

춘천지역 안개의 화학 조성(제 3보): 1994

Chemical composition of fog at chunchon(3):1994

김만구 · 이현정 · 임양석 · 정우석
강원대학교 자연과학대학 환경학과

1. 서론

안개는 지상에 가까운 곳에 발생하여 국지적으로 분포하며, 대기 중에 장시간 체재한다. 대기중의 미세입자가 핵이 되고 핵주위에 수증기가 응축되어 발생하는 것으로 대기 중에 보통 1ml에 20~500개가 존재한다. 안개는 1~100 μ m의 입자크기로 0.1~3mm의 크기를 가진 빗방울보다 (비)표면적이 크므로 오염물질의 농도가 높고 10~100배 높은 산성도를 보인다.¹⁾ 대기중의 오염물질이 안개의 수분(액적)에 용해되면 땅간이나 철에 의한 촉매작용(과 과산화물과의 반응)으로 강산성 물질이 되어 기존의 기체상 오염물질보다 해가 큰 물질이 생성된다.

분지인 춘천지역은 인공댐이 건설된 후 안개일수가 가장 많은 특이한 기후 지역이 되었다.²⁾ 안개발생일수가 예년에 비해 적었던, 1994년에도 서울지역의 안개 일수가 30회인데 비해 춘천은 56회로 약 2배 정도 더 높은 안개 발생일을 보이고 있다.

본 보에서는 제 1보³⁾와 제 2보⁴⁾에 이어 춘천지역 안개의 화학적 조성에 관하여 보고한다.

2. 시료포집 및 분석방법

2.1 안개 포집

안개시료는 제 1보에서 제작한 안개포집기를 이용하여 강원대학교 자연과학대학 2호관 4층 옥상에서 1994년 10월부터 12월 2일까지 포집하였다. 12월 2일 이후에는 서리가 내리거나 안개가 결빙되어 포집이 불가능하였다. 1시간 간격으로 포집하였으며, 시간당 포집량이 20ml이하일 때는 연속하여 포집하였다. 1994년 10월부터 12월 사이에 안개 낀 날은 10월에 12회, 11월에 10회 12월에 9회였고, 10월에 4회, 11월에 6회, 12월에 2회 포집하였다.

2.2 안개의 분석

포집한 안개는 포집장소에서 부피를 측정하고, 공경 0.45 μ m의 membrane filter를 이용하여 여과한 후, 즉시 전기전도도와 pH를 측정하였다. 이온성분 분석용 시료는 산과 증류수로 세척한 폴리에틸렌병에 넣어 냉장보관하였다. 음이온 성분(SO₄²⁻, NO₃⁻, Cl⁻)은 이온크로마토그래프(Dionex DX-100)를 이용하여 분석하였고, 양이온(Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺)은 원자흡광광도계(Varian spectra AA 300), NH₄⁺는 인도페놀법으로 분석하였다.

3. 결과

표 1은 춘천지역 안개의 전기전도도, pH와 주요 이온성분의 분석결과이다. 1993년에 포집된 안개의 pH는 4.15~6.61로 평균 5.2였으며, 1994년 안개의 pH는 3.51~6.48로 평균 5.23으로 예년과 비슷한 결과가 나타났다. 그러나 1994년 10월 28일 08시15분에서 09시 15분 사이에 포집된 안개는 예년에 비해 매우 낮은 pH 3.51로 측정되었다. pH가 4.0이하이면 식물잎의 큐티클층을 파괴하고 엽록체 속의 마그네슘을 용출시켜 피해를 일으킨다. 그러므로 춘천지역의 식물에도 산성우로 인한 피해가 예상된다.

주된 음이온 성분인 SO₄²⁻, NO₃⁻의 농도는 1993년에는 각각 113.16 μ g/ml, 32.53 μ g/ml였고 1994년에는 93.37 μ g/ml, 42.39 μ g/ml로 SO₄²⁻는 감소하였고 NO₃⁻ 증가하였다. 주된 양이온 성분인 NH₄⁺, Ca²⁺의 농도는 1993년에는 각각 34.67 μ g/ml, 13.22 μ g/ml였고 1994년에는 49.94 μ g/ml, 5.48 μ g/ml로 NH₄⁺는 증가하였고 Ca²⁺감소하였다. 주된 양이온(NH₄⁺, nss-Ca²⁺)과 주된 음이온(nss-SO₄²⁻, NO₃⁻)의 비와 pH를 비교해 보면 주된 양이온이 증가할수록 pH가 높아진다.

그림 2는 안개의 화학성분의 양을 나타낸 것으로 안개중에 포함된 산성물질은 거의 염기성 물질인,

특히 NH_4^+ 에 의해 중화되는 것을 알 수 있다.

포집된 안개의 pH를 보면 10월의 평균 pH는 5.35이고 11월의 평균 pH는 5.19로 낮아졌다. 이는 겨울철 난방연료의 사용증가에서 기인한 것으로 추정된다.

측정된 전기전도도와 이온의 분석된 농도결과로부터 계산된 전기전도도의 상관성을 보면 r^2 가 0.9788로 좋은 상관성을 나타내고 있다.

양이온과 음이온의 비는 1에 가까운 좋은 결과값을 나타내었다.

총 SO_4^{2-} 중 Sea-salt SO_4^{2-} 는 약 0.4%, 총 Ca^{2+} 중 Sea-salt Ca^{2+} 는 3.8%로 해염보다는 국지적인 오염원에서 기인되었을 것이라고 생각된다. 그러나 Na^+ 의 농도가 높았던 날의 바람을 역추적해 본 결과 수도권 등에서 방출된 오염물질이 유입된 것으로 확인되었다.

Table 1. Ionic composition of fogwater collected at Chunchon during Oct.-Dec. 1994.

	E.C. $\mu\text{S/cm}$	pH	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	NH_4^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+
			$\mu\text{g/ml}$							
Maximum	1490	6.48	50.004	121.244	197.386	105.308	27.234	2.086	5.901	5.285
Minimum	158	3.51	2.17	8.953	27.016	16.714	0.768	0.140	0.277	0.478
Average	476.974	5.23	15.093	42.391	93.373	49.937	5.475	0.513	1.155	1.909

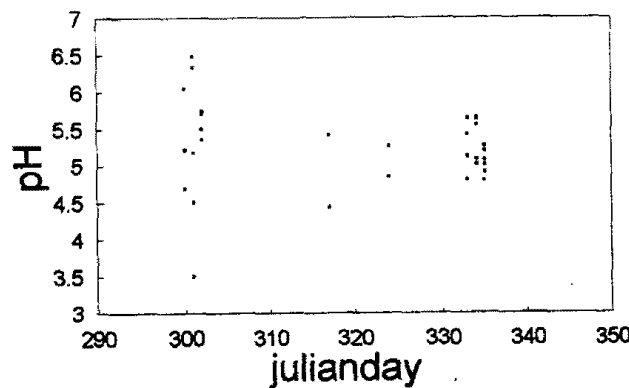


Fig.1. pH of fogwater collected at Chunchon on 1994.

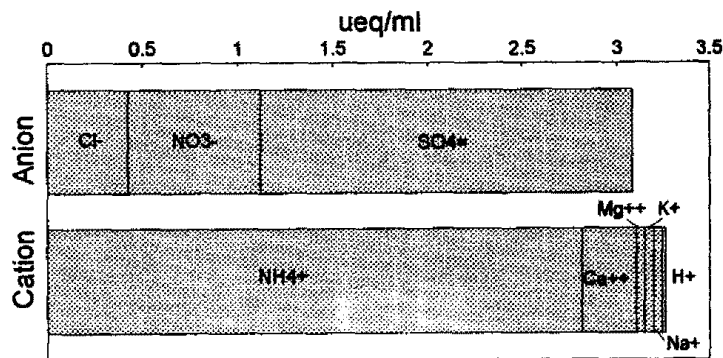


Fig.2. Concentrations of major ions in fogwater collected at Chunchon during Oct.-Dec. 1994.

참고문헌

- 1) Munger J. W. et al.(1983), Geophys. Res., 88(C9), 5109~5121.
- 2) 이종범(1981), 춘천지방의 인공호에 의한 안개 및 운량의 변화, 한국기상학회지, 17(1), P.18~19.
- 3) 김만구, 정일권(1993), 춘천지역 안개의 화학적 조성(I), '93추계환경종합학술대회 요지집, P448~451.
- 4) 김만구, 임양석(1994), 춘천지역 안개의 화학적 조성(II), 제18회 대기보전학술연구발표회 요지집, P49~51.