

## PA49) 시정변화 유발 $PM_{1.0}/PM_{2.5}/PM_{10}$ 의 광·화학적 특성

### Opto-Chemical Characteristics of $PM_{1.0}/PM_{2.5}/PM_{10}$ in Visibility Variation

김경원·김영준<sup>1)</sup>

경주대학교 환경계획학전공,

<sup>1)</sup>광주과학기술원 환경공학과 환경모니터링신기술 연구센터

#### 1. 서 론

지난 수십 년간 우리나라는 경제 산업발달 및 인구증가에 있어서 급격한 성장을 나타내었다. 급격한 성장은 대기질의 악화를 유발하였으며, 이를 개선하기 위한 다양한 대책들이 수행됨으로서 1차 대기오염물질의 발생량은 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 시정장애를 유발시킬 수 있는 2차 대기오염물질인 입자상 물질의 발생량은 증가하는 경향을 나타내고 있다. 시정장애를 유발시키는 입자상물질의 화학적 성분은 직접적으로 시정의 변화에 기인한다. 따라서 각 시정장애 유발 에어로졸의 질량농도는 시정수준의 변화에 대한 원인을 파악할 수 있는 분석 자료의 역할을 한다. 에어로졸의 질량농도의 변화는 시정수준에 따라 다른 조성을 나타내며, 서로 다른 화학적 조성이 광소멸계수에 대한 기여도의 변화를 유도함으로써 시정장애의 변화를 유발시킨다. 대기 중의 입자상물질에 의한 시정장애 현상의 물리적 및 화학적 특성을 조사하기 위하여 광학적, 화학적, 영상학적 및 기상학적 시정 집중관측이 수행되었다. 시정 집중관측은 시정장애 현상이 빈번히 발생될 뿐만 아니라 일시적 저시정(low visibility) 현상이 발생하는 도시지역 및 국립공원 지역을 대상으로 수행되었다. 본 연구에서는 시정장애 현상에 대한 개선 방안을 제공하기 위하여 시정변화를 유발시키는 입경분포별  $PM_{1.0}/PM_{2.5}/PM_{10}$ 의 광·화학적 특성이 시정 집중관측을 통하여 분석되었다.

#### 2. 연구 방법

시정장애 현상을 체계적으로 규명하기 위하여 사용되는 시정관측 장비는 광학적 및 화학적으로 대별된다. 대기 중의 에어로졸에 의한 광학적 변화량을 측정할 수 있는 광학적 관측 장비들과 에어로졸의 입경별 특성을 분리 포집할 수 있는 에어로졸 샘플러, 에어로졸의 성분을 실시간(continuous) 또는 준실시간(semi-continuous)으로 분석할 수 있는 측정 장비, 실제 시정의 변화를 사진으로 촬영하여 기록하는 디지털 자동카메라 시스템 및 상대습도 등의 기상변화를 측정하는 기상요소 측정 장비가 모두 동시에 수행되었을 때 시정장애 현상에 대한 원인이 파악될 수 있다. 본 연구에서는 도시지역인 서울과 국립공원 지역인 경주에서 계절별 체감시정 집중관측이 수행되었다. 봄철 제1차 집중관측은 3월 12일부터 5월 9일까지 및 5월 19일부터 30일까지 59일 및 12일간 수행되었으며, 여름철 제2차 집중관측은 7월 6일부터 16일까지 11일간 수행되었고, 가을철 제3차 집중관측은 9월 29일부터 10월 8일까지 10일간 수행되었으며, 겨울철 제4차 집중관측은 12월 15일부터 24일까지 10일간 수행되었다. 도시지역의 집중관측은 연세대학교에 위치한 시정관측소에서 수행되었으며, 국립공원지역의 집중관측은 경주국립공원 서악지구에 위치한 경주대학교의 에어로졸관측소에서 수행되었다. 연세대학교 시정관측소는 인구 및 교통이 밀집된 도심지역으로부터 약 500m 떨어진 장소에 위치하고 있으며, 경주대학교 에어로졸관측소는 도심으로부터 5km 떨어진 산 속에 위치하고 있다. 광학적 관측 장비는 Optec Inc.사 LPV-2 transmissometer, Optec Inc.사 NGN-2 및 NGN-3 nephelometer, Magee Scientific사 AE-16U aethalometer가 도입되었으며, 화학적 관측 장비는 URG사 VAPS 2000J,  $PM_{2.5}$  및  $PM_{10}$  cyclone과 Sunset Lab.사 semi-continuous OC/EC field instrument가 도입되었다.

### 3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 시정장애 현상의 원인을 분석하기 위하여 시정장애 현상의 수준을 세 가지로 분류하였다. 시정이 좋은 사례의 순서로 20%에 범위 해당되는 사례들의 평균값을 Best20%로 분류하고, 시정의 중앙값을 기준으로 20% 범위에 해당되는 사례들의 평균값을 Middle20%로 분류하였으며, 시정이 악화된 사례의 순서로 20% 범위에 해당되는 사례들의 평균값을 Worst20%로 분류하였다. Best20% 시정수준의 평균 광소멸계수와 평균 시정거리는 각각  $66 \pm 18 \text{Mm}^{-1}$ 과  $59.3 \pm 11.3 \text{km}$ 로 관측되었으며, Middle20% 시정수준에서는 각각  $238 \pm 23 \text{Mm}^{-1}$ 과  $16.4 \pm 5.9 \text{km}$ 로 관측되었고, Worst20% 시정수준에서는 각각  $762 \pm 228 \text{Mm}^{-1}$ 과  $5.1 \pm 1.2 \text{km}$ 로 관측되었다. Best20%에서 Worst20%로 시정수준이 악화됨으로서  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$  및  $\text{PM}_{10}$ 의 평균 질량농도는 각각  $4.8 \pm 3.7$ ,  $9.2 \pm 5.2$  및  $23.6 \pm 8.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 에서  $35.4 \pm 20.2$ ,  $69.7 \pm 44.3$  및  $102.1 \pm 53.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 증가되었다. 각 시정수준별 측정된 상대습도는 시정수준이 악화될수록 높아졌다. Worst20% 시정수준의 상대습도는 Best20% 시정수준의 상대습도보다 약 42% 상승된  $68.9 \pm 14.3\%$ 이었다.

Table 1. Visibility variation with haze level in this study.

Haze level	$\text{PM}_{1.0}$	$\text{PM}_{2.5}$	$\text{PM}_{10}$	$b_{\text{ext}}$	VR	RH
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			$\text{Mm}^{-1}$	km	%
Best20%	$4.8 \pm 3.7$	$9.2 \pm 5.2$	$23.6 \pm 8.7$	$66 \pm 18$	$59.3 \pm 11.3$	$48.5 \pm 7.8$
Middle20%	$16.6 \pm 8.9$	$25.8 \pm 11.4$	$46.8 \pm 16.9$	$238 \pm 23$	$16.4 \pm 5.9$	$59.0 \pm 16.0$
Worst20%	$35.4 \pm 20.2$	$69.7 \pm 44.3$	$102.1 \pm 53.7$	$762 \pm 228$	$5.1 \pm 1.2$	$68.9 \pm 14.3$

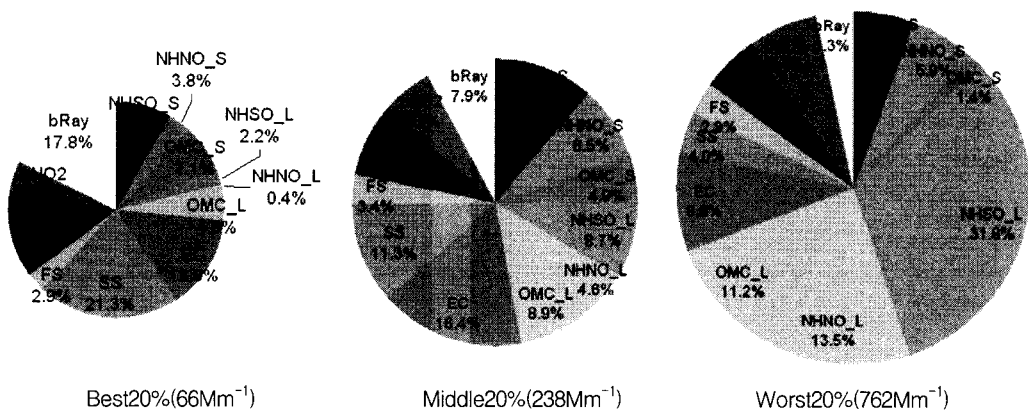


Fig. 1. Light extinction budget for aerosol components by haze level.

### 사 사

본 연구는 환경부 “차세대 핵심환경기술개발사업”으로 지원받은 과제와(010020055) 과학기술부의 21세기 프론티어 연구개발 프로그램의 일환으로 추진 중인 양성자기반공학기술개발사업의 이용자프로그램의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.