

하수슬러지 폐기물의 해양생태독성평가

이규태, 김찬국, 이정석
((주) 네오엔비즈)

폐기물 중 하나인 하수슬러지는 매립, 소각, 투기, 재활용 등 다양한 방법으로 처리가 가능하지만, 국내의 법적, 제도적, 사회적, 경제적 요인에 의해 1990년대 이후 하수슬러지는 주로 해양에 투기되고 있다. 그러나 하수슬러지는 오염물질을 잠정적으로 상당량 포함할 소지가 높아 해양투기시 해양오염, 서식지 파괴, 수산물 오염, 해양 이용권자와 마찰 등 환경적, 정치적, 사회적 문제를 야기시킬 수 있다. 따라서 세계 각 국은 하수슬러지를 포함한 해양 투기 폐기물로 부터 해양환경을 보전하기 위해 런던협약과 1996의정서와 같은 국제 협약들을 만들고 이행하기 시작하였고 우리나라도 이 협약에 적용을 받고 있다. 런던협약에 따라 폐기물의 해양 투기는 원칙적으로 금지되며, 해양 투기 가능 항목에 대해서도 해양 투기 전에 안전성 평가 시험을 실시하여 기준치를 초과할 경우 투기가 금지된다.

현재 국내에서는 해양투기물에 대해 제1기준(화학기준)이 적용되어 25가지 유해화학물질의 잔류농도 상한선에 의한 해양투기 규제가 이루어지고 있으나 유해화학물질의 잔류농도만으로는 해양투기물에 대한 안전성 평가가 부족하여 제 2기준(생물검정기준)이 추가 실시될 예정에 있다.

본 연구에서는 하수슬러지 안전성 평가를 위한 생물검정 시범사업의 하나로 실시되었으며 서울에 위치한 4곳의 하수처리장에서 발생하는 7 종류 슬러지를 대상으로 4 종의 대표적인 해양생물에 대한 생태독성을 2개월에 1회씩 평가하였다. 시험생물로는 해양식물플랑크톤인 *Skeletonema costatum*, 해산 윤충류인 *Brachionus*.

plicatilis, 발광미생물인 *Vibrio. fischeri*, 저서 단각류인 *Monocorophium acherusicum* 를 이용하였다. 하수슬러지에 대해 시험생물은 *S. costatum* > *V. fischeri* > *B. plicatilis* > *M. acherusicum* 순으로 민감하였지만, 5차와 6차 시기에는 *V. fischeri* 가 *S. costatum* 보다 민감하게 나타났다.

최소영양농도와 반수영양농도를 근거로 볼 때 전반적으로는 식물플랑크톤(*S. costatum*)과 발광미생물(*V. fischeri*)이 하수슬러지 용출액에 가장 민감하였다. *B. plicatilis*은 10% 하수슬러지 용출액에서 대부분 90%이상의 생존율을 보여주었고 *M. acherusicum*도 10% 하수슬러지와 해양퇴적물 혼합물시료에서 대부분 90%이상의 생존율을 보여주어 상대적인 민감도는 둔감하였다.

하수슬러지 해양투기 허용기준(제1기준)을 수은 농도로서 판단하면 상한 값을 넘는 하수슬러지는 23%였다. 여기에 생물독성평가 기준(제2기준)을 도입하게 되면 하수슬러지의 해양투기 초기 희석 농도가 500배일 때는 40%의 하수슬러지가 해양 투기 불가능하며, 300배일 때는 50%, 200배 일 때는 71% 하수슬러지가 해양 투기 불가능한 것으로 나타났다.

본 하수슬러지 해양생태독성영향 연구 결과는 해양투기물의 급성 생물독성 결과로서 해양투기 허용 가능 유무를 빠르게 판단하는 스크리닝 방법으로서 이용되는 것이 적합하며 해양투기물이 해양생태계 전반에 미치는 영향을 규명하기 위해서는 투기해역에 서식하는 다양한 생태 지위를 갖는 생물들에 대한 생물검정 및 생물의 만성 독성영향과 체내 오염물질 축적에 따른 장기 만성적인 영향, 저서 생물군집평가, 생태위해성평가 및 인체위해성평가 등이 실시되어야 할 필요가 있다.