

PA22) 익산지역에서 겨울철 강수중 저강수시료의 산성도와 이온성분의 화학적 특성

Chemical Composition of Winter Precipitation Samples with Low Rainfall in Iksan

강공연¹ · 신대윤¹⁾ · 박승택²⁾

원광보건대학 환경과학과, ¹⁾조선대학교 환경공학과, ²⁾원광대학교 예방의학교실

1. 서 론

아시아 지역 SO₂와 NO_x 배출량의 2/3을 차지하는 중국이 1996년에 최대배출량을 기록한 후 석탄사 용량 감소 등으로 점차 감소경향을 나타내고 있을지라도 한국을 포함한 동아시아 지역은 여전히 전세계 적으로 이들 대기오염물질에 대한 주요 배출원 지역으로 알려져 있다. 대기중으로 배출된 이들 오염물질은 여러가지 반응기구를 통하여 2차 오염물질로 전환되고 기류의 흐름에 따라 풍하지역으로 이동하면서 습성 또는 건성강하물의 형태로 지표면에 침착하는 것으로 알려져 있다. 이러한 이유로 중국의 풍하 지역에 위치한 우리나라와 일본에서는 대기오염물질의 장거리 이동에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 실정이다. 이러한 연구의 일환으로 국내에서는 1990년 초부터 강수의 pH 및 전기전도도 측정과 주요 수용성 이온성분의 농도 분석이 본격적으로 이루어지게 되었으며 현재 서울을 중심으로 한 대도시 지역을 포함하여 다수의 지역에 대한 강수의 분석결과가 발표된 바 있다. 그러나 이들 분석결과와 대부분은 측정 및 분석이 곤란한 소량의 강수시료를 제외하고 일정량 이상의 시료량이 포집된 강수시료만을 대상으로 하고 있다.

따라서 본 연구에서는 북서계절풍의 영향이 상대적으로 강하고 난방연료의 사용으로 에너지 사용량이 높은 겨울철에 강수시료를 포집하여 그 오염도 특성을 해석하고, 특히 저강수시료의 산성도와 이온성분의 화학적 특성을 파악하고자 하였다.

2. 연구 방법

연구대상지역은 지리적으로 한반도 남서부의 서해안 내륙지역에 위치한 익산지역으로 이곳은 2개의 공단(익산 1·2 공단; 2 공단은 수출자유지역으로 귀공속단지 등이 조성되어 있음)과 3개의 농공단지가 조성되어 있고, 새만금간척사업과 서해안 고속도로 개통 등으로 개발이 가속화되고 있어 대기오염이 점차 심화될 것으로 예상된다. 또한 호남, 전라, 군산선이 교차하고 호남고속도로가 동부를 지나고 있으며 10여개의 국·지방도가 있어 교통의 요충지 역할을 하고 있다. 인구는 약 33만명 정도로 연평균 약 2.4%씩 증가하고 있다.

시료채취는 2002년 11월부터 2003년 1월까지 익산시에 소재한 원광보건대학 제 1학술관 건물의 옥상(지상 약 20m)에서 하였다. 이곳은 익산시의 북쪽에 위치하고 있으며 그 위쪽으로는 30여호의 민가가 산재해 있고 주위는 논으로 이루어져 있다. 남쪽으로는 원광대학이 그리고 서쪽으로는 원불교 중앙총부가 위치하고 있다.

시료채취장치는 건성강하물의 영향을 배제할 수 있는 자동강수채취장치(M1-014, Metec Inc.)를 사용하여 비와 눈 등의 강수만 포집하였다. 이때 강수시료는 강수시 비가 내리는 처음부터 비가 그치는 순간까지 전량채취하여 그것을 하나의 분석시료로 하는 것을 원칙으로 하였다. 이 장치는 강수량과 강수 지속시간을 측정할 수 있는데, 강수량이 0.5mm일 때 강수량 눈금은 1에 해당되고, 6분의 강수시간이 경과될때마다 강수지속시간 눈금은 0.1로 계측된다. 또한 추운 겨울철에 눈이 내릴 때나 내린 비가 얼어버릴 경우를 대비하여 시료채취부 주위와 강수감지센서부에는 가열장치가 설치되어 있다.

시료가 채취되면 강수시료는 곧바로 원광보건대학 대기오염실험실로 옮겨와 pH(692 pH/Ion Meter, Metrohm Inc.)와 전기전도도(150A+ Conductivity Meter, Thermo Orion)를 측정한 후 공극이 0.45µm인 밀리포아필터(HAWP 04700, Millipore Corp.)로 여과하여 수용성 이온성분의 농도 분석시까지 4°C의 냉장고에서 보관하였다. 수용성 이온성분의 농도는 이온크로마토그래프(DX-100, Dionex Inc.)를 사용하여 분석하였다. 양이온의 경우 CG 12와 CS 12 칼럼(IonPac Column, Dionex Inc.) 그리고 4mm CSRS-Ultra Suppressor를 사용하였으며, 음이온의 경우 AG 12A와 AS 12A 칼럼(IonPac Column,

Dionex Inc.) 그리고 4mm ASRS-Ultra Suppressor를 사용하였다.

IC 분석중에는 10개의 시료를 분석할 때마다 시료의 농도와 비슷한 Multi-Component Standard 용액 (AccuStandard Inc.)과 DI water를 주입하여 분석조건을 검토하였으며 검량선 작성용 Standard의 Accuracy를 검토하기 위해서 Dionex사의 Standard를 사용하여 Cross Check을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

저강수시료의 산성도와 화학적 특성을 파악하고자 2002년 11월부터 2003년 1월까지 측정 및 분석된 시료는 30개로, 표 1은 연구기간중 2002년 11월에 포집된 강수시료의 화학조성 분석결과에 대한 구체적인 사례를 나타낸 것이다.

여기에서 시료채취기간(Sampling date)에서 R이 붙어있는 시료는 Replicate 분석결과를 나타낸 것이고 강수형태는 빗물(Rain)과 눈(Snow)으로 구별하였다. 또한 소량의 강수시료의 경우는 pH, 전기전도도 및 이온성분의 농도 분석이 가능하도록 초순수(DI water)를 사용하여 적절하게 희석하였다. 표 1에 제시된 희석배수(Dilution)는 pH 및 전기전도도 측정시 그리고 이온성분의 농도에 대한 시료분취시 각각의 희석배수를 의미한다. pH와 전기전도도는 각각의 시료에 대하여 눈금이 안정될 때 나타난 세 개의 수치를 평균한 것이며 이온성분의 농도는 IC에 주입했을 때 나타난 분석결과치를 정리한 것이다. 이온성분의 농도에 대한 원시료와 Replicate의 IC 분석결과를 살펴보면 거의 유사한 농도를 나타내었는데 이는 분석기기가 매우 안정된 상태로 정도 높은 분석자료의 확보가 가능한 것으로 판단된다.

Table 1. Example of precipitation composition data (November 2002 - January 2003).

Sampling date	Typ Rainfall e (mm)	Duration (hr)	Dilution		pH	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	
			pH & EC	Ions											mg/l
'02 11.2-11.4	Rain	20.5	15			4.65	55.6	3.79	1.21	0.39	0.56	0.88	7.37	2.97	4.53
'02 11.2-11.4R								3.83	1.21	0.32	0.57	1.01	7.44	2.96	4.58
'02 11.7-11.8	R+S	5	6.6			4.65	65.3	5.72	0.87	0.37	0.78	0.78	11.87	1.98	4.79
'02 11.7-11.8R								5.76	0.96	0.37	0.77	0.77			
'02 11.13	Rain	0.5	1.4	10+10	10+10	6.28	65.5	5.26	1.18	0.46	0.64	2.59	9.29	4.15	5.67
'02 11.14	Rain	0.5	2.1	5+25	5+25	5.96	30.9	1.78	0.99	0.42	0.33	2.18	2.55	4.57	4.22
'02 11.14R												2.51	4.57	4.19	
'02 11.17-11.18	R+S	3.5	6.3			4.47	60.3	1.88	1.90	0.49	0.41	1.74	3.56	5.38	7.85
'02 11.18	Snow					5.51	27.5	2.70	0.50	0.19	0.36	0.60	5.12	1.32	1.45
'02 11.20	Rain			0.9+20	0.9+20	6.33	7.3	0.50	0.28	0.19	0.12	0.53	0.65	0.82	1.07
'02 11.26	S+R	2.0	2.0			4.92	43.1	0.96	2.62	0.36	0.21	0.80	1.89	3.25	6.85
'02 11.26R								0.93	2.68	0.35	0.21	0.80			

참고 문헌

- Kim, H.K. (1997) Air pollution research and monitoring of wet deposition in Korea. Proceedings of the CRIEPI International Seminar on Transport and Effects of Acidic Substances, 28-29 November 1996, CRIEPI, Tokyo, Japan, pp. 29-38.
- Lee, B.K., Hong, S.H., Lee, D.S. (2000) Chemical composition of precipitation and wet deposition of major ions on the Korean peninsula. Atmospheric Environment 34, 563-575.
- Streets, D.G., et al. (2000) Sulfur dioxide emissions in Asia in the period 1985-1997, Atmospheric Environment 34, 4413-4424.