

3D4) 황사발생이 먼지농도와 Ca/Al농도비에 미치는 영향 (특강) Effects on dust concentrations and Ca/Al ratio during sandstorm in Seoul

김민영, 이민환, 여인화, 조석주, 윤중섭, 김광래
서울특별시 보건환경연구원

1. 서 론

황사현상은 세계적 규모의 사막화진행과 무관치 않는 지구환경의 중요한 한 부분이다. UNEP의 현황조사에 의하면 세계의 육지면적의 약1/4, 즉 건조지대의 약 70%에 해당하는 약36억ha가 사막화하여 세계인구의 약1/6이 직접 영향을 받는 것으로 추정하고 있다. 사막화의 피해가 세계의 각대륙에서 나타나고 있지만 특히 아프리카대륙, 다음이 아시아의 황폐화가 현저하다.

최근의 황사발생의 동태를 보면 95%정도는 3~4월의 봄철에 발생하지만 늦가을과 초겨울 그리고 한겨울에도 발생하는 양상을 나타내고 있다.

금년에는 소강상태이나, 최근 3년간 3월과 4월에 수차례에 걸쳐 몰려 온 황사는 초등학교의 단축수업은 물론 휴교령이 내릴 정도로 최악의 영향을 미치고 있으며 지난해의 경우 PM₁₀의 농도가 대기오염 관측상 처음으로 2000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 를 넘었다. 본 연구는 황사가 일반환경 대기먼지농도에 미치는 영향과 각종 주요한 원소의 증감현황 그리고 황사와 비황사 기간 각각의

Al과 Ca농도비를 비교하므로써 황사의 발생이나 황사의 영향유무를 파악하는 방안의 가능성을 검토하였다.

2. 연구 방법

본 연구는 서울시에서 운영중인 26개소의 환경대기질 측정망의 2000~2002년의 3년간 관측자료와 함께 서초구 양재동 소재 서울시 보건환경연구원 옥상에서 조사기간 중 high volume air sampler와 PM₁₀ high volume air sampler를 동시에 가동하여 먼지시료를 채취하였고, 향량으로 한 후 먼지의 무게를 측정하였다. 그리고 여지의 일정량을 비금속 편치로 편취하여 마이크로웨이브로 전처리한 후 ICP-AES, ICP-MS, AAS등의 분석장비로서 분석하여 통계 처리하였다.

3. 결과 및 고찰

황사기간중 총먼지 중에서 PM₁₀ 이 차지하는 비율이 대략 55%전후이지만 2002년도의 관측결과 71%에 달한 적도 관측되었다. 또한 PM_{2.5} 의 부분율은 21~27%정도를 나타내고 있다. 황사가 일반 대기환경에 미치는 영향이 최근에는 매우 크게 나타나고 있는 바, 2002년도 서울지역의 경우 년평균치의 TSP 14%, PM₁₀ 18.7%, PM_{2.5} 11%정도나 되며 영향율이 최근에 더 크게 나타났다. 황사현상시 먼지농도뿐만이 아니고 그에 함유되어 있는 성분 즉 먼지의 질에도 상당한 변화가 있으며 정상 상태의 대기중 농도에 비하여 황사발생시는 Al 9배, Ca 6배, Fe 7배, Mg 7.5배, Sr 6배, V 4.5배 등이나 많이 함유되어 있는 것이다.

반면에 As, Ba, Cd, Cu, Ni 등은 거의 비슷하여 변화가 적고, Pb, Se, Zn 등의 오염물질은 오히려 농도가 낮아지는 것으로 평가되었다.

또한 황사와 비황사기간중 Al과 Ca농도비를 비교한 결과 정상시에는 0.83정도이던 것이 황사시에는 0.58로 매우 낮아지는 것을 확인하였다.

통상 대도시나 공업도시에서는 대기중 Ca농도가 높고, 따라서 Ca/Al 농도비가 큰 것으로 보고되고 있다. 대륙내부의 강수량이 적은 사막지대에서는 탄산석회의 집적대가 생기는데 이 현상을 '사막토양의 석회화 작용'이라 한다.

Table 1. Comparison of suspended particulate matter concentrations between storm sand events and non storm sand events.(unit:μg/m³)

Year	Annual mean			Annual mean except sand storm events			Influencing ratio		
	PM _{2.5}	PM ₁₀	TSP	PM _{2.5}	PM ₁₀	TSP	PM _{2.5}	PM ₁₀	TSP
2000	-	65	99	-	64	98	-	1.6%	1.02%
2001	43*	73	111	42*	66	99	2.4*	10.6	12
2002	40	76	114	36	64	100	11.1	18.7	14

* 성수, 구의 및 궁동 등 3개 측정소 대상

Table 2. Concentrations of various elements contain PM₁₀ and TSP.(μg/m³)

Sampling period	Size	Al	Ca	Cr	Fe	K	Mg	Mn	Na	Sr
Jan.10-11/02 14-15/02	PM ₁₀	1.68±	1.41±	0.007±	1.66±	0.87±	0.51±	0.05±	0.73±	0.008±
		0.97	0.74	0.002	0.63	0.34	0.29	0.02	0.32	0.004
Mar 12-15/02 25-26/02 (10days)	TSP	3.16±	2.84±	0.010±	2.93±	1.30±	0.89±	0.07±	0.98±	0.014±
		1.55	1.27	0.002	1.02	0.50	0.48	0.03	0.48	0.007
Jan. 12/02 Mar 16/02 18-23/02 (8days)	PM ₁₀	15.17±18	8.79±	0.017±	12.05	3.743±	3.82±	0.246±	1.87±	0.051±
		.14	10.82	0.016	±14.6	4.43	4.08	0.257	1.22	0.060
sand storm normal	TSP	26.19±	15.53	0.029±	21.4±	5.65±	5.73±	0.38±	2.69±	0.082±
		35.6	±20.9	0.031	29.28	6.02	0.48	0.44	2.20	0.109
sand storm normal	PM ₁₀	9.1	6.2	2.6	7.3	4.3	7.5	5.2	2.6	6.1
		TSP	8.3	5.5	2.9	7.3	4.4	6.5	5.3	2.7

Sampling period	Size	As	V	Ba	Cd	Cu	Ni	Pb	Se	Zn
Jan.10-11/02 14-15/02	PM ₁₀	0.010±	0.005±	0.07±	0.003	0.10±	0.007±	0.11±	0.01±	0.21±
		0.006	0.002	0.02	0.001	0.04	0.002	0.06	0.01	0.06
Mar 12-15/02 25-26/02 (10days)	TSP	0.011±	0.007±	0.09±	0.003±	0.32±	0.01±	0.11±	0.011±	0.25±
		0.006	0.003	0.02	0.001	0.06	0.003	0.06	0.01	0.06
Jan. 12/02 Mar 16/02 18-23/02 (8days)	PM ₁₀	0.011±	0.022±	0.10±	0.003±	0.11±	0.013±	0.08±	0.006±	0.17±
		0.008	0.023	0.07	0.002	0.05	0.010	0.06	0.007	0.09
sand storm normal	TSP	0.014±	0.036±	0.15±	0.002±	0.31±	0.020±	0.09±	0.006±	0.21±
		0.008	0.044	0.13	0.002	0.10	0.019	0.06	0.009	0.09
sand storm normal	PM ₁₀	1.12	4.6	1.39	0.95	1.13	1.17	0.77	0.61	0.82
		TSP	1.26	5.0	1.57	0.90	1.00	2.10	0.75	0.54

사막에서는 이러한 석회화 작용 때문에 Ca의 함유율이 크게 되기 때문에 Ca/Al농도비가 크다. 토양중 Al농도는 타클라마칸이나 일본 혹은 우리나라 모두 7%전후이나 Ca농도는 한국과 일본이 2%미 만인데 비하여 타클라마칸의 토양에는 5.6%나 된다. 이러한 점은, 황사의 발생이나 황사영향 유무 등을 파악하는데 매우 유용하리라 생각된다.

Table 3. Concentration ratio between Al and Ca in the ambient air in Seoul

Concentration ratio(Ca/Al)					
Date	Normal period		Date	Sand storm period	
	PM ₁₀	TSP		PM ₁₀	TSP
Jan. 10	0.98	1.21	Jan. 12	-	-
11	0.73	0.85	Mar. 16	0.50	0.51
14	1.04	0.99	18	0.53	0.60
15	-	1.43	19	0.72	0.77
Mar. 12	0.77	0.82	20	0.59	0.61
13	0.88	0.82	21	0.60	0.59
14	0.92	1.06	22	0.45	0.50
15	0.76	0.67	23	-	0.56
25	0.83	0.93			
26	0.77	0.84			
Ave±SD	0.83±0.11	0.93±0.22	Ave±SD	0.58±0.13	0.59±0.09

참 고 문 헌

- 김기현, 김민영, 신쟁영, 최규훈, 강창희 (2002) PM_{2.5}, PM₁₀, TSP 의 시간대별 관측결과에 기초한 황사기간 중 분진의 분포특성에 대한 고찰: 서울시의 4대 관측점을 중심으로 한 2001년 봄철 황사기간에 대한 사례연구, 한국대기환경학회지 제18권 5호, 419~426
- 不破敬一郎 (1994) Global Environment, 朝倉書店, 東京
- Shigeru Tanaka, Tsutomu Onoue, Yoshikazu Hashimoto, and Tsunchiko Otoshi (1989) The influence of the soil dust transported from Asian Continent by kosa phenomenon on the atmosphere in Japan by using the results of NASN(National Air Surveillance Network) data for 10 years. J. Japan Soc. Air Pollut. 24 (2) 119~129