

PB11) 대기조건별 시정모사 알고리즘의 변화 특성

Variation of Algorithms for Visibility Simulation with Atmospheric Condition

김 경 원

경주대학교 환경에너지학과

1. 서 론

광학적 시정관측을 통하여 구축된 시정 자료는 광소멸계수를 토대로 이를 유발시키는 다양한 시정장에 유발 에어로졸의 단위질량당 광소멸효율을 산출하기 위하여 에어로졸의 입경분포별 원소성분, 이온 성분, 탄소성분 분석이 수행된다. 광학적 시정을 모사하는 과정은 대기 중에 존재할 것으로 추정되는 입경분포별 각 원소, 이온, 탄소 성분들의 물리적 정보와 예상되는 기상조건을 반영함으로써 수행된다. 대기의 광학적 변화는 매우 빠르며, 시정의 변화를 유발시키는 광감쇄 에어로졸의 화학적 조성은 완벽하게 분석되지 못하는 한계를 지니고 있다. 모사의 불확실성은 이러한 기초 이론으로부터 시작되어야 한다. 대기 중의 광감쇄 현상은 지역별 에어로졸의 특성에 영향을 받을 뿐만 아니라 특정 사례별로도 영향을 받는다. 근본적인 원인은 에어로졸의 화학적 조성의 변화에 기인되지만, 이를 측정 및 분석하는 과정에서 생략되거나 분석되지 못하는 원인으로부터 기인되기도 한다. 황사 사례의 경우 조대 입자와 함께 다량의 거대입자($D_p > 10 \mu\text{m}$)들이 급격하게 증가된다. 일반적으로 거대입자에 의한 광산란 효과는 미세입자에 비하여 지극히 작아서 일반적인 시정 사례에서는 거대입자에 대한 측정 및 분석이 고려되지 않아도 광소멸계수를 재구성하는 데에는 큰 영향이 미치지 않는 것으로 알려져 있다. 그러나 황사 사례 시에는 거대입자의 양이 대단히 커지므로 단위질량당 광소멸효율이 작더라도 그 양이 급격하게 증가되면 이를 고려하여야 광소멸계수의 모사에 오차를 줄일 수 있다. 본 연구에서는 이러한 대기조건별 시정모사 알고리즘의 불확실성을 재검토함으로써 광소멸산정식의 조건별 특성을 반영하여 시정모사 프로그램의 모듈을 개발하는 데에 있다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 시정변화를 유발시키는 입자상 물질의 입경분포를 $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$ 및 조대입자(coarse particles)로 분리 포집하여 질량농도를 측정하였다. 대기 중의 에어로졸에 의한 광학적 변화량은 Optec Inc.사 LPV-2 transmissometer, NGN-2 및 NGN-3 nephelometer를 이용하여 측정되었고 광흡수계수는 Magee Scientific사 AE-16U aethalometer가 도입되었다. 2007년부터 2009년까지 3년간 구축된 측정자료를 이용하여 에어로졸의 광소멸효율이 분석되었다. 광소멸산정식은 시정장치를 유발시키는 대기오염물질을 $\text{PM}_{1.0}$, $\text{PM}_{2.5}$ 및 조대입자의 입경분포별로 황산암모늄(NH_4SO_4), 질산암모늄(NH_4NO_3), 유기물(OMC), 원소탄소(EC), 미세랄입자(SD/FS/CD), 해염(SS)으로 분류하여 각 화합물에 의한 광산란 및 광흡수효율이 고려되었다. 전체 시정 집중관측 기간 동안 총 준실시간 측정세트는 455사례로서 이 중 오류 요소가 발생된 일부 세트를 제외한 총 사례에 대하여 다변량선형회귀분석이 수행되었다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서 관측된 황사 사례를 살펴보면 그림 1에서와 같이 IMPROVE'93의 광소멸산정식을 적용할 경우에 재구성된 광소멸계수는 측정된 광소멸계수에 비하여 0.7231배에 불과하여 거대입자에 의한 광소멸량이 반영되지 않은 것으로 판단되었다. 이러한 경향은 IMPROVE'07의 광소멸산정식을 적용하였을 때에도 그 오차량은 소폭 줄었으나 재구성된 광소멸계수는 측정된 광소멸계수에 비하여 0.7727배에 불과하였다. 본 연구에서 수행된 다변량선형회귀분석을 통하여 결정된 광소멸산정식을 적용한 결과는 그림 2에서와 같이 IMPROVE'93와 IMPROVE'07의 적용 시보다 오차량은 작아졌으나 여전히 재구성된

광소멸계수는 측정된 광소멸계수에 비하여 0.8562배로 낮게 산출되었다. 결과적으로 황사 사례에 적용하기 위한 광소멸산정식은 기대입자 영역의 미반영으로 인한 과소평가가 보상되어야 한다. 초대입자 영역의 미네랄 입자의 질량농도와 원소탄소 입자의 질량농도에 승수가 고려되어 산출된 재구성된 광소멸계수는 측정된 광소멸계수에 근접되었다.

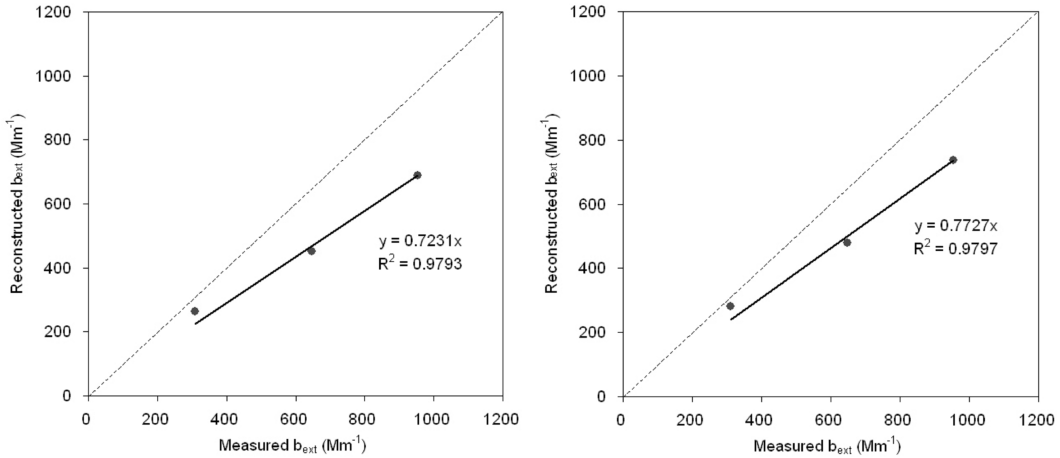


Fig. 1. Scatter plot between measured b_{ext} and reconstructed b_{ext} for Asian Dust storm events using IMPROVE'93(left) and IMPROVE'07(right) equation.

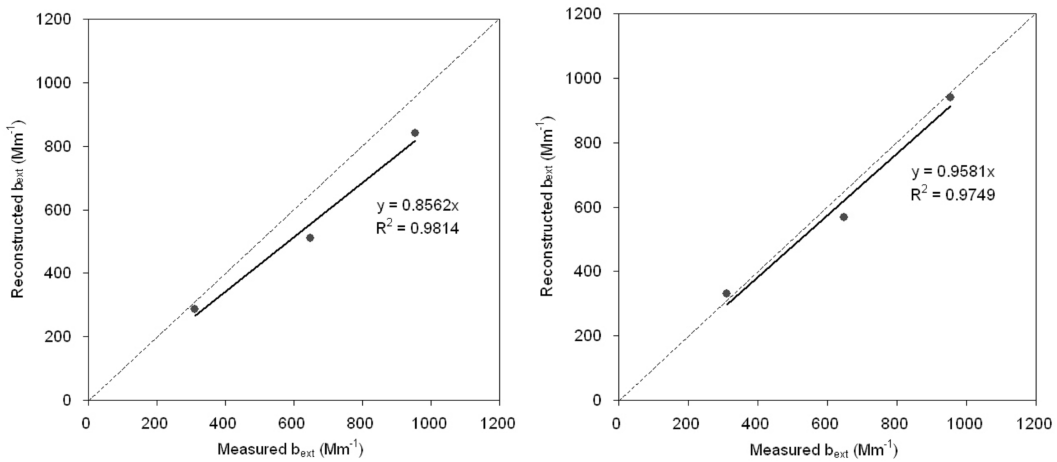


Fig. 2. Scatter plot between measured b_{ext} and reconstructed b_{ext} for Asian Dust storm events using the equation developed by this study and corrected by CD and EC.

사 사

본 연구는 환경부 “차세대 핵심환경기술개발사업”으로 지원을 받아 수행된 연구이며(010020055), 이에 감사드립니다.