

물질수지법에 의한 음식물쓰레기 원천감량 가능량 평가 연구

A Study on Evaluating Source Reduction Amounts of Food Residuals by Mass Balance Method

유 기 영* / 함 건 식**

목 차

I. 서론

II. 연구방법

III. 연구결과 및 고찰

IV. 결론

ABSTRACT

Kee-Young Yoo · Kun-Sig Ham

This study evaluated feasible source reduction amounts of food residuals in seoul by Mass Balance Method(MBM) and examined validities of the results by using the data of Questionnaire Survey(QS) for housewives and restaurants.

In MBM, the relationship between foodstuffs and food residuals are as followings ; food residuals are a part of foodstuffs, foodstuffs consist of eatables and uneatables, and the composition of food residuals are the same as foodstuffs, uneatables of foodstuffs equal to those in food residuals, and eatables in food residuals are source reduction amounts.

This study demonstrated that in 1996, among the foodstuffs of 20,739 tons consumed daily, 12.5% were uneatable, which equaled 61.6% of food residuals. Therefore, maximum source reduction rate of food residuals was evaluated 38.4% and QS data showed that this estimate is reasonable -----

I. 서론

생활폐기물의 원천감량, 재활용품의 분리추진, 청소사업재원의 배출자 부담제고 등을 목적으로 시행된 쓰레기종량제는 부문별 목적에서 가시적인 성공을 거둔 것으로 평가되고 있다(환경부, 1996.3 ; 1997.5). 그러나 불법투기량의 증가, 골목길의 청결성 저하라는 문제와 함께 쓰레기중 가장 양이 많은 음식물쓰레기의 심각성을 한층 부각시켰다. 이에 중앙정부에서는 2001년까지 발생량의 21%를 감량하고, 배출량중 21%를 자원화하며, 이를 촉진하는 제도적인 장치로서 2005년부터 전처리없는 음식물쓰레기의 직매립을 금지한다는 규정을 관계법에 신설하였다(환경부, 1997.1 ; 폐기물관리법 시행규칙, 1997.7.19 개정). 또한 서울시에서도 중앙정부의 대책동향에 맞추어 2001년까지 발생량의 42%를 감량하고, 배출량중 30%를 자원화하겠다는 계획을 수립하였다(서울특별시, 1997).

음식물쓰레기의 감량이란 배출자가 노력하여 공공처리경로로 유입되는 양을 줄이는 것을 의미하며, 감량에는 원천감량, 물리적 감량, 생물학적 감량 등이 있다. 원천감량이란 배출자가 음식물의 구입, 조리, 배식, 보관 등 식생활문화를 개선하여 쓰레기량을 줄이는 방법을 말한다. 물리적 감량이란 탈수 또는

건조과정을 거쳐 음식물쓰레기가 지니고 있는 수분을 줄이는 방법으로, 동력으로는 인력, 태양광, 풍력, 기계력 등이 이용된다. 생물학적 감량이란 미생물을 활용하여 생물분해가능한 부분을 소멸시키는 방법으로 사용하는 장치의 구조나 반응조건에 따라 수분도 일정부분 제거된다.

여러가지 감량방법중 가장 이상적인 방법은 식생활문화의 개선에 의한 원천감량이다. 그러나 음식물쓰레기는 먹을 수 있는 부분(이하 “가식부”라 함)과 먹지 못하는 부분(이하 “비가식부”라 함)으로 구성되어 있다. 비가식부는 식재료의 유통구조를 개선하지 않는 한 쓰레기화되는 것을 막을 수 없다. 따라서 현재의 유통체계하에서 원천감량사업을 펼치기 위한 목표를 설정하기 위해서는 현재 발생하고 있는 음식물쓰레기중 가식부의 함량을 파악할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 서울시에 공급되는 음식물쓰레기중 원천감량이 가능한 부분을 물질수지법에 의하여 분석하였으며, 분석결과의 타당성을 검토하였다.

II. 연구방법

1. 분석방법

음식물쓰레기중 비가식부의 함량을

판별하는 방법으로는 가정, 음식점소, 집단급식소, 유통과정 등에서 발생하는 음식물쓰레기의 배출량, 조성 등을 실측하여 평가하는 방법(실측조사법 ; Direct Waste Analysis), 배출자에게 설문조사를 실시하여 평가하는 방법(설문조사법 ; Questionnaire Survey), 도시 전체의 식재료 수급량과 폐기량을 활용하여 평가하는 방법(물질수지법 ; Material Balance Method) 등이 있다. 그렇지만 실측조사법은 조사에 많은 비용과 시간이 소요되고, 설문조사법은 응답의 성실성과 질문사항에 대한 인지 정도에 따라 신뢰성에 많은 차이를 유발하며, 물질수지법은 도시로 반입되는 물량 및 제품의 평균 수명에 대한 기초자료를 확보해야만 활용이 가능한 등 각각의 방법이 단점을 안고 있다(Chang-Ching Yu & Virginia Maclaren, 1995 ; 이승원, 1997.1).

본 연구의 목적이 서울특별시 차원에서 음식물쓰레기 관리대책을 수립할 때 필요한 원천감량 가능량을 분석하는 것이므로 각 배출원별 발생특성을 파악할 필요는 없었다. 이에 원천감량 가능량 분석에는 물질수지법을 이용하였다. 특히 대규모 식품유통시장의 발달과 구입에서 소비까지의 시간이 1개월이내인 음식물의 유통특성은 물질수지법의 사용에 유리한 요인으로 작용하였다(정재춘, 1994). 한편 설문조사법은 식재료를 취급하는 가정주부나 음식점소들의 경

험을 활용하므로 직접조사법을 대체하는 역할을 한다고 판단되어, 물질수지법에 의하여 산정된 원천감량 가능량의 적절성 여부를 검토하는데 설문조사법을 활용하였다.

2. 식재료 수급량 산정

식재료는 가공식품 또는 원재료 형태로 유통되는데, 먼저 개별 품목별로 수급되는 양의 파악에 주력하였다. 그리고 지역별 유통량의 파악이 어려운 가공식품이나 곡류 등에 대하여는 전국유통량으로부터 유사한 품목의 서울시 수급량비, 서울시 인구집중율 또는 경제집중율을 적용하여 산정하였다.

원재료의 수급량은 대부분 서울특별시농수산물도매시장관리공사(1997) 및 노량진수산물주식회사(1997)에서 발간한 유통량 자료에서 확보하였다. 그러나 서울시에 수급되는 모든 식재료가 이들 시장을 경유하지는 않으므로 총수급량은 이들 시장의 품목별 시장점유율을 기초로 산정하였다.

3. 비가식부의 산정

비가식부란 유통과정에서 손상되어 조리시 버려야할 부분과 식재료중 먹을 수 없는 뼈, 껍질, 각질, 껍데기 등 반드시 버려야 할 부분을 말한다. 이 부분을

식품관련분야에서는 폐기율이라 하며, 본 연구에서는 한국영양학회에서 제시한 식재료의 품목별 폐기율(1997)을 활용하였다.

4. 원천감량 가능량의 산정

본 연구에서는 식재료와 음식물쓰레기와의 관계를 다음과 같이 정의하였다.

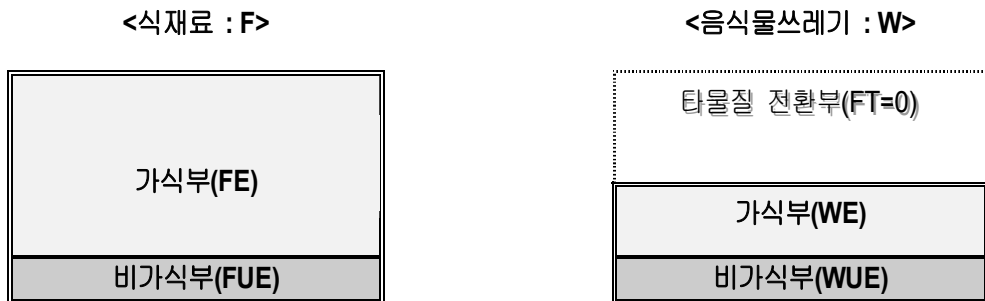
- 1) 식재료(F)는 가식부(FE)와 비가식부(FUE)로 구성된다.
- 2) 음식물쓰레기(W)는 탄물질 전환부(WT), 가식부(WE)와 비가식부(WUE)로 구성된다.
- 3) 식재료중 비가식부량과 음식물쓰레기중 비가식부량은 같다 ($FUE=WUE$).
- 4) 음식물쓰레기중 가식부는 인위적인 노력에 의하여 발생하지 않을 수도 있으므로($WE \propto 0$), 이 양이 원천감량 가능량이다.

이상의 관계를 도식화한 것이 [그림 1]이며, 따라서 원천감량 가능량은 음식

물쓰레기량에서 비가식부량을 제외하면 산정할 수 있다($WE = W - FUE$). 음식물쓰레기량은 서울시에서 제시한 자료를 활용하였다(서울특별시, 1997)

5. 원천감량 가능량의 검증

산정된 원천감량 가능량이 적정하느냐의 여부를 검증하기 위하여 실시한 설문조사는 가정과 음식점으로 구분하여 실시하였다. 가정주부를 대상으로 실시한 설문조사에서는 2~3일 혹은 일 주간의 식단 작성, 야채나 생선 등의 소 포장 단위의 구입, 1~2주일 간격의 냉장식품 점검 및 보관식품에 대한 기록 스티커의 부착, 1인분 또는 1회분 기준으로 식재료 보관, 가족의 식사량에 맞춘 조리 및 계량컵이나 계량기 사용의 생활화, 국물이 적은 음식위주의 조리, 뷔페식 상차림 및 개인접시를 사용한 밥과 반찬 덜어 먹기 등의 감량행동에 따른 음식물쓰레기의 원천감량효과를



[그림 1] 식재료와 음식물쓰레기와의 관계에 대한 모식도

물었고, 음식업소를 대상으로 한 설문조사에서는 자율배식제, 종은식단제, 주문식단제를 실시할 때 음식물쓰레기의 감량효과를 물었다. 음식업소에 대한 설문내용을 배식방법에 한정된 것은 영리를 목적으로 하는 업소의 특성상 배식을 제외한 여타의 단계에서는 식재료를 최대한 활용할 것으로 판단되었기 때문이다. 설문조사의 표본수는 가정의 경우 100가구, 음식업소의 경우 160개소였다. 설문지의 회수율은 100%였으나 음식업소의 경우 127개 업소만이 모든 문항에 응답하여 분석에는 이들 설문지만을 활용하였다.

설문조사결과가 검증자료로 활용될 수 있는 것은 가정주부나 음식업소에서 원천감량행동을 통하여 줄일 수 있는 음식물쓰레기량이 본 연구에서 정한 이론적인 원천감량가능량을 결코 초과할 수 없는 논리적인 의미를 지니기 때문이다.

III. 연구결과 및 고찰

<표 1> 서울시 곡류의 수급량

구 분	가락동 도매시장 판매실적(1996년, 톤)	시장점유율(%)	서울시 소비량(톤)
미 곡	91,877	8.7	1,056,057
잡 곡	41,219		473,782
계	133,096	8.7	1,529,839

자료 : 서울특별시 농수산물도매시장관리공사(1997), 농림부(1997), 서울특별시(1997)

주 : 도시가구 1인당 연간 쌀소비량 - 101.4kg/년

서울시 인구(1996년) - 10,469,852명

시장점유율 - (101.4kg/년/인 x 10,469,852명)-1 x 91,877톤 = 8.7(%)

1. 서울시 식재료 수급량의 산정

1) 곡 류

서울시 가락동 도매시장의 1996년 곡류 유통량과 농림부에서 조사한 도시가구 1인당 쌀 소비량을 토대로 서울시의 연간 수급량을 추정하였다. 그 결과, <표 1>에 정리된 바와 같이 미곡 1백6만톤, 잡곡 47만톤이 수급된 것으로 나타났다.

2) 청과물

서울시의 청과물 수급량은 가락동 도매시장의 청과물 수급량과 시장점유율 50%를 이용하여 산정하였다. 그 결과 서울시에서는 연간 450만톤 정도의 청과물을 소비하였으며, 그 중 배추, 상치와 같은 엽채류의 소비량이 126만톤으로 가장 많았다. <표 2>에는 청과물의 수급량 산정결과를 정리하

<표 2> 서울시 청과물 수급량

구 분	가락동 도매시장 판매실적(1996년, 천톤)	시장점유율(%)	서울시 소비량(천톤)
서 류(薯類)	147.8	50	295.6
엽 채 류	629.4		1,258.8
근 채 류	341.9		683.8
조 미 채 류	351.3		702.6
과 채 류	210.8		421.6
기 타 채 류	292.5		585.0
과 실 류	265.7		531.4
계	2,239.5	50	4,478.8

자료 : 서울특별시 농수산물도매시장관리공사(1997)

주 :가락동 도매시장의 시장점유율은 관리공사의 유통정보부가 추정하는 50% 적용

였다.

3) 수산물

서울에는 노량진, 강동, 가락수협, 청량리수협 등 4개의 수산물 도매시장이 있으며, 이들의 시장점유율은 약 80%라고 한다. 한편 4개의 도매시장 중 가락수협의 점유율은 46.9%이다.

그런데 가락수협의 판매실적이 수산물의 종류별로 가장 잘 구분되었으므로 이 자료를 이용하였으며, 서울 유통량에 대한 4개 시장의 점유율과 4개 시장 내에서의 가락수협 점유율을 고려하여 가락수협의 서울유통량 점유율 37.5% 적용, 서울의 수급량을 산정하였다. 그 결과, 서울의 수산물 수급량은 <표 3>

<표 3> 서울시 수산물 수급량

구 분	가락수협 판매실적(천톤)	가락수협 시장점유율(%)	서울 수급량(천톤)
선 어 류	73.1	37.5	194.9
패 류	42.3		112.8
연 채 류	34.2		91.2
갑 각 류	16.2		43.2
젓 갈 류	7.4		19.7
민물고기등 기타	3.5		9.3
건 어 물	7.1		18.9
계	184.0	37.5	490.1

자료 : 서울특별시 농수산물도매시장관리공사(1997), 노량진수산주식회사(1997)

주 : 가락수협의 서울 수급량 시장점유율

46.9%(4개시장중 가락수협 점유율) x 0.8(4개시장의 서울시 점유율) = 37.5%

<표 4> 서울시 축산물 수급량

구 분	수 급 량 (두/일)	도체 무게(kg)	서울 수급량(천톤)
쇠 고 기	1,436(서울)	263	137.8
돼 지 고 기	5,733(서울)	46	96.3
닭 고 기	240천톤(전국)	29.5%(서울 점유율)	70.7
계	309(소, 돼지)	-	304.8

자료 : 농수축산신문(1997), 농수축산신문(1996)

과 같이 49만톤이었다.

4) 축산물

1996년에 서울에는 1일 1,436두의 소와 5,733두의 돼지가 식용으로 반입되었다. 서울의 축산물 수급량은 반입두수에 도체(屠體)상태의 무게를 곱하면 쉽게 산정된다. 단 닭고기는 정확한 집계자료가 없으므로 소 및 돼지의 전국 수급량 대비 서울수급량비를 전국수급량에 곱하여 산정하였다. 그 결과 서울에서의 주요축산물 수급량

은 <표 4>와 같이 33만톤이었다.

5) 농수산물 가공품

농수산물 가공품으로는 제과, 제빵, 면류의 원료로 쓰이는 밀가루, 소세지, 햄 등의 육가공품, 통조림, 염건품 등의 수산가공품, 마요네즈, 케찹 등의 소스류가 있다. 이들의 전국 생산량중 수출품과 동일품목의 수입량을 고려하고, 전국인구대비 서울인구비 23%, 전국의 지역총생산액 대비 서울의 생산액비 25.1%를 고려하여 기타 가공

<표 5> 서울시 농수산물 가공품 수급량

구 분	전국 유통량(천톤)	서울 점유율(%)	서울 수급량(천톤)	용도 및 제품
밀 가 루	1,182	24.0	296.7	가정용, 요식업소용, 제면용, 제빵·제과용 등
육 가 공 품	116		29.1	소시지, 햄, 베이컨 등
수산가공품	1,671		419.4	소건품, 염건품, 자건품, 통조림, 냉동품 등
소 스 류	86		21.5	마요네즈, 케찹, 기타 양념류 등
계	3,054	24.0	766.7	-

자료 : 농수축산신문(1996), 통계청(1996), 환경부(1996)

<표 6> 쌀의 폐기율

(단위 : %)

차림표	폐기율 범위		대표 폐기율	
	쌀기준	밥기준	쌀기준	밥기준
탕, 찌개, 전골, 찜	0~51.1	0~20.7	22.0	8.9
구 이	2.5~21.5	1.0~8.7	12.4	5.0
한 정 식	123.5	50	123.5	50.0
전 체	0~51.1	0~20.7	19.5	7.9

자료 : 계승희등(1997), 한국영양학회(1997)

주 : 1) 전체폐기율의 산정에서 한정식의 폐기율은 제외

2) 쌀의 수분함량은 11.0~12.3%(평균 11.7), 밥의 수분함량은 63.0~65.0%(평균 24.7)

품의 서울소비량을 24%로 산정하였다. 그 결과, 서울에는 연간 77만톤 정도의 농수산물 가공품이 공급된 것으로 나타났다.

2. 식재료별 폐기율 산정

1) 곡류

대표적인 곡류인 쌀에 대해서는 잔반율을 토대로 하여 폐기량을 결정하였다. 계승희등(1997)은 음식점에서 판매되는 주메뉴에 따라 밥의 잔반율이 매우 다르다고 13가지의 메뉴에 따른 잔반율 실태를 제시하였다. 그 결과를 토대로 하고 밥을 지었을 때

의 수분변화를 고려하면 쌀 상태에서의 폐기율도 산정이 가능하였다. 쌀은 모두 가식부이므로 버려지는 양은 잔반양에 해당하며, 음식점소의 경우 폐기율은 <표 6>과 같이 산정되었다.

2) 서류(薯類)

우리나라의 대표적인 서류는 고구마와 감자이다. 고구마의 경우 생고구마 상태에서의 수분이 73.6%이지만 찌거나 구울 경우 10%이내에서 수분이 감소한다. 한편 감자는 생감자 상태에서의 수분이 78.1%이지만 찌거나 구울 경우 13%이내에서 수분이 변화한다. 폐기량의 변화는 서류를 구울

<표 7> 서류(薯類)의 폐기율

(단위 : %)

구 분	수 분 (%)		폐 기 율 (%)		대표 폐기율 (%)
	감 자	고구마	감 자	고구마	
생 서 류	78.1	73.6	6.0~7.0	6.4~10.0	7.4
찜 서 류	78.1	68.0	2.0	2.0	2.0
구 운 서 류	65.8	62.0	23.0	10.0	16.5

<표 8> 채소류의 폐기율

(단위 : %)

구 분	엽채류	근채류	조미채류	과채류	양채류
범 위	9.9~20.0	4.0~20.0	8.0~25.3	1.0~42.0 (1.0~10.0)	11.4~19.0
대표치	17.3	13.0	17.3	13.5 (6.1)	15.8
대표치	15.2 (13.8)				
품 목	○배추 ○상치 ○들깨잎 ○취나물 ○숙주나물 등	○무 ○당근 ○연근 ○우엉 등	○마늘 ○파 ○생강 ○양파 등	○오이 ○호박 ○토마토 ○수박 ○참외 ○가지 등	○피망 ○양배추 등

주 : 1) ()내는 수박 및 참외를 제외한 경우
2) 수박의 폐기량은 37.7%, 참외의 폐기량은 19.0%

경우 외피의 폐기에 의하여 그 양이 늘어나게 된다. 요리의 상태별로 폐기율을 정리하면 <표 7>과 같다.

3) 채소류

채소류는 크게 엽채류, 근채류, 조미채류, 과채류, 양채류로 나뉘며, 각 분류내의 품목도 매우 다양하다. 채소류중 폐기율이 가장 높은 것은 수박이며, 약 38%에 이른다. 참외, 상치, 배추 등도 폐기량이 비교적 높은 품목들이다. 채소류의 종류별 폐기율은

<표 8>에 정리하였다.

4) 과실류

과실류는 외국에서의 수입 의존성이 높은 바나나, 파인애플과 같이 계절성이 희박한 과실과 국내에서 생산하여 계절적으로 생산 및 공급이 영향을 받는 과실이 있다. 이에 과실류를 수요되는 시기를 기준으로 하여 사철과실, 봄과실, 여름과실, 가을과실, 겨울과실로 분류하고, 폐기율을 산출하였다. 단일품목에서는 파인애플의

<표 9> 과실류의 폐기율

(단위 : %)

구 분	4철과실	봄과실	여름과실	가을과실	겨울과실
범 위	37.3~53.4	3.0~17.5	14.0~19.0	1.5~26.8	14.2~22.0
대표치	45.4	10.3	16.9	14.1	17.5
대표치	19.7				
품 목	○바나나 ○파인애플 등	○살구 ○딸기 등	○자두 ○참외 ○복숭아 등	○포도 ○감 등	○사과 ○귤 ○감 등

<표 10> 어패류의 폐기율

(단위 : %)

구 분	범 위	대 표 치	품 목
선 어 류	26.7~50.3	39.6	가자미, 갈치, 고등어, 대구, 명태, 삼치, 넙치, 꽁치 등
생선구이	30.0~50.0	36.9	꼬치고기, 꽁치, 옥도미, 민어, 삼치, 은어, 정갱이, 정어리 등
패 류	43.0~83.0	66.7	꼬막, 가리비, 대합, 굴, 바지락, 홍합, 전복, 소라, 우렁챙이 등
갑 각 류	56.9~71.0	60.5	바다가재, 게, 새우 등
연 체 류	13.1~23.0	14.9	꽃뽕기, 낙지, 오징어, 쭈꾸미 등

폐기율이 50%이상으로 가장 높았으며, 딸기의 폐기율은 가장 낮은 3% 수준이었다. <표 9>에는 계절수요별로 과실들의 폐기율을 정리하였다.

5) 어패류

어패류는 크게 선어류, 패류, 갑각류, 연체류로 구분할 수 있다. 종류별로는 연체류의 폐기율이 14.9%로 가장 낮았고, 석회질로 몸을 보호하고 있는 패류의 폐기율이 66.7%로 가장 높았다. 선어류는 구이로 요리할 때 그 과정에서 4.5~13.5%(평균 8.5)의 범위에서 수분이 저하되며, 전체적으로 약 9%의 무게 감소현상이 나타나는 등 어패류의 상태에 따라 폐기율에 차이가 발생한다. 어패류의 폐기율은 <표 10>에 정리하였다.

6) 육류

우리나라에서 많이 소비되는 육류는

돼지고기, 소고기, 닭고기의 순이다. 닭고기는 1개의 소비처 또는 1인의 소비자가 1수를 구매하거나 소비하는 것이 가능하지만 소와 돼지는 1두의 양이 많아 부위별로 구입을 하고 있다. 그리고 부위마다 특성이 달라 폐기율도 달라지게 된다. 결국 어떤 지역의 총배출량을 총수요량으로부터 추산하는 것은 무리가 없지만 개별 배출원의 배출량을 추산하기 위해서는 부위별 폐기량을 알 필요가 있었다. 이에 축산업협동조합 서울집배사업소(1997)에서 작성한 우육과 돈육의 도체상태에서의 부위별 구성비와 무게자료를 활용하였다. 한편 닭고기는 뼈와 같은 비가식부에 의하여 마리당 30.8%가 폐기되는 것으로 추정된다. 소고기와 돼지고기의 경우는 소비처에서 취급하는 부위에 따라 폐기율이 매우 상이하므로 식재료의 구입

(단위 : %)

종 류	부 위	상 태	대 표 치	1두(수)당 폐기율
닭 고 기	-	생 구 살 튀 운 은 긴 것 것 것 것	33.5 33.0 34.0 25.5	30.8
돼지고기	갈 비 족 발 기 타	날 구 날 살 날 날 구 운 운 것 것 것 것 것 것	37.0 26.6 55.0 66.0 2.0 2.0	○정육부 : 2.5 ○부산물 : 2.5 ○폐기부 : 20.6 ○전 체 : 25.6
소 고 기	갈 비 기 타	날 구 날 구 운 운 것 것 것 것	24.0 27.0 1.5 1.5	○정육부 : 3.7 ○폐기부 : 30.3 ○전 체 : 34.0

주 : 1) 배출원별 배출량 계산에는 부위 및 상태별 대표치를 사용해야 함.

2) 어떤 지역의 육류소비량을 토대로 폐기량을 산정할 때는 1두(수)당 폐기율을 사용해야 하고, 생활폐기물로서 배출되는 양을 계산할 때는 정육부와 부산물의 폐기율을 이용해야 함.

상태에 따라 부위별 폐기율을 적용해야 한다. 단 도매시장을 경유하여 유통되는 우육과 돈육량을 이용하여 폐기량을 산정할 경우는 1두당 폐기율을 적용해야 하는데, 부위별 가공시 돼지는 뼈와 지방을 분리하여 폐기하고, 소의 경우 지방을 분리하여 폐기하며 이 부분은 가공장소에서 별도로 처리하므로 생활폐기물로 유입되는 양을 추정하기 위해서는 이러한 부분을 제외한 상태에서의 폐기율을 활용해야 한다. <표 11>에는 이러한 개별 기준들에 의하여 산정된 육류의 폐기율을 정리하였다.

1) 원천감량 가능량 산정

<표 1>로부터 <표 5>까지에 정리된 서울시의 식재료 수급량 및 <표 6>으로부터 <표 11>까지에 정리한 식재료 폐기율을 토대로 서울시에 수급된 식재료중 비가식부의 양을 산정한 결과, <표 12>와 같이 서울에는 1일 20,739톤의 식재료가 수급되었고, 1인당 수급량으로 환산하면 1.981kg/일이었다. 그리고 여기에 각 품목별 폐기율을 적용한 결과, 서울시에 수급된 식재료 중 1일 2,555톤의 음식물이 비가식부로서 폐기되는 것으로 나타났다. 이 양은 식재료의 수급량중 12.3%에 해당된다.

한편 서울시에서는 1996년의 1일

3. 원천감량 가능량 평가

<표 12> 서울시 식재료의 종류별 수급량과 비가식부 폐기량

12 서울市政研究 항 목	제6권 제1호 1998. 6 품 목	서울시 수급량(톤/ 년)	비가식부 폐기율 (%)	비가식부 폐기량 (톤/년)
곡 류	미 곡 · 잡 곡 밀 가 루	1,529,839 296,682	0 0	0 0
청과물	서 령 류	295,600	7.4	21,874
	채 채 류	1,258,800	17.3	217,772
	근 채 류	683,800	13.0	88,894
	조 미 채 류	702,600	17.3	121,550
	과 채 류	421,600	13.5	56,916
	기 실 류	585,000	15.8	92,430
	과 실 류	531,400	19.7	104,686
수산물	선 어 류	194,900	39.6	77,180
	패 연 류	112,800	66.7	75,238
	갑 채 류	91,200	14.9	13,589
	집 각 류	43,200	60.5	26,136
	젓 갈 류	19,700	0	0
	민 물 기 류	9,300	39.6	3,683
	건 어 류	18,900	5.0	945
축산물	소 고 기	137,800	3.7	5,099
	돼 지 고 기	96,300	5.0	4,815
	닭 고 기	70,700	30.8	2,177
농수산물 가공품	유 가 공 수 산 가 공 소 산 스 류	29,068 419,361 21,056	0 0 0	0 0 0
계		7,569,606	-	932,582
1일 수급량(톤)		20,739	-	2,555
1인당 1일 수급량(kg)		1.981	-	0.244

음식물쓰레기량을 4,148톤이라고 집계한 바 있다(서울특별시, 1997). 이 양을 서울에 수급된 식재료량 및 비가식부 폐기량과 비교하므로써 다음과 같은 사실들이 발견되었다. 첫째, 서울시에서 발생하는 음식물쓰레기량은 식재료 수급량의 20%에 해당되는데, 미국에서의 식재료 생산량중 쓰레기로서 폐기되는 양을 약 25%로 추정하고 있다는 점을 감안하고 조리과정에서의 수분변화를 무시하면 이 양을 식재료의 폐기량으로 해석할 수 있을 것이다(Donn A. Derr and Pritam S. Dhillon, 1997.4). 둘째, 본 연구에서 산정된 비가식부 폐기량은 서울시에서

발생한 음식물쓰레기량의 61.6%로 식재료의 유통량과 유통형태가 현재와 같이 지속되는 조건에서는 항상 이 정도의 음식물쓰레기는 발생될 수밖에 없다.

결국 이상의 분석결과를 토대로 할 때 서울시에서 발생하는 음식물쓰레기중 원천감량 가능량은 1일 약 1,600톤인 38.4%로 산정되었다.

<표 13> 감량요령의 실천시 기대되는 감량효과에 대한 주부들의 평가

감량효과(%)	10이하	10~20	20~30	30~40	40~50	50이상
응답빈도(%)	11.3	25.8	32.0	14.4	6.2	10.3

주 : 응답자 100명

2) 산정결과의 적정성 검증

본 연구에서 산정된 원천감량 가능량 38%가 적정하게 평가되었느냐의 여부를 검증하는 가장 정확한 방법은 배출된 음식물쓰레기를 정밀하게 조사하는 것이다. 그러나 음식물쓰레기를 실제로 조사한다 하여도 쓰레기 상태에서 가식부와 비가식부를 엄밀하게 구분하는 작업은 매우 어렵다. 이에 본 연구에서는 원천감량 가능한 다양한 행동들이 실제 어느 정도의 감량 효과를 발휘할 것인가에 대하여 식재료를 취급하는 주부와 음식점소를 대상으로 설문조사하고, 그들의 경험적인 응답으로부터 평가하였다.

가정주부의 경우 각종 감량행동(연

구방법 참조)을 종합적으로 실천할 경우의 감량효과에 대하여 <표 13>과 같이 20~30%의 감량효과가 있을 것이라고 응답한 주부가 가장 많았다. 그리고 표의 응답내용을 가중평균하면 감량가능량은 28%였다.

그리고 배식방법별 음식물쓰레기의 감량효과에 대한 음식점소의 응답내용에 따르면 <표 14>에 정리한 바와 같이, 주문식단제를 실시할 경우 33.4%, 좋은식단제를 실시할 경우 25.6%, 자율배식제를 실시할 경우 23.4%의 순으로 감량효과가 있다고 하였다. 한편 각각의 감량 순위는 3가지 배식방법중 감량효과가 가장 크다고 생각되는 방법(감량성 1순위)에 대

<표 14> 각종 배식방법의 시행성, 쓰레기 감량성, 감량효과에 대한 음식점소들의 평가 결과

배 식 방 법		쓰레기 감량성				쓰레기 감량효과 (응답평균, %)
		1순위	2순위	3순위	계	
좋은식단제	빈도	33	45	49	127	25.6
	%	26.0	35.4	38.6	100.0	
자율배식제	빈도	23	42	62	127	23.4
	%	18.2	33.3	48.5	100.0	
주문식단제	빈도	71	40	16	127	33.4
	%	55.9	31.5	12.6	100.0	

주 : 160개 표본중 유효응답 127개소

한 질문의 응답빈도와 일치하므로서 경험적인 감각과 감량효과에 대한 수치적인 평가는 비교적 잘 일치하는 것으로 나타났다.

이상의 분석결과는 [그림 2]에 다시 정리하였는데, 어떤 감량방법도 본 연구에서 산정한 원천감량 가능량인 38.4%를 초과하지 않았다. 따라서 본 연구에서 산정된 음식물쓰레기의 원천감량 가능량은 비교적 합리성을 지니고 있다고 판단된다. 본 연구결과가 정책적인 측면에서 시사하는 점은 음식물쓰레기 감량대책을 수립함에 있어 38.4%이상의 원천감량목표는 달성이 불가능하며, 이 수준이상의 감량목표를 수립하고 달성하고자 할 경우는 물리적인 감량수단도 동원되어야 한다는 것이다.

그러나 본 연구에서 활용한 물질수

지법은 몇가지 한계를 지니고 있다. 첫째, 분석대상지역의 원자재 수급량에 대한 정확한 또는 근사한 통계자료가 확보되어야 한다. 이미 언급하였듯이 서울에는 대규모 유통시장이 발달하여 그곳에서 필요한 자료를 확보할 수 있었다. 그렇지만 모든 음식물이 물류상황의 파악이 가능한 시장을 점유하는 것은 아니므로 본 연구에서도 시장점유율을 이용하여 전체량으로 환산하는 단계를 거쳐야 했다. 더욱이 여타의 도 및 시군구지역에서는 이러한 자료의 확보가 더욱 어려울 것이며, 서울시의 경우도 각 자치구에 대해서는 이 방법을 적용할 수 없다. 둘째, 가공식품에 대한 자료의 확보가 어렵다. 지방정부차원에서 가공식품을 별도로 관리할 행정적인 수요가 없으므로 지역적인 구분없이 전국적인 수

감량효과(%)	38.4				
	33.4				
	28.0				
	25.6				
	23.4				
감량방법	원천감량 가능량	감량 행동 실천	줄은식단제 실시	자율배식제 실시	주문식단제 실시
평가주체	본 연구	가정주부	음식업소		

[그림 2] 원천감량 가능량과 감량가능 방법들의 효과 비교

급량만이 집계되고 있다. 셋째, 원재료량과 가공(또는 조리)과정에서의 성상변화, 특히 수분의 변화를 반영하지 못했다. 이를 반영하기 어려워 본 연구에서도 원재료량과 쓰레기의 성상은 동일한 것으로 가정하였다. 넷째, 음식물 이외에 내구성이 큰 제품에 대하여 물질수지법을 적용할 경우는 제품사용기간에서 대한 기초자료가 확보되어야 한다. 음식물의 경우 구입에서 사용후 쓰레기화되는 시점까지 시간적인 차이를 무시할 수 있지만 여타의 제품은 수급시점부터 쓰레기로 배출되는 시점까지 수년이 소요될 수 있기 때문이다.

IV. 결 론

본 연구는 서울에서 발생하는 음식물쓰레기중 원천감량 가능량을 물질수지법에 의하여 평가하고, 분석결과의 타당성을 검토하기 위하여 수행되었다. 평가에는 물질수지법과 함께 설문조사법도 활용되었는데, 물질수지법에 의해서 음식물쓰레기중 원천감량 가능량을 산정하였고, 설문조사법에 의해서 산정된 비가식부량의 적정여부를 검토하였다. 서울시에 수급되는 식재료량은 대형유통시장의 유통량과 시장점유율을 토대로, 폐기량은 각 품목별 폐기율을 토대로 산정하였으며,

음식물쓰레기량은 서울시의 자료를 활용하였다. 소비자가 판단하는 음식물쓰레기중 원천감량 가능량은 다양한 감량행동별 감량효과에 대한 응답내용을 토대로 분석하였다. 본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

서울시에는 1일 20,739톤의 식재료가 수급되는데, 이중 12.3%인 2,555톤은 비가식부였다. 이 양은 어떤 경우에도 음식물쓰레기로 발생하게 되며, 서울시의 음식물쓰레기 발생량 1일 4,150톤의 61.6%에 해당되므로, 최종 소비자들의 식생활문화 또는 배식방법을 개선하여 줄일 수 있는 음식물쓰레기 원천감량 가능량의 한계는 약 38%로 평가되었다.

가정주부들이 평가하는 원천감량 가능량은 28%, 음식업소에서 평가하는 배식방법별 감량효과는 좋은식단제 25.6%, 주문식단제 33.4%, 자율배식제 23.4%로 본 연구에서 평가한 원천감량의 한계치 38%를 초과하지 않음을 볼 때, 본 연구의 산정결과는 어느 정도 합리성을 지녔다고 판단되었다.

본 연구에서는 물질수지법을 활용하여 비교적 쉽게 서울시 음식물쓰레기의 원천감량 가능량을 산정하였다. 그러나 물질수지법은 분석대상지역의 원자재 수급량을 확보하지 못하면 적용할 수 없고, 음식물쓰레기분야에 적용할 경우 도

정확성을 기하기 위해서는 가공(또는 조리)과정에서 발생하는 성상변화를 고려해야 하는데 그러하지 못했다. 그리고 이 방법을 타품목의 쓰레기에 적용하고자 할 경우 제품사용기간에서 대한 기초 자료가 확보되어야

하는 등 몇가지 점에서 한계를 지니고 있어 전국단위의 평가, 연도별 평가 등에 한정적인 품목만을 대상으로 활용될 수 있을 것 같다.

1997, '96 생산수율(1~12)

참고문헌

1. 계승희등, 1997, “외식으로 제공되는 한식의 1인1회 제공량 및 음식잔 반량 조사연구”, 「대한영양사회 학술지」, 3(1), 44~54.
2. 노량진수산주식회사, 1997, 「업무자료집」.
3. 농림부, 1997, 「'96국민쌀소비량조사」.
4. 농수축산신문, 1996, 「한국식품연감」.
5. 농수축산신문, 1997, 「한국축산연감」.
6. 서울특별시 농수산물도매시장관리공사, 1997, 「1996년 농수산물거래동향연보」.
7. 서울특별시, 1997, 「시정업무자료(제 144호)」.
8. 서울특별시, 1997, 「폐기물관리종합계획(1997~2001)」
9. 이승원, 1997.1, 「폐기물처리기사연습」, 서울:원화.
10. 정재춘, 1994, 「폐기물관리와 자원화」, 서울:신광문화사.
11. 축산업협동조합 서울집배사업소,
12. 통계청, 1996, 「1994년 시도별 지역내총생산」.
13. 한국영양학회, 1997, 「한국인영양권장량」.
14. 환경부, 1996, 「녹색환경나라 건설을 위한 국가폐기물 종합계획」.
15. 환경부, 1996.3, 「쓰레기종량제 시행1년의 실적분석평가」.
16. 환경부, 1997.1, 「음식물쓰레기줄이기 종합대책 세부실천계획」.
17. 환경부, 1997.5, 「쓰레기종량제 시행2년 실적분석평가 및 개선대책」.
18. Chang-Ching Yu & Virginia Maclaren, 1995, “A COMPARASON OF TWO WASTE STREAM QUANTIFICATION AND CHARACTERIZATION METHODOLOGIES”, Waste Management & Research, 13 : 343~361.
19. Donn A. Derr and Pritam S. Dhillon, 1997.4, “THE ECONOMICS OF RECYCLING FOOD RESIDUALS”, BioCYCLE, 55~61.