# 서울시 대기질 변화에 따른 관리 방안 제안

이다솜<sup>1,2</sup>, 김현철<sup>3,4</sup>, 윤진호<sup>1</sup>, 송민영<sup>2</sup>

<sup>1</sup>광주과학기술원 지구환경공학부

<sup>2</sup>서울기술연구원 기후환경연구실

<sup>3</sup>Air Resources Laboratory, NOAA

<sup>4</sup>Cooperative Institute for Satellite Earth-System Studies, UMD

e-mail:leedasom@sit.re.kr

# Management plan of air pollutants by air quality change in Seoul

Dasom Lee<sup>1,2</sup>, Hyun Cheol Kim<sup>3,4</sup>, Jin-Ho Yoon<sup>1</sup>, Min Young Song<sup>2</sup>
<sup>1</sup>School of Earth Sciences and Environmental Engineering, GIST
<sup>2</sup>Division of Climate and Environmental Research, SIT

<sup>3</sup>Air Resources Laboratory, NOAA

<sup>4</sup>Cooperative Institute for Satellite Earth-System Studies, UMD

8. 0

최근 들어, 대중의 많은 관심을 받고 있는 대기질은 국외 배출량, 국내 배출량, 기상 및 기후와 같은 다양한 요인들이 영향이 미치고 있다. 이에 따라, 정부는 대기질 개선을 위한 강력한 규제 정책을 시행하였지만, 여전히 고농도 미세먼지가 빈번히 발생하고 있다. 본 연구의 목적은 기상 및 기후조건이 서울지역 대기질에 미치는 영향을 확인하고 대기질 개선을 위한 관리 방안을 제안한다.

본 연구는 1988년부터 2018년까지 관측자료를 이용해 서울지역에서 수행되었으며,  $PM_{10}$  농도는 서울시 25개 지점에서 관측된 시간당 질량 자료를 이용해 일평균하여 사용하였고, 기상 및 기후 자료는 일본 기상청에서 제공하는 JRA-55 재분석 자료와 Spatial Synoptic Classification(SSC) 자료를 이용하여 분석하였다.

종관기상 패턴에 따른 서울지역 미세먼지 변화는 겨울과 봄철 두드러지게 나타났으며, 겨울철엔 북풍계열의 바람 약화가 봄철엔 한반도 주변 안정도 증가가 고농도 미세먼지 발생의 주된 원인임을 알 수 있었다. 특히, 건조 종관기상 패턴인 Dry Moderate(DM), Dry Polar(DP), Dry Tropical(DT)에서 고농도 미세먼지와 밀접한 연관성을 확인할 수 있었다. HYSPLIT를 이용한 역궤적분석을 통해 겨울철과 봄철 국외 배출원 영향이 50% 이상으로 나타나는 것을 확인하였다. 따라서, 종관기상패턴이 서울지역 고농도 미세먼지 발생에 중요한 역할을 한다고 할 수 있다. 종관기상 시스템을 통해 고농도 미세먼지 예측이 가능할것이며 이와 함께 국내 대기오염물질 관리 방안을 마련할 수 있다.

### 1. 서론

대기 중 미세먼지는 인체에 위해를 가하거나 환경에 악영 향을 미치는 것으로 알려져 있으며, 복사강제력에 직접 혹은 간접적 영향을 끼친다(IPCC, 2013). 한반도는 동북아시아 대륙 풍하측에 위치하고 있어 편서풍 영향에 의한 중국발 미세먼지로 인해 고농도 미세먼지가 자주 발생하고 있고, 최근 WHO에서 미세먼지를 발암물질로 지정하여 대중의 관심을 더욱 높였다.

지속된 고농도 미세먼지의 발생과 대중의 관심으로 정부는 대기질 개선 정책을 통해 대기오염 배출을 규제하고 있다. 하 지만, 정책에서는 대기오염물질 배출량을 저감하고는 있지만, 여전히 고농도 미세먼지는 빈번히 발생하고 있다. 이에 따라, 장거리 수송 또는 국내 배출 및 발생에 의한 미세먼지에 영향 을 미치는 기상·기후 조건에 대해 주목하고 있다.

본 연구의 목적은 기상 및 기후조건이 서울지역 대기질에 미치는 영향을 확인하기 위해 관측된 미세먼지 농도와 상관 성을 파악하여 대기질 예측 및 개선을 위한 관리 방안을 제안하는 데 있다.

### 2. 자료 및 연구 방법

본 연구는 1988년부터 2018년까지 한반도 서울지역에서 수행되었다. 사용된 관측자료는 PM10(입자 지름이 10 $\mu$ m 이하인 대기 부유 입자)의 시간당 평균 자료를 24시간 평균하여 사용하였고, 일본 기상청(Japan

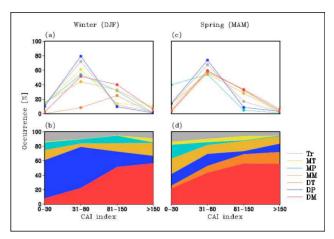
Meteorological Agency. IMA)에서 제공하는 JRA-55(Japanese 55-year Reanalysis)의 6시간 자료 를 24시간 평균하여 기상 및 기후조건을 계산하였고. SSC(Spatial Synoptic Classification) 일별 자료를 이 종관기상 패턴을 파악하였다. 용하여 또하. HYSPLIT(Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory) 역궤적모델의 classification을 통해 미세먼지 발원지를 파악하였다.

# 3. 연구결과

계절적으로 종관기상 패턴에 따른 서울지역 미세먼지 발생을 파악하였다. 건조 종관기상 패턴인 Dy Moderate(DM), Dry Tropical(DT)에서 고농도 미세먼지 발생과 Dry Polar(DP)에서 고농도가 아닌 미세먼지 발생과 높은 연관성이 있는 것을 확인하였다(그림 1). 합성장 분석에서 겨울철 DM일 때 북서풍의 약화로 고농도 미세먼지가 발생하는 것을 DP일 때 시베리아기단의 확장으로 겨울철 주풍인 북풍 계열의 바람이 주를 이뤄 고농도가 아닌 미세먼지 발생에 영향을 미치는 것을 확인하였다. 봄철 DM에서는 북서풍약화와 더불어 강한 대기 안정도가 발생하고, DT일때는 그 강도가 더 강해져 서울지역에 고농도 미세먼지가 나타나는 것을 알 수 있었다.

겨울철과 봄철 역궤적분석에서는 대기오염물질 발원지의 65%, 57% 이상이 중국이고, 서울시 계절 평균미세먼지 농도가 각 계절별 61.27 $\mu$ g/m³와 65.16 $\mu$ g/m³로고농도로 확인되었다. 또한 역궤적분석 분류의 SSC패턴에 따른 기상 합성장이 고농도 미세먼지 발생 때와 거의 유사하게 나타나는 것으로 보아 고농도 미세먼지 발생은 종관기상의 영향을 더 받는다는 것을 알수 있다. 따라서, 종관기상 패턴이 서울시 미세먼지 증가에 중요한 역할을 할 수 있다.

추후 종관기상 시스템은 기상 및 기후 인자를 기반으로 한 대기질 예보에 도움이 될 수 있으며 배출 저 감을 위한 정책 제안에 있어 대기오염물질 배출 저감방안과 더불어 중요한 역할을 할 수가 있을 것이다.



[그림 1] (a) Histogram of the  $PM_{10}$  frequency distribution for each SSC type in Seoul, 1988-2018. Y-axis is normalized across all data. (b) Fractional coverage of each SSC type in air quality level bins

#### 참고문헌

[1] IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovermental Panel on Climate Change [Boucher, O., D. Randall, P. Artaxo, C. Bretherton, G. Feingold, P. Forster, V.-M. Kerminen, Y. Kondo, H. Liao, U. Lohmann, P. Rasch, S.K. Satheesh, S. Sherwood, B. S., X. Y. Z.]

\*이 논문은 2021년도 서울특별시의 재원으로 수행된 연구임(No. 2021-IN-01)