

대기물리 분과 [P-046]

마이크로파 편광 복사전달모델의 대기수상체 소산 영향 검증

백관구¹, 이상무^{1,2}

¹서울대학교 지구환경과학부

²서울대학교 과학데이터혁신연구소

대기 중 복사전달 과정에서 편광 효과는 정확한 복사전달 결과 계산을 위해 필수적으로 고려해야 하는 중요한 요소이다. 특히 마이크로파 원격탐사에서 편광 정보는 대기 중 수상체(hydrometeor)의 특성에 민감한 요소로서, 정밀한 편광 복사전달모델(polarized radiative transfer model)의 개발은 보다 나은 대기수상체 원격탐사 기술개발 및 전천자료동화 연구에 필수적이다. 하지만 기존의 스칼라 복사전달모델은 편광 효과를 반영하지 못하여 복사전달 모의 정확도에 한계를 보이며, 높은 광학두께 조건 하에서 특히 수치적 불안정성 문제가 발생하는 것으로 알려져 있다. 이러한 한계를 개선하기 위해 본 연구에서는 Voronovich et al. (2004)와 Tian and Gasiewski (2013)에서 개발된 복사전달모델을 기반으로 하여, 구분종좌표법(discrete ordinate method)과 평면-평행 대기 근사(plane-parallel approximation)가 적용된 편광 복사전달모델을 포트란 90 (Fortran 90) 프로그래밍 언어로 구현하였다. 개발된 모델은 편광 효과를 반영하기 위해 수직 및 수평 편광 성분을 포함한 4개의 스토크스 매개변수에 대해 연산을 수행하며, 대각화 및 행렬분해를 통해 고유값 문제(eigenanalysis)로 복사전달방정식을 변환함으로써 높은 광학두께를 가진 대기 층에서의 수치적 안정성을 확보하였다. 또한, 본 연구에서는 수직 및 빙정으로 구성된 구름과 강수에 대한 소산 효과를 구현하여 이중 매질로 구성된 다층 대기 구조에서의 복사전달 연산을 가능하게 하였다. 개발된 편광 복사전달모델의 성능을 검증하기 위해 마이크로파 대역에서 대기수상체 정보를 포함한 경우와 포함하지 않은 경우에 대해 모델로부터 계산된 밝기온도와 위성 관측 밝기온도를 비교 분석하였다. 비교 결과 수상체 정보를 고려한 모델의 밝기온도가 관측값과 높은 일치도를 보였으며, 특히 강수 영역에서 비교적 큰 개선 효과를 보이는 것으로 확인되었다. 이 연구에서 개발된 편광 복사전달모델을 통해 추후 마이크로파 원격탐사의 정확도 향상과 대기수상체 특성 파악 및 전천자료동화 기술 개발에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

Keywords: 편광 복사전달모델, 마이크로파, 구분종좌표법, 대기수상체, 소산 효과

※ 이 연구는 한국연구재단 과학기술분야 기초연구사업 (RS-2023-00211218) 지원으로 수행되었습니다.