บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ติดตามตรวจสอบและจำแนกพื้นที่เผาไหม้ชีวมวลในพื้นที่เก้าจังหวัดของภาคเหนือในช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2549-2558) 2) หาค่าการปลดปล่อยมลพิษ ฝุ่นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นจากการจำลองการเผาชีวมวลในที่โล่ง 3) ประเมินการแพร่กระจายของมลพิษ และสัดส่วนของมลพิษจากการเผาชีวมวลในพื้นที่ป่าเทียบกับพื้นที่เกษตร 4) วิเคราะห์และแสดงแผนที่เสี่ยงภัยจากภาวะหมอกควันโดยใช้ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นในอากาศ 5) วิเคราะห์ดัชนีทางอุตุนิยมวิทยาเพื่อเป็นเกณฑ์ในการกำหนดการเผาในที่โล่ง และ 6) สร้างฐานข้อมูลและเวปไซต์แสดงพื้นที่ที่มีการเผาในที่โล่ง การเคลื่อนที่และการกระจายของมลพิษในระดับท้องถิ่น เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือเป็นเบื้องต้น จากข้อมูลจุดความร้อนจากภาพถ่ายดาวเทียม พบรูปแบบการกระจายตัวของการเผาในที่โล่งในพื้นที่เก้าจังหวัดภาคเหนือในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2549-2558 ว่ามีการเผามากที่สุดในเดือนมีนาคม และมีจำนวนสะสมมากที่สุดในปี พ.ศ. 2553 โดยมีรูปแบบการเผาที่คล้ายกันในทุกปี คือ เริ่มมีการเผาตั้งแต่เดือนธันวาคมและเพิ่มจำนวนต่อเนื่องจนมากที่สุดในเดือนมีนาคมและลดลงในเดือนเมษายน หากแยกการกระจายตัวของการเผาเป็นรายจังหวัด พบว่าในช่วงเดือนมกราคมถึงมีนาคมของทุกปีมีการเผาในที่โล่งมากบริเวณจังหวัดแม่ฮ่องสอน เชียงใหม่ ตาก และน่าน ส่วนพื้นที่ที่มีการเผาซ้ำซ้อนมากกว่าห้าปี พบว่าจังหวัดน่านเป็นพื้นที่ที่มีการเผาไหม้ซ้ำซ้อนมากที่สุด คือ 6-7 ปี ส่วนพื้นที่ที่มีการเผาซ้ำซ้อนระยะ 2-5 ปี พบมากที่สุดในจังหวัดแม่ฮ่องสอน และจังหวัดที่มีพื้นที่การเผารวมมากที่สุดคือจังหวัดเชียงใหม่ จากการนำรูปแบบของผลลัพธ์ความถี่ของการเผาในช่วง 10 ปีมาซ้อนทับกับการใช้ที่ดิน พบลักษณะการเผาบนการใช้ประโยชน์ที่ดินสามกลุ่ม คือ การเปิดพื้นที่เผาใหม่จากพื้นที่ป่าเพื่อเปลี่ยนเป็นพื้นที่เกษตร การเผาที่ไม่มีรูปแบบที่แน่นอนในพื้นที่เกษตรหรือมีรูปแบบการเผาคล้ายไร่เลื่อนลอย และ การเผาซ้ำตำแหน่งเดิมในพื้นที่ป่า จากวัตถุประสงค์การหาค่าการปลดปล่อยมลพิษได้ทำการจำลองการเผาในที่โล่งโดยการเผาตัวอย่างชีวมวลประเภทต่าง ๆ โดยใช้เตาจำลอง โดยทำการเก็บตัวอย่างชีวมวล ซึ่งสัมพันธ์กับการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนจากสองพื้นที่หลักคือ พื้นที่เกษตรกรรม (พื้นที่ปลูกข้าวโพดและพื้นที่ปลูกข้าว) และพื้นที่ป่า (ป่าเบญจพรรณและป่าเต็งรัง) จากการทดสอบการเผาชีวมวลสี่ประเภท คือ ฟางข้าว เศษต้นข้าวโพด ใบไม้จากพื้นป่าทั้งสองประเภท พบว่ามีการปล่อยฝุ่นขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) ในปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน โดยอยู่ในช่วง 2.2 – 4.4 กรัมต่อกิโลกรัมชีวมวล และเมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของฝุ่น พบโพแทสเซียม (K^+) ซึ่งเป็นตัวตามรอยของการเผาพืช และคลอไรด์ (Cl^-) ในปริมาณที่สูงในฝุ่นที่ปล่อยจากการเผาชีวมวลทั้งสี่ชนิด และยังพบอีกว่าการเผาพืชเกษตรโดยเฉพาะฟางข้าว มีปริมาณ K^+ สูงกว่าการเผาใบไม้จากป่าอย่างมีนัยสำคัญ และคาดว่าไอออนทั้งสองชนิดนี้มีที่มาจากการใช้ปุ๋ยและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ส่วนองค์ประกอบของสารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (พีเอเอช) ในตัวอย่างฝุ่น $PM_{2.5}$ พบว่า

ปริมาณที่ได้จากการเผาชีวมวลแต่ละประเภทไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาค่าสัดส่วนระหว่างสารก่อมะเร็งและสารที่ไม่ก่อมะเร็งของกลุ่มสารพีเอเอชพบว่า การเผาต้นข้าวโพดให้ค่าสัดส่วนดังกล่าวสูงกว่าการเผาชีวมวลชนิดอื่น ๆ เล็กน้อย ซึ่งอาจแสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงในการเกิดมะเร็งจากการรับสัมผัสฝุ่นควันจากการเผาชีวมวล

สำหรับภาพรวมของการวิเคราะห์สัดส่วนของฝุ่นละออง ที่เกิดจากการเผาชีวมวลในพื้นที่ป่าเทียบกับพื้นที่เกษตร พบการเผาชีวมวลในพื้นที่เกษตรทุกเดือนในช่วงฤดูแล้ง ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเมษายน และพื้นที่ที่พบการเผาชีวมวลในพื้นที่เกษตรมากที่สุด คือ จังหวัดน่านและจังหวัดพะเยา ส่วนการเผาชีวมวลในพื้นที่ป่าพบในเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน โดยพบการเผามากที่สุดในเดือนมีนาคม และจังหวัดที่มีการเผาชีวมวลในพื้นที่ป่ามากที่สุด คือ จังหวัดแม่ฮ่องสอนและจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งการกระจายเชิงพื้นที่ของการเผาชีวมวลในพื้นที่ป่าและพื้นที่เกษตรสอดคล้องกับลักษณะการใช้ที่ดินในแต่ละพื้นที่ จากการวิเคราะห์การเสี่ยงภัยจากภาวะหมอกควันโดยใช้ข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ในอากาศ ในภาพรวมสรุปได้ดังนี้ กรณี 9 จังหวัดภาคเหนือ เดือนมกราคมและกุมภาพันธ์ มีวันที่ความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ส่งผลต่อสุขภาพประมาณ 1-5 วันต่อเดือน โดยในเดือนมีนาคมมีสถานการณ์มลพิษทางอากาศรุนแรงที่สุด โดยเฉพาะที่จังหวัดเชียงราย พะเยา น่าน แม่ฮ่องสอน และในบางพื้นที่ของจังหวัดเชียงใหม่ โดยที่ความเข้มข้น PM_{10} ตลอดทั้งเดือนส่งผลกระทบต่อสุขภาพมาก ส่วนในช่วงเดือนเมษายน จังหวัดเชียงราย น่าน พะเยา แม่ฮ่องสอน และเชียงใหม่ ยังคงพบค่าความเข้มข้น PM_{10} ส่งผลต่อสุขภาพเป็นบางวัน จากการวิเคราะห์ดัชนีอัตราการการระบายอากาศ (Ventilation Index) ซึ่งเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงศักยภาพในการระบายอากาศออกจากพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลความเร็วลมและระดับความสูงที่มลพิษสามารถฟุ้งกระจายได้ สรุปภาพรวมได้ว่าเดือนมกราคมมีอัตราการระบายอากาศแย่ที่สุด รองลงมาคือเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคม และเมษายน ตามลำดับ เนื่องจากช่วงเดือนมกราคมพื้นที่ส่วนใหญ่ใน 9 จังหวัดภาคเหนือและประเทศเพื่อนบ้านมีจำนวนวันที่อัตราการระบายอากาศแย่มากที่สุดเกินครึ่งเดือน ขณะที่เดือนกุมภาพันธ์พื้นที่ส่วนใหญ่ยังคงมีอัตราการระบายอากาศแย่ แต่หลายพื้นที่มีอัตราการระบายอากาศดี และในช่วงเดือนมีนาคมและเดือนเมษายนพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่มีอัตราการระบายอากาศดี (มากกว่า 15 วันที่อัตราการระบายอากาศดี) โดยเฉพาะช่วงเดือนเมษายนภาคเหนือของประเทศไทยจะมีจำนวนวันที่อัตราการระบายดีค่อนข้างสูง ดังนั้นเพื่อให้ชุมชนและเกษตรกรมีทางเลือกในการจัดการเชื้อเพลิง จึงอาจเสนอทางเลือกในการอนุญาตให้มีการเผาอย่างเป็นระบบ โดยการพยากรณ์สภาพอากาศล่วงหน้า เพื่อประเมินสภาพอากาศ และอัตราการระบายอากาศรายวัน แต่ควรมีการวางระเบียบการเผาภายใต้การควบคุมอย่างเคร่งครัด นอกจากนี้งานวิจัยยังได้มีการสร้างฐานข้อมูลในเวปไซต์ซึ่งสามารถเรียกแสดงพื้นที่ที่มีการเผาในที่โล่งของภาคเหนือตอนบน ในอดีตช่วง 10 ปี การแสดงการเคลื่อนที่และการกระจายของมลพิษในระดับท้องถิ่นของแต่ละพื้นที่ ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการปัญหาหมอกควันในพื้นที่ภาคเหนือเป็นเบื้องต้นได้

Abstract

This work aims to 1) monitor and classify biomass burning (BB) area in nine provinces of Northern Thailand in 10-year period (2006 - 2015), 2) calculate emission factors of pollutants including particulate matters and their chemical composition by simulation of open biomass burning, 3) assess pollutant distribution and ratios of pollutants emitted from BB in forest area and agricultural areas, 4) analyse and display risk maps of pollution based on concentration of ambient air particles, 5) analyse index based on meteorological parameters for BB management and 6) construct data base and website to display BB area, pollutant movement and distribution in local scale as an input for air pollution management plan in Northern Thailand. According to hotspot data during 2006 – 2015 extracted from satellite showed that the highest number of burning was found in March and the highest accumulated number was found in 2010. The burning pattern in each year was similar. It starts in December and continually increases until its peak in March and reduces in April. Analysis of open burning based on provincial boundary revealed that there were high number of open burning in Mae Hong Son, Chiang Mai, Tak and Nan provinces during January to March. Analysis of 10-year burning frequency in Northern Thailand showed that Nan was the province with the highest re-burned activity of around 6-7-year continuum, while Mae Hong Son was the area with 2-5 years burning frequency. In terms of burned area, Chiang Mai was the province with the highest burned area. Overlaying the burning frequency with the land use pattern showed three burning patterns which were burning in forest area for agricultural purpose, non-pattern burning in agricultural area (similar to slash and burn) and re-burned at the same location in the forest area. To assess pollutant emission factors (EFs), open burning was simulated using the constructed combustion chamber. Biomass samples from two main areas; agricultural area (maize and rice fields) and forest area (mixed deciduous forest and dry dipterocarp forest), were randomly collected from the upper Northern Thailand in relation to the land use types. Four biomass types including rice straw, maize residues and leaf litters from those two forest types were burned. The particulate matters with a diameter less than 2.5 μm ($PM_{2.5}$) emitted from the burning were collected and they were not significantly different among biomass types. Their EFs were 2.2 – 4.4 g/kg dried biomass. Analysis of $PM_{2.5}$ composition showed high content of K^+ (BB tracer) and Cl^- in all biomass types. Moreover, burning of

agricultural biomass provided significantly higher amount of K^+ than the forest leaf litter burning. Sources of those two ions were probably from application of fertilizers and pesticides in the field. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) content in $PM_{2.5}$ was not significantly different among biomass types. However, considering the ratio of carcinogenic and non-carcinogenic PAHs, maize residue burning provided slightly higher value than another biomass types. These values could be used for cancer risk assessment based on exposure of pollutants originated from BB.

Analysis of PM ratio originated from BB in agricultural and forest areas revealed that burning in the agricultural area was found in January to April. These burnings were mostly found in Nan and Phayao provinces. BB activity in forest area was normally found in February to April, and was highest in March. Mae Hong Son and Chiang Mai provinces have high forest area and therefore high burning number in the forest. Analysis of health risk due to smoke haze pollution was done by using ambient PM_{10} concentration. During January and February, only 1-5 days/ month that PM_{10} level was high and could cause health impact. In March, the pollution situation was the most serious, particularly in Chiang Rai, Phayao, Nan, Mae Hong Son and in some parts of Chiang Mai. PM_{10} value for the whole month was high and can cause high health impact. In April, PM_{10} level was lower and only has high value in some days. Ventilation index, which is an index of air ventilation capacity based on wind speed and mixing height, was calculated in daily basis using 5-year data to predict air ventilation in each month during the dry season. It was found that January was the month with the worse ventilation because most of the area in 9 provinces in Northern Thailand has bad ventilation (longer than 15 days). The ventilation is getting better in February, March and April, respectively. In February, most of the area still has bad ventilation, but better ventilation in some areas. In March and April, most of the area has good air ventilation (more than 15 days a month). Obviously, ventilation index is better in April. In order to provide community and farmers the options for fuel management, burning system can be an option. Weather forecast for weather condition prediction and daily air ventilation assessment are needed. However, strictly control of open biomass burning is recommended. In this study, data base in form of the website is provided. Data such as 10-year record of open burning in Upper Northern Thailand, movement and distribution of pollutants in local scale are provided. These data can be used for air pollution plan and management in the area.