

# PS18(MA) 강원도 산악지역에서의 대기오염 특성에 관한 연구

## Study of Air Pollutants Characteristics on the Mountainous Areas, Kangwondo

윤 중 설 · 어 수 미 · 김 광 진 · 김 민 영 · 신 재 영

서울시보건환경연구원

### 1. 서 론

우리나라의 대부분의 대기 측정망은 오염원이 다량으로 존재하는 대도시에 산재하여 있고, 대기오염의 특성 및 대기오염도 변화에 영향을 주는 요소들에 대한 오염물과의 관계는 많은 자료가 축적되었다. 하지만, 대도시의 대기오염이 대도시 내에서의 생성 및 소멸에만 기인하는 것만 아니고 대기운동과 관련된 수평 및 연직수송에 의한 영향도 많은 연구에서 밝혀져 청정대기상태(인위적 요인에 의하여 최소한 오염된 상태)에서의 대기오염도 특성에 대한 연구가 필요하다 하겠다.

우리나라에서는 인위적 오염원이 적은 제주도 고산지역에서 대기오염도를 간헐적으로 측정만 하고, 이 지역의 자료는 장거리 이동 등의 자료에는 유용하게 사용될 것으로 판단되나 내륙의 도심지역과 멀리 떨어져 있어 내륙지역의 도시의 오염도를 파악하고 비교하는 데에는 어느 정도 한계가 있을 것으로 사료되어, 일반적으로 다른 지역에 비해 오염물질 배출량이 적고 청정하다고 판단되는 강원도 산악지역에서 대기질을 측정하여 산악지역의 대기질 특성을 파악하고 서울의 대기질과 비교 분석하였다.

### 2. 연구방법

본 연구에서는 측정기기를 탑재한 이동차량(Mobile laboratory)의 접근이 용이하고 측정기기 운영을 위한 전력공급이 가능한 오대산 및 설악산 주변지역을 선정하였고, 산악지역의 대기오염 수준과 변화추세를 비교 고찰하기 위하여, 서울시 17개 측정소의 대기오염농도 자료중 조사기간에 대응토록 하여 해당자료만을 이용하였다.

오대산의 대기오염도 조사는 강릉시 연곡면 소금강 입구(해발 340m정도)에서 행하였고, 이 지점은 인접도로와는 약 4km, 인근의 중소도시(강릉시, 주문진읍)와는 약 20km 떨어진 거리에 위치하였고, '98년 5월 8일부터 14일까지 1주일간 측정하였다. 또한, 설악산의 대기오염도 조사는 인제군 북면 용대리 자연휴양림 부근(해발 260m)에서 행하였고, 이 지점은 인접도로와는 약 3.5km, 인근의 중소도시(원통읍)와는 약 15km 떨어진 거리에 위치하였고, '98년 10월 14일부터 20일까지 1주일간 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

오대산과 설악산 및 서울지역의 대기오염도 평균 및 표준편차는 Table 1과 같이 나타내었고, 오대산의  $SO_2$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $NO_x$ ,  $O_3$ ,  $CH_4$ , NMHC,  $PM_{10}$ 의 평균농도는 각각 4ppb, 7ppb, 3ppb, 10ppb, 1.683ppm, 0.450ppm,  $22\mu g/m^3$ 이고, 설악산의 평균농도는 각각 3ppb, 14ppb, 2ppb, 16ppb, 1.851ppm, 0.333ppm,  $19\mu g/m^3$ 이고  $O_3$ 는 8ppb이다. 각 성분의 두 지점별 상관관계는  $SO_2(p<0.001)$ ,  $NO(p<0.001)$ ,  $CH_4(p<0.001)$ , NMHC( $p<0.05$ )로 청정지역인 오대산과 설악산 두 지점간의 상관성이 높은 것으로 나타났다. 그러나,  $NO_2(p=0.703)$ ,  $PM_{10}(p=0.362)$ 는 두 지점사이에 통계학적으로 상관성을 보이지 않았다. 각 성분들 사이의 높은 상관계수는 성분들이 대기중에서 서로 반응하거나 비슷한 배출원에서 배출되는 것으로 보인다.

이들 일변화는 Fig. 1과 같이 아황산가스는 서울과 달리 산악지역인 오대산과 설악산에서는 오전 11시에서 12시경에 최대치를 나타내고 있다. 이는 측정지점 주변에 점오염원이나 면오염원에 의한 영향이라 할 수 없으며, 인근의 중소도시에서 배출된 황산화물이 산곡풍과 같은 바람의 이류에 의하여 주변으로부터 유입되어 왔음을 시사하고, 질소산화물은 산악지역에서 이산화질소의 농도는 비교적 농도가 매우 낮아 일 변화폭이 매우 적었으며, 일산화질소는 서울지역과는 달리 오전 11시경부터 점차적으로 증가하여 16~17경에 최대치를 나타낸 다음 점차로 감소하는 경향을 나타내는데 이는 이 지역 주변의 도로에

주간에 차량통행이 증가하고 기온상승에 따른 질소오염물의 증가 및 광화학 작용과 관련 있는 것으로 사려되고, 오존의 일변화는 거의 없었으며 다른 청정지역에서는 도심보다 평균농도가 높게 나타내는 경향을 보이나 이 지역에서는 상대적으로 도심보다도 낮게 나타내고 있다.

메탄계산화수소는 산악지역이 서울보다 높게 나타나고 반면에 비메탄계산화수소는 산악지역이 서울보다 낮은 농도를 나타내는데, 메탄계산화수소는 산악지역에서는 일 변화가 거의 없이 일정하지만, 서울은 오전 7시 ~ 9시경에 최고치를 나타낸 후 감소하여 주간에 최저치를 기록하고 다시 증가하여 야간이 주간보다 높게 나타내는 양상이고, 비메탄계산화수소는 오대산은 아침이 되면서 점차 증가하여 오전 10경에 최고치를 나타낸 후 감소하여 오후 1시경에 최저치를 나타낸 후 다시 증가하여 오후 4시경에 극대치를 나타낸다. 설악산은 이와 달리 오후 3시경에 최고치를 나타낸다. 즉 산악지역에서의 비메탄계산화수소는 주간이 야간보다 높게 나타나는데 이는 식물의 광화학 반응에 의한 식물에서 방출되는 탄화수소의 영향으로 사려된다.

일산화탄소는 서울의 경우 난방연료의 사용시간 및 출퇴근시간과 관련된 7~9시경에 최고치를 나타낸 다음 감소하다가 18시이후 점차 증가하는 반면, 산악지역은 12경에 최고치를 나타내는데 이는 야황산가스와 마찬가지로 인근지역의 배출량이 바람에 의한 영향으로 판단되고, PM<sub>10</sub> 역시 산악지역에서 주간에 최고치를 나타내는데 이는 인근지역에서 배출된 오염물질이 바람에 의한 이류 및 인근의 경작지에서 발생하는 것으로 사려된다.

Table 1. The average concentrations of air pollutant data

	Odai Mt.(May)	Seoul(May)	Sulak Mt.(Oct.)	Seoul(Oct.)
SO <sub>2</sub> (ppm)	0.004 ± 0.006	0.007 ± 0.005	0.003 ± 0.002	0.006 ± 0.005
NO(ppm)	0.007 ± 0.006	0.023 ± 0.028	0.014 ± 0.015	0.034 ± 0.044
NO <sub>2</sub> (ppm)	0.003 ± 0.002	0.039 ± 0.019	0.002 ± 0.002	0.031 ± 0.016
NO <sub>x</sub> (ppm)	0.010 ± 0.008	0.062 ± 0.040	0.016 ± 0.016	0.065 ± 0.055
O <sub>3</sub> (ppm)	-	-	0.008 ± 0.006	0.013 ± 0.012
CH <sub>4</sub> (ppm)	1.683 ± 0.135	2.051 ± 0.452	1.851 ± 0.255	2.102 ± 0.405
NMHC(ppm)	0.450 ± 0.204	0.215 ± 0.218	0.333 ± 0.153	0.250 ± 0.205
PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	22 ± 13	28 ± 38	19 ± 14	44 ± 26

### 참 고 문 헌

- 김용표, 김진영, 박세욱, 심상규, 문길주, 박경윤, 허철구 : 고산에서 1994년 3월~4월 측정연구(기체상 대기오염물질의 특성), 한국대기보전학회지, 12(1) : 91(1996)
- 이상인, 조석연, 심상규 : STEM II를 이용한 한국과 중국동부 지역의 대기오염물질 이동/화학/침착 모사에 관한 연구 : I. 입력자료 작성과 모델 검증 : 한국대기보전학회지, 10(4) : 260 (1994)
- 이상인, 조석연, 심상규 : STEM II를 이용한 한국과 중국동부 지역의 대기오염물질 이동/화학/침착 모사에 관한 연구 : II. 한·중간 SO<sub>2</sub>와 sulfate의 이동에 관하여 : 한국대기보전학회지, 11(2) : 163 (1995)
- 장광미, 이호근, 서명석, 박경윤, 강창희, 허철구, 심상규 : 1994년 자료에 나타난 제주도 고산에서의 SO<sub>2</sub> 농도 변화 특성 : 한국대기보전학회지, 12(5) : 541(1996)
- 홍민선, 이상훈, 이동섭, 강창희, 박경윤 : 제주도 고산에서의 대기오염물질 측정 및 분석에 관한 연구, 한국대기보전학회지, 8(4) : 257 (1992)
- Finlayson B. J. and Pitts J. N. : Atmospheric Chemistry of Tropospheric Ozone Formation : Scientific and Regulatory Implications : Air & Waste, 43 : 1091 (1993)
- Jeremy Colls : Air Pollution an Introduction : E & FN SPON, An Imprint of Champman & Hall, (1997)

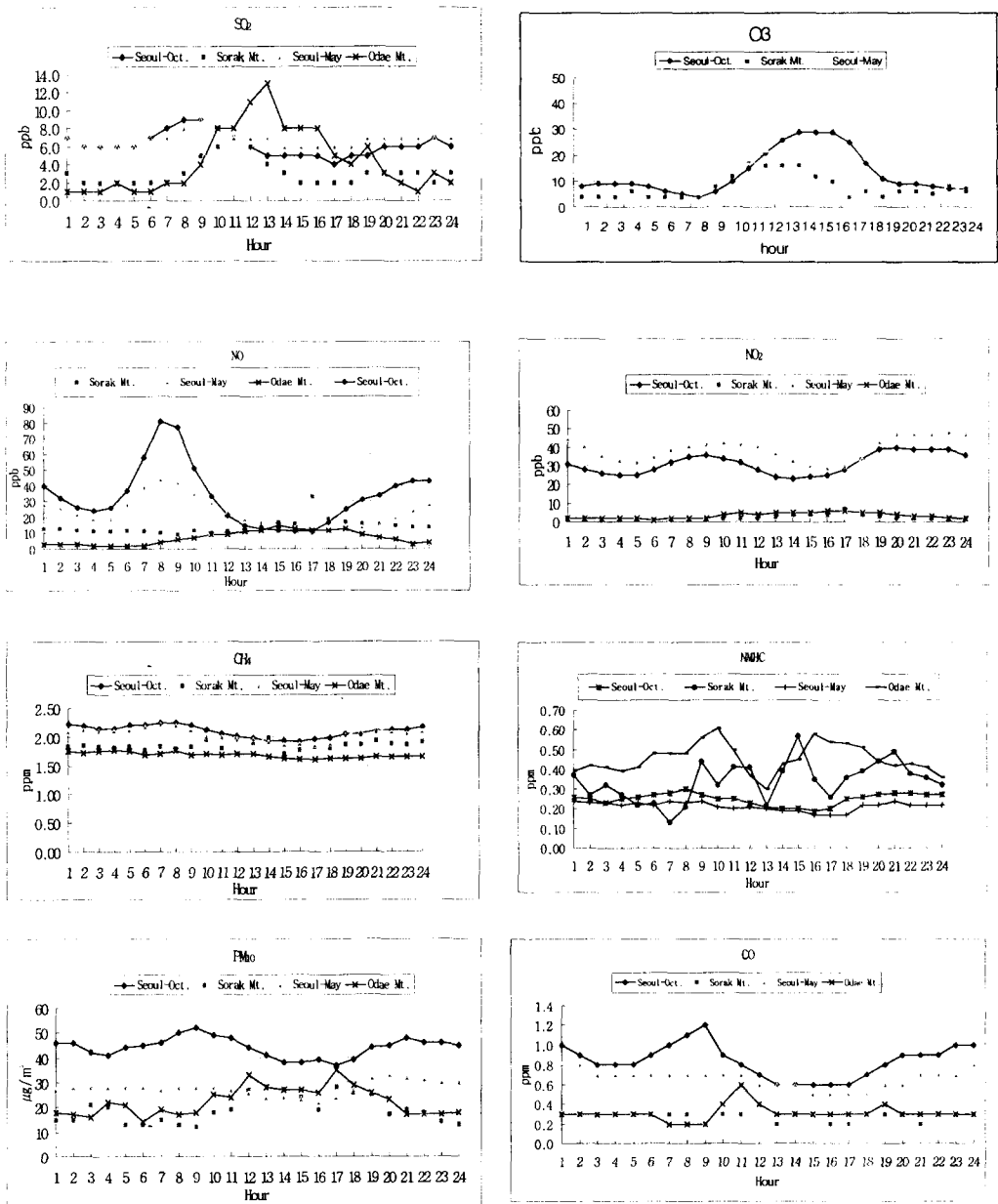


Fig. 1 Average diurnal variations of air pollutants in the mountain areas and Seoul.