

## PF6) 양돈 분뇨의 액비화 과정에서 첨가제에 따른 오염물질 및 악취저감효과

이정재, 강경호, 감상규, 이민규<sup>1</sup>

제주대학교 토목환경공학전공, <sup>1</sup>부경대학교 응용화학공학부

### 1. 서 론

양돈 분뇨는 유기물과 질소, 인 등의 영양염을 고농도로 함유하고 있어 방류시 호소나 지하수 오염의 원인이 되며, 미부숙된 분뇨를 토양에 과잉 투입하게 되면 작물 생육을 저해할 뿐만 아니라 토양 오염원으로 작용을 하게 된다. 특히 양돈 분뇨는 암모니아를 비롯하여 황화합물 및 휘발성 지방산(VFA) 등의 악취물질이 복합되어 있어(Moseier 등, 1986), 분뇨의 부숙기간 동안 유화수소 등의 악취물질이 발생하고, 또한 부숙 과정을 통해 생성된 미부숙된 분뇨에서도 악취물질이 함유되어 있어 악취문제를 유발하고 있는 실정이다.

현재 국내에서는 양돈 분뇨의 처리방법으로 정화처리, 퇴비화, 액비화 등의 방법이 대표적으로 사용되고 있으나, 양돈 분뇨를 액비형태로 농경지에 이용하는 액비화 방법이 정화처리나 퇴비화보다 경제적이며 실용적인 처리수단으로 평가되고 있다. 액비화는 저장액비시설을 이용하여 숙성시킨 후 초지에 살포하는 방법으로 최근에는 기존의 혐기성 액비화에 의한 분뇨 처리보다 단기간에 액비를 제조할 수 있는 장점이 있고, 악취제거 능력 및 유기물의 분해에 효과가 있는 호기성 액비화 방법이 현장 양돈농가에 널리 보급되어 급속도로 확대되고 있다. 더불어 악취를 제거하는 방법으로 오염원에 탈취제 또는 미생물제제를 직접 살포하여 악취가스의 발생량을 감소시키는 연구들이 활성화되고 있다. 이러한 첨가제를 이용한 연구로 유효 미생물을 이용하여 음식 폐기물의 효율적인 처리 및 퇴비화(이장훈 등, 2000)에 관한 연구, 유용미생물을 이용한 하수의 고도처리에 관한 연구(이재복 등, 2003) 등이 수행되었다.

이에 본 연구는 분뇨처리의 기초적 연구로서, 양돈분뇨의 액비화를 진행하기 위해 일정량의 공기를 공급하여 호기성 액비 공정을 수행함은 물론, 현재 국내에서 시판되고 있는 미생물제제 중에서 광합성세균이 중심으로 이루어진 제품 1종류, 호기성 및 혐기성 등의 복합미생물로 이루어진 제품 1종류를 선별하여 호기성 액비 공정중의 악취물질 상태변화를 분석함으로써 양돈분뇨를 빠른 시간내에 처리하는 방안과 악취감소효과를 비교·평가하였다.

### 2. 재료 및 실험 방법

#### 2.1. 실험재료

본 연구에 사용된 분뇨는 양돈농가의 슬러리 돈사에서 분뇨를 수거하여 이용하였으며,

수거된 분뇨는 35 mesh 체로 걸러 이물질을 제거한 후 시험용 재료로 사용하였다. 원 시료의 성상은 pH 8.5, COD<sub>Cr</sub> 19,500 ppm, NH<sub>3</sub>-N 488.2 ppm, 악취강도  $\geq 999$ 를 나타내었다.

본 연구에 사용된 첨가제 A 제품은 광합성세균을 중심으로 유산균, 효모균, 방성균 등 주로 혐기성 또는 미호기성 미생물로 구성되어 서로 공존, 공생하면서 상승효과를 나타낸다고 알려져 있다(히가데루오, 1991). 또한 B 제품은 호기성, 혐기성, 저온성 및 고온성 등 수십여 종의 복합미생물로 구성되어 있다.

## 2.2. 실험장치 및 방법

액비 반응조는 용량 5 ℓ의 삼각플라스크를 이용하여 제작하였고, 반응조의 총 용량은 4 ℓ이며, 반응조 상부에는 sampling port를 설치하여 syringe를 이용하여 일정량의 시료를 채취할 수 있도록 하였다. 분석 시료의량은 1회 분석 시 20 ml씩 반응조에서 채취하였고, 이를 1,500 rpm으로 10분간 원심 분리하여 부유물질을 제거하고 난 후 분석에 사용하였다. 실험은 Table 2와 같이 첨가제를 투여하지 않고 운전한 R-N 반응조, 첨가제로 제품 A 및 B를 투여하여 운전한 R-A 및 R-B 반응조의 총 3가지 형태로 나누어 수행하였다.

시료의 분석은 2일마다 시료를 채취하여 수질공정시험법, Standard method 및 일본위생법에 준하여 분석하였으며, 악취강도는 Handheld Odor Meter(OMX-GR)를 이용하여 측정하였다.

Table 1. Maturation conditions of piggery slurry

Run	Condition
R-N	No-addition of additive
R-A	Addition of product A
R-B	Addition of product B

## 3. 결과 및 고찰

Fig. 1은 운전기간동안 액비 반응조 내의 pH 변화를 나타낸 것으로, R-N, R-A 및 R-B 반응조의 pH 변화는 각각 8.5-9.2, 8.1-9.4, 7.8-9.3의 값을 보였다. 전체적으로 첨가제를 투여하지 않은 R-N은 pH가 증가하는 경향을 보였는데, 이러한 결과는 액비화 공정에서 일정량의 공기를 공급하여 주는 호기 조건일 경우 pH는 7.5-9까지 증가한다는 여러 연구자들의 결과(정광용 등, 1998)와 일치하였다. 반면, 첨가제를 첨가한 R-A 및 R-B 반응조의 pH는 운전 10일 까지 R-N 반응조의 pH 변화와 비슷한 경향을 보였으나, 그 이후부터는 pH가 감소하는 경향을 나타냈다. 이는 본 연구에서 EM 용액을 2일마다 주기적으로 투입함으로써 액비화 공정의 운전 중에서 분뇨의 pH에 영향을 주었을 것으로 사료된다.

Fig. 2는 액비 반응조 운전기간 중 COD<sub>Cr</sub>의 변화를 나타낸 것으로, R-N 반응조는 4,000-19,500 ppm, R-A 반응조에서는 900-19,500 ppm, R-B 반응조에서는 550-19,500 ppm의 변화값을 보였다. 세 반응조 모두 초기 1-2일 동안의 운전에서 COD<sub>Cr</sub>의 농도가 급격한 감소를 보이는 특징을 보였고, 그 이후 COD<sub>Cr</sub>은 불안정한 변화를 보이면서 증가

와 감소를 반복하는 경향을 나타내 최종적으로 COD<sub>Cr</sub>의 제거율은 각각 69%, 82%, 90%를 나타냈다. 이러한 결과는 첨가제를 첨가함으로써 분뇨에 함유된 셀룰로오스, 리그닌 등과 같이 생분해도가 낮은 유기물을 분해하여 보다 효율적으로 유기물을 제거할 수 있음을 보여주었다.

액비화 과정 도중에서 NH<sub>3</sub>-N 등의 악취물질은 일반적으로 pH, 수분함량, 반응온도 등에 영향을 받는 것으로 알려져 있는데, Fig. 3은 액비 반응조의 운전기간 중 NH<sub>3</sub>-N의 변화를 나타낸 것이다. 첨가제를 함유하지 않은 R-N 반응조는 운전기간 동안 90.3-513.5 ppm의 변화를 보였고, R-A 및 R-B 반응조는 각각 8.2-490.8, 12.7-488.2 ppm의 변화를 나타내 최종적으로 R-N, R-A 및 R-B 반응조의 제거율은 각각 82%, 98%, 97%의 제거율을 나타냈다. 특히, 첨가제를 첨가한 R-A 및 R-B 반응조의 NH<sub>3</sub>-N 제거효과는 폐수처리에 대한 연구에서 EM을 이용하여 90% 이상의 높은 NH<sub>3</sub>-N의 제거율을 보인 결과(노성희 등, 2001)와 비슷한 것으로 고농도의 양돈분뇨의 처리에도 EM이 충분히 응용될 수 있음을 나타낸 결과이다.

Fig. 4는 액비 반응조의 운전 기간 중 악취강도를 나타낸 것이다. 첨가제를 첨가하지 않은 R-N 반응조는 초기 운전에서부터 급격한 감소를 보여 최종적으로 10의 악취강도를 보여 짧은 액비 공정기간 동안에도 악취강도의 감소 효과를 나타냈다. 그러나 운전 결과에서 보듯이 운전 16일 이후부터는 더 이상의 뚜렷한 악취강도의 감소가 나타나지 않았는데, 그에 반해 첨가제를 첨가한 두 반응조에서는 꾸준히 악취강도가 감소하여 R-A 반응조는 운전 18일부터, R-B 반응조는 운전 16일부터 악취강도가 0으로 나타나 단순히 양돈 분뇨에 산소를 공급하는 호기성 액비공정보다는 첨가제를 첨가함으로써 짧은 시간 동안 양돈분뇨의 악취문제를 더욱 효율적으로 제어할 수 있을 것이라고 판단된다.

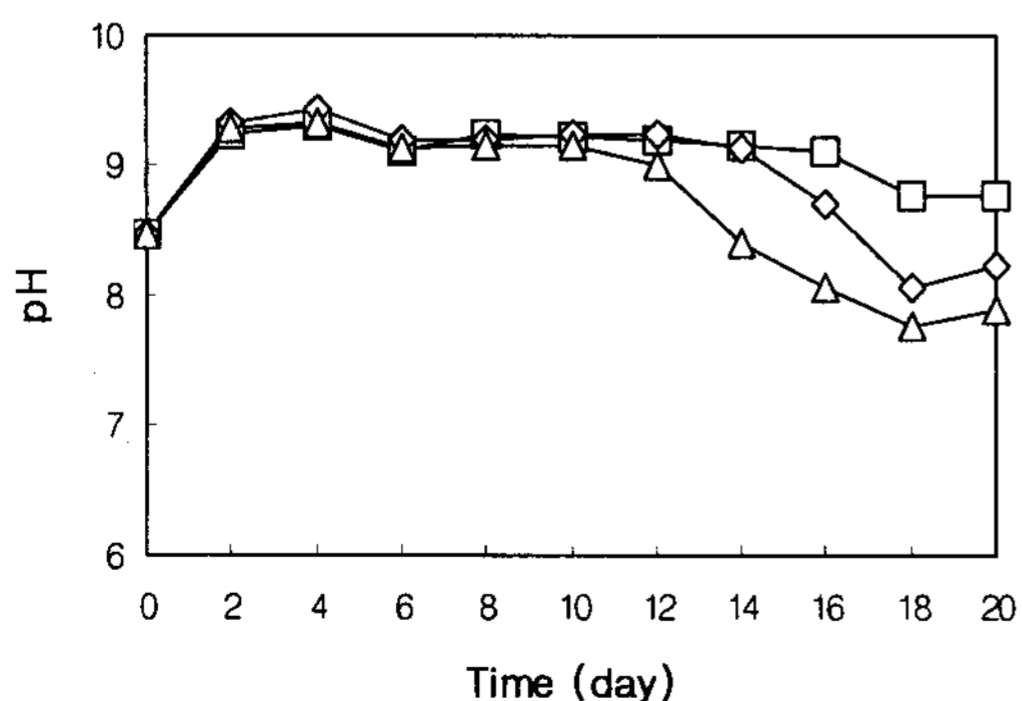


Fig. 1. pH changes during operating time. concentration (□: R-N, ◇: R-A, △: R-B)

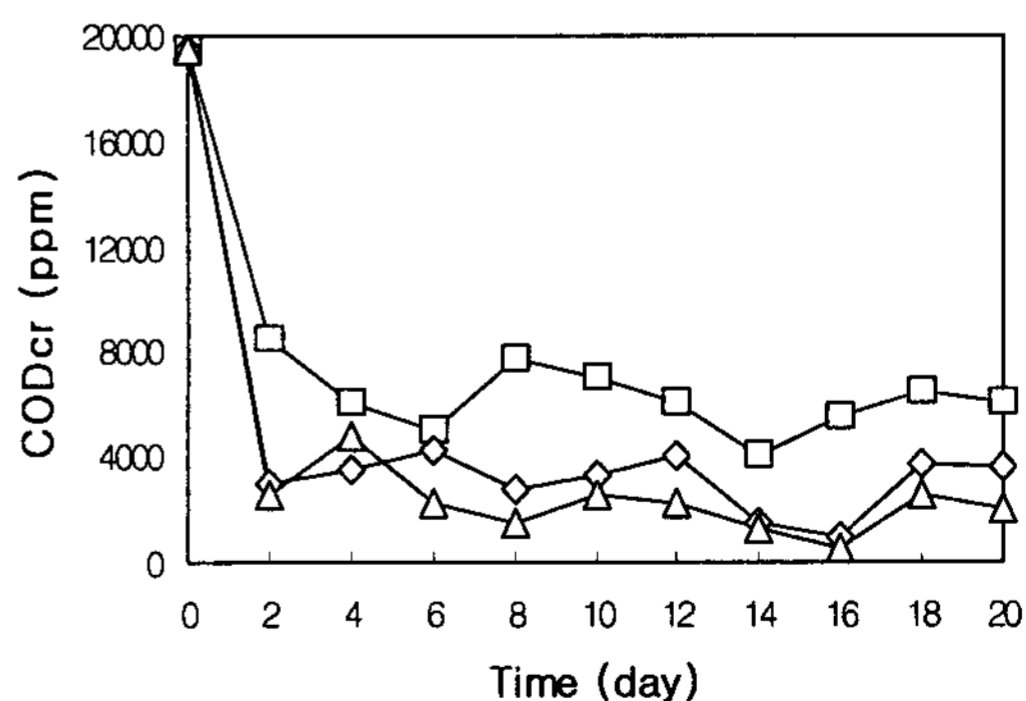


Fig. 2. Changes of COD<sub>Cr</sub> during operating time. (□: R-N, ◇: R-A, △: R-B)

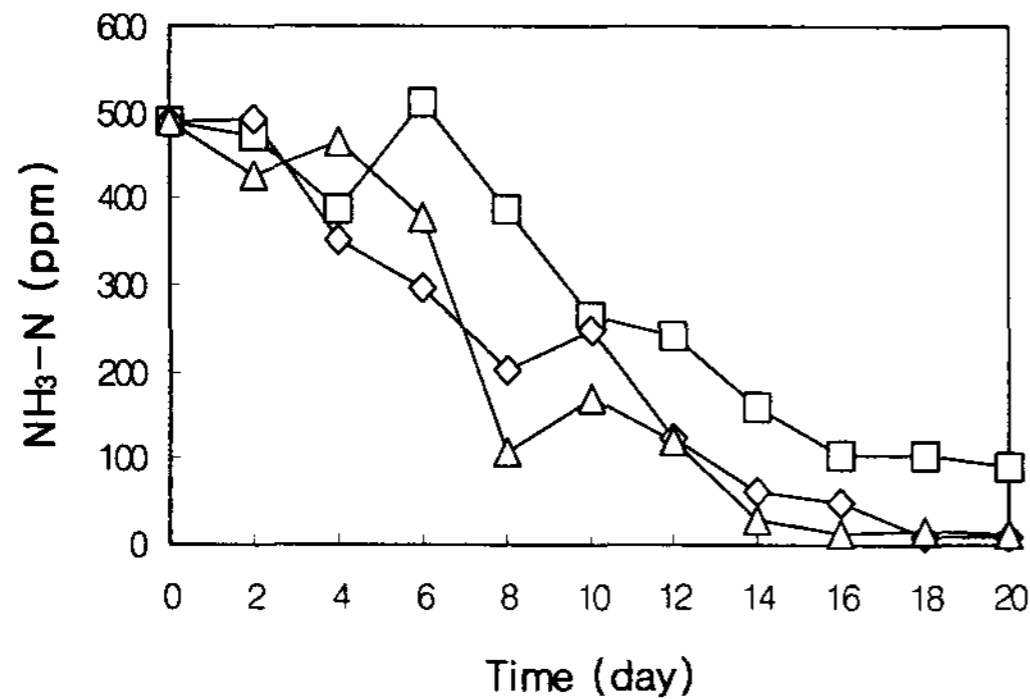


Fig. 3. Changes of NH<sub>3</sub>-N concentration during operating time. (□: R-N, ◇: R-A, △: R-B)

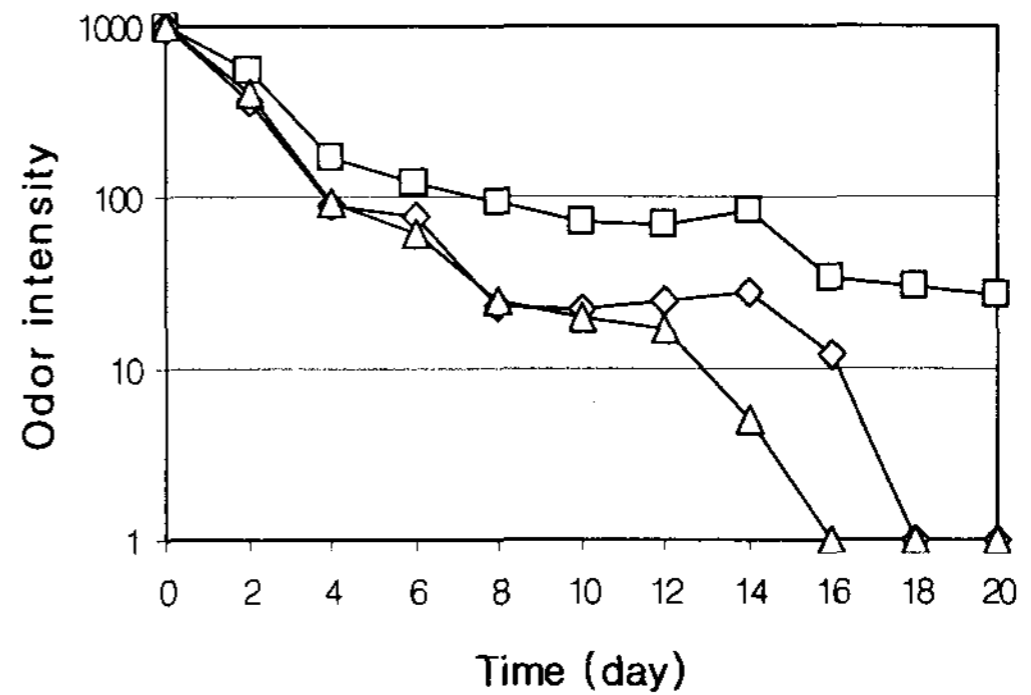


Fig. 4. Changes of odor intensity during operating time. (□: R-N, ◇: R-A, △: R-B)

#### 4. 결 론

본 연구에서는 호기성 액비 공정을 수행함은 물론, 첨가제 2종류를 선별하여 본 연구에 사용함으로써 호기성 액비 공정중의 오염물질의 변화와 악취제거효과를 살펴보았다. 그 결과 첨가제를 투여하지 않고 단순히 일정한 공기 유량을 공급한 R-N 반응조는 짧은 부속 기간에도 불구하고 어느 정도의 효과를 보였으나, 일정 산소만을 공급하여 얻는 효과는 한계가 있는 것으로 사료된다. 반면, 첨가제를 첨가한 R-A 및 R-B 반응조는 고농도의 유기물의 감량 및 안정화에 효율적이며 질소의 상당한 감소의 효과를 나타내어 첨가제를 첨가함으로써 양돈분뇨의 악취 문제를 더욱 효율적으로 제어할 수 있을 것이라고 판단된다.

#### 참 고 문 헌

- 노성희, 윤영재, 김선일, 2001, 유효미생물에 의한 폐수 중 질소 및 인의 제거, 응용화학, 5(2), 180-183.
- 이장훈, 정준오, 박승호, 2000, 음식폐기물 퇴비화에서 유효 미생물 분리 및 첨가에 관한 연구, 한국환경위생학회지, 26(3), 1-10.
- 이재복, 이훈용, 2003, 유용미생물을 이용한 하수의 고도처리에 관한 연구, 경성대학교 환경 연구 논문집, 13(1), 121-130.
- 정광용, 조남준, 정이근, 1998, 가축분뇨 슬러리 액비 부속 조건별 특성비교, 한국환경농학회지, 17(4), 301-305.
- 히가테루오, 1991, 미생물의 농업이용과 환경보전, (민경휘역), 형설출판사, 서울.
- Moseier, A. R., S. M. Morrision and G. K. Elmund, 1986, Odors and emissions from organic wastes. In "soils for management of organic wastes and waste waters", ASA. CSCA. SSSA. 577 South Road, Madison, Wisconsin 53711. USA.