



음식물류폐기물 발생량 표본조사를 통한 통계체계 개선 방안에 관한 연구

김영구[†], 배재근, 류지영*, 신대윤*

서울산업대학교 환경공학과, 조선대학교 대학원 환경생물공학과*

(2005년 8월 25일 접수, 2005년 9월 25일 채택)

A Study on Improvement of Food Waste Statistics System Through a Sample Survey

Young Koo Kim[†], Chae Gun Phae, Ji Young Ryu*, Dae Yewn Shin*

Dpt. of Environmental Engineering, Seoul National Univ. of Technology, Dpt. of Life Environmental Engineering, Graduate School Chosun university*

ABSTRACT

This study examined the improvements of existing food waste statistics system using a sample survey, which estimated the total food waste generation in 4 areas(High, Middle, Middle and Low, and Low population density), and a survey, which was aimed at forming a basis for modeling 112 local governments, were conducted.

Currently, the methods for collecting the statistical data are summarized as five types. In high population density areas, the type based on examining the recycling facilities was found to be a more general way of estimating population centers higher than low population density areas. It was found that numerous low population density areas estimated their food waste production according to its generation per capita. It was also found that the findings of sample survey were 10%~40% higher than the existing statistical data and Non-separated collected food waste appears to be the main factor.

Keyword :statistics system, sample survey, Non-separated collected food waste

초 록

본 연구는 현행 음식물류폐기물 통계 체계 문제점 및 개선점 분석을 목적으로 수행되었으며, 4개 지역(고밀도, 중밀도, 중저밀도, 저밀도)을 대상으로 4계절에 걸친 표본조사를 실시하여 배출원별 원단위에 근거한 산출방식으로 해당 지역의 전체 발생량을 추론하였다. 이렇게 산출된 발생량과 현행 통계상에서 제시하고 있는 발생량 간의 차이를 분석하였으며, 이와 함께 112개 지자체를 대상으로 음식물류폐기물 산정 범위 및

[†]Corresponding author (tasmania03@hanmail.net)

방식 분석 등을 통해 국내 음식물류폐기물 통계 체계의 문제점 및 해결방안을 검토 하였다.

112개 지자체를 대상으로 한 설문 조사결과를 보면, 음식물 통계 산출 기준은 크게 5가지로 분류 된다. 대도시 및 중소도시의 경우, 자원화시설 반입량에 근거하는 지자체가 가장 많았으며, 도농지역 및 농어촌도시 일수록 원단위 발생량을 통한 추정에 의해 통계 산출이 이루어지는 것으로 나타났다.

4개 지역의 음식물류폐기물 발생량 표본조사 분석결과는 통계상에서 제시하는 결과와 10%~40% 높은 것으로 조사되었으며, 이는 기존 통계에서는 고려하지 않았던 미분리배출량의 포함이 가장 큰 이유로 판단 된다. 또한, 분리배출량에 근거하여 발생량을 산출하는 지역이 원단위발생량을 이용하여 발생량을 단순 추정하는 지역에 비해 표본조사와 통계 자료 간 편차가 더 적은 것으로 조사되었다.

핵심용어 : 통계체계, 표본조사, 미분리배출량

1. 서론

2005년부터 음식물류폐기물 직매립금지라는 전제에서 환경부는 음식물류폐기물 감량화에 대한 5개년계획을 2차에 걸쳐 수행하고 있다¹⁾. 직매립이 시행되어진 2005년 현재단계에 상당수의 지자체가 분리수거를 실시하고 있으며, 자체 자원화시설을 설치하여 처리하거나, 민간의 재활용시설에 음식물류폐기물을 위탁하여 처리하는 체제를 유지하고 있다. 지난 10년간의 종량제 실시 이후 많은 시행착오를 겪으며 60%이상의 재활용율을 보이며 자원화체계는 점차 안정화되어 가고 있는 실정이다²⁾. 하지만, 분리수거 및 처리체계는 안정화되어 가고 있음에도 불구하고, 음식물류폐기물의 관리행정은 담당공무원의 잦은 교체에 의하여 체계화가 느리게 진행되고 있다. 특히 음식물류폐기물과 관련된 통계체계에 합리성이 결여되어 있으며, 발생량 산정에 있어서 기준이 제시되어 있지 않은 상태에서 다양한 방법으로 산출하고 있다. 음식물류폐기물의 통계산출은 기본적으로 각 지자체에 의하여 이루어지며, 발생량 산정 유형을 보면, ①환경부에서 매년 산출하여 발표하는 원단위에 의존하거나, ②수집 운반된 량에 기준을 두거나, ③지역전반의 발생원별 발생량을 계산하여 보고하는 등의 방법을 취하고 있다³⁾.

현재 음식물류폐기물의 발생량 통계는 전국 234개 시군구의 분기별 발생 및 처리 현황을 기반으로 환경부가 이를 취합하여 연도별 현황으로서 발표

한다. 95년도에 실시된 종량제 및 직매립금지 실시와 함께 분리배출율의 점진적인 정착으로 인해 음식물류폐기물의 발생 및 처리현황 통계에 대한 신뢰도는 일보 전진한 상태이다. 하지만, 각 지자체별로 발생량을 산정 하는데 있어서 산정 방식과 발생량에 대한 범위가 획일화 되어 있지 않은 것이 현실이며, 이는 결과적으로 전체 통계의 신뢰도를 저하시키는 요인으로 작용하게 된다.

음식물류폐기물의 발생 및 처리량의 산정은 정책의 추진에 가장 기본적으로 중요한 요소이기 때문에 전국적으로 공통된 기준에 의하여 산출되어 합리성을 확보할 필요성이 있다.

본 연구에서는 인구밀도를 기준으로 하여 전국 지자체를 4가지 형태(고밀도, 중밀도, 중저밀도, 저밀도)로 분류 하였으며, 이중 대표지역 한 지역을 선정한 후 표본 조사를 실시하였다. 이같은 분석을 통해 기존 통계 시스템과의 문제점 및 그에 따른 개선방안을 검토 하였다.

2. 음식물류폐기물 발생량 표본조사

2.1 지역, 배출원, 계절 구분

2.1.1 지역별 구분

음식물류폐기물의 발생량과 처리현황 분석에 있어서 배출원 특성과 지역적 특성은 상호 밀접한 관계가 있을 것이라 예상되며, 인구밀도에 따라 지역을 크게 고밀도, 중밀도, 중저밀도, 저밀도 지역의

4개 형태로 구분하여 조사하였다.

2.1.2 배출원별 구분

음식물류폐기물의 발생량은 배출원 형태에 따라 편차가 큰 것으로 알려져 있기 때문에 전체 배출원을 크게 분류하여 가정과 비가정으로 구분하였으며, 이를 다시 단독주택, 공동주택(고밀도, 저밀도), 집단급식소(100인 이상, 이하), 식품접객업(일반음식점, 감량화의무사업장), 대규모점포, 농수산물유통업, 재래시장의 10개 형태로 세분화하여 조사하였다.

2.1.3 계절별 구분

음식물류폐기물은 음식물 소비량과 매우 밀접한 관계가 있으며, 이러한 음식물 소비량은 계절적 원인이 가장 크게 작용한다. 따라서 본 과업에서는 음식물류폐기물 산출에 있어서 계절 변화에 따른 영향정도를 파악하고 이러한 결과를 기존 통계 상에서 제시하는 발생량과의 객관적인 비교분석을 위해 표본조사는 4계절에 걸쳐 실시되었다.

2.2 음식물류폐기물 표본조사 방법

정확한 음식물류폐기물 발생량의 분석을 위해서는 분리수거되는 양과 함께 분리수거 되지 않는 양 즉, 생활폐기물 종량제 봉투 내 포함량의 파악 여부도 전체 결과에 큰 영향을 미칠 것으로 판단하였다. 따라서 본 연구에서의 표본조사는 분리배출된 음식물류폐기물의 계근과 발생량 산출에 요구되는 각종 자료 수집을 위한 설문조사와 함께 생활폐기물 종량제 봉투를 파봉하여 그 안에 혼재된 음식물량 분석도 병행하여 실시하였다.

2.2.1 가정부문(단독주택, 공동주택)

단독주택의 발생량 분석은 음식물류폐기물의 분리배출이 실시되고 있는 지역에 한하여 전용 봉투 및 전용용기를 현장에서 직접 계근하여 무게를 측정하였고, 주거민들을 대상으로 하여 가족수 및 음식물류폐기물의 배출 주기 등을 설문을 통하여 발생량 산정에 필요한 자료들을 수집하였다. 또한 생활 폐기물 내 포함되어 있는 음식물류폐기물을 조

사하기 위해 부피별로 생활 폐기물 종량제 봉투를 계근 한 후 파봉하여 생활 폐기물 종량제 봉투 내 음식물류폐기물의 함량을 무게비로서 조사하였다.

또한, 분리배출이 실시되지 않은 지역에서의 단독주택 음식물류폐기물 발생량은 생활 폐기물 발생량에 근거하여 조사가 이루어졌다. 배출된 생활 폐기물 종량제 봉투를 파봉하여 음식물류폐기물의 함량정도를 조사하고 얻어진 분석 결과에 생활 폐기물 발생량을 기준으로 하여 실질적인 음식물류폐기물의 발생량을 산정하였다.

공동 주택은 100세대 이상, 5층 이상의 고층아파트 지역을 고밀도로 선정하였으며, 100세대 미만, 5층 미만의 저층아파트를 저밀도 지역으로 하여 조사를 실시하였다. 공동주택은 거의 대부분이 120ℓ 용기를 이용한 분리배출이 시행되고 있으며, 조사는 현장에서 용기의 무게를 직접 계근하였으며, 해당 세대수 파악 및 배출주기 등에 대한 자료 수집을 실시하였다. 또한 단독주택과 마찬가지로 생활 폐기물 내 음식물류폐기물 함량 조사를 위해 생활 폐기물 종량제 봉투를 부피별로 계근 한 후 파봉하여 음식물류폐기물의 함량정도를 조사하였다.

2.2.2 비가정부문(식품접객업, 집단급식소 등)

감량화의무대상사업장을 제외한 일반 식품접객업에서의 음식물류폐기물 배출은 단독 주택과 마찬가지로 분리배출과 비분리배출 여부에 따라서 조사 방법을 달리 하였다. 일반적으로 일반 식품접객업의 경우 조사 방법은 단독주택과 동일하게 하였으며, 설문 조사 항목은 단독주택과 마찬가지로 발생량 산정에 있어서 반드시 필요한 인자들 즉, 평균 급식인원, 배출 주기, 업소 면적 등이었다.

감량화의무대상사업장의 경우는 대개 용기에 의한 배출·수거가 이루어지기 때문에 용기무게를 직접 계근 한 후 이 역시 평균급식인원 및 배출·수거 주기, 업소 면적 등이 조사되었다. 또한 단독·공동 주택과 마찬가지로 생활 폐기물 내 음식물류폐기물의 함량을 조사하기 위해 해당 사업장에서 배출된 생활 폐기물 종량제 봉투를 부피별로 계근한 후 파봉 하여 음식물류폐기물의 함량을 조사하였다.

집단 급식소는 100인 이상 급식이 이루어지는 사업장은 감량화의무대상사업장으로 분류되기 때문에 해당 지역의 집단급식소를 100인 이상과 이하로 분류하여 조사를 실시하였다. 100인 이상 사업장은 식품접객업 감량화의무대상사업장과 동일한 방식으로 조사를 실시하였으며, 100인 이하의 사업장에 대한 조사는 일반 식품접객업의 조사 방식과 동일하게 하였다. 집단 급식소는 식품접객업에 비해 상대적으로 적은 사업장수로 인해 생활 폐기물 내 음식물류폐기물 함량 정도는 전체 음식물류폐기물 발생량 분석 결과에 큰 영향을 끼치지 않을 것으로 예상하여 생활 폐기물의 조사는 실시하지 않았다.

대형유통업에서 발생하는 음식물류폐기물은 대부분이 해당 사업장내 위치한 푸드코트(Food court) 및 구내식당에서 발생된다. 대형유통업의 음식물류폐기물 발생량은 매장 내 이용고객수 및 일일 평균 급식인원 등에 의한 인자로는 산정이 불가능하다고 판단되었다.

따라서 사전에 선정된 대상 사업장을 방문하여 전용 수거 용기를 계근하고 해당 사업장의 전체 건물면적 및 부지면적 등을 조사하였다. 얻어진 이들 인자로서 면적당 발생량을 근거로 하여 대상 지역 내 대형 유통업의 음식물류폐기물 발생량을 산출하였다.

농수산물유통업에서는 음식물류폐기물이 대량으로 배출 되기 때문에 조사대상 대부분의 사업소가 전용컨테이너를 통해 수거·배출이 이루어지고 있었다. 따라서 계근을 통한 조사가 불가능하였으며, 직접 현장을 방문하여 매일 음식물류폐기물 수거 차량에 의한 수거 실적 및 수거비용 등을 근거로 하여 평균 발생량을 조사 하였다.

각 지자체의 재래시장은 정기시장과 일반시장으로 분류되는데 본 과업에서는 정기시장을 제외한 일반시장에 대해서만 조사가 이루어졌다.

재래시장의 음식물류폐기물 배출은 단독 주택 및 일반 식품접객업과 유사한 형태를 보이기 때문에 현장을 직접 방문하여 점포별로 비치된 소형 전용 용기 및 종량제 봉투를 직접 계근하여 발생량 조사를 실시하였다. 또한 조사 대상 시장 내 부지 및 건

물면적과 식료품 판매와 관련된 사업장 개수를 조사하여 이를 음식물류폐기물 발생량 산출 인자로 사용 하였다(Table 1).

2.3 음식물류폐기물 발생량 산출 방법

2.3.1 가정부문

가정 부문인 단독주택과 공동주택의 원단위는 표본조사에서 계근된 음식물류폐기물 전용봉투 및 용기의 평균 무게에 설문조사를 통해 수집된 배출·수거 주기와 세대수 그리고 해당 지자체의 세대당 인구수(통계치)를 나누어 산출하였다. 생활 폐기물 내 음식물류폐기물 원단위는 부피별로 계근된 생활 폐기물 종량제 봉투의 평균 무게에 배출 주기와 세대당 인구수를 나누어 생활 폐기물 발생 원단위를 산출하고 여기에 생활 폐기물 내 음식물 함량비(%)를 곱하여 산출하였다. 따라서 최종 음식물류폐기물의 발생량은 이들 두 원단위가 합산된 최종 원단위에 주택형태별 인구수를 곱하여 산출 하였다.

2.3.2 비가정 부문

비가정부문 중 전체 발생량면에서 가장 많은 비율을 차지하는 식품접객업과 집단급식소는 사업장당 일평균 음식물 발생량(kg/일)을 기준으로 조사가 이루어졌다. 식품접객업과 집단 급식소의 원단위 발생량은 전용수거 용기 및 전용 봉투의 계근을 통해 산출된 사업장의 일일 평균 음식물 발생량(kg/사업장·일)으로 산출하였다. 전체 음식물류폐기물의 발생량은 각각의 발생 원단위에 각 사업소의 전체 개소수를 곱하고 생활폐기물 종량제 봉투내 음식물류폐기물량을 합하여 산출하였다.

비가정부문의 배출원 중 대규모유통업, 농수산물유통업, 재래시장의 발생 원단위는 해당 사업소의 전체 면적(m²)당 발생량(kg)을 기준으로 하였으며, 사전에 선정된 조사 대상 사업소가 컨테이너 및 대형 용기(120ℓ 이상)를 통한 수거가 이루어질 경우는 관계자를 대상으로 하여 일일 평균 발생량을 조사하였으며 현장 계근이 가능한 경우는 직접 계근을 통해 일일 음식물류폐기물의 발생량을

[Table 1] The Present State on A Sample Survey

The subject area*		Examination period	The source of generation	The existing basis of statistics calculation
Summer	High density area	2004.8 ~ 2004.9	<ul style="list-style-type: none"> ■ Detached Dwelling ■ Apartment (High,Low) ■ Restaurant (Large, Small) ■ Mess hall (Large, Small) ■ Large Store ■ Wholesale center ■ General Market 	Taking in recycling facilities
	Middle density area			"
	Middle & Low density area			Estimation by generation per capita
	Low density area			"
Fall**	High density area	2004.10 ~ 2004.11		Taking in recycling facilities
	Middle density area			"
	Middle & Low density area			Estimation by generation per capita
	Low density area			"
Winter	High density area	2004.12 ~ 2005.1		Taking in recycling facilities
	Middle density area			"
	Middle & Low density area			Estimation by generation per capita
	Low density area			"
Spring	High density area	2005.2 ~ 2005.3		Taking in recycling facilities
	Middle density area			"
	Middle & Low density area			Estimation by generation per capita
	Low density area			"

* : Based on population density

** : Middle and low density areas were changed each

조사하였다. 여기에 해당 사업소의 건물 부지 면적을 나누어 이를 원단위로 하였으며, 각 배출원에 따른 전체 발생량 산정은 표본조사를 통해 산출된 발생 원단위(kg/m²)에 해당 지자체의 통계자료에 제시된 전체 면적을 곱하여 산출 하였다.

3. 연구 결과

3.1 112개 지자체 대상 현행 음식물류폐기물 통계 체계 분석

3.1.1 통계 산출 방식

현재 각 지자체에서 음식물류폐기물 발생량을 산정하는 기준은 크게 ①수거차량의 용적(부피)로 추정, ② 수거되는 차량에 대하여 밀도를 고려하여

무게로 재산출하여 추정, ③ 자원화 시설의 반입량(무게 기준), ④ 일정한 원단위(kg/인.일)를 설정하여 산출(인구 변동 사항 고려) ⑤ 일부 지역 및 사업소를 선정, 표본 조사하여 추정 등 5가지 형태로 분류가 가능하며, 이외에 상기 2가지 이상의 방법을 병행하여 음식물류폐기물의 발생량을 산출하는 지자체도 있다(Table 2).

각 지자체 청소행정 담당자의 설문 결과 내용을 보면, 자원화 시설 반입량에 기준을 두고 발생량을 산정하는 지자체가 가장 많았으며 그 다음이 수거차량의 용적 부피를 통한 추정, 특정 원단위를 이용한 추정, 일부지역 및 사업장의 표본조사 순이었다. 발생량 산출 기준은 도시형태별로 차이가 있었는데, 먼저 수거차량의 용적부피를 통한 추정 방식에 있어서 고밀도 지역이 가장 많은 비율을 차지하

[Table2] The Basis of Food Waste Statistics Calculation in 112 Local Government

[Unit : %]

Items	A Volume of collecting vehicles	The conversion of vehicles's density to weight	Taking in recycling facilities	Estimation by generation per capita	A Sample survey
High Den.	28.57	4.76	61.90	0.0	4.76
Middle Den.	10.53	10.53	73.68	0.0	5.26
Mid&Low Den.	6.25	3.13	75.0	15.63	0.0
Low Den.	6.67	6.67	56.67	30.0	0.0
Total	13.0	6.27	66.81	11.41	2.51

였으며, 중밀도, 중저밀도, 저밀도 지역 순으로 나타났다. 반면, 특정 원단위를 설정하여 인구변동사항에 따라 발생량을 산출하는 방식은 대부분 중저밀도 지역과 저밀도 지역의 지자체에서 이용하고 있었지만, 고밀도 지역과 중밀도 지역에서는 이같은 기준으로 발생량을 산출하는 지자체는 없는 것으로 나타났다.

3.1.2 음식물류폐기물 발생량 통계 범위

현재 각 지자체(단순 추정치에 의해 발생량을 산출하는 지자체 제외)에서 음식물류폐기물의 발생량을 산정 범위는 크게 ①분리수거량, ②분리수거량+생활폐기물 내 음식물량(이하 미분리수거량)의 두가지 형태로 분류되며, 여기에 감량화의무사업장의 발생량을 전체 발생량에 포함하는지와 그렇지 않은지에 따라서도 분류가 가능하다.

[Table 3]의 발생량 범위에 대한 설문 분석 결과를 보면, 전체 응답 지자체 가운데 약 44.0%가 단순히 음식물류폐기물 분리수거량(수집운반량, 자원화시설반입량 등)만으로 발생량을 산정하는 것으로 나타났으며, 분리수거량에 감량화의무사업장의 발생량을 모두 포함하는 지자체는 약 30.0%, 그리고 분리수거량과 생활폐기물 내 음식물 함량, 감량화의무사업장의 모든 부분을 포함하는 지자체는 약 14.0%, 마지막으로 분리수거량에 생활폐기물 내 음식물 함량을 포함하는 지자체는 약 12.0% 순으로 나타났다.

도시 형태별로 보면, 분리수거량만을 전체 범위로 하는 지자체는 고밀도→중밀도→중저밀도→저밀도 지역 순으로 고밀도 지역이 분리수거량에만 근거하여 전체 발생량을 산정하는 비율이 가장 높았으며, 여기에 감량화의무사업장의 발생량을 포

[Table3]The Range of Food Waste Statistics Calculation in 112 Local Government

[Unit : %]

Items	Separated Collection	Separated Collection+ Included in MSW bag	Separated Collection+ Included in MSW bag+ Large restaurant	Separated Collection+ Large restaurant
High Den.	66.67	9.52	19.05	4.76
Middle Den.	52.63	5.26	10.53	31.58
Mid&Low den.	40.0	10.0	16.67	33.33
Low Den.	25.0	21.43	10.71	42.86
Total	43.88	12.24	14.29	29.59

합하는지에 대한 여부는 고밀도 지역이 약 5.0% 미만으로 가장 낮은 수치를 보인 반면, 저밀도 지역에서는 약 40.0%로 가장 높게 조사되었다. 또한, 생활폐기물 내 음식물류폐기물을 전체 발생량에 포함하는 지자체는 전체 응답한 지자체를 기준으로 약 26.5%로 조사되어, 상당수 지자체는 이같은 추정치로서 산출 되는 생활 폐기물 내 음식물 함량은 고려하지 않는 것으로 나타났다.

3.1.3 음식물류폐기물 발생량 표본조사 결과와 기존 통계량 비교 분석

가. 고밀도 지역

고밀도 대표지역으로 선정된 서울시 N구는 전 지역에서 음식물류폐기물의 분리배출이 시행되고 있으며, 발생하는 음식물류폐기물은 재활용시설 반입량(단독주택)과 수거운반업체의 수거 실적(공동주택, 식품접객업, 집단급식소 등)에 근거하여 발생량 통계가 이루어지고 있다. 하지만, 각 계절별 표본조사 시기의 S구 음식물류폐기물 발생량은 상기 산출방식에 근거하여 계절 간 변동이 없는 149.0톤/일을 유지하였다. 4계절에 걸쳐 실시된 표본조사결과의 항목별 평균과 통계자료간의 발생량 증감 분석 결과를 [Table 4]와 [Fig. 1]에 각각 나타내었다.

여름철 음식물류폐기물 발생량 표본조사 분석 값은 생활폐기물 내 음식물 함량을 모두 포함하여 약 176.76톤/일이었으며, 가을철은 이보다 약 3.56톤/일(2.01%) 감소된 173.2톤/일이 발생되었다.

겨울철 발생량은 가을철 대비 약 3.97%가 감소된 166.3톤/일이었으며, 마지막인 봄철은 겨울철 대비 약 0.54%가 증가된 167.3톤/일이 발생되었다. 계절별 증감현황을 보면, 겨울철과 봄철 간 발생량이 소폭 증가되었다. 이는 2005년 1월부터 시행된 음식물류폐기물 직매입금지에 따른 정부의 TV 및 각종 미디어를 통한 꾸준한 홍보정책이 주민들의 음식물류폐기물 배출 억제 의식에 적지 않은 영향을 끼쳤기 때문에 이같은 결과를 가져왔을 것으로 판단된다. 결과적으로 여름철을 시작으로 서울시 노원구의 음식물류폐기물 발생량은 꾸

준히 감소하는 경향을 보였으며, 통계자료와의 발생량 비교 결과에서도 이같은 경향이 있음을 알 수 있다.

나. 중밀도 지역

본 연구에서 중밀도 지역 음식물류폐기물 발생량의 표본조사 대상은 여름철에는 경기도 A시이었지만, 가을철부터 경기도 S시로 조사대상을 변경하였다. 경기도 S시는 소각 시설 및 자원화시설로 반입되는 음식물량을 전체 음식물류폐기물 발생량으로 통계하고 있다.

[Table 5]는 경기도 S시의 항목별 3계절 평균 결과치이며, 통계상에서 제시하는 84.33톤/일에 비해 현장조사 분석결과는 약 7.4톤/일 가량 높은 91.73톤/일로 조사되었다.

가을철 S시 음식물류폐기물 발생량은 생활폐기물 내 음식물류폐기물 함량을 모두 포함하여 96.3톤/일이었으며, 겨울철은 이보다 5.64%가량 감소한 96.3톤/일로 조사되었다. 봄철 발생량은 겨울철에 비해 약 2.96톤/일이 감소한 87.9톤/일이었다. 계절별 증감현황을 보면 가을과 겨울철의 발생량 감소율이 겨울과 봄철에 비해 상대적으로 높게 나타났으며, 이는 고밀도 분석결과와 유사한 경향이 있음을 알 수 있다(Fig. 2).

경기도 S시에서 통계하는 발생량과 비교하여 보면, 가을과 겨울, 그리고 봄의 발생량은 각각 87.5톤/일, 84.0톤/일, 81.5톤/일로서 가을에서 봄으로 갈수록 현저한 감소추세를 보인다. 본 조사와의 발생량 차이는 약 6톤/일에서 8톤/일 가량이었으며, 생활폐기물 내 음식물 함량을 제외한 수치를 비교하면, 두 수치 간 편차는 거의 없음을 알 수 있다.

이처럼 표본조사의 분석 결과가 높게 나타난 이유는 발생량 통계 방식의 차이라고 판단된다. 고밀도 지역인 서울시 N구와 중밀도 지역인 경기도 S시의 경우, 처리시설 반입량 및 수거·운반 실적으로 전체 발생량을 통계하고 있지만, 표본조사는 음식물류폐기물이 발생하는 모든 배출원을 전체 10개 항목으로 분류 하여, 각 배출원에 대한 발생량 산정에 필요한 각각의 인자들, 주거형태별인구, 사업장 개수, 사업장 면적 등을 모두 고려하여 발생

[Table4] The Result of the Sample Survey on High Population Density Area

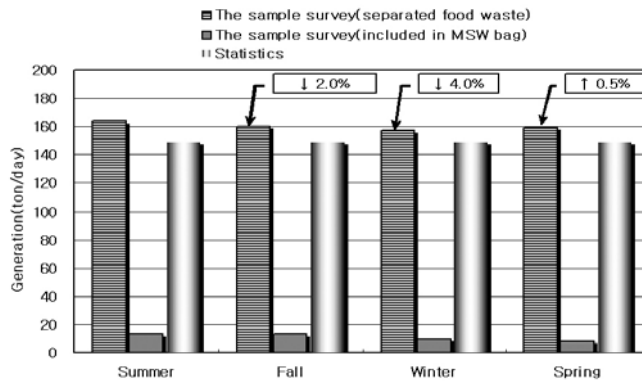
Items		Factors*		Separated collection Food waste		Food waste in MSW bag (Nonseparated collection)		Total		
				Gen**	Gen. by capita.***	Gen**	Gen. by capita.***	Gen**	Gen. by capita.***	
S a m p l e S u r v e y	House hold	Detached Dwelling		106,167	17.45 (10.91%)	0.164	2.37	0.022	19.60 (11.47%)	0.184
		Apartment	Low	38,449	6.56 (4.10%)	0.170	0.72	0.019	7.24 (4.23%)	0.188
			High	484,367	86.27 (53.93%)	0.178	4.99	0.010	91.38 (53.48%)	0.188
	Subtotal		-	110.28 (68.94%)	-	8.07	-	118.22 (69.18%)	-	
	Com m e r c i a l	Restaurant	Small	3,461	37.13 (23.21%)	10.63	2.38	0.680	39.59 (23.17%)	11.31
			Large	300	6.25 (3.90%)	27.72	0.48	1.890	6.75 (3.95%)	29.61
		Mess hall	Small	43	0.74 (0.46%)	17.99	-	-	0.74 (0.43%)	17.99
			Large	88	3.08 (1.93%)	35.03	-	-	3.08 (1.80%)	35.03
		Wholesale center**		-	-	-	-	-	-	-
		Large Store		182,968	1.28 (0.80%)	-	-	-	1.28 (0.75%)	-
General Market		125,325	1.22 (0.76%)	0.010	-	-	1.22 (0.71%)	0.010		
Subtotal		-	49.69 (31.06%)	-	2.86	-	52.66 (30.82%)	-		
Total Generation (ton/day)				159.97		10.93		170.88		
				Statistical Data (ton/day)				149.0		

All data were the mean results for 4 season

* : Household [Population], Restaurant • Mess hal[The number of place], The others[Area(m²)]

** : ton/day

*** : Household[kg/man • day], Restaurant • Mess hall[kg/place • day,] The others[kg/m² • day]



[Fig. 1] The result the sample survey . in High density area.

[Table5] The Result of the Sample Survey on Middle Population Density Area

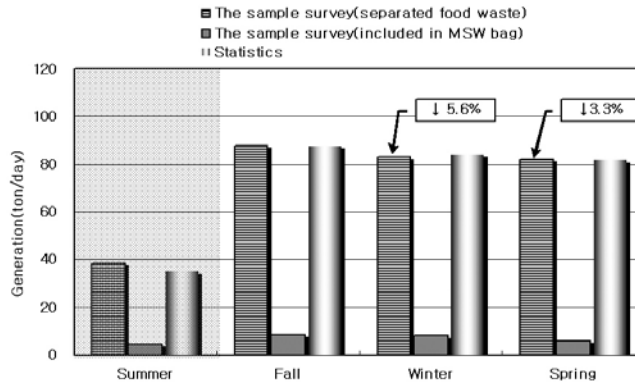
Items			Factors*	Separated collection Food waste		Food waste in MSW bag (Nonseparated collection)		Total		
				Gen**	Gen. by capita.***	Gen**	Gen. by capita.***	Gen**	Gen. by capita.***	
S a m p l e S u r v e y	House hold	Detached Dwelling	67,514	10.55 (12.51%)	0.155	1.88	0.028	12.42 (13.54%)	0.183	
		Apartment	Low	40,543	6.88 (8.15%)	0.169	0.58	0.014	7.46 (8.13%)	0.183
			High	178,262	30.95 (36.69%)	0.173	2.33	0.013	33.28 (36.29%)	0.186
	Subtotal			-	48.38 (57.35%)	-	4.79	53.17 (57.96%)	-	
	Commer cial	Restaurant	Small	2,447	22.82 (27.05%)	9.37	1.85	0.760	24.67 (26.89%)	10.13
			Large	365	9.47 (11.23%)	25.63	0.73	1.980	10.20 (11.12%)	27.61
		Mess hall	Small	21	0.35 (0.41%)	15.85	-	-	0.35 (0.38%)	15.85
			Large	45	1.62 (1.92%)	36.33	-	-	1.62 (1.77%)	36.33
		Wholesale center**		355	0 (0%)	0.005	-	-	0 (0%)	0.005
		Large Store		28,383	0.23 (0.27%)	0.008	-	-	0.23 (0.25%)	0.008
General Market		124,459	1.49 (1.77%)	0.012	-	-	1.49 (1.63%)	0.012		
Subtotal			-	35.98 (42.65%)	-	2.58	38.56 (42.04%)	-		
Total Generation(ton/day)				84.36		7.37		91.73		
Statistical Data (ton/day)								84.33		

All data were the mean results for 3 season

* : Household [Population], Restaurant • Mess hal[The number of place], The others[Area(m²)]

** : ton/day

*** : Household[kg/man • day], Restaurant • Mess hall[kg/place • day,] The others[kg/m² • day]



[Fig. 2] The result of the sample survey in Middle density area.

량 산출이 이루어진다. 최종적으로 전체 발생량은 산출된 각 배출원의 발생량을 하나로 합산하게 되며, 기존 통계에서 관리하지 않던 생활폐기물 중량제 봉투 내 혼입량, 즉 미분리수거량 까지 포함되게 된다. 결과적으로 두 수치 간 편차를 가져온 가장 큰 이유는 미분리배출량의 포함, 미포함 여부에 있다고 판단된다.

다. 중저밀도 지역

본 조사의 중저밀도 지역 조사대상으로 선정된 충남 C시는 음식물류폐기물의 발생량 통계를 시설 반입량 및 수집·운반량에 근거하는 서울시 N 구와 경기도 S시와는 달리 자체적으로 산정한 원단위 발생량(0.27kg/인·일)에 근거하여 분기별, 또는 연도별 인구와 사업장등의 변동을 고려하여 전체 발생량을 산정하게 된다. 또한, 충남 C시는 2004년 10월부터 단독주택과 일반음식점에 대한 음식물류폐기물의 분리배출이 시행되었으며, 따라서 여름철 표본조사에서 단독주택과 일반음식점에 대한 발생량 분석은 생활폐기물 내 음식물류폐기물 함량 조사를 통해 이루어졌다.

충남 C시의 여름철 표본조사 발생량 분석값은 약 157.9톤/일이었으며, 가을철은 이보다 0.95% 감소된 156.3톤/일 이었다. 12월 중순부터 1월말까지 진행된 겨울철 표본조사에서는 약 152.7톤/일의 발생량을 보여 가을철 대비 약 2.32%가 감소된 결과를 보였다. 마지막인 봄철 발생량은 150.2톤/일로서 겨울철과 비교하여 약 1.61%가량 감소된 것으로 조사되었다[Table 6], [Fig. 3].

충남 C시의 경우도 앞서 기술한 고밀도와 중밀도의 계절별 분석 결과와 유사한 경향을 보이며, 겨울철 분석결과에서는 비교적 큰 폭의 감량을 보였다.

표본조사 결과와 통계자료를 비교하면, 전체적으로 약 30톤/일 내외의 큰 차이를 보인다. 이는 단순히 일정 원단위에 전체 인구수를 곱하여 발생량을 산출하는 산출 방식의 차이가 가장 큰 이유이며, 미분리배출 지역인 농촌지역에서의 발생량이 기존 통계상에서 포함되지 않은 점 역시 주요한 원인으로 판단된다.

라. 저밀도 지역

저밀도 지역의 조사대상은 여름철은 전남 H 군이 그리고 가을, 겨울, 봄철은 전북 B군으로 선정하여 표본조사를 실시하였다. 전북 B군은 공동주택에서만 분리배출이 이루어지면, 이는 전량 인근 퇴비화 시설로 반입된다. 기타 단독주택 지역에서는 분리배출이 시행되고 있지 않다. 따라서, 전북 B군의 발생량은 자체 산정한 0.14kg/인·일의 원단위 발생량에 전체 인구수를 곱하여 통계하고 있다.

가을철 표본조사 분석값은 19.1톤/일로서 겨울 봄의 음식물류폐기물 발생량은 가을철 대비 각각 3.47%, 1.38%가 낮아진 것으로 나타났다. 이를 일정원단위에 전체 인구수를 곱하여 산출되는 통계치와 비교하면 대략 10톤/일 내외의 매우 큰 차이를 보였다[Table 7], [Fig. 4].

저밀도 지역의 분석결과는 표본조사 분석 결과와 통계 상 수치와 차이가 상당히 큰 것으로 나타났다. 일반적으로 인구밀도가 현저히 낮은 저밀도는 음식물류폐기물이 배출 전 단계에서 상당부분이 가축 사료나 자체 비료원으로 이용되며, 문제는 이처럼 자체 감량화 되는 양은 통계상에서 정확히 관리되고 있지 않다는 것이다. 결과적으로 이러한 자체 감량화되는 부분은 전체 인구를 고려하여 산출되는 표본조사의 분석 값과 통계상 수치와의 큰 차이를 가져오는 주된 원인인 것으로 사료된다.

마. 종합분석

[Table 8]에 4개 지역의 음식물류폐기물 발생량 표본조사 분석 결과(발생량, 원단위 발생량)와 각 지자체에서 통계 하는 수치를 계절별로 구분하여 종합적으로 나타내었다.

표본조사 결과와 통계자료와의 비교 분석을 보다 객관화하기 위해 표본조사의 분석결과는 생활 폐기물 내 음식물류폐기물 함량을 구분하여 나타내었다.

고밀도 지역은 통계상에서 제시하는 수치와 비교하여 계절별로 편차가 점차 감소하는 결과를 보였으며, 봄철에는 약 7.95%의 차이를 보였다. 전체적으로 표본조사와 실제 통계 간 약 12.08% 가량의 차이가 있는 것으로 조사되었다. 중밀도 지역

[Table6] The Result of the Sample Survey on Mid&Low Population Density Area

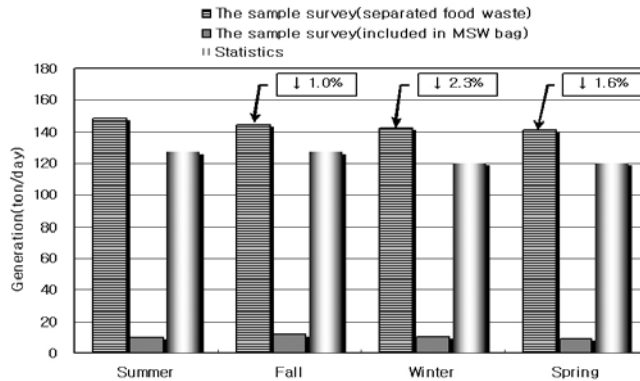
Items			Factors*	Separated collection Food waste		Food waste in MSW bag (Nonseparated collection)		Total		
				Gen**	Gen. by capita.***	Gen**	Gen. by capita.***	Gen**	Gen. by capita.***	
S a m p l e S u r v e y	House hold	Detached Dwelling	142,917	24.30 (16.74%)	0.165	-	-	26.98 (17.32%)	0.183	
		Apartment	Low	33,556	6.03 (4.15%)	0.174	0.36	0.010	6.38 (4.09%)	0.185
			High	305,480	54.33 (37.41%)	0.173	3.66	0.012	57.98 (37.21%)	0.184
	Subtotal			-	84.65 (58.30%)	-	6.69	-	91.34 (58.62%)	-
	Commer cial	Restaurant	Small	5,387	38.86 (26.76%)	7.21	-	-	41.73 (26.78%)	7.71
			Large	830	12.75 (8.78%)	15.64	1.06	1.288	13.81 (8.86%)	16.93
		Mess hall	Small	109	1.54 (1.06%)	14.65	-	-	1.54 (0.99%)	14.65
			Large	150	4.73 (3.25%)	31.50	-	-	4.73 (3.03%)	31.50
		Wholesale center**	233.9	0.0 (0%)	0.004	-	-	- (0%)	0.004	
		Large Store	213,876	1.87 (1.29%)	0.009	-	-	1.87 (1.20%)	0.009	
General Market		76,314	0.80 (0.55%)	0.011	-	-	0.80 (0.52%)	0.011		
Subtotal			-	60.55 (41.70%)	-	3.77	-	64.48 (41.38%)	-	
Total Generation(ton/day)				145.21		10.45		155.82		
Statistical Data (ton/day)								123.50		

All data were the mean results for 4 season

* : Household [Population], Restaurant • Mess hal[The number of place], The others[Area(m²)

** : ton/day

*** : Household[kg/man • day], Restaurant • Mess hall[kg/place • day,] The others[kg/m² • day]



[Fig. 3] The result of the sample survey in Middle • Low density area.

[Table7] The Result of the Sample Survey on Low Population Density Area

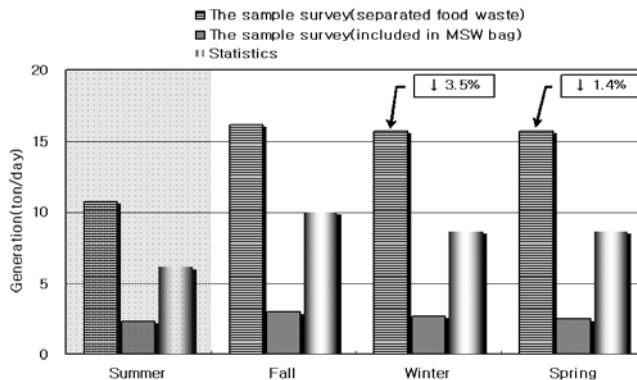
Items			Factors*	Separated collection Food waste		Food waste in MSW bag (Nonseparated collection)		Total		
				Gen**	Gen. by capita.***	Gen**	Gen. by capita.***	Gen**	Gen. by capita.***	
S a m p l e	House hold	Detached Dwelling	142,917	8.38 (52.84%)	0.145	2.16	0.04	10.54 (56.79%)	0.182	
		Apartment	Low	33,556	1.05 (6.62%)	0.171	0.04	0.01	1.09 (5.87%)	0.178
	High		305,480	0.44 (2.80%)	0.173	0.01	0.01	0.46 (2.46%)	0.179	
	Subtotal		-	9.87 (62.25%)	-	2.22	-	12.09 (65.12%)	-	
	S u r v e y	Restaurant	Small	5,387	4.13 (26.06%)	4.21	0.41	0.42	4.54 (24.47%)	4.63
			Large	830	1.17 (7.40%)	13.92	0.08	0.95	1.25 (6.75%)	14.87
		Mess hall	Small	109	0.32 (2.04%)	15.65	-	-	0.32 (1.74%)	15.65
Large			150	0.29 (1.81%)	29.59	-	-	0.29 (1.54%)	29.59	
Wholesale center**		233.9	-	-	-	-	-	-		
Large Store		213,876	-	-	-	-	-	-		
General Market		76,314	0.07 (0.44%)	0.005	-	-	0.07 (0.38%)	0.005		
Subtotal		-	5.99 (37.75%)	-	0.49	-	6.48 (34.88%)	-		
Total Generation(ton/day)				15.86		2.71		18.57		
Statistical Data (ton/day)								9.07		

All data were the mean results for 3 season

* : Household [Population], Restaurant • Mess hal[The number of place], The others[Area(m²)

** : ton/day

*** : Household[kg/man • day], Restaurant • Mess hall[kg/place • day,] The others[kg/m² • day]



[Fig. 4] The result of the Sample Survey in Low density area.

[Table8] The Result of Analysis of Food Waste Generation

Items		Statistical Data (ton/day)	Sample survey(Ton/Day)			
			Separated Food waste 【Nonseparated Food waste】	Total	Comparison with Statistical Data*	
					Rise and Fall Quantity(Ton/Day)	Rise and Fall ratio.(%)
High Den.	Summer	149	163.6 【13.2】	176.8	↑ 27.8	↑ 15.72
	Fall	149	160.3 【12.9】	173.2	↑ 24.2	↑ 13.97
	Winter	149	157.0 【9.30】	166.3	↑ 17.3	↑ 10.40
	Spring	149	158.1 【8.20】	167.3	↑ 13.3	↑ 7.95
	Mean	149	159.75	170.9	↑ 20.65	↑ 12.08
Middle Den.	Summer	35	38.6 【4.50】	43.1	↑ 8.1	↑ 18.79
	Fall	87.5	87.8 【8.50】	96.3	↑ 8.8	↑ 9.14
	Winter	84	83.2 【7.80】	91	↑ 7	↑ 7.69
	Spring	81.5	82.1 【5.80】	87.9	↑ 6.4	↑ 7.28
	Mean**	84.33	84.37	91.73	↑ 7.40	↑ 8.07
Mid & Low den.	Summer	127	148.1 【9.80】	157.9	↑ 30.9	↑ 19.57
	Fall	127	144.2 【12.1】	156.3	↑ 29.3	↑ 18.75
	Winter	120	142.2 【10.5】	152.7	↑ 32.7	↑ 21.41
	Spring	120	140.8 【9.40】	150.2	↑ 30.2	↑ 20.11
	Mean	123.50	143.83	154.28	↑ 30.78	↑ 19.95
Low Den.	Summer	6.1	10.7 【2.40】	13.1	↑ 7	↑ 53.44
	Fall	10	16.1 【3.00】	19.1	↑ 9.1	↑ 47.64
	Winter	8.6	15.7 【2.70】	18.4	↑ 9.8	↑ 53.26
	Spring	8.6	15.7 【2.50】	18.2	↑ 9.6	↑ 52.75
	Mean**	9.07	15.83	18.57	↑ 9.50	↑ 51.17

* : Based on total generation, ** : Excluding summer's data
 Changed Middle Den. and low den. area after fall

역시, 고밀도 지역과 계절별 증감 경향이 유사하였 으며, 평균 약 8.0% 정도의 발생량 차이를 보였다. 중저밀도 지역의 분석결과는 표본조사가 기존 통 계자료에 비해 약 20.0% 가량 높은 것으로 조사되 었으며, 저밀도 지역의 경우는 분리배출율이 20% 미만으로서 발생량에 있어서는 표본조사가 거의 두 배 이상 더 높게 분석되었다.

결과적으로 표본조사는 현장조사에 비해 최소 10%에서 최대 50% 까지 높게 조사되었으며, 이 러한 차이는 자원화시설 반입량 및 수집운반실적 에 근거하여 발생량 통계가 이루어지는 고밀도 및 중밀도 지역이 원단위발생량을 이용한 추정으로 발생량 통계가 이루어지는 중저밀도 및 저밀도 지

역에 비해 월등히 낮게 나타나는 경향을 보였다.

4. 고찰 및 결론

본 연구에서는 음식물류폐기물 산정 방식을 크게 5가지 형태로 분류하여 전국 112개 지자체를 대상 으로 설문조사를 실시하였다. 결과를 보면, 비교적 분리배출 시행이 오래전부터 실시된 지역(시단위 지역)에서는 대개 자원화시설 반입량 및 수집운반 량에 근거한 객관적인 실적자료에 근거하여 발생량 산출이 이루어지는 반면, 인구밀도가 낮고 전지역 분리배출이 이루어지지 않는 지역(군단위 이하 및 일부 시단위 지역)에서는 자체 산정한 원단위 발생

량에 전체 인구수를 곱하여 발생량을 산출하는 것으로 나타났다. 본 연구에서 표본조사 지역으로 선정된 고밀도(서울시 N구), 중밀도 지역(경기도 S시)은 전자의 방식에 의해 발생량을 산출하고 있고, 중저밀도(충남 C시)와 저밀도 지역(충북 B군)은 후자의 방식에 의해 발생량을 산출하고 있었다.

4계절에 걸쳐 4개 지역을 대상으로 한 음식물류 폐기물 발생량 표본조사 결과를 종합하면, 발생가능한 모든 인자를 고려하여 산출되는 표본조사 분석 결과가 실제 환경부 통계자료와 비교하여 고밀도 지역은 약 12.08%(표준편차:3.50%), 중밀도는 약 8.07%(표준편차:0.98%), 중저밀도는 약 19.95%(표준편차:1.33%), 저밀도는 약 51.17%(표준편차:3.11%) 높은 것으로 조사되었다.

전체적으로 표본조사 분석결과가 통계자료에 비해 높은 발생량을 보인 이유는 기존 통계자료에서는 포함하지 않던 미분리배출량의 포함 여부가 가장 큰 이유로 보이며, 이와 함께 배출 전 농지살포 및 가축 사료로서 이용되는 양도 일부 영향을 끼쳤을 것으로 보인다. 지역별로는 수집운반실적에 근거하여 통계를 산출하는 고밀도와 중밀도 지역에 비해 원단위발생량에 근거하여 발생량을 산출하는 중저밀도와 저밀도 지역이 표본조사결과와 통계자료 간 편차가 더 큰 것으로 나타났다.

이상의 내용들을 정리하면, '95년 실시된 종량제 이후 지역별 분리배출은 점차 자리를 잡아 가고 있으며, 무엇보다 '05년 실시된 직매립 금지로 인해 시민들의 분리수거 의식이 점차 개선되는 현 시점을 고려 할 때 통계의 합리성, 정확성을 기하기 위

해서는 객관화된 실적 보고에 근거한 분리배출량과 함께 생활폐기물 종량제 봉투 내 혼입량을 전체 발생량으로서 규정할 필요가 있다. 결론적으로 통계의 산출은 각 가정 및 사업장에서 발생하는 전체량을 모두 파악할 수 있어야 하며, 분리수거되지 않고 생활폐기물 종량제 봉투 내에 혼입되는 양, 배출 전 원형이용되는 양, 그리고 수집운반처리과정에서 손실되는 양 등이 종합적으로 파악 가능한 통계 시스템으로의 전환이 요구된다.

그러나, 본 연구에서 제안하는 방향으로의 통계체계의 전환이 전국적으로 단기간 내에 이루어질 경우, 기존 통계수치에 비해 발생량이 증가함으로써 많은 문제점이 야기될 것으로 판단된다. 따라서 급진적인 체계변환은 무리가 있다고 판단되며, 생활폐기물 종량제 봉투 내 음식물 함량 파악이 용이하게 이루어지며(소각, 매립의 생활폐기물 성상 실적 보고 체계가 구축된 지역), 분리수거가 오랜 기간 비교적 잘 시행되고 있는 지자체에 한하여 점진적인 통계산출 체계 변화가 요구된다.

참고문헌

1. 환경부, 음식물 쓰레기 관리정책방향 pp. 34~36 (2002).
2. 환경부, 전국폐기물 발생 및 처리현황, (1995~2004).
3. 환경부, 환경경제통합계정 개발 및 녹색GDP 작성 (I), pp. 122~131 (2003). 