

한반도 고농도 황사 예측 개선을 위한 관측 민감 지역 식별 연구

이승연¹, 박선기^{1,2,3}

¹이화여자대학교 국지재해기상예측기술센터(SSRC)

²이화여자대학교 기후에너지시스템공학과

³이화여자대학교 기후환경변화예측연구센터(CCCPR)

기상 예보에서 초기 조건은 대기와 화학적 관측을 기반으로 한 대기-화학 결합 모델의 정확도를 결정하는 중요한 요소이다. 일반적으로 더 많은 양과 높은 품질의 관측 데이터가 있을수록 예보 모델의 성능이 향상된다. 그러나 특정 지역의 예보 오차는 관측 데이터가 부족한 상류 지역에서 기인한 초기 오차에 의해 증폭될 수 있다. 따라서 주요 과제는 초기 오차가 예측 지역에서 큰 오차로 발전할 수 있는 상류 지역을 식별하는 것이다. 초기 조건에 대한 조건부 비선형 최적 섭동(CNOP-I)은 이러한 적응적(목표) 관측을 위한 중요한 도구로 활용될 수 있다. CNOP-I 계산에는 운동 에너지, 건조 에너지, 습윤 에너지 등 다양한 변수를 정의하는 여러 에너지 방정식이 포함된다. 본 연구는 두 가지 주요 목표를 가진다: 첫째, 한반도로 황사가 유입되는 중관 기상 패턴을 분류하는 것, 둘째, 심각한 황사가 관측되는 패턴과 관련된 민감 지역을 식별하여 적응적 관측을 통해 황사 예보를 개선하는 것이다. 본 연구에서는 지난 32년간(1990-2022) 한반도에서 발생한 황사 사례를 분석하였다. 주성분 분석을 통해 황사의 발달단계와 최고농도 관측단계에서 기온, 지위고도, 수직 속도, 발산, 비습, 동서류 등이 황사의 발생과 이동과 관측에 중요한 역할을 한다는 것을 확인하였다. 이러한 주요 변수를 기반으로 K-means 군집 분석을 사용하여 황사 발달 및 최고농도 황사 관측단계의 중관 패턴을 분류하고, 각 패턴 중에 기록적인 황사 사례가 관측되는 패턴의 적응적 관측을 위한 민감 지역을 식별하였다. 본 연구에서 제안된 황사 패턴 관련 목표 관측 지역은 국제 협력을 통해 강화된 관측을 통해 대기질 예측의 정확도를 향상하는데 기여할 것이다.

Key words: 주성분 분석, K-mean 군집분류, 적응적 관측, CNOP-I, 대기질 예보

※ 이 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원사업(NRF-2021R1A2C1095535)과, 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(2018R1A6A1A08025520)의 지원으로 수행되었습니다.