

3A1) 강화지역 PM_{2.5} 고농도 사례 특성 분석

The Analysis for High Concentration Cases in PM_{2.5} at Ganghwa

김유정 · 이재성 · 정성운 · 국미선 · 마영일 · 한진석¹⁾ · 김조천 · 선우영
 건국대학교 환경공학과, ¹⁾국립환경연구원 대기화학과

1. 서 론

강화를 비롯한 태안, 거제, 고성, 고산은 한국의 배경농도지역으로 알려져 있으며 2000년부터 2003년 까지 매년 30~35일간 PM_{2.5}의 측정이 수행되었다. 그러나 강화에서의 PM_{2.5} 질량농도를 기타 지역과 비교하였을 때 5곳 전체의 평균질량농도가 22.42±15.61µg/m³인 것에 비해 강화는 33.57±28.83µg/m³으로서 49.7% 더 높게 나타났다. 나머지 4곳의 평균농도는 유사하게 나타났다. 강화의 지리적 특징은 서쪽으로 서울 및 인천 등 대도시가 있어 지역적 영향을 받을 가능성이 있다. 이에 강화가 배경농도지역으로서의 의미를 유지하기 위해 높은 농도가 중국 동북부의 대규모 산업단지의 영향에 의한 것인지 국내의 대도시에 의한 영향인지를 분석할 필요가 있다. 본 연구에선 강화에서 측정된 PM_{2.5}의 고농도 사례에 대해 분석하였다.

2. 연구 방법

본 연구를 위해 강화(강화군 화도면 장화2리)에서 2000년 3월 10일~15일, 6월 8일~17일, 11월 10일~19일, 2001년 4월 10일~19일, 8월 5일~14일, 11월 5일~14일, 2002년 3월 5일~14일, 4월 16일~30일, 12월 10일~19일, 2003년 4월 1일~15일, 5월 27일~6월 5일과 11월 10일~19일 총 126일 측정을 수행하였다. 필터교체는 1일 1회 오전 9시에 하였다. 측정기간 중 사용된 PM_{2.5} 포집장치는 테플론 필터팩과 절단입경이 2.5µm인 사이클론(URG, 16.7 µm)을 진공펌프(Dayton, Max, 100 µm)에 연결하여 사용하였다. 질량분석 및 이온분석을 위한 입자 채취에는 테플론필터(Zefluor, pore size 2.0 µm, 47mmø, Gelman社)를 탄소분석은 석영섬유필터(QMA, 47mmø, Whatman社)를 사용하였다. 이 측정장치는 스테인레스 강판으로 된 상자안에 장착하여 눈이나, 비, 강풍과 같은 기후변화로부터의 영향을 최소화하도록 하였다. 질량농도는 측정전후의 무게차를 이용한 중량분석법을 사용하였으며 이온분석은 Ion Chromatography (Metrohm, Modula IC)법, 탄소분석은 원소분석기를 이용하여 분석하였다.

Table 1. Mass Concentration of PM_{2.5} at background sites (2000~2003). (µg/m³)

PM _{2.5}	Ganghwa	Taeon	Gouje	Gosung	Gosan	Total
median	28.83	17.89	18.76	12.56	16.76	19.42
mean	33.57	21.38	19.89	16.54	19.60	22.42
s.d	19.98	15.59	9.13	11.53	12.02	15.61
min	5.42	0.41	3.06	1.22	2.90	0.41
max	138.41	97.46	47.75	52.70	69.79	138.41

공기의 궤적을 추적하기 위해 NOAA에서 제공되는 역궤적(back trajectory) 모형인 HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) 모형(ver. 4.7)을 사용하였다. 그리니치시간(GMT)으로 각 일의 0시부터 23시까지(한국시간 오전 9시부터 익일 오전 9시)를 1일로 하여 6시간마다(1일 4회) 72시간 동안의 역궤적 모형을 수행하였다. 역궤적은 발생원의 경로에 따라 4가지로 구분하여 분석

하였다. 이온성분, 탄소성분 및 가스상성분에 대해 상관분석, 인자분석 등을 사용해 각 물질간의 상관성 및 오염원을 추정하였다.

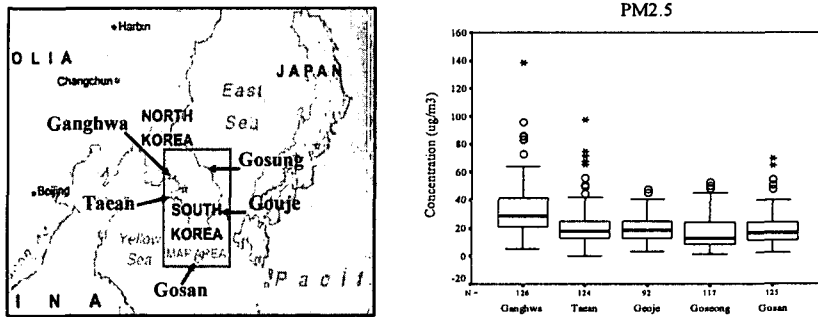


Fig. 1. Sampling sites & mass concentration of PM_{2.5} (2000~2003).

3. 결과 및 고찰

고농도 사례를 중위수(28.83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 이상의 경우(n=62, 사례 1), 사분위수(41.07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 이상의 경우(n=31, 사례 2), 이상치(59.34 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이상)의 경우(n=16, 사례 3)로 나누어 분석하였다.

각 이온성분과 탄소성분들 중 K^+ , Ca^{2+} , SO_4^{2-} 와 NO_3^- 는 사례 1에서 사례 3으로 갈수록 질량농도에 대한 기여도(portion)가 증가하는 경향을 보였다. 반면 탄소성분 EC, OC 모두 감소하는 경향을 보였다. 공기의 궤적의 경우 중국에서 기원하여 서해를 거쳐오는 궤적의 증가가 뚜렷한 특징이 나타났다. 이러한 궤적은 측정기간 전체(n=126)에 대하여 30%의 빈도를 보였으나 사례 1의 경우 44.2%, 사례 2의 경우 48.0%, 사례 3의 경우 57.1%로 나타나 고농도 일수록 빈도수가 더 높게 나타났다.

고농도 사례와 황사와의 관계는 사례 1의 경우 7번, 사례 2의 경우 5번, 사례 3의 경우 4번으로 나타났다. 측정기간 중 나타난 황사는 1회를 제외하고 모두 고농도 사례에 포함되었다. 그러나 고농도 사례에 황사의 빈도가 높은 비중을 차지하지 않으며 지각물질들의 질량농도에 대한 기여도가 높지 않아 고농도가 황사에 의한 것이라 말하기 어렵다.

Table 2. Portion of Ionic Components for PM_{2.5}.

	SO_4^{2-}	NO_3^-	NH_4^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	Cl^-	OC	EC	others
Total	14.5%	10.6%	8.0%	1.4%	1.5%	0.3%	0.9%	1.1%	14.7%	7.1%	40.0%
Case 1	16.0%	11.9%	8.2%	1.6%	1.6%	0.3%	0.7%	1.0%	12.5%	6.2%	40.0%
Case 2	17.8%	13.1%	7.9%	2.0%	1.9%	0.4%	0.6%	1.1%	11.1%	5.1%	39.0%
Case 3	18.7%	13.2%	6.9%	2.4%	2.6%	0.4%	0.6%	1.1%	10.0%	3.9%	40.2%

사 사

본 연구는 국립환경연구원의 “배경농도지역 장거리이동오염물질 집중 조사”의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

Jong Hoon Lee, Yong Pyo Kim, Kil-Choo Moon, Hui-Kang Kim, Chong Bum Lee (2001) Fine particle

measurements at two background sites in Korea between 1996 and 1997, Atmospheric Environment, vol.35, 635-643.

김유정 (2004) 강화와 태안에서 관측된 에어로졸의 주요 오염원 추정, 건국대학교 대학원 석사학위 논문
최민규, 여현구, 임종억, 조기철, 김희강 (2000) 강화에서의 PM_{2.5} 특성, 한국대기환경학회지, 제 16권 제 6호, pp. 573-583.