ORIGINAL PAPER 원저

펠렛 가공처리에 따른 돈분 발효퇴비와 우분 발효퇴비의 물리화학적 특성

정광화†, 박치호, 최동윤, 곽정훈, 양창범, 강호 *
농촌진흥청 축산연구소, 충남대학교 환경공학과*
(2005년 11월 21일 접수, 2005년 12월 12일 채택)

Physicochemical Characteristics of Fermented Pig Manure Compost and Cow Manure Compost by Pelletizing.

Kwang Hwa Jeong†, Chi Ho Park, Dong Yun Choi, Jung Hoon Kwak, Chang Bum Yang and Ho Kang *
National Livestock Research Institute, R. D. A., Dept. of Environmental Eng. Chungnam National Univ. *

ABSTRACT

The best way to treat livestock manure is a recycling the manure to arable land as an organic fertilizer. In this study, fermented cow manure compost and pig manure compost were used as a raw materials for pelletizing. The changes of physicochemical properties of each composts and pellets were investigated. The aim of this research was to improve availability of livestock manure compost. In pelletizing process of fermented livestock manure compost, the optimal water content to make pellet was around 40%. When clay was mixed by volume more than 15% as a bonding agent, the condition of pelletizing process was beginning to improve. On a dry matter basis, the contents of N, P and K of fermented pig manure compost were 2.05%, 1.89% and 1.31%, respectively. After pelletizing, the contents of compost pelleted with the pig manure compost were 1.96% 1.73% and 0.89%, respectively. The same parameters of cow manure compost were 2.52%, 1.01% and 2.98%, respectively. After processing, the contents of compost pelleted with the cow manure compost were 2.45%, 1.10% and 2.93%, respectively. After pelletizing, there were little change in the content of heavy metals such as Pb, Cd, As and Hg. When pelleted compost dried naturally was submerged in water, it was completely dissolved in 30 minutes. On the other hand, Pelleted compost dried with the mechanical convection oven set 70℃ for 24 hours was completely dissolved in 960 minutes. The volume and weight of pelleted compost were decreased with time. After 30 days of storing, the weight of pelleted compost was decreased by 15% compared with its original weight. The volume of it was decreased by 17~25% in the same time.

†Corresponding author(gwhaju@rda.go.kr)

Keywords : composting, livestock compost, manure, pelletizing

초 록

가축분뇨를 처리하는데 있어 최선의 방법은 퇴비화처리 후에 유기성 비료자원으로서 경작지에 환원하는 것이다. 본 연구의 수행목적은 우분 발효퇴비와 돈분 발효퇴비를 펠렛화 했을 때의 물리, 화학적 특성변화를 고찰함으로써 펠렛화를 통한 가축분 발효퇴비의 이용성 개선가능성 여부를 판단하는 것이다. 가축분 발효퇴비의 펠렛가공에 가장 적합한 수분함량은 40% 내외이었다. 결착제로 사용된 점토 혼합비율이 부피비 기준으로 15% 이상일 때부터 펠렛 가공정도가 개선되는 효과가 있었다. 돈분 발효퇴비의 경우, 원료퇴비 중에 건물기준으로 2.05%, 1.89% 그리고 1.31% 이었던 N, P, K 함량이 펠렛 가공처리 후 각각 1.96% 1.73% 과 0.89%로 변화하였다. 우분발효 퇴비 중의 N, P, K 함량은 각각 2.52%, 1.01% 그리고 2.98% 수준이었다가 펠렛 가공처리 후에는 2.45%, 1.10% 그리고 2.93%로 변화하였다. 퇴비중의 Pb, Cd, As 그리고 Hg 함량의 경우 펠렛가공 전후에 차이를 거의 보이지 않았다. 펠렛 가공처리 후 자연 상태에서 건조된 펠렛의 경우, 물에 침수하였을 때 30분 이내에 완전히 해체되었으나 70℃의 드라이오븐에서 24시간 동안 건조된 펠렛의 경우 완전해체되는데 960분이 소요되었다. 저장시간이 경과함에 따라 펠렛의 부피와 중량이 감소하여 30일 경과 후에는 무게는 15%정도, 부피는 17~25% 정도 감소하였다.

핵심용어 : 가축분퇴비, 분뇨, 퇴비화, 펠렛가공

1. 서론

최근 20여 년간 개별 축산농가의 규모가 점차 확대되어 가는 추세에 따라 일정지역에서 자연수용능력을 초과하는 다량의 가축분뇨가 발생하고 있는 관계로 유관학계와 축산업계에서는 이 분뇨를 적정한 처리를 거쳐서 유용한 자원으로 재활용하기 위한 연구를 지속적으로 수행해오고 있다. 산업폐수 발생량 측면에서 보면 축산분뇨는 전체 발생량 중의 0.6%수준에 그치고 있지만 그 오염농도가 상대적으로 높은 관계로 BOD기준 부하량은 비교적 높은 수준일 것으로 보여진다. 2004년말 기준으로 한우, 젖소, 돼지 닭 등 4대 주요축종의 1일 축산분뇨 발생 추정량은 136.4천톤이며, 이 중 돼지의 분뇨발생량이 76.6천톤으로 축산분뇨 발생량의 56.5%를 차지하는 것으로 추정된다[1]. 국내의 기술적, 경제적인 상황을 고려해볼 때 현 상황에서는 퇴비화에 의한 가축분뇨 처리가 가장 유용한 방법인 것으로 판단되며 이 퇴비화방법은 도시하수슬러지를 비롯한 기타 유기성 고형 폐기물의 처리에도 적용되고 있다. 홍(2001)은 퇴비화가 생분해성 폐기물의 리사이클링뿐만 아니라 토양개량을 위한 유용한 방법이라고 보고 하였다[2]. 퇴비화의 궁극적인 목표는 발효과정을 마친 퇴비를 유기성 비료자원으로서 경작지에 환원하는 것이기 때문에 가축분뇨퇴비화 관련업계 및 경종농가에서는 완성퇴비의 품질을 대단히 중요한 문제로 인식하고 있다. 일반적으로 완성퇴비의 품질은 퇴비화의 원료와 퇴비화과정에서의 발효조건조절에 의해 1차적으로 결정되어진다. 따라서 최근까지 대다수의 퇴비화 관련연구도 퇴비화 원재료의 처리와 발효과정의 최적화에 중점을 두고 수행되어 온 관계로 가축분퇴비의 이용성 개선 연구는 매우 미진한 실정이다. 호기발효된 육계분 펠렛의 사료영양적 가치[3] 연구와 당밀을 첨가한 육계분 펠렛의 사료영양적 가치 연구(2003)는 수행된 바 있으나, 현재 국내 대다수 퇴비화시설에서 수분조절재로 사용하는 톱밥과 혼합발효된 우분퇴비와 돈분퇴비를 재료로 하여 펠렛가공을 수행한 연구결과는 국내에서 보고 되어진 바가 없다[3,4]. 본 연구는 퇴비발효 차원

의 연구를 벗어나서, 조절된 퇴비화과정을 거쳐 생산된 돈분톱밥퇴비 및 우분톱밥퇴비 완성품을 재료로 하여 퇴비의 펠렛 가공성 여부와 가공에 따른 가축분 펠렛퇴비의 특성을 고찰하기 위하여 수행되었다.

2. 재료 및 방법

2.1 퇴비화 재료

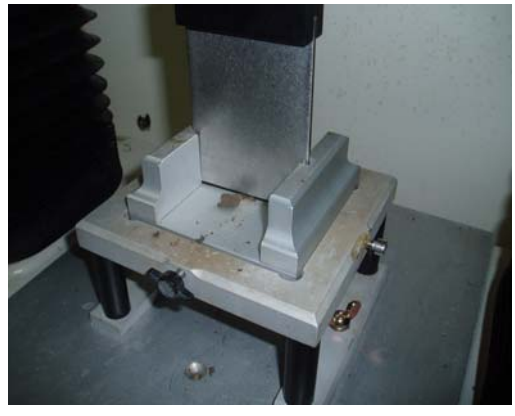
본 연구에서 펠렛가공 재료로 사용된 가축분 퇴비는 돈분과 톱밥, 우분과 톱밥을 각각 혼합하여 발효시킨 돈분퇴비 완성품과 우분퇴비 완성품이다. 돈분과 우분에 수분조절재로 톱밥을 혼합하여 원료 퇴비단의 수분함량을 60% 내외의 상태로 조절한 후 호기적 발효를 거친 돈분발효 퇴비를 재료로 하여 펠렛 제조시험을 수행하였다. 우분의 발효퇴비 펠렛화도 돈분 퇴비 펠렛화와 동일한 방법으로 병행하여 수행하였다.

2.2 퇴비 가공방법 및 재료

조절된 퇴비화과정에서 생산된 퇴비완성품을 펠렛가공하기 위하여 스쿠루 압출식 형태의 압출기를 이용하여 퇴비완성품의 펠렛가공 조건설정을 위한 시험을 수행하였다, 이 시험을 통해 결정된 조건하에서 가공된 가축분 펠렛퇴비의 물리화학적 특성조사와 이용성개선 관련항목에 관한 시험을 실시하였다. 가축분퇴비의 펠렛가공을 위해 7.5 Kw의 3상 모터를 동력원으로 하고 감속기를 사용하여 압출용 스크루의 회전속도를 110 RPM으로 조절하였다. 스쿠루는 작동길이 300 ㎜, 직경 110 ㎜ 규격의 제품을 사용하였다. 압출부는 95 ㎠ 의 단면적을 가진 두께 20 ㎜ 내외의 철제 원형 제품을 사용하였다. 이 압출부를 나사식 고정덮개를 사용하여 본체의 원통과 압출용 스크린의 선단에 빈틈없이 단단히 고정하여 압출용 스크루의 회전에 의해 생성된 압력이 손실되지 않도록 하였다. 압출부에는 다수의 원형 압출구가 천공되어 있으며 스크루의 회전으로 생성된 압력에 의해 가축분퇴비가 이 압출구를 통과하면서 펠렛화가 이루어지는 구조로 되어있다. 압출구의 직경은 7 ㎜ 이고 이 압출구의 면적은 압출부 전체 면적의 15% 내외를 차지하였다.

2.3 퇴비성분 및 물성측정 방법

가공된 가축분 펠렛퇴비의 화학적 특성조사는 AOAC법에 준하여 실시하였다[5]. 질소함량 분석은 시료를 분말로 하여 분해촉진제를 첨가하고 420℃에서 분해한 후 자동 킬달분석 장치를 이용하여 분석하였고, 인 함량은 과황산 칼륨을 첨가하여 120℃의 고압멸균기에서 30분간 분해한 다음 UV spectrophotometer를 사용하여 분석하였다. 중금속 함량은 분말시료를 표준시험법에 의해 분해한 후 ICP를 사용하여 분석하였다. 화학적 성분 분석 원료는 60℃ 의 드라이 오븐에서 48시간 건조하여 수분을 배제한 후 건물상태에서 분석하였다. 펠렛 가공품의 전단력과 압축강도 등의 내구특성은 물성측정기[Fig. 1]를 사용하였으며 전단력은 2mm 블레이드를 사용하여 25 mm 길이의 펠렛이 절단시의 응력을 측정하였고, 이때의 조건은 Pre Test Speed 3mm, Test Speed 1mm, Post Test Speed 5mm, Distance 10mm로 조절하였다. 압축강도는 25mm 규격의 프로브를 Pre Test Speed 3mm, Test Speed 1mm, Post Test Speed 5mm로 조절하여 6.8mm 규격의 펠렛이 균열되기 시작하는 시점의 응력을 측정하였으며, 이때 프로브의 압축진행 거리는 펠렛시료 직경의 30% 정도로 조절하였다.



[Fig.1] The scene of hear strength tester.

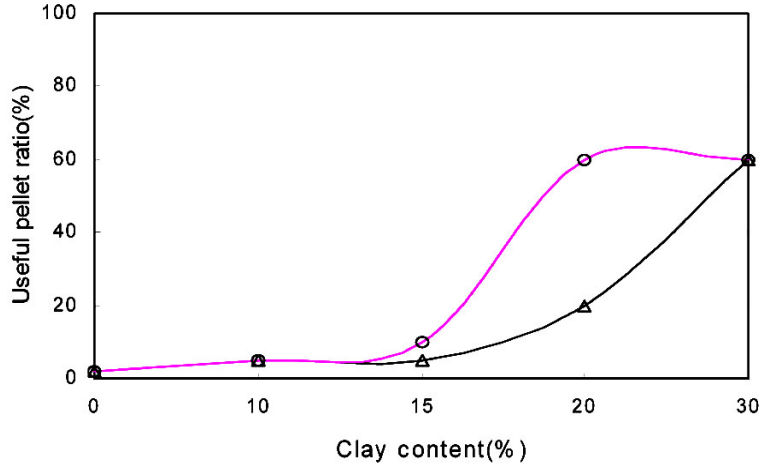
3. 결과 및 고찰

3.1 가축분퇴비 펠렛가공

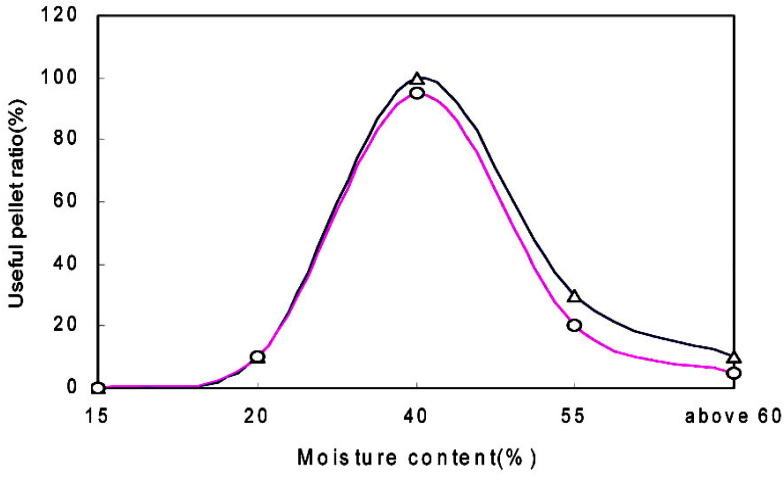
펠렛가공 과정에서 점착성을 부여하는 결착제로 사용된 점토의 성분은 건물기준으로 질소성분이 0.19%, 인 성분은 0.21%, 칼륨성분이 0.37% 이었고 조회분 함량은 94.8% 수준이었다. [Fig. 2]는 가축분 발효퇴비를 대상으로 한 펠렛가공 가능 여부의 시험 중 결착제인 점토함량의 수준에 따른 펠렛 퇴비 제조가공성을 시험한 결과이다.

점토가 혼합되지 않거나 부피기준으로 10%미만 수준의 점토를 혼합하였을 경우에는 가축분퇴비의 종류에 무관하게 펠렛가공이 불가능하였다. 점토 함량이 15%일 때 퇴비 투입량 대비 10%정도의 펠렛형태의 퇴비가 가공되었다. 점토함량이 30% 정도일 때는 우분과 톱밥이 혼합된 발효퇴비구와 돈분과 톱밥이 혼합된 발효퇴비구에서 투입량 대비 60% 내외 정도의 펠렛가공 효과를 보였지만 점토 중의 비료성분이 매우 적은 관계로 점토의 혼합량에는 한계가 있을 것으로 판단된다. 점토 등 무기물질을 35% 정도 함유시킨 돈분발효 퇴비를 재료로 하여 가공된 펠렛퇴비의 N, P, K 함량은 각각 0.57%, 0.53%, 0.26%에 지나지 않는다는 사실이 상기 가설을 뒷받침 해주고 있다. [Fig. 3]은 원료퇴비의 수분함량에 따른 펠렛퇴비 제조가공성을 시험한 결과이다. 수분함량 조절은 펠렛가공대상 발효퇴비에 물을 첨가한 후 교반하는 방법으로 수행하였다.

수분함량이 20% 정도로 건조된 발효퇴비의 경우 가축분 퇴비의 종류나 수분조절재의 종류에 무관하게 펠렛가공이 불가능한 결과를 보였다. 투입퇴비의 수분함량을 40% 내외로 유지할 경우 가축분의 종류와 수분조절재의 여부 그리고 결착제의 종류 및 첨가량에 관계없이 투입량대비 95% 이상의 유용한 펠렛 가공결과를 보였다. 특히 우분과 톱밥의 혼합퇴비일 경우에는 투입량 대비 100%에 가까운 유용 펠렛퇴비 생산효과를 얻었다. 반면에 수분함량이 55% 내외로 상승할 경우에는 시험대상 가축분 퇴비 모두에서 펠렛형태를 이루지 못하거나 유출부의 타공부분에서 빠른 속도로 튕겨져 나오는 결과를 보였다. 이 때 원료퇴비의 투입량은 3~5 ℓ/min 수준으로 조절하였다. 투입량이 많거나 적을 경우에는 적정한 수분함량을 가진 원료퇴비의 경우에도 양호한 가공성을 기대할 수 없었다. 원료 투입량이 3~5 ℓ/min 보다 많을 경우 스쿠류의 회전이 더디거나 멈추는 결과를 보였고 3~5 ℓ/min 보다 적을 경우 가공된 펠렛의 형태가 불완전하거나 쉽게 부서지는 약한 강도의 펠렛이 생산되



[Fig. 2] The difference of pelletizing performance of livestock manure compost by adding bonding agent(△: Cow manure compost, ○: pig manure compost).



[Fig. 3] The difference of pelletizing performance of livestock manure compost by water content of raw material(△: Cow manure compost, ○: pig manure compost).

었다. 이상의 결과로 미루어 볼 때 가축분퇴비의 펠렛가공 여부는 원료퇴비의 투입량과 수분함량 정도가 매우 중요한 요인으로 작용하는 것으로 판단된다[Fig. 4].

3.2 가공퇴비의 특성조사

3.2.1 펠렛가공시 특성 변화

발효퇴비를 재료로 하여 펠렛가공 퇴비를 제조할 때 스쿠루의 회전에 의해 압축과 마찰이 발생한다.

[Fig. 4] Pellet compost made of livestock manure compost.

이 과정에서 가축분 발효퇴비 본연의 영양물질의 변화여부가 중요한 관심사로 부각된다. 본 시험에서 사용된 우분 발효퇴비와 돈분 발효퇴비가 펠렛화 가공과정을 거치는 동안 발생한 N, P, K의 함량 변화는 [Table 1]에 나타난 바와 같다.

펠렛가공을 위해 발효시킨 가축분퇴비의 비료성분은 돈분 발효퇴비 원재료의 경우 N, P, K 함량이 건물기준으로 각각 2.05%. 1.89%, 1.31%를 기록하였고 돈분 발효퇴비 펠렛 가공품의 경우에는 각각 1.96%, 1.73%, 0.89% 로 분석되었다. 우분 발효퇴비 원재료의 경우에는 N, P, K 함량이 건물기준으로 각각 2.52%, 1.01%, 2.98%로 분석되었으며 우분 발효퇴비 펠렛 가공품 중의 N, P, K 함량은 각각 2.45%, 1.10%, 2.93%를 기록하였다. 상기 성분의 변화정도를 기준하여 볼 때 가축분 발효퇴비를 재료로 한 펠렛 가공과정에서 원재료 대비 펠렛가공 퇴비 중의 질소성분과 인성분의 변화가 크지 않은 것으로 나타났다. 퇴비 펠렛화 과정의 최종단계인 유출시의 펠렛퇴비의 온도는 70℃ 내외까지 상승하여서 곽 등(2002)이 보고한 펠렛화 가공시의 온도인 74℃와 비슷한 경향을 보였다[3]. 퇴비의 온도상승은 퇴비의 안전성 측면에서 유리한 작용을 하는 것으로 알려져 있는데 Hansen 등

[Table1] Changes of Nutrient Contents of Livestock Manure Compost by Pelletizing

(Unit : %, DM basis)

Classification	Nutrients (%)					
	N		P		K	
	Raw material	Pelleted compost	Raw material	Pelleted compost	Raw material	Pelleted compost
Pig manure compost	2.05	1.96	1.89	1.73	1.31	0.89
Cow manure compost	2.52	2.45	1.01	1.10	2.98	2.93

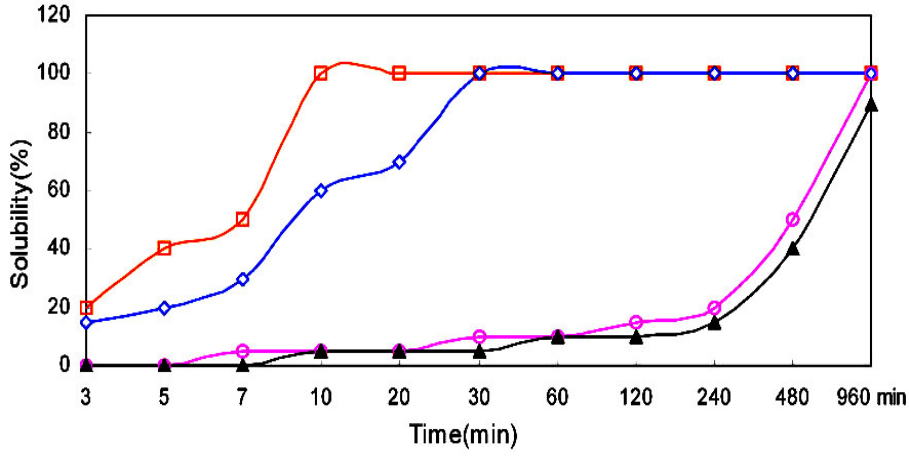
(1995)은 일반적으로 세균은 55~60℃ 의 온도에서 3일이면 사멸한다고 보고하였다[6]. Agnew (2003) 등은 적절한 퇴비화처리에 의해 병원균과 잡초종자 등을 제거할 수 있을 뿐만 아니라 지력증진에도 기여한다고 하였으며, Peisker는 압출과정에서 고온 고압의 조건에 의해 미생물이 사멸된다고 하였다[7,8]. 가축분 발효퇴비 재료 중에 포함되어 있는 중금속 함량과 가공처리를 거친 후의 펠렛 가공퇴비 중의 중금속 함량의 변화정도는 [Table 2]에 나타난 바와 같다.

펠렛 가공과정을 거치고 난 뒤 As 의 경우 원재료중의 함량에 비해 0.2~0.3 ㎎/㎏ 정도 증가하였고 Pb 의 경우에는 0.6~7.8 ㎎/㎏ 정도 증가하였다. Hg와 Cd의 경우에는 미소한 증가세를 보이거나 오히려 감소하는 경향을 보였다. Cu 와 Cr의 함량도 가공과정에 따른 변화는 미미한 수준이었다. 원료퇴비나 펠렛퇴비 가공품 각 항목 모두 비료공정규격에서 정하는 퇴비의 중금속 함량 기준치를 충족하고 있다[9].

3.2.2 가공퇴비의 특성시험

가축분 발효퇴비를 펠렛 가공하였을 때 가공품의 물에 의한 용해성 시험결과는 [Fig. 5]에 나타난 바와 같다.

자연 상태에서 풍건 건조한 가축분 발효퇴비 펠렛 가공품의 경우 물에 의한 용해성 시험결과, 침수 후 3분 경과 시부터 용해되기 시작하여 10~30분이 경과 후 완전한 용해상태에 도달하였다. 반면에 열풍건조기내에서 건조시킨 가축분 퇴비 펠렛 가공품의 경우에는 침수시부터 7분이 경과한 후부

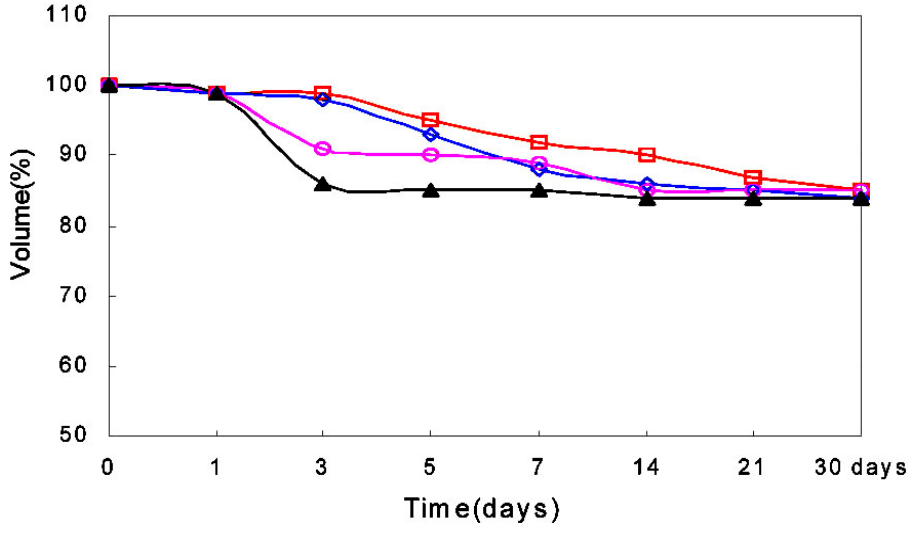


[Fig. 5] Changes of solubility of pelleted composts with time(□ : Pig manure pellet, ◇ : Cow manure pellet, ○ : Dried pig manure pellet, ▲ : Dried cow manure pellet).

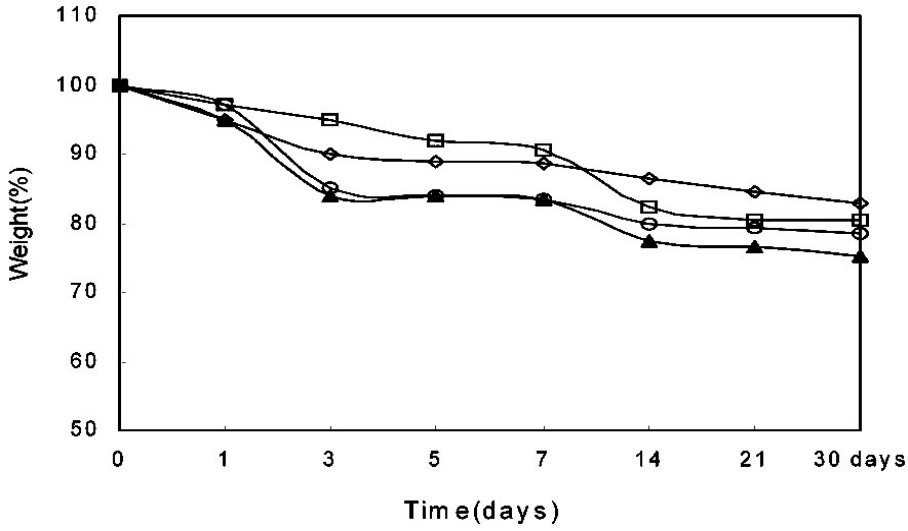
터 미소한 용해현상을 보이다가 960분 이상이 경과한 후에야 완전 용해상태에 도달하였다. 이러한 펠렛퇴비의 용해성 정도는 우분 발효퇴비를 이용하여 제조한 펠렛퇴비와 돈분 발효퇴비를 이용하여 제조한 펠렛퇴비에서 비슷한 경향을 보인다. 이 결과는 펠렛퇴비의 가공방법에 따라 경작지에 시용된 펠렛퇴비의 완효성 정도를 조절할 수 있다는 것을 의미하며, 상기 완효성여부는 펠렛 가공단계에서의 투입속도와 압력정도에 의해 조절할 수도 있었다. 펠렛가공이 이루어지는 3~5 ℓ/min의 투입량 범위 내에서 투입속도가 느린 경우에 제조된 펠렛의 용해속도가 더 느려지는 결과를 보였다. 제조된 가축분 펠렛퇴비의 부피는 저장기간이 경과함에 따라 감소하게 된다. 저장기간의 경과에 따른 부피 감소결과는 [Fig. 6]에 나타난 바와 같다.

저장기간의 경과에 따른 가축분 발효퇴비 펠렛가공품의 부피는 열풍건조시킨 펠렛 가공품이 자연상태에서 풍건건조 시킨 펠렛에 비해 제조 후 초기단계의 부피감소가 더 빠른 경향을 보였다. 그러나 저장기간이 지남에 따라 두 처리구의 부피가 비슷해지는 경향을 보이다가 30일 정도의 저장기간이 경과하면 두 종류의 펠렛이 공히 초기부피의 85% 내외의 부피를 가진다. 저장기간의 경과에 따라 펠렛가공품의 중량도 역시 감소하게 된다. 저장기간에 따른 각 처리구별 펠렛 가공품의 중량변화는 [Fig. 7]에 나타난 바와 같다.

초기의 중량변화는 열풍 건조시킨 펠렛가공품의 중량변화폭이 자연 풍건 건조시킨 펠렛가공품의 변화폭에 비해 더 큰 경향을 보인다. 저장초기 중량의 변화는 가축분 퇴비의 종류보다는 건조방법에 더 크게 영향을 받는다. 저장 후 30일 경과 후 각 처리구의 중량은 초기중량의 75~83%의 범위를 보였다. 건조전과 건조후의 퇴비의 영양소 함량의 변화에 비해 건조에 따른 퇴비중량의 변화폭이 훨씬 크기 때문에 퇴비의 중량감소는 동일한 비료성분을 경작지에 시용하는데 필요한 노동력을 감소시키는 요인이 된다. 퇴비의 부피감소 역시 중량감소와 마찬가지 효과를 가진다. 가축분 발효퇴비 펠렛가공품은 초기 저장방법은 제품의 저장성에 큰 영향을 미친다. 본 시험에서 제조된 가축분 퇴비 펠렛가공품을 공기가 통하지 않는 상태로 저장할 경우 3~4일 이내에 가공품에 사상균이 번식하게 된다. 반면에 동 가공품을 통풍이 되는 상태로 저장하게 되면 가공품에 이물질이나 곰팡이 등이 슬지 않는 양호한 상태로 건조되어졌다. 건조된 가공품의 수분함량을 20% 이하 정도를 유지할 경우



[Fig. 6] Changes of volume of pelleted composts with time(□ : Pig manure pellet, ◇ : Cow manure pellet, ○ : Dried pig manure pellet, ▲ : Dried cow manure pellet).



[Fig. 7] Changes of weight of pelleted composts with time(□ : Pig manure pellet, ◇ : Cow manure pellet, ○ : Dried pig manure pellet, ▲ : Dried cow manure pellet).

에는 밀봉상태나 통풍상태를 비롯한 여하한 방법으로 보관하는 경우에도 펠렛가공품에 곰팡이나 이물질이 발생하지 않았다. 따라서 가축분 발효퇴비 펠렛 가공품의 상태를 양호하게 유지하기 위해서는 초기 수분을 제거하는 것이 주요한 관건이 되는 것으로 판단된다. 가축분 펠렛퇴비를 경작지에 시용하기 위해서는 운송과정이나 기계작업 중의 물리적 충격에 대한 내구성을 필요로 한다. 본 시험에서 가공된 가축분 발효퇴비 펠렛가공품의 물리적 충격에 대한 내구성은 [Table 3]에 나타난 바와 같다.

직경 6.8mm의 가축분 발효퇴비 펠렛 가공품을 대상으로 하여 누르는 힘에 견디는 압축강도(Compression)를 시험한 결과, 우분과 돈분 모두에서 열풍건조 시킨 가공품의 전단력이 더 높게 나타났다. 압축강도가 높다는 것은 차량에 적재시 더 높은 하중에 부서지지 않고 견딜 수 있다는 것을 의미한다.

동일한 규격의 펠렛 가공품을 대상으로 하여 물리적 충격에 의해 부러지는 것에 견디는 전단력(Shearing force)시험을 수행한 결과, 전단력은 우분을 재료로 한 펠렛퇴비에서 더 높은 것으로 나

[Table2] Changes of Heavy Metal Concentration of Livestock Manure Compost by Pelletizing

(Unit : ㎎/㎏, DM basis)

Classification		Hg	Cd	As	Pb	Cu	Cr
Regulation standard		2.0	5.0	50.0	150.0	300.0	300.0
Pig manure compost	Raw material	0.018	0	2.1	22.0	8.7	7.0
	Pelleted compost	0.020	0.1	2.4	29.8	7.9	10.5
Cow manure compost	Raw material	0.033	0	1.3	7.9	5.8	7.3
	Pelleted compost	0.029	0	1.5	8.5	6.3	5.6

[Table3] Durability of Pelleted Compost Against Compression and Shearing Strength

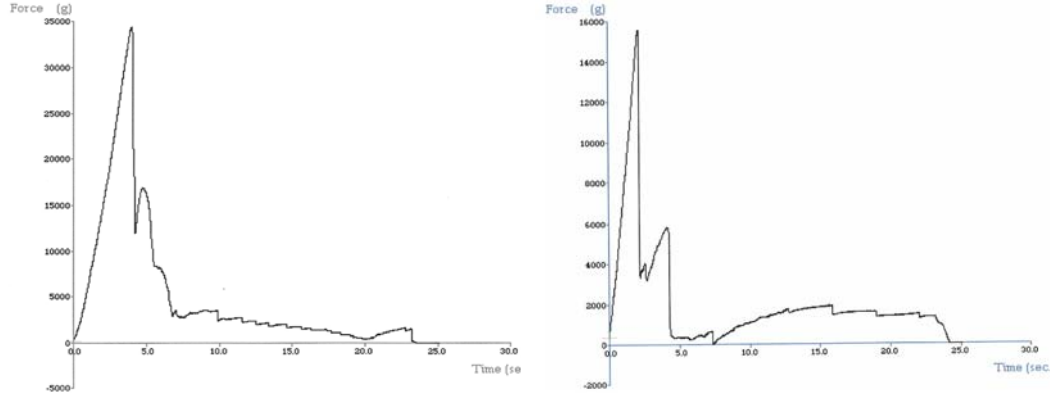
(Unit : kg/㎠)

Classification	Compression		Shearing force	
	Air dried pellet	Pellet dried in dry oven	Air dried pellet	Pellet dried in dry oven
Pig manure pellet	25	32	18.5	9
Cow manure pellet	29.5	30	20.5	12

타났고[Fig. 8], 동일한 가축분 퇴비펠렛일 경우에는 열풍건조 시킨 가공품보다 자연건조 시킨 가공품의 전단력이 우수하게 나타나서 압축강도와는 상반되는 결과를 보였다.

4. 결론

상기 연구결과를 종합하여 보면 가축분 발효퇴비 가공시 가장 중요한 요소는 발효퇴비의 수분함량과 원료 투입속도인 것으로 결론지어진다. 펠렛화를 위한 원재료의 수분함량이 40%이고 투입속도가 3~5 ℓ/min 수준일 경우에 가공 효과가 가장 좋았다. 펠렛가공 과정에서의 질소와 인 등의 비료성분 감소가능성은 크지 않았다. 반면에 펠렛퇴비 제조조건 조절에 의해 펠렛퇴비 완성품의 물에 녹는 정도를 조절할 수 있어 강수에 의한 비료성분의 급격한 유실 억제효과를 기대할 수 있었다. 비료성분의 유실량 감소는 경작지의 지력보존과 인근 수계의 오염방지에 기여하는 요소가 된다. 펠렛화에 의한 퇴비의 부피와 중량감소 그리고 물리적 내구성 개선효과 등은 퇴비 이용시의 기계화를 용이하게 할 수 있고 퇴비의 장거리 수송을 용이하게 하면서도 수송비용을 절감할 수 있는 다양한 효과를 가질 수 있게 한다. 이밖에도 퇴비자체에 대한 경작인 및 일반인의 인식을 개선하는 심미적인 효과 등 펠렛화 된 가축분뇨 퇴비가 가지는 긍정적인 측면이 많다. 가축분뇨를 유용한 유기성 비료자원으로 재활용하는 방법의 일환으로서의 가축분 펠렛퇴비의 실용화를 달성하기 위해서는, 펠렛화 기술 개발을 포함한 펠렛퇴비의 품질향상, 보존 및 이용



[Fig.8] The shear strength of pelleted composts.

성 개선에 관련된 더 많은 추가연구의 필요성이 있다고 판단된다.

참고문헌

1. 이재용 “축산환경시책 및 기술교육”, 농림부, 농협중앙회, p. 6. (2005).
2. 홍지형 “Characteristics of Biodegradation during Recycled Composting Process”, 한국도시환경학회지 1(1), pp. 17~24 (2001).
3. 곽완섭 “호기발효와 펠렛 처리가 육계분의 사료 영양적 성분에 미치는 영향 및 소형 펠렛기의 육계분 성형가능성 평가 ”, 한국축산시설환경학회지 8(3), pp. 191~198 (2002).
4. 곽완섭, 박종문 “육계분 혐기 또는 퇴적 발효사료 제조시 당밀 첨가 및 펠렛화가 사료영양적 가치 및 사료 적응기의 한우 기호성 개선에 미치는 영향 ”, 한국동물자원과학회지 45(1), pp. 87~100 (2003).
5. AOAC. “Official Methods of Analysis(15th Ed.). “Association of Official Analytical Chemists”, Washinton, D.C. (1990).
6. Hansen, R. C., Manel, K. M.,, Keener,H. M. and Hoitink, H. A. J. “The composting process- A natural way to recycle waste-OSUE., Bulletin 792., The Ohio State University. Columbus, OH. (1995).
7. J. M. Agnew., J. J. Leonard., J. Feddes and Y. Feng. “A modified air pycnometer for compost air volume and density determination”. Canadian Bio-systems Engineering., 45, pp. 627~635 (2003).
8. Peisker, M. “Influence of expansion on feed components”, Feed Mix 2, pp. 26~31 (1994).
9. 농촌진흥청 고시 제2005-1호 “비료공정규격”, (2005).