Thesis Title Carbon Sinks and Nutrient Accumulation in Ecosystems of Series of *Pinus kesiya* Plantations and Fragmented Forests in Boakaew Highland Watershed, Chiang Mai Province

Author Mr. Somchai Nongnuang

Degree Doctor of Philosophy (Soil Science and Natural Resources Management)

Thesis Advisory Committee

Assoc. Prof. Dr. Soontorn Khamyong	Advisor
Dr. Niwat Anongrak	Co-advisor
Assoc. Prof. Dr. Kriangsak Sri-ngernyuang	Co-advisor

ABSTRACT

The research on carbon sinks and nutrient accumulations in ecosystems of a series of pine (*Pinus kesiya*) plantations and fragmented forests in Boakaew highland watershed, Chiang Mai province, had been carried out during 2010-2012. Sixty three sampling plots, 40 x 40 m^2 in size, were used for growth and biological production studies. Twenty-one age class plantations including 14-, 15-, 16-, 17-, 18-, 19-, 20-, 21-, 22-, 23-, 24-, 25-, 26-, 27-, 28-, 29-, 30-, 31-, 32-, 33- and 34-year-old stands were selected. Three plots (replications) were used for each age-class stand. In each plot, stem girth at breast high (gbh) and tree height of pine and other succession trees were measured for calculating tree growths and biomass. Four sample pine trees in four age-class stands of 20, 26, 30 and 33 years old were cut and measured for biomass by a stratified-clip technique, and later made allometric equations. Biomass amounts in adjacent fragmented forests and succession broadleaved trees in pine plantations were assessed using allometric equations of Tsutsumi *et al.* (1983). Carbon and nutrient storages in soils and forest floor were investigated in five pine stands of 17, 21, 25, 29 and 33 years old. Soil study was taken in five fragmented forests. Soil physical and chemical properties were analyzed in laboratory.

Tree biomass varied greatly among plantations, 70.5-248.2 $Mg.ha^{-1}$. They were separated to be 23.6-212.7 $Mg.ha^{-1}$ for pine, and 8.1-94.1 $Mg.ha^{-1}$ for succession trees. The biomass of fragmented forests varied between 117.3-253.3 $Mg.ha^{-1}$ (201.1 $Mg.ha^{-1}$ in average). The succession species played the important roles on plantation biomass. The majority of biomass was allocated in stem component, followed by root, branch and leaf. Most succession trees were in the families of Fagaceae, Theaceae, Myrtaceae, Leguminosae, Euphorbiaceae, Rubiaceae and Lauraceae.

Carbon storages in a series of pine plantations varied between 46-140 $Mg.ha^{-1}$; 12-106 $Mg.ha^{-1}$ for pine and 6-69 $Mg.ha^{-1}$ for succession trees. The storages of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium were in ranges of 370-965, 44-127, 263-680, 480-1,329 and 75-279 $kg.ha^{-1}$, respectively. The carbon and nutrient storages in pine trees did not increase continuously with stand ages. Many factors had influenced on the carbon storages in pine plantations. The succession species contributed greatly variable amounts to the plantation carbon stocks, 4.2-71.7%.

Biomass carbon storages of fragmented forests varied between 58-125 $Mg.ha^{-1}$ (99.33 $Mg.ha^{-1}$ in average) divided into stem, branch, leaf and root components of 64.86, 19.70, 1.60 and 12.60 $Mg.ha^{-1}$, respectively. Average amounts of nitrogen, phosphorus, potassium and magnesium in forest biomass were in the order of 1,101; 154; 753; 1,602 and 359 $kg.ha^{-1}$. The majorities of carbon and nutrient stocks were allocated in pine trees, and some lower amounts were stored in broad-leaved species such as *Castanopsis acuminatissima*, *Schima wallichii*, *C. diversifoli*a, *Quercus brandisiana*, etc.

Amounts of organic matter and carbon in soil profiles (0-160 cm depth) under pine stands varied between 138.6-306.3 and 80.4-204.8 $Mg.ha^{-1}$, respectively, whereas those in fragmented forest soils were 164-477 and 95-276 $Mg.ha^{-1}$. Dry matters and carbon amounts in organic layers on forest floor of pine stands varied in ranges of 4,122-8,379 and 1,668-3,151 $kg.ha^{-1}$, whereas those in fragmented forests were 5,855-7,644 and 2,145-2,726 $Mg.ha^{-1}$. The higher proportions of carbon storages were occurred in soils.

In five age-class pine plantations of 17, 21, 25, 29 and 33 years old, the carbon stocks in pine plantation ecosystems including in biomass, forest floor and soil compartments were different. The large amounts were stored in soils (40.7-77.5%), followed by plants (21.3-57.9%) and forest floor (0.7-1.3%). In five fragmented forests, stored carbon in soils varied between 41.2-72.5%, followed by plants (26.8-57.7%) and forest floor (0.7-1.2%). The carbon stocks in abundant fragmented forests were higher than pine plantations.

The carbon and nutrient stocks in ecosystems of pine plantations did not increase continuously with stand ages. Many factors had influenced on the stocks including differences of tree densities, growth rates, natural succession, site conditions and altitude. The succession tree species had the significant contribution to soil organic carbon. The appropriate management of pine plantations is important particularly fire protection, accelerating natural succession and replanting some local tree species in the plantations.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การสะสมคาร์บอนและธาตุอาหารในระบบนิเวศของชุดสวนป่าไม้สนสามใบและป่าที่เหลือเป็นหย่อมในลุ่มน้ำที่สูงบ่อแก้ว จังหวัดเชียงใหม่

ผู้เขียน นายสมชาย นองเนือง

ปริญญา วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (ปฐพีศาสตร์และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ. ดร. สุนทร คำยอง อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ดร. นิวัติ อนงค์รักษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
รศ. ดร. เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

การวิจัยเกี่ยวกับการสะสมคาร์บอนและธาตุอาหารในระบบนิเวศของชุดสวนป่าไม้สนสามใบและป่าที่เหลือเป็นหย่อมในลุ่มน้ำที่สูงบ่อแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ. ศ. 2553-2555. ดำเนินการในหน่วยจัดการต้นน้ำบ่อแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ โดยวางแปลงสุ่มตัวอย่างขนาด 40 x 40 ตารางเมตร จำนวนทั้งหมด 63 แปลง เพื่อศึกษาการเติบโตและมวลชีวภาพ เลือกสวนป่า 21 ชั้นอายุ ประกอบด้วยสวนป่าอายุ 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 และ 34 ปี โดยใช้แปลงสุ่มตัวอย่าง 3 แปลง (ซ้ำ) ในแต่ละแปลงวัดขนาดเส้นรอบวงลำต้นที่ระดับ 1.30 เมตรจากพื้นดินและความสูงของสนสามใบและพันธุ์ไม้ที่ขึ้นทดแทนเพื่อคำนวณหาการเติบโตและมวลชีวภาพ สุ่มตัดสนสามใบ 4 ต้น ในสวนป่า 4 ชั้นอายุ คือ 20, 26, 30 และ 33 ปี เพื่อหามวลชีวภาพตามวิธี stratified-clip technique และสร้างสมการแอลโลเมตทรี ประเมินปริมาณมวลชีวภาพของพรรณไม้ในป่าที่เหลือเป็นหย่อมและพันธุ์ไม้ที่ขึ้นทดแทนในสวนป่าสนสามใบโดยใช้สมการของ Tsutsumi *et al.* (1983) ศึกษาปริมาณการสะสมคาร์บอนและธาตุอาหารในดินและชั้นอินทรียวัตถุบนพื้นป่าในสวนป่า 5 ชั้นอายุ คือ 17, 21, 25, 29 และ 33 ปี นำตัวอย่างดินวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและเคมีในห้องปฏิบัติการ

มวลชีวภาพของต้นไม้ในสวนป่ามีความผันแปรอย่างมาก มีค่าระหว่าง 70.5-248.2 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ แยกเป็นมวลชีวภาพสนสามใบ 23.6-212.7 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ และพันธุ์ไม้ที่ขึ้น

ทดแทน 8.1-94.1 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ มวลชีวภาพของป่าธรรมชาติมีค่าผันแปรระหว่าง 117.3-253.3 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ (เฉลี่ย 201.1 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์) พรรณไม้ที่ขึ้นทดแทนมีบทบาทสำคัญต่อการสะสมมวลชีวภาพในสวนป่า พบว่ามีการสะสมมวลชีวภาพในลำต้นมากที่สุด รองลงมาคือ ราก กิ่ง และใบ พันธุ์ไม้ที่ขึ้นทดแทนส่วนใหญ่มีการสะสมในไม้วงศ์ไม้ก่อ วงศ์เมี่ยง วงศ์ชมพู่ วงศ์ถั่ว วงศ์มะขามป้อม วงศ์เข็มและวงศ์อบเชย

ปริมาณการสะสมคาร์บอนในชุดสวนป่าสนสามใบแปรผันระหว่าง 46-140 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ แยกเป็นการสะสมในสนสามใบ 12-106 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ และพรรณไม้ที่ขึ้นทดแทน 6-69 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ ปริมาณการสะสมของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียม มีค่าเท่ากับ 370-965, 44-127, 263-680, 480-1,329 และ 75-279 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ปริมาณการสะสมคาร์บอนและธาตุอาหารเพิ่มขึ้นตามอายุสวนป่า แต่มีความแปรปรวนในการสะสมธาตุอาหารระหว่างอายุสวนป่า มีปัจจัยสำคัญหลายอย่างที่มีอิทธิพลร่วมกัน พรรณไม้ที่ขึ้นทดแทนมีบทบาทสำคัญต่อการสะสมคาร์บอนในสวนป่าสนสามใบร้อยละ 4.2-71.7

ปริมาณการสะสมคาร์บอนในหย่อมป่าธรรมชาติแปรผันระหว่าง 58-125 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ (เฉลี่ย 99.33 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์) แบ่งเป็นการสะสมคาร์บอนในส่วนของลำต้น กิ่ง ใบ และราก เท่ากับ 64.86, 19.70, 1.60 และ 12.60 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ปริมาณการสะสมเฉลี่ยของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียมและแมกนีเซียมในมวลชีวภาพ มีค่าเท่ากับ 1,101, 154, 753, 1,602 และ 359 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ ปริมาณคาร์บอนและธาตุอาหารสะสมในไม้สนสามใบ รองลงมา ได้แก่ ก่อเดือย ทะโล้ ก่อแป้น ก่อหมาก เป็นต้น

ปริมาณอินทรียวัตถุและคาร์บอนในดินสวนป่าสนสามใบที่ความลึกถึง 160 เซนติเมตร มีค่าแปรผันระหว่าง 138.6-306.3 และ 80.4-204.8 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ ขณะที่หย่อมป่าธรรมชาติมีปริมาณผันแปรระหว่าง 164-477 และ 95-276 เมกกะกรัมต่อเฮกแตร์ ตามลำดับปริมาณน้ำหนักแห้งและคาร์บอนในชั้นอินทรียวัตถุบนพื้นป่าของสวนป่าสนสามใบมีค่าแปรผันระหว่าง 4,122-8,379 และ 1,668-3,151 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ ขณะที่ในหย่อมป่าธรรมชาติแปรผันระหว่าง 5,855-7,644 และ 2,145-2,726 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ สัดส่วนปริมาณการสะสมของคาร์บอนมีมากในส่วนของดิน

ในสวนป่า 5 ชั้นอายุ คือ 17, 21, 25, 29 และ 33 ปี พบว่า ปริมาณการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศ ที่ประกอบด้วย มวลชีวภาพพันธุ์ไม้ ชั้นอินทรียวัตถุบนพื้นป่าและดิน มีความแตกต่างกันมาก โดยพบว่ามีการสะสมคาร์บอนในดินมากที่สุด (ร้อยละ 40.7-77.5) รองลงมาคือ มวลชีวภาพพันธุ์ไม้ (ร้อยละ21.3-57.9) และในชั้นอินทรียวัตถุ (ร้อยละ 0.7-1.3) เปรียบเทียบกับหย่อมป่าธรรมชาติบริเวณข้างเคียง พบว่า ปริมาณการสะสมคาร์บอนในดินมีค่า ร้อยละ 41.2-72.5

รองลงมาคือ มวลชีวภาพพันธุ์ไม้ (ร้อยละ 26.8-57.7) และชั้นอินทรียวัตถุ (ร้อยละ 0.7-1.2) ปริมาณคาร์บอนสะสมในหย่อมป่าที่อุดมสมบูรณ์มีมากกว่าในระบบนิเวศสวนป่าสนสามใบ

การสะสมคาร์บอนและธาตุอาหารในระบบนิเวศของสวนป่าสนสามใบไม่ได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามชั้นอายุ เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างเกี่ยวข้อง ได้แก่ ความแตกต่างของความหนาแน่นต้นไม้ อัตราการเจริญเติบโตของต้นไม้ ระดับการทดแทนตามธรรมชาติ ลักษณะของพื้นที่และระดับความสูงจากน้ำทะเล พรรณไม้ที่ขึ้นทดแทนมีบทบาทสำคัญต่อการสะสมคาร์บอนในดิน ดังนั้นการจัดการสวนป่าสนสามใบในพื้นที่ต้นน้ำที่เหมาะสมจึงมีความสำคัญ โดยเฉพาะการป้องกันไฟป่า การเร่งให้มีการทดแทนตามธรรมชาติและการปลูกพันธุ์ไม้ท้องถิ่นเสริมในสวนป่า