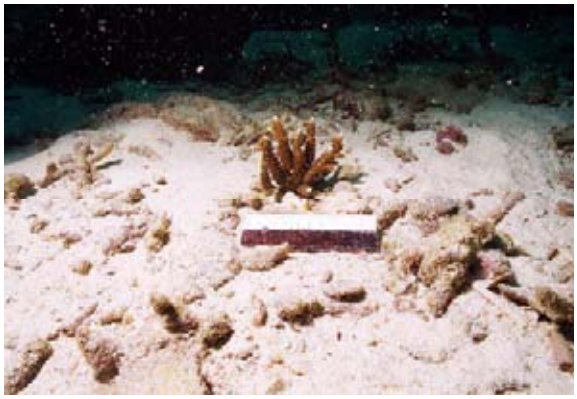
ภาพที่ 4.24 กลุ่มปะการังดอกเห็ด (*Fungia* sp.) บนพื้นทราย

ภาพที่ 4.25 การปกคลุมพื้นที่ของสาหร่ายบนซากปะการัง

ภาพที่ 4.26 แนว line transect ที่ลากผ่านบริเวณซากปะการัง

ภาพที่ 4.27 ซากปะการังเขากวางและปะการังชนิดอื่นๆ

ภาพที่ 4.28 พื้นทรายในแนวปะการัง



ภาพที่ 4.29 โคโลนีของปะการังขนาดเล็กที่กระจายตัวอยู่บนพื้นทราย

ภาพที่ 4.30 พื้นทรายในแนวปะการังที่มีซากปะการังกระจายตัวเป็นหย่อม ๆ

ภาพที่ 4.31 พื้นทรายในที่ลึก

สำหรับการตรวจสอบจุดพิกัดกับค่าความสว่างของปี พ.ศ. 2545 นั้น ผู้วิจัยนำข้อมูลการสำรวจภาคสนามของศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง และกลุ่มวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเล ซึ่งมีจุดพิกัดอ้างอิงในแต่ละพื้นที่ และข้อมูลที่วิเคราะห์องค์ประกอบในแนวปะการังจากภาคสนามในแต่ละจุดสำรวจแล้วสำหรับนำมาใช้อ้างอิงในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม

ตารางที่ 4.2 แสดงความสว่างค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของวัตถุที่ทำการสำรวจในแต่ละองค์ประกอบของปี พ.ศ. 2545

วัตถุ	B1	B2	B3
ปะการังมีชีวิต	73-81	43-50	29-39
องค์ประกอบอื่นในแนวปะการังที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต	82-89	52-59	29-43
พื้นทรายในแนวปะการัง	74-82	49-51	22-28
ทราย	90-108	50-75	22-33
น้ำทะเล	66-72	43-49	28-35

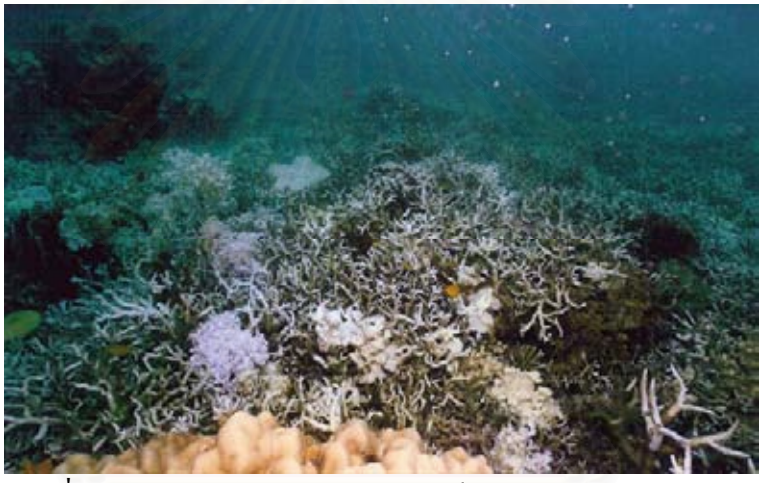
สำหรับข้อมูลการตรวจสอบจุดพิกัดกับค่าความสว่างในปี พ.ศ. 2541 และ ปี พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นช่วงก่อนและหลังการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว ผู้วิจัยได้อ้างอิงข้อมูลการสำรวจภาคสนามของกลุ่มวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเล มหาวิทยาลัยรามคำแหง โดยการสำรวจภาคสนามในบริเวณกว้าง และกำหนดพิกัดอ้างอิงในแผนที่

จากรายงานการสำรวจสภาพแนวปะการังจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวของกลุ่มวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเล ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนพฤษภาคม ปี พ.ศ. 2541 พบว่าบริเวณพื้นที่แนวปะการังของเกาะเต่าได้รับผลกระทบอย่างรุนแรง (ภาพที่ 4.32 – 4.35)

ภาพที่ 4.32 สภาพปะการังเขากวางฟอกขาว

ภาพที่ 4.33 ปะการังโขด *Porites lutea* และปะการังเขากวางฟอกขาว

ภาพที่ 4.34 ปะการังชนิดปะการังโต๊ะฟอกขาว



ภาพที่ 4.35 ปะการังหลายชนิดฟอกขาวเป็นบริเวณกว้าง

จากข้อมูลดังกล่าว ทำให้สามารถจัดกลุ่มข้อมูลความสว่างของปี พ.ศ. 2541 และ 2542 ได้ดังนี้

ตารางที่ 4.3 แสดงความสว่างค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของวัตถุที่ทำการสำรวจในแต่ละองค์ประกอบของปี พ.ศ. 2541

วัตถุ	B1	B2	B3
ปะการังมีชีวิต	61-72	22-26	15-22
องค์ประกอบอื่นในแนวปะการังที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต	73-81	21-24	15-24
พื้นทรายในแนวปะการัง	61-72	19-21	12-18
ทราย	82-105	39-52	22-33
น้ำทะเล	59-60	19-22	12-16

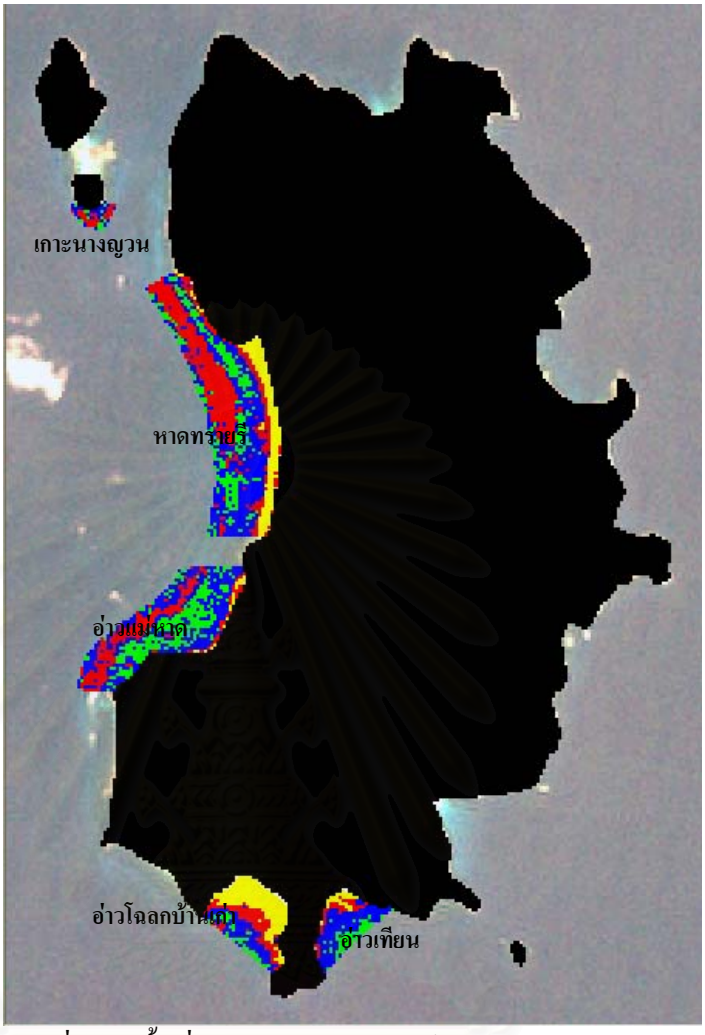
ตารางที่ 4.4 แสดงความสว่างค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของวัตถุที่ทำการสำรวจในแต่ละองค์ประกอบของปี พ.ศ. 2542

วัตถุ	B1	B2	B3
ปะการังมีชีวิต	57-62	22-26	15-22
องค์ประกอบอื่นในแนวปะการังที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต	63-75	21-24	15-24
พื้นทรายในแนวปะการัง	57-60	17-22	11-17
ทราย	76-105	21-25	22-33
น้ำทะเล	53-56	16-23	10-16

การจำแนกโดยการจัดกลุ่มข้อมูล ทำให้สามารถจำแนกองค์ประกอบต่างๆ ออกจากกันได้

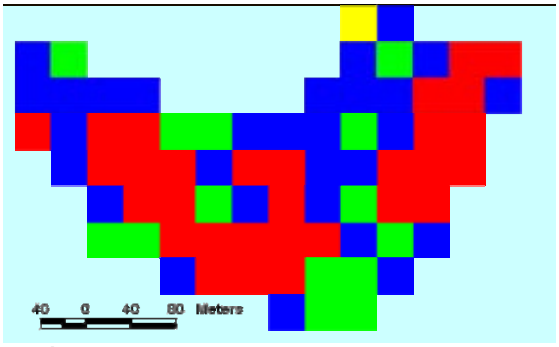
การจำแนกแบบ Supervised Classification เป็นวิธีการนำกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง (Training area) จากตารางที่ 4.1 – 4.4 มาใช้ในการคำนวณค่าทางสถิติ ซึ่งจะนำข้อมูลตัวอย่างที่ได้จากการวิเคราะห์ข้างต้น และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในภาคสนามโดยใช้กฎการจำแนกแบบ Maximum likelihood แล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งภาพ ซึ่งผลจากการจำแนกแบบ Supervised Classification ในพื้นที่ศึกษาทั้งหมดแสดงในภาพที่ 4.36 – 4.41

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

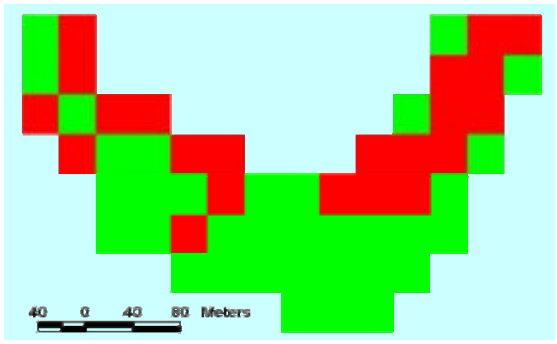


ภาพที่ 4.36 พื้นที่ศึกษาในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม

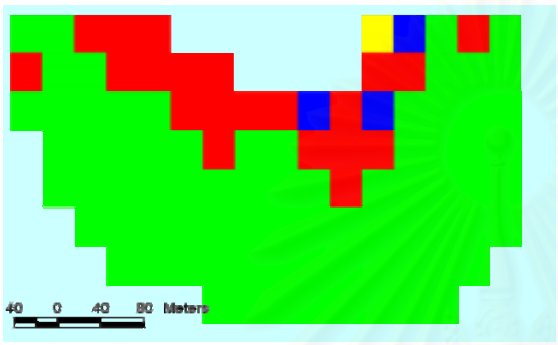
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



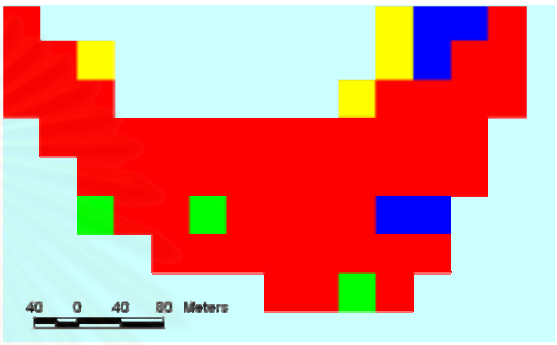
วันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2541



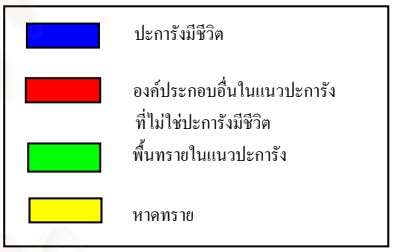
วันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542



วันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2545

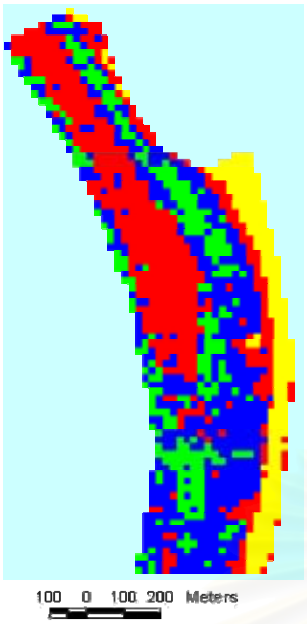


วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

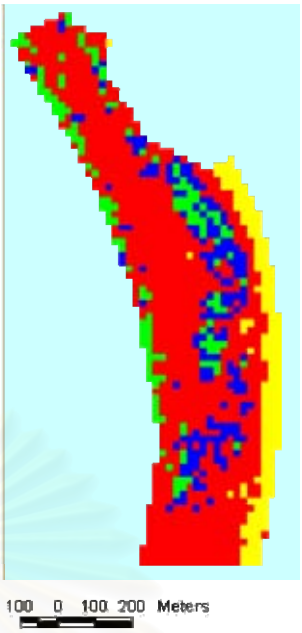


ภาพที่ 4.37 การจำแนกด้วยวิธี Maximum Likelihood บริเวณเกาะนางญวน (สถานีศึกษาที่ 1)

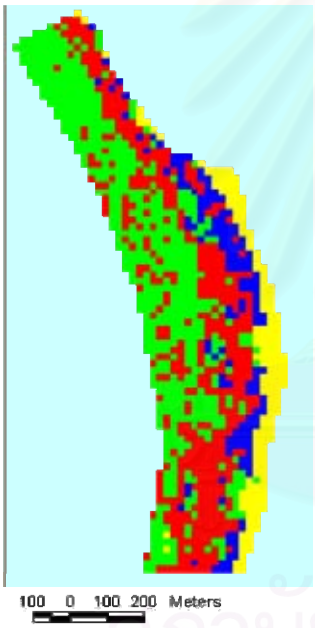
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



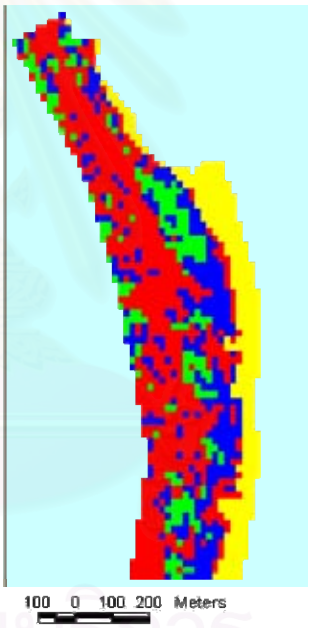
วันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2541



วันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542

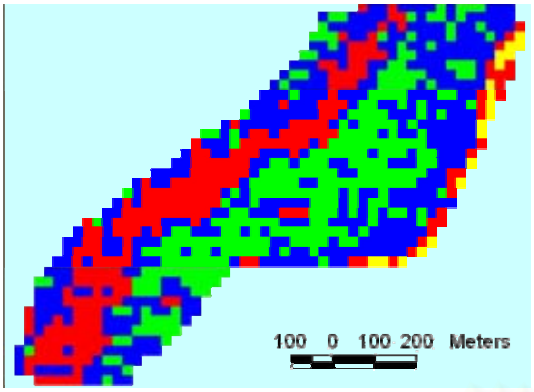


วันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2545

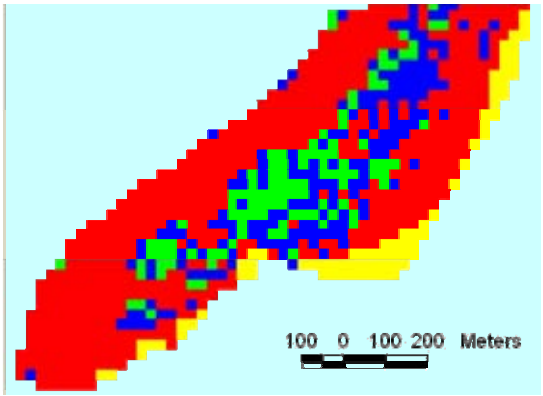


วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

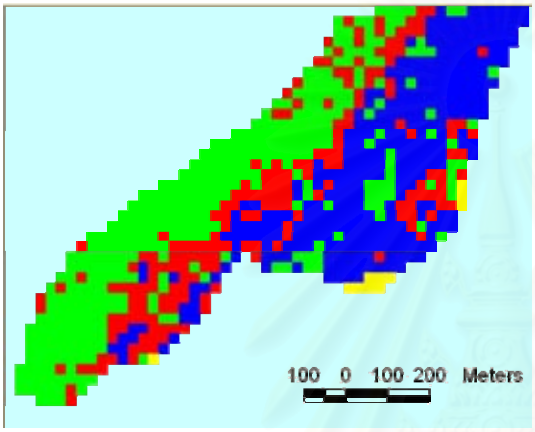
ภาพที่ 4.38 การจำแนกด้วยวิธี Maximum Likelihood บริเวณหาดทรายรี (สถานีศึกษาที่ 2)



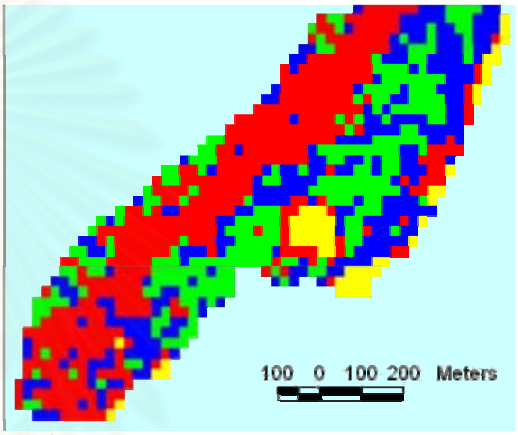
วันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2541



วันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542



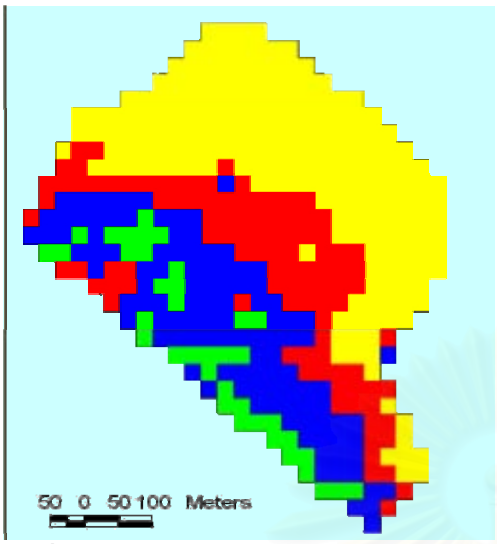
วันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2545



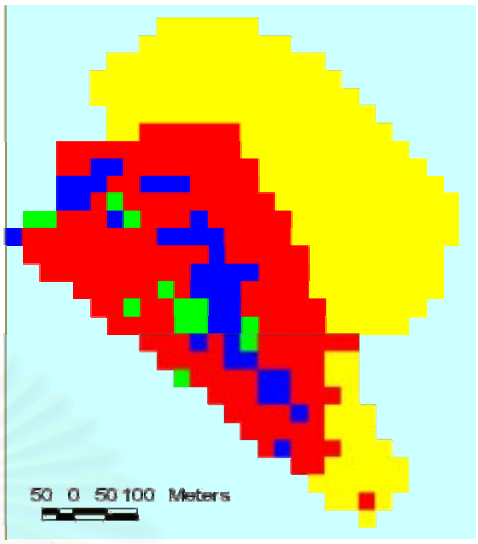
วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

ภาพที่ 4.39 การจำแนกด้วยวิธี Maximum Likelihood บริเวณอ่าวแม่หาด (สถานีศึกษาที่ 3)

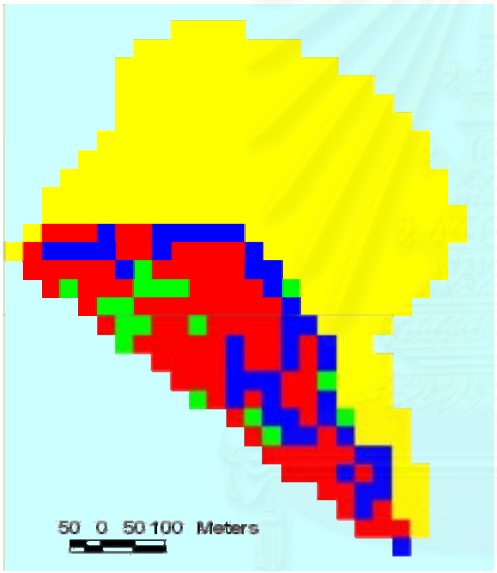
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



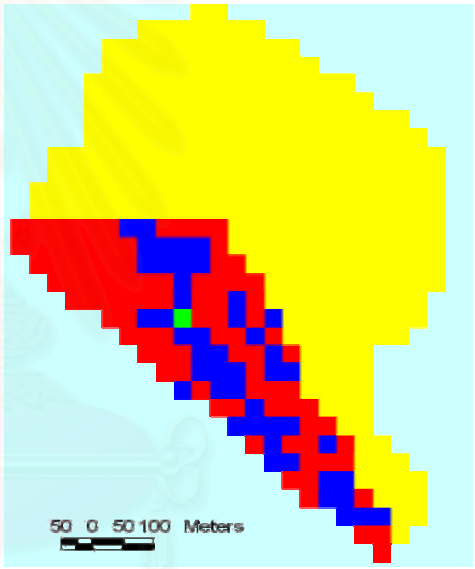
วันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2541



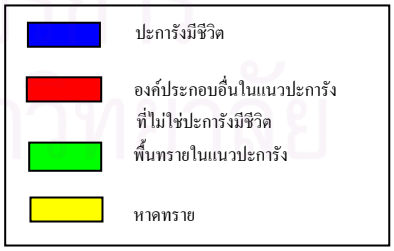
วันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542



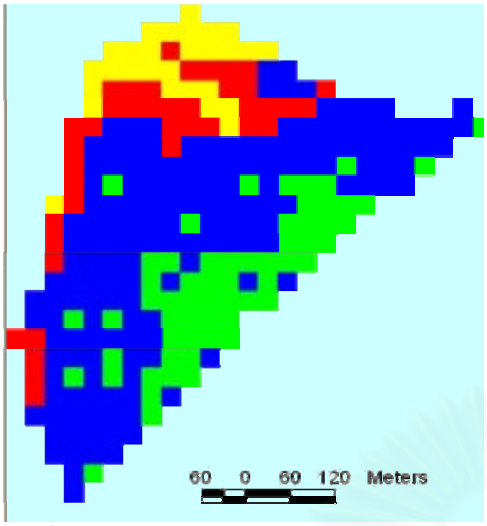
วันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2545



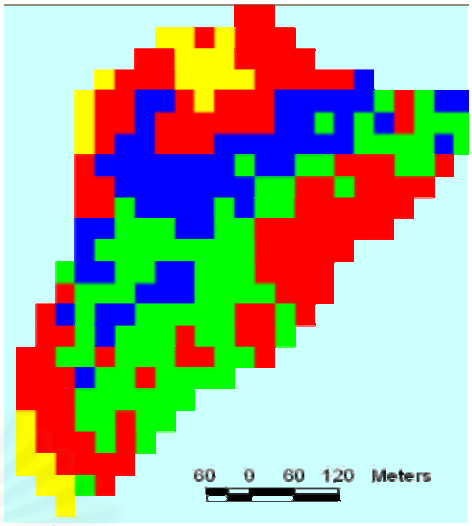
วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548



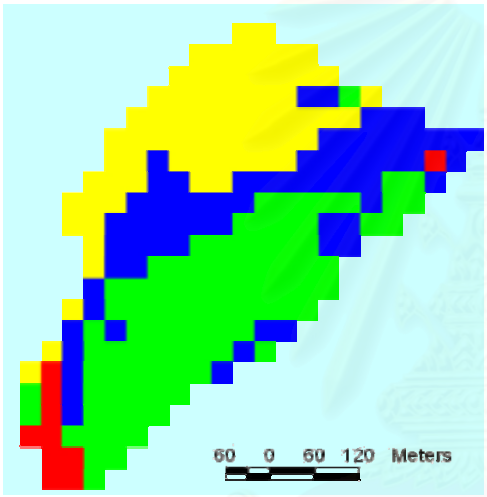
ภาพที่ 4.40 การจำแนกด้วยวิธี Maximum Likelihood บริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า (สถานีศึกษาที่ 4)



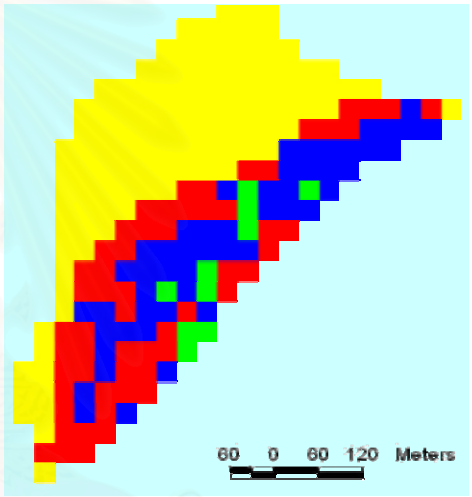
วันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2541



วันที่ 8 พฤศจิกายน พ.ศ. 2542



วันที่ 17 มิถุนายน พ.ศ. 2545



วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2548

ภาพที่ 4.41 การจำแนกด้วยวิธี Maximum Likelihood บริเวณอ่าวเทียน (สถานีศึกษาที่ 5)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูล ถูกนำมาตรวจสอบความถูกต้องของการจำแนกในภาคสนามอีกครั้ง เมื่อวันที่ 4-8 ตุลาคม 2548 โดยการสุ่มข้อมูลเพื่อเป็นตัวแทนแต่ละชั้นข้อมูลในแต่ละพื้นที่ จากการวิเคราะห์ความถูกต้องของการแปลภาพพบว่า

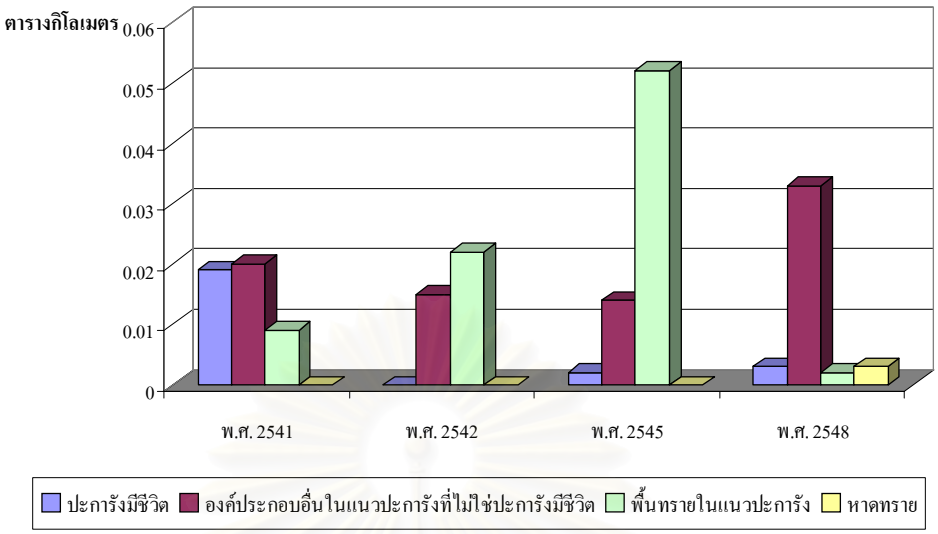
- เกาะนางญวนมีค่าความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 62.6% มีค่า Kappa coefficient เท่ากับ 0.53
- หาดทรายรีมีค่าความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 65% มีค่า Kappa coefficient เท่ากับ 0.56
- อ่าวแม่หาดมีค่าความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 67% มีค่า Kappa coefficient เท่ากับ 0.59
- อ่าวโฉลกบ้านเก่ามีค่าความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 64% มีค่า Kappa coefficient เท่ากับ 0.55
- อ่าวเทียนมีค่าความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 60% มีค่า Kappa coefficient เท่ากับ 0.50

4.5 การเปลี่ยนแปลงสถานภาพแนวปะการัง

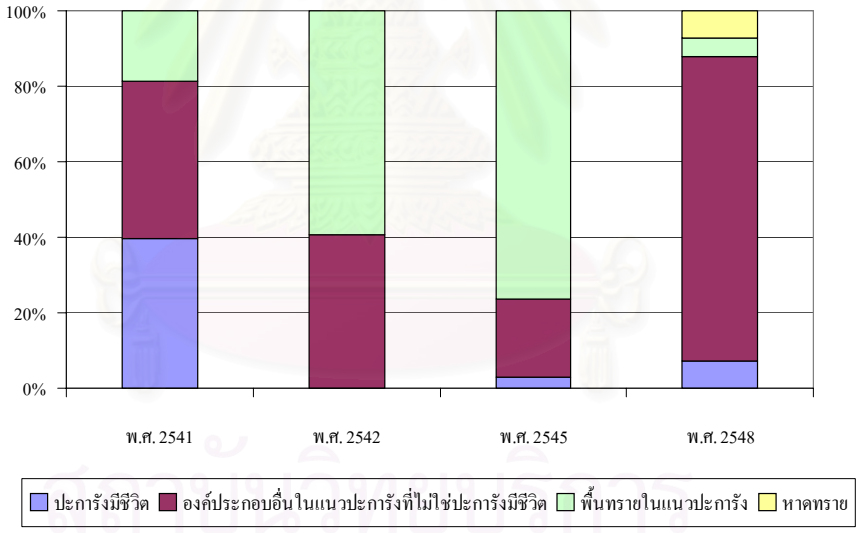
ผลจากการจำแนกข้อมูลได้นำมาวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของแนวปะการัง โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงของสัดส่วนของปะการังมีชีวิต ในช่วงเวลาก่อนและหลังเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวที่รุนแรงในปี พ.ศ 2541 และหลังจากการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว ดังกล่าวเป็นระยะเวลา 3 ปี และ 5 ปี ตามลำดับโดยคำนวณสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปะการังมีชีวิต พื้นที่ขององค์ประกอบอื่นในแนวปะการังที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต พื้นทรายในแนวปะการัง และพื้นที่หาดทราย ที่ได้หลังจากการจำแนกข้อมูลแล้วมาเปรียบเทียบกัน ซึ่งมีผลการศึกษาดังนี้

- เกาะนางญวน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมในบริเวณเกาะนางญวน พบว่าพื้นที่ปะการังมีชีวิตลดลงในช่วงปี พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นช่วงหลังจากการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว และมีพื้นที่ปะการังชีวิตเพิ่มขึ้นใน ปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2548 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4.42 – 4.43



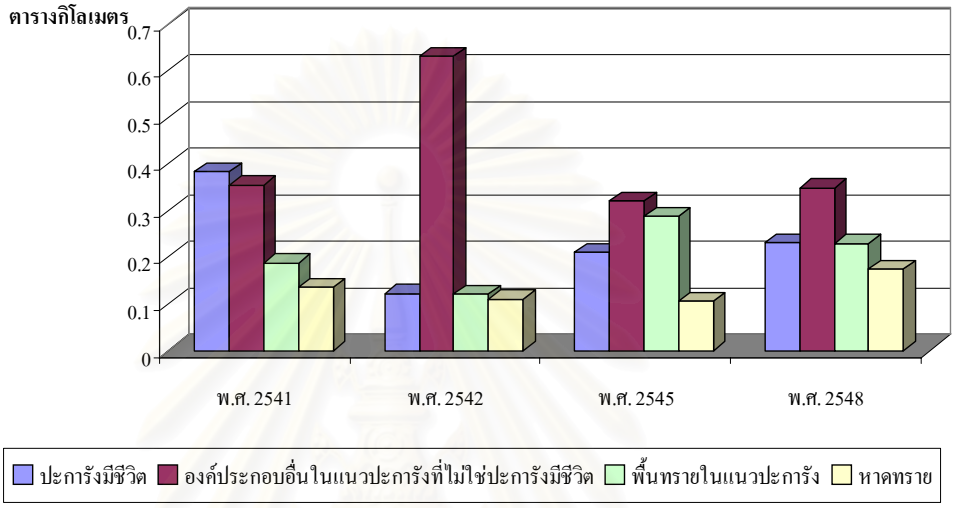
ภาพที่ 4.42 การเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบในแนวปะการังบริเวณเกาะนางญวน



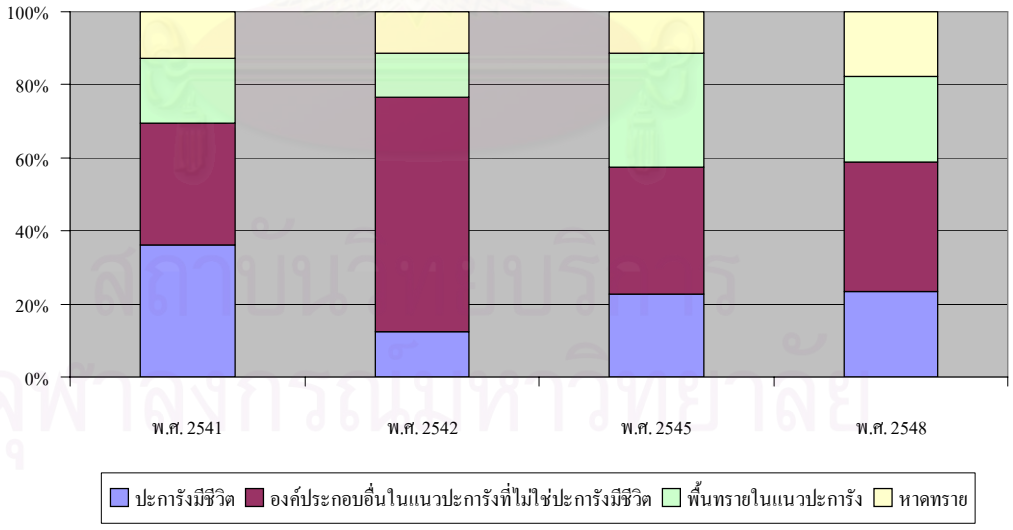
ภาพที่ 4.43 การเปรียบเทียบสัดส่วนร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการังบริเวณเกาะนางญวน

- หาดทรายรี

จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมในบริเวณหาดทรายรีพบว่าพื้นที่ปะการังมีชีวิตลดลงมากในช่วงปี พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นช่วงหลังจากการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว และมีพื้นที่ปะการังชีวิตเพิ่มขึ้นใน ปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2548 ดังแสดงในภาพที่ 4.44 – 4.45



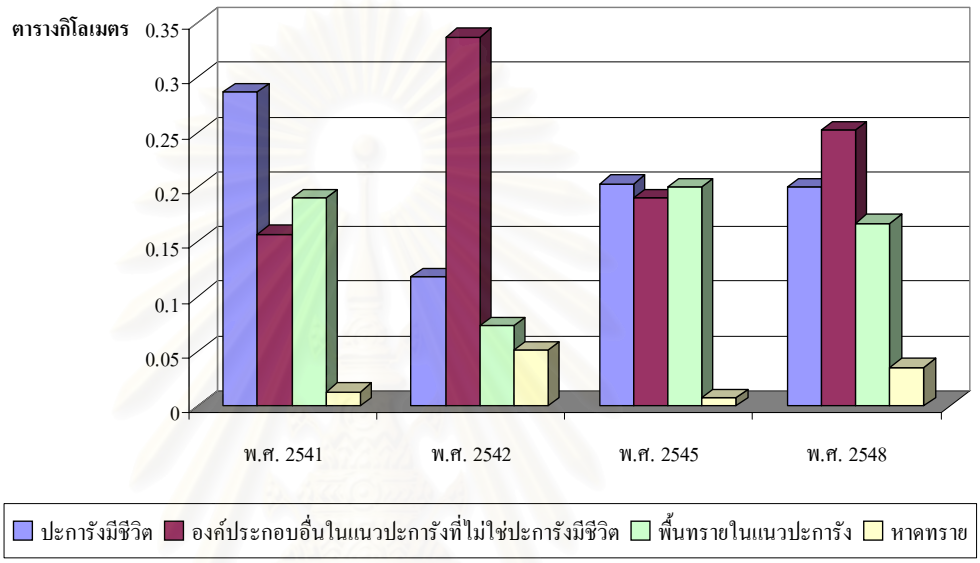
ภาพที่ 4.44 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในแนวปะการังบริเวณหาดทรายรี



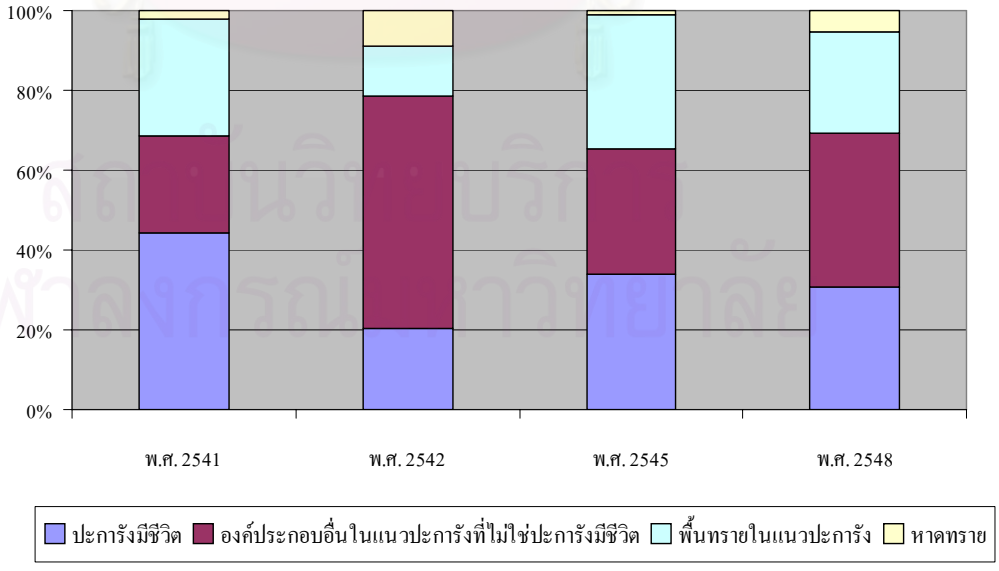
ภาพที่ 4.45 การเปรียบเทียบสัดส่วนร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการังบริเวณหาดทรายรี

- อ่าวแม่หาด

จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมในบริเวณอ่าวแม่หาด พบว่าพื้นที่ปะการังมีชีวิตลดลงในช่วงปี พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นช่วงหลังจากการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว และมีพื้นที่ปะการังชีวิตเพิ่มขึ้นใน ปี พ.ศ. 2545 แต่คงที่ในปี พ.ศ. 2548 ดังแสดงในภาพที่ 4.46 – 4.47



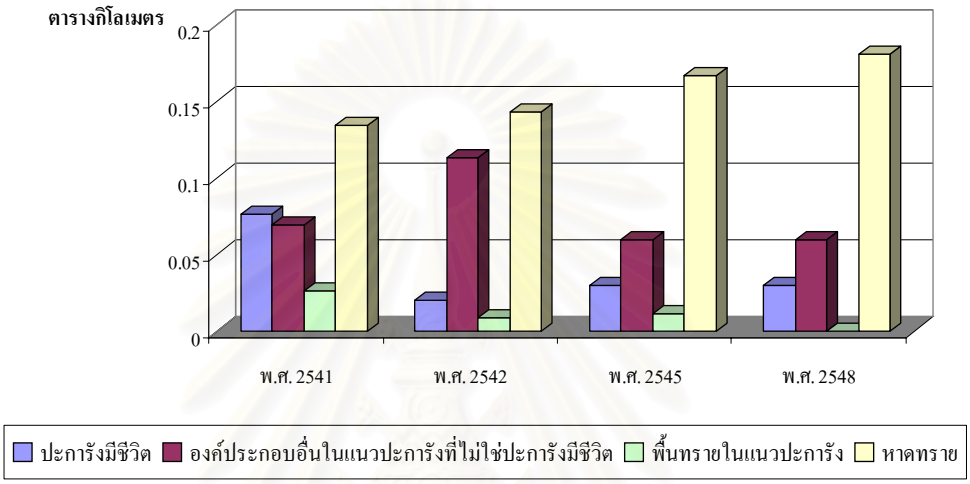
ภาพที่ 4.46 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในแนวปะการัง บริเวณอ่าวแม่หาด



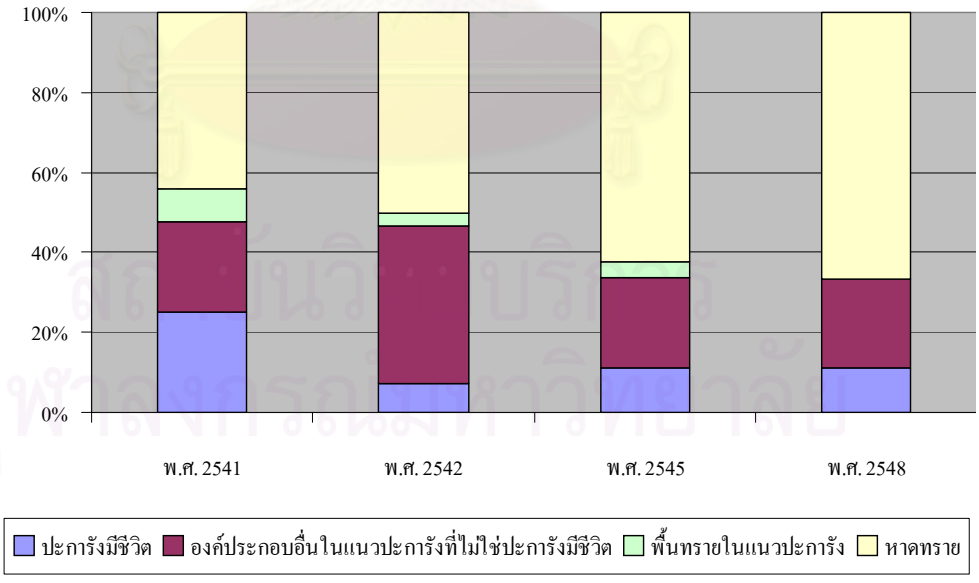
ภาพที่ 4.47 การเปรียบเทียบสัดส่วนร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการัง บริเวณอ่าวแม่หาด

- อ่าวโฉลกบ้านเก่า

จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมในบริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า พบว่าพื้นที่ปะการังมีชีวิตลดลงในช่วงปี พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นช่วงหลังจากการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว และจะมีพื้นที่ปะการังชีวิตเพิ่มขึ้นใน ปี พ.ศ. 2545 และคงที่ในปี พ.ศ. 2548 ดังแสดงในภาพที่ 4.48 – 4.49



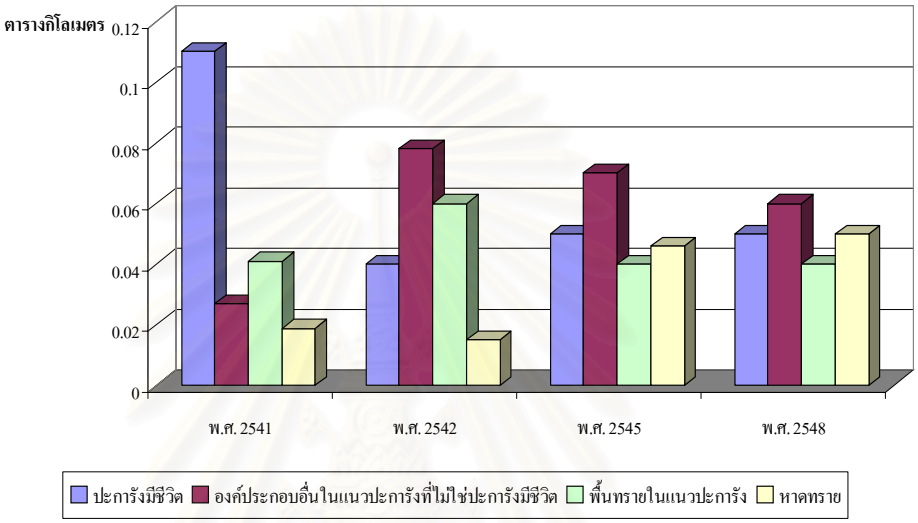
ภาพที่ 4.48 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในแนวปะการังบริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า



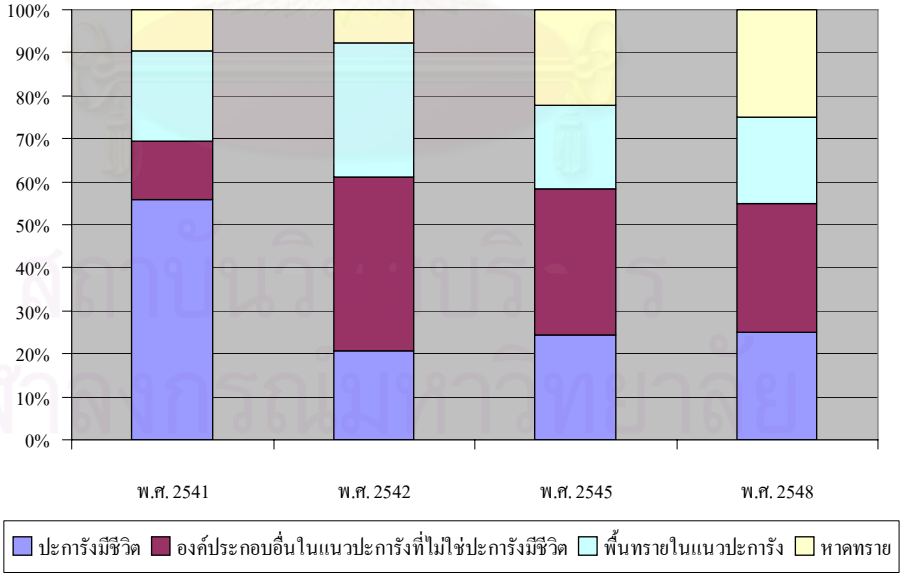
ภาพที่ 4.49 การเปรียบเทียบสัดส่วนร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการังบริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า

- อ่าวเทียน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมในบริเวณอ่าวเทียน พบว่าพื้นที่ปะการังมีชีวิตลดลงในช่วงปี พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นช่วงหลังจากการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว และมีพื้นที่ปะการังมีชีวิตเพิ่มขึ้นใน ปี พ.ศ. 2545 แต่คงที่ในปี พ.ศ. 2548 ดังแสดงในภาพที่ 4.50 – 4.51

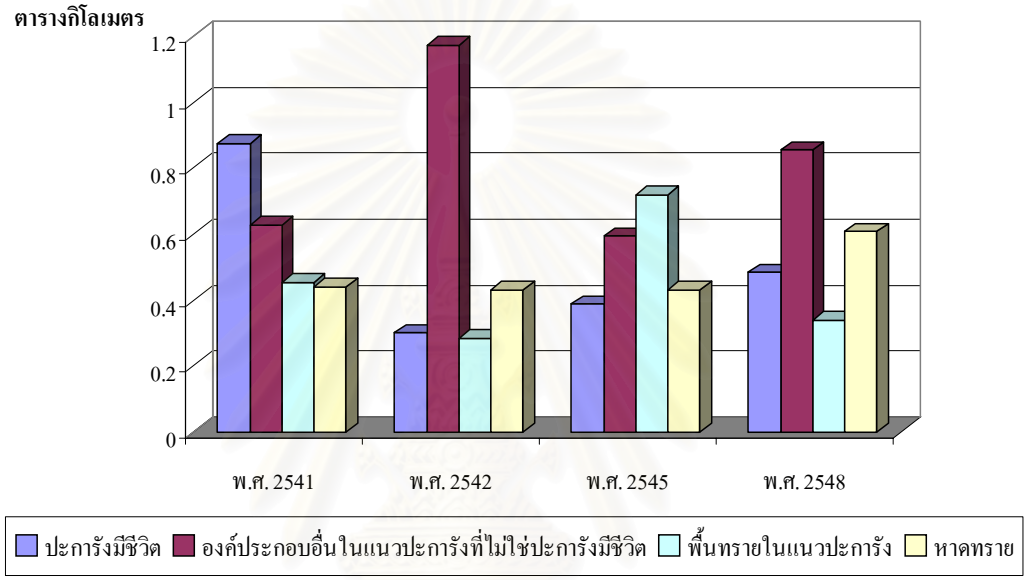


ภาพที่ 4.50 การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบในแนวปะการังบริเวณอ่าวเทียน



ภาพที่ 4.51 การเปรียบเทียบสัดส่วนร้อยละของการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการังบริเวณอ่าวเทียน

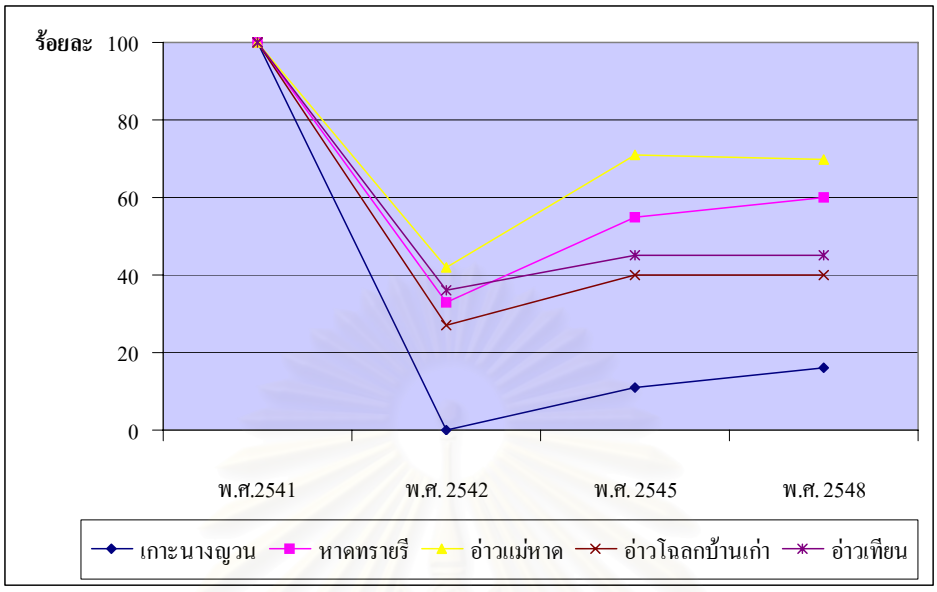
ดังนั้นจึงสามารถสรุปการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังของหมู่เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานีของสถานีศึกษาทั้ง 5 สถานี ได้แก่ เกาะนางญวน หาดทรายรี อ่าวแม่หาด อ่าวโฉลกบ้านเก่า และอ่าวเทียน โดยในภาพรวมแล้วพื้นที่ปะการังมีชีวิตลดลงในปี พ.ศ. 2542 ซึ่งเป็นช่วงหลังจากการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2548 ดังภาพที่ 4.52



ภาพที่ 4.52 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการังบริเวณเกาะเต่า (จาก 5 สถานีศึกษา)ในช่วง ปี พ.ศ. 2541 - 2548

สำหรับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปะการังมีชีวิตในบริเวณสถานีศึกษาทั้ง 5 สถานี แสดงไว้ในภาพที่ 4.53

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 4.53 การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปะการังมีชีวิตบริเวณสถานีศึกษาในช่วงปี พ.ศ. 2541 – พ.ศ. 2548

จากภาพที่ 4.53 พบว่าในช่วงปี พ.ศ. 2542 หลังจากการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว การลดลงของพื้นที่ปะการังมีชีวิตบริเวณเกาะนางญวนมากที่สุด รองลงมาคือ อ่าวโฉลกบ้านเก่า หาดทรายรี อ่าวเทียน และอ่าวแม่หาด ตามลำดับ ส่วนในปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ปะการังมีชีวิตบริเวณอ่าวแม่หาด และหาดทรายรี มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมาก (22%– 29%) สำหรับบริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า เกาะนางญวน และอ่าวเทียนมีพื้นที่ปะการังมีชีวิตเพิ่มขึ้นน้อยกว่า (9% - 13%) ในปี พ.ศ. 2548 พบว่าพื้นที่ปะการังมีชีวิตในบริเวณเกาะนางญวน และหาดทรายรีเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2545 อีกเล็กน้อย (5%) ในขณะที่บริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า และอ่าวเทียนไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่บริเวณอ่าวแม่หาด พบว่ามีพื้นที่ของปะการังมีชีวิตลดลงเล็กน้อย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6 การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังโดยอ้างอิงข้อมูลทางเศรษฐกิจและสังคม

การเปลี่ยนแปลงสถานภาพของแนวปะการังจากผลการศึกษาที่ใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลบริเวณเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของแนวปะการังจากภัยธรรมชาติ เช่น พายุเกย์ ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว ฯลฯ และภัยที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น กิจกรรมการดำน้ำ การทำประมง ผลกระทบจากการพัฒนาชายฝั่ง ฯลฯ เพื่อให้ได้ข้อมูลสนับสนุนแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของแนวปะการังในบริเวณเกาะเต่า และนำมาประกอบกับการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม จึงดำเนินการศึกษาสำรวจข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากแนวปะการังบริเวณเกาะเต่าระหว่างวันที่ 3 – 7 ตุลาคม พ.ศ. 2548 โดยเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม และการสัมภาษณ์ ผลวิคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามมีรายละเอียดดังนี้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6.1 การวิเคราะห์แบบสอบถามสำหรับนักท่องเที่ยว

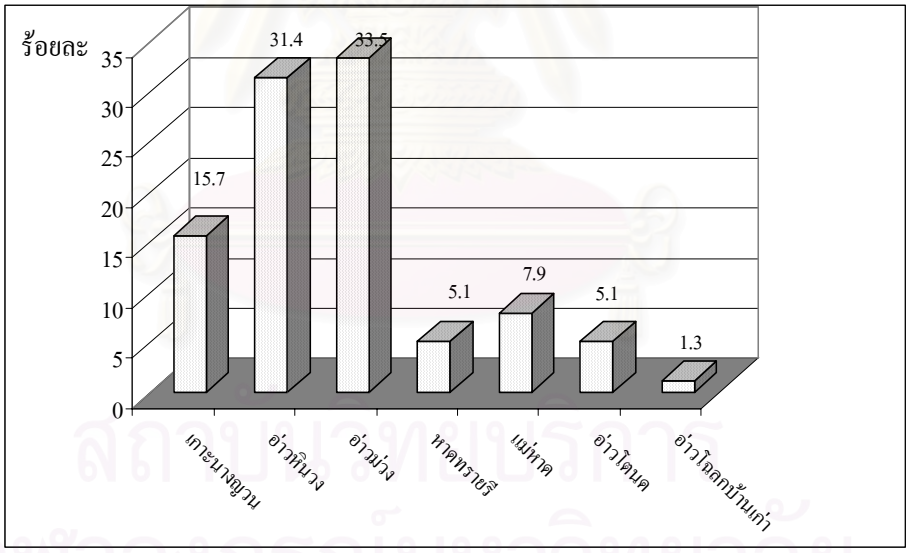
ข้อมูลทั่วไป

จากการสำรวจพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามเป็นเพศหญิงร้อยละ 64.3 และเป็นเพศชายร้อยละ 35.7 โดยเป็นนักท่องเที่ยวชาวไทยร้อยละ 71.4 และร้อยละ 28.6 เป็นชาวต่างประเทศ และร้อยละ 64.3 มีอายุต่ำกว่า 25 ปี รองลงมาร้อยละ 21.4 มีอายุอยู่ในช่วง 36-45 ปี ระดับการศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถาม ร้อยละ 50.0 มีการศึกษาขั้นสูงสุดในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. และอีกร้อยละ 50 มีการศึกษาระดับปริญญาตรี โดยมีรายได้ต่อเดือนน้อยกว่า 6,000 บาท ร้อยละ 42.9 และรองลงมาร้อยละ 21.5 มีรายได้ต่อเดือน 6,000-10,000 บาท ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 57.1 เป็นนักเรียน/นักศึกษา รองลงมาร้อยละ 21.4 ประกอบอาชีพนักธุรกิจ/ค้าขาย

รูปแบบการท่องเที่ยว

จากการสำรวจพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมดมีรูปแบบการท่องเที่ยว คือ มาเที่ยวส่วนตัว โดยร้อยละ 57.2 เดินทางมาเที่ยวกับเพื่อน และร้อยละ 42.8 มากับครอบครัวและญาติ โดยพบว่าร้อยละ 78.5 เป็นการมาเที่ยวครั้งแรก รองลงมาร้อยละ 21.5 มาเที่ยวประมาณ 1-5 ครั้ง

สถานที่ที่นิยมท่องเที่ยว

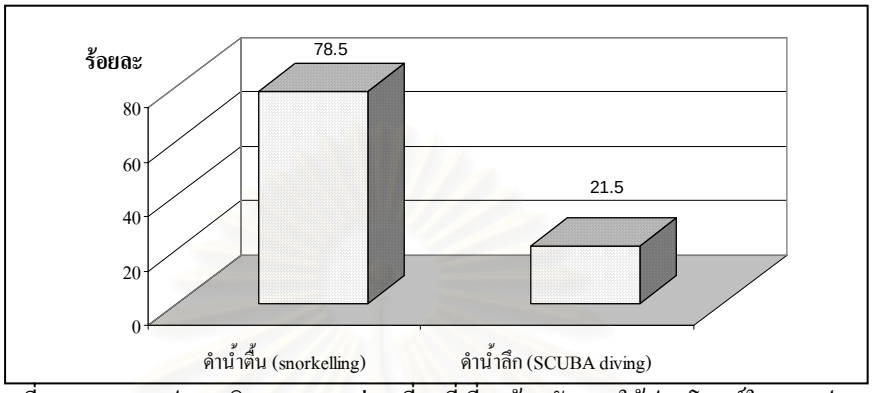


ภาพที่ 4.54 สถานที่ที่นักท่องเที่ยวนิยมเข้าไปท่องเที่ยว

จากการสำรวจพบว่าสถานที่ที่นักท่องเที่ยวนิยมเข้าไปท่องเที่ยวคือ อ่าวม่วง คิดเป็นร้อยละ 33.5 รองลงมาร้อยละ 31.4 คือ อ่าวหินวง ดังภาพที่ 4.54

ลักษณะกิจกรรมการท่องเที่ยวกับการใช้ประโยชน์ในแนวปะการัง

จากการสำรวจจากแบบสอบถามร้อยละ 81.5 ของลักษณะกิจกรรมการท่องเที่ยวมีความสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ในแนวปะการัง

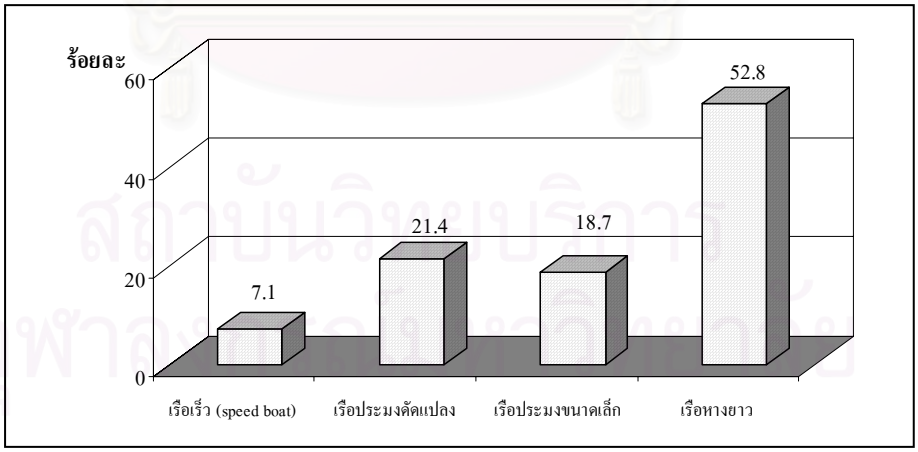


ภาพที่ 4.55 แสดงรูปแบบกิจกรรมการท่องเที่ยวที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ในแนวปะการัง

จากการสำรวจพบว่ากิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ในแนวปะการัง คือ กิจกรรมดำน้ำตื้น ร้อยละ 78.5 และกิจกรรมดำน้ำลึก ร้อยละ 21.5 ดังภาพที่ 4.55

ประสบการณ์ในการดำน้ำดูปะการัง

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 78.5 มีประสบการณ์ในการดำน้ำดูปะการัง และร้อยละ 21.5 ไม่มีประสบการณ์ในการดำน้ำดูปะการัง



ภาพที่ 4.56 ประเภทของเรือที่ใช้บริการนำเที่ยว

จากการสำรวจพบว่าธุรกิจเรือนำเที่ยวใช้เรือประเภทเรือหางยาว ร้อยละ 52.8 รองลงมาใช้เรือประเภทเรือประมงดัดแปลงเพื่อนำเที่ยวร้อยละ 21.4 ดังภาพที่ 4.56

การจอดเรือห่างจากแนวปะการัง

จากการสำรวจพบว่ามีการจอดเรือในแนวปะการังร้อยละ 56.2 และร้อยละ 21.4 เป็นการจอดเรือห่างจากแนวปะการัง 1-5 เมตร

ความลึกของน้ำในบริเวณที่ทำกิจกรรม

จากการสำรวจพบว่า ความลึกของน้ำในบริเวณที่ทำกิจกรรมมากกว่า 2 เมตร ร้อยละ 62 และที่ระดับความลึกของน้ำน้อยกว่า 2 เมตร ร้อยละ 10.9

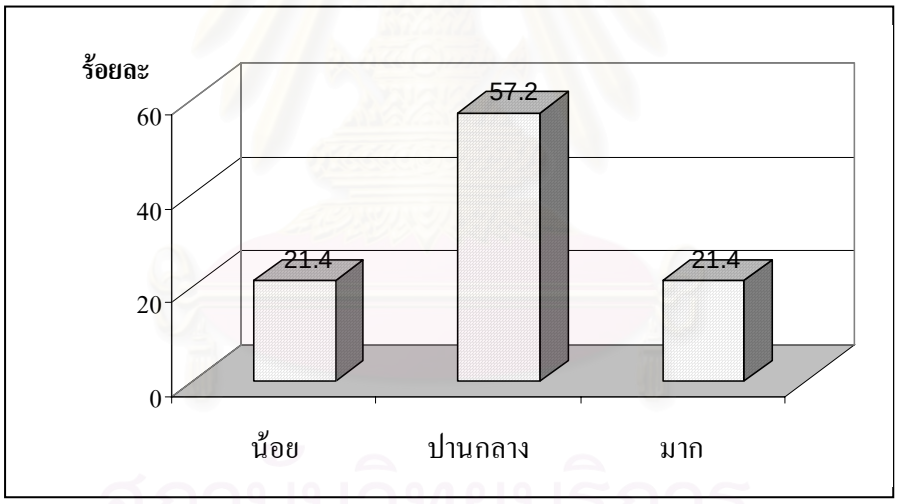
การให้ความรู้เกี่ยวกับการดำน้ำ

จากการสำรวจพบว่ามีการให้ความรู้แก่นักท่องเที่ยวเกี่ยวกับการดำน้ำร้อยละ 76.4

การมีความรู้เกี่ยวกับการดำน้ำอย่างถูกวิธีของนักท่องเที่ยว

จากการสำรวจพบว่านักท่องเที่ยวมีความรู้เกี่ยวกับการดำน้ำอย่างถูกวิธีร้อยละ 88.6 และมีนักท่องเที่ยวที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับการดำน้ำอย่างถูกวิธีร้อยละ 11.4

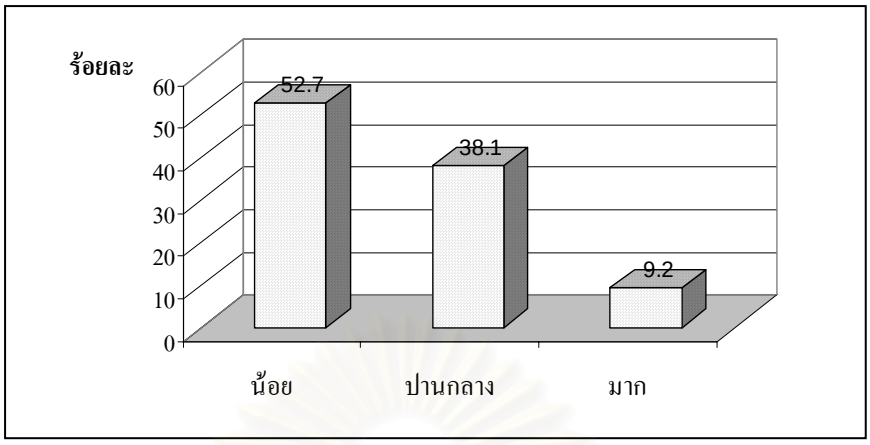
การทำลายสิ่งแวดล้อมจากการดำน้ำดูปะการัง



ภาพที่ 4.57 ระดับของการทำลายปะการังจากการดำน้ำแบบ snorkeling

จากภาพที่ 4.57 พบว่าการดำน้ำแบบ snorkeling ทำลายแนวปะการังในระดับปานกลางร้อยละ 57.2

- การดำน้ำแบบ SCUBA



ภาพที่ 4.58 ระดับของการทำลายปะการังจากการดำน้ำแบบ SCUBA

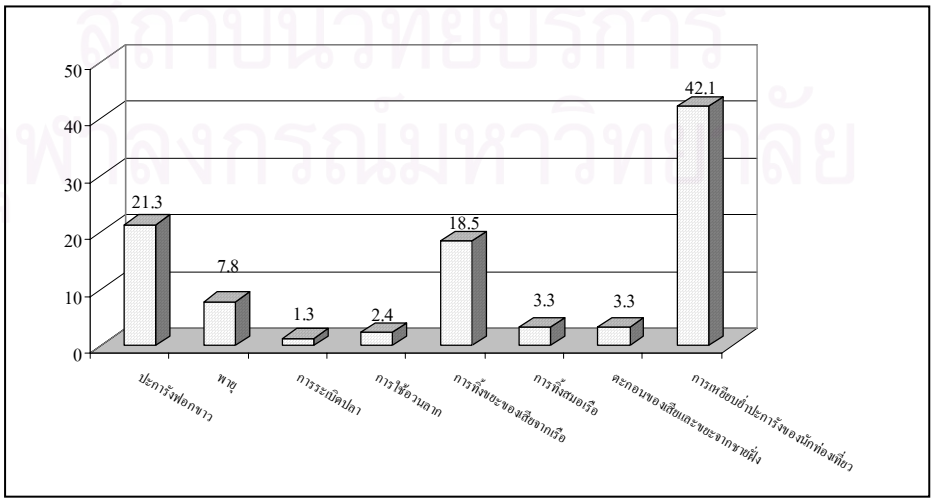
จากการสำรวจพบว่าการดำน้ำแบบ SCUBA ทำลายแนวปะการังในระดับน้อยร้อยละ 52.7 และระดับปานกลางร้อยละ 38.1 ดังภาพที่ 4.58

สภาพแนวปะการังที่เข้าไปใช้ประโยชน์/ดำน้ำ

จากการสำรวจพบว่านักท่องเที่ยวเห็นว่าสภาพแนวปะการังบริเวณอ่าวหินวงและหินสามก้อนมีความสมบูรณ์ดี ส่วนบริเวณอ่าวม่วงและอ่าวโตนดมีความสมบูรณ์ปานกลาง และบริเวณเกาะนางญวน แนวปะการังส่วนใหญ่มีสภาพเสื่อมโทรม

สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการัง

จากการสำรวจพบว่าสาเหตุการเสื่อมโทรมของแนวปะการังเกิดจากการเหยียบย่ำของนักท่องเที่ยว รองลงมาคือการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว ดังภาพที่ 4.59



ภาพที่ 4.59 สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการัง

การจัดการของเสีย

<u>เรือนำเที่ยว</u>

- จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 87.5 ไม่มีการจัดการของเสียจากเรือนำเที่ยว และร้อยละ 12.5 มีการจัดการน้ำเสียแต่ไม่เพียงพอ

- จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 53.6 ไม่มีการจัดการห้องน้ำ/ห้องส้วม รองลงมาร้อยละ 32.2 มีการจัดการห้องน้ำ/ห้องส้วม

- จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 88.7 มีการจัดการขยะมูลฝอยจากเรือนำเที่ยว และร้อยละ 11.3 มีการจัดการขยะมูลฝอยแต่ไม่เพียงพอ

<u>โรงแรม/ที่พัก</u>

- จากการสำรวจพบว่าโรงแรมที่พักไม่มีการจัดการน้ำเสีย ร้อยละ 87.6 และร้อยละ 12.4 มีการจัดการน้ำเสียแต่ไม่เพียงพอ

- จากการสำรวจพบว่ามีการจัดการห้องน้ำ/ห้องส้วมของโรงแรมที่พัก ร้อยละ 76.7 และไม่มีการจัดการห้องน้ำ/ห้องส้วม ร้อยละ 23.3

- จากการสำรวจพบว่ามีการจัดการขยะมูลฝอยของโรงแรมที่พักร้อยละ 88.8 และร้อยละ 11.2 มีการจัดการขยะมูลฝอยแต่ไม่เพียงพอ

การเก็บชิ้นส่วนปะการัง เปลือกหอย ไปเป็นของที่ระลึก

จากการสำรวจพว่าร้อยละ 85.7 ไม่มีการเก็บชิ้นส่วนปะการัง เปลือกหอยไปเป็นของที่ระลึก และร้อยละ 14.3 มีการเก็บชิ้นส่วนปะการัง เปลือกหอย ไปเป็นของที่ระลึก

การยืน/เหยียบบนปะการัง

จากการสำรวจพบว่ามีนักท่องเที่ยวยืนเหยียบบนปะการังร้อยละ 83.3 และไม่มีการยืนเหยียบบนปะการังร้อยละ 16.7

การเตือนนักท่องเที่ยวหากมีการเก็บหรือทำลายสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง

จากการสำรวจพบว่ามีการเตือนนักท่องเที่ยวหากมีการเก็บหรือทำลายสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง ร้อยละ 88.6 และไม่มีการตักเตือนนักท่องเที่ยวร้อยละ 11.4

การพบเห็นการทำประมงโดยใช้เครื่องมือที่ผิดกฎหมาย ใช้อวนลาก

จากการสำรวจพบว่าไม่มีการรพบเห็นการทำประมงโดยใช้เครื่องมือที่ผิดกฎหมาย ร้อยละ 56.4 และมีการพบเห็นการทำประมงผิดกฎหมาย (อวนลาก) ร้อยละ 44.6

การเคยพบเห็นการระเบิดปลาในแนวปะการัง

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 62.5 ไม่เคยพบเห็นการระเบิดปลาในแนวปะการัง และร้อยละ 37.5 เคยพบเห็นมีการระเบิดปลาในแนวปะการัง

การเคยพบเห็นการจับปลาโดยใช้สารเคมี

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 67.6 ไม่มีการพบเห็นการจับปลาโดยใช้สารเคมี และร้อยละ 32.4 มีการพบเห็นการจับปลาโดยใช้สารเคมี

การปรับปรุงด้านการท่องเที่ยวดำน้ำดูปะการัง

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ67.5 ควรมีการปรับปรุงในเรื่องการให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการดำน้ำที่ถูกต้องและการอนุรักษ์ปะการัง รองลงมาควรมีการปรับปรุงเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆ ร้อยละ 21.1 ควรปรับปรุงกฎระเบียบต่อผู้ขับเรือนำเที่ยวร้อยละ 8.1 และควรปรับปรุงด้านความปลอดภัยขณะดำน้ำร้อยละ 3.3

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

จากการสำรวจพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามมีความคิดเห็นและข้อเสนอแนะว่าต้องการให้หน่วยงานของรัฐมีการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลเป็นประจำร้อยละ 54.3 และร้อยละ 45.7 ควรมีการจัดการและบำบัดของเสียจากห้องน้ำห้องส้วมบนเรือแทนการทิ้งลงทะเล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.6.2 การวิเคราะห์แบบสอบถามสำหรับผู้ประกอบการท่องเที่ยว

ข้อมูลทั่วไป

จากการสำรวจพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 54.2 เป็นพนักงาน/ลูกจ้าง และร้อยละ 46.8 เป็นเจ้าของกิจการ โดยส่วนใหญ่ร้อยละ 75.6 เป็นเพศชาย และร้อยละ 24.4 เป็นเพศหญิง ซึ่งร้อยละ 54.6 มีอายุอยู่ในช่วง 25-35 ปี และร้อยละ 25.5 มีอายุอยู่ในช่วง 36-45 ปี ระดับการศึกษาสูงสุดของผู้ตอบแบบสอบถามในระดับประถมศึกษาร้อยละ 45.4 รองลงมามีการศึกษาขั้นสูงสุดในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น/ปวส.ร้อยละ 27.1 ปริญญาตรีร้อยละ 15.0 และมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ร้อยละ 12.5

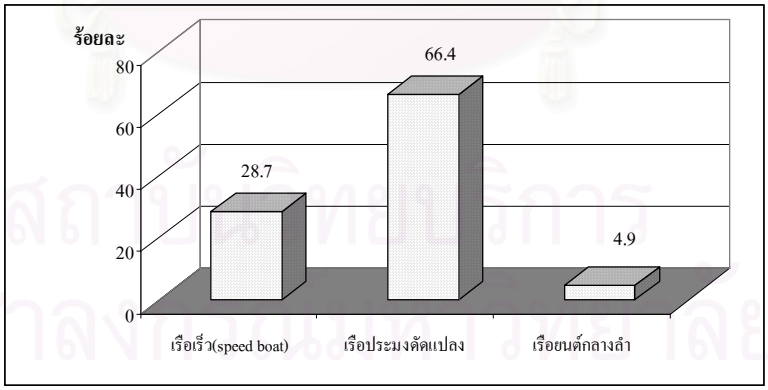
- ระยะเวลาในการประกอบธุรกิจท่องเที่ยว

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 54.7 เป็นผู้ประกอบการที่ทำธุรกิจท่องเที่ยวบนเกาะมาแล้ว 1-5 ปี รองลงมาร้อยละ 25.3 เป็นผู้ประกอบการที่ทำธุรกิจท่องเที่ยวบนเกาะมาแล้ว 6-10 ปี

- ประเภทของผู้ประกอบการ

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 57.3 เป็นผู้ประกอบการธุรกิจเรือนำเที่ยว รองลงมาร้อยละ 34.6 ดำเนินธุรกิจโรงเรียนสอนดำน้ำ PADI

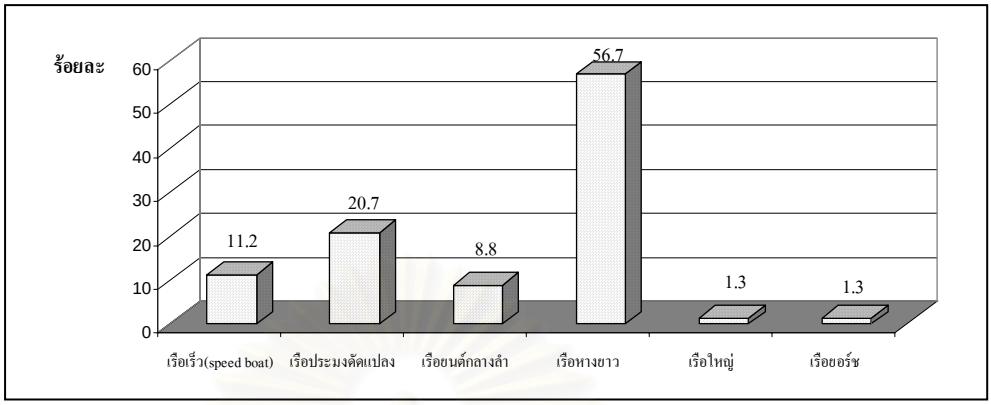
- ประเภทของเรือที่ใช้ในธุรกิจโรงเรียนสอนดำน้ำ



ภาพที่ 4.60 ประเภทของเรือที่ใช้ในธุรกิจโรงเรียนสอนดำน้ำ

จากการสำรวจพบว่าธุรกิจโรงเรียนสอนดำน้ำใช้เรือประมงดัดแปลงร้อยละ 66.4 รองลงมาร้อยละ 28.7 ใช้เรือเร็ว (speed boat) ดังภาพที่ 4.60

- ประเภทของเรือที่ใช้ในการประกอบธุรกิจเรือนำเที่ยว



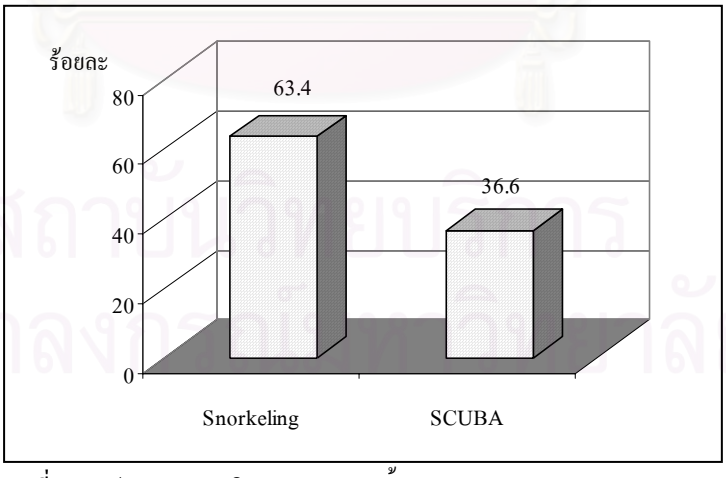
ภาพที่ 4.61 ประเภทของเรือที่ใช้ในธุรกิจเรือนำเที่ยว

จากการสำรวจพบว่าธุรกิจเรือนำเที่ยวใช้เรือหางยาวร้อยละ 56.7 รองลงมาร้อยละ 20.7 ใช้เรือประมงดัดแปลง ดังภาพที่ 4.61 และ ภาพที่ 4.69

- บริเวณที่พานักท่องเที่ยวไปสอนการดำน้ำ

จากการสำรวจพบว่าสถานที่ที่นักท่องเที่ยวไปดำน้ำเป็นอันดับที่ 1 คือ เกาะนางญวน ร้อยละ 63.2 อันดับที่ 2 คือ อ่าวม่วงร้อยละ 52.1 และอันดับที่ 3 คือ อ่าวหินวงร้อยละ 37.5

- ประเภทของกิจกรรมการดำน้ำ



ภาพที่ 4.62 ประเภทของกิจกรรมการดำน้ำ

จากภาพที่ 4.62 ประเภทของกิจกรรมการดำน้ำส่วนใหญ่เป็น snorkeling ร้อยละ 63.4

- จำนวนนักท่องเที่ยวที่พาไปดำน้ำ

จากการสำรวจจากแบบสอบถาม จำนวนนักท่องเที่ยวที่พาไปดำน้ำ 5-10 คนต่อครั้งร้อยละ 47.7 รองลงมาร้อยละ 31.2 มีจำนวนนักท่องเที่ยวที่พาไปดำน้ำมากกว่า 15 คนต่อครั้ง

ช่วง High season

จากการสำรวจพบว่า ช่วงเดือนที่มีนักท่องเที่ยวมากที่สุด (ช่วง High season) คือ ช่วงเดือน มกราคม-เมษายนร้อยละ 41.2 รองลงมาร้อยละ 23.6 คือช่วงเดือนพฤษภาคม - กรกฎาคม

จำนวนนักท่องเที่ยวช่วง High season

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 45.5 มีจำนวนนักท่องเที่ยวช่วง High season 1-10 คนต่อวันต่อเที่ยว รองลงมาร้ยละ 33.6 มีจำนวนนักท่องเที่ยว 11-20 คนต่อวันต่อเที่ยว

จำนวนวันที่ให้บริการนักท่องเที่ยวช่วง High season

จากการสำรวจพบว่าในช่วง High season มีการให้บริการนำนักท่องเที่ยวไปดำน้ำทุกวัน

ช่วง Low season

จากการสำรวจพบว่า ช่วงเดือนที่มีนักท่องเที่ยวน้อยที่สุด (ช่วง Low season) คือ ช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม ร้อยละ37.6 รองลงมาคือช่วงเดือนพฤศจิกายน-ธันวาคม ร้อยละ 27.8

จำนวนนักท่องเที่ยวช่วง Low season

จากการสำรวจพบว่าในช่วง Low season มีจำนวนนักท่องเที่ยว1-5 คนต่อวันร้อยละ 64.5 และมีจำนวนนักท่องเที่ยว 6-10 คนต่อวัน ร้อยละ 35.5

จำนวนวันที่ให้บริการนักท่องเที่ยวช่วง Low season

จากการสำรวจพบว่าจำนวนวันที่ให้บริการนักท่องเที่ยวในช่วง Low season คือ 1-5 วัน ร้อยละ 42.2 รองลงมาคือ 6-10 วันร้อยละ 32.7

การจอดเรือห่างจากแนวปะการัง

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 42.3 มีระยะห่างของการจอดเรือห่างจากแนวปะการัง 1-5 เมตร รองลงมาร้อยละ 25.7 ห่างจากแนวปะการัง 6-10 เมตร

วิธีการจอดเรือ

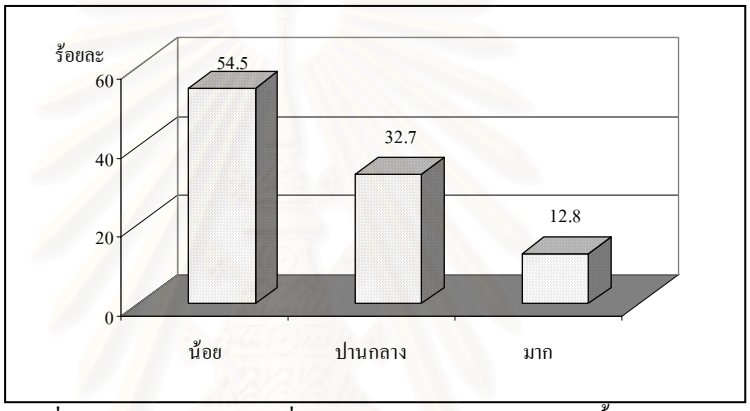
จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 93.6 จอดเรือโดยวิธีการผูกกับทุ่น ร้อยละ 16.4 จอดเรือโดยวิธีการทิ้งสมอเรือ

ความลึกของน้ำในบริเวณที่ทำกิจกรรม

จากการสำรวจพบว่าความลึกของน้ำในบริเวณที่ทำกิจกรรมมีความลึกมากกว่า 2 เมตรร้อยละ 47.7 และน้อยกว่า 2 เมตร ร้อยละ 20.2

การทำลายสิ่งแวดล้อมใต้ทะเล

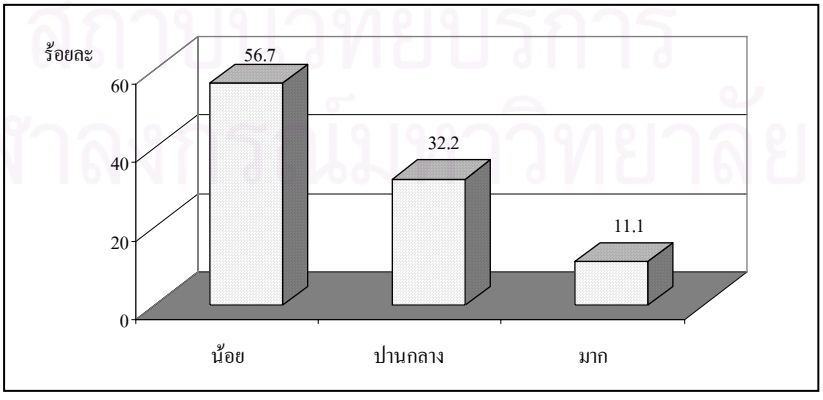
- **การดำน้ำแบบ snorkeling**



ภาพที่ 4.63 ระดับการทำลายสิ่งแวดล้อมทางทะเลของการดำน้ำแบบ snorkeling

จากการสำรวจพบว่าการดำน้ำแบบ snorkeling ทำลายสิ่งแวดล้อมทางทะเลในระดับน้อย ร้อยละ 54.5 และระดับปานกลาง ร้อยละ 32.7 ดังภาพที่ 4.63

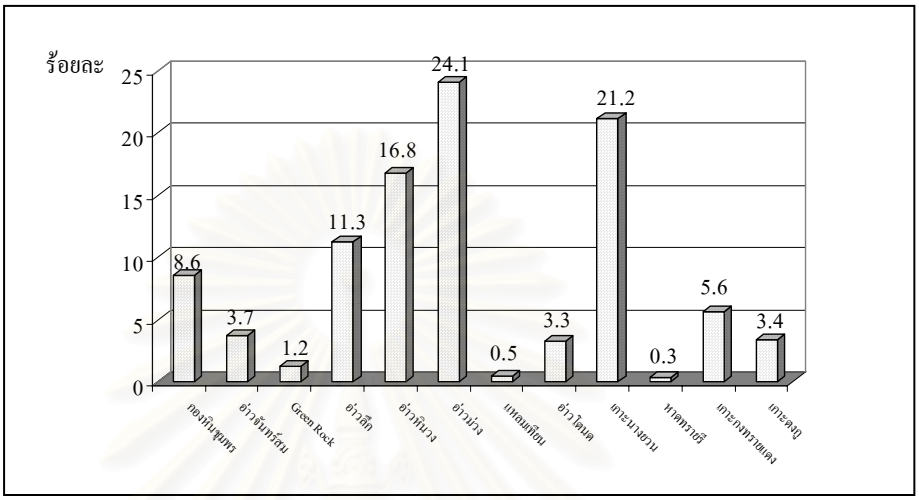
- **การดำน้ำแบบ SCUBA**



ภาพที่ 4.64 ระดับการทำลายสิ่งแวดล้อมทางทะเลของการดำน้ำแบบ SCUBA

จากการสำรวจพบว่าการดำน้ำแบบ SCUBA ทำลายสิ่งแวดล้อมทางทะเลในระดับน้อย ร้อยละ 56.7 และระดับปานกลาง ร้อยละ 32.2 ดังภาพที่ 4.64

สถานที่ที่พานักท่องเที่ยวไป



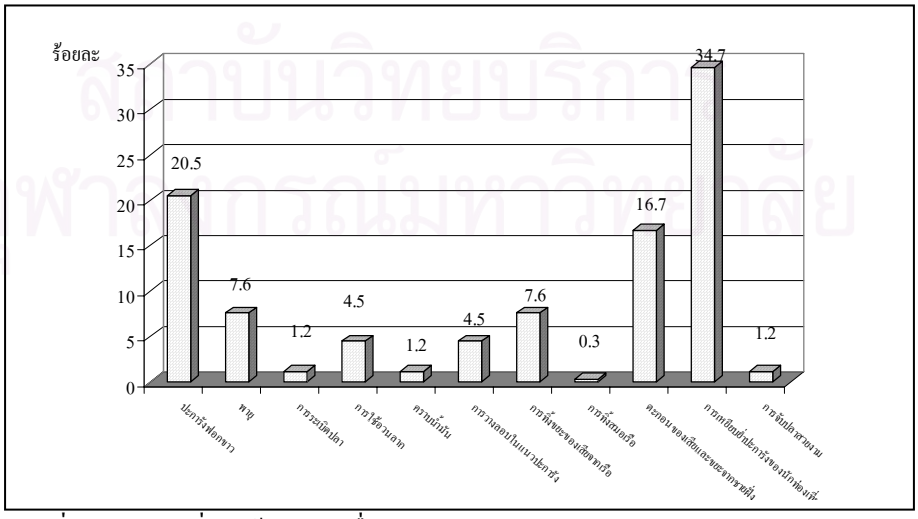
ภาพที่ 4.65 สถานที่ที่นิยมพานักท่องเที่ยวไปมากที่สุด

จากการสำรวจพบว่าสถานที่ที่พานักท่องเที่ยวไปมากที่สุด ได้แก่ อ่าวม่วง รองลงมา คือ เกาะนางญวน และอ่าวหินวง ดังภาพที่ 4.65

สภาพของแนวปะการังในบริเวณที่เข้าไปใช้ประโยชน์/นักท่องเที่ยวไปดำน้ำ

จากการสำรวจพบว่า สภาพแนวปะการังบริเวณอ่าวม่วงมีความสมบูรณ์ดี ร้อยละ 76.5 และสภาพแนวปะการังบริเวณอ่าวหินวงมีความสมบูรณ์ดีมาก ร้อยละ 66.5

สาเหตุที่ทำให้ปะการังเสื่อมโทรม



ภาพที่ 4.66 สาเหตุที่ทำให้ปะการังเสื่อมโทรม

จากการสำรวจพบว่าสาเหตุที่ทำให้ปะการังเสื่อมโทรมคือ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว ร้อยละ 34.7 รองลงมาคือ ปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวร้อยละ 20.5 และตะกอนจากการพัฒนาชายฝั่ง ร้อยละ 16.7 ดังแสดงในภาพที่ 4.66

การจัดการของเสีย

<u>เรือพานักท่องเที่ยวไปดำน้ำ</u>

- จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 56.8 ไม่มีการจัดการของเสียจากเรือนำเที่ยว และร้อยละ 23.3 มีการจัดการน้ำเสียแต่ไม่เพียงพอ

- จากการสำรวจพบว่าถามร้อยละ 78.8 มีการจัดการขยะมูลฝอยจากเรือนำเที่ยว และร้อยละ 21.2 มีแต่ไม่เพียงพอ

ความคิดเห็นเกี่ยวกับการท่องเที่ยว

- การให้ความรู้เกี่ยวกับการดำน้ำ

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 97.6 มีการให้ความรู้แก่นักท่องเที่ยวเกี่ยวกับการดำน้ำ และร้อยละ 2.4 ไม่มีการให้ความรู้เกี่ยวกับการดำน้ำ

- การมีทุ่นผูกเรือ

จากการสำรวจพบว่าในพื้นที่ที่ไปท่องเที่ยวมีทุ่นผูกเรือไว้ให้บริการ

- การจอดเรือโดยใช้ทุ่น

จากการสำรวจพบว่าเรือทั้งหมดที่ใช้บริการมีการจอดเรือโดยใช้ทุ่นผูกเรือ

- การเก็บชิ้นส่วนปะการัง และเปลือกหอยไปเป็นของที่ระลึก

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ82.2 ไม่มีการเก็บชิ้นส่วนปะการังและเปลือกหอยไปเป็นของที่ระลึก และร้อยละ 17.8 มีการเก็บชิ้นส่วนปะการังและเปลือกหอยไปเป็นของที่ระลึก

- การยืน/เหยียบบนปะการัง

จากการสำรวจจากพบว่าร้อยละ 62.4 มีการยืนเหยียบบนปะการังของนักท่องเที่ยว และร้อยละ 37.6 ไม่มีการยืนเหยียบบนปะการัง

- การบริการห้องน้ำ/ห้องส้วมบนเรือ

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 57.3 มีการบริการห้องน้ำ/ห้องส้วมบนเรือ และร้อยละ 47.2 ไม่มีการบริการห้องน้ำ/ห้องส้วมบนเรือ

- ถังขยะบนเรือ

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 78.7 มีถังขยะบนเรือ และร้อยละ 21.3 ไม่มีถังขยะบนเรือ

- การมีความรู้เกี่ยวกับการดำน้ำอย่างถูกวิธีของนักท่องเที่ยว

จากการสำรวจพบว่า นักท่องเที่ยวมีความรู้อย่างถูกวิธีเกี่ยวกับการดำน้ำร้อยละ 85.4 และนักท่องเที่ยวไม่มีความรู้อย่างถูกวิธีเกี่ยวกับการดำน้ำร้อยละ14.6

- การเตือนนักท่องเที่ยวหากมีการเก็บหรือทำลายสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 82.3 มีการเตือนนักท่องเที่ยวหากมีการเก็บหรือทำลายสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง ร้อยละ 17.3 ไม่มีการตักเตือน

- การพบเห็นการทำประมงโดยใช้เครื่องมือที่ผิดกฎหมาย

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 56.7 มีการพบเห็นการทำประมงโดยใช้เครื่องมือที่ผิดกฎหมาย (อวนลาก) ร้อยละ 43.3 ไม่มีการพบเห็นการทำประมงผิดกฎหมาย

- การเคยพบเห็นการระเบิดปลาในแนวปะการัง

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 62.1 ไม่เคยพบเห็นการระเบิดปลาในแนวปะการัง ร้อยละ 37.9 เคยพบเห็นมีการระเบิดปลาในแนวปะการัง

- การเคยพบเห็นการจับปลาโดยใช้สารเคมี

จากการสำรวจจากพบว่าร้อยละ 66.7 ไม่มีการพบเห็นการจับปลาโดยใช้สารเคมี ร้อยละ 33.3 มีการพบเห็นการจับปลาโดยใช้สารเคมี

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

- ควรมีการกำหนดเขตการเดินเรือเพื่อป้องกันเรือใหญ่เข้าใกล้แนวปะการัง (ร้อยละ 31.2)
- ควรมีการปรับปรุงการทำปะการังเทียมเพิ่มเติม (ร้อยละ 8.7)
- ควรมีหน่วยงานของรัฐสนับสนุนการท่องเที่ยวและงบประมาณ (ร้อยละ 4.5)
- ควรมีทุ่นจอดเรือเพิ่มขึ้น (ร้อยละ 9.9)
- ควรช่วยกันอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (ร้อยละ 45.7)

การปรับปรุงด้านการท่องเที่ยวดำน้ำดูปะการัง

จากการสำรวจจากแบบสอบถามพบว่า

1. ควรมีการปรับปรุงด้านการท่องเที่ยวดำน้ำดูปะการังเกี่ยวกับการให้ความรู้เรื่องวิธีการดำน้ำที่ถูกต้อง (ร้อยละ 66.4)
2. การให้ความรู้ด้านการอนุรักษ์ปะการัง (ร้อยละ 16.7)

3. ควรมีการปรับปรุงด้านความปลอดภัยขณะดำน้ำ (ร้อยละ 16.7)
4. ควรมีการปรับปรุงเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ (ร้อยละ 11.2)
5. ควรมีการห้ามเก็บและทำลายปะการัง (ร้อยละ 3.3)
6. ควรควบคุมเรืออวนลากให้ห่างจากแนวปะการัง 3,000 ไมล์ทะเล (ร้อยละ1.2)
7. ควรมีการจัดการขยะ (ร้อยละ1.2)

4.6.3 การวิเคราะห์แบบสอบถามสำหรับชาวประมง

ข้อมูลทั่วไป

จากการสำรวจพบว่าผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ร้อยละ 87.5 เป็นเจ้าของเรือ และร้อยละ 12.5 เป็นผู้อยู่อาศัย โดยส่วนใหญ่ร้อยละ 87.5 เป็นเพศชาย ร้อยละ 12.5 เป็นเพศหญิง และมีอายุอยู่ในช่วงระหว่าง 36-45 ปี และ 46-55 ปี ร้อยละ 37.5 มีการศึกษาขั้นสูงสุดในระดับประถมศึกษาร้อยละ 75.0 รองลงมาร้อยละ 12.5 มีการศึกษาสูงสุดในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และอนุปริญญา/ปวส.โดยร้อยละ 87.5 เป็นเจ้าของเรือตาม ทรป.1 ซึ่งดำเนินกิจการประเภทประมงพื้นบ้าน ร้อยละ 62.5 และประมงพาณิชย์ ร้อยละ 37.5

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 37.5 ทำประมงมาแล้วเป็นเวลา 1-10 ปี รองลงมาร้อยละ 28.8 ทำประมงมาแล้วเป็นเวลา 11-20 ปี

บริเวณที่เข้าไปทำประมง

<u>บ่อยที่สุด</u>

จากการสำรวจจากแบบสอบถามร้อยละ 62.5 เข้าไปทำประมงบริเวณรอบเกาะเต่า รองลงมาร้อยละ 25.0 เข้าไปทำประมงบริเวณกองหิน

<u>ปานกลาง</u>

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 45.4 เข้าไปทำประมงในระดับปานกลาง คือ บริเวณกองหินชุมพร และร้อยละ 33.1 คือ บริเวณกองหินอื่นๆ

<u>น้อยที่สุด</u>

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 57.5 บริเวณที่เข้าไปทำประมงน้อยที่สุด คือ หาดทรายนวล

ลักษณะบริเวณที่เข้าไปทำประมง

จากการสำรวจพบว่าบริเวณที่เข้าไปทำประมงห่างจากบริเวณแนวปะการังรอบเกาะเต่า 1-3 กิโลเมตร ร้อยละ 31.2 รองลงมาเข้าไปทำประมงในแนวกองหินเกาะเต่าร้อยละ 26.7

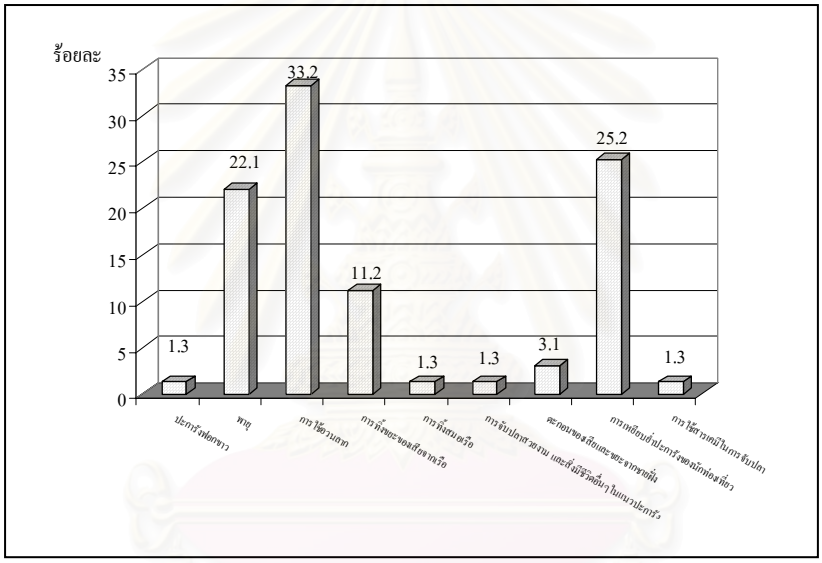
จำนวนเรือที่เข้าไปทำประมงบริเวณแนวปะการัง

จากการสำรวจพบว่ามีเรือที่เข้าไปทำประมงบริเวณแนวปะการัง 1-10 ลำ ร้อยละ 76.6 และร้อยละ 11.3 มีเรือเข้าไปทำประมงบริเวณแนวปะการัง 21-30 ลำ

สภาพแนวปะการังที่เข้าไปทำประมง

จากการสำรวจพบว่าสภาพแนวปะการังที่เข้าไปทำประมงบริเวณเกาะเต่าอยู่ในสภาพสมบูรณ์ดี ร้อยละ 62.5 และสภาพแนวปะการังบริเวณกองหินเสื่อมโทรมมากร้อยละ 25.5

สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการัง



ภาพที่ 4.67 สาเหตุที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม

จากการสำรวจพบว่าสาเหตุที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม ได้แก่ การใช้อวนลาก ร้อยละ 33.2 รองลงมาคือ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยวร้อยละ 25.2 ดังแสดงในภาพที่ 4.67

ช่วงเดือนที่ทำการประมง

จากการสำรวจพบว่า ช่วงที่ทำการประมง คือ ตลอดทั้งปี

เครื่องมือประมง

จากการสำรวจจากแบบสอบถามร้อยละ 75.5 มีเครื่องมือที่ใช้ในการทำประมง ได้แก่ เบ็ดตกปลา และร้อยละ 24.5 เป็นอวนล้อม

ประเภทเครื่องมือประมงที่ใช้บ่อยสุด

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 66.7 ใช้เครื่องมือประมงประเภทเบ็ด รองลงมาร้อยละ 20.0 ใช้เครื่องมือประมงประเภทอวน และร้อยละ 13.3 ใช้ลอบ

ช่วงเดือนที่จับสัตว์น้ำได้มากที่สุด

จากการสำรวจพบว่า ช่วงเดือนที่จับสัตว์น้ำได้มากที่สุด คือ ตุลาคม-พฤศจิกายน

ช่วงเดือนที่จับสัตว์น้ำได้น้อยสุด

จากการสำรวจพบว่าช่วงเดือนที่จับสัตว์น้ำได้น้อยสุด คือ ช่วงเดือนธันวาคม-กุมภาพันธ์

อาชีพเสริม

จากการสำรวจพบว่าร้อยละ 47.3 ทำอาชีพเสริม คือ เรือนำเที่ยวรอบเกาะ รองลงมาร้อยละ 23.6 คือ เรือรับจ้าง

ตารางที่ 4.5 ความคิดเห็นและการปฏิบัติเกี่ยวกับการทำประมง

การปฏิบัติ	ไม่เคย (ร้อยละ)	นานๆครั้ง (ร้อยละ)	เป็นบางครั้ง (ร้อยละ)	บ่อยครั้ง (ร้อยละ)	ทุกครั้งที่ปฏิบัติ (ร้อยละ)
การทอดสมอเรือในแนวปะการัง	75.0	12.5	12.5	-	-
การจอดเรือโดยผูกกับทุ่นจอดเรือ	25.0	-	-	25.0	50.0
การมีห้องส้วม ห้องน้ำและถังขยะบนเรือ	75.0	-	-	-	12.5
การเข้าไปจอดในบริเวณที่มีแนวปะการัง เพื่อจับสัตว์น้ำให้ได้มากที่สุด	50.0	12.5	-	-	37.5
การสัมผัสของเครื่องมือประมงกับปะการัง	75.0	12.5	12.5	-	-
การปล่อยสัตว์ทะเลที่ไม่ได้ขนาดหรือสัตว์น้ำวัยอ่อนหรือสัตว์น้ำที่มีไข่กลับคืนสู่ท้องทะเล	25.0	12.5	12.5	37.5	12.5
การทิ้งขยะหรือของเสียลงสู่ทะเล	75.0	25.0	-	-	-
การเก็บปะการัง กัลปังหา ก้อนหินและเปลือกหอยกลับมาด้วย	87.5	12.5	-	-	-

การปฏิบัติ	ไม่เคย (ร้อยละ)	นานๆครั้ง (ร้อยละ)	เป็นบางครั้ง (ร้อยละ)	บ่อยครั้ง (ร้อยละ)	ทุกครั้งที่ปฏิบัติ (ร้อยละ)
การเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์แนวปะการังที่จัดขึ้นในท้องถิ่น	12.5	-	50.0	-	12.5
การช่วยดูแลทรัพยากรแนวปะการังในพื้นที่	-	-	25.0	37.5	37.5
การเก็บขยะในทะเลเมื่อพบเห็น	-	37.5	50.0	-	-

จากการสำรวจและการสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นและการปฏิบัติเกี่ยวกับการทำประมง ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ร้อยละ 87.5 ไม่เคยเก็บปะการัง กัลปังหา ก้อนหิน และเปลือกหอยกลับมาด้วย รองลงมาร้อยละ 75.0 ไม่เคยทอดสมอเรือในแนวปะการัง ดังตารางที่ 4.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.68 ร้านประกอบการธุรกิจดำน้ำ และโรงเรียนสอนดำน้ำ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.69 ประเภทของเรือที่นำนักท่องเที่ยวไปดำน้ำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพที่ 4.70 นักท่องเที่ยวทั้งชาวไทย และชาวต่างประเทศจำนวนมากที่มาท่องเที่ยวดำน้ำดูปะการัง

ภาพที่ 4.71 กองขยะที่พบได้ทั่วไปบริเวณชายหาด

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่องความสามารถของเทคนิคการสำรวจระยะไกลในการศึกษาการเปลี่ยนแปลง สถานภาพของแนวปะการังในระยะยาวบริเวณเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยการวิเคราะห์ข้อมูล และการประมวลผลภาพดาวเทียม การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสถานภาพของแนวปะการัง และการวิเคราะห์ข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม สามารถสรุปและอภิปรายผลการศึกษาได้ดังนี้

5.1 การวิเคราะห์และการประมวลผลภาพดาวเทียม

ในการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมครั้งนี้ ใช้ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT 5 TM และ LANDSAT 7 ETM+ เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของสถานภาพแนวปะการังบริเวณเกาะเต่า จังหวัด สุราษฎร์ธานี ซึ่งมีขนาดจุดของภาพ 30 x 30 เมตร จึงนำมาใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังหมู่เกาะเต่าที่มีความกว้างของแนวปะการังประมาณ 30 – 300 เมตร และเนื่องจากข้อดีของ LANDSAT ซึ่งมีหลายช่วงคลื่น รวมทั้งมีช่วงคลื่นที่สามารถทะลุน้ำได้ดี คือ ช่วงคลื่นสีน้ำเงิน และช่วงคลื่นสีเขียว ทำให้สามารถศึกษาสิ่งที่อยู่ใต้น้ำ เช่น ปะการังได้

จากการศึกษาการเน้นข้อมูลภาพดาวเทียม โดยการใช้อัตราส่วนระหว่างช่วงคลื่นเพื่อเป็นการปรับข้อมูลให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ซึ่งจากการศึกษาอัตราช่วงคลื่นของธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์ (2534) พบว่าอัตราส่วนช่วงคลื่นผสม 1 2 2/5 สามารถแยกหญ้าทะเล แนวปะการังพื้นราบด้านในและปะการังพื้นราบด้านนอกได้อย่างชัดเจน ส่วน ศิริวุฒิ เจนศิริพิกุล (2545) ศึกษาอัตราส่วนช่วงคลื่นในรูปสีผสม พบว่า 2 1 2/5 และ 1/3 1 2 สามารถให้ความแตกต่างของขอบเขตแนวปะการังกับข้อมูลอื่นๆ ได้ แต่จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าในการหาอัตราส่วนผสมระหว่างช่วงคลื่นต่างๆ สามารถบอกขอบเขตของแนวปะการัง แต่ไม่สามารถแยกองค์ประกอบที่มีอยู่ได้ เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างอัตราส่วนช่วงคลื่นผสม พบว่า แบนด์ 3, 2, 1 (R G B) สามารถแสดงข้อมูลขอบเขตของแนวปะการังที่ชัดเจน อย่างไรก็ตามการหาอัตราส่วนระหว่างช่วงคลื่นที่เหมาะสมไม่มีการกำหนดกฎเกณฑ์ที่แน่นอน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และสิ่งที่จะต้องการวิเคราะห์

ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม LANDSAT ที่มีคุณสมบัติสำคัญคือมีขนาดจุดของภาพ ที่ขนาดพื้นที่ 30 x 30 ตารางเมตรนั้น ตัวแทนขององค์ประกอบของพื้นที่ที่จะศึกษาจึงต้องมีพื้นที่กว้างพอสมควร และต้องการการอ้างอิงจุดพิกัดโดยใช้ GPS เพื่อนำมาใช้เป็นจุดอ้างอิงในการตรวจสอบค่าการส่องสว่างของจุดในภาพ ดังนั้นการสำรวจภาคสนามเพื่อคัดเลือกพื้นที่ตัวแทนขององค์ประกอบที่ต้องการศึกษาซึ่งต้องมีพื้นที่เป็นบริเวณกว้าง จำนวน 8 สถานี ได้แก่ เกาะนางญวน หาดทรายรี อ่าวแม่หาด อ่าวโฉลกบ้านเก่า อ่าวหินวง อ่าวเทียน อ่าวกล้วยเถื่อน และอ่าวม่วง พบว่าแนวปะการังเกาะนางญวน หาดทรายรี อ่าวแม่หาด อ่าวโฉลกบ้านเก่า และอ่าวเทียนเป็นบริเวณที่มีแนวปะการังกว้าง และมีองค์ประกอบในพื้นที่ที่สอดคล้องกับเงื่อนไขในการศึกษาสำหรับการจำแนกและจัดกลุ่มข้อมูลการปกคลุมพื้นที่ขององค์ประกอบที่สำคัญต่างๆ ในแนวปะการัง ได้แก่ ปะการังมีชีวิต องค์ประกอบอื่นในแนวปะการังที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต และพื้นทรายในแนวปะการัง แนวปะการังในบางพื้นที่ เช่น อ่าวหินวง อ่าวกล้วยเถื่อน และอ่าวม่วง มีพื้นที่แนวปะการังขนาดเล็ก และองค์ประกอบของแนวปะการังดังกล่าวข้างต้นมีพื้นที่น้อย จึงไม่สามารถนำมาเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ได้

การแปลผลและการจำแนกข้อมูลโดยใช้วิธีจำแนกแบบ Supervised Classification ซึ่งอาศัยคุณสมบัติในการรวมกลุ่มข้อมูลที่เป็นประเภทเดียวกัน จะมีค่าความสว่างใกล้เคียงกัน และสอดคล้องกับศิริวุฒิ เจนศิริพิกุล (2545) และวัชรี สมันเลาะห์ (2546) การนำจุดพิกัดและตัวแทนขององค์ประกอบในแนวปะการังที่ได้จากการสำรวจในพื้นที่มาวิเคราะห์จัดกลุ่มข้อมูลค่าความส่องสว่างสามารถแยกข้อมูลส่วนที่เป็นปะการังมีชีวิต องค์ประกอบอื่นในแนวปะการังที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต และพื้นทรายในแนวปะการังหรือปะการังที่กระจายตัวอยู่บนพื้นทราย และทราย (บริเวณชายหาด) ได้ โดยใช้ค่าแบนด์ 1 และแบนด์ 2 ในการตรวจสอบแนวปะการัง ซึ่งสอดคล้องกับ Robinson and Runesson (2004) และ Lubin *et. al.* (2001) ซึ่งสรุปไว้ว่า การตรวจสอบแนวปะการังโดยใช้ LANDSAT TM จะใช้ช่วงคลื่นที่ 400 nm และ 600 nm (แบนด์ 1 และ แบนด์ 2) และสำหรับการตรวจสอบปะการังมีชีวิต จะใช้ช่วงคลื่นที่ 560 nm และ 575 nm (LANDSAT TM แบนด์ 2) (Call *et. al.*, 2003) ดังนั้นการจัดจำแนกข้อมูลค่าความส่องสว่างของการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมนั้น จึงสามารถเลือกจุดที่เป็นตัวแทนเพื่อนำไปวิเคราะห์ภาพข้อมูล และกำหนดพื้นที่ที่สามารถนำมาใช้จัดจำแนกแต่ละจุดภาพที่ปรากฏอยู่ในภาพทั้งหมด

จากการจำแนกแบบ Supervised Classification พบว่าการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง (Training area) ให้กับข้อมูลจะมีผลต่อการจัดจำแนก ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธี Maximum Likelihood ซึ่งเป็นการจัดกลุ่มจุดภาพที่อาศัยหลักการพิจารณาความน่าจะเป็น ผลจากการวิเคราะห์เมื่อเทียบกับข้อมูลในการสำรวจภาคสนามพบว่าอาจมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น โดยการแปลผลของพื้นที่ปะการังมีชีวิต คือ ในบริเวณพื้นที่ปะการังมีชีวิต และปะการังที่กระจายตัวอยู่บนพื้นทราย

หรือทรายในแนวปะการัง ทำให้การประมวลผลในการจัดกลุ่มข้อมูลมีความคลาดเคลื่อน ซึ่งเปอร์เซนต์ความถูกต้องโดยทำการตรวจสอบกับข้อมูลในภาคสนามของปี พ.ศ. 2548 บริเวณเกาะนางญวน หาดทรายรี อ่าวแม่หาด อ่าวโฉลกบ้านเก่า และอ่าวเทียน พบว่าเกาะนางญวนมีค่าความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 62.6% มีค่า Kappa coefficient เท่ากับ 0.53 หาดทรายรีมีค่าความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 65% มีค่า Kappa coefficient เท่ากับ 0.56 อ่าวแม่หาดมีค่าความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 67% มีค่า Kappa coefficient เท่ากับ 0.59 อ่าวโฉลกบ้านเก่ามีค่าความถูกต้องโดยรวม เท่ากับ 64% มีค่า Kappa coefficient เท่ากับ 0.55 และอ่าวเทียนมีค่าความถูกต้องโดยรวมเท่ากับ 60% มีค่า Kappa coefficient เท่ากับ 0.50 ซึ่งความผิดพลาดของการวิเคราะห์ภาพในแต่ละสถานีศึกษาไม่แตกต่างกันมากนัก ปัจจัยที่มีผลต่อการวิเคราะห์ภาพดาวเทียม ได้แก่ ระดับความลึก คลื่นลมในทะเล และความขุ่นของน้ำทะเล (Holden and LeDrew, 2001) การปรับแก้การรบกวนการสะท้อนของมวลน้ำทำได้โดยการใช้ดัชนี Depth invariant bottom index (จันทนา คุณูปการ, 2544) แต่เนื่องจากวิธีนี้มีข้อจำกัดคือ ระดับความลึกของน้ำทะเลจะต้องมีความลึกประมาณ 30 – 40 เมตรขึ้นไป จึงไม่เหมาะสมกับแนวปะการังบริเวณหมู่เกาะเต่าซึ่งมีความลึกประมาณ 3 – 12 เมตร (วัชรี สมันเลาะห์, 2546; สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ, 2546) ผลจากจากการศึกษาจะเห็นว่าการจำแนกแบบ Supervised Classification นั้น จะให้ความถูกต้องโดยรวมประมาณ 60 – 67%

การวิเคราะห์ภาพในปี พ.ศ. 2541 พ.ศ. 2542 และ พ.ศ. 2545 โดยใช้ข้อมูลสถานภาพแนวปะการังของกรมประมง กลุ่มวิจัยความหลากหลายทางชีวภาพในทะเล มหาวิทยาลัยรามคำแหง และศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนกลางนั้น สามารถอ้างอิงกับข้อมูลการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการัง โดยข้อมูลจากการสำรวจหลังจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวในปี พ.ศ. 2541 ทำให้ทราบว่าพื้นที่ที่มีปะการังตายเป็นบริเวณกว้าง และเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นพื้นที่ขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงสามารถนำมาเป็นข้อมูลอ้างอิงในแปลภาพ และการติดตามการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปะการังมีชีวิตได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.2 การติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการัง

จากรายงานการสำรวจสถานภาพปะการังหลังจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว ของ ธรรมศักดิ์ ยีมิน และคณะ (2541) พบว่า แนวปะการังในบริเวณกลุ่มเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวที่รุนแรง โดยปะการังแต่ละชนิดมีการฟอกขาวในระดับความรุนแรงที่แตกต่างกันดังต่อไปนี้

1. ปะการังที่ฟอกขาวอย่างรุนแรง คือ *Pocillopora damicornis*, *Acropora humilis*, *A. nobilis*, *A. formosa*, *A. aspera*, *A. millepora*, *A. hyacinthus*, *A. nasuta*, *A. florida*, *Montipora digitata*, *M. verruosa*, *Astreopora myriophthalma*, *A. ocellata*, *A. listeri*, *Fungia fungites*, *F. echinata*, *Herpolitha limax* และ *Polyphyllia talpina*

2. ปะการังที่ฟอกขาวปานกลาง คือ *Podabacia crustacean*, *Porites lobata*, *P. lutea*, *P. rus*, *Leptoseris scabra*, *Gardineroseris speciosa*, *Pavona varians*, *P. decussata*, *Psammocora contigua*, *P. digitata*, *Galaxea fascicularis*, *G. astreata*, *Barabattoia amicorum*, *Favia favus*, *F. pallida*, *Favites abdita*, *Goniastrea retiformis*, *G. aspera*, *G. pectinata*, *Platygyra daedalea*, *P. sinensis*, *Leptoria phrygia*, *Hydnophora exesa*, *Diploastrea helipora*, *Leptastrea purpurea*, *Cyphastrea serailia*, *Echinopora lamellosa*, *Symphyllia hemprichii*, *Pectinia lactuca*, *Echinophyllia aspera*, *Turbinaria peltata*, *Euphyllia fimbriata* และ *Plerogyra sinuosa*

3. ปะการังที่ฟอกขาวน้อย คือ *Goniopora djiboutiensis*, *G. columna*, *G. fruticosa* และ*Alveopora allingi*

จากการใช้การวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมเพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแนวปะการังในช่วงปี พ.ศ. 2541 – พ.ศ. 2548 โดยใช้ภาพ LANDSAT 5 TM และ LANDSAT 7 ETM+ ซึ่งมุ่งเน้นศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพปะการังหลังจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว และแนวโน้มของการฟื้นตัว สามารถสรุปผลการเปลี่ยนแปลงได้ดังตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปะการังมีชีวิต ในช่วงปี พ.ศ. 2541 – พ.ศ. 2548

สถานที่ศึกษา	พ.ศ. 2541	พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2548
เกาะนางญวน	--	↓	↑	↑
หาดทรายรี	--	↓	↑	↑
อ่าวแม่หาด	--	↓	↑	↔
อ่าวโฉลกบ้านเก่า	--	↓	↑	↔
อ่าวเทียน	--	↓	↑	↔

หมายเหตุ (↓) = ปะการังมีชีวิตลดลง, (↑) = ปะการังมีชีวิตเพิ่มขึ้น, (↔ = คงที่

ผลจากการวิเคราะห์ดาวเทียมในปี พ.ศ. 2541 พ.ศ. 2542 พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2548 ของ เกาะนางญวน หาดทรายรี อ่าวแม่หาด อ่าวโฉลกบ้านเก่า และอ่าวเทียน สามารถอธิบายได้ดังนี้

เกาะนางญวน

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมของบริเวณเกาะนางญวน พบว่าพื้นที่ปะการังมีชีวิตลดลงมากหลังจากการเกิดปรากฏการณ์ประการังฟอกขาวในปี พ.ศ. 2542 สอดคล้องกับธรรมศักดิ์ ยีมินและคณะ (2541) ซึ่งรายงานว่าพื้นที่ปะการังที่พบในบริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มปะการังเขากวาง (*Acropora* spp.) และมีพื้นที่ปกคลุมของปะการังมีชีวิตน้อย จากข้อมูลสถานภาพแนวปะการังหลังจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว พบว่าแนวปะการังส่วนใหญ่ที่เป็นปะการังเขากวางตายเป็นบริเวณกว้าง ส่วนปี พ.ศ. 2545 พบว่าแนวปะการังเกาะนางญวน มีแนวโน้มของการฟื้นตัวเล็กน้อย โดยพบปะการังที่มีโคโลนีขนาดเล็ก (juvenile colony) ได้แก่ ปะการังโขด (*Porites lutea*) ปะการังนิ้ว (*Porites nigrescens)* ปะการังช่องหนามแบบแผ่น (*Echinopora lamellosa*) ปะการังเห็ด (*Fungia* spp.) ปะการังดอกกะหล่ำ (*Pocillopora damicornis*) และปะการังวงแหวน (*Favia* spp.) (ธรรมศักดิ์ ยีมิน, 2545) แต่ในปี พ.ศ. 2548 จากข้อมูลภาพดาวเทียม และการสำรวจภาคสนามพบว่าพื้นที่ของปะการังมีชีวิตเพิ่มขึ้นไม่มากนัก ซึ่งเป็นเพราะปะการังที่ลงเกาะใหม่ส่วนใหญ่เป็นปะการังชนิดที่มีการเติบโตช้า Sudara *et. al.* (1991) รายงานว่าปะการังโขดและปะการังก้อนใน บริเวณอ่าวไทยเติบโตประมาณ 10 มิลลิเมตร/ปี ดังนั้นจึงทำให้การฟื้นตัวของแนวปะการังต้องใช้เวลามาก

หาดทรายรี

จากรายงานการสำรวจโดยธรรมศักดิ์ ยีมินและคณะ ในปี พ.ศ. 2541 พบว่าแนวปะการังบริเวณหาดทรายรีส่วนใหญ่มีสภาพสมบูรณ์ดี โดยมีปะการังชนิดเด่น คือ ปะการังลายดอกไม้ (*Pavona cuctus*) ปะการังดอกกะหล่ำ (*Pocillopora damicornis*) ปะการังช่องหนาม (*Echinopora* sp.) ปะการังผิวยู่ยี่ (*Porites* rus) และปะการังโขด (*Porites lutea*) หลังจากการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว ในปี พ.ศ. 2542 ผลจากการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมพบว่าพื้นที่ของปะการังมีชีวิตได้ลดลง เนื่องจากปะการังหลายชนิดมีการฟอกขาวอย่างรุนแรง ซึ่งสอดคล้องกับธรรมศักดิ์ ยีมิน และคณะ (2541) เมื่อพิจารณาผลการแปลภาพในปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2548 พบว่าพื้นที่ปะการังมีชีวิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากปะการังในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นปะการังที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวน้อยได้แก่ ปะการังโขด (*Porites lutea*) ปะการังวงแหวน (*Favia* spp.) และปะการังช่องเหลี่ยม (*Favites* spp.) ซึ่งสอดคล้องกับธรรมศักดิ์ ยีมิน (2545) และการสำรวจภาคสนาม ปี พ.ศ. 2548 พบว่ามีปะการังดอกเห็ด (*Fungia* sp.) กระจาย

ตัวเป็นหย่อมๆ ตามช่องว่างของแนวปะการังและตัวอ่อนปะการังที่ลงเกาะใหม่ของปะการังโขด *(P. lutea)* ปะการังช่องหนาม *(Echinopora lamellosa)*, *Fungia* spp. และ *Goniastrea* sp. ทำให้ปะการังในบริเวณนี้มีแนวโน้มของการฟื้นตัวมากขึ้น

อ่าวแม่หาด

ผลจากการวิเคราะห์ภาพดาวเทียม พบว่า ในปี พ.ศ. 2542 พื้นที่ปะการังมีชีวิตลดลงซึ่งสอดคล้องกับรายงานการสำรวจภาคสนามในปี พ.ศ. 2541 โดยธรรมศักดิ์ ยีมิน และคณะ (2541) พบปะการังชนิดเด่นคล้ายคลึงกับบริเวณหาดทรายรี คือ ปะการังลายดอกไม้ (*Pavona cuctus*) ปะการังช่องหนาม (*Echinopora* sp.) ปะการังดอกกะหล่ำ (*Pocillopora damicornis*) ปะการังผิวยู่ยี่ (*Porites* rus) และปะการังโขด (*Porites lutea*) และจากการสำรวจพื้นที่ปะการังหลังจากการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว พบว่าปะการังได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวเป็นบริเวณกว้าง และผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมในปี พ.ศ. 2545 พบว่าปะการังในบริเวณอ่าวแม่หาดมีพื้นที่ปะการังมีชีวิตเพิ่มขึ้น โดยสอดคล้องกับรายงานการสำรวจของธรรมศักดิ์ ยีมิน (2545) ซึ่งพบว่าพื้นที่ปะการังบริเวณอ่าวแม่หาดมีปะการังชนิดเด่น คือ ปะการังลายกลีบดอกไม้ (*Pavona* spp.) ซึ่งสามารถฟื้นตัวหลังจากการเกิดปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว สลับกับพื้นที่ที่มีปะการังเสื่อมโทรม โดยพบปะการังเขากวางแบบกิ่งที่ยืนต้นตาย และมีสาหร่ายปกคลุมในบางพื้นที่ รวมทั้งพบเศษกิ่งก้านปะการังเขากวาง และปะการังลายกลีบดอกไม้กระจายตัวอยู่บนพื้นทราย (อัญชลี จันทร์คง และคณะ, 2547) สำหรับในปี พ.ศ. 2548 ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมพบว่าพื้นที่ปะการังมีชีวิตในบริเวณอ่าวแม่หาดลดลงเล็กน้อย ซึ่งจากข้อมูลการสำรวจในภาคสนามในปี พ.ศ. 2548 พบว่าอ่าวแม่หาดเป็นท่าเรือที่สำคัญของเกาะเต่า รวมทั้งเป็นแหล่งความเจริญของเกาะ โดยเป็นที่ตั้งของที่พัก ร้านค้า และสถานที่ราชการ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อแนวปะการังในบริเวณนี้

อ่าวโฉลกบ้านเก่า

ผลจากการวิเคราะห์ภาพในปี พ.ศ. 2542 พบว่าปะการังมีชีวิตในบริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่าลดลง ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ธรรมศักดิ์ ยีมิน และคณะ (2541) กล่าวว่า แนวปะการังบริเวณนี้ส่วนใหญ่เป็นปะการังเสื่อมโทรม มีพื้นที่ปกคลุมของปะการังมีชีวิตประมาณ 10 – 30% ปะการังที่พบมีหลายชนิดได้แก่ ปะการังเขากวาง (*Acropora formosa*) ปะการังโต๊ะ (*A. hyacinthus*) ปะการังโขด (*Porites lutea*) ปะการังดอกกะหล่ำ (*Pocillopora damicornis*) ปะการังดาวใหญ่ (*Diploastrea heliopora*) ปะการังลายดอกไม้ (*Pavona decussata*) ปะการังดอกไม้ (*Goniopora* sp.) และปะการังเห็ด (*Fungia* spp.) โดยพบว่าพื้นที่ปะการังในบริเวณนี้ได้รับผลกระทบจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวเป็นบริเวณกว้าง เนื่องจากปะการังในพื้นที่นี้ส่วนใหญ่เป็นปะการังชนิดที่ได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว ผลจากการ

วิเคราะห์ภาพดาวเทียม ปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2548 พบว่าพื้นที่ปะการังมีชีวิตเพิ่มขึ้นไม่มากนัก ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการสำรวจของธรรมศักดิ์ ยีมิน (2545) ที่พบว่าปะการังในบริเวณนี้มีสภาพเสื่อมโทรม โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ถูกปกคลุมด้วยซากปะการังและสาหร่าย ปะการังส่วนใหญ่ที่พบเป็นปะการังที่ลงเกาะใหม่ (juvenile colony) ซึ่งชนิดที่พบมากได้แก่ ปะการังดอกกะหล่ำ (*Pocillopora damicornis*) และปะการังกลีบดอกไม้ (*Pavona frondifera*) และข้อมูลการสำรวจในภาคสนามปี พ.ศ. 2548 พบการลงเกาะใหม่ของตัวอ่อนปะการังมากขึ้น รวมทั้งมีปะการังที่เติบโตบนซากปะการัง ซึ่งอาจต้องใช้เวลาในการฟื้นตัวอีกระยะหนึ่ง (Yeemin *et. al.*, 2003) จึงทำให้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ภาพดาวเทียมแสดงการเปลี่ยนแปลงของปะการังมีชีวิตน้อย

อ่าวเทียน

สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมใน ปี พ.ศ. 2542 พบว่า พื้นที่ปะการังมีชีวิตลดลง โดยสอดคล้องกับรายงานจากการสำรวจของธรรมศักดิ์ ยีมิน และคณะ (2541) พบว่าแนวปะการังที่อ่าวเทียนมีพื้นที่น้อย แต่มีสภาพสมบูรณ์ดีมาก โดยมีปะการังมีชีวิตปกคลุมพื้นที่ประมาณ 60-100% โดยปะการังที่พบมากได้แก่ ปะการังเขากวาง (*Acropora formosa*) และปะการังโต๊ะ (*A. hyacinthus*) ขึ้นหนาแน่นเป็นดงขนาดใหญ่มาก และในช่วงปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว พบว่าแนวปะการังในบริเวณนี้ที่มีปะการังเขากวางเป็นปะการังชนิดเด่นได้รับผลกระทบจากการฟอกขาวอย่างรุนแรง ทำให้ปะการังในบริเวณนี้ตายเป็นบริเวณกว้าง สำหรับผลการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียมของปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2548 พบว่าพื้นที่ปะการังมีชีวิตเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งจากรายงานของธรรมศักดิ์ ยีมิน (2545) และการสำรวจในภาคสนามในปี พ.ศ. 2548 พบว่าแนวปะการังในบริเวณนี้มีสภาพเสื่อมโทรมมาก พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกปกคลุมด้วยซากปะการังเขากวางและสาหร่าย โดยพบตัวอ่อนของปะการังที่ลงเกาะใหม่ (juvenile colony) ของปะการังเขากวางซึ่งมีจำนวนไม่มากนัก เนื่องจากมีการแก่งแย่งพื้นที่ในการลงเกาะกับสาหร่าย ดังนั้นแนวปะการังในบริเวณนี้อาจต้องใช้เวลาในการฟื้นตัวระยะหนึ่ง (Yeemin *et. al.*, 2003)

ผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแนวปะการังในบริเวณหมู่เกาะเต่าจากการศึกษาครั้งนี้ สามารถแสดงผลการเปลี่ยนแปลงของสภาพแนวปะการังได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งสอดคล้องกับ Yamano and Tamura (2004) เนื่องจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาวจะส่งผลให้ปะการังจำนวนมากตาย และเกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบแนวปะการังในพื้นที่กว้าง อย่างไรก็ตามข้อมูลจาก LANDSAT ไม่สามารถติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังที่เกิดขึ้นในบริเวณที่มีพื้นที่น้อยได้ ข้อมูลที่มีความละเอียดสูงจากดาวเทียม IKONOS หรือ Quickbird อาจช่วยในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังในรายละเอียดได้ (Palandro, 2003; Andrefouet and Riegl, 2004; Andrefouet et. al, 2004; Elvidge *et.*

al., 2004) แต่ในปัจจุบันบริเวณเกาะเต่าไม่มีข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดสูง การศึกษานี้จึงจำเป็นต้องใช้ข้อมูลจาก LANDSAT ซึ่งเมื่อพิจารณาจากค่าใช้จ่ายสำหรับการดำเนินงานแล้ว ก็จัดได้ว่ามีความคุ้มค่าในการประยุกต์ใช้ (Mumby *et. al.*, 1999)

5.3 การเปลี่ยนแปลงของแนวปะการังโดยอ้างอิงข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคม

ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของแนวปะการังโดยใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลบริเวณเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี เพื่อให้ได้ข้อมูลสนับสนุนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ก่อให้เกิดการเสื่อมโทรมของแนวปะการังในบริเวณเกาะเต่า ผู้วิจัยได้ศึกษาสำรวจข้อมูลด้านเศรษฐกิจและสังคมของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ในแนวปะการังบริเวณเกาะเต่า โดยศึกษาวิจัยจากประชากรกลุ่มตัวอย่าง 3 กลุ่ม คือ นักท่องเที่ยว ผู้ประกอบการธุรกิจท่องเที่ยว และชาวประมง เครื่องมือที่ใช้ คือ แบบสอบถาม และการสัมภาษณ์ รวมทั้งการสัมภาษณ์แนวลึกกับผู้นำชุมชนในพื้นที่

จากการวิเคราะห์ข้อมูล และประมวลผลการศึกษาด้านเศรษฐกิจ สามารถสรุปและอภิปรายได้ดังนี้

5.3.1 ข้อสรุปเกี่ยวกับนักท่องเที่ยว

นักท่องเที่ยวโดยส่วนใหญ่มาเพื่อดำน้ำแบบ snorkeling สำหรับแหล่งท่องเที่ยวที่นักท่องเที่ยวนิยมไปท่องเที่ยวดำน้ำดูปะการัง ได้แก่ เกาะนางญวน อ่าวแม่หาด หาดทรายรี และอ่าวโฉลกบ้านเก่า นักท่องเที่ยวมีประสบการณ์ในการดำน้ำ รวมทั้งมีความรู้เกี่ยวกับการดำน้ำอย่างถูกวิธี ทำให้มีความระมัดระวังที่จะไม่ให้เกิดความเสื่อมโทรมต่อแนวปะการัง แต่อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจพบว่ามีนักท่องเที่ยวที่ไม่มีประสบการณ์ในการดำน้ำ ร้อยละ 21.5 ซึ่งพบว่ากิจกรรมการดำน้ำแบบ snorkeling จะสัมผัสปะการังด้วยเท้า รวมทั้งเมื่อเวลาเหนื่อยก็จะยืนพักบนก้อนปะการัง (นฤมล กรกณิตนันท์, 2541) ลักษณะของเรือที่นำนักท่องเที่ยวไปดำน้ำส่วนใหญ่เป็นเรือหางยาว และพบว่าเรือส่วนใหญ่จอดในแนวปะการัง (ร้อยละ 56.2) โดยใช้ทุ่นจอดเรือ แต่ก็มีบางส่วนที่ทอดสมอบริเวณแนวปะการัง ทำให้แนวปะการังในบริเวณที่มีการท่องเที่ยวอย่างหนาแน่นถูกทำลาย

นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ให้ความเห็นว่าสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงของแนวปะการัง คือ การดำน้ำแบบ Snorkeling โดยส่วนใหญ่เกิดจากการเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว รองลงมา คือ การทิ้งขยะของเสียจากเรือ ตะกอนจากการพัฒนาชายฝั่ง ขยะ และของเสียจากบนเกาะ การทิ้งสมอเรือ การใช้อวนลาก และการระเบิดปลา นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่พบว่าไม่มีการทำลายปะการัง โดยการเก็บชิ้นส่วนปะการัง เปลือกหอยไปเป็นของที่ระลึก แต่ก็มีบางส่วนพบว่ายังมีการเก็บชิ้นส่วนปะการัง เปลือกหอยไปเป็นของที่ระลึก สำหรับการจัดการของเสียบนเรือ นักท่องเที่ยว

ส่วนใหญ่มีความเห็นว่าเรือนำเที่ยว และโรงแรมที่พักส่วนใหญ่ไม่มีการจัดการของเสีย รวมทั้งไม่มีการจัดการห้องน้ำ/ห้องส้วม แต่มีการจัดการขยะมูลฝอยจากเรือนำเที่ยว ทำให้ของเสียถูกระบายลงสู่ทะเล และส่งผลกระทบต่อแนวปะการังในบริเวณนั้น

จากผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่าบริเวณเกาะนางญวน หาดทรายรี อ่าวแม่หาด และอ่าวโฉลกบ้านเก่า มีกิจกรรมการท่องเที่ยวอย่างหนาแน่น โดยเฉพาะการดำน้ำแบบ snorkeling นอกจากนี้ยังมีผลกระทบจากการจอดเรือโดยการทิ้งสมอเรือบริเวณแนวปะการัง การครูดแนวปะการังของเรือหางยาว รวมทั้งผลกระทบจากการพัฒนาชายฝั่ง ซึ่งทำให้ตะกอน และของเสียไหลลงสู่ทะเล บริเวณอ่าวแม่หาดเป็นบริเวณที่มีสถานบริการนักท่องเที่ยว ร้านค้า และร้านอาหาร อยู่อย่างหนาแน่น เพราะเป็นท่าเรือที่สำคัญของเกาะเต่า อาจทำให้แนวปะการังบริเวณนี้เสื่อมโทรมจากของเสียต่างๆ ได้ สำหรับบริเวณหาดทรายรี อ่าวโฉลกบ้านเก่า และอ่าวเทียน พบว่าเป็นบริเวณที่มีสถานที่พัก จึงอาจมีการระบายของเสียและน้ำทิ้งลงสู่แนวปะการัง ทำให้แนวปะการังบริเวณนั้นเกิดความเสื่อมโทรมได้เช่นกัน

นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่คิดว่าควรมีการปรับปรุงเกี่ยวกับการให้ความรู้เรื่องวิธีการดำน้ำที่ถูกต้องและการอนุรักษ์ปะการัง รองลงมา ควรมีการปรับปรุงเรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ กฎระเบียบต่อผู้ขับเรือนำเที่ยว และความปลอดภัยขณะดำน้ำ

นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ต้องการให้หน่วยงานของรัฐดำเนินการสำรวจทรัพยากรธรรมชาติทางทะเลเป็นประจำ และควรมีการจัดการเรื่องห้องสุขาบนเรือ แทนที่จะปล่อยทิ้งของเสียลงสู่ทะเล

จากผลการศึกษาพบว่านักท่องเที่ยวส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเสื่อมโทรมของแนวปะการัง และการอนุรักษ์ทรัพยากรแนวปะการัง ซึ่งจะทำให้แนวปะการังในบริเวณเกาะเต่าเสื่อมโทรมน้อยลง

5.3.2 ข้อสรุปเกี่ยวกับผู้ประกอบธุรกิจการท่องเที่ยว

ผลจากการสอบถามและสัมภาษณ์ผู้ประกอบการธุรกิจท่องเที่ยวบนเกาะเต่า พบว่าเจ้าของธุรกิจการท่องเที่ยวดำน้ำดูปะการังส่วนใหญ่เป็นชาวต่างประเทศ แต่ผู้ให้สัมภาษณ์จะเป็นพนักงาน/ผู้ช่วยซึ่งเป็นคนไทย และส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพบนเกาะเต่ามาเป็นเวลา 5 ถึง 10 ปี โดยส่วนใหญ่ประกอบธุรกิจเรือนำเที่ยว รองลงมาคือโรงเรียนสอนดำน้ำ (PADI) โดยเรือที่ใช้ในการสอนดำน้ำส่วนใหญ่เป็นเรือประมงดัดแปลง รองลงมาเป็นเรือเร็ว (speed boat) และเรือยนต์กลางลำ สำหรับเรือนำเที่ยวส่วนใหญ่จะใช้เรือหางยาว รองลงมา คือ เรือประมงดัดแปลง เรือเร็ว เรือยนต์กลางลำ ตามลำดับ บริเวณที่นำนักท่องเที่ยวไปเรียนดำน้ำได้แก่ เกาะนางญวน รองลงมาได้แก่ อ่าวม่วงและอ่าวหินวง จำนวนนักท่องเที่ยวที่พาไปดำน้ำส่วนใหญ่มีประมาณ 5 – 15 คนต่อเที่ยว จะเห็นได้ว่าโรงเรียนสอนดำน้ำส่วนใหญ่จะพานักเรียนดำน้ำไปสอนบริเวณเกาะนางญวน ซึ่งนักเรียนดำน้ำส่วนใหญ่จะกังวลเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ในการดำน้ำทำให้ขาดความ

ระมัดระวังผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อแนวปะการัง เช่น ตีนกบของนักดำน้ำกระทบปะการังและทำให้ปะการังแตกหักโดยไม่ตั้งใจ

จากการสอบถามและการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการธุรกิจท่องเที่ยว เจ้าของกิจการธุรกิจที่พัก และร้านอาหาร พบว่า ฤดูกาลท่องเที่ยวของคนไทยจะตรงกับช่วงวันหยุดนักขัตฤกษ์ เช่น วันสงกรานต์ วันหยุดตรุษจีน และช่วงเดือนที่มีวันหยุดระยะยาว ซึ่งเดือนที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวสูง คือ เดือนเมษายน และเดือนที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวต่ำสุด คือ เดือนกันยายน สำหรับฤดูท่องเที่ยวของชาวต่างประเทศ จะเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคมถึงเดือนเมษายน โดยเดือนที่มีนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศสูงสุดคือ เดือนธันวาคม ส่วนเดือนที่มีนักท่องเที่ยวน้อยที่สุด คือ เดือนมิถุนายน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ฤดูกาลท่องเที่ยวของหมู่เกาะเต่า จะเริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม – พฤษภาคม ซึ่งเป็นช่วงที่คลื่นลมไม่รุนแรง ส่วนช่วงเดือนมิถุนายน – พฤศจิกายน เป็นช่วงที่ไม่ใช่ฤดูกาลท่องเที่ยว แต่ก็มีนักท่องเที่ยวชาวต่างประเทศอยู่บ้าง จัดได้ว่าหมู่เกาะเต่าสามารถเที่ยวได้ตลอดทั้งปี ดังนั้นแนวปะการังในบริเวณเกาะเต่าจึงมีช่วงเวลาพักฟื้นจากกิจกรรมการท่องเที่ยวน้อยมาก

ผลจากการสอบถามและสัมภาษณ์ผู้ประกอบการในการนำนักท่องเที่ยวไปดำน้ำดูปะการัง ซึ่งนักท่องเที่ยวที่ใช้บริการส่วนใหญ่มาดำน้ำดูปะการังแบบ snorkeling สถานที่ที่นิยมพานักท่องเที่ยวไปดำน้ำ ได้แก่ เกาะนางญวน และหาดทรายรี นอกจากนี้ยังพบว่าเรือส่วนใหญ่จะจอดอยู่ในบริเวณแนวปะการัง โดยใช้ทุ่นจอดเรือ และมีบางส่วนที่ทิ้งสมอเรือลงในแนวปะการัง ระดับความลึกของน้ำในการเข้าไปทำกิจกรรมอยู่ที่ความลึกมากกว่า 2 เมตร (ร้อยละ 47.7) และน้อยกว่า 2 เมตร (ร้อยละ 20.2) และมีการทิ้งสมอลงในแนวปะการังบ้างในบางครั้ง ปัจจัยเหล่านี้จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อแนวปะการังในบริเวณที่มีการท่องเที่ยวดำน้ำ สำหรับการปฏิบัติตนของนักท่องเที่ยวในการดำน้ำ พบว่ากิจกรรมการดำน้ำแบบ snorkeling จะทำลายปะการังอยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 32.7) การดำน้ำแบบ snorkeling ทำให้เกิดความเสียหายต่อปะการังเป็นบริเวณกว้างมากกว่าการดำน้ำแบบ SCUBA เพราะการดำน้ำแบบ snorkeling จะอยู่ในบริเวณที่ตื้น เมื่อนักท่องเที่ยวเหนื่อยมักจะยืนพักบนปะการัง ทำให้ปะการังแตกหักได้ นอกจากนี้ยังมีความเสียหายจากเรือที่นำนักท่องเที่ยวไปดำน้ำ เช่น การครูดของท้องเรือบนปะการัง สำหรับการจอดเรือโดยใช้ทุ่นผูกเรือ พบว่าในบริเวณเกาะเต่าจะมีทุ่นผูกเรือ แต่จากการสัมภาษณ์และการสำรวจภาคสนามพบว่าเมื่อมีเรือมาจอดเป็นจำนวนมากจะใช้วิธีผูกเรือต่อๆ กันหลายลำ ทำให้ทุ่นไม่สามารถรับแรงดึงของเรือจำนวนมากได้ จึงครูดไถลไปบนพื้นและอาจทำลายปะการังในบริเวณนั้นได้ นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่มีความรู้อย่างถูกวิธีเกี่ยวกับการดำน้ำ และจะมีการตักเตือนนักท่องเที่ยวหากมีการเก็บหรือทำลายสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง แต่ยังมีนักท่องเที่ยวอีกร้อยละ 14.6 ที่ไม่มีความรู้เกี่ยวกับการดำน้ำอย่างถูกวิธี และอาจทำให้แนวปะการังเสียหายได้

สาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้ปะการังเสื่อมโทรม ได้แก่ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว ซึ่งทำให้ปะการังแตกหักเสียหาย รองลงมาได้แก่ ตะกอน ซึ่งเกิดจากการพัฒนาชายฝั่ง ของเสีย และขยะจากชายฝั่ง นอกจากนี้ยังพบการทิ้งขยะและของเสียจากเรือด้วย สำหรับการจัดการของเสียของสถานประกอบการ พบว่า ไม่มีการบำบัดของเสีย เช่น น้ำที่เกิดจากการล้างอุปกรณ์ รวมทั้งการจัดการขยะที่มีการจัดการเป็นบางส่วนแต่ไม่เพียงพอ และการจัดการของเสียบนเรือที่มีบ้างแต่ก็ยังมีของเสียบางส่วนทิ้งลงสู่ทะเลโดยตรง นอกจากนี้ยังพบว่ามีการทำประมงผิดกฎหมาย โดยการใช้อวนลาก การระเบิดปลา และการใช้สารเคมี สำหรับการวางลอบในแนวปะการัง ยังคงมีอยู่ ผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าบริเวณแนวปะการังที่มีความเสื่อมโทรมมาก ได้แก่ เกาะนางญวน อ่าวแม่หาด และหาดทรายรี

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้ประกอบการส่วนใหญ่และนักท่องเที่ยวมีความคิดเห็นที่คล้ายคลึงกันเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้แนวปะการังความเสื่อมโทรม ซึ่งสาเหตุดังกล่าวข้างต้นจะเป็นปัจจัยที่ทำให้แนวปะการังในบริเวณเกาะนางญวน หาดทรายรี อ่าวแม่หาด อ่าวโฉลกบ้านเก่า และอ่าวเทียน ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมการท่องเที่ยว ตลอดจนผลกระทบจากของเสียของโรงแรม/บังกะโล ร้านอาหาร ท่าเรือ ร้านดำน้ำ เป็นต้น

จากการสอบถามและการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีข้อคิดเห็นว่าควรช่วยกันอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ รองลงมา คือ การกำหนดเขตการเดินเรือเพื่อป้องกันเรือใหญ่เข้าใกล้แนวปะการัง การเพิ่มจำนวนทุ่นจอดเรือ และการเพิ่มปะการังเทียม

สำหรับการปรับปรุงด้านการท่องเที่ยว ส่วนใหญ่เห็นว่าควรมีการให้ความรู้ที่ถูกต้องในการดำน้ำ รองลงมา คือการให้ความรู้ในการอนุรักษ์แนวปะการัง และการให้ความรู้ด้านความปลอดภัยในการดำน้ำ

จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการธุริกจท่องเที่ยว พบว่าธุรกิจการท่องเที่ยวของเกาะเต่า เริ่มเติบโตขึ้นเมื่อ 5 ที่ผ่านมา เนื่องจากการเดินทางสะดวกขึ้น ทำให้มีการใช้ประโยชน์จากแนวปะการังในด้านการท่องเที่ยวมากขึ้น รวมทั้งการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่ง เพื่อการรองรับนักท่องเที่ยว ซึ่งอาจส่งผลกระทบทางตรงและทางอ้อมต่อแนวปะการัง แต่จากการสัมภาษณ์โดยภาพรวมแล้วผู้ประกอบการส่วนใหญ่มีความรู้ ความเข้าใจเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลมากขึ้น จะเห็นได้จากความคิดเห็นที่ต้องการให้มีการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ การจัดการแนวปะการังบริเวณเกาะเต่าด้านการท่องเที่ยวที่ต้องดำเนินการเร่งด่วน ได้แก่ การกำหนดเขตในการจอดเรือในแนวปะการัง การเพิ่มจำนวนทุ่นจอดเรือในบริเวณแนวปะการัง ซึ่งอาจทำให้แนวปะการังมีแนวโน้มเสื่อมโทรมน้อยลงได้ในอนาคต

5.3.3 ข้อสรุปเกี่ยวกับชาวประมง

ผลจากการสอบถามและการสัมภาษณ์ชาวประมง พบว่าส่วนใหญ่เป็นเจ้าของเรือ โดยทำการประมงแบบประมงพื้นบ้าน ซึ่งระยะเวลาในการประกอบอาชีพทำการประมงมากกว่า 10 ปี ส่วนบริเวณที่เข้าไปทำการประมงส่วนใหญ่อยู่บริเวณรอบเกาะเต่า และบริเวณกองหิน สำหรับการทำการประมงในบริเวณแนวปะการังพบว่าส่วนใหญ่ทำประมงห่างจากแนวปะการัง 1 – 3 กิโลเมตร และทำการประมงตลอดทั้งปี เครื่องมือประมงที่ใช้ คือ เบ็ด และอวนล้อม ซึ่งวิธีการใช้อวนล้อมเป็นกิจกรรมที่ทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรมมาก (ธรรมศักดิ์ ยีมิน, 2540) เรือที่เข้าไปทำประมงในบริเวณแนวปะการัง มีจำนวน 10 – 30 ลำ ซึ่งส่งผลให้แนวปะการังอาจได้รับผลกระทบจากเครื่องมือทำประมง และการทิ้งสมอเรือ เป็นต้น

ชาวประมงมีความคิดเห็นว่าสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการใช้เครื่องมือประมง ได้แก่ อวนลากซึ่งการใช้อวนลากจะทำให้แนวปะการังบริเวณนั้นได้รับความเสียหายจากการฟุ้งกระจายของตะกอน รองลงมา คือ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว การทิ้งของเสียจากเรือ แต่จากการสัมภาษณ์ชาวประมงพื้นบ้านที่ทำประมงบริเวณเกาะเต่าเป็นเวลามากกว่า 30 ปี พบว่าแนวปะการังบริเวณเกาะเต่า มีระดับการเปลี่ยนแปลงและสาเหตุต่างกันในแต่ละพื้นที่ เช่น แนวปะการังในบริเวณเกาะนางญวน และหาดทรายรีมีความเสื่อมโทรมมาก โดยสาเหตุเกิดจากน้ำเสียของโรงแรม/ที่พัก นอกจากนี้ยังพบสาเหตุอื่น เช่น การทิ้งสมอเรือในแนวปะการัง การทิ้งขยะและของเสียจากเรือ ซึ่งเป็นปัจจัยทำให้แนวปะการังเสื่อมโทรม

จากการสำรวจและการสัมภาษณ์ ชาวประมงส่วนใหญ่ไม่เคยเก็บปะการัง กัลปังหา ก้อนหิน และเปลือกหอยกลับมาด้วย และไม่เคยทอดสมอเรือในแนวปะการัง รวมทั้งไม่ใช้เครื่องมือที่ทำลายปะการัง แต่มีการทิ้งของเสีย และขยะจากเรือลงทะเลบ้างในบางครั้ง

ดังนั้นจากผลสรุปดังกล่าวข้างต้น พบว่าบริเวณแนวปะการังในพื้นที่เกาะเต่ามีความ เสื่อมโทรมต่างกันในแต่ละพื้นที่ สำหรับบริเวณสถานีศึกษา ได้แก่ เกาะนางญวน อ่าวแม่หาด หาดทรายรี อ่าวโฉลกบ้านเก่า และอ่าวเทียน มีกิจกรรมการใช้ประโยชน์ในแนวปะการังแตกต่างกัน จากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม และการสำรวจภาคสนามสามารถวิเคราะห์แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปะการังมีชีวิต และประเมินระดับของกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อแนวปะการังได้ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 การวิเคราะห์เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปะการังมีชีวิตจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม และการประเมินระดับของกิจกรรมที่ส่งผลกระทบต่อแนวปะการัง

สถานีศึกษา	การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ปะการังมีชีวิตจากการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม			กิจกรรมที่มีผลกระทบต่อแนวปะการัง		
	พ.ศ. 2541-พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2542 - พ.ศ. 2545	พ.ศ. 2545-พ.ศ. 2548	การท่องเที่ยว	การพัฒนาชายฝั่ง	การประมง
เกาะนางญวน	ลดลง	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	มาก	ปานกลาง	ปานกลาง
หาดทรายรี	ลดลง	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	มาก	มาก	ปานกลาง
อ่าวแม่หาด	ลดลง	เพิ่มขึ้น	คงที่	มาก	มาก	ปานกลาง
อ่าวโฉลกบ้านเก่า	ลดลง	เพิ่มขึ้น	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
อ่าวเทียน	ลดลง	เพิ่มขึ้น	คงที่	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง

บริเวณเกาะนางญวน และหาดทรายรีมีพื้นที่ปะการังมีชีวิตลดลงในปี พ.ศ. 2542 เนื่องจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว แต่พื้นที่ปะการังมีชีวิตเพิ่มขึ้นในปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2548 อย่างไรก็ตามจากการสำรวจข้อมูลเศรษฐกิจและสังคม พบว่าบริเวณเกาะนางญวนมีกิจกรรมในด้านการท่องเที่ยวมาก ซึ่งอาจส่งผลกระทบทำให้การฟื้นตัวตามธรรมชาติของแนวปะการังช้าลงได้ สำหรับแนวปะการังหาดทรายรี มีกิจกรรมการท่องเที่ยวและการพัฒนาชายฝั่งมาก ซึ่งก็จะส่งผลให้การฟื้นตัวตามธรรมชาติของแนวปะการังช้าลงเช่นกัน

สำหรับแนวปะการังบริเวณอ่าวแม่หาด อ่าวโฉลกบ้านเก่า และอ่าวเทียน มีพื้นที่ปะการังมีชีวิตลดลงเนื่องจากปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว ในปี พ.ศ. 2542 แต่ในปี พ.ศ. 2545 พื้นที่ปะการังมีชีวิตเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามในปี พ.ศ. 2548 พบว่าพื้นที่ปะการังมีชีวิตคงที่ อ่าวโฉลกบ้านเก่าและอ่าวเทียนมีกิจกรรมด้านการท่องเที่ยวการพัฒนาชายฝั่งและการประมงในระดับปานกลาง ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้แนวปะการังไม่สามารถฟื้นตัวตามธรรมชาติได้ สำหรับบริเวณอ่าวแม่หาดซึ่งมีกิจกรรมทั้งการท่องเที่ยวและการพัฒนาชายฝั่งมาก ดังนั้นจึงควรพิจารณาเป็นพิเศษ เพื่อกำหนดมาตรการหรือแนวทางการจัดการในการป้องกันและลดผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆ เพื่อไม่ให้ปะการังในบริเวณนี้เสื่อมโทรมลง และสามารถฟื้นตัวเองตามธรรมชาติได้

สรุปโดยภาพรวมแล้วปัจจัยสำคัญที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมโทรมของแนวปะการังบริเวณเกาะนางญวน หาดทรายรี อ่าวแม่หาด อ่าวโฉลกบ้านเก่า และอ่าวเทียน ที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ได้แก่

1. การเหยียบย่ำบนปะการังของนักท่องเที่ยว
2. การทิ้งขยะหรือของเสียจากเรือ
3. การใช้เครื่องมือประมง เช่น อวนลาก

4. การจอดเรือในแนวปะการัง
5. ตะกอนและของเสียจากการพัฒนาชายฝั่ง และการพัฒนาธุรกิจท่องเที่ยว
6. การวางลอบในแนวปะการัง
7. การเก็บชิ้นส่วนปะการัง และเปลือกหอยไปเป็นของที่ระลึก
8. การจับปลาสวยงามและสิ่งมีชีวิตอื่นในแนวปะการัง
9. การระเบิดปลาในแนวปะการัง
10. การจับปลาโดยใช้สารเคมี

ปัจจัยดังกล่าวข้างต้นทำให้แนวปะการังในบริเวณเกาะเต่าเสื่อมโทรมลง ซึ่งจะทำให้กระบวนการฟื้นตัวตามธรรมชาติของแนวปะการังต้องใช้ระยะเวลามากขึ้น (Yeemin *et. al.*, 2003) และจำเป็นต้องมีมาตรการในการจัดการแนวปะการังเพื่อป้องกันและลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากธุรกิจการท่องเที่ยว การประมง และการพัฒนาชายฝั่ง และมีการดำเนินงานอย่างจริงจังเพื่อให้แนวปะการังในบริเวณเกาะเต่าสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน

5.4 การใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลในการติดตามตรวจสอบแนวปะการัง

การติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสถานภาพแนวปะการังมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวิเคราะห์แนวโน้มการฟื้นตัวของแนวปะการัง และการวางแผนการจัดการแนวปะการังให้สามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืนในแต่ละพื้นที่ ผลการศึกษาจากงานวิจัยนี้แสดงถึงความสามารถของการใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม LANDSAT 5 TM และ LANDSAT 7 ETM+ ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสถานภาพแนวปะการังในบริเวณเกาะเต่าที่มีค่าความถูกต้องทั้งหมดในระดับ 60 – 67% โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประเมินผลกระทบจากปรากฏการณ์ฟอกขาว และแนวโน้มการฟื้นตัวของแนวปะการัง

การพัฒนาเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล และการนำไปประยุกต์ใช้ในการศึกษาระบบนิเวศแนวปะการังมีความก้าวหน้าตามลำดับ และมีแนวโน้มที่จะสามารถพัฒนาให้ใช้งานได้อย่างกว้างขวางและมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในประเทศไทยตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่แนวปะการังและวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

5.5 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากในปัจจุบันมีข้อมูลภาพดาวเทียมที่มีความละเอียดสูง เช่น IKONOS หรือ Quickbird จึงควรนำมาประยุกต์ใช้ หรือการใช้ภาพถ่ายทางอากาศมาช่วยในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแนวปะการังในประเทศไทย เพื่อให้สามารถจำแนกองค์ประกอบของแนวปะการังในรายละเอียดได้

2. ควรมีการพัฒนาตัวตรวจวัด (sensor) ให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานในสภาพแวดล้อมของแนวปะการัง และสามาถประยุกต์ใช้ได้ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยแนวปะการัง

3. ควรมีการพัฒนาแบบจำลองเพื่อเพิ่มความถูกต้องของการใช้ข้อมูลภาพดาวเทียมให้มีความเหมาะสมกับปัญหา และสภาพแวดล้อมของแนวปะการังในประเทศไทย เช่น แบบจำลองสำหรับการแก้ปัญหาการรบกวนของมวลน้ำ เป็นต้น

4. ควรมีการพัฒนาองค์ความรู้ที่เกี่ยวกับปรากฏการณ์ปะการังฟอกขาว และการเชื่อมโยงกับการใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกล เพื่อนำไปสู่การพัฒนาแบบจำลองหรือเครื่องมือที่สามารถทำนายความเสี่ยงในการเกิดปะการังฟอกขาว

5. ควรพัฒนากระบวนการประยุกต์ใช้ภาพดาวเทียมในการศึกษาวิจัยแนวปะการังให้กว้างขวางมากขึ้น ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลภาพดาวเทียมได้ง่ายขึ้นและมีค่าใช้จ่ายต่ำ และควรขยายโอกาสในการฝึกอบรมการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลแก่องค์กรหรือหน่วยงานที่มีศักยภาพในด้านนี้ให้มากขึ้น

6. ควรมีมาตรการในการป้องกันและลดผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆ ที่ทำให้แนวปะการังในบริเวณเกาะเต่าเสื่อมโทรม และฟื้นตัวตามธรรมชาติช้าลง โดยเฉพาะอย่างยิ่งมาตรการที่มีความสำคัญเร่งด่วน ได้แก่

6.1 การจัดการพื้นที่แนวปะการังสำหรับการดำน้ำตื้น

- ความเหมาะสมกับขีดความสามารถในการรองรับของจำนวนนักท่องเที่ยว
- การกำหนดเขตดำน้ำตื้นในระดับน้ำที่มีความลึกเพียงพอเพื่อไม่ให้นักดำน้ำสามารถยืนบนพื้นแนวปะการังได้
- การควบคุมการทิ้งน้ำเสีย คราบน้ำมัน และขยะจากเรือท่องเที่ยว
- การสร้างจิตสำนึก การแนะนำ และการควบคุมไม่ให้นักดำน้ำทำลายทรัพยากรแนวปะการัง เช่น การเก็บสิ่งมีชีวิตจากแนวปะการังเป็นของที่ระลึก

- การจัดการทุ่นบอกเขตแนวปะการังและทุ่นผูกเรืออย่างเป็นระบบ

6.2 การควบคุมผลกระทบจากการประมง

- ควบคุมการทำประมงอวนลากตามกฎหมายอย่างเคร่งครัด เพื่อไม่ให้ตะกอนที่ฟุ้งกระจายจากการทำอวนลากมีผลกระทบต่อแนวปะการัง
- ตรวจการณ์และเฝ้าระวังการจับปลาสวยงามในแนวปะการัง การใช้สารเคมี และระเบิดปลา
- ควบคุมการวางลอบจับปลาในแนวปะการัง

6.3 การควบคุมการพัฒนาชายฝั่งที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อแนวปะการัง

- การควบคุมกิจกรรมจากการพัฒนาชายฝั่งที่ทำให้ตะกอนลงสู่ทะเล
- การจัดการระบบบำบัดน้ำเสีย และการจัดการขยะจากโรงแรม ที่พัก และชุมชน

7. สนับสนุนการติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสภาพแนวปะการัง โดยการศึกษาสำรวจในภาคสนาม และการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลจากแหล่งทุนภาครัฐ และเครือข่ายที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ

8. สนับสนุนการศึกษาวิจัยด้านเทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลในแนวปะการัง ให้ครอบคลุมประเด็นการศึกษาในด้านอื่นๆ เช่นการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง การตายของปะการังจากเชื้อโรค ฯลฯ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

จันทนา คุณูปการ. 2544. *การพัฒนาแบบจำลองเชิงพื้นที่แสดงทรัพยากรปะการังและการประเมินทรัพยากรชายฝั่งอันดามัน*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธรณ์ ธำรงนาวาสวัสดิ์. 2534. *การใช้ข้อมูลระยะไกลศึกษาการกระจายองค์ประกอบของแนวปะการังบริเวณกลุ่มเกาะสมุย จังหวัดสุราษฎร์ธานี*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธรรมศักดิ์ ยีมิน. 2538. *รายงานฉบับสมบูรณ์เรื่องการลงเกาะของตัวอ่อนปะการังในอ่าวไทย*. ทุนพัฒนานักวิจัย RSA 21/2538. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ธรรมศักดิ์ ยีมิน. 2540. *รายงานผลการเสวนาและประชุมเชิงปฏิบัติการเรื่องการฟื้นฟูปะการัง เสนอต่อโครงการพัฒนาองค์ความรู้และนโยบายการจัดการทรัยยากรชีวภาพในประเทศไทย*. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ธรรมศักดิ์ ยีมิน. 2545. *ร่างรายงานเรื่องการฟื้นตัวตามธรรมชาติของปะการังในบริเวณแหล่งท่องเที่ยวกลุ่มเกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี*. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ธรรมศักดิ์ ยีมิน, นิสิต เรืองสว่าง, สายประทีป อายา, วาสนา พรรณเทวี, ปานหทัย นพชินวงศ์ และจำเริญ บัวเรือง. 2541. ปะการังฟอกสีในอ่าวไทย : การรบกวนทางธรรมชาติที่สำคัญยิ่ง. *การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ 24* ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิตต์ กรุงเทพมหานคร. หน้า 698-699.

นฤมล กรคณิตนันท์. 2541. *ผลกระทบจากการท่องเที่ยวต่อปะการัง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประมง, กรม. 2542. *แผนที่แนวปะการังในน่านน้ำไทย เล่มที่ 1 อ่าวไทย*. โครงการจัดการทรัพยากรปะการัง กรมประมง.

มาฆมาส สุทธาชีพ ศุภิชัย ตั้งใจตรง และธรรมศักดิ์ ยีมิน. 2547. การวิจัยแนวปะการังโดยการสำรวจระยะไกล. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยรามคำแหง* (ฉบับพิเศษ): 93 – 107.

วัชรี สมันเลาะห์. 2546. *การวิเคราะห์ภาพดาวเทียมแลนด์แซทในการตรวจหาและติดตามการเปลี่ยนแปลงแนวปะการังขนาดเล็ก*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วันเพ็ญ อังคศิริสรรพ. 2543. *พฤติกรรมการท่องเที่ยวที่สัมพันธ์ต่อความเสื่อมโทรมของแนวปะการัง กรณีศึกษาหมู่เกาะเต่า จังหวัดสุราษฎร์ธานี*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

ศิริวุฒิ เจนศิริพิกุล. 2545. *การใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลเพื่อสำรวจและจำแนกแนวปะการังน้ำตื้น เกาะกระดาด จังหวัดตราด*. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

สมศักดิ์ แจ่มอุลิตรัตน์. 2542. การท่องเที่ยวเชิงนิเวศน์: โอกาสและข้อจำกัดในการพัฒนา ศึกษาเฉพาะกรณีเกาะเต่า-นางญวน อำเภอพะงัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล.

สำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม, กอง. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2538. สภาพแนวโน้มของการพัฒนา Remote Sensing กับ GIS. *การประชุมสัมมนา "ดร.สถิต วัชรกิตติ อนุสรณ์" ครั้งที่ 5 เรื่องการประยุกต์ใช้ข้อมูลระยะไกลและระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เพื่อการพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแบบยั่งยืน* วันที่ 25-26 พฤษภาคม 2538 ณ โรงแรมเซ็นทรัล ลาดพร้าว กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. 2540. *คำบรรยายเรื่องการสำรวจระยะไกล (Remote Sensing Note)*. โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, กรุงเทพฯ.

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). 2546. จากห้วงอวกาศสู่พื้นแผ่นดินไทย พ.ศ.๒๕๔๖.

อัญชลี จันทร์คง, ฐิติพร ศุภนิรันดร์, อุทัย แก้วเนิน และเตือนใจ พันธ์ธร. 2547. การศึกษาทรัพยากรปะการัง บริเวณเกาะเต่า และเกาะนางญวน จังหวัดสุราษฎร์ธานี. ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนกลาง, กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. *เอกสารเผยแพร่* ฉบับที่ 5/2547.

ภาษาอังกฤษ

Andrèfoüet, S. 2001. *Using SPOT and Landsat images for mapping inventory and monitoring of reefs* [online] Available from :http://www.coral.noaa.gov/corvil/coral_reefs/ abstracts .html [accessed on Feb. 26, 2004]

Andrèfoüet, S., F. E. Muller-Karger, E. J. Hochberg, C. Hu and K. L. Carder. 2001a. Change detection in shallow coral reef environments using Landsat 7 ETM+ data. *Remote Sensing of Environment* 78: 150 – 162.

Andrèfoüet, S., M. Claereboudt, P. Matsakis, J. Pages and P. Dufour. 2001b. Typology of atoll rims in Tuamotu Archipelago (French Polynesia) at landscape scale using SPOT HRV images. *International Journal of Remote Sensing* 22: 987 – 1004.

Andrèfoüet, S., J. Andrèfoüet, S. and B. Riegl. 2004. Remote sensing: a key tool for interdisciplinary assessment of coral reef process. *Coral Reefs* 23 (1): 1 – 4.

Andrèfoüet, S., R. Berkekmans, L. Odriozola, T. Done, Oliver and F. Müller-Karger. 2002. Choosing the appropriate spatial resolution for monitoring coral bleaching events using remote sensing *Coral Reefs* 21: 147-154.

Bainbridge, S. J. and R. E. Reichchelt. 1988. An assessment of ground truth methods for coral reef remote sensing. *Proceeding of Sixth International Coral Reef Symposium*. Townsville, Australia.

Bouvet, G., J. Ferraris and S. Andrèfoüet. 2003. Evaluation of large-scale unsupervised classification of New Caledonia reef ecosystems using Landsat 7 ETM+ imagery. *Oceanologica* 26: 281 – 290.

Brown, B. E. 1997a. Disturbances to reefs in recent times. *In* C. Birkeland. *Life and death of coral reefs*. pp. 354-379. New York : Chapman and Hall.

Brown, B. E. 1997b. Coral bleaching : causes and consequences. *Coral Reefs* 16(suppl) : S129-S138.

Bunce, L., P. Townsley, R. Pomeroy and R. Pollnac. 2002. *Socioeconomic manual for coral reef management*. 2nd edition. Global Coral Reef Monitoring Network. Townsville, Australia: Australian Institute of Marine Science.

Call, K. A., J. T. Hardy and W. O. Wallin. 2003. Coral reef habitat discrimination using multivariate spectral analysis and satellite remote sensing. *International Journal of Remote Sensing* 24: 2627–2639.

Capolsini, P. 2003. A comparison of Landsat ETM+, SPOT HRV, Ikonos, ASTER, and airborne MASTER data for coral reef habitat mapping in South Pacific islands. *Can. J. Remote Sensing* 29: 187 – 200.

Clark, C. D., P. J. Mumby, J. R. M. Chisholm, J. Jubert and S. Andrèfoüet. 2000. Spectral discrimination of coral mortality states following a severe bleaching event. *International Journal of Remote Sensing* 21: 2321-2327.

Congolton, R. G. and K. Green. 1999. *Assessing the accuracy of remotely sensed data: principle and practices.* Washington D.C.: Lewis Publishers.

Darwin, C. 1982. *The structure and distribution of coral reefs*. Berkeley: University of California Press.

Done, T. J. 1999. Coral community adaptability to environment change at the scales of regions, reefs and reef zones. *American Zoologist* 39: 66-79.

Dustan, P. 2000. *Remote Sensing of Coral Reefs from Space Radioactive Transfer Principles.* [online] Available from: http://www.cofc.edu\coral\abstract.html. [accessed on Apr. 26, 2005]

English, S., C. Wilkinson and V. Baker 1997. *Survey manual for tropical marine resources*, 2nd edition. Townsville: Australian Institute of Marine Science.

Green, E. P., P. J. Mumby, A. J. Edward and C.D. Clark. 2000. Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management. *In Coastal managemnt Sourcebooks 3*. UNESCO. Paris.

Glynn, P. W. 1990. *Global ecological consequences of the 1982-83 El-NiNo - Southern Oscillation*. Elsevier, Amsterdam.

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

Hubbard, D. 2005. Coral-reef zoning. [online] Available from http://www.oberlin.edu/Geopage/ courses/ Fall2002syllabi/Geol115syl02.html. [accessed on March 12, 2006]

Hardy J. T., P. Dustan and C. H. Mazel. 1992. Remote detection of temperature-induces coral "bleaching" using pulsed-laser fluorescence spectroscopy. *Marine Ecology Progress Series* 88: 247-255.

Harmelin-Vivien, M. 1994. The effects of storms and cyclones on coral reefs: a review. *Journal of Coastal Research* 12: 211-231.

Hedley, J. D. and P. J. Mumby. 2004. A remote sensing method for resolving depth and subpixel composition of aquatic benthos. *Limnology and Oceanography* 48: 480-488.

Hochberg, E. J. and M. J. Atkinson. 2000. Spectral discrimination of coral reef benthic communities. *Coral Reefs* 19: 164-171

Hochberg, E.J. and M. J. Atkinson. 2003. Capabilities of remote sensors to classify coral, algae, and sand as pure and mixed spectra. *Remote Sensing of Environment* 85: 174-189.

Hochberg, E.J., M. J. Atkinson, A. Apprill and S. Andrèfoüet. 2004. Spectral reflectance of coral. *Coral Reefs* 23: 84 – 95.

Holden, H. and E. LeDrew. 1998. Spectral discrimination of healthy and non-healthy corals based on cluster analysis, principal components analysis, and derivative spectroscopy. *Remote Sensing of Environment* 65: 217 – 224.

Holden, H. and E. LeDrew. 1999. Hyspectral identification of coral reef features. *International Journal of Remote Sensing* 20: 2545 – 2563.

Holden, H. and E. LeDrew. 2001. Effect of the water column on hyperspectral reflectance of submerged coral reef features. *Bulletin of Marine Science* 69: 685 – 699.

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

Hughes, T. P. 1994. Catastrophes, phase shifts and large scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science* 265: 1547-1551.

Hu, C., F. E. Muller-Karger, S. Andrèfoüet, and K. L. Carder. 2001. Atmospheric correction and cross-calibration of Landsat-7/ETM+ imagery over aquatic environment: multi-platform approach using SeaWiFs/MODIS. *Remote Sensing of Environment* 78: 99 -107.

Joyce K. E., S. R. Phinn, C. M. Roelfsema, D. T. Neil and W. C. Dennison. 2004. Combining Landsat ETM+ and reef check classifications for mapping coral reefs: a critical assessment from the Great Barrier Reef, Australia. *Coral Reefs* 23: 21 – 25.

Kam, S. P. 1989. Application of remote sensing and geographical information system in coastal area management, p. 163 – 171. *Coastal area management in Southeast Asia : policies, management strategies and case studies.* Chua, L. M. and D. Pauly. ICLARM Conference Proceeding 19 Ministry of Science, Manila.

Karpouzli, E, T. J. Malthus and C. J. Place. 2004. Hyperspectral discrimination of coral reef benthic communities in Western Caribbean. *Coral Reefs* 23: 141-151.

Knight, D., E. LeDrew and H. Holden, 1997. Mapping submerged corals in Fiji from remote sensing and *in situ* measurements: application for integrated coastal management. *Ocean and Coastal Development* 34: 153-170.

Kuchler, D. A. 1985. *Geomorphological seperability Landsat MSS and aerial photographic data: Heron Island Reef, Great Barrier Reef, Australia.* Ph.D. dissertation. Department of Geography, James Cook University of North Queenland, Australia.

Loubersac, L., A. J. Dahl, P. Collotte, O. Lemaire, L. D'Ozouville and A. Grotte. 1988. Impact assessment of cyclone Sally on the almost atoll of Aitutaki (Cook Islands) by remote sensing. *Proceedings of 6th International Coral Reef Symposium.* pp. 455-462. Townsville, Australia.

Lubin, D., W. Li, P. Dustan, C. H. Mazzel and K. Stamnes. 2001. Spectral signature of coral reefs: features from space. *Remote Sensing of Environment* 75: 127-137.

McClanahan, T. R. 2000. Bleaching damage and recovery potential of Maldivian coral reefs. *Marine Pollution Bulletin* 40: 587-597.

McCook, L. J. 1999. Macroalgae, nutrients and phase shifts in coral reefs: science issues and management consequences for the Great Barrier Reef. *Coral Reefs* 18: 357-367.

Michiels, N. 2005. Coral reefs. [online] Available from: http://www.uni-tuebingen.de/coral reefs/.html [accessed on Feb. 26, 2006]

Mumby, P. J. 2003. *Remote Sensing and the Management of Caribbean Coral Reefs*. The University of Newcastle. United Kingdom.

Mumby, P. J. and A. R. Harborne. 1999. Development of a systematic classification scheme of marine habitats to facilitate regional management and mapping of Caribbean coral reefs. *Biological Conservation* 88: 155-163.

Mumby, P. J. and A. J. Edwards. 2002. Mapping marine environments with IKONOS imagery: enhanced spatial resolution can deliver greater thematic accuracy. *Remote Sensing of Environment* 82: 248 – 257.

Mumby, P. J., E. P. Green, A. J. Edwards and C. D. Clark. 1998. Digital analysis of multispectral airborne imagery of coral reefs. *Coral Reefs* 17: 59-69.

Mumby, P. J., E. P. Green, A. J. Edwards and C. D. Clark. 1999. The cost-effectiveness of remote sensing for tropical coastal resources assessment and management. *Journal of Environmental Management* 55: 157-166.

Mumby, P. J., J. R. M. Chisolm, C. D. Clark, J. D. Hodley and J. Jaubert. 2001. A bird's eye view of the health of coral reefs. *Nature* 413: 36.

Mumby, P. J., *et al.* 2004. Remote sensing of coral reefs and their physical environment. *Remote Sensing of Environment* 48: 219-228.

Myers, M. R., J. T. Hardy, C. H. Mazel and P. Dustan. 1999. Optical spectra and pigmentation of Caribbean coral reefs and macroalgae. *Coral Reefs* 18: 179-186.

Ninsawat, S. 2002. *Mapping Coral Reefs of Phi Phi Island using Remote Sensing and GIS for Intergrated Coastal Zone Management*. MSc. Thesis. Asian Institute of Technology.

Palandro, D., S. Andrèfoüet, P. Dustan and F. E. Muller-Karger. 2003. Change detection in coral reef communities using Ikonos satellite sensor imagery and historic aerial photographs. *International Journal of Remote Sensing* 24: 873-878.

Palandro, D., S. Andréfouët, F. E. Muller-Karger, P. Dustan, C. Hu and P. Hallock. 2003. Detection of changes in coral reef communities using Landsat-5 TM and Landsat-7 ETM+ data. *Can. J. Remote Sensing* 29: 201-209.

Phinn, S. R., A. G. Dekker, V. E. Brando and C. M. Roelfsema. 2005. Mapping water quality and substrate cover in optically complex coastal and reef waters: an integrated approach. *Marine Pollution Bulletin* 51: 459-469.

Purkis, S. J., S. W. Myint and B. M. Giegl. 2006. Enhance detection of the coral *Acropora cervicornis* from satellite imagery using a texture operator. *Remote Sensing of Environment* 101: 82-94.

Richardson, L. 1998. Coral diseases: what is really know? *Trends in Ecology and Evolution* 13: 438-433.

Riegl, B and S. J. Purkis. 2005. Detection shallow subtidal corals from IKONOS and QTC View (50, 200 kHz) single-beam sonar data (Arabian Gulf, Dubai UAE). *Remote Sensing of Environment* 95: 96-114.

Roelfsema, C. M., S. R. Phinn and W. C. Dennison. 2002. Spatial distribution of benthic microalgae on coral reefs determined by remote sensing. Coral Reefs 21: 264 – 274.

Runesson, U. and A. Robinson. 2004. *Remote sensing monitoring and assessment of bleached coral*. [online] Available from: http://flash.lakeheadu.ca/~remsen/remote_sensing_final.pdf [accessed on Jan. 13, 2005]

Satapoomin, U. 1993. *Responses of corals and coral reef to the 1991 coral reef bleaching event in the Andaman Sea, Thailand*. Ms. Thesis, Chulalongkorn University.

Smith, V. E., R. H. Rogers and L. E. Read. 1975. Automated mapping and inventory of Great Barrier Reef Zonation with Landsat Data. *Proceeding of Ocean 75 conference Record*. Institutes of Electrical and Electronics Engineering. New York.

Stiger, V. and C. Payri. 1999. Spatial and seasonal variations in the biological characteristics of two invasive brown algae, *Turbinaria ornata* (Turner) J. Agardh and *Sargassum mangarevense* (Grunow) Setecheel (Sargassaceae, Fucales) spreading on the reefs of Tahiti (French Polynesia) *Botanica Marin*a 42: 295-306.

Stumpf, R. P., K. Holderied and M. Sinclair. 2003. Determination of water depth with high resolution satellite imagery over variable bottom depths. *Limnology and Oceanography* 48: 547-556.

Sudara, S., A. Sanitwongs, T. Yeemin, R. Moordee, S. Panutrakune, P. Suthanaluk and S. Natekanjanalarp. 1991. Study of the impact of sediment on growth of coral *Porites lutea* in the Gulf of Thailand. Alcala, A. C . *Proceeding of the Regional Symposium on Living Resources in Coastal Areas,* pp. 107-112. Marine Science Institute, University of the Philippines.

Sudara, S., T. Yeemin, S. Nateekarnjanalarp, S. Satumanatpan, A. Chamapan and S. Amornsakchai. 1992. The impact of Typhoon Gay on coral communities of Koh Tao, Gulf of Thailand. In Chou, L. M. and C. R. Wilkinson , *Third ASEAN Science and Technology Week Conference Proceedings,* pp. 69-75. National University of Singapore and National Science and Technology Board.

Sudara, S. and T. Yeemin. 1994. Coral reef in Thai waters: Newest tourist attraction. In S. Sudara, Wilkinson, C. R. and L. M. Chou. *Third ASEAN-Australia Symposium on Living Coastal ResourcesProceedings Volume I*, pp. 89-97. Townsville: Australian Institute of Marine Science, Australia.

Sudara, S. and T. Yeemin.1997. Status of coral reefs in Thailand. In R. W. Grigg and C. Birkeland. *Status of coral reefs in the Pacific*. pp. 135-144. Hawaii: University of Hawaii Sea Grant College Program.

Sutthacheep, M., S. Tangjaitrong, and T. Yeemin. 2004. Long-term Monitoring of Coral Reef Conditions in Thai Waters by Using Remote Sensing Techniques. *Paper presented at the 10th International Coral Reef Symposium*, June 28 – July 2, 2004, Okinawa, Japan.

Sutthacheep, M., and T. Yeemin. 2004. Application of Remote Sensing for Management of Coral Reefs in Thailand. *Paper presented at Biology in Asia International Conference*, December 7-10, 2004, National University of Singapore, Singapore.

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

Tadakuni, M. 2000. *Coral Reef Detection by Remote Sensing*. [online] Available from : http://www.Piwc.rihen.go.jp /congrress/sympo/sa0015/ab0102/miya.html. [accessed on Aug. 26,2000]

Thamrongnawasawat, T. and S. Sudara. 1992. Image processing techniques for studying fringing reefs In Thailand using Landsat and SPOT imagery data. In C. R. Wilkinson, and L. M. Chou. *Third Asean Science and Technology Week conference Proceeding Volume 6*. Marine Science: living Coastal Resource,. September 21-23, 1992. Singapore.

Trinder, J.C. and A.K. Milne. 2003. Determining sustainability indicators by remote sensing. *ISPRS-Highlights* 8: 23–25.

Veron, J. E. N. 1986. Corals of Australia and the Indo-Pcific. Sydney:Angus&Roberston.

Wilkinson, C. R., O. Linden, H. Cesar, G. Hodgson, J. Rubens and A. E. Strong. 1999. Ecological and socioeconomic impacts of 1998 coral mortality in the Indian Ocean: an ENSO impact and a warming of future change? *Ambio* 28: 188-196.

Williams, E.H., Jr. And L. Bunkley - Williams. 1990. The world-wide coral reef bleaching cycle and related sources of coral mortality. *Atoll. Res. Bull.* 335: 1 – 71.

Yamano, H. and M. Tamura. 2004. Detection limits of coral bleaching by satellite remote sensing: simulation and data analysis. *Remote Sensing of Environment* 90: 86-103.

Yeemin, T. 2004. Status of Coral Reefs in Thailand. *The 10th International Coral Reef Symposium*, July 28 - June 2, 2004: Okinawa, Japan.

Yeemin, T., S. Sudara and A. Chamapun. 1994. A quantitative study of the scleractinian coral communities of Tao Island, Gulf of Thailand. In Sudara S., C. R. Wilkinson, and L. M. Chou. *Third ASEAN-Australia Symposium on Living Coastal Resources Volume 2,* pp. 149-155. Department of Marine Science, Chulalongkorn University, Bangkok, Thailand.

Yeemin, T., N. Ruengsawang and S. Sudara. 1999. Coral reef ecosystem in Thailand. In C. Koh, *Proceedings of the 1st Korea-Thailand Joint Workshop on Comparison of Coastal Environment*: pp. 30-41, Seoul, Korea.

Yeemin, T. N. Ruengsawang, S. Asa and M. Sutthacheep. 2003. Maintenance mechanisms of scleractinian coral communities at a tourist spot, Koh Tao, Gulf of Thailand. *Paper presented at 6th International Conference on the Environmental Management of Enclosed Coastal Seas,* November 18-21, 2003, Bangkok, Thailand.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

แสดงผลการตรวจการจำแนกความถูกต้องทางสถิติ ในการวิเคราะห์ข้อมูลภาพดาวเทียม

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินความถูกต้องทางสถิติในการวิเคราะห์ภาพดาวเทียม บริเวณกาะนางญวณ (ข้อมูลภาพดาวเทียม ปี พ.ศ. 2548)

จำนวนจุดในภาคสนาม จำนวนจุดในภาพ	ทราย	ปะการังมีชีวิต	องค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต	พื้นทรายในแนวปะการัง	น้ำทะเล	รวม
ทราย	10	1	1	1	1	14
ปะการังมีชีวิต	1	9	2	3	1	16
องค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต	2	1	10	2	1	16
พื้นทรายในแนวปะการัง	1	2	2	8	2	15
น้ำทะเล	1	2	0	1	10	14
รวม	15	15	15	15	15	75

Overall accuracy = 62.6%

Kappa coefficient = 0.53

ตารางที่ 2 แสดงผลการประเมินความถูกต้องทางสถิติในการวิเคราะห์ภาพดาวเทียม บริเวณหาดทรายรี (ข้อมูลภาพดาวเทียม ปี พ.ศ. 2548)

จำนวนจุดในภาคสนาม จำนวนจุดในภาพ	ทราย	ปะการังมีชีวิต	องค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต	พื้นทรายในแนวปะการัง	น้ำทะเล	รวม
ทราย	16	1	2	1	1	21
ปะการังมีชีวิต	1	12	2	3	2	18
องค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต	2	2	12	2	1	19
พื้นทรายในแนวปะการัง	1	4	3	12	3	23
น้ำทะเล	0	1	1	2	13	17
รวม	20	20	20	20	20	100

Overall accuracy = 65%

Kappa coefficient = 0.56

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินความถูกต้องทางสถิติในการวิเคราะห์ภาพดาวเทียม บริเวณอ่าวแม่หาด (ข้อมูลภาพดาวเทียม ปี พ.ศ. 2548)

จำนวนจุดในภาคสนาม จำนวนจุดในภาพ	ทราย	ปะการังมีชีวิต	องค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต	พื้นทรายในแนวปะการัง	น้ำทะเล	รวม
ทราย	15	1	2	2	1	21
ปะการังมีชีวิต	1	13	2	3	1	20
องค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต	2	2	13	1	1	19
พื้นทรายในแนวปะการัง	1	3	2	11	2	19
น้ำทะเล	1	1	1	3	15	14
รวม	20	20	20	20	20	100

Overall accuracy = 67%

Kappa coefficient = 0.59

ตารางที่ 4 แสดงผลการประเมินความถูกต้องทางสถิติในการการวิเคราะห์ภาพดาวเทียม บริเวณอ่าวโฉลกบ้านเก่า (ข้อมูลภาพดาวเทียม ปี พ.ศ. 2548)

จำนวนจุดในภาคสนาม จำนวนจุดในภาพ	ทราย	ปะการังมีชีวิต	องค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต	พื้นทรายในแนวปะการัง	น้ำทะเล	รวม
ทราย	17	2	1	1	2	23
ปะการังมีชีวิต	1	13	3	4	2	20
องค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต	1	1	12	4	2	18
พื้นทรายในแนวปะการัง	1	2	3	10	2	18
น้ำทะเล	0	2	1	1	12	14
รวม	20	20	20	20	20	100

Overall accuracy = 64%

Kappa coefficient = 0.55

ตารางที่ 5 แสดงผลการประเมินความถูกต้องทางสถิติในการการวิเคราะห์ภาพดาวเทียม บริเวณอ่าวเทียน (ข้อมูลภาพดาวเทียม ปี พ.ศ. 2548)

จำนวนจุดในภาคสนาม จำนวนจุดในภาพ	ทราย	ปะการังมีชีวิต	องค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต	พื้นทรายในแนวปะการัง	น้ำทะเล	รวม
ทราย	16	1	1	1	2	22
ปะการังมีชีวิต	1	10	3	2	2	18
องค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่ปะการังมีชีวิต	1	3	10	4	2	20
พื้นทรายในแนวปะการัง	1	4	4	11	1	21
น้ำทะเล	1	2	2	2	13	20
รวม	20	20	20	20	20	100

Overall accuracy = 60%

Kappa coefficient = 0.5

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชุดที่.....

ภาคผนวก ข ผู้สัมภาษณ์……วันที่……..

แบบสอบถามสำหรับผู้ประกอบการท่องเที่ยว

1. ชื่อสถานประกอบการ……..

   สถานที่.....

   ตำแหน่งผู้ตอบแบบสอบถาม

   ☐ เจ้าของกิจการ ☐ ลูกจ้าง ☐ หุ้นส่วน ☐ อื่น ๆ ระบุ……..

2. อายุ……ปี เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง การศึกษาชั้นสูงสุด……

3. ที่อยู่ปัจจุบัน……

   ……

4. ประกอบธุรกิจท่องเที่ยวในเกาะเต่ามาแล้ว ..... ปี

5. ประเภทผู้ประกอบการ

   ☐ ที่พัก / โรงแรม, รีสอร์ท

   ☐ โรงเรียนสอนดำน้ำ [ ] PADI [ ] CMAS [ ] อื่น ๆ (ระบุ) .....

   ☐ เรือนำเที่ยว
   - ◯ เรือเร็ว (speed boat)
   - ◯ เรือประมงดัดแปลงเพื่อนำเที่ยว
   - ◯ อื่น ๆ (ระบุ)……

   ☐ เรือนำเที่ยว
   - ◯ เรือเร็ว (speed boat)
   - ◯ เรือประมงดัดแปลงเพื่อนำเที่ยว
   - ◯ อื่น ๆ (ระบุ)……

6. บริเวณที่ท่านนำนักท่องเที่ยวไปดำน้ำ

สถานที่	อันดับ	Snorkeling	SCUBA	สถานที่	อันดับ	Snorkeling	SCUBA
อ่าวแม่หาด				แหลมเทียน			
แหลม จปร.				อ่าวโตนด			
หาดทรายรี				อ่าวลึก			
เกาะนางยวน				เกาะหางเต่า			
อ่าวม่วง				อ่าวหินงาม			
อ่าวกล้วยเถื่อน				เกาะกงทรายแดง			
อ่าวหินวง				อ่าวเทียนนอก			
แหลมตาโต๊ะ				อ่าวโฉลกบ้านเก่า			
แหลมผักบุ้ง				แหลมเจตตาวัง			

7. จำนวนนักท่องเที่ยวที่ท่านพาไปดำน้ำ (คน/ครั้ง)

( ) น้อยกว่า 5 คน ( ) 5 – 10 คน ( ) 10-15 คน

( ) มากกว่า 15 คน ( ) ระบุจำนวน .....คน

8. ช่วง High season ที่ให้บริการนักท่องเที่ยว คือ ช่วงเดือน……ถึงเดือน……..

จำนวนนักท่องเที่ยวในช่วง high season ที่ใช้บริการของท่านมีประมาณ…….คน/วัน

จำนวนวันที่ให้บริการนักท่องเที่ยว ..... วัน/สัปดาห์

9. ช่วง Low season ที่ให้บริการนักท่องเที่ยว คือ ช่วงเดือน……ถึงเดือน……..

จำนวนนักท่องเที่ยวในช่วง low season ที่ใช้บริการของท่านมีประมาณ……คน/วัน

จำนวนวันที่ให้บริการนักท่องเที่ยว ..... วัน/สัปดาห์

10. ช่วงระหว่าง High season และ Low season ที่ให้บริการนักท่องเที่ยว คือช่วงเดือน .....ถึงเดือน.....

จำนวนนักท่องเที่ยวในช่วง ระหว่าง High season และ Low season ที่ใช้บริการของท่านมีประมาณ……คน/วัน

จำนวนวันที่ให้บริการนักท่องเที่ยว ..... วัน/สัปดาห์

11. ค่าบริการในการดำน้ำ

- กรณีนักท่องเที่ยวเช่าด้วยตนเอง
  1) แท้งก์อากาศ……บาท/คน
  2) ค่าชุดอุปกรณ์……บาท/คน
  3) ค่าเช่าเรือ……บาท/คน หรือหมู่คณะ
  4) อื่น ๆ ระบุ……บาท
- กรณีเป็นแพ็กเกจทัวร์
  1) ประเภทดำน้ำตื้น……บาท/คน
  2) ประเภทดำน้ำลึก……บาท/คน
  3) อื่น ๆ ระบุ……บาท
- กรณีโรงเรียนสอนดำน้ำ
  1) ประเภทดำน้ำตื้น……บาท/คน/course
  2) ประเภทดำน้ำลึก……บาท/คน/course
  3) อื่น ๆ ระบุ……บาท/คน/course
- ค่าใช้จ่ายของสถานประกอบการ
  1) ค่าน้ำมัน……..บาท/เดือน
  2) ค่าเช่าเรือ……..บาท/เดือน
  3) ค่าเช่าอุปกรณ์……..บาท/เดือน
  4) ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ……บาท/เดือน

จำนวนพนักงาน/ลูกจ้าง ระบุ ..... คน

ค่าจ้างของพนักงาน/ลูกจ้างทั้งหมด ต่อเดือน……..บาท

12. การจอดเรือห่างจากแนวปะการัง…….เมตร โดย ☐ ทิ้งสมอ ☐ ผูกกับทุ่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

13. ความลึกของน้ำในบริเวณที่ทำกิจกรรม

☐ น้อยกว่า 2 เมตร ☐ มากกว่า 2 เมตร ☐ มีทั้งน้อยกว่า 2 เมตร และมากกว่า 2 เมตร

14. ท่านคิดว่าการท่องเที่ยวดำน้ำดูปะการัง ควรได้รับการปรับปรุงทางด้านใดมากที่สุด

☐ ความปลอดภัยขณะดำน้ำ ☐ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ

☐ การให้ความรู้เรื่องวิธีการดำน้ำที่ถูกต้องและการอนุรักษ์ปะการัง

☐ อื่นๆ ระบุ .....

15. ท่านคิดว่าการดำน้ำดูปะการัง มีการทำลายสิ่งแวดล้อมใต้ทะเลมากน้อยเพียงใด

- การดำน้ำแบบ Snorkelling

☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก

- การดำน้ำแบบ SCUBA

☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก

16. จำนวนเรือที่พานักท่องเที่ยวในบริเวณนั้นๆ

- สถานที่.....จำนวน.....ลำ/วัน

เรือมาจากที่อื่นๆ (ระบุสถานที่) ..... จำนวน.....ลำ/วัน

- สถานที่.....จำนวน.....ลำ/วัน

เรือมาจากที่อื่นๆ (ระบุสถานที่) ..... จำนวน.....ลำ/วัน

- สถานที่.....จำนวน.....ลำ/วัน

เรือมาจากที่อื่นๆ (ระบุสถานที่) ..... จำนวน.....ลำ/วัน

17. สภาพของแนวปะการังในบริเวณที่ท่านเข้าไปใช้ประโยชน์/นักท่องเที่ยวไปดำน้ำ

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว ☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ ☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง

☐ พายุ ☐ การทิ้งสมอเรือ ☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว

☐ การใช้อวนลาก ☐ การวางลอบในแนวปะการัง ☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา

☐ การระเบิดปลา ☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง

☐ คราบน้ำมัน ☐ อื่นๆ ระบุ.....

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว ☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ ☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง

☐ พายุ ☐ การทิ้งสมอเรือ ☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว

☐ การใช้อวนลาก ☐ การวางลอบในแนวปะการัง ☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา

☐ การระเบิดปลา ☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง

☐ คราบน้ำมัน ☐ อื่นๆ ระบุ.....

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว ☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ ☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง
☐ พายุ ☐ การทิ้งสมอเรือ ☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว
☐ การใช้อวนลาก ☐ การวางลอบในแนวปะการัง ☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา
☐ การระเบิดปลา ☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง
☐ คราบน้ำมัน ☐ อื่นๆ ระบุ.....

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว ☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ ☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง
☐ พายุ ☐ การทิ้งสมอเรือ ☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว
☐ การใช้อวนลาก ☐ การวางลอบในแนวปะการัง ☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา
☐ การระเบิดปลา ☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง
☐ คราบน้ำมัน ☐ อื่นๆ ระบุ.....

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว ☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ ☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง
☐ พายุ ☐ การทิ้งสมอเรือ ☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว
☐ การใช้อวนลาก ☐ การวางลอบในแนวปะการัง ☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา
☐ การระเบิดปลา ☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง
☐ คราบน้ำมัน ☐ อื่นๆ ระบุ.....

18. การจัดการของเสีย

18.1 สถานประกอบการ

การจัดการน้ำเสีย

☐ มี ใช้วิธี ..... ☐ มีแต่ไม่เพียงพอ ☐ ไม่มี ☐ อื่นๆ ระบุ.....

การจัดการขยะมูลฝอย

☐ มี ใช้วิธี ..... ☐ มีแต่ไม่เพียงพอ ☐ ไม่มี ☐ อื่นๆ ระบุ.....

18.2 เรือที่พานักท่องเที่ยวไปดำน้ำ

การจัดการน้ำเสีย

☐ มี ใช้วิธี ..... ☐ มีแต่ไม่เพียงพอ ☐ ไม่มี ☐ อื่นๆ ระบุ.....

การจัดการขยะมูลฝอย

☐ มี ใช้วิธี ..... ☐ มีแต่ไม่เพียงพอ ☐ ไม่มี ☐ อื่นๆ ระบุ.....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

19. ความคิดเห็นเกี่ยวการท่องเที่ยว (กาเครื่องหมายถูกในช่องที่เลือก)

หัวข้อ	มี	ไม่มี	หมายเหตุ
1. การให้ความรู้/ คำแนะนำแก่นักท่องเที่ยวถึงการดำน้ำที่ถูกต้อง การเตือนถึงอันตรายในการยืน/เหยียบปะการัง และการห้ามเก็บชิ้นส่วนปะการังเปลือกหอย			
2. พื้นที่ท่านนำนักท่องเที่ยวไป มีทุ่นไว้ให้ใช้บริการ			
3. เรือที่ที่ท่านใช้บริการ มีการจอดผูกกับทุ่นจอดเรือ			
4. นักท่องเที่ยวที่ท่านพาไปมีการเก็บชิ้นส่วนปะการัง เปลือกหอย			
5. นักท่องเที่ยวที่ท่านพาไปมีการเหยียบ/ยืนบนปะการัง			
6. การบริการห้องน้ำ/ห้องส้วม บนเรือ			
7. ถังขยะบนเรือ			
8. ท่านมีความรู้เกี่ยวกับการดำน้ำอย่างถูกวิธี			
9. การตักเตือนนักท่องเที่ยวหากมีการเก็บหรือทำลายสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง			
10. ท่านพบเห็นการทำประมงโดยใช้เครื่องมือที่ผิดกฎหมาย โดยใช้ อวนลาก			
11. ท่านพบเห็นการระเบิดปลา ในแนวปะการัง			
12. ท่านพบเห็นการจับปลาโดยใช้สารเคมี			

20. ความคิดเห็นอื่น ๆ และข้อเสนอแนะ……

……..

……..

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชุดที่.....

ผู้สัมภาษณ์.....วันที่.....

แบบสอบถามสำหรับนักท่องเที่ยว

1. เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง ( ) คนไทย ( ) ต่างประเทศ

ที่อยู่ บ้านเลขที่.....หมู่บ้าน.....ถนน.....

ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....

โทรศัพท์.....

อายุ

( ) ต่ำกว่า 25 ปี ( ) 25 -35 ปี ( ) 36-45 ปี

( ) 46-55 ปี ( ) 56-65 ปี ( ) มากกว่า 65 ปี

การศึกษาขั้นสูงสุด

☐ ไม่ได้ศึกษา ☐ ประถมศึกษา ☐ มัธยมศึกษาตอนต้น

☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย /ปวช. ☐ อนุปริญญา/ปวส. ☐ ปริญญาตรี

☐ สูงกว่าปริญญาตรี ☐ กำลังศึกษาอยู่ในระดับ ☐ อื่นๆ ระบุ.....

2. รายได้ต่อเดือน

☐ น้อยกว่า 6,000 บาท ☐ 6,000-10,000 บาท

☐ 10,000-15,000 บาท ☐ 15,000-20,000 บาท

☐ 20,000-30,000 บาท ☐ มากกว่า 30,000 บาท

3. อาชีพ

☐ นักเรียน/ นักศึกษา ☐ เกษตรกร

☐ ข้าราชการ/ รัฐวิสาหกิจ ☐ แม่บ้าน

☐ นักธุรกิจ/ค้าขาย ☐ ข้าราชการบำนาญ

☐ รับจ้างทั่วไป ☐ ว่างงาน

☐ อื่น ๆ.....

4. รูปแบบการท่องเที่ยว

☐ มาเที่ยวส่วนตัว ☐ มากับบริษัทนำเที่ยว

5. การเดินทางมาเที่ยว

☐ มาคนเดียว ☐ มากับครอบครัวและญาติ ☐ มากับเพื่อน ☐ อื่นๆ ระบุ.....

6. จำนวนครั้งที่ท่านเดินทางมาเที่ยวที่นี่

☐ มาครั้งแรก ☐ ครั้งที่.....

7. พื้นที่เกาะหรือชายฝั่งที่ท่านเข้าไปท่องเที่ยว

1. .....

2. .....

3. .....

4. .....

8. กิจกรรมการท่องเที่ยวของท่านมีรูปแบบที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ในแนวปะการัง

☐ ไม่มี ☐ มี ◯ ดำน้ำตื้น (skin diving)
◯ ดำน้ำลึก (SCUBA diving)
◯ เรือดำน้ำ
◯ ตกปลา
◯ กิจกรรมการท่องเที่ยวอื่น ๆ ระบุ.....

9. ท่านมีประสบการณ์ในการดำน้ำดูปะการังมาก่อนหรือไม่

☐ มี ☐ ไม่มี

10. ประเภทของเรือที่ใช้บริการนำเที่ยว

☐ เรือเร็ว (speed boat)
☐ เรือประมงดัดแปลง
☐ เรือประมงขนาดใหญ่
☐ เรือประมงขนาดกลาง
☐ เรือประมงขนาดเล็ก
☐ อื่น ๆ (ระบุ).....

การจอดเรือห่างจากแนวปะการัง.....เมตร โดย ☐ การทิ้งสมอ ☐ ผูกกับทุ่นจอดเรือ

11. ความลึกของน้ำในบริเวณที่ทำกิจกรรม

☐ น้อยกว่า 2 เมตร ☐ มากกว่า 2 เมตร ☐ มีทั้งน้อยกว่า 2 เมตร และมากกว่า 2 เมตร

12. ท่านคิดว่าการท่องเที่ยวดำน้ำดูปะการัง ควรได้รับการปรับปรุงทางด้านใดมากที่สุด

☐ ความปลอดภัยขณะดำน้ำ ☐ เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ
☐ การให้ความรู้เรื่องวิธีการดำน้ำที่ถูกต้องและการอนุรักษ์ปะการัง
☐ อื่นๆ ระบุ .....

13. ท่านคิดว่าการดำน้ำดูปะการัง มีการทำลายสิ่งแวดล้อมใต้ทะเลมากน้อยเพียงใด

- การดำน้ำแบบ Snorkelling

☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก

- การดำน้ำแบบ SCUBA

☐ น้อย ☐ ปานกลาง ☐ มาก

14. สภาพของแนวปะการังในบริเวณที่ท่านเข้าไปใช้ประโยชน์/ดำน้ำ

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว ☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ ☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง
☐ พายุ ☐ การทิ้งสมอเรือ ☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว
☐ การใช้อวนลาก ☐ การวางลอบในแนวปะการัง ☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา
☐ การระเบิดปลา ☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

☐ คราบน้ำมัน ☐ อื่นๆ ระบุ.....

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว ☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ ☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง
☐ พายุ ☐ การทิ้งสมอเรือ ☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว
☐ การใช้อวนลาก ☐ การวางลอบในแนวปะการัง ☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา
☐ การระเบิดปลา ☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง
☐ คราบน้ำมัน ☐ อื่นๆ ระบุ.....

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว ☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ ☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง
☐ พายุ ☐ การทิ้งสมอเรือ ☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว
☐ การใช้อวนลาก ☐ การวางลอบในแนวปะการัง ☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา
☐ การระเบิดปลา ☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง
☐ คราบน้ำมัน ☐ อื่นๆ ระบุ.....

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว ☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ ☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง
☐ พายุ ☐ การทิ้งสมอเรือ ☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว
☐ การใช้อวนลาก ☐ การวางลอบในแนวปะการัง ☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา
☐ การระเบิดปลา ☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง
☐ คราบน้ำมัน ☐ อื่นๆ ระบุ.....

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว ☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ ☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง
☐ พายุ ☐ การทิ้งสมอเรือ ☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว
☐ การใช้อวนลาก ☐ การวางลอบในแนวปะการัง ☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา
☐ การระเบิดปลา ☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง
☐ คราบน้ำมัน ☐ อื่นๆ ระบุ.....

15. การจัดการของเสีย

เรือนำเที่ยว

การจัดการน้ำเสีย

☐ มี ใช้วิธี ..... ☐ มีแต่ไม่เพียงพอ ☐ ไม่มี ☐ อื่นๆ ระบุ.....

การจัดการห้องน้ำ / ห้องส้วม

☐ มี ☐ มีแต่ไม่เพียงพอ ☐ ไม่มี ☐ อื่นๆ ระบุ.....

การจัดการขยะมูลฝอย

☐ มี ใช้วิธี ..... ☐ มีแต่ไม่เพียงพอ ☐ ไม่มี ☐ อื่นๆ ระบุ.....

โรงแรม/ที่พัก

การจัดการน้ำเสีย

☐ มี ใช้วิธี ..... ☐ มีแต่ไม่เพียงพอ ☐ ไม่มี ☐ อื่นๆ ระบุ.....

การจัดการห้องน้ำ / ห้องส้วม

☐ มี ☐ มีแต่ไม่เพียงพอ ☐ ไม่มี ☐ อื่นๆ ระบุ.....

การจัดการขยะมูลฝอย

☐ มี ใช้วิธี ..... ☐ มีแต่ไม่เพียงพอ ☐ ไม่มี ☐ อื่นๆ ระบุ.....

17. ความคิดเห็นของนักท่องเที่ยว (กาเครื่องหมายถูกในช่องที่เลือก)

หัวข้อ	มี	ไม่มี	หมายเหตุ
1. การให้ความรู้/ คำแนะนำแก่นักท่องเที่ยวถึงการดำน้ำที่ถูกต้อง การเตือนถึงอันตรายในการยืน/เหยียบปะการัง และการห้ามเก็บชิ้นส่วนปะการังเปลือกหอย			
2. พื้นที่ท่านไปท่องเที่ยว มีทุ่นผูกเรือไว้ให้ใช้บริการ			
3. เรือที่ท่านใช้บริการ มีการจอดเรือโดยใช้ทุ่นผูกเรือ			
4. การเก็บชิ้นส่วนปะการัง เปลือกหอย ไปเป็นที่ระลึก			
5. การเหยียบ/ยืนบนปะการัง			
6. การบริการห้องน้ำ/ห้องส้วม บนเรือ			
7. ถังขยะบนเรือ			
8. ท่านมีความรู้เกี่ยวกับการดำน้ำอย่างถูกวิธี			
9. การตักเตือนนักท่องเที่ยวหากมีการเก็บหรือทำลายสิ่งมีชีวิตในแนวปะการัง			
10. ท่านพบเห็นการทำประมงโดยใช้เครื่องมือที่ผิดกฎหมายใช้ อวนลาก จำนวน ..... ครั้ง			
11. ท่านพบเห็นการระเบิดปลา ในแนวปะการัง จำนวน.....ครั้ง			
12. ท่านพบเห็นการจับปลาโดยใช้สารเคมี จำนวน..... ครั้ง			

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

18. ความคิดเห็นอื่น ๆ และข้อเสนอแนะ……

……

……

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผู้สัมภาษณ์……..วันที่……

แบบสอบถามสำหรับชาวประมง

1. ข้อมูลทั่วไป

ชื่อ .....นามสกุล.....

( ) หัวหน้าครัวเรือน ( ) เจ้าของเรือ ( ) อื่นๆ ระบุ .....)

เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง

ที่อยู่ บ้านเลขที่.....หมู่บ้าน.....ถนน.....

ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด..... โทรศัพท์.....

อายุ

( ) ต่ำกว่า 25 ปี ( ) 25 -35 ปี ( ) 36-45 ปี ( ) 46-55 ปี ( ) 56-65 ปี ( ) มากกว่า 65 ปี

การศึกษาขั้นสูงสุด

( ) ประถมศึกษา ( ) มัธยมศึกษาตอนต้น

( ) มัธยมศึกษาตอนปลาย /ปวช. ( ) อนุปริญญา/ปวส. ( ) ปริญญาตรี

( ) สูงกว่าปริญญาตรี ( ) กำลังศึกษาอยู่ในระดับ……..……

ประเภทของการดำเนินงาน

( ) ดำเนินงานเป็นของตนเอง (เป็นเจ้าของเรือตาม ทรป.1)

( ) บริษัทหรือห้างหุ้นส่วนนิติบุคคล

ลักษณะการดำเนินงาน

( ) ทำประมงพาณิชย์ ( ) ทำประมงพื้นบ้าน ( ) ทั้งประมงพาณิชย์และประมงพื้นบ้าน

ทำประมงในบริเวณเกาะเต่า ..... ปี

2. ท่านมีเรือเป็นของตัวเองหรือไม่

( ) ไม่มี ( ) มี ระบุ

- **เรือไม่มีเครื่องยนต์…….. ลำ**

ขนาดกว้าง……..ม. ยาว……ม.

ราคาเรือ……บาท

อายุการใช้งาน……..ปี ……เดือน

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำประมงแล้ว……ปี ……..เดือน

- **เรือมีเครื่องยนต์นอกเรือ (เรือหางยาว)…… ลำ**

ขนาดกว้าง……..ม. ยาว……ม. ขนาดเครื่องยนต์……..แรงม้า

เชื้อเพลิงที่ใช้…….. ราคาเชื้อเพลิงต่อลิตร……บาท

ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้……ลิตร/วัน,เที่ยว

ราคาเรือรวมเครื่องยนต์……บาท

อายุการใช้งาน……..ปี ……..เดือน

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำประมงแล้ว……ปี ……..เดือน

- **เรือมีเครื่องยนต์ในเรือ (มีเครื่องยนต์กลางลำ)……ลำ**

ขนาดกว้าง……..ม. ยาว……ม. ขนาดเครื่องยนต์……..แรงม้า

เชื้อเพลิงที่ใช้…….. ราคาเชื้อเพลิงต่อลิตร…….บาท

ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้……ลิตร/วัน,เที่ยว

ราคาเรือรวมเครื่องยนต์……บาท

อายุการใช้งาน……..ปี ……..เดือน

ระยะเวลาที่ใช้ในการทำประมงแล้ว……ปี ……..เดือน

3. พื้นที่ที่ท่านเข้าไปทำประมง/สภาพพื้นที่

3.1 บริเวณที่เข้าไปทำประมง (ระบุชื่อบริเวณ)

1) บ่อยที่สุด …….. 2) ปานกลาง …….. 3) น้อยที่สุด ……..

3.2 ลักษณะบริเวณที่ท่านเข้าไปทำประมง (พร้อมระบุสถานที่)

( ) ในแนวปะการัง สถานที่……..

( ) ห่างจากบริเวณแนวปะการัง สถานที่…….เป็นระยะทาง…….กิโลเมตร

( ) ในแนวกองหิน สถานที่……..

( ) ห่างจากบริเวณแนวกองหิน สถานที่……..……เป็นระยะทาง…….กิโลเมตร

( ) ในแนวหาดทราย สถานที่……..

( ) ห่างจากบริเวณแนวหาดทราย สถานที่…….เป็นระยะทาง…….กิโลเมตร

( ) อื่น ๆ ระบุ……..

3.3 จำนวนเรือที่เข้าไปทำการประมงในบริเวณนั้น ……..…… ลำ

3.3.1. เรือที่มาจากหมู่บ้านเดียวกัน……..ลำ

3.3.2 เรือที่มาจากที่อื่น ๆ ……ลำ ระบุ สถานที่ …….

3.4 สภาพแนวปะการังที่ท่านเข้าไปทำประมง

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว	☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ	☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง
☐ พายุ	☐ การทิ้งสมอเรือ	☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว
☐ การใช้อวนลาก	☐ การวางลอบในแนวปะการัง	☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา
☐ การระเบิดปลา	☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง	
☐ คราบน้ำมัน	☐ อื่นๆ ระบุ……..	

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว ☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ ☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง
☐ พายุ ☐ การทิ้งสมอเรือ ☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว
☐ การใช้อวนลาก ☐ การวางลอบในแนวปะการัง ☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา
☐ การระเบิดปลา ☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง
☐ คราบน้ำมัน ☐ อื่นๆ ระบุ……..

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว ☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ ☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง
☐ พายุ ☐ การทิ้งสมอเรือ ☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว
☐ การใช้อวนลาก ☐ การวางลอบในแนวปะการัง ☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา
☐ การระเบิดปลา ☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง
☐ คราบน้ำมัน ☐ อื่นๆ ระบุ……..

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว ☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ ☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง
☐ พายุ ☐ การทิ้งสมอเรือ ☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว
☐ การใช้อวนลาก ☐ การวางลอบในแนวปะการัง ☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา
☐ การระเบิดปลา ☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง
☐ คราบน้ำมัน ☐ อื่นๆ ระบุ……..

- สถานที่ .....

☐ สมบูรณ์ดีมาก ☐ สมบูรณ์ดี ☐ สมบูรณ์ปานกลาง ☐ เสื่อมโทรม ☐ เสื่อมโทรมมาก

สภาพแนวปะการังจากอดีตถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมด้วยสาเหตุใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ปะการังฟอกขาว ☐ การทิ้งขยะ/ของเสียจากเรือ ☐ ตะกอนของเสียและขยะจากชายฝั่ง
☐ พายุ ☐ การทิ้งสมอเรือ ☐ การเหยียบย่ำปะการังของนักท่องเที่ยว
☐ การใช้อวนลาก ☐ การวางลอบในแนวปะการัง ☐ การใช้สารเคมีในการจับปลา
☐ การระเบิดปลา ☐ การจับปลาสวยงาม และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแนวปะการัง
☐ คราบน้ำมัน ☐ อื่นๆ ระบุ……..

4. ช่วงเดือนที่ท่านทำประมง

( ) ตลอดทั้งปี ( ) เดือน…… ถึง เดือน……..

5. จำนวนวันเฉลี่ยที่ทำการประมง ..... วัน/สัปดาห์

6. เครื่องมือทำการประมงของท่านและปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้

เครื่องมือ	ชนิดของสัตว์น้ำที่จับได้	ปริมาณสัตว์น้ำ ที่จับได้ (กก/วัน)	ราคาสัตว์น้ำ (บาท/กก)	ช่วงเดือนที่ใช้ เครื่องมือนี้

ท่านใช้เครื่องมือประเภทใดบ่อยที่สุด

1. …… 2. ……3. ……..

7. ช่วงเดือนที่จับสัตว์น้ำได้มาก คือช่วงเดือน.....ถึงเดือน.....
ชนิดของสัตว์น้ำที่จับได้ ..... รายได้ ..... บาท/วัน

8. ช่วงเดือนที่จับสัตว์น้ำได้น้อย คือช่วงเดือน.....ถึงเดือน.....
ชนิดของสัตว์น้ำที่จับได้ ..... รายได้ ..... บาท/วัน

9. ช่วงใดที่ท่านไม่ได้ออกไปทำประมง……..
อาชีพเสริมของท่านเมื่อไม่ได้ออกไปทำประมง คือ …… รายได้ ..... บาท/วัน

10. ในการออกทำประมงมีลูกเรือจำนวน…….คน
ลักษณะค่าจ้างลูกเรือ
( ) วันละ……..บาทต่อคน ( ) เดือนละ……บาทต่อคน
( ) เที่ยวละ……บาทต่อคน จำนวนวันต่อเที่ยว…….วัน

11. ค่าใช้จ่ายในการทำประมง
11.1 ค่าน้ำมันเชื้อเพลิงในการออกเรือแต่ละครั้ง……บาท
11.2 ค่าน้ำมันหล่อลื่นในการออกเรือแต่ละครั้ง…….บาท
11.3 ความถี่ในการออกทำประมง เดือนละ……..ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลา……..วัน
11.4 ค่าเช่าเรือ (ในกรณีที่ไม่มีเรือเป็นของตนเอง) ……บาท/วันหรือเที่ยว
11.5 ค่าใช้จ่ายอื่น ๆ ระบุ…….จำนวน ……บาท
11.6 ค่าอาหาร…….บาท/เที่ยว

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

10. ความคิดเห็นและการปฏิบัติเกี่ยวกับการทำประมง

การปฏิบัติ	ไม่เคย	นานๆ ครั้ง	เป็นบางครั้ง	บ่อยครั้ง	ทุกครั้งที่ปฏิบัติ
1. เรือของท่านทอดสมอเรือในแนวปะการัง					
2. เรือของท่านจอดเรือโดยผูกกับทุ่นจอดเรือ					
3. เรือของท่านมีห้องส้วม ห้องน้ำและถังขยะบนเรือ					
4. เรือของท่านจะเข้าไปจอดในบริเวณที่มีแนวปะการังมากที่สุด เพื่อจับสัตว์น้ำให้ได้มากที่สุด					
5. เครื่องมือทำการประมงของท่านสัมผัสกับปะการัง					
6. ท่านจะปล่อยสัตว์ทะเลที่ไม่ได้ขนาดหรือสัตว์น้ำวัยอ่อนหรือสัตว์น้ำที่มีไข่กลับคืนสู่ท้องทะเล					
7. ท่านทิ้งขยะหรือของเสียลงสู่ทะเล					
8. ท่านเก็บปะการัง กัลปังหา ก้อนหิน เปลือกหอยกลับมาด้วย					
9. ท่านเข้าร่วมกิจกรรมที่เกี่ยวกับการอนุรักษ์แนวปะการังที่จัดขึ้นในท้องถิ่น ระบุ					
12. ท่านช่วยดูแลทรัพยากรแนวปะการังในพื้นที่ของท่านเป็นอย่างดี					
13. เมื่อท่านพบเห็นขยะในทะเล ท่านจะเก็บขึ้นมาด้วย					

11. ความคิดเห็นอื่น ๆ และข้อเสนอแนะ……...….

……..

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ นางสาวมาฆมาส สุทธาชีพ

เกิด วันที่ 13 กุมภาพันธ์ 2511

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2537 – 2545 วิทยาศาสตรบัณฑิต (ภูมิศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2532-ปัจจุบัน พนักงานวิทยาศาสตร์ระดับ 5 ภาควิชาชีววิทยา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

งานวิจัย

มาฆมาส สุทธาชีพ ศุภิชัย ตั้งใจตรง และธรรมศักดิ์ ยีมิน. 2547. การวิจัยแนวปะการังโดยการสำรวจระยะไกล. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยรามคำแหง* (ฉบับพิเศษ): 93 – 107.

Sutthacheep, M., S. Tangjaitrong, and T. Yeemin. 2004. Long-term Monitoring of Coral Reef Conditions in Thai Waters by Using Remote Sensing Techniques. *Paper presented at the 10th International Coral Reef Symposium*, June 28 – July 2, 2004, Okinawa, Japan.

Sutthacheep, M., and T. Yeemin. 2004. Application of Remote Sensing for Management of Coral Reefs in Thailand. *Paper presented the International Conference: Biology in Asia*, December 7-10, 2004, National University of Singapore, Singapore.