

## 4A4) 2000-2005년 서울 PM10 변화 특징과 기상학적, 화학적 영향

### Chemical and Meteorological Effect on PM10 Variations in Seoul during 2000-2005

한지현 · 이미혜 · 김영성<sup>1)</sup>

고려대학교 지구환경과학과 대기환경연구실, <sup>1)</sup>한국외국어대학교 환경학과

#### 1. 서 론

전국 면적의 약 0.6%를 차지하는 서울에 전국 인구의 21%가 거주하고 있다. 이와 같은 인구 밀집과 이에 따른 교통량 증가로 인해 서울의 대기 오염은 심각한 상태이다(환경통계연감, 2006). 더불어 지정학적 이유로 이웃 국가에서 이동해 오는 황사를 비롯한 대기 오염물질의 영향을 피할 수 없다. 따라서 서울 PM10의 농도는 선진국과 비교할 때 약 1.8-3.5배로 매우 높다. 이에 서울에서 입자상 오염물질을 저감하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며 수도권 대기환경개선법이 통과되어 2014년까지 PM10 농도를 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 줄이기 위해 다각적인 노력이 기울여지고 있다. 이를 위해서는 지속적인 측정과 모사를 통한 현상규명과 더불어 서울 전체를 대표할 수 있는 장기적인 PM10농도 변화특성과 그 원인을 파악하는 것이 선행되어야 한다.

본 연구에서는 2000년부터 2005년까지 환경부 도시대기측정망을 통해 측정된 PM10, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> 자료를 이용하여 PM10 농도 변화 특성을 파악하고 이에 영향을 미치는 기체상 전구물질 및 기상학적 요인을 이해하고자 한다.

#### 2. 연구 방법

2000년부터 2005년까지 6년간 측정 자료를 보유한 환경부 도시대기측정망 산하 서울 13개 측정소의 PM10, SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>와 송월동 기상관측 자료를 사용하였다. 자료 분석에는 대기환경연보에 명시된 바와 같이 1시간평균 자료의 개수가 75% 이상이 되는 날만을 포함하였다. 서울 평균은 측정소들의 비중을 동일하게 고려하기 위해서 미국 EPA의 계산 방식에 따라 측정소별 연평균을 계산한 다음 이를 더한 후에 측정소 수를 나누는 방식으로 계산하였다(USEPA, 1998).

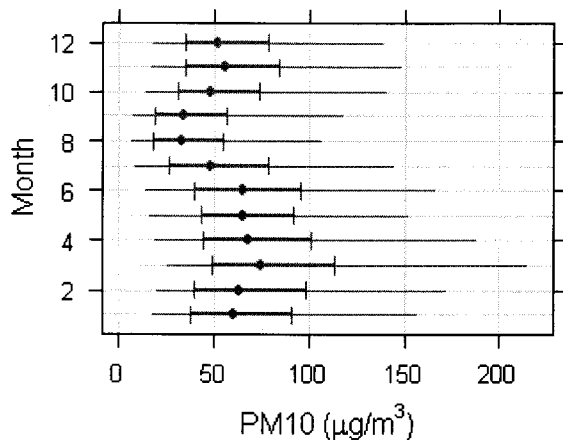


Fig. 1. Dotplot showing quantiles(0.05, 0.25, 0.5, 0.75, 0.95) of monthly variation of PM10.

서울 PM10 농도와 가스상(SO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub>)의 시계열 변화(연변화, 월변화, 시간변화, 주일변화)를 알아보기 위해서 중앙값, 평균, 90백분위수를 사용하였으며, 고농도 현상을 보기 위해서는 99백분위수를 사용하였다. 서울시내 측정소 각각의 변화양상과 그 차이점을 알기위해서 측정소별로 PM10과 가스상의 시계열 변화를 살펴보았다.

기상자료의 경우, 시간별(연도별, 월별, 시간별, 주일별)로 풍향의 빈도수, 평균 풍속, 평균 온도, 일사량, 총운량, 누적 강수량 등을 비교하였다.

### 3. 결과 및 고찰

서울시 PM10은 연평균은 2001년과 2002년에 높은 농도를 보였으며 2003년부터는 감소하는 추세를 보였다. 이러한 분포 원인을 이해하기 위해 6년 동안의 PM10 농도의 월변화를 살펴보면 달별 변화가 아주 뚜렷하게 나타난다(그림 1). 3월에 최고 농도가 8월에 최저 농도가 나타나는데 이는 황사와 강수의 영향이 분명하다. 강수 외의 기상 요소로는 풍향의 영향이 두드러진다. 서풍이 주풍인 3, 4월에 PM10의 농도가 높아졌으며, 반대로 주풍이 동풍인 8, 9월에 PM10의 농도가 가장 낮았다. 서풍은 PM10 농도와 양의 상관관계를 보이는 반면, 동풍은 음의 상관관계를 보였다. 따라서 풍향과 강수, 황사의 영향을 제외하면 6월의 고농도가 높는데 6월은 O<sub>3</sub>의 농도가 가장 높은 달이므로 광화학적인 2차 생성의 영향이 다른 달 averager 에 비해 상대적으로 큰 것으로 생각되어진다.

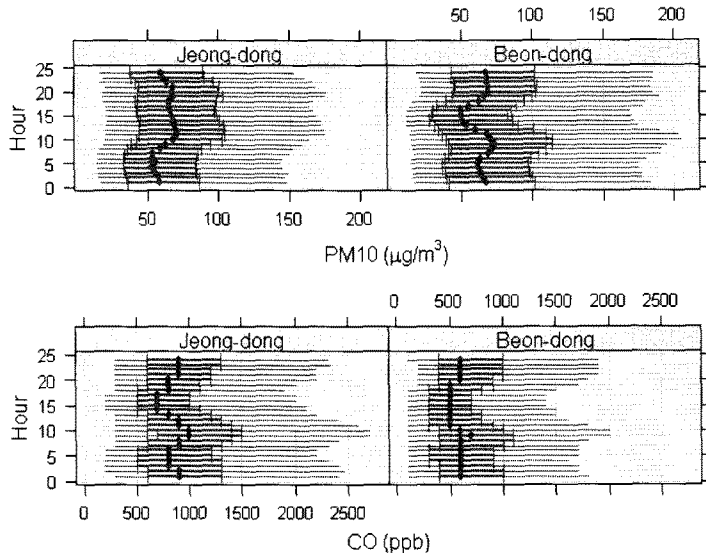


Fig. 2. Multi-tiered Dotplot showing quantiles(0.05, 0.25, 0.5, 0.75, 0.95) of hourly variation of PM10.

PM10의 일변화는 13개 측정소의 위치에 따라서 특징적인 분포가 보였다. 도심에 위치한 정동 측정소에서는 오전 중에 PM10의 농도가 높아진 뒤에 지속적으로 높은 농도를 유지하는 반면에 시 외곽에 위치하는 번동의 경우, 오전 10시 경에 최고농도를 보인 뒤 다시 감소하다가 밤 8시경에 다시 농도가 높아지는 변화가 뚜렷하게 나타난다(그림 2). 서울 전체를 평균하면 번동과 같이 일변화 양상이 뚜렷하지는 않지만 오전 10시경에 가장 높은 농도를 보이면서 오후에 감소하다 다시 밤 8시 경에 높아진다. 이는 CO의 일변화와 아주 유사하다. 그림 2에 보이듯 PM10의 농도가 높은 정동은 번동에 비해서 CO의 농도도 높다(그림 2). 이를 통해 2차적인 생성원은 1차 생성원에 비해 PM10에 상대적으로 적은 영향을 미치는 것으로 생각된다. PM10과 CO의 연도별 평균과 중앙값 변화에서도 이 관계를 살펴볼 수 있다. 그림 3은 PM10과 CO의 평균과 중앙값의 연변화를 나타낸 것이다. 평균의 경우 PM10은 2002년에 증가

하다가 감소하는 경향을 보이고 있으며, CO는 지속적으로 감소하고 있다. 중앙값 변화에서는 PM10과 CO 둘 다 감소하는 경향을 보이고 있다. 평균에 비해 중앙값이 황사의 영향을 적게 받음을 고려할 때, PM10과 CO의 감소추가 비슷하게 나타남을 알 수 있다. 이는 1차 오염물질의 양이 감소하여 PM10 농도 역시 감소했음을 의미한다. 이와 반대로 O<sub>3</sub>의 농도는 2005년에 가장 높은 농도를 보였다.

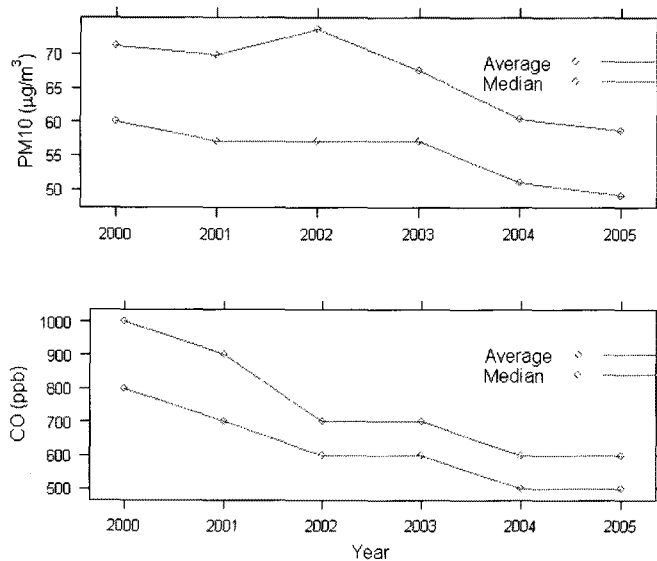


Fig. 3. annual average and median of PM10 and CO concentration.

### 참 고 문 헌

환경통계연감 (2006) 환경부.

USEPA(United States Environmental Protection Agency) (1998) National Air Quality and Emissions Trends Report, 1997, EPA 454/R-98-016, Research Triangle Park, NC.