

PA7) 2005년 부산지역 이슬의 화학적 조성 특성

Chemical Composition Characteristics of Dewfall at Busan in 2005

전병일 · 황용식¹⁾ · 김정호¹⁾ · 윤장희²⁾

신라대학교 환경공학과, ¹⁾인제대학교 산업의학연구소, ²⁾기초과학지원연구소 부산분소

1. 서 론

이슬은 지표의 물체가 야간복사에 의해 냉각되어 부근의 기온이 노점이하로 떨어지면서 응결되어 생성된 것이다(김광식, 1995). 이슬생성의 세 가지 기본적인 조건은 풍부한 습기와 충분한 야간복사냉각 그리고 지면이나 풀잎사귀 등에 수분이 풍부하여야 한다. 충분한 습기는 주위의 호수 또는 연안으로부터 공급이나 비가 온 후의 습한 토양에서 공급된다고 할 수 있다. 우리나라에 늦여름부터 늦가을까지 이슬이 많이 생기는 이유가 이와 같은 조건을 갖추었기 때문이다. 주영특과 김영채(1991)가 산성이슬과 분진이 수목에 미치는 영향을 알기 위해 경부고속도로변의 수목을 이용하여 생육상태, 엽록소 함량, 부착분진량, 이슬의 산도를 조사한 바 있다. 정용승과 김태군(1992)은 충북 청원군에서 안개, 이슬, 서리를 채취해 산성도와 그 변동을 분석한 바 있으나, 그 화학적조성에 대해서는 조사하지 않았다. 이정택 등(1989)은 비 구락 내 습윤상태를 추정하고자 이슬추정시간을 검토하여 사용한 바 있다. 또한 김영채 등(2000)은 산림지역 내에 형성되는 이슬의 pH와 화학적 특성 그리고 용존원소량을 파악하기 위해 서울의 남산, 경기도 신갈, 강원도 평창의 3개 지역을 대상으로 이슬을 채취하여 분석한 바 있다.

우리나라에서는 이슬생성과 기상인자와의 관계나 산성이슬의 화학적인 특성과 조성에 관한 체계적인 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 부산지역을 대상으로 이슬을 인공적으로 포집하여 이슬의 화학적 조성 특성을 밝히고자 한다.

2. 측정 및 분석방법

본 연구를 위한 이슬 포집지점은 인근에 도로가 증설되어 자동차의 통행도 빈번해져 인위적 오염원도 일부 유입될 수 있는 지형적 특성을 가지고 있다. 이슬의 포집기간은 2005년 6월부터 10월까지이며 총 5개월(26일간)이다. 이슬 포집장치는 지면으로부터의 지구복사를 차단하기 위해 2mm의 합판 위에 야간복사에 의한 냉각효과를 유발하기 위해 2mm의 두께의 알루미늄 판을 부착시키고, 그 위에 화학적으로 반응이 없는 2mm 두께와 1m×1m 넓이의 teflon plate로 구성되어 되었다. 이 판들은 지표로부터의 오염을 제거하기 위해 지면으로부터 약 1m 위에 설치하였다. 이슬의 포집은 이슬이 발생할 수 있는 기상조건(맑고 바람이 없는 날)이라고 판단되는 전날 저녁 9시경에 증류수로 teflon 표면을 깨끗하게 씻고 물기를 닦은 후, 지정된 장소에 설치하고 일출 전에 화학적으로 깨끗한 teflon scraper를 이용하여 표면에 생긴 이슬 전량을 깨끗하게 쓸어 담아 깨끗한 폴리에틸렌 병에 수집하였다. Teflon plate로부터 이슬을 포집한 후, 바로 현장에서 pH meter(Orion, 410)와 전기전도도계(HI 991300, Hanna제)를 이용하여 pH와 전기전도도를 측정하였다. 화학적 성분을 분석하기 위하여 4℃에서 냉장 보관된 이슬 시료는 이온 크로마토그래피(IC; DX-500, Dionex Co., USA)를 이용하여 Cl⁻, F⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻ 및 SO₄²⁻를 분석하였다. NH₄⁺은 흡광광도계(U-2000, Hitachi Co., Japan)를 이용하여 인도페놀법으로 분석하였다. 또한 양이온(Ca²⁺, Na⁺, K⁺ 및 Mg²⁺)은 여과후에 그 여액을 여러 가지 금속성분의 동시 정량이 가능한 ICP/AES(ICP-IRIS, Thermo Jarrell Ash Co., USA)를 이용하여 ICP법으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 부산지역에서 포집된 이슬 중 산성도를 강하게 유발하는 원인물질로 알려져 있는 산성화물질인 [NO₃⁻+SO₄²⁻]와 중화물질인 [NH₄⁺+Ca²⁺]의 당량비를 월별로 나타낸 것이다. 10월이 1.04로 가장

높았고, 8월이 0.55로 가장 낮았으며, 포집기간 중 평균 당량비는 0.83으로 나타났다. 본 연구기간이 5개월로 매우 한정이지만 10월이 매우 높았으나, 이 시기의 pH는 6.68로서 가장 높았다. 따라서 본 연구지역의 이슬은 산성화물질인 $[\text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}]$ 보다는 중화물질인 $[\text{NH}_4^+ + \text{Ca}^{2+}]$ 의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다. 그림 2는 부산에서 포집된 이슬 중 산성도를 강하게 유발하는 원인물질로 알려져 있는 NO_3^- 과 SO_4^{2-} 의 당량비($\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$)를 월별로 나타낸 것이다. 9월이 2.94로 가장 높았고, 7월이 1.77로 가장 낮았다. 또한 여름철(6월, 7월 및 8월)보다 가을철(9월과 10월)의 이슬에서 S/N 당량비가 높게 나타나 가을철에 인위적인 오염원(황산화물과 질소산화물)의 유입이 우세한 것으로 나타났으며, 평균 S/N 당량비는 2.35로 나타났다. 방소영 등(2003)이 1999년 1월부터 2001년 12월까지 우리나라 해안지역에 내린 강수를 대상으로 조사한 $\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$ 의 비가 안면도 1.84, 제주 고산 2.661, 울릉도 2.27인 것과 유사한 값이 나타났다. 따라서 본 연구지역은 황산화물의 영향이 질소산화물의 영향보다 높게 나타났다.

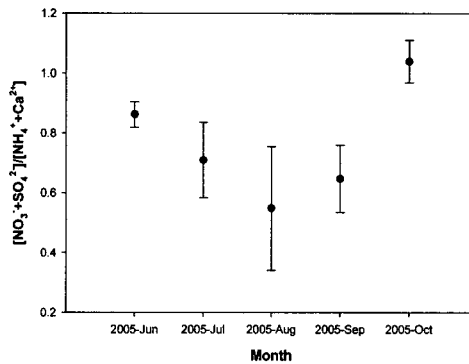


Fig. 1. Equivalent ratio of $[\text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}]/[\text{NH}_4^+ + \text{Ca}^{2+}]$ in dewfall sampled in Busan.

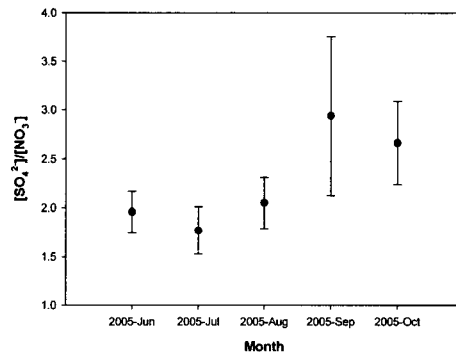


Fig. 2. Equivalent Ratio of $[\text{SO}_4^{2-}]/[\text{NO}_3^-]$ in dewfall sampled in Busan.

4. 결 론

1. pH 5.6 미만의 산성이슬의 발생빈도는 7일(26.9%)로 나타났고, pH 5.6 이상이 19일 로서 전체의 73.1%를 차지하였다. 부산지역 이슬에서 산성화물질인 $[\text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}]$ 성분과 중화물질인 $[\text{NH}_4^+ + \text{Ca}^{2+}]$ 의 평균 당량비는 0.83으로 나타나 중화물질이 매우 큰 영향을 미치고 있다.

2. NO_3^- 과 SO_4^{2-} 의 비($\text{SO}_4^{2-}/\text{NO}_3^-$)를 월별로 보면, 9월이 2.94로 가장 높았고 7월이 1.77로 가장 낮았으며, 평균 당량비는 2.35로 나타났다.

참 고 문 헌

- Foster, J. R., R. A. Pribush, and B. H. Carter (1990) The chemistry of dews and frosts in Indianapolis, Indiana, *Atmos. Enviro.*, 24(8), 2229-2236.
- Getz, R. R. (1978) Dew-monitoring network in the Southeast, *Bull. Ameri. Meteor. Soc.*, 59(9), 1150-1154.
- Kidron, G. (1999) Altitude dependent dew and fog in the Negev Desert, Israel, *Agric. For. Meteor.*, 96, 1-8.