

임양석 · 김만구 · 박기준 · 김문화 · 정재석 · 이보경* · 이동수*

강원대학교 자연과학대학 환경학과

*연세대학교 이과대학 화학과

1. 서론

산성비에 의한 환경피해는 일부지역에 국한되지 않고 지구 전역에 광범위하게 나타나고 있다. 특히 유럽은 일찍이 산성비의 피해가 나타나기 시작하여 1950년대부터 습성강하물 중의 오염물질에 대한 분석이 이루어지고 있다. 노르웨이, 덴마크, 스웨덴과 핀란드 등에서는 SO_4^{2-} 농도가 1950년대말에 50~100 μ eq/l이었던 것이 1960년대 말에는 50%가 증가되었다. 덴마크의 경우 1970년대에는 더욱 심한 증가를 보였다.¹⁾ 산성비로 인한 피해는 산림의 피해와 더불어 토양, 호수의 산성화가 대두되기 시작하여 현재 북부 유럽에서는 포도줄화된 토양이 증가되고 있으며 이로 인한 호수 유입수의 산성도 증가로 호수의 pH가 거의 모든 물고기가 살아갈 수 없는 정도인 4.5~5.0으로 나타났다. 산성도의 증가는 종다양성의 감소와 생물량 감소를 초래하였다. 호수의 중화를 위해 석회를 투입하기 위해 상당한 비용이 소요되고 있다.²⁾ 이제 산성비 문제는 환경보호를 위한 측면과 함께 국가간의 이익을 위한 단계까지 발전하여 민감한 문제로 야기되고 있다.

본 연구에서는 G7 과제중 춘천의 덕두원에서 채취된 시료와 춘천시내의 중심에 위치한 강원대학교 옥상에서 채취된 빗물시료를 비교하여 도심과 주변 지역강우의 산성도를 비교하였다.

2. 시료채취 및 분석

2.1. 채취기

산성강하물 채취기는 덕두원과 강원대학교에 같은 wet only sampler를 설치하였다. 채취기의 전원은 AC 220V와 110V 겸용이다. 채취부분의 내경은 26cm의 플라스틱 bucket을 사용하였다. bucket의 채취가능량은 일일강우량으로 약200mm이다. 빗물을 bucket에 직접 채취되지 않고 bucket위에 비닐봉투를 씌워 채취하였다. 센서는 1mm간격으로 배치된 금선이 코팅되어 있는 기판이 사용되었다.

2.2. 강우채취

시료는 강원대학교 자연과학대학 2호관 4층 옥상과 춘천시의 외곽에 위치한 덕두원(강원대학교로부터 남서서쪽 약 8km)에서 채취하였다. 강우시료는 오전10시부터 다음날 오전 10시까지 1일 단위로 채취하였다. 강원대학교 채취지점에서 강우량의 측정은 산성강하물 채취기 옆에 설치한 우량계를 이용하여 측정하였고 덕두원 채취지점은 강우채취기의 채취량을 이용해 산정하였다. 강우계와 습성강하물 채취부에 채취된 양을 비교하여 채취효율을 구하였다. 반면에 건성강하물은 채취하였지만 분석하지 않았다.

2.3. 분석방법

채취된 시료는 실험실로 운반하여 채취부피를 측정된 뒤 공경 0.5 μ m의 멤브레인 필터를 사용하여 여과하였고, 여과즉시 pH(Orion 290A)와 전기전도도(Horiba Conductivity Meter B-173)를 측정하였다. 시료중 pH가 4.3이하인 것은 산적정법으로 알칼리도를 측정하였다. 남은 시료는 분석 전까지 4℃이하에서 냉장보관하였다.

이온성분 분석용 시료는 산과 증류수로 세척한 HDPE용기에 담아 즉시 실험실로 운반하여 분석 전까지 냉장보관하였다. 음이온성분(SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-)과 양이온 성분(NH_4^+ , Ca^+ , Mg^{2+} , Na^+ , K^+)은 이온크로마토그래프(Dionex, DX-100)를 이용하여 분석하였다.

3.고찰

1995년 7월부터 1996년 7월까지 채취된 도심지와 외곽지역 강우를 비교하였다. 도심지와 외곽지의 가중평균한 pH는 4.4, 4.7로 도심의 pH가 0.3낮았다. 전기전도도는 44.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 이고 28.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 도심지가 15.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 높았다. 강수의 중화정도를 나타내는 pH와 pAi의 비교에서 도심지가 낮은 pH에서는 중화가 잘 이루어지지 않는 것으로 나타났다(그림). 96년 4월 17일은 도심과 외곽지역 그리고 서울지역에서 중탄산의 알칼리도가 각각 126.5 $\mu\text{eq}/\text{l}$, 224.15 $\mu\text{eq}/\text{l}$ 그리고 446.48 $\mu\text{eq}/\text{l}$ 로 나타났고 칼슘이온의 농도도 높게 나타나 황사가 발생했던 것으로 생각된다. 칼륨이온의 농도는 도심지가 10.09 $\mu\text{eq}/\text{l}$ 이고 외곽지는 15.84 $\mu\text{eq}/\text{l}$ 로 5.75 $\mu\text{eq}/\text{l}$ 높았다. 이것은 덕두원에 위치한 외곽지의 시료채취지점이 낮은 산의 비탈에 위치하여 시료가 숲의 영향을 받는 것으로 생각된다. 칼륨이온을 제외한 다른 이온의 농도는 모두 도심지가 높았다. 도심의 이온농도와 전기전도도가 외곽지역보다 높아 도심지 내에서의 washout이 있었던 것으로 생각된다.

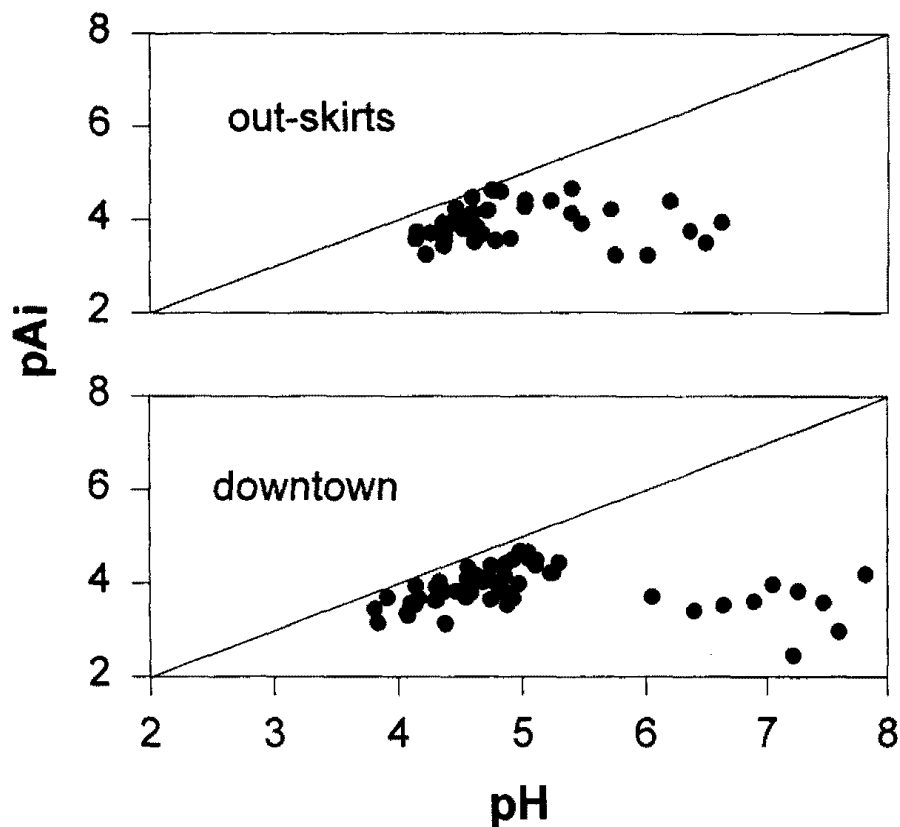


Fig. Comparison of pH and pAi between out-skirts and downtown.

참고문헌

- 1) Patricia M. Irving "Acid deposition State of Science and Technology" Vol. 1 part 2 p 6-67.
- 2) 村野健太郎 "산성비와 산성안개".