นิพนธ์ต้นฉบับ

การกักเก็บคาร์บอนในป่าผลัดใบที่มีความถี่ของไฟแตกต่างกัน บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี

Carbon Stocks in Deciduous Forest with Different Burning Frequencies at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Uthai Thani Province

เบญจวรรณ คำรศ **Benjawan Kumros**
สาพิศ ดิลกสัมพันธ์ **Sapit Diloksumpun**
กอบศักดิ์ วันธงไชย **Kobsak Wanthongchai**
อรนุช นิลเขต **Oranut Ninkhet**

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand
E-mail: g5414300224@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 27 มีนาคม 2556 รับลงพิมพ์ 30 พฤษภาคม 2556

ABSTRACT

A study on carbon stock in deciduous forest with different burning frequencies. aims at determining plant species composition and structure and estimating the aboveground biomass and carbon stock in each plot. Plant species composition and structure (trees and saplings) were investigated in five 90 x 90 m plots of different burning frequencies: annual burning (M2), 1-year fire free interval (M5), 2-year fire free interval (M9), 4-year free interval (M1), and control or unburned (M10) The main plot was divided into 81 subplot (10 x 10 m) for tree measurement and other 81 subplot (4 x 4 m) were established within 10 x 10 m subplot for sapling measurement. Vegetations were identified and the measurement of their diameter at breast height (DBH) and height were undertaken. Importance value index (IVI) was analyzed to describe and compare species composition and plant community. Aboveground biomass of both trees and saplings were estimated using allometric equations and then convert to the carbon stock.

The results showed that there were 74 tree species found from all five plots. *Schleichera oleosa* (Lour.) Oken was the most dominant tree species in all plot examined except in the 2-year fire free interval plot where *Shorea obtusa Wall. ex Blume*; a deciduous dipterocarp species, had the greatest IVI. However, all of the top five IVI tree species are commonly found in mixed deciduous forest i.e. *Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub. var *kerrii* (Craib & Hutch.) I.C.Nielsen, *Lannea coromandelica (Houtt.) Merr.*, and *Croton roxburghii N.P. Balakr.* There were 61 sapling species of which the top five IVI were *C. roxburghii N.P. Balakr*. *Sterculia guttata Roxb*. *Grewia eriocapa* Juss. *Bauhinia sp.*and *Lagerstroemia ovalifolia Teijsm. & Binn.*, respectively. Aboveground tree

biomass and aboveground carbon stock in 4-year free interval were significantly highest among all plot (191.431 and 91.887 ton/ha respectively) (p-value<0.05), probably because of the highest mean DBH and height. Expectedly, the greatest aboveground sapling biomass and carbon storage was found in control unburned plot (1.687 and 0.810 tonne/ha respectively) (p-value<0.05) despite less sapling density. This could probably be due to the largest DBH and height of these saplings. The findings suggest that the lesser the fire frequency the greater aboveground biomass and carbon stock observed in sapling, This may attribute to the growth and development of saplings after burning. However, a study on the biomass and carbon stock change is, therefore, recommended to underline the influence of fire frequency to biomass and carbon stock in this forest.

Keywords: fire frequencies, plant community, biomass, carbon stock, deciduous forest

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัย การกักเก็บคาร์บอนในป่าผลัดใบที่มีความถี่ของไฟแตกต่างกันในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างสังคมพืชในป่าผลัดใบ และมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของแต่ละแปลงตัวอย่าง โดยทำการวางแปลงตัวอย่างถาวรแปลงมีขนาด 90 × 90 เมตรจำนวน 5 แปลง ประกอบด้วยความถี่ของไฟ 5 ความถี่คือ แปลงเผาทุกปี (M2) แปลงเผาเว้น 1 ปี (M5) แปลงเผาเว้น 2 ปี (M9) แปลงเผาเว้น 4 ปี (M1) และแปลงควบคุมไฟ (M10) และวางแปลงตัวอย่างย่อยขนาด 10 × 10 เมตร เพื่อเก็บข้อมูลไม้ยืนต้น และวางแปลงตัวอย่างย่อยขนาด 4 × 4 เมตร เพื่อเก็บข้อมูลไม้รุ่น ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงทั้งหมด (H) ของไม้ใหญ่และไม้รุ่น วิเคราะห์ดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาของพรรณไม้ในพื้นที่ (Importance value index, IVI) และประเมินมวลชีวภาพโดยใช้สมการแอลโลเมตรี (allometry) และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ

ผลการศึกษาในแปลงตัวอย่างทั้ง 5 แปลงพบไม้ใหญ่ทั้งสิ้น 74 ชนิด โดยชนิดไม้ที่มีดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยามากที่สุด 5 อันดับแรกได้แก่ ตะคร้อ เปล้าใหญ่ ตะแบกดง ปอแดง ปอลาย และแดง ตามลำดับ ทั้งนี้ยังพบว่าเต็ง ซึ่งเป็นพรรณไม้ที่พบมากในป่าเต็งรังยังเป็นไม้ที่มีดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาในระดับที่สูงในแปลงเผาเว้น 1 และ 2ปีอีกด้วย ในขณะที่พบไม้รุ่นทั้งหมด 61 ชนิด โดยทั้ง 5 แปลงตัวอย่างพบพรรณไม้ที่มีดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยามากเหมือนกัน 5 ชนิด คือ เปล้าใหญ่ ปอแดง ปอลาย เสี้ยวดอกขาว และตะแบกดง

จากการศึกษายังพบว่ามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของทั้ง 5 แปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value<0.05) โดยมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของแปลงเผาเว้น 4 ปี มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 191.431 และ 91.887 ตันต่อเฮกแตร์ตามลำดับ เนื่องจากมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงเฉลี่ยมากที่สุด สำหรับมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้รุ่น ทั้ง 5 แปลงตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p-value<0.05) โดยแปลงที่มีการควบคุมไฟมีปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด เท่ากับ 1.687 และ 0.810 ตันต่อเฮกแตร์ ถึงแม้ว่าความหนาแน่นของจำนวนไม้วัยรุ่นจะน้อยกว่าแปลงเผาเว้น 4 ปี อาจเป็นเพราะไม้รุ่นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงมีมากกว่า จะเห็นได้ว่าแปลงที่มีความถี่ของไฟที่น้อยนั้นจะมีมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้รุ่นที่ค่อนข้างมากเนื่องจากในระยะยาวไม้วัยรุ่นสามารถปรับตัวและเติบโตได้ดีภายหลังจากการเกิดไฟ อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนเพื่อวิเคราะห์อิทธิพลของความถี่ไฟต่อมวลชีวภาพและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนของป่าแห่งนี้

คำสำคัญ: ความถี่ของไฟ ลักษณะโครงสร้างสังคมพืช มวลชีวภาพ การกักเก็บคาร์บอน ป่าผลัดใบ

คำนำ

ปัจจุบันทั่วโลกกำลังประสบปัญหาการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (climate change) ซึ่งส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสิ่งมีชีวิตระบบนิเวศ โดยสาเหตุที่สำคัญมาจากการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก (greenhouse gases) จากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ โดยธรรมชาติแล้วระบบนิเวศป่าไม้นั้นจะเป็นตัวดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ในการเติบโตและสะสมไว้ในส่วนต่างๆ ของต้นไม้ ดังนั้นการทำลายป่าจึงเป็นการทำลายแหล่งกักเก็บคาร์บอน และเป็นสาเหตุให้ประสบปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศดังเช่นในปัจจุบัน

การกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของป่าธรรมชาติชนิดต่างๆ มีความแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ และองค์ประกอบของป่า ทั้งนี้ป่าไม่ผลัดใบมีการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพมากกว่าป่าผลัดใบ เช่น ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง (สาพิศ และคณะ, 2548) สังคมพืชป่าเบญจพรรณซึ่งเป็นสังคมพืชพึ่งไฟ มีการปรับตัวในหลายรูปแบบเพื่อให้ดำรงอยู่ได้ภายใต้อิทธิพลของไฟ โดยขึ้นอยู่กับความถี่ของไฟ ซึ่งต้องปรับตัวให้มีลักษณะทนไฟเพื่อให้อยู่ได้จนถึงวัยเจริญพันธุ์ และการรอดตายของชนิดขึ้นอยู่กับความสามารถในการสืบพันธุ์ได้เป็นจำนวนมากและรวดเร็วหลังไฟไหม้ (สันต์ และคณะ, 2534) นอกจากนี้ป่าเบญจพรรณยังมีการปรับตัวโดยการผลัดใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำจากลำต้นในช่วงฤดูแล้งและเป็นแหล่งสะสมของเชื้อเพลิงบนพื้นป่า (ปรีชา, 2539) ทั้งนี้ลักษณะการปรับตัวดังกล่าวอาจส่งผลกระทบต่อการกักเก็บคาร์บอนของสังคมพืชด้วยเช่นกัน จากข้อมูลงานวิจัยอิทธิพลจากความถี่ของไฟต่อลักษณะโครงสร้างของสังคมพืช ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ โดยไฟไม่มีผลต่อไม้ขนาดใหญ่ แต่มีผลต่อไม้รุ่นบางส่วนและกล้าไม้ในป่าทุกชนิดโดยจะทำให้ตายหมดภายหลังการเผา (คะนึงนิจ, 2539) แต่ทั้งนี้ยังขาดข้อมูลการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพจากอิทธิพลของไฟป่า ที่มีบทบาทสำคัญของป่าไม้หรือสังคมพืชในฐานะเป็นแหล่งดูดซับคาร์บอน

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาอิทธิพลของความถี่ไฟป่าต่อการกักเก็บคาร์บอนและการเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนของป่าผลัดใบ บริเวณเขตรักษาพันธ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งเพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของไฟที่มีผลต่อโครงสร้างของสังคมพืชและการกักเก็บคาร์บอนของระบบนิเวศป่าไม้ อีกทั้งสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการวางแผนเพื่อการศึกษาไฟป่าและการกักเก็บคาร์บอนในป่าผลัดใบในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

การวางแปลงตัวอย่างและเก็บข้อมูลสังคมพืช

ทำการวางแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 90 × 90 เมตร ล้อมรอบด้วยแนวกันไฟที่มีความกว้าง 10 เมตร จำนวน 5 แปลง โดยแต่ละแปลงจะมีความถี่ของไฟที่แตกต่างกันประกอบไปด้วย แปลงที่มีการเผาทุกปี (M2) แปลงที่มีการเผาเว้น 1 ปี (M5) แปลงเผาเว้น 2 ปี (M9) แปลงที่มีการเผาเว้น 4 ปี (M1) และแปลงควบคุมไฟ (M10) แปลงตัวอย่างที่เลือกนั้นได้มีการเริ่มศึกษาในปี พ.ศ. 2550 และทำการเก็บข้อมูลมาศึกษาวิเคราะห์อีกครั้งในปี พ.ศ. 2554 ทำการติดเครื่องหมาย (tag) ไม้ยืนต้น (tree) ที่มีขนาดเส้นเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 4.5 เซนติเมตร โดยใช้สายวัดตัว และความสูงมากกว่า 1.30 เมตร และไม้รุ่น (sapling) มีขนาดเส้นเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 4.5 เซนติเมตร พร้อมทั้งวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height, DBH) และคาดคะเนความสูงทั้งหมด (height, H)

การวิเคราะห์ข้อมูล

ทำการวิเคราะห์โครงสร้างสังคมพืช ด้วยการคำนวณหาดัชนีความสำคัญทางนิเวศวิทยาของพรรณไม้ในพื้นที่ (importance value index, IVI) คำนวณมวลชีวภาพของต้นไม้ในป่าเบญจพรรณแต่ละชนิดจากการแทนค่าความสูง และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก โดยใช้สมการแอลโลเมตรีของ Ogawa *et al*. (1965)

มวลชีวภาพของลำต้น

$$WS = 0.0396 * (D^2H)^{0.9326}$$

มวลชีวภาพของกิ่ง

$$WB = 0.003487* (D^2H)^{1.027}$$

มวลชีวภาพของใบ

$$WL = ([28.0/(WS+WB)] + 0.025)^{-1}$$

โดยที่ WS คือ มวลชีวภาพของลำต้น
WB คือ มวลชีวภาพของกิ่ง
WL คือ มวลชีวภาพของใบ
H คือ ความสูงของต้นไม้
D คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH)

พร้อมทั้งนำมวลชีวภาพที่ได้มาคำนวณการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพมีค่าเป็นร้อยละ 48 ของน้ำหนักแห้ง (ภาณุมาศ และ สิริรัตน์, 2549)

การศึกษาในครั้งนี้เป็นเพียงส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์เรื่องอิทธิพลความถี่ของไฟต่อการกักเก็บคาร์บอนในป่าเบญจพรรณ บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งจังหวัดอุทัยธานี เพื่อทำการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงสังคมพืชและปริมาณการกักเก็บคาร์บอนจากอิทธิพลความถี่ของไฟ แต่ในที่นี้เป็นการนำเสนอข้อมูล Carbon stock เพียงเบื้องต้นเท่านั้น ไม่ได้นำเสนอข้อมูลความเพิ่มพูนมาเปรียบเทียบกับอิทธิพลความถี่ของไฟ และยังขาดความต่อเนื่องของข้อมูลบางส่วนอยู่ ซึ่งจะมีการศึกษาวิเคราะห์ในระยะยาวต่อไป

ผลและวิจารณ์

โครงสร้างสังคมพืช

ในพื้นที่ศึกษามีพรรณไม้ที่เป็นไม้ยืนต้น (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป) จำนวน 74 ชนิด โดยมีความหนาแน่น 933 ต้นต่อเฮกแตร์ ขนาดของต้นไม้ที่พบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 14.5 เซนติเมตร และความสูงเฉลี่ย 11.7 เมตร ทั้งจำนวนและขนาดของต้นไม้ที่พบทั้ง 5 แปลงตัวอย่างจะมีความใกล้เคียงกัน โดยแปลง M2 M5 M9 M1 และ M10 มีจำนวนชนิดเท่ากับ 51, 56, 60, 48 และ 51 ชนิด และมีความหนาแน่นเท่ากับ 632, 995, 1432, 968 และ 906 ต้นต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ (Table 1) สำหรับแปลงที่เผาเว้น 4 ปี มีจำนวนชนิดพรรณไม้ที่พบ 48 ชนิดและแปลงที่เผาทุกปีมีจำนวนชนิดพรรณไม้ที่พบ 56 ชนิด นั้น พบว่าก็มีความหนาแน่นของต้นไม้น้อยด้วย จึงนำไปสู่การอธิบายถึงจำนวนต้นและการกระจายของพันธุ์ไม้ในแปลงที่เผาทุกปี ซึ่งมีจำนวนและการกระจายที่น้อยกว่าแปลงที่เผาทุก 4 ปี ซึ่งเกิดจากการได้รับอิทธิพลจากการเผาที่มากต้นไม้และไม้รุ่นได้รับผลกระทบโดยตรงรวมไปถึงระยะเวลาการตั้งตัวของพรรณไม้ด้วย

ไม้รุ่นซึ่งเป็นไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 4.5 เซนติเมตร ในแปลงตัวอย่างทั้ง 5 แปลง พบไม้รุ่นจำนวนทั้งหมด 61 ชนิดโดยพรรณไม้ที่พบจำนวนมากได้แก่ เปล้าใหญ่ (*Croton roxburghii* N.P. Balakr.) ตะแบกดง (*Lagerstroemia ovalifolia* Teijsm. & Binn.) เสี้ยวดอกขาว (*Bauhinia* sp.) ปอแก่นเทา (*Grewia eriocapa* Juss.) ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 3.73 เซนติเมตร มีความสูงเฉลี่ย 2.37 เมตร และมีความหนาแน่นเฉลี่ย 407 ต้นต่อเฮกแตร์ โดยแปลงที่เผาเว้น 4 ปีมีความหนาแน่นของพรรณไม้มากที่สุดที่ 532 ต้นต่อเฮกแตร์ รองลงมาคือแปลงที่ควบคุมการเผามีความหนาแน่น 511 ต้นต่อเฮกแตร์ และแปลงเผาเว้น 2 ปี แปลงเผาเว้น 1 ปี และแปลงที่เผาทุกปี ตามลำดับ (Table 1) แต่ในแปลงตัวอย่างทั้งหมดนี้ แปลงที่ควบคุมการเผา 4 ปี ถึงแม้ว่าจะมีความหนาแน่นของพรรณไม้มากแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของพรรณไม้ยังมีค่าน้อยกว่าแปลงที่ควบคุมไฟ

องค์ประกอบสังคมพืชและดัชนีความสำคัญของไม้ยืนต้น

จากการวิเคราะห์ลักษณะสังคมพืชที่ศึกษาพรรณไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญ 5 อันดับแรกในแปลงตัวอย่างเป็นชนิดพรรณที่พบโดยทั่วไปได้แก่ ตะคร้อ (*Schleichera oleosa* (Lour.) Oken) เปล้าใหญ่ (*Croton roxburghii* N.P. Balakr.) ตะแบกดง (*Lagerstroemia*

ovalifolia Teijsm. & Binn.) แดง (*Xylia xylocarpa* (Roxb.) Taub. var *kerrii* (Craib & Hutch.) I.C.Nielsen) โดยในแปลงที่มีการเผาเว้น1 ปี และแปลงที่มีการเผาเว้น 2 ปี พบว่า เต็ง (*Shorea obtusa* Wall. ex Blume) เป็นไม้ที่มีค่าดัชนีความสำคัญของแปลงตัวอย่างดังกล่าว และยังเป็นไม้เด่นในสังคมพืชป่าเต็งรังอีกด้วย การที่พบเต็ง ซึ่งเป็นไม้ที่มีดัชนีความสำคัญในป่าเต็งรังในแปลงตัวอย่างนี้ทำให้ทราบได้ว่าพื้นที่ศึกษามีความใกล้เคียงกับลักษณะของป่าเต็งรัง สอดคล้องกับรุ่งสุริยา (2545) ที่พบสังคมไม้รัง (*Shorea siamensis* type) ในบริเวณป่าผสมผลัดใบ ปรากฏมากตามแนวสันเขา ตลอดจนพื้นที่ที่เป็นสันหินปูนเฉพาะหยุบหลุมหรือร่องหิน และสอดคล้องกับคณะวนศาสตร์, 2531 ว่าพบพรรณไม้ได้แก่ เปล้าใหญ่ (*Croton roxburghii* N.P. Balakr.) ตะคร้อ (*Schleichera oleosa* (Lour.) Oken) กรวยป่า (*Casearia grewiifolia* Vent. var. *grewiifolia*) ไม้ไผ่ และ *Vitex* sp. ซึ่งเป็นพรรณไม้ที่พบได้ทั่วไปในป่าเบญจพรรณระดับต่ำที่ขึ้นอยู่สูงเหนือระดับน้ำทะเลตั้งแต่ 400-600 เมตร โดยพรรณไม้ที่พบนั้นได้แก่ เปล้าใหญ่ (*Croton roxburghii* N.P. Balakr.) เปล้าแพะ (*Croton hutshinsonianus* Hosseus.) และพวกไผ่ชนิดต่างๆ เช่น ไผ่ป่า (*Bambusa bambos* (L.) Voss) ไผ่บง (*B. nutans* Wall.)

องค์ประกอบสังคมพืชและดัชนีความสำคัญของไม้รุ่น

ดัชนีความสำคัญของพรรณไม้รุ่นในแปลงที่มีความถี่ของไฟแตกต่างกันทั้ง 5 แปลงนั้นพบว่าพรรณไม้ที่พบมากที่สุดได้แก่ เปล้าใหญ่ (*Croton roxburghii* N.P. Balakr.) ปอแดง (*Sterculia guttata* Roxb.) ปอแก่นเทา (*Grewia eriocapa Juss.*) เสี้ยวดอกขาว (*Bauhinia sp.*) และ ตะแบกดง (*Lagerstroemia ovalifolia* Teijsm. & Binn.) โดยเปล้าใหญ่จะมีดัชนีความสำคัญอยู่ในลำดับแรกของทั้ง 5 แปลงตัวอย่าง เนื่องจาก เปล้าใหญ่เป็นพันธุ์ไม้ที่มีความสามารถในการแตกหน่อภายหลังจากการเผานั้น พรรณไม้ชนิดอื่นๆ ที่ได้รับผลกระทบนั้นจะได้รับความเสียหายและตายในที่สุด แต่เปล้าใหญ่จะมีหน่อใต้ดิน และสามารถแตกหน่อใหม่ได้ภายหลังจากการเผาไฟ จึงทำให้เป็นพรรณไม้ที่มีการทนไฟ และสามารถเติบโตได้ดีภายหลังจากการเกิดไฟป่า

Table 1 Number of tree and sapling species found in each plot and their basal area, average DBH, height and density.

Plot	Number of species	Basal area (m^2/ha)	Average DBH (cm)	Average height (m)	Density (stems/ha)
Annual burning (M2)	51	0.423	16.8	12.7	632
1-year fire free interval (M5)	56	0.374	13.1	9.9	995
2-year fire free interval (M9)	60	0.359	11.2	9.4	1,432
4-year fire free interval (M1)	48	0.439	17.3	15.2	698
Control (M10)	51	0.473	13.9	11.2	906
Average			14.5	11.7	933
Sapling					
Annual burning (M2)	22	0.019	3.71	2.42	265
1-year fire free interval (M5)	29	0.014	3.11	2.07	396
2-year fire free interval (M9)	36	0.019	3.93	2.39	433
4-year fire free interval (M1)	28	0.027	3.70	2.46	532
Control (M10)	38	0.024	4.21	2.53	511
Average			3.73	2.37	407

มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพ

ไม้ยืนต้น

การศึกษาพบว่ามวลชีวภาพของต้นไม้ทั้งหมดในแปลงที่เผาทุกปีมีเท่ากับ 172.337 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงที่เผาเว้น 1 ปี มีมวลชีวภาพเท่ากับ 102.230 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงที่เผาเว้น 2 ปี มีมวลชีวภาพเท่ากับ 108.918 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงที่เผาเว้น 4 ปีมีมวลชีวภาพเท่ากับ 191.431 ตันต่อเฮกแตร์ และแปลงที่ควบคุมการเผามีมวลชีวภาพเท่ากับ 162.860 ตันต่อเฮกแตร์ (Table 2) สำหรับปริมาณการกักเก็บคาร์บอนโดยการประมาณปริมาณคาร์บอนเท่ากับร้อยละ 48 (ภาณุมาศ และสิริรัตน์, 2549) จากปริมาณมวลชีวภาพ โดยการกักเก็บคาร์บอนของแปลงที่เผาทุกปีมีเท่ากับ 82.722 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงที่เผาเว้น 1 ปี มีการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 49.070 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงที่เผาเว้น 2 ปี มีการกักเก็บคาร์บอน 52.281 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงที่เผาเว้น 4 ปี มีการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 91.887 ตันต่อเฮกแตร์ และแปลงที่ควบคุมการเผามีการกักเก็บคาร์บอน 78.173 ตันต่อเฮกแตร์ (Table 2) จากการทดสอบทางสถิติโดยใช้ One-way ANOVA แบ่งแปลงตัวอย่างออกเป็น 4 ซ้ำ ปริมาณของมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนทั้ง 5 แปลง หรือ 5 ความถี่ของไฟนั้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากการศึกษานั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงที่มีการเผาทุกปีและ 4 ปี นั้นมีปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนมากกว่าแปลงที่เผาเว้น 1 ปี 2 ปี และแปลงที่ควบคุมการเผา ทั้งนี้เนื่องจากขนาดและความสูงเฉลี่ยของในแปลงดังกล่าวมีมากกว่าแปลงอื่นๆ (Table 1) จึงส่งผลให้ปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนมากขึ้นด้วย โดยสอดคล้องกับ วรพรรณ และ สันต์ (2551) ซึ่งได้ทำการศึกษาผลกระทบของไฟต่อพรรณไม้บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้งพบว่า ไฟทำอันตรายต่อไม้ยืนต้นน้อยมาก การเติบโตของไม้ยืนต้นทั้งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับอก และความสูงหลังจากการทดลองเผา

ไม้รุ่น

การศึกษาปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้วัยรุ่นของแปลงตัวอย่างทั้ง 5 ความถี่ของไฟนั้นพบว่าไม้วันรุ่นในแปลงตัวอย่างทั้ง 5 แปลงนั้นมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 3.73 เซนติเมตร และมีความสูงเฉลี่ย 2.35 เมตร มวลชีวภาพรวมของแปลงที่เผาทุกปีเท่ากับ 0.748 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงเผาเว้น 1 ปี มีมวลชีวภาพรวมเท่ากับ 0.636 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงเผาเว้น 2 ปี มีมวลชีวภาพรวม 1.168 ตันต่อ เฮกแตร์ แปลงเผาเว้น 4 ปีมีมวลชีวภาพรวม 1.276 ตันต่อเฮกแตร์ และแปลงควบคุมไฟนั้นมีมวลชีวภาพรวมเท่ากับ 1.687 ตันต่อเฮกแตร์ (Table 2) สำหรับการกักเก็บคาร์บอนของแปลงที่เผาทุกปี มีการกักเก็บคาร์บอนรวม 0.359 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงที่เผาเว้น 1 ปี มีการกักเก็บคาร์บอนรวม 0.305 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงที่มีการเผาเว้น 2 ปี มีการกักเก็บคาร์บอนรวม 0.561 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงที่มีการเผาเว้น 4 ปี มีการกักเก็บคาร์บอนรวม 0.612 ตันต่อเฮกแตร์ และแปลงควบคุมไฟมีการกักเก็บคาร์บอนรวม 0.810 ตันต่อเฮกแตร์ (Table 2) มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้วัยรุ่นของทั้ง 5 แปลงตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยแปลงที่มีการควบคุมไฟนั้น มีปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด ถึงแม้ว่าความหนาแน่นของจำนวนไม้วัยรุ่นจะน้อยกว่าแปลงเผาเว้น 4 ปี แต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของพันธุ์ไม้ในแปลงควบคุมไฟนั้นมีมากกว่าจึงทำให้มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของแปลงควบคุมไฟมีมากกว่าด้วยเช่นกัน จะเห็นได้ว่าแปลงที่มีความถี่ของไฟที่น้อยนั้นจะมีมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพที่ค่อนข้างมากเนื่องจากไม้วัยรุ่นมีระยะที่ทำให้สามารถปรับตัวและเติบโตได้ดีภายหลังจากการเกิดไฟแต่ในแปลงตัวอย่างทั้งหมดนี้ แปลงที่ควบคุมการเผา 4 ปี ถึงแม้ว่าจะมีความหนาแน่นของพรรณไม้มากแต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของพรรณไม้

ยังมีน้อยกว่าแปลงที่ควบคุมไฟ มวลชีวภาพรวมของไม้ยืนต้นและไม้รุ่นในแปลงที่เผาทุกปีมีเท่ากับ 173.085 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงเผาเว้น 1 ปีเท่ากับ 102.866 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงเผาเว้น 2 ปีเท่ากับ 110.086 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงเผาเว้น 4 ปีเท่ากับ 192.707 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงควบคุมเท่ากับ 164.547 ตันต่อเฮกแตร์ (Table 2) และการกักเก็บคาร์บอนในมวลชีวภาพของไม้ยืนต้นและไม้รุ่นพบว่าแปลงเผาทุกปีมีค่า 83.081 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงเผาเว้น 1 ปีมีเท่ากับ 49.376 ตันต่อเฮกแตร์แปลงเผาเว้น 2 ปีเท่ากับ 52.841 ตันต่อเฮกแตร์ แปลงเผาเว้น 4 ปีเท่ากับ 92.499 ตันต่อเฮกแตร์ และแปลงควบคุมเท่ากับ 78.983 ตันต่อเฮกแตร์ (Table 3) ซึ่งใกล้เคียงกับมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของป่าเบญจพรรณบริเวณป่าสงวนแห่งชาติทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี โดยมีมวลชีวภาพ 141.06 ตันต่อเฮกแตร์ และการกักเก็บคาร์บอน 70.53 ตันต่อเฮกแตร์ (Terakunpisut, 2003) นอกจากนี้อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานซึ่งเป็นป่าทุติยภูมิยังมีมวลชีวภาพเท่ากับ 158.7 ตันต่อเฮกแตร์ และการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 79.3 ตันต่อเฮกแตร์ (สนธยา, 2547) สาพิศ และคณะ (2549) ยังได้ศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของป่าผสมผลัดใบบริเวณสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี พบว่ามีมวลชีวภาพเท่ากับ 181.8 ตันต่อเฮกแตร์ มีการกักเก็บคาร์บอนเท่ากับ 88.7 ตันต่อเฮกแตร์

Table 2 Biomass of tree and sapling in each plot.

Plot	Biomass of tree (tonne/ha)	Biomass of sapling (tonne/ha)	Total (tonne/ha)
Annual burning (M2)	172.337	0.748	173.085
1-year fire free interval (M5)	102.23	0.636	102.866
2-year fire free interval (M9)	108.918	1.168	110.086
4-year fire free interval (M1)	191.431	1.276	192.707
Control (M10)	162.86	1.687	164.547
Average	147.555	1.103	148.658

Table 3 Carbon storage of tree and sapling in each plot.

Plot	Carbon storage of tree (tonne/ha)	Carbon storage of sapling (tonne/ha)	Total (tonne/ha)
Annual burning (M2)	82.722	0.359	83.081
1-year fire free interval (M5)	49.070	0.305	49.376
2-year fire free interval (M9)	52.281	0.561	52.841
4-year fire free interval (M1)	91.887	0.612	92.499
Control (M10)	78.173	0.810	78.983
Average	70.826	0.529	71.356

สรุป

องค์ประกอบและสังคมพืชในป่าผลัดใบ

ในพื้นที่ป่าผลัดใบที่ทำการศึกษาโครงสร้างของสังคมพืชนั้นพบพรรณไม้ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก 4.5 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวน 74 ชนิด โดยมีความหนาแน่น 933 ต้นต่อเฮกแตร์ ขนาดของต้นไม้ที่พบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 14.5 เซนติเมตร ทั้งจำนวนและขนาดของต้นไม้ที่พบทั้ง 5 แปลงตัวอย่างจะมีความใกล้เคียงกันพันธุ์ไม้ที่พบได้ทั่วไปได้แก่ เปล้าใหญ่ ตะคร้อ กรวยป่า และ *Vitex* sp. โครงสร้างของสังคมไม้วัยรุ่นพบไม้วัยรุ่นจำนวนทั้งหมด 61 ชนิด โดยพันธุ์ไม้ที่พบจำนวนมากได้แก่ เปล้าใหญ่ ปอแดง เสี้ยวดอกขาว และ ตะแบกดง เป็นต้น ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 3.73 เซนติเมตร มีความสูงเฉลี่ย 2.35 เซนติเมตร

มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของต้นไม้และไม้วัยรุ่น

จากการทดสอบทางสถิติโดยใช้ One-way ANOVA แบ่งแปลงตัวอย่างออกเป็น 4 ซ้ำ ปริมาณของมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนทั้ง 5 แปลงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่าปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในแปลงที่มีการเผาทุกปีและ 4 ปี นั้นมีปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนมากกว่าแปลงที่เผาเว้น 1 ปี 2 ปี และแปลงที่ควบคุมการเผา ทั้งนี้เนื่องจากขนาดและความสูงเฉลี่ยของในแปลงดังกล่าวมีมากกว่าแปลงอื่นๆ

มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของไม้วัยรุ่นของทั้ง 5 แปลงตัวอย่างนั้นมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยแปลงที่มีการควบคุมไฟนั้น มีปริมาณมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนมากที่สุด ถึงแม้ว่าความหนาแน่นของจำนวนไม้วัยรุ่นจะน้อยกว่าแปลงเผาเว้น 4 ปี แต่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงของพันธุ์ไม้ในแปลงควบคุมไฟนั้นมีมากกว่าจึงทำให้มวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนของแปลงควบคุมไฟมีมากกว่าด้วยเช่นกัน

จากการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษามวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในป่าผลัดใบที่มีความถี่ของไฟแตกต่างกัน 5 ความถี่ของไฟควรมีการศึกษาเปรียบเทียบมวลชีวภาพและการกักเก็บคาร์บอนในความถี่ของไฟป่าระดับอื่นๆ และในบริเวณป่าอื่นๆ ด้วย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีประโยชน์และหลากหลาย สามารถนำไปจัดการและรับมือกับสถานการณ์ไฟป่าที่จะเกิดขึ้นในพื้นที่ต่างๆ อีกทั้งควรศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณการกักเก็บคาร์บอนที่จะเกิดขึ้นในอนาคตเพื่อรองรับการแก้ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตด้วย

คำนิยม

ขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่สนับสนุนทุนวิจัยโครงการอิทธิพลของไฟป่าต่อโครงสร้างและสมดุลคาร์บอนในป่าผลัดใบ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง (Influence of Forest Fire on Forest Structure and Carbon Balance in Tropical Deciduous Forest, Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary) เจ้าหน้าที่สถานีควบคุมไฟป่าอุทัยธานีที่เอื้อเฟื้อที่พัก ยานพาหนะ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บข้อมูลภาคสนาม

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

คณะวนศาสตร์. 2531. **รายงานแผนแม่บทการจัดการเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี**. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คะนึงนิจ สุทธิชาติ. 2539. **ผลกระทบของไฟป่าต่อดินและพืช ณ อุทยานแห่งชาติภูกระดึง.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรีชา ธรรมานนท์. 2539. ป่าผลัดใบ, น. 135 - 144. *ใน* **ป่าไม้กับสิ่งแวดล้อม**. โรงพิมพ์ดอกเบี้ยจตุจักร, กรุงเทพฯ.

ภาณุมาศ ลาดปาละ และสิริรัตน์ จันทร์มหเสถียร. 2549. **ปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดินที่สะสมของป่าเบญจพรรณสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี.** รวมผลงานวิจัยการศึกษาวัฏจักรคาร์บอนในป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง. สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช, กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

รุ่งสุริยา บัวสาลี. 2545. **ลักษณะโครงสร้างของสังคมพืชป่าผสมผลัดใบชื้นในประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วรพรรณ หิมพานต์ และสันต์ เกตุปราณีต. 2551. ผลของไฟต่อพืชพรรณในป่าเต็งรังในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี. **วารสารวนศาสตร์** 27: 43-55 (2551)

สาพิศ ดิลกสัมพันธ์, ธิติ วิสารัตน์, สำเริง ปานอุทัย, ภาณุมาศ ลาดปาละ, สิริจันทร์ จันทร์มหเสถียร และศุภรัตน์ สำราญ. 2548. วัฏจักรคาร์บอนในป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง, น. 77-94. *ใน* **รายงานประชุมวิชาการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้ "ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต"**, ณ โรงแรมมารวยการ์เด้น กรุงเทพฯ ระหว่างวันที่ 4-5 สิงหาคม 2548. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

_____. ธิติ วิสารัตน์, สำเริง ปานอุทัย, ภาณุมาศ ลาดปาละ, สิริจันทร์ จันทร์มหเสถียร และศุภรัตน์ สำราญ. 2549. วัฏจักรคาร์บอนในป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง, น. 257-275. *ใน* **รายงานผลงานวิจัย "การศึกษาวัฏจักรคาร์บอนในป่าดิบแล้งสะแกราชและป่าเบญจพรรณลุ่มน้ำแม่กลอง"** สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรุงเทพฯ.

สันต์ เกตุปราณีต, นิพนธ์ ตั้งธรรม, สุวิทย์ แสงทองพราว, ปรีชา ธรรมานนท์, นริศ ภูมิภาคพันธ์ และ ศิริ อัคคะอัคร. 2534. **ไฟป่าและผลกระทบต่อระบบป่าไม้ในประเทศไทย.** คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพ.

สนธยา จำปานิล. 2547. **การเปรียบเทียบผลผลิตและการย่อยสลายของเศษซากพืช เพื่อประเมินการสะสมคาร์บอนในระบบนิเวศป่าเขตอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Ogawa, H, K. Yoda, K. Ogino and T. Kira. 1965. Comparative ecological studies on three main type of forest vegetation in Thailand. **Nature and Life in SE Asia** 4: 13-48.

Terakunpisut, J., 2003 **Carbon Sequestration Potential in Aboveground Biomass of Thong Pha Phum Forest Ecosystem**. Master's Thesis. Department of Biology, Faculty of Science, Geanduate School, Chulalongkorn University.