

왕겨 이용 방법과 옹벽이 돈분 퇴비화에 미치는 효과

김태일 · Craig, Ian P* · 정종원 · 홍의철 · 방우람 · 유용희 · 양창범

농촌진흥청 축산기술연구소

Effects of Rice Hull Addition and Bin Wall Characteristics on Pig Slurry Composting Properties

Kim, T. I., Craig, I. P.*, Jung, J. W., Hong, E. C., Bang, W. R.,

Yoo, Y. H. and Yang, C. B.

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

Summary

This work was carried out to investigate the effects of rice hull continuously utilized and/or replenished on the composting properties and to obtain the fundamental data between an unsupported wall and a soil supported wall during the period of composting with pig slurry in winter season. There were no the temperature holding effects in soil supported wall. New compost facility design for the temperature holding effects from a soil supported wall was required. The results were as follows;

1. Composting 1m^3 of pig slurry caused to save on 0.31m^3 of bulking agent in the unsupported wall in comparison with a soil supported wall in the rice hull single addition, and 0.45m^3 in the rice hull gradual addition.

2. The pile in the rice hull single addition had a high temperature in 4 days of composting indicating 71°C and had a tendency in repeating periodically between 40°C and 65°C till 43 days of composting. And also the temperature of the pile was maintained between 48°C and 28°C after 50 days of composting. The pile of a rice hull gradual addition had the lower point of the temperature high increasingly according to adding up rice hull during the 35 days of composting.

3. The pH recorded in the rice hull single addition was higher($8.35\sim 10.02$) compared to the rice hull gradual addition($8.6\sim 9.8$). The pile of a rice hull single addition had a tendency in abruptly decreasing pH of the unsupported wall during the period of between 0.363m^3 and 0.537m^3 as a unit of pig slurry per rice hull. EC depending upon the way in adding rice hull was changed between 1.10 mS/cm^3 and 1.87 mS/cm^3 .

4. The organic matter in an unsupported wall of the hull single addition was maintained the level of 55% during the period between 0.119m^3 and 0.363m^3 as a unit of pig slurry per rice hull while in the soil supported wall between 48 and 70. Water soluble C:N ratio was maintained between 1 and 2 in the rice hull single addition, while between 1 and 3 in the rice hull gradual addition.

5. Fertilizer constituents were detected higher level in the unsupported wall than in the soil supported wall in all treatments. This was dependant upon the input of pig slurry.

(Key words : Soil supported wall, Unsupported wall, Rice hull single addition, Rice hull gradual addition, Composting, Water soluble C/N, Organic matter)

* NCEA(National Centre For Engineering in Agriculture, University of southern Queensland, Toowoomba, QLD, 4350, Australia)

Corresponding Author : Kim Tae-Il. Livestock Environment Division National Livestock Research Institute Rural Development Administration, Suwon, Kyung-Keo province, 441-350, Korea. Tel) 82-31-290-1725, 1728. E-mail : kimti@rda.go.kr

서 론

퇴비화란 미생물의 활동 결과 분뇨에 다량 함유된 유기물질을 적절한 조건을 유지시켜 신속히 무기물질로 변환시키는 과정이다(Iannotti 등, 1993; 김 등, 1996). 퇴비화의 진행 정도는 축분별, 수분조절재의 종류 및 첨가량, 환경 조건 등에 따라 다르다(Bagstam, 1979; Lo와 Liao, 1993). 축분 퇴비화의 궁극적인 목적은 축분뇨를 유기질 비료화하여 자연에 환원함으로써 지속적인 농업이 될 수 있도록 함이다. 퇴비화는 폐자원에 미생물 활성을 촉진시켜주는 것을 기초로 하여 유용한 자원으로 활용할 수 있도록 해주는 하나의 기법이다. 축분뇨를 퇴비화 할 때 가장 중요한 부분은 미생물의 최적 환경을 유지시켜 주어야 하는데 이를 위한 방법은 톱밥과 왕겨 등을 이용하여 수분조절을 통한 입자간의 기공을 형성시켜 준다든지, 온도를 조절해 준다든지 등이 있다(Gleuke 1977; Bagstam 1979; Harada 1990; 김 등 1996).

퇴비화에는 pH, 온도, 공기량, 교반방법 등의 여러 요인이 작용한다. 고품 퇴비화처리의 최적 부숙 조건은 퇴비화 온도가 퇴비화 온도가 최소 3일간은 55~60℃를 유지하고, 통기량은 재료 1m³당 0.05~1.0m³/min가 바람직하고 재료의 탄질비는 25~30, 수분은 재료의 입경에 따라 상이하나 농축산폐기물은 65~70% 수준도 가능하다(Hong 1994; Sweeten 1988).

김 등(1998)은 국내에서 수분조절재로 사용되고 있는 톱밥과 왕겨 등은 수요와 공급의 불균형으로 지역별 부족 현상을 초래하고 있다고 보고하였다.

우리나라는 4계절이 뚜렷하고 다른 계절에 비해 겨울철 기온이 낮아 국내 축산 분뇨의 겨울철 퇴비화는 외기 기온의 영향을 많이 받게 된다. 이런 외기 기온의 영향을 줄이기 위해서 퇴비화 공정 중에 지속적으로 온도를

유지시킬 수 있는 방안이 연구되고 있다.

따라서 본 연구는 수분조절재로서 왕겨를 이용한 돈분 슬러리의 퇴비화 과정 중 부재료의 1회 투입과 부재료 재이용을 통해 부재료의 이용방법이 퇴비화에 미치는 영향을 구명하고 토양 지지대가 있는 경우와 없는 경우를 처리구로 하여 겨울철 퇴비화시설에서 보온효과에 대한 기초자료를 얻고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 퇴비화 시험방법 및 공정

본 시험은 축산연구소 축산생명환경부 축산환경과 축분뇨 처리장 시설에서 수행하였다. 퇴비의 원료로는 돈분뇨 슬러리를 이용하였으며 수분조절재로서 왕겨를 사용하였다. 처리구를 구분하기 위해서 퇴비사 한쪽면을 토양 지지대가 있도록 하였으며 다른면의 지지대는 노출될 수 있도록 하였다. 토양이 지지대가 되는 쪽은 토양지지대가 있는 경우로 하였고 햇빛에 노출되는 벽을 지지대 없는 경우로 하여 실험하였다. 퇴비사의 크기는 20m³(pilot 규모로서 Fig. 1 참조)로서 교반기의 주행속도는 0.02 m/min로 고정하였다. 교반기는 전진운동만 하도록 되어 있는 버킷 엘리베이터식 축분교반기를 이용하였다. 돈분뇨 슬러리 퇴비를 생산하기 위한 첨가된 왕겨대비 슬러리 투입량은 Table 1에 제시된 바와 같다. 왕겨의 이용성을 구명하기 위해 왕겨의 1회 투입과 왕겨의 재이용 퇴비화 시험을 수행하였다. 부재료 1회 투입 시험은 1997년 10월부터 시작하여 60일 동안 왕겨를 1회 투입하고 연속적으로 돈분뇨 슬러리를 투입하면서 3일마다 슬러리를 투입하고 1일 1회씩 교반하여 퇴비화 시험을 하였다. 부재료 재충전 시험은 부재료 1회 투입된 처리구의 축분퇴비를 60일 후숙 시킨 후

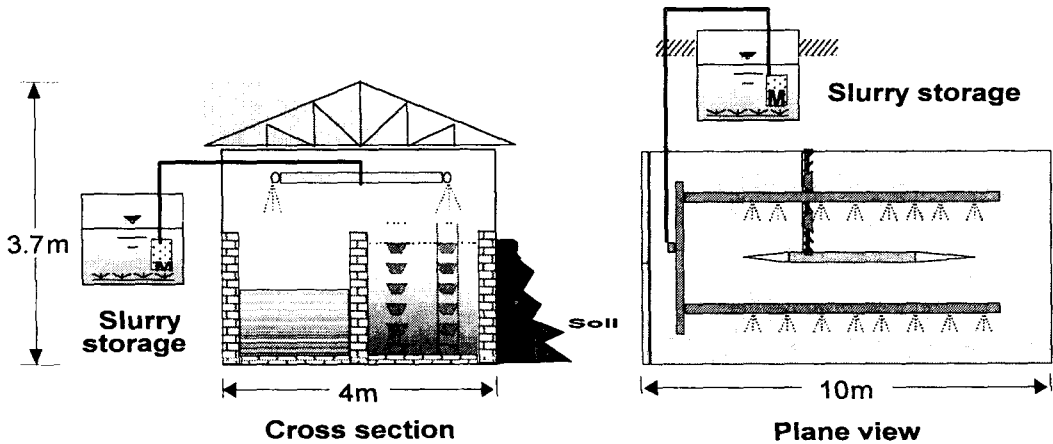


Fig. 1. Composting facilities used in this study.

이를 수분조절재로 활용하면서 왕겨 3.4m³를 5일 단위로 5회에 걸쳐 재충전시켰으며 1998년 2월부터 70일 동안 퇴비화 하였으며 교반은 1일 1회씩 이루어졌다.

본 연구에 사용된 시료는 부재료 1회 투입 퇴비화시 슬러리 투입 2일 후 시료를 채취하여 부재료 재충전 퇴비화시는 왕겨와 슬러리 투입 후 3일마다 시료를 채취하여 분석하였다.

2. 분석방법

가. 돈 슬러리 및 왕겨 투입량 조사

왕겨를 m³ 단위로 계산하여 투입을 하였으며 돈 슬러리는 투입 후 저장조의 높이를 계산하여 투입된 량을 산출하였다.

나. 퇴적더미 내 온도 측정

퇴비화 기간 동안 처리구별 퇴적더미 온도를 측정하였다. 퇴적더미의 온도를 측정하기 위해서 1m 봉 온도계를 이용하여 퇴비화 단계별 퇴적더미의 상층 부위인 30cm 부위, 중층 부위인 50cm 부위 및 하층 부위인 70cm

부위를 24타점 온도 센서가 부착된 자동 온도 기록계(UR-180, 종로기기)를 이용하여 측정하였으며 센서가 부착된 수직단면의 온도를 각각 평균화하고 이를 그 지점에서의 퇴비 더미 온도로 하였다.

다. 질소화합물 분석

암모니아태질소(NH₄-N)는 시료 2g을 2M KCl 50ml로 추출한 시료액을 여과한 후 여과액을 취해 MgO를 1g 가한 후 증류하여 증류액을 0.05N H₂SO₄로 적정하여 함량을 조사하였다. 질산태질소(NO₃-N)을 위해서 시료 2g을 2M KCl 50ml로 추출한 후 여과하여 여과액을 취해 데발데 합금 0.5g을 가한 후 증류하여 증류액을 0.005N H₂SO₄로 적정하여 함량을 조사하였다(APHA, 1992). 총질소는 시료 1g에 8g을 가한 후 420℃에서 2시간 분해한 시료액을 질소 자동분석기(Kjeltec Auto 1038)를 이용하여 측정하였다.

라. 유기물 분석

총 유기물 함량 측정은 Ben Dor과 Banin (1989)의 방법에 준하여 시료 2g을 400℃의

muffle furnace에서 8시간 연소시키고 방냉한 후 평량하여 감량을 총 유기물로 계산하였다. 탄소 함량은 Ben Dor과 Banin(1989)법을 이용하여 검출하고 여기에서 회분 함량과 OM (organic matter) 함량과 2차 수분 함량을 산출하였다.

마. 수용성 탄소와 수용성 질소 분석

퇴비시료와 멸균 증류수를 1:10으로 2시간 동안 진탕한 후 10,000rpm에서 10분간 원심 분리한 상층액을 Whatman No. 42 filter paper로 여과하여 추출하였다. 이 추출액을 수용성 탄소와 수용성 질소의 분석용 시료로 하였다. 수용성 탄소는 변형한 walkley black법 (Hue와 Evans, 1986)을 사용하였다. 분석용 시료 4ml을 180℃에서 15분간 0.167M K₂Cr₂O₇ 2ml과 Conc. H₂SO₄ 5ml로 산화시켜 ferroin을 지시약으로 사용하여 0.25M FeSO₄로 적정함으로써 수용성 탄소를 계산하였고, 수용성 질소의 분석은 분석용 시료 5ml을 취해서 가열하여 건조시켜 이를 Conc. H₂SO₄ 5ml와 1g의 catalyst(K₂SO₄:CuSO₄·5H₂O:Se의 비율이 100:10:1임)에 침지한 후 kjeldahl법에 따라 분석하였다. 이 방법은 10M NaOH로 처리한 증류액(A:수용성 질소와 NH₄-N) 값과 분석용 시료 10ml에 1M NaOH로 처리한

증류액(B:무기태 시료, NH₄-N) 값의 차로 계산하였다.

바. 주요 비료성분과 기타

인산(P₂O₅)과 가리(K₂O)의 측정은 분쇄시료 2g을 1:1 염산으로 분해하여 시료액을 조제한 후 여과하여 적정량으로 희석한 후 인산(P₂O₅)은 발색제로 발색시킨 후 470nm에서 spectrophotometer로 측정하였고, 가리(K₂O)는 원자흡광광도계를 이용하여 766.5 nm에서 측정하여 농도로 환산하였다. pH와 전기전도도(EC)의 측정은 증류수를 10배 희석하여 추출한(Page 등, 1982) 후 pH는 pH meter(DMP600, Dongwon Medical)로 전기전도도(EC)는 EC meter (Hana H8820N)기로 각각 측정하였다.

결과 및 고찰

1. 슬러리 투입량

본 시험에 투입된 왕겨 량에 대하여 요구된 돈 슬러리의 량을 Table 1에 제시하였다. 투입된 왕겨(20m³)에 대하여 겨울철 퇴비화 시 돈 슬러리의 소요량을 조사하기 위하여 1회 왕겨 투입으로 하는 처리구와 그 퇴비를 기준으로 하여 그 위에 추가적으로 왕겨

Table 1. Amounts of pig slurry required in this study

Treatments	Rice hull(m ³ , A)	Pig Slurry(m ³ , B)	A/B
Rice hull single addition			
Unsupported wall	20	13.20	1.51
Soil supported wall	20	10.98	1.82
Rice hull gradual addition			
Unsupported wall	17	22.66	0.75
Soil supported wall	17	14.16	1.20
Total			
Unsupported wall	37	35.86	1.03
Soil supported wall	37	25.14	1.47

를 충전하는 부재료 재충전을 통해 퇴비화 하는 처리구로 구분하여 본 실험을 수행한 결과 Table 1에서 볼 수 있듯이 부재료 1회 투입으로 퇴비화시 돈슬러리 1m³를 퇴비화 하는데 토양지지대가 있는 경우에는 왕겨가 1.82m³ 소요되었고 지지대 없는 경우에는 1.51m³가 소요되었다. 또한, 부재료의 충전을 하는 경우도 토양지지대가 있는 경우보다는 지지대 없는 경우가 왕겨 소요량이 0.75m³로 적게 소요되었다. 결과적으로 버킷 엘리베이터식 교반기를 활용하여 겨울철 돈슬러리 퇴비화시 왕겨의 이용 효율을 높이기 위해서는 왕겨를 재충전하면서 햇빛에 노출이 되게 했을 경우에 열 손실이 적은 것으로 나타났다.

2. 온도의 변화

부재료 1회 투입하여 퇴비화 하는 경우와 부재료 재충전을 통해서 퇴비화를 하는 경우에 있어서 온도의 변화를 Fig. 2와 Fig. 3에 각각 제시하였다. 부재료 1회 투입으로 퇴비화 할 때 Fig. 2에서 볼 수 있듯이 퇴적더미의 온도가 일별로 심한 온도차가 나타나는데 이는 뒤집기와 3~4일 간격으로 슬러리 분사 때 퇴적더미의 온도가 떨어지기 때문이다. 온도의 변화는 슬러리 분사 및 뒤집기와 외기온에 의한 변화에 의해 좌우되고 있음을 보여주었고 퇴비화 4일령에 퇴적더미의 온도가 71℃에 도달한 이후 43일령까지 40℃에서 65℃를 주기적으로 반복되는 온도의 변화가 있었다. 온도는 퇴비화 과정의 가장 중요한 지표로서 최적의 퇴비화는 낮은 고온 범위(50~55℃)에서 일어난다고 하는 결과(Lo와 Laio, 1993)와 부합되었다. 토양지지대가 있는 경우와 지지대 없는 경우의 온도차는 크게 나타나지 않았으나 Fig. 2에서 보여지듯 겨울철 외기온이 높아지면 토양지지대가 있는 경우는 지지대 없는 경우보다 온도가 낮

고 외기온이 낮아지면 지지대 없는 경우보다 높아지는 양상을 주기적으로 나타내었다. 50일 이후에는 48℃에서 28℃를 구간으로 하여 퇴비화의 온도는 유지되었다.

부재료 재충전으로 퇴비화 하는 경우 부재료의 재충전 시점에서 수분조절재가 투입될 때마다 퇴비화의 저점온도를 높여가는 양상을 보였다. 이는 부재료에 함유된 열량과 탄질비 등으로 인한 미생물에 대한 호조건이 형성되었기 때문인 것으로 사료된다. 따라서 최고온도는 30일령에 72℃에 도달한 후 점차적으로 감소하는 경향을 나타내었으며 40일령 이후는 30℃에서 45℃ 사이를 주기적으로 반복되는 경향을 보여 주었다. 토양지지대가

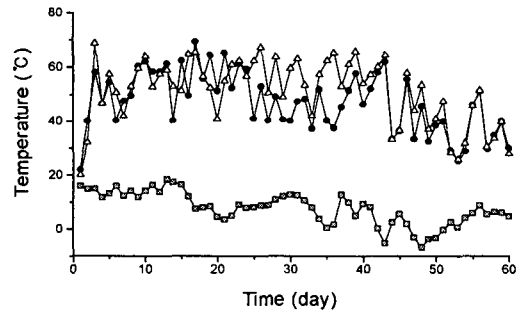


Fig. 2. Changes of temperature during the period of composting with the rice hull single addition.

■ : Ambient, ● : Soil supported wall, △ : Unsupported wall.

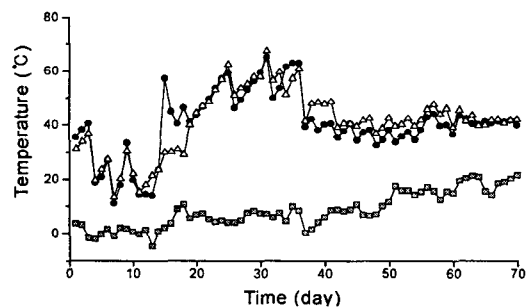


Fig. 3. Changes of temperature during the period of composting with the rice hull gradual addition.

■ : Ambient, ● : Soil supported wall, △ : Unsupported wall.

있는 경우나 지지대 없는 경우 모두 동일한 양상을 나타내었다. 발효는 퇴적 후 24시간에서 48시간 지날 무렵부터 시작하여 이상적인 발효조건에서 대개 1주일 후 최고의 발효열을 발생하여 60℃ 이상으로 온도가 올라가야 퇴적이 성공적이라고 하였으나(Shimamoto, 1991) 본 실험에서는 수분조절재의 충전과 추가적인 돈 슬러리 투입으로 인하여 최고 온도에 도달되는 시점이 달라질 수 있었다. 부재료 재충전으로 퇴비화시 부재료 1회 투입 퇴비화보다 외기온의 영향을 덜 받은 것으로 나타났다. 이는 퇴비화시 필요한 열량이 충분하기 때문인 것으로 사료되어진다. 토양지지대가 있는 경우와 지지대 없는 경우의 관계를 종합적으로 검토해보면 토양 내 온도는 15m 아래에서 거의 일정하게 유지되지만 지표면에서는 온도변화가 6℃ 전후부터 20℃ 전후까지 다양하게 변화(이기우, 1992)하기 때문에 본 시험에서는 토양지지대가 있음으로 기대했던 온도의 보온 효과는 없었다.

3. pH, EC 및 수분 함량의 변화

부재료 1회 투입 퇴비화시와 부재료 재이용 퇴비화시 pH와 EC의 변화 양상을 Fig. 4에 제시한 바와 같다. 부재료 1회 투입 퇴비화시 토양지지대가 있는 경우와 지지대 없는 경우의 pH는 왕겨 1m³당 돈 슬러리 0.253m³ 일 때까지 9.0과 9.5 사이를 유지하였으나 이후 9.8 정도까지 점차 증가하였고 왕겨 1m³당 돈 슬러리 0.363m³ 이후부터는 감소하고 있으며 지지대 없는 경우는 왕겨 1m³당 돈 슬러리 0.480m³ 까지 급격히 감소하여 8.5 수준을 유지하다가 9.3까지 재 상승하는 양상을 보여주고 있다. 토양지지대가 있는 경우는 왕겨 1m³당 돈 슬러리 0.363m³ 에서 0.537m³ 까지 8.7까지 완만히 감소하다가 그 이후 증가하여 9.1에서 안정화되고 있었다. 퇴비화

과정 중 pH는 발효초기에 감소하다가 기질의 분해로 인한 암모니아 등의 영향을 받아 점차 상승하고 최후에는 안정화 과정을 거쳐 pH가 7~8정도가 되고(Cardenas 등, 1989) 퇴비화 초기에는 pH가 8~10 정도로 상승하지만 퇴비화가 진행됨에 따라 유기물이 분해되는 과정에서 유기산 또는 질산이 생성되어 pH가 서서히 저하되어 최종적으로 6~7 정도가 된다고(Mori, 1981) 보고한 선례와 비슷한 양상을 가졌으나 본 실험에서 다소 높은 경향을 나타냈다.

부재료 1회 투입 퇴비화시 전기전도도는 토양지지대가 있는 경우나 지지대 없는 경우 모두 비슷한 양상을 보이면서 1.1 mS/cm³~1.8 mS/cm³ 사이에서 변화가 있었지만 토양

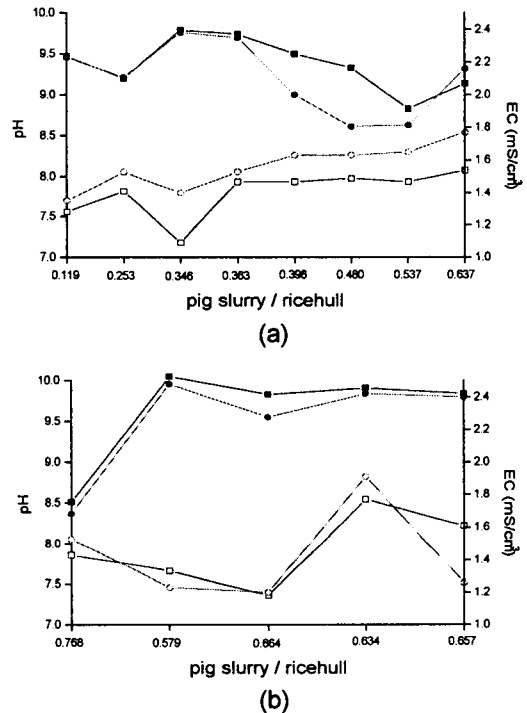


Fig. 4. Changes of pH and EC during the period of composting with the rice hull single addition(a) and gradual addition(b).

pH - ● : Unsupported wall, ■ : Soil supported wall, EC - ○ : Unsupported wall, □ : Soil supported wall.

지지대가 있는 경우가 지지대 없는 경우보다 점지값이 낮게 측정이 되었다. 이는 전기전도도가 무기성분의 종류에 따라서 의존도가 큰 것으로 보고되고 있으며 이 중 특히 NO₃ 및 Cl 등의 함량과 전기전도도가 밀접한 관계가 있다(Lee 등, 1987)는 점을 고려한다면 NO₃ 함량의 변화에 따라 전기전도도에 영향을 미쳤을 것으로 사료된다.

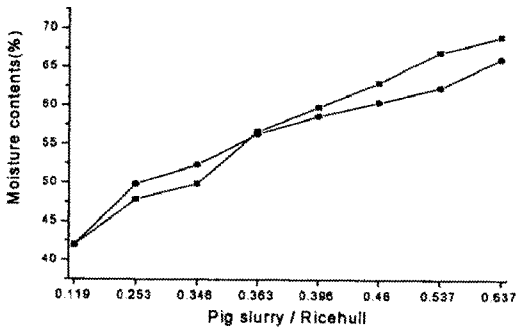
부재료 재충전 퇴비화시 pH와 EC의 변화 양상을 볼 때 pH는 왕겨 1m³당 돈 슬러리 0.768m³일 때 약 8.5에서 0.579m³가 되었을 때 10.02가 검지된 이후 감소하는 경향을 나타내다가 9.75에서 안정화되었다. 토양지지대가 있는 경우나 지지대 없는 경우 모두 비슷한 양상을 보였다. 전기전도도는 1.18mS/cm³~1.87mS/cm³의 범위에서 변화를 보였으나 왕

겨 1m³당 돈 슬러리 0.664m³에서 0.657m³ 구간에서 큰 폭의 변화를 가져왔다.

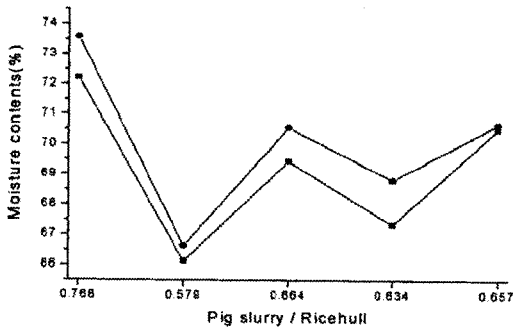
수분 함량의 변화는 Fig. 5에서 볼 수 있듯이 부재료 연속이용 퇴비화시는 42%에서 68%까지 지속적으로 증가하는 양상을 보였고 부재료 충전 퇴비화시는 초기 수분 함량의 차가 약 9.7%를 나타내었으나 그 변화가 점증적으로 감소하는 추세였다.

4. 질소 화합물의 변화

부재료 1회투입 퇴비화시와 부재료 재이용 퇴비화시 암모니아태 질소와 질산태 질소의 함량 변화는 Fig. 6에 제시되었다. 부재료 1회 투입 퇴비화시 NH₄-N의 변화는 지지대 없는



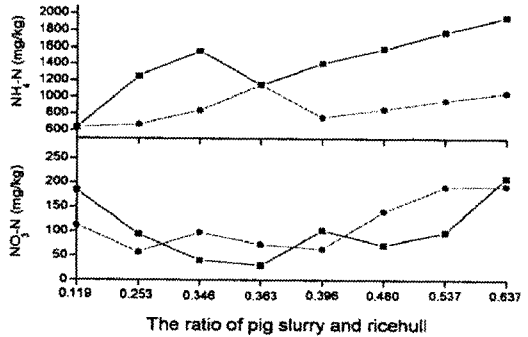
(a)



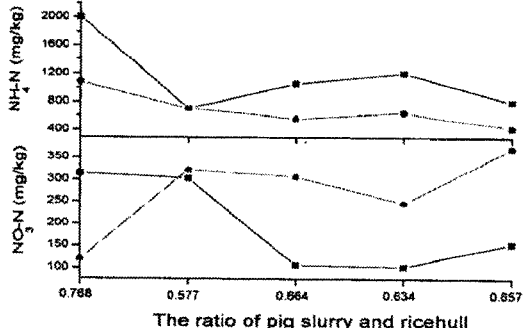
(b)

Fig. 5. Moisture contents during the period of composting with the rice hull single addition(a) and gradual addition(b).

- : Unsupported wall
- : Soil supported wall



(a)



(b)

Fig. 6. Changes of NO₃-N and NH₄-N during the period of composting with the rice hull single addition(a) and gradual addition(b)

- : Unsupported wall
- : Soil supported wall

경우에서 왕겨 1m³당 돈 슬러리 0.119m³에서 600mg/kg로 검지되었던 암모니아태 질소는 0.346m³일 때 1600mg/kg까지 급속히 증가한 반면 이 기간에 토양지지대가 있는 경우는 점증하는 양상을 띠었다. 이기간 동안 질산태 질소는 48mg/kg ~ 180mg/kg의 범위에서 변화를 하였으며 지지대 없는 경우는 감소하다가 증가하는 패턴을 보여 주었고 토양지지대가 있는 경우는 감소하는 경향을 보였다.

부재료 재충전 퇴비화시 NH₄-N의 변화는 지지대 없는 경우에서 1100mg/kg에서 400mg/kg 까지 지속적인 감소 현상을 보여 주었으나 토양지지대가 있는 경우에서 감소와 증가가 반복되었다. 이 기간 동안 질산태 질소의 변화는 토양지지대가 있는 경우와 지지대 없는 경우는 상반된 결과를 가져왔다. 토양지지대가 있는 경우는 310mg/kg에서 130mg/kg 정도로 감소하는 경향을 나타내는 반면 지지대 없는 경우는 120mg/kg에서 370mg/kg으로 증가하였다. 이런 결과는 왕겨를 재충전 함으로써 이전에 생성되었던 암모니아태 질소를 회색시켜 함량을 감소시키고 상대적으로 질산태질소의 함량은 증가되는 것으로 사료된다. Riffaldi 등(1986)은 축분 퇴비화 과정 중 퇴비화가 잘되고 있다는 징후는 퇴비화 단계별 암모니아태 질소의 감소와 질산태 질소의 증가로 알 수 있다고 하였다.

지속적인 돈분 슬러리의 투여로 인해서 통상적으로 나타나는 축분뇨 퇴비화시 암모니아태 질소와 질산태 질소의 발현양상인 암모니아태 감소와 더불어 질산태 질소의 증가의 현상은 본 실험에서 적용되지 않았다.

5. 유기물 함량 및 수용성 탄질비 변화

부재료 1회 투입 퇴비화시와 부재료 재이용 퇴비화시 유기물 함량과 수용성 탄소 대 수용성 질소의 비 변화량은 Fig. 7에 제시하

였다. 부재료1회 투입 퇴비화시 유기물 함량 변화가 왕겨 1m³ 당 돈 슬러리 0.119m³에서 0.363m³의 구간에서 지지대 없는 경우는 55% 수준을 유지하였으며 토양지지대가 있는 경우는 48%에서 70%의 범위를 반복하였다. 0.363m³ 이후의 유기물 함량은 지지대 없는 경우나 토양지지대가 있는 경우나 점증되는 양상을 보였다. 부재료 1회 투입 퇴비화시의 수용성 질소 대 수용성 탄소의 비는 처리구별 큰 변화 없이 감소하는 경향을 보여 주었으며 부재료 재충전 퇴비화시의 수용성 질소 대 수용성 탄소의 비는 처리구별 큰 차이가 없

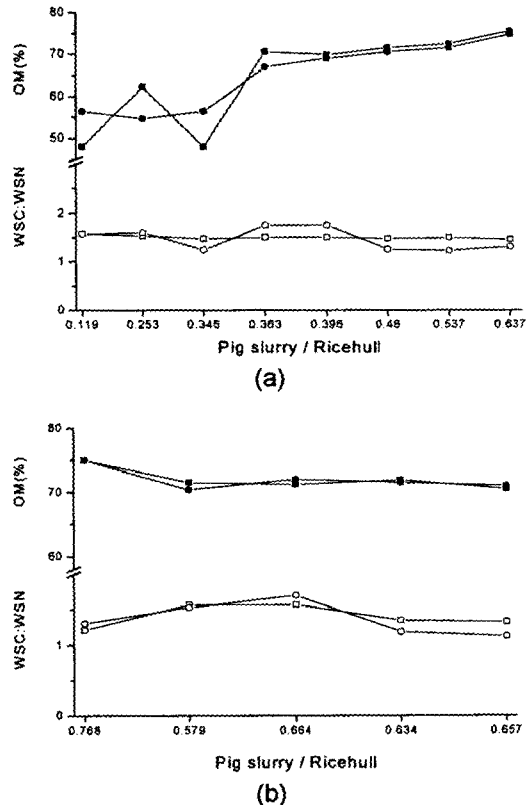


Fig. 7. Changes of organic matter and water soluble C:N ratio during the period of composting with the rice hull single addition(a) and gradual addition(b)
 OM - ● : Unsupported wall, ■ : Soil supported wall, WSC:WSN - ○ : Unsupported wall, □ : Soil supported wall.

이 왕겨 1m³ 당 돈 슬러리 0.768m³에서 0.664m³의 구간에서는 증가하는 경향을 보여 주었고 그 이후는 감소되었다. 즉 부재료 1회 투입으로 퇴비화시 수용성 탄질비는 1과 2 사이에서 변화가 반복되었고 부재료 재충전 퇴비화시는 1과 3 사이에서 변화가 이루어졌다.

부재료 재충전 퇴비화시 Fig. 7에 제시된 바와 같이 유기물 함량은 처리별 큰 변화 없이 감소하는 경향을 보여주었다. 이와 같은 결과는 우분만을 이용한 Harada(1990)의 퇴비화실험 결과에서 5주 이후에 유기물 함량이 55% 수준을 계속 유지하는 것과는 차이를 보였다. 토양지지대의 경우 변화 폭이 심했던 것은 퇴적 더미 내에 퇴비화정도가

균일하지 못함을 나타내 주는 것으로 사료된다.

6. 비료성분의 변화

퇴비화가 이루어지는 동안에 비료성분의 변화를 Table 2와 Table 3에 제시하였다. 부재료 1회 투입 퇴비화시는 Table 2에서 볼 수 있듯이 질소, 인산, 가리의 성분 함량이 점증하였으며 왕겨 1m³당 돈 슬러리 0.639m³를 혼합한 상태가 되었을 때 토양지지대가 있는 경우에서 질소, 인산, 가리의 성분은 각각 0.36%에서 2.29%로, 0.26%에서 1.41%로, 0.65%에서 2.96%로 증가하였으며 지지대 없는 경우보다는 낮게 검출되었다. 부재료 재충전 퇴비화시

Table 2. Changes of fertilizer constituents during the period of composting with the rice hull single addition (Unit : %)

Pig slurry / rice hull	Soil supported wall			Unsupported wall		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0.119	0.36	0.26	0.65	0.40	0.26	0.96
0.253	0.92	0.41	1.91	0.86	0.33	1.56
0.346	1.22	0.42	2.14	1.36	0.45	1.98
0.363	1.23	0.52	2.54	1.37	0.94	2.51
0.396	1.50	0.68	2.64	1.62	1.12	2.98
0.480	1.82	0.75	2.63	2.14	1.23	3.16
0.637	2.29	1.41	2.96	2.72	1.62	3.26

Table 3. Changes of fertilizer composting during the period of composting with the rice hull gradual addition

Pig slurry / rice hull	Soil supported wall(%)			Unsupported wall(%)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0.768	2.02	1.12	2.54	2.20	1.53	2.96
0.579	1.96	1.15	2.31	2.04	1.32	2.59
0.664	2.24	1.60	2.60	2.52	1.82	2.96
0.634	2.11	1.54	2.41	2.41	1.71	2.51
0.657	2.22	1.58	2.53	2.51	1.79	2.90

는 Table 3에서 볼 수 있듯이 질소, 인산, 가리의 성분 함량은 왕겨 1m³당 돈 슬러리의 량에 따라 달라졌으며 토양지지대가 있는 경우 및 지지대 없는 경우의 질소 함량 범위는 각각 1.96% ~ 2.24%, 2.04% ~ 2.52%로 토양지지대가 있는 경우가 지지대 없는 경우보다 낮은 함량을 유지하였다. 인산의 함량에 있어서도 토양지지대가 있는 경우의 범위가 1.12% ~ 1.60%인 반면 지지대 없는 경우는 1.32% ~ 1.82%로 나타나 토양지지대가 있는 경우가 지지대 없는 경우보다 낮은 함량을 나타냈다. 가리의 경우도 질소와 인산처럼 토양지지대가 있는 경우가 낮은 함량을 유지하였다. 이는 돈 슬러리의 량이 적었던 것으로 간주되었다. 부재료 1회 투입으로 퇴비화시나 부재료 재이용 퇴비화시 지지대 없는 경우가 더 많은 함량을 지녔던 것은 왕겨의 이용효율이 그 만큼 높았기 때문인 것으로 사료된다.

적 요

본 연구는 왕겨를 이용한 돈분 슬러리의 퇴비화시 부재료의 1회 투입과 부재료 재이용을 통해 부재료의 이용방법이 퇴비화에 미치는 영향을 구명하고 토양지지대가 있는 경우와 없는 경우를 비교함으로써 겨울철 퇴비화시설에서 보온효과에 대한 기초자료를 얻고자 수행하였다. 본 실험에서 토양지지대가 있는 경우의 보온효과는 기대할 수 없었으며 이를 위해서는 새로운 퇴비사의 설계가 요구되어졌다. 그 결과는 다음과 같다.

1. 부재료 1회 투입으로 퇴비화시 돈슬러리 1m³를 퇴비화 하는데 토양지지대가 있는 경우보다 지지대 없는 경우가 왕겨 소요량이 0.31m³, 부재료의 충전의 경우 0.45m³를 절약할 수 있었다.

2. 부재료 1회 투입으로 퇴비화 할 때 퇴비화 4일령에 퇴적더미의 온도가 71℃에 도

달한 이후 43일령까지 40℃에서 65℃를 주기적으로 반복되었고 50일 이후에는 48℃에서 28℃가 유지되었다. 부재료 재충전으로 퇴비화 하는 경우 부재료의 재충전 시점마다 퇴비화의 저점온도를 높여가는 양상을 보였다.

3. 부재료 1회 투입 퇴비화시 pH는 8.6에서 9.8 사이에서 검지되었고 왕겨 1m³당 돈 슬러리 0.363m³과 0.537m³의 사이에서 지지대 없는 경우의 pH가 급격하게 감소하는 경향을 보였으며 부재료 재충전 퇴비화시 8.35에서 10.02 사이에서 검지되었다. 퇴비화시 전기전도도는 1.10mS/cm³~1.87mS/cm³의 범위에서 변화를 보였다. 부재료 이용 방법에 따라 전기전도도는 큰 차이를 보여 주었다.

4. 부재료 1회 투입 퇴비화시 유기물 함량 변화는 왕겨 1m³ 당 돈 슬러리 0.119m³에서 0.363m³의 구간에서 지지대 없는 경우는 55% 수준을 유지하였으며 토양지지대가 있는 경우는 48%에서 70%의 범위를 반복하였다. 0.363m³ 이후의 유기물 함량은 지지대 없는 경우나 토양지지대가 있는 경우나 점증되는 양상을 보였다. 부재료 1회 투입으로 퇴비화시의 수용성 질소 대 수용성 탄소의 비는 1과 2 사이를, 부재료 재충전 퇴비화시의 경우는 1과 3 사이를 반복하였다.

5. 부재료 1회 투입으로 퇴비화시는 왕겨 1m³당 돈 슬러리 0.639m³에서 토양지지대가 있는 경우의 질소, 인산, 가리의 성분은 각각 0.36%에서 2.29%로, 0.26%에서 1.41%로, 0.65%에서 2.96%로 증가하였으며 지지대 없는 경우보다는 낮게 검출되었다. 부재료 재충전 퇴비화시는 왕겨 1m³당 돈 슬러리의 량에 따라 달라졌으며 토양지지대가 있는 경우 및 지지대 없는 경우의 질소 함량 범위는 각각 1.96% ~ 2.24%, 2.04% ~ 2.52%로 토양지지대가 있는 경우가 지지대 없는 경우보다 낮은 함량을 유지하였다. 인산의 함량에 있

어서도 토양지지대가 있는 경우의 범위가 1.12% ~ 1.60%인 반면 지지대 없는 경우는 1.32% ~ 1.82%로 나타나 토양지지대가 있는 경우가 지지대 없는 경우보다 낮은 함량을 나타냈다. 가리의 경우도 질소와 인산처럼 토양지지대가 있는 경우가 낮은 함량을 유지하였다.

인 용 문 헌

1. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation. 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th ed. APHA, Washington, DC.
2. Bagstam, G. 1979. Population changes in microorganisms during composting of spruce-bark. II. Mesophilic and thermophilic microorganisms during unsupported walled composting. *J. Appl. Microbiol. Biotechnol.* 6:279-288.
3. Ben-Dor, E. and Banin, A. 1989. Determinations of organic matter content in arid-zone solids using a simple "loss on ignition" method. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 20:1675-1695.
4. Cardenas, R. R. and Wang, L. K. 1989. Evaluation of city refuse compost maturity : A review. *Biological Wastes.* 27:115-142.
5. Gleuke, G. C. 1977. Biological processing; Composting hydrolysis. In : *Hand book of solid waste management.* D. G. Wilson (ed) NY Van Nostrand Reinbold. pp. 197-225.
6. Harada, Y. 1990. Composting and application of animal wastes. *FFTC Extension Bull.* 311:19-31.
7. Hong, J. H. 1994. Controlling factors in open composting process *Proc. Of the 12th world Congress on Agr. Engineering.* pp. 1553-1559.
8. Hue, N. V. and Evans, C. E. 1986. Procedures used for soil and plant analysis by the Auburn University Soil testing laboratory. Dept series No. 106. Alabama Agric. Exp., Auburn Univ. Alabama.
9. Iannotti, D. A., Pang, T., Toth, B. L., Elwell, D. L., Keener, H. M. and Hoitink, H. A. J. 1993. A quantitative respirometric method for monitoring compost stability. *Compost Science & Utilization* 1(3):52-65.
10. Lee, S. E., Park, J. K., Yoon, J. H. and Kim, M. S. 1987. Studies on the chemical properties of solids under the vinyl-house cultivation, *Res. Rept. RDA(P · M&D).* 29 (1):166-171.
11. Lo, K. V. and Liao, A. K. 1993. Composting of separated solid swine waste. *J. Agri. Engin. Res.* 54:307-317.
12. Mori, T., Narita, Amimoto, A. T. and Chino, M. 1981. Composting of municipal sewage sludge mixed with rice hulls. *Soil Sci. Plant Nutr.* 27(4):477-486.
13. Riffaldi, R., Levi-Minzi, R., Pera, A. and Bertoldi, M. de, 1986. Evaluation of composting maturity by means of chemical and microbial analyses. *Waste Manage. Res.* 4, 387-396.
14. Shimamoto, K. 1991. 흙에 활력을 불어넣는 약진 미생물 농법. 원예편 상권. 엄근섭 번역. 2장 비료편.
15. Sweeten, J. M. 1988. Composting manure and sludge. p. 38-44. In *proceedings of the national poultry waste management symposium.* Ohio State University, Columbus, Ohio. 18-19 Apr.
16. 김태일, 정광화, 광정훈, 전병수, 박치호,

- 김형호, 한정대. 1996. 돈분퇴비 발효과정
중 산소 소모율이 퇴비 부숙도에 미치는
영향. 농업과학논문집. 38(2):632-636.
17. 김태일, 한정대, 정광화, 박치호, 권두중,
남은숙, 김형호, 이덕수. 1998. 돈분뇨 슬
러리 퇴비화시 부재료 절감형 시설 연구.
축산시설환경. 4(1):21-28.
18. 이기우. 1992. 지열이용 히트펌프기술. 공
기조화·냉동공학. 21(4):306-315.