

สมบัติดินและการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในดินสวนป่าไม้สนคาริเบียอายุ 18 ปี

Soil Properties, Soil Carbon and Nutrient Accumulations in 18 Year-old *Pinus caribaea* Morelet Plantation

สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล¹ อำไพ พรลีแสงสุวรรณ¹ พงษ์ศักดิ์ ฉัตรเตชะ¹ และ สมชาย นองเนื่อง¹

¹กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้

บทคัดย่อ: การศึกษาสมบัติดินและการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในดินสวนป่าสนคาริเบีย อายุ 18 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยห้วยบง จังหวัดเชียงใหม่ ดำเนินการโดยขุดหลุมดินที่มีความลึก 160 ซม. และเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80, 80-100, 100-120, 120-140 และ 140-160 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมี และการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในดิน พบว่า สวนป่าสนคาริเบีย อายุ 18 ปี ดินชั้นบนเป็นดินทรายปนดินร่วน และดินร่วนปนทราย ดินชั้นล่างเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย และดินเหนียว ความหนาแน่นรวมต่ำถึงต่ำมาก พบปริมาณกรวดค่อนข้างมาก ดินมีค่าปฏิกิริยาเป็นกรดจัดถึงจัดมาก อินทรีย์วัตถุและคาร์บอนมีค่าปานกลางในดินชั้นบน และค่อนข้างต่ำถึงต่ำในดินชั้นล่าง ไนโตรเจนมีค่าต่ำมากตลอดชั้นความลึกของดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าค่อนข้างต่ำในดินชั้นบนและต่ำมากในดินชั้นล่าง โพแทสเซียมมีค่าต่ำถึงปานกลางในดินชั้นบน และมีค่าสูงถึงสูงมากในดินชั้นล่าง แคลเซียมมีค่าต่ำมากตลอดชั้นความลึกดิน และแมกนีเซียมมีค่าต่ำถึงต่ำมากตลอดชั้นความลึกดิน การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับปานกลางตลอดชั้นความลึกดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุและคาร์บอนที่สะสมในดินที่ระดับความลึก 160 เซนติเมตร มีค่า 152 และ 88 เมกกะกรัมต่อไร่ ส่วนการสะสมธาตุอาหารอื่น ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีค่า 4,280, 2, 142, 420 และ 122 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

คำสำคัญ: สนคาริเบียอายุ 18 ปี สมบัติดิน ธาตุอาหาร

Abstract: Soil properties, soil carbon and nutrient accumulations in 18 year-old *Pinus caribaea* Morelet plantation were studied in progeny trial 1992 at Huey Bong Silvicultural Research Station, Chiang Mai province. Soil study was taken in a soil pit (150 cm. width x 160 cm. depth). Soil samples were collected along the profiles including 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80, 80-100, 100-120, 120-140 and 140-160 cm, and later analyzed for physical and chemical properties, and nutrients accumulations. The results showed that the surface soil in pine plantation had loamy sand and sandy loam whereas subsoils were sandy clay loam and clay. Most soils had strongly to very strongly acid. Organic matters and carbon contents were moderately high in top soil and low to very low in subsoils. Total nitrogen was very low, extractable Ca was low throughout the profiles and extractable Mg was low to very low throughout the profiles. Available P was moderately low in top soils and very low in subsoils, but extractable K were low to moderately low in top soils and high to very high in subsoils. Assessment of the soil fertility level

revealed that almost soil depths were moderately fertile. Organic matters and carbon accumulations in 160 cm soil depth were 152 and 88 Mg.rai⁻¹. Other nutrients accumulations including N, P, K, Ca and Mg were 4,280, 2, 142, 420 and 122 kg.rai⁻¹, respectively.

Keywords: 18 year-old *Pinus caribaea*, Soil properties, Nutrients

บทนำ

ปริมาณคาร์บอนที่ถูกกักเก็บไว้ในดินมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย แต่ปัจจัยหลักๆ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน สภาพภูมิอากาศ และการทำการเกษตร ซึ่งโดยทั่วไปจะส่งผลต่อปริมาณคาร์บอนในดิน เนื่องจากพืชที่ถูกเป็นกลไกสำคัญในการกักเก็บหรือดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง เพื่อนำมาเก็บไว้ในรูปของมวลชีวภาพทั้งในส่วนของดินและส่วนใต้ดิน เมื่อพืชตายลงหรือถูกเก็บเกี่ยวไป บางส่วนยังคงเหลือเศษซากไว้ในดิน ทำให้ปริมาณคาร์บอนในดินเพิ่มสูงขึ้น การจัดการดินที่เหมาะสมจะทำให้ปริมาณคาร์บอนในดินเพิ่มขึ้นและลดการปลดปล่อยคาร์บอนออกสู่บรรยากาศ โดยทั่วไปพื้นที่ทำการเกษตรจะมีการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุและปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนสู่บรรยากาศมากกว่าดินตามธรรมชาติที่ไม่มีการรบกวน

สนคาร์ปิเยเป็นไม้ต่างถิ่นที่มีถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติอยู่ในเขตร้อน มีการเติบโตดีกว่าสามใบซึ่งเป็นไม้ท้องถิ่นของไทย (Granhof and Homjeen, 1983 สามารถปลูกได้ทั้งในพื้นที่ระดับสูงและระดับ) (ต่ำ มีการเติบโตในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนสูงGranhof, 1983a) นอกจากนี้ การจัดการสวนป่าอย่างดีสามารถเพิ่มผลผลิตเนื้อไม้ได้ (Granhof and Homjeen, 1983) การเติบโตของสนคาร์ปิเยในแต่ละพื้นที่จะแตกต่างกันสาเหตุจากปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะดิน ลักษณะภูมิอากาศ ตลอดจนระยะปลูกของต้นไม้ เป็นต้น ปี ที่สถานีวนวัฒน 29 การเติบโตของสนคาร์ปิเยอายุ 2544, สาขาจรน(เมตร 21.08 มีความสูงเฉลี่ย) ไร่/ต้น 88 ความหนาแน่นต้นไม้(ไร่/ต้น 25.63 เซนติเมตร คิดเป็นอัตราความ

เพิ่มพูนทางความสูงและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ ปี และ/เมตร 0.73 18 ในขณะที่สนคาร์ปิเยอายุ) 2555, พงษ์ศักดิ์ และคณะ(ปี/เซนติเมตร 0.88 ปี มีความ) ไร่/ต้น 138 ความหนาแน่นต้นไม้(ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยห้วยบง สูงเฉลี่ย20.59 เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ย 20.97 ความสูงเซนติเมตร คิดเป็นอัตราความเพิ่มพูนทางสูงและขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ จะ) 2555, อำไพ และคณะ(ปี/เซนติเมตร 1.17 ปี และ/เมตร 1.14 เห็นได้ว่าแม้ปลูกสนคาร์ปิเยในสถานีเดียวกันแต่ต่างพื้นที่ที่มีการเติบโตแตกต่างกัน ดังนั้น สมบัติดินอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้สนคาร์ปิเยมีการเติบโตแตกต่างกัน ซึ่ง พงษ์ศักดิ์ และคณะ ได้ศึกษาดินในสวนป่าสน) 2555(ปีแล้ว พบว่า มีความหนาแน่นรวมต่ำถึงต่ำมาก พบปริมาณ 29 คาร์ปิเยอายุ 18 ปี การวัดก่อนข้างมากในดินชั้นล่าง ดินชั้นบนเป็นดินร่วนปนทราย ส่วนดินชั้นล่าง เป็นดินเหนียว ดินร่วนเหนียวปนทราย และดินร่วนเหนียวดินมีค่าปฏิกริยา เป็นกรดจัดถึงกรดจัดมากในดินชั้นบน และเป็นกรดปานกลางถึงกรดเล็กน้อย ในดินชั้นล่าง อินทรีย์วัตถุและคาร์บอนมีค่าค่อนข้างสูงในดินชั้นบนและลดต่ำลงในดินชั้นล่าง ไนโตรเจนมีค่าต่ำมากตลอดชั้นความลึกของดิน และแคลเซียมมีค่าต่ำตลอดชั้นดิน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าค่อนข้างสูงถึงสูงในดินชั้นบนและลดต่ำลงมากในดินชั้นล่าง โพแทสเซียมและแมกนีเซียมมีค่าต่ำในดินชั้นบนและเพิ่มขึ้นสูงในดินชั้นล่าง ความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับปานกลางเกือบตลอดชั้นความลึกดิน

ดังนั้น การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสมบัติดินของสวนป่าสนคาร์ปิเย อายุ 18 ปี ที่สถานีวนวัฒนวิจัยห้วยบง จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อเปรียบเทียบกับสมบัติดินสวนป่าสนคาร์ปิเยอายุ 29 ปี นอกจากนี้ยังศึกษาการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในดิน ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลในการส่งเสริมการปลูกสร้างสวนป่าสนคาร์ปิเยเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจและช่วยลดปัญหาภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

การวิจัยดำเนินการที่สถานีวนวัฒนวิจัยห้วยบง อำเภอสอด จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งอยู่ที่ กม. 32 ถนนสอด – แม่สะเรียง บริเวณเส้นรุ้งที่ $18^{\circ} 10'$ เหนือเส้นแวงที่ $98^{\circ} 25'$ ตะวันออก ณ พิกัด 47 Q 0439766 UTM 2006603 พื้นที่อยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 800 เมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีประมาณ 1,100 มิลลิเมตรเก็บข้อมูลในแปลงทดสอบสายพันธุ์ไม้สนคาริเบียปี 2535 โดยมีวิธีการศึกษาดังนี้

ศึกษาคาร์บอนและธาตุอาหารที่กักเก็บในดินโดยชุดหลุมดินที่มีความลึก 160 เซนติเมตร หรือถึงชั้น C ตามระดับความลึก 11 ระดับ คือ 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-60, 60-80, 80-100, 100-120, 120-140, และ 140-160 เซนติเมตร เพื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ เนื้อดิน วิเคราะห์การกระจายของอนุภาคดินโดยวิธี Hydrometer method และหาความหนาแน่นรวมโดยวิธี Core method วิเคราะห์สมบัติทางเคมี ได้แก่ ค่าปฏิกิริยาของดิน (pH) ความเข้มข้นของอินทรีย์วัตถุ ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมที่สกัดได้ (Soil Conservation Service, 1996) ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน (กองสำรวจดิน, 2523) และหาปริมาณมวลดินต่อพื้นที่ เพื่อคำนวณหาปริมาณคาร์บอนและธาตุอาหารต่างๆ ที่สะสมในดิน

ผลและวิจารณ์

1. สมบัติของดิน

1.1 ลักษณะทางกายภาพของดิน ดินชั้นบนที่ระดับ 0-5 เซนติเมตร เป็นดินทรายปนดินร่วน (loamy sand) และดินร่วนปนทราย (sandy loam) ที่ระดับ 5-40 เซนติเมตร ส่วนชั้นล่างลงไปมีส่วนผสมของดินเหนียวมากขึ้น จัดเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy clay loam) ที่ระดับ 40-60 เซนติเมตร และดินเหนียว (clay) ที่ระดับลึกกว่า 60 เซนติเมตร ความหนาแน่นรวมต่ำถึงต่ำมากระหว่าง 0.45-

1.12 เมกกะกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาณ กรวดร้อยละ 27.82-75.90 (Table 1)

1.2 ลักษณะทางเคมีของดิน สมบัติทางเคมีของดินเกี่ยวข้องกับสภาพความอุดมสมบูรณ์ของดินหรือความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารในดิน ผลการศึกษาลักษณะทางเคมีของดินดังแสดงใน Table 2 จากการประเมินลักษณะทางเคมีของดินโดยใช้มาตรฐานของ Land Classification and FAO Project Staff (1973); Soil Survey Division Staff (1993) และ Land Use Planning Division (1993) มีดังนี้

1.2.1 ปฏิกิริยาของดิน (Soil reaction, pH)

ดินมีค่าปฏิกิริยาเป็นกรดจัดมาก (very strongly acid) ยกเว้นที่ระดับความลึกดิน 20-40 และ 80-140 เซนติเมตร เป็นกรดจัด (strongly acid)

1.2.2 อินทรีย์วัตถุ (OM) คาร์บอน (C) และไนโตรเจน (N) ในดิน อินทรีย์วัตถุและคาร์บอนมีค่าปานกลางในดินชั้นบน (0-5 เซนติเมตร) และมีค่าค่อนข้างต่ำถึงต่ำในดินชั้นล่าง ส่วนไนโตรเจนมีค่าต่ำมากตลอดชั้นความลึกของดิน ค่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N ratio) แสดงถึงอัตราการย่อยสลายของซากพืช หากมีค่าสูงแสดงว่ามีอัตราการย่อยสลายต่ำ ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า ค่าสัดส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจนมีค่าสูงสุดที่ระดับความลึก 20-30 เซนติเมตร และมีค่าต่ำสุดที่ความลึก 60-80 เซนติเมตร เนื่องจากซากพืชยังไม่ย่อยสลายจึงพบค่า C/N ratio สูง

1.2.3 ฟอสฟอรัส (P), โพแทสเซียม (K), แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ที่สามารถสกัดได้ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์มีค่าค่อนข้างต่ำในดินชั้นบนและต่ำมากในดินชั้นล่าง โพแทสเซียมมีค่าต่ำในดินชั้นบนที่ระดับความลึก 0-30 เซนติเมตร และมีค่าปานกลางในดินชั้นล่าง ยกเว้นที่ระดับ 40-100 เซนติเมตร มีค่าสูงถึงสูงมาก แคลเซียมมีค่าต่ำมากตลอดชั้นความลึกดิน ส่วนแมกนีเซียมมีค่าต่ำถึงต่ำมากตลอดชั้นความลึกดิน

1.3 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน

1.3.1 ความสามารถแลกเปลี่ยนไอออนบวก (Cation exchange capacity, CEC) แสดงถึงปริมาณแคตไอออนทั้งหมดที่ดินหรือคอลลอยด์นั้นสามารถจะดูดซับไว้ได้ ผลจากการศึกษาพบความสามารถแลกเปลี่ยน ไอออนบวกมีค่าสูงตลอดชั้นดิน (Table 3)

1.3.2 อัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส (Base saturation, BS) แสดงถึงค่าร้อยละเฉพาะที่ไอออนบวกสามารถแลกเปลี่ยนได้ ผลจากการศึกษาพบอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบสมีค่าต่ำตลอดชั้นความลึกดิน (Table 4) เนื่องจากดินภายใต้สภาพป่ามีการพัฒนาค่อนข้างสูง ผ่านการชะละลาย และธาตุประจุบวกที่เป็นต่างบางธาตุถูกพินธุ์ไม่ในป่าดูดซับไปใช้ประโยชน์ ทำให้ธาตุประจุบวกที่เป็นต่างคงเหลืออยู่ในดินน้อย

1.3.3 การประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน โดยใช้ลักษณะบางประการ ได้แก่ อินทรีย์วัตถุ ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ โปแทสเซียม ความสามารถแลกเปลี่ยนไอออนบวก และอัตราร้อยละความอิ่มตัวเบส พบว่า ความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่ในระดับปานกลางตลอดชั้นความลึกดิน (Table 4)

2. ปริมาณคาร์บอนและธาตุอาหารที่สะสมในดิน

ปริมาณคาร์บอนและธาตุอาหารที่สะสมในดินที่ระดับความลึก 160 เซนติเมตร แสดงใน Table 5 พบว่า ปริมาณอินทรีย์วัตถุ และคาร์บอนที่สะสมในดินมีค่า 152 และ 88 กิโลกรัมต่อไร่ ส่วนการสะสมธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีค่า 4,280, 2, 142, 420 และ 122 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบสมบัติดินของสวนป่าสนคาริเบียอายุ 18 ปี และ 29 ปี (พงษ์ศักดิ์ และ คณะ, 2555) ที่สถานีวิจัยห้วยบง พบว่า มีลักษณะคล้ายคลึงกันทั้งสมบัติทางกายภาพและเคมี (Figure 1) แต่ความเข้มข้นและ

ปริมาณธาตุอาหารของสวนป่าอายุ 29 ปี ส่วนใหญ่มีค่ามากกว่าที่อายุ 18 ปี ทั้งนี้เนื่องจากความหนาแน่นต้นไม้ของสนคาริเบียอายุ 18 ปี มีมากกว่าอายุ 29 ปี ทำให้มีการดูดธาตุอาหารไปใช้มากกว่าจึงเหลือธาตุอาหารในดินน้อยกว่า ประกอบกับการเติบโตของสนคาริเบียอายุ 29 ปี เริ่มช้าลงจึงดูดธาตุอาหารไปใช้น้อยลงด้วย ดังนั้น การเติบโตของสนคาริเบียที่ต่างกันไม่ได้มีสาเหตุจากสมบัติดิน การเติบโตของต้นไม้ขึ้นกับปัจจัยหลัก 3 ประการ คือ พันธุกรรม สิ่งแวดล้อม และการจัดการสวนป่า ซึ่งสิ่งแวดล้อม และการจัดการสวนป่าทั้ง 2 แปลงไม่แตกต่างกัน แต่สนคาริเบียอายุ 18 ปี ปลุกโดยใช้เมล็ดพันธุ์ดีที่ผ่านการทดสอบแล้วว่าเติบโตดีในพื้นที่ระดับสูงของประเทศไทย (Granhof, 1983b) นอกจากจะเป็นพันธุ์ที่มีการเติบโตและมีลักษณะทั่วไปดีแล้วยังผ่านการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ดีด้วย ซึ่งต่างจากแปลงสนคาริเบียอายุ 29 ปี ที่นำเมล็ดจากต่างประเทศหลายถิ่นกำเนิดเข้ามาปลุกโดยตรง แม้ว่าจะผ่านการคัดเลือกพันธุ์มาแล้วแต่บางถิ่นกำเนิดอาจไม่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมในประเทศไทย ดังนั้น การปลุกสร้างสวนป่าสนคาริเบียควรใช้เมล็ดที่ผ่านการปรับปรุงพันธุ์มาแล้ว ร่วมกับการจัดการสวนป่าที่ดี จะสามารถเพิ่มผลผลิตเนื้อไม้และเพิ่มศักยภาพในการกักเก็บคาร์บอนและธาตุอาหารในมวลชีวภาพป่าไม้

เมื่อเปรียบเทียบการกักเก็บคาร์บอนในสวนป่าจากการศึกษาพบว่า การกักเก็บคาร์บอนในดิน (88 เมกกะกรัมต่อไร่) มีค่ามากกว่าการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพป่าไม้ (14.36 เมกกะกรัมต่อไร่) อย่างไรก็ตาม การกักเก็บคาร์บอนในดินมีโอกาสเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ซึ่งต่างกับการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพป่าไม้ที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นตามการเติบโตของต้นไม้ และเมื่อตัดไม้ไปใช้ประโยชน์ก็สามารถปลูกทดแทนและมีการเก็บกักคาร์บอนในมวลชีวภาพป่าไม้ได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศและช่วยลดภาวะโลกร้อนได้เป็นอย่างดี

Table 1 Some physical properties in soil profiles of pine plantation

Soil (cm)	Bulk density (Mg.m ⁻³) *		Gravel (%)	Soil particle distribution (%)			Soil texture
				Sand	Silt	Clay	
0-5	1.12	L	27.82	82.5	9.3	8.2	Loamy sand
5-10	1.18	L	31.39	77.4	11.9	10.7	Sandy loam
10-20	0.97	VL	41.84	74.9	11.1	14.0	Sandy loam
20-30	0.52	VL	69.72	77.4	11.9	10.7	Sandy loam
30-40	0.51	VL	71.66	72.3	11.2	16.5	Sandy loam
40-60	0.45	VL	75.90	54.5	11.4	34.1	Sandy clay loam
60-80	0.61	VL	60.85	31.6	14.1	54.3	Clay
80-100	0.55	VL	64.78	34.1	16.6	49.3	Clay
100-120	0.85	VL	42.14	39.2	16.6	44.2	Clay
120-140	0.73	VL	59.44	41.8	16.5	41.7	Clay
140-160	0.74	VL	47.65	39.2	16.6	44.2	Clay

Note * L = low, ML = moderately low, M = medium, MH = moderately high (นงคราญ, 2529)

Table 2 Some chemical properties in soil profiles of pine plantation

Soil (cm)	pH		O.M. (g.kg ⁻¹)	C (g.kg ⁻¹)	Total (g.kg ⁻¹)	C/N ratio	Available (mg.kg ⁻¹)	Extractable (mg.kg ⁻¹)		
								K	Ca	Mg
0-5	4.84	very strongly acid	21.20	12.30	0.48	25.6	7.63	31.85	173.8	45.45
5-10	4.66	very strongly acid	14.00	8.12	0.34	23.9	2.70	40.23	53.1	39.94
10-20	4.81	very strongly acid	8.40	4.87	0.21	23.2	1.06	46.93	13.0	29.14
20-30	5.32	strongly acid	8.00	4.64	0.15	30.9	1.35	33.52	75.8	55.08
30-40	5.31	strongly acid	6.90	4.00	0.24	16.7	0.77	62.02	109.3	75.36
40-60	4.85	very strongly acid	9.30	5.39	0.27	20.0	0.58	134.10	114.2	51.57
60-80	4.78	very strongly acid	11.10	6.44	0.49	13.1	0.97	155.89	281.9	61.34
80-100	5.30	strongly acid	6.50	3.77	0.21	18.0	0.10	103.93	339.1	83.5
100-120	5.38	strongly acid	5.80	3.36	0.12	28.0	0.29	77.11	345.4	70.3
120-140	5.38	strongly acid	6.50	3.77	0.15	25.1	0.29	70.40	384.1	113.5
140-160	5.07	very strongly acid	7.40	4.29	0.21	20.4	0.39	63.70	287.3	80.1

Table 3 Extractable bases and acidity, CEC and BS in soil profiles of pine plantation

Soil depth (cm)	K	Ca	Mg	Na	sum of base (-----cmol.kg ⁻¹ -----)	Extr. acidity	CEC by sum	B.S. by sum (%)
0 - 5	0.08	0.87	0.38	1.33	45.17	46.5	2.86	0.08
5 - 10	0.10	0.27	0.33	0.70	32.65	33.4	2.10	0.10
10 - 20	0.12	0.07	0.24	0.43	23.37	23.8	1.80	0.12
20 - 30	0.09	0.38	0.46	0.92	20.43	21.4	4.33	0.09
30 - 40	0.16	0.55	0.63	1.33	20.72	22.1	6.05	0.16
40 - 60	0.34	0.57	0.43	1.34	34.31	35.7	3.77	0.34
60 - 80	0.40	1.41	0.51	2.32	47.03	49.4	4.70	0.40
80 - 100	0.27	1.70	0.70	2.66	34.99	37.7	7.06	0.27
100 - 120	0.20	1.73	0.59	2.51	31.19	33.7	7.45	0.20
120 - 140	0.18	1.92	0.95	3.05	30.80	33.9	9.00	0.18
140 - 160	0.16	1.44	0.67	2.27	34.63	36.9	6.14	0.16

Table 4 Fertility assessment along soil profiles of pine plantation

Soil (cm)	OM (g.kg ⁻¹)	*	Available P (mg.kg ⁻¹)	*	Extractable (mg.kg ⁻¹)	*	CEC (cmol.kg ⁻¹)	*	B.S. (%)	*	Total points**	Ferity assessment
0 - 5	21.2	(2)	7.6	(3)	0.1	(1)	46.5	(3)	2.86	(1)	10	medium
5 - 10	14.0	(2)	2.7	(3)	0.1	(1)	33.4	(3)	2.10	(1)	10	medium
10 - 20	8.4	(2)	1.1	(3)	0.1	(1)	23.8	(3)	1.80	(1)	10	medium
20 - 30	8.0	(1)	1.4	(3)	0.1	(1)	21.4	(3)	4.33	(1)	9	medium
30 - 40	6.9	(1)	0.8	(3)	0.2	(1)	22.1	(3)	6.05	(1)	9	medium
40 - 60	9.3	(1)	0.6	(1)	0.3	(3)	35.7	(3)	3.77	(1)	9	medium
60 - 80	11.1	(1)	1.0	(1)	0.4	(3)	49.4	(3)	4.70	(1)	9	medium
80 - 100	6.5	(1)	0.1	(1)	0.3	(3)	37.7	(3)	7.06	(1)	9	medium
100 - 120	5.8	(1)	0.3	(1)	0.2	(3)	33.7	(3)	7.45	(1)	9	medium
120 - 140	6.5	(1)	0.3	(1)	0.2	(2)	33.9	(3)	9.00	(1)	8	medium
140 - 160	7.4	(1)	0.4	(1)	0.2	(2)	36.9	(3)	6.14	(1)	8	medium

Table 5 Stored soil carbon and nutrients of pine plantation

Soil Depth (cm)	OM (Mg.ra ⁻¹)	C (Mg.ra ⁻¹)	Total N (kg.ra ⁻¹)	Available P (kg.ra ⁻¹)	Extractable (kg.ra ⁻¹)		
					K	Ca	Mg
0 - 5	19.01	11.03	430.40	0.68	2.86	15.58	4.08
5 - 10	13.22	7.67	320.97	0.25	3.80	5.01	3.77
10 - 20	13.07	7.58	326.70	0.16	7.30	2.02	4.53
20 - 30	6.71	3.89	125.79	0.11	2.81	6.36	4.62
30 - 40	5.61	3.26	195.29	0.06	5.05	8.89	6.13
40 - 60	13.28	7.70	385.57	0.08	19.15	16.31	7.36
60 - 80	21.58	12.51	952.51	0.19	30.30	54.80	11.92
80 - 100	11.35	6.59	366.85	0.02	18.16	59.24	14.58
100 - 120	15.85	9.19	327.85	0.08	21.07	94.36	19.20
120 - 140	15.13	8.78	349.26	0.07	16.39	89.43	26.43
140 - 160	17.57	10.19	498.52	0.09	15.12	68.20	19.01
Total	152	88	4,280	2	142	420	122

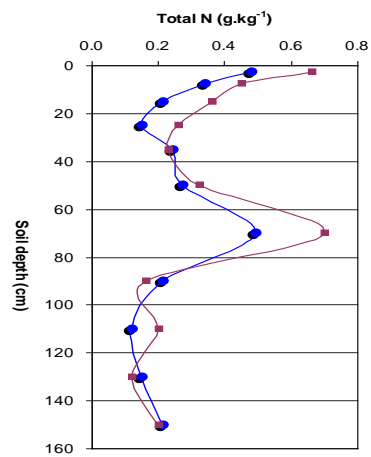


Figure 1 Comparison of soil properties along soil profiles of 18 and 29 year-old pine plantations

ดินในสวนป่าสนคาริเบีย อายุ 18 ปี ที่สถานี
วนวัฒนวิจัยห้วยบง พบลักษณะทางกายภาพของดินชั้น
บนเป็นดินทรายปนดินร่วน (loamy sand) และดินร่วน
ปนทราย (sandy loam) ส่วนชั้นล่างลงไปมีส่วนผสมของ
ดินเหนียวมากขึ้น จัดเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย (sandy
clay loam) และดินเหนียว (clay) ความหนาแน่นรวมต่ำ
ถึงต่ำมากพบปริมาณกรวดค่อนข้างมาก

สมบัติทางเคมีของดินพบค่าปฏิกิริยาเป็นกรดจัด
ถึงจัดมาก อินทรีย์วัตถุและคาร์บอนมีค่าปานกลางในดิน
ชั้นบน และค่อนข้างต่ำถึงต่ำในดินชั้นล่าง ส่วนไนโตรเจน
มีค่าต่ำมากตลอดชั้นความลึกของดิน ฟอสฟอรัสที่เป็น
ประโยชน์มีค่าค่อนข้างต่ำในดินชั้นบนและต่ำมากในดินชั้น
ล่าง โพแทสเซียมมีค่าต่ำถึงปานกลางในดินชั้นบน และมี
ค่าสูงถึงสูงมากในดินชั้นล่าง แคลเซียมมีค่าต่ำ มากตลอด
ชั้นความลึกดิน ส่วนแมกนีเซียมมีค่าต่ำถึงต่ำมากตลอดชั้น
ความลึกดิน ผลการประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินอยู่
ในระดับปานกลางตลอดชั้นความลึกดิน

ปริมาณคาร์บอนและธาตุอาหารที่สะสมในดินที่
ระดับความลึก 160 เซนติเมตร มีค่า 152 และ 88 เมกกะ
กรัมต่อไร่ ส่วนการสะสมธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน
ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีค่า
4,280, 2, 142, 420 และ 122 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

การกักเก็บคาร์บอนในดินมีโอกาสเปลี่ยนแปลง
น้อยมาก ซึ่งต่างกับการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพป่า
ไม้ที่มีโอกาสเพิ่มขึ้นตามการเติบโตของต้นไม้ และเมื่อตัด
ไม้ไปใช้ประโยชน์ก็สามารถปลูกทดแทน และมีการเก็บกัก
คาร์บอนในมวลชีวภาพป่าไม้ได้อย่างต่อเนื่อง ทำให้
สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศและ
ช่วยลดภาวะโลกร้อนได้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- กองสำรวจดิน . 2523. คู่มือการจำแนกความเหมาะสม
ของที่ดินสำหรับพืชเศรษฐกิจ . เอกสารวิชาการ
เล่มที่ 28. กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์ กรุงเทพฯ. 76 น.
- นงคราญ กาญจนประเสริฐ . 2529. การศึกษาลักษณะ
วินิจฉัยที่สำคัญในการพัฒนาการของดินและ
ศักยภาพของดินอันดับอัลฟีโซลส์และอินเซป ตี
โซลส์ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลอง . วิทยานิพนธ์
ปริญญาเอก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
กรุงเทพฯ.
- พงษ์ศักดิ์ ฉัตรเตชะ, อำไพ พรลีแสงสุวรรณ, สมชาย นอง
เนื่อง และ จุฑารัตน์ แสงเสถียร . 2555. การ
เจริญเติบโตและสมบัติดินในสวนป่าสนคาริเบีย .
กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่า
ไม้ กรมป่าไม้. 10 น.
- สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล. 2544. สนคาริเบีย. ส่วนวนวัฒน
วิจัย สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. 93 น.
- อำไพ พรลีแสงสุวรรณ, สมชาย นองเนื่อง, พงษ์ศักดิ์ ฉัตร
เตชะ และ สาโรจน์ วัฒนสุขสกุล . 2555. การ
ประมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนใน
สวนป่าไม้สนคาริเบียอายุ 18 ปี. กลุ่มงาน
วนวัฒนวิจัย สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรม
ป่าไม้. 11 น.
- Granhof, J.J. 1983a. "Growth and variation in
Pinus caribaea (Morelet) at high and low
elevation and latitude in Thailand", p:
2E1-2E52. In: *Thai-Danish Cooperation on
Eucalyptus and Pine Improvement 1969-
1980*. Vol. II. Forest Research Paper.
Silvicultural Research Sub-Division, Royal
Forest Department, Bangkok; and Danish
International Development Agency
(DANIDA), Copenhagen.



- Granhof, J.J. 1983b. "Growth and variation in *Pinus kesiya* at high elevation in Thailand", p: 2A1-2A27. In: *Thai-Danish Cooperation on Eucalyptus and Pine Improvement 1969-1980*. Vol. II. Forest Research Paper. Silvicultural Research Sub-Division, Royal Forest Department, Bangkok; and Danish International Development Agency (DANIDA), Copenhagen.
- Granhof, J.J. and P. Homjeen. 1983. Growth of 5 coniferous species at high elevation in northern Thailand, p: 1A1-1A44. In: *Thai-Danish cooperation on Eucalyptus and Pine Improvement 1969-1980*. Vol II: Research papers. Silvicultural Research Sub-division, Royal Forest Department, Bangkok and Danish International Development Agency, Copenhagen.
- Land Classification Division and FAO Project Staff. 1973. Soil interpretation handbook for Thailand. Dept. of Land Development, Min. of Agri. and Cooperative, Bangkok. 135 p.
- Land Use Planning Division. 1993. Report on land suitability study for high land development planning in Chiang Mai province. Land Development Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. 393 p.
- Soil Conservation Service. 1996. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigation Report 42 Vers. 3.0. USDA, Government Printing Office, Washington, D.C.
- Soil Survey Division Staff. 1993. Soil survey manual. U.S. Dept. of Agr. Handbook No. 18 U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 437 p.