

### 3E5) 대도시 지역 시정 예측은 가능한가?

#### Feasibility of Forecasting Visibility Impairment in an Urban Area

김영준 · 김경원 · 이석조<sup>1)</sup>

광주과학기술원 환경공학과, 환경모니터링 신기술연구센터,

<sup>1)</sup>국립환경연구원 대기연구부

#### 1. 서 론

최근 미국 및 유럽의 선진국에서는 시민에게 맑은 하늘을 체감적으로 느낄 수 있는 Clear Sky(푸른 하늘)를 실현하기 위하여 시정(visibility)분야에 대한 연구가 급진적으로 확산되어 가고 있다. 미국의 IMPROVE, 북미대륙(미국, 캐나다, 멕시코) 공동연구인 NARSTO, 유럽대륙의 EURO-TRAC II 등, 선진국의 연구기관들은 인체에 유해할 뿐만 아니라 시정장애에 영향이 지배적인 미세먼자( $D_p < 2.5\mu m$ )에 대한 화학적이며, 광학적인 특성을 실시간으로 관측 및 분석하도록 권고하고 있다. 현재까지의 우리나라의 시정변화에 대한 분석은 광학적인 관측에 있어서는 실시간으로 시행되어 왔으나, 에어로졸의 화학적인 분석에 있어서는 일일 관측이 일반적인 관측간격이었다. 그러나 일일 시정의 빠른 변화는 대기중의 입자상 및 가스상 물질들의 성분과 농도가 분명히 변하고 있음을 우리들에게 시각적으로 보여주고 있다. 따라서, 에어로졸의 실시간 관측이 없이는 급변하는 시정장애 현상의 원인에 대하여 화학적으로 정성 및 정량하여, 광학적으로 어떤 원인물질의 시정장애가 가장 큰 효과를 나타내는지에 대한 명확한 규명에 어려움이 있는 것이 현실이다. 서울을 중심으로 수도권지역을 연구대상으로 선정하고 있는 본 미세먼지 생성원인 규명 및 저감대책 수립에 관한 기초연구에서는 서울(전농동)과 인천(용현동)지역 두 개의 수퍼사이트에서 총 3회에 걸쳐 집중관측이 수행되었다. 광학적인 시정관측은 1분간격의 실시간 관측이 이루어졌으나, 에어로졸에 대한 화학적인 관측은 현실적인 어려움으로 24시간 관측으로 진행되었으며, 현재 그 분석 및 해석이 진행되고 있다. 지금 선진국에서는 대기환경을 전공하는 연구자들의 입을 통해 에어로졸의 화학적 성분에 대한 실시간 관측 및 분석 결과가 과거의 연구결과에 반하는 연구내용을 초래할 수 있음이 공공연히 공론화 되고 있다. 따라서, 정확한 현상규명 및 학술적 결실을 얻기 위하여 에어로졸의 화학적 관측 및 분석에 있어서 실시간 모니터링이 현 단계에서 불가능하다면, 2-3시간 간격의 준실시간 모니터링(semi-continuous monitoring)을 통한 보완적인 연구진행이 시급한 상황이다.

미국 IMPROVE 기관의 수년간의 연구결과에 따르면, 미국 전역의 시정장애 현상의 주요 원인물질은 황산염이었다. 특히 황산염은 상대습도 상승에 의한 산란효과의 증가효율이 다른 오염물질에 비해 높은 것으로 분석되었다. 그러나 우리나라의 시정장애는 미국의 경우와는 조금 다른 결과를 나타내고 있다. 광주시를 대상으로 한 시정장애의 원인분석의 결과는 미세먼소성분이 시정장애의 약 34%, 황산염이 27% 질산염이 14%를 기여하는 결과를 나타내었다(Kim et al, 2001). 여기서 주목하고자 하는 것은 미세먼소입자 및 질산염의 주요 배출원이 이동오염원이며 이들이 광화학 반응에 관여한다는 것이다. 따라서 우리나라의 시정장애를 개선하기 위해서는 미세먼소입자에 대한 연구의 활성화가 필요하며, 광화학 반응을 통한 2차오염원의 생성을 정확하게 모사할 수 있어야 한다. 이미 알려진 바와 같이 광화학 반응은 매우 빠르게 진행되므로 에어로졸의 실시간 관측은 우리나라의 시정장애를 개선하기 위하여 반드시 추진되어야 할 과제인 것이다.

## 2. 연구 방법

수도권의 수퍼사이트(서울 전농동, 인천 용현동) 2곳에서 시정장애 현상의 원인을 규명하며, 저감대책을 세우기 위한 일환으로 2002년 8월 5일 - 26일까지 19일간 제 1차 집중관측, 10월 20 - 28일까지 8일간 제 2차 집중관측, 2003년 1월 10일 - 24일까지 14일간 제 3차 집중관측이 시행되었다. 시정관측에 사용된 장비는 빛소멸계수(light extinction coefficient), 빛산란계수(light scattering coefficient)를 측정하는 Optec사 LPV-2 transmissometer 2 sets, NGN-3 nephelometer(용현동), Belfort사 1597 nephelometer(전농동) 각 1 set, 에어로졸 샘플링을 위한 URG PM2.5&10 cyclone 각 3 & 1 sets, Anderson사 PM10 hi-volume 2 sets, 연속농도를 측정하기 위한 PM2.5 beta-gauge 1 set, 입경분포 측정을 위한 Anderson사 cascade impactor 2 set 설치하여 입체적인 관측을 실시하였다. 에어로졸 관측은 24시간 간격으로 이루어졌으며, 각 PM2.5 & PM10 샘플에 대하여 원소분석, 이온분석, 탄소분석, 가스상 물질에 대한 분석이 실시되었다.

## 3. 결과 및 고찰

대도시 시정변화에 대한 예측은 대기오염의 총괄적 해석이라고 할 수 있다. 그림 1은 시각적으로 판단할 수 있는 시정장애를 예측하기 위한 연구진행과정 및 저감대책 수립을 위한 정책입안의 학술적 알고리즘을 나타내고 있다. 대기오염의 체감지표인 시정에 대한 영상 모사는 에어로졸의 광·화학적 모니터링을 통한 연구결과를 토대로 에어로졸소멸모델 및 색상구현모델을 통하여 완성할 수 있으며, 그 원인이 무엇이고 어디에서 배출되는지에 대한 예측은 수용자모델 및 대기확산모델을 통하여 가능하다. 결과적으로, 시정의 예측은 정확한 배출원 조사에서 시작하지만, 대기확산 모델, 수용자모델 및 에어로졸소멸모델의 정확도는 에어로졸의 광·화학적 관측의 고해상도 시계열분석에 의존하고 있다.

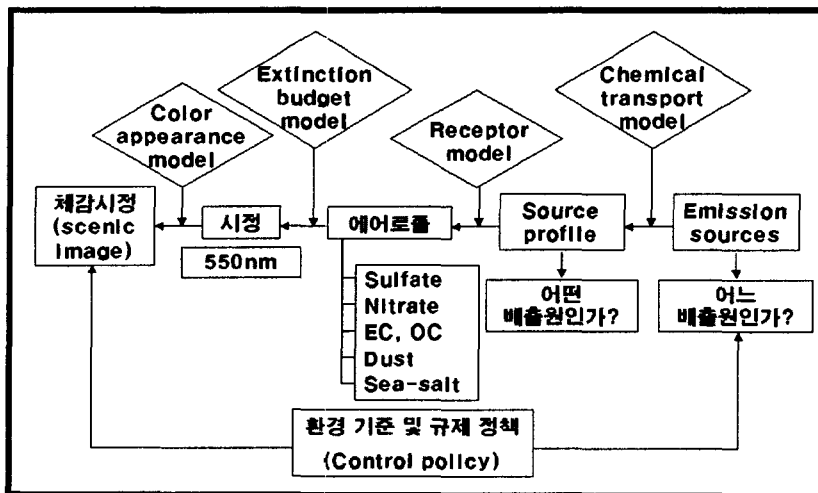


Fig. 1. Schematic diagram of procedure for visibility prediction and control policy.

## 사 사

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