

OA9 도시 및 교외지역 이슬의 생성과 화학적 조성

전병일¹ · 황용식^{2*} · 박문포³ · 윤장희⁴ · 문덕환²

¹신라대학교 환경공학과

²인제대학교 산업의학연구소 및 부산백병원 산업의학교실

³기상청 밀양기상관측소, ⁴기초과학지원연구소 부산분소

1. 서 론

이슬은 농작물에 대하여 지상으로부터 물 공급원이 될 뿐만 아니라, 이슬에 의하여 농작물의 염류농도가 조절되어 작물생리에 좋은 영향을 끼친다. 한편, 농작물의 엽면(葉面)에 이슬이 많이 맺히면, 밤 동안의 호흡작용이 방해되어 농작물의 소모가 적어지므로 기온의 일교차가 큰 것과 같은 영향을 작물영양생리에 주게 되므로 좋은 결과를 가져다준다. 또한 강수량이 작은 섬 지방에서는 이슬을 인공적으로 포집하여 생활용수로 사용하는가 하면, 심지어 음용수로 사용하는 방안도 고려중인 지역도 있다(Muselli et al., 2002). 이슬이 습윤한 지역에서는 습기의 중요한 공급원이 아니지만 척박한 지역에서의 식물 생물체는 그들의 생존에 매우 중요하다. 예를 들면 이스라엘지방에서 이슬은 매년 55mm에 해당하는 강수량을 공급하며, 가뭄인 시기에 이슬 강수량이 비 강수량을 초과하는 이스라엘의 Negev 사막 같은 곳은 특히 중요하며, 이러한 습기는 식물이 가장 큰 스트레스를 받을 시기인 건조한 여름철에 매우 유용한 역할을 한다(Zangvil, 1996; Kidron, 1999).

우리나라에서 이슬에 대한 연구의 예를 보면, 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 충분청원군에서 안개, 이슬, 서리를 채취해 산성도와 그 변동을 분석한 바 있으나, 그 화학적 조성에 대해서는 조사하지 않았다. 이정택 등(1989)은 비 군락 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 연구를 한 바는 아직까지 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 부산시 사상구 패법동과 경남 밀양시 기상측후소에서 이슬을 인공적으로 포집하여 이슬생성에 미치는 기상학적 요인과 증화 mechanism의 특성을 밝히고자 한다.

2. 연구방법

본 연구를 위한 도시지역의 이슬 포집지점은 부산시 사상구 패법동 신라대학교 자연관 옆 잔디밭에서 실시하였으며, 측정지점의 주위는 백양산으로 둘러싸여 있으며 남서쪽으로 계곡이 있고, 포집지점과 약 3km 떨어진 지역에 사상공업지역이 위치하고 있으나,

최근에는 많은 공장이 타 지역으로 이주하여 점오염원의 영향이 많이 소멸한데 비해, 대형 유통단지가 들어섬에 따라 자동차의 증가가 뚜렷하여 선오염원에 의한 영향이 증가되고 있다. 측정지점 주위의 특별한 점오염원은 사상지역에서 남쪽으로 5km떨어진 신평·장림공단에 많이 분포하고 있고, 남서풍이 유입될 경우에는 신평·장림공단과 사상지역에서 오염물질이 이류하여 본 측정지점에 영향을 미칠 수 있다. 교외지역은 밀양시 기상측후소에서 실시하였으며, 앞쪽으로 강을 끼고 있으며 뒤로는 농지가 발달한 지역에 위치하고 있으나, 최근에는 교통량이 다소 증가하고 있으나 전형적인 교외지역으로서 농업활동에 의한 오염원이 존재하고, 자동차의 증가가 뚜렷하여 선오염원에 의한 영향이 증가되고 있으므로 본 측정지점에 영향을 미칠 수 있다. 이슬의 포집기간은 2002년 8월부터 2003년 4월까지이며, 이슬이 서리로 변하는 기간인 겨울철을 제외한 2002년 8월, 9월, 10월 그리고 2003년 3월, 4월의 총 5개월간이다.

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.

이슬발생량을 기상조건과 관련시켜 고찰하기 위해 기상자료의 확보가 매우 중요하다. 특히 이슬량에 영향을 미치는 기온, 풍속 그리고 운량의 자료를 부산지방기상청 및 밀양기상관측소에서 관측한 일기상통계표(부산기상청, 2002~2003)를 이용하였으며, 또한 공기 중의 혼합비를 계산하기 위해서 수증기압과 현지기압을 이용하였다.

정량 분석된 이온성분은 Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} 의 음이온과 NH_4^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Na^+ 양이온으로 이슬 채취량을 가중하여 계산한 후 자료해석에 활용하였다.

3. 결과 및 고찰

이슬의 원인물질과 중화성분의 역할을 파악하기 위하여 Fig. 1과 같이 (a) 도시지역과 (b) 교외지역에서 산성화물질인 $[NO_3^- + SO_4^{2-}]$ 과 중화물질인 $[NH_4^+ + Ca^{2+}]$ 와의 관계를 나타내었다. 대기 중에 부유하는 에어로졸에 함유된 성분 중에서 산성비와 산성안개 그리고 산성이슬의 원인물질로 판단되는 SO_4^{2-} 와 NO_3^- 는 강수에 의해 지면에 도달되면, 토양이나 호수를 산성화시켜 인간에게 직·간접적으로 많은 영향을 미친다. 또한 NH_4^+ 과 Ca^{2+} 은 대부분 자연발생원인 토양으로부터 비산되어 대기 중에 떠 있다가 강수를 중화시켜 pH를 알칼리성으로 변환시키는 역할을 한다. 도시지역에서는 산성화물질이 중화물질보다 높은 비율을 보였으며, 산성화 및 중화물질의 농도 분포는 교외지역에 비하여 낮게 나타났다. 교외지역의 이슬에서는 중화물질이 산성화물질보다 매우 높은 것을 알 수 있으며, 이슬의 pH를 결정하는 원인물질로서 중화물질인 $[NH_4^+ + Ca^{2+}]$ 성분이 매우 큰 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

Fig. 2는 도시지역과 교외지역에서 포집된 이슬 중 산성도를 강하게 유발하는 원인물질로 알려져 있는 산성화물질인 $[NO_3^- + SO_4^{2-}]$ 와 중화물질인 $[NH_4^+ + Ca^{2+}]$ 의 당량비를 월별로 나타낸 것이다. 도시지역은 9월이 2.02로서 가장 높았고, 3월이 0.93으로 가장 낮았다. 교외지역의 경우 8월이 1.03으로 가장 높았고 10월이 0.64로 가장 낮았다. 연구기간 중 평균 당량비는 도시지역(1.38)이 교외지역(0.72)보다 1.92배 높게 나타났다. 연구기

간이 5개월로 매우 한정이지만 도시지역의 평균 pH는 5.26으로 나타났고, 교외지역의 평균 pH는 7.52로 나타났다. 따라서 도시지역 이슬은 산성화물질인 $[\text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}]$ 의 영향을 많이 받고, 교외지역 이슬은 중화물질인 $[\text{NH}_4^+ + \text{Ca}^{2+}]$ 의 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

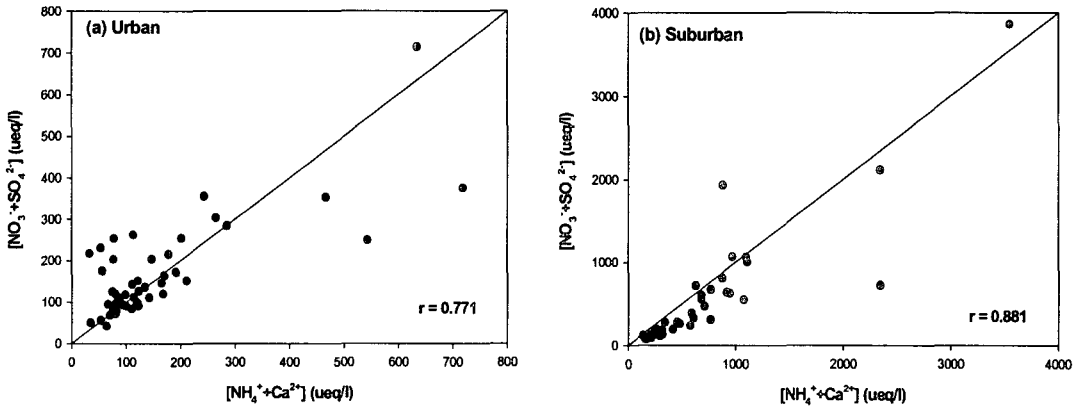


Fig. 1. Relationship between $[\text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}]$ and $[\text{NH}_4^+ + \text{Ca}^{2+}]$.

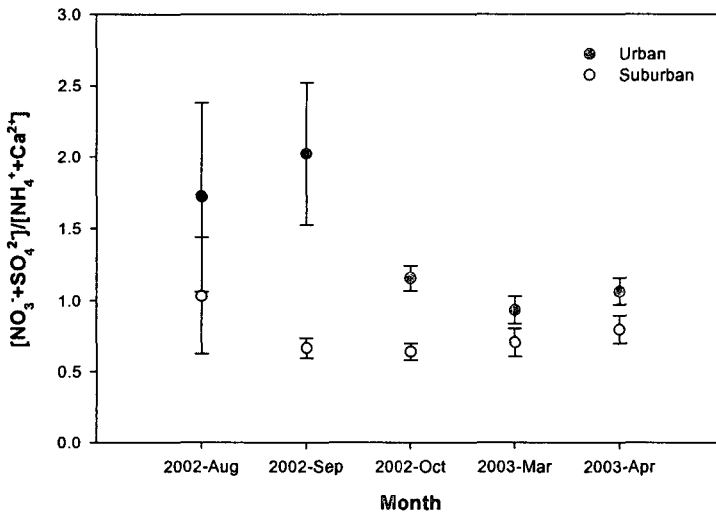


Fig. 2. Equivalent Ratio of $[\text{NO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}]/[\text{NH}_4^+ + \text{Ca}^{2+}]$ in dewfall sampled at urban and suburban.

참 고 문 헌

- 김영채, 정동준, 김홍률, 2000, 3개 산림지역의 이슬의 산성도 및 화학적 특성의 비교(서울, 용인, 평창을 중심으로), 한국농림기상학회지, 2(2), 31-40.
 이정택, 윤성호, 정영상, 1989, 우리나라에 있어서의 비 근락내의 열수지에 의한 이슬지속시간의 추정, 농업시험연구논문집(토양비료편), 31(1), 1-5.

- 정용승, 김태군, 1992, 충북 청원군의 안개, 이슬, 서리의 산성도 연구, 한국대기보전학회지, 8(1), 45-51.
- 주영특, 김영채, 1991, 산성이슬에 의한 경부고속도로변 수목의 피해에 관한 연구, 경희대 연구논문집, 12, 106-112.
- Kidron, G., 1999, Altitude dependent dew and fog in the Negev Desert, Israel, Agric. For. Meteor., 96, 1-8.
- Muselli, Marc, D. Beysens, J. Marcillat, I. Milimouk, T. Nilsson, and A. Louche, 2002, Dew water collector for potable water in Ajaccio(Corsica Island, France), Atmospheric Research, 64, 297-312.
- Zangvil, A., 1996, Six years of dew observation in the Negev Desert, Israel, J. Arid Environ., 32, 361-372.