

3D4) 한반도 중부지역 배경 PM₁₀ 오염원의 기여도 추정

Estimation of PM₁₀ Source Contribution at Background Sites of Central Region of Korean Peninsula

남중식 · 김유정 · 김수향 · 김혜민 · 김재혁 · 한진석¹⁾ · 강창희²⁾ · 김조천 · 선우영
 건국대학교, ¹⁾국립환경과학원, ²⁾제주대학교

1. 서 론

먼지는 대기 중에서 물리·화학적 반응으로 생성되어 가시거리 감소 및 광산란 등 대기 환경에 적·간접적으로 영향을 미치며, 특히 10 μ m 이하의 미세먼지는 인간 호흡기관을 통해 체내에 10~60% 정도가 기도를 통과해 폐포에 침착되기 때문에 인체에 악영향을 줄 수 있다(Monn et al., 1997). 또한, 미세먼지의 체류시간이 긴 특성으로 인해 중위도 편서풍대에 위치하고 있는 우리나라의 경우 국내에서 발생하는 미세먼지 뿐만 아니라 중국, 일본 등 주변 국가에서 발생하는 오염물질의 이동으로 인한 영향까지 받고 있다. 특히 중국에서 발생하는 황사는 간과할 수 없을 정도까지 심각한 영향을 미치고 있는 실정이며, 전 국민적 관심으로 확산되고 있다. 이에 대해 정부도 미세먼지에 대한 저감대책을 수립하여 실시하고 있으나, 주변국가에서 발생하는 미세먼지 장거리 이동에 의한 영향에 대해서는 지속적으로 문제가 되고 있다.

본 연구에서는 이러한 주변국가, 특히 장거리 이동에 의한 영향을 조사해 보고자 한반도 중부지역의 배경지역인 강화, 태안, 고성 3곳을 대상으로 역궤적 분석(HYSPLIT)과 source profile에 대한 정보가 거의 확보되어 있지 않은 우리나라의 실정에 적합한 PMF(positive matrix factorization) 모델을 이용하여 중국에 의한 오염원에 대하여 정성적 분류 및 정량적 기여도를 파악하고자 한다.

2. 연구 방법

“배경농도지역 장거리이동오염물질 집중조사” 연구사업에서 우리나라 배경농도지역인 선정된 강화, 태안, 거제, 고성, 고산 5곳의 측정지점 중 본 연구에서는 한반도 중부지역에 해당되는 한 강화, 태안, 고성 3곳을 대상으로 2000~2004년까지 16회(년 3~4회, 1회 5~20일) Episodic하게 측정된 미세먼지(이하 PM₁₀)에 대해서 이온성분, 금속 및 황 성분(총 28개 성분 - 양이온 5개, 음이온 3개, 금속 19개, 황)의 농도경향을 분석하였다. 또한, 측정된 날에 대해 HYSPLIT(Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) 모형(ver. 4.7)을 이용하여 역궤적 분석을 수행 후 한반도로 유입되는 공기궤적을 4가지 경로로 분류하였다. 이 중 중국으로부터 유입되는 공기궤적에 해당하는 데이터만을 선정하여 PMF(positive matrix factorization) 모델을 이용하여 오염원을 추정하였다.



Fig. 1. Station of sampling sites.

3. 결과 및 고찰

강화, 태안, 고성 3곳에서 2000~2004년까지 Episodic하게 측정된 PM₁₀의 이온성분, 금속 및 황 성분에 대하여 측정 분석하였으며, 표 1에서는 이온성분만을 나타내었다. 강화, 태안, 고성 세 지역은 39.3~45.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 큰 농도차를 보이지 않았으며, 표준편차 역시 세 지역 모두 유사한 수준으로 나타났다. 또한, 수용성 이온성분에 대해서는 세 지역 모두 SO₄²⁻가 가장 큰 수준을 나타냈으며, 강화와 태안은 NO₃⁻가 그 다음으로 높은 수준을 보였다. 고성은 NH₄⁺가 두 번째로 높은 농도 수준을 나타냈다. 강화와 태안은 모두 해안가에 위치해 있으나, 태안은 강화보다 Na⁺, Cl⁻가 각각 4.6, 3.2배 높고 더 넓은 농도 분포를 보이는 것으로 보아 태안이 해염입자의 영향을 더 크게 받는 것으로 사료된다.

Table 3. The concentration characteristics of PM₁₀ at sampling sites. ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Site	Mass	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Cl ⁻	
Ganghwa	Mean	41.2	6.06	5.38	3.36	0.64	0.13	0.60	0.47	0.73
	S.D	24.7	7.12	6.18	2.76	1.26	0.26	0.93	0.50	0.98
Taean	Mean	45.0	6.10	5.24	4.33	1.29	0.36	0.93	2.18	2.33
	S.D	27.9	4.60	4.52	4.57	2.97	0.47	1.19	2.57	3.10
Goseong	Mean	39.3	6.78	2.18	2.70	0.91	0.12	0.52	0.73	0.23
	S.D	26.4	5.87	3.11	2.58	1.90	0.22	0.55	1.22	0.20

사 사

이 연구는 국립환경과학원 “배경농도지역 장거리이동오염물질 집중 조사V” 과제의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- 국립환경과학원 (2005) 배경농도지역 장거리이동오염물질 집중 조사V.
- 한진석, 문광주, 김록호, 신선아, 홍유덕, 정일록 (2006) PMF를 이용한 수도권지역 VOCs의 배출원 추정, 한국대기환경학회지, 22(1), 85-97.
- Monn, C. H., V. Carabias, M. Junker, R. Waeber, M.Karrer and H. U Wanner (1997) Small-scale spatial variability of particulate matter < 10 μm (PM₁₀) and nitrogen dioxide, Atmos. Environ., 31(15), 2243-2247.
- Suilou H., Richard, A., Kenneth A. R. (2001) Sources and source variations for aerosol at Mace Head, Ireland, Atmospheric Environment 35, 1421-1437.