

PA8) 도시 및 시골지역의 시간별 에어로졸 화학성분 농도가 직접 복사강제력에 미치는 영향 연구

송상근·박연희

제주대학교 지구해양학과

1. 서론

대기 중 에어로졸 입자는 직접적으로 태양복사를 산란하고 지구 표면의 적외선을 흡수하기도 하며, 구름의 알베도 증가나 구름의 수명 변화 등에 의한 간접효과를 통해 지구대기의 복사평형에 영향을 준다. 에어로졸 화학성분 중 수용성 에어로졸은 음의 복사강제력(RF: radiative forcing)을 유발하여 지구냉각화의 원인이 되는 반면, 화석연료의 불완전연소나 소각 등에 의해 발생하는 검댕(BC: black carbon)은 태양복사를 흡수하는 성질이 있어 온난화의 원인이 된다. 또한 에어로졸의 화학조성 및 농도는 인위적 오염원이 많은 도시지역과 배경/시골지역에서 서로 다른 양상을 띤다. 이와 같이 에어로졸의 영향은 화학조성이나 입자크기에 따라 다르게 나타나므로 화학성분별 상세연구는 기후변화의 특성을 규명하는데 매우 중요한 정보가 될 수 있다. 이에 과거 오랫동안 에어로졸에 관한 많은 연구가 수행되어 왔으나, 에어로졸에 의한 복사강제력 연구는 대부분 시-공간적으로 평균된 양(예, 일평균, 월평균 에어로졸)을 통해 추정되었으며, 주로 청정지역에 국한되어 수행되어 왔다. 본 연구에서는 도시 및 시골지역의 시간별 에어로졸 화학성분 농도 자료를 이용하여 화학성분별 광학특성 및 직접 복사강제력을 산출하고 시간적 변화(시간별, 월별 등)를 분석하였다.

2. 자료 및 방법

본 연구에 이용된 에어로졸 화학성분별 자료는 도시지역인 서울의 광진구 구의동에 위치한 종합대기측정소와 제주도 애월에 위치한 대기오염집중측정소에서 관측한 시간별 농도 자료이다. 에어로졸 화학성분은 총 4가지로 분류하였으며, 즉 수용성(water-soluble), 불용성(insoluble), 검댕(BC), 해염입자(sea-salt) 에어로졸로 구분된다. 본 연구의 자료기간은 서울의 경우 2010년, 제주도 애월의 경우 2013년으로 선정하였는데, 연구기간이 서로 다른 이유는 제주도 애월 집중측정소에서 확보할 수 있는 자료기간의 한계(2013년 자료만 확보) 때문이다. 이러한 자료를 이용하여 서울과 제주지역의 에어로졸 화학성분별 광학특성(예, 산란 및 흡수계수, 에어로졸 광학두께(AOD: aerosol optical depth))과 직접 복사강제력을 산출하고 간접적으로 2지역을 비교하였다. 에어로졸의 광학특성과 복사강제력을 산출하기 위해 사용한 모델은 각각 광학모델(OPAC: Optical Properties of Aerosols and Clouds)과 복사전달모델(SBDART: Santa Barbara DISORT Atmospheric Radiative Transfer) 이다. 또한 복사강제력은 지표(SFC: surface), 대기상단(TOA: Top of the Atmosphere), 대기 중(ATM: atmosphere)으로 구분하여 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

전반적으로 연구기간동안 서울(2010년)과 제주도 애월(2013년)의 광학특성과 복사강제력은 4가지 성분 중에서 수용성 에어로졸이 가장 큰 기여도를 보였다(BC의 흡수계수 제외). 에어로졸의 광학특성 중 AOD는 서울의 경우 봄철과 겨울철의 오전에, 그리고 여름철과 가을철의 오후에 매우 높게 나타난 반면, 제주도 애월에서는 계절에 상관없이 오후에 높게 나타났다.

2지역(서울과 애월)에서 추정된 직접 복사강제력을 보면(주간에 대해 산출), 지표(SFC)에서 총 복사강제력은 서울과 애월 모두 봄철에 가장 높고, 가을철에 가장 낮게 추정되었다. 4가지 성분 중 가장 기여도가 큰 수용성 에어로졸의 직접 복사강제력(SFC, TOA, ATM)은 서울의 경우 봄철(각각 -84, -63, +22 Wm^{-2})에 가장 높게 나타났고, 늦가을 또는 초겨울(-49, -38, +10 Wm^{-2})에 가장 낮게 추정되었다. 애월에서는 봄철(각각 -52, -40, +12 Wm^{-2})에 가장 높았고, 겨울(-17, -14, +3.0 Wm^{-2})에 가장 낮게 추정되었다. 또한 하루 중 SFC 복사강제력은 서울의 경우 대부분 에어로졸 성분들이 오전에 최고값을 보인 반면, 애월에서는 계절에 상관없이 대부분 오후에 최고값이 나타났다.