

음식물류폐기물 제로화 주거단지 구축 시나리오별 비용 및 환경효과 분석 Analysis of Greenhouse Gas Reduction according to Different Scenarios of Zero Food Waste Residential Buildings

오정익[†] · 윤은주 · 박이레 · 김영민
Jeong-Ik Oh[†] · Eun-Joo Yoon · Ire Park · Yeong-Min Kim

한국토지주택공사 토지주택연구원
Land & Housing Institute, Korea Land & Housing Corporation

(Received October 26, 2015; Revised November 27, 2015; Accepted May 30, 2016)

Abstract : In this study, traditional treatment scenario of food wastes that collected and transported food waste is recycled in large treatment facilities and suggested treatment scenario of onsite zero discharge system that food waste is treated in housing complex were supposed. The scenarios were compared and analyzed by capital expenditure, oil consumption, CO₂ emission quantity, operating expenditure and management expenses. The capital expenditure, oil consumption and CO₂ emission quantity of small scale dispersion dealing method is the lowest compared to traditional treatment method. As a results, it is possible to obtain the effect that operating expenditure was reduced by 91% and management expenses was reduced by 40% with suggested treatment method. The treatment method that have low capital expenditure is tend to lower oil consumption and CO₂ emission quantity. The small scale dispersion dealing method have the lowest capital expenditure, oil consumption and CO₂ emission quantity and the linked method with sewage treatment have the highest expenditure and CO₂ emission quantity. Eventually, the optimal model of onsite zero discharge system in housing complex is small scale dispersion dealing method.

Key Words : Food Waste, Housing Complex, Fermentation-extinction, Scenario

요약 : 본 연구에서는 공동주택 단지에서의 음식물류폐기물을 수거·이송하여 대용량처리시설에 자원화 혹은 재활용하는 기존 방식과 발생지인 공동주택 내에서 처리하는 제안 방식을 가상하여 차량수거방식, 자동집하방식, 자동집하처리방식, 소규모분산처리방식, 오수처리연계방식으로 시나리오를 설정하고 각 시나리오별 초기 투자비용, 석유 사용량, 이산화탄소 배출량, 음식물류폐기물 처리 운영비용, 입주자 부담 관리비를 비교 분석하였다. 기존처리 방식에 비해 제안하는 소규모분산처리 방식이 초기 투자비용, 연간 석유사용량, 이산화탄소 배출량이 가장 낮았으며 적용, 도입 가능성이 높았다. 음식물류폐기물 처리 운영비용은 기존 처리방식과 비교하여 1톤당 334,465원(약 91%)이 절감되며 세대 당 월 1,500원인 입주자 부담 관리비용 또한 902원으로 약 40% 절감이 가능하다고 분석되었다. 각 시나리오별 초기 투자비용과 석유사용량, 이산화탄소 배출량을 비교한 결과, 초기 투자비용이 낮은 처리방식이 연료 사용량과 이산화탄소 발생량도 낮은 경향을 나타내었다. 초기 투자비용과 석유사용량, 이산화탄소 배출량이 가장 낮은 시나리오는 소규모분산처리방식이며 가장 높은 시나리오는 오수처리연계방식이었다. 연구의 공간적 범위를 공동주택 단지로 설정할 때 소규모분산처리방식이 음식물류폐기물 제로화 모델로서 가장 적합한 방식으로 판단된다.

주제어 : 음식물류폐기물, 공동주택 단지, 발효·소멸, 시나리오

1. 서론

우리나라는 녹색기후기금(Green Climate Fund)을 유치하는 등 국제사회에서 녹색성장 국가로 알려져 있지만 온실가스 배출량 증가속도는 OECD 회원국 가운데 가장 빠른 것으로 나타났다.¹⁾ 분석 결과에 따르면 2012년 OECD 통계자료 온실가스 배출현황에서, 우리는 미국, 일본, 독일, 캐나다, 멕시코에 이어 6번째로, 12년 한해 6억 8800만 톤을 배출했으며, 이는 호주나 프랑스 등에 비해서도 월등하게 높은 수치였다. 온실가스로 인한 지구온난화에 대응하기 위해서는 지역 차원에서 온실가스 침감과 에너지 및 지역 재생 분야의 대책이 시급하다. 도시는 기후 변화를 유발시키는 인간의 활동을 담는 공간이기²⁾ 그 생활기반이 되고 있는 교통수단, 주택, 라이프라인 등의 변화는 지역도시를

친환경체계로 전환하는 수단이 된다.

따라서 본 연구에서는 온실가스로 인한 기후변화에 대응하기 위하여 저탄소 녹색단지 구축하고 저에너지 친환경 주택 기술적용으로 음식물류폐기물 발생원인 주거단지에서의 쾌적하고 편리함을 유지하면서도 효율적인 관리, 자원순환 기술절목 등을 통한 처리, 에너지화하는 집적화된 시스템을 제시하고자 하였다.

음식물류폐기물 처리방법별 기술적 장·단점은 이미 여러 연구에서 논의된 바 있으며 그 처리비용과 운영비용에 대한 연구도 이루어진 상태이다.³⁻⁵⁾ 그러나 실제 주거단지에 적용가능하며 음식물류폐기물을 처리하고 에너지화하는 집적화된 시스템에 대한 제안은 부족한 실정이다. 따라서 음식물류폐기물 처리 시스템을 시나리오화하여 실제 적용가능하며 효율적인 방법을 논의하기 위해 본 연구에서는

[†] Corresponding author E-mail: ojipp@lh.or.kr Tel: 042-866-8454 Fax: 042-866-8472

기술적인 장점 이외에도 경제성, 사업비, 탄소저감효과에 대해 분석·비교하여 종래 음식물류폐기물 처리 방식에 대한 대안을 제시하였다.

2. 연구방법

본 연구에서는 초기투자비용과 시설운영비용을 나누어 분석하여 일반적으로 시설을 시공하는 주체와 운영하는 주체가 다른 국내 실정에 부합하도록 하였다. 그 후 기존의 공동주택 단지에서의 음식물류폐기물을 처리하는 시나리오를 설정하고 음식물류폐기물 제로화 시스템에 대한 시나리오를 제안하였다. 각 시나리오별 경제성, 사업비, 탄소저감효과를 비교 분석하여 적용 방향성을 도출하고자 하였다. 최

종적으로 공동주택 단지 차원에서의 음식물류폐기물 제로화 시스템의 최적모델을 제시하고자 하였으며 Fig. 1에 도식화하여 나타내었다.

또한, 가상의 1,000세대 공동주택을 설정하고 음식물류폐기물의 기존처리방식과 제로화 시스템 제안방식에 대하여 연간 석유사용량과 시설 건설비, 이산화탄소 배출량을 비교 분석하였다. 음식물류폐기물의 하루 배출 원단위를 1인당 0.25 kg, 1세대 4인 가족으로 가정하면 1,000세대 공동주택 단지에서는 하루 1톤의 음식물류폐기물이 발생된다. 음식물류폐기물 기존처리방식은 차량수거방식과 압송관을 이용한 자동집하방식으로 설정하였고 음식물류폐기물 제로화 시스템 제안방식은 자동집하처리방식, 소규모분산처리방식 그리고 오수처리연계방식으로 분류하였다(Fig. 2).

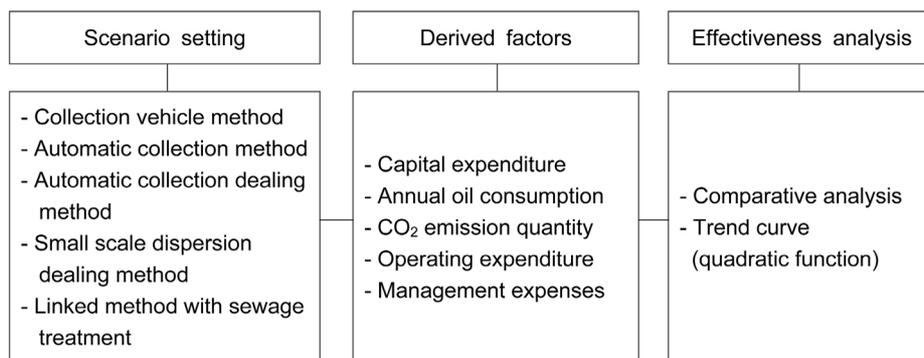


Fig. 1. Summary of research.

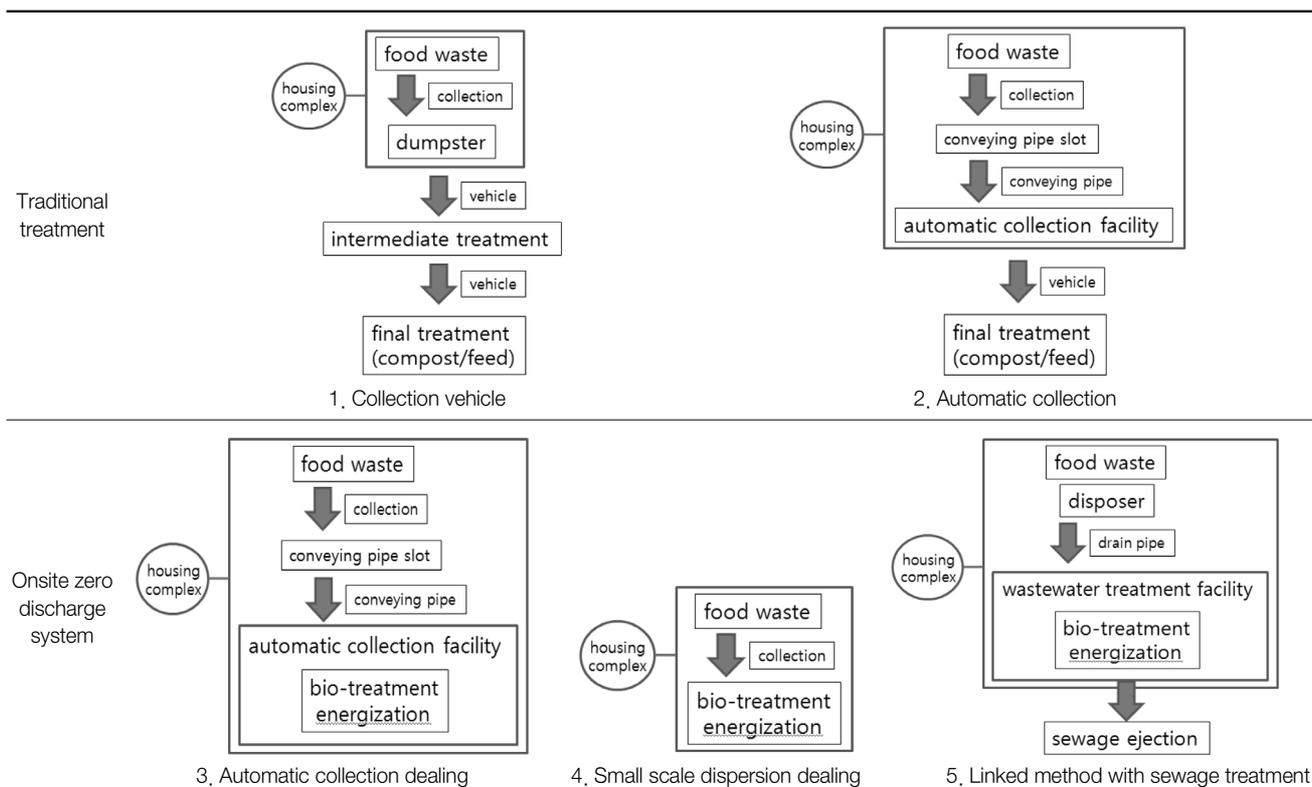


Fig. 2. Traditional treatment and onsite zero discharge system of food waste.

2.1. 음식물류폐기물 제로화 시스템 적용 시나리오

2.1.1. 기존 음식물류폐기물 처리방식

2.1.1.1. 차량수거방식

음식물류폐기물을 입주자가 배출하면, 음식물류폐기물 전용 수거통에 모아서 차량으로 수거·운반하고 중간처리시설에서 처리한 후에 최종적으로 퇴비화, 사료화 등으로 처리하는 방식이다. 음식물류폐기물 수거업자, 중간처리시설, 최종처리시설 운영이 필요하며 대부분 위탁 운영되고 공동주택 단지 내에서는 음식물류폐기물 전용 수거통이 설치되고, 수거차량이 수거 일시에 맞게 운행된다. 공동주택 단지 내 음식물류폐기물 전용 수거통의 관리 측면에서 비위생적이고 음식물류폐기물 배출에 따라 수거통 개폐시에 냄새 등의 문제로 단지 내 쾌적성을 저해하는 요소이다.

2.1.1.2. 자동집하방식

음식물류폐기물을 입주자가 공동주택 단지 내 일정위치에 있는 투입구에 배출하면, 음식물류폐기물이 압송관로를 통해 집하시설로 이송된다. 집하시설은 공동주택 단지 내 공원, 녹지 등의 지하공간에 설치하며 여기에 집하된 음식물류폐기물은 차량으로 중간처리시설로 운반하여 처리한 후에 최종적으로 퇴비화, 사료화 등으로 처리된다. 음식물류폐기물의 자동집하방식은 압송관로를 이용한 자동집하시설, 중간/최종처리시설의 필요로 초기 투자 부담이 있다. 공동주택 단지 내에서는 일정위치에 음식물류폐기물 투입구와 집하시설이 설치되고, 수거차량은 수거일시에 맞게 집하시설에서 음식물류폐기물을 수거 운행된다. 공동주택 단지 내 음식물류폐기물 전용 수거통이 없어짐에 따라 단지 내 쾌적성은 향상될 수 있으나, 최종처리의 부담은 여전히 존재하며 자동집하시설의 규모에 따라 상이하다는 분석으로, 소규모 공동주택 단지에서는 건설 및 운영관리 측면이 입주자에게 경제적 부담이 된다.

2.1.2. 음식물류폐기물 제로화 시스템 제안방식

2.1.2.1. 자동집하처리방식

종래의 공동주택에서의 음식물류폐기물 처리방식 중의 압송관로를 이용한 자동집하방식에 바이오에너지화 시스템을 추가한 자동집하처리방식을 음식물류폐기물 제로화 시스템의 하나로 제안한다. 자동집하처리방식은 음식물류폐기물을 입주자가 공동주택 단지 내 일정위치에 있는 투입구에 배출하면, 음식물류폐기물이 압송관로를 통해 집하시설로 이송하고, 집하시설에 집하된 음식물류폐기물은 바이오에너지화 시스템에 의해서 처리하며 발생하는 부산물은 에너지자원으로 순환하여 공동주택 단지 내에서 재이용하게 된다. 집하시설은 공동주택 단지 내 공원, 녹지 등의 지하공간에 설치한다. 음식물류폐기물 수거업자, 중간처리시설, 최종처리시설 운영이 불필요하게 된다. 공동주택 단지 내에서는 일정위치에 음식물류폐기물 투입구와 집하시설이 설치되고, 집하시설 내에는 바이오에너지화 시스템이 연계 설치된다. 바이오에너지화 시설은 바이오가스화 혹은 연료

화 기술을 조합하여 선택적으로 설치할 수 있으나 음식물류폐기물 처리 시설이므로 공동주택 단지 건설 시에 환경영향평가의 대상이 될 수 있다. 음식물류폐기물이 공동주택 단지의 경계 밖으로 배출되지 않고 공동주택 단지의 쾌적성이 향상되고, 최종 처리 부담이 감소하고, 단지 내 자원순환사회 구축이 가능한 시스템으로 판단된다.

2.1.2.2. 소규모분산처리방식

종래의 공동주택에서의 음식물류폐기물 처리방식 중의 차량수거방식에서 음식물류폐기물 전용수거용기를 대신하여 바이오에너지화 시스템을 소규모화 하고 분산하여 설치하는 방식을 음식물류폐기물 제로화 시스템의 하나로 제안한다. 소규모분산처리방식은 음식물류폐기물을 입주자가 공동주택 단지 내 일정위치에 있는 전용수거용기 대응의 소규모 바이오에너지화 시스템에 배출하면, 음식물류폐기물이 처리되며 발생하는 부산물은 에너지자원으로 순환하여 공동주택 단지 내에서 재이용하게 된다. 소규모 바이오에너지화 시스템은 종래의 음식물류폐기물 전용수거용기를 대응으로 공동주택 단지 내 재활용 창고, 생활폐기물 수거장소 등의 공간을 활용하여 설치하고 이는 음식물류폐기물 수거업자, 중간처리시설, 최종처리시설 운영이 불필요하게 된다.

2.1.2.3. 오수처리연계방식

공동주택의 각 세대 내의 주방싱크대에 주방오물분쇄기를 설치하고 음식물류폐기물을 오배수직수관을 통해 이송하여 단지 내 오배수 처리시설에서 처리하여 하수관거로 방류하는 방식을 음식물류폐기물 제로화 시스템의 하나로 제안한다. 오수처리연계방식은 음식물류폐기물을 각 세대내에서 입주자가 주방오물분쇄기를 통해 오배수직수관으로 배출하고, 공동주택 단지 내 일정위치에 있는 오수처리시설에서 바이오에너지화 시스템을 설치하고, 음식물류폐기물을 처리하며 발생하는 부산물은 에너지자원으로 순환하여 공동주택 단지 내에서 재이용하게 된다. 바이오에너지화 시스템과 연계된 오수처리시설은 공동주택 단지 내 지하공간을 활용하여 설치하며 이는 음식물류폐기물 수거업자, 중간처리시설, 최종처리시설 운영이 불필요하게 된다. 하지만 오배수처리시설이 최근 질소, 인에 대한 하수방류기준 강화에 따라 고도처리시설이 적용되어야 하며 이에 대한 운영 관리에 대한 입주자의 부담이 있다고 판단된다.

2.2. 비용 및 환경효과 산정방법

2.2.1. 시설별 초기 투자비용 산정방법

초기 투자비용을 예측하기 위해서 공동주택 단지 1,000세대에 하루 1톤의 음식물류폐기물이 발생되며, 음식물류폐기물 수거차량은 1톤 차량 1대당 2억 원, 중간/최종처리시설은 음식물류폐기물을 소각 혹은 퇴비화, 사료화 설비로 처리 톤당 7억 원으로 가정하였다.

Table 1. Basic unit setting of capital expenditure by treatment method of food waste

Classification	Unit of capital expenditure (won/ton)
Collection vehicle (1 ton)	200,000,000
Collection and transportation costs	32,077
Collection vehicle ⁶⁾ Automatic collection method using conveying pipe	600,000,000
Total	800,032,077
Anaerobic digestion plant	250,000,000
Bio-treatment and energization ⁷⁾ Fermentation·extinction plant	200,000,000
Biogas/fuel facilities	250,000,000
Intermediate/final treatment facilities (composting, feed, incineration)	700,000,000
Total	1,400,000,000
Disposer (2,474,000 won/kg, 1 household)	2,474,000,000
Sewage·wastewater treatment ⁸⁾ Sewage·waste water treatment and pipe facilities (473,000 won/kg, 1 household)	473,000,000
Total	2,947,000,000

또한, 압송관로를 이용한 자동집하시설은 투입구, 압송관로, 집하시설을 건설할 경우 음식물류폐기물 집하 톤당 6억 원으로 가정하였다.⁶⁾

바이오처리 및 에너지화 부문에서는 혐기소화 설비와 바이오가스화/연료화 부대설비(가스 저장조, 정제, 탈취, 압축/성형/가공 설비 등)를 각각 처리 톤당 2억 5천만원으로 가정하고, 발효·소멸설비는 하루 100 kg 처리기 약 2,000만원임을 고려하여 톤당 2억 원으로 설정하였다.⁷⁾

Table 1에 음식물류폐기물 처리방식에 따른 초기 투자비용 산정을 위한 건설비용 원단위 설정을 나타내었다.

2.2.2. 시설별 연간 석유사용량 산정방법

음식물류폐기물 처리방식에 따른 연간 석유사용량을 예측하기 위해서 공동주택 단지 1,000세대에 하루 1톤의 음식물류폐기물이 발생된다고 가정한다. 음식물류폐기물 수거특장차량은 1톤 차량 1대당 하루 30 km 운행하고 연비는 경유 1 L 당 15 km 소모되며, 중간/최종처리시설은 음식물류폐기물을 소각 혹은 퇴비화, 사료화 설비로 처리 톤당 1,124 MJ (소각기준) 에너지가 소모된다고 가정하였다.

또한, 압송관로를 이용한 자동집하시설은 음식물류폐기물 집하 톤당 110 kWh/일 용량의 송풍기 1.25대로 설정하였다.

바이오처리 및 에너지화 부문에서는 혐기소화 설비에서 처리 톤당 725 MJ 에너지가 소모되고, 발효·소멸설비는 하루 100 kg 처리기 대당 10 kWh/일 전력 소모된다고 가정하였으며, 오배수처리방식에서 하루 0.726 kWh 전력소모량의 주방오물분쇄기를 세대 당 1대 설치하고, 오배수처리 시설은 호기소화 기준으로 428 MJ 에너지가 소모된다고 설정한다.

시설별 가동시간은 300일로 하였으며 Table 2에 음식물류

Table 2. Basic unit setting of annual oil consumption by treatment method of food waste⁹⁾

Classification	Unit of annual oil consumption
Collection vehicle	· Collection vehicle (1 ton): mileage 15 km/L (diesel) · 30 km per day, 300 days operation · Diesel 1 L=0,000901 TOE
Intermediate/final treatment facilities (composting, feed, incineration)	· 1,124 MJ per ton (incineration) consumption · 312 kWh/day (incineration) consumption · 300 days operation, 1 kWh=0,00023 TOE
Automatic collection method using conveying pipe	· Air blower 110 kWh/day consumption · 1.25 air blower per ton, 300 days operation
Bio-treatment and energization	· Anaerobic digestion plant · 725 MJ per ton consumption · 201 kWh/day consumption · 300 days operation, 1 kWh=0,00023 TOE
Fermentation·extinction plant	· 100 kg equipment, distributed installation · 10 equipments · 100 kg equipment: 10 kWh/day consumption · 300 days operation, 1 kWh=0,00023 TOE
Sewage·waste water treatment	· Disposer: installed one per household (1 kg treatment per disposer) · 0,726 kWh/day consumption · 300 days operation, 1 kWh=0,00023 TOE
Sewage·waste water treatment facilities (aerobic digestion)	· Sewage·waste water treatment · 428 MJ per ton consumption · 134 kWh/day consumption · 300 days operation, 1 kWh=0,00023 TOE

폐기물 처리방식에 따른 연간 석유사용량 산정을 위한 항목별 원단위 설정을 나타내었다.⁹⁾

2.2.3. 시설별 연간 이산화탄소 배출량 산정방법

음식물류폐기물 처리방식에 따른 연간 이산화탄소 배출량을 예측하기 위해서 공동주택 단지 1,000세대에 하루 1톤의 음식물류폐기물이 발생된다고 가정하였다. 그리고 음식물류폐기물 수거특장차량은 1톤 차량 1대당 하루 30 km 운행하고, 연비는 경유 1 L 당 15 km를 운행 하는 것으로 가정 하였다. 중간/최종처리시설은 음식물류폐기물을 소각 혹은 퇴비화, 사료화 설비로 처리 톤당 1,124 MJ(소각기준) 에너지가 소모된다고 가정하였다.

또한, 압송관로를 이용한 자동집하시설은 음식물류폐기물 집하 톤당 필요한 송풍기의 개수는 110 kWh/일 용량의 송풍기 1.25대로 설정하였다. 바이오처리 및 에너지화 부문에서는 혐기소화 설비에서 처리 톤당 725 MJ 에너지가 소모되고, 발효·소멸설비는 하루 100 kg 처리기 대당 10 kWh/일 전력 소모된다고 가정하였다. 오배수처리방식에서의 주방오물분쇄기는 전력소모량이 하루 0.726 kWh이며 세대 당 1대 설치하였다고 가정하였으며, 오배수처리시설은 호기소화 기준으로 428 MJ 에너지가 소모된다고 가정하였다.¹¹⁾

시설별 가동시간은 300일로 하였으며 Table 3에 음식물류폐기물 처리방식에 따른 연간 이산화탄소 배출량 산정을 위한 항목별 원단위 설정을 나타내었다.

Table 3. Basic unit setting of CO₂ emission quantity by treatment method of food waste¹¹⁾

Classification	Unit of CO ₂ emission quantity
Collection vehicle	<ul style="list-style-type: none"> Collection vehicle (1 ton): mileage 15 km/L (diesel) 30 km per day, 300 days operation Diesel 1 L=0,00258 tCO₂
Intermediate/final treatment facilities (composting, feed, incineration)	<ul style="list-style-type: none"> 1,124 MJ per ton (incineration) consumption 312 kWh/day (incineration) consumption 300 days operation, 1 kWh=0,00047 tCO₂
Automatic collection method using conveying pipe	<ul style="list-style-type: none"> Air blower 110 kWh/day consumption 1,25 air blower per ton, 300 days operation
Bio-treatment/energization	Anaerobic digestion plant <ul style="list-style-type: none"> 725 MJ per ton consumption 201 kWh/day consumption 300 days operation, 1 kWh=0,00047 tCO₂
	Fermentation·extinction plant <ul style="list-style-type: none"> 100 kg equipment, distributed installation 10 equipments 100 kg equipment: 10 kWh/day consumption 300 days operation, 1 kWh=0,00047 tCO₂
Sewage·waste water treatment	Disposer <ul style="list-style-type: none"> Disposer: installed one per household (1 kg treatment per disposer) 0,726 kWh/day consumption 300 days operation, 1 kWh=0,00047 tCO₂
	Sewage·waste water treatment facilities (aerobic digestion) <ul style="list-style-type: none"> 428 MJ per ton consumption 134 kWh/day consumption 300 days operation, 1 kWh=0,00047 tCO₂

2.2.4. 시설별 음식물류폐기물 처리운영비용 산정방법

Table 4에 음식물류폐기물 기존처리방식과 제로 하우스 방식에 따른 시설별로 음식물류폐기물을 처리하는 데 소요되는 비용을 정리하였다. 음식물류폐기물 처리방식에 따른 시설별 처리운영비용을 예측하기 위하여 공동주택 단지 1,000세대에 하루 1톤의 음식물류폐기물이 발생된다고 가정하였으며, 음식물류폐기물 수거특장차량은 1톤 차량 1대당 하루 30 km 운행하고 연비는 경우 1 L 당 15 km 소모되며 음식물류폐기물 운송비용은 톤당 32,077원으로 산정하였다.⁶⁾

Table 4. Operating expenditure setting of treatment method of food waste

Classification	Operating expenditure
Collection vehicle	32,077 won/ton
Intermediate treatment facilities (anaerobic, aerobic digestion)	125,372 won/ton
Effectiveness of intermediate treatment facilities	80%
Final treatment facilities (composting, feed, incineration)	1,051,468 won/ton
Fermentation·extinction plant operation (electricity costs)	30,070 won/ton
Effectiveness of fermentation·extinction plant	90%
Collection vehicle	32,077 won/ton
Food waste by-product (compost)	100 won/kg

또한, 중간처리시설에서 음식물류폐기물 톤당 125,372원, 최종처리시설에서는 음식물류폐기물 톤당 1,051,468원으로 처리된다고 설정하였다.¹¹⁾

한편, 음식물류폐기물 발효·소멸 장치에서는 현장 실험에서 얻어진 음식물류폐기물 100 kg 처리장치에서 하루 평균 전력 6.2 kWh가 소모되는 점을 감안하여 1톤 음식물류폐기물 처리에는 30,070원이 소요된다고 가정하였다. 여기서 전기비용은 1 kWh 당 485원으로 설정하였다. 발효·소멸 장치에서는 음식물류폐기물이 최소 90% 감량이 되며, 최종적으로 퇴비 운반하는 비용은 음식물류폐기물 톤당 운반비용과 동일하게 적용하였다.¹²⁾

또한, 발생하는 최종 부산물은 퇴비로 활용되며, 퇴비생산으로부터 얻어지는 수입은 1999년부터 시행되어 온 정부의 비료 지원 사업 내용에 따라 유기질 비료의 경우 20 kg/포에 2,000원임을 고려하여 퇴비 1 kg 당 100원으로 산정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 음식물류폐기물 제로화 시스템 적용에 따른 효과 분석

3.1.1. 초기 투자비용의 비교 분석

3.1.1.1. 차량수거방식

음식물류폐기물의 차량수거방식에서 초기 투자에는 음식물류폐기물 수거차량, 중간/최종처리 시설이 필요하다. Fig. 3에 나타난 것처럼 차량수거방식에서 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리하기 위해서는 음식물류폐기물 수거특장차량 1톤 트럭 1대 구입비용 2억 원과 음식물류폐기물 수거운반비용 32,077원 그리고 중간/최종처리시설 비용 7억 원으로 총 9억 원이 소요된다고 예측된다.

3.1.1.2. 자동집하방식

음식물류폐기물의 자동집하방식에서는 초기 투자에는 압송관을 이용한 자동집하시설, 차량수거, 중간/최종처리시설이 필요하다. Fig. 3에 나타난 것처럼 자동집하방식에서 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리하기 위해서는 음식물류폐기물 자동집하시설 건설비용 6억 원, 수거특장차량 1톤 트럭 1대 구입비용 2억 원과 음식물류폐기물 수거운반비용 32,077원 그리고 중간/최종처리시설 비용 7억 원으로 총 15억 원이 소요된다고 예측된다.

3.1.1.3. 자동집하처리방식

음식물류폐기물의 자동집하처리방식에서는 초기 투자에는 압송관을 이용한 자동집하시설, 혐기소화 및 바이오가스화 부대설비가 필요하다. Fig. 3에 나타난 것처럼 자동집하처리방식에서 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리하기 위해서는 음식물류폐기물

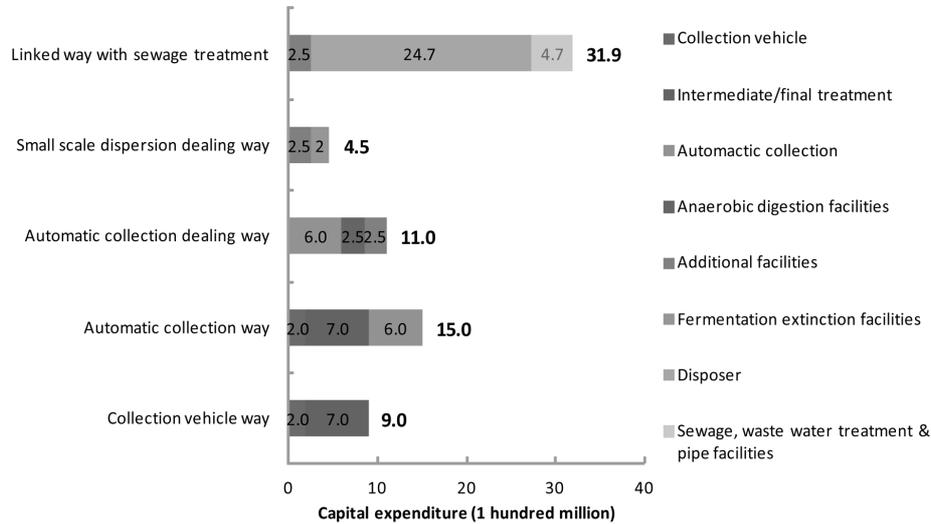


Fig. 3. Comparison of capital expenditure by treatment method of food waste.

자동집하시설 건설비용 6억 원, 바이오처리 및 에너지화 시설인 혐기소화 2.5억 원, 바이오가스 부대설비 2.5억 원으로 총 11억 원이 소요된다고 예측된다. 기존 차량수거방식에서 초기 투자비용이 9억 원으로 예측된 결과에 비교하여서 자동집하처리 방식이 상대적으로 2억 원(약 22%) 증가되었다고 볼 수 있다. 한편, 기존 자동집하방식이 초기 투자비가 총 15억 원으로, 이와 비교할 때 4억 원(약 27%)이 감소된 결과를 예측할 수 있다. 그러므로 제안한 자동집하처리방식의 경우 압송관로를 이용한 자동집하시설의 환경 인프라가 구축되는 지역에 도입이 유리하다고 분석된다.

3.1.1.4. 소규모분산처리방식

음식물류폐기물 소규모 분산처리방식에서는 초기 투자에는 음식물류폐기물 전용수거용기 대용의 발효·소멸을 이용한 소규모 바이오에너지화 시스템이 필요하다. Fig. 3에 나타난 것처럼 자동집하처리방식에서 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리하기 위해서는 음식물류폐기물의 발효·소멸을 이용한 소규모 분산처리 시스템 설치비용 2억 원, 바이오연료화 부대설비 2.5억 원으로 총 4.5억 원이 소요된다고 예측된다. 기존 차량수거방식에서 초기 투자비용이 9억 원으로 예측된 결과에 비교하여 소규모분산처리방식이 4.5억 원(약 50%)이 절감되었다고 볼 수 있다. 한편, 기존 자동집하방식이 초기 투자비가 총 15억 원으로 이와 비교할 때 10.5억 원(약 70%)이 감소된 결과를 예측할 수 있다. 그러므로 제안된 자동집하방식의 경우 압송관로를 이용한 자동집하시설의 환경 인프라가 구축되지 않는 소규모 단지나 기존 공동주택 단지에 도입이 유리하다고 분석된다.

3.1.1.5. 오수처리연계방식

음식물류폐기물 오수처리연계방식에서는 초기 투자에 세대별 주방오물분쇄기, 오배수수직관, 횡주관, 오수처리시설, 바이오가스화 부대설비가 필요하다. Fig. 3에 나타난 것처럼

자동집하처리방식에서 공동주택 1,000세대가 발생시키는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리하기 위해서는 대당 2,474천원의 주방오물분쇄기를 1,000세대 설치비용 24.7억 원, 오배수 수직관, 횡주관 및 오배수처리설비 4.7억 원, 오배수 처리에 따른 바이오가스화 부대설비 2.5억 원으로 총 32억 원이 소요된다고 예측되었다. 기존 차량수거방식에서 초기 투자비용이 9억 원으로 예측된 결과에 비교하여서 오배수처리연계방식이 상대적으로 23억 원(약 2.6배) 증가되었다고 볼 수 있다. 한편, 기존 자동집하방식이 초기 투자비가 총 15억 원으로, 이와 비교하였을 때 상대적으로 17억 원(약 2.1배)이 증가된 결과를 예측할 수 있다. 그러므로 제안된 오배수처리연계방식의 경우 입주민 생활편리측면에 적용가능하나, 초기 투자부담이 높다고 분석된다.

3.1.1.6. 초기 투자비용 종합분석

음식물류폐기물 처리방식에 따라서 초기 투자비용을 Fig. 3에서 종합적으로 비교 분석하였다. 자동집하처리방식은 기존 자동집하방식보다 초기 투자비 부담이 약 27% 경감되었지만, 기존 차량수거방식에 비해서는 초기 투자비용이 약 22% 상승된 결과로부터 압송관로를 이용한 자동집하시설의 환경 인프라가 구축되는 지역에 도입이 유리하다고 분석되었다. 한편, 기존 차량수거방식에서 비교하여 소규모분산처리방식은 초기 투자비용이 약 50% 절감되고, 기존 자동집하방식에 비교하여서는 무려 약 70% 감소된 결과로, 압송관로를 이용한 자동집하시설의 환경 인프라가 구축되지 않는 소규모 단지나 기존 공동주택 단지에 도입이 유리하다고 분석되었다. 그러나 오배수처리 연계방식의 경우 입주민 생활편리측면에 적용가능하나, 초기 투자 부담이 타 방식에 비해서 높다고 분석 되었다.

3.1.2. 연간 석유사용량 비교분석

3.1.2.1. 차량수거방식

음식물류폐기물의 차량수거방식에서 초기 투자에는 음식

물류폐기물 수거차량, 중간/최종처리 시설이 필요하다. Fig. 4에서 나타난 것처럼 차량수거방식에서 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리에 소요되는 연간 석유사용량은, 수거운반 1.081 TOE, 중간/최종처리시설 21.528 TOE로 총 22.609 TOE가 소요된다고 예측된다.

3.1.2.2. 자동집하방식

음식물류폐기물의 자동집하방식에서는 초기 투자에는 압송관로를 이용한 자동집하시설, 차량수거, 중간/최종처리시설이 필요하다. Fig. 4에 나타난 것처럼 자동집하방식에서 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리하기 위해서 소요되는 연간 석유사용량은, 음식물류폐기물 자동집하시설 9.488 TOE, 수거운반 0.541 TOE, 그리고 중간/최종처리시설 21.528 TOE로 총 31.556 TOE가 소요된다고 예측된다.

3.1.2.3. 자동집하처리방식

음식물류폐기물의 자동집하처리방식에서는 초기 투자에는 압송관로를 이용한 자동집하시설, 혐기소화 및 바이오가스화 부대설비가 필요하다. Fig. 4에 나타난 것처럼 자동집하방식에서 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리하기 위해서 소요되는 연간 석유사용량은, 음식물류폐기물 자동집하시설 9.488 TOE, 혐기소화 설비 13.869 TOE로 총 23.357 TOE가 소요된다고 예측된다. 기존 차량수거방식에서 연간 석유사용량 22.609 TOE로 예측된 결과에 비교하여서 자동집하처리 방식이 상대적으로 0.748 TOE(약 3.3%) 증가되었지만 기존 자동집하방식과 비교할 때 연간 석유사용량이 31.556 TOE로 8.199 TOE(약 26%) 감소된 결과를 예측할 수 있다.

3.1.2.4. 소규모분산처리방식

음식물류폐기물 소규모 분산처리방식에서는 초기 투자에는 음식물류폐기물 전용수거용기 대용의 발효·소멸을 이

용한 소규모 바이오에너지화 시스템이 필요하다. Fig. 4에 나타난 것처럼 소규모 분산처리 방식에서 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리하기 위해서 소요되는 연간 석유사용량은 음식물류폐기물 발효소멸 설비 6.9 TOE로 예측 된다. 기존 차량수거방식에서 연간 석유사용량 22.609 TOE로 예측된 결과에 비교하여 소규모 분산처리방식이 상대적으로 15.709 TOE(약 69.5%) 감소되었다고 볼 수 있다. 한편, 기존 자동집하방식의 연간 석유사용량이 31.556 TOE로 이와 비교할 때 24.656 TOE(약 78.1%)이 감소된 결과를 예측할 수 있다.

3.1.2.5. 오수처리연계방식

음식물류폐기물 오수처리연계방식에서는 초기 투자에 세대별 주방오물분쇄기, 오배수수직관, 횡주관, 오수처리시설, 바이오가스화 부대설비가 필요하다. Fig. 4에 나타난 것처럼 오배수 연계방식에서 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리하기 위해서 소요되는 연간 석유사용량은 주방오물분쇄기 50.094 TOE, 오배수 처리 설비 9.246 TOE로 총 59.34 TOE가 소요된다고 예측된다. 기존 차량수거방식에서 연간 석유사용량 22.609 TOE로 예측된 결과에 비교하여 오배수 연계방식이 상대적으로 36.731 TOE(약 2.6배) 증가되었으며 기존 자동집하방식의 연간 석유사용량과 비교할 때 31.556 TOE로 27.784 TOE(약 1.9 배) 증가된 결과를 예측할 수 있다.

3.1.2.6. 연간 석유사용량 종합분석

음식물류폐기물 처리방식에 따라서 연간 석유사용량을 Fig. 4에서 종합적으로 비교 분석하였다. 자동집하처리방식은 기존 자동집하방식보다 연간 석유사용량이 약 26% 경감되었지만, 기존 차량수거방식에 비해서는 초기 투자비용이 약 7.8% 상승된 결과로부터 압송관로를 이용한 자동집하시설의 환경 인프라가 구축되는 지역에 도입이 유리하다고 분석되었다. 한편, 기존 차량수거방식에서 비교하여 소

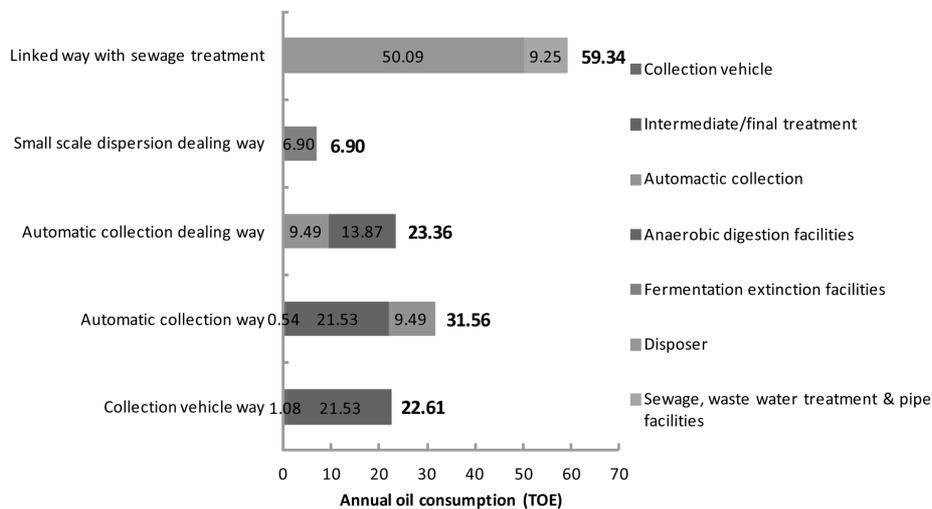


Fig. 4. Comparison of annual oil consumption by treatment method of food waste.

규모분산처리방식은 연간 석유사용량이 약 69.5% 절감되고, 기존 자동집하방식에 비교하여서는 무려 약 78.1% 감소된 결과로, 압송관로를 이용한 자동집하시설의 환경 인프라가 구축되지 않는 소규모 단지나 기존 공동주택 단지에 도입이 유리하다고 분석되었다. 그러나 오배수처리 연계방식의 경우 입주민 생활편리측면에 적용가능하나, 연간 석유사용량이 타 방식에 비해서 높다고 분석되었다.

3.1.3. 연간 이산화탄소 배출량 비교분석

3.1.3.1. 차량수거방식

음식물류폐기물의 차량수거방식에서 초기 투자에는 음식물류폐기물 수거차량, 중간/최종처리 시설이 필요하다. Fig. 5에서 나타난 것처럼 차량수거방식에서 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리에 소요되는 연간 이산화탄소 배출량은, 수거운반 3.096 tCO₂, 중간/최종처리시설 43.992 tCO₂로 총 47.088 tCO₂가 소요된다고 예측된다.

3.1.3.2. 자동집하방식

음식물류폐기물의 자동집하방식에서는 초기 투자에는 압송관로를 이용한 자동집하시설, 차량수거, 중간/최종처리시설이 필요하다. Fig. 5에 나타난 것처럼 자동집하방식에서 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리하기 위해서 소요되는 연간 이산화탄소 배출량은, 음식물류폐기물 자동집하시설 19.388 tCO₂, 수거운반 1.548 tCO₂, 그리고 중간/최종처리시설 43.992 tCO₂로 총 64.928 tCO₂가 소요된다고 예측된다.

3.1.3.3. 자동집하처리방식

음식물류폐기물의 자동집하처리방식에서는 초기 투자에는 압송관로를 이용한 자동집하시설, 혐기소화 및 바이오가스화 부대설비가 필요하다. Fig. 5에 나타난 것처럼 자동집하방식에서 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식

물류폐기물 1톤을 처리하기 위해서 소요되는 이산화탄소 배출량은, 음식물류폐기물 자동집하시설 19.388 tCO₂, 혐기소화설비 28.341 tCO₂로 총 47.729 tCO₂가 소요된다고 예측된다. 기존 차량수거방식에서 연간 이산화탄소 배출량 47.088 tCO₂로 예측된 결과에 비교하여서 자동집하처리 방식이 상대적으로 0.641 tCO₂(약 1.4%) 증가되었지만 기존 자동집하방식과 비교할 때 연간 이산화탄소 배출량이 64.928 tCO₂로 17.199 tCO₂(약 26.5%) 감소된 결과를 예측할 수 있다.

3.1.3.4. 소규모분산처리방식

음식물류폐기물 소규모 분산처리방식에서는 초기 투자에는 음식물류폐기물 전용수거용기 대응의 발효·소멸을 이용한 소규모 바이오에너지화 시스템이 필요하다. Fig. 5에 나타난 것처럼 소규모 분산처리 방식에서 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리하기 위해서 소요되는 연간 이산화탄소 배출량은 음식물류폐기물 발효소멸 설비 14.1 tCO₂로 예측 된다. 기존 차량수거방식에서 연간 이산화탄소 배출량 47.088 tCO₂로 예측된 결과에 비교하여 소규모분산처리방식이 상대적으로 32.988 tCO₂(약 70%) 감소되었다고 볼 수 있다. 한편, 기존 자동집하방식의 연간 이산화탄소 배출량이 64.928 tCO₂로 이와 비교할 때도 50.828 tCO₂(약 78.3%)이 감소된 결과를 예측할 수 있다.

3.1.3.5. 오수처리연계방식

음식물류폐기물 오수처리연계방식에서는 초기 투자에 세대별 주방오물분쇄기, 오배수수직관, 횡주관, 오수처리시설, 바이오가스화 부대설비가 필요하다. Fig. 5에 나타난 것처럼 오배수 연계방식에서 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리하기 위해서 소요되는 연간 이산화탄소 배출량은 주방오물분쇄기 102.366 tCO₂, 오배수 처리설비 18.894 tCO₂로 총 121.26 tCO₂가 소요된다고 예측된다. 기존 차량수거방식에서 연간 이산화탄소 배출

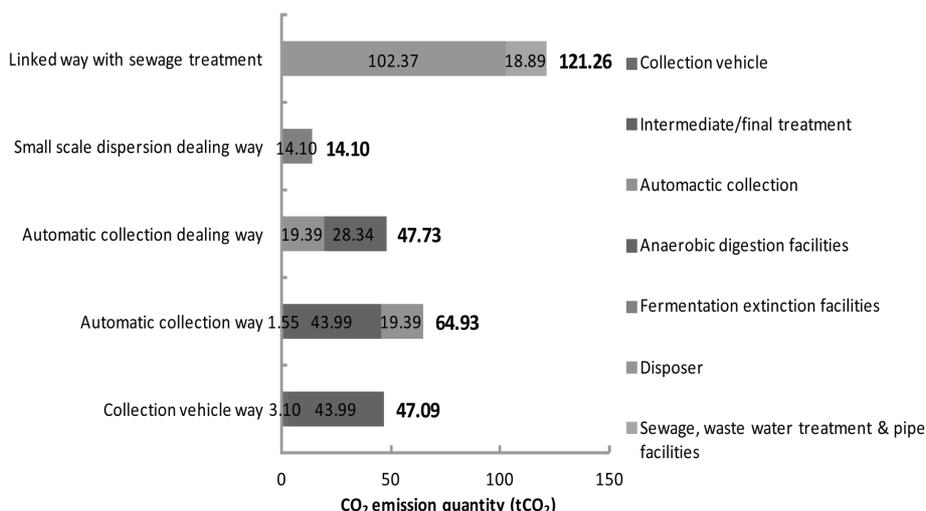


Fig. 5. Comparison of CO₂ emission quantity by treatment method of food waste.

량 47.088 tCO₂로 예측된 결과에 비교하여 오배수 연계방식이 상대적으로 74.172 tCO₂(약 2.6배) 증가되었으며 기존 자동집하방식의 연간 이산화탄소 배출량과 비교할 때도 64.928 tCO₂로 56.332 tCO₂(약 1.9배) 증가된 결과를 예측할 수 있다.

3.1.3.6. 연간 이산화탄소 배출량 종합분석

음식물류폐기물 처리방식에 따라서 연간 이산화탄소 배출량을 Fig. 5에서 종합적으로 비교 분석하였다. 자동집하처리방식은 기존 자동집하방식보다만 연간 석유사용량이 약 26.5% 경감되었지만, 기존 차량수거방식에 비해서는 초기 투자비용이 약 7.8% 상승된 결과로부터 압송관로를 이용한 자동집하시설의 환경 인프라가 구축되는 지역에 도입이 유리하다고 분석되었다. 한편, 기존 차량수거방식에서 비교하여 소규모분산처리방식은 연간 이산화탄소 배출량이 약 70% 절감되고, 기존 자동집하방식에 비교하여서는 무려 약 78.3% 감소된 결과로, 압송관로를 이용한 자동집하시설의 환경 인프라가 구축되지 않는 소규모 단지나 기존 공동주택 단지에 도입이 유리하다고 분석되었다. 그러나 오배수 처리 연계방식의 경우 입주민 생활편리 측면에 적용 가능하나, 연간 이산화탄소 배출량이 타 방식에 비해서 높다고 분석되었다.

3.2. 기존처리방식과 제로 하우스 방식의 효과 비교분석

기존처리방식을 차량수거방식으로 대표하고, 제안하는 방식 중 가장 경제적이면서 친환경적인 소규모분산처리(발효·소멸 방식)를 제로 하우스 방식으로 지정하여 보다 다각적으로 효과분석을 하고자 하였다. 초기 투자비와 석유 사용량, 이산화탄소 배출량과 더불어 음식물류폐기물 처리운영비용과 입주자 부담 관리비용을 추가 분석하였다. Fig. 2에 1번 그림인 기존처리방식과 4번 그림인 제로 하우스 방식의 시나리오를 나타내었다.

3.2.1. 음식물류폐기물 처리운영비용의 비교분석

3.2.1.1. 처리시설별 음식물류폐기물 처리운영비용 비교분석
 기존처리방식으로 공동주택 1,000세대에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리하는 데 소요되는 시설별 비용은 수거운반 32,077원, 중간처리시설 125,372원, 최종처리시설 210,294원으로 총 367,743원이 소요된다고 예측되었다. 여기서, 중간처리시설은 국내 폐기물 중간처리시설 평균 처리율 80%임을 감안하여 최초 1톤 발생한 음식물류폐기물이 최종처리시설에는 0.2톤만 유입된다고 설정하였다. 즉, 최종처리시설의 음식물류폐기물 처리운영비용은 당초 음식물류폐기물 톤당 1,051,468원의 20%만 적용하여 산출하였다.¹¹⁾

음식물류폐기물 제로 하우스 방식으로 1,000세대 공동주택에서 발생하는 하루 음식물류폐기물 1톤을 처리하는 비용은 먼저, 발효·소멸장치 운영에 음식물류폐기물 1톤당 처리운영비용 30,070원이 소요되었다. 또한 발효·소멸장

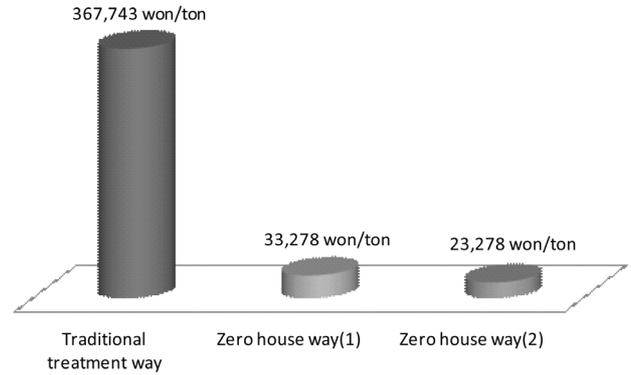


Fig. 6. Comparison of operating expenditure by treatment method of food waste.

치에서는 음식물류폐기물이 최소 90% 감량되므로, 최종 퇴비발생량을 0.1톤으로 설정하고 운반하는 비용을 음식물류폐기물 톤당 운반비용 10%만 적용하여 3,208원으로 산출하였다. 발생 최종 부산물 0.1톤을 퇴비로 활용하여 10,000원 수입으로 산정하였다. 따라서 제로 하우스 방식의 경우 음식물류폐기물 1톤당 처리운영비용은 33,278원이 소요되거나 발생 부산물을 퇴비로 활용하여 수입으로 산정할 경우 23,278원으로 10,000원 절감이 가능하다고 분석되었다.

3.2.1.2. 음식물류폐기물 처리운영비용 종합분석

음식물류폐기물 처리방식에 따라 시설별 처리운영비용을 Fig. 6에서 종합적으로 비교 분석하였다. 기존처리방식은 음식물류폐기물 1톤 처리에 있어서 367,743원의 비용이 소요되는 반면, 단지 내에서 발효·소멸만 하는 제로 하우스 방식(1)은 33,278원이 소요되며, 최종 부산물을 퇴비로 활용하여 수입으로 산정하는 제로 하우스 방식(2)에서는 23,278원의 비용 소요가 예측되었다. 제로 하우스 방식(1)이 기존처리방식과 비교하여 334,465원(약 91.0%) 절감되며, 제로 하우스 방식(2)의 경우 344,465원(약 93.7%) 절감될 수 있는 것으로 분석되었다. 음식물류폐기물 처리운영비용은 해당 지자체에서 관장하고 있으므로 음식물류폐기물 제로 하우스 방식을 적용할 경우에는 국가적 예산절감에도 일익이 될 것이며, 해당지역 입주민의 비용 부담도 경감될 것으로 기대되었다. 또한 친환경 공동주택 건설에서의 음식물류폐기물의 효율적 관리 일환으로 도입 가능한 아이টে으로 기대할 수 있었다.

3.2.2. 입주자 부담 음식물류폐기물 관리비용 비교

음식물류폐기물 처리방식에 따라서 입주자 부담 음식물류폐기물 관리비용을 Fig. 7에서 종합적으로 비교하였다. 일반적으로 분양단지의 경우 음식물류폐기물 처리 관련 관리비를 세대 당 매월 1,500원 부담한다고 볼 때,¹³⁾ 하루 1톤 음식물류폐기물이 발생하는 1,000세대 공동주택단지의 음식물류폐기물 관리비용은 월 1,500,000원으로 볼 수 있다. 한편, 음식물류폐기물 제로 하우스 방식을 도입하는 경우 발효·소멸 장치의 음식물류폐기물 하루 1톤 처리 소요 전기

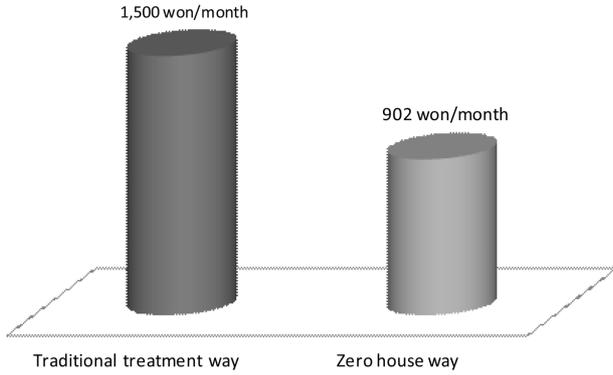


Fig. 7. Comparison of management expenses by treatment method of food waste.

료는 30,070원으로 예상되었다. 이 경우 1개월간(30일) 운영한다고 하면, 월 902,100원의 음식물류폐기물 관리비용이 소요된다고 예측되었다. 최종적으로 1,000세대 규모 단지 음식물류폐기물 제로 하우스 방식을 적용하면 세대 당 월 902원으로 음식물류폐기물 관리가 가능하며, 이는 기존처리방식의 입주자 부담 관리비용 월 1,500원보다 598원(약 39.9%) 절감이 가능하다고 분석되었다.

3.3. 추세 곡선을 이용한 효과 분석 고찰

Fig. 8에 초기 투자비에 따른 석유 사용량과 이산화탄소 배출량의 추세 곡선을 나타내었다. 초기 투자비에 따라 석유 사용량과 이산화탄소 배출량은 이차 함수의 기울기가 음의 값으로 초기 투자비가 상당한 금액이 되더라도 그에 따른 석유 사용량과 이산화탄소 배출량의 증가 폭은 점점 감소할 것으로 예상할 수 있다.

Fig. 9에 석유 사용량에 따른 초기 투자비와 이산화탄소 배출량의 추세 곡선을 나타내었다. 석유 사용량에 따라 이산화탄소 배출량은 이차 함수의 기울기가 음의 값이나 매우 작은 값으로 거의 일차 함수의 추세를 따르고 있다. 따라서 석유 사용량에 비례하여 이산화탄소 배출량이 증가하

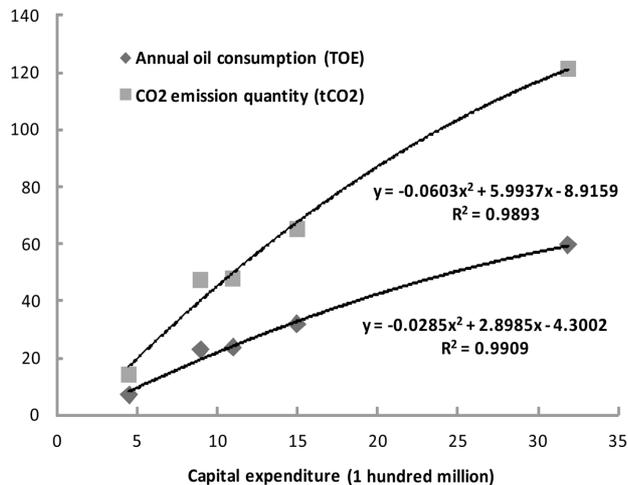


Fig. 8. Trend line of annual oil consumption and CO₂ emission quantity with increasing capital expenditure.

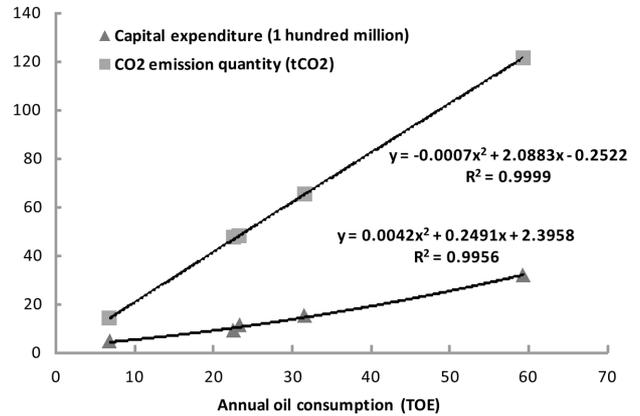


Fig. 9. Trend line of capital expenditure and CO₂ emission quantity with increasing annual oil consumption.

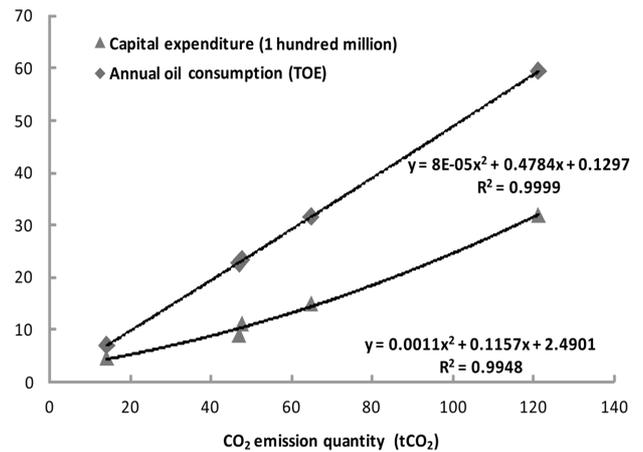


Fig. 10. Trend line of capital expenditure and annual oil consumption with increasing CO₂ emission quantity.

고 감소함을 알 수 있다. 반면 초기 투자비의 경우는 이차 함수의 기울기가 양의 값으로 석유 사용량의 증가 폭보다 초기 투자비가 큰 폭으로 증가함을 예측할 수 있다.

Fig. 10에 이산화탄소 배출량에 따른 초기 투자비와 석유 사용량의 추세 곡선을 나타내었다. 이산화탄소 배출량에 따라 석유 사용량은 이차 함수의 기울기가 매우 작은 음의 값으로 일차 함수의 추세를 보이고 있는데, 이 결과는 위의 Fig. 10과 같다. 이산화탄소 배출량에 따른 초기 투자비는 이차 함수의 기울기가 양의 값으로 이산화탄소 배출량이 증가하는 것에 비해 초기 투자비가 많이 소요됨을 예상할 수 있다.

4. 결론

공동주택 단지에서의 음식물류폐기물을 처리하는 방식을 기존의 차량으로 운반하여 중간/최종 처리하는 차량수거방식과 압송관로를 이용한 자동집하방식으로 구분하였고, 제안방식에서는 압송관로를 이용한 자동집하시설에서 바이오 에너지화 시스템을 연계 설치하는 자동집하처리방식, 동 단

위별 음식물류폐기물 전용 수거용기를 대체한 소규모 분산 처리방식, 오배수 수직관, 오수처리시설에 연계한 오수처리 연계방식으로 구분하여 음식물류폐기물의 처리에 대한 시나리오를 설정하였다.

최종적으로 기존방식과 제안방식의 시나리오를 설정하여 적용효과를 비교한 결과, 소규모분산처리방식이 초기 투자비, 연간 석유사용량, 이산화탄소 배출량, 음식물류폐기물 처리운영비용, 입주자 부담 관리비가 타 방식에 비교하여 가장 낮으며, 적용·도입 가능성이 높았다. 또한, 초기 투자비용이 낮은 처리방식이 연료 사용량과 이산화탄소 발생량도 낮은 경향을 나타내었으며 이산화탄소 배출량에 따른 초기 투자비용은 이산화탄소 배출량이 증가하는 것에 비해 더 많이 소요되며 초기 투자비용이 상당한 금액이 되더라도 그에 따른 석유 사용량과 이산화탄소 배출량의 증가 폭은 점점 감소함을 예상할 수 있었다.

연구의 공간적 범위를 공동주택 단지로 설정하여 고려할 때 소규모분산처리방식이 음식물류폐기물 제로화 공동주택 단지 모델로서 가장 적합한 방식이라고 판단되며 음식물류폐기물을 처리하고 발생하는 부산물은 바이오 가스화 또는 연료화로 활용하여 공동주택 단지 내의 시설운영 에너지로 활용하는 기대를 할 수 있다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 도시건축연구사업의 연구비지원(16 AUDP-B083704-03)에 의해 수행되었습니다.

KSEE

References

1. Kim, S., "Global Warming and Regional Regeneration by Utilizing Local Resources," KRISH, 2014.
2. Lee, J., Choi, S. and Kim, S., "A Study on the Evaluation of Planning Techniques of Low Carbon Green City: Focused on Specialist Questionnaire Survey and Cost vs. Carbon Reduction Effect Analysis," *Korean Assoc. Professional Geographers*, **46**(1), 11~23(2012).
3. Yoo, K. and Lee, S., "Effect of Process By-products on Food wastes Treatment Costs," *J. Korean Ind. Eng. Chem.*, **10**(3), 110~116(2002).
4. Lee, J. and Lim D., "Economic analysis by Food Wastes Recycling system," *J. Korean Ind. Eng. Chem.*, **11**(2), 110~116(2003).
5. Ryu, J. and others., "Evaluation and Improvement Measures on the Status of the Installation and Operation of Facilities for Recycling Food Waste into Resources," *J. KORRA*, **12**(3), 63~75(2004).
6. Ministry of Environment. "Guidelines for the Calculation of Food Waste Collection and Transportation Costs,"(2005).
7. Oh, J., Ahn, S. and Kim, J., "Realization of Zero Waste Clean City to Low Carbon Green Growth," *Korean Soc. Environ. Eng.*, **32**(2), 131~140(2010).
8. Samdaiyang Development, "Kitchen Waste Sherdder Pilot Project Implementation Status and Project Overview Reporting,"(2009).
9. Housing & Urban Research Institute, "Development of Energy System for a Future Oriented Housing and City,"(2007).
10. LHI, "Application of food waste-zero emission system to apartment complexes,"(2010).
11. LHI, "A Study on On-site Practicalization of Food Waste Zero House System by using Fermentation Extinction Technology,"(2012).
12. Ministry of Environment, "Guidelines for Calculation of Treatment Costs of Food Waste,"(2005).
13. Park, K., "Problems and Utilization of Food Waste," CCEJ, 2004.