

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประเมินการปลดปล่อยก๊าซจากการเผาเชื้อเพลิงในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง

Estimation of Gas Emission from Fuel Burning
in Mixed Deciduous Forest and Dry Dipterocarp Forestวรพรรณ หิมพานต์¹ลำเรียง ปานอุทัย²นรินทร์ เทศสร¹Woraphun Himmapan¹Samreong Panuthai²Narin Tedson¹¹ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

E-mail: woraphun_h@hotmail.com

² สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Watershed Conservation and Management Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

รับต้นฉบับ 1 พฤษภาคม 2552

รับลงพิมพ์ 24 สิงหาคม 2552

ABSTRACT

Gas emissions were estimated from burning mixed deciduous forest in Kanchanaburi province and dry dipterocarp forest in Nakhon Ratchasima province. The objectives were to study the greenhouse gases emitted during burning and to calculate the fuel load loss after burning. Three 20 m x 20 m plots were established using a completely randomized design in each forest type. Four 1 m x 1 m subplots inside each sample plot were selected to study the fuel bed properties, which were determined before and after burning. Samples of each fuel type were collected to analyze the moisture content, fuel load, fuel consumption and carbon content. Smoke compositions were also measured during burning using a Flue Gas Analyzer (Testo-350XL). Carbon losses were calculated from the fuel load loss.

The results revealed a smoke composition that included carbon monoxide (CO), oxygen (O₂), sulfur dioxide (SO₂), nitrogen monoxide (NO), nitrogen dioxide (NO₂) and oxides of nitrogen (NO_x). The concentrations of these gases during burning in the mixed deciduous forest were 80.23 ppm, 20.77%, 0.37 ppm, 2.23 ppm, 0.09 ppm and 2.31 ppm, respectively. Concentrations of the same gases from fuel burning in the dry dipterocarp forest were 22.98 ppm, 20.77%, 0.31 ppm, 1.11 ppm, 0.16 ppm and 1.28 ppm. Carbon emissions from one hectare each in the mixed deciduous forest and the dry dipterocarp forest were analyzed and the carbon in the fuel after burning was 0.973 ton and 2.069 ton, respectively. The use of controlled fire or prescribed fire is important for reducing the hazardous build-up of dead fuels on the forest floor. This, in turn, reduces the risk of damaging, high-intensity wildfires. However, an alternative to burning, such as removing or reducing fuels by mechanical, biological or chemical treatments, or using the fuel to provide electricity or to produce fertilizer are recommended.

Keywords: gas emissions, burning, fuel, mixed deciduous forest, dry dipterocarp forest

บทคัดย่อ

การประเมินการปลดปล่อยก๊าซจากการเผาเชื้อเพลิงในป่าทำการศึกษาในป่าเบญจพรรณ จังหวัดกาญจนบุรี และป่าเต็งรัง จังหวัดนครราชสีมา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบและปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณระหว่างการตรวจวัดในพื้นที่และโดยวิธีการประเมินจากมวลชีวภาพของเชื้อเพลิงที่สูญเสียไป วิธีการศึกษาโดยวางแผนแปลงขนาด 20 x 20 เมตร จำนวน 3 แปลงกระจายอย่างสุ่มในพื้นที่ของแต่ละชนิดป่า ภายในแปลงทดลองวางแผนทดลองย่อยขนาด 1 x 1 เมตร สำหรับศึกษาลักษณะของเชื้อเพลิงและเก็บตัวอย่างเชื้อเพลิงก่อนและหลังการทดลองเผา เพื่อวิเคราะห์ค่าความชื้นของเชื้อเพลิง ปริมาณเชื้อเพลิง และทำการศึกษาองค์ประกอบของควันไฟโดยการตรวจวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์ก๊าซ (Testo-350XL) พร้อมทั้งทำการคำนวณปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียไปจากปริมาณเชื้อเพลิงที่สูญเสียไป

ผลการศึกษาพบว่าองค์ประกอบและปริมาณความเข้มข้นของก๊าซในควันไฟที่ตรวจวัดด้วยเครื่องวิเคราะห์ ก๊าซในป่าเบญจพรรณ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) 80.23 ppm ออกซิเจน (O₂) ร้อยละ 20.77 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO₂) 0.37 ppm ไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) 2.23 ppm ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) 0.09 ppm และออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) 2.31 ppm ส่วนในป่าเต็งรัง ความเข้มข้นของ CO O₂ SO₂ NO NO₂ และ NO_x มีค่าวัดได้ 22.98 ppm ร้อยละ 20.77 0.31 ppm 1.11 ppm 0.16 ppm และ 1.28 ppm ตามลำดับ ในขณะที่ประเมินปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียไปจากป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังหลังจากเผาไหม้ในพื้นที่ 1 เฮกแตร์ มีค่า 0.973 ตัน และ 2.069 ตัน ตามลำดับ แม้ว่าการเผาตามกำหนด มีความสำคัญมากต่อการกำจัดเชื้อเพลิงในป่าเพื่อลดอันตรายอันอาจเกิดจากไฟป่าที่มีความรุนแรงสูงทางเลือกอื่นแทนการเผาเช่นการกำจัดหรือลดเชื้อเพลิงทั้งโดยวิธีกล วิธีชีววิทยา การใช้สารเคมี นำเชื้อเพลิงไปใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้าหรือทำปุ๋ยน่าจะจะเป็นการจัดการเชื้อเพลิงที่ควรปฏิบัติ

คำสำคัญ: การปลดปล่อยก๊าซ การเผาไหม้ เชื้อเพลิง ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ

คำนำ

ป่าไม้และต้นไม้เป็นแหล่งเก็บกักคาร์บอนเนื่องจากร้อยละ 85 ของปริมาณคาร์บอนในพืชสะสมอยู่ในระบบนิเวศป่าไม้ เนื่องจากต้นไม้สามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากบรรยากาศ (carbon sequestration) ผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสง (photosynthesis) เพื่อนำมาเก็บกักไว้ในรูปของมวลชีวภาพ (biomass) ทั้งในส่วนเหนือพื้นดินและใต้พื้นดิน ในขณะเดียวกันป่าไม้มีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่บรรยากาศโดยกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์เมื่อตายไปวัฏจักรคาร์บอนของภาคป่าไม้ (การดูดซับและการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) นับเป็นปัจจัยสำคัญที่สุดที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซเรือนกระจกในบรรยากาศทั้งในด้านการปลดปล่อยและการเก็บกักคาร์บอน ดังนั้นเมื่อมีการเผาไหม้ไม้หรือมวล

ชีวภาพ จะเกิดการปลดปล่อยอนุภาคขนาดเล็กและก๊าซ เช่น ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) รวมทั้งมีเทน (CH₄) ออกสู่บรรยากาศ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสภาพอากาศและสุขภาพอนามัยของประชาชน ซึ่งองค์ประกอบและปริมาณของก๊าซที่ถูกปลดปล่อยนี้ขึ้นกับชนิด องค์ประกอบของเชื้อเพลิง รวมทั้งพฤติกรรมของไฟที่เกิดขึ้นด้วย (Chandler *et al.*, 1983) รวมทั้งในการเผาตรง เช่น การใช้ไม้เป็นฟืนหรือถ่าน หรือการเผาโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่มีเทคโนโลยีเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซต่างๆออกมาสู่บรรยากาศ ก็นับว่าเป็นสาเหตุหนึ่งของการเกิดสภาวะโลกร้อนด้วยเช่นกัน

การประเมินปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในมวลชีวภาพในปัจจุบันใช้วิธีการประเมินจากปริมาณคาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบของเชื้อเพลิงแต่ละชนิดซึ่งเมื่อเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้สมบูรณ์ คาร์บอนที่เป็น

องค์ประกอบของเชื้อเพลิงจะรวมตัวกับออกซิเจนเกิดเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ (เพริสแพรว, 2536) ส่วนการคำนวณหาปริมาณคาร์บอนทั้งหมดในเนื้อไม้ของส่วนที่เป็นลำต้น ใช้วิธีการนำน้ำหนักแห้งส่วนที่เป็นลำต้นของไม้ตัวอย่างคูณด้วยเปอร์เซ็นต์คาร์บอนในเนื้อไม้ แล้วหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคาร์บอนส่วนที่เป็นลำต้นของไม้ตัวอย่างกับมิติต่างๆ ของต้นไม้ในรูปแบบสมการแอลโลเมตรี แล้วนำสมการที่เหมาะสมที่สุดไปประมาณหาปริมาณคาร์บอนรายต้น ผลรวมของทุกต้นคือปริมาณคาร์บอนส่วนที่เป็นลำต้นทั้งหมดในแปลงตัวอย่าง จากนั้นแปลงค่าเป็นเมตริกตันคาร์บอนต่อเฮกแตร์ อีกวิธีหนึ่งคือการประมาณค่าคาร์บอนอย่างหยาบ คือการประมาณว่าปริมาณคาร์บอนมีเท่ากับร้อยละ 50 ของมวลชีวภาพ หรือน้ำหนักแห้งของส่วนต่างๆ ของพืช (ทศพร และคณะ, 2548) ในขณะที่องค์ประกอบของเนื้อไม้ประกอบด้วยธาตุต่างๆ ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ และออกซิเจน การเผาทำลายต้นไม้จึงเป็นการปลดปล่อยธาตุต่างๆ เหล่านี้ในรูปของก๊าซออกมาในรูปของควันไฟ ดังนั้นการสูญเสียแหล่งดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์นับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญเท่ากับการปลดปล่อยก๊าซต่างๆ ระหว่างการเกิดไฟป่า

การศึกษาปริมาณและชนิดของก๊าซที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากเชื้อเพลิงในระหว่างการชิงเผา โดย Sandberg and Dost (1990) พบว่ามีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ระหว่าง 2,200-3,500 ปอนด์ต่อตันของเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้ไป อนุภาคที่ถูกปลดปล่อยอยู่ระหว่าง 4-180 ปอนด์ต่อตันเชื้อเพลิง ขณะที่ก๊าซอื่นๆ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์อยู่ในช่วง 70 ปอนด์ต่อตันเชื้อเพลิง ส่วนออกไซด์ของซัลเฟอร์และไนโตรเจนที่เกิดขึ้นในควันไฟนั้น เนื่องจากเชื้อเพลิงในป่าประกอบด้วย 2 ธาตุนี้ในปริมาณน้อยอาจไม่มีนัยสำคัญเพียงพอที่จะต้องคำนึงถึง (Sandberg and Dost, 1990) ส่วนการศึกษาของ Himmapan (2005) พบว่าก๊าซที่ถูกปลดปล่อยระหว่างการเผาไหม้ในป่าเต็งรังบริเวณแนวกันชนเขต

รักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี ซึ่งตรวจวัดโดยเครื่องวิเคราะห์การเผาไหม้ TSI's CA-CALC พบว่าในควันไฟประกอบด้วยก๊าซ CO, NO₂, SO₂ และ CO₂ โดยมีปริมาณเฉลี่ย 48.87 ppm, 1.86 ppm, 0.46 ppm และร้อยละ 0.12 ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 พบว่า CO, NO₂ และ SO₂ มีปริมาณสูงเกินค่ามาตรฐาน

เนื่องจากปริมาณและองค์ประกอบของก๊าซต่างๆ ที่เกิดขึ้นเป็นสาเหตุสำคัญประการหนึ่งของการเกิดสภาวะโลกร้อน แต่ข้อมูลในเรื่ององค์ประกอบและปริมาณก๊าซที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากการเผาไหม้มวลชีวภาพหรือการเกิดไฟป่าในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรังซึ่งเป็นชนิดป่าผลัดใบที่มีเชื้อเพลิงสะสมในพื้นที่สูงในฤดูแล้งจนเกิดความเสี่ยงในเกิดไฟป่าสูง ยังมีไม่มากเพียงพอ ดังนั้นการศึกษาเพื่อประเมินก๊าซที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากการเกิดไฟป่าหรือการเผาไหม้มวลชีวภาพจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อให้ได้ข้อมูลมาประกอบการวิเคราะห์ประเมินสถานการณ์และการวางแผนหาแนวทางแก้ไข ปัญหาโลกร้อนที่เกิดจากไฟป่าต่อไป ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบและปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณ โดยการตรวจวัดในพื้นที่และประเมินจากมวลชีวภาพของเชื้อเพลิงที่สูญเสียไป และนำข้อมูลที่ได้ใช้ในการประเมินผลกระทบจากการเกิดไฟป่าต่อสภาพแวดล้อมและการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

การศึกษานี้ดำเนินการศึกษาวิจัยในพื้นที่ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง (Figure 1) โดยป่าเบญจพรรณในพื้นที่ของสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง ตั้งอยู่ในเขตอำเภอ

ทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ตั้งอยู่ในระหว่างเส้นรุ้งที่ $14^{\circ} 31'$ ถึง $14^{\circ} 38'$ เหนือและเส้นแวงที่ $98^{\circ} 46'$ ถึง $98^{\circ} 37'$ ตะวันออก มีพื้นที่ประมาณ 109 ตารางกิโลเมตร พื้นที่อยู่สูง 100 ถึง 300 เมตรจากระดับน้ำทะเล และป่าเต็งรัง ในพื้นที่ของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

ตั้งอยู่ในเขตตำบลภูหลวง อำเภอปักธงชัย ตำบลวังน้ำเขียว และตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ตั้งอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ $14^{\circ} 25'$ ถึง $14^{\circ} 33'$ เหนือ และเส้นแวงที่ $100^{\circ} 48'$ ถึง $101^{\circ} 56'$ ตะวันออก ระดับความสูงอยู่ระหว่าง 280-762 เมตร จากระดับน้ำทะเล

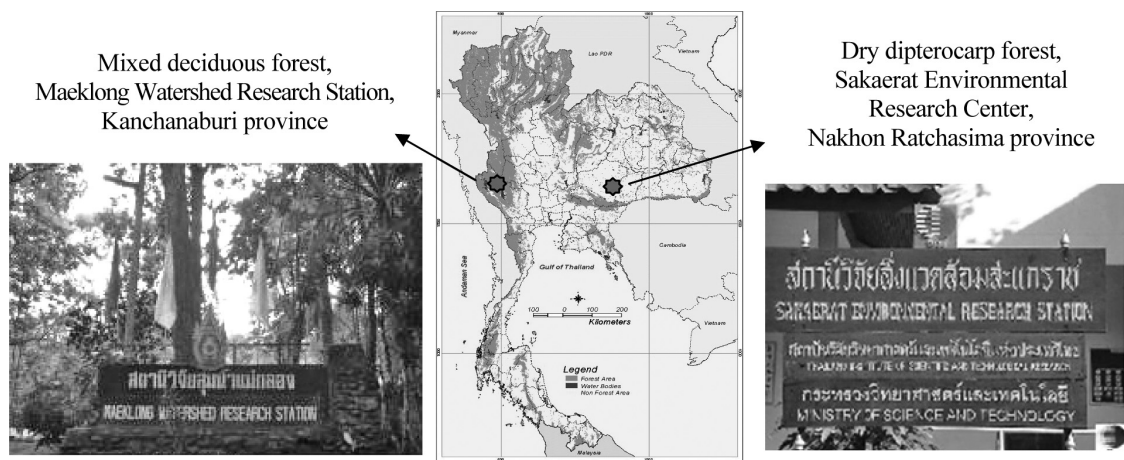


Figure 1 Study areas.

การวางแผนทดลอง

ทำการคัดเลือกพื้นที่ในป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรังที่มีลักษณะสม่ำเสมอ จำนวนป่าละ 3 แปลง แต่ละแปลงมีขนาด 20×20 เมตร เพื่อทำการทดลองเผาไหม้เชื้อเพลิงในพื้นที่แต่ละแห่ง ทำแนวกันไฟความกว้าง 10 เมตร รอบแปลงตัวอย่าง ในแต่ละแปลงขนาด 20×20 เมตร จะวางแผนเก็บตัวอย่างเชื้อเพลิงขนาด 1×1 เมตร จำนวน 3 แปลงกระจายแบบสุ่มให้ทั่วแปลงทดลองขนาด 20×20 เมตร การศึกษานี้จะมีแปลงทดลองการเผาไหม้ในทั้งสองพื้นที่ป่า จำนวนทั้งสิ้น 6 แปลง และมีแปลงตัวอย่างการเก็บเชื้อเพลิงทั้งสิ้น 18 แปลง

วิธีการเก็บข้อมูล

1. ในแปลงตัวอย่างแต่ละแปลง ทำการเก็บข้อมูลลักษณะเชื้อเพลิงแต่ละชนิด ได้แก่ ความสูง/ความหนา ความต่อเนื่องของเชื้อเพลิงหรือเปอร์เซ็นต์การปกคลุมของพื้นที่ และเก็บตัวอย่างเชื้อเพลิง 4 ประเภท

ได้แก่ ใบไม้(litter) กิ่งไม้ (twig) หญ้า (grass) และไม้พื้นล่าง (undergrowth) ส่วนในป่าเบญจพรรณ มีใบไผ่เป็นจำนวนมาก จึงแยกใบไผ่ออกจากใบไม้ทั่วไป ทำการวัดความสูงหรือความหนา ตัดเชื้อเพลิงประเภทหญ้าและลูกไม้ชนิดติดดิน และเก็บเศษกิ่งไม้และใบไม้ในแปลงทดลองนำมาชั่งหาน้ำหนักสดของเชื้อเพลิงแต่ละประเภทในพื้นที่ และนำตัวอย่างเชื้อเพลิงแต่ละประเภทประมาณ 100 กรัม บรรจุลงกระดาดเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าความชื้น มวลชีวภาพและนำส่งตรวจวิเคราะห์ปริมาณคาร์บอนด้วยเครื่อง CN Analyzer (CN Corder MT-700) ในห้องปฏิบัติการของคณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ นอกจากส่วนที่เก็บเป็นตัวอย่างแล้วนำเชื้อเพลิงที่เหลือทิ้งกระจายในพื้นที่ การเก็บข้อมูลและตัวอย่างเชื้อเพลิงดำเนินการในปลายเดือนมกราคม 2551

2. ทำการทดลองเผาในพื้นที่ป่า ในเดือนกุมภาพันธ์ 2551 ซึ่งเป็นฤดูกาลไฟป่าโดยทำแนวกัน

ไฟความกว้างประมาณ 10 เมตรรอบแปลงทดลองมีการควบคุมและป้องกันไฟโดยการมีเจ้าหน้าที่พร้อมเครื่องมือในการดับไฟป่า ทำการตรวจวัดองค์ประกอบและปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาไหม้โดยเครื่องวัดก๊าซ (Flue Gas Analyzer: Testo-350XL) ซึ่งสามารถวิเคราะห์ชนิดและปริมาณก๊าซด้วยระดับความเข้มข้นในช่วงส่วนในล้านส่วน หรือ ppm

3. ระหว่างการเผา ตรวจวัดค่าพฤติกรรมไฟ ได้แก่ ความสูงและความยาวของเปลวไฟ และอัตราการลุกลาม ตามวิธีการของ Byram (1959)

4. ทำการเก็บข้อมูลและเก็บตัวอย่างเชื้อเพลิง หลังจากการทดลองเผาพื้นที่ในแปลงทดลอง ซึ่งหลังเผาจะต้องเก็บชี้ไถ่ในแปลงทดลอง วิธีการเก็บเช่นเดียวกับการเก็บเชื้อเพลิงประเภทอื่น โดยพยายามเก็บเฉพาะชี้ไถ่ส่วนที่ยังคงสภาพเชื้อเพลิงเดิมอยู่หรือแตกสลายไม่มากนัก โดยเก็บให้ติดดินขึ้นมาน้อยที่สุด การดำเนินการเก็บพื้นที่หลังเผาทำให้ชี้ไถ่ส่วนใหญ่ยังคงไม่แตกสภาพและปลิวหายไปหลังจากนั้นนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าความชื้นและมวลชีวภาพ

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำตัวอย่างเชื้อเพลิงซึ่งน้ำหนักและนำตัวอย่างเข้าอบที่ห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักแห้ง เพื่อคำนวณหาลักษณะเชื้อเพลิง ได้แก่ ความสูง/ความหนา ความต่อเนื่อง ความชื้นและมวลชีวภาพของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท ด้วยสูตร

การกระจายของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท

$$\text{การกระจายของเชื้อเพลิง} = \frac{\text{จำนวนแปลงที่พบเชื้อเพลิงประเภทนั้น} \times 100}{\text{จำนวนแปลงตัวอย่างทั้งหมด}}$$

ความชื้นของเชื้อเพลิง

$$Mf = \frac{(Fws - Dw) \times 100}{Dw}$$

โดยที่ Mf = ความชื้นของเชื้อเพลิง (%)

Fws = น้ำหนักสดของเชื้อเพลิงตัวอย่าง (กรัม)

Dw = น้ำหนักแห้งของเชื้อเพลิงตัวอย่าง (กรัม)

ปริมาณเชื้อเพลิง

$$Wo = \frac{Fwtotal \times 100 \times 10,000}{(100 + Mf) \times a}$$

โดยที่ Wo = ปริมาณเชื้อเพลิง (กิโลกรัม/เฮกแตร์)

Fwtotal = ผลรวมน้ำหนักสดของเชื้อเพลิงจากแปลงตัวอย่างทั้งหมด (กิโลกรัม)

Mf = ความชื้นของเชื้อเพลิง (ร้อยละ)

a = ผลรวมพื้นที่แปลงตัวอย่างทั้งหมด (ตารางกิโลเมตร)

ความต่อเนื่องของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท

$$Co = \frac{\sum_{i=1}^{60} Coi}{\text{จำนวนแปลงทั้งหมด}}$$

โดยที่ Co = ความต่อเนื่องของเชื้อเพลิง (ร้อยละ)

$\sum_{i=1}^{60} Coi$ = ผลรวมความต่อเนื่องของเชื้อเพลิง (ร้อยละ)

ชนิดเชื้อเพลิงหลัก (dominant fuel type) วิเคราะห์โดยการคำนวณค่าความสำคัญ (important value) ของเชื้อเพลิงแต่ละประเภท ซึ่งพัฒนามาจากสมการหาค่าความสำคัญที่ใช้ในการวิเคราะห์หาชนิดพืชเด่น (dominant species) ของสังคมพืช ทั้งนี้หลักเกณฑ์

เชื้อเพลิงหลักต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ คือ ปริมาณมาก ความต่อเนื่องของการปกคลุมพื้นที่อย่างทั่วถึง และกระจายทั่วพื้นที่ ซึ่งสมการสำหรับค่าความสำคัญของเชื้อเพลิง (ดัดแปลงจากศิริ และสานิตย์, 2535) คือ

$$IVI = RL+RC+RF$$

โดย IV = ค่าความสำคัญ (important value) ของเชื้อเพลิง

RL = ปริมาณสัมพัทธ์ของเชื้อเพลิง

RC = ความต่อเนื่องสัมพัทธ์ของเชื้อเพลิง

RF = การกระจายสัมพัทธ์ของเชื้อเพลิง

โดย ค่าของ RL, RC และ RF หาได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$RL = \frac{\text{ปริมาณของเชื้อเพลิงประเภทนั้น} \times 100}{\text{ผลรวมของปริมาณเชื้อเพลิงทุกประเภท}}$$

$$RC = \frac{\text{ความต่อเนื่องของเชื้อเพลิงประเภทนั้น} \times 100}{\text{ผลรวมของความต่อเนื่องของเชื้อเพลิงทุกประเภท}}$$

$$RF = \frac{\text{การกระจายของเชื้อเพลิงประเภทนั้น} \times 100}{\text{ผลรวมของการกระจายของเชื้อเพลิงทุกประเภท}}$$

2. นำค่าตรวจวัดพฤติกรรมไฟได้แก่ อัตราการลุกลาม ความสูง และความยาวเปลวไฟ มาคำนวณหาความรุนแรงของไฟ ตาม Byram's formula (Byram, 1959)

3. วิเคราะห์ปริมาณก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ที่เก็บระหว่างการทดลองเผาในพื้นที่ และปริมาณคาร์บอนที่ได้จากการประเมินจากมวลชีวภาพของเชื้อเพลิงที่สูญเสียจากการเผา

ผลและวิจารณ์

องค์ประกอบและปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง

องค์ประกอบและปริมาณก๊าซที่ปลดปล่อยระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงในป่า

ระหว่างการทดลองเผาเชื้อเพลิงในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง ทำการตรวจวัดองค์ประกอบและ

ปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาไหม้โดยเครื่องวัดก๊าซ พบว่าจากการเผาไหม้จะพบว่าก๊าซออกซิเจนมีปริมาณ สูงที่สุดคือร้อยละ 20.77 (20 ส่วนใน 100 ส่วน) ในปริมาณก๊าซทั้งหมดในทั้งสองชนิดป่า ก๊าซที่พบปริมาณมากรองลงมาในป่าเบญจพรรณได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) คือ 80.23 ppm และออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) และไนโตรเจนมอนอกไซด์ (NO) มีปริมาณใกล้เคียงกัน คือ 2.30 ppm และ 2.23 ppm ตามลำดับ ในขณะที่ก๊าซที่เกิดจากการทดลองเผาไหม้เชื้อเพลิงในป่าเต็งรัง พบว่าก๊าซที่พบปริมาณรองลงมาจากก๊าซออกซิเจนได้แก่ CO เช่นเดียวกับในป่าเบญจพรรณ คือ 22.98 ppm ซึ่งมีค่าต่ำกว่าในป่าเต็งรังในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 44.88 ppm (Himmaphan, 2005) ในขณะที่ปริมาณก๊าซชนิดอื่นๆ แม้ว่าส่วนใหญ่จะมีปริมาณต่ำกว่าก๊าซ

ที่พบในป่าเบญจพรรณแต่มีปริมาณอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างทั้งสองชนิดป่าพบว่าก๊าซที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงใน

ป่าเบญจพรรณให้ค่าปริมาณสูงกว่าก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ในป่าเต็งรังเกือบทุกค่า (Table 1)

Table 1 Mean (standard deviation) of concentrations of components of smoke from fuel burning in mixed deciduous forest and dry dipterocarp forest.

Forest types	O ₂ (%)	CO (ppm)	SO ₂ (ppm)	NO (ppm)	NO ₂ (ppm)	NO _x (ppm)
Mixed deciduous forest	20.77 (0.14)	80.23 (85.07)	0.37 (0.75)	2.23 (2.18)	0.09 (0.13)	2.3 (2.19)
Dry dipterocarp forest	20.77 (0.11)	22.98 (42.93)	0.31 (0.53)	1.11 (1.81)	0.16 (0.21)	1.28 (1.92)

การสูญเสียคาร์บอนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง โดยประเมินจากมวลชีวภาพของเชื้อเพลิง

เนื่องจากก๊าซที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาไหม้สามารถตรวจวัดได้ทั่วทั้งแปลงทดลอง รวมทั้งก๊าซลอยตัวและสูญหายไปในบรรยากาศ จึงได้ทำการศึกษาศูนย์เสียคาร์บอนจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงโดยประเมินจากมวลชีวภาพของเชื้อเพลิง

จากการศึกษาลักษณะเชื้อเพลิงที่พบในป่าเบญจพรรณ ซึ่งประกอบด้วย ใบไม้ กิ่งไม้ และไม้พื้นล่างในพื้นที่ไม่พบหญ้าแต่พบใบไม้เป็นจำนวนมาก จึงได้แยกเชื้อเพลิงประเภทใบไม้แยกออกจากใบไม้ทั่วไป เชื้อเพลิงในพื้นที่ที่มีความสูงเฉลี่ย 16.07 เซนติเมตร ถึงแม้ว่าในบริเวณนี้จะมีไฟไหม้เกือบทุกปี แต่การสะสมของเชื้อเพลิงโดยเฉพาะใบไม้และใบไม้ค่อนข้างหนา มีการปกคลุมด้วยเชื้อเพลิงเฉลี่ยถึงร้อยละ 90.56 ไม้พื้นล่างซึ่งเป็นเชื้อเพลิงชนิดเดียวที่ยังมีชีวิตอยู่มีความชื้นร้อยละ 98.95 ส่วนใบไม้ ใบไม้ และกิ่งไม้ มีความชื้นเท่ากับร้อยละ 14.01, 11.23 และ 11.67 ตามลำดับ ชนิดเชื้อเพลิงหลักในพื้นที่คือใบไม้ ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมด 5.045 ตัน/เฮกเตอร์ ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณเชื้อเพลิงในช่วงฤดูร้อนในป่าเบญจพรรณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เฉลี่ย 5.49 ตัน/เฮกเตอร์ (ศิริ, 2537)

พฤติกรรมไฟในป่าเบญจพรรณ พบว่ามีความสูงของเปลวไฟเฉลี่ยเท่ากับ 0.59 เมตร อัตราการลุกลามของไฟ 0.61 เมตร/นาที ความรุนแรง 50.60 กิโลวัตต์/เมตร และความยาวของเปลวไฟ 0.45 เมตร

ซึ่งเป็นไฟที่ไม่รุนแรงตาม Andrew (1980) ทำให้หลังการทดลองเผา ยังคงพบเชื้อเพลิงทุกชนิดในพื้นที่และส่วนที่ถูกเผาทำลายเชื้อเพลิงกลายเป็นขี้เถ้าในพื้นที่ ความชื้นของเชื้อเพลิงเฉลี่ยลดลงเหลือเพียงร้อยละ 8.30 การปกคลุมของเชื้อเพลิงทั้งหมดมีค่าร้อยละ 95.56 เนื่องจากหลังการเผาไหม้ส่วนที่เป็นขี้เถ้า ซึ่งปกคลุมร้อยละ 81.67 ช่วยปกคลุมบริเวณที่ว่างเพิ่มขึ้นจนเกือบเต็มพื้นที่ ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมดรวมปริมาณของขี้เถ้าด้วยเหลือ 3.011 ตัน/เฮกเตอร์ ลักษณะเชื้อเพลิงก่อนและหลังเผาแสดงใน Figure 2

เมื่อนำตัวอย่างเชื้อเพลิงแต่ละประเภททั้งก่อนและหลังเผามาหามวลชีวภาพที่สูญหายไปจากการถูกเผาไหม้ทำลายไป และนำผลการทดสอบหาค่าองค์ประกอบคาร์บอนในเชื้อเพลิงแต่ละประเภทก่อนถูกเผาไหม้ในห้องปฏิบัติการมาวิเคราะห์หาค่าคาร์บอนที่สูญเสียไปอันเนื่องมาจากการสูญหายไปของเชื้อเพลิง พบว่าไฟจากการทดลองเผาในป่าเบญจพรรณทำให้มวลชีวภาพของเชื้อเพลิงสูญหายไป 1.915 ตัน/เฮกเตอร์ ใบไม้มีการสูญหายไปมากที่สุดหลังการเผา เมื่อคิดเป็นปริมาณคาร์บอนที่ต้องสูญเสียไปทั้งหมด 1.275 ตัน/เฮกเตอร์ แต่ภายหลังการเผาจะมีขี้เถ้าเกิดขึ้นในพื้นที่ ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณคาร์บอนส่วนที่เป็นขี้เถ้าให้แก่พื้นที่อีก 0.151 ตัน/เฮกเตอร์ ดังนั้นในพื้นที่ 1 เฮกเตอร์เมื่อหลังการเผาแล้วจะมีปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียไปในบรรยากาศทั้งหมด 0.973 ตัน คิดเป็นร้อยละ 46.23 (Table 2)

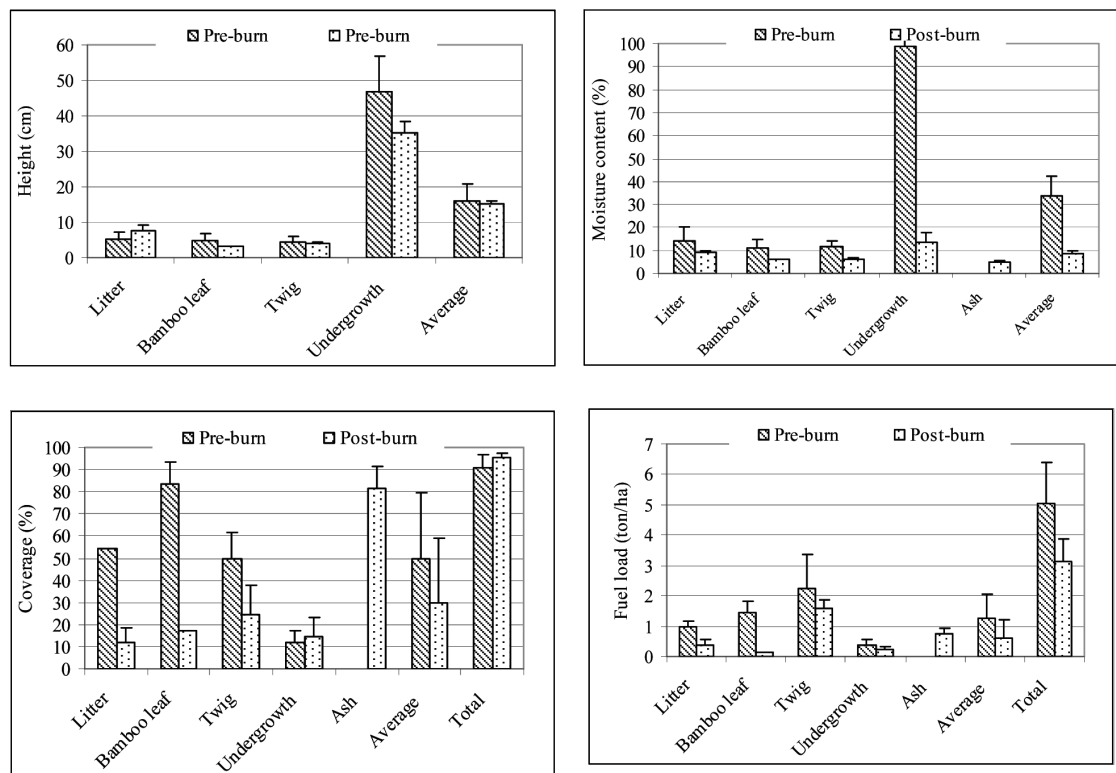


Figure 2 Mean fuel bed properties (standard deviation shown by bars) in mixed deciduous forest, Kanchanaburi province.

Table 2 Carbon losses (ton/ha) from fuel burning in mixed deciduous forest.

Forest types	Carbon (ton/ha)		Carbon loss (%)	Carbon content (%)
	Pre-burn	Post-burn		
Litter	0.479	0.185	0.294	49.13
Bamboo leaf	0.591	0.062	0.529	40.33
Twig	0.864	0.623	0.240	38.88
Undergrowth	0.172	0.111	0.061	44.79
Ash		0.151	(0.151)	20.12
Average	0.526	0.226	0.195	38.65
Total	2.105	1.132	0.973	

ประเภทของเชื้อเพลิงที่พบในป่าเต็งรัง ประกอบด้วย ใบไม้ กิ่งไม้ หญ้า และไม้พื้นล่าง โดยเชื้อเพลิงมีความสูงเฉลี่ย 40.09 เซนติเมตร พื้นที่เกือบทั้งหมดปกคลุมด้วยเชื้อเพลิงถึงร้อยละ 97.78 ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมด 7.249 ตัน/เฮกตาร์ ไม้พื้นล่างมีความชื้นสูงถึงร้อยละ 216.92 เนื่องจากส่วนใหญ่ยังมีชีวิตอยู่ ส่วนเชื้อเพลิงอื่นๆ มีความชื้นเกินกว่าร้อยละ 80 เนื่องจากมีฝนตกก่อนการทดลองเผา 2-3 วัน ชนิดเชื้อเพลิงหลักในพื้นที่คือ

ใบไม้ เนื่องจากป่าเต็งรังในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชมีการควบคุมการเกิดไฟป่าเป็นอย่างดี รวมทั้งลักษณะพื้นที่ที่มีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ดังนั้นลักษณะเชื้อเพลิงมีค่าสูงกว่าในป่าเต็งรังที่มีการศึกษามาก่อนโดย สิริ และสานิตย์ (2535) สิริ (2543) สุภรัตน์ และคณะ (2545) และ Himmapan (2005) หลังการทดลองเผา เชื้อเพลิงทุกชนิดไม่ถูกเผาทำลายจนหมด จึงยังคงพบเชื้อเพลิงทุกชนิดในพื้นที่ ความชื้นของ

เชื้อเพลิงเฉลี่ยเหลือเพียงร้อยละ 61.51 ปริมาณเชื้อเพลิงทั้งหมดลดลงร้อยละ 68.51 ส่วนการปกคลุมของเชื้อเพลิงทั้งหมดมีค่าร้อยละ 96.67 หลังเผามีเชื้อเพลิงปกคลุม

เกือบเต็มพื้นที่ (ร้อยละ 92.22) ความแตกต่างระหว่างลักษณะเชื้อเพลิงก่อนเผาและหลังเผาปรากฏตาม Figure 3

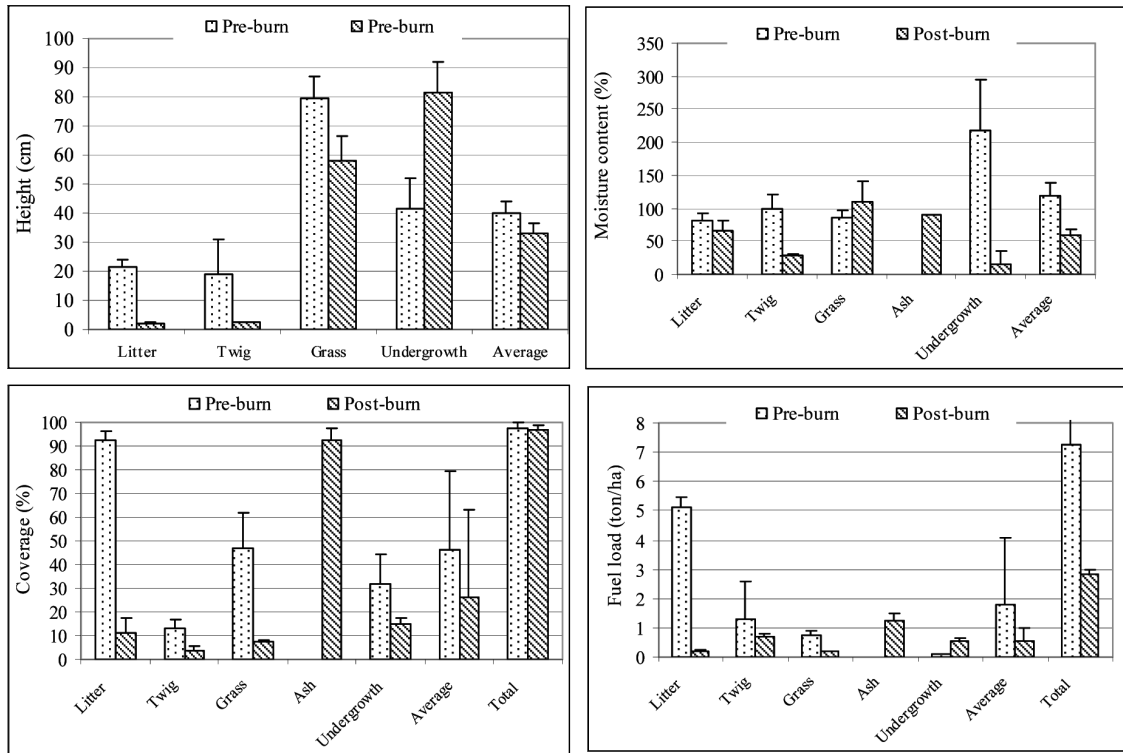


Figure 3 Mean fuel bed properties (standard deviation shown by bars) in dry dipterocarp forest Nakhon Ratchasima province.

Table 3 Carbon losses (ton/ha) from fuel burning in dry dipterocarp forest.

Forest types	Carbon (ton/ha)			Carbon loss (%)	Carbon content (%)
	Pre-burn	Post-burn	Losses		
Litter	2.307	0.092	2.215	96.033	45.20
Grass	0.335	0.083	0.252	46.962	45.26
Twig	0.601	0.319	0.282	75.274	46.59
Undergrowth	0.056	0.254	(0.200)		48.29
Ash		0.480	(0.480)		38.28
Average	0.825	0.187	0.637	77.294	44.73
Total	4.123	1.229	2.070	50.193	

จากการทดลองเผาในป่าเต็งรัง พบว่าไฟมีพฤติกรรมคือ มีความสูงของเปลวไฟเฉลี่ยเท่ากับ 0.28 เมตร อัตราการลุกลามของไฟ 0.49 เมตร/นาที ความรุนแรง 57.21 กิโลวัตต์/เมตร และความยาวของเปลวไฟ

0.50 เมตร แม้ว่าการทดลองจะดำเนินการในช่วงฤดูไฟป่า (เดือนกุมภาพันธ์) แต่เนื่องมาจากมีฝนตกในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ พฤติกรรมไฟจึงไม่รุนแรงตาม Andrew (1980) รวมทั้งเชื้อเพลิงที่มีความชื้นค่อนข้างสูง

จึงไม่ถูกเผาโดยไฟจนหมด โดยไฟจากการเผาทำให้เชื้อเพลิงสูญหายไป 4.396 ตัน/เฮกแตร์ ใบไม้จะสูญหายไปมากที่สุด สำหรับไม้พื้นล่าง เนื่องจากการเผาไหม้ไม่เกิดทั่วทั้งพื้นที่ เมื่อสุมวางแปลงตัวอย่างเพื่อเก็บเชื้อเพลิงหลังเผาพบบริเวณที่มีไม้พื้นล่างที่ไม่ได้ถูกเผาทำลายทำให้มีปริมาณสูงกว่าก่อนเผา อย่างไรก็ตามปริมาณคาร์บอนที่ต้องสูญเสียไปจากพื้นที่ทั้งหมด 2.550 ตัน/เฮกแตร์ แต่เมื่อนำเชื้อเพลิงที่เกิดหลังการเผา 0.480 ตัน/เฮกแตร์ ซึ่งเป็นการเพิ่มปริมาณคาร์บอนให้แก่พื้นที่ ดังนั้นปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียไปในบรรยากาศทั้งหมด 2.069 ตัน/เฮกแตร์ คิดเป็นร้อยละ 50.19 (Table 3) ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการสูญเสียคาร์บอนในป่าเต็งรังที่รายงานโดย Toda *et al.* (2007) และ Wanthongchai *et al.* (2008) ทั้งนี้เนื่องจากความแตกต่างของลักษณะและประเภทเชื้อเพลิงในแต่ละท้องที่ ปริมาณเชื้อเพลิงที่สะสมก่อนเผาและพฤติกรรมการเกิดไฟที่แตกต่างกัน ทำให้เชื้อเพลิงที่ถูกเผาทำลายปริมาณต่างกัน จึงเกิดการสูญเสียคาร์บอนแตกต่างกัน และจากการศึกษายังแสดงให้เห็นว่าการเผาเชื้อเพลิงในครั้งนี้มีการสูญเสียคาร์บอนต่ำกว่าจากการศึกษาสถานที่อื่น เนื่องจากเชื้อเพลิงมีความชื้นค่อนข้างสูง และไฟมีความรุนแรงไม่มาก ทำให้เชื้อเพลิงถูกเผาทำลายไม่หมดไป แม้ว่าหลังการเผาจะเกิดมีเชื้อเพลิงในพื้นที่แต่ปริมาณเชื้อเพลิงมีน้อยกว่าในเชื้อเพลิงชนิดอื่น รวมทั้งมีปริมาณน้อย การเกิดคาร์บอนเพิ่มขึ้นจากส่วนที่เป็นเชื้อเพลิงจึงไม่สามารถเทียบเท่ากับส่วนที่สูญเสียไป ซึ่งลักษณะเชื้อเพลิงดังนี้อาจสามารถดำเนินการชิงเผาในพื้นที่ที่ความจำเป็นต้องดำเนินการจัดการเชื้อเพลิงได้ ทั้งนี้นอกจากเพื่อลดความเสี่ยงการเกิดไฟป่าแล้วยังก่อให้เกิดการสูญเสียคาร์บอนไปสู่บรรยากาศในปริมาณไม่มากอีกด้วย

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อเพลิงในป่าทั้งสองพื้นที่แล้วจะพบว่า เชื้อเพลิงในป่าเต็งรังจะมีปริมาณเชื้อเพลิง มากกว่าป่าเบญจพรรณ เนื่องจากต้นไม้ในป่าเต็งรังกระจายตัวอยู่ห่างกันทำให้มีพื้นที่ว่างและแสงสามารถส่องลงพื้นล่างได้มากกว่า ไม้พื้นล่างในป่าเต็งรังจึงมีปริมาณมากกว่าและแม้ว่าใบไม้ซึ่งมีจำนวนมาก

แต่เนื่องจากมีขนาดเล็กทำให้น้ำหนักแห้งมีน้อยกว่า ใบไม้ในป่าเต็งรังด้วยเช่นกัน จากการที่อัตราการลุกลามของไฟในป่าเต็งรังที่ช้ากว่าทำให้มีเวลาในการเผาไหม้ได้นานกว่า ในขณะที่ความรุนแรงของไฟและความยาวของเปลวไฟสูงกว่าไฟในป่าเบญจพรรณ ทำให้ปริมาณเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้ไปในป่าเต็งรังมีปริมาณสูงกว่าคือร้อยละ 60.64 ในขณะที่ในป่าเบญจพรรณ เชื้อเพลิงถูกเผาไปร้อยละ 37.96 และเมื่อเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอน (Carbon content) ที่สะสมในเชื้อเพลิงในป่าเต็งรัง (ร้อยละ 44.73) มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าในป่าเบญจพรรณ (ร้อยละ 38.65) ทำให้ปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียไปหลังการเผาไหม้ในป่าเต็งรัง (ร้อยละ 50.19) สูงกว่าในป่าเบญจพรรณด้วยเช่นกัน (ร้อยละ 46.23)

การประเมินผลกระทบจากการเกิดไฟป่าต่อสภาพแวดล้อม สุขภาพอนามัยของมนุษย์และการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ

จากการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของคณะวนศาสตร์ พบว่าปริมาณคาร์บอนในเชื้อเพลิงแต่ละประเภทมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่จากการที่เชื้อเพลิงโดยเฉพาะอย่างยิ่งใบไม้ ใบไผ่ ซึ่งมีโอกาสถูกเผาทำลายไปเกือบหมด นับเป็นการสูญเสียแหล่งเก็บกักคาร์บอนและยังทำให้คาร์บอนที่ถูกสะสมในเชื้อเพลิงเหล่านี้ไปสะสมในชั้นบรรยากาศอีกด้วย ดังนั้นหากมีการเกิดไฟป่าที่มีความรุนแรงมากและสามารถเผาทำลายเชื้อเพลิงมากเท่าใด นับเป็นการเพิ่มปริมาณคาร์บอนขึ้นสู่บรรยากาศมากขึ้นเท่านั้น

จากปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาที่ได้จากการศึกษานั้น เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นระหว่างเหตุการณ์การเกิดไฟป่าครั้งใหญ่ในประเทศอินโดนีเซียและมัลดีวัน ฟิลิปปินส์และภาคใต้ของประเทศไทยนั้น กรมควบคุมมลพิษได้ตรวจวัดปริมาณสูงสุดของก๊าซต่างๆ ที่จังหวัดสงขลาได้แก่ CO, SO₂ และ NO₂ มีปริมาณ 6.20 ppm, 0.012 ppm, 0.048 ppm ตามลำดับ (Phonboon, 1988) ซึ่งแม้ว่าจะเป็นก๊าซ ที่ลอยข้ามดินแดนมาและมีปริมาณไม่สูงมากนักแต่มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนในภาคใต้

Table 4 Mean of components of smoke concentration from fuel burning in mixed deciduous forest and dry dipterocarp forest compared to the 1995 Ambient Air Standards of Thailand.

Gas	Mixed deciduous forest	Dry dipterocarp forest	1995 Ambient Air Standards of Thailand		
			1 hour	8 hour	24 hour
CO (ppm)	80.23	22.98	30.00	9.00	-
SO ₂ (ppm)	0.37	0.31	0.30	-	0.12
NO ₂ (ppm)	0.09	0.16	0.17	-	-

เมื่อนำผลการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของก๊าซต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงในป่ามาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศของประเทศไทย ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 (กรมควบคุมมลพิษ, 2551; สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2551) ทั้งนี้แม้ว่าการตรวจวัดจะไม่ได้ใช้เครื่องมือและวิธีการเดียวกันก็ตาม พบว่าการเผาไหม้เชื้อเพลิงในป่าเบญจพรรณมีค่าเฉลี่ยของ CO และ SO₂ สูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ ในขณะที่ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาไหม้ในป่าเต็งรัง มีค่าเฉลี่ยของ CO และ NO₂ ไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศโดยทั่วไป มีเพียง SO₂ เท่านั้นที่สูงเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป (Table 4) แม้ว่าการเผาไหม้เชื้อเพลิงในป่า ซึ่งมีช่วงระยะเวลาการเผาไหม้ไม่เกิน 1 ชั่วโมง และปริมาณก๊าซจะเจือจางลงเมื่อลอยตัวขึ้นสู่บรรยากาศ แม้ว่าค่าเฉลี่ยของก๊าซจะมีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ แต่ส่งผลกระทบต่อประชาชนโดยทั่วไป แต่จะส่งผลกระทบต่อเจ้าหน้าที่ดับไฟป่าหรือผู้ที่ปฏิบัติงานในพื้นที่ รวมทั้งประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงได้

การเกิดไฟป่านอกจากเป็นการสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพร่างกายของมนุษย์แล้วยังส่งผลกระทบต่อภาวะโลกร้อนเนื่องจากการคงสภาพในบรรยากาศและสะสมต่อเนื่องยาวนาน ดังนั้นหากมีการควบคุมและป้องกันไฟป่าให้สามารถลดพื้นที่เสียหายจากการถูกเผาไหม้จะเป็นแนวทางหนึ่งในการลดปริมาณคาร์บอนที่จะไปสะสมอยู่ในบรรยากาศจนก่อ

ให้เกิดปัญหาโลกร้อน ในขณะที่ไฟป่าซึ่งก่อให้เกิดควันไฟและก๊าซเรือนกระจกโดยเฉพาะอย่างยิ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อันเป็นสาเหตุของการเกิดสภาวะโลกร้อนหรือการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ (Wirawan, 1993; Qadri, 2001;) ในขณะเดียวกันการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ ระดับอุณหภูมิและปริมาณฝน ซึ่งหมอกควันจากไฟป่ามีผลยับยั้งการตกของฝน (Environmental News Network, 2008) ก็อาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ ความคงสภาพป่าไว้พันธุ์พืชดั้งเดิมที่ถูกทดแทนด้วยชนิดพันธุ์ที่ทนต่อความแห้งแล้ง หรือไฟป่า หรือถูกทดแทนด้วยพืชจำพวกหญ้าซึ่งสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพที่มีไฟ (วรพรรณและสันต์, 2551) นอกจากเป็นการเพิ่มปริมาณเชื้อเพลิงในพื้นที่แล้ว พันธุ์พืชเหล่านี้ยังมีความเสี่ยงต่อการเกิดไฟป่าที่รุนแรงและลุกลามเกินกว่าที่จะสามารถควบคุมได้โดยง่าย นอกจากนี้การเกิดฤดูร้อนหรือฤดูแล้งที่ยาวนานอันเนื่องมาจากสภาวะโลกร้อน (จำนง, 2548) จะนำมาซึ่งความถี่และความรุนแรงในการเกิดไฟป่าที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นอีกด้วย ดังนั้นอาจจะกล่าวได้ว่าการเกิดควันไฟจากไฟป่าเป็นการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกซึ่งเป็นเหตุของปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหรือสภาวะโลกร้อน ในขณะเดียวกันสภาวะโลกร้อนหรือการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศก็เป็นชนวนให้เกิดไฟป่าที่มีความถี่และความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นด้วยเช่นกัน

สรุปและข้อเสนอแนะ

การประเมินการปลดปล่อยก๊าซจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในป่าเบญจพรรณ สถานีวิจัย ลุ่มน้ำแม่กลอง

อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี และป่าเต็งรัง สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา สรุปผลการศึกษาดังนี้

1. การตรวจวัดองค์ประกอบและปริมาณก๊าซที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาไหม้เชื้อเพลิงในป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรัง โดยเครื่องวัดก๊าซ พบว่าก๊าซที่เกิดขึ้นจากการทดลองเผาไหม้เชื้อเพลิงในป่าได้แก่ CO , O_2 , SO_2 , NO , NO_2 , และ NO_x โดยการเผาไหม้เชื้อเพลิงในป่าเบญจพรรณมีค่า CO และ SO_2 สูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศ ในขณะที่ปริมาณความเข้มข้นของก๊าซที่เกิดขึ้นระหว่างการเผาไหม้ในป่าเต็งรัง มีค่าเฉลี่ยของ SO_2 สูงเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป การเกิดควันไฟจากการเผาเชื้อเพลิงจึงอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเจ้าหน้าที่ที่ต้องปฏิบัติงานดับไฟป่าในพื้นที่เป็นเวลานาน

2. เมื่อประเมินการปลดปล่อยคาร์บอน โดยการวิเคราะห์ปริมาณธาตุคาร์บอนในตัวอย่างเชื้อเพลิงแต่ละประเภท พบว่าหลังเผาเมื่อมีมวลชีวภาพของเชื้อเพลิงสูญหายไปจากพื้นที่ ปริมาณคาร์บอนที่สูญเสียในบรรยากาศเนื่องมาจากการสูญหายไปของเชื้อเพลิงในป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง ในพื้นที่ 1 เฮกแตร์ เท่ากับ 0.973 ตัน และ 2.069 ตัน ตามลำดับ

3. การเกิดไฟป่าซึ่งไฟจะเผาทำลายเฉพาะมวลชีวภาพบนพื้นดิน และเมื่อมีการปลูกต้นไม้ขึ้นใหม่จะมีเก็บสะสมคาร์บอนไว้ในรูปของเนื้อไม้เช่นเดิมแต่อย่างไรก็ตามหากมีการเผาไหม้ทำลายต้นไม้และป่าไม้จำนวนมาก ในขณะที่ไม่มีการปลูกต้นไม้หรือป่าไม้ทดแทนในจำนวนที่เท่าเทียมกัน การปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สุทธิก็ไม่อาจจะมีความเป็นศูนย์ต่อไปได้ ดังนั้นจึงควรหามาตรการป้องกันการเผาไหม้ต้นไม้หรือป่าไม้ เพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจก พร้อมกับเร่งปลูกสร้างสวนป่าหรือการปลูกต้นไม้ให้สามารถทดแทนต้นไม้หรือป่าไม้ส่วนที่ต้องสูญเสียไปเพื่อให้ต้นไม้เก็บกักคาร์บอนไม่ให้ไปสะสมตัวอยู่ในชั้นบรรยากาศเพื่อลดภาวะโลกร้อน

4. แม้ว่าไฟป่าจะเป็นปัจจัยในการคงสภาพป่าบางชนิด ในขณะที่การใช้ไฟเพื่อการจัดการพื้นที่ตาม

วัตถุประสงค์และการจัดการเชื้อเพลิง แต่ในบางพื้นที่ที่มีความสำคัญมาก การควบคุมไม่ให้เกิดไฟป่าจะเป็นวิธีการที่ควรเลือกปฏิบัติ และควรหาวิธีการในการจัดการเชื้อเพลิงโดยวิธีการอื่นที่ไม่ใช่การเผา เช่น การนำไปทำเป็นปุ๋ยพืชสด นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงเพื่อผลิตพลังงานทดแทนด้วยระบบที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

คำนิยาม

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยประจำปี พ.ศ. 2550 จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ รวมทั้งคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิของสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในระหว่างการศึกษา ตลอดจนการได้รับโอกาสและได้รับการสนับสนุนการศึกษาวิจัยครั้งนี้จากกรมป่าไม้ สถานีวิจัย สิ่งแวดล้อมสะแกราช กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันวนวัฒนวิจัยสะแกราช กรมป่าไม้

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา และสถานีวิจัยลุ่มน้ำแม่กลอง จังหวัดกาญจนบุรี กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2551. มาตรฐานคุณภาพอากาศ. แหล่งข้อมูล: www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd01.html#s1. 5 พฤษภาคม 2551.
- จ่านง แก้วชะญา. 2548. ความผันแปรและแนวโน้มของฝนและอุณหภูมิในประเทศไทย, น. 137-157. ใน รายงานการประชุม การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้ “ศักยภาพของป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต”, 4-5 สิงหาคม 2548, กรุงเทพฯ.

- ทศพร วัชรานุกร, ชิงชัย วิริยะบัญชา และกันดินันท์
ผิวสอาด. 2548. การประมาณปริมาณการ
สะสมของคาร์บอนในต้นไม้ในสวนป่าเพื่อ
การอุตสาหกรรมในประเทศไทย, น. 137-
157. ใน รายงานการประชุมการเปลี่ยนแปลง
สภาพภูมิอากาศทางด้านป่าไม้ “ศักยภาพของ
ป่าไม้ในการสนับสนุนพิธีสารเกียวโต”, 4-5
สิงหาคม 2548, กรุงเทพฯ.
- เพริสแพรว วงศ์วุฒิ. 2536. การปล่อยก๊าซคาร์บอนได
ออกไซด์จากการเผาไหม้เชื้อเพลิงในประเท
ไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าธนบุรี.
- วรพรรณ หิมพานต์ และ สันต์ เกตุปราณีต. 2551. ผลของ
ไฟต่อพืชพรรณในป่าเต็งรังในเขตรักษาพันธุ์
สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี. วารสาร
วนศาสตร์ 27 (1): 43-55.
- ศิริ อัคระอักษร. 2537. ลักษณะเชื้อเพลิงในป่าเบญจพรรณ
อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. สำนักงานช่วยเหลือ
ผู้ประสบภัยธรรมชาติ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- _____. 2543. ลักษณะเชื้อเพลิงและพฤติกรรมไฟ
ในป่าเต็งรัง จังหวัดกาญจนบุรี. กรมป่าไม้,
กรุงเทพฯ
- _____. และ สานิตย์ กิตติศัพท์. 2535. ลักษณะเชื้อ
เพลิงในป่าเต็งรัง จังหวัดเชียงใหม่ รายงาน
การวิจัยสำนักงานงานช่วยเหลือผู้ประสบภัย
ธรรมชาติ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- สุภรัตน์ สำราญ, สุรัตน์ หอมสด และธนวัฒน์ ทองตัน.
2545. ลักษณะเชื้อเพลิงในป่าเต็งรังเขตรักษา
พันธุ์สัตว์ป่า ห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี.
กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม. 2551. มาตรฐานคุณภาพอากาศ
ในบรรยากาศโดยทั่วไป. แหล่งข้อมูล: www.
onep.go.th/protected_area/word/air%20quality%
20standard.doc. 11 กรกฎาคม 2551.
- Andrew, P.L. 1980. Testing the Fire Behavior Model.
pp. 70-73. In Proceedings Sixth **Conference
on Fire and Forest Meteorology**. Society
of American Forester, Seattle, W.A
- Byram, G.M. 1959. Combustion of forest fuels. pp.
61-89. In K.P. Davis. 1959. **Forest Fire:
Control and Use**. Mc.Graw-Hill Book
Company, New York.
- Chandler, C., P. Cheney, P. Thomas, L. Trabaud and
D. Williams. 1983. **Fire in Forestry (Vol.1)
Forest Fire Behavior and Effects**. John
Wiley and Sons, New York.
- Environmental News Network, 2008. **Forest Fire
Smoke Inhibits Rainfall, Study Says**.
Available Source : [http://www.cnn.com/
NATURE/9910/07/forestfire.rain.cnn/
index.htm](http://www.cnn.com/NATURE/9910/07/forestfire.rain.cnn/index.htm), May 20, 2008.
- Himmapan, W. 2005. **Behavior, Effect and Smoke
Composition of Burning Fire in Dry
Deciduous Dipterocarp Forest at Huay
Kha Khaeng Wildlife Sancturay, Uthai
Thani Province**. Ph.D. Thesis, Kasetsart
University.
- Phonboon, K. 1988. **Health and Environmental
Impacts from the 1997 Asean Haze in
Sounthern Thailand**. Health System Research
Institute, Bangkok.
- Qadri, T. 2001. **Fire, Smoke, and Haze The ASEAN
Response Strategy**. Asian Development
Bank, the Philippines.
- Sandberg, D.V. and F.N. Dost. 1990. Effects of
prescribed fire on air quality and human
health. .pp. 191-218. In D.W. John, S.R.
Radosovich, and D.V. Sandberg, eds. **Natural
and Prescribed Fire in Pacific Northwest
Forests**. Oregon State University Press,
Corvallis.

- Toda, T., H. Takeda, N. Tokuchi, C. Wachrinrat, S. Kaitpraneet. 2007. Effects of forest fire on the nitrogen cycle in a dry dipterocarp forest, Thailand. **Tropics** 16(1), 41-45.
- Wanthongchai, K., J. Bauhus and J.G. Goldammer. 2008. Nutrient losses through prescribed burning of aboveground litter and understorey in dry dipterocarp forests of different fire history. Science Direct **Catena** 74:321-332.
- Wirawan, N. 1993. The Hazard of Fire, pp. 242-260. In H. Bookfield and Y. Byron, eds. Southeast Asia's Environmental Future: The Search for Sustainability, United Nations University Press/Oxford University Press.
-