

รูปแบบความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับดัชนีพืชพรรณของป่าดิบเขาต่ำ
อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่

A CAUSAL RELATIONSHIP MODEL AMONG ABOVE-GROUND BIOMASS
AND VEGETATION INDEX IN LOWER MONTANE FOREST,
DOI INTANON NATIONAL PARK CHIANG MAI, THAILAND

ขวัญชัย ชัยอุดม^{1*}, สุพรรณ กาญจนสุธรรม¹, แก้ว นวลฉวี¹, เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง², และวิชัย าส สังกาส³

¹คณะภูมิสารสนเทศศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

²คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

³คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

Kwanchai Chai-udom^{1*}, Supan Karnchanasutham¹, Kaew Nualchawee¹,

Kriangsak Sri-ngernyuang² and Witchaphart Sungpalee³

¹Faculty of Geoinformatics, Burapha University, Chonburi, 20131

²Faculty of Architecture and Environmental Design, Maejo University, Chiang Mai, 50290

³Faculty of Agricultural Production, Maejo University, Chiang Mai, 50290

*E-mail: keanchai.tru@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าดิบเขาต่ำ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ จากแปลงตัวอย่างถาวร 15 ha (n = 375) โดยอาศัย สมการแอลโลเมตรี และรูปแบบความสัมพันธ์ของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับดัชนีพืชพรรณต่าง ๆ 4 ตัวแปร คือ NDVI DVI RVI และ TNDVI จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 โดยวิธี reduce major axis analysis ผลการศึกษาพบว่า มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าดิบเขาต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 380.9872 Mg/ha ส่วนรูปแบบความสัมพันธ์พบว่า แนวโน้มค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีความสัมพันธ์ กับค่า NDVI, log(DVI), log(GVI) และ log(TNDVI) ในทางลบโดยมีค่าเท่ากับ $b = -1.595955e^{-04**}$, $b = -1.030396e^{-04**}$, $b = -9.186332e^{-05**}$, $b = -2.675757e^{-05**}$ ($P < 0.01$) ตามลำดับ ซึ่งความสัมพันธ์ดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์สำหรับหาค่าปริมาณการกักเก็บคาร์บอนได้ และจะส่งผลต่อ แนวทางหรือนโยบายในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของไทยต่อไปในอนาคตให้คงสภาพที่สมบูรณ์ยั่งยืนต่อไป

คำสำคัญ: มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ดัชนีพืชพรรณ ป่าดิบเขาต่ำ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the above-ground biomass of lower montane forest in Doi Inthanon National Park Chiang Mai province from 15 ha permanent sample plots (n = 375) using the allometric equation. A causal relationship model among above ground biomass and vegetation index in 4 variables: NDVI DVI RVI TNDVI Landsat 7 satellite images by means reduce major axis analysis. The results showed that above-ground biomass in lower montane forest below with an average of 380.9872 Mg / ha. The relationship model that was likely the biomass above ground is correlated with the NDVI, log (DVI), log (GVI) and log (TNDVI) negatively by equal to $b = -1.595955e^{-04**}$, $b = -1.030396e^{-04**}$, $b = -9.186332e^{-05**}$, $b = -2.675757e^{-05**}$ ($P < 0.01$), respectively. Which such relationships can be applied for determining the amount of carbon storage and result can use for guidelines or policy to preserve the forest resources of Thailand in the future to maintain the integrity sustainable.

Keywords: above-ground biomass, vegetation index, lower montane forest, Doi Inthanon national park

บทนำ

ปัจจุบันปัญหาจากการเปลี่ยนแปลงสภาวะอากาศของโลกนับวันจะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากการประเมินของคณะกรรมการติดตามการเปลี่ยนแปลงของโลกนานาชาติ (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) ครั้งที่ 4 เมื่อปี พ.ศ. 2550 พบว่า ในศตวรรษที่ผ่านมา พ.ศ. 2449 - 2548 อุณหภูมิเฉลี่ยของผิวโลกเพิ่มขึ้น 0.74 (0.56 - 0.92) องศาเซลเซียส ระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้นสัมพันธ์กับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเพิ่มขึ้นในระยะหลังสูงกว่าในอดีต การปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกรายปีเพิ่มขึ้นจากปีละ 28.7 เป็น 49 พันล้านตัน โดยคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด ประมาณ 80% ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการใช้พลังงานฟอสซิลเป็นสำคัญโดยการสูญเสียพื้นที่ป่าไม้มีส่วนทำให้ก๊าซเพิ่มขึ้นด้วย (สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช, 2557)

ป่าไม้มีบทบาททั้งในการทำหน้าที่เป็นแหล่งกักเก็บ (sink) และแหล่งปลดปล่อย (source) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การกักเก็บหรือดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงโดยพืชทุกชนิดจะนำก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ในการปรุงอาหารแล้วเปลี่ยนสภาพเป็นเซลลูโลสและกลายเป็นมวลชีวภาพในที่สุด ซึ่งถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการลดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ (ชิงชัย, 2546)

อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จ.เชียงใหม่ เป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ

ทั้งด้านพืชและสัตว์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งทางด้านป่าไม้ซึ่งประกอบไปด้วยสังคมป่าเต็งรัง (Deciduous dipterocarp forest) ป่าเต็งรังผสมสนเขา (Pine-dipterocarp forest) ป่าสนผสมก่อ (Pine-oak forest) ป่าดิบเขา (Hill evergreen forest) ป่าเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest) ป่าดิบแล้ง (Dry evergreen forest) และไร่ร้าง (Abandoned area) โดยป่าดิบเขาเป็นป่าที่มีความสำคัญอย่างยิ่งเพราะเป็นป่าที่ส่วนใหญ่เป็นแหล่งต้นน้ำลำธาร พบบนพื้นที่สูงตั้งแต่ 1,000 เมตรขึ้นไป แต่ปัจจุบันป่าดิบเขาต่ำที่สมบูรณ์เหลืออยู่น้อยมาก ส่วนใหญ่จะถูกชาวเขาแผ้วถางทำไร่เลื่อนลอย ซึ่งก็จะมีผลต่อมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าดิบเขาอีกด้วย (สำนักอุทยานแห่งชาติ, 2556)

ปัจจุบันภูมิสารสนเทศศาสตร์ (Geoinformatics) เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการนำมาใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ เพราะได้ข้อมูลที่รวดเร็ว มีความน่าเชื่อถือ ประหยัดงบประมาณในการทำงาน โดยการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำดัชนีพืชพรรณ ซึ่งเป็นค่าที่บอกถึงสัดส่วนของพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นผิวโลกโดยคำนวณจากการนำช่วงคลื่นที่เกี่ยวข้องกับพืชพรรณมาทำสัดส่วนซึ่งกันและกันจากภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้หารูปแบบความสัมพันธ์กับค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าดิบเขาต่ำเพื่อนำไปในการประเมินหามวลชีวภาพต่อไป ซึ่งจะได้ค่ามวลชีวภาพที่มีความเที่ยงตรง ประหยัดทั้งงบประมาณ ค่าใช้จ่าย และเวลาว่าการประเมินแบบเดิม นอกจากนี้ยังสามารถหาปริมาณการกักเก็บคาร์บอนได้อีกด้วย และจะส่งผลต่อแนวทางหรือนโยบายในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของไทยต่อไปในอนาคตให้คงสภาพที่สมบูรณ์ยั่งยืนต่อไป

วิธีการ

ในการวิจัยครั้งนี้มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 ETM+ ในระบบข้อมูลตัวเลขบันทึก ปี พ.ศ. 2552 ครอบคลุมพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อ.จอมทอง จ.เชียงใหม่

2. แปลงตัวอย่างป่าดิบเขาต่ำที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้แปลงตัวอย่างถาวรขนาด 15 ha (18° 31' 24"N, 98° 29' 42"E) ขนาดแปลงเท่ากับ 300 x 500 เมตร โดยแบ่งเป็นแปลงย่อยขนาด 20 x 20 เมตร ที่ระดับความสูง 1,700 เมตรจากระดับทะเลปานกลาง

3. ในแปลงย่อยขนาด 20 x 20 เมตร บันทึกเส้นรอบวง (Girth at Breast Height: GHB) ณ ระดับความสูงเพียงอก (1.30 เมตร) ของต้นไม้ที่มีขนาดมากกว่า 1 เซนติเมตร สำหรับนำไปคำนวณขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (Diameter Breast Height: DBH) และความหนาแน่นของเนื้อไม้จากการศึกษาของ Sungpalee และคณะ (2009)

4. คำนวณค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน โดยอาศัยสมการแอลโลเมตรีของ Chave และคณะ (2005) ดังต่อไปนี้

$$(AGB)_{est} = \rho \times \exp (-1.499 + 2.148 \ln(D) + 0.207 (\ln(D))^2 - 0.0281(\ln(D))^3)$$

5. คำนวณค่าดัชนีพืชพรรณจากแปลงตัวอย่าง 15 ha จากแปลงย่อยขนาด 20 x 20 เมตร จากดัชนีต่าง ๆ ดังนี้

$$DVI = NIR - Red$$

RVI (Ratio vegetation index)

$$RVI = \frac{NIR}{Red}$$

TNDI (Transformed Normalized Difference Vegetation Index)

$$TNDVI = Sqrt \left[\left(\frac{Nir-Red}{Nir+Red} \right) + 0.5 \right]$$

6. วิเคราะห์ค่าสถิติ โดยวิธี reduce major axis analysis เพื่อศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินกับดัชนีพืชพรรณทั้ง 4 ตัวแปร

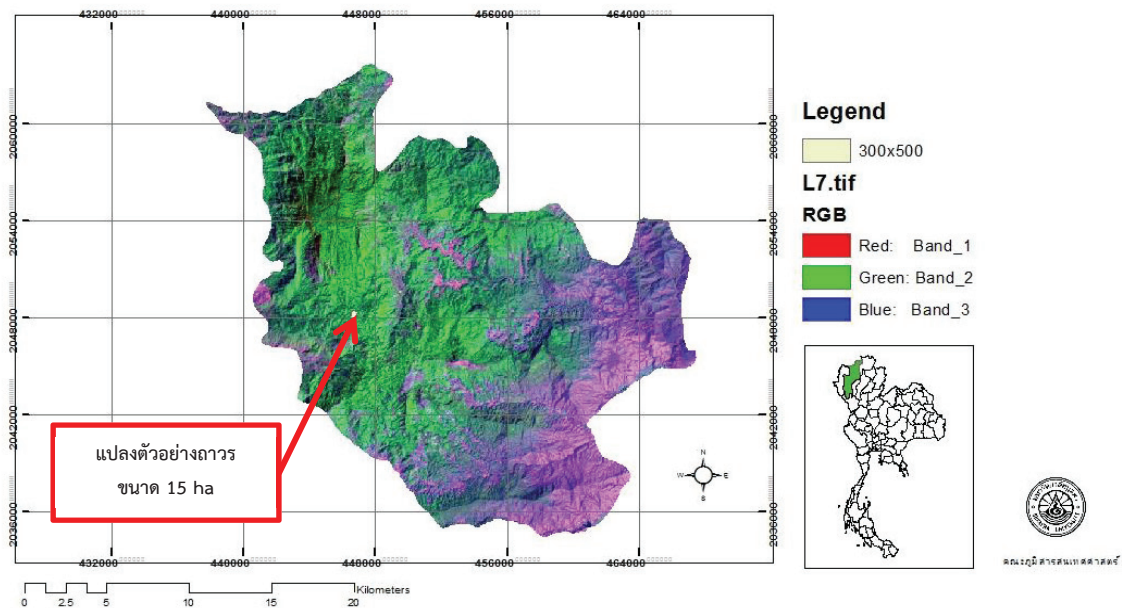
ผลการทดลอง

1. มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าดิบเขาต่ำ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จ.เชียงใหม่ จากแปลงตัวอย่างถาวร 15 ha ดังรูปที่ 1. คำนวณโดยอาศัยสมการแอลโลเมตรีของ Chave และคณะ (2005) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 380.9872 Mg/ha ดังตารางที่ 1

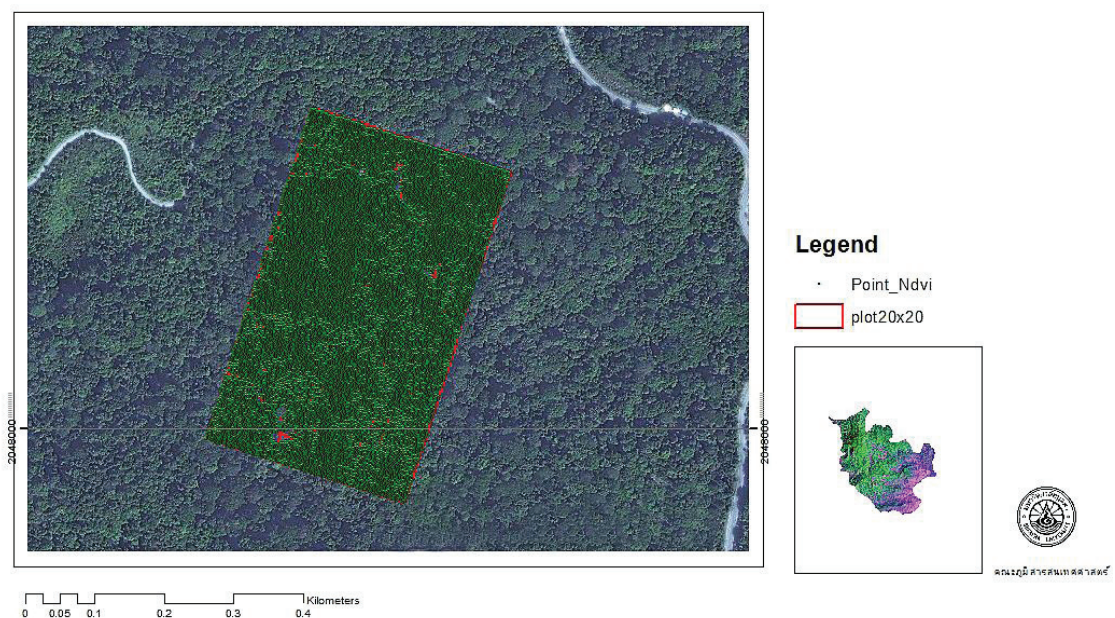
ตารางที่ 1 มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าไม้ต่าง ๆ

ประเภทป่า	มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน (Above ground biomass) tons/ha	ค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพ เหนือพื้นดิน tons/ha	ผู้วิจัย
ป่าดิบเขาต่ำ	562.87±27.74	380.98	การศึกษาครั้งนี้
ป่าดิบเขา	284.73±149.15	197.21	ชมพู่และสภาร (2551)
ป่าดิบเขา	-	246.00	สุนทรและคณะ (2551)
ป่าดิบชื้น	336.07±215.77	-	นวลปราง (2548)

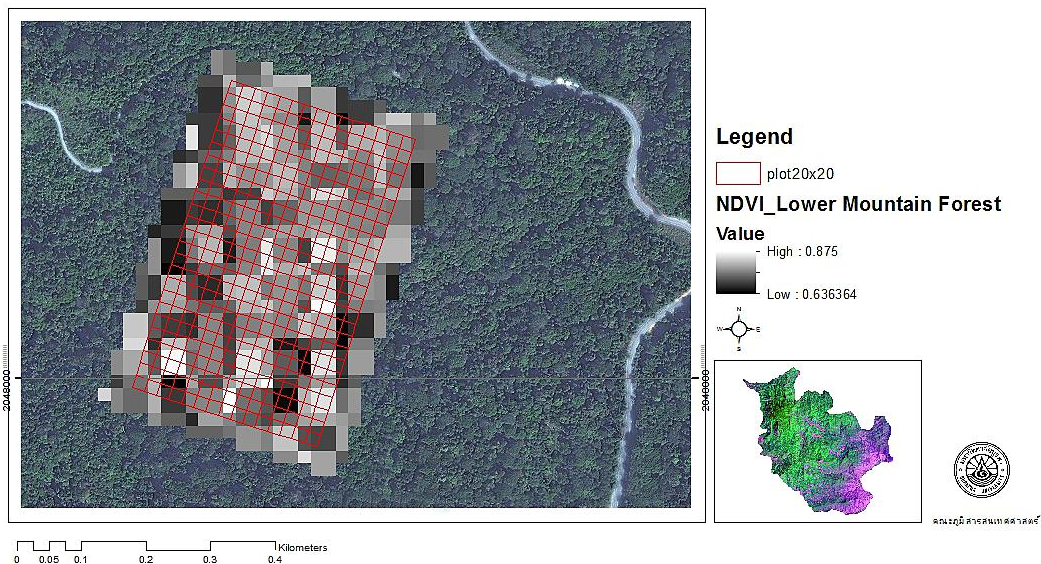
จากการศึกษาในครั้งนี้เมื่อนำค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าดิบเขาต่ำ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ไปคำนวณค่าปริมาณกักเก็บคาร์บอนจะได้ค่าเท่ากับ 190.49 tonne C/ha



รูปที่ 1 แปลงตัวอย่างถาวรขนาด 15 ha (18° 31' 24"N, 98° 29' 42"E)
บริเวณอุทยานแห่งชาติ ดอยอินทนนท์ จ.เชียงใหม่



รูปที่ 2 แปลงตัวอย่างถาวรขนาด 15 ha ขนาดแปลงเท่ากับ 300 x 500 เมตร โดยแบ่งเป็นแปลงย่อย
ขนาด 20 x 20 เมตร และตำแหน่งต้นไม้ภายในแปลงที่ใช้ในการหามวลชีวภาพเหนือพื้นดินป่าดิบเขาต่ำ



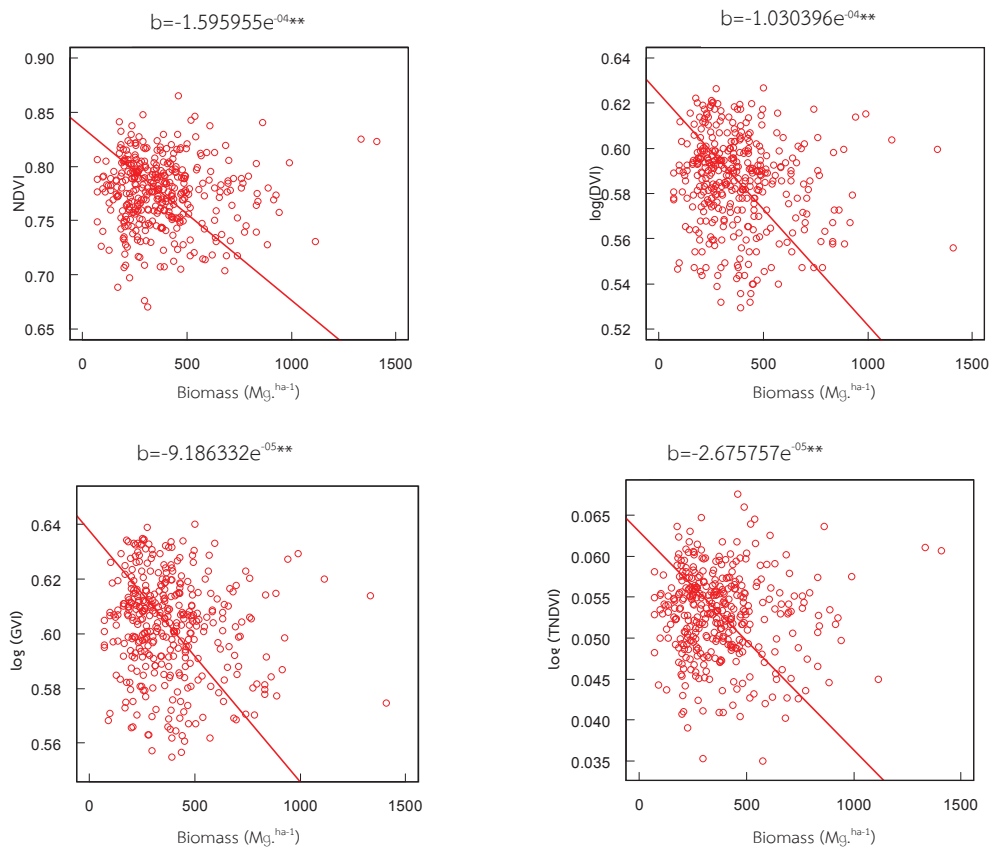
รูปที่ 3 ค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าดิบเขาต่ำ จากแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 15 ha โดยแปลงจากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.636 – 0.875

2. ค่าดัชนีพืชพรรณ จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 ของแปลงตัวอย่างถาวร 15 ha ($n = 375$) ในรูปที่ 3 พบว่า แนวโน้มค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีความสัมพันธ์กับค่า NDVI, $\log(\text{DVI})$, $\log(\text{GVI})$ และ $\log(\text{TNDVI})$ ในทางลบโดยมีค่าเท่ากับ $b = -1.595955e^{-04**}$, $b = -1.030396e^{-04**}$, $b = -9.186332e^{-05**}$, $b = -2.675757e^{-05**}$ ($P < 0.01$) ตามลำดับ ดังรูปที่ 4

นอกจากนี้ยังพบว่า การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของป่าไม้กับค่าดัชนีพืชพรรณจากภาพถ่ายดาวเทียมต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน เช่น การศึกษาของ Weiguo และคณะ (2006) หาความสัมพันธ์ระหว่างมวลชีวภาพของระบบนิเวศที่โอเอซิส Fukang ที่ซินเจียงประเทศจีนและดัชนีพืชพรรณ (NDVI) จากดาวเทียม MODIS พบว่า ค่า NDVI มีความสัมพันธ์แบบ nonlinear ในรูปแบบของสมการ $Y = -593.3\text{NDVI}^3 + 7509.7\text{NDVI}^2 - 1268.9\text{NDVI} + 191$

สรุปและวิจารณ์ผล

ค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของป่าดิบเขาต่ำ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ในบริเวณแปลงตัวอย่าง 15 ha ค่าเท่ากับ 562.87 ± 27.74 tons/ha และค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่ากับ 380.98 tons/ha ในขณะที่ การศึกษาของชมพู่และสคาร (2551) พบว่า ค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินของสังคมพืชป่าดิบเขา บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์มีค่าเท่ากับ 284.73 ± 149.15 tons/ha และค่าเฉลี่ยมวลชีวภาพเหนือพื้นดินเท่ากับ 197.21 tons/ha โดยสาเหตุที่ป่าดิบเขาต่ำมีค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินสูงกว่าเนื่องจากพรรณไม้ที่ปรากฏในแปลงมีขนาดใหญ่ โดยเฉพาะไม้สกุล Fagaceae Lauraceae เป็นส่วนใหญ่จึงมีศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนได้ในปริมาณที่สูง โดยเป็นในรูปของเนื้อไม้ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่าง NDVI $\log(\text{DVI})$ $\log(\text{GVI})$ $\log(\text{TNDVI})$
กับมวลชีวภาพเหนือพื้นดินป่าดิบเขาต่ำ (20 x 20 ม.) แปลงตัวอย่างถาวร 15 ha
(** ความลาดชันเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญที่ $P < 0.01$)



รูปที่ 5 ลักษณะพืชพรรณป่าดิบเขาต่ำภายในแปลงตัวอย่าง 15 ha

ส่วนค่าดัชนีพืชพรรณ จากภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 7 ของแปลงตัวอย่างถาวร 15 ha ($n = 375$) พบว่า แนวโน้มค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีความสัมพันธ์กับค่า NDVI, $\log(DVI)$, $\log(GVI)$ และ $\log(TNDVI)$ ในทางลบโดยมีค่าเท่ากับ $b = -1.595955e^{-04**}$, $b = -1.030396e^{-04**}$, $b = -9.186332e^{-05**}$, $b = -2.675757e^{-05**}$ ($P < 0.01$) ตามลำดับ โดยค่า NDVI มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับงานวิจัยของของ Weiguo และคณะ (2006) ที่มีค่า NDVI มีความสัมพันธ์แบบ nonlinear กับค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน และการศึกษาประมาณมวลชีวภาพของแปลงสักในจังหวัดปราจีนบุรี โดยใช้ภาพจากดาวเทียมของ เสาวณีและคณะ (2552) พบว่าค่ามวลชีวภาพกับค่า NDVI มีความสัมพันธ์กันโดยมีค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.72 ส่วนค่า DVI จากการศึกษาของ Heiskanen (2006) พบว่า มีความสัมพันธ์กับค่ามวลชีวภาพเหนือพื้นดินเช่นเดียวกัน ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.834 ดังนั้นการศึกษารังนี้จึงน่าจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการศึกษาหามวลชีวภาพป่าดิบเขาซึ่งเป็นป่าต้นน้ำลำธารและได้แนวทางหรือนโยบายในการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้ของไทยต่อไปในอนาคตให้คงสภาพที่สมบูรณ์ยั่งยืนต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ชมพู บุญรอดกลับ, และสการ ที่จันทัก. (2551). โครงสร้างและมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของสังคมพืชบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. การประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 : สาขาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (411-419). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ชิงชัย วิริยะบัญชา. (2546). คู่มือการประมาณมวลชีวภาพของหมู่ไม้. กรุงเทพฯ: กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช.
- นวลปราง นวลอุไร. (2548). การเปรียบเทียบค่าดัชนีพื้นที่ใบ มวลชีวภาพและปริมาณคาร์บอนสะสมที่อยู่เหนือพื้นดินของระบบนิเวศป่าจากการสำรวจด้านป่าไม้และการรับรู้จากระยะไกลบริเวณอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ประเทศไทย. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สุนทร คำยอง, ตฤณ เสรมธากุล, และเสวียน เปรมประสิทธิ์. (2551). การสะสมของคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ชนิดต่าง ๆ บริเวณดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. การประชุมทางวิชาการสิ่งแวดล้อม นครสวรรค์ ครั้งที่ 4: มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ วิทยาเขตพะเยา (126-136). พะเยา: มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.
- เสาวณี ศรีสุวรรณ, สมพงษ์ เลียงโรคาพาธ, และกาญจนา นาคะภากร. (2552). การประมาณมวลชีวภาพของแปลงสักในจังหวัดปราจีนบุรีโดยใช้ภาพจากดาวเทียม. *Engineering Transactions*, 12(1), 69-75.
- สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช. (2557). นามานุกรมและศัพท์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและเรดพลัส. ค้นจาก <http://www.dnp.go.th/environment/fileload/เรดพลัส%>

20เล่ม%203.pdf [2558, 12 ธันวาคม].

- สำนักอุทยานแห่งชาติ. (2556). **ดอยอินทนนท์ (Doi Inthanon)**. ค้นจาก http://park.dnp.go.th/visitor/nationparkshow.php?PTA_CODE=1006 [2558, 28 สิงหาคม]
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M.A., Chambers, J.Q., Eamus, D., Folster, H., Formard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.-P., Nelson, B.W., Ogawa, H., Puig, H., Riera, B., and Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Journal Ecosystem Ecology**, **14**(5), 87-99.
- Heiskanen, J. (2006). Estimating aboveground tree biomass and leaf area index in a Montane birch forest using ASTER satellite data. **International Journal of Remote Sensing**, **27** (6), 1135-1158.
- Sungpalee, W., Itoh, A., Kanzaki, M., Sri-ngernyuan, K., Noguchi, H., Mizuno, T., Teejuntuk, S., Hara, S., Chai-udom, K., Ohkubo, T., Sahunalu, P., Dhanmmanonda, P., Nanami, S., Yamakura, Y., and Sorn-ngai, A. (2009). Intra- and interspecific variation in wood density and fine-scale spatial distribution of stonsd-level wood density in a northern Thai tropical montane forest. **Journal of Tropical Ecology**, **25**(4), 359–370.
- Weiguo, L., Wei, G., Zhiqiang, G., and Xinli, W. (2006). Correlation analysis between the biomass of oasis ecosystem and the vegetation index at Fukang. **Remote Sensing and Modeling of Ecosystems for Sustainability III**, **6**(2), 60-67.