

PA4) 인천지역 강우의 산성도 및 화학적특성에 관한 연구 Acidity and Chemical Composition Characteristics of Rainfall in Incheon Area

박종수 · 동종인¹⁾

인천시보건환경연구원 · ¹⁾서울시립대학교 환경공학과

1. 서 론

국제적으로 많은 관심을 끌고 있는 환경오염중의 하나가 바로 산성 강하물에 관한 것으로 산성비의 피해는 광역적이기 때문에 많은 측정망들을 중심으로 한 공간적인 연구가 필요하다. 국내에서는 산성도 및 주요 이온성분의 분석, 대기질-강우 산성도의 관계, 지역별 강우의 화학적 성분 비교, 이온 성분간의 상관관계 분석 등에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 산성 강하물에 대한 적절한 대책을 수립하기 위하여는 대상지역 강수의 오염도에 대한 정확한 현황 파악과 장기적인 경향 분석이 중요하므로 산성비의 구성인자에 대한 지속적인 연구가 필요하며 지역간 분석자료의 교환 및 국가간 산성비 원인물질의 공동 연구등이 이루어져야 할 것으로 받아들여지고 있다.

따라서 본 연구를 통하여 대기오염과 관련된 인천지역의 산성강우를 대상으로 그 특성을 파악하고, 강우의 산성도와 이온성분들간의 상관관계를 조사하여 우수의 pH변동에 영향을 주는 성분을 규명하며, 산성강우와 대기오염물질 간의 관련성을 조사하고자 하였다.

2. 연구 방법

본 연구의 대상 지점은 지역용도별로 인천지역의 대기오염과 산성비의 실태를 대표할 수 있는 곳으로서 남동구 구월동은 주거지역으로 아파트, 빌라 등이 밀집되어 있고, 계양구 장기동은 외곽지역으로 농촌형의 주거지역이다. 부평구 갈산동은 준공업지역으로 인근에 부평공단과 경인고속도로가 지나고 있으며, 중구 관동은 상업지역으로서 인근에 인천항 고철부두와 야적장등이 위치하고 있다. 이들 지역은 인천시 대기오염 자동측정망과 산성비 자동측정소가 동시에 설치되어 강우중의 이온성분과 대기오염 물질과의 관련성을 조사하기에 적합한 지점으로 판단되었다. 시료채취는 1997년 1월부터 1999년 12월까지 인천지역에 내린 우수중 1mm 이상의 강우를 기록한 665건의 시료를 분석 대상으로 하였으며, 우수의 이온성분 분석에는 1999년 1월부터 12월까지 1년간 분석자료를 이용하였다. 우수자동측정기(RM-8300 AQUA 사)가 강우와 동시에 pH, 전도도, 온도, 강수량 등을 측정하게 되어있고 양이온 중 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} 의 분석은 강우 종료 후 polyethylene 용기에 100ml를 채취하여 0.45 μm cellulose acetate membrane syringe filter로 여과하여 원자흡광광도계(Spectra AA-400, Varian)로 분석하였다. SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- 은 ion chromatograph(DX-300, Dionex, USA)로 분석하였으며 칼럼은 저용량의 음이온교환 칼럼인 4mmx250mm Dionex Ionpac AS 12A analytical 칼럼을 사용하였다. 용리액(eluent)으로는 2.7mM Na_2CO_3 와 0.3mM NaHCO_3 가 사용되었고, 유동속도(flow rate)는 1.5mL/min가 되도록 조정하였다. 서프래서는 auto self regenerating 서프래서(ASRS)가 사용되었고 검출기로는 전도도(conductivity)를 측정하는 기기가 사용되었다.

3. 결과 및 고찰

본 연구 조사결과 인천지역 강우의 연평균 pH는 1997년 5.2, 1998년 5.1, 1999년 5.0으로 강우의 산성도는 다소 심화되고 있는 것으로 나타났고, 월평균 pH 범위는 4.5~5.6이었으며 계절별 pH는 겨울 5.3 > 봄 5.2 > 가을 5.0 > 여름 4.8 순으로 타 지역에 비해 겨울철 pH가 비교적 높았다. 이것은 청정연료의 사용확대로 사업장과 가정에서 산성오염 물질의 배출감소와 겨울철 갈수기로 대기중의 알칼리성 산화물과 먼지등이 초기강수에 용해되어 pH를 중화시키기 때문으로 사료된다. 이온농도들 간의 상관관계는 각 이온들과 H^+ 이 유의할 만한 상관관계를 보이지 않았고, SO_4^{2-} , NO_3^- 등이 4개 측정지점에서 모두 Ca^{2+} , Mg^{2+} 등과 고도로 유의한 정의 상관관계를 보였는데 이것은 이들 이온들이 서로 결합한 상태로 강수중에 혼입되므로서 H^+ 과 유의한 상관성을 갖지 않는 것으로 사료된다. 각 이온농도와 SO_2 , NO_x 의

상관관계 T검정 결과 SO₂는 H⁺과 겨울(r=0.765), 봄(r=0.663), 여름(r=0.569) 순으로 유의한 정의 상관관계를 나타내었고, NO_x는 H⁺과 봄철에 유의한 정의 상관관계를 보였다. SO₄²⁻와 SO₂도 유의한 상관관계를 나타내었는데, 계절별 농도변화에서도 비슷한 변화 추세를 보였다. 따라서 인천지역 강우의 산성도는 SO₄²⁻와 NO₃⁻이온보다는 SO₂와 NO_x에 의해 주로 영향을 받는 것으로 통계학적 결과로 나타났다.

Table 1. Matrix of Pearson correlation coefficient for analytical parameters of precipitation at Kuwol-dong

	H ⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺
H ⁺	1.000								
Cl ⁻	-0.071	1.000							
NO ₃ ⁻	0.092	0.635**	1.000						
SO ₄ ²⁻	0.097	0.230	0.839**	1.000					
Ca ²⁺	-0.028	0.533**	0.947**	0.880**	1.000				
Mg ²⁺	0.083	0.567**	0.924**	0.775**	0.923**	1.000			
Na ⁺	0.130	0.281	0.809**	0.766**	0.837**	0.884**	1.000		
K ⁺	-0.096	0.978**	0.529**	0.161	0.427**	0.444**	0.135	1.000	
NH ₄ ⁺	0.055	0.813**	0.716**	0.481**	0.633**	0.688**	0.443**	0.789**	1.000

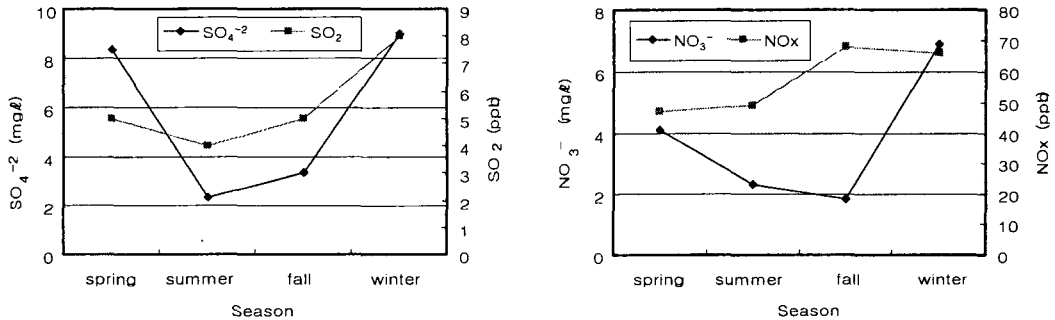


Fig. 1. Seasonal variation of ambient SO₂, NO_x level and SO₄²⁻, NO₃⁻ concentration in rainfall

Table 2. Correlation coefficient for analytical parameter (n=75)

	H ⁺	SO ₂	SO ₄ ²⁻	NO _x	NO ₃ ⁻
H ⁺	1.000				
SO ₂	0.374**	1.000			
SO ₄ ²⁻	0.006	0.232*	1.000		
NO _x	0.146	0.388**	-0.004	1.000	
NO ₃ ⁻	0.099	0.238*	0.830**	0.114	1.000

** p < 0.01 * p < 0.05

참 고 문 헌

1. 권우택 외 (1996) 산성우조사법, 동화기술, pp. 333~358.
2. 전은주 외 (1998) "부산지역 강우의 화학적 특성", (한국환경과학회지, 제7권 제5호), pp. 707~716.
3. 강공언 외 (1999) "익산지역 강수의 계절별 산성도와 화학성상", (한국환경과학회지, 제 15권, 제4호, 1999), pp. 393~402.
4. Oslon, A.R., E.C. Vlodner, D.S. Bigelow., W.H. Chan., T.L. Clark, M.A. Louse. P.K. Misra. and R.J. Vet (1980~1986), Unified wet deposition data summaries for North America, data summary producers and results for Atmos. Environ., 24A. pp. 661~672.