

C-2

필터팩을 이용한 대기중 가스상물질(HNO_3 , SO_2 , NH_3)과 입자상물질(SO_4^{2-} , NO_3^-)의 측정 Measurement of gaseous(HNO_3 , SO_2 , NH_3) and particulate(SO_4^{2-} , NO_3^-) matters in ambient air by filter pack

김만구, 박기준, 정우교, 이동수*, 임성아*

강원대학교 자연과학대학 환경학과

*연세대학교 이과대학 화학과

1. 서론

산업의 발달, 인구와 자동차의 급속한 증가에 따라 대기오염이 심각한 사회 문제로 대두되고 있다. 대기중으로 방출된 산성기체들은 대기중 광화학반응을 거쳐 입자화되거나 기체상으로 존재하며, 습식강하물이나 건식강하물의 형태로 대기중에서 제거된다. 습식강하물은 기체상이나 입자상 오염 물질 등이 주로 비, 눈 등에 유입되어 강하하는 것이며, 건식강하물은 가스상이나 입자상 물질이 지표면에 직접 강하하는 것이다.

토양, 호수, 대기 등 우리를 둘러싸고 있는 환경의 산성화에 대한 현상을 파악하기 위해서는 빗물을 통한 습식강하뿐 아니라 분진이나 가스상 물질에 의한 건식강하에 대한 이해가 병행되어야만 한다. 그러나 건식강하는 습식강하에 비해 그 과정이 복잡하고, 측정하기가 까다로워 건식강하량을 추정하는데 어려움이 있다. 현재까지의 연구 결과로 비추어 볼 때 중앙아시아 등 건조한 지역(Arid area)에서는 건식강하량이 전체 산성강하량의 대부분을 차지하고, 우리 나라와 일본과 같이 강수량이 많은 지역에서도 습식강하량과 거의 비슷한 양의 산성물질이 건식강하를 통해서 지표면으로 내려오고 있다.(환경부, 1995) 건식강하량의 추정은 일반적으로 1)건식 오염물질의 농도와 강하속도를 측정하는 방법, 2)건식오염물질의 강하속도를 측정하고 알려져있는 오염물질의 농도를 이용하는 방법, 3)보고된 오염물질의 건식강하속도를 이용하고 오염물질의 농도를 측정하는 방법, 4) 건식강하속도와 오염물질의 농도 모두 다른 정보로부터 추정하는 방법 등이 이용되고 있다.(Patricia M Irving, 1991)

본 연구에서는 건식강하량을 3)방법을 이용하여 추정하며, 건식 오염물질의 대기중 농도측정 방법으로는 사용과 취급이 간편하며, 세계적으로 널리 사용되는 필터팩을 이용하였다. 이번 발표에는 필터팩을 이용하여 춘천과 서울의 대기중 기체상 물질(HNO_3 , SO_2 , NH_3)과 입자상 물질(SO_4^{2-} , NO_3^-)의 농도를 측정하여 보고한다.

2. 실험방법

2.1 시료채취

산성비의 화학조성에 중요한 영향을 미치는 대기중 기체상 및 입자상 물질들의 농도를 알아보기 위한 대기 시료는 춘천시내에 위치한 강원대학교 자연과학대학 2호관 옥상(북위 $37^\circ 54'$, 동경 $127^\circ 44'$, 지상 약 12m)과 서울에 위치한 연세대학교 이과대학 옥상에서 채취하였다. 시료채취는 직경 47mm의 3단 테플론 필터팩(Savillex corp.)을 이용하여 1996년 9월부터 1997년 2월까지 매주 수요일 오전 10시부터 목요일 오전 10시 까지 24시간 동안 10 l/min 의 유속으로 채취하였다. 서울에서 채취한 시료는 수거후 오염을 방지하기 위하여 필터팩을 크린랩에 싸서 화학 분석을 위해 2주에 한 번씩 강원대학교로 운반하였다.

2.2 채취장치의 구성

시료채취장치는 필터팩, 미세밸브, 유량계, 진공펌프, 적산유량계의 순서로 구성하였다. 필터는 지상 1.5 m의 높이에 깔때기를 씌워 지표면을 향하게 설치하였다. 필터팩은 1단에는 입자상물질을 채취하기 위해 테플론 필터(Advantec, $1 \mu\text{m}$ pore size)를 사용하였으며, 2단에는 가스상 HNO_3 을 채취하기 위

해 나일론 필터(Gelman Sciences Inc., 1 μ m pore size)를 사용하였다. 3단에는 가스상 SO₂를 채취하기 위해 2% Na₂CO₃와 2% 글리세린 용액, NH₃를 채취하기 위해 25% citric acid와 2% 글리세린 용액에 각각 함침시킨 셀룰로오즈 필터(Whatman Quantitative 41)를 장착하였다. 함침시킨 셀룰로오즈 필터(Whatman Quantitative 41)는 진공 데시케이터에서 건조시켜 사용하였다.

2.3 분석방법

채취한 시료필터는 2등분하여 한쪽은 47mm 페트리디쉬에 넣어 진공 데시케이터에 보관하였고, 다른 부분은 10ml 초순수를 가하고, 상온에서 10분간 초음파로 추출한 후 분석전까지 냉장보관 하였다. 분석은 이온크로마토그래프(DX-100, Dionex)를 사용하였으며, 분석전 0.45 μ m PTFE 실린지 필터로 여과 하였다.

3. 결과

표 1은 실험방법의 재현성 검토를 위해 테플론 필터에 채취된 입자상 물질을 분석한 결과이다. 입자상 SO₄²⁻와 NO₃⁻의 상대표준편차(RSD)는 각각 2.65, 3.86%로 나타났다.

Table 1. Reproducibility of experimental method. (unit: μ g/m³)

sample No.	nitrate	sulfate
1	3.32	12.38
2	3.09	11.79
3	3.17	11.48
4	3.14	11.15
mean	3.18	11.70
SD	0.08	0.45
RSD(%)	2.65	3.86

테플론 필터의 sulfate와 nitrate, 나일론 필터의 HNO₃ 바탕농도는 모두 검출한계이하로 검출되지 않았다. 흡수시약을 함침시켜 진공데시케이터에 건조 보관한 셀룰로오즈 필터(Whatman Quantitative 41)의 암모니아 바탕농도값은 평균 1.63 μ g/filter로서 채취하는 시료량의 1.8% 정도에 해당한다. 그리고 필터를 5주동안 보관시 바탕농도값의 변화는 나타나지 않았다.

표2에 96년 11월부터 97년 2월까지의 춘천지역과 서울지역의 대기중 가스상 물질(HNO₃, SO₂, NH₃)과 입자상 물질(SO₄²⁻, NO₃⁻)의 평균농도를 나타냈다. 입자상 오염물질들의 농도는 산성기체 배출지역의 풍하측인 춘천이 더 높게 나타났으며, 암모니아는 서울이 평균 5.67 ppb로 3.74 ppb 인 춘천보다 높게 나타났다.

Table 2. The mean concentration of gaseous and particulate matters in Chunchon and Seoul

		p-SO ₄ ²⁻	p-NO ₃ ⁻	HNO ₃	SO ₂	NH ₃
		μ g/m ³		ppb		
Chunchon	mean	5.18	3.96	0.20	10.29	3.74
	max.	10.69	17.49	0.50	32.37	9.82
	min.	0.71	1.30	0.04	1.81	0.34
Seoul	mean	4.33	2.69	0.20		5.67
	max.	5.58	9.87	0.58		11.30
	min.	0.62	1.16	0.06		1.07

참고문헌

환경부 (1995), 산성비 감시 및 예측 기술 개발, 79-85.

Patricia M Irving, Acidic Deposition : State of science and Technology

Vol. 1, report6. Deposition Monitoring : Method and Results, NAPAP, 1991