

ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของคาร์บอน และความเข้มข้นของฝุ่นละออง
กับลักษณะของชั้นบรรยากาศ ในเขตเมือง

นางสาวสุพร มณฑาสวรรณ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

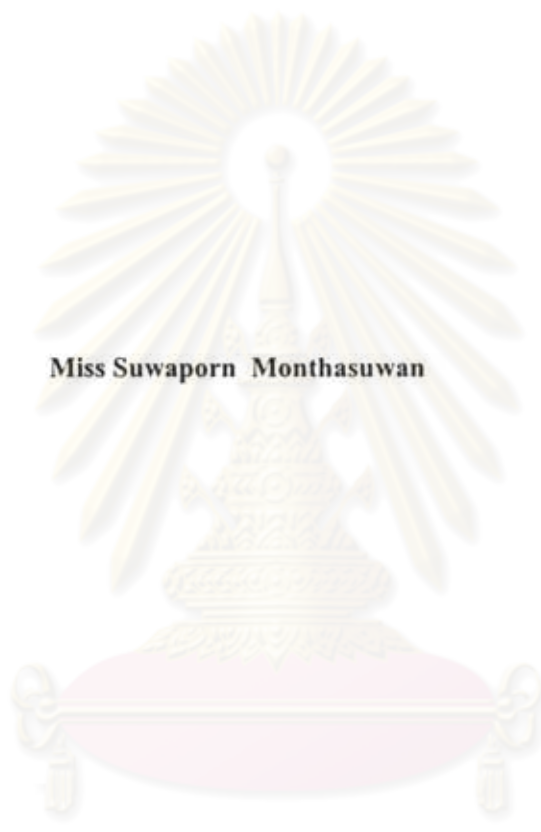
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (สหสาขาวิชา)

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2552

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**THE RELATIONSHIP OF CARBON COMPOSITION CONCENTRATION OF PARTICULATE
AND ATMOSPHERIC PROFILE IN URBAN AREA**



Miss Suwaporn Monthasuwan

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Environmental Science
(Interdisciplinary Program)
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2009
Copyright of Chulalongkorn University

521089

สุวพร มณฑาสวรรณ: ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของคาร์บอน และความเข้มข้นของฝุ่นละออง กับลักษณะของชั้นบรรยากาศ ในเขตเมือง. (THE RELATIONSHIP OF CARBON COMPOSITION CONCENTRATION OF PARTICULATE AND ATMOSPHERIC PROFILE IN URBAN AREA) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ศศ.ดร.สุรัตน์ บัวเลิศ, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม: ดร.ศิวัช พงษ์เพ็ญจันทร์, 167 หน้า

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองกับลักษณะของชั้นบรรยากาศ โดยติดตั้งเครื่องไฮวอลูมเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองรวม ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และอุปกรณ์ตรวจวัดอนุกรมวิทยาพื้นผิว 3 ระดับความสูง ในเขตเมืองของ 3 จังหวัดในประเทศไทย คือ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา ที่ความสูง 30 60 และ 125 เมตร เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร ที่ความสูง 38 158 และ 328 เมตร และ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ที่ความสูง 12 52 และ 152 เมตร พร้อมกับตรวจวัดอนุกรมวิทยาชั้นบนเป็นเวลา 3 วันต่อเนื่อง โดยใช้วิทยุห้วงอากาศติดกับบอลูน และหาล่องประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร โดยวิเคราะห์สารไอออนิกด้วยเครื่อง Ion chromatography และองค์ประกอบคาร์บอน ด้วยเครื่อง Thermal/optical carbon analyzer ตามพิธีสาร IMPROVE ผลการศึกษาพบว่า กรุงเทพมหานคร และเชียงใหม่ มีความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร แปรผกผันกับความสูง และ สัดส่วนของ PM_{10}/TSP แปรผันกับระดับความสูง แต่หาดใหญ่ ไม่ได้ผลเช่นนั้น ซึ่งเกิดจากปัจจัยทางกายภาพของจุดตรวจวัดส่งผลให้เกิดความปั่นป่วนทางกายภาพ ทำให้เกิดการเจือจางมลสารสูงในชั้นกลาง เมื่อพิจารณาสัดส่วนของ PM_{10}/TSP กับอนุกรมวิทยาพบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งปัจจัยที่ส่งผลน่าจะมาจากแหล่งกำเนิดโดยตรง

ผลการศึกษาร้อยละองค์ประกอบของสารในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในกรุงเทพมหานคร ได้แก่ OC EC Na^+ NH_4^+ K^+ Ca^{2+} Cl^- NO_3^- SO_4^{2-} และ องค์ประกอบอื่นๆ พบว่า องค์ประกอบอื่นๆ ที่อาจจะเกิดจากโลหะหนัก มีค่าสูงสุดในทุกระดับความสูง รองลงมาคือ OC SO_4^{2-} EC และ NO_3^- ซึ่งองค์ประกอบหลัก มีความเข้มข้นที่ความสูง 158 เมตร และ 328 เมตรใกล้เคียงกัน อย่างมีนัยสำคัญ บอกได้ว่าแหล่งกำเนิดมาจากการปลดปล่อยการเผาไหม้เครื่องยนต์

ผลการศึกษาองค์ประกอบคาร์บอนในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในกรุงเทพมหานคร ได้แก่ OC1 OC2 OC3 OC4 EC1 EC2 และ EC3 พบว่า มีความเข้มข้นของ OC3 EC1 OC2 แค้นที่สุด บอกได้ว่าแหล่งกำเนิดคาร์บอนทั้งสามระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา มาจากการปลดปล่อยไอเสียของเครื่องยนต์เบนซิน ก๊าซปิโตรเลียมเหลว และดีเซล ความเข้มข้นของ OC และ EC แปรผันตรงกับ PM_{10} ในทุกระดับความสูง ส่งผลให้พบความเข้มข้นของ OC และ EC มีค่าสูงในช่วงเวลากลางคืนตาม PM_{10} สัดส่วนของ OC/EC มีค่าแปรผันตามความสูง และมีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และความสูงผสม อย่างมีนัยสำคัญ

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ลายมือชื่อนิติศ *ณัฐ ๒*
 ปีการศึกษา 2552 ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก *สุวพร*
 ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม *ศิวัช พงษ์เพ็ญจันทร์*

4989214720 : MAJOR ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEYWORD: TSP /PM₁₀ / PM₁₀/TSP /CARBON COMPOSITION/ OC/EC

SUWAPORN MONTHASUWAN : THE RELATIONSHIP OF CARBON
COMPOSITION CONCENTRATION OF PARTICULATE AND ATMOSPHERIC
PROFILE IN URBAN AREA. THESIS ADVISOR: ASSIT. PROF. SURAT BUALERT
, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR: SIWATT PONGPIAJUN, Ph.D., 167 pp.

The study in relation between particulate concentrations and atmospheric condition by adopting the high-volume air sampler sampling total suspended particulate (TSP) and particulate matter less than 10 micron (PM₁₀) in 3 urban areas including Songkhla (Amphur Hat Yai, at the height level of 30, 60 and 125 meter), Bangkok (Rajdhevi District, at the height level of 38, 158 and 328 meter) and Chiangmai (Amphur Muang, at the height level of 12, 52 and 152 meter) along with using radiosonde to measure meteorological conditions above for 3 days continuously. And to find the chemical composition in PM₁₀ by analyzing the organic substance that using ion chromatography and analyzing carbon composition that using thermal/optical carbon analyzer according to IMPROVE protocol. Study result revealed Bangkok and Chiangmai having the concentration of TSP and PM₁₀ varied reversely to the height and the ratio of PM₁₀/TSP varied reversely to the height level as well. In contrary to Amphur Hat Yai, the physical factors caused the turbulence that diluted the concentration of pollutant in middle height. The consideration of PM₁₀/TSP ratio and meteorological condition revealed that there was insignificant relation, the potential factor could be caused by direct sources.

The study result in percentage of PM₁₀ composition in Bangkok including OC, EC, Na, NH₄⁺, K⁺, Ca²⁺, Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻ and others species, found other species compositions might generated by heavy metal that was the highest figure at all height levels, the inferior including OC, SO₄²⁻, EC and NO₃⁻. The predominant had the concentrations at medium level (158 meter) and upper level (328 meter) in equivalent figures significantly that could be able to indicate those sources including the emission from motor vehicles combustion.

The study results of carbon composition in PM₁₀ in Bangkok including OC1, OC2, OC3, OC4, EC1, EC2 and EC3, found that OC3, EC1 and OC2 concentrations were predominant. This indicated that carbon sources of the studied 3-height levels were released from engine exhaust (gasoline, liquid petroleum gas and diesel). Concentration of OC and EC varied directly to PM₁₀ at all height levels that caused higher concentration of OC and EC at night time following PM₁₀. The ratio of OC/EC varied reversely to the height and related significantly to relative humidity, temperature and mixing height.

Field of Study : Environmental Science.....

Student's Signature : *S. Monthasuwarn*

Academic Year : 2009.....

Advisor's Signature : *S. Surat*

Co-advisor's Signature : *Siwatt Pongpiajun*

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการลักษณะของชั้นบรรยากาศและผลต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของมลสารทางอากาศสำหรับประเทศไทย ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรศักดิ์ บัวเลิศ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ ดร. ศิวัช พงษ์เพ็ญจันทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และช่วยแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมใจ เพ็งปรีชา ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์เป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รวมถึง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอี่ยมพร มัชฌิมวงศ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อานนท์ สนิทวงศ์ ณ อยุธยา ที่กรุณาเสียสละเวลาเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และตรวจรายละเอียดในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร โรงแรมลีการ์เด้นท์ และ โรงแรม โนโวเทล เซ็นทารา อ.หาดใหญ่ โรงแรมโบยทสวิต และ โรงแรมโบยทสกาย กรุงเทพมหานคร โรงแรมเซ็นทารา ดวงตะวัน โรงแรมอิมพีเรียลแม่ปิง จ. เชียงใหม่ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดฝุ่นละออง กรมอุตุนิยมวิทยา หาดใหญ่ กรมอุตุนิยมวิทยา บางนา และ กรมอุตุนิยมวิทยา เชียงใหม่ ที่ทำการตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาชั้นบน บริษัท นีคิส ซัพพลาย จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เช่าเครื่องมือตรวจวัดฝุ่นละออง และอุตุนิยมวิทยาพื้นผิว บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ให้ความอนุเคราะห์มอบทุนอุดหนุนการทำวิจัย ในการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณ ดร. Ho Kin Fai และคณะ จาก Research Center for Urban Environmental Technology & Management, Department of Civil & Structural Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบคาร์บอน และ น.ส. จิราภรณ์ ทิพคุณ ที่ให้ความอนุเคราะห์ผลการตรวจวัดสารไอออนิกในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ของพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร

ขอขอบพระคุณ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป และสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป รวมทั้ง พี่ๆ และน้องๆ ในโครงการวิจัยฯ ที่มีส่วนร่วมในการทำวิจัย และให้ความช่วยเหลือ ทั้งกำลังกาย และกำลังใจ ในการทำงานวิจัยด้วยดีตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้โอกาส ทุน น้ำ และดิน ที่เป็นกำลังใจที่ดี ร่วมทั้งให้การสนับสนุนในการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ปัญหามลภาวะทางอากาศในประเทศไทย.....	4
2.2 ฟุ้งละอองในอากาศ.....	5
2.2.1 ความหมายของฟุ้งละออง	5
2.2.2 แหล่งกำเนิดของฟุ้งละออง	6
2.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นและการแพร่กระจายของฟุ้งละอองในบรรยากาศ	8
2.3 องค์ประกอบทางเคมีของฟุ้งละออง.....	11
2.3.1 องค์ประกอบของคาร์บอนในฟุ้งละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร.....	11
2.3.2 สารไอออนิก ในฟุ้งละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร.....	12
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
3 วิธีดำเนินการศึกษา.....	21
3.1 พื้นที่ศึกษาและสถานที่เก็บตัวอย่าง.....	21
3.1.1 อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.....	21
3.1.2 เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	23
3.1.3 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.....	26
3.2 การศึกษาข้อมูลทางอนุกรมวิธาน.....	28
3.2.1 การเตรียมการศึกษา.....	28

บทที่	หน้า
3.2.2 การดำเนินการเก็บตัวอย่าง.....	28
3.2.3 การวิเคราะห์ตัวอย่าง.....	33
3.2.4 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล.....	38
4 ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา.....	40
4.1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น และสัดส่วนของฝุ่นละออง ในรอบวัน ตามชั้น ความสูง	40
4.1.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม (TSP) และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM ₁₀)	40
4.1.2 สัดส่วนระหว่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และ ฝุ่นละออง รวม (PM ₁₀ /TSP) ในรอบวันเฉลี่ย.....	56
4.2 องค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร บริเวณพื้นที่ ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	64
4.3 องค์ประกอบคาร์บอนและสัดส่วนขององค์ประกอบคาร์บอน ในฝุ่นละอองขนาด ไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	66
4.3.1 องค์ประกอบของคาร์บอนในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และ ความเข้มข้นในรอบวันเฉลี่ย ตามระดับความสูง.....	67
4.3.2 สัดส่วนของอินทรีย์คาร์บอนกับธาตุอินทรีย์ และอินทรีย์คาร์บอนชั้นที่สอง ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	76
4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และฝุ่น ละอองรวม (PM ₁₀ /TSP) สัดส่วนของอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน (OC/EC) กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ตามระดับความสูง.....	80
4.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และฝุ่นละอองรวม (PM ₁₀ /TSP) กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ตามระดับความสูง	81
4.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน (OC/EC) กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา เขตราช เทวี กรุงเทพมหานคร.....	86

บทที่	หน้า
5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ.....	89
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	89
5.1.1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น และสัดส่วนของฝุ่นละออง ในรอบวัน ตามชั้น ความสูง.....	89
5.1.2 องค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร บริเวณ พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	90
5.1.3 องค์ประกอบคาร์บอนและสัดส่วนขององค์ประกอบคาร์บอน ในฝุ่น ละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	91
5.1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และฝุ่นละอองรวม (PM ₁₀ /TSP) สัดส่วนของอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน (OC/EC) กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ตามระดับความสูง.....	93
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	95
รายการอ้างอิง.....	96
ภาคผนวก.....	100
ภาคผนวก ก ความเข้มข้นของ PM ₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในบรรยากาศ บริเวณใกล้พื้นที่ศึกษา ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2551.....	101
ภาคผนวก ข ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม และ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร.....	105
ภาคผนวก ค องค์ประกอบทางเคมี และ องค์ประกอบของคาร์บอน ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร.....	114
ภาคผนวก ง อุตุนิยมวิทยาพื้นผิว.....	131
ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ.....	147
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	167

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของ TSP และPM ₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.....	42
4.2	ความเข้มข้นของของ TSP และPM ₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.....	42
4.3	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ TSP และPM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ต่อความสูง 1 เมตร ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 พื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.....	45
4.4	ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ TSP และ PM ₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	47
4.5	ความเข้มข้นของ TSP และPM ₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	47
4.6	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ TSP และPM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ต่อความสูง 1 เมตร ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	50
4.7	ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ TSP และPM ₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.....	52
4.8	ความเข้มข้นของ TSP และPM ₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.....	52
4.9	การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ TSP และPM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ต่อความสูง 1 เมตร ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.....	55
4.10	ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยของ PM ₁₀ /TSP ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลาอุนิยมวิทยา.....	57

ตารางที่	ฉ หน้า	
4.11	สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.....	57
4.12	ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	59
4.13	สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	60
4.14	ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.....	62
4.15	สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.....	62
4.16	ค่าต่ำสุด-สูงสุดและค่าเฉลี่ยของสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีโดยน้ำหนัก (%) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวีกรุงเทพมหานคร.....	65
4.17	ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	68
4.18	ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นล่าง).....	68
4.19	ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นกลาง).....	70
4.20	ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นบน).....	71
4.21	ร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	74
4.22	ร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอนและความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนเฉลี่ย ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	75

ตารางที่		ฎ หน้า
4.23	ร้อยละของ OC และ EC ใน TC ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	75
4.24	สัดส่วนของ OC/EC ใน PM ₁₀ ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	77
4.25	สัดส่วนของ OC/EC ใน PM ₁₀ ในรอบวันเฉลี่ยระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	77
4.26	ความเข้มข้นของ SOC (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และร้อยละของ SOC/OC ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	79
4.27	ความสูงผสม (เมตร) ระหว่างวันที่ 18-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.....	82
4.28	ความสูงผสม (เมตร) ระหว่างวันที่ 19-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตบางนา กรุงเทพมหานคร.....	84
4.29	ความสูงผสม (เมตร) ระหว่างวันที่ 26-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.....	85

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและความสูง.....	10
2.2	ระยะเวลาการคงตัวของฝุ่นละออง.....	11
2.3	องค์ประกอบของอนุภาคคาร์บอน.....	12
3.1	แผนที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.....	22
3.2	แผนที่ตั้งจุดเก็บตัวอย่างอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.....	23
3.3	แผนที่เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	24
3.4	แผนที่ตั้งจุดเก็บตัวอย่างกรุงเทพมหานคร.....	26
3.5	แผนที่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.....	27
3.6	แผนที่ตั้งจุดเก็บตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.....	28
3.7	อุปกรณ์ตรวจวัดอนุกรมวิธาน.....	29
3.8	เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง High volume air sampler.....	32
3.9	เครื่องมือและอุปกรณ์.....	32
3.10	Ion Chromatography Methrom รุ่น Modular IC.....	35
3.11	Thermal/Optical Carbon Analyzer DRI Model 2001.....	37
3.12	แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน.....	39
4.1	ความเข้มข้นของ TSP ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.....	43
4.2	ความเข้มข้นของ PM ₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.....	43
4.3	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R ²) ระหว่าง TSP กับ PM ₁₀ บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.....	43
4.4	ความเข้มข้นของ TSP ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	48

ภาพที่	ท หน้า
4.5 ความเข้มข้นของ PM ₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	48
4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R ²) ระหว่าง TSP กับ PM ₁₀ บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	48
4.7 ความเข้มข้นของ TSP ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	53
4.8 ความเข้มข้นของ PM ₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่	53
4.9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R ²) ระหว่าง TSP กับ PM ₁₀ บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.....	53
4.10 สัดส่วนของ PM ₁₀ /TSP ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.....	58
4.11 สัดส่วนของ PM ₁₀ /TSP ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	60
4.12 สัดส่วนของ PM ₁₀ /TSP ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.....	63
4.13 ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีโดยน้ำหนัก(%) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	65
4.14 ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM ₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นล่าง).....	69
4.15 ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM ₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นกลาง).....	70
4.16 ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM ₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นบน).....	72
4.17 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ OC และ EC ใน PM ₁₀ ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	74

ภาพที่	พ หน้า	
4.18	สัดส่วนของ OC/EC ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	78
4.19	SOC ใน PM ₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตาม ระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	80
4.20	ร้อยละของ SOC/OC (%) ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	80
4.21	ทิศทางและความเร็วลม ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณชั้นล่าง ชั้นกลางและชั้นบน ตามลำดับจากซ้ายไปขวา พื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา.....	81
4.22	สัดส่วนของ PM ₁₀ /TSP กับความสูงผสม (m) ตามระดับความสูง ระหว่างวันที่ 18-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา....	82
4.23	ทิศทางและความเร็วลม ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณชั้นล่าง ชั้นกลาง และชั้นบน ตามลำดับจากซ้ายไปขวา พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	83
4.24	สัดส่วนของ PM ₁₀ /TSP กับความสูงผสม (m) ตามระดับความสูง ระหว่างวันที่ 19-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานคร.....	84
4.25	ทิศทางและความเร็วลม ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณชั้น ล่าง ชั้น กลาง และชั้นบน ตามลำดับจากซ้ายไปขวา พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.....	85
4.26	สัดส่วนของ PM ₁₀ /TSP กับความสูงผสม (m) ตามระดับความสูง ระหว่างวันที่ 26-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.....	86
4.27	สัดส่วนของ OC/EC กับความสูงผสม (m) ตามระดับความสูง ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร.....	87

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหามลพิษทางด้านอากาศเป็นปัญหาสำคัญปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นในเขตเมือง หรือเมืองที่มีการพัฒนาทางเศรษฐกิจ เนื่องจากมลพิษทางอากาศก่อให้เกิดผลกระทบต่อด้านสุขภาพอนามัยของมนุษย์ การบดบังรังสีดวงอาทิตย์ ลดทัศนวิสัยในการมองเห็น เป็นต้น และยังส่งผลกระทบต่อเนื่องไปยังปัญหาด้านอื่นตามมา เช่น การลดลงของจำนวนนักท่องเที่ยวเนื่องจากมีหมอกควันปกคลุมในภาคเหนือ เป็นต้น ปัจจัยที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นละออง เช่น แหล่งกำเนิด การเปลี่ยนแปลงทางอุตุนิยมวิทยา ความเข้มข้นของรังสีจากดวงอาทิตย์ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ความสามารถในการคงตัวอยู่ในบรรยากาศ กิจกรรมการใช้ประโยชน์ของมนุษย์ เป็นต้น ส่งผลต่อการสะสมและการกระจายตัวของฝุ่นละอองในบรรยากาศ และก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะและความรุนแรงของปัญหามลพิษทางอากาศ ดังเช่นปัญหาที่เกิดทางภาคเหนือของประเทศไทย พบความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรสูงเกินค่ามาตรฐาน สาเหตุหลักเกิดจากการเผาขยะ หรือเผาหญ้าที่เป็นกิจวัตรของคนในท้องถิ่น และเป็นพื้นที่ที่มีอุณหภูมิหนาวเย็น ทำให้เกิดการคงตัวของฝุ่นละอองเป็นเวลานาน (Stable) เนื่องจากเกิดสภาพอากาศที่เป็นอุณหภูมิผกผัน (Inversion) ส่งผลให้ระดับความสูงผสม (Mixing Height) ลดต่ำลง ทำให้ฝุ่นละอองที่สะสมอยู่มีความเข้มข้นสูงขึ้น หรือกรณีหมอกควันปกคลุมทางภาคใต้ของประเทศไทย เนื่องจากการขนถ่ายจากมวลอากาศระยะไกล (long range transport) นำฝุ่นละอองที่เกิดไฟป่าจากประเทศอินโดนีเซียเข้ามาในประเทศไทย ฝุ่นละอองนี้เองเป็นตัวการสำคัญของมลพิษทางอากาศในเขตเมือง ซึ่งส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดจากการจราจร เช่นเผาไหม้เชื้อเพลิงดีเซล ก๊าซโซลีน การเผาไหม้ชีวมวล หรือการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ การก่อสร้าง การปลดปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม และในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรจะมีองค์ประกอบของคาร์บอนอยู่สูงถึงร้อยละ 70 ประกอบไปด้วยอินทรีย์คาร์บอน(Organic Carbon; OC) และธาตุคาร์บอน(Elemental Carbon; EC) อินทรีย์คาร์บอนเป็นสารประกอบอะโรมาติก อะโรมาติก โพลีไซคลิก อะโรมาติก ไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons; PAHs) และ โพลีคลอรีเนต ไบฟีนิล (Polychlorinated Biphenyls; PCBs) เป็นหลัก ส่วนธาตุคาร์บอนจะเกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงดีเซล และเป็นตัวสำคัญที่ดูดกลืนรังสีจากดวงอาทิตย์ (Solar Radiation) ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม จากที่กล่าวมาข้างต้นถึงปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมและสภาพทางอุตุนิยมวิทยา ความระดับความสูงที่แตกต่างกัน น่าจะส่งผลต่อการสะสมและการกระจายตัวของฝุ่นละออง และการเกิดปฏิกิริยา

ขององค์ประกอบคาร์บอน ทำให้มีความสนใจในการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบคาร์บอน ความเข้มข้นของฝุ่นละออง กับลักษณะของชั้นบรรยากาศ ในเขตเมือง ซึ่งการศึกษามลสารทางอากาศตามระดับความสูงนี้เป็นงานใหม่ที่ยังไม่เคยมีการศึกษาในประเทศไทยมาก่อน สามารถใช้เป็นข้อมูลในการแก้ปัญหาหรือหามาตรการลดมลพิษทางอากาศที่เกิดจากฝุ่นละอองและองค์ประกอบของคาร์บอนในประเทศไทยต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสัดส่วนระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร กับฝุ่นละอองรวมในแต่ละช่วงเวลา ตามระดับความสูง ในเขตเมือง
2. เพื่อศึกษาสัดส่วนระหว่างความเข้มข้นของอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอนในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในแต่ละช่วงเวลา ตามระดับความสูง ในเขตเมืองของกรุงเทพมหานคร
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะของชั้นบรรยากาศและระดับความสูงผสม กับสัดส่วนระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร กับฝุ่นละอองรวมและสัดส่วนของอินทรีย์คาร์บอนกับธาตุคาร์บอน ในแต่ละช่วงเวลา ตามระดับความสูง ในเขตเมือง

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาชั้นบน จากการปล่อยบอลูน ทุก 6 ชั่วโมงเป็นเวลา 3 วันต่อเนื่องโดยจะรายงานค่าอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความดันบรรยากาศ ความเร็วลม ทิศทางลม และหาค่าระดับความสูงผสม
2. ลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาพื้นผิว ณ จุดตรวจวัด โดยจะรายงาน อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ทิศทางลม และรังสีดวงอาทิตย์
3. ปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) ทุก 6 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วันต่อเนื่อง
4. ปริมาณฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) ทุก 3 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วันต่อเนื่อง
5. ปริมาณองค์ประกอบของคาร์บอนคือ อินทรีย์คาร์บอน และ ธาตุคาร์บอนในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร
6. ปริมาณสารไอออนิก ได้แก่ ไอออนบวก คือ โซเดียม แอมโมเนียม โปรแตสเซียม และแคลเซียม และ ไอออนลบ คือ คลอไรด์ ไนเตรต และซัลเฟต ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร
7. ระยะเวลาในการทดลองเดือนธันวาคม 2550 ถึงเดือน ธันวาคม 2551
8. พื้นที่ที่ใช้ในการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

8.1 พื้นที่ศึกษา 3 ระดับความสูงในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

8.2 พื้นที่ศึกษา 3 ระดับความสูงในเขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

8.3 พื้นที่ศึกษา 3 ระดับความสูงในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

การเลือกจุดเก็บตัวอย่าง พิจารณาจุดเก็บตัวอย่างตามลักษณะของอิทธิพลของเมืองที่มีต่อความเร็วลม และอุณหภูมิ ซึ่งเป็นออกเป็น 3 ระดับคือ

1) ชั้นล่าง เลือกระดับเหนือชั้น Roughness Layer ซึ่งเป็นชั้นที่รับผลกระทบโดยตรงจากความขรุขระพื้นผิว ลักษณะการเคลื่อนตัวของมวลอากาศในระดับชั้นนี้ ได้รับอิทธิพลมาจากสิ่งกีดขวางที่อยู่บนพื้นดิน เช่น อาคาร บ้านเรือน ต้นไม้ เป็นต้น สิ่งกีดขวางที่มีอยู่ระดับชั้นนี้มีอิทธิพลค่อนข้างสูงต่อการเคลื่อนที่ของลมในแนวระนาบ (Advection)

2) ชั้นกลาง เลือกระดับที่อยู่ในช่วงความสูงที่เป็นชั้น Surface Layer ซึ่งบรรยากาศในชั้นนี้จะได้รับอิทธิพลจากสิ่งกีดขวาง (เช่นเดียวกับ Roughness Layer) นอกจากนั้นยังได้รับอิทธิพลจากเคลื่อนที่ของอากาศในแนวตั้ง เนื่องจากอิทธิพลที่ได้รับมาจากความร้อนที่เกิดและส่งผลให้เกิดการลอยตัวขึ้นของมวลอากาศ โดยลักษณะความแตกต่างของพื้นที่ เช่นเป็นพื้นที่เขตป่าไม้ พื้นที่เขตเมือง หรือพื้นที่ที่มีวัสดุต่างๆในพื้นที่ต่างกันส่งผลต่อความร้อนที่เกิดขึ้นในบริเวณนั้นๆ และส่งผลต่อเนื่องถึงการเคลื่อนที่ของลมในแนวตั้งที่แตกต่างกัน เป็นระดับความสูงเหนือผิวดิน

3) ชั้นบน เลือกระดับความสูงที่อยู่ในช่วงระดับความสูงของชั้น Urban Boundary Layer (UBL) โดยจะเลือกชั้นที่มีความสูงของพื้นที่ศึกษาที่สามารถเข้าถึงได้ และเป็นชั้นที่ได้รับอิทธิพลจากสิ่งกีดขวางในแนวระนาบน้อยที่สุด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. แสดงความสามารถในการกระจายตัวของฝุ่นละอองขนาดเล็กกับขนาดใหญ่ ในแต่ละช่วงเวลาในระดับความสูงต่างๆในเขตเมือง

2. บอกแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละอองในบรรยากาศที่มีต่อความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่พื้นล่าง

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปัญหามลภาวะทางอากาศในประเทศไทย

ในช่วงสามทศวรรษที่ผ่านมาจนกระทั่งปัจจุบัน ประเทศไทยได้มีการเร่งพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศโดยรวมอย่างรวดเร็ว ทำให้มีการเติบโตทั้งทางด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมเชิงอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก จึงมีการเร่งการก่อสร้าง การประกอบการอุตสาหกรรม การฉีกพันสารเคมีทางการเกษตร การพัฒนาการจราจรและการขนส่ง เพื่อการประกอบการธุรกิจต่างๆ และการดำเนินการต่างๆเหล่านี้ได้มีผลทำให้เกิดมลพิษอากาศ จากการตรวจสภาพอากาศของประเทศไทยโดยกรมควบคุมมลพิษ พบว่า มลภาวะทางอากาศในประเทศไทยได้แก่ ฝุ่นละออง ก๊าซ/ไอระเหยต่างๆ และสารตะกั่วที่ผสมในน้ำมันเบนซิน ซึ่งลักษณะของปัญหามลภาวะทางอากาศต่อสุขภาพนั้นมีความแตกต่างกันไปตามพื้นที่ต่างๆในประเทศไทย โดยพบว่าในเขตเมืองใหญ่ เช่น กรุงเทพมหานครและปริมณฑล จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดขอนแก่น จังหวัดสงขลา และจังหวัดระยอง นั้นมีมลภาวะทางอากาศเป็น ฝุ่นละออง ก๊าซพิษ และเขม่าควันจากการจราจรและการขนส่ง

ในปี พ.ศ. 2547 พบว่า มีปัญหามลภาวะทางอากาศรุนแรงมากเมื่อเทียบกับปี พ.ศ. 2546 โดยจากการตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศทั่วประเทศ 49 สถานีในปี พ.ศ. 2547 (เดือนมกราคม - พฤศจิกายน) พบว่า ปัญหาหลักยังคงเป็นฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร รองลงมาคือ ก๊าซโอโซน ส่วนสารมลพิษประเภทอื่น เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน นอกเหนือจากปัญหามลพิษจากฝุ่นละอองขนาดเล็กและก๊าซดังกล่าวแล้ว ปัญหามลพิษที่ถูกถามมานับสิบปี เนื่องจากวัฒนธรรม และความนิยมในสังคม ได้แก่ การเผาพ การเผาขยะในที่โล่ง และการสูบบุหรี่ในอาคารและที่สาธารณะ ก็เป็นสิ่งที่ต้องตระหนักถึง การเผาขยะนั้นมีผลทำให้เกิดฝุ่นละอองรวมได้มาก คุณภาพอากาศในกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2547 พบว่าบริเวณริมถนนมีปัญหาฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับปีที่ผ่านมา สาเหตุหลักมาจากยานพาหนะที่เพิ่มขึ้น ในพื้นที่ภาคเหนืออื่นนั้น จังหวัดเชียงใหม่มักพบปัญหามลภาวะทางอากาศมากในช่วงเดือน กุมภาพันธ์-เมษายน โดยมีปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กจากการจราจรและการขนส่งมาก เนื่องจากมีปริมาณยานพาหนะจำนวนมากถึง 700,000 คัน และปัญหามลภาวะทางอากาศเนื่องจากโรงงานจำนวน 247 โรง ปล่องควันพิษออกมาในเขตเมืองของจังหวัด ยังพบปัญหาของการเผาป่า เผาไร่ เผาขยะในเขตเมือง

การเผาวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร พลาสติกและสารอินทรีย์ต่างๆ ที่เป็นสารก่อมะเร็ง (สำนักงานพัฒนาระบบข้อมูลข่าวสารสุขภาพ, 2551)

2.2 ฝุ่นละอองในอากาศ

2.2.1 ความหมายของฝุ่นละออง

2.2.1.1 ฝุ่นละอองรวม (Total suspended particulates, TSP)

ฝุ่นละอองรวม คือ ฝุ่นละอองที่สามารถเก็บตัวอย่างและตรวจวัดโดยเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองชนิดปริมาตรสูง ฝุ่นละอองมีช่วงของขนาดอนุภาคค่อนข้างกว้าง จากการทดสอบในอุโมงค์ลม เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองรวมชนิดปริมาตรสูงสามารถเก็บตัวอย่างอนุภาคที่มีขนาดไม่เกิน 100 ไมโครเมตร ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ เพราะว่าเครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองรวมชนิดปริมาตรสูงมิได้มีการบ่งชี้ถึงช่วงของขนาดอนุภาคที่เก็บตัวอย่าง อย่างไรก็ตามได้ระบุถึงค่า Effective cut point ที่สามารถเก็บตัวอย่างที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางพลศาสตร์ได้เท่ากับ 30 ไมโครเมตร (U.S. EPA., 1994) เป็นอนุภาคของแข็งและกึ่งของแข็งที่พบในอากาศมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.005 ไมโครเมตรถึง 100 ไมโครเมตร แหล่งกำเนิดโดยธรรมชาติมักเกิดจากการฟุ้งกระจายของดิน ทรายที่พื้นผิวดิน และสถานที่ก่อสร้าง โดยลมพัดจากพื้นดิน โดยส่วนใหญ่ประกอบด้วยซิลิกาจำนวนมาก ฝุ่นละอองทางชีวภาพ เช่น สปอร์ ละอองเกสรของพืชต่างๆ ฝุ่นละอองรวมที่พบบริเวณเขตเมือง โดยทั่วไปเป็นการแพร่กระจายแบบปฐมภูมิจากกระบวนการเผาไหม้เชื้อเพลิง ทั้งจากการจราจร โรงงานอุตสาหกรรม และกิจกรรมอื่นๆ ส่วนฝุ่นทุติยภูมิมาจากการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบซัลเฟต ไนโตรเจน และก๊าซอื่นๆ ไปอยู่ในรูปของอนุภาคนอกจากนี้ ถูกนำพาขึ้นสู่อากาศอีกครั้งโดยฝุ่นดินจากพื้น โดยการจราจรบนท้องถนน ฝุ่นละอองรวมที่มีขนาดใหญ่ถูกกำจัดโดยระบบทางเดินหายใจส่วนต้น เช่น ถูกดักหรือกรองไว้ในภายในช่องจมูก และถูกนำออกจากระบบทางเดินหายใจได้โดยการไอหรือจาม แต่ฝุ่นละอองรวมมักทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบประสาทความรู้สึกร่างกายเนื่องจากในฝุ่นอาจมีสารพิษ เช่น แอมโมเนีย สารหนู ฯลฯ ซึ่งทำให้ ตา จมูก คอ เกิดการระคายเคือง และอักเสบได้ (วนิดา จินศาสตร์, 2551)

2.2.1.2 ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (Particulate matter less than 10 micrometer, PM₁₀)

ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร คือ อนุภาคของแข็งขนาดเล็กที่ล่องลอยอยู่ในอากาศมีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 10 ไมโครเมตรลงมา (U.S. EPA., 1994) เป็นมลภาวะทางอากาศที่มีความสำคัญ มีลักษณะเป็นอนุภาคของแข็งและกึ่งของแข็งขนาดเล็ก ได้แก่ ฝุ่น ควัน พุ่ม

เขม่า ประกอบด้วยมลสารหลายชนิดผสมผสานกัน และมีองค์ประกอบเคมีที่แตกต่างกัน ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร เกิดจากแหล่งกำเนิดหลายชนิด ฝุ่นละอองที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น ฝุ่นดิน ฝุ่นจากฝุ่นละอองของทะเล ส่วนฝุ่นที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การเผาไหม้เชื้อเพลิง โดยเฉพาะจากยานพาหนะที่ใช้ น้ำมันดีเซล การเผาไหม้แบบเปิด เช่น การเผาขยะ การเผาของเสียจากเกษตรกรรม (หญ้า ฟาง) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นภายในอาคาร จากกระบวนการอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดฝุ่นละออง เช่น โรงโม่หิน โรงงานปูนซีเมนต์ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มักจะเกิดขึ้นระหว่างกระบวนการเผาไหม้ และรวมกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ จากไฟฟ้า คังค้ำจากระถยนต์หรือเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซล และเขม่าจากเตาเผาและการเผาไหม้ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จากแหล่งกำเนิดเหล่านี้จะมีปริมาณคาร์บอนสูง ที่เป็นทั้งธาตุคาร์บอน และอินทรีย์คาร์บอน ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีบทบาทสำคัญที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ เมื่อมนุษย์ได้รับฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร เข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ และสามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนลึกได้ ทำให้เกิดผลกระทบสำคัญที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรถูกแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วงขนาด คือ อนุภาคส่วนหยาบ (Coarse Fraction Particulate) และอนุภาคส่วนละเอียด (Fine Fraction Particulate) ซึ่งโดยทั่วไปอนุภาคแต่ละส่วนจะมีแหล่งกำเนิดองค์ประกอบทางเคมี และพฤติกรรมในอากาศที่แตกต่างกัน (วนิดา จีนศาสตร์, 2551)

2.2.2 แหล่งกำเนิดของฝุ่นละออง

ฝุ่นละอองที่แขวนลอยฟุ้งกระจายอยู่ในบรรยากาศทั่วไปนั้นอาจเกิดได้จากแหล่งกำเนิดโดยตรงแล้วแพร่กระจายสู่บรรยากาศจากแหล่งกำเนิดนั้น หรือเกิดจากปฏิกิริยาต่าง ๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ หรือปฏิกิริยาทางเคมี (Photochemical reaction) ทำให้เกิดฝุ่นละออง ซึ่งสามารถจำแนกแหล่งกำเนิดได้ 2 ประเภท ดังนี้

1) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural sources)

ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ (Natural particle) อาจเกิดจากกระแสลมที่พัดผ่านตามธรรมชาติทำให้เกิดฝุ่นขึ้น เช่น ดิน ทราช ละอองน้ำ เขม่าควันจากไฟฟ้า ฝุ่นจากเกลือทะเล หรือภูเขาไฟ เป็นต้น หรืออาจเกิดจากปฏิกิริยาโฟโตเคมีคอลของก๊าซ (Photochemical gas reactions) ซึ่งเกิดระหว่างก๊าซโอโซนในธรรมชาติ และสารไฮโดรคาร์บอน เป็นผลทำให้เกิดอนุภาคที่มีขนาดเล็กมาก

2) ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ (Man-made sources)

เป็นแหล่งกำเนิดที่มีมนุษย์เข้าไปเกี่ยวข้องหรือเป็นกิจกรรมที่มนุษย์กระทำ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ดังนี้ คือ แหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ (Mobile sources) ได้แก่ ยานพาหนะประเภทต่างๆ ทั้งทางบก ทางน้ำและทางอากาศ ตัวอย่างแหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ได้ เช่น รถยนต์ ดีเซล ระบายฝุ่นละอองออกสู่บรรยากาศในรูปของควันดำซึ่งเป็นอนุภาคของคาร์บอนจำนวนมากที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของน้ำมันดีเซลในเครื่องยนต์ และรถจักรยานยนต์สองจังหวะ ซึ่งระบายฝุ่นละอองออกสู่บรรยากาศในรูปของควันขาวที่เป็นฝุ่นละอองของน้ำมันหล่อลื่น เป็นต้น อีกสาเหตุคือการบรรทุกและขนส่งวัสดุก่อสร้าง โดยเฉพาะการบรรทุกและขนส่งดินทราย ที่ไม่มีการปกคลุมส่วนที่บรรทุกให้มีคิซิด หรือล้อรถที่มีดินทรายเกาะติดอยู่ตกหล่นลงสู่ถนนตลอดทางที่วิ่งไป ทำให้ฝุ่นละอองเกิดการฟุ้งกระจายไปในบรรยากาศ ส่วนแหล่งกำเนิดที่อยู่กับที่ (Stationary sources) คือ แหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ ได้แก่ โรงงานอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ เช่น โรงไฟฟ้า เตาหุงต้มตามบ้านเรือน และการเผาขยะมูลฝอย เป็นต้น

นอกจากนี้อาจแบ่งตามกระบวนการเกิดได้เป็นอนุภาคปฐมภูมิ (Primary particle) และอนุภาคทุติยภูมิ (Secondary particle)

อนุภาคปฐมภูมิ (Primary particle) คือ อนุภาคที่ถูกปลดปล่อยออกสู่บรรยากาศโดยตรง ประกอบด้วย อนุภาคที่ถูกปลดปล่อยในรูปของฝุ่นละออง และอนุภาคที่เกิดจากการควบแน่นของไอระเหยอย่างรวดเร็วหลังการปลดปล่อยที่อุณหภูมิสูง เช่น ในกระบวนการเผาไหม้ ความเข้มข้นของอนุภาคปฐมภูมิในบรรยากาศขึ้นกับ อัตราการปลดปล่อย การเคลื่อนที่ การกระจายตัว และอัตราการลดของอนุภาค ฝุ่นละอองปฐมภูมิอาจเกิดทั้งในธรรมชาติ เช่น อนุภาคดินที่ถูกพัดพาขึ้นสู่บรรยากาศโดยลม ละอองเกลือทะเล ไฟป่า และจากแหล่งกำเนิดชีวภาพ เช่น เกสรดอกไม้ สปอร์เชื้อรา และชิ้นส่วนของพืช ส่วนฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล และฝุ่นจากถนน เป็นต้น

อนุภาคทุติยภูมิ (Secondary particle) คืออนุภาคที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้ก๊าซเกิดการควบแน่น หรือปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้เกิดกระบวนการอื่นๆ กับก๊าซอิสระ เช่น การดูดซับ (Adsorption) และการละลาย (Solution) ทำให้เกิดเป็นอนุภาคใหม่ หรือเกิดเป็นสารประกอบที่ทำให้เกิดอนุภาคได้ต่อไป ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดอนุภาคทุติยภูมิ คือความเข้มข้นของก๊าซที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยา เช่น โอโซน (O_3) หมู่ไฮดรอกซิล (OH) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และสถานะในบรรยากาศ เช่น ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ และความชื้นสัมพัทธ์ ฝุ่นละอองที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น ก๊าซบางชนิดที่ปลดปล่อยจากพืช เช่น ทอร์เพิน (Terpene) เกิดปฏิกิริยาเคมีด้วยแสง (Photochemical reaction) กับโอโซน หรือหมู่ไฮดรอกซิล ในบรรยากาศ เกิดเป็นอนุภาคอินทรีย์ ฝุ่น

ละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเกิดปฏิกิริยาคู่ด้วยแสงของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) และก๊าซอินทรีย์ที่เกิดจากมนุษย์

องค์ประกอบของฝุ่นละอองขึ้นอยู่กับแหล่งกำเนิด องค์ประกอบที่สำคัญของฝุ่นละอองในอากาศคือ ซัลเฟต ไนเตรต สารประกอบคาร์บอน น้ำ ไฮโดรเจนไอออน แอมโมเนียมไอออน และธาตุกลุ่มต่างๆ องค์ประกอบของอนุภาคโดยเฉลี่ยแตกต่างกันตามขนาดของอนุภาค สภาพภูมิศาสตร์ เช่นพื้นที่ใกล้ทะเล และฤดูกาล (U.S. EPA., 1996)

2.2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นและการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในบรรยากาศ

1) สภาพการคงตัวของบรรยากาศ (Atmospheric stability)

สภาพการคงตัวของอากาศ เป็นสิ่งที่ใช้อธิบายลักษณะหรือสภาพของบรรยากาศสำหรับการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวระดับ (Vertical direction) และแนวระนาบ (Horizontal direction) เมื่อเปรียบเทียบกับสภาพบรรยากาศอ้างอิงที่มีอัตราการลดลงของอุณหภูมิบรรยากาศเท่ากับ Adiabatic lapse rate ซึ่งสามารถแบ่งสภาพบรรยากาศออกได้เป็น 3 ลักษณะคือ

(1) สภาพอากาศที่มีสภาพเป็นกลาง (Neutral condition) หมายถึง สภาพบรรยากาศที่อุณหภูมิและความสูงมีความสัมพันธ์ในลักษณะแบบอเดียบาติก กล่าวคือ อุณหภูมิลดลงตามความสูงในอัตราประมาณ 1 องศาต่อ 100 เมตร

(2) สภาพอากาศที่มีสภาพไม่คงตัว (Unstable condition) หมายถึง สภาพบรรยากาศที่อุณหภูมิลดลงตามความสูงในอัตราที่มากกว่า 1 องศาต่อ 100 เมตร ในสภาพดังกล่าวก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศได้มากกว่าในสภาพเป็นกลาง เนื่องจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของมวลอากาศและบรรยากาศภายนอกมีสูงกว่าเมื่อเทียบกับที่ระดับความสูงเดียวกันเมื่อมวลอากาศอยู่ในสภาพที่เป็นกลาง

(3) สภาพอากาศที่มีสภาพคงตัว (Stable condition) หมายถึง สภาพบรรยากาศที่อุณหภูมิลดลงตามความสูงในอัตราที่น้อยกว่า 1 องศาต่อ 100 เมตร ในสภาพดังกล่าวก่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศได้ต่ำกว่าในสภาพเป็นกลาง เนื่องจากความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิของมวลอากาศและบรรยากาศภายนอกมีน้อยกว่าเมื่อเทียบกับที่ระดับความสูงเดียวกันเมื่อมวลอากาศอยู่ในสภาพที่เป็นกลาง

2) ความปั่นป่วนของชั้นบรรยากาศ (Turbulence)

การเคลื่อนที่ของมวลอากาศอันเนื่องมาจาก ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิและความดัน ก่อให้เกิดการไหลของมวลอากาศที่มีการเคลื่อนที่แบบกระแสวน (Eddy) โดยเป็นการเคลื่อนที่แบบอิสระของมวลอากาศในลักษณะขึ้นลง โดยความปั่นป่วนมีความสำคัญในการก่อให้เกิดการเจือจางของมลสาร (วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, นิตยา มหาผล และ ชีระ เกรอด, 2543)

ความปั่นป่วนของชั้นบรรยากาศหรือความรุนแรงในการเคลื่อนที่ของลมในชั้นของ Atmospheric boundary layer จะเป็นการเคลื่อนที่แบบมีความปั่นป่วนเกิดขึ้น ในบริเวณที่ใกล้พื้นผิวความปั่นป่วนจะเห็นได้ชัดจากการสั่นไหวของกิ่งไม้และใบไม้ การเคลื่อนตัวของควันหรือฝุ่นและระลอกคลื่นที่เกิดขึ้นบนผิวน้ำ (Arya, 1999) การปั่นป่วนของบรรยากาศส่งผลต่อการกระจายตัวของมลพิษในอากาศ โดยพบว่าเมื่อมีการปั่นป่วนของบรรยากาศลดลง ความเข้มข้นของสารมลพิษที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดในบริเวณใดบริเวณหนึ่งจะมีค่าความเข้มข้นสูง แต่หากบรรยากาศมีความปั่นป่วนเพิ่มมากขึ้น ความเข้มข้นของสารมลพิษในบริเวณหนึ่งๆจะมีค่าลดลงเนื่องจากเกิดการกระจายตัวมากขึ้น โดยลักษณะความปั่นป่วนของบรรยากาศเกิดจากสาเหตุหลักๆ ได้แก่ เกิดจากความปั่นป่วนเนื่องมาจากความร้อน (Thermal turbulence) โดยเกิดจากการที่พื้นผิวโลกหรือวัตถุต่างๆที่อยู่บนพื้นผิวได้รับความร้อนและส่งผลต่อมวลอากาศ และอีกสาเหตุหนึ่งเกิดจากความปั่นป่วนทางกายภาพ (Mechanical turbulence) ซึ่งเกิดจากลักษณะทางกายภาพที่เกิดจากตำแหน่งของสิ่งก่อสร้างและความเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิว (วารุฑ เสือดี, 2542)

(1) ความปั่นป่วนเนื่องมาจากความร้อน (Thermal turbulence)

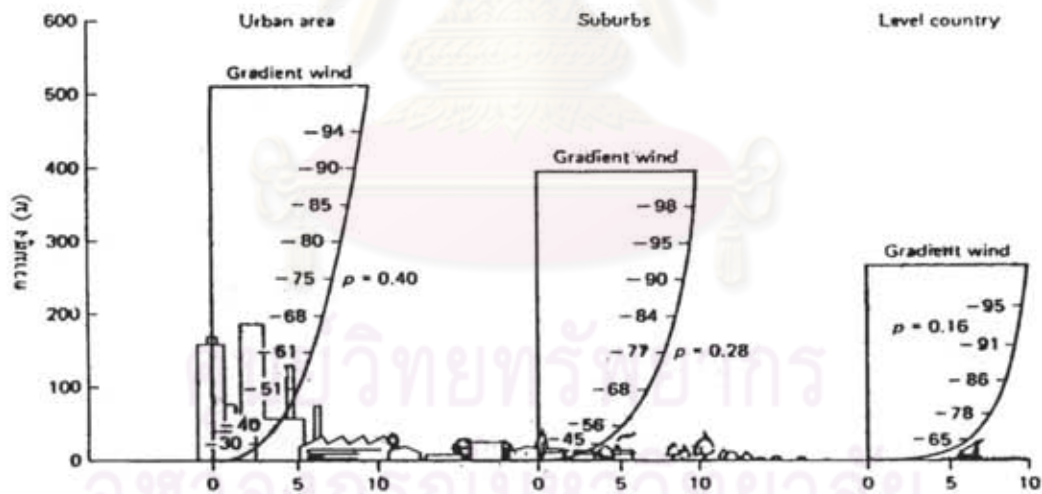
ปัจจัยทางด้านความร้อนเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องเนื่องมาจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ โดยรังสีที่ส่งมาจากดวงอาทิตย์สู่โลกมีทั้งรังสีคลื่นสั้น (Shortwave radiation) ซึ่งมีความยาวคลื่นน้อยกว่า 4 ไมครอน เช่น รังสีอุลตราไวโอเล็ต รังสีแกมมา เป็นต้น และรังสีคลื่นยาว (Long-wave radiation) ซึ่งมีความยาวคลื่นมากกว่า 4 ไมครอน เช่น คลื่นเรดาร์ คลื่นวิทยุ เป็นต้น โดยรังสีคลื่นสั้นสามารถสะท้อนกลับออกไปจากชั้นบรรยากาศของโลกได้ แต่รังสีคลื่นยาวจะไม่สามารถสะท้อนกลับออกไปได้แต่เป็นการแผ่รังสีกลับออกไปจากชั้นบรรยากาศของโลกในช่วงเวลากลางคืน ดังนั้นรังสีที่เหลืออยู่ของโลกหรือรังสีสุทธิที่โลกได้รับสามารถคำนวณได้จากรังสีที่ได้รับจากดวงอาทิตย์ทั้งรังสีคลื่นสั้นและรังสีคลื่นยาวและรังสีที่โลกสะท้อนหรือแผ่กลับออกไปจากโลก (วิชา นิยม, 2535)

ความร้อนที่ถูกนำไปใช้ขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ เช่นหากพื้นที่เป็นพื้นที่ในป่า หรือเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ ค่าของปริมาณรังสีสุทธิ จะถูกนำไปใช้ในการระเหยน้ำ

มากกว่าลงสู่ดินหรือเผาผลาญอากาศ แต่หากเป็นพื้นที่ในบริเวณเขตเมือง ปริมาณรังสีสุทธิที่เกิดขึ้นถูกนำไปใช้ในการเผาผลาญอากาศ หรือลงสู่ดินมากกว่าที่จะถูกนำไปใช้ในการเผาผลาญน้ำ ส่งผลให้อากาศในบริเวณเขตเมืองมีความร้อนสูง และส่งผลต่อเนื่องไปถึงการเคลื่อนที่ของมวลอากาศและลักษณะการคงตัวของบรรยากาศต่อไป (เกษม จันทรแก้ว, 2522)

(2) ความปั่นป่วนเชิงกล (Mechanical turbulence)

ความปั่นป่วนเชิงกลเกิดขึ้นเนื่องจาก มวลอากาศเคลื่อนที่ผ่านวัตถุที่อยู่บนพื้นผิวส่งผลให้การไหลของอากาศต้องเปลี่ยนทิศทางและความเร็ว ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวส่งผลให้เกิดกระแสวน (Eddy) (Jacobson, 1999) โดยความเร็วลมที่ช้าลงเนื่องจากความเสียดทานซึ่งมีผลมาจากลักษณะความเรียบหรือความขรุขระของพื้นผิว หรือมีผลจากปัจจัยทางด้านกายภาพของภูมิประเทศที่มีอยู่ เช่น ชนิดของพื้นผิว ลักษณะพื้นที่ที่เป็นภูเขา พื้นน้ำ ป่าไม้ ตำแหน่งและความหนาแน่นของพืช และเขตเมือง เป็นต้น (ภาพที่ 2.1) ลักษณะเหล่านี้ก่อให้เกิดความแตกต่างของการเคลื่อนที่ของลมที่ความสูงแตกต่างกัน ซึ่งมีผลมาจากความเสียดทานส่งผลให้การกระจายตัวของมลสารแตกต่างกันออกไป ลักษณะของความแตกต่างของพื้นที่ รวมถึงวัสดุหรือสิ่งปลูกสร้างที่มีอยู่ในพื้นที่นี้เรียกว่าค่าความขรุขระพื้นผิว (Surface roughness)

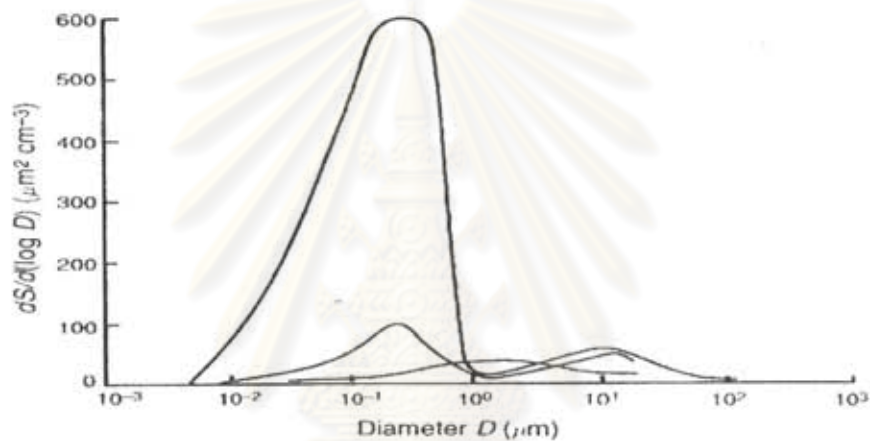


ภาพที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วลมและความสูง (Tunmer, 1994)

3) ขนาดของอนุภาคและระยะเวลาการคงอยู่

ระยะเวลาการคงอยู่ของฝุ่นละอองในบรรยากาศขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่นละออง โดยฝุ่นละอองที่มีขนาดน้อยกว่า 0.01 ไมโครเมตร จะอยู่ในบรรยากาศได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 วัน โดยกลไกหลักที่นำฝุ่นละอองออกไปคือ การแพร่กระจายสู่อนุภาคและรวมตัวของก้อนเมฆ ส่วน

ฝุ่นละอองขนาดมากกว่า 20 ไมโครเมตร จะอยู่ในบรรยากาศได้ น้อยกว่า 1 วัน ซึ่งจะถูกนำออกไปโดยการตกตัว อัดกัน และตกลงมาเป็นฝน ในทางตรงกันข้ามฝุ่นละอองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2-2 ไมโครเมตรเป็นแหล่งที่แข็งแรง ของการกลั่นตัวเป็นเมฆ แต่มีการตกที่ต่ำ เป็นเหตุให้ฝุ่นละอองมีระยะเวลาการคงตัวอยู่ได้นาน อาจนานถึงหลายร้อยวันในชั้นสูงของโทรโปสเฟีย แต่การชะของน้ำฟ้าและการกระทบจะลดระยะเวลาคงอยู่ยี่สิบถึงสามสิบวันในชั้นกลางและชั้นล่างของโทรโปสเฟีย นั่นคือเหตุผลของการสะสมของขนาดแต่ละช่วงของฝุ่นละออง ดังภาพที่ 2.2 (Wallace และ Hobbs, 2006) ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 100 ไมครอน) อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2-3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน อาจแขวนอยู่ในอากาศ ได้นานเป็นปี (กรมควบคุมมลพิษ, 2552)



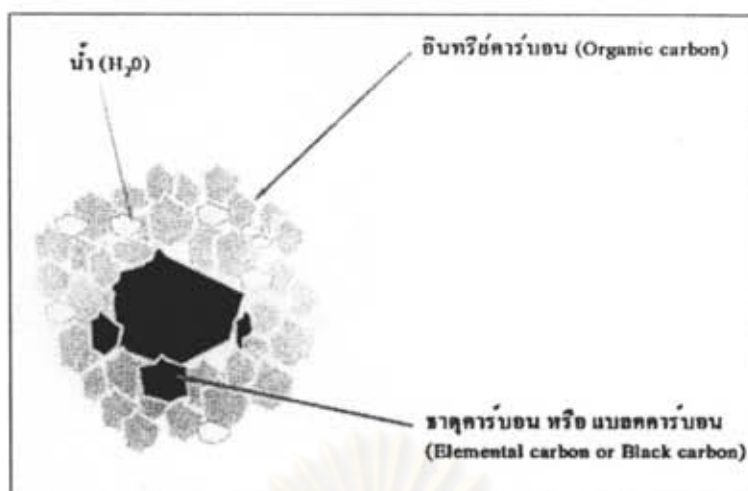
Designation	Aitken nuclei	Large particles	Giant particles
Sources	Gas-to-particle conversions	Combustion Fly ash, sea-salt, pollens	Windblown dusts Giant particles from industries
Sinks	Coagulation Capture by cloud particles	Coagulation of Aitken nuclei Cloud droplet evaporation	Precipitation scavenging Dry fallout
Residence time	Less than an hour in polluted air or in clouds	Days to weeks	Hours to days Minutes to hours

ภาพที่ 2.2 ระยะเวลาการคงตัวของฝุ่นละออง (Slinn, 1975)

2.3 องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง (Chemical composition)

2.3.1 องค์ประกอบของคาร์บอนในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

อนุภาคคาร์บอน เป็นส่วนประกอบหลักของอนุภาคที่พบในบรรยากาศ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ อินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน ซึ่งอนุภาคคาร์บอนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในฝุ่นละอองขนาดเล็ก พบมากในพื้นที่เขตอุตสาหกรรม และ ในเขตเมือง



ภาพที่ 2.3 องค์ประกอบของอนุภาคคาร์บอน (ดัดแปลงจาก Huang, 2005)

1) อินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon, OC) จะมีความแตกต่างกันหลายประเภท ส่วนใหญ่ที่พบในบรรยากาศจะมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของสารประกอบอินทรีย์ที่ความกดอากาศต่ำ อินทรีย์คาร์บอนเป็นตัวแทนที่สำคัญของ สารประกอบอะโรมาติก อะโรมาติก โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (PAHs) โพลีคลอริเนเตดไฮโดรคาร์บอน (PCBs) และอื่นๆ ซึ่ง แหล่งกำเนิดชั้นต้นของอินทรีย์คาร์บอนเกิดจาก การเผาไหม้ถ่านหิน การปลดปล่อยจากไอเสียรถยนต์ และการเผาไหม้ชีวมวล อินทรีย์คาร์บอนมีคุณสมบัติในการกระเจิงแสง (light-scattering) ทำให้ลดความร้อนที่ส่องมายังพื้นโลก ส่วนอินทรีย์คาร์บอนขั้นที่สอง (Secondary organic carbon, SOC) เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีของอินทรีย์ในบรรยากาศ จากการเปลี่ยนจากสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากสถานะก๊าซไปเป็นฝุ่นละออง หรือการควบแน่นของสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่มีความดันไอต่ำ หรือการดูดซับของก๊าซที่ผิวของอนุภาคฝุ่นละออง และยังเกิดได้ดีในสภาพที่มีความชื้นในอากาศสูง (Pandis และคณะ, 1992)

2) ธาตุคาร์บอน (Elemental carbon, EC) หรือ แบลคคาร์บอน (Black carbon, BC) เกิดจากการรวมตัวเป็นกลุ่มก้อนของอนุภาคคาร์บอนเล็กๆ ระหว่างที่มีการเผาไหม้ เช่น เตาผิงไฟ เตาหุงต้มประเภทใช้ฟืน และเครื่องชนิดดีเซล (U.S. EPA., 1996) การปลดปล่อยของการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เป็นหลัก และเป็นตัวการสำคัญในการดูดซับแสงในบรรยากาศ ก่อให้เกิดผลที่ทำให้ร้อน (Heating effect) ในทางกลับกันธาตุคาร์บอนยังเป็นตัวบดบังแสงที่ส่องมายังพื้นโลก ก่อให้เกิดผลที่ทำให้เย็น (Cooling effect) ได้เช่นกัน

สารประกอบคาร์บอนสามารถแยกออกมาเป็น 7 ส่วนด้วยกันคือ OC1 OC2 OC3 OC4 EC1 EC2 EC3 โดยใช้วิธี Thermal optical reflectance (TOR) จำแนกตามพิธีสาร Interagency Monitoring of PROtected Visual Environments (IMPROVE) (Cao และคณะ, 2004)

2.3.2 สารไอออนิก ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

1) คลอไรด์ (Chloride, Cl^-) และ โซเดียม (Sodium, Na^+) ส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดมาจากทะเล ซึ่งเป็นฝุ่นละอองจากเกลือทะเล โดยถูกพัดพาโดยลม หรืออาจมาจากเคาเผาไหม้ของเสียจำพวกออร์แกนโนเฮไลด์โพลิเมอร์

2) ไนเตรท (Nitrate, NO_3^-) ที่พบในบรรยากาศส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแอมโมเนียมไนเตรท แต่บางครั้งอาจอยู่ในรูปของโซเดียมไนเตรท โดยอนุภาคของไนเตรทในบรรยากาศสามารถเปลี่ยนรูปได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ซึ่งมีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาไหม้ที่มีอุณหภูมิสูง ได้แก่ ยานพาหนะประเภทต่างๆ โรงไฟฟ้า เป็นต้น

3) ซัลเฟต (Sulphate, SO_4^{2-}) ที่พบในบรรยากาศส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแอมโมเนียมซัลเฟต โดยอนุภาคของซัลเฟตจะเปลี่ยนรูปมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งมาจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิล เช่น โรงไฟฟ้าที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง การออกซิเดชันในบรรยากาศของซัลฟูริก เป็นต้น รวมทั้งอนุภาคของเกลือซัลเฟต ซึ่งจะมีผลต่อทัศนวิสัยของการมองเห็นอีกด้วย

4) แอมโมเนียม (Ammonium, NH_4^+) ที่พบในบรรยากาศส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแอมโมเนียมซัลเฟตและแอมโมเนียมไนเตรท ซึ่งแอมโมเนียมอาจปลดปล่อยออกมาจากแหล่งกำเนิดหลายประเภท เช่น การเกษตรกรรม อุตสาหกรรมผลิตปุ๋ยเคมี และการย่อยสลายของสัตว์ เป็นต้น

5) องค์กรประกอบจำพวกแคลเซียม (Calcium, Ca^{2+}) โพแทสเซียม (Potassium, K^+) เป็นองค์ประกอบของเปลือกโลกที่มีอยู่ในหินและดิน โดยในบรรยากาศของเขตเมืองจะมาจากการฟุ้งกระจายขึ้นอีกครั้งของฝุ่นละอองที่พื้นผิว เช่น ถนน และ ในเขตชนบทจะเกิดจากการไถพรวนหรือลมพัดผ่านเหนือพื้นดิน บางครั้งอาจพบองค์ประกอบของโพแทสเซียมจากการเผาไหม้ชีวมวล

การปลดปล่อยจากเชื้อเพลิงดีเซลและเบนซินเป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองปฐมภูมิและทุติยภูมิ องค์ประกอบแรกที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากยานพาหนะที่ใช้เชื้อเพลิงทั้ง 2 ชนิด คือ สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน (Watson และคณะ, 1994) โดยจะพบธาตุคาร์บอนมากกว่าอินทรีย์คาร์บอนในไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซล และจะพบอินทรีย์คาร์บอนเป็นองค์ประกอบที่เด่นในไอเสียของเครื่องยนต์เบนซิน (Hildemann และคณะ, 1991) และพบว่าในเครื่องยนต์ดีเซลมีแนวโน้มของปริมาณกำมะถันมากกว่าเครื่องยนต์เบนซิน อย่างไรก็ตามยังพบว่ามีอนุภาคทุติยภูมิที่เกิดจากการเปลี่ยนรูปของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยจากไอเสียรถยนต์ดีเซลเป็นส่วนใหญ่ และยังพบว่าในไอเสียรถยนต์ยังเป็นแหล่งกำเนิดใหญ่ที่ปลดปล่อยก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน ซึ่งอาจเกิดการเปลี่ยนรูปในบรรยากาศเป็นอนุภาคไนเตรทได้ (Wangkiat, 2002) (อ้างถึงในวิทยานิพนธ์ของ กัลยากร ดั่งอุไรวรรณ, 2549)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริวรรณ แก้วงาม (2543) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในกรุงเทพมหานคร โดยทำการตรวจวัดในบริเวณพื้นที่ริมถนนและบริเวณพื้นที่ทั่วไปในช่วงฤดูฝนและฤดูหนาว จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในฤดูหนาวมีค่าสูงกว่าฤดูฝน โดยบริเวณพื้นที่ริมถนนมีความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร สูงกว่าพื้นที่ทั่วไป และพบว่าฝุ่นละอองที่มาจากเครื่องยนต์ดีเซลมีคาร์บอน ออกซิเจน และกำมะถัน เป็นองค์ประกอบ เช่นเดียวกับฝุ่นละอองที่มาจากเครื่องยนต์เบนซินและโรงไฟฟ้า ส่วนฝุ่นละอองที่มาจากอาคารก่อสร้างมีแคลเซียม เป็นองค์ประกอบ ในขณะที่ฝุ่นดินมีแคลเซียม อลูมิเนียม ซิลิกอน เป็นองค์ประกอบ นอกจากนี้ยังพบว่าแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่มาจากการจราจร รองลงมาคือการก่อสร้าง

กัลยกร ตั้งอุไรวรรณ (2549) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในจังหวัดสมุทรปราการ พบว่าบริเวณที่มีการดำเนินกิจกรรมหลายประเภทจะมีความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงกว่าบริเวณที่ทำเกษตรกรรม และพบว่าความเข้มข้นเฉลี่ยของฝุ่นละอองในฤดูแล้งมีค่าสูงกว่าในฤดูฝน และศึกษาองค์ประกอบทางเคมี พบ Na Si Fe S Cl K Zn OC EC SO_4^{2-} NO_3^- Cl^- Na^+ และ K^+ คาดว่าจะมีแนวโน้มมาจากแหล่งกำเนิดประเภทอุตสาหกรรม ขานพาหนะ การเผาขยะรวม การเผาไหม้ชีวมวล ฝุ่นดิน และฝุ่นถนน รวมทั้งจากฝุ่นละอองทะเล

Watson และคณะ (1994) ศึกษาความแตกต่างขององค์ประกอบคาร์บอนระหว่างแหล่งกำเนิดจากเครื่องยนต์ดีเซลและเครื่องยนต์ก๊าซโซลีน โดยใช้เครื่องยนต์หนักใช้ดีเซลและเครื่องยนต์เบาใช้ก๊าซโซลีน และตัวอย่างที่มีการผสมของการปลดปล่อยมลพิษจากเครื่องยนต์บนถนน ตัวอย่างทั้งหมด ถูกวิเคราะห์น้ำหนัก ธาตุ ประจุ และคาร์บอน ซึ่งคาร์บอนถูกทำให้เปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิ 120 250 450 และ 550 °C ในฮีเลียมบริสุทธิ์ และที่อุณหภูมิ 550 700 และ 800 °C ในออกซิเจนร้อยละ 2 และ ฮีเลียมร้อยละ 98 โดยวัดด้วยเฟรมไอโอไนเซชัน ส่วนของคาร์บอนที่ออกมาที่อุณหภูมิ 700 °C พบว่ามีค่า ใกล้เคียงกัน 10 ครั้ง ในการปลดปล่อยของเครื่องยนต์หนัก ที่ใช้เชื้อเพลิงดีเซล ซึ่งสัมพันธ์กับเครื่องยนต์เบา ที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซโซลีน ส่วนอินทรีย์คาร์บอนที่อุณหภูมิ 120 °C ทั้งสองครั้งมีค่ามากจากการปล่อยไอเสียดีเซล ส่วนของคาร์บอนที่อุณหภูมิ 550 °C ซึ่งเป็นตัวออกซิไดซ์บรรยากาศ ทั้งสองครั้ง มีค่ามากจากการปล่อยของเครื่องยนต์ที่ใช้เชื้อเพลิงก๊าซโซลีน เท่ากับที่ปล่อยจากเชื้อเพลิงดีเซล ความแตกต่างในองค์ประกอบ

ที่สัมพันธ์กัน อาจจะเพียงพอที่จะยอมให้การปลดปล่อยจากเชื้อเพลิงดีเซล และก๊าซโซลีน ส่งผลให้เกิดอย่างชัดเจน จากตัวอย่างในบรรยากาศอื่นๆ โดยการใช้ แบบจำลองผู้รับ

Turpin และ Huntzicker (1995) ศึกษาการจำแนกละอองอินทรีย์ชั้นที่ 2 และปริมาณความเข้มข้นของละอองอินทรีย์ชั้นที่ 1 และ 2 ระหว่าง SCAQS โดยใช้ค่าเฉลี่ย 2 ชั่วโมงของ OC และ EC จากการศึกษาคุณภาพอากาศที่แคลิฟอร์เนียตอนใต้ ในปี 1987 นำมาทำความเข้าใจไดนามิกของการเกิดละอองอินทรีย์ และกำหนดปริมาณความเข้มข้นของละอองอินทรีย์ชั้นที่ 2 ซึ่งมันเกิดขึ้น 5 ครั้งระหว่างการศึกษานี้ในฤดูร้อน และเกิดละอองอินทรีย์ชั้นที่ 2 สูงในช่วงเวลา 16.00-18.00 ซึ่งเป็นช่วงที่มีแสง และค่าสูงสุดจะเกิดขึ้นบ่อยๆ หลังจากโอโซนสูงขึ้น 1-2 ชั่วโมง ในช่วงบ่ายร้อยละ 80 ของละอองอินทรีย์เป็น ชั้นที่ 2 ความเข้มข้นของละอองอินทรีย์ชั้นที่ 2 สูงถึง 14 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรในบางวัน และที่น่าสนใจคือพบว่ามีความเข้มข้นสูงสุดเกิดขึ้นในวันเสาร์

Castro และคณะ (1999) ศึกษาอนุภาคคาร์บอน เขตเมือง และชนบท ในยุโรป โดยประมาณค่าความเข้มข้นของอินทรีย์คาร์บอนชั้นที่ 2 พบว่า ส่วนของอนุภาคอินทรีย์คาร์บอนในแหล่งชั้นที่ 2 ในการเปลี่ยนจากก๊าซเป็นฝุ่นละอองของสารอินทรีย์ระเหยง่ายถูกประมาณค่าโดยใช้สัดส่วนที่น้อยที่สุดของอนุภาคอินทรีย์และแบลคคาร์บอน โดยเกิดขึ้นในช่วงที่มีการลดลงของปฏิกิริยาการใช้แสงทางเคมี ค่าการคำนวณจากวิธีนี้ได้ค่าต่ำสุดร้อยละ 17 ในฤดูหนาว เมืองเบอร์มิงแฮม อังกฤษ และได้ค่าสูงสุดร้อยละ 78 ในพื้นที่ชายฝั่งทะเลชนบท ในโปรตุเกส ซึ่งมีมวลอากาศเคลื่อนที่มาจากตรงจากทะเล และยังพบอีกว่าค่าต่ำสุดของอินทรีย์คาร์บอนชั้นที่ 2 เกิดขึ้นในฤดูหนาว

Ho และคณะ (2003) ศึกษาลักษณะองค์ประกอบทางเคมีของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในฮ่องกง โดยทำการตรวจวัดในบริเวณเขตเมืองที่เป็นตัวแทนของพื้นที่ที่มีการจราจรหนาแน่น พื้นที่ในย่านพาณิชย์กรรมและ โรงงานอุตสาหกรรม และเขตชนบทบริเวณชายฝั่งทะเลในช่วงฤดูหนาว จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบของฝุ่นละอองทั้ง 2 ขนาด ในเขตเมืองมีค่าสูงกว่าในเขตชนบท และพบว่าองค์ประกอบของฝุ่นละอองส่วนใหญ่เป็นองค์ประกอบพวกอนุภาคของเปลือกโลก เปลือกทะเล แอมโมเนียม ซัลเฟต ไนเตรท สารประกอบอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน ซึ่งมาจากการจราจร และโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนออลูมิเนียม แคลเซียม เหล็ก แมกนีเซียม และไทเทเนียม จะเป็นองค์ประกอบหลักของฝุ่นดินที่เกิดจากการฟุ้งกระจายขึ้นอีกครั้งตามถนน ในขณะที่ฝุ่นละอองในเขตชนบทบริเวณชายฝั่งทะเลจะพบ โซเดียม คลอไรด์ และซัลเฟต เป็นองค์ประกอบหลัก

Qin และ Oduyemi (2003) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีใน PM_{10} ในอังกฤษ พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในเขตเมืองทางตะวันออกของชายฝั่งทะเลที่ไม่มีโรงงานอุตสาหกรรม พบว่าองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่ประกอบด้วยซัลเฟต ไนเตรท และแอมโมเนียม โดยซัลเฟตและไนเตรท เป็น

องค์ประกอบของฝุ่นละอองที่มาจากแหล่งกำเนิดที่มีกระบวนการเผาไหม้ ส่วนแอมโมเนียมาจากฝุ่นละอองที่มีกระบวนการทางชีวภาพ นอกจากนี้ยังพบแคลเซียม และโพแทสเซียมไอออน ซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกโลก แต่บางครั้งก็พบว่าโพแทสเซียมมาจากการเผาไหม้ชีวมวลอนุภาคจากทะเล จะพบโซเดียมไอออน คลอไรด์ไอออน และแมกนีเซียม และยังพบธาตุปริมาณน้อยในฝุ่นละอองได้ด้วย ได้แก่ ตะกั่ว นิกเกิล สังกะสี และทองแดง ซึ่งมาจากกิจกรรมของมนุษย์ โดยนิกเกิลเป็นองค์ประกอบฝุ่นละอองที่ปล่อยมาจากกระบวนการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิง ส่วนตะกั่ว และทองแดงมาจากแหล่งกำเนิดเฉพาะที่ เช่น เตาเผาชุมชน

Salma และคณะ (2003) ศึกษาอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน ในเมืองและสิ่งแวดล้อมพื้นฐาน ในเมืองบูดาเปส ฮังการี เก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในช่วงกลางวันและกลางคืน และวัดฝุ่นละอองแบบออนไลน์ในเมือง และพื้นที่พื้นฐานใกล้เมือง พบว่า รีดอนนมวลฝุ่นละอองเฉลี่ยประกอบด้วยอินทรีย์วัตถุ ใน $PM_{2.5}$ มากกว่าใน PM_{10} ที่พื้นที่พื้นฐานใกล้เมือง อินทรีย์วัตถุมีมวล $PM_{2.5}$ ร้อยละ 43 ± 13 รีดอนมีค่าธาตุคาร์บอนเฉลี่ยพบใน $PM_{2.5}$ มากที่สุด รองลงมาคือ PM_{10} และพบใน TSP ต่ำที่สุด ขณะที่พื้นที่พื้นฐานใกล้เมืองมีค่า $PM_{2.5}$ ร้อยละ 2.1 ± 0.5 ความแปรผันของชีวิตประจำวันมีผลต่อมวลฝุ่นละออง อินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน ได้แก่การจราจรบนท้องถนน อุตุนิยมวิทยาท้องถิ่น และการขนถ่ายมวลอากาศระยะไกล สิ่งปรากฏในเมืองคือระดับความเข้มข้นในบรรยากาศและการขนถ่ายมวลอากาศระยะไกล ซึ่งอุตุนิยมวิทยาท้องถิ่นและการขนถ่ายมวลอากาศระยะไกลมีผลต่อคุณภาพอากาศมากกว่าต้นกำเนิดจากการจราจรบนท้องถนน จำนวนอัตราส่วนความเข้มข้นของ OC/EC และประมาณค่าปริมาณของอนุภาคคาร์บอนชั้นที่สอง โดยใช้คาร์บอน เป็นตัววัดจากการปล่อยอินทรีย์คาร์บอน อนุภาคคาร์บอนชั้นที่สองที่มีคือ อินทรีย์วัตถุใน $PM_{2.5}$ รีดอนในช่วงกลางคืนมีค่ามากกว่ากลางวัน

Cao และคณะ (2004) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอนในบรรยากาศที่เกี่ยวกับแหล่งที่เกิดและฤดูกาล บริเวณสามเหลี่ยมปากแม่น้ำเพิร์ล ของจีน โดยศึกษาในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อน ในปี 2002 เก็บตัวอย่าง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ด้วย mini-volume วิเคราะห์ด้วยวิธี TOR ตามพิธีสาร IMPROVE ค่าเฉลี่ยรายวันของ OC EC $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ที่ตรวจพบในฤดูหนาวมีค่าสูงกว่าฤดูร้อน ค่าเฉลี่ยของสัดส่วน OC/EC ใน $PM_{2.5}$ และ PM_{10} มีค่า 2.5 ซึ่งให้เห็นว่ามาจาก แหล่งกำเนิดอินทรีย์คาร์บอนชั้นที่ 2 (SOC) ซึ่งคำนวณค่าSOC ใน $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ได้ 4.1 และ 5.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรตามลำดับ ค่าความสัมพันธ์ (r) ของ OC และ EC ในฤดูหนาวและฤดูร้อนมีค่า 0.82 และ 0.64 ตามลำดับ บอกเป็นนัยได้ว่าแหล่งกำเนิดของอนุภาคคาร์บอนมาจากเครื่องยนต์ การจำแนกส่วนของคาร์บอนออกเป็น 8 ส่วน เป็นตัวบอกได้ชัดเจนยิ่งขึ้นว่าแหล่งกำเนิดหลักของคาร์บอนมาจากการปลดปล่อยจากเครื่องยนต์

Dan และคณะ (2004) ศึกษาลักษณะเฉพาะตัวของคาร์บอนและแหล่งกำเนิดใน $PM_{2.5}$ ของเมืองปักกิ่ง โดยศึกษาความเข้มข้นของ OC และ EC ใน $PM_{2.5}$ ในเขตเมืองและชนบทของปักกิ่ง พบว่ามี OC ใน TC ร้อยละ 70 และความเข้มข้นของ OC และ EC พบว่ามีค่าในฤดูหนาวสูงกว่าในฤดูร้อน เมื่อใช้ สัดส่วนของ OC/EC ที่ต่ำสุดซึ่งมีค่า 0.9 มาหาค่า SOC พบว่า มีค่า SOC ใน OC ร้อยละ 50-95 ในฤดูร้อน มีการเปรียบเทียบ OC และ EC กับ ธาตุ As Zn K และ Pb พบว่าการเผาไหม้ ถ่านหินเป็นแหล่งกำเนิดหลักของคาร์บอน ใน $PM_{2.5}$ ในเขตเมืองของปักกิ่ง ในช่วงฤดูหนาว และการเผาไหม้ชีวมวล การจราจร หรือการปลดปล่อยจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นแหล่งกำเนิดหลักของ OC และ EC ในช่วงฤดูร้อน

Cao และคณะ (2005) ศึกษาอินทรีย์คาร์บอน (OC) และธาตุคาร์บอน (EC) ต่อเนื่องในช่วงที่มีมลพิษสูง ตั้งแต่กันยายน 2003 ถึงกุมภาพันธ์ 2004 ที่เมืองซีอาน โดยเก็บตัวอย่าง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ทุกวันที่ 3 เก็บตัวอย่างของแหล่งกำเนิด 3 ชนิดในช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างบรรยากาศ คือ การเผาไหม้ถ่านหิน การปลดปล่อยจากเครื่องยนต์ และการเผาไหม้ชีวมวล พบว่า ค่าเฉลี่ยของ OC และ EC ใน $PM_{2.5}$ ในฤดูหนาวมีค่าสูงกว่าฤดูใบไม้ร่วง ส่วนใหญ่ OC และ EC จะเกี่ยวข้องกันในอนุภาคขนาดเล็ก ($PM_{2.5}$) ระดับของ OC EC ที่ซีอานจะสูงกว่าในเมืองหลวงของเอเชียเป็นส่วนใหญ่ และพบว่า OC EC ในฤดูใบไม้ร่วงมีความสัมพันธ์ดีกว่าในฤดูหนาว องค์ประกอบของคาร์บอนใน $PM_{2.5}$ ตรวจสอบว่ามี ในฤดูใบไม้ร่วงมากกว่าในฤดูหนาว ค่าเฉลี่ยของสัดส่วน OC/EC ในฤดูหนาวสูงกว่าในฤดูใบไม้ร่วง ค่าของ OC/EC พบว่าจะสูงขึ้นในช่วงการให้ความร้อนโดยการเพิ่มการเผา ถ่านหิน ส่วนค่าอินทรีย์คาร์บอนขั้นที่สองไม่มีนัยสำคัญในช่วงฤดูหนาว แบ่งคาร์บอนรวมออกเป็น 8 ส่วนคือ OC1 OC2 OC3 OC4 EC1 EC2 EC3 และ OP คาร์บอนรวม พบในไอเสียก๊าซโซลีน ร้อยละ 73 ไอเสียดีเซล ร้อยละ 23 และการเผาไหม้ชีวมวล ร้อยละ 4 ในฤดูใบไม้ร่วง และในฤดูหนาว พบว่าคาร์บอนรวมมาจากไอเสียก๊าซโซลีน และการเผาถ่านหิน ร้อยละ 44 การเผาไหม้ชีวมวล ร้อยละ 9 และ ไอเสียดีเซล ร้อยละ 3

Chan และคณะ (2005) ศึกษาลักษณะเฉพาะของโครงร่างในแนวดิ่ง และแหล่งกำเนิดของ $PM_{2.5}$ PM_{10} และ กลุ่มคาร์บอน ในเมืองปักกิ่ง โดยเก็บตัวอย่าง $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ที่ระดับความสูง 8, 100, 200 และ 325 เมตรที่จุดในเมืองและชานเมืองของปักกิ่ง ทำการวิเคราะห์อินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอนในตัวอย่างฝุ่น และพบว่าค่า $PM_{2.5}$ มีค่าสูงเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศของสหรัฐอเมริกา ร้อยละ 86 และค่า PM_{10} ทุกค่าที่ทำกรตรวจวัดทั้งสามระดับความสูง เกินมาตรฐานคุณภาพอากาศประเภทสองของจีน และพบว่า ระดับความสูงที่ไม่เกิน 50 เมตรเป็นสถานะเสถียร พบปริมาณมลสารสูงกว่าระดับอื่น ที่ระดับ 50-160 เมตรเป็นสถานะไม่เสถียร มีการกระจายตัวของมลสารจึงพบปริมาณต่ำ เชื่อว่าระดับความสูง 100 เมตรเป็นจุดศูนย์กลางที่มีความไม่เสถียร ทำให้มลสารในอากาศกระจายตัวออก จึงมีความเข้มข้นของมลสารต่ำมาก

Duan และคณะ (2005) ศึกษาลักษณะเฉพาะตัวของคาร์บอนในเมืองปักกิ่ง โดยเก็บตัวอย่างคาร์บอนใน PM_{10} ในเดือนกันยายน-พฤศจิกายน 2002 ที่มหาวิทยาลัยหัว ปักกิ่ง พบว่ามีค่าเฉลี่ยของ OC EC OC/EC 21.2 7.3 $\mu g.m^{-3}$ และ 3.0 ตามลำดับ OC และ EC มีความสัมพันธ์กันสูง ซึ่งชี้ให้เห็นว่าแหล่งกำเนิดของทั้งสองชนิดมาจากแหล่งเดียวกัน และพบว่า ใน TC มี OC ร้อยละ 76 ซึ่ง OC และ EC จะมีอยู่ใน PM_{10} ร้อยละ 15 และ 5 ตามลำดับ การประมาณค่า SOC โดยใช้ค่าต่ำสุดของ OC/EC คือ 1.5 ทำให้พบว่ามีค่า SOC ใน OC ร้อยละ 50 ในฤดูหนาว SOC ส่งผลให้เกิด CO อย่างมีนัยสำคัญ สูงถึงร้อยละ 40

Sasaki และ Sakamoto (2005) ศึกษาองค์ประกอบของ PM_{10} และ $PM_{2.5}$ ในความสูงที่ต่างกัน ในเมืองโอซากา ญี่ปุ่น โดยเก็บตัวอย่างบนคาบฟ้าของตึกที่ความสูง 200 เมตร จากพื้นดิน และที่พื้นระหว่างวันที่ 5-9 สิงหาคม และ 2-6 ธันวาคม ค.ศ. 2002 พบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ความสูง 200 เมตร มีค่าน้อยกว่าที่พื้นล่าง โดยความแตกต่างระหว่างฝุ่นละอองทั้งหมดและผลรวมของจำนวนชนิดที่ตรวจวัด ถือว่าความเข้มข้นของปริมาณที่ความสูงต่างกันมีลักษณะเด่นในฤดูร้อน ขณะที่ธาตุคาร์บอน และอินทรีย์คาร์บอน มีมากในฤดูหนาว ในช่วงฤดูร้อนความชื้นสัมพัทธ์ในแนวตั้งที่พื้นมีค่ามากกว่าที่ความสูง 200 เมตร ดังนั้นมันค่อนข้างจะเป็นไปได้ที่ความเข้มข้นสูงที่ระดับพื้น อาจจะมาจากการที่น้ำถูกดูดซับด้วยองค์ประกอบที่กลายเป็นน้ำในฝุ่นละออง อุณหภูมิตามความสูงในช่วงฤดูหนาว มีสภาพคงตัวของอุตุนิยมวิทยา เป็นผลให้การสะสมของฝุ่นละอองขึ้นดิน ที่ถูกปล่อยออกจากเครื่องยนต์ ทำให้ความเข้มข้นธาตุคาร์บอน และอินทรีย์คาร์บอน ที่ระดับพื้นมีค่าสูง

Yuan และคณะ (2005) ศึกษาการประยุกต์ใช้การแยกตัวประกอบต้นแบบเชิงบวกในการประมาณค่าอินทรีย์คาร์บอนชั้นที่ 2 ในฮ่องกง และกลไกการก่อตัวอย่างชัดเจน ซึ่ง SOC เป็นส่วนหนึ่งใน OC อย่างมีนัยสำคัญ ระดับและรูปแบบของ SOC ในฮ่องกง ได้มาจากการสำรวจตัวอย่าง PM_{10} มากกว่า 2000 ตัวอย่างในระยะเวลา ตั้งแต่ปี 1998-2002 และใช้แบบจำลองการแยกตัวประกอบต้นแบบเชิงบวก (PMF) ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจำแนกแหล่งกำเนิด SOC ได้ถูกประมาณค่าต่อมาจากผลรวมของ OC ที่อยู่ในแหล่งกำเนิดชั้นที่ 2 เช่น ชัลเฟตชั้นที่ 2 ในเตรทชั้นที่ 2 และ ละอองอินทรีย์ชั้นที่ 2 ค่าเฉลี่ยรายปีของ SOC ที่ได้จากวิธี PMF คือ 4.25 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในฤดูร้อน และฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ย 1.66 และ 7.05 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และพบว่า SOC และชัลเฟตชั้นที่ 2 ที่เกิดขึ้นพร้อมกันในฤดูกาลที่แตกต่างกัน และความสัมพันธ์ในแต่ละฤดู เป็นปัจจัยที่ควบคุมการก่อตัว การพิจารณาที่เป็นที่ยอมรับในวิถีทางของชัลเฟต และการเกิดขึ้นพร้อมกันของ SOC และ ชัลเฟต ทั้งการออกซิไดซ์ในสถานะก๊าซ และกระบวนการเกิดเมฆ

Cao และคณะ (2006) ศึกษาลักษณะเฉพาะตัวของคาร์บอนจากฝุ่นละอองขนาดเล็กบนถนนและ ส่วนของคาร์บอน 8 ส่วนในฮ่องกง โดยเก็บตัวอย่าง OC และ EC และ 8 ส่วนของคาร์บอน บนถนนรอบๆเมืองฮ่องกง ในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน 2002 โดยใช้ TOR Method ตาม IMPROVE protocol ค่าเฉลี่ยของ OC/EC คือ 1.0 บอกได้ว่า OC และ EC มาจากแหล่งกำเนิดชั้นดิน ในตอนกลางวันพบว่าความเข้มข้นมีค่าสูงกว่าในตอนกลางคืน เมื่อศึกษา 8 ส่วนของคาร์บอน คือ OC1 OC2 OC3 OC4 EC1 EC2 EC3 และ OP พบว่า EC2 และ OC2 มาจากการปลดปล่อยการเผาไหม้เชื้อเพลิงดีเซลเป็นหลัก และ OC3 และ OC2 ส่วนใหญ่มาจากการปลดปล่อยจากการเผาไหม้ LPG และ น้ำมันเบนซิน ดังนั้นวิธหาคาร์บอนนี้สามารถใช้จำแนกความแตกต่างของแหล่งกำเนิดของคาร์บอนได้

Guinot และคณะ (2006) ศึกษาโครงสร้างของบรรยากาศในแนวตั้งที่มีผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละอองในเมืองปักกิ่ง โดยทำการทดลองวันที่ปลอดโปร่งและวันที่มีมลพิษ ที่ตึกสูง 325 เมตร ขอบเขตของชั้นบรรยากาศในเมืองของปักกิ่ง เป็นไปตามรูปแบบที่คาดไว้ในเวลา กลางคืน มีค่า 80 ± 50 เมตร และ ในเวลากลางวันมีค่าสูงขึ้นได้ถึง 3,000 เมตร หลังช่วงเวลา 10.00 น. การขยายตัวในแนวตั้งของขอบเขตชั้นบรรยากาศเริ่มเห็นชัดเจนมากขึ้น ที่ระดับความสูงของตึก ความเร็วลมเพิ่มขึ้นและทิศทางลมเปลี่ยนอย่างรวดเร็ว ข้อมูลจากสถานีพื้นดินแสดงมลพิษที่อาจจะสัมพันธ์กับการคมนาคมในแนวราบช่วงเช้าถึงเย็น โดยใช้อัตราส่วนของความเข้มข้นของอนุภาคกับแบลคคาร์บอน เห็นได้ว่าชั้นสะสมที่ 60 และ 90 เมตร อาจจะสัมพันธ์กับโคมครอบเมือง และสามารถสังเกตเห็นได้ในช่วงเมฆมาก ปฏิริยาเพิ่มขึ้นในแนวตั้งอาจจะเป็นจุดที่มีนัยบอถึง การป้องกันรังสีดวงอาทิตย์จากอนุภาค ในเวลาเช้าจะพบชั้นที่เด่นชัดมากที่สุดที่ยอดตึก ในตอนกลางวันมีการผสมที่ชัดเจนระหว่างขอบเขตของชั้นบรรยากาศกับการไหลของอากาศด้านบน

Zhang และคณะ (2007) ศึกษาอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน ใน PM_{10} และนำข้อมูลของก๊าซ SO_2 , CO และ O_3 มาประเมินลักษณะเฉพาะของอนุภาคคาร์บอนในฤดูหนาว บริเวณในเมืองปักกิ่ง พบว่าค่าเฉลี่ย OC ในช่วงกลางคืนสูงกว่ากลางวันถึง 40% ค่าเฉลี่ยของ EC ช่วงกลางวันมีค่าใกล้เคียงกับกลางคืน สัดส่วนของ OC/EC ในช่วงกลางคืนสูงกว่าเวลากลางวัน OC EC และ PM_{10} มีค่าต่ำเมื่อมีลมแรงและมีค่าสูงเมื่อลมอ่อน ค่าของ OC EC มีความสัมพันธ์กับค่า PM_{10} , CO และ SO_2 ซึ่งให้เห็นว่ามาจากแหล่งกำเนิดคล้ายกัน การปลดปล่อยจากไอเสียเครื่องยนต์จะมีค่า OC/EC ต่ำ แต่ถ้ามาจากการเผาไหม้ถ่านหินค่า OC/EC จะสูง ซึ่งถือเป็นแหล่งกำเนิดหลักของคาร์บอนในฤดูหนาวที่ปักกิ่ง

Chuersuwan และคณะ (2008) ศึกษาระดับและแหล่งกำเนิดหลักของ $PM_{2.5}$ และ PM_{10} ในกรุงเทพมหานคร โดยเก็บตัวอย่าง 4 จุด และวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุ 15 ชนิด ไอออนที่

ละลายในน้ำ 4 ชนิด และคาร์บอนรวม ในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2002 ถึง มกราคม 2003 จากนั้นนำมาจำแนกแหล่งกำเนิดหลักโดยใช้ แบบจำลองผู้รับ และความรู้เกี่ยวกับสมมูลมวลทางเคมี พบว่า $PM_{2.5}$ และ PM_{10} มีความแตกต่างกันในทุกพื้นที่ศึกษาอย่างมีนัยสำคัญ ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง มีค่าสูงในตำแหน่งที่มีการจราจร แหล่งกำเนิดหลักของ PM_{10} ในพื้นที่ที่มีการจราจร มาจากการปลดปล่อยจากรถยนต์ และการเผาไหม้ชีวมวล ซึ่งสัมพันธ์กับการส่งผลจากแหล่งกำเนิดประมาณร้อยละ 33 ในพื้นที่อยู่อาศัย 2 จุดที่ทำการศึกษา พบว่า PM_{10} มาจากรถยนต์ ร้อยละ 39 และ 22 ตามลำดับ จากการเผาไหม้ชีวมวล ร้อยละ 36 และ 28 ตามลำดับ จากดินที่แขวนลอยและการทำอาหาร ร้อยละ 10 – 15

Schwarz และคณะ (2008) ศึกษาอินทรีย์คาร์บอน และ ธาตุคาร์บอนใน PM_{10} เขตชานเมืองและย่านธุรกิจ ในเมืองปราก อินทรีย์คาร์บอนในชานเมืองพบว่ามีค่าเฉลี่ยสูงกว่าย่านธุรกิจ ส่วนธาตุคาร์บอน และ PM_{10} ในย่านธุรกิจสูงกว่าชานเมือง สิ่งที่แตกต่างกันในทั้ง 2 จุดเก็บระหว่างฤดูกลางและสภาพฤดูนิมยวิทยา คือ พบว่าค่าอินทรีย์คาร์บอน ในฤดูหนาวสูงกว่าฤดูร้อน ในชานเมืองพบสัดส่วนในฤดูหนาว/ฤดูร้อน มีค่าสูงกว่าย่านธุรกิจ ระดับความเข้มข้นของ PM_{10} และ OC ในอากาศ มีต้นกำเนิดหลักจากการหมุนเวียนของมวลอากาศเหนือยุโรปตอนกลาง และมาจากยุโรปตะวันออกเฉียงใต้ ในฤดูหนาว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษา

3.1 พื้นที่ศึกษาและสถานที่เก็บตัวอย่าง

3.1.1 อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

3.1.1.1 ลักษณะโดยทั่วไปของเมือง

เทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ตั้งอยู่ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา อยู่ระหว่างเส้นลองติจูด 100 องศา 01 ลิปดา ถึงเส้นลองติจูดที่ 6 องศา 17 ลิปดา ถึงเส้นละติจูดที่ 7 องศา 56 ลิปดาเหนือ มีพื้นที่ 21 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณร้อยละ 3.18 ของพื้นที่อำเภอหาดใหญ่และอยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร ตามเส้นทางรถไฟ 945 กิโลเมตร ตามทางหลวงแผ่นดินประมาณ 1,125 กิโลเมตร จำนวนประชากร เมื่อเดือนกันยายน 2551 มีทั้งสิ้น 157,682 คน มีบ้านจำนวน 50,052 หลังคาเรือน (www.hatyaicity.go.th, 2552) ประชากรส่วนใหญ่เป็นคนในท้องถิ่นและอพยพมาจากจังหวัดใกล้เคียง อาชีพหลักของประชากร คือ พณิชยกรรมและอุตสาหกรรม

อาณาเขตของอำเภอหาดใหญ่

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	ทะเลสาบสงขลา เขตอำเภอเมืองสงขลาและอำเภอรัตนภูมิ
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	เขตอำเภอเมืองสงขลา และอำเภอจะนะ
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	เขตอำเภอรัตนภูมิ และเขตกิ่งอำเภอคลองหอยโข่ง
ทิศใต้	ติดต่อกับ	เขตอำเภอสะเดา และอำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา

ลักษณะภูมิอากาศ

ตั้งอยู่ในเขตอิทธิพลของลมมรสุมเมืองร้อน มีลมมรสุมพัดผ่านประจำทุกปี คือ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ เริ่มตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงกลางเดือนมกราคม และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนตุลาคม จากอิทธิพลของลมมรสุมดังกล่าว ส่งผลให้มีฤดูกลางเพียง 2 ฤดู คือ

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนธันวาคม ถึงเดือน พฤษภาคม ซึ่งจะเป็นช่วงที่ว่างของลมมรสุมจะเริ่มตั้งแต่หลังจากหมดลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือแล้ว อากาศจะเริ่มร้อนและอากาศจะมีอุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน แต่อากาศจะไม่ร้อนมากนักเนื่องจากตั้งอยู่ใกล้ทะเล

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง พฤศจิกายน จังหวัดสงขลาจะมีฝนตกทั้งในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แต่ในช่วงลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะมีฝนตกชุกมากกว่า เนื่องจากพัดผ่านอ่าวไทย ส่วนลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จะถูกเทือกเขาบรรทัดปิดกั้นทำให้ฝนตกน้อยลง จังหวัดสงขลาในปี 2546 ฝนตกมากที่สุดในช่วงเดือน ตุลาคม มิลลิเมตร ฝนตกน้อยที่สุดในเดือนเมษายน (<http://demo.cityvariety.com>, 2552)

ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ โดยรายงานค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2551 แสดงค่าต่ำสุดสูงสุด ค่าเฉลี่ยรายเดือนและจำนวนครั้งที่ตรวจพบค่าเกินมาตรฐาน พบว่า (120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) (ตารางที่ ก-1 ภาคผนวก ก)



ภาพที่ 3.1 แผนที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ที่มา: ดัดแปลงจาก www.thai2travel.com

3.1.1.2 ช่วงเวลาที่ทำกรเก็บตัวอย่างและ จุดเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างตั้งแต่เวลา 21.00 น. วันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2550 ถึงเวลา 21.00 น. วันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 เพื่อให้สอดคล้องกับการศึกษาข้อมูลทางอุตุนิยมนิวทราชั้นบน ในเวลา 01.00 น. จึงได้เริ่มทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลา 21.00 น.

การเลือกจุดเก็บตัวอย่าง พิจารณาตามลักษณะของอิทธิพลของเมืองที่มีต่อความเร็วลม และอุณหภูมิ ในแต่ละชั้นความสูงที่มีความแตกต่างกันตามระดับความสูง และขนาด

ของความเป็นเมืองในแต่ละพื้นที่ที่ส่งผลต่ออุตุนิยมวิทยา ซึ่งพื้นที่นี้จะแบ่งเป็น 3 ระดับชั้นคือ (ภาพที่ 3.2)

- 1) ชั้นล่าง คืออาคาร ชั้นที่ 10 ของโรงแรมโนโวเทลเซ็นทารา สุขนคร หาดใหญ่ สูงจากระดับน้ำทะเล 40 เมตร (สูงจากพื้นดิน 30 เมตร)
- 2) ชั้นกลาง คือ อาคาร ชั้นที่ 14 ของโรงแรมลีการ์เด็นท์ หาดใหญ่ สูงจากระดับน้ำทะเล 70 เมตร (สูงจากพื้นดิน 60 เมตร)
- 3) ชั้นบน คืออาคาร ชั้นที่ 36 ของโรงแรมลีการ์เด็นท์ หาดใหญ่ สูงจากระดับน้ำทะเล 135 เมตร (สูงจากพื้นดิน 125 เมตร)

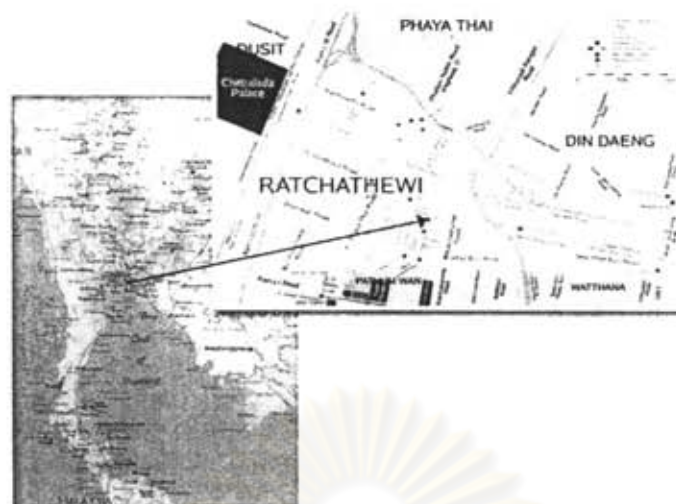


ภาพที่ 3.2 แผนที่ตั้งจุดเก็บตัวอย่างอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา
ที่มา: www.googleearth.com

3.1.2 เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

3.1.2.1 ลักษณะโดยทั่วไป

เขตราชเทวี เป็น 1 ใน 50 เขตการปกครองของกรุงเทพมหานคร อยู่ในกลุ่มเขตวิภาวดี ซึ่งถือเป็นแหล่งการค้า การบริการ และแหล่งที่อยู่อาศัยหนาแน่นมาก ส่วนเขตราชเทวี ตั้งอยู่บริเวณละติจูด 13.45 องศาเหนือ ลองจิจูด 100.32 องศาตะวันออก มีพื้นที่ 7.126 ตารางกิโลเมตร จำนวนประชากร 97,747 คน (พ.ศ. 2550) ความหนาแน่นของประชากร 13,717 คนต่อตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของฝั่งพระนคร



ภาพที่ 3.3 แผนที่เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

ที่มา: ดัดแปลงจาก www.bma.go.th

อาณาเขต

ทิศเหนือ	ติดต่อกับ	เขตพญาไทและเขตดินแดง มีคลองสามเสนเป็นเส้นแบ่งเขต
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับ	เขตห้วยขวาง มีถนนรัชดาภิเษก (อโศก-ดินแดง) เป็นเส้นแบ่งเขต
ทิศใต้	ติดต่อกับ	เขตวัฒนาและเขตปทุมวัน มีคลองแสนแสบและคลองมหานาคเป็นเส้นแบ่งเขต
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับ	เขตดุสิต มีทางรถไฟสายเหนือเป็นเส้นแบ่งเขต

ภูมิอากาศ

กรุงเทพมหานครนั้นมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น โดยอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม 2 ชนิด ได้แก่ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ อุณหภูมิทั้ง 3 ฤดูจะแตกต่างกัน แต่ค่าเฉลี่ยจากการวัด ณ สถานีตรวจอากาศ กรุงเทพมหานคร ปี 2545 จะอยู่ที่ 29.2 องศาเซลเซียส โดยค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 38 องศาเซลเซียส และต่ำสุดเท่ากับ 19.2 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ของกรุงเทพมหานครจะมีค่าสูงเกือบตลอดปี เนื่องจากกรุงเทพมหานครตั้งอยู่ใกล้อ่าวไทย ซึ่งมีไอน้ำพัดเข้าถึงสม่ำเสมอ ซึ่งจากการวัด ณ ปี พ.ศ. 2545 เช่นกัน ความชื้นสัมพัทธ์ของกรุงเทพมหานครจะมีค่าเฉลี่ยร้อยละ 73 ทิศนวิสัยของกรุงเทพมหานครเมื่อเวลา 07.00 น. จะมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.6-8.0 กิโลเมตรปริมาณฝน ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน ณ สถานีตรวจอากาศ กรุงเทพมหานคร ณ ปี พ.ศ. 2545 คือ 1,878.3 มิลลิเมตร และมีค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่ฝนตกปีละ 146 วัน

ผลการสำรวจการใช้ประโยชน์ที่ดินในปัจจุบัน (Existing Land Use)

กรุงเทพมหานครในปัจจุบันมีพื้นที่ทั้งหมด 1,568.7 ตารางกิโลเมตร ซึ่งจากการศึกษาภาพถ่ายทางอากาศเพื่อตรวจสอบพื้นที่ความเป็นเมือง (Urbanized Area) ของกรุงเทพมหานคร พบว่าในปี พ.ศ. 2545 กรุงเทพมหานครมีพื้นที่ความเป็นเมืองประมาณเกือบครึ่งหนึ่งของพื้นที่ทั้งหมด กล่าวคือ ประมาณ 700 ตารางกิโลเมตร และเมื่อได้สำรวจการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Existing Land use) ปรากฏว่ากรุงเทพมหานครมีการใช้ประโยชน์ที่ดิน 3 ประเภทในจำนวนพื้นที่ที่ใกล้เคียงกัน คือปริมาณ 23% ของพื้นที่ทั้งหมด ได้แก่ เป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย จำนวน 366.385 ตารางกิโลเมตร (หรือร้อยละ 23.36) การใช้ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม 369.837 ตารางกิโลเมตร (ร้อยละ 23.58) และเป็นการใช้ประเภทที่ว่าง 378.974 ตารางกิโลเมตร (หรือร้อยละ 24) นอกนั้นจะเป็นการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ เช่น เพื่อการพาณิชย์กรรม อุตสาหกรรม สถานที่ราชการ ฯลฯ (www.bma.go.th, 2551)

ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ โดยรายงานค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM₁₀) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2551 แสดงค่าต่ำสุด สูงสุด ค่าเฉลี่ยรายเดือนและจำนวนครั้งที่ตรวจพบค่าเกินมาตรฐาน (120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) (ตารางที่ ก-2 ภาคผนวก ก)

3.1.2.2 ช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง และ จุดเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างตั้งแต่เวลา 21.00 น. วันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ถึงเวลา 21.00 น. วันที่ 21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 เพื่อให้สอดคล้องกับการศึกษาข้อมูลทางอคูนิคมวิทยาชั้นบน ในเวลา 01.00 น. จึงเริ่มทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลา 21.00 น.

การเลือกจุดเก็บตัวอย่าง พิจารณาตามลักษณะของอิทธิพลของเมืองที่มีต่อความเร็วลม และอุณหภูมิ ในแต่ละชั้นความสูงที่มีความแตกต่างกันตามระดับความสูง และขนาดของความเป็นเมืองในแต่ละพื้นที่ที่ส่งผลต่ออคูนิคมวิทยา ซึ่งพื้นที่นี้จะแบ่งเป็น 3 ระดับชั้นคือ (ภาพที่ 3.4)

- 1) ชั้นล่าง คืออาคารชั้นที่ 10 ของโรงแรมไบฮอกสุท (ไบฮอก 1) สูงจากระดับน้ำทะเล 40 เมตร (สูงจากพื้นดิน 38 เมตร)
- 2) ชั้นกลาง คืออาคาร ชั้นที่ 46 ของโรงแรมไบฮอกสุท (ไบฮอก 1) สูงจากระดับน้ำทะเล 160 เมตร (สูงจากพื้นดิน 158 เมตร)
- 3) ชั้นบน คืออาคารชั้นที่ 88 ของโรงแรมไบฮอกสกาย (ไบฮอก 2) สูงจากระดับน้ำทะเล 330 เมตร (สูงจากพื้นดิน 328 เมตร)



ภาพที่ 3.4 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างกรุงเทพมหานคร

ที่มา: www.googleearth.com

3.1.3 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

3.1.3.1 ลักษณะโดยทั่วไปของเมือง

จังหวัดเชียงใหม่ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของประเทศไทย เส้นรุ้งที่ 16 องศาเหนือ สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,027 ฟุต (310 เมตร) ห่างจากกรุงเทพมหานคร 720 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 20,107.057 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 12,566,910 ไร่ จำแนกเป็น พื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 69.92 (8,787,656 ไร่) พื้นที่ทำการเกษตรร้อยละ 12.82 (1,611,971 ไร่) พื้นที่อยู่อาศัย และอื่นๆ ร้อยละ 17.26 (2,167,971 ไร่) มีประชากรรวมทั้งสิ้น 1,686,209 คน ความหนาแน่นเฉลี่ย 84 คน/ตารางกิโลเมตร

อาณาเขต

ทิศเหนือ	ติดกับ	รัฐฉานของสหภาพพม่า
ทิศใต้	ติดกับ	อำเภอสามเงา จังหวัดตาก
ทิศตะวันออก	ติดกับ	จังหวัดเชียงราย จังหวัดลำพูน และจังหวัดลำปาง
ทิศตะวันตก	ติดกับ	อำเภอป่าซาง อำเภอขุนยวมและอำเภอแม่สะเรียง จังหวัดแม่ฮ่องสอน



ภาพที่ 3.5 แผนที่ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
ที่มา: คัดแปลงจาก www.thaiwaysmagazine.com

ภูมิอากาศ

มีสภาพอากาศค่อนข้างเย็นเกือบตลอดทั้งปี มีอุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 25°C อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31°C อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 20°C และอยู่ภายใต้อิทธิพลมรสุม 2 ชนิด คือลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ แบ่งภูมิอากาศออกได้เป็น 3 ฤดู ได้แก่

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคม จนถึงเดือนตุลาคม

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ไปจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนพฤษภาคม

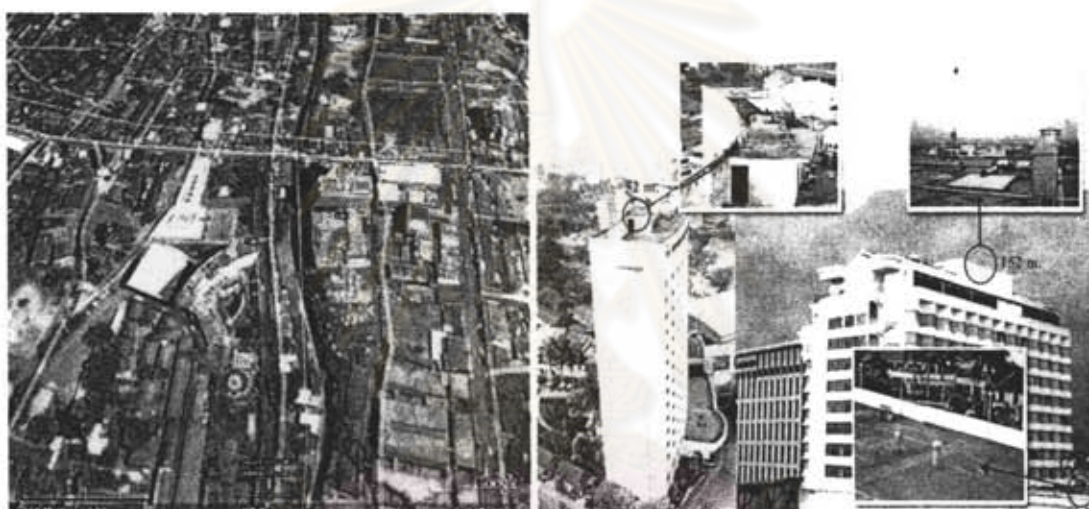
ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ โดยรายงานค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10}) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2547-2551 แสดงค่าต่ำสุด สูงสุด ค่าเฉลี่ยรายเดือนและจำนวนครั้งที่ตรวจพบค่าเกินมาตรฐาน (120 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) (ตารางที่ ก-3 ภาคผนวก ก)

3.1.3.2 ช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง และ จุดเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างตั้งแต่เวลา 21.00 น.วันที่ 25 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ถึงเวลา 21.00 น. วันที่ 28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 เพื่อให้สอดคล้องกับการศึกษาข้อมูลทางอุตุนิยมนิวทียาชั้นบน ในเวลา 01.00 น. จึงเริ่มทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเวลา 21.00 น.

การเลือกจุดเก็บตัวอย่าง พิจารณาตามลักษณะของอิทธิพลของเมืองที่มีต่อความเร็วลม และอุณหภูมิ ในแต่ละชั้นความสูงที่มีความแตกต่างกันตามระดับความสูง และขนาดของความเป็นเมืองในแต่ละพื้นที่ที่ส่งผลกระทบต่ออุณหภูมิตามวิทยา ซึ่งพื้นที่นี้จะแบ่งเป็น 3 ระดับชั้นคือ (ภาพที่ 3.6)

- 1) ชั้นล่าง คือคาคฟ้า ชั้นที่ 5 ของโรงแรมเซ็นทารา ดวงตะวัน สูงจากระดับน้ำทะเล 325 เมตร (สูงจากพื้นดิน 12 เมตร)
- 2) ชั้นกลาง คือ คาคฟ้า ชั้นที่ 14 ของโรงแรมอิมพีเรียลแม่ปิ้ง สูงจากระดับน้ำทะเล 365 เมตร (สูงจากพื้นดิน 52 เมตร)
- 3) ชั้นบน คือคาคฟ้า ชั้นที่ 26 ของโรงแรมเซ็นทารา ดวงตะวัน สูงจากระดับน้ำทะเล 435 เมตร (สูงจากพื้นดิน 152 เมตร)



ภาพที่ 3.6 แผนที่ตั้งจุดเก็บตัวอย่างอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
ที่มา: www.googleearth.com

3.2 วิธีดำเนินการศึกษา

3.2.1 การเตรียมการศึกษา

รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น ฝุ่นละออง องค์ประกอบคาร์บอน องค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละออง ฝุ่นละอองตามระดับความสูง เป็นต้น

3.2.2 การดำเนินการเก็บตัวอย่าง

โดยจะดำเนินการเก็บตัวอย่าง ใน 2 ส่วนคือ การเก็บตัวอย่างข้อมูลทางอุณหภูมิตามวิทยา และการเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองรวม และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร มีรายละเอียดดังนี้

3.2.2.1 การศึกษาข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา

1) การศึกษาข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาพื้นผิว

ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดสภาพอุตุนิยมวิทยา คือ Weather station ยี่ห้อ Davis รุ่น Vantage Pro2 ที่จุดตรวจวัดทั้ง 3 ระดับความสูง ซึ่งเป็นบริเวณเดียวกับจุดติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดฝุ่นละออง ในแต่ละพื้นที่ศึกษา โดยจะตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความดันบรรยากาศ ความเร็วลม ทิศทางลม และความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์

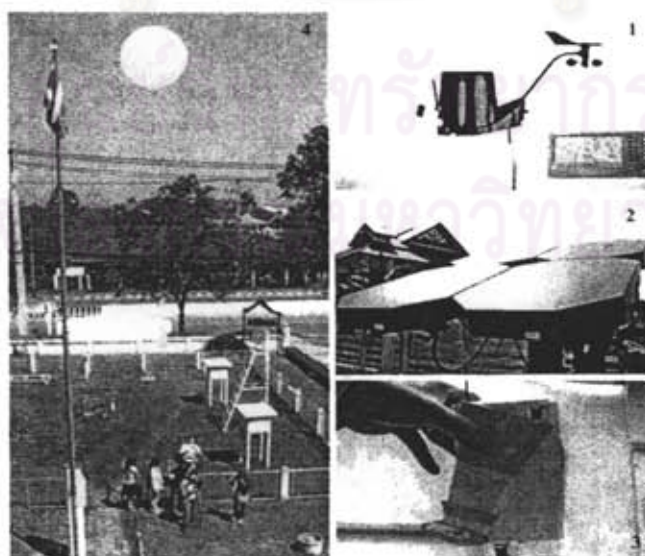
2) การศึกษาข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาชั้นบน

ทำการปล่อยบอลูนจากกรมอุตุนิยมวิทยา แบบ Radiosonde วิธีนี้ใช้ลูกโป่งที่มีขนาด 1,000 กรัม ผูกติดกับเครื่องส่งวิทยุขนาดเล็ก ปล่อยขึ้นไป วิทยุจะสามารถรายงานส่วนประกอบทางอุตุนิยมวิทยาต่าง ๆ มายังเครื่องรับวิทยุซึ่งติดตั้งอยู่บนพื้นดิน ผลที่ได้รับรายงานจะแสดงค่าของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความกดอากาศในแต่ละชั้นของอากาศ และสามารถคำนวณหาทิศทางและความเร็วลมในระดับชั้นบนได้ โดยทำการตรวจวัดในพื้นที่ศึกษาดังนี้

(1) พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ทำการปล่อยบอลูน ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ประจำอำเภอหาดใหญ่ ทุก 6 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน ตั้งแต่วันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550

(2) พื้นที่ศึกษาจังหวัดกรุงเทพมหานคร ทำการปล่อยบอลูน ณ กรมอุตุนิยมวิทยา บางนา ทุก 4 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน ตั้งแต่วันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551

(3) พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ทำการปล่อยบอลูน ณ สถานีอุตุนิยมวิทยา ประจำจังหวัดเชียงใหม่ ทุก 6 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน ตั้งแต่วันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551



ภาพที่ 3.7 อุปกรณ์ตรวจวัดอุตุนิยมวิทยา 1: Weather station และ 2-4: อุปกรณ์ตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาชั้นบน

3) การศึกษาระดับความสูงผสม (Mixing height)

โดยการนำข้อมูลที่ได้จากการปล่อยบอลลูน มาคำนวณค่าระดับความสูงผสม โดยวิธี Dry adiabatic ซึ่งเป็นวิธีการที่ใช้ในการคำนวณค่าระดับความสูงผสม โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทำการตรวจวัดด้วยการใช้วิทยุผูกติดไปกับบอลลูน (Radiosonde) เพื่อทำการตรวจวัดหาค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ หรือ ความเร็วและทิศทางลม ตามระดับความสูงที่แตกต่างกัน และอาศัยหลักการที่ว่าค่าของข้อมูลต่างๆ เหล่านี้จะแปรผกผันกับค่าของความสูงที่เพิ่มขึ้น มาคำนวณหาเส้น dry adiabatic lapse rate เพื่อนำเส้นดังกล่าวไปพล็อตหาจุดตัดกับเส้นของข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดจริงจากบอลลูน โดยจะถือว่าบริเวณที่เส้นทั้งสองตัดกันคือค่าระดับความสูงผสมวิธีการที่นำมาใช้เพื่อทำการคำนวณหาเส้น dry adiabatic lapse rate ส่วนใหญ่แล้วจะยึดตามหลักการของ Holzworth ซึ่งจะมีการนำเอาข้อมูลอุณหภูมิตามพื้นที่ผิว ของพื้นที่ที่ทำการศึกษาเข้ามาคิดคำนวณด้วย ดังนั้นวิธีการนี้ข้อมูลในส่วนของอุณหภูมิตามพื้นที่ผิว จึงค่อนข้างมีผลต่อค่าระดับความสูงผสมในพื้นที่นั้นๆ เป็นอย่างมาก สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้การคำนวณหาค่าระดับความสูงผสมโดยวิธี Dry adiabatic จำเป็นที่จะต้องใช้อุณหภูมิตามพื้นที่ผิว และข้อมูลอุณหภูมิตามพื้นที่ผิว ของพื้นที่ศึกษามาใช้ในการคำนวณหาค่าระดับความสูงผสม ประกอบด้วย อุณหภูมิ และความสูง เท่านั้นที่จะนำมาใช้ โดยที่จะใช้ข้อมูลอุณหภูมิ และความสูง จากข้อมูลอุณหภูมิตามพื้นที่ผิวใช้เป็นตัวแทนของเส้นที่ตรวจวัดได้จริง ส่วนข้อมูลอุณหภูมิตามพื้นที่ผิวจะใช้เพียงค่าอุณหภูมิต่ำสุดในการคำนวณหาเส้น dry adiabatic lapse rate เพื่อนำไปพล็อตหาจุดตัดต่อไป

โดยการนำค่าอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเช้าเวลา (00, 03 GMT) หรือ 7.00 น. และ 10.00 น. ของเวลาท้องถิ่น มาบวก 5 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เพื่อชดเชยเรื่องของเกาะความร้อน แล้วนำมาคำนวณหาค่าระดับความสูงผสม ดังสมการที่ 3.1 ส่วนค่าอุณหภูมิต่ำสุดในช่วงเวลาอื่น จะใช้การคำนวณดังสมการที่ 3.2

$$\text{Temp} = (T_{\min} + 5) - (0.0098 * (H_2 - H_1)) \quad (3.1)$$

$$\text{Temp} = T_{\min} - (0.0098 * (H_2 - H_1)) \quad (3.2)$$

โดย	Temp	=	ค่าอุณหภูมิต่ำสุด มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส
	5	=	ค่าอุณหภูมิต่ำสุดที่ใช้ชดเชยเกาะความร้อน มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส
	T _{min}	=	ค่าอุณหภูมิต่ำสุดมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส
	H ₁	=	ความสูงที่ระดับที่ 1 มีหน่วยเป็นเมตร
	H ₂	=	ความสูงที่ระดับที่ 2 มีหน่วยเป็นเมตร

0.0098 = ค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงของ dry adiabatic lapse rate ต่อ 1 เมตรมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียสต่อเมตร

3.2.2.2 ผู่ละอองรวม และผู่ละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

3.2.2.2.1 การเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์

1) เครื่องเก็บตัวอย่างผู่ละออง ชนิดไฮโวลูม (High-volume air sampler) ทั้งผู่ละอองรวมและผู่ละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร โดยกำหนดช่วงของอัตราการไหลของการเก็บตัวอย่างผู่ละอองรวม 50 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที และช่วงอัตราการไหลของการเก็บตัวอย่างผู่ละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตรอยู่ที่ 40 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที

2) กระจกกรองควอทซ์ (Quartz fiber filter) ขนาด 8 x 10 นิ้ว โดยเผากระจกกรองควอทซ์ ที่อุณหภูมิ 700 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 1 ชั่วโมง ก่อนนำไปอบในตู้ดูดความชื้น 24 ชั่วโมง จากนั้นชั่งน้ำหนัก ด้วยเครื่องชั่งความละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่งเก็บรักษากระจกกรองโดยการห่อด้วยกระดาษอลูมิเนียม บรรจุในถุงพลาสติกซิปล ที่ติดฉลากระบุหมายเลขกระจกกรองและน้ำหนักกระจกกรองเริ่มต้น

3) คีมคีบปากแบน เคลือบด้วยเทปลอน (Forceps)

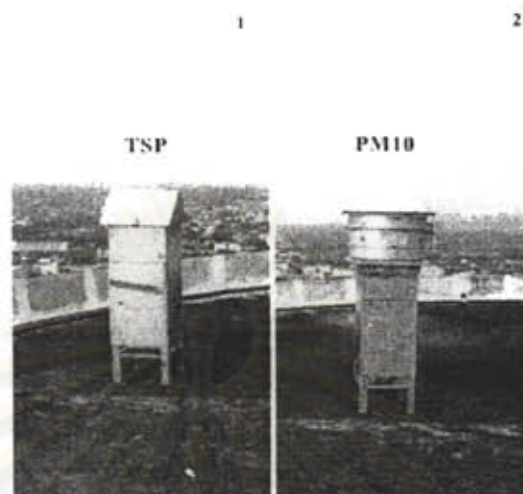
4) ถุงมือไวนิล ชนิดไม่มีแป้ง (Vinyl non powdered gloves)

5) แผ่นบันทึกอัตราการไหล (Flow recorder chart)

6) การเลือกจุดติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่าง ในรัศมี 270 องศา รอบช่องทางเข้าอากาศ ต้องไม่มีอะไรกีดขวางการไหลของอากาศ ช่องทางเข้าของอากาศของเครื่องเก็บตัวอย่าง ควรอยู่ห่างจากสิ่งกีดขวาง เช่นอาคาร อย่างน้อย 2 เท่าของความสูงของสิ่งกีดขวางที่ใกล้เคียงช่องทางเข้าอากาศนั้น ติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่างผู่ละอองให้อยู่ในแนวระนาบ และยึดขาตั้งเครื่องให้แน่น เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องล้ม

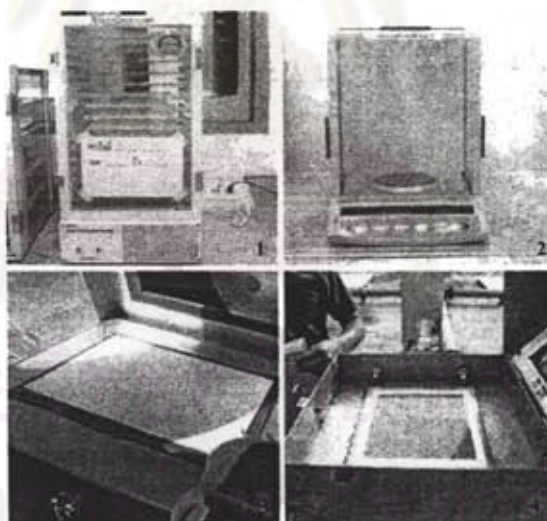
7) การปรับเทียบเครื่องเก็บตัวอย่าง เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของตารางแสดงอัตราการไหลของอากาศจริงของ VFC (Look up table) ที่ผ่านการรับรองจากผู้ผลิต กับสถานภาพของ Critical ventur ที่ใช้ในการควบคุมอัตราการไหลของอากาศในเครื่องเก็บตัวอย่าง อุปกรณ์ที่ใช้ในการปรับเทียบ คือชุดปรับเทียบ Orifice โดย ติดตั้งระบบการปรับเทียบด้วยชุดปรับเทียบ Orifice โดยไม่ใส่กระจกกรอง จากนั้นวางแผ่นด้านทานการไหลของอากาศแผ่นแรก ลงตรงกลางระหว่าง Orifice กับที่จับกระจกกรอง และทำการปรับเทียบอย่างน้อย 4 จุด เปิดมอเตอร์ทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที ตรวจสอบการรั่วไหลของอากาศทั้งระบบ โดยใช้ฝ่ามือปิดช่องทางเข้าอากาศของ Orifice และใช้นิ้วโป้งปิดปลายท่อสำหรับต่อกับมาร์นอมิเตอร์แล้วเปิดมอเตอร์อ่านและบันทึกข้อมูล ค่าความกดอากาศที่ผ่าน Orifice (Pressure drop; ΔH) อ่านจากมาร์นอมิเตอร์

ที่ต่อกับ Orifice และบันทึกค่าความกดอากาศที่ผ่านชั้นวางกระดาษกรอง (PF) อ่านจากมาร์นอมิเตอร์ ที่ต่อกับ Pressure tap ได้ชั้นวางกระดาษกรอง ปิดมอเตอร์ แล้ววางแผ่นด้านทานการไหลของอากาศแผ่นอื่นลงไป แล้วดำเนินการตามขั้นตอนข้างต้น จนครบทุกแผ่น



ภาพที่ 3.8 เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละออง High volume air sampler

1: เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองรวม 2: เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร



ภาพที่ 3.9 เครื่องมือและอุปกรณ์

1: ผู้ดูดไล่ความชื้น 2: เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง 3: กระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง 4: กระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง

3.2.2.2.2 การเก็บตัวอย่าง

- 1) ใส่กระดาษกรองบนตะแกรงสำหรับกระดาษกรอง โดยให้หงายด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างขึ้น จัดวางกระดาษกรองให้สมดุลกับตะแกรง และที่จับกระดาษกรอง ตรวจสอบให้แน่ใจจุดเชื่อมต่อระหว่างมอเตอร์กับเครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศ
- 2) ใส่กระดาษกราฟวงกลมสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศในเครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศ และปรับขีดของกระดาษกราฟวงกลมให้ตรงกับเวลาที่เริ่มต้นเก็บตัวอย่าง และทำการเปลี่ยนกระดาษกราฟวงกลมทุก 24 ชั่วโมง
- 3) เปิดเครื่องเก็บตัวอย่าง บันทึกเวลาเริ่มต้น อุณหภูมิ ความกดของอากาศ และสภาพแวดล้อมบริเวณโดยรอบ
- 4) เมื่อครบกำหนดเวลา ให้บันทึกเวลาเครื่องหยุดทำงาน คือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะเก็บตัวอย่างทุก 3 ชั่วโมง และฝุ่นละอองรวมเก็บตัวอย่างทุก 6 ชั่วโมง
- 5) นำกระดาษกรองออกจากตัวเครื่อง พับกระดาษกรองครึ่งหนึ่งตามแนวยาว ให้ด้านที่มีฝุ่นละอองเข้าหากัน
- 6) ห่อกระดาษกรองด้วยกระดาษอลูมิเนียมที่ติดฉลากระบุรหัสตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว และใส่ลงในถุงพลาสติกซิปล็อคที่ติดฉลากตรงกับตัวอย่าง รอนำไปวิเคราะห์

3.2.3 การวิเคราะห์ตัวอย่าง

3.2.3.1 การวิเคราะห์ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

1) ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองหลังการเก็บตัวอย่าง โดยนำกระดาษกรองอบในตู้ดูดความชื้น 24 ชั่วโมง ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองด้วยเครื่องชั่ง ความละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนักกระดาษกรองหลังการเก็บตัวอย่าง

2) คำนวณหาปริมาตรอากาศ หาได้จากสูตร

$$V_s = 0.02832 * Q * T$$

โดย V_s = ปริมาตรอากาศ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

Q = อัตราการไหลของอากาศ จากการนำค่าที่อ่านได้จากกราฟวงกลม มีหน่วยเป็นลูกบาศก์ฟุตต่อนาที

0.02832 = ค่าคงที่ของการเปลี่ยนหน่วยจากลูกบาศก์ฟุตต่อนาทีเป็นลูกบาศก์เมตรต่อนาที

T = เวลาในการเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็นนาที
เมื่อคำนวณปริมาตรอากาศได้แล้ว จากนั้นนำมาปรับแก้ค่าปริมาตรอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างให้เป็นปริมาตรอากาศที่สภาวะมาตรฐาน โดยสมการ

$$V_{std} = (V_s * P_s * T_{std}) / (T_s * P_{std})$$

โดย V_{std} = ปริมาตรอากาศที่สภาวะมาตรฐาน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร
 V_s = ปริมาตรอากาศ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร
 P_{std} = ความดันบรรยากาศที่สภาวะมาตรฐาน (760 มิลลิเมตรปรอท)
 P_s = ความดันบรรยากาศในบรรยากาศ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรปรอท
 T_{std} = อุณหภูมิที่สภาวะมาตรฐาน (298 องศาเซลวิน)
 T_s = อุณหภูมิในบรรยากาศ มีหน่วยเป็นองศาเซลวิน

3) การคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวมและฝุ่นละอองขนาดเล็กเกิน 10 ไมโครเมตร

$$\text{ความเข้มข้นของฝุ่นละออง (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)} = \frac{(W_s - W_b) * 10^6}{V_{std}}$$

โดย W_s = น้ำหนักกระดาษกรองหลังการเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็นกรัม
 W_b = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนการเก็บตัวอย่าง มีหน่วยเป็นกรัม
 V_{std} = ปริมาตรอากาศมาตรฐาน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร
 10^6 = การแปลงหน่วยจากกรัมเป็นไมโครกรัม

4) การควบคุมคุณภาพ

โดยการทำซ้ำ ทำการซั่งตัวอย่างกระดาษกรอง 3 ครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักกระดาษกรอง

3.2.3.2 การวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารไอออนิก ในฝุ่นละอองขนาดเล็กเกิน 10 ไมโครเมตร

โดยการตัดกระดาษกรองตัวอย่าง ใส่ในขวดพลาสติกขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นปราศจากไอออน 30 มิลลิลิตร นำไปเขย่าด้วยเครื่องเขย่า 30 นาที จากนั้นนำมากรองผ่านกระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.45 ไมโครเมตร ใส่สารละลายตัวอย่างที่ผ่านกระดาษกรอง

แล้วในขวดพลาสติก นำไปหาไอออนลบ (Anion) ได้แก่ คลอไรด์ ไนเตรท และซัลเฟต ส่วน ไอออนบวก (Cation) ได้แก่ แอมโมเนียม โซเดียม โพแทสเซียม และแคลเซียม โดยวิเคราะห์ด้วย เครื่อง Ion Chromatography ยี่ห้อ Methrom รุ่น Modular IC วิเคราะห์โดยนางสาวจิราภรณ์ ทิพคุณ นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพที่ 3.10 Ion Chromatography Methrom รุ่น Modular IC

3.2.3.3 การวิเคราะห์ความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมี ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

โดยองค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร จะจำแนก ออกเป็น อินทรีย์คาร์บอน (OC) ธาตุคาร์บอน (EC) โซเดียม (Na^+) แอมโมเนียม (NH_4^+) โพแทสเซียม (K^+) และแคลเซียม (Ca^{2+}) คลอไรด์ (Cl) ไนเตรท (NO_3) และ ซัลเฟต (SO_4^{2-}) และ สารประกอบอื่นๆ (Others species) โดยได้จากส่วนต่างของ PM_{10} กับผลรวมขององค์ประกอบรวม ที่ทำการศึกษาดังนี้

$$\text{Others species} = \text{PM}_{10} - \text{sum masses of measured species}$$

ซึ่งสารประกอบอื่นๆ นี้ อาจจะประกอบไปด้วย สิ่งที่เป็นองค์ประกอบของ เปลือกนอก เช่น เหล็ก (Fe) แมกนีเซียม (Mg) ซิลิกอน (Si) แมงกานีส (Mn) ไฮโดรเจนไอออน ที่ ได้รับจาก กรดซัลฟูริก (H_2SO_4) และพันธะของน้ำ (Kansuke และKanzuhiko, 2005)

จากนั้นนำความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมี มาหาค่าร้อยละของความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

3.2.3.4 การวิเคราะห์ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอน ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

โดยการตัดกระดาษกรองตัวอย่างห่อด้วยกระดาษอลูมิเนียม ส่งวิเคราะห์หาความเข้มข้นของอินทรีย์คาร์บอนและธาตุคาร์บอนที่ Research Center for Urban Environmental Technology & Management, Department of Civil & Structural Engineering, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China โดยใช้เครื่อง Thermal/Optical Carbon Analyzer DRI Model 2001 และวิเคราะห์คาร์บอน 7 ส่วน โดยวิธี Thermal optical reflectance (TOR) ตามพิธีสาร Interagency Monitoring of PROtected Visual Environments (IMPROVE) ทำการควบคุมคุณภาพโดยการวิเคราะห์ตัวอย่างซ้ำทุกตัวอย่างที่ 10 โดยสามารถจำแนกออกได้ดังนี้ (Cao และ คณะ, 2004)

1) อินทรีย์คาร์บอน 4 ส่วน โดยใช้อุณหภูมิในการเผาไหม้ดังนี้ OC1 (120 °C) OC2 (120-250 °C) OC3 (250-450 °C) และ OC4 (450-550 °C) ในสภาวะที่มีก๊าซฮีเลียมทั้งหมด

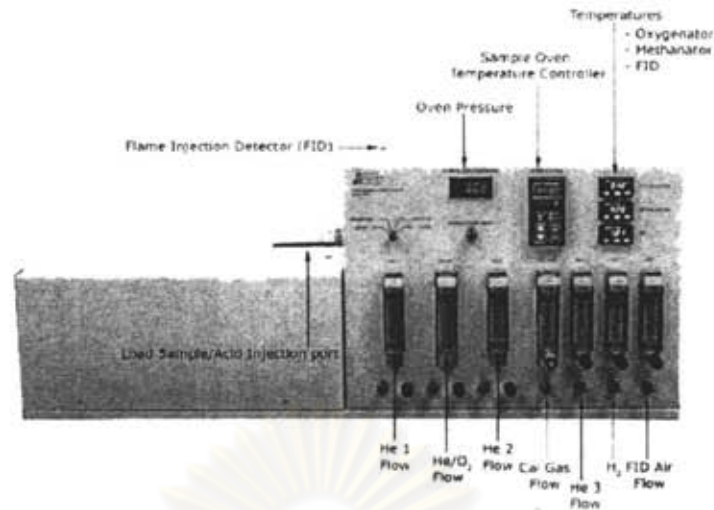
2) ธาตุคาร์บอน 3 ส่วน โดยใช้อุณหภูมิในการเผาไหม้ดังนี้ EC1 (550 °C) EC2 (700 °C) และ EC3 (800 °C) ในสภาวะที่มีก๊าซออกซิเจนร้อยละ 2 และ ก๊าซฮีเลียมร้อยละ 98

โดยวิธีนี้สารระเหยง่ายและคาร์บอนที่ถูกออกซิไดซ์บางส่วนจะถูกออกซิไดซ์เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ ในอุณหภูมิเริ่มต้นคือ 350 °C ซึ่งสารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile organic carbon; VOC) ออกมาที่อุณหภูมิ 350 °C อินทรีย์คาร์บอนที่เหลืออยู่ (Residual organic carbon) ที่เป็นส่วนประกอบของคาร์บอนจะถูกดึงออกมาในช่วงอุณหภูมิระหว่าง 350-600 °C ในสภาวะฮีเลียมทั้งหมด คาร์บอนเนตคาร์บอนจะถูกปล่อยออกมาหมดที่อุณหภูมิ 600 °C (Gelencser, 2005)

$$\text{โดย IMPROVE OC} = \text{OC1} + \text{OC2} + \text{OC3} + \text{OC4}$$

$$\text{EC} = \text{EC1} + \text{EC2} + \text{EC3}$$

$$\text{TC} = \text{OC} + \text{EC}$$



ภาพที่ 3.11 Thermal/Optical Carbon Analyzer DRI Model 2001

ที่มา: Desert Research Institute, 2005

3.2.3.4.1 การคำนวณความเข้มข้นขององค์ประกอบของคาร์บอน

จากสูตร

$$C_b = \frac{C_s \times A}{V}$$

- เมื่อ
- C_b = ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอน มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
 - C_s = ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอน มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร
 - A = พื้นที่ของกระดาษกรองส่วนที่รองรับฝุ่นละอองทั้งหมด (407.6 ตารางเซนติเมตร)
 - V = ปริมาตรอากาศที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างที่สภาวะมาตรฐาน มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร

3.2.3.4.2 การคำนวณอินทรีย์คาร์บอนขั้นที่ 2 (Secondary organic carbon, SOC)

การคำนวณ SOC (Castro และคณะ, 1999)

$$OC_{sec} = OC_{tot} - EC \times (OC/EC)_{min}$$

- โดย
- OC_{sec} = SOC มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
 - OC_{tot} = ความเข้มข้นของ OC มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
 - EC = ความเข้มข้นของ EC มีหน่วยเป็นไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร
 - $(OC/EC)_{min}$ = ค่าต่ำสุดของสัดส่วนของ OC/EC ในจุดตรวจวัดนั้น

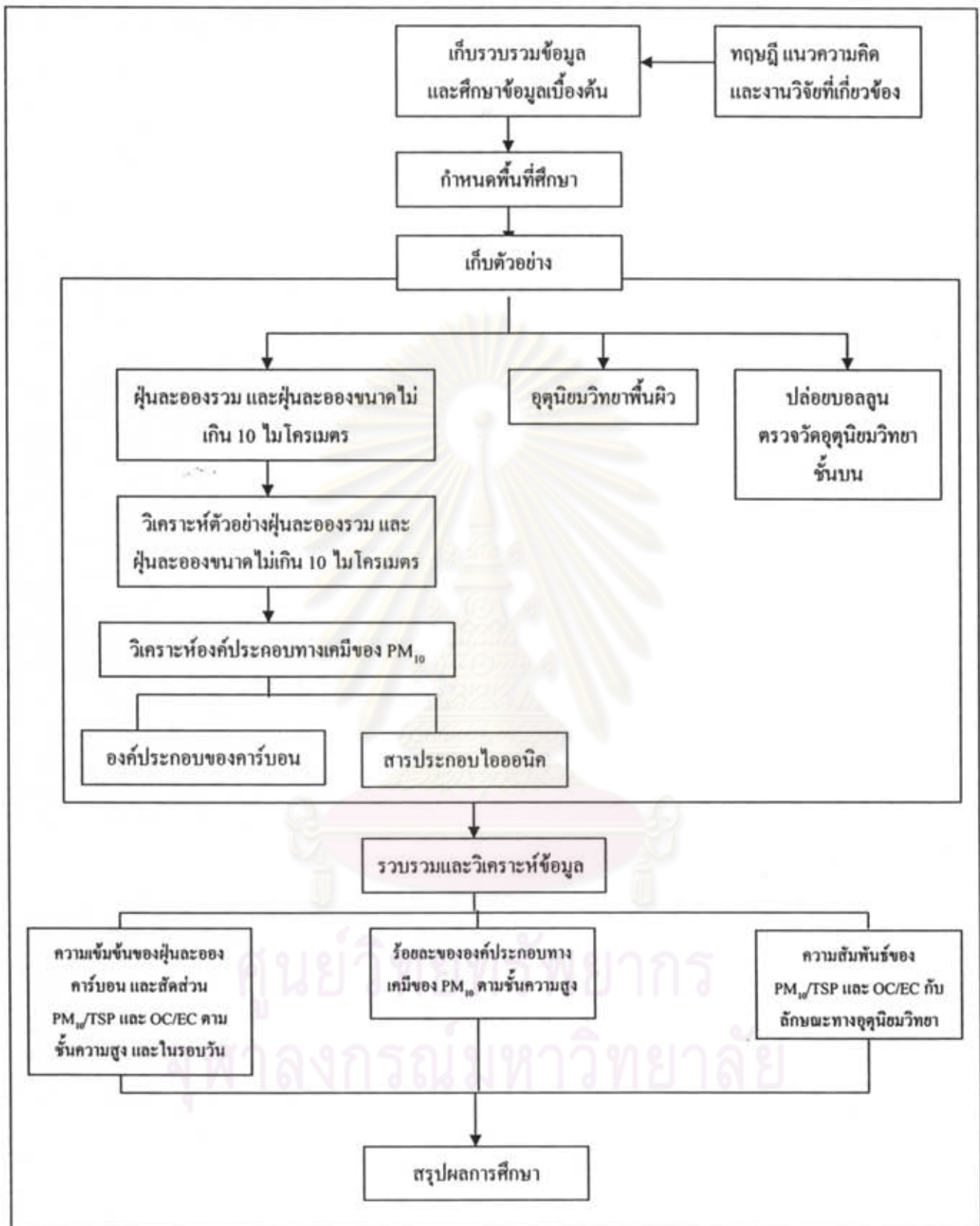
3.2.4 การรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.4.1 การรวบรวมข้อมูล

- 1) ข้อมูลทางอุตุนิยมหาวิทยาลัยพื้นผิว และอุตุนิยมหาวิทยาลัยชั้นบน ที่ทำการศึกษา
- 2) รวบรวมข้อมูลฝุ่นละอองรวม ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร องค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และองค์ประกอบของคาร์บอนในฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

3.2.4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

- 1) เปรียบเทียบความเข้มข้นของ PM_{10} TSP และสัดส่วน PM_{10}/TSP ตามระดับความสูง ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA)
- 2) เปรียบเทียบร้อยละขององค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามระดับความสูง ของพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA)
- 3) เปรียบเทียบความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอน ร้อยละของความเข้มข้นของคาร์บอน ได้แก่ คาร์บอนรวม อินทรีย์คาร์บอน และ ธาตุคาร์บอน และสัดส่วน OC/EC ในฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามระดับความสูง ด้วยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA)
- 4) หาความสัมพันธ์ของสัดส่วนฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตรและฝุ่นละอองรวม (PM_{10}/TSP) สัดส่วนของอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน (OC/EC) กับข้อมูลทางอุตุนิยวิทยา และระดับความสูงผสม ตามระดับความสูง ของพื้นที่ทำการศึกษา โดยใช้สถิติ pearson correlation



ภาพที่ 3.12 แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน

บทที่ 4

ผลและวิจารณ์ผลการศึกษา

4.1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น และสัดส่วนของฝุ่นละออง ในรอบวัน ตามชั้นความสูง

4.1.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม (TSP) และฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM_{10})

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} แบบต่อเนื่องเป็นเวลา 3 วัน และความเข้มข้นในรอบวันเฉลี่ย ตามชั้นความสูง 3 ระดับคือ ชั้นล่าง ชั้นกลาง และชั้นบน ใน 3 พื้นที่ศึกษา คือ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร และ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

4.1.1.1 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละออง ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 ในแต่ละชั้นความสูงของพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่า ความเข้มข้นของ TSP เฉลี่ย ชั้นบนมีค่าสูงสุด คือ 48.5 ± 9.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และชั้นกลาง มีค่าต่ำสุด คือ 35.9 ± 5.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของ PM_{10} เฉลี่ย พบว่า ชั้นบน มีค่าสูงสุด คือ 46.6 ± 14.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และชั้นกลาง มีค่าต่ำสุด คือ 41.3 ± 6.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของ TSP ในรอบวันเฉลี่ย พบว่า ชั้นบน มีค่าสูงสุด คือ 53.8 ± 8.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. และ ชั้นกลาง มีค่าต่ำสุด คือ 34.5 ± 0.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 03.00-09.00 น. ความเข้มข้นของ PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย พบว่า ชั้นบน มีค่าสูงสุด คือ 58.7 ± 9.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 12.00-15.00 น. ชั้นล่าง มีค่าต่ำสุด คือ 34.5 ± 11.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 21.00-00.00 น. รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

1) ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละออง ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณศาลาฟ้าชั้น 8 โรงแรมโนโวเทล เซ็นทารา หาดใหญ่ พบว่า ความเข้มข้นของ TSP มีค่า 33.4-54.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 44.1 ± 5.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเข้มข้นของ PM_{10} มีค่า 24.2-64.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ย 42.5 ± 11.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4.1

ผลการตรวจ วัดฝุ่นละอองในรอบวันเฉลี่ย พบว่า TSP ชั้นล่าง มีค่าสูงสุด 47.8 ± 5.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 03.00-09.00 น. และมีค่าต่ำสุด 40.8 ± 7.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1) ส่วน PM_{10} มีค่าสูงสุด 48.8 ± 13.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 18.00-21.00 น. และมีค่าต่ำสุด 34.5 ± 11.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 21.00-00.00 น. (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

2) ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละออง ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณศาลฟ้าชั้น 13 โรงแรมลีการ์เด็นท์ พลาซ่า พบว่า ความเข้มข้นของ TSP มีค่า 28.2-48.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 35.9 ± 5.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเข้มข้นของ PM_{10} มีค่า 32.8-58.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ย 41.3 ± 6.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4.1

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละอองในรอบวันเฉลี่ย พบว่า TSP มีค่าสูงสุด 38.2 ± 10.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. และมีค่าต่ำสุด 34.5 ± 0.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 03.00-09.00 น. (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1) ส่วน PM_{10} มีค่าสูงสุด 46.1 ± 3.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 06.00-09.00 น. และมีค่าต่ำสุด 38.6 ± 7.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 00.00-03.00 น. (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

3) ชั้นบน

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละออง ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณศาลฟ้าชั้น 34 โรงแรมลีการ์เด็นท์ พลาซ่า พบว่า ความเข้มข้นของ TSP มีค่า 34.0-61.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 48.5 ± 9.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเข้มข้นของ PM_{10} มีค่า 15.7-68.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ย 46.6 ± 14.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4.1

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละอองในรอบวันเฉลี่ย พบว่า TSP มีค่าสูงสุด 53.8 ± 8.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. และมีค่าต่ำสุด 41.8 ± 3.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 03.00-09.00 น. (ตารางที่ 4.1, ภาพที่ 4.1) ส่วน PM_{10} มีค่าสูงสุด 58.7 ± 9.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 12.00-15.00 น. และมีค่าต่ำสุด 36.2 ± 20.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 09.00-12.00 น. (ตารางที่ 4.2, ภาพที่ 4.2)

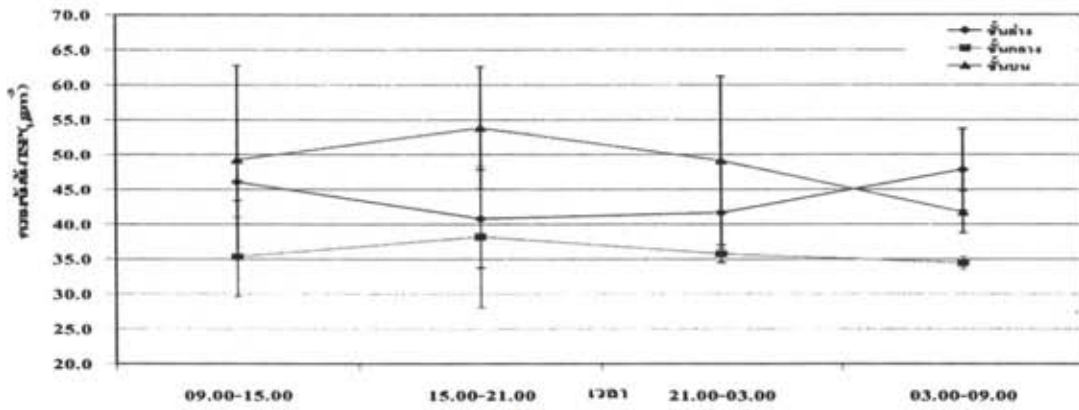
ตารางที่ 4.1 ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของ TSP และ PM₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

พื้นที่ศึกษา	TSP (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		PM ₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย ±SD	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย ±SD
ชั้นล่าง	33.4-54.5	44.1±5.9 ^a	24.2-64.5	42.5±11.0 ^a
ชั้นกลาง	28.2-48.5	35.9±5.2 ^b	32.8-58.1	41.3±6.0 ^a
ชั้นบน	34.0-61.5	48.5±9.8 ^a	15.7-68.4	46.6±14.1 ^a

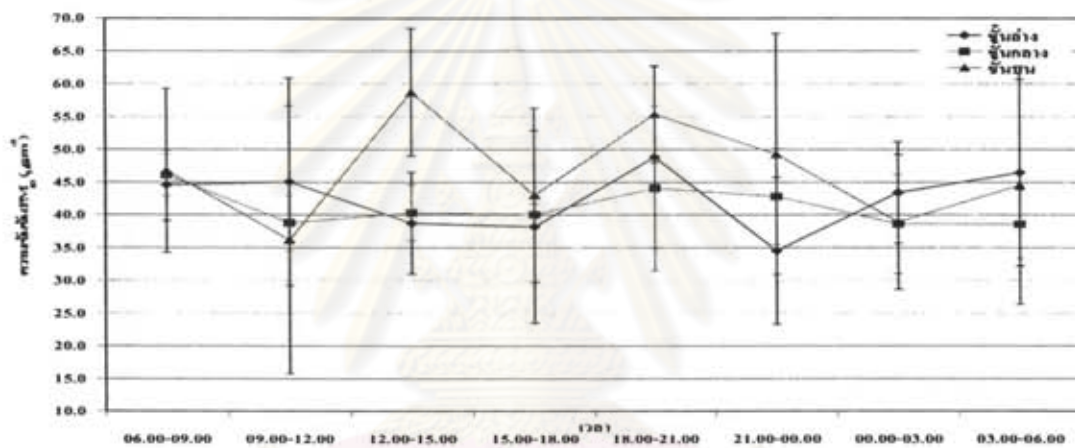
หมายเหตุ: ^{a,b} คือความเข้มข้นเฉลี่ยของ TSP และ PM₁₀ ระหว่างชั้นความสูงที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.2 ความเข้มข้นของของ TSP และ PM₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

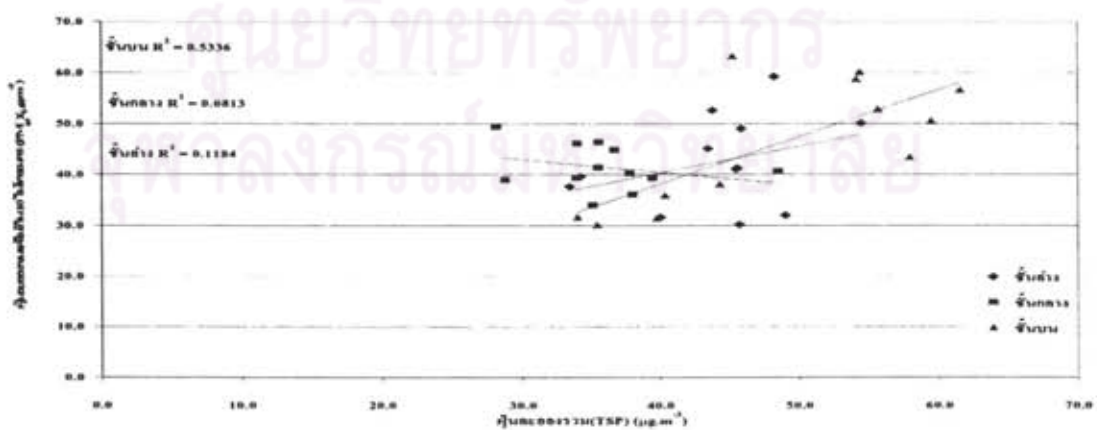
ความเข้มข้นของ TSP ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
09.00-15.00 น.	46.1±2.7	35.3±5.7	49.3±13.5
15.00-21.00 น.	40.8±7.0	38.2±10.2	53.8±8.8
21.00-03.00 น.	41.6±7.1	35.8±0.8	49.1±12.1
03.00-09.00 น.	47.8±5.8	34.5±0.9	41.8±3.0
ความเข้มข้นของ PM ₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
06.00-09.00 น.	44.6±5.4	46.1±3.2	46.8±12.5
09.00-12.00 น.	45.1±15.8	38.8±4.2	36.2±20.5
12.00-15.00 น.	38.7±7.8	40.3±4.2	58.7±9.7
15.00-18.00 น.	38.2±14.7	40.1±1.6	43.0±13.3
18.00-21.00 น.	48.8±13.8	44.1±12.6	55.4±7.4
21.00-00.00 น.	34.5±11.2	42.8±7.3	49.3±18.3
00.00-03.00 น.	43.4±7.8	38.6±7.6	38.9±10.3
03.00-06.00 น.	46.5±14.2	38.6±5.2	44.5±18.2



ภาพที่ 4.1 ความเข้มข้นของ TSP ในรอบวันเฉลี่ย (ไม่โครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา



ภาพที่ 4.2 ความเข้มข้นของ PM₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา



ภาพที่ 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่าง TSP กับ PM₁₀ บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

จากการพิจารณาทางสถิติ ความเข้มข้นของ TSP ตามระดับความสูงที่ศึกษา พบว่า ชั้นกลาง พบค่าเฉลี่ยต่ำสุด ซึ่งมีค่าแตกต่างกับชั้นล่างและชั้นบนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เนื่องจาก ชั้นกลางมีความปั่นป่วนทางกายภาพ (Mechanical turbulence) ซึ่งเกิดจากลักษณะทางกายภาพที่เกิดจากตำแหน่งของสิ่งก่อสร้างคือจุดตรวจวัดอยู่หลังอาคารสูง (วราวุธ เสือดี, 2542) จึงเกิดกระแสลมแรงมากกว่าชั้นอื่น เป็นเหตุให้เกิดการเจือจางมลสาร (วงค์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, นิตยา มหาผล และ วีระ เกรอด, 2543) ส่งผลให้ TSP ซึ่งมีความสามารถในการแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้ไม่เกิน 2-3 นาที มีความเข้มข้นต่ำกว่า PM_{10} ส่วนความเข้มข้นของ PM_{10} ตามระดับความสูงที่ศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยภาพรวมการตรวจวัดความเข้มข้นของฝุ่นละอองตามระดับความสูง ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ มีค่าไม่สูง เนื่องจากในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา มีความชื้นสูงและมีฝนตกในบางช่วงเวลา จึงไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองในแต่ละชั้นที่ทำการศึกษาได้อย่างชัดเจน

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่าง TSP กับ PM_{10} ทั้ง 3 ระดับชั้นความสูง ในอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่า ชั้นบนมีค่า R^2 สูงสุด คือ 0.534 อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และชั้นกลาง มีค่า R^2 ต่ำสุด คือ 0.080 ชั้นล่างก็มีค่าต่ำเช่นกัน ดังภาพที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ที่ชั้นบนมีความสัมพันธ์กัน ส่วนชั้นล่าง และ ชั้นกลาง ไม่มีความสัมพันธ์กัน สืบเนื่องมาจากอิทธิพลทางกายภาพของจุดตรวจวัด คือในชั้นกลางมีอาคารขวางทำให้เกิดกระแสลมวนไหลและชั้นล่าง เป็นช่องอาคาร เกิดจากลมตัวของฝุ่นละออง เป็นเหตุให้ TSP และ PM_{10} ในชั้นล่างและชั้นกลาง ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

พิจารณาความเข้มข้นในรอบวันเฉลี่ยจะเห็นได้ว่า TSP ในชั้นกลางและชั้นบน จะมีค่าสูงในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. ชั้นล่าง มีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 03.00-09.00 น. และ PM_{10} มีแนวโน้มค่าสูงสุดไม่ชัดเจนในทุกความสูง คือค่าสูงสุดจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาที่แตกต่างกันตามระดับความสูง ซึ่งจากการพิจารณาลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา พบว่าปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา ไม่มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจบอกได้ว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ตรวจวัดในพื้นที่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 เกิดการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน โดยมาจากปัจจัยอื่น เช่น จากแหล่งกำเนิด หรือ ลักษณะทางกายภาพของจุดตรวจวัด ซึ่งช่วงเวลาที่พบความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงสุดเป็นช่วงเวลาที่มีการจราจรหนาแน่นกว่าช่วงเวลาอื่น

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ต่อความสูง 1 เมตร คือการหาค่าเกรเดียนท์ของฝุ่นละออง คืออัตราส่วนระหว่างฝุ่นละอองที่เปลี่ยนแปลงต่อระยะทางที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเกรเดียนท์ที่มีค่าเป็นบวก แสดงว่ามีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น เกรเดียนท์ที่มีค่าเป็นลบ แสดงว่ามีปริมาณลดลงเมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น (เอกสารประกอบการสอน

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542 จากนั้นนำมาหาค่าในรอบวันเฉลี่ย ของพื้นที่ศึกษานี้ พบว่า ความเข้มข้นของ TSP ต่อเมตรที่ชั้นล่าง-ชั้นกลางมีค่าลดลงตามความสูงมากกว่า PM₁₀ ในทุกช่วงเวลา แต่ในช่วงความสูงชั้นกลาง-ชั้นบน ความเข้มข้นของ TSP ต่อเมตรกลับมีค่าเพิ่มขึ้นตามความสูงมากกว่า PM₁₀ ในทุกช่วงเวลา และค่าเฉลี่ยรวมของ TSP และ PM₁₀ เพิ่มขึ้นตามระดับความสูงจากชั้นล่าง-ชั้นบน ด้วยอัตรา 0.05 และ 0.04 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ต่อความสูง 1 เมตร ดังตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของ TSP และ PM₁₀ ต่อเมตร ที่ความสูงชั้นล่าง-ชั้นบนมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับความสูงและมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน เนื่องจากความเข้มข้นของ TSP และ PM₁₀ ที่ตรวจวัดได้ในพื้นที่นี้มีค่าไม่สูง เป็นผลมาจากอิทธิพลจากฝุ่น และปัจจัยทางกายภาพของพื้นที่ตรวจวัดที่ทำให้เกิดความปั่นป่วนทางกายภาพ ทำให้ฝุ่นละอองที่ตรวจวัดในชั้นกลางมีค่าต่ำสุด

ตารางที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ TSP และ PM₁₀ (µg/m³) ต่อความสูง 1 เมตร ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 พื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

เวลา	ชั้นล่าง-ชั้นกลาง		ชั้นกลาง-ชั้นบน		ชั้นล่าง-ชั้นบน	
	TSP	PM ₁₀	TSP	PM ₁₀	TSP	PM ₁₀
09.00-15.00 น.	-0.36	-0.08	0.21	0.12	0.03	0.06
15.00-21.00 น.	-0.09	-0.05	0.24	0.11	0.14	0.06
21.00-03.00 น.	-0.20	0.09	0.21	0.04	0.08	0.05
03.00-09.00 น.	-0.45	-0.11	0.11	0.02	-0.06	-0.02
ค่าเฉลี่ย	-0.27	-0.03	0.19	0.07	0.05	0.04

4.1.1.2 พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละออง ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ในแต่ละชั้นความสูงของพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร พบว่า ความเข้มข้นของ TSP เฉลี่ย ชั้นล่าง มีค่าสูงสุด คือ 140.0±22.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และชั้นบน มีความเข้มข้นต่ำสุด คือ 112.0±12.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของ PM₁₀ เฉลี่ย ชั้นล่าง มีค่าสูงสุด คือ 118.7±21.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และชั้นบน มีความเข้มข้นต่ำสุด คือ 111.9±17.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของ TSP ในรอบวันเฉลี่ย ทั้ง 3 ระดับความสูง พบว่า ชั้นล่าง มีค่าสูงสุด คือ 160.5±20.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. ส่วนชั้นบน มีค่าต่ำสุด 100.9±9.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 03.00-09.00 น. ความเข้มข้นของ PM₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย พบว่า ชั้นล่าง มีค่าสูงสุด 148.8±22.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 21.00-00.00 น. ส่วนชั้นบน มีค่าต่ำสุด 91.1±3.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์

เมตร ในช่วงเวลา 03.00-06.00 น. รายละเอียดของผลการตรวจวัดในแต่ละชั้นความสูง ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1) ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละออง ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้า อาคารจอดรถชั้น 10 โรงแรมใบหยกสุท (ใบหยก 1) พบว่า ความเข้มข้นของ TSP มีค่า 106.4-180.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 140.0 ± 22.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเข้มข้นของ PM_{10} มีค่า 88.4-164.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ย 118.7 ± 21.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4.4

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละอองในรอบวันเฉลี่ย พบว่า TSP เฉลี่ย มีค่าสูงสุด 160.5 ± 20.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. และมีค่าต่ำสุด 120.5 ± 12.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 03.00-09.00 น. (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.4) ส่วน PM_{10} เฉลี่ย มีค่าสูงสุด 148.8 ± 22.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 21.00-00.00 น. และมีค่าต่ำสุด 102.9 ± 14.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 06.00-09.00 น. (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

2) ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละออง ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้า โรงแรมใบหยกสุท (ใบหยก 1) พบว่า ความเข้มข้นของ TSP มีค่า 94.6-160.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 127.5 ± 21.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเข้มข้นของ PM_{10} มีค่า 78.1-156.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ย 113.0 ± 18.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4.4

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละอองในรอบวันเฉลี่ย พบว่า TSP เฉลี่ย มีค่าสูงสุด 145.4 ± 18.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. และมีค่าต่ำสุด 108.1 ± 7.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 03.00-09.00 น. (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.4) ส่วน PM_{10} เฉลี่ย มีค่าสูงสุด 135.6 ± 19.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 09.00-12.00 น. และมีค่าต่ำสุด 95.2 ± 3.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 21.00-00.00 น. (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

3) ชั้นบน

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละออง ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้า โรงแรมใบหยกสกาย (ใบหยก 2) พบว่า ความเข้มข้นของ TSP มีค่า 92.3-127.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 112.0 ± 12.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเข้มข้นของ PM_{10} มีค่า 81.0-175.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ย 111.9 ± 17.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4.4

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละอองในรอบวันเฉลี่ย พบว่า TSP เฉลี่ย มีค่าสูงสุด 121.8 ± 12.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. และมีค่าต่ำสุด 100.9 ± 9.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 03.00-09.00 น. (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.4) ส่วน PM_{10} เฉลี่ย มีค่าสูงสุด 140.3 ± 28.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 21.00-00.00 น. และมีค่าต่ำสุด 91.1 ± 3.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 03.00-06.00 น. (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5)

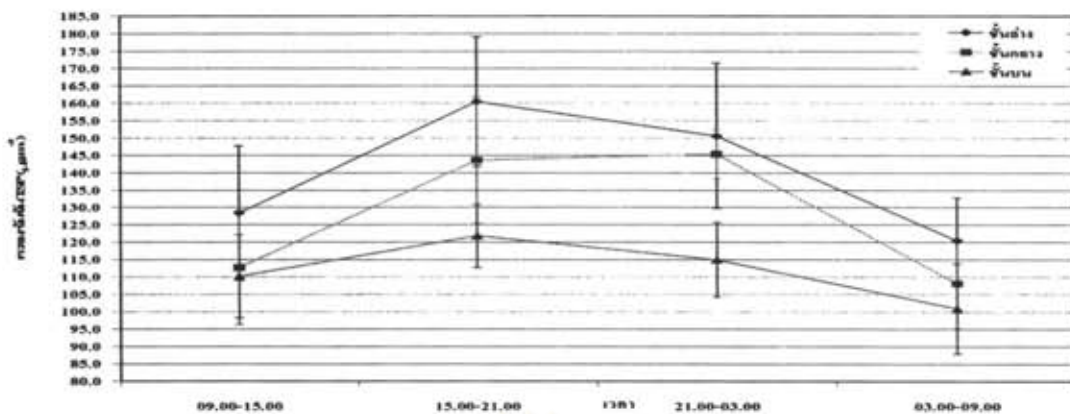
ตารางที่ 4.4 ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

พื้นที่ศึกษา	TSP (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		PM_{10} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD
ชั้นล่าง	106.4-180.2	140.0 ± 22.9^a	88.4-164.6	118.7 ± 21.1^a
ชั้นกลาง	94.6-160.8	127.5 ± 21.6^b	78.1-156.6	113.0 ± 18.6^a
ชั้นบน	92.3-127.7	112.0 ± 12.5^c	81.0-175.7	111.9 ± 17.3^a

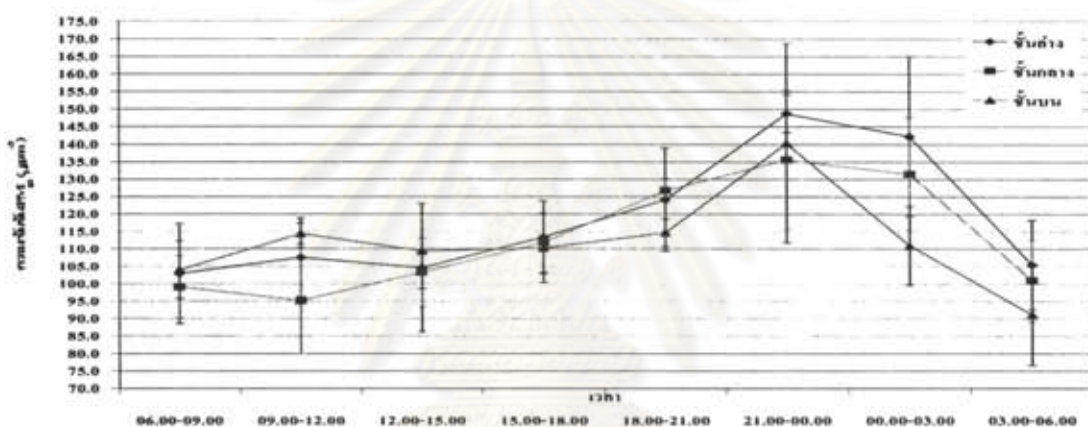
หมายเหตุ: ^{abc} คือความเข้มข้นเฉลี่ยของ TSP และ PM_{10} ระหว่างชั้นความสูงที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.5 ความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

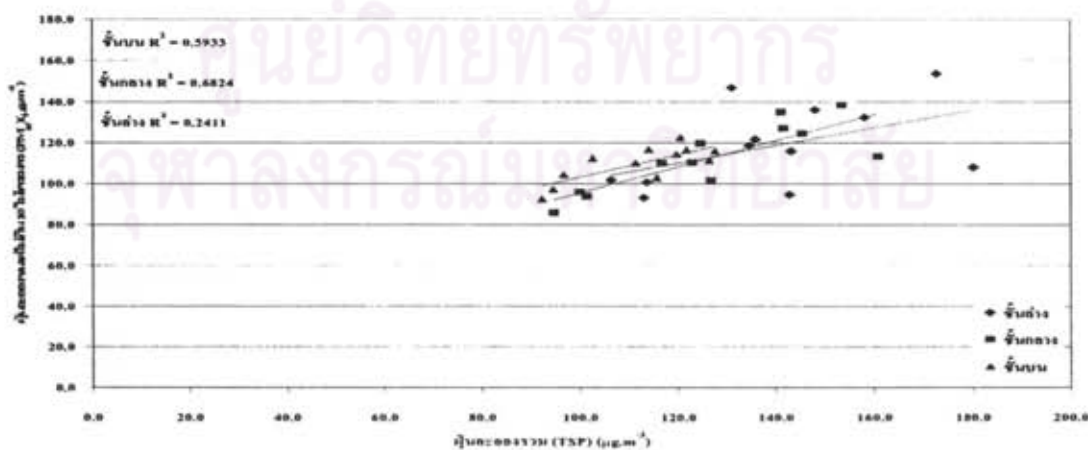
ความเข้มข้นของ TSP ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
09.00-15.00 น.	128.4 ± 19.4	112.7 ± 16.4	110.2 ± 12.0
15.00-21.00 น.	160.5 ± 18.6	143.6 ± 18.1	121.8 ± 9.1
21.00-03.00 น.	150.6 ± 20.9	145.4 ± 7.0	115.0 ± 10.8
03.00-09.00 น.	120.5 ± 12.3	108.1 ± 12.9	100.9 ± 12.9
ความเข้มข้นของ PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
06.00-09.00 น.	102.9 ± 14.3	99.1 ± 8.9	104.0 ± 8.3
09.00-12.00 น.	107.5 ± 11.3	95.2 ± 15.2	114.4 ± 3.0
12.00-15.00 น.	104.6 ± 18.5	103.3 ± 9.8	109.4 ± 10.7
15.00-18.00 น.	113.4 ± 10.4	111.8 ± 8.3	110.2 ± 9.9
18.00-21.00 น.	124.2 ± 14.8	126.8 ± 3.4	114.7 ± 3.9
21.00-00.00 น.	148.8 ± 5.4	135.6 ± 19.8	140.3 ± 28.4
00.00-03.00 น.	142.3 ± 22.8	131.5 ± 16.1	110.9 ± 11.3
03.00-06.00 น.	105.5 ± 12.8	101.0 ± 11.7	91.1 ± 14.4



ภาพที่ 4.4 ความเข้มข้นของ TSP ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 4.5 ความเข้มข้นของ PM₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 4.6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R²) ระหว่าง TSP กับ PM₁₀ บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

จากการพิจารณาทางสถิติ พบว่า ความเข้มข้นของ TSP ตามระดับความสูงที่ศึกษา มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนความเข้มข้นของ PM_{10} ตามระดับความสูงที่ศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่าง TSP กับ PM_{10} ทั้ง 3 ระดับชั้นความสูง ในเขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร พบว่า ชั้นกลางมีค่า R^2 สูงสุด คือ 0.682 รองลงมาคือชั้นบน มีค่า 0.594 ซึ่งมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนชั้นล่าง มีค่า R^2 ต่ำสุด คือ 0.241 ดังภาพที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง TSP และ PM_{10} แสดงให้เห็นว่ามาจากแหล่งเดียวกันในกรณีที่มีค่า R^2 สูง กรณีที่ ค่า R^2 ต่ำ แสดงว่ามีแหล่งกำเนิดของ TSP และ PM_{10} แตกต่างกัน ในกรณีนี้ชั้นล่าง น่าจะมีแหล่งกำเนิดของ TSP มาก เช่นมาจากฝุ่นดิน การก่อสร้าง ส่งผลให้ ความสัมพันธ์ระหว่าง TSP และ PM_{10} มีค่า R^2 ต่ำ

ความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย เป็นไปในทิศทางเดียวกันคือแปรผกผันตามความสูง คือจะพบว่าความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} มีค่าลดลงเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น และพบว่า TSP มีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. ส่วน PM_{10} มีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 21.00-00.00 น. เนื่องมาจาก ในช่วงเวลาดังกล่าว มีความเร็วลมเฉลี่ยในช่วงเวลานั้นต่ำกว่าช่วงเวลาอื่น จากการพิจารณาจะพบว่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่ตรวจพบทุกระดับความสูง แปรผกผันกับความเร็วลม คือเมื่อความเร็วลมมีค่าสูง จะพบความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} มีค่าต่ำ

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ต่อความสูง 1 เมตร และความเข้มข้นของฝุ่นละอองต่อเมตรในรอบวันเฉลี่ย ของพื้นที่ศึกษานี้ พบว่า ความเข้มข้นของ TSP ต่อเมตรที่ชั้นล่าง-ชั้นกลาง และชั้นกลาง-ชั้นบนลดลงตามความสูงมากกว่า PM_{10} ในทุกช่วงเวลา และค่าเฉลี่ยรวมของ TSP และ PM_{10} ลดลงตามระดับความสูง จากชั้นล่าง-ชั้นบน ด้วยอัตรา 0.10 และ 0.03 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ต่อความสูง 1 เมตร จะเห็นได้ว่าอัตราการลดลงของ TSP มีค่ามากกว่า PM_{10} ดังตารางที่ 4.6 ซึ่งมีผลเหมือนกับการศึกษาการกระจายตัวของฝุ่นละอองตามระดับความสูงในเขตเมืองของฮ่องกง (Chan และ Kwok, 2000) เป็นไปตามทฤษฎี ฝุ่นขนาดเล็กจะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานกว่าฝุ่นขนาดใหญ่เนื่องจากมีความเร็วในการตกตัวต่ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) ทำให้ PM_{10} มีอัตราการลดลงตามความสูงต่ำกว่า TSP

ตารางที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ TSP และ PM₁₀ (µg/m³) ต่อความสูง 1 เมตร ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

เวลา	ชั้นล่าง-ชั้นกลาง		ชั้นกลาง-ชั้นบน		ชั้นล่าง-ชั้นบน	
	TSP	PM ₁₀	TSP	PM ₁₀	TSP	PM ₁₀
09.00-15.00 น.	-0.13	-0.06	-0.01	0.07	-0.06	0.02
15.00-21.00 น.	-0.14	0.00	-0.13	-0.04	-0.13	-0.02
21.00-03.00 น.	-0.11	-0.10	-0.18	-0.10	-0.12	-0.10
03.00-09.00 น.	-0.10	-0.03	-0.04	-0.01	-0.07	-0.02
ค่าเฉลี่ย	-0.10	-0.05	-0.09	-0.02	-0.10	-0.03

4.1.1.3 พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละออง ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ในแต่ละชั้นความสูงของพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ความเข้มข้นของ TSP เฉลี่ย ชั้นกลาง มีค่าสูงสุด คือ 108.4±19.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และ ชั้นบน มีค่าต่ำสุด คือ 92.6±27.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของ PM₁₀ เฉลี่ย พบว่า ชั้นกลาง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 110.3±33.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เช่นเดียวกับ TSP ส่วนชั้นล่างและ ชั้นบน มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน คือ 92.0±29.4 และ 91.9±30.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของ TSP ในรอบวันเฉลี่ย พบว่า ชั้นกลาง มีค่าสูงสุด คือ 118.2±31.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 09.00-15.00 น. และ ชั้นบน มีค่าต่ำสุด คือ 76.5±9.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-22.00 น. ความเข้มข้นของ PM₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย พบว่า ชั้นกลาง มีค่าสูงสุด คือ 120.7±38.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 09.00-12.00 น. และ ชั้นล่าง มีค่าต่ำสุด คือ 62.9±0.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-18.00 น. รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

1) ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละออง ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้าอาคารจอตรด โรงแรมเซ็นทารา ดวงตะวัน พบว่า ความเข้มข้นของ TSP มีค่า 65.4-136.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 101.1±21.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเข้มข้นของ PM₁₀ มีค่า 52.4-149.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 92.0±29.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4.7

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละอองในรอบวันเฉลี่ย พบว่า TSP เฉลี่ย มีค่าสูงสุด 109.4 ± 35.7 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 09.00-15.00 น. และมีค่าต่ำสุด 91.2 ± 8.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.7) ส่วน PM_{10} เฉลี่ย มีค่าสูงสุด 113.0 ± 40.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 21.00-00.00 น. และมีค่าต่ำสุด 62.9 ± 0.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-18.00 น. (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

2) ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละออง ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณอาคารฟ้า โรงแรมอิมพีเรียลแม่ปิ้ง พบว่า ความเข้มข้นของ TSP มีค่า $85.7-152.3$ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 108.4 ± 19.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเข้มข้นของ PM_{10} มีค่า $64.8-160.9$ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 106.3 ± 27.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4.7

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละอองในรอบวันเฉลี่ย พบว่า TSP มีค่าสูงสุด 118.2 ± 31.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 09.00-15.00 น. และมีค่าต่ำสุด 97.4 ± 11.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 03.00-09.00 น. (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.7) ส่วน PM_{10} มีค่าสูงสุด 120.7 ± 38.0 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 09.00-12.00 น. และมีค่าต่ำสุด 87.8 ± 32.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-18.00 น. (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

3) ชั้นบน

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละออง ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณอาคารฟ้า โรงแรมเซ็นทารา ดวงตะวัน พบว่า ความเข้มข้นของ TSP มีค่า $61.9-133.8$ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 86.8 ± 19.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และความเข้มข้นของ PM_{10} มีค่า $49.4-154.4$ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีค่าเฉลี่ย 89.8 ± 28.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4.7

ผลการตรวจวัด ฝุ่นละอองในรอบวันเฉลี่ย พบว่า TSP เฉลี่ย มีค่าสูงสุด 102.4 ± 32.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 09.00-15.00 น. และมีค่าต่ำสุด 76.5 ± 9.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.7) ส่วน PM_{10} เฉลี่ย มีค่าสูงสุด 116.1 ± 46.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 09.00-12.00 น. และมีค่าต่ำสุด 69.0 ± 12.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 18.00-21.00 น. (ตารางที่ 4.8, ภาพที่ 4.8)

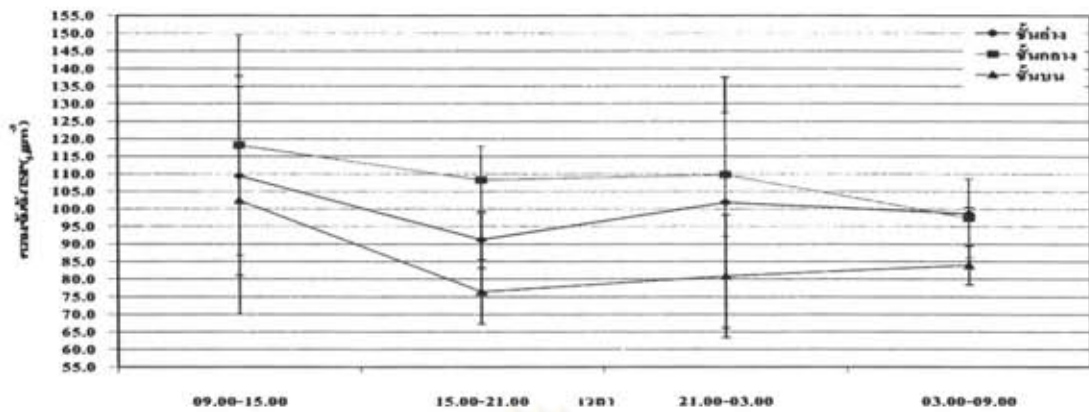
ตารางที่ 4.7 ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของ TSP และ PM₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

พื้นที่ศึกษา	TSP (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		PM ₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)	
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย ±SD	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย ±SD
ชั้นล่าง	65.4-136.8	101.1±21.6 ^a	52.4-149.8	92.0±29.4 ^a
ชั้นกลาง	85.7-152.3	108.4±19.0 ^a	64.8-160.9	106.3±27.1 ^a
ชั้นบน	61.9-133.8	86.8±19.8 ^b	49.4-154.4	89.8±28.8 ^a

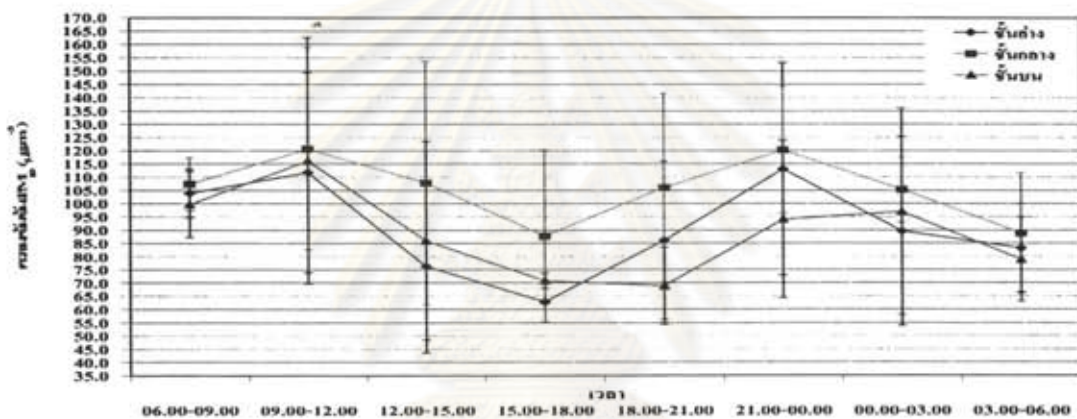
หมายเหตุ: ^{a,b} คือความเข้มข้นเฉลี่ยของ TSP และ PM₁₀ ระหว่างชั้นความสูงที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.8 ความเข้มข้นของ TSP และ PM₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

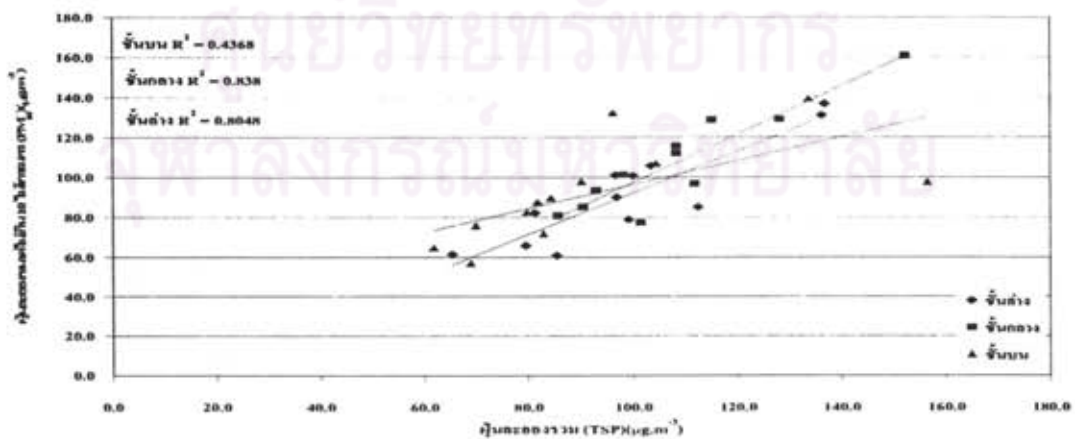
ความเข้มข้นของ TSP ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
09.00-15.00 น.	109.4±28.4	118.2±31.4	102.4±32.4
15.00-21.00 น.	91.2±8.1	108.3±9.6	76.5±9.2
21.00-03.00 น.	101.9±35.7	109.8±17.6	80.8±17.5
03.00-09.00 น.	98.7±1.8	97.4±11.3	84.0±5.5
ความเข้มข้นของ PM ₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)			
เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
06.00-09.00 น.	103.9±9.2	107.3±10.0	99.7±12.4
09.00-12.00 น.	111.7±37.8	120.7±38.0	116.1±46.4
12.00-15.00 น.	76.3±32.7	107.8±45.8	86.0±37.5
15.00-18.00 น.	62.9±0.8	87.8±32.6	70.8±2.9
18.00-21.00 น.	86.1±30.0	106.0±35.6	69.0±14.6
21.00-00.00 น.	113.0±40.1	120.2±23.9	94.1±29.8
00.00-03.00 น.	89.6±35.7	105.3±12.3	97.0±39.0
03.00-06.00 น.	83.2±16.8	88.9±22.8	79.0±16.0



ภาพที่ 4.7 ความเข้มข้นของ TSP ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 4.8 ความเข้มข้นของ PM₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่



ภาพที่ 4.9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่าง TSP กับ PM₁₀ บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

เมื่อพิจารณาแนวโน้มของค่าความเข้มข้นของ TSP ชั้นล่างและชั้นบน มีลักษณะแปรผกผันกับความสูง คือมีความเข้มข้นลดลงตามระดับความสูง แต่ PM_{10} แปรผันตามความสูง คือมีความเข้มข้นสูงขึ้นตามระดับความสูง เหตุผลในการไม่นำแนวโน้มของฝุ่นละอองทั้งสองชนิดในชั้นกลางมาพิจารณา เนื่องจากบริเวณจุดเก็บตัวอย่างชั้นกลาง ตั้งอยู่ใกล้ปล่องระบาย ทำให้ตรวจพบความเข้มข้นของฝุ่นละอองสูงกว่าชั้นอื่นๆ จึงไม่เหมาะในการนำมาวิเคราะห์แนวโน้มระหว่างความเข้มข้นของฝุ่นละอองตามระดับความสูง

จากการพิจารณาทางสถิติ พบว่า ความเข้มข้นของ TSP ตามระดับความสูงที่ศึกษา ชั้นบนมีค่าแตกต่างกับชั้นล่าง และชั้นกลางอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนความเข้มข้นของ PM_{10} ตามระดับความสูงที่ศึกษา พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของ PM_{10} ลดลงตามระดับความสูงไม่มาก ส่วน TSP ลดลงตามระดับความสูงมากจนแสดงความแตกต่างทางสถิติ เมื่อหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่าง TSP กับ PM_{10} ตามระดับความสูง ในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ชั้นกลางมีค่า R^2 สูงสุด คือ 0.839 และชั้นบนมีค่า R^2 ต่ำสุด คือ 0.795 ดังภาพที่ 4.9 เมื่อพิจารณาค่าความสัมพันธ์ จะเห็นได้ว่า ทั้งสามระดับชั้นมีความสัมพันธ์ระหว่าง TSP และ PM_{10} สูง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($R^2 > 0.8$) แสดงว่า TSP และ PM_{10} ในแต่ละชั้นความสูงมาจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน (Duan และคณะ, 2005)

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ต่อความสูง 1 เมตร และความเข้มข้นของฝุ่นละอองต่อเมตรในรอบวันเฉลี่ย ของพื้นที่ศึกษานี้ พบว่า ความเข้มข้นของ PM_{10} ต่อเมตรที่ชั้นล่าง-ชั้นกลางมีค่าเพิ่มขึ้นตามความสูงมากกว่า TSP ในทุกช่วงเวลา และในช่วงความสูงชั้นกลาง-ชั้นบน ความเข้มข้นของ TSP ต่อเมตร มีค่าลดลงตามความสูงมากกว่า PM_{10} ในทุกช่วงเวลา และค่าเฉลี่ยรวมของ TSP และ PM_{10} ลดลงตามระดับความสูงจากชั้นล่าง-ชั้นบนด้วยอัตรา 0.13 และ 0.01 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ต่อความสูง 1 เมตร ดังตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้นของ PM_{10} มีอัตราการลดลงตามระดับความสูง ต่ำกว่า TSP ซึ่งมีผลเหมือนกับการศึกษาการกระจายตัวของฝุ่นละอองตามระดับความสูงในเขตเมืองของฮ่องกง (Chan และ Kwok, 2000) เนื่องจากคุณสมบัติการแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศของ PM_{10} มีสูงกว่า TSP (กรมควบคุมมลพิษ, 2552)

ตารางที่ 4.9 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ TSP และ PM₁₀ (µg/m³) ต่อความสูง 1 เมตร ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

เวลา	ชั้นล่าง-ชั้นกลาง		ชั้นกลาง-ชั้นบน		ชั้นล่าง-ชั้นบน	
	TSP	PM ₁₀	TSP	PM ₁₀	TSP	PM ₁₀
09.00-15.00 น.	0.22	0.51	-0.23	-0.19	-0.06	0.06
15.00-21.00 น.	0.43	0.69	-0.46	-0.42	-0.13	-0.02
21.00-03.00 น.	0.20	0.29	-0.41	-0.25	-0.19	-0.05
03.00-09.00 น.	-0.03	0.11	-0.19	-0.13	-0.13	-0.04
ค่าเฉลี่ย	0.18	0.37	-0.31	-0.23	-0.13	-0.01

จากการพิจารณาทางสถิติระหว่าง ความเข้มข้นของ TSP และ PM₁₀ ตามระดับความสูง เพื่อศึกษาการกระจายตัวของฝุ่นละอองตามระดับความสูง พบว่า พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร ค่า TSP แสดงความสัมพันธ์กับความสูงแบบแปรผกผัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ส่วน PM₁₀ มีความสัมพันธ์กับความสูงอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ ทั้ง TSP และ PM₁₀ จะลดลงตามความสูง เช่นเดียวกับการศึกษาความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่เมืองปักกิ่ง (Chan และคณะ, 2005) และที่เมืองโอซากา ญี่ปุ่น (Sasaki และ Sakamoto, 2005) พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ทั้ง TSP และ PM₁₀ มีความสัมพันธ์กับความสูงแบบแปรผกผันกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญ คือ เมื่อมีความสูงเพิ่มขึ้น จะพบฝุ่นละอองลดลง และพบว่าพื้นที่ศึกษาจังหวัดเชียงใหม่ จะมีค่าความสัมพันธ์ระหว่าง TSP กับความสูง สูงกว่า PM₁₀ เช่นเดียวกับกรุงเทพฯ ซึ่งแหล่งกำเนิดหลักของ TSP เป็นแหล่งกำเนิดที่อยู่ในพื้นที่ ทำให้พบความเข้มข้นของ TSP ลดลงตามระดับความสูง ส่วน PM₁₀ สามารถมาจากแหล่งกำเนิดในพื้นที่และแหล่งกำเนิดจากระยะไกลได้ ประกอบกับความสามารถในการแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้นานกว่า TSP ส่งผลให้ค่าความเข้มข้นของ PM₁₀ ที่พบลดลงตามความสูงน้อยกว่า TSP ส่วนพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ได้รับอิทธิพลจากฝุ่น และความชื้นสัมพัทธ์สูง ส่งผลให้ TSP มีค่าไม่แตกต่างกับ PM₁₀ ดังนั้นจึงไม่แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความสูง

จากการพิจารณาทางสถิติ ทุกพื้นที่ที่ตรวจวัด ตามระดับความสูง พบว่า ความเข้มข้นของ TSP ส่วนใหญ่ ในแต่ละระดับความสูงมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนความเข้มข้นของ PM₁₀ ตามระดับความสูง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากจากคุณสมบัติในการแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศของ PM₁₀ มีค่ามากกว่า TSP ทำให้ในระดับความสูงขึ้นไปยังคงแขวนลอยอยู่ได้ จึงพบความเข้มข้นของ PM₁₀ ในชั้นกลางและชั้นบน ไม่แตกต่างจากชั้นล่าง

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ต่อความสูง 1 เมตร ทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา พบว่า พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร และ เชียงใหม่ มีค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อเมตรของ PM_{10} ลดลงตามความสูงด้วยอัตรา 0.03 และ 0.01 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ต่อเมตร ตามลำดับ ส่วน TSP ลดลงตามความสูงด้วยอัตรา 0.10 และ 0.13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ต่อเมตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่า อัตราการลดลงของ PM_{10} มีค่าน้อยกว่า TSP ซึ่งมีผลเหมือนกับการศึกษาการกระจายตัวของฝุ่นละอองตามระดับความสูงในเขตเมืองของฮ่องกง (Chan และ Kwok, 2000) เนื่องจากคุณสมบัติการแขวนลอยอยู่ในอากาศของฝุ่นละอองขนาดเล็กจะแขวนลอยได้นานกว่าฝุ่นขนาดใหญ่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) และทั้ง 2 พื้นที่ศึกษายังพบอีกว่ามีอัตราการลดลงของ TSP และ PM_{10} ต่อความสูง 1 เมตร ใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจจะนำไปสู่การศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น และขยายผลไปยังการศึกษาในพื้นที่ศึกษาอื่นๆต่อไป

4.1.2 สัดส่วนระหว่างฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และ ฝุ่นละอองรวม (PM_{10} /TSP) ในรอบวันเฉลี่ย

จากผลการตรวจวัดความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ตามระดับความสูง 3 ระดับคือ ชั้นล่าง ชั้นกลาง และชั้นบน ใน 3 พื้นที่ศึกษาคือ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร และ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ นำมาหาค่าสัดส่วนของ PM_{10} /TSP โดยนำค่าความเข้มข้นของ PM_{10} เฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง หารกับความเข้มข้นของ TSP ราย 6 ชั่วโมงในช่วงเวลาเดียวกัน และหาค่าเฉลี่ยในรอบวัน ซึ่งสัดส่วนของ PM_{10} /TSP จะเป็นตัวบอกอัตราส่วนของ PM_{10} ที่พบใน TSP รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

4.1.2.1 พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ผลการคำนวณสัดส่วนของ PM_{10} /TSP ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 ในแต่ละชั้นความสูงของพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พบว่า สัดส่วนของ PM_{10} /TSP เฉลี่ย ชั้นกลาง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 1.18 ± 0.25 และชั้นบน มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.95 ± 0.18 สัดส่วนของ PM_{10} /TSP ในรอบวันเฉลี่ย พบว่า ชั้นกลาง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 1.23 ± 0.11 ในช่วงเวลา 03.00-09.00 น. และ ชั้นบน มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.90 ± 0.17 ในช่วงเวลา 21.00-03.00 น. รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

1) ชั้นล่าง

ผลการคำนวณสัดส่วนของ PM_{10} /TSP ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณศาลฟ้าชั้น 8 โรงแรมโนโวเทล เซ็นทารา หาดใหญ่ พบว่า สัดส่วนของ PM_{10} /TSP มีค่า 0.65-1.23 มีค่าเฉลี่ย 0.97 ± 0.20 ดังตารางที่ 4.10 สัดส่วนของ PM_{10} /TSP ในรอบวันเฉลี่ย มีค่าสูงสุด 1.06 ± 0.24

ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. และมีค่าต่ำสุด 0.92 ± 0.28 ในช่วงเวลา 09.00-15.00 น. (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.10)

2) ชั้นกลาง

ผลการคำนวณสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณ คาดฟ้าชั้น 13 โรงแรมลีการ์เด็นท์ พลาซ่า พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่า 0.84-1.76 มีค่าเฉลี่ย 1.18 ± 0.25 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย มีค่าสูงสุด 1.23 ± 0.11 ในช่วงเวลา 03.00-09.00 น. และมีค่าต่ำสุด 1.14 ± 0.19 ในช่วงเวลา 09.00-15.00 น. (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.10)

3) ชั้นบน

ผลการคำนวณสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณ คาดฟ้าชั้น 34 โรงแรมลีการ์เด็นท์ พลาซ่า พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่า 0.75-1.40 มีค่าเฉลี่ย 0.95 ± 0.18 ดังตารางที่ 4.10 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย มีค่าสูงสุด 1.03 ± 0.33 ในช่วงเวลา 03.00-09.00 น. และมีค่าต่ำสุด 0.90 ± 0.17 ในช่วงเวลา 21.00-03.00 น. (ตารางที่ 4.11, ภาพที่ 4.10)

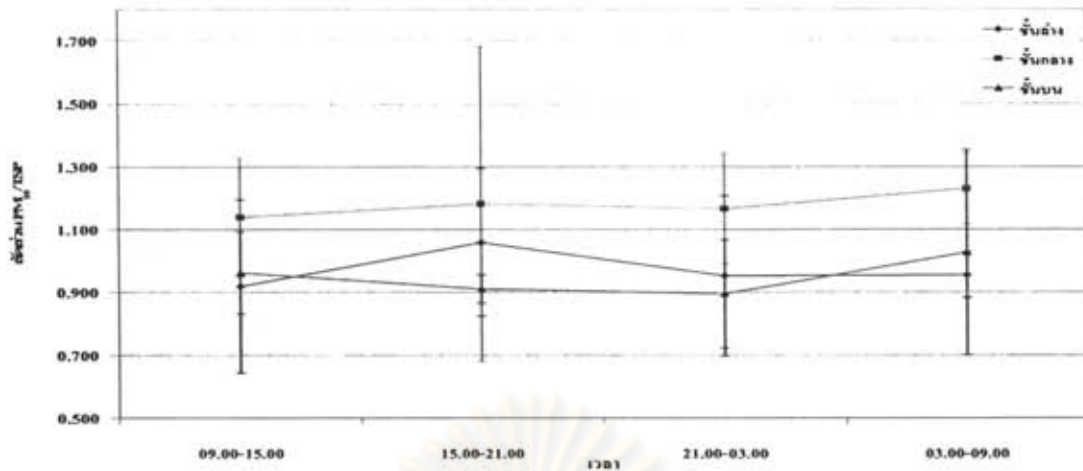
ตารางที่ 4.10 ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

พื้นที่ศึกษา	สัดส่วนของ PM_{10}/TSP	
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย $\pm SD$
ชั้นล่าง	0.65-1.23	0.97 ± 0.20^a
ชั้นกลาง	0.84-1.76	1.18 ± 0.25^b
ชั้นบน	0.75-1.40	0.95 ± 0.18^a

หมายเหตุ: ^{a,b} คือสัดส่วนระหว่าง PM_{10}/TSP เฉลี่ย ระหว่างชั้นความสูงที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.11 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย			
เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
09.00-15.00 น.	0.92 ± 0.28	1.14 ± 0.19	0.96 ± 0.13
15.00-21.00 น.	1.06 ± 0.24	1.18 ± 0.50	0.91 ± 0.05
21.00-03.00 น.	0.95 ± 0.25	1.17 ± 0.18	0.90 ± 0.17
03.00-09.00 น.	0.96 ± 0.07	1.23 ± 0.11	1.03 ± 0.33



ภาพที่ 4.10 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

สัดส่วนของ PM_{10}/TSP เป็นตัวบอกได้ว่า TSP จะมี PM_{10} ในสัดส่วนเท่าไร ซึ่งถ้าพบว่ามีค่าสัดส่วน PM_{10}/TSP มากกว่า 0.50 แสดงให้เห็นว่า PM_{10} มีความสำคัญต่อความเข้มข้นของ TSP มาก (Chuersuwan และคณะ, 2008) ในพื้นที่ศึกษานี้ พบว่า ชั้นกลาง มีค่าสัดส่วนสูงกว่าชั้นอื่น ซึ่งมีค่ามากกว่า 1.0 เนื่องจากชั้นกลางเป็นชั้นที่มีความปั่นป่วนมากกว่าชั้นอื่น ทำให้ TSP ซึ่งมีความสามารถในการแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้ไม่ดีเท่า PM_{10} จึงมีค่าที่ตรวจวัดได้ในชั้นกลางน้อยกว่า PM_{10} และยังพบว่าสัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่าสูง และพบว่ามีค่า > 1.0 ในหลายช่วงเวลา ซึ่งหมายความว่า อัตราส่วนของฝุ่นละอองที่ตรวจพบในพื้นที่ศึกษานี้ มี PM_{10} ลอยตัวอยู่ในอากาศมากกว่า TSP เนื่องจากในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างมีความชื้นสูง ฝนตกในบางช่วงเวลา และมีความปั่นป่วน จึงทำให้ค่าสัดส่วน ที่ตรวจพบไม่เป็นไปตามหลักการที่ว่า PM_{10} ต้องมีค่าน้อยกว่า TSP และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของ PM_{10}/TSP กับความสูง ทางสถิติ พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ

4.2.2.2 พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

ผลการคำนวณสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ในแต่ละชั้นความสูงของพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP เฉลี่ย ชั้นบน มีค่าสูงสุด คือ 1.00 ± 0.10 และ ชั้นล่าง มีค่าต่ำสุดคือ 0.86 ± 0.13 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย พบว่า ชั้นบน มีค่าสูงสุด 1.09 ± 0.13 ในช่วงเวลา 21.00-03.00 น. และ ชั้นล่าง มีค่าต่ำสุด 0.75 ± 0.13 ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

1) ชั้นล่าง

ผลการคำนวณสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าอาคารจอดรถชั้น 10 โรงแรมใบหยกสุท (ใบหยก 1) พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่า 0.60-1.12 มีค่าเฉลี่ย ดังตารางที่ 4.12 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่าสูงสุด 0.98 ± 0.13 ในช่วงเวลา 21.00-03.00 น. และมีค่าต่ำสุด 0.75 ± 0.13 ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. (ตารางที่ 4.13, ภาพที่ 4.11)

2) ชั้นกลาง

ผลการคำนวณสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้าโรงแรมใบหยกสุท (ใบหยก 1) พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่า 0.71-1.03 มีค่าเฉลี่ย 0.89 ± 0.07 ดังตารางที่ 4.12 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่าสูงสุด 0.93 ± 0.13 ในช่วงเวลา 03.00-09.00 น. และมีค่าต่ำสุด 0.84 ± 0.03 ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. (ตารางที่ 4.13, ภาพที่ 4.11)

3) ชั้นบน

ผลการคำนวณสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้า โรงแรมใบหยกสกาย (ใบหยก 2) พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่า 0.88-1.23 มีค่าเฉลี่ย 1.00 ± 0.10 ดังตารางที่ 4.12 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่าสูงสุด 1.09 ± 0.13 ในช่วงเวลา 21.00-03.00 น. และมีค่าต่ำสุด 0.93 ± 0.06 ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. (ตารางที่ 4.13, ภาพที่ 4.11)

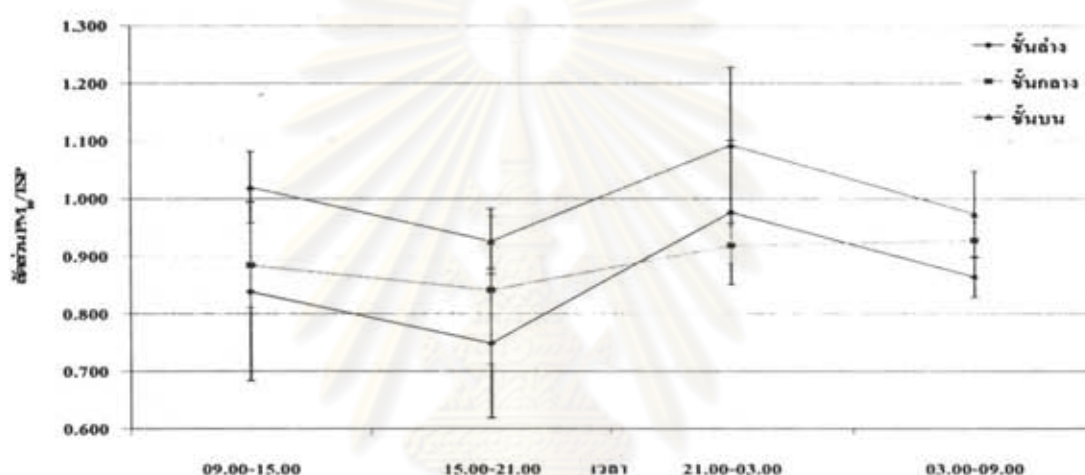
ตารางที่ 4.12 ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยของสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

พื้นที่ศึกษา	PM_{10}/TSP	
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย $\pm SD$
ชั้นล่าง	0.60-1.12	0.86 ± 0.13^a
ชั้นกลาง	0.71-0.96	0.89 ± 0.07^a
ชั้นบน	0.88-1.23	1.00 ± 0.10^b

หมายเหตุ: ^{a,b} คือสัดส่วนของ PM_{10}/TSP เฉลี่ย ระหว่างชั้นความสูงที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.13 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย			
เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
09.00-15.00 น.	0.84±0.16	0.88±0.07	1.02±0.06
15.00-21.00 น.	0.75±0.13	0.84±0.13	0.93±0.06
21.00-03.00 น.	0.98±0.13	0.92±0.03	1.09±0.13
03.00-09.00 น.	0.86±0.03	0.93±0.03	0.97±0.07



ภาพที่ 4.11 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

เมื่อพิจารณาจากค่าสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย ตามระดับความสูง พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในบริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร มีลักษณะแปรผกผันกับความสูง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% คือ เมื่อระดับความสูงเพิ่มสูงขึ้น พบว่าสัดส่วนของ PM_{10}/TSP สูงขึ้นด้วย และช่วงเวลาที่มียค่าสัดส่วนสูงที่สุดคือช่วงเวลา 21.00-03.00 น. เนื่องจากมีกฎหมายห้ามรถบรรทุกตั้งแต่ 10 ล้อขึ้นไป รถบรรทุกที่มีเพลาดังแต่ 3 เพลาลงไป และรถพ่วงเดินรถในถนนหรือทางทุกสายในเขตพื้นที่ภายในของถนนวงรอบพื้นที่ชั้นในกรุงเทพมหานคร 113 ตารางกิโลเมตร ตั้งแต่เวลา 06.00 น. - 21.00 น. เว้นวันหยุดราชการ (กองบังคับการตำรวจจราจร, 2546) ทำให้รถเครื่องยนต์ดีเซลมีปริมาณมาก จึงส่งผลให้ PM_{10} ซึ่งมาจากการเผาไหม้เครื่องยนต์ดีเซล (วนิดา จินศาสตร์, 2551) มีค่าความเข้มข้นสูง เป็นเหตุให้ สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในช่วงเวลาดังกล่าวมีค่าสูง

4.1.2.3 พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ผลการคำนวณสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ในแต่ละชั้นความสูงของพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ชั้นบน มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 1.05 ± 0.14 และ ชั้นล่าง มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด 0.91 ± 0.12 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย พบว่า ชั้นบน มีค่าสูงสุด คือ 1.16 ± 0.18 ในช่วงเวลา 21.00-03.00 น. และ ชั้นล่าง มีค่าต่ำสุด คือ 0.82 ± 0.15 ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

1) ชั้นล่าง

ผลการคำนวณสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้าอาคารจจรด โรงแรมเซ็นทารา ดวงตะวัน พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่า 0.71-1.04 มีค่าเฉลี่ย 0.91 ± 0.12 คังตารางที่ 4.14 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่าสูงสุด 0.99 ± 0.04 ในช่วงเวลา 21.00-03.00 น. และมีค่าต่ำสุด 0.82 ± 0.15 ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.12)

2) ชั้นกลาง

ผลการคำนวณสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้าโรงแรมอิมพีเรียลแม่ปิง พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่า 0.76-1.12 มีค่าเฉลี่ย 0.99 ± 0.10 คังตารางที่ 4.14 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่าสูงสุด 1.03 ± 0.04 ในช่วงเวลา 21.00-03.00 น. และมีค่าต่ำสุด 0.94 ± 0.25 ในช่วงเวลา 15.00-21.00 น. (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.12)

3) ชั้นบน

ผลการคำนวณสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้า โรงแรมเซ็นทารา ดวงตะวัน พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่า 0.62-1.37 มีค่าเฉลี่ย 1.05 ± 0.14 คังตารางที่ 4.14 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่าสูงสุด 1.16 ± 0.18 ในช่วงเวลา 21.00-03.00 น. และมีค่าต่ำสุด 0.96 ± 0.12 ในช่วงเวลา 09.00-15.00 น. (ตารางที่ 4.15, ภาพที่ 4.12)

สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ในแต่ละชั้นความสูงของพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีความสัมพันธ์กับระดับความสูง แบบแปรผันตามกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% แสดงให้เห็นว่า เมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น จะพบสัดส่วนของ PM_{10}/TSP สูงขึ้นด้วย และยังพบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย มีค่าสูงสุด ในช่วงเวลา 21.00-03.00 น. ทั้ง 3 ระดับชั้น เนื่องจากฝุ่นละอองในจังหวัดเชียงใหม่เกิดจากการเผาไหม้ในที่โล่ง เช่น การเผาขยะ การเผาเศษใบไม้-กิ่งไม้

และการเผาป่า ในปี พ.ศ. 2547 ได้มีการรณรงค์ให้เปลี่ยนพฤติกรรม เช่น เปลี่ยนเวลาการเผาจาก กลางวัน เป็นเวลาเย็นและกลางคืน ย้ายที่เผาให้ไปอยู่ในที่ลับตามากขึ้น และ เปลี่ยนจากการเผาขยะ กองใหญ่ เป็นการแยกเผาขยะกองเล็กๆ เพื่อให้เกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็ว ซึ่งทำให้จำนวนการเผา ใหม้รายย่อยๆเพิ่มขึ้น (<http://www.trf.or.th/News> , 2552) ซึ่งจะเป็นผลให้สัดส่วนของ ฝุ่นละออง เพิ่มขึ้นในช่วงเวลาดังกล่าว และจากการรายงานคุณภาพอากาศ ของกรมควบคุมมลพิษ ตารางที่ ก-3 ภาคผนวก ก พบว่าความเข้มข้นของ PM_{10} เฉลี่ยที่ตรวจวัดได้ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2551 มี ค่าสูงเกินมาตรฐาน ซึ่งในช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ เริ่มพบว่ามี ความเข้มข้นของ PM_{10} เพิ่มขึ้น

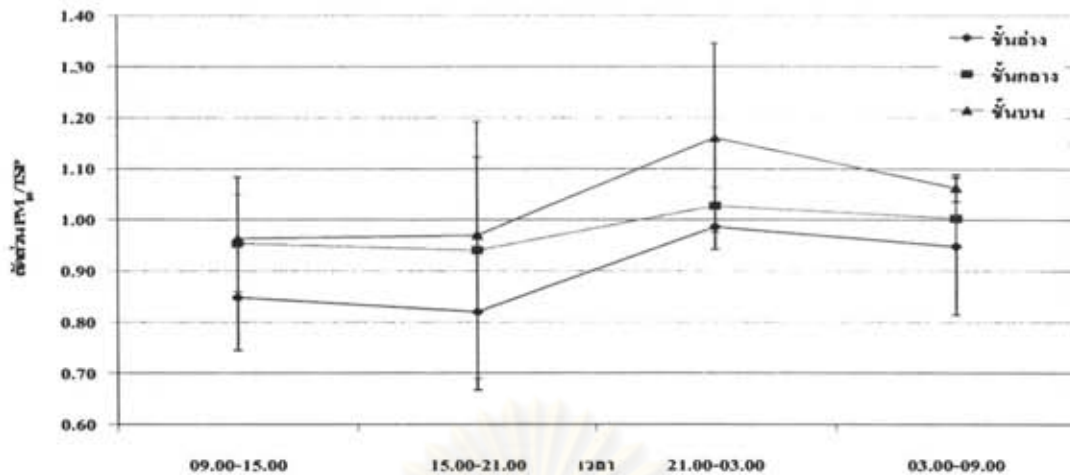
ตารางที่ 4.14 ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

พื้นที่ศึกษา	PM_{10}/TSP	
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD
ชั้นล่าง	0.71-1.04	0.91 \pm 0.12 ^a
ชั้นกลาง	0.76-1.12	0.99 \pm 0.10 ^a
ชั้นบน	0.83-1.37	1.05 \pm 0.14 ^b

หมายเหตุ: ^{a,b} คือสัดส่วนของ PM_{10}/TSP เฉลี่ย ระหว่างชั้นความสูงที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.15 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย			
เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
09.00-15.00 น.	0.85 \pm 0.10	0.95 \pm 0.10	0.96 \pm 0.12
15.00-21.00 น.	0.82 \pm 0.15	0.94 \pm 0.25	0.97 \pm 0.15
21.00-03.00 น.	0.99 \pm 0.04	1.03 \pm 0.04	1.16 \pm 0.18
03.00-09.00 น.	0.95 \pm 0.13	1.00 \pm 0.05	1.06 \pm 0.03



ภาพที่ 4.12 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

จากการพิจารณาสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ตามระดับความสูงโดยใช้สถิติ พบว่า มีแนวโน้มแปรผันตามความสูง ทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา พบว่ามีค่าสัดส่วนของ PM_{10}/TSP สูงและมีค่าเกิน 1.0 ในบางชั้นความสูง สืบเนื่องมาจากการเก็บตัวอย่าง PM_{10} และ TSP ที่มีระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างต่างกัน คือ PM_{10} จะเก็บตัวอย่างทุก 3 ชั่วโมง และนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นทุก 6 ชั่วโมง เพื่อเปรียบเทียบกับ TSP ในช่วงเวลาเดียวกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดของข้อมูลที่จะนำมาหาค่าสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ได้ ค่าที่แสดงในรายงานนี้จึงไม่สามารถนำมาใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงได้ แต่สามารถใช้เป็นแนวทางในการบ่งบอกแนวโน้มสัดส่วนของฝุ่นละอองที่กระจายตัวตามระดับความสูงของพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยการจากศึกษานี้ พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในพื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานคร และจังหวัดเชียงใหม่ มีความสัมพันธ์กับความสูงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% คือเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้น สัดส่วนของ PM_{10}/TSP จะมีค่าสูงขึ้นด้วย เนื่องจาก TSP มีแหล่งกำเนิดหลักจากในพื้นที่ และมีระยะเวลาการแขวนลอยในอากาศได้ไม่นานเท่า PM_{10} ทำให้พบ PM_{10} ได้มากกว่า TSP ในระดับความสูงที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าสัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่าแปรผันตามความสูง แต่พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความสูง เนื่องจากปัจจัยทางกายภาพคือการปั่นป่วนทางกายภาพของพื้นที่ศึกษา ทำให้พบสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ที่ชั้นกลางคือระดับความสูง 60 เมตร มีค่าสูงกว่าระดับความสูงอื่นๆ ซึ่งการศึกษาร้อยละของสัดส่วน $PM_{2.5}/PM_{10}$ ตามระดับความสูง ในเมืองปักกิ่ง (Chan และคณะ, 2005) พบว่า สัดส่วนของฝุ่นละอองไม่เป็นไปตามรูปแบบเพิ่มขึ้นตามระดับความสูง ส่วนช่วงเวลาที่พบสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในกรุงเทพมหานคร มีค่าสูงที่สุดคือ 21.00-03.00 น. ซึ่ง PM_{10} มาจากการปลดปล่อยจากท่อไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลเป็นหลัก (วนิดา จินศาสตร์, 2551) ซึ่งมีการใช้เครื่องยนต์ดีเซลมากในช่วงเวลากลางคืน ส่งผลให้พบสัดส่วนของ PM_{10}/TSP สูง ส่วนเชียงใหม่มา

จากการเผาไหม้ที่โล่งเป็นหลัก ซึ่ง PM_{10} มาจากการเผาไหม้ชีวมวล (วนิดา จินศาสตร์, 2551) ในช่วงเวลากลางคืน ทำให้พบสัดส่วนของ PM_{10}/TSP สูงในช่วงเวลาดังกล่าวเช่นกัน

4.2 องค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีใน PM_{10} ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร ได้แก่ สารคาร์บอน 2 ชนิด คืออินทรีย์คาร์บอน (OC) ธาตุคาร์บอน (EC) สารไอออนิก 7 ชนิด คือโซเดียม (Na^+) แอมโมเนียม (NH_4^+) โพแทสเซียม (K^+) และแคลเซียม (Ca^{2+}) คลอไรด์ (Cl^-) ไนเตรต (NO_3^-) ซัลเฟต (SO_4^{2-}) และสารประกอบอื่นๆ (Other species) โดยรายงานสัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีโดยน้ำหนัก รายละเอียดมีดังต่อไปนี้

สัดส่วนองค์ประกอบทางเคมีของโดยน้ำหนัก หมายถึง น้ำหนักขององค์ประกอบชนิดต่างๆ ต่อน้ำหนักฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

1) ชั้นล่าง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีใน PM_{10} ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้าอาคารจอร์จชั้น 10 โรงแรมไอบีฮอกสูท (ไอบีฮอก 1) พบว่า สัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีโดยน้ำหนัก มีค่าของสารประกอบอื่นๆ สูงสุด คือร้อยละ 36.9-67.1 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 53.4±6.2 และโซเดียม มีค่าต่ำสุดคือ ร้อยละ 0.0-1.1 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.4±0.3 ส่วนองค์ประกอบต่างๆ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.13

2) ชั้นกลาง

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีใน PM_{10} ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้า โรงแรมไอบีฮอกสูท (ไอบีฮอก 1) พบว่า สัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีโดยน้ำหนัก มีค่าของสารประกอบอื่นๆ สูงสุด คือร้อยละ 26.9-61.3 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 47.1±8.8 และโซเดียม มีค่าต่ำสุดคือ ร้อยละ 0.2-0.6 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.4±0.1 ส่วนองค์ประกอบต่างๆ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.13

3) ชั้นบน

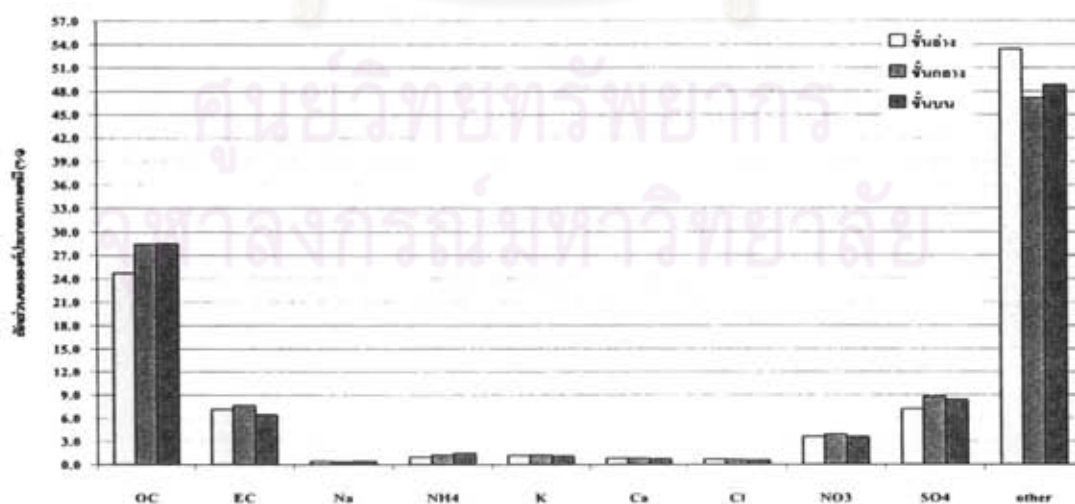
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีใน PM_{10} ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาฟ้า โรงแรมไอบีฮอกสกาย (ไอบีฮอก 2) พบว่า สัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีโดยน้ำหนัก มีค่าของสารประกอบอื่นๆ สูงสุด คือร้อยละ 37.9-59.9 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 48.8±5.9 และ

โซเดียม มีค่าต่ำสุดคือ ร้อยละ 0.1-1.2 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.4 ± 0.1 ส่วนองค์ประกอบต่างๆ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.16, ภาพที่ 4.13

ตารางที่ 4.16 ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยของสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีโดยน้ำหนัก (%) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

องค์ประกอบ	ชั้นล่าง		ชั้นกลาง		ชั้นบน	
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD
OC	16.3-34.6	24.7 \pm 4.3 ^a	19.3-41.0	28.4 \pm 5.2 ^b	20.4-36.7	28.5 \pm 4.5 ^b
EC	5.1-9.8	7.1 \pm 1.3 ^a	4.6-11.1	7.6 \pm 1.9 ^b	5.2-9.5	6.5 \pm 1.0 ^c
Na	0.0-1.1	0.4 \pm 0.3 ^a	0.2-0.6	0.4 \pm 0.1 ^a	0.1-1.2	0.4 \pm 0.2 ^a
NH ₄	0.1-1.8	1.0 \pm 0.4 ^a	0.7-2.0	1.2 \pm 0.4 ^a	0.7-2.8	1.5 \pm 0.7 ^b
K	0.7-1.9	1.3 \pm 0.8 ^a	0.7-2.4	1.3 \pm 0.4 ^a	0.6-1.8	1.1 \pm 0.3 ^a
Ca	0.1-1.4	0.8 \pm 0.4 ^a	0.4-1.4	1.0 \pm 1.3 ^a	0.3-1.2	0.7 \pm 0.2 ^a
Cl	0.5-1.1	0.7 \pm 0.2 ^a	0.4-1.6	0.6 \pm 0.3 ^a	0.4-1.4	0.6 \pm 0.2 ^a
NO ₃	1.7-7.9	3.6 \pm 1.5 ^a	2.1-9.8	3.9 \pm 1.8 ^a	1.7-10.3	3.6 \pm 1.8 ^a
SO ₄	4.6-12.3	7.2 \pm 2.0 ^a	5.1-12.8	8.8 \pm 2.5 ^b	5.5-12.0	8.4 \pm 2.0 ^b
Other species	36.9-67.1	53.4 \pm 6.2 ^a	26.9-61.3	47.1 \pm 8.8 ^b	37.9-59.9	48.8 \pm 5.9 ^b

หมายเหตุ: ^{a,b,c} คือสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีโดยน้ำหนัก (%) ระหว่างชั้นความสูงที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยของสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีโดยน้ำหนัก (%) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

ผลการคำนวณสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีโดยน้ำหนัก ที่ทำการตรวจวัด ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร พบว่า ทั้ง 3 ระดับความสูง มีค่าร้อยละของ other species สูงสุด รองลงมาคือ OC SO₂⁺ EC และ NO₃⁻ ตามลำดับ ซึ่ง other species นี้ อาจจะประกอบไปด้วยสิ่งที่เป็นองค์ประกอบของเปลือกนอก เช่น เหล็ก แมกนีเซียม ซิลิกอน แมงกานีส ไฮโดรเจนไอออน ที่ได้รับจาก กรดซัลฟูริก (H₂SO₄) และพันธะของน้ำ (Kansuke และKanzuhiko, 2005) เมื่อพิจารณาสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมี แต่ละชนิด ยกเว้น other species พบว่า สัดส่วนของ OC SO₂⁺ EC และ ใน PM₁₀ มีค่าสูงกว่าร้อยละ 5 ในทุกระดับความสูง ซึ่งส่วนใหญ่มาจากการปลดปล่อยจากยานพาหนะ (Watson และคณะ, 1994) ส่วน Na⁺ K⁺ Ca²⁺ Cl⁻ และ NO₃⁻ ใน PM₁₀ ตามระดับความสูง พบว่า ค่าความเข้มข้นที่ตรวจวัดได้มีค่าต่ำกว่าร้อยละ 5 แสดงให้เห็นว่าแหล่งกำเนิดขององค์ประกอบทางเคมีใน PM₁₀ ในพื้นที่ศึกษานี้มาจากการปลดปล่อยจากรยนต์เป็นหลัก (Chuersuwan และคณะ, 2008)

จากการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีโดยน้ำหนัก เปรียบเทียบตามระดับความสูง โดยใช้สถิติ จะเห็นได้ว่า ร้อยละของ OC SO₂⁺ และ Other species ที่มีอยู่ในชั้นล่างจะมีค่าแตกต่างจากชั้นกลางและชั้นบน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือ OC และ SO₂⁺ จะพบค่าสูงสุดในชั้นล่าง แต่ Other species จะพบในชั้นล่างสูงที่สุด สาเหตุที่ OC และ SO₂⁺ มีค่ามากในชั้นกลางและชั้นบน เนื่องจาก SOC เป็นส่วนหนึ่งใน OC อย่างมีนัยสำคัญ (Yuan และคณะ, 2005) ซึ่ง SOC เกิดจากปฏิกิริยาเชิงซ้อนระหว่าง ตัวที่เด่นที่สุดที่ปล่อยมาจากระดับพื้นดิน และแหล่งกำเนิดที่เคลื่อนที่ จึงเป็นเหตุให้ร้อยละของ SOC มีแนวโน้มสูงขึ้นตามระดับความสูงไปด้วย (Chan และคณะ, 2005) ส่งผลให้มีค่า OC และ SO₂⁺ สูงขึ้นตามระดับความสูง ซึ่ง SOC เป็นตัวประมาณค่า OC จากแหล่งกำเนิดชั้นที่ 2 เช่น ซัลเฟตชั้นที่ 2 ในเดรทชั้นที่ 2 และละอองอินทรีย์ชั้นที่ 2 (Yuan และคณะ, 2005) ส่วน Na⁺ K⁺ Ca²⁺ Cl⁻ และ NO₃⁻ ใน PM₁₀ ทั้ง 3 ระดับความสูงมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.3 องค์ประกอบคาร์บอนและสัดส่วนของอินทรีย์คาร์บอนกับธาตุคาร์บอน ในฝุ่นละอองขนาดเล็กเกิน 10 ไมโครเมตร ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM₁₀ ได้แก่ คาร์บอนรวม (TC) อินทรีย์คาร์บอน (OC) ธาตุคาร์บอน (EC) และแยกเป็นส่วนต่างๆ คือ OC1 OC2 OC3 OC4 EC1 EC2 และ EC3 จากนั้นนำมาคำนวณหาสัดส่วนของอินทรีย์คาร์บอนกับธาตุคาร์บอน (OC/EC) ตามระดับความสูง คือ ชั้นล่าง ชั้นกลาง และชั้นบน ในพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร และหาค่าในรอบวันเฉลี่ย มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 องค์ประกอบของคาร์บอนในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และความเข้มข้นในรอบวันเฉลี่ย ตามระดับความสูง

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง พบว่า TC และ OC ในชั้นกลาง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 40.6 ± 10.0 และ 32.0 ± 7.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และชั้นล่าง มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 37.8 ± 9.1 และ $17.0 - 41.2$ ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ส่วน EC พบว่า ชั้นล่าง และชั้นกลาง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ 8.6 ± 2.5 และ 8.6 ± 2.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และชั้นบน มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 7.3 ± 1.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร รายละเอียดของส่วนต่างๆ ในองค์ประกอบคาร์บอน ในแต่ละระดับชั้นความสูง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัดความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลาอาหารจอดรถชั้น 10 โรงแรมโบหกสุท (โบหก 1) เมื่อพิจารณาส่วนต่างๆขององค์ประกอบคาร์บอน คือ OC1 OC2 OC3 OC4 EC1 EC2 และ EC3 พบว่าค่าความเข้มข้นของ OC3 มีค่าสูงสุด คือ 7.1-17.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ย 11.7 ± 2.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของ EC3 มีค่าต่ำสุดคือ 0.0-0.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ย 0.3 ± 0.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4.17

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนในรอบวันเฉลี่ย พบว่า OC2 OC3 EC1 มีค่าสูงสุด 9.3 ± 2.5 14.9 ± 2.1 และ 12.4 ± 2.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในช่วงเวลา 21.00-00.00 น. OC1 OC4 มีค่าสูงสุด 3.7 ± 0.4 และ 8.5 ± 0.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในช่วงเวลา 18.00-21.00 น. EC2 มีค่าสูงสุด 1.5 ± 0.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 06.00-09.00 น. และ EC3 มีค่าสูงสุด 0.5 ± 0.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 15.00-18.00 น. และพบว่า OC2 OC3 OC4 และ EC3 มีค่าต่ำสุด 5.3 ± 1.6 8.7 ± 1.9 4.8 ± 0.9 และ 0.1 ± 0.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในช่วงเวลา 06.00-09.00 น. OC1 มีค่าต่ำสุด 1.0 ± 0.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 09.00-12.00 น. EC1 และ EC2 มีค่าต่ำสุด 6.6 ± 0.9 และ 0.9 ± 0.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในช่วงเวลา 12.00-15.00 น. (ตารางที่ 4.18, ภาพที่ 4.14)

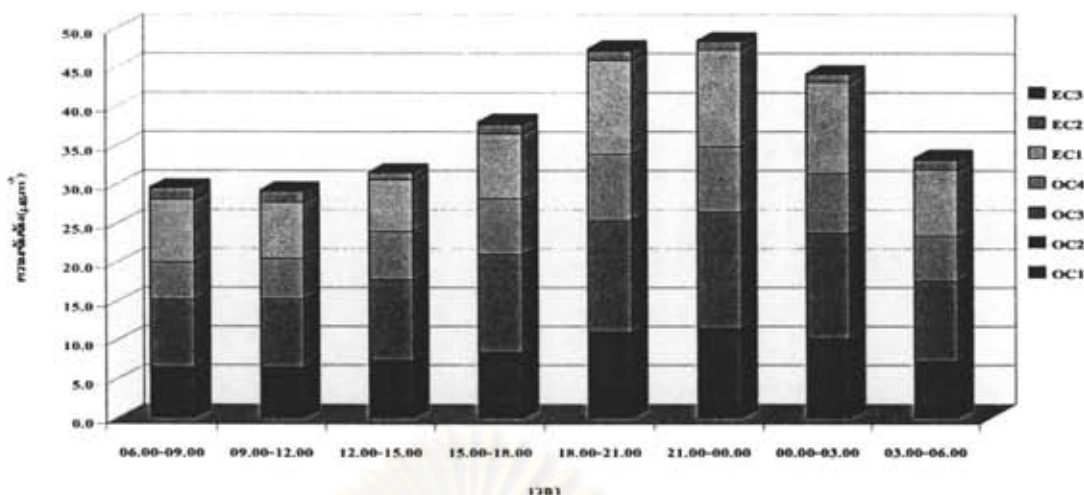
ตารางที่ 4.17 ค่าต่ำสุด-สูงสุด และค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

องค์ประกอบ คาร์บอน	องค์ประกอบคาร์บอนใน PM ₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)					
	ชั้นล่าง		ชั้นกลาง		ชั้นบน	
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย ±SD	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย ±SD	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย ±SD
TC	23.6-55.1	37.8±9.1 ^a	28.6-63.8	40.6±10.0 ^a	25.4-51.1	39.1±7.4 ^a
OC	17.0-41.2	29.2±7.0 ^a	22.7-50.3	32.0±7.9 ^a	20.3-43.1	31.8±6.2 ^a
EC	4.8-13.9	8.6±2.5 ^a	5.0-14.7	8.6±2.6 ^a	5.1-11.3	7.3±1.6 ^b
OC1	0.8-4.3	2.0±1.2 ^a	0.9-3.9	1.8±1.0 ^a	0.7-3.6	1.5±0.9 ^a
OC2	4.2-12.2	6.7±1.7 ^a	5.7-11.8	7.4±1.7 ^a	4.7-9.3	7.0±1.2 ^a
OC3	7.1-17.2	11.7±2.8 ^a	8.9-20.2	12.9±3.1 ^a	8.0-18.5	13.4±2.8 ^a
OC4	4.2-10.5	6.7±1.7 ^a	5.2-11.6	7.0±1.9 ^a	2.9-8.7	6.6±1.6 ^a
EC1	5.2-15.4	9.3±2.7 ^a	6.1-16.4	9.7±3.0 ^a	5.3-12.9	8.8±2.0 ^a
EC2	0.5-1.8	1.1±0.3 ^a	0.6-1.9	1.2±0.4 ^a	0.6-1.9	1.2±0.3 ^a
EC3	0.0-0.6	0.3±0.2 ^a	0.0-1.2	0.6±0.4 ^b	0.3-1.1	0.5±0.2 ^c

หมายเหตุ: ^{a,b,c} คือความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM₁₀ ระหว่างชั้นความสูงที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.18 ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นล่าง)

ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM ₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย (µg/m ³) บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นล่าง)										
เวลา	TC	OC	EC	OC1	OC2	OC3	OC4	EC1	EC2	EC3
06.00-09.00 น.	29.7±6.3	21.8±4.7	7.9±1.6	1.3±0.3	5.3±1.6	8.7±1.9	4.8±0.9	8.0±1.6	1.5±0.4	0.1±0.1
09.00-12.00 น.	29.3±5.2	22.2±3.8	7.1±1.6	1.0±0.2	5.5±0.9	8.8±1.5	5.2±0.9	7.2±1.9	1.4±0.1	0.2±0.1
12.00-15.00 น.	31.6±3.0	25.9±2.3	5.7±0.8	1.6±1.1	5.8±1.1	10.4±1.2	6.2±0.5	6.6±0.9	0.9±0.1	0.1±0.1
15.00-18.00 น.	38.1±3.7	30.9±3.1	7.2±0.6	2.0±1.2	6.5±0.5	12.6±1.1	7.1±1.1	8.2±0.8	1.1±0.1	0.5±0.1
18.00-21.00 น.	47.4±3.6	37.0±2.4	10.5±1.4	3.7±0.4	7.4±0.7	14.3±1.7	8.5±0.5	12.0±0.9	1.1±0.1	0.4±0.1
21.00-00.00 น.	48.5±7.7	36.3±6.3	12.2±1.6	2.3±1.7	9.3±2.5	14.9±2.1	8.4±2.1	12.4±2.1	1.0±0.4	0.2±0.2
00.00-03.00 น.	44.2±7.4	33.8±5.2	10.5±2.5	2.3±1.5	8.0±0.4	13.5±1.4	7.6±1.2	11.7±3.3	0.9±0.3	0.2±0.3
03.00-06.00 น.	33.4±8.4	26.1±7.0	7.3±1.5	1.8±1.1	5.6±0.7	10.3±2.9	5.8±1.8	8.4±2.3	1.2±0.3	0.4±0.2
ค่าเฉลี่ย	37.8±2.1	29.2±1.7	8.6±0.6	2.0±0.6	6.7±0.7	11.7±0.6	6.7±0.6	9.3±0.8	1.1±0.1	0.3±0.1



ภาพที่ 4.14 ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นล่าง)

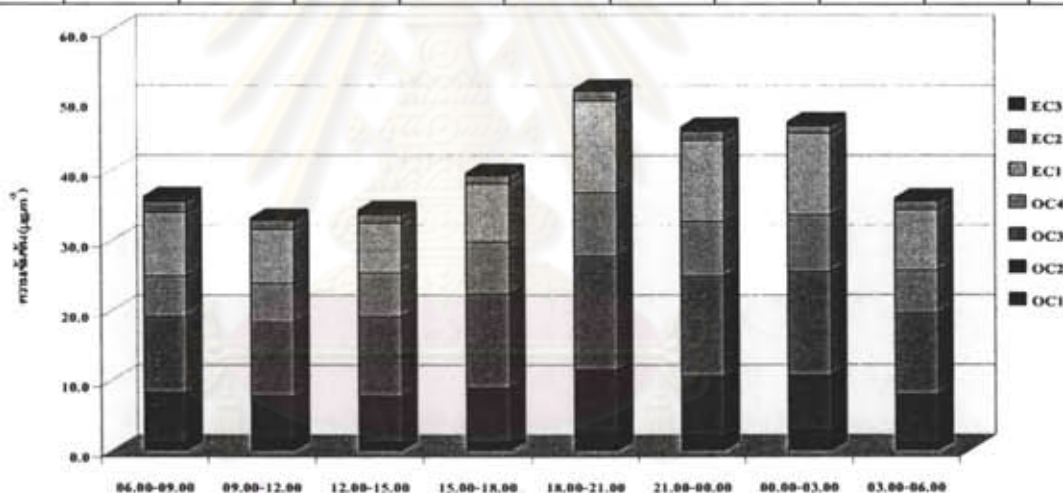
2) ชั้นกลาง

ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณศาลฟ้า โรงแรมไอบีฮอกสูท (ไอบีฮอก 1) เมื่อพิจารณาแต่ละส่วนต่างๆ ขององค์ประกอบคาร์บอน คือ OC1 OC2 OC3 OC4 EC1 EC2 และ EC3 พบว่า ความเข้มข้นของ OC3 มีค่าสูงสุด คือ 8.9-20.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ย 12.9 ± 3.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของ EC3 มีค่าต่ำสุดคือ 0.0-1.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ย 0.6 ± 0.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4.17

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย พบว่า OC2 OC3 OC4 EC1 มีค่าสูงสุด 8.9 ± 2.8 16.2 ± 2.3 9.1 ± 2.7 และ 13.1 ± 2.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในช่วงเวลา 18.00-21.00 OC1 มีค่าสูงสุด 2.9 ± 1.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 00.00-03.00 น. EC2 มีค่าสูงสุด 1.5 ± 0.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 06.00-09.00 น. และ EC3 มีค่าสูงสุด 0.8 ± 0.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 12.00-15.00 น. ส่วน OC2 OC3 OC4 EC3 มีค่าต่ำสุด 5.9 ± 0.1 10.5 ± 1.3 5.6 ± 0.5 0.4 ± 0.6 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในช่วงเวลา 09.00-12.00 น. OC1 มีค่าต่ำสุด 1.2 ± 0.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 06.00-09.00 น. และ EC2 มีค่าต่ำสุด 1.0 ± 0.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 00.00-03.00 น. (ตารางที่ 4.19, ภาพที่ 4.15)

ตารางที่ 4.19 ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นกลาง)

ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย ($\mu g/m^3$) บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นกลาง)										
เวลา	TC	OC	EC	OC1	OC2	OC3	OC4	EC1	EC2	EC3
06.00-09.00 น.	36.3±5.3	27.2±3.5	9.1±1.8	1.2±0.2	7.1±0.9	10.8±1.0	5.8±0.9	9.1±2.1	1.5±0.2	0.8±0.4
09.00-12.00 น.	33.2±5.6	26.2±4.1	7.1±1.9	1.9±1.5	5.9±0.1	10.5±1.3	5.6±0.5	7.7±2.1	1.3±0.4	0.4±0.6
12.00-15.00 น.	34.4±2.7	27.8±1.9	6.6±1.0	1.2±0.3	6.5±1.0	11.4±0.5	6.3±0.3	7.1±0.6	1.1±0.3	0.8±0.3
15.00-18.00 น.	39.7±6.7	33.1±5.7	6.7±1.5	1.3±0.2	7.7±0.7	13.5±2.9	7.4±1.5	8.3±1.2	1.1±0.5	0.5±0.5
18.00-21.00 น.	51.8±11.6	41.1±8.7	10.7±3.0	2.7±1.1	8.9±2.8	16.2±2.3	9.1±2.7	13.1±2.4	1.3±0.6	0.5±0.4
21.00-00.00 น.	46.3±15.8	35.2±12.9	11.1±3.1	2.2±1.1	8.4±2.9	14.2±5.6	7.8±2.4	11.6±4.6	1.2±0.3	0.7±0.6
00.00-03.00 น.	47.1±12.6	36.7±9.8	10.4±3.1	2.9±1.1	7.8±1.6	14.8±3.7	8.1±2.6	11.7±3.8	1.0±0.3	0.7±0.3
03.00-06.00 น.	36.1±2.8	28.9±2.8	7.3±0.1	1.2±0.2	6.7±0.4	11.6±1.4	6.0±0.7	8.7±1.4	1.2±0.4	0.5±0.6
ค่าเฉลี่ย	40.6±4.9	32.0±3.9	8.6±1.1	1.8±0.5	7.4±1.1	12.9±1.7	7.0±1.0	9.7±1.3	1.2±0.1	0.6±0.1



ภาพที่ 4.15 ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นกลาง)

3) ชั้นบน

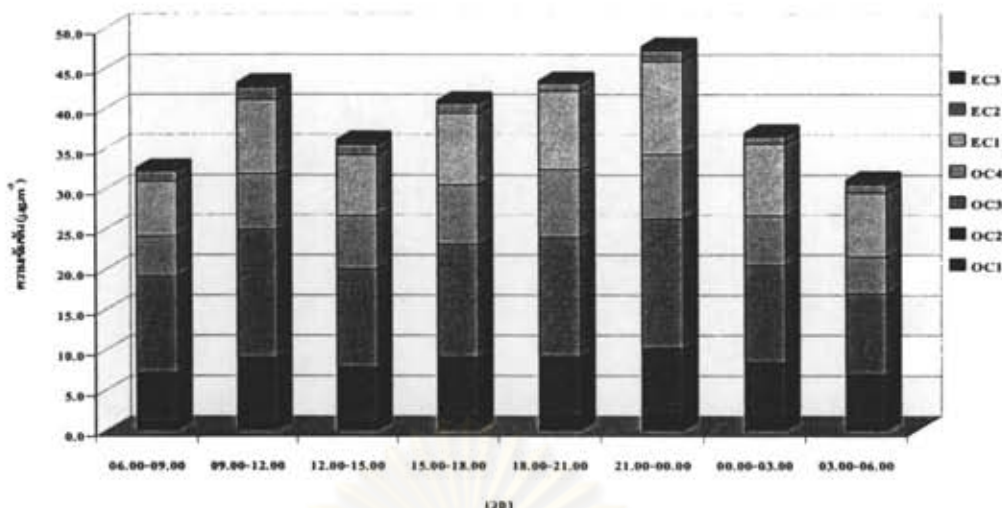
ผลการตรวจวัดความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณคาเฟ่ โรงแรมไอบีฮอกสกาย (ไอบีฮอก 2) เมื่อพิจารณาแต่ละส่วนของคาร์บอน คือ OC1 OC2 OC3 OC4 EC1 EC2 และ EC3 พบว่า ค่าความเข้มข้นต่ำสุด-สูงสุด ของ

OC3 มีค่าสูงสุด คือ 8.0-18.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ย 13.4 ± 2.8 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นต่ำสุด-สูงสุดของ EC3 มีค่าต่ำสุดคือ 0.3-1.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และมีค่าเฉลี่ย 0.5 ± 0.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังตารางที่ 4.7

เมื่อพิจารณาความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย พบว่า OC1 OC2 OC3 EC1 มีค่าสูงสุด 2.1 ± 1.3 8.1 ± 0.7 16.0 ± 0.6 และ 11.5 ± 1.2 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับในช่วงเวลา 21.00-00.00 นาฬิกา OC4 มีค่าสูงสุด 8.4 ± 0.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 18.00-21.00 น. ค่า EC2 มีค่าสูงสุด 1.6 ± 0.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 09.00-12.00 น. และ EC3 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.7 ± 0.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 12.00-15.00 น. และ OC1 OC2 OC3 OC4 มีค่าต่ำสุด 1.0 ± 0.4 6.0 ± 1.6 10.0 ± 3.0 และ 4.5 ± 1.9 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ในช่วงเวลา 03.00-06.00 น. EC1 มีค่าต่ำสุด 6.8 ± 1.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 06.00-09.00 น. และ EC2 มีค่าต่ำสุด 0.9 ± 0.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงเวลา 00.00-03.00 น. (ตารางที่ 4.20, ภาพที่ 4.16)

ตารางที่ 4.20 ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นบน)

ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นบน)										
เวลา	TC	OC	EC	OC1	OC2	OC3	OC4	EC1	EC2	EC3
06.00-09.00 น.	32.7 ± 5.9	26.7 ± 5.3	6.0 ± 0.8	1.0 ± 0.1	6.2 ± 0.9	11.9 ± 2.8	5.0 ± 0.9	6.8 ± 1.4	1.3 ± 0.2	0.5 ± 0.1
09.00-12.00 น.	43.3 ± 7.0	34.9 ± 5.6	8.3 ± 2.5	1.0 ± 0.3	8.1 ± 1.4	15.9 ± 2.7	6.9 ± 1.1	9.2 ± 2.8	1.6 ± 0.3	0.6 ± 0.1
12.00-15.00 น.	36.2 ± 3.3	29.4 ± 3.2	6.8 ± 0.4	1.2 ± 0.1	6.7 ± 0.6	12.2 ± 1.3	6.6 ± 0.9	7.5 ± 0.9	1.3 ± 0.3	0.7 ± 0.3
15.00-18.00 น.	41.1 ± 4.1	34.4 ± 3.5	6.7 ± 0.9	1.9 ± 1.2	7.2 ± 1.3	14.0 ± 1.4	7.4 ± 0.9	8.9 ± 1.2	1.2 ± 0.2	0.5 ± 0.2
18.00-21.00 น.	43.5 ± 7.8	36.6 ± 6.7	6.9 ± 1.1	1.9 ± 1.4	7.3 ± 0.9	14.8 ± 3.5	8.4 ± 0.4	9.7 ± 2.1	1.0 ± 0.1	0.4 ± 0.0
21.00-00.00 น.	47.8 ± 2.9	37.9 ± 2.1	9.9 ± 1.4	2.1 ± 1.3	8.1 ± 0.7	16.0 ± 0.6	8.0 ± 0.7	11.5 ± 1.2	1.4 ± 0.1	0.6 ± 0.1
00.00-03.00 น.	37.0 ± 3.9	29.6 ± 3.2	7.4 ± 1.0	1.8 ± 1.3	6.7 ± 0.9	12.1 ± 0.9	6.2 ± 0.8	9.0 ± 1.2	0.9 ± 0.3	0.5 ± 0.2
03.00-06.00 น.	31.2 ± 8.9	25.2 ± 7.7	6.1 ± 1.2	1.0 ± 0.4	6.0 ± 1.6	10.0 ± 3.0	4.5 ± 1.9	7.9 ± 2.2	1.1 ± 0.2	0.7 ± 0.1
ค่าเฉลี่ย	39.1 ± 2.2	31.8 ± 2.0	7.3 ± 0.6	1.5 ± 0.6	7.0 ± 0.4	13.4 ± 1.1	6.6 ± 0.4	8.8 ± 0.7	1.2 ± 0.1	0.5 ± 0.1



ภาพที่ 4.16 ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นบน)

ความเข้มข้นองค์ประกอบคาร์บอนใน PM₁₀ ทั้ง 3 ระดับในกรุงเทพมหานคร พบว่า ชั้นล่าง มีค่า OC1 และ OC2 เฉลี่ยสูงสุด คือ 3.7 ± 0.4 9.3 ± 2.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ชั้นกลาง มีค่า OC3 OC4 EC1 และ EC3 เฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 16.2 ± 2.3 9.1 ± 2.7 13.1 ± 2.4 และ 0.6 ± 0.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และชั้นบนมีค่า EC2 เฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 1.6 ± 0.3

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอน ในแต่ละระดับความสูง โดยใช้สถิติ พบว่า EC ชั้นบนมีค่าแตกต่างกับชั้นล่างและชั้นกลาง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% คือมีค่าในชั้นบนต่ำสุด EC3 จะมีค่าแตกต่างกันในทุกระดับความสูง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนองค์ประกอบอื่นๆในคาร์บอน ตามระดับความสูงจะไม่แตกต่างกัน

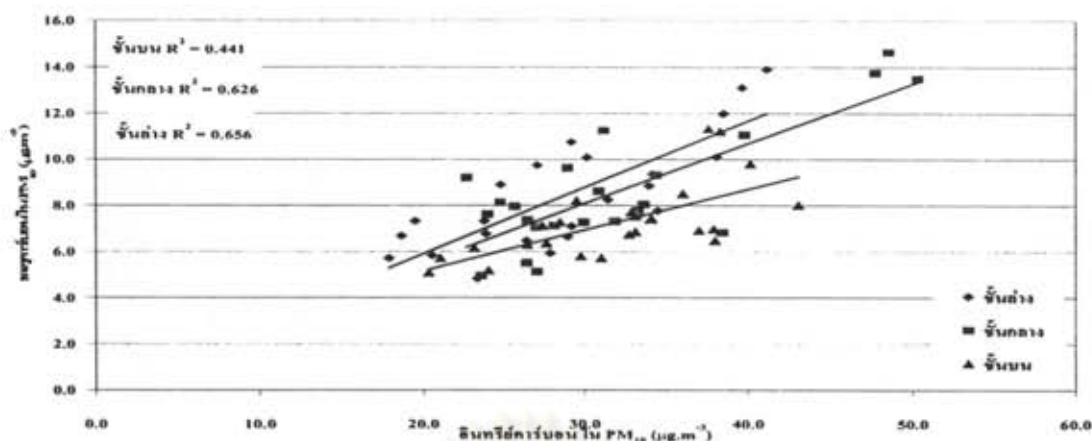
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง OC และ EC กับ PM₁₀ โดยใช้สถิติหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) พบว่า ชั้นล่างและชั้นบน OC และ EC มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ PM₁₀ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ส่วนในชั้นล่าง OC มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ PM₁₀ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% EC มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ PM₁₀ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ซึ่งจากการหาค่าความสัมพันธ์นี้จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของ OC และ EC แปรผันตรงกับความเข้มข้นของ PM₁₀ ในทุกระดับความสูงที่ทำการศึกษา

ความเข้มข้นองค์ประกอบคาร์บอนใน PM₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย ทั้ง 3 ระดับในกรุงเทพมหานคร พบว่า ชั้นล่าง EC OC1 และ OC2 มีค่าสูงสุด คือ 12.2 ± 1.6 3.7 ± 0.4 9.3 ± 2.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ชั้นกลาง TC OC OC3 OC4 EC1 และ EC3 มีค่าสูงสุด

51.8±11.6 41.1±8.7 16.2±2.3 9.1±2.7 13.1±2.4 และ 0.8±0.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และชั้นบน EC2 มีค่าสูงสุด คือ 1.6±0.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แสดงให้เห็นว่า ใน ชั้นกลางและชั้นบน พบองค์ประกอบของคาร์บอนในชนิดที่มีความเสถียรมากกว่าในชั้นล่าง ส่วน ค่าเฉลี่ยต่ำสุด ชั้นล่าง TC OC EC OC2 OC3 EC1 EC2 และ EC3 มีค่า 29.3±5.2 21.8±4.7 5.7±0.8 5.3±1.6 8.7±1.9 6.6±0.9 0.9±0.1 และ 0.1±0.1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ชั้นบน OC1 OC4 และ EC2 มีค่าต่ำสุด 1.0±0.4 4.5±1.9 และ 0.9±0.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยช่วงเวลาที่มียค่าเฉลี่ยสูงสุดในแต่ละค่า ส่วนใหญ่ได้แก่ ช่วงเวลา 18.00-21.00 น. และ 21.00-00.00 น. ส่วนช่วงเวลาที่มียค่าเฉลี่ยต่ำสุดในแต่ละค่า ส่วนใหญ่ ในชั้นล่างและชั้นกลาง ได้แก่ ช่วงเวลา 06.00-09.00 น. และ 09.00-12.00 น. แต่ในชั้นบนช่วงเวลาที่มียค่าเฉลี่ยต่ำสุด ส่วนใหญ่ ได้แก่ช่วงเวลา 03.00-06.00 น.

จะเห็นได้ว่าองค์ประกอบคาร์บอนส่วนใหญ่มีค่าสูงในช่วงเวลากลางคืน เนื่องจาก องค์ประกอบคาร์บอนมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันตามกัน กับความเข้มข้นของ PM₁₀ อย่างมี นัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ในทุกระดับความสูง เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของ PM₁₀ ของ พื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร (ตารางที่ 4.5, ภาพที่ 4.5) จะเห็นว่า PM₁₀ ในทุกระดับความสูงมีค่า สูงขึ้นในช่วงเวลากลางคืนเช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาองค์ประกอบคาร์บอน ในทุกระดับความสูง ของพื้นที่ศึกษา พบว่า มีความเข้มข้นของ OC3 สูงที่สุด รองลงมาคือ EC1 แสดงให้เห็นว่า แหล่งกำเนิดคาร์บอนทั้งสามระดับชั้นของพื้นที่ศึกษา มาจากการปลดปล่อยไอเสียจากเครื่องยนต์ เบนซิน และ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เป็นหลัก ส่วน OC2 ที่พบมากเป็นอันดับที่สาม บอกได้ว่า คาร์บอนมาจากการปลดปล่อยไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซลด้วย (Cao และคณะ, 2006) และจาก การศึกษาหาความเข้มข้นของ PAHs ตามระดับความสูงของพื้นที่ศึกษานี้ พบว่า แหล่งกำเนิดของ PAHs ซึ่งเป็นส่วนประกอบในคาร์บอน มาจากการปลดปล่อยจากเชื้อเพลิงดีเซลเช่นกัน (ธิตา, 2552) เนื่องจาก OC2 OC3 ซึ่งใช้อุณหภูมิในการวิเคราะห์อยู่ในช่วง 350 °C แสดงให้เห็นว่า องค์ประกอบคาร์บอนส่วนใหญ่ที่ตรวจวัดได้เป็น VOC (Gelencser, 2005)

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R²) ระหว่าง OC และ EC โดยทาง สถิติ พบว่า ชั้นล่างมีความสัมพันธ์ สูงที่สุด ซึ่งใกล้เคียงกับชั้นกลาง และชั้นบนมีความสัมพันธ์ ต่ำสุด คือ 0.441 ดังภาพที่ 4.17 และยังพบอีกว่า OC และ EC ในแต่ละระดับความสูงมีความสัมพันธ์ กันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ความสัมพันธ์ของ OC และ EC ที่ชั้นล่างและชั้นกลาง มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งถ้า OC และ EC มีค่าความสัมพันธ์สูง แสดงให้เห็นว่า แหล่งกำเนิดของทั้งสอง ชนิดมาจากแหล่งเดียวกันหรือคล้ายกัน (Duan และคณะ, 2005)



ภาพที่ 4.17 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ OC และ EC ใน PM_{10} ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

4.3.2.1 ร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอน ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

การศึกษาร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM_{10} โดยจะเลือกศึกษา ร้อยละของ TC OC และ EC ใน PM_{10} เปรียบเทียบความแตกต่างกับ ความเข้มข้นของ TC OC และ EC ใน PM_{10} พบว่า ค่าเฉลี่ยร้อยละของ TC ใน PM_{10} ชั้นกลาง มีค่าสูงสุด คือร้อยละ 36.0 ± 6.9 ค่าเฉลี่ยร้อยละของ OC ใน PM_{10} มีค่าสูงสุดใกล้เคียงกันในชั้นกลางและชั้นบน คือร้อยละ 28.4 ± 5.2 28.5 ± 4.5 ตามลำดับ และ EC ใน PM_{10} มีค่าเฉลี่ยร้อยละสูงสุดในชั้นกลาง คือร้อยละ 7.6 ± 1.9 ดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 ร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

เวลา	TC ใน PM_{10} (%)			OC ใน PM_{10} (%)			EC ใน PM_{10} (%)		
	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
06.00-09.00 น.	28.8±3.7	36.8±5.2	31.7±7.5	21.1±2.7	27.5±3.4	25.9±6.7	7.7±1.1	9.2±1.8	5.8±0.9
09.00-12.00 น.	27.5±5.4	35.5±7.7	37.7±5.2	20.8±4.4	27.9±5.1	30.5±4.4	6.6±1.3	7.7±2.7	7.2±2.0
12.00-15.00 น.	30.7±5.0	33.6±4.6	33.2±3.4	25.2±4.3	27.1±3.2	27.0±2.7	5.5±0.7	6.5±1.4	6.3±1.0
15.00-18.00 น.	33.6±0.2	35.6±5.8	37.4±4.3	27.2±0.4	29.6±4.4	31.3±3.9	6.3±0.2	6.0±1.6	6.1±0.5
18.00-21.00 น.	38.7±6.6	41.0±10.3	37.9±5.6	30.2±5.2	32.5±7.7	31.8±4.8	8.6±1.6	8.5±2.6	6.0±0.8
21.00-00.00 น.	32.6±5.3	34.2±11.6	34.7±6.4	24.4±4.3	26.0±9.3	27.7±5.7	8.2±1.0	8.3±2.6	7.1±0.8
00.00-03.00 น.	31.2±2.7	35.7±7.2	32.8±4.0	23.9±2.7	27.9±6.1	26.3±3.6	7.3±0.6	7.8±1.5	6.5±0.4
03.00-06.00 น.	31.4±4.4	35.9±2.6	33.8±4.0	24.5±3.6	28.7±2.1	27.2±3.8	6.9±0.9	7.2±0.7	6.6±0.3
ค่าเฉลี่ย±SD	31.8±4.2 ^a	36.0±6.9 ^b	34.9±5.1 ^b	24.7±3.5 ^a	28.4±5.2 ^b	28.5±4.5 ^b	7.1±0.9 ^a	7.6±1.9 ^b	6.5±0.8 ^a

หมายเหตุ: ^{a,b,c} คือร้อยละของ TC OC และ EC ใน PM_{10} ระหว่างชั้นความสูงที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จะเห็นได้ว่าร้อยละของ TC ใน PM_{10} และ EC ใน PM_{10} จะพบค่าสูงสุดในชั้นกลาง และต่ำสุดในชั้นล่าง ส่วนร้อยละของ OC ใน PM_{10} จะพบค่าเฉลี่ยสูงสุดในชั้นกลางและชั้นบน ส่วนค่าต่ำสุดจะพบในชั้นล่าง เช่นเดียวกับ TC และ EC เมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละใน PM_{10} ระหว่างชั้นความสูง โดยใช้สถิติ จะเห็นได้ว่า ร้อยละของ TC และ OC ใน PM_{10} มีค่าในชั้นล่างแตกต่างจากชั้นกลางและชั้นบน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วน EC ใน PM_{10} จะมีค่าแตกต่างกันในทุกระดับชั้นที่ทำการศึกษา

จากการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของ TC OC EC ใน PM_{10} ในแต่ละระดับความสูง ระหว่างร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} และความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} จะเห็นได้ว่า เราสามารถแยกความแตกต่างระหว่างร้อยละใน PM_{10} ตามระดับความสูงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เมื่อเทียบกับการใช้ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนจากการตรวจวัด ซึ่งไม่สามารถบอกความแตกต่างทางสถิติในแต่ละระดับความสูงได้ ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอนและความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนเฉลี่ยตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

	TC ใน PM_{10}			OC ใน PM_{10}			EC ใน PM_{10}		
	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
(%)ค่าเฉลี่ย±SD	31.8±4.2 ^a	36.0±6.9 ^b	34.9±5.1 ^b	24.7±3.5 ^a	28.4±5.2 ^b	28.5±4.5 ^b	7.1±0.9 ^a	7.6±1.9 ^b	6.5±0.8 ^c
(C)ค่าเฉลี่ย±SD	37.8±9.1 ^a	40.6±10.0 ^a	39.1±7.4 ^a	29.2±7.0 ^a	32.0±7.9 ^a	31.8±6.2 ^a	8.6±2.5 ^a	8.6±2.6 ^a	7.3±1.6 ^b

หมายเหตุ: ^{a,b,c} คือ TC OC และ EC ใน PM_{10} ระหว่างชั้นความสูงที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

: (%) คือร้อยละของ TC OC และ EC ใน PM_{10}

: (C) คือความเข้มข้นของ TC OC และ EC ใน PM_{10}

ตารางที่ 4.23 ร้อยละของ OC และ EC ใน TC ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

องค์ประกอบคาร์บอน	ร้อยละของ OC และ EC ใน TC					
	ชั้นล่าง		ชั้นกลาง		ชั้นบน	
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย ±SD	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย ±SD	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย ±SD
OC	72.7-82.9	77.4±3.1 ^a	71.2-84.9	78.9±3.3 ^a	76.9-85.4	81.4±2.4 ^b
EC	17.1-27.3	22.6±3.1 ^a	15.1-28.8	21.1±3.3 ^a	14.6-23.1	18.6±2.4 ^b

หมายเหตุ: ^{a,b} คือ OC และ EC ใน TC ระหว่างชั้นความสูงที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการศึกษาหาร้อยละของ OC และ EC ใน TC ทั้งสามระดับความสูง ดังตารางที่ 4.23 พบว่า OC ใน TC มีค่าร้อยละเฉลี่ย 77.4±3.1-81.4±2.4 ซึ่งมีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยจะ

เพิ่มขึ้นตามระดับความสูง และมีค่าใกล้เคียงกับ OC ใน TC ของ PM_{10} ในเมืองปักกิ่งที่มีค่า 76% (Duan และคณะ, 2004) และมีค่าสูงกว่า OC ใน TC ของ $PM_{2.5}$ ที่พบค่า 70% ในเมืองปักกิ่ง (Dan และคณะ, 2004) ส่วน EC ใน TC มีค่าร้อยละเฉลี่ย $18.6 \pm 2.4 - 22.6 \pm 3.1$ แนวโน้มของค่าเฉลี่ยร้อยละจะลดลงตามระดับความสูง เนื่องจาก EC จะมาจากแหล่งกำเนิดในพื้นที่ และแหล่งกำเนิดชั้นต้นทำให้พบว่ามีการลดลงตามความสูง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าร้อยละของ OC และ EC ใน TC ในชั้นบนมีค่าแตกต่างกับชั้นล่างและชั้นกลาง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และทำการหาความสัมพันธ์ของ ร้อยละของ OC และ EC ใน TC กับระดับความสูง โดยใช้สถิติ หาค่า r พบว่าร้อยละของ OC ใน TC มีค่าแปรผันตามระดับความสูง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ส่วน EC ใน TC จะแปรผกผันกับระดับความสูง อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

4.3.2 สัดส่วนของอินทรีย์คาร์บอนกับธาตุอินทรีย์ และอินทรีย์คาร์บอนชั้นที่สอง ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

ผลการตรวจวัดองค์ประกอบคาร์บอนในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร และนำมาหาค่าสัดส่วนของ OC/EC และหาค่าในรอบวันเฉลี่ย เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของ สัดส่วน OC/EC ในรอบวัน ซึ่งสัดส่วนของ OC/EC สามารถใช้เป็นดัชนีชี้วัดแหล่งกำเนิดของคาร์บอนได้ จากนั้นนำค่าสัดส่วนของ OC/EC มาหาค่าอินทรีย์คาร์บอนชั้นที่สอง (SOC) เพื่อพิจารณาแหล่งกำเนิดของ OC ที่ตรวจวัดได้ ตามระดับความสูง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.3.2.1 สัดส่วนของ OC/EC ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

ผลการตรวจวัด เมื่อนำมาหาค่าสัดส่วนของ OC/EC ใน PM_{10} ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง พบว่า ชั้นบน มีค่าสูงสุดคือ 3.32-5.87 และมีค่าเฉลี่ย 4.45 ± 0.71 ชั้นล่างมีค่าต่ำสุด คือ 2.66-4.84 และมีค่าเฉลี่ย 3.51 ± 0.65 ดังตารางที่ 4.24 รายละเอียดของผลการตรวจวัดในแต่ละระดับความสูงสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1) ชั้นล่าง

ผลการตรวจวัด เมื่อนำมาหาค่าสัดส่วนของ OC/EC ใน PM_{10} บริเวณศาลาฟ้าอาคารจอดรถชั้น 10 โรงแรมไบฮอกสูท (ไบฮอก 1) พบว่า ค่าสัดส่วนในรอบวันเฉลี่ย มีค่าสูงสุด 4.54 ± 0.40 ในช่วงเวลา 12.00-15.00 น. และมีค่าต่ำสุด 2.75 ± 0.07 ในช่วงเวลา 06.00-09.00 น. ดังตารางที่ 4.25 และภาพที่ 4.18

2) ชั้นกลาง

ผลการตรวจวัด เมื่อนำมาหาค่าสัดส่วนของ OC/EC ใน PM_{10} บริเวณศาลฟ้า โรงแรม ไบฮกสท (ไบฮก 1) พบว่า ค่าสัดส่วนในรอบวันเฉลี่ย มีค่าสูงสุด 5.29 ± 0.13 ในช่วงเวลา 18.00-21.00 น. และมีค่าต่ำสุด 3.02 ± 0.23 ในช่วงเวลา 06.00-09.00 น. คังตารางที่ 4.25 และภาพที่ 4.18

3) ชั้นบน

ผลการตรวจวัด เมื่อนำมาหาค่าสัดส่วนของ OC/EC ใน PM_{10} บริเวณศาลฟ้า โรงแรม ไบฮกสท (ไบฮก 2) พบว่า ค่าสัดส่วนในรอบวันเฉลี่ย มีค่าสูงสุด 5.03 ± 0.76 ในช่วงเวลา 15.00-18.00 น. และมีค่าต่ำสุด 3.89 ± 0.49 ในช่วงเวลา 21.00-00.00 น. คังตารางที่ 4.25 และภาพที่ 4.18

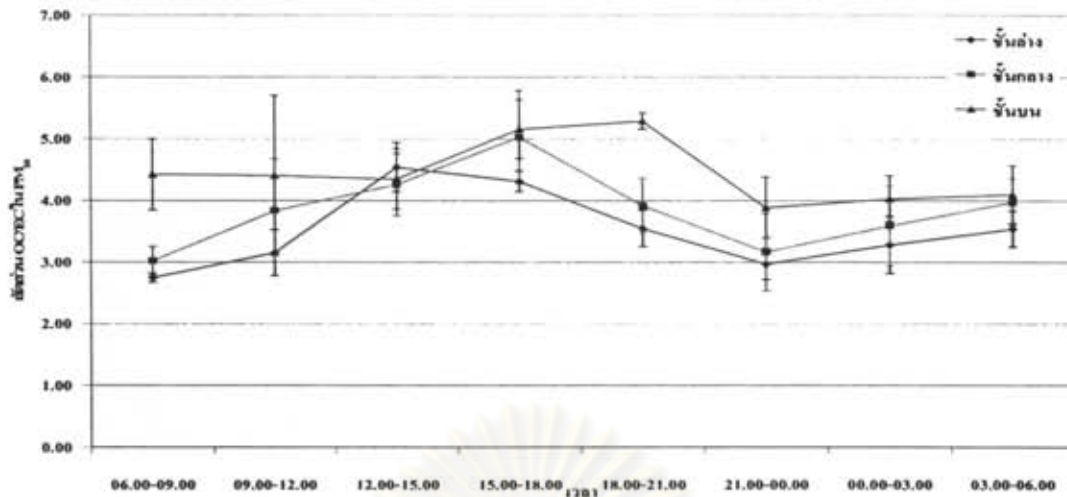
ตารางที่ 4.24 สัดส่วนของ OC/EC ใน PM_{10} ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

พื้นที่ศึกษา	สัดส่วนของ OC/EC	
	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย \pm SD
ชั้นล่าง	2.66-4.84	3.51 ± 0.65^a
ชั้นกลาง	2.47-5.62	3.85 ± 0.78^b
ชั้นบน	3.32-5.87	4.45 ± 0.71^c

หมายเหตุ: ^{a,b,c} คือสัดส่วนของ OC/EC ใน PM_{10} ระหว่างชั้นความสูงที่มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4.25 สัดส่วนของ OC/EC ใน PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

สัดส่วนของ OC/EC ใน PM_{10} ในรอบวันเฉลี่ย ตามระดับความสูง			
เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
06.00-09.00 น.	2.75 ± 0.07	3.02 ± 0.23	4.42 ± 0.58
09.00-12.00 น.	3.15 ± 0.37	3.83 ± 0.84	4.40 ± 1.30
12.00-15.00 น.	4.54 ± 0.40	4.26 ± 0.50	4.35 ± 0.49
15.00-18.00 น.	4.31 ± 0.17	5.03 ± 0.76	5.16 ± 0.48
18.00-21.00 น.	3.55 ± 0.29	3.92 ± 0.44	5.29 ± 0.13
21.00-00.00 น.	2.97 ± 0.25	3.16 ± 0.63	3.89 ± 0.49
00.00-03.00 น.	3.28 ± 0.46	3.59 ± 0.64	4.02 ± 0.37
03.00-06.00 น.	3.54 ± 0.29	3.97 ± 0.38	4.10 ± 0.47



ภาพที่ 4.18 สัดส่วนของ OC/EC ใน PM₁₀ ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

จากการหาค่าสัดส่วนของ OC/EC ใน PM₁₀ ทั้ง 3 ระดับความสูงในพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร พบว่า ชั้นบนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือชั้นกลาง และชั้นล่าง ตามลำดับ สัดส่วนของ OC/EC ที่พบมีค่าแปรผันตามความสูง คือความสูงมากขึ้นจะพบ EC ลดลง เนื่องจาก EC มาจากแหล่งกำเนิดชั้นดิน เช่นจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ จากเปลือกผิวโลก ส่วน OC จะมาจากแหล่งกำเนิดทั้งชั้นดิน และแหล่งกำเนิดชั้นที่สอง ซึ่งเป็น Secondary Organic carbon (SOC) ทำให้พบ OC ที่ชั้นกลางและชั้นบนสูงกว่าชั้นล่าง เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของ OC/EC ในทุกระดับความสูงและทุกช่วงเวลา มีค่ามากกว่า 2.0 แสดงให้เห็นว่าคาร์บอนที่เกิดขึ้นมาจากอนุภาคของ SOC ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาโฟโตเคมีคอล (Turpin และคณะ, 1990a, Chow และคณะ, 1996) และจากการหาค่าสัดส่วนในรอบวันเฉลี่ย พบว่า ทั้ง 3 ระดับความสูงมีค่าสัดส่วนของ OC/EC สูงสุดในช่วงบ่ายถึงค่ำ สาเหตุมาจากการเกิด SOC ในช่วงเวลาดังกล่าว ดังรายละเอียดในหัวข้อต่อไป และปัจจัยของแหล่งกำเนิด EC ที่มาจากการปลดปล่อยของเครื่องยนต์ดีเซลซึ่งมีค่าสูงในช่วงกลางวัน (Hildemann และคณะ, 1991, Cao และคณะ, 2006) และการเกิด OC ที่ลดลงในช่วงเวลากลางคืน ก็ส่งผลให้สัดส่วนของ OC/EC มีค่าต่ำลงในช่วงเวลากลางคืนเช่นกัน

เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของ OC/EC ในแต่ละระดับความสูง โดยใช้สถิติ พบว่า ค่าสัดส่วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทุกระดับความสูง เนื่องจากความเข้มข้นของ OC ที่พบมีแนวโน้มแปรผันตามระดับความสูง แต่ EC จะเป็นไปในทางตรงกันข้ามคือ แปรผกผันตามระดับความสูง ทำให้สัดส่วน OC/EC ที่ทำการวิเคราะห์มีค่าแตกต่างกันตามระดับความสูง จากการเปรียบเทียบทางสถิติ ของ OC และ EC พบว่าที่ชั้นบน EC มีค่าแตกต่างจากชั้นอื่นๆ ส่วน OC ไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละระดับความสูง

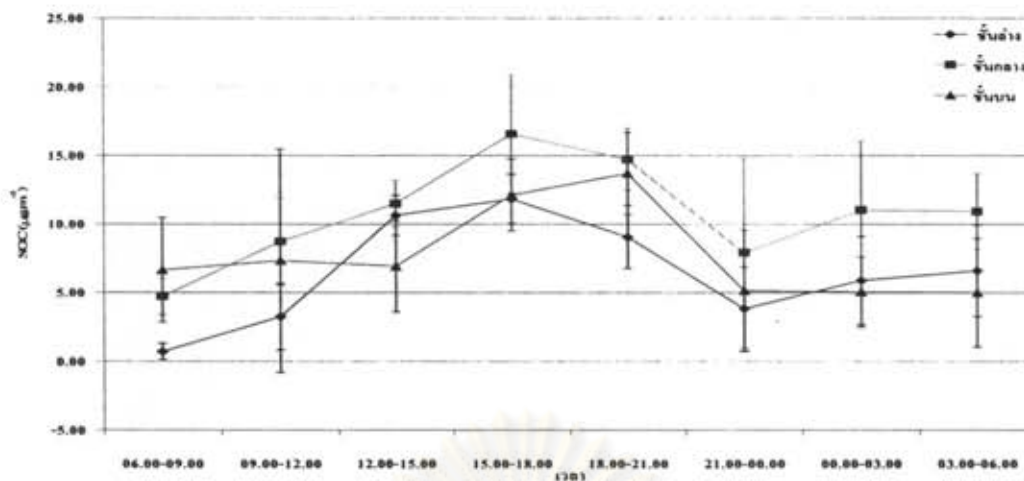
4.3.2.2 อินทรีย์คาร์บอนชั้นที่สอง (Secondary organic carbon, SOC) ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

การศึกษาอินทรีย์คาร์บอนชั้นที่สอง (SOC) ใน PM_{10} โดยใช้ค่าสัดส่วนของ OC/EC และความเข้มข้นของ OC และ EC มาหาค่า SOC ซึ่ง SOC จะมีผลกระทบต่อกรมมองเห็นและการโดนแสงของมนุษย์ในช่วงบ่ายอย่างมีนัยสำคัญ (Turpin และคณะ, 1994) จากนั้นคำนวณหาค่า ร้อยละของ SOC ใน OC และหาค่าเฉลี่ยในรอบวัน ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

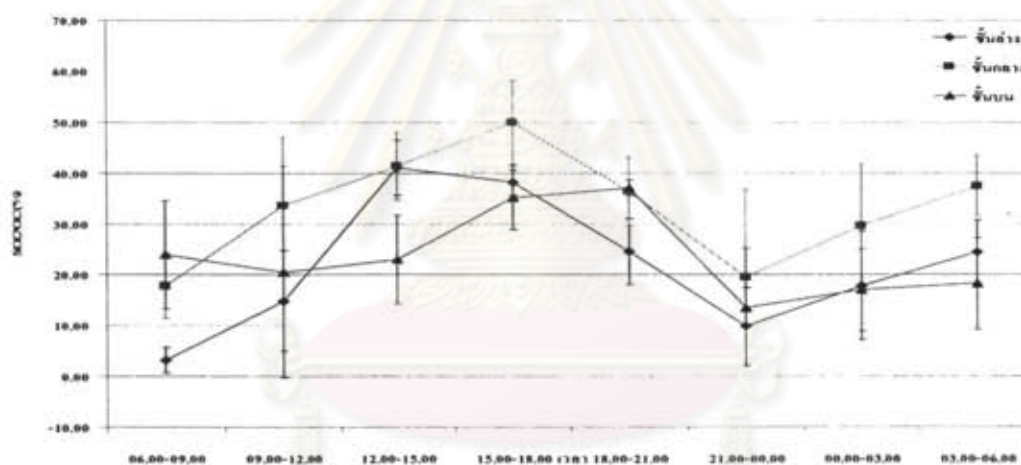
จากการศึกษา พบว่า SOC และร้อยละของ SOC/OC มีค่าเฉลี่ยรวมสูงสุดในชั้นกลาง คือ 10.76 ± 3.75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และร้อยละ 33.26 ± 10.80 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับความเข้มข้นของ OC ที่พบว่า มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในชั้นกลางเช่นกัน และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยในรอบวันจะพบว่า SOC และร้อยละของ SOC/OC มีค่าสูงในช่วงเวลา 12.00-21.00 น. ดังตารางที่ 4.26, ภาพที่ 4.19 และภาพที่ 4.20 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Turpin และ Huntzicker, 1994 ที่พบว่า SOC จะมีค่าสูงในช่วงเวลา 16.00-18.00 น. ซึ่งเป็นช่วงกลางวัน และร้อยละของ SOC/OC ที่ตรวจพบใน PM_{10} ในเมือง Coimbra ของ Castro และคณะ, 1999 พบว่า ในฤดูหนาว ร้อยละของ SOC/OC มีค่าร้อยละ 37 และใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดในเมืองปักกิ่ง (Chan และคณะ, 2005)

ตารางที่ 4.26 ความเข้มข้นของ SOC (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) และร้อยละของ SOC/OC ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

เวลา	ชั้นล่าง		ชั้นกลาง		ชั้นบน	
	SOC	SOC/OC (%)	SOC	SOC/OC (%)	SOC	SOC/OC (%)
06.00-09.00 น.	0.71±0.61	3.13±2.57	4.73±1.32	17.83±6.38	6.65±3.81	23.99±10.65
09.00-12.00 น.	3.25±2.41	14.82±9.97	8.73±3.19	33.64±13.45	7.33±8.13	20.55±20.82
12.00-15.00 น.	10.62±1.46	41.12±5.46	11.50±1.69	41.44±6.66	6.92±3.30	22.98±8.77
15.00-18.00 น.	11.84±1.80	38.19±2.46	16.57±4.33	50.05±8.10	12.12±2.62	35.24±6.32
18.00-21.00 น.	9.06±2.31	24.63±6.52	14.71±2.25	36.44±6.74	13.69±2.99	37.19±1.58
21.00-00.00 น.	3.83±3.05	9.89±7.61	7.92±6.88	19.53±17.35	5.15±4.42	13.57±11.72
00.00-03.00 น.	5.89±3.21	17.83±10.74	11.02±5.04	29.69±12.18	5.05±2.56	17.00±8.10
03.00-06.00 น.	6.60±3.33	24.48±6.26	10.92±2.76	37.48±5.94	5.02±3.94	18.28±9.08
ค่าเฉลี่ย±SD	6.48±3.85	21.76±13.16	10.76±3.75	33.26±10.80	7.74±3.34	23.60±8.47



ภาพที่ 4.19 ความเข้มข้นของ SOC (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 4.20 ร้อยละของ SOC/OC (%) ในรอบวันเฉลี่ย ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และฝุ่นละอองรวม (PM₁₀/TSP) สัดส่วนของอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน (OC/EC) กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ตามระดับความสูง

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของ PM₁₀/TSP และสัดส่วนของ OC/EC กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา คือ อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ รังสีดวงอาทิตย์ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม โดยเลือกใช้ผลการตรวจวัดของอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวที่ทำการตรวจวัด ณ เวลาและสถานที่เดียวกับจุดตรวจวัด และความสูงผสม จากการตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาชั้นบน มาหาค่าสัมประสิทธิ์

สหสัมพันธ์ (r) โดยใช้สถิติ pearson correlation เพื่อศึกษาปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ส่งผลต่อ สัดส่วนของ PM_{10}/TSP และ OC/EC ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และฝุ่นละอองรวม (PM_{10}/TSP) กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ตามระดับความสูง

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของ PM_{10}/TSP กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา มาหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) เพื่อศึกษาปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่ส่งผลต่อสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.4.1.1 อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของ PM_{10}/TSP กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ตามระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา พิจารณาความสัมพันธ์ โดยใช้สถิติ pearson correlation พบว่า ทุกระดับความสูงที่ทำการศึกษาระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณาจากทิศทางลมที่ทำการตรวจวัด พบว่า ชั้นล่าง ทิศทางลมเฉลี่ยในช่วงเวลาตรวจวัดมาจากทิศตะวันตกและตะวันตกเฉียงใต้ ชั้นกลาง ทิศทางลมมาจากทิศตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนชั้นบน ลมมาจากทุกทิศทาง แต่มีความเร็วลมต่ำสุด ดังภาพที่ 4.21 จะเห็นได้ว่า ชั้นล่างและชั้นกลางมีทิศทางลมในทิศทางตรงกันข้ามกัน เนื่องจากเป็นทิศทางลมจากช่องของอาคารในชั้นล่าง และชั้นกลางเป็นลมที่มาจากด้านข้างของอาคารส่งผลให้ ชั้นกลางมีความเร็วลมสูงสุด อันเนื่องมาจากการปั่นป่วนทางกายภาพของจุดเก็บตัวอย่างส่งผลให้พบสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ที่ตรวจวัดได้ในชั้นกลางมีค่าสูงกว่าชั้นอื่น เมื่อมาพิจารณาความสัมพันธ์โดยทางสถิติ พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ไม่มีความสัมพันธ์กับอุตุนิยมวิทยาอย่างมีนัยสำคัญ

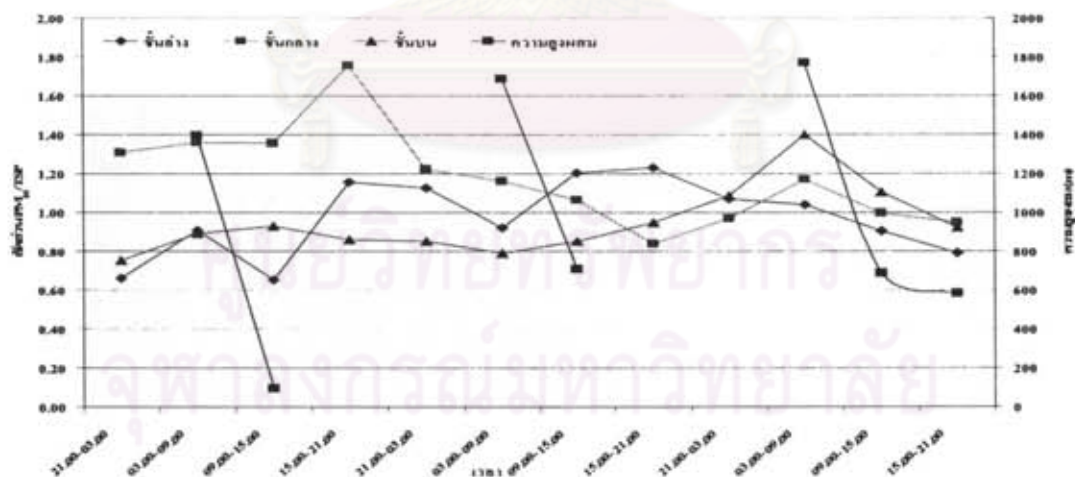


ภาพที่ 4.21 ทิศทางและความเร็วลม ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณชั้นล่าง ชั้นกลางและชั้นบน ตามลำดับจากซ้ายไปขวา พื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

จากการตรวจวัดคุณภาพอากาศชั้นบน โดยใช้ radiosond พื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ระหว่างวันที่ 18-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 ในช่วงเวลา 00.00 06.00 12.00 และ 18.00 ซึ่งตรงกับเวลาท้องถิ่น 07.00 น. 13.00 น. 19.00 น. และ 01.00 น. นำมาหาค่าระดับความสูงผสมโดยวิธี Holzworth ดังตารางที่ 4.27 เนื่องจากช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างมีความชื้นสูงและฝนตกทำให้อุณหภูมิต่ำกว่าที่ตรวจวัดได้ ไม่ติดกับเส้น dry adiabatic lap rate ในหลายช่วงเวลา ความสูงผสมที่คำนวณได้จึงเกิดขึ้นน้อย และเมื่อนำค่าความสูงผสมมาหาความสัมพันธ์กับสัดส่วนของ PM_{10}/TSP โดยใช้สถิติ pearson correlation พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีความสัมพันธ์กับความสูงผสมแบบแปรผกผันตามกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังภาพที่ 4.22

ตารางที่ 4.27 ความสูงผสม (เมตร) ระหว่างวันที่ 18-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

วันที่/เวลา	ความสูงผสม (เมตร)		
	18 ธันวาคม พ.ศ. 2550	19 ธันวาคม พ.ศ. 2550	20 ธันวาคม พ.ศ. 2550
01.00 น.	ND	ND	ND
07.00 น.	1349	1,688	1,770
13.00 น.	437	709	685
19.00 น.	ND	ND	582



ภาพที่ 4.22 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP กับความสูงผสม (m) ตามระดับความสูง ระหว่างวันที่ 18-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

4.4.1.2 เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของ PM_{10}/TSP กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ตามระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 พิจารณาความสัมพันธ์โดยสถิติ pearson correlation พบว่า ชั้นล่าง สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีความสัมพันธ์กับความชื้นสัมพัทธ์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แบบแปรผันตามกัน ชั้นกลาง มีความสัมพันธ์กับความดันบรรยากาศ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แบบแปรผันตามกัน ส่วนชั้นบน ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 4.23 ทิศทางและความเร็วลม ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณชั้นล่าง ชั้นกลาง และชั้นบน ตามลำดับจากซ้ายไปขวา พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

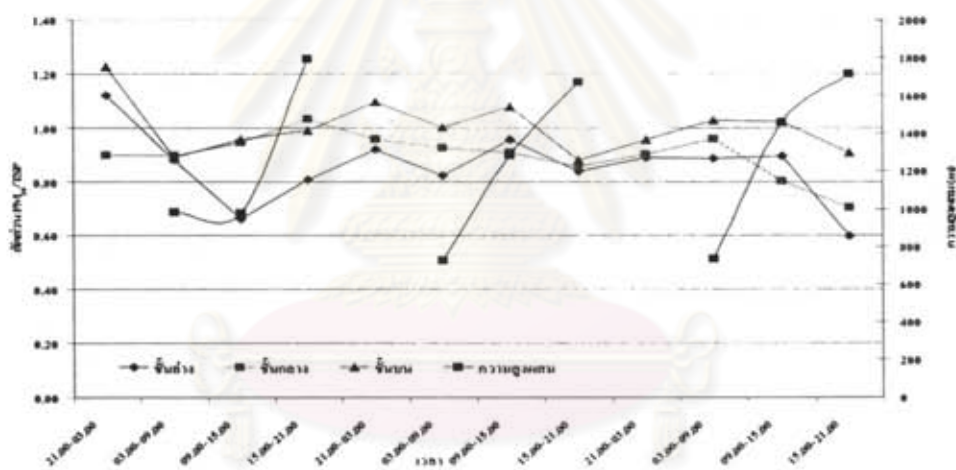
เมื่อพิจารณาจากทิศทางลมที่ทำการตรวจวัด พบว่า ทั้งสามระดับความสูง ทิศทางลมเฉลี่ยในช่วงเวลาตรวจวัดส่วนใหญ่ มาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งช่วงวันและเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูหนาว จะมีลมพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ จะได้รับอิทธิพลจากแหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองจากเขตดินแดงที่มีผลการตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในบรรยากาศสูง (ภาคผนวก ก) และความเร็วมในชั้นกลางมีค่าสูงสุด เนื่องจากชั้นบน มีการติดตั้งจานรับส่งสัญญาณบริเวณศาลฟ้าหลายจุดส่งผลให้กระแสลมชั้นบนไม่แรงมาก ดังภาพที่ 4.23 ซึ่งจากผลการพิจารณาทางสถิติ พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาพื้นผิว อย่างมีนัยสำคัญ

จากการตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาชั้นบน โดยใช้ radiosond ในพื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานคร ระหว่างวันที่ 19-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ในช่วงเวลา 00.00 03.00 06.00 09.00 12.00 และ 18.00 ซึ่งตรงกับเวลาท้องถิ่น 07.00 น. 10.00 น. 13.00 น. 16.00 น. 19.00 น. และ 01.00 น. นำมาหาค่าระดับความสูงผสมโดยวิธี Holzworth ดังตารางที่ 4.28 และเมื่อนำค่าความสูงผสมมาหา

ความสัมพันธ์กับสัดส่วนของ PM_{10}/TSP โดยใช้สถิติ pearson correlation พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีความสัมพันธ์กับความสูงผสมแบบแปรผกผันกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังภาพที่ 4.24

ตารางที่ 4.28 ความสูงผสม (เมตร) ระหว่างวันที่ 19-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขต
บางนา กรุงเทพมหานคร

วันที่เวลา	ความสูงผสม (เมตร)		
	19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551	20 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551	21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551
01.00 น.	-	ND	ND
07.00 น.	979	724	733
10.00 น.	974	501	389
13.00 น.	1,049	1282	1,459
16.00 น.	1,790	1672	1,725
19.00 น.	16	1639	1,783



ภาพที่ 4.24 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP กับความสูงผสม (m) ตามระดับความสูง ระหว่างวันที่ 19-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานคร

4.4.1.3 อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของ PM_{10}/TSP กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ตามระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ พิจารณาความสัมพันธ์โดยใช้สถิติ pearson correlation พบว่า ทุกระดับความสูงที่ทำการศึกษา ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ไม่มีความสัมพันธ์กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาอย่างมีนัยสำคัญ

เมื่อพิจารณาจากทิศทางลมที่ทำการตรวจวัด พบว่า ชั้นล่าง ทิศทางลมเฉลี่ยในช่วงเวลาตรวจวัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งฝุ่นละอองมาจากจุดที่เป็นแหล่งขายของที่ระลึก

ของเชียงใหม่คือไนท์บราซาร์เป็นส่วนใหญ่ ชั้นกลาง ทิศทางลมมาจากทิศตะวันออกเฉียงใต้และ ตะวันตกเฉียงเหนือ ส่วนชั้นบน มาจากทิศใต้และตะวันตกเฉียงเหนือ ดังภาพที่ 4.25 จะเห็นได้ว่า ชั้นบนมีความเร็วลมสูงสุด แต่จากการพิจารณาทางสถิติ พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ไม่มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิตามวิทยุอย่างมีนัยสำคัญ

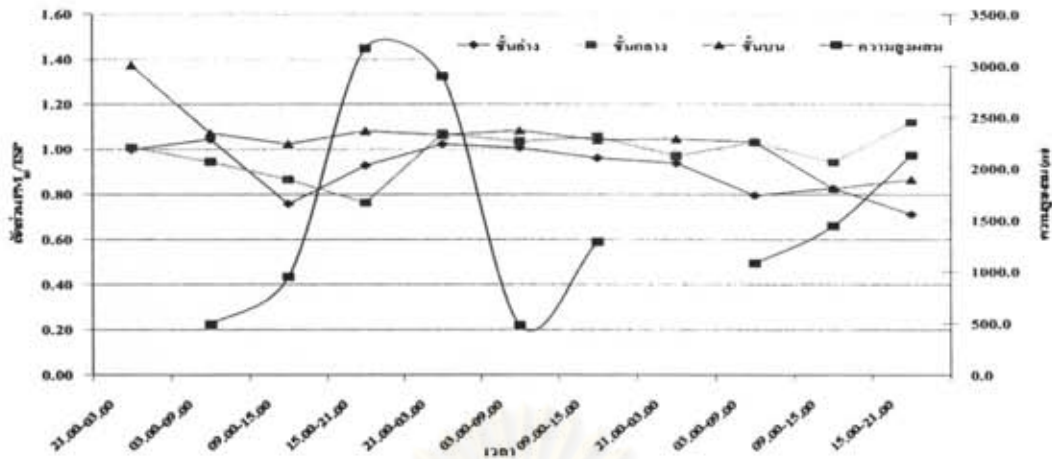


ภาพที่ 4.25 ทิศทางและความเร็วลม ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณชั้นล่าง ชั้นกลาง และชั้นบน ตามลำดับจากซ้ายไปขวา พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

จากการตรวจวัดอุณหภูมิตามวิทยุชั้นบน โดยใช้ radiosond ในพื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างวันที่ 26-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ในช่วงเวลา 00.00 06.00 12.00 และ 18.00 ซึ่งตรงกับเวลาท้องถิ่น 07.00 น. 13.00 น. 19.00 น. และ 01.00 น. นำมาหาค่าระดับความสูงผสมโดยวิธี Holzworth ดังตารางที่ 4.29 และเมื่อนำค่าความสูงผสมมาหาความสัมพันธ์กับสัดส่วนของ PM_{10}/TSP โดยใช้สถิติ pearson correlation พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีความสัมพันธ์กับความสูงผสมแบบแปรผกผันกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังภาพที่ 4.26

ตารางที่ 4.29 ความสูงผสม (เมตร) ระหว่างวันที่ 26-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

วันที่/เวลา	ความสูงผสม (เมตร)		
	26 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551	27 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551	28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551
01.00 น.	ND	2,899	ND
07.00 น.	490	481	1,079
13.00 น.	949	1,288	1,443
19.00 น.	3,168	742	2,130



ภาพที่ 4.26 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP กับความสูงผสม (m) ตามระดับความสูง ระหว่างวันที่ 26-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของ PM_{10}/TSP กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาพื้นผิว คือ อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ รังสีดวงอาทิตย์ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และความสูงผสม จากการตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาชั้นบน มหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยใช้สถิติ พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาพื้นผิว และความสูงผสม แทบจะไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในแต่ละชั้นความสูงน่าจะมาจากปัจจัยอื่น เช่น จากแหล่งกำเนิดโดยตรง

4.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน (OC/EC) กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

พิจารณาความสัมพันธ์ของ OC/EC กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาพื้นผิว คือ อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ รังสีดวงอาทิตย์ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลม ตามระดับความสูงของกรุงเทพมหานคร และความสูงผสมจากการตรวจวัดอุตุนิยมวิทยาชั้นบน ในระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 โดยใช้สถิติ มีรายละเอียดดังนี้

1) ชั้นล่าง

จากการศึกษา สัดส่วนของ OC/EC บริเวณศาลฟ้าอาคารจอดรถชั้น 10 โรงแรมโบหกสูท (โบหก 1) พบว่า สัดส่วนของ OC/EC แปรผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์และความดันบรรยากาศอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% แต่แปรผันตามกับรังสีดวงอาทิตย์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และแปรผันตามอุณหภูมิ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

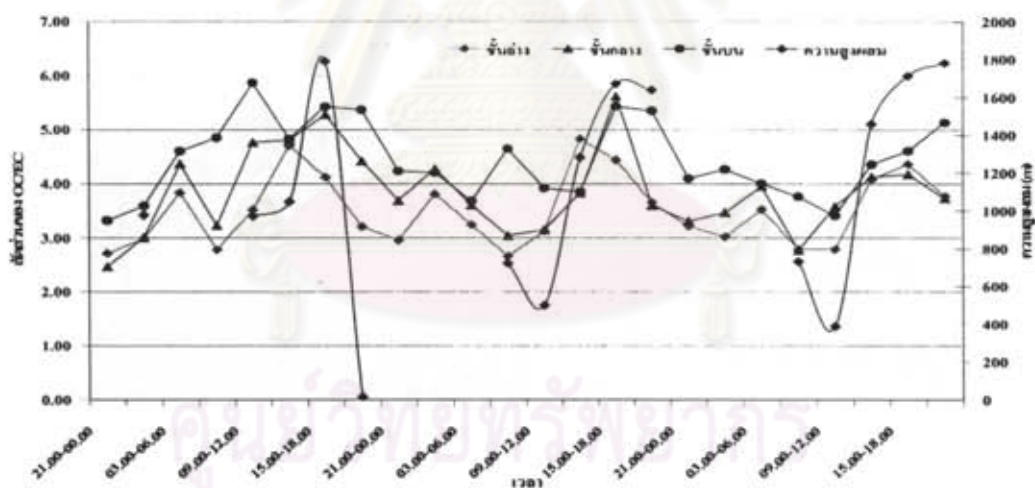
2) ชั้นกลาง

จากการศึกษา สัดส่วนของ OC/EC บริเวณคาดฟ้า โรงแรมใบหยกสุท (ใบหยก 1) พบว่า สัดส่วนของ OC/EC แปรผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% แต่แปรผันตามอุณหภูมิ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

3) ชั้นบน

จากการศึกษา สัดส่วนของ OC/EC บริเวณคาดฟ้า โรงแรมใบหยกสกาย (ใบหยก 2) พบว่า สัดส่วนของ OC/EC แปรผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% แต่แปรผันตามอุณหภูมิ อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของ OC/EC กับความสูงผสม (ตารางที่ 4.28) โดยใช้สถิติ pearson correlation พบว่า ชั้นล่าง สัดส่วนของ OC/EC มีความสัมพันธ์กับความสูงผสมแบบแปรผันตามกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ส่วนชั้นกลางและชั้นบนมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตามกันเช่นเดียวกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังแสดงในภาพที่ 4.27



ภาพที่ 4.27 สัดส่วนของ OC/EC กับความสูงผสม (m) ตามระดับความสูง ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของ OC/EC กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร ในระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 พบว่า สัดส่วนของ OC/EC แปรผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ แต่จะแปรผันตามอุณหภูมิ อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องมาจากการเกิด OC จะเกิดได้ดีในช่วงที่มีแสงของวันซึ่งเป็นช่วงเวลาที่มียุณหภูมิสูง ทำให้พบค่า OC/EC มีค่าสูงในช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิสูงด้วย และสัดส่วนของ OC/EC ยังแปรผันตาม

ความสูงผสม ทั้งสามระดับความสูง เนื่องจากระดับความสูงผสมมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่แสงที่เหมาะสมกับการเกิดปฏิกิริยาทางโฟโตเคมีคอล ของ SOC เมื่อ OC มีค่าสูง ส่งผลให้สัดส่วนของ OC/EC ในช่วงเวลากลางวันมีค่าสูงด้วย แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของ OC/EC ตามระดับความสูงของพื้นที่ศึกษานี้ คือความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และความสูงผสม



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น และสัดส่วนของฝุ่นละออง ในรอบวัน ตามชั้นความสูง

การตรวจวัดความเข้มข้นและความเข้มข้นในรอบวันเฉลี่ยของฝุ่นละอองรวม และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามชั้นความสูง 3 ระดับคือ ชั้นล่าง ชั้นกลาง และชั้นบน ใน 3 พื้นที่ศึกษาคือ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร และ อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

5.1.1.1 ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม และฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามชั้นความสูง

ความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ตามระดับความสูง พิจารณาโดยทางสถิติพบว่า พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร ค่า TSP แสดงความสัมพันธ์กับความสูงแบบแปรผกผันกับความสูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วน PM_{10} มีความสัมพันธ์กับความสูงแบบแปรผกผันกับความสูงอย่างไม่มีนัยสำคัญ คือทั้ง TSP และ PM_{10} จะลดลงตามความสูง แต่ในพื้นที่นี้ TSP จะเห็นได้ชัดเจนกว่า PM_{10} และอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ ทั้ง TSP และ PM_{10} มีความสัมพันธ์กับความสูงแบบแปรผกผันกับความสูง อย่างไม่มีนัยสำคัญ ซึ่ง TSP จะมีค่าความสัมพันธ์สูงกว่า PM_{10} เช่นเดียวกับกรุงเทพฯ ซึ่งแหล่งกำเนิดหลักของ TSP เป็นแหล่งกำเนิดที่อยู่ในพื้นที่ ส่วนพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ได้รับอิทธิพลจากฝุ่น และความชื้นที่สูง ส่งผลให้ TSP มีค่าไม่แตกต่างกับ PM_{10} และปัจจัยทางกายภาพที่ก่อให้เกิดการปั่นป่วนทางกายภาพในบางจุดเก็บตัวอย่าง ส่งผลให้ ความเข้มข้นของฝุ่นละอองที่อำเภอหาดใหญ่ไม่แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับระดับความสูง

จากการพิจารณาทางสถิติ ทุกพื้นที่ตรวจวัด พบว่า ความเข้มข้นของ TSP ส่วนใหญ่ มีค่าแตกต่างกันตามระดับความสูงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนความเข้มข้นของ PM_{10} พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันตามระดับความสูง เนื่องมาจากคุณสมบัติในการแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศของ PM_{10} นานกว่า TSP ทำให้ในระดับความสูงขึ้นไปยังคงสามารถแขวนลอยอยู่ได้ จึงพบความเข้มข้นของ PM_{10} ในแต่ละระดับชั้นความสูงมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงความ

เข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ต่อความสูง 1 เมตร ทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา พบว่า พื้นที่ศึกษา กรุงเทพมหานคร และ เชียงใหม่ มีค่าเฉลี่ยของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นต่อ 1 เมตรของ PM_{10} ลดลงตามระดับความสูงด้วยอัตรา 0.03 และ 0.01 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อ 1 เมตร ตามลำดับ ส่วน TSP ลดลงตามระดับความสูงด้วยอัตรา 0.10 และ 0.13 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรต่อ 1 เมตร ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าในทั้ง 2 พื้นที่ศึกษามีอัตราการลดลงของความเข้มข้นของฝุ่นละอองทั้งสองชนิดต่อเมตรใกล้เคียงกัน ทั้งๆที่แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองแตกต่างกัน ซึ่งอาจจะนำไปสู่การศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น ส่วนของพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จะแตกต่างจากผลดังที่กล่าวมาแล้ว เนื่องจากปัจจัยดังที่กล่าวมาข้างต้น

5.1.1.2 สัดส่วนระหว่างฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และ ฝุ่นละอองรวม (PM_{10}/TSP) ในรอบวันเฉลี่ย

ผลการพิจารณาสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ตามระดับความสูงโดยใช้สถิติ สรุปได้ว่า มีแนวโน้มแปรผันตามความสูง ในพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานครและจังหวัดเชียงใหม่ มีความสัมพันธ์กับความสูงอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง คือเมื่อระดับความสูงเพิ่มขึ้นสัดส่วนของ PM_{10}/TSP จะมีค่าสูงขึ้นด้วย เนื่องมาจาก TSP มีแหล่งกำเนิดหลักจากในพื้นที่ และมีระยะเวลาการแขวนลอยในอากาศได้ไม่นานเท่า PM_{10} ทำให้ในระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นพบ PM_{10} ได้มากกว่า TSP ส่งผลให้ค่าสัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่าแปรผันตามความสูง ยกเว้นพื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ ที่สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ไม่มีความสัมพันธ์กับระดับความสูง เนื่องจากปัจจัยทางการปั่นป่วนทางกายภาพ ประกอบกับช่วงเวลาที่การเก็บตัวอย่างมีฝนตกในหลายช่วงเวลา ซึ่งน้ำฝนจะชะล้างฝุ่นละอองทำให้ความเข้มข้นของฝุ่นละอองในอำเภอหาดใหญ่มีค่าไม่สูง และจากการหาค่าเฉลี่ยในรอบวันเฉลี่ย พบว่า ช่วงเวลาที่สัดส่วนของ PM_{10}/TSP มีค่าสูงที่สุดของพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร คือ 21.00-03.00 น. มีปัจจัยมาจากการปลดปล่อยจากท่อไอเสียของเครื่องยนต์ดีเซลเป็นหลัก ส่วน เชียงใหม่ พบว่ามีค่าสูงในช่วงเวลานี้เช่นกัน ซึ่งมาจากการเผาในที่โล่งเป็นหลัก ส่งผลให้พบสัดส่วนของ PM_{10}/TSP สูงในช่วงเวลาดังกล่าว

5.1.2 องค์ประกอบทางเคมีในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีใน PM_{10} ได้แก่ สารอินทรีย์ ธาตุคาร์บอน โซเดียม แอมโมเนียม โพแตสเซียม และแคลเซียม คลอไรด์ ไนเตรท ซัลเฟต และสารประกอบอื่นๆ โดยการหาสัดส่วนขององค์ประกอบทางเคมีโดยน้ำหนัก พบว่า ทั้ง 3 ระดับความสูง มีค่าสัดส่วนของ other species สูงสุด รองลงมาคือ อินทรีย์คาร์บอน ซัลเฟต ธาตุคาร์บอน และไนเตรท ตามลำดับ

แสดงให้เห็นว่าแหล่งกำเนิดขององค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ในพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร มาจากการปลดปล่อยจากยานยนต์ เป็นส่วนใหญ่ และเมื่อพิจารณาทางสถิติ พบว่า ร้อยละของอินทรีย์คาร์บอน ซัลเฟต และ other species ที่มีอยู่ในชั้นล่างจะมีค่าต่ำสุด ซึ่งแตกต่างจากชั้นกลางและชั้นบน อย่างมีนัยสำคัญ ส่วนโซเดียม โปรแตสเซียม แคลเซียม คลอไรด์ และไนเตรท ทั้ง 3 ระดับความสูงจะพบความเข้มข้นต่ำและไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่ง โซเดียม และคลอไรด์ แหล่งกำเนิดส่วนใหญ่มาจากทะเล ทำให้พบว่าฝุ่นละอองที่ตรวจพบไม่ได้มาจากทะเลเป็นหลัก

5.1.3 องค์ประกอบคาร์บอนและสัดส่วนขององค์ประกอบคาร์บอน ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

ทำการวิเคราะห์ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนและสัดส่วนขององค์ประกอบคาร์บอน (OC/EC) ใน PM_{10} ตามระดับความสูง คือ ชั้นล่าง ชั้นกลาง และชั้นบน ในพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร และหาค่าเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมง เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน สามารถสรุปได้ดังนี้

5.1.3.1 องค์ประกอบของคาร์บอนในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และความเข้มข้นในรอบวันเฉลี่ย ตามระดับความสูง

ความเข้มข้นองค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} ทั้ง 3 ระดับในกรุงเทพมหานคร พบว่า ชั้นล่าง มีค่า OC1 และ OC2 เฉลี่ยสูงสุด คือ 3.7 ± 0.4 9.3 ± 2.5 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ชั้นกลาง มีค่า OC3 OC4 EC1 และ EC3 เฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 16.2 ± 2.3 9.1 ± 2.7 13.1 ± 2.4 และ 0.6 ± 0.4 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ และชั้นบนมีค่า EC2 เฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 1.6 ± 0.3 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

เมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอน ในแต่ละระดับความสูง โดยใช้สถิติ พบว่า EC ชั้นบนมีค่าต่ำสุด ซึ่งแตกต่างกับชั้นล่างและชั้นกลาง อย่างมีนัยสำคัญ EC3 จะมีค่าแตกต่างกันในทุกระดับความสูง อย่างมีนัยสำคัญ องค์ประกอบอื่นๆในคาร์บอน ตามระดับความสูงจะไม่แตกต่างกัน ส่วนความสัมพันธ์ระหว่าง OC และ EC กับ PM_{10} พบว่า ชั้นล่างและชั้นบน OC และ EC มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ PM_{10} อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนในชั้นล่าง OC มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ PM_{10} อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง EC มีความสัมพันธ์ทางบวกกับ PM_{10} อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจากการหาค่าความสัมพันธ์นี้จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของ OC และ EC แปรผันตรงกับความเข้มข้นของ PM_{10} ในทุกระดับความสูงที่ทำการศึกษา ส่งผลให้ พบความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนส่วนใหญ่มีค่าสูงในช่วงเวลากลางวัน ซึ่งเมื่อพิจารณาความเข้มข้นของ PM_{10}

ของพื้นที่ศึกษากรุงเทพมหานคร จะเห็นว่า PM_{10} ในทุกระดับความสูงมีค่าสูงขึ้นในช่วงเวลากลางคืนเช่นเดียวกัน เนื่องมาจากแหล่งกำเนิดของ PM_{10} มาจากการปลดปล่อยจากเครื่องชนิดดีเซล ซึ่งมีปริมาณมากในช่วงเวลากลางคืน

เมื่อพิจารณาองค์ประกอบคาร์บอน ในทุกระดับความสูงของพื้นที่ศึกษา พบว่ามีความเข้มข้นของ OC3 สูงที่สุด รองลงมาคือ EC1 แสดงให้เห็นว่าแหล่งกำเนิดคาร์บอนทั้งสามระดับชั้นของพื้นที่ศึกษา มาจากการปลดปล่อยไอเสียจากเครื่องยนต์เบนซิน และ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) เป็นหลัก ส่วน OC2 ที่พบมากเป็นอันดับที่สาม เป็นตัวบ่งชี้ได้ว่า คาร์บอนมาจากการปลดปล่อยไอเสียจากเครื่องยนต์ดีเซล และ OC2 OC3 ซึ่งใช้อุณหภูมิในการวิเคราะห์อยู่ในช่วง $350^{\circ}C$ บ่งบอกว่าองค์ประกอบคาร์บอนส่วนใหญ่ที่ตรวจวัดได้เป็น VOC

5.1.3.1.1 ร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอน ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

การศึกษาร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM_{10} โดยจะเลือกศึกษา ร้อยละของ TC OC และ EC ใน PM_{10} เปรียบเทียบความแตกต่างกับ ความเข้มข้นของ TC OC และ EC ใน PM_{10} พบว่า ร้อยละของ TC ใน PM_{10} และ EC ใน PM_{10} จะพบค่าสูงสุดในชั้นกลาง และต่ำสุดในชั้นล่าง ส่วนร้อยละของ OC ใน PM_{10} จะพบค่าเฉลี่ยสูงสุดในชั้นกลางและชั้นบน ส่วนค่าต่ำสุดจะพบในชั้นล่าง เช่นเดียวกับ TC และ EC เมื่อเปรียบเทียบค่าร้อยละใน PM_{10} ระหว่างชั้นความสูง โดยใช้สถิติ จะเห็นได้ว่า ร้อยละของ TC และ OC ใน PM_{10} มีค่าในชั้นล่าง แตกต่างจากชั้นกลางและชั้นบน อย่างมีนัยสำคัญ ส่วน EC ใน PM_{10} จะมีค่าแตกต่างกันในทุกระดับชั้นที่ทำการศึกษา เมื่อเปรียบเทียบทางสถิติของ TC OC EC ใน PM_{10} ในแต่ละระดับความสูง ระหว่างร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} และความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} จะเห็นได้ว่า เราสามารถแยกความแตกต่างระหว่างร้อยละใน PM_{10} ตามระดับความสูงได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เมื่อเทียบกับการใช้ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอนจากการตรวจวัด ซึ่งไม่สามารถบอกความแตกต่างทางสถิติในแต่ละระดับความสูง และยังพบว่า ร้อยละของ OC และ EC ใน TC ทั้งสามระดับความสูง พบว่า OC ใน TC มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นตามระดับความสูง ส่วน EC ใน TC มีแนวโน้มของค่าเฉลี่ยร้อยละจะลดลงตามระดับความสูง และจากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ในชั้นบนมีค่าแตกต่างกับชั้นล่างและชั้นกลาง อย่างมีนัยสำคัญ และ ร้อยละของ OC ใน TC มีค่าแปรผันตามระดับความสูง อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วน EC ใน TC จะแปรผกผันกับระดับความสูง อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

5.1.3.2 สัดส่วนขององค์ประกอบคาร์บอน อินทรีย์คาร์บอนชั้นที่สอง ในฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

ผลการตรวจวัดองค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} นำมาหาค่าสัดส่วนของ OC/EC และหาค่าในรอบวันเฉลี่ย เพื่อดูการเปลี่ยนแปลง ในรอบวัน จากนั้นนำค่าสัดส่วนของ OC/EC มาหาค่าอินทรีย์คาร์บอนชั้นที่ 2 (SOC) เพื่อพิจารณาแหล่งกำเนิดของ OC ที่ตรวจวัดได้ ตามระดับความสูง สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

5.1.3.3.1 สัดส่วนของ OC/EC ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

จากการหาค่าสัดส่วนของ OC/EC ใน PM_{10} ทั้งสามระดับความสูงในพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร พบว่า ชั้นบนมีค่าเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือชั้นกลาง และชั้นล่าง ตามลำดับ สัดส่วนของ OC/EC ที่พบมีค่าแปรผันตามความสูง และจากการหาค่าสัดส่วนในรอบวันเฉลี่ย พบว่า ทั้ง 3 ระดับความสูงมีค่าสัดส่วนของ OC/EC สูงสุดในช่วงบ่ายถึงค่ำ เมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนของ OC/EC ในแต่ละระดับความสูง โดยใช้สถิติ พบว่า ค่าสัดส่วนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ทุกระดับความสูง เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ ระหว่าง OC และ EC โดยทางสถิติ พบว่า ชั้นล่างมีความสัมพันธ์ สูงที่สุด ซึ่งใกล้เคียงกับชั้นกลาง และชั้นบนมีความสัมพันธ์ต่ำสุด OC และ EC ในแต่ละระดับความสูงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญ ความสัมพันธ์ของ OC และ EC ที่ชั้นล่างและชั้นกลาง มีค่าใกล้เคียงกัน

5.1.3.3.2 อินทรีย์คาร์บอนชั้นที่สอง (Secondary organic carbon) ในฝุ่นละออง ขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

การศึกษา SOC ใน PM_{10} โดยใช้ค่าสัดส่วนของ OC/EC และความเข้มข้นของ OC และ EC มาหาค่า SOC จากนั้นคำนวณหาค่า ร้อยละของ SOC ใน OC และหาค่าเฉลี่ยในรอบวัน พบว่า SOC และร้อยละของ SOC/OC มีค่าเฉลี่ยรวมสูงสุดในชั้นกลาง คือ 10.76 ± 3.75 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร และร้อยละ 33.26 ± 10.80 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับความเข้มข้นของ OC ที่พบว่า มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในชั้นกลางเช่นกัน และเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยในรอบวันจะพบว่า SOC และร้อยละของ SOC/OC มีค่าสูงในช่วงเวลา 12.00-21.00 น.

5.1.4 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และฝุ่นละอองรวม (PM_{10} /TSP) สัดส่วนของอินทรีย์คาร์บอน และธาตุคาร์บอน (OC/EC) กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ตามระดับความสูง

5.1.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร และ ฝุ่นละอองรวม (PM_{10}/TSP) กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ตามระดับความสูง

การหาความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของ PM_{10}/TSP กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา คือ อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ รังสีดวงอาทิตย์ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และความสูงผสม พบว่า สัดส่วนของ PM_{10}/TSP กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยาพื้นผิว และความสูงผสม ไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ในแต่ละชั้นความสูงน่าจะมาจากปัจจัยอื่น เช่น แหล่งกำเนิดโดยตรง

5.1.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของ OC/EC กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

พิจารณาความสัมพันธ์ของ OC/EC กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา คือ อุณหภูมิ ความดันบรรยากาศ รังสีดวงอาทิตย์ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม และความสูงผสม พบว่า สัดส่วนของ OC/EC แปรผกผันกับความชื้นสัมพัทธ์ แต่จะแปรผันตามอุณหภูมิ อย่างมีนัยสำคัญ และแปรผันตามความสูงผสม ทั้งสามระดับความสูง แสดงให้เห็นว่าปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยาที่มีความสัมพันธ์กับสัดส่วนของ OC/EC ตามระดับความสูงของพื้นที่ศึกษานี้ คือความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ และความสูงผสม

สิ่งที่ได้จากงานวิจัยนี้ คือฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร ซึ่งเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละระดับความสูง อาจสะสมรวมตัวเป็นฝุ่นละอองขนาดใหญ่ได้ และตกสะสมลงสู่เบื้องล่าง ส่วนสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ที่ได้จากการศึกษาสามารถบอกแนวโน้มของฝุ่นละอองแต่ละขนาดตามระดับความสูงได้ และอัตราการลดลงของฝุ่นละอองต่อความสูง 1 เมตร สามารถใช้เป็นแนวทางในการศึกษาในพื้นที่ศึกษาอื่นๆ ต่อไป ซึ่งนำไปสู่การทำนายการเปลี่ยนแปลงของฝุ่นละอองตามระดับความสูงของพื้นที่ศึกษาในประเทศไทยได้ และยังพบอีกว่าฝุ่นละออง และสารประกอบคาร์บอน มีค่าสูงในช่วงกลางคืน อันมีอินทรีย์คาร์บอนซึ่งประกอบด้วยสารก่อมะเร็งต่างๆ เช่น PAHs สารประกอบอะโรมาติก มีโอกาสก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ในช่วงเวลาดังกล่าวสูงขึ้น จากการศึกษาวัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้มุ่งเน้นในเรื่องการศึกษาความเข้มข้นของมลสารตามระดับความสูง จะเห็นได้ว่าระดับความสูงของพื้นที่มีผลต่อการกระจายตัวของมลสาร และแหล่งกำเนิดส่งผลต่อสัดส่วนของมลสารในแต่ละช่วงเวลาเช่นกัน

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรเลือกในพื้นที่ศึกษาที่มีแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกัน

5.2.2 ควรเพิ่มความถี่ จำนวนวันในการเก็บตัวอย่าง หรือหลายฤดูกาล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ น่าเชื่อถือมากขึ้น

5.2.3 ควรศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองเพิ่มเติม เพื่อสามารถจำแนกถึง แหล่งกำเนิดของฝุ่นละอองตามระดับความสูง ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น โลหะหนัก



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2549. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2549. [Online]. กรุงเทพมหานคร. แหล่งที่มา: <http://www.onep.go.th/> [5 มกราคม พ.ศ. 2552]
- กัลยากร ตั้งอุไรวรรณ. 2549. การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นและองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน ในจังหวัดสมุทรปราการ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- เกษม จันทร์แก้ว. 2522. คู่มือประกอบคำบรรยาย อุดุณิคมวิทยาใกล้ผิวดิน. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ธิดา อินทเสน. 2551. ลักษณะของชั้นบรรยากาศที่มีผลต่อการกระจายตัวของก๊าซโอโซน ออกไซด์ของไนโตรเจน และก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ตามแนวระดับความสูง และการเปลี่ยนแปลงของสารประกอบพอลิไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนในเขตเมือง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- นภาพร พานิช และแสงสันต์ พานิช. 2544. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้านคุณภาพอากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิพนธ์ ดังคนานุรักษ์ และ คณิดา ดังคนานุรักษ์. 2552. เคมีบรรยากาศ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นิตยา มหาผล. 2533. เอกสารการสอนชุดวิชากฎหมายสิ่งแวดล้อม หน่วยที่ 8 สาขาวิชานิติศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- วรารุช เสือดี. 2542. การประเมินผลกระทบด้านมลพิษทางอากาศโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- วนิดา จีนศาสตร์. 2550. มลพิษอากาศและการจัดการคุณภาพอากาศ. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิชา นิยม. 2535. อุทกวิทยาป่าไม้. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วงศ์พันธ์ ลิ้มปเสนีย์, นิตยา มหาผล และธีระ เกรอด. 2543. มลพิษอากาศ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ศิริวรรณ แก้วงาม. 2543. สัณฐานและองค์ประกอบธาตุของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- ส่วนแผนงานและประมวลผล สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ. ผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของประเทศไทย ปีพ.ศ. 2547-2551. [Online]. กรุงเทพมหานคร. แหล่งที่มา: www.aqnis.pcd.go.th. [13 พฤศจิกายน พ.ศ. 2551]
- สุรัตน์ บัวเลิศ. ขอบเขตของชั้นบรรยากาศ. เอกสารประกอบการสอนวิชา Fundamental Air Pollution [Online]. กรุงเทพมหานคร. แหล่งที่มา: <http://asrg2006.googlepages.com>. [5 พฤศจิกายน 2550]
- สุวพันธ์ นิลานน. 2543. อุณหภูมิมหาสมุทร. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง, กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2546. คู่มือการตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศ: พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร.

ภาษาอังกฤษ

- Arya, S. P. 1999. Air pollution metrology and dispersion. Oxford University Press, USA.
- Badarinath, K.V.S. and Latha, K.M. 2005. Direct radiative forcing from black carbon aerosols over urban environment, Advances in Space Research 37: 2183-2188.
- Cao, J.J., Chow, J.C., Lee, S.C., Li, Y., Chen, S.W., An, Z.S., Fung, K., J. Watson, G., Zhu, C.S., and Liu, S.X. 2005. Characterization and source apportionment of atmospheric organic and elemental carbon during fall and winter of 2003 in Xi'an, China. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions 5: 3561-3593.
- Cao, J.J., Lee, S.C., Ho, K.F., Zou, S.C., Fung, Kochoy, Li, Y., Watson, John G., Chow, Judith C. 2004. Spatial and seasonal variations of atmospheric organic carbon and elemental carbon in Pearl River Delta Region, China. Atmospheric Environment 38: 4447-4456.
- Cao, J.J., Lee, S.C., Ho, K.F., Chow, Judith C., Watson, John G. 2006. Characterization of roadside fine particulate carbon and its eight fractions in Hong Kong. Aerosol and Air Quality Research 6: 106-122.
- Castro, L.M., Pio, C.A., Harrison, R.M., Smith, D.J.T. 1999. Carbonaceous aerosol in urban and rural European atmospheres: estimation of secondary organic carbon concentrations. Atmospheric Environment 33: 2771-2781.

- Chan, L.Y. and Kwok, W.S. 2000. Vertical dispersion of suspended particulates in urban area of Hong Kong. *Atmospheric Environment* 34: 4403-4412.
- Chan, C.Y., Xu, X.D., Li, Y.S., Wong, K.H., Ding, G.A., Chan, L.Y., Cheng, X.H. 2005. Characteristics of vertical profiles and sources of PM_{2.5}, PM₁₀ and carbonaceous species in Beijing. *Atmospheric Environment* 39: 5113-5124.
- Chow, J.C., Watson, J.G., Lu, Z., Lowenthal, D.H., Frazier, C.A., Solomon, P.A., Thuillier, R.H., and Magliano, K. 1996. Descriptive analysis of PM_{2.5} and PM₁₀ at regionally representative locations during SJVQS/AUSPEX. *Atmospheric Environment*. 30: 2079-2112.
- Chuersuwan, N., Nimrat, S., Lekphet, S., Kerdkumrai, T. 2008. Levels and major sources of PM_{2.5} and PM₁₀ in Bangkok Metropolitan Region. *Environment International*. 34: 671-677.
- Dan, M., Zhuang, G., Li, X., Tao, H., Zhuang, Y. 2004. The characteristics of carbonaceous species and their sources in PM_{2.5} in Beijing. *Atmospheric Environment* 38: 3443-3452.
- Desert research Institute. 2005. Procedures. *DRI standard operating procedure*.
- Duan, F., He, K., Ma, Y., Yingtao, J., Yang, F., Lei, Y., Tanaka, S., Okuta, T. 2005. Characteristics of carbonaceous aerosols in Beijing, China. *Chemosphere* 60: 355-364.
- Gelencser, A. 2005. Methods of observation of carbonaceous aerosol. *Carbonaceous Aerosol*: 7-44.
- Guinot, B., Roger, J. C., Cachier, H., Pucal, W., Jianhui, B., Tong, Y. 2006. Impact of Vertical atmospheric structure on Beijing aerosol distribution. *Atmospheric Environment* 40: 5167-5180.
- Hildemann, L.M., Markowski, G. R., Jones, M.C., and Cass, G.R. 1991. Submicrometer aerosol mass distributions of emissions from boilers, fireplace, automobiles, diesel, truck and meat-cooking operations. *Aerosol Science Technology* 14: 138-152.
- Ho, K.F., Lee, S.C., Chan, C.K., Yu, J. C., Chow, J. C., and Yao, X. H. 2003. Characterization of chemical species in PM_{2.5} and PM₁₀ aerosols in Hong Kong. *Atmospheric Environment* 37: 31-39.
- Huang, L., Brook, J.R., Zhang, W., Li, S.M., Graham, L., Ernst, D., Chivulescu, A., Lu, G. 2005. Stable isotope measurements of carbon fractions (OC/EC) in airborne particulate: A new dimension for source characterization and apportionment. *Atmospheric Environment* 40: 2690-2705.
- Lonati, G., Ozgen, M., Giugliano, M. 2007. Primary and secondary carbonaceous species in PM_{2.5} samples in Milan (Italy). *Atmospheric Environment* 41: 4599-4610.
- Qin, Y., and Oduyemi, K. 2003. Chemical composition of atmospheric aerosol in Dundee, UK. *Atmospheric Environment* 37: 93-104.

- Salma, I., Chi, X., Maenhaut, W. 2004. Elemental and organic carbon in urban canyon and background environments in Budapest, Hungary. Atmospheric Environment 38: 27-36.
- Schwarz, J., Chi, X., Maenhaut, W., Civis, M., Hocorka, J., Smolik, J. 2008. Elemental and organic carbon in atmospheric aerosols at downtown and suburban sites in Prague. Atmospheric Research 90: 287-302.
- Sasaki, K. and Sakamoto, K. 2005. Vertical differences in the composition of PM₁₀ and PM_{2.5} in the urban atmosphere of Osaka, Japan. Atmospheric Environment 39: 7240-7250.
- Turpin, B.J., Cary, R.A., Huntzicker, J.J. 1990a. An in-situ, time-resolved analyzed for aerosol organic and elemental carbon. Aerosol Science and Technology 12: 161-171.
- Turpin, B.J. and Huntzicker, J.J. 1995. Identification of secondary organic aerosol episodes and quantitation of primary and secondary organic aerosol concentrations during SCAQS. Atmospheric Environment 29: 3527-3544.
- United States Environmental Protection Agency. 1994. Guidelines for PM₁₀ sampling and analysis applicable to receptor modeling. Triangle Park, North Carolina.
- United States Environmental Protection Agency. 1996a. Air quality criteria for particulate matter. volume 1. Triangle Park, North Carolina.
- United States Environmental Protection Agency. 1996b. Air quality criteria for particulate matter. volume 3. Triangle Park, North Carolina.
- Wallace, J.M., and Hobbs, P.V. 2006. The Earth system. Atmospheric Science and introductory survey. Second edition. :41-45, 160-198.
- Wangkiat, A. 2002. Source receptor modeling of particulate matter in Mae Moh area. Doctor of philosophy 's dissertation The joint graduate school of energy and environment King Mongkut 's University of Technology Thonburi.
- Watson, J.G., Chow, J.C., Lowenthal, L.C., Pritchett, C.A., Frazier, C.A., Neuroth, G. R., and Robbins, R. 1994. Differences in the carbon composition of source profile for diesel and gasoline-powered vehicles. Atmospheric Environment 28: 2493-2505.
- Yuan, Z.B., Yu ,J.Z., Lau, A.K.H., Louie, P.K.K., and Fung, J.C.H.. 2005. Application of positive matrix factorization in estimating aerosol secondary organic carbon in Hong Kong and insights into the formation mechanisms. Atmospheric Chemistry and Physics Discussions 5: 5299-5324.
- Zhang, R.J., Cao, J.J., Lee, S.C., Shen Z.X., Ho, K.F. 2007. Carbonaceous aerosols in PM₁₀ and pollution gases in winter in Beijing. Journal of environmental sciences 19: 564-571.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

ความเข้มข้นของ PM_{10} (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ในบรรยากาศ
บริเวณใกล้พื้นที่ศึกษา ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2551

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-1 ความเข้มข้นของ PM₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) บริเวณเทศบาลนคร
หาดใหญ่ อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2551

เดือน	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM ₁₀)											
	ปีพ.ศ. 2547				ปีพ.ศ. 2548				ปีพ.ศ. 2549			
	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std		ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std		ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std	
มกราคม	38.3	17.7	0/31	24.6	50.4	12.6	0/30	27.7	76.5	19.5	0/28	47.1
กุมภาพันธ์	64.4	20.2	0/29	34.2	42.0	13.3	0/13**	20.5	55.1	21.9	0/28	31.6
มีนาคม	50.7	22.2	0/31	34.0	34.7	12.7	0/23	21.5	98.2	20.6	0/27	56.0
เมษายน	51.0	20.5	0/30	35.0	42.8	20.2	0/30	31.8	66.5	9.9	0/29	36.4
พฤษภาคม	47.7	20.2	0/27	30.2	44.6	25.0	0/31	32.3	71.2	28.4	0/15*	54.1
มิถุนายน	59.2	17.6	0/30	35.0	56.3	25.3	0/30	37.4	80.0	24.0	0/29	47.6
กรกฎาคม	102.3	20.5	0/29	39.5	84.4	24.7	0/31	39.8	126.8	23.3	1/31	58.1
สิงหาคม	65.3	12.9	0/30	36.8	92.0	17.8	0/31	35.3	98.8	27.0	0/30	44.2
กันยายน	46.1	16.2	0/21*	33.2	54.2	22.5	0/30	36.0	72.0	18.1	0/30	42.2
ตุลาคม	44.0	20.3	0/31	31.4	28.9	15.7	0/29	20.3	103.0	20.0	0/31	43.7
พฤศจิกายน	42.2	16.4	0/30	24.7	88.1	11.3	0/27	37.6	61.6	23.1	0/30	35.1
ธันวาคม	45.0	21.0	0/31	30.0	86.9	13.8	0/31	41.2	63.6	18.6	0/29	38.1
ค่ามาตรฐาน	120			-	120			-	120			-

หมายเหตุ *: ข้อมูลร้อยละ 50-75

** : ข้อมูลน้อยกว่าร้อยละ 50

เดือน	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM ₁₀)							
	ปีพ.ศ. 2550				ปีพ.ศ. 2551			
	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std		ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std	
มกราคม	71.3	15.6	0/31	40.5	67.2	18.6	0/30	36.2
กุมภาพันธ์	62.5	18.2	0/28	33.3	79.9	18.5	0/29	39.5
มีนาคม	66.6	21.9	0/31	40.2	57.6	17.0	0/31	33.6
เมษายน	58.5	20.9	0/30	36.6	53.5	15.4	0/20*	38.2
พฤษภาคม	84.6	19.1	0/24	48.9	57.5	25.4	0/28	38.3
มิถุนายน	50.2	22.8	0/26	33.9	70.3	24.8	0/27	38.6
กรกฎาคม	91.2	19.0	0/25	40.7	66.4	23.7	0/30	40.8
สิงหาคม	60.6	19.3	0/27	37.7	87.9	26.6	0/29	49.5
กันยายน	56.8	18.4	0/20*	40.3	54.5	21.2	0/30	34.4
ตุลาคม	54.2	19.2	0/31	32.1	42.4	20.6	0/20*	30.5
พฤศจิกายน	91.4	17.5	0/23	44.9	70.2	11.2	0/30	28.8
ธันวาคม	55.2	19.2	0/31	34.2				
ค่ามาตรฐาน	120			-	120			-

หมายเหตุ *: ข้อมูลร้อยละ 50-75

ที่มา : คัดแปลงจาก ส่วนแผนงานและประมวลผล สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ, 2551

ตารางที่ ก-2 ความเข้มข้นของ PM₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) บริเวณเกาะห่มชนดินแดง
ถนนดินแดง กรุงเทพมหานคร ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2551

เดือน	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM ₁₀)											
	ปีพ.ศ. 2547				ปีพ.ศ. 2548				ปีพ.ศ. 2549			
	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std		ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std		ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std	
มกราคม	142.4	29.5	5/31	87.7	121.2	41.0	1/29	73.0	206.2	62.1	13/30	118.6
กุมภาพันธ์	185.1	40.7	4/24	80.5	67.6	36.7	0/28	47.8	174.8	53.2	11/26	112.1
มีนาคม	141.7	40.3	1/30	62.9	107.8	18.1	0/31	43.2	146.1	50.8	3/31	77.7
เมษายน	83.6	34.2	0/30	52.9	68.8	16.4	0/28	31.2	114.2	49.3	0/24	70.3
พฤษภาคม	91.0	34.4	0/28	55.4	60.2	14.5	0/24	28.3	166.9	46.4	10/29	95.7
มิถุนายน	76.4	37.0	0/30	55.9	43.3	13.9	0/18*	21.8	125.7	32.4	1/30	66.0
กรกฎาคม	66.8	35.7	0/31	49.9	110.5	39.8	0/18*	62.8	93.4	29.9	0/27	53.9
สิงหาคม	93.6	32.8	0/28	46.9	129.5	44.2	1/31	70.0	69.0	44.0	0/8**	51.0
กันยายน	86.6	29.1	0/30	54.8	173.3	35.5	5/30	86.3	130.6	47.5	3/30	84.2
ตุลาคม	105.7	44.3	0/31	75.6	216.0	75.6	20/31	134.1	143.2	38.5	6/31	100.2
พฤศจิกายน	88.4	42.3	0/30	61.6	204.6	89.1	24/30	144.5	154.6	55.9	12/28	111.9
ธันวาคม	123.1	60.0	2/31	95.8	205.7	78.2	25/31	143.4	173.5	71.4	15/31	120.6
ค่ามาตรฐาน	120			-	120			-	120			-

หมายเหตุ *: ข้อมูลร้อยละ 50-75

** : ข้อมูลน้อยกว่าร้อยละ 50

เดือน	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM ₁₀)							
	ปีพ.ศ. 2550				ปีพ.ศ. 2551			
	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std		ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std	
มกราคม	201.7	54.4	17/28	134.4	159.0	31.2	9/31	92.3
กุมภาพันธ์	193.0	40.2	6/28	73.7	164.5	34.2	5/29	85.5
มีนาคม	98.5	43.9	0/27	60.9	205.4	34.4	7/31	72.7
เมษายน	101.0	34.8	0/28	62.8	105.2	26.2	0/28	61.5
พฤษภาคม	130.0	43.0	1/31	76.0	101.7	32.9	0/31	61.6
มิถุนายน	119.4	32.4	0/30	70.3	102.0	32.0	0/30	61.7
กรกฎาคม	149.8	39.3	3/31	72.0	109.2	30.9	0/31	49.0
สิงหาคม	101.5	39.0	0/29	60.6	93.8	28.8	0/31	51.6
กันยายน	117.9	29.2	0/30	61.9	115.5	34.0	0/30	60.5
ตุลาคม	136.3	31.5	3/26	79.8	144.0	48.5	7/31	96.0
พฤศจิกายน	137.3	34.9	1/30	69.4	135.5	47.4	1/30	85.7
ธันวาคม	128.5	28.0	3/31	82.5				
ค่ามาตรฐาน	120			-	120			-

ที่มา : คัดแปลงจาก ส่วนแผนงานและประมวลผล สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ, 2551

ตารางที่ ก-3 ความเข้มข้นของ PM₁₀ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) บริเวณ โรงเรียนยุพราช-
วิทยาลัย จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างปี พ.ศ. 2547-2551

เดือน	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM ₁₀)											
	ปีพ.ศ. 2547				ปีพ.ศ. 2548				ปีพ.ศ. 2549			
	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std		ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std		ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std	
มกราคม	168.8	67.9	11/31	115.9	106.8	46.6	0/30	78.0	103.3	34.7	0/29	68.5
กุมภาพันธ์	291.0	65.6	24/29	159.5	206.9	63.3	16/28	127.8	111.3	50.0	0/28	71.0
มีนาคม	274.6	143.7	30/30	217.7	148.6	39.0	6/28	92.4	237.0	61.8	14/31	122.2
เมษายน	224.3	39.8	16/30	114.6	167.7	22.3	2/30	62.7	132.3	20.6	3/30	64.0
พฤษภาคม	56.6	21.0	0/31	34.9	69.2	14.8	0/30	37.8	53.0	21.8	0/31	37.6
มิถุนายน	63.5	27.8	0/30	41.1	38.3	17.1	0/27	24.5	49.5	19.4	0/30	31.2
กรกฎาคม	25.6	13.6	0/26	17.2	45.2	19.5	0/27	31.0	56.5	19.3	0/30	32.5
สิงหาคม	55.9	17.7	0/31	28.8	59.4	19.2	0/19*	38.5	50.1	17.3	0/24	32.9
กันยายน	57.9	17.5	0/28	34.3	69.3	15.7	0/22*	35.5	70.1	18.2	0/30	33.1
ตุลาคม	103.0	24.1	0/28	63.5	69.7	21.6	0/31	47.5	61.3	18.8	0/31	43.6
พฤศจิกายน	61.8	17.4	0/28	45.7	62.8	31.6	0/30	45.6	91.3	36.6	0/30	62.6
ธันวาคม	105.6	25.7	0/31	68.6	112.2	26.0	0/31	57.4	90.5	39.3	0/29	65.5
ค่ามาตรฐาน	120			-	120			-	120			-

หมายเหตุ *: ข้อมูลร้อยละ 50-75

เดือน	ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร (PM ₁₀)							
	ปีพ.ศ. 2550				ปีพ.ศ. 2551			
	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง (µg/m ³)			ค่าเฉลี่ยรายเดือน
	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std		ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ครั้ง>std	
มกราคม	138.6	45.3	1/22*	70.5	98.6	36.4	0/31	64.2
กุมภาพันธ์	162.2	24.5	7/27	97.0	100.1	43.1	0/28	65.1
มีนาคม	396.4	62.0	19/25	162.5	178.9	59.8	7/28	99.9
เมษายน	154.8	29.0	3/23	74.6	131.0	12.8	1/29	60.5
พฤษภาคม	55.2	20.1	0/25	35.3	61.2	21.3	0/31	36.3
มิถุนายน	40.2	20.5	0/30	29.4	63.1	20.3	0/30	34.1
กรกฎาคม	42.7	18.3	0/31	30.2	38.5	12.7	0/29	24.1
สิงหาคม	34.9	20.6	0/31	27.3	31.3	15.1	0/31	22.5
กันยายน	57.3	18.2	0/30	35.3	50.8	18.5	0/30	29.5
ตุลาคม	75.5	19.6	0/31	43.6	57.5	20.8	0/31	31.3
พฤศจิกายน	94.3	24.2	0/25	51.6	62.5	20.0	0/30	38.3
ธันวาคม	75.1	32.4	0/31	53.6				
ค่ามาตรฐาน	120			-	120			-

หมายเหตุ *: ข้อมูลร้อยละ 50-75

ที่มา : คัดแปลงจาก ส่วนแผนงานและประมวลผล สำนักจัดการคุณภาพอากาศและเสียง กรมควบคุมมลพิษ, 2551



ภาคผนวก ข

ความเข้มข้นของฝุ่นละอองรวม และ ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข-1 ความเข้มข้นของ TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่
ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ความเข้มข้นของ TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
17-18 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	45.7	35.5	57.9
18 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	45.6	34.0	40.3
18 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	49.0	28.8	34.0
18 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	34.2	28.2	44.3
18-19 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	33.4	36.7	35.4
19 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	54.5	33.9	39.8
19 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	43.8	37.8	59.5
19 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	48.2	48.5	55.6
19-20 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	45.8	35.1	54.1
20 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	43.5	35.5	45.2
20 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	45.5	39.5	54.4
20 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	40.0	38.0	61.5
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	44.1 \pm 5.9	35.9 \pm 5.2	48.5 \pm 9.8

ตารางที่ ข-2 ความเข้มข้นของ PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่
ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ความเข้มข้นของ PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
17 ธ.ค. 2550	21.00-00.00 น.	24.2	48.9	47.8
18 ธ.ค. 2550	00.00-03.00 น.	36.3	44.0	39.1
18 ธ.ค. 2550	03.00-06.00 น.	33.0	43.0	33.8
18 ธ.ค. 2550	06.00-09.00 น.	49.6	49.3	38.1
18 ธ.ค. 2550	09.00-12.00 น.	27.4	34.8	15.7
18 ธ.ค. 2550	12.00-15.00 น.	36.6	43.2	47.5
18 ธ.ค. 2550	15.00-18.00 น.	35.5	40.9	29.1
18 ธ.ค. 2550	18.00-21.00 น.	43.7	58.1	47.1
18 ธ.ค. 2550	21.00-00.00 น.	33.0	44.9	31.8
19 ธ.ค. 2550	00.00-03.00 น.	42.4	---	28.5
19 ธ.ค. 2550	03.00-06.00 น.	61.4	32.8	34.3

ตารางที่ ข-2 ความเข้มข้นของ PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณ
พื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ต่อ)

ความเข้มข้นของ PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
19 ธ.ค. 2550	06.00-09.00 น.	38.8	46.0	41.1
19 ธ.ค. 2550	09.00-12.00 น.	57.9	38.3	36.2
19 ธ.ค. 2550	12.00-15.00 น.	47.3	42.3	65.0
19 ธ.ค. 2550	15.00-18.00 น.	54.0	41.1	44.3
19 ธ.ค. 2550	18.00-21.00 น.	64.5	40.2	61.4
19 ธ.ค. 2550	21.00-00.00 น.	46.4	34.8	68.4
20 ธ.ค. 2550	00.00-03.00 น.	51.7	33.3	49.1
20 ธ.ค. 2550	03.00-06.00 น.	45.0	39.9	65.5
20 ธ.ค. 2550	06.00-09.00 น.	45.3	42.9	61.1
20 ธ.ค. 2550	09.00-12.00 น.	49.9	43.2	56.7
20 ธ.ค. 2550	12.00-15.00 น.	32.3	35.5	63.6
20 ธ.ค. 2550	15.00-18.00 น.	25.0	38.3	55.7
20 ธ.ค. 2550	18.00-21.00 น.	38.3	33.9	57.7
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	42.5 \pm 11.0	41.3 \pm 6.0	46.6 \pm 14.1

ตารางที่ ข-3 ความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ต่อความสูง 1 เมตร ระหว่างวันที่ 17-20
ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

ความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ต่อความสูง 1 เมตร							
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง-ชั้นกลาง		ชั้นกลาง-ชั้นบน		ชั้นล่าง-ชั้นบน	
		TSP	PM_{10}	TSP	PM_{10}	TSP	PM_{10}
17-18 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	-0.34	0.54	0.34	-0.05	0.13	0.14
18 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	-0.39	0.16	0.10	-0.16	-0.05	-0.06
18 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	-0.67	0.23	0.08	-0.11	-0.16	0.00
18 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	-0.20	0.33	0.25	-0.17	0.11	-0.02
18-19 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	0.11	0.24	-0.02	-0.23	0.02	-0.08
19 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	-0.68	-0.36	0.09	-0.12	-0.15	-0.20
19 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	-0.20	-0.41	0.33	0.16	0.17	-0.02
19 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	0.01	-0.62	0.11	0.19	0.08	-0.07
19-20 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	-0.36	-0.50	0.29	0.38	0.09	0.10
20 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	-0.27	-0.12	0.15	0.34	0.02	0.19
20 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	-0.20	-0.06	0.23	0.32	0.09	0.20
20 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	-0.07	0.15	0.36	0.32	0.23	0.26
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	-0.27 \pm 0.24	-0.03 \pm 0.37	0.19 \pm 0.13	0.07 \pm 0.23	0.05 \pm 0.12	0.04 \pm 0.14

ตารางที่ ข-4 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 17-20 ธันวาคม พ.ศ. 2550 บริเวณพื้นที่ศึกษา
อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

สัดส่วนของ PM_{10}/TSP				
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
17-18 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	0.66	1.31	0.75
18 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	0.91	1.36	0.89
18 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	0.65	1.36	0.93
18 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	1.16	1.76	0.86
18-19 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	1.13	1.22	0.85
19 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	0.92	1.16	0.79
19 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	1.20	1.07	0.85
19 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	1.23	0.84	0.95
19-20 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	1.07	0.97	1.09
20 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	1.04	1.17	1.40
20 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	0.90	1.00	1.11
20 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	0.79	0.95	0.92
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	0.97 \pm 0.20	1.18 \pm 0.25	0.95 \pm 0.18

ตารางที่ ข-5 ความเข้มข้นของ TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่
ศึกษาเขตราษฎร์ธานี กรุงเทพมหานคร

ความเข้มข้นของ TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
18-19 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	131.1	141.6	120.6
19 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	134.7	123.0	115.7
19 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	142.9	116.7	119.7
19 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	143.2	124.7	111.4
19-20 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	148.1	141.2	102.6
20 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	113.0	101.4	92.3
20 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	106.4	94.6	96.7
20 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	158.1	145.4	126.5
20-21 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	172.7	153.4	121.8
21 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	113.7	100.0	94.5
21 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	135.9	126.8	114.1
21 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	180.2	160.8	127.7
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	140.0 \pm 22.9	127.5 \pm 21.6	112.0 \pm 12.5

ตารางที่ ข-6 ความเข้มข้นของ PM_{10} ($\mu g/m^3$) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณ
พื้นที่ศึกษาเขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

ความเข้มข้นของ PM_{10} ($\mu g/m^3$)				
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	150.5	117.4	175.7
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	143.2	136.9	131.0
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	120.3	113.8	107.6
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	117.1	106.9	98.3
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	95.3	107.4	113.6
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	94.1	113.0	115.3
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	109.0	110.9	102.9
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	122.8	128.8	117.5
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	153.1	156.6	124.8
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	119.0	113.4	100.0
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	97.9	98.3	84.7
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	88.4	89.4	100.3

ตารางที่ ข-6 ความเข้มข้นของ PM_{10} ($\mu g/m^3$) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่
ศึกษาเขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ต่อ)

ความเข้มข้นของ PM_{10} ($\mu g/m^3$)				
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	109.8	78.1	111.8
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	93.9	93.4	97.0
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	125.3	120.4	106.4
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	139.6	128.7	116.3
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	142.7	132.7	123.0
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	164.6	144.2	110.2
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	98.2	90.8	81.0
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	103.3	101.1	113.5
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	117.5	100.0	117.7
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	125.9	103.5	115.9
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	106.0	104.0	121.5
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	110.2	122.9	110.2
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	118.7 \pm 21.1	113.0 \pm 18.6	111.9 \pm 17.3

ตารางที่ ข-7 ความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ต่อความสูง 1 เมตร ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษาเขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

ความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ต่อความสูง 1 เมตร							
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง-ชั้นกลาง		ชั้นกลาง-ชั้นบน		ชั้นล่าง-ชั้นบน	
		TSP	PM_{10}	TSP	PM_{10}	TSP	PM_{10}
17-18 ก.ค. 2550	21.00-03.00 น.	0.09	-0.16	-0.12	-0.03	-0.04	-0.08
18 ก.ค. 2550	03.00-09.00 น.	-0.10	-0.07	-0.04	-0.04	-0.07	-0.05
18 ก.ค. 2550	09.00-15.00 น.	-0.22	0.13	0.02	0.02	-0.08	0.07
18 ก.ค. 2550	15.00-21.00 น.	-0.15	0.03	-0.08	-0.06	-0.11	-0.02
18-19 ก.ค. 2550	21.00-03.00 น.	-0.06	-0.01	-0.23	-0.13	-0.16	-0.08
19 ก.ค. 2550	03.00-09.00 น.	-0.10	0.01	-0.05	-0.01	-0.07	0.00
19 ก.ค. 2550	09.00-15.00 น.	-0.10	-0.13	0.01	0.11	-0.03	0.01
19 ก.ค. 2550	15.00-21.00 น.	-0.11	-0.07	-0.11	-0.08	-0.11	-0.07
19-20 ก.ค. 2550	21.00-03.00 น.	-0.16	-0.13	-0.19	-0.13	-0.18	-0.13
20 ก.ค. 2550	03.00-09.00 น.	-0.11	-0.04	-0.03	0.01	-0.07	-0.01
20 ก.ค. 2550	09.00-15.00 น.	-0.08	-0.17	-0.07	0.09	-0.08	-0.02
20 ก.ค. 2550	15.00-21.00 น.	-0.16	0.04	-0.19	0.01	-0.18	0.03
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	0.10 \pm 0.07	0.05 \pm 0.09	0.09 \pm 0.08	0.02 \pm 0.08	0.10 \pm 0.05	0.03 \pm 0.05

ตารางที่ ข-8 สัดส่วนของ PM_{10} /TSP ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษาเขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

สัดส่วนของ PM_{10} /TSP				
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
18-19 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	1.12	0.90	1.27
19 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	0.88	0.90	0.89
19 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	0.66	0.94	0.96
19 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	0.81	0.96	0.99
19-20 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	0.92	0.96	1.10
20 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	0.82	0.93	1.00
20 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	0.96	0.91	1.08
20 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	0.84	0.86	0.88
20-21 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	0.89	0.90	0.96
21 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	0.89	0.96	1.03
21 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	0.90	0.80	1.02
21 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	0.60	0.75	0.91
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	0.86 \pm 0.13	0.89 \pm 0.07	1.00 \pm 0.10

ตารางที่ ข-9 ความเข้มข้นของ TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณ
พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ความเข้มข้นของ TSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
25-26 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	136.8	128.1	96.3
26 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	96.8	85.7	81.9
26 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	112.5	111.8	104.5
26 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	97.0	101.5	70.0
26-27 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	103.5	108.3	84.4
27 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	100.1	108.3	90.3
27 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	136.2	152.3	133.8
27 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	---	---	---
27-28 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	65.4	96.3	61.9
28 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	99.3	98.2	79.8
28 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	79.6	90.5	69.0
28 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	85.5	115.1	82.9
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	101.1 \pm 21.6	108.4 \pm 19.0	86.8 \pm 19.8

ตารางที่ ข-10 ความเข้มข้นของ PM₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณ
พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ความเข้มข้นของ PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
25 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	149.8	142.6	124.3
26 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	123.7	115.7	140.3
26 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	95.5	66.1	89.7
26 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	106.6	95.8	85.6
26 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	114.6	115.9	129.5
26 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	55.7	77.8	84.3
26 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	62.3	64.8	68.7
26 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	117.8	90.2	82.6
26 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	118.9	123.1	93.2
27 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	92.7	108.4	86.1
27 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	90.1	111.7	86.6
27 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	111.4	112.3	109.1

ตารางที่ ข-10 ความเข้มข้นของ PM_{10} ($\mu g/m^3$) ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณ
พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ (ต่อ)

ความเข้มข้นของ PM_{10} ($\mu g/m^3$)				
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
27 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	148.0	160.9	154.4
27 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	114.0	160.5	124.3
27 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	---	---	---
27 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	82.2	81.0	53.6
27 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	70.3	95.0	64.8
28 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	52.4	91.8	64.6
28 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	64.1	88.9	60.5
28 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	93.7	113.8	104.4
28 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	72.5	85.2	64.5
28 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	59.2	85.1	49.4
28 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	63.4	110.9	72.8
28 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	58.3	146.7	70.7
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	92.0 \pm 29.4	106.3 \pm 27.1	89.8 \pm 28.8

ตารางที่ ข-11 ความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ($\mu g/m^3$) ต่อความสูง 1 เมตร ระหว่างวันที่ 25-28
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

ความเข้มข้นของ TSP และ PM_{10} ($\mu g/m^3$) ต่อความสูง 1 เมตร							
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง-ชั้นกลาง		ชั้นกลาง-ชั้นบน		ชั้นล่าง-ชั้นบน	
		TSP	PM_{10}	TSP	PM_{10}	TSP	PM_{10}
17-18 ก.ค. 2550	21.00-03.00 น.	-0.22	-0.19	-0.45	0.05	-0.37	-0.04
18 ก.ค. 2550	03.00-09.00 น.	-0.28	-0.50	-0.05	0.10	-0.14	-0.12
18 ก.ค. 2550	09.00-15.00 น.	-0.02	0.29	-0.11	0.14	-0.07	0.20
18 ก.ค. 2550	15.00-21.00 น.	0.11	-0.31	-0.45	-0.03	-0.25	-0.13
18-19 ก.ค. 2550	21.00-03.00 น.	0.12	0.25	-0.34	-0.37	-0.17	-0.15
19 ก.ค. 2550	03.00-09.00 น.	0.20	0.28	-0.26	-0.20	-0.09	-0.03
19 ก.ค. 2550	09.00-15.00 น.	0.40	0.74	-0.26	-0.31	-0.02	0.08
19 ก.ค. 2550	15.00-21.00 น.	---	---	---	---	---	---
19-20 ก.ค. 2550	21.00-03.00 น.	0.69	0.80	-0.44	-0.41	-0.03	0.03
20 ก.ค. 2550	03.00-09.00 น.	-0.03	0.56	-0.26	-0.27	-0.18	0.03
20 ก.ค. 2550	09.00-15.00 น.	0.27	0.48	-0.31	-0.40	-0.10	-0.08
20 ก.ค. 2550	15.00-21.00 น.	0.74	1.70	-0.46	-0.81	-0.02	0.10
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	0.18 \pm 0.33	0.37 \pm 0.61	-0.31 \pm 0.14	-0.23 \pm 0.28	-0.13 \pm 0.11	-0.01 \pm 0.11

ตารางที่ ข-12 สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ระหว่างวันที่ 25-28 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่
ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

สัดส่วนของ PM_{10}/TSP				
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
25-26 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	1.00	1.01	1.37
26 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	1.04	0.94	1.07
26 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	0.76	0.87	1.02
26 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	0.93	0.76	1.08
26-27 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	1.02	1.07	1.06
27 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	1.01	1.03	1.08
27 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	0.96	1.06	1.04
27 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	---	---	---
27-28 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	0.94	1.00	1.05
28 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	0.79	1.03	1.03
28 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	0.83	0.94	0.83
28 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	0.71	1.12	0.87
	ค่าเฉลี่ย \pm SD	0.91 \pm 0.12	0.99 \pm 0.10	1.05 \pm 0.14

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

องค์ประกอบทางเคมี และ องค์ประกอบของคาร์บอน
ในฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมโครเมตร

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค-1 องค์ประกอบทางเคมี ใน PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551
บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นล่าง)

องค์ประกอบทางเคมี ใน PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)											
วันที่	เวลา	OC	EC	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Others
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	29.2	10.7	1.5	1.8	1.3	0.1	1.5	8.6	12.5	71.5
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	30.2	10.1	1.5	1.5	1.4	0.2	1.6	11.3	11.1	62.4
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	34.0	8.9	0.2	0.8	1.3	0.1	0.7	4.3	6.9	49.5
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	27.1	9.7	0.4	1.1	1.9	0.1	0.7	2.5	5.6	57.2
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	23.9	6.8	0.0	0.3	1.9	1.0	0.8	2.2	6.8	42.0
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	27.9	5.9	0.8	0.8	1.2	0.7	0.8	3.0	6.5	35.2
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	29.2	7.1	0.5	0.7	0.9	0.8	0.8	2.5	5.7	49.1
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	38.6	12.0	0.6	1.0	-	1.1	0.9	4.5	7.3	35.7
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	41.2	13.9	0.5	0.9	2.5	1.2	0.9	6.3	7.6	61.8
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	31.4	8.2	0.2	0.6	1.2	1.5	0.6	3.4	5.5	53.7
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	23.8	7.3	0.2	0.6	0.9	1.2	0.7	2.6	4.7	46.4
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	19.5	7.3	0.2	0.1	0.8	0.9	0.6	1.5	4.1	45.6
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	17.9	5.7	0.3	0.9	0.8	0.9	0.7	1.9	7.1	66.5
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	23.4	4.8	0.7	1.2	1.1	1.0	0.8	2.5	8.4	40.7
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	34.5	7.8	0.6	1.5	1.6	1.3	0.7	4.1	10.1	49.2
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	34.2	9.4	0.5	1.7	1.4	1.2	0.8	5.3	10.6	60.9
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	38.5	12.0	0.4	1.9	2.7	1.5	1.0	7.1	10.9	51.3
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	39.7	13.1	0.4	1.8	2.3	1.3	1.0	8.8	9.9	70.5
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	20.6	5.8	0.2	1.5	0.9	1.4	0.5	2.5	9.7	46.9
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	18.7	6.7	0.2	1.5	1.1	0.8	0.6	3.1	9.8	53.5
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	24.8	8.9	0.1	1.2	0.9	1.1	0.6	4.1	8.0	57.9
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	26.4	6.5	0.3	1.6	1.0	1.0	0.6	5.6	10.7	61.7
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	29.0	6.6	0.5	2.0	1.5	1.3	0.7	6.1	13.0	33.9
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	38.1	10.1	0.3	1.7	1.7	1.2	0.7	4.4	11.3	25.4
	ค่าเฉลี่ย	29.2	8.6	0.5	1.2	1.4	1.0	0.8	4.5	8.5	51.2
	±SD	7.0	2.5	0.4	0.5	0.6	0.4	0.3	2.5	2.5	12.0

ตารางที่ ค-2 องค์ประกอบทางเคมี ใน PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551
บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นกลาง)

องค์ประกอบทางเคมี ใน PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)											
วันที่	เวลา	OC	EC	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Others
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	22.7	9.2	0.8	1.3	1.3	0.7	1.8	9.3	12.1	49.1
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	29.0	9.6	0.8	1.3	1.5	0.8	2.2	13.5	12.2	54.4
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	31.9	7.3	0.5	1.3	1.6	0.7	0.6	4.4	7.6	45.1
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	25.7	8.0	0.2	1.1	1.2	0.6	0.6	2.9	7.1	49.3
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	23.6	5.0	0.4	0.9	0.9	1.0	0.7	2.4	6.8	56.3
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	26.4	5.5	0.7	1.0	1.1	1.0	0.7	3.0	7.6	55.4
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	27.1	5.1	0.6	1.1	1.0	1.0	0.6	2.3	7.6	53.7
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	33.1	7.5	0.5	1.1	1.1	0.9	0.8	4.6	7.1	58.9
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	34.4	9.3	0.4	1.1	2.3	0.9	0.8	5.4	8.0	80.2
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	33.3	7.8	0.3	0.9	1.4	1.3	0.6	3.3	6.5	44.7
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	26.5	7.3	0.3	0.9	1.7	-	0.6	2.5	6.7	34.4
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	24.8	8.1	0.5	1.2	0.9	1.0	0.6	2.4	8.7	31.3
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	24.0	7.6	0.3	1.1	0.7	0.9	0.5	2.2	8.0	23.3
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	27.0	7.1	0.3	0.9	0.7	0.8	0.5	2.0	6.3	37.0
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	38.4	6.8	0.5	1.6	1.4	0.7	0.5	4.1	10.9	40.1
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	39.8	11.1	0.4	1.7	1.7	0.6	0.6	5.5	11.7	39.7
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	48.6	14.6	0.3	1.4	2.2	0.6	0.6	5.9	10.7	28.3
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	47.8	13.7	0.4	1.8	2.5	0.6	0.7	8.6	11.7	37.3
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	28.2	7.1	0.3	1.8	2.2	0.7	0.4	2.9	11.4	24.6
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	31.2	11.2	0.2	1.7	1.2	1.4	0.4	3.3	11.3	26.7
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	30.9	8.6	0.3	1.7	1.1	0.8	0.5	4.7	11.7	27.3
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	30.0	7.3	0.3	2.0	1.3	0.6	0.5	4.8	13.1	31.5
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	33.6	8.1	0.3	1.7	1.3	1.4	0.5	5.1	13.3	25.3
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	50.3	13.5	0.3	2.1	2.1	0.9	0.5	4.7	15.3	13.0
	ค่าเฉลี่ย	32.0	8.6	0.4	1.4	1.4	0.9	0.7	4.6	9.7	40.3
	±SD	7.9	2.6	0.2	0.4	0.5	0.2	0.4	2.7	2.6	15.1

ตารางที่ ค-3 องค์ประกอบทางเคมี ใน PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551
บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นบน)

องค์ประกอบทางเคมี ใน PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)											
วันที่	เวลา	OC	EC	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Others
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	37.6	8.2	1.6	3.1	1.6	0.6	1.9	13.5	12.2	46.9
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	29.5	7.4	0.5	1.3	1.4	0.6	0.5	3.8	8.1	36.3
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	34.1	6.7	0.2	1.0	0.9	0.8	0.5	2.6	6.6	33.1
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	32.7	6.5	0.4	0.8	0.8	0.8	0.5	2.1	6.3	42.4
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	38.0	6.9	0.7	0.9	1.0	0.7	0.6	2.6	7.0	48.8
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	33.1	5.7	0.7	1.1	1.1	0.9	0.5	2.6	8.4	38.5
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	31.0	8.0	0.6	1.1	1.5	0.8	0.5	3.9	7.8	33.0
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	43.1	8.5	0.5	0.9	1.7	0.8	0.6	3.8	7.1	50.2
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	36.0	6.3	0.4	0.8	1.2	1.1	0.5	2.6	6.1	44.0
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	26.5	5.7	0.4	0.9	0.8	0.7	0.6	2.2	6.4	37.6
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	21.1	5.2	0.3	1.0	1.0	0.7	0.5	2.4	8.8	46.7
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	24.1	7.3	0.3	1.0	0.7	0.6	0.5	1.9	8.4	51.1
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	28.5	7.1	0.4	1.0	0.9	0.8	0.5	2.0	7.8	38.2
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	27.4	7.0	0.4	1.8	1.3	0.7	0.5	3.8	10.6	27.1
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	37.9	6.9	0.5	2.6	2.1	0.9	0.8	5.5	12.6	32.5
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	37.0	9.8	0.3	2.1	1.4	1.0	0.6	4.2	10.2	37.2
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	40.2	7.7	0.4	2.4	1.7	0.9	0.6	4.6	10.5	35.3
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	32.9	5.1	0.3	2.2	0.9	0.7	0.5	2.1	9.6	31.0
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	20.3	6.2	0.2	2.0	1.0	0.5	0.5	2.5	9.4	58.7
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	23.2	11.2	0.3	2.6	1.2	0.5	0.5	5.8	12.6	29.2
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	38.3	6.3	0.2	1.9	1.0	1.1	0.5	5.5	10.1	50.7
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	27.7	7.4	0.4	2.5	1.5	1.0	0.6	5.5	13.4	41.5
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	34.1	5.8	0.3	2.7	1.6	1.3	0.5	4.2	13.3	38.8
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	29.8	8.2	1.6	3.1	1.6	0.6	1.9	13.5	12.2	46.9
	ค่าเฉลี่ย	31.8	7.3	0.5	1.7	1.2	0.8	0.6	4.2	9.3	42.1
	±SD	6.2	1.6	0.4	0.8	0.4	0.2	0.4	2.8	2.3	11.7

ตารางที่ ก-4 ร้อยละขององค์ประกอบทางเคมี ใน PM_{10} (%) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นล่าง)

ร้อยละขององค์ประกอบทางเคมี ใน PM_{10} (%)											
วันที่	เวลา	OC	EC	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Others
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	19.4	7.1	1.0	1.2	0.8	0.1	1.0	5.7	8.3	47.5
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	21.1	7.0	1.1	1.0	1.0	0.1	1.1	7.9	7.7	43.5
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	28.2	7.4	0.2	0.7	1.1	0.1	0.6	3.6	5.8	41.1
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	23.2	8.3	0.4	0.9	1.6	0.1	0.6	2.1	4.8	48.8
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	25.1	7.1	0.0	0.3	1.9	1.1	0.8	2.3	7.2	44.1
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	29.7	6.3	0.9	0.9	1.3	0.7	0.9	3.2	6.9	37.4
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	26.8	6.5	0.5	0.6	0.8	0.7	0.7	2.3	5.2	45.1
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	31.4	9.8	0.5	0.9	-	0.9	0.7	3.7	6.0	33.6
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	26.9	9.1	0.3	0.6	1.6	0.8	0.6	4.1	5.0	40.3
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	26.4	6.9	0.2	0.5	1.0	1.3	0.5	2.8	4.6	45.1
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	24.3	7.5	0.2	0.6	0.9	1.2	0.8	2.7	4.8	47.4
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	22.1	8.3	0.3	0.1	0.9	1.0	0.7	1.7	4.6	51.5
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	16.3	5.2	0.3	0.8	0.7	0.8	0.6	1.7	6.4	60.6
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	24.9	5.1	0.7	1.3	1.1	1.1	0.9	2.6	9.0	43.3
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	27.6	6.2	0.5	1.2	1.3	1.0	0.6	3.3	8.1	39.2
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	24.5	6.7	0.3	1.2	1.0	0.8	0.6	3.8	7.6	43.6
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	27.0	8.4	0.3	1.3	1.9	1.1	0.7	5.0	7.6	36.0
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	24.1	8.0	0.2	1.1	1.4	0.8	0.6	5.4	6.0	42.8
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	20.9	5.9	0.2	1.5	0.9	1.4	0.5	2.5	9.9	47.8
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	18.1	6.5	0.2	1.4	1.1	0.8	0.5	3.0	9.4	51.8
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	21.1	7.6	0.1	1.0	0.7	0.9	0.5	3.5	6.8	49.2
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	21.0	5.1	0.2	1.3	0.8	0.8	0.5	4.4	8.5	49.0
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	27.3	6.3	0.4	1.8	1.4	1.2	0.6	5.7	12.3	31.9
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	34.6	9.2	0.3	1.6	1.5	1.1	0.6	4.0	10.2	23.1
	ค่าเฉลี่ย	24.7	7.1	0.4	1.0	1.2	0.8	0.7	3.6	7.2	43.5
	±SD	4.3	1.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.2	1.5	2.0	7.7

ตารางที่ ก-5 ร้อยละขององค์ประกอบทางเคมี ใน PM_{10} (%) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นกลาง)

ร้อยละขององค์ประกอบทางเคมี ใน PM_{10} (%)											
วันที่	เวลา	OC	EC	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Others
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	19.3	7.8	0.6	1.1	1.1	0.6	1.6	7.9	10.3	41.8
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	21.2	7.0	0.6	1.0	1.1	0.6	1.6	9.8	8.9	39.7
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	28.0	6.4	0.4	1.2	1.4	0.6	0.6	3.8	6.7	39.6
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	24.0	7.4	0.2	1.0	1.1	0.5	0.6	2.7	6.6	46.1
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	22.0	4.6	0.4	0.8	0.8	1.0	0.6	2.2	6.3	52.5
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	23.4	4.9	0.6	0.9	1.0	0.9	0.6	2.6	6.8	49.0
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	24.4	4.6	0.5	1.0	0.9	0.9	0.5	2.1	6.9	48.5
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	25.7	5.8	0.4	0.8	0.9	0.7	0.6	3.5	5.5	45.8
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	22.0	6.0	0.2	0.7	1.5	0.6	0.5	3.5	5.1	51.2
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	29.4	6.9	0.3	0.8	1.2	1.2	0.5	2.9	5.8	39.4
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	27.0	7.5	0.3	0.9	1.7	-	0.6	2.6	6.8	41.9
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	27.7	9.1	0.6	1.3	1.0	1.1	0.7	2.7	9.7	35.0
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	30.7	9.7	0.4	1.3	0.9	1.1	0.6	2.8	10.2	29.9
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	28.9	7.6	0.3	1.0	0.7	0.9	0.5	2.2	6.8	39.6
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	31.9	5.7	0.4	1.3	1.2	0.6	0.4	3.4	9.0	33.3
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	30.9	8.6	0.3	1.3	1.3	0.5	0.5	4.3	9.1	30.9
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	36.6	11.0	0.2	1.1	1.7	0.4	0.5	4.4	8.1	21.3
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	33.1	9.5	0.3	1.3	1.8	0.4	0.5	6.0	8.1	25.8
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	31.0	7.8	0.3	1.9	2.4	0.8	0.5	3.2	12.5	27.1
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	30.8	11.1	0.2	1.7	1.1	1.4	0.4	3.3	11.1	26.4
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	30.9	8.6	0.3	1.7	1.1	0.8	0.5	4.7	11.7	27.3
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	29.0	7.0	0.3	2.0	1.3	0.6	0.5	4.7	12.7	30.4
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	32.3	7.7	0.3	1.7	1.2	1.4	0.4	4.9	12.8	24.4
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	41.0	11.0	0.3	1.7	1.7	0.8	0.4	3.8	12.4	10.6
	ค่าเฉลี่ย	28.4	7.6	0.4	1.2	1.3	0.8	0.6	3.9	8.8	35.7
	±SD	5.1	1.9	0.1	0.4	0.4	0.3	0.3	1.8	2.5	10.6

ตารางที่ ก-6 ร้อยละขององค์ประกอบทางเคมี ใน PM_{10} (%) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นบน)

ร้อยละขององค์ประกอบทางเคมี ใน PM_{10} (%)											
วันที่	เวลา	OC	EC	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Others
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	21.4	6.4	0.9	1.1	0.7	0.3	1.1	6.2	6.3	47.0
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	22.5	6.3	1.2	2.4	1.2	0.5	1.4	10.3	9.3	35.8
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	31.6	6.9	0.5	1.2	1.3	0.6	0.4	3.6	7.5	33.7
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	33.3	6.9	0.2	1.0	0.9	0.8	0.5	2.6	6.7	33.7
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	33.4	5.7	0.4	0.7	0.7	0.7	0.4	1.8	5.5	37.3
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	28.7	5.9	0.6	0.7	0.8	0.6	0.5	2.2	6.0	42.3
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	30.2	5.6	0.7	1.1	1.1	0.8	0.5	2.5	8.1	37.4
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	36.7	6.8	0.5	0.9	1.2	0.7	0.5	3.3	6.6	28.0
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	28.9	6.8	0.4	0.7	1.4	0.7	0.5	3.1	5.7	40.3
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	26.5	6.3	0.4	0.8	1.2	1.1	0.5	2.6	6.1	44.0
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	24.9	6.8	0.5	1.1	1.0	0.8	0.7	2.6	7.5	44.3
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	24.0	5.2	0.3	1.0	1.0	0.7	0.5	2.4	8.7	46.6
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	25.5	6.5	0.3	0.9	0.6	0.6	0.4	1.7	7.5	45.7
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	28.3	7.3	0.4	1.0	0.9	0.8	0.5	2.1	8.0	39.4
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	35.7	6.6	0.4	1.7	1.3	0.7	0.5	3.6	9.9	25.4
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	31.8	5.9	0.4	2.2	1.8	0.8	0.7	4.7	10.9	28.0
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	32.7	8.0	0.2	1.7	1.2	0.8	0.5	3.4	8.3	30.2
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	29.8	7.0	0.4	2.2	1.5	0.8	0.6	4.2	9.6	32.0
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	25.1	6.3	0.3	2.8	1.1	0.9	0.7	2.6	11.9	38.3
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	20.4	5.4	0.2	1.8	0.9	0.4	0.4	2.2	8.3	51.8
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	32.6	9.5	0.2	2.2	1.0	0.4	0.4	4.9	10.7	24.9
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	23.9	5.5	0.1	1.6	0.8	1.0	0.4	4.7	8.7	43.7
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	28.1	6.1	0.3	2.1	1.2	0.8	0.5	4.6	11.0	34.1
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	27.0	5.3	0.2	2.5	1.5	1.2	0.5	3.8	12.0	35.2
	ค่าเฉลี่ย	28.5	6.5	0.4	1.5	1.1	0.7	0.6	3.6	8.4	37.5
	±SD	4.5	1.0	0.2	0.7	0.3	0.2	0.2	1.8	2.0	7.3

ตารางที่ ก-7 ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM_{10} ($\mu g/m^3$) ระหว่างวันที่ 18-21
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นล่าง)

ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM_{10} ($\mu g/m^3$)											
วันที่	เวลา	TC	OC	EC	OC1	OC2	OC3	OC4	EC1	EC2	EC3
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	40.0	29.2	10.7	1.4	8.2	13.1	6.3	10.4	0.5	0.0
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	40.2	30.2	10.1	1.4	8.4	12.7	7.1	10.0	0.6	0.0
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	42.8	34.0	8.9	3.1	6.4	13.4	7.9	10.9	1.0	0.2
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	36.8	27.1	9.7	1.2	7.1	10.9	5.8	9.9	1.8	0.2
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	30.7	23.9	6.8	0.8	6.1	9.6	5.3	7.4	1.3	0.2
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	33.8	27.9	5.9	1.0	7.1	11.8	6.6	6.3	0.9	0.1
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	36.3	29.2	7.1	1.3	7.0	12.3	6.2	7.9	1.2	0.4
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	50.5	38.6	12.0	3.4	8.1	16.2	8.8	12.8	1.0	0.3
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	55.1	41.2	13.9	1.2	12.2	17.2	10.5	12.3	1.4	0.2
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	39.7	31.4	8.2	1.5	8.0	12.7	6.8	9.6	1.1	0.0
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	31.1	23.8	7.3	1.1	5.4	9.8	5.1	7.8	1.5	0.6
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	26.8	19.5	7.3	1.6	4.2	7.9	4.5	6.9	1.5	0.2
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	23.6	17.9	5.7	1.1	4.5	7.1	4.2	5.2	1.4	0.1
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	28.2	23.4	4.8	1.0	5.3	9.6	5.6	5.9	0.8	0.1
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	42.3	34.5	7.8	3.3	5.9	13.8	8.4	9.2	1.2	0.5
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	43.6	34.2	9.4	3.5	6.6	12.9	8.0	11.0	1.2	0.4
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	50.5	38.5	12.0	4.3	7.5	14.4	8.2	14.6	1.2	0.3
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	52.8	39.7	13.1	4.0	7.6	15.2	9.0	15.4	1.2	0.5
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	26.4	20.6	5.8	1.1	4.9	7.7	4.6	6.6	1.1	0.3
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	25.3	18.7	6.7	1.0	4.5	7.3	4.2	7.2	1.1	0.0
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	33.7	24.8	8.9	1.2	6.0	9.6	6.1	9.0	1.4	0.4
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	32.9	26.4	6.5	2.9	5.0	9.8	6.4	7.6	1.0	0.2
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	35.6	29.0	6.6	1.3	6.6	11.7	6.9	7.6	1.1	0.4
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	48.2	38.1	10.1	4.1	7.6	13.8	8.8	12.2	1.2	0.4
	ค่าเฉลี่ย	37.8	29.2	8.6	2.0	6.7	11.7	6.7	9.3	1.1	0.3
	$\pm SD$	9.1	7.0	2.5	1.2	1.7	2.8	1.7	2.7	0.3	0.2

ตารางที่ ค-8 ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ระหว่างวันที่ 18-21
 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษาเขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นกลาง)

ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)											
วันที่	เวลา	TC	OC	EC	OC1	OC2	OC3	OC4	EC1	EC2	EC3
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	31.9	22.7	9.2	1.4	6.4	8.9	5.6	7.3	1.2	1.1
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	38.6	29.0	9.6	3.3	6.3	11.6	7.0	9.4	0.6	0.3
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	39.2	31.9	7.3	1.2	7.1	13.3	6.8	10.0	0.7	0.0
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	33.7	25.7	8.0	0.9	6.7	10.8	5.3	8.3	1.4	0.3
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	28.6	23.6	5.0	0.9	5.7	9.7	5.2	6.1	0.9	0.0
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	31.9	26.4	5.5	0.9	5.8	11.2	6.1	6.5	0.8	0.6
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	32.2	27.1	5.1	1.0	7.0	10.6	5.7	7.1	0.7	0.2
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	40.6	33.1	7.5	2.6	5.8	14.0	6.3	11.3	0.7	0.0
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	43.7	34.4	9.3	3.4	7.1	13.7	7.5	11.2	1.0	0.0
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	41.0	33.3	7.8	1.7	7.6	14.0	6.2	9.5	1.1	0.9
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	33.9	26.5	7.3	1.4	6.4	10.6	5.5	7.2	1.6	1.2
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	32.9	24.8	8.1	1.3	6.4	9.8	5.2	7.6	1.5	1.1
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	31.6	24.0	7.6	1.2	5.9	9.8	5.4	6.9	1.4	1.1
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	34.1	27.0	7.1	1.2	6.1	10.9	6.2	7.2	1.4	1.1
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	45.3	38.4	6.8	1.4	8.3	16.4	8.5	9.4	0.9	0.4
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	50.9	39.8	11.1	1.6	9.6	16.0	9.5	12.2	1.4	0.6
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	63.2	48.6	14.6	1.9	11.8	20.1	10.4	16.4	1.5	1.0
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	61.5	47.8	13.7	3.9	9.4	18.8	11.0	16.1	1.3	0.9
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	35.3	28.2	7.1	1.1	6.7	11.0	5.7	9.0	1.3	0.4
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	42.4	31.2	11.2	1.3	8.2	11.9	6.8	11.5	1.7	1.0
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	39.5	30.9	8.6	3.6	6.0	12.0	6.1	10.1	1.5	0.2
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	37.2	30.0	7.3	1.6	7.6	11.9	6.6	7.7	1.2	0.6
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	41.7	33.6	8.1	1.4	7.7	13.4	7.9	8.5	1.6	1.1
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	63.8	50.3	13.5	3.9	11.3	18.6	11.6	15.7	1.9	0.9
	ค่าเฉลี่ย	40.6	32.0	8.6	1.8	7.4	12.9	7.0	9.7	1.2	0.6
	\pm SD	10.0	7.9	2.6	1.0	1.7	3.1	1.9	3.0	0.4	0.4

ตารางที่ ก-9 ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM_{10} ($\mu g/m^3$) ระหว่างวันที่ 18-21
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นบน)

ความเข้มข้นขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM_{10} ($\mu g/m^3$)											
วันที่	เวลา	TC	OC	EC	OC1	OC2	OC3	OC4	EC1	EC2	EC3
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	48.9	37.6	11.3	1.5	8.9	16.8	8.6	11.3	1.3	0.7
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	37.7	29.5	8.2	1.1	7.7	12.3	6.6	9.2	0.6	0.3
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	41.4	34.1	7.4	1.4	7.8	13.4	6.7	10.5	1.0	0.7
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	39.5	32.7	6.7	1.1	7.3	15.1	6.0	8.1	1.3	0.6
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	44.5	38.0	6.5	1.1	8.3	18.5	7.0	7.9	1.2	0.5
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	40.0	33.1	6.9	1.1	7.3	13.6	7.7	8.6	1.1	0.6
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	36.8	31.0	5.7	1.4	6.9	13.0	6.4	7.6	0.9	0.5
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	51.1	43.1	8.0	3.6	7.4	18.3	8.6	12.0	0.8	0.4
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	44.6	36.0	8.5	1.4	7.9	15.6	7.2	10.5	1.5	0.6
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	32.8	26.5	6.3	0.9	6.2	11.0	5.3	7.7	1.1	0.7
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	26.8	21.1	5.7	0.8	5.4	8.7	2.9	6.9	1.3	0.8
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	29.2	24.1	5.2	1.0	5.8	10.9	4.4	5.3	1.4	0.4
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	35.8	28.5	7.3	0.7	6.5	13.1	5.8	7.3	1.6	0.7
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	34.6	27.4	7.1	1.3	6.1	11.9	5.8	6.9	1.6	1.1
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	44.9	37.9	7.0	1.1	8.7	15.6	8.2	9.8	1.4	0.3
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	43.9	37.0	6.9	1.3	8.1	14.9	8.7	9.5	1.1	0.4
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	50.0	40.2	9.8	3.6	7.5	15.7	8.3	12.9	1.3	0.6
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	40.6	32.9	7.7	3.3	6.1	12.8	6.8	10.0	1.0	0.5
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	25.4	20.3	5.1	0.8	4.7	8.0	4.1	6.4	0.9	0.6
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	29.3	23.2	6.2	1.0	5.6	9.7	4.6	7.1	1.0	0.4
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	49.5	38.3	11.2	1.3	9.3	16.0	8.0	12.4	1.9	0.7
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	34.0	27.7	6.3	1.3	6.6	11.1	6.4	7.1	1.2	0.4
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	41.5	34.1	7.4	3.3	6.1	13.4	7.6	9.4	1.2	0.6
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	35.6	29.8	5.8	0.9	6.3	11.2	7.9	7.7	1.0	0.4
	ค่าเฉลี่ย	39.1	31.8	7.3	1.5	7.0	13.4	6.6	8.8	1.2	0.5
	±SD	7.4	6.2	1.6	0.9	1.2	2.8	1.6	2.0	0.3	0.2

ตารางที่ ก-10 ร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} (%) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นล่าง)

ร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอนใน PM_{10} (%)											
วันที่	เวลา	TC	OC	EC	OC1	OC2	OC3	OC4	EC1	EC2	EC3
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	26.6	19.4	7.1	0.9	5.5	8.7	4.2	6.9	0.4	0.0
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	28.1	21.1	7.0	1.0	5.8	8.9	5.0	7.0	0.4	0.0
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	35.6	28.2	7.4	2.5	5.3	11.2	6.5	9.1	0.8	0.2
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	31.5	23.2	8.3	1.0	6.1	9.3	5.0	8.4	1.5	0.2
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	32.2	25.1	7.1	0.8	6.4	10.1	5.6	7.7	1.4	0.2
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	36.0	29.7	6.3	1.1	7.5	12.5	7.0	6.7	1.0	0.2
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	33.3	26.8	6.5	1.2	6.4	11.3	5.7	7.3	1.1	0.4
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	41.2	31.4	9.8	2.8	6.6	13.2	7.2	10.4	0.8	0.3
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	36.0	26.9	9.1	0.8	7.9	11.3	6.9	8.0	0.9	0.2
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	33.4	26.4	6.9	1.3	6.8	10.7	5.7	8.0	0.9	0.0
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	31.8	24.3	7.5	1.1	5.5	10.0	5.2	7.9	1.5	0.6
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	30.3	22.1	8.3	1.9	4.7	8.9	5.1	7.8	1.7	0.2
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	21.5	16.3	5.2	1.0	4.1	6.4	3.9	4.8	1.3	0.1
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	30.0	24.9	5.1	1.1	5.7	10.2	5.9	6.2	0.9	0.1
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	33.8	27.6	6.2	2.7	4.7	11.0	6.7	7.3	1.0	0.4
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	31.2	24.5	6.7	2.5	4.7	9.2	5.7	7.9	0.9	0.3
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	35.4	27.0	8.4	3.0	5.3	10.1	5.8	10.2	0.8	0.2
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	32.1	24.1	8.0	2.4	4.6	9.2	5.4	9.4	0.7	0.3
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	26.9	20.9	5.9	1.2	5.0	7.8	4.7	6.7	1.1	0.4
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	24.5	18.1	6.5	0.9	4.4	7.1	4.1	7.0	1.0	0.0
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	28.7	21.1	7.6	1.0	5.1	8.2	5.2	7.7	1.2	0.3
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	26.1	21.0	5.1	2.3	3.9	7.8	5.1	6.0	0.8	0.2
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	33.6	27.3	6.3	1.3	6.2	11.0	6.5	7.2	1.0	0.4
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	43.8	34.6	9.2	3.7	6.9	12.6	8.0	11.1	1.1	0.4
	ค่าเฉลี่ย	31.8	24.7	7.1	1.6	5.6	9.9	5.7	7.8	1.0	0.2
	±SD	5.0	4.3	1.3	0.9	1.1	1.7	1.0	1.4	0.3	0.1

ตารางที่ ก-11 ร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM_{10} (%) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นกลาง)

ร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM_{10} (%)											
วันที่	เวลา	TC	OC	EC	OC1	OC2	OC3	OC4	EC1	EC2	EC3
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	27.2	19.3	7.8	1.2	5.5	7.6	4.8	6.2	1.0	0.9
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	28.2	21.2	7.0	2.4	4.6	8.5	5.1	6.9	0.5	0.2
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	34.4	28.0	6.4	1.1	6.3	11.7	6.0	8.8	0.6	0.0
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	31.5	24.0	7.4	0.8	6.2	10.1	5.0	7.8	1.3	0.3
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	26.6	22.0	4.6	0.9	5.3	9.1	4.9	5.7	0.8	0.0
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	28.3	23.4	4.9	0.8	5.2	9.9	5.4	5.7	0.7	0.6
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	29.1	24.4	4.6	0.9	6.3	9.6	5.2	6.4	0.6	0.2
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	31.6	25.7	5.8	2.0	4.5	10.9	4.9	8.8	0.5	0.0
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	27.9	22.0	6.0	2.1	4.5	8.7	4.8	7.1	0.6	0.0
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	36.2	29.4	6.9	1.5	6.7	12.4	5.5	8.4	0.9	0.8
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	34.4	27.0	7.5	1.4	6.5	10.8	5.6	7.3	1.6	1.2
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	36.8	27.7	9.1	1.5	7.2	11.0	5.8	8.5	1.7	1.2
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	40.5	30.7	9.7	1.5	7.5	12.6	6.9	8.8	1.8	1.4
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	36.5	28.9	7.6	1.3	6.5	11.7	6.6	7.7	1.5	1.2
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	37.6	31.9	5.7	1.2	6.9	13.6	7.0	7.8	0.8	0.3
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	39.5	30.9	8.6	1.2	7.4	12.4	7.4	9.5	1.1	0.4
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	47.6	36.6	11.0	1.4	8.9	15.2	7.8	12.4	1.2	0.8
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	42.6	33.1	9.5	2.7	6.5	13.0	7.6	11.2	0.9	0.6
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	38.9	31.0	7.8	1.2	7.4	12.1	6.3	9.9	1.4	0.5
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	42.0	30.8	11.1	1.3	8.1	11.8	6.7	11.4	1.7	1.0
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	39.5	30.9	8.6	3.6	6.0	12.0	6.1	10.1	1.5	0.2
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	36.0	29.0	7.0	1.5	7.4	11.5	6.3	7.4	1.2	0.6
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	40.1	32.3	7.7	1.4	7.4	12.9	7.6	8.2	1.5	1.0
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	51.9	41.0	11.0	3.1	9.2	15.1	9.5	12.8	1.5	0.7
	ค่าเฉลี่ย	36.0	28.4	7.6	1.6	6.6	11.4	6.2	8.5	1.1	0.6
	±SD	6.6	5.1	1.9	0.7	1.3	1.9	1.2	2.0	0.4	0.4

ตารางที่ ก-12 ร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM₁₀ (%) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นบน)

ร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM ₁₀ (%)											
วันที่	เวลา	TC	OC	EC	OC1	OC2	OC3	OC4	EC1	EC2	EC3
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	27.9	21.4	6.4	0.8	5.1	9.5	4.9	6.4	0.7	0.4
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	28.8	22.5	6.3	0.8	5.9	9.4	5.0	7.0	0.4	0.2
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	38.5	31.6	6.9	1.3	7.3	12.5	6.2	9.7	0.9	0.6
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	40.2	33.3	6.9	1.1	7.4	15.3	6.1	8.2	1.4	0.6
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	39.1	33.4	5.7	1.0	7.3	16.3	6.2	6.9	1.0	0.4
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	34.7	28.7	5.9	0.9	6.3	11.8	6.7	7.5	0.9	0.5
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	35.7	30.2	5.6	1.4	6.7	12.6	6.2	7.4	0.9	0.5
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	43.5	36.7	6.8	3.0	6.3	15.5	7.4	10.2	0.7	0.3
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	35.7	28.9	6.8	1.1	6.3	12.5	5.8	8.4	1.2	0.5
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	32.8	26.5	6.3	0.9	6.2	11.0	5.3	7.7	1.1	0.7
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	31.6	24.9	6.8	0.9	6.4	10.2	3.4	8.2	1.6	0.9
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	29.2	24.0	5.2	1.0	5.8	10.9	4.4	5.3	1.4	0.4
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	32.0	25.5	6.5	0.6	5.8	11.7	5.2	6.6	1.5	0.7
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	35.6	28.3	7.3	1.3	6.3	12.2	6.0	7.1	1.6	1.1
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	42.2	35.7	6.6	1.0	8.1	14.6	7.7	9.2	1.3	0.3
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	37.8	31.8	5.9	1.1	7.0	12.8	7.5	8.2	1.0	0.3
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	40.6	32.7	8.0	2.9	6.1	12.8	6.8	10.5	1.1	0.5
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	36.8	29.8	7.0	3.0	5.6	11.6	6.2	9.1	0.9	0.4
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	31.4	25.1	6.3	1.0	5.9	9.9	5.0	7.9	1.1	0.7
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	25.8	20.4	5.4	0.8	4.9	8.5	4.1	6.2	0.9	0.4
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	42.1	32.6	9.5	1.1	7.9	13.6	6.8	10.5	1.6	0.6
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	29.4	23.9	5.5	1.1	5.7	9.6	5.5	6.2	1.0	0.3
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	34.2	28.1	6.1	2.7	5.0	11.0	6.3	7.7	1.0	0.5
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	32.3	27.0	5.3	0.8	5.7	10.2	7.2	7.0	0.9	0.4
	ค่าเฉลี่ย	34.9	28.5	6.5	1.3	6.3	11.9	5.9	7.9	1.1	0.5
	±SD	4.9	4.5	1.0	0.7	0.9	2.1	1.1	1.4	0.3	0.2

ตารางที่ ก-13 ร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM₁₀ (%) ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษาเขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

ร้อยละขององค์ประกอบคาร์บอน ใน PM ₁₀										
วันที่	เวลา	% TC in PM ₁₀			% OC in PM ₁₀			% EC in PM ₁₀		
		ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	26.6	27.2	27.9	19.4	19.3	21.4	7.1	7.8	6.4
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	28.1	28.2	28.8	21.1	21.2	22.5	7.0	7.0	6.3
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	35.6	34.4	38.5	28.2	28.0	31.6	7.4	6.4	6.9
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	31.5	31.5	40.2	23.2	24.0	33.3	8.3	7.4	6.9
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	32.2	26.6	39.1	25.1	22.0	33.4	7.1	4.6	5.7
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	36.0	28.3	34.7	29.7	23.4	28.7	6.3	4.9	5.9
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	33.3	29.1	35.7	26.8	24.4	30.2	6.5	4.6	5.6
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	41.2	31.6	43.5	31.4	25.7	36.7	9.8	5.8	6.8
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	36.0	27.9	35.7	26.9	22.0	28.9	9.1	6.0	6.8
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	33.4	36.2	32.8	26.4	29.4	26.5	6.9	6.9	6.3
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	31.8	34.4	31.6	24.3	27.0	24.9	7.5	7.5	6.8
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	30.3	36.8	29.2	22.1	27.7	24.0	8.3	9.1	5.2
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	21.5	40.5	32.0	16.3	30.7	25.5	5.2	9.7	6.5
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	30.0	36.5	35.6	24.9	28.9	28.3	5.1	7.6	7.3
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	33.8	37.6	42.2	27.6	31.9	35.7	6.2	5.7	6.6
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	31.2	39.5	37.8	24.5	30.9	31.8	6.7	8.6	5.9
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	35.4	47.6	40.6	27.0	36.6	32.7	8.4	11.0	8.0
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	32.1	42.6	36.8	24.1	33.1	29.8	8.0	9.5	7.0
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	26.9	38.9	31.4	20.9	31.0	25.1	5.9	7.8	6.3
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	24.5	42.0	25.8	18.1	30.8	20.4	6.5	11.1	5.4
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	28.7	39.5	42.1	21.1	30.9	32.6	7.6	8.6	9.5
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	26.1	36.0	29.4	21.0	29.0	23.9	5.1	7.0	5.5
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	33.6	40.1	34.2	27.3	32.3	28.1	6.3	7.7	6.1
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	43.8	51.9	32.3	34.6	41.0	27.0	9.2	11.0	5.3
	ค่าเฉลี่ย	31.8	36.0	34.9	24.7	28.4	28.5	7.1	7.6	6.5
	±SD	5.0	6.6	4.9	4.3	5.1	4.5	1.3	1.9	1.0

ตารางที่ ก-14 ร้อยละของ OC และ EC ใน TC (%) ตามระดับความสูง ระหว่างวันที่ 18-21
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

ร้อยละของ OC และ EC ใน TC (%)							
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง		ชั้นกลาง		ชั้นบน	
		OC	EC	OC	EC	OC	EC
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	73.1	26.9	71.2	28.8	76.9	23.1
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	75.0	25.0	75.1	24.9	78.2	21.8
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	79.3	20.7	81.4	18.6	82.2	17.8
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	73.6	26.4	76.4	23.6	82.9	17.1
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	77.9	22.1	82.7	17.3	85.4	14.6
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	82.5	17.5	82.8	17.2	82.9	17.1
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	80.5	19.5	84.1	15.9	84.4	15.6
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	76.3	23.7	81.5	18.5	84.3	15.7
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	74.8	25.2	78.7	21.3	80.9	19.1
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	79.2	20.8	81.1	18.9	80.8	19.2
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	76.5	23.5	78.3	21.7	78.6	21.4
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	72.7	27.3	75.3	24.7	82.3	17.7
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	75.8	24.2	75.9	24.1	79.7	20.3
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	82.9	17.1	79.3	20.7	79.4	20.6
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	81.6	18.4	84.9	15.1	84.5	15.5
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	78.5	21.5	78.3	21.7	84.3	15.7
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	76.3	23.7	76.8	23.2	80.4	19.6
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	75.2	24.8	77.6	22.4	81.0	19.0
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	77.9	22.1	79.8	20.2	80.0	20.0
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	73.6	26.4	73.5	26.5	79.0	21.0
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	73.6	26.4	78.2	21.8	77.4	22.6
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	80.3	19.7	80.5	19.5	81.3	18.7
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	81.4	18.6	80.7	19.3	82.2	17.8
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	79.0	21.0	78.9	21.1	83.7	16.3
	ค่าเฉลี่ย	77.4	22.6	78.9	21.1	81.4	18.6
	±SD	3.1	3.1	3.3	3.3	2.4	2.4

ตารางที่ ก-15 สัดส่วนของ OC/EC ใน PM₁₀ ระหว่างวันที่ 18-21 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

สัดส่วนของ OC/EC ใน PM ₁₀				
วันที่	เวลา	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	2.72	2.47	3.32
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	2.99	3.01	3.60
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	3.84	4.37	4.60
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	2.79	3.23	4.85
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	3.53	4.77	5.87
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	4.71	4.81	4.83
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	4.12	5.28	5.43
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	3.21	4.42	5.37
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	2.96	3.69	4.24
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	3.81	4.28	4.21
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	3.25	3.61	3.68
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	2.66	3.05	4.65
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	3.13	3.15	3.92
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	4.84	3.83	3.85
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	4.44	5.62	5.44
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	3.65	3.60	5.35
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	3.22	3.32	4.10
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	3.03	3.47	4.27
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	3.53	3.95	4.00
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	2.79	2.77	3.77
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	2.79	3.59	3.42
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	4.08	4.13	4.36
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	4.37	4.18	4.61
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	3.77	3.73	5.14
	ค่าเฉลี่ย	3.51	3.85	4.45
	±SD	0.65	0.78	0.71

ตารางที่ ค-16 ความเข้มข้นของ SOC ใน PM_{10} และร้อยละของ SOC/OC (%) ระหว่างวันที่ 18-21
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2551 ตามระดับความสูง บริเวณพื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี
กรุงเทพมหานคร

วันที่	เวลา	ความเข้มข้นของ SOC ใน PM_{10}			ร้อยละของ SOC/OC (%)		
		ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	0.62	0.00	0.04	2.12	-0.02	0.12
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	3.36	5.20	2.26	11.15	17.93	7.67
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	10.42	13.84	9.50	30.67	43.41	27.90
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	1.22	6.06	10.34	4.50	23.57	31.59
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	5.89	11.38	16.52	24.64	48.18	43.47
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	12.14	12.87	10.36	43.48	48.66	31.29
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	10.35	14.42	12.06	35.42	53.22	38.84
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	6.63	14.61	16.47	17.21	44.10	38.21
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	4.21	11.39	7.79	10.21	33.11	21.62
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	9.50	14.06	5.60	30.21	42.26	21.15
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	4.32	8.36	2.08	18.15	31.54	9.86
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	0.03	4.70	6.87	0.16	18.96	28.57
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	2.71	5.19	4.38	15.11	21.63	15.36
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	10.51	9.61	3.79	44.99	35.53	13.81
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	13.84	21.56	14.77	40.10	56.08	38.94
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	9.31	12.51	14.06	27.22	31.41	37.98
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	6.68	12.38	7.62	17.34	25.50	18.96
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	4.81	13.79	7.29	12.12	28.88	22.19
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	5.06	10.56	3.47	24.61	37.49	17.08
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	0.88	3.42	2.74	4.73	10.96	11.83
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	1.17	9.61	1.08	4.70	31.12	2.82
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	9.22	12.03	6.61	34.87	40.13	23.86
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	11.32	13.74	9.54	39.06	40.84	27.94
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	11.23	17.01	10.53	29.46	33.80	35.36
	ค่าเฉลี่ย	6.48	10.76	7.74	21.8	33.3	23.6
	±SD	4.20	4.82	4.81	13.9	13.5	12.2



ภาคผนวก ง
อุดมศึกษาพื้นผิว

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ง-1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ชั้นล่าง)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทาง ลม (องศา)
17 ธ.ค. 2550	21.00-00.00 น.	26.5	755.1	0.0	84.5	2.7	230.6
18 ธ.ค. 2550	00.00-03.00 น.	26.3	754.3	0.0	85.8	2.0	232.5
18 ธ.ค. 2550	03.00-06.00 น.	26.1	753.7	0.0	86.8	1.8	226.9
18 ธ.ค. 2550	06.00-09.00 น.	26.8	754.7	95.5	84.4	2.0	234.4
18 ธ.ค. 2550	09.00-12.00 น.	27.4	755.6	367.2	81.8	3.2	238.1
18 ธ.ค. 2550	12.00-15.00 น.	29.4	753.7	500.2	70.8	3.8	264.4
18 ธ.ค. 2550	15.00-18.00 น.	28.1	753.0	105.5	77.5	3.3	268.1
18 ธ.ค. 2550	18.00-21.00 น.	27.2	754.2	0.2	81.9	2.7	264.4
18 ธ.ค. 2550	21.00-00.00 น.	26.7	754.9	0.0	84.0	2.6	262.5
19 ธ.ค. 2550	00.00-03.00 น.	26.7	754.1	0.0	83.3	2.3	264.4
19 ธ.ค. 2550	03.00-06.00 น.	26.8	753.5	0.0	81.5	2.3	262.5
19 ธ.ค. 2550	06.00-09.00 น.	26.9	754.7	98.0	83.2	2.1	226.9
19 ธ.ค. 2550	09.00-12.00 น.	28.4	755.5	244.3	76.2	2.9	240.0
19 ธ.ค. 2550	12.00-15.00 น.	28.6	754.0	254.2	72.8	3.0	268.1
19 ธ.ค. 2550	15.00-18.00 น.	28.0	753.2	104.3	75.1	2.6	270.0
19 ธ.ค. 2550	18.00-21.00 น.	27.3	754.4	0.0	76.2	2.7	270.0
19 ธ.ค. 2550	21.00-00.00 น.	27.2	755.0	0.0	75.4	2.5	268.1
20 ธ.ค. 2550	00.00-03.00 น.	26.4	754.1	0.0	81.2	2.0	251.3
20 ธ.ค. 2550	03.00-06.00 น.	26.0	753.6	0.0	84.5	1.4	249.4
20 ธ.ค. 2550	06.00-09.00 น.	26.2	755.2	74.6	86.3	2.4	221.3
20 ธ.ค. 2550	09.00-12.00 น.	28.5	755.9	383.8	70.7	3.0	243.8
20 ธ.ค. 2550	12.00-15.00 น.	28.5	754.7	281.4	71.5	2.2	270.0
20 ธ.ค. 2550	15.00-18.00 น.	27.9	754.0	113.3	74.0	2.5	273.8
20 ธ.ค. 2550	18.00-21.00 น.	27.1	755.7	0.0	79.4	1.8	256.9

ตารางที่ ง-2 ข้อมูลอุตุนิมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ชั้นล่าง)

อุตุนิมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทาง ลม (องศา)
17-18 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	26.4	754.7	0.0	85.2	2.3	231.6
18 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	26.4	754.2	47.8	85.6	1.9	230.6
18 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	28.4	754.6	433.7	76.3	3.5	251.3
18 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	27.6	753.6	52.8	79.7	3.0	266.3
18-19 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	26.7	754.5	0.0	83.7	2.4	263.4
19 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	26.8	754.1	49.0	82.3	2.2	244.7
19 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	28.5	754.7	249.2	74.5	2.9	254.1
19 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	27.6	753.8	52.1	75.6	2.7	270.0
19-20 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	26.8	754.6	0.0	78.3	2.3	259.7
20 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	26.1	754.4	37.3	85.4	1.9	235.3
20 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	28.5	755.3	332.6	71.1	2.6	256.9
20 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	27.5	754.8	56.6	76.7	2.2	265.3

ตารางที่ ง-3 ข้อมูลอุตุนิมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ชั้นกลาง)

อุตุนิมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทาง ลม (องศา)
17 ธ.ค. 2550	21.00-00.00 น.	26.2	750.4	0.0	79.8	3.0	116.3
18 ธ.ค. 2550	00.00-03.00 น.	26.0	749.6	0.0	80.7	2.6	110.6
18 ธ.ค. 2550	03.00-06.00 น.	25.9	749.1	0.0	82.0	2.2	112.5
18 ธ.ค. 2550	06.00-09.00 น.	26.5	750.1	152.1	79.3	2.5	110.6
18 ธ.ค. 2550	09.00-12.00 น.	26.9	750.9	297.9	77.7	3.9	116.3
18 ธ.ค. 2550	12.00-15.00 น.	28.8	749.0	213.4	68.0	5.6	97.5
18 ธ.ค. 2550	15.00-18.00 น.	27.6	748.3	114.2	73.7	5.0	93.8
18 ธ.ค. 2550	18.00-21.00 น.	26.8	749.5	0.3	78.1	4.3	88.1
18 ธ.ค. 2550	21.00-00.00 น.	26.3	750.2	0.0	80.3	4.0	93.8

ตารางที่ ง-3 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ชั้นกลาง) (ต่อ)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทาง ลม (องศา)
19 ธ.ค. 2550	00.00-03.00 น.	26.5	749.4	0.0	78.9	3.8	91.9
19 ธ.ค. 2550	03.00-06.00 น.	26.6	748.8	0.0	77.0	4.2	103.1
19 ธ.ค. 2550	06.00-09.00 น.	26.6	750.1	106.3	78.6	2.6	112.5
19 ธ.ค. 2550	09.00-12.00 น.	27.9	750.8	237.8	71.7	4.0	106.9
19 ธ.ค. 2550	12.00-15.00 น.	28.1	749.3	257.1	69.1	4.7	97.5
19 ธ.ค. 2550	15.00-18.00 น.	27.6	748.5	106.8	71.7	3.8	88.1
19 ธ.ค. 2550	18.00-21.00 น.	27.0	749.8	0.0	72.3	4.1	86.3
19 ธ.ค. 2550	21.00-00.00 น.	26.9	750.4	0.0	71.8	3.6	88.1
20 ธ.ค. 2550	00.00-03.00 น.	26.1	749.4	0.0	77.2	2.9	103.1
20 ธ.ค. 2550	03.00-06.00 น.	25.8	748.9	0.0	79.7	2.0	99.4
20 ธ.ค. 2550	06.00-09.00 น.	25.9	750.5	125.8	80.2	2.2	118.1
20 ธ.ค. 2550	09.00-12.00 น.	28.1	751.2	360.7	67.3	4.0	99.4
20 ธ.ค. 2550	12.00-15.00 น.	28.1	750.0	279.0	68.1	2.8	86.3
20 ธ.ค. 2550	15.00-18.00 น.	27.6	749.3	118.1	70.4	3.1	88.1
20 ธ.ค. 2550	18.00-21.00 น.	26.7	751.1	0.0	75.7	3.3	97.5

ตารางที่ ง-4 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ชั้นกลาง)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทาง ลม (องศา)
17-18 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	26.1	750.0	0.0	80.3	2.8	113.4
18 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	26.2	749.6	76.0	80.6	2.4	111.6
18 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	27.9	749.9	255.7	72.8	4.7	106.9
18 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	27.2	748.9	57.2	75.9	4.6	90.9
18-19 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	26.4	749.8	0.0	79.6	3.9	92.8
19 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	26.6	749.4	53.1	77.8	3.4	107.8

ตารางที่ ง-4 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ชั้นกลาง) (ต่อ)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m^2)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทาง ลม (องศา)
19 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	28.0	750.0	247.4	70.4	4.3	102.2
19 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	27.3	749.1	53.4	72.0	4.0	87.2
19-20 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	26.5	749.9	0.0	74.5	3.2	95.6
20 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	25.8	749.7	62.9	79.9	2.1	108.8
20 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	28.1	750.6	319.8	67.7	3.4	92.8
20 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	27.1	750.2	59.0	73.0	3.2	92.8

ตารางที่ ง-5 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ชั้นบน)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m^2)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทาง ลม (องศา)
17 ธ.ค. 2550	21.00-00.00 น.	25.6	748.0	0.0	84.2	1.4	86.3
18 ธ.ค. 2550	00.00-03.00 น.	25.4	747.2	0.0	85.3	1.2	116.3
18 ธ.ค. 2550	03.00-06.00 น.	25.3	746.7	0.0	86.2	1.0	112.5
18 ธ.ค. 2550	06.00-09.00 น.	26.1	747.8	173.5	83.7	1.0	157.5
18 ธ.ค. 2550	09.00-12.00 น.	26.7	748.5	401.7	81.3	1.6	228.8
18 ธ.ค. 2550	12.00-15.00 น.	28.8	746.6	675.5	71.5	2.7	177.2
18 ธ.ค. 2550	15.00-18.00 น.	27.5	745.9	242.8	77.2	2.5	144.4
18 ธ.ค. 2550	18.00-21.00 น.	26.4	747.0	0.3	82.5	2.0	140.6
18 ธ.ค. 2550	21.00-00.00 น.	25.8	747.7	0.0	84.8	1.9	165.0
19 ธ.ค. 2550	00.00-03.00 น.	25.8	747.0	0.0	84.2	1.7	140.6
19 ธ.ค. 2550	03.00-06.00 น.	25.9	746.4	0.0	82.6	1.7	288.8
19 ธ.ค. 2550	06.00-09.00 น.	26.1	747.7	124.9	83.0	1.1	170.6
19 ธ.ค. 2550	09.00-12.00 น.	27.5	748.5	295.8	75.9	1.7	140.6
19 ธ.ค. 2550	12.00-15.00 น.	27.8	746.9	367.3	73.0	2.1	234.4
19 ธ.ค. 2550	15.00-18.00 น.	27.2	746.2	167.3	76.3	1.9	150.0

ตารางที่ ง-5 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ชั้นบน) (ต่อ)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทาง ลม (องศา)
19 ธ.ค. 2550	18.00-21.00 น.	26.4	747.4	0.0	78.0	1.8	135.0
19 ธ.ค. 2550	21.00-00.00 น.	26.2	748.0	0.0	76.8	1.8	114.4
20 ธ.ค. 2550	00.00-03.00 น.	25.6	747.0	0.0	82.0	1.1	191.3
20 ธ.ค. 2550	03.00-06.00 น.	25.2	746.5	0.0	84.2	1.0	125.6
20 ธ.ค. 2550	06.00-09.00 น.	25.4	748.1	148.5	83.7	1.0	181.9
20 ธ.ค. 2550	09.00-12.00 น.	27.7	748.9	443.3	71.3	1.7	91.9
20 ธ.ค. 2550	12.00-15.00 น.	27.8	747.7	338.1	72.4	1.4	84.4
20 ธ.ค. 2550	15.00-18.00 น.	27.3	746.9	164.8	74.7	1.5	112.5
20 ธ.ค. 2550	18.00-21.00 น.	26.1	748.7	0.0	81.3	1.2	215.6

ตารางที่ ง-6 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ชั้นบน)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็วลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
17-18 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	25.5	747.6	0.0	84.8	1.3	101.3
18 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	25.7	747.3	86.8	84.9	1.0	135.0
18 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	28.1	747.2	584.2	74.7	2.2	203.8
18 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	27.0	746.5	121.5	79.8	2.2	142.5
18-19 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	25.8	747.4	0.0	84.5	1.8	152.8
19 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	26.0	747.1	62.5	82.8	1.4	229.7
19 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	27.7	747.7	331.6	74.5	1.9	187.5
19 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	26.8	746.8	83.7	77.1	1.8	142.5
19-20 ธ.ค. 2550	21.00-03.00 น.	25.9	747.5	0.0	79.4	1.5	152.8
20 ธ.ค. 2550	03.00-09.00 น.	25.3	747.3	74.3	83.9	1.0	153.8
20 ธ.ค. 2550	09.00-15.00 น.	27.8	748.3	390.7	71.9	1.5	88.1
20 ธ.ค. 2550	15.00-21.00 น.	26.7	747.8	82.4	78.0	1.4	164.1

ตารางที่ ง-7 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาเขตราชเทวี
กรุงเทพมหานคร (ชั้นล่าง)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	28.1	757.8	0.0	72.6	0.6	176.3
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	27.0	757.3	0.0	75.7	0.8	88.1
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	25.9	757.4	0.0	58.1	1.8	78.8
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	24.9	758.8	146.8	59.7	2.6	78.8
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	27.0	759.8	747.5	52.8	3.2	78.8
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	29.7	757.7	858.6	45.7	2.7	73.1
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	30.7	756.3	349.9	43.5	2.1	75.0
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	29.4	757.4	2.0	47.9	1.6	56.3
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	27.9	758.5	0.0	53.1	1.2	45.0
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	26.6	757.9	0.0	53.5	1.6	76.9
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	24.3	757.9	0.0	57.3	1.9	71.3
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	23.5	759.2	145.7	57.4	3.1	78.8
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	25.9	759.9	765.3	50.2	3.3	69.4
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	29.2	757.5	898.8	43.3	2.5	73.1
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	29.9	755.9	317.3	43.2	1.8	71.3
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	27.9	757.2	1.7	49.5	1.3	112.5
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	26.4	758.3	0.0	55.3	0.7	247.5
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	25.3	757.7	0.0	58.6	0.7	159.4
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	23.5	757.2	0.0	55.3	2.0	67.5
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	22.7	758.6	162.8	58.0	1.3	56.3
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	25.9	759.3	781.2	49.2	1.2	65.6
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	29.4	756.9	882.4	40.3	1.7	48.8
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	30.4	755.0	337.5	38.0	2.0	174.4
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	28.1	756.0	1.3	46.9	0.9	226.9

ตารางที่ ง-8 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาเขตราชเทวี
กรุงเทพมหานคร (ชั้นล่าง)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็วลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
18-19 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	27.6	757.6	0.0	74.1	0.7	132.2
19 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	25.4	758.1	73.4	58.9	2.2	78.8
19 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	28.3	758.8	803.0	49.3	3.0	75.9
19 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	30.1	756.9	176.0	45.7	1.9	65.6
19-20 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	27.3	758.2	0.0	53.3	1.4	60.9
20 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	23.9	758.5	72.8	57.4	2.5	75.0
20 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	27.5	758.7	832.0	46.8	2.9	71.3
20 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	28.9	756.5	159.5	46.3	1.6	91.9
20-21 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	25.9	758.0	0.0	56.9	0.7	203.4
21 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	23.1	757.9	81.4	56.7	1.7	61.9
21 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	27.7	758.1	831.8	44.7	1.5	57.2
21 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	29.2	755.5	169.4	42.4	1.5	200.6

ตารางที่ ง-9 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาเขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร
(ชั้นกลาง)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	27.0	749.1	0.0	73.1	1.3	153.8
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	25.8	748.5	0.0	76.3	1.5	78.8
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	24.9	748.4	0.0	57.3	5.1	71.3
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	23.7	749.8	150.0	60.3	5.7	67.5
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	25.6	751.0	733.6	53.4	5.8	58.1
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	27.7	749.1	714.2	47.6	5.4	67.5
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	29.1	747.8	338.7	44.4	3.9	52.5
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	28.1	748.7	2.4	48.4	3.8	142.5
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	26.8	749.7	0.0	52.5	2.7	63.8

ตารางที่ ง-9 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาเขตราชเทวี
กรุงเทพมหานคร (ชั้นกลาง) (ต่อ)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	25.6	749.2	0.0	52.7	4.4	45.0
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	23.0	748.9	0.0	58.1	5.0	69.4
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	22.1	750.1	143.9	58.3	6.9	65.6
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	24.6	751.1	761.3	50.7	4.9	52.5
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	27.4	748.9	739.5	44.6	4.1	50.6
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	28.3	747.3	325.3	44.1	3.4	165.0
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	26.6	748.4	2.0	50.0	3.5	315.0
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	25.6	749.5	0.0	54.5	0.5	294.4
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	24.5	748.8	0.0	55.4	1.8	91.9
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	22.2	748.2	0.0	55.8	4.2	67.5
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	21.6	749.6	157.0	58.4	2.0	50.6
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	25.3	750.6	766.8	48.2	1.3	183.8
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	27.9	748.3	722.8	40.6	2.2	247.5
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	28.8	746.5	353.8	38.8	4.2	292.5
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	27.1	747.3	2.3	46.2	1.9	281.3

ตารางที่ ง-10 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาเขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร
(ชั้นกลาง)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทาง ลม (องศา)
18-19 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	26.4	748.8	0.0	74.7	1.4	116.3
19 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	24.3	749.1	75.0	58.8	5.4	69.4
19 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	26.6	750.1	723.9	50.5	5.6	62.8
19 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	28.6	748.2	170.5	46.4	3.8	97.5
19-20 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	26.2	749.5	0.0	52.6	3.6	54.4
20 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	22.6	749.5	72.0	58.2	6.0	67.5

ตารางที่ ง-10 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาเขตราชเทวี
กรุงเทพมหานคร (ชั้นกลาง) (ต่อ)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทาง ลม (องศา)
20 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	26.0	750.0	750.4	47.6	4.5	51.6
20 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	27.4	747.9	163.7	47.0	3.4	240.0
20-21 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	25.0	749.1	0.0	55.0	1.1	193.1
21 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	21.9	748.9	78.5	57.1	3.1	59.1
21 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	26.6	749.5	744.8	44.4	1.8	215.6
21 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	27.9	746.9	178.0	42.5	3.1	286.9

ตารางที่ ง-11 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาเขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร
(ชั้นบน)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
18 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	25.9	735.3	0.0	76.3	2.2	166.9
19 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	25.0	734.6	0.0	80.2	0.6	187.5
19 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	23.8	734.4	0.0	59.9	2.1	208.1
19 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	22.8	735.8	118.5	62.9	2.1	228.8
19 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	24.3	737.0	508.4	59.8	2.4	75.0
19 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	26.5	735.2	787.4	52.9	2.6	86.3
19 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	27.9	734.0	317.8	48.8	1.3	108.8
19 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	26.7	734.8	2.0	53.5	1.4	108.8
19 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	25.5	735.8	0.0	55.5	2.4	48.8
20 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	24.3	735.2	0.0	54.1	1.6	204.4
20 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	22.0	734.9	0.0	61.3	2.2	206.3
20 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	21.1	736.0	131.0	61.3	3.0	151.9
20 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	23.4	737.0	502.3	56.2	2.0	90.0
20 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	26.2	735.1	816.1	49.0	2.1	58.1
20 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	27.3	733.5	316.4	47.3	2.1	125.6

ตารางที่ ง-11 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาเขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นบน) (ต่อ)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m^2)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็วลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
20 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	26.0	734.5	2.0	50.2	2.4	88.1
20 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	24.7	735.5	0.0	54.6	1.7	91.9
21 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	23.4	734.8	0.0	55.2	1.4	148.1
21 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	21.1	734.2	0.0	60.6	2.1	180.0
21 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	20.7	735.5	122.2	61.5	1.4	157.5
21 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	23.7	736.4	492.5	52.4	1.1	50.6
21 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	26.5	734.5	794.8	44.6	1.9	46.9
21 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	27.9	732.7	322.2	40.5	3.3	331.9
21 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	26.3	733.4	0.4	44.2	2.6	151.9

ตารางที่ ง-12 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาเขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ชั้นบน)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m^2)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
18-19 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	25.4	735.0	0.0	78.3	1.4	177.2
19 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	23.3	735.1	59.3	61.4	2.1	218.4
19 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	25.4	736.1	647.9	56.4	2.5	80.6
19 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	27.3	734.4	159.9	51.1	1.4	108.8
19-20 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	24.9	735.5	0.0	54.8	2.0	126.6
20 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	21.6	735.4	65.5	61.3	2.6	179.1
20 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	24.8	736.1	659.2	52.6	2.0	74.1
20 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	26.7	734.0	159.2	48.7	2.3	106.9
20-21 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	24.0	735.2	0.0	54.9	1.5	120.0
21 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	20.9	734.8	61.1	61.0	1.7	168.8
21 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	25.1	735.4	643.7	48.5	1.5	48.8
21 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	27.1	733.0	161.3	42.3	3.0	241.9

ตารางที่ ง-13 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัด
เชียงใหม่ (ชั้นล่าง)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
25 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	26.0	729.7	0.0	44.2	0.3	105.8
26 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	23.2	729.9	0.0	49.5	0.0	168.8
26 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	20.6	730.4	0.0	53.8	0.1	247.5
26 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	20.3	732.3	145.5	56.1	0.4	217.5
26 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	26.6	733.0	754.7	39.8	0.3	219.4
26 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	32.4	730.4	915.9	25.1	1.0	116.3
26 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	34.2	728.5	348.7	20.4	1.1	121.9
26 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	29.8	729.4	2.8	33.8	0.4	275.6
26 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	25.9	730.7	0.0	40.8	0.1	204.4
27 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	23.2	731.1	0.0	45.8	0.3	226.9
27 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	21.5	731.6	0.0	52.3	0.4	260.6
27 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	21.0	733.1	92.3	53.2	0.5	286.9
27 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	26.3	733.8	554.4	42.9	0.6	230.6
27 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	31.3	731.3	754.9	42.4	1.2	95.6
27 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	27.1	731.3	136.8	58.6	3.2	75.0
27 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	25.0	732.7	2.7	64.0	1.4	80.6
27 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	23.9	733.8	0.0	68.9	0.6	69.4
28 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	22.9	733.2	0.0	72.1	0.4	69.4
28 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	21.4	732.6	0.0	78.8	0.1	133.1
28 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	22.1	733.3	124.6	76.3	0.1	215.6
28 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	26.4	733.4	694.7	58.2	0.6	131.3
28 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	29.6	730.5	841.5	48.3	1.3	105.0
28 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	31.2	728.1	312.5	44.2	1.5	116.3
28 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	27.4	729.7	4.7	57.3	1.7	101.3

ตารางที่ ง-14 ข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัด
เชียงใหม่ (ชั้นล่าง)

อุตุนิยมหาวิทยาลัยพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
25-26 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	24.6	729.8	0.0	46.8	0.1	140.1
26 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	20.4	731.3	72.8	55.0	0.2	232.5
26 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	29.5	731.7	835.3	32.4	0.6	167.8
26 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	32.0	729.0	175.7	27.1	0.7	198.8
26-27 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	24.5	730.9	0.0	43.3	0.2	215.6
27 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	21.2	732.3	46.1	52.7	0.4	273.8
27 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	28.8	732.6	654.7	42.7	0.9	163.1
27 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	26.0	732.0	69.8	61.3	2.3	77.8
27-28 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	23.4	733.5	0.0	70.5	0.5	69.4
28 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	21.8	732.9	62.3	77.5	0.1	174.4
28 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	28.0	732.0	768.1	53.3	1.0	118.1
28 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	29.3	728.9	158.6	50.7	1.6	108.8

ตารางที่ ง-15 ข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
(ชั้นกลาง)

อุตุนิยมหาวิทยาลัยพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
25 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	26.0	727.0	0.0	42.8	0.8	103.1
26 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	23.0	727.1	0.0	49.3	0.7	170.6
26 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	20.2	727.6	0.0	53.5	0.7	247.5
26 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	19.9	729.5	128.9	56.5	0.8	221.3
26 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	26.2	730.5	704.8	40.0	0.4	165.0
26 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	32.0	728.1	854.9	26.0	1.0	153.8
26 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	34.2	726.3	373.0	20.5	0.8	174.4
26 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	30.3	726.9	2.9	28.4	0.5	234.4
26 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	25.6	728.2	0.0	39.6	1.1	251.3

ตารางที่ ง-15 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัด
เชียงใหม่ (ชั้นกลาง) (ต่อ)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
27 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	22.8	728.4	0.0	44.9	0.8	301.9
27 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	21.0	728.8	0.0	51.6	0.9	262.5
27 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	20.6	730.4	90.0	52.2	0.8	266.3
27 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	26.2	731.3	534.0	42.8	0.3	176.3
27 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	31.2	729.1	702.2	43.4	1.0	196.9
27 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	27.1	728.7	137.3	59.7	2.4	232.5
27 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	24.9	730.1	2.7	65.8	1.2	180.0
27 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	23.8	731.2	0.0	71.6	0.9	159.4
28 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	22.9	730.6	0.0	74.5	0.7	155.6
28 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	21.3	729.9	0.0	80.1	0.1	90.0
28 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	21.9	730.7	114.4	77.6	0.0	43.0
28 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	26.2	731.1	651.4	60.4	0.7	144.4
28 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	29.7	728.2	786.1	49.6	1.1	178.1
28 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	31.2	725.6	307.2	45.9	1.4	146.3
28 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	27.2	727.1	5.1	59.8	2.0	189.4

ตารางที่ ง-16 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
(ชั้นกลาง)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
25-26 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	24.5	727.1	0.0	46.0	0.8	136.9
26 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	20.0	728.6	64.5	55.0	0.8	234.4
26 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	29.1	729.3	779.9	33.0	0.7	159.4
26 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	32.3	726.6	188.0	24.5	0.7	204.4
26-27 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	24.2	728.3	0.0	42.3	1.0	276.6
27 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	20.8	729.6	45.0	51.9	0.8	264.4

ตารางที่ ง-16 ข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัด
เชียงใหม่ (ชั้นกลาง) (ต่อ)

อุตุนิยมหาวิทยาลัยพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
27 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	28.7	730.2	618.1	43.1	0.7	186.6
27 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	26.0	729.4	70.0	62.8	1.8	206.3
27-28 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	23.4	730.9	0.0	73.0	0.8	157.5
28 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	21.6	730.3	57.2	78.8	0.1	66.5
28 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	28.0	729.6	718.8	55.0	0.9	161.3
28 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	29.2	726.3	156.1	52.9	1.7	167.8

ตารางที่ ง-17 ข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัยพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
(ชั้นบน)

อุตุนิยมหาวิทยาลัยพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
25 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	26.2	724.3	0.0	42.1	1.3	101.3
26 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	23.1	724.5	0.0	48.1	2.1	135.0
26 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	20.0	725.0	0.0	54.2	2.2	279.4
26 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	19.7	726.8	154.6	56.7	2.6	226.9
26 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	25.9	727.5	773.1	42.0	0.5	58.1
26 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	31.7	725.1	927.4	26.9	1.5	176.3
26 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	33.7	723.3	402.8	21.4	1.6	189.4
26 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	30.9	724.0	3.2	27.9	0.7	228.8
26 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	26.0	725.4	0.0	38.2	2.5	30.0
27 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	22.8	725.7	0.0	44.8	3.2	253.1
27 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	21.0	726.1	0.0	51.8	2.1	230.6
27 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	20.1	727.7	104.0	54.3	2.3	305.6
27 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	26.1	728.3	595.3	43.0	0.3	217.5
27 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	30.6	726.0	780.9	45.6	2.2	174.4
27 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	26.5	725.7	155.7	62.2	4.6	155.6

ตารางที่ ง-17 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัด
เชียงใหม่ (ชั้นบน) (ต่อ)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 3 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
27 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	24.5	727.3	3.0	67.8	3.2	168.8
27 ก.พ. 2551	21.00-00.00 น.	23.7	728.4	0.0	71.9	0.8	127.5
28 ก.พ. 2551	00.00-03.00 น.	22.8	727.9	0.0	74.7	0.6	159.4
28 ก.พ. 2551	03.00-06.00 น.	21.1	727.2	0.0	81.8	0.6	120.0
28 ก.พ. 2551	06.00-09.00 น.	21.6	727.9	135.0	79.8	0.2	103.1
28 ก.พ. 2551	09.00-12.00 น.	25.7	728.0	719.6	61.8	1.0	193.1
28 ก.พ. 2551	12.00-15.00 น.	28.8	725.1	860.4	52.7	2.3	148.1
28 ก.พ. 2551	15.00-18.00 น.	30.8	722.7	335.1	47.3	1.9	170.6
28 ก.พ. 2551	18.00-21.00 น.	27.0	724.2	5.9	60.7	2.8	150.0

ตารางที่ ง-18 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่
(ชั้นบน)

อุตุนิยมวิทยาพื้นผิวเฉลี่ยราย 6 ชั่วโมง							
วันที่	เวลา	อุณหภูมิ (°C)	ความดัน บรรยากาศ (mmHg)	รังสีดวง อาทิตย์ (W/m ²)	ความชื้น สัมพัทธ์ (%)	ความเร็ว ลม (m/sec)	ทิศทางลม (องศา)
25-26 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	24.7	724.4	0.0	45.1	1.7	118.1
26 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	19.8	725.9	77.3	55.4	2.4	253.1
26 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	28.8	726.3	850.3	34.5	1.0	117.2
26 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	32.3	723.7	203.0	24.7	1.1	209.1
26-27 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	24.4	725.5	0.0	41.5	2.9	141.6
27 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	20.5	726.9	52.0	53.0	2.2	268.1
27 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	28.4	727.2	688.1	44.3	1.2	195.9
27 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	25.5	726.5	79.3	65.0	3.9	162.2
27-28 ก.พ. 2551	21.00-03.00 น.	23.3	728.2	0.0	73.3	0.7	143.4
28 ก.พ. 2551	03.00-09.00 น.	21.4	727.6	67.5	80.8	0.4	111.6
28 ก.พ. 2551	09.00-15.00 น.	27.2	726.5	790.0	57.3	1.6	170.6
28 ก.พ. 2551	15.00-21.00 น.	28.9	723.4	170.5	54.0	2.4	160.3



ภาคผนวก จ
ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑-1 การวิเคราะห์ความแตกต่างของ TSP PM_{10} และ สัดส่วนของ PM_{10}/TSP ตามระดับความสูง
พื้นที่ศึกษา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

Multiple Comparisons

LSD						95% Confidence Interval	
Dependent Variable	(I) height	(J) height	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
TSP	1	2	8.14167*	2.960	0.01	2.119	14.165
		3	-4.4	2.960	0.147	-10.423	1.623
	2	1	-8.14167*	2.960	0.01	-14.165	-2.119
		3	-12.54167*	2.960	0	-18.565	-6.519
	3	1	4.4	2.960	0.147	-1.623	10.423
		2	12.54167*	2.960	0	6.519	18.565
PM_{10}	1	2	1.05	3.770	0.782	-6.621	8.721
		3	-3.6	3.770	0.347	-11.271	4.071
	2	1	-1.05	3.770	0.782	-8.721	6.621
		3	-4.65	3.770	0.226	-12.321	3.021
	3	1	3.6	3.770	0.347	-4.071	11.271
		2	4.65	3.770	0.226	-3.021	12.321
PM_{10}/TSP	1	2	-.20833*	0.086	0.021	-0.383	-0.034
		3	0.0225	0.086	0.795	-0.152	0.197
	2	1	.20833*	0.086	0.021	0.034	0.383
		3	.23083*	0.086	0.011	0.056	0.406
	3	1	-0.0225	0.086	0.795	-0.197	0.152
		2	-.23083*	0.086	0.011	-0.406	-0.056

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

หมายเหตุ: 1: ชั้นต่ำ 2: ชั้นกลาง 3: ชั้นบน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑-2 การวิเคราะห์ความแตกต่างของ TSP PM₁₀ และ สัดส่วนของ PM₁₀/TSP ตามระดับความสูง
พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

Multiple Comparisons

LSD						95% Confidence Interval	
Dependent Variable	(I) height	(J) height	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
TSP	1	2	12.53333	7.991	0.126	-3.725	28.791
		3	28.03333*	7.991	0.001	11.775	44.291
	2	1	-12.53333	7.991	0.126	-28.791	3.725
		3	15.5	7.991	0.061	-0.758	31.758
	3	1	-28.03333*	7.991	0.001	-44.291	-11.775
		2	-15.5	7.991	0.061	-31.758	0.758
PM ₁₀	1	2	5.63333	6.505	0.393	-7.602	18.868
		3	8.89167	6.505	0.181	-4.343	22.127
	2	1	-5.63333	6.505	0.393	-18.868	7.602
		3	3.25833	6.505	0.620	-9.977	16.493
	3	1	-8.89167	6.505	0.181	-22.127	4.343
		2	-3.25833	6.505	0.620	-16.493	9.977
PM ₁₀ /TSP	1	2	-0.03667	0.040	0.362	-0.117	0.044
		3	-.12917*	0.040	0.003	-0.210	-0.049
	2	1	0.03667	0.040	0.362	-0.044	0.117
		3	-.09250*	0.040	0.026	-0.173	-0.012
	3	1	.12917*	0.040	0.003	0.049	0.210
		2	.09250*	0.040	0.026	0.012	0.173

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

หมายเหตุ: 1: ชั้นล่าง 2: ชั้นกลาง 3: ชั้นบน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑-3 การวิเคราะห์ความแตกต่างของ TSP PM_{10} และสัดส่วนของ PM_{10}/TSP ตามระดับความสูง
พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

Multiple Comparisons

LSD						95% Confidence Interval	
Dependent Variable	(I) height	(J) height	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
TSP	1	2	-7.28182	8.597	0.404	-24.840	10.276
		3	14.35455	8.597	0.105	-3.204	31.913
	2	1	7.28182	8.597	0.404	-10.276	24.840
		3	21.63636*	8.597	0.017	4.078	39.195
	3	1	-14.35455	8.597	0.105	-31.913	3.204
		2	-21.63636*	8.597	0.017	-39.195	-4.078
PM_{10}	1	2	-14.94545	10.976	0.183	-37.361	7.470
		3	1.08182	10.976	0.922	-21.334	23.498
	2	1	14.94545	10.976	0.183	-7.470	37.361
		3	16.02727	10.976	0.155	-6.388	38.443
	3	1	-1.08182	10.976	0.922	-23.498	21.334
		2	-16.02727	10.976	0.155	-38.443	6.388
PM_{10}/TSP	1	2	-0.07636	0.051	0.143	-0.180	0.027
		3	-.13727*	0.051	0.011	-0.241	-0.034
	2	1	0.07636	0.051	0.143	-0.027	0.180
		3	-0.06091	0.051	0.239	-0.165	0.043
	3	1	.13727*	0.051	0.011	0.034	0.241
		2	0.06091	0.051	0.239	-0.043	0.165

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

หมายเหตุ: 1: ชั้นล่าง 2: ชั้นกลาง 3: ชั้นบน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑-4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่าง TSP และ PM_{10} ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษาอำเภอ
หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา

1) ชั้นล่าง

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.344a	0.118	0.03	8.9342

a. Predictors: (Constant), tsp

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	107.158	1	107.158	1.342	.274a
	Residual	798.199	10	79.82		
	Total	905.357	11			

a. Predictors: (Constant), tsp

b. Dependent Variable: pm10

2) ชั้นกลาง

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.283a	0.08	-0	4.54519

a. Predictors: (Constant), tsp

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	18.019	1	18.019	0.872	.372a
	Residual	206.587	10	20.659		
	Total	224.607	11			

a. Predictors: (Constant), tsp

b. Dependent Variable: pm10

ตารางที่ ๑-4 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่าง TSP และ PM_{10} ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษาอำเภอ
หาดใหญ่ จังหวัดสงขลา (ต่อ)

3) ชั้นบน

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.731a	0.534	0.49	8.86147
a. Predictors: (Constant), tsp				

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	899.601	1	899.601	11.456	.007a
	Residual	785.256	10	78.526		
	Total	1684.857	11			
a. Predictors: (Constant), tsp						
b. Dependent Variable: pm10						

ตารางที่ ๑-5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่าง TSP และ PM_{10} ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา
เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

1) ชั้นล่าง

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.491a	0.241	0.165	18.40844
a. Predictors: (Constant), tsp				

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	1074.44	1	1074.44	3.171	.105a
	Residual	3388.707	10	338.871		
	Total	4463.147	11			
a. Predictors: (Constant), tsp						
b. Dependent Variable: pm10						

ตารางที่ ๑-5 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่าง TSP และ PM_{10} ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา
เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ต่อ)

2) ชั้นกลาง

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.826a	0.682	0.65	9.85443

a. Predictors: (Constant), tsp

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	2082.21	1	2082.21	21.442	.001a
	Residual	971.097	10	97.11		
	Total	3053.307	11			

a. Predictors: (Constant), tsp

b. Dependent Variable: pm10

3) ชั้นบน

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.771a	0.594	0.553	5.91849

a. Predictors: (Constant), tsp

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	512.077	1	512.077	14.619	.003a
	Residual	350.286	10	35.029		
	Total	862.362	11			

a. Predictors: (Constant), tsp

b. Dependent Variable: pm10

ตารางที่ ๑-6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่าง TSP และ PM_{10} ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่

1) ชั้นล่าง

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.904a	0.818	0.797	11.6484

a. Predictors: (Constant), tsp

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5470.181	1	5470.181	40.315	.000a
	Residual	1221.168	9	135.685		
	Total	6691.349	10			

a. Predictors: (Constant), tsp
b. Dependent Variable: pm10

2) ชั้นกลาง

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.916a	0.839	0.821	10.62861

a. Predictors: (Constant), tsp

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5280.438	1	5280.438	46.743	.000a
	Residual	1016.707	9	112.967		
	Total	6297.145	10			

a. Predictors: (Constant), tsp
b. Dependent Variable: pm10

ตารางที่ ๑-6 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) ระหว่าง TSP และ PM_{10} ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษาอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ (ต่อ)

3) ชั้นบน

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.892a	0.795	0.773	12.51257

a. Predictors: (Constant), tsp

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5479.809	1	5479.809	35	.000a
	Residual	1409.08	9	156.564		
	Total	6888.889	10			

a. Predictors: (Constant), tsp

b. Dependent Variable: pm10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑-7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของ TSP PM₁₀ และสัดส่วนของ PM₁₀/TSP กับระดับความสูง

		อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา				เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร				อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่			
		Height	TSP	PM ₁₀	PM ₁₀ /TSP	Height	TSP	PM ₁₀	PM ₁₀ /TSP	Height	TSP	PM ₁₀	PM ₁₀ /TSP
Height	Pearson Correlation	1	0.207	0.162	-0.041	1	-.521**	-0.231	.489**	1	-0.276	-0.017	.443**
	Sig. (2-tailed)		0.225	0.345	0.814		0.001	0.175	0.002		0.12	0.924	0.01
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	33	33	33	33
TSP	Pearson Correlation	0.207	1	.506**	-.480**	-.521**	1	.660**	-.634**	-0.276	1	.880**	0.113
	Sig. (2-tailed)	0.225		0.002	0.003	0.001		0	0	0.12		0	0.532
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	33	33	33	33
PM ₁₀	Pearson Correlation	0.162	.506**	1	.490**	-0.231	.660**	1	0.146	-0.017	.880**	1	.567**
	Sig. (2-tailed)	0.345	0.002		0.002	0.175	0		0.396	0.924	0		0.001
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	33	33	33	33
PM ₁₀ /TSP	Pearson Correlation	-0.041	-.480**	.490**	1	.489**	-.634**	0.146	1	.443**	0.113	.567**	1
	Sig. (2-tailed)	0.814	0.003	0.002		0.002	0	0.396		0.01	0.532	0.001	
	N	36	36	36	36	36	36	36	36	33	33	33	33

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑-8 การวิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีใน PM_{10} ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา
เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

Multiple Comparisons

LSD						95% Confidence Interval	
Dependent Variable	(I) height	(J) height	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
OC	1	2	-3.71667*	1.33345	.007	-6.3768	-1.0565
		3	-3.79167*	1.33345	.006	-6.4518	-1.1315
	2	1	3.71667*	1.33345	.007	1.0565	6.3768
		3	-.07500	1.33345	.955	-2.7352	2.5852
	3	1	3.79167*	1.33345	.006	1.1315	6.4518
		2	.07500	1.33345	.955	-2.5852	2.7352
EC	1	2	-0.49167	0.41586	0.241	-1.3213	0.338
		3	0.6875	0.41586	0.103	-0.1421	1.5171
	2	1	0.49167	0.41586	0.241	-0.338	1.3213
		3	1.17917*	0.41586	0.006	0.3495	2.0088
	3	1	-0.6875	0.41586	0.103	-1.5171	0.1421
		2	-1.17917*	0.41586	0.006	-2.0088	-0.3495
Na	1	2	0.025	0.06572	0.705	-0.1061	0.1561
		3	-0.02917	0.06572	0.659	-0.1603	0.1019
	2	1	-0.025	0.06572	0.705	-0.1561	0.1061
		3	-0.05417	0.06572	0.413	-0.1853	0.0769
	3	1	0.02917	0.06572	0.659	-0.1019	0.1603
		2	0.05417	0.06572	0.413	-0.0769	0.1853
NH ₄	1	2	-0.2375	0.1441	0.104	-0.525	0.05
		3	-.48333*	0.1441	0.001	-0.7708	-0.1959
	2	1	0.2375	0.1441	0.104	-0.05	0.525
		3	-0.24583	0.1441	0.093	-0.5333	0.0416
	3	1	.48333*	0.1441	0.001	0.1959	0.7708
		2	0.24583	0.1441	0.093	-0.0416	0.5333
K	1	2	-0.0933	0.10148	0.361	-0.2958	0.1092
		3	0.06504	0.10148	0.524	-0.1375	0.2675
	2	1	0.0933	0.10148	0.361	-0.1092	0.2958
		3	0.15833	0.10039	0.119	-0.042	0.3587
	3	1	-0.06504	0.10148	0.524	-0.2675	0.1375
		2	-0.15833	0.10039	0.119	-0.3587	0.042

ตารางที่ ๑-8 การวิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมีใน PM_{10} ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา
เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ต่อ)

Multiple Comparisons

LSD						95% Confidence Interval	
Dependent Variable	(I) height	(J) height	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
Ca	1	2	0.02917	0.08839	0.742	-0.1472	0.2055
		3	0.1	0.08744	0.257	-0.0745	0.2745
	2	1	-0.02917	0.08839	0.742	-0.2055	0.1472
		3	0.07083	0.08839	0.426	-0.1055	0.2472
	3	1	-0.1	0.08744	0.257	-0.2745	0.0745
		2	-0.07083	0.08839	0.426	-0.2472	0.1055
Cl ⁻	1	2	0.0625	0.07075	0.38	-0.0786	0.2036
		3	0.10833	0.07075	0.13	-0.0328	0.2495
	2	1	-0.0625	0.07075	0.38	-0.2036	0.0786
		3	0.04583	0.07075	0.519	-0.0953	0.187
	3	1	-0.10833	0.07075	0.13	-0.2495	0.0328
		2	-0.04583	0.07075	0.519	-0.187	0.0953
NO ₃ ⁻	1	2	-0.29167	0.49727	0.559	-1.2837	0.7004
		3	0.05417	0.49727	0.914	-0.9379	1.0462
	2	1	0.29167	0.49727	0.559	-0.7004	1.2837
		3	0.34583	0.49727	0.489	-0.6462	1.3379
	3	1	-0.05417	0.49727	0.914	-1.0462	0.9379
		2	-0.34583	0.49727	0.489	-1.3379	0.6462
SO ₄ ²⁻	1	2	-1.55000*	0.62626	0.016	-2.7994	-0.3006
		3	-1.17083	0.62626	0.066	-2.4202	0.0785
	2	1	1.55000*	0.62626	0.016	0.3006	2.7994
		3	0.37917	0.62626	0.547	-0.8702	1.6285
	3	1	1.17083	0.62626	0.066	-0.0785	2.4202
		2	-0.37917	0.62626	0.547	-1.6285	0.8702
Other species	1	2	6.29583*	2.04851	0.003	2.2092	10.3825
		3	4.51667*	2.04851	0.031	0.43	8.6033
	2	1	-6.29583*	2.04851	0.003	-10.3825	-2.2092
		3	-1.77917	2.04851	0.388	-5.8658	2.3075
	3	1	-4.51667*	2.04851	0.031	-8.6033	-0.43
		2	1.77917	2.04851	0.388	-2.3075	5.8658

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ ๑-9 การวิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบคาร์บอน และ สัดส่วนของ OC/EC ตามระดับ
ความสูง พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

Multiple Comparisons

LSD					95% Confidence Interval		
Dependent Variable	(I) height	(J) height	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
TC	1	2	-2.82	2.57015	0.276	-7.9473	2.3073
		3	-1.305	2.57015	0.613	-6.4323	3.8223
	2	1	2.82	2.57015	0.276	-2.3073	7.9473
		3	1.515	2.57015	0.557	-3.6123	6.6423
	3	1	1.305	2.57015	0.613	-3.8223	6.4323
		2	-1.515	2.57015	0.557	-6.6423	3.6123
OC	1	2	-2.775	2.03189	0.176	-6.8285	1.2785
		3	-2.605	2.03189	0.204	-6.6585	1.4485
	2	1	2.775	2.03189	0.176	-1.2785	6.8285
		3	0.17	2.03189	0.934	-3.8835	4.2235
	3	1	2.605	2.03189	0.204	-1.4485	6.6585
		2	-0.17	2.03189	0.934	-4.2235	3.8835
EC	1	2	-0.04667	0.65654	0.944	-1.3564	1.2631
		3	1.29667	0.65654	0.052	-0.0131	2.6064
	2	1	0.04667	0.65654	0.944	-1.2631	1.3564
		3	1.34333*	0.65654	0.045	0.0336	2.6531
	3	1	-1.29667	0.65654	0.052	-2.6064	0.0131
		2	-1.34333*	0.65654	0.045	-2.6531	-0.0336
OCI	1	2	0.16375	0.29918	0.586	-0.4331	0.7606
		3	0.49208	0.29918	0.105	-0.1048	1.0889
	2	1	-0.16375	0.29918	0.586	-0.7606	0.4331
		3	0.32833	0.29918	0.276	-0.2685	0.9252
	3	1	-0.49208	0.29918	0.105	-1.0889	0.1048
		2	-0.32833	0.29918	0.276	-0.9252	0.2685
OC2	1	2	-0.70042	0.44624	0.121	-1.5906	0.1898
		3	-0.34875	0.44624	0.437	-1.239	0.5415
	2	1	0.70042	0.44624	0.121	-0.1898	1.5906
		3	0.35167	0.44624	0.433	-0.5386	1.2419
	3	1	0.34875	0.44624	0.437	-0.5415	1.239
		2	-0.35167	0.44624	0.433	-1.2419	0.5386

ตารางที่ ๑-๑ การวิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบคาร์บอน และ สัดส่วนของ OC/EC ตามระดับ
ความสูง พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ต่อ)

Multiple Comparisons

LSD					95% Confidence Interval		
Dependent Variable	(I) height	(J) height	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
OC3	1	2	-1.19833	0.8371	0.157	-2.8683	0.4716
		3	-1.6625	0.8371	0.051	-3.3325	0.0075
	2	1	1.19833	0.8371	0.157	-0.4716	2.8683
		3	-0.46417	0.8371	0.581	-2.1341	1.2058
	3	1	1.6625	0.8371	0.051	-0.0075	3.3325
		2	0.46417	0.8371	0.581	-1.2058	2.1341
OC4	1	2	-0.29208	0.49582	0.558	-1.2812	0.6971
		3	0.07125	0.49582	0.886	-0.9179	1.0604
	2	1	0.29208	0.49582	0.558	-0.6971	1.2812
		3	0.36333	0.49582	0.466	-0.6258	1.3525
	3	1	-0.07125	0.49582	0.886	-1.0604	0.9179
		2	-0.36333	0.49582	0.466	-1.3525	0.6258
EC1	1	2	-0.35125	0.75442	0.643	-1.8563	1.1538
		3	0.48792	0.75442	0.52	-1.0171	1.9929
	2	1	0.35125	0.75442	0.643	-1.1538	1.8563
		3	0.83917	0.75442	0.27	-0.6659	2.3442
	3	1	-0.48792	0.75442	0.52	-1.9929	1.0171
		2	-0.83917	0.75442	0.27	-2.3442	0.6659
EC2	1	2	-0.07542	0.09075	0.409	-0.2565	0.1056
		3	-0.05125	0.09075	0.574	-0.2323	0.1298
	2	1	0.07542	0.09075	0.409	-0.1056	0.2565
		3	0.02417	0.09075	0.791	-0.1569	0.2052
	3	1	0.05125	0.09075	0.574	-0.1298	0.2323
		2	-0.02417	0.09075	0.791	-0.2052	0.1569
EC3	1	2	-.36792*	0.08102	0	-0.5296	-0.2063
		3	-.29333*	0.08102	0.001	-0.455	-0.1317
	2	1	.36792*	0.08102	0	0.2063	0.5296
		3	0.07458	0.08102	0.361	-0.0871	0.2362
	3	1	.29333*	0.08102	0.001	0.1317	0.455
		2	-0.07458	0.08102	0.361	-0.2362	0.0871

ตารางที่ ๑-9 การวิเคราะห์ความแตกต่างขององค์ประกอบคาร์บอน และ สัดส่วนของ OC/EC ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ต่อ)

Multiple Comparisons

LSD					95% Confidence Interval		
Dependent Variable	(I) height	(J) height	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
OC/EC	1	2	-0.3375	0.20695	0.107	-0.7503	0.0753
		3	-.94375*	0.20695	0	-1.3566	-0.5309
	2	1	0.3375	0.20695	0.107	-0.0753	0.7503
		3	-.60625*	0.20695	0.005	-1.0191	-0.1934
	3	1	.94375*	0.20695	0	0.5309	1.3566
		2	.60625*	0.20695	0.005	0.1934	1.0191

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ ๑-10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่าง OC และ EC ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

1) ชั้นล่าง

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.810a	0.656	0.641	1.487

a. Predictors: (Constant), tsp

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	92.877	1	92.877	42.003	.000a
	Residual	48.646	22	2.211		
	Total	141.522	23			

a. Predictors: (Constant), tsp

b. Dependent Variable: pm10

ตารางที่ ๑-10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) ระหว่าง OC และ EC ตามระดับความสูง พื้นที่ศึกษา เขต
 ราชเทวี กรุงเทพมหานคร (ต่อ)

2) ชั้นกลาง

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.916a	.791a	0.626	0.609

a. Predictors: (Constant), tsp

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	95.908	1	95.908	36.768	.000a
	Residual	57.386	22	2.608		
	Total	153.294	23			

a. Predictors: (Constant), tsp
 b. Dependent Variable: pm10

3) ชั้นบน

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.664a	0.441	0.416	1.25586

a. Predictors: (Constant), tsp

ANOVA(b)

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	27.388	1	27.388	17.365	.000a
	Residual	34.698	22	1.577		
	Total	62.086	23			

a. Predictors: (Constant), tsp
 b. Dependent Variable: pm10

ตารางที่ จ-11 การวิเคราะห์ความแตกต่างของร้อยละ OC และ EC ใน TC (%) ตามระดับความสูง พื้นที่
ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

Multiple Comparisons LSD						95% Confidence Interval	
Dependent Variable	(I) height	(J) height	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	Lower Bound	Upper Bound
OC	1	2	-1.47917	0.86241	0.091	-3.1996	0.2413
		3	-3.96667*	0.86241	0	-5.6871	-2.2462
	2	1	1.47917	0.86241	0.091	-0.2413	3.1996
		3	-2.48750*	0.86241	0.005	-4.208	-0.767
	3	1	3.96667*	0.86241	0	2.2462	5.6871
		2	2.48750*	0.86241	0.005	0.767	4.208
EC	1	2	1.47917	0.86241	0.091	-0.2413	3.1996
		3	3.96667*	0.86241	0	2.2462	5.6871
	2	1	-1.47917	0.86241	0.091	-3.1996	0.2413
		3	2.48750*	0.86241	0.005	0.767	4.208
	3	1	-3.96667*	0.86241	0	-5.6871	-2.2462
		2	-2.48750*	0.86241	0.005	-4.208	-0.767

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑-12 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสัดส่วนของ PM_{10}/TSP กับลักษณะทางอุตุนิยมวิทยา พื้นที่ศึกษา

	PM_{10}/TSP	อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา			เขตราษฎร์บุรี กรุงเทพมหานคร			อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่		
		ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน	ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
temp	Pearson Correlation	0.036	-0.152	-0.117	-0.265	-0.392	-0.253	-0.456	-0.248	-0.185
	Sig. (2-tailed)	0.913	0.638	0.717	0.404	0.208	0.427	0.136	0.437	0.566
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12
pressure	Pearson Correlation	-0.462	-0.431	0.185	0.368	.580*	0.568	0.127	-0.014	-0.157
	Sig. (2-tailed)	0.131	0.162	0.564	0.24	0.048	0.054	0.693	0.966	0.626
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12
sr	Pearson Correlation	-0.301	-0.093	0.067	-0.182	-0.177	0.168	-0.469	-0.034	-0.224
	Sig. (2-tailed)	0.341	0.774	0.837	0.572	0.582	0.601	0.124	0.916	0.484
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12
rh	Pearson Correlation	-0.123	0.454	-0.118	.669*	0.406	0.233	-0.019	0.091	-0.318
	Sig. (2-tailed)	0.702	0.138	0.714	0.017	0.191	0.466	0.954	0.779	0.314
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12
ws	Pearson Correlation	0.001	0.211	-0.358	-0.393	0.321	-0.402	-0.19	-0.362	-0.468
	Sig. (2-tailed)	0.997	0.51	0.254	0.207	0.309	0.196	0.555	0.248	0.125
	N	12	12	12	12	12	12	12	12	12

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

ตารางที่ ๑-13 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง TSP PM₁₀ และ สัดส่วนของ PM₁₀/TSP กับความสูงผสม (MH)

		อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา				เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร				อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่			
		PM ₁₀ /TSP	MH	PM ₁₀	TSP	PM ₁₀ /TSP	MH	PM ₁₀	TSP	PM ₁₀ /TSP	MH	PM ₁₀	TSP
PM ₁₀ /TSP	Pearson Correlation	1	0.256	.490**	-.480**	1	-0.223	0.276	-.585**	0.443	0.000	-0.017	-0.276
	Sig. (2-tailed)		0.263	0.002	0.003		0.264	0.103	0	0.010	1	0.924	0.120
	N	36	21	36	36	36	27	36	36	33	27	33	33
MH	Pearson Correlation	0.256	1	0.231	-0.033	-0.223	1	.655**	.591**	1	-0.076	-0.568	0.115
	Sig. (2-tailed)	0.263		0.313	0.888	0.264		0	0.001		0.705	0.001	0.525
	N	21	21	21	21	27	27	27	27	33	27	33	33
PM ₁₀	Pearson Correlation	.490**	0.231	1	.506**	0.276	.655**	1	.605**	-0.076	1	-0.132	-0.122
	Sig. (2-tailed)	0.002	0.313		0.002	0.103	0		0	0.705		0.510	0.545
	N	36	21	36	36	36	27	36	36	27	27	27	27
TSP	Pearson Correlation	-.480**	-0.033	.506**	1	-.585**	.591**	.605**	1	0.568	-0.132	1	0.880
	Sig. (2-tailed)	0.003	0.888	0.002		0	0.001	0	0.001	0.001	0.510		0.000
	N	36	21	36	36	36	27	36	33	33	27	33	33

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๑-14 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง สักส่วนของ OC/EC กับลักษณะทางอุตุนิยมนวิทยา พื้นที่
ศึกษา เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร

		OC/EC		
		ชั้นล่าง	ชั้นกลาง	ชั้นบน
อุณหภูมิ	Pearson Correlation	.679**	.559**	.413*
	Sig. (2-tailed)	0	0.005	0.045
	N	24	24	24
ความดันบรรยากาศ	Pearson Correlation	-.613**	-0.387	-0.23
	Sig. (2-tailed)	0.001	0.062	0.279
	N	24	24	24
รังสีดวงอาทิตย์	Pearson Correlation	.447*	0.293	0.072
	Sig. (2-tailed)	0.028	0.165	0.737
	N	24	24	24
ความชื้นสัมพัทธ์	Pearson Correlation	-.699**	-.637**	-.455*
	Sig. (2-tailed)	0	0.001	0.025
	N	24	24	24
ความเร็วลม	Pearson Correlation	0.263	0.318	0.315
	Sig. (2-tailed)	0.215	0.13	0.133
	N	24	24	24
ความสูงผสม	Pearson Correlation	.659**	0.395	0.363
	Sig. (2-tailed)	0.008	0.145	0.184
	N	15	15	15

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวสุวพร มณฑาสวรรณ เกิดเมื่อวันที่ 4 มกราคม พ.ศ. 2518 อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายจากโรงเรียนราชินีบูรณะ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ในปีการศึกษา 2539 ประสบการณ์ทำงานเจ้าหน้าที่เคมี บริษัทเทสท์เทค จำกัด ผู้ช่วยผู้จัดการฝ่ายห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ บริษัทยูไนเต็ดแอนนาไลส์ แอนด์ เอ็นจิเนียริง คอนซัลแตนท์ จำกัด และเข้าศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษา หลักสูตรสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2549



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย