

송풍유무에 따른 우분퇴비화 효과분석 및 우분퇴비의 입상화방법별 특성비교

정광화[†], 김종곤, 이동준, B. Ravindran, 곽정훈

농촌진흥청 국립축산과학원

Analysis of the Composting Effect on Cow Manure by Aeration and Comparison of Characteristics of Cow Manure Pellet Composts According to Granulation Processing Method

Kwang-Hwa Jeong[†], Jung-Kon Kim, Dong-jun Lee, B. Ravindran, Jung-Hoon Kwag

National Institute of Animal Science (NIAS), RDA, Jeonju-si, Jeollabuk-do South Korea

(Received: Feb. 22, 2017 / Revised: Jun. 13, 2017 / Accepted: Jun. 13, 2017)

ABSTRACT: In the Korea, 80 percent of livestock manure were converted into compost and used as organic fertilizers. The livestock manure compost has two types of powder and pellet type (ID= 5~10 mm). The aim of this study was to investigate the properties of two types of cow manure compost pellet (cylinder and sphere type). Nitrogen concentrations of cylinder type and sphere type of compost pellets were 1.23 and 1.24%, respectively. There were similar with nitrogen concentration of cylinder and sphere types of compost pellets. As a result of analyzing the effect of granulation processing, it was found that the moisture content of the raw material was the most influential factor in the granulation processing in both of the processing types of the screw pressing method and the rotating cylinder method. When the cylinder and sphere types of compost pellets were dry to 20% of moisture content, the specific gravities of these compost pellets were 1.38 and 1.13, respectively. The compressive strength of cylinder type pellet and sphere type pellet were 27.6 and 11.3 kg/cm², respectively.

Keywords: Composting, Cow manure, Pelletized compost

초 록: 2015년 기준으로 국내에서 발생된 가축분뇨 중의 80%가 퇴비로 전환되어 유기성 비료자원으로서 농경지에 사용되었다. 현재 이용되고 있는 가축분 퇴비의 형태는 분말형이 주를 이루고 있으며 입상 형태 퇴비로서는 직경 5~10 mm 크기의 원기둥 모양으로 가공된 펠릿이 일부 사용되고 있다. 본 연구에서는 우분을 부숙시킨 분말형 퇴비를 원기둥 막대 형태의 펠릿과 구(구슬) 형태(Sphere type)의 펠릿으로 가공하였을 때의 특성을 비교, 분석하였다. 분말 형태 퇴비의 질소농도는 건물량 기준으로 1.05% 이었으며 원기둥 막대 형태와 구 형태로 펠릿화된 이후에는 각각 1.23%와 1.24%로서 가공방법에 따른 차이는 거의 발생하지 않는 것으로 나타났다. 입상화 가공효과를 분석한 결과, 스쿠루 압착식과 원통 회전형 입상화 방식 등의 두 가지 가공방식 모두에서 원료의 수분함량이 입상화가공에 있어 가장 큰 영향요소인 것으로 나타났다. 수분 함량 20% 수준으로 건조하였

[†] Corresponding author(e-mail : gwhaju@korea.kr)

을 때의 비중은 분말형 퇴비에 비해 원기둥 막대 형태와 구 형태 펠릿퇴비는 각각 1.38과 1.13 수준이었다. 퇴비 수송과 취급에 관련되는 요소인 압축강도는 원기둥 막대형과 구 형태 펠릿퇴비에서 각각 27.6 kg/cm^2 와 11.3 kg/cm^2 수준으로서 원기둥 막대형태 펠릿퇴비가 더 높았다.

주제어: 우분, 펠릿퇴비, 퇴비화

1. 서론

가축분뇨 퇴비화는 국내 가축분뇨 처리방법 중 가장 보편적으로 이용되고 있으며 2015년 기준으로 보면 전체 가축분뇨 발생량 (4,653만 톤) 중 80%에 해당하는 3,724만 4천 톤이 퇴비화 방법에 의해 처리되었다¹⁾. 가축분뇨 퇴비는 식물 생육에 필요한 주요 영양성분인 질소와 인산, 칼리를 포함하고 있을 뿐만 아니라 미량 영양요소 그리고 토양의 공극을 형성하는 입자성 물질까지 함유하고 있어서 토양의 비옥도를 높여주는 유기성 비료자원으로 널리 이용되고 있다. 그러나 현재 사용되고 있는 가축분뇨 퇴비는 가축분뇨에 톱밥이나 왕겨 등과 같은 수분조절제를 혼합하여 부숙시킨 것으로서 가루형태로 되어있는 것이 일반적이다. 2017년 현재 농촌진흥청에서 정하고 있는 가축분 퇴비 및 퇴비 품질등급 평가기준 등에 관한 운영 지침을 보면 특 등급 퇴비는 유기물함량이 40% 이상이고 유기물대 질소비는 35 이하, 수분함량은 35% 이상~50% 이하로 규정되어 있다. 또한 1 등급 퇴비는 유기물함량이 33% 이상이고 유기물대 질소비는 35 이하, 수분함량은 55% 이하로 규정되어 있으며 2 등급 퇴비는 유기물함량 30% 이상, 유기물대 질소비 45% 이하, 그리고 수분함량 55% 이하로 규정되어 있다²⁾. 퇴비의 수분이 높으면 무게가 증가하고 뭉쳐지기 쉬워서 퇴비를 경작지에 시비하는데 있어서 노동력을 많이 필요로 하는 문제가 있다. 농업인구의 노령화가 가속화되고 농기계 사용정도가 높아지고 있는 영농현황에 비추어 볼 때 농업 노동력 투입정도 감소와 기계화 작업효율 증대를 위해서는 입상화된 가축분뇨 퇴비의 사용필요성이 높아진 상황인 것으로 판단된다. 일반적으로 입상퇴비는 가루형태 퇴비에 비해서 수분함량이 상대적으로 낮은 반면에 밀도는 더 높아

서 더 작은 살포기계로도 필요량의 퇴비를 경작지에 고르게 살포할 수 있다는 장점을 가진다. 따라서 본 연구에서는 우분퇴비를 대상으로 하여 원기둥 형태와 구(sphere) 형태의 두 가지 모양으로 입상퇴비를 가공하고 그 특성을 분석하였다.

2. 재료 및 방법

퇴비화 실험에 사용된 우분은 소를 사육하고 있는 우사 바닥에서 신선한 분뇨를 선별하여 수거하였다. 채취한 우분에 톱밥을 혼합하여 분뇨의 수분을 65% 내외로 조절한 후 공기를 공급하는 송풍식 반응조에서의 퇴비화효과를 분석하였다. 퇴비화 효과는 부숙기간 중의 퇴비단 온도와 pH 그리고 부피 등의 변화가 안정되는 시기를 기준으로 하여 판단하였다. 퇴비화 실험은 23°C 내외가 유지되는 항온 실험실 내에서 수행하였다. 대조구로서 같은 규격의 퇴비화 반응조에 송풍을 실시하지 않는 상태에서 동일한 기간 동안 퇴비화를 수행하면서 퇴비화 과정에서 나타나는 현상을 송풍식 반응조와 비교, 분석하였다. 송풍식 퇴비화는 110 리터 규모의 원통형 반응조 내에서 실시하였다. 퇴비화 반응조 바닥에 송풍용 산기석을 설치하고 그 위에 눈 크기 0.5 mm의 스테인리스 철망을 덮어서 공기를 상향식으로 공급할 수 있도록 하였다. 공기는 반응조 외부에 설치한 브로워에 의해서 공급되도록 하였고 공기공급량은 가축분뇨 자원화시설 표준설계도 해설서에서 권장하는 양의 평균수준인 퇴비단 1 m^3 당 $1.25 \text{ m}^3/\text{min}$ 수준으로 하였다³⁾. 실험에 사용된 퇴비화 반응조의 구조는 Fig. 1과 같다. 공기를 공급하지 않는 대조구의 경우도 동일한 반응기를 사용하였으나 공기공급 장치는 가동하지 않았다. 퇴비화는 송

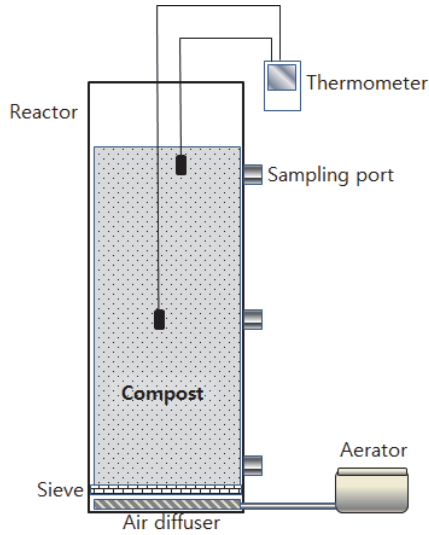
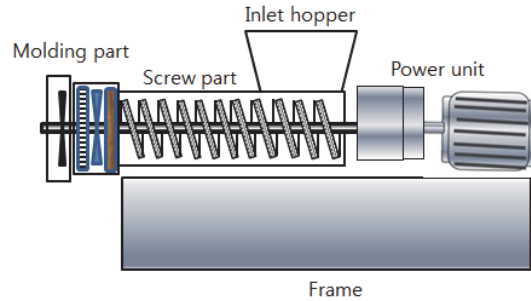


Fig. 1. Schematic diagram of composting reactor.

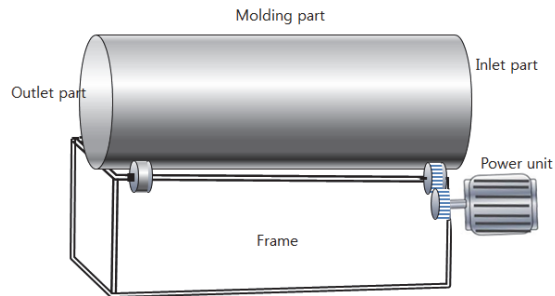
풍 퇴적식 방법과 단순 퇴적식 방법을 기준으로 하여 수행하였으므로 실험과정 중에 뒤집기 작업은 실시하지 않았다.

퇴비 입상화실험은 송풍식 조건에서 퇴비화가 완료된 우분퇴비를 원료로 하여 스크루 압착식 펠릿화 장치와 원통 회전형 입상화방식 펠릿화 장치를 사용하여 원기둥 막대형과 구 형태의 입상퇴비로 가공하는 방식을 적용하여 수행하였다. 시험에 사용된 스크루 압착식 입상화 장치와 원통 회전형 입상화장치의 구성은 Fig. 2에 나타난 바와 같다.

스크루 압착형태의 가공장치는 스크루의 회전에 의해 발생한 압력으로 인해 우분 퇴비가 Molding part의 압출공을 통해 빠져나오면서 원기둥 막대 형태로 가공되도록 제작하였다. 본 실험에 사용된 가공장치의 설계기준은 다음과 같다. 스크루의 직경은 100 mm, 피치는 40 mm 이며 회전속도는 20 rpm, 압출공의 직경은 8 mm로 하여 실험을 실시하였다. 원통 회전형 입상화장치는 균질화된 원료를 투입부에 투입하면 원통의 회전에 의해 우분퇴비가 원통 내면을 구르면서 구 형태로 가공되도록 설계, 제작하였다. 실험용 가공장치에 설치된 원통의 길이는 1,500 mm, 직경은 550 mm 크기로 제작하였으며 원통의 회전속도는 25 rpm으로 가동하였다. Fig. 2에 도시된 두 가지 형태의 입상화 장치에 의해 가공된 입상퇴비를 대상으로 하여 그 특성을



(a) Screw type pelletizing apparatus



(b) Rotating cylinder type pelletizing apparatus

Fig. 2. Schematic diagram of experimental pelletizing apparatus.

분석하였다. 입상화 효과는 투입한 원료가 입상으로 가공되는 비율을 기준으로 하여 판단하였다. 실험시료는 채취 즉시 실험실로 이송하여 분석하였으며 시료 전처리와 성분분석은 AOAC와 APHA에서 정하는 방법을 적용하였다^{4,5)}.

3. 결과 및 고찰

호기적 송풍식 퇴비화 반응조 내에서 우분을 부숙시켜 퇴비화 한 다음에 완숙된 퇴비를 원료로 하여 스크루 압착방식으로 가공한 원기둥 막대형 펠릿과 원통 회전형 입상화장치를 이용하여 구 형태로 가공한 펠릿의 특성을 비교, 분석하였다.

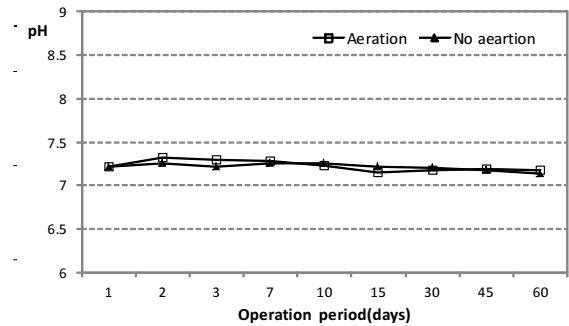
3.1. 송풍여부에 따른 우분 퇴비화 효과

동일한 우분을 원료로 하여 송풍조건과 비송풍 조건에서 60일 동안 퇴비화를 실시하였다. Rui 등 (2012)은 퇴비화에 있어 송풍이 매우 중요한 영향요소라고 보고한 바 있다.⁶⁾ 실험에 사용된 우분과 톱

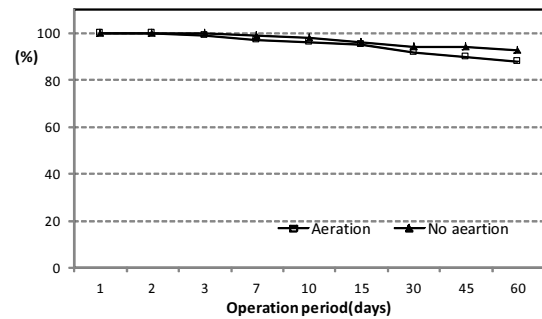
밥의 특성은 Table 1에 나타난 바와 같다.

실험에 사용된 우분은 소를 기르는 축사에서 직접 수거하였으며 톱밥은 일반 상업적 톱밥유통 업체에서 공급받아 사용하였다. 실험에 사용된 우분과 톱밥의 성분분석 결과 pH는 각각 7.39와 5.68, 질소는 2.01%와 0.233% 수준으로서 일반적으로 사용되고 있는 우분이나 톱밥의 특성과 유사한 것으로 나타났다. 우분과 톱밥의 염분함량은 각각 0.06%와 0.01% 수준으로서 농촌진흥청의 비료공정 규격 설정 및 지정 고시에서 정하고 있는 가축분 퇴비의 건물중 염분함량 기준인 2.0% 수준을 고려하였을 때 퇴비화 원료로서 사용상의 문제가 없는 것으로 판단된다. 퇴비화 개시시에 우분과 톱밥을 부피기준으로 1.0 : 0.25 수준으로 혼합하여 퇴비화에 적절한 수분인 65% 수준으로 조절한 후 실험을 실시하였다. 실험 결과, 송풍을 실시한 반응조와 송풍을 하지 않은 반응조의 퇴비화기간 동안 각 반응조의 pH는 큰 차이를 보이지 않았다. 두 처리구 모두 퇴비화 초기에 pH가 상승하는 경향이 있었으나 그 차이는 크지 않았고 퇴비화 기간이 경과함에 따라 pH가 약간 낮아지는 결과를 보였다. 퇴비화 기간 동안의 pH 변화와 퇴비 부피 변화는 Fig. 3에 나타난 바와 같다.

퇴비화가 진행되는 동안 송풍 퇴비단과 비송풍 퇴비단 모두에서 pH가 유사하게 변화하는 경향을 보였으나 송풍 퇴비단의 초기 pH가 비송풍 퇴비단에 비해서 약간 더 상승하는 현상이 나타났다. 퇴비화 기간이 경과함에 따라 퇴비단의 부피가 감소하였는데 송풍 퇴비단에서의 퇴비부피 감소가 비송풍 퇴비단에 비해 더 크게 나타나는 결과를 보였다. 이는 퇴비단내에서의 유기물 분해현상과 수분의 감소 그리고 중력에 의한 퇴비단의 침하현상 등이 복합적으로 작용한 결과에 기인한 것으로 판단된다. 퇴비화 기간 동안에 퇴비단의 부피 감소정도는 송풍 퇴비단에서는 12% 정도인 반면에 비송풍 퇴비단에서는 7% 정도인 것으로 조사되었다. 퇴비화 기간 동안 퇴비화 미생물의 유기물 분해활동이 활발해짐에 따라 퇴비단의 온도가 퇴비화 초기에는 상승하다가 퇴비화 기간이 경과함에 따라 다시 감소하는 것이 일반적인 현상인 것으로 알려져 있다. 본 실험



(a) Variation of pH



(b) Variation of volume

Fig. 3. Variation of pH and volume of each compost pile during composting period.

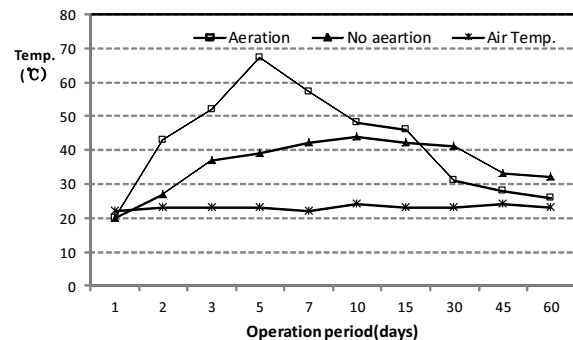


Fig. 4. Change of temperature of each compost pile during composting period.

기간동안 송풍 퇴비단과 비송풍 퇴비단의 온도변화를 조사한 결과를 Fig. 4에 도시하였다.

퇴비단에 대한 송풍여부에 따른 퇴비단의 온도는 송풍 퇴비단이 비송풍 퇴비단에 비해 초기 온도상승이 더 빠르게 진행되었으며 최고 온도도 더 높게 상승하였다. 송풍 퇴비단에서는 퇴비화 5일째에 최고온도 67°C를 기록한 반면에 비송풍 퇴비단에서는 퇴비화 10일째에 최고온도 44°C를 기록하였으며 퇴비화 기간 동안 온도변화가 송풍 퇴비단에 비해 더 완만한 것으로 나타났다. 이 결과는 송풍 퇴비단에서

미생물의 유기물의 분해활동이 초기에 더 활발하게 이루어졌다는 것을 의미한다고 볼 수 있다. 반면에 비송풍 퇴비단에서는 고온 도달시간이 송풍 퇴비단에 비해 상대적으로 더 길어지고 최고온도도 낮았다. 퇴비화 기간 동안의 온도 변화는 퇴비화기간 동안의 분해가능 유기물의 잔존정도를 가늠하는 간접 증거가 된다. Agnew 등(2003)과 Peisker(1994)의 보고에 따르면 퇴비단의 온도가 높아지면 잡초발생 억제, 유해세균 활동 억제, 세균사멸현상 등이 발생한다고 되어 있으므로 퇴비단의 온도상승은 퇴비화 시에 반드시 필요한 사항이다^{7,8)}. Hansen등(1995)은 퇴비화 과정 중 퇴비단의 온도가 55~60℃ 정도로 3일 이상 유지되면 퇴비중의 잡초씨앗과 유해세균이 사멸한다고 하였는데 가축분 퇴비는 농경지에 사용되고 작물생육에 이용되기 때문에 퇴비단의 온도상승은 농경지의 잡초억제와 작물생상성 향상과 연관되어는 요소가 된다.⁹⁾ 따라서 퇴비화기간의 단축과 퇴비의 안전성 향상측면에서 송풍 퇴비화가 비송풍 퇴비화에 더 유리하다고 판단된다.

3.2. 우분 펠릿퇴비 특성 분석

송풍식 퇴비화 조건에서 부숙시킨 우분퇴비를 원료로 하여 스크루 압착식 입상화 장치와 원통 회전식 입상화장치를 이용하여 가공된 입상퇴비의 특성을 분석하였다. 가공방법에 따른 최적 조건을 분석한 결과 스크루 압착식과 원통 회전식을 이용한 가공 모두에서 원료의 수분함량이 가공효율에 가장 큰 영향을 주는 요소인 것으로 나타났다. 스크루 압착식 입상화 장치를 이용한 가공에 비해 원통 회전식 입상화장치를 이용한 가공방법의 경우가 더 높은 수분함량에서도 입상퇴비 가공이 가능하였다. 두 가지 가공방식을 적용하여 입상퇴비를 가공하는 경우 원료의 수분함량에 따른 가공효율은 Fig. 5에 도시된 바와 같다.

퇴비 입상가공에 있어 원료 퇴비의 수분함량은 입상화 가공효율과 직접적으로 연관된 주요 영향요소인 것으로 나타났다. 스크루 압착식 입상화와 원통 회전식 입상화방식을 적용할 경우에 가공장치에 투입되는 원료의 적정 수분함량은 스크루 가공방식에서는 40% 내외 수준이었던 반면에 회전 원통식의

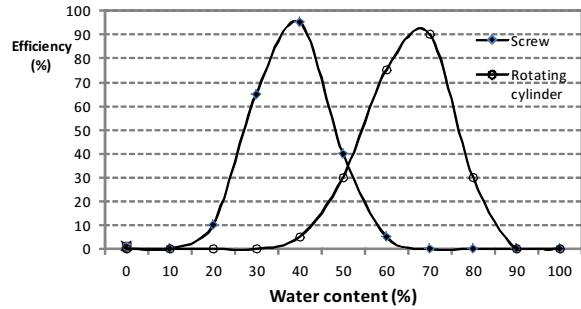


Fig. 5. Optimum moisture content of powder compost for pelletizing process.

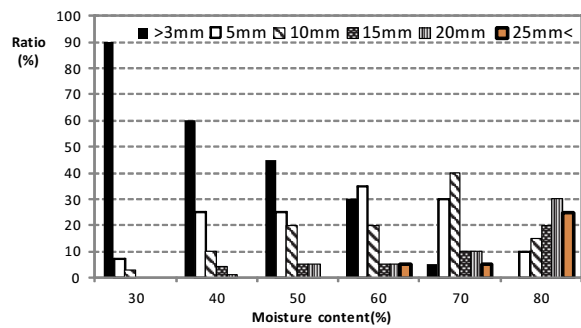


Fig. 6. Variation of diameter of compost pellet according to moisture content of powder compost in rotating pelletizing process.

경우에는 약 70% 내외 수준이었다. 스크루 압착식의 경우에는 원료의 수분함량이 30~59% 수준에 해당하지 않으면 가공효율이 극히 낮았던 반면에 원통 회전식의 경우에는 원료의 수분함량이 55~75% 수준에 해당하여야만 양호한 입상퇴비 가공효과를 기대할 수 있었다. 또한 원통 회전형 입상화장치를 이용한 가공시에 원료의 수분함량에 따라 가공되는 입상퇴비의 크기분포가 달라지는 경향이 있었다. Fig. 6은 원통 회전형 입상화장치에 투입되는 원료의 수분함량에 따라 가공되어지는 입자크기별 분포정도를 나타낸 것이다.

원통 회전형 입상화장치를 이용한 입상퇴비 가공시에 원료 퇴비의 수분함량이 낮을 경우에는 직경이 작은 입상 퇴비의 비율이 높아지는 반면에 원료 퇴비의 수분이 높으면 가공되는 입자의 크기가 커지는 경향이 있었다. Fig. 6에 나타난 바와 같이 원료퇴비의 수분함량이 30% 수준인 경우에는 대부분이 3 mm 이하의 크기로 가공되고 수분이 70% 이상

Table 2. Durability of cow manure pellet against compression and shearing strength

Item	Cow manure pellet made by screw type device		Cow manure pellet made by Rotating type device		
	Diameter 8 mm		Diameter 5 mm	Diameter 10 mm	Diameter 15 mm
Compression Strength	27.6		7.25	11.37	18.42
Shearing Strength	11.3		3.54	7.85	16.51

(Unit : kg/cm²)

이 되면 직경이 큰 입상 퇴비의 비율이 높아지는 특징을 보였다. 입상 퇴비는 분말형 퇴비에 비해 가루가 날리지 않고 점성이 더 적은 관계로 퇴비 포장과 운송 그리고 시비가 상대적으로 더 편리하다는 이점을 가진다. 스크루 가공방식과 원통 회전형 가공방식에 의해 가공되어진 후 수분 20% 까지 건조된 입상퇴비를 대상으로 전단력과 압축강도를 분석한 결과는 Table 2에 나타난 바와 같다.

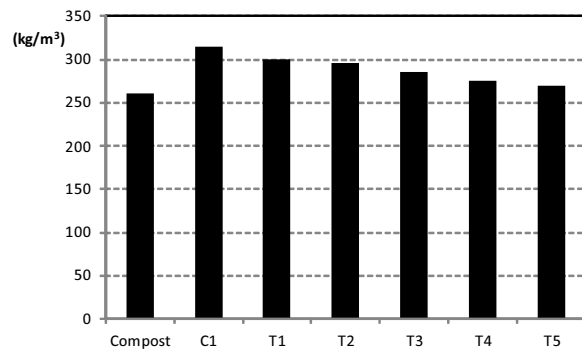
입상퇴비의 물리적 강도는 완제품 포장과 수송 그리고 시비과정에 직접적으로 연관된 요소로서 경작지로의 시비작업의 편리성, 시용된 후 토양 중에서의 완효성이나 속효성 등을 결정하기 때문에 입상퇴비 품질과 관련하여 중요한 고려요소가 된다. 실험수행 결과 쪼개지는 현상에 대응하는 전단력과 누르는 힘에 대응하는 압축강도의 경우 스크루 압착방식에 의해 가공된 입상퇴비가 원통 회전형 입상화방식에 의해 가공된 입상퇴비에 비해 더 높은 것으로 나타났다. 원통 회전형 입상화방식에 의해 가공된 입상퇴비의 경우에도 입자 크기에 따라 전단력과 압축강도가 다르게 나타났는데 입자크기가 클수록 전단력과 압축강도가 더 커지는 경향을 보였다. 원통 회전형 입상화방식에 의해 생산된 입상퇴비의 전단력과 압축강도도 일반적인 파쇄작용에 충분하게 견뎌내는 것으로 보아 통상적인 취급과 기계화 시비에 문제가 되지 않을 정도인 것으로 판단된다. 가공품을 비료자원으로 활용한다는 목적하에서는 가공에 의해 성분의 변화가 있어서는 안된다. 원료퇴비를 입상화하는 과정에서 성분의 변화 정도를 분석한 결과를 Table 3에 나타내었다.

스크루 압착식 제조방법이나 원통 회전형 입상화 방법을 적용하는 경우 모두에서 입상화 과정에 따른 성분변화 현상은 크게 나타나지 않았다. 입상화된 퇴비중의 질소함량은 원료에 비해 오히려 증가

Table 3. Change of characteristics of cow manure compost by pelletizing process

Item	pH	EC (μS/cm)	VS/TS (%)	N(%)	NaCl (%)
Cow manure	7.89	1,621	92.56	1.05	0.8
Cow manure pellet made by screw type apparatus	7.38	1,765	90.64	1.23	0.8
Cow manure pellet made by rotating type apparatus	7.37	1,830	90.86	1.24	0.9

하는 것으로 나타났는데 이는 입상화 처리에 의해 퇴비가 압축되는 현상에 기인한 것으로 판단된다. 이러한 현상은 퇴비의 부피대비 비료성분 함량증대를 위해서 바람직한 결과인 것으로 해석될 수 있다. 입상화 과정에서 원료가 압축됨에 따라 겉보기 비중이 늘어나게 되는데 본 실험에서 입상화 과정에 의한 입상퇴비의 겉보기 비중을 분석한 결과는 Fig. 7에 나타난 바와 같다.



C1 : cylinder type pellet, T1 : sphere type pellet(3 mm), T2 : sphere type pellet(5 mm), T3 : sphere type pellet(5 mm), T4 : sphere type pellet(10 mm), T5 : sphere type pellet(15 mm)

Fig. 7. Change of specific gravity of compost pellet.

퇴비시용에는 기계작업과 노동력이 소요되므로 동일한 부피의 퇴비를 시용했을 때 더 많은 비료성분이 토양으로 전달되어야 하고 작업도 간편해야 한다. 퇴비의 밀도가 높으면 동일한 부피에 더 많은 비료성분을 함유할 수 있으므로 단위면적당 시용되는 퇴비의 전체 부피가 감소하는 효과가 있어서 퇴비시용에 필요한 노동력이 절감되는 효과를 기대할 수 있다. 본 실험에서 적용한 스크루 압착식 입상화와 원통 회전식 입상화 방법을 통해 가공한 입상퇴비의 겉보기 비중을 분석한 결과 수분 함량 20% 수준으로 건조하였을 때의 겉보기 비중은 분말형 퇴비에 비해 원기둥 형태와 구 형태 펠릿퇴비가 각각 1.38과 1.13 수준으로 상대적으로 더 높았다. 원통 회전식 입상화 방법을 적용하여 가공한 입상퇴비의 경우 입자크기가 커질수록 겉보기 비중이 낮아지는 결과를 보였다.

4. 결론

우분퇴비를 원료로 하여 스크루 압착식 입상화 장치와 원통 회전식 입상화장치를 이용한 가공실험을 수행하여 입상퇴비화 할 때의 가공형태별 가공 효과와 입상퇴비 특성을 분석한 결과를 요약한 결론은 아래와 같다.

1. 우분과 톱밥을 혼합하여 퇴비화에 적절한 수분인 65% 수준으로 조절한 후 퇴비화를 실시한 결과 송풍을 실시한 반응조와 송풍을 하지 않은 반응조의 퇴비화기간 동안 각 반응조의 pH는 큰 차이를 보이지 않았다.
2. 퇴비단에 대한 송풍여부에 따른 퇴비단의 온도는 송풍식 퇴비단이 비 송풍식 퇴비단에 비해 초기 온도상승이 더 빠르게 진행되었으며 최고 온도도 더 높은 것으로 나타났다. 송풍식 퇴비단에서는 퇴비화 5일째에 최고온도 67°C를 기록한 반면에 비 송풍식 퇴비단에서는 퇴비화 10일째에 최고온도 44°C를 기록하였으며 퇴비화 기간 동안 온도변화가 송풍식 퇴비단에 비해 더 완만한 것으로 나타났다.
3. 입상퇴비 가공방법에 따른 최적 가공조건을 분석한 결과 스크루 압착식 입상화장치와 원통 회

전식 입상화장치를 이용한 가공방식 모두에서 원료의 수분함량이 가공효율에 가장 큰 영향을 주는 요소인 것으로 나타났다.

4. 원통 회전형 입상화방식에 의해 가공된 입상퇴비의 경우에도 입자 크기에 따라 전단력과 압축강도가 다르게 나타났는데, 입상퇴비의 입자크기가 클수록 전단력과 압축강도가 더 커지는 경향을 보였다.

5. 스크루 형태와 원통 회전형 입상화방법을 적용하는 경우 모두에서 입상화 과정에 따른 퇴비의 성분변화 현상은 나타나지 않았다.

6. 원통 회전식 입상화 방법을 적용하여 가공한 입상퇴비의 경우 입자크기가 커질수록 겉보기 비중이 낮아지는 결과를 보였다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 연구과제인 가축분뇨 고품질 연료 열량증대 기술개발(PJ010948012017)과정에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

References

1. Korean Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, "Yield of Livestock Manure in South Korea", (2016).
2. RDA, "Operating guideline for Evaluating Standards of Quality Rating in livestock manure compost", (2016).
3. Korean Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, Ministry of Environment, National Agricultural Cooperative Federation, "Standard drawing of recycling facility for livestock manure(handbook)", (2009).
4. AOAC, "Official Methods of Analysis", AOAC INTERNATIONAL, (2007).
5. APHA, "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", 21th Edition, (2005).
6. Guo, Rui, Li, Guoxue, Jiang, Tao, Schuchardt,

- Frank, Chen, Tongbin, Zhao, Yuanqiu, Shen, Yujin
“Effect of Aeration Rate, C/N ratio and Moisture Content on the Stability and Maturity of Compost”,
Bioresource Technology, 112, pp. 171–178, (2012).
7. Agnew, J. M., Leonard, J. J., Feddes, J and Feng, Y., “A modified air pycnometer for compost air volume and density determination”. Canadian Biosystems Engineering, 45, pp. 627–635. (2003).
8. Peisker, M. “Influence of expansion on feed components”, Feed Mix, 2, pp. 26–31. (1994).
9. 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).