돼지분뇨 특성에 따른 기계교반 퇴비화시설의 적정용적 산정 연구

곽정훈 · 최동윤 · 박치호 · 정광화 · 김재환 · 유용희 · 윤창규 · 라창식*
농촌진흥청 축산과학원

Investigation on Characteristics of Swine Manure of Optimum Volume for Escalator Reversing Composting Facility

Kwag, J. H., Choi, D. Y., Park, Ch. H., Jeong, K. H., Kim, J. H., Yoo, Y. H., Youn, C. K. and Ra, C. S*
Natonal Institute of Animal Science, R.D.A.

Summary

This study was carried out to investigate evaporation rate of moisture per surface area and degradation rate of organic matter in full scale escalator reversing composting facility were analyzed to develope a computer program for the computation of an optimum volume of composting facility according to handling methods of swine farm, moisture levels of manure, degradation rate of organics and evaporation rate of moisture during composting. The obtained results can be followed as bellow;

The temperature in full scale escalator reversing composting facility during composting reached 70℃ in 4 days and maintained until 11 days. Reduction rate of moisture and density was average 1.20% and 29.7%, respectively.

Annual degradation rate of organic matter was 3.53%, showing lowest rate in winter as 3.23%. These seasonal degradation rate could be a factor to be considered for proper management and installation of composting facility. When computed with the amount of feces, urine, slurry and manure plus wastewater produced, the optimum volumes of composting facility for slurry and manure plus wastewater including each 95% moisture was 229 m^3 and 277 m^3, respectively, showing 21% (48 m^3) difference.

(Key words : Swine, Manure, Slurry, Wastewater, Composting)

서 론

우리나라의 축산업은 1980년대 중반을 기점으로 비약적인 발전을 거듭하고 있다. 이와 함께 돼지 사육두수는 1985년도 2,853천두에서 2005년 12월에는 약 9,005천두로 약 3.2배의 사육두수 증가를 나타내고 있으며, 돼지분뇨의 배설량도 점점 증가하게 되었다. 1990년대 초부터 가축분뇨가 환경오염의 한 요인으로 지목되면서 작물의 비료원으로 쓰이는 순기능 보다는 토양, 수질 및 대기오염이라는 역기능이 부각되기 시작하였다. 특히, 도시근교의 양돈농가나 특정 지역 내에 위치한 양돈장에서는 돼지분뇨 처리에 고심하지

* 강원대학교 (Kangwon Nat. Univ.)
Corresponding author : Kwag, J H., National Institute of animal Science, RDA, Suwon, Korea 441-350
E-mail : kwagjh@rda.go.kr

않을 수 없게 되었다. 돼지의 두당 일일 분뇨배설량은 젖소나 한우에 비하여 적으나 양돈농가의 경우 대부분 전업화 되어 있기 때문에 농가당 분뇨발생량은 많이 발생되고 있다. 축산분뇨 발생량(환경부, 2006)은 전체 오폐수발생량 중 극히 일부분으로 23,061천톤/일의 0.6%에 불과하나 오염부하량은 26%(1,917톤/일)에 달하기 때문에 가축분뇨의 부적절한 관리 및 처리는 환경오염의 큰 원인이 될 수 있는 것이 사실이다.

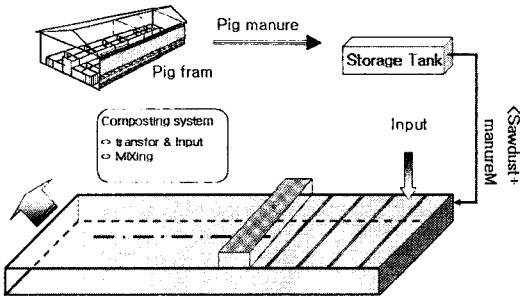
현재 국내 양돈 농가들의 분뇨처리 방식을 살펴보면 대부분 퇴비화시설을 설치하여 분뇨를 처리하고 있다. 그러나 농장에서의 돼지분뇨 및 슬러리의 발생량과 그 특성에 대한 정확한 파악이 되어 있지 못하고 있는 상황이다. 그 이유는 돼지의 사양관리, 돈사 세척 및 소독 등 농가 여건에 따라 다양하게 나타나기 때문이다. 따라서 양돈농가에서의 효율적인 분뇨처리 및 퇴비화시설의 적정 용량산정과 관리에 어려움을 겪고 있는 상황이다.

국내에서 가축분뇨 관련 정책 및 축산폐수 정화시설 표준설계도(환경부, 1995)에 사용되고 있는 돼지분뇨 발생량 및 특성 등에 관련된 자료는 미국의 MWPS-18 (1985), 일본 중앙축산회 (1989) 등의 자료를 근거로 하고 있는 실정이다. 또한 현재 국내에서는 퇴비화시설에서의 구간별 및 발효일자별 유기물 분해율, 용적증 감소량, 발효온도 및 단위면적당 수분 증발량 등에 대한 세부적인 자료가 분석·제시되어 있지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 양돈농가에서의 수거돈분의 수분 함량 및 계절별 퇴비화시설에서의 수분 증발량을 기준으로 하여 기계교반 퇴비화시설에서 적정용량 산정을 제시하기 위하여 실시하였다

실험재료 및 방법

양돈농가에서 매일 생산되는 돼지분뇨의 자원화를 위하여 이용하고 있는 퇴비화방법 중에서 기계교반 퇴비화 시설에 대한 퇴비화 특성 및 수분 증발량을 조사하기 위하여 실제 양돈농가에서의 운영실태를 조사하였다. 조사농가의 퇴비화시설은 에스커레이터식 교반발효시설(길이 63 m, 폭 6 m, 깊이 1.5 m)이었으며 발효조 입구에서 축분과 톱밥을 혼합하여 수분 함량을 조절한 후 발효조에 투입하여 14일정도 1차 발효시킨 후, 2차 후숙을 약 2개월 정도 실시하였다. 에스커레이터가 전진하면서 1회전하면 재료는 약 150 cm 정도 후방으로 이동되었으며, 발효조를 3구간으로 구분하여 한 구간당 3회/일 교반하였다. 시료의 채취는 월 1회 간격으로 발효조 구간별 6 m씩으로 하여 12점을 채취하여 수분함량 및 특성 등을 분석하였다. 그리고 발효조내 온도 조사는 3 m 간격으로 한 단면에 12지점을 조사하였다. 온도 측정은 철봉온도계를 이용하여 구간별 4개 지점 즉, 폭을 4등분(조사지점 1 m 간격)하여 깊이별(30 cm, 50, 100)로 측정하였다(Fig. 1). 주요 조사항목으로 월별 돈분뇨, 수분조절재 투입량, 퇴비생산량 등을 조사하였으며 퇴비화시설 구간별 및 발효기간별 수분 함량 변화와 유기물 분해율, 용적증 감소량, 발효온도 등을 조사 분석 하였고, 비료성분 등 이화학적 특성을 조사하였다. 수분 함량은 증발접시를 이용하여 105~110℃의 건조기 안에서 4시간 건조시킨 다음 황산데시케이터안에 넣어 방냉하고 무게를 측정하여 산출하였으며, 총질소(Total Nitrogen)는 시료 중 질소화합물을 알칼리성 과황산칼륨의 존재 하에 120℃에서 유기물과 함께 분해하여 질산이온으로 산화시킨 다음 산성에서 자외부 흡광도를 측정하여 질소를 정량하는 흡광광도법을 이용하여 분석하였다. 총인(Total Phosphorus)은 시료중의 유기물을 산화 분해하여 모든 인 화합물을 인산염(PO_4) 형태로 변화시킨 다음 인산염을 아스코르빈산환원 흡광광도법으로 정량하여 분석하였다. 그리고 시험조사 자료의 통계처리는 SAS (1988)의 GLM procedure을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, 유의성 검정은 Duncan's multiple range test로 처리하였다.



- Composting facility volume : 567m^3 (L 63 × W 6 × D 1.5 m)
- Temperature checking point : 12 point (Depth 30, 50, 100 cm), (Width A, B, C, D)

Fig. 1. Schematic layout and scenery of pig manure composting facility.

결과 및 고찰

1. 투입돈분 및 톱밥의 특성

양돈농가의 돈사에서 생산되는 돈분의 평균 수분은 86.1%로 조사되었으며, 계절별 수거된 돈분의 수분 함량은 봄철에 85.2%, 여름 87.6%, 가을 86.7% 및 겨울철 86.1%로 여름철에 수거된 돈분의 수분 함량이 약간 높게 조사되었으나 유의적인 차이는 없었다. 그리고 수거된 돈분을 단독으로 퇴비화하기에는 수분 함량이 과다하여 톱밥으로 수분조절을 실시하였다. 이때 사용된 톱밥의 수분함량은 25.5%~27.5%로 계절별로 여름철에 약간 높게 조사(Table 1) 되었으나 유의적인 차이는 없었다. 그러나 N, P_2O_5 및 K_2O 등의 비료성분과 OM은 여름철에 유의적으로 차이가 나는 것으로($p<0.05$) 조사되었으며, OM/N은 겨울철에 낮은 것으로($p<0.05$) 조사되었다.

이는 돈분의 수분 함량과 상관관계가 높은 것으로 생각되며, 이러한 경향은 비료성분(N, P_2O5 K_2O)에서도 같은 경향으로 조사되었다. 퇴비화시스템의 운영에 있어서 수분 함량은 매우 중요한데, 이는 물리적으로 기질의 용액과 염류, 가스 교환시 수분 함량 등에 영향을 받기 때문이다. 또한 OM/N율은 평균 25.8로 조사되었으며 여름>가을>겨울>봄의 순으로 조사되었다. 이는 홍지형(1994)이 제시한 고형퇴비화 처리의 최적조건이 퇴비화온도가 최소 3일간은 55~60℃를 유지하고 통기량은 1 m^{3}당 0.05~1.0 m^3/min가 바람직하며, 재료의 C/N비는 25~30이 적당하다는 내용과 비슷한 것으로 조사되었다.

그리고 투입된 돈분의 열량가는 Table 2와 같이 건물기준으로 평균 4,149.3 kcal/kg으로 조사되었으며, 여름철에는 3,959.0 kcal/kg으로 다른 계절에 비하여 낮게 조사되었으나 유의적인 차이($p<0.05$)을 보이지 않았으며, 이를

Table 1. Chemical properties of raw material used in composting

Items		M.C*(%)	N(%)	P_2O_5(%)	K_2O(%)	OM(%)	OM/N
Spring	manure	85.3±2.96	0.63±0.08^a	0.88 ±0.17^a	0.25±0.03^a	13.5±3.96^a	21.4^b
	sawdust	25.5±3.50	0.04±0.01	0.008±0.001	0.04±0.01	45.4±4.15	1135.0
Summer	manure	87.6±2.11	0.38±0.20^b	0.38 ±0.03^b	0.17±0.09^{ab}	11.7±2.95^b	30.8^a
	sawdust	27.5±3.21	0.03±0.01	0.008±0.01	0.02±0.01	43.5±4.12	1450.0
Autumn	manure	86.7±2.15	0.54±0.03^a	0.64 ±0.15^{ab}	0.20±0.07^a	15.7±3.41^a	29.1^a
	sawdust	26.5±3.27	0.04±0.01	0.007±0.001	0.06±0.01	46.2±4.21	1155.0
Winter	manure	84.7±2.15	0.60±0.02^a	0.57 ±0.17^{ab}	0.21±0.08^a	12.7±3.14^a	22.7^b
	sawdust	26.5±3.27	0.03±0.02	0.006±0.001	0.06±0.02	44.5±3.81	1483.0
AVG	manure	86.1±2.45	0.52±0.08	0.62 ±0.02	0.21±0.07	13.4±3.42	25.8
	sawdust	26.5±3.35	0.04±0.01	0.007±0.02	0.04±0.001	44.9±4.09	1123.0

M.C* : Moisture Content
$^{a, ab, b}$: means significantly in the treatment ($p<0.05$).

Table 2. Seasonal calorie value of pig manure

Items	Seasonal(kcal/kg)				
	Spring	Summer	Autumn	Winter	AVG
Dry matter	4,186.0[a]	3,959.0[a]	4,303.0[ab]	4,149[a]	4,149.3
Fresh matter	775.0[a]	631.0[b]	690.0[ab]	699.0[ab]	698.8

[a, ab] : means significantly in the treatment ($p<0.05$).

원물기준으로 보면 평균 열량가 값은 698.8 kcal/kg 이었으나, 계절적으로는 유의적인 차이를 보였다($p>0.05$).

이는 김형호 등(1995)이 보고한 돈분의 총 에너지 4,400 kcal/kg과 Nakaski 등 (1996)이 제시한 축분 1 kg 분해 시 발생되는 에너지 발생가능량 돈분 4,500 kcal, 톱밥 3,000 kcal/kg 보다는 낮은 수치로 조사 분석되었으며, 실제 퇴비화시설에서의 에너지값은 수분 함량에 따라 크게 차이가 나타났다.

2. 퇴비화 과정중의 발효조 깊이별 발효온도 변화

퇴비화 과정중의 발효조 깊이별 발효온도를 조사해본 결과 (Fig. 1) 전체 평균 온도는 발효조 투입 후 3일 내외에서 발효온도가 50 ℃ 이상으로 상승하는 것으로 조사 되었으나, 발효조 깊이별 온도는 봄철과 가을철에 발효온도가 각각 상층부인 20 m 지점과 30 m 지점에서 70℃ 이상 상승되어 끝 지점까지 유지되는 현상을 보였으며, 조사 깊이가 50 cm 및 100 cm 지점에서도 비슷한 경향을 보였다. 여름철의 경우에는 온도가 끝부분인 100 cm 지점에서 발효온도가 상승하는 것으로 조사되었다. 대체로 봄, 여름, 가을철에는 외부적인 요인이 없어도 발효조내 지점별 온도가 겨울보다 높고 길게 유지되어 퇴비더미내 수분증발이 높게 유지되며, 본시험에서와 같이 최고온도 도달시간이 봄, 여름, 가을철에 짧다는 것은 축분의 신속한 퇴비화 및 높은 수분 증발량이 유지된다는 것을 의미한다고 할 수 있다 (Zucconi 등 1987, 황의영 등, 1995).

이는 곽정훈 등 (2004)이 퇴비화시설내 발효온도가 계절별로 차이가 있다는 보고와 같은 경향으로 나타났다. 그리고 발효온도는 퇴비화과정 중에서 가장 중요한 indicator로서 최적의 퇴비화는 낮은 고온범위 (50~55℃)에서 일어나고 (Lo and Liao, 1993), 퇴비화온도가 70℃ 이상 상승하는 것은 영양분 손실이나 유효미생물의 감소로 퇴비화가 억제된다는 보고도 있으나 (Falcon 등, 1987) 반대로 발효는 퇴적 후 24시간에서 48시간이 지날 무렵부터 시작하여 이상적인 발효조건에서 60℃ 이상으로 온도가 올라가야 퇴비화가 성공적이라는 보고 (홍지형, 1998)와 비슷한 경향을 보였다.

본시험에서 얻어진 퇴비화 과정중의 온도의 변화는 투입 2~3일까지는 낮은 발효조내 온도를 유지하다가 꾸준히 상승하여 60℃ 이상을 유지하는 전형적인 부숙과정 중의 온도 변화라 할 수 있었다. 또한 이는 퇴비화 초기에 퇴적물의 중심온도가 60℃ 이상까지 상승하는데 소요되는 일수는 퇴비원료의 초기상태와 밀접한 연관성이 있으며 퇴비화 초기의 온도상승은 외부의 온도 (정광용, 2001)와 퇴비더미의 공극량(유종원, 1998)과 상관관계가 높다는 성적과 같은 경향으로 조사되었다.

3. 퇴비화 과정별 수분감소율

퇴비화과정 중의 일일 수분감소율을 계절별로 보면 (Fig. 3) 겨울철이 0.9%로 제일 낮았고, 여름 1.4%, 봄 1.3%, 가을 1.2% 순으로 조사되었다. 유기물 분해율 및 발열온도는 물론 외부적인 환경요인도 수분증발에 직접적인 영향을 끼쳤을 것으로 판단되는데, 실제 계절별 퇴비화시설에서의 수분 함량 감소

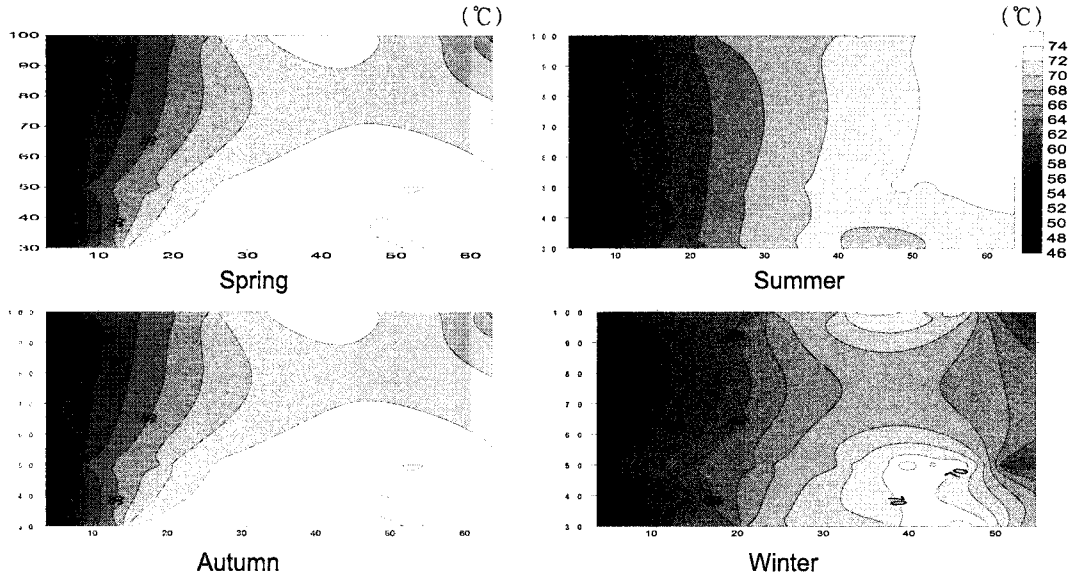


Fig. 2. Variation of composting temperature with depth (cm).

율을 분석한 결과를 보면 여름>봄>가을>겨울 순으로서 기상청이 발표한 외부환경 요인에 의한 수분증발량 데이터와 같은 경향을 나타내는 것으로 나타났다.

그리고 일일 온도변이에 따른 수분증발량을 살펴보면 발효시작단계에서는 온도상승률이 큰 것으로 나타났는데 이는 퇴비대상물 내에서 미생물의 활성이 시작됨에 따라 유기물 및 무기물을 전자공유체로 이용한 에너지 생산이 본격적으로 이루어지고 생산된 에너지의 90% 이상이 열에너지 형태로 방출되기 시작하였기 때문인 것으로 판단된다. 봄, 여름, 가을, 겨울 모두 초기 3일 동안에는 열에너지 생산량이 손실량보다 높았으며, 4일 후부터 10~12일경까지는 거의 동일하였는데, 열에너지 생산은 주로 유기물의 분해와 상관관계가 있는 것으로 미생물의 활성 및 유기물의 분해정도는 온도변이 모니터링을 통하여 판단 할 수 있다. 일정시간에 모니터링된 일일 온도변이 값의 변화가 크다는 것은,

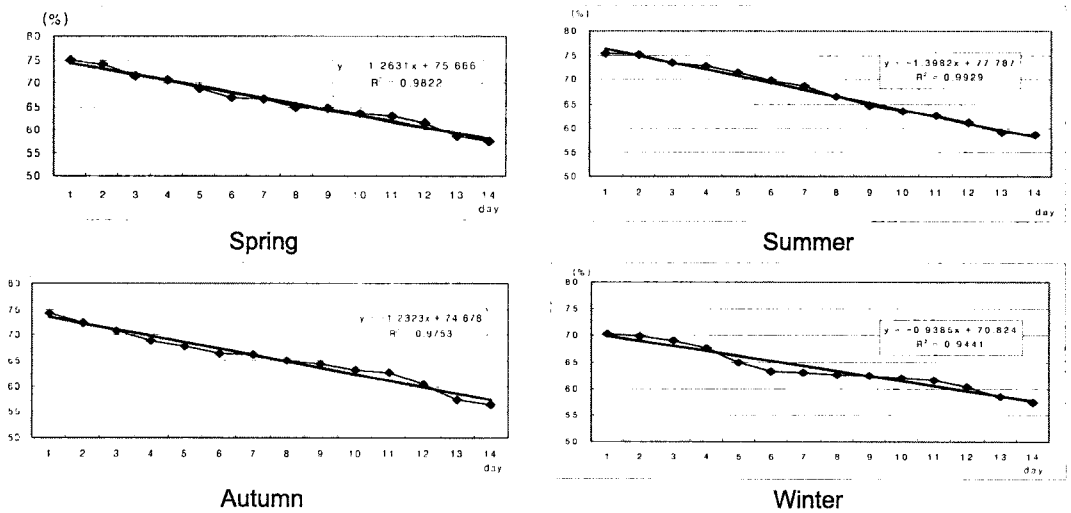


Fig. 3. Reduction of moisture content.

즉, 온도변이 값의 감소가 크다는 것은 그만큼 유기물 분해가 빨리 진행되었음을 의미하는 것이기 때문에 계절별 온도감소율이 봄>여름>가을>겨울 순인 것으로 미뤄 이후 퇴비화과정 중 유기물 분해율도 같은 경향을 띨 것으로 판단되었으며, 실제 유기물 분해율 데이터에서 이와 같은 경향이 검증되었다.

4. 기계교반퇴비화시설에서의 물질수지 계산

기계교반퇴비화시설에서의 계절별 수분 함량 및 건물 감소량을 조사·분석하였다(Table 3). 봄철 일일 총 투입물량은 평균 31톤으로서 돈분이 25톤, 톱밥이 6톤이었고 이중 돈분의 수분함량이 85.3%, 톱밥의 수분 함량이 25.5%로서 총 22.8톤이 수분이었다. 이때 혼합물의 수분 함량은 평균 74.9%였으며 13일간의 퇴비화과정을 거치면서 57.5%로 약 23.2%가 감소되었다.

특히, 여름철의 경우에는 돈분의 수분 함량이 86.7%, 톱밥의 수분 함량이 25.5%로서 총 23.2톤의 수분이 투입되었으며 이때 혼합물의 수분 함량은 평균 75.4%였다.

퇴비화과정을 거치면서 수분 함량은 58.5%로 약 22.4%가 감소되는 것으로 조사되었다. 가을철에는 돈분의 수분 함량이 86.7%, 톱밥의 수분 함량이 25.5%로서 총 23.2톤의 수분이 투입되었으며 이때 혼합물의 수분함량은 평균 74.2%였다. 퇴비화기간 동안인 13일을 경과한 후 수분 함량은 56.4%로 약 24.0%가 감소되는 것으로 조사되었으며, 겨울철에는 돈분의 수분 함량이 86.1%, 톱밥은 수분함량이 25.5%로서 총 23.0톤의 수분이 투입되었으며, 이때 혼합물의 수분 함량은 평균 70.2%였다. 그리고 13일의 퇴비화기간을 거치면서 수분 함량은 57.5%로 약 18.1%가 감소되는 것으로 조사되었다. 한편 계절별로는 겨울철이 투입원료물, 1차발효퇴비 및 수분 감소량 등에서 유의적인 차이가 나는 것으로 조사($p>0.05$)되었다.

물질수지 계산에서의 계절별 수분감소량 결과와 앞 절의 내부/외부환경에 의한 수분감소량 결과가 차이를 보이는 것은 물질수지 계산의 경우 초기 투입물과 최종 반출물만을 조사한 결과로서 전형적인 샘플링 및 분석오차가 나타날 확률이 존재하기 때문이다.

퇴비화과정 중의 유기물 분해율은 평균 3.53%였으며, 계절별로는 봄철이 3.88%로 가장 높았고, 가을과 여름은 각각 3.47, 3.52%로 비슷한 경향을 보였다. 그러나 겨울철에는 3.23%로 봄철에 비하여 약 16.8%정도 분해율이 낮아 퇴비화기간 동안의 수분감소량에도 영향을 미친 것으로 판단되었다. 유기물 분해율은 직접적으로 열에너지 생산과 관계가 되는 것으로 얻어진 계절별 유기물 분해율은 이론상 열 발생율과 비례하는데 본 시험에서도 이러한 원리가 검증되었다. 한편 계절별로는 겨울철이 발효온도, 용적중, 부피감소율 및 유기물 감소율 등에서 봄, 여름 및 가을철에 비하여 겨울철이 유의적인 차이가 나는 것으로 조사($p>0.05$)되었다.

Table 3. Decrease of moisture content during composting

Items / Season	Moisture content(%)			Moisture decrement (kg/day)	
	Input	Output	Decrease rate	Total (kg/day)	m^2 (kg/day)
Spring	74.9[a]	57.5	23.2[a]	5,394.0[a]	14.4[a]
Summer	75.4[a]	58.5	22.4[a]	5,239.0[a]	14.0[a]
Autumn	74.2[a]	56.4	24.7[a]	5,518.0[a]	14.7[a]
Winter	70.2[b]	57.5	18.1[b]	3,937.0[b]	10.5[b]
AVG	73.7	57.5	22.1	5,022.0	13.4

* Compost plant volume : 563 m^3 (L 63 m × D 1.5 m × W 6 m)
[a,b] : means significantly in the treatment ($p<0.05$).

Table 4. Degradation of organic matter during composting

Items	Spring	Summer	Autumn	Winter
Composting temperature (℃)	65.27± 3.47[a]	65.96± 3.18[a]	62.49± 3.00[ab]	54.98± 2.65[b]
Density (kg/m^3)	668.62±13.59[a]	679.77±15.29[a]	661.31±13.07[a]	642.69±10.43[a]
Density reduction (kg/m^3)	22.31± 2.16[a]	20.38± 2.50[a]	21.15± 2.60[a]	15.77± 2.12[b]
Volume reduction rate (%)	3.15± 0.33[a]	2.82± 0.40[a]	2.99± 0.43[a]	2.21± 0.31[b]
Organic reduction rate (%)	3.88± 0.91[a]	3.47± 0.78[a]	3.52± 0.58[a]	3.23± 0.62[b]

– Means in the same row with different super scripts are significantly different ($p<0.05$).

Table 5. Computation results of optimum composting volume for escalator reversing composting system based on 2,000 heads

Items	Season	Manure production (kg/head/day)	Compost volume (m^3)	Raising size (head/house)
Slurry	Summer	5.79	281	Sow 200, Piglet 600, Growing 500, Finishing 700 Sum 2,000
	Winter	5.41	260	
Manure	Summer	4.04	168	
	Winter	4.04	168	
Manure + Wastewater	Summer	8.47	412	
	Winter	7.39	359	

5. 돈분뇨 특성에 따른 퇴비화 용적 산정

퇴비화시설의 용적산정에 사용할 인자를 도출하기 위해 앞서 수행한 시험결과에 의거하여 돼지의 성장단계별 분뇨발생량, 계절별 수분증발량, 유기물 감소율, 용적중 감소율, 톱밥수분량 및 계절별 수분발생량을 산출하였으며(Table 5), 제시된 인자값들을 기준으로 돈사 형태별, 사육형태별, 돈분뇨 수분함량별 적정 퇴비화 용량을 산정한 결과 양돈농가에서 돼지의 사육규모가 2000두를 기준으로 하여 용적을 산정시 슬러리 돈사의 경우 적정 퇴비화 용적은 여름철 281m^3, 겨울철 260 m^{3}으로 약 7.5% (21 m^3) 차이가 났으며, 돈분뇨 및 세정수 등을 포함한 농가의 경우에는 여름철 412 m^3, 겨울철 359 m^{3}로 계절 간에는 약 12.9% (53 m^3)의 차이가 나는 것으로 계산되었다.

적 요

돼지분뇨 특성에 따른 기계교반 퇴비화시설의 적정용적 산정을 위하여 돈분 및 톱밥에 함유되어 있는 수분투입량과 발효온도, 유기물 분해율 및 수분감소율 등의 변화를 조사하여 적정 용량을 산정하기 위하여 본시험을 실시하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 발효조내 온도는 발효조내 혼합물 투입 후 4일 이상 경과해야 발효온도가 70℃ 이상 유지되었으며, 발효조내 투입되는 혼합물(돈분+톱밥)의 수분함량은 평균 72.9%로 추천치보다 높게 조사되었으나, 적정수분함량 조정은 발효조 27 m 지점 즉, 투입후 5~6일후에나 적정 수분 함량이 되었다.

2. 투입되는 열량가는 현물상태에서 평균 1,127.3 kcal/kg이고 질소, 인산 가리성분은 각각 1.0%, 1.1, 및 0.38%로 조사되었으며 OM/N은 26.3로 조사되었으며 완제품의 수분 함량

은 평균 65.3%였으나 겨울철과 나머지 계절 간에는 유의적인 차이가 나는 것으로 조사되었다($p>0.05$).

3. 퇴비화과정 중의 유기물 분해율은 평균 3.53%였으며, 계절별로는 봄철이 3.88%로 가장 높았고, 가을과 여름은 각각 3.47, 3.52%로 비슷한 경향을 보였다. 그러나 겨울철에는 3.23%로 봄철에 비하여 약 16.8% 정도 분해율이 낮아 퇴비화기간 동안의 수분감소량의 경우 유의적인 차이가 나는 것으로 조사되었다($p>0.05$).

4. 퇴비화시설의 용적 산정에 사용할 인자를 도출하기 위해 앞서 수행한 시험결과에 의거하여 돼지의 성장단계별 분뇨발생량, 계절별 수분증발량, 유기물 감소율, 용적중 감소율, 톱밥수분량 및 계절별 수분발생량을 산출하였다 양돈농가에서 돼지의 사육규모가 2000두를 기준으로 하여 용적을 산정시 슬러리 돈사의 경우 적정 퇴비화 용적은 여름철 281 m^3, 겨울철 260 m^3으로 약 7.5% (21 m^3) 차 이가 났으며, 돈분뇨 및 세정수 등을 포함한 농가의 경우에는 여름철 412 m^3, 겨울철 359 m^3로 계절 간에는 약 12.9% (53 m^3)의 차이가 나는 것으로 계산되었다.

5. 따라서 양돈농가에서의 기계교반 퇴비화 시설을 이용하여 돈분뇨를 퇴비화 하는 경우 계절별 수거되는 돈분의 수분 함량과 유기물 분해율 및 수분증발가능량 등을 고려하여 퇴비화 용량을 산정하는 것이 바람직하다고 생각된다.

인 용 문 헌

1. Falcon, M. A., Corominas, E., Perez, M. L. and Perestelo, F. 1987. Aerobic bacterial populations and environmental factors involved in the composting of agricultural and forest of the Cannary Islands. Bioloical Wastes. 20:89-99.
2. Lo, K. V. and Liao, A. K. 1993. Composting of separated solid swine wastes. J. Agri. Engng. Res. 54:307-317.
3. MWPS-18. 1985. Animal Waste Characteristics Livestock Waste Facilities handbook. Second Edition. Ames, Iowa 1·1.
4. Nakasaki, K., Aoki, N. and Kubota, H. 1996. Accelerated composting of gress clippings by controlling moisture level. Waste mange, Res. 12:12-20.
5. Zucconi, F., De Bertoldi, M. 1987. Compost specificaltion for the Production and characterization of compost from Municipal solid waste, Compost : Production Quality and use, Elsevier Applied Science., pp. 30-50.
6. 日本中央畜産會. 1989. 家畜尿汚水の處理利用技術と事例, 中央畜産會.
7. 곽정훈, 최동윤, 박치호, 정광화, 김재환, 강희설, 양창범, 라창식. 2004. 기계교반 퇴비화시설에서의 구간별 발효온도에 따른 수분증발량 및 특성변화 연구. 한국축산시설환경학회 10(3):163-168
8. 김형호, 정광화. 1995. 공동퇴비화시설의 톱밥대체재 개발연구. 축산시험연구보고서. p. 487-492.
9. 유종원. 1998. 가축분뇨의 합리적인 지원화방안, 한국동물자원과학회 춘계세미나.
10. 정광용. 2001. 친환경농업과 가축분뇨의 효과적인 자원화 방안. 한국동물자원과학회 춘계세미나
11. 홍지형. 1998. 호기성 발효퇴비에 의한 농축산물의 녹농지 환원이용, 한국농업기계학회지. 13(3):81-90.
12. 환경부. 1995. 축산폐수정화시설표준설계도 보고서, p. 12-40.
13. 환경부. 2006. 환경백서. www.me.go.kr