ลักษณะของดินและการสะสมคาร์บอนในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกันภายใต้ระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่

SOIL CHARACTERISTICS AND CARBON STORAGES OF THE SOILS DERIVED FROM DIFFERENT SOIL PARENT ROCKS IN MIXED DECIDUOUS FOREST ECOLOGY AT HUAI HONG KHRAI ROYAL DEVELOPMENT STUDY CENTER, CHIANG MAI PROVINCE

จักรพงษ์ ไชยวงศ์ [1*] สุนทร คำยอง [2] นิวัติ อนงค์รักษ์ [1]
ประสิทธิ์ วังภคพัฒนวงศ์ [3] และ สุภาพ ปารมี [4]
Chackapong Chaiwong [1*] Soontorn Khamyong [2] Niwat Anongrak [1]
Prasit Wangpakapattanawong [3] and Suparb Paramee [4]
[1]ภาควิชาพืชศาสตร์และปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[2]ภาควิชาเกษตรที่สูงและทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[3]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
[4]กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช กรุงเทพฯ
[1]Department of Plant and Soil Sciences, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
[2]Department of Highland Agriculture and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University
[3]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University
[4]National Park, Wildlife and Plant Conservation Department, Bangkok
*corresponding author: e-mail: chackapongc@gmail.com
(Received: 16 October 2019; Revised: 15 January 2020; Accepted: 27 January 2020)

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะของดินและการสะสมคาร์บอนในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกันภายใต้ระบบนิเวศป่าเบญจพรรณ ณ ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพของการสะสมคาร์บอนในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินที่ต่างชนิดกันในพื้นที่ศึกษา โดยใช้หลุมศึกษาลักษณะของดิน จำนวน 6 หลุม และเก็บตัวอย่างดินตามระดับความลึกและความแตกต่างของชั้นดิน นำไปวิเคราะห์คุณสมบัติ

ทางกายภาพและเคมีในห้องปฏิบัติการ จากผลการศึกษา พบว่า ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณพบลักษณะของหินต้นกำเนิดดิน 4 ประเภท ได้แก่ หินทราย หินดินดาน หินปูน และหินแอนดิไซต์ มีความผันแปรไปตามลักษณะของดินตั้งแต่ดินที่เริ่มพัฒนาการตัวไปจนถึงดินที่มีการพัฒนาการตัวสูง จำแนกอยู่ในอันดับ Inceptisols Ultisols และ Vertisols ที่ช่วงระดับความลึก 1 เมตร ดินที่เกิดจากหินแอนดีไซต์มีปริมาณการสะสมคาร์บอนมากที่สุด รองลงมา คือ หินดินดาน หินปูน และหินทราย โดยมีปริมาณการสะสม 152.73 t/ha 115.90 t/ha 83.29 t/ha และ 53.02–81.48 t/ha ตามลำดับ ซึ่งเป็นผลมาจากการพัฒนาและฟื้นฟูป่าไม้ตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 ป่าไม้มีการฟื้นฟูและมีศักยภาพในการเป็นแหล่งนิเวศบริการ โดยเฉพาะการกักเก็บคาร์บอนในดิน

คำสำคัญ : การสะสมคาร์บอน ป่าเบญจพรรณ หินวัตถุต้นกำเนิด ลักษณะของดิน

Abstract

The study of soil characteristics and carbon storages of the soils derived from different soil parent rocks was carried out in mixed deciduous forest (MDF) ecology at Huai Hong Khrai royal development study center (HHK), Chiang Mai province. The objective is to study the potential of carbon storages in soil which develop from different types of rock. Six soil pits were made in the MDF, and soil composite samples were collected at different depths and characteristics of soil horizon. The samples were collected for physicochemical properties analysis. Four groups of the soil parent rocks were found; sandstone, shale, andesite and limestone. The variation of soils was in the stage of the beginning to high development and soils were classified into Order Inceptisols, Ultisols, and Vertisols. The most storage of carbon at 1 meter depth were andesite followed shale, limestone and sandstone, with 152.73, 115.90, 83.29 and 53.02–81.48 t/ha, respectively. According to the development and restoration of the forest under the royal initiative of His Majesty King Rama the IX, the forest was restored and has the potential to be a service for ecosystem, especially soil carbon storage.

Keywords: Carbon storages, Mixed deciduous forest, Soil parent rocks, Soil characteristics

บทนำ

บทบาทที่สำคัญของป่าไม้นอกจากจะเป็นแหล่งผลิตอาหาร ที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต แสดงถึงความอุดมสมบูรณ์ตามธรรมชาติ รวมถึงยังมีบทบาทสำคัญในการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ในส่วนที่อยู่เหนือดินและใต้ดิน ซึ่งในส่วนใต้ดินจะกักเก็บไว้ในรูปของอินทรียวัตถุในดิน และถูกย่อยสลายโดยสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก และปลดปล่อยสู่บรรยากาศในรูปของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยคาร์บอนส่วนหนึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่เสถียร และสะสมอยู่ในดิน (Kimins, 2004)

ธาตุอาหารพืชในดินนั้นส่วนใหญ่จะได้จากการผุพังสลายตัวของหินและแร่ที่เป็นวัตถุต้นกำเนิดดิน ซึ่งดินที่มีการพัฒนาการตัวดีและมีปริมาณของดินมากจะส่งผลต่อศักยภาพในการสะสมคาร์บอน (วรพัชร และคณะ, 2561; วิทยา และคณะ, 2561) ในการศึกษาถึงลักษณะของดินจึงมีความจำเป็นในการทราบถึงศักยภาพในการสะสมคาร์บอนในชั้นดิน เพื่อการบริหารจัดการทรัพยากรป่าไม้และการใช้ประโยชน์เพื่อความยั่งยืนในพื้นที่ ซึ่งในปัจจุบันป่าไม้ได้ถูกทำลายไปอย่างมากและประเทศไทยได้ตระหนักถึงสถานการณ์ดังกล่าวจึงได้มีการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรป่าไม้ และได้น้อมนำเอาพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 มาดำเนินการในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคเหนือได้มีการจัดตั้งศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ ในการอนุรักษ์ป่าไม้และการจัดการลุ่มน้ำ ซึ่งพื้นที่กล่าวในอดีตเป็นป่าเสื่อมโทรมและมีการฟื้นฟูตามแนวพระราชดำริจนดีขึ้นเป็นลำดับในปัจจุบัน และใช้เป็นต้นแบบในการศึกษาเพื่อพัฒนาพื้นที่ในภาคเหนือของประเทศไทย

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ใช้พื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ในการประเมินการสะสมคาร์บอนในดินของป่าเบญจพรรณ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลในการจัดการทรัพยากรอย่างยั่งยืน โดยทำการศึกษาถึงลักษณะของดินและประเมินศักยภาพการสะสมคาร์บอนในดินที่เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินต่างกันภายใต้ระบบนิเวศป่าเบญจพรรณที่ฟื้นฟูตามแนวพระราชดำริของของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 9

วิธีดำเนินการวิจัย

1. สารเคมีและอุปกรณ์

สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์คุณสมบัติของดิน ได้แก่ น้ำกลั่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เฟอร์รัสซัลเฟต ($FeSO_4$) โพแทสเซียมไดโครเมต ($K_2Cr_2O_7$) น้ำยาสกัด Bray II (0.03 N NH_4F, 0.1 N HCl) สารละลายแอมโมเนียมอะซิเตรต (NH4OAc) 1 M pH 7 โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และโซเดียมคลอไรด์ (NaCl)

อุปกรณ์สำรวจและเก็บตัวอย่างดินภาคสนาม ได้แก่ สว่านเก็บตัวอย่างดิน จอบเสียม พลั่ว วงแหวน และกระบอกเก็บตัวอย่างดิน ถุงพลาสติก และเครื่องเขียน ส่วนเครื่องมืออุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการศึกษาลักษณะของดินและการสะสมคาร์บอนในดิน ได้แก่ เครื่องวัดการดูดกลืนแสงของสาร (Spectrophotometer) เครื่องอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโทรมิเตอร์ (Atomic absorption spectrometry: AAS) เครื่องวัดค่าพีเอช (pH meter) และเครื่องไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer)

2. พื้นที่ในการศึกษา

พื้นที่ในการวิจัยครั้งนี้เป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณของศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ฯ โดยพื้นที่อยู่สูงประมาณ 350–580 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 8,500 ไร่ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,328.9 มิลลิเมตร อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 32.2 ℃ และต่ำสุดเฉลี่ย 18.9 ℃ ความชื้นสัมพัทธ์ 79.9% การระเหยของน้ำเฉลี่ย 1,222.6 มิลลิเมตร ลักษณะของป่าเป็นสังคมพืชป่าเต็งรัง และเบญจพรรณ ที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินต่างชนิดกัน ได้แก่ หินภูเขาไฟประเภทหินแอนดิไซต์ หินทราย หินดินดานและหินปูน

3. การศึกษาลักษณะของดินและการสะสมคาร์บอนในดิน

การเลือกตัวแทนของดินและเก็บตัวอย่างดินตามลักษณะของหินที่ต่างกันในสภาพป่าเบญจพรรณ ซึ่งดินที่พัฒนาการตัวจากหินชนิดเดียวกัน จะมีคุณสมบัติที่เหมือนกัน ภายใต้สภาพภูมิประเทศและภูมิอากาศเดียวกัน ซึ่งส่งผลต่อพืชพรรณที่ขึ้นตามธรรมชาติที่จะมีจำนวนชนิดและความหนาแน่นที่คล้ายคลึงกัน และในการศึกษาดินได้ใช้หลุมดินมีขนาด 1.5x1.5x2.0 เมตร ซึ่งมีรายละเอียดตำแหน่งที่ตั้ง ดังตารางที่ 1 หรือจนพบหินพื้น (ในกรณีที่ไม่ถึง 2.0 เมตร) จัดทำคำอธิบายหน้าตัดดิน ตามวิธีการของ Schoeneberger et at. (2002) และเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนดินและไม่รบกวนดินโดยวงแหวนและกระบอกเก็บตัวอย่างดินที่ทราบปริมาตรที่แน่นอน (Core method) ที่ระดับความลึก 0–5 5–10 10–20 20–30 30–40 40–60 60–80 และ 80–100 เซนติเมตร หรือจนพบหินพื้น จำนวน 3 ซ้ำ ตากดินให้แห้งในที่ร่ม เพื่อนำไปวิเคราะห์หาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ดังนี้

3.1 คุณสมบัติทางกายภาพของดิน

ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดิน ได้แก่ ปริมาณของกรวด มวลดิน โดยวิธีการชั่งน้ำหนัก ความหนาแน่นของดิน โดยวงแหวนและกระบอกเก็บตัวอย่างดิน และเนื้อดินด้วยเครื่อง Hydrometer

3.2 คุณสมบัติเคมีของดิน

ทำการศึกษาคุณสมบัติเคมีของดิน ได้แก่ ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (C) โดยวิธี Walkley and Black titration method ค่าปฏิกิริยาดินโดยใช้ pH meter (Soil and Water at 1 : 1

ratio) การหาปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (P) ใช้สกัดโดยน้ำยา Bray II จากนั้นอ่านค่าโดยใช้เครื่อง Spectrophotometer และปริมาณของด่างที่สกัดได้ ได้แก่ โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) และโซเดียม (Na) สกัดโดย Ammonium acetate 1 M, pH 7 และอ่านค่าโดยเครื่อง Absorption spectrometry (AAS) (Soil survey staff, 2004)

3.3 การสะสมคาร์บอนในดิน

การสะสมคาร์บอนในดินสามารถหาได้โดยการคำนวณจากปริมาณของคาร์บอนในดินกับมวลของดินแต่ละชั้นความลึกต่อหน่วยพื้นที่เป็นตันต่อเฮกแตร์ (t/ha) ดังสมการนี้

Carbon storage (t/ha) = %OC*Soil mass (t) in each soil horizon*Area (ha)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาลักษณะและการจำแนกดิน

จากการศึกษาดินที่พบในพื้นที่ศึกษาพบว่า พื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ฯ อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 420–480 เมตร มีความลาดชันของพื้นที่อยู่ในช่วงระหว่าง 5–28% หินวัตถุต้นกำเนิดดินที่อยู่ในยุค Promo–Triassic (Volcanic and Associated pyroclastic rocks) และยุค Permian (Sandstone Shale และ Limestone) ดินในป่าเบญจพรรณพัฒนาการตัวจากหินวัตถุต้นกำเนิดดิน 4 ประเภท ได้แก่ หินทราย (Sandstone) (HHK1–3) หินดินดาน (Shale) (HHK4) หินแอนดิไซต์ (HHK5) และหินปูน (Limestone) (HHK6) ในการจำแนกดินในระดับอันดับ (Order) และอธิบายลักษณะของดิน โดยระบบอนุกรมวิธานดินของกระทรวงเกษตร ประเทศสหรัฐอเมริกา (USDA soil taxonomy) (Soil survey staff, 2014) ดินที่พัฒนาการตัวจากหินทรายเป็นดินลึกมาก มีการสะสมอนุภาคดินเหนียวในดินล่าง ความอิ่มตัวด้วยด่างน้อยกว่า 35% ชั้นดินจัดเรียงตัวแบบ A–Bt1–Bt2 จัดอยู่ในอันดับ Ultisols ดินที่พัฒนาการตัวจากหินดินดานเป็นดินที่เริ่มมีการพัฒนาการตัว พบหินกำลังผุพังสลายตัวที่ความลึก 40 เซนติเมตร มีการพัฒนาของโครงสร้างและสีดิน ชั้นดินจัดเรียงตัวแบบ A–Bw–C จัดอยู่ในอันดับ Inceptisols ดินที่พัฒนาการตัวจากหินแอนดีไซต์ มีการพัฒนาการตัวสูง มีปริมาณอนุภาคดินเหนียวเกิน 40% ตลอดหน้าตัดดิน พบรอยถูไถที่ผิวในหน้าตัดดิน (Slicken side) และรอยแตกระแหงในฤดูแล้ง ชั้นดินจัดเรียงตัวแบบ A–Bss–Bt–C จัดอยู่ในอันดับ Vertisols และดินที่พัฒนาการตัวจากหินปูนมีพัฒนาการตัวสูง สะสมอนุภาคดินเหนียวในดินล่าง ความอิ่มตัวด้วยด่างน้อยกว่า 35% ชั้นดินจัดเรียงตัวแบบ A–Bt1–Bt2 จัดอยู่ในอันดับ Ultisols ดังตารางที่ 1 (Bt หมายถึง ชั้นดินที่แสดงการสะสมดินเหนียว และ Bw หมายถึง การพัฒนาของโครงสร้างและสีดิน) เป็นผลเนื่องมาจากประเทศไทยเป็นพื้นที่ซึ่งจัดอยู่ในพื้นที่เขตร้อนส่วนใหญ่ดินมีการพัฒนาการตัวสูง ซึ่งลักษณะของ

ดินที่มีการพัฒนาการตัวสูงจะพบปริมาณดินเหนียวที่เกิดจากชะละลายโดยฝนลงไปสะสมในดินล่างและปริมาณของด่างที่สกัดได้มีจำนวนลดลง ซึ่งส่งผลทำให้ดินเป็นกรดและในดินที่มีการพัฒนาการตัวต่ำจะไม่ปรากฏการสะสมของดินเหนียวในดินล่าง (Soil survey staff, 2014)

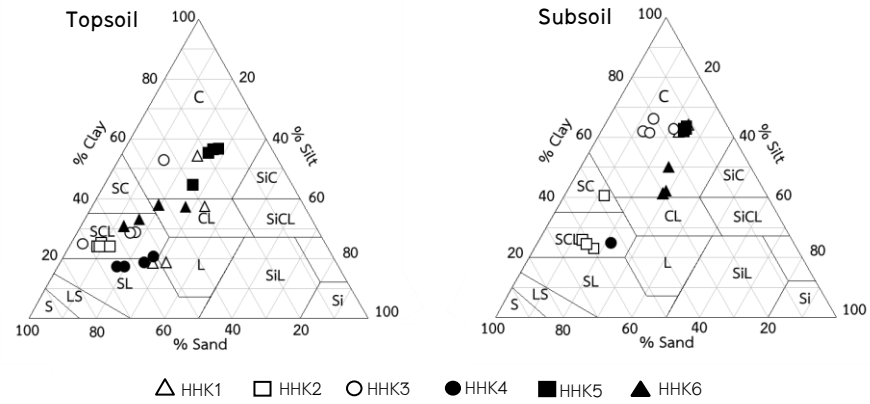
ตารางที่ 1 ตำแหน่งที่ตั้ง ลักษณะดิน และรายละเอียดของบริเวณที่เก็บตัวอย่างดิน

Site	Parent rocks	Coordinate (UTM)		Alti (msl[1])	Slope (%)	Aspect	Topography position	Soil depth[2]	Soil horizon
		X	Y						
HHK1	Sandstone	0521972	2088951	468	5	N60W	Lower slope	200+	A–Bt1–Bt2
HHK2	Sandstone	0521802	2088003	480	7	S80E	Lower slope	200+	A–Bt1–Bt2
HHK3	Sandstone	0522571	2084901	483	8	S80W	Ridge	200+	A–Bt1–Bt2
HHK4	Shale	0522272	2087593	421	28	N5E	Middle slope	40	A–Bw–C
HHK5	Andesite	0524377	2084665	422	6	N4E	Lower slope	200+	A–Bss–Bt–C
HHK6	Limestone	0524173	2083689	420	15	S70W	Middle slope	200+	A–Bt1–Bt2

หมายเหตุ [1] Altitude above sea level in meter [2] Soil depth in centimeter

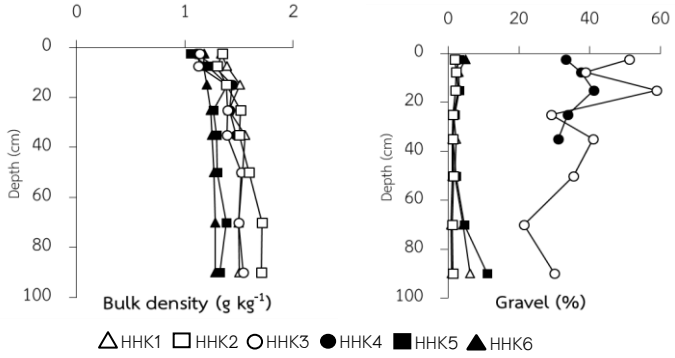
2. คุณสมบัติทางกายภาพของดินในป่าเบญจพรรณ

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของดิน พบว่า ดินที่พัฒนาการตัวจากหินทรายเนื้อดินมีสัดส่วนของอนุภาคทรายที่สูงในดินบนและลดลง โดยมีสัดส่วนของอนุภาคทรายแป้งและดินเหนียวเพิ่มขึ้นในดินล่าง ซึ่งในหินทรายมีแร่องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแร่ควอตซ์ (ร้อยละ 85 – 90) (ราชบัณฑิตยสถาน, 2544) ซึ่งคงทนต่อการผุพังสลายตัวจึงคงเหลือเศษชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ ส่งผลให้เนื้อดินหยาบ มีช่องว่างระหว่างอนุภาคดินสูง ความหนาแน่นของดินจึงต่ำ ดินมีความสามารถในการอุ้มน้ำ และธาตุอาหารต่ำ (Brady & Weil, 2010) ดินที่พัฒนาการตัวจากหินปูนและหินแอนดิไซต์ องค์ประกอบของหินปูนส่วนใหญ่ คือ $CaCO_2$ และองค์ประกอบส่วนใหญ่ของหินแอนดิไซต์ คือ Ca_2 (Mg, Fe)$_5$ Si_8 $O_{22}(OH)_2$ $NaAlSi_3O_8$ และ $CaAl_2Si_2O_8$ แร่ที่เป็นองค์ประกอบของหินทั้ง 2 ง่ายต่อการผุพังสลายตัว ส่งผลให้ดินมีเนื้อละเอียด (Aoki et al., 1969; Crowther, 1982; Oliveira et al., 2004; Souza, 2017) โดยเฉพาะดินที่พัฒนาการตัวจากหินแอนดิไซต์มีสัดส่วนของอนุภาคดินเหนียวมากกว่า 40% ตลอดหน้าตัดดินช่องว่างระหว่างอนุภาคดินมีน้อย ความหนาแน่นของดินจึงสูง และสามารถในการอุ้มน้ำและแร่ธาตุได้ดี (เอิบ, 2542) ดินที่พัฒนาการตัวจากหินดินดาน มีสัดส่วนของอนุภาคทรายที่สูง เนื่องจากเป็นดินเริ่มพัฒนาการตัวมีกระบวนการทางดินน้อย สังเกตได้ชิ้นส่วนของอนุภาคที่หยาบ (>2.00 มิลลิเมตร) ไม่มีการสะสมอนุภาคดินเหนียวในชั้นดินล่าง (Soil survey staff, 2014) หินเริ่มผุพังสลายตัวจึงมีเศษชิ้นส่วนที่หยาบและขนาดอนุภาคทรายที่สูง อยู่ในขั้นของการเริ่มผุพังสลายตัว เนื้อดินจึงหยาบและความหนาแน่นต่ำ ดังภาพที่ 1 และภาพที่ 2



S=Sand, LS=Loamy sand, Si=Silt, SiL=Silt loam, L=Loam, SiCL=Silty clay loam, SCL=Sandy clay loam, CL=Clay loam, SC=Sandy clay, SiC=Silty clay and C=Clay

ภาพที่ 1 การกระจายตัวของอนุภาคดินในดินบนและดินล่าง



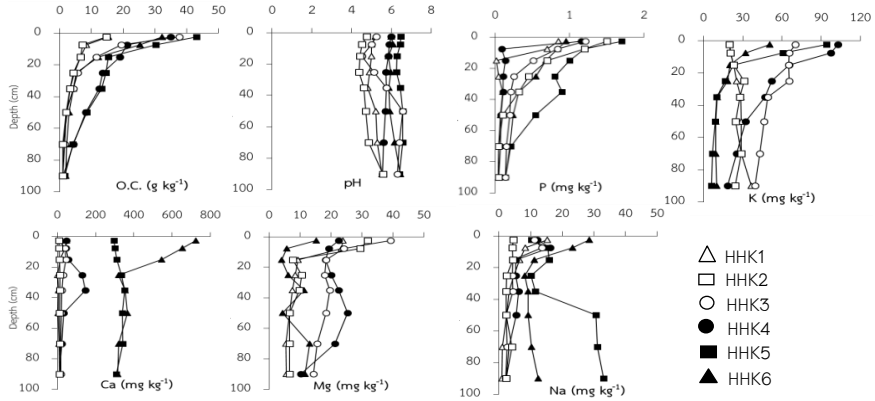
ภาพที่ 2 ความหนาแน่นของดินและปริมาณกรวดในดิน

3. คุณสมบัติทางเคมีของดินในป่าเบญจพรรณ

คุณสมบัติทางเคมีของดินส่วนใหญ่จะได้รับอิทธิพลจากลักษณะภูมิอากาศและแร่ที่เป็นองค์ประกอบของวัตถุต้นกำเนิดดินที่มีความแตกต่างกัน โดยผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของดิน พบว่า พื้นที่หินทราย ปฏิกิริยาดินเป็นกรดรุนแรงมากถึงกรดจัด ในดินบนและเป็นกรดรุนแรงมากถึงเป็นกลางในดินล่าง ปริมาณของ C ในดินบนและต่ำถึงต่ำมากในดินล่าง ปริมาณ P และ K ต่ำมากในดินบนและล่าง ปริมาณ Ca Mg และ Na อยู่ในระดับต่ำมากทั้งดินบนและล่าง พื้นที่หินดินดาน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลาง ปริมาณ C ในดินอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงในดินบน และต่ำปานกลางในดินล่าง ปริมาณ P อยู่ในระดับต่ำมากทั้งดินบนและ

ล่าง ปริมาณ K อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงในดินบนและต่ำในดินล่าง ปริมาณ Ca Mg และ Na อยู่ในระดับต่ำมากทั้งดินบนและล่าง พื้นที่หินแอนดีไซต์ ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยทั้งดินบนและดินล่าง ปริมาณของ C ในดินอยู่ในระดับปานกลางถึงสูงในดินบนและต่ำมากถึงปานกลางในดินล่างมีปริมาณ P อยู่ในระดับต่ำมากทั้งดินบนและล่าง ปริมาณ K อยู่ในระดับต่ำมากถึงสูงในดินบนและต่ำมากในดินล่าง ปริมาณ Ca อยู่ในระดับต่ำมากทั้งดินบนและล่าง ปริมาณ Mg อยู่ในระดับต่ำทั้งดินบนและล่างมี ปริมาณ Na อยู่ในระดับต่ำมากในดินบนและต่ำมากถึงต่ำในดินล่าง และพื้นที่หินปูน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางในดินบน ส่วนดินล่างกรดปานกลางและกรดเล็กน้อย ปริมาณของ C อยู่ในระดับปานกลางถึงสูงปานกลางในดินบน และต่ำถึงต่ำมากในดินล่าง ปริมาณ P อยู่ในระดับต่ำมากทั้งดินบนและล่าง ปริมาณ K อยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมากในดินบนและต่ำมากในดินล่าง ปริมาณ Ca อยู่ในระดับต่ำในดินบน และดินล่างอยู่ในระดับต่ำมาก ปริมาณ Mg อยู่ในระดับต่ำมาก ทั้งดินบนและล่าง มีปริมาณ Na อยู่ในระดับต่ำถึงต่ำมากในดินบน และต่ำมากในดินล่าง ดังภาพที่ 3

จากข้อมูลผลการศึกษาตามทฤษฎีและหลักการของ Brady & Weil (2010)ที่อธิบายถึงลักษณะภูมิอากาศในเขตร้อนมีอิทธิพลโดยตรงต่อคุณสมบัติทางเคมีของดิน ปริมาณฝนที่ตกมากได้ชะละลายเอาไอออนบวกต่างๆ ออกจากหน้าตัดดินทำให้ H^+ สะสมในดินได้มากส่งผลให้ค่าปฏิกิริยาของดินในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นกรด ปริมาณ C ที่มีค่าสูงในดินบนและลดลงในดินล่างเนื่องจากในภูมิอากาศเขตร้อนอัตราย่อยสลายของอินทรียวัตถุมีสูงและสะสมในดินบนมากกว่าดินล่าง (Kimins, 2004) ปริมาณ P ต่ำเนื่องจากถูกเหล็กและอะลูมินัมตรึงในสภาพที่เป็นกรด (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีศาสตร์, 2544) ปริมาณด่างที่สกัดได้ (K Ca Mg และ Na) มีค่าต่ำถึงต่ำมาก เนื่องจากหินทรายและหินดินดานมีธาตุดังกล่าวเป็นองค์ประกอบอยู่น้อย (Schaetzl & Anderson, 2005) ยกเว้นหินแอนดิไซต์และหินปูนที่มีปริมาณสูงกว่า เนื่องจากมีธาตุดังกล่าวเป็นองค์ประกอบอยู่ (Buol et al., 2003)



ภาพที่ 3 คุณสมบัติทางเคมีบางประการของดินทั้ง 6 บริเวณในป่าเบญจพรรณ

4. **การสะสมคาร์บอน**

ตารางที่ 2 แสดงปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน เมื่อพิจารณาพบว่า การสะสมคาร์บอน ในพื้นที่ป่าเบญจพรรณที่ดินเกิดจากการพัฒนาการตัวของหินต่างชนิดกัน มีการสะสมต่างกันที่ระดับความลึก 100 เซนติเมตร ซึ่งพบว่า พื้นที่หินทรายการสะสมคาร์บอนในดินมีค่าเฉลี่ยแต่ละชั้นความลึกอยู่ในช่วง 6.63±2.64 – 10.18±6.16 t/ha หินดินดาน 23.18±9.03 t/ha หินแอนดิไซต์ 19.09±8.72 t/ha และหินปูน 10.41±5.20 t/ha โดยมีปริมาณการสะสมคาร์บอนรวม 53.02–81.48 115.90 152.73 และ 83.29 t/ha ตามลำดับ จากข้อมูลข้างต้นถึงแม้ว่าปริมาณของคาร์บอนจะสูงในดินบนและมีค่าลดลงตามความลึกในดินล่าง แต่ปริมาณการสะสมไม่ได้เป็นไปตามแนวโน้มดังกล่าว เนื่องจากความหนาแน่นและปริมาณกรวดของดิน และพัฒนาการตัวของดิน กล่าวคือดินที่มีการพัฒนาการตัวดิน ดินจะมีมวลดินมากว่าดินที่มีการพัฒนาการตัวน้อย ซึ่งส่งผลต่อมวลของดินซึ่งในแต่ละชั้นความลึกมีค่าไม่เท่ากัน โดยปริมาณการสะสมคาร์บอนมีค่าผันแปรโดยตรงกับมวลดิน และปริมาณการสะสมคาร์บอนสอดคล้องกับการศึกษาการสะสมคาร์บอนในป่าเบญจพรรณสภาพธรรมชาติของนักวิชาการหลายท่าน เช่น การสะสมคาร์บอนในดินป่าเบญจพรรณที่อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี มีการสะสม 70.96 t/ha วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินแกรนิต (Tangsinmankong et al., 2007) พื้นที่ป่าเบญจพรรณที่ดอยสุเทพ จังหวัดเชียงใหม่ มีการสะสม 136.57 t/ha วัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินไนส์ (ณัฐลักษณ์, 2552) และที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน มีการสะสม 136.36 t/ha ที่มีวัตถุต้นกำเนิดดินเป็นหินปูน (ดนัย, 2548)

ตารางที่ 2 ปริมาณคาร์บอนสะสมในดิน (t/ha)

Depth	HHK1	HHK2	HHK3	HHK 4	HHK 5	HHK 6
(cm)	(-----Sandstone-----)			Shale	Andesite	Limestone
0–5	10.19	9.85	21.33	19.31	22.66	18.97
5–10	5.77	4.67	10.91	13.45	18.29	14.75
10–20	9.8	9.03	15.87	27.29	21.35	14.65
20–30	6.52	6.48	7.85	19.14	18.34	6.46
30–40	10.13	9.49	11.87	36.71	34.18	10.55
40–60	7.28	6.68	6.07	0.00	22.05	7.62
60–80	3.32	3.42	4.49	0.00	11.64	5.68
80–100	3.01	3.41	3.08	0.00	4.22	4.61
Averg	7.00±2.91	6.63±2.64	10.18±6.16	23.18±9.03	19.09±8.72	10.41±5.20
Total	56.02	53.02	81.48	115.9	152.73	83.29

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาลักษณะของดินป่าเบญจพรรณในพื้นที่ศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ พบว่ามีความผันแปรไปตามลักษณะของดินตั้งแต่ดินที่เริ่มพัฒนาการตัวไปจนถึงดินที่มีการพัฒนาการตัวสูงซึ่งแบ่งวัตถุต้นกำเนิด 4 ประเภท คือ หินทราย หินดินดาน หินปูน และหินแอนดิไซต์ สามารถจำแนกดินอยู่ในอันดับ Inceptisols Ultisols และ Vertisols ดินที่พัฒนาการตัวจากหินแอนดิไซต์มีปริมาณการสะสมคาร์บอนมากที่สุด รองลงมา คือ หินดินดาน หินปูน และหินทรายตามลำดับ โดยมีศักยภาพในการเป็นแหล่งนิเวศบริการโดยเฉพาะการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ โดยที่ข้อมูลการศึกษาปริมาณการสะสมคาร์บอนนั้นมีค่าใกล้เคียงสอดคล้องกับข้อมูลที่มีการศึกษาในสภาพป่าเบญจพรรณธรรมธรรมชาติที่ไม่ถูกรบกวนในพื้นที่อื่น ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าหลักการและแนวทางพัฒนาและฟื้นฟูป่าไม้ตามแนวพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 9 นั้นสามารถนำไปประยุกต์กับพื้นที่ที่มีลักษณะทางภูมิศาสตร์และป่าไม้ที่ใกล้เคียงกันในพื้นที่ภาคเหนือ และมีส่วนช่วยเพิ่มศักยภาพการกักเก็บคาร์บอนในพื้นที่ได้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการพิเศษเพื่อประสานงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ

เอกสารอ้างอิง

กองสำรวจและวิจัยทรัพยากรดิน. (2559). **การจัดการทรัพยากรดินศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ตำบลป่าเมี่ยง อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่.** เอกสารวิชาการฉบับที่ 10/01/59 กันยายน 2559. กรมพัฒนาที่ดิน, กรุงเทพฯ. 37 หน้า.

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา. (2544). **ปฐพีวิทยาเบื้องต้น.** (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ณัฐลักษณ์ คำยอง. (2552). **ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ ลักษณะดิน และการสะสมคาร์บอนในป่าชนิดต่างๆ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, คณะเกษตรศาสตร์, สาขาปฐพีศาสตร์.

ดนัย แสนจันทอง. (2548). **ความหลากหลายของชนิดพันธุไมกับลักษณะดินในสังคมพืชป่าไมพื้นที่อำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮองสอน**. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, คณะเกษตรศาสตร์, สาขาปฐพีศาสตร์.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2544). **พจนานุกรม ศัพท์ธรณีวิทยา**. กรุงเทพฯ: ราชบัณฑิตยสถาน.

วรพัชร วิชัยสุชาติ สมนิมิตร พุกงาม ปิยพงษ์ ทองดีนอก นฤมล แก้วจาปา และรจนา ตั้งกุลบริบูรณ์. (2561). การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และการกักเก็บคาร์บอนในดิน บริเวณพื้นที่ ป่าชนิดต่างๆ อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยจังหวัดเชียงใหม่. **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ฉบับบัณฑิตศึกษา), 18**(4). 61–77.

วิทยา จินดาหลวง อภิรักษ์ จงเหลืองสอาด ทิมทอง ดรุณสนธยา และรฐนนท์ เจริญชาศร. (2561). การกักเก็บคาร์บอนอินทรีย์และไนโตรเจนรวมในดินนาบริเวณที่ราบลุ่ม ภาคกลางของประเทศไทย. **วารสารแก่นเกษตร, 46**(2). 309–320.

เอิบ เขียวรื่นรมณ์. (2542). **การสำรวจดิน.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Aoki, M., Komai, Y., & Yamaguchi, M. (1969). Studies on a red-colored soil derived from basaltic andesite of Shibayama. **Soil Science and Plant Nutrition, 15**(1), 15–20.

Brady, N., & R. Weil. (2010). **Elements of the nature and properties of soils**. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.

Buol, S.W., R.J. Southard, R.C. Graham & P.A. McDaniel. (2003). **Soil genesis and classification**. (5th ed). Ames, Iowa : Iowa State Press.

Crowther, J. (1982). Ecological observations in a tropical Karst Terrain, west Malaysia. variations in topography, soils and vegetation. **Journal of Biogeography, 9**(1), 65–78.

Kimmins, J. P. (2004). **Forest ecology: A foundation for sustainable forest management and environmental ethics**. Upper saddle River, NJ.: Prentice hall.

Oliveira , L. B., Ferreira, M. G. V. X., & Marques, F. A. (2004). Characterization and classification of two soils derived from basic rocks in Pernambuco State Coast, Northeast Brazil**. Soils and Plant Nutrition, 61**(6), 615–625.

Schaetzl, R.J. & S. Anderson. (2005). **Soils: genesis and geomorphology**. New York: Cambridge University Press.

Schoeneberger, P. J., D. A. Wysocki, E.C. Benham, and W.D. Broderson. (2002). **Field book for describing and sampling soils. version 2.0**. Lincoln, Nebraska: U.S. Government Printing Office.

Soil Survey Staff. (2004). **Soil survey laboratory methods manual: soil survey investigations report no. 42, Version 4.0.** Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

Soil Survey Staff. (2014). **Keys to soil taxonomy.** (12th ed.). USDA-Natural Resources Conservation Service Press. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.

Souza, J. J. L. L., Fontes, M. P. F., Gilkes, R., Costa, L. M., & amp; Oliveira, T. S. (2017). Geochemical signature of amazon tropical rainforest soils. **The Revista Brasileira de Ciência do Solo, 42**(17), 1–18.

Tangsinmankong, W., N. Pumijumnong., L. Moncharoen & S. Janmahasatien. (2007). Carbon stocks in soil of mixed deciduous forest and teak plantation. **Environment and Natural Resources, 5**(1), 80–86.