

음식물쓰레기의 호기성 퇴비화에 있어서 왕겨와 톱밥의 영향에 관한 비교 연구

박석환[†]

서원대학교 환경과학과

Comparison of Effects of Chaff and Sawdust on Aerobic Composting of Food Wastes

Seok Hwan Park[†]

Department of Environmental Sciences, Seowon University

(Received June 16, 2003; Accepted August 9, 2003)

ABSTRACT

This study was performed to compare the effects of chaff and sawdust as bulking materials on temperature, pH, weight and volume reduction and salinity in aerobic composting of food wastes. Volume ratios of food wastes to chaff in reactor of Control, Ch-1, Ch-2, Ch-3 and Ch-4 were 4:0, 4:1, 4:2, 4:3 and 4:4, respectively. Volume ratios of food wastes to sawdust in reactor of Control, Sd-1, Sd-2, Sd-3 and Sd-4 were 4:0, 4:1, 4:2, 4:3 and 4:4, respectively. Reactors were operated for 24 days with 1 hour stirring by 1 rpm and 2 hours aeration per day. The lowering of the volume ratio of food wastes to chaff and sawdust resulted in the reaction at higher reaction temperature and the elongation of the high temperature reaction period. The lowering of the volume ratio of food wastes to chaff and sawdust resulted in faster pH increase. In the volume ratio of 4:3 and 4:4, pH increased faster in food-chaff mixtures than in food-sawdust mixtures. The lowering of the volume ratio of food wastes to chaff and sawdust resulted in faster steady state in the weight reduction rate and the volume reduction rate. The weight reduction rates of chaff mixtures were higher than those of sawdust mixtures, but the volume reduction rates of sawdust mixtures were more higher than those of chaff mixtures. Salinity increased as composting reaction proceeded, due to reduction in mass weight. The final salinity of Control was 2.79%, and the final range of salinities of chaff and sawdust mixtures were 2.18~2.37% and 1.86~2.05%, respectively.

Keywords: Food wastes, Aerobic composting, Chaff, Sawdust, Bulking material

I. 서 론

음식물쓰레기라 함은 식품의 판매, 유통, 조리과정에서 버려지는 음식물 및 먹고 남아 버려지는 음식물류 폐기물(농·수·축산물류 포함)을 말하는 것으로 다양한 형태로 발생하고 있다. 1990년대에 들어와 폐기물문제가 사회문제화되고, 소각 및 매립 처리과정 중에 2차 오염이 일어나면서, 쓰레기 성상 중에 가장 문제가 될 수 있는 음식물쓰레기에 대한 관심이 증가하게 되었다.¹⁻³⁾ 음식물쓰레기는 우리나라의 생활쓰레기 발생량 중 그

비중이 가장 크며, 2000년도 우리나라 생활쓰레기의 발생량은 1일 46,438톤이었는데, 이 중에서 음식물쓰레기가 25%인 11,434톤 발생하였다. 또한 음식물쓰레기는 종이, 병류, 캔류 등 재활용품을 빼면 50~60%에 이르고 있으며, 배출원별로 살펴보면 가정에서 53% 음식점에서 47%를 발생시키고 있으며, 1인당 발생량은 가정에서 0.3 kg, 음식점에서 2.3 kg으로 나타났으며, 음식물 조성에 따른 발생함량은 채소류가 40.7%, 곡류가 30.6%, 어육류가 13.3%, 과일류가 9.3%, 이물질이 6.1%로 나타났다.

일반적으로 음식물쓰레기는 80~85% 전후, 하수슬러지는 75~80% 전후의 수분함량을 보이는데, 이로 인하여 음식물쓰레기는 부패하기가 쉽고, 부패하면서 오수와 악취를 발생시켜 재활용품과 섞이게 되면, 재활용품

[†]Corresponding author : Department of Environmental Sciences, Seowon University
Tel: 82-43-299-8723, Fax: 82-43-299-8720
E-mail : shp@seowon.ac.kr

의 품질을 떨어뜨리며, 또한 저장, 운반, 처리, 처분, 처분 후 과정에서도 많은 문제점들을 야기한다. 따라서 음식물쓰레기를 감량화하고 재활용한다면 생활쓰레기 문제의 가장 큰 부분을 해결하는 것으로 볼 수 있다.⁵⁻⁷⁾

또한, 좁은 국토, 침출수 발생과 지하수 오염, 주민의 반대 등으로 인하여 폐기물에 대한 매립지 확보가 어려워진 상황에서, 특별시, 광역시 또는 시 지역에서 발생하는 음식물쓰레기의 경우 2005년 1월 1일부터, 그리고 1일 처리능력 1만 m³ 이상의 하수종말처리시설에서 배출되는 슬러지의 경우 2003년 7월 1일부터 적매립이 금지되었다.⁸⁾

이와 같은 상황에 대비하는데 있어서, 각 국가마다 발생하는 음식물쓰레기의 형태와 특성 등이 다르기 때문에, 우리나라 음식물쓰레기의 특성에 맞는 처리 및 처분 방안을 마련할 필요가 있다. 이러한 음식물쓰레기를 효율적이고 체계적으로 자원화시키기 위해서는 주 발생원인 도시와 농가부산물의 발생지인 농촌의 유기적인 연계가 필요하다 할 수 있으며, 그렇게 되어야만 최종생성물로서의 퇴비의 수요와 공급이 지속적이고도 원활하게 유지될 수 있을 것이다.

이와 관련된 연구로서, 음식물쓰레기에 대한 팽화제로서 톱밥만을 이용하여 생산된 퇴비와 톱밥과 코코넛 피트를 이용하여 생산된 퇴비를 비교했을 때, 전자가 후자보다 감량율과 분해율이 좀 더 높은 것으로 나타났다⁹⁾ 또 다른 연구에서는 톱밥대신에 목편을 사용함으로써 퇴비화 종료 후 목편의 재사용과 목편 재료의 확보 용이성 등의 장점을 주장하였고,¹⁰⁾ 팽화제로서 벚짚과 하수슬러지케이이크를 사용한 연구에서는, 벚짚을 첨가한 경우가 하수슬러지케이이크를 사용한 경우보다 퇴비화 속도는 빠른 것으로 나타났으나, 비효성은 다소 떨어지는 것으로 보고된 바 있다.¹¹⁾

본 연구의 목표는 음식물쓰레기에 대한 호기성 퇴비화 처리에 있어서, 효율적이고 경제적인 처리를 달성하고자 농촌지역에서 대량으로 발생하고, 구하기 쉬운 왕겨와 톱밥을 사용하여 효과적인 퇴비화 방안을 강구하는데 있으며, 구체적으로는 음식물쓰레기에 왕겨와 톱밥을 부피비를 상이하게 혼합하여 투입한 후, 호기성 퇴비화를 진행시키면서, 그 처리효율 및 속성을 알아 보기 위하여 온도, pH, 무게와 부피감소율, 염분도 등을 측정하여 분석, 비교하였다.

II. 연구방법

1. 장치 및 재료

본 실험에 사용된 퇴비화 장치는 Fig. 1과 같으며,

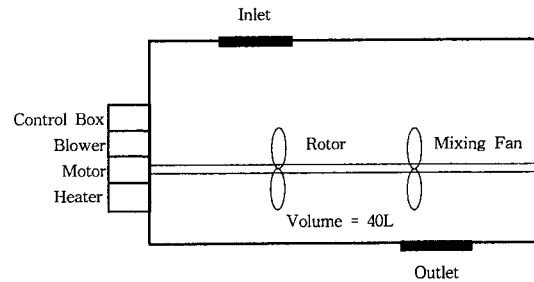


Fig. 1. Schematic diagram of laboratory-scale composting reactor system.

내부치수는 W500×H600×D350 mm로, 유효용적 40 L 크기의 스테인레스 재질의 반응기로서, 바닥 부분은 교반 시에 사각지대를 없애기 위해 교반날개의 회전반경에 맞추어 원형으로 제작하였고, 부가장치로 송풍기, 온도조절장치, 교반기, 투입구 및 배출구와 이를 제어하기 위한 제어함이 부착되어 있다.

2. 실험조건

음식물쓰레기는 각각 1회 300명과 200명 이상의 급식능력을 갖춘 2개의 집단급식소로부터 3회에 걸쳐 시료를 채취하여, 이물질 제거, 혼합, 절단, 균질화한 후, 초기 수분함량이 너무 많아서 3시간 동안 음지에서 건조시켰다. 퇴비화하기 위해서 음식물쓰레기 5.00 L (4.00 kg)에 대하여 왕겨를 각각 4:0(Control), 4:1(1.25 L, Ch-1), 4:2(2.50 L, Ch-2), 4:3(3.75 L, Ch-3) 및 4:4(5.00 L, Ch-4)의 부피비로 혼합하였고, 음식물쓰레기 5.00 L(4.00 kg)에 대하여 톱밥을 각각 4:0(Control), 4:1(1.25 L, Sd-1), 4:2(2.50 L, Sd-2), 4:3(3.75 L, Sd-3) 및 4:4(5.00 L, Sd-4)의 부피비로 혼합하여 반응조에 투입한 후, 하루 1 rpm의 속도로 1시간 교반, 2시간 송풍으로, 24일 동안 운전하면서 온도, pH 등의 항목들의 경시적 변화를 측정, 비교, 분석, 고찰하였다.

3. 분석방법

본 실험에서 실내온도와 시료의 온도를 측정하였고, 이미 무게와 부피를 알고 있는 용기에 시료를 옮긴 후, 내용물의 무게와 부피를 측정하였다. 이 중 일부 시료를 200 ml 비이커에 채우고 10여회 다진 후 증류수를 첨가하여 그 첨가량으로 개략적인 공극률을 측정하였고, 이어서 pH와 전도도를 측정하였다. 수분함량 및 고형물 함량은 폐기물공정시험방법에 따라 105°C에서 4시간 건조하여 측정하였고, 회분함량은 600°C에서

30분간 강열한 후 측정하였다. NaCl 함량은 Mohr 법에 따라 시료에 지시약으로서 7.5% K_2CrO_4 를 넣은 다음 0.02 N $AgNO_3$ 용액으로 적정하여 측정하였고, TKN(Total Kjeldahl Nitrogen)은 H_2SO_4 와 H_2O_2 를 사용하여 전처리한 시료를 Semi-micro-Kjeldahl Method에 따라 측정하였고,¹²⁻¹⁴⁾ TOC(Total Organic Carbon) 함량은 $TOC=(100-\%Ash)/1.8,(\%)$ 로부터 구하였다.¹⁵⁾

III. 결과 및 고찰

본 실험에 사용된 음식물쓰레기와 왕겨 및 톱밥의 물리화학적 특성이 Table 1에 제시되어 있다.

음식물쓰레기의 pH 3.95는 왕겨의 pH 7.19보다 월등히 낮았으며 톱밥의 pH 4.83보다도 낮게 나타났는데, 이는 음식물 속에 존재하는 각종 유기산 때문인 것으로 판단된다. 왕겨와 톱밥의 걸보기 밀도와 습도는 음식물쓰레기에 비해 월등히 낮고, 또한 왕겨와 톱밥의 공극률은 음식물쓰레기에 비해 매우 높아서, 왕겨와 톱밥의 팽화재로서의 역할을 기대할 수 있다. C/N비는 세가지 원료 모두 23.3~30.9의 범위에 들어가 있으며, 염분도와 전도도에 있어서는 음식물쓰레기가 왕겨나 톱밥에 비해 매우 높은 것으로 나타났는데, 이는 세계보건기구(WHO)의 소금에 대한 섭취 권장량 6 g/인·일보다 훨씬 많은 우리나라의 소금 섭취량 20 g/인·일 때문인 것으로 판단되며, 결국, 왕겨나 톱밥의 첨가가 음식물쓰레기의 퇴비화에 있어서 공극률을 확대해주고, 염분도를 저감시킬 수 있을 것으로 판단된다.¹⁶⁻¹⁸⁾

반응일수의 경과에 따른 실내온도와 각 반응물의 온도의 변화는 Fig. 2에 제시되어 있다. 대조군의 경우

Table 1. Physico-chemical properties of food wastes, chaff and sawdust

Items	Units	Food wastes	Chaff	Sawdust
pH	-	3.95	7.19	4.83
Apparent density	kg/L	0.80	0.12	0.24
Porosity	%	40.0	81.0	98.0
Moisture content	%	71.7	8.4	6.9
Total solid	%	28.3	91.6	93.1
Ash content	%	10.3	10.8	2.0
TOC	%	47.5	47.2	51.9
TKN	%	2.04	1.87	1.68
C/N ratio	-	23.3	25.2	30.9
Salinity	%	1.63	0.40	0.32
Conductivity	mS/m	42.8	5.7	3.5

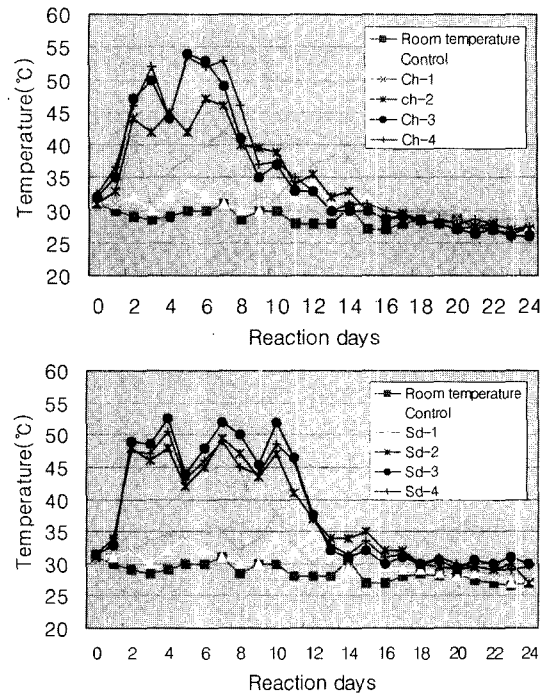


Fig. 2. Comparison of temperature changes by reaction days.

반응일수 5일후 34.0°C를 보이다가 12일 후 34.5°C의 최고온도를 보여서, 매우 느린 분해속도를 나타내었다. 이는 팽화재 및 수분조절재로서의 왕겨나 톱밥이 투입되지 않은 음식물쓰레기만의 퇴비화에 있어서 미생물의 활성이 매우 미약함을 나타내주고 있다. 왕겨가 첨가된 시료의 경우, 음식물쓰레기의 왕겨에 대한 부피비가 4:1인 시료 Ch-1은 최고온도가 7일후 42.0°C이고, 40°C 이상의 온도를 나타낸 반응일수가 4일인데 비하여, 부피비가 4:2인 시료 Ch-2는 최고온도가 6일 후 47.0°C이고 40°C 이상의 온도를 나타낸 반응일수가 7일이었으며, 부피비가 각각 4:3과 4:4인 시료 Ch-3과 Ch-4의 경우 최고온도가 5일 후 54.0°C와 53.5°C로 매우 높게 나타났으며, 50.0°C 이상의 온도를 나타낸 반응일수가 각각 3, 4일이었다. 이로써 왕겨의 첨가량이 많을수록 더욱 짧은 시간내에 더욱 높은 최고온도에 도달하며, 고온의 지속기간이 길은 것으로 나타났다. 따라서, 음식물쓰레기의 왕겨에 대한 부피비는 4:3~4:4로 유지하는 것이 효과적인 것으로 판단된다.

톱밥이 첨가된 시료의 경우, 음식물쓰레기의 톱밥에 대한 부피비가 4:1인 시료 Sd-1의 최고온도는 10일 후 38.0°C이고, 부피비가 4:2인 시료 Sd-2의 경우 최고온도는 7일 후 49.5°C이고 40.0°C 이상을 나타낸 반응일

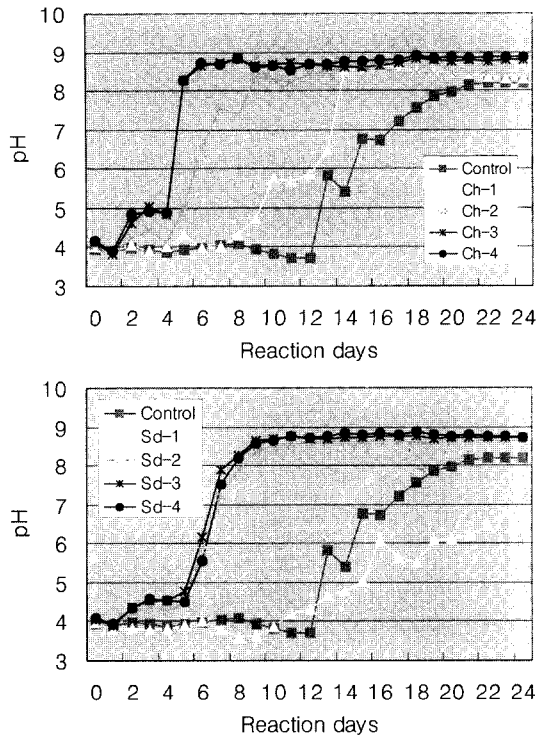


Fig. 3. Comparison of pH changes by reaction days.

수가 10일이었고, 부피비가 4:3인 시료 Sd-3인 경우 최고온도는 4일 후 52.5°C를 나타내었고, 40.0°C 이상을 나타낸 반응일수는 Sd-2와 함께 10일이었으나 이중 50.0°C 이상의 반응일수는 4일이나 되었다. 부피비가 4:4인 시료 Sd-4의 경우 최고온도는 4일 후 50.5°C를 나타내었고, 40.0°C 이상의 반응일수는 Sd-2, Sd-3와 함께 10일이었으나 50.0°C 이상의 경우는 하루이었다. 이로써 톱밥의 투입량이 많을수록 더욱 짧은 시간내에

더욱 높은 최고온도에 도달하며, 고온의 지속기간이 길은 것으로 나타났다. 따라서 음식물쓰레기의 왕겨에 대한 부피비는 4:3-4:4로 유지되는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

한편, 같은 부피비로 첨가되었다 하더라도 톱밥보다는 왕겨가 첨가된 경우의 최고온도가 더욱 높았으며 고온지속기간도 더욱 길게 나타났으며, 양쪽 모두 반응일수 16일 이후에는 32.0°C 이하로 서서히 감소함을 보여주었다.

반응일수의 경과에 따른 각 반응조내 pH의 변화가 Fig. 3에 제시되어 있다. 대조군의 경우, 앞에서 살펴본 온도변화와 유사하게, 매우 느리고 완만한 pH의 증가 현상을 나타내어, 상대적으로 느린 퇴비화 정도를 나타내었다. 왕겨가 첨가된 시료에 있어서 음식물쓰레기의 왕겨에 대한 부피비가 각각 4:1과 4:2인 시료 Ch-1과 Ch-2의 경우, 최초 pH 도약시점은 각각 10일(pH 5.76)과 9일(pH 8.36)로서, 이는 각각 최고온도 42.0°C(7일)와 47.0°C(6일)를 나타낸 시점으로부터 각각 3일 후이었다. 왕겨에 대한 부피비가 4:3과 4:4인 시료 Ch-3와 Ch-4의 경우, 최초 pH 도약시점은 각각 5일(pH 8.26)과 5일(pH 8.28)로서, 이는 각각 최고온도 54.0°C(5일), 53.5°C(5일)를 나타낸 시점과 일치하였다. 이로써 왕겨에 대한 부피비가 증가할수록, 최초 pH 도약시점이 빨라짐을 알 수 있었고, 최고온도 도달시점과 최초 pH 도약시점의 간격이 줄어들음을 확인할 수 있었다.

톱밥이 첨가된 시료에 있어서 음식물쓰레기의 톱밥에 대한 부피비가 각각 4:1과 4:2인 시료 Sd-1과 Sd-2의 경우, 최초 pH 도약시점은 각각 15일(pH 5.04)과 9일(pH 8.35)로서, 이는 각각 최고온도 38.0°C(10일), 49.5°C(7일)를 나타낸 시점으로부터 각각 5일, 2일 후이었다. 톱밥에 대한 부피비가 4:3과 4:4인 시료 Sd-3

Table 2. Comparison of weight changes by reaction days

(Unit : kg)

Reaction days	Control	Chaff				Sawdust			
		Ch-1	Ch-2	Ch-3	Ch-4	Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4
0	4.00(0.0*)	4.09(0.0)	4.21(0.0)	4.39(0.0)	4.57(0.0)	4.19(0.0)	4.33(0.0)	4.50(0.0)	4.68(0.0)
4	3.36(16.0)	3.44(15.9)	3.37(20.0)	3.51(20.1)	3.75(17.9)	3.82(8.8)	3.80(12.2)	3.94(12.4)	4.23(9.6)
8	2.68(33.0)	2.83(30.8)	2.40(42.0)	2.40(45.3)	2.72(40.5)	3.56(15.0)	3.19(26.3)	3.24(28.0)	3.47(25.9)
12	2.46(38.5)	2.37(42.1)	1.66(60.6)	1.99(54.7)	2.34(48.8)	3.14(25.1)	2.56(40.9)	2.53(43.8)	2.71(42.1)
16	2.37(40.8)	1.80(56.0)	1.51(64.1)	1.87(57.4)	2.27(50.3)	2.65(36.8)	2.32(46.4)	2.49(44.7)	2.67(43.0)
20	2.14(46.5)	1.54(62.3)	1.46(65.3)	1.69(61.5)	2.14(53.2)	2.47(41.1)	2.29(47.1)	2.41(46.4)	2.65(43.4)
24	2.08(48.0)	1.43(65.4)	1.41(66.5)	1.64(62.6)	2.06(54.9)	2.36(43.7)	2.27(47.6)	2.38(47.1)	2.64(43.6)

*; Values in parenthesis are rates in weight reduction(%).

과 Sd-4의 경우, 최초 pH 도약시점은 각각 8일(pH 8.27)과 8일(pH 8.21)로서, 이는 각각 최고온도 52.5°C (4일)와 50.5°C(4일)를 나타낸 시점으로부터 4일 후였다.

이로써 톱밥에 대한 부피비가 클수록 최초 pH 도약 시점이 빨라짐을 알 수 있었고, 첨가비가 4:3 또는 4:4 일 경우 왕겨를 첨가한 경우가 톱밥을 첨가한 경우보다 최초 pH 도약시점이 빠름을 알 수 있었다.

반응일수의 경과에 따른 각 반응조내 시료의 무게감소율의 변화가 Table 2에 제시되어 있다. 대조군의 경우 무게가 서서히 그리고 완만하게 감소함을 나타내고 있는데, 그 만큼 미생물에 의한 유기물의 분해속도가 느리고 오랫동안 지속되고 있음을 보여준다. 왕겨를 첨가한 시료에 있어서, 부피비가 4:1로 낮은 시료 Ch-1의 경우, 무게가 반응기간 24일 동안 지속적으로 감소하고 있음을 보여주고 있으나, 부피비가 4:2인 Ch-2의 경우 반응일수 16일 이후부터, 그리고 부피비가 각각 4:3, 4:4인 시료 Ch-3, Ch-4의 경우 반응일수 12일부터는 거의 일정성을 보여주어 유기물의 분해가 완료되었음을 나타내주고 있다. 또한 왕겨의 첨가량이 커지는 Ch-2에서 Ch-3, Ch-4로 갈수록 최종 무게감소율이 작아지는 것은, 이미 음식물쓰레기의 분해가 완료된 상태에서, 첨가된 분해되지 않은 왕겨의 무게가 증가되기 때문이다.

톱밥을 첨가한 시료에 있어서, 부피비가 4:1로 낮은 시료 Sd-1의 경우, 무게가 반응기간 내내 지속적으로 완만히 감소하고 있음을 보여주어 퇴비화가 더디게 진행되고 있음을 나타내었고, 부피비가 큰 Sd-2, 3, 4의 경우, 반응일수 16일부터는 일정성을 나타내어 유기물의 분해가 거의 완료되었음을 보여주었다. 왕겨를 첨가한 경우와 마찬가지로 톱밥을 첨가한 시료에 있어서도 Sd-2에서 Sd-3, Sd-4로 갈수록 최종 무게감소율이 작아지는 이유는 첨가된 톱밥의 무게가 증가되었기 때문이다.

전반적으로 왕겨를 첨가한 시료의 무게감소율이 톱밥을 첨가한 시료의 무게감소율보다 높은 것으로 나타났는데, 이는 최초에 첨가된 같은 부피의 왕겨와 톱밥의 무게가 각각 다르기 때문이다. 즉 같은 부피라 할지라도 Table 1에서 보는 바와 같이 톱밥의 밀도 0.24 kg/L가 왕겨의 밀도 0.12 kg/L보다 크기 때문이다.

반응일수의 경과에 따른 각 반응조내 시료의 부피감소율의 변화가 Table 3에 제시되어 있다. 대조군의 경우 반응기간 내내 지속적으로 그리고 완만하게 부피감소율이 증가하고 있음을 나타내어 더딘 퇴비화 속도를 보여주었다. 왕겨를 첨가한 시료의 경우, 첨가비가 4:1로 낮은 Ch-1의 경우는 대조군과 마찬가지로 느리고도 지속적인 부피감소율을 나타내었고, 각각 첨가비가 4:2, 4:3, 4:4인 Ch-2, Ch-3, Ch-4의 경우는, 반응일수가 각각 20일, 12일, 8일 부터는 부피감소율이 거의 일정함을 보여주어, 첨가비가 클수록 퇴비화 반응이 일찍 종료됨을 알 수 있었다. 또한 Ch-2에서 Ch-3, Ch-4로 갈수록 부피감소율이 급격히 감소하는데, 이는 퇴비화가 끝난 시료 중에서 첨가된 왕겨의 부피가 크고 또한 그다지 줄지 않기 때문인 것으로 판단된다.

톱밥을 첨가한 시료의 경우, 첨가비가 4:1로 낮은 Sd-1의 경우는 대조군과 유사하게 느리고도 지속적인 부피감소율을 나타내고 있어서 음식물쓰레기의 더딘 퇴비화 진행속도를 알 수 있으며, 각각 첨가비가 4:2, 4:3, 4:4인 Sd-2, Sd-3, Sd-4의 경우는, 각각 반응일수 20일, 16일, 16일 부터 부피감소율이 거의 일정하게 유지되어, 첨가비가 클수록 퇴비화가 일찍 종료됨을 확인할 수 있었다. 또한 Sd-2에서 Sd-3, Sd-4로 갈수록 부피감소율이 조금씩 낮아지지만, 왕겨를 첨가한 경우에 비하여 그 정도가 미약하였으며, 전반적으로 톱밥을 첨가한 시료의 부피감소율이 왕겨를 첨가한 시료의 부피감소율보다 높은 것으로 나타났다.

Table 3. Comparison of volume changes by reaction days

(Unit : L)

Reaction days	Control	Chaff				Sawdust			
		Ch-1	Ch-2	Ch-3	Ch-4	Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4
0	5.0(0.0*)	5.5(0.0)	6.6(0.0)	8.5(0.0)	11.0(0.0)	5.5(0.0)	8.0(0.0)	8.8(0.0)	10.5(0.0)
4	4.0(20.0)	5.0(9.1)	5.5(8.3)	7.5(11.8)	9.5(13.6)	4.5(18.2)	6.5(18.8)	8.0(9.1)	9.5(9.5)
8	3.5(30.0)	4.5(18.2)	4.5(25.0)	6.2(27.1)	8.3(24.6)	4.3(21.8)	5.3(33.8)	6.4(27.3)	8.2(21.9)
12	3.3(34.0)	4.3(21.8)	4.0(33.3)	6.0(29.4)	8.2(25.5)	4.0(27.3)	4.5(43.8)	5.6(36.4)	7.2(31.4)
16	3.0(40.0)	4.0(27.3)	3.8(36.7)	5.9(30.6)	8.1(26.4)	3.5(36.4)	4.3(46.3)	5.1(42.1)	6.5(38.1)
20	2.8(44.0)	3.5(36.4)	3.5(41.7)	5.8(31.8)	7.9(28.2)	3.2(41.8)	4.1(48.8)	5.0(43.2)	6.3(40.0)
24	2.6(48.0)	3.0(45.5)	3.5(41.7)	5.8(31.8)	7.9(28.2)	3.0(45.5)	4.1(48.8)	4.9(44.3)	6.2(41.0)

*; Values in parenthesis are rates in volume reduction(%).

Table 4. Comparison of salinity changes by reaction days

(Unit : %)

Reaction days	Control	Chaff				Sawdust			
		Ch-1	Ch-2	Ch-3	Ch-4	Sd-1	Sd-2	Sd-3	Sd-4
0	1.63(0.0*)	1.36(0.0)	1.30(0.0)	1.27(0.0)	1.25(0.0)	1.35(0.0)	1.23(0.0)	1.17(0.0)	1.11(0.0)
4	1.78(9.2)	1.47(8.1)	1.42(9.2)	1.36(7.1)	1.32(5.6)	1.47(8.9)	1.34(8.9)	1.30(11.1)	1.24(11.7)
8	1.92(17.8)	1.74(27.9)	1.68(29.2)	1.60(26.0)	1.56(24.8)	1.53(13.3)	1.48(20.3)	1.47(34.2)	1.36(22.5)
12	2.24(37.4)	2.03(49.3)	1.96(50.8)	1.84(44.9)	1.78(42.4)	1.86(37.8)	1.76(43.1)	1.69(44.4)	1.58(42.3)
16	2.51(54.0)	2.31(69.9)	2.27(74.6)	2.21(74.0)	2.13(70.4)	1.98(46.7)	1.82(48.0)	1.74(48.7)	1.67(50.5)
20	2.63(61.4)	2.36(73.5)	2.29(76.2)	2.24(76.4)	2.15(72.0)	2.03(50.4)	1.98(61.0)	1.89(61.5)	1.83(64.9)
24	2.79(71.2)	2.37(74.3)	2.31(77.7)	2.26(78.0)	2.18(74.4)	2.05(51.9)	1.99(61.8)	1.91(63.3)	1.86(67.6)

*; Values in parenthesis are rates in salinity increase(%).

반응일수의 경과에 따른 각 반응조내 시료의 염분도의 변화가 Table 4에 제시되어 있다. 대조군의 경우 앞에서의 각종 지표와 마찬가지로 반응기간 내내 지속적으로 염분도가 농축되고 있음을 확인하였고, 최종 염분도가 2.79%로 상당히 높게 나타나 이의 재활용에는 또 다른 후처리 공정이 필요한 것으로 나타났다. 즉, '유기성 오니 등을 토지개량제 및 매립시설 복토 용도로의 재활용 방법에 관한 고시(환경부고시 제2000-78호)'¹⁹⁾에 따르면, 부숙도의 제품기준으로서 염분(NaCl)은 1% 이하이어야 하므로, 본 실험의 최종산물은 부숙도의 원료로서, 염분도가 낮은 다른 원료와의 혼합 등이 요구된다.^{20,21)}

왕겨를 혼합한 경우 최종 염분도가 2.18~2.37%, 톱밥을 혼합한 경우 최종 염분도는 1.86~2.05%를 나타내었으며, 전반적으로 왕겨를 첨가한 경우의 염분도 증가율이 톱밥을 첨가한 경우보다 높게 나타났는데, 이는 첨가된 두 물질의 밀도의 차이 때문인 것으로 판단된다. 즉, 음식물쓰레기중의 유기물이 분해되고 난 후, 같은 부피로 첨가된 왕겨와 톱밥 중 무게가 무거운 톱밥의 경우 잔류 염분도가 더 낮게 나온 것으로 판단된다. 반응일수가 경과함에 따라, 염분도가 농축되는 경향을 나타냈는데, 이는 벧짚을 사용한 경우의 2.44~3.04 보다는 낮았으나, 하수슬러지를 사용한 경우의 1.61~2.28과는^{22,23)} 서로 유사하였다.

결국, 처리효율면에서 본다면 왕겨를 첨가한 경우, 최고 66.5%의 무게감소율을 보였고, 톱밥을 첨가한 경우, 최고 47.6%의 무게감소율을 보여주었는데, 이는 벧짚을 첨가한 경우의 68.2%보다는 낮으나 하수슬러지케이이크를 첨가한 경우의 최고 무게감소율 55.0% 보다는^{22,23)} 왕겨를 첨가한 경우가 더욱 높게 나타나, 왕겨가 효율적인 퇴비화의 진전에 크게 도움을 주는 것으로 나타났다.

IV. 결 론

음식물쓰레기에 대한 호기성 퇴비화 처리에 있어서, 효율적이고 경제적인 처리를 달성하고자 농촌지역에서 대량으로 발생하고, 구하기 쉬운 왕겨와 톱밥을 팽화제로 사용하여 효과적인 퇴비화 방안을 강구하고자, 음식물쓰레기 5.00 L(4.00 kg)에 대하여 왕겨를 각각 0/4 (Control), 1/4(1.25 L, Ch-1), 2/4(2.50 L, Ch-2), 3/4(3.75 L, Ch-3) 및 4/4(5.00 L, Ch-4)의 부피비로 혼합하였고, 음식물쓰레기 5.00 L(4.00 kg)에 대하여 톱밥을 각각 0/4(Control), 1/4(1.25 L, Sd-1), 2/4(2.50 L, Sd-2), 3/4(3.75 L, Sd-3) 및 4/4(5.00 L, Sd-4)의 부피비로 혼합하여 반응조에 투입한 후, 하루 1 rpm의 속도로 1 시간 교반, 2시간 송풍으로, 24일 동안 운전하면서 온도, pH 등의 항목들의 경시적 변화를 측정, 고찰한 결과는 다음과 같다.

- 1) 왕겨와 톱밥 첨가량이 많을수록, 더욱 짧은 시간 내에 더욱 높은 최고온도에 도달하며, 고온의 지속기간이 길은 것으로 나타났다.
- 2) 왕겨와 톱밥 첨가량이 많을수록, 최초 pH 도약시점이 빨랐으며, 첨가비가 4:3과 4:4일 경우 왕겨를 첨가한 경우가 톱밥을 첨가한 경우보다 최초 pH 도약시점이 더 빠른 것으로 나타났다.
- 3) 왕겨와 톱밥 첨가량이 많을수록, 무게감소율 및 부피감소율의 일정성을 더욱 빨리 나타냈고, 왕겨를 첨가한 시료의 무게감소율이 톱밥을 첨가한 시료의 무게감소율보다 높은 것으로 나타났으며, 부피감소율에 있어서는 전자가 더 낮은 것으로 나타났다.
- 4) 반응일수가 경과함에 따라 염분도가 농축되는 경향을 나타내었으며, 대조군의 경우 최종 염분도가 2.79%, 왕겨를 혼합한 경우 최종 염분도가 2.18~2.37%, 톱밥을 혼합한 경우 최종 염분도는 1.86~

2.05%를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 2002년도 서원대학교 학술연구비 지원에 의한 연구결과이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

1. 장기운, 배재근, 최훈근 : 음식물쓰레기의 자원화 관련 법규 및 자원화 표준공정. 폐기물자원화, **10**(1), 7-16, 2002.
2. 정재춘, 손영목 : 지자체의 음식물쓰레기 순환자원화 시스템의 구축방안. 폐기물자원화, **10**(1), 17-24, 2002.
3. 배재근 : 음식물쓰레기 퇴비화시설의 운영상의 문제 및 해결방안. 폐기물자원화, **10**(1), 25-37, 2002.
4. 환경부 : 환경통계연감. **14**, 121-124, 2001.
5. 김남천 : 발효된 음식폐기물의 사료화 잠재력에 관한 연구. 유기성폐기물자원화협의회지, **3**(1), 13-20, 1995.
6. 장기운, 이인복, 임재신 : 음식물찌꺼기를 이용한 퇴비의 부숙과정 중 이화학적 특성의 변화. 한국유기성폐기물자원화협의회지, **3**(1), 3-11, 1995.
7. 신항식, 황응주, 김구용 : 소멸식 퇴비화 장치의 운전 성능 평가. 한국유기성폐기물자원화학회 가을 학술대회 발표논문집, 11-19, 1997.
8. 환경부 : 폐기물관리법 시행규칙 별표-4. 6-12, 2000.
9. 허 목 : 코코넛 피트를 이용한 음식물쓰레기의 퇴비화 기초실험. 폐기물자원화, **7**(2), 105-111, 1999.
10. 대경그린(주) : 목편과 혼합드럼을 이용한 퇴비화 기술. 폐기물자원화, **8**(1), 23-27, 2000.
11. 박석환 : 음식물쓰레기의 호기성 퇴비화에 있어서 벧짚과 하수슬러지케이크가 미치는 영향에 관한 비교 연구. 한국환경위생학회지, **29**(1), 43-50, 2003.
12. 환경부 고시 제 91-73호 : 수질오염공정시험방법. 122-124, 1996.
13. 환경부 고시 제 96-32호 : 폐기물공정시험방법. 83-87, 1996.
14. APHA, AWWA and WEF : Standard Methods. 19th ed., 4 · 90.4 · 95, 1995.
15. 노재성 : 무기계 고형폐기물을 수분조절제와 탄소공급원으로 한 축분의 퇴비화에 관한 연구. 한국폐기물학회지, **11**(3), 389-397, 1994.
16. 이기열 : 식이요법. 수확사, 서울, 205-215, 2001.
17. 홍순명, 최석영, 송재철, 유리나 : 건강과 영양. 울산대학교 출판부, 125-127, 2000.
18. 이상은 : 염류가 집적된 시설재배 토양에서 질소와 가리의 시비 효과 및 양분수지. 한국토양비료학회지, **27**(2), 78-84, 1994.
19. 환경부 고시 제 2000-78호 : 유기성오니 등을 토지개량제 및 매립시설 복토 용도로의 재활용 방법에 관한 고시. 46-49, 2000.
20. 장기운, 이인복, 임재신, 임현택 : 부숙과정 중 음식물찌꺼기의 식물독성평가. 한국토양비료학회지, **29**(3), 312-320, 1996.
21. 유영석, 장기운, 이지환 : 남은 음식물 퇴비에 따른 토양의 이화학적 변화와 고추생육에 미치는 영향. 폐기물자원화, **9**(4), 81-88, 2001.
22. 박석환 : 팽화제로서의 벧짚이 음식물쓰레기의 호기성퇴비화에 미치는 영향. 한국환경위생학회지, **28**(2), 141-148, 2002.
23. 박석환 : 음식물쓰레기의 호기성퇴비화에 있어서 벧짚과 하수슬러지케이크가 미치는 영향에 관한 비교 연구. 한국환경위생학회지, **29**(1), 43-50, 2003.