

스크레파 축사에서 배출되는 돈분뇨슬러리 호기성 퇴비화의 환경요인 현장조사

류 종 원
상지대학교

Field Investigation of Environment Parameter in Aerobic Composting for Pig Slurry at a Scraper System

Ryoo, Jong Won
Sangji University

Summary

This study was carried out to investigate the temperature, water balance, evaporation and physico-chemical properties during the composting with pig slurry at a scraper system. The pig slurry was composted on farm trial using continuous aeration with turning machine for 5 month. A compost facility of rectangular concrete bin with dimension of 53 m (length) × 4.6 m (width) × 2 m (height) was bedded with sawdust. The environmental parameters were monitored in period of 5 months. The results were as follows ;

1. During the composting period, the temperature was varied in the range 50~70°C. The temperature of compost pile was highest in middle layer and lowest in under layer. Temperature difference between middle and under area of compost pile was 5~20°C.
2. The water content of compost pile varied 50~68%. In the period of 50% of water content of compost pile, the temperature of compost was 20~30°C and was not successfully composted.
3. In this study, total evaporation was 90% during composting. The amount of slurry per 1 m³ sawdust by this method was 3.16 m³ without treatment of effluent output.
4. The chemical properties of produced compost was high, but suitable for plant growth. Concentration of T-N, T-C in the final compost were 1.62, 34%, respectively.

(Key words : Aerobic composting, Environment parameter, Scraper system, Pig slurry)

서 론

양돈분뇨처리방법을 경제적인 측면을 중심으로 비교해 보면 연간 두당 환경부담액이 가장 적은 톱밥 발효 돈사의 경우에 두당 순이익의 15% 정도를 차지함으로써 5% 이하가

되어야 하는 양돈 경영상 환경 부담액은 국제경쟁력을 갖추는데 매우 커다란 장애물이 되고 있다 (농촌진흥청, 2000). 농가에서 슬러리의 퇴비화 비용은 생산비의 5.8~10.4% 차지하고 있다고 보고되고 있다 (박치호, 1995). 축협이 1999년도 조사 자료에 의하면 두당

Corresponding author : Jong Won Ryoo, College of Life Science and Natural Resources, Sangji University, Wonju, 220-702, Korea.
Tel : 033-730-0503, E-mail : jwryoo@sangji.ac.kr

슬러리 처리경비가 17,751원으로 생산비의 10.4%를 차지하고 있다고 하였다. 가축분뇨의 처리방법별 인력, 시설비, 자원화면에 있어서 가장 경제적인 방법으로 보고된 무방류 자원화 기술개발은 시설의 경제성이나 비료 자원 이용측면에 있어서 매우 중요한 의미를 가지고 있다(축협중앙회, 1999; 박 등, 2002).

가축분뇨를 자원화하여 농경지에 사용하는 것이 축산분뇨를 가장 저렴하게 처리하는 방법이기 때문에 축산 경쟁력 제고가 가능하다. 따라서 퇴비화 처리시설에서는 톱밥 소요량이 적은 퇴비화 기술의 개발이 요구되고 있다. 돈사의 바닥은 가축분뇨 처리와 환기 측면에서 중요한 의미를 가진다. 일반적으로 슬러리 분뇨수거형태는 분뇨관리에서 노동력이 적게 투입되는 효율적인 분뇨관리라는 장점을 들 수 있다. 스크레파 분뇨수거형태는 1차적으로 분뇨분리가 되어 수분함량이 저감되어 퇴비화 하기에 용이한 장점이 있다.

퇴비화란 미생물의 활동결과 분뇨에 다량 함유된 유기물질을 적절한 조건을 유지시켜 신속히 무기물질로 변화시키는 과정이다(Iannotti 등, 1993; 김 등, 1996). 퇴비화의 효율성은 축분별, 수분조절재의 종류, 투입량 및 환경 조건 등에 따라 달라질 수 있다(Bagstam, 1979; 김 등, 1996). 퇴비화에는 pH, 발효온도, 공기공급량 및 교반효율 등 여러 가지 요인이 작용한다(곽 등, 2004; 김 등, 1996). 축분 퇴비화처리의 최적 부숙 조건은 퇴비더미 내 온도가 최소 3일간 55~60℃ 정도를 유지하여야 하며 통기량은 퇴비더미 1 m³당 0.05~1.0 m³/min가 바람직하며 C/N비는 25~30, 수분 함량은 퇴비원료물의 입경에 따라 다르나 65~70% 수준이 적정하다(Sweeten, 1998). 본 연구는 스크레파 축사에서 배출되는 돈분뇨슬러리의 퇴비화를 위하여 부자재인 톱밥을 미리 깔고 분뇨를 투입하는 호기성 연속 퇴비화 시스템의 효율을 향상시키기 위한 환경요인의 기초자료를 얻기 위하여 퇴

비화 과정 중 미기상의 변화, 발효온도, 수분 증발량 및 최종 퇴비의 품질, 비료성분 등을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 실험수행 농장의 현황

본 연구는 실제 축산농가에서 축산분뇨를 처리할 수 있는 실증 플랜트 규모의 처리시설에서 실시하였다. 실험은 천안에 위치한 농가현장에서 실시되었으며 평균 2,300두를 사육하고 있었다. 분뇨 배출은 비육돈사와 육성돈사는 스크레파가 설치되어 노는 별도 분리하여 활성오니 시설로 처리되고 있으며, 분은 퇴비화 처리를 하고 있다. 또한 자돈사에서 발생하는 뇨오수는 일일 2 m³ 정도이고 이것도 함께 혼합하여 퇴비 처리를 하고 있다.

2. 배출분뇨의 성상

본 연구기간 동안 실험농장에서 발생된 퇴비원료인 가축분뇨의 수분함량은 그림 1과 같다. 축산농가의 분뇨처리 방법이 스크레파 축사인 관계로 투입분뇨의 수분 함량이 82~90%로서 수분 함량이 과다하게 높지 않았다. 배출 가축분뇨의 수분 함량은 투입시기별 변화가 큰 경향이였다.

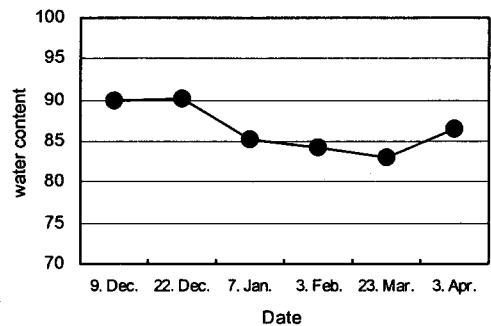


Fig. 1. Changes in water content of influent pig slurry.

실험에 투입된 가축분뇨의 이화학적 성상은 표 1과 같다. 실증 퇴비화 시설에 투입되는 분뇨의 BOD₅ 함량은 45,000~62,000 mg/ℓ를 나타내었다.

Table 1. Characteristics of pig slurry used in this experiment

Components	Content
BOD ₅ (mg/ℓ)	45,000~62,000
CODcr (mg/ℓ)	60,000~72,000
T-N (mg/ℓ)	3,200~ 4,800
T-P (mg/ℓ)	1,200~ 2,200

3. 세부공정 설계 및 기능

1) 발효조

기계교반식 퇴비화시설의 톱밥층의 높이는 2.0 m로 되어 있으며 1.8~1.9 m 정도의 톱밥층을 퇴적할 수 있게 설계하였다 퇴비사 체적은 발효조 길이가 53 m, 발효조 폭이 4.6 m, 발효조 높이는 2 m로 하여 총 488 m³ 체적을 가지고 있다. 그러나 실제 수분 조절제인 톱밥을 투입할 수 있는 양은 400~450 m³이다. 발효 1개월 후에 톱밥의 높이가 20~30 cm 정도 낮아지면 톱밥을 보충해 준다. 전체 톱밥소요량은 퇴비사 용적의 20~30% 정도이며 100%는 처음에 투입하고 나머지는 1개월 정도 후 20~30%를 보충 투입한다.

본 연구의 연속 퇴비화 처리공정은 Fig. 2

와 같이 발효조에 톱밥을 미리 충전시킨 후 가축분뇨를 살포하면서 증발과 발효로 처리하는 방식이다. 처리공정은 발효상 상부에 3일에 1회 간격으로 축산분뇨 혼합액을 살포하면서 교반/송풍하면 5개월에 걸쳐 발효와 수분증발이 이루어진다. 본 연구는 퇴비사에 톱밥을 투입한 시점부터 분뇨를 투입하여 실험이 이루어졌으며 퇴비발효 종료시점 1~2주 전에는 분뇨 투입을 중지하여 최종 퇴비생산물에 미숙분뇨가 혼입되지 않도록 하였다.

2) 송풍시설

산기관은 벌집 모양의 다공관으로 되어 있다. 산기관은 퇴비사 바닥에 3.6 m 간격으로 분리하여 다수 설치하여 공기공급 면적을 넓고 균일하게 유지하도록 하였다. 송풍은 1 kw 터보 브로와 송풍기를 Ø65 pipe을 통하여 강제 공급하였다. 발효조 1개 라인에 송풍기를 1대씩을 부착하여 발효장 내부에 강제 산소를 공급하게 되어 있다. 산기관은 퇴비사 바닥에 너비 10 cm, 깊이 10 cm를 파서 유공파이프를 설치하고 산기관 파이프 상부 공간에 패화석을 투입하여 산기관의 막힘을 방지하였다. 송풍은 연속 송풍방법으로 공기를 24시간 지속적으로 공급하는 시스템으로 운영하였다.

3) 교반시설

본 연구 대상시설의 교반기는 로타리 교반

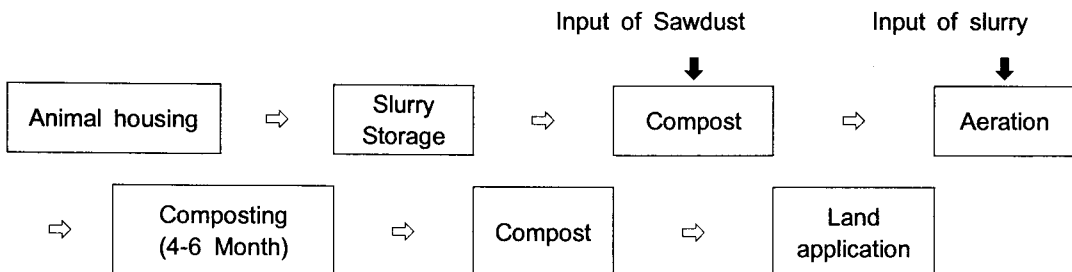


Fig. 2. Treatment flow of composting.

시설로 분뇨를 로타리밭 밑에 살포하는 동시에 교반을 실시하게 되어 있다. 교반은 통상 3일 주기로 운전하며 1일째는 분뇨투입과 동시에 교반이 이루어지고 2일째는 분뇨투입 없이 교반만 하고, 3일째는 분뇨살포와 교반이 이루어지게 운영하였다. 본 시설의 교반기 로타리 밭은 1.5 m 높이로 하여 발효조의 상하혼합을 원활하게 하였다.

4) 분뇨 살포장치

스크레파 축사의 분뇨는 퇴비 발효조 저장조에 자연유하식 배관 혹은 분뇨탱크 차량으로 퇴비사 저장조에 이송한다. 저장조에 저장된 분뇨는 펌프에 의하여 흡입되어 이송배관을 통하여 이송되어 퇴비 발효조에 살포하게 된다. 분뇨 살포장치는 혼합 교반기 전면부에 부착하여 분뇨를 살포하면서 동시에 교반을 하여 분뇨와 수분조절재를 혼합시킨다.

4. 조사 및 분석방법

조사분석은 퇴비화 기간 동안 퇴비발효상과 시설물 내부의 온도와 상대습도를 측정하였다. 퇴비상 내부시설물의 온도와 상대습도는 1시간 간격으로 자동온습도 측정기를 설치하여 계측하였다. 최종 퇴비의 시료는 pH, 수분, 유기물 등은 6개 위치에서 약 500 g의 시료를 채취하여 -20°C 냉동 보관하였다.

각 항목의 분석방법은 폐기물 공정시험법과 Standard Method (A.P.H.A 1998)에 따라 분석하였다. pH는 ORION model 420A을 사용한 이온전극법 (Ionic electronic method), EC (Electronic Conductivity: mS)는 TOA model CM-7B를 사용하여 Standard Method를 사용하였다. 또한, T-N (Total Nitrogen)은 Ultraviolet spectrophotometric screening method, T-P (Total Phosphates)는 Ascorbic acid method, Heterotrophic Bacteria는 Pour plate method를 사용하였다.

이온성 원소 (F^- : Fluoride ion, NO_2^- : Nitrite

Nitrogen, NO_3^- : Nitrate Nitrogen, PO_4^- : Ortho-phosphates, NH_4^+ : ammoniac Nitrogen, SO_4^{2-} : Sulfuric ion, Cl^- : Chloride ion)의 분석은 IC (Dionex model: DX-120)를 사용하였으며, Standard method 4110으로 분석하였다. 미량원소의 분석은 ICP-MS (Varian model: Ultramass 700)를 사용하였으며, EPA Method 3050B의 전처리방법과 EPA Method 200.8의 분석방법을 적용하였다. 단, Sodium은 EPA method 200.9의 분석방법을 적용하였다. 단종 다량원소 분석은 AA (Perkin Elmer model: 5100PC)를 사용하였으며, EPA Method 3050B의 전처리방법과 EPA Method 200.9의 분석방법을 적용하였다.

최종 퇴비의 부숙도를 판정하기 위한 발아 시험은 직경 9 cm의 petri-dish에 여과지 (whatmann No. 2)를 깔고 그 위에 퇴비를 0, 0.1 g, 0.2 g, 0.4 g 넣고 무 종자를 100립씩 넣어 수분을 충분히 흡수시킨 다음 20°C 발아상에 치상하였다. 발아상에서 petri-dish에 종실이 건조되지 않도록 수분을 보충하였다. 처리별 각 3반복을 치상한 후 24시간마다 발아 개체수를 조사하여 누적 발아율을 계산하였다.

결과 및 고찰

1. 퇴비 내부온도

퇴비 과정중의 온도 변화를 보면 그림 3과 같다. 12월 초순에서 2월까지의 발효조의 온도가 정상적으로 상승하지 않고 $10\sim 40^{\circ}\text{C}$ 의 범위를 나타내었다. 이러한 원인은 시험농가에서 퇴비화 초기 수분조절제인 톱밥의 수분 흡수율은 높으나 발효조 시설용량 대비 분뇨 투입량이 적었기 때문인 것으로 생각된다. 또한 퇴비의 수분 증발율은 높아 발효상에 퇴비화를 위한 적정수분 함량 보다 수분 함량이 낮은 것이 원인이 되어 퇴비발효가 정상적으로 이루어지지 않았던 것으로 사료된

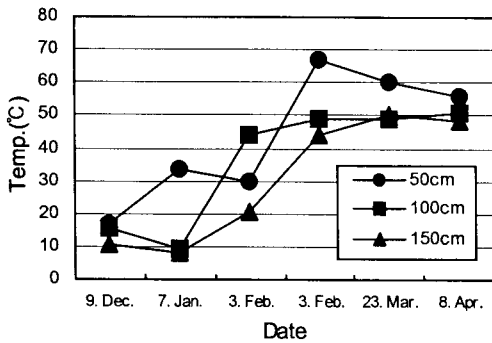


Fig. 3. Changes of temperature during composting.

다. 이 때 퇴비발효조의 수분 함량은 50% 내외를 나타내어 퇴비화의 적정 수분 함량인 60~65%에 미달되었다(그림 8). 효율적인 퇴비화를 위해서는 퇴비발효조 시설 뿐만 아니라 발효조의 적정 수분조절을 위한 적정운영 체계도 매우 중요한 것임을 시사해 주고 있다. 발효가 시작되어 3월 초순에는 50~70°C 정상적인 온도를 나타내어 퇴비 발효가 정상적으로 진행되었다.

퇴비화 과정 중 퇴비내부 온도의 변화는 퇴비화의 진행정도를 파악하는 중요한 자료로 이용되어 왔다. 퇴비화의 과정에 있어서 외견상 보이는 커다란 변화는 온도이다. 퇴비 발효조의 온도는 운전초기에 온도가 다소 낮았으나 운전말기까지 높은 온도를 유지하였다. 퇴비화 과정 중 온도의 변화는 크지 않았으며 최고온도는 74°C를 나타내었다. 일

반적으로 퇴비화시 최적온도는 60°C 라고 보고되었으며 퇴비화 과정에서 온도상승은 미생물의 활동상태를 최적화하는 목적 이외에 병원균의 사멸 효과도 있다(Schulze, 1962).

퇴비발효조의 높이별 온도는 상층부 온도가 가장 높았고 하층부 온도가 가장 낮았으며 두 층간의 온도 차이는 약 5~20°C를 나타내었다(표 2). 겨울에는 초기 발효온도의 상승이 늦으나 외부온도가 -10~0°C 조건에서도 퇴비 발효상의 온도가 70°C를 나타내었다.

2. 퇴비화 시설물 내부 미기상 변화

그림 4와 같이 퇴비사 시설물 내부온도의 변화는 돈분뇨슬러리 투입시기와 관련되어 상승과 하락을 반복하는 변화를 나타내었다. 퇴비화 시설물 내부의 온도는 -10~30°C 범위에 있었으며 대기온도 보다 높았으며 1월 중에는 영하의 온도를 나타내었다. 퇴비화 시설물 내부의 상대습도는 그림 5에서 보는 바와 같다. 퇴비화 시설물 내부의 상대습도는 60~80%로서 다소 높았다. 퇴비 발효조 시설물 내부의 상대습도는 이 기간 동안 최저 55%에서 최고 88% 범위에 있었다. 퇴비화 시설물 내부의 상대습도가 높은 것은 퇴비화 과정 중 증발에 의하여 많은 량의 수분이 퇴비시설물 내부에 남아 상대습도 상승의

Table 2. Changes of maximum and minimum temperature (°C) during composting

Date	50 cm (upper)			100 cm (center)			150 cm (under)		
	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.	Mean
9. Dec	18	13	16.8	20	13	15.3	13	8	10.8
17. Jan	43	15	33.2	22	4	9.2	16	5	8.2
3. Feb	68	14	30.0	69	16	44.3	48	14	20.6
3. Mar	74	60	67.0	68	44	49.0	54	38	44.0
23. Mar	70	58	60.0	69	41	49.0	64	38	50.0
2. Apr	74	30	55.8	76	33	50.3	70	28	48.2

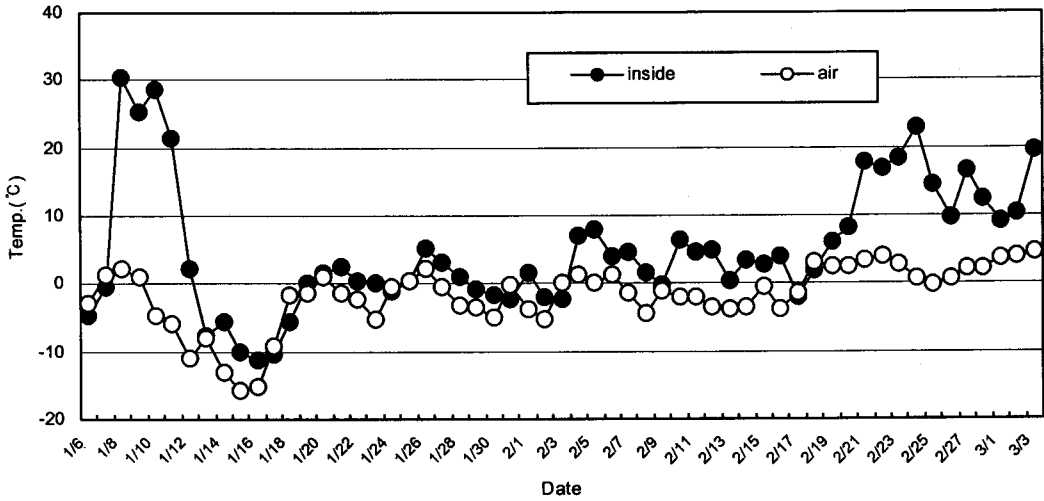


Fig. 4. Changes of air temperature and inside temperature of compost house.

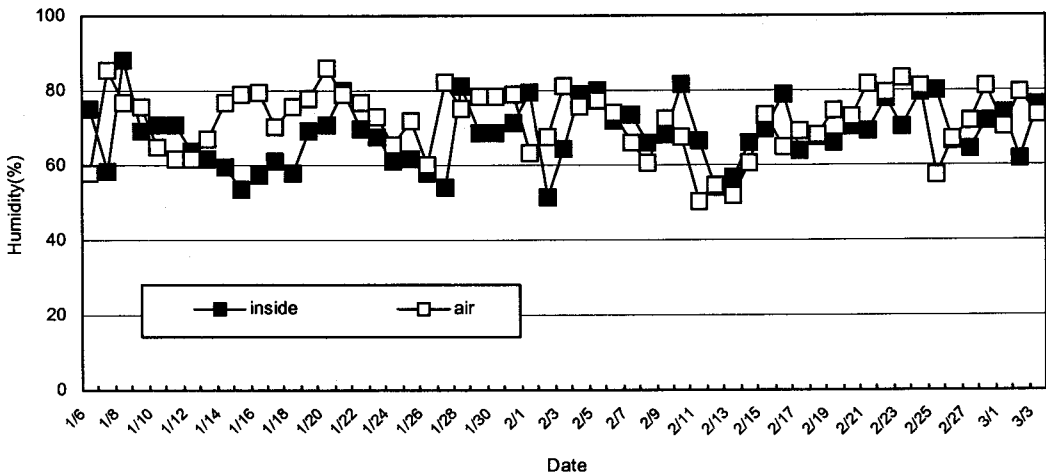


Fig. 5. Changes of air and inside relative humidity of compost house.

원인이 된 것으로 해석된다. 또한 본 시험 퇴비화 시설에 송풍장치를 설치하지 않아 습도를 외부로 효율적으로 배출하지 못한 것도 원인이 된 것으로 생각된다.

가축분뇨 퇴비화 시설물 내부온도의 일중 변화는 그림 6과 같다. 1월말의 온도의 일중 변화는 0시~오전 6시 사이에는 2°C를 유지하였다가 오전 6시부터 상승하여 오전 8시-12시에 6~8°C 상승하여 정오경에 최고온도인 8°C 이상을 나타내었다. 그 후 오후 2

시부터 온도가 완만하게 하강하여 자정경에는 -2°C를 나타내었다.

1월말 퇴비화 시설물 내부 상대습도의 일중 변화는 그림 7과 같다. 상대습도는 50~90% 범위를 나타내었으며 일중간에 변이폭이 매우 넓었다. 퇴비화시설물은 활발한 퇴비화에 따른 증발에 의하여 퇴비사의 습도가 정오를 제외하고 높은 상태를 유지하였다. 상대습도의 일중 변화는 0시에 90%로 높은 상태를 나타내어 새벽 5시까지 계속 90%를

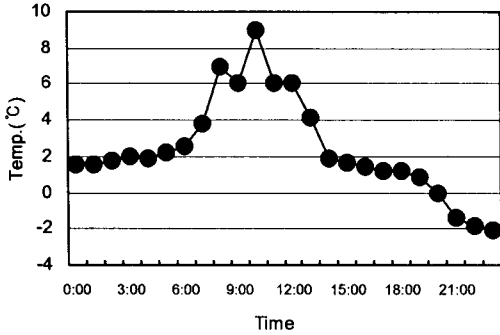


Fig. 6. Diurnal changes of temperature in compost house.

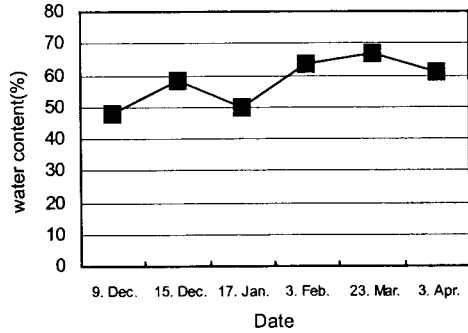


Fig. 8. Changes in water content of compost during the pig slurry composting.

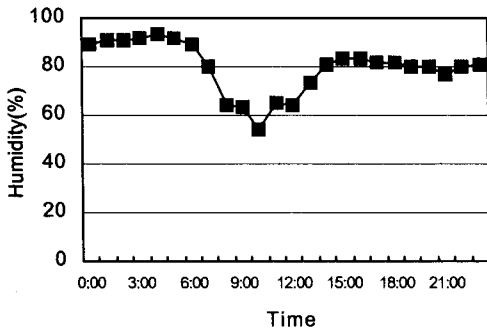


Fig. 7. Diurnal changes of relative humidity in compost house.

유지하였다. 상대습도는 오전 6시부터 낮아져 오전 10시경에 최저 습도인 50%대에 도달하였다. 그 후 오후 1시 이후부터 증가하여 오후 3시부터 80%로 상대습도가 상승하는 일중변화를 나타내었다.

3. 퇴비발효상의 수분 함량

퇴비 발효상 내부의 수분 함량의 변화는 그림 8과 같다. 발효상의 수분 함량은 50~68% 범위에 있었다. 퇴비화 발효 초기시기인 12월초 부터 1월 중순 까지 퇴비상의 수분함량은 50%로 다소 낮게 유지하다가 퇴비화 중반기부터 60~65%를 유지하였다. Sweeten (1998)는 퇴비화의 최적 함수율이 입경에 따라 다르나 65~70%가 적정 수준이라고 하였다. 본 시스템의 경우 퇴비화 과정 중 증발

량이 높아 퇴비 발효상의 수분 함량 50% 이하는 퇴비화의 미생물 활성을 위하여 수분 함량이 부족한 상태로 판단된다. 발효상의 수분 함량이 50% 내외인 시기에는 퇴비화를 위한 적정수분 함량 보다 너무 낮은 상태이어서 미생물의 서식에 부정적인 영향을 미칠 것으로 사료된다. 이 시기에 퇴비사의 수분 함량이 낮은 것은 축산농가의 사정상 분뇨가 부족하여 퇴비사에 분뇨 투입량이 적었던 것이 원인이 된 것으로 생각된다. 이 시기에는 퇴비사의 온도가 적정온도 보다 낮아 미생물의 서식을 위한 적정 수분이하가 되어 효율적인 퇴비발효가 이루어지지 않았던 것으로 사료된다(그림 3, 표 2). 그러나 발효과정 중반기에는 퇴비화의 적정 수분함량인 60~65%를 유지하였다.

따라서 본 퇴비화처리 효율을 증진 시키기 위해서는 발효조의 적정 수분유지를 위하여 주기적으로 적정량의 분뇨투입에 의한 수분 최적화가 퇴비화 운영의 매우 중요한 환경요인으로 평가된다.

4. 퇴비화 과정중의 수분수지

퇴비발효상의 수분수지는 표 3에 나타내었다. 퇴비발효상의 수분수지는 수분투입량 총량(톱밥수분량 + 돈슬러리 수분량)에서 수분

Table 3. Water balance during composting

After Composting	Input of sawdust	Pig slurry input (m ³)	Water amount of slurry (m ³)	Effluent output (m ³)	Water balance *(m ³)	Water evaporation **(m ³)
1 Month	391	390	374	0	117.3	256.7
2 Month	40	280	269	0	12	257.0
3 Month	-	255	245	0	0	245.0
4 Month	-	230	221	0	0	221.0
5 Month	-	195	187	0	0	187.0
Total	431	1,350	1,296	0	129.3(10%)	1,166.7(90%)

* Water balance (m²) = amount of water in compost pile at final stage - amount of water in compost pile at beginning

** Water evaporation (m²) = (amount of water in pig slurry) - water balance in compost pile)

*** Pig slurry treatment per sawdust (m²/m²) = pig slurry input ÷ input of sawdust*:

증발량을 차감한 수치로 나타낼 수 있다. 본 연구에서는 상기 수분수지 공식을 토대로 하여 퇴비발효상의 수분수지와 수분증발량을 산출하였다.

스크레파 축사 돈분뇨슬러리의 퇴비화 과정 중 수분수지는 총 투입된 수분 중 퇴비에 10%의 수분이 잔존하였으며 90%의 수분은 증발되는 것으로 산출되었다. 본 퇴비화 시스템에서 수분증발량이 높은 것은 본 시험이 수행된 농가의 퇴비사가 남향에 위치하고 있고, 스크레파 축사의 투입분뇨의 유기물 함량이 높아 수분 함량이 높지 않는 것이 원인이 있는 것으로 사료된다.

스크레파식 축사 돈분뇨슬러리의 퇴비화의 경우 퇴비사에 수분조절제로 톱밥을 431 m³ 투입하여 5개월간 총 1,350 m³의 분뇨를 처리하여 톱밥 1 m³ 당 3.13 m³의 분뇨처리가 가능하였다(표 3). 스크레파 축사 돈분슬러리 퇴비화의 경우 침출수가 배출되지 않아서 완

전 무방류 처리가 가능하였다. 오와 윤(1997)도 로타리식 퇴비화 시스템에 의한 현장퇴비화 연구에서 퇴비 발효전 톱밥과 분뇨를 혼합하는 발효방법 보다 1회 톱밥 투입 후 연속적으로 분뇨를 투입하여 퇴비화하는 방법이 수분조절제인 톱밥을 1/3 절감 할 수 있다고 보고하였다.

5. 퇴비의 성분 함량

본 연속 퇴비화 시스템으로 처리된 퇴비의 품질을 검토하기 위하여 퇴비의 이화학적 성분인 T-N, P₂O₅, pH 등을 분석하였다. 표 4는 종료 시점의 퇴비 sample의 성분을 분석한 결과이다. 최종 퇴비의 pH는 9.0으로 다소 높았다. 탄소는 34%로서 높은 수준을 나타내었으며 질소는 1.62%를 나타내었다. 탄질비는 21을 나타내었다. 분뇨를 혼합 한 후 주 발효 4주 내외, 후숙 1~2개월이 소요되는 퇴

Table 4. Chemical properties of final composts

pH (1:5)	T-N (%)	NH ₄ -N (mg/kg)	NO ₃ -N (mg/kg)	T-C (%)	C/N	K ₂ O (%)	P ₂ O ₅ (%)
9.0	1.62	1,100	1,200	34.1	21.0	3.56	3.08

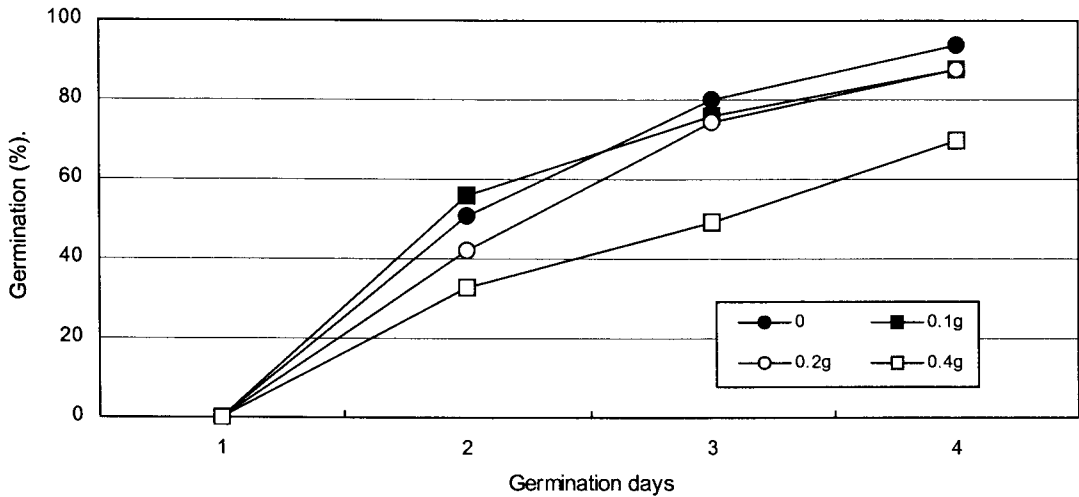


Fig. 9. Effects of amount of compost on germination of radish seed.

비화 방식과 비교하여 (곽 등, 2004) 본 퇴비화 처리시스템은 분뇨의 연속투입에 의하여 주 발효와 후숙의 개념 없이 분뇨를 연속적으로 투입하여 5개월간 퇴비화 처리가 이루어져 퇴비의 성분 함량이 높은 것으로 나타났다.

요 약

본 연구는 스크레파 축사에서 톱밥을 미리 충전하고 주기적으로 돈분뇨슬러리를 투입하는 연속호기성 퇴비화 시스템 공정에서 효율적인 퇴비화 환경요인 지표의 기초자료로 활용하기 위하여 퇴비화 과정 중 온도, 수분, 수분수지 등 환경요인과 최종 퇴비의 이화학적 특성을 조사하였다.

6. 퇴비의 부숙도

퇴비화 종료시점 퇴비 생산물의 부숙도를 조사하기 위하여 무 종자를 공시하여 발아에 미치는 영향을 조사한 결과는 그림 9와 같다. 발아실험은 멸균된 직경 9 cm의 petri-dish에 filter paper를 깔고 무 종자를 치상하여 실험하였다. 발아실험 결과 무의 발아율은 치상 후 4일까지 80% 이상 발아하여 퇴비의 안정화률은 높은 것으로 사료된다. 또한 발아상에 퇴비 투여량이 높을수록 발아율의 낮았다. 김 등 (2005)에 의하면 축분뇨에는 성장에 장애를 주는 유기산도 포함되어 있기 때문에 작물에 이용시 적절한 희석이 필요하다고 보고하였는데 본 연구에서도 퇴비 투여량이 0.4 g 이상에서 발아 장애에 의하여 발아율이 저하된 것으로 생각된다.

1. 퇴비 발효기간 동안 발효층의 온도가 50~70℃ 범위로서 정상적인 온도를 유지하였고, 겨울기간 동안에도 높은 온도를 유지하여 퇴비 발효가 활발하게 진행되었다. 발효조의 높이별 온도는 중간층 온도가 가장 높고 하부층 온도가 가장 낮았으며 두 층간 온도차는 5~20℃를 나타내었다. 퇴비발효조의 수분함량이 50%내외일 때 발효조 온도가 20~30℃로서 정상적인 발효가 일어나지 않았다. 발효조 시설물 내부의 상대습도는 최저 55%에서 최고 88% 범위에 있었다. 따라서 퇴비사의 습한 공기를 제거하기 위한 환장치를 설치하는 것이 필요할 것으로 사료된다. 퇴비화 기간 동안 수분수지를 분석한 결과 총 투입 수분의 90%가 증발되는 것으로 산출되었다.

2. 본 연구의 퇴비화 방식은 발효조에 수분조절제인 톱밥을 한 번 투입하고 분뇨를 연속적으로 투입하여 5월 가량 연속적으로 사용이 가능하여 톱밥 1m³으로 돈분뇨슬러리 3,13m³의 퇴비화 처리가 가능하였다.

3. 퇴비화 기간이 약 5개월간 발효를 거치므로 퇴비의 비료성분 함량이 높았으며 탄소 함량은 34% 질소 함량은 1.62%를 나타내었고 탄질비는 21을 나타내었다.

사 사

본 연구는 한국축산환경시설기계협회 주관으로 농협중앙회의 연구비 지원으로 수행된 연구결과의 일부로서 이에 감사드립니다.

인 용 문 헌

1. 광정훈, 최동윤, 박치호, 정광화, 김재환, 강희설, 양창범, 라창식. 2004. 기계교반 퇴비화시설에서의 구간별 발효온도에 따른 수분 증발량 및 특성 변화 연구. 축산시설환경학회지. 10(3):163-168.
2. 김은경, 이택순, 서정윤. 1996. 로터리 교반식 퇴비화 시설의 운전조건 개선. 한국환경농학회지. 15(3):355-361.
3. 김태일, 정광화, 광정훈, 전병수, 박치호. 1996. 돈분퇴비 발효과정중 산소소모율이 퇴비부숙도에 미치는 영향. 농업과학논문. 38(2):632-636.
4. 김태일, 유용희, 정의수, Antonio J. Barroga, 양창범, 김민균. 2005. 돈분뇨 액비에 미생물 첨가가 배추의 발아지수에 미치는 영향. 축산시설환경학회지. 11(2): 135-146.
5. 농촌진흥청. 2000. 가축분뇨의 처리 체계별 경제성 연구. 1999년도 연구사업보고서.
6. 박치호, 윤태한, 류종원, 김재환, 최태범, 최동윤, 광정훈, 정광화, 김형호. 2002. 양돈 슬러리 퇴비화 방법의 수분증발을 및 경제성 분석에 관한 연구. 축산시설환경학회지. 8(2):119-124.
7. 오인환, 윤종만. 1997. 가축분뇨의 로터리 교반 발효건조 기술분석¹⁾. 한국농업기계학회지. 제 22권 제4호. pp. 451-458.
8. 축협중앙회. 1999. 12. 가축분뇨 처리비용 조사 보고서. 10.
9. American public health association (A.P.H.A). (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater. 20th Ed. Washington D.C.
10. Bagstam, G. 1979. Population changes in microorganisms during composting of spruce bark. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 6 : 279-288.
11. Iannotti, D. L. P., Toth, B. L., Elwell, D. L., Keener, H. M. and Hoitink, H. A. J. 1993. A quantitative respirametric method for monitoring compost stability. Compost Science & Utilization. 1(3):52-65.
12. Schulze, K. L. 1962. Continuous thermophilic composting. Appl. Microbiol. 0:108-122.
13. Sweeten, J. M. 1988. Composting manure and sludge. p38-44. In proceedings of the national poultry waste management symposium. Ohio State University, Columbus, Ohio. 18-19. April.