

# 고농도 미세먼지 발생시 PM<sub>2.5</sub>의 지역별 특성 분석

김종범\*, 박세찬\*, 이가혜\*, 이상신\*, 최영남\*,  
박승명\*\*, 이광열\*\*, 신혜정\*\*, 안준영\*\*, 김창혁\*\*, 김필호\*\*, 박종성\*\*  
\*충남연구원 서해안기후환경연구소, \*\*국립환경과학원 대기환경연구과  
e-mail:kjb0810@cni.re.kr

## Analysis of Regional Characteristics in PM<sub>2.5</sub> during High Concentration Episode of Fine Dust

Jong Bum Kim\*, Sechan Park\*, Gahye Lee\*, Sang Sin Lee\*, Young Nam Choi\*,  
Seung-Myung Park\*\*, Kwangyul Lee\*\*, Hye-Jung Shin\*\*, Junyeong Ahn\*\*,  
Chang Hyeok Kim\*\*, Pilho Kim\*\*, Jong-Sung Park\*\*  
\*Seohaean Research Institute, ChungNam Institute

\*\*Climate & Air Quality Research Department, National Institute of Environmental Research

### 요약

기후변화 등의 이유로 국지적인 고농도 미세먼지 발생사례가 증가하고 있으며, 이에 따른 국민적 관심과 우려 또한 증가하고 있다. 정부에서는 지역별 초미세먼지의 원인규명과 개선대책 마련을 위해 대기측정소를 증설·운영되고 있으며, 그 중 집중측정소로 불리던 대기환경측정소는 지역 거점 측정소로 운영되고 있다. 본 연구에서는 각기 다른 배경지역에 위치한 수도권(도심지역), 경기권(산업단지), 충청권(교외지역)에서 고농도 미세먼지 발생시 PM<sub>2.5</sub>의 농도변화특성을 분석하였고, 본 자료는 추후 대기환경 개선대책 마련을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

### 1. 서론

### 2. 연구방법

기후변화 등으로 전 지구적인 기후 변동성이 커지고 있으며, 대한민국 역시 최근 10년간 강수량이 감소하고, 국지적인 바람이 약해지는 등 기후변화에 따른 영향을 받고 있다. 이로 인해 대기오염물질이 유입·발생되면 자체적인 정화능력이 떨어지면서 국지적인 고농도 미세먼지 발생사례 또한 증가하고 있다. 정부에서는 나날이 증가하는 대기오염문제를 진단, 파악하기 위해 전국에 대기환경측정소를 확대·운영하고 있으며, 그 중 과거에 집중측정소로 불리던 대기환경연구소가 거점 측정소로 운영되고 있다. 도시대기나 도로변 측정소가 대부분이 기준대기오염물질 6종(PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>)을 대상으로 공정시험법에 따른 자료를 생산하고 있다면, 대기환경연구소는 공정시험방법 외에 최신 첨단기법의 실시간 분석장비를 다수 보유하고 있어, 다양한 물리·화학적 정보를 생산할 수 있다. 풍부한 정보는 그 지역에서 발생한 고농도 미세먼지에 대한 기원추적과 원인분석의 기초자료로 활용될 수 있으며, 이미 다수의 연구 결과가 보고되고 있다. 이에 본 연구에서는 서로 상이한 배경지역에 위치한 측정소의 자료를 기반으로 고농도 미세먼지 발생시 변화특성을 분석하였고, 이 자료는 추후 대기환경 개선대책 마련을 위한 근거자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

#### 2.1 대상지역 선정

고농도 미세먼지 발생에 따른 지역적 특성 분석을 위해 수도권, 경기권, 충청권에 위치한 대기환경측정소를 대상 사이트로 선정하였다. 수도권 측정소는 도로변에 위치해 있어 도심지역의 특성을 반영하고 있으며, 경기권 측정소는 산업단지 내부에, 충청권 측정소는 농업 밀집지역에 위치해 교외지역의 특성을 잘 반영하고 있다.

#### 2.2 측정항목

측정항목은 2차 생성에 대한 특성을 잘 반영 할 수 있는 PM<sub>2.5</sub> 이하의 입자상 오염물질을 대상으로 선정하였다. 입경 분포 및 개수농도 측정을 위해 SMPS와 APS 조합을 활용하였고, 중량농도 측정은 현 공정시험법인 B-ray방식과 중량법을 동시 측정하였다. 중량법으로 측정된 시료는 각각 전처리를 통해 이온(양이온, 음이온), 금속, 탄소성분(유기탄소, 무리탄소)을 분석하였다.

#### 2.3 대상기간 선정

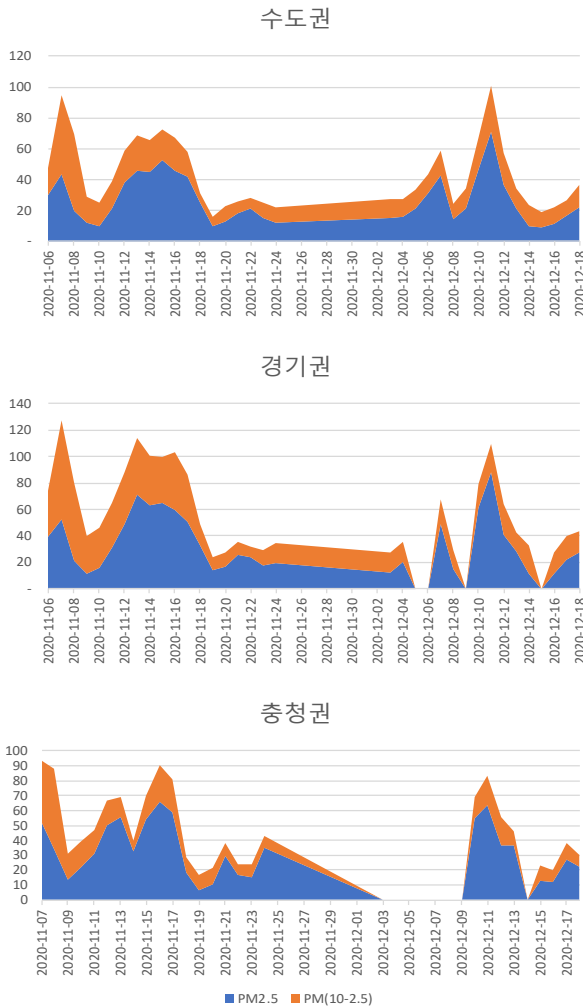
고농도 미세먼지 발생시 PM<sub>2.5</sub>의 변화특성 검토를 위해 3개 지점에서 동시에 고농도(35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  이상) 사례가 발생한 지

점을 선별하였다. 해당 사례가 많을수록 데이터에 대한 분석 신뢰도를 높일 수 있다. 하지만 수도권 측정소 대비 경기권과 충청권 측정소의 개소가 2019년 이후 개소하여 정상적인 자료를 생성하기 시작한 시점이 2020년부터라 대상 구간을 2020년으로 한정하였고, 자료 분석결과 11월 6일~23일과 12월 3일~19일의 2개 구간이 대상으로 선정되었다.

### 3. 연구결과

#### 3.1 고농도 미세먼지 발생시 지역별 PM<sub>2.5</sub> 농도

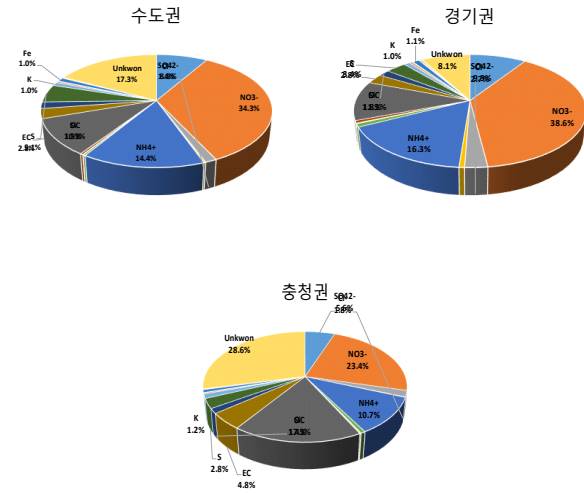
그림 1은 대상 구간으로 선정된 3개 지점의 시간에 따른 농도변화를 나타낸 것이다. PM<sub>2.5</sub> 기준 평균농도는 경기권이 34±21 μg/m<sup>3</sup>으로 가장 높은 농도를 보였고, 그 뒤로 충청권 33±18 μg/m<sup>3</sup>, 수도권이 26±15 μg/m<sup>3</sup>로 나타났다. 수도권과 경기권의 경우 변화 패턴은 유사한 수준이었으나 농도는 경기권이 소폭 높게 나타났다. 고농도 구간(peak area)은 총 4회 나타났으며, 최대농도는 경기권에서 127 μg/m<sup>3</sup>로 확인되었다.



[그림 1] 고농도 미세먼지 발생시 지역별 PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub> 농도수준

#### 3.2 고농도 미세먼지 발생시 지역별 PM<sub>2.5</sub> 특성

PM<sub>2.5</sub>의 조성은 탄소성분(유기탄소, 원소탄소), 이온성분(황산염, 질산염, 암모늄 등), 광물성분 등으로 구성되어 있는데 조성비율에 따라 생성에 대한 기원을 추적할 수 있다. 3개 지역 모두 고농도 미세먼지 발생시 PM<sub>2.5</sub>에 대한 조성은 이온성분이 22.3~69.7%로 가장 높은 비율을 차지하였고, 유기탄소 6.7~33.6%, 무기탄소 0.9~8.5%, 광물성분 4.6~16.7% 수준으로 확인되었다. 경기권의 경우 산업단지에서 배출된 오염물질의 직접적인 영향으로 광물성분의 비율이 타 지역 대비 높게 나타나는 특성을 보였으며, 충청권의 경우 농업지역 인근에 위치해 노천소각 등에서 기인한 유기탄소의 비중이 큰 것으로 확인되었다.



[그림 2] 고농도 미세먼지 발생시 지역별 PM<sub>2.5</sub>의 화학적 구성비

### 4. 결론

서로 이격거리가 있고, 다른 환경조건을 가지는 3개 지점을 대상으로 농도변화와 화학적 특성 분석결과 서로 상이한 구성비를 보인다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 이에 대한 세부적인 데이터 해석시 대기질 개선을 위한 효과적인 자료로 활용 될 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 추후 장기적이고 체계적인 분석이 필요하며, 이에 대한 지자체 차원의 맞춤형 개선정책 마련이 필요할 것이다.

#### 사사

본 논문은 환경부의 재원으로 국립환경과학원의 지원을 받아 수행하였습니다(NIER-2022-04-02-087).