

A-1 黃砂現象時 黃砂粒子가 우리나라 環境에 미치는 影響

Environmental Impact due to the soil dusty of Atmosphere
in Korea on the yellow sand phenomena

李敏熙¹⁾ 平井英二²⁾ 宮崎元一³⁾, 丁子哲治⁴⁾, 全浩⁵⁾

1) (株)三友技術團 2) 日本北陸大學 3) 日本金澤大學 4) 日本富山工業高等專門學校
5) 中國中日友好環境保護中心

1. 서론

매년 3,4,5월 사이에 편서풍에 의해 아시아 대륙으로부터 황사현상이 출현된다. 이러한 황사는 한국뿐만 아니라 일본열도를 경유하여 북태평양의 상공까지 수송되어지는 것으로 알려져 있다. 황사입자가 한국의 상공을 통과할 때는 하늘이 황갈색의 연무로 태양의 빛을 차단 복사의 산란과 흡수를 증대시키는 외에 사람을 비롯한 동·식물과 건축물등에 많은 악영향을 미치고 있다. 특히 황사입자는 대기중의 중요성분으로 잔류하는 것으로 알려져 있다. 이러한 사정으로 황사현상에 대한 관심은 날로 높아지고 있으나 이에 대한 연구보고는 그리 많지 않은것 같다. 본 연구는 1988년부터 1993년 사이에 황사현상이 출현된 기간중의 대기 에어로졸의 시료를 분석한 결과를 해석 황사현상이 환경에 미치는 영향을 검토 하였다.

2. 연구자료 및 연구방법

2-1 연구자료

대기오염 측정망에 의한 서울, 부산, 대구, 광주에 있어 1988년부터 1993년 사이에 황사현상이 출현된 기간중에 High Volume Air Sampler로 포집된 분진을 분석한 자료와 Anderson Air Sampler로 서울지역 1개지점에서 황사분진을 입도별로 포집 분석한 자료를 사용하였다. 시료의 분석방법은 음이온은 이온크로마토그래프법(Dionex사제 Model 2010i), NH_4^+ 이온 성분은 Indophenol법, 양이온과 금속이온성분은 원자흡광광도계(II사제 Model 951)에 의해 각각 측정하였다.

2-2 연구방법

황사현상시 대기분진과 평상시 대기분진성분을 분석한 결과를 상호 비교 한국의 대기 에어로졸 및 지표와 인간에 미치는 영향을 검토하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1 분진 및 성분농도

황사현상시와 평상시 분진을 High-Volume Air Sampler로 서울, 부산, 대구, 광주 4개 도시에서 시료를 채취 측정된 결과를 표 1에 나타냈다. 표에서 보는것처럼 1988년부터 1993년까지의 전국의 평균을 비교하면 황사시의 분진농도가 평상시 분진농도에 비해 1.2-3.8배로 높게 측정되었다. 또한 황사시의 분진만을 비교하면 1988년이 가장 높게 측정되고 있다. 이것은 황사의 지속시간, 기상조건 등의 차이에 의한 것으로 생각되어진다.

또한 분진중의 분석원소는 Al, Ca, Cd, Cu, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Zn의 13개 원소를 측정하였다. 이들 원소중 Al, Ca, Fe, Mg, Mn등의 원소는 황사현상시에 그 농도가 급상승하였다. 이와같이 황사현상이 출현된 기간중에 대기중의 부유분진농도 및 토양기원 원소들이 특이적 고농도로 전국적으로 나타나는 것은 황사의 발원지인 Asia 대륙에 인접되어 있다는 지리적 요건으로 다른 나라에 비해 우리나라가 그 영향이 큰 것으로 보인다.

또한 분진중의 수용성 이온성분은 F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} 의 9개 이온성분을 측정하였다. 이들 이온성분은 황사시와 평상시 모두 현저한 화학적 특징으로서의 다른 점은 없으나 F^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} 이온성분 농도가 평상시에 비해 높게 측정되었다.

3-2 황사현상시 분진중의 토양입자의 강하량

서울, 부산, 대구, 광주 4개도시에 황사시 분진중의 대기농도 및 전 토양입자에 대한 기여율을 각각 황사토양입자 및 한국토양입자중에 함유되고 있는 Al, 나Ca의 농도와 대기분진중의 Al, 나Ca 농도로부터 계산하였다. 그 결과 1988년부터 1993년 사이 황사현상시 토양입자의 기여율은 62-72%로 평균 69%로 높은 값을 나타내고 있다. 즉 황사현상시는 중요도시에 있어 대기중의 토양입자의 약 69%가 황사현상에 의해 중국대륙으로부터 한국에 장거리수송되어진 토양입자라고 볼 수 있다. 또한 Duce.R.A. 등이 제시한 식으로부터 황사시 토양입자의 강우량을 추정하면 1988년부터 1993년 사이에 황사현상시 6.8-8.8($\text{ton}/\text{Km}^2 \cdot \text{month}$), 평균 7.9($\text{ton}/\text{Km}^2 \cdot \text{month}$)이 주요도시에 강하되었음을 알 수 있다. 그러므로 한국 국토면적을 10만 Km^2 이라면 79만($\text{ton}/\text{Km}^2 \cdot \text{month}$)이라는 많은 양의 토양입자가 중국 대륙으로부터 장거리 수송되어져 한국에 강하된다는 것을 알 수 있다.

3-3 황사입자 및 성분의 입도분포

1988년부터 1993년 사이에 Anderson Air Sampler로 서울 1개 지점에서 시료를 채취 측정하였다. 그림 2에 황사시와 평상시 대기 에어로졸의 입도분포를 나타내었다. 그림에서 보는 것처럼 1988년 1993년 황사시 입도분포는 이산형(Bimodal)분포를 하고 있으나 1990년은 일산형 분포를 하고 있다. 평상시의 입도분포는 이산형분포를 하고 있다. 황사시 입도분포는 평상시에 비해 peak가 현저히 크다 또한 황사입자는 1 μm 보다 큰 입경범위에 주로 분포하고 있으며 분포의 극대는 5 μm 전후이다. 또한 황사시와 평상시의 수용성성분(F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+)의 입도분포는 다같이 이산형(Bimodal)분포를 하고 있다. 또한 입경 2.1 μm 를 경계로하여 2.1 μm 이상의 입경을 조대입자, 2.1 μm 이하의 입경을 미소입자로 하면 Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} 성분의 입도분포는 조대입자쪽에, F^- , NH_4^+ 은 미소입자쪽에 그 분포가 집중되고 있다.

금속성분의 입도분포는 황사현상시와 평상시 다같이 Al, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, Na성분은 조대입자쪽에, K, Pb, Cd성분은 미소입자쪽에 그 분포가 집중되고 있는 Bimodal분포인데 대하여 황사시 peak는 평상시에 비해 크고 입경 5 μm 를 전후하여 극대로 나타났다. 조대입자쪽에 함유되는 성분원소는 토양입자 또는 해양입자의 기여에 의한 자연발생원이라 추정되며 또한 미소입자쪽에 집중되고 있는 K성분은 육상식물이 연소후 남은 재중에 비교적 많이 포함되며, Pb원소는 자동차 배기가스 등 인위발생원과 토양등 자연발생원에서도 그 일부가 유래되는 것으로 추정된다.

대기중의 분진의 입경 1.1 μm 이하의 미소입자는 폐포까지 도달하고 그 이상의 입자는 기도에 축적된다고 한다. 이와같은 사실에 비추어 인체에 흡입하는 1.1 μm 이하의 미소입자의 1일 흡입량을 계산한 바 황사현상시가 평상시에 비해 분진인 경우 3배, 금속성분은 2-11배가 많다. 수용성성분은 평상시가 SO_4^{2-} 성분을 제외한 NO_3^- , Cl^- , NH_4^+ 성분은 황사현상시에 비해 1.1-4배로 많다. 이상과 같이 황사현상에 의해 운송되어지는 대륙기원의 토양입자는 우리나라 대기 Aerosol에 크게 영향을 미칠 뿐만 아니라 폐포에 침착되는 양도 증가된 것으로 추정되었다. 이외도 지각농축율 및 해양입자의 영향 등도 검토하였다.

4. 맺는말

황사시 Asia 대륙으로부터 수송되어지는 황사토양 입자는 우리나라 대기분진 성분 농도를 증가시키고 그 강하량은 평상시에 비해 다량으로 강하된다는 것을 알 수 있고 또한 1.1 μm 이하의 황사토양 입자가 사람의 폐포까지 도달하는 양은 평상시에 비해 약 2배나 되고 어떤 성분은 40배나 되어 사람들의 건강에 여러가지 영향을 미칠 가능성이 있을 것으로 추정되나, 지표에 강하한 황사토양입자는 우리나라 토양에 어떠한 영향을 미칠 것인가에 대하여는 금후 연구할 과제이고 또한 수송중에 일어날 가스상물질의 화학반응 등 연구할 문제가 아직도 많이 남아있는 실정이다.

참 고 문 헌

M.H.Lee, E.J.Han et al : J.Korea Air Pollution Res Assoc 4(2)57-66, (1988)

Table 1. Average TSP Concentration in Major Urban Area

unit : ug/m³

	During Yellow Sand Periods					During in Normal Times				
	Seoul	Pusan	Taegu	Kwangj	Mean	Seoul	Pusan	Taegu	Kwangju	Mean
1988	716	619	532	449	620	83	191	106	207	165
	(240-1104)	(247-842)	(149-870)	(404-495)	(149-1104)	(88-295)	(112-335)	(62-163)	(101-263)	(62-335)
1990	420	517	522	243	426	159	178	119	155	153
	(254-732)	(227-675)	(345-670)	(119-366)	(119-732)	(90-248)	(112-248)	(82-163)	(124-186)	(82-248)
1981	170	355			263	149	156			153
	(143-184)	(271-420)			(149-420)	(122-176)	(124-195)			(122-195)
1992	301					246				
	(289-311)					(193-298)				
1993	539	320	257	273	347	176	189	136	144	159
	(330-674)	(225-451)	(240-275)	(217-347)	(217-674)	(152-199)	(165-195)	(87-186)	(127-160)	(87-199)

() : Range

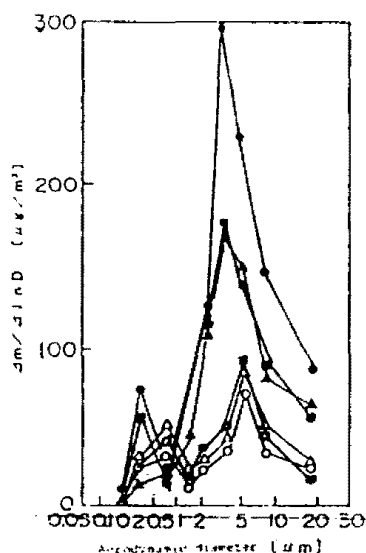


Fig. 2. Particle Size Distributions in Yellow Sand Periods (●:1988, ▲:1990, ■:1993) and Normal Periods (○:1988, △:1990, □:1993).