

1A1) 서울 구의측정소의 계절별 미세먼지 고농도 사례 기간 오염물질 변화

Variations in Pollutant Concentrations at Guui, Seoul during High PM Episode in Each Season

최순호 · 최용주 · 김영성 · 정 권¹⁾

한국의국어대학교 환경학과, ¹⁾서울특별시보건환경연구원 대기환경팀

1. 서 론

PM₁₀(미세먼지)는 공기역학적 직경이 10 μm 이하인 입자상 물질이다. 크기에 따라 coarse, fine, ultrafine particles로 나뉘며 수용성 이온, 탄소성 물질, 미량원소 성분 등으로 구성된다. 공기역학적직경이 10 ~ 2.5 μm 인 coarse particles(굵은 입자, PM_{10~2.5})는 주로 자연적인 배출(토양, 해염입자)에 의한 1차 오염 물질이다. 공기역학적직경이 2.5 μm 미만인 fine particles(가는 입자, PM_{2.5})는 공기역학적직경이 2.5 μm 미만이며 상당 부분이 화석연료의 연소, 산업공정, 자동차 수송에서 배출된 입자가 대기 중 화학반응에 의해 생성된 2차 오염물질이다. 주로 SO₂, NO_x, 암모니아, VOCs(volatile organic compounds)로부터 황산염, 질산염, 암모늄염, 유기탄소들이 형성된다. 입자상물질의 기원은 크게 (1) 기계적 마찰이나 분쇄, (2) 대기 중 화학반응, (3) 고온의 연소 배출 등으로 구분할 수 있다(NARSTO, 2004; WHO, 2006).

실제 미세먼지는 많은 물질의 복합체이고 성분별 특성도 다르다. 입경에 따라서는 PM_{2.5}가 장거리 이동이 용이한데 비하여 PM₁₀은 국지배출의 영향이 크다. 오염지역의 황산염은 암모늄 이온과 함께 황산 암모늄 형태로 PM_{2.5}에 존재한다. 그만큼 장거리 이동의 가능성이 크며 동북아시아에서는 황산화물의 주요배출원이 석탄연소이며 중국이 석탄을 많이 사용하기 때문에 황산화물 농도는 중국으로부터 오염물질 유입을 판단하는 지표로 이용된다. 반면 질산염의 전구물질은 차량배출의 비중이 높은 질소산화물이다. 반(semi) 휘발성으로 기온이 낮거나 암모늄 이온이 여유가 있을 때 입자상에 존재할 수 있기 때문에 국지 영향이 크다. 탄소 중에서는 주로 경유차에서 배출되는 원소 탄소가 국지배출의 비중이 크다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 “서울시 대기 중 미세먼지 상세모니터링을 통한 미세먼지 특성조사”의 일환으로 진행 중인 서울시 보건환경연구원의 대기오염도 측정 자료를 이용하였다. 미세먼지 특성파악을 위해 측정하는 18가지 항목 가운데 가스상 물질(SO₂, CO, O₃, NO, NO₂), 입자상물질(TSP, PM₁₀, PM_{2.5}), 유기탄소와 원소탄소를 분석하였다. 측정소는 광역대기로 종합대기측정소가 위치한 ‘구의’이다. 조사대상 기간은 2008년 10월부터 2009년 10월까지로 측정 항목은 매시간 측정되었다. PM₁₀, PM_{2.5}의 상위 20%에 해당하는 농도(PM₁₀ 69.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, PM_{2.5} 37.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)와 6일 평균(running average)을 이용하여 계절별 고농도 사례를 선정하였다(그림 1). 2009년 8월의 경우 고농도 기간이 3일로 비교적 짧았음에도 여름철 고농도 사례로써 포함하였다. 황사 관측 시와 일반 고농도 사례일 때로 조사하였으며 황사사례는 기상청 황사 관측일수에서 참고하였다. 그리고 전 측정기간 중 계절별로 PM₁₀, PM_{2.5}의 농도가 상승할 때 측정소 가스상 물질의 농도변화를 살펴 보았고 또한 풍속, 평균기온 등 기상요건(측정소, 기상청 과거자료)도 마찬가지로 함께 살펴보았다.

3. 결과 및 고찰

측정기간 동안 미세먼지가 고농도사례일 때 다른 물질의 농도상승을 조사하였다. 고농도 사례는 각각 2008년 10월 16~21일(가을), 2009년 2월 3~14일(겨울), 2009년 4월 1~13일(봄), 2009년 8월 13~15일(여름) 이었다. 각 측정항목들의 고농도 기간 평균값은 가을사례가 SO₂(5.1 ppb), NO(39.1 ppb), NO₂(55.4 ppb), CO(0.9 ppm), O₃(14.6 ppb), TSP(121.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), PM₁₀(107.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), PM_{2.5}(76.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 풍속(1.4 m/s), 기온(18.4°C)이었다. 겨울사례가 SO₂(7.7 ppb), NO(39.7 ppb), NO₂(51.4 ppb), CO(1.1 ppm),

O₃(10.3 ppb), TSP(117 µg/m³), PM₁₀(101 µg/m³), PM_{2.5}(64.2 µg/m³), 풍속(1.9 m/s), 기온(5.4°C), 봄사례가 SO₂(7.6 ppb), NO(18.3 ppb), NO₂(55.3 ppb), CO(측정되지 않음), O₃(32.6 ppb), TSP(112.6 µg/m³), PM₁₀(95.8 µg/m³), PM_{2.5}(52.6 µg/m³), 풍속(2.2 m/s), 기온(13.2°C)이었다. 그리고 여름사례가 SO₂(3.4 ppb), NO(14.6 ppb), NO₂(34 ppb), CO(43.4 ppm), O₃(ppb), TSP(84.6 µg/m³), PM₁₀(68.4 µg/m³), PM_{2.5}(44 µg/m³), 풍속(1.6 m/s), 기온(27.2°C)이었다. 그림 2는 고농도 기간 중 오염물질의 시간별 평균 값을 통해 시간별 변화추이를 본 것이다. 가을 고농도 사례의 경우 저녁시간대에 미세먼지가 상승함에 따라 O₃를 제외한 나머지 오염물질의 농도가 함께 증가하였다.

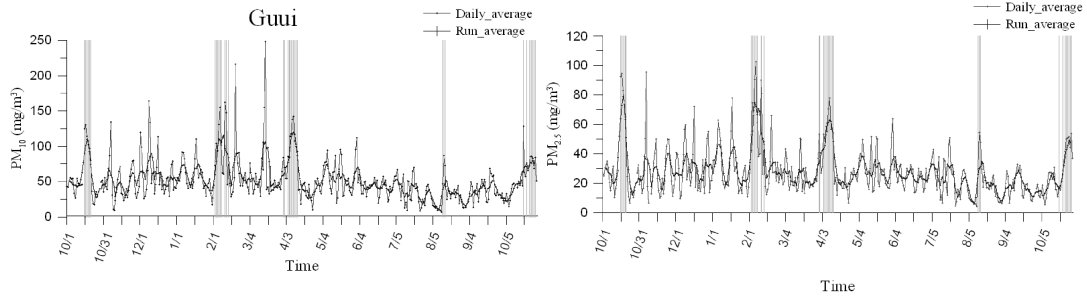


Fig. 1. Time series of PM_{2.5} and PM₁₀ in Guui(2008.10-2009.10).

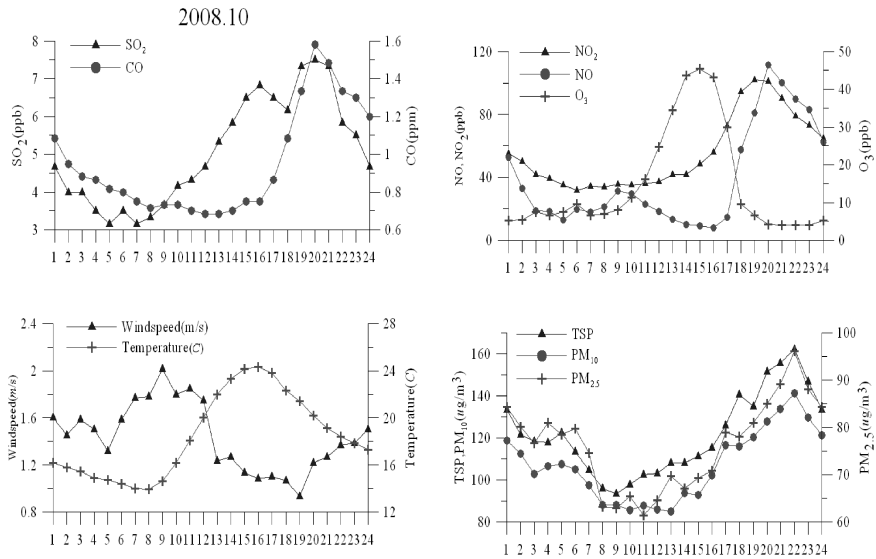


Fig. 2. Diurnal variation of measurement items during high PM episode in October 2008.

사 사

이 연구는 서울특별시의 지원으로 서울시정개발연구원에서 수행 중인 “서울시 대기 중 미세먼지 상세 모니터링을 통한 미세먼지 특성조사 연구”의 일환으로 실시되었습니다.

참 고 문 헌

김정호, 박진수, 김신도, 한진석 (2004) 수도권지역 PM₁₀과 PM_{2.5} 농도 분포에 관한 연구, 한국대기환경학회 춘계학술대회 논문집, 212-213.

박일수, 이석조, 김종춘, 김상균, 이동원, 이정영, 이재범, 김록호, 송형도 (2005) 황사와 비황사시 미세먼지 농도 특성 분석, 한국대기환경학회 춘계학술대회 논문집, 93-94.

허종배, 이용미, 서용석, 김현선, 김승희, 이승목 (2004) 서울시 대기 중 미세먼지(PM_{2.5})와 구성성분의 분포 특성, 한국대기환경학회 추계학술대회 논문집, 224-225.

NARSTO (2004) Particulate Matter Assessment for Policy Makers: A NARSTO Assessment, Cambridge University Press, Cambridge, England, <http://www.narsto.org/section.src?SID=6>.