

PA26) 시정변화 진단 및 예측기술 개발을 위한 준실시간 시정 모니터링

Semi-Continuous Visibility Monitoring for Development of Diagnosis and Prediction Techniques for Visibility Variation

김경원 · 정진상¹⁾ · 김영준¹⁾ · 김태식²⁾ · 윤민영³⁾

경주대학교 환경계획학전공, ¹⁾광주과학기술원 환경공학과 환경모니터링신기술 연구센터, ²⁾경주대학교 컴퓨터정보학전공, ³⁾서울대학교 기초과학공동기기원 정전기속기연구센터

1. 서 론

대도시 시정장애 현상을 개선하기 위하여 시정변화를 진단하고 예측할 수 있는 기술에 대한 개발이 여러 나라에서 시도되고 있다. 시정은 일반인도 쉽게 이해할 수 있는 대기오염의 체감 지표로서 그 활용의 범위가 넓다고 할 수 있다. 그러나 일반적으로 시행되는 일일 간격의 에어로졸 채집으로는 빠른 시정의 변화를 자세하게 설명하는 데에 한계가 있다. 본 연구의 목적은 실시간 광학적 관측 및 준실시간(semi-continuous) 에어로졸 관측을 통해 시정의 일변화를 보다 자세하게 분석함으로써 시정변화의 진단 및 예측에 필요한 분석 알고리즘을 개발하는 데 있다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 시정변화 진단 및 예측 기술에 필요한 시정장애 유발 물질의 광학적 및 화학적 특성을 조사하기 위하여 5월 19일부터 30일까지 봄철 집중관측 및 7월 6일부터 16일까지 여름철 집중관측이 각각 수행되었다. 시정 관측을 위하여 서울시 연희동 소재의 연세대학교에 위치한 시정관측소에 광·화학적 관측 장비가 설치되었다. 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_{1.0} cyclone과 Sunset Lab.사 semi-continuous OC/EC field instrument가 도입되었다. 광소멸계수(light extinction coefficient: b_{ext})는 transmissometer에 의하여 1분 간격으로 측정되었으며, 광산란계수(light scattering coefficient: b_{scat})는 nephelometer에 의하여 2분 간격으로 측정되었다. 대기 중에 부유하는 습윤입자(wet particles)의 전체 입경분포에 대한 광산란계수($b_{scat,TSP}$)는 NGN-2 nephelometer에 의하여 개방경로(open path)에서 측정되었으며, 입경이 2.5 μ m 이하인 건조입자(dry particles)에 의한 광산란계수($b_{scat,dryPM_{2.5}}$)는 PM_{2.5} spiral impactor가 도입부에 설치된 NGN-3 nephelometer에 의하여 외기와와의 기온차를 10°C 이내로 유지하면서 장치 실내를 건조시켜 측정되었다. 광흡수계수(light absorption coefficient: b_{abs})는 도입부에 PM₁₀ 및 PM_{2.5} impactor가 설치된 aethalometer에 의하여 5분 간격으로 측정되었다. 유기탄소와 원소탄소(organic carbon & elemental carbon: OC & EC)는 가스상 유기탄소를 제거하기 위하여 CIF-denuder(carbon impregnated filter denuder)가 설치된 준실시간 OC/EC field instrument에 의하여 1시간 간격의 준실시간 관측으로 측정되었다. 집중관측 기간 동안 대기 중 에어로졸은 2시간(오전 8시~오후 6시) 및 14시간(오후 6시~오전 8시) 간격의 준실시간(semi-continuous) 간격으로 필터에 채집되었다. 채집된 에어로졸은 원소분석 및 이온분석이 수행되었다. PIXE(proton induced X-ray emission) 분석법을 이용한 원소분석에서의 장애유발 요소를 줄이기 위하여 47mm-0.4 μ m-pore polycarbonate 필터가 사용되었다. 원소분석은 서울대학교 기초과학공동기기원의 정전기속기연구센터에서 운영 중인 Tandem Van de Graaff 정전형 양성자가속기로부터 이온원(ion beam)을 획득하여 Al, Si, P, S, K, Ca, Ti, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, Se, Cd, Pb의 15개 항목이 정량되었다. 이온분석은 경주대학교 대기환경연구실에서 GAT(Gamma Analysen Technik GmbH)사

model DKK-TOA IA-300 이온크로마토그래피(ion chromatography)를 사용하여 Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , PO_4^{3-} , F^- , Cl^- , NO_2^- , Br^- , NO_3^- , SO_4^{2-} 이온이 정량되었다.

3. 결과 및 고찰

봄철 집중관측 기간 동안 서울시 시정관측소에서 관측된 광감쇄계수의 시계열 변화를 그림 1에 나타내었다. 집중관측 기간 동안 평균 광소멸계수는 $343 \pm 186 \text{ Mm}^{-1}$ 로 시정거리는 약 11km를 나타내었다. 광산란을 유발시키는 대기오염물질에 의한 영향이 지배적이었으며, 광소멸계수의 변화는 조대입자(coarse particles)에 비하여 $\text{PM}_{2.5}$ 및 $\text{PM}_{1.0}$ 입경 영역의 시정장애 유발물질의 준실시간 변화와 상관성이 높았다.

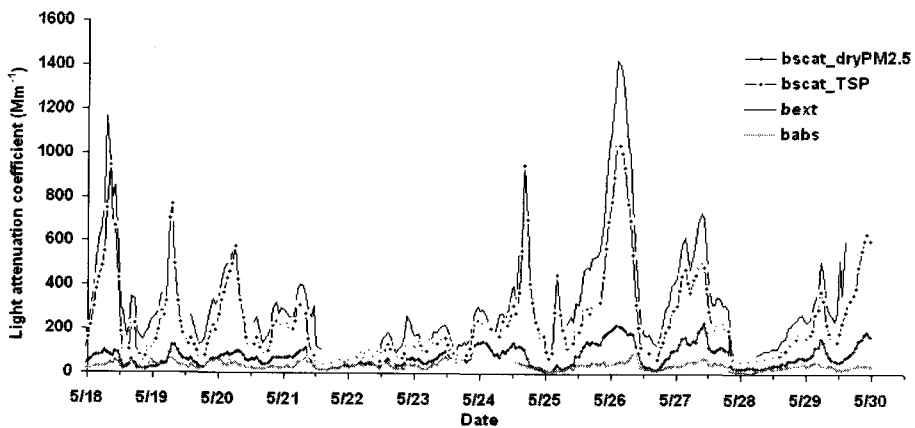


Fig. 1. Temporal variation of light attenuation coefficient during the intensive monitoring period.

Table 1. Variation of chemical composition of submicron, fine, and coarse particles with haze level and atmospheric condition.

Type	Submicron particle					Fine particle					Coarse particle				
	SO_4^{2-}	NO_3^-	OC^a	EC^b	MD^c	SO_4^{2-}	NO_3^-	OC	EC	MD	SO_4^{2-}	NO_3^-	OC	EC	MD
	g m^{-3}					g m^{-3}					g m^{-3}				
Clear atmosphere	2.4±1.0	1.7±1.1	2.8±0.9	0.7±0.2	1.2±0.7	3.8±2.1	2.4±1.2	4.0±1.8	1.8±0.3	8.1±5.5	1.3±1.4	1.2±0.5	0.4±0.2	0.1±0.1	14.4±9.1
Hazy atmosphere	12.6±1.0	4.8±0.3	4.1±0.7	2.2±1.6	3.5±3.8	24.0±3.4	7.7±2.5	7.0±0.9	4.5±1.0	9.8±6.7	1.5±1.5	1.6±0.3	0.6±0.2	0.5±0.4	24.9±4.4
Asian Dust event	3.1±1.5	5.2±7.3	2.5±1.0	0.9±0.2	1.0±1.0	17.7±14.5	9.7±7.8	3.1±1.1	1.3±0.7	25.6±23.2	5.7±6.2	3.1±2.6	0.4±0.2	0.1±0.1	54.5±69.7
Total	3.6±3.2	2.3±2.4	2.5±1.0	1.5±1.5	0.8±1.4	7.8±8.7	4.1±3.8	3.9±1.7	2.8±1.3	8.3±10.0	2.0±2.7	1.8±1.2	0.6±1.1	0.4±0.7	21.3±24.9

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.