

음식쓰레기 퇴비화과정 중 중금속함량 변화

서 정 윤

창원대학교 환경공학과

Heavy Metal Contents of Compost from Household Food Waste

Jeoung-Yoon Seo

Department of Environmental Engineering, Changwon University

ABSTRACT

The heavy metal concentration in mixed and separately collected household food waste, and their compost during the composting period was analysed. The mixed and separately collected food waste had Cd content of 8 mg/kg in spring and its content of 13 mg/kg in winter respectively. Its content was higher than by-product compost limit value(5 mg Cd/kg).

Cd concentration in separately collected food waste in a house was higher in January, February, April and May than by-product compost limit value (5 mg Cd/kg). When Cd concentration in the initial composting material was higher than 5 mg/kg, its concentration in the compost of household food waste during the composting period was higher than by-product compost limit value, but it was not accumulated in the compost during the composting period.

Fly ash was added to separately collected household food waste to adjust its moisture content for composting. Its addition had moisture conditioning and Cd concentration reducing effect in the compost.

The average one month composted fresh compost from the mixed collected household food waste was matured in a pile out of doors for 7 months with turning the pile once a month and its heavy metal concentration was examined. Accumulation of the heavy metals in the compost did not occur during the composting period, because they were washed out during the rainfall.

Key words : Household food waste, Heavy metal content, Composting

초 록

가정에서 분리수거한 쓰레기와 혼합쓰레기 및 퇴비화 과정중에 있는 쓰레기의 중금속 농도를 측정하였다. 카드뮴의 농도는 봄철에 8 mg/kg 쓰레기, 겨울철에 13 mg/kg 쓰레기였다. 중금속의 농도는 월별로 큰 차이를 보였으며 1월과 2월, 4월, 5월에는 카드뮴의 함량이 부산물 퇴비의 기준인 5 mg/kg 쓰레기의 농도를 초과하였다. 가정쓰레기가 혼합되기 전 분리수거된 음식쓰레기의 퇴비화 과정중에 카드뮴의 함량을 측정하면, 봄철과 겨울철에 부산물 퇴비화의 기준치를 초과하였다. 분리수거된 가정쓰레기에 수분조절제로 첨가된 석탄회는 퇴비중의 중금속 함량을 낮추는 효과가 있었다. 소형 퇴비화 용기에서 1개월 퇴비화한 음식쓰레기를 야외에서 야적하여 숙성시켰는데, 이 기간동안에 중금속의 축적은 일어나지 않았다.

핵심낱말 : 가정음식쓰레기, 중금속함량, 퇴비화

1. 서 론

오늘날 폐기물 처리의 기본적인 방향은 가능한 폐기물의 발생 자체를 억제하는 것을 우선적으로 한다. 그러나 어쩔 수 없이 폐기물이 발생하였다면 재자원화를 다음 목표로 하고 재자원화 마저 불가능한 폐기물들은 최종적으로 매립하는 것을 원칙으로 삼고 있다. 재자원화는 어떻게 동일 성분의 폐기물을 분리·수거하느냐가 성패를 좌우하게 된다. 즉 재활용하고자 하는 폐기물 종류가 다른 성분과 혼합됨으로써 불필요한 성분의 오염을 최대한 막아야 한다.

1994년도 우리 나라의 생활폐기물 중 음식물쓰레기가 차지하는 비율은 무게로 환산하여 31.1%를 차지하였다(환경부, 1995). 1995년을 시점으로 하여 종량제가 실시되어 재활용이 더욱 활성화된다면 잔여 생활폐기물 중 음식쓰레기가 차지하는 비율은 더욱 높아질 것으로 예상된다. 음식물쓰레기는 높은 수분함량과 유기성 물질의 쉽게 부패하는 특성으로 인해 수거·운반 시에 오수 및 악취 등으로 작업에 지장을 초래하며 매립지에서 침출수의 발생과 오염물질의 농도를 증가시켜 침출수에 의한 토양 및 지하수 오염을 유발하게 된다. 따라서 이

의 예방을 위한 처리비용 상승과 부패로 인한 악취·유해가스 발생 및 이로 인한 대기오염 등 2차 오염을 유발하여 매립장 관리를 어렵게 하며 매립지의 안정화를 지연시키고 있다. 또한 높은 수분함량은 폐기물 소각 시 열효율을 저하시켜 보조 연료의 공급 등 소각 비용을 높이고 소각 온도 저하에 따른 다이옥신 등 대기오염물의 발생을 유발할 가능성이 높을 뿐만 아니라 혼입에 의해 일반폐기물로 부터 재활용물의 분리를 어렵게 한다.

음식물 쓰레기는 양질의 유기성 물질이므로 적절한 처리를 통하여 퇴비 및 사료 등 자원이 가능한 폐기물로서, 폐기되는 양을 식품의 원료 단가 가격으로 환산하면 연간 약 8조원을 넘고 있어 자원 회수 측면에서도 재활용에 대한 필요성이 매우 크다(신명균 등, 1994). 이에 부응하기 위하여 정부에서도 일정 면적 규모 이상의 식당에 대하여 음식물쓰레기를 퇴비화하는 시설을 하도록 규제하고 있고 지방자치단체에서도 퇴비공장을 건설하는 등 많은 노력들을 하고 있다.

그러나 서 등의 퇴비화 연구결과에 의하면 가정에서 발생하는 음식쓰레기 자체의 중금속함량 중 Cd의 함량이 퇴비의 기준함량을 이미 초과하는 경우가 있다(서정운 등, 1992; 서정운 등, 1994a). 더욱이 이러한 음식쓰레기를 퇴비화하면 생산된 퇴

비 중의 중금속함량은 보다 증가하여 퇴비화의 전망은 더욱 어렵게 될 것이다 (서정윤 등, 1994b; 서정윤 등, 1995). 그럼에도 불구하고 이러한 중금속들이 어디에서 유래되는지는 밝히지 못하였다.

외국의 발표에 의하면 생활쓰레기를 구성하고 있는 종류별 중금속함량이 다르기 때문에 퇴비화할 수 있는 생활쓰레기의 오염을 방지하기 위해서는 가능한 중금속함량이 높은 생활폐기물 종류와는 사전에 분리하는 것이 나머지 폐기물의 중금속 오염을 막을 수 있는 최선의 방법으로 알려져 있고 실제 분리수집을 하고 있다 (Van Roosemalen *et al.*, 1987; Jaeger, 1981; Jaeger, 1986).

이와 같이 생활폐기물 중 퇴비화 가능한 종류에 함유되어 있는 중금속의 양은 이들의 재활용에 가장 중요한 인자로 작용하게 된다. 그러나 지금까지 음식쓰레기의 퇴비화에 대한 많은 연구들이 수행되었음에도 불구하고 중금속함량에 대하여는 관심을 보이지 않았다. 따라서 본 연구에서는 음식쓰레기의 수거에서부터 수집된 음식쓰레기를 소형 퇴비화용기에서 퇴비화하면서 중금속함량의 변화를 조사하였다.

2. 연구방법

2.1 조사시기 및 방법

2.1.1 혼합된 생활쓰레기에서 분리

분리수거가 실시되기 전 아파트에 설치되어 있는 쓰레기 수집용기에서 음식쓰레기만 분리하여 중금속함량을 측정하였다. 조사기간은 겨울철 1994. 1. 4. ~ 3. 5., 봄철 1994. 3. 23. ~ 5. 23. 그리고 여름철에는 1994. 7. 21. ~ 9. 22. 까지 실시하였다.

2.1.2 혼합되기 전 음식쓰레기의 분리

단독주택 두 가정과 아파트 한 가정을 선택하여 음식쓰레기가 발생하는 장소에서 다른 생활쓰레기

와 혼합되기 전에 분리 수집하여 발생량과 중금속함량을 측정하였다. 조사기간은 1992년 12월 17일부터 1993년 8월 31일까지 한 단독주택을 조사하였다. 1995년에는 1월 3일부터 동년 8월 28일까지 두 가정을 대상으로 조사하였다. 두 가정 같이 3식구였으며 한 가정의 국민학교 5학년 어린이 외에는 모두 성인인 가정이었다.

2.1.3 퇴비화 과정 중 중금속함량 변화

아파트의 쓰레기 수집용기에서 종이를 제외한 퇴비화 가능한 쓰레기 (대부분 음식쓰레기)를 분리한 후 실험실로 옮겨 소형 퇴비화용기에서 퇴비화하면서 그리고 단독주택에서는 가정주부로 하여금 다른 쓰레기와 혼합되기 전 종이를 제외한 퇴비화 가능한 쓰레기 (주로 음식쓰레기)만을 마당에 설치된 소형 퇴비화용기에 투입하도록 하여 퇴비화하면서 퇴비화과정 중 퇴비중의 각종 중금속함량을 측정하였다. 본 실험은 봄, 여름, 가을 3 계절에 걸쳐 실시하였다. 퇴비의 숙성과정 중 중금속함량변화에 대한 분석은 실험실에서 평균 한달 정도 퇴비화한 생퇴비를 야적하여 한달에 한번씩 뒤집어주면서 약 7개월 동안 실시하였다. 또한 음식쓰레기는 일반적으로 수분함량이 80% 이상 함유하고 있기 때문에 석탄회를 수분조절제로 첨가하여 퇴비화하면서 중금속함량의 변화를 조사하였다.

2.2 시료채취 및 조제 방법

시료는 실험기간 중 일정 시기마다 채취하여 건조 시에 유실될 수 있는 수은은 젖은 상태로 그 외의 성분은 105°C에서 건조시킨 후 1 mm 이하의 크기로 분쇄하여 분석용 시료로 사용하였다.

2.3 중금속 분석방법

2.3.1 수 은

1) 용출조작 (동화기술, 1992)

젖은 시료 70 g에 pH 5.8~6.3으로 조정된 증

류수 700 ml를 가해 이 용액을 상온, 상압에서 진탕회수가 매분당 약 200회, 진폭 4~5 cm의 진탕기를 사용하여 6시간 연속 진탕한 다음 여과하고 여과액을 시안 및 수은 분석에 사용하였다.

2) 분석

공정시험방법 폐기물 편에 따라 용출조작에서 얻은 여과액을 전 처리한 다음 원자흡광광도법(환원기화법)에 의하여 측정하였다(동화기술, 1992).

2.3.2 기타 중금속(Cu, Cd, Pb, Cr 및 Zn)

1) 시료의 전 처리(토양화학 분석법, 1978)

조제한 분석용 건조시료 2 g을 100 ml 분해용 플라스크에 취하고 진한 질산 5 ml를 가하여 시료를 잘 적신 후 처음에는 서서히 가열하다가 차차 온도를 올려 180~200°C에서 가열 건조한다. 이것을 식힌 후 ternary solution (HNO₃:H₂SO₄:HClO₄=10:1:4) 10 ml를 가해서 200°C 전열판에서 가열하여 H₂SO₄ 및 HClO₄의 흰 연기를 내고 분해 액이 백색이 되거나 갈색으로 투명하게 되면 분해를 멈춘다. 냉각시킨 후 뜨거운 증류수를 가해 메스 플라스크에 여과하고 계속 뜨거운 증류수로 분해플라스크를 씻어 여과한다. 여액은 표선까지 채워 Cu, Zn, Cd, Cr, Pb 등의 분석에 사용하였다.

2) 분석

전 처리한 여액을 시료로 하여 원자흡광광도법으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 1에는 도시(창원시) 한 아파트의 쓰레기 용기에 수집되어 있는 혼합 쓰레기에서 음식쓰레기만 분리하여 계절별 중금속함량을 분석한 결과이다. 우리 나라의 부산물 비료 퇴비의 규제 기준 함량과 비교해 볼 때 Cd 이외의 함량은 기준치 이하였으나 봄철에 Cd 함량이 8 mg/kg으로 기준치 5 mg/kg을 초과하였다. 여름과 겨울철에도 3

Table 1. Seasonal heavy metal contents of food waste from household wastes mixture.

season	heavy metal	content (mg/kg dry matter)	by-product compost limit value(mg/kg)
spring	Zn	64	Cd : < 5 Pb : < 150
	Cd	8	
	Pb	9	
	Cr	14	
	Cu	65	
summer	Hg	0.017	As : < 50 Hg : < 2
	Zn	24	
	Cd	3	
	Pb	13	
	Cr	N.D.	
winter	Cu	7	Cr : < 300 Cu : < 300
	Hg	0.019	
	Zn	130	
	Cd	3	
	Pb	25	
	Cr	30	
	Cu	15	
	Hg	0.048	

N.D. : not detected

mg/kg으로 기준치 가까이 이르고 있다. 이러한 함량은 음식물 쓰레기를 퇴비화하였을 때 유기물이 분해되어 상대적으로 중금속함량이 높아진다는 것을 감안하면 생산된 퇴비중의 중금속 함량은 허용 기준치를 훨씬 초과하게 되어 퇴비로서의 가치를 상실하게 될 수 있을 것이라는 것을 가정하게 해주었다. 혼합수집하였을 때 중금속함량의 범위는 Zn 24~130 mg/kg, Cd 3~8 mg/kg, Pb 9~25 mg/kg, Cr N.D.~30 mg/kg, Cu 7~65 mg/kg, Hg 0.017~0.048 mg/kg이었다.

Table 2와 3에는 단독주택 두 가정과 아파트 한 가정을 선택하여 음식쓰레기가 발생하는 장소에서 다른 생활쓰레기와 혼합되기 전에 분리 수집한 음식쓰레기 중 중금속함량을 나타내었다.

Table 2의 1994년도 분리 수집된 음식 쓰레기에서도 Cd의 함량이 겨울철에 13 mg/kg으로 퇴비의 허용기준치를 초과하였으나 1995년도에는 기준치 이하였다. Table 2와 3에서 분리수집하였을

때 중금속함량의 범위는 Zn 12~61 mg/kg, Cd N.D. ~13 mg/kg, Pb 3~70 mg/kg, Cr 7~73 mg/kg, Cu 6~36 mg/kg, Hg N.D. ~0.25 mg/kg이었다.

Table 4에는 1994년도 단독주택의 한 가정에서 발생되는 음식물쓰레기를 다른 폐기물과 혼합되기 전에 분리 수집하여 각종 중금속의 월별 함량을 나타내었다. 각 중금속들의 함량은 Hg N.D. ~0.34 mg/kg, Pb 3.66~70.00 mg/kg, Cd

1.45~21.69 mg/kg, Cu 7.73~39.79 mg/kg, Cr N.D. ~96.85 mg/kg 그리고 Zn 30.94~74.50 mg/kg의 범위를 나타내었다. 중금속 성분함량들은 월별 크게 차이가 있었다. 이러한 차이는 월별 발생하는 음식물쓰레기의 구성 종류가 다른데 원인이 있을 것이지만 각 종류에 따라 각각의 구성 종류와 각 성분 함량과의 정확한 관계는 음식물쓰레기로 발생 가능한 각 종류 별 각 성분함량을 조사하여야 할 것이며 또한 수입품들에

Table 2. Seasonal heavy metal contents of food waste collected separately in a house in 1994.

season	heavy metal	content (mg/kg dry matter)	by-product compost limit value(mg/kg)
spring	Zn	61	Cd : < 5 Pb : < 150
	Cd	3	
	Pb	70	
	Cr	14	
	Cu	8	
	Hg	N.D.	
summer	Zn	40	As : < 50 Hg : < 2 Cr : < 300
	Cd	3	
	Pb	21	
	Cr	18	
	Cu	6	
	Hg	0.14	
winter	Zn	21	Cu : < 300
	Cd	13	
	Pb	3	
	Cr	26	
	Cu	36	
	Hg	0.25	

N.D. : not detected

Table 3. Seasonal heavy metal contents of food waste collected separately in two houses in 1995.

season	heavy metal	content (mg/kg dry matter)	by-product compost limit value(mg/kg)
spring	Zn	60	Cd : < 5 Pb : < 150
	Cd	0.04	
	Pb	9	
	Cr	73	
	Cu	10	
	Hg	N.D.	
summer	Zn	31	As : < 50 Hg : < 2
	Cd	N.D.	
	Pb	13	
	Cr	8	
	Cu	10	
	Hg	0.008	
winter	Zn	12	Cr : < 300 Cu : < 300
	Cd	0.8	
	Pb	3	
	Cr	7	
	Cu	21	
	Hg	N.D.	

N.D. : not detected

Table 4. Monthly evolution of heavy metal content of food waste from a household.

(unit: dry matter base mg/kg)

month element	1	2	3	4	5	6	7	8
Hg	0.24	0.30	N.D.	0.25	0.05	0.17	0.14	0.34
Pb	5.38	3.66	70.00	36.70	11.30	20.80	19.55	16.10
Cd	17.49	21.69	3.00	8.23	9.75	3.72	2.55	1.45
Cu	39.79	39.70	7.95	11.33	10.00	8.36	7.73	8.57
Cr	26.44	96.85	13.77	6.12	N.D.	10.20	12.17	37.85
Zn	30.94	60.75	61.15	74.50	44.83	51.30	54.80	59.83

의해서도 차이가 있을 것으로 추정된다. 특히 음식물쓰레기 중의 Cd 함량은 퇴비 중의 한계함량인 5 mg/kg dry matter을 (Van Roosemalen *et al.*, 1987; Jaeger 1981) 초과하는 경우가 많아 퇴비화할 때 문제가 있을 것으로 생각되었다.

이상에서 본 바와 같이 월별 및 계절별 중금속의 종류에 따라 상당한 함량 차이를 보이고 있었다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 음식쓰레기를 발생장소에서 분리수거하더라도 중금속의 함량을 줄이는 데는 한계가 있을 것으로 생각되었다. 그러나 이러한 중금속들이 어떠한 경로를 통하여 음식쓰레기에 존재하게 되는지 그리고 실제 음식물 재료 자체에 의한 것인지 또는 다른 쓰레기에 의한 오염에 의한 것인지 등에 대한 사항들은 본 논문에서 밝히지 못하여 앞으로의 과제로 남아있다.

Table 5에는 아파트 폐기물 용기의 혼합쓰레기에서 음식쓰레기를 분리하여 실험실의 소형 퇴비화용기에서 퇴비화가 진행되는 동안 중금속함량변화

를 나타내었다. 봄철 초기에 Cd 함량이 이미 기준치를 상회하였기 때문에 퇴비화 과정 중 중금속함량이 계속 높은 값을 보였다. 그러나 축적현상은 보이지 않았는데 이것은 퇴비화 과정 중에 수분함량이 높아 과잉의 수분이 아래로 흘러내렸기 때문으로 추측되었다. 계절 구분 없이 각종 중금속함량은 Zn 24~166 mg/kg, Cu 5~219 mg/kg, Cd 0.8~14.3 mg/kg, Pb 7~42 mg/kg, Cr N.D. ~30 mg/kg, Hg N.D. ~0.13 mg/kg의 범위였다.

Table 6에는 한 가정에서 음식쓰레기가 다른 폐기물과 혼합되지 못하도록 발생과정에서 분리하여 마당에 설치되어 있는 소형 퇴비화용기에 투입하면서 퇴비화과정 중 분석한 중금속함량변화를 나타내었다. 물론 여기에서 수집된 음식쓰레기에는 종이류를 제외한 가정에서 발생하는 퇴비화 가능한 쓰레기가 모두 포함되었다. 겨울철에 Cd 함량은 초기 원료물질에 높았기 때문이며 퇴비화과정 중

Table 5. Heavy metal content evolution of the food waste compost from household wastes mixture during the experimental period.

season	time(weeks) heavy metal	0	1	2	3	4	6	8
		Zn(mg/kg)	64	24	61	75	81	61
spring	Cu(")	65	11	12	14	17	17	219
	Cd(")	8.3	9.6	14.3	12.5	9.1	9.4	12.8
	Pb(")	9	7	10	17	8	15	21
	Cr(")	14	16	23	21	26	13	14
	Hg(")	0.017	0.022	0.008	0.025	0.004	0.132	0.034
	Zn(mg/kg)	24	47	106	97	71	90	101
summer	Cu(")	7	9	17	32	18	20	54
	Cd(")	3.0	2.0	3.5	2.0	3.0	2.0	2.0
	Pb(")	13	14	29	24	26	23	9
	Cr(")	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Hg(")	0.050	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Zn(mg/kg)	130	83	90	56	60	63	118
winter	Cu(")	15	12	13	17	17	14	10
	Cd(")	2.8	1.8	2.3	2.0	2.8	2.0	1.0
	Pb(")	25	42	20	14	19	35	18
	Cr(")	30	11	11	15	14	4	11
	Hg(")	0.048	0.025	0.007	0.001	0.007	0.001	0.006

Table 6. Heavy metal content evolution of the compost from food wastes collected separately in a house during the experimental period.

season	time(weeks) heavy metal	0	1	2	3	4	6	8
		spring	Zn(mg/kg)	61	89	66	55	79
Cu(")	8		9	8	8	8	8	8
Cd(")	3		1	3	2	4	7	11
Pb(")	70		85	97	N.D.	N.D.	N.D.	13
Cr(")	14		N.D.	N.D.	N.D.	5	20	13
Hg(")	N.D.		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
summer	Zn(mg/kg)	40	43	42	46	48	48	-
	Cu(")	6	4	6	14	5	9	-
	Cd(")	3	3	3	3	3	2	-
	Pb(")	21	21	22	24	18	18	-
	Cr(")	18	0.4	0.2	5	27	20	-
	Hg(")	0.14	0.20	N.D.	0.9	N.D.	N.D.	-
winter	Zn(mg/kg)	21	53	35	13	86	29	13
	Cu(")	36	36	41	41	40	62	45
	Cd(")	13	16	21	13	14	14	20
	Pb(")	3	6	10	3	1	2	2
	Cr(")	26	37	37	25	33	23	26
	Hg(")	0.25	0.11	0.32	1.38	0.86	N.D.	1.03

Table 7. Heavy metal content evolution of the compost from food wastes collected separately in a house with fly ash during the experimental period.

season	time(weeks) heavy metal	0	1	2	3	4	6	8
		spring	Zn(mg/kg)	60	55	8	51	26
Cu(")	10		15	15	11	9	15	14
Cd(")	0.8		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.6
Pb(")	10		20	0.5	16	16	18	19
Cr(")	72		195	150	243	74	147	20
Hg(")	N.D.		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
summer	Zn(mg/kg)	31	39	18	34	27	18	31
	Cu(")	9	13	5	13	6	6	9
	Cd(")	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Pb(")	N.D.	0.7	N.D.	6	3	N.D.	1
	Cr(")	9	20	76	170	32	N.D.	18
	Hg(")	0.008	0.008	0.007	0.011	0.010	0.008	0.014
winter	Zn(mg/kg)	12	N.D.	2	8	8	N.D.	N.D.
	Cu(")	21	24	23	29	25	15	23
	Cd(")	0.8	N.D.	N.D.	0.5	N.D.	N.D.	N.D.
	Pb(")	3	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Cr(")	7	12	14	26	29	3	9
	Hg(")	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Table 8. Heavy metal content evolution of the compost from household wastes mixture during the maturing period.

time(weeks) heavy metal	0	4	8	12	20	24	28
Zn(mg/kg)	58.5	97.5	56.5	106.5	101.5	95.0	103.6
Cu(")	20.5	20.0	23.0	48.5	92.0	98.5	97.3
Cd(")	8.2	6.5	3.5	5.7	3.1	3.6	3.8
Pb(")	18.0	15.0	14.0	14.5	28.0	25.0	27.0
Cr(")	12.5	10.3	13.1	12.8	14.5	17.7	13.0
Hg(")	0.023	0.035	0.004	0.076	0.011	0.008	0.165

축적 현상은 볼 수 없었다. 각 중금속 함량은 Zn 13~89 mg/kg, Cu 4~62 mg/kg, Cd 1~21 mg/kg, Pb N.D.~97 mg/kg, Cr N.D.~37 mg/kg, Hg N.D.~1.38 mg/kg의 범위였다.

이상의 결과들에서 볼 때 가정에서 발생하는 음식쓰레기를 사전에 다른 것과 혼합되기 전에 분리 수거하더라도 부산물 퇴비의 중금속함량 이하로 줄이는데는 한계가 있을 것으로 생각되었다.

음식쓰레기는 일반적으로 수분함량이 80% 이상 함유하고 있기 때문에 석탄회를 수분조절제로 첨가하여 퇴비화한 결과를 Table 7에 나타내었다. 3 계절 모두 퇴비 중의 Cd 함량을 줄일 수 있었다. 이것은 석탄회 중 Cd이 함유되어 있지 않아 희석 효과가 있었기 때문으로 생각되었다. 석탄회를 첨가하여 퇴비화한 결과 퇴비 중의 중금속함량은 Zn N.D.~59.87 mg/kg, Cu 4.99~28.95 mg/kg, Cd N.D.~0.8 mg/kg, Pb N.D.~20.24 mg/kg, Cr N.D.~242.62 mg/kg, Hg N.D.~0.014 mg/kg의 범위였다.

또한 Table 8에 나타난 바와 같이 아파트 쓰레기용기에서 분리하여 심철실 소형 퇴비화 용기에서 평균 1개월 동안 퇴비화한 생퇴비를 외부에 소규모 더미로 쌓아 한달에 1번씩 뒤집어주면서 숙성기간 중 중금속함량을 조사하였다. 약 7개월 숙성시켰다. 숙성기간 중 모든 중금속함량이 축적되지는 않았으나 일부는 축적되었다. 이러한 차이는 각 중금

속들의 용해도 차이에 따라 숙성기간에 강우로 인하여 일부 중금속이 유실된 것으로 생각되었다. 숙성기간 중 각종 중금속함량은 Zn 56.5~106.5 mg/kg, Cu 20.0~98.5 mg/kg, Cd 8.2~3.1 mg/kg, Pb 14.0~28.0 mg/kg, Cr 10.3~17.7 mg/kg, Hg 0.004~0.165 mg/kg의 범위였다.

4. 결 론

가정에서 발생하는 음식쓰레기의 수거, 퇴비화 방법 및 과정 중에 각종 중금속함량을 조사한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 혼합된 가정폐기물에서 분리된 봄철 음식쓰레기 중의 Cd 함량은 8 mg/kg였다. 이로 인하여 소형 퇴비화용기에서 퇴비화하는 동안 높은 Cd 함량을 유지하였다.
2. 발생장소에서 부터 분리 수집된 음식쓰레기의 Cd 함량은 겨울철에 13 mg/kg였다.
3. 발생장소에서 부터 분리 수집된 음식쓰레기 중 중금속함량은 월별 큰 차이를 보였으며 1, 2, 4, 5월에 Cd의 함량이 퇴비의 기준치 5 mg/kg을 이미 초과하였다.
4. 가정폐기물이 혼합되기 전 분리 수집된 음식쓰레기의 퇴비화과정 중 Cd 함량이 봄철과 겨울철에 퇴비의 기준치를 초과하였다.
5. 가정폐기물이 혼합되기 전 분리 수집된 음식

쓰레기에 수분 조절제로서 석탄회를 첨가하여 퇴비화한 결과 퇴비 중의 중금속함량을 줄일 수 있었다.

6. 소형 퇴비화용기에서 평균 1개월 퇴비화한 생퇴비를 야외에서 야적하여 숙성하는 동안 중금속의 축적은 일어나지 않았다.

참 고 문 헌

1. 동화기술 편집부, 수질오염 폐기물 공정시험방법, 도서출판 동화기술, 1992.
2. 서정운, 성순희, 가정에서의 음식쓰레기 발생량 및 성상, 창원대학교 환경문제연구소 환경연구논문집 제3집 : 77-84, 1994a.
3. 서정운, 성순희, 김우성, 가정 음식쓰레기 발생량 및 중금속 함량, 창원대학교 환경문제연구소 환경연구논문집 제4집 : 167-171, 1992b.
4. 서정운, 주우홍, 가정용 소형 퇴비화용기에 의한 부엌쓰레기의 분산식 퇴비화, I. 실험실 조건에서의 퇴비화 연구, 한국환경농학회지 제13권 제3호 : 321-337, 1994b.
5. 서정운, 주우홍, 가정용 소형 퇴비화용기에 의한 부엌쓰레기의 분산식 퇴비화, III. 실험실 조건에서 이중벽 소형 용기에 의한 퇴비화 연구, 한국환경농학회지 제14권 제2호 : 232-245, 1995.
6. 신명균, 김홍균, 음식물 쓰레기 감량화 규제에 대한 연구, 한국환경기술개발원, 1994.
7. 토양화학 분석법, 농업기술연구소 농촌진흥청, 1978.
8. 환경처, 환경백서, 1995.
9. G.R.E.M. van Roosmalen, J.W.A. Lustenhouwer, J. Oosthoek and M.M. G. Senden, Heavy Metal Source and Contamination Mechanisms in Compost Production, Resource and Conservation, 14:321-334, 1987. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam-Printed in The Netherlands.
10. Jaeger B., Abfallwirtschaft- Motivation und Moeglichkeiten, Verlanerung der Nutzungs-dauer von Deponien, Abfallwirtschaft an der TU Berlin, Band 13:1-5, 1981.
11. Jaeger B., Dezentrale Kompostierung von Kuchenund Gartenabfaellen in dichtbesiedelten Wohngebieten, 1986.