

계절적 고농도 미세먼지와 기상 패턴의 상관성 분석

이다솜*, 김현철***, 김관철*, 박건철*, 김성민*, 양재훈*, 박정민*, 김대환*
*차세대융합기술연구원

**Air Resources Laboratory, NOAA

***Cooperative Institute for Satellite Earth-System Studies, UMD
e-mail:leedasom@snu.ac.kr

Relationship between seasonal high Particulate Matter(PM) and weather pattern

Dasom Lee*, Hyun Cheol Kim***, Kwanchul Kim*, Keon-Chul Park*, Seong-min Kim*,
Jae-Hoon Yang*, Jeong-Min Park*, Dae-Hwan Kim*

*Advanced Institute of Convergence Technology

**Air Resources Laboratory, NOAA

***Cooperative Institute for Satellite Earth-System Studies, UMD

요약

최근 들어 지역 규모 대기질에 대한 관심이 집중되고 있어 대기질 예측에 대한 중요성이 높아지고 있다. 기상 패턴을 이용한 대기질 변동 예측은 고농도 미세먼지 조기 경보 시스템을 통해 단기 완화 노력에 이르는 장점을 갖고 있다. 본 연구의 목적은 계절적으로 기상 및 기후조건이 한반도 대기질에 미치는 영향을 확인하고, 고농도 미세먼지 발생빈도와 기상 패턴 상관성에 관하여 연구한다.

본 연구는 1988년부터 2018년까지 미세먼지 관측자료와 재분석자료를 이용해 수행되었으며, PM₁₀ 농도는 서울시 25개 지점에서 관측된 시간당 질량 자료를 이용해 일평균하여 사용하였으며, Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory(HYSPLIT)을 통해 분석한 황사 발생일을 제외하였다. 기상 및 기후 자료는 일본 기상청에서 제공하는 JRA-55 재분석 자료와 Spatial Synoptic Classification(SSC) 자료를 이용하여 분석하였다.

겨울철 고농도 미세먼지는 Dry Moderate(DM) 기상 패턴에서 주로 발생하였고, 합성장 분석에서는 북서풍계열의 바람 약화가 주요 기상 특성으로 나타났다. 봄철 고농도 미세먼지는 DM과 Dry Tropical(DT) 기상 패턴에서 주로 발생하였고, 합성장 분석에서는 정적 안정도 강화가 주요 기상 특성으로 나타났다. 계절적 기상 패턴이 고농도 미세먼지 발생에 중요한 역할을 하고 있으며, 이러한 기상 패턴을 통해 지역 규모 대기질 예측이 가능할 것이다.

먼지 농도와 기상 패턴의 상관성을 파악하여 대기질 예측 및 개선을 위한 관리 방안으로 활용될 수 있도록 하는 데 있다.

1. 서론

대기 중 미세먼지는 대기질 악화의 주요 원인이며 다양한 인위적 배출원과 자연적 배출원에 의해 배출되고 있다. 특히, 미세먼지는 환경과 인체 위해성을 띄고 있어 동아시아 국가들의 관심이 집중되고 있다. 지속된 고농도 미세먼지의 발생과 대중의 관심으로 각 국가에서는 대기질 개선 정책을 통해 대기오염 배출을 규제하고 있지만, 동아시아 지역에서는 여전히 고농도 미세먼지가 빈번히 발생하고 있다. 이에 따라, 미세먼지에 영향을 미치는 기상·기후 조건에 대해 주목하고 있으며, 최근 연구들에 따르면 안정도와 풍속이 중요한 역할을 하는 것으로 알려져 있다.

본 연구의 목적은 기상 및 기후조건이 계절적 고농도 미세먼지 발생에 미치는 영향을 확인하기 위해 장기 관측된 미세

2. 자료 및 연구 방법

본 연구는 1988년부터 2018년까지 한반도 지역에서 수행되었다. 사용된 관측자료는 서울시에서 관측된 PM₁₀(입자 지름이 10 μ m 이하인 대기 부유 입자)의 시간당 평균 자료를 24시간 평균하여 사용하였고, HYSPLIT(Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory) 역궤적모델을 통해 황사 발원지에서 기원한 미세먼지 발생일을 파악해 황사 발생일로 masking 하였다. 기상·기후 자료는 일본 기상청(Japan Meteorological Agency, JMA)에서 제공하는 JRA-55(Japanese 55-year Reanalysis)의 6시간 자료를 24시간 평균하여 기상 및 기후조건으로 사용하였

고, SSC(Spatial Synoptic Classification) 일별 자료를 이용하여 기상 패턴을 파악하였다.

ozone concentration in South Korea. Atmos. Environ. 244, 117985.

3. 연구결과

계절적으로 고농도 미세먼지 발생에 따른 기상 패턴 특성을 파악하였다. 한반도는 계절적으로 봄철과 겨울철 미세먼지 농도가 높게 나타났고, 주로 고온건조 기상 패턴이 나타났다.

겨울철 고농도 미세먼지 발생 기상 패턴은 건조 중관기상 패턴인 Dy Moderate(DM)가 주로 발생하였다. 반면, 고농도가 아닌 미세먼지 발생과 높은 연관성이 있는 기상 패턴은 Dry Polar(DP)로 강한 지표 풍속을 갖는 것으로 나타났다. 봄철 고농도 미세먼지 발생 기상 패턴은 DM과 Dry Tropical(DT)이 주로 발생하였고, 안정도가 강화된 것을 알 수 있다.

합성장 리드타임 분석을 통해 겨울철 고농도 미세먼지 발생은 시베리아 고기압 시스템 확장 및 북중국 지역의 저기압 시스템 이동에 따른 것으로 나타났고, 이러한 대기 시스템은 대기 안정도를 강화하는 것으로 확인되었다.

봄철엔 겨울철에 비해 순환장이 좀 더 강화되었고, 고기압 시스템이 확장하며 북동방향으로 느리게 빠져나가는 것을 확인하였다. 이러한 기상 패턴은 선행 연구에서 제시한 blocking과 유사한 형태이며(Shin et al., 2021), DT 패턴일 때 기후변화에 따른 대기질 악화 강화(Kim et al., 2021)와 높은 연관성을 갖는 것을 알 수 있다.

추후 기상 패턴 리드타임과 기상 및 기후 인자를 기반으로 기상 시스템을 대기질 예보에 활용 할 수 있을 것이다.

* 본 연구는 과학기술정보통신부와 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 스마트시티 혁신성장동력프로젝트 (과제번호 22NSPS-C151375-05)와 차세대융합기술연구원(AICT-2022-002) 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- [1] Shin, U., Park, S.H., Park, J.S., Koo, J.H., Yoo, C., Kim, S., Lee, J. bum, 2021. Predictability of PM2.5 in Seoul based on atmospheric blocking forecasts using the NCEP global forecast system. Atmos. Environ. 246, 118141.
- [2] Kim, H.C., Lee, D., Ngan, F., Kim, B.U., Kim, S., Bae, C., Yoon, J.H., 2021. Synoptic weather and surface