



음식물쓰레기의 발효생산물을 가축분뇨 퇴비화에서 수분조절제로의 활용가능성에 관한 연구

김성범, 최훈근, 김규연, 이성기*, 송영일, 김현중
국립환경연구원 폐기물자원과, 조선대학교 환경공학과*
(2003년 11월 25일 접수, 2004년 1월 12일 채택)

A Study on the possibility of reuse foodwaste ferment as a bulking agent in livestock waste composting

Sung-Bum Kim, Hoon-Gun Choi, Quy-Youn Kim, Seoung-Ki Lee, Young-Il Song, Hyun-Jung Kim

Waste Resource and Recycling, Division National Institute of Environmental Research
* Dept. of Environment Engineering, Chosun University

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the possibility of reuse fermented foodwaste as a bulking agent in livestock waste and foodwaste composting. Aerobic composting device was added to the following sample : Foodwaste + Sawdust, Livestock feces+Sawdust, Foodwaste + Ferment, Livestock feces + Ferment. Temperature, pH, OM/N ratio, moisture, heavy metals, and microbes were measured in process of aerobic composting.

The results of this study are following.

1. The composting period is determined in 16~24days, according to the change of temperature and OM/N ratio.
2. The salinity contents in compost of livestock waste and foodwaste ferment is about 0.5%, which can be solved the problems of salinity contents in foodwaste composting.
3. The proper ratio of livestock waste composting is 40% of cow feces to 60% of foodwaste ferment.
4. Processing expense of aerobic composting of foodwaste and sawdust is 40 won/kg composting expense of foodwaste and ferment is 30 won/kg. Fermented product composting can cut down the expense of bulking agent than others.

Key words : Foodwaste composting, Livestock feces, bulking agent, Sawdust

초 록

본 연구의 목적은 음식물쓰레기의 발효생산물을 가축분뇨 퇴비화에서 수분조절제로의 활용가능성을 살

퍼보는 것이다. 유기성 폐기물중 많은 발생량과 높은 농도의 오염도를 보여주는 음식물쓰레기와 가축분뇨를 처리함에 있어 비용적인 면과 환경적인 면을 고려하여 발효생산물을 수분조절제(Bulking agent)로 이용하여 퇴비화 실험을 수행하였다. 물리화학적 변화, 증금속농도, 처리방법별 비용, 적정혼합비 등에 관한 연구 결과는 다음과 같다.

1. 음식물쓰레기 퇴비화 과정에서 온도와 OM/N비는 16~24일을 전후하여 급격한 변화를 보여주었다.
2. 축분과 발효생산물을 혼합한 퇴비의 염분은 0.5%내의 값을 나타내었는데, 축분이 발효생산물의 높은 염분농도를 희석한 것으로, 음식물퇴비의 염분문제 해결이 가능하다고 판단된다.
3. 축분의 퇴비화 공정에서 우분과 발효생산물을 4 : 6의 비율로 혼합한 방법이 가장 빠른 반응을 보여주었다.
4. 톱밥을 이용한 음식물쓰레기의 호기성 퇴비화 평균비용은 40원/kg임에 비해서, 발효생산물을 이용한 음식물쓰레기 호기성퇴비화의 평균비용은 30원/kg이므로, 경제성이 있음을 알 수 있다.

핵심용어 : 음식물퇴비화, 가축분뇨, 수분조절제, 톱밥

1. 서론

정부에서는 폐기물의 발생량을 원천적으로 줄이기 위해 '95년부터 쓰레기 종량제를 전국적으로 실시하고 있다. 재활용품의 분리수거를 확대함에 따라 생활폐기물의 발생량은 점차 둔화되었으나, '99년도부터 약간씩 증가하여 '97년도 수준의 발생량을 보이고 있으며, 생활쓰레기 발생량중에서 음식물쓰레기의 점유율은 23.2%정도 차지하고 있다. 수분 및 염분함량이 높고 부패가 용이한 음식물쓰레기를 재활용과정인 퇴비화에서 해결책의 일환으로 수분조절제(Bulking agent)로 사용된다. 광우병으로 소의 사육두수가 줄어든 반면에 돼지와 닭의 사육이 늘어남으로써, 축산분뇨의 총 발생량은 외환위기전과 비슷한 수준을 유지하고 있다. 우리나라에 있어서 축산분뇨 처리는 자원화 및 정화방법으로 약 92%정도를 처리하고 있다. '02년 3월 현재 가동중인 전국 205개 음식물쓰레기 자원화시설중 퇴비화, 사료화 방법으로 처리하는 시설 중 일부는 생산물을 완제품으로 수요처에 제공하지 아니하고, 대부분 중간산물 형태로 비료제조업체나 일반농가의 퇴비원료로 공급하는 등의 문제점이 나타나고 있다.

본 연구에서는 발생량이 많고 처리하기 어려운

음식물쓰레기와 축산분뇨의 퇴비화에 대하여 조사하였다. 이를 위하여 음식물쓰레기와 톱밥을 퇴비화하여 발효생산물을 만들고, 이 발효생산물을 다시 수분조절제로 활용하여 축산분뇨와 혼합하여 퇴비를 만들어 그 특성을 분석하고자 한다.

2. 연구 배경

2.1 음식물쓰레기의 특성

음식물쓰레기는 일반적으로 다른 유기성폐기물에 비하여 수분함량이 높으며, 수분을 제외한 상태에서는 고형물 중에 유기물의 함량이 높은 것이 특징이다. [Table 1]에서 제시된 음식물쓰레기의 성상은 동일지역에서 채취하여 분석한 것이다. pH는 음식물쓰레기가 배출된 후 미생물에 의해 쉽게 분해되어 산이 생성되고, 김치 등과 같은 산 발효 음식물은 음식물 자체의 pH가 낮기 때문에 약 pH 5.3~5.4정도로 산성임을 알 수 있다. 염분은 우리나라 식습관의 영향 때문에 4%이상으로 나타났다. 그러므로 음식물쓰레기를 퇴비제품의 원료로 사용할 때는 염분함량에 대해 적절한 조치가 필요하다.

2.2 축분의 특성

가축분뇨와 발효생산물의 성상은 [Table 2]와

[Table 1] Physical and Chemical Characteristics of Foodwaste

Items / Sample	Food waste(1)	Food waste(2)	Criteria in Compost
Moisture(%)	85.43	82.8	-
pH	5.41	5.32	-
NaCl(%)	4.75	4.3	1.0 less than
Organic(%)	92.8	94.9	25 more than
T-N(%)	2.6	2.1	-
OM/N(%)	36	45.2	50 less than
Cr(mg/kg)	1	ND	300 less than
Cu(mg/kg)	2.12	0.001	300 less than
Pb(mg/kg)	53.73	0.79	150 less than
As(mg/kg)	0.17	0.7	50 less than
Cd(mg/kg)	0.08	11.76	5 less than
Hg(mg/kg)	ND	0.04	2 less than

※ Foodwaste (1) : 1st Sample, Foodwaste (2) : 2nd Sample, ND : None Detect, - No Criteria

[Table 2] Physical and Chemical Characteristics of Livestock feces and Compost

Sample Items	Sample 1		Sample 2		
	Cow feces	Compost	Cow feces	Pig feces	Compost
Moisture(%)	63.5	68.3	70.25	74.2	62.26
pH	6.89	6.98	8.32	7.85	6.97
NaCl(%)	0.5	1.23	0.57	0.51	0.66
Organic(%)	60.9	65.6	79.35	89.2	78.7
T-N(%)	4.5	3.2	3.2	3.1	4.9
OM/N	14	21.	25	29	16
Cr(mg/kg)	6.7	2.96	29.58	8.1	5.75
Cu(mg/kg)	16.45	7.9	44.33	63.37	7.83
Pb(mg/kg)	31.44	25.5	70.17	53	51.98
As(mg/kg)	0.05	0.16	0.14	1.67	0.17
Cd(mg/kg)	0.12	0.01	0.68	0.59	1.12
Hg(mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND

[Table 3] The Characteristics of Sawdust

(unit : %, mg/kg)

Sawdust	Moisture	pH	NaCl	OM	OM/N	Hg	Cd	Cr	Cu	Pb	As
	6.14	6	0.01	99.7	131.2	ND	ND	ND	0.36	13.2	0.03

같으며, 수분함량은 돈분이 가장 높게 나타났다. Sample 1의 발효생산물인 퇴비의 염분 함량 기준인 1%를 초과하였으나, 가축분뇨는 약 0.5% 수준

을 나타내었다. 중금속 중 구리와 납 항목이 비교적 높은 농도가 검출되었으나, 나머지 항목들은 낮게 검출되었다. 돈분에는 구리함량이 일반 산업폐기

[Table4] Physical and Chemical Characteristics of Organic materials

Sample Items	Cow feces	Pig feces	Compost	Sawdust	Food waste(1)	Food waste(2)
Moisture(%)	70.25	74.2	62.26	6.14	82.8	85.43
pH	8.32	7.85	6.97	6	5.32	5.41
NaCl(%)	0.57	0.51	0.66	0.01	4.3	4.75
Organic(%)	79.35	89.2	78.7	99.7	94.9	92.8
T-N(%)	3.2	3.1	4.9	0.76	2.1	2.6
OM/N	25	29	16	131.2	45.2	36
Cr(mg/kg)	29.58	8.1	5.75	ND	0.79	1
Cu(mg/kg)	44.33	63.37	7.83	0.36	0.7	2.12
Pb(mg/kg)	70.17	53	51.98	13.2	11.76	53.73
As(mg/kg)	0.14	1.67	0.17	0.03	0.04	0.17
Cd(mg/kg)	0.68	0.59	1.12	ND	0.001	0.08
Hg(mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND

※ Foodwaste(1) : 1st Sample, Foodwaste(2) : 2nd Sample

물 및 외국의 퇴비 중 규제기준 보다 높은 경우가 있는데 이는, 사료보다는 생장촉진제 및 주사제에 의해 높게 나타날 수 있다. 생장촉진제에서 구리의 평균값은 0.47~0.53%을 보인다.

2.3 수분조절제의 특성

톱밥은 국내 가축분 퇴비의 수분조절제와 팽화제로 가장 많이 사용되는 재료이다. 톱밥은 OM/N비율이 높고, 입자가 크며, 수분 흡수량이 많고 취급이 용이하며, 악취의 흡착능력이 좋기 때문이다. [Table 3]에서 수분의 양은 6.14%이고 Hg, Cd, Cr등은 불검출 되었으며, 염분농도는 0.01%을 나타내었다.

3. 연구내용 및 방법

3.1 연구대상 시료

수분과 OM/N비등을 조절하기 위한 부재료는 톱밥을 이용하였다. 시료를 건조분쇄하여 2mm의 체로 걸러 사용하였으며 함수율, OM/N비, NaCl과 중금속을 분석하였다. 실험에 사용된 음식물쓰레기와 축분 및 톱밥의 성상은 [Table 4]와 같다. 가축분뇨중 우분은 돈분에 비해 유기물 함량이 약

10% 낮았다. 톱밥의 염분은 0.01%로 측정되었고, 음식물쓰레기는 염분이 약 4%~5%를 나타내었다.

3.2 연구 방법

3.2.1 연구 내용

1) 실험 조건

실험조건에 앞서 음식물쓰레기+톱밥의 퇴비화 과정에서 만들어진 산물을 발효생산물이라 명하였다. 본 연구는 발효생산물을 수분조절제로 이용하여 축산분뇨를 퇴비화하는데, 톱밥과의 효과를 비교하고, 또한 적정 이용량을 알고자 한다. 장치를 살펴보면 Bench Scale은 실외에 설치하였으며,

[Table5] The First experimental Division

구분	명칭	구성성분
Bench Scale	B-A ₁	Foodwastes + Sawdust
	B-A ₂	Foodwastes+Ferment
	B-A ₃	Livestock feces + Sawdust
	B-A ₄	Livestock feces + Ferment
Lab Scale	L-B ₁	Foodwastes + Sawdust
	L-B ₂	Foodwastes + Ferment
	L-B ₃	Livestock feces + Sawdust
	L-B ₄	Livestock feces + Ferment

[Table6] The Second experimental Division

명 칭	구성성분
C ₁	Cow feces + Ferment 6 : 4
C ₂	Cow feces + Ferment 7 : 3
C ₃	Pig feces + Ferment 6 : 4
C ₄	Pig feces + Ferment 7 : 3
C ₅	Foodwastes + Ferment 3 : 7

용량은 약 100 ℓ 정도이다. 반면에 Lab Scale은 실내에 설치하였으며, 용량은 Bench Scale의 약 1/20이다. 장치의 혼합비는 아래와 같다.

장치내의 시료가 충분히 혼합되도록 1일 1회 교반하고, 공기를 400L/min 속도로 공급하였다. 장치는 1차 실험과 2차 실험 모두 동일한 장소에 설치하여 실험에 임하였다.

2) 실험 장치

실험장치는 Bench Scale과 Lab Scale로 구분할 수 있다. Bench Scale 장치는 원통형이며 직경 55cm, 높이 66cm, 둘레 1.7m이고 용적은 약 100 ℓ이며, 시료량은 70 ℓ를 투입하였다. Bench Scale은 온도와 기후변화에 영향을 받도록 외부에 설치하여 비교평가 하였다. Lab Scale은 공기의 공급과 퇴비화 장치의 구조 등을 동일하게 하고 다만, 시료의 양을 1/20정도로 축소 제작한 장치에서 동시에 진행하였다. 반응조의 하단에는 공기공급을 원활히 하기 위해 지면에서 장치까지 약10cm 정도의 공간을 두었고, 반응기 내부도 높이 약 5cm정도 공간을 확보하였다. 내부에 두께 약2mm

의 다공성 판을 놓아 공기의 주입과 배수를 원활히 해주었다.

3.2.2 분석 항목

채취한 시료를 이용하여 “비료관리법령 고시 규정집”에서 부산물퇴비의 규격기준인 NaCl, OM/N비, 함수율, 중금속(Pb, Cu, Cd, Cr, As, Hg) 등을 분석하였고, pH는 폐기물공정시험법을 이용하여 측정하였다.

3.2.3 시료의 전처리 및 분석

1) 물리·화학적 특성 분석

물리·화학적 분석방법은 아래의 [Table 7]과 같다.

2) 중금속 분석

비료관리법령 고시 규정집 <별표 1>비료의 이화학적 검사 방법 제2장 제13항과 제3장 제6항, 제8항, 제10항은 제2장 제12항의 공시액제조 방법에 따라 제조 한 후 각각의 정량방법에 따라 정량한 후 원자흡광광도계(AAS : Atomic Absorption Spectrophotometer, Varian spectrAA 880)를 이용하여 중금속 항목 중 Cu, Cd, Cr, Pb항목을 분석하였다. 제3장 제2항, 제12항의 As, Hg을 각각 공시액 제조 방법에 따라 제조하고, 정량방법에 의해 정량한 후 흡광광도계(Absorptiometric Analysis, UVIKON XL Plus)를 이용하여 분석하였다.

[Table7] Physical and Chemical Analysis Methods for Compost

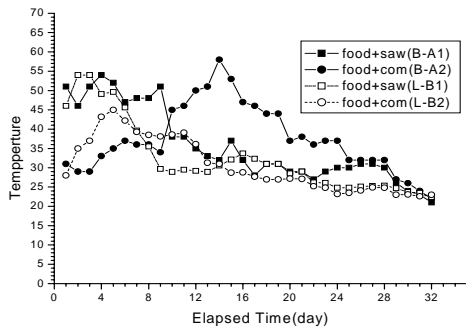
Item / Division	시험 방법	비 고
Moisture	시료를 100±1℃ 건조기에서 5시간동안 건조시킨 다음 데시게이터에서 방냉한 후 측정	비료의 이화학적 검사 방법
Organic matter	시료를 도가니에 담아서 약 2시간동안 600~700℃ 가열한 후 데시게이터 안에서 방냉한 다음 측정	“
Total Nitrogen	질소법중 황산법에 따라 정량하고, 공시액의 일정량을 증류플라스크에 취해서 적정하여 질소의 양을 산출	“
NaCl	시료를 석회유와 혼합건조한 후 600℃에서 2시간 탄화 후 진탕해서 적정하여 NaCl의 양을 산출	“
pH	시료 10g을 비이커에 취하여 증류수 25ml를 넣어 교반하고, 30분 이상 방치한 다음 측정	폐기물공정 시험법

4. 결과 및 고찰

4.1 물리·화학적 변화

4.1.1 온도의 변화

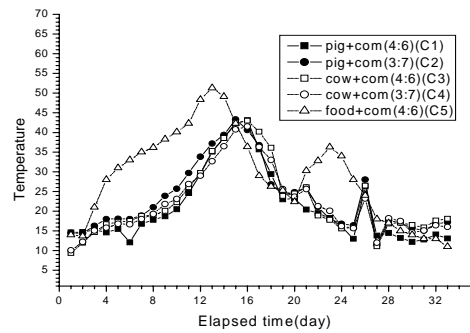
퇴비화 과정에서 온도는 미생물에 의한 유기물의 분해정도에 따라 달라지며, 또한 퇴비화 진행정도를 나타내는 중요한 지표이다. Bench Scale과 Lab Scale 장치의 온도변화를 [Fig. 1]에 나타내었다. Bench Scale의 B-A₁에서의 온도는 처음 51°C가 측정되었으며, 최고는 54°C이고 반응 종결시 21°C를 나타내었다. B-A₂는 31°C를 시작으로 서서히 증가하여 반응 후 약 2주 후에 최고 58°C까지 상승하였고 종결 할 때는 22°C를 나타내었다. Lab Scale의 L-B₁에서의 온도변화는 46°C 측정 후 약 1주일간 고온 유지 후 낮아지기 시작하여 2주 후에 재 가온 현상이 나타났다. L-B₂는 28°C에서 45°C로 상승한 이후 하강곡선을 보였다.



[Fig.1] Variation of temperature(1st experiment).

[Fig. 2]는 2차 실험의 값으로 돈분과 우분을 발효생산물과 혼합한 장치들의 고온형성 기간은 13~18일 사이에 형성하였으며, 16일 이후 온도는 약 44°C까지 증가한 뒤 10일 후 온도가 약 10°C 정도 상승하였다. C₅는 8~17일 기간에 온도는 40°C 이상을 나타냈으며, 13일에 최고온도인 52°C를 보였다. 또한 약 10일 정도의 고온기간을 유지하였으며, 5일 후 약 10°C 정도 상승하였다. 돈분과 우분의 발효과정에서의 온도변화를 전체적으로 살펴보면 돈분은 초기 반응온도가 15°C인 반면, 우분은

10°C에서 반응이 시작하였는데 이는 분뇨 성상의 차이에 기인한 것으로 생각된다. 1차 실험에서 축분을 포함한 시료의 반응온도 문제를 2차 실험에서는 공기량등 변환인자를 주의 깊게 조절하여 1차 실험에서 많은 영향으로 인해 가온시에 부정적인 영향을 주었기 때문에, 2차 실험에서는 영향을 최소화하여 아래와 같은 결과를 보였다. 1차 실험과 마찬가지로 2차 실험도 16일을 전후로 온도가 상승하여 고온을 유지하였다. 발효종료시점은 약 20~24일을 보는 것이 적절하다고 판단된다.

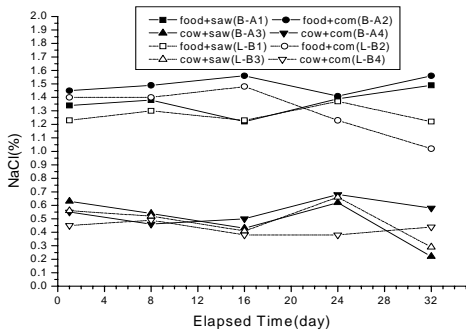


[Fig.2] Variation of temperature(2nd experiment).

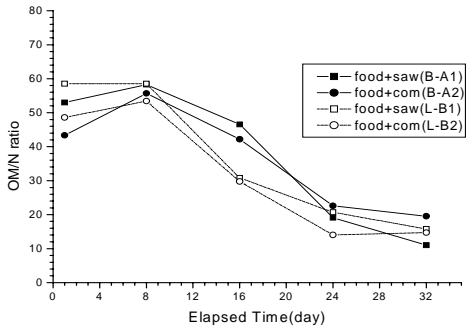
4.1.2 염분의 변화

퇴비화가 진행되는 동안 염분함량의 변화를 [Fig. 3]에 나타내었다. B-A₃, B-A₄와 L-B₃, L-B₄는 염분농도가 약 0.5%로 낮게 측정되었다. B-A₃, B-A₄와 L-B₃, L-B₄ 장치는 대체로 낮은 값을 보이고 있는데 이는 축분이 음식물쓰레기의 염분을 희석하는 효과가 있기 때문이다. 음식물 장치인 B-A₁, B-A₂와 L-B₁, L-B₂은 기준농도인 1%를 약간씩 상회하는 값을 보였고, 축분은 기준 이하의 값이 나왔다. 이는 다시 생각하면 음식물쓰레기만으로는 퇴비화해도 음식물 자체가 가지는 염분농도에 의해 기준을 초과할 것이므로, 염분농도를 1%로 이하로 하기 위해서는 B-A₄와 L-B₄의 방법인 음식물쓰레기를 발효생산물로 전환한 후, 축분의 수분조절제로 이용하여 퇴비화를 하면 염분문제를 해결할 수 있을 것이다.

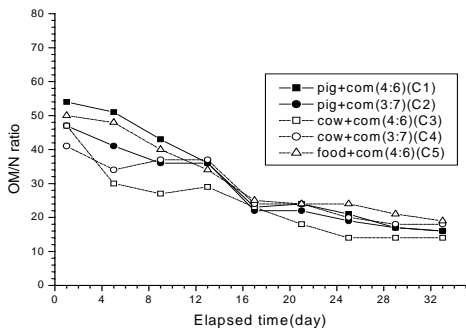
4.1.3 유기물/질소비



[Fig.3] Variation of salinity content(1st experiment).



[Fig.4] Variation of OM/N ratio(1st experiment).



[Fig5] Variation of OM/N ratio(2nd experiment).

퇴비화에 따른 OM/N비 변화량을 [Fig. 4]에 나타내었다. 퇴비의 판단기준으로 이용되고 있는 퇴비의 기준은 OM/N비가 50이하이다. B-A₁, B-A₂와 L-B₁, L-B₂는 실험시작 9일 정도에서 급격한 변화를 보이고 있다. Bench Scale에서 B-A₁은 초기 53을 나타내다가 9일에 급격한 변

화가 진행되어 24일에 20을 보였으며, 최종적으로 11의 값을 나타냈다. B-A₂는 초기 44를 나타냈고, 24일경에는 22가 측정되었으며, 반응 종결시에는 20을 보였다. Lab Scale에서 L-B₁은 초기 58, 24일에는 21이었으며, 최종 값은 14가 나왔다. L-B₂는 처음 48, 24일에는 16이었고, 최종결과치는 17을 나타냈다.

이상의 결과를 살펴보면 약 8~9일에서 변화를 보여 16일 정도에서 급격한 하락곡선을 보이는 것은 발효가 일정이상 완료되었다는 것을 의미한다. 음식물과 축분으로 나누어서 살펴보면 음식물 장치들은 평균적으로 약 8~9일 정도에서 급격한 변화를 보여 24일을 전후로 하여 활발한 반응을 보였다. 축분은, 이와는 다르게 초기 4~5일부터 변화가 시작되어 16~24일 경에 활발한 반응을 보였다. 이상의 반응은 주된 시료의 성상에 의해 변화가 다르게 나타난 것으로 생각된다. 반응이 종료된 퇴비의 OM/N비의 최적범위는 20~30 : 1 이다. C/N비에서의 탄소는 유기물을 분석한 것으로 OM/N비보다 정밀한 값을 나타낸 것이며, OM/N비는 포괄적인 값으로 현재 비료의 품질검사방법 및 시료 채취기준에 분석항목으로 명시되어 사용되고 있다.

[Fig. 5]에서는 실험진행 후 약 4~5일 정도부터 감소경향을 보이다가, 17일 정도에 급격한 감소 경향을 보이는 형태는 1차 실험과 비슷하다. 1, 2차 실험의 변화곡선은 비슷하게 나타나고 있으며 측정에서 우분 장치인 C₃, C₄의 초기 값은 47과 44이었으며, 이후 17일에 급격한 감소를 보이며 최종 값은 각각 16과 20이 나왔다. 돈분 장치인 C₁, C₂는 초기 측정값은 각각 54, 47이 나왔고 급격한 변화는 17일 정도에서 보였으며, 최종 측정값은 20과 18이 측정되었다. 각 장치에서 가장 빠른 변화와 큰 폭의 감소를 보인 것은 C₃로 안정화가 빠르게 진행된 것으로 판단된다. OM/N비에서 급격한 변화를 보이는 17일 정도에 빠른 발효가 진행되어, 약 24일 정도에 대부분의 분해 반응이 종결되는 것으로 판단된다.

4.2 수분조절제와 발효생산물의 비교분석

[Table8] The Cost of Foodwaste Recycling(1)

(unit : ton/won)

Method	Compost		Feed	
Cost	Aerobic	Methane	Wet	Dry
	47,000~52,000	64,000~68,000	22,000~26,000	23,000~26,000

[Table9] The Cost of Foodwaste Recycling(2)

(unit : ton/won)

Division \ Method	Compost			Feed	
	Aerobic	Methane	Ferment	Wet	Dry
Number	10개소	4개소	2개소	7개소	10개소
Scale(t/d)	15~30	10~15	15~30	10~50	20~50
Teratment Cost	40,000	60,000	30,000	70,000~80,000	34,000

[Table 8]은 공공시설로서 적정하게 운영되어 지는 시설중 처리방법별 처리비용을 살펴본 것으로, 퇴비화시설은 15톤/일을 사료화시설은 30톤/일을 기준으로 처리하는 곳을 선택하였다. 호기성 퇴비화시설의 퇴비화 비용은 톤당 47,000~52,000원/톤 수준이고, 혐기성 퇴비화 시설의 처리비용은 64,000~68,000원/톤으로 조사되었으며, 처리비용은 혐기성퇴비화가 호기성퇴비화보다 높은 편인데, 그 이유는 혐기성소화 시킨 후 부산물 처리에 들어가는 비용과 전기요금등 운영비용이 많이 소요되기 때문이다.

사료화시설은 처리용량이 30톤/일 시설을 기준으로 하였으며, 이중 건식시설의 처리비용은 23,000원/톤~26,000원/톤이며, 습식사료화시설의 처리비용은 22,000원/톤~26,000원/톤이다. 사료화에서 건식방법과 습식방법이 큰 가격 차이를 보이고 있지는 않으나, 건식방법이 처리비용이 높은 것은 연료비용 등이 영향을 미치는 것 같다. 사료화는 광우병 파동으로 인하여 이용에 있어서 점차 감소하는 경향이며, 반면 퇴비화는 각종 규제의 완화-제도적 보완 등에 의해 점차 증가하고 있다.

[Table 9]의 값들은 2002년 전국의 음식물쓰레기 자원화시설중 공공시설과 위탁시설의 현장 조사자료이다. 퇴비화중 호기성은 15~30톤/일을

처리하는 10개 시설의 평균 처리비용은 약 40,000원이며, 메탄화는 10~15톤/일 규모의 4개 시설 평균 처리비용으로서 60,000원이다. 발효생산물을 생산하는 2개소 자원화시설의 규모는 15~30톤/일로서 처리비용은 30,000원으로 조사되었다. 사료화중 습식은 20~50톤/일을 처리하는 10개소이며 처리비용은 34,000이고, 건식은 10~50톤/일을 처리하는 7개소로 처리비용은 70,000~80,000원 정도이다. [Table 8]은 외환 위기전의 비용이고, [Table 9]는 2002년도 현장 조사자료로 수거비용과 제품의 판매비용 등을 고려한 처리비용이다. 발효생산물을 이용한 공정이 호기성 퇴비화보다 처리비용이 낮은 것은 발효생산물 공정에서 수분조절제의 순환에 의해 톱밥 등 부재료비의 절감 때문인 것으로 판단된다.

각각의 처리방법에 있어서 양적인 증감은 처리단가에 영향을 주므로 [Table 9]와 10에서의 비용이 절대적일 수는 없다. 음식물쓰레기 발생지역과 처리하고자 하는 지역의 운반거리, 시설설치비, 시설의 종류(공공민간), 각종 운영비용 등의 요인에 의해 처리비용은 많은 차이를 보이고 있다. 음식물쓰레기를 재활용하기 위하여 분리수거 대상지역에 차량진입이 용이하고 수거비용이 적게 소요되는 지역에 위치하여야 전체적인 처리비용이 낮아질 수 있다. 또한 음식물쓰레기 재활용 시설의 규모도

수거비용을 감안하여 적절히 선택해야 한다. 생산물의 판매에 의한 수익과 환경적 요인 및 지역적인 특성에 맞는 처리방법을 선택하는 것도 중요하다.

5. 결론

유기성 폐기물중 많은 발생량과 높은 농도의 오염도를 보여주는 음식물쓰레기와 가축분뇨를 처리함에 있어 비용적인 면과 환경적인 면을 고려하여 발효생산물을 수분조절제(Bulking agent)로 이용하여 퇴비화 실험을 수행하였다. 물리·화학적 변화, 증금속농도, 처리방법별 비용, 적정혼합비 등에 관한 연구 결과는 다음과 같다.

1. 음식물쓰레기 퇴비화 과정에서 온도변화는 16~24일을 전·후하여 급격한 변화를 보여주었고, 1주일정도 45~55℃의 고온을 형성하였으며, 24일경에는 25~30℃로 하강하였다. OM/N비 또한 16~20일 사이에서 약 25~35의 값을 형성하였고, 24~25일을 경과하는 시점에서는 16~25의 결과 값을 보여주었다. 온도와 OM/N비를 고려하여 보면 발효가 가장 활발하게 진행되는 시기는 16~24일로 볼 수 있으며 이 기간이 지나면 발효가 완료되었다고 할 수 있다.
2. 축분과 발효생산물을 혼합한 퇴비의 염분은 0.5%내의 값을 나타내었는데, 축분이 발효생산물의 높은 염분농도를 희석한 것으로, 음식물퇴비의 염분문제 해결이 가능하다고 판단된다.
3. 축분의 퇴비화 공정에서 우분과 발효생산물을 4:6의 비율로 혼합한 방법이 가장 빠른 반응을 보여주었다.
4. 톱밥을 이용한 음식물쓰레기의 호기성 퇴비화 평균비용은 40원/kg임에 비해서, 발효생산물을 이용한 음식물쓰레기 호기성퇴비화의 평균비용은 30원/kg이므로, 경제성이 있음을 알 수 있다.

참고문헌

1. 농촌진흥청, "비료관리법령 고시 규정집", (2001).
2. 환경부, "96-2001 전국 폐기물 발생 및 처리 현황, 96-2001 오수분뇨 및 축산폐수처리 통계"
3. 국립환경연구원, 일본국제협력사업단, "축산분뇨 처리 및 축산폐기물 자원화시설유지관리 교육(III)", (1999).
4. 신항식의 2인, "음식쓰레기 퇴비화시 Bulking agent의 적정 첨가량 결정에 관한 연구", 유기성폐자원학회, 2(1), pp. 75-86 (1994).
5. 김남찬, 김도희, "염분함량이 음식물쓰레기의 호기성 퇴비화에 미치는 영향", 유기성폐자원학회, 8(2), pp. 124-129 (2000).
6. 남궁완외 4인, "톱밥을 공극개량제로 사용한 음식물쓰레기 퇴비화시 숙성도 지표의 적합성 평가", 유기성폐자원학회, 8(3), pp. 72-80 (2000).
7. Nakasaki, K., Shoda, M., and Kubota, H, "Effect of Bulking Agent on the Reaction Rate of Thermophilic Sewage Sludge Composting", J. Ferment. Technol., vol.64 (1986).
8. Eckhard Kraft, "Anaerobic Digestion of Solid Waste A European View", Bauhaus University of Weimar, Germany 한국유기성폐자원학회 춘계학술대회, pp. 35-51 (2002).
9. 김광임, 최상기, "음식물쓰레기 처리방법별 기술 및 비용편익분석 연구", 한국환경정책평가연구원, (1997).
10. 축협 조사부, 가축분뇨 처리비용 조사보고서, (2001).
11. 국립환경연구원, "음식물쓰레기자원화 정책의 정착을 위한 심포지움", (2001). 