

4C2) 부산 서부지역에서 산성이슬의 특성에 관한 연구 A Study on the Characteristics of Acid Dew in Western Pusan, Korea

황용식 · 전병일¹⁾ · 박문포²⁾ · 문덕환

인제대학교 산업의학연구소 및 부산백병원 산업의학교실

¹⁾신라대학교 환경공학과, ²⁾기상청 밀양기상관측소

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. 한여름의 경우, 습기는 풍부하지만 충분한 야간복사냉각이 어렵고, 한겨울의 경우, 야간복사는 강하지만 공기 중의 습기가 부족하다. 최대의 복사냉각을 얻기 위해서는 (1) 맑은 하늘, (2) 약한 바람 (3) 지표근처에 차갑고 건조한 공기가 습한 공기를 덮을 조건이 필요하다(Zangvil, 1996).

이슬의 역할을 생태학적 관점에서 보면, 어린 묘목의 생존과 생장을 연장시켜 작물증산을 증가시키거나, 식물의 증산작용을 감소시키며 잎이 시드는 것을 막고 열대지역에서의 착생 미생물 서식환경에 습도를 증가시키는 장점이 있다(Wallin, 1967). 또한 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 등, 2002). 건조지대인 이스라엘에서의 이슬은 매년 55mm에 해당하는 강수량을 공급하며, 가뭄인 시기에 이슬 강수량이 비 강수량을 초과하는 이스라엘의 Negev 사막 같은 곳은 이슬의 생성이 특히 중요하다. 이러한 습기는 식물이 가장 큰 스트레스를 받을 시기인 건조한 여름철에 매우 유용한 역할을 한다(Kidron, 1999). 따라서 이슬이 습윤한 지역에서는 습기의 중요한 공급원이 아니지만, 척박한 지역에서의 식물 생물체는 그들의 생존에 매우 중요하다.

그러나 이슬이 자주 맺혀 작물체의 표면이 장시간 젖어 있으면 박테리아와 균에 의한 감염을 증진시켜 病原菌이 번식하기 쉽다. 果物 등은 果面に 이슬이 많이 붙으면 얼룩점이 생기는 원인이 되어 품질이 나빠질 염려가 있다. 또한 이슬은 많은 식물질병의 번식과 확장, 벌레의 활동 그리고 살충제의 살포에 중요한 역할을 한다. 그리고 땅콩, 면, 감귤류 등의 농작물 수확량은 이슬에 의해 많은 영향을 받는다(Getz, 1978). 이슬은 표면젖음 현상으로 인해 재료의 부식에 매우 큰 기여를 할 수 있다. 표면젖음(surface wetness)은 재료에 전해질을 제공해서 전기화학적 부식을 향상시키고 산성매개물질의 증가는 화학적인 반응이 활발하도록 한다.

우리나라에서는 이슬생성과 기상인자와의 관계나 산성이슬의 화학적인 특성과 조성에 관한 체계적인 연구를 한 바는 아직까지 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 부산시 사상구 폐법동에서 2002년 8월부터 2003년 5월까지 이슬을 인공적으로 포집하여 기상조건에 따른 이슬의 생성 및 산성도 측정 그리고 화학적 조성을 통하여 그 특성을 파악하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구를 위한 이슬 포집지점은 부산시 사상구 폐법동에서 실시하였으며, 측정지점의 주위는 백양산

으로 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 5km 떨어진 신평·장림공단에 많이 분포하고 있고, 남서풍이 유입될 경우에는 신평·장림공단과 사상지역에서 오염물질이 이류하여, 본 측정지점에 영향을 미칠 수 있다.

이슬의 포집기간은 2002년 8월부터 2003년 5월까지이며, 11월 이후 이슬이 서리로 변하는 기간에는 서리의 포집의 어려움으로 인해 3월 이후 이슬이 형성될 시기에만 포집하였다. 서리의 경우 고체상인 얼음을 녹이는 과정에 따라 화학적 성분이 변화될 수 있기 때문이다.

자동이슬포집기로부터 이슬을 포집한 후, 바로 현지에서 pH meter와 전기전도도계(HI 991300, Hanna 제)를 이용하여 pH와 전기전도도를 측정하였다. pH meter는 표준용액(pH 4.0과 pH 7.0)으로 보정하였으며, 전기전도도계는 1.28 μ S의 표준용액을 회석하여 보정한 후, 시료를 측정하였다. 두 항목을 측정한 후 실험실로 가져와 0.45 μ m filter를 이용하여 침전물이나 부유물을 제거한 후, 4 $^{\circ}$ C의 온도를 유지하는 냉장기에 보관하여 빠른 시간에 화학적 분석을 할 때까지 냉장 보관하였다. 전기전도도는 용액이 전류를 운반할 수 있는 정도를 말하며, 용액 중의 이온세기를 신속하게 평가할 수 있는 항목이며, 단면적 1cm², 거리 1cm에 상대하는 전극간의 용액이 갖는 전기저항의 역수로서 25 $^{\circ}$ C로 환산한 μ S/cm(μ Ω /cm)로 표시하였다. 이슬발생량을 기상조건과 관련시켜 고찰하기 위해 기상자료의 확보가 매우 중요하다. 특히 이슬량에 영향을 미치는 기온, 풍속 그리고 운량의 자료를 부산지방기상청에서 관측한 일기상통계표(부산기상청, 2002~2003)를 이용하였으며, 또한 공기 중의 혼합비를 계산하기 위해서 수증기압과 현지기압을 이용하였다. 포집된 이슬 시료는 0.45 μ m 공극의 membrane filter를 이용하여 filtering 후 4 $^{\circ}$ C의 냉장소에 보관하고 이온성분 분석을 하였다.

3. 결과 및 고찰

이슬은 야간복사에 의해 지표면이 충분히 냉각되면 많은 이슬이 생성될 수 있으므로, 냉각율의 근거가 되는 이슬 측정 전일의 최고기온과 당일의 최저기온의 차(일교차)가 매우 커야 한다. 이슬 발생량과 일교차와의 관계를 나타낸 것이다. 그림을 보면, 일교차가 증가함에 따라 이슬량이 증가하는 경향을 뚜렷하게 볼 수 있었다. 일교차가 7 $^{\circ}$ C 이상이면 대부분 50 g/m² 이상의 이슬이 생성된 것으로 나타나, 일교차가 매우 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다. 100 g/m² 이상의 이슬량을 나타낸 경우는 일교차가 8~9 $^{\circ}$ C일 때로 나타났다.

본 연구지점에서 포집된 이슬의 수용성 이온성분 결과를 이온수지법을 적용하여 양이온의 총합과 음이온의 총합의 관계를 도식화 한 결과 두 값 사이의 결정계수(r^2)가 0.974로 나타났다. 전체적인 이온수지를 보면, 저농도에서 양이온이 많고 고농도에 음이온이 많은 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- Brimblecombe, P., and I. J. Todd, 1977, Sodium and potassium in the dew, *Atmos. Environ.*, 11, 649-650.
- Foster, J. R., R. A. Pribush, and B. H. Carter, 1990, The chemistry of dews and frosts in Indianapolis, Indiana, *Atmos. Environ.*, 24(8), 2229-2236, 1990.
- Getz, R. R., 1978, Dew-monitoring network in the Southeast, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 59(9), 1150-1154.
- Kidron, G., 1999, Altitude dependent dew and fog in the Negev Desert, Israel, *Agric. For. Meteorol.*, 96, 1-8.
- Mulawa, P. A., S. H. Cadle, F. Lipari, C. Ang and R. T. Vandervennet, 1986, Urban dew: Its composition and influence on dry deposition rates, *Atmos. Environ.*, 20(7), 1389-1396.