

퇴비화 과정중 발생한 암모니아가스의 생물학적 탈취

Biofiltration of Ammonia Emission during Manure Composting

박 금 주* · 홍 지 형 · 조 주 식 · 최 원 춘(순천대)

Park, Keum Joo* · Hong, Ji Hyung · Cho, Ju Sik · Choi, Won Choon

Abstract

This study was carried out to investigate the filtering performance of using fresh compost as a biofilter. Three biofilter vessels were made using fresh compost as a biofilter media. A mixtures of dairy manure, soy sludge, rice hulls and sawdust were composted in a pilot scale reactor of 605L to generate the ammonia emission. The ammonia emission from the compost reactor was passed through three biofilters and collected in the boric acid trap to measure the ammonia emission. Filtering performance was influenced by the depth of biofilter media. Efficient filtering effect was acquired for the depth above 40 cm.

I. 서 론

우리나라 가축의 사육규모는 점차 확대되고 있으며 이에 따라 분뇨발생량도 집중화되고 있다. 축사에서 발생하는 분뇨는 일반적으로 퇴비화 처리되어 농지에 환원된다. 그러나 가축분뇨를 퇴비화 처리하는 과정에서 발생하는 악취는 처리공장의 작업자에게는 물론 인근의 주민들에게도 불쾌감을 주어 종종 민원을 일으키고 있다.

퇴비화 과정중 발생한 악취의 주성분은 암모니아가스이다. 퇴비화 탈취처리방법은 물리적, 화학적 및 생물학적 탈취법이 있으나, 생물학적 탈취법이 탈취효과, 시설비 및 운영비의 측면에서 바람직한 방법이다(Lang, 1992). 생물학적 탈취에 이용될 수 있는 재료는 토양, 퇴비, 수피, 톱밥 또는 대팻밥 등이 있다(Janni, 1999).

본 연구는 탈취재로서 퇴비를 선택하여 탈취재의 물리화학적 성분을 분석하고 또한 탈취재의 적재높이(체류시간)에 따른 탈취성능을 분석하여 악취가스의 탈취시스템 설계에 기초자료를 제공하고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

가축분뇨의 퇴비화 과정에서 발생하는 악취를 탈취시험하기 위하여 1개의 퇴비화 반응조와 3개의 탈취조를 제작하여 퇴비조에 발생한 배출가스를 3개의 탈취조에 공급하였다. 퇴비화 반응조는 내경 108cm, 높이 70cm까지 재료를 적재할 수 있으며, 탈취조는 내경 30cm, 높이 900cm까지 탈취재료를 적재할 수 있는 파이로트 규모이다. 탈취재료는 탈취조에 각각 20cm, 40cm, 60cm의 높이로 적재하여 배출가스의 탈취재료 내에서의 체류시간을 3단계로 조정하였다(Fig. 1). 체류시간은 탈취조의 단면적, 탈취재의 적재높이 및 배출가스의 유량에 의하여 결정되는데 본 연구에서는 탈취재의 적재높이에 의하여 체류시간을 변화시켰다.

퇴비재료는 본 대학 실험동물사육장의 유우분과 인근 식품공장의 간장 슬러지, 왕겨 및 톱밥으로서 이들을 중량비로 우분(10): 간장박(1): 왕겨(1): 톱밥(1)이 되게 혼합하여 높이 66cm까지 퇴비화 반응조에 투입하였다. 탈취재료는 1차발효가 끝난 미숙퇴비를 사용하였다.

퇴비화 반응조에 공기의 공급은 블로우어를 사용하여 56 l/min의 유량으로 연속공급하였다. 재료의 물리화학적 특성은 실험 시작전과 종료후에 각각의 반응조와 탈취조에서 임의로 800gr의 시료를 채취하여 농촌진흥청 토양화학분석법에 준하여 3반복 측정 평균치를 나타내었다.

퇴비화 및 탈취과정중 재료의 온도는 K형 열전대를 사용하여 측정하였으며 출력된 신호는 21X 데이터로거(BMP Int'l Co)를 통하여 PC에 1시간 간격으로 저장되었다. 암모니아가스의 농도는 탈취조를 통과하기 전과 3개 탈취조를 통과한 후의 값을 측정하였으며, 배출가스를 500mL의 삼각플라스크에 포집하여 봉산트랩과 염산적정법에 의하여 매일 1회씩 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

퇴비화를 위하여 사용된 원재료의 물리화학적 성분특성은 표 1에 나타내었다. 퇴비화 재료의 혼합물과 탈취재료의 실험 시작전과 종료후의 성분특성은 표 2에 나타내었다. 표 2에서와 같이 MC는 퇴비화 재료에서 71.1%로부터 66.7%로 약간 감소한 반면 탈취재료는 거의 변화가 없었다. pH는 퇴비화 재료에서 6.1에서 7.1로 증가한 반면 탈취재료에서는 대체적으로 감소하였다. C/N은 퇴비화 재료에서 28.1에서 25.4로 감소한 반면 탈취재료에서는 21.8에서 19.3-21.3으로 미미하게 감소하였다.

그림 2는 시험기간중 퇴비화 온도 및 탈취재료의 온도변화를 나타내주고 있다. 퇴비화 온도는 상부, 중부 및 하부가 비슷한 변화를 보였으나 하부가 공급공기의 냉각효과 때문에 전체적으로 낮은 온도를 유지하였다. 퇴비화 1.8일 후 80℃ 정도의 최고온도에 다다른 후 점차 하강하기 시작하여 14일째부터는 45℃ 이하로 떨어졌다. 탈취조 바이오필터 재료온도는 30℃내외에서 변화하였다.

그림 3은 탈취전과 탈취후(A, B, C)의 1일 암모니아가스 발생량(상)과 누적발생량(하)을 나타내주고 있다. 그림에서와 같이 암모니아가스는 퇴비조에서 퇴비화 3일 후 250ppm을 정점으로 점차 감소하였으며, 탈취 후에는 탈취재료 적재높이가 가장 낮은 20cm(A)에서는 6일째에 120ppm으로 측정되어 탈취조 입구보다 더 많이 나오기 시작하였으나 40cm(B) 및 60cm(C)에서는 거의 발생하지 않았다.

IV. 결론

탈취재료의 적재높이를 변화시킴으로써 배출가스의 체류시간을 조정하여 탈취시험을 수행한 결과 탈취재료높이 40cm 이상에서 탈취효과가 양호하게 나타났다.

V. 참고문헌

Lang, M.E and R.A. Jager. 1992. Odor control for municipal sludge composting, *Biocycle* 33(8):76-85.

Janni, K.A. and R. Nicolai. 2000. Designing biofilters for livestock facilities. *Livestock and Poultry Odor Workshop II*. Department of Biosystems and Agricultural Engineering. Univ. of Minnesota. St. Paul, MN.

Table 1 Physico-chemical properties of composting raw materials

ID	MC (%,wb)	pH (-)	TN (%,db)	TC (%,db)	C/N (-)	Ash (%,db)	Density (kg/m ³)	EC (mS/cm)
Dairy Manure	79.7	5.9	2.20	43.0	19.5	12.5	992	4.0
Soy Sludge	59.8	4.6	5.73	50.6	8.8	5.3	675	15.0
Rice Hulls	8.2	5.9	0.51	38.8	76.0	16.8	87	0.5
Sawdust	10.0	4.8	0.10	47.3	473.0	0.3	168	0.3

Table 2 Properties of compost mixes and biofilter materials during composting

ID	Time (day)	MC (%,wb)	pH (-)	TN (%,db)	TC (%,db)	C/N (-)	Ash (%,db)	Density (kg/m ³)	EC (mS/cm)
Compost	0	71.1	6.1	1.51	42.4	28.1	3.2	393	4.5
	20	66.7	7.1	1.58	40.1	25.4	4.7	342	5.0
Biofilter	0	68.9	7.4	1.92	41.8	21.8	4.0	358	5.0
	A(20cm)	20	68.3	6.6	2.14	41.3	19.3	355	5.7
	B(40cm)	20	68.5	6.8	2.00	42.2	21.1	4.8	362
C(60cm)	20	67.7	7.0	1.99	42.4	21.3	5.1	337	4.5

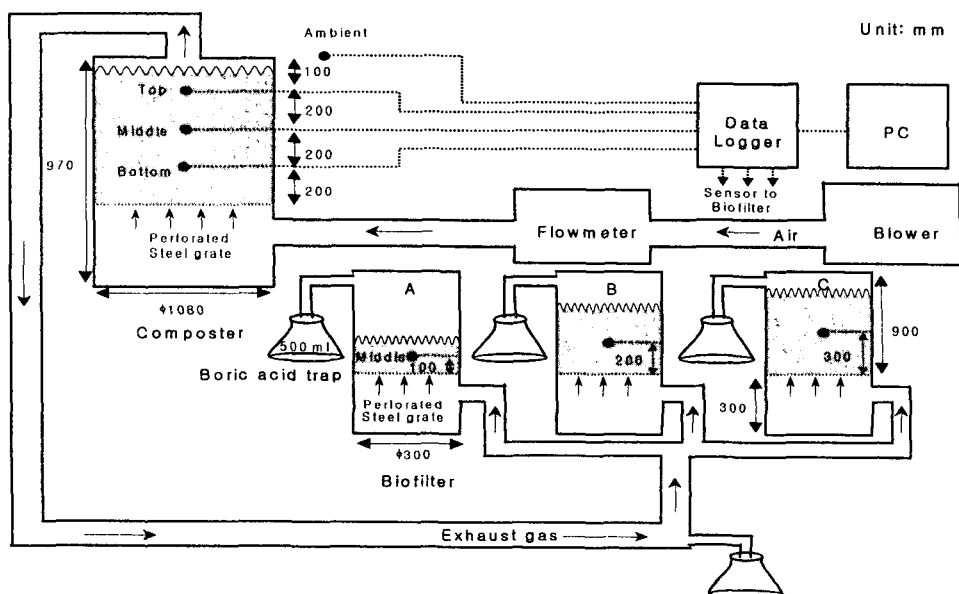


Figure 1. Schematic diagram of the pilot scale composting and biofilter system.

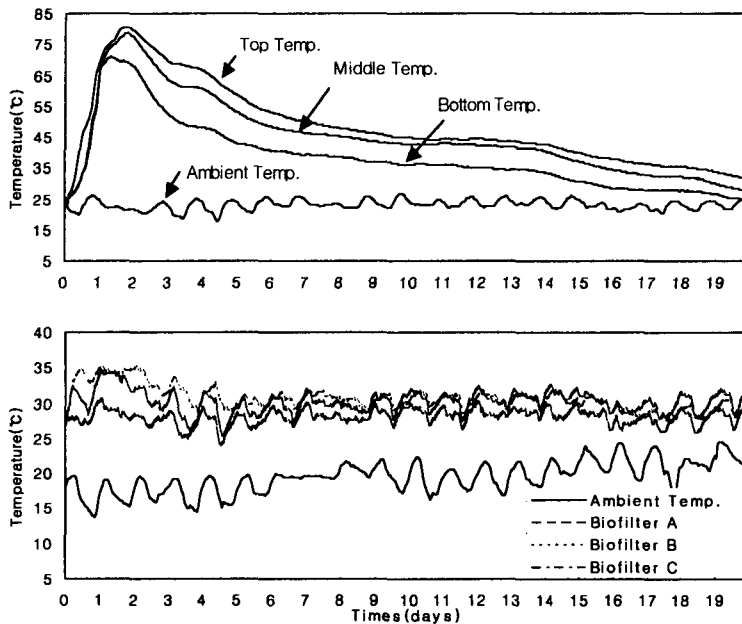


Figure 2. Composting(upper) and biofilter(lower) temperature profiles during composting and biofiltration process.

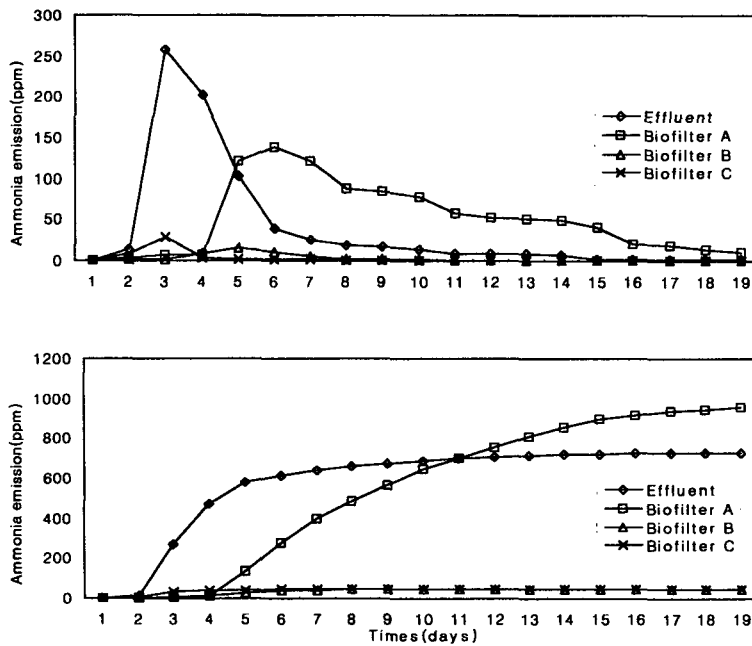


Figure 3. Daily(upper) and Cumulative(lower) ammonia concentration during composting and biofiltration process.