



부숙된 음식물 쓰레기의 이화학성상 변화 및 줄지렁이의 섭식반응

배운환, 이병도

대진대학교 생명과학과

(2004년 11월 5일 접수, 2004년 12월 13일 채택)

Changes in several physico-chemical properties of aged food waste and feeding response of tiger worms(*Eisenia fetida*) on it

Yoon-Hwan Bae, Byung-Do Lee

Dept. of Life Science, Daejin Univ.

ABSTRACT

Food wastes with different regional origins were mixed with bulking agent such as paper mill sludge or night soil, and aged for 21 days or 28 days. And aged food wastes were fed to the earthworm(tiger worm, *Eisenia fetida*) for 60 days. There were no significant physico-chemical differences among the food wastes with different regional origins. EC values and NaCl concentrations in food wastes were too high for earthworms to survive. Food wastes mixed with paper mill sludge were vermicomposted more efficiently than food wastes mixed with night soil, but the over-all vermicomposting rates on the food wastes were much lower than that on paper mill sludge because EC values and NaCl concentrations were still high for earthworm to compost the feeds. Earthworm population did not increase its biomass on the food wastes mixed with paper mill sludge or night soil, whereas earthworm population fed with paper mill sludge increased its biomass by 20% for 60 days. It could be concluded that a solution for reducing NaCl concentrations in food waste should be developed to vermicompost food waste.

Keywords : food waste, earthworm, *Eisenia fetida*, vermicomposting.

초 록

서로 다른 지역에서 발생한 음식물 쓰레기에 제지슬러지, 인분케익을 혼합하여 부숙시킨 후, 부숙기간에 따른 음식물 쓰레기의 이화학적 성상 및 줄지렁이의 섭식반응 및 생체량 변화를 조사하였다. 발생지역에 따른 음식물 쓰레기의 이화학적 성상은 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며, 지렁이가 섭식하기에는 음식물 쓰레기내의 염분 농도가 전반적으로 높게 나타났다. 음식물 쓰레기에 인분케익을 혼합하여 부숙시켰을 때

다 제지슬러지를 혼합, 부숙시켰을 경우 염류농도 저하효과가 높게 나타났으나, 지렁이의 섭식효율과 생장률을 크게 개선시킬만큼 효율적이지는 않은 것으로 나타났다. 따라서 음식물 쓰레기에 대해서 지렁이 처리법을 적용시키기 위해서는 음식물 쓰레기내의 염류농도를 저하시키는 방법의 개발이 선행되어야 할 것으로 판단된다.

핵심용어 : 음식물쓰레기, 지렁이, 퇴비화

1. 서론

2002년 기준 우리 나라의 1일 평균 음식물 쓰레기 발생량은 11,397톤으로 전체 생활 폐기물 발생량의 23%에 이르고 있으며, 발생된 음식물 쓰레기 중 63%가 퇴비화, 사료화 등으로 자원화되고 있다.¹⁾ 2005년부터는 특별시, 광역시, 시지역에서 발생하는 젓은 쓰레기의 직매립이 금지될 예정이므로 현재 매립되고 있는 음식물 쓰레기의 자원화 및 재활용을 위한 대책이 시급한 실정이다.

사료화, 퇴비화 등 기존의 음식물쓰레기 재활용은 탈수 및 발효에 의한 2차오염원이 발생하고, 전처리 과정으로 인한 유지비용이 많이 들며, 발생되는 부산물의 가치가 미흡하고, 폐기물 처리 후 또 다른 폐기물 발생이라는 모순이 발생한다.^{2, 3)}

이에 새롭게 주목되고 있는 방법이 지렁이를 이용한 퇴비화 처리방법(vermicomposting, vermistabilization)이다. 이와 같은 생물학적 방법에 의한 폐기물의 처리는 2차 공해의 발생위험이 거의 없으며, 기존의 유기성폐기물 처리방법들보다 가동비용이 적게들고 자원의 재활용이 용이한 가장 환경 친화적인 폐기물처리법으로 인식되고 있다.⁴⁻⁸⁾

그러나, 지렁이는 먹이로써 유기성폐기물이 어느 정도 부숙된 것을 좋아하고, 먹이내 염분(NaCl)과 암모니아(NH₃)에 대해 극심한 거부감을 나타내기 때문에 우리나라의 음식물쓰레기는 발생 즉시 지렁이 먹이로 이용하기에는 부적합하다.⁹⁾ 따라서 지렁이의 먹이 선호성에 적합하도록 음식물 쓰레기내 염분의 농도를 낮추어 주거나 지렁이 사육상에 음식물 쓰레기가 공급되었을 때 발효에 의해 유해가스가 발생되지 않도록 음식물 쓰레기의 이화

학적 성상을 바꾸어 주어야 할 필요가 있다.

본 연구에서는 ①음식물 쓰레기의 발생지역 ②부숙용 혼합물질의 종류 ③부숙기간에 따른 음식물 쓰레기의 이화학적 상 변화 및 줄지렁이의 섭식반응을 조사하여 음식물 쓰레기의 전처리기술 개발가능성을 탐색하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 발생지역이 다른 음식물쓰레기에 대한 줄지렁이의 처리효율 탐색

2.1.1 부숙용 혼합시료 제조

경상남도 남해군, 서울특별시 도봉구, 경기도 양주시의 음식물쓰레기 처리장에서 파쇄 탈수된 음식물 쓰레기를 수거하였다. 수거된 음식물 쓰레기는 경기도 화성군의 P 제지공장에서 발생한 제지슬러지와 서울특별시 난지도 분뇨처리장에서 발생한 인분케익을 이용하여 ①도봉 음식물쓰레기 + 제지슬러지 ②도봉 음식물쓰레기 + 인분케익 ③남해 음식물쓰레기 + 제지슬러지 ④남해 음식물쓰레기 + 인분케익 ⑤양주 음식물쓰레기 + 제지슬러지 ⑥양주 음식물쓰레기 + 인분케익 등의 부숙용 혼합 시료를 제조하였다. 음식물쓰레기에 건조된 제지슬러지와 인분케익을 각각 수분함량이 65%가 되도록 혼합하여 부숙하였으며 부숙 21일과 부숙 28일후 부숙시료를 지렁이에게 급이하였다. 수분 조절제로서 제지슬러지나 인분케익 투입량은 아래의 식에 의해 계산하였다.

※ 수분조절재양(kg) =

$$\text{음식물쓰레기양(kg)} \times \frac{\text{음식물쓰레기수분(\%)} - \text{목표수분(\%)}}{\text{목표수분(\%)} - \text{조절재수분함량(\%)}}$$

2.1.2 지렁이 입식 및 조사

25×16×8cm(L×W×H) 스티로폼 상자에 bed material로서 제지슬러지로부터 발생된 분변토 300g을 깔아준 다음 줄지렁이(*Eisenia fetida*)를 20g을 입식하였다. 지렁이 입식 당일에 20g의 혼합시료를 먹이로 투입하여 23.5℃의 환경제어실에서 사육하면서 지렁이의 섭식반응을 24시간 간격으로 조사하였다. 상자내의 먹이를 모두 섭식하면 다시 20g의 먹이를 투입하여 섭식속도를 조사하였다. 지렁이 입식 60일 후에는 상자내의 지렁이를 수작업으로 분리하여 표피에 붙은 분변토를 물로 세척한 다음 KIMTOWELS로 표피의 물기를 제거한 후 생체량을 측정하였다. 제지슬러지를 먹이로 급이한 동일 조건의 대조군을 사용하였고, 각 시료당 반복수는 3개였다.

2.2 시료의 이화학적 특성 분석

pH는 시료와 증류수를 1:5 비율로 혼합하여 100rpm으로 1시간 교반한 후에 pH meter (Model : Orion 420A)를 이용하여 측정하였다. 전기전도도(EC)는 시료와 증류수를 혼합하여 5B 여과지로 여과한 후 Conductivity meter (Model:Orion 130)로 측정하였다. 수분함량은 시료를 dry oven(104℃)에서 24시간 건조시켜 측정하였다. 유기물 함량은 dry oven(104℃)에서 건조된 시료를 muffle furnace(600℃)에서 8시간 연소 후에 측정하였으며, 염분농도는 건조된 시료 10g에 증류수 90ml를 혼합하여 디지털 염분농도 측정기 (Model : TM-30D)를 사용하여 측정하였다. 염분농도는 측정값에 10배를 한 수치에 각 시료의 수분함량을 고려해 환산하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 지역별 음식물쓰레기의 처리 효율 탐색

지역에 따른 음식물쓰레기의 차이를 알아보기 위해 서울시 도봉구, 경상남도 남해군, 경기도 양주시의 음식물쓰레기 처리장에서 발생된 음식물쓰레기를 수거하여 몇 가지 이화학적 성상을 비교하였다.

각 지역별 음식물쓰레기의 성상을 살펴보면, pH

는 4.2~5.3, 전기전도도는 14,883~20,600 μ s/cm, 수분함량은 73.1~78.2%, 유기물함량은 78.4~86.4%, 그리고 NaCl농도는 0.950~1.244%로 나타났다.[Table 1] 특히 음식물 쓰레기의 pH, 전기전도도, NaCl농도는 제지슬러지나 인분케익의 그것들보다 현저하게 낮은 것으로 나타났다.

각 지역별 음식물쓰레기의 이화학적 성상은 큰 차이를 보이지 않았으며, 우리나라의 음식물쓰레기의 전형적인 특성인 높은 수분함량과 유기물함량을 나타내어 부패, 악취 및 침출수 발생의 원인이 될 수 있음을 보여주었다. 음식물쓰레기의 pH 값이 낮은 이유는 혐기조건에서의 발효에 의한 유기산이 생성되었기 때문인 것으로 보인다. 한편, 염분농도는 음식물쓰레기를 퇴비화 할 경우 수분증발에 따른 농축현상으로 염분농도가 더욱 상승하여, 최종 퇴비시 염분기준치인 1.0%이상의 염분함량이 나타나 사실상 농지에 사용되는 것은 불가능할 것으로 생각된다. 지렁이의 pH와 전기전도도에 대한 내성범위는 각각 5.4~8.5, 750~15,000 μ s/cm인 것으로 알려져 있어¹⁰⁾ 음식물쓰레기를 직접 지렁이로 처리하는 것은 지렁이 생장에 한계 요인으로 작용할 수 있다.

3.2 부숙된 음식물 쓰레기의 이화학적 성상

유기성 슬러지를 지렁이로 처리하기 위해서는 지렁이의 먹이로 공급되는 슬러지의 이화학적 조건이 맞아야 한다. 일반적으로 생물은 여러 가지 이화학적 환경요인에 대해 내성한계 범위를 가지고 있으며 구체적인 내성한계 범위는 생물의 종류에 따라 다르다. 지렁이를 이용한 폐기물 처리에 있어서 지렁이가 이화학적 환경요인에 대해서 나타내는 내성한계 범위에 관한 정보는 해당 폐기물의 지렁이 처리 가능성 여부를 판단하는 효율적인 지표가 된다.¹⁰⁾ 각종 하폐수처리장에서 발생하는 분뇨 및 제지슬러지를 제외한 대부분의 유기성 슬러지는 전처리 없이 직접 지렁이를 이용하여 처리하는 조건에는 부적합하다. 따라서 슬러지를 지렁이로 처리하기 위해서는 부숙기간을 거치는 등의 전처리 과정이 필요하게 된다.¹¹⁾ 이에 음식물쓰레기를 단독으로 지렁이에게 급이하는 방법보다는 다른

부자재와 혼합하여 부숙 후 지렁이에게 급여하는 방법을 모색하였다.

각 지역의 음식물쓰레기를 건조된 제지슬러지 또는 인분케익과 혼합하여 혼합당일, 21일, 그리고 28일 부숙 후 각각의 이화학적 성상을 조사하였다.

각 지역의 음식물쓰레기와 건조된 부자재를 혼합한 시료의 pH는 초기 산성에서 21일 이후에는 약 염기성을 나타내었다.[Table 2] 대체로 21일 부숙 시료에서는 음식물 쓰레기의 발생지역이나 혼합시료의 종류에 따른 차이가 없었으나, 28일 부숙 시료에서는 제지슬러지를 혼합한 시료의 pH가 인분케익을 혼합한 시료보다 더 중성에 가까웠다. 지

렁이는 대체로 중성 근처의 pH값을 선호하는 것으로 알려져 있다.¹²⁾ 따라서, 음식물쓰레기를 제지슬러지와 혼합하여 28일 부숙시킨 시료가 21일동안 부숙시킨 시료나 인분 케익을 혼합한 시료보다 지렁이 생육 측면에서는 유리할 것으로 판단된다. 이러한 경향은 음식물 쓰레기를 양계에 급여 후 나온 계분을 전처리하기 위해 제지슬러지 및 인분 케익을 이용한 부숙실험에서도 보고된 바 있다.³⁾

전기전도도는 음식물쓰레기에 혼합한 부자재에 따라 차이가 나타났다.[Table 3] 각 지역의 음식물쓰레기에 제지슬러지를 혼합한 시료는 혼합당일 14,883~20,450 μ s/cm 였으나, 부숙 21일 후에는

[Table 1] Several Physico-Chemical Properties of Food Wastes Produced from Regionally Different Food Waste Treatment Plants

Materials Items analysed	FD ¹	FN ²	FY ³	Paper mill sludge(dry)	Night soil sludge(dry)
pH	4.2±0.0	5.3±0.3	4.4±0.0	7.0±0.0	5.5±0.0
EC (μ s/cm)	14,883±987	19,850±436	20,600±1,146	2,940±168	6,500±291
Water content(%)	76.3±0.3	73.1±0.5	78.2±0.4	27.2±2.1	14.3±0.1
Volatile solids(%)	83.8	78.4	86.4	75.0	83.6
NaCl(%)	0.950	1.048	1.244	0.145	0.513

1. FD : Food waste from Dobong county
2. FN : Food waste from Namhae county
3. FY : Food waste from Yangju county

[Table 2] pH Values of food Wastes that were Mixed with Paper mill Sludge or Night soil Sludge and then Aged with Different Periods

Mixed materials Aging period	0 day	21 days	28 days
FD + P ¹	4.5±0.0	8.1±0.0	7.7±0.0
FD + N ²	4.5±0.0	8.5±0.1	8.4±0.0
FN + P ³	5.3±0.1	8.7±0.0	7.5±0.0
FN + N ⁴	5.2±0.1	8.7±0.0	8.8±0.0
FY + P ⁵	4.8±0.1	8.0±0.1	7.6±0.0
FY + N ⁶	4.6±0.0	8.7±0.0	8.7±0.0

1. FD+P : Food waste from Dobong county was mixed with Paper mill sludge
2. FD+N : Food waste from Dobong county was mixed with Night soil sludge
3. FN+P : Food waste from Namhae county was mixed with Paper mill sludge
4. FN+N : Food waste from Namhae county was mixed with Night soil sludge
5. FY+P : Food waste from Yangju county was mixed with Paper mill sludge
6. FY+N : Food waste from Yangju county was mixed with Night soil sludge

[Table 3] EC Values($\mu\text{s}/\text{cm}$) of Food wastes that were Mixed with Paper mill Sludge or Night Soil Sludge and then aged with Different Periods

Mixed materials \ Aging period	0 day	21 days	28 days
FD + P ¹	14,883±284	14,250±100	15,217±104
FD + N ²	16,583±808	22,100±805	25,350±1,165
FN + P ³	20,450±1,994	14,667±293	15,967±401
FN + N ⁴	19,567±611	20,150±2,427	22,167±275
FY + P ⁵	19,633±369	14,000±361	15,317±513
FY + N ⁶	21,733±2,172	23,217±1,075	28,150±606

1. FD+P : Food waste from Dobong county was mixed with Paper mill sludge
2. FD+N : Food waste from Dobong county was mixed with Night soil sludge
3. FN+P : Food waste from Namhae county was mixed with Paper mill sludge
4. FN+N : Food waste from Namhae county was mixed with Night soil sludge
5. FY+P : Food waste from Yangju county was mixed with Paper mill sludge
6. FY+N : Food waste from Yangju county was mixed with Night soil sludge

14,000~14,667 $\mu\text{s}/\text{cm}$, 부숙 28일 후에는 15,217~15,967 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 로 혼합당일에 비해 전반적으로 낮아진 값을 보였다. 이에 반해, 인분케익을 혼합한 시료는 혼합당일 16,583~21,733 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 였으나, 부숙 21일 후에는 20,150~23,217 $\mu\text{s}/\text{cm}$, 부숙 28일 후에는 22,167~28,150 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 로 혼합당일에 비해 상대적으로 높은 값을 나타내었다. 전기전도도에 대한 지령이의 내성범위는 750~15,000 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 로 알려져 있고, 염류농도가 높을 경우에는 지령이는 치명적인 영향을 받게되며, 낮은 경우에는 지령이 성장이 이루어지지 않는 것으로 보고되어 있다.¹³⁾ 따라서 건조된 인분케익을 혼합한 음식물쓰레기는 과도한 염류농도로 인해 지령이에게 치명적일 수 있을 것으로 판단된다.

지령이는 습윤한 환경을 좋아하기 때문에 사육상의 함수율이 대략 60~80%정도이며, 먹이의 경우도 함수율이 70±10%의 범위 내에 있는 것이 좋다고 보고되고 있다.¹⁴⁾ 또한 먹이의 수분함량에 대한 지령이의 내성범위는 60~85%로 비교적 넓은 것으로 알려져 있으며, 수분함량이 60~70%사이 일 때 지령이의 확대발달이 양호한 것으로 보고된 바가 있다(Edwards와 Bohlen, 1996).

본 실험에서 함수율이 75%가 넘는 음식물쓰레기는 부숙과정에서 발효온도가 낮고, 산소공급이 제한을 받아 혐기성 상태가 될 수 있기 때문에 건

조된 제지슬러지와 인분케익을 수분조절재로서 사용하여 초기 혼합시료의 함수율을 60~70% 정도로 유지시켜주었다.[Table 4] 그러나 부숙이 진행될수록 자체 발열에 의해 건조현상이 일어나게 되어 부숙 21일 후에는 도봉 음식물쓰레기와 인분케익을 혼합한 시료에서 수분함량이 47.7%로 떨어졌으며, 부숙 28일 후에는 양주 음식물쓰레기와 제지슬러지를 혼합한 시료에서 수분함량이 36.8%로 급격히 저하되었다. 단순한 수분부족은 먹이 급이 시, 물 뿌려주기 등을 통해 해결할 수 있는 문제이나, 부숙시 발생할 수 있는 여러 요인들을 감안할 때, 뒤집기 과정과 더불어 부족한 수분을 보충해 주는 것이 필요할 것으로 사료된다.

유기물량은 토양내의 지령이 분포에 영향을 주는 요인으로 토양에 유기물이 부족하면 일반적으로 지령이의 수가 적게 나타난다(Edwards 와 Bohlen, 1996). 본 실험에서 유기물 함량은 혼합당일 75.0~84.9%로 높게 나타났으나, 부숙 과정이 진행될수록 전반적으로 60~70% 정도로 낮아지는 결과를 나타내었다.[Table 5] 유기물함량이 감소한 이유는 부숙 기간동안 미생물의 활동으로 유기물 분해가 이루어져 다소 낮은 값을 나타내는 것으로 사료된다.

과도한 수분과 더불어 염분은 음식물쓰레기 처리에서 큰 걸림돌로 작용하고 있다. 혼합전 각 지역의

[Table 4] Water Contents(%) of Food Wastes that were Mixed with Paper mill Sludge or Night Soil Sludge and then Aged with Different Periods

Mixed materials \ Aging period	0 day	21 days	28 days
FD + P ¹	66.5±0.6	53.8±0.5	44.5±0.7
FD + N ²	65.4±1.6	47.7±1.6	54.6±1.3
FN + P ³	59.9±2.3	60.8±0.3	40.6±0.6
FN + N ⁴	71.1±2.6	54.0±0.3	44.7±1.0
FY + P ⁵	66.6±0.5	63.1±0.6	36.8±0.4
FY + N ⁶	58.9±2.0	54.7±0.7	45.9±0.7

1. FD+P : Food waste from Dobong county was mixed with Paper mill sludge
2. FD+N : Food waste from Dobong county was mixed with Night soil sludge
3. FN+P : Food waste from Namhae county was mixed with Paper mill sludge
4. FN+N : Food waste from Namhae county was mixed with Night soil sludge
5. FY+P : Food waste from Yangju county was mixed with Paper mill sludge
6. FY+N : Food waste from Yangju county was mixed with Night soil sludge

[Table 5] Volatile Solid Contents(%) of food Wastes that were Mixed with Paper mill Sludge or Night Soil Sludge and then Aged with Different Periods

Mixed materials \ Aging period	0 day	21 days	28 days
FD + P ¹	81.4	64.3	62.5
FD + N ²	81.4	69.8	68.0
FN + P ³	75.0	64.8	60.3
FN + N ⁴	81.0	67.8	64.8
FY + P ⁵	79.8	69.0	66.8
FY + N ⁶	84.8	72.3	74.3

1. FD+P : Food waste from Dobong county was mixed with Paper mill sludge
2. FD+N : Food waste from Dobong county was mixed with Night soil sludge
3. FN+P : Food waste from Namhae county was mixed with Paper mill sludge
4. FN+N : Food waste from Namhae county was mixed with Night soil sludge
5. FY+P : Food waste from Yangju county was mixed with Paper mill sludge
6. FY+N : Food waste from Yangju county was mixed with Night soil sludge

음식물쓰레기에서 나타난 염분농도는 1%전후로 나타났고, 건조된 제지슬러지와 인분케익을 혼합한 부숙 21일 후의 시료에서는 0.627~1.352%, 부숙 28일 후의 시료에서는 0.943~1.678%로 나타났다.[Table 6] 이는 염분이 퇴비화 과정 중에서 분해, 소멸되지 않고 잔류되며 수분의 증발로 인하여 농축되어 증가되었다고 볼 수 있다. 즉, 부숙이 진행될수록 전반적으로 NaCl 농도가 증가된 것은 부

숙으로 인한 수분함량 감소와 더불어 시료내의 염분이 분해되지 못하거나 외부로 배출되지 못하고 축적되어 나타난 결과로 판단된다. 염분 농도별로 처리하고 지렁이를 입식하여 생존율을 조사한 결과 염분농도가 0.6~0.7%일 때, 지렁이의 생존율이 50% 수준이었다는 보고가 있다.¹⁵⁾ 따라서 음식물쓰레기 내의 높은 염분농도는 지렁이 먹이로서 제한요인으로 작용할 것으로 판단된다.

3.3 부숙된 음식물 쓰레기에 대한 줄지렁이의 섭식 반응 및 생체량 변화

각 지역의 음식물쓰레기를 건조된 제지슬러지 또는 인분케익과 혼합하여 부숙 21일과 부숙 28일 후의 혼합시료에 대한 줄지렁이의 섭식 속도를 알아보았다.[Table 7] 섭식속도는 20g의 줄지렁이가 20g의 혼합시료를 섭식하는데 소요된 시간으로

나타내었다. 혼합물의 부숙기간이 길어질수록 처리시간이 짧아지는 경향을 나타내었으며, 인분케익을 혼합한 음식물쓰레기보다는 제지슬러지를 혼합한 시료에서 줄지렁이의 섭식속도가 더욱 빠르게 나타났다. 이것은 인분케익내의 염류 농도가 제지슬러지내의 농도보다 높아[Table 1] 음식물 쓰레기에 인분케익을 혼합하여 부숙시켜도 전기전도

[Table 6] NaCl Contents(%) of food Wastes that were Mixed with Paper mill Sludge or Night Soil Sludge and then Aged with DifferentPeriods

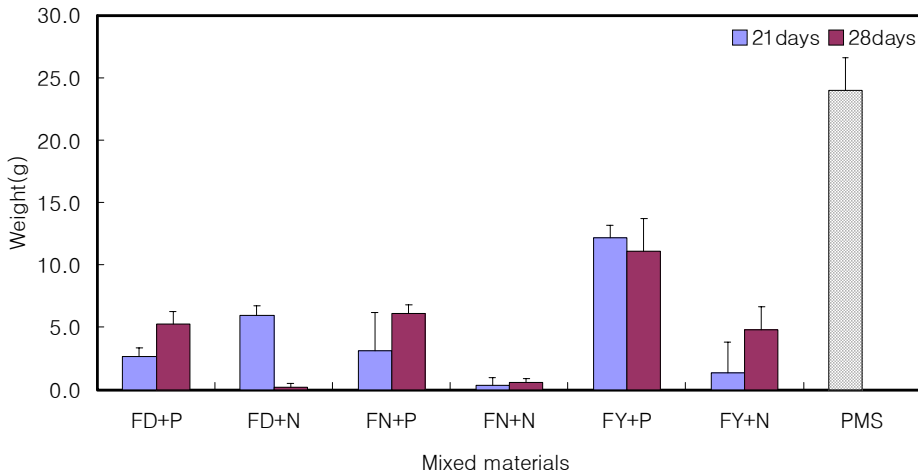
Mixed materials \ Aging period	0 day	21 days	28 days
FD + P ¹	0.938	0.832	0.943
FD + N ²	0.940	1.255	1.089
FN + P ³	1.323	0.627	0.950
FN + N ⁴	0.839	1.057	1.273
FY + P ⁵	1.234	0.774	0.948
FY + N ⁶	1.356	1.352	1.678

1. FD+P : Food waste from Dobong county was mixed with Paper mill sludge
2. FD+N : Food waste from Dobong county was mixed with Night soil sludge
3. FN+P : Food waste from Namhae county was mixed with Paper mill sludge
4. FN+N : Food waste from Namhae county was mixed with Night soil sludge
5. FY+P : Food waste from Yangju county was mixed with Paper mill sludge
6. FY+N : Food waste from Yangju county was mixed with Night soil sludge

[Table 7] Feeding Rates (days / 20g of Mixed Material / 20g of Earthworms) of the Tiger Worms(Eisenia Fetida) when they were fed with food Wastes that had been Mixed with Paper mill Sludge or Night soil Sludge and then Aged with Different periods

Mixed materials \ Aging period	21 days	28 days
FD + P ¹	10.0±1.1	10.0±1.1
FD + N ²	25.6±2.7	12.1±1.6
FN + P ³	10.0±1.1	6.5±0.5
FN + N ⁴	21.8±5.4	12.1±1.6
FY + P ⁵	4.1±0.2	3.8±0.2
FY + N ⁶	23.3±8.1	15.6±2.7
Paper mill sludge (control)	2.9±0.1	

1. FD+P : Food waste from Dobong county was mixed with Paper mill sludge
2. FD+N : Food waste from Dobong county was mixed with Night soil sludge
3. FN+P : Food waste from Namhae county was mixed with Paper mill sludge
4. FN+N : Food waste from Namhae county was mixed with Night soil sludge
5. FY+P : Food waste from Yangju county was mixed with Paper mill sludge
6. FY+N : Food waste from Yangju county was mixed with Night soil sludge



[Fig. 1] Biomass of the tiger worm(*Eisenia fetida*) populationa when it was fed for 60 days with food wastes that had been mixed with paper mill sludge or night soil sludge and then aged with different periods.

FD+P : Food waste from Dobong county was mixed with Paper mill sludge
 FD+N : Food waste from Dobong county was mixed with Night soil sludge
 FN+P : Food waste from Namhae county was mixed with Paper mill sludge
 FN+N : Food waste from Namhae county was mixed with Night soil sludge
 FY+P : Food waste from Yangju county was mixed with Paper mill sludge
 FY+N : Food waste from Yangju county was mixed with Night soil sludge
 PMS : Paper mill sludge
 a : Biomass of introduced tiger worm population was 20 grams

도도가 크게 낮아지지 않은 것(Table 3)과 관련이 있는 것으로 판단된다. 그러나 음식물 쓰레기가 포함된 먹이에 대한 줄지렁이의 섭식속도는 음식물 쓰레기 발생지역, 부숙용 혼합물의 종류, 부숙기간과 무관하게 제지슬러지만 급이한 경우인 2.9일보다 낮게 나타났다.

부숙된 음식물쓰레기를 20g의 줄지렁이에게 급이하고 급이 60일 후 줄지렁이의 생체량을 조사한 결과,[Fig. 1] 대조군으로 사용된 제지슬러지에서 줄지렁이는 약 20% 증가된 24.02g을 나타내었으나, 다른 혼합시료에서는 모두 생체량이 감소하는 경향을 나타내었다. 다른 부숙 음식물 쓰레기에 비해서 비교적 섭식속도가 빨랐던 ‘양주음식물쓰레기+제지슬러지’ 시료의 경우 다른 혼합시료보다는 생체량 감소율이 작았으나, 제지슬러지를 급이한 경우의 절반 수준의 생체량을 나타내, 음식물 쓰레기내의 과도한 염류농도 특히 염분농도 [Table 1, 3]가 여전히 지렁이 생장에 악영향을

미치고 있음을 알 수 있다.

4. 결론

서로 다른 지역에서 발생한 음식물 쓰레기에 제지슬러지, 인분케익을 혼합하여 부숙시킨 후, 부숙기간에 따른 음식물 쓰레기의 이화학적 성상 및 줄지렁이의 섭식반응 및 생체량 변화를 조사하였다.

발생지역에 따른 음식물 쓰레기의 이화학적 성상에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났으며, 지렁이가 섭식하기에는 음식물 쓰레기내의 염분 농도가 전반적으로 높게 나타났다. 음식물 쓰레기에 인분케익을 혼합하여 부숙시켰을 때보다 제지슬러지를 혼합, 부숙시켰을 경우 염류농도 저하효과가 높게 나타났으나 그 수준이 지렁이의 섭식효율과 생장률을 크게 개선시키지는 못하는 것으로 나타났다. 따라서 음식물 쓰레기에 대해서 지렁이 처리법을 적용시키기 위해서는 음식물 쓰레기내의 염류농도

를 저하시키는 방법의 개발이 선행되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김두환, “음식물류 폐기물 처리 정책방향, “음식물류 폐기물 자원화 현황 및 발전 방안, 2004 유기성 자원학회 추계심포지움, pp 13~17 (2004).
2. 이창호, 김종오, 최훈근, “지렁이 퇴비화 운영 사례 및 개선방향. 한국유기성폐자원학회지”, 추계학술대회 세미나 및 학술발표 연구논문집, pp 37-45 (2001).
3. 이병도, 배운환, “가금류와 지렁이를 이용한 음식물 쓰레기 재활용 방법에 관한 연구, 유기성자원학회지, 12(2), pp 91-100 (2004).
4. Edwards C. A. and Bohlen P. J. “Biology and Ecology of earthworm”, Chapman and Hall. p. 426 (1996).
5. Loehr R. C., Martin J. H. and Neuhauser E. F., “Liquid sludge stabilization using vermistabilization”, J. WPCF, 57(7), pp 817-826 (1985).
6. Elvira C., Goicoechea M., Sampedro L., Mato S. and Nogales R., “Bioconversion of solid paper-pulp mill sludge by earthworms”, Bioresource Technology. 57, pp 173-177 (1996).
7. 이주삼, 정재춘, 조익환, “Vermicomposting에 의한 산업폐기물의 처리 한국유기성 폐자원학회지”, 9(1), pp 19-26 (1992).
8. 배운환, “유기성폐기물의 지렁이 처리에 관한 생태학적 고찰”, 한국유기성폐자원학회지, 10(4), pp 15-25 (2002).
9. 강석창, “지렁이 급이를 위한 음식쓰레기의 전처리 방법에 관한 연구”, 대전대학교 교육대학원 석사학위 논문, p. 36 (2002).
10. 최훈근, “유기성슬러지 처리에 있어서 지렁이를 이용한 퇴비화 슬러지급이 와 사육조건에 관한 연구”, 서울시립대학교 박사학위논문 p. 106 (1992).
11. 국립환경연구원, “토양생물을 이용한 유기성 슬러지 처리기술 개발과 재활용에 관한 연구 보고서(II)”, pp 83~84 (1993).
12. Rivero-Hernandez R., “Influence of pH on the production of Eisenia fetida.” Advanc. Animent. Anim., 31(5), pp 215-217 (1991).
13. Flack F. M. and R. Hartenstein, “Growth of the earthworm Eisenia foetida on microorganisms and cellulose”, Soil Biol. Biochem, 16(5), pp 491-495 (1984).
14. 국립환경연구원, “토양생물을 이용한 유기성 슬러지 처리기술 개발에 관한 연구 보고서 (I)”, pp 85~86 (1992).
15. 소규호. 2000. 지렁이를 이용한 음식물쓰레기 자원화. 제2회 지렁이를 이용한 폐기물 처리와 환경보전을 위한 심포지움 (2000). 