

PS2(SM) 서울과 춘천, 안면도의 대기 중 건식강하물 측정 (1998년)

Measurement of Dry deposition in Seoul, Chunchon and Anmyon-Do by Using Filter pack Method (1998)

강미희·박기준·김만구·이보경¹⁾·이동수¹⁾·김산²⁾

강원대학교 환경학과, ¹⁾연세대학교 화학과, ²⁾기상연구소 배경대기관측소

1. 서론

산업의 발달, 인구와 자동차의 급속한 증가에 따라 대기오염이 심각한 사회 문제로 대두되고 있다. 대기 중으로 방출된 산성기체들은 대기중 반응을 거쳐 입자화되거나 기체상으로 대기 중에서 제거된다.

토양, 호수, 대기 등 우리를 둘러싸고 있는 환경의 산성화에 대한 이해를 위해서는 빗물을 통한 습식 강하뿐 아니라 분진이나 가스상 물질에 의한 건식 강하에 대한 이해가 병행되어야만 한다. 건식 강하물 질들인 이들 기체상 및 입자상 산성물질은 산성비의 형성 및 pH 강도 그리고 빗물의 화학조성과 연관이 있다. 대기중의 기체 및 입자상의 산성물질의 농도는 또한 지역 배출원 자료와 매우 밀접한 연관을 갖고 있으며, 이러한 배경농도 자료는 그 지역의 배출원 자료와 함께 지역규모 산성 침적량 예측모형 및 광화학 산화물 추정 모형의 입력 자료로서도 유용하게 이용된다.

본 연구에서는 춘천, 서울, 안면도 등 3개 지점에서 필터팩을 이용하여 대기 중 기체상 물질(HNO_3 , SO_2 , NH_3)과 입자상 물질(SO_4^{2-} , NO_3^-)의 농도를 측정하고 문헌상의 건식 강하속도를 이용하여 건식 강하량을 추정하였다.

2. 연구 방법

필터팩 방법은 일반적으로 채취 공기 중에서 입자상 물질을 채취하기 위한 테플론 필터와 질산(HNO_3)을 채취하는 나일론 필터, 그 뒤에 셀룰로오즈 필터에 흡수시약을 함침시켜 아황산가스(SO_2)나 암모니아(NH_3)를 채취하는 3단 필터가 일반적이다. 이렇게 3단 필터팩이 널리 사용되고 있는 것은 필터팩 방법이 입자상·기체상 산성물질을 측정할 때 다루기가 매우 편리하고 경제적이기 때문이다.

시료 채취는 춘천시내에 위치한 강원대학교 자연과학대학 옥상(북위 $37^\circ 54'$, 동경 $127^\circ 44'$, 해발고도 74.0 m)과 서울에 위치한 연세대학교 이과대학 옥상(북위 $37^\circ 34'$, 동경 $126^\circ 58'$, 해발고도 85.5 m), 충남 태안군 안면도의 기상연구소 배경대기 관측소의 옥상(북위 $36^\circ 31'$, 동경 $126^\circ 19'$, 해발고도 37.0 m)에서 실시하였다. 춘천은 수도권 지역에서 약 90 km 떨어진 풍하측에 위치하고 사방이 500 m 높이의 산으로 둘러싸인 분지지형이며 3개의 큰 호수(소양호, 춘천호, 의암호)가 있다. 그래서 수도권으로부터 오염물질의 유입이 예상되며, 자체에서 발생한 오염물질도 쉽게 확산되기 힘든 지형이다. 서울의 시료 채취지점은 서울서부에 위치하고 왕복 10차선 거리에서 500 m 떨어진 건물의 6층 옥상이며 이곳으로부터 남쪽으로 4~5 km 지점에 당인리 화력발전소가 위치하며 남서쪽 6 km 지점에 목동 쓰레기소각장이 위치하고 있다. 안면도 지역은 중국으로부터 오염물질의 유입이 예상되며 그 주위 반경 20 km 내에 태안, 보령 등의 화력발전소가 위치하며 석유화학단지인 대산공단이 조성되어 있다.

대기시료 채취는 47 mm 직경의 필터팩을 이용하여 유속 10 l/min으로, 매주 수요일 오전 10시부터 목요일 오전 10시까지 24시간 동안 채취하였다. 춘천지역은 아황산가스(SO_2)와 암모니아(NH_3)를 모두 채취하기 위하여 4단 필터팩을 사용하였고, 서울과 안면도 지역은 3단 필터팩을 사용하여 암모니아(NH_3)만을 채취하였다. 입자상물질, 질산기체, 아황산가스의 순서로 채취한 3단 필터팩 방법과 암모니아 채취단을 추가한 4단 필터팩 방법간의 실험결과는 95% 신뢰수준 하에서 유의차가 없었다(김만구 등, 1999).

채취한 시료필터는 2등분하여 한쪽은 마개가 있는 10 ml 원심분리관에 넣고 10ml 초순수를 가하여 상온에서 10분간 초음파 세척기로 추출한 후 분석 전까지 냉장보관 하였고 다른 부분은 47 mm 페트리디쉬에 넣어 데시게이터에 보관하였다. 분석은 이온크로마토그래프(DX-100, Dionex, USA)를 사용하였으며, 분석 전 0.2 μm PTFE 실린지 필터(Whatman, USA)로 여과하였다.

3. 결과 및 고찰

표 1에 1998년 1월부터 12월까지 춘천, 서울, 안면도지역의 건식강하물의 농도를 나타내었다. 입자상 SO_4^{2-} 와 NO_3 는 안면도지역이 가장 높게 측정되었으며, 이는 주위환경 이외에 중국의 영향을 받았을 가능성이 높다. 그리고, 춘천지역이 서울보다 높았는데, 이는 수도권지역으로부터 오염물질이 유입된 것으로 생각된다. 가스상 HNO_3 는 안면도지역이, 가스상 NH_3 는 춘천이 가장 높게 측정되었다.

Table 1. The mean concentration of gaseous and particulate matters in Chuncheon, Seoul and Anmyon-do during Jan. 1998 ~ Dec. 1998.

Site		SO_4^{2-}	NO_3	HNO_3	SO_2	NH_3
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		ppb		
Chuncheon	Mean	6.27	5.09	0.57	2.09	8.07
	Max.	31.13	31.22	2.82	9.40	57.27
	Min.	0.18	0.21	0.03	0.06	0.20
Seoul	Mean	4.56	4.63	0.78		5.41
	Max.	18.47	21.41	7.69		18.39
	Min.	0.15	0.12	0.04		0.15
Anmyon-do	Mean	6.77	5.80	1.04		2.47
	Max.	27.93	25.05	4.85		14.41
	Min.	0.38	0.34	0.09		0.09

본 연구에서는 문헌상의 건식강하 속도를 이용하여 건식강하량을 추정하였고, 각 물질에 대해 적용한 건식강하 속도를 표 2에 나타내었다. SO_2 , SO_4^{2-} , HNO_3 의 강하속도는 Clarke 등 (1993)의 자료를 이용하여, 서울과 춘천지역의 강하 표면은 도시-농작 형태로, 안면도지역은 농작 형태로 간주하여 추정하였고, NO_3 와 NH_3 의 강하속도는 우리나라와 위도와 경도가 비슷하고 환경조건이 비슷한 일본의 Oishi 등 (1995)의 자료를 이용하였다. 세 지역의 건식강하량을 표 3에 나타내었다.

Table 2. Dry deposition velocities of acidic pollutants reported literature.

Deposition material	Deposition surface	Deposition velocity (cm/sec)	Reference
SO_4^{2-}	Urban-Agricultural	0.15	Clarke et al.(1993)
	Agricultural	0.15	
HNO_3	Urban-Agricultural	2.08	Clarke et al.(1993)
	Agricultural	2.13	
SO_2	Urban-Agricultural	0.29	Clarke et al.(1993)
NO_3	Mixed-forest	0.20	Oishi et al.(1995)
NH_3	Mixed-forest	1.00	Oishi et al.(1995)

Table 3. The dry deposition flux in Chuncheon, Seoul and Anmyon-do during Oct. 1997 ~ Dec. 1998.

Site	SO_4^{2-}	NO_3	HNO_3	SO_2	NH_3
	$\text{kg}/\text{km}^2/\text{year}$		$\text{kg}/\text{km}^2/\text{year}$		
Chuncheon	292	317	1042	538	1904
Seoul	213	288	1416		1278
Anmyon-do	316	361	1933		584

참 고 문 헌

- 김만구, 박기준, 강미희, 황훈, 이보경, 이동수 (1999) 산성강하물의 침착량과 동태 해명에 관한 연구 - 필터팩을 이용한 춘천과 서울의 산성강하물 농도 측정, 한국대기환경학회지, 15 (1), in press
- Clarke J.F. and E. S. Edgerton (1993) Dry Deposition Flux Calculations for the National Dry Deposition Network, U.S. EPA Report EPA / 600 / R - 93 / 065 (PB93 - 178242)
- Oishi et al. (1995) 일본 대기오염학회 강연요지집, 235