

การใช้ค่าดัชนีพีชพรรณที่ได้จากเทคนิคการสำรวจระยะไกล
แบบไฮเปอร์สเปกตรัลเพื่อศึกษาตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน



นายธันวา สัจจาพิทักษ์วงศ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาระบบสารสนเทศปริภูมิทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

HYPERSPECTRAL –DERIVED VEGETATION INDICES FOR STUDYING
MANGROVE FOREST BIOPHYSICAL PARAMETERS



Mr.Thanwa Saggapitakwong

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Spatial Information System in Engineering
Department of Survey Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2009
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การใช้ค่าดัชนีพืชพรรณที่ได้จากเทคนิคการสำรวจระยะไกล
แบบไฮเปอร์สเปกตรัลเพื่อศึกษาตัวแปรทางชีววิทยาของ
ป่าชายเลน

โดย

นายธันวรา สัจจาพิทักษ์วงศ์

สาขาวิชา

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

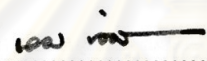
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

รองศาสตราจารย์ ดร. บรรเจิด พลະการ

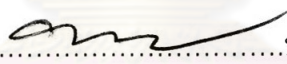
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

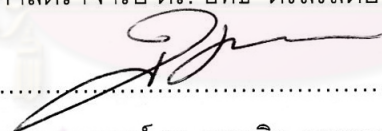
อาจารย์ ดร. ชัยโชค ไวกาษา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโท


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. อธิติ ตริสิริสัตยวงศ์)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร. บรรเจิด พลະการ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(อาจารย์ ดร. ชัยโชค ไวกาษา)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ธงทิศ ฉายากุล)


..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(ดร. เชาวลิต ศิลปทอง)

ธันวาคม สัจจาพิทักษ์วงศ์ : การใช้ค่าดัชนีพืชพรรณที่ได้จากเทคนิคการสำรวจระยะไกลแบบไฮเปอร์สเปกตรัลเพื่อศึกษาตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน. (HYPERSPECTRAL-DERIVED VEGETATION INDICES FOR STUDYING MANGROVE FOREST BIOPHYSICAL PARAMETERS) อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : รองศาสตราจารย์ ดร. บรรเจิด พละการ, อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : อาจารย์ ดร.ชัยโชค ไวกษา, 76 หน้า.

การศึกษานี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาค่าดัชนีของข้อมูลที่ได้จากเทคนิคการสำรวจระยะไกลแบบไฮเปอร์สเปกตรัลในการแก้ปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณที่จะพบได้ในแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าที่มีพรรณไม้หนาแน่นกับค่าดัชนีพืชพรรณ โดยใช้ข้อมูลค่ามวลชีวภาพ(Biomass) และค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ(Leaf Area Index) ที่ได้จากพื้นที่ศึกษาป่าชายเลนที่มีพรรณไม้ขึ้นหนาแน่นบริเวณแหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช และข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI มาทำการทดลองและใช้ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์(Normalized Difference Vegetation Index), ค่าดัชนีสัดส่วนธรรมดา(Simple Ratio) และค่าดัชนีตำแหน่ง Red Edge.(Red Edge Positioning) ผลการทดลองที่ได้น่าสนใจเป็นอย่างมากเมื่อพบว่าค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ และค่าดัชนีสัดส่วนธรรมดาที่ได้จากข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลและข้อมูลมัลติสเปกตรัลที่ศึกษาเปรียบเทียบกันนั้นไม่เกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณทั้งคู่ โดยยืนยันด้วยผลการทดสอบทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ขณะที่ค่าดัชนีตำแหน่ง Red Edge นั้นไม่สามารถเอาชนะปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณได้

จากผลการศึกษานี้ แสดงให้เห็นว่าข้อมูลมัลติสเปกตรัลก็มีศักยภาพที่ใกล้เคียงกับข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลในการใช้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลนกับค่าดัชนีพืชพรรณ แต่ข้อมูลมัลติสเปกตรัลนั้นมีราคาถูกกว่ามาก อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาในเรื่องนี้อีกครั้งเพื่อยืนยันผลการค้นพบนี้

ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ
สาขาวิชาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
ปีการศึกษา...2552

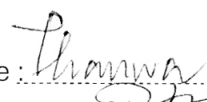
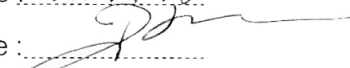
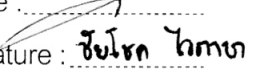
ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก.....
ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม..... **ชัยโชค ไวกษา**

4970774521 : MAJOR SPATIAL INFORMATION SYSTEM IN ENGINEERING
 KEYWORDS : HYPERSPECTRAL/ MANGROVE/ NDVI/ LEAF AREA INDEX/ BIOMASS
 THANWA SAGGAPITAKWONG : HYPERSPECTRAL –DERIVED VEGETATION
 INDICES FOR STUDYING MANGROVE FOREST BIOPHYSIAL PARAMETERS.
 THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR BANJERD PALAKARN, Ph.D.,
 THESIS CO-ADVISOR : CHAICHOKE VAIPHASA, Ph.D.,76 pp.

This study investigates the capability of hyperspectral remote sensing in mitigating the signal saturation problem that normally found when creating linear regression models between biophysical parameters of dense forests and vegetation indices. The study area is densely vegetated area of the Lam Talumpuk mangrove, Amphoe Pak Phanang, Nakorn Sri Thammarat Province. The data in use are satellite images captured by Hyperion and ALI. The Vegetation Indices under investigation are Normalized Difference Vegetation Index(NDVI), Simple Ratio(SR), and Red Edge Positioning(REP). It is unexpectedly found that the results of hyperspectral data is comparable to the results of multispectral data as both of them did not face the saturation problem as the statistical test confirmed this result at a 0.05 significant level, Nevertheless, However, REP could not overcome the saturation problem.

Our final outcome suggested that mutispectral data is cost-effectively than hyperspectral data for building mathematical relationships between forest biophysical parameters of mangrove forests and vegetation indices. However, repeat studies should be conducted to confirm our findings.

Department : Survey Engineering.....
 Field of Study : Spatial Information System In Engineering
 Academic Year : 2009.....

Student's Signature : 
 Advisor's Signature : 
 Co-Advisor's Signature : 

กิตติกรรมประกาศ

อนิจจัง ทุกขัง อนัตตา สิ่งใดๆในโลกนี้ล้วนไม่เที่ยง เป็นทุกข์ ไม่มีตัวตน แม้แต่วิชาความรู้ ก็มีวันเสื่อมสลายไปกับกาลเวลาได้ แต่ความดีที่เราได้ทำไว้ นั้นจะอยู่คงทนถาวรตลอดกาลนาน

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อสุพงษ์ สัจจาพิทักษ์วงศ์ และคุณแม่เพียง แซ่ซื่อ ที่คอยเป็นกำลังใจให้เสมอ ไม่ว่าลูกจะตัดสินใจทำอะไรก็คอยสนับสนุนในทุกด้าน

ขอขอบคุณ รศ.ดร. บรรเจิด พละการ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ามาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้ อีกทั้งคอยติดตามสอบถามความก้าวหน้าในการทำวิทยานิพนธ์ของข้าพเจ้าอยู่เสมอ คอยให้คำแนะนำและกรุณาตรวจทานตัวเล่มวิทยานิพนธ์ให้

ขอขอบคุณ ดร.ชัยโชค ไวภาษา ที่สอนข้าพเจ้าในทุกเรื่องทั้งเรื่องการทำวิจัยและมุมมองการใช้ชีวิตของนักวิจัยในโลกกว้างใหญ่ใบนี้ อันเป็นความรู้ที่มีค่ายิ่ง

ขอขอบคุณ รศ.ดร.อิทธิ ตรีสิริสัตยวงศ์ ประธานกรรมการ ดร.เชาวลิต ศิลปทอง กรรมการ ภายนอกมหาวิทยาลัยจากสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน) และดร.ธงทิศ ฉายากุล กรรมการ ที่กรุณาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ให้ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเสร็จสมบูรณ์ไม่ได้ หากปราศจากข้อคิดเห็นและคำแนะนำที่มีค่าของทุกท่าน เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ทางวิชาการมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

ขอขอบคุณครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ได้เคยสั่งสอนข้าพเจ้าตั้งแต่ชั้นอนุบาล จนถึงชั้นปริญญา ทำให้ข้าพเจ้ามีการศึกษาในวันนี้

ขอขอบคุณบังหยาและคุณนันทน์ เจ้าหน้าที่สถานีพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลนปากพองที่ช่วยขับเรือยนต์พาคณะทำงานเข้าสู่พื้นที่ป่าชายเลนแหลมตะลุมพุก อีกทั้งเป็นกำลังสำคัญในการเก็บข้อมูลภาคสนามอีกด้วย

ขอบคุณมิตรภาพของพี่น้องๆนิสิตปริญญาโทภาควิชาวิศวกรรมสำรวจทุกท่าน สำหรับน้ำใจและความช่วยเหลือที่มีให้กันเสมอในยามที่ต้องการในช่วงที่ข้าพเจ้าทำการศึกษาอยู่ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เรามาจากหลากหลายที่มา แต่หลอมรวมเป็นหนึ่งเดียวกัน ขอขอบคุณรับขอบคุณน้องๆปริญญาโทที่มดีไอที่เอทุกคน สำหรับมิตรภาพ กำลังใจ ความสามัคคี (เราทำงานเป็นทีม) และความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

ขอบคุณเพื่อนวนศาสตร์รุ่น 62 ทุกคน คุณอ้อ พรวนไชย, คุณอรุณ สีนบำรุง วน.61 ที่ช่วยให้ความกระจ่างเรื่องชนิดพันธุ์ไม้ของป่าชายเลน และคุณเกียรติศักดิ์ สุตะพรม, คุณอภิชาติ สีทาณ, คุณสุทธิดา ศิลปสุวรรณ, คุณราชศักดิ์ เผ่าวงศ์ วน.61 ที่คอยให้กำลังใจเสมอ

และคุณอัฒมาภรณ์ ถิ่นถา ขอขอบคุณที่มีคุณอยู่บนโลกใบนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	4
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ค่าดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Indices).....	6
2.2 ตัวแปรทางชีววิทยา (Biophysical Parameters).....	8
2.3 ปัญหาการเกิดจุดอิ่มตัวของสัญญาณ (Saturation Problem).....	11
2.4 การจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบไม่ควบคุม(Unsupervised Classification)	12
2.5 คุณลักษณะของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา.....	13
2.5.1 ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER.....	13
2.5.2 ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion.....	14
2.5.3 ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI.....	16
2.6 แบบจำลองความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาของ ป่าชายเลนที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI.....	17

บทที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
3.1 งานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพีชพรรณกับตัวแปรทาง ชีววิทยาของป่าชายเลน.....	19
3.2 งานวิจัยที่รายงานปัญหาการเกิดจุดอิมตัวของสัณฐาน.....	20
3.3 งานวิจัยที่ศึกษาการแก้ปัญหาการเกิดจุดอิมตัวของสัณฐาน.....	21
บทที่ 4 วิธีดำเนินการศึกษา	
4.1 พื้นที่ศึกษาป่าชายเลนแหลมตะดุมฟูก.....	22
4.2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา.....	23
4.3 การเก็บข้อมูลภาคสนาม.....	24
4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	26
4.5 การทดสอบทางสถิติ.....	26
บทที่ 5 ผลการศึกษา	
5.1 ผลการศึกษา.....	29
5.2 การตรวจสอบการเกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัณฐานด้วยวิธีทดสอบทางสถิติ..	40
บทที่ 6 อภิปรายผล สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	
6.1 อภิปรายผล	44
6.2 สรุปผลการศึกษา.....	52
6.3 ข้อเสนอแนะ.....	53
รายการอ้างอิง.....	54

ภาคผนวก	หน้า
ภาคผนวก ก ข้อมูลรายละเอียดการทำงานในภาคสนาม.....	58
ภาคผนวก ข ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา.....	66
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	76



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญญัตินี้

	หน้า
ตารางที่ 2.1	แสดงลักษณะบางประการของภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER..... 14
ตารางที่ 2.2	แสดงลักษณะบางประการของภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion..... 15
ตารางที่ 2.3	แสดงรายละเอียดช่วงคลื่นของภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion..... 16
ตารางที่ 2.4	แสดงลักษณะบางประการของภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI..... 16
ตารางที่ 2.5	แสดงค่าศูนย์กลางของความยาวช่วงคลื่น(CWL)ในแต่ละ band ของ ALI เปรียบเทียบกับ band ของ Hyperion..... 17
ตารางที่ 4.1	แสดงชนิดพันธุ์ไม้เด่น 7 ชนิดที่พบในป่าชายเลนแหลมตะดุมพุก..... 23
ตารางที่ 4.2	แสดงชนิดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและวันที่ทำการบันทึกภาพ..... 23
ตารางที่ 5.1	แสดงค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ และค่ามวลชีวภาพของแปลงตัวอย่างที่ใช้ในการ ทดลองจำนวน 31 แปลง..... 29
ตารางที่ 5.2	แสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสิ้นใจ(R^2)ที่ได้จากแบบจำลองความสัมพันธ์ ของค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม ระบบ Hyperion (สีเหลืองแสดงค่ามากที่สุดและสีเขียวแสดงค่า น้อยที่สุด)..... 38
ตารางที่ 5.3	แสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสิ้นใจ(R^2)ที่ได้จากแบบจำลองความสัมพันธ์ ของค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยา ที่ได้จากภาพถ่าย ดาวเทียมระบบ ALI (สีเหลืองแสดงค่ามากที่สุดและสีเขียวแสดงค่า น้อยที่สุด)..... 39
ตารางที่ 5.4	แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การตัดสิ้นใจ (R^2) ที่มากที่สุดที่ได้จาก ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion กับภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI..... 39
ตารางที่ 5.5	แสดงค่า significance ที่ได้จากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย β_1 ของแบบจำลองค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาที่ได้จาก ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI..... 41
ตารางผนวก ที่ ข1	แสดงการบันทึกช่วงคลื่นใน band ของ Hyperion ที่ตรงกับ band ของ ALI 67
ตารางผนวก ที่ ข2	แสดงค่าพิกัด UTM, ค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ(LAI)และค่ามวลชีวภาพ (Biomass) ของแปลงตัวอย่าง..... 70

ตารางผนวก ที่ ๓3	แสดงค่าสัญญาณของแปลงตัวอย่างที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI	71
ตารางผนวก ที่ ๓4	แสดงค่าสัญญาณของแปลงตัวอย่างในช่วงคลื่นสีแดง (band28-band33) และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (band42-45,49-53) ที่ได้จากภาพถ่าย ดาวเทียมระบบ Hyperion.....	72



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 2.1	แสดงช่วง Red edge ที่ปรากฏระหว่างช่วงคลื่นสีแดงกับช่วงอินฟราเรดใกล้ของค่าสะท้อนพลังงานของพืชสีเขียว.....	8
รูปที่ 2.2	แสดงการวัดค่ารัศมีของเรือนยอดต้นไม้ (R).....	9
รูปที่ 2.3	แสดงรูปแบบการเกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณของค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ (NDVI) เมื่อค่าตัวแปรทางชีววิทยา(Biomass / LAI) มีค่าสูง.....	12
รูปที่ 2.4	แสดงตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (a) และ ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI (b)	15
รูปที่ 2.5	แสดงแบบจำลองความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาจำนวน 10 แบบ ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI.....	18
รูปที่ 3.1	แสดงความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม SPOT XS กับค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบที่ได้จากแปลงตัวอย่างจำนวน 29 แปลงของป่าชายเลนหมู่เกาะ Turk and Caicos ในงานวิจัยของ Green และคณะ (1977).....	19
รูปที่ 4.1	แสดงพื้นที่ศึกษาป่าชายเลนบริเวณแหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช.....	22
รูปที่ 4.2	แสดงวิธีการวางแปลงตัวอย่างด้วยวิธี Transect Line.....	25
รูปที่ 4.3	แสดงแผนผังขั้นตอนวิธีการศึกษา.....	28
รูปที่ 5.1	แสดงแบบจำลองความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยา 10 รูปแบบ ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI.....	31
รูปที่ 5.2	แสดงลักษณะความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาที่ได้จากการศึกษาที่ผ่านมาใน 2 ลักษณะ คือ 1.ลักษณะกราฟมีความชันมาก ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันสูง (a) และ 2.ลักษณะกราฟไม่มีความชันหรือมีแนวโน้มเข้าสู่เส้นโค้งสัญญาณอิมตัว เนื่องจากมีความหนาแน่นของพรรณไม้ในป่าสูงทำให้เกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณ (b).....	32

รูปที่ 5.3	แสดงแบบจำลองความสัมพัทธ์ NDVI-LAI ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (a) และ ALI (b).....	33
รูปที่ 5.4	แสดงแบบจำลองความสัมพัทธ์ SR-LAI ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (a) และ ALI (b).....	34
รูปที่ 5.5	แสดงแบบจำลองความสัมพัทธ์ NDVI-Biomass ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (a) และ ALI (b).....	35
รูปที่ 5.6	แสดงแบบจำลองความสัมพัทธ์ SR-Biomass ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (a) และ ALI (b).....	36
รูปที่ 5.7	แสดงแบบจำลองความสัมพัทธ์ REP - LAI (a) และ REP - Biomass (b) ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion.....	37
รูปที่ 6.1	แสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสีในใจ (R^2) ของความสัมพัทธ์ระหว่างค่ามวลชีวภาพกับค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ที่ได้จากคู่ band ในช่วงคลื่น 630 – 880 nm ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (a) และ ALI (b) (พื้นที่สีน้ำตาลแดงได้ค่า R^2 มากที่สุดอยู่ในช่วงคลื่นสีแดงกับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้) และช่วงคลื่น 360-2200 nm จากข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลในการวิจัยของ Mutanga และ Skidmore (2004) (c) (พื้นที่สีแดงได้ค่า R^2 มากที่สุดอยู่ในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้กับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้).....	46
รูปที่ 6.2	แสดงความสัมพัทธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ (NDVI) กับค่ามวลชีวภาพ (Biomass) ที่ได้จากคู่ band ในช่วง Red Edge (a) และที่ได้จากคู่ band ในช่วงคลื่นสีแดงกับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (b) จากการศึกษาวิจัยของ Mutanga และ Skidmore(2004).....	47
รูปที่ 6.3	แสดงค่าความสัมพัทธ์ของค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ(LAI) กับค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์(NDVI) ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (a), ALI (b) ในพื้นที่ศึกษาป่าชายเลนแหลมตะลุมพุก, IKONOS (c) จากงานวิจัยของ Kovac และคณะ (2004) ในป่าชายเลนเสื่อมโทรมประเทศเม็กซิโก และ SPOT (d) จากงานวิจัยของ Green และคณะ (1997) ในป่าชายเลน บริเวณหมู่เกาะ Turk and Caicos.....	49

	หน้า
รูปผนวกที่ก1	แสดงจุดควบคุมตำแหน่งภาคพื้นดินที่ใช้ในพื้นที่ศึกษา..... 63
รูปผนวกที่ก2	แสดงภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER ที่ทำการจำแนกข้อมูลด้วยวิธี Unsupervised Classification แล้ว..... 64
รูปผนวกที่ก3	แสดงการเลือกแปลงตัวอย่างด้วยวิธี Line Transect..... 65
รูปผนวกที่ข1	แสดงภาพพื้นที่ศึกษาที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion..... 73
รูปผนวกที่ข2	แสดงภาพพื้นที่ศึกษาที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI..... 74
รูปผนวกที่ข3	แสดงภาพพื้นที่ศึกษาที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER..... 75



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ป่าชายเลนเป็นสังคมพืชที่ขึ้นและพบอยู่ทั่วไปบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลบริเวณปากอ่าว ลำคลอง ทะเลสาบ และรอบเกาะแก่งต่างๆ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีน้ำทะเลท่วมถึง หรือบริเวณที่เป็นน้ำกร่อยทั้งในแถบเขตร้อนและกึ่งเขตร้อน เมื่อพิจารณาจากสภาพภูมิประเทศบริเวณชายฝั่ง กล่าวได้ว่าป่าชายเลนเป็นพื้นที่หรือเขตแนวที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นที่บนบกกับทะเลนั่นเอง ป่าชายเลนของโลกส่วนใหญ่ขึ้นกระจัดกระจายอยู่บริเวณชายฝั่งทะเลเขตร้อนตั้งแต่ประเทศ อเมริกาตอนใต้ อเมริกากลาง อัฟริกา เอเชีย หมู่เกาะแปซิฟิก และประเทศนิวซีแลนด์ มีพื้นที่ ทั้งหมดประมาณ 113.4 ล้านไร่ โดยในเขตร้อนแถบเอเชียรวมถึงออสเตรเลียมีพื้นที่มากที่สุด ประมาณ 52.5 ล้านไร่ หรือคิดเป็น 64.4 % ของพื้นที่ป่าชายเลนทั่วโลก (ณัฐวรรตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, 2546) สำหรับประเทศไทยจากข้อมูลของกรมป่าไม้ในปีพ.ศ. 2547 พบว่ามีป่าชายเลน อยู่ประมาณ 2,758.05 ตร.กม. หรือคิดเป็น 0.54 % ของพื้นที่ประเทศไทย ขึ้นกระจายตลอด ชายฝั่งทะเล สำหรับภาคตะวันออกตั้งแต่จังหวัดตราด จันทบุรี ระยอง ชลบุรี จนถึงฉะเชิงเทรา และภาคกลางจากจังหวัดสมุทรปราการ กรุงเทพฯ สมุทรสาคร สมุทรสงคราม เพชรบุรี จนถึงประจวบคีรีขันธ์ ซึ่งทั้งสองภาครวมแล้วมีพื้นที่ประมาณเพียง 11.75% สำหรับภาคใต้ชายฝั่ง ทะเลตะวันตกของอ่าวไทยตั้งแต่จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง สงขลา จนถึง ปัตตานี และด้านชายฝั่งทะเลอันดามันจากจังหวัดระนอง พังงา ภูเก็ต กระบี่ ตรัง จนถึงสตูล มีพื้นที่มากที่สุดถึง 88.25 % ของพื้นที่ป่าชายเลนทั้งประเทศ (กรมป่าไม้, 2550) ป่าชายเลน ในประเทศไทยเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าป่าโกงกางเนื่องจากมีไม้โกงกางเป็นพรรณไม้เด่นขึ้นตามฝั่งทะเล ที่เป็นดินเลนพบมากตามปากแม่น้ำลำคลองที่ไหลออกสู่ทะเล ริมทะเลทั้งฝั่งอ่าวไทยและทะเล อันดามัน ป่าชายเลนฝั่งอันดามันมีไม้ขนาดใหญ่และอุดมสมบูรณ์กว่าฝั่งอ่าวไทย มีลักษณะ โครงสร้างของป่าและองค์ประกอบของพรรณไม้โดยเฉพาะ ต้นไม้บางชนิดเช่น โกงกาง มีรากค้ำยัน (buttress root หรือ stilt root) ออกมาจากโคนต้น บางชนิดเช่น แสม , ลำพู , ประดู่ มีรากอากาศ ฝังพื้นดินเลน เรียกว่า รากหายใจ (pneumatophore) พรรณไม้ชนิดอื่นที่พบขึ้นอยู่ทั่วไป เช่น ลำแพนหิน , ถั่วขาว , โปรง , ตะบูนขาว , ตะบูนดำ , หงอนไก่ทะเล , ฝาด , ตาตุ่มทะเล , จาก , ปรงทะเล , เหงือกปลาหมอ เป็นต้น (วัชรชัย สันติสุข , 2550)

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าป่าชายเลนมีคุณค่าและความสำคัญต่อมนุษย์ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม ไม้ใช้ทำฟืนและถ่าน เป็นแหล่งรวมพันธุ์ไม้และสัตว์น้ำนานาชนิด โดยเฉพาะสัตว์น้ำใช้ป่าชายเลนเป็นที่วางไข่ อนุบาลตัวอ่อน และที่หลบภัย ช่วยบำบัดน้ำเสียและสิ่งปฏิกูล ฟอกน้ำเสียให้เป็นน้ำสะอาดได้ ป้องกันการพังทลายของดินชายฝั่ง สร้างอากาศบริสุทธิ์ของชายฝั่งทะเล เป็นแหล่งสมุนไพรรักษาโรคภัยไข้เจ็บของชุมชนชายฝั่งทะเล ป้องกันดินพังทลายและลมพายุที่รุนแรงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นแหล่งอาหารของชุมชนที่อาศัยอยู่บริเวณชายฝั่งทะเล สรุปได้ว่าป่าชายเลนมีความสำคัญต่อความมั่นคงทางสังคมและเศรษฐกิจของประเทศอย่างมหาศาล (ณัฐวรรธน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, 2546) จากความสำคัญของป่าชายเลน และทรัพยากรป่าไม้ทำให้นักวิทยาศาสตร์สนใจศึกษาตัวแปรทางชีววิทยา (Biophysical parameters) ที่ทำให้ทราบปริมาณของผลผลิตของป่าที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช เช่น ค่ามวลชีวภาพ (Biomass), ค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ (Leaf Area Index, LAI) ซึ่งมีความสำคัญอย่างยิ่งในการวิเคราะห์ความสามารถในการให้ผลผลิตของป่าและกระบวนการผลิตของป่า เนื่องจากผลผลิตสุทธิของหมู่มักมีความสัมพันธ์ไปในทางเดียวกับค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ (พงษ์ศักดิ์ สหุณาฟู, 2538) และค่าตัวแปรทางชีววิทยาเป็นลักษณะโครงสร้างของพืชที่สำคัญมากเพราะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับการแลกเปลี่ยนพลังงาน, ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และมวลสารระหว่างเรือนยอดของพืชกับชั้นบรรยากาศ (Fassnacht และคณะ, 1997) ซึ่งพืชจะกักเก็บคาร์บอน (C) ไว้ในเนื้อไม้ประมาณ 40-45 % ของน้ำหนักแห้ง (Hogarth, 2007) การวัดค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบได้อย่างถูกต้องเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการประมาณปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศซึ่งเป็นประโยชน์ในการศึกษาปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในโลก เช่น การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Climate Change) ผลกระทบต่อชั้นบรรยากาศจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ป่าขนาดใหญ่การประมาณหาค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบเป็นสิ่งที่มีความสำคัญเพราะการวัดโครงสร้างของเรือนยอดปกคลุมโดยตรงเป็นงานที่ต้องใช้แรงงานคนและสิ้นเปลืองเวลาอย่างมาก การประมาณหาค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบและค่ามวลชีวภาพโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมระบบที่ได้จากการสำรวจระยะไกลสามารถนำมาใช้แก้ปัญหาเหล่านี้ได้ (Fassnacht และคณะ, 1997) ที่ผ่านมามีค่าดัชนีพืชพรรณ (Vegetation indice) ที่ได้จากการสำรวจระยะไกลถูกใช้อย่างกว้างขวางในการประมาณค่ามวลชีวภาพ และค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ (Hurcom และ Harrison, 1998) ซึ่งค่าดัชนีพืชพรรณที่นิยมใช้ในปัจจุบันมีอยู่หลายตัว เช่น ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI), ค่าดัชนีสัดส่วนธรรมดา (Simple Ratio, SR), ค่าดัชนีพืชพรรณที่ปรับแก้ดิน (Soil Adjusted Vegetation Index, SAVI), ค่าดัชนีตำแหน่ง Red Edge (Red Edge Positioning, REP) เป็นต้น จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (Green และคณะ, 1997;

Kovac และคณะ,2004) พบว่าการนำภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ศึกษาหาความสัมพันธ์ของ ค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน พบว่ามีความสัมพันธ์กันสูง สามารถ สร้างแบบจำลองความสัมพันธ์เพื่อใช้ประมาณค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลนได้ดี จึงอาจกล่าวได้ว่าการสำรวจระยะไกลเป็นหนทางเดียวที่ใช้ประมาณค่าตัวแปรทางชีววิทยาได้ โดยไม่ต้องมีการทำลายหรือตัดฟันต้นไม้ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับการศึกษาป่าชายเลน ที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่

อย่างไรก็ตามมีการศึกษาวิจัยที่พบว่าการนำค่าดัชนีพืชพรรณมาใช้ประมาณค่าตัวแปร ทางชีววิทยาของป่านั้นไม่ประสบความสำเร็จไปเสียทั้งหมดเนื่องจากปัญหาและอุปสรรคต่างๆ เช่น ปัญหาจากสัญญาณพื้นหลัง(Gao และคณะ,2000; Gong และคณะ,2003) ปัญหา สัญญาณอิ่มตัวหรือ Saturation Problem(Fassnacht และคณะ,1997; Gao และคณะ,2000; Hurcom และ Harrison,1998; Li และคณะ, 2007 ; Mutanga และSkidmore,2004;Thenkabail, Smith และ Pauw,2000) ปัญหาผลกระทบจากชั้นบรรยากาศ (Myneni และ Asrar,1994) เป็นต้น หากนับจากจำนวนของเอกสารที่ค้นคว้าในเรื่องนี้ทั้งหมด เราพบว่าปัญหาการเกิดจุดอิ่มตัวของ สัญญาณนั้นเป็นปัญหาที่นักวิชาการกล่าวถึงกันมาก และเป็นปัญหาสำคัญที่ทำให้ค่าดัชนี พืชพรรณที่ได้จากเทคนิคการสำรวจระยะไกลถูกลดศักยภาพลงไป ไม่สามารถประมาณค่าที่ระดับ ความหนาแน่นของเรือนยอดปกคลุมสูงได้ (Jensen, 2007;Mutanga และSkidmore,2004; Thenkabail , Smith และ Pauw ,2000)

ต่อมาได้มีการทดลองศึกษาเพื่อแก้ปัญหาจุดอิ่มตัวของสัญญาณโดยใช้เทคนิคการสำรวจ ระยะไกลแบบไฮเปอร์สเปกตรัลกับพืชชนิดอื่นที่มีใบป่าชายเลน (Mutanga และ skidmore,2004;Thenkabail และคณะ,2004) โดยพบว่าภาพถ่ายดาวเทียมระบบไฮเปอร์ สเปกตรัลซึ่งมีความละเอียดของข้อมูลมากกว่าภาพถ่ายดาวเทียมระบบมัลติสเปกตรัลสามารถ เลือกลูก band ที่ให้ค่าความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์กับ ค่ามวลชีวภาพสูงได้ หลักฐานทั้งหมดที่รวบรวมมานั้นยืนยันว่าการใช้ค่าดัชนีพืชพรรณสร้าง แบบจำลองระหว่างข้อมูลการสำรวจระยะไกลกับพืชนั้น การเกิดปัญหาจุดอิ่มตัวของสัญญาณเป็น ปัญหาต่อการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ที่ถูกต้องระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณที่ได้จากข้อมูล มัลติสเปกตรัลกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน นอกจากนี้หลักฐานดังกล่าวก็ดูเหมือน จะสนับสนุนว่าการใช้ข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลที่มีความละเอียดของข้อมูลสูงกว่าข้อมูล มัลติสเปกตรัลจะเป็นทางเลือกที่ดีในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว แต่เนื่องจากรายงานที่พบเกือบ ทั้งหมดนั้นเป็นการศึกษาในพืชชนิดอื่นที่นอกเหนือจากพืชชายเลน และยังไม่เคยมีผู้ใดศึกษาใน เรื่องดังกล่าวอย่างจริงจังมาก่อนในกรณีของป่าชายเลน ทำให้เรายังไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่า

การใช้ข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลนั้นจะสามารถสร้างความสัมพันธ์ที่ถูกต้องระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลนได้หรือไม่

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงจัดทำขึ้นเพื่อค้นหาความจริงในเรื่องดังกล่าว โดยจะมุ่งเน้นการทดสอบสมมุติฐานหลักว่าการใช้ข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลจะสามารถแก้ไขปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณได้จริงหรือไม่ โดยการศึกษาในครั้งนี้จะวินิจฉัยจากข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion โดยเปรียบเทียบกับผลที่วิเคราะห์จากข้อมูลมัลติสเปกตรัลที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI ที่ติดตั้งอยู่บนดาวเทียมดวงเดียวกันและถ่ายภาพในเวลาเดียวกัน ส่วนข้อมูลภาคสนามนั้นได้จากการเก็บข้อมูลในพื้นที่ป่าชายเลนที่มีเรือนยอดปกคลุมหนาแน่นบริเวณแหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อทดสอบและเปรียบเทียบอิทธิพลของปัญหาการเกิดจุดอิมตัวของสัญญาณที่มีต่อข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลกับข้อมูลมัลติสเปกตรัลในพื้นที่ศึกษาป่าชายเลนเขตร้อน

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ค่าดัชนีพืชพรรณที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI คือ ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์, ค่าดัชนีสัดส่วนธรรมดา และค่าดัชนีตำแหน่ง Red Edge มาหาความสัมพันธ์กับค่ามวลชีวภาพและค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบของป่าชายเลน โดยใช้การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression) เป็นแบบจำลองในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ สำหรับภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion จะใช้คู่ Band ในช่วงคลื่นสีแดง (Band 28 –33) และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้(Band42- 53) และภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI จะใช้คู่ Band ในช่วงคลื่นสีแดง (MS-3) และช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (MS-4 และMS-4') มาคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณโดยเลือกป่าชายเลนบริเวณแหลมตะลุมพุกที่มีพรรณไม้ชายเลนขึ้นอยู่หนาแน่น และมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม่เป็นพื้นที่ศึกษา และเลือกใช้เทคนิคการสำรวจระยะไกลด้วยภาพถ่ายดาวเทียมระบบแบบไฮเปอร์สเปกตรัลเปรียบเทียบกับแบบมัลติสเปกตรัลโดยมีสมมุติฐานว่าข้อมูลที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบแบบไฮเปอร์สเปกตรัลน่าจะแก้ปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณที่เกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษาได้ ในขณะที่ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมแบบมัลติสเปกตรัลไม่สามารถแก้ปัญหาได้

เพื่อให้เหมาะสมกับกรอบของเวลาการทำงานวิจัย ผู้วิจัยจึงไม่สร้างดัชนีพืชพรรณขึ้นมาใหม่ แต่จะใช้ค่าดัชนีพืชพรรณที่เป็นที่นิยมใช้กันอยู่แล้วคือ ค่าดัชนีพืชพรรณ

ผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์, ค่าดัชนีสัดส่วนธรรมชาติ และค่าดัชนีตำแหน่ง Red Edge ในการหาความสัมพันธ์กับตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่เลือกใช้สำหรับเป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยสมมุติฐานหลักนั้นจะเป็นระบบสมการเชิงเส้นที่ง่ายต่อการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ และในการวิจัยครั้งนี้ คณะผู้วิจัยได้สั่งซื้อภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI ซึ่งถ่ายโดยดาวเทียม EO-1 ขององค์การบริหารการบินและอวกาศแห่งชาติ (NASA) ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งต้องใช้เวลาในการโคจรถ่ายภาพทั้งหมดถึง 3 ครั้ง จึงสามารถถ่ายภาพบริเวณพื้นที่ศึกษาป่าชายเลนอ่าวปากพนังโดยไม่มีเมฆรบกวนได้สำเร็จเมื่อวันที่ 15 กรกฎาคม พ.ศ. 2550 แต่เนื่องจากกรอบระยะเวลาการศึกษาที่มีจำกัด คณะผู้วิจัยจึงพิจารณาใช้ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER ที่ถ่ายภาพบริเวณพื้นที่ศึกษาเมื่อปี พ.ศ. 2547 มาใช้ในการช่วยเก็บข้อมูลตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลนในภาคสนาม ซึ่งได้ทำการเก็บข้อมูลภาคสนามเสร็จสิ้นในช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2550

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทำให้ทราบว่า การใช้ข้อมูลค่าดัชนีพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียมแบบไฮเปอร์สเปกตรัลนั้นสามารถแก้ปัญหาจุดอ่อนตัวของสัญญาณที่ปรากฏในความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาในสังคมพืชป่าชายเลนได้จริงหรือไม่

1.4.2 เป็นข้อมูลสำหรับนักวิชาการ นักวิจัยและนักจัดการทรัพยากรป่าชายเลนนำไปใช้พิจารณาตัดสินใจเลือกชนิดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่เหมาะสมในการศึกษาป่าชายเลน หรือทำการศึกษาวิจัยต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ค่าดัชนีพืชพรรณ (Vegetation Indices)

2.1.1 ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ (Normalized Difference Vegetation Index, NDVI) Rouse และคณะ (1974) ได้พัฒนาค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ขึ้นเป็นค่าดัชนีพืชพรรณที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง (Jensen, 2007) เพราะสามารถใช้ติดตามการเปลี่ยนแปลงของพืชในช่วงเวลาระหว่างฤดูกาลและในช่วงแต่ละปีได้ ใช้ประมาณค่ามวลชีวภาพและค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบในสังคมพืชได้ดี และในการใช้งานไม่ต้องการข้อมูลอย่างอื่นประกอบ เช่น ข้อมูลชุดดิน ข้อมูลปรับแก้ค่าต่างๆ ทำให้ต้องเสียเวลาในเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในการคำนวณใช้ค่าสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นสีแดงและช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้มาคำนวณดังสมการ

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \quad (1)$$

เมื่อ NIR คือ ค่าสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (Near Infrared Band)
R คือ ค่าสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นสีแดง (Red Band)

ในการศึกษาครั้งนี้ในช่วงคลื่นสีแดง จะใช้ band MS-3 สำหรับภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI และใช้ Band28-Band33 สำหรับภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ จะใช้ band MS-4 และ MS-4' สำหรับภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI และใช้ Band42-Band53 สำหรับภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion

ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์จะมีค่าอยู่ในช่วง -1.0 ถึง +1.0 ถ้าพื้นผิวถูกปกคลุมด้วยพืชพรรณ ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ที่ได้จะมีค่าเป็นบวก เพราะพืชมีค่าสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้มากกว่าค่าสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นสีแดง เนื่องจากคลอโรฟิลล์ในพืชจะดูดกลืนค่าพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ในช่วงคลื่นสีแดงมากและสะท้อนออกมาน้อย ประมาณ 10 % แต่ Spongy mesophyll ในพืชจะสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ออกมามากถึง 40 - 60 % ดังนั้นค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์จึงใช้อธิบายลักษณะของพืชได้ดี แต่ถ้าพื้นผิวปกคลุมเป็นน้ำ เมฆ และหิมะ ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ที่ได้จะมีค่าติดลบเพราะมีค่าสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ต่ำกว่าค่าการสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นสีแดง และในกรณีที่พื้นผิวปกคลุมเป็นดิน

ค่าสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นสีแดงและค่าสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้มีค่าใกล้เคียงกัน ทำให้ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับศูนย์ (Green และคณะ 1997; Jensen, 2007; Lillesand, Kiefer และ Chipman, 2004)

2.1.2 ค่าดัชนีสัดส่วนธรรมดา (Simple Ratio, SR)

ค่าดัชนีสัดส่วนธรรมดาเป็นดัชนีพืชพรรณอีกตัวหนึ่งที่ได้รับคามนิยมใช้กันแพร่หลายในการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณของค่ามวลชีวภาพและค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ ไม่ต้องการข้อมูลอย่างอื่นประกอบในการใช้งาน เช่น ข้อมูลชุดดิน ข้อมูลปรับแก้ค่าต่างๆ เป็นต้น ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการเก็บข้อมูลเพิ่ม ซึ่งคำนวณจากสัดส่วนของค่าสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นสีแดงกับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ตามสมการที่ Birch และ McVey (1968) ได้พัฒนาขึ้นมา (Jensen, 2007)

ดังสมการ

$$SR = \frac{\rho_{red}}{\rho_{nir}} \quad (2)$$

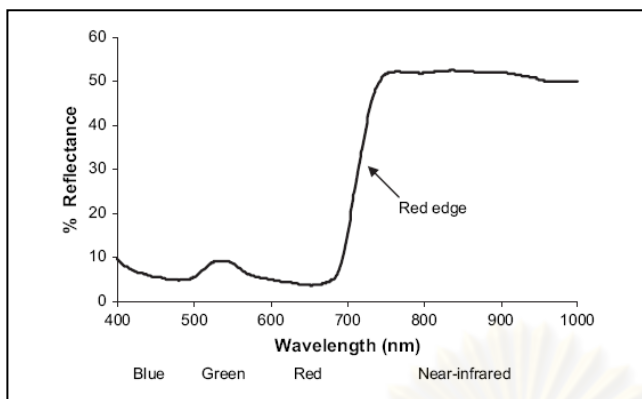
เมื่อ ρ_{red} คือ ช่วงคลื่นสีแดง

ρ_{nir} คือ ช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้

ในการศึกษาครั้งนี้ในช่วงคลื่นสีแดง จะใช้ band MS-3 สำหรับภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI และใช้ Band28 - Band33 สำหรับภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้จะใช้ band MS-4 และ MS-4' สำหรับภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI และใช้ Band 42 - Band 53 สำหรับภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion

2.1.3 ค่าดัชนีตำแหน่ง Red Edge (Red Edge Positioning, REP)

ค่าดัชนีตำแหน่ง Red Edge (Red Edge Positioning, REP) คือตำแหน่งบนกราฟค่าสะท้อนพลังงานของพืชในช่วงระหว่างคลื่นสีแดงกับคลื่นอินฟราเรดใกล้ที่มีค่าความชันสูงที่สุด (Jensen, 2007) ดังรูปที่ 2.1 ค่าดัชนีตำแหน่ง Red Edge ถูกนำมาใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของคลอโรฟิลล์ในใบไม้ , สถานภาพของน้ำและมวลชีวภาพ , ค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ , อายุ , ระดับสุขภาพของพืช , ความเครียดของพืช , ผลผลิตของระบบนิเวศน์ เป็นต้น (Cho, Skidmore and Atzberger, 2008; Pu และคณะ ,2003) ในการใช้งานไม่ต้องการข้อมูลอย่างอื่น เช่น ข้อมูลชุดดิน ข้อมูลปรับแก้ค่าต่างๆทำให้ไม่ต้องเสียเวลาในการเก็บข้อมูลเพิ่ม และจะใช้งานได้เฉพาะกับข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลเท่านั้น



รูปที่ 2.1 แสดงช่วง Red Edge ที่ปรากฏระหว่างช่วงคลื่นสีแดงกับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ของค่าสะท้อนพลังงานของพืชสีเขียว (ที่มา Blackburn,2007)

ค่าดัชนีตำแหน่ง Red Edge จะใช้ข้อมูลค่าสะท้อนพลังงานในช่วงคลื่นที่ได้จากข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัล ใน 4 ความยาวคลื่นมาคำนวณตามสมการที่ Clever (1994) ได้พัฒนาขึ้น (Jensen, 2007) ดังนี้

$$REP = 700 + 40 \left[\frac{\rho(\text{red edge}) - \rho(700\text{nm})}{\rho(740\text{nm}) - \rho(700\text{nm})} \right] \quad (3)$$

$$\text{เมื่อ } \rho(\text{red edge}) = \frac{\rho(670\text{nm}) + \rho(780\text{nm})}{2} \quad (4)$$

ในการคำนวณ จะใช้ค่าสะท้อนพลังงานใน Band 32, Band 35, Band 39 และ Band 43 จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion แทนค่าในช่วงคลื่น 670nm, 700nm, 740nm และ 780 nm ตามลำดับ

2.2 ตัวแปรทางชีววิทยา (Biophysical Parameters)

2.2.1 ค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ (Leaf Area Index , LAI) เป็นผลรวมของพื้นที่ผิวของใบไม้ทั้งหมดในด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว ต่อหน่วยพื้นที่ (Jensen,2007) โดยวิธีการวัดค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบมี 2 วิธี คือวิธีทางตรง และวิธีทางอ้อม

1)วิธีทางตรง ใช้การตัดต้นไม้ออกมาจากพื้นที่แล้วนำไปไม้ที่ได้มาวัดหาพื้นที่

2)วิธีการทางอ้อม โดยใช้เครื่องมืออุปกรณ์มาใช้ประมาณค่า นิยมใช้ Fish eye len ที่มีมุมกว้าง 180 องศา ติดกับกล้องแล้วถ่ายภาพเรื้อนยอดปกคลุมจากบนพื้นดินแล้วทำการแปรภาพคำนวณเป็นสัดส่วนเรื้อนยอดปกคลุมต่อพื้นที่ (ชลิตา ศรีรัตดา,2548) หรือใช้เครื่องมือ LAI-2000

วางไว้บนพื้นใต้เรือนยอด ซึ่งเครื่องมือนี้จะวัดแสงที่ส่องผ่านช่องว่างของเรือนยอดแต่เครื่องมือนี้มีข้อเสียคือไม่สามารถแยกแยะต้นไม้ที่ตายแล้วทำการวัดเฉพาะต้นไม้ที่มีชีวิตอยู่ได้ (Kovac และคณะ, 2004) ในการทดลองนี้ใช้วิธีคำนวณดังสมการ

$$LA = \pi R^2 \quad (5)$$

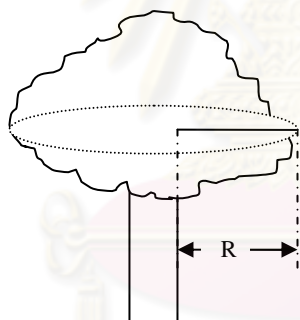
เมื่อ LA คือค่าพื้นที่ผิวใบของต้นไม้หนึ่งต้น

R คือรัศมีของเรือนยอดต้นไม้วัดจากด้านที่ยาวที่สุดจากลำต้นจนถึงวงขอบเรือนยอด

และค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ (LAI) คำนวณได้จากสมการ

$$LAI = \frac{\text{sum}LA}{\text{area}} \quad (6)$$

เมื่อ sum LA คือผลรวมของค่าพื้นที่ผิวใบของต้นไม้ทุกต้นในแปลง
area คือ พื้นที่ของแปลงตัวอย่างขนาด 30 x 30 ตารางเมตร



รูปที่ 2.2 แสดงการวัดคาร์ซีของเรือนยอดต้นไม้ (R)

ค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบที่ได้จากการศึกษาไม่สามารถใช้อ้างอิงเป็นค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบของพื้นที่ศึกษาได้เนื่องจากการประมาณค่าพื้นที่ผิวใบของเรือนยอดต้นไม้ด้วยพื้นที่รูปวงกลมเรือนยอด ผู้วิจัยต้องการเพียงดูแนวโน้มความสัมพันธ์ของข้อมูลกับข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกลเพื่อใช้ในการศึกษาปัญหาการเกิดสัญญาณอิมิตัวของข้อมูลค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบเท่านั้น

2.2.2 **ค่ามวลชีวภาพ (Biomass)** คือมวลของสิ่งมีชีวิตทั้งหมดที่ปรากฏอยู่ในระบบนิเวศต่อหน่วยพื้นที่ ในที่นี้เราจะหมายถึงมวลของทุกส่วนของต้นไม้ ทั้งลำต้น ใบ ราก ดอก และผล (ถ้ามี) โดยทั่วไปนิยมวัดในรูปของน้ำหนักแห้ง มวลชีวภาพมีความสำคัญในการศึกษาผลผลิตของป่า และการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนออกไซด์ของพืชกับชั้นบรรยากาศ ซึ่งพืชสามารถกักเก็บคาร์บอน (C) ไว้ในเนื้อไม้ประมาณ 40-45 % ของน้ำหนักแห้ง(Hogarth,2007) โดยทั่วไปจะทำการหามวลชีวภาพได้สองวิธี คือวิธีการตัดฟันต้นไม้ และวิธีการทางแอลโลเมตริก

1) วิธีการตัดฟันต้นไม้ (Harvest method) กระทำโดยตัดต้นไม้ทุกต้นที่พบในพื้นที่แล้วนำไปอบ แล้วชั่งหาน้ำหนักแห้ง โดย

$$\text{มวลชีวภาพ} = \frac{\text{น้ำหนักแห้งทั้งหมด}}{\text{พื้นที่}} \quad (7)$$

2) วิธีการทางแอลโลเมตริก (Allometric method) เป็นวิธีที่ตัดต้นไม้บางส่วนเฉพาะที่เป็นตัวอย่างแล้วนำน้ำหนักของพืชมาหาความสัมพันธ์กับส่วนต่างๆของพืชโดยวิธี Allometric วิธีนี้ทำให้ไม่จำเป็นต้องตัดฟันต้นไม้ทั้งหมดในพื้นที่

การประมาณค่ามวลชีวภาพด้วยวิธีนี้ไม่ต้องตัดฟันต้นไม้ทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา โดยจะทำการตัดต้นไม้บางส่วน มาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของค่ามวลชีวภาพกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก(Diameter at Breast Height, DBH) และความสูง(Height,H) ของต้นไม้ ซึ่งมีการศึกษาพบว่าความสัมพันธ์ของค่า (DBH)² H สามารถใช้ประมาณค่ามวลชีวภาพของลำต้นได้อย่างแม่นยำ (พงษ์ศักดิ์ สหุณาฟู,2538) การศึกษานี้จึงได้นำวิธีการดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ เนื่องจากไม่ต้องการตัดต้นไม้ในพื้นที่ศึกษา การคำนวณดังสมการ

$$Biomass = a (DBH^2 H)^b / Area \quad (8)$$

เมื่อ a และ b คือค่าคงที่จาก regression line ของป่าแต่ละพื้นที่ในที่นี้กำหนดให้มีค่าเท่ากับ 1

DBH คือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่ระดับความสูงเพียงอก (เซนติเมตร)

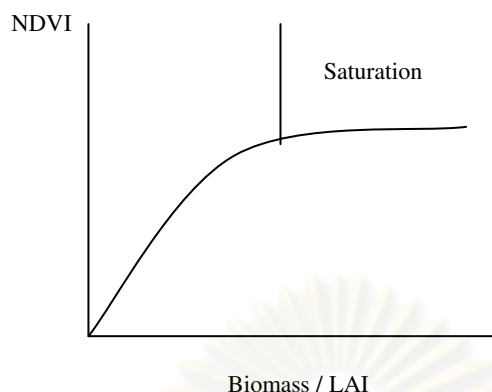
H คือความสูงของต้นไม้ (เมตร)

Area คือพื้นที่แปลงตัวอย่างมีขนาดเท่ากับ 30 X 30 ตารางเมตร

ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้วิธีการประมาณค่าในการวัดหาค่ามวลชีวภาพเนื่องจากไม่ต้องการตัดต้นไม้ออกจากพื้นที่ศึกษา และในวิธีการนี้เราจะต้องทราบค่าคงที่ a และ b ซึ่งเป็นตัวเลขที่มีจุดทศนิยมที่ได้จากความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของต้นไม้ที่ระดับความสูงเพียงอกกับความสูงของต้นไม้ในพื้นที่ศึกษาเพื่อให้ค่ามวลชีวภาพที่คำนวณได้มีความถูกต้อง แต่ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายที่จะแก้ปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณเป็นสำคัญ จึงกำหนดให้ค่าคงที่ a และ b เท่ากับ 1 ในการคำนวณหาค่ามวลชีวภาพในทุกแปลงตัวอย่างทั้งระบบ ซึ่งทำให้ค่ามวลชีวภาพที่ได้จากการศึกษานี้ไม่ใช่ค่ามวลชีวภาพที่ถูกต้องตามจริง ไม่สามารถนำไปใช้อ้างอิงเป็นค่ามวลชีวภาพของป่าชายเลนบริเวณพื้นที่ศึกษาได้ แต่จะไม่กระทบต่อแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับค่ามวลชีวภาพที่เราต้องการนำมาใช้พิจารณาเพื่อศึกษาการแก้ปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.3 ปัญหาการเกิดจุดอิมตัวของสัญญาณ (Saturation Problem)

ปัญหาการเกิดจุดอิมตัวของสัญญาณของค่าดัชนีพืชพรรณหรือที่เรียกว่า Saturation คือปัญหาหนึ่งที่เกิดจากการใช้งานค่าดัชนีพืชพรรณ โดยปกติค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาจะมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างสูง แต่ค่าดัชนีพืชพรรณจะเกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณ เมื่อค่าตัวแปรทางชีววิทยาเริ่มมีค่าสูงมากอย่างต่อเนื่อง ดังรูปที่ 2.3 สาเหตุการเกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณนั้นอาจจะเกิดจากหลายปัจจัย เช่น อิทธิพลของความหนาแน่นของเรือนยอดปกคลุม, ความแตกต่างระหว่างชั้นเรือนยอดของหมู่ไม้, อิทธิพลของสภาพดินพื้นหลัง เป็นต้น มีผลทำให้ค่าดัชนีพืชพรรณเกิดข้อจำกัดไม่สามารถทำนายค่าตัวแปรทางชีววิทยาในช่วงที่เกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณได้ ในการศึกษาสังคมพืชที่มีเรือนยอดปกคลุมหนาแน่นมีโอกาสที่จะเกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณได้มาก เนื่องจากสังคมพืชประเภทนี้ให้ค่าตัวแปรทางชีววิทยาค่อนข้างสูง



รูปที่ 2.3 แสดงรูปแบบการเกิดปัญหาจุดอิ่มตัวของสัญญาณของค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ (NDVI) เมื่อค่าตัวแปรทางชีววิทยา(Biomass / LAI)มีค่าสูง

2.4 การจำแนกประเภทข้อมูลภาพแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification)

การจำแนกข้อมูลภาพด้วยวิธีจำแนกแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification) คือการจำแนกจุดภาพโดยใช้ค่าความสว่างของจุดภาพ(pixel) ที่มีลักษณะเฉพาะตัวในแต่ละband มาจัดกลุ่ม ซึ่งข้อดีของวิธีนี้เมื่อเทียบกับวิธีจำแนกแบบควบคุม (Supervised Classification) คือไม่ต้องมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งปกคลุมพื้นผิวในภาพเพื่อใช้ในการจำแนก และข้อผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์มีโอกาสดังขึ้นน้อย ข้อเสียของวิธีนี้คือจำแนกจุดภาพออกเป็นชั้นข้อมูลที่มีค่าสัญญาณเหมือนกัน โดยไม่ได้สนใจข้อมูลของวัตถุในภาพตามความเป็นจริงว่าเป็นอย่างไร และมีข้อจำกัดในการจำแนกเมื่อวัตถุในภาพมีลักษณะเฉพาะตัวที่ต้องใช้ข้อมูลหรือประสบการณ์ของมนุษย์ช่วยในการจำแนก คุณสมบัติของแต่ละชั้นข้อมูลมีความไม่แน่นอนจะเปลี่ยนไปตามฤดูกาล และไม่สามารถนำไปใช้อธิบายภาพอื่นๆได้ (Campbell, 2002) สำหรับ Algorithm ที่นิยมใช้กันของวิธีนี้ คือ K-mean กับ ISODATA ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะวิธี K-mean ที่จะใช้ในการศึกษา

Algorithm K-mean จะทำงานโดยจำแนกจุดภาพออกเป็น K กลุ่มตามคำสั่ง ขั้นตอนแรก จะทำการสุ่มเลือกจุดศูนย์กลาง(centroid) ของแต่ละกลุ่มขึ้นมา แล้วทำการจัดกลุ่มภาพในภาพด้วยการคำนวณหาระยะทางที่น้อยที่สุดของระยะทางระหว่างจุดภาพกับจุดศูนย์กลาง ยกกำลังสอง ถ้าจุดภาพอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของกลุ่มไหนน้อยที่สุดก็จะถูกจัดให้เข้ากลุ่มนั้น แล้วทำการจัดชั้นข้อมูลให้จุดภาพทั้งหมดในภาพ ขั้นตอนที่สอง ทำการเปลี่ยนตำแหน่งจุดศูนย์กลางของกลุ่มแล้วทำการจัดชั้นข้อมูลใหม่โดยใช้วิธีการคำนวณเหมือนขั้นตอนแรก

ขั้นตอนที่สามทำซ้ำในขั้นตอนที่สองไปเรื่อยๆจนกว่าชั้นข้อมูลที่ได้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง จึงหยุดการทำงาน

ในการศึกษานี้เราใช้วิธีการจำแนกภาพด้วยวิธีจำแนกแบบไม่ควบคุม แบบ K-mean โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER เนื่องจากพื้นที่ในภาพเกือบทั้งหมดเป็นป่าชายเลน แต่เราไม่ทราบจากภาพว่าพันธุ์ไม้ชนิดใดขึ้นเป็นกลุ่มอยู่ตรงไหน จึงทำการจำแนกค่าความสว่างที่ปรากฏในภาพเพื่อจัดชั้นข้อมูลของค่าความสว่างของสังคมพืชป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษา เพื่อจะช่วยให้การสุ่มตัวอย่างแบบ Stratified Random Sampling ให้กระจายครอบคลุมในทุกชนิดพันธุ์ไม้เด่นในพื้นที่ศึกษา

2.5 คุณลักษณะของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา

2.5.1 ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER

ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER มีชื่อเต็มว่า Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer เป็นโครงการความร่วมมือระหว่างองค์การ NASA ประเทศสหรัฐอเมริกากับกระทรวงอุตสาหกรรมและการค้าระหว่างประเทศ ของประเทศญี่ปุ่น ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER สามารถบันทึกรายละเอียดข้อมูลของอุณหภูมิ, ค่าสะท้อนพลังงาน และระดับความสูงบนพื้นผิวโลก โดยติดตั้งบนดาวเทียม TERRA และถูกใช้งานร่วมกับกล้องอื่นๆ เช่น MODIS, MISR และ CERES มีความสำคัญในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของโลกในระดับความละเอียดเชิงพื้นที่ปานกลาง ทำการบันทึกข้อมูลใน 14 band จากช่วงคลื่นที่ตามองเห็น(Visible) ถึงช่วงคลื่น Thermal Infrared ดูรายละเอียดตารางที่ 2.1 สำหรับช่วงคลื่นที่ตามองเห็น และคลื่นอินฟราเรดใกล้ ถูกบันทึกใน Band 1-3 ด้วยความละเอียดเชิงพื้นที่ 15x15m. โดยใช้กล้อง Telescope 2 ตัว ตัวแรกถ่ายมุม Nadir ติดกับเครื่อง CCD บันทึกสัญญาณใน 3 ช่วงคลื่น(band 1-3) ตัวที่สองติดกับเครื่อง CCD ถ่ายในมุม Backward บันทึกสัญญาณใน 1 ช่วงคลื่น(band 3) กล้อง telescope ที่ถ่ายมุม backward จะให้มุมมองที่สองของพื้นที่ใน band ที่ 3 ใช้สำหรับการดูภาพแบบ stereoscopic (Jensen,2007)

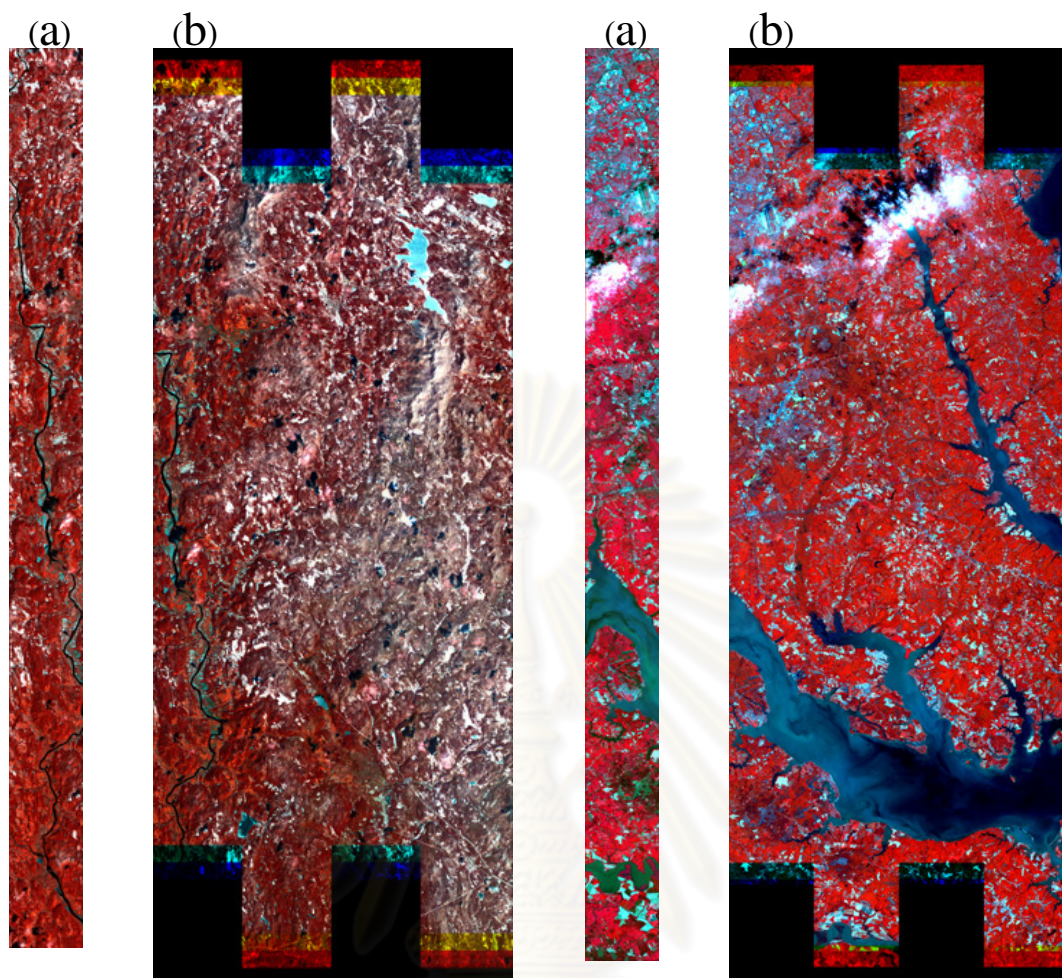
ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะบางประการของภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER (Jensen,2007)

Band	VNIR Spectral resolution(μm)	Band	SWIR Spectral Resolution(μm)	Band	TIR Spectral resolution(μm)
1 (nadir)	0.52- 0.60	4	1.60- 1.70	10	8.125- 8.475
2 (nadir)	0.63- 0.69	5	2.145- 2.185	11	8.475- 8.825
3 (nadir)	0.76- 0.86	6	2.185-2.225	12	8.925- 9.275
3 (backward)	0.76- 0.86	7	2.235- 2.285	13	10.25- 10.95
		8	2.295- 2.365	14	10.95- 11.65
		9	2.360- 2.430		
Spatial resolution(m)	15 x 15		30 x 30		90 x 90
Swath width	60 km		60 km		60 km
Quantization	8 bits		8 bits		12 bits

ในการศึกษาครั้งนี้จะนำข้อมูลภาพ ASTER ในband 1-9 ที่อยู่ในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น, อินฟราเรดใกล้และอินฟราเรดคลื่นสั้นมาใช้ในการจำแนกภาพเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลภาคสนาม เนื่องจากสอดคล้องกับช่วงคลื่นของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion ที่เราต้องการวิเคราะห์ที่บันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น,อินฟราเรดใกล้และอินฟราเรดคลื่นสั้น(band1-242) เหมือนกัน และไม่ใช้ข้อมูลภาพ ASTER ในband 10-14 ซึ่งเป็นช่วงคลื่น Thermal Infrared เนื่องจากอยู่นอกเหนือช่วงคลื่นที่ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion ทำการบันทึก และขนาดจุดภาพมีขนาดใหญ่เกินความต้องการใช้งาน

2.5.2 ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion

ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion เป็นข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลชนิดหนึ่งที่ทำกรบันทึกข้อมูลและจัดเก็บเป็นช่วงคลื่นที่แคบๆติดต่อกันไปหลายร้อยช่วง ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion เป็นข้อมูลที่ได้จากกล้องถ่ายภาพ Hyperion ที่ติดตั้งอยู่บนดาวเทียม EO-1 ของประเทศสหรัฐอเมริกา นิยมเรียกชื่อว่าภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion โดยภาพมีลักษณะครอบคลุมพื้นที่เป็นแถบยาวครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 7,500 ตารางกิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 2.4 ทำการบันทึกข้อมูลที่มีความกว้างช่วงคลื่น 10 nm ใน 1 band ต่อเนื่องติดต่อกันไปตั้งแต่ 356 - 2578 nm จำนวนทั้งหมด 242 band และโคจรกลับมาถ่ายซ้ำที่เดิมทุกๆ 16 วัน ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.2 และบันทึกข้อมูลในช่วงคลื่นที่ตามองเห็น,อินฟราเรดใกล้และอินฟราเรดคลื่นสั้น ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.3



รูปที่ 2.4 แสดงตัวอย่างภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (a) และ ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI (b) (ที่มา EO-1 ,USGS,2008)

ตารางที่ 2.2 แสดงลักษณะบางประการของภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (ที่มา EO-1 ,USGS,2008)

ลักษณะบางประการของภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion	
Spectral bands	242 bands (356-2575 nm)
Bandwidth	10 nm
repeat cycle	16 days
Pixel size	30 m
land area per image	7.7 x 42 หรือ 7.7 x 185 km
Satellite	EO-1

ตารางที่ 2.3 แสดงรายละเอียดช่วงคลื่นของภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (ที่มา EO-1 ,USGS,2008)

Spectral	Band	wavelength (nm)	Status
VisibleNIR channels	1-7	356-417	ไม่มีสัญญาณ
	8-55	426-895	มีสัญญาณ
	56-57	913-926	มีสัญญาณ (overlaps กับ SWIR 77-78)
	58-70	936-1058	ไม่มีสัญญาณ
	71-76	852-902	ไม่มีสัญญาณ
Shortwave infrared Channels	77-78	912-923	มีสัญญาณ (overlaps กับ VNIR 56-57)
	79-224	933-2396	มีสัญญาณ
	225-242	2406-2578	ไม่มีสัญญาณ

2.5.3 ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI

ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI เป็นภาพถ่ายดาวเทียมแบบมัลติสเปกตรัลชนิดหนึ่งที่ได้จากกล้องถ่ายภาพ ALI ที่ติดตั้งบนดาวเทียม EO-1 และทำการบันทึกสัญญาณใน 10 band ในช่วงคลื่นไม่ต่อเนื่องกัน ในเวลาและสถานที่เดียวกันกับกล้องถ่ายภาพ Hyperion ดังตารางที่ 2.4 โดยมีค่าศูนย์กลางของความยาวช่วงคลื่น (Spectral Center Wavelengths,CWL) ในแต่ละ band เมื่อเปรียบเทียบกับ Hyperion ดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.4 แสดงลักษณะบางประการของภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI (ที่มา EO-1 ,USGS,2008)

Spectral	EO-1 Advanced Land Imager (ALI)		
	Band	Spectral resolution(μm)	Spatial Resolution(m)
	MS-1	0.433- 0.453	30 x 30
	MS-1'	0.450- 0.510	30 x 30
	MS-2	0.525- 0.625	30 x 30
	MS-3	0.630- 0.690	30 x 30
	MS-4	0.775- 0.805	30 x 30
	MS-4'	0.845- 0.890	30 x 30
	MS-5	1.20- 1.30	30 x 30
	MS-5'	1.55- 1.75	30 x 30
	MS-7	2.08- 2.35	30 x 30
	Panchromatic	0.48- 0.69	10 x 10
Revisit	16 days		
Land area per image	37 x 42 หรือ 37x185 km		
Sattelite	EO-1		

ตารางที่ 2.5 แสดงค่าศูนย์กลางของความยาวช่วงคลื่น(CWL) ในแต่ละ band ของ ALI เปรียบเทียบกับ band ของ Hyperion (ที่มา EO-1 ,USGS,2008)

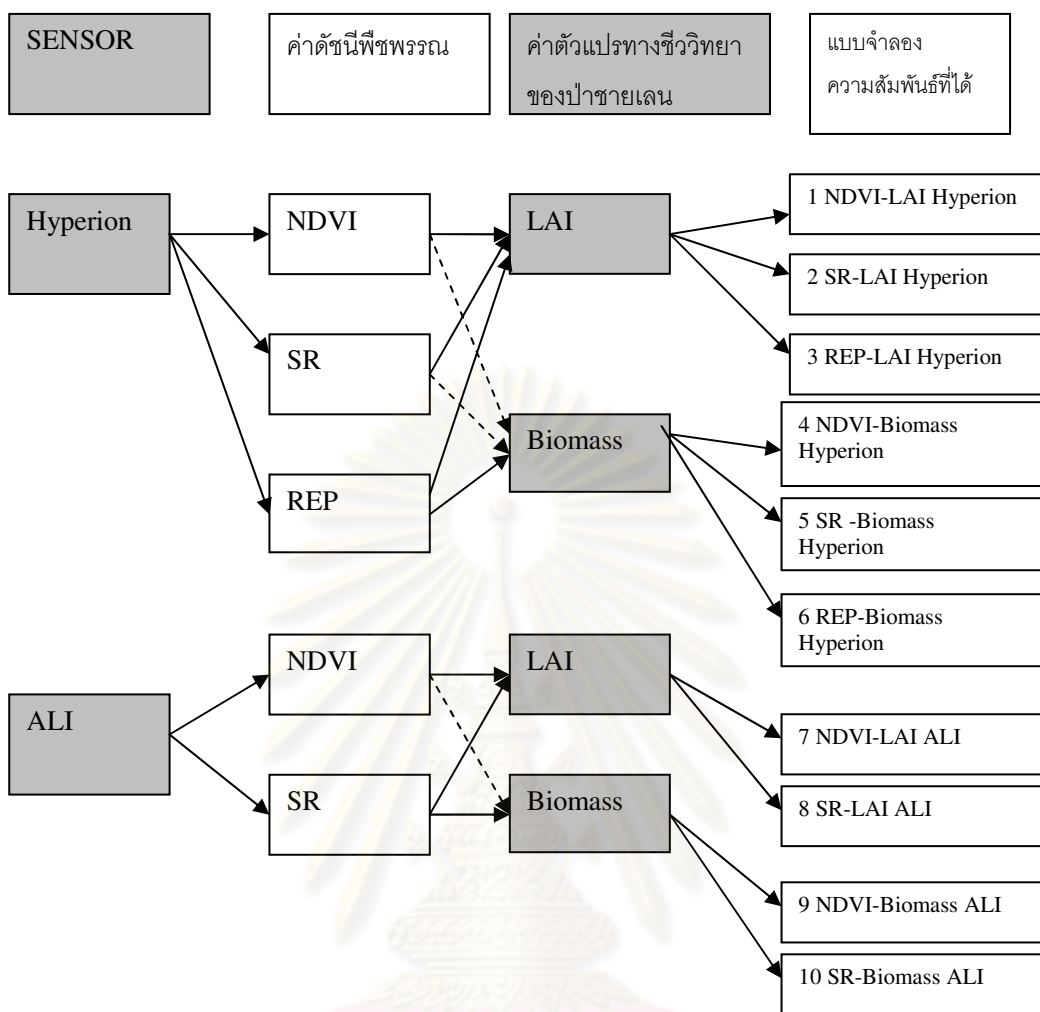
ALI band no.	CWL (nm)	Hyperion band no.	CWL (nm)	Range
MS-1'	441.6	10	447.17	VNIR
MS-1	484.8	14	487.87	VNIR
MS-2	567.2	22	569.27	VNIR
MS-3	660	31	660.85	VNIR
MS-4	790	44	793.13	VNIR
MS-4'	865.6	51	864.35	VNIR
MS-5	1244.4	110	1245.36	SWIR
MS-5'	1640.1	149	1638.81	SWIR
MS-7	2225.7	207	2224.03	SWIR

2.6 แบบจำลองความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลนที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI

เมื่อนำข้อมูลค่าดัชนีพืชพรรณที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI กับค่าตัวแปรทางชีววิทยามาหาความสัมพันธ์กัน จะได้แบบจำลองความสัมพันธ์ 10 รูปแบบ คือ

- 1) แบบจำลอง NDVI – LAI จากภาพ Hyperion
- 2) แบบจำลอง SR – LAI จากภาพ Hyperion
- 3) แบบจำลอง NDVI – Biomass จากภาพ Hyperion
- 4) แบบจำลอง SR – Biomass จากภาพ Hyperion
- 5) แบบจำลอง REP – LAI จากภาพ Hyperion
- 6) แบบจำลอง REP – Biomass จากภาพ Hyperion
- 7) แบบจำลอง NDVI – LAI จากภาพ ALI
- 8) แบบจำลอง SR – LAI จากภาพ ALI
- 9) แบบจำลอง NDVI – Biomass จากภาพ ALI และ
- 10) แบบจำลอง SR – Biomass จากภาพ ALI ดังแสดงในรูปที่ 2.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



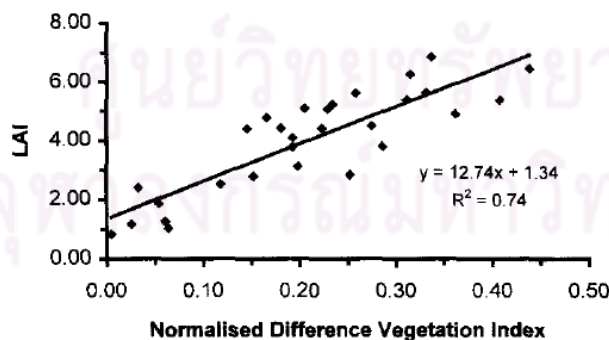
รูปที่ 2.5 แสดงแบบจำลองความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาจำนวน 10 แบบ ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI

บทที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 งานวิจัยที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน

3.1.1 Kovac และคณะ (2004) ได้นำภาพถ่ายดาวเทียมระบบ IKONOS มาใช้ประมาณค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ ในป่าชายเลนเสื่อมโทรมที่ประเทศเม็กซิโก ซึ่งมีพันธุ์ไม้ชายเลนขึ้นอยู่ 2 ชนิด พบว่าค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์กับค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบมีความสัมพันธ์กันสูง ($R^2 = 0.71$)

3.1.2 Green และคณะ (1997) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ SPOT XS กับค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบในป่าชายเลนที่หมู่เกาะ Turk and Caicos ประเทศ British West Indies ซึ่งมีพันธุ์ไม้ชายเลนอยู่ 3 ชนิด คือ *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* และ *Avicennia germinans* โดยใช้แบบจำลองความสัมพันธ์เชิงเส้นในการศึกษาความสัมพันธ์ ทำการเก็บข้อมูลจากแปลงตัวอย่างจำนวน 29 แปลง พบว่าค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบของป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษามีค่าตั้งแต่ 0.8 - 7.0 และค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์กับค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบมีความสัมพันธ์กันเชิงเส้น และได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) = 0.74 จากรูปที่ 3.1 และได้ทำแผนที่เพื่อใช้ประมาณค่า LAI ในพื้นที่ศึกษาโดยเปรียบเทียบค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบที่วัดได้จากในพื้นที่ป่าชายเลนกับค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบที่ได้จากการประมาณค่าพบว่าแผนที่มีความถูกต้องสูงถึง 88% ที่ช่วงความเชื่อมั่น 95%



รูปที่ 3.1 แสดงความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียม SPOT XS กับค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบที่ได้จากแปลงตัวอย่างจำนวน 29 แปลงของป่าชายเลนหมู่เกาะ Turk and Caicos ในงานวิจัยของ Green และคณะ (1977)

3.2 งานวิจัยที่รายงานปัญหาการเกิดจุดอิมตัวของสัญญาณ

3.2.1 Li และคณะ(2007) ศึกษาป่าชายเลนที่ประเทศจีนได้ทำการทดลองเปรียบเทียบใช้ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ LANDSAT TM กับ RADARSAT พบว่าค่าดัชนีพืชพรรณที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ LANDSAT TM เกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณที่ระดับความละเอียดภาพต่ำมากโดยได้กล่าวว่า Optical Remote Sensing มีข้อเสียในการใช้ประมาณค่าความละเอียดภาพเนื่องจากมีปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณแต่การใช้ RADARSAT จะประมาณค่าความละเอียดภาพได้ดีกว่า

3.2.2 Thenkabail , Smith และ Pauw (2000) ได้ทดลองใช้ข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลและภาพถ่ายดาวเทียมระบบ LANDSAT 5 TM ศึกษาพืชผลผลิตการเกษตร 4 ชนิด คือ มันฝรั่ง ถั่วเหลือง ข้าวโพด และฝ้าย พบว่าความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบและความละเอียดภาพที่ได้จากช่วงคลื่นแคบ (Narrow band) สูงกว่าความสัมพันธ์ที่ได้จากช่วงคลื่นกว้าง (Broad band) ในพืชทั้งสี่ชนิด

3.2.3 Gao และคณะ(2000) ได้ใช้ภาพ LANDSAT TM ศึกษาป่าใบเข็ม(Needle Leaf) และป่าใบกว้าง(Broad Leaf) ในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าป่าทั้งสองชนิดเกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณ โดยป่าที่มีเปอร์เซ็นต์เรือนยอดปกคลุมต่ำจะเข้าสู่เส้นโค้งสัญญาณอิมตัว (Saturation curve) เร็วกว่าป่าที่มีเปอร์เซ็นต์เรือนยอดปกคลุมสูง แสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของดินพื้นล่างของป่า(soil background) มีผลต่อค่าดัชนีพืชพรรณมากและได้สรุปว่าค่าดัชนีพืชพรรณมีความไวต่อดินพื้นล่างของเรือนยอดปกคลุม แต่ไม่มีความไวต่อโครงสร้างของเรือนยอดปกคลุม

3.2.4 Hurcom และ Harrison (1998) พบว่าการใช้ค่าดัชนีพืชพรรณหาความสัมพันธ์กับตัวแปรทางชีววิทยาไม่ประสบความสำเร็จ เพราะไม่สามารถนำมาใช้ศึกษาสังคมพืชที่เรือนยอดหนาแน่นได้เนื่องจากเกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณโดยได้ทดลองใช้เครื่อง Spectroradiometer (bandwidth 2-5 nm) กับป่ากึ่งแห้งแล้ง (semi-arid) ในพื้นที่ศึกษาประเทศสเปน(มีพื้นที่ไม้ 2 ชนิด)และพื้นที่ศึกษาประเทศโปรตุเกส(มีพื้นที่ไม้ 5 ชนิด)แล้วพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์กับค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบมีความสัมพันธ์กันต่ำ โดยสรุปผลการทดลองว่าเป็นเพราะระดับชั้นเรือนยอดที่มีหลายระดับมีผลต่อเรือนยอดปกคลุมของป่า และพืชขึ้นอยู่ค่อนข้างใกล้ชิดกัน

3.2.5 Fassnacht และคณะ(1997) ได้ทดลองใช้ค่าดัชนีพืชพรรณที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ LANDSAT 5 TM มาประมาณค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบในป่าที่ Central Wisconsin

ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าในป่าไม้สน (Conifer forest) และในป่าไม้เนื้อแข็ง (Hardwood forest, มีพันธุ์ไม้ 4 ชนิด) เกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณ

3.3 งานวิจัยที่ศึกษาการแก้ปัญหาการเกิดจุดอิมตัวของสัญญาณ

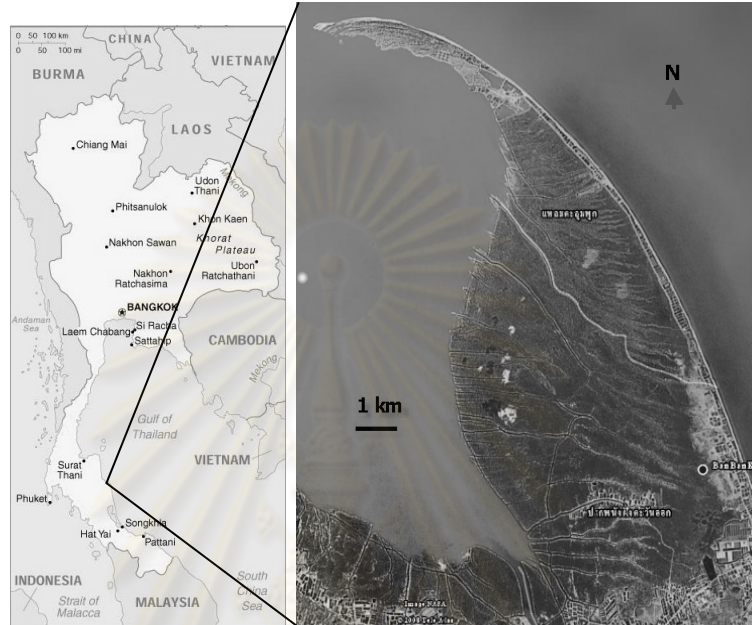
3.3.1 Mutanga และ Skidmore(2004) ได้ทดลองใช้ข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลที่ได้จากเครื่อง Spectroradiometer มาศึกษาการประมาณค่ามวลชีวภาพของหญ้าที่ปลูกในเรือนกระจก พบว่าค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ที่ได้ในช่วง Red edge จากข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลให้ความสัมพันธ์กับค่ามวลชีวภาพสูงกว่าค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ตามปกติ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าคลอโรฟิลล์ของพืชดูดกลืนช่วงคลื่นสีแดงกับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ไว้ในปริมาณมาก ทำให้ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ที่ได้ตามปกติมีความสัมพันธ์กับค่ามวลชีวภาพต่ำ ($R^2 = 0.26$) และได้สรุปว่าที่ระดับความหนาแน่นของเรือนยอดปกคลุมสูง ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์จากในช่วง Red edge จากข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลจะให้ความถูกต้องในการประมาณค่ามวลชีวภาพมากกว่าการใช้ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ปกติ เนื่องจากค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ปกติมีข้อจำกัดคือ จะเกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณหลังจากค่ามวลชีวภาพหรือค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบมีระดับคงที่ ทำให้ใช้ประมาณค่ามวลชีวภาพหรือค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบได้ไม่ดีในพื้นที่ที่มีเรือนยอดปกคลุมเกือบ 100 %

3.3.2 Thenkabail และคณะ (2004) ศึกษาป่าฝนในทวีปแอฟริกาพบว่าภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion สามารถใช้เลือกคู่ band ที่ให้ความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์กับค่ามวลชีวภาพสูงได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4 วิธีดำเนินการศึกษา

4.1 พื้นที่ศึกษาป่าชายเลนแหลมตะลุมพุก



รูปที่ 4.1 แสดงพื้นที่ศึกษาป่าชายเลนบริเวณแหลมตะลุมพุก อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช

ป่าชายเลนบริเวณแหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช มีลักษณะเป็น
สังคมพืชที่ขึ้นปกคลุมทั่วพื้นที่ของแหลมตะลุมพุก ยกเว้นบริเวณชายหาดตามแนวด้าน
ทิศตะวันออกและทิศเหนือ มีการทำนาทุ่งตลอดสองข้างทางไปตามแนวถนนที่ตัดเลียบริมชายหาด
จากทางทิศตะวันออกไปจนถึงสุดปลายแหลมในทิศเหนือดังรูปที่ 4.1 มีพื้นที่ป่าชายเลนประมาณ
56.8 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยพันธุ์ไม้เด่น(Dominant species) จำนวน 7 ชนิด ดังแสดงใน
ตารางที่ 4.1 โดยชนิดพันธุ์ไม้ที่ขึ้นปกคลุมมากที่สุดคือโกงกางใบเล็ก และพบโกงกางใบใหญ่
มากเป็นอันดับที่สอง พรรณพืชที่พบมีการขึ้นอยู่ปะปนกัน ยากที่จะพบพันธุ์ไม้ชนิดใดขึ้นอยู่เป็น
สังคมพืชได้เพียงชนิดเดียว(Homogeneous)โดยที่ไม่มีชนิดอื่นขึ้นปะปน ลักษณะทางธรณีสัณฐาน
เป็นตะกอนทับถมสะสมมาเป็นเวลานานจากแม่น้ำทางใต้ของแหลม มีอิทธิพลของน้ำทะเลขึ้นลง
ทางทิศตะวันออกและทิศเหนือมีสภาพภูมิอากาศแบบเขตร้อนประกอบด้วย 2 ฤดูกาลในหนึ่งปี
คือฤดูร้อนในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายนและในฤดูฝนจะได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม
(Vaiphasa, Skidmore และ De Boer, 2006)

ตารางที่ 4.1 แสดงชนิดพันธุ์ไม้เด่น 7 ชนิดที่พบในป่าชายเลนแหลมตะลุมพุก

ชื่อภาษาไทย	ชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name)	ชื่อวงศ์ (Family)
โกงกางใบเล็ก	<i>Rhizophora apiculata</i> Blume	RHIZOPHORACEAE
โกงกางใบใหญ่	<i>Rhizophora mucronata</i> Poir.	RHIZOPHORACEAE
ถั่วขาว	<i>Bruguiera parviflora</i> (Roxb.)	RHIZOPHORACEAE
แสมขาว	<i>Avicennia alba</i> Blume	AVICENNIACEAE
แสมดำ	<i>Avicennia officinalis</i> L.	AVICENNIACEAE
แสมทะเล	<i>Avicennia marina</i> Forssk.	AVICENNIACEAE
ลำพู	<i>Sonneratia caseolaris</i> (L.)Engl.	SONNERATIACEAE

4.2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยได้ใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม 3 ชนิดคือใช้ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER ช่วยในการเก็บข้อมูลแปลงตัวอย่าง และใช้ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI ในการวิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงชนิดข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมและวันที่ทำการบันทึกภาพ

ชนิดภาพถ่ายดาวเทียมระบบ	วันที่ทำการบันทึกภาพ	หมายเหตุ
Hyperion	15 กรกฎาคม พ.ศ.2550	ใช้วิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ
Advance Land Image (ALI)	15 กรกฎาคม พ.ศ.2550	ใช้วิเคราะห์ค่าดัชนีพืชพรรณ
ASTER	22 พฤศจิกายน พ.ศ.2547	ใช้ทำแผนที่เพื่อเก็บข้อมูล ภาคสนามในเดือนเมษายน พ.ศ.2550

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 การเก็บข้อมูลภาคสนาม

4.3.1 การเตรียมการก่อนเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่าง

1) ทำการถ่ายภาพค่าพิกัดจากหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหารที่ตั้งอยู่ในสำนักงานโครงการชลประทานที่ 15 อำเภอปากพนัง มาสู่หมุดชั่วคราวบ้านบังหยา (บ้านคนงานอยู่ใกล้ทำขึ้นเร็ว)

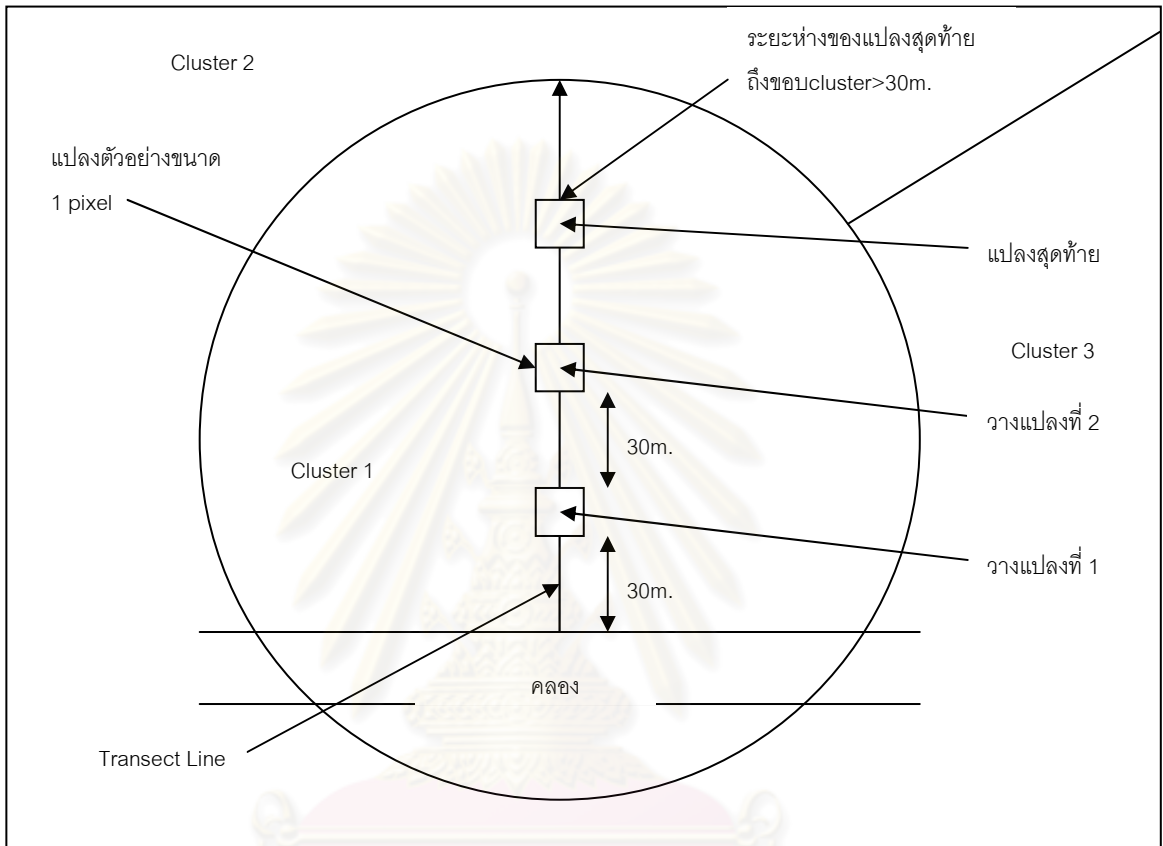
2) ทำการเลือกจุดควบคุมตำแหน่งภาคพื้นดิน (ground control point) จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER ที่บันทึกภาพบริเวณแหลมตะดุมพุก อำเภอปากพนัง ให้ครอบคลุมทั่วพื้นที่ศึกษา ทำการเลือกไว้ประมาณ 20 – 30 จุด

3) ออกเรือเข้าสู่พื้นที่ศึกษาเพื่อเก็บข้อมูลค่าพิกัดของจุดควบคุมตำแหน่งภาคพื้นดินในการศึกษานี้เก็บค่าพิกัดจุดควบคุมตำแหน่งภาคพื้นดินมาทั้งหมด 19 จุด เสร็จแล้วทำการคำนวณปรับแก้ความถูกต้องทางตำแหน่งให้กับจุดควบคุมตำแหน่งภาคพื้นดินทั้งหมด

4) การหาค่าพิกัดของตำแหน่งใช้หลักการ DGPS (Differential GPS) โดยใช้เครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียม GPS แบบพกพา จำนวน 2 เครื่อง ซึ่งวิธีนี้ให้ความถูกต้องทางตำแหน่งคลาดเคลื่อนไม่เกิน 5 เมตร (ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ ,2549)

5) นำภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER ใน band ที่ 1-9 ซึ่งมีความละเอียดเชิงพื้นที่ 15 เมตร มาทำการกำหนดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo referencing) ด้วยจุดควบคุมตำแหน่งภาคพื้นดินที่ได้เก็บค่าพิกัดมาจากพื้นที่ศึกษา ให้มีค่าพิกัดในระบบอ้างอิง UTM Zone 47N, WGS 1984 หลังจากนั้นทำการจำแนกข้อมูลป่าชายเลนในภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER (ใช้ band 1 – band 9 เนื่องจากสอดคล้องกับช่วงคลื่นของภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion) ออกเป็น 15 cluster (เนื่องจากพื้นที่ศึกษามีพันธุ์ไม้เด่นจำนวน 7 ชนิด) ด้วยวิธีจำแนกแบบไม่ควบคุม (Unsupervised Classification แบบ k-mean) เพื่อใช้ในการวางแผนเลือกแปลงตัวอย่างแบบ Stratified Random Sampling ทำการเลือกแปลงตัวอย่างจากในภาพขนาด 1 จุดภาพ (15 X 15 ตารางเมตร) โดยใช้วิธี Line Transect ซึ่งเป็นวิธีที่มีความเหมาะสมกับสภาพป่าที่มีต้นไม้ขึ้นแน่นทึบ (Bullock ,1999) โดยวางเส้น Transect ตั้งฉากกับแนวคลองเข้าไปในป่าชายเลน ทำการวางแผนแปลงตัวอย่างแปลงที่หนึ่งของ Line โดยให้ขอบแปลงห่างจากแนวคลอง 2 จุดภาพ (30 เมตร) แล้ววางแผนแปลงที่สองเว้นระยะห่าง 2 จุดภาพจากแปลงแรก ทำการวางแผนเช่นนี้ไปตลอดเส้น transect จนถึงแปลงสุดท้ายของแนวเส้น ให้เว้นระยะห่างจากแนวขอบของ Cluster อย่างน้อย 2 จุดภาพ ความยาวของเส้น transect ที่ใช้ไม่ควรเกิน 200 เมตร เนื่องจากต้องเผื่อเวลาเดินกลับ และป้องกันการหลงป่า ดังแสดงรายละเอียดในรูปที่ 4.2 ทำการวางแผนแปลงตัวอย่างให้ได้ครอบคลุมครบทั้ง 15 Cluster ไว้ประมาณ 500 แปลง เมื่อทำการออกเรือสำรวจความเป็นไปได้ในการเข้าถึงแปลงตัวอย่าง จะทำการคัดเลือกแปลงที่สามารถเข้าถึงได้ไว้ประมาณ

100 แปลง เนื่องจากในพื้นที่ที่มีข้อจำกัดตามธรรมชาติ เช่น อิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง ความห่างไกลจากคลอง เป็นต้น ทำการพิมพ์แผนที่ภาพแปลงตัวอย่างดังกล่าว พร้อมกับ จุดค่าพิกัดที่จุดกึ่งกลางของแปลงตัวอย่างมาใช้ในการเก็บข้อมูลความเจริญเติบโตของต้นไม้ต่อไป



รูปที่ 4.2 แสดงวิธีการวางแปลงตัวอย่างด้วยวิธี Transect Line

4.3.2 การเก็บข้อมูลในแปลงตัวอย่าง

1) ทำการออกเรือเข้าหาแปลงตัวอย่าง โดยใช้เครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียม GPS โดย ล่องเรือไปตามแนวคลอง และยึดค่าทิศเหนือและค่าทิศตะวันออกที่อ่านได้จากเครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียม GPS เป็นหลักในการเข้าหาแปลงตัวอย่าง เมื่อพบแนวทิศเหนือหรือ ทิศตะวันออกของค่าพิกัดแปลงตัวอย่างแล้วทำการหยุดเรือที่กึ่งกลางลำคลอง(เนื่องจากริมตลิ่งรับสัญญาณดาวเทียมไม่ได้)แล้วใช้เข็มทิศในตัวเครื่องมือรับสัญญาณดาวเทียม GPS เล็งทิศทางที่จะเข้าสู่แปลงตัวอย่าง และใช้เชือกในล่อนยาว 30 เมตร วัดระยะทางจากตัวเรือสู่ตำแหน่งจุดกึ่งกลางแปลงตัวอย่าง

2) เมื่อพบตำแหน่งจุดกึ่งกลางแปลงตัวอย่างแล้ว ทำการวางแปลงขนาด 30X30 ตารางเมตร แล้วเก็บข้อมูลค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอก, ค่าความสูง

และคาร์ตมีเรือนยอดของต้นไม้ทุกต้นในแปลงที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับความสูงเพียงอกตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไปและมีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI มาทำการกำหนดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo referencing)โดยอ้างอิงค่าพิกัดจากจุดควบคุมตำแหน่งภาคพื้นดิน (ground control point) ในภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER ให้มีค่าพิกัดในระบบอ้างอิง UTM zone 47N , datum WGS 1984 แล้วทำการนำค่าสะท้อนพลังงานของแปลงตัวอย่างที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI มาสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลนที่ได้จากการเก็บข้อมูลในภาคสนามใน 6 รูปแบบความสัมพันธ์ดังนี้ 1) NDVI- LAI 2) SR-LAI 3) NDVI-Biomass 4) SR-Biomass 5) REP-LAI และ 6) REP-Biomass

4.5 การทดสอบทางสถิติ

ทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย (regression coefficient) หรือ β_1 ในความสัมพันธ์เชิงเส้น โดยตั้งสมมติฐานดังนี้

$$H_0 : \beta_1 = 0 \text{ หรือ } Y = \beta_0 + \beta_1 X + e \text{ ,หรือเกิดปัญหา Saturatution}$$

$$H_a : \beta_1 \neq 0 \text{ หรือ } Y \neq \beta_0 + \beta_1 X + e \text{ ,หรือไม่เกิดปัญหา Saturation}$$

เมื่อ Y คือ ค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน

X คือ ค่าดัชนีพืชพรรณ

β_0 คือ ส่วนตัดแกน Y หรือค่าของ Y เมื่อค่า X มีค่าเท่ากับศูนย์

β_1 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย

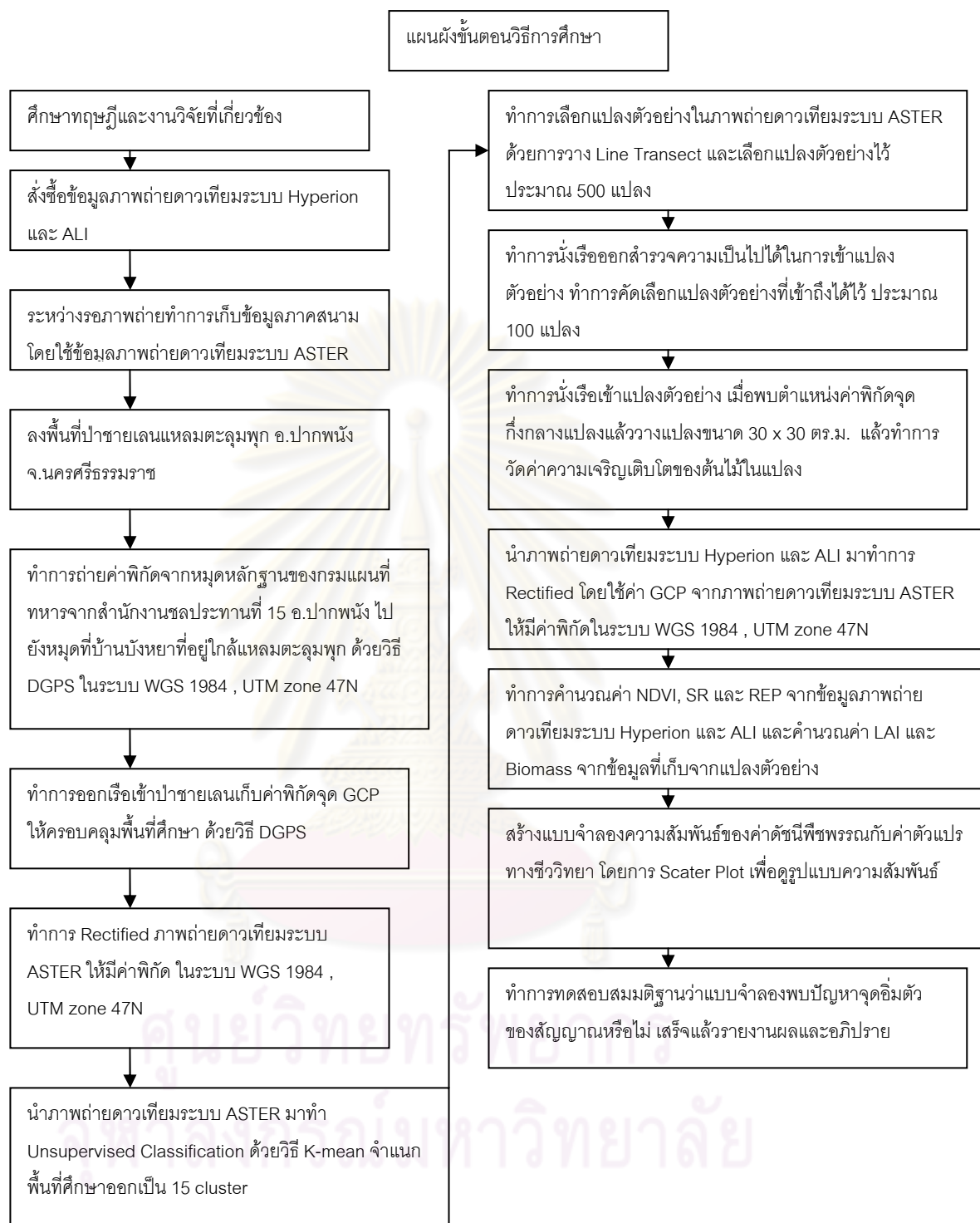
e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม

การทดสอบสมมติฐานตามข้างต้นใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (1 way -ANOVA) ถ้าผลการทดสอบสมมติฐานปรากฏว่าแบบจำลองความสัมพันธ์ของ Hyperion ทั้ง 54 คู่ band และ ALI ทั้ง 2 คู่ band ในแบบจำลองความสัมพันธ์ NDVI-LAI ,SR-LAI , NDVI-Biomass ,SR -Biomass , REP-LAI และ REP-Biomass ได้ค่า significance น้อยกว่า 0.05 จะปฏิเสธสมมติฐาน H_0 หรือยอมรับ H_a แสดงว่าแบบจำลองไม่เกิดปัญหาจุดอิมิตัวของ

สัญญาณที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 แต่ถ้าผลการทดสอบสมมติฐานปรากฏว่าแบบจำลอง
ความสัมพันธ์ได้ค่า significance มากกว่า 0.05 จะยอมรับสมมติฐาน H_0 แสดงว่าแบบจำลอง
เกิดปัญหาจุดอิมิตัวของสัญญาณที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.3 แสดงแผนผังขั้นตอนวิธีการศึกษา

บทที่ 5 ผลการศึกษา

5.1 ผลการศึกษา

ข้อมูลค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลนที่ได้จากแปลงตัวอย่างบริเวณป่าชายเลนแหลมตะลุมพุก เมื่อนำมาใช้วิเคราะห์ในภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI พบว่าบางแปลงมีปัญหาสัญญาณรบกวน ทำให้สามารถใช้ข้อมูลค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลนในการทดลองศึกษาได้ทั้งหมดจำนวน 31 แปลง ดังแสดงในตารางที่ 5.1

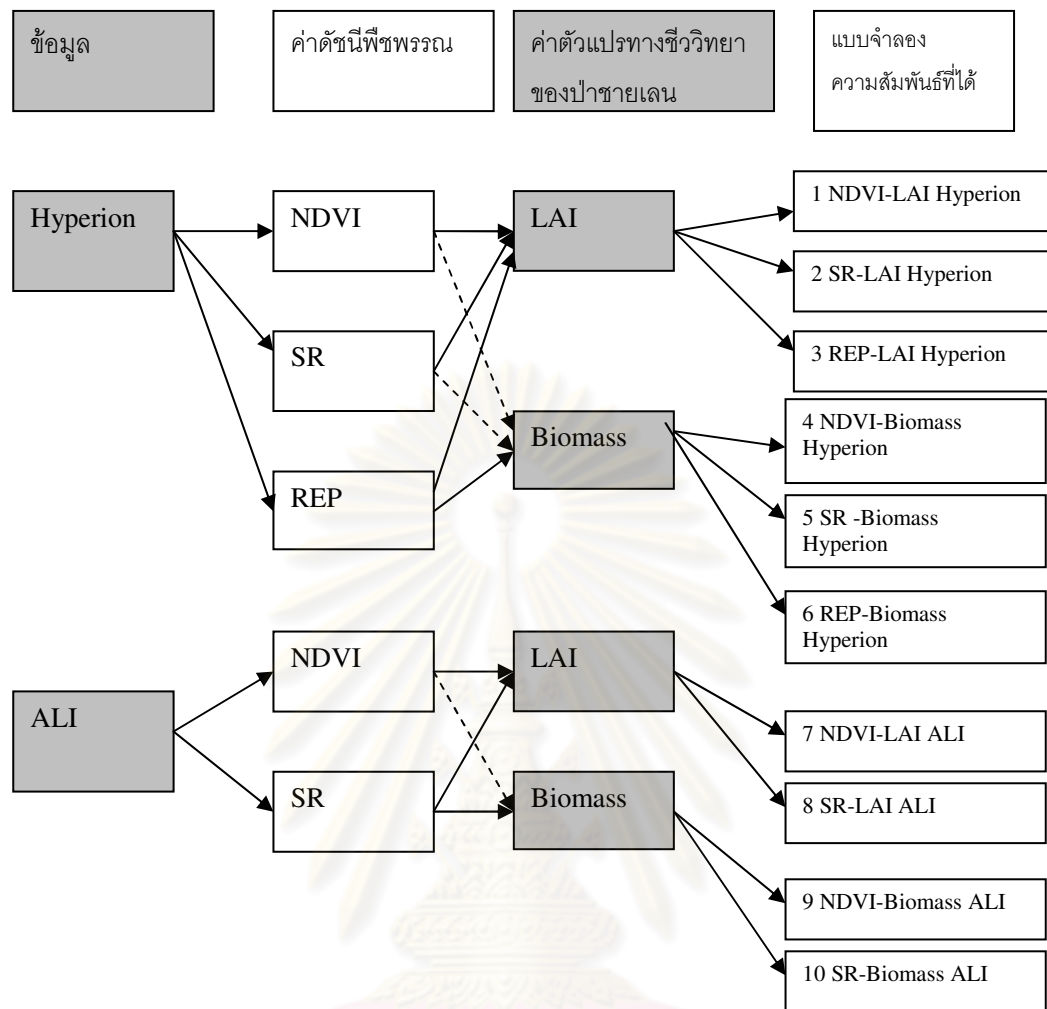
ตารางที่ 5.1 แสดงค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ และค่ามวลชีวภาพของแปลงตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองจำนวน 31 แปลง

ลำดับที่	หมายเลขแปลง	Coordinate East	UTM North	ค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ	ค่ามวลชีวภาพ (10^{-4} ลบ.ม. ต่อ ตร.ม.)	ชนิด	วงศ์
1	1	629556	929222	1.1638	270.6178	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
2	2	629496	929222	1.3274	296.7656	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
3	3	629466	929312	0.9711	141.1722	แสมขาว	Avicenniaceae
4	4	629466	929282	0.8727	95.4044	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
5	5	629496	929282	0.4686	84.4667	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
6	6	629496	929312	0.4555	147.6733	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
7	7	629526	929312	0.6082	172.8422	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
8	26	629616	930122	0.8526	236.2467	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
9	44	629976	935612	0.5856	40.1500	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
10	45	630006	935612	0.4364	70.3478	แสมดำ	Avicenniaceae
11	61	629076	932882	1.4198	179.5644	แสมขาว	Avicenniaceae
12	67	630486	932342	1.2238	178.0778	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
13	68	630456	932342	0.6775	213.7144	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
14	70	631296	928382	0.6240	50.9200	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
15	71	629466	928622	2.2401	502.1322	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
16	72	630156	929462	0.7601	100.3989	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
17	73	629376	929522	1.6278	376.5111	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
18	74	630786	930302	1.1843	245.2611	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
19	76	630786	931232	0.6632	95.8889	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
20	Final1	628476	928622	1.6435	317.7000	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
21	Final4	629946	928562	0.9285	419.6667	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
22	Final5	630396	929582	1.1118	134.8333	โกงกางใบเล็ก	Rhizophoraceae
23	R10	632106	935732	1.0648	71.7189	แสมดำ	Avicenniaceae
24	R11	632796	934472	0.6894	45.5389	แสมดำ	Avicenniaceae
25	R12	632916	933902	0.0969	15.3067	แสมดำ	Avicenniaceae
26	R13	633426	933152	0.3979	49.6889	แสมดำ	Avicenniaceae
27	R5	633396	933002	0.2273	26.4822	แสมดำ	Avicenniaceae
28	R6	633366	933002	0.4051	34.2800	แสมดำ	Avicenniaceae
29	R7	632616	934622	0.6726	45.8000	แสมดำ	Avicenniaceae
30	R8	632586	934622	0.1544	34.3622	แสมดำ	Avicenniaceae
31	R9	632136	935732	0.6879	101.2322	แสมดำ	Avicenniaceae

เมื่อนำค่าดัชนีพืชพรรณที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI กับค่าตัวแปรทางชีววิทยาจากแปลงตัวอย่างทั้งหมด 31 แปลงตัวอย่างมาสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้นจะได้แบบจำลองความสัมพันธ์ 10 แบบ คือ แบบจำลองที่ได้จากข้อมูล Hyperion มี 6 แบบจำลองคือ 1) แบบจำลอง NDVI – LAI 2) แบบจำลอง SR – LAI 3) แบบจำลอง NDVI – Biomass 4) แบบจำลอง SR – Biomass 5) แบบจำลอง REP – LAI และ 6) แบบจำลอง REP – Biomass ส่วนแบบจำลองที่ได้จากข้อมูล ALI มี 4 แบบจำลอง คือ 1) แบบจำลอง NDVI – LAI 2) แบบจำลอง SR – LAI 3) แบบจำลอง NDVI – Biomass และ 4) แบบจำลอง SR – Blomass ดังแสดงในรูปที่ 5.1



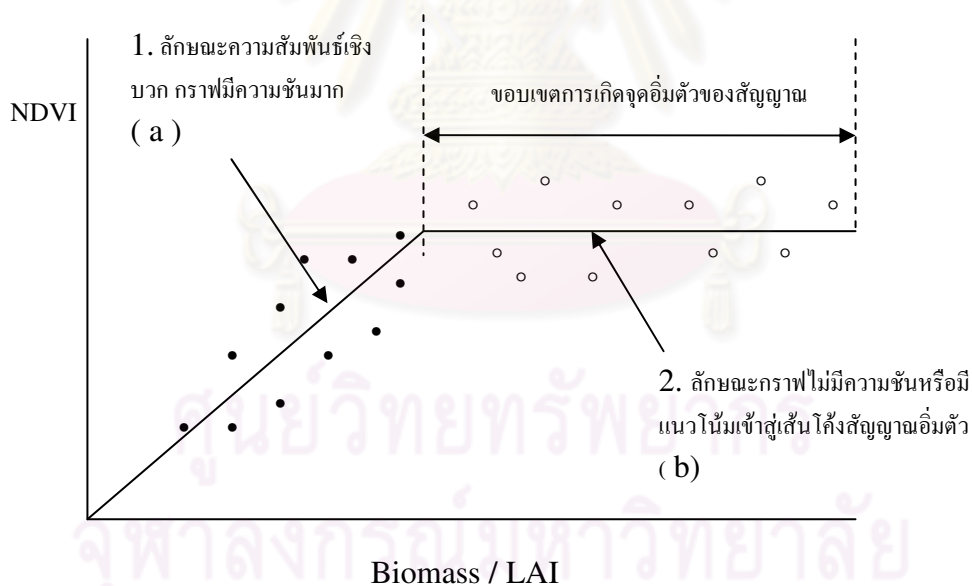
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.1 แสดงแบบจำลองความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยา 10 รูปแบบ ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI

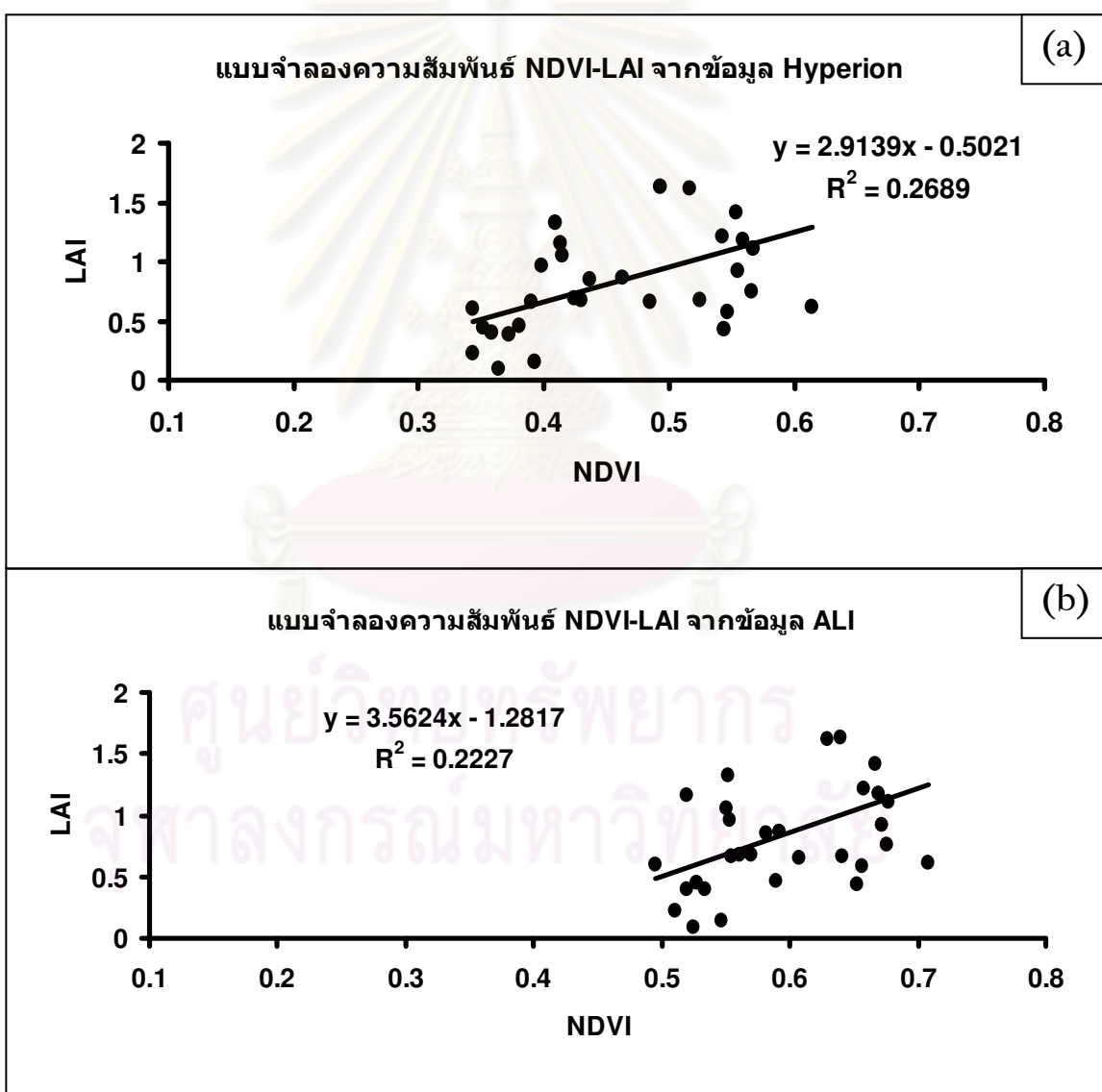
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่ผ่านมา (Li และคณะ,2007; Kovac และคณะ, 2004; Gao และคณะ,2000; Thenkabail , Smith และ Pauw ,2000; Hurcom และ Harrison,1998; Fassnacht และคณะ,1997; Green และคณะ,1997); พบว่าการนำค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์มาสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงเส้นกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน (ค่ามวลชีวภาพและค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ)จะพบรูปแบบความสัมพันธ์ใน 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรกข้อมูลมีความสัมพันธ์กันสูง กราฟความสัมพันธ์จะเป็นเส้นตรงที่มีความชันมาก มีลักษณะความสัมพันธ์เชิงบวก กล่าวคือเมื่อค่าตัวแปรทางชีววิทยาเพิ่มขึ้น ค่าดัชนีพืชพรรณก็เพิ่มขึ้นด้วย (ดูรูปที่ 5.2(a)) และลักษณะที่สอง กราฟมีแนวโน้มเข้าสู่เส้นโค้งสัญญาณอิ่มตัว (Saturation curve) หรือไม่มีความชัน เป็นเพราะว่าเมื่อค่าตัวแปรทางชีววิทยามีค่าเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากความหนาแน่นของพรรณไม้ในแปลงตัวอย่างที่สูงขึ้นแต่ค่าดัชนีพืชพรรณกลับมีค่าคงที่ ไม่สูงขึ้นตามไปด้วย กราฟจึงไม่มีความชันหรือมีลักษณะขนานกับแกน X เรียกว่าเกิดปัญหาจุดอิ่มตัวของสัญญาณ (Saturation Problem)(ดูรูปที่ 5.2(b)) จากผลการทดลองที่ได้นี้ พบว่าข้อมูลมีรูปแบบความสัมพันธ์ค่อนข้างเป็นไปในลักษณะที่สอง เนื่องจากมีความหนาแน่นของพรรณไม้ในป่าชายเลนค่อนข้างสูง

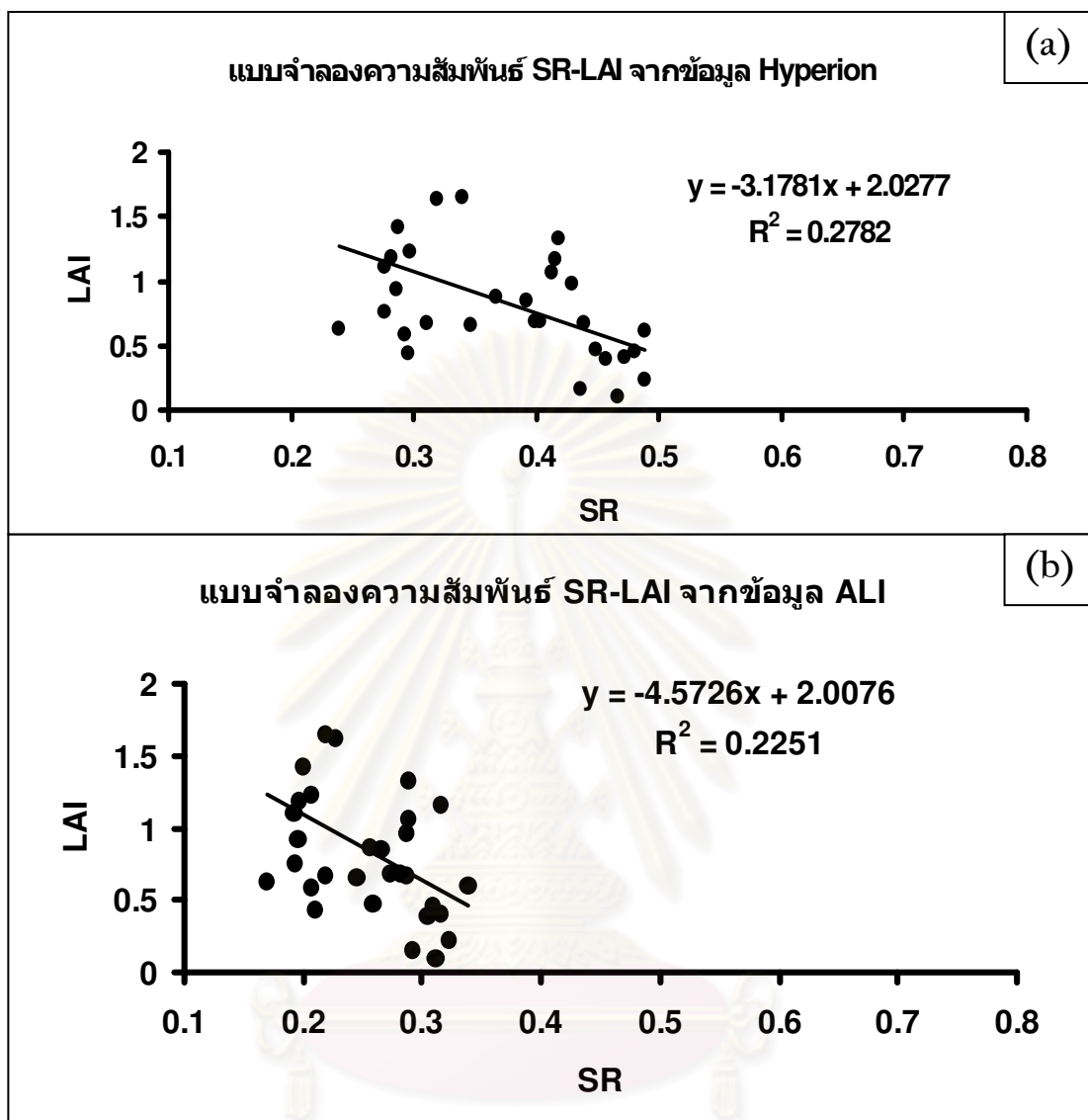


รูปที่ 5.2 แสดงลักษณะความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาที่ได้จากการศึกษาที่ผ่านมา ใน 2 ลักษณะ คือ 1.ลักษณะกราฟมีความชันมาก ข้อมูลมีความสัมพันธ์กันสูง (a) และ 2.ลักษณะกราฟไม่มีความชันหรือมีแนวโน้มเข้าสู่เส้นโค้งสัญญาณอิ่มตัว เนื่องจากมีความหนาแน่นของพรรณไม้ในป่าสูงทำให้เกิดปัญหาจุดอิ่มตัวของสัญญาณ (b)

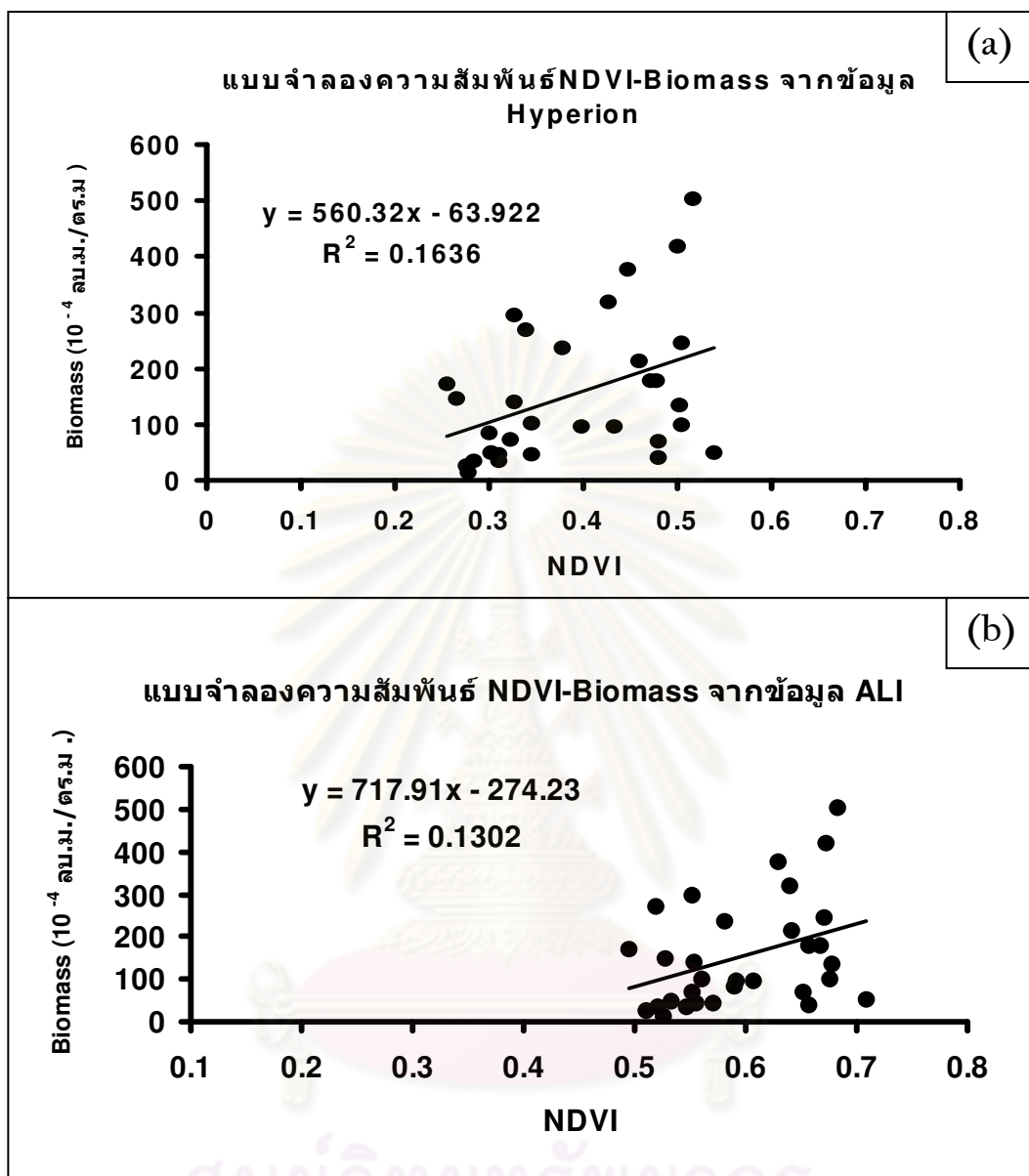
ผลการสร้างแบบจำลองความสัมพันธ์ในรูปแบบเชิงเส้น ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI ดังแสดงในรูปที่ 5.3 ถึง 5.7 (โดยใช้ข้อมูลคู่ band ที่ได้ค่า R^2 มากที่สุดของภาพ Hyperion จากคู่ band 42 - band31 และ คู่ band 42 - band28 (ดูตารางที่ 5.1) และภาพ ALI จากคู่ band MS-4 - band MS-3 (ดูตารางที่ 5.2)) พบว่าระดับค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI มีค่าอยู่ที่ระดับ 0.2 ถึง 0.6 และที่ระดับ 0.5 ถึง 0.7 ตามลำดับ และระดับค่าดัชนีสัดส่วนธรรมชาติ ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI มีค่าอยู่ที่ระดับ 0.2 ถึง 0.6 และที่ระดับ 0.1 ถึง 0.4 ตามลำดับ และค่าดัชนีตำแหน่ง Red Edge มีค่าอยู่ที่ระดับ 721 - 726



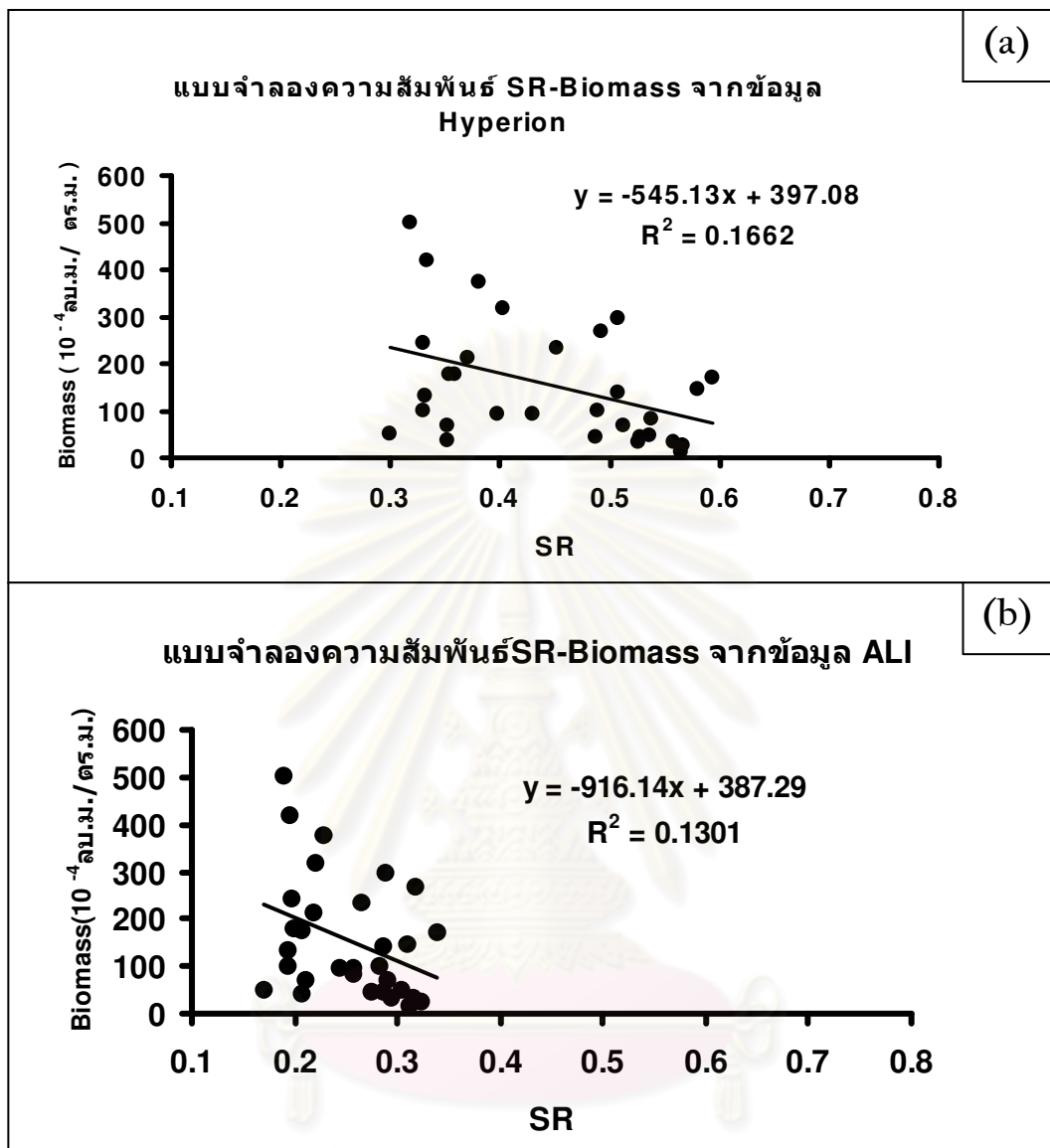
รูปที่ 5.3 แสดงแบบจำลองความสัมพันธ์ NDVI-LAI ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (a) และ ALI (b)



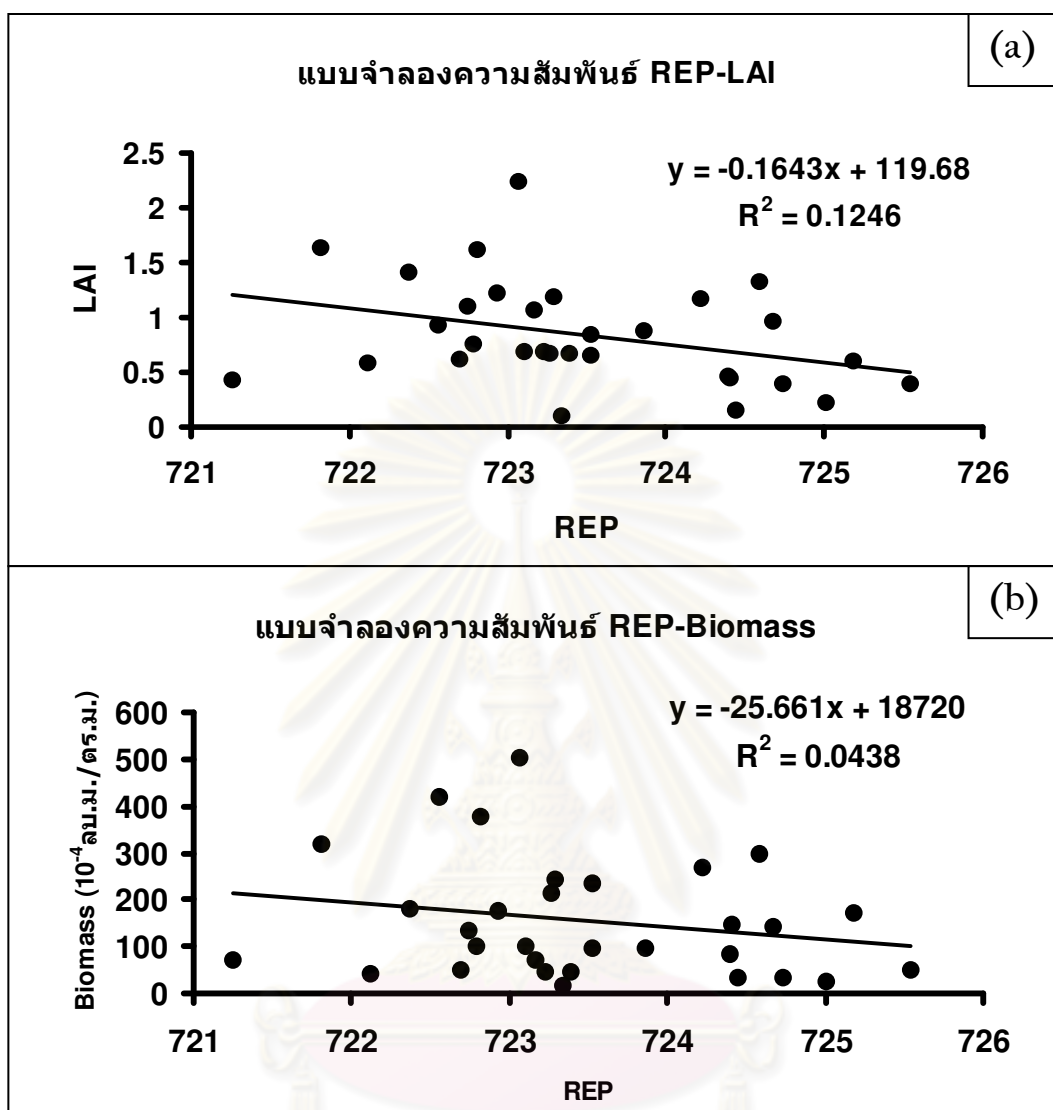
รูปที่ 5.4 แสดงแบบจำลองความสัมพันธ์ SR-LAI ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (a) และ ALI (b)



รูปที่ 5.5 แสดงแบบจำลองความสัมพันธ์ NDVI-Biomass ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (a) และ ALI (b)



รูปที่ 5.6 แสดงแบบจำลองความสัมพันธ์ SR-Biomass ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (a) และ ALI (b)



รูปที่ 5.7 แสดงแบบจำลองความสัมพันธ์ REP - LAI (a) และ REP - Biomass (b) ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 5.2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสิ้นใจ(R^2)ที่ได้จากแบบจำลองความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยา ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (สีเหลืองแสดงค่ามากที่สุดและสีเขียวแสดงค่าน้อยที่สุด)

Near Infrared-Red band relationship	Hyperion NDVI-LAI	Hyperion SR-LAI	Hyperion NDVI-Biomass	Hyperion SR-Biomass	Hyperion REP-LAI	Hyperion REP-Biomass
b42-b28	0.2534	0.263	0.1636	0.1662	0.1246	0.0438
b42-b29	0.2615	0.2703	0.161	0.1636		
b42-b30	0.2556	0.2642	0.1581	0.1608		
b42-b31	0.2689	0.2782	0.1594	0.1632		
b42-b32	0.2482	0.257	0.1493	0.1518		
b42-b33	0.2438	0.2529	0.149	0.152		
b43-b28	0.2276	0.2339	0.1426	0.1422		
b43-b29	0.2362	0.242	0.1404	0.1401		
b43-b30	0.231	0.2336	0.1381	0.138		
b43-b31	0.2435	0.25	0.1388	0.14		
b43-b32	0.2125	0.2189	0.1213	0.1213		
b43-b33	0.2181	0.2243	0.1284	0.1289		
b44-b28	0.2179	0.2248	0.1349	0.1346		
b44-b29	0.2259	0.2321	0.1326	0.1324		
b44-b30	0.2213	0.2274	0.1307	0.1307		
b44-b31	0.233	0.24	0.131	0.1323		
b44-b32	0.2125	0.2189	0.1213	0.1213		
b44-b33	0.2088	0.2155	0.1213	0.1218		
b45-b28	0.2169	0.2234	0.132	0.1312		
b45-b29	0.2246	0.2304	0.1295	0.1288		
b45-b30	0.2202	0.2259	0.1278	0.1274		
b45-b31	0.2312	0.2378	0.1277	0.1286		
b45-b32	0.2109	0.2169	0.1182	0.1177		
b45-b33	0.2074	0.2139	0.1184	0.1186		
b49-b28	0.2192	0.2248	0.1313	0.1289		
b49-b29	0.2268	0.2315	0.1288	0.1265		
b49-b30	0.2223	0.227	0.1272	0.1252		
b49-b31	0.234	0.2397	0.1275	0.127		
b49-b32	0.2133	0.2184	0.1177	0.116		
b49-b33	0.2103	0.2158	0.1182	0.117		
b50-b28	0.2134	0.2189	0.1232	0.1214		
b50-b29	0.2213	0.2262	0.121	0.1194		
b50-b30	0.2168	0.2216	0.1195	0.1182		
b50-b31	0.2275	0.2333	0.1193	0.1193		
b50-b32	0.2076	0.2129	0.1102	0.109		
b50-b33	0.2043	0.2098	0.1105	0.1098		

ตารางที่ 5.2(ต่อ)

NearInfrared -Red band relationship	Hyperion NDVI-LAI	Hyperion SR-LAI	Hyperion NDVI- Biomass	Hyperion SR- Biomass	Hyperion REP-LAI	Hyperion REP- Biomass
b51-b28	0.2135	0.2178	0.1203	0.1178		
b51-b29	0.2208	0.2244	0.1178	0.1155		
b51-b30	0.2168	0.2203	0.1168	0.1146		
b51-b31	0.2275	0.2321	0.1166	0.1158		
b51-b32	0.2074	0.2115	0.1074	0.1056		
b51-b33	0.2044	0.2087	0.1079	0.1064		
b52-b28	0.2096	0.2141	0.1185	0.1155		
b52-b29	0.2171	0.2209	0.1162	0.1133		
b52-b30	0.2133	0.2171	0.1153	0.1126		
b52-b31	0.224	0.2288	0.115	0.1138		
b52-b32	0.2041	0.2084	0.1059	0.1036		
b52-b33	0.2009	0.2055	0.1063	0.1045		
b53-b28	0.1889	0.1916	0.1024	0.0984		
b53-b29	0.1961	0.198	0.1002	0.0964		
b53-b30	0.1932	0.1953	0.0999	0.0963		
b53-b31	0.2024	0.2054	0.099	0.0969		
b53-b32	0.1833	0.1859	0.0906	0.0874		
b53-b33	0.1807	0.1836	0.0912	0.0884		

ตารางที่ 5.3 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสิ้นใจ(R^2)ที่ได้จากแบบจำลองความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยา ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI (สีเหลืองแสดงค่ามากที่สุดและสีเขียวแสดงค่าน้อยที่สุด)

คู่ band ของ ภาพถ่ายดาวเทียมระบบALI /ค่า R^2	NDVI-LAI	SR-LAI	NDVI-Biomass	SR-Biomass
MS-4-MS-3	0.2227	0.2251	0.1302	0.1301
MS-4'-MS-3	0.204	0.205	0.1063	0.1048

ตารางที่ 5.4 แสดงการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การตัดสิ้นใจ (R^2) ที่มากที่สุด ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion กับ ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI

ภาพถ่ายดาวเทียม	NDVI-LAI	SR-LAI	NDVI-Biomass	SR-Biomass	REP-LAI	REP-Bomass
Hyperion	0.2689	0.2782	0.1636	0.1662	0.1246	0.198
ALI	0.2227	0.2251	0.1302	0.1301	-	-

5.2 การตรวจสอบการเกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณด้วยวิธีทดสอบทางสถิติ

จากแผนภาพแสดงการกระจายของข้อมูล ในรูปที่ 5.3 - 5.7 จะเห็นได้ว่าความสัมพันธ์ของตัวแปร 2 ตัว คือ ค่าดัชนีพืชพรรณที่ได้จากการสำรวจระยะไกลกับตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน มีความสัมพันธ์กัน ต่อมาจะทำการทดสอบทางสถิติว่าในแบบจำลองความสัมพันธ์ทั้ง 10 รูปแบบนั้น เกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณหรือไม่ กล่าวคือทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปร X และตัวแปร Y ว่าอยู่ในรูปเชิงเส้น ดังสมการ $Y = \beta_0 + \beta_1 X + e$ หรือไม่ โดยจะทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย (regression coefficient) หรือ β_1 โดยตั้งสมมติฐานดังนี้

$$H_0 : \beta_1 = 0 \text{ หรือ } Y = \beta_0 + \beta_1 X + e \text{ ,หรือเกิดปัญหา Saturation}$$

$$H_a : \beta_1 \neq 0 \text{ หรือ } Y \neq \beta_0 + \beta_1 X + e \text{ ,หรือไม่เกิดปัญหา Saturation}$$

เมื่อ Y คือ ค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน

X คือ ค่าดัชนีพืชพรรณ

β_0 คือ ส่วนตัดแกน Y หรือค่าของ Y เมื่อค่า X มีค่าเท่ากับศูนย์

β_1 คือ ค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย

e คือ ค่าความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม

การทดสอบสมมติฐานตามข้างต้นใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียว (1 way -ANOVA) ผลการทดสอบสมมติฐาน ปรากฏว่าแบบจำลองความสัมพันธ์ของ Hyperion ทั้ง 54 คู่ band ในแบบจำลองความสัมพันธ์ NDVI-LAI ,SR-LAI,NDVI-Biomass ,SR -Biomass ได้ค่า significance น้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 หรือยอมรับ H_a แสดงว่า แบบจำลองไม่เกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และแบบจำลองความสัมพันธ์ของ ALI ทั้ง 2 คู่ band ในแบบจำลองความสัมพันธ์ NDVI-LAI ,SR-LAI ,NDVI-Biomass และ SR-Biomass ได้ค่า significance น้อยกว่า 0.05 จึงปฏิเสธสมมติฐาน H_0 หรือ ยอมรับ H_a แสดงว่าไม่เกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เช่นกัน ขณะที่แบบจำลอง REP-LAI และ REP-Biomass ได้ค่า significance มากกว่า 0.05 จึงยอมรับสมมติฐาน H_0 แสดงว่าเกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณในแบบจำลองของค่าดัชนีตำแหน่ง Red Edge ดังแสดงในตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 แสดงค่า significance ที่ได้จากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย β_1 ของแบบจำลอง ค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI

คู่ band	แบบจำลอง ความสัมพันธ์	ค่า sig.	แบบจำลอง ความสัมพันธ์	ค่า sig.	ภาพถ่ายดาวเทียม ระบบ
b42-b28	NDVI – LAI	0.004	NDVI – Biomass	0.004	Hyperion
b42-b29	NDVI – LAI	0.003	NDVI – Biomass	0.003	Hyperion
b42-b30	NDVI – LAI	0.004	NDVI – Biomass	0.004	Hyperion
b42-b31	NDVI – LAI	0.003	NDVI – Biomass	0.003	Hyperion
b42-b32	NDVI – LAI	0.004	NDVI – Biomass	0.004	Hyperion
b42-b33	NDVI – LAI	0.005	NDVI – Biomass	0.005	Hyperion
b43-b28	NDVI – LAI	0.007	NDVI – Biomass	0.007	Hyperion
b43-b29	NDVI – LAI	0.006	NDVI – Biomass	0.006	Hyperion
b43-b30	NDVI – LAI	0.006	NDVI – Biomass	0.006	Hyperion
b43-b31	NDVI – LAI	0.005	NDVI – Biomass	0.005	Hyperion
b43-b32	NDVI – LAI	0.007	NDVI – Biomass	0.007	Hyperion
b43-b33	NDVI – LAI	0.008	NDVI – Biomass	0.008	Hyperion
b44-b28	NDVI – LAI	0.008	NDVI – Biomass	0.008	Hyperion
b44-b29	NDVI – LAI	0.007	NDVI – Biomass	0.007	Hyperion
b44-b30	NDVI – LAI	0.008	NDVI – Biomass	0.008	Hyperion
b44-b31	NDVI – LAI	0.006	NDVI – Biomass	0.006	Hyperion
b44-b32	NDVI – LAI	0.009	NDVI – Biomass	0.009	Hyperion
b44-b33	NDVI – LAI	0.01	NDVI – Biomass	0.01	Hyperion
b45-b28	NDVI – LAI	0.008	NDVI – Biomass	0.008	Hyperion
b45-b29	NDVI – LAI	0.007	NDVI – Biomass	0.007	Hyperion
b45-b30	NDVI – LAI	0.008	NDVI – Biomass	0.008	Hyperion
b45-b31	NDVI – LAI	0.006	NDVI – Biomass	0.006	Hyperion
b45-b32	NDVI – LAI	0.009	NDVI – Biomass	0.009	Hyperion
b45-b33	NDVI – LAI	0.01	NDVI – Biomass	0.01	Hyperion
b49-b28	NDVI – LAI	0.008	NDVI – Biomass	0.008	Hyperion
b49-b29	NDVI – LAI	0.007	NDVI – Biomass	0.007	Hyperion
b49-b30	NDVI – LAI	0.007	NDVI – Biomass	0.007	Hyperion
b49-b31	NDVI – LAI	0.006	NDVI – Biomass	0.006	Hyperion
b49-b32	NDVI – LAI	0.009	NDVI – Biomass	0.009	Hyperion
b49-b33	NDVI – LAI	0.009	NDVI – Biomass	0.009	Hyperion
b50-b28	NDVI – LAI	0.008	NDVI – Biomass	0.008	Hyperion
b50-b29	NDVI – LAI	0.008	NDVI – Biomass	0.008	Hyperion
b50-b30	NDVI – LAI	0.008	NDVI – Biomass	0.008	Hyperion
b50-b31	NDVI – LAI	0.007	NDVI – Biomass	0.007	Hyperion
b50-b32	NDVI – LAI	0.01	NDVI – Biomass	0.01	Hyperion
b50-b33	NDVI – LAI	0.008	NDVI – Biomass	0.008	Hyperion
b51-b28	NDVI – LAI	0.009	NDVI – Biomass	0.009	Hyperion
b51-b29	NDVI – LAI	0.008	NDVI – Biomass	0.008	Hyperion
b51-b30	NDVI – LAI	0.008	NDVI – Biomass	0.008	Hyperion
b51-b31	NDVI – LAI	0.007	NDVI – Biomass	0.007	Hyperion
b51-b32	NDVI – LAI	0.01	NDVI – Biomass	0.01	Hyperion
b51-b33	NDVI – LAI	0.011	NDVI – Biomass	0.011	Hyperion
b52-b28	NDVI – LAI	0.01	NDVI – Biomass	0.01	Hyperion
b52-b29	NDVI – LAI	0.008	NDVI – Biomass	0.008	Hyperion
b52-b30	NDVI – LAI	0.009	NDVI – Biomass	0.009	Hyperion
b52-b31	NDVI – LAI	0.007	NDVI – Biomass	0.007	Hyperion
b52-b32	NDVI – LAI	0.011	NDVI – Biomass	0.011	Hyperion

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

Band	แบบจำลอง ความสัมพันธ์	ค่า sig.	แบบจำลอง ความสัมพันธ์	ค่า sig.	ภาพถ่ายดาวเทียม ระบบ
b52-b33	NDVI – LAI	0.011	NDVI – Biomass	0.011	Hyperion
b53-b28	NDVI – LAI	0.015	NDVI – Biomass	0.015	Hyperion
b53-b29	NDVI – LAI	0.013	NDVI – Biomass	0.013	Hyperion
b53-b30	NDVI – LAI	0.013	NDVI – Biomass	0.013	Hyperion
b53-b31	NDVI – LAI	0.011	NDVI – Biomass	0.011	Hyperion
b53-b32	NDVI – LAI	0.016	NDVI – Biomass	0.016	Hyperion
b53-b33	NDVI – LAI	0.017	NDVI – Biomass	0.017	Hyperion
b42-b28	SR – LAI	0.003	SR – Biomass	0.003	Hyperion
b42-b29	SR – LAI	0.03	SR – Biomass	0.03	Hyperion
b42-b30	SR – LAI	0.003	SR – Biomass	0.003	Hyperion
b42-b31	SR – LAI	0.002	SR – Biomass	0.002	Hyperion
b42-b32	SR – LAI	0.004	SR – Biomass	0.004	Hyperion
b42-b33	SR – LAI	0.005	SR – Biomass	0.005	Hyperion
b43-b28	SR – LAI	0.006	SR – Biomass	0.006	Hyperion
b43-b29	SR – LAI	0.005	SR – Biomass	0.005	Hyperion
b43-b30	SR – LAI	0.006	SR – Biomass	0.006	Hyperion
b43-b31	SR – LAI	0.004	SR – Biomass	0.004	Hyperion
b43-b32	SR – LAI	0.007	SR – Biomass	0.007	Hyperion
b43-b33	SR – LAI	0.007	SR – Biomass	0.007	Hyperion
b44-b28	SR – LAI	0.007	SR – Biomass	0.007	Hyperion
b44-b29	SR – LAI	0.006	SR – Biomass	0.006	Hyperion
b44-b30	SR – LAI	0.007	SR – Biomass	0.007	Hyperion
b44-b31	SR – LAI	0.005	SR – Biomass	0.005	Hyperion
b44-b32	SR – LAI	0.008	SR – Biomass	0.008	Hyperion
b44-b33	SR – LAI	0.009	SR – Biomass	0.009	Hyperion
b45-b28	SR – LAI	0.007	SR – Biomass	0.007	Hyperion
b45-b29	SR – LAI	0.006	SR – Biomass	0.006	Hyperion
b45-b30	SR – LAI	0.007	SR – Biomass	0.007	Hyperion
b45-b31	SR – LAI	0.005	SR – Biomass	0.005	Hyperion
b45-b32	SR – LAI	0.008	SR – Biomass	0.008	Hyperion
b45-b33	SR – LAI	0.009	SR – Biomass	0.009	Hyperion
b49-b28	SR – LAI	0.007	SR – Biomass	0.007	Hyperion
b49-b29	SR – LAI	0.006	SR – Biomass	0.006	Hyperion
b49-b30	SR – LAI	0.007	SR – Biomass	0.007	Hyperion
b49-b31	SR – LAI	0.005	SR – Biomass	0.005	Hyperion
b49-b32	SR – LAI	0.008	SR – Biomass	0.008	Hyperion
b49-b33	SR – LAI	0.008	SR – Biomass	0.008	Hyperion
b50-b28	SR – LAI	0.008	SR – Biomass	0.008	Hyperion
b50-b29	SR – LAI	0.007	SR – Biomass	0.007	Hyperion
b50-b30	SR – LAI	0.008	SR – Biomass	0.008	Hyperion
b50-b31	SR – LAI	0.006	SR – Biomass	0.006	Hyperion
b50-b32	SR – LAI	0.008	SR – Biomass	0.008	Hyperion
b50-b33	SR – LAI	0.01	SR – Biomass	0.01	Hyperion
b51-b28	SR – LAI	0.008	SR – Biomass	0.008	Hyperion
b51-b29	SR – LAI	0.007	SR – Biomass	0.007	Hyperion
b51-b30	SR – LAI	0.008	SR – Biomass	0.008	Hyperion
b51-b31	SR – LAI	0.006	SR – Biomass	0.006	Hyperion
b51-b32	SR – LAI	0.009	SR – Biomass	0.009	Hyperion

ตารางที่ 5.5 (ต่อ)

Band	แบบจำลอง ความสัมพันธ์	ค่า sig.	แบบจำลอง ความสัมพันธ์	ค่า sig.	ภาพถ่ายดาวเทียม ระบบ
b51-b33	SR - LAI	0.01	SR - Biomass	0.01	Hyperion
b52-b28	SR - LAI	0.009	SR - Biomass	0.009	Hyperion
b52-b29	SR - LAI	0.008	SR - Biomass	0.008	Hyperion
b52-b30	SR - LAI	0.008	SR - Biomass	0.008	Hyperion
b52-b31	SR - LAI	0.006	SR - Biomass	0.006	Hyperion
b52-b32	SR - LAI	0.01	SR - Biomass	0.01	Hyperion
b52-b33	SR - LAI	0.01	SR - Biomass	0.01	Hyperion
b53-b28	SR - LAI	0.014	SR - Biomass	0.014	Hyperion
b53-b29	SR - LAI	0.012	SR - Biomass	0.012	Hyperion
b53-b30	SR - LAI	0.013	SR - Biomass	0.013	Hyperion
b53-b31	SR - LAI	0.01	SR - Biomass	0.01	Hyperion
b53-b32	SR - LAI	0.015	SR - Biomass	0.015	Hyperion
b53-b33	SR - LAI	0.016	SR - Biomass	0.016	Hyperion
REP	REP - LAI	0.051*	REP - Biomass	0.051*	Hyperion
b4-b5	NDVI - LAI	0.007	NDVI - Biomass	0.007	ALI
b4-b6	NDVI - LAI	0.011	NDVI - Biomass	0.011	ALI
b4-b5	SR - LAI	0.007	SR - Biomass	0.007	ALI
b4-b6	SR - LAI	0.011	SR - Biomass	0.011	ALI

* ค่า sig. มากกว่า 0.05 จะยอมรับ สมมติฐาน H0 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 6

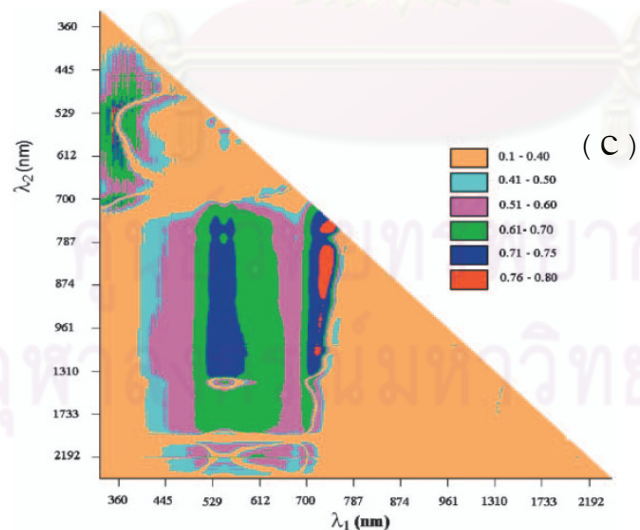
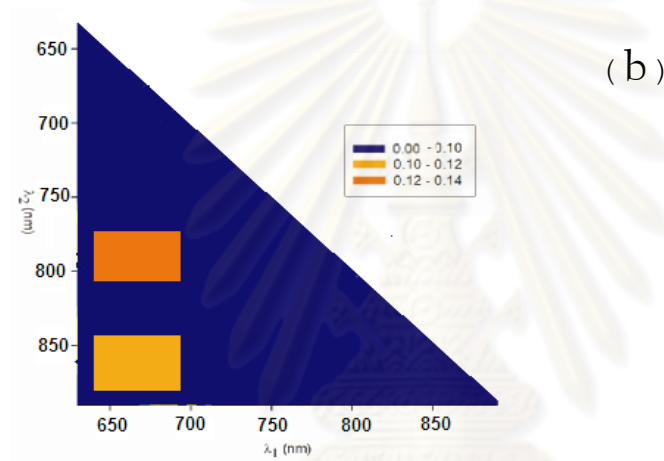
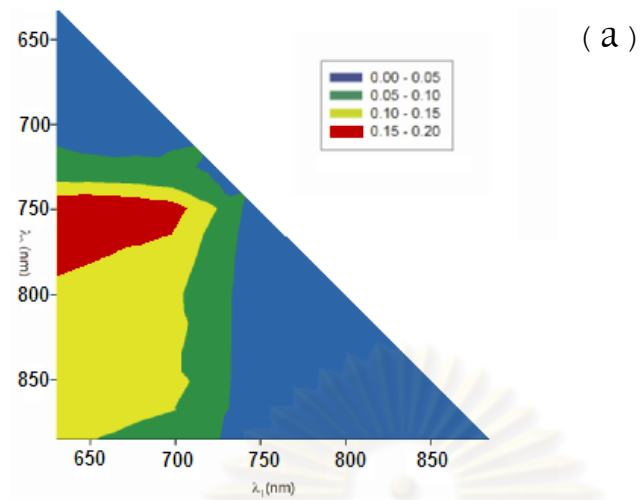
อภิปรายผล สรุปผลการศึกษา และข้อเสนอแนะ

6.1 อภิปรายผล

จากผลการทดลองที่ได้แสดงในรูปที่ 5.3, 5.4, 5.5, 5.6 และ 5.7 จะเห็นว่าค่าดัชนีพีชพรรณที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI กับค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลนในบริเวณพื้นที่ศึกษาแหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราชในการศึกษาครั้งนี้ได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ(R^2)ค่อนข้างต่ำ เนื่องจากข้อจำกัดทางด้านเวลาและงบประมาณในการเก็บข้อมูลภาคสนามทำให้ได้ข้อมูลแปลงตัวอย่างที่วิเคราะห์แล้วสามารถนำมาใช้ศึกษาหาความสัมพันธ์กับค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลนได้จำนวน 31 แปลง ซึ่งผู้วิจัยเชื่อว่าค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ได้ค่อนข้างต่ำนี้ มีสาเหตุมาจากข้อมูลแปลงตัวอย่างที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์มีจำนวนน้อยไป หากมีเวลาเก็บข้อมูลแปลงตัวอย่างได้มากกว่านี้จำนวนข้อมูลแปลงตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นน่าจะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจระหว่างค่าดัชนีพีชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาที่ได้มีค่าสูงขึ้นตามจำนวนแปลงตัวอย่างที่เพิ่มขึ้นไปด้วย อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างค่าดัชนีพีชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาในการศึกษานี้จะได้ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจค่อนข้างต่ำ แต่มิได้หมายความว่าแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงเส้นจะเกิดความผิดพลาดหรือไม่เหมาะสมต่อการใช้งานแต่อย่างใด เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงเส้นมีความเหมาะสมในการใช้รายงานความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างค่าดัชนีพีชพรรณจากการสำรวจระยะไกลกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาของพื้นที่ศึกษาให้นักวิจัยท่านอื่นได้ทราบ เพราะแบบจำลองความสัมพันธ์เชิงเส้นเป็นแบบจำลองที่นักวิทยาศาสตร์นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพีชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยา เมื่อนำค่าดัชนีพีชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาที่ได้ในแต่ละคู่ band (ในช่วงคลื่นสีแดงกับช่วงอินฟราเรดใกล้) มาทดสอบด้วยวิธีการทางสถิติ โดยมีสมมติฐานว่าถ้าหากความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพีชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาเกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณ ผลการทดสอบที่ได้จะยอมรับสมมติฐาน $H_0 : \beta_1 = 0$ หรือกล่าวได้ว่าไม่สามารถเอาชนะปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณได้ แต่ถ้าไม่เกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณในความสัมพันธ์ของข้อมูล ผลการทดสอบที่ได้จะปฏิเสธสมมติฐาน $H_0 : \beta_1 = 0$ หรือยอมรับสมมติฐาน $H_a : \beta_1 \neq 0$ หรือกล่าวได้ว่าสามารถเอาชนะปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณได้ เมื่อ β_1 คือค่าสัมประสิทธิ์ความถดถอย (regression coefficient) ในสมการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่าย $Y = \beta_0 + \beta_1 X$ ผลการทดสอบทางสถิติปรากฏว่าค่าดัชนีพีชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์และค่าดัชนีสัดส่วนธรรมดาที่ได้จากข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลจากภาพถ่าย

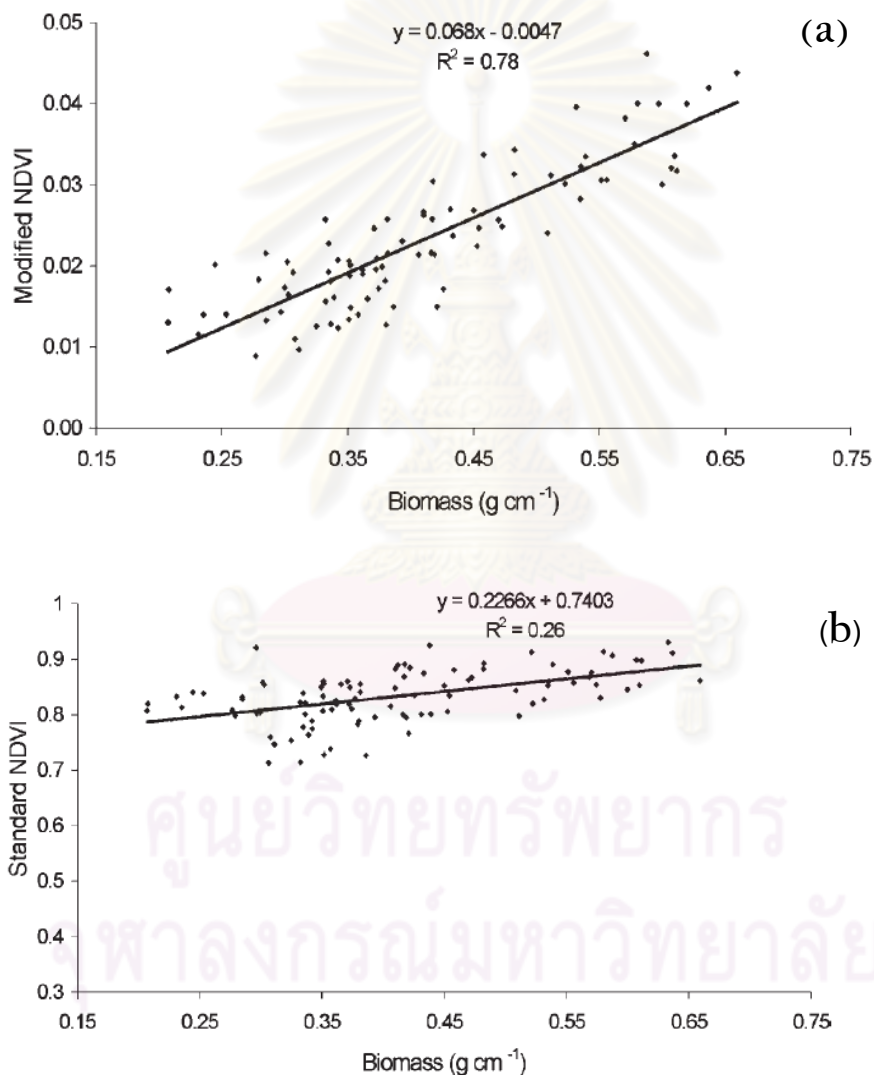
ดาวเทียมระบบ Hyperion และข้อมูลมัลติสเปกตรัลจากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI ที่ได้จากดาวเทียมดวงเดียวกันทำการบันทึกสัญญาณในเวลาและสถานที่เดียวกันนั้น พบว่าไม่เกิดปัญหาจุดอิมพัลส์ของสัญญาณหรือกล่าวได้ว่าสามารถเอาชนะปัญหาจุดอิมพัลส์ของสัญญาณได้ทั้งคู่ ขณะที่ค่าดัชนีตำแหน่ง Red Edge พบว่าเกิดปัญหาจุดอิมพัลส์ของสัญญาณหรือไม่สามารถเอาชนะปัญหาจุดอิมพัลส์ของสัญญาณได้ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ด้วยแรงบันดาลใจจากงานวิจัยของ Mutanga และ Skidmore (2004) ที่ได้ทดลองนำข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลมาใช้ศึกษาการแก้ปัญหาการเกิดจุดอิมพัลส์ของสัญญาณโดยทดลองกับหญ้าแอฟริกาที่มีเรือนยอดปกคลุมหนาแน่นที่ปลูกในเรือนกระจก เพื่อทดสอบว่าข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลนั้นสามารถเอาชนะปัญหาจุดอิมพัลส์ของสัญญาณได้ ผู้วิจัยจึงได้ทดลองศึกษาปัญหาจุดอิมพัลส์ของสัญญาณเช่นเดียวกันนี้ โดยเลือกพื้นที่ศึกษาป่าชายเลนบริเวณแหลมตะลุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่มีพันธุ์ไม้ป่าชายเลนหลายชนิดขึ้นปกคลุมอยู่หนาแน่น โดยทำการเลือกใช้ค่าดัชนีพืชพรรณที่นิยมใช้กันทั่วไปคือ ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์, ค่าดัชนีสัดส่วนธรรมชาติ และค่าดัชนีตำแหน่ง Red Edge จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI เมื่อนำค่าความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์กับค่ามวลชีวภาพมาทำการพล็อตกราฟ พบว่าค่าความสัมพันธ์ที่มากที่สุดของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion จะได้จากคู่ band ในช่วงคลื่นสีแดง(620 - 700 nm) กับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้(740 - 790 nm) ดังแสดงในรูปที่ 6.1(a) และความสัมพันธ์ที่มากที่สุดของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI จะได้จากคู่ band ในช่วงคลื่นสีแดง(630 - 690 nm) กับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้(775 - 805 nm) ดังแสดงในรูปที่ 6.1(b) จะเห็นว่าทั้งภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และ ALI ค่าความสัมพันธ์ที่มากที่สุดจะได้จากคู่ band ในช่วงคลื่นสีแดงกับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ขณะที่ผลการวิจัยของ Mutanga และ Skidmore(2004) พบว่าค่าความสัมพันธ์ที่มากที่สุดของค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์กับค่ามวลชีวภาพจะได้จากคู่ band ในช่วง red edge คลื่นสั้น (700 - 750 nm)กับช่วง red edge คลื่นยาว (750 - 800 nm) หรือได้จากคู่ band ในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้กับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ ดังแสดงในรูปที่ 6.1(c)



รูปที่ 6.1 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดกันใจ (R^2) ของความสัมพันธ์ระหว่างค่ามวลชีวภาพกับค่าดัชนีพืชพรรณ ผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ที่ได้จากคู่ band ในช่วงคลื่น 630 – 880 nm ของข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (a) และ ALI (b) (พื้นที่สีแดงได้ค่า R^2 มากที่สุดอยู่ในช่วงคลื่นสีแดงกับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้) และช่วงคลื่น 360-2200 nm จากข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลในการวิจัยของ Mutanga และ Skidmore (2004) (c) (พื้นที่สีแดงได้ค่า R^2 มากที่สุดอยู่ในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้กับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้)

โดยคู่ band ในช่วง red edge ที่ได้จากข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลดังกล่าวให้ค่าความสัมพันธ์ที่มากกว่าอย่างชัดเจนเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความสัมพันธ์ที่ได้จากคู่ band ในช่วงคลื่นสีแดงกับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ตามปกติดังแสดงในรูปที่ 6.2 ขณะที่ค่าความสัมพันธ์ที่ได้จากคู่ band ในช่วงคลื่นสีแดงกับคลื่นอินฟราเรดใกล้ที่ได้จากข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลและข้อมูลมัลติสเปกตรัลในการศึกษานี้ได้ผลไม่แตกต่างกัน ดังได้แสดงในรูปที่ 5.3 – 5.6

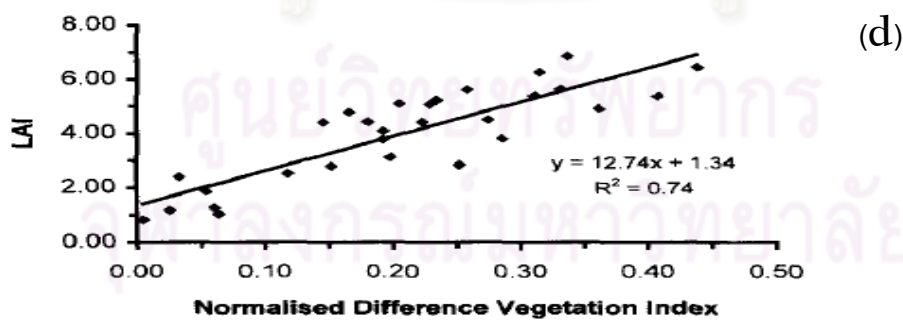
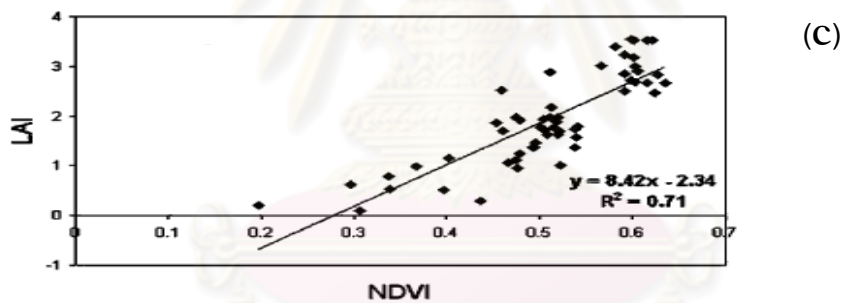
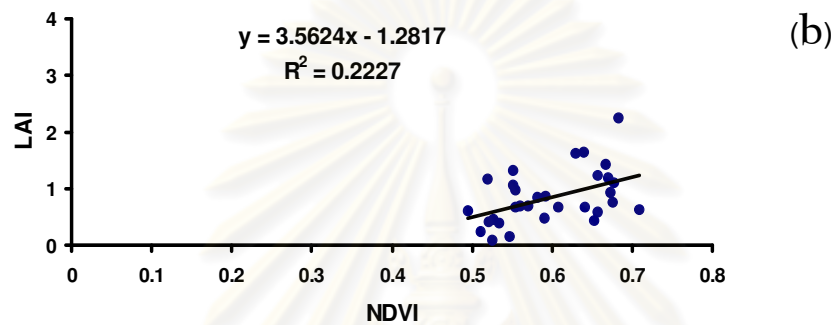
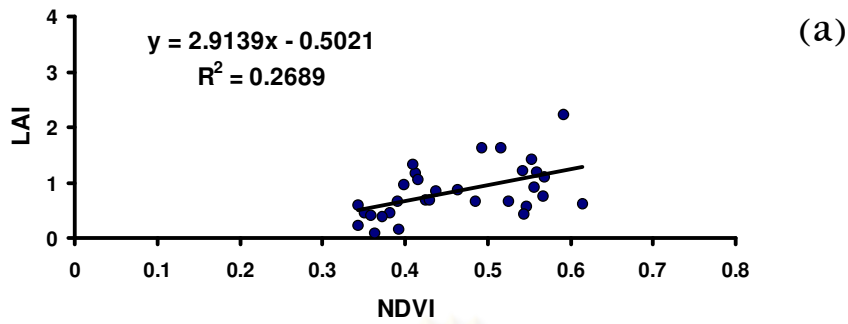


รูปที่ 6.2 แสดงความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ (NDVI) กับค่ามวลชีวภาพ (Biomass) ที่ได้จากคู่ band ในช่วง Red Edge (a) และที่ได้จากคู่ band ในช่วงคลื่นสีแดงกับช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (b) จากการวิจัยของ Mutanga และ Skidmore(2004)

เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์กับค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบที่ได้จากการศึกษานี้กับงานวิจัยของ Green และคณะ (1997) ที่ทดลองใช้ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ SPOT ในพื้นที่ศึกษาป่าชายเลนที่หมู่เกาะ Turk and Caicos ประเทศ British West Indies. และงานวิจัยของ Kovac และคณะ(2004) ที่ได้ทดลองใช้ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ IKONOS ในพื้นที่ศึกษาป่าชายเลนเสื่อมโทรมที่ประเทศเม็กซิโก พบว่าผลการวิจัยของทั้งสองคณะได้ค่าความสัมพันธ์ค่อนข้างมาก (Green ได้ $R^2 = 0.74$ และ Kovac ได้ $R^2 = 0.71$) ในขณะที่ผลการทดลองครั้งนี้ได้ค่าความสัมพันธ์ค่อนข้างต่ำ (ภาพ Hyperion ได้ $R^2 = 0.2689$ และ ALI ได้ $R^2 = 0.2227$) น่าจะมีสาเหตุมาจากความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้และความหนาแน่นของพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่ในแปลงตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 6.3



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 6.3 แสดงค่าความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ(LAI) กับค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์มัลไลซ์ (NDVI) ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion (a), ALI (b) ในพื้นที่ศึกษาป่าชายเลนแหลมตะลุมพุก, IKONOS (c) จากงานวิจัยของ Kovac และคณะ (2004) ในป่าชายเลนเสื่อมโทรมประเทศเม็กซิโก และ SPOT (d) จากงานวิจัยของ Green และคณะ (1997) ในป่าชายเลน บริเวณหมู่เกาะ Turk and Caicos

หากเปรียบเทียบเฉพาะค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมทั้ง 4 ชนิดดังกล่าวแล้ว จะเห็นว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบของป่าชายเลน โดยค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ที่ได้จากพื้นที่ศึกษาป่าชายเลนแหลมตะลุมพุก มีค่าเริ่มต้นที่สูงกว่าป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษาของ Green และคณะ (1997) และป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษาของ Kovac และคณะ (2004) (ภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion มีค่าระหว่าง 0.3-0.6 , ALI มีค่าระหว่าง 0.5-0.7 , SPOT มีค่าระหว่าง 0 – 0.45 และ IKONOS มีค่าระหว่าง 0.2-0.7) ทั้งนี้ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ จากแปลงตัวอย่างของ Green และคณะ (1997) และแปลงตัวอย่างของ Kovac และคณะ (2004) จะแปรผันตามค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบในแปลงตัวอย่าง กล่าวคือแปลงใดที่มีค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบน้อยก็จะมีค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์น้อยด้วย และแปลงใดที่มีค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบมาก ก็จะมีค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์มากตามไปด้วย ขณะที่การศึกษานี้จะได้ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ที่มีค่าค่อนข้างมากทุกแปลง (ตั้งแต่ 0.3 ขึ้นไป) เนื่องจากมีความหนาแน่นของพันธุ์ไม้ที่ขึ้นปกคลุมอยู่ค่อนข้างหนาแน่นเกือบทุกแปลง แต่ผู้วิจัยมีข้อสังเกตว่าจากข้อมูลภาคสนามนั้น ในแปลงตัวอย่างแต่ละแปลงจะมีพันธุ์ไม้เด่นที่ขึ้นอยู่ไม่เหมือนกัน แต่ยังคงค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์ที่มากอยู่ จึงอาจสันนิษฐานได้ว่าพันธุ์ไม้เด่นในป่าชายเลนแต่ละชนิดนั้นให้ค่าสะท้อนสัญญาณที่ไม่แตกต่างกันหรือความแตกต่างด้านชนิดพันธุ์ของไม้ในป่าชายเลนไม่มีอิทธิพลต่อการได้ค่าสะท้อนสัญญาณที่แตกต่างกัน ซึ่งจะต้องทำการศึกษาวิจัยเพื่อพิสูจน์ข้อสันนิษฐานนี้ต่อไป

ค่าตัวแปรทางชีววิทยาที่ได้จากการศึกษานี้ ไม่สามารถนำไปอ้างอิงเป็นค่าตัวแปรทางชีววิทยาของพื้นที่ศึกษาป่าชายเลนอ่าวปากพั้งได้ เนื่องจากค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบที่ได้คำนวณโดยใช้แบบจำลองรูปวงกลมของเรือนยอดของต้นไม้ โดยไม่ได้ทำการวัดพื้นที่ผิวใบไม้ทั้งหมดในแปลงตัวอย่าง และการวัดค่ามวลชีวภาพก็ใช้วิธีการทางอ้อมโดยใช้สมการความสัมพันธ์ระหว่างขนาดความโตและความสูงของต้นไม้ โดยไม่ได้ทำการตัดต้นไม้ในแปลงตัวอย่างมาทำการชั่งน้ำหนักแห้งหรือน้ำหนักสด ทั้งนี้ผู้วิจัยไม่ประสงค์จะตัดต้นไม้ออกจากพื้นที่ศึกษาเพื่อทำการวัดค่าตัวแปรทางชีววิทยาดังกล่าว อย่างไรก็ตามข้อมูลที่ได้จากวิธีการทางอ้อมนี้ไม่กระทบต่อค่าแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยาที่ผู้วิจัยต้องการนำมาใช้พิจารณาเพื่อศึกษาการแก้ปัญหาการเกิดจุดอัมตัวของสัญญาณแต่อย่างใด ดังนั้นหากต้องการจะใช้ข้อมูลค่ามวลชีวภาพและค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบของพื้นที่ศึกษา ควรทำการเก็บข้อมูลภาคสนามด้วยตนเองอีกครั้งหรือติดต่อขอข้อมูลจากหน่วยงานที่รับผิดชอบโดยตรง

ในการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าดัชนีพีชพรรณที่ได้จากข้อมูลการสำรวจระยะไกลกับ ข้อมูลค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน ผู้วิจัยเลือกใช้การวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้น อย่างง่าย เนื่องจากเป็นที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปและมีความเหมาะสมกับข้อมูลที่ได้จากการศึกษา เพื่อใช้ศึกษาปัญหาจุดอ้อมตัวของสัญญาณให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ทั้งนี้การศึกษา ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจระยะไกลกับข้อมูลตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน ดังกล่าวนั้นไม่ได้จำกัดว่าจะต้องใช้วิธีการวิเคราะห์ความถดถอยเชิงเส้นอย่างง่ายมาทำการศึกษา ได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น สามารถเลือกวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการทางสถิติอื่นๆได้ตาม ความสนใจและเหมาะสมกับข้อมูล

ในอนาคตผู้วิจัยหวังว่าจะมีโอกาสได้ทำการศึกษาอีกครั้งเพื่อยืนยันผลการศึกษาในครั้งนี้ และจะทำการพัฒนาดัชนีพีชพรรณตัวใหม่ที่มีความเหมาะสมสำหรับป่าชายเลนในเมืองไทย โดยเฉพาะ เปรียบเทียบผลที่ได้กับค่าดัชนีพีชพรรณที่มีอยู่แล้ว เช่น ค่าดัชนีพีชพรรณผลต่าง แบบนอร์มัลไลซ์, ค่าดัชนีสัดส่วนธรรมชาติ และค่าดัชนีตำแหน่ง red edge โดยจะทำการวางแผน ตัวอย่างศึกษาสังคมพืชป่าชายเลนทั้งฝั่งอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน และเพิ่มแปลงตัวอย่างให้ มีจำนวนมากขึ้น ทำการเก็บข้อมูลภาคสนามในทุกฤดูกาลทั้งฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูแล้ง เพื่อทำการติดตามความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทางชีววิทยาของป่าชายเลนในรอบปี พร้อมกับ เลือกใช้ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียมหลายดวง เช่น THEOS, Hyperion, ALI, IKONOS และ SPOT เพื่อค้นหาว่าการติดตามความเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นในฤดูกาลต่างๆ ในป่าชายเลนจากดาวเทียมแต่ละดวงเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร และป่าชายเลนฝั่งอ่าวไทย กับป่าชายเลนฝั่งอันดามันเมื่อสำรวจจากระยะไกลแล้วข้อมูลที่ได้มีความเหมือนหรือแตกต่างกัน เนื่องจากผู้วิจัยเห็นว่าข้อมูลการสำรวจจากระยะไกลด้วยเทคนิคต่างๆนี้มีความสำคัญ ต่อวงการศึกษาทางนิเวศวิทยาของสังคมพืชป่าชายเลนเป็นอย่างมาก อันจะเป็นประโยชน์ ต่อนักวิชาการ นักวิทยาศาสตร์ และหน่วยงานที่มีหน้าที่บริหารจัดการทรัพยากรป่าชายเลน สามารถนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการศึกษาวิจัยหรือการจัดการทรัพยากรป่าชายเลนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

6.2 สรุปผลการศึกษา

สรุป การศึกษาครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาศักยภาพของข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลจากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion ในการแก้ปัญหการเกิดจุดอิมตัวของสัญญาณที่มักเกิดขึ้นในความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีพืชพรรณกับค่าตัวแปรทางชีววิทยา โดยเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการใช้ข้อมูลมัลติสเปกตรัลจากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI ที่บันทึกภาพในเวลาและสถานที่เดียวกัน โดยทดลองใช้ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์, ค่าดัชนีสัดส่วนธรรมชาติ และค่าดัชนีตำแหน่ง red edge ที่นิยมใช้กันทั่วไปกับค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบและค่ามวลชีวภาพจากพื้นที่ศึกษาป่าชายเลนที่มีพันธุ์ไม้ขึ้นปกคลุมอยู่หนาแน่น บริเวณแหลมตะดุมพุก อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ผลการศึกษาพบว่าการใช้ค่าดัชนีพืชพรรณผลต่างแบบนอร์แมลไลซ์และค่าดัชนีสัดส่วนธรรมชาติที่ได้จากข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลจากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion มาหาความสัมพันธ์กับค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบและค่ามวลชีวภาพของป่าชายเลนนั้น จะมีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นและไม่พบปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณหรือสามารถเอาชนะปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณในป่าชายเลนได้ และยังพบว่าการใช้ข้อมูลมัลติสเปกตรัลจากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI ก็สามารถเอาชนะปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณในป่าชายเลนได้เช่นเดียวกัน ขณะที่ค่าดัชนีตำแหน่ง Red Edge ที่ได้จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion นั้น ไม่สามารถเอาชนะปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณได้ จากผลการศึกษาจะเห็นได้ว่าข้อมูลมัลติสเปกตรัลนั้นสามารถนำมาใช้ในการศึกษาตัวแปรทางชีววิทยาของสังคมพืชป่าชายเลนได้ผลดีเช่นเดียวกับข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัล แต่ข้อมูลมัลติสเปกตรัลนั้นมีราคาถูกกว่าข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลเป็นอย่างมาก ผลการศึกษาที่ได้นี้จึงเป็นประโยชน์ต่อนักวิจัยและหน่วยงานที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรป่าชายเลนสำหรับใช้ในการวางแผนและตัดสินใจเลือกใช้ข้อมูลให้เหมาะสมกับงานและงบประมาณที่ได้รับต่อไป

6.3 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัล และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมัลติสเปกตรัลกับค่ามวลชีวภาพของป่าชายเลนมีค่าต่ำ อาจเป็นเพราะในการศึกษานี้ มีขอบเขตการศึกษาปัญหาการเกิดจุดอิมตัวของสัญญาณของข้อมูลเป็นหลัก จึงกำหนดให้ค่าคงที่ a และ b มีค่าเท่ากับ 1 เป็นผลให้ค่ามวลชีวภาพที่คำนวณได้อาจจะไม่ถูกต้องนักและไม่ใช่ค่าที่แท้จริง แต่ไม่มีผลกับแนวโน้มรูปแบบการเกิดปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณตามที่ได้เคยกล่าวไว้แล้วในตอนต้น ดังนั้นหากต้องการค่ามวลชีวภาพที่ถูกต้องมากขึ้น มีข้อเสนอแนะว่าหากลองนำค่าคงที่ a และ b ที่เป็นตัวเลขมีจุดทศนิยมในสมการ $Biomass = a + (DBH^2 H)^b$ ที่มีผู้ศึกษาไว้แล้วสำหรับใช้คำนวณค่ามวลชีวภาพของต้นโกงกางใบเล็ก, โกงกางใบใหญ่, แสมขาว, แสมดำ และชนิดอื่นๆ ในป่าชายเลนฝั่งอ่าวไทยมาใช้ในการคำนวณโดยอนุโลม อาจทำให้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมไฮเปอร์สเปกตรัลและข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมมัลติสเปกตรัลกับค่ามวลชีวภาพของป่าชายเลนแหลมตะดุมพุกมีค่าที่สูงขึ้นได้ เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาที่ต้องการศึกษาปัญหาจุดอิมตัวของสัญญาณเท่านั้น ผู้วิจัยจึงไม่ได้นำค่าคงที่จากสมการค่ามวลชีวภาพของพันธุ์ไม้แต่ละชนิดที่อาจมีผู้ศึกษาไว้แล้วมาใช้ในการคำนวณแต่อย่างใด เนื่องจากไม่ได้มีวัตถุประสงค์ที่จะทำการศึกษาค่ามวลชีวภาพที่แท้จริงในพื้นที่ศึกษาตามที่ได้กล่าวแล้ว

จากผลการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยพบว่าข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลจากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion และข้อมูลมัลติสเปกตรัลจากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI ที่ถ่ายภาพในตำแหน่งและเวลาเดียวกันมีศักยภาพในการศึกษาค่าตัวแปรทางชีววิทยาของป่าชายเลน เช่น ค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ และค่ามวลชีวภาพที่ได้ผลใกล้เคียงกัน แต่ข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัลจะมีราคาค่อนข้างแพงมาก จึงมีข้อเสนอแนะว่า หากนักวิจัยต้องการศึกษาค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ และค่ามวลชีวภาพของป่าชายเลน ก็สามารถเลือกใช้ข้อมูลมัลติสเปกตรัลทำการศึกษาก็ได้ เนื่องจากมีราคาถูก และได้ผลที่ใกล้เคียงกับการใช้ข้อมูลไฮเปอร์สเปกตรัล อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาในเรื่องนี้อีกครั้งเพื่อยืนยันผลการค้นพบนี้

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กัลยา วานิชย์บัญชา.2546. การวิเคราะห์สถิติ : สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย.พิมพ์ครั้งที่ 7.

กรุงเทพฯ:ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชลิตา ศรีรัตนา.2548. อิทธิพลของโครงสร้างเรือนยอดต่อการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ตาม

ธรรมชาติในสวนป่าชายเลน อ.ปากพนัง จ.นครศรีธรรมราช.วิทยานิพนธ์ปริญญา

มหาบัณฑิต.คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ.2549.เอกสารประกอบการสอนรายวิชา 2108531 GPS Satellite surveying.

กรุงเทพฯ:ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐวรรัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ.2546. คู่มือวิธีการประเมินแบบรวดเร็วเพื่อการจัดการ

ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมพื้นที่ชายฝั่งทะเล: ระบบนิเวศป่าชายเลน. กรุงเทพฯ:

หน่วยปฏิบัติการนิเวศวิทยาทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธวัชชัย สันติสุข. 2550. ป่าของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

ป่าไม้,กรม.สำนักงานเลขาธิการกรม.2550. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย ปี 2550. กรุงเทพฯ:

สมลดดา.

พงษ์ศักดิ์ สหุณาฟู. 2538. ผลผลิตและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้.กรุงเทพฯ:

ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 2544. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย

เต็ม สมิตินันท์ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2544.พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ประชาชน.

ภาษาอังกฤษ

Blackburn, G.A.2007.Hyperspectral remote sensing of plant pigments. Journal of

Experimental Botany 58,4:855-867.

Bullock, J.1999.Plants. In W. J. Sutherland (ed.),Ecological census techniques:

A handbook,pp. 111-138 .UK: Cambridge University Press.

Campbell, J.B.2002. Introduction to remote sensing. 3rd ed. New York:The Guilford

Press.

- Cho, M. A., Skidmore, A. K., and Atzberger, C. 2008. Towards red-edge positions less sensitive to canopy biophysical parameters for leaf chlorophyll estimation using properties optiques spectrales des feuilles (PROSPECT) and scattering by arbitrarily inclined leaves (SAILH) simulated data. International Journal of Remote Sensing 29,8: 2241-2255.
- Earth Observing1 (EO-1). 2008 .U.S.Geological Survey. <http://eo1.usgs.gov/index.php>.
- Fassnacht, K.S., Gower, S.T., MacKenzie, M.D., Nordheim, E.V., and Lillesand, T.M. 1997. Estimating the leaf area index of north central Wisconsin forests using the Landsat Thematic mapper. Remote Sensing of Environment 61: 229-245.
- Gao, X., Huete, A.R., Ni, W., and Miura, T. 2000. Optical –biophysical relationships of vegetation spectra without background contamination. Remote Sensing of Environment 74 :609-620.
- Gong, P., Pu, R., Biging, G.S., and Larrieu, M. R. 2003. Estimation of forest leaf area index using vegetation indices derived from Hyperion hyperspectral data. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 41,6: 1355-1362.
- Green, E.P., Mumby, P.J., Edwards, A. J. Clark, C.D., and Ellis, A.C. 1997. Estimating leaf area index of mangroves from satellite data. Aquatic Botany 58:11-19.
- Hogarth, P. J. 2007. The Biology of mangroves and seagrasses. 2nd edition. New York: Oxford University Press.
- Hurcom, S. J., Harrison, A. R. 1998. The NDVI and spectral decomposition for semi-arid vegetation abundance estimation. International Journal of Remote Sensing 19,16: 3109-3125.
- Jensen, J. R. 2007. Remote sensing of environment : An earth resource perspective. 2nd ed. NJ: Pearson Education.
- Kovacs, J.M., Flores-Verdugo, F., Wang, J., and Aspden, L.P. 2004. Estimating leaf area index of a degraded mangrove forest using high spatial resolution satellite data. Aquatic Botany 80:13-22.

- Li, X., Yeh, A.G., Wang, S., Liu, K., Liu, X., Qian, J. and Chen, X. 2007. Regression and analytical models for estimating mangrove wetland biomass in South China using Radarsat images. International Journal of Remote Sensing 20:5567-5582.
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W., and Chipman, J.W. 2004. Remote sensing and image interpretation. 5th ed. NY: John Wiley & Sons.
- Mutanga, O., and Skidmore, A.K. 2004. Narrow band vegetation indices overcome the saturation problem in biomass estimation. International Journal of Remote Sensing 25:1-16.
- Myneni, R.B., and Asrar, G. 1994. Atmospheric effects and spectral vegetation indices. Remote Sensing of Environment 47:390-402.
- NASA AVIRIS. 2008. Airborne visible infrared imaging spectrometer. <http://aviris.jpl.nasa.gov>
- Pu, R., Gong, P., Biging, J., and Larrieu, M.R. 2003. Extraction of Red Edge optical parameters from Hyperion data for estimation of forest leaf area index. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 41,4: 916-921.
- Thenkabail, P.S., Enclona, E.A., Ashton, M.S., Legg, C., and De Dieu, M.J. 2004. Hyperion, IKONOS, ALI, and ETM+ sensors in the study of African rainforests. Remote Sensing of Environment 90: 23-43.
- Thenkabail, P.S., Smith, R.B., and Pauw, E.D. 2000. Hyperspectral vegetation indices and their relationships with agricultural crop characteristics. Remote Sensing of Environment 71:158-182.
- Vaiphasa, C., Skidmore, A.K., and De Boer, W.F. 2006. A post-classifier for mangrove mapping using ecological data. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 61:1-10.



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก
ข้อมูลรายละเอียดการทำงานในภาคสนาม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทำงานภาคสนาม

วันแรก (9 เมษายน 2550)

ออกเดินทางจากกรุงเทพฯ ถึงโรงแรมที่พักจังหวัดนครศรีธรรมราช

วันที่สอง (10 เมษายน 2550)

1. เดินทางไปบ้านบังหยา ทำหมุดชั่วคราว วางเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS จำนวน 1 เครื่อง เปิดรับสัญญาณดาวเทียม GPS จำนวน 1 เครื่องทิ้งไว้ประมาณ 3 ชั่วโมง
2. เดินทางไปที่สำนักงานโครงการชลประทานที่ 15 อ.ปากพอง เพื่อหาหมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร เมื่อพบแล้วทำการเปิดเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ทิ้งไว้ประมาณ 3 ชั่วโมง
3. เมื่อครบกำหนดเวลาแล้วเก็บเครื่อง GPS มาทำการดาวโหลดค่าพิกัดที่ได้จากเครื่อง GPS ทั้งสองเครื่องลงสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ ทำการปรับแก้ค่าความถูกต้องทางตำแหน่งของหมุดชั่วคราวที่บ้านบังหยา
4. นำภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER มาทำการเลือกจุดควบคุมตำแหน่งภาคพื้นดิน (Ground Control Point) ให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา ประมาณ 20 – 30 จุด

วันที่สาม (11 เมษายน 2550)

1. เดินทางไปวางเครื่อง GPS ที่หมุดชั่วคราวบ้านบังหยา
2. ทำการออกเรือไปเก็บค่าพิกัดของจุดควบคุมตำแหน่งภาคพื้นดินที่สามารถเข้าถึงได้ โดยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS แบบพกพา เก็บค่าพิกัดจุดควบคุมตำแหน่งภาคพื้นดินที่เข้าถึงได้จำนวน 19 จุด
3. นำข้อมูลค่าพิกัดที่ได้จากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS มาใช้คำนวณปรับแก้ค่าความถูกต้องให้กับจุดควบคุมตำแหน่งภาคพื้นดินทั้ง 19 จุด ให้มีค่าพิกัดในระบบ UTM Zone 47 N ,WGS 1984
4. นำภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER มาทำ Geo Referencing ด้วยจุดควบคุมตำแหน่งภาคพื้นดินทั้ง 19 จุด ให้มีค่าพิกัดในระบบ UTM Zone 47 N ,WGS 1984 (ดูรูปผนวก ที่ ก1)
5. นำภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER ที่มีค่าพิกัดแล้วมาทำการ Classify ด้วยวิธี Unsupervised Classification แบบ K- mean จำแนกข้อมูลพื้นที่ศึกษาออกเป็น 15 Cluster (ดูรูปผนวก ที่ ก2)
6. ทำการเลือกแปลงตัวอย่างในภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER ด้วยวิธี Line Transect ให้ได้มากที่สุด อย่างน้อยประมาณ 500 แปลง (ดูรูปผนวก ที่ ก3)

วันที่สี่ (12 เมษายน 2550)

1. ตรวจเช็คอุปกรณ์ภาคสนาม
2. ทำการออกเรือสำรวจแปลงตัวอย่างที่เลือกไว้ ทำการเลือกแปลงตัวอย่างที่สามารถเข้าเก็บข้อมูลได้ไว้ ประมาณ 100 แปลง

วันที่ห้า (13 เมษายน 2550)

1. ตรวจเช็คอุปกรณ์ภาคสนาม
2. ออกเรือเข้าสู่แปลงตัวอย่างเก็บข้อมูลความเจริญเติบโตของต้นไม้

วันที่หกจนถึงวันที่เก็บข้อมูลแล้วเสร็จ

1. ตรวจเช็คอุปกรณ์ภาคสนาม
2. ออกเรือเข้าสู่แปลงตัวอย่างเก็บข้อมูลความเจริญเติบโตของต้นไม้อันครบทุกแปลง

รายการอุปกรณ์เครื่องมือที่ใช้ปฏิบัติงาน

1. สายวัด
2. เทปผ้า
3. สมุดวาดเขียน และดินสอ ยางลบ มีดคัตเตอร์
4. Clinometer
5. เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS แบบพกพา 3 เครื่อง และแบตเตอรี่
6. กาลังใส่ของกันน้ำ ถุงซิปล็อก
7. ยาจุดกันยุง และไฟแช็ค
8. หนังสือตารางแสดงเวลาน้ำขึ้น-น้ำลง ของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ
9. กระเป๋าเป้ใส่อุปกรณ์สนาม
10. เสื้อชูชีพ
11. แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่ศึกษาเส้นทางลำคลองเข้าสู่แปลงตัวอย่าง
12. เชือกไนลอน ความยาว 30 เมตร
13. ชุดทำงานสนาม เสื้อกันฝน หมวกผ้า และรองเท้ายาง
14. ร่ม แว่นตากันแดด
15. แผนที่ภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่ศึกษาที่มีค่าพิกัดของแปลงตัวอย่าง
16. อาหารกล่องสำหรับรับประทาน และน้ำดื่ม
17. ยาทาผิวหนังแก้อาการคัน ยาแก้แพ้, ยาลดไข้ แก้หวัด

ตารางเวลาการทำงานภาคสนาม

วันที่ 10 เมษายน 2550

- 7.30 น. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือที่ใช้ในภาคสนาม
- 8.00 น. รับประทานอาหารเช้า
- 10.00 น. เดินทางไปบ้านบังหยา ทำหมุดชั่วคราว เปิดเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ทิ้งไว้
- 12.00 น. รับประทานอาหารกลางวัน
- 13.00 น. เดินทางไปสำนักงานโครงการชลประทานที่ 15 อ.ปากพนัง เปิดเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS ที่หมุดหลักฐานของกรมแผนที่ทหาร
- 16.00 น. ทำการเก็บเครื่อง GPS ทั้งสองเครื่อง
- 17.00 น. เดินทางกลับโรงแรมที่พัก
- 19.00 น. รับประทานอาหารเย็น
- 20.00 น. ทำงานสำนักงาน ,วางแผนการทำงานของวันพรุ่งนี้

วันที่ 11 เมษายน 2550

- 4.30 น. อุ่นอาหารกล่องในไมโครเวฟ
- 5.00 น. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือที่ใช้ในภาคสนาม
- 5.30 น. ออกเดินทางไปขึ้นเรือ
- 6.00 น. ออกเรือเข้าสู่พื้นที่ศึกษา ทำการเก็บข้อมูลค่าพิกัด GCP
- 12.00 น. รับประทานอาหารกลางวัน
- 16.00 น. เลิกงาน นั่งเรือกลับเข้าสู่ท่าเรือ
- 17.00 น. เดินทางกลับโรงแรมที่พัก
- 19.00 น. รับประทานอาหารเย็น
- 20.00 น. ทำงานสำนักงาน ,วางแผนการทำงานของวันพรุ่งนี้

วันที่ 12 เมษายน 2550

- 4.30 น. อุณหภูมิอากาศในห้องในไมโครเวฟ
- 5.00 น. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือที่ใช้ในภาคสนาม
- 5.30 น. ออกเดินทางไปขึ้นเรือ
- 6.00 น. ออกเรือเข้าสู่พื้นที่ศึกษา ทำการสำรวจความเป็นไปได้ในการเข้าแปลงตัวอย่างคร่าวๆ
- 12.00 น. รับประทานอาหารกลางวัน
- 16.00 น. เลิกงาน นั่งเรือกลับเข้าสู่ท่าเรือ
- 17.00 น. เดินทางกลับโรงแรมที่พัก
- 19.00 น. รับประทานอาหารเย็น
- 20.00 น. ทำงานสำนักงาน ,วางแผนการทำงานของวันพรุ่งนี้

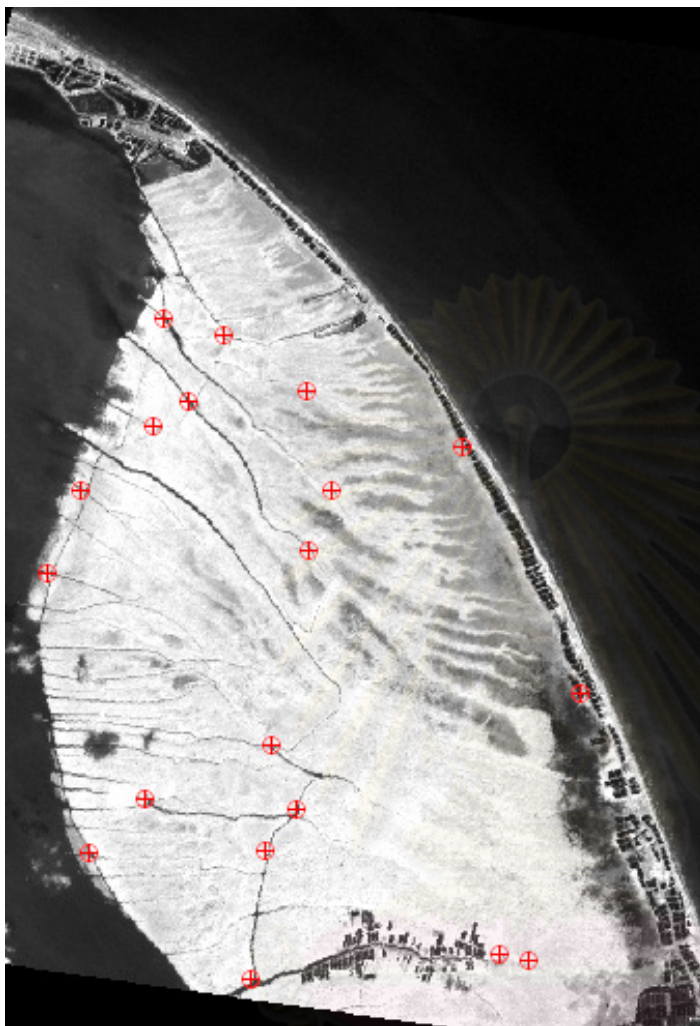
วันที่ 13 เมษายน 2550

- 4.30 น. อุณหภูมิอากาศในห้องในไมโครเวฟ
- 5.00 น. ตรวจสอบเช็คเครื่องมือที่ใช้ในภาคสนาม
- 5.30 น. ออกเดินทางไปขึ้นเรือ
- 6.00 น. ออกเรือเข้าสู่พื้นที่ศึกษา ทำการเก็บข้อมูลพืชในแปลงตัวอย่าง
- 12.00 น. รับประทานอาหารกลางวัน
- 17.00 น. เลิกงาน นั่งเรือกลับเข้าสู่ท่าเรือ
- 18.00 น. เดินทางกลับโรงแรมที่พัก
- 20.00 น. รับประทานอาหารเย็น
- 21.00 น. ทำงานสำนักงาน ,วางแผนการทำงานของวันพรุ่งนี้

วันที่ 14 เมษายน 2550 จนถึงวันที่เก็บข้อมูลแปลงตัวอย่างแล้วเสร็จ

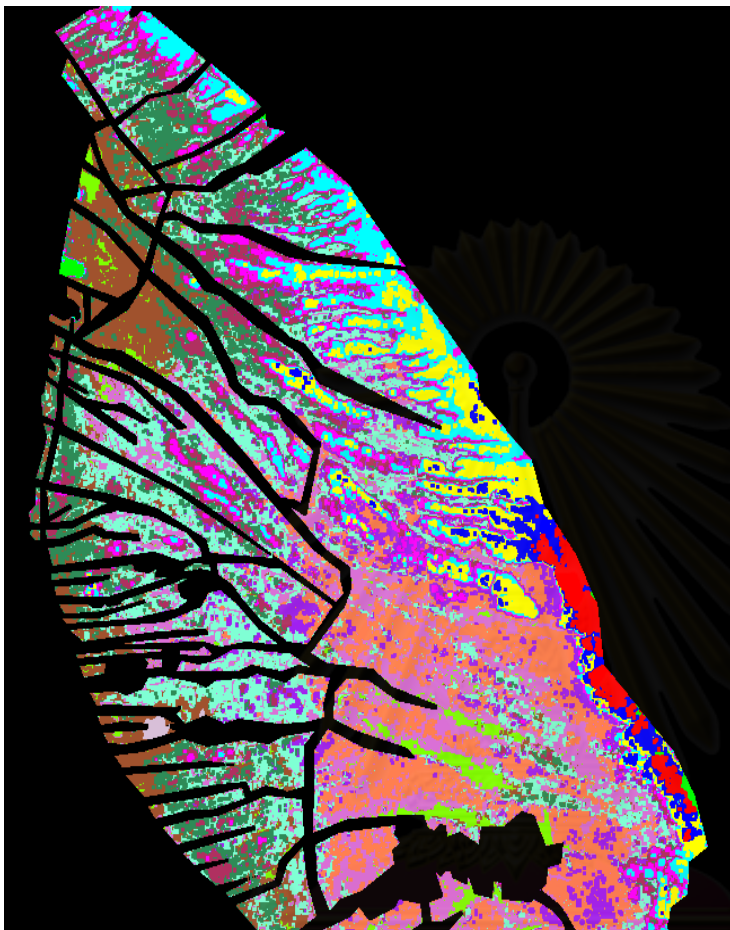
ทำเช่นเดียวกับวันที่ 13 เมษายน 2550

รูปผนวกที่ ก 1 แสดงจุดควบคุมตำแหน่งภาคพื้นดินที่ใช้ในพื้นที่ศึกษา



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปแผนที่ ก2 แสดงภาพถ่ายดาวเทียมระบบASTER ที่ทำการจำแนกข้อมูลด้วยวิธี Unsupervised Classification แล้ว



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปผนวกที่ ก 3 แสดงการเลือกแปลงตัวอย่างด้วยวิธี Line Transect



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ข
ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ ข 1 แสดงการบันทึกช่วงคลื่นใน band ของ Hyperion ที่ตรงกับ band ของ ALI
(ที่มา <http://eo1.usgs.gov/index.php>)

ALI band	Hyperion band	Average wavelength(nm)
MS-1	B9	436.9900
MS-1	B10	447.1700
MS-1'	B11	457.3400
MS-1'	B12	467.5200
MS-1'	B13	477.6900
MS-1'	B14	487.8700
MS-1'	B15	498.0400
MS-1'	B16	508.2200
MS-2	B18	528.5700
MS-2	B19	538.7400
MS-2	B20	548.9200
MS-2	B21	559.0900
MS-2	B22	569.2700
MS-2	B23	579.4500
MS-2	B24	589.6200
MS-2	B25	599.8000
MS-3	B28	630.3200
MS-3	B29	640.5000
MS-3	B30	650.6700
MS-3	B31	660.8500
MS-3	B32	671.0200
MS-3	B33	681.2000
MS-4	B42	772.7800
MS-4	B43	782.9500
MS-4	B44	793.1300
MS-4	B45	803.3000
MS-4'	B49	844.0000
MS-4'	B71	851.9200
MS-4'	B50	854.1800
MS-4'	B72	862.0100
MS-4'	B51	864.3500
MS-4'	B73	872.1000
MS-4'	B52	874.5300
MS-4'	B74	882.1900
MS-4'	B53	884.7000
MS-5'	B106	1205.0700
MS-5'	B107	1215.1700
MS-5'	B108	1225.1700
MS-5'	B109	1235.2700
MS-5'	B110	1245.3600
MS-5'	B111	1255.4600
MS-5'	B112	1265.5600
MS-5'	B113	1275.6600

ตารางผนวกที่ ๑ 1 (ต่อ)

ALI band	Hyperion band	Average wavelength(nm)
MS-5'	B114	1285.7600
MS-5'	B115	1295.8600
MS-5	B141	1558.1200
MS-5	B142	1568.2200
MS-5	B143	1578.3200
MS-5	B144	1588.4200
MS-5	B145	1598.5100
MS-5	B146	1608.6100
MS-5	B147	1618.7100
MS-5	B148	1628.8100
MS-5	B149	1638.8100
MS-5	B150	1648.9000
MS-5	B151	1659.0000
MS-5	B152	1669.1000
MS-5	B153	1679.2000
MS-5	B154	1689.3000
MS-5	B155	1699.4000
MS-5	B156	1709.5000
MS-5	B157	1719.6000
MS-5	B158	1729.7000
MS-5	B159	1739.7000
MS-5	B160	1749.7900
MS-7	B193	2082.7500
MS-7	B194	2092.8400
MS-7	B195	2102.9400
MS-7	B196	2113.0400
MS-7	B197	2123.1400
MS-7	B198	2133.2400
MS-7	B199	2143.3400
MS-7	B200	2153.3400
MS-7	B201	2163.4300
MS-7	B202	2173.5300
MS-7	B203	2183.6300
MS-7	B204	2193.7300
MS-7	B205	2203.8300
MS-7	B206	2213.9300
MS-7	B207	2224.0300
MS-7	B208	2234.1200
MS-7	B209	2244.2200
MS-7	B210	2254.2200
MS-7	B211	2264.3200
MS-7	B212	2274.4200
MS-7	B213	2284.5200
MS-7	B214	2294.6100

ตารางผนวกที่ ข 1 (ต่อ)

ALI band	Hyperion band	Average wavelenght(nm)
MS-7	B215	2304.7100
MS-7	B216	2314.8100
MS-7	B217	2324.9100
MS-7	B218	2335.0100
MS-7	B219	2345.1100



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ ๒ แสดงค่าพิกัด UTM, ค่าดัชนีพื้นที่ผิวใบ (LAI) และค่ามวลชีวภาพ (Biomass) ของแปลงตัวอย่าง

No	Plot No	CoodinateUTM,WGS84		LAI	Biomass (10 ⁻⁴ ลบ.ม. ต่อ ตร.ม.)
		East	North		
1	1	629556	929222	1.163823	270.6178
2	2	629496	929222	1.327361	296.7656
3	3	629466	929312	0.971069	141.1722
4	4	629466	929282	0.872667	95.4044
5	5	629496	929282	0.468622	84.4667
6	6	629496	929312	0.455532	147.6733
7	7	629526	929312	0.608249	172.8422
8	26	629616	930122	0.852595	236.2467
9	44	629976	935612	0.585559	40.1500
10	45	630006	935612	0.436438	70.3478
11	61	629076	932882	1.419829	179.5644
12	67	630486	932342	1.223793	178.0778
13	68	630456	932342	0.677503	213.7144
14	70	631296	928382	0.623957	50.9200
15	71	629466	928622	2.240135	502.1322
16	72	630156	929462	0.76009	100.3989
17	73	629376	929522	1.627837	376.5111
18	74	630786	930302	1.184313	245.2611
19	76	630786	931232	0.663227	95.8889
20	Final1	628476	928622	1.643511	317.7000
21	Final4	629946	928562	0.928517	419.6667
22	Final5	630396	929582	1.111777	134.8333
23	R10	632106	935732	1.064793	71.7189
24	R11	632796	934472	0.689407	45.5389
25	R12	632916	933902	0.096866	15.3067
26	R13	633426	933152	0.397936	49.6889
27	R5	633396	933002	0.227347	26.4822
28	R6	633366	933002	0.405057	34.2800
29	R7	632616	934622	0.672582	45.8000
30	R8	632586	934622	0.154357	34.3622
31	R9	632136	935732	0.687906	101.2322

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางผนวกที่ ข 3 แสดงค่าสัญญาณของแปลงตัวอย่างที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI

No	Plot No	LAI value	Coordinate		reflectance								
			East	North	MS-1	MS-1'	MS_2	MS-3	MS-4	MS-4'	MS-5'	MS-5	MS-7
1	1	1.163823	629556	929222	1615	1468	1466	1342	4242	4428	1622	1203	797
2	2	1.327361	629496	929222	1626	1463	1476	1359	4702	4933	1779	1275	803
3	3	0.971069	629466	929312	1665	1513	1585	1452	5058	5295	1854	1332	824
4	4	0.872667	629466	929282	1678	1545	1683	1547	6029	6465	2237	1556	886
5	5	0.468622	629496	929282	1637	1490	1540	1409	5463	5582	1907	1341	810
6	6	0.455532	629496	929312	1650	1484	1501	1389	4483	4625	1650	1247	810
7	7	0.608249	629526	929312	1619	1470	1442	1352	3999	4185	1572	1196	803
8	26	0.852595	629616	930122	1994	1931	2123	2212	8350	8988	3299	2402	1342
9	44	0.585559	629976	935612	1645	1517	1664	1487	7183	7846	3010	2109	1081
10	45	0.436438	630006	935612	1666	1526	1684	1507	7164	7878	3001	2146	1084
11	61	1.419829	629076	932882	1699	1598	1749	1628	8152	8896	3245	2234	1139
12	67	1.223793	630486	932342	1763	1660	1850	1728	8357	8994	3231	2245	1179
13	68	0.677503	630456	932342	1771	1678	1843	1750	8007	8681	3218	2184	1204
14	70	0.623957	631296	928382	1626	1494	1676	1464	8586	9445	3473	2328	1128
15	71	2.240135	629466	928622	1627	1496	1626	1474	7814	8464	2902	1942	996
16	72	0.76009	630156	929462	1666	1528	1650	1507	7793	8430	2987	1998	1058
17	73	1.627837	629376	929522	1692	1569	1694	1569	6909	7321	2506	1676	962
18	74	1.184313	630786	930302	1702	1564	1775	1592	8054	8697	3173	2262	1125
19	76	0.663227	630786	931232	1860	1793	2010	1935	7924	8521	3109	2185	1254
20	Final1	1.643511	628476	928622	1655	1553	1767	1648	7498	8232	3095	2298	1210
21	Final4	0.928517	629946	928562	1639	1497	1625	1459	7449	8101	2809	1893	963
22	Final5	1.111777	630396	929582	1664	1529	1693	1537	7981	8692	3165	2178	1072
23	R10	1.064793	632106	935732	1701	1603	1763	1652	5706	6291	2604	2106	1175
24	R11	0.689407	632796	934472	1705	1600	1773	1626	5936	6510	2680	2141	1207
25	R12	0.096866	632916	933902	1675	1558	1676	1552	4987	5373	2346	1982	1115
26	R13	0.397936	633426	933152	1716	1587	1739	1635	5376	5839	2650	2243	1271
27	R5	0.227347	633396	933002	1742	1613	1785	1676	5178	5593	2484	2062	1188
28	R6	0.405057	633366	933002	1721	1627	1776	1673	5299	5733	2560	2052	1183
29	R7	0.672582	632616	934622	1700	1575	1725	1580	5514	5971	2652	2195	1202
30	R8	0.154357	632586	934622	1692	1571	1715	1579	5387	5891	2649	2125	1179
31	R9	0.687906	632136	935732	1710	1593	1774	1638	5816	6410	2614	2054	1168

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

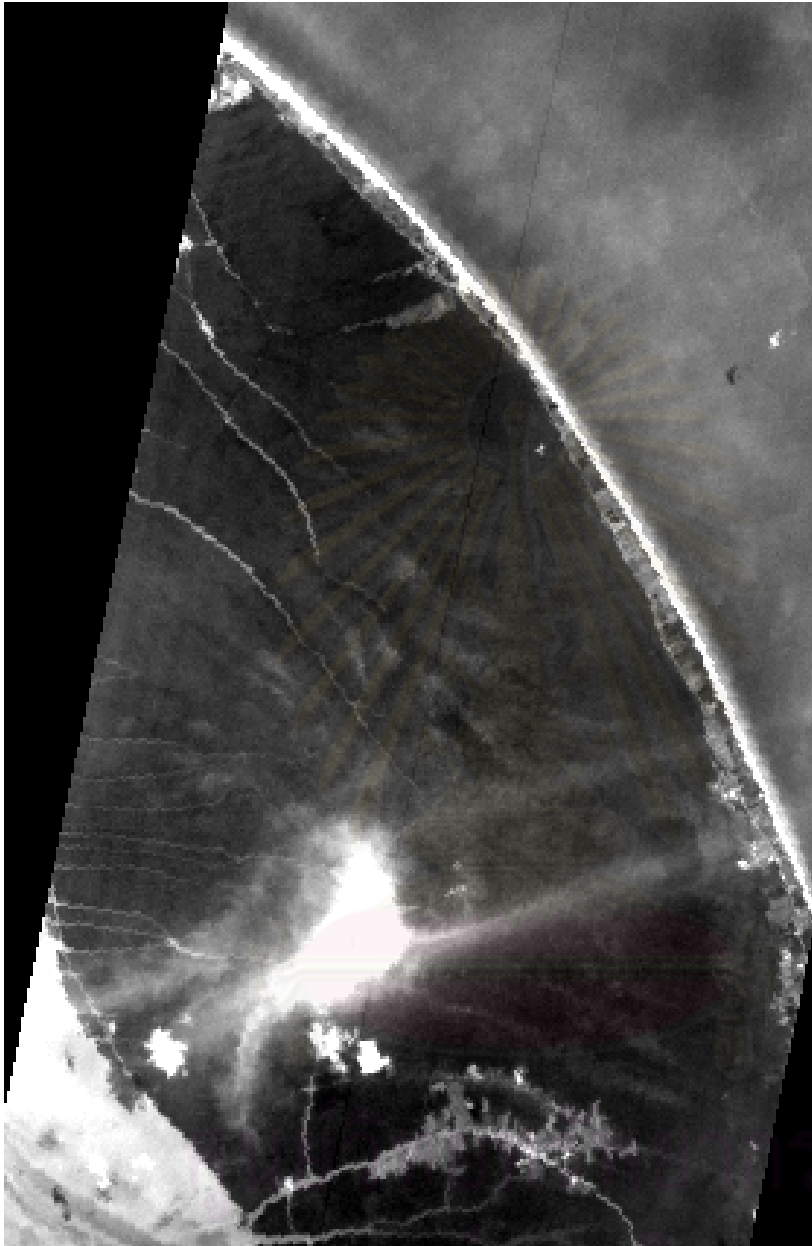
ตารางผนวกที่ ข 4 แสดงค่าสัญญาณของแปลงตัวอย่างในช่วงคลื่นสีแดง (band28-band33) และช่วงคลื่น

อินฟราเรดใกล้ (band42-45,49-53) ที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion

Plot No	B28	B29	B30	B31	B32	B33	B42	B43	B44	B45	B49	B50	B51	B52	B53
1	1096	1035	991	924	904	864	2224	2198	1978	1887	1936	1935	1937	1886	1762
2	1080	1051	996	891	913	902	2127	2114	1917	1841	1827	1867	1848	1816	1677
3	1163	1138	1085	985	993	945	2292	2248	2031	1907	1930	1994	1956	1938	1785
4	1245	1215	1154	1063	1055	1008	2894	2824	2547	2463	2465	2527	2529	2479	2290
5	1132	1071	1010	942	933	924	2102	2076	1897	1817	1816	1833	1842	1783	1663
6	1094	1040	989	906	928	870	1886	1864	1707	1610	1563	1649	1650	1593	1475
7	1063	1031	1001	875	889	871	1791	1756	1583	1528	1480	1533	1534	1484	1390
26	1785	1794	1710	1548	1608	1564	3947	3906	3541	3359	3400	3492	3491	3399	3168
44	1215	1163	1113	1010	997	965	3447	3429	3156	2966	3050	3129	3169	3080	2901
45	1187	1175	1068	994	989	956	3366	3328	3071	2920	2998	3066	3037	3008	2824
61	1348	1293	1218	1094	1125	1076	3805	3713	3402	3232	3283	3367	3410	3301	3122
67	1397	1363	1265	1153	1184	1132	3890	3842	3503	3349	3365	3479	3492	3408	3199
68	1383	1340	1251	1160	1170	1110	3725	3700	3376	3209	3210	3331	3313	3229	3048
70	1273	1218	1124	1014	1030	962	4239	4240	3887	3747	3709	3856	3877	3756	3554
71	1180	1128	1041	952	974	936	3701	3693	3345	3207	3249	3346	3357	3252	3063
72	1210	1168	1089	1014	1008	966	3668	3648	3299	3141	3209	3259	3291	3256	3031
73	1249	1182	1135	1044	1057	1015	3274	3232	2924	2798	2810	2849	2892	2862	2606
74	1308	1295	1213	1120	1132	1047	3966	3963	3604	3475	3457	3558	3585	3514	3343
76	1480	1448	1377	1292	1277	1252	3730	3701	3372	3184	3242	3269	3334	3237	3013
Final1	1388	1363	1276	1170	1138	1108	3447	3431	3142	2972	3029	3103	3161	3062	2864
Final4	1165	1146	1085	998	975	946	3490	3462	3170	3020	3060	3113	3147	3075	2878
Final5	1255	1216	1142	1044	1045	1038	3785	3741	3410	3266	3265	3389	3445	3320	3112
R10	1309	1240	1199	1056	1098	1074	2555	2567	2351	2260	2264	2344	2364	2311	2178
R11	1340	1273	1227	1109	1089	1067	2748	2779	2552	2475	2444	2534	2549	2459	2375
R12	1291	1236	1172	1065	1064	1037	2282	2331	2159	2104	2084	2135	2114	2052	2006
R13	1297	1282	1206	1104	1088	1062	2417	2571	2292	2179	2197	2307	2290	2250	2176
R5	1297	1287	1248	1119	1126	1066	2288	2409	2200	2114	2087	2151	2154	2130	2040
R6	1326	1286	1220	1124	1112	1066	2378	2475	2231	2116	2118	2214	2256	2195	2049
R7	1297	1235	1184	1080	1075	1045	2461	2486	2270	2186	2192	2253	2298	2255	2096
R8	1273	1207	1161	1056	1054	1034	2421	2432	2202	2100	2134	2171	2215	2194	2030
R9	1313	1274	1207	1072	1089	1051	2690	2716	2472	2394	2383	2498	2469	2404	2271

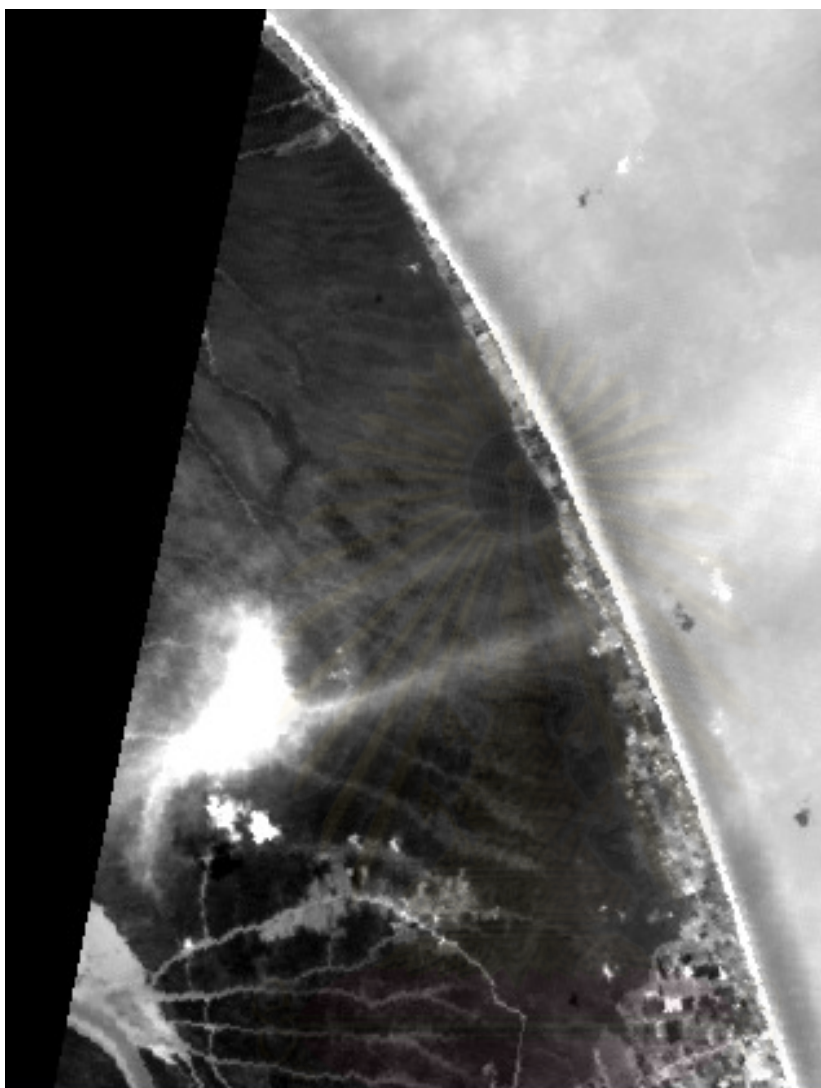
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปผนวกที่ ข 1 แสดงภาพพื้นที่ศึกษาที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ Hyperion



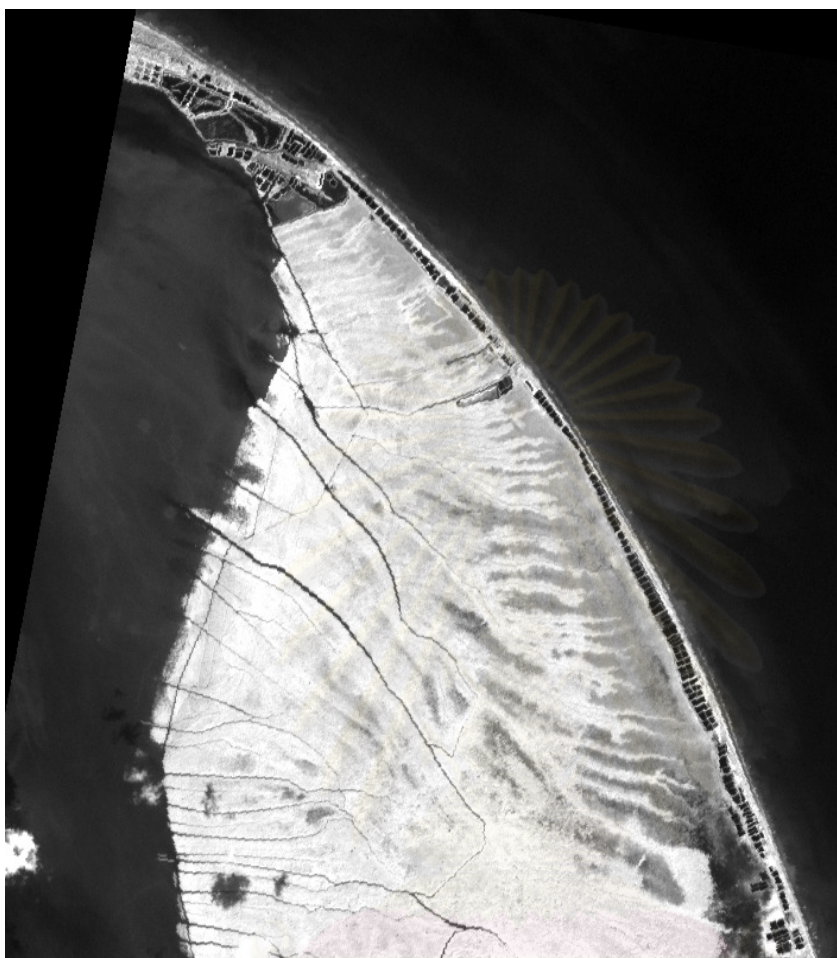
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปผนวกที่ ข 2 แสดงภาพพื้นที่ศึกษาที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ALI



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปผนวกที่ ข 3 แสดงภาพพื้นที่ศึกษาที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมระบบ ASTER



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายธันวา สัจจาพิทักษ์วงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2520 ที่จังหวัดชลบุรี สำเร็จ การศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต(วนศาสตร์)จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ.2543 หลังจากนั้นในปี พ.ศ. 2545 ได้เข้ารับราชการที่กรมป่าไม้ ในตำแหน่งนักวิชาการป่าไม้ 3 ต่อมาได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการระบบสารสนเทศปริภูมิ ทางวิศวกรรม ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2549 จนถึงปัจจุบัน



ศูนย์วิทยพัทธยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย