

## Chemical composition of rainwater at Chunchon during rainy season.

김만구 · 임양식 · 정우석 · 유연준

강원대학교 자연과학대학 환경학과

## 1. 서론

산성강하물은 대기로부터 배출된 오염물질이 강수에 의하여 지상으로 강하하거나 건조한 기체상태로 지상으로 강하하는 물질을 총칭한다. 산성강하물은 국지적으로 생성되기도 하지만 오염물질이 장거리 수송되어 오면서 발생하기 때문에 산성강하물에 의한 피해는 국경을 넘어 전지구적으로 나타나고 있다. 미국, 유럽에서는 이러한 산성강하물에 의하여 호수생태계나 산림생태계가 치명적인 피해를 받았다<sup>1)</sup>. 동아시아지역은 질소산화물과 황산화물의 배출량이 많고 앞으로도 계속 증가할 것으로 세계적으로 주목받고 있는 지역이다. 그러므로 산성우에 대한 무방비 지역이라 할 수 있다<sup>2)</sup>. 우리 나라에서는 아직 생태계나 인체의 대한 심각한 피해는 조사되지 않았으나 중국, 일본 등 주변국가들의 대기오염 물질 배출량이 증가할 것으로 예상되므로 장래 산성강하물에 의한 피해가 우려된다.

본 연구에서는 산성강하물의 수송, 산성강하물로 인한 토양과 호수의 산성화를 규명하기 위한 연구 중 하나로 춘천지역에서 산성강하물 중 습성강하물의 화학적 조성과 강하량을 연구하였다.

## 2. 시료포집 및 분석

## 2.1. 포집기

본 연구를 위한 산성강하물 포집기는 제품화 되어있는 것이 있으나 고가이어서 습성과 건성강하물을 동시에 포집할 수 있는 강하물 포집기를 연구실에서 자체제작 하였다. 포집기의 본체는 부식을 방지하기 위하여 스테인레스를 사용하였고, 포집부분은 직경 30cm의 polyethylene 깔대기를 사용하였다. 포집부의 주변은 빗방울이 새부유 하는 것을 방지하기 위하여 인조 잔디를 덮었다. 전원은 전기가 없는 곳에서도 포집이 가능하도록 직류 12V 를 채택하였다(그림1).

포집기의 동작원리는 1mm간격으로 배치된 금선이 코팅되어있는 기판을 센서로 사용하였다. 센서의 금선과 금선 사이에 빗방울이 떨어지면 원동기로 연결된 전원이 접속되어 습성강하물 포집부가 열림과 동시에 센서 밑에 장치된 히터가 작동된다. 강우가 끝나고 기판위에 빗물이 증발되면 원동기가 역회전하여 건성강하물 포집부가 열리게 된다.

## 2.2. 강우포집

시료는 강원대학교 자연과학대학 2호관 4층 옥상에 설치된 산성강하물 포집기로 포집하였다. 강우시료는 오전10시부터 다음날 오전 10시까지 1일 단위로 포집하였으며, 포집용기는 40ℓ 용량의 비닐백을 사용하였고 최대 포집가능량은 일일강우량으로 200mm이다.

강우량의 측정은 산성강하물 포집기 옆에 설치한 우량계를 이용하여 측정하였다. 강우계와 습성강하물 포집부에 포집된 양을 비교하여 포집효율을 구하였다. 반면에 건성강하물은 포집하였지만 분석하지 않았다.

## 2.3. 분석방법

포집된 시료는 즉시 실험실로 운반하여 포집부피를 측정후 공기 0.5 $\mu$ m의 멤브레인 필터를 사용하여 여과하였고, 여과즉시 pH(Orion 290A)와 전기전도도(Horiba Conductivity Meter B-173)를 측정하였다. 남은 시료는 분석 전까지 4 $^{\circ}$ C이하에서 냉장보관하였다.

이온성분 분석용 시료는 산과 증류수로 세척한 폴리프로필렌 용기에 담아 즉시 실험실로 운반하여 분석 전까지 냉장보관하였다. 음이온성분(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>)은 이온크로마토그래프(Dionex, DX-100)를

이용하여 측정하였고 양이온 성분중  $\text{Na}^+$ 과  $\text{K}^+$ 은 원자흡광광도계(Varian, spectra AA-10/20)로 측정하였고  $\text{NH}_4^+$ 은 인도페놀법으로 측정하였고,  $\text{Ca}^{2+}$ 과  $\text{Mg}^{2+}$ 은 ICP(Leeman Lab PS seriesG)로 분석하였다.

### 3. 결과

95년 7월에서 95년 9월 9일 사이에 춘천지역에는 35회의 강우가 있었으며, 강우량은 1.1~190.5 mm로 총 1137.5 mm였다. 포집기의 포집효율은 76.3~102.0%로 평균 93.6%이다. 포집효율이 낮게 나타난 것은 강우량이 1mm정도로 적어서 포집기의 센서가 감지하여서 덮개가 작동하는 동안 손실된 것이다. 포집효율이 100%보다 높게 나타난 것은 강우시 심한 바람 등으로 포집부 주변으로 떨어진 빗방울의 파편이 날려 포집구에 포집된 것이다.

전기전도도는 5~189  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 평균 30  $\mu\text{S}/\text{cm}$  이었다. 전기전도도가 5~7  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 낮게 측정된 이유는, 장마철 강우에 의한 지속적인 세정작용으로 대기중에 오염물질이 적었기 때문이다.

강우의 pH는 3.81~5.77로 평균 4.80으로 산성을 나타내었다. 이 기간동안 강우가 산성을 나타내는 이유는 장마철에 내린 강우이므로 완충능력이 작아서 적은 양의 산에도 pH의 변화가 크게 나타난 것으로 생각된다.

그림 2는 pH와 중화에 기여하는 주된 양이온( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{nss-Ca}^{2+}$ )과 pH를 낮추는데 기여하는 주된 음이온( $\text{nss-SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ )의 비율을 나타낸 것으로 pH가 낮아질수록 비율이 감소하는 경향이 있다.

장마기간 중 춘천지역에 내린 강우의 평균적인 이온농도는 음이온은  $\text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Cl}^-$  순이었고 양이온은  $\text{NH}_4^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$  순으로 나타났다.

포집기간인 7 ~ 8월 동안 총강하량은 음이온중  $\text{SO}_4^{2-}$ 가 3119.72  $\text{kg}/\text{km}^2$ 로 가장 많고, 양이온중  $\text{NH}_4^+$ 가 1053.19  $\text{kg}/\text{km}^2$ 로 가장 많았다.

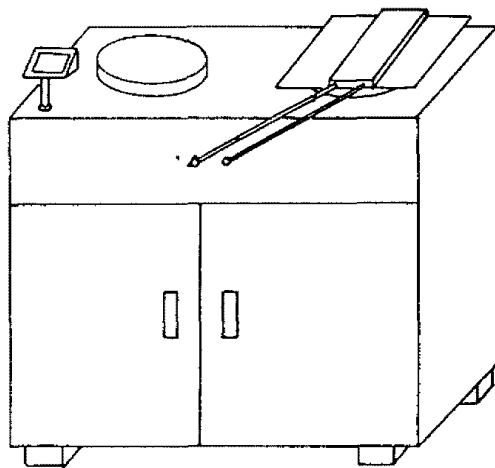


Fig. 1. Automatic precipitation sampler.

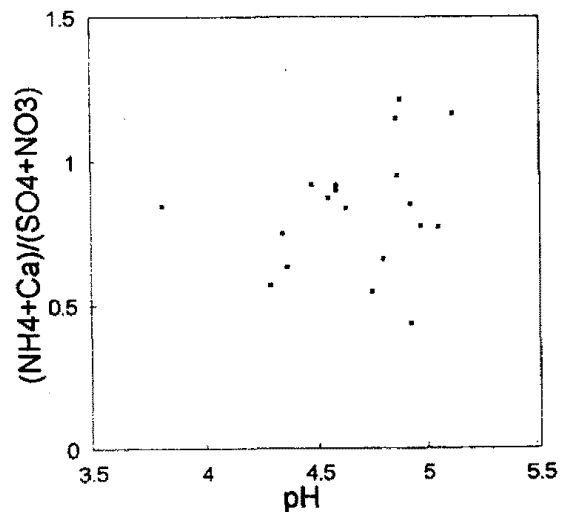


Fig. 2. Relationship of pH and major cation / major anion.

### ☐ 참고문헌

- 1) Hara, 공중위생연구, Vol.42, No.3.
- 2) J. G. DIKAIAKOS, et al., Atmospheric environment Vol. 24B, No. 1, pp.171-176, 1990
- 3) Christof J. KESSLER et al., Atmospheric environment Vol. 26a, NO. 6, pp. 1137-1146, 1992.