

대기질-기상 동시 자료동화에 따른 대기질 예보 모델의 한반도 지역 대기질 및 기상 예측 성능 분석

조운재, 김현미, 서민정, 김대휘

연세대학교 대기과학과 대기예측성 및 자료동화 연구실

대기질과 기상이 상호작용하는 온라인 결합 대기질-기상 예보 모델에서, 초기조건의 불확실성은 모델의 대기질 예측 성능을 저하하는 원인이 된다. 자료동화를 이용하면 예보 초기조건의 오차를 줄임으로써 모델 예측 정확도를 높일 수 있다. 특히 복잡한 기상 조건이 고농도 미세먼지 현상에 영향을 미치는 한반도 지역에서는 미세먼지 예보를 위해 대기질과 기상 예측 정확도를 함께 높여야 한다. 이를 위해 자료동화 역시 대기질 초기조건과 기상 초기조건 모두 개선할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 온라인 결합 대기질-기상 예보 모델인 Weather Research and Forecasting model coupled with Chemistry (WRF-Chem) 과 WRF data assimilation system (WRFDA)의 three-dimensional variational data assimilation (3DVAR) 방법을 이용, 대기질 자료동화와 기상 자료동화를 따로 또는 같이 수행했을 때 미세먼지 및 기상 예측 성능을 살펴보았다. 2019년 1월 10-15일 발생했던 한반도 고농도 미세먼지 사례를 실험 기간으로 선정하고, 실험 영역으로는 각각 동아시아와 한반도, 대한민국을 중심으로 하는 3개의 동지 격자를 설정하였다. 실험 결과 대기질과 기상 관측을 동시에 자료동화한 실험에서 사례 기간 미세먼지 및 기상 예측 성능이 가장 우수하였다. 미세먼지 예측 성능에는 대기질 자료동화가 주요하게 작용했으나, 기상 자료동화만 한 실험도 시점에 따라서 미세먼지 예측 성능이 우수하였다. 반면 기상 예측 성능에는 기상 자료동화가 주요하게 작용하였다. 대기질 자료동화는 예보 초기 모델 내 오염물질의 절대적 양을 개선하고, 기상 자료동화는 수송 과정 개선 등으로 오염물질의 시공간 분포 정확도를 높이며, 결과적으로 대기질-기상 동시 자료동화를 통해 미세먼지와 기상 예측 성능이 향상되었다.

Key words: 대기질-기상 동시 자료동화, 대기질 예보 모델, 대기질 예측, 미세먼지

※ 이 연구는 한국연구재단 (2021R1A2C1012572)과 연세 시그니처 연구클러스터 사업 (2024-22-0162)의 지원으로 수행되었습니다.