

3A4) 춘천, 대관령, 소백산 지역의 안개조성의 비교 : 대관령을 중심으로 Comparison of chemical composition of fogwater at Chunchon, Daegwallyeong, and Mt. Sobaek : Effect of geographical and meteorological conditions

홍영민·김현진·김은미¹⁾·김현숙¹⁾·이강휴¹⁾·이보경²⁾·김만구
 강원대학교 환경과학과, ¹⁾강릉지방기상청 대관령기상대, ²⁾연세대학교 학부대학

1. 서론

산성을 유발하는 물질들은 대기 중에서 비나 눈, 안개, 구름 등에 유입되어 강하하는 습성강하와 기체상·입자상 물질의 형태로 지표로 이동하는 건성강하를 통해 대기 중에서 제거된다. 습성강하물 중 안개는 비보다 입자의 크기가 매우 작고, 수분량이 적으며, 대기 중에 체제하는 시간이 매우 길어 대기 중에서 오염물질이 계속 유입되므로 비보다 오염물질의 농도가 매우 높게 나타난다. 특히, 비는 지속적으로 내리는 동안 오염물질이 초기 강수에 의해 대기 중에서 씻겨 내리지만, 안개는 식물의 잎 등에 부착되어 오랜 시간동안 접촉하고 있으므로 식물에 미치는 피해가 더욱 크다. 또한, 고산지역의 경우 습성강하과정에서 구름이나 안개에 의한 Occult Deposition이 차지하는 비중은 도심에 비해 매우 크기 때문에, 고산지역에서 구름이나 안개의 거동에 대한 이해 및 평가가 더욱 필요한 것이다.

안개의 발생과 그 범위는 국지적으로 제한되어 있지만, 안개로 유입되는 오염물질은 자체 발생원 뿐만 아니라 광역적인 장거리 이동의 영향을 받기 때문에 청정지역이라 할지라도 안개의 영향에 대해 올바르게 평가되어야 할 것이다. 과거에 일본의 경우, 1977년 7월 관동지방 내륙의 산악에서 pH 2.8의 강한 산성안개가 관측되었으며, 당시 안개는 동경 부근의 공업지역과 자동차에서 배출되는 오염물질 중 기체상 오염물질이 해풍을 타고 내륙으로 유입되면서 광화학 반응에 의해 생성된 2차 오염물질이 안개의 핵으로 작용하는 것을 원인으로 지적하였다.^{1),2)} 한반도의 경우도 일본 관동 지역의 산성안개 생성과정과 매우 유사한 지리적 조건을 갖추고 있다. 즉, 오염물질의 배출원이 밀집한 경인 지역과 서울의 자동차에서 배출되는 배기가스가 약 100km 떨어진 춘천으로 이동하는 과정에서 2차 오염물질이 생성되어 춘천 지역 및 더 나아가 태백산맥 사면의 안개 및 구름의 산성화에 기여할 것으로 사료된다. 하지만, 국내의 안개에 관한 연구는 극히 드문 상황이며, 김 등³⁾이 소백산, 춘천에서 채취한 안개에 관한 몇몇 연구만이 보고된 바 있다. 따라서, 본 연구에서는 대관령 지역에서 채취하여 분석한 안개를 소백산, 춘천에서 채취한 안개와 비교하고, 안개발생 전후의 기상자료를 분석함으로써 안개로 유입되는 오염물질의 거동에 대해 알아보고자 한다.

2. 시료 채취 및 분석

대관령 안개시료는 2002년 3월부터 8월까지 총 27차례(57일)에 걸쳐 97개의 시료를 채취하였다. 안개는 입자의 관성충돌 원리를 응용한 활동형 안개채취기(SL12003, 신일사이언스)를 이용하였으며, 채수부에 250mL 용량의 HDPE 병(Nalgene, USA)을 장착하여 채취하였다.

채취한 시료는 4°C로 냉장보관하였으며, 강원대학교 환경과학과로 운반하여 일주일 이내에 채취량과 pH와 전기전도도를 측정하였으며, 공경 0.45µm membrane filter를 사용하여 여과하였다. 여과한 시료는 이온크로마토그래프를 이용하여 주요 이온성분을 분석하였다.

기상자료는 안개 채취일 이전부터 당일까지의 고도별 기압배치도를 이용하여 기류의 이동상황을 크게 동서남북의 4가지 권역으로 구분하였으며, 세부적인 기상자료의 해석을 통해 오염물질의 영향을 판단하는 자료로 이용하였다.

3. 결 과

그림 1에 도심지역인 춘천과 고산지역인 소백산, 대관령에서 채취한 안개의 pH와 전기전도도를 비교하여 나타내었다. 춘천안개는 다른 지역에 비해 수분의 공급량이 적어 안개의 이온농도가 매우 높은 반면, 대관령과 소백산의 안개는 장시간에 걸쳐 충분한 양의 수분공급으로 이온농도가 춘천에 비해 매우 낮은 것을 확인 할 수 있다. 한편, 춘천지역 안개중의 대부분의 음이온이 이미 암모니아와 칼슘화합물에 의해 중화되어 NH_4^+ , Ca^{2+} 등의 염의 형태로 존재 하지만, 상대적으로 이들 중화물질의 농도가 적은 고산 지역인 대관령과 소백산에서 채취한 안개는 중화된 정도가 적어, 이 두 고산지역 안개의 pH가 춘천 지역 안개의 pH보다 낮게 나타났다.

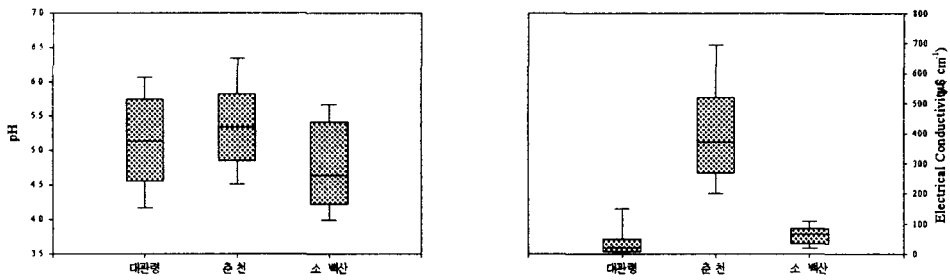


Fig. 1. Volume weighted mean pH and electrical conductivity for fogwater collected at Chuncheon, Daegwallyeong, and Mt. Sobaek.

그림 2는 대관령지역에서 채취한 안개를 이동되어 온 기류 발원지의 방향에 따라 분류하여 질산염과 비해염기원 황산염의 농도비와 해염의 주성분인 Cl^-/Na^+ 의 비율 나타낸 것이다. 그림에서 보이는 것과 같이 한반도 내륙을 지나온 기류의 영향을 받은 안개에는 다른 경우보다 질산염의 비중이 더 높게 나타나는 것을 알 수 있다. Cl^-/Na^+ 비의 경우는 동해를 지나온 경우 그 비가 해염의 비와 유사하지만, 다른 경우에는 Cl^- 가 해염에 비해 더 농축되어 있어 해염 이외의 다른 Cl^- 오염원이 있음을 시사한다.

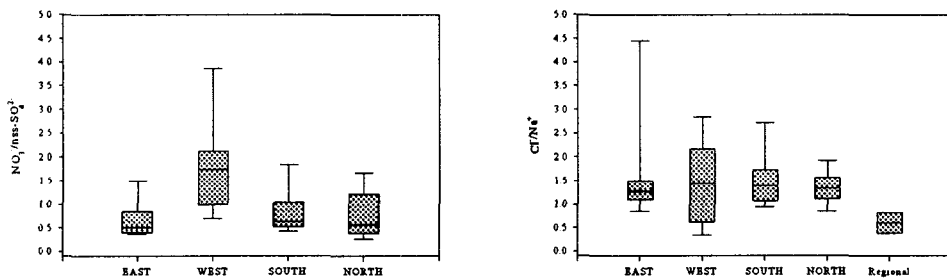


Fig. 2. Effect of the origin of the air mass on the ionic composition of fogwater.

감 사

본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R01-1999-00291)지원으로 수행되었음.

참 고 문 헌

- 1) 村野 健太郎(1989) 酸性霧 公害と對策, 25, 725.

- 2) 村野 健太郎(1991) 酸性霧汚染の實態, 公害と對策, 27, 229.
- 3) 김만구, 임양석, 박기준, 황훈(1999) 산성강하물의 침착량과 동태 해명에 관한 연구-춘천지역 안개의 화학 조성(1996~1997), 한국대기보전학회지, 14, 5, 491-498.