

이창호\*, 권영택<sup>1</sup>, 김종오<sup>2</sup>

\*경상대학교 대학원 환경보전학과,

<sup>1</sup>경남대학교 공간환경시스템공학부 환경공학전공<sup>2</sup>경상대학교 공과대학 건설공학부 도시공학전공

## 1. 서론

산업의 급진적인 발달과 도시인구의 증가로 인하여 폐기물의 발생량은 크게 증가하고 있으며 발생된 폐기물은 소각, 매립, 해양투기 및 재활용 등의 방법으로 처분되고 있다. 최근 폐기물 처리방법은 매립처리 비율이 크게 낮아지고 재활용이 크게 확대되는 한편 소각처리율도 점차적으로 증가하고 있는 추세이다. 그러나 아직은 매립처분 방법에 가장 많이 의존하는 실정이며 한정된 매립지 때문에 폐기물 처리가 심각한 사회 문제로 대두되고 있는 실정이다.

폐기물중 재활용이 가능한 물질은 철저한 관리를 통하여 재활용하는 것이 가장 바람직하나 지금까지 재활용이 가능한 폐기물도 관심부족과 재활용 기술의 부족으로 인하여 매립되거나 소각 및 해양배출등의 방법으로 처분되고 있다. 특히 생물학적 처리 후 발생하는 유기성슬러지는 1일 약 28,000톤이 발생되고 있으나, 대부분이 재활용되지 못하고 매립처분되고 있는 실정이다. 따라서 매립장 확보난의 해결과 폐기물 재활용 목적으로 유기성폐기물의 자원화에 관한 새로운 방법이 연구되고 있다.

이에 자원화가 가능한 유기성 슬러지를 토양 생물인 지렁이를 이용하여 처리하고 처리후 발생하는 분변토는 토양개량제 및 유기질 퇴비로 활용하는 연구가 활발히 진행중이다. 정부에서도 1992년 지렁이를 이용한 퇴비화 처리기술을 고시하여 권장하고 있으며 현재는 실용화 단계에 있는 것으로 보고되고 있다.

그러나 지렁이를 이용하여 유기성슬러지를 처리할 때 슬러지 처리에 우수한 지렁이를 선별하고, 지렁이 생육 및 사육조건 검토가 절실히 필요하다고 판단된다. 따라서 본 실험은 지렁이 생육가능성 및 사육조건 검토와 지렁이의 입식밀도를 조사하여 슬러지 처리에 우수한 종을 선별하고자 본 실험을 행하였다.

## 2. 재료 및 실험 방법

### 2.1 실험 재료

본 실험에 사용한 슬러지는 K대학 의과대학 부속병원 오·폐수처리장에서 발생하는 슬러지를 사용하였으며, 지렁이는 N 농장에서 양식중인 붉은지렁이(*Lembricus rubellus*)와 주택가 꿀목의 보도블럭 밑과 하수도에서 채취한 줄지렁이(*Helodrilus foetidus*)를 스치로폴 용기(38 cm × 57 cm × 18 cm)에 사육시키면서 필요한 경우 채취하여 실험에 사용하였다. 이때 사육시설 환경은 온도 20 ± 3 ℃, 상대습도 70 ± 5 % 의 차광이 가능한 슬러지 저장창고 안에서 실험을 행하였다

## 2.2 실험 방법

실험에 사용된 슬러지에서 지렁이 생존가능성을 조사하기 위하여 탈수직후 함수율 88% 의 슬러지 500g을 플라스틱 용기에 투여한후 지렁이를 입식시켜 7일 동안의 생존가능성 실험을 행하였으며, 생존력이 강한 지렁이 종을 선별하기 위한 실험은 플라스틱 용기에 탈수 후 3일이 지난 슬러지 500g을 넣고 줄지렁이와 붉은지렁이를 각각 7마리씩 입식시켜 수분, pH, 온도 등 사육조건의 보정이 없는 상태에서 6주동안 지렁이 생존력을 조사하였다.

지렁이의 적정 입식밀도는 스티로폴 용기에 슬러지 5kg을 투여한 후, 줄지렁이와 붉은지렁이를 종별로 각각 100 ~ 500 g 씩 입식시켜 6 일간 조사하였으며, 슬러지 처리속도가 높은 지렁이 종을 선별하고자 스티로폴 용기에 슬러지 5kg을 투여한 후 줄지렁이와 붉은지렁이 각각 250 g 씩 투여하여 6 일간에 걸쳐 슬러지 처리속도를 조사하였다.

## 2.3 분석 방법

실험에 사용된 유기성슬러지의 pH 는 토양화학분석법에 준하여 슬러지와 증류수의 비를 1 : 5 로 하여 진탕한 후 pH meter 로 측정하였으며 함수율은 110 °C 건조기 에서 건조후 전후무게 차이로 구하였다. VS 는 시료를 35 °C에서 5 일간 건조시킨 후 폐기물 공정시험방법으로 600 ± 50 °C에서 강열감량 하였고 총 질소는 Kjeldahl 법으로, T-P 와 K 는 습식분해법( $\text{HNO}_3 : \text{H}_2\text{SO}_4 : \text{HClO}_4 = 10 : 1 : 4$ )으로 분해하여 T-P 는 Vanado molybdate 법으로 K 는 원자흡광광도계로 측정하였다.

중금속은 슬러지를 질산-황산에 의한 유기물 분해법에 따라 분해한 후 폐기물공정 시험법에 따라 원자흡광광도계를 이용하여 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

지렁이의 일반적인 사육조건은 pH 5 ~ 8, 온도  $20 \pm 5$  °C, 함수율 60 ~ 80 % 와 염분농도는 5,000 ppm 이하에서 사육환경이 적정한 것으로 알려져 있으며 본 실험에 사용된 슬러지의 이화학적 특성 실험 결과는 Table 1과 같다.

탈수직후부터 저장기간이 30일 경과된 슬러지에서 줄지렁이와 붉은지렁이 모두가 생존이 가능한 것으로 조사되었으며 6주동안 동일한 사육환경에서 행한 지렁이의 생존력 실험과 알생산율 및 알부화율은 붉은지렁이보다 줄지렁이가 우수한 것으로 조사되었다.

지렁이를 이용하여 유기성 슬러지를 처리하고자 할 때 지렁이 개체량이 증가될수록 슬러지 처리율은 증가되나 일정 개체량이 지나면 지렁이의 과밀도로 인하여 슬러지 처리율이 감소하였다. 따라서 지렁이와 슬러지의 최적 입식밀도를 조사한 결과 1 : 15 일 때 가장 적정 혼합비율로 조사되었다.

Table 1. Physico - chemical properties of organic sludges

Sample	pH	MC(%)	TS(%)	Dry base			
				VS(%)	N(%)	P(μg)	K(μg)
A	6.2	87.76	12.24	61.7	4.03	4520	542.0
B	6.2	89.25	10.75	61.6	4.02	4635	550.5
C	6.2	87.13	12.87	60.6	4.10	4405	534.6
Average	6.2	88.04	11.95	61.3	4.05	4520	542.4

  

Sample	Heavy metal(μg/g)						
	Zn	Cd	Pb	Fe	Mn	Cu	Cr
A	467.0	ND	ND	1380	120.0	4.9	ND
B	519.5	ND	ND	1640	107.0	3.9	ND
C	431.8	ND	ND	1700	115.2	3.8	ND
Average	472.8	ND	ND	1573	114.1	4.2	ND

ND : Not Detected

Dry base: Drying for 5 days at 35°C

지렁이는 지구상에 약 3,000종 정도가 살고 있으나 양식 할 수 있는 지렁이의 종류는 6~8종 정도가 있으며 대규모로 양식할수 있는 것은 줄지렁이와 붉은지렁이에 불과한 것으로 알려져 있다. 따라서 본 실험에서 줄지렁이와 붉은지렁이의 종별에 따라 슬러지 처리속도를 조사한 결과 붉은지렁이 보다 줄지렁이의 슬러지 처리 효율이 높은 것으로 조사되었다.

#### 4. 결 론

오·폐수를 생물학적으로 처리한후 발생하는 슬러지를 토양생물인 지렁이를 이용하여 처리하고자 할 때 붉은지렁이보다 줄지렁이가 슬러지 처리에 적합한 종으로 조사되었다.

#### 참고문헌

- 과학기술처, 1992, 토양생물을 이용한 유기성 슬러지 처리 기술개발 관한 연구 (I).
- 이창호, 1994, Vermicomposting을 이용한 유기성 슬러지 처리의 현장 적용화에 관한연구, 경남대학교 대학원 석사 학위 논문.
- APHA - AWWA - WPCE, 1989, Standard methods for the examination of water and wastewater, 17th edition.
- Hartenstein, R., Edward F. Neuhauser, and Anne Narahare A., 1981, "Effect of heavy metal and other elemental additive to activated sludge on growth of *Eisenia fetida*", J. Environ. Qual., Vol. 10, No.3, 372 ~ 376.
- Madge, D. S, 1969, "Field and laboratory studies on the activities of two species of tropical earthworm", Pedobologia, Vol.9, 188 ~ 214.