

## 도시 내 발생 임목폐기물을 첨가한 음식물류 폐기물의 퇴비화 특성 분석에 관한 연구

김남찬<sup>†</sup> · 김용태 · 이희진 · 김민아 · 문유찬 · 백승목

광운대학교 환경공학과

### A Study on the Characteristic Analysis of Composting of Food Waste Added with Wood Biomass Generated in City

Nam-Chan Kim<sup>†</sup>, Yong-Tae Kim, Hui-Jin Lee, Min-A Kim,  
Yu-Chan Moon, and Seungmok Paik

Department of Environmental Engineering, Kwangwoon University, Seoul 139-701, Korea

Received September 30, 2014/Revised October 8, 2014/Accepted November 10, 2014

This study was conducted to investigate how to reduce the quantity of food waste and CO<sub>2</sub> in the effluent in an eco-friendly way. Experiments were carried out to mix coarse-shredding wood chip, primary-fine-shredding wood chip, secondary-fine-shredding wood chip and composting wood chip with food waste by the proportion of 8:2, 7:3, 6:4, and 5:5, respectively. When the food waste was mixed with coarse-shredding wood chip by the proportion of 7:3 and 6:4, the percentage of water content was 55.0% and 53.2%, respectively. When the food waste was mixed with primary-shredding wood chip by the proportion of 6:4, the percentage of water content was 57.5%. The proportions of combustible components excluding composting wood chip ranged from 34.97% to 52.88% when biomass was added to the food waste. The C/N ratio of the mixture of food waste and biomass ranged from 15.32 to 21.66, which was lower than the standard 25 to 35. This indicates that it is necessary to add a material with a high C/N ratio. The salinity in food waste-biomass mixture ranged from 0.65% to 0.9%.

**Key words:** Composting, Wood Biomass, Food Waste, Shredding Wood Chip

### 1. 서 론

2012년도의 음식물류 폐기물 발생량은 1일 13,209톤으로서 전체 생활폐기물 발생량 48,990톤/일의 27.0%로, 음식물류 폐기물이 차지하는 점유비율이 2003년을 기점으로 증가하다가 2008년 29.1%로 정점을 나타낸 이후 다소 감소하고 있다. 1인당 1일 음식물류 폐기물 발생량은 2008년 0.30kg에서 2012년 0.26 kg으로 13.3% 감소했다.<sup>1-3)</sup> 도시규모별 발생원단위는 특별시가 가장 높고 광역시 농어촌 중소도시 순으로 나타났다. 조성별로는 채소류가 가장 높았고 곡류 과일류 어육류 순으로 나타났으며, 특히 음식섭취의 서구화로 인한 육

류 소비증가로 어육류의 발생이 높아지는 경향이 있다. 음식물류 폐기물의 처리방법에는 사료화, 퇴비화, 감량화, 하수병합소화, 혐기성 소화, 소각 및 탄화 등이 있으며 음식물류 폐기물 발생량의 대부분은 사료화와 퇴비화에 의존하고 있다. 음식물류 폐기물의 처리시설은 바이오가스화 시설 12개소를 포함하여 총 260개소에 이르며 이 중 민간처리시설이 157개로 시설용량은 11,115톤/일이다. 민간처리시설에서는 습식사료화 시설이, 공공처리시설에서는 호기성 퇴비화 시설이 주를 이루고 있다. 이와 같은 재활용 방식은 음식물류 폐기물의 자원화 비율을 낮추며 제품의 부가가치가 낮아지는 문제를 일으킨다. 처리시설에서 생산되는 제품의 낮은

<sup>†</sup>To whom correspondence should be addressed.

질로 인해 유상판매 실적이 저조하고 자원화 시설과 소비처와의 연계가 부족하여 생산된 제품의 소비가 원활하게 이루어지지 않고 있다.

우리나라는 런던협약 가입국으로서 2013년 1월부터 음식물류 폐기물 폐수(음폐수)의 해양 투기가 전면 금지되었다.<sup>4,5)</sup> 하지만 님비(NIMBY)현상으로 음폐수 정화처리시설을 확충하지 못하고 있다. 또한 우리나라는 국물(soup)중심의 식단구조로 인해 음폐수 발생량이 많은 실정이다. 2011년 기준 수도권 1일 음폐수 발생량은 4,200톤이며, 수도권매립지관리공사에 따르면 매립장은 모두 4개이며 총 면적은 1,540만m<sup>2</sup>이다.<sup>6)</sup> 하지만 제1매립장은 포화상태, 제2매립장도 약 3년 뒤에 포화상태에 이를 것으로 예상되며, 제3매립장과 제4매립장은 착공 전의 상태에 있다. 음폐수의 처리방법에는 자가처리, 하수처리장 연계, 폐수처리장 연계, 침출수처리장 연계 및 폐수처리업체 위탁 등이 있으며 민간처리시설 보다 공공처리시설에서 많이 처리되며 하수처리장 연계처리가 선호되고 있다.

한편, 바이오매스란 식물 혹은 동물 기원의 유기물로서 연소과정에 이용되거나 혹은 에너지 생산 체계에서 전기 및 열로 변환되는 재생에너지 자원의 하나이다.<sup>7)</sup> 에너지 및 환경문제가 심화되면서 재생가능한 자원의 일종인 바이오매스가 급부상하고 있다. 교토의정서가 발효되면서 온실가스 감축을 위해 각국 정부 및 기업들은 대체 기술 및 자원 확보에 더욱 발 빠른 행보를 보이고 있다. 이러한 가운데 우리 주변에서 흔히 볼 수 있는 쓰레기나 곡물, 농업 및 임업 부산물 등과 같은 바이오매스 자원이 에너지 및 환경 문제를 해결할 현실적 대안으로 부각되고 있다. 한국목재재활용협회에 따르면 2012년 기준 폐목재 발생량은 176.5만톤/년이며 이중 68.1%는 재활용, 나머지는 매립이나 소각처리 했다. 폐목재의 재활용 경제적 효과는 약 4,700억 원으로 추정하고 있다.<sup>8)</sup> 폐목재의 한 종류인 임목폐기물이란, 나무뿌리·잔가지 등 사업활동에 용재로 활용이 불량한 상태의 수목을 말한다. 이러한 임목폐기물은 서울특별시 노원구에서 약 1년 평균 1203.12톤이 발생하고 있다. 따라서 노원구의 음식물류 폐기물의 퇴비화 처리 발생량(10,658 톤/년)은 임목폐기물의 발생량에 비해 약 9배가 많은 수치임을 알 수 있다.

본 연구에서는 우선적으로 음식물류 폐기물과 도시 내에서 발생하는 바이오매스 중 발생량이 많은 임목폐기물(전지목)을 하이브리드 방법으로 재활용함으로써 탄소배출량과 음폐수량을 줄이고 부산물인 퇴비생산량을

늘릴 수 있는 친환경공법에 대해 연구하고자 한다. 본 연구를 통해 음폐수의 비율을 20% 이하로 줄일 수 있다면 에너지 소모량을 크게 감소시킬 수 있다. 이번 연구에서는 음식물류 폐기물과 바이오매스의 함수율, 삼 성분, C/N비, 염도를 측정하고 양자의 적정 첨가비율을 알아보았다.

## 2. 실험방법

### 2.1. 시료

본 연구는 K대학교 교직원 식당에서 당일 체로 받쳐 수분이 어느 정도 제거된 상태로 발생하는 음식물류 폐기물을 대상으로 하였다. 수분조절제와 통기제로 같이 사용한 임목폐기물은 노원구 목재펠릿센터로부터 거친 파쇄목, 1차 고운파쇄목, 2차 고운파쇄목, 퇴비용 파쇄목을 가져와 사용하였다. 거친 파쇄목이란 임목폐기물 수거 후 한 번 거칠게 파쇄한 것이다. 1차 고운파쇄목은 거친 파쇄목을 한 번 곱게 파쇄한 것이며, 2차 고운파쇄목은 1차 고운파쇄목을 건조 후 한 번 더 곱게 파쇄한 것이다. 퇴비용 파쇄목은, 임목폐기물 수거 당시 수분함량이 높아서 열량 효율이 떨어지는 것을 그대로 파쇄시킨 것이다. 음식물류 폐기물과 수분조절제는 무게 비 기준 8:2, 7:3, 6:4, 5:5의 비율로 첨가하여 실험하였다. 문헌에 따르면 음식물류 폐기물과 바이오매스 첨가비율은 통기성을 고려할 때 1:1의 비율이 가장 적합하다고 한다.<sup>9)</sup> 이 결과를 바탕으로 음식물류 폐기물과 바이오매스 첨가비율을 5:5에서 8:2까지 변화시켜 가면서 연구를 진행하였다. 첨가비율을 5:5까지 설정한 것은 음식물류 폐기물의 처리가 우선으로 음식물류 폐기물에 바이오매스를 첨가하기 때문이다.

### 2.2. 분석방법

모든 실험은 폐기물공정시험기준에 근거하여 진행하였다.<sup>10)</sup>

#### 2.2.1. 입도분석

입도분석은 거친 파쇄목, 1차 고운파쇄목, 2차 고운파쇄목, 퇴비용 파쇄목에 대하여 실시하였다. 각 바이오매스 당 200 g을 취하여 로 건조 후 표준망체(SIEVE-제조국: 대한민국, 제조회사: 세화, 규격: 203 mm-L41 mm)를 이용하였다. 임목폐기물의 크기를 고려하여 16 mm, 11.2 mm, 8 mm, 5.6 mm, 4.0 mm, 2.8 mm, 2.0 mm, 1.4 mm, 1.0 mm의 체를 사용하여 입도

분석을 하였다.

2.2.2. 함수율

음식물류 폐기물과 바이오매스를 단일시료 및 첨가 비율에 따라 대시료 500 g을 취한 후 교반기(제조회사: 유유계기교역상사, 모델명: PL-S11)로 교반시켜 구획법을 이용하여 10 g의 시료로 축소하였다. 여기서 구획법을 채택한 것은 시료를 원추형으로 쌓아 올릴 때 흘러 내림을 방지하기 위한 것이다. 이 시료를 105~110°C에서 4시간 동안 건조시킨 후 함수율을 측정하였다.

2.2.3. 삼성분

삼성분 측정실험은 음식물류 폐기물과 바이오매스를 단일시료 및 첨가비율에 따라 대시료 500 g을 취한 후 교반시켜 구획법으로 20 g의 시료로 축소하였다. 25% 질산암모늄용액을 넣어 시료를 적시고, 600±25°C에서 3시간 강열한 후 강열감량을 측정하였다.

2.2.4. C/N비

C/N비는 Elemental Analyzer (제조회사: CE Instruments, 모델명: EA1110)를 이용하여 측정하였다. 시료 측정의 정확성을 위하여 미리 수분을 105~110°C에서 4시간 건조시킨 후 막자사발로 매우 잘게 갈아 1~4 mg을 취하여 분석하였다. 촉매로는 주석을 사용하였으며 standard시료는 sulfanilamide를 사용하였다.

2.2.5. 염도

염도분석기(제조회사: TAKEMURA, 모델명: TM-30D)를 사용해 실험하였다. 음식물류 폐기물과 바이오

매스를 단일시료 및 첨가비율에 따라 대시료 500 g을 취한 후 교반시켜 구획법을 이용하여 4 g의 시료로 축소하였다. 이 때 염도가 클 것으로 예측되는 바이오매스 첨가시료와 음식물류 폐기물은 1차 증류수를 사용하여 10배 희석하였으며, 염도가 낮을 것으로 예측되는 단일 바이오매스는 2배 희석하여 염도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 입도분석

음식물류 폐기물의 함수율을 낮추며 바이오매스의 첨가율을 향상시키기 위해 입도가 작은 바이오매스가 적당하므로 입도분석을 실시하였으며 그 결과를 Table 1에 나타내었다. 거친 파쇄목의 경우 체 크기 1.0~22.4 mm로 걸렸을 때 입도분포가 바이오매스 중 고르게 나타났으며, 1차 고운파쇄목의 입도가 1 mm 이하인 것은 27.79%이며, 2차 고운파쇄목의 입도가 1 mm 이하인 것은 48.85%로 입도가 매우 작음을 알 수 있었다. 퇴비용 파쇄목은 바이오매스 중 22.4 mm 이상인 입도가 10.62%나 돼 입도가 큼을 알 수 있었다. 따라서 입도가 작은 1차고운파쇄목과 2차 고운파쇄목이 함수율을 낮추기에 적당하다고 판단된다. 하지만 1차 고운파쇄목과 2차 고운파쇄목의 경우 거친 파쇄목보다 입도를 더 작게 하기 위해 파쇄기의 동력이 더 쓰이게 되므로 에너지가 더 소요된다. 그러므로 1차 고운파쇄목, 2차 고운파쇄목보다는 거친 파쇄목이 입도가 조금 더 크긴 하지만 음식물류 폐기물의 퇴비화에 있어서 큰 영향을 미치지 않기 때문에 거친 파쇄목도 함수율을 낮추기에 적당하다고 볼 수 있다.

Table 1. Size distribution of wood biomass

(Unit: %)				
Sieve size	CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC
> 22.4 mm	0	0	0	10.62
> 11.2 mm	0.88	1.50	0	6.74
> 8 mm	1.15	0.58	0.07	4.29
> 5.6 mm	6.55	2.74	0.08	15.79
> 4 mm	18.13	4.07	0.25	18.50
> 2.8 mm	22.73	7.95	1.65	15.99
> 2.0 mm	22.04	16.27	12.67	9.12
> 1.4 mm	14.63	18.59	20.33	10.22
> 1.0 mm	7.73	20.51	16.09	2.84
< 1.0 mm	6.16	27.79	48.85	5.89

Remark: CSWC(coarse-shredding wood chip), PFSWC(primary-fine-shredding wood chip), SFSWC(secondary-fine-shredding wood chip), CWC(composting wood chip)

**3.2. 함수율**

퇴비화를 위한 음식물류 폐기물의 최적 함수율은 50~60%로 알려져 있다.<sup>11-13)</sup> 음식물류 폐기물에 바이오매스의 적정 첨가 비율을 결정하기 위하여 함수율 시험을 3회 실시하여 평균값으로 나타내었다. Table 2에 음식물류 폐기물과 바이오매스 단일시료의 함수율을 나타내었다. 음식물류 폐기물의 함수율은 74.3%이다. 이전 연구에 따르면 음식물류 폐기물의 함수율은 80~85%이지만, 이번 실험에서 74.3%인 이유는 음식물류 폐기물을 채취할 때 수분을 체에 걸러서 했기 때문으로 판단된다. 이것은 각 가정에서 앞으로 시행되는 음식물류 폐기물 종량제에 대비하여 수분함량을 줄이려는 노력을 반영한 것으로 볼 수 있다. 바이오매스 중 거친 파쇄목과 1차 고운파쇄목의 함수율은 각각 17.4%와 17.8%로 측정되었다. 2차 고운파쇄목의 함수율은 13.4%로 함수율의 수치가 제일 낮게 나왔다. 그 이유는 입도가 상대적으로 작아 표면적이 늘어나면서 함수율도 낮게 측정된 것으로 보인다. 또한 2차 고운파쇄목은 만들어질 때 1차 분쇄 후 보일러와 건조로를 거쳐 생성되기 때문에 약간의 수분이 건조되었을 것으로 판단된다. 퇴비용 파쇄목은 함수율이 62.3%로 바이오매스 중 가장 높게 측정되었다. 퇴비용 파쇄목 같은 경우에는 바이오매스 중 수분함량이 높아 열량 효율이 떨어

어지는 것들을 파쇄시켜 만든 것이어서 거친 파쇄목, 1차 고운파쇄목, 2차 고운파쇄목에 비해 상당히 높은 함수율을 나타낸 것으로 판단된다.

Table 3에는 바이오매스의 첨가비율에 따른 함수율을 나타내었다. 바이오매스의 첨가량이 많아질수록 함수율이 낮아짐을 알 수 있다. 퇴비화를 위한 음식물류 폐기물의 적정 함수율을 고려하였을 때 음식물류 폐기물에 바이오매스를 첨가한 시료 중 거친 파쇄목과의 혼합비 7:3, 6:4인 경우와 1차 고운파쇄목과의 혼합비가 6:4인 경우가 55.0~57.5%의 범위로 나타나 퇴비화에 적합한 시료라 판단된다. 음식물류 폐기물에 바이오매스의 첨가 시료 중 퇴비용 파쇄목의 경우 66.7~74.0%의 함수율로 수분조절제로서의 기능이 현저하게 떨어지는 것으로 보인다.

**3.3. 삼성분**

삼성분 측정 시 시험을 3회 실시하여 평균값으로 나타내었다. Table 4에는 음식물류 폐기물 및 바이오매스의 단일 시료의 삼성분을 나타내었다. 음식물류 폐기물의 경우 함수율이 높아 가연분이 상대적으로 적은 24.76%이며, 바이오매스의 경우 파쇄목, 1차분쇄목, 2차분쇄목은 함수율이 적어 가연분이 79.70~84.21%이며, 퇴비용 파쇄목은 다른 바이오매스에 비해 함수율이

**Table 2.** Water content of food waste and wood biomass

		(Unit: %)				
		FW	CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC
Moisture	Mean	74.3	17.4	17.8	13.4	62.3
	SD	0.92	0.38	0.35	0.22	4.56

Remark: FW(food waste), CSWC(coarse-shredding wood chip), PFSWC(primary-fine-shredding wood chip), SFSWC(secondary-fine-shredding wood chip), CWC(composting wood chip), SD(standard deviation)

**Table 3.** Water content based on addition ratio of biomass

		(Unit: %)			
		food waste : biomass			
		8:2	7:3	6:4	5:5
CSWC	Mean	63.5	55.0	56.2	49.8
	SD	0.52	1.40	0.77	3.36
PFSWC	Mean	60.9	59.0	57.5	50.9
	SD	0.56	1.97	3.96	1.75
SFSWC	Mean	62.9	53.2	52.6	45.1
	SD	0.57	0.83	1.69	2.55
CWC	Mean	74.0	71.8	66.7	68.7
	SD	0.29	2.66	2.44	2.45

Remark: FW(food waste), CSWC(coarse-shredding wood chip), PFSWC(primary-fine-shredding wood chip), SFSWC(secondary-fine-shredding wood chip), CWC(composting wood chip), SD(standard deviation)

**Table 4.** Three components of food waste and wood biomass

		(Unit: %)				
		FW	CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC
Moisture	Mean	74.29	17.39	17.76	13.40	62.26
	SD	0.92	0.38	0.35	0.22	4.56
Combustible	Mean	24.76	79.88	79.70	84.21	33.93
	SD	0.20	0.54	0.11	0.52	0.68
Ash	Mean	0.95	2.73	2.54	2.39	3.82
	SD	0.20	0.54	0.11	0.52	0.68

Remark: FW(food waste), CSWC(coarse-shredding wood chip), PFSWC(primary-fine-shredding wood chip), SFSWC(secondary-fine-shredding wood chip), CWC(composting wood chip), SD(standard deviation)

**Table 5.** Three components based on addition ratio of biomass

		8 : 2 (food waste : biomass)				7 : 3 (food waste : biomass)			
		CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC	CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC
Moisture	Mean	63.52	60.93	62.86	74.00	55.02	59.02	53.20	71.76
	SD	0.52	0.56	0.57	0.29	1.40	1.97	0.83	2.66
Combustible	Mean	34.97	37.81	35.55	23.91	43.30	38.91	45.43	25.77
	SD	0.10	0.01	0.02	0.04	0.05	0.08	0.38	0.11
Ash	Mean	1.51	1.26	1.59	2.09	1.68	2.07	1.37	2.47
	SD	0.10	0.01	0.02	0.04	0.05	0.08	0.38	0.11

		6 : 4 (food waste : biomass)				5 : 5 (food waste : biomass)			
		CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC	CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC
Moisture	Mean	56.20	57.53	52.63	66.68	49.78	50.86	45.13	68.67
	SD	0.77	3.96	1.69	2.44	3.36	1.75	2.55	2.45
Combustible	Mean	41.77	40.45	45.37	31.43	48.41	47.22	52.88	29.20
	SD	0.58	0.14	0.03	0.13	0.05	0.36	0.08	0.16
Ash	Mean	2.03	2.02	2.00	1.89	1.81	1.92	1.99	2.13
	SD	0.58	0.14	0.03	0.13	0.05	0.36	0.08	0.16

Remark: FW(food waste), CSWC(coarse-shredding wood chip), PFSWC(primary-fine-shredding wood chip), SFSWC(secondary-fine-shredding wood chip), CWC(composting wood chip), SD(standard deviation)

높아 33.93%로 가연분이 적게 나타났다. 삼성분 분석에서 가연분은 시료의 유기물 함량과 관련이 있다. 기존 유기물 퇴비의 유기물 함량이 25% 전후임을 고려했을 때 바이오매스 첨가시료의 유기물 함량이 25%를 상회하면 친환경 퇴비로서의 가능성이 있다고 볼 수 있다.

Table 5에서 음식물류 폐기물에 대한 바이오매스 첨가비율이 높아질수록 가연분 비율이 커짐을 알 수 있다. 바이오매스를 첨가한 결과 함수율이 감소된 만큼 음식물류 폐기물의 가연분이 24.76%에서 음식물류 폐기물에 2차분쇄목을 첨가한 시료의 가연분이 52.88%까지 증가함을 알 수 있다. 바이오매스를 첨가한 시료 중 가연분 비율은 2차분쇄목을 첨가하였을 때가 높게 나타났다. 하지만 파쇄목과 1차분쇄목을 첨가한 시료도

가연분 비율이 34.97~48.41%로, 이와 같은 수치는 친환경 퇴비로 적합함을 알 수 있다.

### 3.4. C/N비

음식물류 폐기물 퇴비화의 초기 C/N비는 26~35가 적절한 것으로 알려져 있다.<sup>11-14)</sup> C/N비를 3회 측정 후 평균값과 표준편차를 Table 6에 나타내었다. 문헌에 따르면 음식물류 폐기물의 C/N비는 15 전후이다.<sup>15)</sup> Table 6에서는 15.03으로 적절한 수치라고 판단된다. 바이오매스는 C/N비가 17.31~38.63으로 나타났다. Table 7에 바이오매스의 첨가시료별 C/N비를 나타내었다.

바이오매스의 첨가시료 C/N비는 15.32~21.66로 나타났다. 첨가 비율 중 바이오매스의 첨가비율이 커질수록

**Table 6.** C/N ratio of food waste and wood biomass

		FW	CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC
C(%)	Mean	46.16	43.59	46.47	52.76	42.63
	SD	3.02	1.99	1.39	10.16	1.74
N(%)	Mean	3.09	1.36	1.53	1.48	2.47
	SD	0.36	0.10	0.32	0.47	0.23
C/N ratio	Mean	15.03	32.12	31.71	38.63	17.31
	SD	0.80	2.13	6.05	10.94	1.02

Remark: FW(food waste), CSWC(coarse-shredding wood chip), PFSWC(primary-fine-shredding wood chip), SFSWC(secondary-fine-shredding wood chip), CWC(composting wood chip), SD(standard deviation)

**Table 7.** C/N ratio based on addition ratio of biomass

		8 : 2 (food waste : biomass)				7 : 3 (food waste : biomass)			
		CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC	CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC
C(%)	Mean	45.65	46.22	47.48	45.45	45.39	46.25	48.14	45.10
	SD	2.19	1.71	1.71	2.00	2.30	1.88	1.88	2.12
N(%)	Mean	2.74	2.78	2.77	2.97	2.57	2.62	2.61	2.91
	SD	2.19	0.33	0.33	0.26	0.18	0.33	0.33	0.27
C/N ratio	Mean	16.63	16.64	17.16	15.32	17.65	17.65	18.47	15.52
	SD	1.87	5.00	5.00	0.97	1.73	4.48	4.48	0.95

		6 : 4 (food waste : biomass)				5 : 5 (food waste : biomass)			
		CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC	CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC
C(%)	Mean	45.13	46.29	48.80	44.75	44.87	46.32	49.46	44.39
	SD	2.40	2.04	7.31	2.25	2.50	2.20	6.59	2.38
N(%)	Mean	2.40	2.46	2.44	2.84	2.23	2.31	2.28	2.78
	SD	0.20	0.34	0.42	0.28	0.23	0.34	0.41	0.30
C/N ratio	Mean	18.81	18.78	19.96	15.73	20.16	20.06	21.66	15.95
	SD	1.60	3.95	6.88	0.93	1.47	3.43	5.87	0.91

Remark: FW(food waste), CSWC(coarse-shredding wood chip), PFSWC(primary-fine-shredding wood chip), SFSWC(secondary-fine-shredding wood chip), CWC(composting wood chip), SD(standard deviation)

록 C/N비가 증가함을 보였고, 바이오매스 중 퇴비용 파쇄목의 경우 파쇄목, 1차분쇄목, 2차분쇄목에 비해 C/N비가 작게 나타났다. 퇴비화 초기의 C/N비는 25~35가 적당하나 전체적으로 C/N비가 작게 나타났으므로 C/N비를 보정하기 위해 C/N비가 높은 물질을 첨가해 주어야 할 것으로 보인다.

### 3.5. 염도

이전의 연구에 따르면 퇴비화 시 적정 염도는 2% 이하이다.<sup>16,17</sup> 실제 퇴비가 1%의 염도를 가지고 있다고 하더라도 사용단계에서 토양에 퇴비의 양이 적어 염도가 토양에 미치는 영향이 낮으며, 시설하우스의 경우에는 장기간의 사용에 의하여 염도가 집적될 수 있으나 일반 농지에서는 빗물에 의하여 세정이 지속적으로 이루어짐으로 크게 문제되지 않는다. 퇴비화 시 적정 염도

를 알아보기 위해 염도 측정 시 2회 측정 후 평균값을 나타내었다. 음식물류 폐기물의 염도 범위는 1~1.1%로 평균 염도는 1.05%이며, 바이오매스는 4종류의 파쇄목 모두 0%로 염도가 거의 없음을 알 수 있었다. Table 8에 바이오매스의 첨가 비율에 따른 염도를 나타내었다. 염도 범위는 0.65~0.9%에 있었으며 음식물류 폐기물과 파쇄목을 8:2로 혼합했을 때 0.9%로 가장 높게 나타났고 음식물류 폐기물과 퇴비용 파쇄목을 5:5로 섞었을 때 0.65%로 가장 낮게 나타났다. 음식물류 폐기물에 바이오매스를 첨가했을 때 모두 적당한 염도수치를 알 수 있다.

## 4. 결 론

음식물류 폐기물을 처리함에 있어 하이브리드 방법

Table 8. Salinity based on addition ratio of biomass

(Unit: %)

		8 : 2 (food waste : biomass)				7 : 3 (food waste : biomass)			
		CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC	CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC
Salinity	Mean	0.90	0.90	0.90	0.90	0.75	0.85	0.85	0.70
	SD	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.05	0.00

  

		6 : 4 (food waste : biomass)				5 : 5 (food waste : biomass)			
		CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC	CSWC	PFSWC	SFSWC	CWC
Salinity	Mean	0.70	0.70	0.80	0.80	0.75	0.75	0.80	0.65
	SD	0.00	0.00	0.00	0.10	0.15	0.15	0.10	0.05

Remark: FW(food waste), CSWC(coarse-shredding wood chip), PFSWC(primary-fine-shredding wood chip), SFSWC(secondary-fine-shredding wood chip), CWC(composting wood chip), SD(standard deviation)

으로 바이오매스 중 임목폐기물(전지목)을 수분조절제와 통기제로 사용하여 효과적인 퇴비화를 위해 연구한 결과는 다음과 같다. 바이오매스로는 파쇄목, 1차분쇄목, 2차분쇄목, 퇴비용 파쇄목을 사용하였다. 바이오매스를 음식물류 폐기물에 첨가 시 첨가 비율은 무게 기준 8:2, 7:3, 6:4, 5:5로 하였다.

1. 바이오매스인 파쇄목, 1차분쇄목, 2차분쇄목, 퇴비용 파쇄목을 입도분석한 결과 파쇄목의 경우 체크기 1.0~22.4mm로 걸렸을 때 입도분포가 고르게 나타났으며, 1차분쇄목의 입도가 1 mm 이하인 것은 27.79%이며, 2차분쇄목의 입도가 1 mm 이하인 것은 48.85%이다. 퇴비용 파쇄목은 바이오매스 중 22.4 mm 이상인 입도가 10.62%나 돼 입도가 큼을 알 수 있었다.

2. 음식물류 폐기물의 함수율은 74%를 나타내었으며, 바이오매스의 함수율은 약 17%로 나타났다. 바이오매스 중 퇴비용 파쇄목은 62.3%로 파쇄목, 1차분쇄목, 2차분쇄목과 달리 함수율이 높게 측정되어 수분조절제로 부적합하다고 판단된다. 바이오매스를 음식물류 폐기물에 첨가 시 첨가량이 높을수록 함수율이 낮아짐을 알 수 있었다. 바이오매스 첨가 시료 중 파쇄목과의 혼합비 7:3, 6:4의 경우와 1차분쇄목과의 혼합비가 6:4인 경우가 55.0~57.5%의 범위로 퇴비화에 적절한 시료로 판단되었다.

3. 음식물류 폐기물의 가연분은 24.76%이며, 음식물류 폐기물에 바이오매스의 첨가율을 높일수록 가연분 비율도 높아졌다. 바이오매스 중 퇴비용 파쇄목을 제외한 시료를 음식물류 폐기물에 첨가하였을 때, 가연분의 비율이 25%를 상회하였으므로 친환경 퇴비에 적합한 시료임을 알 수 있었다.

4. 바이오매스의 첨가 비율이 높을수록 C/N비가 증

가하였다. 바이오매스 첨가 시료들의 C/N비는 15.32~21.66으로 나타났다. 퇴비화에 적절한 C/N비로 보정하기 위해서는 C/N비가 높은 물질을 첨가해야 할 것으로 보인다.

5. 음식물류 폐기물의 염도는 1.05%이며, 바이오매스는 0%로 염도가 거의 없음을 알 수 있었다. 바이오매스를 음식물류 폐기물에 첨가한 시료의 염도는 0.65~0.9%로 나타났다.

6. 종합적 평가 결과, 퇴비화 최적 영향 인자를 모두 만족시키는 경우는 음식물류 폐기물과 함께 팽화제로서 파쇄목과 1차 분쇄목을 6:4로 혼합한 경우로 나타났다.

## 감사의 글

이 논문은 2014년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 환경부, “환경백서”, 2014, 318, 341.
2. 환경부, 전국폐기물발생 및 처리현황[2012년도], 2013, 20.
3. 채희경, 채병숙, 조춘봉, “음식물 쓰레기 자원화를 위한 적정 처리방법과 발생량 최소화 방안에 관한 연구”, *한국외식경영학회*, 2008, 11(2), 2.
4. 신진수, “2013 음식물쓰레기 정책토론회 자료집”, 2013, 36.
5. 채영근, “환경법 연구”, 2008, 30(3), 631-660.
6. 수도권매립지관리공사, <http://www.slc.or.kr/design/>, 2011년 11월.
7. 데이코 편집부, “바이오매스 · 폐기물에너지 관련 시장동향과 전망”, 2013, 데이코, 25-26.

8. 한국목재재활용협회, “폐목재 유통실태 보고서”, **2009**, 17-18.
9. 황응주, “주방폐기물 퇴비화에서 Bulking Agent의 효과연구”, **1993**, 55-57, 한국과학기술원 석사학위논문.
10. 환경부, “폐기물공정시험기준”, **2011**.
11. G. Tchobanoglous, H. Theisen, and S. A. Vigil, “Integrated solid waste management”, **1993**, McGraw Hill, 687.
12. 정재춘, 강동수, 김교근, 김남찬, 김형석, 노기환, 박석환, 박지훈, 유희찬, 이남훈, 이의상, 정일현, 장성호, 조진규, 허관, “폐기물처리”, **1998**, 292, 동화기술.
13. 배재근, “신편 폐기물처리공학”, **2005**, 488-497, 구미서관.
14. 배재근, “음식물쓰레기 퇴비화시설의 운영상의 문제 및 해결방안”, *한국유기성자원학회지*, **2002**, 10(2), 25-37.
15. 윤은진, “가정쓰레기 퇴비화 수분조절제로서 신문지의 이용가능성에 관한 연구”, **1998**, 13-14, 창원대학교 산업대학원 석사학위논문.
16. 김도희, “염분함량이 음식물쓰레기의 호기성 퇴비화에 미치는 영향”, **1999**, 42, 광운대학교 대학원 석사학위논문.
17. 박석환, “음식물 쓰레기의 호기성 퇴비화 전과 후의 세척에 따른 염분도와 퇴비화효율 비교”, *한국환경보건의학회지*, **2005**, 31(2), 160-164.