

공동주택의 세대 구성유형과 면적에 따른 MSW 발생량 추정모델 개발

A New Estimation Model of MSW Generation Based on Household Composition-types and Floor Area in Apartment House

김효경*
Kim, Hyo-Kyung

홍원화**
Hong, Won-Hwa

김영찬***
Kim, Young-Chan

Abstract

As improving our standard of living, demographic change or industrial development, MSW that is closely linked to human behavior has been occurred much change. Notably, we usually have incinerated the combustible waste. In the process, they also emit a large amount of greenhouse gas that has directly affected the global warming and environmental pollution. Therefore, we need to make control system to manage future production and reduce generation of MSW. Thus this study analyzed the generation of MSW according to household members and floor area in apartment housing occupies the highest share. Then, we used both a correlation analysis and a regression analysis to make new estimation model of MSW generation. Based on this study, the results were used to suggest a method to efficiently handle MSW in the case of planning urban environment. Also, build a database to set up the integrated management system of MSW in the future.

Keywords : MSW, Apartment House, Floor Area, Household Composition-type

주요어 : 도시고형폐기물, 공동주택, 거주면적, 세대구성유형

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

MSW(Municipal Solid Waste, 도시고형폐기물)의 배출량은 인간의 생활패턴에 큰 영향을 받는다. 생활수준이 향상되고 인구 구조가 변하거나 산업이 발달함에 따라 많은 변화가 생긴다. 특히, 가연성 폐기물은 매립이나 소각을 통하여 처리하므로 지구온난화와 환경오염에 직접적으로 영향을 미치는 온실가스가 다량 배출된다. 따라서 MSW의 처리방법이나 발생특성을 제대로 분석하지 않은 채 처리시설을 설치하고 운영하는 것은 도시의 환경과 기능을 저해하는 결과를 초래하게 된다.¹⁾

90년대 이전의 우리나라는 매립에 의존하여 폐기물을 처분하였으며, 비위생적인 방법으로 시행하였다. 90년대

중반 이후부터는 위생적인 매립이 시행되고, 폐기물의 감량을 위해서 많은 소각시설을 설치하였다. 그러나 발생량에 대한 정확한 예측이 미흡한 상태에서 각종 폐기물의 양을 집계하였고, 많은 시설이 과대용량으로 설치되었다. 이에 따라 오늘날 일부의 시설이 가동되지 않거나, 효율적인 운전이 되지 않고 있다.²⁾ 이러한 과오를 반복하지 않도록 현재발생량 뿐만 아니라 미래의 발생량을 정확하게 예측하는 시스템이 필요하다.³⁾

지금까지 폐기물 발생량 예측에 관한 여러 연구가 진행되어 왔지만, 대부분 각 지역별 발생량과 원단위에 대한 조사에 국한되어왔다. 세대특성에 따라 MSW 발생 패턴은 분명 차이가 있을 것으로 사료되나, 거주인구나 세대구성 유형, 건물면적과 같은 각 세대의 특성에 근거한 조사는 미진한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 세대 구성유형별 거주면적에 따른 MSW 발생량 변화를 예측하는 모델을 개발하여 향후 지역, 지구단위의 도시계획과 도시환경계획 차원에서 MSW의 처리 및 관리를 체계적으로 수립하기 위한 MSW 발생량 추정모델을 개발하고자 한다.

*정회원(주저자), 경북대학교 대학원 석사과정

**정회원(교신저자), 경북대학교 건축토목공학과 교수, 공학박사

***정회원, 경북대학교 대학원 박사과정

Corresponding Author: Won-Hwa Hong, School of Architecture & Civil Engineering, Kyungpook Natl. Univ., 80 Daehakro, Buk-gu, Daegu, Korea, E-mail: hongwh@knu.ac.kr

이 논문은 2012년도 국토해양부 첨단도시개발 연구개발사업의 연구비지원(12 High-tech Urban C20)에 의해 수행되었습니다.

이 논문은 2012년도 한국주거학회의 춘계학술발표대회에 발표한 논문을 수정·보완한 연구임.

1) 김이태(1999). 도시폐기물 발생실태에 따른 관련 기반시설 설계 지표 연구. 고양시: 한국건설기술연구원.

2) 배재근(2005). 폐기물 처리공학. 서울: 구미서관

3) Dyson, B., & Chang, N.(2005). "Forecasting municipal solidwaste generation in a fast-growing urban region with system dynamics modeling," Waste Management, 25, 669-679.

2. 연구의 방법 및 절차

본 논문은 저자가 한국주거학회 2012 춘계학술발표대회에 발표한 논문을 바탕으로 수정·보완한 연구이다.

우선 기초자료 수집을 통해 전국의 MSW 발생량 변화 추이와 아파트에서의 MSW 발생현황을 고찰하였다. 본 연구에서는 환경부에서 실시한 2007년 제3차 전국폐기물 통계조사 보고서의 원 자료를 이용하여 MSW 분리 배출이 비교적 철저하고 우리나라 공동주택 중 가장 많은 점유율인 81.1%를 차지하는 아파트를 연구대상으로 설정하였다⁴⁾. 이 보고서의 원자료에 따르면 설문조사를 통해 가구 및 구성원정보, 세 가지 하위 분류별 MSW 발생량을 조사하였으며 이 내용을 바탕으로 저자는 세대구성 유형을 분류하였다. 마지막으로 세대구성과 거주면적에 따라 MSW 발생량이 어떻게 달라지는지 알아보기 위하여 상관분석과 회귀분석을 실시하였고, MSW 분류별 세대구성유형에 따른 발생 추정모델을 개발하였다.

연구의 흐름도는 <Figure 1>과 같다.

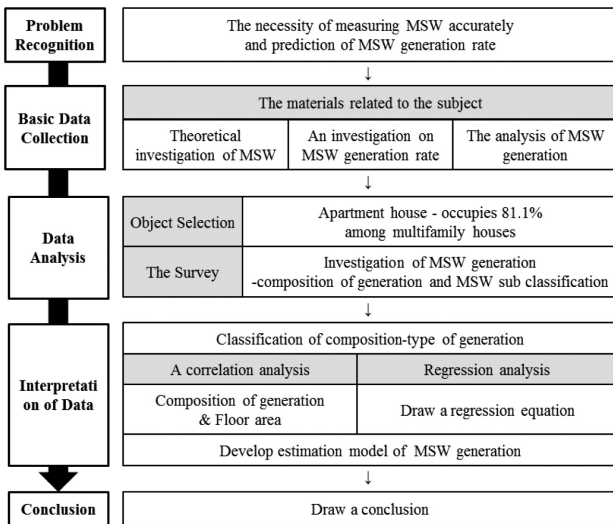


Figure 1. Research Flow Chart

II. 공동주택의 MSW발생현황 및 세대구성 유형 분류

1. 선행연구 고찰을 통한 기존 MSW발생량 산정방식의 문제점

건설폐기물의 경우, 발생원단위는 건축물의 시공면적 또는 해체면적당 폐기물 발생톤수(톤/㎡)로 산정하고, 사업장 폐기물의 경우, 하루에 발생하는 폐기물 톤수(톤/일)로 산정한다. 그러나 사업장 마다 면적을 알 수 있으므로 단위면적당 발생톤수(톤/㎡)로 단위 환산이 용이하다. 그러나 MSW의 배출량을 해석하고자하는 대부분의 연구와 자

료에서는 하루 1인당 발생량(kg/인/일)을 사용하고 있다. 상업시설의 면적을 주 해석 인자로 사용하여 배출특성을 분석한 사례⁵⁾가 있지만, 주거지역에서는 여전히 하루 1인당 발생량(kg/인/일) 원단위를 사용하고 있다.

주거지역에서 하루 1인당 발생 원단위나 면적만을 주 해석 인자로 사용하는 것은 총 배출량 측면에서 접근한 단위지표로서 사용될 뿐, 세대구성의 특성이나 주거유형과 같은 각 세대별 특성을 세부적으로 고려하지 않아 일반화시키는 데 어려움이 있다.⁶⁾ 또한 국가차원에서 폐기물을 통합적으로 관리하기 위해서는 MSW를 다른 폐기물과 같이 면적을 고려한 원단위로 바꾸는 노력이 요구되지만, MSW 특성상 인간 활동에 의한 영향이 크므로 세대구성 유형과 거주면적을 동시에 고려한 MSW 배출량지표의 재설정이 필요하다.

MSW 예측방법에 관한 연구를 살펴보면 Lee et al. (2008)⁷⁾에서는 연령별 인구비율, 지역 내 총생산과 같은 인구 및 경제적 변수들을 고려하여 2020년까지의 MSW 발생량을 예측하였다. Kim, Yoo, Kweon and Yu(1996)⁸⁾에서는 해석인자의 세분화와 영향인자를 추가함에 따른 해석능력의 변화를 살펴보았다. 본 연구는 가구의 세대구성과 면적을 동시에 고려하여 세대구성 유형을 세분화함으로써 보다 정확한 예측이 가능할 것이라 사료된다.

2. MSW의 정의

MSW의 정의는 관련법과 논문, 관련문헌에 따라 다양하게 정의되고 있다. 폐기물 관리법 제2조 2항에 따르면 생활 및 활동과정에서 필요하지 않게 된 물질 중 사업장 폐기물을 제외한 폐기물이라 정의하고, Lee(1997)⁹⁾는 가정관리체계의 과정을 거치고 난 뒤 산출되는 쓰레기라 정의하였다. 또한 Lee(2004)¹⁰⁾는 생활, 산업 등에 따라 발생하는 쓸모없는 액상 또는 고형물이라 정의하였다. 이를 바탕으로 본 논문의 연구 대상인 공동주택에서는 일반 가정쓰레기 외의 폐기물은 발생하지 않으므로 본 연구의 MSW란 공동주택에서 배출되는 일반 가정생활폐기물로 정의하도록 한다.

5) Shin, D. (1992). Effect of the city characteristics on municipal solid waste volume. Master's thesis. University of Yonsei, Seoul.
 6) Yi, G., Lee, J., & Hong, W. (2001). A study on the influence reason analysis of municipal solid wastes. Journal of the Architectural Institute of Korea, 17(7), 219-227.
 7) Lee et al. (2008). Status and forecast of the municipal solid waste generation by the change of population structure. Journal of Korean Society of environmental Engineering, 30(3), 263-268.
 8) Yu, M., Yoo, K., & Kweon, B. (1996). A study on characteristics of model using population and area to estimate municipal solid waste generation. Journal of Korea society of Waste Management 13(1), 19-27.
 9) Lee, Y. (1997). Ecological modeling of urban housewives' recycling behavior. Master's thesis. Sookmyung Women's University, Seoul.
 10) 이규환(2004). 한국도시행정론. 서울: 녹원출판사

4) 주택 형태별 구성비율(호수기준): 아파트 59%, 단독주택 27.3%, 연립주택 3.6%, 다세대 주택 9%, 기타(상가주택) 1.1%. 주택총조사(2010) 거처의 종류 및 거처, 가구, 가구원. 통계청 <http://meta.kosis.kr/bzmt/MetaSourceInfo.do?method=SourceView>

3. 전국 MSW의 발생추이 및 공동주택의 배출현황분석

환경부에서 발간한 ‘2010 전국 폐기물 발생 및 처리현황’은 우리나라 생활폐기물 및 사업장폐기물에 대한 1년 단위의 발생 및 처리현황을 행정구역별로 조사하여 폐기물의 변화추이를 분석한 자료이다. 이 보고서에서는 MSW를 종량제봉투 내 폐기물, 음식물 쓰레기, 재활용품 세 가지로 구분하였다. 아래 <Figure 2>에서 연도별 MSW 전체 배출량과 하위분류별 발생추이를 확인할 수 있다.^{11,12)}

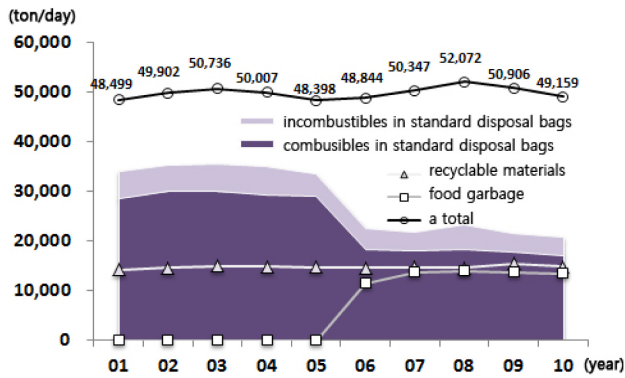


Figure 2. Annual Changes of MSW

본 논문의 연구대상으로 설정한 아파트의 MSW 발생현황을 살펴보았다. 세 가지 하위 구분을 각각 100%로 볼 때, 종량제봉투 내 폐기물의 경우, 종이류가 가장 높은 비율(32.7%)을 차지하고, 연탄재는 공동주택의 난방방식으로 인해 전혀 배출되지 않는 것으로 나타났다. 음식물류 폐기물 발생비율은 채소 및 과일류가 가장 높은 비율(57.5%)을 차지하고 있고, 재활용품 내에서는 종이류가 가장 높은

비율(66.1%)을 차지하는 것을 알 수 있다<Table 1>.

4. 세대구성유형의 분류

세대구성유형을 분류하기 위해 여성가족부에서 실시한 가족실태조사의 ‘가족형태 및 세대구성’을 참고 하였다. 2010년 총 응답가구 2,498세대를 중심으로 가족 구성을 조사한 통계자료를 보면 크게 1인 가구, 1세대, 2세대, 3세대 이상으로 구분되어 있다. 각 세대별 세부구성은 <Table 2>와 같다.¹⁵⁾

Table 2. Classification of Composition-type of Generation

Generation	Generation composition	n	f(%)
First generation	Single-person	394	15.7
	Couple	490	19.7
	Sibling	35	1.4
	etc. of first generation	1	0.0
	Total	920	36.8
Second generation	Couple+Children	1,211	48.5
	Single father+Children	23	0.9
	Single mother+Children	159	6.4
	Parents+Couple	35	1.4
	Grandparents+Grandchildren	20	0.8
etc. of second generation	8	0.3	
Total	1,456	58.3	
Over the third generation	Parents+Couple+Children	118	4.7
	etc. of third generation	2	0.1
	Over the fourth generation	2	0.1
Total	122	4.9	
Total		2,498	100

Table 1. MSW Generation of Apartment House (2007)

		Wastes in a standard plastic garbage bags (g/person/day)																	
Division	Total	Combustibles									Incombustibles								
		Sub-total	Food	Paper	Tree	Rubber	Leather	Plastic	etc.	Sub-total	Metals	Glass	Ceramics	Silts	Battery	E.S ¹³⁾	Planter	C.B.A ¹⁴⁾	etc.
Generation unit	87.0	77.9	8.8	28.4	2.1	0.9	1.1	19.0	17.6	9.1	0.9	2.0	1.9	0.6	0.3	0.6	0.6	0.0	2.2
Ratio(%)	100	89.7	10.2	32.7	2.4	1.0	1.3	21.9	20.2	10.3	1.1	2.3	2.1	0.7	0.3	0.7	0.6	0.0	2.5
		Generation of foods (g/person/day)																	
Division	Total	Fruits and vegetables			Grain			Meat			E.S			etc.					
Generation unit	155.3	89.3			38.1			7.1			9.7			11.0					
Ratio(%)	100	57.5			24.6			4.6			6.3			7.1					
		Recyclable materials (g/person/day)																	
Division	Total	Paper	Plastic	Steel	Glass	Metallic can	Fiber	etc.											
Generation unit	131.3	86.8	22.1	1.7	13.2	4.4	2.5	0.8											
Ratio(%)	100	66.1	16.8	1.3	10.1	3.3	1.9	0.6											

11) Korea Environment Corporation (2011). 2010 Waste generation and treatment in nationwide (research report No.11-B552584-000005-10). Gwacheon: Ministry of Environment.
 12) Korea Environment Corporation (2006). 2006 Waste generation and treatment in nationwide (research report No.11-1480523-000003-10). Gwacheon: Ministry of Environment.
 13) Extraction solutions
 14) Coal briquette ashes
 15) Baek, H. (2010). 2010 The national survey of korean families (research report No.11-13830000-000035-01). Seoul: Ministry of Gender Quality & Family Republic of Korea.

세대별 분포를 살펴보면 1세대는 36.8%, 2세대는 58.3%, 3세대 이상은 4.9%를 차지하고 있다. 1세대 중 가장 높은 비율을 차지하는 세대구성은 부부가구로 19.7%를, 두 번째로 높은 구성은 1인가구로 15.7%의 비율을 차지하고 있다. 2세대는 부부+자녀로 구성된 가구가 48.5%로 가장 높은 비율을, 3세대 이상은 총 4.9% 중에서 부모+부부+자녀로 이루어진 가구가 4.7%를 차지하고 있다. 본 논문에서는 이를 바탕으로 연구의 일반화를 위해 높은 비율을 차지하는 보편적인 세대구성을 연구에 적용하였다. 따라서 본 연구에서는 1세대에 1인가구와 부부가구, 2세대에 부부+자녀, 3세대에서 부모+부부+자녀를 세대구성유형으로 이용하였다.

III. 공동주택의 세대구성 유형에 따른 MSW 발생현황 조사

1. 조사방법 및 조사내용의 개요

연구대상으로 선정한 아파트를 대상으로 하여 설문조사 실시하고 세대구성을 분류하기 위한 자료를 수집하였다. 조사한 아파트의 가족 구성 중 세대구성을 명확히 알기 어려운 가구와 일반적이지 않은 세대유형은 제외시켰다. 이는 연구의 일반화를 위한 것으로, 2장 3절에서 제시한 가장 빈도가 높은 일반적인 세대구성유형을 중심으로 총 383 가구를 추출하였다.

본 논문은 세대구성 유형과 거주면적에 따른 MSW 발생량을 예측하기 위하여 전국의 아파트를 대상으로 하였다. 이 표본의 지역별 분포를 살펴보면 <Figure 3>과 같다. 경기와 경남이 각각 17%, 16%로 가장 높은 비율을 차지하고 있고, 제주는 3%로 가장 적었다.

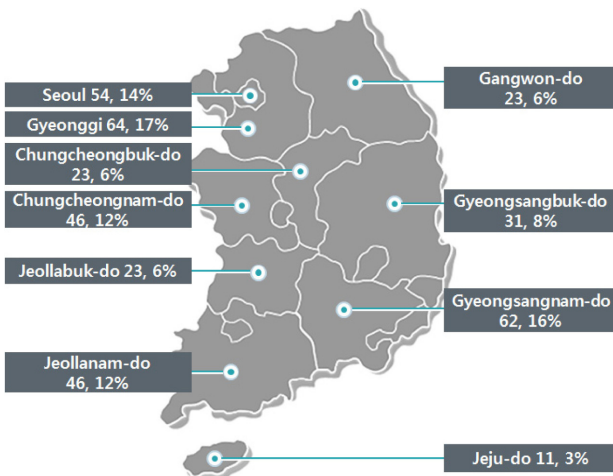


Figure 3. The Number of Sample by Regional Distribution

설문조사 문항을 살펴보면, 가구 및 구성원정보를 중심으로 건축물의 일반적 현황, MSW 발생량은 세 가지 하위분류별로 나뉘어져 구성되어 있다. 설문문항 개요는 <Table 3>과 같다.

Table 3. Overview of Survey Questions

Categories	Contents
Household and member's information	- House form, the number of family, floor area, age and sex of the member of family etc.
Standard disposal bags	- Collecting period - The number of bags and weights - Measuring the weight by item
Sorting of waste	Food garbage - Collecting period - Collecting form - The gross weight and volume (fruits etc.)
Recyclable materials	- Collecting period - the gross weight and volume (paper etc.)

2. 조사대상의 일반적 특성

본 논문에서 조사한 가구는 총 383가구이고, 전체 가구원 수는 1405명이었다. 세대구성을 살펴보면 1세대가 19%, 2세대는 73.1%, 3세대(부모를 모시는 부부와 자녀로 이루어진 가구)는 7.8%로 구성되어 있고 대부분의 가구가 2세대로 부부와 자녀가 함께 사는 가구였다. 좀 더 세부적인 구성을 살펴보면 부부와 자녀2명으로 이루어진 2세대 가구가 38.1%로 가장 많았고, 6명으로 구성된 3세대 가구가 1.8%로 가장 적었다. 가구원수를 살펴보면, 4인가구가 40.2%, 3인 가구 18.8%, 5인 가구 17.5%, 2인 가구 16.4%, 6인 가구 4.4%, 1인 가구 2.6% 순으로 조사되었다 <Table 4>.

Table 4. General Properties of Research Households

Division		f (n, %)
Total households		383 households
The number of persons		1,045 persons
General aspects	The proportion of males to females	Male 717 (51.0)
		Female 688 (49.0)
Total		1,045 (100.0)
The number of family members	1 person	10 (2.6)
	2 persons	63 (16.4)
	3 persons	72 (18.8)
	4 persons	154 (40.2)
	5 persons	67 (17.5)
	6 persons	17 (4.4)
	Total	1,045 (100.0)
Composition -type of generation	1st generation	Single person 10 (2.6) Couple 63 (16.4)
	2nd generation	Couple+Children 280 (73.1)
	3rd generation	Parents+Couple+Children 30 (7.8)
	Total	383 (100.0)
Size of floor space	Under 85	96 (25.1)
	85~102	43 (11.2)
	102~135	203 (53.0)
	Over 135	41 (10.7)
	Total	383 (100.0)

3. 가구원수를 고려한 세대구성유형 작성

본 연구에서는 가족실태조사의 ‘가족형태 및 세대구성’을 바탕으로 세대구성유형을 재설정 하였다. 우리나라의 가족형태를 크게 1세대, 2세대, 3세대로 분류하는 것은 동일하나, MSW는 인간 활동에 의한 영향이 크므로, 주된 영향요인 중 하나인 가구원수를 고려한 세대유형으로 재구성 하였다. 즉, 1세대는 1인가구와 부부가구, 2세대는 부부와 자녀 1명, 2명, 3명 또는 4명일 때로 나누고, 3세대는 기존의 부모와 부부, 자녀로 구성된 것에 가구원수를 고려하여 4명, 5명, 6명으로 구성된 3세대로 더욱 세분하여 작성하였다. 재설정된 9가지 세대구성유형은 <Table 5>와 같다.

Table 5. Composition-type of Generation Considering the Number of Household Members

Composition-type of generation		Code	f (n, %)
1st generation	Single person	A	10 (2.6)
	Couple	B	63 (16.4)
	Total		73 (19.1)
2nd generation	3 persons: Couple+Child	C	72 (18.8)
	4 persons: Couple+2 Children	D	146 (38.1)
	5 persons: Couple+3 Children	E	52 (13.6)
	6 persons: Couple+4 Children	F	10 (2.6)
Total		280 (73.1)	
3rd generation	4 persons: Parents+Couple+Children	G	8 (2.1)
	5 persons: Parents+Couple+Children	H	15 (3.9)
	6 persons: Parents+Couple+Children	I	7 (1.8)
Total		30 (7.8)	
Total			383 (100.0)

* In brief, 9 composition-type were coded A to I.

IV. 세대구성 유형별 MSW 발생추정모델 개발

1. 세대구성유형에 따른 MSW 발생량 비교

세대구성 유형에 따른 MSW 발생량을 살펴보면 각 하위분류별 발생량은 가구원수가 늘어날수록 증가하는 추세를 보이고, 같은 가구원수라도 3세대가 함께 사는 가구가 MSW를 더 많이 배출하는 것을 볼 수 있다<Figure 4>.

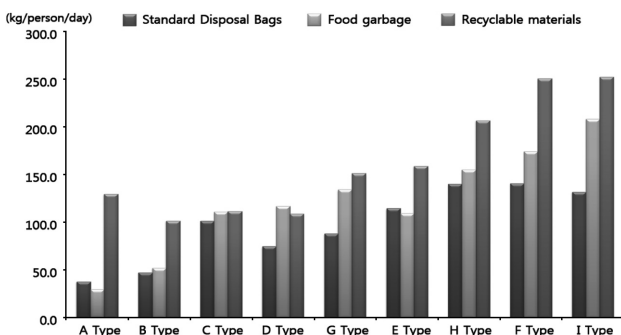


Figure 4. Comparison of MSW with Composition-type of Generation

세대구성유형과 거주면적이 MSW 세 가지 하위분류의 폐기물 발생량에 미치는 영향을 검증하기 위하여 다중회귀분석을 실시하였다. 결과는 <Table 6>과 같다.

독립변수인 세대구성유형과 거주면적은 MSW의 세 가지 분류 모두에게서 유의한 영향이 있음을 알 수 있다. 세 가지 모두 t의 절대값이 1.97보다 크고, 유의확률 p값이 0.000으로써 통계적으로 유의한 영향관계를 가진다. 또한 표준화계수 베타와 t값을 보면, 세대구성유형보다 거주면적이 더 큰 값을 가지므로 거주면적이 MSW 발생량에 더 많은 영향을 미친다고 할 수 있다.

Table 6. Correlation Between Waste in a Standard Disposal Bags and independent Variable

Dependent variable	Independent variable	U.C ¹⁶⁾		S.C ¹⁷⁾		t	Sig.
		B	Std. error	beta			
Standard disposal bags	Constant	-88.141	17.145			-5.141	0.000
	Com.-type	11.729	2.198	0.242	5.336	0.000	
	Floor area	1.181	0.140	0.384	8.453	0.000	
Food garbage	Constant	-133.741	20.765			-6.441	0.000
	Com.-type	13.983	2.662	0.231	5.253	0.000	
	Floor area	1.718	0.169	0.447	10.154	0.000	
Recyclable materials	Constant	-115.780	18.030			-6.422	0.000
	Com.-type	16.678	2.311	0.303	7.215	0.000	
	Floor area	1.634	0.147	0.467	11.124	0.000	

2. 세대구성 유형 및 거주면적이 MSW 발생량에 미치는 상관관계

본 절에서는 각각의 세대구성 및 거주면적에 따른 MSW 발생량 예측을 위한 회귀분석을 실시하기에 앞서 분류된 세대를 바탕으로 각 세대구성 유형과 거주면적이 MSW 발생량에 미치는 영향에 관한 상관분석을 실시하였다 <Table 7>.

종량제봉투 내 폐기물, 음식물 쓰레기, 재활용품 세 가지 분류에서 대부분의 세대구성이 유의수준 0.05에서 강한 양(+)의 상관관계를 가지고 있다. 하지만 종량제봉투 내 폐기물에서 3세대 6인가구와 재활용품에서 3세대 4인가구, 3세대 6인가구는 통계적으로 유의하지 않은 것으로 나타나 본 논문에서 제외하였다.

3. 세대구성 유형별 거주면적에 따른 MSW 발생량 예측

연구의 분석결과에 대한 유의성 검정 기준으로 결정계수(R²), F-값의 유의확률을 이용하였다<Table 8>.

세대구성 유형별 거주면적에 따른 MSW 발생량 예측을 위하여 선형회귀분석을 실시하였다. 독립변수는 거주면적, 종속변수는 MSW의 하위요인인 종량제봉투 내 폐기물, 음식물, 재활용품 세 가지로 분류하여 각각의 발생량을 예측하였다. 신뢰도는 95%수준에서 회귀분석을 실

16) Unstandardized Coefficients

17) Standardized Coefficients

Table 7. Correlation Between Composition-type, Area and MSW

Division	Composition-type of generation	Pearson correlation	Sig.	
Standard disposal bags	1st generation	A	0.810**	0.003
		B	0.776**	0.000
		C	0.780**	0.000
	2nd generation	D	0.741**	0.000
		E	0.795**	0.000
		F	0.741*	0.014
	3rd generation	G	0.984**	0.000
		H	0.721**	0.002
		I	0.704	0.118
Food garbage	1st generation	A	0.693*	0.018
		B	0.789**	0.000
		C	0.809**	0.000
	2nd generation	D	0.778**	0.000
		E	0.781**	0.000
		F	0.790*	0.020
	3rd generation	G	0.859**	0.006
		H	0.667**	0.002
		I	0.958*	0.010
Recyclable materials	1st generation	A	0.679*	0.044
		B	0.716**	0.000
		C	0.757**	0.000
	2nd generation	D	0.777**	0.000
		E	0.788**	0.000
		F	0.690*	0.027
	3rd generation	G	0.749	0.086
		H	0.720**	0.000
		I	0.873	0.053

☐: Variable is not statistically significant
 *Correlation is significant at the 0.05 level
 **Correlation is significant at the 0.01 level

Table 8. Statistical Significance Test Method

	Explanation
R square	R ² of model is criterion to decide explanations about regression equation. R ² has a value between 0 and 1. The near the 1, it means that a estimated regression line fully explains relationships of variable.
F	F is a value to verify significance of model. If F is smaller than 0.05 of p-value, it seems meaningfulness. The larger F-value seems that autonomous variable explain more a dependent variable.

시하였고 분석결과는 <Table 9>와 같다.

회귀분석 결과 우선 수정된 결정계수(R²)를 살펴보면 음식물 쓰레기에서 3세대 5인가구를 제외한 나머지 유형들은 40~96.6% 사이의 설명력을 가지고 있어 회귀분석이 모형을 잘 설명한다고 해석할 수 있다. 모형 적합도를 보면 각 케이스별 검정통계량 F값은 앞에서 제외한 3가지 유형을 제외하고는 모두 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의한 것으로 나타나 나머지 모형은 의미가 있다고 판단할 수 있다.

Table 9. Regression Analysis of MSW with Composition-type of Generation and Area

Division	Composition-type of generation	Adj.R ²	F	Sig.	
Standard disposal bags	1st generation	A	0.618	15.538	0.004
		B	0.595	92.023	0.000
		C	0.607	128.997	0.000
	2nd generation	D	0.550	286.609	0.000
		E	0.628	83.711	0.000
		F	0.419	6.775	0.035
	3rd generation	G	0.966	141.238	0.000
		H	0.450	12.420	0.004
		I	0.335	3.012	0.181
Food garbage	1st generation	A	0.573	13.084	0.007
		B	0.611	96.940	0.000
		C	0.646	152.713	0.000
	2nd generation	D	0.603	292.630	0.000
		E	0.600	82.102	0.000
		F	0.545	8.175	0.004
	3rd generation	G	0.623	10.897	0.021
		H	0.330	9.354	0.008
		I	0.864	20.087	0.046
Recyclable materials	1st generation	A	0.400	0.685	0.044
		B	0.495	56.910	0.000
		C	0.566	92.151	0.000
	2nd generation	D	0.598	214.900	0.000
		E	0.610	79.085	0.000
		F	0.428	6.981	0.033
	3rd generation	G	0.391	3.572	0.155
		H	0.500	19.010	0.000
		I	0.648	6.529	0.125

☐: Variable is not statistically significant

4. 세대구성 유형과 면적에 따른 MSW발생 추정모델 개발
 통계적으로 의미 있는 케이스를 중심으로 MSW 발생량 예측모형을 작성해 보았다. 예측모형을 설명하기 위해서 세대구성 유형별 y절편, 기울기를 나타내는 회귀계수, 이들의 유의확률을 나타냈다.

회귀분석을 통해 통계적으로 의미 있는 유형은 종량제 봉투 내 폐기물에서 1인 가구, 부부가구, 부부와 자녀 1명, 부부와 자녀 2명, 부부와 자녀 3명이 있는 가구로 나타났다. 4명으로 구성된 3세대와 부부와 자녀 4명 이 있는 세대는 y절편이 유의확률(95% 신뢰도에서 양측검증) 기준에 통계적으로 유의하지 못하여 y절편을 포함하지 않는 회귀모형으로 재분석해야 한다. 5명으로 구성된 3세대는 회귀계수가 유의하지 않으므로, 종량제봉투 내 폐기물 발생량 예측모형의 의미가 없다고 할 수 있다<Table 10>.

음식물쓰레기에서 통계적으로 의미 있는 유형은 1인 가구, 부부가구, 부부와 자녀 1명, 부부와 자녀 2명, 부부와 자녀 3명이 있는 가구로 나타났다. y절편이 무의미하게 나와 회귀모형을 다시 재분석해야 하는 가구는 부부와 자녀 4명, 5명으로 구성된 3세대가구로 나타났다. 회귀계수의

Table 10. New Estimation Model of MSW Generation According to Composition-type of Generation and Area in Standard Disposal Bags

Division	Composition-type of generation	Coefficient	Sig.
Standard disposal bags	1st generation	Coefficient	0.68623 0.004
		(Constant)	-41.0737 0.043
		Equation	Y=0.68623X-41.0737
		Coefficient	1.603357 0.000
		(Constant)	-113.892 0.000
		Equation	Y=1.603357X-113.892
	2nd generation	Coefficient	1.323138 0.000
		(Constant)	-68.4357 0.000
		Equation	Y=1.323138X-68.4357
		Coefficient	1.736729 0.000
		(Constant)	-104.855 0.000
		Equation	Y=1.736729X-104.855
3rd generation	Coefficient	4.11852 0.000	
	(Constant)	-311.3 0.000	
	Equation	Y=4.11852X-311.3	
	Coefficient	4.095192 0.035	
	(Constant)	-261.901 0.147	
	Equation	Y=4.095192X-261.901	
3rd generation	Coefficient	1.08138 0.000	
	(Constant)	-19.6176 0.106	
	Equation	Y=1.08138X-19.6176	
	Coefficient	1.583903 0.291	
	(Constant)	-68.9693 0.004	
	Equation	Y=1.583903X-68.9693	

X: Floor area, Y: MSW generation

Table 11. New Estimation Model of MSW Generation According to Composition-type of Generation and Area in Food Garbage

Division	Composition-type of generation	Coefficient	Sig.
Food garbage	1st generation	Coefficient	1.04417 0.007
		(Constant)	-74.7425 0.030
		Equation	Y=1.04417X-74.7425
		Coefficient	1.265217 0.000
		(Constant)	-82.1241 0.000
		Equation	Y=1.265217X-82.1241
	2nd generation	Coefficient	1.850173 0.000
		(Constant)	-111.504 0.000
		Equation	Y=1.850173X-111.504
		Coefficient	2.391798 0.000
		(Constant)	-163.717 0.000
		Equation	Y=2.391798X-163.717
3rd generation	Coefficient	3.885855 0.000	
	(Constant)	-307.998 0.000	
	Equation	Y=3.885855X-307.998	
	Coefficient	4.377104 0.035	
	(Constant)	-329.012 0.084	
	Equation	Y=4.377104X-329.012	

Table 11. Continued

Division	Composition-type of generation	Coefficient	Sig.
Food garbage	3rd generation	Coefficient	2.213397 0.266
		(Constant)	-99.5527 0.021
		Equation	Y=2.213397X-99.5527
	3rd generation	Coefficient	2.35433 0.294
		(Constant)	-115.47
		Equation	Y=2.35433X-115.47
	3rd generation	Coefficient	2.35433 0.008
		(Constant)	-115.47 0.294
		Equation	Y=2.35433X-115.47

X: Floor area, Y: MSW generation

Table 12. New Estimation Model of MSW Generation According to Composition-type of Generation and Area in Recyclable Materials

Division	Composition-type of generation	Coefficient	Sig.
Recyclable materials	1st generation	Coefficient	2.236708 0.050
		(Constant)	-165.26 0.119
		Equation	Y=2.236708X-165.26
		Coefficient	0.953066 0.000
		(Constant)	-36.634 0.011
		Equation	Y=0.953066X-36.634
	2nd generation	Coefficient	1.842291 0.000
		(Constant)	-87.1195 0.000
		Equation	Y=1.842291X-87.1195
		Coefficient	2.21466 0.000
		(Constant)	-128.504 0.000
		Equation	Y=2.21466X-128.504
3rd generation	Coefficient	4.256609 0.000	
	(Constant)	-295.242 0.000	
	Equation	Y=4.256609X-295.242	
	Coefficient	6.531054 0.033	
	(Constant)	-511.026 0.089	
	Equation	Y=6.531054X	
3rd generation	Coefficient	2.572121 0.000	
	(Constant)	-181.887 0.047	
Equation		Y=2.572121X-181.887	

X: Floor area, Y: MSW generation

유의확률이 0.05보다 크게 나온 4명과 5명으로 구성된 3세대 가구는 통계적으로 무의미하다고 나왔으므로 이 두세대구성은 음식물쓰레기 발생량 예측모델의 의미가 없는 것으로 해석할 수 있다<Table 11>.

재활용품에서 통계적으로 의미 있는 유형은 부부가구, 부부와 자녀 1명, 부부와 자녀 2명, 부부와 자녀 3명, 5명으로 구성된 3세대 가구로 나타났다. y절편이 무의미하여 회귀모형을 다시 작성해야 하는 가구는 1인가구와 부부와 자녀4명으로 구성된 가구이며, 재활용품에는 회귀계수가 무의미하게 나온 세대는 없어 모든 유형의 예측모델이 의미가 있다고 해석할 수 있다<Table 12>.

Table 13. Adjusted Estimation Model of MSW Generation According to Composition-type of Generation and Area

Division	Composition-type of generation		Coefficient	Adjusted R ²	Sig.	Adjusted equation
Standard disposal bags	2nd generation	F	0.887	0.676	0.000	Y=1.505775X
	3rd generation	G	0.997	0.828	0.000	Y=0.846174X
Food garbage	2nd generation	F	0.869	0.612	0.002	Y=1.069594X
	3rd generation	I	0.980	0.711	0.000	Y=1.900604X
Recyclable materials	1st generation	B	0.763	0.460	0.010	Y=0.548023X
	2nd generation	F	0.916	0.727	0.000	Y=1.651266X

y절편이 무의미하여 상수를 포함하지 않는 회귀식으로 재분석한 결과는 <Table 13>과 같다.

종량제 봉투 내 폐기물의 4명으로 구성된 3세대 유형을 제외한 모든 모델이 상수항을 포함하지 않고 회귀분석을 했을 때 수정된 R²과 상관계수가 더 증가하는 것을 알 수 있다. 즉, 상수항을 미포함한 회귀식이 자료를 더 잘 설명하며 더욱 유용한 모델이라고 판단할 수 있다.

V. 결 론

본 연구는 전국의 아파트 383가구를 중심으로 세대구성유형에 따른 거주면적당 MSW 발생량을 예측하기위한 연구를 진행한 것이다. 본 연구에서 제시한 세대구성유형은 여성가족부에서 실시한 가족실태조사의 ‘가족형태 및 세대구성’을 바탕으로 우리나라의 일반적인 가구구성을 중심으로 가구원수를 고려한 9가지 케이스를 작성하였다. 세대구성 유형별 MSW 분류에 따라 발생량을 비교·분석하고 추정모델을 제시한 결과는 다음과 같다.

첫째, 세대구성유형과 거주면적이 MSW 발생량에 미치는 영향을 살펴보기 위해 다중회귀분석을 한 결과, MSW의 세 가지 하위분류 모두 유의한 양(+)의 영향관계가 있음을 알 수 있었다.

둘째, 각각의 유형별 MSW 발생량과 거주면적에 따른 상관분석과 회귀분석을 실시한 결과, 대부분의 유형에서 0.6~0.9 사이의 강한 상관관계를 보였다. 그 중 유의하지 않은 종량제봉투 내 폐기물의 3세대 6인가구, 재활용품에서 3세대 4인가구, 3세대 6인가구는 예측모형 작성에서 제외하였다. 또한 통계적으로 유의한 케이스를 중심으로 회귀분석을 실시한 결과 대부분의 유형에서 40~96.6% 사이의 모델 설명력을 가지고, 유의수준 0.05에서 통계적으로 유의하므로 예측 모형이 의미 있다고 해석할 수 있다.

셋째, 도출된 회귀식 중 종량제 내 폐기물에서 5명으로 구성된 3세대, 음식물 쓰레기에서 4명과 5명으로 구성된 3세대의 경우, 회귀계수가 유의하지 않은 것을 볼 수 있다. 이는 예측모델로써의 의미가 없으므로 분석이 불필요하다. y절편이 유의하지 않은 유형은 상수를 포함하지 않는 회귀식으로 재분석을 실시하였다. 그 결과 수정된 회귀식은 이전의 식보다 수정된 R²과 상관계수가 더 증가하였고, 이는 수정된 회귀식이 모형을 더 잘 설명하는 것이라 판단할 수 있다.

본 연구는 모든 가정에 일률적으로 적용되던 1인당 발생량이 아닌 세대구성에 따른 한 가구단위의 정확한 MSW 발생량을 추정하기위한 연구이다. 대부분의 유형에서 유의미한 결과를 얻을 수 있었지만, 3세대 가구는 다른 유형에 비해 표본 수가 부족하여 3세대 가정의 MSW 발생량을 예측하는 데 한계가 있었다. 이후 연구에서 이를 보완하면 더욱 정확하고 세부적인 예측모델을 개발할 수 있을 것이다. 또한 이 연구를 바탕으로, 대상을 단독주택 등으로 확대하여 향후 도시계획 단계에서 발생될 MSW를 정량적으로 예측하여 처리시설을 설계하고 통합 관리하는데 도움이 될 것이라 판단된다.

감사의 글

본 연구를 위해 제 3차 전국폐기물통계조사 보고서의 자료를 제공해주신 한국환경공단에 감사드립니다.

REFERENCES

1. 가족실태조사 (2010). 응답가구의 가족형태 및 세대구성. 통계청. http://kosis.kr/metadata/main.jsp?c_id=2005064
2. 국립환경과학원 (2007). 제3차 전국폐기물통계조사. 과천시: 환경부.
3. 김이태 (1999). 도시폐기물 발생실태에 따른 관련 기반시설 설계 지표연구(연구보고서No.OTKCRP500036). 고양시: 한국건설기술연구원.
4. 배재근 (2005). 폐기물 처리공학. 서울: 구미서관.
5. 이규환 (2004). 한국도시행정론. 서울: 녹원출판사
6. 인구주택총조사 (2010). 거처의 종류 및 거처, 가구, 가구원. 통계청. <http://meta.kosis.kr/bzmt/MetaSourceInfo.do?method=SourceView>
7. Baek, H. (2010). 2010 The national survey of korean families (research report No.11-13830000-000035-01). Seoul: Ministry of Gender Quality & Family Republic of Korea.
8. Dyson, B., & Chang, N. (2005). "Forecasting municipal solidwaste generation in a fast-growing urban region with system dynamics modeling," *Waste Management*, 25, 669-679.
9. Jang, J., Lee, J., & Hong, W. (2002). A study on the characteristic of wastes discharge in office-building and a practical use plan. *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 18(12), 199-206.

10. Kim, H., Kim, Y., Son, B., & Hong, W. (2012). A factor analysis on the quantity of municipal solid waste generation from apartment housing. *Proceeding of Spring Annual Conference of KHA*, 215-218.
11. Kim, Y., Son, B., Park, W., & Hong, W. (2011). A study on the distribution of the asbestos cement slates and calculation of disposal cost in the rural area. *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 13(2), 31-40.
12. Korea Environment Corporation (2006). *2006 Waste generation and treatment in nationwide* (research report No.11-1480523-000003-10). Gwacheon: Ministry of Environment.
13. Korea Environment Corporation (2011). *2010 Waste generation and treatment in nationwide* (research report No.11-B552584-000005-10). Gwacheon: Ministry of Environment.
14. Lee, Y. (1997). *Ecological modeling of urban housewives' recycling behavior*. Master's thesis, Sookmyung Women's University, Seoul.
15. Shin, D. (1992). *Effect of the city characteristics on municipal solid waste volume*. Master's thesis, University of Yonsei, Seoul.
16. Son, B., & Hong, W. (2010). The investigation on application of construction waste unit to establish resource recycling system through case study. *the Journal of Korea Institute of Ecological Architecture and Environment*, 10(5), 181-186.
17. Yi, G., Lee, J., & Hong, W. (2001). A study on the influence reason analysis of municipal solid wastes. *Journal of the Architectural Institute of Korea*, 17(7), 219-227.
18. Yu, M., Yoo, K., & Kweon, B. (1996). A study on characteristics of model using population and area to estimate municipal solid waste generation. *Journal of Korea society of Waste Management*, 13(1), 19-27.

접수일(2012. 7. 7)
 수정일(1차: 2012. 9. 6)
 게재확정일자(2012. 9. 24)