

### 3D1) 서울·인천 지역 시정장애 에어로졸의 광·화학적 특성 Physico-Chemical Characteristics of Visibility Impairing Aerosol Measured at Two Urban Sites in Korea; Seoul and Incheon

김영준·이병욱·정현록·김민정·김경원<sup>1)</sup>·김신도<sup>2)</sup>·한진석<sup>3)</sup>

광주과학기술원 환경공학과 환경모니터링 신기술 연구센터,

<sup>1)</sup>경주대학교 건설환경공학부, <sup>2)</sup>서울시립대학교, <sup>3)</sup>국립환경연구원 대기연구부

#### 1. 서론

2002년까지 우리나라의 대기오염 배출시설 수가 42,323개로 1985년 19,714개보다 10여년 사이에 2배 이상 증가한 것으로 나타났으며 이런 급속한 산업화로 인하여 인위적 대기오염물질의 배출량은 현재까지 지속적으로 증가하고 있다. 최근 환경부 발표 자료를 살펴보면 1990년대 이후 아황산가스와 일산화탄소등의 1차 대기오염물질의 오염도가 감소하는 경향을 나타낸 것과는 달리 미세먼지의 농도는 증가하는 것으로 나타났다. 이와 같은 원인은 황산염(sulfate)과 질산염(nitrate)같은 2차 오염물질의 오염도가 증가하기 때문이다. 미세먼지의 농도증가는 우리의 건강과 대기질에 악영향을 미치며 특히 체감적 대기오염도인 시정거리를 급격하게 감소시키는 것으로 알려져 있다. 국민의 90% 이상이 대기체감오염도가 나빠졌거나 변화가 없다고 느끼는 것은 이와 무관하지 않다(통계청, 2001).

따라서 본 연구에서는 대기질 개선을 국민이 체감적으로 인식할 수 있는 시정개선을 위해 미세먼지에 대한 물리적, 화학적 및 광학적 특성을 조사하여 시정장애의 원인을 규명하는 것에 있다.

#### 2. 연구 방법

본 연구는 대도시 지역의 시정장애 현상의 원인 규명과 대책수립을 세우기 위한 일환으로 서울 전농동과 인천 용현동 2곳에서 2002년 8월부터 2004년 4월에 걸쳐 총 6차례의 집중관측과 연속관측을 실시하였다. 전체 관측 기간을 표 1에 요약하였다.

Table 1. Entire monitoring periods for visibility study at the two super sites, Jeonngong and Yonghyun.

Year	Sampling	Season	Period	Days
2002	1st	summer	5 ~ 26, August	21
	2nd	fall	19 ~ 28, October	8
2003	3rd	winter	10 ~ 24, January	14
	4th	summer	6 ~ 14, June	9
2004	1st	winter	6 ~ 15, January	10
	2nd	spring	13 ~ 22, April	10
Continuous monitoring			since May	

시정관측을 위해 Optec사의 LPV-2 transmissometer와 NGN-3 nephelometer를 사용하여 빛소멸계수(light extinction coefficient)와 빛산란계수(light scattering coefficient)를 각각 1분과 2분 간격으로 실시간 측정하였으며, URG사의 PM<sub>2.5</sub> & PM<sub>10</sub> cyclone를 사용하여 에어로졸을 24시간 간격으로 포집한 후 PM<sub>2.5</sub> 및 PM<sub>10</sub> 샘플에 대하여 각각 원소분석, 이온분석, 탄소분석, 가스상 물질에 대한 이온분석을 실시하였다. 그리고 2004년 5월부터 탄소성분과 이온성분의 연속측정을 위하여 각각 Sunset Lab.사 Carbon Aerosol Analysis와 URG사 Model-9000-series Ambient Ion Monitor를 사용하여 1시간 간격으로 준실시간 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

총 6차례의 집중관측기간 동안 전농동과 용현동에서 평균 빛소멸계수와 시정거리는 각각  $536 \pm 300 \text{ Mm}^{-1}$ ,  $7.3 \pm 6.3 \text{ km}$ 와  $602 \pm 405 \text{ Mm}^{-1}$ ,  $6.5 \pm 5.1 \text{ km}$ 이었으며, 두 지역이 유사한 시정장애 현상을 나타내는 것으로 관측되었다. 그리고 전농동과 용현동에서 평균 시정거리가 5 km 미만인 날은 7일과 14일이 있었으며 이 중 6일과 9일이 겨울철에 집중되어 다른 계절보다 시정장애가 많은 것으로 관측되었다.

시정장애 원인규명을 위해 시정수준(haze level)별 에어로졸의 물리적, 화학적 및 광학적 특성을 분석하였다. 시정수준은 best20%와 worst20%로 분류하였으며, best20%는 일평균 빛소멸계수에 대한 하위 20%에 해당하는 사례를 의미하며, worst20%는 상위 20%에 해당하는 사례를 의미한다. 각 시정수준에 따른 전농동과 용현동의 빛소멸계수, 빛산란계수, 시정거리 그리고 상대습도를 표 2에 요약하였으며, 평균 시정수준에 대한 각각 best20%와 worst20%로의 시정변화에 따른 각 에어로졸 구성성분의 빛소멸계수에 대한 기여도의 변화량을 그림 1에 나타내었다.

Table 2. Light extinction coefficient and scattering coefficient, visual range, relative humidity for haze level at Jeonnong-dong and Yonghyun-dong.

Site	Haze level	$b_{\text{ext}}$	$b_{\text{scat}}$	VR	RH
		$\text{Mm}^{-1}$		km	%
Jeonnong	best20%	$226 \pm 71$	$109 \pm 53$	$17.3 \pm 8.0$	$50.3 \pm 13.7$
	avg.	$532 \pm 296$	$242 \pm 161$	$7.4 \pm 6.2$	$57.7 \pm 13.4$
	worst20%	$952 \pm 389$	$378 \pm 211$	$4.1 \pm 1.4$	$73.0 \pm 4.8$
Yonghyun	best20%	$247 \pm 62$	$99 \pm 29$	$15.8 \pm 4.4$	$62.2 \pm 17.1$
	avg.	$597 \pm 401$	$227 \pm 197$	$6.6 \pm 5.0$	$64.5 \pm 13.5$
	worst20%	$1302 \pm 315$	$458 \pm 324$	$3.0 \pm 0.8$	$75.7 \pm 10.3$

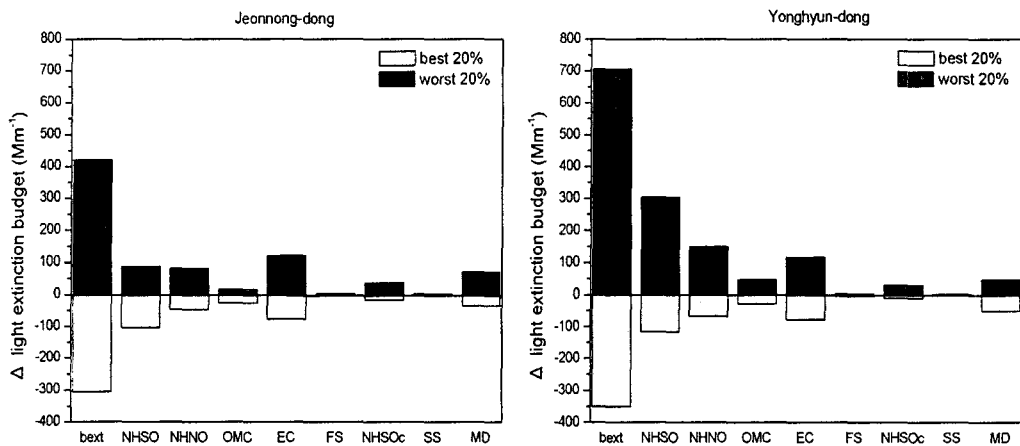


Fig. 1. Light extinction budget variation of aerosol components on the change of haze level.

전농동과 용현동은 시정수준을 best20%로 개선하기 위하여 빛소멸계수를 각각  $306 \text{ Mm}^{-1}$ 과  $350 \text{ Mm}^{-1}$  저감이 필요한 것으로 분석되었다. 구성성분별로는 미세탄소입자(OMC & EC)와 황산암모늄(NHSO) 입자의 저감이 best20%로의 개선에 주요 인자인 것으로 분석되었다.

## 사 사

본 연구는 광주과학기술원 환경모니터링신기술연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금 두뇌한국 BK21사업 지원금 및 대도시 대기질 관리방안 조사연구 프로젝트 지원금에 의한 것입니다.