

## 돈슬러리 저장기간 및 깊이에 따른 성분특성 변화

최동윤 · 전병수 ·곽정훈 · 박치호 · 정광화 · 김태일 · 김형호 · 이덕수 · 양창범

농촌진흥청 축산기술연구소

### The Characteristic Change of Piggery Slurry during the Storage Time and Depth

Choi, D. Y., Jeon. B. S., Kwag, J. H., Park, C. H., Jeong, K. H., Kim, T. I.,

Kim, H. H., Lee, D. S. and Yang, C. B.

National Livestock Research Institute, R.D.A.

#### Summary

This study was carried out to investigate the characteristic change of piggery slurry during the storage time and depth. The piggery slurry was settled in a 10.0m diameter×3.0m high storage tank for 6 months and then divided into three layers according to the storage time. The pollutants concentration, BOD<sub>5</sub>(Biochemical Oxygen demand), COD<sub>Mn</sub>(Chemical Oxygen demand) and SS(Suspended Solids) of the piggery slurry used in this study were 25,134, 15,840, 23,800 mg/ℓ, respectively.

The initial fertilizer content of piggery slurry, N(Nitrogen), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(Phosphoric acid) and K<sub>2</sub>O(Potassium oxide), were 0.69, 0.33, 0.40%, respectively.

6 months later, BOD<sub>5</sub>, COD<sub>Mn</sub> and SS of the piggery slurry were 16,040, 8,098, 3,300mg/ℓ in top layer, 15,806, 8,309, 5,900mg/ℓ in middle layer and 39,530, 23,958, 51,000mg/ℓ in bottom layer, respectively.

The fertilizer content of piggery slurry after 6 months, N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O, were 0.47, 0.07, 0.46% in top layer, 0.43, 0.08, 0.47% in middle layer and 0.60, 0.44, 0.40% in bottom layer, respectively.

Consequently, in course of storage time, the pollutant concentration and fertilizer content were the highest in the bottom layer compared with the top and middle layer.

(Key words : Piggery slurry, Storage, Pollutant concentration, Fertilizer content)

#### 서 론

가축분뇨는 연간 3,195만톤 정도 발생되고 있으며 그중 돈분뇨가 1,342만톤으로 전체 가축분뇨의 42%를 차지하고 있어 가축중 가장 많은 발생량을 보이고 있다. 돈분뇨는 돈

사구조, 분뇨분리 유무, 돈사청소 방법, 세척수량 등에 따라 분뇨의 성분에 현저한 차이를 나타내고 있어 분뇨처리에 많은 어려움을 겪고 있는 실정이다(한 등, 2000).

가축분뇨처리기술은 크게 퇴비화, 액비화 및 정화처리로 나눌 수 있다.

현재 국내에서 가장 많이 이용하고 있는 분뇨처리기술은 퇴비화라 할 수 있다(농림부, 1999). 퇴비화는 고형물 처리에 매우 효과적이고 제조된 퇴비는 장거리 이송이 가능하고 비료원으로서 품질이 우수하기 때문에 상품화 가능성이 큰 반면에, 수분 함량이 95% 전후되는 액상분뇨를 처리하기 위해서 많은 양의 수분조절제(톱밥, 왕겨 등)가 필요하고 퇴비화 과정에서 많은 양의 질소 성분이 손실될 뿐 아니라 퇴비제조시 사용되는 기계설비 및 부재료 등의 운영비가 많이 소요되는 단점이 있다.

정화처리는 물리적 처리, 화학적 처리 및 생물학적 처리로 나눌 수 있으며, 이중 한가지의 처리방법에 의한 처리효과 보다는 축사에서 배출되는 가축뇨·오수의 침전(물리적 처리), 응집제 투입(화학적 처리) 및 활성오니 처리 등이 서로 연계적으로 이루어지므로서 처리효과가 커질 수 있으나, 정화처리는 자원의 낭비일 뿐 아니라 방류수 수질기준을 맞추기 어렵고, 초기시설비 및 유지관리비가 많이 소요되는 단점이 있다.

반면에 액비화는 축사에서 배출된 가축분뇨를 일정기간 부숙시킨 후 토양에 환원하는 방법으로 작물재배시 화학비료의 대체가 가능하고 초기시설비 및 유지관리비가 적게 소요되나 액비의 취급이 용이하지 않고 악취발

생 및 장거리 수송이 어려우며 성분이 균일하지 않은 단점이 있다(농업과학기술원, 1999).

액비는 이용시기가 제한되어 일정기간 동안 저장조에 저장을 하게 되는데, 저장기간 중에는 층분리 현상에 의해 저장깊이에 따라 성분특성이 다르게 나타난다. 따라서 본 연구는 돈슬러리의 저장기간이 경과함에 따라 나타나는 특성변화를 구명하여 액비 이용시 합리적인 계획을 수립하는데 필요한 자료를 제시하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 시험기간 및 장소

본 연구는 2000년 4월 21일부터 10월 21일까지 6개월간 강원도 철원군 김화읍에 설치한 직경 10m, 높이 3m, 저장용량 200톤 규모의 돈슬러리 원형저장조에서 수행하였다.

### 2. 시료채취

돈슬러리의 이화학적 성분분석을 위한 시료는 초기부터 1개월 간격으로 6개월간 저장조 깊이별(표면층, 중간층, 바닥층)로 저장조의 벽면으로부터 50cm 안쪽을 기준으로 저장조를 3등분한 각각의 지점에서 채취하였다.

Table 1. The changes of temperature and humidity during the experiment

Month	Mean max. temperature(°C)	Mean min. temperature(°C)	Mean temperature(°C)	Mean relation humidity(%)
4	19.0	4.4	11.8	60
5	23.1	10.3	16.6	65
6	26.2	14.6	20.3	69
7	27.5	19.5	23.1	84
8	26.5	19.3	22.4	86
9	24.7	12.6	18.1	79
10	16.4	3.2	9.5	73

### 3. 시험기간중 온도 및 습도변화

시험이 수행된 기간중의 월평균 온도 및 습도변화는 표 1과 같다.

### 4. 성분분석

시료의 수분 함량은 72℃로 조정된 강제송풍 열풍기에서 3일간 건조한 후 조사하였고, pH는 Digital pH meter (DMP-600)를 이용하여 측정하였다. BOD<sub>5</sub>, COD<sub>Mn</sub>, SS 등 수질분석은 수질오염 공정시험법(환경부, 1992)에 의하여 분석하였으며, 유기물, 질소, 인산, 가리의 분석은 축산기술연구소 분석기준(축산기술연구소, 1996)에 준하였다.

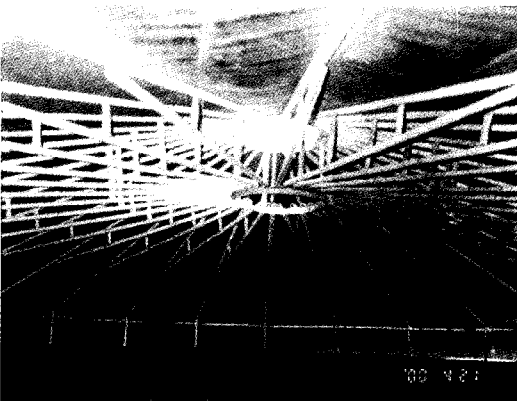
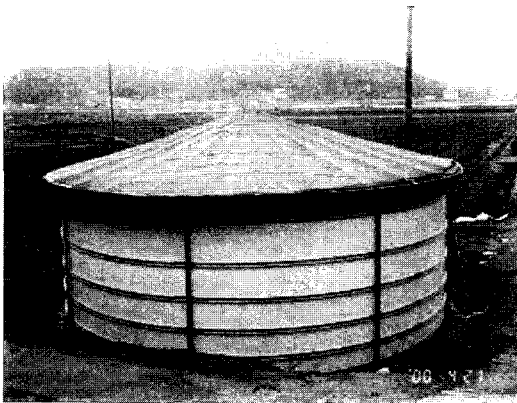


Fig. 1. The storage tank for piggy slurry.

## 결과 및 고찰

### 1. 돈슬러리의 수분 함량, pH 및 유기물 변화

저장기간에 따른 돈슬러리의 수분 함량, pH, 유기물 함량 변화는 저장깊이에 따라 다르게 나타났다(Table 2). 초기 돈슬러리의 수분 함량, pH 및 유기물 함량은 각각 95.2%, 7.15, 3.22%였으나, 저장기간이 경과할수록 저장조 표면층(표면으로부터 깊이 30cm지점)과 중간층(표면으로부터 깊이 200cm지점)의 수분 함량은 증가한 반면, 바닥층(표면으로부터 깊이 300cm 지점)은 감소하는 경향을 보였으며, 유기물 함량은 반대로 나타났다. 이는 돈슬러리의 고형성분이 저장기간이 경과함에 따라 서서히 침전하기 때문인 것으로 사료된다.

이와같은 경향은 저장된 액비가 세가지층, 즉 부상층, 액상층, 침전층을 형성한다는 보고(류종원, 1995)와 같았고, 돈슬러리를 저장할 경우, 저장기간이 경과하면 고형성분이 각기 다른 3개지층이 형성된다는 보고(Arogo 등, 2000)와도 비슷하였다. pH는 표면층, 중간층 및 바닥층 모두 점차 증가하는 경향을 보였다.

### 2. 돈슬러리의 오염물질 농도 변화

저장기간에 따른 돈슬러리의 오염물질 농도는 Table 3과 같이 나타났다. 돈슬러리의 BOD<sub>5</sub>, COD<sub>Mn</sub> 및 SS의 초기농도는 각각 25,134, 15,840, 23,800mg/l로 조사되었으나 저장기간이 경과함에 따라 오염물질의 농도가 저장조의 깊이에 따라 큰 차이를 나타내었다. 6개월이 경과한 후의 BOD<sub>5</sub> 농도는 표면층에서 16,040mg/l, 중간층에서 15,806mg/l로 비슷한 경향을 나타내었으나 바닥층에

Table 2. The moisture content, pH and organic matter of piggery slurry according to the storage time and depth

Depth	Time (days)	Moisture content (%)	pH	Organic matter (%)
Top layer	0	95.2	7.15	3.22
	120	98.7	7.99	0.75
	180	98.6	7.99	0.84
Middle layer	0	95.2	7.15	3.22
	120	98.5	7.89	0.92
	180	98.1	7.93	1.07
Bottom layer	0	95.2	7.15	3.22
	120	94.2	7.73	4.09
	180	95.5	8.04	3.03

Table 3. The BOD<sub>5</sub>, COD<sub>Mn</sub> and SS concentration of piggery slurry according to the storage time and depth

Depth	Time (days)	BOD <sub>5</sub> (mg/ℓ)	COD <sub>Mn</sub> (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)
Top layer	0	25,134	15,840	23,800
	120	15,181	7,590	4,300
	180	16,040	8,098	3,300
Middle layer	0	25,134	15,840	23,800
	120	16,284	10,058	17,333
	180	15,806	8,309	5,900
Bottom layer	0	25,134	15,840	23,800
	120	56,711	37,158	114,000
	180	39,530	23,958	51,000

서는 39,530mg/ℓ로 높게 나타났다. COD<sub>Mn</sub>의 경우에도 표면층, 중간층은 초기농도에 비해 1/2 수준으로 감소하였으나 바닥층은 51% 증가하였다. SS도 표면층, 중간층에서 초기농도에 비해 13.9~24.8% 수준으로 감소하였으나, 바닥층은 2배 이상 증가하는 것으로 조사되었다. 이는 돈슬러리의 고형성분과 마찬가지로

저장기간이 경과함에 따라 오염물질도 서서히 침전하기 때문인 것으로 사료된다.

### 3. 돈슬러리의 비료성분 변화

돈슬러리의 비료성분인 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O도 시험초기에는 각각 0.69, 0.33, 0.40%로 나타났

Table 4. The N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O content of piggery slurry according to the storage time and depth

Depth	Time (days)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
Top layer	0	0.69	0.33	0.40
	120	0.44	0.08	0.43
	180	0.47	0.07	0.46
Middle layer	0	0.69	0.33	0.40
	120	0.48	0.09	0.44
	180	0.43	0.08	0.47
Bottom layer	0	0.69	0.33	0.40
	120	0.69	0.78	0.35
	180	0.60	0.44	0.40

으나, 저장기간이 경과함에 따라 저장깊이별로 다르게 나타났다. 질소(N)와 인산(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)은 6개월후 표면층에서 각각 0.47, 0.07%, 중간층에서 각각 0.43, 0.08%로 나타나 시험초기보다 N은 2/3, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 1/4수준으로 감소되었으나, 바닥층은 각각 0.60, 0.44%로 시험초기와 비슷한 수준을 나타내었다. 가리(K<sub>2</sub>O)는 저장깊이에 따른 차이를 나타내지 않았다.

### 적 요

돈분뇨 슬러리의 저장기간 및 깊이별 특성변화를 조사하기 위하여 본시험을 수행하였다. 돈분뇨 슬러리를 직경 10m, 높이 3m의 저장조에 저장한 후 6개월 동안 조사한 결과 저장기간이 지날수록 3개층으로 분리되는 현상이 나타났다. 시험에 사용된 돈분뇨 슬러리의 초기 오염물질 성분인 BOD<sub>5</sub>, COD<sub>Mn</sub>, SS 농도는 각각 25,134, 15,840, 23,800mg/ℓ였으며, 비료성분은 N가 0.69%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.33%, K<sub>2</sub>O 0.40%로 나타났다. 저장기간이 경과할수록 표면층의 유기물 함량은 낮아진 반면에 수분 함량은 높게 나타났다. 오염성분과 비

료성분은 표면층, 중간층에 비해 바닥층에서 높은 농도를 나타내었다.

저장 6개월후의 BOD<sub>5</sub>, COD<sub>Mn</sub>, SS 농도는 표면층에서 각각 16,040, 8,098, 3,300mg/ℓ, 중간층에서 각각 15,806, 8,309, 5,900mg/ℓ, 바닥층에서 각각 39,530, 23,958, 51,000mg/ℓ로 조사되었다. 또한 N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O 성분은 표면층에서 각각 0.47, 0.07, 0.46%, 중간층에서 각각 0.43, 0.08, 0.47%, 바닥층에서 각각 0.60, 0.44, 0.40%로 나타났다.

따라서 돈슬러리를 저장조에 6개월동안 저장할 경우 저장기간이 경과함에 따라 고품성분을 비롯하여 오염성분 및 비료성분 등이 저장조내에서 서서히 침전하는 것으로 나타났다.

### 인 용 문 헌

1. 농림부. 1999. 가축분뇨 처리시설 설치현황 자료.
2. 농업과학기술원. 1999. 친환경농업을 위한 가축분뇨 퇴비·액비제조와 이용.
3. 류종원. 1995. 가축분뇨의 액비화처리기술

- 과 이용방안. 가축분뇨의 자원화에 관한 국제심포지움.
4. 오인환. 1998. 가축분뇨의 액비화 기술. 가축분뇨 처리기술 개발동향. 제4회 학술심포지움. 축산시설환경학회.
  5. 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분분석법.
  6. 한정대, 강희철, 최동윤, 곽정훈, 최희철, 김형호, 이덕수. 2000. 가축분뇨발생량 및 주요성분 파악. 농림기획과제 최종보고서.
  7. 환경부. 1992. 수질오염공정시험법.
  8. Arogo, J., Zhang, R. H., Riskowski, G. L., and D. L. Day. 2000. Hydrogen Sulfide Production from Stored Liquid Swine Manure : A Laboratory Study. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, Vol. 43. p. 1241-1245.
  9. Evans, M. R., E. A. Dean et al. 1983. The Effect of Temperature and Residence Time on Aerobic Treatment of Piggery Slurry Degradation of Carboaceous Compounds. Agr. Wastes, 5:25.