

도시개발 사업지구
음식물 자원화 바이오 시스템 도입 전략수립 연구

연구지원 2017-116호

도시개발 사업지구 음식물 자원화 바이오 시스템 도입 전략수립 연구

지은이 (LH토지주택연구원)오정익·경대승·안한근·김성수·이상구·양경진

(홍콩 City University) Alicia Ahn · JunHo Yeo

발행인 손경환

발행처 한국토지주택공사 토지주택연구원

(공동연구) 홍콩 City University

주소 (우)34047 대전광역시 유성구 엑스포로 539번길 99

전화/전송 042) 866-8565 / 866-8547

전자우편 urban@lh.or.kr

홈페이지 <http://lhi.lh.or.kr>

- 이 출판물은 우리 공사의 업무상 필요에 의하여 연구·검토한 기초자료로써 공사나 정부의 공식적인 견해와 관계가 없습니다.
- 우리 공사의 승인 없이 연구내용의 일부 또는 전부를 다른 목적으로 이용할 수 없습니다.

연구지원 2017-116

도시개발 사업지구

음식물 자원화 바이오 시스템 도입 전략수립 연구

A Study on Application Strategy of Food Waste
Bio-Recycling System to the Urban Development District



연구진

연구책임

오정익 LH 토지주택연구원 수석연구원

LH 연구진

경대승 LH 토지주택연구원 책임연구원

안한근 LH 도시기반처 부 장

김성수 LH 도시기반처 차 장

이상구 LH 쿠웨이트사업단 차 장

양경진 LH 도시기반처 과 장

홍콩 City Univ. 연구진

Alicia Ahn 홍콩 City University, 교 수

JunHo Yeo 홍콩 City University, 연구원

연구심의위원

서규태 대한환경공학회 회장(심의위원장)

장철현 한밭대학교 교수(심의위원장)

김갑수 OHK 회장

정환도 대전세종연구원 책임연구위원

박노석 경상대학교 교수

안용태 경남과학기술대학교 교수

정승우 군산대학교 교수

임승린 강원대학교 교수

이소라 한국환경정책평가연구원 연구위원

연구 요약

- 음식물류폐기물을 차량수거 없이 도시 내에서 처리하고 부산물은 퇴비로 재활용함과 동시에 음식물류폐기물 종량제 요금부과, 발생량 DB 구축의 도시차원의 바이오매스 통합관리 서비스를 Smart City에 연계적용할 수 있는 음식물 자원화 바이오 시스템 (Food Waste Recycling Bio System, FRBs)을 정의함
- 국내는 LH 개발사업에 음식물 자원화 바이오 시스템의 적용을 고려할 경우 대상지의 기초지방자치단체와의 협의에 따라 환경 분담금의 저감 가능한 사업방식으로 전환 할 방법의 모색이 요구되며, 쿠웨이트, 홍콩의 경우는 최근에 음식물류폐기물의 처리가 사회적 문제로 대두되고 있는 실정이므로 향후 주요 아이টেम्으로 부각이 기대됨
- 음식물 자원화 바이오 시스템은 기존에 차량으로 수거이송 후 대용량 처리시설에서 처리하는 방식대비 건설비용 24%, 연간석유사용량 76%, 처리시설 운영비용 91%, 입주자 관리비 부담 40% 절감이 가능한 것으로 예측됨
- 홍콩 City Univ.와 광일고등학교에 음식물 자원화 바이오 시스템(하루100kg미만 처리용량)을 '17년 5월에 각각 시범설치하고 운영한 결과, 투입 음식물류폐기물의 무게를 약 90%감량되고 있으며 발생하는 최종 부산물은 성상은 비료공정규격에 적합한 안정적인 성능을 유지하고 있으며, IoT기반의 통신네트워크 시스템을 통해 유지관리를 지원하고 있음
- 폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률 시행령에 개발사업에서 음식물 자원화 바이오 시스템 설치할 경우 환경분담금 납부면제 항목 추가를 제안하였고, 사업 추진전략 및 로드맵을 중장기적으로는 기술구상모니터링 평가, 시범사업 추진, 사업모델 운영지원 확대보급으로 구분하여 제시함

차 례

제1장 연구개요	3
1. 연구배경	3
2. 연구목표	4
3. 연구내용	5
4. 연구방법	6
5. 보고서의 구성	7
 제2장 사업여건분석	 11
1. 국내 여건분석	11
2. 국외 여건분석	14
3. 사업효과분석	21
4. 시사점	23
 제3장 음식물 자원화 바이오 시스템의 시범구축운영	 27
1. 개요	27
2. 시스템 제작	27
3. 시스템 설치 및 운영관리	39
4. 시사점	52
 제4장 도입전략 및 로드맵	 55
1. 전략수립	55
2. 로드맵수립	58

표 차례

[표 1-1] 홍콩 City Univ. 와 국제공동연구 수행내용 요약	6
[표 2-1] 폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률	12
[표 2-2] 폐기물관리법	12
[표 2-3] 국토의 계획 및 이용에 관한 법률	13
[표 2-4] 도시군계획 시설의 결정구조 및 설치기준에 관한 규칙	13
[표 2-5] 홍콩 매립지별 처리용량 및 비용현황	17
[표 3-1] 발효·소멸장치 제작사항(1)	27
[표 3-2] 발효·소멸장치 제작 공통사항(2)	28
[표 3-3] 외관 제작사항	28
[표 3-4] 반응조 제작사항	29
[표 3-5] 구동부 제작사항	32
[표 3-6] 배기부 제작사항	33
[표 3-7] 제어부 제작사항	34
[표 3-8] 모니터링 및 계량부 구성 내용	36
[표 3-9] 목질바이오칩 제작공정	38
[표 3-10] 음식물 자원화 바이오 시스템 제작설치 결과	39
[표 3-11] 광일 고등학교 음식물 일일 투입량(단위 :kg)	40
[표 3-12] 홍콩City Univ. 음식물 일일 투입량(단위 :kg)	41
[표 3-13] 광일고등학교 목질 바이오칩 투입량(단위 :kg)	42
[표 3-14] 홍콩City Univ. 목질 바이오칩 투입량(단위 :kg)	42
[표 3-15] 광일고등학교 부산물 배출량(단위 :kg)	42
[표 3-16] 홍콩City Univ. 부산물 배출량(단위 :kg)	42
[표 3-17] 광일고등학교 김량률	43
[표 3-18] 홍콩City Univ. 김량률	43

[표 3-19] 홍콩City Univ. 플라즈마 탈취설비	45
[표 3-20] 광일고등학교 최종 부산물 분석결과	47
[표 3-21] 현장운영 애로사항(홍콩City Univ.)	48
[표 3-22] 현장운영 애로사항(홍콩City Univ.)	48
[표 3-23] 발효·소멸장치 사용 및 조직방법	49
[표 3-24] 발효·소멸장치 음식물 투입 방법	50
[표 3-25] 발효·소멸장치 부산물 배출 방법	50
[표 3-26] 음식물류폐기물이 아닌 생활폐기물 항목	51
[표 3-27] 발효·소멸장치 운영관리 매뉴얼	51

그림 차례

[그림 1-1] 음식물 자원화 바이오 시스템 개념도	4
[그림 1-2] 연구의 목표	4
[그림 1-3] 음식물 자원화 바이오 시스템 운영 체계도	5
[그림 2-1] 쿠웨이트 음식물류폐기물 배출 및 처리현황 조사	15
[그림 2-2] 홍콩 폐기물 관리시설 조감도	16
[그림 2-3] 홍콩 생활폐기물 및 음식물쓰레기 발생·처리현황	17
[그림 2-4] 홍콩 과학기술단지 바이오센터 현장 견학	18
[그림 2-5] 독일 바이오타운 사례지 현장방문	19
[그림 2-6] 독일 그린시티 조성 및 운영 현황	20
[그림 2-7] 음식물 자원화 바이오 시스템 도입에 따른 효과분석	23
[그림 3-1] 홍콩 City Univ. 장치 외형	27
[그림 3-2] 광주 광일고등학교 장치 외형	28
[그림 3-3] 음식폐기물 발효·소멸장치 제어반	28
[그림 3-4] 반응조 제작도면 및 사진	30
[그림 3-5] 혼합용 교반기 날개형	31
[그림 3-6] 부산물 이송 시스템(좌), 부산물 자동배출 시스템(우)	31
[그림 3-7] 이송 배출 스크류 장치 사진	31
[그림 3-8] 2중 커버를 씌운 Blower	32
[그림 3-9] 홍콩 City Univ. 백금 촉매 탈취 장치	33
[그림 3-10] 제어부 시스템 구성도	35
[그림 3-11] 장치 제어 모니터	35
[그림 3-12] 통신 네트워크 구성	35
[그림 3-13] 온도 설정 화면	36
[그림 3-14] 반응조 등 내부설비 제작	37

[그림 3-15] 완성장치(좌: 광일고, 우: 홍콩CityUniv.)	37
[그림 3-16] 모니터링 화면, CCTV 전송현황	37
[그림 3-17] 홍콩 City Univ. 음식물류폐기물과 부산물 성상분석 결과	44
[그림 3-18] 홍콩 City Univ. 플라즈마 탈취설비	46
[그림 3-19] 광일고등학교 오수관 활용 악취배기	46
[그림 4-1] 음식물류폐기물 제로화 Smart Recycling 도시 전략모델	57
[그림 4-2] 음식물류폐기물 제로화 Smart Recycling 도시 구현 로드맵	58

제 1 장 연구개요

LAND
HOUSING
INSTITUTE

&

제1장 연구개요

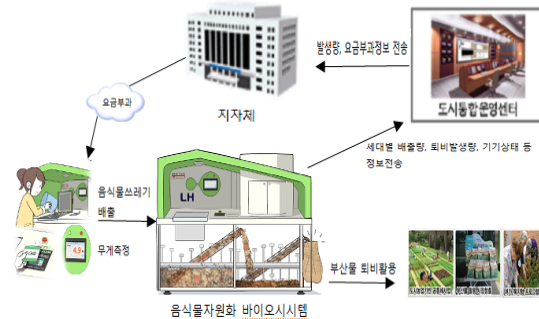
1. 연구배경

우리나라는 '13년부터 음식물류폐기물의 해양투기를 전면 금지하였고, '14년에는 음식물류폐기물 종량제를 전국적으로 확대 실시하는 등 음식물류폐기물의 발생저감 및 순환관리기술 수요가 증대하고 있다. 음식물류폐기물은 주거단지 내 님비현상을 일으키는 사회문제로 '15년부터 환경부, 국토교통부, 농촌진흥청의 정부부처가 합동으로 음식물류폐기물 처리, 수거체계 개선사업을 기획추진하고 있다.

LH는 Smart City구축사업을 '16년부터 본격적으로 진행하고 있다. 또한, 개발도에서 발생 하는 음식물류폐기물을 주요 바이오매스(Biomass)로 인지하고 이를 처리 및 자원화 하는 시스템 적용을 구상하고 있다. 구체적으로는 24시간 이내 투입 음식물을 90% 이상 처리하고, 최종 부산물은 퇴비 또는 바이오연료로 활용하는 ‘음식물류폐기물 발효·소멸 원천기술’을 개발보유하고 있으며 '14년부터 주거단지에 확대보급하는 사업을 추진 중에 있다.¹⁾²⁾

본 연구에서는 음식폐기물 수거차량 운행 없이 도시 내에서 퇴비를 생산하여 재활용함과 동시에, 음식폐기물 종량제 요금부과, 발생량 DB 구축으로 도시차원의 바이오매스 통합관리 서비스를 Smart City에 연계하여 적용하는 음식물 자원화 바이오 시스템(Food-Waste Recycling Bio-System, FRBs)을 정의하였다.

- 1) 국토교통과학기술진흥원 국책과제 “주거단지 내 유기성폐자원 활용촉진을 위한 실증연구(2세부: 자족형 자원순환 주거단지 실증연구)” 일환으로 LH수서단지(영구임대, 2,650세대, 공동주택, '15.12), 용인동천 스마트타운(민간분양, 32세대 단독주택, '15.7), 안산보네르빌리지(민간분양 634세대 공동주택, '17.11), LH도안(행복주택, 공동주택, '17.12)에 LH연구원 개발 음식물 자원화 바이오 시스템을 적용하여 입주민이 참여하며 운영 중임
- 2) 수시과제 “공공청사 음식물류폐기물 제로화 기술 보급촉진 연구” 일환으로 LH본사 신사옥(진주)의 구내식당 내에 LH연구원 개발 음식물 자원화 바이오 시스템을 설치하였고('15.6.) 하루 약 300~500kg 음식물류폐기물 처리하고 발생된 부산물 월 180kg은 사옥 내 조경용 퇴비로 전량 활용함으로써 음식물류폐기물 제로화를 달성 중임



[그림 1-1] 음식물 자원화 바이오 시스템 개념도

음식물 자원화 바이오 시스템이 적용되면 발생원에서 음식물류폐기물 처리가 달성 되므로 LH개발사업에서의 폐기물처리시설 설치 혹은 부담금 납부경감으로 원가절감도 가능할 것으로 기대된다.

한편, Smart City는 아시아 지역 개발도상국에 해외수출도 목표하고 있으므로, 음식물 자원화 바이오 시스템의 아시아권 음식물류폐기물 환경에서의 성능검증이 필요하다. 일례로 홍콩은 음식물류폐기물을 매립 처리하여 왔으나, 3~4년 이내 홍콩인근 매립지의 수명종료, 중국 본토 반입거부로 음식물류폐기물의 감량 및 자원화 기술에 대한 관심이 높은 상황이다.

세계적으로 사회문제 시 되고 있는 음식물류폐기물의 효과적 처리방안이 요구되고 있으며, 음식물 자원화 바이오 시스템을 적용한 Smart City의 국내·해외 사업화 추진이 본격 시행되는 시기에 본 연구의 수행 필요성과 그 시의성은 매우 높았다.

2. 연구목표

본 연구의 목표는 [그림 1-2]와 같다.

- ✓ 음식물 자원화 바이오 시스템(FRBs) 도입전략 수립
- ✓ 국제협력을 통한 음식물 자원화 바이오 시스템의 해외수출 기반마련
- ✓ 음식폐기물 제로화 Smart City 국내외 사업화 전략제시

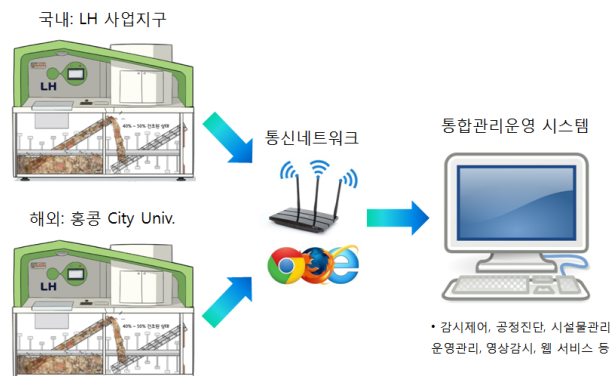
[그림 1-2] 연구의 목표

3. 연구내용

본 연구는 I 단계_사업여건분석, II단계_시범구축운영, III단계_도입전략수립으로 구성하여 추진하였다.

I 단계_사업여건분석에서는 음식물 자원화 바이오 시스템(FRBs) 적용사업 국내 해외 사업추진 여건분석으로 국내·해외 음식물 자원화 관련 법제도, 관리실태, 현장 여건을 검토하였다. 또한 기존방식 대비 제안방식의 적용 시나리오 설정 및 효과비교 분석을 위해 입주자 부담, 초기 건설비, 폐기물 처리비, 운영비 등을 비교하였다.

II단계_시범구축운영에서는 실규모 음식물 자원화 바이오 시스템(FRBs)구축 및 시범운영을 수행하였다. 국내에서는 광주 광일고등학교, 해외에서는 홍콩 City University(이하 Univ.로 함)의 구내식당에서 발생하는 음식물류폐기물을 처리하도록 음식물 자원화 바이오 시스템(처리장치+통신네트워크+통합감시)을 설계·제작 및 운영하였다. 현장 시범운영을 통해 성능 모니터링 평가함으로써 국내·해외 설치 시스템별 음식물류폐기물 처리성능, 부산물 성상 비교분석, 국내·해외에 설치한 시스템별로 운영 상 애로사항 및 해결방안 도출, 시스템 설치에 따른 인허가 항목검토 및 제도적 애로사항을 도출하였다.



[그림 1-3] 음식물 자원화 바이오 시스템 운영 체계도

III단계_도입전략수립에서는 음식물 자원화 바이오 시스템의 사업추진 전략 및 로드맵을 수립하였다.

4. 연구방법

선진외국에서의 음식물류폐기물을 발생지에서 바이오 처리·순환·활용 하며 바이오 매스(자원)량 데이터로 관리하는 사례 및 기술정보자료를 조사수집하였다.

홍콩 City Univ.와 LH 연구원이 국제공동연구협약을 하여 음식물 자원화 바이오 시스템(FRBs)의 아시아권 음식물류폐기물 환경에서의 성능검증을 실시하였다.

[표 1-1]에서 음식물 자원화 바이오 시스템 아시아권 음식물류폐기물 환경에서의 성능검증을 위한 국제공동연구 내용을 요약하였다.

[표 1-1] 홍콩 City Univ.와 국제공동연구 수행내용 요약

○ 과 업 명	음식물 자원화 바이오 시스템(FRBs) 아시아권 음식물류폐기물 환경에서의 성능검증을 위한 국제공동연구
○ 추진목적	홍콩 City Univ.와 현지적용 공동연구를 추진하여, LH 음식물 자원화 바이오 시스템(FRBs) 기술의 해외수출 및 Smart City 해외진출에 일익을 도모코자 함
○ 추진내용	· LH연구원 음식물 자원화 바이오 시스템의 홍콩 City Univ. 內 시험설치 운영 ⇒ 홍콩 음식물류폐기물 성상, 처리효율, 부산물 성상 모니터링 분석, 활용처 모색 · 음식물류폐기물 제로화 단지기반 Smart City 해외진출 전략기반 마련 ⇒ 현지여건을 고려한 경제성, 제도현황 분석 및 사업화 전략 수립
○ 기관별 역할분담	· (LH연구원) 음식물 자원화 바이오 시스템의 홍콩 City Univ. 현장설치, 기반기술 제공 - (LH 도시기반처) 기술수출 전략분석, 사업화 시나리오 수립 · (City Univ.) 성능 모니터링 현장분석, 현지정책, 제도관련 지원 및 정보제공, 기술적용 기반마련 지원 및 홍보

한편, 광주 광일고등학교(광주광역시 광산구 고봉로 812)와 협업하여 국내에서의 음식물 자원화 바이오 시스템의 현장운영을 통한 성능검증도 실시하였다.

여기서, 음식물 자원화 바이오 시스템의 제작, 통신네트워크 시스템의 구축 등은 전문 업체에 부분위탁방식으로 진행하였다.

5. 보고서의 구성

상술한 연구내용 및 방법을 바탕으로 한 본 보고서의 구성 체계는 다음과 같다.

본 연구의 1장에서는 연구 필요성과 연구목표, 범위, 내용, 방법을 제시하였다.

제2장에서는 음식물 자원화 바이오 시스템과 관련되는 국내외 기술정책 현황과 사업추진여건을 분석하였다.

제3장에서는 음식물 자원화 바이오 시스템을 국내·해외에 시범구축하고 음식물류 폐기물의 처리 및 재활용, 통신네트워크 관리 등의 운영결과를 정리하였다.

마지막으로 제4장에서는 음식물 자원화 바이오 시스템의 LH사업에 적용·도입 전략 및 로드맵을 제시하였다.

제 2 장

사업여건분석

LANDSLIDE
HONESTY

&

제2장 사업여건분석

1. 국내 여건분석

1.1 개요

현행 ‘폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역 지원에 관한 법률’은 공동주택 단지 또는 택지를 개발하고자 하는 자에게 공동주택에서 발생하는 폐기물의 자체 처리를 위해 폐기물처리시설을 설치하거나 설치비용에 해당하는 금액을 지자체에 납부하도록 규정하고 있다. 따라서 음식물류폐기물 처리를 위한 “음식물 자원화 바이오 시스템”을 택지개발지구 및 공공주택 지구에 설치하여 공동주택에서 자체적으로 음식물류폐기물을 처리하고자 할 경우에 법제도적 사항들을 검토하였다.

1.2 검토사항

폐기물관리법 시행령 제5조(별표3)는 음식물류 폐기물 소멸화시설의 1일 재활용능력이 100kg이상인 경우 폐기물처리시설에 포함한다고 규정하고 있다. ‘국토의 계획 및 이용에 관한 법률’은 폐기물처리시설을 기반시설 중 환경기초시설로 정하고, ‘도시·군계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙’ 제156조 및 제158조에서 공업지역, 녹지지역, 관리지역, 농림지역(농업진흥지역 제외), 환경보전지역에서만 설치할 수 있도록 규정하고 있다.

즉, 설치하고자 하는 “음식물 자원화 바이오 시스템”은 재활용능력이 100kg/일 이상 규모로 설치될 경우 주거지역 및 상업지역 등에 설치되지 못하며, 재활용능력이 100kg/일 미만 규모의 경우 폐기물처리시설로 인정되지 않아 공동주택 내에 설치한다고 하더라도 설치 비용에 해당하는 금액(납부금액)을 납부해야 하는 실정이다.

[표 2-1] 폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률

- 제6조(택지개발사업에 따른 폐기물처리시설의 설치 등) ① 대통령령으로 정하는 규모 이상의 공동주택단지나 택지(宅地)를 개발하려는 자는 그 공동주택단지나 택지에서 발생하는 폐기물을 처리하기 위하여 대통령령으로 정하는 폐기물처리시설을 설치하거나 그 설치 비용에 해당하는 금액을 해당 지역을 관할하는 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 내야 한다.
- 동법 시행령 제4조(택지개발사업에 따른 폐기물처리시설의 설치) ② 법 제6조제1항에서 "대통령령으로 정하는 폐기물처리시설"이란 해당 지역에서 발생하는 폐기물을 처리하기 위한 소각시설과 음식물류폐기물처리시설을 말한다.
 - ③ 법 제6조제1항에 따른 설치 비용에 해당하는 금액(이하 이 조에서 "납부금액"이라 한다)은 다음 각 호의 구분에 따라 산정한다.
 1. 시설부지의 매입에 드는 비용의 산정: 제2항에 따른 소각시설과 음식물류폐기물처리시설의 부지매입에 드는 비용
 2. 다음 각 목의 구분에 따른 시설의 설치에 드는 비용의 산정
 - 가. 소각시설의 경우: 1일 처리능력 200톤 규모의 소각시설을 설치하는 데에 드는 비용의 톤당 단가에 그 택지등에서의 1일 발생 예상 폐기물량 중 재활용되는 폐기물량, 불연성폐기물량 및 가연성폐기물 중 음식물류폐기물처리시설에서 처리할 예정인 유기성폐기물량을 뺀 폐기물 전량의 톤수를 곱한 금액
 - 나. 음식물류폐기물처리시설의 경우: 1일 처리능력 30톤 규모의 퇴비화·사료화 시설을 설치하는 데에 드는 비용의 톤당 단가에 그 택지등에서의 1일 발생 예상 폐기물량 중 분리배출되는 음식물 등 유기성폐기물 전량의 톤수를 곱한 금액
 - ④ 제3항에 따른 납부금액의 산정에 관하여 그 밖에 필요한 사항은 그 지역을 관할하는 특별자치시장·특별자치도·시장 또는 구(자치구)를 말한다. 이하 같다)의 조례로 정한다.

[표 2-2] 폐기물관리법

- 제2조(정의) 8. "폐기물처리시설"이란 폐기물의 중간처분시설, 최종처분시설 및 재활용시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.
- 동법 시행령 제5조(폐기물처리시설) 별표 3(폐기물 처리시설의 종류)
 - 3. 재활용시설
 - 다. 생물학적 재활용시설
 - 1) 1일 재활용능력이 100킬로그램 이상인 다음의 시설
 - 가) 소멸화 시설. 다만, 1일 재활용능력이 100킬로그램 이상 200킬로그램 미만인 음식물류 폐기물 소멸화시설은 2015년 7월 1일부터 2017년 6월 30일까지 제외한다.

[표 2-3] 국토의 계획 및 이용에 관한 법률

- 제2조(정의)
 6. "기반시설"이란 다음 각 목의 시설로서 대통령령으로 정하는 시설을 말한다.
 사. 하수도·폐기물처리시설 등 환경기초시설
- 동법 시행령 제2조(기반시설)
 - ① 「국토의 계획 및 이용에 관한 법률」(이하 "법"이라 한다) 제2조제6호 각 목 외의 부분에서 "대통령령으로 정하는 시설"이란 다음 각 호의 시설(당해 시설 그 자체의 기능발휘와 이용을 위하여 필요한 부대시설 및 편익시설을 포함한다)을 말한다.
 7. 환경기초시설 : 하수도·폐기물처리시설·수질오염방지시설·폐차장

[표 2-4] 도사군계획 시설의 결정구조 및 설치기준에 관한 규칙

- 제156조(폐기물처리시설)

"폐기물처리시설"이란 다음 각 호의 시설을 말한다. 다만, 「폐기물관리법 시행규칙」 제38조 각 호의 시설은 제외한다.

 1. 「폐기물관리법」 제2조제8호에 따른 폐기물처리시설 중 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 자가 설치하는 시설
 - 가. 국가 또는 지방자치단체
 - 나. 「폐기물관리법」 제25조제3항에 따른 폐기물처리업의 허가를 받은 자. 다만, 폐기물의 재활용을 목적으로 시설을 설치하는 경우를 제외한다.
 - 다. 「폐기물관리법」 제25조제3항에 따른 폐기물처리업의 허가를 받고자 하는 자로서 같은 법 제25조제2항에 따라 사업계획의 적합통보를 받은 자. 다만, 폐기물의 재활용을 목적으로 시설을 설치하는 경우를 제외한다.
 2. 「폐기물관리법」 제5조의 규정에 의한 광역폐기물처리시설
- 제157조(폐기물처리시설의 결정기준)

폐기물처리시설의 결정기준은 다음 각 호와 같다.

 7. 폐기물처리시설은 공업지역·녹지지역·관리지역·농림지역(농업진흥지역을 제외한다)·자연환경보전지역에 설치할 것. 다만, 다음 각 목의 시설은 제2종일반주거지역·제3종일반주거지역·준주거지역·일반상업지역에도 설치할 수 있다.
 - 가. 「폐기물관리법 시행령」 별표3 제호가목의 소각시설로서 1일처리능력이 2천톤 이하인 시설
 - 나. 「폐기물관리법 시행령」 별표 3 제호나목의 기계적 처리시설(압축시설 및 파쇄분쇄시설에 한한다)로서 1일처리능력이 1천톤 이하이고 「대기환경보전법」에 의한 배출허용기준에 적합한 시설

폐기물관리법 시행령 제5조(별표3)는 음식물류폐기물 소멸화 시설에 대해 2017년 6월 30일까지 1일 재활용능력이 100kg 이상, 200kg 미만인 경우 폐기물관리법에서 정하는 폐기물처리시설에서 한시적으로 제외되도록 규정하였으나, 그 이후에는 재활용능력이 100kg/일 이상인 경우 폐기물처리시설에 포함된다. 한시적 허용기간에는 1

일 재활용능력이 200kg 미만인 음식물류폐기물 소멸화시설이 ‘도시·군계획시설의 결정·구조 및 설치기준에 관한 규칙’이 적용되는 폐기물처리시설에 허용되지 않아 주거 지역 및 상업지역에 설치가 가능하였으나, 2017년 6월 30일 이후에는 재활용능력이 100kg/일 이상인 경우 주거지역 및 상업지역에 설치할 수 없게 되었다.

현행법에 따르면 재활용능력이 100kg/일 이상인 음식물류폐기물 소멸화 시설은 주거지역 및 상업지역에 설치할 수 없으나, 공동주택 단지의 음식물류폐기물 자체처리 보급을 위해 해당지자체 차원에서 공동주택단지나 택지개발하려는 자가 부담하는 폐기물처리부담금을 완화해주거나, 주거지역에 설치가 제한되는 음식물류폐기물 소멸화시설의 규모를 기존 시행령과 같이 재활용능력 200kg/일로 완화하는 방안 등의 마련이 필요한 실정이다.

2 국외 여건분석

2.1 개요

음식물류폐기물 발생량, 처리현황, 기술수준, 성능파악은 전무한 실정이므로 대상 지 현황파악을 위해 중동지역(쿠웨이트)과 홍콩 방문조사를 실시하였다. 또한 음식물자원화 바이오시스템(FRBs)은 기존 LH 연구원 보유 음식물류폐기물 발효·소멸기술 업그레이드를 위한 폐바이오매스량의 통신네트워크 시스템 및 운영관리기술의 조합이 필요하며, 이에 따라 유럽 선진국가(독일)의 바이오타운 폐바이오매스 처리·운영 사례지 및 그린시티 방문조사를 추가적으로 실시하였다.

1) 쿠웨이트

현재 쿠웨이트 인구는 총 4백만 명이며, 1일 총 쓰레기 배출량은 6,000톤으로 인구 1인당 1.5kg 수준이다. 이 중 음식물류폐기물이 차지하는 비중은 50%(0.75kg/일·인)으로 국내(0.25kg/일·인)과 비교했을 경우 3배 가량 많은 음식물류폐기물이 배출되고 있는 실정이다. 쿠웨이트의 경우 개별 가구 정문에 재활용 쓰레기(파란색:

유리, 금속, 플라스틱, 종이류 등)와 음식물 쓰레기(녹색) 분리통이 구분되어 있으나 음식물 쓰레기 분류에 대한 법적인 규제가 마련되어 있지 않은 상황이다. 이로 인해, 90% 이상의 가정에서 음식물 쓰레기 분류가 이루어지지 않고 있으며, 모든 쓰레기가 혼합된 후 쓰레기 운송차량을 통해 대형 매립지 3곳에 운반되어 기초적인 재활용 쓰레기 분류작업 후 95% 이상 매립되고 있는 상황이다(일부 소각). 이로 인해 총 18개소 매립지 중 14개소가 매립완료 되어 매립지 한계에 도래한 상황이며³⁾, 쓰레기 매립으로 인해 매립지역 근교 택지개발에 제한을 가지고 있다. 또한 악취, 침출수 배출에 의한 토양·지하수 오염, 유해유독가스 발생 등의 사회적 문제가 발생하고 있을 뿐만 아니라 유용자원 재활용 및 에너지화 기술 접목에 차질을 빚고 있다. 이를 개선하기 위해 쿠웨이트 시청 환경관리과는 'Environmental Protection 및 PPP(Public Priority Partnership)'에 관한 법률 도입을 위한 사전조사를 '12년부터 실시하고 있으며, '18년까지 법률 제정을 목표로 하고 있다.



[그림 2-1] 쿠웨이트 음식물류폐기물 배출 및 처리현황 조사

3) 매립지 개소당 면적은 수십~수백ha, 깊이는 3~30m 이며, 국가면적(17,820km²) 대비 매립지면적이 18km² 으로 전체 면적의 0.1%를 차지하고 있음

쿠웨이트 음식물류폐기물 배출 및 처리현황을 조사 분석한 결과 쿠웨이트 음식물류폐기물을 효율적으로 수거·운송·처리하여 자원화·퇴비화 할 수 있는 LH 고유기술(크린넷, 음식물 자원화 바이오시스템 등)을 홍보·수출하여 막대한 이익을 창출할 수 있는 사업화 전략 방안 수립이 가능할 것으로 판단된다. 특히 쿠웨이트 신도시 개발 사업 지구에 음식물 자원화 바이오시스템을 도입한다면, 음식물류폐기물을 퇴비로 전환하여 사막화된 쿠웨이트 지역에 양질의 퇴비를 공급한 뒤 녹지를 조성하는 방안을 고려해 볼 수 있을 것으로 판단된다. 또한, 쿠웨이트의 문화적·지리적·지역적 환경을 고려하여 신도시 개발 전략을 수립하고 시행함으로써 LH의 위상을 높이고 향후 다른 중동지역 국가로도 진출할 수 있는 초석을 다질 수 있을 것으로 기대된다.

2) 홍콩

홍콩 정부에서는 주변 아시아국(한국, 대만 등)의 시범적인 폐기물 감량 및 자원화 정책에 고무되어 2013년 Hong Kong Blueprint for Sustainable Use of Resource 2013-2022 (Environmental Bureau, HKSAR)을 발표하면서 향후 10년간 폐기물 정책과 자원화 전략을 제시하였다. 또한 전반적인 인구 증가에 따른 폐기물 이슈에 대해 홍콩 정부는 기존에 시행하고 있던 폐기물 관리 정책을 전반적으로 강화하여 대처하고 있다. 매립지 이용 현황에 따르면, 계획되어 있는 매립지의 사용 시기인 2020년보다 이른 시기에 포화될 가능성이 있기 때문에, 현재 추가적인 매립지 확장 계획을 검토 중에 있다.



[그림 2-2] 홍콩 폐기물 관리시설 조감도

그림 2-2는 이러한 폐기물 관리 시설 조감도를 나타낸다. 현재 3 곳의 전략적 매립지(WENT: West New Territories, NENT: North East New Territories, SENT: South East New Territories)를 최대한 활용하면서 재활용과 저감에 초점을 맞추며 새로운 폐기물 처리시설을 계획 및 공사 중이다.

[표 2-5] 홍콩 매립지별 처리용량 및 비용현황

전략적 매립지	처리용량(2014)	운영비용	자본비용
WENT	7,300톤/일	\$303백만/연	\$2,000백만
SENT	4,500톤/일	\$227백만/연	\$2,200백만
NENT	3,100톤/일	\$164백만/연	\$1,100백만

2017년 가동이 시작된 슬러지 처리시설(에코파크)은 현재 1,200톤/일의 슬러지를 소각한 뒤 에너지화 하면서 상당량의 슬러지가 매립지로 운반되어 침출수가 발생하던 문제점을 경감하고 있다. 현재 진행 중인 유기폐기물 처리시설과 통합 폐기물 관리 시설이 완공되면 매립지 의존도를 52%에서 22% 까지 낮출 수 있을 것으로 예상된다.



[그림 2-3] 홍콩 생활폐기물 및 음식물쓰레기 발생·처리현황

Blueprint에 제시된 홍콩 폐기물 관리 현황은 재활용과 저감에 초점을 맞추고 있으며, 한국과 대만의 사례를 들어 1인당 쓰레기 발생량(1.36kg/인)을 30% 가량 줄이기 위해 노력하고 있으나 아직 종량제나 분리수거 관련 정책이 정착되어 있지 않아 현재까지 두드러진 폐기물 감량은 보고되어지지 않고 있는 상황이다.

폐기물 자원화 기술을 선도하고 있는 홍콩 과학기술단지 내 바이오센터 방문조사를 통해 연구 현황을 파악한 결과 섬유 및 음료수 폐기물을 미생물 활용을 통해 과당, 갈락토오스 등의 당류로 전환하는 연구와 음식물류폐기물을 바이오연료(펠렛) 또는 퇴비로 전환시키는 연구가 활발히 진행되고 있는 것을 확인할 수 있었다. 향후 생활폐기물 재활용 및 음식물류폐기물 자원화를 위한 연구 및 사업화 필요성이 계속적으로 증대될 것으로 예상되며, LH 음식물류폐기물 자원화 바이오시스템 확대적용 및 사업화 가능성이 매우 높을 것으로 기대된다.



[그림 2-4] 홍콩 과학기술단지 바이오센터 현장 견학

3) 독 일

바이오타운 페바이오매스 처리·운영 사례지 및 그린시티 선진 사례 조사를 위해 유럽 선진국가인 독일을 방문하였다. 독일 니더작센 주 괴팅겐에 위치한 ‘윤데마을 (150여 가구, 농지 1,300ha, 산림 800ha)’의 경우 온실가스를 감축하고 난방 연료비 절감 및 소득창출을 위해 마을의 에너지 수요 전체를 재생에너지로 충족하고자 2005년 바이오매스 열병합발전소를 건설하여 건조와 가축분뇨 등을 발효하여 만든 메탄을 원료로 연간 5,000MWh의 전력을 생산하고 있었다. 또한 바이오가스 생산시설, 목질보일러, 마을 열배관망 통합 시스템을 구축하여 바이오에너지 플랜트를 효율적으로 운영하고 있었으며, 지역 주민 70%에 자체 생산한 열을 지역난방시스템으로 공급하는 등 우수한 기술력을 선보였다. 바이오 에너지화를 통해서 마을 소비량(연간 약 2,000MWh)을 제외한 잉여전력은 외부에 매각하여 수익을 창출하였다. 독일 재생에너지 지원법(EEG)에 따라 17.5 cent/kWh로 외부 전력회사(연방전력회사)에 판매를 하였으며, 연간 80만 유로(약 13억 6천만원)의 수익과 3,300톤 CO₂ 감축 성과를 달성하였다.



[그림 2-5] 독일 바이오타운 사례지 현장방문

독일 그린시티 운영현황을 조사분석한 결과 상가 및 주거단지 곳곳에 재활용 및 음식물류폐기물 수집기를 설치하고 운영하는 것을 확인할 수 있었다. 독일의 경우 음식물류폐기물 처리 시 박스 당 3 유로의 환경 부담금을 지불해야 하며, 수거된 음식물류폐기물의 경우 바이오 가스로 전환 한 뒤 지역 내 전기, 온수, 열 공급에 활용하거나 일부 판매하여 수익을 창출하고 있었다. 건물 옥상 유희부지 등을 활용하여 태양광 시설을 설치하고, 생산전력을 지역전력회사에 판매하는 전략을 취하고 있었다. 또한 자전거 도로를 활성화 하여 시민들이 자전거를 애용하고 있었으며, 전기 자동차 충전시설을 확대 보급하여 에너지 및 온실가스 저감에 앞장서고 있는 것을 확인할 수 있었다. 도시 외곽지역에는 소수락 대규모 풍력발전 단지를 조성하여 지역경제 활성화를 선도하고 있었으며, 도심 내부에 수로와 녹지공원을 조성하여 자연친화적인 주거환경을 제공하고 있었다.



[그림 2-6] 독일 그린시티 조성 및 운영 현황

3. 사업효과분석

도시개발 사업지구 내 음식물 자원화 바이오 시스템 도입에 따른 효과를 정량적으로 분석하였다. 종래의 음식물류폐기물 처리방식(분리·배출→수집·운반→최종처분)과 음식물 자원화 바이오 시스템을 활용한 발생원 처리에 따른 시나리오를 설정하고, 초기 건설비용, 석유사용량, 처리비용, 유지비용 항목을 비교 분석하였다.

3.1 시나리오 설정

음식물류 폐기물의 물질흐름은 분리·배출, 수집·운반, 처리, 최종처분, 부산물 생산으로 분류하였다. 원단위 산출을 위한 기능 정의는 ‘음식물류 폐기물 처리’, 기능 단위는 ‘공동주택에서 배출되는 음식물류폐기물의 1ton 처리’, 기준흐름은 ‘공동주택에서 배출된 음식물류폐기물 1ton’으로 설정하였다. 시스템 경계는 음식물류 폐기물의 최초 배출부터 이물질 처리단계까지 설정하였고, 음식물의 생산, 유통, 소비 단계 및 처리 시설의 건설 및 장치의 제조 관련 등 인프라 시설구축 단계는 제외하였다. 데이터 품질은 일반적으로 데이터의 시간적, 지역적, 기술적 범위를 나타내는 것으로 연구결과에 영향을 미치는 주요 요인이므로 사전에 정확히 정의하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 데이터의 시간적 범위를 2013~2016년, 지역적 범위는 처리시설들이 위치한 서울 및 수도권 지역, 기술적 범위는 현재 운전 중인 음식물류 폐기물 처리 기술로 한정하였다.

1) 시나리오 1 (기존 처리방식: 전용봉투 종량제+대규모 퇴비화)

현재 우리나라에서는 음식물류 폐기물과 생활폐기물을 분리하여 배출하는 음식물 종량제를 시행하고 있고, 대표적인 종량제 방식으로는 음식물 전용 봉투 종량제와 RFID 개별계량기기 종량제가 있다. 배출된 음식물류 폐기물은 약 96% 이상 대규모 자원화시설에서 재활용되고 있고, 자원화 시설 중 약 38%는 퇴비화 시설이다. 이에 기존 처리 시스템으로써 대규모 퇴비화 시설이 결합된 시나리오를 구성하고자 하였고, 음식물 전용봉투 종량제와 대규모 퇴비화 시설이 결합된 처리시스템을 시나리오

1로 설정하였다. 시나리오 1의 음식물 전용봉투 종량제는 가정에서 발생된 음식물류 폐기물이 음식물 전용봉투에 저장된 후 음식물 전용봉투가 가득차면 승강기를 통해 거점 수거용기에 배출되는 방식이다. 배출된 음식물류 폐기물은 5톤 트럭 및 11톤 트럭을 통해 대규모 퇴비화시설로 수집 및 운반되고, 대규모 퇴비화 시설로 운반된 음식물류 폐기물은 분쇄, 분류, 혼합, 발효, 건조, 숙성 공정 등을 거쳐 처리된다. 대규모 퇴비화 시설의 부산물로는 퇴비가 생산되고, 처리 과정 중 음폐수 및 이물질 등이 발생된다. 음폐수는 하수처리장으로 이송되어 처리되고, 이물질 들은 매립시설 및 소각시설로 운반되어 처리된다.

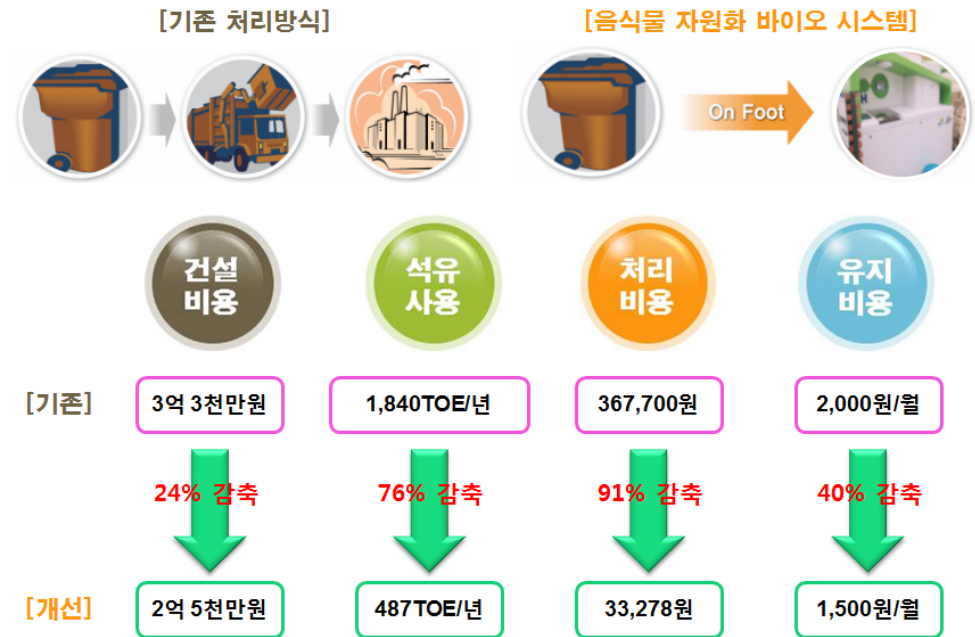
2) 시나리오 2 (음식물 자원화 바이오 시스템: 분라배출+발생원 발효소멸)

발생원 발효소멸이 가능한 음식물 자원화 바이오 시스템을 시나리오 2로 설정하였다. 음식물 자원화 바이오 시스템은 대규모 퇴비화 처리시설을 소형화 한 장치로써 일 처리용량이 100kg/일 미만이다. 음식물 자원화 바이오 시스템은 공동주택 단지 내에 설치되어 단지 외부로 음식물류 폐기물이 배출되지 않기 때문에 별도의 수집운반 과정이 필요하지 않다. 또한 처리장치로 배출된 음식물류 폐기물이 바로 처리되기 때문에 기존의 수집운반 단계에서 발생되던 악취 및 침출수 문제를 해결할 수 있는 장점이 있다. 가정에서 발생된 음식물류 폐기물은 음식물 전용 소형용기에 저장된 후 음식물 소형 용기가 가득차면 승강기를 통해 음식물 자원화 바이오 시스템에 배출되고, 시스템 내에서 분쇄, 혼합, 발효, 혼합, 숙성 공정 등을 거쳐 처리된다. 부산물로는 퇴비가 생산되며, 별도의 음폐수 및 이물질은 발생되지 않는다.

3.2 효과분석

기존 처리방식 대비 음식물 자원화 바이오 시스템 도입에 따른 효과를 분석한 결과, 건설비용은 기존 3억 3천만원에서 2억 5천만원으로 24% 감축 가능한 것으로 확인되었다. 석유사용량의 경우 기존 1,840TOE/년에서 487TOE/년으로 76% 감축, 처리비용은 기존 367,700원에서 33,278원으로 91% 감축효과를 보였다. 뿐만 아니라 유지비용도 기존 2,000원/월에서 1,500원/월로 40% 감축이 가능한 것으로 판단

된다. 따라서 음식물 자원화 바이오 시스템 도입을 도시개발 사업지구에 적용할 경우 기존 처리방식보다 환경성 및 경제성을 효과적으로 개선할 수 있을 것으로 사료된다.



[그림 2-7] 음식물 자원화 바이오 시스템 도입에 따른 효과분석

4. 시사점

국내 사업여건을 조사분석한 결과 도시개발 사업지구 내 음식물 자원화 바이오 시스템 도입을 통해 음식물류폐기물 발생에 따른 환경 및 사회적 문제를 효과적으로 해결할 수 있을 것으로 전망된다. 개발도시 내의 발생 음식물류폐기물을 바이오매스로 인지하고 이를 자원화 하여 유용하게 활용함으로써 환경부담비용을 획기적으로 저감하고 미래 고부가가치 창출 시스템으로 발전시킬 수 있을 것으로 예상된다.

세계적으로 문제시 되는 음식물류폐기물의 효과적 처리방안이 요구되고 있는 상황에서 음식물류폐기물을 처리함과 동시에 퇴비 및 연료를 생산할 수 있는 LH 음식물 자원화 바이오 시스템은 중동 및 아시아 국가 등에도 유용한 기술로 인지되고 활용

될 수 있을 것으로 기대된다. 미래 성장 동력이며, LH차원의 Smart City 해외진출 교두보를 마련할 수 있으며, 이를 통해 향후 LH 수익증대에 크게 이바지 할 수 있을 것으로 기대된다. 뿐만 아니라 LH 음식물류폐기물 발효·소멸 기술을 소개하고 홍보함으로써 대외적으로 LH의 위상을 드높이고 미래 잠재 고객을 유치함으로써 기술사업화 가능성을 증진시킬 수 있을 것으로 사려된다. 특히 본 연구에서 조사한 쿠웨이트와 홍콩 음식물류폐기물 처리기술 및 사업화현황 파악을 통해 도시개발 예정 지구에 적용 예정인 음식물자원화 바이오 시스템에 대한 성능 업그레이드, 처리 및 운영 방법 등에 대한 효율적인 적용 방안을 강구하고 LH 차세대 성장동력 아이템을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

제3장

음식물 자원화 바이오 시스템의 시범구축 운영

L	A	N	D						
H	O	U	S	I	N	G			
I	N	S	T	I	T	U	T	E	

제3장 음식물 자원화 바이오 시스템의 시범구축 운영

1. 개요

음식물 자원화 바이오 시스템의 국내·해외 시범구축을 수행하였다. 음식물 자원화 바이오 시스템은 음식폐기물 발효·소멸장치와 통신네트워크 시스템을 연결하여 시스템화 할 수 있었다. 음식폐기물 발효·소멸장치는 하루 100kg 미만의 음식폐기물 처리용량으로 제작되었으며 국내는 광일고등학교(광주광역시 광산구 소재), 해외에는 홍콩 City Univ.의 구내식당 인근에 설치하였고 해당장소에서 발생하는 음식물류폐기물을 처리하며 성능을 검증하였다.

2. 시스템 제작

2.1 공통사항

음식물 자원화 바이오 시스템의 음식물류폐기물 발효·소멸장치는 [표 3-1]과 같이 제작되었다.

[표 3-1] 발효·소멸장치 제작사항(1)

구분	제작내용
반응조 분리벽	1번조(혼합 반응조)와 2번조(숙성조) 사이에 50mm정도의 단열벽을 설치하여 1차 반응조에서 발생하는 열이 2차 반응조로 열손실 되는 것을 방지함.
투입구 오픈 방법	본 제품이 사용되는 곳은 구내식당이므로 사용에 편리하도록 투입전용 버튼방식으로 투입구 개폐를 구현함.
음식물 투입방법	1번조와 2번조가 반응과 숙성이 동시에 가능하도록 구현함. 따라서 2개의 반응조 중에 1개의 반응조가 고장이나 숙성이 덜 진행 되었을 경우에는 다른 반응조를 사용할 수 있도록 구현함.

[표 3-2] 발효·소멸장치 제작 공통사항(2)

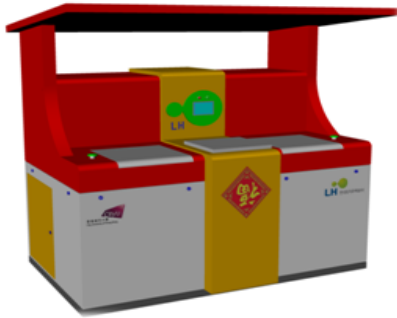
구분	제작내용
전기 컨트롤박스	장치 뒤편의 死공간에 전기제어반을 배치함으로써 유지보수의 효율을 향상시킴
탈취 장치	반응조(1번, 2번 반응조)내부에서 배기되면서 발생 우려되는 악취물질들을 제어하는 분진 필터장치를 설치하였고 반응조별로 배기되는 최종 공기는 오수관로에 연결시켜 배출함으로써 인근주민들에게 악취로 인한 피해가 없도록 설치함 오수관로 연결이 안 되는 곳(홍콩 City Univ.)은 추가로 백금촉매를 탑재하여 냄새를 감소시킴
중앙관제 네트워크 시스템	중앙관제와 연동이 가능하도록 TCP 통신카드를 내장하였고, 그에 따른 프로토콜(Modbus)을 제공함으로써 연결이 가능하도록 함.

2.2 외형

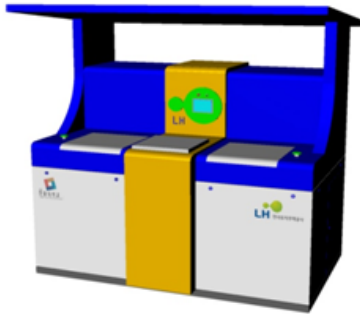
음식물 자원화 바이오 시스템의 음식물류폐기물 발효·소멸장치 외형에 대한 설계 항목과 내용은 [표 3-3]과 같이 제작되었다.

[표 3-3] 외관 제작사항

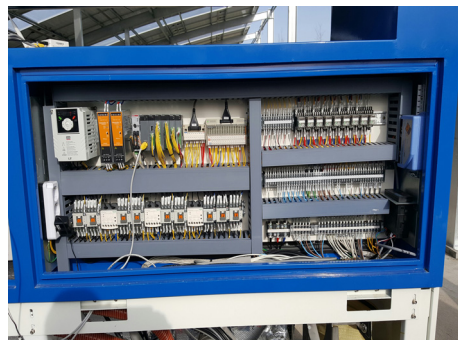
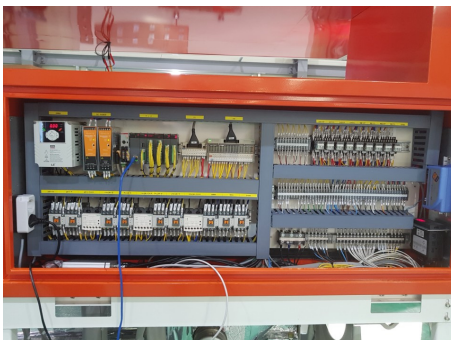
(장치외관) 적용 대상지에서 적정공간에 설치가 가능하도록 함 ▶ 2,400mm(L)x1,300mm(W)x1800mm(H) (전력공급) 설치장소 현장의 협조로 전력을 공급 받음 (제 어 반) 운전제어반은 장치내부 일체형으로 제작하고, 반응조 내부온도, 혼합용 Screw 회전수, 부산물 이송 및 배출, 흡가·배기, 투입구 개폐조작이 가능하게 함 (재 질) 외부충격 및 우천 시 장비를 보호하도록 분체도장 한다. (이동바퀴) 이동이 용이하도록 바퀴(Caster)를 장비하단부에 4개소 부착함



[그림 3-1] 홍콩 City Univ. 장치 외형



[그림 3-2] 광주 광일고등학교 장치 외형



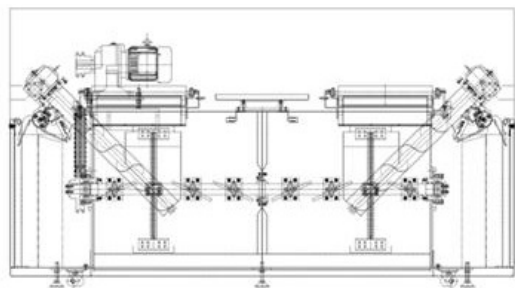
[그림 3-3] 음식폐기물 발효소멸장치 제어반

2.3 반응부

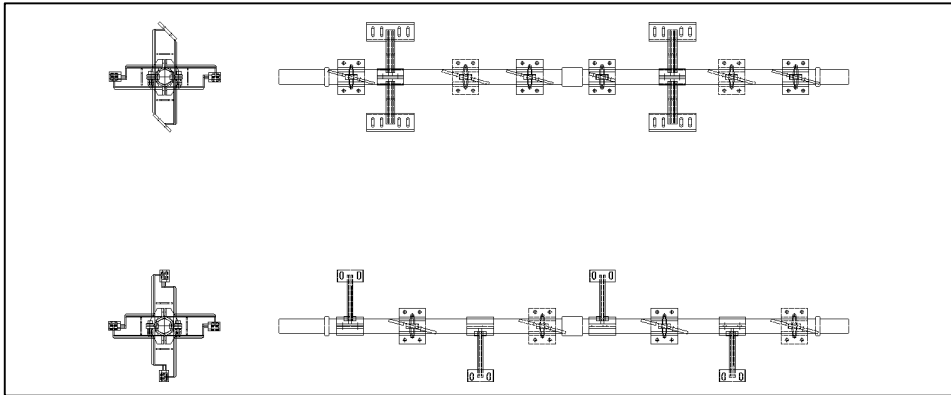
반응조는 음식물류폐기물과 목질바이오칩을 혼합되며 발효·소멸 및 숙성이 1번조와 2번조가 동시에 진행되는 공간으로 구성된다. 음식물류폐기물을 실시간(24시간) 투입이 가능하고 바로 투입량 확인이 가능하다. 음식물류폐기물이 현재까지 투입된량을 kg으로 표시하며, 투입량 100kg 도달 시 다른 조에 투입이 가능하도록 한다. 1번조는 2번조는 모두 24시간 상시 가동되고, 해당 조가 용량에 따라 교대운전을 하면서 효율적으로 가동하도록 한다.

[표 3-4] 반응조 제작사항

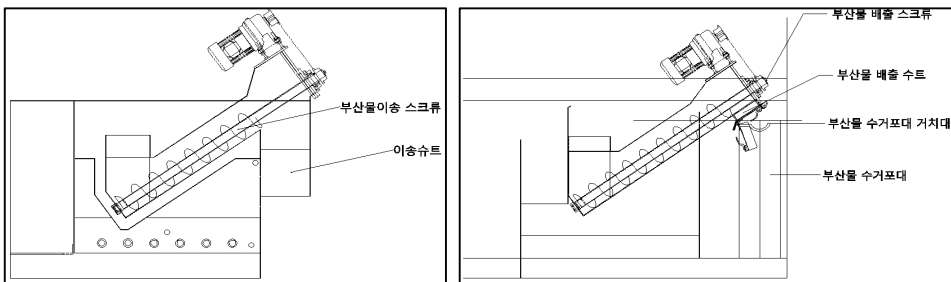
(외 형 크 기)	혼합 반응조와 숙성조(1번조, 2번조) 다음과 같이 제작함 850mm(L) × 700mm (W) × 800mm(H)
(재 질)	반응조의 재질은 녹이 잘 슬지 않는 스테인레스 재질로 함 (혼합스크류) 반응조(1번, 2번) 내부 아래쪽에 좌우를 가로질러 설치함.
(투 입 구)	음식물류폐기물 투입구는 각 반응조 상부에 설치함 .
(투입방식)	버튼투입방식으로 하명 다음과 같이 제작함
· 재 질 :	스테인레스 (STAINLESS STEEL)
· 개폐뚜껑 :	450mm(L) × 500mm(W) × 40mm(H)
· 개폐방법 :	버튼으로 개폐
(부산물 이송 시스템)	각 반응조 부산물 이송 스크류, 이송슈트로 구성함
(부산물 자동배출 시스템)	사용자가 부산물 배출시 배출구가 닫혀 있는데 불구하고 가동 할 경우 장치 파손 문제가 있어 배출구에 센서의 동작 유무로 배출구가 열렸을 때만 배출이 되도록 함
(열 매체부)	1번조와 2번조 내부의 온도를 제어하는 전열 히터를 내장하고 있으며 내부는 밀봉 된 상태의 열매체유를 충전 하여 각 반응조 온도를 제어하고 조정 가능하도록 함



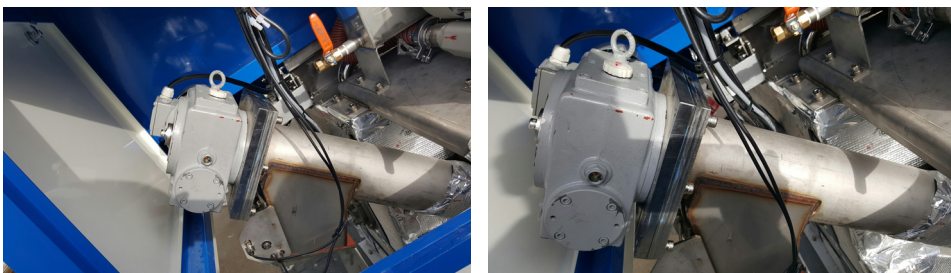
[그림 3-4] 반응조 제작도면 및 사진



[그림 3-5] 혼합용 교반기 날개형



[그림 3-6] 부산물 이송 시스템(좌), 부산물 자동배출 시스템(우)



[그림 3-7] 이송 배출 스크류 장치 사진

2.4 구동부

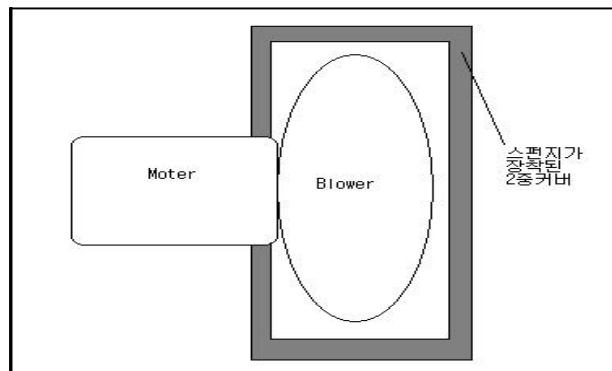
구동 모터, 체인 및 체인기어로 구성되어 각 반응조 내에서 음식물류폐기물과 목질바이오칩의 원활한 혼합이 가능하도록 하며 음식물류폐기물과 목질바이오칩의 혼합물의 숙성 부산물의 각 반응조에서 배출을 용이하게 하는 시스템으로 구성한다.

[표 3-5] 구동부 제작사항

(구동모터) 4개로 구성

- ▶ 반응조 내장 좌측 상단부에 설치됨.
 - 전 원 : 380V, 4P, 삼상
 - 모터형식 : 0.75kw, 기어드모터, (감속비 130 : 1), 6 rpm/min
 - 구동방식 : RS#60(더블)스프라켓 구동방식, 구동비 2.5:1
- ▶ 배출스크류, 배출슈트, 배출용기로 구성
 - 전 원 : 380V, 4P, 삼상
 - 모터형식 : 0.4kw, 기어드모터, 1,520 rpm/min (감속비 30 : 1)
 - 구동방식 : RS#50 스프라켓 구동방식
- ▶ 투입구 DOOR OPEN MOTOR
 - 전 원 : DC 12V, 85kg-cm
 - 구동방식 : 평기어 회전방식(M : 2)

(소 음) 모터에 장착된 Blower 부분에서 대부분 발생된다. 따라서 Blower에 스펀지가 부착된 2중 커버를 씌워 소음의 발생을 감소시킨다.



[그림 3-8] 2중 커버를 씌운 Blower

2.5 감지부

반응조(1번조,2번조) 내부 온도를 감지하여 발효 · 소멸 반응 및 온도범위 유지여부를 확인하고, 투입구 도어의 열림 및 닫힘에 대한 센서를 내장하였다.

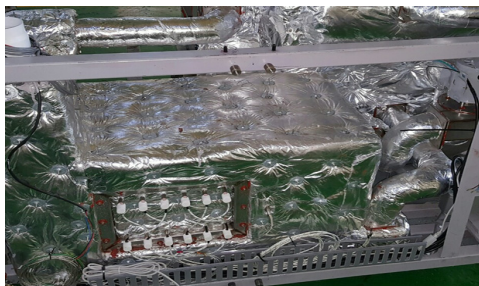
온도계를 설치하여 1번조,2번조 반응조 내부온도를 측정 및 표시 할 수 있도록 제작하고 제어판에서 온도를 모니터링 할 수 있게 제작하였다. 계량기를 장착해 누적량을 합산하여 99%이상 도달할 경우 투입방지 기능을 제어판에 표시 후 더 이상 투입을 못하도록 잠금 처리를 한다. 또한, 투입 음식폐기량을 누적 합산하여 투입량을 산정할 수 있는 적산 시스템을 설치하였다.

2.6 배기부

반응조(1번조,2번조) 내부에서 배기되면서 발생이 우려되는 악취물질을 제어하는 분진 필터장치를 설치하였고 반응조에서 배기되는 공기를 오수관로에 연결시켜 인근 주민들에게 악취로 인한 피해가 없도록 설치하였다. 홍콩 City Univ.의 경우에는 백금촉매를 추가하여 냄새에 더욱 보완하였다.

[표 3-6] 배기부 제작사항

(배 기 팬) 반응조(1번조,2번조)에서 원활한 배기 진행을 위해 장치 외부에 배기팬(용량은 500W, 정압1,700 mmAq, 풍량은 1.7m ³ /min)을 설치함
(배기덕트) 반응조(1번조,2번조)에서 배기되어 탈취 시스템을 통과하는 공기는 장치 후면부위의 배기부에서부터 시작하여 주거 단지내 오수관으로 배출되도록 연결하여 설치하고, 장치와 배기덕트의 접합부에는 플랜지 조립 후 배기관을 통해 배출함



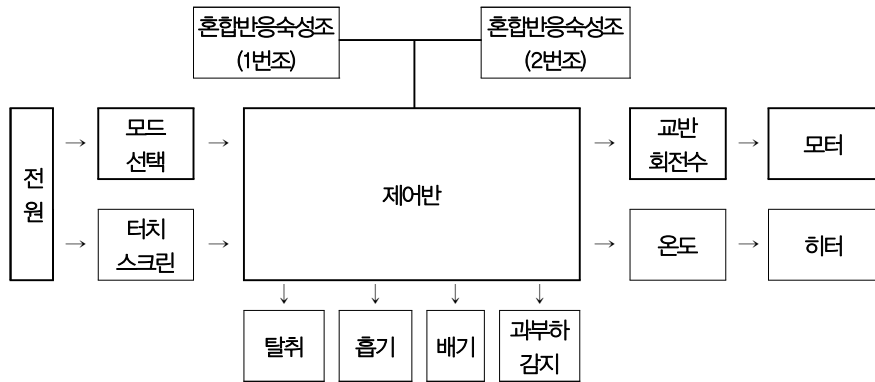
[그림 3-9] 홍콩 City Univ. 백금 촉매 탈취 장치

2.7 제어부

전원입력 후에 운전모드 선택 및 상태표시하고, 조건에 따라 온도, 혼합용 스크류 회전수, 흡배기, 투입구 개폐, 터치스크린의 조작 제어하는 운전 프로그램이 입력된 시스템으로 하고 통신시스템을 통해 사용자나 관리자가 외부의 컴퓨터 네트워크를 통해 사용량을 확인할 수 있도록 한다.

[표 3-7] 제어부 제작사항

(온도제어) 열성 열매체유 및 8.25kw 용량 전기히터를 사용하여 반응조 하단부에 부착 전기히터에 의한 가열 열원을 반응조에 전달시켜 내부 시료에 간접적으로 열을 전달하는 방식으로 하며, 암면 보온재 또는 접착용 보온재를 사용하도록 함	
▶ 온도 제어방식은 ON-OFF 방식으로 한다.	
▶ 온도 제어범위는 10℃~120℃로 오차범위 ± 3℃로 한다.	
(회전제어) 음식물류폐기물과 목질바이오칩 교반이 원활히 되도록 교반회전 방향을 제어함	
▶ 교반 회전제어방식은 타임 설정 형으로 한다.	
▶ 교반 회전제어범위는 장역회전 및 정지 기능으로 교반한다.	
▶ 교반 시간은 분, 시간별로 설정 가능하도록 제작한다.	
(부산물 이송 및 배출) 음식물류폐기물과 목질바이오칩의 발효 · 소멸 혼합물의 숙성이 완료 되는 시기에 적절량의 부산물을 자동으로 배출하도록 제어함	
(제어판넬) 음식물류폐기물 발효·소멸 장치 운전현황을 확인할 수 있도록 아래의 항목을 포함하여 터치스크린을 설치하도록 함	
▶ 온도 DISPLAY	: 온도설정 및 확인이 가능하도록 함
▶ POWER S/W	: ON / OFF 방식
▶ MOTOR 작동 S/W	: ON / OFF 방식
▶ EMERGENCY S/W	: ON / OFF 방식
▶ OPERATING S/W	: ON / OFF 방식
▶ TIMER	: 시, 분 설정
▶ 모터 과전류방지	: THERMO RELAY를 장착, 모터 과부하를 방지
(네트워크 운용) 장치에 어느 정도 양을 투입했는지, 현재 장치운영 상태를 사용자 또는 관리자가 네트워크상으로 확인할 수 있도록 연동함. 직접 현장에 가지 않고 현장에 이상이 발생하거나 필요한 데이터를 알 수 있도록 함	



[그림 3-10] 제어부 시스템 구성도



[그림 3-11] 장치 제어 모니터



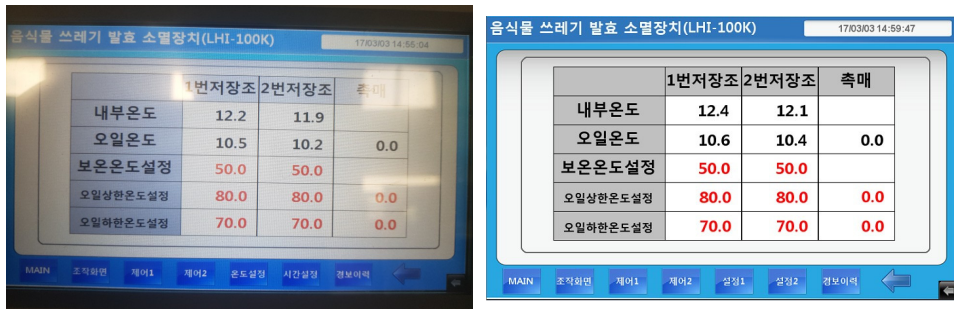
[그림 3-12] 통신 네트워크 구성

2.8 모니터링 및 계량부

음식물류폐기물의 발효·소멸장치의 운영현황을 관리가 가능한 모니터링부와 음식물의 투입/누적량을 계측 가능한 계량부를 [표 3-8]에서 나타낸 것처럼 항목을 구성하여 제작·설치하였다.

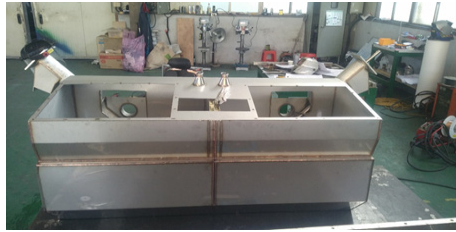
[표 3-8] 모니터링 및 계량부 구성 내용

구 분	세부내용	
모니터링부	메인 화면구성 조작 화면구성 수동 화면구성 온도 화면구성	시간 화면구성 알람 화면구성 투입리스트 ^{1,2} 화면구성
계량부	용량제한 설정 적산용량 리셋 로드셀 0점	



[그림 3-13] 온도 설정 화면

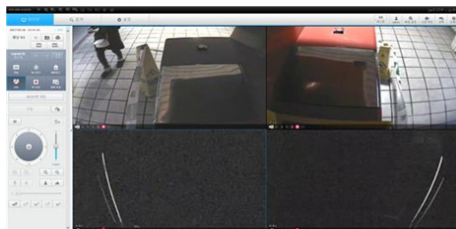
2.9 제작 공정



[그림 3-14] 반응조 등 내부설비 제작



[그림 3-15] 완성장치(좌: 광일고, 우: 홍콩CityUniv.)



[그림 3-16] 모니터링 화면, CCTV 전송현황

2.10 목질 바이오칩 제작

[표 3-9] 목질바이오칩 제작과정

① 2 ~ 10mm의 목질세편 준비	
② 4 ~ 8%의 과산화수소 수용액 제조	
③ 과산화수소 수용액에 목질세편을 투입하여 1 ~ 2시간 함침	
④ 목질세편에 복합 효소 첨가	
⑤ 효소가 첨가된 목질세편을 상온에서 5~7일간 건조	
⑥ 건조된 목질세편을 포장	

3. 시스템 설치 및 운영관리

3.1 현장설치 및 조건셋팅

음식물 자원화 바이오 시스템은 국내(광일고등학교, '17.5)와 국외(홍콩 City Univ., '17.3)에 하루 100kg 미만 음식폐기물 처리용량으로 제작설치하고 운영하였다. 대상지별 설치현황은 [표 3-10]과 같다.

[표 3-10] 음식물 자원화 바이오 시스템 제작설치 결과

설치위치	설치 전	설치 후
홍콩 City Univ.		
광일 고등학교		

(온도설정) 장치마다 부속도가 다를 수 있으나 기본적으로 아래와 같이 설정함

- ▶ 오일 하한선 : 90℃
- ▶ 오일 상한선 : 100℃
- ▶ 내부온도 상한선 : 45℃(온도 설정 범위 35℃ ~ 45℃)

(교반설정)

- ▶ 가동시간 : 3분
- ▶ 정지시간 : 2분
- ▶ 정방향 설정시간 : 3분
- ▶ 역방향 설정시간 : 1분

3.2 일일 투입량(음식물), 목질 바이오칩 투입량 및 부산물 배출량

1) 일일 투입량(음식물)

[표 3-11] 광일 고등학교 음식물 일일 투입량(단위 :kg)

날짜		광일고등학교		총 합계
		좌	우	
5월	18일	41		
	19일	104		
	20일			
	21일	17		
	22일	95		
	23일	60		
	24일	100		
	25일	58		
	26일	73		
	27일			
	28일			
	29일		118	
	30일		80	
	31일		83	
6월	1일		60	
	2일		97	
	3일			
	4일			
	5일	117		
	6일			
	7일	102		
	8일	77		
	9일	68		
	10일			
	11일			
	12일		104	
	13일		101	
	14일		121	
	15일	55		
	16일	69		
	17일			
	18일			
	19일	78		
	20일	42		
	21일			
	22일	89		

	23일	57		
	24일			
	25일			
	26일		77	
	27일		67	
	28일		90	
	29일		67	
	30일			
	31일			
합계		1,302	1,065	2,367

[표 3-12] 홍콩City Univ. 음식물 일일 투입량(단위 :kg)

날짜		홍콩City Univ.	총 합계
5월	8일	7	
	9일	6,5	
	10일	5,2	
	11일	8,49	
	12일	8,35	
	13일		
	14일		
	15일	10,22	
	16일	8,46	
	17일	12,09	
	18일	7,04	
	19일	11,6	
	20일		
	21일		
	22일	6,74	
	23일	9,73	
	24일	4,98	
	25일	8,72	
	26일		
	27일		
	28일		
	29일	7	
	30일		
	31일	8,87	
6월	1일	8,58	
	2일		
	3일		
	4일		
합계		139,57	139,57

2) 목질 바이오칩 투입량

[표 3-13] 광일고등학교 목질 바이오칩 투입량(단위 :kg)

날짜		광일고등학교		총 합계
		좌	우	
5월	18일	70		
	29일		70	
6월	5일	70		
	11일		70	
	26일		70	
합계		140	210	350

[표 3-14] 홍콩City Univ. 목질 바이오칩 투입량(단위 :kg)

날짜		홍콩City Univ.	총 합계
5월	8일	60	
합계		60	60

3) 부산물 배출량

[표 3-15] 광일고등학교 부산물 배출량(단위 :kg)

날짜		광일고등학교		총 합계
		좌	우	
6월	2일		90(3포)	
	9일	90(3포)		
	13일	120(4포)		
	22일		59(2포)	
	26일	120(4포)		
합계		330	149	479

[표 3-16] 홍콩City Univ. 부산물 배출량(단위 :kg)

날짜		홍콩City Univ.	총 합계
6월	4일	11.95	
합계		11.95	11.95

4) 감량률

[표 3-17] 광일고등학교 감량률

광일고등학교	
기 간	5월18일~6월31일 총 45일
총 투입량	2367
총 목질바이오칩 투입량	350
총 부산물 배출량	479
감량률	82.4%

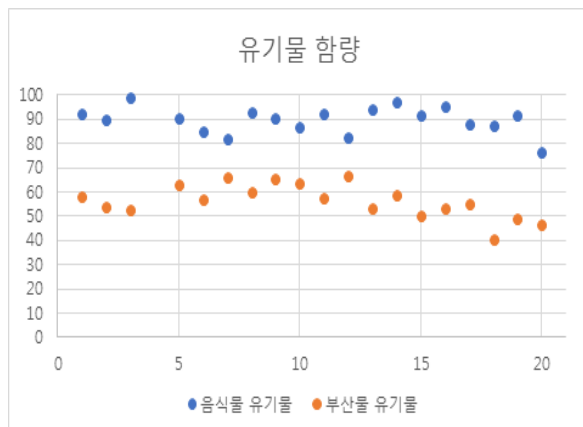
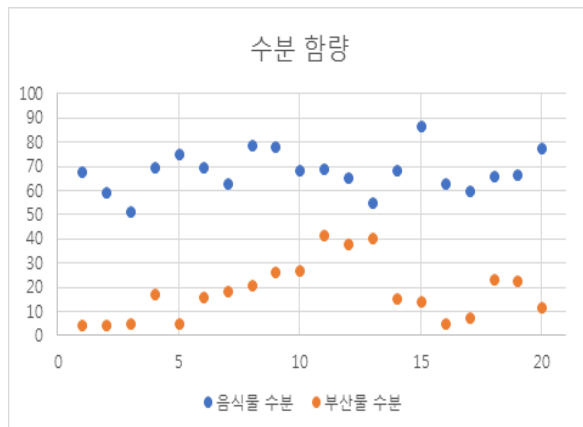
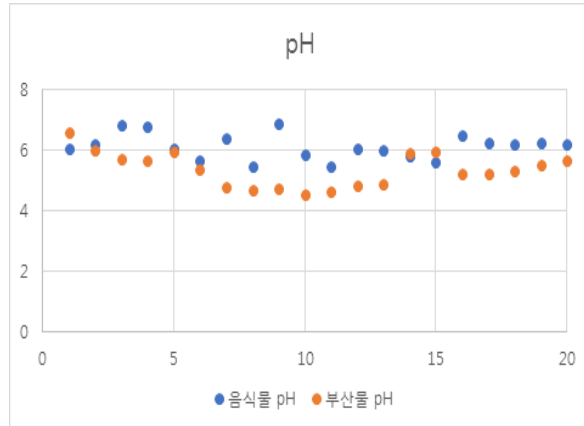
[표 3-18] 홍콩City Univ. 감량률

홍콩City Univ.	
기 간	5월 8일~6월 4일 총 28일
총 투입량	139.57
총 목질바이오칩 투입량	60
총 부산물 배출량	11.95
감량률	94.02%

5) 성능 분석

홍콩 City Univ.는 초기 운영개시 당시에 목질바이오칩 60kg 초기 투입하고 음식 폐기물을 하루 30~40kg 투입하며 운영하였다. 투입 음식폐기물 90%이상 발효처리 성능 확보가 가능하였다. 현재는 주1회 부산물 배출하고 유지관리를 수행하고 있다.

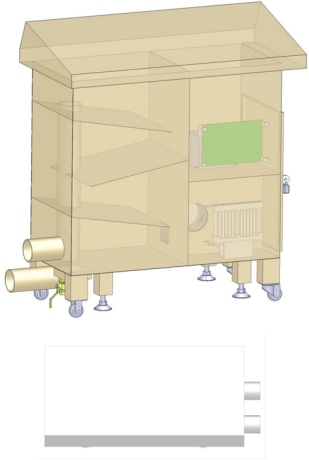
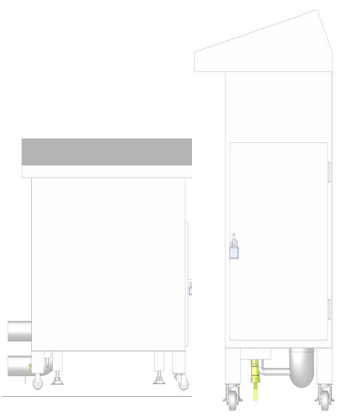
홍콩 City Univ.에서 투입하는 음식물류폐기물의 성상은 수분 50~90%, 유기물 80~98%, pH 5~7이었고 처리 부산물의 성상은 수분 10~40%, 유기물 40~70%, pH 4~6이었다. 국내 음식물류폐기물 보다 성상이 양호하며 처리가 용이할 것으로 사료되었다. [그림 3-10]에서 음식물류폐기물과 처리부산물의 성상을 나타내었다.



[그림 3-17] 홍콩 City Univ. 음식물 자원화 바이오 시스템 투입 음식물류폐기물과 부산물의 성분분석 결과

한편, 홍콩 City Univ. 음식물 자원화 바이오 시스템의 경우 반응조에서 배출되는 공기는 장치에 내장한 백금촉매로 탈취 후 대기 중으로 방출하였으나 악취문제가 잔존하여 '17년 7월부터 8월은 운영을 중지하고 플라즈마 탈취기를 추가 보완한 후 '17.9부터 운영을 개시하고 있다. 현재는 운영상 문제 없이 진행되고 있다.

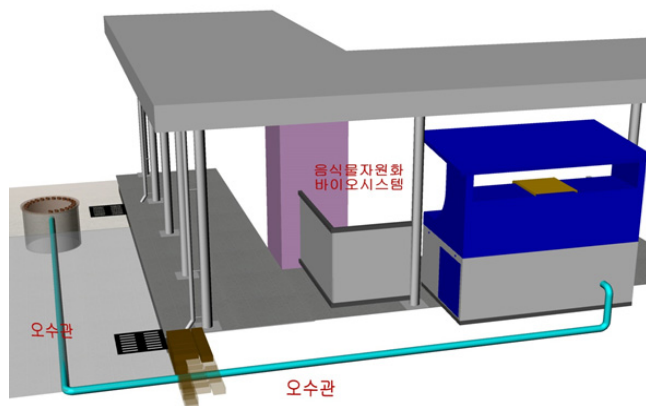
[표 3-19] 홍콩City Univ. 플라즈마 탈취설비

 [플라즈마 탈취기 외형]	 [좌우 측면도]
(장치형상) · 970mm(W)×460mm(D)×1,020mm(H) · 외부커버 재질: SUS304 · 장치가동용 바퀴(Caster) · 수평/진동/소음억제용 수평 조절좌 (연결부) · 장치 배기 말단부에 연결 (장치내부구성) · 전원: AC 2P, 220V · 공진형 PCB, 초고압트랜스 · 플라즈마 발생기, 시로코팬시스템 (장치제어) · 타이머와 ON/OFF스위치로 조작 · 제어판넬 구성 - POWER S/W : ON / OFF 방식 - TIMER : 시간 설정	



[그림 3-18] 홍콩 City Univ. 음식물 자원화 바이오 시스템 플라즈마 탈취설비

광일고등학교 음식물 자원화 바이오 시스템은 반응조에서 배기되는 공기를 오수관으로 연계함으로 악취의 발생을 차단할 수 있었다.



[그림 3-19] 광일고등학교 음식물 자원화 바이오 시스템
오수관 활용 악취배기

광일고등학교 내 설치한 음식물 자원화 바이오 시스템에서는 목질바이오칩 30kg를 초기에 투입하였고, 음식물류폐기물을 하루 90kg 내외로 투입하며 운영하고 있다. 투입 음식물류폐기물의 90%이상 발효처리가 가능하며 안정적인 성능을 확보하고 있다. 주1회 부산물을 배출하며, 시스템을 유지관리하고 있으며 최종 부산물 비료공정 규격 이내로 품질이 유지되고 있다.

[표 3-20] 광일고등학교 최종 부산물 분석결과


제일분석센터
<http://www.cheillab.com>
후 08389 서울서 구로구 디지털로 272번지 한신타워 913호 전화02-869-8158 팩스02-868-4619 접수담당: 최민하
LBFL2-ETHO-ZVAX-KAJAH

검 사 성 적 서

2017-0009917

의뢰인	성명 / 상호	팩트앤지(주)임주식회사		사업자등록번호	497 81 00260
	주 소	광주광역시 동구 소촌로149번길 37(소촌동)		대표자	이은하
	시료명			비료	
접수날일	2017. 07. 25	검사날일	2017. 07. 28		
접수번호	17-07-FR0219	검사목적	자재물질검사용		

검 사 결 과

검사항목	검사기준	결과	비고
질소 (%)		3.50	분석 방법 비료물질검사용 규격 농촌진흥청 고시 제 2016- 26호
유기물 (%)	30 이상	89.34	
유기물대질소비	45 이하	25.52	
수분 (%)	55 이하	4.26	
수분 (mg/kg) (건물중에 대하여)	2 이하	0.013	
비소 (mg/kg) (건물중에 대하여)	45 이하	0.52	
카드뮴 (mg/kg) (건물중에 대하여)	5 이하	0.041	
납 (mg/kg) (건물중에 대하여)	130 이하	불검출	
구리 (mg/kg) (건물중에 대하여)	360 이하	13.06	
니켈 (mg/kg) (건물중에 대하여)	45 이하	6.07	
인연 (mg/kg) (건물중에 대하여)	900 이하	40.80	
크롬 (mg/kg) (건물중에 대하여)	200 이하	13.96	
알루미늄 (%) (건물중에 대하여)	2 이하	1.98	
정산물용해율 (%)	25 이하	2.06	
부숙도 (점차)	부숙완료	완전부숙	
대장균O157:H7	불검출	불검출	
살모넬라	불검출	불검출	

시험책임자 : 윤대열 시험원 : 김문주, 전해연, 최민우, 허선영, 황미연

주) 상기 검사결과는 의뢰인이 당사에 제공한 시료에 대한 분석결과입니다.

2017 년 07 월 31 일
제일분석센터 대표이사 이은미



* 본 검사결과는 의뢰목적 이외에 광고 및 소송 등의 목적으로 사용하실 수 없으며, 그에 따른 책임은 당사와는 무관함을 알려드립니다.

※주요항목 결과 값

- 유기물(%) 89.34 (30 이상)
 - 유기물/질소 25.52 (45 이하)
 - 수분(%) 4.26 (55)이하
 - 염분(%) 1.98 (2.0 이하)
 - 부숙도 완전부숙 (부숙완료)
 - 대장균 불검출 (불검출)
 - 살모넬라 불검출 (불검출)
- *()은 비료공정규격 기준치임

3.3 현장운영상 애로사항

[표 3-21] 현장운영 애로사항(홍콩City Univ.)

수 리 일 자	2016년 12월 02일
장치위치 및 호기	홍콩City Univ,교
수 리 내 용	배기관을 오수관로로 연결하지 못해 배기덕트를 이용해 대기중으로 연결함. 기계장치의 습기로 인해 배기덕트에 물이 고여 공기가 밖으로 나가 못함. 주기적으로 물을 빼줘야 함 

[표 3-22] 현장운영 애로사항(홍콩City Univ.)

수 리 일 자	2017년 01월 10일
장치위치 및 호기	홍콩City Univ.
수 리 내 용	기계장치를 작동시키기 위해 전기공사가 필수임 3상4선 380W로 공사 시 국내보다 3배 이상의 공사비가 듦. 

3.4 사용설명 및 가이드

설명실링에 작동방법과 주의사항을 작성해 눈에 띄는 곳에 부착한다. 1번 반응조는 투입된 음식쓰레기가 다 차면 자동으로 2번 반응조 투입모드로 교번 운전되어 투입이 가능하며, 2번 반응조의 투입 기간 동안 1번 반응조는 숙성기간을 거친 후 배출하게 된다.

[표 3-23] 발효·소멸장치 사용 및 조작방법

	① 사용처에서 음식물류폐기물 분류 후 수거용기에 담는다.
	② 무게를 계량한 후 투입 버튼을 누른다.
	③ 투입구가 열리면 음식물류폐기물을 장치 내로 투입한다.
	④ 화면에 음식물류폐기물의 무게가 측정되어 표시된다.
	⑤ 버튼을 누르면 투입구가 닫힌다.

[표 3-24] 발효·소멸장치 음식물 투입 방법

- ① 구내식당에서 음식물류폐기물 분류 후 수거용기에 담는다.
- ② 저울에 음식물류폐기물을 올리면, 화면에 음식물류폐기물의 무게가 측정되어 표시된다.
- ③ 투입 버튼을 누르면 투입구가 열린다.
- ④ 투입구가 열리면 음식물류폐기물을 장치내로 투입한다.
- ⑤ 버튼을 다시 누르면 투입구가 닫힌다.

[표 3-25] 발효·소멸장치 부산물 배출 방법

- ① 배출을 위해 개폐기를 연다.
- ② 열린 개폐기에 부산물을 받을 포대를 장착한다.
- ③ 배출 스위치를 정방향으로 10분간 작동시킨다.
- ④ 점검창을 열고 부산물이 완전히 배출되었는지 확인한다.
- ⑤ 스크류 안의 잔여 부산물을 빼내기 위해 배출 스위치를 역방향으로 1분간 작동 시킨 후 스위치를 정지에 놓는다.

목질바이오칩을 70kg 투입하면 음식물류폐기물을 1일 80~100kg정도 처리가 가능하며, 1번조에서 5일에서 7일동안 지속적으로 투입하며 1번조가 가득차면 투입구가 열리지 않고 2번조에 투입이 가능하며 1번조는 그 상태에서 2일간 발효·소멸이 진행되며 숙성하여 부숙 완료된다.

음식물류폐기물 중 통무, 통배추, 통수박 등 통째소류와 부피가 큰 과일류와 껍질은 4등분하여 투입하여야 하며, 음식물류폐기물이 아닌 것은 투입하지 않도록 주의하여야 한다.

[표 3-26] 음식물류폐기물이 아닌 생활폐기물 항목

구 분	배출구분	내 용
채소류	생활폐기물	쪽파, 대파, 미나리 등의 뿌리
		고추씨, 고추대
		양파, 마늘, 생강, 옥수수 등의 껍질
		옥수수대
과일류 (견과류포함)	생활폐기물	호두, 도토리, 밤, 땅콩 등의 딱딱한 껍데기
		코코넛, 파인애플 등의 껍질
		복숭아, 살구, 감 등 핵과류의 씨
곡류	생활폐기물	왕겨(벼의 겉겨)
육류	생활폐기물	소, 돼지, 닭 등의 털과 뼈다귀
어패류	생활폐기물	조개, 소라, 전복, 멍게, 굴 등의 껍데기
		게, 가재 등의 갑각류의 껍데기
		생선뼈
동물의 알(껍질)	생활폐기물	계란 등 알껍데기
기타	생활폐기물	한약재찌꺼기, 각종 차류 찌꺼기

3.5 장치운영 관리 점검항목

[표 3-27] 발효·소멸장치 운영관리 매뉴얼

상태 점검	점검 방법
부산물 상태 점검	▶ 부산물을 육안 관찰 후 진행
부숙이 잘 된 상태 부산물양이 교반기 주축 상부 10cm에 있는 경우	▶ 배출스크류를 정방향으로 작동하여 교반기 주축 하방 15cm까지 배출
부산물이 부숙이 안된 상태	▶ 부산물 배출 하면 안됨
부산물이 부숙이 안된 상태 1번 2번이 모두다 팍 찬 경우	▶ 음식물 통을 별도로 두고 장치에 「숙성 중」 뜻말을 붙여 음식물 투입을 자제시킬 것 ▶ 부숙이 완료 후 위의 점검 방법으로 이행
스크류 작동시 배출이 되지 않는 경우	▶ 장치 하부의 점검캡이나 스크류에 있는 점검 구를 열어 쇠파창이를 이용하여 뚫어 줄 것 ▶ 너무 딱딱하게 굳어있는 경우 물을 부어 하루 정도 기다린 후 배출
송풍기 점검	▶ 기기 점검시마다 소음과 진동 작동유무를 매일 체크할 것
바이오칩 투입	▶ 송풍기 전원을 끈 후 바이오칩 투입 ▶ 10분정도 음식물과 교반 후 송풍기 작동 - 송풍기를 바로 작동시키면 바이오칩이나 먼지로 인해 송풍기의 수명을 단축시킬 수 있음
필터 점검	▶ 일주일에 한번 이상 깨끗이 청소
체인 텐션 구리스 감속기 오일 점검	▶ 한 달에 한번 보충
매인 축 베어링 구리스 주입	▶ 두 달에 한번 보충

4. 시사점

음식물 자원화 바이오 시스템은 홍콩 City Univ.에서는 5월8일부터 6월4일(총 28일), 광일고등학교에서는 5월18일부터 6월30일(총45일)까지 운영하였다.

홍콩City Univ.은 목질바이오칩 60kg을 투입했고 음식물류폐기물은 1일 평균 10kg내외를 투입하여 총 45일 동안 감량률 94.02%를 달성하였다. 홍콩City Univ.은 처음에 배기관을 오수관로에 연결하려 했으나 인허가 문제로 인해 연결하지 못하고 차선책으로 배기덕트를 이용해 대기 중에 배출되도록 설치하였다. 그러나 대기 중 배출로 인한 악취문제가 대두되었으며 이를 해결하고자 장치에 추가적으로 백금촉매 탈취장치와 플라즈마 분해장치를 장착하여 문제를 해결하였다.

광일고등학교는 목질바이오칩 70kg를 투입했고 음식물 쓰레기 1일 평균 50kg 내외를 투입하여 감량률 82.4%를 달성했다. 광일고등학교는 1일 투입량이 홍콩City Univ.보다 5배정도 많았지만 배기관을 오수관에 연결하여 설치 운영한 결과 악취로 인한 문제는 발생하지 않았다. 추가적으로 광일고등학교 학교관계자 및 종사자들이 본 장치를 매우 만족하였고, 광일고등학교 측에서 8개 지역신문에 음식물 제로화 사업에 대한 기사를 기재하였다.

제 4 장

도입전략 및 로드맵

LAND
HOUSING
INSTITUTE

&

제4장 도입전략 및 로드맵

1. 전략수립

1.1 정책·제도 개선제안

1) 현 황

□ 폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률 시행령

- 제4조(택지개발사업에 따른 폐기물처리시설의 설치)

① 법 제6조 1항에서 “대통령령으로 정하는 규모 이상의 공동주택단지나 택지”란 조성면적이 30만제곱미터 이상인 공동주택단지 또는 택지를 말한다.

② 법 제6조 제1항에서 “대통령령으로 정하는 폐기물 처리시설”이란 해당 지역에서 발생하는 폐기물을 처리하기 위한 소각시설과 음식물류폐기물 처리시설을 말한다.

□ 폐기물처리시설 설치촉진 및 주변지역지원 등에 관한 법률

- 제6조(택지개발사업에 따른 폐기물처리시설의 설치 등)

① 대통령령으로 정하는 규모 이상의 공동주택단지나 택지를 개발하려는 자는 그 공동주택단지나 택지에서 발생하는 폐기물을 처리하기 위하여 대통령령으로 정하는 폐기물처리시설을 설치하거나 그 설치 비용에 해당하는 금액을 해당 지역을 관할하는 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 내야한다.

2) 개정안 제언

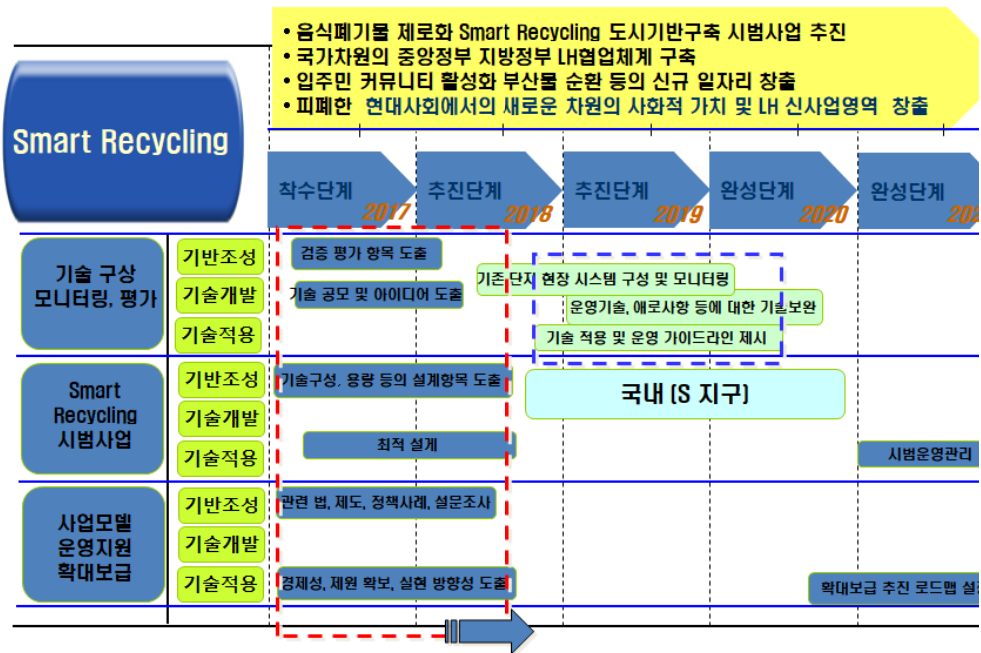
현 행	개 정 안	비 고
제6조(택지개발사업에 따른 폐기물처리 시설의 설치 등) ① 대통령령으로 정하는 규모 이상의 공동주택단지나 택지를 개발하려는 자는 그 공동주택단지나 택지에서 발생하는 폐기물을 처리하기 위하여 대통령령으로 정하는 폐기물 처리시설을 설치하거나 그 설치비용에 해당하는 금액을 해당 지역을 관할하는 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 내야한다.	제6조(택지개발사업에 따른 폐기물처리 시설의 설치 등) ① 대통령령으로 정하는 규모 이상의 공동주택단지나 택지를 개발하려는 자는 그 공동주택단지나 택지에서 발생하는 폐기물을 처리하기 위하여 대통령령으로 정하는 폐기물 처리시설을 설치하거나 그 설치비용에 해당하는 금액을 해당 지역을 관할하는 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수·구청장에게 내야한다. <u>단, 음식물류폐기물을 100kg/일 미만의 생물학적재활용시설을 설치하여 재활용될 경우 그 설치비용의 납부를 면제할 수 있다.</u>	단서조항 신설

1.2 전략 모델수립

음식물폐기물 제로화 Smart Recycling 도시를 모델명으로 하고, Zero Food Waste Smart Recycling City를 개발개념으로 하여 전략 모델을 수립하였다. 이는 음식물류폐기물 수거차량 운행 없이 도시 내에서 퇴비 또는 바이오 연료를 생산하여 입주민이 스스로 도시농업 등의 커뮤니티 활동으로 재활용함으로 사회가치를 창출시키고, 음식물류폐기물 발생량, 시스템 원격운영의 도시자원 Biomass 통합관리 서비스를 제공하는 새로운 차원의 LH 도시 및 주거단지라 할 수 있다.

2. 로드맵 수립

음식물류폐기물 제로화 Smart Recycling 도시 구현을 위해서는 (1) 기술 구상 모니터링·평가, (2) Smart Recycling 시범사업, (3) 사업모델 운영지원 확대보급 등의 세부 과제를 기반조성, 기술개발, 기술적용 등으로 세분화 하고 각 항목별로 향후 10년 동안(2017~2027) 착수단계, 추진단계, 완성단계로 구분하여 추진해야 할 필요가 있다. 음식물류폐기물 제로화 Smart Recycling 도시 구현을 위한 구체적인 로드맵은 아래의 그림 [4-2]와 같다.



[그림 4-2] 음식물류폐기물 제로화 Smart Recycling 도시 구현 로드맵