

# 광합성 세균을 이용한 고농도 양돈슬러리의 무취화 관리방안에 관한 연구

이명규 · 권오중 · 정진영 · 태민호 · 허재숙

상지대학교 이공과대학 환경공학과

## Deodorization Management of Swine-Slurry by Addition of Phototrophic Bacteria

Lee Myung-Gyu, Kwon O-Jung, Joung Jin-Young, Tae Min-Ho and Her Jae-Suk

Department of Environmental Engineering, Sang ji University

### Summary

This study was carried out to find deodorization effect of swine-slurry by addition of phototrophic bacteria(PTB). The pilot-scale reactors operation conditions was designed by the inoculum amounts of PTB and light-conditions. Treatment conditions was divided into 3 types; 10<sup>6</sup> MPN/ml · Dark(T-1), 10<sup>6</sup> MPN/ml · Dark(T-2), 10<sup>8</sup> MPN/ml · Natural light(T-3). The changes of the concentration of volatile fatty acids(VFAs), hydrogen sulfide(H<sub>2</sub>S), ammonia (NH<sub>3</sub>) and odor intensity were analyzed during the treatment period(35 days).

From results of this study, the maximum intensity of odor in the headspace of the reactor T-1 was 4.82 and T-2, T-3 was 2.63, respectively.

In swine-slurry of reactors used, it almost took 10 days until to be stabilized with solid and liquid phase. Intensity of odor in headspace was mainly derived from the liquid phase.

The PTB inoculum method to swine-slurry was very effective in reduction of VFAs, H<sub>2</sub>S and Sulfate-reducing bacteria(SRB) concentration. Expecially, It was interested in reverse growth behaviour of SRB and PTB in these conditions.

(Key words: Swine-slurry, Phototrophic bacteria, Deodorization, VFAs, H<sub>2</sub>S)

### 서 론

우리나라의 양돈산업이 전업화, 대규모화됨에 따라, 환경 친화적인 양돈경영이 요구되고 있다. 양돈 농가에서의 분뇨처리 System은 돈사의 분뇨 수거 방법에 따라 크게 달라지는데,

최근에는 농가의 인력 부족으로 슬러리식 System을 설치하는 농가가 늘어나고 있다. 슬러리 돈사는 국내 전업규모 이상의 대부분의 농가에서 설치되었으며, 심한 악취를 발생시켜 돈사내의 사육환경 및 작업환경을 악화시키는 문제점을 가지고 있다<sup>1)2)</sup>.

“본 연구는 1997년도 교육부 학술진흥재단의 연구비 지원으로 수행되었음.”

전형적인 감각공해의 하나인 악취는 주로 혐기 상태에서 저분자 물질을 가스화하는 통성 혐기성 또는 혐기성 세균에 의해서 생성되어지는 물질로서, 감지한계농도가 일상적으로 존재치 않는 저농도이고, 여러 가지 성분이 복합적으로 작용하는 경우가 많다. 일반적으로 발생원에서 1~2km가 피해 영역이며, 민원발생의 소지가 많다<sup>12)</sup>.

분뇨에서 발생하는 악취를 제어하기 위해 차폐 작용제 및 중화제, 박테리아와 효소, 흡착제, 사료 첨가제, 화학적 악취 저감제 등이 이용되고 있으며<sup>8)</sup>, 특히, 저분자 물질의 기질 이용성이 뛰어난 혐기 및 통성미생물을 접종, 최적 조건하에서 생육하도록 하여 악취물질을 제어하는 생물학적 제어방안이 시도되었는데, 이러한 역할을 하는 미생물로서 연못, 논, 토양 등 자연계에 널리 존재하는 광합성 세균이 보고되고 있다.<sup>2)</sup>

광합성 세균은 생육특성상 호기·암, 혐기·명, 미호기의 조건에서 다양한 유기물을 이용하여 증식이 가능하며, 아미노산, 당류 특히 저급지방산 가운데 초산, 프로피온산 등의 저분자물질에 대한 분해능력이 높은 것으로 알려져 있다.<sup>2),4)</sup>

따라서, 본 연구에서는 실제 양돈 슬러리지와 유사하게 제작한 반응기에 광합성 세균을 접종하여 저류조의 높이 및 광합성 미생물 접종농도에 따른 악취물질의 변화를 알아보고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료 및 운전방법

본 실험에서 이용된 인공양돈분뇨는 실제 농장에서 발생된 돈분과 인공폐수(BOD 5,000 ppm)<sup>13)</sup>를 혼합하여 제조하였으며, 이때 사용된 돈분은 강원도 원주시 근교에 위치한 H농장의 분을 사용하였다. 고분자 유기물을 저분자화하고 시료의 동일성을 확보하기 위하여, 75 l의 용기 2개에 일정량의 분과 인공폐수를 혼합한 후, 공기펌프를 이용하여 375ml/min·l의 공기를 주입하였다. 폭기 처리된 인공 양돈분뇨는 눈금이 1,000 μm, 500 μm, 250 μm의 망사체를 사용하여 여과시킨 후, 최종 여과액을 시료로 이용하였다(Fig. 1). 사용된 시료의 성상은 Table 1과 같다.

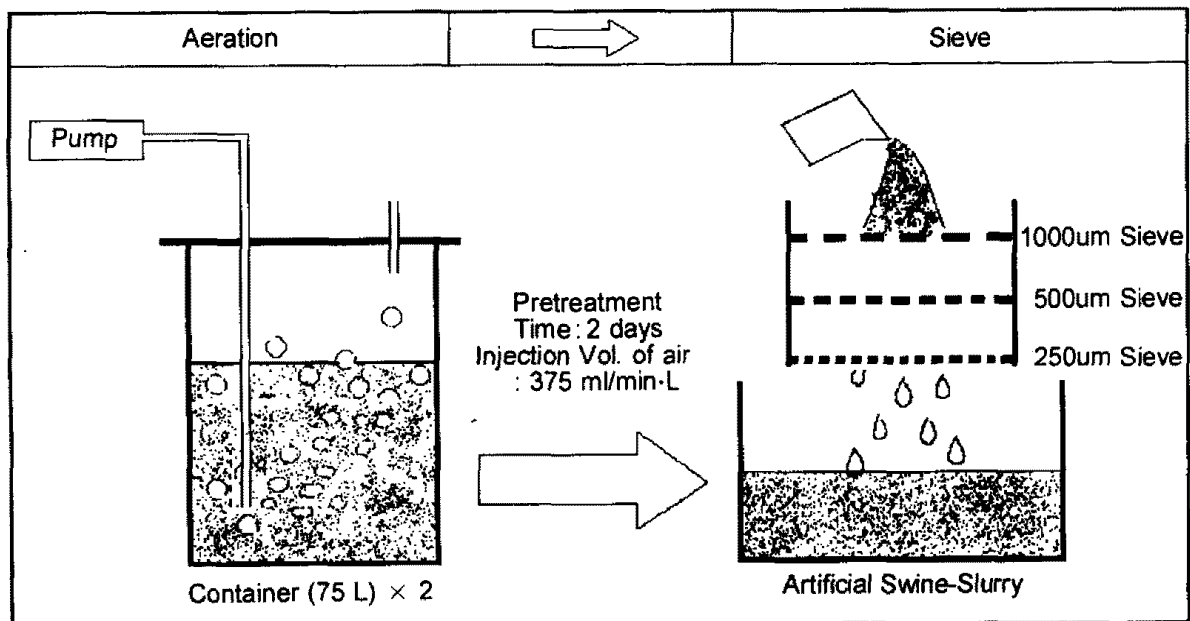


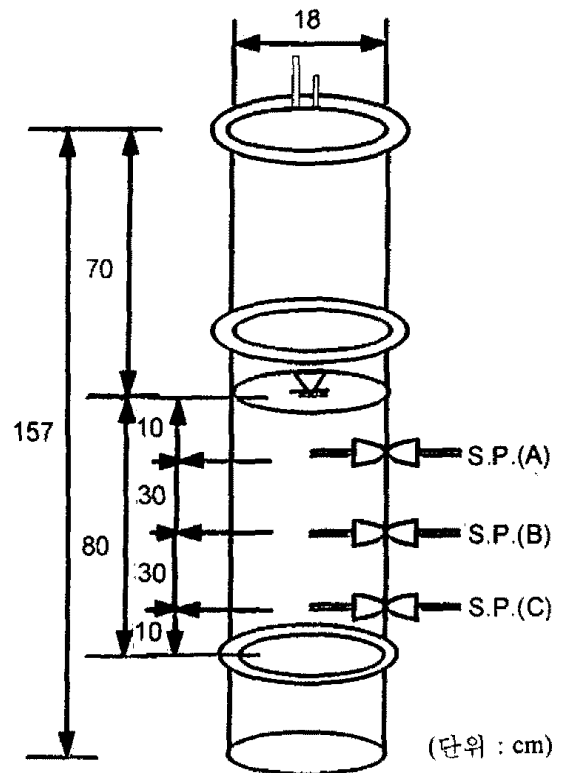
Fig. 1. Process of manufacturing artificial swine-slurry.

Table 1. The Characteristics of Artificial swine-slurry used

Item	Value	
pH	8.29	
ORP(Oxidation Reduction Potential)	-210	mV
TS(Total Solid)	3.04	%
T-N(Total Nitrogen)	3,219	ppm
NH <sub>4</sub> -N(Ammoniac Nitrogen)	2,124.4	ppm
NO <sub>3</sub> -N(Nitrate Nitrogen)	40.9	ppm
NO <sub>2</sub> -N(Nitrite Nitrogen)	0.37	ppm
T-P(Total Phosphates)	1,731	ppm
PO <sub>4</sub> -P(Orthophosphates)	37.06	ppm
CODcr(Chemical Oxygen Demand)	54,918	ppm
BOD(Biochemical Oxygen Demand)	19,530	ppm
General Bacteria	2.2 × 10 <sup>8</sup>	CFU/ml
SRB(Sulfate reducing Bacteria)	4.3 × 10 <sup>6</sup>	MPN/ml
VFAs(Volatile Fatty Acid)	2,364	ppm

반응기는 실제 슬러지 저류조의 높이와 유사하게,<sup>21)</sup> 18cm(d)×157cm(h)의 크기로 투명한 원통형 아크릴관을 이용해 제작하였다. 각 높이 별 변화를 관찰하기 위해서 반응기 밑바닥으로부터 10cm, 40cm, 70cm 지점의 한 가운데에서 시료를 채취할 수 있도록 장치하였으며, 반응기 상부에는 직경 0.9cm의 구멍을 두 개 만들어 반응기 내·외부로 공기가 이동하도록 하였다. 또한 실험기간동안 반응기 내부의 온도변화를 측정하기 위하여 온도기록계를 설치하였다(Fig. 2).

양돈 분뇨액이 반응기에 채워진 높이는 80cm이고, 용량은 18 l 였다. 반응기는 직사광선이 비치지 않고, 기상에 영향받지 않는 장소에 설치하였다. 총 35일간의 처리기간중 1주일 간격으로 분석하였으며, 1회 분석시 시료 채취구당 100ml씩 채취하였다. 시료의 보충은 전처리시 분주하고 남은 시료를 냉동 보관하면서 해동하여 보충하였다. 시료 채취구의 높이에 따라 상부의 채취구를 Sampling point(A)(이하 S.P.(A)), 중부의 채취구를 Sampling point(B)(이하



S.P.(A) = Sampling Point A S.P.(B) = Sampling Point B  
S.P.(C) = Sampling Point C

Fig. 2. Diagram of apparatus.

하 S.P.(B)), 하부의 채취구를 Sampling point(C) (이하 S.P.(C))로 구분하였다.

처리구는 광합성 세균의 접종농도와 빛의 유무에 따라, 10<sup>6</sup> MPN/ml · 암상태로 처리한 경우를 처리구-1(이하 T-1), 10<sup>8</sup> MPN/ml · 암상태로 처리한 경우를 처리구-2(이하 T-2)로 구분하였고, 10<sup>8</sup> MPN/ml · 자연광 상태로 처리한 경우를 처리구-3(이하 T-3)이라고 명명하였다. T-1, T-2 반응기는 알루미늄 호일을 이용하여 자연광을 차단하였으며, T-3의 경우는 자연광을 차단하지 않았다.

본 실험에 사용된 광합성 세균은 원주시 종말 처리장에서 홍색비유황세균용의 선택배지<sup>6)</sup>를 이용하여 분리한 광합성 세균을 이용하였으며, 계대배양하여 대량배양 후 실험에 이용하였다.

## 2. 분석항목 및 방법

본 연구에서 pH는 이온전극법(ORION Model 420A), ORP(Oxidation Reduction Potential)와 BOD(Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand)는 Standard method<sup>9)</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N(Nitrate nitrogen)은 Brucine method, NH<sub>4</sub><sup>-</sup>-N(Ammoniac nitrogen)은 Indophenol-blue method, PO<sub>4</sub><sup>-</sup>-P(Orthophosphates), T-P(Total Phosphates)는 Ascorbic acid method를 이용하였으며, 일반세균은 희석평판법을 이용하였고 광합성 세균과 황산염환원세균은 최적확수법을 이용하여 분석하였다.

악취물질로서 휘발성저급지방산(VFAs), H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> 등을 분석하였으며, 취기강도는 5인의 성인 남녀가 관능시험을 실시하였다. 이때 Table 2의 한계치를 이용하였으며, 반응기 중간부분을 분리하고 Headspace에서 취기강도를 측정하였다<sup>14),23)</sup>.

VFAs의 측정을 위해서 가스크로마토그래피(GC-14B)를 사용하였으며, 운전방법은 Table 3과 같다. 각 시료를 희석하여 원심분리관에 20ml씩 넣은 후, 1N HCl을 각각 3ml을 가하여

Table 2. Odor intensity index

Odor Intensity	Division
0	None
1	Threshold(Detective threshold)
2	Moderate(Recognition threshold)
3	Strong
4	Very Strong
5	Over strong

Table 3. GC operating conditions for VFAs analysis

GC Model	Shimadzu GC-14B
Colume	Shimalite TPA 60-80
Detector	FID
Flow rate	Air: 0.5ml/kg, H <sub>2</sub> : 0.5ml/kg N <sub>2</sub> : 40ml/min
Temperature	Detector Temp : 110℃ Injector Temp : 180℃ Oven Temp : 125℃

pH를 1~2로 맞추고, 교반 후 10,000rpm에서 10분동안 원심분리하였으며, 상등액을 15ml 취하여 Ethyl-Ether 15ml와 함께 스크류 시험관(35ml용)에 넣어 분석전까지 -6~-12℃ 냉동실에 4시간 동안 보관하였고, Ethyl-Ether층만을 10ml 취하여 이용하였으며, 이때 내부 표준 물질로는 Iso-Caproic acid를 사용하였다<sup>13)</sup>.

황화수소와 암모니아의 분석을 위해서는 검지관법을 이용하였다. 5ml 시료를 30ml 시험관에 이중 고무마개로 밀봉 후 30℃ 암실에서 H<sub>2</sub>S는 2시간, NH<sub>3</sub>는 5시간 보존시켜 시험관 Headspace중의 가스농도를 측정하였으며, 각 농도는 시료 ml당 절대발생량으로 환산하였다.<sup>13)</sup>

## 결 과

본 실험은 슬러리 돈사내 악취제거를 목적으로 높이에 따른 변화를 관찰하였으며, 높이별

로는 S.P.(A)와 S.P.(C)로 나누어 고찰하였다.

### 1. 온도의 변화

Fig. 3은 실험기간 동안 반응기 내부의 온도 변화로서, 혐기적 조건하에서 온도의 변화는 유기물 분해속도와 미생물상에 많은 영향을 준다.<sup>2)</sup> 실험기간동안 온도는 최저 22℃에서 최고 31℃까지 변화하였고, 일교차는 반응초기에 4℃였으나, 이후 온도변화의 폭이 줄어들었다.

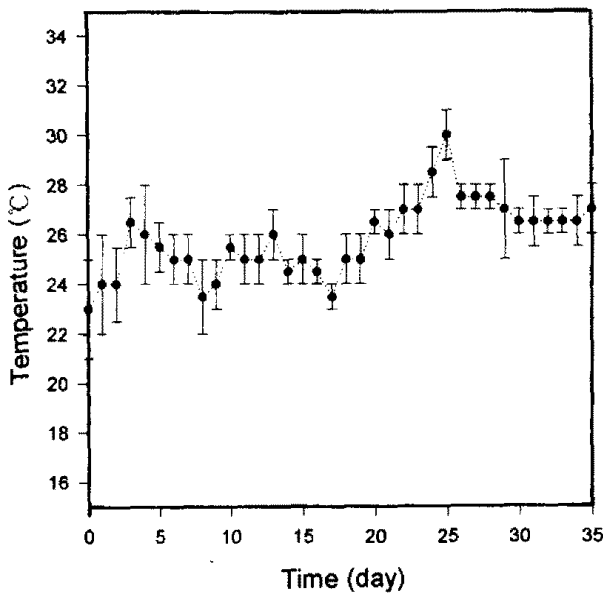


Fig. 3. Changes of the Temperature in the reactors.

### 2. 고형물의 변화

Fig. 4는 반응기내에서 계면의 변화상을 보여 준다. 모든 반응기에서의 시료(TS 3.04%)는 정 치에 의해 부유물이 격자구조를 형성하여 집단 적으로 침강하는 계면침강의 특성을 보였다.<sup>7)</sup> 계면의 침강속도는 10일을 전후하여 완만해졌 으며, 이 때 계면의 높이는 처리구간에 차이없 이 실험기간 동안 일정하였다.

화학적 산소요구량(COD)은 Fig. 5와 같다. S. P.(A)의 경우, COD의 농도는 계속해서 감소하

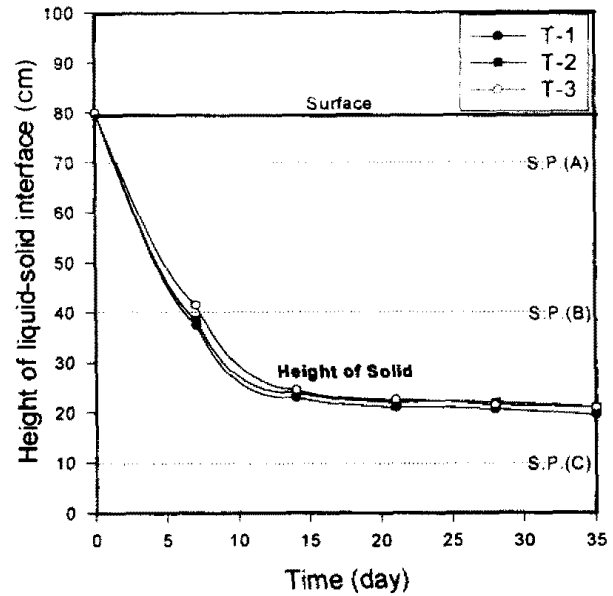


Fig. 4. Changes of the height of liquid-solid interface in the reactors.

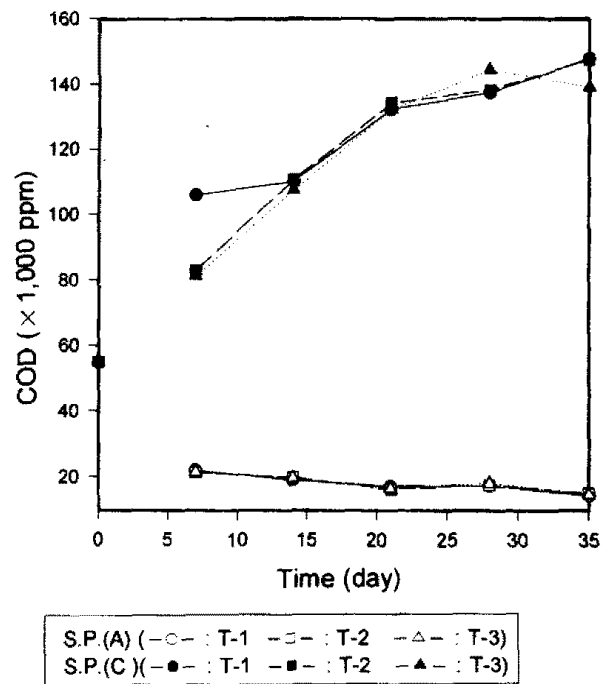


Fig. 5. Changes of the COD concentration in the reactors.

였으며, 특히 VFAs가 급속히 감소되는 14일경 에 가장 많이 감소하였다. 반면에 S.P.(C)는 계 속되는 유기물의 축적·분해로 COD가 급격히 증가하였는데, 35일 경과시 T-1은 148,084ppm, T-2는 147,832ppm, T-3은 139,450ppm으로써 처

리구간에 차이를 보였다.

반응기내 고형물의 이동은 계면이동 및 COD의 변화를 초래했으며, 이때 계면을 중심으로 액상부분인 S.P.(A)와 S.P.(B)는 유사한 결과를 나타냈었고, 이와는 반대로 고형부분인 S.P.(C)에서는 상이한 경향을 보였다.

### 3. 산도(pH)와 산화환원전위(ORP)의 변화

산도(pH)는 전반적으로 중성부근에서 일정하였다(Fig. 6). S.P.(A)는 T-1의 pH가 가장 높았으며, 모든 반응기에서 조금씩 상승하였다. 특히, T-3의 경우 14일째까지는 가장 낮았으나 21일째에는 7.28까지 증가했는데, 이는 VFAs의 감소와 밀접하였다. 즉, 광합성 세균의 접종량에 따른 VFAs의 변화가 pH의 변화로 나타난 것으로 사료된다.<sup>18)</sup> S.P.(C)는 반응기별로 차이가 크지 않았다. 실험초기 S.P.(A)에 비해 많은 유기물이 분해되면서 생성된 유기산이 pH 차이를 야기시켰고, 이 경향은 실험기간동안 동일하였다(Fig. 9).

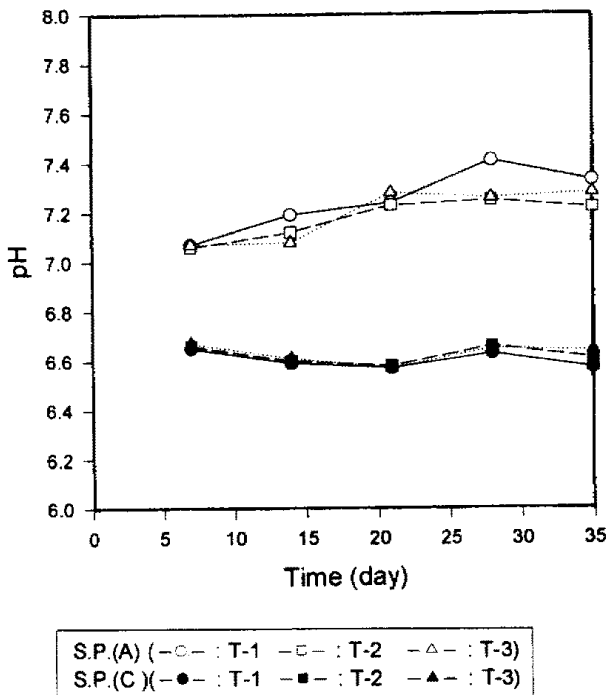


Fig. 6. Changes of the pH in the reactors.

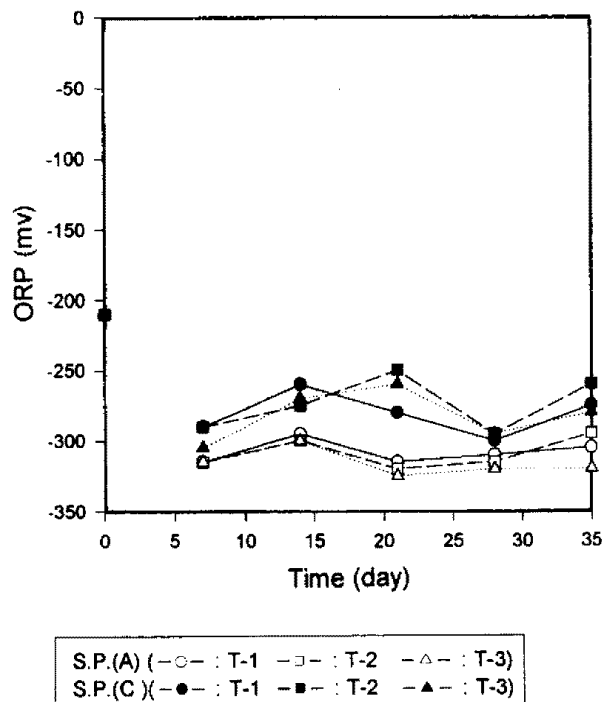


Fig. 7. Changes of the ORP in the reactors.

산화환원전위(ORP)의 경우 S.P.(A)와 S.P.(C)는 유사한 경향으로 변화하였다. 두 지점 모두 혐기상태였으며, 공기와 접촉하고 있는 S.P.(A)는 표면부하가 커서 기층의 산소가 시료 채취 지점까지 녹아들지 못하므로 ORP가 낮게 유지되는 것으로 사료된다.<sup>7)</sup> 특히, 반응기 하부인 고형상부분(S.P.(C))이 더 높게 유지되는 것은 pH의 변화와 비교해 볼 때 매우 주목할 만한 현상이었다.

### 4. 기상부 취기강도의 변화

각 반응기 상부에서 취기강도를 검사한 결과는 Fig. 8과 같다. 실험초기에 처리구별 취기강도의 차이가 컸으며, T-1 처리구는 최고 취기강도가 4.82로써 T-2, T-3의 2.63보다 높았다. 21일 경과시 T-2와 T-3는 2도 이하로 판능도상 '적합'으로 나타났다. 특히 T-3는 T-2와 달리, 실험 후반부에서도 감소경향이 지속되었으며, 이는 광합성세균 접종량과 활성의 차이에 의한 것으로 사료된다.

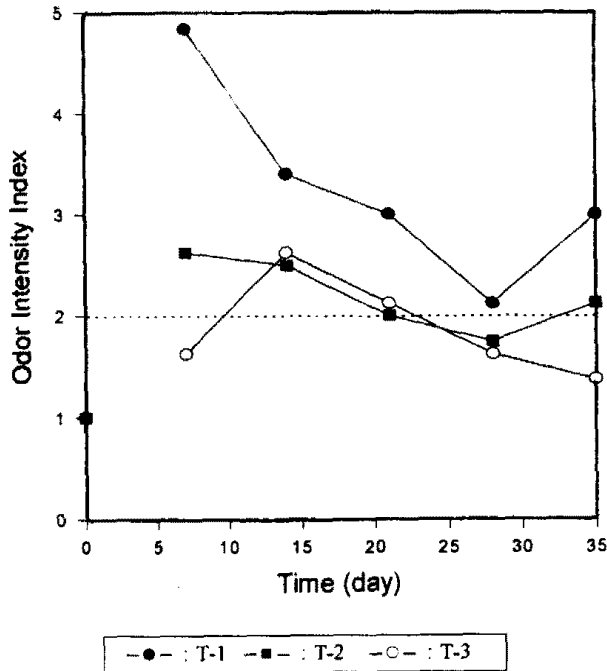


Fig. 8. Changes of the odor intensity index in the headspace of the reactors.

5. 휘발성저급지방산(VFAs), 황화수소(H<sub>2</sub>S), 암모니아(NH<sub>3</sub>)의 변화

악취물질로써 대표적인 물질중의 하나가 VFAs이다(Fig. 9). S.P.(A)에서 VFAs의 농도는 7일 경과시 모든 처리구는 3,100ppm 이상이었으나, 급격히 감소하여 21일 경과시 농도는 T-1 > T-2 > T-3 순이었으며, 이 때 T-3의 농도는 1,584ppm으로서 감소율이 가장 높았다. 21일 이후 VFAs 농도가 증가되었으며, 이후 T-1은 증가하는 반면 T-2, T-3는 감소되는 경향을 보였다. S.P.(C)의 경우 시간이 경과되면서 전반적으로 증가하는 경향을 보였다. 하지만 S.P.(A)와 유사하게 21일을 전후에 감소경향이 보여지며 21일 이후에 증가하는데, 이러한 VFAs의 증가는 침전에 의한 유기물 증가와 온도상승에 기인한 유기물 분해율의 증가 때문이라고 사료된다.

Fig. 10은 황화수소(H<sub>2</sub>S)의 절대발생량을 제시하였다. S.P.(A)의 경우 초기 7일째에 시료(1 ml)당 절대발생량은 T-1이 T-3의 5배이상 발생하였다. S.P.(C)의 경우는 황화수소를 발생시키

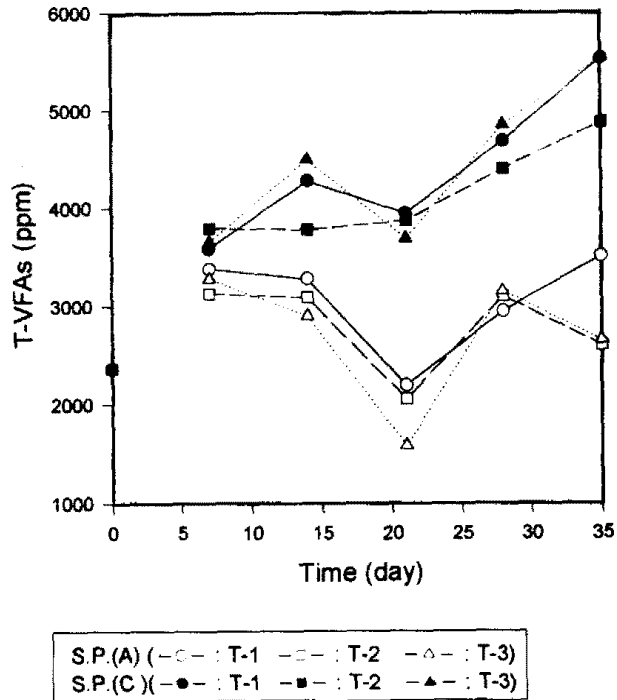


Fig. 9. Changes of the VFAs concentration in the reactors.

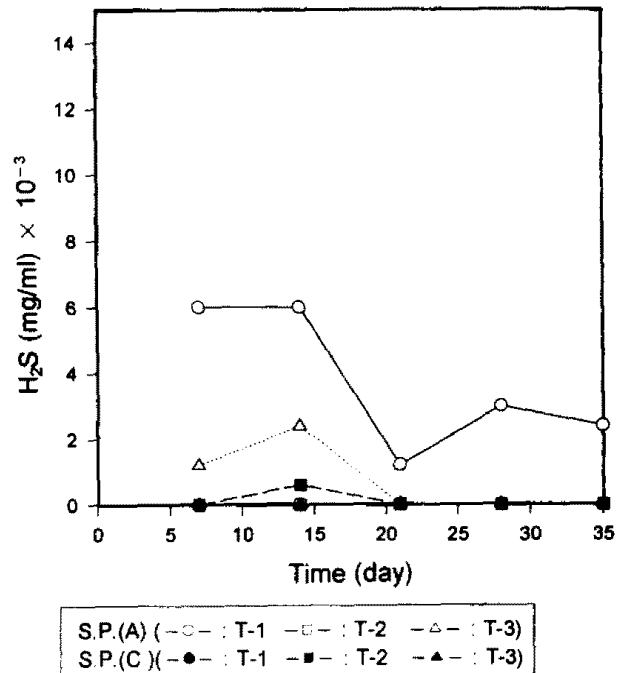


Fig. 10. Changes of the H<sub>2</sub>S in the reactors.

는 세균인 황산염환원세균의 균체수가 가장 높은 14일째에 T-2에서만 발생되었으며, T-1과 T-3은 발생하지 않았다.

암모니아(NH<sub>3</sub>)의 절대발생량은 S.P.(A)와 S.P.(C)가 다른 경향을 보였다(Fig. 11). S.P.(A)의 경우 초기에 소량 발생되다가 시간이 경과함에 따라 증가하였는데, 이러한 암모니아의 절대발생량은 pH 변화와 밀접하였다. 반면, S.P.(C)는 초기의 농도가 계속 유지되었으며, 전체 발생량도 적었는데, 이는 pH가 낮아 암모니아로의 무기화가 덜 진행되었기 때문인 것으로 사료된다.<sup>11)</sup>

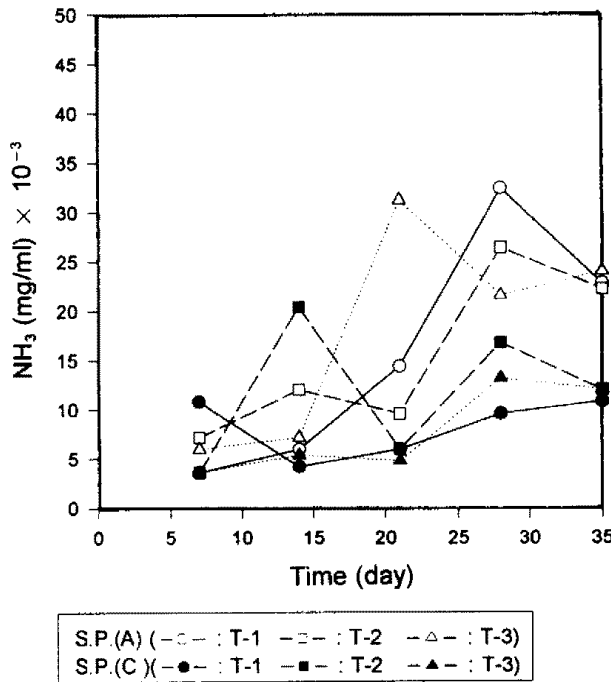


Fig. 11. Changes of the NH<sub>3</sub> in the reactors.

### 6. 미생물상의 변화

광합성 세균수는 Fig. 12와 같이 점차적으로 감소하고 있으며, 높이에 따라 균체수 감소율에 차이가 있었다. S.P.(A)의 균체감소율은 T-1 > T-2 > T-3의 순으로, S.P.(C)에서도 동일한 경향을 보였다. 각 지점 공통적으로 광합성 세균의 접종농도가 높을수록 감소 경향이 둔화되는 모습을 보였으며, 특히, S.P.(C)의 균체 감소율이 S.P.(A)에 비해 낮았다. 광합성 세균의 균체량은 S.P.(C)가 처리구별로 10~100배 정도 높

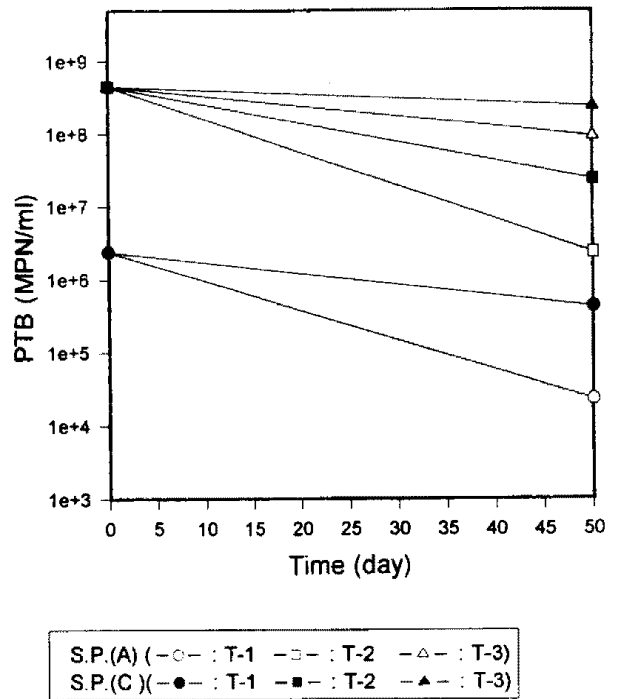


Fig. 12. Changes of the PTB in the reactors.

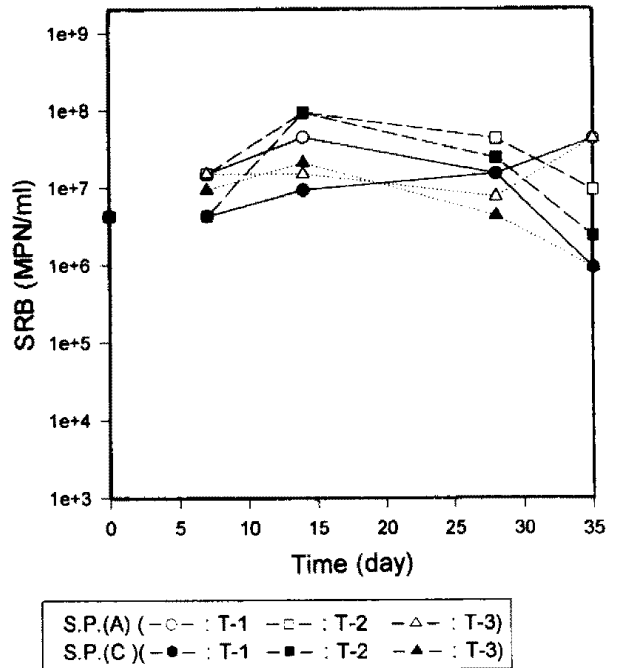


Fig. 13. Changes of the SRB in the reactors.

으며, 이는 광합성 세균이 증식했다기 보다는 고형물 입자와 같이 침강하여 높은 밀도를 유지하는 것으로 사료된다. 접종농도가 동일한 T-2와 T-3를 빛의 유무에 따라 비교해 보면, 자



연광 조건하에서 10배~100배 이상 높은 농도로 유지되는 것을 알 수 있었다.

황산염환원세균은 높이에 따른 균체수 차이가 적었고, 모든 처리구에서 10<sup>7</sup>MPN/ml 부근을 유지하였다(Fig. 13). 특히 각 반응기에 있어서 상부인 S.P.(A)지점의 균체수가 하부인 S.P.(C) 지점의 균체수에 비하여 상대적으로 높은 균체수를 유지하며, 광합성 세균의 균체수 분포와 반대 현상을 보여주었다.

## 고 찰

본 연구에서 사용된 시료는 TS 3.04%, BOD 19,530ppm의 고농도 양돈폐수였다. 균질화된 혼합 양돈분뇨는 시간이 경과됨에 따라, 고상부분(S.P.(C))과 액상부분(S.P.(A))으로 분리되었다(Fig. 4). 이는 큰 입자가 중력의 작용으로 침강하는 것<sup>16)</sup>에 기인한 것으로, 침전입자들의 분해로 인하여 하부고형상(S.P.(C))의 COD와 VFAs의 농도가 증가하였다(Fig. 5, Fig. 9).

양돈분뇨에서 발생하는 대표적인 악취물질은 저급지방산류와 황화합물 및 암모니아 등 20여개 물질에 이르고 있으며,<sup>17)</sup> 사육환경을 악화시키고 작업능률을 저하시킨다. 취기강도의 법적 규제 기준은 2도 이하로서, 특히 취기강도가 높은 물질인 황화수소와 암모니아 등 8개 항목은 별도의 규제기준<sup>14)</sup>을 정하고 있다. 본 연구에서는 이들 항목 중 저급지방산, 황화수소, 암모니아에 대하여 검토하였다.

액상부(S.P.(A))에 용존되어 있는 저급지방산(Fig. 11)은 처리구별로 최대 900ppm의 차이가 있으며, 광합성 세균의 균체량이 높게 유지될수록 저급지방산의 소모율이 높았는데, 이러한 경향은 광합성 세균이 탄수화물이나 단백질 등의 고분자 물질을 직접 탄소원으로 이용할 수 없으므로,<sup>20)</sup> Acetate나 Propionate와 같은 저급지방산을 이용하여 나타나는 현상이다. 특히, 혐기적 정치 후 21일경과 35일 경과시에 처리구별 농도의 차이가 나타났다. 21일 이후 28일까지의 급격한 유기산 증가는 온도증가에 따른

유기물 분해율의 증가<sup>21)</sup> 및 혐기적 정치배양시 20일 경과 후에 산 생성 세균이 통성 및 절대 혐기성균으로 이루어지면서 가장 높은 유기산 생성율을 나타낸다는 것<sup>20)</sup>에 기인한 것으로 사료된다. 한편, 액상부 저급지방산의 변화 경향이 기상부 취기강도의 변화와 완전히 일치하지 않는데, 이는 저급지방산의 직접적인 휘발에 의한 취기강도의 변화 이외에도 용존되어 있는 저급지방산의 농도 변화가 최종 대사산물인 악취성 가스물질의 생성에 영향을 주고 있음을 시사한다(Fig. 8, Fig. 9).

기상부 취기강도와 상관성이 높은 황화수소의 절대발생량도 광합성세균 접종량과 밀접하였다(Fig. 10). 황화수소와 같은 황 화합물은 불쾌도가 높은 물질로서, 단백질 분해시 *Cystein*이 *Proteus motgenii*나 *streptococcus* 등의 미생물에 의해 분해되거나, 황산염이 황산염환원세균에 의해서 환원되면서 최종 환원물질로서 발생한다.<sup>18)</sup> 본 연구에서 황화수소는 광합성 세균의 접종량이 많을수록 발생량이 줄어들었으며, 양돈 분뇨에 광합성 세균을 처리하여 황화수소와 메칠메르캅탄(CH<sub>3</sub>SH) 등이 감소되었다는 보고<sup>3)</sup>와 동일하였다. 모든 처리구에서 황산염환원세균의 균체수가 높은 상부액상(S.P.(A))부분에서의 황화수소 발생량이 많았으며, 발생한 황화수소는 혐기조건을 유지 시킴으로서 하부고형상(S.P.(C))보다도 상부액상(S.P.(A))의 산화환원준위가 낮게 유지되게 만든 것으로 사료된다(Fig. 7).

특히, 광합성 세균의 균체수는 하부고형상(S.P.(C))에서 전체적으로 높은 균체수를 나타내었으며, 황산염환원세균의 균체수는 모든 처리구에서 하부고형상(S.P.(C))보다는 상부액상(S.P.(A))에서 높은 균체수를 보였다. 높은 황산염환원세균의 분포 조건하에서 저급지방산, 황화수소 등 악취물질의 농도가 광합성 세균이 많은 T-3보다 적은 T-1에서 매우 높다는 것은 광합성 세균과 황산염환원세균이 황화수소 및 악취물질의 발생기전과 매우 밀접한 관계에 있음을 시사한다(Fig. 12, Fig. 13).

암모니아의 경우는 광합성세균 균체수 보다는 pH 변화와 상관성이 높았다. 하지만, 모든 처리구의 절대발생량은 감지취기농도 이하로써,<sup>19)</sup> 반응기 Headspace의 취기강도에는 영향이 미약한 것을 알 수 있다. 김<sup>19)</sup> 등은 *R. capsulatus*를 이용한 실험에서 암모니아의 감소율이 대조구는 1.7배인데 반해 처리구의 경우 광합성 세균의 처리양에 따라 2.9~12배 정도 감소함을 보고하였으나, 본 실험은 이와 상이하였다.

이와 같은 결과를 통해 Headspace 취기강도가 반응기 내부 특히, 상부액상(S.P.(A))의 영향을 많이 받는 것을 알 수 있었으며, 이 때, 광합성 세균의 접종량은 악취물질 감소효과의 시간 차이를 유발하고, 세균군의 분포에도 영향을 주고 있음을 알 수 있었다. 차후, 광합성 세균의 투입에 따른 각 혐기성 세균군의 변동에 대한 규명이 필요할 것으로 생각된다.

## 적 요

슬러리 돈사에서 발생하는 악취를 제거하기 위한 생물학적 방법으로서, TS 3.04%의 양돈분뇨에 저분자물질의 기질 이용성이 뛰어난 광합성 세균을 접종하고, 슬러리 돈사의 높이에 따른 이화학적 변화 및 광합성 세균 접종량에 따른 악취물질의 변화를 관찰하였다.

1) 각 반응기에서 고형물과 액상물의 계면이 안정화되는 시기는 10일 전후였으며, 이러한 고액상의 분리에 의해 pH, ORP, VFAs, 미생물상 등이 각각 상이한 경향을 가졌다. 이러한 상하부의 경향 중 Headspace 취기강도는 특히 상부액상(S.P.(A))의 농도와 밀접한 경향을 보였다.

2) 광합성 세균 접종 후 7일째 Headspace의 취기강도는 「T-1>T-2>T-3」였으며, 이후에도 유사한 경향이였다. 실험기간동안 각 반응기의 최고 취기강도는 T-1이 4.82, T-2와 T-3는 2.63이었으며, 처리 후 21일 경과 후에 T-2와 T-3의 취기강도는 2도 이하로 적합하였다.

3) 상부 액상(S.P.(A))에서의 휘발성지방산(VFAs), 황화수소(H<sub>2</sub>S) 등은 광합성 세균(PTB)의 균체량이 많을수록 더 많이 감소하였고, 취기강도의 변화와 유사하였다.

4) 광합성 세균의 생육은 혐기·자연광상태인 T-3에서 양호하였으며, 전반적으로 상부 액상(S.P.(A))에 비해 하부고형상(S.P.(C))에 많이 존재하였다. 이러한 광합성 세균의 거동은 혐기성 세균인 황산염환원세균에 영향을 주었다.

## 인 용 문 헌

1. Gabriel bitton. 1994. Wastewater Microbiology. John Wiley & Sons. pp. 88-93.
2. Kitamura, H. 光合成細菌, 112-121. 學會出版센터, 東京. 1982.
3. Lee, M. G., and Kobayshi, M. 1992. Deodorization of swine sewage by addition of a phototrophic bacterium, *Rhodoseudomonas capsulata*. Soil Sci. Plant Nutr., 38(4):767-770.
4. Sasaki, K., Hurtado, M. E., Nishzawa, Y. and Nagai. 1985. Aerobic-Heterotrophic and photoheterotrophic growth in microaerobic-light chemostat cultures of *Rhodoseudomonas sphaeroides* S. J. Ferment. Technol. 63. 377-381.
5. Standard Method for the examination of water and wastewater. 1992. 18 edition. American Public Healthly Association.
6. Katayama, T., Kobayashi, M. and Okuda, A. 1967. Nucleic acids in the culture fluids of *R. capsulatus* and other heterotrophic bacteria. Soil Science and Plant Nutrition, Vol. 13. No. 4.
7. Wesley Eckenfelder, W. 1989. Jr. Industrial Water Pollution Control, Second edition. pp. 66-67.
8. William F. Ritter. 1981. Chemical and biochemical odor control of livestock wastes : A review. Canadian agricultural engineering.

vol. NO. 1. Summer.

9. 代永 道裕, 田中 博 家畜排泄物の 臭氣とその防除にす關る研究. pp. 127-145.
10. 小林達治. 光合成細菌で 環境保全. 農文協. pp. 13-15.
11. 環境微生物實驗法(日). 1988. 講談社. 158.
12. 강 현. 1996. 환경영양평가 - 악취 환경영양평가 -. 동화기술. pp. 219-268.
13. 고현준, 김명중, 신경섭, 양진모, 이명규. 1997. 공기 주입량에 따른 양돈분뇨의 악취 제거와 그에 따른 이·화학 및 생물학적 거동에 관한 연구. 축산시설환경학회지. 3(2) :115-123.
14. 김노중. 1996. 악취현황과 탈취신기술(I)(II). 첨단환경기술. 8월호. pp. 57-64.
15. 김우영. 1993. 축산폐수 처리이용과 대책. 오성출판사. pp. 38-39. p. 76.
16. 김병열. 1994. 성문 이화학 사전. 교육출판공사. pp. 1230-1231.
17. 김평일. 1997. 홍색비유황세균의 분리 및 생리적 특성. 전남대학교. pp. 31-37.
18. 신항식, 송영채, 배명옥. 1995. 유기성폐기물의 혐기적 분해 특성(II) : 율속단계 평가를 위한 모델. J. of KSEE Vol. 17, No. 6. pp. 533-542.
19. 양성봉, 이성화. 1994. 악취의 성분 분석. 동화기술. pp. 6-7.
20. 양한철. 1994. 광합성 세균에 의한 고농도 유기폐수 처리 및 부산물의 자원화. 한국과학재단. pp. 67-70.
21. 우영제. 1997. 돈사시설핸드북. 양돈연구. p. 69. p. 128.
22. 차기철, 김동진. Tatusuya Noike. 1994. 혐기성 산 발효에 있어서 기질 분해의 특성과 세균군의 분포에 미치는 온도의 영향. J. of KSEE Vol. 16, No. 8, pp. 995-1005.
23. 허 목. 1993. 악취 공해의 특성과 측정평가방법. 첨단환경기술 11월호, pp. 6-14.