

특 집

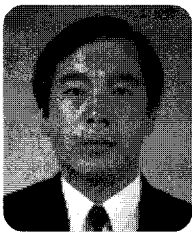
분뇨처리 종류별로 보는 최근 변화와 동향

퇴비화 처리방법의 최근 동향과 전망

1. 머리말

우 리나라 축산업은 과거에는 농사를 위한 보조수단과 농가의 부업형태로 돼지를 사육하여 왔으며, 발생하는 돼지분뇨는 다시 농경지에 환원되어 환경오염원으로 크게 문제가 되지 않았다. 그러나 1970년대에 들어오면서 정부의 축산진흥정책과 국민소득의 증가로 육류 및 유제품에 대한 소비가 증가되면서 가축의 사육두수도 급격히 증가되었을 뿐만 아니라 사육규모도 전업화, 기업화 되었다. 따라서 축산업도 '60, '70년대 농가에서 가축을 부업규모로 사육할 때는 가축분뇨를 대부분 비료로 사용하였기 때문에 문제가 되지 않았으나 1980년대에 들어서면서 사육규모가 전업화, 대규모화, 집단화됨에 따라 배출되는 가축분뇨 양이 늘어나 처리가 불가능하게 되면서 환경오염 문제가 대두되게 되었다.

돼지의 경우에 2002년도 호당 사육두수는 505.8두로 조사보고 되었으나, 호당 500두 이상을 사육하는 두수가 전체 사육두수의 61%(3,269천두)로서 돼지분뇨를 종래의 전통적인 방법인 사육농가가 직접 퇴비로 이용하기는 불가능하게 되었으며, 이에 따른 돼지분뇨는 환경오염원중 한 요인이 되었다. 그러나 가축분뇨는 생산규모가 소규모로서 경종농가에서 거름으로 이용할 때는 생산자원으로 이용하여 생산비를 절감할 수 있으나, 이의 적정한 관리와 이용이 안 될 경우에는 환경오염뿐만 아니라 폐기물 처리비용까지 추가될 수 있다.



곽 정 훈 축산연구사
축산연구소 축산환경과



이에 따른 해결방안을 찾기 위하여 돼지분뇨를 퇴비화하는 방법에 대하여 다시 한번 검토하고 앞으로 퇴비화방법에 대한 전망을 함으로써 양돈농가들이 돼지분뇨를 효율적으로 퇴비화 할 수 있는 방법을 모색해보고자 한다.

2. 돼지분뇨 퇴비화 방법

가. 돼지분뇨 발생량 및 특성

가축분뇨 전체 배설량은 1970년대에 10,012천톤에서 2002년에는 32,987천톤으로 약 3.3배가 증가하였으며 축종별로는 돼지가 12,592천톤('02)으로 약 7.3배나 증가되어 돼지분뇨의 처리에 대한 관심이 그만큼 중요하다는 것을 나타내고 있다. 연도별·축종별 가축분뇨중 비료성분 배설량은 1970년대에 90.2천톤으로 적었으나 2002년 현재에는 335.7천톤으로 약 3.72배가 증가 되었으며 비료성분별로는 N 192천톤, P₂O₅ 61.6천톤, K₂O 81.7천톤/년 정도로 조사되었다. 그리고 축종별로 보면 질소성분의 경우에는 돼지가 96.3천톤/년으로 전체의 50.1%를 차지하며 인산성분은 37.7%

%, 칼리 성분은 40.2%로 조사되었다.

나. 돼지분뇨의 퇴비화 원리



● 앞으로 퇴비화는 양질의 퇴비생산 및 처리효율 향상을 위한 방법으로 개선될 것으로 예상된다.

1) 퇴비화의 정의

퇴비화(Composting)는 통상적으로 유기물이 미생물에 의하여 분해되어 안정화되는 과정이다. 그 최종 물질은 환경에 나쁜 영향을 주지 않아야 하고, 토양에 사용할 수 있어야 하며, 저장하기에 충분한 부식도 상태의 물질로 변화시키는 생화학적 공정 또는 고체 폐기물의 유기성분을 인위적인 조건하에서 연속적으로 생물학적 처리를 하는 것이라고 정의한다. 따라서 퇴비화의 정의에는 농업적 이용을 위한 퇴비뿐만 아니라 폐기물 처리차원의 퇴비화도 포함하고 있다.

유기물은 미생물에 의해 완전히 분해되면 이산화탄소, 물 및 무기물로 전환된다.

미생물에 저항성을 갖는 유기물과 분해과정 중에 새로이 합성된 물질은 부식(humus)으로 잔류한다. 이 과정을 부숙화라고 하며 부숙이 완료되는 단계를 완숙(完熟)이라고 한다.

2) 퇴비 제조의 목적

퇴비는 농경지에서 안전하게 작물을 생산하기 위하여 필요 불가결한 농자재이다. 질 좋은 퇴비의 사용은 토양의 물리성, 화학성 및 미생물상이 개선되어 작물이 생육하기 좋은 환경을 만든다. 이와

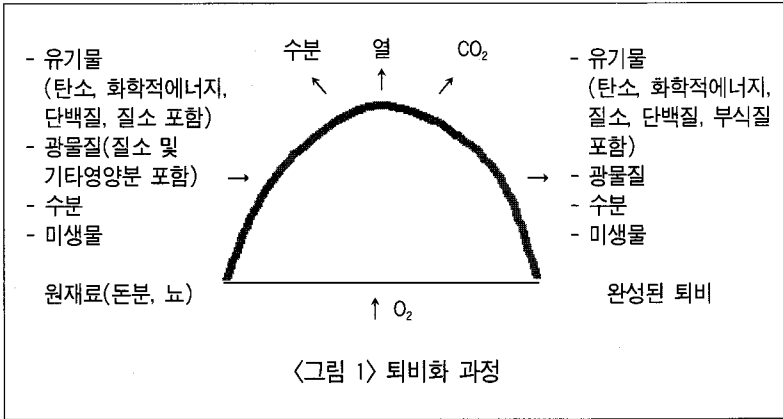
〈표 1〉 연도별·축종별 가축분뇨중 비료성분 배설량

(단위 : 천톤)

년 도	'70	'75	'80	'85	'90	'95	'00
N	49.9	61.7	72.0	120.8	136.2	189.2	192.4
P ₂ O ₅	19.6	24.2	26.7	44.9	46.1	65.1	61.6
K ₂ O	20.7	26.3	31.4	53.0	60.1	80.9	81.7
계	90.2 (55.3)	112.2 (55.0)	130.1 (55.3)	218.7 (55.2)	242.4 (56.2)	335.2 (56.4)	335.7 (57.3)

•()안의 수치는 전체중 N성분이 차지하는 비율(%)

특 집 분뇨처리 종류별로 보는 최근 변화와 동향



같이 양질의 퇴비를 제조 이용하는 목적은 다음과 같다.

첫째, 유기물 중의 C/N율(탄소/질소비율)을 20:1 전후로 조절함으로써 토양 중에서 급격한 분해, 작물의 질소기아를 방지한다.

둘째, 유기물에 함유된 유해성분을 미리 분해하여 작물의 생육장해를 방지한다.

셋째, 유기물 중의 유해해충, 잡초의 종자를 고열에 의하여 사멸시킨다.

넷째, 오물감을 없애므로 취급이 쉬우며, 안심하고 사용할 수 있다.

3) 퇴비 제조 조건

인위적 퇴비화는 제한된 조건에서 비교적 빠른 시기에 부식과 같은 안정한 물질을 얻는 과정이며, 가축분뇨에 함유되어 있는 유기물의 분해로 인한 에너지 발생으로 수분이 증발되게 되고 부식질이

함유된 양질의 퇴비가 생산되게 되는 것이며 그 주요과정은 <그림 1>에서와 같으며, 최적의 양질퇴비를 제조하기 위해서는 다음과 같은 조건이 충족되어야 한다.

※퇴비화 과정에서 고려해야 할 기본 사항

- 입자의 적정 크기 : 0.65~2.54cm
- C/N : 20~30:1 (C/P : 100~150:1)
- 공기중 산소의 비율 : 12~13%
- 수분함량 : 50~60%
- pH : 5.5~8.5
- 자연통기 : 공극 30% 정도
- 퇴적 높이 : 60~200cm
- 교반 : 1~2회/일
- 입자 간에 공극제공
- 미생물의 영양분 공급
- 5% 이하로 낮아지면 혐기 발효 개시
- 40% 이하시 미생물의 영양

- 분 이용성 저하
- pH 8이상에서 NH₃ 생성
- 용적 540kg/m³
- 200cm 이상은 통기성 불량
- 최소 1회/주 이상

※양돈농가들이 돼지분뇨를 퇴비화 할 때 가져야 할 의문사항

- ① 왜 축분퇴비화시 수분 함량을 65%로 조절하여야 하나요?
 - ② 왜 축분퇴비화시 기계교반 또는 뒤집기작업을 해야 하나요?
 - ③ 왜 축분퇴비화시 퇴비더미 내에 송풍(공기주입)을 해야 하나요?
 - ④ 왜 돈사 내에서 분뇨 분리를 철저히 해야 하나요?
- ①~④까지의 이유는 퇴비더미내 산소가 통과할 수 있는 통로를 만들어 산소를 좋아하는 미생물에 의해 돈분을 호기적으로 분해하기 위함임(퇴비더미내 산소농도 12% 유지)

다. 가축분뇨의 퇴비화 과정중 건조증발

가축분뇨의 퇴비화시 수분 증발에 열에너지가 필요하며 이론적으로 수분 1kg을 증발시키는데 필요한 열량은 100



돼지분뇨를 퇴비화 함에 있어서 발생하는 톱밥구입비, 운영비 및 생산된 퇴비의 처리 등에 양돈농가들이 큰 애로를 느끼고 있지만 농가 스스로가 분뇨의 퇴비화 효율을 얼마나 향상시키느냐를 세밀히 검토할 필요가 있다고 생각된다. 계절을 불문하고 축사 내에서 얼마나 분뇨분리를 잘 하느냐에 따라 퇴비화 비용절감이 가능할 것으로 생각된다.

또한 양돈농가의 제반여건, 즉 돈사구조 및 사육규모, 노동력, 기술수준, 시용대상 경지면적 보유 또는 확보유무, 자본 동원능력 등의 사정을 감안하여 시설 설치를 해야 할 것이다.

℃에서 539.8kcal/kg이 필요하나 벽면 및 대기 중의 열에너지 손실 등을 고려하면 현실적으로 약 1,000kcal정도가 필요한 것으로 알려져 있다.

양돈농가의 퇴비화 시설에서 축분의 퇴비화과정 중에 수분을 증발시킬 수 있는 에너지를 살펴보면 크게 태양열 에너지, 송풍 및 축분 자체분해에 의한 에너지 등으로 구분할 수 있다. 먼저 태양열에서 얻을 수 있는 에너지는 경제적으로 유리한 것으로 퇴비화 시설 지붕을 햇빛투과율이 높은 재제를 이용하여 설치시 퇴비장내 에너지량은 일일 일사량이 평균 3,000kcal/m²정도이며, 이중 투명지붕의 투과율이 60%정도 되면 1,800kcal/m²의 에너지를 얻을 수 있으며, 이 에너지는 퇴비사 m²당 일일 약 2ℓ정도의 수분을 증발시킬 수 있는 양의 에너지

가 된다.

그리고 두번째로 송풍에 의한 수분증발 효과로 송풍의 기능은 퇴비더미내에 호기성 조건을 좋게 하여 발효열에 의한 수분증발 및 증발 수분의 운반으로 수분증발 제거역할을 하며 적정송풍량은 200~400ℓ/m³/분(풍속 3.3~6.7m/sec) 정도 송풍시 퇴비사 평당미터당 약 1~2ℓ/일 정도 수분증발이 가능하며, 세번째로 퇴비장내 유기물 분해시 발생하는 발열량은 건물상태에서의 열에너지 발생가능량은 약 4,800kcal/kg정도이나 축분내 수분함량에 따라 달라지며, 돈분에 의해 발생하는 1일 분해발열량(축분분해율 2%, 톱밥 0.7%일 때)은 {(돈분의 건물량×2%)+(톱밥건물량×0.7%)}×4,800kcal=129.6kcal로 일일 돈분 1kg으로 약 130g정도의 수분증발시킬 수 있는

열량이 발생 가능하다.

따라서 가축분뇨를 퇴비화 함에 있어서 최소의 비용으로 최대의 효율을 얻기 위해서는 앞의 3가지 조건을 최대한으로 활용하는 지혜가 필요하다고 생각된다.

■ 가축분뇨의 처리단계별 처리지표

① 처리자가 마음가짐을 바르게 가져야 한다. 즉, 가축분뇨를 골치아프고 더럽다는 개념으로는 처리가 곤란하며, 가축분뇨가 귀중한 자원 즉, 자연생태계를 기름지게 하는 것이라는 생각을 할 때 양돈농가의 행동이 달라질 것이라 생각된다.

② 가축분뇨 처리는 축사내에서 어떻게 하여 수분발생량을 적게 하느냐가 중요하다. 가축별 배출원 단위(환경부고시 제99-109호)에서 돼지의

경우 8.6ℓ/두/일로 되어 있으나 양돈농가들은 이 수치에 만족할 것이 아니라 돈사 내에서 폐수발생량을 최소화하기 위한 노력이 필요하다. 돈사 내에서 수거된 돈분내에 함유된 수분함량이 10% 차이가 날 때마다 톱밥이 1㎡씩 필요하다. 예를 들면 돈분 수분 75%일 때 톱밥필요량이 1㎡, 수분함량 85%이면 톱밥 2㎡의 톱밥이 필요하며 이는 곧 양돈농가의 경제적인 부담을 주고 있는 것이다.

따라서 퇴비장으로 가는 가축분뇨의 수분함량이 너무 높으면 정상적인 처리가 불가능해지므로 이는 곧 부실한 처리가 되므로 축사 내에서 폐수의 발생량을 최소화 하는 것이 효과적인 분뇨처리를 가능하게 한다.

축분의 수분함량에 관계하는 요인은 축사구조와 분뇨구의 형태에 따라 달라지며 특히 분뇨의 반출방법 등에 영향을 받으며, 잉여수분의 혼입 즉, 음수기 및 세정수 등의 혼입을 최소화하는 노력이 필요하다.

3. 퇴비화 전망

우리나라의 가축분뇨의 퇴비화에 대한 앞으로의 전망은

현재상태의 개방된 퇴비화 시스템에서 양질의 퇴비생산 및 처리효율 향상을 위한 방법으로 개선·발전될 것으로 예상된다. 이는 인근 국가인 일본의 예를 들어보면, 퇴비화시스템이 점점 정밀화 되어가면서 퇴비화시스템의 효율향상과 함께 생산된 퇴비를 가공 및 성형화하여 품질의 향상으로 가축분 퇴비의 이용성을 넓히고 있다. 따라서 우리나라도 비슷한 경향을 보일 것으로 예상되고 있으며 현재 여러 연구기관 및 대학에서 축분퇴비의 가공 및 활용성 등에 관련 연구를 수행하고 있다.

그러나 현실적으로는 양돈농가들은 톱밥가격 상승, 돈가하락 및 악취방지법의 제정 등 돼지분뇨의 효율적인 퇴비화 처리에 매우 큰 어려움을 겪고 있는 상황이다. 따라서 이의 해결을 위해 우리나라 환경을 최대한 활용하는 방법을 모색해볼 필요가 있다고 생각된다.

4. 땀은말

돼지분뇨의 퇴비화 처리는 돼지를 사육함에 있어서 반드시 동반되어야 하는 분뇨처리 방법의 주요 방법이라고 할 수 있다. 현재 돼지분뇨를 퇴

비화 함에 있어서 발생하는 톱밥구입비, 운영비 및 생산된 퇴비의 처리 등에 양돈농가들이 큰 애로를 느끼고 있지만 농가 스스로가 분뇨의 퇴비화 효율을 얼마나 향상시키느냐를 세밀히 검토할 필요가 있다고 생각된다. 따라서 양돈농가들은 다음의 조건을 만족하기 위해 노력할 때 돼지분뇨의 퇴비화 비용 절감이 가능할 것으로 생각된다.

계절을 불문하고 축산분뇨를 적절히 처리하기 위해서는 축사 내에서 얼마나 분뇨분리를 잘 하느냐에 달려있다고 할 수 있다.

또한 일정규모 이상의 양돈농가에서는 농장주가 분뇨처리 업무를 맡을 때 효과적으로 처리가 될 수 있으며, 새로이 돈분뇨 처리시설을 설치하고자 할 때는 양돈농가의 제반여건, 즉 돈사구조 및 사육규모, 노동력, 기술수준, 시용대상 경지면적 보유 또는 확보유무, 자본 동원능력 등의 사정을 감안하여 종합적인 검토하에 농장에 적합한 돈분뇨처리방법을 선택하도록 하여야 하겠으며, 설치 후 시설이 필요로 하는 운영관리가 이루어져야만 기대하는 효과를 거양할 수 있을 것임을 간과해서는 안 될 것이다. **양돈**