

**PA23) 입자의 굴절률변화에 따른 광학적 입자 계수기로 측정된
 대기 에어러솔 크기분포의 측정오차
 Particle Refractive Index Effectes on Aerosol Size
 Distribution Measured by An Optical Particle Counter**

이권호¹⁾, 김영준¹⁾, 정희숙²⁾, 정창훈³⁾

광주과학기술원 환경공학과, 환경모니터링 신기술 연구센터¹⁾

광주과학기술원 정보통신공학과²⁾

경인여자대학교 산업·환경공학부³⁾

1. 서 론

대기중에는 다양한 크기와 모양, 그리고 화학성분을 가진 입자들이 존재한다. 이러한 입자들은 발생 원이 다양하고 대기중에 존재하면서 광화학적인 변화를 거쳐 형성되기도한다. 입자의 화학조성과 크기는 발생원을 구분하기 위한 일반적인 척도로 쓰이고 있다. 대기 에어러솔의 크기분포특성은 에어러솔의 변화 요소인 발생원과 제거 그리고 동역학적인 과정을 이해하는데 중요한 역할을 한다. 또한 입자의 크기정보는 오존화학과 대기중에서 일어나는 비균일적 반응 및 에어러솔이 지구복사수지에 미치는 영향과도 관련이 있다. 광학적 입자계수기(Optical Particle Counters)는 입자에 의해 산란된 빛의 강도가 입자 크기에 의존한다는 가정에서 입자의 크기를 측정한다. Mie 이론에 의하면 산란강도는 산란각과 입사된 빛의 파장 그리고 입자의 굴절률의 복잡함 함수로 정의되어 있다. 제작사에 의해 제공된 OPC의 기기보정에는 일반적으로 단분산 latex 입자(굴절률=1.59)가 사용되므로 OPC가 측정하는 입자성분이 동일하지 않는한 입자의 크기 측정의 정확도가 감소하는 것은 당연하다. Garvey 와 Pinnick(1983)은 이론적으로 OPC의 일종인 ASASP(Active Scattering Aerosol Spectrometer Probe)의 반응함수를 계산한 결과 제작사의 보정계수가 비흡수성 입자인 경우에만 적합한 것을 보였다. Kim과 Boatman(1990)은 다양한 상대습도에 따른 굴절률을 이용한 ASASP의 반응함수 계산을 통하여 적절한 반응계수 계산이 이루어지지 않을 경우에 에어러솔 부피 분포에 대한 결과를 더 낮게 보여주는 것을 보였다. 본 연구에서는 OPC의 반응함수 계산을 통하여 에어러솔의 종류별로 가지는 굴절률이 크기분포에 미치는 영향에 대하여 조사하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 0.3 μ m에서 25 μ m의 크기범위에서 8채널을 측정할 수 있는 OPC(HIAC/ROYCO Model 5230)를 사용하였다 (Table 1). OPC의 반응함수는 입사된 레이저빔의 방사도로 정규화된 단일입자에 의한 산란강도로 정의되며 [Pinnick & Auvermann, 1979; Barnard & Harrison, 1988] 다음과 같은 식으로 나타내어 진다.

$$R = \frac{\lambda^2}{2\pi} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \frac{1}{r^2} S_1(b, \alpha, m) g + S_2(b, \alpha, m) g \sin \theta d\theta$$

본 연구에서는 단일입자에 의한 산란강도를 계산하기 위하여 Mie subroutine(Borhen & Hoffman,1983)을 사용하였으며 반응함수 계산을 위하여 21.5°~98.5°사이의 산란진폭함수를 적분하여 계산하였다.

Table 1. Specifications of HIAC/ROYCO model 5230 OPC

Light source	Model	Receiver Optics	Flowrate	Sizing
Laser(780nm)	HIAC/ROYCO Model 5230	21.5° ~ 98.5°	28.3 LPM	8 channels(user defined)

굴절률의 영향을 알아보기 위하여 사용된 에어로솔 성분별 굴절률을 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Refractive index of various aerosol components and water at a wavelength (0.78 μ m)

Aerosol components	Dust-like	Water-soluble	Soot	Oceanic	Sulfate	Mineral
m	1.524-8.00E-3	1.524-9.40E-3	1.75-4.30E-1	1.374-3.65E-5	1.4264-1.10E-7	1.53-2.32E-3

3. 결론 및 향후 전망

Table 1의 굴절률을 이용하여 OPC의 반응함수를 계산한 결과를 Figure 1에 나타내었다. Latex를 사용했을 때의 입자의 크기에 따른 반응함수는 비흡수성 입자(sulfate)의 경우와 거의 비슷한 경향을 보이고 있으나 굴절률의 허수부가 큰 흡수성 입자(soot)는 큰 차이를 보이고 있으며 dust-like나 water soluble 같은 입자는 조대영역에서 큰 차이를 보이고 있다.

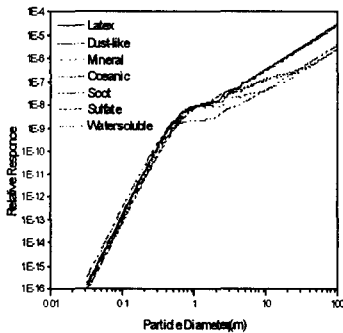


Figure 1. Theoretical Response function of OPC for various aerosol component

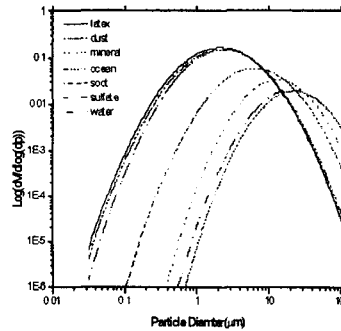


Figure 2. Comparison of aerosol volume distributions with uncorrected distribution

Figure 2는 계산된 크기별 반응함수를 보정한 부피분포함수로서 단일로그정규분포를 가정하였다. 이 그림에서 알 수 있듯이 보정전의 분포함수와 각 에어로솔 성분에 따른 결과의 차이가 많이 나타남을 알 수 있다. 따라서 OPC 자료의 보정에 있어 에어로솔 모델이 중요하므로 이에 대한 고려가 필요하다.

사 사

본 연구는 광주과학기술원 환경모니터링 신기술연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금 및 두뇌한국 BK21사업 지원금에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

Garvey, D. M. and R. G. Pinnick, Response characteristics of the particle measuring systems active aerosol spectrometer probe(ASASP-X), Aerosol Sci. Technol., 2, 477-88, 1983
 Garvey, D.M., and Pinnick, R.G.

Kim, Y. and Boatman, J., Size calibration corrections of the active scattering aerosol spectrometer probe(ASASP-100), Aerosol Sci. & Technol., 12, 665(1990)