

ระบบรากพืชและอัตราการตกตะกอนในป่าชายเลนหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น จังหวัดสมุทรสาคร

นางสาวสายใจ สโมส

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2556

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)

เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)

are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

ROOT SYSTEM AND SEDIMENTATION RATE IN MANGROVE FOREST BEHIND  
BAMBOO SEAWALL, SAMUTSAKORN PROVINCE

Miss Saijai Samosorn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Botany

Department of Botany

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบรากพืชและอัตราการตกตะกอนในป่าชายเลน หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น จังหวัดสมุทรสาคร
โดย	นางสาวสายใจ สโมสร
สาขาวิชา	พฤกษศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิธร พ่วงปาน
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน  
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์  
(ศาสตราจารย์ ดร. สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ต๋อศักดิ์ สีลานันท์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิธร พ่วงปาน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม  
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์)

..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. ชนิตา ปาติยะวุฒิ)

..... กรรมการ  
(ดร. สมภาพ รุ่งสุภา)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ดร. ทนุงศ์ แสงเทียน)

สายใจ สมิธ: ระบบรากพืชและอัตราการตกตะกอนในป่าชายเลนหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น จังหวัดสมุทรสาคร (ROOT SYSTEM AND SEDIMENTATION RATE IN MANGROVE FOREST BEHIND BAMBOO SEAWALL, SAMUTSAKORN PROVINCE) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. ศศิธร พ่วงปาน, อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: รศ. ดร. พัทธมน วัฒนผลไพบูลย์, 172 หน้า.

ศึกษาอัตราการตกตะกอนในพื้นที่หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น โคกขาม จ.สมุทรสาคร ซึ่งแปลงศึกษาครอบคลุมตั้งแต่พื้นที่ป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ ที่มีทั้งแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อยและแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ความหนาแน่นมาก แปลงหาดเลนด้านใน และแปลงหาดเลนด้านนอกติดแนวไม้ไผ่ โดยศึกษาโครงสร้างป่า โครงสร้างระบบรากพืชป่าชายเลน ปริมาณตะกอนแขวนลอย อัตราการตกตะกอน การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง ผลการศึกษาพบว่าไม้เด่นในพื้นที่เป็นไม้สกุลแสม (*Avicennia*) รวมทั้งมีการปลูกเสริมด้วยไม้โกงกาง (*Rhizophora* sp.) ในช่วงระยะเวลา 1 ปีที่ทำการศึกษา อัตราการรอดชีวิตของไม้แสมสูงกว่าไม้โกงกาง ความหนาแน่นของรากพืชโดยรวมมีค่าเพิ่มขึ้น ปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงน้ำเกิดแปรผันอยู่ในช่วงกว้าง นอกจากนี้ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ชี้ให้เห็นว่าการขนส่งตะกอนเข้ามาในทุกพื้นที่ศึกษา ยกเว้นพื้นที่หาดเลนด้านนอกติดแนวไม้ไผ่ที่พบว่าการขนส่งตะกอนออกไปจากพื้นที่ อัตราการตกตะกอนเฉลี่ยตลอดทั้งปีมีความแปรผันระหว่างพื้นที่ศึกษา (0.0130-0.0286 กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน) โดยมีค่าสูงสุดในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ รองลงมาคือแปลงป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ และแปลงหาดเลนด้านใน ตามลำดับ อัตราการตกตะกอนในแปลงป่าชายเลนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นรากเหนือดินเพิ่มขึ้นและสูงสุดที่ความหนาแน่น 346 รากต่อตารางเมตร หลังจากนั้นอัตราการตกตะกอนจะลดลง ถึงแม้ว่าในพื้นที่หาดเลนติดแนวไม้ไผ่มีอัตราการตกตะกอนสูงแต่การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่สุทธิในรอบปีมีความแปรผันในช่วงกว้างและมีค่าสุทธิเป็นลบที่ชี้ให้เห็นว่าการกัดเซาะเกิดขึ้น ในทางตรงกันข้ามการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่สุทธิในรอบปีของพื้นที่ป่าชายเลนและแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่มีความแปรผันในช่วงแคบและส่วนใหญ่มีค่าเป็นบวกตลอดช่วงศึกษา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นของรากเหนือดิน ( $r = 0.561$ ) จึงเป็นหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าระบบรากพืชป่าชายเลนมีผลต่อการสะสมและกักเก็บตะกอนไว้ในป่าชายเลนเพื่อรักษาเสถียรภาพของชายฝั่งที่มีการกัดเซาะ

ภาควิชา พฤกษศาสตร์.....ลายมือชื่อ.....  
 สาขาวิชา พฤกษศาสตร์.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....  
 ปีการศึกษา 2556.....ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม.....

# # 5373831923 : MAJOR BOTANY

KEYWORDS: MANGROVE FOREST / SEDIMENTATION / ROOT SYSTEM / COASTAL  
EROSION / BAMBOO SEAWALL

SAIJAI SAMOSORN: ROOT SYSTEM AND SEDIMENTATION RATE IN  
MANGROVE FOREST BEHIND BAMBOO SEAWALL, SAMUTSAKORN  
PROVINCE. ADVISOR: ASSIST. PROF. SASITORN POUNGPARN, Ph.D., CO-  
ADVISOR: ASSOC. PROF. PIPAT PATANAPONPAIBOON, Ph.D., 172 pp.

Sedimentation rate was studied in an area behind bamboo seawall at Khok-Kham, Samutsakorn province. The studied plots covered mangrove forest, mangrove plantation mixed with bamboo poles (including low and high densities of bamboo poles), inner mudflat, and outer mudflat. Forest structure, above-ground root, suspended sediment, sedimentation rate, elevation change and environmental factors relating to sedimentation were studied. The results showed that the dominant species was *Avicennia*. Artificial planted *Rhizophora* species were also abundant. During one-year of the study, the survival rate of *Avicennia* was higher than *Rhizophora*. Total density of root gradually increased. The suspended sediment during spring tides varied in a relatively wide range. Total suspended sediment retention indicated that the suspended sediment was imported to all plots but the plot of outer mudflat locating near bamboo seawall. The average rates of sedimentation were highly varied among the plots (0.0130-0.0286 g cm<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup>), and the highest rate was found in the plot of outer mudflat, mangrove forest, mangrove plantation mixed with bamboo poles, and inner mudflat, respectively. In the plot of mangrove forest, the sedimentation rate tended to increase with increasing the above-ground root density. It reached to the maximum at a density of 346 root m<sup>-2</sup>, and decreased after that. Although the outer mudflat plot near bamboo seawall showed high sedimentation rate and variation of elevation change, the negative value of net elevation change indicated erosion. On the other hand, the low variation and net positive values of elevation change were found in the plots where mangroves are present. Moreover, the net elevation change correlated with density of above-ground root ( $r = 0.561$ ). These suggest a potential of root system for sediment accumulation in the mangrove forest to stabilize the eroded coastal area.

Department : BOTANY ..... Student's Signature .....

Field of Study : BOTANY ..... Advisor's Signature .....

Academic Year : 2013 ..... Co-advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความกรุณาของผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศศิธร พวงปาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. พิชฌิมน์ พัฒนผลไพบุบผุญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆ ในการแก้ไขปัญหาค้นเป็นประโยชน์ยิ่งตลอดการทำวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ต่อศักดิ์ สีลานันท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ชนิตา ปาลียะวุฒิ ดร. สมภพ รุ่งสุภา และ ดร. ทนวงศ์ แสงเทียน ที่กรุณาเสียสละเวลาเพื่อเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ คุณสถาพร บุตรดา ผู้อำนวยการศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ 2 (สมุทรสาคร) สำหรับข้อมูลพื้นที่ศึกษา รวมถึงเจ้าหน้าที่ศูนย์ทุกท่านที่เอื้อเฟื้อสถานที่และให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนามสำหรับการทำงานวิจัย

ขอขอบคุณ ทูสนับสนุนการวิจัย “ทุน 90 ปี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย” จากกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนเงินทุนในการวิจัย และสำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง ที่อนุเคราะห์ค่าใช้จ่ายในการปฏิบัติงานภาคสนาม รวมทั้งโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) สำหรับโอกาสทางการศึกษาและสนับสนุนเงินทุนในการศึกษามาโดยตลอด

ขอขอบคุณ หน่วยปฏิบัติการวิจัยพฤษภคณิเวศวิทยา ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ และในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม และพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ทุกคนที่กรุณาเสียสละเวลาให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนามและคำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่สนับสนุนในทุกๆ ด้าน ตลอดจนเป็นกำลังใจให้ตลอดมา จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 วัตถุประสงค์.....	3
1.2 สมมติฐาน.....	4
1.3 ขอบเขตการศึกษา.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2 การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลของประเทศไทย.....	5
2.2 ป่าชายเลนและการกระจายในประเทศไทย.....	12
2.3 ระบบรากพืชป่าชายเลน.....	17
2.4 การตกตะกอนและวิธีการศึกษาการตกตะกอนในพื้นที่ชายฝั่ง.....	22
2.5 แหล่งกำเนิดของตะกอนในป่าชายเลน.....	32
2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอนในป่าชายเลน.....	33
3 วิธีดำเนินการศึกษา.....	38
3.1 ลักษณะพื้นที่ศึกษา.....	38
3.2 โครงสร้างป่า.....	44

บทที่	หน้า
3.3 โครงสร้างของระบบรากพืชป่าชายเลน.....	47
3.4 ปริมาณตะกอนแขวนลอย.....	52
3.5 อัตราการตกตะกอน.....	53
3.6 การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่.....	56
3.7 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม.....	57
3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	60
4 ผลการศึกษา.....	61
4.1 โครงสร้างป่า.....	61
4.2 โครงสร้างของระบบรากพืชป่าชายเลน.....	71
4.3 ปริมาณตะกอนแขวนลอยและเปอร์เซ็นต์ของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่..	81
4.4 อัตราการตกตะกอน.....	88
4.5 การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่.....	91
4.6 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม.....	95
4.7 อัตราการตกตะกอนและความสัมพันธ์กับตัวแปรเชิงปริมาณของรากเหนือดิน...	112
4.8 การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่และความสัมพันธ์กับตัวแปรเชิงปริมาณของ รากเหนือดิน.....	113
5 อภิปรายผลการศึกษา.....	114
5.1 การเติบโตและการรอดตายของไม้ป่าชายเลน.....	114
5.2 ระบบรากพืชป่าชายเลนและการเติบโต.....	119
5.3 ปริมาณตะกอนแขวนลอยและเปอร์เซ็นต์ของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่..	122
5.4 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับอัตราการตกตะกอน.....	123
5.5 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่.....	130
6 สรุปผลการศึกษา.....	136
6.1 โครงสร้างป่าและการเติบโต.....	136



บทที่	หน้า
6.2 โครงสร้างของระบบรากพืชป่าชายเลน.....	137
6.3 ปริมาณตะกอนแขวนลอยและเปอร์เซ็นต์ของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่..	137
6.4 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับอัตราการตกตะกอน.....	138
6.5 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่.....	138
6.6 ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการพื้นที่หาดเลนที่ประสบปัญหาการกัดเซาะ.....	139
6.7 คำแนะนำในการศึกษาเพิ่มเติม.....	140
รายการอ้างอิง.....	141
ภาคผนวก.....	156
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	172

## สารบัญญัตราสาร

ตารางที่		หน้า
2.1	สถานการณักรกััดเซาะชายฝัังจำแนกรายภาค ในปี พ.ศ. 2495-2551.....	10
2.2	เปรียบเทียบวิธีศัษาการสะสมตะกอนและการเปลัยนเปล่งระดับของพื้นที่.....	30
3.1	ความหนาแน่นของเนื้อมั้ของพื้ที่ป่าชายเลน.....	46
4.1	เปรียบเทียบโครงสร้างเชิงปริมาณของพื้ที่ศัษาในเปล่งป่าชายเลน (เปล่งที่ 1 ถึง 3) ระหว่างเดืออนมีนาคม พ.ศ. 2555 และเดืออนเมษายน พ.ศ. 2556.....	63
4.2	จำนวนกล้ามั้ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับพื้ดิน ความสูง และความหนาแน่นของกล้ามั้ในเปล่งที่ 4 และ 5 ในเดืออนมีนาคม พ.ศ. 2555 เดืออนธันวาคม พ.ศ. 2555 และเดืออนเมษายน พ.ศ.2556.....	70
4.3	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากที่ระดับพื้ดินเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยของรากหายใจ รากค้ำยัน และรากเหนือดินทังหมด ในเปล่งป่าชายเลน และเปล่งกล้ามั้ปลูกผสมการปักกล้ามั้ไฝ่ ในเดืออนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดืออนมีนาคม พ.ศ.2556.....	73
4.4	น้ำหนักรากใต้ดินต่อปริมาตรดินในเปล่งป่าชายเลน (เปล่งที่ 1 ถึง 3) และเปล่งปลูกกล้ามั้ผสมการปักกล้ามั้ไฝ่ (เปล่งที่ 4 และ5).....	78
4.5	น้ำหนักรากเหนือดิน น้ำหนักรากใต้ดิน และสัดส่วนของรากเหนือดินต่อรากใต้ดิน ในเปล่งป่าชายเลน (เปล่งที่ 1 ถึง 3) จากเปล่งย่อยขนาด 25 x 25 ตารางเซนติเมตร จำนวน 5 เปล่งย่อยต่อหนึ่งเปล่งศัษา.....	80
4.6	ค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนแขวนลอยในชวงน้ำเกิด (mg/l) และตะกอนที่คงอยู่ในพื้ที่ (%) ในชวงน้ำเกิดในเปล่งป่าชายเลน เปล่งกล้ามั้ปลูกผสมการปักกล้ามั้ไฝ่ความหนาแน่นน้อย เปล่งกล้ามั้ปลูกผสมการปักกล้ามั้ไฝ่ความหนาแน่นมาก เปล่งหาดเลนด้านใน และเปล่งหาดเลนติดแนวมั้ไฝ่ ตั้งแต่เดืออนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดืออนเมษายน พ.ศ. 2556 ในชวงน้ำขึ้น (H) และน้ำลง (L).....	84

ตารางที่	หน้า	
4.7	ค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงน้ำตาย (mg/l) และตะกอนที่คงอยู่ในพื้นที่ (%) ในช่วงน้ำตาย ในแปลงป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อย แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ความหนาแน่นมาก แปลงหาดเลนด้านใน และแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 ในช่วงน้ำขึ้น (H) และน้ำลง (L).....	85
4.8	องค์ประกอบของเนื้อดินแยกตามขนาดอนุภาคดินที่ระดับความลึกต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา ในช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และช่วงเวลาเปลี่ยนลมมรสุม.....	107
4.9	ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ในแปลงป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ แปลงหาดเลนด้านใน และแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงเปลี่ยนลมมรสุม และตลอดทั้งปี.....	108
4.10	ระยะเวลาที่น้ำทะเลท่วมถึงในแปลงป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ หาดเลนด้านใน และหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2556.....	109
4.11	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน กับอัตราการตกตะกอนและการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในพื้นที่ศึกษา.....	111
4.12	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่กับตัวแปรเชิงปริมาณของรากเหนือดินในแปลงป่าชายเลนและแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่.....	113
5.1	เปรียบเทียบมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน มวลชีวภาพราก และอัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพส่วนเหนือดินต่อมวลชีวภาพรากในป่าชายเลนพื้นที่ต่างๆ.....	118
5.2	ค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางราก ความสูง ความหนาแน่น พื้นที่หน้าตัดในป่าชายเลน.....	121

ตารางที่		หน้า
5.3	ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในป่าชายเลน (%) ค่าบวกลบหมายถึงตะกอนแขวนลอยถูกนำเข้ามาในป่าชายเลน ค่าลบหมายถึงตะกอนแขวนลอยถูกส่งออกไปจากป่าชายเลน.....	123
5.4	การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในป่าชายเลน.....	132

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	พื้นที่ชายฝั่งของประเทศไทยที่ประสบปัญหาการกัดเซาะ..... 9
2.2	รูปแบบของการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลในประเทศไทย..... 11
2.3	พื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทย..... 14
2.4	โครงสร้างรากอากาศของรากพืชป่าชายเลนชนิดต่างๆ..... 19
2.5	รากหายใจและรากใต้ดินของไม้สกุลลำพู..... 20
2.6	วิธีที่ใช้ในการศึกษาการสะสมของตะกอน (sediment accumulation) และการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ (elevation change) ที่ใช้ในป่าชายเลน..... 31
3.1	พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่บริเวณด้านตะวันออกของปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ประเทศไทย..... 38
3.2	แนวปักไม้ไผ่ชะลอคลื่นที่ปักขนานกับแนวชายฝั่ง โดยมีการปักไม้ไผ่เสริมเป็นแนวตั้งฉากกับแนวชายฝั่งทะเลในระหว่างแนวและมีด้านปะทะคลื่นเป็นรูปสามเหลี่ยม ..... 41
3.3	พื้นที่ศึกษาในแปลงป่าชายเลน มีไม้แสม ( <i>Avicennia</i> sp.)..... 42
3.4	พื้นที่ศึกษาในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อยและความหนาแน่นมาก..... 42
3.5	ตำแหน่งแปลงศึกษา แปลงที่ 1 ถึง 10 จากแผ่นดินออกมาทะเล ประกอบด้วยแปลงป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อย แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ความหนาแน่นมาก แปลงหาดเลนด้านใน และแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่..... 43
3.6	แปลงขนาด 1x1 ตารางเมตร ซึ่งแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 25 x 25 เซนติเมตร ศึกษาความหนาแน่น พื้นที่หน้าตัด และปริมาตรของรากอากาศ..... 48

ภาพที่	หน้า
3.7 รากหายใจและรากใต้ดินได้จากแปลงป่าชายเลน โดยจำแนกรากได้ดังนี้ รากมี ชีวิตที่มีช่วงของเส้นผ่านศูนย์กลาง 0 ถึง 2 มิลลิเมตร รากมีชีวิตที่มีช่วงของเส้น ผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 ถึง 5 มิลลิเมตร รากมีชีวิตที่มีช่วงของเส้นผ่าน ศูนย์กลางมากกว่า 5 ถึง 10 มิลลิเมตร รากมีชีวิตที่มีช่วงของเส้นผ่านศูนย์กลาง มากกว่า 10 มิลลิเมตร และรากตาย.....	51
3.8 ชุดกรองสูญญากาศบุงเนอร์และเครื่องดูดสูญญากาศ สำหรับกรองตะกอน แขวนลอยจากตัวอย่างน้ำ.....	53
3.9 ลักษณะของเครื่องดักตะกอนที่ใช้ศึกษาอัตราการตกตะกอน แสดงส่วนประกอบ ของเครื่องดักตะกอน เครื่องดักตะกอนก่อนวางทิ้งไว้ในพื้นที่ศึกษา เครื่องดัก ตะกอนหลังจากวางไว้ในพื้นที่ศึกษา 7 วัน.....	54
3.10 ตำแหน่งวางเครื่องดักตะกอน และแปลงขนาด 1x1 ตารางเมตร เพื่อศึกษาการ เปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่.....	55
3.11 หมุดแสดงดินที่ปักเป็นแปลงขนาด 1x1 ตารางเมตร เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลง ระดับของพื้นที่ โดยปักหมุดแสดงดินจำนวน 5 หมุดต่อแปลง โดยจะปักไว้ที่มุม ทั้งสี่และบริเวณตรงกลางของแปลง.....	57
3.12 การวิเคราะห์เนื้อดินโดยวิธี Hydrometer method.....	59
4.1 ดัชนีความสำคัญ (IVI) ของพันธุ์ไม้แปลงป่าชายเลน ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2556.....	64
4.2 แผนภาพปกคลุมเรือนยอดของพื้นที่ศึกษาในแปลงป่าชายเลน.....	66
4.3 โครงสร้างสังคมป่าในแนวตั้งของแปลงป่าชายเลนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555.....	67
4.4 โครงสร้างสังคมป่าในแนวตั้งของแปลงป่าชายเลนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556.....	68
4.5 ความหนาแน่นของรากหายใจ รากค้ำยัน รากเหนือดินในแปลงป่าชายเลนและ แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไฟความหนาแน่นน้อยและความหนาแน่นมาก	74

ภาพที่	หน้า	
4.6	พื้นที่หน้าตัดของรากหายใจ รากค้ำยัน รากเหนือดินในแปลงป่าชายเลนและแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อยและความหนาแน่นมาก	75
4.7	ปริมาณของรากหายใจ รากค้ำยัน รากเหนือดินในแปลงป่าชายเลนและแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อยและความหนาแน่นมาก.....	76
4.8	สมการถดถอยเชิงเส้นตรงระหว่างน้ำหนักรากเหนือดินและรากใต้ดิน.....	79
4.9	จำนวนครั้งของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ตลอดปีในช่วงน้ำเกิดและน้ำตายในแปลงตัวอย่างทั้งห้าแปลง.....	86
4.10	จำนวนครั้งของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงน้ำเกิด และน้ำตาย ในแปลงตัวอย่างทั้งห้าแปลง....	86
4.11	จำนวนครั้งของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงน้ำเกิดและน้ำตายในแปลงตัวอย่างทั้งห้าแปลง	87
4.12	จำนวนครั้งของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย ในแปลงตัวอย่างทั้งห้าแปลง.....	87
4.13	อัตราการตกตะกอนเฉลี่ยทั้งปีของแปลงที่ 1 ถึง 10.....	89
4.14	อัตราการตะกอนในแปลงที่ 1 ถึง 10 ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และช่วงเปลี่ยนลมมรสุม .....	90
4.15	การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในแปลงที่ 1 ถึง 10 ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556.....	93
4.16	การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงเปลี่ยนลมมรสุม และตลอดช่วงศึกษา ในแปลงที่ 1 ถึง 10.....	94
4.17	ระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่จากแผ่นดินออกมาทะเลในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 และเมษายน พ.ศ. 2556 ในทุกแปลงศึกษา.....	96
4.18	ระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่จากแผ่นดินออกมาทะเลในแปลงป่าชายเลน.....	97

ภาพที่	หน้า
4.19 ระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่จากแผ่นดินออกมาทะเลในแปลงกล้าไม้ปลูกผสม การปักกล้าไม้ไผ่.....	99
4.20 ระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่จากแผ่นดินออกมาทะเลในแปลงหาดเลนด้านใน.	100
4.21 ระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่จากแผ่นดินออกมาทะเลในแปลงหาดเลนติดแนว ไม้ไผ่.....	102
4.22 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 ของสถานีตรวจอากาศนิคมสหกรณ์บ้านไร่ อำเภอเมือง จังหวัด สมุทรสาคร.....	110
4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการตกตะกอนและความหนาแน่นของรากเหนือดินใน ป่าชายเลน.....	112
5.1 อัตราการรอดตายของกล้าไม้ของกล้าไม้ผสมขาวและโกงกางใบใหญ่ในแปลงกล้า ไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ที่มีความหนาแน่นน้อยและความหนาแน่นมาก ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2556.....	117
5.2 เปรียบเทียบช่วงและค่าเฉลี่ยของอัตราการตกตะกอนในป่าชายเลน.....	126



## บทที่ 1

### บทนำ

ประเทศไทยมีความยาวชายฝั่งทะเลรวมทั้งสิ้น 3,148.23 กิโลเมตร ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งเกิดขึ้นบริเวณชายฝั่งทะเลในทุกจังหวัดที่อยู่ติดชายฝั่งทั้งในอ่าวไทยและอันดามัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งชายฝั่งทะเลบริเวณอ่าวไทยตอนบน ตั้งแต่ปากแม่น้ำบางปะกงจนถึงปากแม่น้ำแม่กลอง ครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด คือ จังหวัดฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ กรุงเทพมหานคร สมุทรสาคร และสมุทรสงคราม (พยอม รัตนมณี, 2551) พื้นที่ชายฝั่งในจังหวัดสมุทรสาครจัดอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีการกัดเซาะระดับปานกลางเฉลี่ย 1 - 5 เมตรต่อปี (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>1</sup>, 2552) การกัดเซาะปานกลางที่เกิดขึ้นทั้งหมดคิดเป็น 87.5 เปอร์เซ็นต์ของความยาวชายฝั่งทั้งหมด และมีชายฝั่งคงสภาพประมาณ 12.5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น (สิน สินสกุล และคณะ, 2545) สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการกัดเซาะชายฝั่งในพื้นที่เกิดจากการทรุดตัวของแผ่นดินเนื่องจากการสูบน้ำบาดาลไปใช้ (ปราโมทย์ ไชจิศุภร และศุภิชัย ตั้งใจตรง, 2550) รวมไปถึงการสร้างเขื่อนกั้นน้ำและเขื่อนลึกริक्तिบริเวณต้นน้ำ ทำให้ขาดตะกอนแขวนลอยที่จะมาเติมตะกอนชายฝั่ง (ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล, 2549; Naohiro และคณะ, 2011) อย่างไรก็ตามได้มีความพยายามในการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งในพื้นที่หาดเลนตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร โดยการสร้างแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นเพื่อกักเก็บตะกอนดินให้คงอยู่ในพื้นที่ มีรายงานศึกษาประสิทธิภาพของแนวไม้ไผ่ต่อการกักเก็บตะกอนบริเวณด้านหน้าและด้านหลังแนวปักไม้ไผ่พบว่าแนวปักไม้ไผ่มีผลทำให้เกิดการนำตะกอนเข้ามาด้านหลังแนวปักไม้ไผ่ซึ่งอยู่บริเวณด้านหน้าป่าชายเลนแต่ไม่สามารถกักเก็บตะกอนไว้ได้ (สมภพ รุ่งสุภา, 2554) ดังนั้นการใช้แนวไม้ไผ่เพียงอย่างเดียวจึงอาจไม่มีศักยภาพเพียงพอในการแก้ไขปัญหาชายฝั่งทะเลที่ประสบปัญหาการกัดเซาะ

ป่าชายเลนตั้งอยู่ในชายฝั่งเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนทั่วโลกบริเวณเขตรอยต่อระหว่างชายฝั่งและมหาสมุทร (Tomlinson, 1986) นับเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่ามากมายหลายด้าน ทั้งในการเป็นแหล่งอาหาร แหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน นอกจากนี้ยังเป็นกำแพงธรรมชาติที่

ช่วยปกป้องพื้นที่ชายฝั่งจากภัยธรรมชาติ ทั้งคลื่นและลมที่รุนแรง อีกทั้งยังช่วยในการกักเก็บตะกอนทำให้พื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มมากขึ้น โดยมีหลายงานวิจัยรายงานว่าป่าชายเลนเป็นแหล่งกักเก็บตะกอน (sediment sink) ที่สำคัญ (Wolanski, 1995; Furukawa และ Wolanski, 1996; Furukawa และคณะ, 1997; Kathiresan, 2003)

เนื่องจากป่าชายเลนมักกระจายอยู่ในชายฝั่งที่เป็นดินเลนที่เกิดจากการทับถมของตะกอนและได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำทะเล (สนิท อักษรแก้ว, 2541) อีกทั้งดินเลนดังกล่าวมักอยู่ในสภาวะขาดออกซิเจนเนื่องจากการท่วมของน้ำ พืชในป่าชายเลนจึงต้องมีการปรับตัวหลายลักษณะโดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบรากเหนือดินที่พัฒนาเป็นโครงสร้างที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส ซึ่งมีลักษณะต่างๆ เช่น รากหายใจ (pneumatophores) พบได้ในพืชสกุลแสม (*Avicennia*) และลำพู (*Sonneratia*) รากค้ำยัน (stilt roots) พบได้ในพืชในสกุล *Rhizophora* เช่น โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir.) โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume) และรากหัวเข่า (knee roots) พบได้ในพืชสกุล *Bruguiera*, *Ceriops*, *Lumnitzera* และ *Xylocarpus* (Tomlinson, 1986) เป็นต้น

จากการทบทวนเอกสารพบว่าโครงสร้างรากเหนือดินของพืชในป่าชายเลนมีผลต่อการตกตะกอนโดยเป็นตัวช่วยขัดขวางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำ ทำให้ความเร็วของกระแสน้ำลดลง อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความปั่นป่วนของมวลน้ำส่งผลให้ตะกอนแขวนลอยที่เข้ามาสามารถคงอยู่ในป่าชายเลนได้นานขึ้นจึงตกตะกอนได้ดีขึ้น (Scoffin, 1970; Augustinus, 1995; Furukawa และ Wolanski, 1996; Krauss และคณะ, 2003; Santen และคณะ, 2007) ในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของรากเหนือดินสูงอาจทำให้เกิดการตกตะกอนได้ดีกว่าในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของรากเหนือดินต่ำเพราะบริเวณที่มีความหนาแน่นของรากเหนือดินสูงจะเพิ่มแรงเสียดทานระหว่างพืชและกระแสน้ำขึ้นน้ำลง (Furukawa และ Wolanski, 1996) จากการศึกษาในพื้นที่ชุ่มน้ำหลายแห่งพบว่าบริเวณที่โครงสร้างสังคมพืชมีความหนาแน่นของลำต้นและรากเหนือดินสูงทำให้เกิดการตกตะกอนได้ดีขึ้น (Young และ Harvey, 1996; Morris และคณะ, 2002; Kumara และคณะ, 2010) เช่น การศึกษาของ Young และ Harvey (1996) โดยใช้ artificial pneumatophores ที่ทำจากกิ่งแอปเปิ้ลขนาดเล็กที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับรากหายใจของ *Avicennia marina* var. *australasica* ซึ่งเป็นไม้เด่นในพื้นที่ศึกษา พบว่าบริเวณที่มีความหนาแน่นรากหายใจสูงมี

การตกตะกอนเกิดขึ้นสูง อย่างไรก็ตามความหนาแน่นของรากที่สูงเกินไปอาจทำให้เกิดการกัดเซาะขึ้นโดยทำให้เกิดความปั่นป่วนของมวลน้ำในอัตราที่สูงจนกระทั่งตะกอนแขวนลอยไม่สามารถตกลงมายังพื้นป่าด้านล่างได้ (Furukawa และ Wolanski, 1996; Krauss และคณะ, 2003) เช่น การศึกษาของ Spenceley (1977) ในตอนเหนือของรัฐควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย โดยใช้ artificial pneumatophore พบว่าที่ความหนาแน่นของรากเหนือดินสูงส่งผลให้เกิดการกัดเซาะขึ้น นอกจากโครงสร้างของรากเหนือดินแล้วส่วนของรากลอยในพีชป่าชายเลนยังมีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในป่าชายเลนได้โดยทำให้อนุภาคดินที่แขวนลอยมากับกระแสน้ำเกิดการแตกตัวและยึดอนุภาคดินที่แขวนลอยมากับกระแสน้ำ ทำให้การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในป่าชายเลนมีค่าเป็นบวกแสดงถึงการสะสมตะกอนในพื้นที่ (Cahoon และ Lynch, 1997; Krauss และคณะ, 2003)

การศึกษาเกี่ยวกับป่าชายเลนกับอัตราการตกตะกอนในประเทศไทยนั้นพบว่ามีอยู่น้อยและเป็นเพียงการศึกษาผลของปริมาณตะกอนต่อการอุดรูของกล้าไม้ในระบบจำลองเท่านั้น เช่น การศึกษาของ Thampanya และคณะ (2002) ศึกษาการอุดรูของกล้าไม้ป่าชายเลนสามชนิดเมื่อได้รับตะกอนในปริมาณที่แตกต่าง พบว่าการอุดรูของกล้าไม้ลดลงเมื่อปริมาณตะกอนเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามยังไม่พบการศึกษาผลของระบบรากพีชป่าชายเลนต่อการกักเก็บตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลนมาก่อน ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบทบาทของระบบรากพีชต่อการกักเก็บตะกอนในป่าชายเลนที่อยู่หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งผลการศึกษาที่ได้จะนำไปสู่ข้อสรุปความเหมาะสมของการสร้างแนวไม้ไผ่เพื่อชะลอคลื่นด้านหน้าป่าชายเลนที่มีการกัดเซาะได้ โดยการบูรณาการโครงสร้างทางกายภาพ (แนวไม้ไผ่) ร่วมกับโครงสร้างทางชีวภาพ (ป่าชายเลน) เพื่อรักษาเสถียรภาพของชายฝั่งที่มีการกัดเซาะ

### 1.1 วัตถุประสงค์

ศึกษาบทบาทของระบบรากพีชต่อการกักเก็บตะกอนในป่าชายเลนที่อยู่หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น จังหวัดสมุทรสาคร

## 1.2 สมมติฐาน

การกักเก็บตะกอนในบริเวณที่มีระบบรากเหนือดินและบริเวณที่ไม่มีระบบรากเหนือดินมีความแตกต่างกัน

## 1.3 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาอัตราการตกตะกอนในพื้นที่หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นซึ่งครอบคลุมตั้งแต่พื้นที่หาดเลน ป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ที่มีทั้งแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อย และแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ความหนาแน่นมาก ภายใต้การดูแลและจัดการของศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ 2 จังหวัดสมุทรสาคร สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบข้อมูลเรื่องบทบาทของรากพืชป่าชายเลนต่อการกักเก็บตะกอนหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่น
2. นำไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการปลูกป่าชายเลนบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่ประสบปัญหาการกัดเซาะ

## บทที่ 2

### การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลของประเทศไทย

ประเทศไทยมีชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 3,148.23 กิโลเมตรครอบคลุมจังหวัดที่อยู่ติดชายฝั่งทะเล 23 จังหวัด ประกอบด้วยชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย 17 จังหวัด มีความยาวชายฝั่ง 2,055.18 กิโลเมตร และชายฝั่งทะเลด้านอันดามัน 6 จังหวัด มีความยาวชายฝั่ง 1,093.14 กิโลเมตร (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>1</sup>, 2554) การกัดเซาะชายฝั่งเกิดขึ้นทั้งในระดับปานกลางซึ่งมีอัตราการกัดเซาะ 1-5 เมตรต่อปี และการกัดเซาะรุนแรงซึ่งมีอัตราการกัดเซาะมากกว่า 5 เมตรต่อปี (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>2</sup>, 2554) โดยมีระยะทางการกัดเซาะชายฝั่งรวมประมาณ 830 กิโลเมตร แยกเป็นแนวชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยประมาณ 730 กิโลเมตร ซึ่งมีการกัดเซาะปานกลางเป็นระยะทางรวม 502 กิโลเมตรและการกัดเซาะรุนแรงเป็นระยะทางรวม 228 กิโลเมตร ขณะที่แนวชายฝั่งทะเลด้านอันดามันมีแนวชายฝั่งทะเลประมาณ 100 กิโลเมตร โดยมีการกัดเซาะปานกลาง 75 กิโลเมตรและการกัดเซาะรุนแรง 25 กิโลเมตร (ภาพที่ 2.1; ตารางที่ 2.1) (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>1</sup>, 2554) สาเหตุของการกัดเซาะชายฝั่งมาจากทั้งกระบวนการตามธรรมชาติ เช่น ลมมรสุมและพายุ กระแสน้ำ ภาวะน้ำขึ้นน้ำลง และลักษณะทางกายภาพของชายฝั่ง เป็นต้น และยังเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การสร้างเขื่อน ฝาย และอ่างเก็บน้ำบริเวณต้นน้ำ การบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าชายเลนเพื่อพัฒนาเป็นพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ การขุดลอกตะกอนดินออกนอกพื้นที่ การขุดน้ำบาดาล และการพัฒนาโครงการขนาดใหญ่และแหล่งท่องเที่ยวในพื้นที่ชายฝั่งทะเล (สิน สินสกุล และคณะ, 2545; กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>1</sup>, 2554) ซึ่งล้วนแต่มีผลกระทบต่อการเคลื่อนตัวของตะกอนชายฝั่ง ส่งผลให้เกิดการสูญเสียพื้นที่และก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพยากรชายฝั่งทะเลในหลายด้าน

### 2.1.1 ผลกระทบของการกัดเซาะชายฝั่งทะเลต่อพื้นที่ป่าชายเลน

การกัดเซาะชายฝั่งทะเลส่งผลกระทบต่อพื้นที่ป่าชายเลน ทำให้พืชป่าชายเลนซึ่งทำหน้าที่เสมือนกำแพงธรรมชาติป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งถูกทำลาย (Naohiro และคณะ, 2011) จังหวัดสมุทรสาครเป็นพื้นที่หนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่ง พบว่าหลังจากการสร้างเขื่อนภูมิพลและเขื่อนสิริกิติ์บริเวณต้นน้ำประมาณ 9 ปีส่งผลให้ตะกอนแขวนลอยที่เข้ามาในพื้นที่ลดลง และเมื่อศึกษาการอยู่รอดของพืชป่าชายเลนที่ปลูกเพื่อป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งที่ระยะห่างจากชายฝั่งต่างกัน พบว่าแปลงปลูกป่าชายเลนที่อยู่ใกล้ทะเลมากที่สุดมีกล้าไม้ตายจำนวนมากเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากการกัดเซาะชายฝั่งอย่างรุนแรง (Naohiro และคณะ, 2011) จากการศึกษาในพื้นที่ชายฝั่งทางตอนใต้ของประเทศเวียดนาม ซึ่งเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากการกัดเซาะชายฝั่งเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ชายฝั่งเพื่อใช้ประโยชน์โดยกิจกรรมของมนุษย์ในช่วงสงครามเวียดนามโดยการใช้อีสารเคมีรวมไปถึงทำนาเกลือทำให้พื้นที่ป่าชายเลนถูกทำลาย (Mazda และคณะ, 2002) ความหนาแน่นที่ลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนมีผลต่อการไหลของกระแสน้ำบริเวณปากแม่น้ำโดยทำให้กระแสน้ำมีความรุนแรงมากขึ้นและมีผลในการเคลื่อนย้ายมวลตะกอนด้านล่างของลำน้ำออกไป ทำให้เกิดการกัดเซาะพื้นที่ชายฝั่ง (Mazda และคณะ, 1995) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งส่งผลกระทบต่อพื้นที่ป่าชายเลนโดยทำให้การอยู่รอดของพืชป่าชายเลนลดลง และการลดลงของพื้นที่ป่าชายเลนเองก็ส่งผลต่อการเคลื่อนย้ายตะกอนชายฝั่งซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการกัดเซาะพื้นที่ชายฝั่งเช่นเดียวกัน ดังนั้นการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งอย่างยั่งยืนอาจจะทำร่วมกับการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลน

### 2.1.2 การป้องกันและแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเล

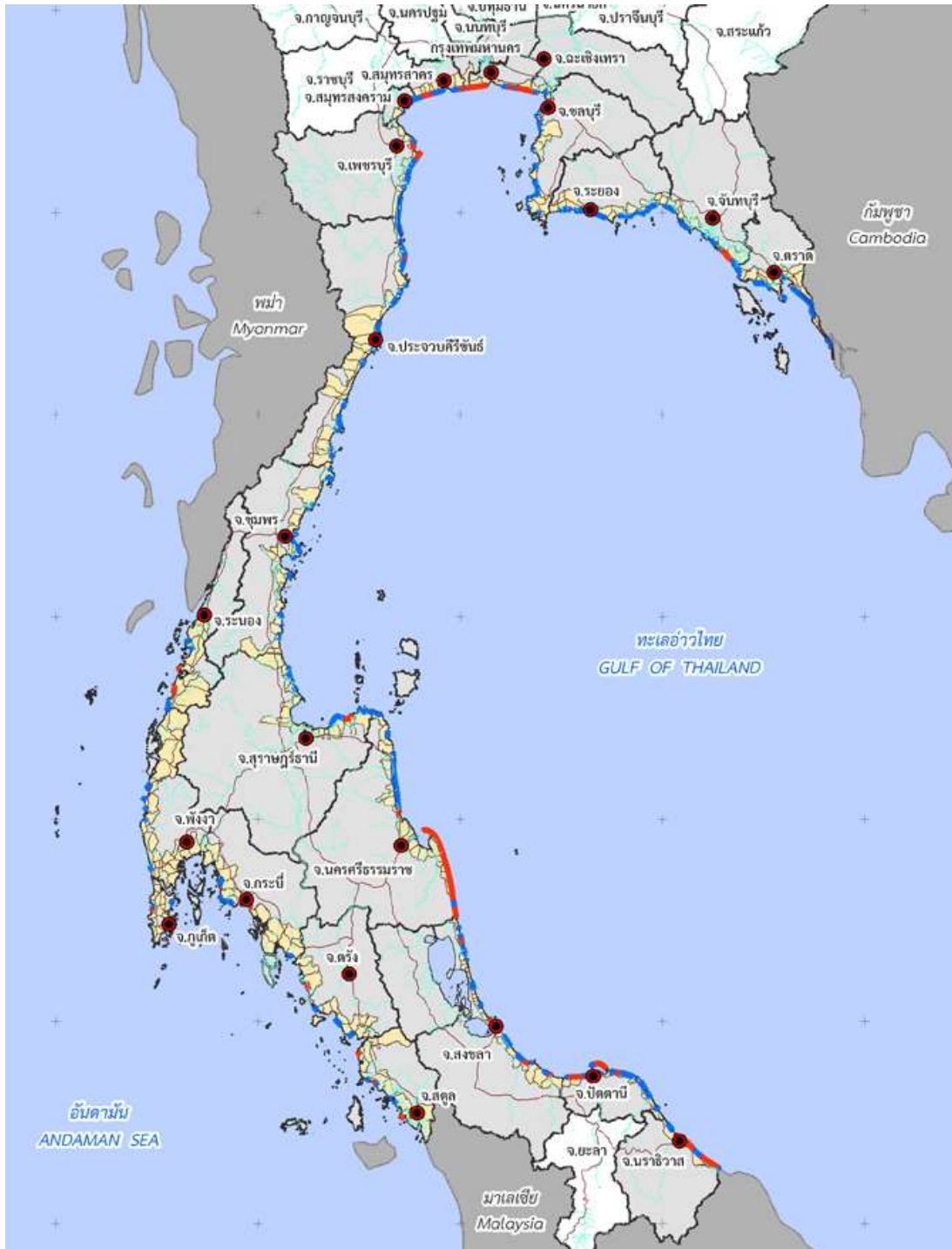
การป้องกันและแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเล หมายถึงการทำให้ชายฝั่งทะเลเกิดเสถียรภาพ (coastal stabilization) เพื่อให้แนวชายฝั่งทะเลสามารถรักษาแนวเส้นระดับน้ำ (water line) ให้คงอยู่หรือใกล้เคียงกับแนวเดิมให้มากที่สุด (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>1</sup>, 2554) การแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งทะเลในประเทศไทยมีการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การใช้เทคนิคทางวิศวกรรมขั้นสูงตลอดจนการต่อยอดจากภูมิปัญญาชาวบ้าน ทำให้ชายฝั่งทะเลใน

ประเทศไทยมีการจัดการแก้ไขปัญหาคารกกัดเซาะชายฝั่งหลากหลายรูปแบบ เช่น การปลูกพืชป่าชายเลนในตำบลแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี การวางไส้กรอกทราย (geo-membrane) ในอำเภอคลองด่าน จังหวัดสมุทรปราการ (ภาพที่ 2.2 ก) การสร้างเขื่อนป้องกันคลื่นนอกชายฝั่ง (offshore breaker water) แบบพื้นน้ำร่วมกับการถมทรายเสริมชายหาดบริเวณหาดแสงจันทร์ จังหวัดระยอง การสร้างรอดักทราย (groin) แบบตัวทึบ บริเวณอำเภอระโนด จังหวัดสงขลา (ภาพที่ 2.2 ข) การสร้างกล่องกระชุนหิน (gabion) บริเวณบ้านสลักเพชร จังหวัดตราด (ภาพที่ 2.2 ค) และการสร้างเสาคอนกรีตหรือเสาเข็ม จังหวัดสมุทรปราการ (ภาพที่ 2.2 ง) เป็นต้น ซึ่งวิธีการและรูปแบบที่ได้กล่าวมามีข้อดีและข้อเสียที่ต่างกันตามสถานที่และเวลา เช่น การปลูกพืชป่าชายเลนมีข้อดีคือสามารถช่วยฟื้นฟูพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่เสื่อมโทรมได้อย่างยั่งยืน สามารถดำเนินการได้เองโดยชุมชน (Pilkey และ Dixon, 1996) แต่มีข้อจำกัดคือจะประสบความสำเร็จในพื้นที่ชายฝั่งทะเลที่มีคลื่นลมไม่ค่อยรุนแรง (Prasetya, 2007) ขณะที่การวางไส้กรอกทราย (geo-membrane) เป็นวิธีที่สามารถติดตั้งได้รวดเร็วจึงเหมาะสมสำหรับใช้ป้องกันและแก้ไขปัญหามันในพื้นที่เร่งด่วน แต่มีข้อจำกัดคือวัสดุห่อหุ้มไส้กรอกฉีกขาดได้ง่ายทำให้ทรายรั่วไหลออกจากไส้กรอกและถูกพัดพาไปตามกระแสคลื่นทับถมสัตว์หน้าดินทำให้สัตว์น้ำลดลง (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>1</sup>, 2554) ขณะที่การสร้างเสาคอนกรีตหรือเสาเข็มมีข้อดีคือสามารถดำเนินการได้สะดวก ไม่ยุ่งยาก ค่าใช้จ่ายน้อย และไม่มีผลกระทบที่ทำให้พื้นที่ข้างเคียงถูกกัดเซาะรุนแรง แต่มีข้อเสียคือความยาวของเสามีจำกัด ดังนั้นเมื่อปักลงไปดินเลนที่มีลักษณะอ่อนนุ่มทำให้เสาคอนกรีตเกิดการเอียงตัวเนื่องจากแรงกระทำจากคลื่น นอกจากนี้เสาคอนกรีตยังเป็นอุปสรรคต่อการเดินเรือ และทำให้ทัศนียภาพบริเวณชายฝั่งไม่สวยงาม (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>1</sup>, 2554) ซึ่งการเลือกใช้วิธีการจัดการแก้ไขปัญหาคารกกัดเซาะชายฝั่งอาจใช้เพียงวิธีหนึ่งหรือหลายวิธีร่วมกันขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ของชายฝั่งนั้นๆ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>1</sup>, 2554)

การปักแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นเป็นอีกรูปแบบหนึ่งที่ใช้ในการจัดการแก้ไขปัญหาคารกกัดเซาะชายฝั่งทะเล เหมาะสมกับพื้นที่ที่เป็นหาดเลนและมีคลื่นลมไม่รุนแรงมากนัก (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>1</sup>, 2554) แนวไม้ไผ่ทำหน้าที่เป็นแนวชะลอคลื่นเพื่อส่งเสริมให้เกิดการตกตะกอนเมื่อตะกอนสะสมตัวและมีเสถียรภาพมากพอจะมีการปลูกพืชป่าชายเลนเพื่อเพิ่มเสถียรภาพให้กับพื้นที่ โดยไม้ไผ่ที่นำมาใช้อาจเป็นไม้ไผ่รวกหรือไม้ไผ่ตงก็ได้ตามความเหมาะสม เนื่องจากมี

คุณสมบัติในด้านความคงทน อายุการใช้งาน และราคาแตกต่างกัน ลักษณะการปักไม้ไผ่จะปักขนานกับชายฝั่งทะเลและในระหว่างการปักเพิ่มแนวไม้ไผ่คืบไปในทะเลอาจมีการปักไม้ไผ่เสริมเป็นแนวตั้งฉากกับแนวชายฝั่งทะเลในระหว่างแนว การปักไม้ไผ่ชะลอคลื่นมีข้อดีคือจะมีผลกระทบต่อพื้นที่ข้างเคียงน้อย เนื่องจากไม้ไผ่เป็นวัสดุที่มาจากธรรมชาติ กรณีที่มีผลกระทบก็สามารถรื้อถอนได้ง่าย นอกจากนี้ชุมชนสามารถดำเนินการได้เองเพราะไม่ต้องใช้เทคโนโลยีหรือความเชี่ยวชาญเฉพาะทาง อย่างไรก็ตามข้อเสียของวิธีนี้คือไม้ไผ่เป็นวัสดุที่มีอายุการใช้งานสั้นทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการปักซ่อมแซมอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ นอกจากนี้ส่วนของไม้ไผ่ที่ผู้พังจะหลุดลอยเป็นเศษขยะเข้าหาฝั่งหรือติดอยู่ตามแนวไม้ไผ่ทำให้เกิดมลพิษทางน้ำได้ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>1</sup>, 2554) ตัวอย่างการจัดการแก้ไขปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งโดยการปักไม้ไผ่ชะลอคลื่นและปลูกป่าชายเลนในประเทศไทย เช่น บริเวณสถานตากอากาศบางปู จังหวัดสมุทรปราการ (ภาพที่ 2.2 จ) และบริเวณศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ 2 ตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร (ภาพที่ 2.2 ฉ)





ภาพที่ 2.1 พื้นที่ชายฝั่งของประเทศไทยที่ประสบปัญหาการกัดเซาะ เส้นสีฟ้า หมายถึงพื้นที่การกัดเซาะปานกลาง (1-5 เมตรต่อปี) เส้นสีแดง หมายถึงพื้นที่การกัดเซาะรุนแรง (มากกว่า 5 เมตรต่อปี) (จากกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>2</sup>, 2554)

ตารางที่ 2.1 สถานการณ์การกัดเซาะชายฝั่งจำแนกรายภาค ในปี พ.ศ. 2495-2551 (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>1</sup>, 2554)

ด้าน / จังหวัด	ข้อมูลจำนวนขอบเขตพื้นที่		ข้อมูลจำนวนพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะ		ความยาวชายฝั่ง (กม.)	แนวชายฝั่งที่ถูกกัดเซาะ (กม.)		
	อำเภอ	ตำบล	อำเภอ	ตำบล		ปานกลาง	รุนแรง	รวม
ภาคตะวันออก	47	314	15	65	579.09	150.68	17.85	168.53
ภาคกลาง	78	421	18	55	462.48	141.41	63.26	204.68
ภาคใต้	132	960	58	200	2,106.65	284.70	172.17	456.88
-ด้านอ่าวไทย	91	689	33	119	1,013.61	209.72	147.11	356.84
-ด้านอันดามัน	41	271	25	81	1,093.04	74.98	25.06	100.04
รวมชายฝั่งประเทศไทย	257	1,695	91	320	3,148.23	576.79	253.28	830.07



(ก) การวางไส้กรอกทราย (geo-membrane) ใน  
อำเภอคลองด่าน จังหวัดสมุทรปราการ



(ข) การสร้างรอดักทราย (groin) แบบตัวที  
บริเวณอำเภอรโนด จังหวัดสงขลา



(ค) การสร้างกล่องกระชุนหิน (gabion) บริเวณ  
บ้านสลักเพชร จังหวัดตราด



(ง) การสร้างเสาคอนกรีตหรือเสาเข็ม จังหวัด  
สมุทรปราการ



(จ) การปักไม้ไผ่ชะลอคลื่นและปลูกป่าชายเลน  
จังหวัดสมุทรปราการ



(ฉ) การปักไม้ไผ่ชะลอคลื่นและปลูกป่าชายเลน  
ในตำบลโคกขาม จังหวัดสมุทรสาคร

ภาพที่ 2.2 รูปแบบของการแก้ไขปัญหการกัดเซาะชายฝั่งทะเลในประเทศไทย (ภาพที่ (ก) ถึง (ค) และภาพ (จ) จากกรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>1</sup>, 2554)

## 2.2 ป่าชายเลนและการกระจายในประเทศไทย

ป่าชายเลนตั้งอยู่ในชายฝั่งเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนทั่วโลกบริเวณเขตรอยต่อระหว่างชายฝั่งและมหาสมุทร (Tomlinson, 1986) นับเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่ามากมายหลายด้านทั้งในการเป็นแหล่งอาหาร แหล่งอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำและสัตว์ป่านานาชนิด นอกจากนี้ยังเป็นกำแพงธรรมชาติที่ช่วยปกป้องพื้นที่ชายฝั่งจากภัยธรรมชาติทั้งคลื่นและลมที่รุนแรง อีกทั้งยังช่วยในการกักเก็บตะกอนทำให้พื้นที่ป่าชายเลนเพิ่มมากขึ้น โดยประเทศไทยมีพื้นที่ป่าชายเลนมากเป็นอันดับ 7 ของประเทศเขตร้อนในทวีปเอเชีย (FAO, 2007) มีพื้นที่ทั้งหมด 1,525,061 ไร่ (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>2</sup>, 2552) ครอบคลุมพื้นที่ชายฝั่งทั้งหมด 23 จังหวัด (ภาพที่ 2.3) มีการกระจายตามชายฝั่งทะเลทางภาคกลางจำนวน 75,684 ไร่ คิดเป็น 4.96 เปอร์เซ็นต์ ภาคตะวันออกจำนวน 161,550 ไร่ คิดเป็น 10.59 เปอร์เซ็นต์ และภาคใต้จำนวน 1,287,827 ไร่ คิดเป็น 84.44 เปอร์เซ็นต์

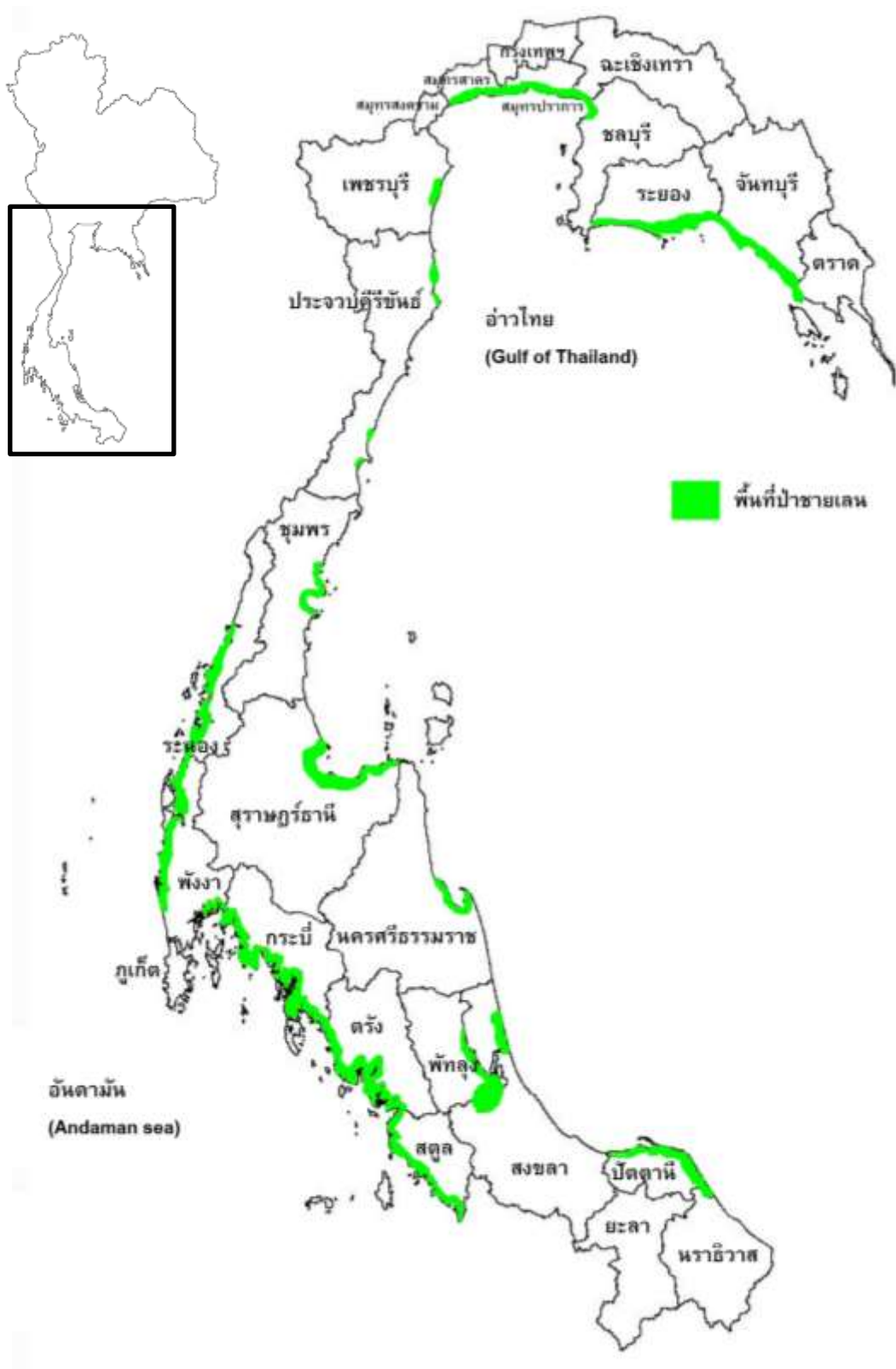
### 2.2.1 พันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่สำคัญและชนิดของป่าชายเลนในประเทศไทย

พันธุ์ไม้เด่นของพืชป่าชายเลนในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะอยู่ในวงศ์ Rhizophoraceae เช่น สกุลไม้โกงกาง (*Rhizophora*) สกุลไม้โปรง (*Ceriops*) และสกุลไม้ถั่ว (*Bruguiera*) และในวงศ์ Lythraceae ได้แก่ สกุลไม้ลำพูและลำแพน (*Sonneratia*) รวมทั้งพันธุ์ไม้ในวงศ์ Avicenniaceae ได้แก่ สกุลไม้แสม (*Avicennia*) นอกจากนี้ยังพบพันธุ์ไม้ในวงศ์ Meliaceae ได้แก่ สกุลไม้ตะบูนและตะบัน (*Xylocarpus*) (สนิท อักษรแก้ว, 2541)

สนิท อักษรแก้ว (2522) ได้แบ่งชนิดของป่าชายเลนในประเทศไทยโดยอาศัยลักษณะพื้นที่และการท่วมขังของน้ำทะเลเป็นเกณฑ์ได้ 4 ชนิด ดังนี้ (อ้างถึงในเทียมใจ คมกฤต, 2536)

- Basin forest เป็นป่าชายเลนที่ขึ้นติดกับผืนแผ่นดินใหญ่จึงได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลน้อยมาก โดยน้ำทะเลจะท่วมถึงเฉพาะเวลาที่มีน้ำทะเลขึ้นสูงสุดและได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดมาก ลักษณะพันธุ์ไม้ที่พบมีลักษณะต้นเดี่ยว มีพวกเอปิไฟท์ (epiphyte) และเถาวัลย์อยู่มาก

- Riverine forest เป็นป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งแม่น้ำใหญ่ๆ ที่ติดกับอ่าว ทะเล และทะเลสาบจึงได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลอยู่อย่างสม่ำเสมอ มีกระแสน้ำทะเลท่วมถึงเป็นประจำ ลักษณะพันธุ์ไม้มีการเจริญเติบโตค่อนข้างสมบูรณ์ดี
- Fringe forest เป็นป่าชายเลนที่ขึ้นตามชายฝั่งทะเลติดกับผืนแผ่นดินใหญ่ หรือบริเวณชายฝั่งที่เป็นเกาะใหญ่ๆ จึงได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลอยู่สม่ำเสมอ ยกเว้นกรณีที่ขึ้นอยู่บนชายฝั่งเกาะที่มีความลาดชันสูง น้ำทะเลจะท่วมเฉพาะเวลาที่มีน้ำทะเลขึ้นสูงสุด ลักษณะพันธุ์ไม้มีการเจริญเติบโตได้ดีและเป็นป่าที่ค่อนข้างสมบูรณ์
- Overwash forest เป็นป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่บนเกาะเล็กๆ เป็นที่ราบน้ำท่วมถึง เมื่อระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุดจะถูกน้ำทะเลท่วมทั้งหมด ลักษณะพันธุ์ไม้มีการเจริญเติบโตต่ำและมีลักษณะเตี้ยเนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมและน้ำทะเลมาก รวมทั้งปุ๋ยและธาตุอาหารจะถูกกระแสน้ำชะออกไปจากป่า



ภาพที่ 2.3 พื้นที่ป่าชายเลนในประเทศไทย (ดัดแปลงจากสนธิ อักษรแก้ว, 2545)

## 2.2.2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญในป่าชายเลน

ป่าชายเลนเป็นสังคมพืชที่ขึ้นอยู่บริเวณริมชายฝั่งทะเลที่มีกระแสน้ำขึ้นลงอยู่เสมอ ดินเป็นดินเลน น้ำมีความเค็ม บางพื้นที่ได้รับอิทธิพลจากลมพัดแรง พันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ในป่าประเภทนี้จึงเป็นไม้ที่เจริญเติบโตภายใต้สภาวะแวดล้อมที่แตกต่างไปจากสังคมพืชชนิดอื่น (สนิท อักษรแก้ว, 2541) โดยปัจจัยสิ่งแวดล้อมสำคัญที่มีผลต่อการอยู่รอดของพืชป่าชายเลนซึ่งต่างจากป่าบก ได้แก่ ภูมิประเทศชายฝั่ง น้ำขึ้นน้ำลง คลื่นและกระแสน้ำ ความเค็มของน้ำและความเค็มของน้ำในดิน ออกซิเจนละลายในน้ำ ลักษณะของดิน เป็นต้น (สนิท อักษรแก้ว, 2541)

- ภูมิประเทศชายฝั่ง เป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลน โดยเฉพาะชนิดและการกระจายของพันธุ์ไม้ ตลอดจนขนาดพื้นที่ของป่าชายเลน เนื่องจากส่งผลต่อการท่วมถึงของน้ำทะเลและการตกตะกอน รวมทั้งลักษณะของดินตะกอน เป็นต้น (สนิท อักษรแก้ว, 2541)
- น้ำขึ้นน้ำลง เป็นปัจจัยที่สำคัญในการแบ่งเขตพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน นอกจากนี้ผลต่างของน้ำขึ้นน้ำลงยังมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของลักษณะภายนอกของพันธุ์ไม้ โดยเฉพาะระบบราก เช่น ในพื้นที่ที่มีผลต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลงกว้าง รากค้ำยันของไม้โกงกางจะมีความสูงจากระดับผิวดินมาก ขณะที่ในพื้นที่ที่มีผลต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลงแคบรากค้ำยันจะมีความสูงจากระดับผิวดินน้อย (เทียมใจ คมกฤต, 2536; สนิท อักษรแก้ว, 2541)
- คลื่นและกระแสน้ำ ส่งผลต่อการแพร่กระจายของพันธุ์ไม้ โดยเฉพาะพันธุ์ไม้ในวงศ์ Rhizophoraceae ซึ่งเป็นพวกมีฝักที่กระจายพันธุ์โดยอาศัยการพัดพาของคลื่นและกระแสน้ำ นอกจากนี้คลื่นและกระแสน้ำยังเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้มีการตกตะกอนบริเวณชายฝั่งหรือเกิดสันทรายหรือหาดทรายบริเวณปากอ่าว หลังจากนั้นจะมีการเจริญของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน ทำให้เกิดการขยายพื้นที่ลงไปสู่ทะเล (สนิท อักษรแก้ว, 2541)

- ความเค็มของน้ำและความเค็มของน้ำในดิน ส่งผลต่อการเจริญเติบโต การรอดตาย และการแบ่งเขตการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน (Bowman, 1917; Macnae และ Kalk, 1962; Mogg, 1963; Macnae, 1968; Teasm, 1979; Semeniuk, 1983; Aksornkoe และคณะ, 1989) ซึ่งโดยปกติพืชในป่าชายเลนสามารถขึ้นอยู่และเจริญเติบโตได้ดีบริเวณน้ำกร่อยซึ่งมีค่าความเค็มของน้ำระหว่าง 10-30 เเปอร์เซ็นต์ (De Haan, 1931) อย่างไรก็ตามพันธุ์ไม้บางชนิดสามารถขึ้นอยู่และทนทานในพื้นที่ซึ่งมีความเค็มของน้ำสูงได้
- ออกซิเจนละลายในน้ำ มีบทบาทต่อการดำรงชีวิตของพืช โดยเฉพาะการหายใจและการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำบริเวณป่าชายเลนจะแตกต่างกันตามการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้ (Aksornkoe และคณะ, 1978) รวมทั้งจะแปรเปลี่ยนไปตามช่วงเวลากลางคืนกลางวัน ฤดูกาล ตลอดจนความอุดมสมบูรณ์ของพืชและสัตว์น้ำในป่าชายเลน (สนิท อักษรแก้ว, 2541)
- ลักษณะของดิน มีส่วนสำคัญต่อการเจริญเติบโตและการกระจายของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน (Aksornkoe และคณะ, 1985) เช่น แสมทะเล (*Avicennia marina* (Forssk.) Vierh.) และพังกาหัวส้ม (*Bruguiera* sp.) สามารถขึ้นได้ดีในพื้นที่ดินเลนปนทราย (Giedhill, 1963) โดยเฉพาะไม้แสมขึ้นได้อย่างหนาแน่น (Jordan, 1964) ขณะที่ไม้โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir.) สามารถขึ้นได้ดีในดินเลนค่อนข้างลึก (Steenis, 1958)



## 2.3 ระบบรากพืชป่าชายเลน

### 2.3.1 ลักษณะเชิงคุณภาพของรากพืชป่าชายเลน

โครงสร้างระบบรากของพืชป่าชายเลนมีลักษณะพิเศษกว่าพืชในป่าบกเนื่องจากสภาพพื้นดินในป่าชายเลนมีลักษณะอ่อนนุ่มเป็นโคลนหรือทรายทำให้พืชป่าชายเลนต้องมีการปรับตัวของรากเพื่อช่วยยึดลำต้นให้มั่นคงสามารถคงอยู่ได้ในดินเลน (เทียมใจ คมกฤต, 2536) นอกจากนี้ในสภาพที่มีน้ำท่วมขังอยู่เป็นประจำทำให้ดินมีสภาพขาดออกซิเจน พืชป่าชายเลนหลายชนิดจึงมีการสร้างรากอากาศ (aerial root) โดยจะมีบางส่วนของรากที่สัมผัสกับอากาศโดยรอบอย่างน้อยที่สุดก็ในช่วงหนึ่งของวัน (Gill และ Tomlinson, 1975) เพื่อทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนจากบรรยากาศโดยตรง รากอากาศของพืชป่าชายเลนจะอยู่บริเวณเหนือดิน จึงอาจเรียกว่ารากเหนือดิน ซึ่งมีหลายชนิด เช่น รากหายใจ (pneumatophore) รากค้ำยัน (silt root) รากรูปหัวเข่า (knee root) รากพุ่มพอน (buttress root) เป็นต้น

#### ชนิดของรากเหนือดิน

- 1) รากหายใจ (pneumatophore) เป็นรากอากาศที่เจริญในแนวตั้งฉากกับผิวดิน รอบๆ ลำต้น สามารถงอกได้เร็วและทนต่อสภาพน้ำท่วมได้เป็นเวลานานๆ การเจริญของรากหายใจมาจาก cable roots ที่เจริญขนานไปกับผิวดินตื้นๆ บนผิวของรากหายใจมี lenticel ช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส (Tomlinson, 1986) พบได้ในพืชสกุลแสม (*Avicennia*) และลำพู (*Sonneratia*) ลักษณะของรากหายใจจะมีความแตกต่างกันตามชนิดของพืช เช่น รากหายใจของแสมมีความสูงไม่เกิน 30 เซนติเมตร ขณะที่รากหายใจของลำพูสูงได้ถึง 1 เมตร (Tomlinson, 1986) นอกจากนี้ส่วนของผิวรากหายใจที่โผล่พ้นดินของแสมจะเรียบและมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ (บุญอำไพ เจริญใจ, 2529) ส่วนรากหายใจของลำพูที่มีอายุน้อยเปลือกจะลอกหลุดเป็นชั้นๆ แต่จะเรียบขึ้นเมื่อรากอายุมากขึ้น (ประสิทธิ์ ไกรสูงเนิน, 2532) ความแตกต่างของน้ำขึ้นน้ำลงมีอิทธิพลต่อขนาดของรากหายใจ โดยรากหายใจจะมีขนาดใหญ่และสูงจากผิวดินมากถ้าขึ้นในพื้นที่ที่มีความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลงกว้าง แต่จะมีขนาดเล็กและสูง

จากผิวดินน้อยเมื่อขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่มีความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นน้ำลงแคบ (ภาพที่ 2.4 ก)

- 2) รากค้ำยัน (stilt root) เป็นรากอากาศที่แตกสาขาจากลำต้นหรือกิ่งส่วนล่างแล้วโค้งลงดินเพื่อให้สามารถทรงตัวอยู่ได้ในดินเลน บนผิวของรากค้ำยันที่เจริญอยู่ในอากาศจะมี lenticel เป็นจำนวนมากช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส ซึ่งจะมีลักษณะแตกเป็นรอยเล็กๆ อย่างเห็นได้ชัด (Tomlinson, 1986) พบได้ในพืชสกุล *Rhizophora* เช่น โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata* Poir.) โกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume) (ภาพที่ 2.4 ข)
- 3) รากรูปหัวเข่า (knee root) เป็นรากที่โผล่ขึ้นเหนือพื้นดินแล้วหักโค้งกลับลงไปดินอีกครั้ง ตรงส่วนโค้งจะมีลักษณะปุ่มคล้ายหัวเข่า ซึ่งรูปร่าง ขนาด และช่องห่างของการเกิดรากขึ้นอยู่กับชนิดของพืชรวมทั้งสภาพพื้นที่ๆ พืชเจริญอยู่ (Tomlinson, 1986) พบในพืชสกุล *Bruguiera*, *Ceriops*, *Lumnitzera* และ *Xylocarpus* (ภาพที่ 2.4 ค)
- 4) รากพุ่มพอน (buttress root) เป็นรากที่เจริญจาก horizontal root ขึ้นไปในแนวตั้ง มีลักษณะเป็นพุ่มพอนหรือเป็นแผ่นแบนคล้ายแผ่นกระดานบางๆ มักจะเจริญคุดเคี้ยวออกไปเรื่อยๆ ทางด้านข้าง เพื่อให้สามารถทรงตัวเกาะยึดพื้นดินซึ่งค่อนข้างแข็ง (Tomlinson, 1986) พบในพืชสกุล *Ceriops* (สนิท อักษรแก้ว, 2541)

#### ชนิดของรากใต้ดิน

ลักษณะเด่นของรากใต้ดินในพืชป่าชายเลนคือจะไม่มีขนราก (root hairs) ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับพืชน้ำส่วนใหญ่ โดยรากใต้ดินของพืชป่าชายเลนจะมี multiple epidermis เพื่อทำหน้าที่แทนขนรากในการดูดน้ำและเกลือแร่ที่ละลายน้ำ รวมทั้งกรองสารละลายจากน้ำทะเล (เทียมใจคมกฤต, 2536) รากใต้ดินของพืชป่าชายเลนมีหลายแบบ ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน ได้แก่ cable root, anchoring root และ feeding roots (Tomlinson, 1986)

- 1) cable root เป็นรากที่แตกแขนงออกจากลำต้นทางด้านข้างเจริญไปในแนวนอนขนานกับผิวดินตื้นๆ ซึ่งจะมีขนาดใหญ่บริเวณที่ติดกับโคนต้นและมีขนาดเล็กลงเมื่อห่างจากโคนต้น มักพบในพืชที่ขึ้นอยู่ในบริเวณที่ติดกับชายฝั่งทะเลหรือฝั่งคลอง เช่น แสม (*Avicennia*) และลำพู (*Sonneratia*)
- 2) anchoring root เป็นรากขนาดเล็กที่ทำหน้าที่ยึดเกาะ ซึ่งจะแตกแขนงมาจากด้านล่างของ cable root
- 3) feeding roots เป็นรากขนาดเล็กที่ช่วยในการดูดซึมน้ำและสารอาหาร ซึ่งจะเจริญอยู่ตื้นๆ ลึกไม่เกิน 2 เมตรจากผิวดิน (Tomlinson, 1986) (ภาพที่ 2.5)



(ก) รากหายใจ

(pneumatophore)

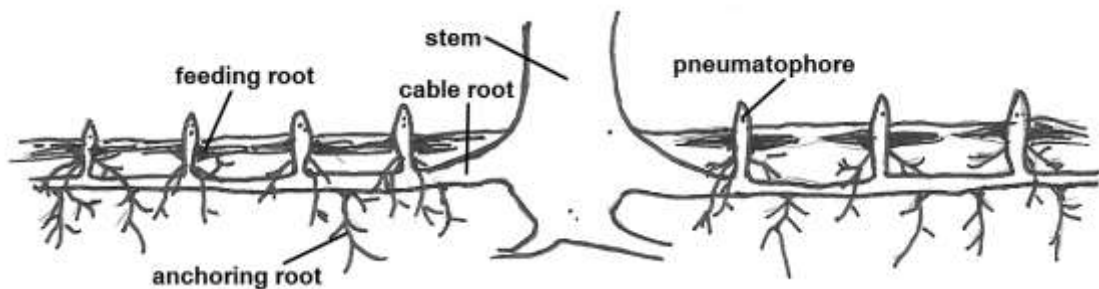
(ข) รากค้ำยัน

(stilt root)

(ค) รากหัวเข่า

(knee root)

**ภาพที่ 2.4** โครงสร้างรากอากาศ (aerial root) ของรากพืชป่าชายเลนชนิดต่างๆ (ก) รากหายใจ (pneumatophore) ของแสมขาว (*A. alba* Blume) (ข) รากค้ำยัน (stilt root) ของโกงกางใบเล็ก (*R. apiculata* Blume) (ค) รากหัวเข่า (knee root) ของตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* K.D. Koenig)



ภาพที่ 2.5 รากหายใจ (pneumatophore) และรากใต้ดินของไม้ลำพู (*Sonneratia* sp.) ซึ่งประกอบด้วยรากที่แผ่กระจายออกไปทางด้านข้างเจริญไปในแนวนอนขนานกับผิวดินตื้นๆ (cable root) รากขนาดเล็กที่ทำหน้าที่ยึดเกาะ (anchoring roots) และรากขนาดเล็กที่ช่วยในการดูดซึมน้ำและสารอาหาร (feeding roots) (ดัดแปลงจาก Tomlinson, 1986)

### 2.3.2 ลักษณะเชิงปริมาณของรากพืชป่าชายเลน

ต้นไม้ป่าชายเลนมีมวลชีวภาพกระจายลงสู่ส่วนล่างของลำต้นอย่างชัดเจนทำให้เกิดรูปทรงของต้นไม้ที่เรียกว่า bottom-heavy tree form (Ong และคณะ, 2004) แสดงให้เห็นถึงบทบาทของมวลชีวภาพรากต่อมวลชีวภาพรวม อัตราส่วนของมวลชีวภาพส่วนเหนือดินต่อมวลชีวภาพรากของพืชป่าชายเลนจึงมีค่าน้อย พบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 0.75 – 2.57 (Komiya และคณะ, 1988; Mackey, 1993; Komiya และคณะ, 1999; Pongpan, 2003; Pongpan และคณะ, 2012) ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนของมวลชีวภาพส่วนเหนือดินต่อมวลชีวภาพรากในป่าบกที่มีค่าอยู่ระหว่าง 3.9 ถึง 4.5 (De Angelis และคณะ, 1981; Cairn และคณะ, 1997) พบว่ามีอัตราส่วนที่สูงกว่าในป่าชายเลน จึงอาจกล่าวได้ว่ามวลชีวภาพของพืชป่าชายเลนส่วนมากสะสมอยู่ที่ระบบราก ทั้งนี้เพื่อช่วยยึดลำต้นให้มั่นคงสามารถคงอยู่ได้ในดินเลนซึ่งมีลักษณะอ่อนนุ่ม

#### การศึกษามวลชีวภาพของรากพืชป่าชายเลน

การศึกษามวลชีวภาพของรากพืชป่าชายเลนอาจศึกษามวลชีวภาพต่อหน่วยพื้นที่ เช่น การศึกษาของ Komiya และคณะ (1987) ได้ศึกษามวลชีวภาพรากในป่าชายเลน จังหวัดระนอง ด้วยวิธี Trench method โดยขุดดินขนาดยาว 15.5 เมตร กว้าง 0.2 เมตร ลึก 1 เมตร ตัด

แบ่งดินตามความยาวเป็นส่วนย่อยๆ ขนาดกว้าง 0.2 เมตร ยาว 0.5 เมตร ลึก 0.1 เมตร ล้างดิน และจำแนกรากออกเป็นขนาดต่างๆ ตามระดับชั้นเส้นผ่านศูนย์กลางราก ออบ และชั่งน้ำหนักแห้ง พบว่ามีมวลชีวภาพรากทั้งหมดเท่ากับ 437.4 ตันต่อเฮกแตร์ ประกอบด้วยมวลชีวภาพรากฝอย เท่ากับ 220.5 ตันต่อเฮกแตร์ มวลชีวภาพของรากที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 2-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 และมากกว่า 50 มิลลิเมตร มีค่าเท่ากับ 4.3, 10.4, 26.0, 43.4, 33.3, 19.6 และ 79.9 ตันต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่เป็นรากฝอยคิดเป็น 50.4 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณรากทั้งหมด

นอกจากนี้การศึกษามวลชีวภาพรากพืชป่าชายเลนอาจใช้วิธีการประมาณมวลชีวภาพ ของต้นไม้แต่ละต้นที่อยู่ในพื้นที่จากความสัมพันธ์เชิงแอลโลเมตริก (allometric relationship) ซึ่ง อาศัยแนวความคิดของ Huxley (1971) ที่อ้างไว้ในงานวิจัยของ Gayon (2000) กล่าวว่าการ เจริญเติบโตของอวัยวะส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายสิ่งมีชีวิตจะเป็นสัดส่วนกับร่างกายทั้งหมด ซึ่ง สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในด้านนิเวศวิทยาป่าไม้เพื่อประมาณมวลชีวภาพของพืชได้โดยนิยมใช้ dimension analysis เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของต้นไม้กับมวลชีวภาพ โดยสร้าง ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดต้นไม้และมวลชีวภาพในรูปของสมการ  $W = ax^b$  เมื่อ  $W$  คือมวล ชีวภาพของพืช ตัวแปร  $X$  เป็นค่าขนาดที่วัดได้จากต้นพืช เช่น ความสูง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ลำต้น ขณะที่  $a$  และ  $b$  เป็นค่าคงที่ อย่างไรก็ตามสมการดังกล่าวจะมีความจำเพาะต่อชนิดพันธุ์ ไม้และพื้นที่ทำให้เกิดความยุ่งยากในการปฏิบัติงานภาคสนามเพราะต้องใช้จำนวนตัวอย่างต้นไม้ จำนวนมาก จึงได้มีการสร้างสมการแอลโลเมตริกแบบทั่วไป (common allometric equation) ซึ่ง สามารถใช้สำหรับพืชหลายชนิดหรือหลายๆ พื้นที่ได้ เช่น การศึกษาของ Komiyama และคณะ (2005) ได้สร้างสมการแอลโลเมตริกแบบทั่วไป สำหรับประมาณมวลชีวภาพของพืชป่าชายเลนจาก ตัวอย่างต้นไม้ป่าชายเลน 10 ชนิด จำนวน 104 ต้นจากป่าชายเลนในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียง ใต้ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการประมาณมวลชีวภาพส่วนเหนือดินและรากของต้นไม้ป่าชายเลนได้ โดยการใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความหนาแน่นเนื้อไม้เป็นตัวแปรต้นในสมการ

## 2.4 การตกตะกอน (sedimentation) และวิธีการศึกษาการตกตะกอนในพื้นที่ชายฝั่ง

การตกตะกอน หมายถึงการตกของอนุภาคตะกอนแขวนลอยภายใต้แรงโน้มถ่วงของโลก ผ่านคอลัมน์น้ำไปยังบริเวณผิวดินที่เป็นรอยต่อระหว่างน้ำและพื้นผิวตะกอน (water/sediment interface) (Thomas และ Ridd, 2004) การศึกษาการตกตะกอนสามารถศึกษาได้ 2 รูปแบบ กล่าวคือ รูปแบบที่หนึ่งเป็นการศึกษาการสะสมของตะกอนในพื้นที่ (sediment accumulation) โดยดูการสะสมของตะกอนที่อยู่เหนือรอยต่อระหว่างน้ำและพื้นผิวตะกอน (water/sediment interface) ซึ่งบอกถึงปริมาณตะกอนที่สะสมในพื้นที่ในระยะเวลาหนึ่ง แต่ไม่สามารถบอกถึงสถานภาพการกัดเซาะได้ ขณะที่รูปแบบที่สองคือศึกษาจากการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ (elevation change) ซึ่งสามารถศึกษาได้ทั้งผลของการเปลี่ยนแปลงตะกอนที่ระดับผิวดิน ได้แก่ การสะสมตะกอนและการกัดเซาะพื้นที่ รวมทั้งผลของการเปลี่ยนแปลงตะกอนใต้ผิวดิน ได้แก่ การอัดตัวของตะกอน (sediment compaction) การหดตัว (shrinkage) การพองตัว (swelling) และการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุ (organic decay) (Thomas และ Ridd, 2004) โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งสองรูปแบบ มีทั้งวิธีไม่ต่อเนื่อง (discontinuous method) และวิธีกึ่งต่อเนื่อง (quasi-continuous method) (Thomas และ Ridd, 2004) โดยแต่ละวิธีจะมีความละเอียด ความแม่นยำ การปกคลุมพื้นที่ ต้นทุน และระยะเวลาการเก็บข้อมูลต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.2

### 2.4.1 วิธีการศึกษาการสะสมตะกอน (sediment accumulation)

วิธีไม่ต่อเนื่อง (discontinuous method) เป็นการวัดการสะสมหรือการทับถมของตะกอน เฉพาะในช่วงเวลาที่ทำการสำรวจ (observation interval) ซึ่งมีหลายวิธี ดังนี้

1. วิธี marker horizon ซึ่งเป็นการสร้างชั้น layer อย่างง่ายๆ โดยอาศัยวัสดุที่สามารถแยกออกจากตะกอนได้ เช่น แร่ฟันม้า (feldspar) ดินเหนียว หรืออริฐู ฝังไว้ที่ระดับผิวดินในพื้นที่ศึกษาประมาณ 3 ถึง 6 เดือน (Bird และ Barson, 1977; Cahoon และ Turner, 1989; Knaus และ Van Gent, 1989; Stoddart และคณะ, 1989; Wood และคณะ, 1989; Wijen และ Bakker, 2001) จากนั้นเก็บชั้น layer มาวัดความสูงของตะกอนที่เพิ่มขึ้นโดยใช้เวอร์เนียร์หรือไม้บรรทัด (ภาพที่ 2.6 ก) วัดการสะสมของ

- ตะกอนได้ละเอียดถึงหน่วยมิลลิเมตร (Allen และ Duffy, 1998) วิธีนี้มีความแม่นยำสูง 33-86 เปอร์เซ็นต์ (Knaus, 1989; Cahoon และคณะ, 1995; Cahoon และ Lynch, 1997) อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีข้อจำกัดเนื่องจาก marker ที่ใช้มีขนาดเล็กจึงทำให้สูญหายจากพื้นที่ได้ง่าย และต้องใช้ marker จำนวนมากเพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา (Bird และ Barson, 1977; Knaus และ Van Gent, 1989)
2. การใช้แผ่นกระเบื้องวางไว้บนพื้นที่ศึกษา (anchored tile) และยึดด้วยหมุดอะลิวมิเนียม เพื่อให้แผ่นกระเบื้องไม่เลื่อนหลุดจากพื้นที่ (Pasternack และ Brush, 1998) จากนั้นเก็บแผ่นกระเบื้องพร้อมตะกอนและวางแผ่นกระเบื้องแผ่นใหม่แทนแผ่นเดิม นำตะกอนที่ได้ไปอบ และชั่งน้ำหนักแห้ง เป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่าย และมีต้นทุนต่ำ อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของวิธีนี้คือแผ่นกระเบื้องมีขนาดใหญ่ (20 x 20 เซนติเมตร) จึงส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมสูง รวมถึงเมื่อเก็บและวางกระเบื้องแผ่นใหม่สามารถทำได้ยาก ภายหลังได้มีการปรับปรุงอีกวิธีหนึ่งเพื่อลดปัญหาดังกล่าวคือ filter trap method (Reed, 1989; Jigorel, 1996) ซึ่งเป็นการนำกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักวางบนจานเพาะเลี้ยง (petri dish) (Adame และคณะ, 2010) หรือวัสดุอื่นๆ เช่น ท่อพีซีที่มีฝาครอบด้านล่าง (Jigorel, 1996) แทนการใช้แผ่นกระเบื้อง
  3. เครื่องดักตะกอน (sediment trap) ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อทรงกระบอกหรือทรงกรวยที่มีฝาเปิดด้านบน โดยอัตราส่วนระหว่างความสูงต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของฝาเปิดมีค่าระหว่าง 0.15 ถึง 6 (Gardner, 1980; Monaco และคณะ, 1990; Furukawa และคณะ, 1997; Lund-Hansen และคณะ, 1997; Bale, 1998; Avnimelech และคณะ, 1999; Jones และคณะ, 2001; Ridd และคณะ, 2001; Victor และคณะ, 2004; Victor และคณะ, 2006) ยึดเครื่องดักตะกอนติดกับไม้วางไว้ที่ระดับความสูงต่างๆ ในน้ำ (ภาพที่ 2.6 ข) หรือวางไว้ที่ระดับผิวดิน (Victor และคณะ, 2004; Victor และคณะ, 2006) เก็บตะกอนที่ตกในเครื่องดักตะกอน อบแห้ง และชั่งน้ำหนัก อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของวิธีนี้คือในพื้นที่ที่มีการไหลของกระแสน้ำรุนแรง เครื่องดักตะกอนจะเป็นตัวขัดขวางการไหลของกระแสน้ำจึงอาจส่งผลให้ปริมาณตะกอนที่ได้แตกต่างจาก

ความเป็นจริง (Gardner, 1980; Gust และคณะ, 1992; Kozerski, 1994; Bale, 1998)

4. การเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนแขวนลอย โดยการเก็บตัวอย่างตะกอนแขวนลอยในน้ำเพื่อดูความแตกต่างของตะกอนแขวนลอยที่เข้ามาและออกไปจากพื้นที่ หากมีค่าเป็นบวกแสดงว่าพื้นที่บริเวณนั้นเป็นแหล่งสะสมของตะกอนคือมีการนำตะกอนแขวนลอยเข้ามา หากมีค่าเป็นลบหมายถึงพื้นที่บริเวณนั้นเป็นแหล่งขนส่งตะกอนแขวนลอยออกไป วิธีนี้สามารถศึกษาได้ทั้งในห้องปฏิบัติการ (Jones และคณะ, 2001; Ridd และคณะ, 2001) และในภาคสนาม (Wolanski และคณะ, 1998)

วิธีกึ่งต่อเนื่อง (quasi-continuous method) เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงของตะกอนตลอดช่วงเวลาที่มีการบันทึกข้อมูล (logging interval) ซึ่งจะวัดการตกตะกอนได้ต่อเนื่องมากกว่าแบบแรก ซึ่งมีหลายวิธี ดังนี้

1. Sediment accumulation sensor เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงของตะกอนแขวนลอยอย่างต่อเนื่อง เช่น รายชั่วโมง รายวัน ซึ่งจะให้ผลที่มีความแม่นยำสูง 70 เปอร์เซ็นต์ (Thomas และคณะ, 2003) ถึง 95 เปอร์เซ็นต์ (Ridd และคณะ, 2001) สามารถวัดได้ละเอียดสูงสุดถึง 0.2 ไมโครเมตร วิธีนี้สามารถศึกษาได้ทั้งในห้องปฏิบัติการ (Renagi, 1999) และในภาคสนาม (Furukawa และคณะ, 1997; Ridd และคณะ, 2001) ข้อจำกัดของวิธีนี้คือสามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงตะกอนได้เฉพาะจุดที่วัด (Thomas และ Ridd, 2004)
2. Gravimetric balance ใช้สำหรับวัดอัตราการตกตะกอนในห้องปฏิบัติการ (Rigler และคณะ, 1981; Renagi, 1999; Ridd และคณะ, 2001) โดยนำอนุภาคตะกอนใส่ลงใน tower และดูสมดุลของตะกอนที่เข้าและออกจาก tower ความละเอียดสูงสุดของการวัดมีค่า 0.2 ไมโครเมตร (Thomas และ Ridd, 2004)



3. Video camera โดยสังเกตการเคลื่อนที่ของทรายหรือตะกอนต่อกิจกรรมของคลื่น (Davies, 1985) จะมีประโยชน์ในการหาปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอน ณ จุดที่กำหนดในระยะเวลาสั้นๆ เช่น ในหน่วยวินาที แต่ไม่สามารถบอกปริมาณการสะสมตะกอนและไม่เหมาะต่อการศึกษาในพื้นที่ขนาดใหญ่เพราะมีค่าใช้จ่ายสูงและต้องใช้เวลาในการประมวลผลนาน (Thomas และ Ridd, 2004)

#### 2.4.2 วิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ (elevation change)

วิธีไม่ต่อเนื่อง (discontinuous method) เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงตะกอนเฉพาะในช่วงเวลาที่ทำการสำรวจ (observation interval) ซึ่งมีหลายวิธี ดังนี้

1. หมุด (graduated peg/ pin/ stake) โดยการปักหมุดลงในพื้นดินที่ความลึกระดับหนึ่ง และเหลือความสูงของหมุดเหนือพื้นดินระดับหนึ่ง ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0.30 ถึง 2.0 เมตร ขึ้นอยู่กับพื้นที่ (Krauss และคณะ, 2003; Thomas และ Ridd, 2004) วัดการเปลี่ยนแปลงความสูงของหมุดเหนือพื้นดินเทียบกับระยะเริ่มต้น ความถี่ของการวัดมีตั้งแต่ทุก ๆ 7 วันจนถึงหลายเดือน (Thomas และ Ridd, 2004) ความละเอียดของการวัดอยู่ในระดับมิลลิเมตรหรือเซนติเมตร เป็นวิธีที่ง่าย ต้นทุนต่ำ มีความทนทาน และนิยมใช้อย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตามข้อจำกัดของวิธีนี้คือสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงตะกอนเฉพาะจุดที่ทำการวัด นอกจากนี้หมุดอาจทำให้เกิดการหมุนวนของกระแสน้ำจนรบกวนการไหลของกระแสและกระแสคลื่นตามธรรมชาติและส่งผลกระทบต่อารเปลี่ยนแปลงระดับตะกอน (Bird, 1986) บางการศึกษาจึงใช้หมุดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก และปักหมุดให้มีระยะห่างของหมุดมากกว่า 10 เซนติเมตรเพื่อลดปัจจัยรบกวนดังกล่าว เช่น การศึกษาของ Krauss และคณะ (2003)
2. Sediment Erosion Table (SET) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับวัดการเปลี่ยนแปลงความสูงของผิวดิน ซึ่งจะให้ความแม่นยำสูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ (Boumans และ Day, 1993; Cahoon และคณะ, 1995) โดยฝังท่ออะลูมิเนียมลงในพื้นที่ศึกษาอย่างถาวร ด้านบนของท่ออะลูมิเนียมจะยึดกับท่อขนาดเล็กในแนวขนานเหนือพื้นดินซึ่งปรับให้สามารถ

หมุนได้รอบๆ ท่ออะลูมิเนียม ปลายของท่อขนาดเล็กจะยึดกับหมุดที่เรียงตัวกันจำนวน 9 อันเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่จากการเปลี่ยนแปลงความสูงของหมุด ทั้ง 9 อัน โดยสามารถศึกษาได้ทั้งในสี่ทิศทางในบริเวณที่อยู่รอบๆ ท่ออะลูมิเนียม (ภาพที่ 2.6 ง) ความละเอียดสูงสุดที่วัดได้โดยวิธีนี้มีค่า 1.5 มิลลิเมตร (Boumans และ Day, 1993) และสามารถวัดการเปลี่ยนแปลงระดับตะกอนได้ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 1 เมตร (Thomas และ Ridd, 2004) มักใช้ร่วมกับวิธีอื่น เช่น วิธี marker horizon เพื่อผลการตัดตัวของอนุภาคดิน หากไม่มีการตัดตัวของอนุภาคดินแล้วการสะสมของตะกอนที่วัดได้จากวิธี marker horizon จะเท่ากับที่วัดได้จาก SET แต่ถ้ามีการตัดตัวของอนุภาคดินเกิดขึ้นค่าที่ได้จะต่างกัน (Callaway and Siegel, 2002)

3. นิวไคลด์กัมมันตรังสี (radionuclides) เป็นนิวไคลด์ที่ไม่เสถียร มีการสลายเพื่อลดระดับพลังงานโดยการปลดปล่อยรังสีต่างๆ ออกมา สามารถนำมาใช้ศึกษาการสะสมตะกอนโดยดูการสลายตัวของธาตุ ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ศึกษาการสะสมตะกอนมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับครึ่งชีวิตของธาตุกัมมันตรังสีที่ใช้ เช่น ทอเรียม (Th) แบริลเลียม (Be) จะมีครึ่งชีวิตสั้น คือ 24.1 และ 53.3 วัน ตามลำดับ จึงเหมาะสมสำหรับศึกษาการสะสมตะกอนในระยะสั้น (Thomas และ Ridd, 2004) นอกจากนี้ยังมีการใช้ธาตุกัมมันตรังสีอื่นๆ เช่น ซีเซียม (Cs) (Delaune และคณะ, 1989; Callaway และคณะ, 1996) ตะกั่ว (Pb) (Delaune และคณะ, 1989) อย่างไรก็ตามวิธีนี้สามารถศึกษาการสะสมของตะกอนได้เฉพาะจุดที่ทำการวัด และมีค่าใช้จ่ายสูง (Thomas และ Ridd, 2004)
4. Acoustic sensor method หรือ Echo-sounder เป็นวิธีที่นิยมใช้สำรวจการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในช่วงกว้างที่มีการเปลี่ยนแปลงความสูงในระดับเมตร ข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลสองมิติซึ่งสามารถบอกได้ทั้งการสะสมตะกอนในหน่วยน้ำหนักและการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ ความละเอียดของการวัดอยู่ในช่วง 1 ถึง 10 เซนติเมตร สามารถปกคลุมพื้นที่ได้ถึง 1 กิโลเมตร อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง (Thomas และ Ridd, 2004)

วิธีกึ่งต่อเนื่อง (quasi-continuous method) เป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงของตะกอนตลอดช่วงเวลาที่มีการบันทึกข้อมูล (logging interval) ซึ่งมีหลายวิธี ดังนี้

1. Optical backscatter sensors (OBS) หรือ sediment เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นโดย Erlingsson (1991) ประกอบด้วยเครื่องส่งสัญญาณอินฟราเรด และ OBS ที่บรรจุอยู่ในก้านโปร่งใส โดยก้านจะฝังอยู่ในพื้นดินและเชื่อมต่อกับ logger ใต้น้ำ เหมาะสำหรับศึกษาในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมถึงตลอดเวลา เครื่องจะตรวจจับการสะสมตะกอนหรือการกัดเซาะพื้นที่จากการสะท้อนกลับ ซึ่งจะแสดงการสะสมตะกอนบริเวณรอยต่อระหว่างน้ำและพื้นผิวตะกอน (sediment/water interface) สามารถศึกษาได้ทั้งการสะสมตะกอนและการกัดเซาะพื้นที่ สามารถวัดการเปลี่ยนแปลงของตะกอนได้ละเอียดสุด 0.1 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและสามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตะกอนได้เฉพาะจุดที่วัด (Thomas และ Ridd, 2004)
2. Photo-electronic erosion pin (PEEP) เป็นวิธีที่คล้ายกับ sediment มักนำมาใช้ในการสำรวจการสะสมตะกอนในแม่น้ำหรือชายหาดและการเปลี่ยนแปลงปริมาณทรายในอดีต สามารถศึกษาได้ทั้งการสะสมตะกอน การกัดเซาะ รวมถึงกระบวนการใต้พื้นผิว (subsurface process) ความละเอียดสูงสุดที่วัดได้มีค่า 2 มิลลิเมตร ข้อจำกัดของวิธีนี้คือมีค่าใช้จ่ายสูงและสามารถวัดได้เฉพาะจุดที่เก็บตัวอย่าง (Lawler, 1991)
3. Conductivity sensors หรือ electro-resistivity เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นโดย Ridd (1992) อาศัยพื้นฐานความแตกต่างของการนำไฟฟ้าระหว่างตะกอนและน้ำทะเล โดยใช้ probe แทรกลงไปในดินตะกอนในแนวตั้งและเชื่อมต่อกับ probe กับ electronic data logger การเปลี่ยนแปลงของระดับตะกอนจะถูกตรวจจับจากชุดของขั้วไฟฟ้าที่ติดอยู่ภายใน เครื่องมือนี้สามารถวัดได้ทั้งการเพิ่มและลดของตะกอนในแนวตั้ง (vertical accretion) และสามารถบันทึกการเปลี่ยนแปลงระดับได้มากกว่าความสูงของ probe ที่ใช้ ความละเอียดของข้อมูลขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าซึ่งจะมีค่าประมาณ 1 ถึง 2 เปอร์เซ็นต์ของความยาว probe ที่ใช้ โดยความละเอียดสูงสุดที่

วัดได้โดยวิธีนี้มีค่า 1 มิลลิเมตร อย่างไรก็ตามวิธีนี้มีข้อจำกัดคือค่าใช้จ่ายสูงและสามารถวัดได้เฉพาะจุดที่ศึกษา (Thomas และ Ridd, 2004)

#### 2.4.3 วิธีศึกษาการสะสมของตะกอนในป่าชายเลน

จากการทบทวนเอกสารพบว่าวิธีการศึกษาการสะสมของตะกอนที่นิยมใช้ในป่าชายเลน ได้แก่ marker horizon (Bird และ Barson, 1977; Kamaruzzaman และคณะ, 2003; Krauss และคณะ, 2003; Roger และคณะ, 2005; Santen และคณะ, 2007; Kumara และคณะ, 2010; McKee, 2011) แผ่นกระเบื้อง (Mahmood และคณะ, 2005) Filter trap (Adame และคณะ, 2010) เครื่องตักตะกอน (Victor และคณะ, 2006) และการเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนแขวนลอย (Wolanski และคณะ, 1998; Johnson และคณะ, 2002; Kathiresan, 2003; Kitheka และคณะ, 2003; Victor และคณะ, 2006; Adame และคณะ, 2010)

ในการศึกษาครั้งนี้เลือกศึกษาการสะสมของตะกอนโดยวิธี Filter trap เนื่องจากเป็นวิธีที่สามารถศึกษาอัตราการตกตะกอนได้ในหน่วยน้ำหนักต่อพื้นที่ต่อเวลา ทำให้ทราบอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยต่อวัน รวมทั้งขนาดของ filter trap มีความเหมาะสม กล่าวคือไม่เล็กเกินไปจนทำให้สูญหายจากพื้นที่ได้ง่ายและไม่ใหญ่เกินไปจนขัดขวางการไหลของกระแสน้ำซึ่งอาจรบกวนการตกตะกอนตามธรรมชาติ ทำให้การตกตะกอนที่ได้มีค่าต่างจากความเป็นจริง นอกจากนี้ยังเป็นวิธีที่สามารถทำได้ง่าย และมีต้นทุนต่ำ

อย่างไรก็ตาม filter trap ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้ปรับปรุงจากวิธีของ Jigorel ในปี 1996 (ภาพที่ 2.6 ค) โดยใส่กระดาษกรองไว้ภายในตาข่ายไฟเบอร์กลาสขนาดตา 1.5 x 1.5 มิลลิเมตร แทนการใช้เพียงกระดาษกรอง เนื่องจากการทดลองวางเพียงกระดาษกรองในภาคสนามพบว่ากระดาษกรองเปื่อยยุ่ยจากกระแสน้ำและกระแสน้ำที่รุนแรงในพื้นที่ นอกจากนี้การศึกษานี้ใช้แผ่นอะคริลิควางในท่อพีวีซีและยึดท่อพีวีซีติดกับไม้ไผ่ แทนการใช้ท่อพีวีซีที่มีฝาปิดด้านล่างและยึดติดด้วยหมุด เนื่องจากการใช้ท่อพีวีซีที่มีฝาปิดด้านล่างมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง

นอกจากนี้การศึกษานี้ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณตะกอนแขวนลอยในพื้นที่เพื่อคำนวณเปอร์เซ็นต์ของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่อีกด้วย

#### 2.4.4 วิธีศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในป่าชายเลน

วิธีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ซึ่งนิยมใช้ในป่าชายเลน ได้แก่ การปักหมุด (Krauss และคณะ, 2003; Kumara และคณะ, 2010) Sediment Erosion Table (Roger และคณะ, 2005; McKee และคณะ, 2007; Krauss และคณะ, 2010; McKee, 2011) และการใช้นิวไคลด์กัมมันตรังสี (Kamaruzzaman และคณะ, 2003; Santen และคณะ, 2007)

การศึกษาคั้งนี้เลือกศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่โดยการปักหมุด เนื่องจากเป็นวิธีที่รบกวนสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติน้อยกว่าเมื่อเทียบกับวิธี Sediment Erosion Table (SET) และนิวไคลด์กัมมันตรังสี (radionuclides) รวมทั้งหมุดที่ใช้มีขนาดเล็ก และปักให้มีระยะห่างของหมุดมากกว่า 10 เซนติเมตร จึงช่วยลดการหมุนวนของกระแสน้ำ ซึ่งอาจรบกวนการไหลของกระแสน้ำและกระแสน้ำตามธรรมชาติ (Spenceley, 1977; Krauss และคณะ, 2003)

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบวิธีการศึกษาการสะสมตะกอนและการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในพื้นที่ชายฝั่งวิธีต่างๆ เครื่องหมาย - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

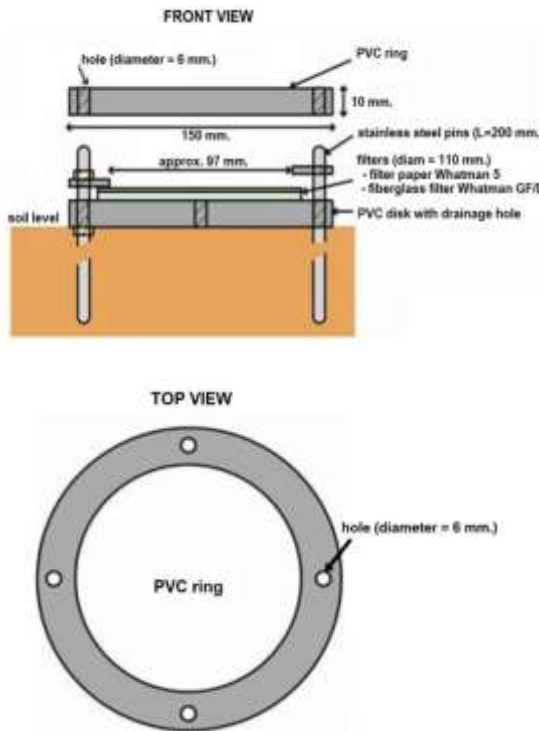
วิธีการวัด	รูปแบบของข้อมูลที่ได้	วิธีการศึกษา	ความละเอียดสูงสุดที่วัดได้	ความแม่นยำ	การปกคลุมพื้นที่	ต้นทุน	ระยะเวลาเก็บข้อมูล
การสะสมของตะกอน	ไม่ต่อเนื่อง	Marker horizon	1 มิลลิเมตร	33-86%	1-10 เมตร	ค่อนข้างต่ำ	3-6 เดือน
		แผ่นกระเบื้อง, Filter trap	-	-	1 เมตร	ต่ำ	2 เดือน
		เครื่องดักตะกอน	-	-	เฉพาะจุดที่วัด	ค่อนข้างต่ำ	รายวัน, รายเดือน
		ตะกอนแขวนลอย	-	-	0.01 - 1 กิโลเมตร	ปานกลาง	-
	กึ่งต่อเนื่อง	Sediment accumulation sensor	0.2 ไมโครเมตร	70-95%	เฉพาะจุดที่วัด	สูง	-
		Gravimetric balance	0.2 ไมโครเมตร	-	-	ปานกลาง	-
		Video camera	-	-	เฉพาะจุดที่วัด	สูง	-
การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่	ไม่ต่อเนื่อง	หมุด	1 มิลลิเมตร	-	เฉพาะจุดที่วัด	ต่ำ	รายสัปดาห์, รายเดือน
		SET	1.5 มิลลิเมตร	95%	1 เมตร	ปานกลาง	-
		Radionuclides	-	-	เฉพาะจุดที่วัด	สูง	-
		Acoustic sensor method	1-10 เซนติเมตร	-	1 กิโลเมตร	ค่อนข้างสูง	-
	กึ่งต่อเนื่อง	OBS (sedimeter)	0.1 มิลลิเมตร	-	เฉพาะจุดที่วัด	สูง	-
		PEEP	2 มิลลิเมตร	-	เฉพาะจุดที่วัด	สูง	-
		Conductivity sensors	1 มิลลิเมตร	-	เฉพาะจุดที่วัด	สูง	-



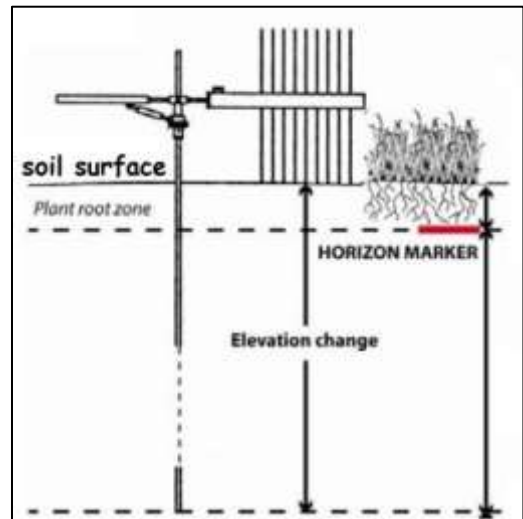
(ก) วิธี marker horizon (Southeast Ecological Science Center; 2013; Patuxent Wildlife Research Center, 2003)



(ข) เครื่องดักตะกอน (sediment trap) (พิพัฒน์ พัฒนผลไพบุลย์, ศศิธร พ่วงปาน และสมภาพ รุ่งสุภา, 2551)



(ค) Filter trap (Jigorel, 1996 อ้างถึงใน Marion และคณะ, 2005)



(ง) Sediment Erosion Table (SET) (Marion และคณะ, 2005)

ภาพที่ 2.6 วิธีที่ใช้ในการศึกษาการสะสมของตะกอน (sediment accumulation) และการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ (elevation change) ที่ใช้ในป่าชายเลน (ก) วิธี marker horizon (ข) เครื่องดักตะกอน (sediment trap) (ค) วิธี Filter trap (ง) วิธี Sediment Erosion Table (SET)

## 2.5 แหล่งกำเนิดของตะกอนในป่าชายเลน

ดินในป่าชายเลนมักเป็นดินที่เกิดจากการทับถมของตะกอนที่มาจากกรัดเซาะชายฝั่งจากแม่น้ำหรือการพังทลายของดินบนภูเขาที่ไหลมาตามแม่น้ำลำคลอง และการตกตะกอนของสารแขวนลอยในมวลน้ำ (สนธิ อักษรแก้ว, 2541; Dawes, 1981; Adame และคณะ, 2010) โดยดินตะกอนที่มาทับถมในป่าชายเลนมีลักษณะต่างกัน เนื่องจากแหล่งที่มาของตะกอนต่างกัน เช่น ตะกอนที่มาจากแม่น้ำจะเป็นดินโคลนละเอียด ขณะที่ตะกอนที่มาจากชายฝั่งทะเลมักเป็นทราย (สนธิ อักษรแก้ว, 2541) ตะกอนเหล่านี้เป็นตะกอนที่มาจากภายนอกป่าชายเลน (allochthonous sediment) นอกจากนี้ในป่าชายเลนยังมีตะกอนที่เกิดมาจากภายในป่าชายเลนเอง (autochthonous sediment) ซึ่งมาจากการย่อยสลายของอินทรีย์สารต่างๆ ในป่าชายเลน (Young และ Harvey, 1996) อีกด้วย โดยการทับถมของตะกอนทำให้เกิดเป็นหาดเลนงอกใหม่ขึ้น เมื่อมีการเจริญของไม้ป่าชายเลนจะส่งผลให้เกิดการขยายพื้นที่ป่าชายเลนออกไปสู่ทะเล (Adame และคณะ, 2010)

### 2.5.1 ตะกอนที่มาจากภายนอกป่าชายเลน (allochthonous sediment)

เป็นตะกอนแขวนลอยที่มาจากแม่น้ำและมหาสมุทร (Adame และคณะ, 2010) ถูกนำเข้ามายังป่าชายเลนโดยการพัดพาจากแม่น้ำและกระแสน้ำ รวมทั้งจากการเคลื่อนที่ของเรือเข้าหาชายฝั่ง (Furukawa และ Wolanski, 1996) โดยตะกอนจากภายนอกที่เข้ามายังป่าชายเลนไม่ได้ตกตะกอนในป่าชายเลนทั้งหมด มีเพียงตะกอนบางส่วนเท่านั้นที่ตกตะกอนในป่าชายเลน

### 2.5.2 ตะกอนที่มาจากภายในป่าชายเลน (autochthonous sediment)

เป็นตะกอนที่เกิดจากการย่อยสลายของอินทรีย์สารต่างๆ ในป่าชายเลน ทั้งพืชและสัตว์ทับถมกันในช่วงระยะเวลาหนึ่ง (Young และ Harvey, 1996) โดยมากขึ้นอยู่กับผลผลิตมวลชีวภาพ (biomass production) ที่ผลิตขึ้น แล้วถูกเปลี่ยนไปเป็นผลผลิตในรูปซากพืชที่ร่วงหล่น (litter fall) การเจริญเติบโตของราก และกิจกรรมของสัตว์หน้าดิน (benthos activity) เป็นต้น (Furukawa และ Baba, 2001)



## 2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอนในป่าชายเลน

ปัจจัยที่ทำให้เกิดการตกตะกอนในพื้นที่ป่าชายเลนแต่ละแห่งนั้นมีความแตกต่างกัน ซึ่งเกิดจากปัจจัยทางชีวภาพและกายภาพที่แตกต่างกันในแต่ละพื้นที่

### 2.6.1 ปัจจัยทางชีวภาพ ได้แก่

- รากอากาศ รากอากาศของพืชในป่าชายเลนมีผลต่อการตกตะกอนโดยเป็นตัวช่วยขัดขวางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำ ทำให้ความเร็วของกระแสน้ำลดลงและเกิดความปั่นป่วนของมวลน้ำ (water turbulence) มากขึ้น ตะกอนแขวนลอยที่เข้ามาจึงสามารถคงอยู่ในป่าชายเลนได้นานขึ้น มีผลให้การตกตะกอนเกิดได้ดีขึ้น (Scoffin, 1970; Woodroffe, 1992; Augustinus, 1995; Furukawa และ Wolanski, 1996; Kathiresan, 2003; Santen และคณะ, 2007)
- ชนิดของรากอากาศ พืชป่าชายเลนต่างชนิดกันส่งผลต่อการตกตะกอนที่ต่างกัน เนื่องจากมีรูปแบบการไหลของน้ำรอบๆ รากและลำต้นต่างกัน โดยพืชที่มีโครงสร้างรากซับซ้อนน้อย เช่น โปรง (*Ceriops* sp.) จะมีการไหลของน้ำแบบไหลพุ่ง (jets flow) รอบๆ ลำต้นเพียงอย่างเดียว ส่วนพืชที่มีโครงสร้างของรากซับซ้อนมากกว่า เช่น รากค้ำยันของพืชสกุล *Rhizophora* จะมีการไหลของน้ำรอบๆ รากและลำต้น 3 แบบ คือไหลพุ่ง (jets flow) หมุนวน (eddies flow) และหยุดนิ่ง (stagnation) ทำให้การตกตะกอนเกิดได้ดีกว่า (Furukawa และ Wolanski, 1996) เช่น การศึกษาของ Furukawa และ Wolanski ในปี 1996 ศึกษาการตกตะกอนในป่าชายเลน ประเทศออสเตรเลีย พบว่าแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นรอบๆ ลำต้นและรากเหนือดินในพืชป่าชายเลนต่างชนิดกันส่งผลต่อการตกตะกอนในอัตราที่ต่างกัน โดย *Rhizophora* sp. ที่มีรากค้ำยัน (prop root) สานกันอย่างหนาแน่นจะเพิ่มความปั่นป่วนของมวลน้ำ และช่วยส่งเสริมให้เกิดการสะสมของตะกอนได้ดีกว่าลำต้นของโปรง (*Ceriops* sp.) ที่มีโครงสร้างของรากเหนือดินซับซ้อนน้อยกว่า นอกจากนี้การศึกษาของ Krauss และคณะ (2003) ศึกษาการเพิ่มขึ้นของตะกอนในแนวตั้ง (vertical accretion) และการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ (elevation change)

ในรากอากาศชนิดต่างๆ ของพืชป่าชายเลนในประเทศไทยไม่ว่าชนิดไหนก็พบว่าการตกตะกอนในบริเวณที่มีรากค้ำยันของ *Rhizophora* spp. มีค่าสูงกว่าบริเวณที่มีรากหายใจของลำพูทะเล (*Sonneratia alba* J. Smith) ขณะเดียวกันก็พบว่ารากหายใจนั้นแม้ไม่ได้ก่อให้เกิดการดักจับตะกอน แต่พบว่ามันมีบทบาททำให้ตะกอนคงอยู่ในป่าชายเลนได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการตกตะกอนมีความแตกต่างกันระหว่างแนวเขตพันธุ์ไม้ที่มีระบบรากต่างกัน เช่น การศึกษาของ Kathiresan (2003) พบว่าแนวเขตที่เป็นรอยต่อระหว่างรากหายใจของแสมและรากค้ำยันของโกงกาง (*Avicennia-Rhizophora* interphase) มีประสิทธิภาพในการกักเก็บตะกอนได้ดีกว่าเขตแสม (*Avicennia* zone) และเขตโกงกาง (*Rhizophora* zone) ตามลำดับ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าการมีระบบรากทั้งสองแบบส่งผลให้การกักเก็บตะกอนเกิดได้ดีกว่ารากแบบใดแบบหนึ่งเพียงอย่างเดียว

- ความหนาแน่นรากเหนือดินของพืชป่าชายเลน ในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของรากเหนือดินสูงอาจทำให้เกิดการตกตะกอนได้ดีกว่าในพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของรากเหนือดินต่ำกว่า เพราะบริเวณที่มีความหนาแน่นของรากเหนือดินสูงทำให้แรงเสียดทานระหว่างพืชและกระแสน้ำขึ้นน้ำลงเพิ่มสูงขึ้น (Furukawa และ Wolanski, 1996) จากการศึกษาในพื้นที่ชุ่มน้ำหลายแห่งพบว่าบริเวณที่โครงสร้างสังคมพืชมีความหนาแน่นของลำต้นและรากเหนือดินสูงทำให้เกิดการตกตะกอนเกิดได้ดีขึ้น (Young และ Harvey, 1996; Morris และคณะ, 2002; Kumara และคณะ, 2010) อย่างไรก็ตามความหนาแน่นของรากที่สูงเกินไปก็อาจทำให้เกิดการกัดเซาะขึ้นในพื้นที่ได้ โดยทำให้เกิดความปั่นป่วนของมวลน้ำในอัตราที่สูงเกินไป (Furukawa และ Wolanski, 1996; Krauss และคณะ, 2003) ทำให้ตะกอนแขวนลอยไม่สามารถตกลงมายังพื้นป่าด้านล่างได้ ตัวอย่างการศึกษาเรื่องความหนาแน่นของรากพืชป่าชายเลนกับการตกตะกอน เช่น การศึกษาของ Spenceley (1977) ในตอนเหนือของรัฐควีนส์แลนด์ ประเทศออสเตรเลีย โดยใช้ artificial pneumatophores ซึ่งทำจากตะแกรง (grid) ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับพื้นดินเท่ากับ 0.6 เซนติเมตรและมีความสูง 7 เซนติเมตรปักลงในพื้นดินเลนโดยมีระยะห่างของ artificial pneumatophores แตกต่างกัน คือ 1, 2.5, 5 และ 10 เซนติเมตร พบว่าการ

ตกตะกอนเกิดขึ้นเล็กน้อยที่ระยะห่าง 10 เซนติเมตร ขณะที่ระยะห่างอื่นๆ ไม่มีการตกตะกอน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการตกตะกอนมีค่าแตกต่างกันที่ความหนาแน่นของรากหายใจต่างกัน

- ความหนาแน่นรากฝอย โดยรากฝอยของพืชป่าชายเลนทำให้อนุภาคดินที่แขวนลอยมากับกระแสน้ำเกิดการแตกตัว รวมทั้งยึดอนุภาคดินดังกล่าว ทำให้มีการสะสมของตะกอนเพิ่มขึ้นส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในป่าชายเลนมีค่าเพิ่มขึ้น (Cahoon และ Lynch, 1997; Krauss และคณะ, 2003)

## 2.6.2 ปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่

- ลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยาของชายฝั่ง (coastal geomorphology) โดยชายฝั่งที่มีลักษณะทางธรณีสัณฐานต่างกันจะได้รับปัจจัยทางกายภาพต่างกัน เช่น รูปแบบการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำ โดยป่าชายเลนที่อยู่ติดริมแม่น้ำ (riverine mangrove) จะได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำเป็นหลัก การไหลของน้ำส่วนใหญ่จึงเป็นการไหลแบบทิศทางเดียว (unidirectional flows) ขณะที่ป่าชายเลนที่ติดริมทะเล (tidal mangrove) จะได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นและน้ำลงเป็นหลัก การไหลของน้ำจึงเป็นการไหลแบบสองทิศทาง (bidirectional flows) (Wolanski และคณะ, 1992) ซึ่งอาจส่งผลต่อการเคลื่อนที่ของตะกอนแขวนลอยที่ต่างกัน เช่น การศึกษาของ Adame และคณะ (2010) ศึกษาอัตราการตกตะกอนในป่าชายเลนที่มีลักษณะทางธรณีสัณฐานวิทยาต่างกัน ในป่าชายเลนที่อยู่ติดริมแม่น้ำและป่าชายเลนที่ติดริมทะเล พบว่าการตกตะกอนในป่าชายเลนที่ติดริมทะเล (tidal mangrove) มีความแตกต่างกันระหว่างแนวเขต ขณะที่ป่าชายเลนที่อยู่ติดแม่น้ำ (riverine mangrove) อัตราการตกตะกอนในแต่ละแนวเขตค่อนข้างจะใกล้เคียงกัน
- ระยะห่างจากชายฝั่ง ระยะห่างจากชายฝั่งที่แตกต่างกันส่งผลให้อัตราการตกตะกอนมีค่าต่างกันเนื่องจากความแตกต่างของปัจจัยทางกายภาพ เช่น ความเร็วกระแสน้ำ ความถี่และระยะเวลาการท่วมถึงของน้ำ ปริมาณตะกอนแขวนลอย เป็นต้น เช่น การศึกษาของ

Kathiresan (2003) ศึกษาประสิทธิภาพการกักเก็บตะกอนในแนวเขตต่างๆ ของป่าชายเลนซึ่งมีระยะห่างจากแนวชายฝั่งไม่เท่ากัน พบว่าประสิทธิภาพในการกักเก็บตะกอนมีความแปรผันระหว่างแนวเขต โดยในเขตโกงกาง (*Rhizophora* zone) ซึ่งอยู่ติดแม่น้ำมีประสิทธิภาพในการกักเก็บตะกอนต่ำกว่าเขตแสม (*Avicennia* zone) ที่อยู่ติดแผ่นดิน ขณะที่การศึกษาของ Adame และคณะ (2010) พบว่าการตกตะกอนในป่าชายเลนที่ติดริมทะเล (tidal mangrove) มีความแปรผันระหว่างแนวเขตต่างๆ โดยอัตราการตกตะกอนมีค่าสูงสุดใน fringe zone ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ติดทะเลมากที่สุด แสดงให้เห็นว่าระยะห่างจากแนวชายฝั่งส่งผลต่อการตกตะกอน

- ความถี่และระยะเวลาการท่วมถึงของน้ำ (Cahoon และ Reed, 1995; Kathiresan, 2003) ในพื้นที่ซึ่งมีความถี่และระยะเวลาการท่วมของน้ำนานทำให้ตะกอนแขวนลอยอยู่ในน้ำได้นานขึ้นจึงทำให้การตกตะกอนมีค่าสูง
- ความเร็วกระแสน้ำ (Augustinus, 1995; Kathiresan, 2003; Kumara และคณะ, 2010) ความเร็วกระแสน้ำที่ต่างกันส่งผลต่อการตกตะกอนต่างกัน โดยในพื้นที่ซึ่งมีความเร็วกระแสน้ำสูงอาจทำให้การตกตะกอนมีค่าต่ำกว่าพื้นที่ที่มีความเร็วกระแสน้ำต่ำกว่า เพราะเมื่อความเร็วกระแสน้ำมีค่าสูงตะกอนแขวนลอยมีเวลาที่จะอยู่ในลำน้ำน้อยกว่าทำให้มีโอกาสตกตะกอนน้อย
- ความรุนแรงของคลื่นลม (Augustinus, 1995; Mahmood และคณะ, 2005) ในพื้นที่ที่มีความรุนแรงของคลื่นลมสูงทำให้อัตราการตกตะกอนต่ำ เพราะทำให้เกิดความปั่นป่วนของมวลน้ำสูงจนตะกอนไม่สามารถตกลงยังพื้นล่างได้
- ปริมาณน้ำฝน มีความสัมพันธ์กับอัตราการตกตะกอน เช่น การศึกษาของ Mahmood และคณะ (2005) ในประเทศมาเลเซีย พบว่าอัตราการตกตะกอนมีค่าสูงในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนสูง เนื่องจากการชะล้างตะกอนมากับกระแสน้ำสูง ขณะที่ในเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำกลับพบการกัดเซาะขึ้น

- อุณหภูมิน้ำ เมื่ออุณหภูมิน้ำลดลงทำให้เวลาดักพัก (detention time) ของน้ำเพิ่มขึ้นจึงส่งผลให้การตกตะกอนเกิดได้ช้าลง (Minnesota Rural Water Association, 2011)
- ขนาดและรูปร่างของอนุภาคตะกอน ตะกอนที่มีขนาดแตกต่างกันจะมีความหนาแน่นต่างกัน ตะกอนที่มีความหนาแน่นสูง เช่น ตะกอนประเภทดินทราย (sand) และดินโคลน (silt) จะสามารถตกได้เร็วกว่าตะกอนที่มีความหนาแน่นต่ำ นอกจากนี้ตะกอนที่มีรูปร่างกลมจะตกตะกอนได้ง่ายกว่าตะกอนที่มีรูปร่างขรุขระหรือตะกอนที่มีขอบไม่เรียบ (Minnesota Rural Water Association, 2011)

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการศึกษา

#### 3.1 ลักษณะพื้นที่ที่ทำการศึกษา

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ที่ศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ 2 (สมุทรสาคร) หมู่ 3 ตำบลโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งตั้งอยู่บริเวณด้านตะวันออกของปากแม่น้ำท่าจีน ( $13^{\circ} 29' N$ ,  $100^{\circ} 20' E$ ) (ภาพที่ 3.1) ภายใต้การดูแลของสำนักอนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ลักษณะทางธรณีสัณฐานของชายฝั่งในจังหวัดสมุทรสาครเป็นที่ราบน้ำขึ้นถึงใหม่ที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของคลื่นและการขึ้นลงของน้ำทะเล (สิน สิ้นสกุล และคณะ, 2545) พื้นที่ป่าชายเลนจัดเป็นป่าชายเลนริมชายฝั่ง (fringe mangrove) (กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง, 2551)



ภาพที่ 3.1 พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่บริเวณด้านตะวันออกของปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ประเทศไทย (จาก maps.google.com)

แนวไม้ไผ่ชะลอคลิ้นถูกสร้างขึ้นในปี พ.ศ. 2549 ขนานตามแนวชายฝั่งบริเวณด้านหน้าของพื้นที่ศึกษาที่ติดกับทะเล ดำเนินการโดยศูนย์การเรียนรู้และปฏิบัติการชายฝั่งมหาชัยตะวันออก กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งร่วมกับชุมชนตำบลโคกขาม โดยใช้ไม้ไผ่ตงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 เซนติเมตร ความยาวประมาณ 5 เมตร ปักลงในดินเลนลึกประมาณ 2 เมตรโดยเอาทางด้านโคนขึ้นข้างบน ลักษณะของการปักไม้ไผ่จะปักเป็นกำแพงที่มีหน้าปะทะคลื่นเป็นรูปสามเหลี่ยมโดยปักให้ลำไม้ไผ่ชิดติดกันเรียงเป็นแถวประมาณ 5 ถึง 15 แถวต่อแนวจำนวน 3 ถึง 5 แนวด้านหน้าแนวป่าชายเลนเดิม นอกจากนี้ยังมีการปักไม้ไผ่เสริมเป็นแนวตั้งฉากกับแนวชายฝั่งทะเลในระหว่างแนวด้วย (ภาพที่ 3.2) (สถาพร บุตรดา, สัมภาษณ์, 14 มิถุนายน 2554)

พื้นที่ศึกษาอยู่หลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลิ้น ครอบคลุมตั้งแต่พื้นที่หาดเลน ป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ ซึ่งมีทั้งแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อย และแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ความหนาแน่นมาก สำหรับการศึกษารั้งนี้แบ่งพื้นที่ศึกษาโดยใช้ลักษณะและตำแหน่งที่ตั้งจากแนวไม้ไผ่เป็นเกณฑ์ ได้ตั้งในภาพที่ 3.5 จำนวนทั้งหมด 10 แปลง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

แปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) ตั้งอยู่ด้านหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลิ้นจำนวน 4 แนว โดยมีระยะห่างจากแนวไม้ไผ่แนวที่ 1 ถึง 4 เป็นระยะทาง 134 เมตร 109 เมตร 24 เมตร และ 0 เมตร ตามลำดับ แปลงป่าชายเลนมีแปลงศึกษาทั้งหมด 3 แปลง โดยมีขนาดของแปลงที่ 1 ถึง 3 คือ 9 x 8 ตารางเมตร 5.5 x 9 ตารางเมตร และ 5.5 x 9 ตารางเมตร ตามลำดับ พื้นที่ศึกษามีไม้แสม (*Avicennia sp.*) ซึ่งมีรากหายใจ (pneumatophore) เป็นไม้เด่น (ภาพที่ 3.3)

แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5) ตั้งอยู่ด้านหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลิ้นจำนวน 3 แนว โดยมีระยะห่างจากแนวไม้ไผ่แนวที่ 1 ถึง 3 เป็นระยะทาง 110 เมตร 85 เมตร และ 0 เมตร ตามลำดับ ขนาดของพื้นที่ศึกษาในแปลงที่ 4 ซึ่งเป็นแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ที่มีความหนาแน่นน้อยมีขนาด 8 x 21 ตารางเมตร และแปลงที่ 5 ซึ่งเป็นแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ที่มีความหนาแน่นมากมีขนาด 18 x 21 ตารางเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 3.4)

แปลงหาดเลนด้านใน (แปลงที่ 6 และ 7) ตั้งอยู่ด้านหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นจำนวน 2 แนว โดยแปลงที่ 6 มีระยะห่างจากแนวไม้ไผ่แนวที่ 1 ถึง 2 เป็นระยะทาง 110 เมตร และ 4 เมตร ตามลำดับ แปลงที่ 7 มีระยะห่างจากแนวไม้ไผ่แนวที่ 1 ถึง 2 เป็นระยะทาง 110 เมตร และ 0 เมตร ตามลำดับ ขนาดของพื้นที่ศึกษาแปลงที่ 6 และ 7 มีขนาดแปลงละ 4 x12 ตารางเมตร

แปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ (แปลงที่ 8 ถึง 10) ตั้งอยู่ด้านหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นจำนวน 1 แนว โดยจะอยู่ติดกับแนวไม้ไผ่แนวแรก ขนาดของพื้นที่ศึกษาแปลงที่ 8 ถึง 10 มีขนาดแปลงละ 5 x 25 ตารางเมตร





(ก)



(ข)

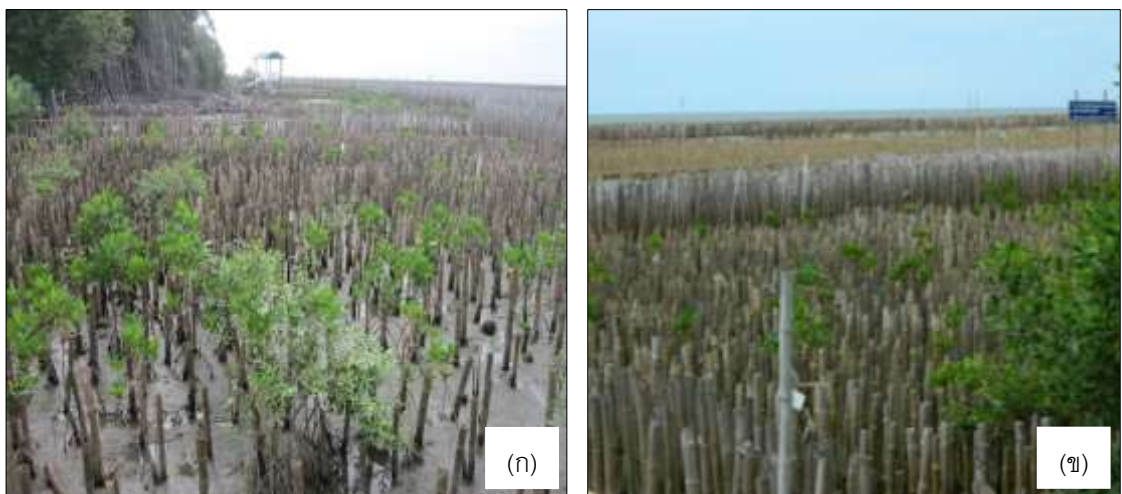


(ค)

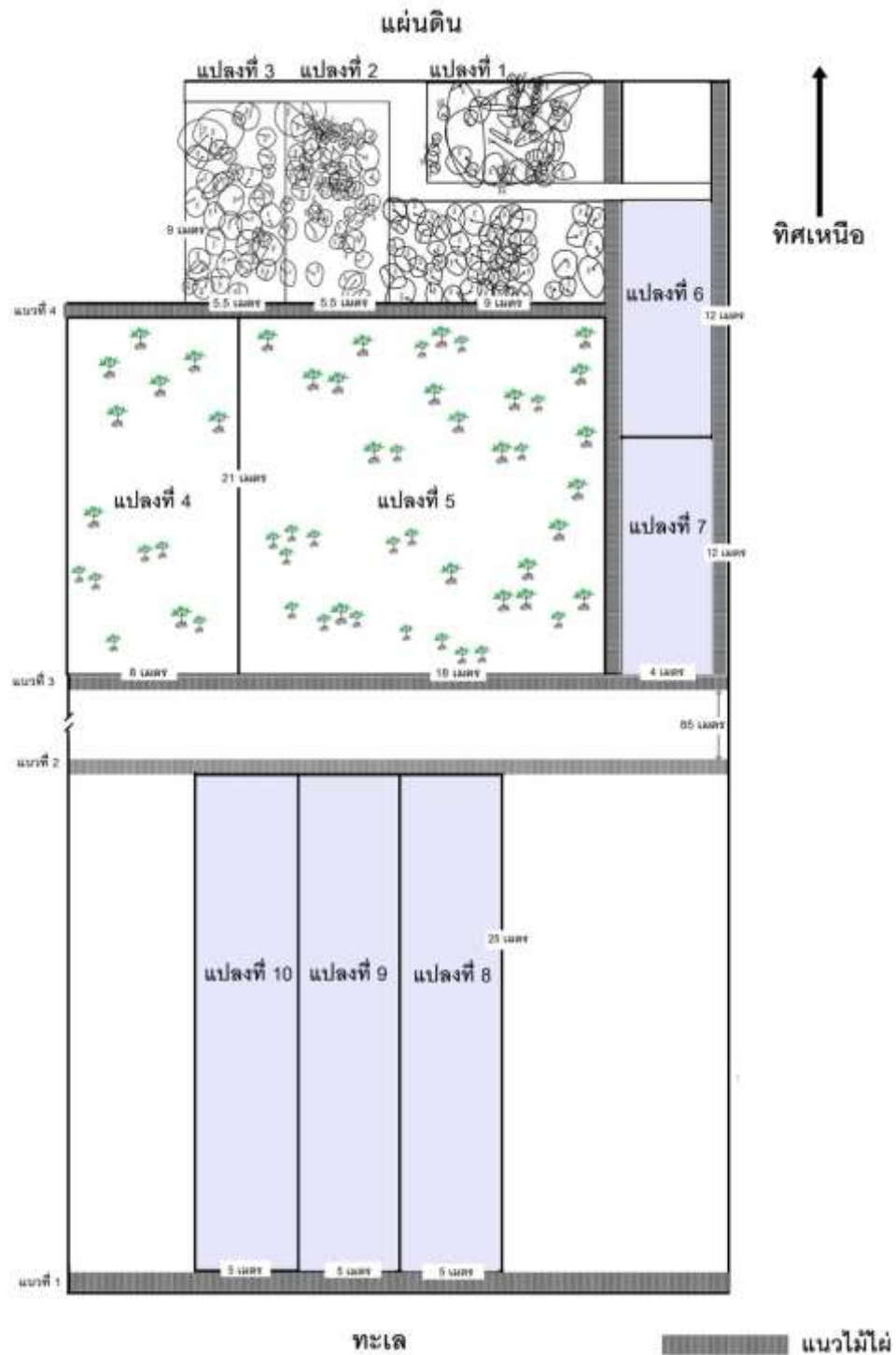
ภาพที่ 3.2 แนวปักไม้ไผ่ชะลอคลื่นที่ปักขนานกับแนวชายฝั่ง (ก) โดยมีการปักไม้ไผ่เสริมเป็นแนวตั้งฉากกับแนวชายฝั่งทะเลในระหว่างแนว (ข) และมีด้านปะทะคลื่นเป็นรูปสามเหลี่ยม (ค)



ภาพที่ 3.3 พื้นที่ศึกษาในแปลงป่าชายเลน มีไม้แสม (*Avicennia* sp.)



ภาพที่ 3.4 พื้นที่ศึกษาในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อยซึ่งมีความหนาแน่นลำไม้ไผ่ 4 ลำต่อตารางเมตร (ก) และความหนาแน่นมากซึ่งมีความหนาแน่นลำไม้ไผ่ 10 ลำต่อตารางเมตร (ข)



**ภาพที่ 3.5** ตำแหน่งแปลงศึกษา แปลงที่ 1 ถึง 10 จากแผ่นดินออกมาทะเล ประกอบด้วย แปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อย (แปลงที่ 4) แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ความหนาแน่นมาก (แปลงที่ 5) แปลงหาดเลนด้านใน (แปลงที่ 6 และ 7) และแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ (แปลงที่ 8 ถึง 10)

### 3.2 โครงสร้างป่า

ศึกษาโครงสร้างป่าในแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) และแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5)

#### 3.2.1 แปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3)

สำรวจและระบุชนิดพันธุ์ไม้ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (Diameter at Breast Height; DBH) ที่ระดับความสูง 1.3 เมตร ยกเว้นพันธุ์ไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora*) วัดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นเหนือคอรากค้ำยันที่สูงที่สุดที่ยังลงพื้นดิน 30 เซนติเมตร ( $D_{0.3}$ ) โดยใช้ Diameter tape ติดหมายเลขไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นตั้งแต่ 1.0 เซนติเมตรขึ้นไปและสูงมากกว่า 1 เมตรทุกต้น วัดความสูงของไม้จากพื้นดินถึงปลายยอดโดยใช้ Height measurement rod จำแนกไม้ตามขนาด โดยไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น 4.5 เซนติเมตรขึ้นไปเป็นต้นไม้ (tree) และไม้ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นต่ำกว่า 4.5 เซนติเมตรเป็นไม้หนุ่ม (sapling) บันทึกตำแหน่งของไม้ทั้งหมดที่อยู่ในแปลงศึกษาเพื่อทำแผนที่ต้นไม้วัดการปกคลุมเรือนยอด (Crown Projection diagram) โดยวิธี The Crown Cover Method (Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974) รวมทั้งศึกษาโครงสร้างสังคมพืชในแนวตั้ง (stratification) ของแปลงศึกษา คำนวณค่าดัชนีความสำคัญ (Important Value of Index; IVI) ของต้นไม้วัดรวมทั้งคำนวณความหลากหลายพันธุ์ไม้ (species diversity) ของต้นไม้วัดโดยใช้ Shannon Weiner species Index ( $H'$ ) นับจำนวนต้นของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดเพื่อคำนวณความหนาแน่นของต้นไม้วัดและไม้หนุ่มต่อพื้นที่ คำนวณพื้นที่หน้าตัดของลำต้นของต้นไม้วัดและไม้หนุ่ม โดยศึกษาโครงสร้างป่า 2 ครั้ง คือก่อนทดลอง (เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 1 ปี (เดือนเมษายน พ.ศ. 2556)

การคำนวณความหนาแน่นของต้นไม้วัดต่อพื้นที่

$$\text{ความหนาแน่นของต้นไม้วัด} = \frac{\text{จำนวนต้นไม้วัดทั้งหมด}}{\text{พื้นที่แปลง (100 ตารางเมตร)}}$$

การคำนวณพื้นที่หน้าตัดของลำต้น

$$\text{พื้นที่หน้าตัดของลำต้น} = (22/7) (\text{เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น}/2)^2$$

$$\text{พื้นที่หน้าตัดของลำต้นต่อพื้นที่แปลง} = \frac{\text{พื้นที่หน้าตัดของลำต้นทั้งหมด}}{\text{พื้นที่แปลง (เฮกเตอร์)}}$$

การคำนวณค่าดัชนีความสำคัญ (Impotant Value of Index ; IVI)

ดัชนีความสำคัญ = ความหนาแน่นสัมพัทธ์ + ความเด่นสัมพัทธ์ + ความถี่สัมพัทธ์

$$\text{ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{ความหนาแน่นของต้นไม้ชนิดหนึ่ง} \times 100}{\text{ผลรวมของความหนาแน่นของต้นไม้ทุกชนิด}}$$

$$\text{ความเด่นสัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ชนิดหนึ่ง} \times 100}{\text{ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของต้นไม้ทุกชนิด}}$$

$$\text{ความถี่สัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{ความถี่ของต้นไม้ชนิดหนึ่ง} \times 100}{\text{ความถี่ของต้นไม้ทุกชนิดในพื้นที่}}$$

$$\text{ความถี่ของต้นไม้ชนิดหนึ่ง} = \frac{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างที่ชนิดไม้นั้นปรากฏ} \times 100}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการศึกษา}}$$

การคำนวณความหลากหลายชนิดของพันธุ์ไม้ (species diversity)

วิเคราะห์สัมประสิทธิ์ความหลากหลายชนิด (species diversity index) โดยใช้ Shannon-Wiener species index (Krebs, 1999)

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i \ln p_i) = -\sum_{i=1}^S \left[ \left( \frac{n_i}{N} \right) \ln \left( \frac{n_i}{N} \right) \right]$$

เมื่อ  $H'$  คือ ดัชนีความหลากหลายของ Shannon-Weiner

$S$  คือ จำนวนชนิดที่พบทั้งหมด

$p_i$  คือ จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมดที่พบของชนิด  $i$  ต่อจำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมด

### การคำนวณมวลชีวภาพ

คำนวณมวลชีวภาพของต้นไม้และไม้หนุ่มในแปลงตัวอย่าง โดยใช้สมการแอลโลเมตรีทั่วไปสำหรับต้นไม้ป่าชายเลนของ Komiyama และคณะ (2005) ดังสมการ

$$\text{มวลชีวภาพส่วนเหนือดิน (W}_{\text{top}}) = 0.251\rho D^{2.46}$$

โดย  $D$  คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (DBH หรือ  $D_{R0.3}$  มีหน่วยเป็นเซนติเมตร)

$\rho$  คือ ความหนาแน่นของเนื้อไม้ (ตันต่อลูกบาศก์เมตร) (ตารางที่ 3.1)

จากสมการ จะได้น้ำหนักของต้นไม้และไม้หนุ่มแต่ละต้น จากนั้นคำนวณมวลชีวภาพส่วนเหนือดินโดยรวมน้ำหนักต้นไม้และไม้หนุ่มทุกต้นและคิดเป็นมวลชีวภาพส่วนเหนือดินของต้นไม้และไม้หนุ่มทั้งหมดต่อพื้นที่ (ตันต่อเฮกแตร์) ทำการประมาณมวลชีวภาพของต้นไม้และไม้หนุ่มในแปลงศึกษาเมื่อเริ่มทำการศึกษาในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 และหลังจากทดลอง 1 ปี คือเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 สำหรับมวลชีวภาพส่วนเหนือดินที่เพิ่มขึ้นคำนวณได้จากความแตกต่างของมวลชีวภาพระหว่างสองช่วงเวลาดังกล่าว

**ตารางที่ 3.1** ความหนาแน่นของเนื้อไม้ ( $\rho$ ; ตัน/ลูกบาศก์เมตร) ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

(Komiyama และคณะ, 2005; \* จากพิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์, ศศิธร พ่วงปาน และชนิตา ปาลิยะ วุฒิ, 2554)

ชนิดพันธุ์ไม้	$\rho$
แสมขาว ( <i>Avicennia alba</i> Blume)	0.506
แสมทะเล ( <i>A. marina</i> (Forssk.) Vierh.)	0.579*
โกงกางใบเล็ก ( <i>Rhizophora apiculata</i> Blume)	0.770
โกงกางใบใหญ่ ( <i>R. mucronata</i> Poir.)	0.701
ลำพู ( <i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.)	0.340

### 3.2.2 แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5)

นับจำนวนกล้าไม้ทั้งหมดในแปลงศึกษาพร้อมทั้งระบุสกุล (genus) สุ่มนับกล้าไม้ประมาณ 60 ต้นในแปลงที่ 4 และ 20 ต้นในแปลงที่ 5 ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 ทำการวัดความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางระดับพื้นดิน ( $D_0$ ) เพื่อศึกษาการเติบโตของกล้าไม้

สุ่มนับจำนวน วัดความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลางของกล้าไม้ไผ่ในพื้นที่ขนาด 1 x 1 ตารางเมตร จำนวน 20 พื้นที่ต่อหนึ่งแปลงศึกษา ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 เพื่อคำนวณความหนาแน่นของกล้าไม้ไผ่ต่อแปลงศึกษา

### 3.3 โครงสร้างของระบบรากพืชป่าชายเลน

ศึกษาโครงสร้างของระบบรากพืชป่าชายเลน ซึ่งประกอบด้วยระบบรากเหนือดินและระบบรากใต้ดินในแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) และแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5) ดังนี้

#### 3.3.1 ระบบรากเหนือดิน

วางแปลงขนาด 1x1 ตารางเมตร จำนวน 3 แปลงในทุกแปลงศึกษาของแปลงป่าชายเลน และแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ แบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 25 x 25 ตารางเซนติเมตร เลือก 5 แปลงย่อย (คิดเป็นพื้นที่ 3,125 ตารางเซนติเมตร) เพื่อศึกษาความหนาแน่น พื้นที่หน้าตัด และปริมาตรของรากเหนือดิน (ภาพที่ 3.6) ทำการศึกษาทุก 2 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2556

#### ความหนาแน่นของรากเหนือดิน

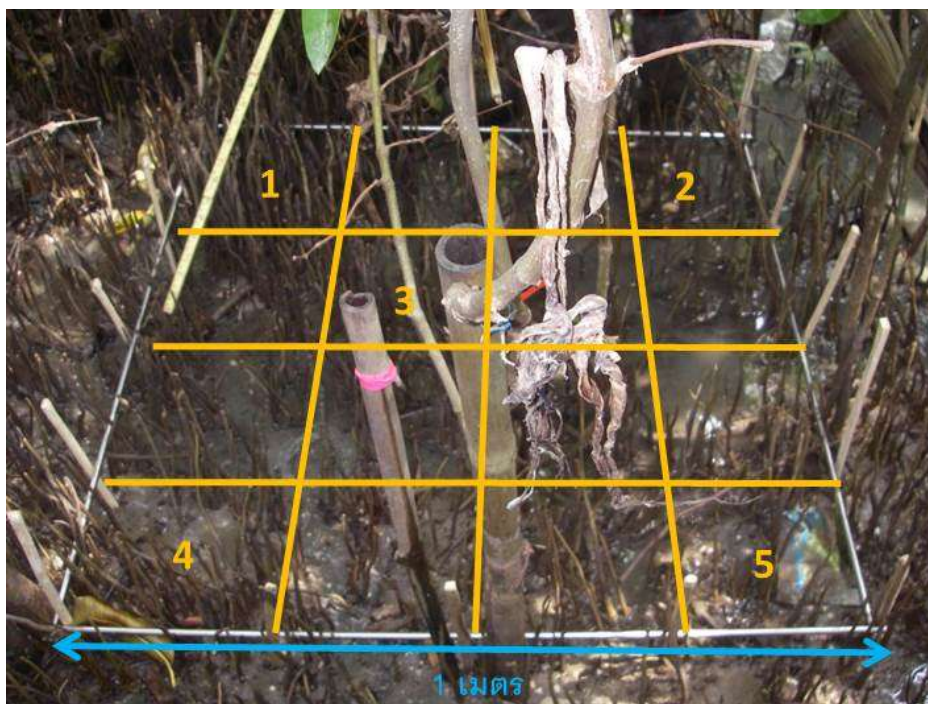
นับจำนวนรากเหนือดินซึ่งประกอบด้วยรากหายใจของไม้แสม และรากค้ำยันของไม้โกงกางที่อยู่ภายในแปลงย่อยดังกล่าว โดยรากหายใจจะนับเฉพาะรากที่มีความยาวตั้งแต่ 4.0 เซนติเมตรขึ้นไป ขณะที่รากค้ำยันจะนับทุกรากที่พบในแปลงย่อย จากนั้นคำนวณความหนาแน่นของรากเป็นจำนวนรากต่อพื้นที่

### พื้นที่หน้าตัดของรากเหนือดิน

นับจำนวนและวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของรากเหนือดินแต่ละอันที่อยู่ภายในแปลงย่อยดังกล่าว โดยรากหายใจจะวัดเฉพาะรากที่มีความยาวตั้งแต่ 4.0 เซนติเมตร ขึ้นไป (ดัดแปลงจาก Krauss และคณะ, 2003) โดยวัดที่ระดับความสูงขีดผิวดิน ขณะที่รากค้ำยันจะวัดทุกราก และใช้สมการพื้นที่วงกลมเพื่อคำนวณพื้นที่หน้าตัดราก จะได้พื้นที่หน้าตัดรวมของรากเหนือดินเป็นตัวแทนของพื้นที่รากที่ปกคลุมพื้นที่ป่าในแปลงศึกษา

### ปริมาตรรากเหนือดิน

วัดความยาวและเส้นผ่านศูนย์กลางของรากเหนือดินแต่ละอันที่อยู่ภายในแปลงย่อยดังกล่าว โดยรากหายใจจะวัดเฉพาะรากที่มีความยาวตั้งแต่ 4.0 เซนติเมตรขึ้นไป ขณะที่รากค้ำยันจะวัดทุกราก และใช้สมการปริมาตรทรงกรวยเพื่อคำนวณปริมาตรรากหายใจของไม้ผสม และปริมาตรทรงกระบอกเพื่อคำนวณปริมาตรรากค้ำยันของไม้โกงกาง



ภาพที่ 3.6 แปลงขนาด 1x1 ตารางเมตร ซึ่งแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 25 x 25 เซนติเมตร ศึกษาความหนาแน่น พื้นที่หน้าตัด และปริมาตรของรากอากาศ จำนวน 5 แปลงย่อย (หมายเลข 1 ถึง 5)



### 3.3.2 ระบบรากใต้ดิน

ศึกษาโครงสร้างของระบบรากใต้ดินเฉพาะในเชิงปริมาณเท่านั้น โดยศึกษาในแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) และแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5)

ศึกษาความหนาแน่นรากใต้ดินจากปริมาตรดินที่เก็บ โดยใช้ท่อพีวีซีที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 7.15 เซนติเมตร ยาว 30 เซนติเมตร เก็บดินที่ระดับความลึกจากผิวดิน 30 เซนติเมตร จำนวน 10 ตัวอย่างต่อหนึ่งแปลงย่อยรวมทั้งหมด 50 ตัวอย่าง ทำการล้างดินและแยกส่วนอื่นที่ไม่ใช่รากออกไป เช่น เปลือกไม้ เปลือกหอย จากนั้นจำแนกรากพืชเป็นรากที่มีชีวิตและรากตายโดยรากที่มีชีวิตจะพิจารณาจากการลอยน้ำ สด อวบ มีสีอ่อน เช่น สีขาว สีครีม รวมถึงเนื้อเยื่อภายในรากยังคงมีสีขาว ขณะที่รากตายจะจมน้ำ มีสีน้ำตาลเข้มหรือดำ และฝ่อ (Middleton และ McKee, 2001) จากนั้นจำแนกรากที่มีชีวิตตามช่วงของเส้นผ่านศูนย์กลางราก คือ ตั้งแต่ 0 ถึง 2 มิลลิเมตร มากกว่า 2 ถึง 5 มิลลิเมตร มากกว่า 5 ถึง 10 มิลลิเมตร และมากกว่า 10 มิลลิเมตร นำตัวอย่างรากทั้งหมดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนักแห้ง คำนวณความหนาแน่นรากใต้ดินต่อปริมาตรดินในหน่วยมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ศึกษาความหนาแน่นของรากใต้ดิน 2 ครั้ง คือ ก่อนทดลอง (เดือนเมษายน 2555) และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (เดือนเมษายน 2556)

#### การคำนวณมวลชีวภาพราก

ใช้สมการแอลโลเมตรีของ Komiyama และคณะ (2005) เพื่อคำนวณมวลชีวภาพรากของต้นไม้และไม้หนุ่ม ดังสมการ

$$\text{มวลชีวภาพราก } (W_R) = 0.199\rho^{0.899} D^{2.22}$$

โดย  $D$  คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้น (DBH,  $D_{RO,3}$ ; เซนติเมตร)

$\rho$  คือ ความหนาแน่นของเนื้อไม้ (ตันต่อลูกบาศก์เมตร) (ตารางที่ 3.1)

จากสมการจะได้มวลชีวภาพรากของต้นไม้และไม้หนุ่มแต่ละต้น จากนั้นคำนวณมวลชีวภาพราก โดยรวมมวลชีวภาพรากของต้นไม้และไม้หนุ่มทุกต้นต่อหน่วยพื้นที่ (ตันต่อเฮกแตร์)

ทำการประมาณมวลชีวภาพรากของต้นไม้และไม้หนุ้มในแปลงศึกษาเมื่อเริ่มทำการศึกษในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 และเมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี คือเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 สำหรับมวลชีวภาพรากที่เพิ่มขึ้นคำนวณได้จากความแตกต่างของมวลชีวภาพรากระหว่างสองช่วงเวลาดังกล่าว

#### การคำนวณสัดส่วนของรากเหนือดินและรากใต้ดิน

คำนวณสัดส่วนของรากเหนือดินและรากใต้ดินในแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) โดยหลังจากสิ้นสุดการทดลอง 1 ปี เลือกจุดดินพร้อมทั้งเก็บรากเหนือดินทั้งหมดที่อยู่ในแปลงย่อยขนาด 25 x 25 ตารางเซนติเมตร จำนวน 5 พื้นที่ต่อแปลงศึกษารวมทั้งหมด 15 พื้นที่ โดยจุดดินลึกลงไป 20 เซนติเมตร ล้างดินและแยกส่วนอื่นที่ไม่ใช่ราก เช่น เปลือกไม้ เปลือกหอยออกไป จากนั้นจำแนกรากใต้ดินเป็นรากที่มีชีวิตและรากตายพร้อมทั้งจำแนกรากที่มีชีวิตตามช่วงของเส้นผ่านศูนย์กลางรากตามข้อ 3.3.2 (ภาพที่ 3.7) นำตัวอย่างรากทั้งหมดไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ซึ่งน้ำหนักแห้ง คำนวณสัดส่วนของรากเหนือดินและรากใต้ดินในแปลงป่าชายเลน



(ก) รากหายใจ (pneumatophore)



(ง) รากที่มีขนาดมากกว่า 5 ถึง 10 มิลลิเมตร



(ข) รากที่มีขนาดมากกว่า 0 ถึง 2 มิลลิเมตร



(จ) รากที่มีขนาดมากกว่า 10 มิลลิเมตร



(ค) รากที่มีขนาดมากกว่า 2 ถึง 5 มิลลิเมตร



(ด) รากตาย

**ภาพที่ 3.7** รากหายใจ (ก) และรากใต้ดิน (ข)-(ด) ที่ได้จากแปลงป่าชายเลน โดยจำแนกรากได้ดังนี้ (ข) รากมีชีวิตที่มีช่วงของเส้นผ่านศูนย์กลาง 0 ถึง 2 มิลลิเมตร (ค) รากมีชีวิตที่มีช่วงของเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2 ถึง 5 มิลลิเมตร (ง) รากมีชีวิตที่มีช่วงของเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 5 ถึง 10 มิลลิเมตร (จ) รากมีชีวิตที่มีช่วงของเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 10 มิลลิเมตร และ (ด) รากตาย

### 3.4 ปริมาณตะกอนแขวนลอย

ศึกษาปริมาณตะกอนแขวนลอยโดยวิธีของ Adame และคณะ (2010) ในทุกแปลงศึกษา ได้แก่ แปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5) แปลงหาดเลนด้านใน (แปลงที่ 6 และ 7) และแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ (แปลงที่ 8 ถึง 10) ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนแขวนลอยในช่วงน้ำขึ้นและน้ำลงทุกเดือน เดือนละ 2 ครั้ง ให้ครอบคลุมทั้งในเวลา น้ำเกิด (spring tide) และน้ำตาย (neap tide) โดยอ้างอิงจากระดับน้ำขึ้นน้ำลงรายชั่วโมงที่ปากแม่น้ำท่าจีน (สมุทรสาคร) ซึ่งคำนวณโดยกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ (พ.ศ. 2555 และ พ.ศ. 2556) และปฏิทินจันทรคติ ศึกษาปริมาณตะกอนแขวนลอยเป็นเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556

#### 3.4.1 การศึกษาในภาคสนาม

เก็บตัวอย่างน้ำทะเลที่ระดับความลึก 0 ถึง 30 เซนติเมตรจากผิวน้ำ โดยใช้ขวดพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนขนาด 250 มิลลิลิตร เก็บตัวอย่างน้ำ แปลงละ 3 จุด

#### 3.4.2 การศึกษาในห้องปฏิบัติการ

ตวงน้ำตัวอย่างปริมาตร 100 มิลลิลิตรด้วยกระบอกตวง กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Whatman GF/C) ซึ่งผ่านการอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมงและชั่งน้ำหนักแห้งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่งไว้ก่อนแล้ว โดยใช้ชุดกรองสุญญากาศบุษเนอร์และเครื่องดูดสุญญากาศ (0211-103A-G230CX, Gast Manufacturing Inc., Michigan, USA) (ภาพที่ 3.8) จะได้ตะกอนแขวนลอยอยู่บนกระดาษกรอง จากนั้นนำตะกอนพร้อมทั้งกระดาษกรองที่ได้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักแห้งด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง คำนวณปริมาณตะกอนแขวนลอยโดยนำน้ำหนักที่ชั่งได้ในครั้งสุดท้ายลบออกจากรถน้ำหนักกระดาษกรองในตอนเริ่มต้น คำนวณปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมด (Total Suspended Solid; TSS) ในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นหาเปอร์เซ็นต์ของปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมดที่คงอยู่ในพื้นที่จากสมการ (Adame และคณะ, 2010)

$$\text{TSS retention (\%)} = \frac{(\text{TSS flood} - \text{TSS ebb})}{\text{TSS flood}} \times 100$$

- เมื่อ TSS retention คือ เปอร์เซ็นต์ของปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมดที่คงอยู่ในพื้นที่
- TSS flood คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมดที่เก็บได้ในช่วงน้ำขึ้น ( $\text{mg l}^{-1}$ )
- TSS ebb คือ ปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมดที่เก็บได้ในช่วงน้ำลง ( $\text{mg l}^{-1}$ )

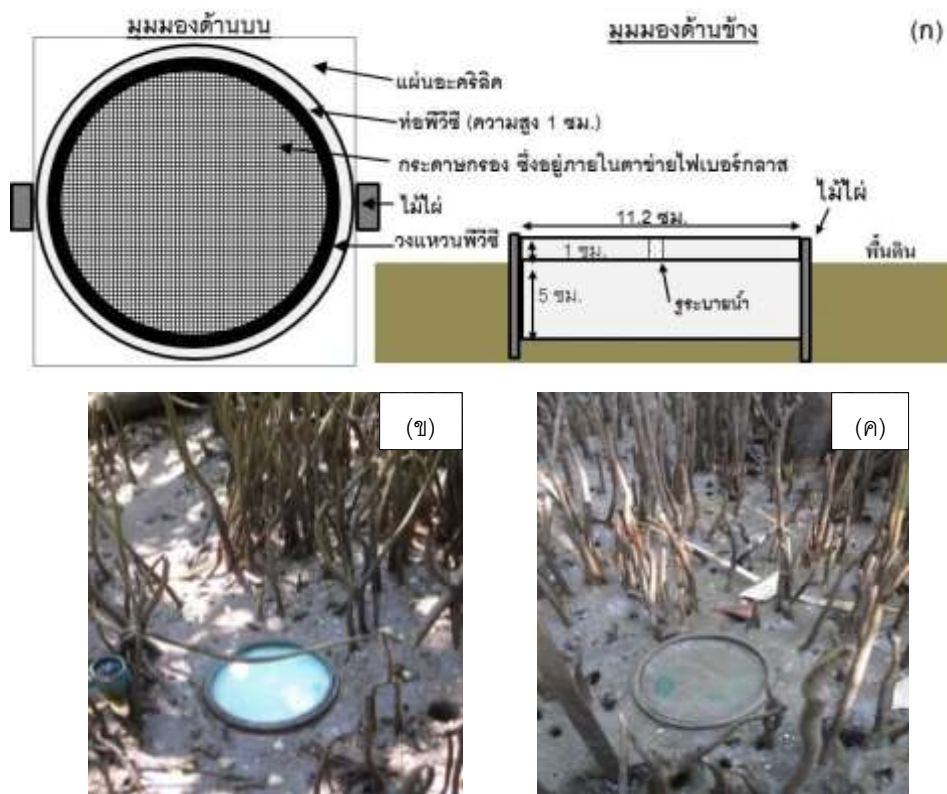


ภาพที่ 3.8 ชุดกรองสูญญากาศบูชเนอร์และเครื่องดูดสูญญากาศ (0211-103A-G230CX, Gast Manufacturing Inc., Michigan, USA) สำหรับกรองตะกอนแขวนลอยจากตัวอย่างน้ำ

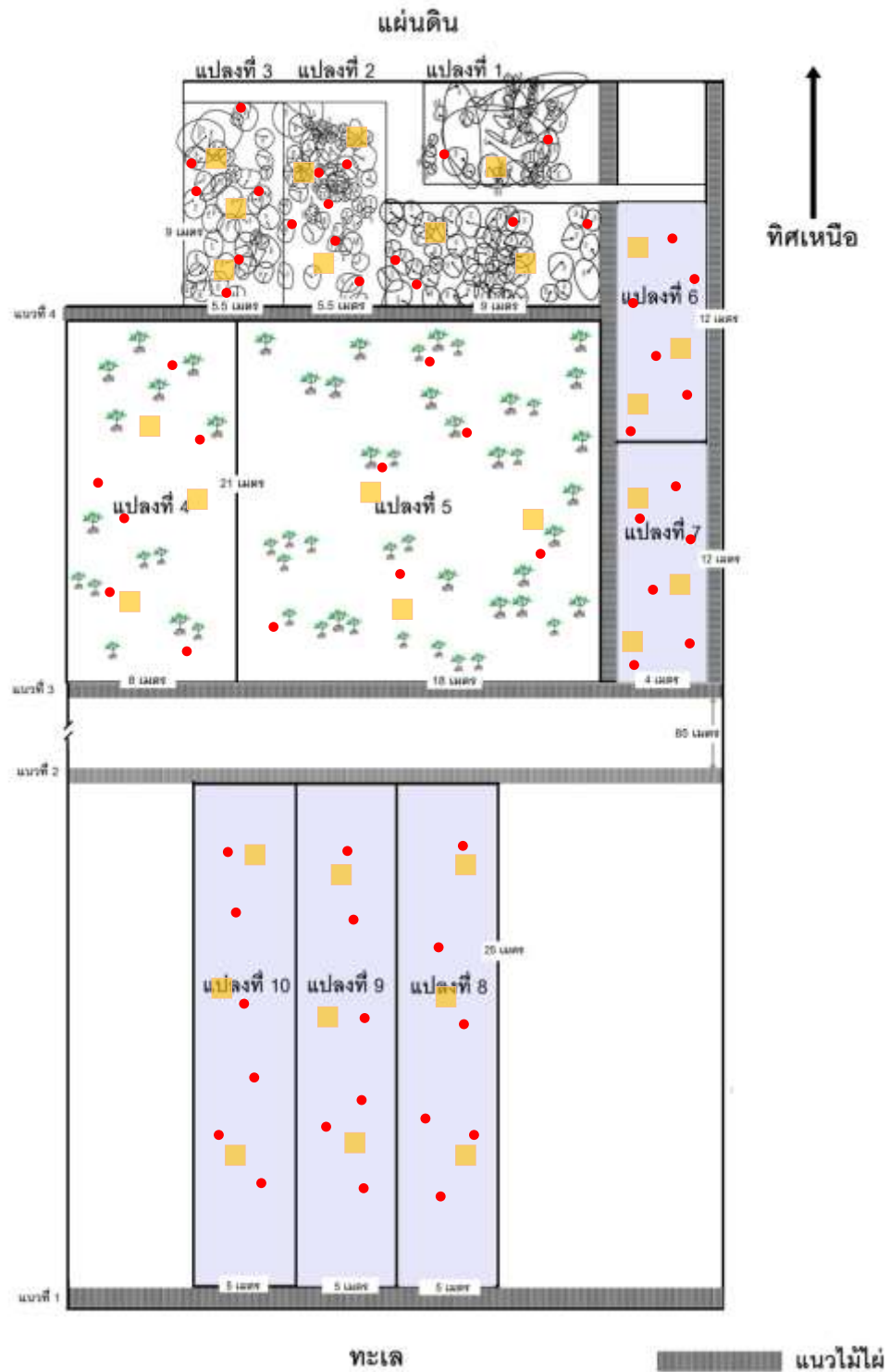
### 3.5 อัตราการตกตะกอน

ศึกษาอัตราการตกตะกอนโดยวิธี Filter method (ดัดแปลงจาก Jigorel, 1996: อ้างถึงใน Marion และคณะ, 2009) ในทุกแปลงศึกษา ได้แก่ แปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5) แปลงหาดเลนด้านใน (แปลงที่ 6 และ 7) และแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ (แปลงที่ 8 ถึง 10) โดยวางเครื่องดักตะกอนจำนวน 5 อันต่อแปลง (ภาพที่ 3.10) ศึกษาอัตราการตกตะกอนทุกเดือน จนถึงสิ้นสุดการเก็บตัวอย่างจากการเริ่มเก็บครั้งแรกเป็นเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556

เครื่องดักตะกอนประกอบขึ้นจากกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 5 ซึ่งอยู่ภายในตาข่ายไฟเบอร์กลาสขนาดตา 1.5 x 1.5 มิลลิเมตร ที่อบและซังน้ำหนักแห้งไว้ก่อนแล้วซึ่งจะคิดเป็นน้ำหนักเริ่มต้น จากนั้นนำไปวางบนแผ่นอะคริลิกที่อยู่ในท่อพีวีซีที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 11.2 เซนติเมตร ด้านบนหนา 1.0 เซนติเมตร ด้านล่างหนา 5.0 เซนติเมตร เจาะรูบนแผ่นอะคริลิกเพื่อให้ น้ำสามารถไหลผ่านได้ และยึดท่อพีวีซีติดกับไม้ไผ่เพื่อไม่ให้หลุดเลื่อนจากตำแหน่งที่วางไว้ (ภาพที่ 3.9 ก) โดยวางกระดาษกรองบน Filter ทิ้งไว้ในพื้นที่ศึกษาเดือนละ 7 วันโดยประมาณ จากนั้นเก็บตะกอนพร้อมทั้งกระดาษกรอง อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ซึ่งน้ำหนักซึ่งจะคิดเป็นน้ำหนักสุดท้าย จากนั้นลบออกจากน้ำหนักเริ่มต้น คำนวณอัตราการตกตะกอนจากน้ำหนักของตะกอนต่อพื้นที่กระดาษกรองต่อระยะเวลาที่ทำการศึกษา ในหน่วย กรัม/ตารางเซนติเมตร/วัน



ภาพที่ 3.9 ลักษณะของเครื่องดักตะกอนที่ใช้ศึกษาอัตราการตกตะกอน (ก) แสดงส่วนประกอบของเครื่องดักตะกอน (ข) เครื่องดักตะกอนก่อนวางทิ้งไว้ในพื้นที่ศึกษา (ค) เครื่องดักตะกอนหลังจากวางทิ้งไว้ในพื้นที่ศึกษา 7 วัน



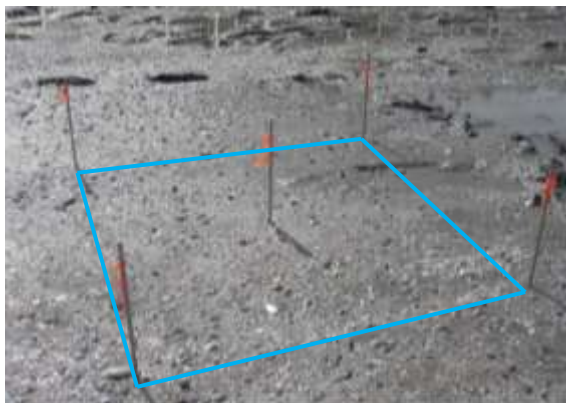
ภาพที่ 3.10 ตำแหน่งวางเครื่องดักตะกอน (●) และแปลงย่อยขนาด 1x1 ตารางเมตร (■) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่

### 3. 6 การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ (elevation change) ในทุกแปลงศึกษา ได้แก่ แปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5) แปลงหาดเลนด้านใน (แปลงที่ 6 และ 7) และแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ (แปลงที่ 8 ถึง 10) โดยวัดการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ทุก 2 เดือน จนถึงสิ้นสุดการเก็บตัวอย่างจากการเริ่มเก็บครั้งแรกเป็นเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556

วางแปลงย่อยขนาด 1x1 ตารางเมตร จำนวน 3 แปลงย่อยต่อแปลง (ภาพที่ 3.11) ซึ่งดัดแปลงจากวิธีของ Krauss และคณะ (2003) โดยใช้หมุดสแตนเลสที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ยาว 100 เซนติเมตร ปักลงในพื้นดินลึก 70 เซนติเมตร จะเหลือความสูงเหนือพื้นดิน 30 เซนติเมตร ซึ่งจะคิดเป็นความสูงเริ่มต้นก่อนการทดลอง โดยในขณะที่ปักหมุดลงไปในพื้นที่จะใช้เครื่องวัดระยะนาบนำเพื่อให้หมุดตั้งฉากกับพื้นดิน ปักหมุดจำนวน 5 หมุดต่อแปลงย่อย โดยปักไว้ที่มุมทั้งสี่ และบริเวณกึ่งกลางของแปลงย่อยขนาด 1x1 ตารางเมตร (ภาพที่ 3.11) จากนั้นวัดการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ โดยวัดระยะของหมุดสแตนเลสจากส่วนบนสุดของหมุดลงไปจนถึงระดับพื้นดินโดยใช้ไม้เมตร วัดจุดละ 3 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย และคำนวณการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่โดยนำความสูงที่วัดได้ลบออกจากความสูงเริ่มต้นของหมุด จากนั้นทำการปรับระดับความสูงเริ่มต้นของหมุดอีกครั้ง โดยใช้ไม้เมตรและเครื่องวัดระยะนาบนำเพื่อใช้เป็นความสูงเริ่มต้นก่อนเก็บข้อมูลครั้งต่อไป





**ภาพที่ 3.11** หมุดแสดงตำแหน่งที่ปักเป็นแปลงย่อยขนาด 1x1 ตารางเมตร (เส้นสีฟ้า) เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ โดยปักหมุดแสดงตำแหน่งจำนวน 5 หมุดต่อแปลงย่อย โดยจะปักไว้ที่มุมทั้งสี่ และบริเวณตรงกลางของแปลง

### 3.7 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

ศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการ ได้แก่ ลักษณะของพื้นที่ ลักษณะทางกายภาพบางประการของดิน ระยะเวลาการท่วมถึงของน้ำทะเล และปริมาณน้ำฝน ในทุกแปลงศึกษา ได้แก่ แปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5) แปลงหาดเลนด้านใน (แปลงที่ 6 และ 7) และแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ (แปลงที่ 8 ถึง 10)

#### 3.7.1 ลักษณะของพื้นที่

ศึกษาสภาพภูมิประเทศ (topography) ของแปลงศึกษา โดยการวัดความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ศึกษาแต่ละแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับจุดอ้างอิงบริเวณขอบแปลงป่าชายเลน โดยใช้เครื่องมือ Instrument siteline builders level (TRACON L5-25, Ushikata Mfg. Co., Ltd., Japan) วัดความสูงทุกระยะ 1 เมตรในแปลงป่าชายเลนและแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ และทุกระยะ 2 เมตรในแปลงหาดเลนด้านในและแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ นำข้อมูลที่ได้ไปทำแบบแผนภูมิศาสตร์ (topography profile) เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของภูมิประเทศในแต่ละช่วงเวลา โดยศึกษาสภาพภูมิประเทศ 3 ช่วงเวลา คือ ช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตก

เฉียงใต้ (เดือนมิถุนายนและเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555) ช่วงที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556) และช่วงที่ลมมรสุมเปลี่ยนทิศทาง (เดือน เมษายน พ.ศ. 2556)

### 3.7.2 ลักษณะทางกายภาพบางประการของดิน

ศึกษาลักษณะทางกายภาพบางประการของดินในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ลักษณะเนื้อดินและความหนาแน่นรวมของดิน

#### ลักษณะเนื้อดิน

เก็บตัวอย่างดินโดยใช้ท่อพีวีซีที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 7.15 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร สุ่มเจาะลงในดินให้ปลายท่อด้านบนเสมอกับผิวดิน จำนวน 3 จุดต่อแปลง รวมทั้งสิ้น 30 จุด จากนั้นแบ่งดินเป็น 3 ส่วนตามระดับความลึก คือ 0-20 เซนติเมตร 20-40 เซนติเมตร และ 40-60 เซนติเมตร หลังจากนั้นนำตัวอย่างดินผึ่งที่อุณหภูมิห้องจนแห้ง บดและร่อนผ่านตะแกรงสแตนเลสขนาดตา 2 ตารางมิลลิเมตร (Endecotts Ltd. Longon, England) วิเคราะห์ลักษณะเนื้อดินโดยวิธี Hydrometer (Bouyoucos, 1926) (ภาพที่ 3.12) สัดส่วนของดินที่ได้จากการวิเคราะห์ จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับแผนภาพสามเหลี่ยมจำแนกชนิดดินเพื่อจำแนกลักษณะเนื้อดิน (United States Department of Agriculture) ศึกษาลักษณะเนื้อดิน 4 ครั้ง คือ เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 เดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2556

#### ความหนาแน่นรวมของดิน

เก็บตัวอย่างดินโดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินทรงกระบอกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 4.86 เซนติเมตร ความสูง 3 เซนติเมตร หลังจากนั้นนำตัวอย่างดินอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ ชั่งน้ำหนัก คำนวณความหนาแน่นรวมของดินจากสัดส่วนระหว่างน้ำหนักแห้งและปริมาตรของดิน (Kim, 2005) ศึกษาความหนาแน่นรวมของดิน 6 ครั้ง คือเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 โดยเก็บข้อมูลแปลงละ 3 จุด รวม 30 จุดต่อครั้ง

### 3.7.3 ระยะเวลาการท่วมถึงของน้ำทะเล

ศึกษาระยะเวลาของน้ำทะเลที่ท่วมในแต่ละแปลงศึกษา โดยจดบันทึกเวลาที่น้ำทะเลเริ่มเคลื่อนตัวจากทะเลเข้าสู่ด้านในของแปลงศึกษา ศึกษาระยะเวลาการท่วมถึงของน้ำทะเลทุกเดือน ในช่วงเวลาเดียวกันกับการศึกษาอัตราการตกตะกอน (หลังจากวางกระดาษกรอง 1 วัน และก่อนเก็บกระดาษกรอง 1 วัน) ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 และใช้ระยะเวลาของระดับน้ำขึ้นน้ำลงรายชั่วโมงที่ปากแม่น้ำท่าจีน (สมุทรสาคร) ซึ่งคำนวณโดยกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ (2555 และ 2556) ประกอบการคำนวณระยะเวลาท่วมถึงของน้ำทะเล โดยคำนวณระยะเวลาท่วมถึงของน้ำทะเลในแต่ละแปลงศึกษาจากเวลาที่น้ำทะเลเริ่มเคลื่อนที่เข้าสู่แต่ละแปลงศึกษาจนกระทั่งเคลื่อนที่ออกไปจากแปลงศึกษาเป็นรายชั่วโมง

### 3.7.4 ปริมาณน้ำฝน

ขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา



ภาพที่ 3.12 การวิเคราะห์เนื้อดินโดยวิธี Hydrometer method

### 3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างของอัตราการตกตะกอน ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย และการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่เนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุมที่แตกต่างกัน โดยใช้ One-way Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของอัตราการตกตะกอน ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในช่วงน้ำเกิดและน้ำตายและการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ เนื่องจากอิทธิพลของลักษณะพื้นที่ที่แตกต่างกัน (ความแตกต่างของแต่ละแปลงศึกษา) ซึ่งแบ่งเป็น 2 กรณี คือใช้ Duncan's New Multiple Range test ในกรณีที่ความแปรปรวนของตัวอย่างมีค่าไม่แตกต่างกัน และใช้ Dunnett's T3 test ในกรณีที่ความแปรปรวนของตัวอย่างมีค่าแตกต่างกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยโปรแกรม SPSS 17 สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows

วิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างอัตราการตกตะกอนกับความหนาแน่นของรากเหนือดิน ปริมาตรของรากเหนือดิน พื้นที่หน้าตัดของรากเหนือดิน ความยาวของรากเหนือดิน ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ และปริมาณน้ำฝน โดยใช้ Pearson correlation ด้วยโปรแกรม SPSS 17 สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows

วิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่กับความหนาแน่นของรากเหนือดิน ปริมาตรของรากเหนือดิน พื้นที่หน้าตัดของรากเหนือดิน ความยาวของรากเหนือดิน ความหนาแน่นของรากฝอย ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย และปริมาณน้ำฝน โดยใช้ Pearson correlation ด้วยโปรแกรม SPSS 17 สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows

## บทที่ 4

### ผลการศึกษา

#### 4.1 โครงสร้างป่า

##### แปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3)

ผลการศึกษาพบพันธุ์ไม้ป่าชายเลนทั้งหมด 5 ชนิด ใน 3 วงศ์ ได้แก่ แสมขาว (*Avicennia alba* Blume) แสมทะเล (*A. marina* (Forssk.) Vierh.) ในวงศ์ Avicenniaceae โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume) โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata* Poir.) ในวงศ์ Rhizophoraceae และลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) ในวงศ์ Lythraceae เมื่อเริ่มทำการศึกษาในเดือน มีนาคม พ.ศ. 2555 พบว่าไม้ต้นที่มีดัชนีความสำคัญมากที่สุดคือแสมทะเล (แปลงที่ 1) และแสมขาว (แปลงที่ 2 และ 3) (ภาพที่ 4.1) เมื่อเวลาผ่านไป 13 เดือนคือในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 พบว่าแสมขาวมีดัชนีความสำคัญมากที่สุดในทุกแปลงศึกษา (ภาพที่ 4.1) ความหลากหลายของพันธุ์ไม้ในตอนเริ่มทำการทดลองมีค่า 0.870 เมื่อเวลาผ่านไป 13 เดือนพบว่าความหลากหลายของพันธุ์ไม้มีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 1.041 (ตารางที่ 4.1)

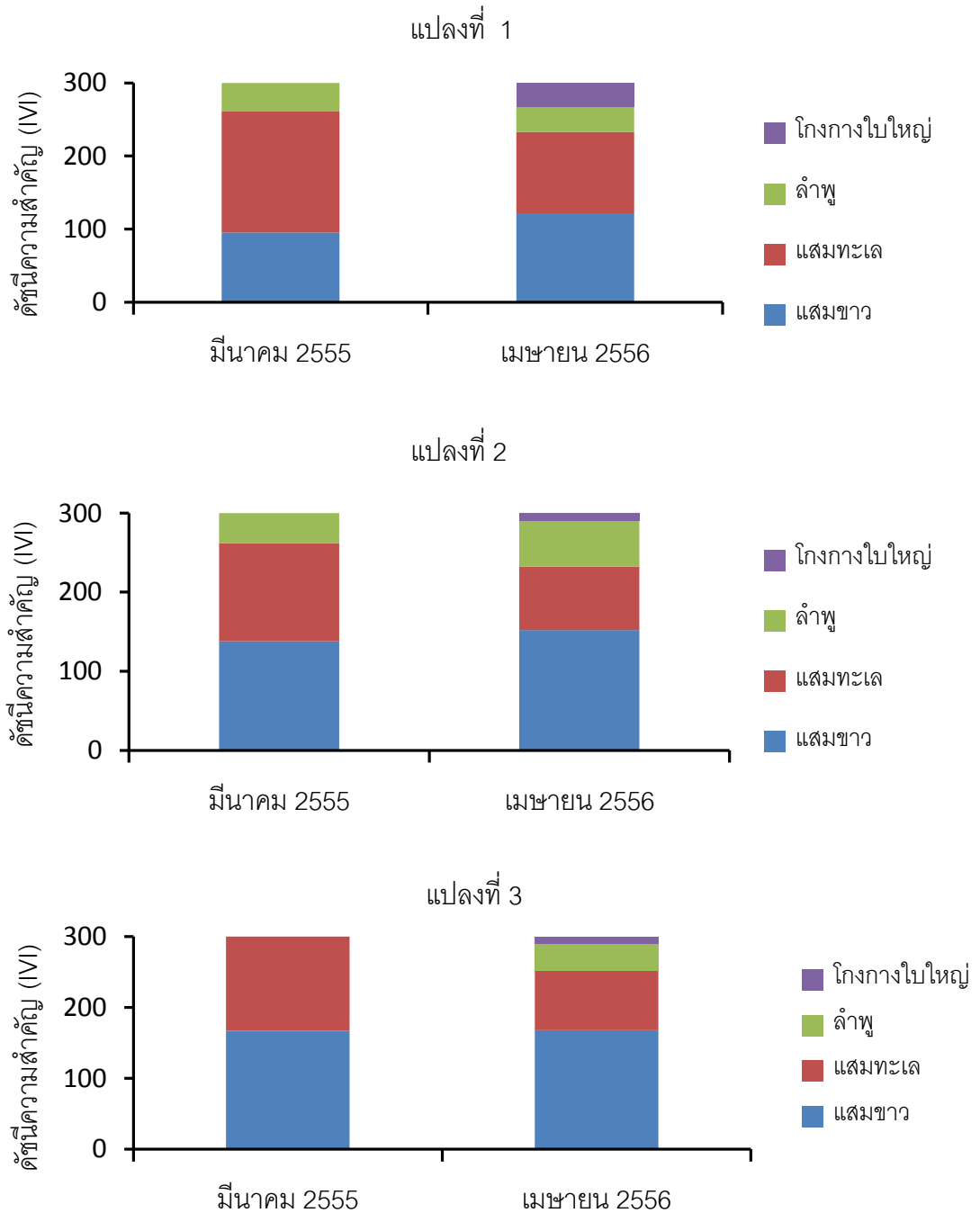
พันธุ์ไม้ที่มี DBH มากกว่า 4.5 เซนติเมตร มีความหนาแน่นต้นไม้เฉลี่ย 18.10 ต้นต่อ 100 ตารางเมตร และเมื่อเวลาผ่านไป 13 เดือน ความหนาแน่นต้นไม้เฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 42.76 ต้นต่อ 100 ตารางเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของลำต้นเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยมีค่า 6.8 เซนติเมตรและ 5.1 เมตร ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 13 เดือนพบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของลำต้นเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 7.1 เซนติเมตร และ 6.0 เมตร ตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดรวมของลำต้นมีค่า 7.6 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ และเมื่อเวลาผ่านไป 13 เดือนมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 18.59 ตารางเมตรต่อเฮกตาร์ (ตารางที่ 4.1)

พันธุ์ไม้ที่มี DBH น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตรและมีความสูงอย่างน้อย 1 เมตรมีความหนาแน่นเฉลี่ย 132.58 ต้นต่อ 100 ตารางเมตร และเมื่อเวลาผ่านไป 13 เดือนความหนาแน่นเฉลี่ยมีค่าลดลงเป็น 87.83 ต้นต่อ 100 ตารางเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของลำต้นเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยมีค่า 2.2 เซนติเมตร และ 2.6 เมตร ตามลำดับ เมื่อเวลาผ่านไป 13 เดือนพบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของลำต้นเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2.4 เซนติเมตร และ 3.2 เมตร ตามลำดับ พื้นที่หน้าตัดลำต้นรวมของลำต้นมีค่า 6.08 ตารางเมตรต่อเฮกเตอร์ และเมื่อเวลาผ่านไป 13 เดือนมีค่าลดลงเป็น 4.20 ตารางเมตรต่อเฮกเตอร์ (ตารางที่ 4.1)

มวลชีวภาพส่วนเหนือดินมีค่าอยู่ในช่วง 47.6 ถึง 65.1 ต้นต่อเฮกเตอร์ โดยมีค่าเฉลี่ย 55.4 ต้นต่อเฮกเตอร์ (ตารางที่ 4.1) และเมื่อเวลาผ่านไป 13 เดือนพบว่ามวลชีวภาพส่วนเหนือดินมีค่าอยู่ในช่วง 86.5 ถึง 125.2 ต้นต่อเฮกเตอร์ โดยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 100.7 ต้นต่อเฮกเตอร์ (ตารางที่ 4.1) มวลชีวภาพส่วนรากมีค่าอยู่ในช่วง 25.6 ถึง 34.5 ต้นต่อเฮกเตอร์ โดยมีค่าเฉลี่ย 29.9 ต้นต่อเฮกเตอร์ และเมื่อเวลาผ่านไป 13 เดือนพบว่ามวลชีวภาพส่วนรากมีค่าอยู่ในช่วง 46.5 ถึง 64.3 ต้นต่อเฮกเตอร์ โดยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 52.5 ต้นต่อเฮกเตอร์ (ตารางที่ 4.1) มวลชีวภาพรวมมีค่าอยู่ในช่วง 73.2 ถึง 99.6 ต้นต่อเฮกเตอร์ โดยมีค่าเฉลี่ย 85.3 ต้นต่อเฮกเตอร์ (ตารางที่ 4.1) และเมื่อเวลาผ่านไป 13 เดือนพบว่ามวลชีวภาพรวมมีค่าอยู่ในช่วง 133.1 ถึง 189.4 ต้นต่อเฮกเตอร์ โดยมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 153.2 ต้นต่อเฮกเตอร์ (ตารางที่ 4.1)

**ตารางที่ 4.1** เปรียบเทียบโครงสร้างเชิงปริมาณของพันธุ์ไม้ที่ศึกษาในแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2556

	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555			เดือนเมษายน พ.ศ. 2556		
	แปลง 1	แปลง 2	แปลง 3	แปลง 1	แปลง 2	แปลง 3
ชนิดพันธุ์ของต้นไม้ (ชนิด)	3	3	2	4	3	3
ชนิดพันธุ์ของไม้หนุ่ม (ชนิด)	4	4	4	4	3	4
ดัชนีความหลากหลายชนิดของพันธุ์ไม้	0.870			1.041		
เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของพันธุ์ไม้ที่มี DBH $\geq$ 4.5 ซม.(เซนติเมตร)	7.0	7.0	6.4	6.8	7.0	7.5
ความสูงเฉลี่ยของพันธุ์ไม้ที่มี DBH $\geq$ 4.5 ซม. (เมตร)	4.5	5.4	5.5	5.7	6.1	6.3
ความหนาแน่นของพันธุ์ไม้ที่มี DBH $\geq$ 4.5 ซม.(ต้นต่อ 100 ตารางเมตร)	13.89	18.18	22.22	55.56	36.36	36.36
พื้นที่หน้าตัดลำต้นรวมพันธุ์ไม้ที่มี DBH $\geq$ 4.5 ซม.(ตารางเมตรต่อเฮกแตร์)	7.03	7.76	8.01	22.96	15.19	17.62
เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของพันธุ์ไม้ที่มี DBH < 4.5 ซม.(เซนติเมตร)	2.3	2.0	2.3	2.4	2.4	2.5
ความสูงเฉลี่ยของพันธุ์ไม้ที่มี DBH < 4.5 ซม. (เมตร)	2.7	2.3	2.7	3.2	3.3	3.1
ความหนาแน่นของพันธุ์ไม้ที่มี DBH < 4.5 ซม.(ต้นต่อ 100 ตารางเมตร)	169.44	157.58	70.71	95.83	119.19	48.48
พื้นที่หน้าตัดลำต้นรวมของพันธุ์ไม้ที่มี DBH < 4.5 ซม. (ตารางเมตรต่อเฮกแตร์)	8.56	6.11	3.57	4.83	6.50	1.24
มวลชีวภาพส่วนเหนือดิน (ต้นต่อเฮกแตร์)	65.1	53.5	47.6	125.2	86.5	90.5
มวลชีวภาพส่วนราก (ต้นต่อเฮกแตร์)	34.5	29.6	25.6	64.2	46.6	46.5
มวลชีวภาพทั้งหมด (ต้นต่อเฮกแตร์)	99.6	83.1	73.2	189.4	133.1	137.0

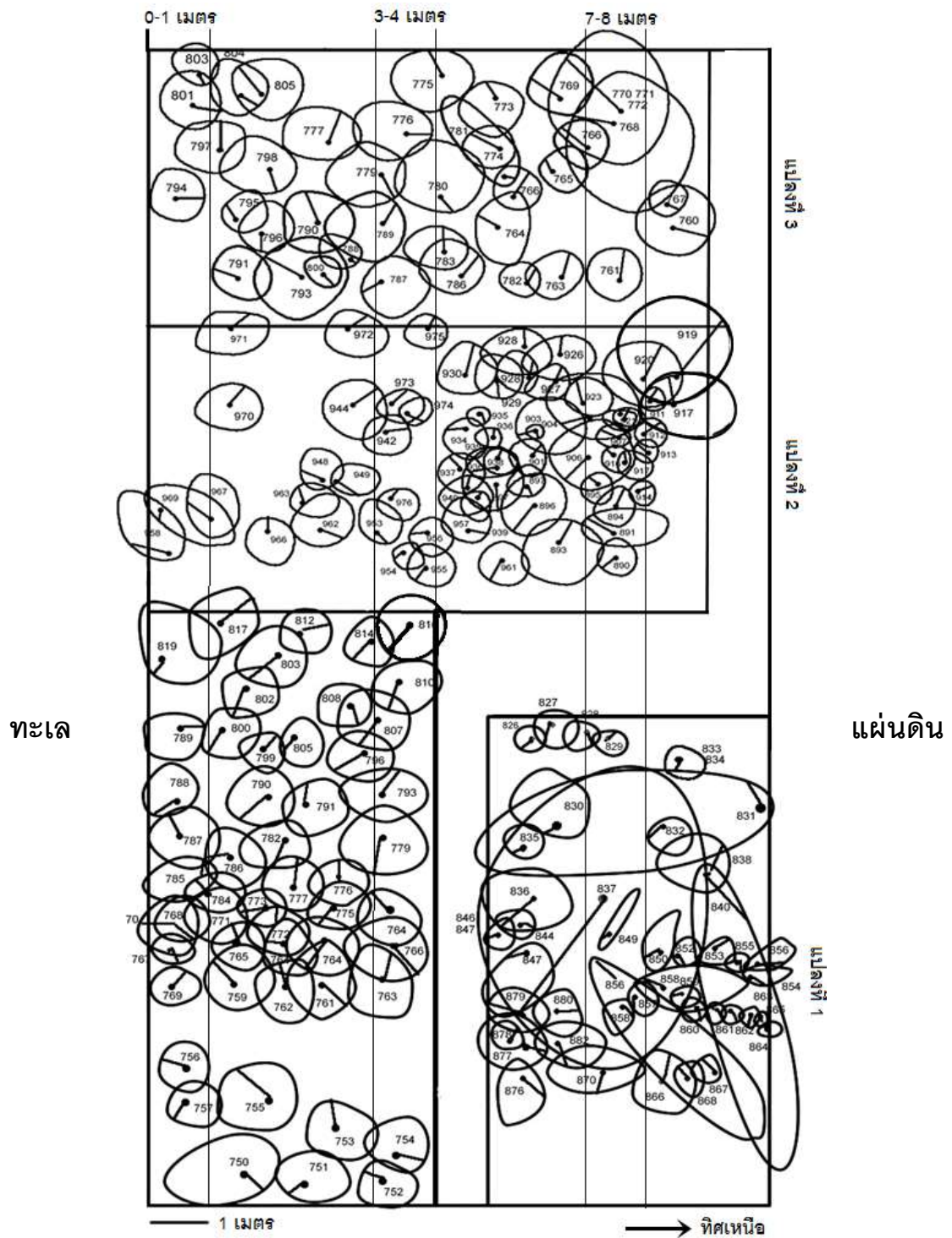


ภาพที่ 4.1 ดัดแปลงตามความสำคัญ (IVI) ของพันธุ์ไม้แปลงป่าชายเลน ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2556



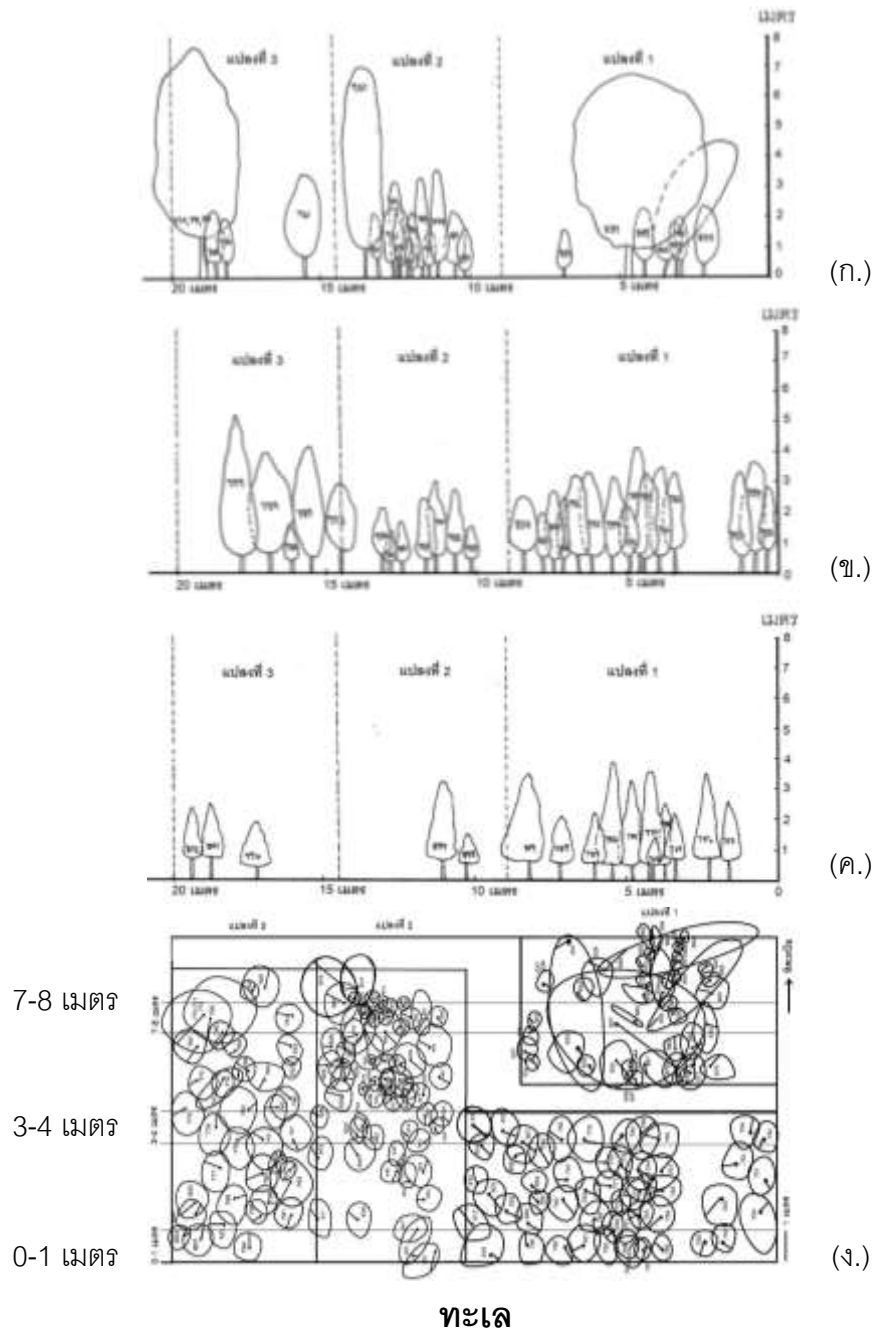
การปกคลุมเรือนยอดของพื้นที่ศึกษาในแปลงที่ 1 บริเวณด้านหน้าและด้านหลังของแปลง มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 4.2) โดยบริเวณด้านหน้าของแปลงซึ่งอยู่ติดกับทะเลมีการปกคลุมเรือนยอดค่อนข้างแคบกว่า ขณะที่บริเวณด้านหลังของแปลงมีการปกคลุมของเรือนยอดค่อนข้างกว้างกว่าเนื่องจากมีต้นไม้ขนาดใหญ่ การปกคลุมเรือนยอดในแปลงที่ 2 บริเวณด้านหน้าของแปลงซึ่งอยู่ติดกับทะเลจะมีการปกคลุมเรือนยอดกว้างกว่าและมีช่องเปิดของเรือนยอดกระจายอยู่มากกว่าเมื่อเทียบกับบริเวณด้านหลังของแปลงซึ่งมีการปกคลุมเรือนยอดค่อนข้างแคบ และต้นไม้มีการกระจายอยู่อย่างหนาแน่น (ภาพที่ 4.2) ขณะที่ในแปลงที่ 3 การปกคลุมเรือนยอดค่อนข้างสม่ำเสมอทั่วแปลงศึกษา มีช่องเปิดของเรือนยอดกระจายอยู่เล็กน้อยบริเวณด้านหน้าและด้านหลังของแปลง การกระจายของต้นไม้มีความหนาแน่นน้อยกว่าในแปลงที่ 2 (ภาพที่ 4.2)

เมื่อพิจารณาโครงสร้างสังคมพืชในแนวตั้งของแปลงป่าชายเลนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 พบว่าที่ระยะทาง 7 ถึง 8 เมตร ซึ่งอยู่ติดกับแผ่นดินพบชั้นเรือนยอดแบ่งเป็นสองชั้น โดยเรือนยอดชั้นบนพบเฉพาะไม้แสมขนาดใหญ่และความสูงถึง 7 เมตร (ภาพที่ 4.3 ก) ขณะที่ระยะทาง 3 ถึง 4 เมตรและระยะทาง 0 ถึง 1 เมตรติดทะเล พบว่าไม่มีความสูงไม่มากนักและมีเรือนยอดเพียงชั้นเดียว (ภาพที่ 4.3 ข; ภาพที่ 4.3 ค) เมื่อเวลาผ่านไป 1 ปี (เดือนเมษายน พ.ศ.2556) โครงสร้างสังคมพืชในแนวตั้งของแปลงป่าชายเลนชี้ให้เห็นว่ามีการเจริญเติบโตของไม้ในด้านความสูงเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด โดยที่ระยะทาง 7 ถึง 8 เมตร พบชั้นเรือนยอดแบ่งเป็นสองชั้นอย่างชัดเจนโดยเรือนยอดชั้นบนยังคงพบเฉพาะไม้แสม (ภาพที่ 4.4 ก) เช่นเดียวกับที่ระยะทาง 3 ถึง 4 เมตรพบโครงสร้างเรือนยอดแบ่งเป็นสองชั้นคือในเรือนยอดชั้นล่างไม่มีความสูง 1 ถึง 4 เมตร ขณะที่ในเรือนยอดชั้นบนพบไม้แสมมีความสูง 4 ถึง 7 เมตร (ภาพที่ 4.4 ข) ขณะที่ระยะทาง 0 ถึง 1 เมตรติดทะเลพบโครงสร้างเรือนยอดแบ่งเป็นชั้นไม่ชัดเจนแต่เห็นได้ชัดว่ามีความสูงเฉลี่ยเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.4 ค) โดยองค์ประกอบของพันธุ์ไม้ในแต่ละชั้นเรือนยอดพบว่าในเรือนยอดชั้นล่างพบทั้งไม้แสมขาว แสมทะเล ลำพู โกงกางใบใหญ่ และโกงกางใบเล็ก ขณะที่ในเรือนยอดชั้นบนพบเฉพาะไม้แสมเท่านั้น และเป็นไม้ต้นที่มีขนาดใหญ่ (ภาพที่ 4.3 ก; ภาพที่ 4.4 ก) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าพื้นที่นี้มีไม้ดั้งเดิมเป็นแสม นอกจากนี้การเจริญเติบโตของไม้แสมในด้านความสูงที่เพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในเรือนยอดชั้นบน (ภาพที่ 4.3 ข; ภาพที่ 4.4 ข) แสดงให้เห็นศักยภาพของไม้แสมซึ่งเป็นไม้เบิกนำ (pioneer species) ที่สามารถเจริญเติบโตได้รวดเร็วในพื้นที่เปิดโล่ง



ภาพที่ 4.2 แผนภาพปกคลุมเรือนยอดของพื้นที่ศึกษาในแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3)

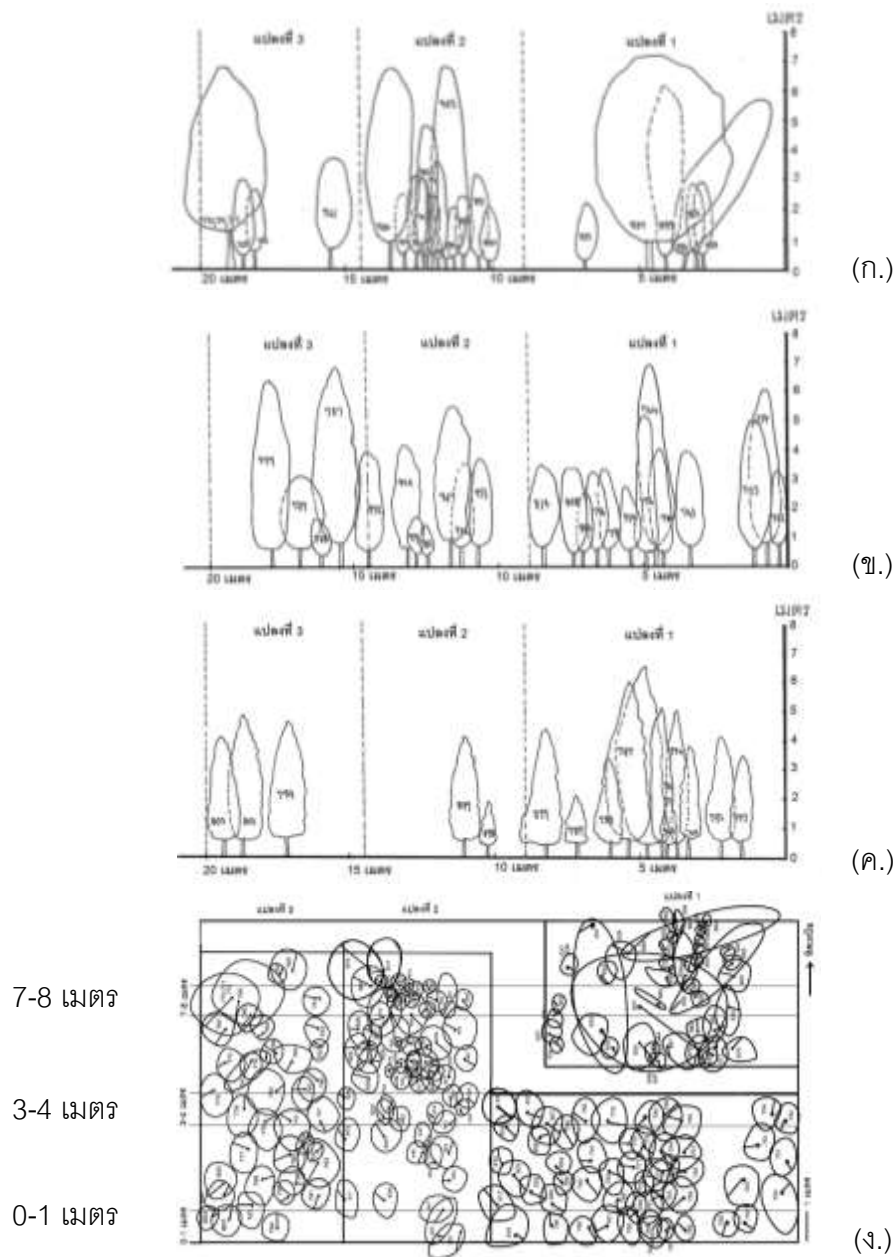
## แผ่นดิน



## ทะเล

ภาพที่ 4.3 โครงสร้างสังคมพืชในแนวตั้งของแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) (ก.) ที่ระยะทาง 7 ถึง 8 เมตร (ข.) 3 ถึง 4 เมตร และ (ค.) 0 ถึง 1 เมตร ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 (ง.) การปกคลุมเรือนยอดของแปลงที่ระยะทาง 7 ถึง 8 เมตร 3 ถึง 4 เมตร และ 0 ถึง 1 เมตร

## แผ่นดิน



## ทะเล

ภาพที่ 4.4 โครงสร้างสังคมพืชในแนวตั้งของแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) (ก.) ที่ระยะทาง 7 ถึง 8 เมตร (ข.) 3 ถึง 4 เมตร (ค.) 0 ถึง 1 เมตร ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 (ง.) การปกคลุมเรือนยอดของแปลงป่าชายเลนที่ระยะทาง 7 ถึง 8 เมตร 3 ถึง 4 เมตร และ 0 ถึง 1 เมตร

### แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5)

ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อย (แปลงที่ 4) มีความหนาแน่นของกล้าไม้ไผ่ปักเฉลี่ย 4 ลำต่อตารางเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยของไม้ไผ่เท่ากับ 6.1 เซนติเมตร และ 0.8 เมตร ตามลำดับ ขณะที่ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ความหนาแน่นมาก (แปลงที่ 5) มีความหนาแน่นของกล้าไม้ไผ่ปักเฉลี่ย 10 ลำต่อตารางเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยของไม้ไผ่เท่ากับ 6.2 เซนติเมตร และ 1.1 เมตร ตามลำดับ

ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อย (แปลงที่ 4) เมื่อเริ่มทำการศึกษาในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 พบกล้าไม้ทั้งหมด 127 ต้น ประกอบด้วยผสมขาว 24 ต้น โกงกางใบใหญ่ 103 ต้น โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับพื้นดินเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 1.9 เซนติเมตรและ 1.2 เมตร ตามลำดับ ความหนาแน่นของกล้าไม้มีค่า 7,560 ต้นต่อเฮกแตร์ (ตารางที่ 4.3) เมื่อเวลาผ่านไป 9 เดือนคือในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 พบว่าจำนวนกล้าไม้ทั้งหมดลดลงเหลือเพียง 107 ต้น ประกอบด้วยผสมขาว 17 ต้น โกงกางใบใหญ่ 90 ต้นส่งผลให้ความหนาแน่นของกล้าไม้ลดลงเหลือเพียง 6,369 ต้นต่อเฮกแตร์ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับพื้นดินเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2.3 เซนติเมตรและ 1.8 เมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) เมื่อเวลาผ่านไป 13 เดือนจากครั้งแรกที่ทำการศึกษาคือในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 พบว่าจำนวนกล้าไม้ทั้งหมดลดลงเหลือเพียง 83 ต้น ประกอบด้วยผสมขาว 13 ต้น โกงกางใบใหญ่ 70 ต้น ส่งผลให้ความหนาแน่นของกล้าไม้ลดลงเหลือเพียง 4,940 ต้นต่อเฮกแตร์ ขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับพื้นดินเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2.9 เซนติเมตรและ 2.1 เมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2)

ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ความหนาแน่นมาก (แปลงที่ 5) เมื่อเริ่มทำการศึกษาในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 มีจำนวนกล้าไม้ทั้งหมด 53 ต้น ประกอบด้วยผสมขาว 8 ต้น โกงกางใบใหญ่ 45 ต้น โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับพื้นดินเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยเท่ากับ 2.0 เซนติเมตรและ 1.2 เมตร ตามลำดับ ความหนาแน่นของกล้าไม้มีค่า 1,402 ต้นต่อเฮกแตร์ (ตารางที่ 4.3) เมื่อเวลาผ่านไป 9 เดือนคือในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 พบว่าจำนวนกล้าไม้

โกก้างใบใหญ่ลดลงเหลือเพียง 42 ต้น ส่งผลให้ความหนาแน่นของกล้าไม้ทั้งหมดลดลงเหลือเพียง 1,323 ต้นต่อเฮกแตร์ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับพื้นดินเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 2.1 เซนติเมตร และ 1.8 เมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) เมื่อเวลาผ่านไป 13 เดือนจากครั้งแรกที่ทำการศึกษา พบว่าจำนวนกล้าไม้โกก้างใบใหญ่ยังคงลดลงเหลือเพียง 34 ต้น ส่งผลให้ความหนาแน่นของกล้าไม้ทั้งหมดลดลงเหลือเพียง 1,111 ต้นต่อเฮกแตร์ ขณะที่เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับพื้นดินเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 3.6 เซนติเมตร และ 2.0 เมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2)

**ตารางที่ 4.2** จำนวนกล้าไม้ เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับพื้นดิน ความสูง และความหนาแน่นของกล้าไม้ในแปลงที่ 4 และ 5 ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2556

	มีนาคม พ.ศ. 2555		ธันวาคม พ.ศ. 2555		เมษายน พ.ศ. 2556	
	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5	แปลงที่ 4	แปลงที่ 5
จำนวนกล้าไม้ทั้งหมด	127	53	107	50	83	42
แสมขาว ( <i>A. alba</i> Blume)	24	8	17	8	13	8
โกก้างใบใหญ่ ( <i>R. mucronata</i> Poir.)	103	45	90	42	70	34
เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ ระดับพื้นดิน (เซนติเมตร)	1.9	2.0	2.3	2.1	2.9	3.6
ความสูง (เมตร)	1.2	1.2	1.8	1.8	2.1	2.0
ความหนาแน่นของกล้าไม้ (ต้นต่อเฮกแตร์)	7,560	1,402	6,369	1,323	4,940	1,111

## 4.2 โครงสร้างของระบบรากพืชป่าชายเลน

### 4.2.1 ระบบรากเหนือดิน

#### แปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3)

เมื่อเริ่มทำการศึกษาในเดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของรากหายใจของไม้สกุลแสมในแปลงป่าชายเลนมีค่า 0.60 เซนติเมตร และเมื่อสิ้นสุดการทดลองในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของรากหายใจมีค่า 0.61 เซนติเมตร โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของรากหายใจตลอดช่วงที่ทำการศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 0.59 ถึง 0.67 เซนติเมตร ขณะที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของรากค้ำยันของไม้สกุลโกงกางมีค่า 0.1 เซนติเมตรและค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาศึกษา โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.09 ถึง 0.11 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.3) ความสูงเฉลี่ยของรากหายใจในช่วงเริ่มต้นศึกษาเท่ากับ 15.6 เซนติเมตร และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 1 ปีพบว่าความสูงเฉลี่ยของรากหายใจเท่ากับ 15.5 เซนติเมตร โดยความสูงเฉลี่ยตลอดช่วงที่ทำการศึกษาอยู่ในช่วง 14.5 ถึง 17 เซนติเมตร ขณะที่ความสูงเฉลี่ยของรากค้ำยันของไม้สกุลโกงกางเพิ่มขึ้นจาก 0.2 เซนติเมตร เป็น 1.1 เซนติเมตร โดยมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบตลอดช่วงที่ทำการศึกษา ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 1.3 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.3)

ความหนาแน่นของรากหายใจเฉลี่ยในแปลงป่าชายเลนมีค่าอยู่ในช่วง 211 ถึง 833 รากต่อตารางเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 434 รากต่อตารางเมตร และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในทุกแปลง ยกเว้นในแปลงที่ 2 ที่ความหนาแน่นของรากหายใจมีค่าลดลงเล็กน้อยในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2556 (ภาพที่ 4.5 บน) ขณะที่ความหนาแน่นของรากค้ำยันค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาศึกษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 6 รากต่อตารางเมตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3 รากต่อตารางเมตร (ภาพที่ 4.5 กลาง) เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของรากเหนือดินซึ่งรวมความหนาแน่นของรากหายใจและรากค้ำยันพบว่าความหนาแน่นของรากเหนือดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาศึกษาเช่นกัน ยกเว้นในแปลงที่ 2 ที่มีค่าลดลงในเดือนมีนาคม (ภาพที่ 4.5 ล่าง) พื้นที่หน้าตัดของรากเหนือดินเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 57.52 ถึง 283.20 ตารางเซนติเมตรต่อตารางเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 136.07 ตารางเซนติเมตรต่อตารางเมตร โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน

ลดลงในเดือนมกราคม และเพิ่มขึ้นอีกครั้งในเดือนมีนาคม ยกเว้นในแปลงที่ 2 พบว่าพื้นที่หน้าตัดของรากเหนือดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกรกฎาคม หลังจากนั้นมีความค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 4.6 ล่าง) โดยพื้นที่หน้าตัดของรากเหนือดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่หน้าตัดของรากหายใจของไม้สกุลผสมโดยคิดเป็น 99.94 เปอร์เซ็นต์ของรากเหนือดินทั้งหมด ปริมาตรของรากเหนือดินเฉลี่ยมีค่าอยู่ในช่วง 20.56 ถึง 35.59 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 26.07 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตร โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน และมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยในเดือนมกราคมและเดือนมีนาคม ซึ่งปริมาตรส่วนใหญ่เป็นปริมาตรของรากค้ำยันของไม้สกุลโกงกาง (ภาพที่ 4.7 ล่าง)

#### แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5)

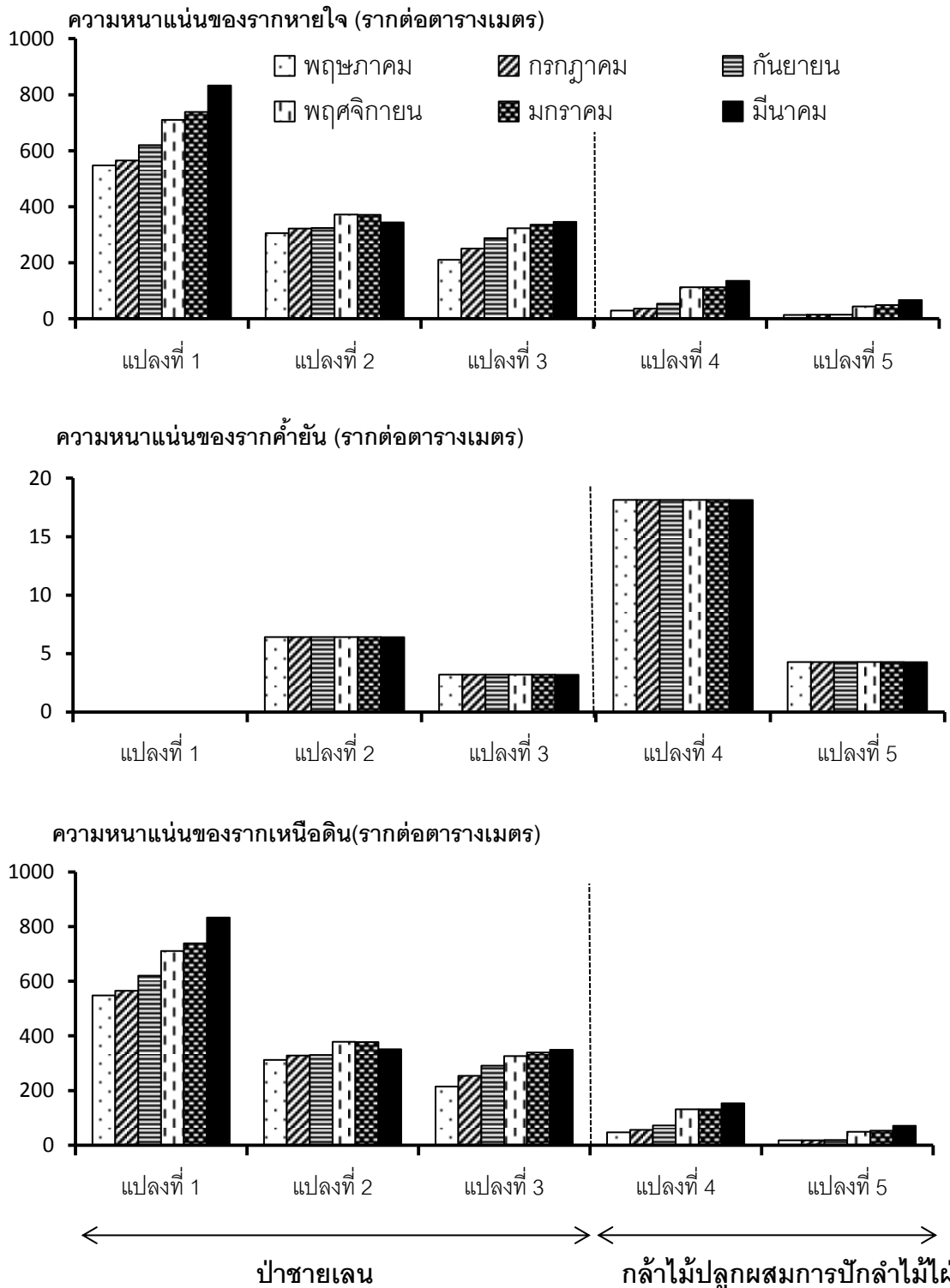
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของรากหายใจของไม้สกุลผสมและรากค้ำยันของไม้สกุลโกงกางค่อยๆ เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.03 ถึง 0.14 เซนติเมตร และ 0.46 เซนติเมตร ถึง 0.89 เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.3) ความสูงเฉลี่ยของรากหายใจเพิ่มขึ้นจาก 1.0 เซนติเมตร เป็น 7.1 เซนติเมตร ขณะที่ความสูงเฉลี่ยของรากค้ำยันเพิ่มขึ้นจาก 7.7 เซนติเมตร เป็น 11.7 เซนติเมตร โดยมีค่าอยู่ในช่วง 7.7 ถึง 12.3 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.3)

ความหนาแน่นของรากหายใจมีค่าอยู่ในช่วง 14 ถึง 135 รากต่อตารางเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 57 รากต่อตารางเมตร และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาศึกษา (ภาพที่ 4.5 บน) ขณะที่ความหนาแน่นของรากค้ำยันค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลาศึกษา โดยมีค่าอยู่ในช่วง 4 ถึง 18 รากต่อตารางเมตร และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11 รากต่อตารางเมตร (ภาพที่ 4.5 กลาง) เมื่อพิจารณาความหนาแน่นของรากเหนือดินพบว่าความหนาแน่นของรากเหนือดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาศึกษา (ภาพที่ 4.5 ล่าง) พื้นที่หน้าตัดของรากเหนือดินมีค่าอยู่ในช่วง 0.25 ถึง 31.79 ตารางเซนติเมตรต่อตารางเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.84 ตารางเซนติเมตรต่อตารางเมตร (ภาพที่ 4.6 ล่าง) ขณะที่ปริมาตรของรากเหนือดินมีค่าอยู่ในช่วง 3.87 ถึง 482.11 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 130.57 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตร (ภาพที่ 4.7 ล่าง) โดยพบว่าพื้นที่หน้าตัดและปริมาตรของรากเหนือดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาศึกษา



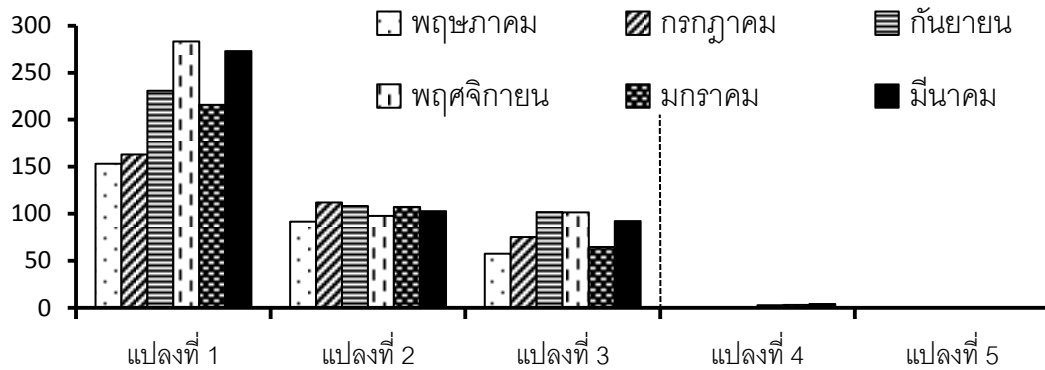
ตารางที่ 4.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรากที่ระดับพื้นดินเฉลี่ย ( $D_0$ ) และความสูงเฉลี่ย (H) ของรากหายใจ รากค้ำยัน และรากเหนื่อดินทั้งหมด ในแปลงป่าชายเลน (F) และแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ (B) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ.2556

		รากหายใจ						รากค้ำยัน						รากเหนื่อดินทั้งหมด					
		2555				2556		2555				2556		2555				2556	
		พ.ค.	ก.ค.	ก.ย.	พ.ย.	ม.ค.	มี.ค.	พ.ค.	ก.ค.	ก.ย.	พ.ย.	ม.ค.	มี.ค.	พ.ค.	ก.ค.	ก.ย.	พ.ย.	ม.ค.	มี.ค.
$D_0$ (เซนติเมตร)	F	0.60	0.63	0.67	0.64	0.59	0.61	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.11	0.70	0.73	0.77	0.74	0.68	0.72
	B	0.03	0.06	0.07	0.13	0.13	0.14	0.46	0.46	0.57	0.76	0.78	0.87	0.49	0.52	0.64	0.89	0.91	1.01
H (เซนติเมตร)	F	15.6	14.5	15.0	17.0	16.0	15.5	0.2	1.2	1.3	1.3	1.2	1.1	15.8	15.8	16.3	18.3	17.2	16.6
	B	1.0	1.1	1.6	4.9	5.7	7.1	7.7	8.8	11.7	11.4	12.3	11.7	8.7	9.8	13.3	16.3	18.0	18.8

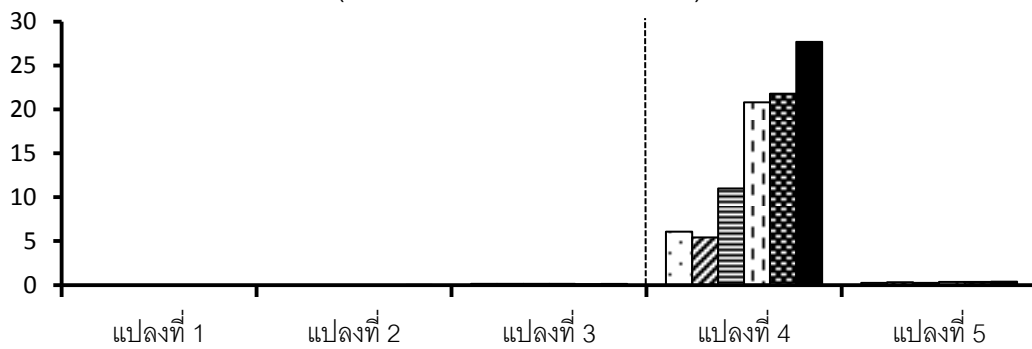


ภาพที่ 4.5 ความหนาแน่นของรากหายใจ (ภาพบน) รากค้ำยัน (ภาพกลาง) รากเหนือดิน (ภาพล่าง) หน่วยเป็น รากต่อตารางเมตร ในแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) และแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อย (แปลงที่ 4) และความหนาแน่นมาก (แปลงที่ 5)

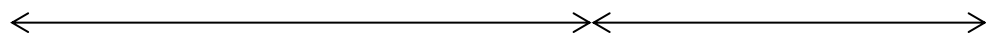
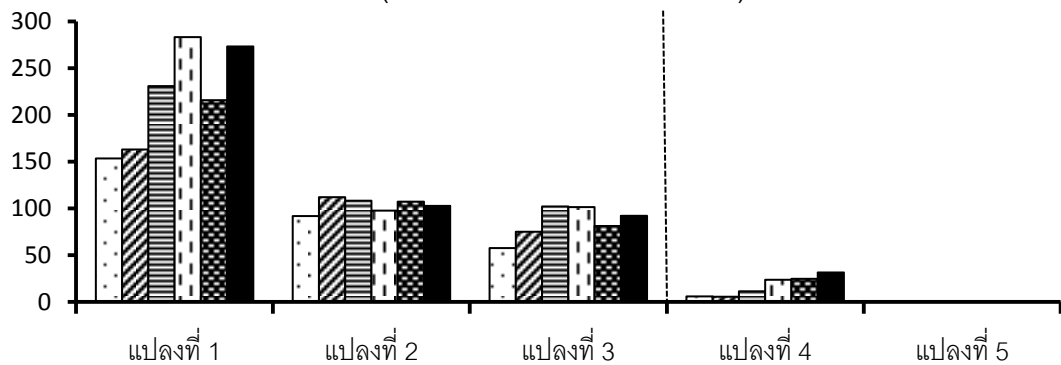
พื้นที่หน้าตัดของรากหายใจ (ตารางเซนติเมตรต่อตารางเมตร)



พื้นที่หน้าตัดของรากค้ำยัน (ตารางเซนติเมตรต่อตารางเมตร)



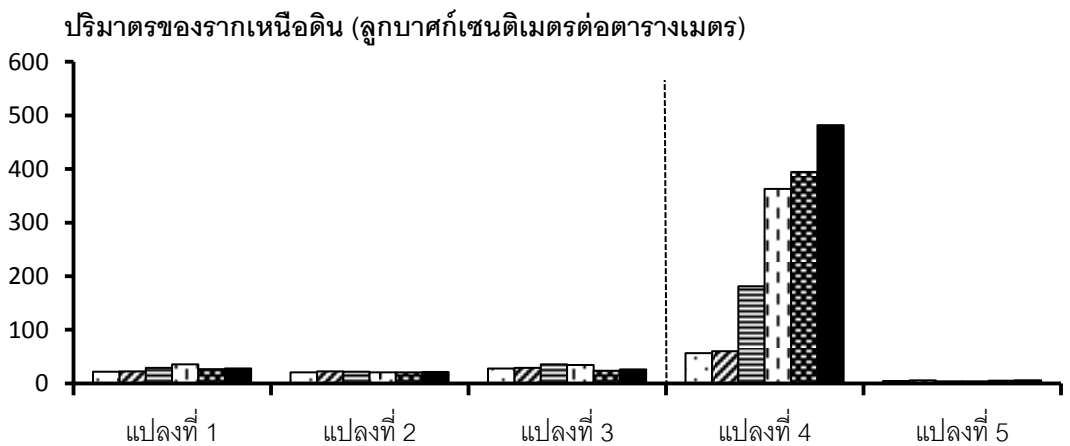
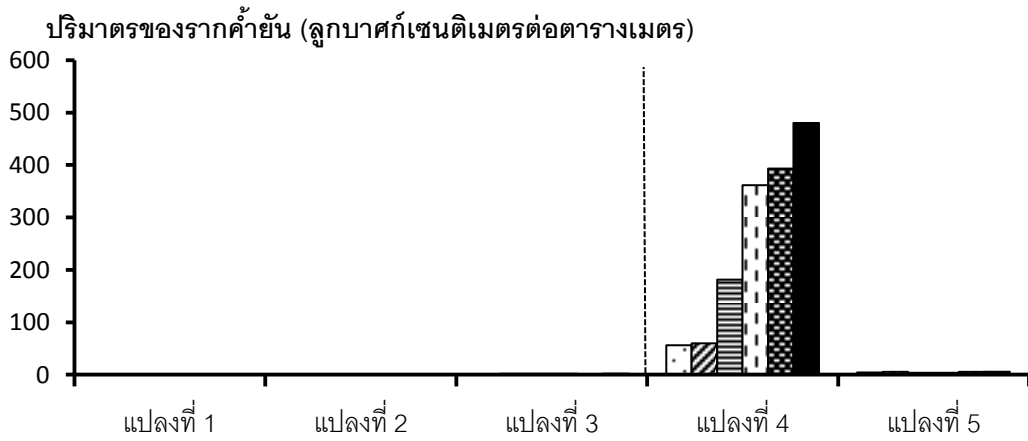
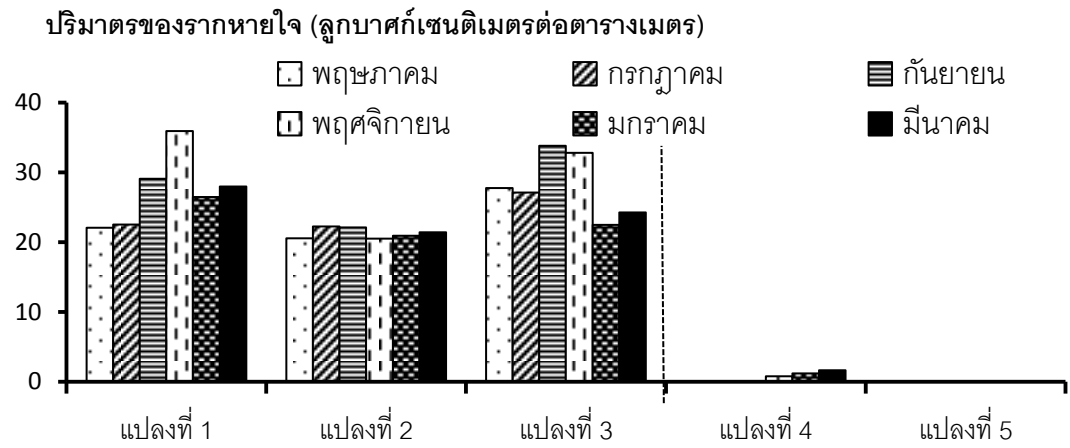
พื้นที่หน้าตัดของรากเหนือดิน (ตารางเซนติเมตรต่อตารางเมตร)



ป่าชายเลน

กล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่

ภาพที่ 4.6 พื้นที่หน้าตัดของรากหายใจ (ภาพบน) รากค้ำยัน (ภาพกลาง) รากเหนือดิน (ภาพล่าง) หน่วยเป็น ตารางเซนติเมตรต่อตารางเมตร ในแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) และแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อย (แปลงที่ 4) และความหนาแน่นมาก (แปลงที่ 5)



←—————> <—————>

ป่าชายเลน    ถ้ำไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่

ภาพที่ 4.7 ปริมาณของรากหายใจ (ภาพบน) รากค้าย่น (ภาพกลาง) รากเหนือดิน (ภาพล่าง) หน่วยเป็น ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อตารางเมตร ในแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) และแปลงถ้ำไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อย (แปลงที่ 4) และความหนาแน่นมาก (แปลงที่ 5)

#### 4.2.2 ระบบรากใต้ดิน

น้ำหนักรากใต้ดินต่อปริมาตรดินมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงที่ทำการศึกษ โดยมมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 1.31 ถึง 1.96 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เป็น 3.82 ถึง 5.97 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในแปลงป่าชายเลน และมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.08 ถึง 0.19 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เป็น 0.74 ถึง 4.52 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ (ตารางที่ 4.4)

เมื่อพิจารณาน้ำหนักรากตายต่อปริมาตรดิน พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงที่ทำการศึกษาเช่นกัน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.06 ถึง 0.27 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เป็น 0.71 ถึง 0.83 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในแปลงป่าชายเลน และมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 0.03 ถึง 0.09 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เป็น 0.06 ถึง 0.77 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ (ตารางที่ 4.4)

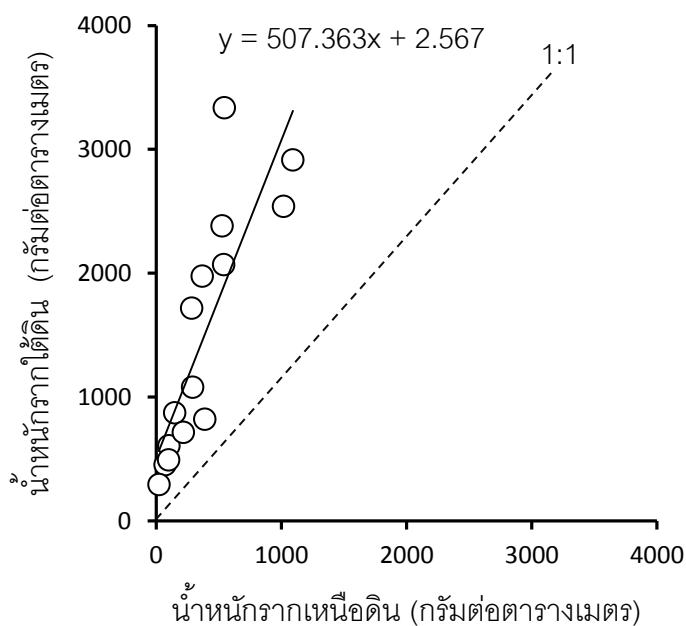
ความหนาแน่นรากฝอย (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0 ถึง 2 มิลลิเมตร) ในแปลงป่าชายเลน และแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงที่ทำการศึกษา โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.027 ถึง 0.043 และ 0.153 ถึง 1.711 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2555 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 น้ำหนักกากใต้ดินต่อปริมาตรดิน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ในแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) และแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปัก  
 ลำไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5)

แปลง	เดือนเมษายน พ.ศ. 2555						เดือนเมษายน พ.ศ. 2556					
	จากมีชีวิตร้าจำแนกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางราก				จากมี ชีวิตร้า	จากตาย	จากมีชีวิตร้าจำแนกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางราก				จากมี ชีวิตร้า	จากตาย
	0-2 มม.	2-5 มม.	5-10 มม.	10-20 มม.			0-2 มม.	2-5 มม.	5-10 มม.	10-20 มม.		
แปลงที่ 1	0.373	0.220	0.466	0.367	1.43	0.27	1.711	0.453	1.565	2.245	5.97	0.71
แปลงที่ 2	0.493	0.139	0.462	0.219	1.31	0.11	1.271	0.398	0.942	1.205	3.82	0.71
แปลงที่ 3	0.440	0.147	0.594	0.777	1.96	0.06	1.366	0.569	1.531	1.753	5.22	0.83
แปลงที่ 4	0.027	0.006	0.040	0.010	0.08	0.03	1.319	0.483	1.236	1.479	4.52	0.77
แปลงที่ 5	0.042	0.004	0.046	0.100	0.19	0.09	0.153	0.027	0.195	0.363	0.74	0.06

### สัดส่วนของรากเหนือดินและรากใต้ดิน

น้ำหนักรากเหนือดินในแปลงที่ 1 ถึง 3 มีค่าอยู่ในช่วง 21.92 ถึง 1,092.48 กรัมต่อตารางเมตร (ตารางที่ 4.5) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ระหว่างแปลงศึกษา โดยมีค่าสูงสุดในแปลงที่ 1, 3 และ 2 ตามลำดับ ขณะที่น้ำหนักของรากใต้ดินในแปลงที่ 1 ถึง 3 มีค่าอยู่ในช่วง 292.96 ถึง 3,336.00 กรัมต่อตารางเมตร โดยน้ำหนักของรากใต้ดินในแปลงที่ 1 มีค่าสูงกว่าในแปลงที่ 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เมื่อพิจารณาสัดส่วนของรากเหนือดินต่อรากใต้ดินเฉลี่ยพบว่ามีค่า 0.28, 0.17 และ 0.26 ในแปลงที่ 1 ถึง 3 ตามลำดับ สมการถดถอยเชิงเส้นตรง (linear regression) ระหว่างน้ำหนักรากเหนือดินและรากใต้ดิน ( $r^2 = 0.697$ ;  $N=15$ ;  $P < 0.05$ ) ดังแสดงในภาพที่ 4.8 ซึ่งมีความชันมากกว่า 1 ซึ่งให้เห็นว่ามวลชีวภาพของรากส่วนใหญ่จะอยู่ใต้ดิน



**ภาพที่ 4.8** สมการถดถอยเชิงเส้นตรงระหว่างน้ำหนักรากเหนือดินและรากใต้ดิน (แปลงที่ 1 ถึง 3) ( $r^2 = 0.697$ ;  $N=15$ ,  $P < 0.05$ ) เส้นประแสดงอัตราส่วน 1:1 ของน้ำหนักรากเหนือดินและรากใต้ดินในแปลงป่าชายเลน

ตารางที่ 4.5 น้ำหนักรากเหนือดิน (กรัมต่อตารางเมตร) น้ำหนักรากใต้ดิน (กรัมต่อตารางเมตร) และสัดส่วนของรากเหนือดินต่อรากใต้ดิน ในแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) จากแปลงย่อย ขนาด 25 x 25 ตารางเซนติเมตร จำนวน 5 แปลงย่อยต่อหนึ่งแปลงศึกษา

แปลง	น้ำหนัก รากเหนือดิน	น้ำหนัก รากใต้ดิน	สัดส่วนของ รากเหนือดินต่อรากใต้ดิน
แปลงที่ 1	0544.80	3,336.00	0.16
	0525.60	2,382.24	0.22
	0539.04	2,069.60	0.26
	1,016.64	2,540.16	0.40
	1,092.48	2,914.08	0.37
mean ± S.D.	743.71 ± 285.11 <sup>a</sup>	2,648.42 ± 490.14 <sup>a</sup>	0.28
แปลงที่ 2	102.72	00605.12	0.17
	284.64	1,716.80	0.17
	148.00	00873.44	0.17
	072.32	00454.72	0.16
	098.72	00493.60	0.20
mean ± S.D.	141.28 ± 84.63 <sup>c</sup>	828.74 ± 522.70 <sup>b</sup>	0.17
แปลงที่ 3	216.00	0713.76	0.30
	021.92	0292.96	0.07
	368.80	1,977.28	0.19
	388.16	0820.48	0.47
	290.72	1,079.68	0.27
mean ± S.D.	257.12 ± 148.14 <sup>b</sup>	976.83 ± 627.05 <sup>b</sup>	0.26

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกัน แสดงถึงน้ำหนักรากเหนือดินและน้ำหนักรากใต้ดินมีความแตกต่างระหว่างแปลงศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



### 4.3 ปริมาณตะกอนแขวนลอย และเปอร์เซ็นต์ของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่

ในช่วงน้ำเกิดปริมาณตะกอนแขวนลอยมีค่าสูงสุดในเดือนมิถุนายนและมีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม (ตารางที่ 4.6) โดยในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม) ซึ่งเป็นช่วงที่มีลมพายุปริมาณตะกอนแขวนลอยมีค่าสูงกว่าในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์) และช่วงเปลี่ยนลมมรสุม (เดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน) (ตารางที่ 4.6) ขณะที่ในช่วงน้ำตายพบว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยมีค่าสูงในเดือนพฤษภาคม กรกฎาคม กุฎาพันธ์ และเมษายน และมีค่าต่ำสุดในเดือนตุลาคม (ตารางที่ 4.7) โดยปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงเปลี่ยนลมมรสุมมีค่าสูงกว่าในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ตารางที่ 4.7)

ปริมาณตะกอนแขวนลอยทั้งหมดที่คงอยู่ในพื้นที่ (TSS retention) คำนวณจากเปอร์เซ็นต์ของปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ถูกนำเข้ามาลบออกจากปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ถูกขนส่งออกไปจากพื้นที่ต่อปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ถูกนำเข้ามาทั้งหมด ในกรณีที่ค่าที่ได้จากการคำนวณมีค่าเป็นบวกหมายถึงตะกอนแขวนลอยถูกนำเข้ามาในพื้นที่ ขณะที่ค่าเป็นลบหมายถึงตะกอนแขวนลอยถูกขนส่งออกไปจากพื้นที่ ในการศึกษาครั้งนี้จะรายงานผลของตะกอนแขวนลอยทั้งหมดที่คงอยู่ในพื้นที่จากสองกรณีคือ

1. จำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่างตะกอนแล้วพบว่าตะกอนแขวนลอยถูกนำเข้ามาและจำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่างตะกอนแล้วพบว่าตะกอนแขวนลอยถูกขนส่งออกไปจากแต่ละแปลงในช่วงเวลาต่างๆ
2. ปริมาณตะกอนแขวนลอยตลอดช่วงศึกษาในแต่ละแปลงที่ถูกนำเข้ามาในช่วงน้ำขึ้นและขนส่งออกไปในช่วงน้ำลง โดยรายงานเป็นเปอร์เซ็นต์ของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในช่วงน้ำเกิด (ตารางที่ 4.6) และช่วงน้ำตาย (ตารางที่ 4.7)

#### แปลงป่าชายเลน

ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่าในแปลงป่าชายเลนมีการขนส่งตะกอนเข้ามาในพื้นที่ป่าในช่วงน้ำตาย และมีการขนส่งตะกอนออกไปจากพื้นที่ป่าในช่วงน้ำเกิด

(ภาพที่ 4.10) ซึ่งตรงกันข้ามกับช่วงเปลี่ยนมรสุมที่มีการขนส่งตะกอนเข้ามาในพื้นที่ในช่วงน้ำเกิด และขนส่งตะกอนออกไปจากพื้นที่ในช่วงน้ำตาย (ภาพที่ 4.12) ขณะที่ในช่วงอิทธิพลจากลมมรสุม ตะวันออกเฉียงเหนือจะมีการขนส่งตะกอนเข้ามาในพื้นที่ทั้งในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย (ภาพที่ 4.11) เมื่อพิจารณาสมดุระหว่างจำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่างแล้วพบว่าตะกอนแขวนลอยที่ถูกนำเข้ามาและขนส่งออกไปตลอดช่วงศึกษามีค่าเป็นบวกทั้งในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย (ภาพที่ 4.9) ผลการพิจารณาตะกอนแขวนลอยในแง่ปริมาณพบว่าตะกอนแขวนลอยถูกขนส่งเข้ามาในพื้นที่ป่าชายเลนทั้งในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย โดยคิดเป็น 41.60 และ 8.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6 และ 4.7)

#### แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ใฝ่ความหนาแน่นน้อย

ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่ามีการขนส่งตะกอนเข้ามาในพื้นที่ในช่วงน้ำตายและมีการขนส่งตะกอนออกไปจากพื้นที่ในช่วงน้ำเกิด (ภาพที่ 4.10) ขณะที่ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีการขนส่งตะกอนออกไปจากพื้นที่ในช่วงน้ำเกิด ขณะที่ในช่วงน้ำตายพบว่าจำนวนครั้งของการขนส่งตะกอนเข้ามาและออกไปจากพื้นที่เท่ากัน (ภาพที่ 4.11) ส่วนในช่วงเปลี่ยนลมมรสุมพบว่าการขนส่งตะกอนเข้ามาในพื้นที่ทั้งในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย (ภาพที่ 4.12) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาสมดุระหว่างจำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่างแล้วพบว่าตะกอนแขวนลอยที่ถูกนำเข้ามาและขนส่งออกไปตลอดทั้งปีมีค่าเป็นบวกในช่วงน้ำตายและมีค่าเป็นลบในช่วงน้ำเกิด (ภาพที่ 4.9) เมื่อพิจารณาในแง่ปริมาณพบว่าการขนส่งตะกอนแขวนลอยเข้ามาในพื้นที่ในช่วงน้ำเกิด คิดเป็น 42.82 เปอร์เซ็นต์ และขนส่งตะกอนแขวนลอยออกไปในช่วงน้ำตาย คิดเป็น 4.35 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.6 และ 4.7)

#### แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ใฝ่ความหนาแน่นมาก

ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ใฝ่ความหนาแน่นมากพบว่าการขนส่งตะกอนเข้ามาในพื้นที่ทั้งในช่วงน้ำเกิดและน้ำตายทั้งในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ภาพที่ 4.10) และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ภาพที่ 4.11) ขณะที่ในช่วงเปลี่ยนลมมรสุมพบว่าการขนส่งตะกอนเข้ามาในพื้นที่ในช่วงน้ำเกิด แต่ในช่วงน้ำตายพบว่ามีจำนวนครั้งของการขนส่งตะกอนเข้ามาและออกไปจากพื้นที่เท่ากัน (ภาพที่ 4.12) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาสมดุ

ระหว่างจำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่างแล้วพบว่าตะกอนแขวนลอยที่ถูกนำเข้ามาและขนส่งออกไปตลอดทั้งปีมีค่าเป็นบวกทั้งในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย (ภาพที่ 4.9) การพิจารณาตะกอนแขวนลอยในแง่ปริมาณพบว่ามี การขนส่งตะกอนเข้ามาในพื้นที่ทั้งในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย โดยคิดเป็น 58.45 และ 9.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6 และ 4.7)

#### แปลงหาดเลนด้านใน

ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่าในแปลงหาดเลนด้านในมีการขนส่งตะกอนออกไปจากพื้นที่ทั้งในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย (ภาพที่ 4.10) ซึ่งตรงกันข้ามกับในช่วงเปลี่ยนลมมรสุมที่มีการขนส่งตะกอนเข้ามาในพื้นที่ทั้งในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย (ภาพที่ 4.12) ขณะที่ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพบว่ามี การขนส่งตะกอนเข้ามาในพื้นที่ในช่วงน้ำเกิด ขณะที่ในช่วงน้ำตายพบว่าจำนวนครั้งของการขนส่งตะกอนเข้ามาและออกไปจากพื้นที่เท่ากัน (ภาพที่ 4.11) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาสมดุลระหว่างจำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่างแล้วพบว่าตะกอนแขวนลอยที่ถูกนำเข้ามาและขนส่งออกไปตลอดทั้งปีมีค่าเป็นศูนย์ (ภาพที่ 4.9) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาในแง่ของปริมาณตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในช่วงน้ำเกิดและน้ำตายในแปลงหาดเลนด้านใน พบว่าเป็นบวกเท่ากับ 40.88 และ 14.74 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6 และ 4.7) นั่นคือมีการขนส่งตะกอนแขวนลอยเข้ามาในแปลงหาดเลนด้านใน

#### แปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่

ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่าตะกอนแขวนลอยในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่มีการขนส่งตะกอนออกไปจากพื้นที่ทั้งในช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย (ภาพที่ 4.10) ขณะที่ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าตะกอนแขวนลอยถูกขนส่งเข้ามาในพื้นที่ในช่วงน้ำเกิด ส่วนในช่วงน้ำตายพบว่าจำนวนครั้งของการขนส่งตะกอนเข้ามาและออกไปจากพื้นที่เท่ากัน (ภาพที่ 4.11) เช่นเดียวกับในช่วงเปลี่ยนลมมรสุม (ภาพที่ 4.12) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาสมดุลระหว่างจำนวนครั้งที่เก็บตัวอย่างแล้วพบว่าตะกอนแขวนลอยที่ถูกนำเข้ามาและขนส่งออกไปตลอดทั้งปีมีค่าเป็นลบ (ภาพที่ 4.9) โดยตะกอนแขวนลอยถูกขนส่งออกไปในช่วงน้ำเกิดและน้ำตายมีค่า 38.62 และ 47.16 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4.6 และ 4.7) ตามลำดับ

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงน้ำเกิด (mg/l) และตะกอนที่คงอยู่ในพื้นที่ (%) ในช่วงน้ำเกิด ในแปลงป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ความหนาแน่นน้อย แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ความหนาแน่นมาก แปลงหาดเลนด้านใน และแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 ในช่วงน้ำขึ้น (H) และน้ำลง (L)

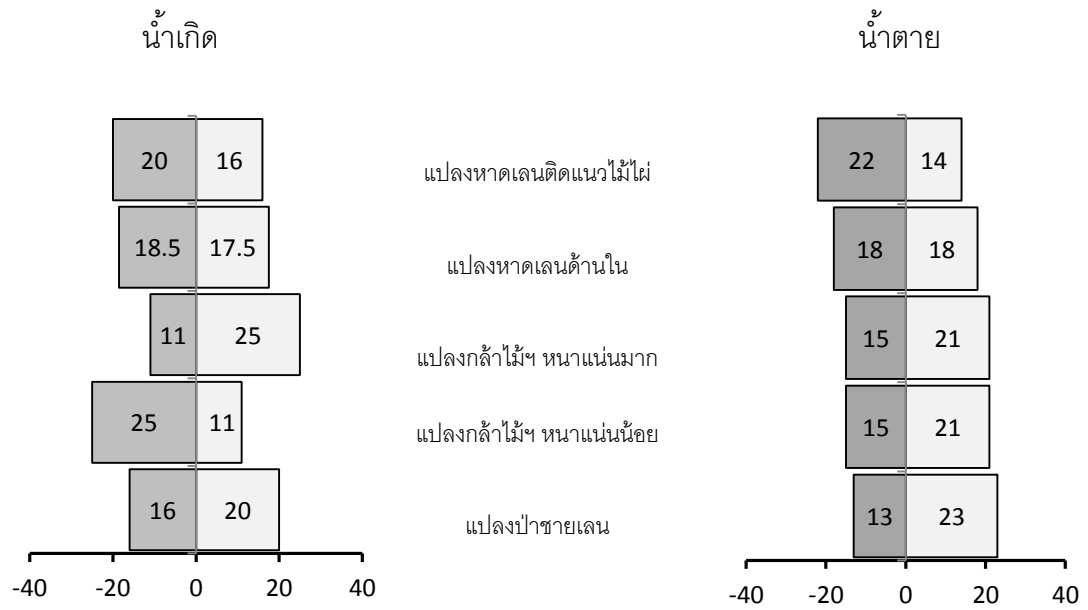
ปี พ.ศ.	เดือน/ลม มรสุม	ป่าชายเลน		กล้าไม้ (น้อย)		กล้าไม้ (มาก)		หาดเลนด้าน ใน		หาดเลนติด แนวไม้ไผ่	
		H	L	H	L	H	L	H	L	H	L
2555	พฤษภาคม	183	453	267	487	233	390	265	325	127	130
	มิถุนายน	5284	1473	11653	4567	5947	847	4037	1133	1607	3167
	กรกฎาคม	156	175	185	373	349	410	152	245	66	61
	สิงหาคม	123	148	163	227	131	104	102	98	83	110
	กันยายน	402	426	424	466	222	203	260	319	155	202
	ตุลาคม	66	144	78	81	73	89	78	151	43	63
	พฤศจิกายน	178	179	119	169	120	182	137	132	77	72
	ธันวาคม	77	137	74	103	85	90	114	69	92	84
2556	มกราคม	808	716	617	645	639	460	547	529	436	275
	กุมภาพันธ์	795	701	578	673	630	413	529	550	427	279
	มีนาคม	993	657	969	948	289	188	600	461	266	207
	เมษายน	225	210	418	151	443	431	221	151	107	170
ตะวันตกเฉียงใต้	1036	470	2128	1033	1159	341	816	378	347	622	
ตะวันออกเฉียงเหนือ	465	433	347	397	368	286	332	320	258	177	
เปลี่ยนลมมรสุม	609	433	694	550	366	309	411	306	186	189	
ตลอดช่วงศึกษา	774	452	1296	741	763	317	587	347	290	402	
ตะกอนที่คงอยู่ ในพื้นที่ตลอด ช่วงศึกษา (%)		41.60		42.82		58.45		40.88		-38.62	

หมายเหตุ เครื่องหมาย - ของตะกอนที่คงอยู่ในพื้นที่ศึกษา หมายถึงตะกอนแขวนลอยถูกขนส่งออกไปจากพื้นที่

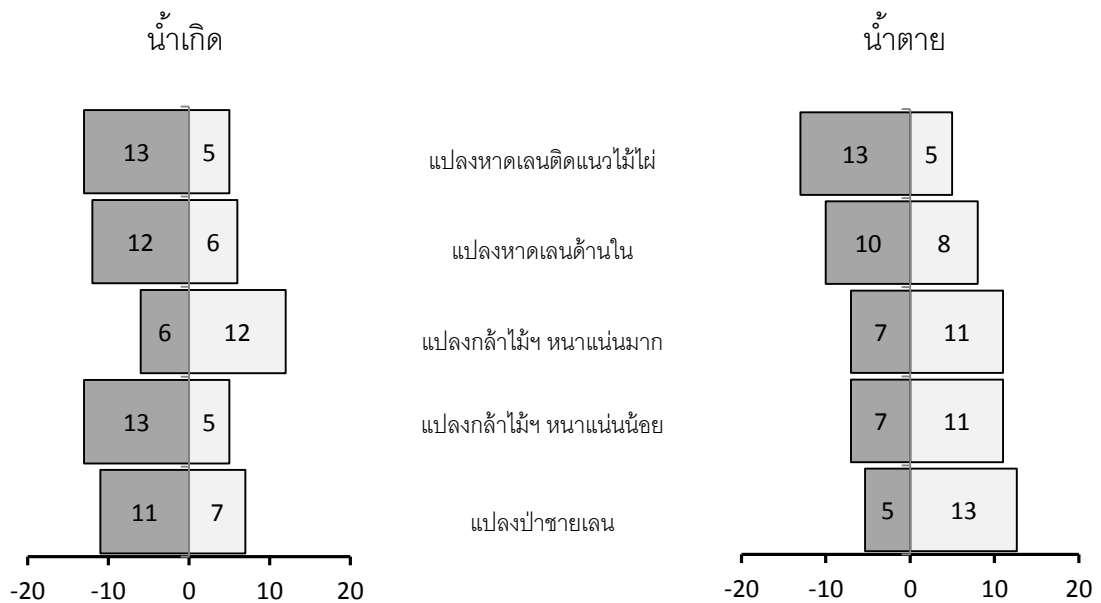
ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงน้ำตาย (mg/l) และตะกอนที่คงอยู่ในพื้นที่ (%) ในช่วงน้ำตาย ในแปลงป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้เพื่อความหนาแน่นน้อย แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้เพื่อความหนาแน่นมาก แปลงหาดเลนด้านใน และแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 ในช่วงน้ำขึ้น (H) และน้ำลง (L)

ปี พ.ศ.	เดือน/ลม มรสุม	ป่าชายเลน		กล้าไม้ (น้อย)		กล้าไม้ (มาก)		หาดเลนด้าน ใน		หาดเลนติด แนวไม้ไผ่	
		H	L	H	L	H	L	H	L	H	L
2555	พฤษภาคม	1079	950	840	1367	1240	1203	330	437	234	597
	มิถุนายน	564	484	540	552	543	682	115	197	221	275
	กรกฎาคม	803	806	1064	1021	795	795	843	814	309	629
	สิงหาคม	495	458	632	621	465	263	377	353	394	858
	กันยายน	183	146	108	102	201	133	282	216	74	215
	ตุลาคม	98	83	53	59	56	69	87	83	74	51
	พฤศจิกายน	180	102	191	118	398	79	318	108	126	202
	ธันวาคม	139	242	114	274	159	162	94	216	79	276
2556	มกราคม	133	268	242	300	132	320	83	225	124	200
	กุมภาพันธ์	1016	507	1221	908	1139	1010	862	396	246	482
	มีนาคม	597	543	818	767	707	259	352	277	347	1045
	เมษายน	888	1048	1075	1108	814	1078	1146	838	1785	1087
ตะวันตกเฉียงใต้	537	488	539	620	550	524	339	350	218	437	
ตะวันออก เฉียงเหนือ	367	279	442	400	457	393	339	236	144	290	
เปลี่ยนลมมรสุม	742	796	947	938	761	669	749	557	1066	1066	
ตลอดช่วงศึกษา	515	470	575	600	554	504	407	347	335	493	
ตะกอนที่คงอยู่ ในพื้นที่ตลอด ช่วงศึกษา (%)	8.74		-4.35		9.92		14.74		- 47.16		

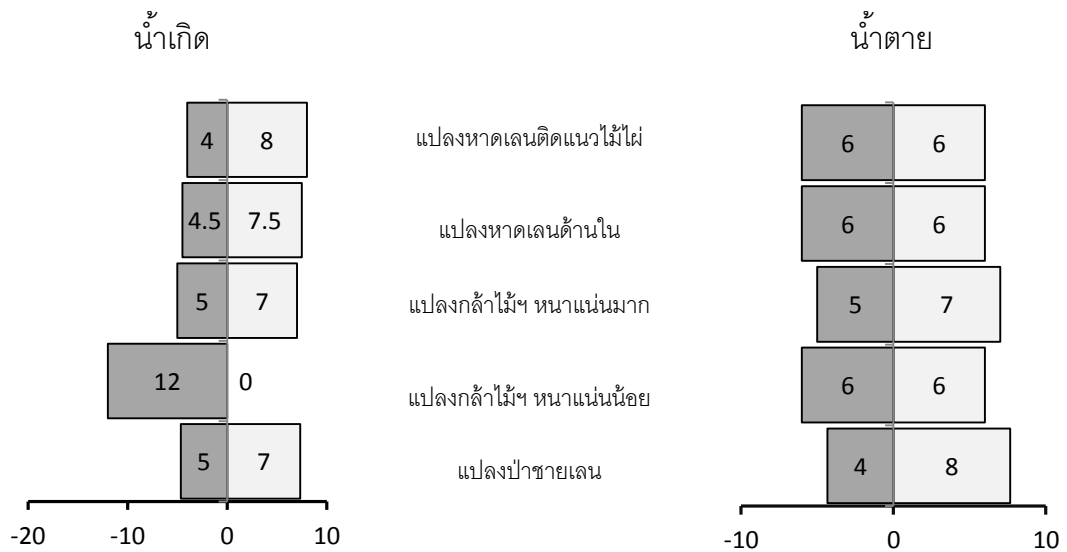
หมายเหตุ เครื่องหมาย - ของตะกอนที่คงอยู่ในพื้นที่ศึกษา หมายถึงตะกอนแขวนลอยถูกขนส่งออกไปจากพื้นที่



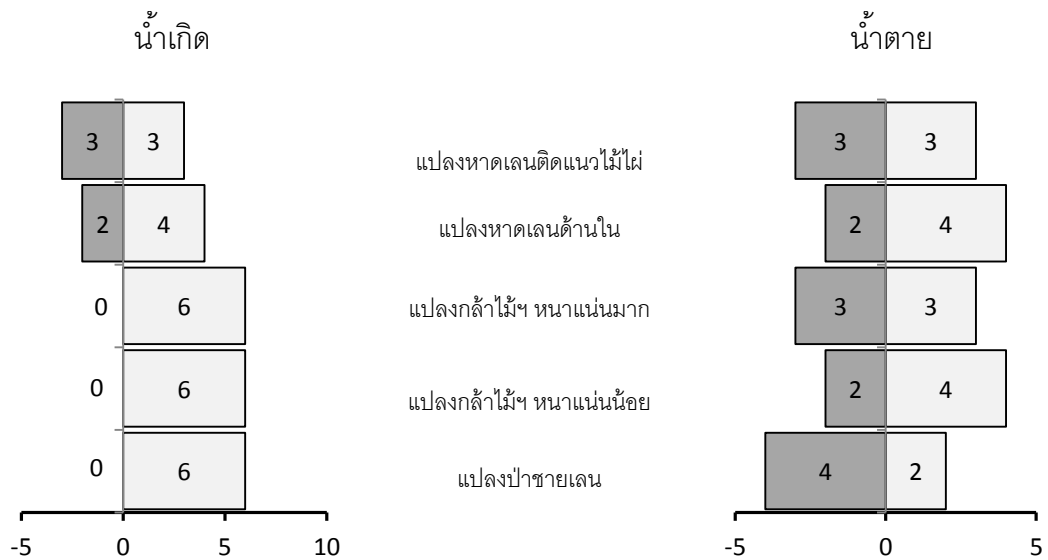
ภาพที่ 4.9 จำนวนครั้งของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ตลอดปีในช่วงน้ำเกิด (ภาพซ้าย) (N=36) และน้ำตาย (ภาพขวา) (N=36) ในแปลงตัวอย่างทั้งห้าแปลง แกนนอนเป็นบวกหมายถึงตะกอนถูกนำเข้ามาในพื้นที่ หากเป็นลบหมายถึงตะกอนถูกนำออกไปจากพื้นที่



ภาพที่ 4.10 จำนวนครั้งของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในช่วงน้ำเกิด (ภาพซ้าย) (N=18) และน้ำตาย (ภาพขวา) (N=18) ในแปลงตัวอย่างทั้งห้าแปลง แกนนอนเป็นบวกหมายถึงตะกอนถูกนำเข้ามาในพื้นที่ หากเป็นลบหมายถึงตะกอนถูกนำออกไปจากพื้นที่



ภาพที่ 4.11 จำนวนครั้งของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในช่วงน้ำเกิด (ภาพซ้าย) (N=12) และน้ำตาย (ภาพขวา) (N=12) ในแปลงตัวอย่างทั้งห้าแปลง แกนนอนเป็นบวกลบหมายถึงตะกอนถูกนำเข้ามาในพื้นที่ หากเป็นลบหมายถึงตะกอนถูกนำออกไปจากพื้นที่



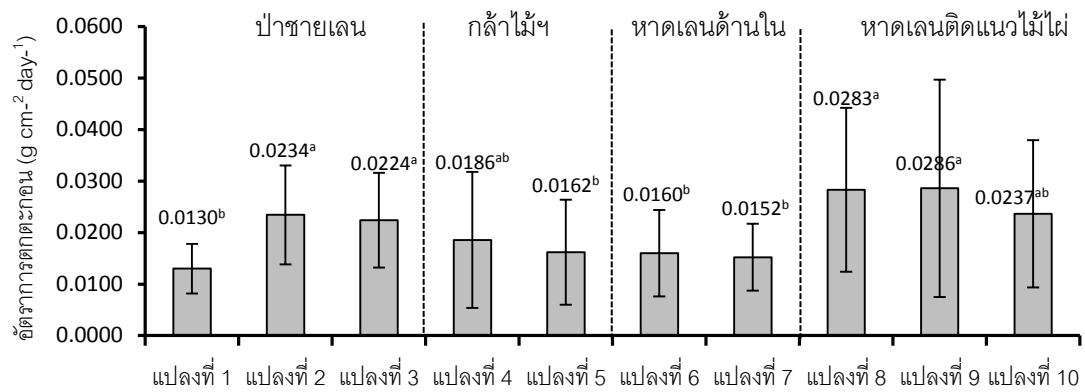
ภาพที่ 4.12 จำนวนครั้งของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมในช่วงน้ำเกิด (ภาพซ้าย) (N=6) และน้ำตาย (ภาพขวา) (N=6) ในแปลงตัวอย่างทั้งห้าแปลง แกนนอนเป็นบวกลบหมายถึงตะกอนถูกนำเข้ามาในพื้นที่ หากเป็นลบหมายถึงตะกอนถูกนำออกไปจากพื้นที่

#### 4.4 อัตราการตกตะกอน

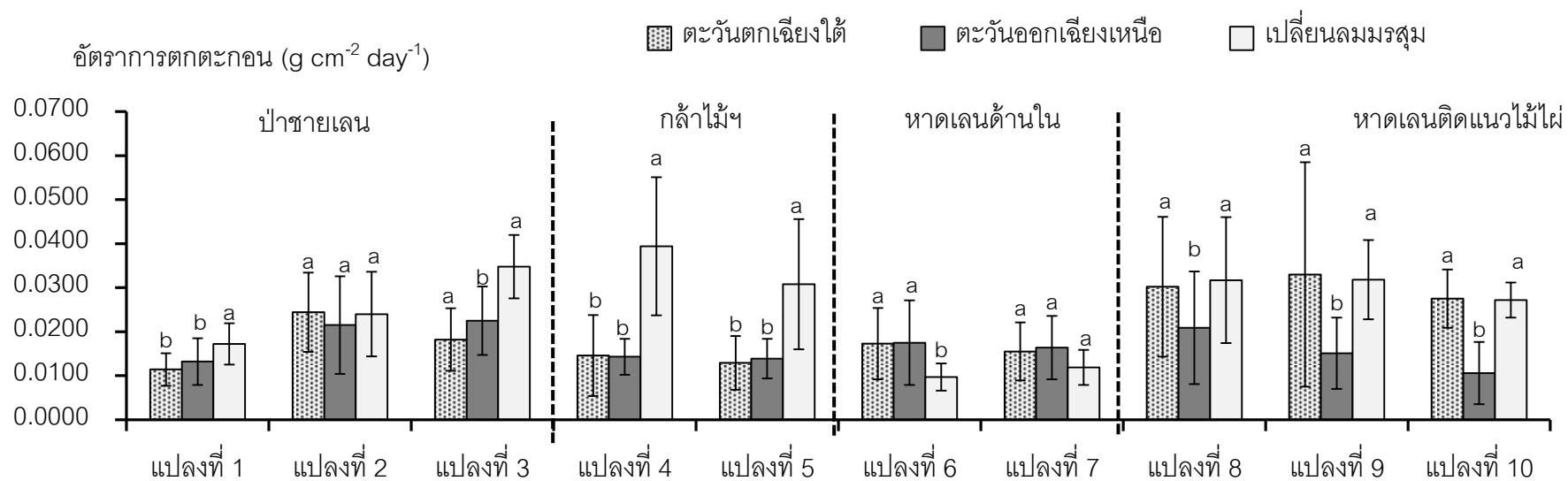
อัตราการตกตะกอนเฉลี่ยตลอดทั้งปีของพื้นที่ศึกษามีค่าอยู่ในช่วง  $0.0130 \pm 0.0038$  ถึง  $0.0286 \pm 0.0124$  กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน โดยอัตราการตกตะกอนมีความแปรผันไปในแต่ละแปลง อย่างไรก็ตามเป็นความแปรผันที่อยู่ในช่วงแคบ อัตราการตกตะกอนมีค่าสูงในแปลงที่ 2, 3, 8 และ 9 และมีค่าต่ำในแปลงที่ 1, 5, 6 และ 7 (ภาพที่ 4.13) โดยอัตราการตกตะกอนในแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 2 และ 3) ไม่แตกต่างจากแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ (แปลงที่ 8 ถึง 10) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) ขณะที่อัตราการตกตะกอนในแปลงป่าชายเลนในแปลงที่ 1 ไม่แตกต่างจากแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ที่มีความหนาแน่นมาก (แปลงที่ 5) และแปลงหาดเลนด้านใน (แปลงที่ 6 และ 7) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ )

เมื่อพิจารณาอัตราการตกตะกอนแต่ละแปลงในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากช่วงลมมรสุมต่างกัน พบว่าอัตราการตกตะกอนในแปลงป่าชายเลน และแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่จะมีค่าต่ำกว่าในช่วงเปลี่ยนลมมรสุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ภาพที่ 4.14) ขณะที่อัตราการตกตะกอนในแปลงหาดเลนด้านในในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าสูงกว่าในช่วงเปลี่ยนลมมรสุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ภาพที่ 4.14) ในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ พบว่าอัตราการตกตะกอนในช่วงได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และช่วงเปลี่ยนลมมรสุมมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่มีค่าสูงกว่าในช่วงได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (ภาพที่ 4.14)





**ภาพที่ 4.13** อัตราการตกตะกอนเฉลี่ยทั้งปีในแปลงทดลองทั้ง 10 แปลง ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงถึงอัตราการตกตะกอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



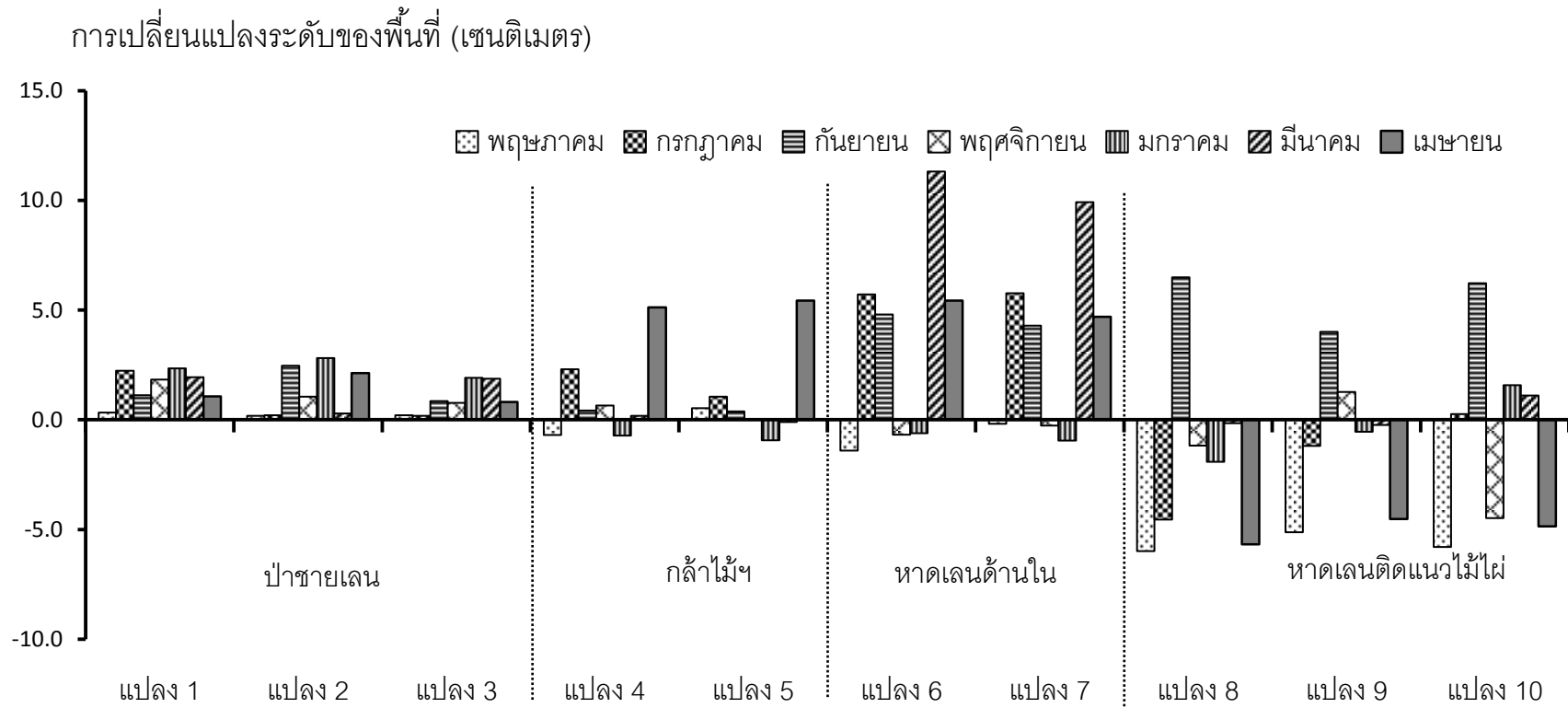
ภาพที่ 4.14 อัตราการตกตะกอนในแปลงที่ 1 ถึง 10 ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และช่วงเปลี่ยนลมมรสุม ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างช่วงลมมรสุมภายในแต่ละแปลงศึกษาที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

#### 4.5 การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ (elevation change)

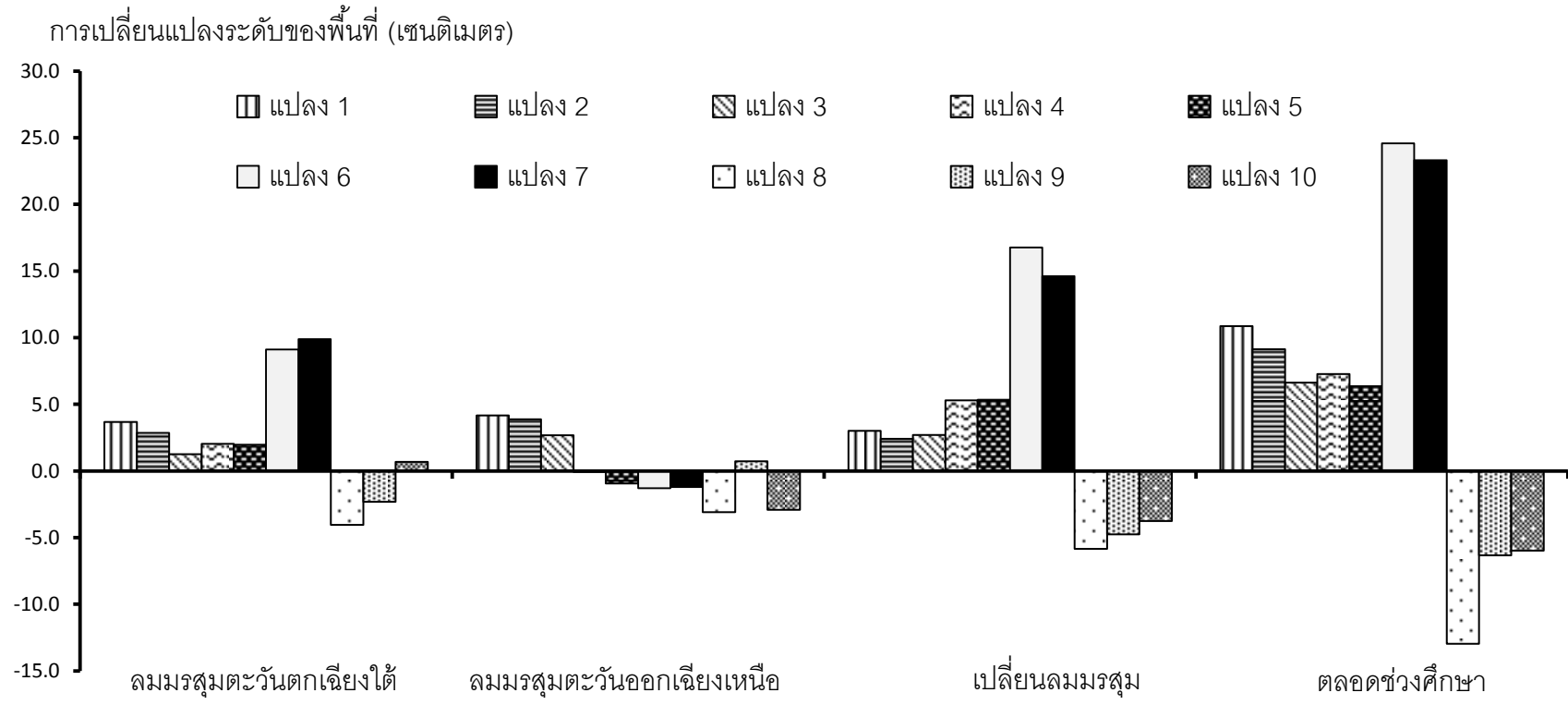
การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่แสดงถึงการสะสมของตะกอนและการกัดเซาะของพื้นที่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง หากการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่มีค่าเป็นบวกหมายถึงมีการสะสมของตะกอนเกิดขึ้นในพื้นที่นั้นๆ ในทางตรงกันข้ามหากมีค่าเป็นลบหมายถึงมีการกัดเซาะเกิดขึ้นในพื้นที่นั้นๆ ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่เฉลี่ยในแปลงที่ 1 ถึง 10 ทุก 2 เดือนตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 แสดงในภาพที่ 4.15 จากภาพจะเห็นได้ว่ามีตั้งแต่การกัดเซาะพื้นที่ 6.0 เซนติเมตรถึงการสะสมตะกอน 11.3 เซนติเมตร การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3) มีค่าเป็นบวกในทุกเดือนแสดงให้เห็นว่ามีการสะสมตะกอนเกิดขึ้นในป่าชายเลนทุกเดือน ขณะที่ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5) พบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่มีความแปรผันระหว่างเดือน โดยมีการกัดเซาะพื้นที่เกิดขึ้นบ้างในเดือนพฤษภาคม (แปลงที่ 4) เดือนมกราคม (แปลงที่ 4 และ 5) เดือนมีนาคม (แปลงที่ 5) ขณะที่ในเดือนอื่นๆ มีการสะสมตะกอนเกิดขึ้น ในแปลงหาดเลนด้านใน (แปลงที่ 6 และ 7) พบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่มีความแปรผันระหว่างเดือนมากกว่าในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ โดยมีการกัดเซาะเกิดขึ้นในเดือนพฤษภาคม เดือนพฤศจิกายน และเดือนมกราคม ขณะที่ในเดือนอื่นๆ มีการสะสมตะกอนเกิดขึ้น ขณะที่ในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ พบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่มีความแปรผันสูงที่สุดเมื่อเทียบกับแปลงอื่นๆ อีกทั้งยังมีการกัดเซาะพื้นที่เกิดขึ้นสูงกว่า โดยบางเดือนมีการกัดเซาะพื้นที่มากกว่า 5 เซนติเมตร ขณะที่การสะสมตะกอนเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับอัตราการกัดเซาะ โดยมีการสะสมของตะกอนในเดือนกรกฎาคม (แปลงที่ 10) เดือนพฤศจิกายน (แปลงที่ 9) เดือนมกราคมและเดือนมีนาคม (แปลงที่ 10) และมีการสะสมตะกอนเกิดขึ้นสูงที่สุดในเดือนกันยายน (แปลงที่ 8 ถึง 10)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงเปลี่ยนลมมรสุม และการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่สุทธิตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาดังแสดงในภาพที่ 4.16 จากภาพจะเห็นได้ว่าในแปลงป่าชายเลนมีการสะสมตะกอนเกิดขึ้นตลอดช่วงที่ทำการศึกษาจึงส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่สุทธิตลอดทั้งปีมีค่าเป็นบวก ขณะที่ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5)

และแปลงหาดเลนด้านใน (แปลงที่ 6 และ 7) พบว่าจะมีการสะสมตะกอนเฉพาะในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และช่วงเปลี่ยนลมมรสุม ขณะที่ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีการกัดเซาะพื้นที่เกิดขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่สุทธิตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา พบว่ามีค่าเป็นบวกนั่นคือมีการสะสมของตะกอนเกิดขึ้นในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่และแปลงหาดเลนด้านใน ขณะที่แปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่พบว่าส่วนใหญ่จะมีการกัดเซาะเกิดขึ้นในทุกช่วงลมมรสุม ยกเว้นในแปลงที่ 10 ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และแปลงที่ 9 ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่มีการสะสมตะกอนเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ขณะที่ในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมมีการกัดเซาะเกิดขึ้นมากที่สุดในทุกแปลงของหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ ทำให้เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่สุทธิตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษาพบว่ามีค่าเป็นลบนั่นคือมีการกัดเซาะเกิดขึ้นในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่



ภาพที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่สุทธิในแปลงที่ 1 ถึง 10 ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556



ภาพที่ 4.16 การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงเปลี่ยนลมมรสุม และตลอดช่วงศึกษา ในแปลงที่ 1 ถึง 10

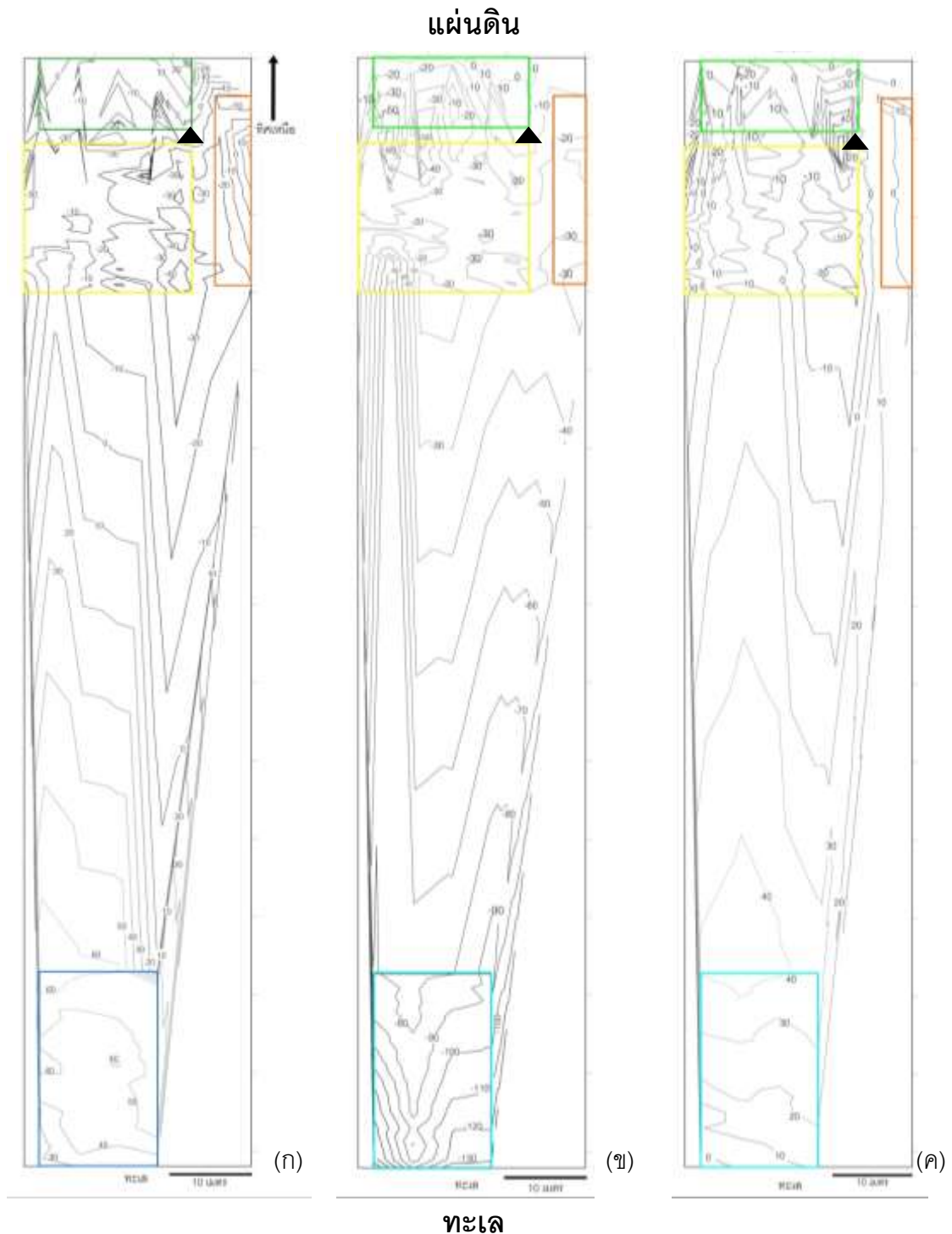
## 4.6 ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

### 4.6.1 ลักษณะของพื้นที่

แผนภาพภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษาแสดงให้เห็นความลาดชันของพื้นที่ โดยสามารถพิจารณาความลาดชันได้จากเส้น contour ถ้าระยะห่างของเส้น contour อยู่ติดกันมากแสดงว่าพื้นที่นั้นมีความลาดชันสูง แต่หากระยะห่างของเส้น contour อยู่ห่างกันแสดงว่าพื้นที่นั้นมีความลาดชันต่ำ ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิประเทศในแต่ละช่วงเวลาคือ ช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนมิถุนายนและเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555) ช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556) และช่วงเวลาที่ลมมรสุมเปลี่ยนทิศทาง (เดือนเมษายน พ.ศ. 2556) โดยดูจากความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงบริเวณขอบแปลงป่าชายเลน ในแปลงต่างๆ (ภาพที่ 4.17) ดังนี้

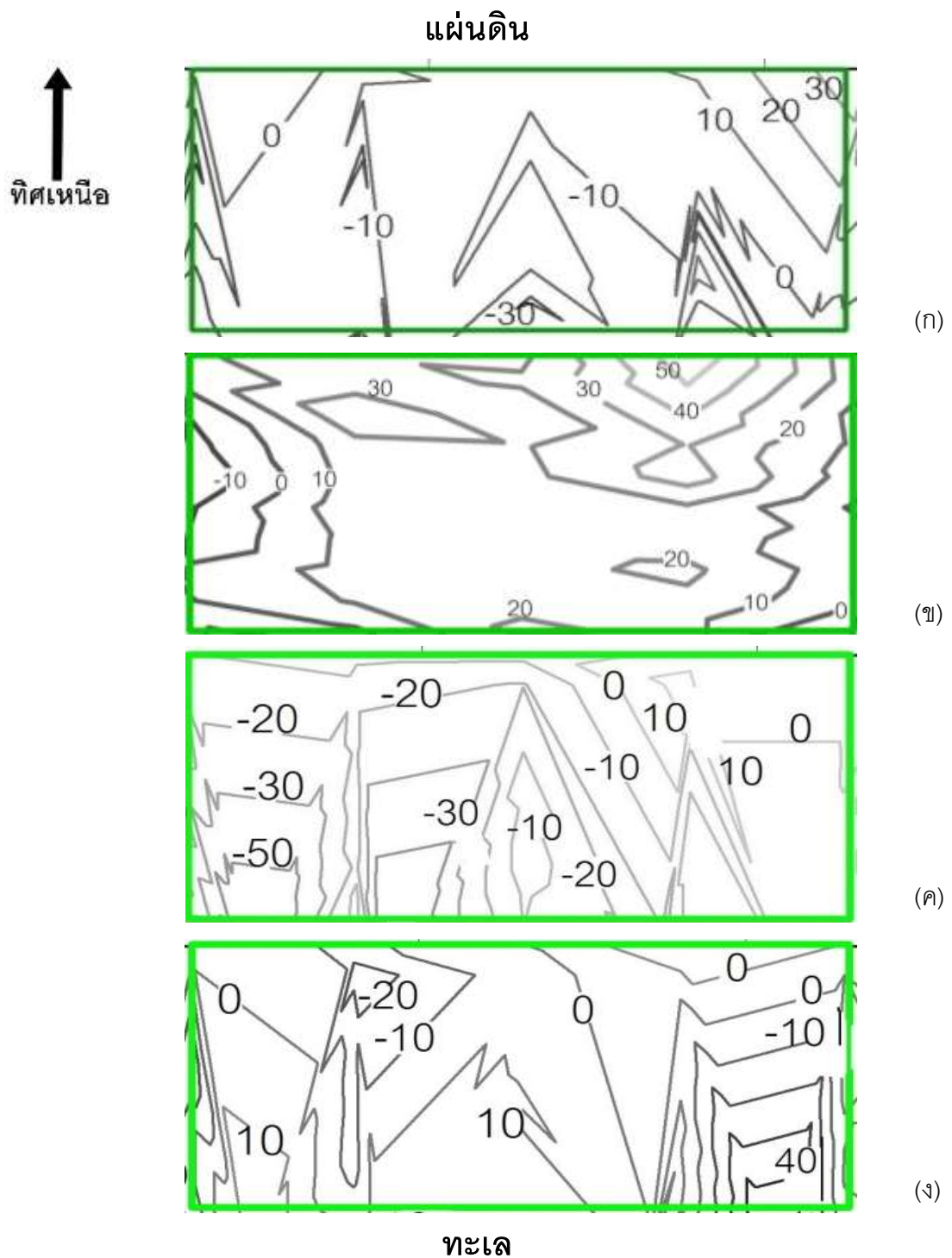
#### แปลงป่าชายเลน

ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงต้นของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ในแปลงป่าชายเลนเมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงมีค่าอยู่ในช่วง -30 ถึง 30 เซนติเมตร โดยบริเวณที่อยู่ติดกับแผ่นดินของแปลงที่ 1 มีความลาดชันของพื้นที่ค่อนข้างสูง (ภาพที่ 4.18 ก) ขณะที่ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงปลายของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พบว่าความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงมีค่าอยู่ในช่วง -10 ถึง 50 เซนติเมตร โดยพื้นที่บริเวณที่อยู่ติดกับแผ่นดินของแปลงที่ 1 ยังคงมีความลาดชันสูง (ภาพที่ 4.18 ข) ช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 พบว่าความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงมีค่าอยู่ในช่วง -50 ถึง 10 เซนติเมตร ภายในแปลงมีความลาดชันปานกลาง และในแปลงที่ 3 (ด้านซ้ายของแปลงป่าชายเลน) มีการเปลี่ยนแปลงความชันมากขึ้นทำให้พื้นที่มีลักษณะเป็นแอ่ง (ภาพที่ 4.18 ค) ช่วงเวลาที่ลมมรสุมเปลี่ยนทิศทางในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 พบว่าความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงมีค่าอยู่ในช่วง -20 ถึง 40 เซนติเมตร บริเวณด้านหน้าของแปลงที่ 1 มีความลาดชันของพื้นที่สูงขึ้นจนมีลักษณะเป็นเนิน (ภาพที่ 4.18 ง)



**ภาพที่ 4.17** ระดับความสูงสัมพันธ์ของพื้นที่จากแผ่นดินออกมาทะเลในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 (ก) กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 (ข) และเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 (ค) ในแปลงป่าชายเลน (กรอบสีเขียว) แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ (กรอบสีเหลือง) และแปลงหาดเลนด้านใน (กรอบสีส้ม) แปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ (กรอบสีฟ้า) ▲ หมายถึงจุดอ้างอิง





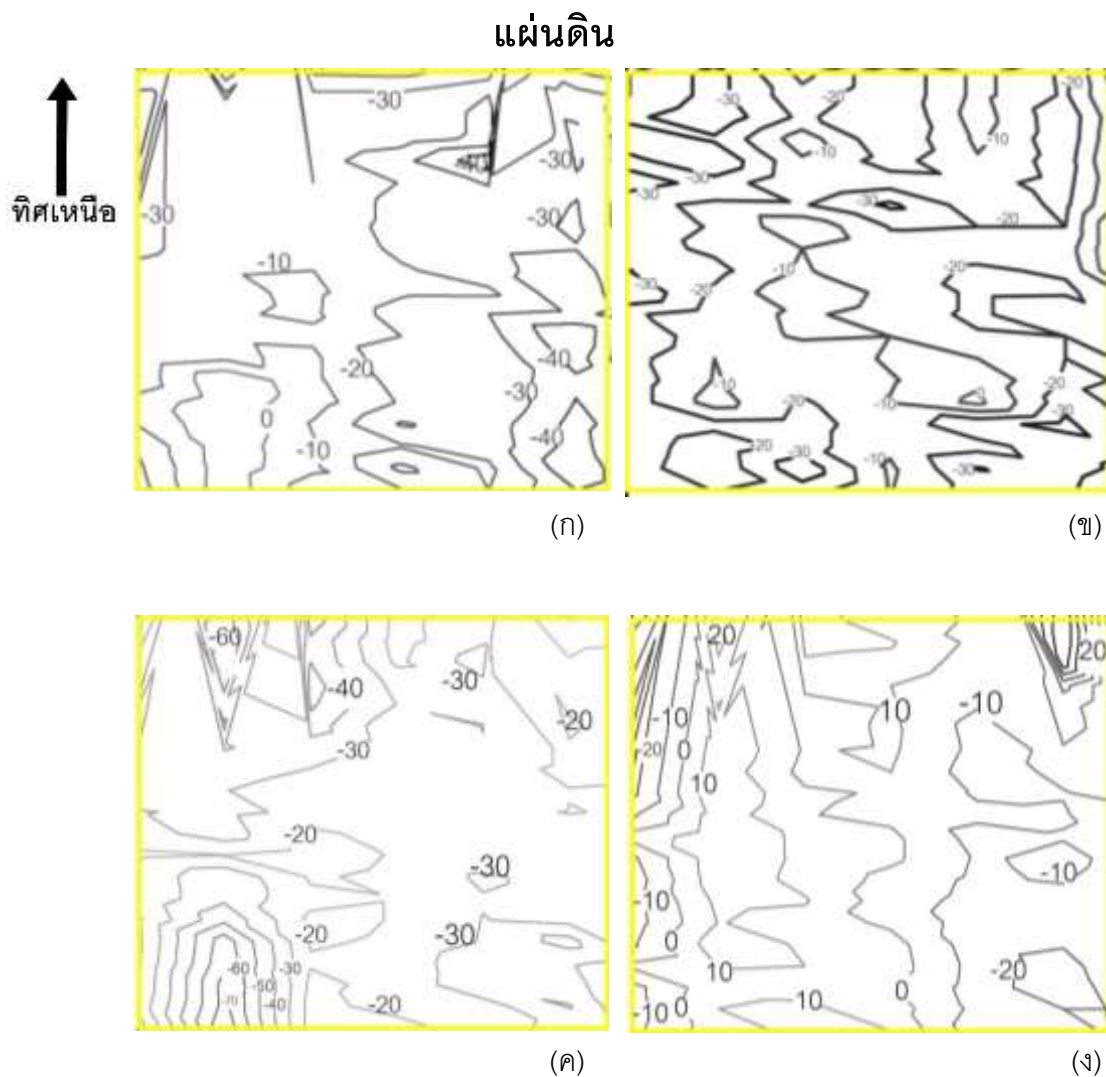
ภาพที่ 4.18 ระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่จากแผ่นดินออกมาทะเลในแปลงป่าชายเลน เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2555 (ก) ตุลาคม พ.ศ. 2555 (ข) กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 (ค) และเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 (ง)

### แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่

ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงต้นของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงมีค่าอยู่ในช่วง -40 ถึง 0 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.19 ก) ขณะที่ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงปลายของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พบว่าความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงมีค่าอยู่ในช่วง -30 ถึง 0 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.19 ข) ซึ่งจะเห็นว่ามี การเปลี่ยนแปลงความลาดชันของพื้นที่เล็กน้อยในระหว่างช่วงต้นและปลายของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แต่การเปลี่ยนแปลงความลาดชันของพื้นที่มีค่าสูงในช่วงที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 โดยพบว่าความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงมีค่าอยู่ในช่วง -70 ถึง 20 เซนติเมตร ซึ่งสังเกตเห็นการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนบริเวณด้านหน้าของแปลงที่ 4 (ด้านซ้ายของแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่) ที่มีการเปลี่ยนแปลงความลาดชันสูงจนมีลักษณะเป็นแอ่ง (ภาพที่ 4.19 ค) ช่วงเวลาที่ลมมรสุมเปลี่ยนทิศทางในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 พบว่าความลาดชันมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 4.19 ง)

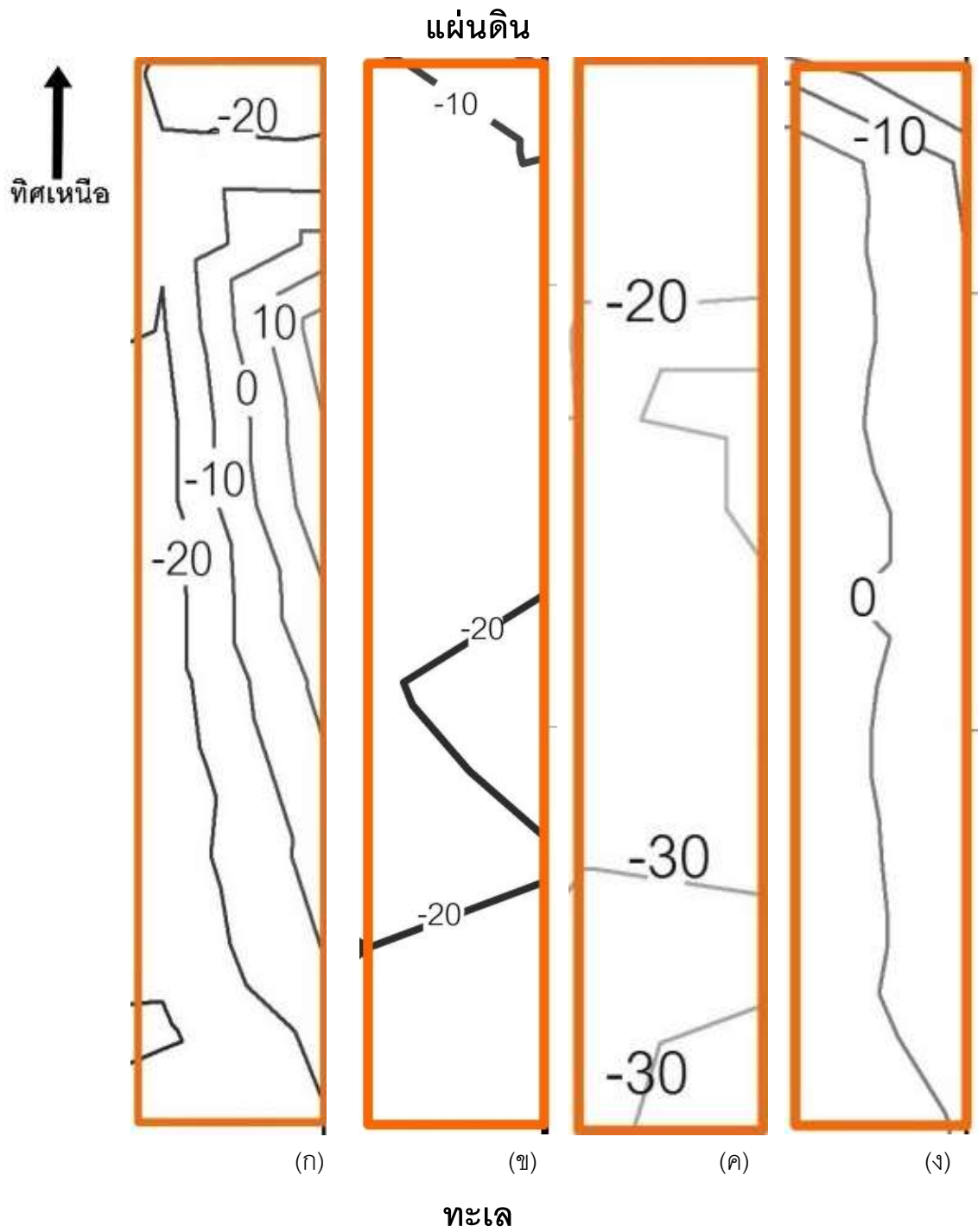
### แปลงหาดเลนด้านใน

ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงต้นของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงอยู่ในช่วง -20 ถึง 10 เซนติเมตร พื้นที่ที่มีความลาดชันค่อนข้างสูงโดยมีลักษณะเป็นเนินบริเวณด้านขวาของแปลงที่ 6 (ภาพที่ 4.20 ก) อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงความลาดชันของพื้นที่ตลอดช่วงเวลาที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงน้อย โดยในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงปลายของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงอยู่ในช่วง -20 ถึง -10 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.20 ข) ขณะที่ช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 พบว่าความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงมีค่าอยู่ในช่วง -30 ถึง -20 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.20 ค) และช่วงเวลาที่ลมมรสุมเปลี่ยนทิศทางในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 พบว่าความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงมีค่าอยู่ในช่วง -10 ถึง 0 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.21 ง)



**ทะเล**

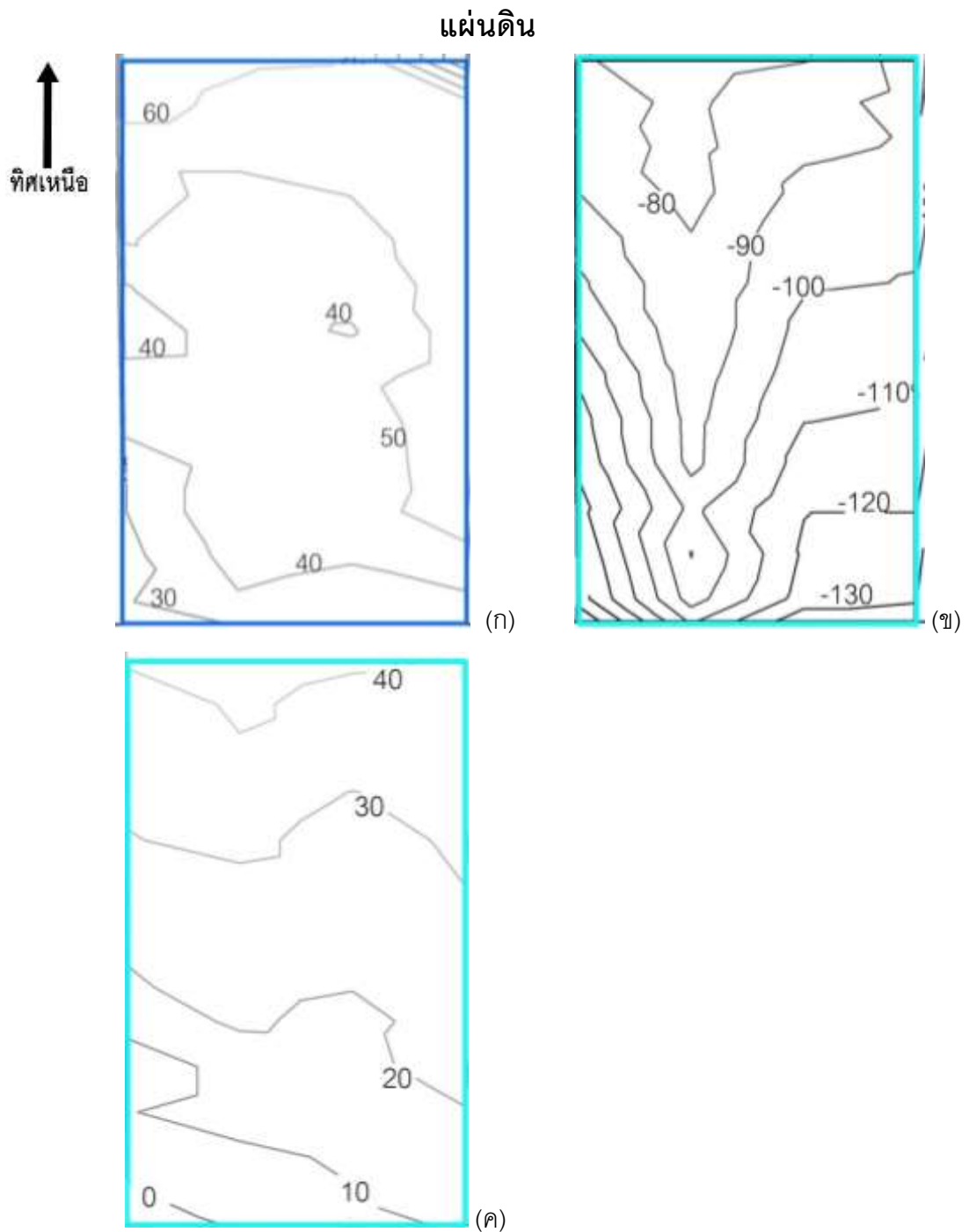
**ภาพที่ 4.19** ระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่จากแผ่นดินออกมาทะเลในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 (ก) ตุลาคม พ.ศ. 2555 (ข) กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 (ค) และเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 (ง)



ภาพที่ 4.20 ระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่จากแผ่นดินออกมาทะเลในแปลงหาดเลนด้านใน เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 (ก) ตุลาคม พ.ศ. 2555 (ข) กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 (ค) และเดือน เมษายน พ.ศ. 2556 (ง)

### แปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่

ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงต้นของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงอยู่ในช่วง 30 ถึง 60 เซนติเมตร พื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย (ภาพที่ 4.21 ก) ขณะที่ในช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 พบว่าความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงมีค่าอยู่ในช่วง -140 ถึง -80 เซนติเมตร ภายในแปลงมีความลาดชันสูงโดยเฉพาะบริเวณด้านหน้าของแปลงซึ่งอยู่ติดกับทะเลมีลักษณะเป็นแอ่งขนาดใหญ่ (ภาพที่ 4.21 ข) แต่ช่วงเวลาที่ลมมรสุมเปลี่ยนทิศทางในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 พบว่าความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่เมื่อเทียบกับจุดอ้างอิงมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 40 เซนติเมตร ความลาดชันของพื้นที่มีค่าลดลง โดยมีค่าใกล้เคียงกับความลาดชันของพื้นที่ที่วัดได้ในช่วงต้นของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ภาพที่ 4.21 ค) นอกจากนี้จะเห็นได้ว่าในพื้นที่หาดเลนติดแนวไม้ไผ่มีการเปลี่ยนแปลงความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับแปลงอื่นๆ



ภาพที่ 4.22 ระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่จากแผ่นดินออกมาทะเลในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 (ก) กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 (ข) และเมษายน พ.ศ. 2556 (ค)

#### 4.6.2 ลักษณะทางกายภาพบางประการของดิน

##### 1) ลักษณะเนื้อดิน

ผลการศึกษาลักษณะเนื้อดินที่ระดับความลึก 0-20, 20-40 และ 40-60 เซนติเมตรในช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนสิงหาคมและเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555) ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556) และลมมรสุมเปลี่ยนทิศทาง (เดือนเมษายน พ.ศ. 2556) ในแปลงต่างๆ ดังนี้

##### แปลงป่าชายเลน

ในช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงกลางของลมมรสุม พบว่าลักษณะเนื้อดินในแปลงป่าชายเลนมีความแตกต่างตามระดับความลึกคือที่ระดับความลึก 0-20, 20-40 และ 40-60 เซนติเมตร มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ดินเหนียว และดินเหนียวปนทรายแป้ง ตามลำดับ โดยเปอร์เซ็นต์ของดินเหนียวจะเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก (ตารางที่ 4.8) ขณะที่ช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงปลายของลมมรสุมพบว่าลักษณะเนื้อดินในแปลงป่าชายเลนยังคงต่างกันตามระดับความลึก โดยที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-40 เซนติเมตร จะมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ขณะที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร ลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อระดับความลึกของดินเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ของดินเหนียวมีค่าเพิ่มขึ้น ขณะที่เปอร์เซ็นต์ของดินทรายมีค่าลดลง

ในช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 พบว่าลักษณะเนื้อดินในแปลงป่าชายเลนไม่แตกต่างกันตามระดับความลึก คือเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง และพบว่าเปอร์เซ็นต์ของดินเหนียวมีค่าเพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์ของดินร่วนมีค่าลดลงตามระดับความลึก

ลักษณะเนื้อดินในช่วงเวลาที่ลมมรสุมเปลี่ยนทิศทางในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 พบว่ามีความแตกต่างกันตามระดับความลึก โดยที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นดิน

ร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ขณะที่ระดับความลึก 20-40 และ 40-60 เซนติเมตรมีลักษณะเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง (ตารางที่ 4.8)

#### แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่

ลักษณะเนื้อดินในช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงกลางของลมมรสุม พบว่ามีความแตกต่างตามระดับความลึก โดยที่ระดับความลึก 0-20, 20-40 และ 40-60 เซนติเมตร มีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ดินเหนียวปนทรายแป้ง และดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ตามลำดับ (ตารางที่ 4.8) ขณะที่ในช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงปลายของลมมรสุม พบว่าลักษณะเนื้อดินในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่มีความแตกต่างกันตามระดับความลึกเช่นเดียวกัน โดยที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-40 เซนติเมตรมีลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ขณะที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตรลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง นอกจากนี้เมื่อระดับความลึกของดินเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ของดินเหนียวมีค่าเพิ่มขึ้น ขณะที่เปอร์เซ็นต์ของดินทรายกลับมีค่าลดลง (ตารางที่ 4.8)

ในช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 พบว่าลักษณะเนื้อดินในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ไม่มีความแตกต่างกันตามระดับความลึกคือเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง นอกจากนี้ยังพบว่าเปอร์เซ็นต์ของดินเหนียวมีค่าเพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์ของดินทรายมีค่าลดลงตามระดับความลึก (ตารางที่ 4.8)

ในช่วงเวลาที่ลมมรสุมเปลี่ยนทิศทางในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 พบว่าลักษณะเนื้อดินมีความแตกต่างกันตามระดับความลึก โดยพบว่าที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ขณะที่ระดับความลึก 20-40 และ 40-60 เซนติเมตรมีลักษณะเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง โดยเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ของดินเหนียวมีค่าเพิ่มขึ้น ขณะที่เปอร์เซ็นต์ของดินร่วนและดินทรายมีค่าลดลง (ตารางที่ 4.8)



### แปลงหาดเลนด้านใน

ในช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงกลางของลมมรสุมและในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงปลายของลมมรสุมพบว่าลักษณะเนื้อดินไม่แตกต่างกัน โดยที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ขณะที่ระดับความลึก 20-40 และ 40-60 เซนติเมตร ลักษณะเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง (ตารางที่ 4.8)

ในช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 พบว่าที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตรลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ขณะที่ระดับความลึก 20-40 และ 40-60 เซนติเมตรเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง เมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ของดินเหนียวมีค่าเพิ่มขึ้น ขณะที่เปอร์เซ็นต์ของดินร่วนและดินทรายกลับมีค่าลดลง (ตารางที่ 4.8)

ในช่วงเวลาที่ลมมรสุมเปลี่ยนทิศทางในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 พบว่าลักษณะเนื้อดินมีความแตกต่างกันตามระดับความลึก โดยที่ระดับความลึก 0- 20 เซนติเมตรมีลักษณะเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ขณะที่ระดับความลึก 20-40 และ 40-60 เซนติเมตรมีลักษณะเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง เมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ของดินเหนียวมีค่าเพิ่มขึ้น ขณะที่เปอร์เซ็นต์ของดินร่วนและดินทรายกลับมีค่าลดลง (ตารางที่ 4.8)

### แปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่

ในช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงกลางของลมมรสุมและในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ซึ่งเป็นช่วงปลายของลมมรสุมพบว่าลักษณะเนื้อดินในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ไม่แตกต่างกัน โดยที่ระดับความลึก 0-20 เซนติเมตร ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ขณะที่ระดับความลึก 20- 40 และ 40-60 เซนติเมตร ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง นอกจากนี้พบว่าเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์ของดินเหนียวมีค่าเพิ่มขึ้น ขณะที่เปอร์เซ็นต์ของดินทรายกลับมีค่าลดลง (ตารางที่ 4.8)

ในช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2556 พบว่าที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-40 เซนติเมตร ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ขณะที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง โดยเปอร์เซ็นต์ของดินเหนียวมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความลึก ขณะที่เปอร์เซ็นต์ของดินร่วนและดินทรายมีค่าลดลง (ตารางที่ 4.8)

ในช่วงเวลาที่ลมมรสุมเปลี่ยนทิศทางในเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 พบว่าที่ระดับความลึก 0-20 และ 20-40 เซนติเมตร ลักษณะเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทรายแป้ง ขณะที่ระดับความลึก 40-60 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นดินเหนียวปนทรายแป้ง โดยเปอร์เซ็นต์ของดินทรายมีค่าลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.8)

## 2) ความหนาแน่นรวมของดิน

ความหนาแน่นรวมของดินตลอดช่วงที่ทำการศึกษามีค่าระหว่าง  $0.2760 \pm 0.0572$  ถึง  $0.5322 \pm 0.0754$  กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยความหนาแน่นรวมของดินระหว่างอิทธิพลของแปลงศึกษาและลมมรสุม พบว่าความหนาแน่นรวมของดินมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแปลงศึกษา ( $P < 0.05$ ) (ตารางที่ 4.9) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างลมมรสุม ( $P > 0.05$ ) และปฏิสัมพันธ์ระหว่างแปลงศึกษาและลมมรสุมไม่มีผลต่อความหนาแน่นรวมของดินอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ )

ในช่วงลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ความหนาแน่นรวมของดินไม่มีความแตกต่างกันระหว่างแปลงศึกษา ยกเว้นแปลงหาดเลนด้านในมีค่าความหนาแน่นรวมของดินต่ำกว่าแปลงอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่าความหนาแน่นรวมของดินในแปลงป่าชายเลนไม่แตกต่างกับแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ แต่มีค่าสูงกว่าแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่และแปลงหาดเลนด้านในอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ขณะที่ในช่วงเปลี่ยนลมมรสุม พบว่าความหนาแน่นรวมของดินในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ มีค่าสูงกว่าในแปลงอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) ความหนาแน่นรวมของดินตลอดทั้งปีในแปลงป่าชายเลนไม่แตกต่างกับแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ แต่มีค่าสูงกว่าแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่และแปลงหาดเลนด้านในอย่างมีนัยสำคัญ ( $P < 0.05$ ) (ตารางที่ 4.9)

**ตารางที่ 4.8** องค์ประกอบของเนื้อดินแยกตามขนาดอนุภาคดินที่ระดับความลึกต่างๆ ในพื้นที่ศึกษา ในช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม ตะวันตกเฉียงใต้ ช่วงเวลาที่อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และช่วงเวลาเปลี่ยนลมมรสุม

เดือน	Deep (ซม.)	ป่าชายเลน				กล้าไม้ปลูกฯ				หาดเลนด้านใน				หาดเลนติดแนวไม้ไผ่			
		%C	%SI	%SA	TYPE	%C	%SI	%SA	TYPE	%C	%SI	%SA	TYPE	%C	%SI	%SA	TYPE
สิงหาคม (ตะวันตก เฉียงใต้)	0-20	23.82	69.07	7.11	SL	33.93	59.56	6.51	SCL	19.74	58.89	21.37	SL	21.61	66.37	12.02	SL
	20-40	35.37	59.63	5.00	S	43.38	53.66	2.97	SC	41.39	51.04	7.58	SC	34.43	62.57	3.00	SCL
	40-60	48.25	50.66	1.09	SC	38.58	56.88	4.55	SCL	44.74	51.18	4.09	SC	36.74	61.35	1.90	SCL
ตุลาคม (ตะวันตก เฉียงใต้)	0-20	33.32	59.79	6.88	SCL	28.34	62.35	9.31	SCL	23.53	56.91	19.57	SL	23.63	55.37	21.00	SL
	20-40	33.97	61.96	4.07	SCL	32.20	63.26	4.54	SCL	47.22	52.78	0.00	SC	33.71	59.56	6.73	SCL
	40-60	42.01	57.23	0.75	SC	46.55	53.45	0.00	SC	43.19	55.47	1.34	SC	37.80	58.21	4.00	SCL
กุมภาพันธ์ (ตะวันออก เฉียงเหนือ)	0-20	29.18	64.44	6.38	SCL	28.13	65.30	6.57	SCL	25.35	71.97	2.68	SL	23.83	64.69	11.48	SL
	20-40	34.46	61.61	3.93	SCL	32.52	64.19	3.29	SCL	31.63	60.47	7.89	SCL	25.81	66.61	7.59	SL
	40-60	36.58	55.59	7.83	SCL	33.77	65.84	0.39	SCL	40.48	59.39	0.13	SCL	29.44	67.58	2.98	SCL
เมษายน (เปลี่ยนลม มรสุม)	0-20	35.77	61.26	2.97	SCL	22.10	66.66	11.25	SL	25.04	67.59	7.38	SL	26.25	63.80	9.95	SL
	20-40	45.49	54.28	0.23	SC	35.70	62.74	1.56	SCL	45.43	54.57	0.00	SC	26.16	69.46	4.37	SL
	40-60	41.51	57.72	0.76	SC	39.46	60.54	0.00	SCL	46.87	53.13	0.00	SC	42.64	56.98	0.38	SC

หมายเหตุ Deep หมายถึง ความลึกจากผิวดิน; TYPE หมายถึง ชนิดเนื้อดิน; %C หมายถึง เปอร์เซนต์ของดินเหนียว; %SI หมายถึง เปอร์เซนต์ของดินร่วน; %SA หมายถึง เปอร์เซนต์ของดินทราย; S หมายถึง ดินเหนียว; SC หมายถึง ดินเหนียวปนทรายแป้ง; SL หมายถึง ดินร่วนปนทรายแป้ง; SCL หมายถึง ดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง

**ตารางที่ 4.9** ความหนาแน่นรวมของดิน (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ในแปลงป่าชายเลน (F) แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ (PB) แปลงหาดเลนด้านใน (IM) และแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ (OM) ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ช่วงเปลี่ยนลมมรสุม และตลอดทั้งปี

พื้นที่ศึกษา	ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	เปลี่ยนลมมรสุม	ตลอดทั้งปี
F	0.5051 ± 0.1098 <sup>a</sup>	0.5007 ± 0.1091 <sup>a</sup>	0.4723 ± 0.0663 <sup>b</sup>	0.4932 ± 0.0447 <sup>a</sup>
PB	0.4339 ± 0.0411 <sup>a</sup>	0.4366 ± 0.0801 <sup>b</sup>	0.3831 ± 0.0619 <sup>c</sup>	0.4209 ± 0.0348 <sup>b</sup>
IM	0.2760 ± 0.0572 <sup>b</sup>	0.3839 ± 0.0203 <sup>b</sup>	0.4261 ± 0.1027 <sup>bc</sup>	0.3805 ± 0.0386 <sup>b</sup>
OM	0.4685 ± 0.0551 <sup>a</sup>	0.4984 ± 0.0126 <sup>a</sup>	0.5322 ± 0.0754 <sup>a</sup>	0.5047 ± 0.0233 <sup>a</sup>

หมายเหตุ ตัวเลขแสดงค่าเฉลี่ย ± S.D. ; ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงถึงความหนาแน่นรวมของดินมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างแปลงศึกษาที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

#### 4.6.3 ระยะเวลาการท่วมถึงของน้ำทะเล

ระยะเวลาที่น้ำทะเลท่วมในแต่ละแปลงศึกษาคำนวณจากเวลาที่น้ำทะเลเริ่มเคลื่อนตัวจากทะเลเข้าสู่ด้านในของแปลงศึกษาจนกระทั่งเคลื่อนที่ออกไปจากแปลงศึกษา เนื่องจากที่ตั้งของแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่และแปลงหาดเลนด้านในตั้งอยู่ในระนาบเดียวกัน ทำให้ระยะเวลาที่น้ำทะเลเริ่มเคลื่อนตัวจากทะเลเข้าสู่แปลงศึกษามีระยะเวลาใกล้เคียงกัน จึงจัดสองแปลงดังกล่าวไว้ในกลุ่มเดียวกัน ผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาที่น้ำทะเลท่วมในแต่ละแปลงศึกษาในแปลงป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่และแปลงหาดเลนด้านใน และแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยมีระยะเวลาการท่วมของน้ำนานที่สุดในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่และแปลงหาดเลนด้านใน และแปลงป่าชายเลน ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10) ทั้งในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม

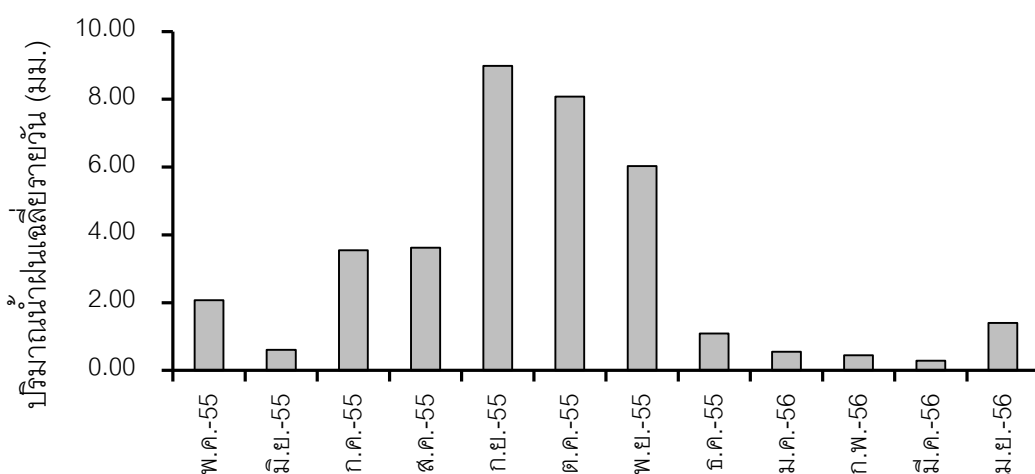
ตารางที่ 4.10 ระยะเวลาที่น้ำทะเลท่วมถึงในแปลงป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ ไม้ หาดเลนด้านใน และหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2556

ปี	เดือน	ระยะเวลาที่น้ำทะเลท่วมถึง* (ชั่วโมงต่อวัน)		
		ป่าชายเลน	กล้าไม้ปลูกผสมไม้ไผ่ และหาดเลนด้านใน	หาดเลนติดแนวไม้ไผ่
2555	พฤษภาคม	8	9	11
	มิถุนายน	5	8	15
	กรกฎาคม	7	11	15
	สิงหาคม	9	13	16
	กันยายน	10	13	16
	ตุลาคม	10	13	17
	พฤศจิกายน	11	14	17
	ธันวาคม	8	13	18
2556	มกราคม	12	15	18
	กุมภาพันธ์	10	13	16
	มีนาคม	10	13	17
	เมษายน	9	12	16
ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้		$8 \pm 2^c$	$11 \pm 2^b$	$15 \pm 2^a$
ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ		$10 \pm 2^c$	$14 \pm 1^b$	$17 \pm 1^a$
เปลี่ยนลมมรสุม		$9 \pm 1^c$	$12 \pm 1^b$	$17 \pm 1^a$
ตลอดช่วงศึกษา		$9 \pm 2^c$	$12 \pm 2^b$	$16 \pm 2^a$

หมายเหตุ ตัวเลขแสดงค่าเฉลี่ย  $\pm$  S.D. ; ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันแสดงระยะเวลาที่น้ำทะเลท่วมถึงในแต่ละแปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%; \* ระยะเวลาที่น้ำทะเลท่วมถึงเฉพาะช่วงที่ศึกษาอัตราการตกตะกอน

#### 4.6.4 ปริมาณน้ำฝน

ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 ของสถานีตรวจอากาศนิคมสหกรณ์บ้านไร่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากเดือนพฤษภาคมถึงเดือนกันยายน โดยปริมาณน้ำฝนมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน จากนั้นค่อยๆ ลดลงจนถึงเดือนพฤศจิกายน และมีแนวโน้มลดลงอย่างเห็นได้ชัดในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 (ภาพที่ 4.22) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันกับอัตราการตกตะกอนและการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ พบว่าปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอัตราการตกตะกอนในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ ขณะที่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ในแปลงหาดเลนด้านในและแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ และในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุมในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ แต่มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในช่วงเปลี่ยนลมมรสุมในแปลงหาดเลนด้านในและหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังแสดงในตารางที่ 4.11



ภาพที่ 4.22 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวัน ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2556 ของสถานีตรวจอากาศนิคมสหกรณ์บ้านไร่ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร (กรมอุตุนิยมวิทยา, ประเทศไทย)

ตารางที่ 4.11 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson correlation) ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายวันกับอัตราการตกตะกอนและการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในพื้นที่ศึกษา

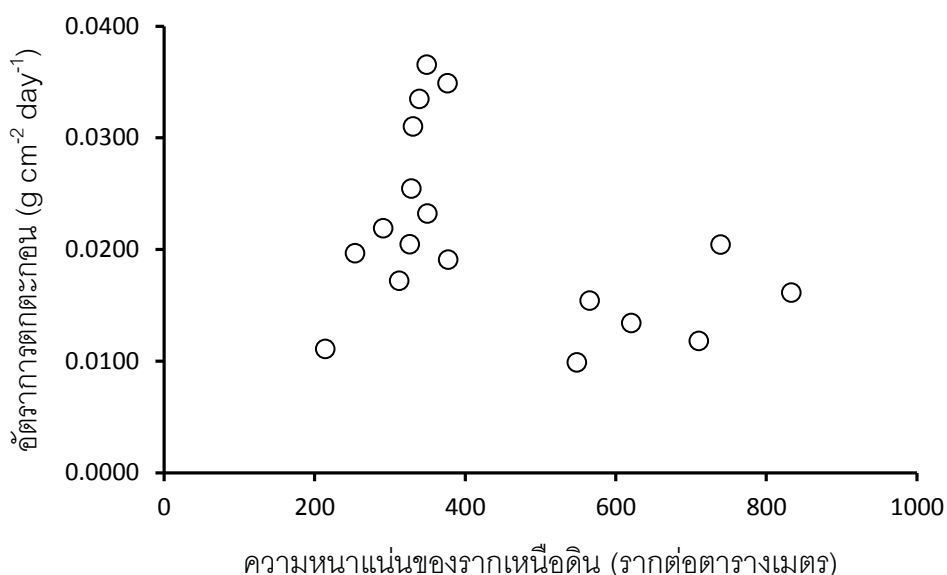
	ลมมรสุม	พื้นที่ศึกษา	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)	N
อัตราการตกตะกอน	ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	ป่าชายเลน	0.489*	18
		กล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่	-0.292 <sup>ns</sup>	12
		หาดเลนด้านใน	-0.328 <sup>ns</sup>	12
		หาดเลนติดแนวไม้ไผ่	-0.839**	18
	ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	ป่าชายเลน	-0.167 <sup>ns</sup>	12
		กล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่	0.443 <sup>ns</sup>	8
		หาดเลนด้านใน	0.305 <sup>ns</sup>	8
		หาดเลนติดแนวไม้ไผ่	-0.797 <sup>ns</sup>	12
	เปลี่ยนลมมรสุม	ป่าชายเลน	0.007 <sup>ns</sup>	6
		กล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่	-0.893 <sup>ns</sup>	4
		หาดเลนด้านใน	0.929 <sup>ns</sup>	4
		หาดเลนติดแนวไม้ไผ่	0.193 <sup>ns</sup>	6
การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่	ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	ป่าชายเลน	0.582*	18
		กล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่	0.049 <sup>ns</sup>	12
		หาดเลนด้านใน	0.600*	12
		หาดเลนติดแนวไม้ไผ่	0.947**	18
	ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ	ป่าชายเลน	-0.535 <sup>ns</sup>	12
		กล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่	0.610 <sup>ns</sup>	8
		หาดเลนด้านใน	0.380 <sup>ns</sup>	8
		หาดเลนติดแนวไม้ไผ่	-0.193 <sup>ns</sup>	12
	เปลี่ยนลมมรสุม	ป่าชายเลน	-0.025 <sup>ns</sup>	6
		กล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่	0.998**	4
		หาดเลนด้านใน	-0.981*	4
		หาดเลนติดแนวไม้ไผ่	-0.978**	6

\*\* หมายถึง ที่ระดับนัยสำคัญ 99 %; \* หมายถึง ที่ระดับนัยสำคัญ 95%; ns หมายถึง ไม่มีความสัมพันธ์กัน

#### 4.7 อัตราการตกตะกอนและความสัมพันธ์กับตัวแปรเชิงปริมาณของรากเหนื่อดิน

##### แปลงป่าชายเลน

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการตกตะกอนกับตัวแปรเชิงปริมาณของรากเหนื่อดินในแปลงป่าชายเลน พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน ( $r = -0.420$ ;  $P = 0.082$ ;  $N=18$ ) อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าสังเกตว่าอัตราการตกตะกอนในแปลงป่าชายเลนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นของรากเหนื่อดินเพิ่มขึ้นจนถึงความหนาแน่น 346 รากต่อตารางเมตร หลังจากนั้นอัตราการตกตะกอนมีแนวโน้มลดลงเมื่อความหนาแน่นของรากเหนื่อดินเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.23)



ภาพที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการตกตะกอนและความหนาแน่นของรากเหนื่อดินในป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3)



#### 4.8 การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่และความสัมพันธ์กับตัวแปรเชิงปริมาณของรากเหนือดิน

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่กับตัวแปรเชิงปริมาณของรากเหนือดินในแปลงป่าชายเลนและแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ พบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความหนาแน่นของรากเหนือดิน ความหนาแน่นของรากหายใจ พื้นที่หน้าตัดของรากหายใจ พื้นที่หน้าตัดของรากเหนือดิน ปริมาตรของรากหายใจ และความยาวของรากหายใจ โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของความสัมพัทธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่กับตัวแปรเชิงปริมาณของรากเหนือดินในแปลงป่าชายเลนและแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่

ตัวแปรเชิงปริมาณของรากเหนือดิน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)
ความหนาแน่นของรากเหนือดิน	0.561**
ความหนาแน่นของรากหายใจ	0.560**
พื้นที่หน้าตัดของรากหายใจ	0.547**
พื้นที่หน้าตัดของรากเหนือดิน	0.538**
ปริมาตรของรากหายใจ	0.459*
ความยาวของรากหายใจ	0.390*

\*\* หมายถึง ที่ระดับนัยสำคัญ 99 %; \* หมายถึง ที่ระดับนัยสำคัญ 95 %

## บทที่ 5

### อภิปรายผลการศึกษา

#### 5.1 การเติบโตและการรอดตายของไม้ป่าชายเลน

##### 5.1.1 แปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1 ถึง 3)

ผลการคำนวณค่าดัชนีความสำคัญพบว่าไม้เด่นในพื้นที่ศึกษาคือไม้แสม (*Avicennia* sp.) เนื่องจากลักษณะธรรมชาติพื้นฐานบริเวณนี้เป็นหาดเลน ดินมีลักษณะอ่อนนุ่มเป็นดินร่วนปนทราย แฉงและดินร่วนเหนียวปนทรายแฉง ซึ่งเหมาะต่อการเจริญของแสมซึ่งเป็นไม้เบิกนำ (pioneer species) ที่มักเจริญได้ดีในพื้นที่ดินเลนปนทราย (Jordan, 1964) ส่วนที่มีการปรากฏของไม้สกุลโกงกางในพื้นที่นี้เนื่องจากเป็นไม้ที่ปลูกเสริมขึ้นภายหลังเพื่อฟื้นฟูป่าชายเลนที่ถูกกัดเซาะให้กลับมา มีสภาพสมบูรณ์ เนื่องจากโกงกางเป็นไม้ที่สามารถเพาะพันธุ์ได้ง่าย เจริญเติบโตเร็ว และให้ผลผลิตสูง (ส่วนบริหารจัดการทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2, 2552; สราวุธ บุญยะเวชชีวิน และ สุริยา บัวสาดี, 2554)

เมื่อเปรียบเทียบมวลชีวภาพส่วนเหนือดินและมวลชีวภาพส่วนรากเมื่อเริ่มต้นและสิ้นสุดการศึกษา พบว่าทั้งมวลชีวภาพส่วนเหนือดินและมวลชีวภาพส่วนรากมีค่าสูงขึ้นประมาณสองเท่า เมื่อเปรียบเทียบมวลชีวภาพส่วนเหนือดินและมวลชีวภาพส่วนรากในการศึกษาครั้งนี้กับป่าชายเลนในพื้นที่อื่น ๆ พบว่ามวลชีวภาพส่วนเหนือดินในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าอยู่ในช่วงเดียวกับป่าชายเลนอื่นๆ ในประเทศไทย เช่น จังหวัดสตูล (Komiyama และคณะ, 2000) จังหวัดพังงา (Poungparn, 2003) เนื่องจากมีพื้นที่หน้าตัดลำต้นรวมอยู่ในช่วงเดียวกัน โดยที่พื้นที่หน้าตัดลำต้นรวมเป็นผลมาจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและความหนาแน่นของไม้ (ตารางที่ 5.1) อย่างไรก็ตามมวลชีวภาพส่วนเหนือดินในการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าป่าชายเลนในจังหวัดตราด ประเทศไทย (Poungparn และคณะ, 2012) ประเทศออสเตรเลีย (Briggs, 1977; Mackey, 1993)

ประเทศอินโดนีเซีย (Komiyama และคณะ, 1988) เนื่องจากไม้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (DBH) ต่ำกว่าในพื้นที่ดังกล่าว รวมถึงบางพื้นที่ที่มีชนิดพันธุ์ที่ต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบกับมวลชีวภาพส่วนเหนือดินของกล้าไม้แสมทะเลอายุ 1 ปี ในป่าชายเลน ประเทศเฟรนช์เกียนา (Fromard และคณะ, 1998) พบว่าในการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่าเนื่องจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นของไม้หนุมและไม้ต้นมีค่าสูงกว่าของกล้าไม้ ขณะที่มวลชีวภาพส่วนรากที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าอยู่ในช่วงเดียวกับป่าชายเลนอื่นๆ ในประเทศไทย เช่น จังหวัดพังงา (Poungparn, 2003) จังหวัดตราด (Poungparn และคณะ, 2012) แต่มีค่าต่ำกว่าป่าชายเลนในจังหวัดสตูล ประเทศไทย (Komiyama และคณะ, 2000) ประเทศออสเตรเลีย (Briggs, 1977; Mackey, 1993) ประเทศอินโดนีเซีย (Komiyama และคณะ, 1988) ดังแสดงในตารางที่ 5.1 ซึ่งมวลชีวภาพส่วนรากที่ต่างกันขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (DBH) และชนิดพันธุ์ที่ต่างกัน

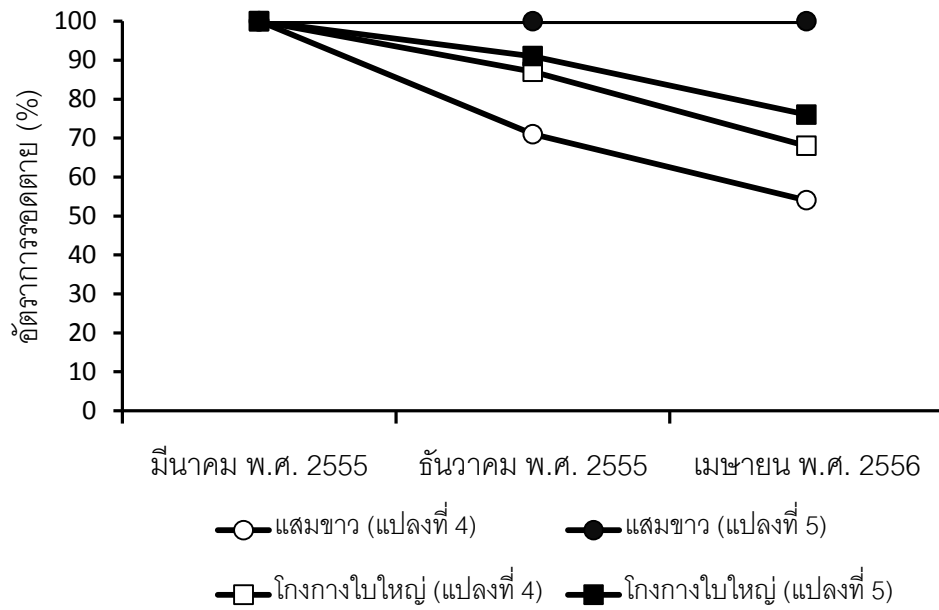
นอกจากนี้ยังพบว่ามวลชีวภาพรากของพืชป่าชายเลนในการศึกษาครั้งนี้มีปริมาณมากเมื่อเทียบกับมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน โดยมีค่าระหว่าง 1.85 ถึง 1.92 ซึ่งอยู่ในช่วงเดียวกับการศึกษาในป่าชายเลนพื้นที่อื่นๆ คืออยู่ในช่วง 0.75 ถึง 2.57 (ตารางที่ 5.1) (Komiyama และคณะ, 1988; Mackey, 1993; Poungparn, 2003; Poungparn และคณะ, 2012) เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราส่วนของมวลชีวภาพส่วนเหนือดินต่อมวลชีวภาพรากในป่าบก (De Angelis และคณะ, 1981; Cairn และคณะ, 1997) พบว่ามีอัตราส่วนที่สูงกว่าในป่าชายเลน คือมีค่าอยู่ในช่วง 3.9 ถึง 4.5 จึงอาจกล่าวได้ว่ามวลชีวภาพของพืชป่าชายเลนส่วนมากสะสมอยู่ที่ระบบราก ซึ่งมวลชีวภาพของรากส่งผลต่อการตกตะกอนในป่าชายเลน โดยระบบรากเหนือดินช่วยลดแรงเสียดทานของกระแสน้ำทำให้ตะกอนแขวนลอยสามารถคงอยู่ในป่าชายเลนได้นานขึ้นส่งผลให้เกิดการตกตะกอนได้ง่ายขึ้น (Furukawa และ Wolanski, 1996; Krauss และคณะ, 2003)

#### 5.1.2 แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ (แปลงที่ 4 และ 5)

จากการศึกษาการเติบโตของกล้าไม้ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ที่มีความหนาแน่นน้อย (แปลงที่ 4) และความหนาแน่นมาก (แปลงที่ 5) พบว่ากล้าไม้แสมขาว (*A. alba*) และโกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) มีการเติบโตด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับพื้นดินเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับระยะเริ่มต้นที่ทำการศึกษา โดยมีขนาดเส้นผ่าน

ศูนย์กลางลำต้นที่ระดับพื้นดินเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยเพิ่มขึ้น 1 ถึง 1.6 เซนติเมตร และ 80 ถึง 90 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามความหนาแน่นของกล้าไม้ผสมขาวและโกงกางใบใหญ่ในทั้งสองแปลงมีค่าลดลงเนื่องจากมีกล้าไม้ตายประมาณ 55 ต้น อัตราการตายของกล้าไม้ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ที่มีความหนาแน่นมากกว่าในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ที่มีความหนาแน่นน้อย (ภาพที่ 5.1) โดยสาเหตุการตายของกล้าไม้ส่วนใหญ่ที่ได้จากการสำรวจพบว่าตายแบบถอนรากถอนโคน (uproot) ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าอัตราการตายที่ต่างกันของกล้าไม้ระหว่างสองแปลงดังกล่าวอาจเกิดจากความหนาแน่นของลำปักไม้ไผ่ที่ต่างกัน เนื่องจากกล้าไม้ไผ่ทำหน้าที่ลดแรงปะทะของคลื่นและกระแสน้ำที่เข้ามายังพื้นที่ทำให้กล้าไม้ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ที่มีความหนาแน่นมากมีการอยู่รอดมากกว่า จากผลการศึกษาสามารถนำไปสู่ข้อเสนอแนะสำหรับปลูกกล้าไม้ในพื้นที่หาดเลนที่ได้รับอิทธิพลจากคลื่นลมรุนแรงให้ปลูกร่วมกับการปักกล้าไม้ไผ่ที่มีความหนาแน่นสูงจะช่วยให้อัตราการรอดตายของกล้าไม้มีมากขึ้น

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการรอดตายของกล้าไม้ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้กับการศึกษาอื่นๆ พบว่าอัตราการรอดตายของผสมขาว (*A. alba*) ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ที่มีความหนาแน่นน้อยมีค่าต่ำกว่า ขณะที่ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ที่มีความหนาแน่นมากมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาของ Tamin และคณะ (2011) ในประเทศมาเลเซียที่พบว่าอัตราการรอดตายของผสมทะเล (*A. marina*) หลังจากการทดลองปลูกเป็นระยะเวลาห้าเดือนคิดเป็น 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอัตราการรอดตายของโกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ในทั้งสองแปลงมีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Tamin และคณะ (2011) ซึ่งมีอัตราการรอดตายของโกงกางใบเล็ก (*A. apiculata*) เพียง 30 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ในการศึกษาครั้งนี้พบอัตราการรอดตายของโกงกางใบใหญ่สูงถึง 68 และ 76 เปอร์เซ็นต์



**ภาพที่ 5.1** อัตราการรอดตายของกล้าไม้ (%) ของกล้าไม้แสมขาว (*A. alba*) และโกกงางใบใหญ่ (*R. mucronata*) ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ที่มีความหนาแน่นน้อย (แปลงที่ 4) และความหนาแน่นมาก (แปลงที่ 5) ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ.2556

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบมวลชีวภาพส่วนเหนือดิน มวลชีวภาพราก และอัตราส่วนระหว่างมวลชีวภาพส่วนเหนือดินต่อมวลชีวภาพราก (T/R ratio) ในป่าชายเลนพื้นที่ต่างๆ

ชนิดของพันธุ์ไม้เด่น	สถานที่	ชนิดของป่าชายเลน	พื้นที่หน้าตัดลำต้นรวม	มวลชีวภาพเหนือดิน(ต้นต่อเฮกแตร์)	มวลชีวภาพราก(ต้นต่อเฮกแตร์)	มวลชีวภาพรวม(ต้นต่อเฮกแตร์)	T/R ratio	อ้างอิง
แสมขาว ( <i>A. alba</i> ) แสมทะเล ( <i>A. marina</i> )	จ.สมุทรสาคร ประเทศไทย	ป่าดงเดิม	4.19-18.59	55.43 -100.72	29.91- 52.45	85.34 -153.17	1.85- 1.92	การศึกษาครั้งนี้
แสมทะเล ( <i>A. marina</i> )	ประเทศออสเตรเลีย	ป่าดงเดิม	-	144.5	147.3	291.8	0.98	Briggs (1977)
โกงกางใบเล็ก ( <i>R. apiculata</i> )	ประเทศอินโดนีเซีย	ป่าดงเดิม	18.7	216.8	98.8	315.6	2.19	Komiyama และคณะ (1988)
แสมทะเล ( <i>A. marina</i> )	ประเทศออสเตรเลีย	ป่ารุ่นสอง	-	110-341	109-126	219-467	1.0-2.7	Mackey (1993)
แสมทะเล ( <i>A. marina</i> )	ประเทศเฟรนช์เกียนา	อายุ 1 ปี	12.5	35.1	-	-	-	Fromard และคณะ (1998)
โปรงแดง ( <i>Ceriops tagal</i> )	จ.สตูล ประเทศไทย	ป่ารุ่นสอง	22.02	90.25	89.50	179.75	0.75	Komiyama และคณะ (2000)
หลายชนิด	จ. พังงา ประเทศไทย	ป่ารุ่นสอง	11.4	62.2	28	90.2	2.22	Poungpam (2003)
ลำพู ( <i>S. caseolaris</i> ) แสมขาว ( <i>A. alba</i> )	จ. ตรัง ประเทศไทย	ป่ารุ่นสอง		100-147	39-57	139-204	2.57	Poungpam และคณะ (2012)

หมายเหตุ - หมายถึงไม่มีข้อมูล

## 5.2 ระบบรากพืชป่าชายเลน และการเติบโต

### 5.2.1 รากเหนือดิน

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับพื้นดินเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยของรากเหนือดินเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงที่ทำการทดลอง เนื่องจากการเติบโตของราก รวมทั้งมีรากเกิดใหม่และตายลง ความหนาแน่นเฉลี่ยของรากโดยรวมมีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการเกิดรากใหม่สูงกว่าอัตราการตาย การคำนวณพื้นที่หน้าตัดและปริมาตรของรากใช้ข้อมูลขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับพื้นดินเฉลี่ย ความสูงเฉลี่ย รวมถึงความหนาแน่นของราก ทำให้พื้นที่หน้าตัดและปริมาตรของรากมีการเปลี่ยนแปลงในทางเดียวกัน

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะเชิงปริมาณของรากเหนือดินในแปลงป่าชายเลนที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้กับป่าชายเลนในประเทศอื่นๆ พบว่าความหนาแน่นรากหายใจของแสม (*Avicennia* sp.) ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่าความหนาแน่นรากหายใจของลำพูทะเล (*S. alba*) ที่ศึกษาในประเทศไมโครนีเซีย (Krauss และคณะ, 2003) เนื่องจากลำพูทะเลที่ศึกษาในประเทศไมโครนีเซีย มีพื้นที่หน้าตัดของรากขนาดใหญ่ (ตารางที่ 5.2) จึงทำให้มีความหนาแน่นรากต่อพื้นที่น้อย อย่างไรก็ตามความหนาแน่นของรากหายใจที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงเดียวกับความหนาแน่นรากหายใจของแสมทะเลที่ศึกษาในประเทศเคนย่า (Dahdouh-Guebas และคณะ, 2007) แต่มีช่วงของความหนาแน่นแคบกว่า (ตารางที่ 5.2) ขณะที่ความหนาแน่นรากค้ำยันของโกงกาง (*Rhizophora* sp.) ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่าที่ได้จากการศึกษาในประเทศไมโครนีเซีย (Krauss และคณะ, 2003) เนื่องจากการศึกษาความหนาแน่นรากค้ำยันของป่าชายเลนในประเทศไมโครนีเซีย (Krauss และคณะ, 2003) ได้ศึกษาเฉพาะในแปลงย่อยที่มีรากค้ำยันเพียงอย่างเดียว ขณะที่ในการศึกษาครั้งนี้มีทั้งรากหายใจและรากค้ำยันอยู่ในแปลงย่อยเดียวกัน เมื่อความหนาแน่นของรากหายใจสูงจึงทำให้ความหนาแน่นรากค้ำยันมีค่าต่ำ

### 5.2.2 รากใต้ดิน

ความหนาแน่นรากฝอยในแปลงป่าชายเลนและแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.0268 ถึง 1.7112 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตรของดิน เมื่อเปรียบเทียบความ

หนาแน่นรากฝอยในการศึกษาครั้งนี้กับป่าชายเลนในพื้นที่อื่นๆ พบว่ามีค่าน้อยกว่าความหนาแน่นรากฝอยในป่าชายเลน ประเทศไมโครนีเชีย ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 9.0 ถึง 22.8 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร (Krauss และคณะ, 2003) เนื่องจากป่าชายเลนในประเทศไมโครนีเชียมีอายุของป่ามากกว่าไม้ป่าชายเลนอยู่ในระยะการเจริญเติบโตเต็มที่และมีขนาดพื้นที่หน้าตัดรากค่อนข้างใหญ่ จึงทำให้มีมวลชีวภาพของรากมากกว่า



ตารางที่ 5.2 ค่าเฉลี่ยของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางราก ( $D_0$  มีหน่วยเป็นเซนติเมตร) ความสูง (เซนติเมตร) ความหนาแน่น (รากต่อตารางเมตร) พื้นที่หน้าตัด (ตารางเซนติเมตรต่อตารางเมตร) ในป่าชายเลน

ชนิดของพันธุ์ไม้เด่น	$D_0$		ความสูง		ความหนาแน่น		พื้นที่หน้าตัด		อ้างอิง
	Pn	S	Pn	S	Pn	S	Pn	S	
แสมขาว ( <i>A. alba</i> ) แสมทะเล ( <i>A. marina</i> )	0.60	0.10	15.6	1.05	211-833	0-6	57.52-283.20	0.03-0.14	การศึกษาครั้งนี้
artificial pneumatophore	0.60	-	7	-	100-10,000	-	28-2827	-	Spenceley (1977)
artificial pneumatophore	1.0	-	7-15	-	100-350	-	79-275	-	Young และ Harvey (1996)
<i>Rhizophora</i> spp. ลำพูทะเล ( <i>S. alba</i> )	2.92	2.72	-	-	45-51	39-52	313-548	236-346	Krauss และคณะ (2003)
แสมทะเล ( <i>A. marina</i> )	-	-	-	-	200-2,500	-	-	-	Dahdouh-Guebas และคณะ (2007)

หมายเหตุ Pn หมายถึงรากหายใจ; S หมายถึงรากค้ำยัน; - หมายถึง ไม่มีข้อมูล

### 5.3 ปริมาณตะกอนแขวนลอยและเปอร์เซ็นต์การคงอยู่ของตะกอนแขวนลอยในพื้นที่

ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 43-993 มิลลิกรัมต่อลิตรในช่วงน้ำเกิด (ยกเว้นเดือนมิถุนายนมีค่าระหว่าง 847 – 11,653 มิลลิกรัมต่อลิตร) และ 51-1,785 มิลลิกรัมต่อลิตรในช่วงน้ำตาย เมื่อเปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้กับการศึกษาของพิพัฒนา พัฒนผลไพบูลย์, ศศิธร พ่วงปาน และสมภพ รุ่งสุภา (2551) ที่ศึกษาปริมาณตะกอนแขวนลอยตั้งแต่บริเวณทะเลจนถึงชายป่า จังหวัดสมุทรสาคร พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 43-1,589 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ทั้งในช่วงน้ำเกิดและน้ำตายมีค่าอยู่ในช่วงเดียวกัน ยกเว้นในช่วงน้ำเกิดของเดือนมิถุนายนที่มีคลื่นลมรุนแรงเกิดขึ้นวันที่เก็บข้อมูลจึงทำให้ปริมาณตะกอนแขวนลอยในเดือนดังกล่าวมีค่าสูง

เมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของตะกอนที่คงอยู่ในพื้นที่ในแต่ละเดือนตลอดช่วงศึกษา พบว่ามีความแปรผันในช่วงกว้าง ซึ่งเกิดจากการเก็บตัวอย่างตะกอนแขวนลอยเป็นการเก็บในจุดๆ หนึ่ง ระยะเวลาหนึ่งๆ ทำให้เปอร์เซ็นต์ของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ที่มีความแปรผันสูง ดังนั้นจึงพิจารณาเปอร์เซ็นต์ของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในภาพรวมตลอดทั้งช่วงที่ทำการศึกษา พบว่าเปอร์เซ็นต์ของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่มีค่าเป็นบวกในแปลงป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ และแปลงหาดเลนด้านในนั้นคือมีการขนส่งตะกอนเข้ามาในพื้นที่ ขณะที่เปอร์เซ็นต์ของตะกอนที่คงอยู่ในพื้นที่ในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ไม่มีค่าเป็นลบนั้นคือมีการขนส่งตะกอนออกไปจากพื้นที่ ความแตกต่างที่เกิดขึ้นอาจเป็นผลมาจากตำแหน่งที่ตั้งของแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่มีความแตกต่างจากแปลงอื่นๆ โดยอยู่ติดทะเลมากที่สุดทำให้ได้รับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างกับพื้นที่อื่นๆ อย่างชัดเจน กล่าวคือมีระยะเวลาการท่วมของน้ำนานกว่าและได้รับกระแสน้ำและกระแสลมรุนแรงกว่าพื้นที่อื่นๆ

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้กับป่าชายเลนในพื้นที่อื่นๆ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วงเดียวกับป่าชายเลนริมชายฝั่ง (fringe mangrove) ในประเทศปาปัวนิวกินี (Wolanski และคณะ, 1998) ประเทศไมโครนีเซีย (Victor และคณะ, 2004) และประเทศออสเตรเลีย (Adame และคณะ, 2010) แต่มีค่าต่ำกว่าป่าชายเลนริมชายฝั่ง (fringe mangrove) ประเทศออสเตรเลีย ที่ศึกษาโดย Furukawa และคณะ (1997) (ตารางที่ 5.3) ซึ่งเป็น

พื้นที่ป่าชายเลนที่ห่างจากลำห้วยซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของตะกอนแขวนลอยเพียง 300 เมตรจึงอาจทำให้มีโอกาสได้รับตะกอนแขวนลอยปริมาณมาก

**ตารางที่ 5.3** ปริมาณตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ในป่าชายเลน (%) ค่าบวกหมายถึง ตะกอนแขวนลอยถูกนำเข้ามาในป่าชายเลน ค่าลบหมายถึงตะกอนแขวนลอยถูกส่งออกไปจากป่าชายเลน

ชนิดของป่าชายเลน	สถานที่	ตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ (%)	อ้างอิง
ป่าชายเลนริมชายฝั่ง (fringe mangrove)	จ. สมุทรสาคร ประเทศไทย	8.74 -41.60	การศึกษาคั้งนี้
ป่าชายเลนริมชายฝั่ง (fringe mangrove)	ประเทศออสเตรเลีย	80	Furukawa และคณะ (1997)
ป่าชายเลนริมชายฝั่ง (fringe mangrove)	ประเทศปาปัวนิวกินี	6	Wolanski และคณะ (1998)
ป่าชายเลนริมชายฝั่ง (fringe mangrove)	ประเทศไมโครนีเชีย	30	Victor และคณะ (2004)
ป่าชายเลนริมชายฝั่ง (fringe mangrove)	ประเทศออสเตรเลีย	-7.7 – 36.9	Adame และคณะ (2010)

## 5.4 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับอัตราการตกตะกอน

### 5.4.1 แปลงป่าชายเลน

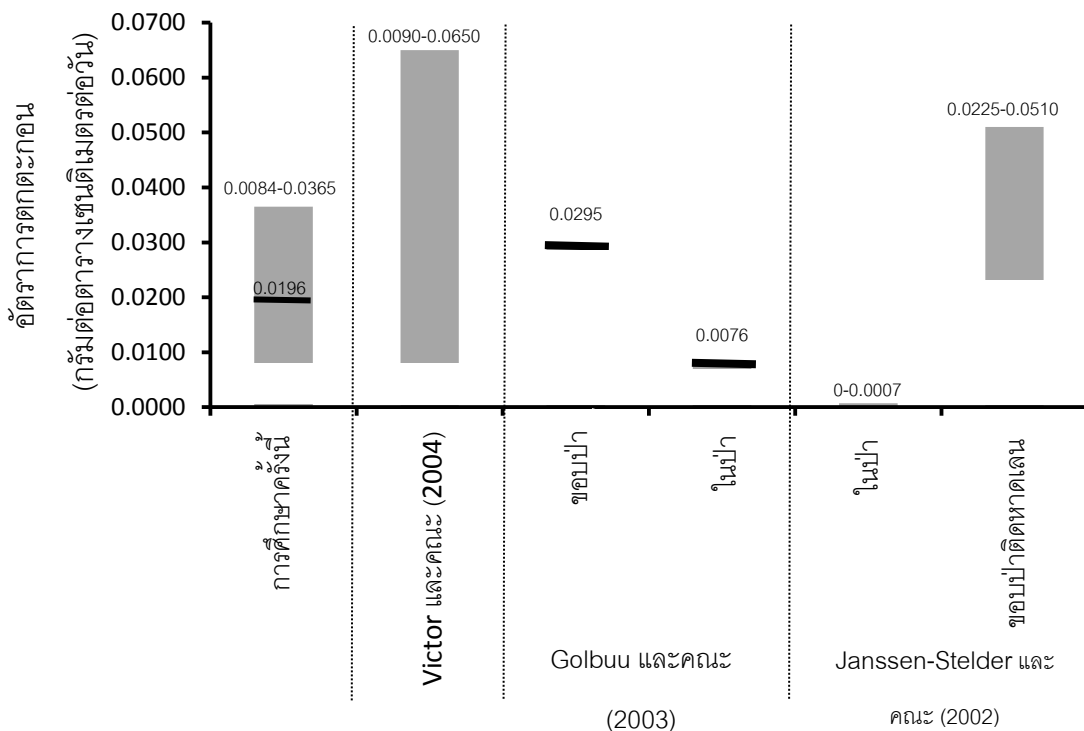
อัตราการตกตะกอนในแปลงป่าชายเลนเฉลี่ยตลอดช่วงการศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 0.0084 ถึง 0.0365 กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน หรือประมาณ 0.0196 กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตกตะกอนที่ได้จากการศึกษาคั้งนี้กับการศึกษาในป่าชายเลนที่อื่นๆ พบว่าอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยที่ได้จากการศึกษาคั้งนี้มีค่าต่ำกว่าบริเวณขอบป่าชายเลนที่อยู่ติดหาดเลนบริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำของ Red river ในประเทศเวียดนาม (ภาพที่ 5.2) ซึ่งค่อนข้างเป็นพื้นที่เปิด (Janssen-Stelder และคณะ, 2002) ในพื้นที่ดังกล่าวได้รับตะกอนจาก

แม่น้ำโดยตรงเนื่องจากอยู่ใกล้กับแหล่งที่มาของตะกอนคือ Red river จึงทำให้มีอัตราการตกตะกอนมากกว่า แต่เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตกตะกอนภายในป่าชายเลนบริเวณดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ Red ในประเทศเวียดนาม ซึ่งเป็นพื้นที่เดียวกันแต่มีความหนาแน่นของต้นไม้มาก (Janssen-Stelder และคณะ, 2002) พบว่าอัตราการตกตะกอนที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่า อาจเนื่องมาจากเมื่อความหนาแน่นของต้นไม้สูงมากเกินไปจะส่งผลให้ตะกอนแขวนลอยไม่สามารถตกลงบนพื้นป่าด้านล่างได้ อัตราตกตะกอนจึงมีค่าต่ำ นอกจากนี้อัตราการตกตะกอนที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ยังมีค่าสูงกว่าการตกตะกอนในป่าชายเลนบริเวณอ่าว Airai ประเทศไมโครนีเชีย (ภาพที่ 5.2) (Golbuu และคณะ, 2003) โดยความแตกต่างของอัตราการตกตะกอนอาจขึ้นกับระยะห่างจากแหล่งที่มาของตะกอน เช่น อ่าว แม่น้ำ หรือทะเล ป่าชายเลนที่อยู่ติดกับแหล่งที่มาของตะกอนมากกว่าจะมีอัตราการตกตะกอนสูงเพราะมีโอกาสที่จะได้รับตะกอนแขวนลอยมาก อย่างไรก็ตามอัตราการตกตะกอนที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงเดียวกับอัตราการตกตะกอนในป่าชายเลนที่อยู่ติดกับชายฝั่งในประเทศไมโครนีเชีย (ภาพที่ 5.2) (Victor และคณะ, 2004) ซึ่งเป็นป่าชายเลนบริเวณชายฝั่งทะเล (fringe mangrove) เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ยังอยู่ในช่วงเดียวกับอัตราการตกตะกอนในบริเวณขอบป่าชายเลนที่อยู่ติดกับอ่าว Airai ประเทศไมโครนีเชีย (Golbuu และคณะ, 2003) (ภาพที่ 5.2) ซึ่งชี้ให้เห็นว่าป่าชายเลนหลังแนวไม้ไผ่ชะลอคลื่นในจังหวัดสมุทรสาครมีศักยภาพในการสะสมตะกอนได้

อัตราการตกตะกอนในป่าชายเลนไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะเชิงปริมาณของรากเหนือดิน อย่างไรก็ตามพบว่าอัตราการตกตะกอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นของรากเหนือดินเพิ่มขึ้น โดยมีอัตราการตกตะกอนสูงสุดที่ความหนาแน่น 346 รากต่อตารางเมตร หลังจากนั้นอัตราการตกตะกอนมีแนวโน้มลดลงเมื่อความหนาแน่นของรากเหนือดินเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.23) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Young และ Harvey (1996) ที่ศึกษาอัตราการตกตะกอนที่ความหนาแน่นของรากหายใจต่างกัน โดยใช้ artificial pneumatophore ที่ทำจากกิ่งแอปเปิ้ลขนาดเล็ก มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับรากหายใจของ *Avicennia marina* var. *australasica* ซึ่งเป็นไม้เด่นในพื้นที่ศึกษา พบว่าการตกตะกอนเกิดขึ้นดีที่สุดที่ความหนาแน่นของ artificial pneumatophore เท่ากับ 350 รากต่อตารางเมตร ในทางตรงกันข้ามการศึกษาของ Spenceley (1997) ศึกษาการสะสมตะกอนโดยใช้ artificial pneumatophore ซึ่งทำจากตะแกรง (grid) ที่มี

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับพื้นดินเท่ากับ 0.6 เซนติเมตร และมีความสูง 7 เซนติเมตร พบว่าที่ความหนาแน่นของ artificial pneumatophore เท่ากับ 10,000 รากต่อตารางเมตร เกิดการกัดเซาะขึ้น โดยอัตราการตกตะกอนที่สูงขึ้นเมื่อความหนาแน่นของรากเหนือดินสูงขึ้นเกิดจากแรงเสียดทานระหว่างรากพืชและกระแสน้ำขึ้นน้ำลงเพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้การตกตะกอนเกิดได้ดีขึ้น (Young และ Harvey, 1996; Kumara และคณะ, 2010) อย่างไรก็ตามเมื่อความหนาแน่นของรากเหนือดินมีค่าสูงมากเกินไปก็อาจทำให้เกิดการกัดเซาะขึ้นในพื้นที่โดยทำให้เกิดความปั่นป่วนของมวลน้ำในอัตราที่สูงเกินไป (Furukawa และ Wolanski, 1996; Krauss และคณะ, 2003) จนตะกอนแขวนลอยที่เข้ามาไม่สามารถตกลงไปยังพื้นป่าได้ อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบการกัดเซาะขึ้นในป่าชายเลนในช่วงระยะเวลา 1 ปีที่ศึกษา เพียงแต่มีแนวโน้มว่ามีอัตราการตกตะกอนลดลง เนื่องจากความหนาแน่นรากยังไม่สูงมากนักเมื่อเทียบกับการศึกษาของ Young และ Harvey (1996)

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตกตะกอนภายในแปลงป่าชายเลน พบว่าอัตราการตกตะกอนในแปลงที่ 2 และ 3 มีค่าสูงกว่าในแปลงที่ 1 ซึ่งความแตกต่างนี้นอกจากเกิดจากความหนาแน่นรากหายใจที่สูงกว่าในแปลงที่ 1 แล้ว อาจเป็นผลมาจากในแปลงที่ 2 และ 3 มีโครงสร้างของระบบรากค้ำยันซึ่งช่วยในการกักเก็บตะกอนได้มากกว่า โดยการไหลของน้ำรอบๆ รากค้ำยันของพืชสกุล *Rhizophora* จะมี 3 แบบประกอบด้วยการไหลพุ่ง (jets flow) หมุนวน (eddies flow) และหยุดนิ่ง (stagnation) ทำให้การตกตะกอนเกิดได้ดีกว่าพืชที่มีโครงสร้างของรากซับซ้อนน้อยกว่า เช่น รากหายใจที่มีเฉพาะการไหลของน้ำแบบไหลพุ่ง (jets flow) เพียงอย่างเดียว (Furukawa และ Wolanski, 1996; Krauss และคณะ, 2003) ดังนั้นชนิดของรากเหนือดินที่ต่างกันของพืชป่าชายเลนอาจส่งผลต่อการตกตะกอนที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 5.2 เปรียบเทียบช่วงและค่าเฉลี่ยของอัตราการตกตะกอนในป่าชายเลน กราฟแท่งแสดงช่วงของอัตราการตกตะกอน เส้นสีด่างกลางกราฟแท่งแสดงค่าเฉลี่ย

#### 5.4.2 แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่

อัตราการตกตะกอนเฉลี่ยในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ตลอดช่วงศึกษามีค่าระหว่าง 0.0073 ถึง 0.0468 กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน คิดเป็นค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0174 กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับในพื้นที่ป่าชายเลนแต่ช่วงของอัตราการตกตะกอนในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่มีความแปรผันมากกว่า ทั้งๆ ที่มีระยะเวลาท่วมถึงของน้ำทะเลนานกว่าประมาณ 1.33 เท่า (ตารางที่ 4.11) ความแตกต่างที่เกิดขึ้นนี้อาจมาจากแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่มีความแปรผันของพื้นที่สูง กล่าวคือพื้นที่ประกอบด้วยบริเวณที่มีเฉพาะดินเลนและกล้าไม้ไผ่ไปจนถึงบริเวณที่มีพืชป่าชายเลนเจริญอยู่ด้วยจึงทำให้อัตราการตกตะกอนมีความผันแปรภายในแปลงมาก นอกจากนี้ในแปลงป่าชายเลนมีลักษณะเป็นพื้นที่ปิดซึ่งจะเห็นได้ชัดจากการปกคลุมของเรือนยอดที่ครอบคลุมประมาณ 70 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ ขณะที่แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่มีลักษณะเป็นพื้นที่เปิด ทำให้พื้นที่ของทั้งสองแปลง

ดังกล่าวได้รับอิทธิพลจากความรุนแรงของคลื่นลมต่างกัน การมีโครงสร้างป่าชายเลนและการกระจายของรากพืชป่าชายเลนในพื้นที่จะช่วยลดความรุนแรงของคลื่นลมและพายุ จึงทำให้อัตราการตกตะกอนค่อนข้างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามอัตราการตกตะกอนในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้อยู่ในช่วงเดียวกับอัตราการตกตะกอนในป่าชายเลนพื้นที่อื่นๆ เช่น บริเวณชายฝั่งทะเล ประเทศไมโครนีเชีย (Victor และคณะ, 2004) ขอบป่าชายเลนที่อยู่ติดแม่น้ำ (riverine mangrove) ดินดอนสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ Red river ประเทศเวียดนาม เป็นต้น ซึ่งแสดงถึงศักยภาพของพื้นที่ที่จะสะสมตะกอนต่อไปในอนาคต

อัตราการตกตะกอนในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ใฝ่ที่มีความหนาแน่นน้อยมีค่าสูงกว่าแปลงความหนาแน่นมากเพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 4.13) ซึ่งอาจเกิดจากความหนาแน่นของลำไม้ใฝ่ที่แตกต่างกัน เมื่อความหนาแน่นของลำไม้ใฝ่มีค่าสูงมากเกินไปอาจส่งผลให้ความปั่นป่วนของมวลน้ำมีค่าสูงจนกระทั่งตะกอนแขวนลอยไม่สามารถตกลงยังพื้นดินเลนด้านล่างได้ ดังนั้นการปักกล้าไม้ใฝ่เพื่อเพิ่มปริมาณตะกอนในพื้นที่จึงแนะนำให้ปักกล้าไม้ใฝ่ที่ระดับความหนาแน่นน้อยจะส่งผลให้มีการตกตะกอนได้ดีกว่า อย่างไรก็ตามผลการศึกษารื่องอัตราการรอดตายของกล้าไม้ให้ผลในทางตรงกันข้าม ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงนำไปสู่ข้อเสนอแนะในการปักไม้ใฝ่และปลูกป่าชายเลนเพื่อบรรเทาปัญหาการกัดเซาะชายฝั่งควรปักกล้าไม้ใฝ่ที่มีความหนาแน่นต่ำเพื่อเพิ่มปริมาณตะกอนในพื้นที่ก่อนในระยะแรก จากนั้นเมื่อตะกอนมีปริมาณมากพอและต้องการปลูกป่าชายเลนในพื้นที่แนะนำให้ปลูกร่วมกับการปักกล้าไม้ใฝ่เพิ่มเติม เพื่อเพิ่มการอยู่รอดของกล้าไม้

#### 5.4.3 แปลงหาดเลนด้านใน

อัตราการตกตะกอนเฉลี่ยในแปลงหาดเลนด้านในตลอดช่วงศึกษามีความแปรผันในช่วงแคบระหว่าง 0.0072 ถึง 0.0282 กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0162 กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวันซึ่งต่ำกว่าในแปลงป่าชายเลนและแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ใฝ่เล็กน้อยทั้งๆ ที่มีระยะเวลาท่วมถึงของน้ำทะเลเท่ากับแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ใฝ่แต่นานกว่าในแปลงป่าชายเลนประมาณ 1.33 เท่า (ตารางที่ 4.11) อย่างไรก็ตามช่วงของอัตราการตกตะกอนที่มีความแปรผันต่ำในแปลงหาดเลนด้านในอาจเกิดจากในพื้นที่หาดเลนด้านในเป็น

หาดเลนเปล่า ไม่มีสิ่งกีดขวางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำและกระแสคลื่น ทำให้มีความสม่ำเสมอของพื้นที่มากกว่าอัตราการตกตะกอนจึงมีความแปรผันในช่วงแคบ

#### 5.4.4 แปลงหาดเลนตื้นแนวไม้ไผ่

อัตราการตกตะกอนในแปลงหาดเลนตื้นแนวไม้ไผ่มีค่าอยู่ในช่วง 0.0073 ถึง 0.0545 กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0284 กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน ซึ่งสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ สาเหตุหนึ่งที่เป็นไปได้คือในแปลงนี้มีระยะเวลาการท่วมถึงของน้ำทะเลนานกว่าพื้นที่อื่นๆ โดยนานกว่าแปลงป่าชายเลน 1.7 เท่า และนานกว่าแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่และแปลงหาดเลนด้านใน 1.33 เท่า ระยะเวลาการท่วมของน้ำทะเลที่นานกว่าส่งผลให้มีโอกาสตกตะกอนมากกว่า

นอกจากนี้อัตราการตกตะกอนในแปลงหาดเลนตื้นแนวไม้ไผ่มีความแปรผันในช่วงกว้างที่สุดเมื่อเทียบกับพื้นที่อื่นๆ เนื่องจากที่ตั้งของแปลงหาดเลนตื้นแนวไม้ไผ่อยู่ติดกับทะเลจึงส่งผลให้พื้นที่บริเวณนี้ได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำและกระแสคลื่นรุนแรงกว่าพื้นที่อื่นๆ รวมทั้งได้รับอิทธิพลจากลมพายุโดยตรงทำให้อัตราการตกตะกอนมีความแปรผันสูงในรอบปี ดังจะเห็นได้จากระดับความสูงสัมพัทธ์ของพื้นที่ที่มีความแปรผันมากในรอบปี (ภาพที่ 4.21)

#### 5.4.5 เปรียบเทียบอัตราการตกตะกอนระหว่างพื้นที่ศึกษา

เมื่อเปรียบเทียบอัตราการตกตะกอนระหว่างพื้นที่ศึกษาพบว่าอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยมีค่าสูงสุดในแปลงหาดเลนตื้นแนวไม้ไผ่ แปลงป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ และแปลงหาดเลนด้านใน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามแม้ในแปลงหาดเลนตื้นแนวไม้ไผ่มีอัตราการตกตะกอนสูง แต่กลับพบว่ามีความแปรผันของอัตราการตกตะกอนสูงสุด ขณะที่ในแปลงป่าชายเลนมีความแปรผันของอัตราการตกตะกอนน้อยกว่า ซึ่งอาจเกิดจากแปลงป่าชายเลนเป็นพื้นที่ปิดที่พบการกระจายของรากค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดพื้นที่ จึงส่งผลให้อัตราการตกตะกอนมีความสม่ำเสมอกว่าแปลงหาดเลนตื้นแนวไม้ไผ่ที่เป็นพื้นที่เปิดโล่ง นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการตกตะกอนในป่าชายเลนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นของรากจนถึงความหนาแน่น 346



รากต่อตารางเมตร หลังจากนั้นอัตราการตกตะกอนจะมีค่าลดลงเนื่องจากความปั่นป่วนของมวลน้ำมีสูงจนตะกอนแขวนลอยไม่สามารถตกลงในพื้นที่ได้

อย่างไรก็ตาม อัตราการตกตะกอนที่ศึกษาโดยใช้ filter trap เป็นเพียงการศึกษาอัตราการตกตะกอนในช่วงระยะเวลาสั้นๆ สามารถเก็บข้อมูลอัตราการตกตะกอนได้เฉพาะเวลาที่วางและเก็บเครื่องดักตะกอนเท่านั้น (ประมาณ 7-15 วัน) อีกทั้งยังสามารถศึกษาได้เฉพาะการสะสมของตะกอน ไม่สามารถศึกษาถึงการกัดเซาะพื้นที่ได้เนื่องจากเป็นการวัดปริมาณตะกอนที่ตกลงบนกระดาษกรองซึ่งจะแสดงผลเฉพาะการสะสมตะกอน ขณะที่การตกตะกอนเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเป็นพลวัต นั่นคือมีทั้งการสะสม การเคลื่อนย้าย และการกัดเซาะเกิดขึ้น ดังนั้นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถใช้ศึกษาการตกตะกอนในช่วงที่นานกว่า คือการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ (elevation change) ซึ่งสามารถศึกษาได้ทั้งการสะสมของตะกอน และการกัดเซาะของพื้นที่ (Thomas และ Ridd, 2004)

## 5.5 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่

### 5.5.1 แปลงป่าชายเลน

การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในป่าชายเลนมีค่าอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 2.8 เซนติเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.3 เซนติเมตรต่อปี เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้กับการศึกษาอื่นๆ พบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในช่วงเดียวกับการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในประเทศมาเลเซีย (Kamaruzaman และคณะ, 2003; Mahmood และคณะ, 2005) แต่มีการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่เฉลี่ยต่อปีสูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากที่ตั้งของทั้งสองประเทศที่มีภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน ทำให้ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมต่างๆ โดยเฉพาะลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดมาจากมหาสมุทรอินเดียก่อให้เกิดฝนตกบนแผ่นดินใหญ่ ทำให้ทั้งสองประเทศได้รับปัจจัยสิ่งแวดล้อมคล้ายกันโดยเฉพาะปริมาณน้ำฝน ซึ่งมีผลต่อการชะล้างตะกอนแขวนลอยมากับกระแสน้ำส่งผลกระทบต่อการสะสมตะกอนและการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ โดยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในประเทศมาเลเซียมีค่า 1,790 มิลลิเมตรต่อปี (Mahmood และคณะ, 2005) ซึ่งใกล้เคียงกับในประเทศไทยซึ่งปริมาณฝนเฉลี่ยในพื้นที่ภาคกลางปี พ.ศ. 2554 เท่ากับ 1,375 มิลลิเมตรต่อปี (กรมอุตุนิยมวิทยา, ประเทศไทย) จึงอาจส่งผลกระทบต่อ การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในสองบริเวณดังกล่าว อย่างไรก็ตามการพบผลการทดลองที่คล้ายกันอาจเป็นผลมาจาก micromate ที่คล้ายกันแต่ไม่ได้รายงานไว้ใน การทดลองของ Mahmood และคณะ (2005)

อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่จากการศึกษาครั้งนี้ยังมีค่าสูงกว่าพื้นที่ป่าชายเลนในหลายประเทศ เช่น ประเทศไมโครนีเซีย (Krauss และคณะ, 2003) ประเทศออสเตรเลีย (Rogers และคณะ, 2005) ประเทศศรีลังกา (Kumara และคณะ, 2010) ประเทศเบลีส และรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา (McKee, 2011) โดยมีค่าอยู่ในช่วง -0.0003 ถึง 0.34 เซนติเมตรต่อปี ทั้งนี้อาจเกิดจากตำแหน่งที่ตั้งของประเทศมีความแตกต่างกัน จึงได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมโดยรวมต่างกัน โดยเมื่อพิจารณาปริมาณน้ำฝนรายปีในแต่ละประเทศดังกล่าวมีค่า 3,500-5,000 มิลลิเมตรต่อปีในประเทศไมโครนีเซีย (Krauss และคณะ, 2003) 975 มิลลิเมตรต่อปีในประเทศออสเตรเลีย (Rogers และคณะ, 2005) ซึ่งค่อนข้างแตกต่างจากประเทศไทย

อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่าประเทศเบลีส และรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา (McKee, 2011) ทั้งๆ ที่มีปริมาณน้ำฝนใกล้เคียงกัน(1,350 มิลลิเมตรต่อปี) ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างของ microclimate ระหว่างสองพื้นที่

### 5.5.2 แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่

การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ตลอดช่วงศึกษามีค่าอยู่ในช่วง - 0.9 ถึง 5.4 เซนติเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.0 เซนติเมตรต่อปี ซึ่งต่ำกว่าในป่าชายเลนแต่มีความแปรผันสูงกว่า อีกทั้งยังพบการกัดเซาะเกิดขึ้นในบางเดือน ทั้งนี้เนื่องจากแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่มีความสม่ำเสมอของพื้นที่น้อย สภาพพื้นที่บางส่วนยังเป็นหาดเลน ขณะที่พื้นที่บางส่วนมีการปรากฏของกล้าไม้ไผ่และมีการเจริญเติบโตของราก จึงอาจทำให้การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่มีความแปรผันในช่วงกว้างกว่าเมื่อเทียบกับแปลงป่าชายเลน

### ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่กับตัวแปรเชิงปริมาณของรากเหนือดิน

การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในแปลงป่าชายเลนและแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรเชิงปริมาณของรากเหนือดิน ได้แก่ ความหนาแน่นของรากเหนือดิน ความหนาแน่นของรากหายใจ พื้นที่หน้าตัดของรากเหนือดิน พื้นที่หน้าตัดของรากหายใจ ปริมาตรของรากหายใจ และความยาวของรากหายใจ รากเหนือดินมีผลต่อการตกตะกอนโดยทำให้แรงเสียดทานระหว่างรากเหนือดินกับกระแสน้ำเพิ่มสูงขึ้น (Furukawa และ Wolanski, 1996) ตะกอนแขวนลอยที่เข้ามามีการรวมตัวและแขวนลอยอยู่ในบริเวณที่น้ำปั่นป่วนจนกระทั่งตกตะกอนลงในพื้นป่า ดังนั้นโครงสร้างใดๆ ก็ตามที่อยู่ในแนวตั้งย่อมสามารถทำให้เกิดการหมุนวนของน้ำและทำให้เกิดการตกตะกอนขึ้น (Krauss และคณะ, 2003) จึงทำให้การตกตะกอนมีความสัมพันธ์กับตัวแปรเชิงปริมาณของรากเหนือดินดังกล่าว

ตารางที่ 5.4 การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในป่าชายเลน

ชนิดของพันธุ์ไม้เด่น	วิธีการศึกษา	สถานที่	การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ (เซนติเมตร)	การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่เฉลี่ย (เซนติเมตรต่อปี)	อ้างอิง
แสมขาว ( <i>A. alba</i> ) แสมทะเล ( <i>A. marina</i> )	หมุด (stalk or pin)	จ.สมุทรสาคร ประเทศไทย	0.2 - 2.8	1.3	การศึกษาครั้งนี้
หลายชนิด	หมุด (stalk or pin)	ประเทศไมโครนีเชีย	-	-0.02 – 0.34	Krauss และคณะ (2003)
กล้าไม้โกงกางใบใหญ่ ( <i>R. mucronata</i> )	หมุด (stalk or pin)	ประเทศศรีลังกา	-	-0.0003 – 0.0028	Kumara และคณะ (2010)
-	Artificial Marker horizon	ประเทศมาเลเซีย	0.36 – 1.31	0.61	Kamaruzaman และคณะ (2003)
แสมทะเล ( <i>A. marina</i> )	Artificial Marker horizon	ประเทศออสเตรเลีย	-	0.0026 – 0.0071	Rogers และคณะ (2005)
<i>Bruguiera parviflora</i>	แผ่นกระเบื้อง (tile)	ประเทศมาเลเซีย	0.32-0.34	1.02	Mahmood และคณะ (2005)
<i>R. mangle</i>	Surface Elevation Table (SET)	ประเทศเบลีซ และรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา	-	-0.005 -0.0109	McKee (2011)

หมายเหตุ - หมายถึงไม่มีข้อมูล

เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณของรากเหนือดินกับการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่จากการศึกษาครั้งนี้กับการศึกษาอื่นๆ พบว่าสอดคล้องกับการศึกษาในป่าชายเลน ประเทศออสเตรเลีย (Young และ Harvey, 1996) โดยใช้ artificial pneumatophore พบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความหนาแน่นของรากหายใจ เนื่องมาจากความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดของรากหายใจของ artificial pneumatophore ใกล้เคียงกันกับในพื้นที่ป่าชายเลนในการศึกษาครั้งนี้ (ตารางที่ 5.2) จึงทำให้พบความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน อย่างไรก็ตามพบว่าการศึกษาครั้งนี้ไม่สอดคล้องกับผลที่ได้จากการศึกษาในประเทศไมโครนีเซีย (Krauss และคณะ, 2003) ที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่กับความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดของรากหายใจ เนื่องมาจากความแตกต่างของความหนาแน่นและพื้นที่หน้าตัดราก โดยความหนาแน่นของรากเหนือดินที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้มีค่าสูงกว่าแต่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของรากเหนือดินต่ำกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาของ Krauss และคณะ (2003) (ตารางที่ 5.2)

### 5.5.3 แปลงหาดเลนด้านใน

การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในแปลงหาดเลนด้านในตลอดช่วงศึกษามีค่าอยู่ในช่วง -1.4 ถึง 11.3 เซนติเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.4 เซนติเมตรต่อปี ซึ่งมีค่าสูงที่สุดเมื่อเทียบกับแปลงอื่นๆ อย่างไรก็ตามพบว่าการศึกษาเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ที่มีความแปรผันสูงและยังคงพบการกัดเซาะเกิดขึ้นในบางเดือน แสดงให้เห็นว่าแม้แปลงหาดเลนด้านในจะมีการสะสมตะกอนสูงแต่มีเสถียรภาพของพื้นที่ต่ำกว่าพื้นที่ป่าชายเลน

### 5.5.4 แปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่

การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่เฉลี่ยตลอดช่วงศึกษามีค่าอยู่ในช่วง -6.0 ถึง 6.5 เซนติเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ -1.2 เซนติเมตรต่อปี ซึ่งเป็นเพียงแปลงเดียวที่มีค่าเฉลี่ยการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ติดลบแสดงถึงมีการกัดเซาะเกิดขึ้นในพื้นที่หาดเลนติดแนวไม้ไผ่ ทั้งนี้เนื่องมาจากเป็นพื้นที่โล่งและอยู่ติดกับทะเลมากที่สุดจึงได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำและกระแสน้ำที่รุนแรง อีกทั้งยังไม่มีโครงสร้างในแนวตั้งที่ช่วยชะลอการเคลื่อนที่ของ

กระแสการตกตะกอนจึงไม่สม่ำเสมอ ประกอบกับการขนส่งตะกอนแขวนลอยออกไปจากพื้นที่ในช่วงน้ำลงทำให้การเปลี่ยนแปลงระดับพื้นที่เฉลี่ยมีค่าเป็นลบ แสดงให้เห็นว่าในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่มีเสถียรภาพของพื้นที่ต่ำที่สุด เพราะแม้ว่าจะมีอัตราการตกตะกอนสูงที่สุดแต่กลับพบการกัดเซาะเกิดขึ้น

#### ความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่กับภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในแปลงหาดเลนด้านในและแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับปริมาณน้ำฝนในช่วงที่ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม) เนื่องจากในช่วงฤดูฝนมีความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยจากแม่น้ำสูงจากการชะล้างของตะกอนหน้าดิน ซึ่งจากรายงานของกรมอุตุนิยมวิทยาพบว่าช่วงดังกล่าวในปี พ.ศ. 2555 โดยเฉพาะในเดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีฝนตกสูงสุดในรอบปี (ภาพที่ 4.22) อีกทั้งประเทศไทยยังได้รับอิทธิพลจากพายุไต้ฝุ่น “ไคตั๊ก” (KAI-TAK, 1213) ในช่วงกลางเดือนสิงหาคมส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในเดือนกันยายนมีค่าเป็นบวก (เนื่องจากการวัดการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่จะวัดทุกสองเดือน ทำให้อิทธิพลจากพายุไต้ฝุ่นในช่วงกลางเดือนสิงหาคมส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในเดือนกันยายน) โดยมีความสูงของพื้นที่เฉลี่ยมากกว่า 5 เซนติเมตร (ภาพที่ 4.16) เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษารั้งนี้กับการศึกษาอื่นๆ พบว่าสอดคล้องกับการศึกษาในประเทศมาเลเซีย ที่พบว่าอัตราการตกตะกอนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณน้ำฝน (Mahmood และคณะ, 2005) อย่างไรก็ตามในการศึกษารั้งนี้ไม่สามารถบอกอิทธิพลของลมมรสุมต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ได้ เพราะเป็นการศึกษาในระยะเวลาดึกษาสั้นๆ เพียง 1 ปี

#### 5.5.5 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ระหว่างพื้นที่ศึกษา

การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในแต่ละพื้นที่ศึกษามีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยชีวภาพที่ต่างกัน โดยในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่และหาดเลนด้านในเป็นพื้นที่เปิดโล่งจึงไม่มีสิ่งที่ยับยั้งขวางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำทำให้การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่มีความสัมพันธ์กับภูมิอากาศเป็นหลักซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ขณะที่ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการ

ปักชำไม้ไผ่และแปลงป่าชายเลนเป็นพื้นที่ที่ปิดมากกว่าและมีการกระจายของรากซึ่งเป็นตัวขัดขวางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำ พบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางชีวภาพเป็นหลัก ซึ่งได้แก่ ระบบรากเหนือดิน

เมื่อเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่เฉลี่ยตลอดช่วงศึกษาในแต่ละพื้นที่ที่ศึกษา พบว่ามีการสะสมของตะกอนมากที่สุดในการแปลงหาดเลนด้านใน แปลงป่าชายเลน และแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ ตามลำดับ ขณะที่พบการกัดเซาะเกิดขึ้นในการแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่

เนื่องจากแปลงป่าชายเลน (แปลงที่ 1) และแปลงหาดเลนด้านใน (แปลงที่ 6) อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน จึงอาจสามารถเปรียบเทียบอัตราการตกตะกอนระหว่างสองแปลงดังกล่าวได้ ผลการศึกษาพบว่าอัตราการตกตะกอนเฉลี่ยในการแปลงป่าชายเลนมีค่าต่ำกว่าแปลงหาดเลนด้านใน อย่างไรก็ตามอัตราการตกตะกอนในการแปลงป่าชายเลนมีความแปรผันน้อย ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอัตราการตกตะกอนในการแปลงป่าชายเลนมีความสม่ำเสมอมากกว่าแปลงหาดเลนด้านใน ส่วนการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่สุทธิในการแปลงหาดเลนด้านในมีค่าสูงแต่กลับพบการกัดเซาะเกิดขึ้นในบางเดือน ขณะที่ไม่พบการกัดเซาะเกิดขึ้นในการแปลงป่าชายเลน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงเสถียรภาพของป่าชายเลนที่มีการสะสมตะกอนตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา

อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่สุทธิที่มีค่าสูงในการแปลงหาดเลนด้านใน แต่กลับพบการกัดเซาะเกิดขึ้นในบางเดือน อาจเป็นผลมาจากความหนาแน่นรวมของดินมีค่าต่ำ (ตารางที่ 4.9) รวมทั้งไม่มีโครงสร้างที่ช่วยในการขัดขวางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำและส่งเสริมให้เกิดการตกตะกอน เช่น โครงสร้างรากเหนือดินของพืชป่าชายเลน ทำให้ตะกอนที่ตกในพื้นที่มีการยึดเกาะกันอย่างหลวมๆ ทำให้ถูกพัดพาออกไปจากพื้นที่ได้ง่าย ดังนั้นแม้แปลงหาดเลนด้านในจะมีอัตราการตกตะกอนและการเปลี่ยนแปลงระดับพื้นที่สูงกว่าแปลงป่าชายเลน แต่กลับพบว่าป่าชายเลนสามารถรักษาเสถียรภาพของพื้นที่ได้มากที่สุดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่มีค่าเป็นบวกตลอดช่วงที่ทำการศึกษา ดังนั้นจึงเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญที่ชี้ให้เห็นว่าป่าชายเลนพบบาทสำคัญต่อการสะสมและกักเก็บตะกอนไว้ในป่า

## บทที่ 6

### สรุปผลการศึกษา

#### 6.1 โครงสร้างป่าและการเติบโต

##### แปลงป่าชายเลน

พบพันธุ์ไม้ป่าชายเลนทั้งหมด 5 ชนิด ใน 3 วงศ์ ได้แก่ แสมขาว (*Avicennia alba* Blume) แสมทะเล (*A. marina* (Forssk.) Vierh.) ในวงศ์ Avicenniaceae โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Blume) โกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata* Poir.) ในวงศ์ Rhizophoraceae และลำพู (*Sonneratia caseolaris* (L.) Engl.) ในวงศ์ Lythraceae ไม้ต้นที่มีดัชนีความสำคัญมากที่สุดคือไม้แสม (*Avicennia* sp.) ซึ่งเป็นไม้เบิกนำเหมาะต่อการเจริญในพื้นที่หาดเลนที่มีลักษณะดินอ่อนนุ่มเป็นดินร่วนปนทรายแป้งและดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ส่วนไม้สกุลโกงกาง (*Rhizophora* sp.) เป็นไม้ที่ปลูกเสริมขึ้นภายหลังเพื่อฟื้นฟูป่าชายเลนที่ถูกกัดเซาะ มวลชีวภาพของพืชป่าชายเลนหลังสิ้นสุดการทดลองมีค่าเพิ่มขึ้นประมาณสองเท่าเมื่อเทียบกับระยะเริ่มต้น เนื่องจากพืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีเพราะไม้ในพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในระยะไม้หนุ่มจึงเติบโตได้รวดเร็ว

##### แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่

กล้าไม้แสมขาว (*A. alba*) และโกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) มีการเติบโตด้านความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับพื้นดินเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับระยะเริ่มต้น อัตราการตายของกล้าไม้ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ที่มีความหนาแน่นน้อยมีค่าสูงกว่าความหนาแน่นมาก ความหนาแน่นของกล้าไม้ไผ่ที่ต่างกันจึงอาจส่งผลต่อการอยู่รอดของกล้าไม้โดยทำหน้าที่ลดแรงปะทะของคลื่นและกระแสน้ำที่เข้ามายังพื้นที่ โดยไม้แสมมีการอยู่รอดมากกว่าไม้โกงกาง



## 6.2 โครงสร้างของระบบรากพืชป่าชายเลน

### 6.2.1 ระบบรากเหนือดิน

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับพื้นดินเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ยของรากเหนือดินเปลี่ยนแปลงตลอดช่วงที่ทำการทดลองเนื่องจากมีการเติบโตของรากรวมทั้งมีรากเกิดใหม่และตายลง ความหนาแน่นเฉลี่ยของรากโดยรวมมีค่าเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากอัตราการเกิดรากใหม่สูงกว่าอัตราการตาย พื้นที่หน้าตัดและปริมาตรของรากมีการเปลี่ยนแปลงในทางเดียวกันกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับพื้นดินเฉลี่ยและความสูงเฉลี่ย

### 6.2.2 ระบบรากใต้ดิน

น้ำหนักรากใต้ดินต่อปริมาตรดินและน้ำหนักรากตายต่อปริมาตรดินรวมถึงความหนาแน่นรากฝอยมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงที่ทำการศึกษาทั้งในแปลงป่าชายเลนและแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ เนื่องจากไม้มีการเติบโตเพิ่มขึ้นจึงทำให้มีมวลชีวภาพมากขึ้น

## 6.3 ปริมาณตะกอนแขวนลอย และเปอร์เซ็นต์ของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่

ปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงน้ำเกิดมีความแปรผันมากกว่าในช่วงน้ำตายซึ่งเป็นผลมาจากในช่วงน้ำเกิดมีความแตกต่างของระดับน้ำขึ้นและลงมาก กระแสน้ำมีการเคลื่อนที่รุนแรงจึงส่งผลให้ตะกอนแขวนลอยที่เข้ามา มีความปั่นป่วนมากกว่า ขณะที่เปอร์เซ็นต์ของตะกอนแขวนลอยที่คงอยู่ในพื้นที่ตลอดช่วงศึกษาแสดงให้เห็นว่ามีการขนส่งตะกอนเข้ามาในแปลงป่าชายเลน ปลูกกล้าไม้ปลูกผสมการปักชำไม้ไผ่ และแปลงหาดเลนด้านใน ขณะที่มีการขนส่งตะกอนออกไปจากพื้นที่หาดเลนติดแนวไม้ไผ่ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากตำแหน่งที่ตั้งของแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่แตกต่างจากพื้นที่อื่นๆ ทำให้ได้รับปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่างกับพื้นที่อื่นๆ อย่างชัดเจน

#### 6.4 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับอัตราการตกตะกอน

อัตราการตกตะกอนเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษาตลอดทั้งปีมีค่าอยู่ในช่วง 0.0072 ถึง 0.0545 กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน และมีความแปรผันระหว่างพื้นที่ศึกษาโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0196, 0.0174, 0.0162 และ 0.0284 กรัมต่อตารางเซนติเมตรต่อวัน ในแปลงป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ แปลงหาดเลนด้านใน และแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ ตามลำดับ อัตราการตกตะกอนสูงที่สุดในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่อาจเกิดจากมีระยะเวลาที่น้ำทะเลท่วมถึงในพื้นที่นานกว่าพื้นที่อื่นทำให้โอกาสตกตะกอนมีมากขึ้น

ในแปลงป่าชายเลน ซึ่งเป็นพื้นที่ปิดที่มีไม้ป่าชายเลนและมีโครงสร้างของระบบรากค่อนข้างสม่ำเสมอตลอดพื้นที่ พบว่าอัตราการตกตะกอนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นรากเหนือดินเพิ่มขึ้น โดยมีอัตราการตกตะกอนสูงสุดที่ความหนาแน่นรากเหนือดิน 346 รากต่อตารางเมตร หลังจากนั้นอัตราการตกตะกอนจะมีค่าลดลงเนื่องจากความหนาแน่นของรากเหนือดินที่สูงเกินไปส่งผลให้ความดันของมวลน้ำมีค่าสูงจนกระทั่งตะกอนแขวนลอยไม่สามารถตกลงไปยังพื้นป่าด้านล่างได้ ขณะที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการตกตะกอนกับปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพในแปลงอื่นๆ

#### 6.5 ปัจจัยที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่

การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่เฉลี่ยตลอดทั้งปีของพื้นที่ศึกษามีค่าอยู่ในช่วง -6 ถึง 11.3 เซนติเมตร และมีความแปรผันระหว่างพื้นที่ศึกษาในช่วงกว้างโดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.3, 1.0, 3.4 และ -1.2 เซนติเมตรต่อปี ในแปลงป่าชายเลน แปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่ แปลงหาดเลนด้านใน และแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่ ตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าการเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในแปลงป่าชายเลนมีความแปรผันในช่วงแคบที่สุดและเป็นเพียงพื้นที่เดียวที่ไม่พบการกัดเซาะ จึงเป็นหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่าป่าชายเลนมีเสถียรภาพต่อการสะสมและกักเก็บตะกอนไว้ในป่า

การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ในแต่ละพื้นที่ศึกษามีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพที่ต่างกัน กล่าวคือในแปลงหาดเลนติดแนวไม้ไผ่และหาดเลนด้านในเป็นพื้นที่เปิดโล่งจึงไม่มีสิ่งที่ยับยั้งการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำทำให้การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่มี

ความสัมพันธ์กับภูมิอากาศเป็นหลักซึ่งได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ขณะที่ในแปลงกล้าไม้ปลูกผสมการปักกล้าไม้ไผ่และแปลงป่าชายเลนเป็นพื้นที่ปิดและมีการกระจายของรากซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวขัดขวางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำพบว่า การเปลี่ยนแปลงระดับของพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์กับปัจจัยทางชีวภาพเป็นหลัก ซึ่งได้แก่ระบบรากเหนือดิน

## 6.6 ข้อเสนอแนะสำหรับการจัดการพื้นที่หาดเลนที่ประสบปัญหาการกัดเซาะ

จากผลการศึกษาอัตราการตกตะกอนและการเปลี่ยนแปลงความสูงของพื้นที่ในแปลงต่างๆ สามารถนำไปสู่ข้อเสนอแนะในการจัดการพื้นที่หาดเลนที่ประสบปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง โดยการปลูกกล้าไม้ป่าชายเลนและปักกล้าไม้ไผ่ในพื้นที่ เพื่อส่งเสริมให้เกิดการตกตะกอนและเพิ่มอัตราการอยู่รอดของกล้าไม้ ได้ดังนี้

### 1. ความหนาแน่นของกล้าไม้ไผ่

เนื่องจากผลการศึกษาพบว่าที่ความหนาแน่นของกล้าไม้ไผ่น้อยทำให้เกิดการตกตะกอนได้ดีกว่าที่ความหนาแน่นของกล้าไม้ไผ่มาก จึงแนะนำให้ปักกล้าไม้ไผ่ที่ระดับความหนาแน่นน้อย ในพื้นที่หาดเลนเพื่อเพิ่มปริมาณตะกอน หลังจากนั้นเมื่อปลูกกล้าไม้ป่าชายเลนในพื้นที่ ควรปักกล้าไม้ไผ่เพิ่มเติมให้มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น เพื่อเพิ่มอัตราการอยู่รอดของกล้าไม้ป่าชายเลน

### 2. ชนิดของกล้าไม้ป่าชายเลน

ควรปลูกไม้สกุลแสม (*Avicennia*) ซึ่งเป็นไม้เบิกนำ (pioneer species) เนื่องจากมีอัตราการรอดตายสูงและสามารถเติบโตได้รวดเร็วในพื้นที่เปิดโล่ง นอกจากนี้รากหายใจของแสมยังช่วยส่งเสริมให้เกิดการตกตะกอนได้โดยเป็นตัวช่วยขัดขวางการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำ ทำให้ความเร็วของกระแสน้ำลดลง ตะกอนแขวนลอยจึงคงอยู่ในป่าชายเลนได้นานขึ้นจึงตกตะกอนได้ดีขึ้น โดยอัตราการตกตะกอนมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาแน่นของรากหายใจเพิ่มขึ้น และมีอัตราการตกตะกอนสูงสุดที่ความหนาแน่นรากหายใจเท่ากับ 346 รากต่อตารางเมตร ความหนาแน่นที่สูงมากกว่านี้จะทำให้อัตราการตกตะกอนลดลงเนื่องจากเกิดความปั่นป่วนของมวลน้ำรอบๆ รากหายใจสูงจนตะกอนแขวนลอยเกิดการฟุ้งและไม่สามารถตกลงมายังพื้นป่าได้ ดังนั้นเมื่อปลูกแสม

จนมีความหนาแน่นของรากหายใจประมาณ 346 รากต่อตารางเมตรแล้ว จึงควรลดความหนาแน่นของรากหายใจโดยการปลูกกล้าไม้ป่าชายเลนที่มีรากค้ำยัน เช่น โกงกางใบใหญ่ โกงกางใบเล็ก ซึ่งยังช่วยส่งเสริมให้เกิดการตกตะกอนดีขึ้นด้วย โดยเมื่อพืชป่าชายเลนเจริญเติบโตแล้วจะมีเสถียรภาพในการป้องกันการกัดเซาะชายฝั่งอย่างยั่งยืนต่อไป

## 6.7 คำแนะนำในการศึกษาเพิ่มเติม

### 1. ระดับความลึกดินที่เหมาะสมในการปลูกกล้าไม้ป่าชายเลน

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า กล้าไม้ปลูกในพื้นที่ที่มีการตายแบบถอนรากถอนโคน (uproot) ซึ่งอาจเกิดจากการปลูกกล้าไม้ในระดับตื้นเกินไปจนทำให้กล้าไม้ไม่สามารถยึดดินเลนและอยู่รอดได้ จึงควรมีการศึกษาเรื่องระดับความลึกของดินที่เหมาะสมในการปลูกกล้าไม้ให้มีอัตราการรอดตายสูงสุด กล่าวคือไม่ตื้นจนกล้าไม้ไม่สามารถยึดดินเลนได้และไม่ลึกจนกล้าไม้ไม่สามารถพัฒนาระบบรากเพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สได้

### 2. ความหนาแน่นของกล้าไม้ไฟ

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้ศึกษาเรื่องความหนาแน่นของกล้าไม้ไฟที่เหมาะสมต่อการตกตะกอนและการอยู่รอดของกล้าไม้โดยตรง เป็นเพียงการศึกษาจากแปลงปลูกที่มีอยู่ก่อนแล้ว ผู้ศึกษาได้สูมวัดความหนาแน่นของกล้าไม้ไฟในพื้นที่ พบว่ามีความหนาแน่นประมาณ 4 และ 10 ลำต่อตารางเมตร ดังนั้นจึงแนะนำให้มีการศึกษาความหนาแน่นของกล้าไม้ไฟที่ระดับอื่นๆ เพื่อหาความหนาแน่นที่เหมาะสมสำหรับการปักกล้าไม้ไฟเพื่อปลูกกล้าไม้ป่าชายเลนที่มีปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง. 2551. โครงการจัดทำแผนหลักและแผนปฏิบัติการแก้ไข  
ปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง บริเวณอ่าวไทยตอนบน. รายงานฉบับสมบูรณ์. กรมทรัพยากร  
ทางทะเลและชายฝั่ง, กรุงเทพฯ.
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>1</sup>. 2552. สถานภาพการกัดเซาะชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย  
[ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.dmcr.go.th/marinecenter/erosion-thai1.php>.  
[2554, 19 สิงหาคม]
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>1</sup>. 2554. การจัดการการกัดเซาะชายฝั่งทะเลในประเทศไทย.  
ในเอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการนานาชาติด้านการกัดเซาะชายฝั่งทะเล. 132 หน้า,  
27-29 เมษายน พ.ศ. 2554 ณ โรงแรมราม่า การ์เดนส์ กรุงเทพฯ.
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>2</sup>. 2552. สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงและการกระจายของป่า  
ชายเลน [ออนไลน์]. แหล่งที่มา: [http://www.dmcr.go.th/marinecenter/mangrove-2-  
lesson2.php](http://www.dmcr.go.th/marinecenter/mangrove-2-lesson2.php). [2555, 11 ตุลาคม]
- กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง<sup>2</sup>. 2554. ชายฝั่งในประเทศไทยและพื้นที่การกัดเซาะชายฝั่ง.  
[ออนไลน์]. แหล่งที่มา: <http://www.dmcr.go.th/marinecenter/erosion.php>. [2556, 19  
มิถุนายน]
- เทียมใจ คมกฤต. 2536. โครงสร้างของไม้ป่าชายเลน. กรุงเทพมหานคร: อลงกรณ์.
- ธนวัฒน์ จารุพงษ์สกุล. 2549. การกัดเซาะชายฝั่งทะเลของประเทศไทย: ปัญหาและแนวทางการ  
จัดการ. หน่วยงานพิบัติภัยและข้อเสนอสารสนเทศเชิงพื้นที่. คณะวิทยาศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 36 หน้า.
- บุญอ่ำไพ เชนใจ. 2529. การศึกษาทางกายวิภาคของแสมขาวและแสมดำ. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต, สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ประสิทธิ์ ไกรสูงเนิน. 2532. ลักษณะทางกายวิภาคของลำพู่และลำแพน. วิทยานิพนธ์ปริญญา  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปราโมทย์ ไชยศิริ และศุภิชัย ตั้งใจตรง. 2550. ประสิทธิภาพของแนวไม้ไผ่รอกในการป้องกันการ  
กัดเซาะชายฝั่งทะเล. ในการประชุมวิชาการระบบนิเวศป่าชายเลนแห่งชาติ “ป่าชายเลน:  
รากฐานเศรษฐกิจพอเพียงของชุมชนชายฝั่ง”. หน้า 171-179, 12-14 กันยายน พ.ศ. 2550  
ณ โรงแรมฮอติเดย์ อินน์ รีสอร์ท ริเจนท์บีช ชะอำ เพชรบุรี.
- พยอม รัตนมณี. 2551. โครงการสำรวจและศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตะกอนชายฝั่งทะเล.  
รายงานฉบับสมบูรณ์. กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.
- พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์, ศศิธร พ่วงปาน และชนิตา ปาติยะวุฒิ. 2554. โครงการศึกษาผลกระทบ  
สิ่งแวดล้อมเบื้องต้น การนำแนวป้องกันการกัดเซาะชายฝั่ง ป้อมพระจุลจอมเกล้า จังหวัด  
สมุทรปราการ เรื่อง “สังคมพืชป่าชายเลน การรอดตายและการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้ป่า  
ชายเลน”. รายงานฉบับสมบูรณ์. การไฟฟ้านครหลวง.
- พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์, ศศิธร พ่วงปาน และสมภพ รุ่งสุภา. 2551. โครงการศึกษาศักยภาพป่า  
และปลูกเสริมป่าเพื่อป้องกันพื้นที่แนวชายฝั่งทะเล. รายงานฉบับสมบูรณ์. กรมทรัพยากร  
ทางทะเลและชายฝั่ง, กรุงเทพฯ.
- สถาพร บุตรดา. ผู้อำนวยการศูนย์อนุรักษ์ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งที่ 2 (สมุทรสาคร).  
สัมภาษณ์, 14 มิถุนายน 2554.
- สนิท อักษรแก้ว. 2522. ลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลน. ในรายงานการสัมมนา ระบบนิเวศป่า  
ชายเลน ครั้งที่ 3 จังหวัดสงขลา, 251 หน้า, 8-12 เมษายน พ.ศ. 2522. สำนักงาน  
คณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- สนิท อักษรแก้ว. 2541. ป่าชายเลน นิเวศวิทยาและการจัดการ. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:  
สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์.
- สนิท อักษรแก้ว. 2545. ประชากรและทรัพยากรชายฝั่งทะเล (รวมบทความทางวิชาการ). ทูเนเมธี  
วิจัยอาวุโส สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) วิทยาลัยประชากรศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. พิมพ์ครั้งที่ 1.

สมภพ รุ่งสุภา. 2554. เปรียบเทียบประสิทธิภาพของแนวไม้ไผ่ต่อการเปลี่ยนแปลงระดับและอัตราการตกตะกอนระหว่างนอกและในฤดูมรสุม: ตำบลบ้านโคกขาม อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร. ในการสัมมนาป่าชายเลนแห่งชาติ ครั้งที่ 14 “ชุมชนเข้มแข็ง ป้องกันภัยพิบัติ ชาติโลกไร้ร้อน”. หน้า 239-248, 7-8 กันยายน พ.ศ. 2554 ณ โรงแรมมิราเคิล แกรนด์ คอนเวนชั่น กรุงเทพฯ.

สรายุทธ บุญยะเวชชีวิน และรุ่งสุริยา บัวสาลี. 2554. ป่าชายเลน: นิเวศวิทยาและพรรณไม้. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

ส่วนบริหารจัดการทรัพยากรป่าชายเลนที่ 2. 2552. การปลูกป่าชายเลนในประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 1. สงขลา: หาดใหญ่เบสเซลส์ แอนด์ เซอร์วิส.

สิน สิ้นสกุล, สุวัฒน์ ตริยะไพรัช, นรินทร์ ชัยมณี และบรรเจิด อร่ามประยูร. 2545. รายงานวิชาการ การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย. กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณี. 173 หน้า.

### ภาษาอังกฤษ

Adame, M.F., Neil, D., Wright, S.F. and Lovelock, C.E. 2010. Sedimentation within and among mangrove forests along a gradient of geomorphological settings. Estuarine, Coastal and Shelf Science 86: 21-30.

Aksornkoe, S., Srisawasdi, W., Thammachote, P. and Panichsuko, S. 1985. Productivity and mortality of mangrove plantation in an abandoned mining area for coastal zone development in Thailand. BAKAWAN 6(3): 6-8.

Aksornkoe, S., Wattayakorn, G. and Kaitpraneet, W. 1978. Physical and Chemical Properties of Soil and Water in Mangrove Forest at Amphoe Klung, Changwat Chantaburi Thailand. Final Report Submitted to UNESCO, Paris.

Aksornkoe, S., Kongsangchai, J., Panichsuko, S., Srisawatt, W., Panichchart, S., Aguru, V., Jintana, N., Jintana, V., Krachaivong, J. and Kooha, B. 1989. Inventory and Monitoring on Mangroves in Thailand. Final Report Submitted to The Office of the National Environment Board, Bangkok.

- Allen, J.R.L., Duffy, M.J. 1998. Medium-term sedimentation on high intertidal mudflats and salt marshes in the Severn Estuary, SW Britain: the role of wind and tide. Marine Geology 150: 1 – 27.
- Augustinus, P.G.E.F. 1995. Geomorphology and sedimentology of mangroves. In Perillo G.M.E., Editor, Geomorphology and Sedimentology of Estuaries. Developments in sedimentology 53: 333-357. Ireland: Elsevier.
- Avnimelech, Y., Kochva, M., Hargreaves, J.A. 1999. Sedimentation and resuspension in earthen fish ponds. Journal of the World Aquaculture Society 30 (4): 401– 409.
- Bale, A.J. 1998. Sediment trap performance in tidal waters: comparison of cylindrical and conical collectors. Continental Shelf Research 18: 1401–1418.
- Bird, B.C.F. 1986. Mangroves and intertidal morphology in Westernport bay, Victoria, Australia. Marine Geology 69: 251-271.
- Bird, E.C.F. and Barson, M.M. 1977. Measurement of physiographic changes on mangrove-fringed estuaries and coastlines. Marine Research in Indonesia 18: 73–80.
- Boumans, R. and Day, Jr.J.W. 1993. High precision measurements of sediment elevation in shallow coastal areas using a sedimentation–erosion table. Estuaries 16: 375–380.
- Bouyoucos, G. L. 1926. Estimation of the colloidal material in soils. Science 64: 362.
- Boumans, R., Day, Jr.J.W. 1993. High precision measurements of sediment elevation in shallow coastal areas using a sedimentation–erosion table. Estuaries 16: 375-380.
- Bowman, H.H.M. 1917. Ecology and physiology of the Red mangrove. Proceedings of the American Philosophical Society 61: 589-672.
- Briggs, S.V. 1977. Estimates of biomass in a temperate mangrove community. Australian Journal of Ecology 2: 369-373.



- Cahoon, D.R. and Lynch, J.C. 1997. Vertical accretion and shallow subsidence in a mangrove forest of southwestern Florida, USA. Mangroves Salt Marshes 1: 173–186.
- Cahoon, D.R. and Reed, D.J. 1995. Relationships among Marsh Surface Topography, Hydroperiod, and Soil Accretion in a Deteriorating Louisiana Salt Marsh. Journal of Coastal Research 11: 357-369.
- Cahoon, D.R. and Turner, R.E. 1989. Accretion and Canal impacts in a rapidly subsiding wetland II. Feldspar marker horizon technique. Estuarine 12: 260-268.
- Cahoon, D.R., Lynch, J.C., Perez, B.C., Segura, B., Holland, R.D., Stelly, C., Stephenson, G. and Hensel, P. 2002. High-precision measurements of wetland sediment elevation: II. The rod surface elevation table. Journal of Sedimentary Research 72 (5): 734–739.
- Cahoon, D.R., Reed, D.J. and Day, Jr.J.W. 1995. Estimating shallow subsidence in microtidal salt marshes of the southeastern United States: Kaye and Barghoorn revisited. Marine Geology 128: 1–9.
- Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H., and Baumgarder, G.A. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. Oecologia. 111: 1-11.
- Callaway, J.C. and Siegel, S. 2002. Data Collection Protocol Sedimentation-Erosion Tables (SET's). Wetlands Regional Monitoring Program Plan 2012.1-6.
- Callaway, J.C., DeLaune, R.D. and Patrick, W.H.Jr. 1996. Chernobyl <sup>137</sup>Cs used to determine sediment accretion rates at selected northern European coastal wetlands. Limnology and Oceanography 41(3): 444- 450.
- Callaway, J.C., DeLaune, R.D. and Patrick, W.H.Jr. 1997. Sediment Accretion Rates from Four Coastal Wetlands along the Gulf of Mexico. Journal of Coastal Research 13: 181-191.

- Dahdouh-Guebas, F., Kairo, J.G., Bondt, R.D. and Koedam, N. 2007. Pneumatophore height and density in relation to micro-topography in the grey mangrove *Avicennia marina*. Belgian Journal of Botany 140: 213-221.
- Davies, A.G. 1985. Field observations of the threshold of sediment motion by wave action. Sedimentology 32: 685–704.
- Dawes, C.J. 1981. Marine botany. Wiley, New York. 628 pp.
- De Angelis, D.L., Garner, R.H. and Shugart, H.H. 1981. Productivity of forest ecosystems studies during the IBP: the woodlands data set. In: D.E. Reichle, Editor, Dynamic Properties of Forest Ecosystems. International Biological Programme, Cambridge University Press 23: 567-672.
- De Haan, T.H. 1931. Het Enn Ander over de Tijlatjap Sche Vloedbosschen. Tectona. 24 : 39-76. (English Summary).
- Delaune, R.D., Whitcomb, J.H., Patrick, W.H.Jr., Pardue, J.H. and Pezesiiki, S.R. 1989. Accretion and Canal Impacts in Rapidly Subsiding Wetlands. I  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{210}\text{Pb}$  techniques. Estuarine 12: 247-259.
- Erlingsson, U. 1991. A sensor for measuring erosion and deposition. Journal of Sedimentary Petrology 61: 620–622.
- FAO. 2007. The World's Mangroves 1980-2005. FAO. Forestry Paper.
- Fromard, F., Puig, H., Mougín, E., Marty, G., Betoulle, J.L. and Cadamuro, L. 1998. Structure, above-ground biomass and dynamics of mangrove ecosystems: new data from French Guiana. Oecologia 115: 39-53.
- Furakawa, K. and Baba, S. 2001. Effects of sea-level rise on Asian mangrove forests. In Proceedings of the APN/SURVAS/LOICZ Joint Conference on Coastal Impacts of Climate Change and Adaptation in the Asia–Pacific Region, pp. 219-224. Japan: Asia Pacific Network for Global Change Research.

- Furukawa, K. and Wolanski, E. 1996. Sedimentation in mangrove forests. Mangroves and Salt Marshes 1: 3-10.
- Furukawa, K., Wolanski, E. and Mueller, H. 1997. Currents and sediment transport in mangrove forest. Estuarine Coastal and Shelf Science 44: 301–310.
- Gardner, W.D. 1980. Sediment trap dynamics and calibration: a laboratory evaluation. Journal of Marine Research 38: 17–39.
- Gayon, J. 2000. History of the concept of allometry. American Zoologist 40: 748-758.
- Gill, A.M. and Tomlinson, P.B. 1975. Aerial roots: an array of forms and functions. In The development and function of roots, eds. J.G. Torrey and D.T. Clarkson.
- Gledhill, D. 1963. The Ecology of the Aberdeen Creek Mangrove Swamp. Journal of Ecology 51: 639-703.
- Golbuu, Y., Victor, S., Wolanski, E. and Richmond, R.H. 2003. Trapping of fine sediment in a semi-enclosed bay, Palau, Micronesia. Estuarine, Coastal and Shelf Science 57: 941–949.
- Gust, G., Byrne, R.H., Bernstein, R.E., Betzer, P.R. and Bowles, W. 1992. Particle fluxes and moving fluids: experience from synchronous trap collections in the Sargasso Sea. Deep-Sea Research 39 (7– 8): 1071–1083.
- Janssen-Stelder, B.M., Augustinus, P.G.E.F. and van Santen, W.A.C. 2002. Sedimentation in a coastal mangrove system, Red River Delta, Vietnam. In Fine Sediment Dynamics in the Marine Environment, J.C. Winterwerp & C. Kranenberg, editors,. Amsterdam: Elsevier Science: 455–467.
- Jigorel, A. 1996. Effects of environmental change on European salt-marshes. Environment research programme (1990-1994). Final report, 2: 7-37. Cited in Marion, C., Anthony, E.J. and Trentesaux, A. 2009. Short-term ( $\leq 2$  yrs) estuarine mudflat and saltmarsh sedimentation: High-resolution data from ultrasonic

- altimetry, rod surface-elevation table, and filter traps. Estuarine, Coastal and Shelf Science 83: 475-484.
- Jones, A.B., Dennison, W.C. and Preston, N.P. 2001. Integrated treatment of shrimp effluent by sedimentation, oyster filtration and macroalgal absorption: a laboratory scale study. Aquaculture 193: 155–178.
- Jordan, H.D. 1964. The Relation of Vegetation and Soil to the Development of Mangrove Swamp for Rice Growing in Sierra Leon. Journal of Applied Ecology 1: 209-212.
- Kamaruzaman, B.Y., Mohd Lokman, H., Sulong, I. and Hasrizal, S. 2003. The determination of accretion rate in Setiu mangrove, Malaysia: Thorium-230 versus artificial horizontal marker method. Pertanika Journal Tropical Agricultural Science 26(1): 65-71.
- Kathiresan, K. 2003. How do mangrove forests induce sedimentation?. Revista de Biologia Tropical 51(2): 355-360.
- Kim, H.T. 2005. Soil sampling, preparation and Analysis. 2nd ed. Taylor & Francis: CRC Press.
- Kitheka, J.U., Ongwenyi, G.S. and Mavuti, K.M. 2002. Dynamics of Suspended Sediment Exchange and Transport in a Degraded Mangrove Creek in Kenya. Royal Swedish Academy of Sciences 31 (7/8): 580-587.
- Kitheka, J.U., Ongwenyi, G.S. and Mavuti, K.M. 2003. Fluxes and exchange of suspended sediment in tidal inlets draining a degraded mangrove forest in Kenya. Estuarine, Coastal and Shelf Science 56: 655-667.
- Knaus, R.M., Van Gent, D.L., 1989. Accretion and canal impacts in rapidly subsiding wetland: III. A new soil horizon marker method for measuring recent accretion. Estuaries 12 (4): 269– 283.
- Komiyama, A., Havanond, S., Srisawatt, W., Mochida, Y., Fujimoto, K., Ohnishi, T., Ishihara, S. and Miyagi, T. 2000. Top/root biomass ratio of a secondary

- mangrove (*Ceriops tagal* (Perr.) C.B. Rob.) forest. Forest Ecology and Management 139: 127-134.
- Komiyama, A., Moriya, H., Suhardjono, P., Toma, T., Ogino, K., 1988. Forest as an ecosystem, its structure and function. In: Ogino, K., Chihara, M. (Eds.), Biological System of Mangroves, Ehime Univ., Ehime, pp. 85-151.
- Komiyama, A., Ogino, K., Aksomkoae, S., Sabhasri, S., 1987. Root biomass of a mangrove forest in southern Thailand 1. Estimation by the trench method and the zonal structure of root biomass. Journal of Tropical Ecology 3: 97-108.
- Komiyama, A., Pongpan, S. and Kato, S. 2005. Common allometric equation for estimating the tree weight of mangrove. Journal of Tropical Ecology 21: 471-477.
- Kozerski, H.-P., 1994. Possibilities and limitations of sediment traps to measure sedimentation and resuspension. Hydrobiologia 284: 93– 100.
- Krauss, K.W., Allen, J.A. and Cahoon, D.R. 2003. Differential rates of vertical accretion and elevation change among aerial root types in Micronesian mangrove forests. Estuarine, Coastal and Shelf Science 56: 251-259.
- Krauss, K.W., Cahoon, D.R., Allen, J.A., Ewel, K.C., Lynch, J.C. and Cormier, N. 2010. Surface Elevation Change and Susceptibility of different Mangrove Zones to sea level rise on Pacific high islands of Micronesia. Ecosystem 13:129-143.
- Krebs, C.J.1999. Ecological methodology. Addison Wesley Longman, Menlo Park, CA.
- Kumara, M.P., Jayatissa, L.P., Krauss, K.W., Phillips, D.H. and Huxham, M. 2010. High mangrove density enhances surface accretion, surface elevation change, and tree survival in coastal areas susceptible to sea-level rise. Oecologia 164: 545-553.
- Lawler, D.M., 1991. A new technique for the automatic monitoring of erosion and deposition rates. Water Resources Research 27 (8): 2125– 2128.

- Lund-Hansen, L.C., Valeur, J., Pejrup, M., Jensen, A., 1997. Sediment fluxes, re-suspension and accumulation rates at two windexposed coastal sites and in a sheltered bay. Estuarine, Coastal and Shelf Science 44: 521– 531.
- Mackey, A.P. 1993. Biomass of Mangrove *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. Near Brisbane, South-eastern Queensland. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 44: 721-725.
- Macnae, W. 1968. A General Account of the Fauna and Flora of Mangrove Swamps and Forest in the Indo-West Pacific Region. Advances in Marine Biology 6: 73-270.
- Macnae, W. and Kalk, M. 1962. The ecology of the mangrove swamps of Inhaca island, Mocambique. Journal of Ecology 50: 19-34.
- Mahmood, H., Misri, K., Japer Sidik, B. and Saberi, O. 2005. Sediment accretion in a protected mangrove forest of Kuala Selangor, Malaysia. Pakistan Journal of Biological Sciences 8: 149-151.
- Marion, C, Anthony, E.J. and Trentesaux, A. 2009. Short-term ( $\leq 2$  yrs) estuarine mudflat and saltmarsh sedimentation: High-resolution data from ultrasonic altimetry, rod surface-elevation table, and filter traps. Estuarine, Coastal and Shelf Science 83: 475-484.
- Marion, C., Anthony, E.J. and Trentesaux, A. 2005. Multi-technique survey of fine sediment transport and deposition in managed estuary: the Authie estuary, northern France. in Herrier, J.-L., Mees, A. Salman, J. Seys, H. Van Nieuwenhuysse and I. Dobbelaere (Eds.). 2005. P. 219-228. Proceedings “Dunes and Estuarines” – International Conference on Nature Restoration Practices in European Coastal Habitats, Koksijde, Belgium, 19-23 November 2005. VLIZ Special Publication 19, xiv 685 pp.
- Mazda, Y., Kanazawa, N. and Wolanski, E. 1995. Tidal asymmetry in mangrove creeks. Hydrobiologia 295: 51–58.

- Mazda, Y., Magi, M., Nanao, H., Kogo, M., Miyagi, T., Kanazawa, N. and Kobashi ,  
D.2002.Coastal erosion due to long-term human impact on mangrove forests.  
Wetlands Ecology and Management 10: 1-9.
- McKee, K.L. 2011. Biophysical controls on accretion and elevation change in Caribbean mangrove ecosystems. Estuarine, Coastal and Shelf Science 91: 475-483.
- McKee, K.L., Cahoon, D.R. and Feller, I.C. 2007. Caribbean mangroves adjust to rising sea level through biotic controls on change in soil elevation. Global Ecology and Biogeography, Blackwell Publishing Ltd. p.1-12.
- Middleton, B.A., and McKee, K.L. 2001. Degradation of mangrove tissues and implications for peat formation in Beltzean island forests. Journal Ecology 89: 818-828.
- Minnesota Rural Water Association. 2011. Sedimentation [Online]. Available from: <http://www.mrwa.com/OP-Sedimentation.pdf>. [2011, May 5]
- Mogg, A.O.D.1963. A Preliminary investigation of the significance of salinity in the zonation of species of saltmarsh and mangrove swamp associations. South African Journal of Science 59: 81-86.
- Monaco, A., Courp, T., Heussner, S., Carbonne, J., Fowler, S.W., Deniaux, B., 1990. Seasonality and composition of particulate fluxes during ECOMARGE-I, western Gulf of Lions. Continental Shelf Research 10 (9–11): 959–987.
- Morris, J.T., Sundareshwar, P.V., Nietch, C.T., Kjerfve, B. and Cahoon, D.R. 2002. Response of coastal wetlands to rising sea level. Ecology 83: 2869-2877.
- Mueller-Dombois, D. and Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. New York: Wiley.
- Naohiro, M., Putth, S. and Keiyo, M. 2012. Mangrove Rehabilitation on Highly Eroded Coastal Shorelines at Samut Sakhon, Thailand. International Journal of Ecology

- Ong, J.E., Gong, W.K. and Wong, C.H. 2004. Allometry and partitioning of the mangrove, *Rhizophora apiculata*. Forest Ecology and Management 188: 395-408.
- Pasternack, G.B., Brush, G.S., 1998. Sedimentation cycles in a river-mouth tidal freshwater marsh. Estuaries 21(3): 407– 415.
- Patuxent Wildlife Research Center. 2003. Marker horizon. [online]. Available from: <http://>
- Pilkey, O.H. and Dixon, K.L. 1996. The Corps and the Shore. Island Press, Washington, D.C., USA. 272 p.
- Poungparn, S. 2003. Common allometric relationships for estimating the biomass of mangrove forests. Ph.D. Disertation. United Graduate School of Agricultural Sciences. Gifu University.87.
- Poungparn, S., Komiyama, A., Sangteian, S., Maknual, C, Patanaponpailboon, P. and Suchewaboripont, V. 2012. High primary productivity under submerged soil raises the net ecosystem productivity of a secondary mangrove forest in eastern Thailand. Journal of Tropical Ecology 28: 303-306.
- Prasetya, G. 2007. The role of coastal forests and trees in protecting against coastal erosion. In Coastal protection in the aftermath of the Indian Ocean tsunami: What role for forests and trees?, Proceedings of the regional technical workshop, p. 103-130, 28-31 August 2006, Khao Lak, Thailand. RAP Publication (FAO). [www.pwrc.usgs.gov/set/installation/markers.html](http://www.pwrc.usgs.gov/set/installation/markers.html). [2013, 10 January]
- Reed, D.J.1988. Sediment dynamics and deposition in a retreating coastal salt marsh creeks. Estuarine Coastal and Shelf Science 26: 67-79.
- Reed, D.J.1989. Patterns of Sediment Deposition in Subsiding Coastal Salt Marshes, Terrebonne Bay, Louisiana: The Role of Winter Storms. Estuarine 12: 222-227.
- Renagi, O., 1999. Optical instrumentation for measuring sediment siltation rates. Master's thesis, Physics Department, James Cook University, Townsville.



- Ridd, P.V., 1992. A sediment level sensor for erosion and siltation detection. Estuarine Coastal and Shelf Science 35: 353–362.
- Ridd, P.V., Day, G., Thomas, S., Harradence, J., Fox, D., Bunt, J., Renagi, O., Jago, C., 2001. Measurement of sediment deposition rates using an optical backscatter sensor. Estuarine Coastal and Shelf Science 52: 155– 163.
- Rigler, J.K., Collins, M.B., Williams, S.J. 1981. A high precision, digital-recording sedimentation tower for sands. Journal of Sedimentary Petrology 51 (2): 642–644.
- Rogers, K., Saintilan, N. and Cahoon, D. 2005. Surface elevation dynamics in a regenerating mangrove forest at Homebush Bay, Australia. Wetlands Ecology and Management 13: 587-598.
- Santen, P. V., Augustinus, P.G.E.F., Janssen-Stelder, B.M., Quartel, S. and Tri, N.H. 2007. Sedimentation in an estuarine mangrove system. Journal of Asian Earth Sciences 29: 566-575.
- Scoffin, T. 1970. The trapping and binding of subtidal carbonate sediments by marine vegetation in Bimini Lagoon, Bahamas. Journal of Sedimentary Petrology 40: 249-273.
- Semeniuk, V. 1983. Mangrove Distribution in Northwestern Australia in Relationship to regional and local freshwater seepage. Vegetation 53: 11-31.
- Southeast Ecological Science Center. Marker horizon. [online]. Available from : <http://fl.biology.usgs.gov/>. [2013, 10 January]
- Spenceley, A.P.1977. The role of pneumatophores in sedimentary processes. Marine Geology 24: M31-M37.
- Steenis, C.G., Van, G.J.1958. Rhizophoraceae. Flora Malesiana 5: 431-493.
- Stoddart, D.R., Reed, D.J., French, J.R., 1989. Understanding saltmarsh accretion, Scott Head Island, Norfolk, England. Estuaries 12: 228– 236.

- Tamin, N.M., Zakaria, R., Hashim, R. and Yin, Y. 2011. Establishment of *Avicennia marina* mangroves on accreting coastline at Sungai Haji Dorani, Selangor, Malaysia. Estuarine Coastal and Shelf Science 94: 334-342.
- Teasm, H.J. 1979. Siviculture with Saline Water. In: The biosaline concept, Edited by A. Hollaender. New York: Plenum. p. 117-161.
- Thampanya, U., Vermaat, J.E. and Terrados, J. 2002. The effect of increasing sediment accretion on the seedlings of three common Thai mangrove species. Aquatic Botany 74: 315–325.
- Thomas, S. and Ridd, P.V. 2004. Review of methods to measure short term scale sediment accumulation. Marine Geology 207: 95-114.
- Thomas, S., Ridd, P.V., Renagi, O. 2003. Laboratory investigation on the effect of particle size, water flow and bottom surface roughness upon the response of an upward-pointing optical backscatter sensor to sediment accumulation. Continental Shelf Research 23, 1545–1557.
- Tomlinson, P.B. 1986. The botany of mangroves. Cambridge: Cambridge University Press
- Victor, S., Golbuu, Y., Wolanski, E. and Richmond, R.H. 2004. Fine sediment trapping in two mangrove fringed estuaries exposed to contrasting land-use intensity, Palau, Micronesia. Wetlands Ecology and Management 12: 277–283.
- Victor, S., Neth, L., Golbuu, Y. and Wolanski, E. 2006. Sedimentation in mangroves and coral reefs in a wet tropical island, Pohnpei, Micronesia. Estuarine, Coastal and Shelf Science 66: 409-416.
- Wijnen, H.J., Bakker, J.P., 2001. Long-term surface elevation change in salt marshes: a prediction of marsh response to future sea-level rise. Estuarine, Coastal and Shelf Science 52: 381–390.

- Wolanski, E. 1995. Transport of sediment in mangrove swamps. Hydrobiologia 295: 31-42.
- Wolanski, E., Gibbs, R.J., Spagno, S., King, B., Brunskill, G.J., 1998. Inorganic sediment budget in the mangrove-fringed Fly River Delta, Papua New Guinea. Mangroves and Salt Marshes 2: 85–98.
- Wolanski, E., Mazda, Y., Ridd, P., 1992. Mangrove hydrodynamics. In: Robertson, A.I., Alongi, D.M. (Eds.), Coastal and Estuarine Studies. American Geophysical Union, p. 329.
- Wood, M.E., Kelley, J.T., Belknap, D.F. 1989. Patterns of sediment accumulation in the tidal marshes of Maine. Estuaries 12: 237–246.
- Young, B.M. and Harvey, L.E. 1996. A Spatial Analysis of the Relationship Between Mangrove (*Avicennia marina* var. *australasica*) Physiognomy and Sediment Accretion in the Hauraki Plains, New Zealand. Estuarine, Coastal and Shelf Science 42: 231-246.

ภาคผนวก

## วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

### หลักการ

กรองตัวอย่างน้ำผ่านกระดาษกรอง GF/C ที่ทราบน้ำหนักตะกอนที่ติดอยู่บนกระดาษกรอง จะนำไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 °ซ. และทำให้เย็นในโถทำแห้ง แล้วชั่งน้ำหนักที่เพิ่มคือ น้ำหนักของของแข็งแขวนลอยทั้งหมดต่อปริมาตรตัวอย่างน้ำที่ใช้

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. กระดาษกรองใยแก้ว GF/C เส้นผ่าศูนย์กลาง 4.7 ซม.
2. ชุดกรองซึ่งประกอบด้วยกรวยบุคเนอร์ ความจุ 100 ลบ.ซม. และขวดกรอง
3. เครื่องดูดสุญญากาศ (Suction Pump) พร้อมขวดดูดสุญญากาศ ขนาด 500-1,000 มล.
4. เครื่องชั่งอย่างละเอียด 4 ตำแหน่ง
5. โถทำแห้งพร้อมสารดูดความชื้น
6. ตู้อบที่มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ
7. ถ้วยอะลูมิเนียม ฟอยล์ และปากคีบ

### วิธีการวิเคราะห์

1. นำกระดาษกรองขนาด 47 มม. ไปอบที่อุณหภูมิ 103 -105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง
2. นำกระดาษกรองออกมาชั่งตวง 4 ตำแหน่ง บันทึกผล
3. ตวงน้ำตัวอย่างปริมาตร 100 มล. ด้วยกระบอกตวง
4. ติดตั้งชุดกรองสุญญากาศบุคเนอร์และปั๊มดูดอากาศ โดยวางกระดาษกรองลงบนบุคเนอร์ ทำให้เปียกด้วยน้ำกลั่นเพียงเล็กน้อย จากนั้นเปิดปั๊มดูดอากาศ
5. ค่อยๆ เทน้ำตัวอย่างลงบนกรวยกรองบุคเนอร์ เมื่อน้ำตัวอย่างหมด ทำการล้างเครื่องแก้วด้วยน้ำกลั่น แล้วเทน้ำตัวอย่างที่ติดค้างลงไปบนบุคเนอร์
6. หลังจากทีกรองตัวอย่างน้ำเรียบร้อยแล้ว นำกระดาษที่กรองไปอบในตู้อบ ที่อุณหภูมิ 103 -105 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
7. นำไปชั่งอีกครั้ง บันทึกผลน้ำหนักกระดาษกรองที่เปลี่ยนแปลง

ตารางที่ ผ.1 รายชื่อพันธุ์ไม้ ชื่อวิทยาศาสตร์ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นที่ระดับอก (DBH) และความสูง ของต้นไม้และไม้หนุ่มในแปลงที่ 1 ถึง 3

แปลง	หมายเลข ต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555		เดือนเมษายน พ.ศ. 2556	
					DBH (cm)	ความสูง (m)	DBH (cm)	ความสูง (m)
1	1 750	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.5	3.0	7.8	6.7
	1 751	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.4	3.4	7.6	5.6
	1 752	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	5.0	2.8	6.3	3.3
	1 753	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	3.8	3.6	5.2	5.0
	1 754	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.5	3.9	5.5	6.1
	1 755	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	4.4	3.6	5.6	4.3
	1 756	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	3.7	3.5	5.2	4.1
	1 757	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.7	2.6	5.8	3.4
	1 758	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	4.3	4.0	8.1	10.0
	1 759	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	3.1	3.1	4.9	7.0
	1 760	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	4.1	2.7	4.6	5.0
	1 761	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	3.3	3.5	3.3	4.8
	1 762	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.9	3.8	5	5.0
	1 763	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	3.4	3.5	5.4	6.3
	1 764	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.5	4.1	7.4	6.0
	1 765	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.3	3.2	2.4	3.8
1 766	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	3.2	3.6	ตาย	ตาย	

แปลง	หมายเลข ต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555		เดือนเมษายน พ.ศ. 2556	
					DBH (cm)	ความสูง (m)	DBH (cm)	ความสูง (m)
1	1767	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	2.7	1.8	6.9	3.5
	1768	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	2.2	1.9	2.7	2.0
	1769	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.0	2.1	2.9	3.7
	1770	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	3.5	3.4	4.4	5.2
	1771	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	3.4	3.8	5	4.8
	1772	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.5	3.4	2.8	3.7
	1773	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.4	3.4	2.5	3.7
	1774	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.1	3.9	3.3	3.0
	1775	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.5	3.4	2.8	4.1
	1776	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	3.1	2.4	3.4	5.2
	1777	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	3.2	2.9	3.7	6.0
	1778	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	4.8	2.9	8.1	10.6
	1779	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	2.2	3.4	2	2.8
	1780	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	2.3	3.4	2.7	3.1
	1781	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.8	2.2	1.8	2.8
	1782	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	3.4	4.0	4.2	4.6
	1783	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	2.8	4.0	10.1	4.8
1784	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.3	3.2	5.2	7.1	

แปลง	หมายเลข ต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555		เดือนเมษายน พ.ศ. 2556	
					DBH (cm)	ความสูง (m)	DBH (cm)	ความสูง (m)
1	1785	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	4.3	3.2	8	6.6
	1786	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.7	3.2	3.3	3.9
	1787	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.1	3.7	6	5.8
	1788	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	2.8	2.2	4.9	3.4
	1789	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.8	2.0	4	2.0
	1790	ลำพู	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	Lythraceae	5.3	4.7	6.4	6.5
	1791	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	4.4	3.6	6.4	7.0
	1792	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.4	2.4	ตาย	ตาย
	1793	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.3	3.4	1.5	3.4
	1794	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.5	3.4	2.7	3.0
	1795	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.2	3.4	1.7	3.0
	1796	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.8	3.2	2.2	3.2
	1797	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.3	2.6	1.9	3.6
	1798	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.0	2.0	1.9	2.2
	1799	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.0	2.0	1	2.2
	1800	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.4	2.3	3.6	4.2
	1801	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.5	2.6	3.9	5.1
	1802	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.6	2.6	2.8	3.9



แปลง	หมายเลข ต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555		เดือนเมษายน พ.ศ. 2556	
					DBH (cm)	ความสูง (m)	DBH (cm)	ความสูง (m)
1	1 803	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	4.4	3.5	7.8	7.0
	1 804	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	1.4	3.5	2.7	4.8
	1 806	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	1.3	2.8	1.5	2.8
	1 807	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	3.2	2.8	3.2	2.8
	1 808	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	2.4	2.9	3.2	3.4
	1 809	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	1.9	1.8	1.7	1.8
	1 810	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	1.4	2.1	ตาย	ตาย
	1 811	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	1.9	2.2	1.8	2.0
	1 812	ลำพู	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	Lythraceae	1.9	3.5	2.8	3.3
	1 813	ลำพู	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	Lythraceae	1.3	3.5	1.4	2.6
	1 814	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.5	2.7	2	3.5
	1 815	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.8	3.3	5.3	5.3
	1 816	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.5	3.3	1.6	4.8
	1 822	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.7	3.3	ตาย	ตาย
	1 823	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.9	3.3	ตาย	ตาย
	1 817	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	3.1	3.3	5	6.0
	1 818	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.6	3.4	3.7	5.3
1 819	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	4.2	3.4	7.8	4.2	

แปลง	หมายเลข ต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555		เดือนเมษายน พ.ศ. 2556	
					DBH (cm)	ความสูง (m)	DBH (cm)	ความสูง (m)
1	I 820	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.5	3.4	3.1	2.0
	I 821	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.2	3.4	2.5	2.0
	I 824	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.4	2.1	ตาย	ตาย
	I 825	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.3	2.3	1.6	2.8
	I 826	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	4.6	3.6	7	6.2
	I 827	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.9	3.6	1.9	5.0
	I 828	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.6	1.7	1.6	2.1
	I 829	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.6	1.7	1	2.3
	I 830	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.5	1.5	1.4	2.7
	I 831	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	12.2	6.5	14.4	6.8
	I 832	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.4	1.6	1.5	2.8
	I 833	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	3.8	4.1	4.1	3.6
	I 834	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	2.5	4.1	2.5	2.0
	I 835	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	2.5	2.7	2.6	3.2
	I 836	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	4.1	3.0	5.6	5.8
	I 837	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	16.8	6.8	17.6	7.2
	I 841	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	2.9	3.0	4.3	3.8
I 842	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	2.4	2.4	ตาย	ตาย	

แปลง	หมายเลข ต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555		เดือนเมษายน พ.ศ. 2556	
					DBH (cm)	ความสูง (m)	DBH (cm)	ความสูง (m)
1	I 843	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	1.6	2.4	2.7	3.0
	I 838	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	1.7	2.3	2	3.0
	I 839	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	1.9	2.5	2.5	3.3
	I 840	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	5.2	4.1	5.2	6.0
	I 844	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.0	1.9	ตาย	ตาย
	I 845	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.7	2.3	2.6	2.4
	I 846	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.0	1.8	1	2.0
	I 847	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	6.7	4.1	9.2	6.4
	I 848	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.5	3.0	ตาย	ตาย
	I 849	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.5	2.4	2	6.2
	I 850	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.9	2.4	ตาย	ตาย
	I 851	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.0	1.5	ตาย	ตาย
	I 852	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.6	1.4	ตาย	ตาย
	I 853	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	0.8	1.2	0.74	1.2
	I 854	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.0	1.4	ตาย	ตาย
	I 855	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.8	3.6	4.8	3.1
	I 856	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	4.9	4.4	5.4	5.8
I 857	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.7	2.1	1.16	3.0	

แปลง	หมายเลข ต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555		เดือนเมษายน พ.ศ. 2556	
					DBH (cm)	ความสูง (m)	DBH (cm)	ความสูง (m)
1	I 858	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.3	2.1	1.54	3.1
	I 859	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.5	1.4	ตาย	ตาย
	I 860	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.4	1.7	ตาย	ตาย
	I 861	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.0	1.2	ตาย	ตาย
	I 862	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.4	1.6	ตาย	ตาย
	I 863	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.5	1.3	ตาย	ตาย
	I 864	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.2	1.2	1.3	1.8
	I 865	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.6	1.5	1.6	1.2
	I 866	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	4.0	3.0	5.3	3.3
	I 867	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.2	1.2	ตาย	ตาย
	I 868	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.0	1.3	ตาย	ตาย
	I 869	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.7	2.4	ตาย	ตาย
	I 870	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.5	2.4	ตาย	ตาย
	I 871	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.2	2.4	1	3.1
	I 872	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.3	2.4	1.5	3.1
	I 873	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.0	2.4	1.2	3.1
	I 874	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.2	2.4	3.3	4.3
I 875	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.5	2.4	1.5	3.1	

แปลง	หมายเลข ต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555		เดือนเมษายน พ.ศ. 2556	
					DBH (cm)	ความสูง (m)	DBH (cm)	ความสูง (m)
1	1876	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	4.5	3.7	7.7	6.2
	1877	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	4.3	3.4	7	5.8
	1878	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.1	1.5	ตาย	ตาย
	1879	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.6	2.6	3.1	3.7
	1880	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.7	2.0	1.24	1.3
	1881	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.8	1.6	1.08	1.2
	1882	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.9	4.3	5.6	5.3
2	1890	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.4	1.8	1.40	2.2
	1891	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.3	2.3	2.80	3.3
	1894	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.6	3.6	2.60	2.9
	1895	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.7	2.1	2.20	2.0
	1897	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.2	2.1	1.80	4.6
	1898	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.2	1.6	1.60	1.7
	1899	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	4.0	3.4	4.00	4.0
	1908	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.7	2.1	1.90	3.2
	1909	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.3	2.2	1.30	2.6
	1910	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.4	2.4	1.40	2.8
	1911	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.2	2.2	1.40	2.6

แปลง	หมายเลข ต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555		เดือนเมษายน พ.ศ. 2556	
					DBH (cm)	ความสูง (m)	DBH (cm)	ความสูง (m)
2	1901	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.3	2.4	2.00	3.7
	1902	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.6	2.3	2.40	4.1
	1907	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.7	2.5	1.70	3.1
	1912	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.9	3.4	4.30	4.8
	1913	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.9	1.4	2.80	3.3
	1914	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.6	1.7	1.80	2.2
	1915	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.0	1.3	2.70	3.3
	1916	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.5	2.3	1.24	3.1
	1918	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.3	1.4	1.50	2.5
	1921	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.3	2.3	1.40	3.2
	1922	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.5	1.9	1.50	3.0
	1923	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.1	3.0	2.90	2.0
	1924	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.2	1.8	1.40	1.5
	1925	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.5	2.2	2.60	1.6
	1927	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.9	2.8	2.30	3.9
	1929	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.0	2.3	2.00	3.8
	1930	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.8	3.0	4.10	4.8
1931	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.1	1.6	1.80	1.9	

แปลง	หมายเลข ต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555		เดือนเมษายน พ.ศ. 2556	
					DBH (cm)	ความสูง (m)	DBH (cm)	ความสูง (m)
2	I 933	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.3	1.7	1.30	1.8
	I 934	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.2	2.1	2.50	3.7
	I 935	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	4.0	1.1	4.10	5.2
	I 936	โกก่างใบเล็ก	<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	Rhizophoraceae	1.2	1.3	1.50	1.8
	I 937	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.5	2.1	2.00	3.8
	I 938	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.9	1.3	1.00	1.6
	I 939	แส้มขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.3	2.5	3.80	4.0
	I 940	แส้มขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.4	2.7	1.40	2.6
	I 942	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.1	1.9	1.20	1.5
	I 943	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.0	2.6	3.50	4.4
	I 944	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.5	2.0	3.20	4.2
	I 945	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.5	2.2	1.50	1.6
	I 946	แส้มขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.1	2.3	4.10	3.7
	I 948	แส้มขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.7	2.2	4.20	4.5
	I 950	แส้มขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.8	2.6	1.80	3.1
	I 953	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.0	2.7	1.86	3.9
	I 957	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.5	2.4	1.40	3.7
	I 958	แส้มขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.3	2.7	3.90	4.8

แปลง	หมายเลข ต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555		เดือนเมษายน พ.ศ. 2556	
					DBH (cm)	ความสูง (m)	DBH (cm)	ความสูง (m)
2	I 959	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.3	2.1	1.50	2.8
	I 961	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.6	2.4	1.67	3.6
	I 962	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.1	2.5	2.60	3.2
	I 963	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.0	2.1	2.80	4.9
	I 965	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.9	2.4	1.10	4.8
	I 966	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.5	2.5	3.50	4.5
	I 967	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.0	3.0	4.10	4.4
	I 968	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.3	2.7	4.00	4.5
	I 969	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.5	2.8	4.40	4.0
	I 972	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	3.8	2.8	3.80	3.8
	I 973	โกงกางใบเล็ก	<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	Rhizophoraceae	1.0	1.5	1.10	1.6
I 976	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.0	3.0	4.40	3.5	
3	J 760	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	12.9	10.7	13.60	7.3
	J 761	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.8	3.4	2.90	3.7
	J 762	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.7	1.7	ตาย	ตาย
	J 763	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	5.0	4.5	4.80	4.0
	J 764	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	4.8	4.4	6.40	7.0
	J 765	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.9	1.9	1.90	2.5



แปลง	หมายเลข ต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555		เดือนเมษายน พ.ศ. 2556	
					DBH (cm)	ความสูง (m)	DBH (cm)	ความสูง (m)
3	J 766	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.7	2.0	2.40	2.7
	J 767	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	8.0	8.7	10.00	7.3
	J 768	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	2.5	2.3	5.40	3.2
	J 769	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.5	2.3	2.80	4.1
	J 770	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	7.1	7.6	6.10	6.8
	J 771	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	3.7	7.6	3.70	3.1
	J 772	แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> (Forssk.) Vierh.	Avicenniaceae	1.5	1.7	2.60	2.5
	J 773	ลำพู	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	Lythraceae	0.9	1.5	0.90	1.5
	J 774	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.2	1.3	3.40	2.2
	J 775	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.1	2.8	4.30	5.0
	J 776	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.9	2.9	2.00	3.9
	J 777	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	4.0	3.4	6.30	6.1
	J 778	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.5	2.5	ตาย	ตาย
	J 779	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	4.8	5.1	6.90	6.3
	J 780	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	5.0	4.1	7.10	6.3
	J 781	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.9	3.3	3.00	3.4
	J 782	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.2	1.5	1.00	1.6
J 783	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	5.8	4.5	8.50	8.5	

แปลง	หมายเลข ต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555		เดือนเมษายน พ.ศ. 2556	
					DBH (cm)	ความสูง (m)	DBH (cm)	ความสูง (m)
3	J 784	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.4	4.0	4.10	4.8
	J 785	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	2.5	3.2	3.00	3.8
	J 786	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	1.6	1.9	1.60	2.1
	J 787	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	4.5	4.1	9.80	6.8
	J 788	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.0	1.6	1.00	1.6
	J 789	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.7	4.0	3.20	2.8
	J 790	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.6	4.0	6.00	4.8
	J 791	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.4	2.3	ตาย	ตาย
	J 792	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	4.2	3.7	6.30	6.6
	J 793	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	5.8	4.0	8.30	6.8
	J 794	ลำพู	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.) Engl.	Lythraceae	1.3	1.8	5.40	4.5
	J 795	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.1	1.6	1.10	1.6
	J 796	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	3.6	4.1	5.70	6.5
	J 797	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	5.7	4.3	9.80	7.3
	J 798	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.7	2.7	ตาย	ตาย
	J 799	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.9	2.0	1.10	2.1
	J 800	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.7	2.6	1.80	4.4
J 801	โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.5	2.5	3.70	4.8	

แปลง	หมายเลข ต้นไม้	ชื่อไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์	วงศ์	เดือนมีนาคม พ.ศ. 2555		เดือนเมษายน พ.ศ. 2556	
					DBH (cm)	ความสูง (m)	DBH (cm)	ความสูง (m)
3	J 802	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.0	1.9	2.80	3.4
	J 803	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	2.8	2.4	3.80	4.1
	J 804	แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	Avicenniaceae	5.7	3.2	9.30	6.8
	J 805	โกก่างใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Lam	Rhizophoraceae	1.8	2.4	3.20	4.7

### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสายใจ สโมสร เกิดเมื่อวันที่ 29 พฤษภาคม พ.ศ. 2530 ที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี สำเร็จ การศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยมอันดับสอง) สาขาชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่เมื่อปีการศึกษา 2552 โดย ได้รับทุนโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) ในปี พ.ศ. 2549 และเข้าศึกษาต่อด้วยทุนโครงการพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถ พิเศษทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (พสวท.) ในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา พฤษศาสตร์ ภาควิชาพฤษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2553