

4B1) 양수리 인근 산림지역에서의 수은의 침적연구

Mercury Atmospheric Deposition at Forest Areas in Yangsuri, Gyeonggi-do, Korea

한진수 · 정영재 · 서용석 · 김문경 · 이승묵

서울대학교 보건대학원 환경보건학과

1. 서 론

대기 중 수은의 침적은 산림생태계에 존재하는 수은의 주된 오염원이다. 하지만, 대기 중에 존재하는 수은과 산림생태계내의 수은은 습한 나뭇잎의 표면에서 일어나는 여러 종류의 복잡한 산화반응, 잎의 표면에 침적되는 입자상 수은(Particle Mercury, Hg_p)양, 잎의 기공을 통한 수은종(Hg^0 , RGM)의 식물체내의 출입과정 등의 복합적인 영향으로 인하여 일반 지표면에서의 수은침적과는 매우 다른 양상을 나타낸다. 산림생태계로 침적된 수은은 일부 메틸수은으로 변형되어 생물 농축됨으로써 인간을 비롯한 생물체에 위해를 가할 가능성이 크므로 이들 지역에서의 수은의 침적연구가 필요하다. 때문에 현재 북미지역과 유럽 등의 선진국 지역에서는 산림생태계의 수은의 출입과 순환에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있으나, 현재 우리나라에서는 이와 관련된 연구가 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 우리나라의 특정 산림지역에서의 대기 중 수은의 침적과 순환에 관한 특성을 살펴보고자 한다.

2. 연구 방법

경기도 양평군 양수리 지역에서 한강물환경 연구소 생태관 옥상과 인근 야산 유역에서 modified MIC-B wet sampler를 이용하여 대기 중 총 수은의 습식침적 시료를 채취하였고, 낙엽시료는 산림지역에서 밤나무를 대상으로 주기적으로 시료를 채취하였다.

총 수은의 습식침적 시료의 분석은 CVAFS(Cold Vapor Atomic Fluorescence Spectrometry) 기법을 사용하는 Tekran Inc.의 Series 2600을 이용하여 분석하였으며 시료 분석에 대한 세부사항은 Lake Michigan Mass Balance Methods Compendium 내에 있는 Standard Operation Procedure for Analysis of Mercury in Precipitation을 따랐다(U.S. EPA, 1994). 낙엽 내 총 수은의 함량은 시료를 동결 건조시켜 균질화 시킨 후 DMA-80(Milestone, USA)을 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

총 연구기간 동안의 한강 물환경 생태관 옥상의 습식 침적 및 인근 유역 토양에서 throughfall에 의한 총 수은의 volume-weighted concentration은 각각 $5.25 \pm 2.67 \text{ ng L}^{-1}$, $10.33 \pm 8.84 \text{ ng L}^{-1}$ 로 throughfall에 의한 총 수은의 농도가 약 2배 높은 값을 나타내었다.

2009년 4월 물환경 생태관 옥상과 인근 유역에서 측정된 총 수은의 volume-weighted concentration은 각각 19.14 ng L^{-1} , 5.08 ng L^{-1} 이었고, 2009년 6월에는 각각 15.22 ng L^{-1} , 6.49 ng L^{-1} 로 한강 물환경 생태관 옥상에서의 농도가 인근 유역 산림 지역에서의 농도보다 높게 나타나지만, 침적량은 오히려 인근 유역의 산림지역에서의 침적량이 더 높게 나타났다. 이는 일부의 강우는 canopy나 줄기를 타고 내려오는 빗물에 의하여 증발이 되어지기 때문이다. 따라서 비록 throughfall에서의 총 수은의 농도가 낮을 지라도 침적량은 이에 비하여 높을 수 있는 것이다(Choi et al., 2008).

물환경 생태관 옥상의 습식 침적 및 인근 유역 토양에서 throughfall에 의한 총 수은의 침적량과 litterfall은 각각 $4.21 \pm 0.26 \text{ } \mu\text{g/m}^2$, $6.49 \pm 0.31 \text{ } \mu\text{g/m}^2$, $8.11 \pm 0.86 \text{ } \mu\text{g/m}^2$ 으로 wet deposition과 throughfall, litterfall은 1:1.5:1.9의 비율로 나타났다. 이는 throughfall과 litterfall 농도가 leaf-on 시기가 되면 높게 나타나기 때문으로 사료된다(Choi et al., 2008).

총 연구기간 동안 총 수은의 농도와 침적량은 상대적으로 겨울이 낮고, 봄과 여름에 높게 나타났는데

이는 봄과 여름에 Hg^0 이 대기 중에서 산화하는 비율이 크고, 광화학 반응이 증가하기 때문이며, 더불어 지역적인 차이와 따뜻한 시기에는 대류가 증가하고 이 대류는 Hg^0 의 장거리 수송 능력을 증가할 수 있기 때문에 사료된다(Choi et al., 2008).

사 사

본 연구는 한국 환경기술진흥원의 차세대 핵심 환경기술개발사업(동북아시아 월경성 수은 화학종의 발생원 및 우리나라에 미치는 영향에 관한 종합적 연구, 과제번호 2008-12001-0050-1)과 교육과학기술부(다중 매체 간 수은 거동의 통합적 이해를 통한 수은 관리기반 구축, 과제번호 R01-2008-000-11165-0)의 일환으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- Choi, H.-D., Timothy J. Sharac, and Thomos M. Holsen (2008) Mercury deposition in the Adirondacks: A comparison between precipitation and throughfall, *Atmosphere Environment*, 42, 1818-1827.
- Deguchi, A., S. Hattori, and H.-T. Park (2006) The influence of seasonal changes in canopy structure on interception loss: application of the revised Gash model. *Journal of Hydrology*, 318, 80-102.
- Keim, R.F., A.E. Skaugset, and M. Weiler (2005) Temporal persistence of spatial patterns in throughfall. *Journal of Hydrology*, 314, 263-274.
- Marin, T.C., W. Bouten, and J. Sevink (2000) Gross rainfall and its partitioning into throughfall, stemflow and evaporation of intercepted water in four forest ecosystems in western Amazonia. *Journal of Hydrology*, 237, 40-57.
- Rodrigo, A. and A. Avila (2001) Influence of sampling size in the estimation of mean throughfall in two Mediterranean holm oak forests. *Journal of Hydrology*, 243, 216-227.