

สมบัติของดินกับการสะสมคาร์บอนและธาตุอาหาร ในป่าสนธรรมชาติ อำเภอภักกลานิวัฒนา จังหวัดเชียงใหม่

Soil Properties and Carbon-nutrient Storages in Natural Pine Forest, Kunlayaniwattana District, Chiang Mai Province

ตฤณ เสริมธากุล^{1*}, สุนทร คำยอง^{1/} นิวัต อนงค์รักษ์^{1/}

และ ธนุชัย กองแก้ว^{2/}

Trin Seramethakun^{1*}, Soontorn Khamyong^{1/}, Niwat Anongrak^{1/}

and Thanuchai Kongkaew^{2/}

Abstract: The research on soil characteristics, carbon and nutrient storages in natural pine forest of four subtype communities was carried out at Ban Chan sub-district, Kunlayaniwattana district, Chiang Mai province. Three subtypes were pine-dry dipterocarp forest of dominated *Dipterocarpus obtusifolius*, *D. tuberculatus* and *Shorea obtusa*, and the fourth subtype was pine-lower montane (oak) forest. Soil pits were made in each subtype, and soil samples were collected along profiles for analysis of physical and chemical properties. Soils under all subtypes were classified into Order Ultisols with the depth of more than one meter, well developed horizons and high clay accumulations in subsoils. Some small differences of physical properties among soils were observed. Bulk density varied from moderately low to medium. Texture of top soils were mainly sandy clay/sandy loam and soil reaction were strongly acid to slightly acid (pH, 5.4-6.5). Texture in subsoils was clay and soil reaction varied from slightly to moderately acid (pH, 5.6-6.1).

Amounts of organic matter, carbon and nitrogen accumulated within 100 cm depth were the highest in pine-oak forest (146.5, 85.0 and 5.11 Mg.ha⁻¹, respectively). The lower amounts were found in pine-S. *obtusa*, pine-D. *tuberculatus*, and pine-D. *obtusifolius* had the lowest amount. Amounts of extractable phosphorous, calcium and magnesium were the highest in soil under pine-D. *obtusifolius* (29.1, 1,210.1 and 1,287 kg.ha⁻¹) whereas potassium was the highest in pine-S. *obtusa* (1,328.9 kg.ha⁻¹).

Keywords: pine forest, forest subtype, soil properties, soil carbon, soil nutrients

^{1/} ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

^{1/} Department of Plant Science and Natural Resources, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand

^{2/} ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพมหานคร

^{2/} Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

* Corresponding author E-mail: trinsmk@hotmail.com

บทคัดย่อ: การวิจัยเกี่ยวกับลักษณะดิน ปริมาณคาร์บอนและธาตุอาหารสะสมในดินป่าสนธรรมชาติ 4 ชนิดย่อยได้ดำเนินการในพื้นที่ ตำบลบ้านจันทร์ อำเภอภักดีชุมพล จังหวัดเชียงใหม่ สามชนิดแรกเป็นป่าสนผสมเต็งรังคือ ป่าสนผสมเหียง พลวงและเต็ง ชนิดที่สี่คือ ป่าสนผสมป่าดิบเขา (ไม้ก่อ) เก็บตัวอย่างดินตามความลึกในป่าแต่ละชนิดเพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี พบว่า ดินในป่าเหล่านี้จัดอยู่ในอันดับ Ultisols มีดินลึกมากกว่าหนึ่งเมตร พัฒนาการของชั้นดินสูงและสะสมดินเหนียวในดินชั้นล่างมาก มีความแตกต่างของสมบัติทางกายภาพน้อย ดินมีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ดินบนเป็นดินเหนียวปนทรายถึงร่วนเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH, 5.4-6.5) ดินล่างเป็นดินเหนียวและมีปฏิกริยาเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย (pH, 5.6-6.1) ปริมาณอินทรีย์วัตถุคาร์บอนและไนโตรเจนสะสมในดินลึก 100 เซนติเมตร มีมากที่สุดในการป่าสนผสมก่อ มีค่า 146.5, 85.0 และ 5.11 Mg.ha⁻¹ ตามลำดับ รองลงไปคือ ดินป่าสนผสมเต็ง พลวงและน้อยที่สุดในป่าสนผสมเหียง ปริมาณฟอสฟอรัส แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้มีมากที่สุดในการป่าสนผสมเหียง (29.1, 1,210.1 และ 1,287.5 kg.ha⁻¹) ส่วนโพแทสเซียมมีมากที่สุดในการป่าสนผสมเต็ง (1,328.9 kg.ha⁻¹)

คำสำคัญ: ป่าสนธรรมชาติ ลักษณะดิน การสะสมคาร์บอนในดิน การสะสมธาตุอาหารในดิน

คำนำ

ป่าสนธรรมชาติในภาคเหนือพบบนที่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 500-1,900 เมตร ในพื้นที่ค่อนข้างแห้ง แบ่งออกเป็น 2 ชนิดย่อยคือ ป่าสนผสมป่าเต็งรัง (pine-dry dipterocarp forest) และป่าสนผสมป่าดิบเขา (pine-montane forest) ป่าสนผสมเต็งรังพบบนพื้นที่ที่มีความสูง 500-1,300 เมตร จากระดับน้ำทะเล ขณะที่ป่าสนผสมป่าดิบเขาขึ้นบนพื้นที่สูง 1,000-1,900 ม. การปกคลุมของเมฆที่ระดับความสูงประมาณ 1,800-1,900 ม. อาจเป็นปัจจัยสำคัญที่จำกัดการกระจายของสนสามใบไม่ให้เจริญเติบโตในพื้นที่สูงกว่านี้ (Santisuk, 1988) ป่าสนผสมป่าเต็งรังสามารถแยกเป็นสังคมพืชย่อยตามชนิดของพันธุ์ไม้เด่น คือ เต็ง รัง เหียงและพลวง ส่วนป่าสนผสมป่าดิบเขาจะมีไม้ก่อ (oaks) ชนิดต่าง ๆ ขึ้นเป็นพันธุ์ไม้เด่น สนสองใบมักจะขึ้นอยู่เป็นไม้เด่นเฉพาะในป่าสนผสมป่าเต็งรัง ที่ระดับความสูง 500-1,100 เมตร ขณะที่สนสามใบจะขึ้นอยู่เป็นไม้เด่นในป่าสนผสมไม้ก่อ แต่ขึ้นปะปนบ้างในป่าสนผสมป่าเต็งรังที่ระดับความสูง 900-1,300 เมตร ในสังคมพืชย่อยของป่าสน (subtype communities) นั้นนอกจากจะมีพันธุ์ไม้เด่นที่ต่างกันแล้ว น่าจะมีความผันแปรเกี่ยวกับพันธุ์ไม้ชนิดอื่น ๆ ที่ขึ้นอยู่ ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้และปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางกายภาพต่าง ๆ เช่น ลักษณะดิน ความชื้น

อุณหภูมิ แสง เป็นต้น การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะดิน ปริมาณการสะสมคาร์บอนและธาตุอาหารในดินป่าสนธรรมชาติ 4 ชนิดย่อย เพื่อประเมินอิทธิพลของลักษณะดินและพืชพรรณไม้ในสังคมพืชย่อยที่มีต่อปริมาณการกักเก็บคาร์บอนไว้ในระบบนิเวศป่าสนธรรมชาติ สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการอนุรักษ์และฟื้นฟูป่าสนธรรมชาติต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พื้นที่วิจัย

พื้นที่วิจัยคือ ตำบลบ้านจันทร์ อำเภอภักดีชุมพล จังหวัดเชียงใหม่ อยู่รอบรัศมี 5 กม. โดยประมาณของพิกัดที่เส้นรุ้งที่ 19°04' N เส้นแวงที่ 98°18' E พื้นที่อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางระหว่าง 950-1,200 เมตร และอยู่ห่างจากจังหวัดเชียงใหม่ไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือประมาณ 90 กม. มีวัดดุดันกำเนิดดินเป็นหินแกรนิตเป็นส่วนใหญ่

2. การวางแผนแปลงสุ่มตัวอย่างศึกษาพันธุ์ไม้

ทำการวางแผนแปลงสุ่มตัวอย่างขนาด 40 x 40 ตร.ม. จำนวน 70 แปลง ในป่าสนธรรมชาติโดยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบแจกแจงพื้นที่ (stratified random sampling) เก็บข้อมูลเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับอก (girth at breast

height, 1.3 เมตร จากพื้นดิน) ความสูงและขนาดทรงพุ่มของไม้ยืนต้นทุกต้น จำนวนแปลงที่ใช้แตกต่างกันตามชนิดย่อยของป่า ซึ่งขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่ที่พบ ป่าสนผสมเหียง (จำนวน 35 แปลง ที่ระดับความสูง 1,000-1,100 เมตร) ป่าสนผสมพลวง (21 แปลง ที่ความสูง 1,000-1,100 เมตร) ป่าสนผสมเต็ง (12 แปลง ที่ความสูง 1,000-1,150 เมตร) และป่าสนผสมก่อ (2 แปลง ที่ความสูง 1,150-1,200 เมตร) คำนวณลักษณะเชิงปริมาณของพันธุ์ไม้และสังคมพืช ได้แก่ ค่าความถี่ของการพบ (frequency) ความหนาแน่น (density) ความเด่น (dominance) ดัชนีความสำคัญ (important value index, IVI) ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ (species diversity index) (Krebs, 1985) เพื่อจำแนกชนิดย่อยของสังคมพืชป่าสนธรรมชาติ

3. การศึกษาสมบัติของดิน การสะสมคาร์บอนและธาตุอาหารในดิน

เก็บตัวอย่างดินในสังคมพืชย่อยป่าสนแต่ละชนิดโดยชุดหลุมดินในแปลงสุ่มตัวอย่างพันธุ์ไม้ จำนวน 3 หลุมต่อสังคมพืช ที่ความลึก 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80 และ 80-100 ซม. เก็บตัวอย่างดินแบบรวม (composite sampling) วิเคราะห์ดินเพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ (1) ความหนาแน่นรวม โดยวิธี core method (2) ปริมาณกรวด (อนุภาคขนาด > 2 mm) โดยวิธีชั่งน้ำหนัก (3) การกระจายของขนาดอนุภาคดิน (particle-size distribution) และเนื้อดิน (soil texture) ใช้วิธี hydrometer method และศึกษาสมบัติทางเคมี ได้แก่ (1) ปฏิกริยาดิน (soil reaction, pH) ใช้ pH meter ในอัตราส่วนดินต่อน้ำ 1:1 (McLean, 1982) (2) ความจุแลกเปลี่ยนไอออนบวก (CEC) (Rhoades, 1982) (3) อินทรีย์วัตถุและคาร์บอนใช้วิธี wet oxidation ของ Walkley and Black (Nelson and Sommers, 1982) (4) ไนโตรเจนรวม (total-N) ใช้วิธี micro kjedahl method (Bremner and Mulvaney, 1982) (5) ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสที่สกัดได้ ใช้วิธี Bray II และ colorimetric method (Olsen and Sommers, 1982) (6) ความเข้มข้นของโพแทสเซียมที่สกัดได้ใช้วิธีการสกัดด้วยสารละลาย ammonium acetate 1N, pH 7.0 และอ่านค่าด้วยเครื่อง

flame photometer (Knudsen *et al.*, 1982) (7) ความเข้มข้นของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้ใช้วิธีการสกัดด้วยสารละลาย ammonium acetate 1N, pH 7.0 และอ่านค่าด้วยเครื่อง atomic absorption (Lanyon and Heald, 1982)

คำนวณปริมาณการสะสมอินทรีย์วัตถุ คาร์บอน และธาตุอาหารในดิน ปริมาณมวลดิน (soil mass) หรืออนุภาคดิน (≤ 2 มม.) ต่อพื้นที่ ($\text{Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$) และค่าความเข้มข้นของอินทรีย์วัตถุ คาร์บอนและธาตุอาหารในแต่ละชั้นดิน (0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80 และ 80-100 ซม.)

ผลการศึกษา

1. ลักษณะของสังคมพืช (Plant communities)

พบพันธุ์ไม้ทั้งหมดในป่าสนธรรมชาติจำนวน 64 ชนิด ใน 26 วงศ์ 43 สกุล แยกเป็นไม้ยืนต้น 47 ชนิด ไม้ยืนต้นขนาดเล็ก 10 ชนิด ไม้พุ่ม 5 ชนิดและไม้เลื้อย 2 ชนิด ซึ่งสามารถแบ่งเป็นสังคมพืชป่าสนธรรมชาติ 4 ชนิดย่อยได้แก่

ป่าสนผสมเหียง (P-DDF1): พบพันธุ์ไม้ 38 ชนิด พันธุ์ไม้ที่มีดัชนีความสำคัญสูง 5 ลำดับแรกคือ สนสองใบ เหียง รักใหญ่ สนสามใบและมะขามป้อม มีค่า 34.77, 27.11, 10.17, 7.38 และ 1.76% ของพันธุ์ไม้ทั้งหมด ตามลำดับ มีความหนาแน่นต้นไม้เฉลี่ย 346 trees.ha⁻¹ พื้นที่หน้าตัดลำต้นรวม 21.38 m².ha⁻¹ และดัชนีความหลากหลายของชนิดพันธุ์เท่ากับ 2.55

ป่าสนผสมพลวง (P-DDF2): พบพันธุ์ไม้ 46 ชนิด พันธุ์ไม้ที่มีดัชนีความสำคัญสูง 5 ลำดับแรกคือ สนสองใบ พลวง สนสามใบ เคาะและรักใหญ่ เท่ากับ 20.84, 16.96, 9.90, 7.86 และ 6.28 % ตามลำดับ มีความหนาแน่น 756 tree.ha⁻¹ พื้นที่หน้าตัดลำต้น 17.44 m².ha⁻¹ และดัชนีความหลากหลายชนิดพันธุ์ 3.66

ป่าสนผสมเต็ง (P-DDF3): พบพันธุ์ไม้ 56 ชนิด พันธุ์ไม้ที่มีดัชนีความสำคัญสูง 5 ลำดับแรกคือ สนสามใบ เต็ง เคาะ สนสองใบและแข่งกวาง เท่ากับ 15.14 12.07 9.40 7.60 และ 6.98 % ตามลำดับ มีความหนาแน่น

1,075 tree.ha⁻¹ พื้นที่หน้าตัดลำต้น 17.13 m².ha⁻¹ และดัชนีความหลากหลายชนิดพันธุ์ 3.88

ป่าสนผสมก่อ (P-LMF): พบพันธุ์ไม้ 24 ชนิด พันธุ์ไม้ที่มีดัชนีความสำคัญสูง 5 ลำดับแรก คือ สนสามใบ ก่อเดียว ก่อแดง เคาะและก่อหมาก เท่ากับ 29.36 10.32 8.02 7.14 และ 6.02 % ตามลำดับ มีความหนาแน่น 794 tree.ha⁻¹ พื้นที่หน้าตัดลำต้น 17.13 m².ha⁻¹ และดัชนีความหลากหลายชนิดพันธุ์ 3.61

2. สมบัติของดิน (Soil properties)

2.1 ลักษณะของชั้นดิน (Soil profiles)

ป่าสนผสมเหียง: ดินลึกมากกว่า 1 เมตร มีการพัฒนาของชั้นดินสูง ดินบน (A/AB/BA) มีเนื้อดินเป็นดินเหนียวปนทรายถึงร่วนเหนียวปนทราย สีเทาและสีเหลืองแดง ความหนาแน่นรวมปานกลาง ปฏิกริยาดินเป็นกรด ปานกลางถึงกรดเล็กน้อย ดินล่าง (Bt1/Bt2/Bt3...) เป็นดินเหนียว สีแดงถึงแดงเข้ม ความหนาแน่นรวมค่อนข้างต่ำ ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลาง

ป่าสนผสมพลวง: ดินลึกมากกว่า 1 เมตร ดินบน (A/BA) มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย มีสีเทาและสีเหลืองแดง ปฏิกริยาดินเป็นกรดจัดถึงกรดปานกลาง ดินล่าง (Bt1/Bt2/Bt3...) เป็นดินเหนียว สีแดงถึงแดงเข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลาง

ป่าสนผสมเต็ง: ดินลึกมากกว่า 1 เมตร ดินบน (A/BA) มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงเหนียวปนทราย สีเทาปนแดงและสีน้ำตาลแดง ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย ดินล่าง (Bt1/Bt2/Bt3...) มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว สีแดงถึงแดงเข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย

ป่าสนผสมก่อ: ดินลึกมากกว่า 1 เมตร มีการพัฒนาของชั้นดินสูง ดินบน (A/BA) มีเนื้อดินเป็นดินร่วนเหนียวถึงร่วนเหนียวปนทราย มีสีน้ำตาลแดงเข้ม ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลาง ดินล่าง (Bt1/Bt2/Bt3...) มีสีแดงถึงแดงเข้ม มีเนื้อดินเป็นดินเหนียว ปฏิกริยาดินเป็นกรดปานกลาง

ดินในป่าสนธรรมชาติทั้ง 4 ชนิดย่อย จัดอยู่ใน Order Ultisols เนื่องจากมีการสะสมของดินเหนียวในดินชั้น B มาก และมีการพัฒนาของชั้นดินสูง

2.2 สมบัติทางกายภาพ

ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพของดินลึก 100 ซม. ในป่าสนทั้ง 4 สังคมพืชแสดงในตารางที่ 1

(1) **ความหนาแน่นรวม (bulk density)** ดินป่าสนผสมเหียงที่ความลึก 0-30 ซม. มีความหนาแน่นปานกลาง (1.41-1.45 Mg.m⁻³) และดินที่ความลึก 30-100 ซม. มีค่าค่อนข้างต่ำ (1.36-1.39 Mg.m⁻³) ดินในป่าสนผสมพลวงดินมีความหนาแน่นปานกลาง (1.41-1.54 Mg.m⁻³) ที่ความลึก 0-60 ซม. และมีค่าค่อนข้างต่ำ (1.37-1.38 Mg.m⁻³) ที่ความลึก 60-100 ซม. ดินป่าสนผสมเต็งดินมีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ (1.24-1.39 Mg.m⁻³) เกือบตลอดชั้นดิน (0-80 ซม.) ส่วนดินป่าสนผสมก่อมีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ (1.22-1.36 Mg.m⁻³) ที่ความลึก 0-10 ซม. และมีค่าปานกลาง (1.42-1.55 Mg.m⁻³) ที่ความลึก 10-100 ซม.

(2) **ปริมาณกรวดและอนุภาคดิน** ดินในป่าสนผสมเหียง ผสมพลวงและและก่อ มีปริมาณก้อนกรวดในชั้นดินเล็กน้อยและมีปริมาณสูงชันในชั้นดินที่ลึกลงไป ขณะที่ดินในป่าสนผสมเต็งมีปริมาณกรวดเล็กน้อยเกือบตลอดชั้นดิน แต่มีปริมาณสูงกว่าชั้นดินอื่น ที่ระดับความลึก 5-10 ซม. (13.7 %) ส่วนปริมาณอนุภาคดินมี ปริมาณผกผันกับปริมาณกรวด

(3) **การกระจายของอนุภาคดิน (soil particle-size distribution)** อนุภาคทรายในดินป่าสนทั้ง 4 สังคมพืชมีมากในดินชั้นบน (0-20 ซม.) และลดลงในดินล่าง โดยมีสัดส่วนที่ผันแปรแตกต่างกัน ปริมาณทรายแบ่ง ในดินป่าสนมีอยู่ในสัดส่วนที่น้อยเกือบตลอดชั้นดิน ปริมาณของดินเหนียว ในป่าสนมีปริมาณดินเหนียว 20-40% ในดินชั้นบน (0-20 ซม.) และเพิ่มขึ้นเป็น 40-60% ในดินล่าง (ลึกมากกว่า 20 ซม.)

(4) **เนื้อดิน (soil texture):** ชั้นดินบนที่ความลึก 0-20 ซม. ของป่าสนทั้ง 4 ชนิดย่อยมีเนื้อดินละเอียดถึงหยาบปานกลาง (clay loam-sandy loam) ส่วนดินล่างที่อยู่ลึกลงไป (20-100 ซม.) มีเนื้อดินละเอียดแบบดินเหนียว (clay)

2.3 สมบัติทางเคมี

ผลการศึกษาสมบัติทางเคมีของดินในป่าสนทั้ง 4 สังคมพืชแสดงในตารางที่ 2

Table 1 Physical properties in one-meter soil profiles under different subtypes of pine forest

Forest type	Soil depth	Bulk density	Gravel	Soil	Soil particle-size			Soil texture
			(>2 mm)	(<=2 mm)	distribution			
					Sand	Silt	Clay	
	(cm)	(Mg.m ³)	(%)		(%)			
Pine-D. <i>obtusifolius</i> (P-DDF1)	0-5	1.45	3.9	96.1	64.4	6.6	29.0	Sandy Clay Loam
	5-10	1.41	1.4	98.6	56.2	7.4	36.4	Sandy Clay
	10-20	1.4	2.3	97.7	56.3	9.1	34.6	Sandy Clay Loam
	20-30	1.4	12.3	87.7	40.0	7.2	52.8	Clay
	30-40	1.36	5.0	95.0	38.4	8.8	52.8	Clay
	40-60	1.36	7.9	92.1	38.4	10.6	51.0	Clay
	60-80	1.4	8.6	91.4	40.8	12.0	47.2	Clay
	80-100	1.39	10.7	89.3	40.4	11.2	48.4	Clay
Pine-D. <i>tuberculatus</i> (P-DDF2)	0-5	1.54	7.2	92.8	64.4	6.6	29.0	Sandy Clay Loam
	5-10	1.4	8.2	91.8	56.3	13.1	30.6	Sandy Clay Loam
	10-20	1.48	9.6	90.4	50.4	14.8	34.8	Sandy Clay Loam
	20-30	1.45	7.1	92.9	44.8	12.4	42.8	Clay
	30-40	1.48	10.2	89.8	44.4	12.6	43.0	Clay
	40-60	1.49	21.1	78.9	44.4	13.0	42.6	Clay
	60-80	1.37	12.7	87.3	44.4	13.0	42.6	Clay
	80-100	1.38	20.1	79.9	42.8	14.6	42.6	Clay
Pine-S. <i>obtusa</i> (P-DDF3)	0-5	1.24	3.9	96.1	58.6	16.6	24.8	Sandy Clay Loam
	5-10	1.39	13.7	86.4	45.4	15.0	39.6	Sandy Clay
	10-20	1.26	8.0	92.0	38.2	31.8	30.0	Sandy Loam
	20-30	1.34	3.0	97.0	34.4	20.0	45.6	Clay
	30-40	1.33	3.0	97.0	32.2	11.8	56.0	Clay
	40-60	1.33	4.1	95.9	30.6	12.6	56.8	Clay
	60-80	1.38	6.5	93.5	32.4	14.8	52.8	Clay
	80-100	1.42	6.3	93.7	23.6	25.6	50.8	Clay
Pine-oak (P-LMF)	0-5	1.22	1.0	99.0	54.0	23.6	22.4	Sandy Clay Loam
	5-10	1.36	8.4	91.6	46.4	24.8	28.8	Sandy Clay Loam
	10-20	1.42	4.6	95.4	36.8	27.8	35.4	Clay Loam
	20-30	1.49	2.2	97.8	36.8	25.6	37.6	Clay
	30-40	1.55	4.9	95.1	37.0	22.4	40.6	Clay
	40-60	1.55	3.6	96.4	36.3	21.0	42.8	Clay
	60-80	1.49	2.3	97.7	39.2	19.6	41.2	Clay
	80-100	1.52	22.1	77.9	36.3	22.1	41.6	Clay

Table 2 Chemical properties in one-meter soil profiles under different subtypes of pine forest

Forest type	Soil depth (cm)	pH	CEC (cmol.kg ⁻¹)	SOM (g.kg ⁻¹)	SOC (g.kg ⁻¹)	Total-N C/N ratio		Extr. P	Extr. K	Extr. Ca	Extr. Mg
Pine-D. <i>obtusifolius</i> (P-DDF1)	0-5	5.7	11.0	26.6	15.4	0.8	19.3	14.0	82.0	300.0	112.7
	5-10	6.2	9.2	12.1	7.0	0.4	17.5	19.0	72.5	170.0	108.1
	10-20	5.6	12.2	13.3	7.7	0.4	19.3	4.2	101.0	142.0	148.4
	20-30	5.7	12.8	6.9	4.0	0.2	20.0	0.1	80.0	76.0	117.3
	30-40	5.8	12.4	4.5	2.6	0.2	13.1	nd.	79.5	56.0	40.3
	40-60	6	11.2	4.7	2.7	0.2	13.6	nd.	72.5	64.0	103.5
	60-80	5.2	10.3	2.2	1.3	0.2	6.4	0.1	57.5	68.0	97.8
	80-100	6.1	11.6	1.8	1.0	0.2	5.2	nd.	53.0	76.0	90.9
Pine-D. <i>tuberculatus</i> (P-DDF2)	0-5	5.7	14.8	34.4	20.0	1.1	18.1	6.7	112.5	98.0	101.2
	5-10	5.6	10.9	25.2	14.6	0.5	29.2	3.4	105.0	40.0	64.4
	10-20	5.4	9.0	16.5	9.6	0.5	19.1	0.9	93.5	32.0	55.2
	20-30	5.6	9.3	11.6	6.7	0.4	16.8	nd.	114.5	20.0	40.3
	30-40	5.8	8.8	6.2	3.6	0.4	9.0	nd.	109.0	12.0	33.4
	40-60	5.8	10.3	3.3	1.9	0.3	6.4	nd.	88.5	14.0	29.9
	60-80	5.8	8.7	5.1	3.0	0.2	14.8	nd.	78.5	30.0	35.7
	80-100	6	6.2	3.4	2.0	0.2	9.9	nd.	76.5	46.0	40.3
Pine-S. <i>obtusata</i> (P-DDF3)	0-5	6.5	16.1	53.5	31.0	1.2	25.9	8.3	187.5	674.0	261.1
	5-10	5.4	12.2	35.6	20.6	0.8	25.8	nd.	158.0	78.0	69.0
	10-20	5.8	13.0	20.2	11.7	0.6	19.5	nd.	199.5	54.0	70.2
	20-30	6.1	13.1	12.9	7.5	0.5	15.0	nd.	154.5	46.0	108.1
	30-40	6.2	13.1	5.9	3.4	0.4	8.6	nd.	131.5	60.0	108.1
	40-60	6	13.1	1.6	0.9	0.3	3.1	nd.	73.5	52.0	81.7
	60-80	6	10.1	2.6	1.5	0.2	7.5	nd.	61.5	48.0	72.5
	80-100	6	10.2	0.6	0.3	0.2	1.7	nd.	65.5	46.0	69.0
Pine-oak (P-LMF)	0-5	5.9	12.0	58.5	33.9	1.3	26.1	5.8	45.5	328.0	95.5
	5-10	5.6	9.1	28.1	16.3	0.6	27.2	5.0	26.5	44.0	28.8
	10-20	5.5	10.2	21.0	12.2	0.5	24.4	0.9	18.0	32.0	20.7
	20-30	5.6	10.4	13.4	7.8	0.4	19.4	nd.	13.5	36.0	21.9
	30-40	5.7	9.6	7.5	4.4	0.3	14.5	nd.	16.0	54.0	27.6
	40-60	5.9	11.0	5.6	3.2	0.3	10.8	nd.	13.5	72.0	34.5
	60-80	5.6	9.6	3.8	2.2	0.3	7.3	nd.	69.0	22.0	16.1
	80-100	5.8	7.8	2.9	1.7	0.2	8.4	nd.	4.5	26.0	20.7

(1) **ปฏิกิริยาของดิน (soil reaction, pH)** ดินป่าสนผสมเหียงที่ผิวดิน (0-10 ซม.) ดินมีปฏิกิริยาเป็นกรดปานกลาง (pH, 5.7) และดินที่อยู่ลึกลงไปมีปฏิกิริยาผันแปรระหว่างเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย (pH, 5.2-6.1) ดินป่าสนผสมพลวงที่ความลึก 0-10 ซม. มีปฏิกิริยาเป็นกรดปานกลาง (pH, 5.6-5.7) แต่เป็นกรดจัด (pH, 5.4) ที่ระดับความลึก 10-20 ซม. ส่วนชั้นดินที่อยู่ลึกลงไปเป็นกรดปานกลาง (pH, 5.6-6.0) ดินป่าสนผสมเต็งมีปฏิกิริยาเป็นกรดเล็กน้อย (pH, 6.5) ในดินที่ความลึก 0-5 ซม. และผันแปรระหว่างกรดจัดถึงกรดเล็กน้อย (pH, 5.4-6.1) ในดินล่าง ส่วนดินป่าสนผสมก่อตลอดความลึก 0-100 ซม. เป็นกรดปานกลาง (pH, 5.6-5.9)

(2) **ความจุแลกเปลี่ยนประจุบวกของดิน (cation exchange capacity, CEC)** ดินในป่าสนทั้ง 4 ชนิดมีความจุแลกเปลี่ยนประจุบวกผันแปรในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูงในดินชั้นบนสุด ที่ความลึก 0-5 ซม. โดยมีค่าผันแปรระหว่าง $11.0-16.1 \text{ cmol.kg}^{-1}$ และดินที่อยู่ลึกลงไปมีค่าค่อนข้างต่ำถึงปานกลาง ($6-15 \text{ cmol.kg}^{-1}$)

(3) **อินทรีย์วัตถุและคาร์บอนในดิน (soil organic matter and carbon, SOM & SOC)** ดินชั้นบนสุดที่ความลึก 0-5 ซม. ของป่าสนผสมเหียงและผสมพลวงมีความเข้มข้นของอินทรีย์วัตถุผันแปรอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ($26.6-34.4 \text{ g.kg}^{-1}$) ขณะที่ดินชั้นบนสุดในป่าสนผสมเต็งและป่าสนผสมก่อมีค่าที่สูงมาก ($53.5-58.5 \text{ g.kg}^{-1}$) สำหรับดินที่ความลึก 5-20 ซม. ของป่าสนทั้ง 4 ชนิดมีค่าค่อนข้างต่ำถึงสูง ($12.1-35.6 \text{ g.kg}^{-1}$) ส่วนดินที่อยู่ลึกลงไปมีอินทรีย์วัตถุลดลงตามความลึกจนถึงระดับต่ำมาก สำหรับความเข้มข้นของคาร์บอนมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับอินทรีย์วัตถุ

(4) **ไนโตรเจนทั้งหมดในดิน (total-N)** ดินชั้นบนสุด (0-5 ซม.) ของป่าสนผสมพลวง ผสมเต็งและผสมก่อ มีไนโตรเจนรวมอยู่ในระดับต่ำ ($1.1-1.3 \text{ g.kg}^{-1}$) และมีความเข้มข้นลดลงในดินที่ลึกลงมีค่าต่ำมาก ส่วนดินป่าสนผสมเหียงมีความเข้มข้นอยู่ในระดับต่ำมาก

(5) **สัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio)** ดินชั้นบนของป่าสนผสมเหียงมีค่า C/N ratio ผันแปรระหว่าง 17.5-19.3 ในขณะที่ดินที่ระดับความลึก

เดียวกันของป่าสนผสมพลวง เต็งและค่าผันแปรในช่วง 19.1-19.3 ซึ่งไม่แตกต่างกัน

(6) **ฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (extractable P)** ฟอสฟอรัสที่สกัดได้ในดินป่าสนผสมเหียงที่ความลึก 0-10 ซม. มีค่าอยู่ในระดับปานกลางถึงค่อนข้างสูง ($14.0-19.0 \text{ mg.kg}^{-1}$) ขณะที่ดินในป่าสนชนิดย่อยอื่น ๆ มีค่าต่ำมากถึงค่อนข้างต่ำ ($< 10 \text{ mg.kg}^{-1}$) ชั้นดินที่อยู่ลึกลงไปมีค่าความเข้มข้นที่ต่ำมาก ดินโดยทั่วไปมักจะมีฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์น้อย ซึ่งมักจะถูกตรึงไว้ในรูปที่ไม่ได้เป็นประโยชน์ต่อพืชโดยตรง แต่จะถูกปลดปล่อยออกมาทีละน้อย

(7) **โพแทสเซียมที่สกัดได้ (extractable K)** ดินชั้นบนของป่าสนผสมเหียงและพลวง ที่ความลึก 0-30 ซม. มีความเข้มข้นของโพแทสเซียมอยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ($82.0-112.5 \text{ mg.kg}^{-1}$) และมีแนวโน้มลดลงตามระดับความลึก แต่มีค่าผันแปรมาก ($53-114.5 \text{ mg.kg}^{-1}$) ดินป่าสนผสมเต็งที่ระดับความลึก 0-40 ซม. มีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง ($131.5-119.5 \text{ mg.kg}^{-1}$) และดินล่างมีค่าปานกลาง ($61.5-73.5 \text{ mg.kg}^{-1}$) ขณะที่ดินป่าสนผสมก่อที่ความลึก 0-5 ซม. มีค่าต่ำและต่ำมากในดินล่าง

(8) **แคลเซียมที่สกัดได้ (extractable Ca)** ดินในป่าสนธรรมชาติทั้ง 4 ชนิดย่อยเกือบตลอดชั้นความลึกของดินมีความเข้มข้นของแคลเซียมที่ผันแปรอยู่ในช่วงที่ต่ำมาก ($< 400 \text{ mg.kg}^{-1}$) และมีแนวโน้มลดลงตามความลึก ยกเว้นในชั้นดินลึก 0-5 ซม. ของป่าสนผสมเต็งที่มีค่าปานกลาง (674 mg.kg^{-1})

(9) **แมกนีเซียมที่สกัดได้ (extractable Mg)** ความเข้มข้นของแมกนีเซียมที่สกัดได้ในดินชั้นบนสุด (0-5 ซม.) ของป่าสนผสมเหียง ผสมพลวงและผสมก่อ มีค่าต่ำ ($95.5-112.7 \text{ mg.kg}^{-1}$) แต่ดินชั้นบนสุดในป่าสนผสมเต็งมีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (261.1 mg.kg^{-1}) และในชั้นดินที่ลึกลงไปของป่าสนเหล่านี้มีแนวโน้มลดลงตามความลึก มีค่าผันแปรอยู่ในระดับต่ำถึงต่ำ, kd ($4.5-117.3 \text{ mg.kg}^{-1}$) ยกเว้นในดินที่ระดับความลึก 10-20 ซม. ของป่าสนผสมเหียง

3 .การสะสมอินทรีย์วัตถุ คาร์บอนและธาตุอาหาร ในดิน

ปริมาณอินทรีย์วัตถุ (SOM) คาร์บอน (SOC)
และไนโตรเจนรวม (total-N) การสะสมของธาตุอาหารที่

สกัดได้ของธาตุฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและ
แมกนีเซียม ในชั้นดินลึก 100 ซม. ของป่าสนธรรมชาติ 4
ชนิดย่อยได้แสดงไว้ใน ตารางที่ 3 รูปที่ 1 และรูปที่ 2

Table 3 Amounts of soil organic matter (SOM) soil organic carbon (SOC) total-N and extractable of soil
nutrients (P, K, Ca and Mg) in one-meter soil profiles under different subtypes of pine forest

Forest type	Soil depth (cm)	SOM	SOC	Total-N	Extr. P	Extr. K	Extr. Ca	Extr. Mg
		(Mg.ha ⁻¹)		(kg.ha ⁻¹)				
Pine-D. <i>obtusifolius</i> (P-DDF1)	0-5	18.5	10.7	557.4	9.8	57.1	209.0	78.5
	5-10	8.4	4.9	278.1	13.2	50.4	118.2	75.2
	10-20	18.2	10.6	547.1	5.7	138.1	194.2	202.9
	20-30	8.5	4.9	245.5	0.1	98.2	93.3	144.0
	30-40	5.8	3.4	258.3	nd	102.7	72.3	52.0
	40-60	11.8	6.8	501.1	nd	181.6	160.3	259.3
	60-80	5.6	3.3	511.6	0.3	147.1	173.9	250.1
	80-100	4.5	2.6	496.7	nd	131.6	188.7	225.6
	0-100	81.3	47.1	3,395.8	29.1	906.9	1,210.1	1,287.5
Pine-D. <i>tuberculatus</i> (P-DDF2)	0-5	19.3	11.2	616.8	3.7	63.1	54.9	56.7
	5-10	16.2	9.4	321.4	2.2	67.5	25.7	41.4
	10-20	22.1	12.8	668.9	1.2	125.1	42.8	73.8
	20-30	15.6	9.1	538.9	nd	154.3	26.9	54.2
	30-40	8.2	4.8	531.9	nd	144.9	16.0	44.3
	40-60	7.8	4.5	705.6	nd	208.2	32.9	70.3
	60-80	12.2	7.1	478.2	nd	187.7	71.7	85.2
	80-100	7.5	4.3	440.9	nd	168.6	101.4	88.7
	0-100	108.9	63.2	4,302.6	7.1	1,119.4	372.4	514.9
Pine-S. <i>obtus a</i> (P-DDF3)	0-5	31.9	18.5	715.2	4.9	111.8	401.7	155.6
	5-10	21.4	12.4	480.1	nd	94.8	46.8	41.4
	10-20	23.4	13.6	695.7	nd	231.3	62.6	81.3
	20-30	16.8	9.7	650.1	nd	200.9	59.8	140.6
	30-40	7.6	4.4	516.1	nd	169.7	77.4	139.5
	40-60	4.1	2.4	765.4	nd	187.5	132.7	208.3
	60-80	6.7	3.9	516.0	nd	158.7	123.8	186.9
	80-100	1.6	0.9	532.2	nd	174.3	122.4	183.6
	0-100	113.4	65.8	4,870.8	4.9	1,328.9	1,027.3	1,137.2
Pine-oak (P-LMF)	0-5	35.3	20.5	785.1	3.5	27.5	198.1	57.6
	5-10	17.5	10.2	373.7	3.1	16.5	27.4	17.9
	10-20	28.4	16.5	677.3	1.2	24.4	43.3	28.0
	20-30	19.5	11.3	582.8	nd	19.7	52.5	31.8
	30-40	11.1	6.4	442.1	nd	23.6	79.6	40.7
	40-60	16.7	9.7	896.8	nd	40.4	215.2	103.1
	60-80	11.1	6.4	873.5	nd	200.9	64.1	46.9
	80-100	6.9	4.0	473.8	nd	10.7	61.6	49.0
	0-100	146.5	85.0	5,105.1	7.9	363.5	741.7	375.1

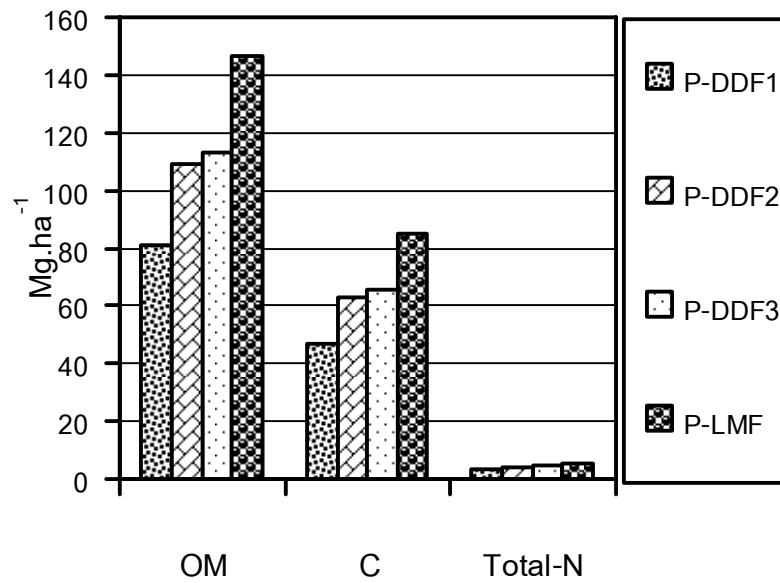


Figure 1 Soil organic matter, carbon and nitrogen accumulated in one-meter soil profiles under different subtypes of pine forest

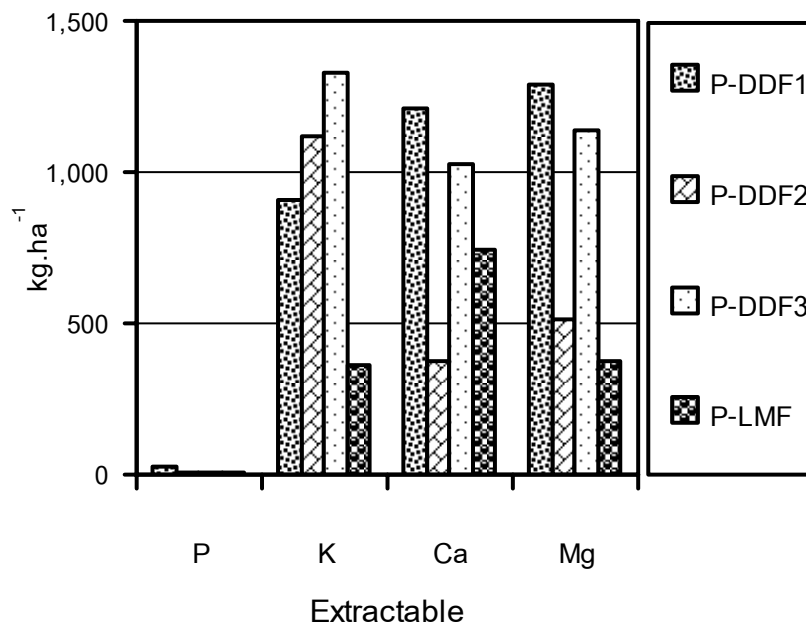


Figure 2 Amounts of extractable P, K, Ca and Mg accumulated in one-meter soil profiles under different subtypes of pine forest

(1) อินทรีย์วัตถุและคาร์บอน (organic matter and carbon) การสะสมของอินทรีย์วัตถุและคาร์บอนในดินป่าสนทั้ง 4 ชนิด ส่วนใหญ่อยู่ในชั้นดินบนที่ความลึก 0-20 ซม. (มากกว่าร้อยละ 50) ส่วนชั้นดินที่ลึกลงไปมีปริมาณการสะสมลดลง ปริมาณของอินทรีย์วัตถุและคาร์บอนในดินป่าสนผสมกุ่มมีมากที่สุด (146.5 และ 85.0 Mg.ha⁻¹) รองลงไปที่คือ ดินป่าสนผสมเต็ง (113.4 และ 65.8 Mg.ha⁻¹) ป่าสนผสมพลวง (108.9 และ 63.2 Mg.ha⁻¹) และน้อยที่สุดในป่าสนผสมเหียง (81.3 และ 47.1 Mg.ha⁻¹)

(2) ไนโตรเจนรวม (total-N) ไนโตรเจนมีการสะสมมากในดินชั้นบนและลดลงตามความลึกของดินป่าสน โดยมีปริมาณการสะสมมากที่สุดในดินป่าสนผสมกุ่ม (5,105.1 kg.ha⁻¹) รองลงไปที่คือ ดินป่าสนผสมเต็ง (4,870.8 kg.ha⁻¹) ป่าสนผสมพลวง (4,302.6 kg.ha⁻¹) และน้อยที่สุดในป่าสนผสมเหียง (3,395.8 kg.ha⁻¹)

(3) ฟอสฟอรัสที่สกัดได้ (extractable P) ในดินป่าสนธรรมชาติมีการสะสมฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มากในชั้นดินบน (0-20 ซม.) และมีแนวโน้มลดลงตามความลึกของดินและมีปริมาณน้อยมากในดินที่ความลึก 40-100 ซม. ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ในชั้นดินลึก 100 ซม. มีปริมาณผันแปรระหว่าง 4.9-29.1 kg.ha⁻¹ โดยมีปริมาณน้อยที่สุดในป่าสนผสมเต็งและมากที่สุดในป่าสนผสมเหียง

(4) โพแทสเซียมที่สกัดได้ (extractable K) โพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์มีการสะสมมากในดินชั้นบนและลดลงตามความลึกของดินป่าสน ยกเว้นในดินป่าสนผสมกุ่มที่มีการสะสมมากที่สุดที่ความลึก 60-80 ซม. ดินป่าสนมีโพแทสเซียมที่เป็นประโยชน์ในชั้นดินลึก 100 ซม. ผันแปรในช่วง 363.5-1,328.9 kg.ha⁻¹ โดยมีปริมาณมากที่สุดในป่าสนผสมเต็งและน้อยที่สุดในป่าสนผสมกุ่ม

(5) แคลเซียมที่สกัดได้ (extractable Ca) แคลเซียมที่สกัดได้มีการสะสมมากในดินที่ความลึก 0-20 ซม. และมีปริมาณค่อนข้างสม่ำเสมอในชั้นดินที่อยู่ลึกลงไป ดินป่าสนมีปริมาณแคลเซียมที่สกัดได้ในชั้นดินลึก 100 ซม. ผันแปรอยู่ในช่วง 372.4-1,210.1 kg.ha⁻¹ โดยมีมากที่สุดในป่าสนผสมเต็งและน้อยที่สุดในป่าสนผสมพลวง

(6) แมกนีเซียมที่สกัดได้ (extractable Mg) แมกนีเซียมที่สกัดได้มีการสะสมมากในดินป่าสนที่ความลึก 0-20 ซม. และลดลงตามความลึก ดินป่าสนมีแมกนีเซียมที่สกัดได้ในชั้นดินลึก 100 ซม. ผันแปรระหว่าง 375.1-1,287.5 kg.ha⁻¹ โดยมีมากที่สุดในป่าสนผสมเหียงและน้อยที่สุดในป่าสนผสมกุ่ม

การวิจารณ์ผล

มีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อลักษณะของดินในป่าสนธรรมชาติ ได้แก่ ชนิดย่อยของสังคมพืช วัตถุต้นกำเนิดดิน สภาพภูมิอากาศ สภาพภูมิประเทศ การรบกวนจากมนุษย์จากการตัดฟันไม้ การเกิดไฟป่า เป็นต้น ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ในป่าจะมีอิทธิพลอย่างมากต่อลักษณะดิน โดยทำให้เกิดการหมุนเวียนธาตุอาหารลงสู่ดินจากการร่วงหล่นและย่อยสลายของซากพืชทั้งส่วนที่อยู่เหนือดินและในดิน (Pritchett and Fisher, 1987) ป่าสนผสมป่าเต็งรังขึ้นในพื้นที่ค่อนข้างแห้งและมีไฟป่าทุกปี รวมทั้งยังถูกรบกวนจากมนุษย์และสัตว์เลี้ยงเป็นประจำ โดยเฉพาะในป่าสนผสมเหียงและป่าสนผสมพลวงที่มีสภาพพื้นที่ไม่ลาดชันมาก ขณะที่ป่าสนผสมกุ่มขึ้นในพื้นที่ค่อนข้างชุ่มชื้นและมีไฟป่าบางปี ทำให้มีดินที่อุดมสมบูรณ์มากกว่า สุนทรและดุสิต (2549) ศึกษาผลกระทบของซากใบไม้ของพรรณไม้ที่มีต่อสมบัติของดินที่เกิดจากการย่อยสลายของซากใบไม้ที่ร่วงหล่น พบว่าสนสองใบ สนสามใบ เต็ง เหียง พลวง ก่อเดือยและก่อแป้น มีค่า pH เท่ากับ 3.66, 3.37, 4.11, 4.48, 5.18, 4.17 และ 4.38 ตามลำดับ ซึ่งจะส่งผลทำให้ดินเป็นกรดในระดับแตกต่างกัน แต่การเกิดไฟป่าอาจส่งผลทำให้ปฏิกิริยาดินในป่าไม่แตกต่างกันมาก เนื่องจากซากอินทรีย์ของพืชที่ร่วงหล่นจะถูกเผาไหม้เป็นขี้เถ้า ความแตกต่างของลักษณะดินระหว่างสังคมพืชย่อยของป่าสนผสมเต็งรังเกิดจากอิทธิพลร่วมกันของพันธุ์ไม้เด่น พันธุ์ไม้ชนิดอื่นที่ขึ้นอยู่และสภาพภูมิประเทศ

คาร์บอนที่สะสมในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปของอินทรีย์วัตถุ ซึ่งพบว่า ปริมาณคาร์บอนในดินมีการสะสมมากที่สุดในป่าสนผสมกุ่ม รองลงมาได้แก่ ป่าสนผสมเต็ง ป่าสนผสมพลวงและป่าสนผสมเหียง (85.0 65.8 63.2

และ $47.1 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ตามลำดับ) สมชาย (2555) ได้ศึกษาการสะสมคาร์บอนในดินลึก 100 ซม. ของสวนป่าสนสามใบชั้นอายุต่าง ๆ บริเวณหน่วยจัดการต้นน้ำบ่อแก้วมีค่าผันแปรอยู่ระหว่าง $73.1\text{--}146.2 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$

ไฟป่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีต่อปริมาณคาร์บอนในดินป่าสน โดยไฟป่าที่เกิดขึ้นในป่าสนทั้ง 4 ชนิดย่อยเป็นไฟผิวดินที่ไหม้ซากพืชที่ร่วงหล่นและพืชพื้นล่างในช่วงฤดูแล้ง พอช่วงฤดูฝนก็จะเกิดการชะกร่อนหน้าดิน ซึ่งจะพัดพาซี้เถาและอินทรีย์วัตถุตามผิวดินไปกับน้ำที่ไหลบ่าหน้าดิน ดินบนในป่าสนผสมป่าเต็งรังที่มีไม้เต็งและปาล์มผสมก่อมีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ แต่ดินล่างในป่าสนที่มีไม้เต็งและปาล์มมีการสะสมดินเหนียวมากกว่า ทำให้มีการเคลื่อนย้ายของอินทรีย์วัตถุลงไปในดินได้น้อย ดินบนในป่าสนผสมป่าเต็งรังที่มีไม้เต็งและปาล์มผสมก่อมีความหนาแน่นค่อนข้างต่ำ แต่ดินล่างในป่าสนที่มีไม้เต็งและปาล์มมีการสะสมดินเหนียวมากกว่า ทำให้มีการเคลื่อนย้ายของอินทรีย์วัตถุลงไปในดินป่าสนผสมก่อมากกว่าและส่งผลทำให้ปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินป่าสนผสมก่อมากกว่าอีก 3 ชนิดย่อย

ณัฐลักษณ์ (2552) ได้ศึกษาดินในป่าชนิดต่าง ๆ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจนในดินป่าสนผสมก่อลึกถึง 100 ซม. มีค่า $190.0, 110.2$ และ $7.31 \text{ Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณที่สูงมากกว่าในดินป่าสนผสมก่อจากการวิจัยนี้ เนื่องจากป่าสนผสมก่อบริเวณพื้นที่ศึกษาเป็นป่ารุ่นสองที่ฟื้นสภาพจากการทำไร่เลื่อนลอย สำหรับฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้มีค่า $16.0, 423.2, 165.8$ และ 65.45 kg/ha ตามลำดับ โดยมีปริมาณฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมที่สูงกว่า แต่มีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมต่ำกว่า หินต้นกำเนิดดินบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุยเป็นหินแกรนิต เช่นเดียวกันแต่อาจมีองค์ประกอบทางแร่ที่ผันแปรแตกต่างกันบ้าง

สรุป

ป่าสนธรรมชาติในพื้นที่วิจัย แบ่งออกเป็น 4 ชนิดย่อยคือ ป่าสนผสมเหียง พลอง เต็งและก่อ ดินในป่าเหล่านี้จัด อยู่ใน Order Ultisols สมบัติทางกายภาพของ

ดินแตกต่างกันไม่มาก ดินชั้นบนของป่าสนผสมเหียงและพลงมีความหนาแน่นรวมสูงกว่าในดินชั้นล่าง ส่วนดินในป่าสนผสมเต็งและผสมก่อดินบนมีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำและมีแนวโน้มสูงขึ้นตามความลึก ชั้นดินบนส่วนใหญ่ในป่าสนทั้งสี่มีเนื้อละเอียดปานกลางและดินล่างมีเนื้อดินละเอียด ดินชั้นบนในป่าสนผสมเหียงเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดปานกลางและเป็นกรดปานกลางในดินล่าง ดินป่าสนผสมพลงเป็นกรดปานกลางเกือบตลอดชั้นดิน ดินป่าสนผสมเต็งเป็นกรดเล็กน้อยถึงกรดจัดในชั้นบนและกรดเล็กน้อยถึงปานกลางในดินล่าง ส่วนดินป่าสนผสมก่อเป็นกรดปานกลางตลอดชั้นดิน ความจุแลกเปลี่ยนประจุบวกมีค่าค่อนข้างต่ำถึงค่อนข้างสูงในดินบนและค่อนข้างต่ำถึงปานกลางในดินล่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ คาร์บอนและไนโตรเจนสะสมในดินมีมากที่สุดที่ป่าสนผสมดิบเขา จึงเป็นดินค่อนข้างอุดมสมบูรณ์มาก รองลงมาคือ ป่าสนผสมเต็ง พลงและเหียง ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีมากที่สุดที่ป่าสนผสมเหียง โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมที่สกัดได้มีมากที่สุดที่ป่าสนผสมเต็ง

เอกสารอ้างอิง

- ณัฐลักษณ์ ค่ายอง. 2552. ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ไม้ ลักษณะดินและการสะสมคาร์บอนในป่าชนิดต่าง ๆ บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 334 หน้า.
- สุนทร ค่ายองและดุสิต เสริมธาตุ. 2549. การจัดระดับผลกระทบของพรรณไม้ที่มีต่อดินและสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการย่อยสลายของซากใบไม้ที่มีต่อระดับความเป็นกรด-ด่างและสภาวะธาตุอาหารในดิน. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 245 หน้า.
- สมชาย นองเนื่อง สุนทร ค่ายอง นิวัติ อนุรักษ และเกรียงศักดิ์ ศรีเงินวง. 2555. การสะสมคาร์บอนและธาตุอาหารในดินสวนป่าสนสามใบหน่วยจัดการต้นน้ำบ่อแก้ว จังหวัดเชียงใหม่. วารสารเกษตรศาสตร์ 28(1): 31-40

- Bremner, J. M. and C.S. Mulvaney.1982. "31: Nitrogen-total". pp. 595-624. *In: Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbio-logical Properties*, A.L.Page (ed.)(2nd edition), Amer. Soc. Agron., Inc. Publisher, Medison, Wisconsin, USA.
- Knudsen, D., G. A. Peterson and P.F. Pratt. 1982. "13: Lithium, Sodium and Potassium. pp. 225-246. *In: Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, A.L.Page (ed.) (2nd edition), Amer. Soc. Agron., Inc. Publisher, Medison, Wisconsin, USA.
- Krebs, C. J. 1985. "Chapter 23. Species diversity I: Theory". pp. 513-542. *In: Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance. Third edition*, Harper & Row Publishers, New York.
- Lanyon, L. E. and W. R. Heald. 1982. "14: Magnesium, calcium, strontium and barium", pp. 247-262. *In: Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Micro-biological Properties*. A.L. Page (ed.) (2nd edition), Amer. Soc. Agron., Inc. Publisher, Medison, Wisconsin, USA, p: 247-262.
- McLean, E. O. 1982. "12: Soil pH and lime requirement", pp. 199-224. *In: Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Micro-biological Properties*, A.L. Page (ed.) (2nd edition), Amer. Soc. Agron., Inc. Publisher, Medison, Wisconsin, USA.
- Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. "31: Total carbon, organic carbon and organic matter". pp. 539-580. *In: Methods of Soil Analysis Part 2: Chemical and micro-biological properties*. A.L. Page (ed.), 2nd edition, Amer. Soc. Agron., Inc. Publisher, Medison, Wisconsin, USA.
- Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. "24: Phosphorus". pp. 403-430 *In: Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Microbiological Properties*, A.L. Page (ed.) (2nd edition), Amer. Soc. Agron., Inc. Publisher, Medison, Wisconsin, USA.
- Pritchett, W. L. and R. F. Fisher. 1987. *Properties and Management of forest soils*. 2nd edition. John Wiley & Sons, New York, 494 pp.
- Rhoades, J. D. 1982. "8: Cation Exchange Capacity". pp. 149-158. *In: Methods of Soil Analysis Part 2. Chemical and Micro-biological Properties*, A.L.Page(ed.) (2nd edition), Amer. Soc. Agron., Inc. Publisher, Medison, Wisconsin, USA. .
- Santisuk, T. 1988. *An account of the vegetation of northern Thailand*. Franz Steiner Verlag Wiebaden GmbH, Stuttgart, Germany, 101pp.