

하수슬러지-음식물쓰레기의 퇴비화 공법 개발

허광선¹ · 서은자² · 김도홍³

경남정보대학 공업화학과¹, 내외기계공업(주)², 남부하수처리장³

I. 서론

국내에서 발생하는 상하수 슬러지 대부분은 매립 또는 해양투기에 의존하고 있으나 매립부지의 확보, 침출수, 해양오염 등의 2차 오염과 지반의 안정화면에서 매립에 대한 문제점이 발생되어 지역주민들의 반대로 매립하는데 한계를 보이고 있으며, 각종 규제의 강화와 환경문제의 제기에 따라 상하수 슬러지를 처리하는데 더욱 어려움을 겪고 있다. 더구나 2001년부터는 런던 협약에 의하여 해양투기가 금지되고 슬러지의 매립지 반입이 금지되고 있어 상하수 슬러지를 재활용할 수 있는 기술이 국내외적으로 요구되고 있는 시점에 상하수 슬러지를 기존 퇴비화 시설보다도 대량생산과 유지비를 최소화 할 수 있는 고속퇴비화 장치 및 공법 개발이 시급한 실정이다. 음식물쓰레기는 수분이 많고 부패와 악취가 수반되기 때문에 매립, 소각처분에 따른 주변환경오염, 민원야기, 매립지 확보난 등 많은 문제점을 초래함에 따라 다각적인 처리 대안이 논의되어 왔다. 또한 음식물쓰레기는 건조중량기준 발열량이 높고, 수분이 충분한 유기성 물질로서 영양소가 충분하여 퇴비화, 사료화 및 연료화로서의 재활용 기술이 연구·개발 중에 있으나 최근 음식물쓰레기의 사료화는 많은 문제점이 발생하여 현실성이 없어 결국 경제적인 퇴비화기술 개발이 시급한 실정이다.

본 연구에서는 농수산가공폐기물 등 유기성폐기물을 퇴비화할 때 높은 온도의 공기를 공급하지 못함으로써 퇴비화 시간이 길어 비경제적인 것을 상하수슬러지와 음식물쓰레기를 혼합한 슬러지 더미에 고압, 고온의 공기를 공급하여 발효시간의 단축과 퇴비화시 침출수를 최소화시켜 고속으로 퇴비화할 수 있는 가온형 고속퇴비화 공법을 개발하였다.

II. 실험

가온형 고속 퇴비화 공법에 사용된 하수슬러지는 부산의 A하수처리장의 하수슬러지 65%와 부산시 J구청에서 발생한 음식물쓰레기 25%를 사용하였으며, 수분

연락처 (우) 607-701 부산시 사상구 주례2동 167번지 경남정보대학 공업화학과
허광선, Tel : 051-320-1335, Fax : 051-324-4820, E-mail : kwangsun@kit.ac.kr

조절을 위하여 톱밥10%로 사용하여 수분함량이 70%로 되도록하여 퇴비화하였다. 이때 음식물쓰레기의 조성은 곡류(51.8%) 과채류(31.1%) 및 어육류(17.1%)이었다. 발효과정분석을 위해 발효쓰레기의 고형분(40~50g) 및 침출수(50ml)를 2일 간격으로 10일 정도 채취하였다. 쓰레기의 발효시 물리, 화학적 변화지표로서 함수율, pH, 염분함량, 음식물조직의 색깔 및 형태적 변화, 냄새 등을 측정 측정하였다. 함수율 측정은 시료(10-20g)을 알루미늄 호일에 달아서 103-105℃로 미리 조정된 건조기에 넣은 다음 3-4시간 건조하였다. 증발로 인한 무게감량을 측정하여 함수율을 계산하였으며, pH 및 염분함량 측정은 고형분의 경우(10-20g)를 100-200ml의 살균증류수에 넣어 교반항온기(25℃ 200rpm)에서 1시간 동안 용출시킨 다음 pHMeter을 이용하여 측정하였으며, 염분함량은 위의 용출시료나 침출액을 적절히 희석한 다음 Salinometer로 실온에서 측정하였다. 냄새의 측정은 발효과정 중에 나타나는 냄새는 발효취와 악취로 구분하여 관능법으로 측정하였다

III. 결과 및 고찰

1. 가온형 퇴비화 공법의 원리

가온형 고속 퇴비화 공법은 기존 퇴비화 시설을 보완한 공법으로 발효조에 직접 열을 가하는 것을 단열압축으로 인한 온도의 상승의 열을 응용하여 간접열을 공급하는 방식이다. 단열 압축일 경우 물체의 내부에너지는 증가하여 기체 온도의 상승을 가져오며 이때 압력을 P , 비체적을 v , 온도를 T , 단열지수를 k 라 할 때 다음식이 성립한다.

$$P_1 v_1^k = P_2 v_2^k = C \quad (1)$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^k$$

$$Pv = RT, \quad v = \frac{RT}{P} \quad (2)$$

(2)를 (1)에 대입하여 정리하면 식(3)이 된다.

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \quad (3)$$

본 공법에 사용된 20℃, 대기압의 공기를 0.4kgf/cm²의 공기로 단열압축 후의 공기의 온도는 식(3)에 의해서 약 50℃가 되며, 장시간 운전시 기계 내에서 발생하는 열로 인하여 대기의 온도가 약 10℃정도 상승으로 인한 토출측의 온도는 60℃이상 이 되는데 이와 같은 고온의 공기를 발효조 내부에 일정한 간격으로 깔려있는 하부배관에 공급하여 신속한 발효를 이룰 수 있도록 하고 종래의 문제점인 수분조절제의 요구량을 줄일 수 있다. 발효가 어느 정도 진행되면 각 배관에

부착된 밸브를 조정하여 공기량을 조절하여 발효를 촉진시킨다.
 가압형 퇴비화 공법의 공정도를 그림1에 도시하였다.

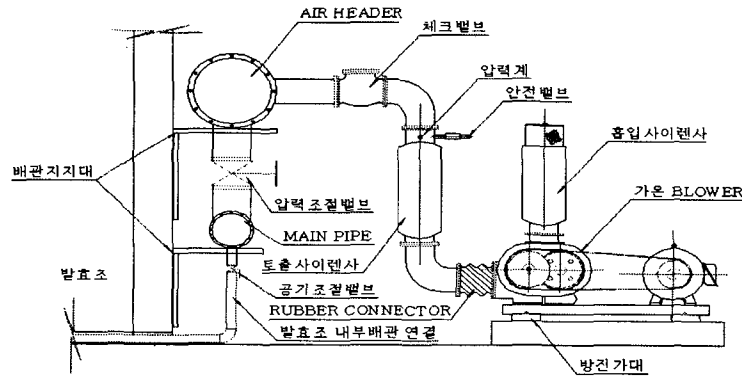
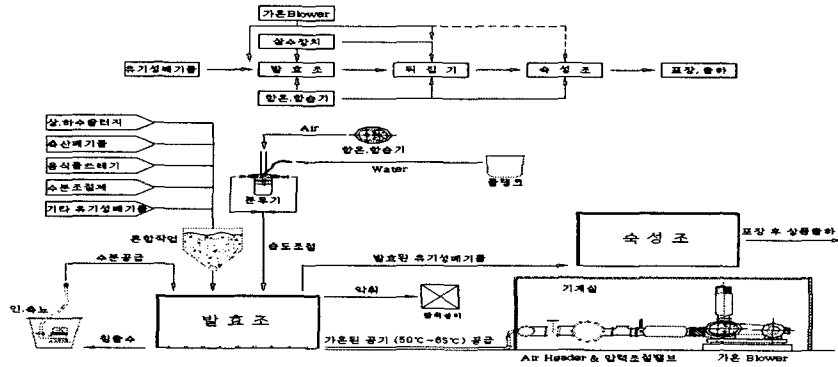


그림1. 가온형고속 퇴비화공법의 공정도

2. 퇴비화

퇴비화는 다양한 미생물의 분해, 변환, 전환, 농축 등의 능력을 이용하여 유기물질을 생물학적으로 안정화시키는 방법으로, 생산·소비된 유기비료는 작물영양공급으로 인한 수량향상과 토양의 물리화학적 성질 개선으로 지력회복에 도움을 준다. 퇴비화시 유기물 분해때에 퇴비단(퇴비발효장)에 공기송풍과 간접열을 55~60℃로 유지시키면서 공급하여 교반으로 함수율 42%이하로 퇴비를 생산하는 방식이다.

하수슬러지, 음식물쓰레기 및 톱밥 혼합물을 가온형 고속 퇴비화공법으로 퇴비화시 발효과정 중 수분함량의 변화를 Fig. 2에 도시하였다. Fig.2에서 보면 초기 수분함량 70%에서 5일 이내에 50%로 감소함을 알 수 있으며 퇴비화 과정 중에는 발효에 필요한 수분을 공급하여 발효를 촉진시켰다. 또한 퇴비화 완료 후 퇴

비를 분석한 결과를 표1에 나타내었다. 표 1에서 보면 총질소성분이 1.18%, 유기물 함량이 53.67%, 유기물대 질소비가 35.05, 수분함량이 48.17%, pH가 7.13이며, Cu는119.5ppm, Cd은 0.128ppm, Cr은 20.35ppm, Pb는 12.4ppm, As와 Hg는 불검출 됨을 알 수 있다. 이러한 결과로부터 폐기물에 의한 유기질비료의공정규격에 적합함을 알 수 있으며, 특히 하수슬러지는 중금속이 문제시 되는데 발생하는 시설에 따라 선택적으로 하수슬러지를 사용하면 퇴비화가 가능하며, 또한 음식물쓰레기의 퇴비화시 문제되는 염분의 농도를 하수슬러지와 혼합함으로써 염분의 농도를 줄일 수 있다. 본 퇴비화 공법을 사용할시 발효조에 간접가열방식에 의하여 균일한 가온열풍 공급으로 인한 발효촉진과, 발효시 수분증발로 인한 침습수가 발생하지 않아 주기적으로 수분을 공급하므로써 퇴비화시 발생하는 악취를 줄일 수 있다.

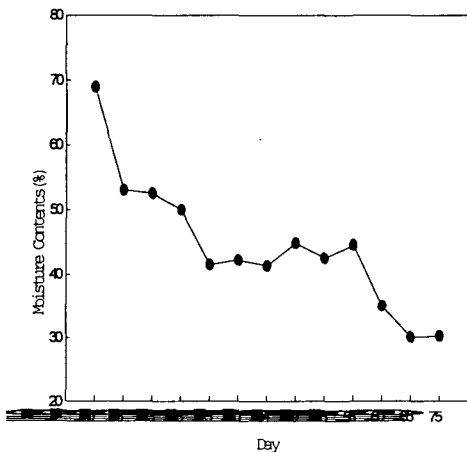


그림2. 퇴비화시 수분의 변화

항 목	규격기준	측정값
질 소 (%)	-	1.18
유 기 물 (%)	25 이상	53.67
유기물대질소비	50 이하	35.05
비 소 (mg/kg)	50 이하	ND
카드뮴 (mg/kg)	5 이하	0.128
수 은 (mg/kg)	2 이하	ND
납 (mg/kg)	150 이하	12.4
크 롬 (mg/kg)	300 이하	20.35
구 리 (mg/kg)	500 이하	119.5
pH		7.13
수분 (%)		48.17
염분 (%)	1 이하	0.127
악취도		2

표1. 퇴비의 성분 분석

4.참고문헌

1. 경기개발연구원, (1998), 음식물쓰레기 재활용 방안에 관한 연구
2. 농업진흥청 농업과학기술원, (1998), 음식물쓰레기 퇴비화 기술개발
3. 농업진흥청 농업과학기술원, (1996), 비료의 품질검사방법 및 시료 채취기준
4. 한국자원재생공사, (1997), 쓰레기 퇴비화 시설의 설계, 운영지침 및 모델개발(III)
5. 矢田美恵子 등, (1996), 地人書館, 廢棄物の Bioconversion(有機性廢棄物の Recycle)
6. Veikko Huhta : "Results Preliminary Experiments Culturing Eiseniafoetida on Different Types of Sewage Sludges, Animal and Human Excreta Mixed With Low Nitrogen Organic Materials", Workshop on the Role of Earthworms in the Stabilization of Organic Residues, Vol. 1, P. 220 - 228, (1980)

※ 본 연구는 2000년 산학연콘소사업 과제외 일부입니다.