



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ทุนวิจัย  
กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช

รายงานผลการวิจัย  
เรื่อง

การเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม  
ของฝั่งทะเลหลังการปลูกป่าชายเลน ที่ตำบลปุย  
อำเภอเมือง จังหวัดสตูล โดยริโมทเซนซิง

โดย

อัครสุตา ศิริพงศ์  
ศุภิชัย ตั้งใจตรง  
ไทยดาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์

จพ  
วท 15  
010936

สิงหาคม ๒๕๔๔

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ทุนวิจัย  
กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช  
รายงานผลการวิจัย



การเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมของฝั่งทะเล  
หลังการปลูกป่าชายเลน ที่ตำบลปยุ อำเภอมือเมือง จังหวัดสตูล  
โดยริโมทเซนซิง



โดย

รศ. อังสรสุดา ศิริพงศ์  
อ. ดร. ศุภิชัย ตั้งใจตรง  
ผศ. ดร. ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์  
กันยายน 2543  
(แก้ไขเพิ่มเติม) เมษายน 2544  
(แก้ไขครั้งสุดท้าย 6 สิงหาคม 2544)

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนวิจัยกองทุนรัชดาภิเษกสมโภชประจำปีการเงิน 2542 เป็นจำนวนเงิน 210,000.-บาท ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะกรรมการบริหารทุนวิจัยของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่ได้อนุมัติให้ทุน ขอขอบคุณคุณวสันต์ ศรีสวัสดิ์ อดีตหัวหน้าศูนย์ผลิตพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่ 4 ต.ตำมะลัง อ.เมือง จ.สตูล ซึ่งเป็นท่านแรกที่ชักชวนให้ดิฉันไปทำการวิจัยที่ปูยู ขอขอบคุณ คุณวิมล ยืนยง แห่งหน่วยงาน ส่งเสริมการปลูกป่าของการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย ที่ได้ชักชวนดิฉันให้ไปสำรวจพื้นที่ ทำให้ เกิดความสนใจที่จะศึกษา ณ ที่นี้ คุณเรวัตร์ จันทนะ ผู้รับผิดชอบโครงการปลูกป่าถาวร เฉลิมพระเกียรติ FPT 9 จ. สตูล เป็นผู้ให้ความดูแลเป็นอย่างดีเมื่อพวกเราไปสำรวจ ภาคสนาม และได้มอบภาพถ่ายหลายรูปที่มีความสำคัญต่อการวิจัยนี้

ขอกราบขอบคุณ ดร.อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ จาก AIT ที่ช่วยมอบแผนที่ดิน คุณสุพรรณ กาญจนสุธรรม ผอ.ส่วนระบบข้อมูลภูมิศาสตร์และดาวเทียม กระทรวงเกษตรฯ ที่มอบแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตร พี่นพคุณ โสมสิน จากกรมชลประทาน ที่มอบข้อมูลน้ำท่า ดร. ปราโมทย์ ไชจิศุภร จากกรมเจ้าท่า ที่มอบข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลง คุณชาติ มงคล-มาลัยจากกรมประมงที่มอบข้อมูลด้านประมงให้ ดร.สุรัชย์ รัตนเสริมพงศ์ จากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน) ที่ได้กรุณาอบข้อมูลดาวเทียมให้มาทำงานก่อนจ่ายเงิน คุณ ภูเวียง ประคำมินทร์ จากกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลอุตุนิยมให้ ขอขอบคุณ คุณนฤมิตร สว่างผลในการช่วยทำข้อมูลดาวเทียม คุณดำรงศักดิ์ น้อยเจริญ (นิสิตปริญญาโท ของภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล) และคุณวิษณุ ศิริพงศ์ (บุตรชาย) ที่ช่วยงานด้านคอมพิวเตอร์

ในฐานะผู้วิจัยหลัก ดิฉันขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยทุกท่าน ที่ได้ร่วมแรงกายและแรงใจทำงานชิ้นนี้ให้สำเร็จไปด้วยดี ในระยะเวลาและงบประมาณอันจำกัด

เลขหมู่ กท  
๐๗ 15  
เลขทะเบียน 010936  
วัน.เดือน.ปี 27 กพ. 45

ชื่อโครงการวิจัย การเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมของฝั่งทะเลหลังการปลูกป่าชายเลน ที่ตำบลปยุ อำเภอมือเมือง จังหวัดสตูล โดยริโมทเซนซิง

ชื่อผู้วิจัย รศ. อัสสรสุดา ศิริพงษ์ (หัวหน้าโครงการ)

อ. ดร. ศุภิชัย ตั้งใจตรง และ ผศ. ไทยถาวร เลิศวิทยาประสิทธิ์ (ผู้ร่วมวิจัย)

เดือนและปีที่ทำวิจัยเสร็จ กันยายน 2543 แก้ไขครั้งสุดท้าย 6 สิงหาคม 2544

### บทคัดย่อ

ข้อมูลจากดาวเทียมแลนด์แซท-5 ระบบที เอ็ม 3 ช่วงเวลาคือ ก่อนการปลูกป่า 11 มีนาคม 2538 ปีที่เริ่มปลูกป่า 19 มีนาคม 2541 และ 1 ปีหลังการปลูกป่า 18 กุมภาพันธ์ 2542 ได้ถูกนำมาใช้จำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน 9 ชั้น เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมของฝั่งทะเล หลังการปลูกป่าชายเลนที่ตำบลปยุ อำเภอมือเมือง จังหวัดสตูล ซึ่งตั้งอยู่บนฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทย ข้อมูลประกอบภาคสนามคือด้านทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมต่างๆ ผลการวิจัยพบว่า ป่าชายเลนที่ถูกบุกรุกทำลายจาก 10.4 % (2538) ลดลงเหลือ 3.35 % (2541) และเพิ่มเล็กน้อย 5.08 % (2542) ส่วนป่าชายเลนที่ปลูกใหม่จาก 7.05 % ก่อนปลูกป่า เพิ่มเป็น 13.2 % ตอนปลูกป่า และลดลง 9.26 % หลังปลูกป่า เพราะมีปูแสมและลิงทำลายไปบ้าง ส่วนป่าชายเลนสมบูรณ์จาก 7.49 % ก่อนปลูกป่า ลดลงเหลือ 6.65 % ตอนปลูกป่า (เพราะบางแห่งอาจถูกเคลียร์เพื่อทำการปลูกป่า) และเพิ่มเป็น 16.12 % หลังปลูกป่า พื้นที่นาทุ่งจาก 7.09% ก่อนปลูกป่า เพิ่มเป็น 8.13 % ช่วงปีปลูกป่า และลดลงเหลือ 7.15 % หลังการปลูกป่า สำหรับป่าบกไม่มีการเปลี่ยนแปลงมาก เนื่องจากเป็นป่าสงวนแห่งชาติ NDVI มีสีเขียวเข้มขึ้นหลังการปลูกป่า แสดงถึงความเจริญเติบโตที่ดี ในกรณีผลกระทบของการปลูกป่าชายเลนต่อกระบวนการและสัญญาณของฝั่งทะเล พื้นที่หาดโคลนเพิ่มจาก 1.044 % เมื่อก่อนปลูกป่ามาเป็น 10.728 % ในปีปลูกป่า แล้วกลับลดลงเหลือ 0.614 % หลังปลูกป่า 1 ปี อย่างไรก็ตามพื้นที่เปิดโล่งในป่าเลน กลับลดลงจาก 5.636 % เมื่อก่อนปลูกป่ามาเป็น 1.224 % ในปีปลูกป่า แล้วเพิ่มเป็น 1.433 % หลังปลูกป่า 1 ปี

สำหรับด้านข้อมูลประกอบด้านสิ่งแวดล้อม ในปีก่อนการปลูกป่า(2538) ความผิดปกติของฝนรายปีและอุณหภูมิรายปีเป็นบวก(มากกว่าปกติ) น้ำท่าเป็นลบ ในปีปลูกป่า(2541) ซึ่งเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ความผิดปกติของฝนรายปีเป็นลบ(น้อยกว่าปกติ) แต่ค่าผิดปกติของอุณหภูมิรายปีเป็นบวก รวมทั้งค่าผิดปกติของน้ำท่ารายปีก็เป็นบวก หนึ่งปีหลังการปลูกป่า (2542) ซึ่งเกิดปรากฏการณ์ทั้งปลายเอลนีโญและเริ่มลานินญาในปีเดียวกัน ค่าผิดปกติของฝนรายปีเป็นบวก แต่ค่าผิดปกติของอุณหภูมิรายปีเป็นลบมากๆและน้ำท่าเพิ่มขึ้น ในสภาพทั่วไปฝนมีแนวโน้มลดลง ส่วนอุณหภูมิอากาศ และน้ำท่า มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

ในกรณีข้อมูลประกอบด้านทรัพยากรธรรมชาติ ข้อมูลล่าสุดที่ได้รับเป็นปีที่มีการปลูกป่า นอกจากนี้ข้อมูลดังกล่าวยังครอบคลุมทั้งจังหวัด ผลผลิตของการเลี้ยงสัตว์น้ำทั้งจังหวัดก่อนปลูกป่ามี 5,966 ตัน ระหว่างปลูกป่ามี 5,858 ตัน ยังไม่ได้ข้อมูลหลังปลูกป่า แต่ข้อมูลนี้แสดงให้เห็นว่าเมื่อพื้นที่ป่ามีน้อยลง ผลผลิตของการเลี้ยงสัตว์น้ำลดลง พื้นที่ของการเลี้ยงสัตว์น้ำ (กุ้ง ปู ปลา) ก่อนปลูกป่ามีจำนวน 8,985 ไร่ ระหว่างปลูกป่าลดลงเหลือ 5,276.6 ไร่ มีการเลี้ยงปลาเพิ่มขึ้นจาก 5 ไร่ ในปีก่อนปลูกป่าเป็น 23.67 ไร่ในปีที่ปลูกป่า ผลผลิตการเลี้ยงปลารวมระหว่างปลูกป่าเพิ่มขึ้นก่อนการปลูกป่า พื้นที่และผลผลิตของการเลี้ยงหอยแครงเพิ่มขึ้นนับจากก่อนปลูกป่ามาจนถึงปีที่ปลูกป่า การเปลี่ยนแปลงของพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของทั้งจังหวัดสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงนาุ้งใน 3 ช่วงเวลาในบริเวณที่ศึกษา จากการแปลภาพด้วยดาวเทียม

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการปลูกป่าแม้เพียง 1 ปีให้หลัง ก็ยังแสดงให้เห็นถึงการฟื้นตัวของระบบนิเวศสู่สภาพสมดุลขึ้น และสิ่งแวดล้อมดีขึ้น เช่น ปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้น จึงควรส่งเสริมให้มีการปลูกป่าให้มากยิ่งขึ้น

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Project Title The Change of Coastal Resources and Environment After Mangrove Reforestation at Pu Yu District, Amphoe Muang, Satun Province By Remote Sensing

Name of the Investigators Assoc. Prof. Absornsuda Siripong (Principal Investigator)  
Dr. Supichai Tangjaitrong (Project Staff)  
Assist. Prof. Dr. Thaithaworn Lirdwitayaprasit

Year September 2000, Last Correction 6 August 2001

### Abstract

The Landsat-5 TM data of 3 periods, one before reforestation on 11 March 1995, one during reforestation on 19 March 1998 and just one year after reforestation on 18 February 1999, were used to classify into 9 classes of landuses. The objective is to study the change of natural resources and environment after mangrove reforestation at PuYu District, Amphoe Muang, Satun Province, which is situated on the Andaman Seacoast of Southern Thailand. The supplementary data are composed of the parameters on the natural resources and environment in the Satun Province. The results show that the mangrove forest areas were reduced from 10.4 % in 1995 to 3.35 % in 1998 and increased a little bit to 5.08 % in 1999. For reforestation area, it covered 7.05 % before replanting, increased to 13.2 % during replanting and decreased to 9.26 % one year after. The crabs and monkeys are the principal destroyers. The natural mangrove area was 7.49 % before reforestation, decreased to 6.65 % during reforestation year (because some areas were cleared for replant activities) and increased to 16.12 % after one year. The shrimp farm covered 7.09 % in 1995, increased to 8.13 % in 1998 and decreased to 7.15 % in 1999. The hill forests were not changed much because it is the National Forest. The NDVI was blacken after reforestation, which means that the new plants have been growing very well.

In the case of impact of reforestation on coastal processes and morphology, the area of mudflat was increased from 1.044% before reforestation to 10.728% during reforestation year and reduced to 0.614% one year after. However, the open area in the mangrove was reduced from 5.636% to 1.224% and increased to 1.433% respectively.

For supplementary data in environment, the meteorological data were collected in time of study. In 1995, the annual rainfall anomaly and yearly air temperature anomaly were plus (more than normal) and annual river runoff anomaly was minus (less than normal) In 1998, the El Nino year, the annual rainfall anomaly was minus but yearly air temperature anomaly and annual river runoff anomaly were plus. One year after reforestation in 1999, the end of El Nino and the beginning of La Nina year, the annual rainfall anomaly was plus, but yearly air temperature anomaly was minus, the runoff was increased.

For the natural resources, the latest data which we received are in the year of planting. Moreover, these data cover the whole province instead of the study area. The aquacultural yield of the whole province before replanting was 5,966 tons and during planting year, it was 5,858 tons. The data after replanting have not been published yet. However, these data showed that when the mangrove forest area was depleted, the aquacultural yield was also reduced. The aquacultural (shrimp, crab, fish) area was 8,985 Rai before replanting and was 5,276.6 Rai during planting year. For fish farming, the area was increased from 5 Rai before replanting to 23.67 Rai in the year of planting. The total yield during planting year was more than before replanting. The area and yield of bloody cockle farming was increased from the year before replanting to planting year. The change of aquacultural area of the whole province is in consistent with the change of shrimp farm in 3 periods in the study area by the interpretation from satellite data.

This research shows that the reforestation activities even only one year after, affect the recovery of the natural resources and environment approaching to the balance in ecosystem such as the increase of river runoff and productivity. We should therefore promote the reforestation plan in the future.

## สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	i
บทคัดย่อภาษาไทย	ii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	iv
สารบัญ	vi
รายการตารางประกอบ	viii
รายการรูปประกอบ	ix
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 จังหวัดสตูล	1
1.2 ที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย	2
1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	6
1.4 พื้นที่ศึกษา	8
บทที่ 2 การใช้รีโมทเซนซิงศึกษาป่าชายเลน	11
2.1 ป่าชายเลนและรีโมทเซนซิง	11
2.2 ดาวเทียมแลนดแซท	12
2.3 การกระทำกริยาของ EMR กับผิวหน้าโลก	13
2.4 ภาพเชิงตัวเลข (Digital Images)	14
2.5 ข้อจำกัดของรีโมทเซนซิงในการศึกษาฝั่งทะเล	15
2.6 การสำรวจภาคสนาม	15
2.7 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)	16
2.8 การจำแนกประเภท (Classification)	18
2.9 การใช้ ดัชนีพืชพรรณในการศึกษาป่าชายเลนโดยรีโมทเซนซิง	21
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	22
3.1 ข้อมูลดาวเทียม	22
3.2 ข้อมูลพื้นฐานด้านกายภาพ	25
3.3 ป่าไม้ชายเลน	25
3.4 อุดมนิยมวิทยา	25



3.5	น้ำท่า	26
3.6	ด้านประมง	26
3.7	แผนที่ดิน	26
3.8	การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร	26
3.9	แผนที่น้ำใต้ดิน	26
3.10	ประชากร	27
3.11	น้ำขึ้นน้ำลง	27
3.12	Southern Oscillation Index	27
บทที่ 4	ผลการวิจัย	28
4.1	ดาวเทียม	28
4.2	ทรัพยากรธรรมชาติ	40
4.3	สิ่งแวดล้อม	54
บทที่ 5	สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	66
	เอกสารอ้างอิง	70

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## รายการตารางประกอบ

ตาราง 1	Landsat-5 TM & Landsat-7 ETM spectral resolutions	12
ตาราง 2	พื้นที่ Training Area ของพื้นที่ศึกษาใน 3 ช่วงเวลา	36
ตาราง 3	ผลการจำแนกข้อมูล Landsat-5 TM ใน 3 ช่วงเวลา	37
ตาราง 4	การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน 2504-2539	45
ตาราง 5	การใช้ประโยชน์ที่ดินป่าชายเลน จ.สตูล ปี 2536	46
ตาราง 6	พื้นที่และผลผลิตการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ จ. สตูล	47
ตาราง 7	การเลี้ยงปลาที่ จ. สตูล	48
ตาราง 8	พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและป่าเลน(ไร่)ที่ จ. สตูล	49
ตาราง 9	ผลผลิตการเลี้ยงปลา (ตัน) ที่ จ. สตูล	50
ตาราง 10	พื้นที่การเลี้ยงหอยและผลผลิตที่ จ. สตูล	51
ตาราง 11	ประชากรของ จ. สตูล	55
ตาราง 12	ภูมิอากาศของ จ. สตูลเฉลี่ย 1978 – 1994	58
ตาราง 13	อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนที่ จ. สตูล (1981 – 1999)	61
ตาราง 14	ฝนรายเดือนที่ จ. สตูล (1981 – 1999)	62
ตาราง 15	Annual runoff at K.La-ngu, Satun (1984 – 1998)	63

## รายการรูปประกอบ

รูป 1	อาณาเขต จ. สตูล	2
รูป 2	อาณาเขตอำเภอต่างๆของ จ. สตูล	3
รูป 3	แผนที่แสดงทรัพยากรที่สำคัญของ จ. สตูล	4
รูป 4	เส้นทางสู่บริเวณที่ศึกษา	7
รูป 5	แปลงปลูกป่าชายเลนสนับสนุนโดย ปตท.	8
รูป 6	บริเวณที่ศึกษา	9
รูป 6ข	อาณาเขตที่ข้อมูลดาวเทียมครอบคลุม	23
รูป 7	ขยายบริเวณที่ศึกษา	10
รูป 8	ขั้นตอนในการจำแนกประเภท	19
รูป 9	ภาพ False Colour Composite ดาวเทียมแลนดซ์แซทเมื่อ 11 มีนาคม 2538 (1995)	29
รูป 10	ภาพ False Colour Composite ดาวเทียมแลนดซ์แซทเมื่อ 19 มีนาคม 2541 (1998)	29
รูป 11	ภาพ False Colour Composite ดาวเทียมแลนดซ์แซทเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2542 (1999)	29
รูป 12	ผลการจำแนกภาพดาวเทียมแลนดซ์แซทเมื่อ 11 มีนาคม 2538 (1995)	30
รูป 13	ผลการจำแนกภาพดาวเทียมแลนดซ์แซทเมื่อ 19 มีนาคม 2541 (1998)	30
รูป 14	ผลการจำแนกภาพดาวเทียมแลนดซ์แซทเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2542 (1999)	30
รูป 15	NDVI ภาพดาวเทียมแลนดซ์แซทเมื่อ 11 มีนาคม 2538 (1995)	31
รูป 16	NDVI ภาพดาวเทียมแลนดซ์แซทเมื่อ 19 มีนาคม 2541 (1998)	31
รูป 17	NDVI ภาพดาวเทียมแลนดซ์แซทเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2542 (1999)	31
รูป 18	การเปรียบเทียบ Spectral Curve ของ NDVI ในสามช่วงเวลาที่ทำการศึกษา	32
รูป 19ก	แปลงปลูกป่าจากภาคสนาม เมื่อ 22 มิถุนายน 2542 หลังปลูกป่า 1 ปี	33
รูป 19ข	สภาพป่าชายเลนธรรมชาติที่อยู่ตามริมคลองบงูเมื่อ 22 มิถุนายน 2542	33
รูป 20	แปลงปลูกป่าเมื่อ 22 มิถุนายน 2542 หลังปลูกป่า 1 ปี	34
รูป 21	แปลงปลูกป่าเมื่อ 12 มีนาคม 2543 หลังปลูกป่า 2 ปี	34
รูป 22	หาดเลนตรงปากคลองบงู เมื่อ 12 มีนาคม 2543	35
รูป 23	ริมคลองบงูเมื่อตอนน้ำลง เมื่อ 12 มีนาคม 2543	35
รูป 24	บริเวณนาุ้ง	38
รูป 25	บริเวณนาุ้งเมื่อน้ำน้อย เมื่อ 22 กันยายน 2541	38
รูป 26	ขอบนาุ้ง	39
รูป 27	คันนาุ้ง	39
รูป 28	สภาพการใช้ที่ดินด้านการเกษตร ปี 2531 – 2534	40

รูป 29	สภาพการใช้ที่ดินใน จ. สตูล ปี 2537	41
รูป 30	แผนที่แสดงบริเวณที่มีปัญหาการใช้ทรัพยากรของ จ. สตูล	42
รูป 31	แผนที่ป่าชายเลนของ อ.เมือง จ. สตูล (2531)	44
รูป 32	พื้นที่ป่าชายเลน จ. สตูล (1961 – 1996)	45
รูป 33	% พื้นที่ป่าชายเลน จ. สตูลต่อพื้นที่ป่าชายเลนทั้งประเทศ	45
รูป 34	จำนวน (ราย)ของการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ จ. สตูล	47
รูป 35	พื้นที่ (ไร่)ของการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ จ. สตูล	47
รูป 36	รวมผลผลิตสัตว์น้ำ (ตัน) ที่ จ. สตูล	47
รูป 37	ผลผลิตกุ้ง (ตัน) ที่ จ. สตูล	47
รูป 38	จำนวน (ราย) ของการเลี้ยงปลาที่ จ. สตูล	48
รูป 39	พื้นที่เลี้ยงปลา (ไร่) ที่ จ. สตูล	48
รูป 40	พื้นที่ป่าเลนและเพาะเลี้ยงที่ จ. สตูล	49
รูป 41	ผลผลิตการเลี้ยงปลา (ตัน) ที่ จ. สตูล	50
รูป 42	จำนวน (ราย) ที่เลี้ยงหอยแครงที่ จ. สตูล	51
รูป 43	พื้นที่ (ไร่)ของการเลี้ยงหอยแครงที่ จ. สตูล	51
รูป 44	ลักษณะดินของ อ. เมืองสตูล	52
รูป 45	แผนที่ดินของบริเวณที่ศึกษา	53
รูป 46	แผนที่น้ำใต้ดินของ จ. สตูล	54
รูป 47	ประชากรของ จ. สตูล และอ.เมืองสตูล	55
รูป 48	ฝนตกรวมต่อปีที่ จ. สตูล (1978 – 1999)	59
รูป 49	ฝนรวมรายปีและ 3 ปีเฉลี่ยค่าปานกลางวังที่ จ. สตูล (1978 – 1999)	59
รูป 50	ความผิดปกติของฝนรวมรายปีที่ จ. สตูล (1978 – 1999)	59
รูป 51	อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่อปีที่ จ. สตูล (1981 – 1999)	60
รูป 52	อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่อปีและ 3 ปีเฉลี่ยค่าปานกลางวังที่ จ. สตูล (1981 – 1999)	60
รูป 53	ความผิดปกติของอุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่อปีที่ จ. สตูล (1981 – 1999)	60
รูป 54	น้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่คลองละงู (1984 - 1998)	64
รูป 55	น้ำท่ารวมรายปี และ 3 ปีเฉลี่ยค่าปานกลางวังที่คลองละงู (1984 - 1998)	64
รูป 56	ความผิดปกติรายปีของน้ำท่าที่คลองละงู (1984 - 1998)	64
รูป 57	ค่าความสูงของระดับน้ำทะเลรายชั่วโมงเมื่อ 11 มีนาคม 1995	65
รูป 58	ค่าความสูงของระดับน้ำทะเลรายชั่วโมงเมื่อ 19 มีนาคม 1998	65
รูป 59	ค่าความสูงของระดับน้ำทะเลรายชั่วโมงเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 1999	65

บทที่ 1  
บทนำ



1.1 จังหวัดสตูล จังหวัดสตูลตั้งอยู่ในพื้นที่สุดเขตแดนตอนใต้ของประเทศ ติดกับชายฝั่งทะเลอันดามันบริเวณ

ละติจูดที่  $6^{\circ} 15'$  เหนือ ถึงละติจูดที่  $17^{\circ} 15'$  เหนือ และ

ลองจิจูดที่  $99^{\circ}$  ตะวันออก ถึงลองจิจูดที่  $100^{\circ} 15'$  ตะวันออก

มีอาณาเขตดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ อ.รัตภูมิ จ.สงขลา, อ.ปะเหลียน จ. ตรัง และ อ. ป่าบอน จ.พัทลุง

ทิศใต้ ติดต่อกับ รัฐเปอรลิส ประเทศสหพันธรัฐมาเลเซีย

ทิศตะวันออก ติดต่อกับ อ.สะเดา จ. สงขลา และรัฐเปอรลิส ประเทศสหพันธรัฐมาเลเซีย

ทิศตะวันตก ติดต่อกับทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย โดยมีเทือกเขาบรรทัดและสันเขากาลาตีร์ เป็นเส้นกั้นอาณาเขตระหว่างสตูลกับจังหวัดอื่นๆของประเทศสหพันธรัฐมาเลเซีย

ระยะทางห่างจากกรุงเทพฯโดยเส้นทางหลวงประมาณ 973 กิโลเมตร โดยมีพื้นที่จังหวัด 2,518.8 กม<sup>2</sup> หรือ 1,549,361 ไร่ ประกอบด้วยเกาะใหญ่น้อยประมาณ 83 เกาะ มีความยาวชายฝั่งทะเล 144.8 กม. (รูป 1) จังหวัดสตูลประกอบด้วย 6 อำเภอ (รูป 2)

ลักษณะภูมิประเทศ พื้นที่ทางทิศเหนือและทิศตะวันออกของจังหวัดเป็นเนินเขาและภูเขา สลับซับซ้อนมากมายที่ภูเขาที่แบ่งเขตจ.สตูลกับจ.สงขลาคือทิวเขานครศรีธรรมราช เป็นทิวเขาที่พุ่งลงใต้ไปติดต่อกับภูเขาสันกาลาตีร์ ซึ่งแบ่งเขตประเทศไทยกับประเทศสหพันธรัฐมาเลเซีย นอกจากนั้นมีภูเขาใหญ่น้อยอยู่กระจัดกระจายในตอนล่างและชายฝั่งตะวันตก ภูเขาที่สำคัญมี เขาจัน เขาขารัง เขากาหมิง เขาใหญ่ เขาทะน่าน เขาควนกาหลง เขาพญาวัง เป็นต้น โดยพื้นที่จะค่อยๆลาดเอียงลงสู่ทะเลทางทิศตะวันตกและทิศใต้ และมีที่ราบแคบๆขนานกันไป ตามชายฝั่งทะเล ถัดจากที่ราบลงไปเป็นป่าชายเลนน้ำเค็มขึ้นถึง ซึ่งเป็นป่าโกงกางอยู่เป็น จำนวนมาก

แหล่งน้ำตามธรรมชาติของ จ.สตูลเป็นลำน้ำสายสั้นๆ เช่น คลองละงู คลองบาราเกด และคลองท่าจีน มีต้นกำเนิดมาจากภูเขา ซึ่งอยู่โดยรอบ

ภูมิอากาศของ จ.สตูลเป็นแบบร้อนชื้น มีเพียง 2 ฤดู คือ ฤดูร้อน และฤดูฝน ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม ช่วงที่มีฝนตกมากที่สุด คือเดือนสิงหาคม มีปริมาณฝนเฉลี่ยต่อปีระหว่าง 1978 ถึง 1994 ประมาณ 2226.0 มม (Siripong, 1997) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิอยู่ระหว่าง  $27.5^{\circ}\text{C}$  (Siripong, 1997)



และสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้กลายมาเป็นบทเรียนที่กระตุ้นให้คนไทยหันมาใส่ใจกับปัญหา และหาหนทางแก้ไขวิกฤตการณ์ของการทำลายป่าไม้ให้มากขึ้นและอย่างจริงจัง



รูป 2 อาณาเขตอำเภอต่างๆของ จ. สตูล





ที่ยั่งยืนโดยชุมชนที่อยู่รอบพื้นที่ปลูกป่าควบคู่ไปด้วย เพราะที่สุดแล้วผู้ที่ดูแลรักษาป่าที่ปลูกและฟื้นฟูป่าให้อยู่รอดเป็นป่าที่ยั่งยืนถาวร ก็คือชุมชนที่อยู่บริเวณพื้นที่ป่านั้นนั่นเอง

สำหรับป่าสงวนแห่งชาติในเขต อ.เมือง จ.สตูล มีทั้งหมด 6 แห่ง รวมพื้นที่ 320,549.25 ไร่ ทั้งนี้เป็นป่าชายเลนที่สำคัญถึง 3 แห่ง ที่ ต.ปุย อย่างไรก็ตามเนื่องจากประชากรเพิ่มขึ้น จึงทำให้มีการตัดไม้ทำลายป่าโดยเฉพาะป่าชายเลนไปทำเป็นนาุ้ง

ปตท. จึงได้สนับสนุนกรมป่าไม้ให้ดำเนินการปลูกป่าถาวรเฉลิมพระเกียรติฯ แปลง FTP 9 จ.สตูล จำนวน 2 แปลง พื้นที่ 1,821 ไร่ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของป่าสงวนแห่งชาติ ตอนที่ 5 ต.ปุย อ.เมือง จ.สตูล โดยเริ่มการสำรวจจริงวัดพื้นที่ และทำเครื่องหมายแสดงแนวเขตแปลงปลูกป่า ตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเมษายน 2541 (1998) แล้วเตรียมพื้นที่ปลูกป่าระหว่างเดือนมิถุนายนถึงสิงหาคม 2541 โดยทำการแผ้วถางวัชพืช รีดกิ่ง เก็บริบ รวบรวม เพื่อเปิดแสงให้ต้นไม้ที่ปลูกได้รับแสง ไม้เดิมเป็นพีเลียงของต้นไม้ที่ปลูกใหม่ และยังช่วยรักษาความชุ่มชื้นของดิน ต่อจากนั้นจึงปักหลักหมายแนวปลูกระหว่างเดือนกรกฎาคมถึงพฤศจิกายน 2541 โดยมีระยะปลูก 1.5 x 1.5 เมตร หรือ 711 ต้นต่อไร่ พันธุ์ไม้ที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่ปลูกคือ

โกกทางใบใหญ่ (*Rhizophora mueronata*)

โกกทางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*)

โปรงแดง (*Cenops tagal*)

ถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica*) เป็นต้น

จากศูนย์ผลิตพันธุ์ไม้ป่าชายเลน ที่ สต 4 สังกัดกรมป่าไม้ ต.ตำมะลัง อ.เมือง จ.สตูล เจ้าหน้าที่จากกรมป่าไม้โดยคุณเรวัตร์ จันทนะ ฝ่ายป้องกันรักษาป่า สำนักงานป่าไม้จังหวัดสตูล อ.เมือง จ.สตูล 91000 เป็นผู้รับผิดชอบ มีการขนกล้าไม้จากศูนย์ที่กล่าวมาปลูก จำนวน 1,294,731 ต้นในพื้นที่ 1,821 ไร่ รวมทั้งการกำจัดวัชพืชและปลูกซ่อม ตั้งแต่ เดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน 2541 แล้วนับอัตราการรอดตายในอัตรา 85 % เมื่อเดือนธันวาคม 2541 ปัญหาและอุปสรรคคือ พื้นที่บางแห่งมีปุ๋ยผสมชุกชุมมากและดินแฉะที่คอยทำลายต้นกล้าที่ปลูก จึงต้องมีการปลูกซ่อมแซม การแก้ปัญหาเรื่องนี้เจ้าหน้าที่ป่าไม้ได้ชักชวนชาวบ้านให้จับปุ๋ยผสมไปบริโภคและขาย เพื่อสร้างรายได้แก่ครอบครัว และเปลี่ยนพันธุ์ไม้ที่ปุ๋ยผสมทำลายน้อยลงปลูกแทน สิ่งที่จะเกิดขึ้นภายหลังที่ได้รับการฟื้นฟูสภาพป่า ไม่ใช่แค่เพียงปริมาณของต้นไม้และพื้นที่ป่าเพิ่มขึ้นเท่านั้น แต่สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรอื่น ๆ ก็เริ่มปรากฏความเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้น สัตว์ป่าที่เคยอพยพย้ายถิ่นไป ก็เริ่มกลับมาหากินในพื้นที่ปลูกป่า แหล่งน้ำซับและปริมาณน้ำ ในลำห้วยที่เพิ่มขึ้น จนในหลายพื้นที่สามารถทำปะปาลูกเขา นำน้ำจากลำห้วยมาใช้อุปโภค บริโภคใน

หมู่บ้านที่อยู่รอบพื้นที่ป่าได้ตลอดทั้งปี เพราะความชุ่มชื้นได้กลับคืนมา ทำให้เกิดสภาพสมดุลทางนิเวศเกิดขึ้น นอกจากนี้ ก็ยังมีสมุนไพรและพืชผัก เช่น หน่อไม้ เห็ด แหล่งอาหารจากธรรมชาติที่กลับมาอุดมสมบูรณ์ขึ้น เมื่อป่าฟื้นตัวและไม่ถูกไฟป่ารุกราน และชาวบ้านก็ได้อาศัยเก็บกินผลผลิตจากป่าที่ฟื้นตัวนี้

การที่ผู้วิจัยได้เลือกสถานที่ที่ ต.ปยู จ.สตูลเป็นพื้นที่ศึกษา ก็เพราะบริเวณนี้เป็นป่าชายเลนแห่งแรกที่ปิดท.ให้การสนับสนุน เนื่องจากยังไม่มีใครศึกษาผลกระทบจากการตัดไม้ทำลายป่า และการปลูกป่าชายเลนว่ามีต่อสิ่งแวดล้อมด้านกายภาพและทรัพยากรของฝั่งทะเลมาก่อนอย่างมีระบบ ผู้วิจัยมีความหวังว่า งานวิจัยเรื่องนี้จะทำให้คนตระหนักถึงความสำคัญของการสงวนรักษาและใช้ประโยชน์ รวมทั้งการจัดการทรัพยากรของฝั่งทะเลอย่างยั่งยืน

### 1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา การวิจัยเรื่องนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษา

- 1) การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินก่อนและหลังการปลูกป่าชายเลน ที่ ต.ปยู อ.เมือง จ.สตูล โดยข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซท
- 2) ผลกระทบของการปลูกป่าชายเลนที่ ต.ปยู อ.เมือง จ.สตูล ต่อผลผลิตของทรัพยากรฝั่งทะเลด้านชีวภาพและรายได้จากการประมงจากข้อมูลภาคสนาม
- 3) ผลกระทบของการปลูกป่าชายเลนแห่งนี้ต่อกระบวนการและสัณฐานของฝั่งทะเลด้านกายภาพ จากข้อมูลภาคสนาม
- 4) ผลกระทบของการปลูกป่าชายเลนแห่งนี้ต่อสภาพลมฟ้าอากาศและอุทกวิทยาจากข้อมูลภาคสนาม



1.4 พื้นที่ศึกษา รหัสแปลง FPT 9 ระวางแผนที่ 5021 IV ชื่อป่า ป่าสงวนแห่งชาติป่าเลน ตอนที่ 5 ต.ปยู อ.เมือง จ. สตูล เนื้อที่ปลูกป่า 1,821 ไร่ อาณาเขตพื้นที่เป้าหมาย

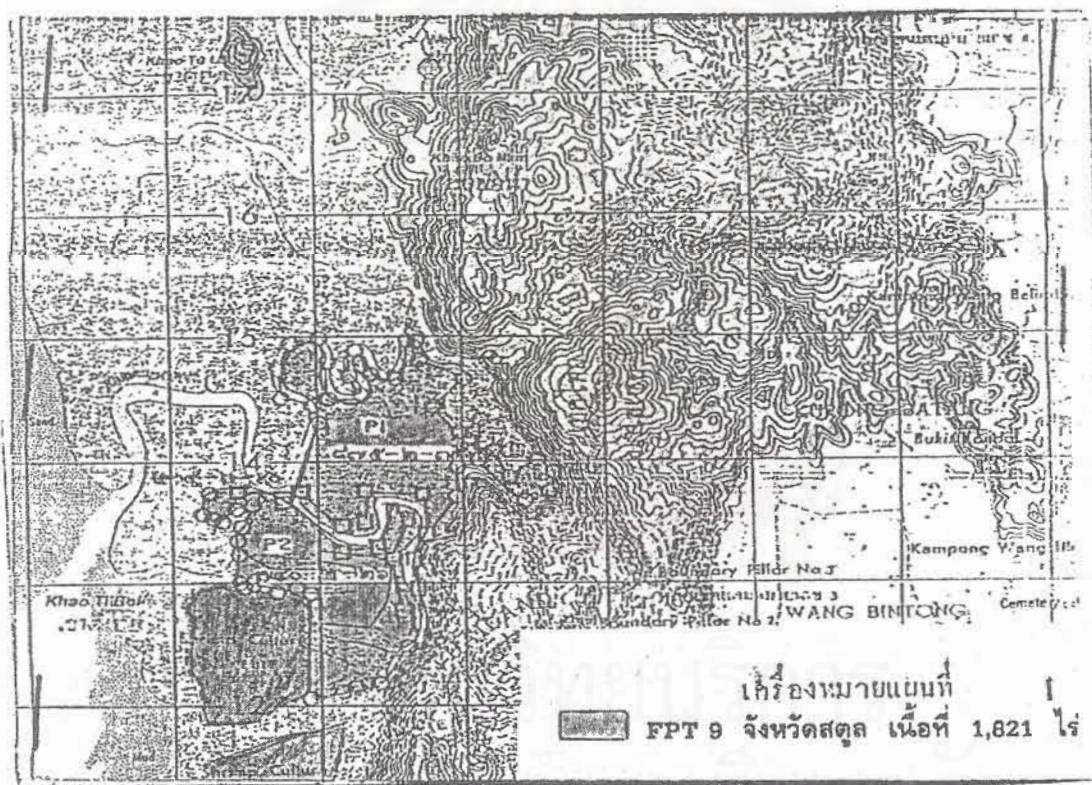
ทิศเหนือ ติดต่อกับ คลองกำและคลองบ่อน้ำ

ทิศตะวันออก ติดต่อกับ ป่าควน ควนบ่อน้ำ

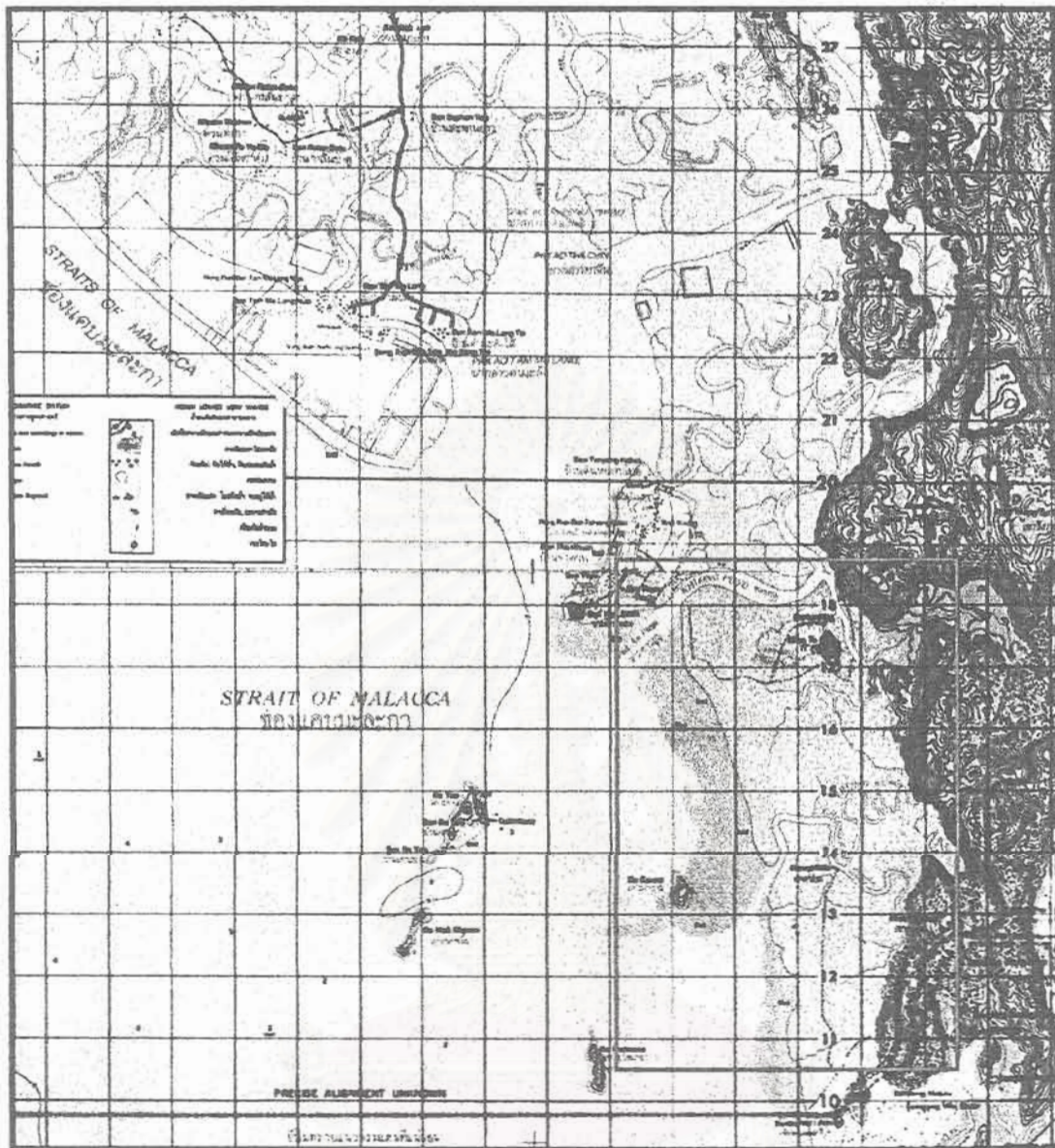
ทิศใต้ ติดต่อกับ คลองกำ

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ นาทุ่ง

(ดูรูป 5-7)

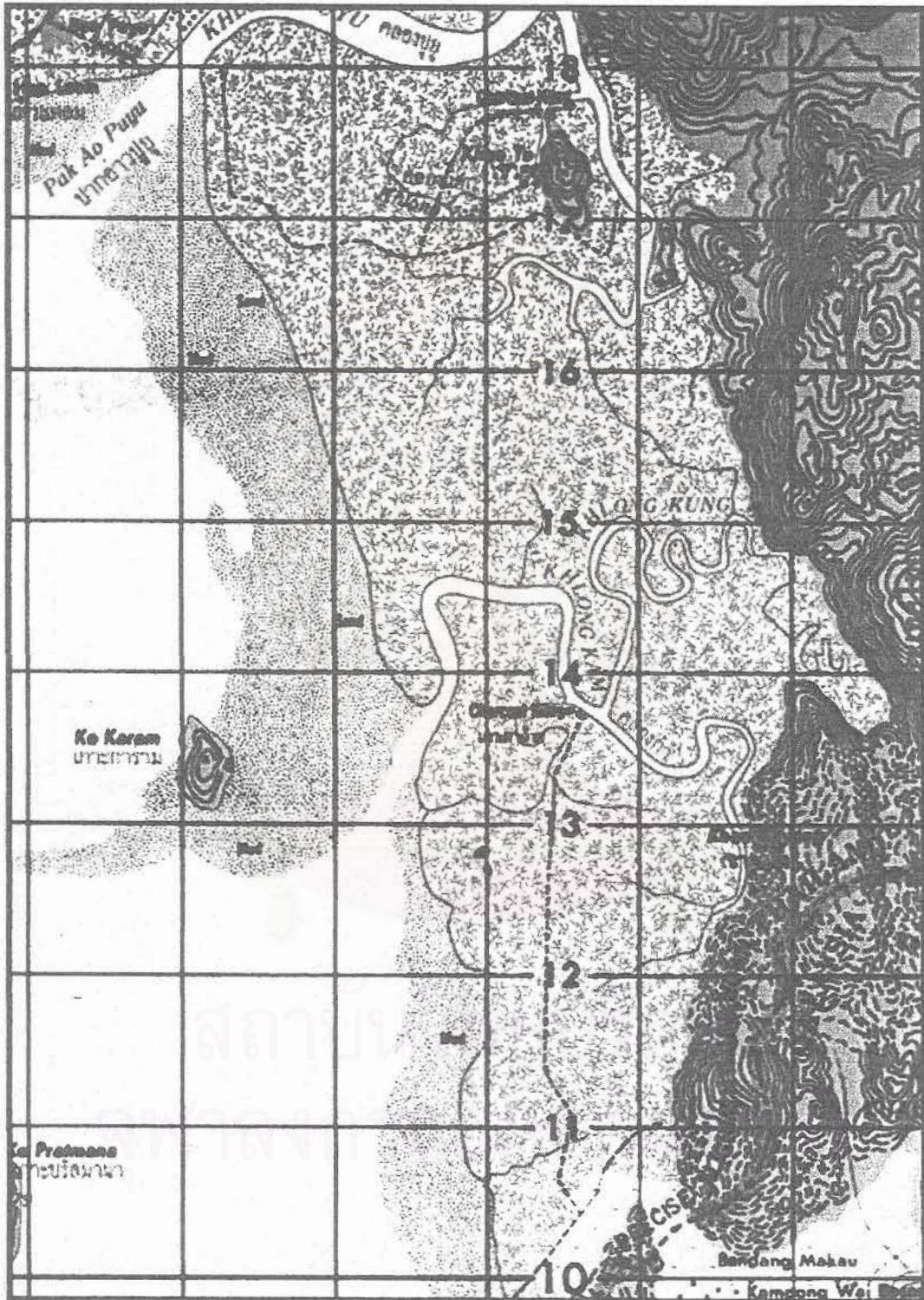


รูป 5 แปลงปลูกป่าชายเลนสนับสนุนโดย ปตท



รูป 6 ก บริเวณที่ศึกษา





รูป 7 ขยายบริเวณที่ศึกษา

## บทที่ 2

### การใช้รีโมทเซนซิงศึกษาป่าชายเลน

2.1 **ป่าชายเลนและรีโมทเซนซิง** หากท่านได้เคยเดินทางไปป่าชายเลนจะพบว่า การเดินเข้าไปในป่าชายเลนมีความยากลำบากมาก เนื่องจากพื้นดินเป็นโคลนเลนและดินเหนียว บางแห่งอาจมีทรายปนอยู่บ้าง ตอนน้ำขึ้นสูงมองไม่เห็นพื้นดิน ก็ยิ่งเดายากกว่าพื้นดินข้างล่างจะมีลักษณะอย่างไร มีความสูงต่ำขนาดไหน นอกจากนี้สภาพป่าชายเลนที่มีรากต้นไม้รุงรังก็ยากแก่ การที่จะเดินผ่าน ดังนั้นยิ่งพื้นที่ศึกษากว้างใหญ่ การสำรวจภาคสนามของป่าชายเลนก็ยิ่งมีความ ยากลำบากและสิ้นเปลืองเวลาและงบประมาณมาก การใช้ข้อมูลดาวเทียมในการจัดการป่าชาย เลนจึงนับเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็วและประหยัดวิธีหนึ่ง ตามปกติแล้วในการใช้แผนที่ป่าชายเลนมา ประยุกต์เบื้องต้นในการจัดการป่าชายเลนได้ 3 อย่างด้วยกันคือ

- ก) การจัดทำบัญชีรายการของทรัพยากร (resource inventory)
- ข) การตรวจวัดความเปลี่ยนแปลง (change detection)
- ค) การคัดเลือกและการจัดทำบัญชีรายการที่ตั้งของการเพาะเลี้ยง (selection and inventory of aquaculture sites) (Edwards, 2000)

เราอาจแบ่งเทคนิคการประมวลผลภาพ (Image processing techniques ) ที่เหมาะสมสำหรับการทำแผนที่ป่าชายเลน ออกเป็น 5 ชนิดใหญ่ๆ ดังนี้

- 1) การแปลภาพด้วยสายตา (Visual interpretation)
- 2) ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation indices)
- 3) การจำแนกประเภทแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised classification)
- 4) การจำแนกประเภทแบบกำกับดูแล (Supervised classification)
- 5) การวิเคราะห์อัตราส่วนของแถบแบบองค์ประกอบหลัก (Principal component analysis (PCA) of band ratios).

สำหรับบริเวณที่ป่าชายเลนงอกงามสมบูรณ์ตามธรรมชาติ และปกคลุมพื้นที่อย่างกว้างขวางต่อเนื่องกัน เราพบว่า การใช้ข้อมูลดาวเทียมในการทำแผนที่ป่าชายเลนของโซนหลัก (major zonation) ได้อย่างมีประสิทธิภาพดีมาก ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation indices) หลายตัวที่เราได้มาจากข้อมูลดาวเทียมแสดงให้เห็นถึง การมีผลสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับดัชนีพื้นที่ใบ (leaf area index (LAI)) และเปอร์เซ็นต์ความแน่นที่ใบของเรือนยอด (canopy closure) ของป่าชายเลน เราสามารถใช้ LAI พยากรณ์การเจริญเติบโตและผลผลิต และใช้ติดตาม

ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างของเรือนยอด อันเนื่องมาจากมลพิษและการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศได้ ดังนั้น มันจึงเป็นการวัดที่ดีของสถานภาพและความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศของป่าชายเลน ในทำนองเดียวกัน เราอาจใช้ความแน่นทึบของเรือนยอดเป็นการวัดความหนาแน่นของต้นไม้ได้ นอกจากนี้ ดัชนีอื่นๆที่ได้จากข้อมูลดาวเทียมก็มี ดัชนีการเฝ้าตรวจสิ่งแวดล้อมของโลก (Global Environment Monitoring Index (GEMI)) และ ดัชนีพืชพรรณเชิงมุม (Angular Vegetation Index (AVI)) เป็นที่น่าเสียดายว่าเราไม่มีเครื่องมือภาคสนาม ในการตรวจสอบดัชนีเหล่านี้ให้เป็นไปตามมาตรฐาน(validate)กับข้อมูลดาวเทียม เราจึงไม่สามารถทำการศึกษาดัชนีเหล่านี้ได้ จึงได้แต่เสนอแนะว่าควรจะทำในอนาคต เมื่อมีงบประมาณซื้อเครื่องมือ เพราะความละเอียดถูกต้องของการทำแผนที่ป่าชายเลนขึ้นกับการเก็บข้อมูลในภาคสนามอย่างเพียงพอและเป็นระบบ สำหรับงานที่ศึกษาได้ใช้ดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ (Normalised Difference Vegetation Index (NDVI))

2.2 ดาวเทียมแลนดแซท ริโมทเซนซิงคือการวัดการแผ่รังสีของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (EMR) ที่สะท้อนจากหรือเปล่งออกมาจากผิวหน้าโลก ช่วงคลื่นที่เราใช้ศึกษาเป็นช่วงคลื่นแสงสว่างที่ตามองเห็น เครื่องสัมผัสที่ใช้คือ TM จากดาวเทียม Landsat-5 และ Enhanced Thematic Mapper (ETM) บนดาวเทียม Landsat-7 (รายละเอียดดูที่ <http://landsat.gsfc.nasa.gov/>) ซึ่งถูกส่งขึ้นไปเมื่อ 15 เมษายน 1999 สูง 705 กม จากผิวโลก โคจรซ้ำที่เดิม (Temporal resolution) ทุก 16 วัน การแยกแยะเชิงรังสี (Radiometric resolution) 8 บิต (bit) ความกว้างของแนวถ่ายภาพ (Swath width) 185 กม สำหรับช่วงคลื่นทั้ง 7 แถบคลื่น (แบนด์) อยู่ใน ตาราง 1

ตาราง 1 Landsat-7 TM & ETM และการแยกแยะเชิงพื้นที่ (spatial resolutions)

(จาก Lillesand & Kiefer, 2000)

TM	ETM (Enhanced Thematic Mapper)	
Band (nm) (nannometer)	Band (µm) (micron)	Spatial Resolution (meter)
Band 1 = 450 – 520 Blue	0.450 – 0.515 (Blue)	30
Band 2 = 520 – 600 Green	0.525 – 0.605	30
Band 3 = 600 – 690 Red	0.630 – 0.690 (Red)	30
Band 4 = 760 – 900 Near IR	0.750 – 0.900	30
Band 5 = 1,550 – 1,750 Mid IR	1.550 – 1.750	30
Band 6 = 10,400 – 12,500 Thermal IR	10.40 – 12.50	60
	2.09 – 2.35 (Thermal IR)	30
Band 7 = 2,080 – 2,350 Mid IR	0.520 – 0.900 (pan)	15



ช่วงคลื่นแสงสว่างและใกล้อินฟราเรดวัดปริมาณของแสงจากดวงอาทิตย์ ที่สะท้อนโดยวัตถุบนผิวหน้าโลก ในขณะที่เครื่องสัมผัสอินฟราเรดความร้อนวัดความร้อนที่เปล่งออกมาจากผิวหน้าโลก เครื่องมือเหล่านี้จัดอยู่ในพวกเครื่องวัดแบบพาสซีฟ (passive sensors) เนื่องจากต้นกำเนิดรังสีคือดวงอาทิตย์และโลก บรรยากาศยอมให้แสงสว่างที่ตามองเห็นผ่านตลอดยกเว้นเมื่อมีเมฆ แต่ไอน้ำ คาร์บอนไดออกไซด์และโมเลกุลโอโซนดูดกลืน EMR โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงอินฟราเรด (ดังนั้น โมเลกุลเหล่านี้จึงเป็น "แก๊สเรือนกระจก" ("greenhouse" gases)) จึงทำให้บรรยากาศที่อบอวลไม่ยอมให้รังสีบางช่วงคลื่นผ่านได้ ด้วยเหตุนี้เครื่องสัมผัสบนดาวเทียมจึงถูกออกแบบให้สัมผัส"หน้าต่าง"ของการส่งผ่าน (trans-mission "windows") ที่ซึ่งบรรยากาศยอมให้รังสีผ่านไปได้ ข้อเสียของดาวเทียมพวกนี้คือ เมื่อมีเมฆปกคลุมมันไม่สามารถมองเห็นทะเลได้ เครื่องสัมผัสคือเครื่องมือซึ่งเก็บรวบรวมพลังงาน EMR แล้วแปลงผันมันออกเป็นสัญญาณ

2.3 การกระทำกิริยา (interactions) ของ EMR กับผิวหน้าโลก เพื่อแสดงให้เห็นว่าภาพเชิงตัวเลข (digital image) เกิดขึ้นอย่างไร สมมติเครื่องสัมผัสที่รู้จักกันดีกำลังเฝ้าสังเกตผิวหน้าโลก ภาพปกคลุมพื้นที่ 800 x 800 เมตร เครื่องสัมผัสในแถบคลื่นที่แตกต่างกัน 3 ชนิด คือ

- สีฟ้า 450 – 480 nm
- สีเขียว 530 – 560 nm และ
- สีแดง 625 – 675 nm

ตาของเรามีเซลล์ประสาทที่ไวต่อแสงสว่าง 3 ชนิด เรียกโคน (cones) ซึ่งมียอดสูงของความไวที่ราว 450 nm, 550 nm และ 610 nm การเร้า (stimulation) สัมพัทธ์ของโคนแต่ละชนิดโดยแสงสะท้อนหรือที่เปล่งออกมา ทำให้เรารู้สึกถึงสีต่างๆของภาพที่มองเห็นรอบๆ ตัวเรา สำหรับข้อมูลจากภาพดาวเทียม เช่น แลนด์แซท เราจะเห็นว่าน้ำทะเลลึกๆปรากฏค่อนข้างสว่างในแบนด์คลื่นสีฟ้า สีมืดกว่าในแบนด์คลื่นสีเขียว และมีมืดมากในแบนด์คลื่นสีแดง ทั้งนี้เป็นเพราะแสงสว่างสีฟ้าสามารถทะลุผ่านน้ำไปได้ดีที่สุด และมีการกระจัดกระจาย (scatter) กลับคืนสู่เครื่องสัมผัส ในขณะที่สีแดงถูกดูดกลืนอย่างรวดเร็วในน้ำส่วนบนสุด 2-3 เมตร ในทางตรงกันข้าม ดึกที่มีหลังคาสีแดงปรากฏให้เห็นสว่างในสีแดง และมีมืดมากในสีทั้งเขียวและฟ้า สีแดงโดยพื้นฐานดูดกลืนสีเขียวและสีฟ้า แต่สะท้อนสีแดงได้อย่างดี หากทราบดีปรากฏสว่างในทั้งสามคลื่นนี้ ใบสีเขียวของต้นไม้ในป่าสะท้อนคลื่นสีเขียวออกไปได้มาก และสะท้อนได้บางส่วนในแสงสีฟ้า แต่เกือบไม่สะท้อนเลยในสีแดง บริเวณน้ำตื้นๆบนพื้นทรายสะท้อนสีฟ้าและเขียวได้ดีทีเดียว แต่บางแห่งอาจลึกมากพอที่สีแดงส่วนมากถูกดูดกลืนในคอลัมน์น้ำ จึงปรากฏเป็นสีเขียวการะเวก (turquoise) ในภาพสีผสม (colour composite image)

2.4 ภาพเชิงตัวเลข (Digital Images) เครื่องสแกนตามแบบฉบับคือ เครื่องกวาดหลายช่วงคลื่น (Multispectral Scanner (MSS)) ที่มีสนามของการมอง (field-of-view, FOV) ซึ่งคือมุมมองในระหว่างการกวาดเดี่ยวๆ 1 ครั้ง) ในแบบที่ว่า ช่วงขณะใดๆ มันมองบนพื้นที่  $2 \times 2$  เมตร<sup>2</sup> บนผิวหน้าโลก และบันทึกว่าสีฟ้า เขียวและแดง กำลังสะท้อนออกมาจากพื้นที่ดังกล่าวเป็นปริมาณเท่าไร พื้นที่สี่เหลี่ยมมีชื่อว่าองค์ประกอบภาพ (picture element) หรือ จุดภาพ(pixel) ส่วนใหญ่ของMSSปัจจุบัน มี(สำหรับแต่ละแถบคลื่น)เส้นของตัวตรวจวัด(detectors)แต่ละตัวมอง 1 พิกเซล (ในกรณีนี้  $2 \times 2$  เมตร<sup>2</sup>) เครื่องสแกนนี้มีการกวาดกว้าง (swath width หรือ ความกว้างที่กวาดโดยเครื่องสแกนเมื่อดาวเทียมโคจรผ่านไปครั้งหนึ่ง) 800 เมตร (400 พิกเซล) ของผิวหน้าโลกในแต่ละช่วงคลื่น 3 แถบคลื่น(band) ดังนั้นจึงต้องการ 3 แถวของ 400 ตัวตรวจวัด(detectors) โดยที่แถวหนึ่งวัดสีฟ้าที่สะท้อนออกมา อีกแถวหนึ่งวัดสีเขียว และอีกแถวหนึ่งวัดสีแดง ขณะที่ดาวเทียมเคลื่อนที่ผ่าน มันก็จะบันทึกปริมาณของแสงสว่างที่สะท้อนโดยเส้นแต่ละเส้นของ  $2 \times 2$  เมตร<sup>2</sup> ซึ่งเมื่อรวมเข้าด้วยกันก็ประกอบขึ้นเป็นภาพ (image หรือ picture) ภาพแต่ละภาพดังกล่าวจึงประกอบขึ้นด้วย  $400 \times 400$  พิกเซล หรือ 160,000 องค์ประกอบภาพ(picture elements)

สำหรับพิกเซลแต่ละพิกเซลนั้น ปริมาณของแสงสว่างที่สะท้อนในแบนด์คลื่นฟ้า เขียวและแดงได้ถูกบันทึกโดยตัวตรวจวัด (detectors) ในแบบจำนวนเชิงตัวเลข (digital number (DN)) ซึ่งสำหรับแลนด์แซทคือตัวเลขระหว่าง 0 ถึง 255 โดยที่ศูนย์(แสดงด้วยสีดำ)แสดงถึงค่าการสะท้อน(reflectance) ที่ตรวจหาได้เป็นศูนย์ และ 255 (แสดงด้วยสีขาว)แสดงถึงค่าการสะท้อน(reflectance)ที่ตรวจหาได้มีระดับมากที่สุด เครื่องสแกนมากมายบนดาวเทียมใช้ระดับความสว่าง (brightness levels หรือ การแยกแยะเชิงรังสี(radiometric resolution)ในแบบนี้ ในกรณีแลนด์แซท TM มันประกอบขึ้นด้วยข้อมูล 8-bit ( $2^8$ ) สำหรับข้อมูล 16-บิต จะแสดงค่าการสะท้อน(reflectance) ในแต่ละแถบบนเลขกลของ 0-65535 ในเทอมของขนาดไฟล์ของคอมพิวเตอร์ ตัวเลข 8-บิตก่อตัวเป็นหน่วยมูลฐาน(basic unit) เรียกไบต์(byte) ดังนั้น ภาพที่ประกอบขึ้นด้วย 320,000 DN ก็จะมีขนาดไฟล์อย่างน้อยที่สุด 320,000 ไบต์ ถ้าหากข้อมูลถูกเก็บรวบรวมด้วยความไวมากกว่า เช่น 16-บิต มันจะต้องการเนื้อที่ 2-ไบต์ เพื่อบันทึกค่าการแผ่รังสี (radiance) ของแต่ละพิกเซล จึงมีขนาดไฟล์เป็นสองเท่า คือ 640,000 ไบต์ ภาพของแลนด์แซท TM มีปริมาตรข้อมูลสูง(ราว 270 ล้านไบต์ หรือ 270 Mb) เนื่องจากมันมีการแยกแยะเชิงพื้นที่ (spatial resolution) (เป็นการวัดพื้นที่บนพื้นดินที่ถูกปกคลุมโดยหน่วยการจัดข้อมูล(sampling unit)แต่ละตัวของเครื่องสแกน มันขึ้นกับความสูงของดาวเทียมเหนือผิวหน้าโลก และการออกแบบเครื่องสแกน)สูง ปกคลุมพื้นที่กว้างใหญ่ และมีแถบคลื่นถึง 7 แถบ

ประโยชน์ของภาพเชิงตัวเลข( digital image) (หรือ ภาพที่ประกอบขึ้นด้วยจากตัวเลขต่างๆ) ก็คือเราสามารถนิยาม(ตามวัตถุประสงค์ของเรา)คุณลักษณะเฉพาะทางสเปกตรัมของแหล่งพำนัก(habitats)ต่างๆ เช่นป่าชายเลน หุ่นนา ฯลฯ และยังสามารถดำเนินกรรมวิธี (process) ภาพโดยอาศัยคอมพิวเตอร์ได้ โดยการหาความสัมพันธ์ของสเปกตราดังกล่าวอย่าง empirically กับแหล่งพำนักที่ตำแหน่งที่ทราบพิกัดจากการสำรวจภาคสนาม เราก็สามารถใช้คอมพิวเตอร์จำแนกพิกเซลทั้งหมดของภาพได้ แล้วสร้างเป็นแผนที่แหล่งพำนัก( habitat map) ในความเป็นจริงแล้วพิกเซลหนึ่งอาจประกอบขึ้นด้วยแหล่งพำนักมากกว่า 1 ชนิดได้ พิกเซลแบบนี้จึงมีชื่อว่า 'mixels'

ในกรณีของป่าชายเลน ชาวสารที่มีประโยชน์มากที่สุดที่จะได้จากข้อมูลดาวเทียมก็คือขอบเขตของป่าชายเลน บริเวณที่มีการตัดไม้ทำลายป่าชายเลน และความหนาแน่นของป่าชายเลน ส่วนเรื่องความสูงของต้นไม้ การปกคลุมเรือนยอดของป่าไม้ Mangrove species composition และมวลชีวภาพของป่าชายเลนเป็นชาวสารที่มีประโยชน์พอสมควร เนื่องจากต้องการเครื่องสัมผัสที่มีรายละเอียดสูงมากๆ โดยเฉพาะมวลชีวภาพยังไม่สามารถทำเป็นแผนที่ได้อย่างสมจริงในปัจจุบัน

## 2.5 ข้อจำกัดของรีโมทเซนซิงในการศึกษาฝั่งทะเล เราอาจแบ่งกว้างๆได้เป็น

- (i) ข้อจำกัดในทางปฏิบัติ ในแง่ที่ว่ามันมีผลกระทบการประยุกต์ของรีโมทเซนซิงมันมาจากความสามารถเฉพาะของเครื่องวัด ( sensor specifications) แต่เมื่อเทคโนโลยีได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้น ข้อจำกัดนี้ก็น้อยลง แต่บางเรื่องก็ยังคงอยู่ เช่น การปกคลุมของเมฆ และ
- (ii) ข้อจำกัดของผู้ใช้ ในแง่ที่ว่าเขาทำการรวมรีโมทเซนซิงให้อยู่ในการวางแผนการจัดการชายฝั่งอย่างยุ่งยากซับซ้อนเอง มันเกิดขึ้นจากความยุ่งยากในการประเมินการแยกแยะของเครื่องวัด(sensor resolution ) หรืออธิบายรายละเอียดของชาวสารที่มีอยู่ในข้อมูลไม่สมบูรณ์

## 2.6 การสำรวจภาคสนาม เป็นสิ่งจำเป็น มีจุดมุ่งหมายดังต่อไปนี้

- ในการบ่งบอกรูปลักษณะ (identify features) ที่สนใจแต่ละอย่าง เช่น ชนิดของถิ่นพำนัก(ตัวอย่าง ป่าชายเลน)ต่างๆที่มีอยู่ในบริเวณที่ศึกษา
- เป็นการบันทึกตำแหน่งที่เป็นตัวแทนของถิ่นพำนัก เพื่อทำให้เกิดสัญญาณเชิงคลื่น (spectral signatures (spectra)) จากภาพ ในการจำแนกภาพหลายช่วงคลื่น (เช่นเพื่อสร้างแผนที่การจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน) ในการนี้ต้องใช้ระบบบอกตำแหน่งบนพื้นโลกโดยใช้ดาวเทียม (Global Positioning System (GPS))

- เพื่อให้ได้ข้อมูลอ้างอิงที่ไม่ขึ้นแก่กัน (independent reference data) เช่น วัดปริมาณความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย เพื่อตรวจสอบความละเอียดถูกต้องของแผนที่ถิ่นพำนักที่ผลิตออกมา หรือเป็นการหาคุณภาพและความถูกต้องของการจำแนก

เราจำเป็นจะต้องวางแผน เพื่อแสดงถึงพิสัยของสิ่งแวดล้อมต่างๆทางกายภาพภายในบริเวณที่ศึกษา ในทางทฤษฎีการขีดตำแหน่งยิ่งมากก็ยิ่งดี แต่จะทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายมาก Edwards (2000) แนะนำให้ทำการบันทึกรายละเอียดถึง 80 ที่สำหรับชนิดของถิ่นพำนักแต่ละชนิด (30 ที่ ในการนำทางเพื่อการจำแนกข้อมูลหลายช่วงคลื่น และอีก 50 ที่ เพื่อการประเมินความละเอียดถูกต้อง) เรื่องนี้เป็นเรื่องที่มีความสำคัญ เพราะการทำแผนที่ที่มีรายละเอียดผิดๆจะเป็นผลให้ผู้ตัดสินใจวางแผนโครงการอย่างไม่ถูกต้องได้

โครงการทำแผนที่ถิ่นพำนักส่วนมากมีจุดมุ่งหมายเพื่อแสดงถึงพิสัยทั้งหมดของถิ่นพำนักที่เกี่ยวข้อง จุดเริ่มต้นที่มีประโยชน์ก็คือ การทำการจำแนกประเภทแบบไม่กำกับดูแล (unsupervised classification) กับภาพก่อนที่จะไปออกภาคสนาม เพื่อให้เป็นแนวทางทัวๆไปในการหาที่ตั้ง ขนาด และความเข้มข้นหรือความหนาแน่นของถิ่นพำนักแต่ละชนิด มีการพิจารณาหลัก 4 ประการเมื่อทำการวางแผนการออกสำรวจภาคสนาม ดังนี้

- 1) แสดงถึงถิ่นพำนักทั้งหมด
- 2) แสดงถึงพิสัยของสภาพสิ่งแวดล้อมของถิ่นพำนักแต่ละชนิด
- 3) เลือกกลวิธีในการเก็บตัวอย่าง
- 4) ประเมินค่าใช้จ่ายในการออกภาคสนาม

**2.7 การปรับแก้เชิงเรขาคณิต (Geometric Correction)** ภาพดาวเทียมตามปกติจะมีการบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิต ซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ในแง่ของระเบียบวิธีในการบันทึกข้อมูล (data recording procedure) และรูปร่างกับการหมุนของโลก ความผิดพลาดทางเรขาคณิตเกิดจาก

- การบิดเบี้ยวจอกว้าง (Panaromic distortion)
- การวางตัว (Orientation)
- การหมุนของโลก (Earth's rotation)
- ความผิดพลาดของเครื่องมือ (Instrument error)
- อเสถียรภาพของยานสำรวจ (Platform instability)

ดังนั้นตามปกติ สถานีรับภาพจะทำการ preprocessing เช่นการแก้ไขความผิดพลาดเชิงรังสี และการบิดเบี้ยวเชิงเรขาคณิต ก่อนจะทำการจำหน่ายแจกข้อมูลแก่ผู้ใช้ การแก้ไขเชิง

เรขาคณิตเป็นกระบวนการของการแก้ไขความบิดเบี้ยวดังกล่าว แล้วกำหนด (assigning) คุณสมบัติ (และค่าในทางปฏิบัติ) ของแผนที่ลงบนภาพดาวเทียม เรขาคณิตของภาพควรถูกแก้ไขให้ถูกต้องเพื่อจะได้สอดคล้องกับเส้นโครงแผนที่ (map projection) ที่ต้องการ นอกจากนี้ควรใส่ระบบโคออดิเนตหรือพิกัดลงบนแผนที่ด้วย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถหาที่ตั้งของลักษณะที่ศึกษาอยู่ได้ เราต้องทำการแก้ไขเชิงเรขาคณิตเมื่อ

- มีการเปรียบเทียบภาพกับข้อมูลภาพสนามหรือแผนที่
- ต้องเปรียบเทียบข้อมูลภาพกับข้อมูลเชิงระยะทาง (spatial data) อื่นๆ (เช่น ใน GIS)
- ต้องการประมาณพื้นที่หรือระยะทางจากข้อมูลภาพ
- ต้องการเปรียบเทียบพิกเซลต่อพิกเซลของภาพสองภาพในวันที่ต่างกัน (เช่น ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง)

วิธีการทำการแก้ไขเชิงเรขาคณิต มีดังนี้

- รวบรวมชุดของจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Points (GCPs)) ยิ่งมากก็ยิ่งดี
- ใช้ GPSs เพื่อแก้สมการ Polynomial (คำนวณหาสัมประสิทธิ์)
- ใช้สมการนี้เพื่อแปลง (transform) เรขาคณิตของข้อมูลภาพ จากไฟล์ดั้งเดิมสู่เส้นโครงแผนที่ (map projection) ที่เลือกเอาไว้แล้ว กระบวนการนี้แก้ความบิดเบี้ยวในภาพที่ใส่เข้ามา และเรียกว่า 'rectification'
- ประเมินความผิดพลาดที่ยังคงมีอยู่ในภาพ
- กำหนดค่าข้อมูล (DN) สู่พิกเซลบนกริดใหม่ของภาพที่ถูกแปลง (transformed) ไปแล้ว โดยการ extrapolation จากไฟล์ดั้งเดิม กระบวนการนี้มีชื่อว่า 'การจัดข้อมูลใหม่' ('resampling')

ผลลัพธ์สุดท้ายคือไฟล์เรียกภาพ 'ขาออก' ('output') หรือ 'อ้างอิง' ('reference') ที่

- (i) ประกอบขึ้นด้วยพิกเซล ซึ่งตำแหน่งภายในภาพสามารถถูกแสดงในเทอมของแถวหรือคอลัมน์ หรือในหน่วยของเส้นโครงแผนที่ (map projection) ที่คัดเลือกไว้แล้ว เช่น ละติจูด ลองจิจูด และ
- (ii) ซึ่งยังคงมีความบิดเบี้ยวอยู่ในภาพที่ใส่เข้ามา แต่ได้แก้ไขให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้

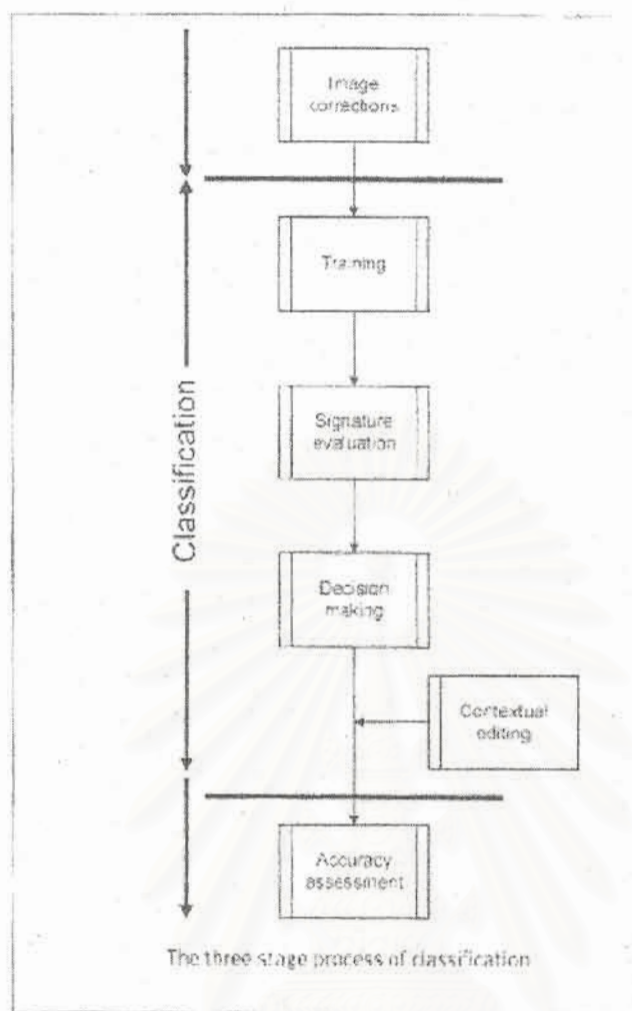
จุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCPs) เป็นตำแหน่งจำเพาะ ซึ่งประกอบขึ้นด้วยโคออดิเนต (ที่ทราบค่า) 2 คู่ ได้แก่ โคออดิเนต "อ้างอิง" ("reference") และ "แหล่งกำเนิด" ("source"). สำหรับโคออดิเนตอ้างอิง (Reference coordinates) ของ GCP (x & y) อาจเป็นระบบ UTM (Universal Transverse Mercator) เช่น Eastings & Northings ส่วนโคออดิเนตแหล่งกำเนิด

(Source coordinates) ของจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCP) คือไฟล์ข้อมูลในภาพที่ถูก rectified หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งก็คือตัวเลขคอดัมน์และแถว (c & r) ธรรมชาติของการบิดเบี้ยวที่มีอยู่ภายในภาพถูกคำนวณแล้วได้รับการแก้ไข โดยเปรียบเทียบผลต่างระหว่างโคออดิเนตอ้างอิง และแหล่งกำเนิด (reference & source coordinates) ของจุดควบคุมภาคพื้นดิน (GCPs)

2.8 **การจำแนกประเภท (Classification)** หรือการจำแนกเป็นกระบวนการของการบ่งบอก (identify) พิกเซลในภาพที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน จัดมันให้เป็นกลุ่ม แล้วกำหนดป้ายบอก (assigning labels) (เช่นชื่อของถิ่นพำนัก ตัวอย่าง ป่าชายเลน นาทุ่ง ฯลฯ) ให้กับกลุ่มเหล่านั้น ผลผลิตสุดท้ายจะเป็นแผนที่ของถิ่นพำนัก หรือลักษณะอย่างอื่นที่สนใจ จุดมุ่งหมายของการทำก็เพื่อแปลงผันข้อมูลภาพให้เป็นแผนที่ถิ่นพำนัก (habitat maps)

กรรมวิธีในการจำแนกประเภท มีดังนี้

- 1) **การแปลภาพด้วยสายตา** เป็นวิธีที่ง่าย แต่เหมาะสำหรับผู้ชำนาญและมีประสบการณ์เท่านั้น คือการดูภาพแล้วบ่งบอก (identify) ถิ่นพำนักด้วยสายตา
- 2) **การจำแนกข้อมูลภาพหลายช่วงคลื่น** มีกระบวนการ 3 ขั้นตอนดังนี้ (รูป 8) ซึ่งเป็นการบ่งบอกการรวมกลุ่มทางสถิติ (identify statistically-based clusters) ลงในกลุ่มพิกเซลเข้าด้วยกันออกเป็นชั้นต่างๆกัน
  - **การเทรนนิ่ง(Training):** เป็นกระบวนการนิยามวงล้อมเชิงรังสี (spectral envelope) ของชั้นแต่ละชั้น เช่น ชั้นป่าชายเลน อาจถูกนิยามโดยค่าพิกเซลต่ำสุดและสูงสุดในแถบคลื่น 3 แถบ ดังนั้น จึงนิยามวงล้อมเชิงรังสี (spectral envelope) ออกเป็น 3-มิติ นั่นคือมีรูปร่างเป็นลูกบาศก์ (cubic) การพรรณนาเชิงสถิติอย่างง่าย ๆ ของวงล้อมเชิงรังสี ถูกเรียกว่า "signature" หรือสัญญาณ
  - **การประเมินสัญญาณ (Signature evaluation):** ทำการตรวจสอบสัญญาณที่ได้มาจากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เพื่อให้เป็นตัวแทนของถิ่นพำนัก พยายามที่จะพรรณนาและ รับประกันการซ้อนทับให้น้อยที่สุดของเสปกตรัมระหว่างสัญญาณของถิ่นพำนักต่างๆ เราอาจทำการลบ รวมหรือจัดการสัญญาณดังกล่าว เพื่อให้ให้เห็นการแบ่งแยกของชั้นต่างๆได้ชัดเจนขึ้น
  - **การตัดสินใจ(Decision making):** กระบวนการของการคัดเลือกพิกเซลภาพที่แท้จริง ออกเป็นชั้นต่างๆ (ซึ่งนิยามโดยสัญญาณ)โดยใช้ algorithmsทางคณิตศาสตร์เรียกว่า "กฎการตัดสินใจ" ("decision rules") บางครั้งขั้นตอนนี้ถูกเรียกว่าการจำแนกประเภท



รูป 8 ขั้นตอนในการจำแนกประเภท (จาก Edwards, 2000).

(classification) แม้ว่าในทางปฏิบัติ การเทรนนิ่ง (training) และการประเมินสัญญาณ (signal evaluation) เป็นส่วนรวมของกระบวนการทั้งหมดก็ตาม โดยทั่วไป หลังจากการจำแนกประเภทแล้ว เราต้องมีการประเมินความละเอียดถูกต้อง (accuracy) ของการจำแนกประเภทด้วย

การเทรนนิ่ง (Training) มี 2 วิธีด้วยกัน

- i) การเทรนนิ่งแบบไม่กำกับดูแล (Unsupervised Training) ใช้เทคนิคการรวมกลุ่ม (clustering) ทางสถิติ ที่หาการรวมกลุ่มเชิงรังสีเด่น (dominant spectral clusters) ภายในภาพ วิธีนี้ทำให้รายละเอียดขาเข้า (input) เข้าไปน้อย จึงมีชื่อแบบไม่กำกับดูแล (unsupervised) เราหวังว่า คลัสเตอร์หรือกลุ่มเหล่านี้ ซึ่งนิยามโดยวงล้อมเชิงรังสี (spectral envelopes) (หรือสัญญาณ) สอดคล้องกับชนิดของดินพำนักหลักที่อยู่ในความสนใจ

- ii) การเทรนนิ่งแบบกำกับดูแล (Supervised Training) มันเป็นวิธี"นำโดยผู้วิเคราะห์" ("analyst-led") ในแง่ที่ว่าผู้วิเคราะห์ควบคุมกระบวนการอย่างใกล้ชิดโดยการคัดเลือก พิกเซลที่เป็นตัวแทนของถิ่นพำนักที่รู้จักดี คือใช้ความรู้ของผู้ทำเพื่อบอกและนำทาง ไปสู่การนิยามของวงล้อมเชิงรังสี (spectral envelopes) วิธีนี้ผู้ทำวงรอบพื้นที่ที่ทราบ ว่าเป็นถิ่นพำนักเฉพาะอย่าง ซึ่งคอมพิวเตอร์จะคำนวณคุณสมบัติทางรังสีว่าเป็นตัว แทนทางสถิติของถิ่นพำนักนั้น

การประเมินสัญญาณ (Signature Evaluation) จากการเทรนนิ่ง(training) ทำให้เรา ได้ชุดของตัวอย่างของการเทรนนิ่ง (training samples) ซึ่งเราต้องประเมินคุณค่าก่อนจะทำการตัดสินใจ ลองคิดดูว่าหลังการเทรนนิ่งแล้ว เราได้ตัวอย่างของการเทรนนิ่ง 10 ตัวอย่าง สำหรับแต่ละชั้นของ 3 ชั้นด้วยกัน ที่แท้จริงเราต้องการเพียง 3 สัญญาณสำหรับ 3 ชั้น คือสัญญาณเดี่ยวๆในแต่ละชั้นเท่านั้น ซึ่งเป็น

- i) ตัวแทนที่แท้จริงของถิ่นพำนักนั้นๆ
  - ii) ความแตกต่างจากถิ่นพำนักอื่นๆอีก 2 ตัว
- โปรแกรมสำเร็จรูปมีวิธีการในการทำงานในขั้นนี้

การตัดสินใจ (Decision Making) ขั้นตอนสุดท้าย คือใช้สัญญาณที่มีการประเมินคุณค่าแล้วเพื่อกำหนดพิกเซลทุกตัวภายในภาพว่าเป็นชั้นเฉพาะที่ต้องการ กฎการตัดสินใจจะเป็นตัวจัดตั้งเกณฑ์บางอย่างขึ้น กล่าวคือพิกเซลแคนดิเดตตัวหนึ่งถูกกำหนดว่าเป็นของชั้นๆหนึ่ง ถ้าสัญญาณของมัน 'ผ่าน' เกณฑ์ที่ถูกตั้งขึ้นสำหรับชั้นนั้น พิกเซลที่ไม่ผ่านเกณฑ์จะอยู่ในพวก ไม่ถูกจำแนกประเภท (unclassified) กฎการตัดสินใจมี 2 แบบ

i) Non-parametric rules ที่ใช้กันทั่วไป คือกฎการตัดสินใจแบบสี่เหลี่ยมคู่ขนาน *Parallelpiped decision rule* ค่าข้อมูล (ในแต่ละแถบ)ของพิกเซลแคนดิเดตถูกนำมาเปรียบเทียบกับขีดจำกัดบนและล่าง ขีดจำกัดอาจเป็นค่าสูงสุดและค่าต่ำสุด ค่าปานกลางบวกและลบ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือขีดจำกัดอื่นๆที่ผู้วิเคราะห์จัดตั้งขึ้น โดยอาศัยความรู้ของข้อมูลที่ได้ระหว่างทำการประเมินคุณค่าของสัญญาณ

ii) Parametric decision rules มี 3 วิธี

- กฎการตัดสินใจแบบระยะห่างน้อยที่สุด (Minimum distance decision rule)
- กฎการตัดสินใจแบบมหาลาโนบิส (Mahalanobis distance decision rule)



• กฎการตัดสินใจแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด (Maximum likelihood decision rule) เป็นวิธีที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นวิธีที่ละเอียดซับซ้อนที่สุดใน 3 วิธี เพราะมันพิจารณาตัวแปรทั้งหมด ทั้งการแปรผันของชั้นต่างๆ และความน่าจะเป็นของพิกเซลตัวหนึ่งที่เป็นของชั้นแต่ละชั้น เพื่อนำมาคำนวณระยะห่างระหว่างพิกเซลแคนดิเดทและค่าปานกลางของชั้นทั้งหมด สมการพื้นฐานของกฎการตัดสินใจนี้สมมติว่าความน่าจะเป็นของพิกเซลตัวหนึ่ง ซึ่งอยู่ในชั้นแต่ละชั้นมีค่าเท่ากัน อย่างไรก็ตาม ถ้าผู้ทำมีเหตุผลมาก่อนที่จะเชื่อว่ามันไม่เท่ากัน เราก็สามารถให้น้ำหนักแก่ความน่าจะเป็นได้ วิธีนี้มีชื่อว่า Bayesian decision rule (ดูรายละเอียดใน Hord, 1982)

2.9 การใช้ดัชนีพืชพรรณ (vegetation indices) ในการศึกษาป่าชายเลนโดยรีโมทเซนซิง ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation indices) เป็นอัตราส่วนอันซับซ้อน ซึ่งเกี่ยวข้องกับการทำการแปลง (transformation) ทางคณิตศาสตร์กับแถบรังสี เนื่องจากดัชนีพืชพรรณ มันแปลง(transform) ขาวสารจากแถบสองแถบหรือมากกว่านั้นเข้าไปในดัชนีตัวหนึ่ง ดัชนีพืชพรรณสามัญที่ใช้คือค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ (Normalised Difference Vegetation Index (NDVI)) ซึ่งคำนวณมาจากแถบสีแดงและอินฟราเรดในกรณีแลนด์แซท TM คือแบนด์ 3 (แดง) และ แบนด์ 4 (อินฟราเรด) ดังนี้

(หมายเหตุ อินฟราเรดอาจเป็นแบนด์ 4,5 หรือ7)

$$NDVI = \frac{\text{infrared} - \text{red}}{\text{Infrared} + \text{red}}$$

$$NDVI = \frac{B4 - B3}{B4 + B3}$$

ดัชนีพืชพรรณ อาจถูกแบ่งอย่างกว้างๆ ออกเป็น 3 ชนิด

- ดัชนีอัตราส่วน (Ratio indices) (เช่น NDVI)
- Orthogonal indices
- อื่นๆ

ทั้งสามชนิดนี้ มีผู้ใช้ดัชนีอัตราส่วนมากที่สุดในงานป่าชายเลน

## บทที่ 3

### วิธีการวิจัย

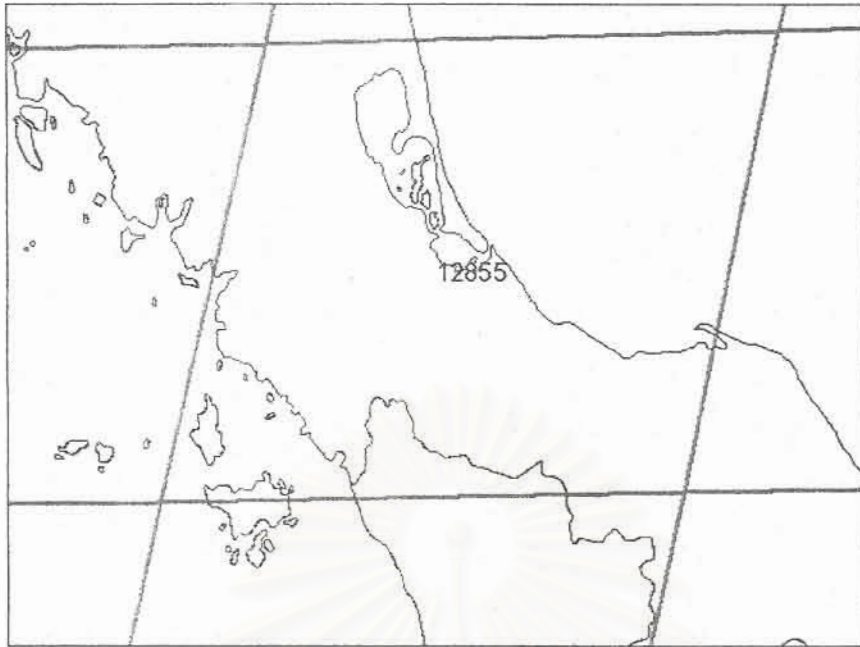
---

3.1 **ข้อมูลดาวเทียม** การวิจัยนี้ใช้ข้อมูลเชิงตัวเลข (digital) จากดาวเทียมแลนด์แซท-5 เครื่องสั้มผัส TM (Thematic Mapper) ขนาด 1 ใน 4 ของ full scene โดยเลือกภาพดาวเทียม ใน Path 128 Row 55 ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมด (รูป 6 ข) มีขนาด 3,500 พิกเซล x 2,944 เส้น ช่วงคลื่นจำนวน 7 แบนด์ ใน 3 ช่วงเวลา คือ

ก่อนการปลูกป่า	11 มีนาคม	พ.ศ. 2538 (ค.ศ. 1995)
ระหว่างปลูกป่า	19 มีนาคม	พ.ศ. 2541 (ค.ศ. 1998)
หลังการปลูกป่า	18 กุมภาพันธ์	พ.ศ. 2542 (ค.ศ. 1999)

ข้อมูลเหล่านี้ได้คัดเลือกมาแล้วว่ามีเมฆปกคลุมบริเวณที่ศึกษาน้อยที่สุด และอยู่ในช่วงน้ำลง (รูป 57-59) เนื่องจากเวลาที่บันทึกภาพราว 10.42 a.m. ทำการเก็บข้อมูลภาคสนาม 2 ครั้ง คือเมื่อ 22 มิถุนายน 2542 (1999) และ 12 มีนาคม 2543 (2000) Software ที่ใช้จัดการข้อมูลดาวเทียม คือ ENVI 3.2 วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลดาวเทียมมีดังนี้

- **Preprocess** โดยทั่วไปแล้วข้อมูลหลายช่วงคลื่นนั้นได้มาจากตัวตรวจวัดที่แตกต่างกัน เนื่องมาจากการที่ตัวตรวจวัดเหล่านี้ติดตั้งในตำแหน่งที่แตกต่างกันเล็กน้อย และทางเดินของแสงของความยาวคลื่นที่แตกต่างกันนั้นจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ดังนั้น ภาพของข้อมูลหลายช่วงคลื่นจะมีตำแหน่งเชิงเรขาคณิตที่ไม่ตรงกัน การปรับแก้ความผิดพลาดเชิงเรขาคณิตของแต่ละช่วงคลื่นนั้น เรียกว่า การซ้อนภาพ (Registration) คำว่า "การ ซ้อนภาพ" ยังหมายถึง การซ้อนของภาพหลายช่วงเวลาด้วย ข้อมูลที่ทำการนำเข้า โดยเทปบันทึกข้อมูล เพื่อทำการอ่านเข้าสู่ระบบ ต้องมีการให้พิกัดภูมิศาสตร์แก่ข้อมูล เพื่อเป็นการปรับแก้ค่าความถูกต้องทางเรขาคณิต (Geometric correction) ก่อนจะดำเนินการวิธีอื่นต่อไป ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม ENVI ซึ่งมีวิธีการในการทำการซ้อนภาพและการปรับแก้ค่าความถูกต้องทางเรขาคณิต อนึ่ง สถานีรับของสถานีวิจัย ได้ทำการแก้ไขข้อผิดพลาดทางด้านรังสีและทางด้านเรขาคณิตมาบ้างแล้ว ซึ่งเรียกว่า Image Restoration อย่างไรก็ตาม เรายังต้องมาทำการให้ค่าพิกัดภูมิศาสตร์ (Geometric correction) แก่ข้อมูลเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพื่อความถูกต้องในการทำแผนที่ให้มีมากยิ่งขึ้น
- ในการปรับแก้ค่าความถูกต้องทางเรขาคณิตของข้อมูลนั้น วิธีการดึงข้อมูล(warp)จาก



รูป 6 ข อาณาเขตที่ข้อมูลดาวเทียมครอบคลุม

ENVI มีวิธีการทำงานหลายวิธีให้เลือกใช้ เช่น วิธีการจัดข้อมูลใหม่ (resampling) scaling และ translation (RST) เป็นต้น ในการกำหนดค่าพิกัดให้กับข้อมูล (Geometric correction) ผู้ทำป้อนค่าพิกัด (coordinates) ให้กับข้อมูลภาพที่ไม่ทราบค่าพิกัด โดยอ้างอิงกับตำแหน่งที่ทราบค่าพิกัดของจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control Point (GCP)) ทั้งนี้ใช้วิธีเลือกตำแหน่งจากภาพ และทำการป้อนค่าพิกัด (โคโคออดิเนต หรือ UTM ก็ได้) เข้าไปเอง สำหรับข้อมูลตำแหน่งเราได้จากการอ่านแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1 : 50,000 ทั้งนี้ อาจรับค่าพิกัดด้วย GPS ในภาคสนามด้วยก็ได้ (หมายเหตุ มีความผิดพลาดจากค่า GPS ในภาคสนามด้วย ขึ้นกับคุณภาพของเครื่อง GPS) คณะผู้วิจัยได้ไปออกภาคสนามเมื่อ 12 มีนาคม 2543 โปรแกรม ENVI สามารถปฏิบัติการได้โดยมีการคำนวณค่าความผิดพลาด (RMS error) ตั้งแต่เมื่อใส่จุด 4 จุดขึ้นไป จำนวนจุดที่น้อยที่สุดขึ้นอยู่กับวิธีที่เลือกใช้ในการตรึงข้อมูล และวิธีในการจัดข้อมูลใหม่ (resampling) เช่น การจัดข้อมูลใหม่แบบ Cubic convolution จะต้องมีจำนวนจุดไม่น้อยกว่า 16 จุด เป็นต้น หรือวิธี Polynomial จำนวนจุดที่ต้องการจะขึ้นอยู่กับดีกรีของ Polynomial คือจะต้องไม่น้อยกว่า  $(N+1)^2$  เมื่อ N คือดีกรีของ Polynomial เป็นต้น เมื่อได้ทำการป้อนค่าพิกัดเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการตรึง (warp) ข้อมูลให้ถูกต้องตามพิกัดที่กำหนดให้ไป เมื่อประมวลผลปรับแก้ความถูกต้องทางเรขาคณิตให้กับภาพข้อมูลดาวเทียมเสร็จ ไฟล์ข้อมูลจะถูกแสดงในตารางแสดงข้อมูลภาพ (available bands list) ซึ่งจะเห็น warp image ปรากฏขึ้นมา เนื่องจากจำนวนจุดที่ใช้แก้ไขมีเป็นจำนวนมาก ผู้วิจัยกำหนดจุดควบคุมภาคพื้นดิน (Ground Control

Point (GCP)) จำนวนมากกว่า 30 จุด โดยอาศัยพื้นที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่มาตราส่วน 1 ต่อ 50,000 ต่อจากนั้นทำการตัดเฉพาะบริเวณที่ศึกษาตามวัตถุประสงค์คือ บริเวณปลูกป่า ชายเลนที่ ต.ปู้ยู อ. เมือง จ. สตูล นอกจากนี้ เนื่องจากการทำการจัดข้อมูลใหม่ (resampling) เป็นการทดลองทำหลายวิธี เนื่องจากจำนวน GCP ที่ใช้แก้ไขมีจำนวนมาก จึงไม่ได้แสดงรายละเอียดของ RMS errors ไว้ให้เห็นเป็นตาราง เพราะแต่ละตัวมีรายละเอียดมากโดยการคัดเลือกวิธีการจัดข้อมูลใหม่ว่าเป็นแบบที่ให้ RMS errors น้อยที่สุด เพราะกระบวนการนี้เป็นเพียงการทำให้ข้อมูลมีพิกัดตรงกับในแผนที่เท่านั้น

การทำ Ground truth verification จากการศึกษาครั้งนี้ ผู้ศึกษาได้ทำ Geometric Correction โดยอาศัยการเปรียบเทียบกับแผนที่ฐาน มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร โดยเลือกจุดที่จะให้เกิดค่าความผิดพลาดไม่เกิน 1.0 คือ เมื่อทำการตรึงข้อมูล (Warp) แล้ว ความคลาดเคลื่อนจะเกิดขึ้นอยู่ภายใน pixel นั้น ๆ

- Process กระบวนการนี้เป็นการแสดงภาพของข้อมูลที่ผ่านการปรุงแต่ง หลังจากทำ preprocessing แล้ว ค่านี้คำนวณได้จากการสร้างฮิสโตแกรม แสดงการแจกแจงของข้อมูล เป็นการขยายภาพเพื่อเพิ่มระดับความแตกต่างของข้อมูล ที่เห็นเป็นระดับโทนสีต่างๆ ให้ชัดเจนขึ้น ช่วยในการแปลภาพด้วยสายตา แล้วนำไปสู่การจำแนกประเภท (Classification) ด้วยคอมพิวเตอร์ต่อไป การจำแนกประเภทข้อมูลนี้เป็นการวิเคราะห์เพื่อจำแนกข้อมูลเป็นประเภทกลุ่มข้อมูล เริ่มต้นจากการทำการแปลภาพด้วยสายตา (visual interpretation) ก่อน โดยการทำภาพผสมสีเท็จ (False Colour Composite) แล้วจึงทำการเน้นข้อมูลให้เด่นขึ้น (enhance) โดยวิธียืดความเปรียบต่างเชิงเส้น (linear contrast stretch) วิธีนี้เป็นการแปลภาพด้วยสายตาเทียบกับข้อมูลภาคสนามและกับแผนที่ 1 ต่อ 50,000 การทำในขั้นนี้ เพื่อเป็นแนวทางของการคัดเลือกว่าจะแบ่งข้อมูลเป็นกี่ชั้น (Class) โปรแกรม ENVI มีการจำแนกประเภทข้อมูลอยู่หลายแบบด้วยกัน

- ขั้นต่อไปทำการจำแนกประเภทแบบกำกับดูแล (supervised classification) การจำแนกประเภทข้อมูลด้วยวิธีนี้ ผู้ใช้ต้องกำหนดพื้นที่ฝึกอบรม (Training Area) เพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละประเภทข้อมูล แล้วให้คอมพิวเตอร์ทำการคำนวณค่าสถิติ ค่าสถิติดังกล่าวจะเป็นตัวแทนสำหรับจำแนกประเภทข้อมูลของพื้นที่ทั้งหมด โดยอาศัยทฤษฎีการจำแนกประเภทข้อมูล ในการทำการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล พิจารณาข้อมูลและกำหนดเงื่อนไขในการจำแนกข้อมูลกลุ่มต่างๆในภาพ โดยพิจารณาจากข้อมูลทุกแบนด์ ใช้ 3x3 edge enhancement filter เพื่อเน้นขอบเขตระหว่างป่าเลนชนิดต่างๆ ต่อจากนั้นทำการจำแนกดินพำนักต่างๆโดยใช้วิธีการที่กล่าวในบทที่ 2 โดยอาศัยกฎการตัดสินใจแบบความน่าจะเป็นได้สูงสุด (Maximum Likelihood Decision Rule) (ดูหัวข้อ 2.8) แล้วคำนวณหา

พื้นที่ของแต่ละชั้น จัดทำเป็นตารางเพื่อดูการเปลี่ยนแปลง จากนั้นจึงจัดทำเป็นแผนที่แสดงการกระจายของ ชั้นต่างๆของภาพทั้งสามภาพ

การจำแนกสิ่งปกคลุมดินนั้น ผู้ศึกษาได้ใช้เทคนิค Supervise Classification ร่วมกับการพิจารณาจากค่าดัชนีพืชพรรณ ในการศึกษาที่ใช้ดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ (NDVI) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ในการศึกษาสิ่งปกคลุมดินที่มีพืชเป็นองค์ประกอบ

- ดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Indices) ในการศึกษาที่ใช้ดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ (Normalised Different Vegetation Index (NDVI)) ตามที่อธิบายไว้ในหัวข้อ 2.9 ซึ่งจะทำการแปลง (transform) ข้อมูลดาวเทียมออกเป็นแถบคลื่นเดี่ยวๆ เพื่อแสดงการกระจายของพืชพรรณ มันจะแสดงถึงปริมาณของพืชสีเขียวที่มีอยู่บนพิกเซล ค่า NDVI สูงแสดงว่าพืชมีสีเขียวหรืออุดมสมบูรณ์ดี สำหรับงานวิจัยนี้ได้แสดงระดับสี โดยที่สีแดงแสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ดี ส่วนสีเขียวแสดงถึงป่าเพิ่งปลูก ทำการจำแนกเพื่อแบ่งเป็นชั้นของป่าชายเลนแยกจากบริเวณอื่นๆ ทำการ edit เทียบกับข้อมูลภาคสนาม แล้วรวม (merge) เป็นชนิดป่าชายเลนเดี่ยวๆ(single mangrove category) ต่อจากนั้นจึงทำแผนที่ของพืชพรรณในบริเวณที่ศึกษา

3.2 ข้อมูลพื้นฐานด้านกายภาพ แผนที่ต่างๆ เช่น แผนที่ภูมิประเทศจากกรมแผนที่มาตราส่วน 1 ต่อ 250,000 และ 1 ต่อ 50,000 เพื่อนำมาใช้แก้ความผิดพลาดทางเรขาคณิตกับข้อมูลดาวเทียม และในการจำแนกประเภทข้อมูลแบบกำกับดูแล

3.3 ป่าไม้ชายเลน จากรายงานเรื่อง สถานการณ์ป่าชายเลนของประเทศไทยในช่วงระยะเวลา 35 ปี (พ.ศ. 2504 – 2539) โดยคุณธงชัย จารุพัฒน์ ส่วนวิเคราะห์ทรัพยากรป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ เมษายน 2541 ทำเป็นค่าเฉลี่ยต่อปีและ % ของพื้นที่ป่าเลนที่ จ.สตูลต่อพื้นที่ป่าเลนทั้งประเทศ นำค่ามาพลอต เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ป่าเลน

3.4 อุตุนิยมวิทยา จากกรมอุตุนิยมวิทยา โดยคุณภูเวียง ประคำมินทร์ ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981 ถึง 1999 นำมาหาค่าเฉลี่ยต่อเดือน ต่อปี ค่า 3-year running mean และค่า Yearly anomaly ทำเฉพาะค่าอุณหภูมิอากาศและฝนเท่านั้น

$$\text{Anomaly} = (X - X_{\text{ave}}) / \text{S.D.}$$

เมื่อค่า X = ค่าเฉลี่ยต่อปีในกรณีอุณหภูมิ หรือค่าผลรวมตลอดปีในกรณีของฝน

$X_{\text{ave}}$  = ค่า X เฉลี่ยตลอดทุกปีที่ศึกษา

S.D. = Standard deviation

ต่อจากนั้นนำค่าทั้งหมดมาพลอต เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางอุตุนิยมวิทยา และผล  
กระทบจากการปลูกป่าต่อสภาพลมฟ้าอากาศ เนื่องจากลมฟ้าอากาศมีอิทธิพลต่อพื้นที่เป็น  
บริเวณกว้างใหญ่ เราจึงสามารถนำเอาข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถานีสตูล ซึ่งใกล้กับบริเวณ  
ที่ศึกษามากที่สุดมาใช้ได้

3.5 น้ำท่า จากกรมชลประทาน โดยคุณนพคุณ โสมสิน ที่สถานี Ban Wang Pa Khian,  
คลองละงู จ.สตูล (X.150) เป็นข้อมูล runoff รายเดือน จากปี 1984 ถึง 1999  
นำค่ามาพลอตทั้งรายเดือนและรายปี เพื่อศึกษาผลกระทบจากการปลูกป่าต่อปริมาณน้ำท่า

3.6 ด้านประมง จากกรมประมง โดยคุณชาติ มงคลมาลย์ และจากรายงานสถานภาพ  
ทรัพยากรชายฝั่งทะเลของทั้งจังหวัดสตูล โดยกองประสานงานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ  
และสิ่งแวดล้อม สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี  
และสิ่งแวดล้อม เป็นข้อมูลรายปีของจ.สตูล มีผลผลิตสัตว์น้ำเค็ม เช่น กุ้ง ปลา ปู พื้นที่เลี้ยงกุ้ง  
จำนวนรายที่เลี้ยงกุ้ง ปี 1994 ถึง 1998 นำมาพลอตค่า เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของพื้นที่  
การเพาะเลี้ยงชายฝั่ง และผลกระทบจากการปลูกป่าต่อผลผลิตด้านประมง เนื่องจากป่าชาย  
เลนเป็นแหล่งอนุบาลของสัตว์ทะเล ดังนั้นการใช้ข้อมูลประมงของทั้งจังหวัดสามารถถูกนำ  
มาใช้เป็นเครื่องบ่งชี้ถึงผลผลิตของสัตว์ทะเลจากความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนได้

3.7 แผนที่ดิน ลักษณะดินของอ.เมือง จ.สตูลจากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร  
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และแผนที่ดินบริเวณที่ศึกษาจากกรมพัฒนาที่ดิน โดย ดร.อภิสิทธิ์  
เอี่ยมหน่อ จาก AIT เพื่อศึกษาความเหมาะสมของลักษณะดินต่อการปลูกป่าชายเลน

3.8 การใช้ประโยชน์ที่ดินทางการเกษตร ของ จ.สตูลจากแผนที่ทรัพยากรการเกษตร  
จากข้อมูลดาวเทียม เล่ม 2 โดยศูนย์สำรวจทรัพยากรการเกษตรด้วยดาวเทียม สำนักงาน  
เศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรกฎาคม 2536 โดยดร.สุพรรณ  
กาญจนสุวรรณ เพื่อศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณที่ศึกษา โดยเปรียบเทียบกับข้อมูลจาก  
การแปลภาพดาวเทียมด้วย

3.9 แผนที่น้ำใต้ดิน ของจ.สตูล จากสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวง  
เกษตรและสหกรณ์ เพื่อศึกษาปริมาณน้ำใต้ดินว่ามีความเหมาะสมในการ ปลูกป่าอย่างไร

3.10 ประชากร จำนวนประชากรชาย หญิง และรวม ของจ.สตูล และของอ.เมือง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2534 (ค.ศ. 1991) ถึง 2542 (1999) จากกระทรวงมหาดไทย ที่สถาบันประชากรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของจำนวนประชากร ต่อการใช้ประโยชน์ที่ดิน

3.11 น้ำขึ้นน้ำลง ที่สถานีตำมะลัง จ. สตูล ละติจูด  $6^{\circ} 32' 10''$  เหนือ ลองจิจูด  $100^{\circ} 04' 34''$  ตะวันออก พ.ศ. 2524-2542 (ค.ศ.1981-1999) จากกรมเจ้าท่า โดยดร.ปราโมทย์ ไชยจิศุภกร เพื่อเปรียบเทียบเวลาที่ดาวเทียมบันทึกภาพว่าอยู่ในช่วงน้ำขึ้นน้ำลงอย่างไร

3.12 Southern Oscillation Index (SOI) จาก Climate Diagnostics Bulletin, U.S. Department of Commerce, NOAA, National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction, August 2000 เพื่อดูว่าปีไหนเป็นปี El Nino หรือ La Nina หรือรวมเรียกว่า El Nino Southern Oscillation (ENSO) เพื่อศึกษาอิทธิพลของ ENSO ต่อภูมิอากาศในบริเวณที่ศึกษา

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

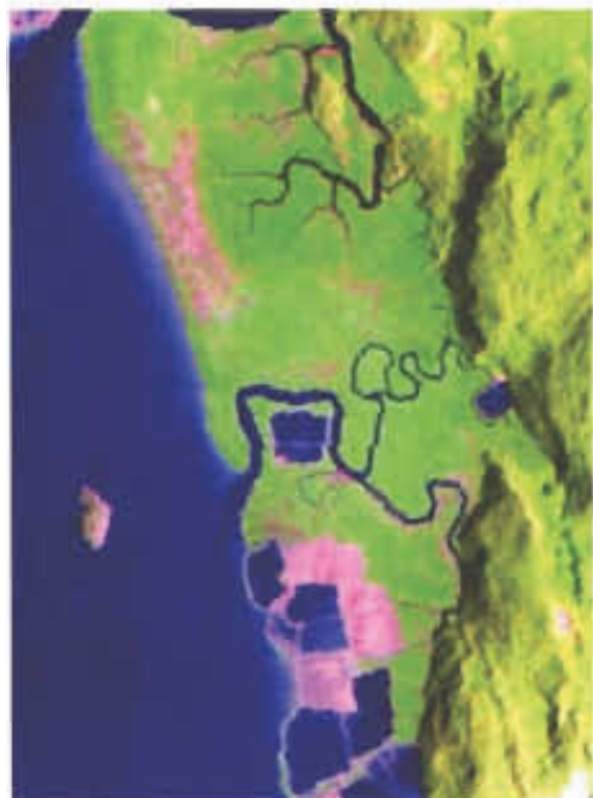
4.1 ดาวเทียม หลังการจัดการข้อมูลดาวเทียมตัวที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 3.1 แล้ว จึงทำการเน้นข้อมูลให้เด่น (enhance) ชัดขึ้น โดยการทำภาพผสมสีเท็จ (false colour composite) ออกมาเป็นรูป 9 เมื่อ 11 มีนาคม 2538 (1995) ก่อนการปลูกป่า รูป 10 เมื่อ 19 มีนาคม 2541 (1998) ระหว่างการปลูกป่า และ รูป 11 เมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2542 (1999) หลังการปลูกป่า เห็นบริเวณที่เป็นป่าชายเลนแบ่งแยกจากบริเวณที่เป็นนาทุ่งอย่างชัดเจน

ต่อจากนั้นทำการทดสอบความถูกต้องของการจำแนกโดยทำพื้นที่ฝึกอบรม (Training Area) ของการแบ่งประเภทถิ่นพำนักออกเป็น 13 ชั้น ในตาราง 2 แล้วจึงทำการจำแนกประเภทข้อมูล (Classify) โดยแบ่งออกเป็น 9 ชั้น (ถิ่นพำนัก) ด้วยวิธีต่างๆโดยใช้โปรแกรม ENVI แล้วจึงจัดพิมพ์ออกมาเป็น 3 รูป ดังนี้ รูป 12 เมื่อ 11 มีนาคม 2538 (1995) ก่อนการปลูกป่า รูป 13 เมื่อ 19 มีนาคม 2541 (1998) ปีปลูกป่า และ รูป 14 เมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2542 (1999) หลังการปลูกป่า 1 ปี ผลการจำแนกเป็น 9 ชั้นอยู่ในตาราง 3 ในแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ซึ่งมีทั้งจำนวนจุดภาพพื้นที่เป็นตารางกิโลเมตร และเปอร์เซ็นต์ของประเภทการจำแนกต่อพื้นที่ทั้งหมด

ในการหาความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลน ผู้วิจัยได้ใช้ดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ (NDVI) ในการจำแนกความอุดมสมบูรณ์ของป่าเลนดังแสดงอยู่ในรูป 15 ก่อนการปลูกป่า รูป 16 ปีปลูกป่า และรูป 17 หลังการปลูกป่า 1 ปี รูป 18 แสดงถึงกราฟเสปคตรัมของทั้งสามภาพ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าหลังการปลูกป่า พืชพันธุ์มีการเจริญงอกงามดี ซึ่งถ้าจะเห็นชัดเจนก็ควรทิ้งระยะเวลาต่อไปอีก 3-5 ปี จะยังเห็นอัตราการเจริญเติบโตได้เด่นชัดขึ้น แต่เนื่องจากเวลาในการวิจัยจำกัด จึงต้องส่งรายงานภายในกรอบเวลาที่เสนอ

ในการออกภาคสนามได้ทำการถ่ายรูปถิ่นพำนักต่างๆ เพื่อเป็นหลักฐานของข้อมูลจริงภาคพื้นดิน (ground truth data) ดังนี้ รูป 19 คือบริเวณที่ปลูกป่าของปตท.หลังปลูกป่า 1 ปี รูป 19 ข สภาพป่าชายเลนสมบูรณ์ตามธรรมชาติ รูป 20 และ 21 แสดงการเปลี่ยนแปลงของแปลงปลูกป่าหลังปลูกป่า 1 และ 2 ปี ตามลำดับ รูป 22 เป็นหาดเลนปากคลองปยุตอนน้ำลง รูป 23 ริมคลองปยุตอนน้ำลง รูป 24-25 เป็นนาทุ่ง รูป 26-27 ขอบและคันนาทุ่ง

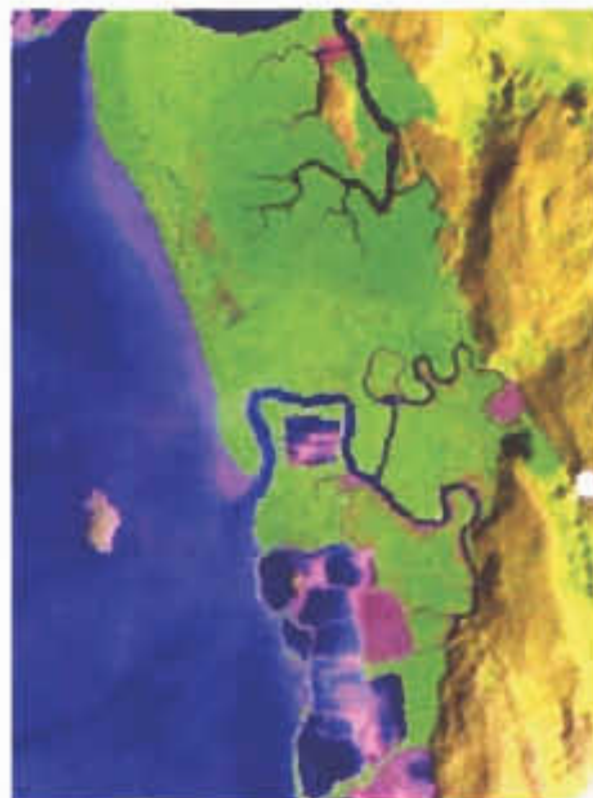




วันที่ 11 มีนาคม 2538 (1995)



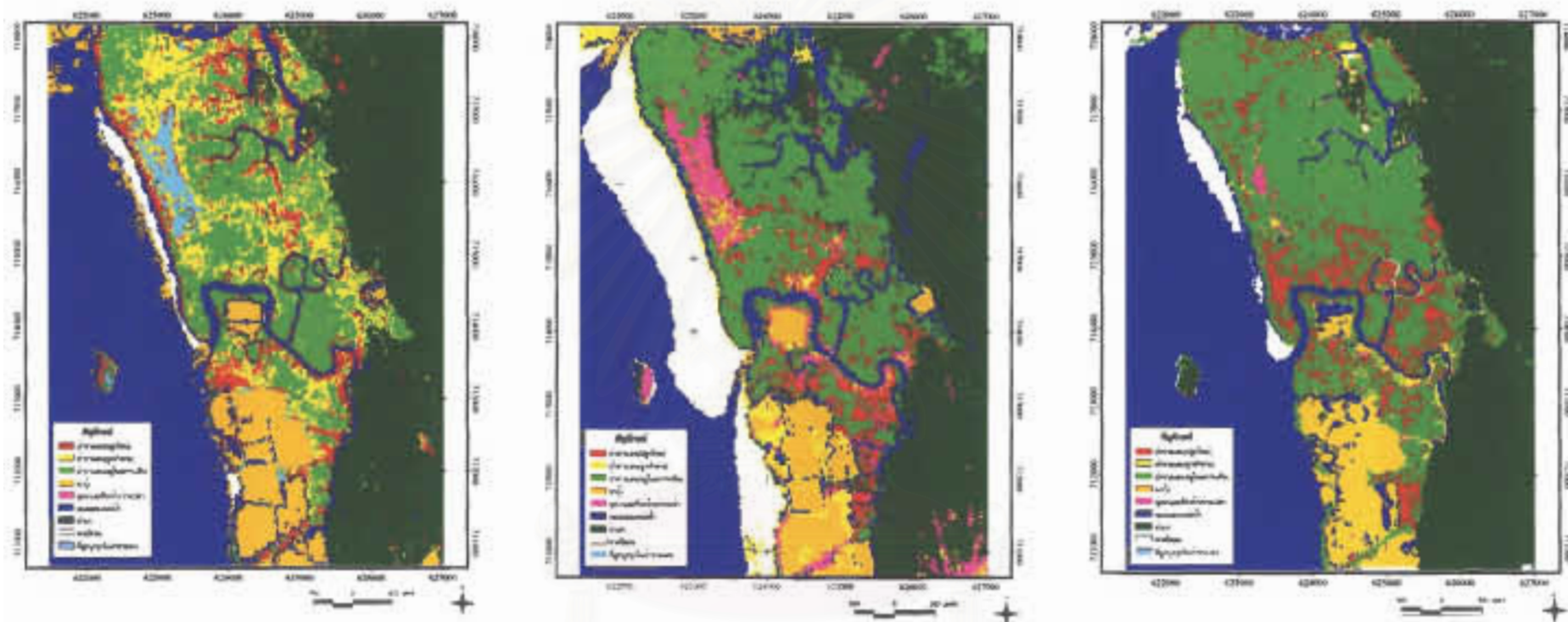
19 มีนาคม 2541 (1998)



18 กุมภาพันธ์ 2542 (1999)

รูป 9-11 ภาพผสมสีเท็จจากแลนด์ซาทท์ ก่อน ระหว่างและหลังปลูกป่า

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

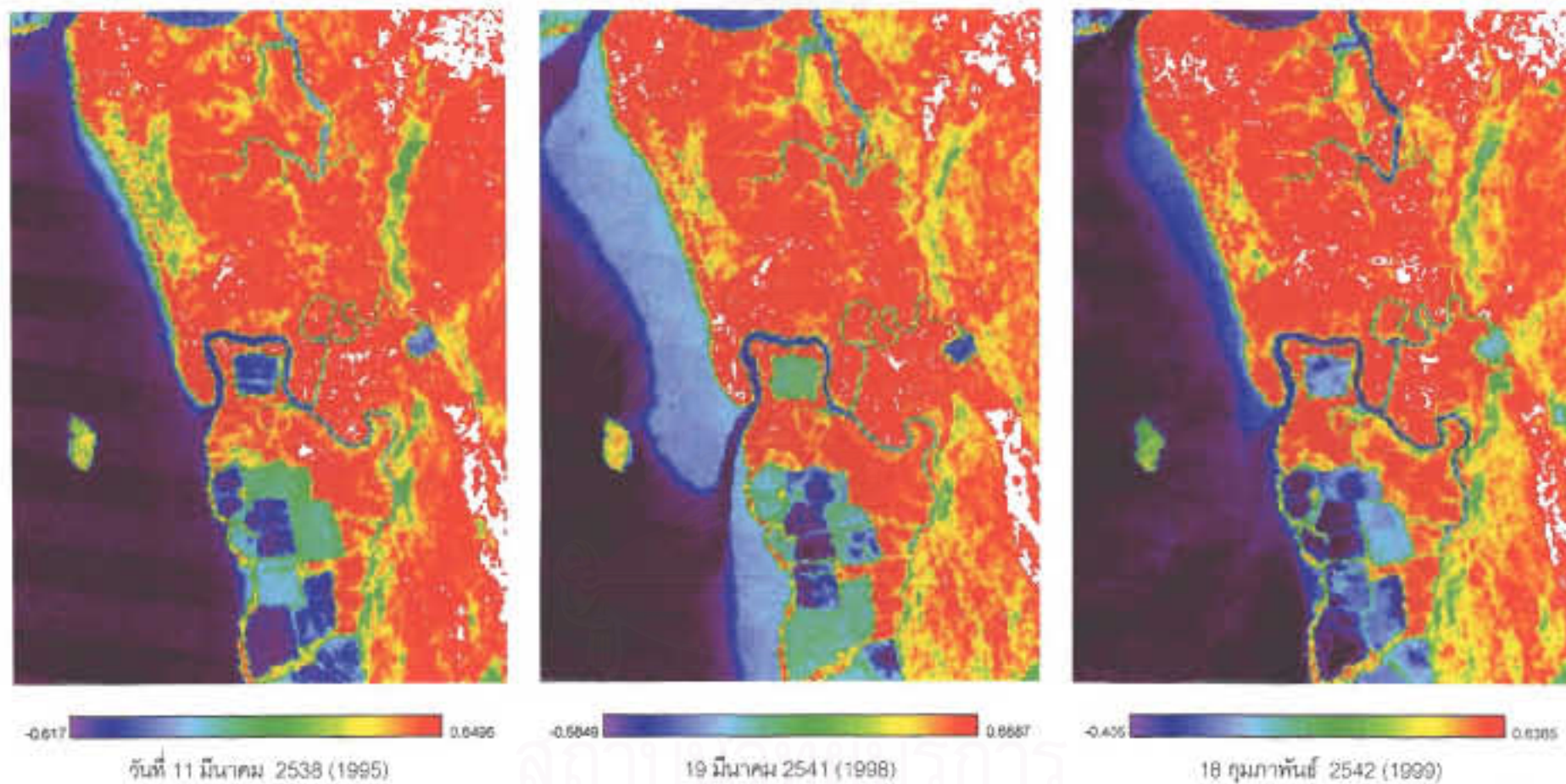


วันที่ 11 มีนาคม 2538(1995)

19 มีนาคม 2541 (1998)

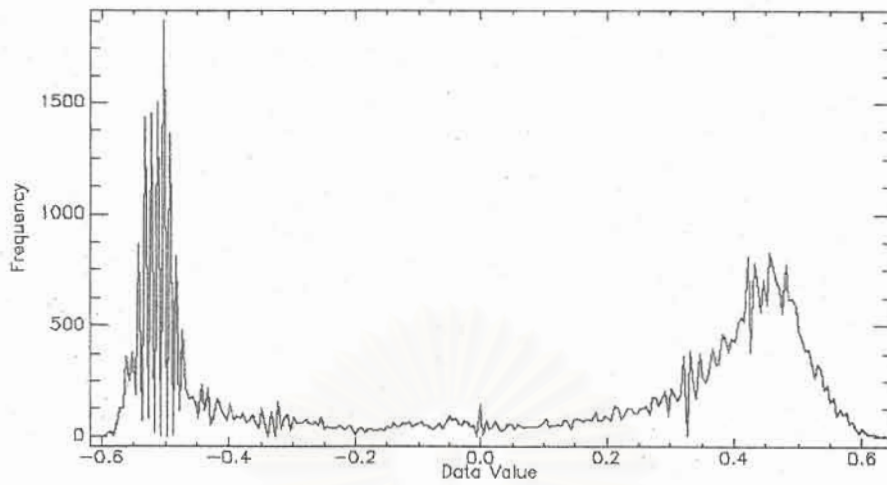
18 กุมภาพันธ์ 2542 (1999)

รูป 12-14 ผลจากการจำแนกประเภทของภาพแลนด์สแควก่อน ระหว่าง และหลังการปลูกป่า

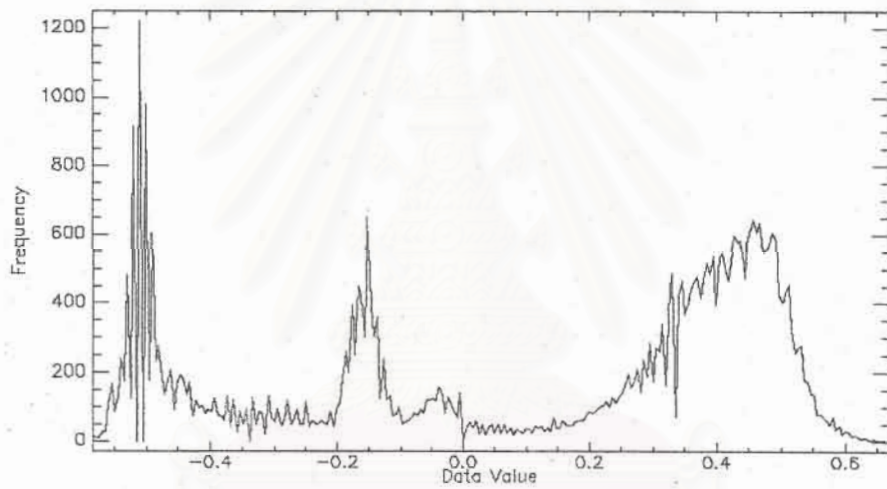


รูป 15-17 ดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ (NDVI) ก่อน ระหว่างและหลังการปลูกป่า

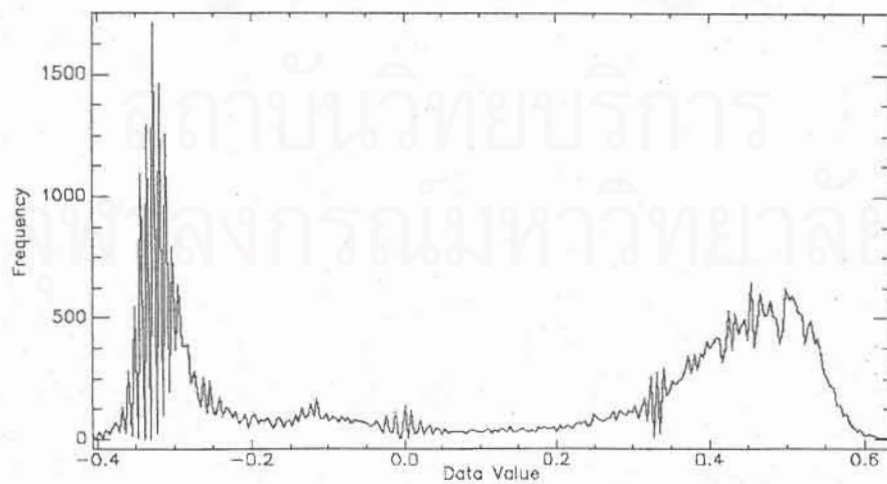




วันที่ 11 มีนาคม 2538

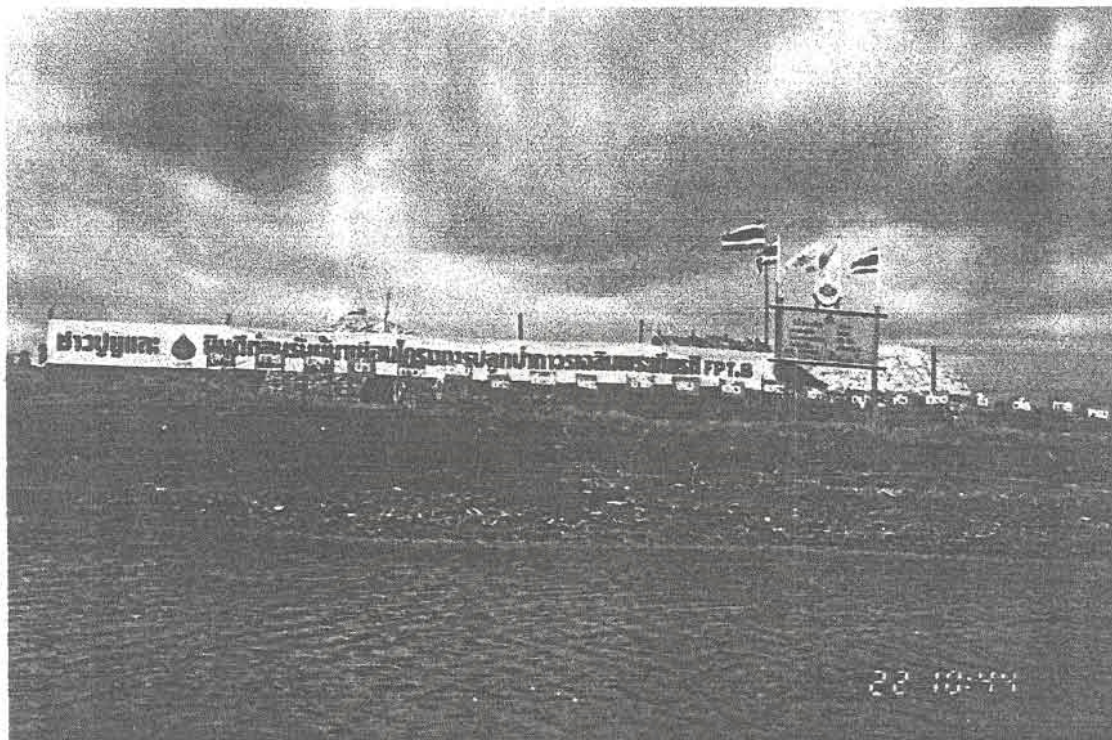


19 มีนาคม 2541



18 กุมภาพันธ์ 2542

รูป 18 การเปรียบเทียบ Spectral Curve ของ NDVI ในสามช่วงเวลาที่ทำการศึกษา



รูป 19 ก แปลงปลูกป่าจากภาคสนาม เมื่อ 22 มิถุนายน 2542(1999) หลังปลูกป่า 1 ปี



รูป 19 ข สภาพป่าชายเลนธรรมชาติที่อยู่ตามริมคลองปยุ เมื่อ 22 มิถุนายน 2542



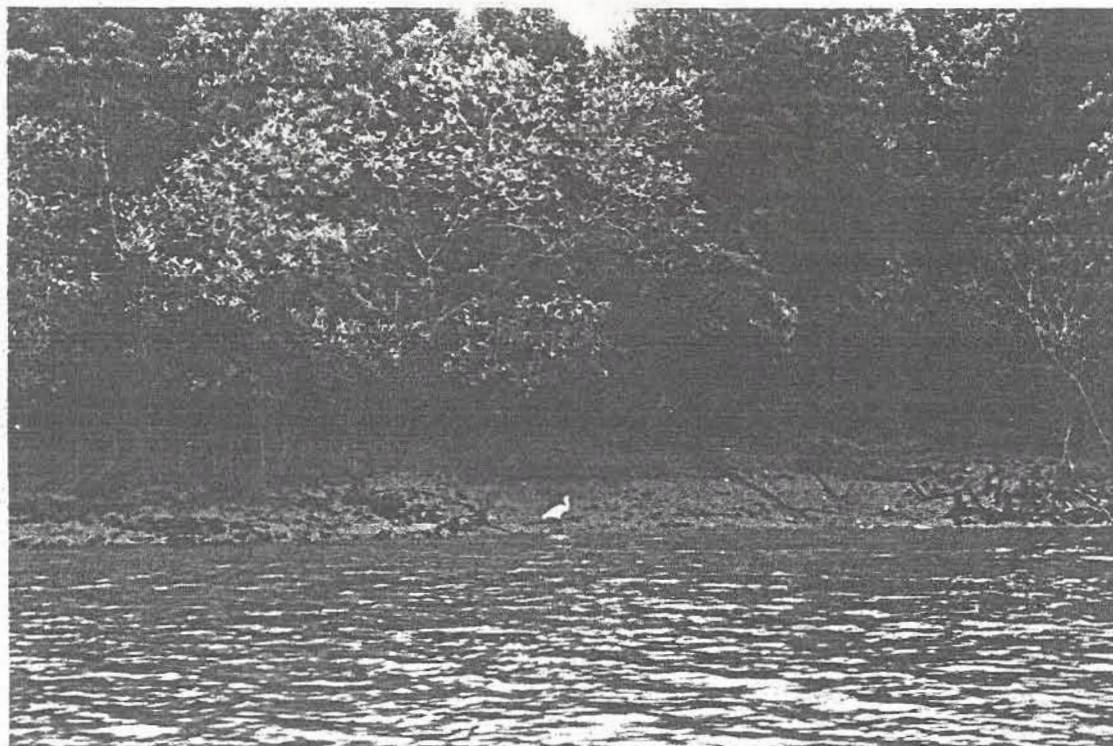
รูป 20 แปลงปลูกป่าเมื่อ 22 มิถุนายน 2542 (1999) หลังปลูกป่า 1 ปี



รูป 21 แปลงปลูกป่าเมื่อ 12 มีนาคม 2543 (2000) หลังปลูกป่า 2 ปี



รูป 22 หาดเลนตรงปากคลองปยุ เมื่อ 12 มิถุนายน 2543 (2000)



รูป 23 ริมคลองปยุเมื่อตอนน้ำลง เมื่อ 12 มีนาคม 2543

ตาราง 2 พื้นที่ Training Areas ของบริเวณที่ศึกษาใน 3 ช่วงเวลา

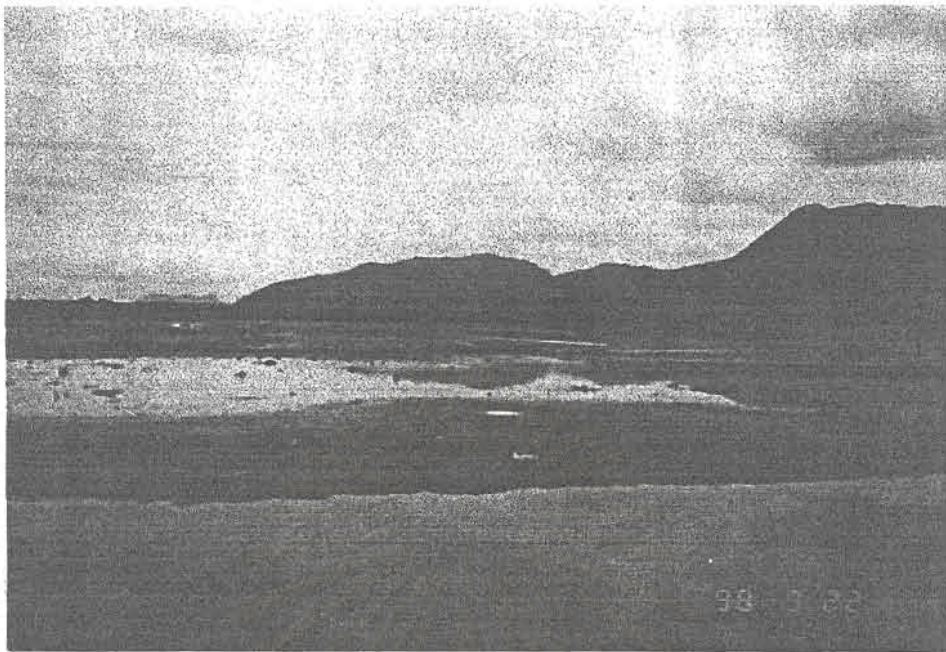
คำอธิบาย	พื้นที่ Training Area (ตารางกิโลเมตร)		
	11 มีนาคม 1995	19 มีนาคม 1998	18 กุมภาพันธ์ 1999
ป่าชายเลนที่ปลูกใหม่ ลำต้นมีขนาดเล็ก	0.1872	0.3186	0.3384
ป่าชายเลนที่ถูกบุกรุกและทำลาย	0.1863	0.0315	0.099
ป่าชายเลนที่มีสภาพสมบูรณ์	0.2367	0.153	0.2007
พื้นดินในบริเวณนาุ้ง	0.6525	0.6525	0.0549
นาุ้งที่มีน้ำขัง	0.3627	0.3627	0.0981
ทุ่งนา และที่รกร้างว่างเปล่า	0.0324	0.0324	0.0324
ทะเล	7.869	7.869	4.434
ป่าบก	4.191	4.191	4.191
หาดโคลน	0.0141	0.0414	0.036
พื้นที่เปิดโล่งในป่าเลน	0.009	0.009	0.0396
นาุ้ง	0.00558	0.0558	0.2115
ที่เปิดในป่าเลน	0.0504	0.0504	0.036
แม่น้ำ	0.1242	0.1242	0.1161
จำนวนทั้งหมด	13.92108	13.8915	9.8877



ตาราง 3 ผลการจำแนกข้อมูลดาวเทียมใน 3 ช่วงเวลา

คำอธิบาย	11 มีนาคม 1995			19 มีนาคม 1998			18 กุมภาพันธ์ 1999		
	จำนวนจุดภาพ	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	จำนวนจุดภาพ	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์	จำนวนจุดภาพ	ตารางกิโลเมตร	เปอร์เซ็นต์
ป่าชายเลนที่ปลูกใหม่ ลำต้นมีขนาดเล็ก	3,247	2.922	7.049	6,079	5.471	13.197	4,264	3.838	9.256
ป่าชายเลนที่ถูกบุกทุกและทำลาย	4,793	4.314	10.405	1,543	1.389	3.350	2,342	2.108	5.084
ป่าชายเลนที่มีสภาพสมบูรณ์	3,449	3.104	7.487	3,063	2.757	6.649	7,425	6.683	16.119
นาทุ่ง	3,267	2.940	7.092	3,745	3.371	8.130	3,294	2.965	7.151
ทุ่งนา และที่รกร้างว่างเปล่า	723	0.651	1.570	1,888	1.699	4.099	209	0.188	0.454
ทะเล แม่น้ำ รวมทั้งแหล่งน้ำ	15,686	14.117	34.052	12,665	11.399	27.494	16,084	14.476	34.916
ป่าบก	11,823	10.641	25.666	11,576	10.418	25.130	11,504	10.354	24.973
หาดโคลน	481	0.433	1.044	4,942	4.448	10.728	283	0.255	0.614
พื้นที่เปิดโล่งในป่าเลน	2,596	2.336	5.636	564	0.508	1.224	660	0.594	1.433
<b>รวม</b>	<b>46,065</b>	<b>41.459</b>	<b>100.000</b>	<b>46,065</b>	<b>41.459</b>	<b>100.000</b>	<b>46,065</b>	<b>41.459</b>	<b>100.000</b>

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 24 บริเวณนาทุ่ง(คุณเรวัตร์ จันทนะ ถ่ายภาพ)



รูป 25 บริเวณนาทุ่งเมื่อน้ำน้อย เมื่อ 22 กันยายน 2541 (1998)

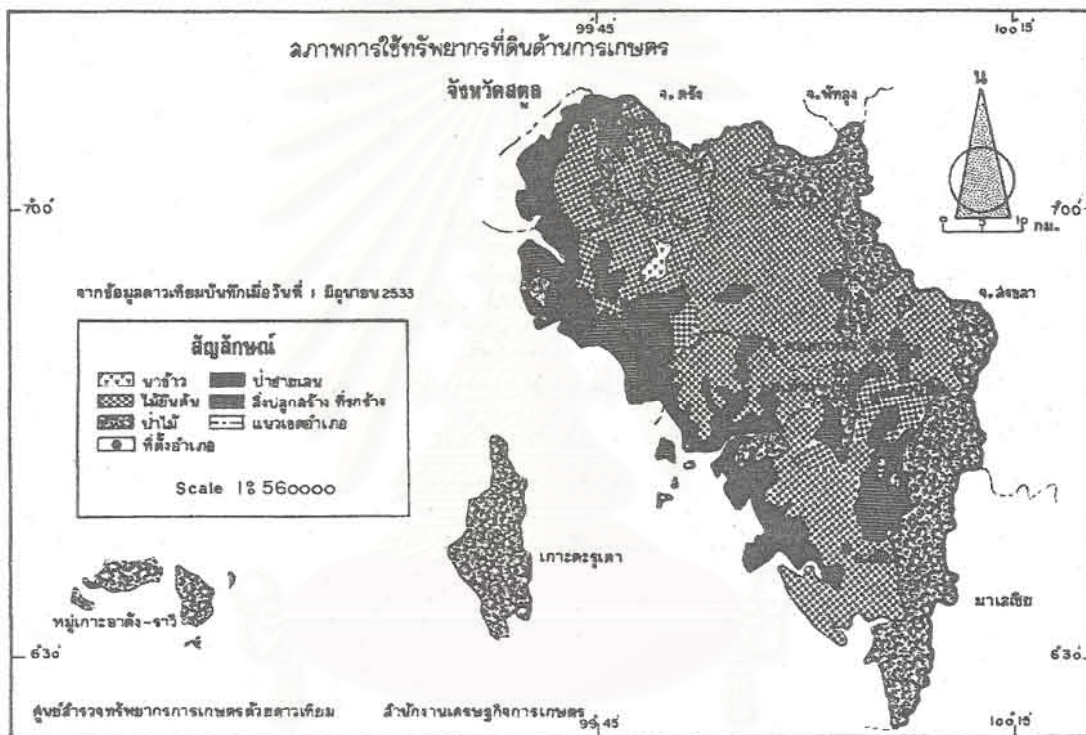


รูป 26 ขอบนาุ้ง (ถ่ายภาพโดยคุณเรวัตร์ จันทนะ)



รูป 27 คั่นนาุ้ง (ถ่ายภาพโดยคุณเรวัตร์ จันทนะ)

4.2 **ทรัพยากรธรรมชาติ** การใช้ทรัพยากรที่ดินของจ.สตูลระหว่างปี 2531-2534 โดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (รูป 28) และในปี 2537 (รูป 29) ได้แสดงถึง การลดลงของป่าชายเลน จ.สตูลก็มีปัญหาในเรื่องการทำลายป่าชายเลน ดังเช่นที่แสดงไว้ในรูป 30 ตัวอย่างของพื้นที่ป่าเลนเฉพาะอ.เมืองอยู่ในรูป 31 ปัญหาของการใช้ทรัพยากร ยังเห็นได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลใน 3 ช่วงเวลา ในรูป 12-14 และในตาราง 3 ก่อนการปลูกป่าปี 1995 จนถึงปีปลูกป่าปี 1998 ป่าเลนที่สมบูรณ์ลดลงจาก 7.487 % เหลือ 6.649 % แต่เมื่อมีการปลูกป่าแล้วเมื่อปี 1999 ป่าที่สมบูรณ์มีพื้นที่ถึง 16.119 %

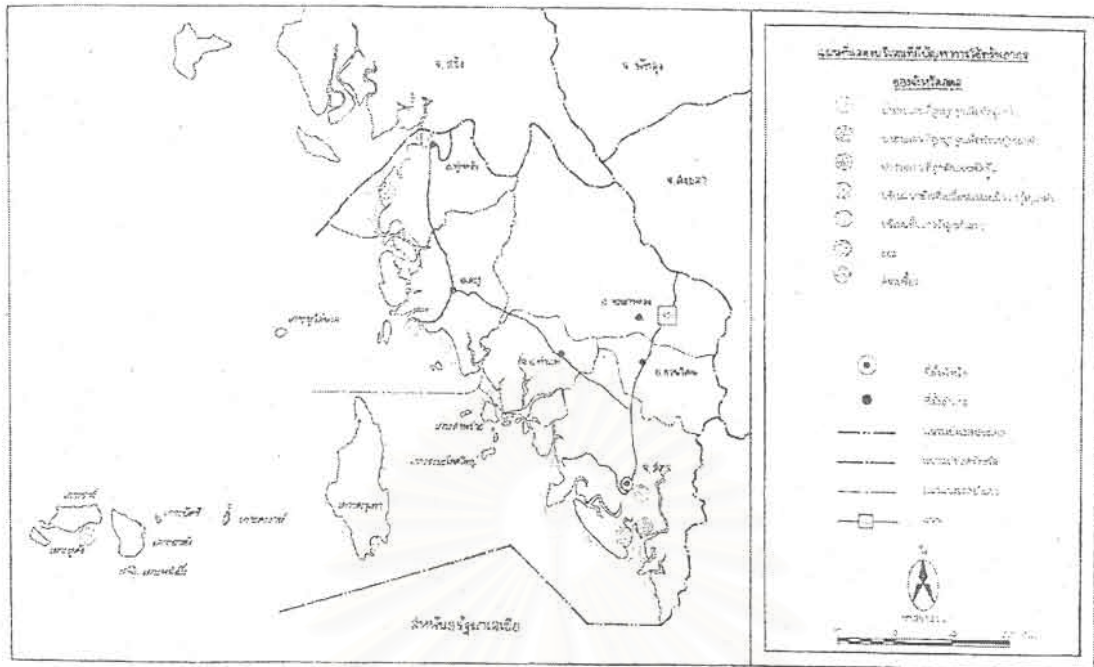


รูป 28 สภาพการใช้ที่ดินด้านการเกษตร ปี 2531-2534

ข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงของป่าชายเลนของ จ. สตูล และ % ของพื้นที่ป่าชายเลน จ. สตูลต่อพื้นที่ป่าชายเลนทั้งประเทศระหว่างปี 2504 - 2539 อยู่ในตาราง 4 รูป 32 แสดงถึงการลดลงของพื้นที่ป่าเลนทั้งจังหวัดสตูลลงเรื่อยๆ น่าเสียดายที่ไม่มีข้อมูลหลังปี 2540 ซึ่งเป็นปีที่เริ่มปลูกป่า จึงต้องใช้ข้อมูลจากดาวเทียมแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงป่าเลน ในบริเวณที่ศึกษา สำหรับกรณีเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ป่าเลนต่อพื้นที่ป่าเลนทั้งประเทศในรูป 33 นั้นกลับมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงให้เห็นว่าที่ส่วนอื่นๆมีการทำลายป่าเลนมากขึ้น การใช้ประโยชน์ ที่ดินของป่าเลนนอกจากจะสงวนไว้เป็นป่าเลนแล้วยังใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆอีก (ดูตาราง 5)



รูป 29 สภาพการใช้ที่ดินใน จ.สุทูล ปี 2537



รูป 30 แผนที่แสดงบริเวณที่มีปัญหาการใช้ทรัพยากรของ จ. สตูล (จาก กองประสานการ  
จัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2538)

ทรัพยากรที่เป็นปัญหาขัดแย้งกันคือเรื่องการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง โดยเฉพาะการเลี้ยงกุ้งทะเล ตาราง 6 แสดงถึงพื้นที่และผลผลิตการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่ จ. สตูลจากกรมประมง รูป 34-37 คือการพลอตกราฟจากข้อมูลในตาราง 6 นี้ โดยเฉพาะรูป 35 แสดงถึงพื้นที่ของการเพาะเลี้ยงที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่รูป 32 แสดงถึงพื้นที่ป่าชายเลนที่ลดลง ในการเปรียบเทียบพื้นที่ป่าเลนและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำของ จ. สตูลในตาราง 8 และรูป 40 จะเห็นว่าในขณะที่เนื้อที่ป่าเลนลดลง พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยเฉพาะกุ้งทะเลเพิ่มขึ้น เนื่องจากข้อมูลของการเพาะเลี้ยงมีถึงปี 2541(1998) ซึ่งเป็นปีที่มีการปลูกป่า แต่ยังไม่ได้รับข้อมูลหลังการปลูกป่า จึงไม่สามารถเป็นปริมาณที่แน่นอนได้ว่า พื้นที่และผลผลิตของการเพาะเลี้ยงและป่าเลนเปลี่ยนแปลงอย่างไรหลังการปลูกป่า นอกจากประเมินได้จากเส้นกราฟถึงแนวโน้มเท่านั้น อีกประการหนึ่งข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลทั้งจังหวัด ไม่เจาะจงบริเวณที่ศึกษา ผู้วิจัยจึงประเมินการเปลี่ยนแปลงเฉพาะในพื้นที่ศึกษาได้จากข้อมูลดาวเทียมเท่านั้น

ในกรณีผลกระทบของการปลูกป่าชายเลนต่อกระบวนการและสัญญาณของฝั่งทะเล เมื่อดูตาราง 3 พื้นที่หาดโคลนเพิ่มจาก 1.044 % เมื่อก่อนปลูกป่ามาเป็น 10.728 % ในปีปลูกป่า แล้วกลับลดลงเหลือ 0.614 % หลังปลูกป่า 1 ปี อย่างไรก็ตามพื้นที่เปิดโล่งในป่าเลน กลับลดลง จาก 5.636 % เมื่อก่อนปลูกป่ามาเป็น 1.224 % ในปีปลูกป่า แล้วเพิ่มเป็น 1.433 % หลังปลูกป่า 1 ปี

ในกรณีข้อมูลทั้งจังหวัดจากกรมประมง ข้อมูลจำนวนรายของการเลี้ยงสัตว์น้ำ(กุ้ง ปลา)ที่ จ. สตูลจากปีก่อนปลูกป่า (1995) มีจำนวนมากที่สุด (ดูรูป 34) แล้วลดลงจนถึงปีปลูกป่า (1998) ในเรื่องพื้นที่ของการเลี้ยงสัตว์น้ำในรูป 35 พื้นที่มากที่สุดในปี 1996 (ก่อนปลูกป่า) แล้วลดลงเรื่อย แม้ว่าจำนวนรายและพื้นที่ของการเลี้ยงสัตว์น้ำจะลดลง แต่ผลผลิตของการเลี้ยงสัตว์น้ำรวมทั้งจังหวัด (รูป 36) และผลผลิตการเลี้ยงกุ้ง (รูป 37) กลับเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปีก่อนปลูกป่า จนถึงปีปลูกป่า

นอกจากนี้ข้อมูลในการเลี้ยงปลาในตาราง 7 และรูป 38-39 ส่วนตาราง 9 และรูป 41 แสดงถึงผลผลิตของการเลี้ยงปลา การลดลงของจำนวนราย พื้นที่และผลผลิตการเลี้ยงปลาในปี 2538(1995) ปีก่อนปลูกป่า อาจเป็นเพราะโรคระบาด แต่หลังปี 2538 การเลี้ยงปลาได้เพิ่มขึ้นจนถึงปี 2541 (1998) ซึ่งเป็นปีที่มีการปลูกป่า หลังจากนั้นก็ยังไม่ได้รับข้อมูล อย่างไรก็ตาม จากเส้นกราฟได้แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีการปลูกป่า จำนวนราย พื้นที่ และ ผลผลิตของการเลี้ยงปลาได้เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากการปลูกป่าต่อการเลี้ยงปลาได้

ในกรณีของการเลี้ยงหอยแครงของ จ. สตูลดังอยู่ในตาราง 10 และรูป 42-43 มีเพียง 3 ปี ระหว่าง 2538-2540 ซึ่งเป็นเวลาก่อนการปลูกป่า (ปี 2541) จำนวนราย พื้นที่ และ ผลผลิตของการเลี้ยงหอยแครงเพิ่มขึ้นจากก่อนปีปลูกป่าจนถึงปีปลูกป่าในปี 2540 สำหรับปี 2540 ทั้งสามรายการมีจำนวนลดลง เนื่องจากปัจจัยภายนอก เช่น ราคาน้ำมัน และโรคระบาด แต่มันมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงปีปลูกป่า และเชื่อว่าจะเพิ่มขึ้นหลังการปลูกป่า

จ. สตูลมีพื้นที่ทั้งสิ้น 1,549,361 ไร่ แบ่งตามสภาพการใช้ที่ดินเป็นรายละเอียด ดังรูป 28 และ 29 แล้ว จากสถิติการเกษตรของประเทศไทยปีเพาะปลูก 2535/2536 เรียงแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆได้ 4 ประเภทคือ

- |   |  |
|---|--|
| 1. พื้นที่เกษตรกรรม                           | 428,870 ไร่ หรือ 27.68 % ของพื้นที่ทั้งหมด |
| 2. พื้นที่ป่าไม้                              | 363,537 ไร่ หรือ 23.46 % ของพื้นที่ทั้งหมด |
| (พื้นที่ป่าชายเลน                             | 200,375 ไร่ หรือ 55.12 % ของพื้นที่ป่าไม้) |
| 3. ที่อยู่อาศัย ที่รกร้างว่างเปล่าและที่อื่นๆ | 26,225 ไร่ หรือ 1.70 % ของพื้นที่ทั้งหมด   |
| 4. พื้นที่ไม่ได้จำแนก                         | 730,729 ไร่ หรือ 47.16 % ของพื้นที่ทั้งหมด |

แสดงให้เห็นว่า ถ้าไม่นับพื้นที่ที่ไม่ได้จำแนกแล้ว จ. สตูลมีพื้นที่เกษตรกรรมมากที่สุด รองลงมาคือพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งจากประเภทป่าไม้นี้เป็นป่าชายเลนถึง 55.12 % ของเนื้อที่ป่าไม้ทั้งหมด

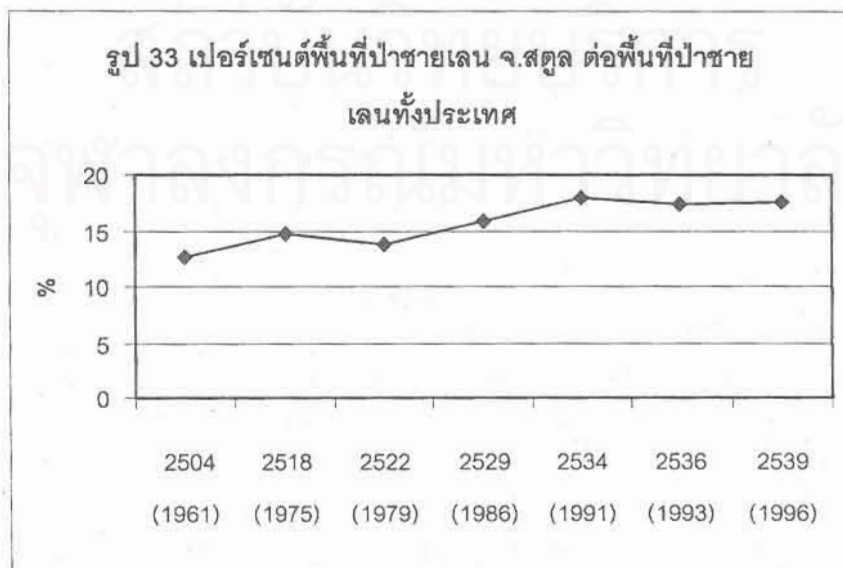




ตาราง 4 การเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าชายเลน จาก 2504-2539

(จากคุณธงชัย จารุพัฒน์)

ปี	พื้นที่ (ไร่)	% พื้นที่จากทั้งประเทศ
2504 (1961)	288,750	12.56
2518 (1975)	289,375	14.81
2522 (1979)	246,100	13.71
2529 (1986)	195,243	15.9
2532 (1989)	180,581	
2534 (1991)	194,081.25	17.89
2535 (1992)	200,375	
2536 (1993)	183,897	17.44
2539 (1996)	183,402	17.51



ตาราง 5 การใช้ประโยชน์ที่ดินป่าชายเลน จังหวัดสตูล ปี 2536 (1993)

การใช้ประโยชน์ที่ดิน	เขตอนุรักษ์	เขตเศรษฐกิจ ก.	เขตเศรษฐกิจ ข.	รวม
ป่าชายเลน	16,994.50	158,434.25	8,448.25	183,877.00
นาุ้ง	851.25	4,946.25	1,052.50	6,850.00
แหล่งชุมชน	29.00	408.25	112.75	550.00
อื่นๆ	9,312.75	24,411.25	28,611.50	62,335.50
รวม	27,187.50	188,200.00	38,225.00	253,612.50

ในการศึกษาว่าบริเวณไหนเหมาะแก่การปลูกพืชใดๆ เราต้องทราบลักษณะดินของบริเวณนั้นก่อน จะเป็นการช่วยในการตัดสินใจว่าพื้นที่นั้นเหมาะสมในการปลูกพืชนั้นๆอย่างไร ดินเป็นทรัพยากรที่สำคัญอีกอย่าง รูป 44 คือลักษณะดินของ อ.เมืองสตูล จากงานเศรษฐกิจการเกษตร และรูป 45 เป็นแผนที่ดินของบริเวณที่ศึกษา จากกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งเป็นดินเลนเป็นส่วนใหญ่ กลุ่มดินของ อ. เมืองสตูล มีดินซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้คือ

กลุ่มดินนา ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 20 % ของพื้นที่อำเภอ เป็นดินนาทั่วไป (นท.) และดินนาดี (นด.) ซึ่งอยู่บริเวณตอนกลางของอำเภอ

กลุ่มดินเหมาะสมปลูกยางพารา ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 20 % ของพื้นที่อำเภอ เป็นดินเหมาะสมปลูกยางดี (ยด.) และดินเหมาะสมปลูกยางทั่วไป (ยท.) ซึ่งกระจายอยู่ตอนกลางของอำเภอ

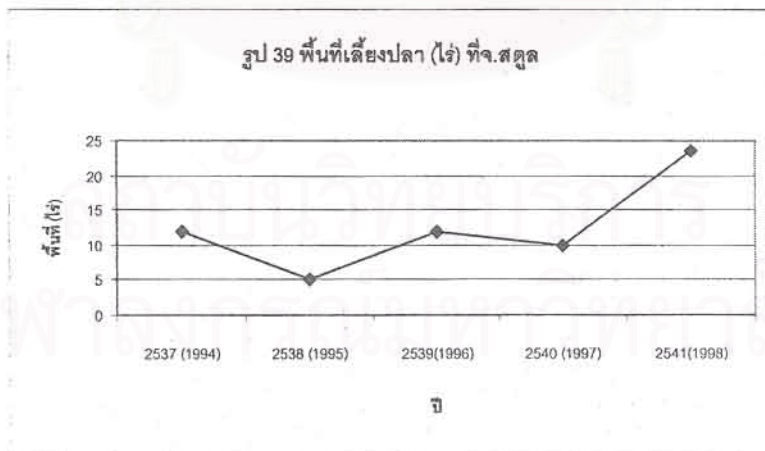
กลุ่มดินเลนชายฝั่ง ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 30 % ของพื้นที่อำเภอ เป็นดินเลนชายฝั่ง ซึ่งอยู่บริเวณทิศตะวันตกของอำเภอ (บริเวณที่ศึกษา)

พื้นที่ภูเขา (ภ.) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 30 % ของพื้นที่อำเภอ ซึ่งอยู่บริเวณทิศตะวันออกของอำเภอ

ในกรณีดินของ ต.ปยู อ.เมือง จ.สตูล (รูป 44-45) ส่วนที่ติดทะเล ลักษณะดินส่วนใหญ่เป็นดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนน้ำทะเล เป็นพื้นที่ลุ่มน้ำขัง มีน้ำทะเลท่วมถึงทุกปี เป็นดินลึกมาก มีการระบายน้ำเลว ประกอบด้วยดินที่มีลักษณะแตกต่างกันหลายชนิดปะปนกัน ตั้งแต่ดินร่วนปนทรายถึงดินเหนียว ส่วนด้านในเป็นพื้นที่ลาดชันเชิงซ้อน ประกอบด้วยหินชนิดต่างๆ เช่น หินทราย หินควอทไซต์ หินแกรนิต และหินดินดาน มีเนื้อดินตื้นมาก มีเศษหินและหินโผล่อยู่ทั่วไป มีการกัดกร่อนพังทลาย ทำให้มีการสูญเสียหน้าดิน โดยการชะล้าง

ตาราง 7 การเลี้ยงปลาที่ จ.สตูล

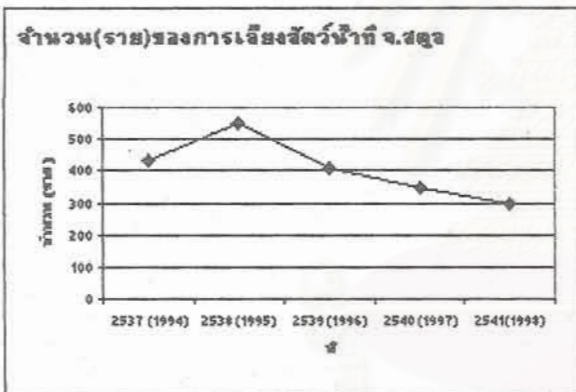
ปี	จำนวน(ราย)			พื้นที่ (ไร่)		
	รวม	บ่อ	กระชัง	รวม	บ่อ	กระชัง
2537 (1994)	600	-	600	12	-	12
2538 (1995)	280	-	280	5	-	5
2539(1996)	356	-	356	12	-	12
2540 (1997)	358	6	352	10	-	10
2541(1998)	497	5	492	23.67	3.56	20.11





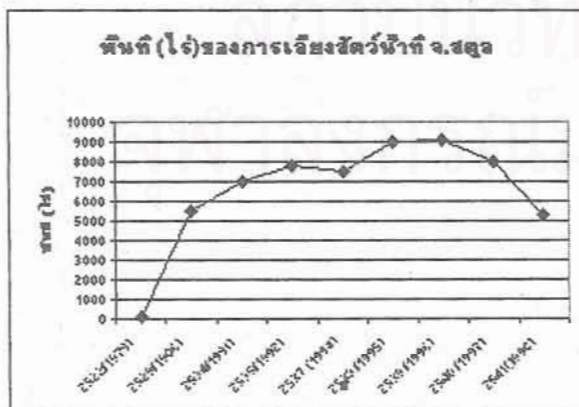
ตาราง 6 พื้นที่และผลผลิตการเลี้ยงสัตว์น้ำที่จังหวัดสตูล

ปี	จำนวน (ราย)	พื้นที่ (ไร่)	ผลผลิตสัตว์น้ำ (ตัน)					ปลา	ปู
			รวมทั้งสิ้น	กุ้ง					
				รวมกุ้ง	กุลาดำ	กุ้งอื่นๆ			
2522(1979)		87.5							
2529(1986)		5,463							
2534(1991)		7,000							
2535(1992)		7,841							
2537 (1994)	432	7,536	4,358	4,325	4,187	138	20	13	
2538 (1995)	548	8,985	5,966	5,933	5,825	108	20	13	
2539 (1996)	407	9,090	5,472	5,472	5,472	-	-	-	
2540 (1997)	348	8,016	5,044	5,044	5,044	-	-	-	
2541 (1998)	300	5,276.6	5,858	5,729	-	-	129	-	

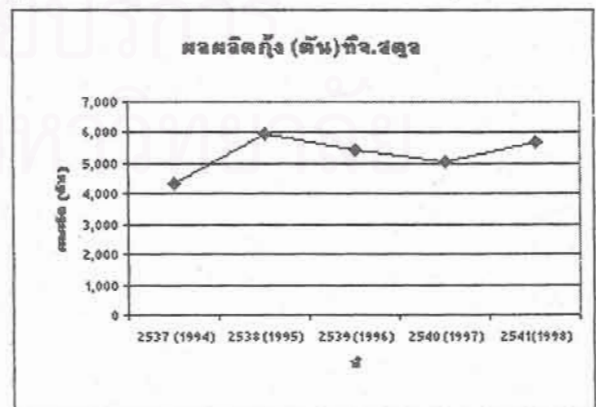


รูป 34 จำนวน(ราย)ของการเลี้ยงสัตว์น้ำที่ จ.สตูล

รูป 36 รวมผลผลิตสัตว์น้ำ (ตัน)ที่ จ. สตูล



รูป 35 พื้นที่(ไร่)ของการเลี้ยงสัตว์น้ำที่จ.สตูล

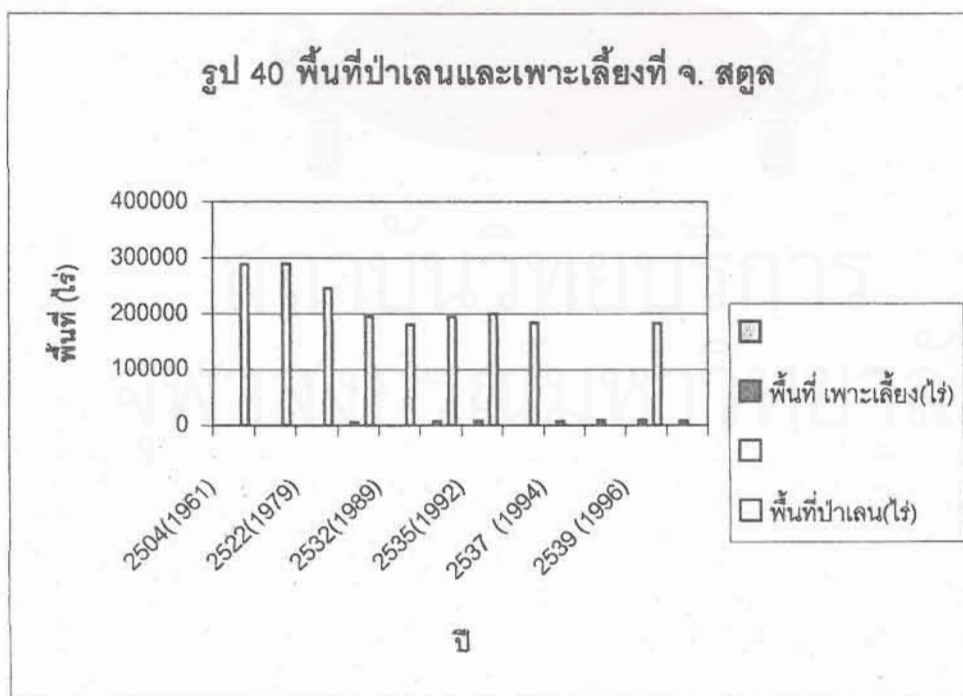


รูป 37 ผลผลิตกุ้ง (ตัน) ที่ จ.สตูล

ตาราง 8 พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและป่าเลนเป็นไร่ที่ จ.สตูล

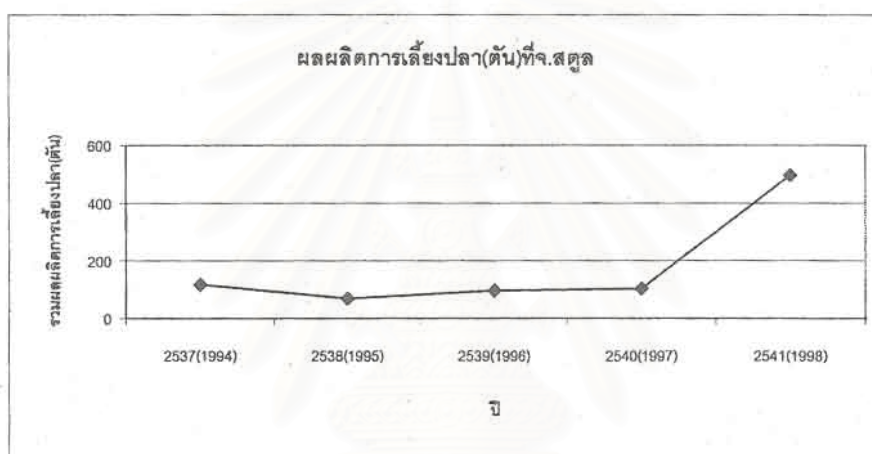
ปี	พื้นที่ เพาะเลี้ยง(ไร่)	พื้นที่ป่าเลน(ไร่)
2504(1961)		288,750
2518(1975)		289,375
2522(1979)	87.5	246,100
2529(1986)	5,463	195,243
2532(1989)		180,581
2534(1991)	7,000	194,081.25
2535(1992)	7,841	200,375
2536(1993)		183,897
2537 (1994)	7,536	
2538 (1995)	8,985	
2539 (1996)	9,090	183,402
2540 (1997)	8,016	
2541(1998)	5,276.6	

รูป 40 พื้นที่ป่าเลนและเพาะเลี้ยงที่ จ. สตูล



ตารางที่ 9 ผลผลิตการเลี้ยงปลา(ตัน)ที่ จ.สตูล

ปี	ชนิดปลา			ประเภทการเลี้ยง				
				เลี้ยงในบ่อ		เลี้ยงในกระชัง		
	รวม	ปลากะพง	ปลากะรัง	รวม	ปลากะพง	รวม	ปลากะพง	ปลากะรัง
2537(1994)	116	4	112	-	-	116	4	112
2538(1995)	70	1	69	-	-	70	1	69
2539(1996)	98	19	79	0	-	98	19	79
2540(1997)	105	33	72	8	8	97	25	72
2541(1998)	497	59	438	5	5	512	74	438



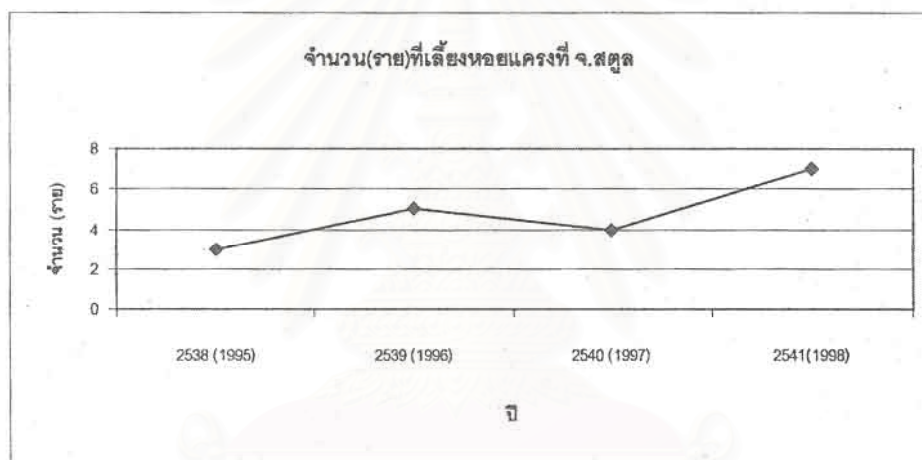
รูป 41 ผลผลิตการเลี้ยงปลา (ตัน) ที่ จ. สตูล

จากน้ำฝน เป็นเหตุให้แม่น้ำลำธารตื้นเขินทุกปี ดินที่บริเวณศึกษาจึงเหมาะแก่การปลูกป่าชายเลนไม่เหมาะในการเกษตรกรรม เพราะมีการระบายน้ำเร็วมากและเค็มมาก ควรปล่อยให้คงสภาพป่าธรรมชาติเป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร

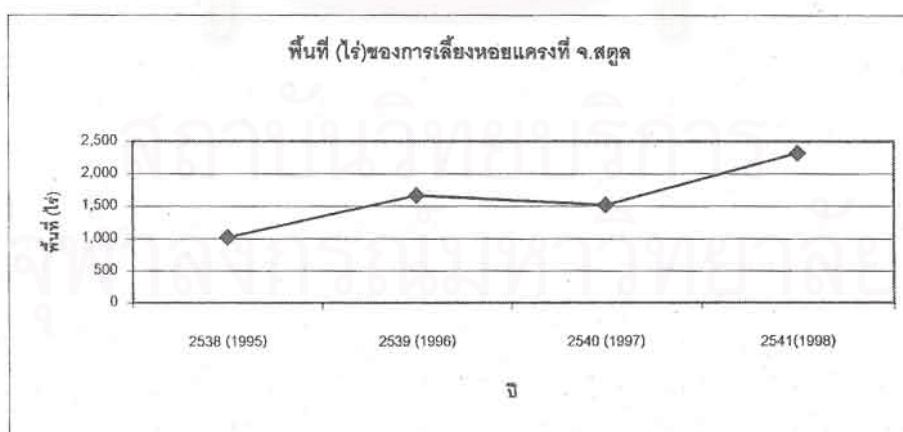
ในกรณีที่จะทราบว่า การปลูกพืชใดๆจะงอกงามได้ดีเพียงไรขึ้นอยู่กับปริมาณของน้ำได้ดินด้วย สำหรับน้ำได้ดิน (รูป 46) บริเวณที่ศึกษาให้น้ำได้ดินปริมาณน้อย (20-100 แกลลอน ต่อนาที่) โดยทั่วไปน้ำมีคุณภาพดี แต่บางพื้นที่มีแร่เจือปน แต่ในกรณีป่าเลน น้ำจากทะเลก็มีปริมาณเพียงพอที่จะช่วยในการเจริญงอกงามของพืชในป่าเลน ดังนั้นเรื่องนี้น้ำได้ดินมีน้อยจึงไม่เป็นปัญหาสำคัญมาก

ตาราง 10 พื้นที่การเลี้ยงหอยแครงและผลผลิตที่ จ. สตูล

ปี	หอยแครง (Bloody Cockle)		
	จำนวน (ราย)	พื้นที่(ไร่)	ผลผลิต(ตัน)
2537 (1994)	-	-	-
2538 (1995)	3	1,023	1,256
2539 (1996)	5	1,669	1,664
2540 (1997)	4	1,523	487
2541(1998)	7	2,323	4,221

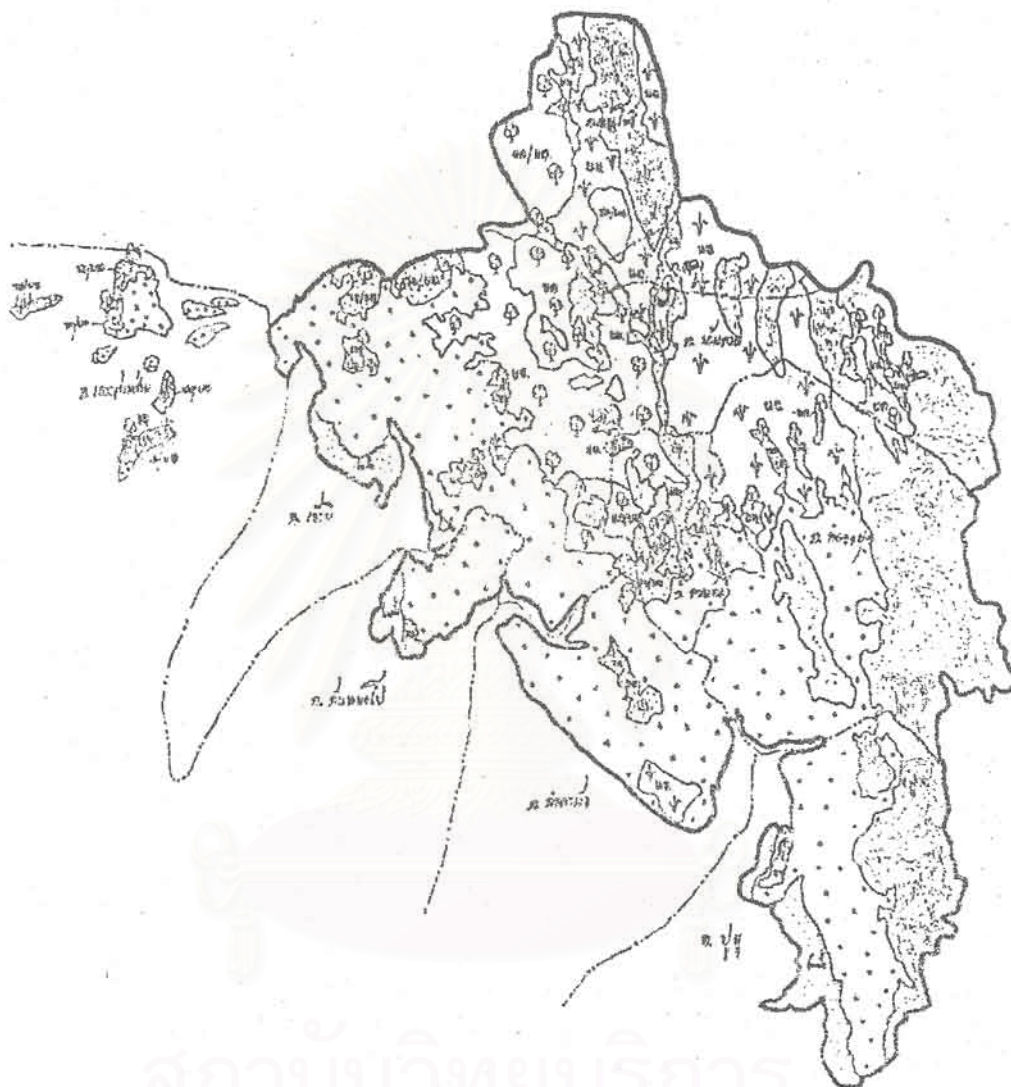


รูป 42 จำนวน(ราย)ที่เลี้ยงหอยแครงที่ จ. สตูล



รูป 43 พื้นที่(ไร่)ของการเลี้ยงหอยแครงที่ จ. สตูล

ลักษณะดินของอำเภอเมืองสตูล

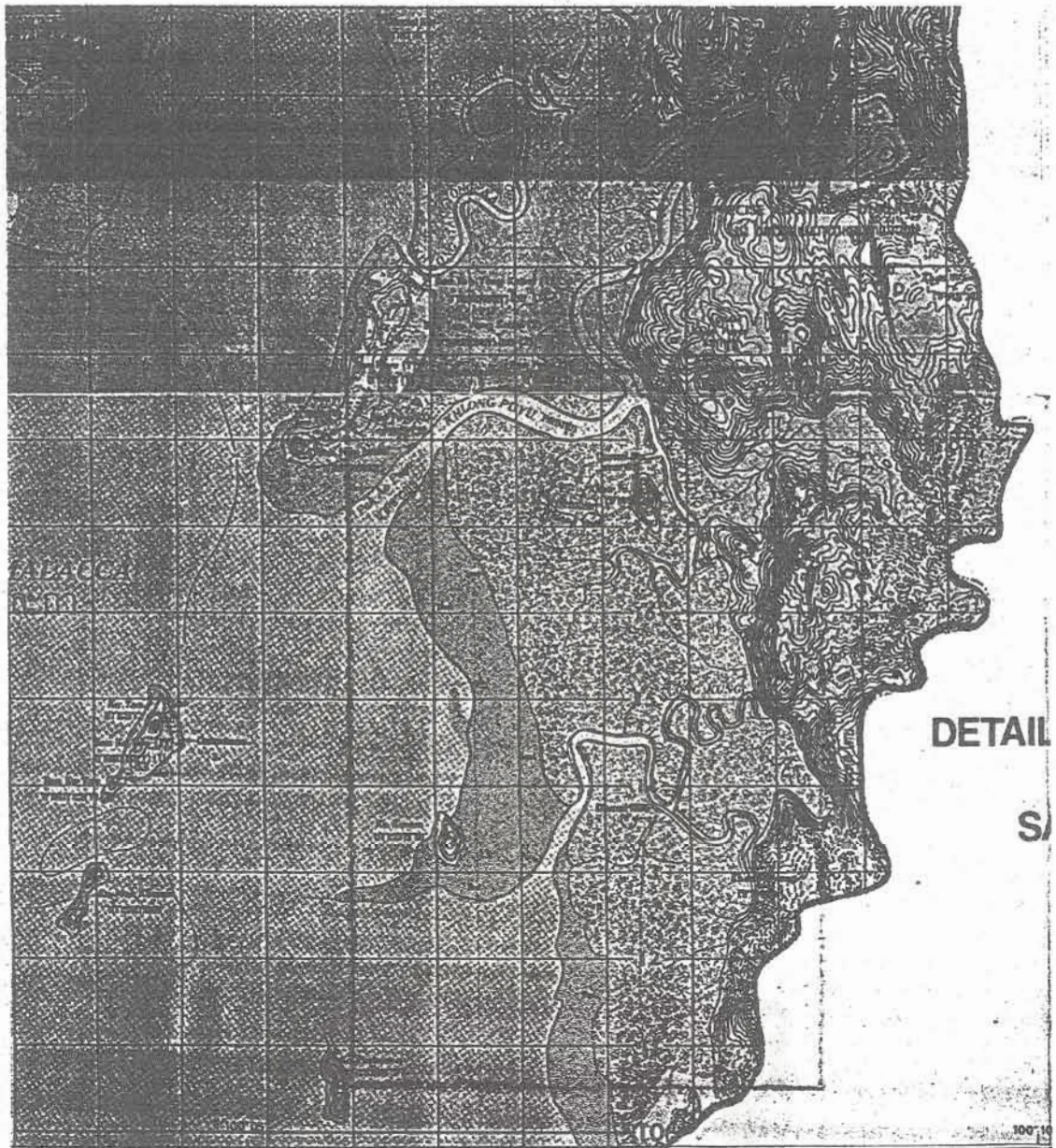


สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	ภูเข		ดินคัน
	ดินนา		ดินภูเขา
	ดินไร่		ดินปลูกยางพารา

รูป 44 ลักษณะดินของ อ. เมืองสตูล (จากงานเศรษฐกิจการเกษตร)







รูป 45 แผนที่ดินของบริเวณที่ศึกษา (จากกรมพัฒนาที่ดิน)

ประชากรของจังหวัดสตูลเพิ่มขึ้นเรื่อย ดูตาราง 11 และรูป 47 (ข้อมูลจากกระทรวงมหาดไทย) ทำให้มีการบุกรุกป่าชายเลนเพิ่มขึ้นเพื่อพัฒนาเป็นที่อยู่อาศัยและการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง



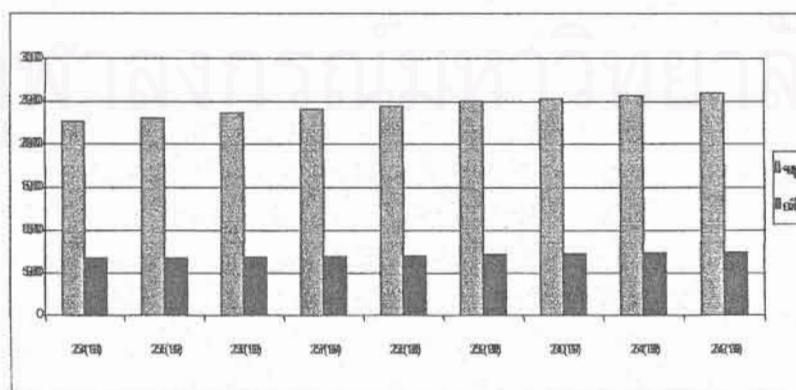
-  โปนน้ำปริมาณน้อย (20 - 100 แกลลอนต่อไร่) โดยทั่วไป น้ำมีคุณภาพดี แต่บางพื้นที่มีแร่เจือปน
-  โปนน้ำปริมาณน้อย (20 - 100 แกลลอนต่อไร่) แต่มีพิษเบาๆ

รูป 46 น้ำใต้ดินของ จ. สตูล (จากงานเศรษฐกิจการเกษตร)

4.3 **สิ่งแวดล้อม** ลักษณะภูมิอากาศของ จ. สตูลเป็นแบบมรสุมเขตร้อน มี 2 ฤดูกาล หากคิดตามทิศลม ในตาราง 12 ซึ่งเฉลี่ยจากปี 1978-1994 จะมีฤดูลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ตาราง 11 ประชากรของจังหวัดสตูล

ปี	สถานที่	ชาย	หญิง	รวม	บ้าน(หลัง)
2534 (1991)	จ.สตูล	115,274	111,458	226,732	41,424
	อ.เมือง	34,225	33,468	67,693	10,981
2535 (1992)	จ.สตูล	116,565	113,998	230,563	45,359
	อ.เมือง	33,971	33,312	67,283	11,953
2536 (1993)	จ.สตูล	119,664	117,146	236,810	47,459
	อ.เมือง	34,679	34,066	68,745	12,449
2537 (1994)	จ.สตูล	121,719	119,411	241,130	49,571
	อ.เมือง	35,271	34,708	69,979	12,985
2538 (1995)	จ.สตูล	123,210	121,287	244,497	52,179
	อ.เมือง	35,515	35,128	70,643	13,725
2539 (1996)	จ.สตูล	126,012	124,465	250,477	55,703
	อ.เมือง	36,390	36,115	72,505	15,073
2540 (1997)	จ.สตูล	127,328	125,849	253,177	56,371
	อ.เมือง	36,645	36,474	73,119	15,517
2541(1998)	จ.สตูล	129,136	127,664	256,800	58,444
	อ.เมือง	37,055	36,982	74,037	16,038
2542 (1999)	จ.สตูล	130,663	129,464	260,127	60,194
	อ.เมือง	37,492	37,482	74,974	16,476



รูป 47 ประชากรของ จ. สตูล และ อ.เมืองสตูล

เริ่มจากเดือนพฤศจิกายน และสิ้นสุดเดือนมีนาคม ฤดูลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ครอบคลุมเพียงสองเดือน คือเมษายนและพฤษภาคม สำหรับลมมรสุมตะวันตกพัดจากเดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม หากคิดตามปริมาณฝน ฤดูแล้งจากเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม เดือนที่ฝนตกน้อยที่สุดคือมกราคม (9.6 มม) ส่วนฤดูฝนจากเดือนเมษายนถึงเดือนพฤศจิกายน โดยที่เดือน กันยายนเป็นเดือนที่มีฝนตกหนักที่สุด (347.4 มม)

ในด้านอุณหภูมิอากาศ เดือนที่ร้อนที่สุดคือมีนาคมและเมษายน ( $28.5^{\circ}\text{C}$ ) เดือนที่หนาวที่สุดคือเดือนตุลาคม ( $26.7^{\circ}\text{C}$ )

ในการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของการปลูกป่าต่ออุณหภูมิอากาศของจ.สตูล เนื่องจากไม่มีสถานีอุตุนิยมวิทยาในบริเวณที่ศึกษา จึงต้องใช้สถานีอุตุฯ ของตัวจังหวัดสตูลมาแทน โดยเฉพาะด้านอุณหภูมิอากาศและฝน ได้นำเอาข้อมูลจากปี 1978 ถึง 1999 ในกรณีของฝน และปี 1981 ถึง 1999 ในกรณีของอุณหภูมิอากาศมาคำนวณในตาราง 14 และ 13 และพลอตเป็น 3 แบบ ดังนี้

ก. ฝนตกรวมรายปี ในรูป 48 และอุณหภูมิอากาศรายปี ในรูป 51 จะเห็นแนวโน้มไม่ชัดเจน แต่เห็นว่า ในปี 1995 ซึ่งเป็นปีก่อนปลูกป่า ฝนมาก (2432.2 มม) อุณหภูมิต่ำ ( $27.6^{\circ}\text{C}$ ) ในปี 1998 ซึ่งเป็นปีปลูกป่า ฝนน้อย (2237.4 มม) อุณหภูมิอากาศร้อนมาก ( $28.1^{\circ}\text{C}$ ) และในปี 1999 ซึ่งเป็นปีหลังการปลูกป่า ฝนมากกว่าเดิมมาก (2491.9 มม) อุณหภูมิอากาศต่ำที่สุดในสามช่วงนี้ ( $27.1^{\circ}\text{C}$ )

ข. ในการดูแนวโน้ม โดยใช้วิธี Time Series Analysis ได้นำค่าเฉลี่ยต่อปีและค่า 3 year running mean มาพลอตในกรณีฝน คือรูป 49 และในกรณีอุณหภูมิอากาศคือรูป 52 ค่าเฉลี่ย (Baseline Period (1961-1990)) สำหรับปริมาณฝนที่นี้คือ 2257.974 มม. ส่วนของอุณหภูมิอากาศเป็น  $27.5^{\circ}\text{C}$  ถ้าดูแต่ค่าเฉลี่ยต่อปี(เส้นประ)เราจะเห็นว่ามีภาวะเพื่อมขึ้นลงเร็วมาก โดยเฉพาะฝน มีการแปรผันจากน้ำท่วมเป็นน้ำแล้งในคาบสั้นๆ 1-2 ปี การแปรผันจากปีต่อปีของฝน จะบดบัง(mask) การกระเพื่อมขึ้นลง (fluctuation) ของวัฏจักรฝน (rain cycle) ในช่วงเวลาอันยาวนาน จึงต้องมีการกรองโดยเฉลี่ยต่อ 3 ปี ทำให้เราเห็นแนวโน้ม (trend) ของฝนที่นี้ว่า วัฏจักรน้ำฝนมีการกระเพื่อมขึ้นลงในคาบสั้น (1-2 ปี)ในช่วง 1980-1984 แต่มีช่วงยาวกว่าถึง 8 ปีจาก 1987-1995 หลังจากนั้นจนถึงปัจจุบันวัฏจักร ฝนอยู่ในช่วงลดลง แม้ว่าในปี 1999 ฝนมากกว่า ค่าเฉลี่ย ซึ่งเนื่องจากปรากฏการณ์ La Nina แต่โดยสภาพทั่วไปขณะนี้ ฝนมีแนวโน้มลดลง ส่วนอุณหภูมิอากาศ มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น

ค. ในการดูค่าผิดปกติ(anomaly)

เพื่อเป็นการเปรียบเทียบอิทธิพลของเอลนิโญและ

ลานินโญ่กับฝนและอุณหภูมิอากาศของจ.สตูล ได้นำมาพลอตที่รูป 50 ในกรณีของฝน

และรูป 53 ในกรณีของอุณหภูมิอากาศ พบว่า ในปี 1995 ปีก่อนปลูกป่า ค่าผิดพลาดของฝนเป็นบวก (มากกว่าปกติ) ส่วนค่าความผิดพลาดของอุณหภูมิอากาศ ก็เป็นบวก (ร้อนกว่าปกติ) ปีนี้เป็นปีปกติ ปี 1998 ปีที่เริ่มการปลูกป่า ค่าผิดพลาดของฝนเป็นลบ (ฝนน้อยกว่าปกติ) และอุณหภูมิอากาศเป็นบวก (ร้อนกว่าปกติ) ปีนี้เป็นปีเอลนินโญ และปี 1999 ซึ่งเป็นปีหลังการปลูกป่า ค่าผิดพลาดของฝนเป็นบวก (มากกว่าปกติ) ส่วนค่าความผิดพลาดของอุณหภูมิอากาศก็เป็นลบมากๆ (หนาวมาก) ปีนี้เป็นปีที่เกิดทั้งช่วงปลายของปรากฏการณ์เอลนินโญและช่วงเริ่มต้นของปรากฏการณ์ ลานินโญ

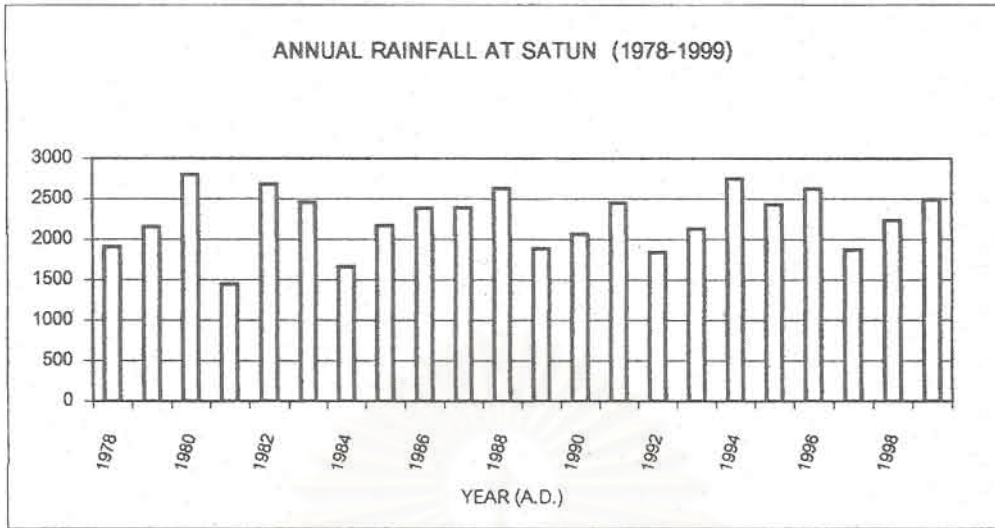
ในกรณีของอุณหภูมิอากาศรายเดือนตั้งแต่ปี 1981 ถึง 1999 (ดูตาราง 13) เราพบว่าเดือนที่อุณหภูมิอากาศสูงสุดคือเดือนเมษายน ( $30.1^{\circ}\text{C}$ ) เดือนที่หนาวที่สุดคือเดือนตุลาคม ( $26.6^{\circ}\text{C}$ ) ซึ่งสอดคล้องกับตาราง 12 ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจาก 1978 - 1994 ในกรณีของฝนรายเดือน ในตาราง 14 ฤดูแล้งเริ่มจากเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ โดยที่เดือนกุมภาพันธ์เป็นเดือนที่ฝนน้อยที่สุด (808 มม.) ส่วนฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงเดือนธันวาคม โดยที่เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุด (6778.00 มม.) สำหรับเดือนที่ฝนตกหนักคือกันยายนสอดคล้องกับตาราง 12 แต่เดือนที่ฝนตกน้อยเมื่อเฉลี่ยหลายปีเพิ่มขึ้น (1981-1999) จะล่าเป็นเดือนกุมภาพันธ์แทนที่จะเป็นเดือนมกราคม ที่เฉลี่ยจาก 1978-1994

ในกรณีของน้ำท่า(runoff) ต่อปีจากคลองละงูตั้งแต่ปี 1984-1999 แต่จากค่าเฉลี่ยรายเดือน ในตาราง 15 พบว่าเดือนตุลาคมเป็นเดือนที่ค่าเฉลี่ยของน้ำท่ารายเดือนสูงสุดในรอบ 1984-1999 คือ 114.68 CMS (ดูรูป 54) สำหรับค่ารวมของน้ำท่าต่อปีและค่า 3 year running mean พบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้น (ดูรูป 55) ส่วนค่าผิดพลาดในรูป 56 ในปีก่อนปลูกป่า คือ 1995 ค่าผิดพลาดเป็นลบ(-0.398) แสดงว่าน้ำท่าน้อยกว่าปกติ ส่วนในฤดูที่ปลูกป่า คือปี 1998 ค่าผิดพลาดเป็นบวก (0.191) และเป็นปีเอลนินโญ ในปี 1999 ค่าผิดพลาดเป็นบวก (+2.153) ซึ่งเป็นปีหลังปลูกป่า ปีนี้เป็นทั้งปีสิ้นสุดเอลนินโญและปีเริ่มต้นลานินโญ จึงบอกได้ว่าการปลูกป่าทำให้น้ำท่าเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ

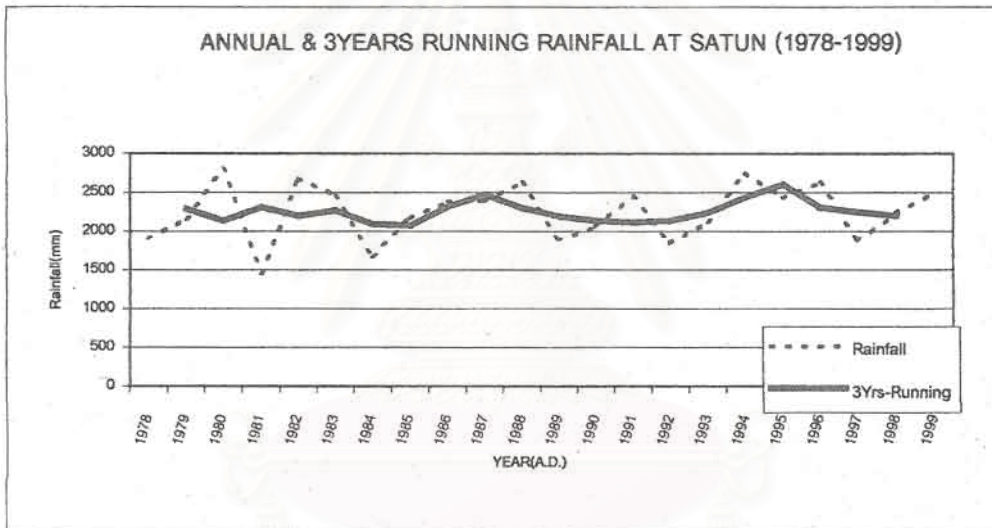
สำหรับค่าระดับน้ำทะเล ได้นำค่าระดับน้ำทะเลรายชั่วโมงจากกรมเจ้าท่ามาพลอต ในช่วงเวลา 3 วันของข้อมูลดาวเทียม คือ 11 มีนาคม 1995 (รูป 57) วันที่ 19 มีนาคม 1998 (รูป 58) และ วันที่ 18 กุมภาพันธ์ 1999 (รูป 59) เนื่องจากเวลาที่ดาวเทียมผ่านเป็นเวลาประมาณ 10.42 น. ช่วงเช้า ปรากฏว่าทั้งสามภาพอยู่ในช่วงน้ำลง ทำให้การจำแนกภาพในส่วนของหาดเลนเห็นได้ชัดเจนดีกว่าตอนน้ำขึ้น ที่สถานีตำมะลัง จ. สตูล ชนิดของน้ำขึ้นน้ำลงที่สตูลเป็นแบบน้ำคู่ คือขึ้น 2 ครั้ง ลง 2 ครั้งต่อวัน มีค่าเรจค์เฉลี่ย (1981-1996) จาก MSL เป็น 1.56 ม.

ตาราง 12 ภูมิอากาศของ จ. สตูล เฉลี่ย 1978 – 1994 (จากกรมอุตุนิยมวิทยา)

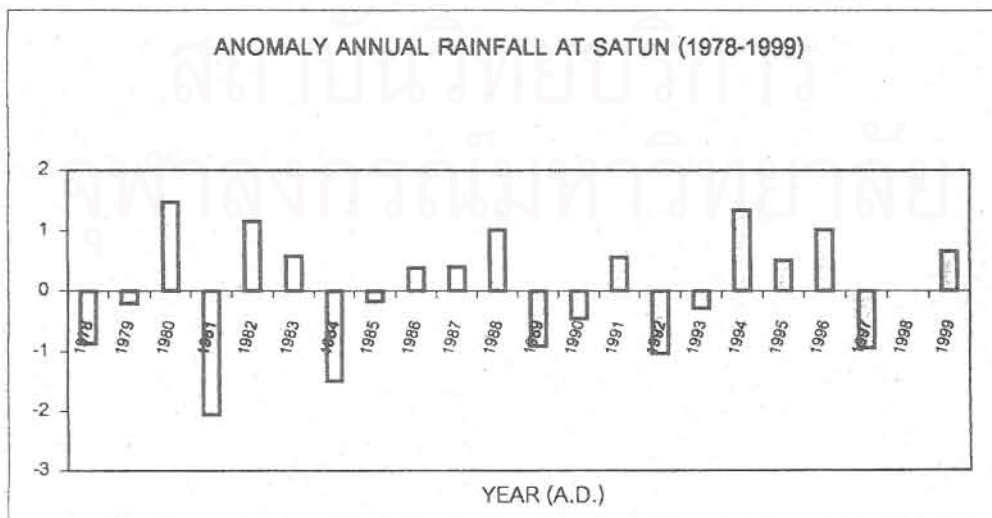
Parameters	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
Mean Pressure (Hpc)	1010.75	1010.18	1009.55	1008.61	1008.18	1403.42	1008.81	1009.01	1009.59	1009.9	1009.88	1010.73	1009.47
Temperature(° C)													
Mean	27.4	27.9	28.5	28.5	27.9	27.9	27.3	27.3	26.8	26.7	26.8	26.9	27.5
Relative Humidity(%)													
Mean	69	68	71	77	83	82	83	82	85	85	82	75	79
Evaporation (mm)													
Mean-pan	194.4	180.3	195.2	158	136.8	128.2	132.5	133.1	119.9	118.7	113.6	146.1	1756.8
Cloudiness (0-10)													
Mean	4.9	4.9	5.9	6.7	7.6	7.5	7.6	7.3	8.1	8	7.4	6.2	6.8
Visibility (km)													
0700 LST	8	7.9	7.7	7.5	7.9	7.9	7.6	7.7	7.9	8	8.2	8.1	7.9
Wind (Knots)													
Mean wind speed	5.4	4.2	3.1	1.7	1.4	1.6	1.6	2	1.9	1.4	2.1	4.4	
Prevailing wind	NE	NE	NE	SW	SW	W	W	W	W	W	NE	NE	
Rainfall (mm)													
Mean	9.6	32.1	91.6	201.3	267.3	199.5	262.9	235.3	347.4	309.9	204.6	65.5	2226
Mean rainy day	2.3	2.9	9.3	14.5	19.4	14.9	16.8	17	21.5	21.9	17.6	8.5	166.6



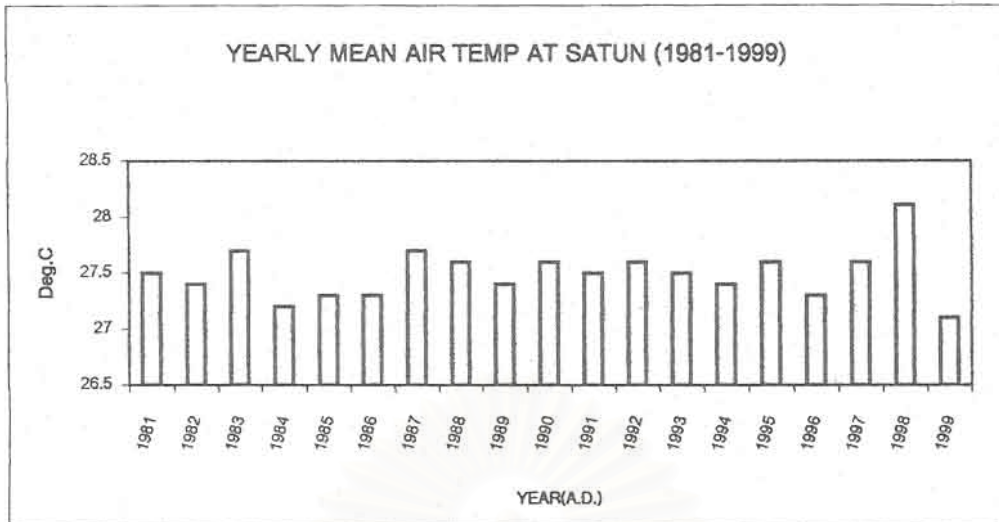
รูป 48 ฝนตกรวมต่อปีที่ จ. สตูล (1978-1999)



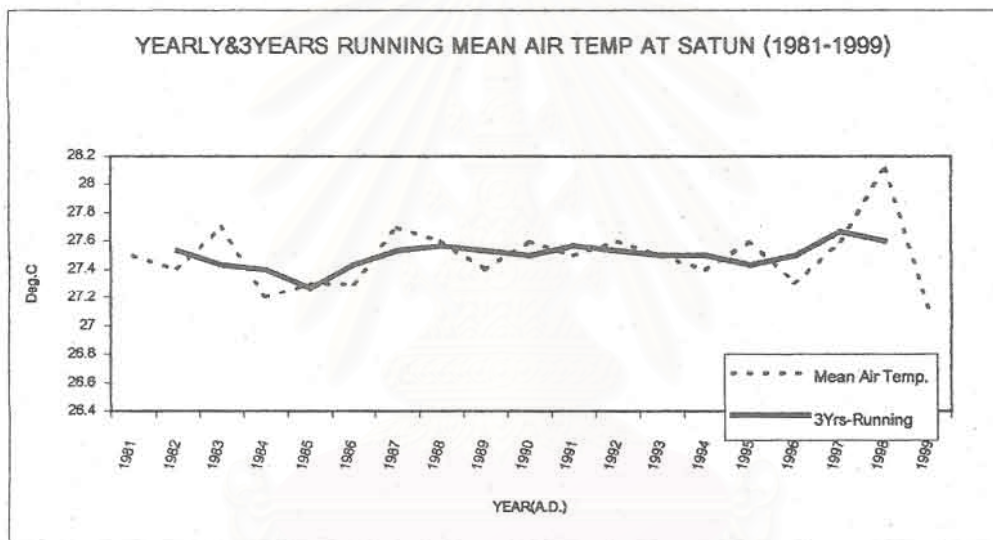
รูป 49 ฝนรวมรายปีและ 3ปีเฉลี่ยค่าปานกลางวิ่งที่ จ. สตูล (1978-1999)



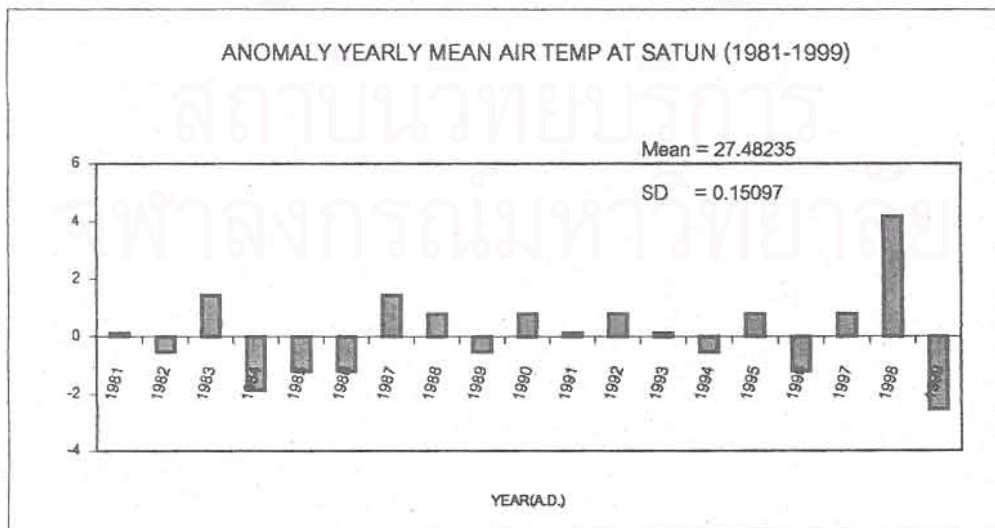
รูป 50 ความผิดปกติของฝนรวมรายปีที่ จ. สตูล (1978-1999)



รูป 51 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่อปีที่ จ. สตูล (1981-1999)



รูป 52 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยต่อปีและ 3 ปีเฉลี่ยปานกลางวันที่ จ. สตูล (1981-1999)



รูป 53 ความผิดปกติต่อปีของอุณหภูมิอากาศที่ จ. สตูล (1981-1999)



ตาราง 13 อุณหภูมิอากาศเฉลี่ยรายเดือนที่สูงสุด ตั้งแต่ปี ค.ศ 1981-1999 (ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา)

Year	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Mean	Remark
1981	26.6	27.9	29.3	28.1	27.7	28	27.5	27.8	27.1	27.1	26.2	26.6	27.5	
1982	27	28	28.6	27.9	27.7	28	26.7	27.1	27	26.6	26.9	27	27.4	E
1983	27.7	28.3	29.1	29.7	28.3	28	27.3	27.3	26.7	27	26.9	26.5	27.7	
1984	26.7	27.2	27.8	27.9	27.9	27	26.8	27.7	26.9	26.8	27.1	26.6	27.2	
1985	27.4	27.7	27.9	28.2	27.6		26.9	27	26.6	26.5	26.4	26.8	27.2	
1986	26.6	27.5	28.3	28.6	27.8	27.8	27.7	27.4	26.4	26.5	26.1	27.3	27.3	E
1987	27.5	27.9	28.9	29.2	28.1	28.1	28	27	27.1	27.2	26.8	26.8	27.7	
1988	28.1	28.5	28.9	28.6	28.3	27.8	27.2	27.3	26.5	26.8	26.7	26.7	27.6	E,L
1989	27.7	27.5	27.8	27.7	27.9	27.5	27.4	26.9	27	26.5	27.2	27.3	27.4	E
1990	27.4	28.7	28.8	28.7	27.8	28.1	27.1	27.8	26.5	26.8	26.6	27.3	27.6	E
1991	27.8	28.5	28.5	28.3	27.7	28.1	27	27.2	26.6	26.6	27.1	27.1	27.5	E
1992	27.3	27.7	28.8	29.5	28.1	27.8	27.3	27.3	27	26.5	26.7	26.9	27.6	E
1993	27.6	27.8	27.9	28.5	28.3	27.8	27.3	27.5	26.7	26.5	27.2	26.5	27.5	E
1994	27.6	27.8	27.8	27.9	27.9	27.4	27.5	26.9	26.5	26.6	27.5	27.3	27.4	E
1995	27.9	27.8	28.1	28.7	28.6	28.2	27.7	27	26.8	26.9	26.9	26.5	27.6	
1996	27.1	27.7	28.6	28.1	28.1	27.8	27.8	27	26.9	26.6	26.3	26.1	27.3	L
1997	27.2	27.3	28.2	28.1	28.3	27.5	27.5	27.6	27.2	26.9	27.5	27.6	27.6	E
1998	28.8	29.4	30.1	29.8	29.9	28.3	27.8	27.3	27.3	26.8	26.8	26.7	28.1	E
1999	27.4	28	27.7	27.4	27.6	27.2	27.1	27.1	27	26.5	26.4	26.2	27.1	E,L
Mean	27.4	27.8	28.5	30.1	27.9	27.8	27.3	27.3	26.9	26.6	26.8	26.8	27.5	

Mean Period(1981-1999) = 27.5

SD = 0.228658

ตาราง 14 ฝนรายเดือนที่สูงสุด ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981 – 1999 (ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา)

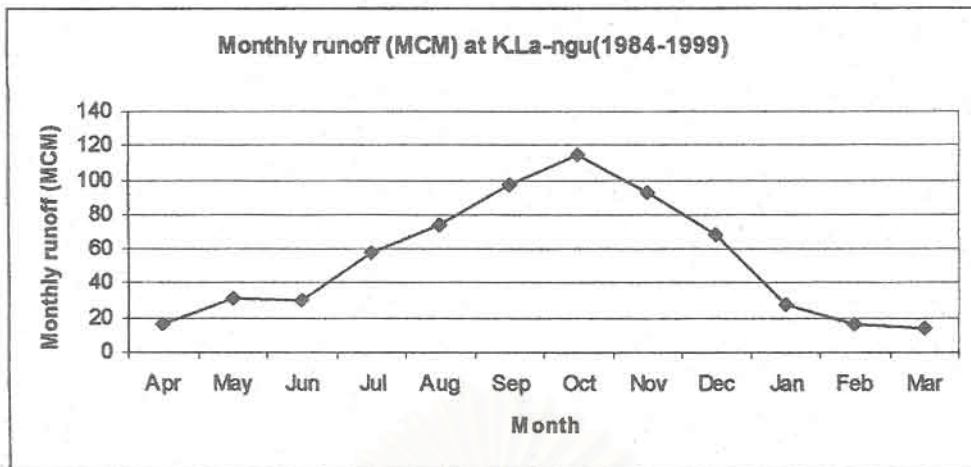
Year	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Annual	Remark
1981	2	20.5	13.9	167.1	291.2	87.5	97	97.9	192.7	247.7	205.5	26.6	1449.6	
1982	0	5.4	50	368.8	367.4	157	556	256.7	253.1	276.5	325.4	67.6	2683.9	E
1983	0	0.7	28.6	17.2	298.5	228.9	343.6	297.7	588.2	295.2	211.6	148.9	2459.1	
1984	20.5	38.6	130.9	228.9	116.4	233.2	227.3	105.9	252.1	137.3	65.2	110.9	1667.2	
1985	1.4	192.1	69.1	203.9	147	130.1	155.1	278.4	329.8	359	281.2	26.1	2173.2	
1986	18.6	17.3	66.7	174.4	266.6	236.9	75.3	240.3	433	356.5	437.7	65	2388.3	E
1987	1.5	0.1	66.1	130.8	372.2	205.8	125.7	427.9	416.8	286.1	263.7	97.4	2394	
1988	2.9	8.8	85.8	225.2	324.8	102.6	431.3	223.9	531.4	331.1	329.7	31.4	2628.9	E,L
1989	2.9	0	83.9	147.2	196.4	167.2	265.5	204.6	329.2	403.8	86.2	2.4	1889.3	E
1990	20.7	117.3	160.4	199.9	257.3	141.7	243.9	45.9	247.5	371.1	204.2	53	2062.9	E
1991	10.2	5.3	149	324.9	458.9	107.3	317.5	332.5	418.8	210	65.8	55.4	2455.6	E
1992	1.9	29.3	63.7	37.1	231.1	261.7	153.8	255.9	352	258.9	161.6	34.3	1841.3	E
1993	15.2	4.7	102.4	94.3	214.4	235.2	419.6	118.2	298.6	346.6	127.4	152.1	2128.7	E
1994	0.1	82.4	208.2	321.1	270.2	402.5	282.2	279.3	334.1	460.3	74.4	37.2	2751.9	E
1995	1.1	67	112.9	133.7	203.2	89.5	183.6	336.4	548.7	418.4	184.2	153.5	2432.2	
1996	20.4	2.8	139	479.6	210.6	129.7	129.6	299.1	445.2	370.7	283.4	117.8	2627.9	L
1997	2	168.2	33.3	190.6	183.2	184.4	76.5	343.8	233.6	288	103.2	69	1875.8	E
1998	11.1	40.6	0	0	113.4	210.3	436.6	271.8	149	450.4	410.8	143.4	2237.4	E
1999	62.9	6.9	148	198.7	270.6	166	280.7	267.4	424.2	364.6	183.7	118.2	2491.9	E,L
Mean	195.4	808	1711.9	3643.4	4793.4	3477.5	4800.8	4683.6	6778	6232.2	4004.9	1510.2	42639.1	
Mean period	10.284211	42.526316	90.1	191.75789	252.28421	183.02632	252.67368	246.50526	356.73684	328.01053	210.78421	79.484211	2244.1632	
SD(81-99)	14.999788	58.118422	55.426478	120.65891	89.094689	76.199554	137.97952	96.453382	122.6628	82.377592	113.18667	49.104631	366.41715	

Table 15 Annual runoff (MCM) at Khlong La-ngu, Satun (1994-1999)

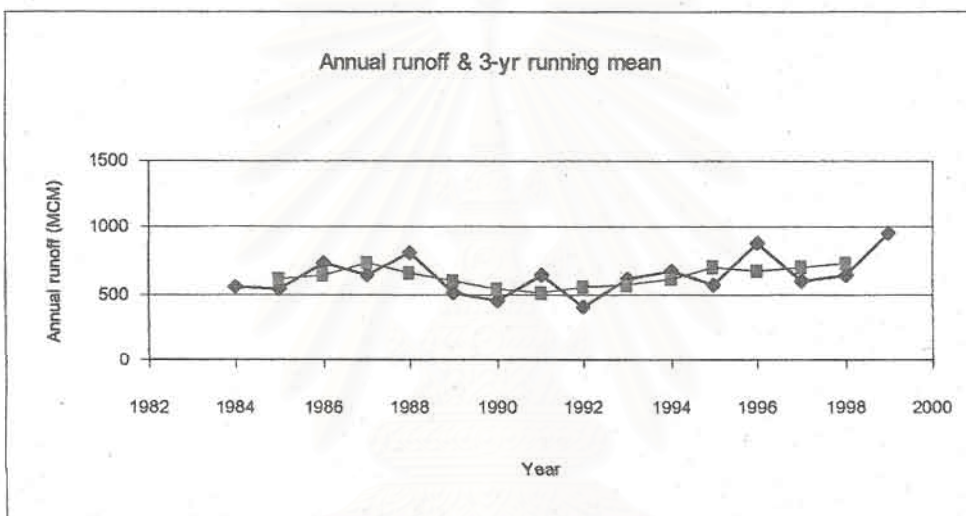
Month	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Annual Runoff	Annual Mean
Year													MCM	CMS
1984	20.13	28.47	55.36	121.5	36.87	84.39	59.1	29.8	61.68	24.81	17.6	15.68	555.37	17.61
1985	10.17	31.69	20.1	10.44	52.12	62.96	109.52	117.26	68	30.94	13.22	9.31	535.72	16.99
1986	8.81	46.44	44.37	44.98	25.83	124.44	187.76	140.93	72.41	23.55	11.54	9.32	740.35	23.48
1987	8.54	17.78	34.07	21.83	143.64	54.63	94.13	100.98	116.57	24.13	15.39	10.99	642.67	20.32
1988	13.6	33.68	17.42	99.78	51.99	204.77	141.59	139.2	56.77	25.95	16.24	14.95	815.94	25.87
1989	21.03	24.95	18.53	86.75	58.05	62.92	137.06	42.89	23.15	16.77	11.1	10.98	514.15	16.3
1990	10.6	57	36.73	26.18	30.58	47.16	56.91	98.31	44.76	19.3	10.8	10.19	448.51	14.22
1991	8.08	34.56	16.37	139.97	99.92	137.28	66.77	54.68	42.25	27.23	14.73	10.39	652.22	20.63
1992	6.59	13.47	46.71	47.85	91.44	32.71	60.5	59.78	20.78	14.08	8.62	9.09	411.61	13.05
1993	9.97	16.39	19.82	62.89	23.73	60.73	173.87	72.05	108.96	27.46	17.24	17.08	610.2	19.35
1994	25.01	43.67	49	78.47	65.06	120.34	92.66	98.54	40.07	25.88	16.46	15.92	671.08	21.28
1995	11.05	10.89	12.35	15.5	78.01	152.47	79.11	111.21	45.25	22.52	18.04	12.42	568.81	17.99
1996	23.63	55.75	31.33	55.46	128.17	104.47	171.01	112.31	124.9	32.76	23.31	18	881.08	27.94
1997	17.09	13.98	11.85	24.39	122.9	85.98	100.52	54.04	112.76	27.95	14.19	11.57	597.21	18.94
1998	8.56	9.09	11.71	20.21	57.98	61.21	158.98	126.6	78.69	58.61	27.62	24.21	643.47	20.4
1999	51.11	65.99	60.49	72.27	115.10	149.98	145.46	120.08	83.29	40.07	27.13	31.20	962.16	30.43
Ave.	15.873	31.488	30.39	58.03	73.84	96.65	114.68	92.416	68.768	27.626	16.452	14.456	640.66	20.30

S.D. = 149.343

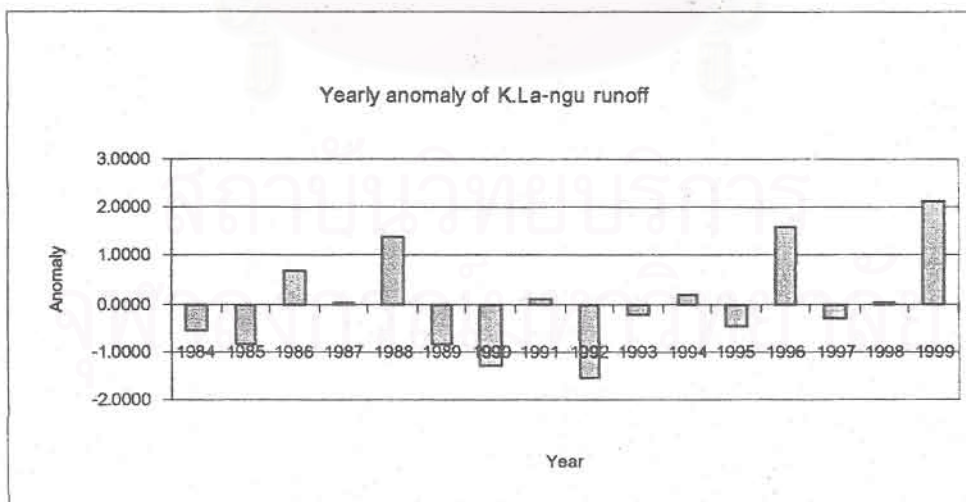
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



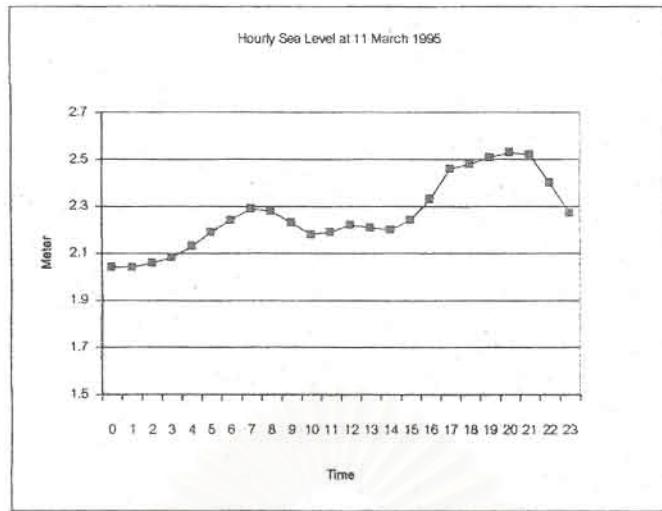
รูป 54 น้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนที่คลองละงู (1984-1999)



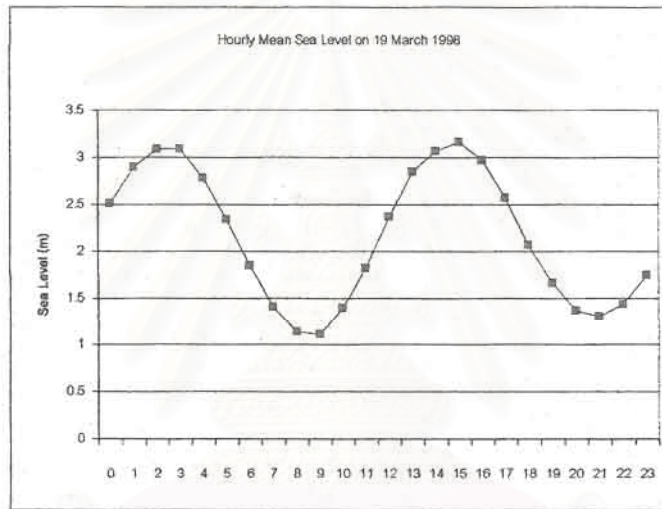
รูป 55 น้ำท่ารวมรายปี และ 3 ปีค่าปานกลางวิ่งที่คลองละงู (1984-1999)



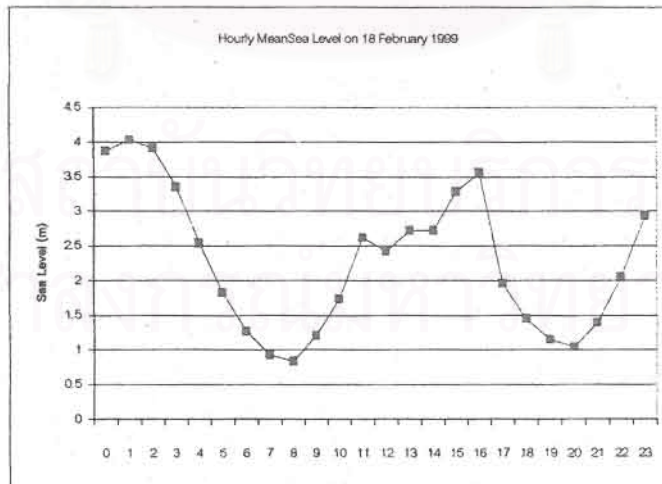
รูป 56 ค่าผิดปกติภาพรายปีของน้ำท่าที่คลองละงู (1984-1999)



รูป 57 ค่าความสูงของระดับน้ำทะเลรายชั่วโมงเมื่อ 11 มีนาคม 1995



รูป 58 ค่าความสูงของระดับน้ำทะเลรายชั่วโมงเมื่อ 19 มีนาคม 1998



รูป 59 ค่าความสูงของระดับน้ำทะเลรายชั่วโมงเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 1999

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาเรื่องการเปลี่ยนแปลงของทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมของฝั่งทะเล หลังการปลูกป่าชายเลนที่ตำบลปูลู อำเภอมือ จังหวัดสตูลโดยรีโมทเซนซิงนั้น ข้อมูลหลักของงานวิจัยนี้คือข้อมูลดาวเทียมแลนด์แซท 5 ระบบThematic Mapper (TM) ใน 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงก่อนปลูกป่า 11 มีนาคม 2538 (1995) ปีที่เริ่มปลูกป่า 19 มีนาคม 2541 (1998) และ 1 ปีหลังการปลูกป่า 18 กุมภาพันธ์ 2542 (1999) สำหรับข้อมูลประกอบด้านทรัพยากร มีข้อมูลพื้นที่ป่าไม้ชายเลน ข้อมูลประมง แผนที่ดินและน้ำใต้ดิน แผนที่ทรัพยากรการเกษตรของจังหวัดสตูล รวมทั้งประชากรของจังหวัดและอำเภอมือสตูล ส่วนข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อม มีข้อมูลอุทกนิยมนิคมวิทยาของจังหวัดสตูล น้ำท่า (Runoff) จากคลองละงู น้ำขึ้นน้ำลง ที่สถานีท่ามะลิ่ง Southern Oscillation Index (SOI) จาก NOAA เพื่อดูว่าปีไหนมีปรากฏการณ์เอลนีโญ และลานีญาเกิดขึ้นบ้าง ใช้แผนที่ภูมิประเทศพื้นฐาน 1 ต่อ 50,000 ในการแก้ไขความผิดพลาดทางเรขาคณิตของข้อมูลดาวเทียม

ผลการวิจัยสรุปได้ในตาราง 3 ป่าชายเลนที่ปลูกใหม่ที่มีลำต้นขนาดเล็ก ก่อนปลูกป่ามีเพียง 7.05 % เพิ่มมากที่สุดในช่วงคือในปีปลูกป่า 13.197 % และเพิ่มเล็กน้อย 9.256 % หลังปลูกป่า 1 ปี ส่วนป่าชายเลนที่ถูกบุกรุกทำลายมีมากที่สุด 10.4 % ก่อนปลูกป่า ลดน้อยลงมากที่สุดในช่วงปลูกป่าเป็น 3.35 % และถูกทำลายบ้างหลังปลูกป่าถึง 5.08 % สำหรับป่าชายเลนที่มีสภาพสมบูรณ์ ก่อนปลูกป่ามีเพียง 7.49 % ปีปลูกป่าลดเหลือ 6.65 % แต่หลังปลูกป่าเพิ่มถึง 16.12 % ในเรื่องนกกึ่ง ก่อนปลูกป่ามีถึง 7.09 % ระหว่างปลูกป่าเพิ่ม 8.13 % หลังปลูกป่าลดลง 7.15 % หุ่นาและที่รกร้างว่างเปล่า ก่อนปลูกป่ามี 1.57 % ระหว่างปลูกป่า 4.1 % หลังปลูกป่าเหลือ 0.45 % ป่าบกเช่นตามเขาหรือที่ดอนไม่ค่อย เปลี่ยนแปลงมาก อาจเป็นเพราะเป็นป่าสงวนแห่งชาติ ก่อนปลูกป่ามีพื้นที่ 25.67 % ระหว่างปลูกป่า 25.13 % หลังปลูกป่า 24.97 % หาดเลนก่อนปลูกป่ามี 1.04 % ระหว่างปลูกป่ามีมาก 10.73 % หลังปลูกป่าลดลง 0.61 % พื้นที่เปิดโล่งในป่าเลนก่อนปลูกป่ามีมาก 5.6 % ระหว่างปลูกป่าลดลงมาก 1.22 % หลังปลูกป่าเพิ่มเล็กน้อยเมื่อเทียบกับตอนปลูกป่า 1.43 % ในการศึกษาผลผลิตจากการปลูกป่า ใช้ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ (Normalised Difference Vegetation Index (NDVI)) ซึ่งมีสีแดงเข้มขึ้นในบริเวณปลูกป่าอย่างชัดเจนหลังการปลูกป่า บ่งชี้ให้เห็นถึงการเจริญเติบโตที่มากขึ้นหลังการปลูกป่า จากข้อมูลดาวเทียมแสดงให้เห็นว่าการ

ปลูกป่าค่อนข้างได้ผลดี แต่ต้องระมัดระวังการตายของต้นไม้ที่ปลูกใหม่จากปุ๋ยแอมและถึงต้องมีการปลูกซ่อม และเรื่องการถางป่าไปทำนาทุ่ง ต้องมีการกวาดขันตรวจตราอย่างใกล้ชิด

ข้อมูลประกอบด้านทรัพยากรธรรมชาติในกรณีข้อมูลทั้งจังหวัด จำนวนรายของการเลี้ยงสัตว์น้ำ(กุ้ง ปู ปลา)ที่ จ.สตูลจากปีก่อนปลูกป่า (1995) มีจำนวนมากที่สุด แล้วลดลงจนถึงปีปลูกป่า (1998) ในเรื่องพื้นที่ของการเลี้ยงสัตว์น้ำ พื้นที่มากที่สุดในปี 1996 (ก่อนปลูกป่า) แล้วลดลงเรื่อย แม้ว่าจำนวนรายและพื้นที่ของการเลี้ยงสัตว์น้ำจะลดลง แต่ผลผลิตของการเลี้ยงสัตว์น้ำรวมทั้งจังหวัด และผลผลิตการเลี้ยงกุ้งกลับเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปีก่อนปลูกป่าจนถึงปีปลูกป่า

การลดลงของจำนวนราย พื้นที่และผลผลิตการเลี้ยงปลาในปี 2538(1995) ปีก่อนปลูกป่า อาจเป็นเพราะโรคระบาด แต่หลังปี 2538 การเลี้ยงปลาได้เพิ่มขึ้นจนถึงปี 2541 (1998) ซึ่งเป็นปีที่มีการปลูกป่า หลังจากนั้นก็ยังไม่ได้รับข้อมูล อย่างไรก็ตาม เมื่อมีการปลูกป่า จำนวนราย พื้นที่ และ ผลผลิตของการเลี้ยงปลาได้เพิ่มขึ้น ซึ่งแสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากการปลูกป่าต่อการ เลี้ยงปลาได้

ในกรณีของการเลี้ยงหอยแครงของ จ.สตูล ระหว่าง 2538-2541 จำนวนราย พื้นที่และผลผลิตของการเลี้ยงหอยแครงเพิ่มขึ้นจากก่อนปีปลูกป่าจนถึงปีปลูกป่า ในปี 2540 สำหรับปี 2540 ทั้งสามรายการมีจำนวนลดลง เนื่องจากปัจจัยภายนอก เช่น ราคาน้ำมัน และโรคระบาด แต่มันมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงปีปลูกป่า และเชื่อว่าจะเพิ่มขึ้นหลังการปลูกป่า

เนื่องจากลักษณะดินและปริมาณน้ำใต้ดิน เป็นปัจจัยพื้นฐานที่จำเป็นอย่างหนึ่งในการปลูกพืช สำหรับข้อมูลดินและน้ำใต้ดินเป็นข้อมูลทั้งจังหวัดและอำเภอเมืองสตูล ซึ่งแสดงให้เห็นว่าบริเวณที่ศึกษาเหมาะแก่การปลูกป่าชายเลน เพราะเป็นดินเลน มีความเค็ม จึงไม่เหมาะแก่การปลูกพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ทั้งนี้มีน้ำใต้ดินที่ให้น้ำน้อย (20-100 แกลลอนต่อนาถึ) น้ำมีคุณภาพดี แต่สำหรับป่าเลนถึงปริมาณน้ำใต้ดินจะมีน้อย แต่น้ำทะเลก็เพียงพอในการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้ในป่าเลน

สำหรับประชากรของจังหวัดและอำเภอเมืองสตูล มีจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อย 86 % ของประชากรประกอบอาชีพเกษตรกรรม ปัญหาการว่างงานจึงไม่มี เพราะมีทรัพยากรธรรมชาติอันอุดมสมบูรณ์ ทำให้ประชากรสามารถเลือกประกอบอาชีพต่างๆได้อย่างดี แต่จำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้นทำให้มีการบุกรุกทำลายป่า โดยเฉพาะป่าเลนเพื่อทำเป็นที่อยู่อาศัยและการเพาะเลี้ยงเพิ่มมากขึ้น

ในด้านสิ่งแวดล้อม ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเป็นข้อมูลที่กรมอุตุนิยมวิทยาได้รวดเร็ว เพราะได้ข้อมูลจนถึงปี 2542 (1999) จึงสามารถนำมาวิเคราะห์ผลกระทบของการปลูกป่าต่อปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยาได้ ถึงแม้ว่าจะเป็นข้อมูลที่ตัวจังหวัดสตูลก็ตาม แต่สภาพลมฟ้าอากาศ

มีอิทธิพลครอบคลุมเนื้อที่กว้างขวางรวมบริเวณที่ศึกษาอยู่แล้ว ก่อนปลูกป่า ปี 1995 ฝน มาก (2432.2 มม) อุณหภูมิอากาศต่ำ (27.6 °ซ) ในช่วงปลูกป่าปี 1998 ซึ่งเป็นปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ ฝนน้อย (2237.4 มม) อุณหภูมิอากาศร้อนมาก (28.1 °ซ) ในปี 1999 หลังการปลูกป่าเป็นปีที่เกิดทั้งปรากฏการณ์เอลนีโญและลานินญา ฝนมากกว่าเดิมมาก (2491.9 มม) อุณหภูมิอากาศต่ำสุดในช่วงสามปีนี้ (27.1 °ซ) แสดงว่าปีนี้อิทธิพลของลานินญา มีมากกว่าเอลนีโญ แนวโน้มของฝนลดลงและอุณหภูมิอากาศเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ในอนาคต สำหรับความเกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ ENSO ปี 1995 ค่าผิดพลาดของ ฝนรายปีเป็นบวก และค่าผิดพลาดของอุณหภูมิอากาศรายปีก็เป็นบวก ปี 1998 ปีปลูกป่า ค่าผิดพลาดของฝน รายปีเป็นลบ และค่าผิดพลาดของอุณหภูมิอากาศรายปีเป็นบวก สำหรับปี 1999 หลังการ ปลูกป่า ค่าผิดพลาดของฝนรายปีเป็นบวก ส่วนค่าผิดพลาด ของอุณหภูมิอากาศรายปี เป็นลบมากๆ ค่าผิดพลาดเป็นบวกหมายถึงค่าที่มากกว่าค่าปกติ ถ้าค่าเป็นลบหมายถึง ค่าที่ต่ำกว่าค่าปกติ

ในเรื่องข้อมูลน้ำท่าจากคลองละงู ปี1984-1999 พบว่าเดือนตุลาคมเป็นเดือนที่ค่าเฉลี่ยของน้ำท่ารายเดือนสูงสุดในรอบ 15 ปีคือ 114.68 CMS ส่วนค่าผิดพลาดในปีก่อน ปลูกป่า คือ 1995 ค่าผิดพลาดเป็นลบ(-0.398) แสดงว่าน้ำทำน้อยกว่าปกติ ส่วนในฤดูที่ปลูกป่า คือปี 1998 ค่าผิดพลาดเป็นบวก (0.191) และเป็นปีเอลนีโญ ในปี 1999 ค่าผิดพลาดเป็นบวก (+2.153) ซึ่งเป็นปีหลังปลูกป่า ปีนี้เป็นทั้งปีสิ้นสุดเอลนีโญและปีเริ่มต้นลานินญา จึงเห็น ได้ว่าการปลูกป่าทำให้น้ำท่าเปลี่ยนแปลงเพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ

สำหรับค่าระดับน้ำทะเลในวันที่ดาวเทียมบันทึกข้อมูล ทั้งสามวันเป็นช่วงน้ำลง จึงทำ ให้การจำแนกหาตเลนดึกกว่าช่วงน้ำขึ้น

โดยสรุปแล้ว เราขอทราบดีว่าการตัดไม้ทำลายป่าได้ทำลายความสมดุลตามธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมไป การปลูกป่าจึงเป็นการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมธรรมชาติทั้งด้านป่าไม้ น้ำ ดิน อากาศ และสิ่งมีชีวิตให้คงอยู่ในสภาพสมดุลที่ดีและยั่งยืนเหมือนก่อนการทำลายป่าไม้ จึงสมควรให้มีการปลูกป่าให้เพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้เราสามารถใช้อุณหภูมิดาวเทียมมาประเมิน การเปลี่ยนแปลงและความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ดังกล่าวมา แล้วเป็นอย่างดี โดยเฉพาะในกรณีที่มีข้อมูลภาคสนามขาดหายไป การประเมินผลกระทบ ควรทำซ้ำหลังการปลูกป่าไปแล้ว 5-10 ปี ต่อมา เพื่อเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เพราะเพียง 1 ปี หลังการปลูกป่า ยังเห็นการเปลี่ยนแปลงน้อยไป ในด้านเครื่องมือที่จะ validate ข้อมูลดาวเทียมก็ยังคงขาด สมควรให้มีขึ้นเพื่อจะได้ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากร ธรรมชาติได้ละเอียดถูกต้องขึ้น



หมายเหตุ ตามหลักการแล้ว เราควรจะมีสถานีวิจัยค่าและเก็บข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ ตรงบริเวณที่ศึกษา ทั้งช่วงก่อน ระหว่างและหลังปลูกป่าแล้วไม่น้อยกว่า 5 ปี แต่ตามความจริงด้วยงบประมาณจำกัดเพียง 210,000.- บาท เป็นค่าซื้อข้อมูลดาวเทียม ซึ่งเป็นข้อมูลหลักถึง 49,500.- บาท เราจึงไม่สามารถไปทำการติดตั้งสถานีวิจัยและทำการเก็บข้อมูลดังกล่าวได้ เพราะเฉพาะค่าเครื่องมือและค่าเก็บข้อมูลก็เป็นเงินหลายล้านบาท อีกทั้งเวลาที่ใช้ในการวิจัยเพียง 1 ปี ผู้วิจัยจึงต้องใช้ข้อมูลทุติยภูมิเท่าที่จะหาได้มาศึกษาตามที่ระบุไว้ในวัตถุประสงค์ ข้อมูลส่วนมากก็จะเป็นของทั้งจังหวัด ความผิดพลาดย่อมต้องมีบ้างในขอบเขตของข้อจำกัดดังกล่าว สำหรับเรื่อง cycle ของน้ำฝน 50 ปีนั้น ผู้วิจัยไม่ทราบว่าจะสำหรับการศึกษาการปลูกป่าตั้งแต่ช่วงก่อนปลูก (2538)ถึงหลังปลูกป่า (2542) เพียง 4 ปี จะไปมีความสัมพันธ์อย่างไรกับน้ำฝนในช่วง 50 ปี เพราะเป็นปรากฏการณ์คนละช่วงเวลากัน

อ่างป่าชายเลนเป็นแหล่งกำเนิดของปุยอาหารและแหล่งอนุบาลของสัตว์ทะเลและสัตว์น้ำกร่อยหลายชนิด เมื่อสัตว์เหล่านี้เจริญเติบโตก็เดินทางจากป่าชายเลนไปสู่ทะเลนอกเพื่อการดำรงชีวิต ดังนั้นการนำเอาข้อมูลประมงของทั้งจังหวัดที่ได้จากกรมประมง จึงถือได้ว่าเป็นตัวบ่งชี้อย่างหนึ่ง ถึงความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลนได้ เพราะปลาที่จับได้ในบริเวณป่าชายเลนมักเป็นปลาวัยอ่อนเป็นส่วนมาก และในวัตถุประสงค์ก็ไม่ได้ใช้ข้อมูลแบบนี้ ซึ่งตามทฤษฎีควรใช้ข้อมูลด้านแพลงค์ตอนในบริเวณที่ศึกษามากกว่าพวกปลา ปู กุ้ง หอยด้วยซ้ำ มาแสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ของป่าชายเลน แต่ต้องใช้งบประมาณในการเก็บและ วิเคราะห์สูง อีกทั้งไม่ได้บอกไว้ในวัตถุประสงค์ จึงไม่ได้กล่าวในเรื่องนี้ ตามชื่อเรื่องผู้วิจัยก็ได้กล่าวแล้วว่าข้อมูลดาวเทียมเป็นข้อมูลหลัก ส่วนข้อมูลอื่นๆเป็นเพียงข้อมูลประกอบ

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## เอกสารอ้างอิง

Edwards, Alasdair J., 2000, Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management, UNESCO, Paris, 316 pp.

Hord, R.M., 1982, Digital Image Processing of Remotely Sensed Data, Academic Press, N.Y.

Lillisand, Thomas M. & Ralph W. Kiefer, 2000, Remote Sensing and Image Interpretation, Fourth Ed., John Wiley & Sons, Inc., N.Y., 724 pp.

Siripong, Absornsuda, 1997, Hydrology and Climatology of Southeast Asia, 4<sup>th</sup> International General Meeting on Studies for Production of Fundamental Datasets for Earth Science and Technology Researches by Global Research Network Systems (GRNS), EORC, NASDA, 23-24 Jan 1997, Yokohama, Japan.

กองประสานการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม 2538 รายงานสถานภาพทรัพยากรชายฝั่งทะเล จังหวัดสตูล สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กท. วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม มกราคม

งานเศรษฐกิจการเกษตร 2531 แนวทางพัฒนาการเกษตรและสหกรณ์ จังหวัดสตูล กท. เกษตรและสหกรณ์

ธงชัย จารุพัฒน์ 2541 สถานการณ์ป่าชายเลนของประเทศไทยในช่วงระยะเวลา 35 ปี (พ.ศ. 2504-2539) ส่วนวิเคราะห์ทรัพยากรป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ เมษายน 93 หน้า

สำนักงานป่าไม้เขตสงขลา 2542 ร่วมใจปลูกป่าถวายในหลวงของเรา กรมป่าไม้ 15 หน้า

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย