

## 가축분뇨 퇴비 품질기준 및 퇴비화 악취 저감기법

홍 지 형

순천대학교 농생대학

### Quality Criteria of Manure Compost and Composting Odor Control

J. H. Hong

Sunchon National University Sunchon 540-742 Korera

#### 서 론

바람직한 퇴비조건과 품질기준은 양질의 퇴비를 제조하여 유통하는데 있어서 가장 중요하다. 퇴비는 호기성 상태에서 충분히 발효되어 악취가 없이, 건조시켜서 가볍게 하고, 가루상태보다 알곡상태로 처리하여 취급이 편리해야 된다.

또한, 호기성 고온(40~60℃) 발효처리로서 위생적이며, 생육저해물질이 없이, 유기성분이 안정화되어야 한다. 또한, 염류농도를 낮게 해야된다. 그러므로 퇴비 제조시 염분이 많이 함유된 오줌(尿)살포를 삼가해야 한다.

호기성 퇴비화는 가축배설물 및 농산물 잔재 혼합물내의 유기물을 미생물 활동으로 분해, 안정화하여 식물 비료로서 이용이 가능한 상태가 되게 하는 것이다.

퇴비화 과정에서 발생하는 대량의 악취발생이 축산 환경오염의 주요 발생 원이 된다.

따라서, 가장 과학적이고, 경제적인 방법으로 대기오염을 최소화하고, 합리적인 완숙 퇴비를 제조하여, 지력증강과 작물수량을 증대하기 위한 친환경 농축산업 기술개발이 요청된다.

본 연구는 축분 퇴비화 과정에서 발생하는 악취의 저감과 완숙퇴비 조건에 대하여 지금까지 연구성과를 기초로 고찰 하고자 한다.

**핵심어** : 축분 퇴비(manure compost), 퇴비 악취(compost odor), 축분 관리(animal waste management) 축분 퇴비 바이오 필터(manure compost biofilter)

#### 1. 바람직한 퇴비화 조건과 퇴비 품질 기준

퇴비제품은 가급적 건조시켜서 취급이 용이해야 된다. 퇴비를 저장하는 경우에 수분이 높아져서 부패하기 쉽게 되므로, 포대에 포장하는데 수분 함량은 30% 이하로 건조시켜야 된다. 높은 가격으로 판매되는 퇴비는 수분이 낮아서 취급이 쉬운 것과, 퇴비형상은 살포할 때에 가루상태 보다는 알곡상태 또는, 펠레트(pellet) 상태로 활용되게 한 것이 특징이다.

생분 중에는 병원균과 기생충란 등이 들어있다. 축분 퇴비 판매는 이러한 병원균 등을 완전히 사멸처리 하는게 대단히 중요하다

다. 이르기 위해서는 퇴비화 온도가 55~60℃로서 3일 이상이 지속되는 고온처리과정이 필수적으로 통과되어야 한다.

페놀性酸(phenolic acids)과 저급지방산(volatile fatty acids:VFA) 등의 작물생육에 저해되는 영향물질은 배설 직후에 축분 중에는 많이 있지 않으나, 축분이 방치되는 혐기성 상태에서 다량 발생된다. 또한, 축사의 깔짚, 퇴비화 부자재로서 이용되는 톱밥 등에는 페놀성산이 포함되어 있다. 따라서, 퇴비화 과정이 혐기성 조건이 되지 않도록 주의해서 발효를 촉진시켜서 생육저해물질을 분해하는 것이 중요하다.

생분에는 분해되기 쉬운 유기물(이분해성 유기물)이 다량 들어 있어, 다량 사용하면 토양 중에 미생물이 급속히 증식하여 토양이 환원상태(산소부족상태)가 된다. 이러한 상태는 작물뿌리를 상하게 하고, 생육저해물질이 발생이 어렵다. 따라서, 충분히 썩혀서, 퇴비화 과정에서 이분해성 유기물을 분해시켜 두는 것이 중요하다.

축분뇨에는 카리, 나트륨 등의 염류가 많이 들어 있다. 퇴비화에 있어서 톱밥, 볏짚 등의 부자재를 혼합시키면, 이들로서 희석되어져서, 염류농도가 낮아진다. 그러나, 최근에 순환퇴비와 건조분을 이용한 축분 수분조정 방식이 많이 사용되어서 이들 퇴비의 염류농도가 높아지는 경향에 있다. 또한, 尿(오줌)와 汚水 처리 수단으로서 발효 중 퇴비에 尿汚水를 살포하고, 발효열을 이용하여 수분을 증발하는 방식도 있다. 이러한 방식은 요오수 처리가 쉬우나, 尿에는 다량의 염

류가 들어 있어, 요오수를 살포한 퇴비의 鹽類 농도는 높아지게 된다. 따라서, 고품질 퇴비를 제조하려면, 요오수 살포를 하지 말아야 하며, 염류농도 지표가 되는 전기전도율이 5ds/cm 이상이면 시설원에 퇴비 이용이 불가능하므로, 尿를 포함치 않는 퇴비를 제조해야 된다.

표 1은 축분 퇴비의 완숙지표를 나타내는 최상급 품질 기준(홍지형 외, 1999; Epstein, 1997)을 표시한 것으로서, 이들 함량을 기준으로 퇴비를 등급화 하여, 경종농가가 유기질 비료 구입 비용과 사용용도를 고려하게 하는 것이 필요한 실정이다.

## 2. 호기성 축분 퇴비화 처리 악취 조절 방법

미생물에 의한 유기물 분해는 호기성 분해와 혐기성 분해로 대별된다. 전자는 산소가 풍부한 조건 하에서 호기성미생물의 작용으로 진행되나, 후자는 산소가 전혀 없는 상태에서 혐기성미생물의 작용으로 진행된다.

가축배설물 퇴비화에 있어서는 배설물의 상태와 관리 방식에 따라서, 호기성 분해와 혐기성 분해로 일어난다. 이들 분해 방식에 따라서 발생 악취는 크게 다르다. 호기성분해에서 발생하는 악취는 암모니아가 주체이며 취기의 질은 비교적 단순한 자극 취기이며, 대기 중에 확산·희석되어지면 비교적 불쾌감이 쉽게 감소된다. 한편, 혐기성 분해에서 발생하는 취기는 저급지방산, 유황화합물(특히, 황화수소), 아민 류 등이다. 이들 취기의 질은 썩어지는 부패 냄새로서 불쾌감이 높

Table 1. Recommended best quality index of manure compost

Parameter	Standard	Parameter	Standard
Soluble salts	<4.0ds/m	pH	6.0 to 8.0
Particle size	13 to 20mm	C/N	<20
Moisture content	<30~40%(w.b)	CO <sub>2</sub> respiration rate	<5
Temperature	> 55~60℃, 3 days	O uptake rate	<1.0

아, 환경 중에 방출되면, 민원 대상이 된다. 따라서, 축산 폐기물 퇴비화처리는 호기성 분해로 관리하는 것이 악취관리상 바람직하다.

생분과 미숙한 퇴비는 취기가 강하므로 악취를 제거해야 손쉽게 이용이 가능하다. 악취 성분으로는 암모니아, 저급지방산(VFA), 유황화합물(황화수소, 메칠 메르캅틴, 황화 메칠 등) 등이 있으나, 퇴비화로서 충분히 썩게 되면 이러한 악취성분이 제거되며 흠과 같은 냄새가 나타나게 된다(Elwell, et al. 2001). 그러나, 퇴비화 관리가 나빠서 혐기성부분이 발생되면, 다량의 악취 성분이 발생되므로 호기성 조건 하에서 유지관리가 필요하다.

퇴비화 악취 조정 방법은 수분 함량의 조절, 통기성 부여, 탄질비 조절 및 호기성 조건 유지 등이 있으며, 이들 각 항목의 구체적인 조작 방법은 수분 함량 조정에서 고액분리, 예비건조, 부자재 첨가 및 리사이클 퇴비 부자재 사용 등이 있고, 통기성 부여에서 부자재 첨가, 리사이클 퇴비 첨가, 정기적인 반전 등이 있고, 탄질비 조절은 고액분리 및 부자재 첨가 등이 있으며, 호기성 조건 유지는 강제 통기 및 정기적인 반전 작업 등이 있다.

퇴비화 재료는 수분 함량이 65%, 탄질비(C/N)가 30정도가 이상적이다. 한편, 배설 당사에서 축분은 수분이 70~85%, 탄질비가 10~20 범위로서 적정조건과 비교하여 볼 때에 수분이 높고, 탄질비가 낮다. 가축 오줌이 많이 들어올 경우는 수분이 많아지며, 탄질비가 낮아진다.

또한, 배설할 때에 가축 분은 압밀되어 통기성이 낮게 되어지므로, 호기성 퇴비화 처리는 전처리과정에서 투입되는 부자재의 성분 조절이 필요하다.

성분조정을 위한 조작은 가축배설물의 고액분리, 예비건조, 부자재 투입 등이 있으나, 특히 유기질 부자재 투입은 수분, 탄질비, 통

기성 등을 동시에 만족하며, 흡착된 배설물 취기를 경감하는 효과도 기대 할 수 있다.

호기성 퇴비화처리용 부자재로서 사용되는 것은 볏짚, 톱밥, 수피, 왕겨 등이며, 이것들은 축사용 깔짚 재료로 사용되어, 축사에서 축분과 혼합, 반출되어 퇴비화처리 된다. 여기서, 축사 밖에 배출시점에서 수분이 과잉한 경우에는 퇴비화 퇴적 전에 부자재 여분을 첨가 할 필요가 있다. 혼합비율은 분과 부자재의 수분에 따라서 조정된다. 예를 들면, 톱밥 부자재의 경우는 수분이 70~80%인 축분 1에 대하여 용량비 1-1.5이다. 먼저 얻어진 리사이클 퇴비를 축분에 혼합하여 퇴비화 할 때에는 부자재 투입과 같은 수분으로 조정하면, 취기 흡착효과와 퇴비 중에 미생물이 공급되어, 퇴비화 촉진효과도 기대 할 수 있다.

퇴비화 과정에서 관리 초점은 호기성 처리 조건을 유지하는 것이다. 구체적으로는 퇴적물 내부의 통기성을 유지하는 것이다. 최초 퇴적에 있어서는, 퇴적물 높이는 1~2m 정도로서 체적은 1톤당 2m<sup>3</sup> 이상이 적정하다. 또한, 퇴적 중에 강제통기를 하여 호기성 조건을 유지 하는게 중요하며, 통기량은 퇴적물 1m<sup>3</sup>당 매분 50~100ℓ가 최적 범위이다. 옥외 퇴적의 경우는 취기가 직접 확산하는 문제가 있으므로 퇴적물 표면을 쉬트(sheet)로 쌓아서 취기 확산을 방지하면, 퇴적물 내부가 혐기성상태로 되어 문제가 되므로 장기적인 면에서 옥내 퇴적으로 개선이 바람직하다.

퇴비화 진행에 따라서, 퇴적물은 자중과 유기물 분해로서 체적이 감소하여 압밀화가 진행된다. 이를 방지하기 위해서 정기적으로 반전하여 내부에 공극을 확보하여 호기성 상태를 유지할 필요가 있다. 최소한 2주일에 1회로 정도이며, 1주당 1회 반전이 바람직하다. 반전 빈도는 퇴비화 소요기간에 큰 영향을 미치며, 일주일에 1회 반전하면 1~2개월 정도에 퇴비화가 가능하다. 퇴비재료의 반전

으로 인해 발생하는 취기는 필연적이므로, 반전부분에 약간의 살수처리로서 취기발생을 억제 할 수 있다. 탈취장치가 있는 경우는 국소 배기에 의한 악취공기를 장치에 도입하여 처리해도 가능하다.

### 3. 기타 주변사항

현재, 광물질, 미생물, 산소 등을 소재로 사용하는 퇴비화 촉진과 취기저감을 위한 자재가 여러 종류 시판되고 있다. 이러한 자재는 이용하는데 있어서 특별한 설비가 없이도, 직접 살포혼합 하거나, 사료에 넣어서 처리하는 것과 같이 사용법이 쉬우므로, 탈취시설을 설치하는 것에 비하여 비용이 적게 되므로 농가에 널리 활용이 되고 있다. 그러나, 생산자로부터 효과 확인과 안전성 검정이 불충분한 것도 있으므로, 농가는 자재를 도입 할 때에 사전에 충분한 조사를 할 필요가 있다.

퇴비화 시설 현장에서는 노동력 부족, 부지의 부족, 시설의 건설·관리에서 경제적 문제 등의 제약을 받는 경우가 많다. 이러한 경우는 퇴비화 센터 등에 의한 집약적 관리가 가능하며, 이로서 악취문제도 경감할 수 있다. 최근, 이제까지 사용되어진 볏짚, 톱밥, 왕겨 등의 부자재가 부족하거나, 또는 지역적인 편재로 인하여 구입이 곤란한 경우가

있다. 충분한 부자재량의 확보는 개개 농가 노력으로 어려우므로, 조직적인 후원이 바람직하다.

표 2는 가축분뇨 퇴비 연구개발분야(Haga, 1999)를 나타낸 것으로 악취 저감화 기법, 고품질 퇴비, 저비용 및 적정분배 등이다. 특히, 악취는 정량적으로 분석하여, 바이오 필터 또는 바이오 스크러버 등으로 생물학적 탈취(홍지형, 2000) 처리한다.

## 적 요

앞으로 친환경 유기농업을 위한 축산환경 보전 및 퇴비 유통과 이용을 촉진하기 위해서는 대기, 수질, 토양오염 등의 환경오염을 방지하는 축산 환경기술 개발뿐만 아니라, 축분퇴비품질 기준면에서 경종농가 작물 사용에 적합한 고품질 퇴비제조와 간단한 평가 방법의 확립이 필요한 시점에 와 있다.

## 인 용 문 헌

1. 홍지형 외 3인 1999. 축산폐기물 자원화. 도서출판 동화기술. pp. 47-67.
2. 홍지형. 2000. 축사와 퇴비시설 취기제어를 위한 생물학적 탈취기술 적용. 한국축산시설환경학회지. 6(3):153-160.
3. Elwell, D. L. et al. 2001. Odorous emissions and odor control in composting swine manure/sawdust mixes using continuous and intermittent aeration. Transactions of the ASAE. 44(5):1307-1316.
4. Epstein E. 1997. The Science of Composting. Technomic Publishing Co. Lancaster, Penn. USA. pp.107-136.
5. Haga, K. 1999. Composting technology for animal wastes. Proc. of Int. symposium of bio-recycling/composting in Sapporo, Japan. III-1-1 ~ 13.

Table 2. Research and development for manure compost

1. Composting
(1) Low emission: Odor, Ammonia emission
(2) High quality: Maturity, Toxic
(3) Low cost: Simple is best
2. Distribution
(1) Information: Supply and demand
(2) High quality: Suitable for handling
(3) Transportation: Time and place
(4) Cultivation: Environmentally friendly use