

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

เตรียมข้อมูลอุตุนิยมวิทยา

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่ใช้ในการประเมินโดยแบบจำลองคุณภาพอากาศ เป็นข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาสถานีจังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2551–2552 ซึ่งเป็นการตรวจวัดข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น (Surface air data) ราย 3 ชั่วโมง ตัวแปรที่ทำการตรวจวัด ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ ความสูงของฐานเมฆ และปริมาณเมฆบนท้องฟ้า แต่เนื่องจากข้อมูลอุตุนิยมวิทยาเป็นข้อมูลราย 3 ชั่วโมง จึงต้องมีการขยายเป็นข้อมูลรายชั่วโมงโดยใช้วิธีการปฏิบัติดังนี้ (วรารุช เสือดี, 2551)

1. ใช้หลักการค่าเฉลี่ยเพื่อให้ได้ข้อมูลอีก 2 ชุด สำหรับข้อมูลทั้งหมดยกเว้นทิศทางลม โดยให้ ชั่วโมงที่ 1 และ 4 ต้องการประมาณข้อมูลในชั่วโมงที่ 2 และ 3 ดังนี้

$$\text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 2} = (\text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 1}) + (\text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 4} - \text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 1})/3$$

$$\text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 3} = (\text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 1}) + (\text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 4} - \text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 1}) \times 2/3$$

2. สำหรับทิศทางลม

2.1 ถ้าข้อมูลชั่วโมงที่ 1 มากกว่า ข้อมูลชั่วโมงที่ 4 90 องศา หรือข้อมูลความเร็วลมชั่วโมงที่ 1 = 0 หรือข้อมูลความเร็วลมชั่วโมงที่ 4 = 0 ให้

$$\text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 2} = \text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 1}$$

$$\text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 3} = \text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 4}$$

2.2 ถ้าข้อมูลชั่วโมงที่ 1 น้อยกว่า ข้อมูลชั่วโมงที่ 4 90 องศา และข้อมูลความเร็วลมชั่วโมงที่ 1 และข้อมูลความเร็วลมชั่วโมงที่ 4 ไม่เท่ากับ 0 ให้

$$\text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 2} = (\text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 1}) + (\text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 4} - \text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 1})/3$$

$$\text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 3} = (\text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 1}) + (\text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 4} - \text{ข้อมูลชั่วโมงที่ 1}) \times 2/3$$

3. เปลี่ยนหน่วยการวัดให้ตรงกับระบบที่ PCRAMMET ต้องการ

4. ดำเนินการนำข้อมูลไปจัดเรียง โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel เพื่อให้ได้

ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นสูง (Upper air data) ใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศของจังหวัดอุบลราชธานี (รหัสสถานี 407501) เนื่องจากไม่มีการตรวจวัด Upper air ที่สถานีจังหวัดขอนแก่น ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาชั้นสูงใช้วิธีการของ Holzworths ในการจัดเตรียมข้อมูล จากนั้นนำเข้าโปรแกรม PCRAMMET เพื่อสร้างไฟล์ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาสำหรับ ISCST3

เตรียมข้อมูลแหล่งกำเนิดสารมลพิษ

ข้อมูลแหล่งกำเนิด (Source) จากการเผาในที่โล่งเป็นข้อมูลแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Area source) ซึ่งจะประกอบไปด้วย ตำแหน่งของแหล่งกำเนิด โดยได้จากฐานข้อมูล MODIS ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช อัตราการปล่อยสารมลพิษ (Emission rate) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การระบายฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Emission factor) จากฐานข้อมูล AP-42 มาใช้ในการคำนวณ

เตรียมข้อมูลผู้รับผลกระทบ

ข้อมูลผู้รับผลกระทบ (Receptor) ที่แบบจำลองคุณภาพอากาศ ISCST3 ต้องการคือ ตำแหน่งพิกัดของผู้รับที่ต้องการทราบความเข้มข้นโดยจะใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศบ้านปลัดอำเภอจังหวัดขอนแก่นซึ่งมีพิกัด UTM คือ 269586E และ 1818307N

ข้อมูลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM-10)

รวบรวมข้อมูลผลการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM-10) ของจังหวัดขอนแก่นในปี พ.ศ.2551-2552 จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ

ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่อง

แบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่องมีข้อมูลนำเข้า คือ ความเร็วลมเฉลี่ยรายวันของสถานีจังหวัดขอนแก่น จากกรมอุตุนิยมวิทยา อัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากการเผาในที่โล่งซึ่งได้จากการคำนวณในตารางที่ 2.1 ความสูงของชั้นบรรยากาศซึ่งหาได้จากวิธีการของ Holzworths ความกว้างของเมือง ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กหาได้จากสมการ

$$C = b + \frac{q}{u \times H \times W} \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

- เมื่อ C = ความเข้มข้นของสารมลพิษ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
 b = ความเข้มข้นจากที่มีอยู่เดิม (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
 q = อัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากการเผาในที่โล่ง (กรัมต่อวินาที)
 u = ความเร็วลมเฉลี่ยรายวัน (เมตรต่อวินาที)
 H = ความสูงของชั้นบรรยากาศ (เมตร)
 W = ความกว้างของเมือง (เมตร)

การคำนวณอัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Emission rate) สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$E_i = A \times D \times F \times EF_i \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

- เมื่อ E_i = ปริมาณการปล่อยมลพิษทางอากาศจากการเผาในที่โล่งประเภท i (กิโลกรัม หรือ ตัน)
 A = ปริมาณพื้นที่ที่ถูกเผา (ตารางเมตรหรือไร่)
 D = ปริมาณชีวมวลที่มีอยู่บนพื้นที่ในรูปของน้ำหนักแห้ง (กิโลกรัมต่อตารางเมตร หรือ กิโลกรัมต่อไร่)
 F = สัดส่วนชีวมวลเชื้อเพลิงที่ถูกเผาต่อปริมาณชีวมวลทั้งหมดที่มีอยู่บนพื้นที่ที่ถูกเผา
 EF_i = สัมประสิทธิ์การระบายมลพิษ (Emission factor) ของมลพิษทางมลพิษทางอากาศประเภท i (กรัมมลพิษ i ต่อกิโลกรัมชีวมวล)

พื้นที่ที่ถูกเผา (A) ได้จากจุด Hotspot ที่ปรากฏในภาพถ่ายทางอากาศในช่วงปี พ.ศ. 2551–2552 ของจังหวัดขอนแก่นโดยจุด Hotspot 1 จุด ให้เท่ากับ 1 ตารางกิโลเมตร

แบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่องกรณีคำนวณถึงทิศทางลมจะเลือกเฉพาะพื้นที่ที่อยู่เหนือลมของผู้รับผลกระทบมาใช้ในการคำนวณอัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการเผาในที่โล่ง ซึ่งทิศทางลมหาได้โดยการใช้โปรแกรม WRPLOT View โดยจะทำการเลือกทิศลมที่เกิดขึ้นมากที่สุดของวันนั้นมาเป็นตัวแทน จากนั้นทำการลากเส้นตั้งฉากระหว่างทิศทางลมกับตำแหน่งผู้รับผลกระทบ เลือกแหล่งกำเนิดที่อยู่เหนือเส้นตั้งฉากขึ้นมา จะได้แหล่งกำเนิดที่จะนำไปใช้ในกรณีคำนวณถึงทิศทางลม

ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองคุณภาพอากาศ ISCST3

1. ข้อมูลแหล่งกำเนิด (Source) จากการเผาในที่โล่งเป็นข้อมูลแหล่งกำเนิดแบบพื้นที่ (Area source) ซึ่งจะประกอบไปด้วย ตำแหน่งของแหล่งกำเนิด โดยได้จากฐานข้อมูล MODIS ของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช อัตราการปล่อยสารมลพิษ (Emission rate) โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การระบายฝุ่นละอองขนาดเล็ก (Emission factor) จากฐานข้อมูล AP-42 มาใช้ในการคำนวณ
2. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา (Meteorology) ที่ใช้ในการประเมินการแพร่กระจายของสารมลพิษทางอากาศสำหรับแบบจำลองคุณภาพอากาศ ISCST3 ประกอบไปด้วยข้อมูล 2 ส่วน คือ ข้อมูลอากาศผิวพื้น (Surface data) ประกอบไปด้วยข้อมูล ทิศทางลม ความเร็วลม อุณหภูมิ ความสูงฐานเมฆ ปริมาณเมฆ ซึ่งจะใช้ข้อมูลราย 3 ชั่วโมง ของสถานีตรวจวัดจังหวัดขอนแก่น ปี พ.ศ. 2551-2552 และ ข้อมูลอากาศชั้นบน (Upper air data) ข้อมูลที่ใช้คือข้อมูลความสูงชั้นผสม (Mixing height) แบ่งเป็นความสูงชั้นผสมตอนเช้า และความสูงชั้นผสมตอนบ่ายซึ่งสามารถหาได้โดยวิธีของ Holzworths
3. ข้อมูลผู้รับผลกระทบ (Receptor) ที่แบบจำลองคุณภาพอากาศ ISCST3 ต้องการ คือ ตำแหน่งพิกัดของผู้รับที่ต้องการทราบความเข้มข้นโดยจะใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดขอนแก่นซึ่งมีพิกัด UTM คือ 269586E และ 1818307N

เปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำนายความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็ก

นำค่าเฉลี่ยความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กสูงสุด 24 ชั่วโมง ที่ได้จากแบบจำลองคุณภาพอากาศเปรียบเทียบกับค่าความเข้มข้นฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ โดยแบ่งเป็น 3 กรณี คือ

1. ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กจากแบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่องกรณีคำนวณถึงทิศทางลมกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ
2. ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กจากแบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่องกรณีไม่คำนวณถึงทิศทางลมกับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ
3. ความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กจากแบบจำลองคุณภาพอากาศ ISCST3 กับความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ

ศึกษาเปรียบเทียบความแม่นยำเพื่อเลือกใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้การทดสอบทางสถิติ Linear regression

การใช้แบบจำลองคุณภาพอากาศในการจัดการ กำหนดมาตรการ ในการควบคุมฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เกิดจากการเผาในที่โล่ง

หลังจากได้แบบจำลองคุณภาพอากาศที่มีประสิทธิภาพสูงสุดแล้ว ก็จะทำกา
นำเอาสมการที่ได้ไปใช้ในการกำหนดเป็นมาตรการในการควบคุมการเผาในที่โล่งในกรณีของฝุ่น
ละอองขนาดเล็กให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

ขั้นตอนการศึกษา

การนำเข้าข้อมูลสำหรับแบบจำลองคุณภาพอากาศ ISCST3 จะต้องเตรียมข้อมูล
อุตุนิยมวิทยาโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาผิวพื้น และข้อมูลอุตุนิยมวิทยา
ชั้นสูง ซึ่งข้อมูลได้มาจากกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลแหล่งกำเนิดซึ่งเป็นข้อมูลแบบพื้นที่โดยได้จาก
ฐานข้อมูล MODIS จากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช อัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาด
เล็ก ข้อมูลตำแหน่งผู้รับผลกระทบ ได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศจังหวัดขอนแก่นของกรม
ควบคุมมลพิษ ข้อมูลนำเข้าสำหรับแบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่อง จะต้องเตรียมข้อมูล
ความเร็วลมเฉลี่ยรายวัน ซึ่งได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา อัตราการเกิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก ความสูง
ของชั้นบรรยากาศ และความกว้างของเมือง ทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กจาก
แบบจำลองคุณภาพอากาศ ISCST3 แบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่องกรณีไม่คำนึงถึง
ทิศทางลม และแบบจำลองคุณภาพอากาศแบบกล่องกรณีคำนึงถึงทิศทางลม ทำการหา
ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กจากแบบจำลองคุณภาพอากาศกับ
ข้อมูลการตรวจวัดจริง โดยใช้การทดสอบทางสถิติ Linear Regression ทำการเปรียบเทียบ
ประสิทธิภาพในการทำนายความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก คัดเลือกแบบจำลองคุณภาพ
อากาศเพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการกำหนดเป็นมาตรการ ดังแสดงในภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1
ขั้นตอนการศึกษา

