



การประเมินปริมาณการสะสมคาร์บอนในสังคมพืชป่าไม้ชนิดต่างๆ ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ.เชียงใหม่

Carbon Storage Assessment in Difference Forest Communities at Huai Hong Khrai Royal Development Study Center, Chiang Mai Province

จักรพงษ์ ไชยวงศ์¹ สุนทร คำยอง¹ นิวัติ อนงค์รักษ์¹ ประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ์² และ สุภาพ ปารมี³

ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่

กรมอุทยาน สัตว์ป่า และพรรณพืช กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ: การประเมินปริมาณการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าไม้ชนิดต่างๆ ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จ.เชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการสะสมคาร์บอนในป่าชนิดต่างๆ ใช้เป็นข้อมูลของประเทศ เพื่อลดการปล่อยปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตัดไม้ทำลายป่า ทำการประเมิน ลักษณะของสังคมพืช โดยวิเคราะห์ดัชนีบ่งชี้สภาพของป่าไม้ ดัชนีความหลากหลายของพรรณพืชและความเด่น ในส่วนของการประเมินการสะสมคาร์บอน โดยหาปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน มวลชีวภาพราก และในดินที่ระดับความลึก 0-30 และ 30-100 เซนติเมตร โดยใช้แปลงศึกษา ทั้งหมด 13 แปลง ขนาด 40x40 เมตร ตามลักษณะของดินและดินที่ต่างกัน จากการศึกษาพบว่า ในพื้นที่พบสังคมพืช 2 ชนิด คือ สังคมพืชป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ พันธุ์ไม้เด่นในพื้นที่ป่าเต็งรังได้แก่ เหียง เต็ง รัง และพลวง ในป่าเบญจพรรณ ได้แก่ ตะแบกเลือด สัก และตะแบกเลือดเปลือกบาง การสะสมของคาร์บอนในมวลชีวภาพและดิน พบว่าในป่าเบญจพรรณบนพื้นที่ดินดาน (ดินอยู่ในอันดับ Alfisol และ Ultisol) มีมากที่สุดรองลงมาเป็นป่าเต็งรัง บนพื้นที่หินภูเขาไฟ (ดินอยู่ในอันดับ Oxisol) ป่าเบญจพรรณบนพื้นที่หินทราย (ดินอยู่ในอันดับ Ultisol) ป่าเต็งรังบนพื้นที่หินภูเขาไฟ (ดินอยู่ในอันดับ Entisol) และป่าเต็งรังบนพื้นที่หินทราย (ดินอยู่ในอันดับ Ultisol และ Inceptisol) ตามลำดับ ซึ่งปริมาณการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพและดินมีความสัมพันธ์กับดินที่พัฒนาตัวจากวัตถุต้นกำเนิดดินหรือหินต่างชนิดกัน

คำสำคัญ: ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ การสะสมคาร์บอนและหิน

Abstract: The study was carried out at Huai Hong Khrai Royal Development Study Center (HHK), Chiang Mai province, northern Thailand. The study aims to assess carbon storages in difference forest communities in HHK . The information will support the database of the country according to The UN-REDD. The assessment of plant communities were Forest Condition Index, Shannon-Wiener Index and Dominance. Aboveground biomass, biomass of root and carbon stocks, carbon stock in soil at 0-30 and

30-100 cm. soil depth. Thirteen plots, 40 x 40 m² in size, were used for vegetation and soil sampling in difference forest communities, rock and soil type were also assessed. In this study was found that the most dominant trees in DDF were *Dipterocarpus Obtusifolius* Teijsm.ex Miq. and follow by *Shorea obtusa* Wall. ex Blume , *Shorea siamensis* Miq. and *Dipterocarpus tuberculatus* Roxb. The most dominant tree in MDF were *Terminalia mucronata* Craib & Hutch. and follow by *Tectona grandis* Linn.f. and *Lagerstroemia duperreanum* Pierre ex Gagnep. Biomass, carbon storages in biomass and soil were highly in MDF on shale (soil in order Alfisol and Ultisol) follow by DDF on volcanic rock (soil order Oxisol), MDF sand stone (soil in order Ultisol), DDF volcanic (soil order Entisol) and sandstone (soil order Ultisol and Inceptisol) respectively. Biomass C and soil C stocks were highly correlated with the soils developed from different parent material or rock types.

Keywords: Dry dipterocarp forest, Mixed deciduous forest, carbon stocks and rock

บทนำ

ระบบนิเวศป่าไม้มีบทบาทสำคัญในการดูดซับและกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไว้ในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ทั้งที่อยู่เหนือพื้นดินได้แก่ ลำต้น กิ่งก้าน ใบ และรากที่อยู่ใต้ดิน ซึ่งเรียกรวมกันว่ามวลชีวภาพ ในส่วนของดิน อินทรีย์วัตถุในดิน จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ต่างๆ และปลดปล่อยคาร์บอนกลับสู่บรรยากาศในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แต่คาร์บอนส่วนหนึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่มีโครงสร้างซับซ้อนทำให้เอนไซม์ที่หลังจากจุลินทรีย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ เช่น สารประกอบฮิวมัส ซึ่ง จัดเป็นสารประกอบที่เสถียรและมักพบเป็นรูปแบบสุดท้ายของคาร์บอนที่สะสมอยู่ในดิน (Kimins, 2004; สาทิศ, 2550) ในปัจจุบันเป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า พื้นที่ป่าไม้ได้ถูกทำลายไปอย่างมาก การร่วมมือระหว่างประเทศ โดยองค์การสหประชาชาติ ได้มีความร่วมมือที่จะลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตัดไม้ทำลาย และความเสื่อมโทรมของป่า (The UN-REDD) โดยการจัดทำฐานข้อมูลทางด้านป่า ปริมาณการสะสมคาร์บอน ทั้งในพืชและดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศที่กำลังพัฒนานำไปสู่การฟื้นฟูและการอนุรักษ์ทรัพยากรป่าไม้เพื่อบรรเทาปัญหาภาวะโลกร้อน

ในประเทศไทยได้มีการอนุรักษ์และฟื้นฟู ระบบนิเวศป่าไม้ และได้รื้อฟื้นเอาพระราชดำริ มาดำเนินการในโครงการพัฒนาพื้นที่ต่างๆ ในแต่ภูมิภาคของประเทศ และในพื้นที่ภาคเหนือ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ได้ก่อตั้งขึ้นเพื่อเป็นพื้นที่ศึกษา ศึกษา วิจัย พัฒนาในการอนุรักษ์ป่าไม้และการจัดการลุ่มน้ำในอดีตพื้นที่ดังกล่าวมีสภาพเป็นป่าเสื่อมโทรม โดยมีการฟื้นฟู ตามแนวพระราชดำริจนมีสภาพดีขึ้นเป็นลำดับดังที่เห็นในปัจจุบัน และใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาเพื่อพัฒนาพื้นที่ป่าและลุ่มน้ำที่เสื่อมโทรมในภาคเหนือของประเทศไทย (ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2529) ซึ่งในการศึกษานี้ได้ใช้พื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ในการประเมินการสะสมคาร์บอนในป่าชนิดต่างๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลของประเทศในการลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการตัดไม้ทำลายป่า

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

พื้นที่ในการศึกษาเป็นพื้นที่ป่า ของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตั้งอยู่ในเขต

อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเส้นรุ้งที่ 18 องศา 53 ลิปดา ถึง 17 องศา 56 ลิปดาเหนือ และ เส้นแวงที่ 99 องศา 14 ลิปดา ถึง 99 องศา 16 ลิปดา พื้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางระหว่าง 350-580 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีพื้นที่ทั้งหมด 8,500 ไร่ โดยมีความกว้างเฉลี่ย 2,500 เมตร และความยาวเฉลี่ย 6,500 เมตร มีทิศของพื้นที่ลาดเท (slope aspect) จากทิศเหนือลงไปทางใต้ สรุปลักษณะ ภูมิอากาศตั้งแต่ปี 2528-2554 มีดังนี้ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,328.9 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยต่อปี 112 วัน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.2 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 18.9 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 79.9 เปอร์เซ็นต์ การระเหยของน้ำเฉลี่ยต่อปี 1,222.6 มิลลิเมตร ลักษณะของป่าส่วนใหญ่เป็นสังคมพืชป่าเต็งรัง (Dry dipterocarp forest, DDF) และเบญจพรรณ (Mixed deciduous forest, MDF) ที่ขึ้นอยู่บนหินต่างชนิดกัน ได้แก่ หินภูเขาไฟ หินทรายและหินดินดาน

การศึกษาพันธุ์ไม้ และสังคมพืช

ทำการสุ่มวางแปลงตัวอย่าง แบบ Quadrat method ขนาด 40 x 40 ตารางเมตร จำนวน 13 แปลง ในพื้นที่ป่ากระจายทั่วพื้นที่เพื่อเป็นตัวแทนของป่าตามลักษณะของหินที่เป็นวัตถุดิบกำเนิดดินที่ต่างกัน โดยแต่ละแปลงแบ่งออกเป็นแปลงย่อยขนาด 10x10 ตารางเมตร เก็บข้อมูลเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับอกหรือ 1.30 เมตร จากพื้นดิน (GBH) และแปลงเป็นค่าเส้นผ่าศูนย์กลาง (DBH) และความสูงของต้นไม้ทุกชนิดที่พบในแปลงตัวอย่างที่มีความสูง ≥ 1.50 เมตร เพื่อคำนวณหาดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Wiener index of species diversity) ดัชนีบ่งชี้สภาพของป่าไม้ (forest condition index, FCI) คำนวณหามวลชีวภาพของส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง ใบ และรากตามสมการ allometry

ดัชนีความหลากหลายของพรรณพืช Shannon-Wiener Index (SWI) (Krebs, 1985) ดังนี้

$$H = \sum_{i=1}^s (pi) (\log_2 pi) \quad (1)$$

เมื่อ H = ดัชนีความหลากหลายของพรรณพืช
 S = จำนวนชนิดของพันธุ์ไม้ทั้งหมดในแปลงตัวอย่าง
 pi = สัดส่วนจำนวนต้นของพืชชนิด i ต่อจำนวนต้นไม้ทั้งหมด

ดัชนีบ่งชี้สภาพของป่าไม้ (forest condition index, FCI)

ดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ไม่ได้บ่งบอกถึงความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้ ดังนั้นจึงได้ใช้ดัชนีบ่งชี้ สภาพป่าแทนโดย พิจารณาจากขนาดลำต้นของต้นไม้และจำนวนประชากร

$$FCI = \sum n_1 10^{-3} + n_2 10^{-2} + n_3 10^{-1} + (n_4 + n_5 + \dots n_n) \quad (2)$$

เมื่อ

- n_1 คือ จำนวนของพันธุ์ไม้ที่มีเส้นรอบวงน้อยกว่า 25 เซนติเมตร
- n_2 คือ จำนวนของพันธุ์ไม้ที่มีเส้นรอบวงน้อยกว่า 25-50 เซนติเมตร
- n_3 คือ จำนวนของพันธุ์ไม้ที่มีเส้นรอบวงน้อยกว่า 50-75 เซนติเมตร
- n_4 คือ จำนวนของพันธุ์ไม้ที่มีเส้นรอบวงน้อยกว่า 75-100 เซนติเมตร
- n_5 คือ จำนวนของพันธุ์ไม้ที่มีเส้นรอบวงน้อยกว่า 100-125 เซนติเมตร
- n_n คือ จำนวนของพันธุ์ไม้ที่มีเส้นรอบวงน้อยกว่า n เซนติเมตร

คำนวณหามวลชีวภาพของส่วนที่เป็นลำต้น กิ่งและใบ ตามสมการ allometry ของ Ogino *et al.* (1967)

$$W_s (\text{ลำต้น}) = 189 (D^2 H)^{0.902} \quad (3)$$

$$W_B (\text{กิ่ง}) = 0.125 W_s^{1.204} \quad (4)$$

$$1/W_L (\text{ใบ}) = (1/W_s^{0.9}) + 0.172 \quad (5)$$

เมื่อ W = มวลชีวภาพ (หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อต้น)
 D = เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (หน่วยเป็นเมตร)
 H = ความสูงของต้นไม้ (หน่วยเป็นเมตร)

คำนวณหามวลชีวภาพของส่วนที่เป็นราก ตามสมการ allometry ของ Ogawa *et al.* (1965)

$$W_R (\text{ราก}) = 0.026 (D^2 H)^{0.775} \quad (6)$$

เมื่อ W = มวลชีวภาพ (หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อต้น)
 D = เส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับอก (หน่วยเป็นเมตร)
 H = ความสูงของต้นไม้ (หน่วยเป็นเมตร)

การประเมินปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพ

ความเข้มข้นเฉลี่ยของคาร์บอนในเนื้อเยื่อพืชส่วนที่เป็นลำต้น กิ่ง ใบ และราก มีค่าเท่ากับ 49.9, 48.7, 48.3 และ 48.2% ตามลำดับ (Tsutsumi *et al.*, 1983) คำนวนโดยการคูณความเข้มข้นเฉลี่ยของคาร์บอน กับมวลชีวภาพในส่วนต่างๆ ของพืช

การศึกษาลักษณะของดินและการสะสมคาร์บอนในดิน

เลือกตัวแทนของดินตามลักษณะของหิน ซึ่งเป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน ที่แตกต่างกัน และสภาพป่า ศึกษาดินโดยหลุมดินมีขนาด 1.5x1.5x2.0 เมตร หรือจนพบหินพื้น (ในกรณีที่ไม่ถึง 2.0 เมตร) จัดทำคำอธิบายหน้าตัดดิน (Schoeneberger *et al.*, 2002) และเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80, 80-100 เซนติเมตร หรือจนพบหินพื้น (ในกรณีที่ไม่ถึง 2.0 เมตร) จำนวน 3 ซ้ำ เพื่อศึกษาจำแนก ปริมาณของกรวด มวลดิน (Nation Soil Survey Center, 1996) ของ และปริมาณคาร์บอนอินทรีย์ (Nelson & Sommer, 1996) ซึ่งในการรายงานปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินจะรายงานจาก 2 ระดับความลึก คือ 0-30 และ 30-100 เซนติเมตร เพื่อเป็นฐานข้อมูล ในการสนับสนุนการ ลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการทำลายป่าในประเทศกำลังพัฒนา ตาม The UN-REDD (Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics, 2009).

ผลและวิจารณ์

ลักษณะของสังคมพืชในป่า

ป่าไม้ในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ ป่าเต็งรัง และ ป่าเบญจพรรณ โดยพบป่าเต็งรังขึ้นปกคลุมตามพื้นที่

เนินเขา ไหล่เขาและสันเขา สำหรับป่าเบญจพรรณนั้นขึ้นตามพื้นที่ลุ่มริมห้วยและตามเนินเขาที่มีความชุ่มชื้น ซึ่งได้ศึกษา ค่าดัชนีความหลากหลายของพรรณพืช ดัชนีบ่งชี้สภาพของป่าไม้ และพันธุ์ไม้เด่น ในแต่ละสังคมพืชในป่า

ดัชนีความหลากหลายของพรรณพืช

ค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้เป็นค่าที่ใช้เปรียบเทียบความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในป่า ระหว่างพื้นที่ต่างๆ ดัชนีความหลากหลายของพรรณพืชในป่าเต็งรัง พื้นที่หินภูเขาไฟมีค่าอยู่ในช่วง 3.34-3.94 และมีพันธุ์ไม้เด่น ได้แก่ เต็ง รัง และพลวง พื้นที่หินทรายมีค่าอยู่ในช่วง 3.04-4.64 มีพันธุ์ไม้เด่น ได้แก่ เที่ยงและพลวง ส่วนป่าเบญจพรรณในพื้นที่หินทราย มีค่าอยู่ในช่วง 4.46-5.01 มีพันธุ์ไม้เด่นได้แก่ สักและตะแบกเลือดเปลือกบาง ป่าเบญจพรรณในพื้นที่หินดินดานมีค่าอยู่ในช่วง 4.50-5.01 โดยมี สักและตะแบกเลือดเป็นพันธุ์ไม้เด่น (Table 1.)

ดัชนีบ่งชี้สภาพของป่าไม้

ในการประเมินว่าสังคมพืชป่าไม้ที่ทำการศึกษายู่ในสภาพที่เสื่อมโทรมหรืออุดมสมบูรณ์นั้นไม่อาจพิจารณาจากค่าจำนวนชนิดพันธุ์ที่พบ (Species number) และดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ (Species diversity index) ได้ เนื่องจากไม่ได้คำนึงถึงขนาดของต้นที่ขึ้นอยู่ในป่า ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงได้เสนอ ดัชนีบ่งชี้สภาพป่า (Forest condition index, FCI) ป่าเต็งรังในพื้นที่หินภูเขาไฟพันธุ์ไม้ที่มีค่าอยู่ในช่วง 14.10-35.67 และในป่าเต็งรังในพื้นที่หินทราย มีค่าอยู่ในช่วง 25.68-41.91 ส่วนป่าเบญจพรรณในพื้นที่หินทราย มีค่าอยู่ในช่วง 14.63-18.91 และป่าเบญจพรรณในพื้นที่หินดินดาน มีค่าอยู่ในช่วง 17.86-19.46 (Table 1.)

Table 1. Species diversity for tree DBH 1.3 meter and forest condition in two different forest type.

Rock	Forest type plot number	Species number	SWI	FCI	Dominant Species
Volcanic	DDF 15	28	3.94	16.92	เต็ง <i>Shorea obtusa</i> Wall. ex Blume
	DDF 20	39	3.89	14.1	รัง <i>Shorea siamensis</i> Miq.
	DDF35	35	3.55	35.67	เหียง <i>Dipterocarpus Obtusifolius</i> Teijsm.ex Miq.
	DDF36	32	3.34	33.45	เหียง <i>Dipterocarpus Obtusifolius</i> Teijsm.ex Miq.
Sandstone	DDF 21	30	3.04	40.08	เหียง <i>Dipterocarpus Obtusifolius</i> Teijsm.ex Miq.
	DDF 27	28	3.32	25.68	เหียง <i>Dipterocarpus Obtusifolius</i> Teijsm.ex Miq.
	DDF 31	34	3.41	41.91	เหียง <i>Dipterocarpus Obtusifolius</i> Teijsm.ex Miq.
	DDF41	68	4.64	24.64	พลวง <i>Dipterocarpus tuberculatus</i> Roxb.
	MDF37	64	4.46	14.63	สัก <i>Tectona grandis</i> Linn.f.
Shale	MDF46	76	5.19	18.91	ตะแบกเลือดเปลือกบาง <i>Lagerstroemia duperreanum</i>
	MDF 40	61	4.5	17.86	สัก <i>Tectona grandis</i> Linn.f.
	MDF42	45	4.76	18.06	ตะแบกเลือด <i>Terminalia mucronata</i> Craib & Hutch.
	MDF44	72	5.01	19.46	ตะแบกเลือด <i>Terminalia mucronata</i> Craib & Hutch.

**มวลชีวภาพและการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพของ
สังคมพืชในป่า**

ป่าเต็งรังในพื้นที่หินภูเขาไฟมีปริมาณของมวลชีวภาพ และปริมาณคาร์บอนที่สะสมในมวลชีวภาพ ค่าผันแปรอยู่ในช่วง 88.55-158.19 เมกะกรัมต่อเฮกตาร์ และ 43.74-78.14 เมกะกรัมคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ป่าเต็งรังในพื้นที่หินทราย มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 84.04-145.00 เมกะกรัมต่อเฮกตาร์ และ 41.52-71.81 เมกะกรัมคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ส่วนพื้นที่ป่าเบญจพรรณในพื้นที่หินทราย มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 150.00-180.31 เมกะกรัมต่อเฮกตาร์ และ 73.98-88.94 เมกะกรัมคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ป่าเบญจพรรณในพื้นที่หินดินดานมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 128.77-210.19 เมกะกรัมต่อเฮกตาร์ และ 63.52-88.94 เมกะกรัมคาร์บอนต่อเฮกตาร์ (Table 2.)

ลักษณะของดินและการสะสมคาร์บอนในดิน

ลักษณะของดินมีความผันแปรไปตามลักษณะหินหรือวัตถุดิบกำเนิดดิน และชนิดของป่าไม้ที่ขึ้นคลุมดินนั้นๆ กล่าวคือ ในพื้นที่หินภูเขาไฟ ดินตั้งอยู่ในอันดับ Entisol ส่วนดินลึกอยู่ในอันดับ Oxisol และ Ultisol ในพื้นที่หินทราย ดินตั้งอยู่ในอันดับ Inceptisol และ Ultisol ส่วนดินลึกอยู่ในอันดับ Ultisol พื้นที่หินดินดาน ดินตั้งอยู่ในอันดับ Entisol ส่วนดินลึกอยู่ในอันดับ Alfisol และ Ultisol

ป่าเต็งรังพื้นที่หินภูเขาไฟมีปริมาณการสะสมคาร์บอน ในพื้นที่ดินตื้นที่ระดับความลึก 0-30 ซม. และ 30-100 ซม. มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 1.25-3.68 และ 25.05-38.22 เมกะกรัมคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ในพื้นที่ดินลึกมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 7.11-21.28 และ 20.97-32.60 เมกะกรัมคาร์บอนต่อเฮกตาร์ ป่าเต็งรังพื้นที่หินทรายที่มีดินตื้นมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 9.93-13.00 และ 1.30-2.82 เมกะกรัมคาร์บอนต่อ เฮกตาร์ ในพื้นที่ดินลึกมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 15.20-19.52 และ 9.17-15.45 เมกะกรัมคาร์บอนต่อ เฮกตาร์ส่วนป่าเบญจพรรณในพื้นที่หินดินดาน ที่มีดินตื้นมีค่า

10.00 และ 38.09 เมกะกรัมคาร์บอนต่อเฮกตาร์ในพื้นที่ดิน
ลึก มีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 28.07-41.55 และ 12.14-21.08
เมกะกรัมคาร์บอนต่อเฮกตาร์ (Table 3.)

ปริมาณของมวลชีวภาพ การสะสมของคาร์บอนใน
มวลชีวภาพและดิน พบว่าในพื้นที่ป่าเบญจพรรณ หินดินดาน
และมีการสะสมคาร์บอนในมวลชีวภาพทั้งมวลชีวภาพและใน
ดินสูงที่สุดรองลงมาเป็นป่าเต็งรังพื้นที่หินภูเขาไฟ ป่าเบญจ
พรรณ พื้นที่หินทรายและป่าเต็งรังพื้นที่หินทราย เนื่องจาก
ลักษณะของดินที่แตกต่างกัน ซึ่งหินดินดานและหินภูเขาไฟ
พังสลายตัวได้ง่ายกว่า หินทราย (เอิบ, 2542) จึงทำให้ดินมี
การพัฒนาการตัวดี (ดินอยู่ในอันดับ Oxisol Alfisol และ
Ultisol) พืชสามารถเจริญเติบโตได้ดีกว่า แต่ในบางพื้นที่
พบว่าดินที่เกิดจากหินดินดานและหินภูเขาไฟ เป็นดินต้น

เนื่องในบริเวณดังกล่าวมีความลาดชันสูง เกิดการชะล้าง
พังทลายของดินได้ง่าย

จากการเปรียบเทียบปริมาณการสะสมคาร์บอนใน
มวลชีวภาพ และในดินที่ศึกษาในพื้นที่เต็งรังและป่าเบญจ
พรรณในประเทศไทย ปริมาณการสะสมคาร์บอนในมวล
ชีวภาพค่อนข้างสูงในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณเนื่องจาก
ปริมาณป่าไม้ที่มี มากเกิดจากการอนุรักษ์พื้นที่ป่าตั้งแต่ปี
2526 ส่วนปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินอยู่ในช่วงปาน
กลางถึงต่ำ เนื่องมาจากพื้นที่ป่าของห้วยฮ่องไคร้ส่วนใหญ่
อยู่บนพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง บางพื้นที่ดินต้น จึงส่งผลให้มี
ปริมาณคาร์บอนที่สะสมในดินต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ
พื้นที่อื่น (Table. 4)

Table 2. Plant biomass and carbon stock in biomass

Rock	Plot no.	Biomass (Mg ha ⁻¹)					carbon (Mg ha ⁻¹)				
		Stem	Branch	Leaf	Root	Sum	Stem	Branch	Leaf	Root	Sum
Volcanic	DDF 15	56.39	20.53	1.37	10.25	88.55	28.14	10.00	0.66	4.94	43.74
	DDF 20	99.57	39.60	1.96	17.05	158.19	49.6	19.29	0.95	8.22	78.14
	DDF 35	77.99	21.97	3.11	16.81	119.88	38.9	10.70	1.50	8.10	59.22
	DDF 36	89.43	31.93	2.57	16.91	140.85	44.6	15.55	1.24	8.15	69.57
Sandstone	DDF 21	58.57	16.44	2.40	12.82	90.22	29.2	8.00	1.16	6.18	44.57
	DDF 27	54.84	14.76	2.34	12.10	84.04	27.3	7.19	1.13	5.83	41.52
	DDF 31	64.48	17.64	2.71	14.18	99.01	32.1	8.59	1.31	6.83	48.91
	DDF 41	93.62	30.23	2.97	18.55	145.37	46.7	14.72	1.43	8.94	71.81
	MDF 37	109.31	34.10	3.55	33.36	180.31	54.5	16.61	1.71	16.08	88.94
	MDF 46	87.49	38.08	1.49	22.94	150.00	43.6	18.55	0.72	11.06	73.98
Shale	MDF 40	76.84	28.68	1.71	21.54	128.77	38.3	13.97	0.83	10.38	63.52
	MDF 42	120.65	50.13	4.55	34.86	210.19	60.2	24.41	2.20	16.80	103.62
	MDF 44	91.43	39.05	1.89	24.51	156.88	45.6	19.02	0.91	11.81	77.37

Table 3. Soil characteristics and carbon stock in 0-30 cm. and 30-100 cm. soil depth

Rock	Plot number	Soil order	Soil depth	Gravel (%)		Soil mass (Mg ha ⁻¹)		C stock (Mg C ha ⁻¹)	
				0-30	30-100	0-30	30-100	0-30	30-100
Volcanic	DDF 15	Entisol	40	31.31	2.13	3,109.43	1,490.47	25.05	1.25

	DDF 20	Entisol	40	40.02	34.48	2,483.55	1,065.29	38.22	3.68
	DDF 35	Oxisol	200+	3.70	2.87	3,254.61	8,053.21	32.60	21.28
	DDF 36	Ultisol	200+	56.33	47.86	1,930.07	5,307.62	20.97	7.11
Sandstone	DDF 21	Inceptisol	40	59.3	71.12	2,121.35	595.81	9.93	1.30
	DDF 27	Ultisol	160	61.66	57.82	1,582.86	4,544.94	19.52	15.45
	DDF 31	Ultisol	40	32.89	33.88	2,542.19	1,020.99	13.00	2.82
	DDF 41	Ultisol	200+	41.98	17.45	2,742.52	9,063.48	15.20	9.17
	MDF 37	Ultisol	200+	2.43	3.64	4,272.49	10,611.84	31.03	17.54
Shale	MDF 46	Ultisol	200+	1.85	1.40	4,235.93	11,596.43	26.56	17.80
	MDF 40	Alfisol	200+	2.49	3.40	3,686.77	8,792.73	41.55	21.08
	MDF 42	Ultisol	140	45.31	31.57	2,175.56	7,170.47	28.07	12.14
	MDF 44	Entisol	40	57.55	45.55	2,003.32	851.29	38.09	10.00

Table 4. Biomass and soil carbon storages in different locations of DDF and MDF

Forest type	Carbon storage Mg ha ⁻¹			Source
	Biomass	Soil	total	
DDF	57.19	29.57	86.76	ห้วยฮ่องไคร้ จ.เชียงใหม่ (การศึกษาครั้งนี้)
DDF	23.78	31.22	55.00	วนอุทยานแห่งชาติแม่ป๋ายเป็นหิน จ.ตาก (พัชรินทร์, 2553)
DDF	19.83	54.56	74.39	ต.ป่าสัก อ.เมือง จ.ลำพูน (แสนคำ, 2552)
DDF	59.08	67.99	127.07	ดอยสุเทพ (ณัฐลักษณ์, 2552)
DDF	47.56	65.80	113.36	ต.สะแกราช อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา (สำเร็จและคณะ, 2555)
DDF	-	66.11	-	อ.ปางมะผ้า จ.แม่ฮ่องสอน (ตันย, 2548)
MDF	81.49	39.88	121.37	ห้วยฮ่องไคร้ จ.เชียงใหม่ (การศึกษาครั้งนี้)
MDF	80.32	136.57	216.89	ดอยสุเทพ (ณัฐลักษณ์, 2552)
MDF	88.73	223.91	312.64	กลุ่มน้ำแม่กลอง จ.กาญจนบุรี (สิริรัตน์และคณะ, 2547)
MDF	51.90	-	-	ต.น้ำก้อ อ.หล่มสัก จ.เพชรบูรณ์ (Kaewkron et al, 2011)
MDF	-	136.36	-	อ.ปางมะผ้า จ.แม่ฮ่องสอน (ตันย, 2548)

สรุป

ลักษณะของพื้นที่ไม้เต็งในป่าที่ป่าเต็งรังได้แก่ เหยียง เติง รัง และพลวง ในป่าเบญจพรรณ ได้แก่ ตะแบกเลือด สัก และตะแบกเปลือกบาง ปริมาณการสะสมคาร์บอนของมวลชีวภาพและดินในพื้นที่ป่าเบญจพรรณพื้นที่หินดินดานมีการสะสม

มากกว่าพื้นที่หินทราย ส่วนป่าเต็งรังปริมาณการสะสมคาร์บอนของมวลชีวภาพและดินในพื้นที่หินภูเขาไฟมากกว่าในพื้นที่หินทราย ซึ่งจากการศึกษา พบว่า

ลักษณะป่าและดินที่เกิดจากหินต่างชนิดกันมีอิทธิพลต่อปริมาณการสะสมคาร์บอนใน ระบบนิเวศป่าไม้ เมื่อได้มีการศึกษาและเพิ่มเติมข้อมูลดังกล่าวมากขึ้นจะสามารถหา

ความสัมพันธ์ของปริมาณการสะสมคาร์บอน ในมวลชีวภาพ ดิน และหิน เพื่อจะนำไปสู่การทำนายปริมาณการสะสมคาร์บอน ในป่าเต็งรัง และเบญจพรรณ ซึ่งมีพื้นที่มากที่สุดของพื้นที่ป่าในประเทศไทยและใช้เป็นฐานข้อมูลของประเทศเพื่อการอนุรักษ์และพัฒนาป่าไม้อย่างยั่งยืนต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ และสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาที่สนับสนุนงบประมาณในการศึกษา และศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ พื้นที่ศึกษา

เอกสารอ้างอิง

ณัฐลักษณ์ คำยอง. 2552. ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ ลักษณะดินและก การสะสมคาร์บอนในป่าชนิดต่างๆ บริเวณอุทยานแห่งชาติตาดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ . วิทยาสตราศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ดนัย แสนจันทอง. 2548. ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้กับลักษณะดินในสังคมพืชป่าไม้พื้นที่อำเภอปางมะผ้าจังหวัดแม่ฮ่องสอน. วิทยาสตราศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พชนิดา วงศ์อินทร์. 2554. การประเมินความหลากหลายชนิดพันธุ์ไม้ สภาพป่าและปริมาณคาร์บอนสะสมในระบบนิเวศป่าเต็งรังบนพื้นที่หินแกรนิต บริเวณอุทยานไม้กลายเป็นหิน อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก . วิทยาสตราศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2529. รายงานประจำปี ศูนย์ศึกษา

การพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ กรมชลประทาน.

สาพิศ ดิลกสัมพันธ์. 2550. การกักเก็บคาร์บอนของป่าไม้กับสถานะโลกร้อน . วารสารอนุรักษ์ดินและน้ำ (22) : 40-49.

สำเร็จ ปานอุทัย สิริรัตน์ จันทรมหเสถียร 2 ชิงชัย วิริยะบัญชา ภาณุมาศ ลาดपालะ ธิติ วิสารรัตน์ สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ และดอกกรัก มารอด. 2555. ศักยภาพของป่าอนุรักษ์และป่าเศรษฐกิจในการดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ . ในการประชุมวิชาการเรื่อง เทคโนโลยีในการตรวจวัดปริมาณคาร์บอนสะสมในพื้นที่ป่า- ทะเลในประเทศไทย . ในงานประชุมวิชาการประจำปี 2555 สวทช. (NAC 2012) 27 มีนาคม 2555.

สิริรัตน์ จันทรมหเสถียร ศิริภา โพธิ์พินิจ และวิลาวัลย์ วิเชียรนพรัตน์. 2547. การศึกษาปริมาณคาร์บอนในดินของระบบนิเวศป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณ การประชุมการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้ . ในการไปไม้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ระหว่างวันที่ 16-17 สิงหาคม 2547 โรงแรมมารวย การ์เด้น กรุงเทพฯ. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

แสงคำ ผลเจริญ. 2552. ความหลากหลายของชนิดพันธุ์พืช ลักษณะดินและการใช้ "ประโยชน์" ป่าชุมชนบ้านทรายทอง ตำบลป 'าสัก อำเภอเมืองจังหวัดลำพูน . วิทยาสตราศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาวิชาปฐพีศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เอิบ เขียววันรมย์ . 2542 . การสำรวจดิน . มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Global Observation of Forest and Land Cover Dynamics. 2009. A sourcebook of methods and procedures for monitoring, measuring and reporting, GOF-C-GOLD



- Report version COP14-2. GOFC-GOLD Project Office, Natural Resources Canada, Alberta, Canada.
- Kimmins, J. P. 2004. Forest Ecology : A Foundation for Sustainable Forest Management and Environmental Ethics Prentice hall.Upper saddle River, NJ.
- Krebs, J. 1985. Ecology : The experimental analysis of distribution and abundance. Harper and Row, Inc. New York.
- National Soil Survey Center. 1996. Soil Survey Laboratory Methods Manual. Soil Survey Investigation No. 42, Version 3.0. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, USA.
- Nelson, D.W. and L.E. Sommers. 1996. Total carbon, organic carbon, and organic matter, pp. 961-1010. In D.L. Sparks, A.L. Page, P.A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston and M.E. Sumner (eds.), Methods of Soil Analysis, Part 3. Chemical Methods. Agronomy No. 5.SSSA Book Series. Madison, WI.
- Ogawa, H., K. Yoda, K. Ogino, and T. Kira. 1965. Comparative ecological study on three main types of forest vegetation in Thailand. II. Plant biomass. Nature and Life in Southeast Asia. 4: 49-80.
- Ogino, K., D. Ratanawongs, T. Tsutsumi and T. Shidei. 1967. The primary production of tropical forest in Thailand. The Southeast Asian Studies Vol. 5 (1): 122-154, Kyoto, Japan.
- Puangpaka Kaewkrom Nutcharin Kaewkla Sureeporn Thummikpong and Surangrat Punsang. 2011. Evaluation of carbon storage in soil and plant biomass of primary and secondary mixed deciduous forests in the lower northern part of Thailand. African Journal of Environmental Science and Technology Vol. 5(1), pp. 8-14.
- Schoeneberger P. J., D. A. Wysocki, E.C. Benham, & W.D. Broderson. 2002. Field Book for Describing and Sampling Soils. Version 2.0. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, Nebraska, USA.
- Tsutsumi, T., K. Yoda, P. Sahunalu, P. Dhanmanonda and B. Prachaiyo. 1983. Forest: burning and regeneration. In Shifting cultivation, an experiment at Nam Phrom, Northeast Thailand, and its implications for upland farming in the monsoon tropics. Kyuma, K and Pairintra, C. (eds.). A report of a cooperative research between Thai-Japanese universities, Kyoto, Japan