PA66) 2008년 봄철 덕적도에서 고농도 사례시 가스상 대기오염물질의 화학특성

Chemical Characteristics of Gaseous Air Pollutants under Severe Pollution Episode Measured at Deokjeok Island during the Spring of 2008

김동규 · 정진상 · M.B.G. Cayetano · T. Batmunkh · 이광열 · 김영준
장임석[1] · 김정수[1]
광주과학기술원 환경공학과 환경모니터링 신기술 연구센터, [1]국립환경과학원

1. 서 론

국제화사회가 되면서부터 자국의 대기오염물질규제 뿐만 아니라 대기오염물질의 국가 간의 장거리 이동은 초관심의 대상이 되었다. 그 중 중국이나 몽골에서 오는 장거리 이동 물질과 황사는 우리나라에 큰 영향을 미치고 그것에 따른 피해가 심각해 국내에서는 황사와 장거리이동물질에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(정진상 등, 2009; 김영성 등, 2003). 따라서 본 연구에서는 중국과 근접한 풍하지역인 덕적도에서 미세먼지(PM_{10}, $PM_{2.5}$)농도, 가스상 오염물질농도(SO_2, NO_2, O_3, CO)를 측정하여 중국풍하지역인 덕적도에서의 고농도 사례시 대기오염현황과 특성을 파악하려고 한다.

2. 연구 방법

본 연구는 2008년 5월 20일부터 6월 1일까지 13일간 측정하였으며, 측정 장소는 인천광역시 옹진군 덕적면 진리에 위치해 있는 덕적도(북위 37° 13′, 동경 126° 8′)이다. 입자상오염물질의 농도는 $PM_{2.5}$, PM_{10}포집장치(URG 사이클론)로 시료를 필터(47㎜-0.4㎛-pore polycarbonate)에 채취하여 중량법으로 측정하였다. SO_2, NO_2, CO는 각각 Thermo사의 Model 43C, 42C, 48C를 사용하고, O_3은 Teledyne사의 400E-Model을 사용하여 측정하였다. SO_2, NO_2, CO는 5분단위로 O_3은 1분단위로 데이터를 다운받아 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 대기오염물질 농도

표 1은 덕적도에서 측정한 대기오염물질의 평균농도, 표준편차, 최대농도, 최소농도를 나타낸 것이다. 측정한 결과 입자상 오염물질인 PM_{10}의 평균농도는 46.5±48.6㎍/㎥로 황사가 온 5월 30일(Event 3)을 제외하고 대기환경기준을 초과하지 않았다. SO_2의 평균농도는 1.5±1ppb이고 CO는 0.2±0.1ppm, NO_2는 4.5±3.1 ppb로 전체적으로 낮은 농도경향을 보였다. 그러나 오존의 평균농도는 60.8±36.2 ppb로 다른 가스상 오염물질에 비해 농도가 높았고 5월 21일 18시에 최고농도인 171.8ppb로 오존환경기준(100ppb/hr)을 초과했다.

Table 1. Statistical summary of pollutants data at Deokjeok Island during the spring of 2008.

Pollutants	avg.	std.	max.	min.
PM_{10}(㎍/㎥)	46.5	48.6	263.5	5.1
$PM_{2.5}$(㎍/㎥)	23.1	11.8	45.0	4.4
SO_2(ppb)	1.5	1	5.8	0.1
CO(ppm)	0.2	0.1	0.5	0
NO_2(ppb)	4.5	3.1	16.2	0.1
O_3(ppb)	60.8	36.2	171.8	6.4

3.2 고농도 사례시 대기오염물질의 특성

본 연구에서는 측정 기간에 덕적도에서의 대기오염물질의 농도특성을 3가지 주요 Event로 구분했다. 이것의 구분은 미세먼지 농도, 위성자료(MODIS)와 역궤적 모델(Hysplit, NOAA)과 기상인자(풍향, 풍속, 기온, 강수량)를 근거로 했다. 그림 1은 덕적도에서의 측정기간 동안 대기오염물질의 3가지 Event특성을 나타낸 것이다. Event 1은 장거리이동물질유입, Event 2는 장거리 이동물질의 정체, Event 3는 황사가 온 기간이다. 그림 1에서 보듯이 Event 1의 기간은 5월 21일~22일으로 이 시기에는 PM_{10}농도가 평균농도보다 높았고 위성사진에서 Haze가 중국에서 한국상공으로 이동되는 것을 볼 수 있었다. 그리고 역궤적 기류가 중국 북쪽에서 동쪽을 경유해 덕적도로 유입되었다. 그러므로 Event 1은 장거리 이동물질이 유입되었음을 추측할 수 있다. 앞에서 언급했듯이 Event 1에 오존의 농도는 오존환경기준을 초과하였고 오존의 높은 농도의 원인은 오존은 2차 오염물질이므로 오염원의 풍하 측에서 최고농도를 보인 것으로 판단된다(차주완 등, 2000). Event 2는 5월 23일로 이 시기에는 미세먼지 뿐만 아니라 오존을 제외한 모든 가스상 오염물질의 농도가 높게 측정되었다. 이 시기에 풍향은 남서풍이고 풍속은 감소하고 있는 추세였다. 역궤적 모사에서 기류가 해안에서 유입되었다. 그러므로 이 시기에 미세먼지가 평균농도보다 높고 다른 가스상오염물질의 농도가 높은 이유는 유입된 오염물질이 정체하여 발생한 것으로 판단된다. Event 3(5월 29일~30일)의 시기는 기상청에서 발표한 황사시기이고 이 시기에 최고 미세먼지농도는 263.5$\mu g/m^3$로 평균농도(46.5$\mu g/m^3$)보다 약 5배 높게 측정되었다. 이 시기에 역궤적모사를 보면 기류가 주로 내몽골 주변에서 유입된 것을 알 수 있으며, 기상현상에서는 Event 2와 비교해 풍향은 북서풍, 풍속은 증가하는 추세였다. 그리고 1차 오염물질인 SO_2와 CO는 황사가 끝나는 시기에 증가하는 경향을 보였다. 이것을 근거로 추측해보면 중국대륙으로부터의 오염물질이 황사의 기류와 시간차를 두고 동시에 유입되었음을 확인할 수 있다.

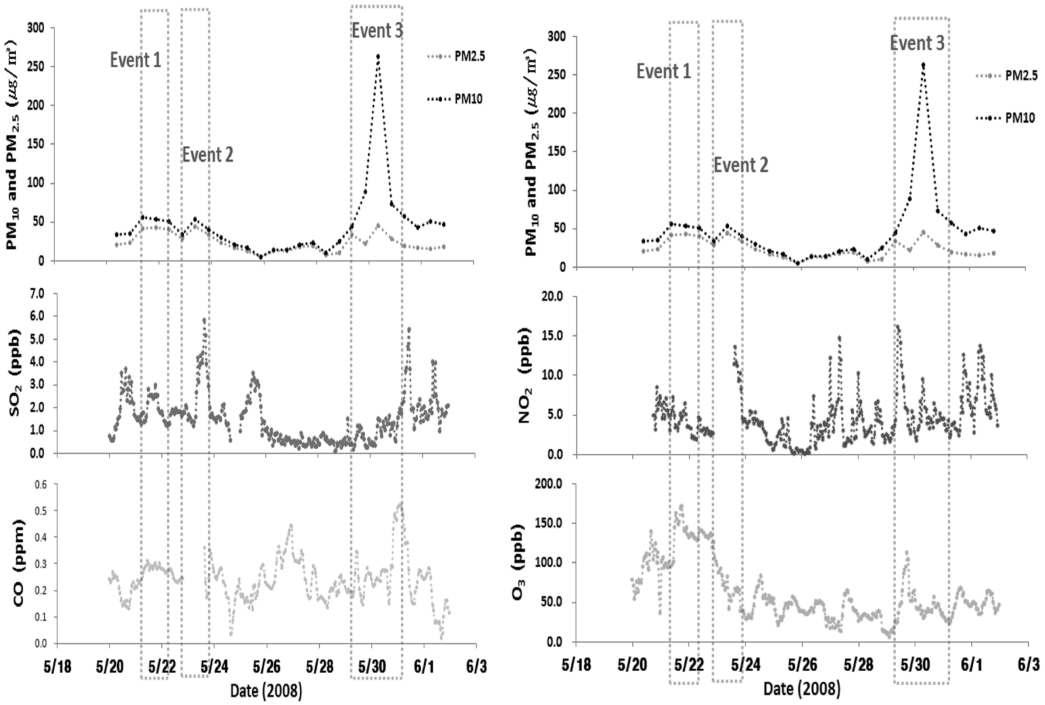

Fig. 1. Concentration of gaseous air pollutants at Deokjeok Island during the spring of 2008.

사 사

본 연구는 동북아지역 장거리 이동 대기오염물질의 정량적 특성 규명을 위한 과제를 위해서 국립환경과학원의 지원을 받아 수행되었습니다.

참 고 문 헌

김영성 등 (2003) 1999년 4월부터 2000년 6월까지 황해 덕적도에서 관찰된 대기오염물질의 변화 특성, 한국대기환경학회지, 19(4), 347-361.

정진상 등 (2009) 동북아지역 장거리 이동 대기오염물질의 정량적 특성 규명(1), 국립환경과학원.

차주완 등 (2000) 우리 나라 청정지역에서의 대기오염물질 농도 특성, 한국대기환경학회 추계학술 논문집, 320-321.