

PA3) 해안지역에서 황사와 비황사시 입자상 물질의 특성

Characteristics of Particle Matters during Asian Dust and Non-Asian Dust Periods in Coastal Reigions

천지민 · 장유운 · 박승명 · 권정민 · 서범근 · 이강웅 · 이희일¹⁾
한국의국어대학교 환경학과, ¹⁾한국해양연구원

1. 서 론

황사현상은 중국과 몽골의 사막지대인 타클라마칸, 바다인자단, 오르도스, 고비지역과 황하중류의 황토고원 등으로부터 기원하는 것으로 알려져 있다(Kai and Okada, 1998; Joussaume, 1990). 황사 분진은 대략 20m/s를 초과하는 서풍을 타고 광역적 규모로 분산, 이동된다. 이렇게 발생하는 황사는 매년 대기 중으로 대략 800Tg 정도의 분진을 유입시키는데, 이 중 50% 정도는 북동아시아지역을 넘어 대륙규모의 장거리 이동을 하여 한반도에 유입되어 국내의 산업 활동 및 일상생활에도 심각한 영향을 주고 있다(Xiao, 1998; Zhang, 1995). 한반도 주변해역에서 황사 연구는 황사가 해양환경에 미치는 영향과 지역오염원이 최소화 되는 곳으로 황사발원지로부터 장거리 수송된 황사의 특성을 밝힐 수 있는 최적의 장소이다. 따라서 이번 연구에서는 하이볼륨 샘플러(High volume sampler)로 백령, 울릉, 제주도 대기 중의 총 부유먼지(TSP)를 채취하여 이온 크로마토그래피로 이온의 농도를 분석하여, 황사가 비교적 청정한 해안 지역에서 이온의 질량 농도에 미치는 영향을 파악하고자 하였다.

2. 연구 방법

TSP의 채취와 분석은 백령(37° 58' 01", 124° 36' 42"), 울릉(37° 31' 4", 130° 53' 38"), 제주도(33° 30' 50", 126° 31' 47") 지역에서 Anderson사의 하이볼륨샘플러를 사용하여 GF/C filter에 채취한 후 실험실에서 Ion chromatography로 분석하였다. 양이온은 Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺의 5개 이온성분을 분석하였다. 음이온은 Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻의 3개 성분을 분석하였다. 모든 시료의 이온 분석은 0.45μm pore 크기의 membrane filter를 syringe 앞에 설치하여 시료를 여과시킨 후 분석 하였다. 또한 검량 선 작성을 위하여 각 분석항목의 표준원액을 단계적으로 희석하여 혼합한 후 표준용액으로 사용하였다. 위와 같은 방법으로 구한 각 이온성분의 농도를 대기 중 입자상물질중의 수용성 이온성분농도로 하였다. 분석한 이온성분은 무게농도(μg/m³)로써 계산하였다.

3. 결과 및 고찰

2003년 10월부터 2007년 11월까지 채취한 약 3,000개의 TSP의 연 평균 농도는 백령도 15.2, 제주도 10.9, 울릉도 8.0μg/m³으로 나타났다. 이는 대도시 서울 TSP 연평균 78.5μg/m³보다 낮은 수치로 이 세 지역 모두 비교적 청정한 지역임을 알 수 있다. 주요이온성분의 농도를 보면, 백령도와 제주도의 경우 nss_SO₄²⁻의 농도가 20.6, 10.9μg/m³으로 가장 높게 측정되었고, 울릉도의 경우 Na⁺ 이온의 농도가 13.6 μg/m³으로 가장 높게 측정 되었다. 그리고 이온을 인위적 기원(NH₄⁺, NO₃⁻, nss_SO₄²⁻)의 성분으로 나누어 본 결과, 백령, 제주, 울릉도 순으로 50.8, 46.3, 34.7% 비율을 차지하였다. 이를 보아 백령도, 제주도 지역은 측정소가 대도시와 떨어진 지역에 있음에도 불구하고 인위적 오염원의 영향이 큰 것으로 판단되고, 울릉도 지역은 두 지역에 비하여 인위적 오염원의 영향을 적게 받는 것으로 나타났다. 각 지역별, 이온별 황사시기와 비황사시기의 특성을 비교해 본 결과(표 2), 백령도가 황사 시 가장 많은 양의 황사 물질의 영향을 받고 황사의 농도가 제주도 울릉도 순으로 감소하는 것으로 나타났다. 백령도의 경우 영양염 성분인 질산염을 포함하여 대부분의 이온성분의 농도는 오히려 황사기간 중에 약 30% 정도 감소하는 것으로 나타났다. 이는 백령도를 비롯한 황해북부지역의 경우 이미 인위적인 원인에 의한 이들 물질의 농도가 이미 상당히 높은 수준을 유지하고 있어서 전선을 동반한 황사시기에 비교적 오염도가 덜한 중국 북부지역을 경유한 공기의 유입으로 농도가 약간 감소하는 것으로 나타났다. 제주도와 특히 울

릉도의 경우 인위적인 영향이 상대적으로 적어 황사시기에 뚜렷한 농도증가를 볼 수 있는데, 그 농도는 연평균 0.3-2배 까지 증가하였다. 이는 오염물질의 유입이 적은 서해안남부 및 동해안 지역의 경우, 황사 발생시기 동안 황사가 이 지역의 환경에 큰 영향을 줄 수 있음을 알 수 있다.

Table 1. Analytical condition of Ion Chromatography.

Type	Anion	Cation
Eluent	5mM NaOH	20nM MSA
Pump	pump (Water Inc.)	pump (Water Inc.)
Flow rate	1~1.3ml/min	1~1.3ml/min
Injector	717 Auto sampler (Water Inc.)	717 Auto sampler (Water Inc.)
Injection volume	100 μ l	100 μ l
Column	AG 11, AS 11 (Dionex Inc.)	CG 11, CS 11 (Dionex Inc.)
Suppressor	ASRS II ULTRA-4mm (Dionex Inc.)	CSRS II ULTRA-4mm (Dionex Inc.)
Detector	Conductivity Detector (Dionex Inc.)	Conductivity Detector (Dionex Inc.)
Out range	100 μ s	100 μ s
Viewer	peak simple v3.21	peak simple v3.21

Table 2. The comparison of ion between Asia Dust and Non-Asia Dust Periods. (μ g/m³)

	Beakryeng		Jeju		Ulleung	
	Asia dust Periods	Non-Asia dust Periods	Asia dust Periods	Non-Asia dust Periods	Asia dust Periods	Non-Asia dust Periods
Cl ⁻	3.4	4.9	7.9	6.6	6.8	4.5
NO ₃ ⁻	6.9	10.3	6.8	5.9	4.7	2.5
nssSO ₄ ²⁻	15.4	22.3	10.8	10.9	8.5	7.7
Na ⁺	19.5	20.9	12.9	10.6	13.8	11.9
NH ₄ ⁺	0.7	1.2	1.1	1.2	0.5	0.5
K ⁺	0.9	1.1	0.8	0.6	0.7	0.6
Mg ²⁺	0.7	0.8	0.9	0.8	0.6	0.5
Ca ²⁺	3.5	3.1	2.4	1.4	1.8	1.4

참 고 문 헌

- 박민하, 김용표, 강창희 (2001) 황사/비황사의 입자 조성변화: 1993-1996년 봄철 고산측정자료, 한국대기환경학회지, 17(6), 487-492.
- 이순봉, 강창희, 김원형, 송정민, 선우영, 오성남, 차준석 (2006) 2006년 봄철 제주도 고산지역 TSP 에어로졸에 대한 황사의 영향연구, 한국대기환경학회논문집.
- 최민규, 조기철, 강충민, 여현구, 김희강 (1998) 해안지역에서 입자상물질의 특성에 관한 연구, 한국환경위생학회지, 24(3), 114-123.
- Kadowaki, S. (1976) Size distribution of atmospheric total aerosols, sulfate, ammonium and nitrate particulate in the Nagoya area. Atmos. Environ., 10, 39-43.