

## LCC, LCCO<sub>2</sub>, LCE 평가를 통한 국내 주방용 오물분쇄기 도입의 타당성에 관한 연구

주문술\* · 배성진\*\* · 이동훈\*\*\* · 유기영\*\*\*\*

### Feasibility Study on the Introduction of Food Waste Disposer System in Korea by Assessment of the Cost and Environmental Impact

Munsol Ju\* · Sung-Jin Bae\*\* · Dong-Hoon Lee\*\*\* · Ki-Young You\*\*\*\*

**요약 :** 본 연구는 현재 사용이 금지되어 있는 주방용 오물분쇄기(디스포저)에 대하여 장래 도입 가능성을 Life Cycle Cost(LCC), Life Cycle CO<sub>2</sub>(LCCO<sub>2</sub>), Life Cycle Energy(LCE) 평가에 의해 검토하고자 한다. 공동수거 퇴비화, 디스포저 직투입, 디스포저 배수전처리, 건조감량기기 사용 후 퇴비화, 그리고 건조감량기기 사용 후 소각 등 5가지 시나리오를 설정하였다. LCC 평가항목으로 기기구입비용 및 운전비용, 수집운반비용, 공동처리비용을 선정하였으며, LCCO<sub>2</sub> 및 LCE 등의 환경성 평가항목으로는 기기 운전 시의 전력사용량 및 수도사용량, 수집운반 시 경유사용량, 처리 시 전력사용량 및 공정 중 온실가스 배출량을 선정하였다. LCC 평가 결과, 공동수거 퇴비화 시나리오가 총비용에서 가장 낮은 수치를 나타냈으나, 행정비용(수거 및 처리비용)만을 비교하였을 때에는 시나리오 중에서 가장 높은 것으로 평가되었다. 디스포저의 기기구입비 및 시설설치비에 대한 시민의 지불의사액과 디스포저의 도입에 의해 발생하는 행정비용의 절감액을 고려하면 도입이 가능할 것으로 판단된다. 환경성 평가로서 시행한 LCCO<sub>2</sub> 및 LCE 평가 결과, 디스포저 직투입 방식은 공동수거 퇴비화 방식과 비슷하였으나, 건조감량기기의 경우 높은 전력소비량에 의해 가장 높은 환경부하를 나타내었다. 종합적으로 판단하였을 때 총비용 및 총환경부하는 현재 공동수거 퇴비화 방법이 가장 적은 것으로 평가되었다. 하지만 현재 수거방식의 불편함을 해소하기 위해 사용이 증가하고 있는 건조감량기기의 경우 총비용과 총환경부하는 디스포저의 경우보다 더 큰 것으로 평가되었다. 이는 시민의 편리한 배출방법에 대해 지속적인 관심과 연구가 필요함을 나타내는 결과이며, 하수관거정비를 지속적으로 추진되는 상황을 고려할 때, 디스포저 직투입 방식의 경우 경제적, 환경적 측면에서 장래 도입이 가능할 것으로 판단된다.

**주제어 :** 주방용 오물분쇄기(디스포저), 건조감량기기, 비용 분석, 온실가스 배출량, 에너지 소비량

**ABSTRACT :** This study aims to examine the feasibility on the introduction of food waste disposer system by Life Cycle Cost(LCC), Life Cycle CO<sub>2</sub>(LCCO<sub>2</sub>), Life Cycle Energy(LCE) assessment method. We set five scenarios; composting of separated food waste, disposer with direct drain,

\* 일본 국립환경연구소 자원순환·폐기물연구센터 특별연구원(Research Associate, Center for Material Cycles and Waste Management Research, National Institute for Environmental Studies, Japan)

\*\* 서울시립대학교 환경공학부 박사과정(Ph. D. Student, School of Environmental Engineering, The University of Seoul, Korea)

\*\*\* 서울시립대학교 환경공학부 교수(Professor, School of Environmental Engineering, The University of Seoul, Korea), 교신저자(E-mail: dhlee@uos.ac.kr, Tel: 02-2210-2377)

\*\*\*\* 서울연구원 안전환경연구실 선임연구위원(Senior Research Fellow, Dept. of Safety and Environment Research, The Seoul Institute, Korea)

disposer with pretreatment tank, composting of dried food waste, and incineration of dried food waste. As a result of cost analysis, composting of separated food waste has the lowest cost. However, if citizen has willing to pay for the equipment, the introduction of disposer system reduces administrative costs on collection and treatment. As a result of environmental impact, disposer with direct drain showed the same level with composting of separated food waste, but using drying device has the highest environmental load cause of high power consumption. Conclusively, composting of separated food waste is the best option for food waste, but dry device, which has spread to handle food waste easily, has high cost and high environmental impact. Therefore, this result indicates that it is necessary to find the way to lighten the burden for separating food waste. Disposer with direct drain is able to be introduced in the region with well-managed sewage pipes, and it can be thought of as more adequate method than drying device in the environmental aspects.

**Key Words** : Disposer, Drying device, Cost analysis, GHGs emission, Energy consumption

## I. 서론

최근 환경부 고시에서 1995년부터 국내사용을 금지하고 있던 디스포저(Disposer)라고 불리는 주방용 오물분쇄기의 사용을 시범사업에 한해서는 허용하는 것으로 다소 완화하였다. 이는 가정에서 발생하는 음식물류폐기물의 보관 및 배출에 대해 불편함을 호소하는 시민들의 목소리가 높아짐에 따라 정부 차원에서 보다 편리한 음식물류폐기물 배출 및 수거체계 구축에 관한 연구의 필요성을 인식하고 있음을 나타낸다.

음식물류폐기물 자원화를 위해 약 15년간 시행해 온 분리배출제도의 틀 안에서 조금이라도 편리한 배출방식을 원하는 시민들은 적지 않은 금액을 감수하면서 발생원 감량기기를 구입하여 사용하고 있다. 감량화 정책의 일환으로 2012년부터 시행되는 음식물류폐기물 종량제 실시 이후에는 이러한 발생원 감량기기의 사용이 더욱 증가할 것으로 전망된다. 서울시정개발연구원(2009)에서 실시한 설문조사결과에 따르면, 시민들은 음식물류폐기물의 배출뿐 아니라 가정 내에 보관하는 것에 대해 가장 큰 불편을 호소하고 있었다.

또한, 디스포저 사용이 허용된다면 사용할 의사가 있다는 응답자가 전체의 80%에 달하였으며, 디스포저 구입 및 설치비용에 대한 지불의사액은 약 20만 원, 전기 및 수도요금 지불의사액은 편제 지불비용의 5% 이내로 조사되었다. 사용할 의사가 없다는 응답자의 경우 디스포저가 환경친화적이지 않아서라는 이유가 가장 많았다.

미국이나 유럽의 경우도 우리나라와 같이 초기 하수도시설에 미치는 영향을 우려하여 디스포저의 사용을 제한하였지만, 지속적인 연구(New York City, 1996; CECED, 2003; Battistoni et al., 2007; Evans et al., 2010)를 통해 수용할 만하다고 판단되어 디스포저의 사용을 확대해가는 추세에 있다. 이들 연구는 디스포저를 음식물류폐기물 분리배출을 위한 하나의 수단으로 간주하여 검토하고 있으며, 이후 하수처리시설에서의 음식물류폐기물의 자원화 가능성도 고려하고 있다. Carol and Robert(2003)는 물 사용량, 온실가스 발생량, 대기오염물질, 토지이용 등 11개의 지표를 이용하여 디스포저에 의한 음식물류폐기물 처리 시스템을 다른 퇴비화 및 매립, 에너지화 방법들과 비교하였다. 그 결과, 퇴비화와 함께 높은

순위를 나타내었으며, 폐기물관리자에게 효율적인 수단이 될 수 있음을 밝혔다. 또한, 폐기물관리 시스템에서의 디스포저의 역할에 대해 좀 더 전체적인 관점에서 실제적인 이해가 필요함을 역설했다. 일본에서는 하수도시설의 영향을 고려하여, 분쇄오수를 하수관거로 직접 보내기 이전에 1차 처리를 하는 디스포저 배수처리시스템에 한하여 사용을 승인하였으며, 최근에는 분쇄오수의 하수관거 직투입을 통한 자원화 방안에 대한 연구도 진행되고 있다(일본 국토교통성, 2005).

국내의 경우, 디스포저 도입 시 하수도시설의 부하에 대한 연구를 진행한 사례가 일부 있지만, 수거운반단계에서 처리까지 전 과정에 대해 평가한 사례는 아직 전무하며, 디스포저 도입에 대한 막연한 불안심리만 있을 뿐 객관적으로 전체 시스템 내에서의 경제적·환경적 영향을 파악하고자 하는 노력은 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 음식물류폐기물의 발생원 처리의 유무, 그리고 발생원에서의 처리방법의 상이함(디스포저와 건조감량기)에 따른 영향에 초점을 맞추어 비용 및 환경영향을 분석하고자 한다. 공동수거 및 공동처리 방식은 비용 면에서 효율적이지만

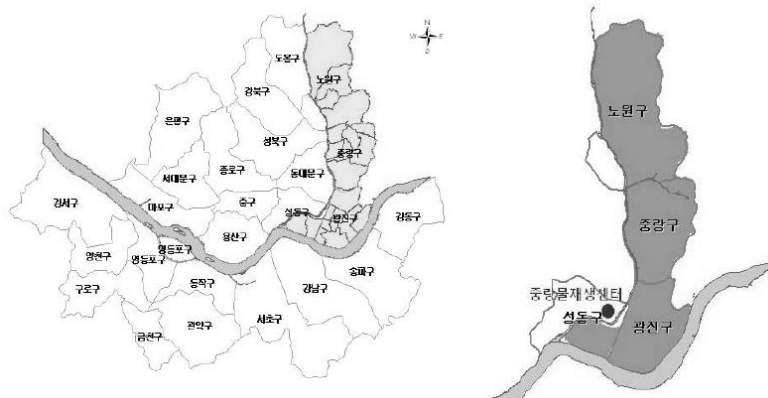
그 과정에서 불편함이 발생할 경우 이를 해소하기 위해 시민들이 다른 대안을 삼입하여 이행할 수 있다. 음식물류폐기물 감량기기에 대한 높은 관심이 그 예이다(서초구, 2008; 김미정, 2009). 시민들은 생활의 편의를 위해 감량기기를 구입하고, 지자체는 행정편의를 위해 이를 보조할 수 있다. 하지만 구입이나 보조 시 편리성뿐 아니라 사회 전체적인 비용이나 환경부하를 고려할 필요가 있으며 이를 위해 객관적인 정보가 필요하다.

이에 본 연구에서는, 디스포저 및 건조감량기기에 대한 실험결과와 기존 참고문헌에 제시된 데이터를 기초로, 현재 자원화 방법 중 공공처리시설에서 가장 선호하고 있는 호기성 퇴비화 방법과 최근 사용이 증가하고 있는 건조감량기기와 비교하여 Life Cycle Cost(LCC), Life Cycle CO<sub>2</sub>(LCCO<sub>2</sub>), Life Cycle Energy(LCE) 평가 결과를 바탕으로 디스포저 도입의 타당성을 검토해보고자 한다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 분석단위 및 분석항목

분석단위는 음식물류폐기물 1ton 처리 시 소요



〈그림 1〉 본 연구의 대상범위 설정

되는 비용(원), 온실가스 배출량(kg CO<sub>2</sub>-eq) 및 에너지 소비량(MJ)으로 설정하여 경제성과 환경성을 모두 평가하고자 한다.

## 2. 분석대상지역 및 음식물류폐기물 발생량

분석대상지역은 음식물류폐기물 처리지역과 하수처리지역이 거의 일치하고 있는 중랑천의 우안(노원구, 중랑구, 광진구, 일부 성동구)으로 선정하였으며, 분쇄오수는 중랑물재생센터에서 고도처리되는 것으로 가정하였다. 대상지역의 발생원별 음식물류폐기물 발생량을 각각 <표 1>과 <그림 1>에 나타내었다.

<표 1> 대상지역의 발생원별 음식물류폐기물 발생량

[톤/일]	공동주택	단독주택	음식점	발생량 합계
노원구	112	18	9	139
중랑구	33	37	11	81
광진구	21	35	39	95
성동구	7	5	6	18
합계	173	95	65	333

<표 2> 평가 시나리오의 설정

시나리오	발생원	단계별 과정
① 현재 공동수거 퇴비화	공동주택, 단독주택, 음식점	음식물류폐기물 분별배출 → 차량수거 → 퇴비화
② 디스포저 직투입	공동주택 단독주택, 음식점	디스포저 → 분쇄오수 하수관거 직접방류 → 하수처리시설(고도처리) 음식물류폐기물 분별배출 → 차량수거 → 퇴비화
③ 디스포저 배수전 처리시스템	공동주택 단독주택, 음식점	디스포저 → 분쇄오수 배수전처리시설 → 하수관거 → 하수처리시설(고도처리) 음식물류폐기물 분별배출 → 차량수거 → 퇴비화
④ 발생원 건조감량기 기 사용 후 퇴비화	공동주택, 단독주택 음식점	건조감량기기 → 건조부산물 분별배출 → 차량수거 → 퇴비화 음식물류폐기물 분별배출 → 차량수거 → 퇴비화
⑤ 발생원 건조감량기 기 사용 후 소각	공동주택, 단독주택 음식점	건조감량기기 → 건조부산물 혼합배출 → 차량수거 → 소각(열회수) 음식물류폐기물 분별배출 → 차량수거 → 퇴비화

분석시나리오는 현재의 공동수거 퇴비화 방법, 디스포저 하수관거 직투입, 디스포저 배수처리시스템, 건조감량기기 사용 후 퇴비화, 건조감량기기 사용 후 소각 등 총 5가지로 설정되었으며, 이를 <표 2>에 나타내었다. 디스포저는 설치장소가 확보되어 있으며, 배수관거 정비가 가능한 공동주택에만 적용하는 것으로 가정하였으며, 건조감량기기의 경우 공동주택과 단독주택에 적용하는 것으로 하였다. 음식점에서 발생한 음식물류폐기물은 양질의 자원으로 기존 자원화 시스템에서 그대로 이용하는 것으로 하였다.

비용분석항목은 기기구입비용 / 운전비용 / 수집운반비용 / 처리비용이며, 환경성 평가(LCCO<sub>2</sub>, LCE)항목은 전력소비량 / 상수도소비량 / 운반차량의 경유사용량 / 퇴비화 과정에서의 온실가스 배출량으로 선정하였다.

## III. 데이터 원단위 산정

음식물류폐기물의 처리과정을 크게 발생원 분리배출단계, 수거단계, 처리단계로 나누어 각 단계별로 필요한 데이터 원단위를 산정하였다.

## 1. 발생원 분리배출단계

디스포저와 건조감량기기의 경우 실제 대표 기기 3~4대를 선정하고 이에 대해 성능평가를 실시하여 전력 및 상수사용량, 분쇄오수 특성에 대해 분석하였으며, 배수처리조 및 하수처리시설에서의 비용 및 전력소비에 대한 자료는 분석된 분쇄오수 수질을 기초인자로 하여 실제 분석 대상 지역에 적용한 후 산출하였다.

우선, 실험에 사용한 표준시료는 학교 구내식당에서 발생한 음식물류폐기물을 채취 및 분류한 후, 기존 문헌(경호엔지니어링, 2005; 효성에바라환경엔지니어링, 2002; 서울특별시, 2004; 서울특별시, 2005; 음식폐기물처리기술센터, 2002; 음식폐기물처리기술센터, 2003)의 구조성의 비율을 참고하여 제조하였다. 표준시료의 조성은 <표 3>과 같다.

<표 3> 표준시료의 조성

	조성비(%)
곡류	15.4
채소류	50.5
과일류	26.4
어육류	7.7
합계	100

<표 4> 발생량 원단위 산정을 위한 가정사항

음식물류폐기물 발생량		250g/인·일
세대당 가족 수		3.5인/세대
1회 처리량		300g/회
디스포저 (주방용 오물 분쇄기)	사용빈도	3회/일
	사용유량	8L/min
	운전시간	40초/회
	수명	10년
분쇄오수의 BOD 부하량		76g/kg-food waste
1회 처리량		300g/회
사용빈도		3회/일
건조 감량기기	운전시간	8시간/회 (하루 24시간 가동)
	감량효율	약 83% (24시간 운전 시)
	수명	10년

실험대상기기의 경우, 디스포저는 국내에서 판매가 금지되어 있기 때문에 일본에서 상용화되어 있는 제품을 선정하였으며, 운전방식은 물이 투입되는 상태에서 음식물을 연속적으로 투입·분쇄하는 연속식과 일정량의 음식물을 한 번에 투입한 후 물을 부으며 분쇄하는 회분식으로 나눌 수 있는데 네 개의 실험대상 제품 중 세 개의 제품이 회분식 투입 방식을 채택하고 있다. 분쇄 후 오수에 대해 BOD 부하량을 측정하였으며, 운전 시간 및 물 사용량은 디스포저 사용설명서에서



디스포저에 투입된 시료



분쇄오수 채취



전력량 계량

<그림 2> 디스포저 성능평가 실험

제시한 평균값으로 진행하였다. 디스포저 성능평가 실험의 모습을 <그림 2>에 나타내었다. 전력량의 경우, 디스포저와 감량기기 모두 실제 전력계를 설치하여 측정하였다.

감량기기의 경우, 국내 시장에서 90%를 점유하고 있는 건조식 기기 중 양천구에서 실시한 음식물쓰레기 감량기기 모니터링 결과를 참조하여 시민 선호도가 높은 3종을 분석대상으로 선정하였다. 감량효율은 음식물류폐기물 투입 직후와 표준 처리시간 경과 후의 감소 무게를 측정하여 계산하였다. 실험을 기초로 설정한 디스포저 및 건조감량기기에 대한 기본 가정사항을 <표 4>에 나

타내었다.

경제성 평가를 위해 디스포저와 건조감량기기 사용 시의 처리단가(감가상각비 및 운전비) 조사 결과를 <표 5>와 <표 6>에 각각 나타내었다. 디스포저 및 건조감량기기의 구입 및 사용과 관련된 모든 데이터는 처리하는 음식물류폐기물 1톤당으로 환산하여 산정하였다. 또한, 디스포저 배수전 처리시설의 용량은 70톤/일이며, 처리가구수는 공동주택 400가구로 가정하였다. 배수전처리조의 기본공정은 폭기식 정화조와 같이 「부패조 → 접촉포기조 → 침전지 → 슬러지피트 → 방류조」로 구성하였으며, 배출수 목표수질은 BOD 100mg/L,

<표 5> 디스포저 사용 시의 처리단가 산정결과

분쇄기 유형		1	2	3	4	평균값(원/톤)
고정비용	구입비용	¥70,000	¥70,000	¥50,000	¥102,900	229,276 (환율: 10원/¥, 2008년도 기준)
	감가상각비(원/톤) <sup>1)</sup>	219,178	219,178	156,556	322,192	
전력비용	소비전력량(Wh/회)	20	23	47	20	5,195
	월 소비전력량 <sup>2)</sup> (kWh/월 · 가구)	1.8	2.1	4.3	1.8	
	전기요금(원/월 · 가구) <sup>3)</sup>	101	117	235	101	
	톤당 전력비(원/톤) <sup>4)</sup>	3,778	4,402	8,822	3,778	
상수도비용	상수사용량(L/회) <sup>5)</sup>	5	5	5	5	5,486
	월 상수사용량 (L/월 · 가구) <sup>6)</sup>	456	456	456	456	
	수도요금(원/월 · 가구) <sup>7)</sup>	146	146	146	146	
	톤당 수도비용(원/톤)	5,486	5,486	5,486	5,486	
처리단가(원/톤)		228,442	229,065	170,864	331,456	239,957

1) 구입비용 / 내구연한 간 발생량

\* 내구연한 간 발생량(톤/10년) = 250g/인 · 일 × 3.5인/가구 × 365일/년 × 10년(내구연한) × 10<sup>-6</sup>

2) 하루 3회 1가구 1끼 발생량 = 250g/인 · 일 × 3.5인/가구 ÷ 3끼/일 = 292g, 분쇄기 1회 처리가능량이 약 300g이므로, 1끼 발생량을 1회에 처리한다고 가정하면, 하루 3회 운전함.

\* 월 소비전력량 = 회당 소비전력량 × 3회/일 × 30.4일/월

3) 소비전력량에 따른 전기요금은 55.1원/kWh을 기준으로 산정함(기본요금 및 누진세 미적용)

4) 전기요금/1가구 월간발생량, 1가구 월간발생량 = 250g/인 · 일 × 3.5인/가구 × 30.4일/월

5) 주방용 오물분쇄기 사용 시 8L/min의 유량으로 회당 40초간 운전하는 것으로 가정함.

6) 월 소비전력량 계산방법과 동일함.

7) 상수도사용량에 따른 수도요금은 30m<sup>3</sup> 이하를 기준으로 기본요금은 제하고 상수도사용요금만 계산

상수도요금(320원/m<sup>3</sup>) × 0.456m<sup>3</sup> = 145.9원

〈표 6〉 건조감량기기 사용 시의 처리단가 산정결과

감량기기 유형		1	2	3	평균값(원/톤)
처리방식		교반/온풍 건조방식	온풍공기 순환건조방식	공기순환방식	
구입 비용	구입비용(원)	269,000	128,000	490,000	92,577
	감가상각비(원/톤)	84,227	40,078	153,425	
전력 비용	소비전력량(Wh/회)	1,100	1,100	3,200	113,349
	월 소비전력량(kWh/월·가구)	33.5	33.5	97.3	
	전력비용(원/월·가구)	1,844	1,844	5,363	
	톤당 전력비(원/톤)	69,269	69,269	201,509	
처리원가(원/톤)		153,496	109,347	354,933	205,925

\* 계산방법은 〈표 5〉와 동일함.

SS 300mg/L, n-Hexane 30mg/L로 정하였다.

## 2. 수거단계

차량수거는 발생원(공동주택, 단독주택, 음식점)별 수거운반비용을 각각 산정한 사례(유기영, 2001)가 있어 이를 참고로 각 대상지역의 발생원 별 발생량에 대한 차량수거비용을 산정하였으며, 유류사용량은 서울시정개발연구원에서 조사한 서울시 수거운반거리 및 경유연비(4.75km/L, 5톤덤프)를 이용하여 산정하였다. 건조감량기기를 사용하는 경우, 감소된 중량을 최종 배출량으로 적용하여 차량수거비용 및 유류사용량을 계산하였다.

하수관거를 통한 분쇄오수의 이동에 대해서는 일본 국토교통성(2005)에서 제시한 하수관거 내

퇴적된 음식물류폐기물 유래 고형물은 0.6m/s 하에서 다시 소류되어 관거 폐색에 이르지 않아 청소횟수 증가 및 비용 증가에 대해서는 무시해도 좋다는 연구결과를 채용하여 본 연구에서도 고려하지 않았다.

## 3. 처리단계

호기성 퇴비화 시설에서의 감가상각비를 포함한 처리비용에 대해서는 시설규모에 따라 처리원가의 차이가 발생할 수 있기 때문에, 먼저 국내 시설들의 평균용량을 계산하였다. 이를 〈표 7〉에 나타내었다. 퇴비화 시설의 평균용량 44.4 ton/day와 근접한 시설의 처리원가를 문헌조사를 통해 수집하였으며, 그 결과를 〈표 8〉에 나타내었다.

〈표 7〉 전국 퇴비화 시설의 평균 처리용량

처리용량 (톤/일·개소)	개소수 (개소)	총 처리용량 (톤/일)	평균 처리용량* (톤/일·개소)
0 - 50	55	1,258	44.4
50 - 100	23	1,623	
100	6	849	
합계	84	3,729	

\* 평균 처리용량 = 처리용량 합 / 개소수 합

〈표 8〉 퇴비화 시설의 처리원가

참고문헌	유기영 (2001)	수도권매립지관리공사(2005)					서울특별시 (2004)	국립환경과학원 (2005)	평균 처리원가 (원/톤)
처리용량(톤/일)	50	66	50	56	50	60	60		60,139
처리원가(원/톤)	61,489	56,265	58,220	66,684	62,001	51,677	64,636		

분쇄오수를 하수처리시설에서 처리할 경우의 비용 및 전력소비량 증가분의 경우, 전국 하수처리시설 운영결과 분석보고서(서울특별시, 2006) 중 중량물재생센터 하수처리시설의 BOD 제거효율, BOD 제거부하량당 처리단가 및 전력량을 참고로 하여 계산하였다.

감량기기 사용 후 건조부산물 소각처리의 경우 추가적인 운영상의 변화는 없는 것으로 가정하여 서울시 자원회수시설의 평균 운영비용 및 에너지 소비량을 산정하였으며, 시설 평균 열회수율 74%를 적용하였다.

#### 4. 에너지 소비 및 온실가스 배출량

에너지관리공단에서 발행한 에너지열량환산기준을 참고로 하여 각 소비 상수, 전력, 유류 등의 에너지 소비 및 온실가스 배출량을 산정하였으며, 퇴비화 시설의 경우 IPCC guideline에 제시된 CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 값을 적용하여 산출하였다.

이상, 산정한 데이터 원단위를 〈표 9〉에 정리하여 나타내었다.

〈표 9〉 평가를 위한 데이터 원단위 산정

발생원 분리배출 단계		처리원가 (감가상각비+운영비)(원/t)	전력사용량 (kwh/t)	수도사용량 (m³/t)
주방용 오물분쇄기*		239,957	94	17
배수전처리시설**		244,330	1,012	-
건조감량기기*		205,925	2,057	-
수거 단계		수거원가(원/t)	경유 사용량(L/t)	
차량수거 (유기영, 2001)	공동주택	29,194	3.67	
	단독주택	57,597		
	음식점	32,349		
하수관거		영향이 없는 것으로 가정(일본 국토교통성, 2005)		
처리 단계		처리원가(원/t)	전력사용량(kwh/t)	
퇴비화시설		60,139	111.74***	
하수처리시설	분쇄오수 직투입	51,855	139	
	전처리 방류수	1,380	3.7	
소각시설***		53,900	전력사용량(kwh/t)	LNG 사용량(Nm³/t)
			54.9	5.8

\* 실제 실험값

\*\* 처리용량 70톤/일 시설의 설계값

underlined: 분쇄오수의 BOD 부하량을 기준으로 처리 시 소요되는 비용 및 전력사용량

\*\*\* 서울시정개발연구원 내부자료

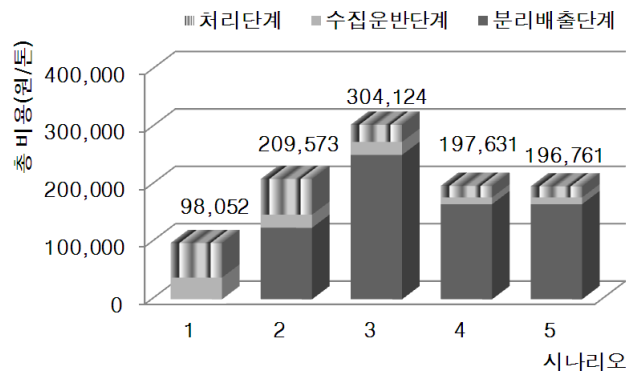
## IV. 결과 및 고찰

### 1. 비용분석(Life Cycle Cost, LCC) 결과

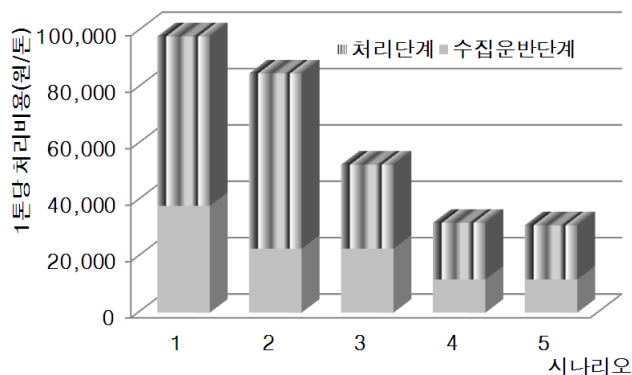
각 시나리오별 단계별 비용 분석결과를 <그림 3>에, 그리고 수거비용 및 처리비용에 해당하는 행정비용만을 <그림 4>에 나타내었다.

LCC 분석 결과, 총비용은 디스포저 배수전처리(시나리오 3) > 디스포저 직투입(시나리오 2) > 건조감량 후 퇴비화(시나리오 4) > 건조감량 후 소각(시나리오 5) > 공동수거 후 퇴비화(시나리오 1) 순으로 크게 나타났다. 현재와 같이 공동수거 후 퇴비화하는 방법이 비용 면에서 가장 유리한 것으로 평가되었는데, 이는 발생원 단계에서

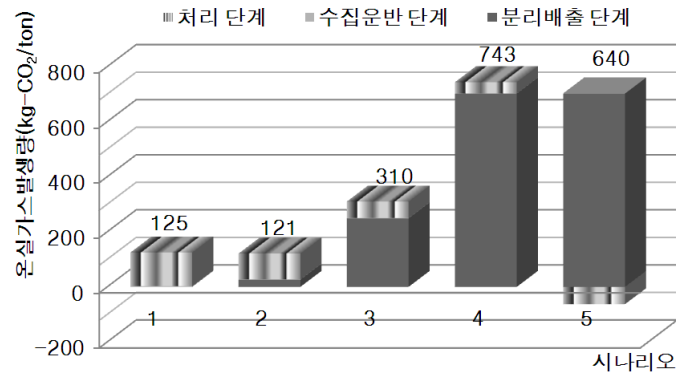
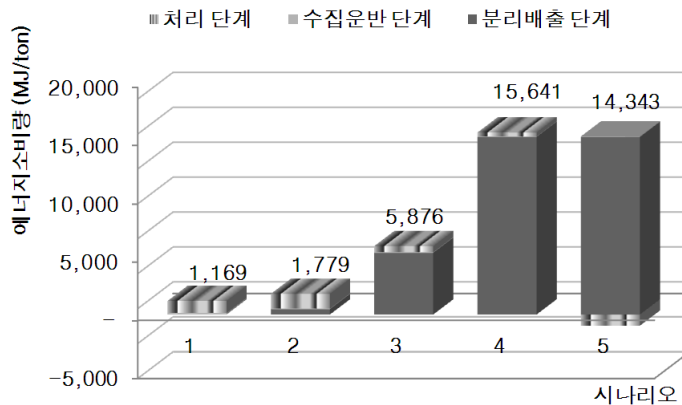
비용이 발생하지 않기 때문이다. 발생원을 제외하고 행정비용으로 발생하는 수집운반비용 및 처리비용을 보면, 다른 시나리오보다 더 높은 비용이 발생하고 있음을 알 수 있다. 특히 디스포저의 경우 현재 제조 및 판매가 국내에서 금지되어 있어 높은 수입가격(약 70만 원/대)을 기준으로 평가되었기 때문에 이후 국내 시장이 형성되어 가격이 인하될 경우 디스포저 직투입 시스템뿐 아니라 디스포저 배수전처리 시스템도 더 경제성을 가지게 될 것으로 판단된다. 반면, 건조감량기기의 경우 구입비용보다 전력사용에 따른 비용이 더 크게 발생하는 것으로 평가되었다.



<그림 3> 시나리오별 LCC 분석 결과



<그림 4> 시나리오별 행정비용 분석 결과

〈그림 5〉 시나리오별 LCCO<sub>2</sub> 분석 결과

〈그림 6〉 시나리오별 LCE 분석 결과

## 2. 환경성 평가 결과(LCCO<sub>2</sub>, LCE)

LCCO<sub>2</sub> 분석 결과와 LCE 분석 결과를 각각 〈그림 5〉와 〈그림 6〉에 나타내었다. LCCO<sub>2</sub> 결과에서는 건조감량 후 퇴비화(시나리오 4) > 건조감량 후 소각(시나리오 5) > 디스포저 배수전처리(시나리오 3) > 공동수거 퇴비화(시나리오 1) > 디스포저 직투입(시나리오 2)의 순으로 높게 나타났다. 현재 퇴비화 공정에서 비의도적으로 발생하는 CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O 등의 온실가스에 의한 영향으로 디스포저 직투입 시스템이 기존의 공동수거 퇴비화 방식보다 온실가스 배출량이 다소 낮은

것으로 나타났으나, 배수전처리 시스템은 다소 높은 온실가스 배출량을 나타내었다. LCE 분석 결과에서는 공동수거 퇴비화(시나리오 1)가 디스포저 직투입(시나리오 2)보다 에너지 소비가 적은 것으로 평가되었다.

널리 보급되고 있는 건조감량기기의 경우 높은 전력사용량으로 인하여 온실가스 배출량 및 에너지 소비량 모두 가장 높은 것으로 평가되었으며, 건조부산물의 소각 시 회수되는 에너지를 고려하여도 사용단계에서의 에너지 소비량이 현저히 크기 때문에 삭감효과는 미미하였다.

## V. 결론

본 연구에서는 음식물폐기물류 처리방법을 공동주택, 단독주택, 음식점 등 발생원별로 각기 달리 적용하여 비용 및 환경영향을 평가함으로써 보다 현실성 있는 결과를 산출하고자 하였다. 현재 공동수거하여 퇴비화하는 방법은 가장 적은 비용으로 처리할 수 있는 방법으로 평가되었지만, 분석 결과 행정비용으로 충당하는 수집운반비용이나 처리비용은 가장 높은 것으로 나타났다. 공동수거방식 이외의 디스포저 사용 및 건조감량기기 사용은 발생원 단계에서 많은 비용이 들지만, 행정비용을 감소시킨다. 설문조사 결과 현재의 배출시스템에 많은 시민들이 불편을 느끼고 있기 때문에, 배출의 편의성을 위해 지불할 수 있는 시민의 지불의사액과 이때 감소되는 행정비용에 달하는 정도의 보조금 지급을 고려해보면 디스포저 도입방식도 적용 가능할 것으로 사료된다.

하지만 시민 자신의 부담으로 디스포저나 건조감량기기를 이용하고자 할 때, 한 가지 고려해야 할 부분이 사회 전체적인 환경부하의 증가 여부이다. 본 연구에서는 환경성 평가로 온실가스 배출량과 에너지 소비량을 평가하였는데, 건조감량기기는 높은 전력사용량으로 인하여 디스포저 시스템보다 환경부하가 높은 것으로 평가되었다. 발생원에서의 1차 처리는 배출자로 하여금 더 편리한 배출을 하도록 해주거나 수집운반이나 처리단계에서의 비용 및 환경부하를 절감시키는 효과가 있지만, 발생원에서의 환경부하가 다른 단계에서 절감되는 부하보다 커지게 되면, 국가적인 차원에서 부정적인 결과를 초래하기 때문에 주의를 요한다. 건조감량기기의 경우, 건조부산물의 편리한 배출로 사용자들의 관심이 집중되고 있지만, 사용 시 소비되는 전력량이 커 이에 대한 대

책마련이 필요할 것으로 사료된다.

공동주택에 디스포저를 사용할 경우 현재 공동수거 퇴비화 방식보다 에너지 소비는 다소 높은 것으로 나타났으나, 온실가스 배출량은 더 적은 것으로 분석되었다. 이는 퇴비화 과정에서 비의도적으로 발생하는 온실가스에 기인한다. 분쇄오수의 하수병합처리 시 비용 및 에너지(전력) 소비에 대한 부분을 단순히 BOD 부하량당 단가 및 단위전력량으로 평가하였는데, 이후 실제 데이터를 이용하여 비교 검토할 필요가 있을 것으로 사료된다.

수치화하기 어려운 배출단계에서의 불편함, 수거단계에서의 악취 등 디스포저 사용으로 인해 개선되는 부분과 이후 하수처리시설에서의 슬러지 소화로 인한 메탄가스 증가분에 대한 경제적, 환경적 가치를 고려함과 동시에 국가적인 차원에서 하수관거 정비사업이 지속적으로 이루어지고 있는 상황을 고려하면 향후 디스포저 도입 시의 경제적, 환경적 영향은 충분히 긍정적인 것으로 판단되며 앞으로도 이에 대한 지속적인 연구가 필요한 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 경호엔지니어링, 2005, 「강남구폐기물 종합처리시설 기본 계획 및 입찰안내서」.
- 국립환경과학원, 2005, 「유기성폐기물 종합관리기술 구축 (Ⅱ)(유기성폐기물 처리방법별 환경성 및 경제성 평가)」.
- 김미정, 2009, 「음식물쓰레기 발생 감량화 대책」, 울산발전연구원.
- 서울시정개발연구원, 2009, 「음식폐기물 처리 개선방안 연구」.
- 서울특별시, 2004, 「자치구 음식폐기물 처리를 위한 기술·재정지원 방안 연구」.

- \_\_\_\_\_, 2005, 「음식물류폐기물 처리기술 연구」.
- \_\_\_\_\_, 2006, 「하수처리장 운영실태분석결과」.
- 서초구, 2008, 「서울특별시 서초구 음식물류폐기물 감량  
기기설치에 관한 지원 및 운용 조례 시행규칙」.
- 수도권매립지관리공사, 2005, 「음식물류폐기물 수거·운  
반·처리비용 산정기준 제정을 위한 연구」.
- 유기영, 2001, 「서울시 자치구의 남은 음식물 처리기반 확  
보방안」, 서울시정개발연구원.
- 음식폐기물처리기술센터, 2002, 「음식물쓰레기 서남, 난  
지 하수병합처리시설 건설 기본계획 음식물쓰레기  
성상조사 분석연구」.
- \_\_\_\_\_, 2003, 「송파재활용 종합단지 건설사업 기본계획  
등 작성용역 재활용, 음식물류폐기물의 성상분」.
- 효성에바라환경엔지니어링, 2002, 「혐기성 처리방식을 이  
용한 음식물쓰레기 처리시설 실증 plant 사례분석」.
- 일본 국토교통성, 2005, 「디스포저 도입 시 영향관정에 대  
한 연구」.
- Battistoni, P., Fatone, F., Passacantando, D., and  
Bolzonella, D., 2007, "Application of food waste  
disposers and alternate cycles process in  
small-decentralized towns: A case study", *Water  
Research*, 41(4): 893~903.
- Carol, Diggelman and Robert, K. Ham, 2003, "Household  
food waste to wastewater or to solid waste? That  
is the question", *Waste Management &  
Research*, 21: 501~514.
- CECED - European Committee of Manufacturers of Domestic  
Appliances, 2003, *Food Waste Disposers-An  
integral part of the EU's future waste  
management strategy*.
- Evans, T. D., Andersson, P., Wievegg, A. and Carlsson,  
I., 2010, "Surahammar - a case study of the  
impacts of installing food waste disposers in fifty  
percent of households", *Water and Environment  
Journal*, 24(4): 309-319.
- New York City Department of Environmental  
Protection, 1996, *The Impact of Food Waste  
Disposers in Combined Sewer Areas of New York  
City*.

원 고 접 수 일 : 2012년 8월 13일  
1 차 심 사 완 료 일 : 2012년 8월 31일  
최 종 원 고 채 택 일 : 2012년 9월 17일