

การประเมินการสะสมคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าชายเลนด้วยข้อมูลดาวเทียม WORLDVIEW-2 ในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

ESTIMATION OF ABOVE GROUND CARBON STOCK OF MANGROVE SPECIES USING WORLDVIEW-2 IMAGERY AT MUEANG DISTRICT, CHONBURI PROVINCE, THAILAND

ภาณุ เนื่องจำนงค์¹
กาญจนา นาคะภากร²
สิริกกร กาญจนสุนทร³

บทคัดย่อ

คาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกสำคัญที่เป็นสาเหตุหลักของภาวะโลกร้อน กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชเป็นกระบวนการที่ช่วยลดคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ โดยป่าชายเลนถูกยกย่องให้เป็นระบบนิเวศที่เก็บกักคาร์บอนได้มากที่สุด เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศช่วยให้การสำรวจและประเมินคาร์บอนสะสมในพื้นที่ป่าชายเลนทำได้สะดวกมากยิ่งขึ้น การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนและประเมินการเก็บกักคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าชายเลน บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ด้วยข้อมูลดาวเทียม WorldView-2 โดยใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุในการจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนและสมการ Allometric ในการประเมินหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินเพื่อหาปริมาณคาร์บอนสะสม ผลการวิจัย พบว่า ความถูกต้องของการจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ โกงกางใบใหญ่ แสมขาวและแสมทะเลจากข้อมูลดาวเทียมเปรียบเทียบกับข้อมูลสำรวจภาคสนาม เท่ากับ 86.2% โดยมีปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเฉลี่ย 44.14 ตันต่อเฮกแตร์ และการเก็บกักคาร์บอนเหนือพื้นดินเฉลี่ย 21.05 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์

คำสำคัญ: ป่าชายเลน การจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ การเก็บกักคาร์บอนเหนือพื้นดิน

Abstract

An important Green House Gas (GHG) which the main cause of global warming is the Carbon Dioxide (CO₂). The photosynthesis of plants is a major process to decrease the CO₂. The forest system is a large carbon stock and mangrove forests are esteemed to be the most carbon-rich forests in the topics. Geo-informatics technologies can help to save the cost and time for mangrove species classification and mangrove forest carbon stock estimation. This study aims to classify the three dominant mangrove species and estimate above ground carbon stock using the Worldview-2 satellite imagery. Object-based classification technique was used to classify the mangrove species and the Allometric equation was used to estimate the above ground biomass and carbon stock. The overall percentage accuracy of the mangrove species classification was 86.2%. The average total above ground biomass was 44.14 tons/ha and total carbon stock was 21.1 tons carbon/ha on the average.

Keywords: Mangrove, Object-based Classification, Above Ground Carbon Stock

¹⁻² คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

³ ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทนำ

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มีเอกลักษณ์และเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญในฐานะผู้ให้ระบบนิเวศ ทั้งการเป็นแหล่งอนุบาลสัตว์น้ำและพืชน้ำ รวมถึงเป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอนขนาดใหญ่ โดยป่าชายเลนเป็นกลุ่มของพืชที่อาศัยอยู่ในเขตศูนย์สูตร (Daniel M. Alongi. 2002) ระหว่าง ละติจูดที่ 31°เหนือ กับ 39°ใต้ (Spalding, M.D. et al 1997) ความสลับซับซ้อนของระบบรากของป่าชายเลนช่วยให้สามารถเก็บกักคาร์บอนได้อย่างมาก (Daniel C. et al, 2011) อย่างไรก็ตามการสำรวจป่าชายเลนในการประเมินการเก็บกักคาร์บอนยังเป็นเรื่องยาก เนื่องจากการเข้าถึงพื้นที่ของป่าชายเลน ทำให้ต้องสิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่าย (Asner, G.P., 2009)

ความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีดาวเทียมสำรวจโลกได้สร้างข้อมูลดาวเทียมที่มีความหลากหลายเป็นจำนวนมาก ทำให้ข้อมูลดาวเทียมถูกนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ รวมถึงการจำแนกพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนและการประเมินการเก็บกักคาร์บอน เป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการสำรวจได้ (Xing et al., 2014)

ป่าชายเลนในประเทศไทยถือว่ามีความอุดมสมบูรณ์อย่างมาก มีความหลากหลายของพันธุ์ไม้จำนวนมาก เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งทางภูมิศาสตร์ที่อยู่ในบริเวณเส้นศูนย์สูตร แต่การพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเลอย่างกว้างขวางได้ทำลายพื้นที่ป่าชายเลนของประเทศไทยเป็นอย่างมาก โดยจังหวัดชลบุรีเป็นหนึ่งในจังหวัดที่พื้นที่ป่าชายเลนมีการลดลงอย่างมากจากการพัฒนาพื้นที่ชายฝั่งทะเล เพื่อขยายแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

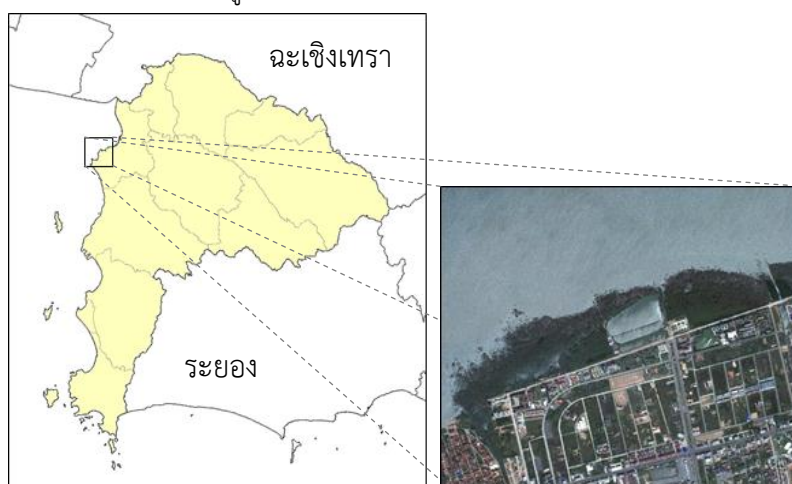
ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีความสนใจในการนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศมาจำแนกพันธุ์ไม้ของป่าชายเลนและประเมินการเก็บกักคาร์บอนเหนือพื้นดินในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โดยผลจากการวิจัยจะช่วยยืนยันความสำคัญของป่าชายเลน และเป็นเครื่องมือในการกำหนดนโยบายในการอนุรักษ์พื้นที่ของป่าชายเลนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนจากดาวเทียมระยะเฉียดสูง Worldview-2
2. เพื่อประเมินปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและการเก็บกักคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าชายเลน บริเวณศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดชลบุรี

เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

1. พื้นที่ศึกษา : พื้นที่ป่าชายเลนสำหรับการวิจัยนี้เป็นผืนป่าชายเลน บริเวณศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดชลบุรี ตั้งอยู่ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี โดยป่าชายเลนในบริเวณนี้มีทั้งที่เป็นป่าธรรมชาติและป่าปลูก



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษา

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-based Classification)

การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงวัตถุจากภาพเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ภาพที่อาศัยทั้งข้อมูลเชิงคลื่น (Spectral) ที่สะท้อนกับวัตถุบนผิวโลกและเนื้อภาพ (Texture) ที่ปรากฏบนภาพถ่ายในการประมวลผล (H.R. Matinfar et al, 2007) โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงวัตถุในการจำแนกข้อมูลจากภาพถ่ายสามารถแบ่งขั้นตอนออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ การแบ่งส่วนของภาพ (Image Segmentation) และการจำแนกข้อมูล (Image Classification)

การแบ่งส่วนของภาพ (Image Segmentation) เป็นเทคนิคการจับกลุ่มของวัตถุที่ปรากฏบนภาพที่มีลักษณะแบบเดียวกัน (Homogeneity) โดยส่วนของภาพ (Segments or polygons) ที่ถูกแบ่งจะเป็นวัตถุบนภาพที่ยังไม่มีความหมาย ซึ่งวัตถุเหล่านี้จะถูกให้ความหมายในขั้นตอนของการจำแนกข้อมูล (T. Blaschke, 2010) โดยการแบ่งส่วนของภาพมีด้วยกันหลายวิธี โดยวิธีที่นิยม คือ Multiresolution Segmentation ซึ่งเป็นวิธีการแบ่งส่วนแบบ bottom-up region-emerging (Rejaour M. et al, 2008) โดยเป็นการจับกลุ่มของข้อมูลที่เริ่มจะจุดภาพ (Pixel) แต่ละจุดที่มีลักษณะเดียวกันมารวมกันเป็นกลุ่มวัตถุที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจนกว่าจุดภาพข้างเคียงเป็นจุดภาพที่มีลักษณะที่ไม่เหมือนกัน (Baatiz M. et. al, 2004)

3. การวิเคราะห์เนื้อภาพ (Texture Analysis) แบบ Grey-Level Co-occurrence Matrix

การวิเคราะห์เนื้อภาพเป็นคำนวณเนื้อภาพเพื่อหาโครงร่างของเนื้อภาพจากภาพถ่ายสีขาว-ดำ (Panchromatic) ซึ่งเป็นการวัดค่าความเข้มระดับสีเทา (Grey Level) ของจุดภาพ (M. Durrieu et al, 2005) เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อภาพที่ใช้กันอย่างมากคือ การวิเคราะห์เมตริกซ์ความสัมพันธ์ของระดับสีเทา (Grey-Level Co-occurrence Matrix: GLCM) ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ของระดับสีเทาแบบเมตริกซ์ของ 2 จุดภาพ ใน 4 ทิศทาง คือ 0° 45° 90° และ 135° โดย GLCM จะทำการวัดค่าความสัมพันธ์ทั้งหมด 8 ค่า ได้แก่ Homogeneity Contrast Dissimilarity Entropy Angle second moment Mean Standard deviation และ Correlation.

4. ปริมาณมวลชีวภาพและการเก็บกักคาร์บอนเหนือพื้นดิน

มวลชีวภาพเหนือพื้นดินคือ อินทรีย์วัตถุของพืชที่เกิดจากกระบวนการสังเคราะห์แสงที่ปรากฏอยู่เหนือพื้นดิน โดยการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพของต้นไม้ที่เป็นนิยม คือ การคำนวณมวลชีวภาพด้วยสมการ Allometric ซึ่งเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของส่วนต่างๆ ของต้นไม้ ได้แก่ ลำต้น กิ่ง ใบ และรากค้ำยัน (โก่งกาง) โดยตัวแปรที่จำเป็นในสมการ คือ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกและความสูงของต้นไม้ ดังสมการ

$$\text{Log } W = a + b \log D^2 H$$

เมื่อ	Log W	คือ มวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นไม้
	a and b	คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ
	D	คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter at Breast Height)
	H	คือ ความสูงของต้นไม้

ปริมาณคาร์บอนสะสม (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) ของพืชโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 45 ถึง 50 ของมวลชีวภาพ (Schlesinger, W.H., 1991)

วิธีดำเนินการวิจัย

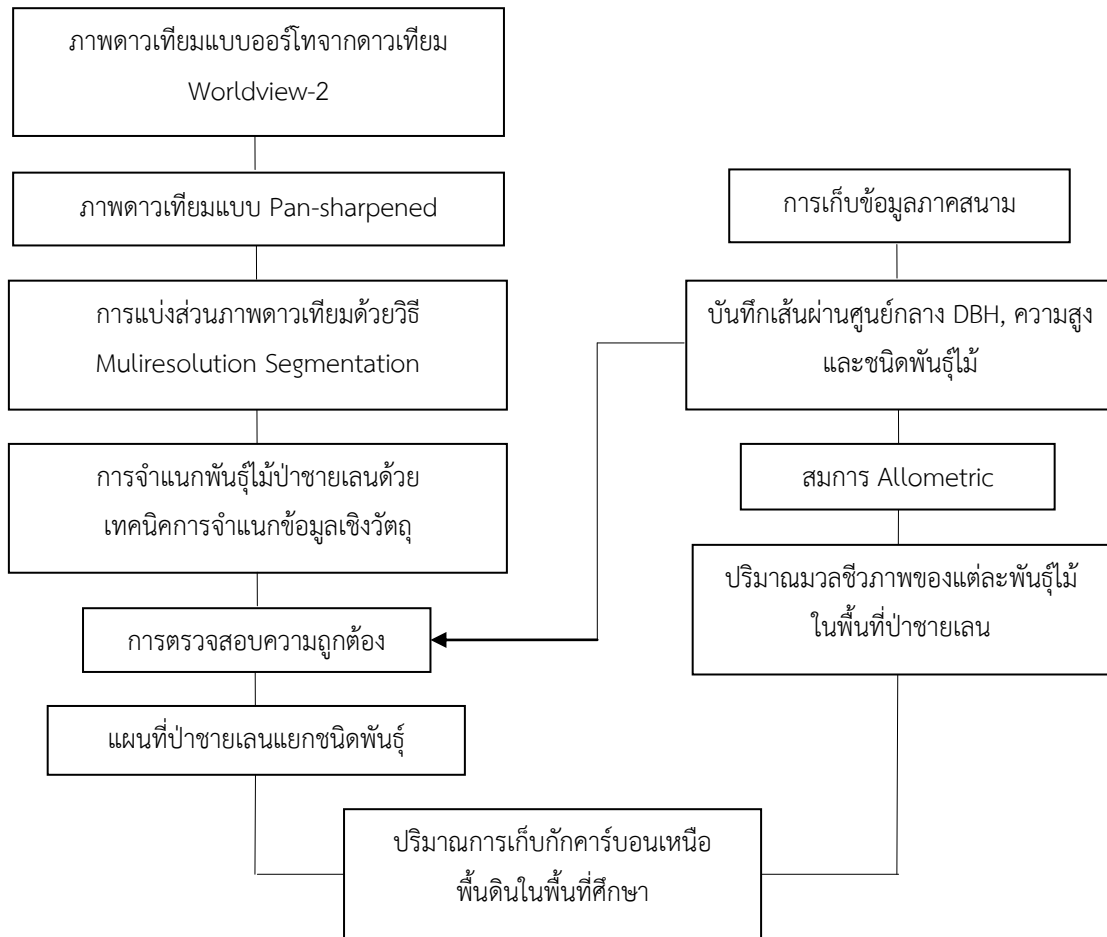
1. การเตรียมภาพถ่ายเทียม

การวิจัยนี้ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมจากดาวเทียม Worldview-2 8 ช่วงคลื่น โดยรายละเอียดจุดภาพ (Pixel) ของภาพขาว-ดำ คือ 0.5 เมตร และรายละเอียดจุดภาพของภาพสี คือ 2 เมตร โดยภาพถ่ายดาวเทียมนี้ถูกจัดทำให้เป็นภาพถ่ายดาวเทียมแบบออร์โธ (Ortho Satellite Image) ซึ่งเป็นภาพที่มีความถูกต้องเชิงตำแหน่งสูง และจัดทำเป็นภาพสีรายละเอียดสูง (Pan-sharpened Satellite Image) สำหรับใช้เป็นข้อมูลหลักในการจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลน

2. การจำแนกพันธุ์ไม้ของป่าชายเลน

การจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนจากภาพถ่ายดาวเทียมรายละเอียดสูง Worldview-2 ในการวิจัยนี้ใช้เทคนิคการจำแนกข้อมูลเชิงวัตถุ (Object-Based Classification) โดยขั้นตอนของการแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation) ใช้เทคนิค Multiresolution Segmentation มาทำการแบ่งภาพให้เป็นส่วน (Segments) ผ่านการวิเคราะห์จากความเป็นลักษณะเดียวกันของภาพ (Homogeneity) โดยพารามิเตอร์ที่กำหนดในการแบ่งส่วนภาพ คือ scale parameter = 10, shape = 0.5, and compactness = 0.9 (Benjamin W.Heumann, 2011)

การจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนออกจากพื้นที่ที่ไม่ใช่ป่าชายเลนได้ใช้วิธี Supervised Nearest Neighbor Classification โดยพื้นที่ป่าชายเลนที่ได้จากภาพถ่ายดาวเทียมได้ใช้วิธีการวิเคราะห์เนื้อภาพ (Texture Analysis) แบบการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ GLCM ร่วมกับการแปลภาพด้วยสายตา (Visual Interpretation) ในการจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 2 ผังวิธีการดำเนินการวิจัย

3. การตรวจสอบความถูกต้อง

ข้อมูลที่นำมาใช้ในการประเมินความถูกต้องเป็นข้อมูลชนิดของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษาจากการสำรวจภาคสนาม โดยการประเมินความถูกต้องจากการจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนได้ใช้วิธี Error Matrix

4. การเก็บข้อมูลภาคสนาม

การวิจัยนี้ได้ใช้แปลงเก็บตัวอย่างข้อมูล 116 แปลง สร้างจากวิธี Transect Line โดยเส้นของแปลงที่กำหนด

นี้มีแนวตั้งฉากกับแนวชายฝั่งทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้ครอบคลุมทุกพันธุ์ไม้ในพื้นที่ศึกษา ขนาดของแปลงเก็บข้อมูลแต่ละแปลง คือ 10x10 เมตร โดยทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับอก (Diameter at Breast Height) และความสูงของต้นไม้ทุกต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตรขึ้นไป และทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง DBH ที่ความสูง 1.30 เมตร ของทุกต้น ยกเว้นพันธุ์ไม้โกงกางที่ทำการวัดเส้นผ่านศูนย์กลาง DBH ที่ความสูง 20 เซนติเมตรเหนือรากค้ำยัน นอกจากนี้ได้ทำการบันทึกชนิดของพันธุ์ไม้ในแปลงเก็บข้อมูลเพื่อใช้สำหรับการตรวจสอบความถูกต้องจากการจำแนกพันธุ์ไม้จากดาวเทียม

5. การประเมินมวลชีวภาพและการเก็บกักคาร์บอนเหนือพื้นดิน

สมการ Allometric ที่ใช้ในการประเมินมวลชีวภาพในการวิจัยนี้ ได้ใช้สมการ Allometric จากงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง 2 งานวิจัย ดังตารางที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 สมการ Allometric ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในพื้นที่สงวนชีวมณฑล จังหวัดระนอง (Wijarn Meepol, 2010) ที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

พันธุ์ไม้	สมการ	R ²
แสมขาว		
1.1 มวลชีวภาพของลำต้น	$\text{Log } W_s = 0.5063 + 0.0442 \text{ Log } D^2H$	0.9663
1.2 มวลชีวภาพของกิ่งไม้	$\text{Log } W_b = 0.2619 + 0.0315 \text{ Log } D^2H$	0.8763
1.3 มวลชีวภาพของใบไม้	$\text{Log } W_L = 0.0940 + 0.0310 \text{ Log } D^2H$	0.8624
โกงกางใบใหญ่		
2.1 มวลชีวภาพของลำต้น	$\text{Log } W_s = 0.6171 + 0.0357 \text{ Log } D^2H$	0.9367
2.2 มวลชีวภาพของกิ่งไม้	$\text{Log } W_b = -0.3606 + 0.0467 \text{ Log } D^2H$	0.7972
2.3 มวลชีวภาพของใบไม้	$\text{Log } W_L = -0.3778 + 0.0360 \text{ Log } D^2H$	0.8420
2.4 มวลชีวภาพของรากค้ำยัน	$\text{Log } W_{pr} = -0.6908 + 0.0496 \text{ Log } D^2H$	0.8815

ตารางที่ 2 สมการ Allometric ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน บริเวณอำเภอขนอม จังหวัดนครศรีธรรมราช (Thananun Pratummin, 2002) ที่ใช้ในการคำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

พันธุ์ไม้	สมการ	R ²
แสมทะเล		
1.1 มวลชีวภาพของลำต้น	$W_s = 0.2380 (D^2H)^{0.3836}$	0.9132
1.2 มวลชีวภาพของกิ่งไม้	$W_b = 0.1370 (D^2H)^{0.4316}$	0.7016
1.3 มวลชีวภาพของใบไม้	$W_L = 0.1600 (D^2H)^{0.4230}$	0.7666

การคำนวณปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ได้ใช้ตัวเลขค่าปริมาณคาร์บอน (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง) เท่ากับ 47.72% จากงานวิจัยที่ทำการศึกษากการเก็บกักคาร์บอนของป่าชายเลน บริเวณพื้นที่สงวนชีวมณฑลจังหวัดระนอง (Wijarn Meepol, 2010)

สรุปผลการวิจัย

1. การจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนจากภาพดาวเทียม

การแบ่งส่วนภาพ (Image Segmentation) ของภาพดาวเทียมรายละเอียดสูง Worldview-2 ตามค่าพารามิเตอร์ที่กำหนด ด้วยวิธี Multiresolution Segmentation ดังภาพที่ 3 ถูกใช้เป็นข้อมูลตั้งต้นสำหรับการจำแนกพื้นที่ป่าชายเลนและพันธุ์ไม้ของป่าชายเลน

โดยพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมดของพื้นที่ศูนย์ศึกษาธรรมชาติและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดชลบุรี ได้ถูกจำแนกออกจากพื้นที่อื่นๆ ด้วยวิธี Supervised Nearest Neighbor Classification ซึ่งรูปแบบของป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ ป่าธรรมชาติ ซึ่งมีแสมขาวและแสมทะเล เป็นพันธุ์ไม้เด่น และป่าปลูก ที่มีโกงกางใบใหญ่เป็นพันธุ์ไม้เด่น โดยพันธุ์ไม้ป่าชายเลนทั้ง 3 พันธุ์ได้ถูกจำแนกพื้นที่ด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อภาพและการแปลงภาพด้วยสายตา



ภาพที่ 3 ผลจากการแบ่งส่วนภาพด้วยวิธี Multiresolution Segmentation.

การจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนด้วยการวิเคราะห์เนื้อภาพแบบ GLCM พบว่า ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ของเนื้อภาพจากดาวเทียม Worldview-2 ในช่วงคลื่น Red-Edge มีความเหมาะสมที่สามารถจำแนกแสมขาวออกจากกลุ่มพันธุ์ไม้อื่นได้อย่างชัดเจน โดยมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเนื้อภาพอยู่ระหว่าง 52.01 ถึง 87.37 โดยแสมทะเลและโกงกางใบใหญ่จะทำการจำแนกด้วยสายตาจากการผสมสีภาพดาวเทียมแบบสีผสมเท็จ (False Color Composite)

การผสมสีภาพดาวเทียมแบบสีผสมเท็จสามารถจำแนกแสมทะเลและโกงกางใบใหญ่ออกจากกันได้ โดยการวิจัยนี้ใช้การผสมแบบ สีแดง คือ ช่วงคลื่น Near-Infrared1 สีน้ำเงิน คือ ช่วงคลื่น Red-Edge และ น้ำเงิน คือ ช่วงคลื่น Yellow โดยพบว่าพื้นที่โกงกางใบใหญ่มีสีส้มสว่างและเนื้อภาพเรียบสม่ำเสมอ ขณะที่พื้นที่แสมทะเลจะมีสีน้ำตาลและเนื้อภาพค่อนข้างขรุขระ ทำให้สามารถจำแนกพื้นที่ของพันธุ์ไม้ 2 ชนิดนี้ได้เป็นอย่างดี

ผลของการจำแนกพื้นที่ป่าชายเลนทั้งหมดของพื้นที่ศึกษา พบว่า มีพื้นที่ป่าชายเลนรวมทั้งหมดประมาณ 335 ไร่ โดยเป็นพื้นที่ของแสมขาวมากที่สุด คือ 290 ไร่ รองลงมาคือ แสมทะเล 36 ไร่ และโกงกางใบใหญ่ 9 ไร่ ตามลำดับ ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ผลการจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนจากภาพดาวเทียม
แสมขาว (เขียว) แสมทะเล (แดง) และโกงกางใบใหญ่ (เหลือง)

โดยการตรวจสอบความถูกต้องของผลการจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนจากดาวเทียมกับข้อมูลชนิดของพันธุ์ไม้ที่เก็บจากการสำรวจภาคสนาม พบว่า มีความถูกต้องรวม ประมาณ 86.2% โดยแสมขาวเป็นพันธุ์ไม้ที่มีค่าความถูกต้องสูงที่สุด คือ 96.9% รองลงมาคือ โกงกางใบใหญ่ และแสมทะเล ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ความถูกต้องของผลจากการจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนจากภาพดาวเทียม

		การจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนจากดาวเทียม			
		แสมขาว	แสมทะเล	โกงกางใบใหญ่	ผลรวม
ข้อมูลภาคสนาม	แสมขาว	62	8	6	76
	แสมทะเล	0	18	0	18
	โกงกางใบใหญ่	2	0	20	22
	ผลรวม	64	26	26	116
ร้อยละของความถูกต้อง (%)		96.9	69.2	76.9	86.2

2. การประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าชายเลน บริเวณศูนย์ศึกษาระบบนิเวศและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดชลบุรี

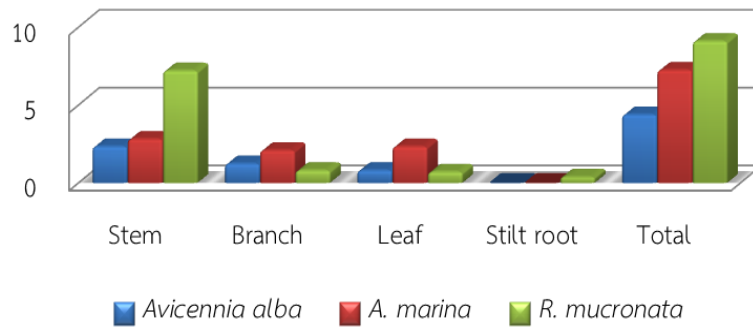
การเก็บข้อมูลความสูงและเส้นผ่านศูนย์กลาง (DBH) ของต้นไม้ในแปลงเก็บตัวอย่างจำนวน 116 แปลง เพื่อนำมาคำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของพื้นที่ศึกษาพบว่า พบว่า ปริมาณมวลชีวภาพของศูนย์ศึกษาระบบนิเวศและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดชลบุรี ในพื้นที่ 335 ไร่ มีทั้งสิ้นประมาณ 532.5 ตัน หรือมีปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ย 44.1 ตันต่อเฮกตาร์ โดยโกงกางใบใหญ่เป็นพันธุ์ไม้ที่มีปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ยมากที่สุด คือ 19.9 ตันต่อเฮกตาร์ รายละเอียดดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ยของพันธุ์ไม้ป่าชายเลน บริเวณศูนย์ศึกษาระบบนิเวศและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดชลบุรี (ตันต่อเฮกตาร์)

พันธุ์ไม้	ปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ยในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ (ตันต่อเฮกตาร์)				
	ลำต้น	กิ่ง	ใบ	รากค้ำยัน	รวม
แสมขาว	4.83	2.51	1.70	0.00	9.04
แสมทะเล	5.89	4.42	4.92	0.00	15.23
โกงกางใบใหญ่	15.67	1.77	1.59	0.84	19.87
รวม	26.39	8.70	8.21	0.84	44.14

3. การประเมินการเก็บกักคาร์บอนเหนือพื้นดินของป่าชายเลน บริเวณศูนย์ศึกษาระบบนิเวศและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดชลบุรี

ปริมาณคาร์บอนสะสมในส่วนต่างๆ ของต้นไม้จากการวิจัยครั้งนี้ พบว่า โกงกางใบใหญ่ เป็นพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่มีการสะสมคาร์บอนมากที่สุด คือ 9.50 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์ รองลงมา ได้แก่ แสมทะเล 7.25 และแสมขาว 4.29 ตามลำดับ โดยปริมาณคาร์บอนสะสมของป่าชายเลน บริเวณศูนย์ศึกษาระบบนิเวศและอนุรักษ์ป่าชายเลนเพื่อการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ จังหวัดชลบุรี เท่ากับ 254.1 ตันคาร์บอน หรือคิดเป็นปริมาณคาร์บอนสะสมเฉลี่ย เท่ากับ 21.05 ตันคาร์บอนต่อเฮกตาร์



กราฟที่ 1 ปริมาณคาร์บอนสะสมของส่วนต่างๆ ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนทั้ง 3 ชนิด

อภิปรายและข้อเสนอแนะ

การจำแนกพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในการวิจัยนี้ได้ใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมรายละเอียดสูงเพียงอย่างเดียว การจำแนกโดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์เนื้อภาพ (Texture Analysis) ร่วมกับการแปลภาพด้วยสายตาจากการผสมสีภาพดาวเทียมแบบสีผสมเท็จสามารถจำแนกพื้นที่ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะในโซนอยู่อาศัยของพันธุ์ไม้ชนิดนั้นๆ ที่จะเป็นกลุ่มของพันธุ์ไม้ชนิดเดียวกัน แต่ในบริเวณที่เป็นรอยต่อระหว่างโซนของป่าชายเลนซึ่งเป็นพื้นที่ที่พันธุ์ไม้หลายชนิดมีการเติบโตร่วมกันจะเป็นพื้นที่ที่มีความยากต่อการจำแนกจากภาพถ่ายดาวเทียม โดยความสูงของต้นไม้แต่ละพันธุ์ที่ต่างกันเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการจำแนกจากภาพถ่ายดาวเทียม ดังนั้นการบูรณาการข้อมูลด้านการสำรวจจากระยะไกล (Remote Sensing) ทั้งภาพถ่ายดาวเทียม ข้อมูล Light Detecting and Ranging (LIDAR) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีในการบันทึกค่าระดับของวัตถุบนพื้นโลก รวมไปถึงการบันทึกความสูงและทรงพุ่มของต้นไม้ จะช่วยพัฒนากระบวนการจำแนกข้อมูลจากภาพถ่ายดาวเทียมและการประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินให้มีความถูกต้องมากขึ้น

สมการ Allometric ที่ใช้ในการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพของการวิจัยนี้เป็นการอ้างอิงสมการจากงานวิจัยอื่นที่ทำการศึกษาพื้นที่ป่าชายเลนในบริเวณอื่น ซึ่งมีความแตกต่างกันในเชิงสภาพทางภูมิศาสตร์และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการหาปริมาณมวลชีวภาพจากต้นไม้จริงในพื้นที่ศึกษา เพื่อพัฒนาสมการ Allometric สำหรับพันธุ์ไม้ป่าชายเลนในพื้นที่ศึกษานี้ จะทำให้สามารถคำนวณปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินในพื้นที่ศึกษานี้ให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Asner, G.P. (2009). Tropical forest carbon assessment: integrating satellite and airborne mapping approaches. **Environmental Research Letters**.
- Baatz, M., Benz, U., Dehghani, S., Heynen, M., Höltje, A., Hofmann, P., Lingenfelder, I., Mimler, M., Sohlbach, M., Weber, M., and Willhauck, G. (2004). **eCognition professional user guide**. Definiens Imaging GmbH: München. Germany.
- Benjamin W.Heumann. (2011). An Object-Based Classification of Mangroves Using a Hybrid Decision Tree-Support Vector Machine Approach: Article. **Remote Sensing**, 3: 2440-2460.
- Claudia Kuenzer, Andrea Bluemel, Steffen Gebhardt, Tuan Vo Quoc, Stefan Dech. (2011). Remote Sensing of Mangrove Ecosystems: A Review. **Remote Sensing**, 3: 878-928.

- Daniel M. Alongi. (2002). Present state and future of the world's mangrove forest. **Environmental Conservation**, 29 (3): 331-349.
- Daniel C. Donato, J. Boone Kauffman, Daniel Murdiyarto, Sofyan Kurnianto, Melanie Stidham, Markku Kanninen. (2011). **Mangrove among the most carbon-rich forest in the tropical**. Nature Geoscience.
- H.R. Matinfar, F. Sarmadian, S.K. Alavi Panah, and R.J. Heck. (2007). Comparisons of Object-Oriented and Pixel-Based Classification of Land Use/Land Cover Types Based on Landsat7, ETM Spectral Bands (Case Study: Arid Region of Iran). **American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.**, 2(4), 448-456.
- M. Durrieu, L.A. Ruiz, and A. Balaguer. (2005). Analysis of geostatistical parameters for texture classification of satellite images. **Proceedings of the 25th EARSEL Symposium: Global Development in Environmental Earth Observation from Space**. 11-18.
- Rejaur M. and Saha S. (2008). Multi-resolution segmentation for object-based classification and accuracy assessment of land use/land cover classification using remotely sensed data. **Journal of the Indian Society of Remote Sensing**, 36 (2): 189-201.
- Schlesinger, W.H. (1991). **Biogeochemistry, an Analysis of Global Change**. New York, USA, Academic Press.
- Spalding, M.D., Blasco, F., Field, C.D. (1997). World mangrove atlas. **The International Society for Mangrove Ecosystems**. Okinawa.
- T. Blaschke. (2010). Object based image analysis for remote sensing: Review Article. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing** 65: 2-16.
- Thananun Pratummin. (2002). **Carbon Accumulation of Mangrove Species Planted on Abandoned Shrimp Farm in Kakhom District Nakhonsithammarat Province**. M.Sc. Thesis in Environmental Science, The Graduate School Chulalongkorn University. Bangkok.
- Wijarn Meepol. (2010). Carbon Sequestration of Mangrove Forests at Ranong Biosphere Reserve. **Journal of Forest Management** 4 (7): 29-44.
- Xing, M., He, B., Quan, X., and Li, X., (2014). An Extended Approach for Biomass Estimation in a Mixed Vegetation Area Using ASAR and TM Data. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, 80(5): 429-438.