

화산 분출 고도가 풍하지역 황산염 농도에 미치는 영향: 니시노시마 화산 분출 사례연구

박재형¹, 전원배², 문정혁¹, 김동진¹, 허민¹

¹부산대학교 지구환경시스템학부

²부산대학교 대기환경과학과

니시노시마 섬은 도쿄에서 남쪽으로 약 1,000km 떨어진 곳에 위치한 화산섬으로, 1973년 해저화산이 분출로 처음 생성된 이후 약 40년간 휴화산으로 분류되었다 2013년부터 활동을 재개한 활화산이다. 현재까지 꾸준히 분화중인 니시노시마 화산은 2020년 6월 11일부터 8월 20일까지 약 71일간 분출하면서 일본 규슈 남쪽 부근까지 화산재가 수송되고 일본과 한반도 사이로 연무가 확산되는 등 다양한 영향이 관측되었다. 당시 남한에는 직접적인 영향이 없는 것으로 알려졌으나, 제주지역의 PM_{2.5} 성분 관측 자료를 분석한 결과, 황산염 농도가 급증하는 현상이 확인되었으며, 이는 니시노시마 화산 분출이 한반도 남쪽 지역까지 영향을 미쳤음을 보여준다. 따라서, 본 연구에서는 니시노시마 화산 분출로 인해 제주지역에서 발생한 고농도 황산염 사례 기간 동안, 대기질 수치모의를 활용해 화산 분출 높이가 제주지역의 황산염 농도에 미치는 영향을 분석하였다. 황산염 수치모의를 위해 3차원 광화학 모델인 Community Multi-scale Air Quality (CMAQ, v5.3.2)를 사용하였으며, 화산가스 배출량(SO₂)은 NASA에서 제공하는 MSVOLSO2L4 자료를 활용하였다. MSVOLSO2L4 자료에서 제공되는 일별 SO₂ (kt/day) 배출량을 시간별로 균등하게 분배한 후, 수치모의에 활용한 16개 층에 각각 적용해 분출 고도에 따른 화산 배출량이 제주지역에 미치는 영향을 확인하였다. 그 결과, 제주지역에 영향을 미친 사례의 경우 PBL 고도 내에서 배출된 SO₂가 제주지역에 주로 영향을 미쳤으며, PBL보다 높은 고도에서 배출된 화산가스는 태평양 방향으로 수송되어 도달하지 않은 것으로 확인되었다. 또한, 수평장 분석을 통해 배출된 SO₂는 대부분 해상에서 소모되어 황산염을 생성한 후, 제주지역으로 수송되었음을 확인하였다. 이러한 결과는 향후 화산 분출 사건이 발생할 경우, 대기 중 화산가스의 분출 고도와 수송 경로를 면밀히 모니터링하는 것이 중요함을 보여주며, 화산 분출 모의 시 배출량 고도 분배의 세밀한 조정이 수치 모의 정확도를 크게 향상시킬 수 있음을 시사한다.

Key words: CMAQ, 니시노시마 화산, SO₂, 황산염, 장거리 수송

※ 이 연구는 2024년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2023R1A2C1002608)