

Biofiltration of Odorous Gases from the Foodwaste Composting Facility

Gwang-Yeon Lee^{1,3}, Don-Hee Park¹, Sung-Rock Jung, Han-Cul Ko³, Jin-Myeng Cha²

¹Faculty of Applied Chemical Engineering, Chonnam National University,
Gwangju 500-757, Korea

²B&E Tech Co, Ltd, Venture Center, Gwangju university 503-703, Korea

³Dong-A College, Chonnam 526-872, Korea

TEL: +82-62-530-1841, FAX: +82-62-530-1849

abstract

We measured the inlet concentration of odorous gases from the food-waste composting facility for 90 days. In consequence of this survey, we ascertained that the gaseous concentration was detected 10~100ppm in operating time, but 0~10ppm in a shutdown of the facility. The initial removal efficiency of this biofilter was roughly represented 80%, however, 90% before and after twenty days. We have thought that this biofilter accomplished the treatment of those odorous gases effectively, because the pressure-drop was not exceeded a value of 20mmH₂O after 90 days.

서 론

우리나라는 2000년 말 기준 전체 생활쓰레기 발생량(46,438 톤/일)중 음식물쓰레기(11,434 톤/일)가 25%를 점유하고 있다. 이에 따라 정부에서는 특별시·광역시·시 지역은 2005년 1월 이후부터 음식물쓰레기 직매립을 금지(폐기물관리법 시행규칙 개정, '97. 7)하고, 환경부·농림부·보건복지부 등 관계부처 공동으로 “음식물쓰레기 자원화 기본계획('98 ~ '02)” 수립·추진('98. 9)하고 있다.

산업발달과 진보된 의료기술은 인구의 증가를 초래하고, 그로 인해 음식물쓰레기의 양은 계속해서 증가하는 추세이다. 이에 따라 매립지나 발효시설의 확충, 보급이 절실하나, NIMBY 현상으로 인해 수많은 민원이 야기되어 관련시설을 보급하기 쉽지 않다. 또한 이러한 설비의 부지선정 과정과 민원은 환경기초시설 공정의 효율성보다 오히려 사업의 성패를 좌우하고 있다. 이에 발효시설의 가동 중 발생하는 악취를 제거함으로써 음식물쓰레기 처리에 대한 요구를 충족시키고, 관련시설보급에 기

여할 수 있을 것으로 판단된다.

음식물쓰레기 재활용 중에 발생하는 악취는 VOCs의 함유량이 많다. VOCs 처리를 목적으로 응축, 막분리, 흡착탈거공정, 바이오필터, 소각, 촉매를 이용한 산화 등과 같은 물리화학적 방법과 생물학적 방법이 적용되고 있다^{1,2)}. 이 중 다양한 종류의 비교적 저농도의 악취가 발생하기 때문에 미생물을 이용한 바이오필터에 의해 처리하는 것이 타당하다고 판단되어 2002년 02월부터 2002년 04월까지 충남에 위치한 음식물쓰레기 퇴비화 공정을 선정하여 pilot test를 실시하였다.

재료 및 방법

담체는 섬유상담체를 사용하였으며 우수한 통기성으로 인하여 압력손실이 거의 없는 장점이 있다. 섬유상 담체의 물리적 특성은 한국원사직물연구원의 실험결과 비표면적은 $2452.2 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 이고, 공극률은 95.7%, 겉보기밀도는 $0.03 \text{ g}/\text{m}^3$ 이다. 담체의 충전부피는 0.49 m^3 이며, 미생물 과대 성장에 의한 막힘 현상을 방지하고, 압력강하를 최소화하기 위하여 격자모양으로 충전하였다. 미생물은 현장에서 퇴비화 과정 중에 있는 슬러지에서 분리한 균주를 사용하였다. basal salt는 Na_2KHPO_4 9g/L, MgSO_4 0.5g/L, K_2HPO_4 1.5g/L, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 3.0g/L, CaCl_2 0.01g/L이고, 30°C , 120rpm에서 진탕 배양하였다.

악취가 발생하는 음식물 쓰레기 퇴비화 공정은 10 ton/day의 처리용량을 가지고 있으며, 2월부터 5월까지 pilot test 기간동안 매일 5~10ton의 음식물 쓰레기를 처리하였다. 퇴비화 과정 중 발생하는 가스는 다량의 수분을 함유하고 있어 습도 유지를 위한 다른 설비가 필요치 않은 것으로 판단되었다. Table 1. 은 발효기 가동 중 발생하는 가스를 포집하여 GC에 의해 분석한 것이다. 현장의 pilot test기간에는 VOCs 측정기(PGM-50, RAE system)를 사용하였다.

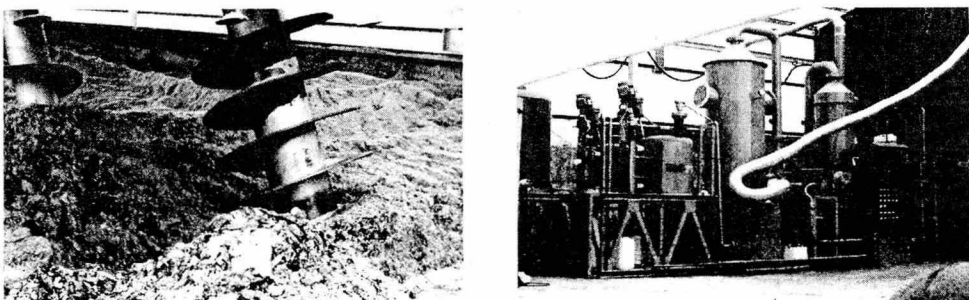


Fig. 1. 음식물 퇴비화 시설과 바이오필터.

Table 1. 음식물 퇴비화 시설에서 발생하는 배출 가스 분석

Compound	Fraction(%)	Conc.(ppm)	비고
Acetaldehyde	10.7	28.9	Pungent odor, flammable liquid
Ethanol	60.64	164	Pleasant odor, flammable liquid
Ethylammonium chloride	0.03	0.08	ammonialike
Propylene glycol	2.33	6.30	slightly acrid taste
iso-Butyraldehyde	3.00	8.11	flammable liquid
2-Pentanone	0.22	0.59	use : 7solvent
3-Methylbutanal	3.20	8.65	pungent apple-like odor
2-Methylbutanal	2.39	6.46	pungent apple-like odor
Benzene	0.10	0.27	colorless, highly flammable liquid
Pentanal	0.21	0.57	Use : resin chemistry, rubber accelerators
Dimethyl disulfide	0.33	0.89	decayed cabbage
Hexal	0.55	1.48	monohydrate, odorless
α -Pinenc	0.07	0.19	turpentine odor
1,3-Dioxolane	0.15		unknown
Limonene	16.08	43.49	pleasant lemon-like odor

결과 및 고찰

Fig. 2.는 음식물 쓰레기 퇴비화 공정에서 발생하는 악취에 대한 pilot plant 실험을 시작한 후 90일간 입구출구에서의 농도 변화와 각 단계별로 제거율을 나타낸 것이다. 현장에서 발생하는 악취의 농도는 발효기의 가동시간에는 10~100 ppm, 비가동 시간에는 0~10 ppm의 취기농도를 보이며 불규칙한 농도로 바이오필터에 유입되었지만, 90%이상의 효율을 유입농도와 상관없이 나타내었다.

장기간 운전시 탈취기내 pH 저하 및 제거율에 미치는 영향을 살펴본 결과 초기 pH 8이었던 배지는 유입되는 유황계 취기물질이 산화 분해되면서 운전 개시후 30일 후에는 pH 5까지 감소하였으며 그 이후에는 별다른 변화를 보이지 않았고, 그로 인한 제거율의 감소도 관찰되지 않았다. 한편, Yang 등은 황화수소를 제거하는 실험에서 퇴비를 충전물질로 이용한 탈취장치의 경우 pH 3.2이하부터는 급격히 제거율이 저하되는 결과를 보고한바 있다³⁾.

바이오필터의 압력손실 증가는 전체 처리용량을 감소시키며 동력비 상승을 초래하므로, 설계 및 운전인자에 매우 중요한 인자이다. Fig. 3에서 보듯이 압력손실은 일반적인 바이오필터의 압력손실치가 SV 200 hr⁻¹에서 50 mmH₂O 정도인 것을 감안할 때 섬유상담체는 통기성 면에서 아주 우수한 경제적인 담체라고 생각된다.

요 약

음식물쓰레기 퇴비화시설에서 발생하는 악취에 대해 90일 동안 입구농도를 측정

한 결과 발효기 가동시간에는 10~100 ppm, 비가동시간에는 0~10 ppm의 농도를 나타냈다. 바이오필터의 제거효율은 초기에 80%정도를 보이다 20일 전후를 해서 90% 이상을 나타냈다. 압력손실은 90일 경과 후에도 20 mmH₂O를 넘지 않아 바이오필터에 효율적인 악취처리가 이루어졌음을 알 수 있다.

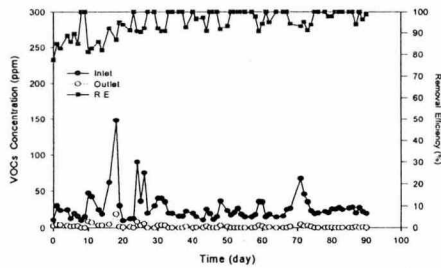


Fig. 2. Pilot test VOCs 제거 결과.

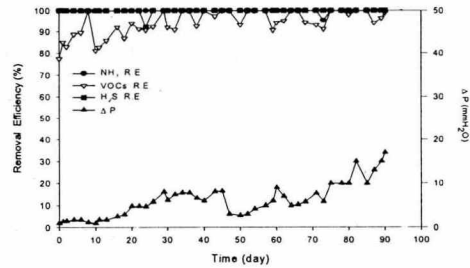


Fig. 3. Pilot test 압력손실 결과.

사 사

이 논문은 산업자원부 지역전략산업 석박사 연구인력 양성사업 연구비지원에 의하여 연구되었으며, 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. Altaf H. Wani, Richard M. R. Branion, Anthony K. Lau (1997), "Biofiltration : A Promising and cost-effective control technology for odors, VOCs and air toxics", *J. Environ. Sci. Health* **A32**(7), 2027-2055.
2. Auria, R., Aycaguer, A. C., Deviny, J. S. (1998), "Influence of water content on degradation rates for ethanol in biofiltration", *J. Air & Waste Manage. Assoc.* **48**, 65-70.
3. Yang Y. nad E. R. Allen (1994), "Biofiltration control of hydrogen sulfide. 1. design and operation parameters", *J. Air and waste Manage. Assoc.* **44**, 863-868.