



환 · 경 · 논 · 평

# 음식물 쓰레기의 퇴비화의 문제점과 개선방안



정 광 응

농업과학기술원 환경관리관

## 1. 음식물 쓰레기 퇴비화의 필요성

우리나라 생활폐기물의 발생량중 음식물과 채소류 쓰레기는 1994년 기준 1일 18,055톤으로 전체 쓰레기 발생량의 31.1%에 달한다. 1997년도에는 1일 21,261톤에 달할것으로 예측되며, 2005년에는 전체 생활 폐기물중 41.1%가 음식물 쓰레기로 추정하고 있다.

폐기물 처리 방법별 비용은 소각이 톤당 72,517원으로 가장 비싸며, 매립은 톤당 36,609원이고, 퇴비화는 20,908원에 불과하여 퇴비화 비용이 가장 저렴하다. 음식물쓰레기의 처리수단으로서 퇴비화는 처리비용 절감은 물론 퇴비 제조후에도 유기질 비료로서 상품가치가 부여되므로 환경학자들의 관심을 끌고 있다.

한편 농업분야에서는 농경지 토양의 개량을 위하여 유기물 확보가 필요하다. 특히 최근에는 시설재배면적 확대와 유기자연농업에 대한 농민들의 관심이 높아지면서 퇴비사용량이 급증하고 있다. 과거에 각 농가마다 외양간 두엄, 나무재, 인분뇨와 산야초 등을 혼합한

자급퇴비를 제조 이용하였으나 현재는 자급퇴비를 제조할 노동력이 없다. 따라서 농민들은 퇴비 제조업체에서 생산한 제품을 구입하여 사용하고 있는 실정이다. 토양 유기물은 작물의 생육에 필요한 양분 공급은 물론 토양의 물리성과 화학성을 작물 생육에 적합한 조건으로 만드는 기능도 동시에 갖고 있는 유익한 토양개량제이다. 음식물은 농경지 토양으로부터 생산된 유기물이다. 따라서 음식물 쓰레기도 여러 종류의 농산물이 섞여 있는 유기물이기 때문에 퇴비화과정을 거쳐 부숙이 되면 매우 유익한 토양 유기물 자원으로 활용할 수가 있다. 따라서 음식물 쓰레기의 퇴비화는 환경보전과 토양 유기물 확보 차원에서 정책적 지원이 필요한 사항이다.

## 2. 현행 음식물 쓰레기 퇴비화의 문제점

### 가. 유기성 폐기물 발생량 과다

1994년도 국내 곡물 생산량은 5,465 천톤이다. 반면에

# 환 · 경 · 논 · 평

외국으로부터 도입한 곡물량은 국내 생산량의 24배에 달하는 13,064 천톤이었다. 어느 생태계 내에서 수입되는 에너지와 수출되는 에너지의 균형이 이루어질 때 우리는 생태계 안정이라는 용어를 사용한다. 외국에서 도입되는 곡물과 수출되는 곡물량이 동일하면 문제가 없으나 현재 우리나라는 수출되는 양은 없으면서 수입되는 양이 많아 생태적인 측면에서 불안정한 상태이다.

수입곡물의 약 80%는 가축의 사료로 이용된다. 1995년도 가축 배설물은 약 4,400 만톤에 달하고 있으며 이 양은 우리나라 농경지 205만 ha에 20톤씩 살포할 수 있는 양이다. 가축분뇨 중의 3요소(질소, 인산, 칼리) 성분량은 연간 국내에서 사용되고 있는 화학비료량과 같은 숫자이다. 즉 우리나라는 가축분뇨만 활용해도 화학비료를 100% 대체할 수 있는 양이 된다. 가축분뇨 이외에도 볏짚, 왕겨 등 농산부산물 생산량이 연간 약 970만톤에 달하고 있다. 또한 최근에 매립지 확보의 어려움으로 도시 및 산업 폐기물도 퇴비화가 적극 검토되고 있다. 가축분뇨를 포함한 모든 유기성 폐기물을 퇴비화 한다고 가정할 경우 유기성 폐기물 중의 비료성분은 우리나라 연간 화학비료 소비량의 약 3배에 해당되는 양이다.

토양에 유기물은 반드시 필요한 재료이나 현재의 토양 입장은 유기자원이 풍부하기 때문에 선택적으로 사용할 권한이 주어져 있다. 즉 영양이 풍부하고 해로운 물질이 없는 재료만을 선택적으로 이용할 수 있는 입장인 것이다.

## 나. 유기성 폐기물 종류의 다양성

물과 대기는 오염원이 유입되어도 새로이 유입되는 오염원만 차단하면 회복이 가능하다. 반면에 토양은 한 번 오염이 되면 오염원이 토양입자에 흡착되어 회복이 어렵거나 영원히 회복이 불가능할 수도 있다. 최근의 유기성 폐기물 퇴비화는 이러한 토양의 특성 때

문에 관련분야 전문가들이 우려를 하고 있다. 오염된 토양은 작물을 건전하게 키울수 없을 뿐만 아니라 오염된 농산물을 생산할 수 있다. 폐기물을 퇴비원료로 이용할 때에는 불가피하게 불순물(중금속등 유해물질)이 혼입될 수 있다. 이는 잘못된 퇴비 원료 선택으로 위대한 퇴비를 만들 수 있음을 의미한다. 질이 좋지 못한 퇴비 사용으로 토양이 오염되면 농민들은 그 다음부터 절대 퇴비를 사용하지 않을 것이다. 왜냐하면 화학비료만으로도 얼마든지 목적하는 수량은 올릴 수 있기 때문이다. 농민들이 퇴비사용을 거부할 경우에는 퇴비원료로서 질이 좋은 나쁜 재료이든 퇴비화 이외의 다른 처리수단을 찾아야 하며 그 손실은 매우 클 것이다. 현재 퇴비 원료로서 문제가 없는 폐기물인 가축분뇨, 음식 쓰레기와 일부 식품공장 폐기물을 제외한 폐기물들, 즉 하수오나나 산업 폐기물들은 가급적 퇴비화 이외에 다른 방법을 강구하는 것이 타당하다고 판단된다.

## 다. 음식물 쓰레기의 염분문제

음식물 쓰레기에는 채소류, 어류 및 육류를 포함한 여러 가지 첨가제와 조미료가 혼합된 다양한 조성을 갖고 있다. 음식물 제조과정에서 첨가하는 소금은 퇴비화에 가장 큰 장애요인이 될 수 있다. 우리는 소금 함량이 높은 토양을 염류토양이라고 하는데 염류토양은 소금의 농도에 따라 특성이 달라진다. 소금은 토양 중에서 토양입자를 분리시키는 기능을 한다. 특히 농경지 토양은 토양입자가 엉켜있는 때알구조를 하고 있어야 토양이 부드럽고 물과 공기가 잘 통하여 작물 생육을 도울 수 있다. 일 예로 테니스 코트에서 소금을 뿌리는 것을 볼 수 있는데 이것은 바닥을 딱딱하게 하기 위함이다. 이와같은 원리로 소금이 농경지에 혼입되면 작물이 뿌리를 뻗을 수 없을 만큼 딱딱해질 수도 있다는 가정하에 음식물 쓰레기 퇴비화에 회의적인 시각을 갖고 있는 학자들도 많다.



# 환 · 경 · 논 · 평

## 라. 음식물 쓰레기 퇴비화의 방법상 문제점

정부에서는 '94년 9월 1일부터 1일 평균 연급식인원 3000인 이상 집단 급식소, 객석면적 1,000 m<sup>2</sup> 이상 식품접객업소에 대하여 음식물 쓰레기 퇴비화 시설 설치를 의무화 하였다. 또한 '95년 9월 1일 부터는 1일 평균 연 급식인원 2000인 이상 집단 급식소, 객석면적 660m<sup>2</sup> 이상 식품 접객업소까지 확대하여 점차적으로 퇴비화를 통한 음식물 쓰레기의 감량화 사업을 추진하고 있다. 또한 공동 주택에 대해서도 시도별로 퇴비화 시설을 시범 설치 운영토록 하고 있다. 1일 1인당 음식 쓰레기 배출량 0.42kg을 적용할 때 급식인원 2,000명 규모의 식당에서 발생하는 음식물 쓰레기는 840kg에 해당하는 적은 량이다. 840kg의 음식물 쓰레기를 퇴비화하기 위하여 대형 시설을 설치하는 것은 불가능하다. 또한 매일 일정량의 음식 쓰레기가 배출되므로 신속한 퇴비화가 필요하다. 이와같은 두가지 조건을 충족시킬 수 있는 시설로서 개발된 것이 소형 고속 발효기이다.

현재 시중에 유통되는 소형 발효기를 사용하여 음식 쓰레기를 퇴비화 할 경우 소요되는 기간은 약 1~2일이다. 퇴비화 연구에 세계적 권위가 있는 미국 벨스빌 연구소에서 추천하는 퇴비화 기간 6개월과 비교할 때 1~2일간 부숙된 퇴비를 완숙퇴비로 볼 수는 없다. 더욱이 음식 쓰레기는 수분함량이 높아 퇴비화에 적절한 수분함량인 60~65% 조절을 위해 주로 톱밥을 사용한다. 그러나 나무가 완전 부숙되는데 소요되는 기간은 40년으로 보고 있어 현행 소형발효기에서 생산되는 음식 쓰레기 퇴비는 퇴비화 전처리 과정으로 평가하는 것이 타당하다.

신선한 유기물을 토양에 투입하면 토양 미생물에 의해 분해되는데 C/N 율이 높은 경우 토양중에서 미생물과 작물간에 질소 경합이 일어난다. 또한 분해과정에서 생성되는 유기산과 가스는 작물의 생육을 저

해한다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 토양의 부식과 유사한 형태로 만드는 과정이 퇴비화이다. 따라서 1~2일 동안 부숙된 퇴비는 완숙퇴비로 볼 수 없으며 이와 같은 퇴비는 토양에 살포시 이로온 점보다 해로운 점이 더 많을 수 있다.

최근 개별 가정이나 식당등에서 발생하는 음식물 쓰레기를 수집하여 공동 퇴비화하는 방안이 검토되고 있다. 음식물 쓰레기만을 원료로 퇴비를 제조하는 것은 앞에서 언급한 바와 같이 염류함량이 높은 퇴비를 생산하게 된다. 음식물 쓰레기 + 톱밥과 가축분 + 톱밥으로 제조된 퇴비의 화학적 특성은 표 1과 같다. 필자는 퇴비중의 비료 성분량은 크게 중요하게 생각지 않는다. 염농도는 음식물 쓰레기 퇴비가 가축분 퇴비보다 약 3.7배 높다. 이는 염농도를 기준으로 퇴비 사용량을 결정할 경우 음식물 쓰레기 퇴비는 가축분 퇴비의 1/3 이하 이어야 한다. 이는 음식물 쓰레기 퇴비를 가축분 발효 퇴비와 같은 수준으로 사용할 경우 토양중의 염류 집적이 가축분 퇴비를 사용할 때 보다 3배가 촉진됨을 의미한다.

표 1. 가축분 퇴비와 음식물 쓰레기 퇴비의 염농도 비교  
(단위 : EC dS/m)

구분	최저	최고	평균
가축분 퇴비	2.00	15.75	9.90
음식 쓰레기 퇴비	12.3	58.00	37.50

또한 음식물 쓰레기 퇴비 사용효과를 구명하기 위한 시험결과 음식물 쓰레기 퇴비 시용구의 수량은 화학비료 시용구보다 낮다(표 2). 수량이 낮은 원인은 여러 가지 변수가 있을 수 있다. 그러나 시험에 사용한 음식물 쓰레기 퇴비는 톱밥을 Bulking agent(팽화제)로 이용하였고 속성 발효기로 제조하여 충분히 부숙된 상태가 아니었다. 그 결과 토양중에서 부숙되는 과정에서 작물에 질소기아가 나타나고 분해 생성물에

# 한 · 경 · 논 · 평

의한 생육저해가 작물의 생육을 나쁘게 만든 주원인으로 판단된다. 그리고 시험후 토양중의 염류농도도 화학비료 시용구보다 13 배가 증가되어 음식물 쓰레기 퇴비 사용의 제약요인이 되고 있다.

표 2 배추에 대한 음식 쓰레기 퇴비 사용 효과

구 분	무비구	3요소구 (27-20-27 kg/10a)	음식 쓰레기 퇴비(톤/10a)		
			4	6	8
엽길이 (cm)	27 (75)	36 (100)	30 (83)	31 (86)	34 (94)
생체중 (kg/주)	0.7 (41)	1.7 (100)	1.1 (65)	1.0 (59)	1.4 (82)

\* ( ) : 3 요소구를 100으로 한 상대 수량

\* 시험후 토양 Na : 무비구 2.79 → 음식물쓰레기 퇴비구 3.59 Cmol(+)/kg

### 3. 음식물 쓰레기 퇴비화 촉진을 위한 개선방안

현재 사용중인 음식물 쓰레기 퇴비화의 두가지 문제는 짧은 부숙기간과 염류함량이 높은 점이다. 부숙기간은 시설규모를 확대하여 음식물 쓰레기 전용 퇴비화 시설을 설치 이용함으로써 해결이 가능하다. 그러나 염류 문제는 시설규모 확대로는 해결이 불가능하다. 염류 문제를 해결하기 위한 유일한 대안은 음식물 쓰레기를 가축분 퇴비화 과정에 보조원료로 소량 혼합되도록 조절하는 것이다.

가축분 퇴비화 시설은 정부 보조하에 '93~'95년 동안 200개소가 설치되어 가동되거나 설치중에 있다. 또한 약 288개소의 부산물 비료 제조업체가 현재 가동중에 있다. 정부 지원 퇴비공장은 농협 또는 축협등 생산자 단체, 영농회 축산단지외 같은 영농단체에서 운

영을 하고 있다. 음식물 쓰레기가 수집 단계에서 불순물만 혼합되지 않으면 공동 퇴비장으로는 음식물 쓰레기를 퇴비 원료로 이용하는데 반대할 이유가 없다. 그러나 음식물 쓰레기는 질적 특성이 가축분만 못하다. 가축분뇨는 매일 동일한 사료를 같은 방법으로 급식하기 때문에 생산되는 분의 특성에 차이가 없다. 반면에 음식 쓰레기는 물리적 화학적 성상이 가축분에 미치지 못한다. 따라서 음식물 쓰레기가 혼합된 퇴비는 가축분만을 원료로 이용한 퇴비보다 품질이 낮을 수 밖에 없다. 품질이 낮은 퇴비는 판매가격도 낮아져야 함으로 음식물 쓰레기를 원료로 이용하는데서 오는 불이익을 시,군,구에서 보상하는 방안이 필요하다. 1995년도 Y시의 생활 폐기물 매립비용(매립지 부담금과 반입 수수료)은 톤당39,609원으로 산출되었다. 매립에 소요되는 비용의 일부는 음식물 쓰레기를 받는 퇴비공장에 처리비용으로 지불하는 것이 바람직하다.

현재 일부 시군에서 음식물 쓰레기 처리를 위한 대규모 퇴비화 시설 설치를 계획하고 있는 곳도 있다. 퇴비제조는 농경지 사용을 전제로 활용되는 폐기물 관리기술이다. 따라서 농민이 필요로하는 퇴비를 만들어야 폐기물 재활용도 지속화 시킬수 있다. 품질좋은 퇴비는 퇴비 제조 기술자가 만들어야 한다. 또한 현재 국내 퇴비공장의 연간 가동기간은 6~7개월에 불과하다. 따라서 충분히 음식물 쓰레기를 원료로 받아들일수 있는 여력이 있다. 이와같은 퇴비화 공간이 있음에도 불구하고 별도의 음식물 쓰레기 퇴비화 시설을 설치하는 것은 자원을 낭비하는 결과만을 초래할 뿐이다.

표 3 음식 쓰레기 퇴비화 체계

음식물 쓰레기 수집운반	→ 퇴비 제조 (음식물 쓰레기 + 가축분뇨)
( 시, 군, 구청 )	( 국가 지원 공동 퇴비장 )



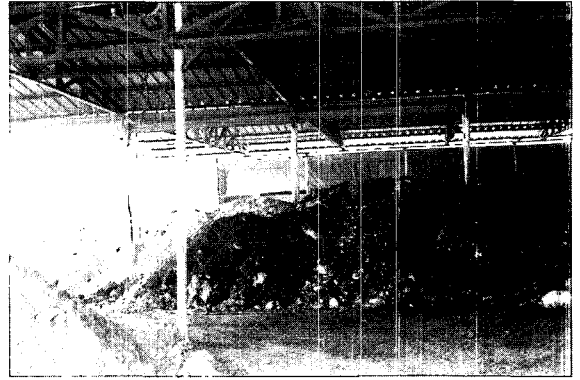
# 환 · 경 · 논 · 평

경기도 S시 K구의 음식물 쓰레기 퇴비화 시범사업 계획의 예를들면 다음과 같다. K 구청은 H 군에 있는 농협 퇴비공장과 계약을 체결 할 계획이다. 구청은 음식물 쓰레기를 수거하여 매일 퇴비공장에 반입하고 퇴비공장은 음식물 쓰레기를 가축분 퇴비화에 30% 이내 범위로 혼합하여 퇴비를 제조하여 판매한다. K 구청에서는 아직 금액이 정해지지 않은 상태에 있지만 톤당 일정비용을 농협측에 지불함으로써 농협의 퇴비 공장 경영 부담을 줄이는 방안도 강구할 것으로 알고 있다. 이 사업이 성공적으로 추진될 경우 K 구청은 막

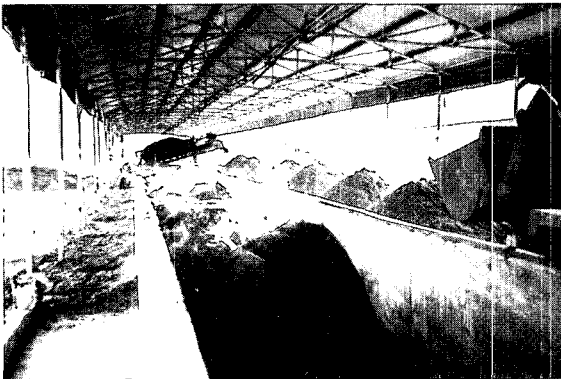
대한 예산 절감과 매립부담을 줄일수 있고 농협측은 원료의 안정적 확보와 함께 경영부담이 경감될 수 있을 것으로 기대된다.



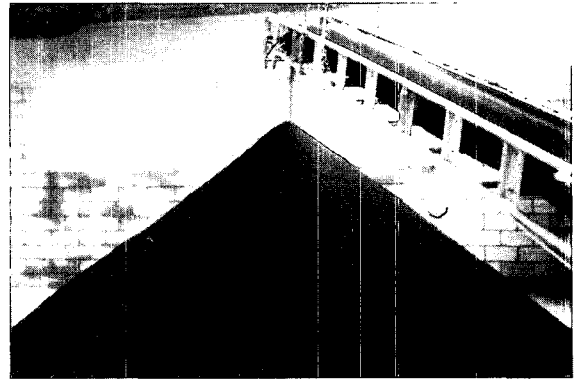
원 사료 (음식 쓰레기)



혼합 (음식쓰레기 + 토분 + 톱밥)



부숙(20 ~ 40일)



후숙 (20~ 40일)