

## PB9) 2000~2004년 우리나라 산성강하물의 분포와 특성

### A Characteristics and Distributions of Acid Deposition in Korea, 2000~2004

한진석 · 이상덕 · 최진수 · 홍유덕 · 공부주 · 신선아

국립환경과학원 환경진단연구부

#### 1. 서 론

산성강하물로 인하여 발생하는 환경 문제들에 관한 많은 관심으로 인해 지난 수십 년간 산성강하물에 관한 집중적인 연구들이 수행되었다. 산업 사회로의 급속한 발전은 에너지 소비의 증가를 불러 일으켰고 이로 인하여 산업화가 진행 중인 국가에서는 국지적, 광역적 대기환경문제들이 사회적 관심사로 부각되었다. 대기 중으로 방출된 인위적 대기오염물질들(아황산가스, 이산화질소, 이차생성입자)등은 강우의 rainout, washout에 의해 산성우의 주된 조성을 이루게 되며 이들의 조성은 국지적인 배출원의 영향에 의해 측정지점, 측정지역에 따라 서로 다른 조성이 나타나게 된다. 또한 동북아시아는 아시아 전체 배출량의 60%를 차지하고 있는 중국의 영향으로 인해 산성대기오염물질들이 강한 편서풍과 함께 장거리 이동을 하고 있어 산성우의 조성이 영향을 받는 지역이기도 하다.

산성강하물 문제에 대한 정확한 현상을 이해하고 그 원인을 규명할 수 있는 자료를 확보하기 위해서는 전국적인 산성강하물 모니터링을 위한 측정망 구축 및 표준화 된 측정 및 분석을 통한 자료의 축적과 함께 산성강하물 평가에 관한 전국적인 조사연구가 이루어져야 한다.

우리나라 산성강하물 모니터링 측정지점에서 습성강하물 모니터링을 지속적으로 실시하여 자료를 축적함은 물론 우리나라 강수의 화학적 특성을 조사하고 측정지점별 습성강하물 침착량을 산정하였다.

#### 2. 연구 방법

전국 산성강하물 측정망에서 강수 발생시 매일 혹은 매주 시료를 채취하여 pH를 측정하고, 시료병을 아이스박스에 담아 국립환경과학원으로 운반한 후 대기환경과 실험실에서 전국의 산성강하물에 대한 화학적 분석이 이루어진다. 측정분석 정도관리(QA/QC), 강수의 화학적 특성 조사 및 습성강하물 침착량을 산정하였고, 강수의 시료채취지점은 전국의 습성강하물 분포특성을 파악할 수 있도록 지리적으로 전국에 골고루 분포되게 측정망을 두었으며, 채취된 시료는 pH, 전기전도도 측정을 비롯하여 음이온 성분 중  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  및 양이온 성분 중  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ 을 분석하였다.

#### 3. 결과 및 고찰

조사기간 동안 우리나라 지역의 강수량 가중평균 pH(표 1)과 연도별 이온성분농도(표 2) 및 연도별 습성강하물의 침착량(표 3)을 살펴보았다.

2004년 우리나라의 강수량 가중 연평균 pH는 4.8로서 예년과 비슷한 수준의 산성도로 약산성의 경향을 띄고 있는 것으로 나타났으며, 주요이온 성분에 대한 강수량 가중 연평균 농도는 음이온 성분 중  $\text{SO}_4^{2-}$ 가  $2.461\text{mg}/\ell$ ,  $\text{NO}_3^-$   $1.616\text{mg}/\ell$  및  $\text{Cl}^-$   $1.548\text{mg}/\ell$ 로 나타났으며, 양이온 성분은  $\text{NH}_4^+$ 가  $0.780\text{mg}/\ell$ ,  $\text{Na}^+$   $0.564\text{mg}/\ell$ ,  $\text{K}^+$   $0.464\text{mg}/\ell$ ,  $\text{Ca}^{2+}$   $0.392\text{mg}/\ell$ ,  $\text{Mg}^{2+}$   $0.090\text{mg}/\ell$ ,  $\text{H}^+$   $0.018\text{mg}/\ell$ 로 예년에 비해 다소 농도가 높아짐을 알 수 있었다. 연간 습성강하물의 침착량은 총 음이온이  $7.781\text{gm}^{-2}\text{yr}^{-1}$  및 총 양이온이  $3.818\text{gm}^{-2}\text{yr}^{-1}$ 로서 이온성분별 침착량은 음이온 성분 중  $\text{SO}_4^{2-}$ 가  $3.436\text{gm}^{-2}\text{yr}^{-1}$ ,  $\text{NO}_3^-$   $2.260\text{gm}^{-2}\text{yr}^{-1}$  및  $\text{Cl}^-$   $2.152\text{gm}^{-2}\text{yr}^{-1}$ 로 나타났으며, 양이온 성분은  $\text{NH}_4^+$   $1.083\text{gm}^{-2}\text{yr}^{-1}$ ,  $\text{Na}^+$   $0.785\text{gm}^{-2}\text{yr}^{-1}$ ,  $\text{K}^+$   $0.644\text{gm}^{-2}\text{yr}^{-1}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$   $0.540\text{gm}^{-2}\text{yr}^{-1}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$   $0.125\text{gm}^{-2}\text{yr}^{-1}$ ,  $\text{H}^+$   $0.025\text{gm}^{-2}\text{yr}^{-1}$ 로 나타났다.

또한, pH별 이온성분 농도의 분포 특성과 역궤적 분석 및 이동경로에 따른 산성도와 성분 농도 및 강하물의 침착량 분포 특성등도 살펴보았다.

Table 1. Yearly pH value of precipitation in Korea.

	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년
pH	5.0	5.0	5.0	4.7	4.8

Table 2. Annual average concentration of major ions in precipitation in Korea.

Components										
		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup>
Year	Annual average concentration (mg/ℓ)									
	2000	2.08	1.27	1.83	0.55	1.00	0.31	0.78	0.17	0.01
	2001	2.194	1.326	1.704	0.721	0.801	0.683	0.564	0.125	0.010
	2002	2.212	1.545	1.406	0.619	0.769	0.343	0.450	0.126	0.008
	2003	2.195	1.588	1.690	0.761	0.578	0.511	0.421	0.082	0.015
2004	2.461	1.616	1.548	0.780	0.564	0.464	0.392	0.090	0.018	

Table 3. Annual wet deposition amounts of major ions in Korea.

Components										
		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H <sup>+</sup>
Year	Annual wet deposition (gm <sup>2</sup> yr <sup>-1</sup> )									
	2000	2.522	1.513	2.199	0.664	1.161	0.449	0.930	0.196	0.014
	2001	2.322	1.404	1.803	0.763	0.848	0.723	0.597	0.132	0.010
	2002	3.459	2.412	2.852	0.950	1.185	0.527	0.732	0.194	0.012
	2003	4.004	2.923	3.053	1.397	1.055	0.936	0.781	0.167	0.051
2004	3.436	2.260	2.152	1.083	0.785	0.644	0.540	0.125	0.025	

### 참 고 문 헌

국립환경연구원 (2000, 2001, 2002, 2003, 2004) 한반도 산성강하물 평가와 영향조사, 대기환경연보  
 기상청 (2000, 2001, 2002, 2003, 2004) 기상연보