

공동주택단지의 음식물쓰레기 관리 실태 및 지방자치단체의 음식물쓰레기 무배출 시스템 도입 의향 분석

Food Waste Management and Public Dissemination of Zero-Food Waste System in Multifamily Housing Estates

오정익 · 이현정*[†]

Jeongik Oh · Hyunjeong Lee*[†]

한국토지주택공사 토지주택연구원 미래기술연구실

*경희대학교 주거환경학과

Advanced Technology Research Team, Land & Housing Institute, Korea Land & Housing Corporation

**Department of Housing & Interior Design, Kyung Hee University*

(Received February 13, 2016; Revised February 26, 2016; Accepted March 1, 2016)

Abstract : As the largest source of food waste is housing, and the food waste properties are good enough to recycle, the proactive approach to conventional food waste disposal is highly regarded. This research is to examine food waste management in the Seoul Metropolitan Area (SMA) and non-SMA and to analyze the public inclination to disseminate zero-food waste system (ZFWS) with fermentation and extinction technology in multifamily housing estates. The self-administered questionnaire survey was conducted and the collected data were statistically analyzed. The main findings are summarized as follows: food waste in multifamily housing estates were retrieved by refuse truck and largely recycled for compost and forage. Also, many local governments were in favor of ZFWS, and unwilling to invest in it due to financial constraint. It's found that logistics of ZFWS is likely to be influenced by important features such as a considerable amount of cost saving, effective energy recovery, and efficient operation/management.

Key Words : Zero-Food Waste System, Fermentation and Extinction Technology, Food Waste Management, Multifamily Housing Estates, Seoul Metropolitan Area

요약 : 음식물쓰레기의 최대 배출원인 주택에서 생성되는 음식물쓰레기의 성상은 양호하여 재활용 가치가 크지만, 기존의 음식물쓰레기 관리방식으로는 한계가 있어 개선안이 요구되고 있다. 본 연구는 수도권과 비수도권 소재 공동주택단지의 음식물쓰레기 관리 실태를 조사하고, 발효·소멸기술을 이용한 음식물쓰레기 무배출 시스템 보급에 대한 지자체 태도를 파악하고자 한다. 전국 지자체 공무원을 대상으로 실시한 설문조사를 통해 수집한 자료는 통계분석을 하였고, 그 주요 결과를 요약하면 다음과 같다. 공동주택단지에서 배출되는 음식물쓰레기는 차량수거를 통해 퇴비나 사료로 재활용되고 있었다. 상당수의 지자체들은 음식물쓰레기 무배출 시스템에 관심이 있으나, 지자체의 예산 부족은 그 보급에 걸림돌이 되었다. 또한, 음식물쓰레기 무배출 시스템을 실용화하기 위해서는 비용절감효과, 에너지로의 자원화, 설치 후 유지운영 관리의 용이성 등이 뒷받침되어야 할 것으로 나타났다.

주제어 : 음식물쓰레기 무배출 시스템, 발효·소멸기술, 음식물쓰레기 관리, 공동주택단지, 수도권

1. 서론

음식물쓰레기는 「2010 인구주택총조사」에 따르면, 우리나라 전체 인구(4,858만명)의 약 절반 정도(49.1%, 2,384만명)가 수도권에 거주하고 있으며, 수도권의 인구밀도는 km²당 2,025명으로 전체 인구밀도(486명/km²) 보다 4배 이상 조밀하다.¹⁾ 또한, 전체 가구(1,757만 가구)의 과반수(47.9%, 841만 가구)가 수도권에 거주하고 있으며, 총 주택(1,467만호) 중 2/5 이상(44.7%, 656만호)이 수도권에 집중되어 있다.^{1,2)} 거주 주택(1,388만호)의 3/5가량(58.9%, 818만호)이 아파트이며, 전체 아파트(857만호) 중 과반수 가량(48.8%, 415만호)이 수도권에 위치해 있고, 이는 수도권 소재 전체 주택(654만호)의 3/5 이상(63.3%, 415만호)에 해당한다.^{1,2)} 이처럼 인구밀도와 주택 수에서 상대적으로 차이가 큰 수

도권과 비수도권에서는 음식물쓰레기의 배출량에도 차이가 있고, 그 처리를 위한 예산 규모에도 차이가 있다(Fig. 1, 2).³⁾ 실제, 2010년 기준 전국의 음식물쓰레기 1일 발생량은 11,783톤이었으며, 이중 과반수 이상(51.9%, 6,114톤/일)은 수도권 지역에서 발생하여 비수도권(48.1%, 5,669톤/일)보다 많았다. 또한, 2010년 음식물쓰레기 처리비를 포함하는 생활 폐기물 관리 연간 예산은 총 2.8조원이었으며, 이중 수도권 지역 연간 예산은 36.7%(1조원), 비수도권은 63.3%(약 1.8조원)를 차지하는 것으로 나타났고, 수도권의 예산 중 절반 가량(49.5%)은 위탁처리비로 지출한 반면, 비수도권에서는 약 1/3 가까이(32.0%)를 위탁처리비로 사용하고 시설설치비(25.7%)와 인건비(25.2%)로 각각 1/4씩 지출하였다.³⁾ 따라서, 예산의 상당부분을 차지하는 위탁처리비는 음식물쓰레기의 처리방식과 관련된다.

[†] Corresponding author E-mail: ecohousing@khu.ac.kr Tel: 02-961-9192 Fax: 02-961-9192

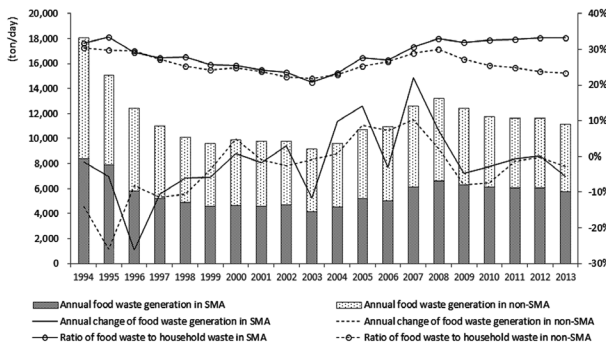


Fig. 1. Distribution of food waste generation in the Seoul Metropolitan Area (SMA) and non-SMA.³⁾

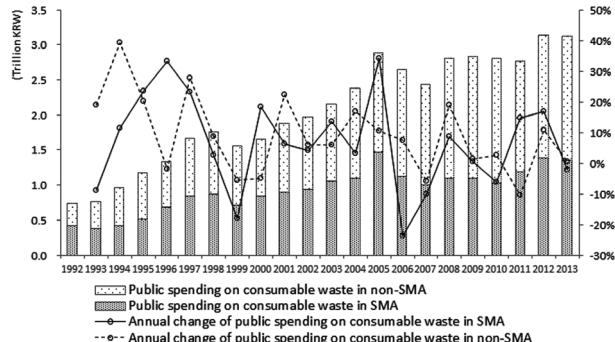


Fig. 2. Public spending on consumable waste in the Seoul Metropolitan Area (SMA) and non-SMA.³⁾

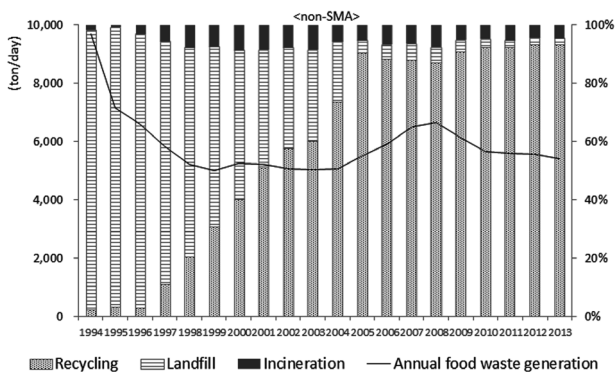
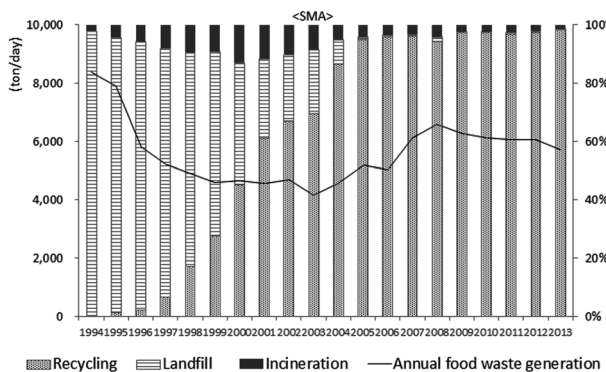


Fig. 3. Food waste generation and its disposal in the Seoul Metropolitan Area (SMA) and non-SMA.³⁾

음식물쓰레기는 오랫동안 주로 매립에 의존하여 처리하였으나(Fig. 3),³⁾ 매립에 따른 각종 부작용(예, 악취, 침출수 유출, 지하수 및 토양 오염 등)과 문제(예, 매립지 확보의 어려움, 매립지 인근 주민 반대 등)가 제기되고, 1995년 쓰레기 종량제 시행과 2005년 직매립금지법 본격화되면서 음식물쓰레기의 감량화와 재활용이 본격화되었다.^{4,5)} 음식물쓰레기의 재활용은 퇴비화 또는 사료화가 주류를 이루었으나, 재활용의 문제점(예, 질 저하, 처리과정에서 음폐수 발생 등)이 대두되면서 자원화에 대한 요구가 커졌다.^{6,7)} 특히 2013년 해양투기 금지로 음식물쓰레기의 자원화는 더욱 더 탄력을 받게 되었다. 이에 따라 혁신적으로 음식물쓰레기 자원화가 가능한 처리방식이 기존처리방식을 대체할 대안들이 대두되고 있다.⁸⁻¹⁷⁾ 기존처리방식에는 차량수거와 자동집하에 의한 2가지 접근이 대표적이다. 차량수거방식은 음식물쓰레기 생성 직후 거주자가 지정된 곳에 설치된 음식물쓰레기 전용 수거통에 담고, 이를 수거차량이 정기적으로 수거·운반한다. 이어 음식물쓰레기는 중간처리시설을 거쳐 최종적으로 퇴비 또는 사료 등으로 처리된다. 따라서, 음식물쓰레기 수거업체, 중간처리시설, 최종처리시설에 대한 운영이 필요하며 대부분의 지자체에서는 위탁 운영하고 있는 실정이다.

자동집하 처리방식은 최근 신규 건설된 대규모 공동주택 단지에 도입된 기법으로, 압송관로를 이용한 자동집하 처리 방식이다. 차량수거 처리방식과 유사한데, 거주자가 단지

내 위치해 있는 투입구에 투입하면, 음식물쓰레기가 압송관로를 통해 공동주택 단지 내 공원, 녹지 등의 지하공간에 설치된 집하시설로 이송된다. 이곳에 집하된 음식물쓰레기는 차량 수거, 중간처리시설로 운반, 처리 후 최종 부산물의 퇴비화와 사료화 등 차량수거 방식과 동일한 과정을 거친다. 차량수거 처리방식보다는 덜 비위생적이지만, 자동 집하시설, 중간/최종처리시설이 필요하고 여전히 음식물쓰레기의 최종처리 부담이 있어 경제적 효용성을 고려하여 대규모 공동주택단지에 적합하다. 이러한 기존 처리방식의 한계를 극복하기 위한 대안으로 음식물쓰레기 무배출 시스템(Zero-Food Waste System, ZFWS)이 도입되고 있다.^{12-16,18,19)}

Fig. 4에서 보는 바와 같이 공동주택 단지 내 일정위치에 있는 전용수거용기 대신 발효·소멸 장치가 설치되어 거주자가 음식물쓰레기를 투입하여 처리되는데, 최종 부산물은 단지 내 텃밭 등의 퇴비로 순환하여 공동주택 단지 내에서 재이용하므로 친환경적이고 쾌적한 주거환경을 조성하게 된다. 이 방식은 기존 또는 신규 건설되는 공동주택단지 모두 설치 가능하며, 음식물쓰레기 발효·소멸장치와 그 연계 설치물(예, 조정공간, 재활용 창고 등)이 필요하다. ZFWS 모델 특성 상 음식물쓰레기의 배출과 처리가 동일 장소에서 이루어지므로, 지자체의 음식물쓰레기 위탁처리비 절감과 거주자의 비용 경감을 기대할 수 있다.^{13,18,19)}

이에 본 연구는 전국의 지자체를 수도권권 비수도권 지역으로 분류하여 일선에서 음식물쓰레기 관련 업무를 담당

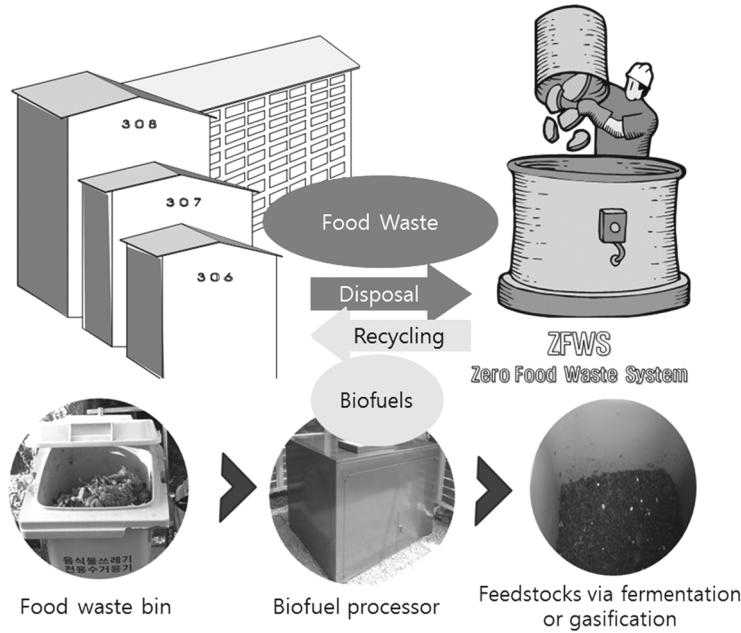


Fig. 4. Zero-food waste system in multifamily housing.^{14,18)}

하는 공무원을 대상으로 관할구역 내 공동주택단지의 음식물쓰레기 관리 실태를 조사하고, 공동주택단지에서 음식물쓰레기 무배출 시스템(ZFWS) 도입 의향을 비교·분석하고자 한다. 본 연구의 결과는 음식물쓰레기 무배출 시스템의 최적화와 실용화를 위한 전략을 수립하는 기초자료로 활용될 수 있다.

2. 연구방법

본 연구는 음식물쓰레기의 주요 배출원인 주택, 특히 공동주택단지에서 음식물쓰레기를 생성에서부터 소멸에 이르는 전 과정을 단지 내에서 배출 및 처리 일체를 취급하고, 최종 부산물을 자원화하는 시스템을 개발하고 보급하기 위한 일환으로 수행한 연구이다. 이를 위해 전국의 각 지자체에서 음식물쓰레기 관리업무를 담당하는 일선 공무원들을 대상으로 설문조사하였다. 자발적인 조사 참여와 회신을 고려하여 자가기입식 우편설문지법을 활용하였으며, 설문지 작성은 선행연구 고찰과 전문가 패널의 자문을 거쳐 지자체 전체와 공동주택단지 내 음식물쓰레기 관리실태, 지자체 내 공동주택단지 내 음식물쓰레기 무배출 시스템에 대한 태도를 파악할 수 있도록 하였다. 즉, 설문문항은 지자체의 음식물쓰레기 관리에 관한 공공행정, 지자체의 음식물쓰레기 배출 및 처리 업무, 음식물쓰레기 무배출 시스템의 공동주택단지 적용, 관할 구역 내 공동주택단지의 음식물쓰레기 처리 및 수거 현황, 응답자의 사회인구학적 특성 등 5가지 부분으로 구성되었다.

아울러 전국의 지자체를 수도권(예, 서울, 인천, 경기도) 89곳과 비수도권(예, 광역시, 도 단위 기초자치단체) 179곳으로 구분하여 각 지자체의 음식물쓰레기 수거·운반·처

리업무를 수행하는 실무자와 소속 부서 책임자에게 구두(예, 방문, 전화 등)로 조사취지와 추후 활용 등을 전달하고 협조를 구하였다. 각 지자체 청소행정과로 설문지를 2부씩, 총 536부의 설문지를 반송용 봉투를 동봉하여 2010년 11월과 12월 2개월에 걸쳐 우편으로 발송하였다. 설문회수율을 제고하기 위해 정기적인 모니터링(예, 전화, 우편 등)을 실시하여 수도권 46부(회수율 25.8%), 비수도권 85부(회수율 23.7%) 등 총 131부(총 회수율 24.4%)가 수거되었다. 응답 설문지는 SPSS window version 22.0 통계분석 프로그램을 사용하여 코딩한 후 기술통계(예, 백분율 및 빈도분석, 다중응답분석 등)와 추리통계(예, t-검정, chi-square 등)를 활용하여 결과를 정리하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 조사대상자의 일반적 특성

전국의 각 기초자치단체에서 음식물쓰레기 관련 공무를 담당하는 일선 실무자들을 대상으로 실시한 설문조사 결과를 수도권과 비수도권으로 구분하여 조사대상자들의 일반적 특성을 살펴본 결과는 Table 1에서 보는 바와 같다. 조사대상자들의 성별은 대체로 남성이 우세하나, 수도권에서는 여성의 비율(39.1%)이, 비수도권에서는 남성의 비율(69.0%)이 상대적으로 더 많았다. 연령은 수도권과 비수도권 지역 모두 비슷한 40세였으며, 학력도 두 지역 모두 대졸자가 대다수를 차지하였고, 비수도권에서 대학원 이상의 고학력 소지자(7.1%)가 상대적으로 더 많았다. 조사대상자들의 현 부서의 근속년수는 비수도권 지역(3.3년)이 수도권 지역(1.6년) 보다 2배 이상 더 길었고, 이러한 차이는 통계적으로 유의하였다. 공직에 재직할 총 근무년수는 두 지역

Table 1. General characteristics of respondents in the Seoul Metropolitan Area (SMA) and non-SMA (n=131)

Characteristics		SMA	non-SMA	t-value ^{a)}
		f (%)	f (%)	
Gender	Male	28 (60.9%)	58 (69.0%)	
	Female	18 (39.1%)	26 (31.0%)	
	Total	46 (100%)	84 (100%)	
Age	N	46	81	
	M (SD)	40.6 (9.1)	40.3 (7.0)	0.216
	Minimum	26	27	
	Maximum	56	55	
Educational attainment	High school or less	6 (13.0%)	8 (9.5%)	
	College graduate	39 (84.8%)	70 (83.3%)	
		1 (2.2%)	6 (7.1%)	
	Total	46 (100%)	84 (100%)	
Years on duty	N	46	85	
	M (SD)	1.6 (1.1)	3.3 (4.4)	-3.285***
	Minimum	0.0	0.0	
	Maximum	5.0	21.2	
Years on civil service	N	46	85	
	M (SD)	15.0 (9.3)	14.2 (8.1)	0.492
	Minimum	0.1	0.0	
	Maximum	32.0	33.4	
Priority of work responsibilities	Household waste pick-up and decomposition	20 (45.5%)	43 (58.1%)	
	Food waste retrieval and collection	18 (40.9%)	14 (18.9%)	
	Recycling and separating	2 (4.5%)	7 (9.5%)	
	Supervising waste management agents	1 (2.3%)	4 (5.4%)	
	Supply of plastic garbage bags	1 (2.3%)	1 (1.4%)	
	Human resource management	1 (2.3%)	1 (1.4%)	
	Disposal of large household waste	0 (0.0%)	1 (1.4%)	
	Others	1 (2.3%)	3 (4.1%)	
	Total	44 (100%)	74 (100%)	

*** p < 0.001

^{a)} difference between SMA (Seoul Metropolitan Area) and non-SMA

에서 큰 차이 없이 14-15년이었다. 현재 담당하고 있는 음식물쓰레기 관련 업무에서 두 지역 모두 ‘생활폐기물 수거 및 작업관리’가 가장 중요하였으며, 이 업무는 비수도권에서 상대적으로 더 중요하게 고려되었고(58.1%), 수도권 지역에서는 ‘음식물쓰레기 분리배출 및 수거’(40.9%)가 비교 우위를 보였다.

3.2. 지역별 자자체의 음식물쓰레기 관련 공공행정

지역별 음식물쓰레기 관련 일반행정을 조사한 결과는 Table 2에서 보는 바와 같으며, 먼저 음식물쓰레기의 주요 배출

Table 2. Public administration on food waste management in the Seoul Metropolitan Area (SMA) and non-SMA (n=131)

Categories		SMA	non-SMA	t-value ^{a)}
		f (%)	f (%)	
Sources of food waste (generation)	Multifamily housing estates	19 (41.3%)	39 (46.4%)	
	Single-family homes	12 (26.1%)	10 (11.9%)	
	Restaurants	9 (19.6%)	29 (34.5%)	
	Supermarkets or retail stores	2 (4.3%)	1 (2.2%)	
	Wet markets	1 (2.2%)	2 (2.4%)	
	School canteens	1 (2.2%)	0 (0.0%)	
	Refectory in public institutions	1 (2.2%)	0 (0.0%)	
	Military cafeteria	1 (2.2%)	0 (0.0%)	
	Restaurants in office buildings	0 (0.0%)	3 (3.6%)	
	Total	46 (100%)	84 (100%)	
Work priority in food waste management process	Retrieval	23 (50.0%)	55 (64.7%)	
	Pick-up	8 (17.4%)	20 (23.5%)	
	Disposal	15 (32.6%)	8 (9.4%)	
	Transport	0 (0.0%)	1 (1.2%)	
	Others	0 (0.0%)	1 (1.2%)	
Total	46 (100%)	85 (100%)		
Public spending on food waste management (hundred million KRW)	N	36	63	
	M (SD)	37.8 (29.2)	20.5 (23.9)	3.201**
	Minimum	0.6	0.1	
	Maximum	100.00	117.3	
Items considered to be the largest of public spending on food waste management	Payroll	8 (17.4%)	43 (50.6%)	
	Carriage	17 (37.0%)	28 (32.9%)	
	Staging area	16 (34.8%)	7 (8.2%)	
	Vehicle maintenance	0 (0%)	2 (2.4%)	
	Others	5 (10.9%)	5 (5.9%)	
Total	46 (100%)	85 (100%)		
Ratio of expenditure on food waste management to public spending on household waste	N	22	40	
	M (SD)	19.6 (9.1)	16.1 (12.6)	1.270
	Minimum	2.4	1.0	
	Maximum	50.0	50.0	
Public spending on household waste management (hundred million KRW)	N	34	60	
	M (SD)	195.8 (145.2)	102.8 (120.1)	3.342**
	Minimum	26.5	1.0	
	Maximum	700.0	772.6	

** p < 0.01

^{a)} difference between SMA (Seoul Metropolitan Area) and non-SMA

원을 살펴본 결과, ‘단독주택지역’ 또는 ‘공동주택단지’ 등 주택지역이 압도적이었다. 특히, 수도권 지역(67.4%)이 비수도권(58.3%) 보다 주택지역의 음식물쓰레기 배출 비중이 9.1%p 더 컸으며, 비수도권의 ‘일반음식점(34.5%)에서 발

생하는 음식물쓰레기 배출 비율이 수도권(19.6%) 보다 월등히 더 높았다. 음식물쓰레기 단계별 처리과정에서 가장 중요한 부분은 ‘배출’이었으며, 비수도권(64.7%)에서 그 비중이 수도권(50%) 보다 14.7%p 더 컸고, 아울러 ‘수거’(23.5%)도 중요하게 고려된 반면 수도권에서는 ‘처리’(32.6%)가 비수도권(9.4%) 보다 상대적으로 더 우세하였다.

지역별 지자체의 음식물쓰레기 관련 연간 평균 예산은 수도권(37.8억 원) 지역이 비수도권(20.5억 원) 보다 1.8배 더 많았고, 이러한 지역별 차이에서 통계적 유의성을 나타내었다. 음식물쓰레기 관련 예산에서 가장 큰 지출 항목에서 수도권 지역은 ‘수집·운반비’(37.0%)와 ‘쓰레기 반입료’(34.8%), 비수도권 지역은 ‘인건비’(50.6%)와 ‘수집·운반비’(32.9%)로 나타났다. 또한, 음식물쓰레기 예산이 지자체의 청소행정비에서 차지하는 비율은 수도권 지역(19.6%)이 비수도권(16.1%) 보다 조금 3.5%p 더 높았는데, 이는 음식물쓰레기 예산이 포함되는 청소행정비가 수도권 지역(연간 195.8억 원)이 비수도권(연간 102.8억 원) 보다 93억 원 더 많은데 기인한다. 이는 인구와 주택 밀도가 상대적으로 높은 수도권 지역에서의 음식물쓰레기의 배출량이 많을 뿐만 아니라 상대적으로 음식물쓰레기 처리가 여의치 않아 더 많은 예산 배정이 이루어질 수 밖에 없음을 의미하며 이로 인한 음식물쓰레기 저감화와 자원화가 더 중요하게 됨을 시사한다.

각 지자체별 음식물쓰레기 관련 수거·운반·처리 주요 주체는 ‘민간업체’였고, 수도권 지역(71.7%)에서 민간업체의 비중이 비수도권(54.5%) 보다 17.2%p 더 많았고, 특히 ‘자가처리업체’의 수도권 지역 비중(13.3%)이 두드러진 반면, ‘지자체 직영’의 비율은 비수도권(41.8%) 지역이 수도권(15.0%) 보다 26.8%p 더 많았다(Table 3). 지역별 관내 음식물쓰레기의 수거·운반·처리 업체 수는 수도권 지역(평균 6.9곳)이 비수도권(3.0곳) 보다 약 4곳 정도 더 많았고, 이들 중 지자체와 계약한 수거·운반 업체 수는 수도권 지역(평균 5.0곳)이 비수도권(2.0곳) 보다 3곳 더 많았고, 계약한 처리 업체 수도 수도권 지역(평균 2.5곳)이 비수도권(1.5곳) 보다 1곳 더 많았으며, 이러한 지역 간 차이들 모두 통계적으로 유의하였다. 계약한 민간업체의 평가가 우수할 경우, 대부분의 지자체에서는 ‘재계약 및 계약기간연장’이나 ‘처리용량 조정’으로 지원해 주고 있었고, 비수도권 지역에서는 ‘수거횟수 또는 시간조절’도 상당히 활용하고 있었다.

또한, 음식물쓰레기의 처리 후 최종 부산물의 활용은 ‘퇴비, 사료 등으로 재활용’이 압도적으로 많았으며, 그 비율은 수도권 지역(84.4%)이 비수도권(66.3%) 보다 18.1%p 더 높았다. 특히 비수도권 지역에서 ‘매립지를 통한 매립’의 비율(25.3%)이 두드러졌다. 아울러 지역별로 선호하는 음식물쓰레기의 재활용 방식에 차이를 보였는데, 수도권 지역에서는 ‘사료’(28.9%), ‘바이오 연료화’(17.8%), 비수도권 지역에서는 ‘퇴비’(52.9%), ‘바이오 가스화’(23.5%) 비율이 상대적으로 더 높았다. 이는 농촌지역이 보다 더 인접한 비수도권

Table 3. Food waste management and its process in the Seoul Metropolitan Area (SMA) and non-SMA (n=131)

Categories		SMA	non-SMA	t-value ^{a)}
		f (%)	f (%)	
Agents in charge of food waste management (multiple responses)	Private enterprise	43 (71.7%)	60 (54.5%)	
	Local government	9 (15.0%)	46 (41.8%)	
	Enterprises for self-haul disposal	8 (13.3%)	2 (1.8%)	
	Others	0 (0.0%)	2 (1.8%)	
	Total	(100%)	(100%)	
No. of food waste management companies in jurisdiction	N	40	60	
	M (SD)	6.9 (3.9)	3.0 (3.3)	5.355***
	Minimum Maximum	1.0 17.0	1.0 23.0	
No. of food waste transport companies on government contract	N	40	60	
	M (SD)	5.0 (3.1)	2.0 (2.8)	5.067***
	Minimum Maximum	1.0 15.0	0.0 20.0	
No. of food waste disposal companies on government contract	N	37	63	
	M (SD)	2.5 (2.1)	1.5 (1.1)	2.626*
	Minimum Maximum	0.0 9.0	0.0 4.0	
Incentives for good performance of food waste management agents in jurisdiction	Contract renewal and extension	28 (71.8%)	31 (62.0%)	
	Waste capacity	8 (20.5%)	9 (18.0%)	
	Flexibility in collection frequency and pick-up schedule	2 (5.1%)	6 (12.0%)	
	Financial benefits	1 (2.6%)	1 (2.0%)	
	Others	0 (0.0%)	3 (6.0%)	
Total	39 (100%)	50 (100%)		
End-of-life disposal of food waste in jurisdiction	Recycling	38 (84.4%)	55 (66.3%)	
	Landfill	4 (8.9%)	21 (25.3%)	
	Incineration	3 (6.7%)	3 (3.6%)	
	Energy recovery	0 (0.0%)	4 (4.8%)	
Total	46 (100%)	83 (100%)		
Preferred approaches to recycling food waste in jurisdiction	Compost	15 (33.3%)	45 (52.9%)	
	Forage	13 (28.9%)	15 (17.6%)	
	Biogas	8 (17.8%)	20 (23.5%)	
	Biofuel	8 (17.8%)	5 (5.9%)	
	Others	1 (2.2%)	0 (0.0%)	
Total	45 (100%)	85 (100%)		

* p<0.05, *** p<0.001

^{a)} difference between SMA (Seoul Metropolitan Area) and non-SMA

지역에서 음식물쓰레기를 퇴비로 활용하기 걱정할 반면 수도권에서는 음식물쓰레기의 퇴비나 자원화 경향이 높음과 무관하지 않은 결과이다.^{3,7)}

음식물쓰레기 발생을 최소화시키기 위한 방안으로 수도권 및 비수도권 지역 모두 ‘쓰레기 발생부담금 향상’(각각 46.7%, 49.4%)이 가장 효과적이라고 손꼽았으며, 수도권 지

Table 4. Food waste management and its complementary measures in the Seoul Metropolitan Area (SMA) and non-SMA (n=131)

Categories		SMA	non-SMA
		f (%)	f (%)
Effective strategies for food waste reduction in jurisdiction	Increasing cost on food waste generation	21 (46.7%)	42 (49.4%)
	Civil education	13 (28.9%)	28 (32.9%)
	Efficient monitoring system	8 (17.8%)	12 (14.1%)
	Incentives	3 (6.7%)	3 (3.5%)
	Total	45 (100%)	85 (100%)
Whether to reorganize current approaches to food waste management in jurisdiction	Necessary	25 (55.6%)	52 (61.2%)
	Neither	13 (28.9%)	24 (28.2%)
	Unnecessary	7 (15.5%)	9 (10.6%)
	Total	45 (100%)	85 (100%)
Strategies for efficient and effective system of food waste management in jurisdiction	Institutional measures	17 (37.8%)	30 (35.7%)
	More food waste processing facilities	15 (33.3%)	25 (29.8%)
	Advancement of new technology	12 (26.7%)	26 (31.0%)
	More landfill sites	1 (2.2%)	1 (1.2%)
	Deregulation	0 (0.0%)	1 (1.2%)
	Others	0 (0.0%)	1 (1.2%)
	Total	45 (100%)	84 (100%)

역에서는 ‘과학적 관리와 시스템 구축’(17.8%), 비수도권에 서는 ‘철저한 교육’(32.9%)의 비율이 더 우세하였다(Table 4).

음식물쓰레기의 현행 관리방식에 대한 전반적인 개선여 부에서 지자체 일선 공무원들 대다수가 그 필요성을 공감 하고 있었으며, 비수도권 지역(61.2%)이 수도권(55.6%) 보 다 5.6%p 더 높았다. 음식물쓰레기의 관리체계를 효율화시 키기 위한 방안으로, ‘정책적 제도 마련’(수도권 지역 37.8%, 비수도권 지역 35.7%)의 응답비율이 가장 많았고, 그 다음으 로 수도권 지역에서는 ‘음식물쓰레기 처리시설 확보’(33.3%), 비수도권에서는 ‘새로운 음식물쓰레기 처리기술 개발’(31.0%) 이 상대적으로 더 높은 비율을 보였다.

3.3. 지역별 지자체 내 공동주택단지의 음식물쓰레기 처리 및 수거 실태

수도권 및 비수도권 지역에서 공동주택단지의 음식물쓰 레기 관리와 관련한 내용을 분석한 결과는 Table 5에서 보 는 바와 같이 정리될 수 있다. 지역별 각 지자체의 관할 구 역 내 공동주택단지에서 배출되는 음식물쓰레기의 성상에 대해 수도권 지역(63.0%)이 비수도권(54.2%) 보다 좋은 편 이라고 응답하였으며, 비수도권 지역에서 매우 우수하다고 응답한 비율(7.2%)이 확인하여 앞서 조사된 음식물쓰레기 의 재활용 선호 방식으로 퇴비라고 응답한 비율이 높은 것 과 무관하지 않음을 알 수 있다.

공동주택단지에서 배출된 음식물쓰레기의 수거는 ‘청소

Table 5. Food waste management in multifamily housing estates in the Seoul Metropolitan Area (SMA) and non-SMA (n=131)

Categories		SMA	non-SMA	t-value ^{a)}
		f (%)	f (%)	
Quality of food waste generated in multifamily housing estates	Good or excellent	29 (63.0%)	45 (54.2%)	
	Marginal	15 (32.6%)	26 (31.3%)	
	Bad or poor	2 (4.3%)	12 (14.5%)	
	Total	46 (100%)	83 (100%)	
Current modes transporting food waste in multifamily housing estates	Refuse truck pick-up	46 (100.0%)	82 (98.8%)	
	Underground automated waste conveying system	0 (0.0%)	1 (1.2%)	
	Total	46 (100%)	83 (100%)	
End-of-life disposal of food waste in multifamily housing estates	Recycling (Compost/forage)	40 (87.0%)	61 (72.6%)	
	Incineration	5 (10.9%)	6 (7.1%)	
	Landfill	1 (2.2%)	13 (15.5%)	
	Sewage treatment	0 (0.0%)	2 (2.4%)	
	Energy recovery (Biogas or biofuel)	0 (0.0%)	1 (1.2%)	
	Others	0 (0.0%)	1 (1.2%)	
	Total	46 (100%)	84 (100%)	
Preferred approaches to recycling food waste in multifamily housing estates	Forage	20 (34.8%)	39 (21.4%)	
	Biogas	12 (13.0%)	25 (26.2%)	
	Compost	12 (30.4%)	17 (47.6%)	
	Biofuel	2 (21.7%)	3 (4.8%)	
	Total	46 (100%)	84 (100%)	
No. of civil complaints on food waste management in multifamily housing estates (per month)	N	44	77	
	M (SD)	9.7 (18.8)	3.6 (4.5)	2.138*
	Minimum	0	0	
	Maximum	100.00	30.00	
Whether to reorganize current approaches to food waste management in multifamily housing estates	Necessary	14 (30.4%)	28 (33.4%)	
	Neither	20 (43.5%)	39 (46.4%)	
	Unnecessary	12 (26.1%)	17 (20.2%)	
	Total	46 (100%)	84 (100%)	

* p < 0.05

^{a)} difference between SMA (Seoul Metropolitan Area) and non-SMA

차량 수거’가 압도적이었는데, 특히 수도권 지역에서는 전 량 수거방식으로 그 의존도가 절대적이었다. 공동주택에서 배출된 음식물쓰레기의 현행 처리로 ‘퇴비화·사료화’가 가 장 우세하였으며, 수도권 지역(87.0%)이 비수도권(72.6%) 보다 14.4%p 더 많았다. 이어 수도권 지역에서는 ‘소각’ (10.9%), 비수도권에서는 ‘매립’(15.5%) 비율이 상대적으로 더 많았다. 반면, 공동주택단지에서 배출되는 음식물쓰레 기의 재활용에서 선호하는 방식으로 수도권 지역에서는 ‘사 료’(34.8%), ‘바이오 연료화’(21.7%), 비수도권에서는 ‘퇴비’ (47.6%), ‘바이오 가스화’(26.2%)가 비교우위에 있었다. 이 는 앞서 언급된 지역별 지자체 관할구역 내 전체 음식물쓰

레기 재활용 방식 결과와 비교할 때, 비슷한 패턴을 보였다.

공동주택단지에서 음식물쓰레기와 관련한 민원 발생은 수도권 지역(월 평균 9.7건)이 비수도권(3.6건) 보다 6.1건 이상 더 많았고, 지역 간 차이는 통계적 유의성을 보였다.

현행 공동주택단지 음식물쓰레기의 수거·운반·처리 등 관리 방식 전반에 대한 개선여부는 수도권(30.4%)과 비수도권 지역(33.4%) 모두 엇비슷한 수준에서 필요하다고 응답하였다. 이는 지자체가 관내에서 음식물쓰레기 관리 개선 여부와 비교할 때, 공동주택단지에서의 음식물쓰레기 관리는 비교적 잘 되고 있음을 시사한다.

3.4. 공동주택단지의 음식물쓰레기 무배출 시스템 도입에 관한 자치단체 태도

공동주택단지에서 음식물쓰레기 무배출 시스템의 도입에 관한 지역별 의견을 조사한 결과를 정리하면 Table 6에서 보는 바와 같다. 지역별로 음식물쓰레기 무배출 시스템의 건설 희망 여부에서 비수도권 지역(35.7%)이 수도권(13.0%)보다 22.7%p 더 긍정적인 반면, 부정적인 응답은 수도권 지역(32.6%)이 비수도권(26.2%) 보다 6.4%p 더 높았고 이러한 지역별 차이는 통계적으로 유의하게 나타났다. 그러나 음식물쓰레기 무배출 시스템에 대한 투자 여부에 대해 긍정적인 응답은 비수도권 지역(19.1%)이 수도권(11.1%)보다 8%p 훨씬 더 많았고, 부정적인 응답은 수도권 지역(42.3%)이 비수도권(34.5%) 보다 7.8%p 더 우세하였다. 음식물쓰레기 무배출 시스템의 지원에 긍정적인 지자체의 경우, 지원 방식으로 ‘제도적 지원’을 가장 많이 꼽았고, 그 응답률은 수도권 지역(48.6%)이 비수도권(37.8%) 보다 10.8%p 더 많았다. 그 다음으로 수도권 지역에서는 ‘(공공-민간) 파트너십’(16.2%)과 ‘행정절차 간소화’(13.5%), 비수도권 지역에서는 ‘환경시설부담금 감면’(18.9%)을 지적하였다. 반면, 그 시스템 설치에 소극적인 지자체에서는 ‘예산부족’을 가장 큰 원인으로 손꼽았고, 비수도권 지역(62.1%)이 수도권(50.0%) 보다 12.1%p 더 많아 재정 부담이 큰 걸림돌임을 알 수 있었다. 또한, 수도권 지역에서는 ‘관련 제도 부재’(18.2%), 비수도권 지역에서는 ‘정보 부족’(12.6%) 비율이 상대적으로 높았다. 따라서, 지자체의 제한된 예산은 음식물쓰레기 관리를 개선할 새로운 기술이나 설비에 대한 지원이나 투자를 어렵게 하였다.

또한, 지자체에서 음식물쓰레기 무배출 시스템을 설치할 유인책으로서 비용 절감효과 한계점은 20% 미만이었다. 즉, 수도권 및 비수도권 지역 모두 비슷하게 지자체의 음식물쓰레기 처리 비용을 18~19% 절감시킬 경우, 설치하려는 것으로 나타났다. 따라서, 음식물쓰레기 무배출 시스템이 기존 음식물쓰레기 처리비용을 약 1/5 정도 감소시킬 수 있다면 그 시스템 설치에 적극적일 것으로 예상된다.

그 시스템을 설치할 때 가장 중요하게 고려되는 단계는 ‘유지운영 단계’로, 수도권 및 비수도권 지역 모두 비슷한 분포(63% 내외)를 보였고, 이와 함께 수도권 지역에서는 ‘기술개발 단계’(19.6%)와 ‘건설시공 단계’(10.9%), 비수도

Table 6. Zero-food waste system in multifamily housing estates in the Seoul Metropolitan Area (SMA) and non-SMA (n=131)

Categories		SMA	non-SMA	t-value ^{a)}
		f (%)	f (%)	
Willing to set up zero-food waste system in jurisdiction	Yes	6 (13.0%)	30 (35.7%)	
	Neither	25 (54.3%)	32 (38.1%)	
	No	15 (32.6%)	22 (26.2%)	
	Total	46 (100%)	84 (100%)	
Willing to financially support zero-food waste system and its techniques	Yes	5 (11.1%)	16 (19.1%)	
	Neither	21 (46.7%)	39 (46.4%)	
	No	19 (42.3%)	29 (34.5%)	
	Total	45 (100%)	84 (100%)	
How to support setting up zero-food waste system (multiple responses)	Institutional support	18 (48.6%)	34 (37.8%)	
	Sectoral partnerships	6 (16.2%)	7 (7.8%)	
	Speedy administration	5 (13.5%)	25 (27.8%)	
	Lower environment levy	3 (8.1%)	17 (18.9%)	
	Financial investment	3 (8.1%)	4 (4.4%)	
	Others	2 (5.4%)	3 (3.3%)	
	Total	37 (100%)	90 (100%)	
Reasons for not supporting zero-food waste system	Insufficient budget	22 (50.0%)	54 (62.1%)	
	Institutional defects	8 (18.2%)	8 (9.2%)	
	Lack of information	4 (9.1%)	11 (12.6%)	
	Understaffing	1 (2.3%)	2 (2.3%)	
	Low awareness	2 (4.5%)	5 (5.7%)	
	Others	7 (15.9%)	7 (8.0%)	
	Total	44 (100%)	87 (100%)	
Expected cost reduction provided by zero-food waste system if installed (%)	N	39	69	
	M (SD)	18.8	17.6	1.471
	Minimum	15	10	
	Maximum	100	100.0	
Important considerations in planning zero-food waste system	Operation	29 (63.0%)	52 (62.7%)	
	Technical development	9 (19.6%)	11 (13.3%)	
	Construction	5 (10.9%)	7 (8.4%)	
	System design	2 (4.3%)	10 (12.0%)	
	Disposal	1 (2.2%)	3 (3.6%)	
Total	46 (100%)	83 (100%)		
Preferred stages to set up zero-food waste system	Housing construction	23 (50.0%)	51 (61.4%)	
	Resident's opt-out	7 (15.2%)	12 (14.5%)	
	Individual equipment	5 (10.9%)	4 (4.8%)	
	No installation	11 (23.9%)	16 (19.3%)	
Total	46 (100%)	83 (100%)		
Preferred approaches to recycling food waste from zero-food waste system	Energy recovery	30 (66.7%)	41 (49.4%)	
	Compost	13 (28.9%)	35 (42.2%)	
	Forage	1 (2.2%)	7 (8.4%)	
	Others	1 (2.2%)	0 (0.0%)	
	Total	45 (100%)	83 (100%)	

^{a)} difference between SMA (Seoul Metropolitan Area) and non-SMA

권 지역에서는 ‘시스템계획 단계’(12.0%)가 상대적으로 우세하였다. 즉, 지자체에서는 시스템 설치 이후의 운영 및 관리가 여느 사항보다 가장 중요하게 간주하고 있었으므로, 이를 고려하여 그 시스템 보급 시 역점을 두어야 할 것이다.

음식물쓰레기 무배출 시스템의 설치 시 선호하는 시점에 대해 ‘주택건설단계 부터’가 가장 많았고, 비수도권 지역(61.4%)이 수도권(50.0%) 보다 11.4%p 더 높았으며, 선택 사양이나 개별 설치를 선호하는 지자체들도 상당수 있었다. 따라서, 음식물쓰레기 무배출 시스템의 실효성을 거두기 위해서는 단지 계획단계에서부터 고려하여 설치하는 편이 바람직하다.

음식물쓰레기 무배출 시스템 설치 후 최종 부산물의 활용방안에 대해 ‘에너지’로, 그 선호도는 수도권 지역(66.7%)이 비수도권(49.4%) 보다 17.3%p 더 많았으며, 특히 비수도권 지역에서는 ‘퇴비’(42.2%)와 ‘사료’(8.4%)를 활용방안으로 선호도가 두드러졌다. 그러므로, 음식물쓰레기의 생성에서부터 처리에 이르기까지 전 과정을 공동주택단지 내에서 모두 이루어지도록 하고, 이와 함께 음식물쓰레기의 재활용을 퇴비나 사료에서 더 진화하여 연료와 같은 자원화 신기술을 포함한 시스템 개발과 보급이 되어야 할 것이다.

4. 결론

음식물쓰레기의 자원화를 배출원에서 바로 가능하도록 하는 음식물쓰레기 무배출 시스템을 공동주택단지에서 보급 여부를 파악하기 위해 본 연구는 수도권 및 비수도권 지자체 일선 공무원들을 대상으로 설문조사를 실시하여 지자체별 공동주택단지의 음식물쓰레기 관리 실태와 음식물쓰레기 무배출 시스템 도입 의향을 파악하였다. 응답 문항을 분석한 결과, 공동주택단지에서 배출되는 음식물쓰레기의 성상은 좋은 편이었고, 수도권에서 그 비율이 높았다. 공동주택단지의 음식물쓰레기는 차량 수거하여 퇴비 또는 사료로 재활용되고 있었으며, 일부 비수도권 지자체에서는 매립에 의한 음식물쓰레기 처리가 이루어지고 있었다. 공동주택단지에서 음식물쓰레기 관련 민원은 발생건수가 낮아 음식물쓰레기 관리가 비교적 잘 되고 있었지만, 수도권 지역이 비수도권 보다 민원 발생 건수가 2배 이상 많았다. 공동주택단지에서 배출되는 음식물쓰레기를 재활용 방식으로, 수도권은 사료와 바이오 연료화를, 비수도권은 퇴비와 바이오 가스화를 선호하였다.

지자체별로 음식물쓰레기 무배출 시스템의 건설은 비수도권에서 보다 더 긍정적이었고, 주택건설단계부터 설치하는 편이 바람직하다고 보았으며, 설치 후 유지운영을 중요하게 고려하였다. 그 시스템에 대한 투자는 ‘예산부족’으로 다소 소극적이었고, 제도적 지원과 같은 간접적 방법을 선호하였다. 다만, 기존 음식물쓰레기 처리비용을 약 1/5 정도 감소시킬 수 있다면 지자체에서는 시스템 설치에 적극적일 것으로 예상되었고, 대부분의 지자체에서는 그리고 설치 후 생

성된 부산물은 에너지화할 수 있길 선호하였으며, 특히 비수도권 지역에서는 ‘퇴비’ 선호도가 두드러졌다.

이상에서 나타난 바와 같이 음식물쓰레기의 자원화, 배출지로부터의 수거·처리 가능, 부산물의 자원화 등 여러 측면에서 음식물쓰레기 무배출 시스템의 모델이 현실 타당하다는 점을 확인할 수 있었다. 따라서, 연구결과를 바탕으로 향후 음식물쓰레기 무배출 시스템의 실질적인 보급을 위해서는 공동주택단지 건설단계에서부터 설치하고 입주 후 운영관리가 용이하도록 하며, 최종 부산물은 에너지 자원으로 활용하는 동시에 음식물쓰레기의 비용절감 효과를 극대화하도록 구축해야 할 것이다.

Acknowledgement

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

KSEE

References

1. Statistics Korea Home Page, “e-national indicators,” <http://www.index.go.kr/potal/main/PotalMain.do>, December(2015).
2. Statistics Korea Home Page, “Korean Statistical Information Service,” <http://kosis.kr/>, December(2015).
3. Korea Ministry of Environment, “Annual Statistics of Waste Production and Management,”(1993~2014).
4. Korea Ministry of Environment, “A General Plan for Food Waste Reduction 1998~2002,”(1998).
5. Korea Ministry of Environment, “A Master Plan for Food Waste 2004-2007,”(2004).
6. Korea Ministry of Environment, “A Comprehensive Plan for Food Culture and Food Waste 2006-2010,”(2005).
7. Seoul Metropolitan Council, “London Convention and Its Impacts on Food Waste Disposal,”(2013).
8. Choi, G. H., “A study on optimization in anaerobic digestion of food wastes,” Master thesis, University of Seoul, Seoul (2009).
9. Kang, B. M., Hwang, H. U., Kim, J. H., Yang, Y. W. and Kim, Y. J., “Study of reutilization with aerobic microbes of organic food waste leachates,” *J. Korean Soc. Environ. Eng.*, **33**(1), 54~59(2011).
10. Kwon, B. G., Na, S-H., Lim, H-J., Lim, C-S. and Chung, S.-Y., “Slurry phase decomposition of food waste by using various microorganisms,” *J. Korean Soc. Environ. Eng.*, **36**(5), 303~310(2014).
11. Lee, T. H., A study of the development of a new system for treating food waste into resources, Master’s thesis, Inha University, Incheon(2013).
12. LHI (Land and Housing Institute of the Korea Land and Housing Corporation), “Application of Food Waste-Zero Emission System to Apartment Complexes,” LHI 2010, pp. 140~

- 169(2010).
13. Oh, J., "Variation of Adenosine tri-Phosphate (ATP) in fermentation-extinction of food wastes with wood bio-chip," *J. Korean Soc. Environ. Eng.*, **32**(4), 363~368(2010).
 14. Oh, J. and Lee, H., "Exploring residents' attitudes in multi-family housing toward food waste zero-emission system with fermentation and extinction technology," *J. Korean Soc. Environ. Eng.*, **35**(5), 321~333(2013).
 15. Oh, J. and Lee, H., "Experimental evaluation and resident's assessment of zero food waste system in multi-family housing estates," *J. Korean Soc. Environ. Eng.*, **37**(12), 674~681(2015).
 16. Oh, J., Lee, H. and Seok, H., "An analysis of food waste generation of residents and food waste resources in multi family housing," *J. Korean Soc. Environ. Eng.*, **32**(10), 905~915(2010).
 17. Yoon, E. J., Oh, J. and Yoon, J., "Evaluation of foodwaste-compost maturity with the seed germination index of plants," *J. Korean Soc. Environ. Eng.*, **36**(10), 667~671(2014).
 18. LHI (Land and Housing Institute of the Korea Land and Housing Corporation), "A Study on On-Site Practicalization of Food Waste Zero House System by Using Fermentation Extinction Technology," LHI 2012-23, pp. 85~162(2012).
 19. LHI (Land and Housing Institute of the Korea Land and Housing Corporation), "A Study on the Test-Operation of Zero Food Waste Housing System with Fermentation-Extinction Technology," LHI 2014-65, pp. 195~221(2014).