

대기물리 분과 [P-042]

항공기 탑재 구름 입자 관측 기기(CDP, CIP, PIP)의 후처리 절차 개발을 통한 개선된 입자 크기분포 산출

김지윤¹, 박성민¹, 장기호², 임윤규², 고아름², 엄준식^{1,3}

¹부산대학교 BK21 지구환경시스템 교육연구단, 지구환경시스템학부 대기과학전공

²국립기상과학원 기상응용연구부

³부산대학교 대기환경과학과

구름 입자의 크기분포와 수농도와 같은 미세물리적 특성은 강수 형성과 복사 전달을 조절하며, 이는 물 순환과 지구 에너지 수지에 직접적인 영향을 미친다. 다양한 구름의 특성을 직접 관측하는 것은 이러한 과정을 정량적으로 이해하고, 이를 기반으로 기상·기후 수치모형의 정확도를 향상시키기 위해 필수적이다. 국립기상과학원은 위험기상 및 환경 감시, 수치모형 검증, 구름물리 및 기상조절 실험을 위해 기상항공기 나라호를 운용하고 있으며, 이 항공기에는 cloud droplet probe (CDP), cloud imaging probe (CIP), precipitation imaging probe (PIP), 대기 상태 변수를 측정하는 aircraft-integrated meteorological measurement system이 탑재되어 있다.

그러나 각 장비의 측정 구간이 중첩되는 구간에서는 품질 문제가 발생하여 산출된 미세물리량을 편향을 초래할 수 있다. 실제로 CDP에서 큰 입자 영역에서 수농도가 비정상적으로 증가하는 현상이 나타나 CIP와의 크기분포 연결에서 불연속성을 유발하였다. 또한 Airborne Data Processing and Analysis 소프트웨어로 처리한 CIP 및 PIP 자료에서는, 큰 입자가 관측기기 탐침(top)에 충돌하면서 생긴 파편(shattered fragments), 장비 관련 오류(stuck-bit), 수적이 관측기기 입구 창을 따라 미끄러지며 생성된 줄무늬(streak) 등으로 인한 비정상 탐지가 확인되었다. 이러한 이상 신호를 보정하지 않을 경우, 입자 크기분포와 이로부터 도출되는 미세물리 매개변수의 불확실성이 증가한다.

본 연구에서는 이러한 이상 신호를 식별·교정하고, CDP, CIP, PIP에서 산출된 입자 크기분포의 상호 일관성을 개선하기 위한 후처리 절차를 개발하여 총 128회 비행 사례(구름물리·기상조절 실험 88회, 위험기상·환경 감시 40회)에 적용하였다. 이 후처리 절차를 통해 CDP, CIP, PIP의 전 관측 범위에 걸쳐 연속적이고 신뢰성 높은 입자 크기분포가 산출되었으며, 기기 간 경계 구간에서의 불연속성이 완화되고 장비 오류 및 특이 현상에 기인한 비정상 입자가 효과적으로 제거되었다. 본 연구에서 제시한 개선된 입자 크기분포는 기상조절 실험의 설계 및 분석 고도화, 수치모형에서 구름 미세물리·복사 특성 모수화의 개선, 더 나아가 기상 예측 및 기후 시뮬레이션의 신뢰도 향상에 기여할 것이다.

Keywords: 기상항공기, 구름입자 관측기기, 구름입자 크기분포

※ 이 연구는 기상청 R&D 기상조절과 구름물리(KMA2018-00224)와 한국연구재단(RS-2025-00572970)의 지원으로 수행되었습니다.