

## 서울시 도로변의 빗물받이에서 채취한 하수슬러지의 중금속 오염 평가 연구

이평구<sup>1\*</sup>, 윤성택<sup>2</sup>, 최병영<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 한국자원연구소 자연재해방재연구단, 대전시 유성구 가정동 30

<sup>2</sup> 고려대학교 지구환경과학과, 서울시 성북구 안암동 5-1

도로변 중금속 (Pb, Zn, Cu, Cd) 오염을 평가하기 위해 서울시 중구, 구로구, 여의도 및 도봉구 지역의 도로변 빗물받이에서 79개 하수슬러지를 채취하여 물리화학적 연구를 수행하였다. 도로변 빗물받이는 배수시설의 일부분으로서 우기에 지표 유출수의 양을 조절하고 도로 노면에서 운반되는 오염 입자를 침전시키기 위해 설치되어 있으나, 부분적으로는 하수계와 직접 연결되어 있어 한강의 수질에 직접적인 영향을 줄 수 있다.

하수슬러지의 중금속 함량은 매우 높으며 (평균 함량 : Zn = 2595.7 $\mu$ g/g, Cd = 9.8 $\mu$ g/g, Cu = 602.5 $\mu$ g/g, Pb = 265.0 $\mu$ g/g), 이는 자동차 통행과 각종 산업 활동에 의해 배출된 오염물질이 장기간 축적된 결과로 판단된다. Zn 함량은 교통량이 많은 영등포구 여의도 (평균 함량 : 3873 $\mu$ g/g)와 중구 (평균 함량 : 3262 $\mu$ g/g) 지역에서 가장 높아 비교적 오염이 덜된 도봉구에 비해 4-5배 높게 나타나며, 이는 Zn의 상당량이 자동차 타이어의 마모에 기원함을 시사한다. Cu와 Cr의 함량은 중구와 구로구에서 가장 높아 주변의 산업활동에 관계되는 것으로 판단된다. Pb 오염은 외국의 연구 결과에 비해 매우 낮는데, 이는 1987년부터 일부 차종에 대해 유연 휘발유의 사용을 금지한 결과로 해석된다. 연속추출법을 이용한 분석 결과, Zn은 FII와 FIII에 수반되는 경향이 매우 높으며(전체 함량의 88%), Cu는 주로 FIV(전체 함량의 60%)와 FII(19%)에 수반되고 있다. Pb는 주로 FIII, FII 및 FIV에서 검출되었으며(전체 함량의 85%), Cd는 특이하게 주로 FV에 수반된다.

TCLP 용출 실험 결과, Cd와 Pb의 용출 농도는 TCLP regulatory level을 초과하지 않았지만, Zn, Mn, Cu는 전체 금속 함량 중 상당량이 수용액에 용해되었다. 용해된 Zn, Mn 및 Cu의 농도는 각각 9.37-245.7mg/L, 2.65-12.85mg/L 및 0.002-14.860mg/L로서, 전체 금속 함량의 30.6%, 31.5% 및 4.6%가 용해되었다. 용출 실험과 연속 추출 실험 결과를 종합하면, 하수슬러지 중 미량 금속 원소의 상대적인 mobility는 Mn>Zn>Cu $\geq$ Cd>Co>Cr>Pb>Fe의 순서이다.

따라서, 빗물받이의 물리화학적 환경 변화, 특히 산성 유출수(산성비, 산성 폐수 등)의 유입이 일어나면 중금속 (특히, Zn과 Cu)의 용출이 매우 우려할 수준에 도달할 수 있음을 지시해 주며, 적절한 처리 방법의 수립과 시행이 시급한 것으로 판단된다.