

# 양돈 슬러리 퇴비화 방법의 수분증발을 및 경제성 분석에 관한 연구

박치호 · 윤태한\* · 류종원\*\* · 김재환 · 최태범 · 최동윤 ·곽정훈 · 정광화 · 김형호  
농촌진흥청 축산기술연구소

## Studies on Moisture Evaporation and Economical Analysis for Composting of Piggery Slurry

Park, C. H , Yoon, T. H.,\* Ryoo, J. W.,\*\* Kim, J. W, Choi, T. B., Choi, D. Y ,  
Kwag, J. H., Jeong, G. H. and Kim, H. H.

National Livestock Research Institute, RDA, Suwon 441-350, Korea

### Summary

To evaluate composting process of piggery slurry, we made 1m<sup>3</sup> bench scale composting reactor, and investigated the input and output of mass, moisture evaporation, volatile solid degradation, and running cost.

For 15 days experimentation the results was as followed, The quantity of sawdust used was 0.47ton(18,000won) per 1ton slurry. The amount of moisture evaporated was 16.8kg/kg VS degraded. Total evaporation and VS degradation were 24.8%, 5.7% respectably.

To analysis the running cost of that, we included only two factors, sawdust cost and compost income. The compost price to sell was 63won/kg(50% of market price) it made 8,694won income to 756 won loss, but 25won/kg, it was 13,650~23,100won loss per 1 ton slurry in the current pig farmer's condition. This cost was 8.5~14.4% of pig production cost and damage strongly to pig farmers to treat it.

### 서 론

현재 국내의 양돈농가 분뇨처리 방법은 슬러리를 대상으로 한 퇴비화 방법이 주류를 이루고 있으나 현실적으로 여러 가지 문제점을 가지고 있다. 톱밥소요량 과다에 따른 경제적 부담과 자가처리 능력의 한계성 등의

원인으로 해양투기와 같은 위탁처리가 많고, 농가의 보유시설 또한 방치하고 있는 사례가 빈번하다. 한편 가축분뇨 처리방법별 경제성 조사연구가 활발히 진행되었으나 슬러리 퇴비화의 경우 농가에서 실제 투입 처리하는 물량 파악이 곤란하여 실제 퇴비화 비용과는 차이가 많이 발생하는 결과가 보고되기도 하

\* 도드람 양돈연구소(Dodram Pig Research Center)  
\*\* 상지대학교 (Sang ji University)

였다. 지금까지 보고된 결과를 보면 톱밥 소요비용이 비육돈 두당(슬러리 톤당) 2,180~9,780원으로써 물량으로 환산하면 0.1~0.6m<sup>3</sup>를 나타내고 있다.

또한 “축산분뇨자원화시설 표준설계도”의 퇴비화시설 부분에서는 돈분처리 시설용량 기준만 제시되어 있어 슬러리 처리 농가들이 그 기준으로 공사를 하였고, 실제 필요한 시설용량의 1/5~1/10 수준의 발효상 용량을 갖추게 되는 오류도 빈번하였다. 더욱이 퇴비화시설 업체와 농가간의 처리능력 시비로 분쟁 또한 적지 않은 상태이다.

본 연구는 이러한 배경에서 양돈 슬러리 퇴비화의 처리효율과 비용을 구명하는 기초 자료를 얻는데 목적이 있으며, 그 해결 방안도 고찰하였다.

### 재료 및 방법

본 실험을 위하여 발효상 용적 1m<sup>3</sup>, 송풍량 10 l/분, rpm 1.5의 상하교반식 Bench scale pilot 장치를 제작하였다(Fig. 1). 시험은 발효상에 톱밥을 121kg 충전한 후 1일 2회 슬러리를 투입하였고, 슬러리 투입후 5분간 교반을 실시하였다. 송풍량은 flower meter를 송풍관에 부착하여 유입량을 관찰하였는데 초기 3일간은 10 l/분, 이후는 6 l/분 송풍되었다.

시험에 이용된 톱밥과 양돈 슬러리의 성상은 Table 1, 2과 같다. 본 시험에 이용된 톱밥의 함수율이 45%로 기존 톱밥에 비해 다소 높았다 그 이유는 발효상에 톱밥을 넣어둔 채로 송풍 테스트를 실시한 관계로 공기

Table 1. Characteristics of sawdust and slurry

(Unit : %)

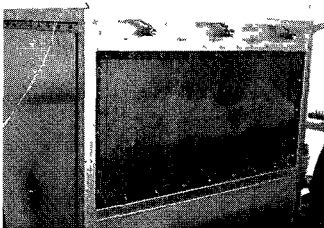
Items	N	P	VS*	Water content
	DM basis**		FM basis***	
Sawdust	0.20	0.13	49.7	45.0
Slurry	-	-	6.0	92.5

\* Volatile solid, \*\* Dry base, \*\*\* Fresh base

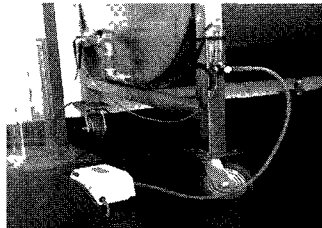
Table 2. Characteristics of piggery slurry used in this experiment

(Unit : mg/ℓ)

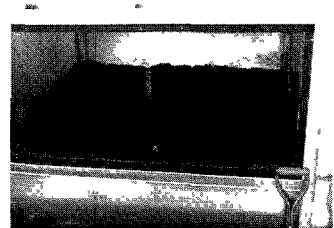
pH	BOD	CODMn	SS	T-N	T-P	NH <sub>4</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N
6.6	19,623	17,590	28,500	3,510	1,505	624	288



- Composting



- Air supplying



- After composting

Fig 1. Photo of bench scale composting reactor

중의 수분이 다량 흡착된 것으로 사료된다. 발효상 투입전 톱밥 함수율은 21.2%이었다.

### 결과 및 고찰

슬러리 투입량 결정은 발효상 바닥에 침출수가 배출되지 않는 최대량으로 하였으며, 결과적으로 5일간 256.1kg 투입되었다. 이때 15일간 42.3kg의 침출수가 배출되었으나 전량 재투입하였다(Fig. 2).

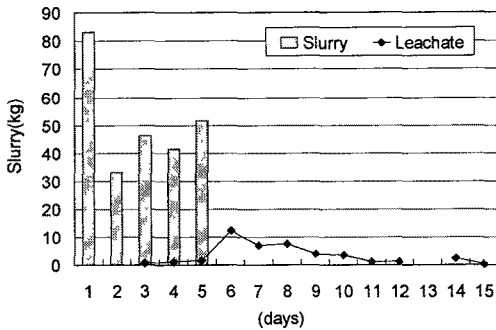


Fig 2 Quantity of slurry inputed and leachated during composting

발효상태가 양호한지를 판단하기 위하여 자동온도 기록계를 이용하여 30분 간격으로 발효상 중심부의 온도를 1일 2회 측정하였

다. 측정된 온도값은 교반과 슬러리 투입에 의한 온도 변화를 배제하기 위하여 오전 9시와 00시의 것을 취하였다. 최고온도는 6일차에 72℃, 2일차와 11일차에 각각 45℃를 나타내어 일반적으로 15일간 처리하는 고속발효와 비슷한 경향을 나타냈다(Fig. 3).

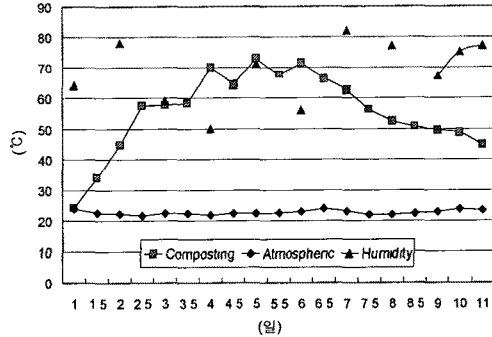


Fig 3. Changes of temperature during composting

시험 기간 15일 동안 총 투입된 슬러리와 톱밥 물량은 각각 256.1, 121kg이었고, 퇴비 생산량은 294.3kg였다. 이를 수분과 유기물(VS)로 구분하여 보면, 투입 수분과 VS량은 각각 291.3, 75.5kg이었다(Table 3). 퇴비내 잔류 수분과 VS량은 각각 219kg, 71.2kg이었다 (Table 4). 증발된 수분량과 분해된 유기물

Table 3 Moisture and VS quantity of inputed

Items	Slurry	Sawdust	Total
Inputed Slurry(kg)	256.1	121	-
Moisture(kg)	236.8	54.5	291.3
Moisture(%)	92.5	45.0	-
VS(kg)	15.4	60.1	75.5
VS(%)	6.0	49.7	-

Table 4. Moisture and VS quantity remained

Items	Moisture	VS	Remarks Compost remained
Content(%)	74.4	24.2	294.3kg
Quantity remained(kg)	219.0	71.2	

(VS)량은 각각 72.3, 4.3kg로 나타났다. 이를 투입물량에 대한 증발율과 VS 분해율로 환산하여보면 각각 24.8%, 5.7%이며, VS 분해량 당 16.8kg의 수분 증발량을 나타내었다. 또한 일일 증발율은 1.65%였다(Table 3, 4, 5).

본 연구 방법에 의한 퇴비화 톱밥소요량은 (A) 시험결과 단순히 톱밥을 혼합하여 목표 함수율 74.4%(시험결과 퇴비 함수율)로 조정하는데 소요되는 톱밥물량(B)을 비교하였다. 슬러리 1톤 퇴비화 처리기준으로 본 처리 방법에서 톱밥소요량은 0.47톤, 톱밥을 혼합하여 수분조절하는 퇴비화 방법의 경우 0.62톤으로서 각각 0.47톤 124%(B/A×100)의 차이를 나타냈다. 바꾸어 말하면 본 퇴비화방법이 단순혼합에 의한 수분조정에 비해 24%의 톱밥 절감효과가 있었다(Table 6).

시험결과를 토대로 Table 7에서와 같이 슬러리 투입량 1톤을 기준하고, 톱밥비용과 퇴비판매 수익만을 고려한 운전 비용을 계산하

였다. 퇴비 판매가격을 시판가격의 50%인 63 원/kg을 기준으로 하였을 경우 최고 8,694원의 수익이 발생하거나 최소 756원의 비용이 소요되어 경제적 부담이 거의 없었다. 또한 퇴비 가격을 시판가격의 20%인 25원/kg을 기준 하면 13,650~23,100원의 운전 비용이 소요되어 비육돈 생산비의 8.5~14.4%를 나타냈다(Table 7). 이때 퇴비생산량은 실험결과 퇴비함수율 74.4%를 50%으로 생산량을 재산정(24.4%의 수분량을 제거)한 588kg이었다.

양돈 슬러리 처리비용을 낮추기 위해서는 퇴비판매 단가가 시판퇴비가격의 35% 수준인 44원/kg 이상이 되어야 생산비의 3% (5,000원) 이하가 될 수 있다. 기술적 측면에서는 대부분 양돈농가들이 퇴비화시설을 보유하고 있기 때문에 기존 시설을 활용한 보다 경제적이면서 단순한 퇴비화 처리방법 개발이 시급하다 하겠다. 퇴비화 처리의 해결 방법으로는 효과적인 수분제거 방법이 강구되어야 한다. 다시 말해서 증발에 의한 수분

Table 5 Efficiency of Moisture evaporation and VS degraded during composting

Items	Moisture	VS	Remarks
Inputed (kg)	291.3	75.5	Evaporation : 1.65%/day
Remained (kg)	219.0	71.2	
Evaporated & Degradated (kg)	72.3	4.3	
Evaporated & Degradated (%)	24.8	5.7	
Efficiency of water evaporation	16.8kg/kg VSdegradated		

Table 6 Sawdust requirement compared with mixing during and before composting process for water control

Mixing during composting process	Mixing before composting	Remarks
0.47t (100)	0.62t (124)	Moisture content - Slurry 92,5%, - Sawdust 45% Target Moisture content - 74.4%(Moisture of compost)

Table 7 Running cost of composting based 1 ton slurry

(Unit : won)

Sawdust inputed	Sawdust cost (A)	Compost produced	Income from compost(B)		Running cost (B-A)	
			63/kg (50%)	25/kg (20%)	63/kg (50%)	25/kg (20%)
1.89m <sup>3</sup> (473kg)	28,350 ~37,800	588kg	37,044	14,700	+8,694 ~ -756	-13,650 ~ -23,100

market price of Moisture content of compost : 50%, Gravity of sawdust : 0.25t/m<sup>3</sup>, Sawdust : 15,000~20,000won/m<sup>3</sup>, market price of compost . 125won/kg

제거 뿐만 아니라 퇴비화시설의 바닥 집적수의 배출을 원활히 하여 발효상내 과수분 현상을 방지하여 정상적인 발효가 진행되게 하여야 한다. 또한 배출된 침출수는 발효상내에서 물리적 여과 및 생물학적 분해가 이루어진 관계로 아주 낮은 농도의 무취 여과수 특성을 가지므로 저렴한 비용이 소요되는 방법과 연결하여 처리하는 것이 바람직이다. 침출 여액은 관개용 액비로 작물에 사용하거나, 간단한 정화방법, 공공처리장으로의 위탁 처리 등의 방법으로 손쉽게 처리될 수 있을 것으로 보인다.

적 요

양돈 슬러리 퇴비화방법의 처리효율 및 경제성 구명을 위하여 Bench scale pilot장치를 제작 이용하여 퇴비화시 유기물(VS)과 수분(투입 슬러리 및 톱밥, 잔류 퇴비)에 대한 물질수지(증발율)와 그에 따른 비용과 퇴비판매 수익을 기준으로 경제성을 구명하였다. 15일간의 시험결과, 총 수분증발율 24.8%, 일일 증발율 1.65%였으며, 이때 유기물 총분해율 5.7%로 VS 분해량당 수분증발량은 16.8kg로 나타났다. 톱밥소요량은 슬러리 톤당 0.47톤이었으며, 이때 톱밥 소요비용은 18,000원/톤(두)이었다. 퇴비화시 톱밥 소요량은 단순 혼합한 결과와 비교할 때 24%의 톱밥절감

효과가 있었다.

톱밥비용과 퇴비판매 수익만을 고려한 처리비용을 보면 퇴비판매가격이 시판가격의 50%인 63원/kg의 경우 슬러리 1톤당 최고 8,694원의 수익이 발생하거나 최소 756원의 비용이 소요되어 경제적 부담이 거의 없었다. 그러나 시판가격의 20%인 25원/kg(현행 농가의 퇴비판매 가격)을 기준하면 13,650~23,100원의 비용이 소요되어 비육돈 생산비의 8.5~14.4%로 높은 경제적 부담을 주는 것으로 나타났다.

인 용 문 헌

1. 송금찬, 박민수 등. 1995, 양돈경영의 분뇨 처리방법별 경제성 연구. 농진청농업경영연구보고 56호. p116-117.
2. 김강식, 박완철, 오인환 등. 1995, 수출돈 생산단지의 분뇨처리시설 표준화에 관한 조사연구. 농림수산부 용역연구보고서. p 236-240.
3. 천동원, 박민수, 박정운, 송금찬 등. 1997. 가축분뇨처리의 효율화 방안연구. 농진청 농업경영연구보고 59호. p436.
4. 천동원, 박민수, 이상영, 송금찬 등. 1999. 가축분뇨의 처리 체계별 경제성 연구. 농진청 농업경영연구보고 65호. p334-336.
5. 허 덕, 정민국 등. 2000. 가축분뇨처리시

- 설의 시설비 및 운영비조사 연구. 한국농  
촌경제연구원. p29-31.
6. 박치호, 김재환, 한정대. 2000. 돈 슬러리  
혐호기 발효증발 시스템 실용성 확립. 농  
촌진흥청 연구보고서. p53-65. p72-77.
7. 박치호, 윤태한, 김재환. 2001. 돈 슬러리  
발효증발 퇴비화 시스템의 온실가스 배출  
량 측정. 축산시설환경학회지. 7(2):111-  
118.
8. 박치호, 윤태한, 김재환 등. 2002. 퇴비화  
공정을 이용한 Biofiltering처리. 농촌진흥  
청 연구보고서 가축분뇨처리를 위한 Bio-  
gas 이용기술개발. p165-175.