

## AB2) 온도 및 습도의 변화에 따른 광주 도심지역 에어로졸의 광학적 특성 연구

### Optical Properties of Atmospheric Aerosol in Kwangju Measured with a Temperature and Humidity Controlled Nephelometer

오승진 · 김경원 · 박성훈 · 김영준

광주과학기술원 환경공학과 환경모니터링신기술연구센터

#### 1. 서론

대기 중에 분포되어 있는 다양한 크기와 종류의 에어로졸은 산업의 발전과 급속한 인구의 증가로 인해 가중되고 있으며, 특히 이로 인해 도심지역의 시정감쇄에 큰 영향을 미치고 있다. 특히 도심지역의 대기 중 미세 입자(PM2.5)의 시정감쇄에 대한 영향은 거대입자에 비하여 지배적인 것으로 나타난다. 그 과정에서 대기중 입자의 광학적인 성질 뿐만 아니라 기상적인 변동 특히 온도와 습도에 의한 시정의 변화는 큰 영향을 받고 있다. 이러한 대기 중 에어로졸의 물리적 화학적 성질과 관련된 여러 가지 측정 방법이 개발되고 있으며 그 중에서도 광학적인 연구에 의한 여러 가지 기술이 개발되고 있다. Transmissometer, Nephelometer 그리고 Aethalometer 와 같은 광학적인 장비를 이용하여 대기 중 에어로졸을 실시간으로 측정할 수 있다. 하지만 대기중의 습도가 직접적인 오염물질이 아님에도 불구하고 상대습도가 80 ~ 85 %인 구간에서는 시정의 급격한 감쇄를 야기시키며 입자들의 광학적인 특성에 큰 영향을 미치게 된다. 습도의 영향은 대체로 두 가지의 형태로 산란계수에 기여하는데, 하나는 액적이나 증기상의 순수한 수분이 빛의 산란을 일으키는 경우로서 주로 0.1 $\mu$ m-5.0 $\mu$ m에서 일어나고, 또 하나는 다른 조해성(hygroscopic) 화학성분에 수분이 달라붙거나 입자표면에 막을 형성함으로써 입자의 크기가 커져 산란계수에 영향을 주는 경우이다. 또한 상대습도가 70 % 이상인 경우수분에 의한 입자의 성장이 심화되는 것을 감안하여 유입되는 에어로졸의 온도와 습도를 조절하여 시정거리와 입자 크기 분포를 조합함으로써 에어로졸의 조해적 특성을 밝히고자 하였다. 본 연구는 특히 상대습도가 타 계절에 비해 월등히 높은 여름 중 2000년 8월 1일부터 8월 10일까지의 지속적인 실시간 시정 측정을 통하여 온도와 습도에 따른 광주도심의 시정감쇄의 영향을 24시간 조사하였다.

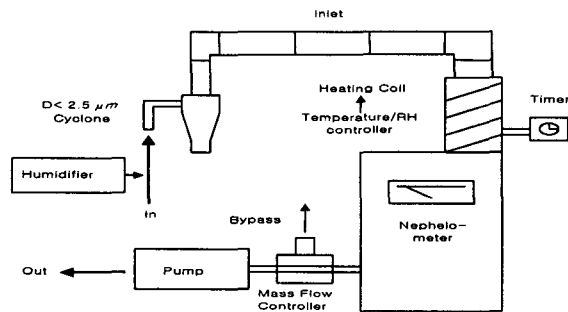


Fig.1 Controlled RH nephelometer system flow diagram

#### 2. 연구 방법

그림 1은 Model 1597 Belfort integrating nephelometer (Model 1590 series)를 이용해 온도와 습도를 조절할 수 있도록 설계되어 광주 도심의 현대백화점 옥상(제1관측소)에 설치된 Controlled RH nephelometer system 이다. 입자의 습도의 증감을 조절하기 위해 일반용 Humidifier를 도입부의 입구에 설치하고, 지름이 2.5 m 이하인 입자를 추출하기 위해 PM 2.5 URG cyclone 을 도입부의 입구에 설치하였고, 이를 위해 철제 튜브를 연결한 Bypass를 이용해 전체 유량을 16.7 L/min로 고정하였다. 유관의 온도를 조절하여 입자의 온도를 조절하기 위해 온도조절기와 연결된 Heating Coil을 설치하였으며, 기존

의 nephelometer의 Output Voltage 의 범위를 0.1 배에서 10배까지 증감 시킬 수 있도록 가변저항을 이용한 Voltage Divider를 제작하여 LI-1400 Data Logger에 연결하였다. 그리고 시정감쇄를 측정하기 위하여 Transmitter site와 Receiver site가 1.91km 의 거리를 두고 각각 광주 현대 백화점 옥상(제 1관측소) 및 광주지방기상청 측정소(제2관측소)에 설치되었으며, Magee Scientific Model AW-14U aethalometer는 4 L/min 의 유량으로 PM2.5 입자만을 포집할 수 있도록 도입부를 설계했다. Nephelometer 는 한시간 간격으로 온도가 조절되고 1분 간격으로 측정되어 5분 평균값이 산출되며 Transmissometer 와 Aethalometer 는 1분 간격으로 측정하는데 각각의 장비를 이용해 산란계수(scattering coefficient), 소멸계수(extinction coefficient), 그리고 흡수계수(absorption coefficient)를 측정하도록 되어있다. 또한 입자의 크기 분포와 개수를 측정하기 위해 PCASP(Passive Cavity Aerosol Spectrometer Probe) particle Counter를 제 1관측소에 MOUDI(Micro Orifice Uniform Deposit Impactor)를 제 2관측소에 설치하였다.

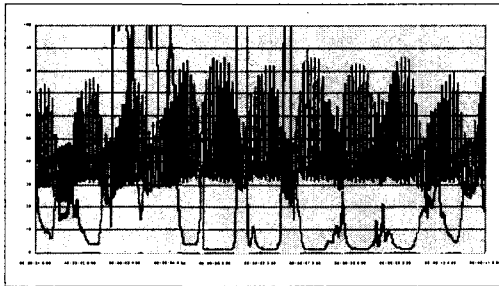


Fig. 3. The average values of visual range , RH and temperature

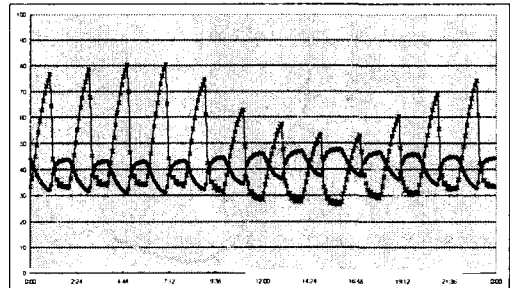


Fig. 2. Variation of Visual range during intensive sampling periods

### 3. 결과 및 고찰

그림 2는 여름철 집중 측정 기간(2000년 8월 1일 ~ 8월 10일)에 Nephelometer에 의해 측정된 온도 및 습도의 변화에 따른 시정거리의 추이를 나타낸다. 그림 3은 Nephelometer에 의한 측정값의 평균치로 24시간 동안의 변화 현상을 보여준다. 측정 기간 동안의 시정거리 값은 4.4 km ~ 55.4 km로 나타났으며, 주간(06:00 ~ 18:00)의 시정거리 값이 27.8 km로서 야간(18:00 ~ 06:00)의 27.4km과는 큰 차이를 나타내지 않는다. 이는 여름이라는 계절적 특성으로 인해 많은 양의 비가 내려 상대 습도의 급격한 증가로 인한 시정거리의 급격한 저하와 통상 주간으로 분류되는 새벽이나 아침의 수분양이 상대적으로 매우 크기 때문에 발생한 결과라 할 수 있다. 이때의 시정감쇄는 수분이 조해성 화학성분에 달라 붙거나 입자표면에 막을 형성하여 생긴 입자의 성장에 의한 영향이라기 보다는 액적이나 증기상의 순수한 수분이 빛의 산란을 일으키는 경우라고 볼 수 있다.

### 4. 사 사

본 연구는 광주과학기술원 환경모니터링기술연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금에 의한 것입니다.

### 참 고 문 헌

- Christian M. Carrico, M. J. Rood, John, A. Ogren, Christian Neusub (2000) Aerosol Optical properties at Sagres, Portugal during Ace-2, Tellus 52B, pp.694-715
- L. William Richards, Siana H. Alcorn, Charles Mcdade, Tiina Couture, Douglas Lowenthal, Judith C. Chow, John G. Watson (1999) Optical properties of the San Joaquin Valley aerosol collected during the 1995 integrated monitoring study, Atmospheric Environment Vol.33, pp. 4787-4795
- M. J. Rood (1985) Measurement of laboratory aerosols with Nephelometry, Atmospheric Environment Vol. 19, No. 7, pp. 1181-1190
- U.S. Environmental Protection Agency Air Quality Strategies and Standards Division Visibility and Ecosystems Protection Group (1998) Visibility Monitoring Guidance Document