

แบบจำลองแบบบูรณาการเพื่อศึกษาความเป็นไปของมลพิษทาง อากาศจากไฟป่าในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

The integrated model for study fate of air pollutants from wildland fire in Southeast Asia

วาทีต วาัญญูไพศาล, นริศรา ทองบุญชู

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนจตุพลนคร เขตลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอแบบจำลองแบบบูรณาการเพื่อใช้ในการศึกษาความเป็นไปของมลพิษทางอากาศจากไฟป่าในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยการนำข้อมูลตำแหน่งของไฟป่าแบบกึ่งปัจจุบันที่ประมวลได้จากภาพถ่ายดาวเทียมของเซนเซอร์ MODIS ที่ติดตั้งบนดาวเทียมสำรวจโลกขององค์การนาซ่า ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และข้อมูลอื่นๆ มาใช้ในการจำลองพฤติกรรมของไฟป่า และประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ จากนั้นทำการศึกษาความเป็นไปทางกายภาพและเคมีของมลพิษทางอากาศ โดยใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ WRF-Chem โดยได้เลือกทำการศึกษาไฟป่าที่เกิดขึ้นบริเวณภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ลาว และพม่าในช่วงระหว่างวันที่ 12 ถึง 21 มีนาคม พ.ศ. 2550 ผลจากการศึกษาพบว่า ไฟป่าเกิดมากที่สุดในประเทศพม่าถึง 50 % ของไฟป่าที่เกิดขึ้นทั้งหมด รองลงมาคือประเทศลาว และประเทศไทยที่สัดส่วน 25 และ 15 % ตามลำดับ มลพิษทางอากาศหลักที่ปลดปล่อยออกมามากที่สุดคือ CO_2 , CO และ PM_{10} นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงเวลาดังกล่าวได้รับอิทธิพลจากลมตะวันตกเฉียงใต้ทำให้หมอกควันที่หนาแน่นบริเวณภาคตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศไทย เคลื่อนตัวเข้าปกคลุมในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย และลาว ส่งผลให้ความเข้มข้นของ NO_2 และ PM_{10} ในชั้นบรรยากาศที่บริเวณดังกล่าวมีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศ

คำสำคัญ: คุณภาพอากาศ, แบบจำลอง, ไฟป่า, มลพิษทางอากาศ, การปลดปล่อยมลพิษ, การกระจายตัวของมลพิษ

Abstract

This study presented an integrated model for studying the fate of air pollutants from wildland fire in Southeast Asia. The near real-time active wildfire data that processed from images of MODIS, a sensor on board NASA's Earth Observation Satellite, meteorological data and other data were utilized to simulate the wildfire behavior and estimate the emission of air pollutants. The air quality model (WRF-Chem) was used as a tool to study the fate of air pollutants in both chemical and physical manner. The occurrences of wildland fire in the northern part of Thailand, Laos and Myanmar during March 12-21, 2007 were investigated. From the results, the wildland fires were frequently found in Myanmar at 50% of total wildland fire, followed by Laos and Thailand at 25 and 15%, respectively. The major emitted air pollutants were CO_2 , CO and PM_{10} . Moreover, we also found that the southwesterly wind that dominated the whole area during the period of study. This leads the movement of dense smoke from the eastern of Myanmar to cover the northern of Thailand and Laos and caused the level of atmospheric concentration of NO_2 and PM_{10} in the areas to higher than air quality standard.

Key words: air quality, model, wildland fire, air pollutants, emission, dispersion

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บทนำ

ปัจจุบันมีการนำข้อมูลตำแหน่งไฟป่า(Hotspot)ที่ประมวลได้จากภาพถ่ายดาวเทียมมาใช้ประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากไฟป่า และการแพร่กระจายของมลพิษ โดยมีสมมุติฐานว่าไฟป่าที่เกิดขึ้นมีประสิทธิการเผาไหม้ และสัดส่วนที่ถูกเผาไหม้ครั้งที่[1] วิธีการดังกล่าวเป็นวิธีที่สะดวกต่อการคำนวณแต่มีความคลาดเคลื่อนสูง เนื่องจากพฤติกรรมไฟป่านั้นจะไม่คงที่และแปรเปลี่ยนตามปัจจัยต่างๆ อาทิ ลักษณะความชันของพื้นที่ ประเภทของพืชพรรณ ความชื้นของชีวมวล ความชื้นในอากาศ ความเร็ว และทิศทางของลม เป็นต้น ในงานวิจัยนี้จึงนำเสนอวิธีการประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากไฟป่าที่มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น โดยนำพฤติกรรมของไฟป่ามาพิจารณาด้วย นอกจากนี้ยังนำมาบูรณาการกับแบบจำลองคุณภาพอากาศเพื่อศึกษาความเป็นไปทางกายภาพ และเคมีของมลพิษในชั้นบรรยากาศ เพื่อที่จะนำข้อมูลความเข้มข้นของมลพิษในชั้นบรรยากาศและทิศทางการกระจายตัวที่ได้จากแบบจำลองมาใช้ในการป้องกันและควบคุมมลพิษ

ปัจจุบันมีแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการทำนายพฤติกรรมของไฟป่าอยู่หลายแบบจำลอง อาทิ FireLib[2] BehavePlus และ FlamMap ของ US Firelab, Department of Agricultural, USA เป็นต้น และยังมีแบบจำลองที่ใช้ประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศโดยอาศัยข้อมูลพฤติกรรมของไฟป่า อาทิ FOFEM[3] และ FARSITE ของ US Firelab, Department of Agricultural, USA เป็นต้น แต่แบบจำลองที่กล่าวมาข้างต้นถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในประเทศสหรัฐอเมริกา และทวีปอเมริกาเหนือเท่านั้น การที่จะนำแบบจำลองดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จะต้องมีการปรับปรุง และพัฒนาให้เหมาะสม ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นไปที่การคัดเลือกแบบจำลอง พัฒนา และปรับปรุงแบบจำลองให้เหมาะสมกับการศึกษาความเป็นไปของมลพิษทางอากาศจากไฟป่าในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

2. การบูรณาการแบบจำลอง

ในการศึกษาการปลดปล่อย และแพร่กระจายของมลพิษทางอากาศ งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษา และคัดเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ โดยแบบจำลองที่ได้จากการบูรณาการประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือแบบจำลองพฤติกรรมของไฟป่า ที่ใช้ทำนายพฤติกรรมของไฟป่าที่เปลี่ยนแปลงจากปัจจัยต่างๆ แบบจำลองการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ ที่ใช้ในการประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากข้อมูลพฤติกรรมไฟป่า และแบบจำลองคุณภาพอากาศ ที่ใช้ทำนายความเป็นไปของมลพิษทางอากาศ โดยแผนภาพแสดงขั้นตอนการจำลอง และข้อมูลที่จำเป็นต่างๆแสดงได้ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1: โครงสร้างของการบูรณาการแบบจำลอง

2.1 แบบจำลองพฤติกรรมของไฟป่า

งานวิจัยนี้ทำการจำลองพฤติกรรมของไฟป่า โดยการใช้แบบจำลองพฤติกรรมของไฟป่า FireLib ซึ่งพัฒนาโดย Collin D. Bevins, US Firelab, Department of Agricultural, USA[2] แบบจำลอง FireLib ซึ่งใช้สมการที่ได้จากการทดลองในห้องปฏิบัติการร่วมกับการคำนวณทางทฤษฎีในการทำนายลักษณะพฤติกรรมของไฟป่าอันได้แก่ อัตราการลุกลามของไฟ ความแรงของเปลวไฟ และระยะของเปลวไฟ โดยข้อมูลขาเข้าที่ FireLib ต้องการสำหรับการทำนายคือ ข้อมูลตำแหน่งไฟป่า สถานะของเชื้อเพลิง และสิ่งแวดล้อมขณะเกิดไฟป่าดังแสดงในรูปที่ 1

ข้อมูลตำแหน่งไฟป่าหรือ Hotspot ที่ใช้ในการศึกษานี้ได้จากการประมวลผลภาพถ่ายดาวเทียมจากเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODIS (Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer) [4] ถูกติดตั้งอยู่บนดาวเทียม AQUA และ TERRA ซึ่งเป็นดาวเทียมประเภทที่มีวงโคจรผ่านขั้วโลก โดยอาศัยข้อมูลของไฟป่าซึ่งเมื่อเกิดการเผาไหม้จะมีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 800 ถึง 1200 เคลวิน และปลดปล่อยรังสีในช่วงคลื่น Middle infrared (3-5 ไมโครเมตร) ได้มากที่สุด เซนเซอร์ MODIS ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการระบุตำแหน่ง และอุณหภูมิของ Hotspot ในช่วงคลื่นดังกล่าว ในส่วนของสภาวะของเชื้อเพลิง และสิ่งแวดล้อมขณะเกิดไฟป่าได้แก่ ความชื้นสมมูลของเชื้อเพลิง ความชื้นของเชื้อเพลิง ปริมาณฝน อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นของพื้นที่ และสถานะของการมีชีวิต/ตายของเชื้อเพลิง ถูกนำมาใช้ในการคำนวณระดับความอันตรายของไฟป่าโดยอาศัยสมการเบื้องต้นของระบบจัดระดับความเป็นอันตราย Nation Fire Danger Rating Systems (NFDRS)[5] ที่พัฒนาโดย Department of Agricultural, USA และข้อมูลจากแบบจำลองทางอุตุนิยมวิทยา แต่เนื่องจากระบบจัดประเภทของภูมิอากาศของระบบ NFDRS มีความแตกต่างกับระบบทั่วไป การศึกษาครั้งนี้จึงได้ประยุกต์การศึกษาของ Kazutake Kyuma[6] มาใช้ในการศึกษาในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้แทน

2.2 แบบจำลองการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

ในการศึกษานี้ใช้แบบจำลอง a First Order Fire Effects Model(FOFEM) พัฒนาโดย Elizabeth Reinhardt และ Robert E. Keane แห่ง ของ US Firelab, Department of Agricultural, USA[3] ซึ่งสามารถจำลองลักษณะของไฟป่าจากข้อมูลลักษณะพฤติกรรมของไฟป่า และประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากไฟป่า โดยปกติอัตราการปลดปล่อยของมลพิษทางอากาศจากไฟป่าจะขึ้นอยู่กับขั้นตอนของการเผาไหม้คือ ช่วงการเผาไหม้ที่มีเปลวไฟ (Flame) และช่วงที่เปลวไฟดับแล้วแต่ยังคงคุกรุ่นอยู่ (Smolder) แบบจำลอง FOFEM จะทำนายขั้นตอนการเผาไหม้ และปริมาณมลพิษที่ถูกปลดปล่อยโดยอาศัยหลักการของการถ่ายเทความร้อน และการถ่ายเทมวลในการคำนวณปริมาณความร้อน และปริมาณมลพิษที่ถ่ายเทจากไฟสู่สิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

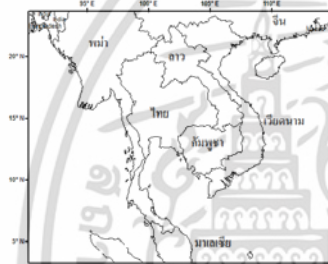
ข้อมูลที่คำนวณได้จากแบบจำลอง FOFEM เป็นข้อมูลการปลดปล่อยจากระดับพื้นดิน แต่ในความเป็นจริงแล้วไฟป่าสามารถเกิดขึ้นที่ระดับผิวดิน, เหนือดิน และใต้ดิน นอกจากนี้เปลวไฟและควันยังสามารถขยายตามแนวระดับ เนื่องจากธรรมชาติของอากาศร้อนที่อยู่รอบๆที่ยกตัวสูงขึ้นเมื่อมีอุณหภูมิสูงขึ้น ปัจจุบันยังไม่มีสมการที่ใช้ทำนายการยกตัวของกลุ่มมลพิษจากไฟป่าโดยเฉพาะ จึงทำการประยุกต์สมการ Briggs plume rise ซึ่งเป็นสมการการทำนายการยกตัวของมลพิษที่ปลดปล่อยจากปล่องระบายควันในอุตสาหกรรม เพื่อใช้ในการประเมินปริมาณมลพิษในแนวระดับ การคำนวณการยกตัวดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการประเมินการปลดปล่อย และทำนายการกระจายตัวของมลพิษทางอากาศให้มีความถูกต้องยิ่งขึ้น

2.3 แบบจำลองคุณภาพอากาศ

ความเป็นไปของมลพิษทางอากาศทั้งทางกายภาพและทางเคมีจะถูกจำลองโดยอาศัยข้อมูลอัตราการปลดปล่อยมลพิษที่ระดับความสูงต่างๆที่ได้จากแบบจำลอง FOFEM ร่วมกับข้อมูลอุตุนิยมวิทยา โดยการใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศ Weather Research and Forecasting Model: Chemistry (WRF-Chem) พัฒนาโดย WRF Atmospheric Chemistry Working Group[7] เป็นแบบจำลองคุณภาพอากาศแบบ Eulerian มีกลไกปฏิกิริยาเคมีในสถานะก๊าซ (Gas-phase chemical mechanisms) ทั้งหมด 23 รูปแบบ เช่น RADM2 และ MADE เป็นต้น และในส่วนของปฏิกิริยาโฟโตไลซิส (Photolysis) จำนวน 3 รูปแบบ เช่น Madronich และ Fast-J เป็นต้น ให้เลือกใช้ตามความเหมาะสม การทำแบบจำลองทำโดยการกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่ศึกษาเป็น 3 มิติ แบ่งออกเป็นกริดเล็กๆ และศึกษาความเป็นไปของมลพิษที่เกิดขึ้นในขอบเขตนั้น

พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษานี้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทย ลาว กัมพูชา เวียดนาม รวมถึงพม่า จีน มาเลเซียบางส่วน ตั้งแต่เส้นรุ้งที่ 3.25 ถึง 23.67 และเส้นแวงที่ 90.21 ถึง 114.71 และมีเนื้อที่ประมาณ 6,196,500 ตารางกิโลเมตรดังแสดงในรูปที่ 2 โดยการแบ่งกริดตามแนวราบขนาด 27 x 27 กิโลเมตร จำนวน 100 x 85 กริด

และสูงตามแนวระดับ 17 กิโลเมตรจำนวน 27 กริด ใช้รูปแบบกลไกปฏิกิริยาเคมี The Second Generation Regional Acid Deposition Model Chemical Mechanism (RADM2) สำหรับกลไกปฏิกิริยาเคมีของมลพิษทางอากาศในสถานะก๊าซ และใช้รูปแบบปฏิกิริยาโฟโตไลซิส Fast-J โดยเลือกทำการศึกษามลพิษทางอากาศได้แก่ คาร์บอนมอนนอกไซด์ (CO) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) โดยในการศึกษานี้พิจารณาการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่มาจากไฟฟ้าเท่านั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงผลจากการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากมนุษย์ (Anthropogenic emissions) และพืช (Biogenic Emissions)



รูปที่ 2: พื้นที่ศึกษาในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

3. ผลการศึกษา

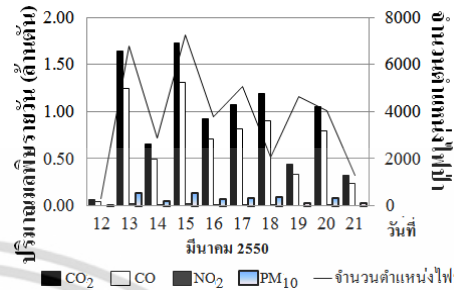
ในการศึกษานี้ได้เลือกช่วงในการศึกษาระหว่างวันที่ 12-21 มีนาคม พ.ศ. 2550 เป็นกรณีศึกษา เนื่องจากเป็นช่วงที่ไฟฟ้าเกิดขึ้นมากที่สุด จากข้อมูลตำแหน่งไฟฟ้าที่ประเมินได้จากข้อมูลเซนเซอร์ MODIS พบว่ามีไฟฟ้าเกิดขึ้นทั้งหมด 38,214 จุด ส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่ประเทศพม่า ลาว และไทย ที่สัดส่วนราว 49.5 25.0 และ 15.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

3.1 ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศ

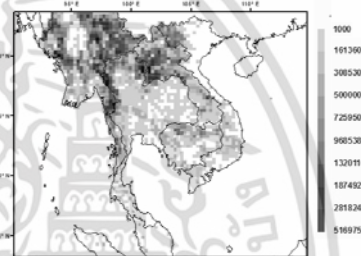
ผลการประเมินการปลดปล่อยมลพิษจากไฟฟ้าพบว่าการปลดปล่อย CO₂ ในพื้นที่ศึกษามากที่สุด ประมาณ 91 ล้านตัน รองลงมาคือ CO ประมาณ 6.9 ล้านตัน PM₁₀ และ NO₂ ประมาณ 0.75 และ 0.11 ล้านตันตามลำดับ เมื่อพิจารณาข้อมูลรายวันพบว่าในวันที่ 13 และ 15 มีนาคม พ.ศ. 2550 มีจำนวนไฟฟ้า และปริมาณการปลดปล่อยมลพิษมากที่สุดแสดงในรูปที่ 3 เมื่อพิจารณาการกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัว และความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศในพื้นที่ศึกษาพบว่าพื้นที่ทางด้านตะวันออกของประเทศพม่ามีปริมาณการปลดปล่อยมลพิษที่ความเข้มข้นสูงสุด รองลงมาคือตอนบนของประเทศไทย และลาว ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 3: จำนวนตำแหน่งไฟฟ้า และปริมาณมลพิษที่ปลดปล่อยรายวัน ตั้งแต่วันที่ 12 ถึง 21 มีนาคม พ.ศ. 2550

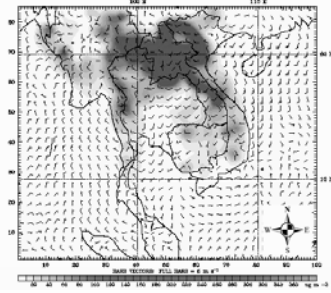


รูปที่ 4: แผนภาพแสดงการกระจายของปริมาณ PM₁₀ วันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2550 (กิโลกรัม/กริด)

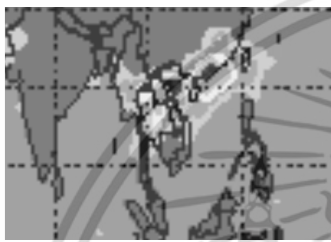
3.2 ผลการทำนายความเป็นไปของมลพิษทางอากาศ

แผนภาพแสดงการกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM₁₀) ที่คำนวณได้จากโปรแกรม WRF-Chem และทิศทางของลมในวันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2550 เวลา 7:00 น. สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5 จากรูปจะเห็นว่าความเข้มข้นของ PM₁₀ เกิดขึ้นสูงสุดที่บริเวณตอนเหนือของประเทศลาวโดยมีความเข้มข้นเฉลี่ย 350 µg/m³ ซึ่งแตกต่างจากการกระจายตัวของมลพิษที่ปลดปล่อยของ PM₁₀ ที่เกิดมากที่สุดที่ภาคตะวันออกของประเทศพม่า ซึ่งสาเหตุดังกล่าวเกิดเนื่องมาจากในช่วงเวลาดังกล่าวพื้นที่ศึกษาได้รับอิทธิพลของลมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้มลพิษเคลื่อนตัวไปยังทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้ความเข้มข้นของมลพิษในบริเวณตอนเหนือของประเทศลาวสูงกว่าปกติ เมื่อเปรียบเทียบกับแผนภาพดัชนีปริมาณหมอกควันที่ได้จากการตรวจวัดด้วยดาวเทียม TOMS Aerosol

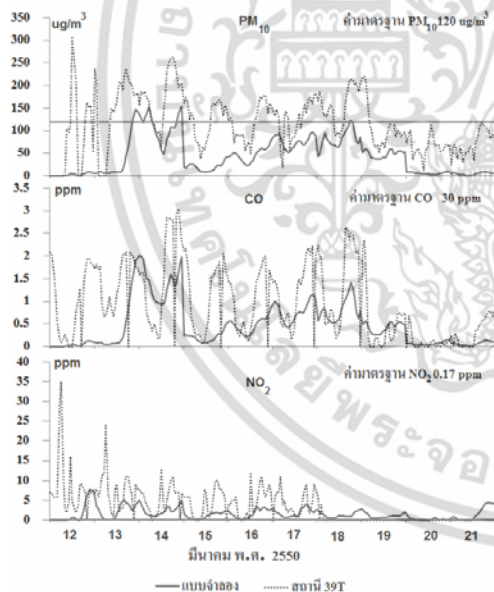
Index[8] ที่ตรวจรังสีที่ถูกสะท้อนกลับจากกลุ่มหมอกควัน
ในชั้นบรรยากาศในรูปที่ 6 พบว่ามีลักษณะสอดคล้องกัน



รูปที่ 5: การกระจายตัวของ PM_{10} จากแบบจำลอง
วันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2550 เวลา 7:00น.



รูปที่ 6: แผนภาพดัชนีความเข้มข้นของหมอกควัน
TOMS Aerosol Index วันที่ 15 มีนาคม พ.ศ. 2550



รูปที่ 7: ความเข้มข้น PM_{10} CO และ NO_2 รายชั่วโมงจาก
แบบจำลอง และที่วัดได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ
39T ระหว่างวันที่ 12-21 มีนาคม พ.ศ.2550

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศราย
ชั่วโมงของ PM_{10} CO และ NO_2 ที่จำลองได้กับข้อมูลที่ได้
จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ สถานีอนามัยท่าสี่ (39T)
ที่จังหวัดลำปางในระหว่างวันที่ 12-21 มีนาคม พ.ศ. 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังแสดงในรูปที่ 7 โดยเส้นทึบแสดงความเข้มข้นของ
มลพิษรายชั่วโมงที่ได้จากแบบจำลอง เส้นประแสดงความ
เข้มข้นของมลพิษรายชั่วโมงที่ได้จากจากสถานีตรวจวัด
คุณภาพ พบว่าความเข้มข้นของ PM_{10} CO และ NO_2 ทั้งที่
จำลองได้ และที่ตรวจวัดได้จากสถานี 39T มีการ
เปลี่ยนแปลงขึ้นลงตลอดช่วงเวลาที่ทำการศึกษา สำหรับ
 PM_{10} พบว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นที่ได้
จากแบบจำลอง และจากการตรวจวัดจะมีลักษณะ
คล้ายคลึงกัน ความเข้มข้นที่ได้จากการตรวจวัดมีค่าสูงกว่า
ค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศตามพระราชบัญญัติส่งเสริม
และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ในช่วง
ตั้งแต่วันที่ 12-19 มีนาคม พ.ศ. 2550 และลดลงต่ำกว่า
มาตรฐานหลังจากช่วงเวลาดังกล่าว ส่วนความเข้มข้นของ
 PM_{10} ที่จำลองได้จะมีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัด
ทำให้พบวันที่ PM_{10} มีค่าเกินมาตรฐานในวันที่ 13-14
มีนาคม พ.ศ. 2550 เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องมาจากการศึกษานี้
พิจารณาการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่มาจากไฟฟ้า
เท่านั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงผลจากการปลดปล่อยมลพิษทาง
อากาศจากมนุษย์ และพืช ซึ่งในความเป็นจริงผลของการ
ปลดปล่อยมลพิษดังกล่าวจะทำให้ความเข้มข้นของมลพิษ
โดยรวมที่จำลองได้มีค่าสูงขึ้น อีกทั้งสถานีตรวจวัด
คุณภาพอากาศดังกล่าวอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดหลัก ซึ่งเมื่อ
พิจารณาการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศรายวันดังแสดง
ในรูปที่ 3 จะพบว่าการปลดปล่อย PM_{10} ปริมาณมากใน
วันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2550 ทำให้วันที่ความเข้มข้นของ
 PM_{10} มีค่าสูงสุดเดือนมาเป็นวันที่ 14 มีนาคม พ.ศ. 2550
แทน

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของ CO ทั้งที่ได้จากสถานี
ตรวจวัดคุณภาพอากาศ และที่จำลองได้ พบว่ามีค่าต่ำกว่า
มาตรฐานคุณภาพอากาศที่ 30 ppm ตลอดช่วงระยะเวลาที่
ทำการศึกษา แสดงว่าบริเวณพื้นที่ศึกษาไม่ได้ประสบ
ปัญหาคุณภาพอากาศในส่วนของ CO โดยการ
เปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นที่ได้จากแบบจำลอง และ
จากการตรวจวัดจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ความเข้มข้น
ของ CO ที่จำลองได้จะมีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากการ

ตรวจวัด ทั้งนี้เนื่องมาจากการไม่ได้คำนึงถึงผลจากการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากมนุษย์ และพืช

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของ NO_2 พบว่าลักษณะการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นที่ได้จากแบบจำลอง และจากการตรวจวัดจะมีลักษณะเช่นเดียวกับ CO และ PM_{10} พบว่าความเข้มข้นของ NO_2 มีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพอากาศค่อนข้างมากในช่วงตั้งแต่วันที่ 12-19 มีนาคม พ.ศ. 2550 และลดลงต่ำกว่ามาตรฐานหลังจากช่วงเวลาดังกล่าว โดยความเข้มข้นของ NO_2 ที่จำลองได้มีค่าน้อยกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัด ทั้งนี้เนื่องมาจากการศึกษาที่พิจารณาการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศที่มาจากไฟป่าเท่านั้น โดยไม่ได้คำนึงถึงผลจากการปลดปล่อยมลพิษทางอากาศจากมนุษย์ และพืช เช่นเดียวกับลักษณะที่ปรากฏในความเข้มข้นของ PM_{10}

4. สรุป

ในการศึกษานี้ได้ทำแบบจำลองแบบบูรณาการเพื่อใช้ในการศึกษาความเป็นไปของมลพิษทางอากาศจากไฟป่าในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยการนำข้อมูลตำแหน่งของไฟป่าแบบกึ่งปัจจุบันที่ประมวลได้จากภาพถ่ายดาวเทียมประกอบกับข้อมูลอื่นๆที่จำเป็นเพื่อนำมาประเมินการปลดปล่อยมลพิษ และทำนายความเป็นไปของมลพิษทางอากาศ พบว่าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถประยุกต์ใช้ และอธิบายความเป็นไปของมลพิษทางอากาศได้เป็นอย่างดี จากกรณีศึกษาในระหว่างวันที่ 12-21 มีนาคม พ.ศ. 2550 พบว่าแบบจำลองสามารถคำนวณการกระจายตัวของการปลดปล่อยของมลพิษว่าเกิดมากที่สุดทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศพม่า และทางตอนเหนือของประเทศลาว และผลของแบบจำลองแสดงการกระจายของมลพิษทางอากาศพบว่ามีลักษณะสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจากภาพถ่ายดาวเทียม นอกจากนี้ข้อมูลความเข้มข้นมลพิษรายชั่วโมงที่ได้ยังมีแนวโน้มที่ใกล้เคียงกับข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศ แต่อย่างไรก็ตามก็ยังมีปัญหาที่ว่าความเข้มข้นของมลพิษที่ได้จากแบบจำลองมีค่าต่ำกว่าค่าที่ได้จากการตรวจวัด เนื่องจากไม่ได้คำนึงถึงการปลดปล่อยมลพิษทาง

อากาศจากกิจกรรมอื่นๆ ดังนั้นจึงควรมีการแก้ไขโดยการนำปัจจัยดังกล่าวมาพิจารณาด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับความอนุเคราะห์ข้อมูลที่เป็นจากกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม และ The Satellite Services Division of the National Environmental Satellite, Data and Information Service (NESDIS) ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีต้นแบบของการบูรณาการแบบจำลอง และคำปรึกษาจาก US Firelab, Department of Agricultural ประเทศสหรัฐอเมริกา

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] เกษมสันต์ มโนมัยพิบูลย์. "ระบบพยากรณ์เตือนภัยปัญหาหมอกควันสำหรับภาคเหนือตอนบน." [Online]. Available: <http://www.aqnis.pcd.go.th/project/northernhaze2551>, 2551.
- [2] Collin D. Bevins. "FireLib." [Online]. Available: <http://www.fire.org/index.php?id=74&Itemid=29>, 2009.
- [3] Elizabeth Reinhardt and Robert E. Keane. "FOFEM." [Online]. Available: <http://www.fire.org/index.php?id=57&Itemid=130>, 2009.
- [4] NASA Official: Shannell Cardwell. "MODIS." [Online]. Available : <http://modis.gsfc.nasa.gov>, 2009.
- [5] Jack D. Cohen and John E Deeming. "NFDRS." [Online]. Available : http://www.fs.fed.us/psw/publications/documents/psw_gtr082/psw_gtr082.pdf, 2009.
- [6] Kazutake Kyuma. "Climate of south and Southeast Asia according to Thornthwaite's Classification Scheme." The Southeast Asian Studies, vol. 9, no. 1, June, 1971.
- [7] WORKING GROUP 11. "WRF-Chem." [Online]. Available : <http://ruc.fsl.noaa.gov/wrf/WG11/>, 2009.
- [8] Dr. Jay R. Herman. "TOMS Aerosol Index." [Online]. Available : <http://jwocky.gsfc.nasa.gov/aerosols/aermovie.html>, 2009.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้