ปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในราก และคาร์บอนในดิน ของสวนป่าไม้สัก

ABOVEGROUND - ROOT BIOMASS AND SOIL CARBON CONTENT OF TEAK PLANTATION

นาฏสุดา ภูมิจำนงค์

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล นครปฐม 73170

การศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดินและมวลชีวภาพในรากของไม้สัก ในพื้นที่สวนป่าของไม้อัดไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการศึกษามวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในรากของไม้สัก และคาร์บอนในดินของสวนป่าไม้สัก ใน 5 ช่วง อายุคือ อายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 ปี ตามลำดับ การศึกษาได้ใช้สมการอโรแมติคในการคำนวนปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน สำหรับในรากได้ทำการขุดตัวอย่างรากตามชั้นอายุ อายุละ 1 ต้น เพื่อมาคำนวณหามวลชีวภาพของรากและการคำนวณคาร์บอนในดิน มวลชีวภาพทั้งเหนือพื้นดินและในรากได้เปลี่ยนเป็นปริมาณคาร์บอน ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณคาร์บอนรวมของสวนป่าไม้สักแต่ละชั้นอายุซึ่งประกอบด้วย ชั้นอายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 ปี คาร์บอนรวมเท่ากับ 169.37, 83.72, 99.11, 170.13, 149.66 ตัน/แฮกแตร์ ตามลำดับ สัดส่วนของคาร์บอนในต้นสักและราก ตามชั้นอายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 เท่ากับ 31 :1, 7:1, 12:1, 33:1 และ 27:1 ตามลำดับ ความผันแปรของคาร์บอนเหนือพื้นดิน ในราก และในดินผันแปรไป เนื่องจากปัจจัยหลายอย่าง เช่น สภาพภูมิประเทศ การจัดการสวนป่าโดยเฉพาะอย่างยิ่งไฟ

คำสำคัญ: มวลชีวภาพเหนือพื้นดินและราก คาร์บอนในดิน ไม้สัก

A study about above ground and below ground biomass of teak plantation in various ages was conducted at Thai Plywood Company, Uthai Thani province. The study aims to examine above ground biomass, root biomass and soil carbon content in 5 teak ages: 10, 14, 18, 27 and 28 years old. Allometric relation equation was applied to calculate the above ground biomass. Each teak root of all ages was digged, dried and then calculated for root biomass. Soil organic carbon was quantified at each teak age from different soil depth. Biomass was converted to carbon content by determine 0.5. Results showed that total carbon content of each teak plantation, 10, 14, 18, 27 and 28 years old are 169.37, 83.72, 99.11, 170.13, 149.66 Ct/ha^{-1}. The ratio of carbon content of shoot to root from each teak plantation 10, 14, 18, 27 and 28 years old are 31:1, 7:1, 12:1, 33:1 and 27:1 respectively. The variation of carbon content of above ground and below ground depend on many factors such as topography and plantation management, especially fire.

Key words: Aboveground Biomass Root biomass soil organic carbon teak

1. บทนำ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีสาเหตุหลายประการ จากรายงานของ IPCC (1996) ระบุว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สาเหตุที่สำคัญหนึ่งคือ การเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำลายทรัพยากรป่าไม้ พื้นที่ป่าไม้ในเขตร้อนชื้นเป็นพื้นที่ที่ถูกพบว่ามีอัตราการทำลายที่สูง เนื่องจากประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพเกษตรกรรมประกอบกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร ทำให้ความต้องการใช้พื้นที่เพื่อประโยชน์ต่างๆมีมากขึ้น

ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่ได้ลงนามเป็นภาคีในอนุสัญญาว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ในปี พ.ศ. 2533 และ ปี พ.ศ. 2537 ประเทศไทยได้จัดทำรายงานแห่งชาติว่าด้วยเรื่องการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก พบว่าการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกของประเทศไทยจากภาคป่าไม้และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน มีถึง 102,884.32 และ 99,577.35 Gg ตามลำดับ (Ministry of Science, Technology and Environment

1994) จัดเป็นสาเหตุอันดับสองรองลงมาจากภาคพลังงาน ถึงแม้ว่าจะมีแนวโน้มที่ดีขึ้นเนื่องจากมีโครงการปลูกสร้างสวนป่าต่างๆเพิ่มมากขึ้น แต่ควรมีมาตรการติดตามต่อไป

ในช่วงก่อนปี พ.ศ. 2503 พื้นที่ป่าไม้ของประเทศมีถึง ร้อยละ 50 ของพื้นที่รวมของทั้งประเทศ การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรป่าไม้ และการขาดการจัดการที่ยั่งยืน ทำให้พื้นที่ป่าไม้ของประเทศไทยลดลงอย่างรวดเร็ว เหลือเพียงร้อยละ 25 .28 ในปี พ.ศ. 2541 (กรมป่าไม้ 2541)

อย่างไรก็ตามเนื่องจากความต้องการใช้ไม้ในประเทศ กอร์ปกับความตระหนักถึงคุณค่าของป่าไม้ ทำให้โครงการปลูกสร้างสวนป่าไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานของรัฐ เอกชน แม้กระทั่งชุมชนต่างๆ ให้ความสนใจที่จะทำการปลูกสร้างสวนป่า ไม้ที่นิยมทำการแปลูกสร้างสวนป่า ได้แก่ ไม้สัก ไม้ยูคาลิปตัส ไม้สน ไม้โกงกาง และไม้โตเร็วชนิดอื่นๆ

ป่าไม้มีบทบาทในวงจรคาร์บอน (Carbon cycle) ทั้งเป็นแหล่งกำเนิดคาร์บอนไดออกไซด์ และดูดซับเข้าไปเก็บไว้ในรูปมวลชีวภาพ CO_2 จะถูกปลดปล่อยออกมาจากพื้นที่ป่าไม้เมื่อบริเวณดังกล่าวถูกเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินไปเป็นประเภทอื่น เช่น การเกษตรกรรม พื้นที่อยู่อาศัย เป็นต้น ความสามารถในการดูดซับ CO_2 จึงขึ้นอยู่กับอัตราการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความหนาแน่นของป่าไม้ ชนิดไม้ เป็นต้น

ดังนั้นในปัจจุบันนี้การศึกษาเรื่องการกักเก็บคาร์บอนของป่าในเขตป่าร้อนชื้นจึงเป็นเรื่องสำคัญมาก อย่างไรก็ตามส่วนมากการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องการกักเก็บคาร์บอนที่อยู่ในรูปมวลชีวภาพจะทำการศึกษาอยู่แต่ระดับเหนือพื้นดินเท่านั้น (Ogawa *et al*. 1965, พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ 2538, มณฑี โพธิ์ทัย 2536) ข้อมูลมวลชีวภาพในระบบรากของประเทศไทยยังไม่มีการตีพิมพ์เผยแพร่ ดังนั้น ในการวิจัยครั้งนี้ต้องการที่จะศึกษามวลชีวภาพของไม้สักทั้งบนดิน และส่วนที่เป็นราก ในพื้นที่สวนป่าไม้สัก อายุต่างๆกัน เพื่อที่จะได้ข้อมูลรวมของมวลชีวภาพของทั้งต้น และจะได้ปริมาณคาร์บอนสะสมทั้งต้น ตลอดจนจะสามารถทราบถึงการเปลี่ยนแปลงการสะสมของมวลชีวภาพและคาร์บอนสะสมในไม้สักทั้งระบบในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 1) เพื่อต้องการศึกษามวลชีวภาพของไม้สักในอายุต่างๆ กัน เหนือพื้นดินและระบบราก 2) เพื่อต้องการศึกษาถึงมวลชีวภาพรวมเหนือพื้นดิน 3) เพื่อต้องการทราบถึงปริมาณคาร์บอนในดิน และ 4) เพื่อต้องการศึกษาปริมาณแร่ธาตุอาหารในดินของสวนป่าสักอายุต่างๆ

2. วิธีการศึกษา

2.1 การศึกษามวลชีวภาพของไม้สักเหนือพื้นดิน

2.1.1 การวางแปลงตัวอย่าง

การวางแปลงตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูลในพื้นที่ 5 พื้นที่ คือพื้นที่สวนป่าสักอายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 ปี มีขั้นตอนดังต่อไปนี้คือ

1) ทำการศึกษาดูที่ตั้ง ขอบเขตพื้นที่สวนป่าสัก และพิจารณาพื้นที่ที่จะทำการวางแปลงตัวอย่าง โดยพิจารณาคุณสมบัติดิน ความลาดชัน ทิศทางความลาดชัน ความสูงจากระดับน้ำทะเล เพื่อให้ได้แปลงตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีของพื้นที่ศึกษาดังกล่าว

2) ทำการวางแปลงตัวอย่างขนาดพื้นที่ 50 × 50 เมตร จำนวน 3 แปลงทุกพื้นที่ศึกษา ซึ่งในแปลงตัวอย่างขนาดพื้นที่ 50 × 50 เมตรดังกล่าวนี้ จะแบ่งเป็นแปลงตัวอย่างขนาดพื้นที่ 2 × 2 เมตร จำนวน 5 แปลง ที่

มุมแปลงทั้ง 4 มุม และที่จุดกึ่งกลางของแปลง และในแปลงตัวอย่างขนาดพื้นที่ 2 × 2 เมตร จะวางแปลงตัวอย่างขนาดพื้นที่ 1 × 1 เมตร จำนวน 1 แปลง

2.2.2 การเก็บข้อมูล

1) สำรวจนับต้นไม้ในแปลงตัวอย่างขนาดพื้นที่ 50 × 50 เมตร วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตร (DBH) โดยเฉพาะต้นที่มี DBH ตั้งแต่ 4.5 เซนติเมตรขึ้นไปโดยใช้แคลิปเปอร์ ประมาณความสูงของต้นสักทุกต้นในแปลงตัวอย่างด้วย Haga hypsometer และบันทึกชนิดพันธุ์ไม้ สำหรับไผ่จะทำการนับจำนวนกอและจำแนกชนิดพันธุ์ จากนั้นทำการนับจำนวนลำของไผ่แต่ละกอและวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่ระดับ 1.30 เมตร (DBH) รวมถึงหาความสูงของไผ่ทุกลำ และสุ่มตัดตัวอย่างไผ่ชนิดพันธุ์ละ 5 ลำ และแยกส่วนต่าง ๆ ของไผ่ (ใบ กิ่ง กาบ และลำต้น) ชั่งหาน้ำหนักสดและเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปอบแห้งหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นสำหรับประมาณหาน้ำหนักแห้ง

2) ในแปลงตัวอย่างขนาดพื้นที่ 2 × 2 เมตร ทำการตัดไม้ยืนต้นที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระดับอกต่ำกว่า 4.5 เซนติเมตร แต่มีความสูงมากกว่า 1.30 เมตร ซึ่งจัดว่าเป็นลูกไม้ (sapling) และไม้พุ่ม (shrub) ที่ระดับชิดดิน นำมาแยกออกเป็นส่วนลำต้น กิ่ง และใบ ชั่งน้ำหนักสดของแต่ละส่วน บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับชนิดไม้ จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างแต่ละส่วนของต้นไม้ ชั่งหาน้ำหนักสด เพื่อนำไปอบแห้งหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นสำหรับประมาณหาน้ำหนักแห้งต่อไป

3) ในแปลงตัวอย่างขนาดพื้นที่ 1 × 1 เมตร ทำการเก็บข้อมูลพืชประเภทกล้าไม้ และไม้พื้นล่าง (seedling and undergrowths) หรือพันธุ์พืชที่มีความสูงต่ำกว่า 1.30 เมตร รวมถึง ไม้เถา (climbers) เฟิร์น (fern) พืชล้มลุก (herb) หญ้า (grass) ส่วนที่ยืนต้นตาย (standing dead) และซากพืช (litter) โดยทำการตัดพืชทุกชนิดที่ระดับชิดดิน พร้อมทั้งเก็บรวบรวมซากพืชที่บริเวณผิวดิน นำพืชที่ตัดมาแยกตามประเภทของพืช ชั่งหาน้ำหนักสด บันทึกข้อมูลประเภทของพืช สำหรับส่วนที่ยืนต้นตายและซากพืช ชั่งหาน้ำหนักสดโดยไม่ต้องแยกตามประเภทของพืช สุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปอบแห้งหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นสำหรับประมาณหาน้ำหนักแห้งต่อไป

2.2 การศึกษารากสัก

ในการศึกษาระบบรากสักมีขั้นตอนการทำดังนี้

1) ในแต่ละแปลงตัวอย่างจะทำการเลือกตัวแทนในแต่ละชั้นอายุ เป็นการเลือกแบบเฉพาะ เจาะจง โดยพยายามที่จะเลือกต้นที่มีรัศมีห่างจากต้นข้างเคียงมากที่สุดเพื่อพยายามหลีกเลี่ยงการซ้อนทับกันของระบบรากจากต้นอื่น

2) ทำการขุดราก

3) แยกขนาดของรากออกเป็น 5 ระดับ คือ < 2 มม., 2-5 มม. , 5-10 มม., 10-50 มม., และ > 50 มม. ทำความสะอาด พึ่งให้แห้งในอุณหภูมิห้องปกติ และชั่งหาน้ำหนักสด เลือกตัวอย่างประมาณ 100 กรัมไปทำการอบเพื่อหาน้ำหนักแห้งต่อไป

2.3 การเก็บตัวอย่างดิน

การเก็บตัวอย่างดินในบริเวณหลุมที่ขุดในระดับความลึกตั้งแต่ 0-15 ซม., 15-30 ซม., 30-50 ซม., 50- 60 ซม., 60-90 ซม. และ 90-100 ซม. เพื่อนำไปวิเคราะห์ Organic matter (OM), Bulk density และแร่ธาตุอาหารในดิน

2.4 การวิเคราะห์มวลชีวภาพ

2.4.1 การวิเคราะห์มวลชีวภาพของไม้สักเหนือดินใช้ สมการ พิทยา เพชรมาก และพงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ (2523)

$$\text{Log } W_S = 0.9797 \log (D^2H) - 1.6902 \; ; \; r^2 = 0.9930$$

$$\text{Log } W_B = 1.0605 \log (D^2H) - 2.6326 \; ; \; r^2 = 0.9567$$

$$\text{Log } W_L = 0.7088 \log (D^2H) - 1.7383 \; ; \; r^2 = 0.8523$$

เมื่อ, D = Diameter at breast height (cm)

H = Height of tree (m)

W_S = Stem biomass (kg)

W_B = Branch biomass (kg)

W_L = Leaf biomass (kg)

2.4.2 การวิเคราะห์หามวลชีวภาพของพืชที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นที่ระดับสูง 1.30 เมตร น้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร ตัวอย่างรากไม้สักอายุต่างๆ และซากพืช โดยการนำตัวอย่างพืชที่เก็บตัวอย่างมาอบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 48 ชั่วโมง หรืออบจนน้ำหนักคงที่และหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} = \frac{\text{น้ำหนักสด} - \text{น้ำหนักแห้ง} \times 100}{\text{น้ำหนักแห้ง}}$$

จากนั้นนำเปอร์เซ็นต์ความชื้นไปคำนวณหามวลชีวภาพหรือน้ำหนักแห้งของพืชในแปลงตัวอย่าง

$$\text{น้ำหนักแห้ง} = \frac{100 \times \text{น้ำหนักสด}}{\text{เปอร์เซ็นต์ความชื้น} + 100}$$

การประมาณหาปริมาณคาร์บอนในสวนป่าสัก

การประมาณหาปริมาณคาร์บอนในสวนป่าสักจากปริมาณมวลชีวภาพที่ได้ โดยการนำค่าปริมาณมวลชีวภาพที่ได้คูณด้วย 0.5 (ร้อยละ 50 โดยน้ำหนักของน้ำหนักแห้งของมวลชีวภาพ) (Margaret *et al*. 2002)

3. ผลการศึกษา

การศึกษาในครั้งนี้ เป็นการศึกษาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและมวลชีวภาพของรากไม้สักในพื้นที่สวนป่าสัก อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อต้องการศึกษามวลชีวภาพของไม้

สักในอายุต่างๆ กัน เหนือพื้นดินและระบบราก ในการนำเสนอผลการศึกษาได้เปลี่ยนจากมวลชีวภาพเหนือพื้นดินและมวลชีวภาพของระบบรากเป็นปริมาณคาร์บอนแล้ว (โดยการคูณด้วย 0.5 ; Margaret *et al*. 2002)

3.1 ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้ใหญ่และไผ่ของสวนป่าสักอายุต่าง ๆ

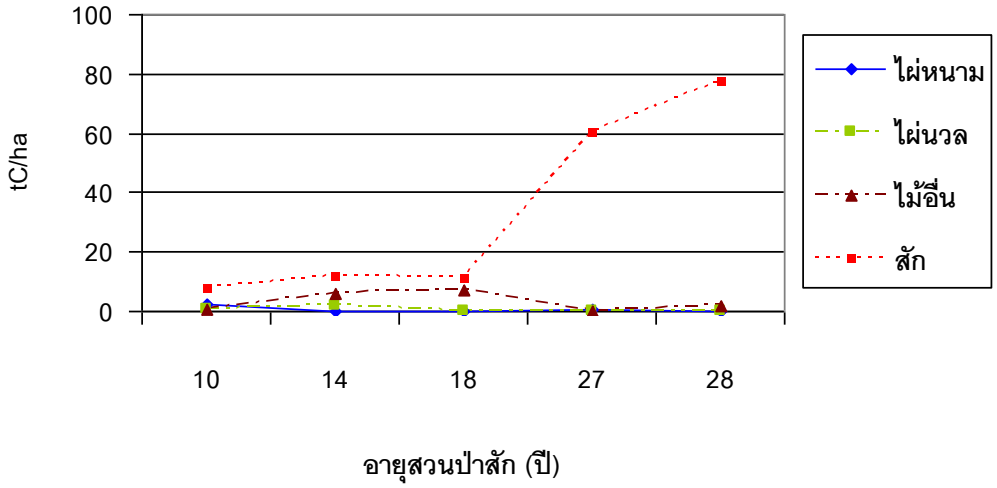
การศึกษาปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในพื้นที่สวนป่าสักอายุต่างๆ ที่มีระยะการปลูกเท่ากัน คือ 4x4 เมตร ผลการศึกษาพบว่าปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในพื้นที่สวนป่าสักได้เพิ่มขึ้นตามอายุสวนป่า คือ ปริมาณการสะสมคาร์บอนในส่วนของเนื้อไม้สักที่อยู่เหนือพื้นดินอายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 ปี มีค่าเท่ากับ 7.90, 12.10, 11.14, 60.32 และ 77.43 ตันคาร์บอนต่อเฮก แตร์ (ตารางที่ 1, รูปที่ 1) สำหรับปริมาณคาร์บอนที่ลดลงในสวนป่าสักอายุ 18 ปี เนื่องจากมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นที่ระดับ 1.30 ม. (14.69 เซนติเมตร) และความสูงโดยเฉลี่ย (14.00 เมตร) ต่ำกว่าสวนป่าสักอายุ 14 ปี (15.72เซนติเมตร และ 14.37 เมตร) (ตารางที่ 1, รูปที่1)

พื้นที่สวนป่าสักห้วยระบำได้มีไม้พรรณไม้อื่นๆ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นชนิดพันธุ์ไม้ที่พบในป่าเบญจพรรณ เช่น เลี่ยน (*Melia azedarach* L.) เปล้าหลวง (*Croton oblongifolius* Roxb.) แสมสาร (*Cassia garrettiana* Craib) แดง (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub var. *Xylocarpa*) และตะแบกเกรียบ (*Lagerstroemia balansae* Koehne) เป็นต้น เนื่องจากพื้นที่เดิมก่อนการปลูกสร้างสวนป่าสักเป็นพื้นที่ป่าเบญจพรรณมาก่อน พรรณไม้เหล่านี้ได้เก็บกักคาร์บอนไว้ในรูปมวลชีวภาพในสวนป่าสักอายุ 10, 14, 18 และ 28 ปี เท่ากับ 0.81, 5.75, 7.18 และ 1.78 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ (ตารางที่ 1, รูปที่ 1)

นอกจากนี้พบว่าไผ่นวล (*Dendrocalamus strictus* (Roxb.)Nees) และไผ่หนาม (*Bambusa bambos* (L.) Voss) ได้มีผลต่อปริมาณเก็บกักคาร์บอนเหนือพื้นดินในพื้นสวนป่าสักคือ ในสวนป่าสักอายุ 10 ปี มีปริมาณคาร์บอนที่สะสมในไผ่นวลและไผ่หนามเท่ากับ 0.47 และ 2.08 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ สวนป่าสักอายุ 14 ปี มีปริมาณคาร์บอนที่สะสมในไผ่นวลเท่ากับ 1.48 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ และสวนป่าสักอายุ 27 ปี มีปริมาณคาร์บอนที่สะสมในไผ่หนามเท่ากับ 0.56 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ (ตารางที่ 1, รูปที่ 1)

ตารางที่ 1 ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้ใหญ่และไผ่ของสวนป่าสักอายุต่างๆ

ชนิดพันธุ์	อายุสวนป่าสัก (ปี)	ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดิน			
		ต้น (ตัน/เฮกแตร์)	กิ่ง (ตัน/เฮกแตร์)	ใบ (ตัน/เฮกแตร์)	รวม (ตัน/เฮกแตร์)
สัก	10	6.36	1.40	0.14	7.90
สัก	14	9.70	2.20	0.20	12.10
สัก	18	8.94	2.02	0.19	11.14
สัก	27	45.92	13.97	0.43	60.32
สัก	28	60.74	15.99	0.70	77.43
ไม้อื่น	10	0.67	0.11	0.03	0.81
ไม้อื่น	14	4.66	0.91	0.18	5.75
ไม้อื่น	18	5.81	1.15	0.22	7.18
ไม้อื่น	28	1.42	0.33	0.04	1.78
ไผ่หนาม	10	1.31	0.22	0.56	2.08
ไผ่หนาม	27	0.36	0.07	0.14	0.56
ไผ่นวล	10	0.37	0.05	0.05	0.47
ไผ่นวล	14	1.15	0.17	0.17	1.48



รูปที่ 1 ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้ใหญ่และไผ่ของสวนป่าสักอายุต่างๆ

3.2 ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้หนุ่มของสวนป่าสักอายุต่าง ๆ

ปริมาณการเก็บกักคาร์บอนในไม้หนุ่มในสวนป่าอายุ 10, 14, 18 และ 27 ปีมีค่าเท่ากับ 0.15, 0.18, 0.53 และ 0.92 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ (ตารางที่ 2) (รูปที่ 2) สำหรับสวนป่าอายุ 28 ปี ไม่มีปริมาณการสะสมคาร์บอนในไม้หนุ่ม เนื่องจากได้มีการกำจัดวัชพืชในสวนป่าเพื่อเตรียมการตัดฟันไม้สัก

ตารางที่ 2 ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้หนุ่มของสวนป่าสักอายุต่างๆ

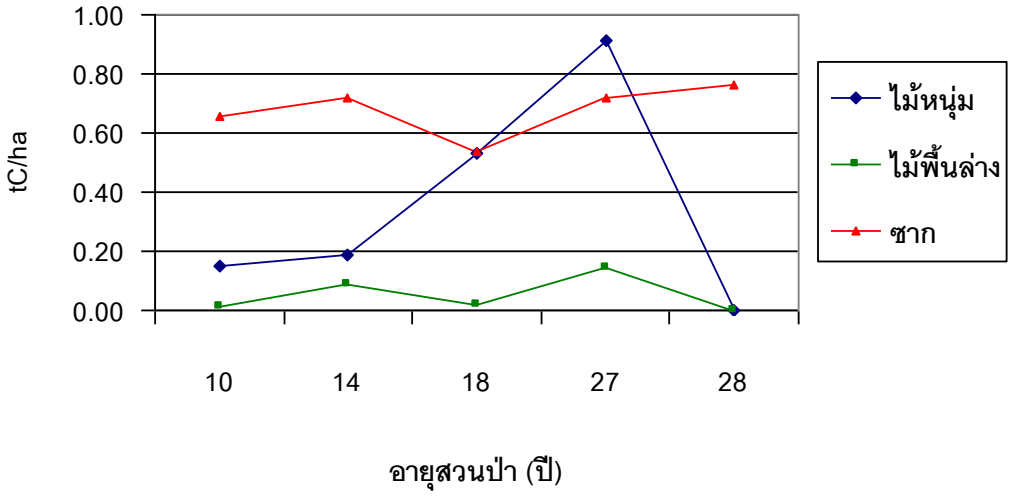
อายุสวนป่าสัก (ปี)	ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้หนุ่ม			
	ต้น (ตัน/เฮกแตร์)	กิ่ง (ตัน/เฮกแตร์)	ใบ (ตัน/เฮกแตร์)	รวม (ตัน/เฮกแตร์)
10	0.10	0.02	0.02	0.15
14	0.13	0.03	0.02	0.18
18	0.44	0.07	0.02	0.53
27	0.72	0.11	0.08	0.92
28	0.00	0.00	0.00	0.00

3.3 ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้พื้นล่างและซากพืชในสวนป่าสักอายุต่าง ๆ

ปริมาณการสะสมคาร์บอนในไม้พื้นล่างในสวนป่าสักอายุ 10, 14, 18 และ 27 ปี เท่ากับ 0.01, 0.09, 0.02 และ 0.14 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ และปริมาณการสะสมคาร์บอนในซากพืชเหนือพื้นดินในสวนป่าสักอายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 ปี เท่ากับ 0.65, 0.72, 0.54, 0.72 และ 0.76 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ (ตารางที่ 3) (รูปที่ 2)

ตารางที่ 3 ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้พื้นล่างและซากพืชของสวนป่าสักอายุต่างๆ

อายุสวนป่าสัก (ปี)	ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดิน	
	ไม้พื้นล่าง (ตัน/เฮกแตร์)	ซากพืช (ตัน/เฮกแตร์)
10	0.01	0.65
14	0.09	0.72
18	0.02	0.54
27	0.14	0.72
28	0.00	0.76



รูปที่ 2 ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้หนุ่ม ไม้พื้นล่าง และซากพืช ของสวนป่าสักอายุต่างๆ

3.4 ปริมาณคาร์บอนในรากไม้สักในสวนป่าสักอายุต่าง ๆ

3.4.1 รากไม้สัก

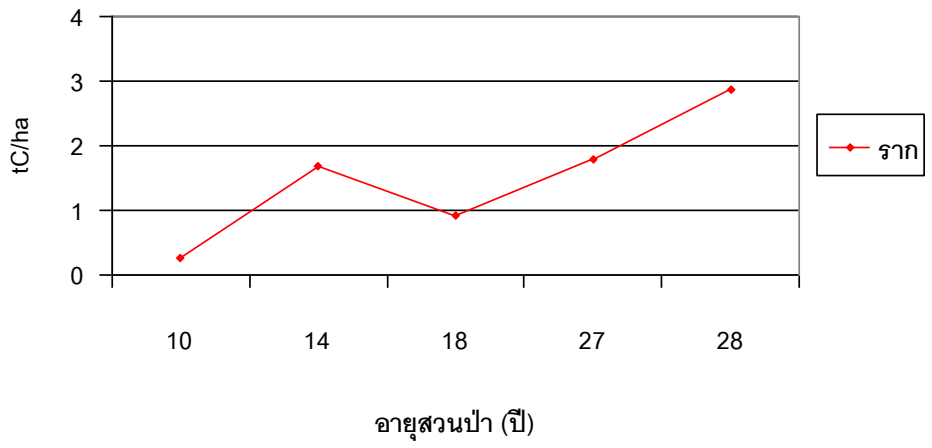
จากการที่ได้เลือกตัวอย่างของไม้สักตามอายุที่แตกต่างกันมา 1 ต้น และทำการขุดระบบรากขึ้นมาทั้งระบบ พบว่าระยะห่างที่ปลูกต้นสักมีผลต่อการแข่งขันของราก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเจริญเติบโตและการแผ่กระจายของราก ไม่ได้เป็นไปตามแนวรัศมีของเรือนยอดของต้นสักต้นนั้นๆ ที่ครอบคลุม
รากของไม้สักในพื้นที่ศึกษาพบว่ามีรากแขนงขนาดใหญ่ 3-4 แขนง และรากฝอยแผ่กระจายตามรากแขนง ไม่ปรากฏรากแก้ว เนื่องจากในขั้นตอนการปลูกได้ใช้เหง้าในการปลูก และความยาวจากคอรากถึงแขนงที่ลึกที่สุดประมาณ 0.5 เมตร และความกว้าง ประมาณ 1.5 เมตร ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบรากแผ่กว้างในระดับที่ลงไปไม่ลึกมา เนื่องจากแร่ธาตุอาหารที่ลดน้อยลง และสัดส่วนของการเจริญเติบโตในส่วนของต้นมากกว่าในส่วนของรากมาก

ปริมาณคาร์บอนในรากไม้สักในสวนป่าสักอายุต่างๆ ได้เพิ่มขึ้นตามอายุสวนป่าคือสวนป่าอายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 ปี มีการสะสมคาร์บอนในรากไม้สักเท่ากับ 0.27, 1.68, 0.92, 1.80 และ 2.86 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ (ตารางที่ 4) (รูปที่ 3) สำหรับปริมาณการสะสมคาร์บอนในรากไม้สักอายุ 18 ปี ที่มีปริมาณต่ำกว่าการ

สะสมคาร์บอนในรากไม้สักอายุ 14 ปี เนื่องจากขนาดลำต้นที่มีขนาดเล็กกว่าไม้สักในสวนป่าสักอายุ 14 ปี ซึ่งเนื่องมาจากความอุดมสมบูรณ์ของดินค่อนข้างต่ำในแปลงสวนป่าสักอายุ 14 ปี

ตารางที่ 4 ปริมาณคาร์บอนในรากไม้สักของสวนป่าสักอายุต่างๆ

อายุสวนป่าสัก (ปี)	ปริมาณคาร์บอนในรากไม้สัก (ตัน/เฮกแตร์)
10	0.27
14	1.68
18	0.92
27	1.80
28	2.86



รูปที่ 3 ปริมาณคาร์บอนในรากไม้สักของสวนป่าสักอายุต่างๆ

3.5 ปริมาณคาร์บอนในดินของสวนป่าสักอายุต่าง ๆ

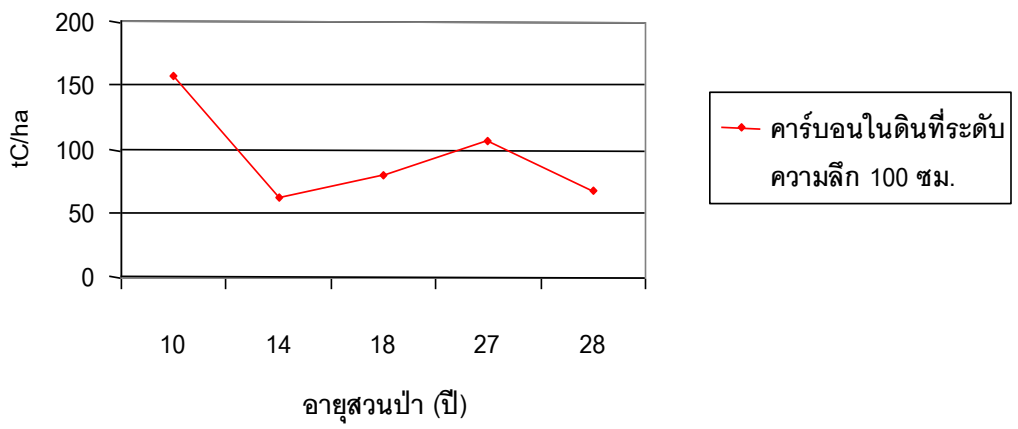
ปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินในสวนป่าอายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 ปี เท่ากับ 157.03, 61.72, 78.78, 105.67 และ 66.83 ตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ (ตารางที่ 5) (รูปที่ 4)

ปริมาณคาร์บอนในดินความลึก 100 ซม ของสวนป่าสัก อายุ 10, 18 และ 27 ปี ได้ใช้ข้อมูลผลการวิเคราะห์เดิมของ Tangsinmankong (2004) ซึ่งได้ทำการวิจัยในแปลงพื้นที่เดียวกัน และการสะสมคาร์บอนในดินมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างช้ากว่าการเปลี่ยนแปลงคาร์บอนสะสมบนพื้นดิน

ตารางที่ 5 ปริมาณคาร์บอนในดินของสวนป่าสักอายุต่างๆ

อายุสวนป่าสัก (ปี)	ความลึกของดิน (ซม.)	ร้อยละอินทรีย์คาร์บอน (%)	ความหนาแน่นรวม (กรัม/ซม^3)	ปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (ตัน/เฮกแตร์)	การเก็บกักคาร์บอนในดิน (ตัน/เฮกแตร์)	ปริมาณคาร์บอนในดินที่ความลึก 100 ซม. (ตัน/เฮกแตร์)
10	0-15	1.95	1.27	37.15	37.15	157.03*
	15-30	1.31	1.43	28.1	65.25	
	30-50	0.99	1.43	29.11	94.36	
	50-100	0.83	1.51	62.67	157.03	
14	0-15	0.95	1.49	21.4	21.4	61.72
	15-30	0.57	1.59	13.69	35.08	
	30-50	0.41	1.57	9.78	44.87	
	50-60	0.31	1.53	7.16	52.03	
	60-90	0.22	1.56	5.14	57.16	
	90-100	0.19	1.61	4.56	61.72	
18	0-15	1.35	1.42	28.76	28.76	78.78*
	15-30	0.73	1.51	16.53	45.29	
	30-50	0.37	1.48	10.95	56.24	
	50-100	0.28	1.61	22.54	78.78	
27	0-15	1.78	1.26	33.64	33.64	105.67*
	15-30	0.87	1.51	19.71	53.35	
	30-50	0.6	1.5	18	71.35	
	50-100	0.44	1.56	34.32	105.67	
28	0-15	0.87	1.51	19.75	19.75	66.83
	15-30	0.68	1.69	17.17	36.92	
	30-50	0.39	1.53	8.92	45.84	
	50-60	0.29	1.63	7.14	52.98	
	60-90	0.28	1.57	6.56	59.54	
	90-100	0.29	1.7	7.29	66.83	

*หมายเหตุ: * ข้อมูลคาร์บอนในดินของสวนป่าสักอายุ 10, 18 และ 27 ปี ได้จาก Tangsinmankong, (2004)*



รูปที่ 4 ปริมาณคาร์บอนในดินของสวนป่าสักอายุต่างๆ

ปริมาณคาร์บอนที่สะสมอยู่ในดินจะเป็นปริมาณผกผันกับคาร์บอนที่สะสมอยู่ในต้นสัก กล่าวคือ ในดินที่ต้นไม้ยังอายุน้อยจะมีปริมาณการสะสมคาร์บอนมาก ค่าความหนาแน่นของดิน จะมีอยู่ต่ำที่สุดในดินชั้นบน และเพิ่มมากขึ้นตามความลึกของดิน ซึ่งมีแนวโน้มเหมือนกันทุกช่วงอายุของไม้สักปริมาณอินทรีย์คาร์บอนในดินหากแบ่งตามความลึกของชั้นดิน มีแนวโน้มว่าจะมีอินทรีย์คาร์บอนสูงมากที่สุดบริเวณชั้นบนสุดของดิน

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณคาร์บอนสะสมในต้นและรากจำแนกตามอายุ

อายุไม้สัก	คาร์บอนรวม (ตัน/แฮกแตร์)	คาร์บอน/ต้น (กก) (ปลูก 625 ต้น/แฮกแตร์)	คาร์บอนรวมของราก (ตัน/แฮกแตร์)	คาร์บอน/ราก (กก) (ปลูก 625 ต้น/แฮกแตร์)	คาร์บอนรวม (ต้น:กก)	สัดส่วนของต้น:ราก
10	7.90	12.64	0.27	0.4	13.04	31:1
14	12.10	19	1.68	2.69	21.69	7:1
18	11.14	18	0.92	1.47	19.47	12:1
27	60.32	97	1.80	2.88	99.88	33:1
28	77.43	124	2.86	4.58	128.58	27:1

จากตารางที่ 6 เมื่อคิดผลรวมคาร์บอนของไม้สักแต่ละช่วงอายุทั้งต้นและรากเท่ากับ ไม้สักอายุ 10 ปี 13.43 กก/ต้น (31:1) ไม้สักอายุ 14 ปี เท่ากับ 21.69 กก/ต้น (7:1) ไม้สักอายุ 18 ปี เท่ากับ 19.47 กก/ต้น (12:1) ไม้สักอายุ 27 ปี เท่ากับ 99.88 กก/ต้น (33:1) และไม้สักอายุ 28 ปี เท่ากับ 128.58 กก/ต้น (27:1) ตามลำดับ

3.6 แร่ธาตุอาหารในดิน

ตารางที่ 7 แสดงความเป็นกรด-ด่าง เปอร์เซ็นปริมาณไนโตรเจนรวม ฟอสฟอรัส และโปแตสเซียมในชั้นดินของรากไม้สักจำแนกตามอายุและระดับชั้นดิน

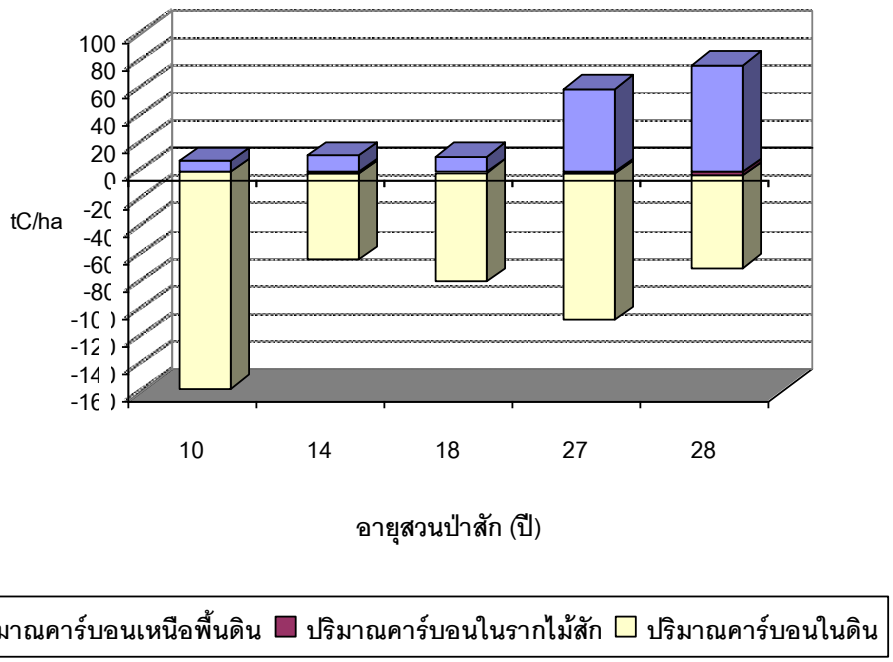
อายุสวนป่า (ปี)	ชั้นดินที่	ระดับความลึกชั้นดิน (ซม)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	% ปริมาณไนโตรเจนรวม	ฟอสฟอรัส ($x10^{-4}$ ppm)	โปแตสเซียม (mg K^+/kg)
10	1	0-15	5.91	0.037	6.602	305.0
	2	15-30	5.9	0.034	6.600	250.0
	3	30-50	5.71	0.173	6.493	136.2
	4	50-100	5.74	0.028	10.323	46.8
14	1	0-15	7.20	0.140	16.708	171.3
	2	15-30	6.28	0.049	15.977	136.0
	3	30-50	6.04	0.036	12.198	131.7
	4	50-60	5.93	0.020	11.926	116.8
	5	60-90	5.90	0.003	11.578	100.3
	6	90-100	5.88	0.003	10.948	54.2
18	1	0-15	6.16	0.066	12.089	105.9
	2	15-30	6.10	0.060	12.001	90.7
	3	30-50	5.90	0.036	11.030	65.0
	4	50-100	5.63	0.004	3.803	31.5
27	1	0-15	6.05	0.129	5.515	364.0
	2	15-30	6.00	0.125	5.349	267.0
	3	30-50	5.85	0.074	7.417	220.0
	4	50-100	5.16	0.028	5.050	213.9

อายุสวนป่า (ปี)	ชั้นดินที่	ระดับความลึกชั้นดิน (ซม)	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	% ปริมาณไนโตรเจนรวม	ฟอสฟอรัส ($x10^{-4}$ ppm)	โปแตสเซียม (mg K^+/kg)
28	1	0-15	7.12	0.066	11.111	131.2
	2	15-30	7.10	0.060	11.002	120.2
	3	30-50	5.85	0.039	8.558	122.1
	4	50-60	5.74	0.020	8.946	43.3
	5	60-90	5.68	0.010	13.067	40.0
	6	90-100	5.60	0.007	9.456	34.0

โดยรวมแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อพืชทั้ง 3 ชนิดคือ ปริมาณรวมของไนโตรเจน ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช และโปแตสเซียม มีปริมาณมากในดินชั้นบน และลดลงในระดับดินที่ลึกลงมา เช่นเดียวกับค่าความเป็นกรด-ด่าง ที่ดินบนสุดมีค่าเป็นด่างอ่อน หรือกลาง และมีความเป็นกรดเพิ่มมากขึ้นเมื่อระดับชั้นดินลึกเพิ่มขึ้น

4. สรุปผลและอภิปรายผล

จากการศึกษาปริมาณการสะสมคาร์บอนเหนือพื้นดินและในรากไม้สักของสวนป่าสักอายุต่างๆ ที่สวนป่าสักห้วยระบำ อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี ช่วงเดือนเมษายน พ.ศ. 2549 สามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้ 1) ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินในไม้สักของสวนป่าสักอายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 ปี 2) ปริมาณคาร์บอนในรากไม้สักของสวนป่าสักอายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 ปี 3) ปริมาณคาร์บอนในดินของสวนป่าสักอายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 ปี



รูปที่ 5 ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดิน รากสัก และในดินของสวนป่าสักอายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 ปี

จากรูปที่ 5 แสดงว่าเมื่อสวนป่าสักยังมีอายุน้อยปริมาณคาร์บอนสะสมในดินจะมีปริมาณสูงที่สุดเนื่องจากพืชยังนำไปใช้ประโยชน์น้อยหรืออีกนัยหนึ่งการผุพังย่อยสลายของอินทรียวัตถุต่างๆที่ลงมาสู่ดินสามารถสะสมอยู่

ในดินได้นาน แต่สัดส่วนคาร์บอนในรากมีปริมาณที่ค่อนข้างน้อยมากและไม่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณคาร์บอนในลำต้น

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาของ Petsri (2004) กับผลการศึกษาในครั้งนี้ ของมวลชีวภาพสักในอายุต่างๆ เหนือพื้นดิน ค่อนข้างมีความแตกต่างกันอาจเนื่องมาจาก Petsri ได้วัดความสูงของต้นสักในแต่ละชั้นอายุประมาณ 10 ต้น แล้วนำค่าความสูงไปใส่สูตร ในสมการคำนวณหาค่ามวลชีวภาพของทั้งแปลง ดังนั้นจึงอาจมีความไม่ถูกต้องค่อนข้างมาก แต่ในการศึกษาครั้งนี้ทำการวัด ค่าความสูงของไม้สักทุกต้นในแต่ละชั้นอายุ และวัดเส้นรอบวงทุกต้น ที่อยู่ในแปลง ทั้ง 3 แปลง

หากเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของ Kraenzel et al. (2003) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการสะสมคาร์บอนในสวนป่าสัก อายุ 20 ปี ที่ปานามา พบว่าคาร์บอนรวม ซึ่งประกอบด้วย คาร์บอนจากไม้สัก 20 ตัน/แฮกแตร์ จากซากพืช 3.4 ตัน/แฮกแตร์ จากพืชปกคลุมดิน 2.6 ตัน/แฮกแตร์ และจากดิน 225 ตัน/แฮกแตร์ รวมเท่ากับ 351 ตัน/แฮกแตร์ พบว่าการสะสมคาร์บอนในส่วนต่างๆของสวนป่าสักอายุ 20 ปี ของปานามาสูงกว่าประเทศไทยค่อนข้างมาก

สัดส่วนระหว่างปริมาณคาร์บอนสะสมในไม้สักอายุต่างกันและในราก ค่อนข้างที่จะผันแปรค่อนข้างมาก เนื่องจากว่า การนำไม้สักมาปลูกเป็นการปลูกจากเหง้า ดังนั้นขนาดของรากจึงไม่ผันแปรไปตามอายุของไม้สักที่เพิ่มมากขึ้น ไม้สักอายุ 10, 14, 18, 27 และ 28 ปี สัดส่วนระหว่างคาร์บอนที่สะสมในลำต้นกับรากเท่ากับ 31:1, 7:1, 12:1, 33:1, และ 27 :1 เท่า ซึ่งแตกต่างไปจากการศึกษาของ มานุสา มีสุข และเพิ่มเพชร โพธิ์กระจ่าง (2548) ศึกษามวลชีวภาพของไม้สักใน 5 ช่วงอายุ คือ 8,12, 15, 24, 25 ปี เท่ากับ 6.9 กก/ราก (1 ต้น), 10 กก/ราก, 15.1 กก/ราก, 36.7 กก/ราก และ 35.2 กก/ราก ในพื้นที่ที่ได้ศึกษารากไม้สักนี้ ก่อนหน้านี้ 2 ปี Petsri (2004) ได้ศึกษามวลชีวภาพของไม้สักอายุต่างๆกันในพื้นที่และแปลงดังกล่าว ผลการศึกษามวลชีวภาพของไม้สักที่อายุต่างกันเท่ากับ 60.4 กก/ต้น, 73.68 กก/ต้น, 64.42 กก/ต้น, 132.18 กก/ต้น, 120.27 กก/ต้น ตามลำดับ

ในการศึกษาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน ในราก และคาร์บอนในดิน มีผลมาจากปัจจัยหลายประการ ดังนั้นจึงควรระมัดระวังในประเด็นต่อไปนี้ 1) การศึกษาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินมีปัจจัยหลายอย่างเกี่ยวข้องคือ การจัดการสวนป่า (นำไม้เดิมออกหมด หรือทิ้งไว้ ไม้พื้นล่าง เช่นไผ่) ระยะห่างในการปลูก เป็นต้น ดังนั้นในการคำนวณปริมาณมวลชีวภาพต่อต้นจากไม้ในแปลงปลูกจึงอาจมีความแตกต่างกันไป 2) การศึกษามวลชีวภาพในราก อาจต้องมีการเก็บตัวอย่างเพิ่มมากขึ้น และอาจต้องแบ่งออกเป็นประเภทกล้าที่นำมาปลูก 3) การศึกษาปริมาณคาร์บอนในดิน มีความผันแปรเช่นเดียวกับการศึกษาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินโดยเฉพาะการจัดการพื้นที่ เช่น การเผา สภาพภูมิประเทศ ดังนั้นจึงต้องมีการรวบรวมข้อมูลในพื้นที่ศึกษาให้ละเอียดในการอภิปรายผลต่อไป

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณมหาวิทยาลัยมหิดลประจำปี 2549 ผู้วิจัยขอขอบคุณสวนป่าไม้อัดไทย อ.ลานสัก จ. อุทัยธานี และเจ้าหน้าที่ทุกท่าน ที่ให้ความอนุเคราะห์ ความช่วยเหลือในการอำนวยความสะดวกในการใช้พื้นที่ศึกษาและการเก็บข้อมูล

6. เอกสารอ้างอิง

กรมป่าไม้. (2541). **แผนแม่บทเพื่อพัฒนาการป่าไม้ การแก้ไขปัญหาเบื้องต้นของการทำลายป่า (บทสรุปผู้บริหาร.)** กองแผนงาน กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ. (2538). **ผลผลิตและการหมุนเวียนของธาตุอาหารในระบบนิเวศป่าไม้** . *(ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 2)*. คณะวนศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิทยา เพชรมาก และ พงษ์ศักดิ์ สหุนาฬุ . (2523). **ผลผลิตขั้นปฐมภูมิของสวนป่าไม้สัก** . รายงานวนศาสตร์วิจัยเล่มที่ 70, คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรกฎาคม 2523.

มานุสา มีสุข และเพิ่มเพชร . (2548). **การศึกษาปริมาณคาร์บอนในสวนป่าสัก**. โครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ม.มหิดล.

มณฑี โพธิ์ทัย . (2536). **การปลูกสร้างสวนป่า (Reforestation).** พิมพ์ครั้งที่ 4. ส่วนประชาสัมพันธ์และการประชุม , ฝ่ายบริหารทั่วไป, องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (1996). **IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories:** Reference Manual. Chapter 5: Land Use Change and Forestry.

Kraenzel, M., Castillo, A, Moore, T., Potvin, C. (2003). **Carbon srorage of harvest-age teak (*Tectona grandis*) plantations, Panama.** Forest Ecology and Management 173: 213-225.

Margaret, K., Alvaro, C., Tim, M. (2002). **Carbon storage of harvest-age teak (Tectona grandis) plantation, Panama.** Forest Ecology and Management [Online]; 5863: 1-13. Available from: URL: http://www.sciencedirect.com/science

Ministry of Science, Technology and Environment. (1994). Thailand's National Greenhouse Gas Inventory 1994. International Environmental Affairs Division, OEPP, Ministry of Science, Technology and Environment.

Ogawa, H., Yoda, K., Ogino, K., Kira, T. (1965). **Comparative ecological studies on three main type of firest vegetation in Thailand.** Nature and Life in SE.

Petsri, S. (2004). **Above ground and carbon content in mixed deciduous forest and teak plantation** [M.Sc. Thesis in technology of Environmental and Management], Nakhon Pathom, Faculty of Graduate Studies, Mahidol University.

Tangsinmankong, W. (2004). **Carbon stock in soil of mixed deciduous forest and teak plantation.** [M.S. Thesis in Tecthnology of Environmental Management], Nakhon Pathom, Faculty of graduated studies, Mahidol University.