

PS3(SM) 춘천지역 안개의 화학조성: 1998

Chemical composition of fog at Chunchon: 1998

최명득·강미희·홍영민·김만구
강원대학교 자연과학대학 환경학과

1. 서론

안개는 채취상의 어려움과 발생일수가 적어 국내에서는 연구가 활발하지 못한 실정이다. 안개는 일반적으로 발생빈도가 적으나 호수가 밀집한 곳이나 산악지역같이 그 지역의 특색에 따라 발생빈도가 높은 곳도 있다. 의암호·소양호·춘천호에 인접한 춘천은 타 지역에 비해 연중 60~100일의 높은 안개 발생일수를 가지므로 안개 연구에 적절한 지역이다 (김만구 등, 1998).

안개의 입자크기는 1~100 μm 로 0.1~3.0mm인 경우에 비하여 비표면적이 상당히 크므로 오염물질이 강우보다 더욱 농축되어 있어 10~100배의 산성도를 보이기 때문에 (Hileman, 1983) 습식강하물의 연구에서 강우는 물론 안개에 관한 연구가 필요하다. 안개는 지상에 가까운 곳에 발생하여 국지적으로 분포하며, 대기중 1 μm 정도의 미세한 입자가 핵이 되어 그 주위에 수증기가 응축되어 생성되는 것으로 알려져 있으며, 오염물질의 농도가 높은 안개는 시정감소, 일사량감소, 심한 경우 호흡기질환을 일으키는 것으로 알려져 있다. 분지인 춘천지역은 인공댐이 건설된 후 안개일수가 많은 특이한 기후지역이 되었고, 발생일수가 매년 -60회 이상에 달한다. 본 연구에서는 1993년 이후 지속적으로 행하고있는 춘천지역의 안개연구 중 1998년에 채취한 안개의 화학조성에 관해 보고하고자 한다.

2. 시료채취 및 분석방법

2.1 안개 채취

안개시료는 활동형 안개채취기를 이용하여 강원대 자연과학대학 2호관 4층 옥상에서 1998년 9월부터 11월28일까지 채취하였고, 채취는 발생시간으로부터 1시간 간격으로 실시하였으며 채취량이 40ml 이하일 때는 연속으로 채취하였다. 1998년 9월부터 11월 사이에 안개발생일수는 각각 9회, 9회, 11회였고, 9월에 1회, 10월에 0회, 11월에 4회 채취하였다. 발생일에 비해 채취일이 적은 이유는 채취기가 자동화되어 있지 않아 채취를 거른 날이거나, 안개가 너무 열거나 입자크기가 작아 현재 사용중인 채취기가 안개입자의 관성충돌을 유도할 수 없었기 때문이다.

2.2 시료 분석

채취된 안개는 부피를 측정하고, 공경 0.45 μm membrane filter를 이용하여 여과한 후, 전기전도도 (Horiba conductivity meter B-173)와 pH(Orion 290A)를 측정하였다. 이온성분 분석용 시료는 산과 중류수로 세척한 폴리에틸렌 병에 넣어 냉장 보관하였으며, 분석에는 Ion Chromatograph (Dionex, DX-100)를 사용하여 음이온성분(SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^-)과 양이온성분(NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+)을 분석하였다.

3. 결과

Table 1. The pH, conductivity and ionic composition of fogwater collected at Chunchon during Sep.-Nov. 1998.

	Volume (ml)	pH	E.C. ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	NH_4^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+
Average	63.0	5.53	325	185.8	359.6	1032.8	1777.9	223.7	19.3	63.7	45.9
Max.	120.5	6.63	660	435.6	868.1	2202.0	3928.7	526.1	64.3	128.8	117.7
Min.	11.5	4.28	140	59.5	213.4	271.8	859.3	87.8	4.1	26.6	10.3

표 1은 춘천지역 안개의 전기전도도, pH와 주요 이온성분의 분석결과이다. 1998년 안개의 pH는 4.28~6.63, 주요 음이온성분인 SO_4^{2-} , NO_3^- 는 각각 1032.8, 359.6 $\mu\text{eq/l}$ 로 예년과 비슷한 결과를 나타냈고, 주요 양이온성분인 NH_4^+ , Ca^{2+} 는 다소 낮게 나타났지만, 안개 중에 포함된 산성물질은 거의 염기성물질, 특히 NH_4^+ 에 의해 중화된 것을 알 수 있었다.

그림 1은 pH와 대표적인 산성이온과 알칼리이온의 비율을 비교한 것으로 pH가 낮아질수록 중화에 기여하는 이온/산성화에 기여하는 이온의 비율이 작아질수록 pH가 낮아지는 것을 볼 수 있다. 그림 2는 측정된 전기전도도와 이온의 분석된 농도 결과로부터 계산된 전기전도도의 상관성을 나타낸 것으로 r^2 가 0.87로 비교적 좋은 상관성을 나타내주고 있다. 그림 3은 채취된 날 중 11월 3일의 시간별 음이온과 양이온의 당량농도를 나타낸 것으로 안개 발생량과 상대적인 오염물질의 농도에 의해서 안개의 이온농도가 발생초기에는 높고 중반으로 갈수록 낮아지다가 후반에 다시 높은 농도를 나타내는 안개의 전형적인 모양인 포물선의 형태를 보여주고 있다.

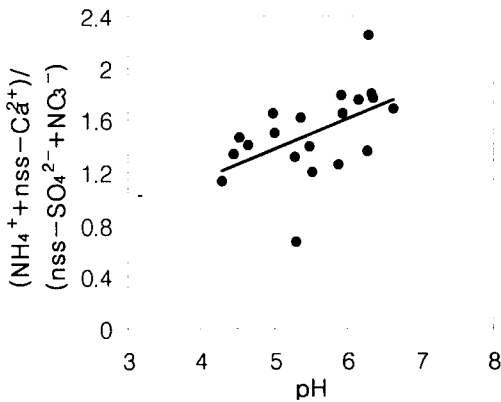


Fig. 1. Relationship between pH and $(\text{NH}_4^+ + \text{Ca}^{2+}) / (\text{nss-SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-)$ of fog water collected at Chunchon on Sep.-Nov. 1998.

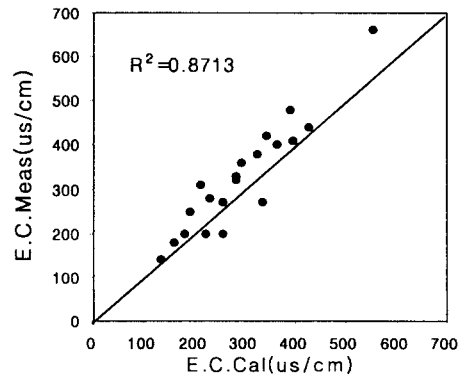


Fig. 2. Comparison of calculated and measured electric conductivity of fogwater collected at Chunchon on Sep.-Nov. 1998.

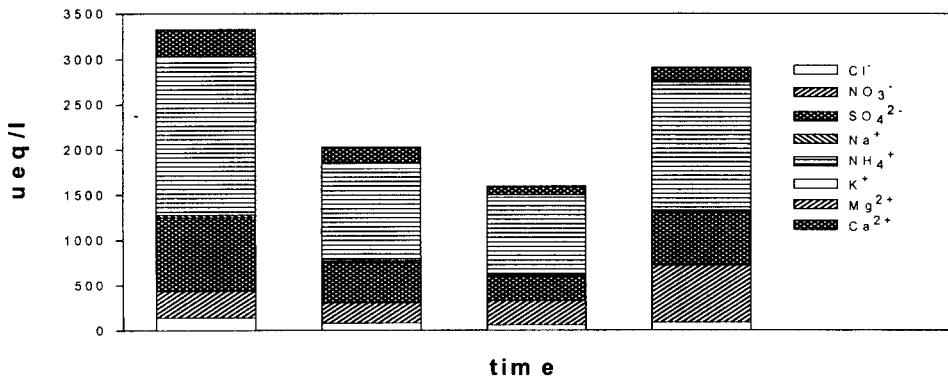


Fig. 3. Concentration of major ions in fogwater samples collected at Chunchon on 3 Nov. 1998.

참 고 문 헌

- 김만구, 임양석, 박기준, 황 훈 (1998) 산성강하물의 침착량과 동태 해명에 관한 연구 - 춘천 지역 안개의 화학 조성 (1996 ~ 1997), 한국대기보전학회지, 491-497
- Hileman, B. (1983) Acid fog, Environ. Sci. Technol., 17(3), 117(A)-120(A)
- 임양석 (1997) 이학석사학위논문, 습식강하물의 화학적 특성과 식물에 미치는 영향, 25-35