



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

음식물류 폐기물 처리방식별
비용편익 분석을 통한 효율성 평가
: 제주 지역 사례를 중심으로

제주대학교 행정대학원

행정학과 일반행정전공

부 기 철

2017년 12월

음식물류 폐기물 처리방식별
비용편익 분석을 통한 효율성 평가
: 제주 지역 사례를 중심으로

지도교수 강 영 훈

부 기 철

이 논문을 행정학 석사학위 논문으로 제출함

2017년 12월

부기철의 행정학과 석사학위 논문을 인준함

심사위원장	<u>이영태</u> (인)
위 원	<u>남진영</u> (인)
위 원	<u>강영훈</u> (인)

제주대학교 행정대학원

2017년 12월

The Efficiency Assessment through the B/C Analysis
According to the Food Waste Disposal Method
Case Study of Jeju Region

Boo, Gi Cheol

(Supervised by professor Kang, Young Hoon)

This thesis submitted in partial fulfillment of the
requirement for the degree of Master of Science.

2017. 12.

This thesis has been examined and approved.

Department of Public Administration
GRADUATE SCHOOL OF PUBLIC ADMINISTRATION
JEJU NATIONAL UNIVERSITY

목 차

<국문초록>

제 1 장 서론	1
제1절 연구의 필요성과 목적	1
제2절 연구방법 및 범위	3
1. 연구방법	3
2. 연구범위	3
제 2 장 이론적 고찰	4
제1절 음식물류 폐기물 관리에 관한 고찰	4
1. 음식물류 폐기물 관리정책의 변화	4
2. 전국 음식물류 폐기물 발생 및 처리현황	6
3. 전국 음식물류 폐기물 처리시설 운영현황	8
4. 국외 음식물류 폐기물 처리 정책 고찰	10
5. 음식물류 폐기물 처리방식별 특성	11
제2절 음식물류 폐기물 처리에 있어 비용편익 분석 고찰	16
1. 비용편익 분석	16
2. 음식물류 폐기물 처리에 있어 비용과 편익	16
3. 할인율	19
4. 기간과 자료	19

제3절 선행연구 고찰	20
제 3 장 제주 지역 음식물류 폐기물 관리현황 분석	24
제1절 제주 지역 음식물류 폐기물 발생 및 처리현황	24
1. 제주 지역 음식물류 폐기물 발생현황	24
2. 제주 지역 음식물류 폐기물 처리현황	25
제2절 제주 지역 음식물류 폐기물 배출 및 처리방법	25
1. 음식물류 폐기물 배출 및 수집운반 형태	25
2. 음식물류 폐기물 수집운반 및 처리 수수료	26
3. 클린하우스(거점 배출방식) 배출 및 수집운반 체계	28
4. 음식물류 폐기물 수집운반 인력 및 장비현황	29
5. 음식물류 폐기물 처리시설 현황	29
제3절 제주 지역 음식물류 폐기물 처리상의 문제점	32
1. 음식물류 폐기물 배출 및 수집운반의 문제점	32
2. 음식물류 폐기물 처리의 문제점	33
제 4 장 제주 지역 음식물류 폐기물 처리방식별 비용편익 분석	34
제1절 비용편익 분석 설계	34
제2절 음식물류 폐기물 처리 각 방식별 비용편익 분석 결과	35
1. 제주시 음식물류 폐기물 처리시설 비용편익	35
2. 서귀포시 음식물류 폐기물 처리시설 비용편익	38
3. 광역 음식물류 폐기물 처리시설 비용편익	41
4. 음식물류 폐기물 자체 처리시설(감량기) 비용편익	43

제3절 비용편익 분석결과의 시사점	47
1. 음식물류 폐기물 수집운반 및 처리비용 표준원가와 비교	47
2. 제주 지역 음식물류 폐기물 처리방식별 비용편익 비교	48
제 5 장 결론	50
제1절 결과의 요약	50
제2절 정책적 시사점	51
제3절 연구의 한계점	52
참고문헌	53
ABSTRACT	55

【표 목차】

<표 2-1> 음식물류 폐기물 정책의 제도적 변천과정	5
<표 2-2> 전국 음식물류 폐기물 발생원 단위	6
<표 2-3> 전국 음식물류 폐기물 처리현황	8
<표 2-4> 전국 음식물류 폐기물 처리시설 현황	9
<표 2-5> 각 국별 음식물류 폐기물 정책의 비교	10
<표 2-6> 음식물류 폐기물 처리방식에 의한 비용과 편익	18
<표 2-7> 음식물류 폐기물 처리방식의 장단점 비교	21
<표 2-8> 음식물류 폐기물 처리방식에 따른 비용과 편익	22
<표 3-1> 제주 지역 음식물류 폐기물 발생량 및 발생원 단위	24
<표 3-2> 제주 지역 음식물류 폐기물 처리현황	25
<표 3-3> 제주 지역 음식물류 폐기물 배출방법	26
<표 3-4> 제주지역 음식물류 폐기물 수집운반 및 처리 수수료	27
<표 3-5> 제주 지역 음식물류 폐기물 수집운반 및 처리 수수료 세입현황	28
<표 3-6> 제주 지역 음식물류 폐기물 수집운반 인력 및 장비현황	29
<표 3-7> 제주 지역 음식물류 폐기물 공공처리시설 현황(2016년도)	30
<표 4-1> 제주시 음식물류 폐기물 수집운반 비용	36
<표 4-2> 제주시 음식물류 폐기물 처리시설 고정비용 및 운영비용	37
<표 4-3> 서귀포시 음식물류 폐기물 수집운반 비용	39
<표 4-4> 서귀포시 음식물류 폐기물 처리시설 고정비용 및 운영비용	40
<표 4-5> 광역 음식물류 폐기물 처리시설 고정비용 및 운영비용(바이오가스)	42
<표 4-6> 업소 자체 처리시설(감량기) 고정비용 및 운영비	45
<표 4-7> 가정 자체 처리시설(감량기) 고정비용 및 운영비	46
<표 4-8> 도시별 수집운반 표준원가와 제주 지역 수집원가 비교	47
<표 4-9> 음식물류 폐기물 처리시설 원가산정 결과(톤당 처리비)	48
<표 4-10> 제주 지역 음식물류 폐기물 처리방식별 비용편익 분석결과	49
<표 5-1> 제주 지역 음식물류 폐기물 처리방식별 비용편익(80% 가동률)	51

【그림 목차】

<그림 2-1> 전국 음식물류 폐기물 발생원 단위	7
<그림 2-2> 전국 음식물류 폐기물 처리시설 현황	9
<그림 3-1> 클린하우스 및 음식물류 폐기물 전용 수거용기	29
<그림 3-2> 음식물류 폐기물 자원화센터 처리공정도	31
<그림 3-3> 제주 지역 음식물류 폐기물 자원화시설	31

< 국문초록 >

음식물류 폐기물 처리방식별 비용편익 분석을 통한 효율성 평가 : 제주 지역 사례를 중심으로

부 기 철

제주대학교 행정대학원 행정학과 일반행정전공
지도교수 강 영 훈

본 연구의 목적은 제주 지역에서 발생하는 음식물류 폐기물 처리방식에 대한 비용편익 분석을 통해 공공 처리시설과 자체 처리시설(감량기)의 효율성 비교와 더불어 공공 처리시설의 문제점을 파악하여 실제 행정에 반영할 수 있는 방안을 모색하는데 있다. 본 연구의 목적 달성을 위해 공공 처리시설과 자체 처리시설(감량기)의 비용편익 분석에 관한 선행연구를 토대로 음식물류 폐기물 처리 방식별 비용과 편익을 산정하였다.

본 연구는 실증연구를 위해 제주 지역에서 운영 중인 음식물류 폐기물 처리시설의 2개소의 실제 운영 자료를 사용하였고, 자체 처리시설(감량기)도 사회복지시설 1개소와 가정 1개소의 실제 측정 자료를 사용하였다. 다만, 제주특별자치도에서 추진 중인 광역 음식물류 폐기물 처리시설은 환경부 자료를 사용하였다. 비용편익 분석을 보다 세밀하게 산정하기 음식물류 폐기물 처리시설별로 분석하였고, 분석 비교의 편의성을 위해 모든 건설비용과 운영비용, 편익을 현재 가치로 환산하여 톤당 처리비로 나타냈으며, 가동률은 80%로 가정하여 동일한 상황을 구현하였다.

분석 결과에 따르면 공공 음식물류 폐기물 처리시설보다는 자체 처리시설(감량기)에서 처리하는 것이 효율성이 높은 것으로 나타났다. 이는 공공에서 음식물류 폐기물을 처리하기 위해 수반되는 수집운반 과정에서의 처리비용이 높은 것이

효율성 저하의 주요 요인이었다. 이에 반해 수집운반 과정이 없는 자체 처리시설(감량기)의 처리비가 상대적으로 효율성이 높게 나타났다.

본 연구는 연구방법에 있어서 실제 음식물류 폐기물 처리에 소요되는 비용과 편익을 산정하기 위해 실제 운영 자료를 사용하였다. 기존 연구들이 설문 또는 서면에 의한 조사 자료를 근거로 비용과 편익을 분석한 것 보다는 보다 현실에 가깝다는 점에서 선행연구와 차별성이 있다고 할 것이다. 본 연구의 분석 결과를 바탕으로 정책적 제언을 몇 가지 제시해 보면, 첫째, 음식물류 폐기물을 발생원에서 처리하는 자체 처리방식(감량기) 보급 사업을 음식물류 폐기물 다량 배출 사업장 위주로 확대하여야 한다. 둘째, 공공 처리방식의 음식물류 폐기물 처리에 소요되는 예산을 절감하기 위해서는 수집운반 비용을 대폭 낮춰야 한다. 셋째, 도민들이 부담하는 음식물류 폐기물 수집운반 및 처리 수수료를 현행 30원/kg에서 228원/kg까지 점진적으로 높여야 한다.

주제어: 비용편익, 음식물류 폐기물, 처리시설, 수집운반

제 1 장 서 론

제1절 연구의 필요성과 목적

일상 가정에서 발생하는 폐기물은 크게 불에 타는 가연성 쓰레기, 불에 타지 않는 불연성 쓰레기, 재활용이 가능한 재활용 쓰레기, 음식물 쓰레기, 대형폐기물(폐가구 및 폐가전제품 등)로 분류 할 수 있다. 이들 중 음식물류 폐기물로 분류되는 음식물 쓰레기는 가정, 음식점, 대형호텔, 사회복지시설, 병원, 학교, 관공서 등 발생하는 곳도 다양한 만큼 배출되는 음식물류 폐기물의 종류도 다양하다. 음식물류 폐기물의 특성상 배출과 동시에 처리가 되지 않을 경우 부패로 인한 심한 악취와 해충이 발생하는 등 주변 환경오염은 물론 주민들의 생활에 막대한 지장을 초래하게 된다.

제주 지역의 특성상 관광객들에게 혐오감을 주지 않기 위해 음식물류 폐기물을 포함한 생활폐기물에 대하여는 연중 수집·운반 체계를 운영 중에 있고, 음식물류 폐기물은 공공 처리시설에 반입하여 퇴비로 생산하여 처리되고 있다. 현재 제주 지역 음식물류 폐기물 공공 처리시설의 처리능력은 총 156톤(제주시 110톤, 서귀포 46톤)이나, 반입량은 2016년도 기준 224.6톤/일(재활용 215.1톤, 소각 9.5톤)로 처리시설의 용량을 초과하고 있다. 이로 인해 인근 지역의 악취로 인한 민원 등 문제점을 야기하고 있고 제주시에서는 임시처리 시설을 가동하여 처리 중에 있다. 또한 광역 음식물류 폐기물처리시설은 2017년도에 입지가 선정되어 기본계획 수립 등의 행정절차가 진행 중에 있으며, 2022년경에 가동될 것으로 예상하고 있다. 광역 음식물류 폐기물 처리시설이 정상가동까지 음식물류 폐기물 처리에 큰 어려움이 예상되며, 이를 해결하기 위한 방안으로 음식물류 폐기물을 발생원에서 처리하는 것이 대안이 될 수 있다. 이에 대한 논리적 근거 확보와 음식물류 폐기물 관리 정책과 부합 여부 등에 대한 연구의 필요성이 있다.

음식물류 폐기물 처리방식에 있어서는 크게 공공과 민간처리시설, 발생원에서

의 자체 처리방식으로 크게 나눌 수 있다. 제주 지역의 경우에는 공공 처리시설 2개소와 민간 재활용 신고 처리시설(개 사육 등) 34개소가 있으나 민간 처리시설의 역할은 미미한 실정이며, 공공 처리시설에서 대부분의 음식물류 폐기물을 처리하고 있는 실정이다. 이에 따라 현재 공공 처리시설에서 음식물류 폐기물을 처리하는 퇴비화 방식과 광역처리 시설인 바이오가스 처리 방식, 발생원에서 처리하는 자체 처리방식 중 어느 방식이 효율적인지 비교할 필요가 있다.

공공 처리시설에서 음식물류 폐기물을 처리하기 위해서는 수집운반 비용과 처리시설 건설비, 운영비가 소요되나, 발생원에서의 처리는 운반비용이 부가되지 않고, 처리시설의 설치 및 운영비만이 소요된다. 다만, 발생원에 처리하기 위해서는 음식물류 폐기물을 배출하는 원인자가 초기 투자비를 부담해야 하는 특성을 갖고 있고 현재 제주 지역의 음식물류 폐기물 수집·운반 및 처리 비용이 너무 낮아 초기에 도입하는데 있어 강력한 반발도 예상된다.

따라서 음식물류 폐기물을 공공 처리시설에서 처리하는 것과 발생원에서 처리하는데 소요되는 비용을 비교분석하여 어떤 방식이 효율적인지 비교하고, 현재 제주시와 서귀포시에서 시행 중인 음식물류 폐기물의 수집운반 및 처리의 효율성을 비교분석하여 개선방안을 도출하고자 한다. 또한 도민들이 부담하는 음식물류 폐기물 처리비용과 공공 처리시설에서 처리하는 비용, 자체 처리시설 설치운영 비용과의 관계를 분석하여 도민들이 부담하여할 수수료 부과금액을 제시하고, 공공 처리시설에서 소요되는 예산의 적정성 여부를 파악하여 예산을 절감할 수 있는 분야를 제시함으로써 보다 효율적인 예산운영 방향 및 사회적 행정비용을 최소화하는 방안을 제시하고자 한다.

제2절 연구방법 및 범위

1. 연구방법

본 연구의 목적 달성을 위해 우선 선행 연구 및 문헌 조사를 통한 이론적 고찰을 수행하고, 제주 지역에서 운영 중인 음식물류 폐기물의 수집운반과 처리에 소요되는 투자비용 등 고정비와 인건비 등 운영비를 파악하여 비용을 추정하였다. 그리고 음식물류 폐기물 처리 과정에서 발생하는 퇴비, 전기를 판매한 비용은 편익으로 산정하여 비용에서 편익을 차감한 순비용을 비교 분석하여 비용과 편익을 추정하여 분석하였다.

하지만 비용의 추정에 있어 음식물류 폐기물의 수집운반에 따른 대기환경오염, 주변지역의 환경오염 피해 등 간접적인 비용을 추정하는 데 한계가 있다. 그리고 음식물류 폐기물을 적시에 처리함으로써 발생할 것으로 기대되는 주민들의 쾌적한 생활환경 조성 등 편익을 계량적으로 산정하는 데 한계가 있어 이는 본 분석에서 제외하였다.

비용과 편익을 분석·비교함에 있어서 내구 연한을 차량 및 수거함은 6년, 시설물은 15년으로 산정하였고, 가동률도 80%로 가급적 동등한 상황에서 비용과 편익을 비교·분석하여 음식물류 폐기물 처리방식별 효율적인 처리방안을 제시하고자 하였다.

2. 연구범위

본 연구의 분석 범위는 지역적으로 제주 지역을 중심으로 하였으며, 생활폐기물 중에서도 음식물류 폐기물에 한정하여 연구를 진행 하였다. 지역을 한정 한 것은 제주 지역은 섬이라는 지리적 특성으로 인해 생활폐기물이 타 지역으로 이동이 없다는 특징과 제주 지역 자체에서 발생하는 모든 생활폐기물을 처리하는 점을 고려하였다.

제주 지역에서는 현재 음식물류 폐기물 처리시설 2개소(제주시, 서귀포시 각 1개소)가 운영 중에 있으나, 처리용량 부족한 관계로 2022년까지 서귀포시 색달매립장 부근에 광역 음식물류 폐기물 처리시설 확충을 계획하고 있다. 이와 병행

하여 공공 음식물류 폐기물 처리시설에 반입되는 음식물류 폐기물의 양을 줄이기 위해 음식물류 폐기물 다량배출 사업장¹⁾에 자체처리 시설 설치 또는 민간에 위탁을 의무화하였고, 다량배출 사업장의 자체 처리 시설인 감량기 구입 부담을 완화하기 위한 보조금을 일부 지원하고 있다. 따라서 본 연구에서는 현재 운영 중인 음식물류 폐기물 처리시설과 신규 광역음식물류 폐기물 처리시설, 자체 처리시설(감량기)에 대한 비용과 편익을 비교·분석하고자 한다.

제 2 장 이론적 고찰

제1절 음식물류 폐기물 관리에 관한 고찰

1. 음식물류 폐기물 관리정책의 변화

음식물류 폐기물 관리정책의 변화를 살펴보면 1995년 쓰레기 종량제(제주특별자치도는 1994년 4월 1일 시행)가 전국으로 확대 실시되었다. 1997년 폐기물 관리법 상 음식물류 폐기물의 직매립 금지가 2005년부터 시작되면서 각 자치단체에서는 분리배출과 동시에 자원화가 시작되었다. 음식물류 폐기물의 직매립이 금지된 2005년부터 전국적으로 분리배출이 이루어지면서 음식물류 폐기물 발생량 또한 증가하였고, 발생원 단위는 0.29kg/일·인으로 나타났다(환경부, 2012).

2008년부터는 정부가 저탄소 녹색성장 정책을 추진함에 따라 자원 절약과 동시에 온실가스를 감축하는 수단으로 '폐자원 및 바이오매스(biomess)²⁾ 에너지화

1) 다량배출사업장은 폐기물 관리법 제15조의2 규정에서 정하는 사업장으로 식품위생법에서 정하는 집단급식소(사회복지시설 집단급식소는 제외) 중 1일 평균 총급식인원이 100명 이상(유아교육법에 따른 유치원은 200명 이상), 식품접객업소 중 사업장 규모가 200제곱미터 이상, 유통산업발전법에 따른 대규모 점포, 농수산물 유통 및 가격안정에 관한 법률에 따른 농수산물도매시장·농수산물공판장 또는 농수산물종합유통센터 관광진흥법에 따른 관광숙박업 등을 말한다.

2) '바이오매스'(biomess)란 광합성에 의하여 생성되는 다양한 조류(藻類) 및 식물 자원, 즉 나무, 풀,

대책'을 수립하여 시행하였다. 증가하는 음식물류 폐기물의 발생을 억제하기 위하여 2009년부터 새로운 개념의 음식물류 폐기물 발생억제 노력이 시작되었으며, 음식점 등 비가정 부문의 발생량 억제와 동시에 가정 부문은 음식물류 폐기물의 배출량에 기반을 둔 종량제를 실시하는 것으로 변경되었다.

음식물류 폐기물 종량제는 배출량에 따라 수집운반 및 처리비용을 배출 자가 부담하는 '원인자 부담원칙'을 기본으로 생활폐기물 종량제와 더불어 환경 분야의 대표적인 경제적 유인제도이며, 궁극적으로 음식물류 폐기물의 발생량을 감소 시키게 하는 소비행태와 배출습관으로 변환시키고자 하는데 그 목적이 있다. 이처럼 정부는 초기 자원화라는 정책 기조에서 재활용을 위한 감량화로 접근하였으며 현재는 발생 이전 원천적 감량화를 정책 기조로 삼고 제도 정착을 위해 다방면으로 노력하고 있다.

〈표 2-1〉 음식물류 폐기물 정책의 제도적 변천과정

연도	주요내용
1995	· 쓰레기 종량제 실시 및 음식물쓰레기 문제부상 · 환경부 등 8개 기관이 참여하는 음식물쓰레기 관리협의체 구성
1996	· 수도권 매립지 음식물쓰레기 반입제한 조치 · 국무총리를 위원장으로 하는 음식물류 폐기물 종합대책(1997~2001)심의 확정
1997	· 수도권매립지 3공구부터 음식물류 폐기물 반입체재 및 악취대책 수립
1998	· 감량의무 대상 사업장 지정 1일 평균 급식인원 100인, 객석면적 100m ² 이상 휴게소 및 일반음식점 · 환경부 음식물류 폐기물 감량, 자원화 기본계획(1998~2002) 작성
2002	· 음식물류 폐기물 자원화시설의 설치 및 운영지침서 작성 배포
2004	· 음식물류 폐기물의 시설설치 및 운영에 관한 검사기준 고시제정 · 음식물류 폐기물 종합대책
2005	· 시도 단위 지역 음식물류 폐기물 직매립 금지

농작물의 가지, 잎, 뿌리, 열매 등을 일컫는다. 하지만 근래에는 이보다 광범위한 의미로 모든 산업 활동에서 발생하는 유기성 폐자원, 예를 들면 톱밥, 볏짚 등과 같은 농·임업 부산물, 하수 슬러지(sludge)를 포함하는 각종 유기성 산업 슬러지, 음식 및 농수산 시장에서 발생하는 쓰레기, 축산 분뇨 등을 모두 바이오매스 자원이라고 한다

2006	· 음식문화개선 및 음식물류 폐기물 종합대책
2007	· 음식물류 폐기물 처리시설 발생폐수 육상처리 및 에너지화 종합대책(2008~2010)
2010	· 음식물 쓰레기 줄이기 종합대책
2013	· 144개 분리배출 대상지역에 종량제 전면 확산도입
2015	· 지자체별 음식물류 폐기물 발생억제 계획의 수립 시행(2015-2019년)

자료: 한국환경공단(2013), 「음식물쓰레기 종량제 성과평가 및 발전방안 마련연구」

2. 전국 음식물류 폐기물 발생 및 처리현황

최근 5년간(2011~2015) 전국 음식물류 폐기물 발생현황을 조사한 결과, 평균 음식물류 폐기물 발생량은 13,249톤/일이며, 평균 발생원단위는 0.255kg/인·일인 것으로 나타났다. 제주 지역 평균 음식물류 폐기물 발생량은 198톤/일이며, 평균 발생원 단위는 0.327kg/인·일인 것으로 나타났다. 이는 전국 시·도별로 비교한 결과 가장 높은 것으로 조사되었다.

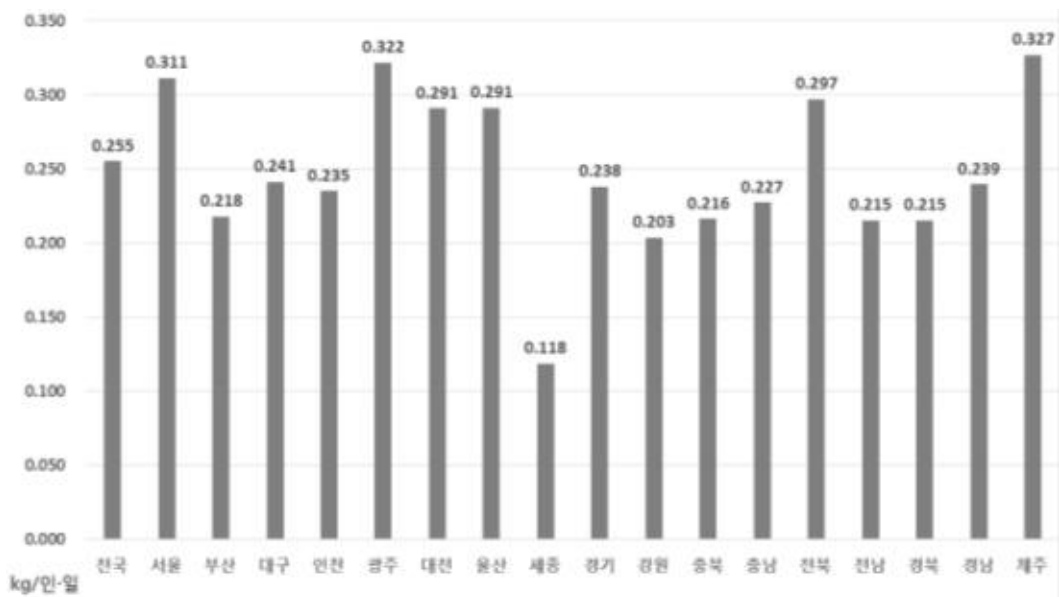
〈표 2-2〉 전국 음식물류 폐기물 발생원 단위

(단위 : kg/일)

구분	2011	2012	2013	2014	2015	평균
전국	0.258	0.252	0.242	0.253	0.270	0.255
서울	0.322	0.316	0.304	0.307	0.307	0.311
부산	0.216	0.218	0.213	0.221	0.220	0.218
대구	0.242	0.235	0.234	0.245	0.249	0.241
인천	0.244	0.244	0.228	0.217	0.241	0.235
광주	0.317	0.300	0.297	0.334	0.360	0.322
대전	0.328	0.287	0.267	0.259	0.312	0.291
울산	0.284	0.288	0.278	0.300	0.306	0.291

세종	없음	0.081	0.179	0.099	0.113	0.118
경기	0.239	0.237	0.223	0.235	0.254	0.238
강원	0.194	0.175	0.190	0.208	0.250	0.203
충북	0.213	0.202	0.180	0.225	0.261	0.216
충남	0.210	0.229	0.219	0.221	0.256	0.227
전북	0.315	0.277	0.277	0.293	0.322	0.297
전남	0.204	0.203	0.197	0.223	0.249	0.215
경북	0.207	0.204	0.193	0.222	0.248	0.215
경남	0.234	0.236	0.223	0.240	0.264	0.239
제주	0.339	0.341	0.339	0.299	0.316	0.327

자료: 환경부(2011~2015), 「전국 폐기물 발생 및 처리현황」



〈그림 2-1〉 전국 음식물류 폐기물 발생원 단위

2015년 기준 전국 음식물류 폐기물 처리 현황을 조사한 결과, 재활용이 약 97%로 가장 높은 비율로 처리되고 있으며, 소각과 매립은 각각 2%, 1%로 낮은 비율로 확인되었다. 제주 지역의 경우 2015년 기준 처리 현황을 조사한 결과, 대부분의 음식물류 폐기물은 재활용으로 처리되고 있어, 전국 통계보다 재활용률이 높은 것으로 조사되었다.

〈표 2-3〉 전국 음식물류 폐기물 처리현황

(단위 : 톤/일)

구분		2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
계	전국	13,264	13,037	12,501	13,222	14,220
	제주	196	200	205	186	203
매립	전국	103	89	106	125	160
	제주	0	0	0	0	0
소각	전국	277	286	296	248	330
	제주	3	0	21	0	1
재활용	전국	12,885	12,662	12,100	12,849	13,730
	제주	193	200	185	186	202

자료: 환경부(2011~2015), 「전국 폐기물 발생 및 처리현황」

3. 전국 음식물류 폐기물 처리시설 운영현황

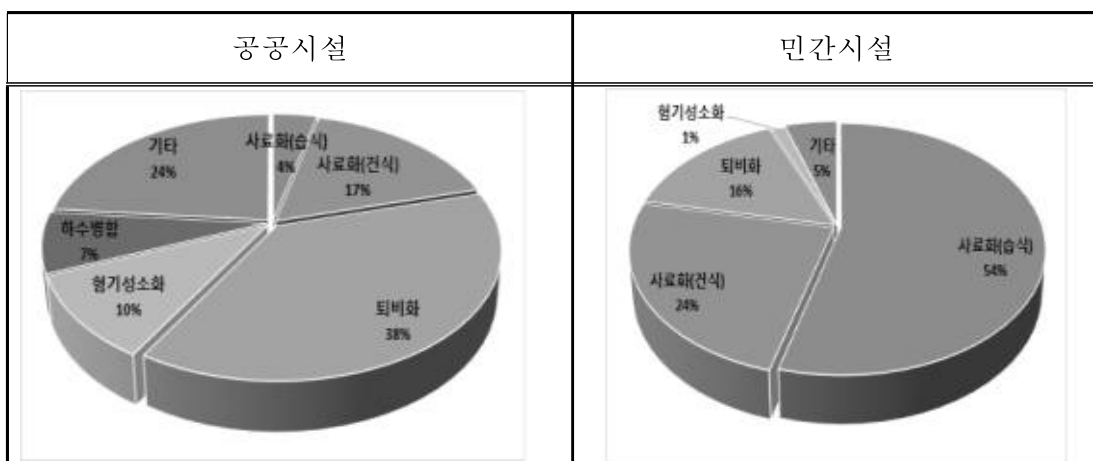
2016년 음식물류 폐기물 처리시설 설치·운영 현황 조사 결과에에 의하면, 총 349개소 중 휴업 혹은 가동중지 중인 18개소를 제외한 331개소가 운영 중에 있다. 전체 운영시설은 사료화(습식/건식), 퇴비화, 혐기성소화, 하수병합, 기타 등으로 구분하여 조사한 결과, 사료화(습식)가 가장 많은 수를 차지하는 것으로 확인되었고, 퇴비화, 사료화(건식), 기타, 혐기성소화, 하수병합의 순으로 조사되었다. 전체시설을 공공/민간 시설로 구분하여 조사하였으며, 민간시설이 전체 약 68%, 공공시설이 약 32%로 운영 중인 것으로 확인되었다.

공공시설의 경우, 퇴비화 시설이 가장 많은 수를 차지하는 것으로 나타났으며, 기타, 사료화(건식), 혐기성소화, 하수병합, 사료화(습식)의 순으로 운영되고 있다. 민간시설의 경우, 사료화(습식)가 가장 많은 수를 차지하는 것으로 나타났으며, 사료화(건식), 퇴비화, 기타, 혐기성소화 순으로 운영되고 있다.

〈표 2-4〉 전국 음식물류 폐기물 처리시설 현황

구 분	공공	민간	합계	비고
사료화(습식)	4	122	126	-
사료화(건식)	18	54	72	-
퇴비화	40	35	75	-
혐기성소화	11	3	14	-
하수병합	8	-	8	-
기타	25	11	36	-
총계	106	225	331	-

자료: 환경부(2016), 「전국 음식물류 폐기물 처리시설 설치운영 현황」



〈그림 2-2〉 전국 음식물류 폐기물 처리시설 현황

4. 국외 음식물폐기물 처리 정책 고찰

각국의 음식물류 폐기물 정책을 살펴보면 원인자 부담 원칙에 근거한 종량제 배출과 음식물류 폐기물을 활용한 자원 재활용 정책의 큰 틀로 이뤄지고 있다. 이는 음식물류 폐기물 발생량 감소에 상당히 긍정적인 결과를 확인 할 수 있었으며, 수집운반에 있어 직업 창출효과 등을 거두고 있고 유기성 음식물류 폐기물을 자원으로 활용하는 이점을 가지고 있다. 이와 같이 선진 각국의 음식물류 폐기물 정책은 상당한 발생량 감소효과를 보이고 있으나, 종량제 확대에 의한 불법 투기의 증가와 이에 대한 단속문제, 비용부담의 공정성, 처리 방법의 다양화로 인한 행정업무의 과중 등 우리나라와 비슷한 문제가 발생하고 있다.

<표 2-5> 각 국별 음식물류 폐기물 정책의 비교

구 분	미국	독일	홍콩
배출방법	종량제 (봉투, 스티커, 캔 등 혼용)	종량제 (캔 방식)	종량제 (봉투)
수집운반	민간업체 협력	민간업체 협력	민간업체 협력
처리방식	매립	바이오메스, 퇴비화	퇴비화
이 점	-사용자 지불에 관한 공정성 -발생량 감소, 신속한 이행 -다양한 형태 및 지 역에서 실행가능, 환 경적 이점	-유기성 음식물류폐 기물을 사용 가능한 에너지와 자원으로 전환	-다양한 종류의 유기 성 음식물류 폐기물 처리에 유리 -에너지와 자원의 재 사용
효 과	재활용률 5-6% 증가 -직업 창출 효과	-재활용률 증가 -미생물이 포함된 수 거함 이용으로 악 취 문제 해결	-10-15% 쓰레기 감량 -2022년까지 40% 감 량효과 기대

구 분	이탈리아	일본	한국
배출방법	종량제 (바코드형, 태그, 봉투)	종량제 (봉투)	종량제 (봉투, 칩, 무게 등 혼합)
수집운반	민간업체 협력(분리수거)	민간업체 협력	공공 및 민간업체
처리방식	바이오메스, 퇴비화	바이오메스, 퇴비화	퇴비화, 사료화 등
이 점	-관리 및 세금 부과 의 용이성 -가변비용 부과로 발 생량 감소	-발생량 억제 및 재 활용 추진, 공평성 확보	-과금 부과에 공정성 -감량을 증가
효 과	-발생량 18% 및 불 법투기 감소	-발생량 감소 및 재 활용률 증가	-발생량 감소 및 재 활용률 증가

자료: 한국행정학회행정연구회(2014), 「음식물류 폐기물 관리정책 개선방안 및 해외 우수사례 관리정책 비교연구」

5. 음식물류 폐기물 처리방식별 특성

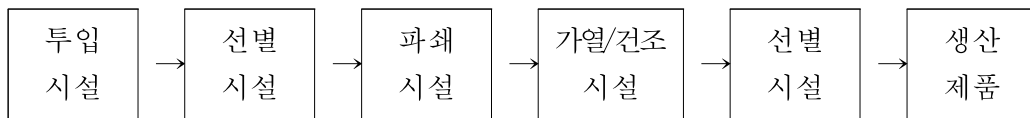
음식물류 폐기물의 처리방식에 있어서는 크게 건식사료화, 호기성퇴비화, 혐기성소화(바이오가스)시설로 나눌 수 있으며 그들의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

1) 건식사료화 시설

음식물류 폐기물 사료의 수분을 보통 12% 정도 되도록 처리한 것으로 부피와 중량이 약 1/5정도로 감소되어 염분함량이 높아 가축에 이용 시에는 단미사료 또는 배합사료와 혼합하여 사용하여야 하며, 건조방법에 따라 유동층 건조법, 가열건조, 진공건조, 원적외선 드럼식 건조, 초음파 건조, 유온탈수 건조, 증자 건조 등이 있다. 건조 사료화 방식은 음식물 폐기물이 보유하고 있는 수분을 제거함으로써 용량을 크게 줄여 보관 및 이동이 간편하고, 다른 사료와 혼합이 쉬워 모든 가축에 사료로서 공급할 수 있다. 또한 고온에서 건조시키기 때문에 병원균의 사

멀로 가축에게 해를 줄일 수 있다는 장점을 가지고 있고, 단점으로는 열풍으로 음식물류 폐기물을 건조시키기 때문에 다른 사료화 방법과 비교하여 연료의 소비가 많아 경제성이 낮다.

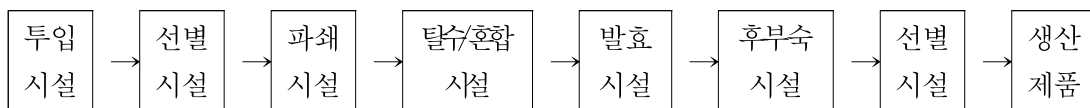
건식사료화 공정은 파쇄 선별, 탈수 등의 전처리 공정을 거쳐 건조멸균 공정을 거쳐 단미사료를 생산하는 과정으로 음식물 내 유기물 및 영양성분의 감량은 거의 없으며, 반입량 대비 수분의 함량이 80% 이상이 제거되어 실제 반입량 대비 자원화 제품의 생산량은 약 15~20%가량이 적당한 것을 알 수 있다. 음식물류폐기물 건식사료화시설의 주요공정은 투입시설, 선별시설, 파쇄시설, 가열/건조시설 등으로 구분할 수 있으며, 혼합시설을 설치·운영할 수 있다.



2) 호기성퇴비화 시설

호기성퇴비화는 유기물을 호기성 상태에서 반응기에 주입하면 호기성미생물에 의해서 유기물의 산화분해가 일어나는 것을 기본원리로 하고 있다. 산화분해에 의하여 발생하는 열은 최고 70℃에 가깝게 상승하며, 이 열을 통해서 수분이 장시간 동안에 증발되고 유기물은 물과 이산화탄소로 분해되어 소멸되고 최종적으로 분해 잔존물이 퇴비라는 형태로 남게 되는 방법이다.

음식물류 폐기물, 톱밥, 축분 등 퇴비원료에 공기를 공급하여 호기성 미생물의 발효로 퇴비를 생산하는 호기성퇴비화 시설의 주요공정은 투입시설, 선별시설, 파쇄시설, 탈수·혼합시설, 발효시설, 후부숙 시설 등으로 구분할 수 있다.

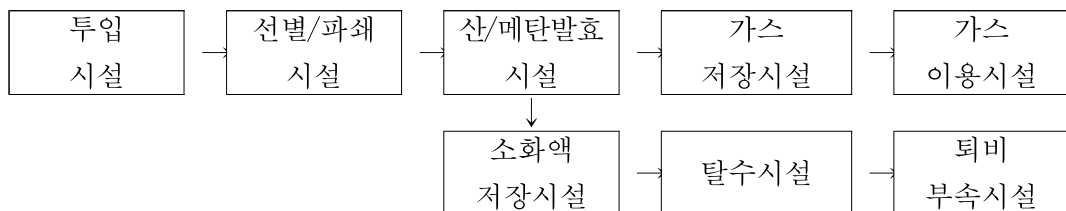


퇴비화 공정은 법적으로 전처리 공정과 부숙 15일, 후부숙 21일간을 거쳐 자원화 제품을 생산하게 되어 있으며, 최종 생산된 제품의 함수율은 대개 45%내외로 나타나고 있다.

3) 혐기성소화 시설(바이오가스 시설)

혐기성소화란 산소가 존재하지 않는 환경에서 유기물이 혐기성 미생물에 의해 분해되는 것을 말하며 혐기성 소화과정을 통해 유기물이 분해되면서 유기물의 안정화 및 감소가 일어나고 메탄가스가 생산된다. 음식물류 폐기물의 혐기성소화는 음식물을 여러 미생물의 분해 작용에 의하여 메탄으로 전환하는 일련의 프로세스를 말하며, 이는 크게 4단계로 나눌 수 있다. 즉 고형상의 유기물을 액상화하고, 가수분해하는 과정, 식초산, 프로피온산, 부틸산을 생성하는 저급지방산(휘발성유기산: VFA)을 생성하는 과정, 이들을 식초산 및 수소(H₂) 가스로 분해하는 과정, 이들 산물을 이용하여 메탄(CH₄)을 생성하는 과정을 말한다.

혐기성소화 시설의 주요공정은 투입시설, 선별·파쇄시설, 산발효시설, 메탄발효시설, 가스저장 및 이용시설, 퇴비 부숙시설 등으로 구분할 수 있다.



최적 발효조건을 만족시키기 위하여 파쇄시설을 다단계로 설치할 수 있으며, 산발효 과정을 거쳐 메탄발효시설에서 발생하는 메탄가스는 연료 등 에너지로 활용하고, 탈수하여 발생하는 고형물은 호기성퇴비화 방법으로 퇴비를 생산할 수 있다. 특히, 혐기성소화시설은 소화조에서 발생하는 폐액을 고액분리 할 경우 수질오염물질이 많이 발생되므로 하수종말처리시설 유입처리 가능여부 등 별도의 처리대책이 필요하며, 여유 용량의 하수종말처리시설 등의 소화조가 있는 경우 선별·파쇄시설 등 전처리시설을 설치하여 병합 처리할 경우 경제적인 방법으로

처리가 가능하다. 아울러, 혐기성소화 방법은 음식물류 폐기물 1톤에서 약 40~80m³의 메탄가스가 발생하고, 부숙 퇴비의 생산량은 투입량 대비 감량률이 높다.

혐기소화시설은 투자비가 다른 시설에 비해 고가이고, 운전조건이 까다로워 국내에서는 음식물류 폐기물처리를 위하여 민간이 시설을 설치한 경우는 거의 없으며, 최근에는 축산분뇨와 연계하여 설치하는 사례가 있다. 시설에 반입된 음식물류 폐기물은 이물질이 선별된 후 혐기성소화조로 투입되며 혐기성소화조 내에서 산 발효와 메탄발효 단계를 거쳐 생산된 바이오 가스는 가스저장 조에서 이산화탄소(CO₂) 및 황화수소(H₂S) 등이 제거되어 순수 메탄으로 회수된 후 열병합발전(CHP)³⁾ 등을 거쳐 전기로 생산되고, 생산된 전기는 한전에 매전되어 시설 운영 수익으로 회수되고 있다.

음식물류 폐기물이 혐기성소화 공정을 거치면 소화슬러지가 발생되는데, 소화슬러지는 탈수기를 거쳐 발생된 폐수는 폐수처리 공정으로 유입되고, 탈수케익 일부는 혐기소화조로 반송되어 미생물 집중용으로 사용되며, 또 일부는 후부숙 공정을 거쳐 중간 가공물 형태로 생산되어 외부 퇴비화 시설에 재 위탁 처리되고 있다.

4) 음식물류 폐기물 자체처리(감량화)시설의 종류와 특징

소규모 형태의 음식물류 폐기물 자체처리(감량화) 방법은 발효, 건조, 소멸, 미생물 발효 액상소멸방식으로 구분할 수 있으며, 각각의 특징을 살펴보면 다음과 같다.

(1) 발효방식

음식물류 폐기물에 수분 조절제, 발효 미생물균 등을 첨가하고 온도 및 공기 공급량을 조정하여, 미생물 등에 의해서 분해되어 발효조 내에서 승온기, 발열기, 냉각기, 숙성기 등의 온도변화와 발효과정을 통해 퇴비로 사용할 수 있다. 발효 과정 중 발효조 내부의 온도는 40~50℃ 이내에서 운영되며, 처리과정은 음식물 투입 → 음식물 교반 및 발효 → 부산물 제거로 이뤄지며, 발효조는 자체 열원을

3) 열병합발전 [steam supply and power generation, 熱併合發電] 전기 생산과 열의 공급 즉 난방을 동시에 진행하여 종합적인 에너지 이용률을 높이는 발전이다.

이용 약 50℃ 내외로 유지되며, 발효과정에서 발생하는 분해가스는 탈취장치에서 제거된다.

(2) 건조방식

증기가열, 전기가열 혹은 기타의 방법으로 음식물류 폐기물을 가열 건조하여 수분함량 25% 이하로 건조하여 퇴비 또는 사료원료로 사용할 수 있도록 하는 방식이다. 처리과정은 음식물 투입 → 음식물 분쇄(파쇄) → 음식물 교반 및 건조 → 부산물 제거로 이뤄진다. 건조과정에서 발생하는 악취 등은 탈취장치에서 제거된다.

(3) 소멸방식

음식물류 폐기물에 수분조절제, 발효 미생물군 등을 첨가 투입 혼합하여 함유율 40% 이상으로 조정, 미생물 등에 의한 발효, 소멸과정을 거침으로써 퇴비원료로 사용할 수 있도록 하는 방식으로 발효방식과 비슷한 형태를 취한다.

(4) 미생물 발효 액상소멸방식

음식물류 폐기물에 수돗물과 액상 미생물이 함께 투입되어 발효와 분해과정을 거쳐 하수관로에 배출수로 배출되는 방식을 말한다. 투입 고형물 중 고형물 유출이 20% 미만이 되어야하는 방식으로 침전된 고형물은 부산물로 전환시켜서 퇴비 또는 사료원료로 사용할 수 있도록 하는 방식이다. 처리과정은 음식물 투입 → 발효 및 분해 → 물과 침전물로 분리 → 물은 공공하수도로 방류하고 부산물은 별도로 제거하도록 되어있다.

제2절 음식물류 폐기물 처리에 있어 비용편익 분석 고찰

1. 비용편익 분석

비용편익 분석은 정책의 시행에 앞서 효율성(경제적 타당성)을 평가하는 방법으로 사업이나 정책의 시행을 통한 편익과 소요비용을 추정하여 비용보다는 편익이 클 때 예산의 효율성과 경제적 타당성이 높은 것으로 판단하여 정책을 시행한다. 비용편익 분석이라는 용어는 미국 홍수통제법(Flood Control ACT)에서 처음 등장하였으며 후생경제학을 이론적 근거로 한다(오정일, 2012). 비용편익 분석을 정책결정이나 평가의 주관성을 보완하기 위해 단일 화폐단위로 이익과 비용을 계산함으로써 의사결정의 합리성을 높여주는 역할을 담당한다(박경래, 2013, 재인용; 전상경, 2003).

비용편익 분석은 환경정책의 예산 효율성을 평가하는데 주로 사용되고 있으며 환경정책을 도입함에 앞서 비용편익을 가장 많이 선호하고 있는 실정에 있다. 또한 시행 중인 환경정책의 중간 과정에 있어서도 비용과 편익 분석이 필요하며, 특히 생활폐기물의 수집운반과 처리과정에 있어 소요되는 비용과 편익은 종량제 봉투 가격의 인상을 판단할 때도 사용되고 있다.

2. 음식물류 폐기물 처리에 있어 비용과 편익

폐기물 처리 문제는 시장의 실패에 의해 발생하는 외부불경제⁴⁾ 현상의 하나로 사적 시장의 판단 기준만으로 사회적으로 적절한 수준의 재화나 서비스의 수요와 공급을 결정하기 어렵다. 음식물류 폐기물의 처리방식의 하나로 제시되는 재

4) 외부불경제(external diseconomies)는 생산자나 소비자의 경제활동이 시장거래에 의하지 않고 직접적으로 또는 부수적으로 제3자의 경제활동이나 생활에 영향을 미치는 것을 외부경제 효과라고 하는데 그 영향이 이익이면 외부경제, 손해면 외부 불경제라고 한다. 최근에 외부불경제로 대기오염, 소음 등의 공해가 문제 시 되고 있다. 외부경제효과가 있으면 시장기구가 완전히 작동해도 자원의 최적배분이 실현되지 못한다.

활용은 사회적 욕구에 의해 추구되는 경우가 많으며, 계획단계에서 경제성이 고려되지 않는 경우가 많다.

비용과 편익을 분석하기 위해서는 우선적으로 비용과 편익의 범위를 선정해야 한다. 그러나 공공정책의 비용 편익분석은 외부적 비용(external cost)과 외부적 편익(external benefit)을 포함하는 사회적 비용과 편익의 관점에서 비용과 편익이 측정되어야 하나 시장가격이 존재하지 않아 비용과 편익을 화폐가치로 환산하기가 어렵다(김홍균, 1999).

음식물류 폐기물 처리는 공공정책의 한 부분으로 사회적 관점에서 비용과 편익 분석이 이뤄져야 하며, 분석에 이용할 비용과 편익의 분석식은 다음과 같이 정의된다.

$$PV = \frac{\sum_{i=1}^n (PB_i + EB_i)}{(1+r)^i} - \left[PC_0 + \frac{\sum_{i=1}^n (PC_i + EC_i)}{(1+r)^i} \right] \text{-----(1)}$$

PV= 현재가치, PB_i = 사적편익, EB_i = 외부편익

PC_0 = 사적 고정비, PC_i = 사적 운영비, EC_i = 외부비용

n= 내구 연한, r= 할인율

실제 정책 선택에 있어 사회적 편익의 포괄적 계산이 불가능함에 따라 순편익의 규모가 클수록 혹은 순비용의 규모가 작을수록 정책의 우선순위가 높아지는 것으로 판단할 수 있다.

음식물류 폐기물 처리방식에 따른 비용과 편익을 분석하기 위해서는 처리방식에 따른 비용과 편익을 구분할 필요가 있으며, <표 2-6>에 제시하였다.

〈표 2-6〉 음식물류 폐기물 처리방식에 의한 비용과 편익

구분		공공 처리시설	자체 처리시설(감량기)
비용	사적비용	-분리배출 수거함 등 관리비용 -수집운반 비용 -처리시설 건설비 및 운영비 -주변지역 주민지원비용	-구입 및 운영비용 -부품구입 및 수리비용
	외부비용	-주변지역 환경오염피해 -폐기물 운반에 의한 대기오염 -분리배출에 의한 불편비용	-부산물 처리 불편비용 -고장에 의한 불편비용
편익	사적편익	-쾌적한 생활환경 조성 -퇴비 전기 또는 사료 판매수입	-분리배출 불편해소 -부산물 퇴비사용
	외부편익	-	-

자료: 김홍균(1999), 자료 재구성

〈표 2-6〉에 제시된 바와 같이, 공공 처리시설에서 음식물류 폐기물 처리의 경우 사적비용은 음식물류 폐기물 배출에 필요한 수거함, 수거차량 등 수집운반 비용과 음식물류 폐기물 처리시설 건설비, 운영비, 주변지역 주민지원 비용 등이 있으며, 외부비용으로는 주변지역 환경오염 피해비용, 폐기물 운반 과정에서의 대기오염 등이 있다. 반면 공공 처리시설의 사적편익은 쾌적한 생활환경 조성과 퇴비 또는 전기 판매로 인한 사적편익이 주종을 이룬다.

비용과 편익을 분석하기 위해서는 〈표 2-6〉의 모든 항목을 분석하여야 하나 이들 중에는 현실적으로 측정이 불가능한 항목이 있어 모든 항목을 고려한 비용 편익 분석은 사실상 어려운 부분이 있다. 주변 지역의 환경오염 피해, 음식물류 폐기물 수집운반 차량의 대기오염 피해 등 산정이 불가능한 부분은 비용과 편익을 산정함에 있어 반영하지 않았다. 비록 이를 반영하지 않아도 음식물류 폐기물의 공공처리와 자체처리의 비용과 편익의 크기를 비교함에 있어 큰 무리가 없을 것으로 사료된다.

3. 할인율

비용편익 분석에 있어 중요한 요소 중 하나가 할인율의 결정이다. 왜냐하면 할인율의 크기에 따라 정책 의사결정이 변경될 수 있기 때문이다. 무엇이 할인율로 사용되는 것이 적절한가에 대한 이론은 시간 선호(rate of time preference)⁵⁾이론과 자본의 한계생산성⁶⁾이론으로 대별된다. 비용편익 분석에 사용되는 할인율은 대표적인 이자율에서 물가 상승률을 뺀 실질 할인율 = $(1+\text{할인율})/(1+\text{물가상승률})-1$ 이 사용된다. 이를 감안하여 본 연구에서는 회사채 3년 만기 실질이자율을 할인율로 적용하였다. 즉 지난 10년간 소비자물가지수의 평균 증가율이 2.35%이며, 회사채 3년 만기 이자율은 3.4%이다. 따라서 실질이자율 = $[(1+0.034)/(1+0.0235)]-1=0.01025$ 로 계산되며, 약 1.03%이다. 그러나 이는 실질 이자율이 너무 낮아 비용편익 분석에 있어 적정하지 않아 일반적으로 한국개발연구원(KDI)에서 일반적으로 적용하는 사회적 할인율(5.5%)이라는 개념을 이용하여 비용편익 분석을 하고자 한다.

4. 기간과 자료

음식물류 폐기물의 공공처리와 자체처리 방식별 비용편익을 분석함에 있어서 분석기간의 적용과 분석에 필요한 적절한 자료를 선택하는 것이 관건이다. 모든 비용과 편익을 동시에 분석할 수 있으면 좋으나, 시설의 내구 연한이 달라 이를 동시에 계산하는 것은 불가능하다.

예를 들어 공공 처리시설의 경우 처리시설의 수명과 음식물류 폐기물 수집운반 차량의 내구 연한이 달라 이를 동시에 고려할 수 없다. 이와 같은 문제점을 보완하기 위해 본 연구에서는 시설물의 내구 연한에 따라 비용과 편익을 계산해서 톤당 가치로 환산한 후 합산하는 방식으로 비용편익을 분석한다.

비용편익 분석은 동일한 시점에서 이뤄져야하나 시설물들의 준공 연도가 달라

5) 시간선호(time preference)는 현재의 소비를 더 선호한다는 개념으로 시간선호율이 높다는 것은 현재의 소비를 미래의 소비보다 더 선호한다는 뜻이다

6) 자본의 한계생산성(marginal productivity of capital)은 토지와 노동이 일정할 때 자본만을 변수로 할 경우 자본 용역 한 단위의 증가에 따르는 생산력의 증가분

건설비용이 달라진다. 이를 보완하기 위해 본 연구에서는 2016년도를 기준으로 환경부의 폐기물 처리시설 설치비용 표준단가를 적용하였다. 각각의 처리시설에 대한 운영비는 현재 운영 중인 제주시와 서귀포시 처리시설의 운영비를 적용하였고, 2022년 준공을 목표로 추진하고 있는 광역 음식물류 폐기물처리시설 운영비는 전국 평균치를 적용하였다. 자체 처리시설인 감량기는 실제로 업소와 가정에서 운영한 자료를 적용하였다. 그리고 연간 운영비는 매년 같은 비용이 소요되는 것으로 가정하였다.

제3절 선행연구 고찰

김홍균(1999)의 음식물쓰레기의 처리방법 중 하나인 재활용(호기성퇴비화, 혐기성퇴비화, 사료화), 매립, 소각을 포함하여 음식물쓰레기의 처리방법별 경제성분석을 실시하였다. 경제성 분석은 비용편익 분석(cost-benefit analysis)을 적용하였다. 비용편익 분석에 이용된 비용은 처리시설에 대한 건설비용과 운영비 등 사적비용과 환경오염으로 인한 주변지역의 피해비용 등 외부비용으로 구분하여 적용하였으며, 편익은 음식물쓰레기 처리로 인한 쾌적한 생활로부터 기대할 수 있는 사적편익과 외부편익으로 구분하여 적용하였다.

1997년도를 기준으로 음식물류 폐기물 처리방법 중 매립, 소각, 퇴비화, 사료화를 비교 분석연구 결과는 수집운반 비용을 동일(매립, 소각 제외)하게 하였을 경우 건식사료화가 톤당 처리비가 188,977~200,948원으로 가장 높았으며, 습식 사료화가 처리비용이 톤당 51,738~70,581원으로 낮은 것으로 나타났다. 김홍균(1999)의 연구는 현실적으로 다양한 제약요인이 존재하였으나 최종적으로 음식물쓰레기의 처리방법 중 습식사료화 방법이 가장 경제성이 높다는 결과를 제시하였다.

이정임 외(2006)는 경기도 지역을 대상으로 2005년부터 음식물류 폐기물 직매립 금지 조치가 발효되면서 음식물류 폐기물을 발생원에서 처리할 수 있는 가정용 처리기기에 대한 관심이 고조되고 있는 상황에서 음식물류 폐기물의 효율적인 처리방안에 대한 연구를 수행하였다. 이정임 외(2006)의 연구는 본 연구와 달

리 문헌조사와 경기도의 음식물류 폐기물 처리에 대한 운영실태를 조사하였다.

연구결과에 의하면 음식물류 폐기물의 처리비용 중 음식물류 폐기물을 소각하여 처리할 경우 톤당 비용이 467,001원/톤으로 가장 높은 것으로 나타났으며, 가정용처리기기를 이용하여 처리할 경우 톤당 비용이 209,320원/톤으로 가장 낮은 것으로 나타났다. 가정용처리기기를 이용하여 음식물류 폐기물을 처리할 경우 발생원에서 배출 즉시 처리되기 때문에 수거 및 운반비용이 소요되지 않아 경제성이 가장 높은 것으로 분석되었다. 다음은 이정임 외(2006)의 연구에서 제시된 음식물류 폐기물 처리방식별 장점 및 단점에 대한 내용이다.

〈표 2-7〉 음식물류 폐기물 처리방식의 장·단점 비교

처리방법	장 점	단 점	총비용 (원/톤)
사료화	-유지보관 및 운송 용이	-처리비용, 시설비 고가 -신선도의 유지 필요 -별도의 폐수처리시설 필요 -생산사료의 수요처 확보 필요	223,892
호기성퇴비화	-부패, 산패와 무관 -시설설치 운영 용이	-염분농도의 관리 필요 -감량률 저조 -별도의 폐수처리시설 -생산퇴비의 수요처 확보 필요	445,606
혐기성퇴비화	- 감량률 우수 -메탄가스로 에너지 회수	-시설비, 처리비 고가 -별도의 폐수처리시설 -가스 정화시설 필요	401,251
가 정 용 처리기기	-발생원 처리로 수거운반 불필요 - 민원발생 저감	-구입비용 고가로 주민 부담 -폐기물처리시설로서의 규정 미비	209,320
소 각	-부패, 산패와 무관 -폐기물의 에너지화 -소각시설의 고 발열량, 저가동률 해결	-시설비 고가 -대기오염 등 2차 오염 유발	467,001

자료: 이정임 외(2006), 「음식물류폐기물의 효율적인 처리방안」

2006년도 경기도 지역의 음식물류 폐기물 처리방식별 비용편익을 분석한 결과에 의하면 가정용 처리기, 자원화시설(퇴비화, 바이오가스 등), 소각시설 순으로 효율성이 높은 것으로 분석되었다(이정임 외, 2006).

환경부(2012)는 음식물류 폐기물의 물질 흐름 단계별 환경성 및 경제성을 분석하였다. 음식물류 폐기물의 물질흐름 단계를 분리배출 단계, 수집·운반 단계, 처리 단계, 이용 단계로 구분하였으며, 경제성 평가를 위해 비용-편익 분석을 활용하였으며, 음식물류 폐기물의 물질흐름 단계별로 각각의 처리방법들에 대한 비용과 편익을 분석하였다. 비용항목으로 처리시설에 대한 시설투자비와 운영경비 항목을 이용하였으며, 편익항목으로 운영수익을 이용하였다.

시설투자비의 경우는 처리시설에 대한 사회활동 내에서의 거래가격(판매가격)에 내구 연한을 적용한 후 최종 음식물류 폐기물을 1톤 처리하는데 있어 소요되는 비용으로 산정하였으며, 운영경비의 경우 처리시설을 운영함에 있어 소요되는 모든 경비를 음식물류 폐기물 1톤을 기준으로 산정하였다.

다음으로 운영수익의 경우 처리시설을 운영함에 있어 발생하는 생산품에 시장에서의 가치를 적용하여 산정, 즉 음식물류 폐기물의 물질흐름 단계별 경제성 분석을 위한 전제조건은 음식물류 폐기물을 1톤 처리할 때 소요되는 금액(원/톤)으로 산정하였다. 다음은 음식물류 폐기물의 처리방법별 비용과 편익을 분석한 환경부(2012)의 분석결과를 제시한 결과이다.

〈표 2-8〉 음식물류 폐기물 처리방식에 따른 비용과 편익

처리방법	시설투자비 (원/톤)	운영경비 (원/톤)	운영수익 (원/톤)	총 처리비용 (원/톤)
하수처리시설	160,011	127,000	280	286,731
소각시설	29,225	89,923	-	119,148
퇴비화시설	20,049	68,682	7,660	81,071
건식사료화시설	13,858	63,521	4,822	72,588
혐기소화시설	23,477	73,295	25,920	70,853

습식사료화시설	8,937	44,850	6,970	46,818
매립시설	13,585	47,896	25,920	35,561
중간처리시설	7,488	24,253	-	31,741

자료: 환경부(2012), 「음식물류 폐기물 관리정책 방향 및 개선방안 연구」

환경부(2012)의 분석결과에 의하면 음식물류 폐기물을 하수처리시설에 의해 처리할 경우 총비용이 286,731원/톤으로 가장 높은 것으로 나타났으며, 중간처리시설에 의할 경우 총비용이 31,741원/톤으로 가장 낮은 것으로 나타났다. 이상의 음식물류 폐기물 처리방법의 경제성 분석에 대한 선행연구 결과를 살펴보면 대부분 경제성 분석으로 비용편익 방법을 활용하고 있으며, 처리방식별 비용과 편익을 분석하여 최적의 방법을 제시하였다. 이에 본 연구도 이상의 선행연구 방법에 따라 다양한 음식물류 폐기물의 처리방법 중 비용편익 분석으로 통해 가장 효과적인 방법을 제시하고자 한다.

제주 지역의 경우에는 지역이 한정되어 있어 지역에서 발생된 모든 음식물류 폐기물은 지역에서 처리될 수밖에 없는 실정에 있어 타 지역 보다는 연구 조건이 좋은 상황이다. 또한 실제 음식물류 폐기물의 배출과 수집운반, 처리단계에 있어서의 실제 자료를 사용하여 비용과 편익을 분석함에 있어 보다 현실과 근접할 것으로 판단된다.

제 3 장 제주 지역 음식물류 폐기물 관리현황 분석

제1절 제주 지역 음식물류 폐기물 발생 및 처리현황

1. 제주 지역 음식물류 폐기물 발생현황

제주 지역 음식물류 폐기물 발생량은 2013년 음식물류 폐기물 종량제가 실시되면서 급격한 감소를 보이고 있으나, 시행 3년 후인 2016년도에는 원래의 발생량과 같은 수준으로 배출되고 있어, 종량제 효과가 일시적이었음을 알 수 있다.

2016년 제주특별자치도 음식물류폐기물 발생원 단위는 0.34kg/인·일로 종량제가 시행되기 전보다는 감소한 것으로 나타났으나, 종량제 시행 전(0.36kg/인·일)과 별로 차이가 없음을 보여주고 있다. 전국 음식물류 폐기물 발생원 단위인 0.25kg/인·일 보다 26.5%나 발생량이 높은 것으로 나타났으며, 이는 관광객의 증가, 서비스산업의 발달과도 연계성이 높은 것으로 사료된다.

<표 3-1> 제주 지역 음식물류 폐기물 발생량 및 발생원 단위

구 분	발생량(톤/일)			증가율(%)			발생원단위(kg/인·일)		
	계	제주시	서귀포시	계	제주시	서귀포시	계	제주시	서귀포시
2011	207.8	149.0	58.8	5.8	-1.7	24.7	0.36	0.35	0.39
2012	212.5	148.3	64.2	2.2	-0.5	8.4	0.36	0.35	0.41
2013	194.6	148.3	46.3	-9.2	0.0	-38.7	0.32	0.33	0.29
2014	185.9	152.5	33.4	-4.7	2.8	-38.6	0.30	0.33	0.20
2015	198.4	156.0	42.4	6.3	2.2	21.2	0.31	0.33	0.35
2016	224.6	158.9	65.7	11.7	1.8	35.5	0.34	0.33	0.37

자료 : 환경부(2010~2015) 「전국 폐기물 발생 및 처리현황」, 제주특별자치도(2016) 내부자료

2. 제주 지역 음식물류 폐기물 처리현황

제주 지역 음식물류 폐기물 처리현황을 살펴보면 과거에는 매립처리 비율이 높았으나, 2005년 1월부터 음식물류 폐기물의 직매립이 금지되면서 매립 처리되는 양은 없는 것으로 나타났다. 제주 지역에서 분리 배출된 음식물류 폐기물은 대부분 재활용 처리되고 있으나, 읍·면지역은 음식물류 폐기물 전용봉투 또는 일반 종량제봉투에 생활폐기물과 함께 혼합 배출되어 소각 처리되고 있는 것으로 조사되었다.

<표 3-2> 제주 지역 음식물류 폐기물 처리현황

(단위 : 톤/일, ()은 %)

구 분	총계			소각			재활용		
	계	제주시	서귀포시	계	제주시	서귀포시	계	제주시	서귀포시
2011	207.8	149.0	58.8	14.5 (7.4)	2.8 (1.8)	11.7 (19.9)	193.3 (92.6)	146.2 (98.2)	47.1 (80.1)
2012	212.5	148.3	64.2	12.4 (5.8)	2.4 (1.6)	10.0 (15.6)	200.1 (94.2)	145.9 (98.4)	54.2 (84.4)
2013	194.6	148.3	46.3	20.5 (10.5)	16.4 (11.1)	4.1 (8.9)	174.1 (89.5)	131.9 (88.9)	42.2 (91.1)
2014	185.9	152.5	33.4	10.3 (5.5)	8.8 (5.8)	1.5 (4.5)	175.6 (94.5)	143.7 (94.2)	31.9 (95.6)
2015	198.4	156.0	42.4	9.5 (4.8)	8.5 (5.4)	1.0 (2.4)	188.9 (95.2)	147.5 (94.6)	41.4 (97.6)
2016	224.6	158.9	65.7	9.5 (4.2)	8.5 (5.3)	1.0 (1.5)	215.1 (95.8)	150.4 (94.7)	64.7 (98.5)

자료: 환경부(2010~2015) 「전국 폐기물 발생 및 처리현황」, 제주특별자치도(2016) 내부자료

제2절 제주 지역 음식물류 폐기물 배출 및 처리방법

1. 음식물류 폐기물 배출 및 수집운반 형태

제주 지역 음식물류 폐기물 배출방법은 제주시와 서귀포시 동지역은 자동계량

장치(RFID) 전용 수거함에 배출하고 있으나, 읍면 지역은 음식물류 폐기물 전용 봉투(종량제 봉투)를 이용하거나 일반 생활폐기물과 혼합하여 가연성 종량제 봉투로 배출하고 있다.

음식물류 폐기물 배출은 일반 생활폐기물과 달리 요일과 시간에 관계없이 배출할 수 있도록 되어 있어, 전용 수거함 세척 등 관리에 어려움이 있다. 수집된 음식물류 폐기물은 공공 처리시설로 운반되어 퇴비를 생산하며, 퇴비는 농가에 판매 또는 공급되고 있다.

<표 3-3> 제주 지역 음식물류 폐기물 배출방법

제주시		서귀포시	
읍면지역	동지역	읍면지역	동지역
전용봉투 또는 가연성종량제봉투 혼합배출	자동계량장치(RFID) 전용수거함	전용봉투(27개리) 가연성종량제봉투 혼합배출(49개리)	자동계량장치(RFID) 전용수거함
배출시간: 24시간, 배출요일: 주7일, 처리방법: 퇴비화			

자료: 제주특별자치도(제주시, 서귀포시) 내부자료

2. 음식물류 폐기물 수집운반 및 처리 수수료

음식물류 폐기물 수거 및 처리수수료는 제주특별자치도 음식물류 폐기물의 발생억제, 수집운반 및 재활용에 관한 조례에 의해 부과되고 있다. 무게 기준으로 주택, 소형음식점 30원/kg, 전용용기를 보급 받은 소형음식점은 51원/kg, 다량배출 사업장(면적이 200㎡ 이상인 일반음식점 등) 106원/kg이 부과되고 있다. 전용수거함이 없는 지역에서 수수료 부과 방법인 음식물류 폐기물 전용봉투는 4종류(2리터, 3리터, 5리터, 10리터)가 있으며 가격은 50원에서 252원까지 있다.

<표 3-4> 제주 지역 음식물류 폐기물 수집·운반 및 처리 수수료

1. 무게기준

구분 \ 종류	수수료(원/kg)		비 고
	수집·운반·처리비	직접처리장 반입 수수료	
주택, 소형음식점	30	23	
전용용기 보급 받은 소형음식점	51	23	
다량배출사업장	106	42	

자료: 제주특별자치도 음식물류 폐기물의 발생억제, 수집·운반 및 재활용에 관한 조례

2. 음식물류 폐기물 전용봉투 가격

(단위 : 원/매)

용량	2ℓ	3ℓ	5ℓ	10ℓ
가격	50	75	126	252

자료: 제주특별자치도 음식물류 폐기물의 발생억제, 수집·운반 및 재활용에 관한 조례

2016년도 기준 음식물류 폐기물 수집운반 및 처리수수를 살펴보면 2015년도 2,122백만 원에서 2016년도 2,270백만 원으로 평균 6.5% 증가한 것으로 나타났다. 수수료 세입 현황을 살펴보면 점차 전용봉투에서 자동계량장치에 의한 세입이 증가하고 있다. 일반 가정에서 부담하는 수수료가 6% 감소한 반면 다량배출사업장의 수수료는 12.9% 증가한 것으로 나타나 대조를 보이고 있으며, 이는 외식산업의 발달과 가정 식생활의 변화를 보여주고 있는 것으로 사료된다.

<표3-5> 제주 지역 음식물류 폐기물 수집·운반 및 처리 수수료 세입현황

구 분	세 입 현 황(단위: 천원)				비 고
	계	전용봉투	RFID	사업장	
2015년	2,122,418	583,399	235,171	1,303,848	
제주시	1,685,024	534,699	111,206	1,039,119	
서귀포시	437,394	48,700	123,965	264,729	
2016년	2,269,801	442,035	329,516	1,498,250	
제주시	1,632,820	313,000	193,239	1,126,581	
서귀포시	636,981	129,035	136,277	371,669	

자료 : 제주특별자치도(제주시, 서귀포시) 내부자료

3. 클린하우스(거점배출 방식) 배출 및 수집운반 체계

제주 지역은 2006년부터 클린하우스라는 거점 수거방식의 배출 및 수집운반 체계를 운영하고 있다. 이는 기존의 집 앞에 생활폐기물을 배출하고 수집·운반하던 방식에서 지정된 장소에 생활폐기물 분리수거 용기를 갖춘 비가림 시설을 설치하여 자동 상차식 차량으로 수집·운반하여 처리하는 방식이다.

클린하우스는 100~150가구당 1개소가 생활폐기물 배출 장소로 지정되어 운영 중에 있으며, 클린하우스에는 가연성, 불연성, 재활용, 음식물류 폐기물 분리배출 용기가 비치되어 있어, 생활폐기물을 자연스럽게 분리배출 할 수 있는 시스템으로 재활용률 증가와 수집운반의 효율성에 초점을 맞추었다

다만, 음식점 등 음식물류 폐기물을 다량 배출하는 사업장에는 음식물류 폐기물 전용 수거용기가 보급되어 있어 음식물류 폐기물을 배출하는데 불편함이 없도록 하고 있다.



〈그림 3-1〉 클린하우스 및 음식물류 폐기물 전용 수거용기

4. 음식물류 폐기물 수집운반 인력 및 장비현황

제주 지역 음식물류 폐기물 수집운반 및 장비인력 현황을 살펴보면 인력은 62명으로 제주시 50명, 서귀포시 12명이며, 운반차량은 31대로 제주시 24대, 서귀포시 7대이다. 자동계량장치는 총 4,603대로 제주시 3,052대, 서귀포가 1,551대로 향후 읍면 지역까지 확대할 예정이다.

〈표 3-6〉 제주 지역 음식물류 폐기물 수집·운반 인력 및 장비현황
(단위 : 대)

구분	수집운반 인력	수집운반차량	RFID 수거용기
총계	62명	31대	4,603
제주시	50명	24대	3,052
서귀포시	12명	7대	1,551

자료 : 제주특별자치도(제주시, 서귀포시) 내부자료

5. 음식물류폐기물 처리시설 현황

제주 지역에는 총 2개소의 음식물류 폐기물 자원화시설이 있으며, 제주시와 서귀포시에 각 1개소가 있는 것으로 조사되었다. 2016년 기준 제주시의 제1, 2공장

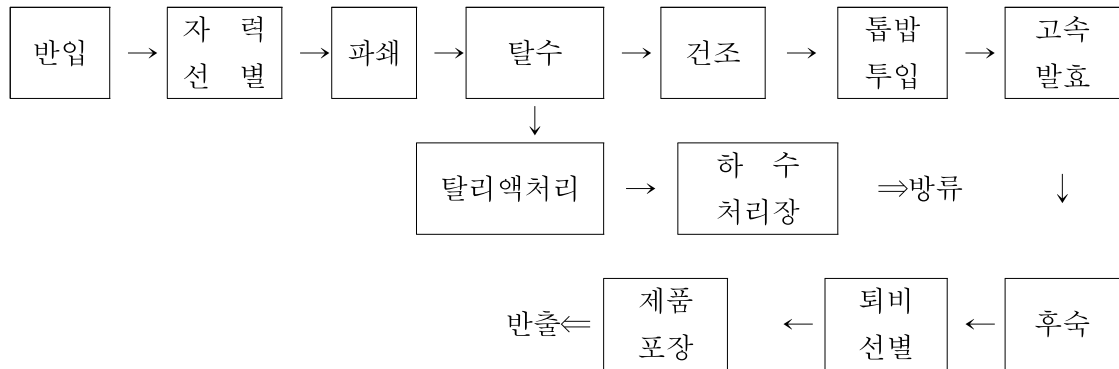
의 음식물류 폐기물 반입량은 150.4톤으로 시설용량 110톤/일을 초과하고 있으며, 서귀포시 음식물류 폐기물 자원화시설도 마찬가지로 반입량은 64.7톤인데 비해 시설용량은 46톤으로 처리용량을 초과하고 있는 것으로 조사되었다.

<표 3-7> 제주 지역 음식물류 폐기물 공공처리시설 현황(2016년도)

구 분	제주시	서귀포시	
소재지	제주시 송이길 225-66(회천동)	서귀포시 색달동 산8-2외	
운영인력	13명	8명	
규 모	110톤/일(50톤×1, 60톤×1)	46톤/일(퇴비화 20, 소멸화 26)	
처리방식	호기성퇴비화	호기성퇴비화 및 소멸화	
사용개시	2000. 2월(증설 2007.2월)	2002. 12월(증설2015. 8월)	
사업비	85억 원	47억 원	
처리권역	제주시 동지역	서귀포시 동지역, 일부 읍면	
처 리	처리량	150.4톤/일	64.7톤/일
	가동일	310일/년 (설, 추석, 일요일미가동)	320일/년 (정기점검, 고장 등)
	가동률(%)	85%	87.7%
퇴 비	연생산량	6,364톤	228톤
	연 판매량 (판매가격)	38톤(100천원/톤, 지역주민:50천원/톤)	196톤(125천 원/톤)
	연 판매액	3백만 원	24.5백만 원

자료 : 제주특별자치도(제주시, 서귀포시) 내부자료

제주 지역 음식물류 폐기물 자원화 시설의 호기성 퇴비화 처리공정도는 <그림 3-2> 와 같이 음식물류 폐기물이 반입되면 저장호퍼, 파쇄선별, 탈수의 전처리 공정과 후부숙 공정인 발효공정을 거쳐 최종 생산물인 퇴비가 되며, 이외 기타설비로 구성된다.



<그림 3-2> 음식물류 폐기물 자원화센터 처리공정도



<그림 3-3> 제주 지역 음식물류 폐기물 자원화시설

제3절 제주 지역 음식물류 폐기물 처리상의 문제점

1. 음식물류 폐기물 배출 및 수집운반의 문제점

제주 지역 음식물류 폐기물 문제점에 있어서는 먼저 배출에 있어서 읍면과 동 지역이 다르다는 것이다. 동 지역은 음식물류 폐기물과 일반 가연성 생활폐기물을 분리배출하고 있으나 읍면 지역은 음식물류 폐기물 전용봉투를 사용하거나 가연성 생활폐기물과 혼합배출하고 있다(<표 3-3> 참조).

읍면 지역 음식물류 폐기물의 분리배출과 수집운반이 안 되는 원인은 2006년 7월 1일 4개 시·군 체계에서 제주특별자치도로 행정개편이 되면서 기존 군 지역에는 음식물류 폐기물 처리시설(2005년 음식물류 폐기물 직매립 제외)이 없었다는 점과 기존 시 지역에 위치한 음식물류 폐기물 처리시설이 위치한 지역 주민들의 넘비현상⁷⁾으로 읍면 지역 음식물류 폐기물의 반입을 허용하지 않은 것이다. 이로 인해 현재 읍면 지역 클린하우스에는 음식물류 폐기물에서 발생하는 침출수로 인해 주변에 악취와 해충들이 들끓는 등 생활환경에 막대한 피해를 주고 있어 이에 대한 대책이 필요하다.

음식물류 폐기물의 수집운반에 있어서 먼저 살펴 본 것과 같이 음식물류 폐기물의 특성상 쉽게 부패하는 특성이 있어 발생과 동시에 수거가 이뤄지지 않을 경우 부패로 인한 악취가 발생할 뿐만 아니라 원료로서의 가치도 떨어진다. 이를 위해 제주 지역에서는 매일 수집운반을 원칙으로 하고 있으나, 배출자의 실수로 음식물류 폐기물을 즉시 배출하지 않거나, 수집운반이 지연될 경우 부패로 인한 악취 민원이 발생하고 있다.

또한 음식점 등 사업장에서 관리하고 있는 음식물류 폐기물의 수거함을 씻지 않아 방치함으로 인해 도민들과 관광객들에게 혐오감을 줘 청정 제주의 이미지를 크게 훼손하고 있는 실정에 있어 이에 대한 근본적인 대책 마련이 필요한 상황이다.

7) 넘비(NIMBY)현상은 ‘내 뒷마당에서는 안 된다(Not In My Backyard)’는 영어의 약자. 위험시설, 혐오시설 등이 자신들이 살고 있는 지역에 들어서는 것을 강력하게 반대하는 시민들의 행동을 말하는 신조어

2. 음식물류 폐기물 처리의 문제점

제주 지역의 음식물류 폐기물을 처리함에 있어 가장 큰 문제점으로는 처리시설이 매우 부족하다는 점이다. <표 3-2>에서 음식물류 폐기물 처리량은 소각장에 반입 처리되는 것을 제외하고, 2016년도 기준 처리시설에 반입되는 양은 제주시 150.4톤/일, 서귀포시 64.7톤/일이나, 처리시설 용량은 8시간 기준 제주시 110톤/일, 서귀포시 46톤/일로 턱없이 부족한 실정에 있다. 반입되는 음식물류 폐기물을 처리하기 위해 하루 10시간 이상 처리시설을 가동하고 있으나, 처리시설이 노후화 되어 정상가동에 어려운 실정에 있다.

제주시는 소멸화⁸⁾(규모 60톤/일)라는 임시 처리방식을 민간위탁으로 처리하고 있고, 서귀포시는 처리시설 보수를 위해 약 70억여 원을 투입하여 처리시설을 정비 중에 있다. 다행스러운 것은 2017년 5월 26일 서귀포시 색달마을 주민들과 색달 매립장 인근에 340톤/일 규모의 광역 음식물류 폐기물 처리시설을 유치하는 것을 골자로 협약을 체결했다는 것이다. 제주특별자치도에서는 2020년 준공을 목표로 광역 음식물류 폐기물 처리시설 착공을 위한 타당성 조사 및 기본계획 수립 등 행정절차를 진행 중에 있다.

8) 소멸화란 일정한 퇴비화 설비 내에서 수분을 조절할 수 있는 통기 개량제와 미생물발효제를 넣어 음식물류 폐기물을 매일 일정량 투입하여 부피의 증가 없이 음식물류 폐기물을 분해하는 방식

제 4 장 제주 지역 음식물류 폐기물 처리 방식별 비용편익 분석

제1절 비용편익 분석 설계

비용편익분석은 사회 자본에 관한 투자기준을 마련하기 위해 고안된 분석용 도구의 하나이다. 민간투자의 경우에는 얻어지는 이익이 판매수익인 화폐액으로 나타나는데 비해 사회자본의 경우에는 이익이 판매 수익을 나타내지 못하므로 한정된 자원을 효과적으로 활용하기 위해서는 이익을 비용과 비교할 수 있도록 화폐단위로 환원해야 한다는 문제가 생긴다. 예컨대 정부 또는 공공단체가 수자원개발을 위해 댐을 건설할 때 몇 가지 계획안을 놓고 각각의 경우의 비용과 이익의 양면을 비교·검토하여 그 중 가장 유리한 계획안을 채택하는 것과 같은 방식이다(경제학사전, 2011).

제주 지역의 음식물류 폐기물 처리방식별 비용과 편익을 산출하기 위해서는 음식물류 폐기물의 수집운반에 소요되는 차량과 수거함 설치에 소요된 비용을 고정비용으로 하고 인건비, 유류비 등을 연간 운영비로 하여 비용을 산출한다. 그리고 음식물류 폐기물 처리시설은 현재 운영 중인 제주시와 서귀포시의 퇴비화 시설과 2022년 준공을 목표로 건설 중인 광역 음식물류 폐기물 처리시설, 자체 처리시설(감량기) 중 업소용과 가정용으로 구분하여 비용과 편익을 산출한다.

본 연구에서 처리시설의 고정비용 산출은 동일한 조건을 부여하기 위해 2016년도 기준으로 환경부의 톤당 건설비용과 공시지가를 준용할 것이며, 자체 처리시설(감량기)은 실제 구입 비용을 적용할 것이다. 그리고 처리시설이 운영비는 제주시와 서귀포시의 실제 운영비를 적용하고 광역 처리시설은 환경부에서 조사한 운영비를 적용할 것이다. 자체 처리시설은 실제로 운영한 자료를 사용할 것이다.

음식물류 폐기물 처리에 소요되는 비용으로는 처리시설 건설비용, 연간운영비, 음식물류 폐기물 수집운반 비용과 같은 사적비용 이외에도 주변지역 주민의 피

해 비용, 음식물류 폐기물 수집운반 과정에서 발생하는 대기오염에 의한 환경피해 비용과 같은 외부비용도 있으며 또한 편익에 있어서는 음식물류 폐기물 처리에 의한 쾌적한 생활환경 조성에서 오는 가치가 있다. 그러나 이는 실제 비용으로 환산하기가 어려운 실정으로 향후 조건부가치측정방법(CVM)⁹⁾ 등을 이용한 가치를 측정할 수 있을 것으로 판단된다

제2절 음식물류 폐기물 처리시설 각 방식별 비용편익 분석 결과

1. 제주시 음식물류 폐기물 처리시설 비용편익

1) 수집운반 비용

음식물류 폐기물은 가정, 식당 등 발생원에서 배출하면 수집운반(공공기관 또는 민간위탁업체)을 통해 처리시설에서 반입된 후 처리시설에서 퇴비화 등의 처리과정을 거쳐 안정화되고 있다. 제주시의 음식물류 폐기물 배출방법은 동지역은 자동계량장치(RFID) 전용수거함에 배출하고 있으나, 읍면 지역은 음식물류 폐기물 전용봉투(종량제 봉투)를 이용하거나 일반 생활폐기물과 혼합배출하고 있다. 음식물류 폐기물의 자원재활용은 분리배출과 분리수거를 전제로 하기 때문에 비용편익을 산정함에 있어 배출과 수집운반에 소요되는 비용과 편익을 분석하여야 한다.

〈표 4-1〉에 제주시의 음식물류 폐기물 수집운반 비용을 나타내고 있다. 이 표에 따른 차량 구입비 및 RFID 수거함 설치 등을 포함한 고정비용은 8,058백만원이며, 수거원 인건비 등을 포함한 연간 운영비용은 3,207백만원이 소요된 것으로 나타났다. 차량과 수거함의 내구 연한을 6년이라 가정할 때 음식물류 폐기물 처리를 위한 수집운반 비용의 현재가치(PV₁)는 다음과 같이 구할 수 있다.

9) 각 개인이 환경재의 이용과 관련된 의사결정을 하여야 할 가상적인 상황을 설정한 설문조사를 통해 개인이 갖는 환경재의 가치를 평가하는 방법이다. 환경재의 가치를 보다 직접적으로 개인에게 물어볼 수 있으며, 환경재의 사용가치뿐만 아니라 존재가치도 평가할 수 있다.

$$PV_1 = 8,058,000 + \sum_{i=1}^6 \frac{3,207,000}{1.055^i} = 24,078,665 \text{천원} \text{-----}(2)$$

이를 톤당 가치로 환산하기 위해서는 차량을 이용해 운반한 총 수집운반 양으로 나눠 주면 제주시의 톤당 수거비용은 438,623원/톤(24,078,665,000원/54,896톤)으로 나타났다.

〈표 4-1〉 제주시 음식물류 폐기물 수집운반 비용

(단위: 천원)

항목		제 주 시 수집운반비용	비고
고정비용	차량구입비	2,051,000	차량 24대
	수거함설치	6,007,000	3,052개소
	소계	8,058,000	
연운영비	인건비	2,466,000	수집운반 50명
	유류비	297,000	
	수리비	304,000	
	공공요금 (보험료 등)	57,000	
	종량제봉투	83,000	
	민간위탁금	0,000	
	소계	3,207,000	
연간 수집운반량(톤)		54,896	

자료: 제주특별자치도 제주시(생활환경과) 내부자료

2) 제주시 음식물류 폐기물 처리시설 고정비용 및 운영비

제주시에서 운영하는 음식물류 폐기물 처리시설은 퇴비화 방법에 의한 처리시설을 운영 중에 있다. 비용과 편익을 분석함에 있어서 고정비용 중 부지와 건설비용은 2016년도 공시지가와 환경부의 설치비를 적용하여 현재 가치를 산정하였다.

〈표 4-2〉에 제주시의 음식물류 폐기물 처리시설의 고정비는 18,343백만 원이며, 연간 운영비는 4,459백만 원으로 이를 현재가치(PV₂)로 계산하면 다음과 같다.

$$PV_2 = 22,743,000 + \sum_{i=1}^{15} \frac{4,459,000}{1.055^i} = 67,500,573 \text{천원} \text{-----}(3)$$

제주시 음식물류 폐기물 처리시설에서 처리량은 2016년도 54,896톤/년으로 15년간 처리되는 양은 823,440톤으로 계산되었다. 이를 제주시 음식물류 폐기물 처리시설 톤당 고정비용과 연간 운영비의 현재가치를 구해보면 81,973원/톤(67,500,573,000원/823,440톤)으로 나타났다. 현재 제주시 처리시설 용량은 110톤/일(8시간 기준) 규모임에도 불구하고 2016년도 기준 150.4톤/일을 처리하고 있어 가동률은 136.7%를 나타내고 있다.

따라서 비용을 비교 분석함에 있어 정상적인 가동률을 시설 용량의 80%로 환산하여 비교하여야 함으로 15년간 처리량은 396,000톤(110톤/일×25일/월×12월/년×15년×80%)으로 이를 톤당 고정비와 연간 운영비의 현재가치를 구해보면 170,455원/톤(67,500.573,000원/396,000톤)으로 나타난다.

〈표 4-2〉 제주시 음식물류 폐기물 처리시설 고정비용 및 운영비용

(단위: 천원)

항목		제주시	비고
고정비용	부지비용	743,000 (31,481m ²)	공시지가
	건설비용	22,000,000 (110톤/일)	톤당 2억

	소계	22,743,000	
연운영비	인건비	564,000	
	전력비	178,000	
	재료비	467,000	
	수리수선비	1,787,000	
	차량유지비	38,000	
	기타비용 (공공요금 등)	1,425,000	
	소계	4,459,000	
퇴비 판매수입		3,000	

자료: 제주특별자치도 제주시(환경시설관리소) 내부자료

3) 제주시 호기성 퇴비화의 퇴비판매 수입

〈표 4-2〉 음식물류 폐기물 처리에 있어 발생하는 퇴비를 판매하여 수익을 얻을 수 있는데, 2016년도 기준 제주시 퇴비판매로 3백만 원 수입의 현재 가치(PV₃)는 30,113천원으로 다음과 같이 계산된다. 따라서 제주시의 음식물류 폐기물 퇴비화시설의 톤당 판매 수입은 37원(30,113,000원/823,440톤)으로 나타났다.

$$PV_3 = \sum_{i=1}^{15} \frac{3,000}{1.055^i} = 30,113\text{천원} \text{-----}(4)$$

2. 서귀포시 음식물류 폐기물 처리시설 비용편익

1) 수집운반 비용

서귀포시의 음식물류 폐기물 수집운반에 있어 제주시와는 조금 다른 부분은 서귀포시의 일부 지역을 민간위탁에 의해 수집운반 처리하고 있다는 것이다. 〈표 4-3〉에 서귀포시의 음식물류 폐기물 수집운반 비용을 나타나 있다. 이 표에 따른 차량구입비 및 RFID 수거함 설치 등을 포함한 고정비용은 2,490백만 원

이며, 수거원 인건비 등을 포함한 연간 운영비용은 1,064백만 원이 소요된 것으로 나타났다.

차량과 수거함의 내구 연한을 6년이라 가정할 때 음식물류 폐기물 처리를 위한 수집운반 비용의 현재가치(PV₄)는 7,085,244천원으로 나타났다.

$$PV_4 = 2,490,000 + \sum_{i=1}^6 \frac{1,064,000}{1.055^i} = 7,085,244 \text{천원} \text{-----}(5)$$

이를 톤당 가치로 환산하기 위해서는 차량을 이용해 운반한 총 수집운반량(23,616톤)으로 나눠주면 서귀포시의 톤당 수거비용은 330,506원/톤(7,085,244,000원/23,616톤)으로 나타난다.

〈표 4-3〉 서귀포시 음식물류 폐기물 수집운반 비용

(단위: 천원)

항목		서귀포시	비고
고정비용	차량구입비	269,000	차량 7대
	수거함설치	2,221,000	1,551대
	소계	2,490,000	
연운영비	인건비	384,000	수집운반: 15명
	유류비	30,000	
	수리비	7,000	
	공공요금 (보험료 등)	5,000	
	종량제봉투	28,000	
	민간위탁금	610,000	
	소계	1,064,000	
연간 수집운반량(톤)		23,616	

자료: 제주특별자치도 서귀포시(생활환경과) 내부자료

2) 서귀포시 음식물류 폐기물 처리시설 고정비용 및 운영비

서귀포시에서 운영하는 음식물류 폐기물 처리시설은 제주시와 마찬가지로 퇴비화 방법에 의한 처리시설로 운영 중에 있다. 다만, 제주시와 차이를 보이는 것은 퇴비의 질이 좋아 퇴비 판매 수입이 제주시 보다 높다는 것이다.

〈표 4-4〉 서귀포시의 음식물류 폐기물 처리시설의 고정비는 9,245백만 원이며, 연간 운영비는 595백만 원으로 이를 현재가치(PV₅)로 계산하면 다음과 같다.

$$PV_5 = 9,245,000 + \sum_{i=1}^{15} \frac{595,000}{1.055^i} = 15,217,360 \text{천원} \text{-----}(6)$$

서귀포시 음식물류 폐기물 처리시설에서 처리량은 2016년도 23,616톤으로 15년간 처리되는 양은 354,240톤으로 계산되었다. 이를 서귀포시 음식물류 폐기물 처리시설에 따른 톤당 고정비용과 연간 운영비를 현재 가치로 구해보면 42,703원/톤(15,217,360,000원/354,240톤)으로 나타났다. 현재 서귀포시의 처리시설 용량은 46톤/일(8시간 기준) 규모임에도 불구하고 2016년도 기준 64.7톤/일을 처리하는 것으로 나타나 가동율은 140.6%를 나타내고 있다.

따라서 비용을 비교 분석함에 있어 정상적인 가동률을 시설 용량의 80%로 환산하여 비교하여야 함으로 15년간 처리량은 156,600톤(46톤/일×25일/월×12월/년×15년×80%)으로 이를 톤당 고정비와 연간 운영비의 현재 가치를 구해보면 97,173원/톤(15,217,360,000원/156,600톤)으로 나타났다.

〈표 4-4〉 서귀포시 음식물류 폐기물 처리시설 고정비용 및 운영비용

(단위: 천원)

항목		서귀포시	비고
고정비용	부지비용	45,000 (3,824m ²)	공시지가
	건설비용	9,200,000 (46톤/일)	톤당 2억
	소계	9,245,000	

연운영비	인건비	323,000	
	전력비	87,000	
	재료비	77,000	
	수리수선비	90,000	
	차량유지비	4,000	
	기타비용 (공공요금 등)	14,000	
	소계	595,000	
퇴비 판매수입		25,000	

- 출처: 제주특별자치도 서귀포시(생활환경과) 내부자료

3) 서귀포시 호기성 퇴비화의 퇴비판매 수입

〈표 4-4〉에서 서귀포시 음식물류 폐기물 처리에 있어 발생하는 퇴비를 판매함으로써 수익을 얻을 수 있는데 2016년도 기준 서귀포시 퇴비판매로 25백만 원 수입의 현재 가치(PV₆)는 250,940천원으로 다음과 같이 계산된다. 따라서 서귀포시의 음식물류 폐기물 퇴비화 시설의 톤당 판매 수익은 708원/톤(250,940,000원/354,240톤)으로 나타났다.

$$PV_6 = \sum_{i=1}^{15} \frac{25,000}{1.055^i} = 250,940 \text{천원} \text{-----}(7)$$

3. 광역 음식물류 폐기물 처리시설 비용편익

1) 수집운반 비용

제주특별자치도에서는 광역 음식물류 폐기물 처리시설을 2022년도 준공을 목표로 기본계획 용역을 수립 중에 있으며, 위치는 서귀포시 색달 매립시설 인근에 위치가 정해졌다. 음식물류 폐기물을 처리함에 있어 앞에서 살펴 본 것과 같이

수집운반 비용에 대한 현재가치가 필요하다.

그러나 광역 폐기물 처리시설인 경우의 현재가치를 구할 수가 있는 자료가 없는 상황으로 제주시와 서귀포시의 톤당 수집운반 비용의 평균을 현재가치로 산정하고자한다. 따라서 광역 음식물류 폐기물 처리시설의 수집운반에 소요되는 톤당 수거비용은 384,564원/톤((438,623+330,506)원/톤÷2)으로 나타났다.

2) 광역 음식물류 폐기물(바이오가스) 처리에 따른 고정비용 및 연간 운영비

서귀포시 색달동에 건설되는 광역 음식물류 폐기물 처리시설의 규모는 340톤/일로 계획 중에 있다. 사업비에 있어 건설비용은 환경부 폐기물 처리시설 표준단가인 톤당 240백만 원을 적용하여 81,600백만 원이 소요되는 것으로 적용하였다. 현재 처리시설을 계획하고 있어 연간 운영비와 전기 판매 수익 등은 환경부의 조사 자료를 인용하였다. 광역 음식물류 폐기물 처리시설의 고정비는 82,006백만 원이며, 연간 운영비는 9,095백만 원으로 이를 현재가치(PV₇)를 계산하면 다음과 같다.

$$PV_7 = 82,006,000 + \sum_{i=1}^{15} \frac{9,095,000}{1.055^i} = 173,297,798 \text{천 원} \text{-----}(8)$$

광역 음식물류 폐기물 처리시설의 처리량은 월평균 가동일 수를 25일/월과 처리효율을 80%로 가정하면 설비의 내구 연한 15년 동안 처리되는 총 음식물류 폐기물 처리량은 1,224,000톤(340톤/일×25일/월×12월/년×15년×80%)으로 추정하였다. 이를 광역 음식물류 폐기물 처리시설에서 따른 톤당 고정비용과 연간 운영비의 현재가치를 구해보면 141,583원/톤(173,297,798,000원/1,224,000톤)으로 나타났다

〈표 4-5〉 광역 음식물류 폐기물 처리시설 고정비용 및 운영비용(바이오가스)
(단위: 천원)

항목		광역처리시설 (바이오가스)	비고
고정비용	부지비용	406,000 (34,737m ²)	'16년도 공시지가 11,700원/m ²

	건설비용	81,600,000	2.4억/톤
	소계	82,006,000	
연운영비	인건비 수리비 등	9,095,000	73,295원/톤
전기 판매수입		3,216,000	25,920원/톤

자료: 환경부(2012), 「음식물류 폐기물 관리정책 방향 및 개선방안 연구」

3) 광역 음식물류 폐기물 처리시설 전기 판매 수입

음식물류 폐기물을 처분하는 과정에서 발생하는 편익은 쾌적한 생활환경 조성 등의 편익이 발생하나 이와 같은 사항은 이미 제외하는 것으로 하였으므로 광역 음식물류 폐기물 처리시설에 발생하는 바이오가스를 활용한 전기 판매수입은 연 3,216백만 원의 수입이라 산정하였다. 내구 연한을 15년이라 가정하면 전기 판매 수입의 현재 가치(=PV₈)는 다음과 같이 계산된다.

$$PV_8 = \sum_{i=1}^{15} \frac{3,216,000}{1.055^i} = 32,280,860 \text{천 원} \text{-----}(9)$$

반면 15년 동안 처리되는 총 음식물류 폐기물량은 1,224,000톤으로 톤당 전기 판매 수입은 26,373원/톤(32,280,860,000원/1,224,000톤)으로 나타났다.

4. 음식물류 폐기물 자체 처리시설(감량기) 비용편익

1) 수집운반비용

자체 음식물류 폐기물 처리시설(감량기)은 발생원 자체에서 처리하는 시설로 미생물 또는 건조에 의한 방식이 주를 이루고 있다. 발생원 자체에서 처리할 경우에는 수집운반 비용이 들지 않는 것으로 나타나 공공처리에 비해 효율성에 있어 우위를 점하는 것으로 판단된다.

2) 업소 자체처리시설(감량기) 고정비용 및 운영비

음식물류 폐기물 감량기를 실제로 설치하여 운영한 결과를 살펴보면 다음과 같은 결과가 도출되었다. 1곳은 A 요양원으로 99kg/일의 미생물발효 방식의 감량기이며, 설치 장소는 사회복지법인으로 직원은 41명에 입소 20명, 주간보호 30명과 도시락을 제조·공급하고 있는 곳이다. 분석 자료는 실제 투입되는 음식물류 폐기물 양과 잔재물을 배출할 때 마다 양을 측정하였으며, 전력량은 전용 전력계량기에서 측정한 실제 값을 적용하였다.

〈표 4-6〉 운영기간 중 32일을 제외한 것은 동 기간 동안 음식물류 폐기물 발생량 측정 자료가 없어 제외하였다. 총 운영기간 270일로 음식물류 폐기물 처리량은 5.2톤으로 일평균 19.2kg을 처리한 것으로 나타났다. 잔재물 배출량은 660kg으로 감량률은 87.3%로 나타났고, 잔재물은 퇴비로 사용 중에 있다. 전력소비량은 1일 22kw가 소요되었으며, 전기요금은 2,052.6원/일로 나타났다.

A 요양원의 감량기 고정비는 28,500천 원이며, 연간 운영비는 749천원으로 이를 현재가치(PV₉)로 계산하면 다음과 같다.

$$PV_9 = 28,500 + \sum_{i=1}^{15} \frac{749}{1.055^i} = 36,018 \text{천원} \text{-----} (10)$$

A 요양원 감량기에서 처리 가능한 실제 음식물류 폐기물 처리량은 내구 연한 기간인 15년 동안 총 105톤(19.2kg/일×365일/년×15년÷1,000kg/톤)으로 나타났다. 이를 A 요양원 감량기의 톤당 고정비용과 연간 운영비의 현재가치를 구해보면 343,028원/톤(36,018,000원/105톤)으로 나타났다(감량기 사용률 19.4%). 감량기 사용률 80%라 가정할 경우에는 15년 동안 처리 양은 434톤(99kg/일×365일/년×15년×80%÷1,000kg/톤)으로 톤당 고정비용과 연간 운영비의 현재가치를 구해보면 82,990원/톤(36,018,000원/434톤)으로 나타났다.

〈표 4-6〉 업소 자체 처리시설(감량기) 고정비용 및 운영비

구분		A 요양원(91인)	비고
구입비용		28,500천원	
운영기간	기간	2016. 11. 9.~2017. 9. 8.	
	일수	270일간(32일 제외)	
①투입량	총량	5,186kg	
	일평균	19.2kg	
②잔재물 배출량	총량	660kg	
	일평균	2.4kg	
전력량	총량	5,950kwh	
	일평균	22.0kwh	
감량률 ((①-②)/①×100)		87.3%	
1일 전기요금		2,052.6원	
kg당 전기요금		106.9원	
연간운영비		749천원	

자료: 한국전력공사, 전력비용은 93.3원/kwh(2016. 12. 1. 기준)

3) 가정용 자체처리(감량기) 고정비용 및 운영비

B 가정은 공동주택에 거주하고 있으며, 부모와 3명의 자녀로 구성된 5인 가족이다. 음식물류 폐기물 감량기는 236일간 운영하였으며, 동 기간 중 178kg을 처리하여 1일 0.75kg이 발생한 것으로 나타났다. 이를 다시 1인당 발생량으로 환산하면 1인당 0.15kg이 발생하는 것으로 나타났다, 제주 지역 1일 평균 발생량 0.34kg 보다 낮게 나타나고 있는데, 이는 음식점 등 사업장에서 음식물류 폐기물이 다량으로 배출되고 있음을 유추할 수 있다.

B 가정의 감량기 고정비는 770천 원이며, 연간 운영비는 48천원으로 이를 현재 가치(PV₁₀)로 계산하면 다음과 같다.

$$PV_{10} = 770 + \sum_{i=1}^{15} \frac{48}{1.055^i} = 1,251 \text{천원} \text{-----}(11)$$

B 가정 감량기에서 처리 가능한 실제 음식물류 폐기물 처리량은 내구 연한 기간인 15년 동안 총 4.1톤($0.75\text{kg}/\text{일} \times 365\text{일}/\text{년} \times 15\text{년} \div 1,000\text{kg}/\text{톤}$)으로 나타났다. 이를 B 가정 감량기의 톤당 고정비용과 연간 운영비의 현재가치를 구해보면 305,121원/톤($1,251,000\text{원}/4.1\text{톤}$)으로 나타났다(감량기 사용률 37.5%).

감량기 사용률을 80%라 가정할 경우 15년 동안 처리 양은 8.8톤($2\text{kg}/\text{일} \times 365\text{일}/\text{년} \times 15\text{년} \times 80\% \div 1,000\text{kg}/\text{톤}$)으로 톤당 고정비용과 연간 운영비의 현재가치를 구해보면 142,159원/톤($1,251,000\text{원}/8.8\text{톤}$)으로 나타났다.

〈표 4-7〉 가정 자체 처리시설(감량기) 고정비용 및 운영비

구분		B 가정(5인)	비고
구입비용		770천원	
운영기간	기간	2016. 12. 6. ~ 2017. 7. 31.	
	일수	236일간	
①투입량	총량	178kg	
	일평균	0.75kg	
②잔재물 배출량	총량	37.3kg	
	일평균	0.161kg	
전력량	총량	330.1kwh	
	일평균	1.4kwh	
감량률 ($((①-②)/①) \times 100$)		79.0%	
1일 전기요금		130.6원	
kg당 전기요금		174.1원	
연간운영비		48천원	

자료: 한국전력공사, 전력비용은 93.3원/kwh(2016. 12. 1. 기준)

제3절 비용편익 분석결과의 시사점

1. 음식물류 폐기물 수집운반 및 처리비용 표준원가와 비교

음식물류 폐기물 처리비용은 자치단체와 수집운반 처리업체간의 계약으로 단가가 결정되나, 2013년부터 읍폐수¹⁰⁾ 해양배출 금지로 육상처리에 따른 음식물류 폐기물 처리비용이 상승되었다. 음식물류 폐기물 수집운반·처리비용과 관련, 지방자치단체와 민간처리업체간 각기 다른 처리비용을 제시함으로 인해 협의에 어려움을 겪고 있으며 음식물류폐기물 수거 지연 등으로 이어져 국민생활에 불편을 초래하고 있다.

환경부에서는 지방자치단체가 음식물류 폐기물을 민간시설에 처리(재활용)를 대행하게 할 경우 객관적인 수집운반·처리단가 및 원가산정 기준 마련이 필요하게 되었다. 이에 따라 환경부에서는 2014년도 음식물류 폐기물 수집운반 및 처리비용에 대한 표준원가를 산정하였다.

제주 지역 톤당 수집운반 비용과 비교할 경우 제주시는 톤당 438,623원, 서귀포시는 톤당 330,507원으로 표준원가 보다 높은 것으로 나타나, 수집운반에 과정에서 비효율이 상존하는 것을 알 수 있다.

<표 4-8> 도시별 수집운반 표준원가와 제주 지역 수집원가 비교
(단위: 원, 톤)

구분	대당 표준 수집운반량	톤당 수집운반 표준원가	제주시	서귀포시
대 도시	11.52	84,254	438,623	330,507
중 소 도시	9.68	100,270		
도 농 복합	9.15	106,078		
농 촌	4.13	235,015		
단 독 주택	7.21	134,620		
공 동 주택	9.06	107,131		

자료: 환경부(2014) 「음식물류 폐기물 수거 처리비용 산정 연구」

10) 읍폐수는 수분이 약 80% 정도 함유된 음식물류 폐기물의 처리과정 중 고체와 액체를 분리하는 과정에서 발생하는 폐수를 총칭한다.

〈표 4-9〉 환경부의 음식물류 폐기물 처리방식별 원가를 산정한 결과와 제주 지역의 공공 음식물류 폐기물 처리시설의 톤당 처리비를 비교하여 보면 전국은 125,437원으로 제주시 170,455원, 서귀포시 97,173원으로 나타나 제주시 처리시설 운영비가 전국보다 높은 것으로 나타났다. 제주특별자치도에서 추진 중인 광역 처리시설인 바이오가스 운영비 141,538원으로 전국 바이오가스 시설의 운영비용보다 높게 나타나고 있어, 건설 초기부터 건설비용과 운영비 등에 대한 최적화 방안이 필요할 것으로 사료된다.

업소 자체 처리시설(감량기)은 톤당 82,990원으로 전국 운영비보다 낮게 나타났으며, 가정 자체처리시설(감량기)은 톤당 142,169원으로 높게 나타났다.

〈표 4-9〉 음식물류폐기물 처리시설 원가산정 결과(톤당 처리비)

(단위 : 원/톤)

처리방식	전국	제주시	서귀포시	광역처리 시 설	자체처리 (업소)	자체처리 (가정)
호기성퇴비	125,437	170,455	97,173		82,990	142,169
바이오가스	110,815			141,538		

자료: 환경부(2014) 「전국 음식물류 폐기물 수거 처리비용 산정 연구」

2. 제주 지역 음식물류 폐기물 처리방식별 비용편익 비교

〈표 4-10〉 에는 제주 지역 음식물류 폐기물 처리방식별 톤당 처리비용을 분석하여 정리하였다. 가동률 80%를 기준으로 순비용을 비교 분석하여 보면, 제주시의 수집운반비를 포함한 음식물류 폐기물의 톤당 처리비가 609,041원으로 가장 높고, 그 다음으로는 광역처리시설, 서귀포시, 가정용 감량기, 업소용 감량기 순으로 비용이 낮아지고 있다. 이것은 수집운반 비용이 음식물류 폐기물의 톤당 처리비용에 가장 많은 영향을 미치고 있다는 것을 알 수 있다.

수집운반 비용을 제외한 음식물류 폐기물 처리시설의 톤당 처리비용을 살펴보

면 제주시 퇴비화시설의 톤당 처리비가 170,455원으로 가장 높았으며, 그 후로 가정용 감량기, 광역 처리시설(바이오가스), 서귀포시, 업소용 감량기 순으로 낮아지고 있는 것으로 나타났다. 따라서 음식물류 폐기물을 수집운반 없이 발생원에서 처리할 수 있는 감량기가 비용에 있어 비교 우위에 있는 것을 알 수 있다.

〈표 4-10〉 제주 지역 음식물류 폐기물 처리방식별 비용편익 분석결과

(단위: 원/톤)

구분		수집운반비 (A)	고정비 및 연간운영비 (B)	퇴비 및 전기 판매수입 (C)	순비용 (D=A+B-C)
제주시 퇴비화	실제	438,623	81,973	37	520,559
	80%	438,623	170,455	37	609,041
서귀포시 퇴비화	실제	330,506	42,703	708	372,501
	80%	330,506	97,173	708	426,971
광역처리시설 (바이오가스)		384,564	141,583	26,373	499,774
업소용 감량기	실제	-	343,028	-	343,028
	80%	-	82,990	-	82,990
가정용 감량기	실제	-	305,121	-	305,121
	80%	-	142,159	-	142,159

제 5 장 결 론

제1절 결과의 요약

본 연구의 결과를 요약하여 제시하면, 가동률 80% 조건의 음식물류 폐기물의 처리방식별 비용편익 분석 결과에 의하면 공공 처리시설보다는 음식물류 폐기물을 발생원에서 처리 할 수 있는 자체 처리시설(감량기)이 비용 측면에 있어 효율성이 좋은 것으로 나타났다(〈표 5-1〉 참조). 업소의 자체 처리시설(감량기)의 톤당 처리비가 82,990원으로 가장 낮은 것으로 나타났고, 가정 자체 처리시설(감량기), 서귀포시 퇴비화, 광역처리 바이오가스, 제주시 퇴비화 방식 순으로 총비용이 높아지는 것으로 나타났다. 즉, 자체 처리시설(감량기)의 효율성이 높은 것은 음식물류 폐기물을 공공 처리시설에 반입처리하기 위한 수집운반 비용이 필요하나, 자체 처리시설(감량기)은 수집운반 비용이 소요되지 않는다는 이점이 있는 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 공공에서 음식물류 폐기물 수집운반 및 처리 비용을 낮추기 위해서는 총비용 중 72~77%(A/D×100)를 차지하고 있는 수집운반 비용을 낮춰야 한다는 것을 시사하고 있다.

현재 제주특별자치도가 추진하고 있는 광역 음식물류 폐기물 처리시설(바이오가스 방식)의 고정비 및 연간운영비(B)는 서귀포시 퇴비화 방식보다는 높고, 제주시 퇴비화 방식보다는 낮은 것으로 나타나 효율성이 중간인 것으로 나타났다. 따라서 제주특별자치도에서 시행하고 있는 다량 배출사업장 자체 처리시설(감량기) 설치 의무화와 자체처리 시설(감량기) 확대 보급 사업은 음식물류 폐기물을 처리함에 있어 효율성이 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과를 보면 수집운반 비용이 필요 없는 자체 처리시설(감량기) 사업을 확대하는 것이 타당하다고 할 것이다.

〈표 5-1〉 제주 지역 음식물류 폐기물 처리방식별 비용편익(80% 가동률)

(단위: 원/톤)

처리방식		비 용		편 익 (C)	총비용 (D=A+B-C)
		수집운반 (A)	고정비 및 연간운영비 (B)		
공공처리 시설	제 주 시 퇴 비 화	438,623	170,455	37	609,041
	서귀포시 퇴 비 화	330,506	97,173	708	426,971
	광역처리 바이오가스	384,564	141,583	26,373	499,774
자체 처리 시설(감량기)	업 소	-	82,990	-	82,990
	가 정	-	142,159	-	142,159

제2절 정책적 시사점

본 연구에서 나타난 결과를 토대로 정책적인 시사점을 제시하면 다음과 같다. 첫째, 도민들이 부담하는 음식물류 폐기물의 수집운반 및 처리비용은 톤당 30,000원에 비해 실제 처리비용이 446,530원/톤((520,559+372,501)원÷2)으로 14.8배 이상 낮은 것으로 나타나 비용을 kg당 444원 이상 올려야 할 것이다. 다만, 수집운반 비용을 전국 도농 복합 지역의 톤당 단가(106,078원)를 적용하는 것을 가정할 경우에는 7.6배 낮은 것으로 나타나 비용을 kg당 228원으로 결정하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

둘째, 전국 평균 수집운반 표준 비용인 106,078원/톤에 비해 제주시 438,623원/톤, 서귀포시는 330,506원/톤으로 높게 나타나 수집운반 비용을 절감해야 하는 정책 시행이 필요하다.

셋째, 제주시의 음식물류 폐기물 처리시설의 운영비용은 81,973원/톤으로 서귀

포시 운영비용 42,703원/톤 보다 높게 나타나고 있어 효율적으로 운영할 필요가 있는 것으로 나타났다.

넷째, 음식물류 폐기물은 수집운반 비용이 없는 자체 감량기에서 처리하는 것이 매우 효율성이 높은 것으로 나타났다.

다섯째, 가정 자체 처리시설(감량기) 보다는 업소 자체 처리시설(감량기) 보급이 효율성이 높아 업소 자체 처리시설(감량기)을 우선 확대할 필요가 있을 것으로 사료된다. 다만, 공공 처리시설도 자체 처리시설(감량기)의 고장 등 공익성 강화 측면에 있어 반드시 필요하며, 두 가지 방안을 병행하여 추진하는 것이 바람직하다.

제3절 연구의 한계점

본 연구에서 나타난 한계점을 밝히고 후속 연구를 위한 제언을 하면 다음과 같다. 첫째, 이미 앞서 한계점으로 지적한 것과 같이 실제 수집운반에 따른 대기 오염으로 인한 비용과 음식물류 폐기물 처리시설 주변지역 환경오염으로 인한 피해 비용, 주변지역 주민들에 대한 보상비용 등이 비용에 포함되지 않은 것과 음식물류 폐기물 처리로 인한 쾌적한 생활환경으로부터 오는 편익을 산정하지 않은 것이다.

둘째, 자체 처리시설(감량기)을 사용함에 있어 음식물을 버리기 위해 집 밖에 나가지 않는 편리함과 이웃들과의 마찰과 이웃에 피해를 주지 않는 편익이 포함될 경우 감량기의 비용은 더 낮아질 것으로 기대되며, 이에 대한 추가 연구가 필요할 것이다.

셋째, 자체 처리시설(감량기) 사용을 확대하기 위해서는 감량기의 구입과 운영 비용에 상당하는 음식물류 폐기물 처리 수수료를 인상이 필요하며, 이에 대한 근거자료 확보를 위한 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

- 강진영(2012), 「음식물 쓰레기 종량제 효율적 운영방안 연구」, 제주연구원
경제학사전(2011), 경연사.
- 김광임(1995), 「폐기물 매립장의 경제적 가치 측정연구」, 한국환경기술개발원.
- 김홍균(1999), 「음식물쓰레기 처리방법별 비용-편익분석」, 서강경제논집
- 김홍균(1988), 「음식물 쓰레기 퇴비화시설 민자 유치 방안」, 서강경제논집 제27권 제1호.
- 류을렬·박승국·이태근·채근석(2000), 「충북지역 남은 음식물의 효율적 처리 방안」, 충북개발연구원 제11권 1호.
- 박경래(2013), 「사범 협조자 형벌감면제도 도입에 대한 비용편익분석 연구, 한국경찰연구, 12(2):79-114.
- 오정일(2012), 비용편익분석의 유용성에 관한 이론적 검토, 정책분석평가학회보, 22(1):33-57.
- 윤우석, 이창훈, 심희섭(2017). 「범죄예방용 CCTV 설치의 비용편익분석: 절도와 폭력범죄를 중심으로」, 한국경호경비학회 제50호.
- 이정임, 김찬준, 송기수, 좌승희(2006), 「음식물류 폐기물의 효율적인 처리방안」, 경기연구원 기본연구.
- 전상경(2003), 「정책분석의 정치경제」, 박영사.
- 제주특별자치도(2017), 「제주특별자치도 음식물류 폐기물의 발생억제, 수집·운반 및 재활용에 관한 조례」.
- 제주특별자치도(2017), 「제주특별자치도 폐기물관리조례」.
- 한국은행 경제통계 시스템(2017), ecos.bok.or.kr.
- 한국행정학회행정연구원(2014), 「음식물류 폐기물 관리정책 개선방안 및 해외 우수사례 관리정책 비교연구」.
- 한국환경공단(2013), 「음식물 쓰레기 종량제 성과평가 및 발전방안 마련 연구」.
- 환경부(2013), 「음식물류 폐기물 자원화 정책방향」.
- 환경부(2011~2015), 「음식물류 폐기물처리현황」.

- 환경부(2012), 「음식물류 폐기물 관리정책 방향 및 개선방안 연구」.
- 환경부 (2011~2012), 「전국 폐기물 발생 및 처리현황」.
- 환경부(2016), 「전국 음식물류 폐기물처리시설 설치·운영 현황」.
- 환경부(2012), 「음식물 쓰레기 수거체계 선진화 구축방안 마련」.
- 환경부(2014), 「음식물류 폐기물 수거·처리비용 산정연구」.
- 환경부(2010), 「음식물 쓰레기 종량제 및 감량화 시책 도입방안 마련 연구」.
- 환경부(2016), 「폐기물관리법」.

< Abstract >

The Efficiency Assessment through the B/C Analysis According to the Food Waste Disposal Method

Case Study of Jeju Region

Boo, Gi Cheol

Department of Public Administration

GRADUATE SCHOOL OF PUBLIC ADMINISTRATION

JEJU NATIONAL UNIVERSITY

((Supervised by professor Kang, Yeong Hun)

The Main purpose of the study is to compare the efficiency of the public disposal facility and self-disposal facility of the food waste composter. Moreover, this study investigates the main problem of public facility and try to contribute an actual public administrative work in the municipal public work. For the empirical analysis of the study, we use the real operational data of the 2 food waste disposal facilities. For the self-disposal food waste composter facilities, we use the data from the facility built in the social welfare institute and that of the one in household. For on going metropolitan food waste disposal facility operated by Jeju Province, we use the data from the MOE.

The core policy implications, as the result of the empirical analysis, are obtained as follows. First, the present self-disposal composter distribution project of Jeju Province should be focussed into the places of businesses which generate a lot of food waste. Next, to save the budget of the public food waste disposal project, the cost of collection and transportation should be reduced substantially. Finally, the user fee for the collection and transportation

the food waste should be raised to 228won/kg from on going 30won/kg.

Key Words: B/C (Benefit and Cost), Food Waste, Disposal Facility, Collection

