

PF1) 방사선을 이용한 슬러지 탈수능 향상 및 퇴비화

이재광*, 유대현, 이병진, 박치균, 이면주, 강 호¹, 이관형¹
한국원자력연구소 방사선이용연구부, ¹충남대학교 환경공학과

1. 서 론

하수슬러지의 발생량은 매년 증가하는 추세이며 슬러지의 처리는 중요한 문제로 인식되고 있다. 특히 슬러지 케이크 발생량, 또는 함수율의 저감은 슬러지의 최종처분 측면에서 매우 민감한 문제로 인식되고 있으며, 케이크를 감소시키기 위한 안전하고 바람직한 슬러지 처리에 관한 연구가 오랜 시간 동안 진행되어 왔다.(Sawai 등, 1990 ; Lee 등, 2001 ; Mikkelsen 등, 2002) 우리나라의 경우 하수슬러지 발생량이 1998 년 이후 매년 약 10 %씩 증가하여 2001 년 기준으로 전국 201개 하수종말 처리장에서 연간 1,902,410 ton의 하수 슬러지가 발생되고 있으며 하수처리장의 지속적인 건설로 향후 하수슬러지 발생량의 증가는 불가피한 실정이다. 발생하는 슬러지는 2001 년 기준으로 재이용(6 %), 매립(12 %), 소각(7 %) 그리고, 해양투기(73 %)의 순으로 처리되고 있으며 해양투기는 매년 상당량 증가하는 추세이다.(환경부, 2003) 그러나 환경부는 2003 년 6 월부터 함수율 75 %이하인 슬러지에 한하여 처리 후 슬러지의 직매립을 인정하고 있지만 현시점에서 슬러지의 수분감량을 위한 효과적인 기술 개발이 부족한 실정이다. 본 연구에서는 기계적 탈수 전에 전자선을 조사함으로써 슬러지 케이크의 수분함량 저감과 슬러지 내 미생물의 사멸에 중점을 두었으며 아울러 슬러지 탈수에 미치는 pH, 총고형분 농도 (total solid concentration ; TS), 그리고, 조사선량의 강도 등의 인자에 대한 영향을 평가하고자 하였다. 아울러 방사선에 의한 세포파괴와 뛰어난 살균력을 이용하여 하수슬러지의 분해도를 높이고, 하수슬러지내 병원성 미생물을 사멸시킴으로써 슬러지를 재활용한 퇴비품질을 평가하였다.

2. 재료 및 실험 방법

본 연구에서는 D시의 하수종말처리장에서 발생하는 소화슬러지를 대상 시료로 이용하였다. 소화슬러지의 초기 특성을 Table 2에 요약하였다. 대상 슬러지의 총 고형분 함량(TS)은 3.9~4.8 %의 범위였고 유기물 함량은 평균 53 % 였다. 초기 슬러지 특성의 변화를 최소화하기 위하여 대상 시료는 실험 직전 채취하여 사용하는 것을 원칙으로 하였고 실험은 상온에서 실시하였다. 퇴비품질을 평가하기 위하여 슬러지 케이크를 퇴비화 장치에서 60일간 부숙시킨 후, 배추와 상추의 발아율을 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 슬러지입자의 분해

하수슬러지 파괴에 따른 입자 내 유기물의 용출을 측정하여 슬러지에 방사선을 조사하여

그에 따른 제반 물리화학적 성상변화를 고찰하였다. 방사선조사는 1, 3, 6, 10 kGy의 4가지 조건으로 실시하였으며 대조군으로 Control(미조사)를 두어 방사선조사 시료와 물리화학적 성상 변화를 비교 평가하였다. 방사선 조사 후 pH 및 총고형분농도(TS)와 총 휘발성 고형분농도(TVS)에는 거의 변화가 나타나지 않은 반면, 슬러지를 구성하고 있는 박테리아에 존재하는 탄수화물이나 단백질은 비교적 쉽게 분해되는 것을 알 수 있다. 특히 단백질은 세포벽에 의해 차단되어 있으므로 분해가 용이하지 않은 것으로 알려져 있다. 그러나 전자선 조사 시 단백질의 용출량이 증가하는 것은 슬러지 입자뿐만 아니라 미생물의 세포벽까지 파괴되는 것을 나타낸다.

3.2. 슬러지의 탈수능 향상

전자선을 0~20 kGy의 선량으로 조사하였을 때 슬러지 케이크의 수분 함량이 7% 정도 감소하였다.(Fig. 4) 전자선의 강한 에너지가 슬러지 입자를 파괴하여 입자 내부의 수분이 제거 되는 것으로 판단되며, COD 분해 및 조사 후 슬러지의 성상변화 실험 결과와 일치하는 경향을 나타낸다. 전자선 조사에 따른 슬러지의 탈수특성을 간접적으로 평가하기 위하여 CST를 측정하였다.(Fig. 5) 초기 소화슬러지의 CST값은 434초였으나 전자선을 조사함에 따라 감소하여 3, 6, 10 kGy를 조사하였을때 각각 170, 171, 166 초의 값을 나타내었다. 이러한 결과로 볼 때 전자선 조사에 의해 슬러지 입자가 잘게 파괴되어 여과능과 탈수능이 향상됨을 알 수 있다.

3.3. 슬러지 이용 퇴비화

방사선 조사 및 미조사 슬러지케이크의 퇴비화시작 60일 후 배추씨와 상추씨를 이용한 발아율 산정결과 방사선 조사 슬러지케이크 퇴비단의 발아율 값이 80 이상으로 식물성장에 있어 안전성을 나타냈다. 이는 하수슬러지 전처리 과정으로서 방사선 조사가 슬러지케이크의 퇴비화에 있어 부숙퇴비의 품질 및 부숙효과를 높여줄 수 있음을 나타내고 있다.

4. 요약

방사선 처리에 의한 슬러지의 기초 물성 변화 및 탈수율 증진에 대한 실험을 수행하였다. 또한 슬러지의 자원화를 위하여 슬러지 이용 퇴비를 제조하여 품질을 평가하였다.

방사선을 조사한 슬러지는 입자 내부에 존재하는 일부 수분이 유출되어 최종 탈수 케이크의 함유 수분이 약 7% 정도 감소하였으며, 이는 방사선 조사가 최종 슬러지 발생량을 저감시킬 수 있는 한 가지 방법임을 시사 하여준다.

슬러지를 이용한 퇴비화 실험을 통하여 방사선 처리를 한 퇴비의 품질이 미조사 퇴비에 비하여 퇴비 품질이 향상되었음을 입증하였다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부의 원자력 중장기 연구개발사업의 일환으로 수행되었음.

참 고 문 헌

- Sawai, T., Yamazaki, M., Shimokawa, T., 1990, Improvement of sedimentation and dewatering of municipal sludge by radiation, Radiation Physics and Chemistry, 35, pp. 465~468.
- Lee, C. H., Liu, J. C., 2001, Sludge Dewaterability and Floc Structure in Dual Polymer Conditioning, Advances in Environmental Research, 5, pp. 129~136.
- Mikkelsen, L. H., Keiding, K., 2002, Physico-chemical Characteristics of Full Scale Sewage Sludges with Implications to Dewatering, Water Research, 36, pp. 2451~2462.
- 환경부, 2002, 하수도 통계.