

음식물류 폐기물 재활용현황 분석을 통한 사업화 연구

박용수(주식회사 청호산업)*

설병문(경남과학기술대학교 창업대학원)**

국 문 요 약

산업사회의 발달과 더불어 지속적으로 증가되고 있는 음식물류 폐기물은 현재 여러 가지 방법으로 재활용되고 있다. 본 연구는 국내 음식물류 폐기물의 처리현황을 조사하고, 음식물류 폐기물 감량의무사업장으로 분류되어 있는 전국공영농산물도매시장을 대상으로 음식물류 폐기물의 합리적인 사업화를 위한 재활용 개선방안을 제시하고자 한다. 국내 음식물류 폐기물 처리업체 분포는 경기지역이 39.5%로 가장 많았으며 그 외 지역은 10% 이내로 나타났다. 이중 공공처리시설이 38.0% 이었고 민간처리시설이 62.0%이었다. 그리고 재활용 방법은 사료화가 47.5%, 퇴비화는 36.4%, 기타 12.6% 등의 순으로 나타났다. 특히 2011년 이후로는 혐기성소화의 비율이 5.4%로 뚜렷한 성장세를 나타내고 있다. 따라서 향후 음식물류 폐기물의 재활용 방향이 정부 정책과 부합되는 혐기성 소화방법으로 전환되고 있음을 나타내고 있다. 전국 33개 공영 농산물 도매시장의 전체 거래량 중 서울가락시장, 서울강서시장, 대구시장, 부산염곡시장, 구리시장이 각각 34.67, 7.47, 6.98, 5.41, 5.30% 차지하는 것으로 나타났다. 그리고 농산물 거래량 대비 평균 음식물류 폐기물 처리량은 2.65% 이었다. 특히, 2006년 농림수산식품부의 무 및 배추의 포장화 정책으로 서울가락시장의 음식물류 폐기물 처리량은 1/3으로 감소하였다. 전국 공영 농산물 도매시장의 음식물류 폐기물 처리방법은 2010년 탈수가 56.3%, 원상반출이 33.7%, 탈수 후 건조가 10.0%로 탈수처리가 가장 높게 나타났다. 그러나 2013년 원상반출이 56.30%, 탈수 37.5%, 탈수 후 건조가 6.3%로 원상반출이 급증하였는데 이는 전체 거래량이 가장 많은 서울 가락동시장이 원상반출 처리량이 증가하였기 때문이다.

농산물 도매시장의 음식물류 폐기물은 수분함량(평균 88%)이 높고 염분함량(평균 0.02%)이 낮은 특성을 가지고 있다. 따라서 농산물 도매시장의 음식물류 폐기물은 원상반출 및 탈수 보다는 탈수 후 건조가 처리능력을 향상 시킬 수 있는 것으로 판단된다. 그리고 탈수 후 건조된 음식물류 폐기물은 양질의 퇴비화 원료를 활용할 수 있기 때문에 농산물 도매시장의 음식물류 폐기물은 탈수 후 건조하여 퇴비화 방법으로 재활용사업화를 추진하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

핵심주제어: 음식물류 폐기물, 공영농산물도매시장, 재활용, 사업화

I. 서론

산업사회의 발달과 더불어 소비하는 물질도 다양화 되고 지속적으로 증가해 왔으며, 이와 비례하여 폐기물의 발생도 더불어 늘어나고 있다. 예전에는 생활폐기물 처리는 단순매립에 의존하다가 1994년 종량제봉투 제도를 시행하면서 원인자 부담을 통하여 감량화를 시작해 왔으며 종량제 봉투에 혼합 배출되던 음식물류 폐기물로 인한 악취, 해충 및 침출수 등의 2차 오염을 예방하기 위하여 2005년 1월1일부터 음식물류폐기물의 직 매립 금지 되었으며 단계별로 분리수거제도, 감량화의무사업장제도, 고품물회수기준설정, 유사디스포저 방지대책 등을 실시하여 꾸준히 관리하고 있는 실정이다.

음식물류폐기물의 분리수거제도의 활성화로 인하여 발생량이 급격하게 증가되었으며 다양한 재활용 방법으로 2013년 연말 기준으로 전국에 퇴비화, 사료화, 에너지화, 기타 등의 방법으로 240여곳 설치 운영 되고 있다. 그중 농업의 경쟁력

강화와 투명성 확보 등을 위해 전국에 공영 농수산물도매시장 33곳을 운영 하고 있으며 그곳에서 배출된 음식물류 폐기물은 분리수거하여 중간처리장에서 탈수 감량화 처리하고 그 잔재물 만을 위탁처리하고 있다.

정부는 2010년 관계부처간의 협의를 통하여 “음식물쓰레기 줄이기 종합대책”을 마련하였고, 2012년 8월 23일 농수산물유통 및 가격안정에 관한 법률 시행규칙 제44조 1항(시설기준) 도매시장 내 쓰레기처리장이 부수시설에서 필수시설로 변경시켜 쓰레기의 안정적 처리를 도모하고 있다.

그럼에도 불구하고 전국의 농수산물 도매시장의 폐기물 발생 형태의 문제점으로는 24시간 개방형 도매시장의 형태 때문에 누구나 이용 가능하여 도매시장 종사자뿐만 아니라 소비자들도 왕래하면서 불법투기가 성행하고 있고 심지어 가정의 생활폐기물도 가져와 버리는 등 실제적인 관리가 매우 어려운 실정이다. 따라서 농수산물 도매시장의 폐기물 처리의 문제점을 개선하기 위해서는 정부가 지향하는 환경정책에 부

* 제1저자, 주식회사 청호산업 대표, pkyongsoo@hanmail.net

** 교신저자, 경남과학기술대학교 창업대학원 교수, bmseol@gntech.ac.kr

· 투고일: 2015-09-16 · 수정일: 2015-10-26 · 게재확정일: 2015-10-28

합해 가면서 도매시장 내 음식물류 폐기물의 분리 선별과 처리방법 등의 현황을 조사하고 개선방안을 토대로 합리적인 사업화를 모색하는 것이 필요한 시점이라 하겠다.

II. 기존문헌 연구

2005년 1월1일부터 음식물류폐기물의 직매립 금지로 인하여 단계별로 분리수거 제도가 실시되었다. 1998년부터 전국 농수산물 도매시장도 감량화 의무사업장제도에 의해 음식물류폐기물을 의무적으로 줄이기 시작했다. 국가적 관심이 증가하면서 음식물폐기물에 대한 연구들도 활발히 이루어지고 있다.

Ryu(2007)에 따르면 각종 자원화 시설에서 생산되는 제품은 품질문제와 수요처 확보 등의 어려움으로 인해 자원화 정책의 지속적인 추진에 큰 어려움을 겪고 있다. Lim(2014)은 유기성 폐기물의 환경오염 효과로 인하여 매립이나 소각 또는 해양투기 등을 통해 처리해왔으며 그 과정의 상당한 사회적 비용 지불을 지적한다. Chong(2010)은 음식물폐기물을 줄이기 위하여 발생원별 맞춤형 대책을 마련하고 이를 조례개정, 발생억제 시책 및 종량제 도입을 통하여 제도화 할 필요가 있다고 제언했다. Oh et. al.(2010)는 공동주택 단지의 음식물쓰레기 발생에 관한 연구에서 음식물쓰레기의 발생량에 미치는 영향 요인은 음식물쓰레기 수거단계 특성이며, 음식물쓰레기 자원화 의향에 유의한 영향을 미치는 요인은 식재료 구매단계 특성이라고 지적한다. Oh et. al.(2013)은 음식물 무배출시스템의 활발한 보급을 위해서는 사용자 친화적인 설계와 제도적 지원이 수반되어야 함을 지적한다. 이외에도 Shin et. al.(2013)은 쓰레기의 직매립 금지 등에 따라 반입폐기물의 가연분이 증가하고 수분함량이 감소되어 폐기물의 발열량이 소각로 설치 초기에 비해 매우 증가하고 있으며, 이에 따라 소각량 감소와 가동률 저하 등 소각로 운영에 어려움을 겪고 있음을 언급하고 있다. 음식물폐기물 자원화에 대한 연구로 Kong(2011)은 전국 39개 도매시장 중 40% 거래규모인 가락동시장을 연구한 결과, 종량제 시행전후 대비 14.1% 발생량이 감소하였다. 음식물류폐기물 함유율은 81±3.2%로 혐기성소화설비에 그대로 투입할 수 있는 조건이어서 퇴비화 처리 시 함유율 제어를 위해 톱밥등 부재료의 투입이 불필요하다는 장점이 있다. 음식물류폐기물 경제성 분석에 있어서 Ahn(2012)은 처리방법 별로 음식물류 폐기물 1톤을 기준으로 시설투자비를 산정한 결과, 하수처리장이 283,660원/톤으로 가장 높게 산정되었으며, 그다음 순으로 소각시설 29,225원/톤, 혐기소화시설 23,477원/톤, 퇴비화시설 20,049원/톤, 건식사료화시설 13,858원/톤, 매립시설 13,585원/톤, 습식사료화시설 8,937원/톤, 중간처리시설 7,488원/톤 순으로 분석되었다. 운영경비를 비교 시 중간처리시설은 채위탁 처리가 필요한 시설이므로 이를 제외하면 습식사료화시설이 가장 경제적으로 나타났다. Lim et al.(2010)의 분석결과 4계절 조사 시, 춘계는 81~82%, 가연분과 회분은 각각 12~15%와 4~5%로 나타났다.

추계와 동계에는 74~77%내외, 가연분 16~18%정도 나타내었다.

정부의 강력한 규제 등으로 인하여 현재 대부분의 사업장들이 감량화의 방법으로 기계적 탈수시설을 갖추었으며 수분함량 85%이하로 관리해오다가 2009년에는 수분함량75%이하, 2010년도에는 고품물회수기준설정 하여 보다 강화된 음식물류 처리 기준을 마련해 지속적인 관리해 오고 있다. 이러한 정책은 농수산물 도매시장의 음식물류 폐기물 처리시설의 설비를 벨트컨베이어 탈수 시설에서 스크류프레스 탈수기로 감량화 하는 기술이 개발 되었고 또한 건조설비를 갖추거나 그렇지 못할 경우 음식물류폐기물 성상 그대로 위탁처리하는 결과를 가져왔다.

III. 연구방법

3.1 연구대상

본 실증분석의 대상자는 전국의 음식물류 폐기물 처리업체를 2005년부터 2013년까지 8년(2010년 통계자료 없음) 자료를 중심으로 분석하였다. 모든 자료는 환경부 홈페이지와 현장조사를 토대로 자료화 하였으며, 전국 도매시장의 자료는 농림수산식품부 홈페이지의 자료를 중심으로 수치, 계량화하여 분석하였다. 특히 음식물류 폐기물 처리방법과 폐기물 처리 시설종류에 대해서는 정형화된 자료로 되어 있지 않아서 본 연구자가 다변화되어 있는 처리방법을 연소방법이나 수분의 정도, 최종 부산물의 종류에 따라서 분류화 작업을 실시하였다.

두 데이터의 다양한 자료 중 본 연구에서는 전국 음식물류 폐기물 처리업체의 현황조사에서는 처리주체, 처리방법, 시설종류 및 시설용량, 처리량의 중심으로 분석하며, 전국 도매시장의 음식물류 처리에 대해서는 청과 부분에 해당하는 자료만을 이용하였으며, 청과 거래물량, 거래금액 및 연간 음식물류 폐기물 처리량, 처리비용 및 거래물량 대비 음식물류 폐기물 처리비용을 데이터화하여 분석하였다. 또한 폐기물 처리 시 처리방법과 처리업체 유형에 따라서 전국 도매시장의 현황을 파악하였다. 또한 이 자료를 근거로 하여 전체 청과 거래량 대비 연간 폐기물 처리량에 대한 영향요인을 파악하였다.

3.2 자료처리 방법과 가설

전국의 각 년도별 음식물류 폐기물 처리업체에 대한 현황분석을 위하여 각 년도별 처리업체의 분포, 음식물류 폐기물 시설종류, 음식물류 폐기물 처리방법에 대해서는 빈도와 비율(%)을 산출하였다. 이와 함께 전국의 각 년도별 음식물류 폐기물 처리업체의 각 년도별 음식물류 폐기물 처리시설용량, 음식물류 폐기물 처리량에 대해서는 평균(M, Mean)과 표준편차(SD, Standard Deviation)를 산출하였다.

기술적 통계량을 정리한 후, 가설검정을 위하여 첫째, 전국 공영도매시장의 거래관련변인(청과 거래물량, 청과 거래금액)

과 음식물류 폐기물 처리 관련변인(연간 음식물류 폐기물 처리량, 연간 음식물류 폐기물 처리비용)간의 관련성을 알아보기 위하여 피어슨의 선형상관관계분석을 실시하였다. 둘째, 전국 음식물류 폐기물 처리방법에 따른 음식물류 폐기물 처리시설 용량과 처리량의 차이는 일원변량분석을 통하여 알아보았다. 셋째, 전국 음식물류폐기물 처리시설종류에 따른 음식물류폐기물 처리시설 용량과 처리량의 차이는 일원변량분석을 통하여 알아보았다. 넷째, 전국공영도매시장의 음식물류 처리능력에 대한 영향요인을 알아보기 위하여 위계적 다중회귀분석을 실시하였다. 분석은 SPSS 18.0를 이용하였다. 연구 가설은 다음과 같다

- 가설1. 전국공영도매시장의 거래관련변인(청과 거래물량, 청과 거래금액)과 음식물류 폐기물처리 관련변인(연간 음식물류 폐기물 처리량, 연간 음식물류 폐기물 처리비용)간에는 정의 상관성이 있다.
- 가설2. 전국공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리방법에 따라 음식물류 폐기물처리 관련변인(청과 거래물량 대비 폐기물 처리량)에 차이가 있다.
- 가설3. 전국공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리업체 유형에 따라 음식물류 폐기물처리 관련변인(청과 거래물량 대비 폐기물 처리량)에 차이가 있다.
- 가설4. 전국공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리능력은 처리방법과 처리업체유형에 따라 영향을 받는다.

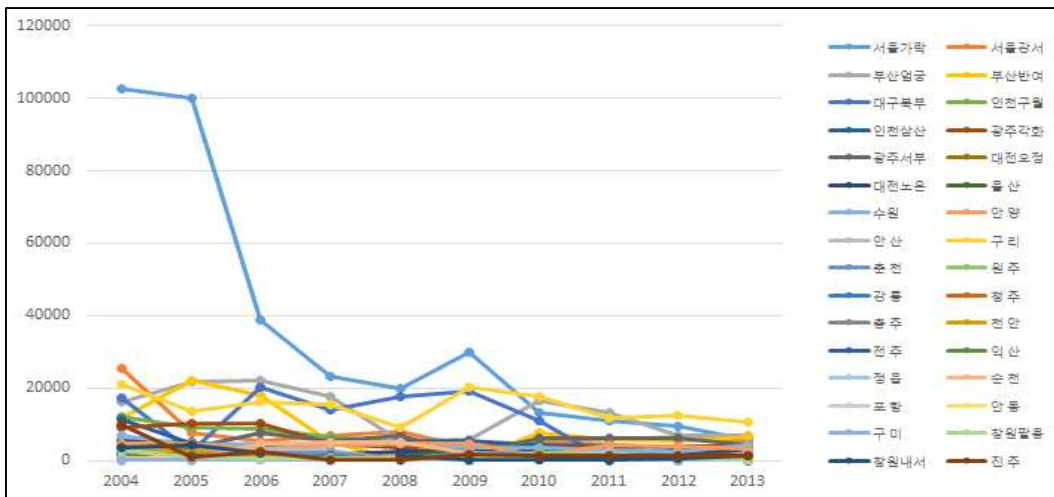
IV. 연구결과 및 고찰

4.1 전국공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리 실태

전국 33개 공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리실태를 살펴보면 다음과 같다. 전체 33개의 공영도매시장(2013년 현재)으로 각 지역별 분포는 <표 1>에서 제시된 바와 같다. 이중 마산시장은 마산 창원 진해가 통폐합되면서 마산시장은 창원 팔용시장으로, 창원시장은 창원내서시장으로 변동되었다. 또한 부산 국제시장은 수산물을 담당하기 때문에 분석에서는 제외하였다.

<표 1> 지역별 공영도매시장 현황(2013년 현재)

지역	시장 수	내용
서울	2	서울가락시장, 서울강서시장
부산	3	부산업공시장, 부산반여시장, 부산국제시장 ¹⁾
대구	1	대구북부시장
인천	2	인천구월시장, 인천삼산시장
광주	2	광주각화시장, 광주서부시장
대전	2	대전오정시장, 대전노은시장
울산	1	울산시장
경기	4	수원시장, 안양시장, 인산시장, 구리시장
강원도	3	춘천시장, 원주시장, 강릉시장
충청북도	2	청주시장, 충주시장
충청남도	1	천안시장
전라북도	3	전주시장, 익산시장, 정읍시장
전라남도	1	순천시장
경상북도	3	포항시장, 안동시장, 구미시장
경상남도	3	창원팔용시장, 창원내서시장, 진주시장, 창원시장 ²⁾ , 마산시장 ³⁾
계	33	-



<그림 1> 공영도매시장 음식물류 폐기물 처리량

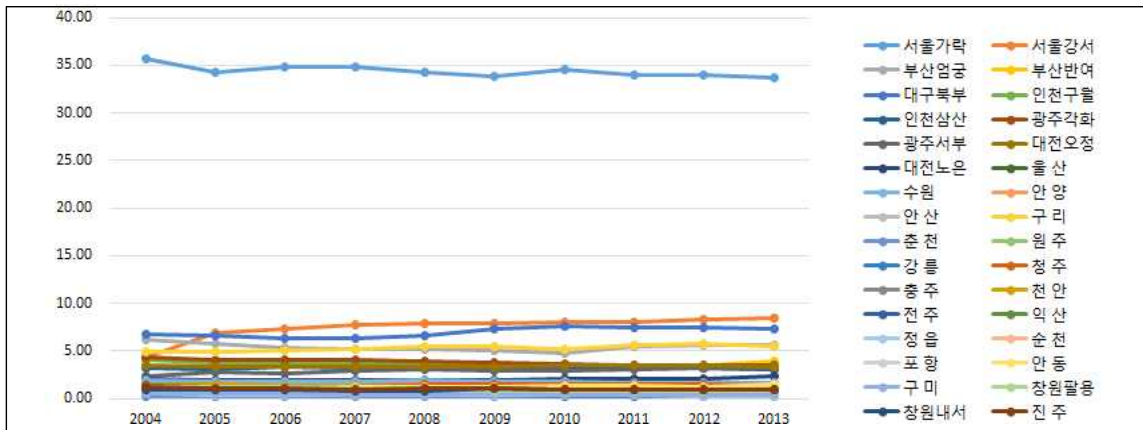
<그림 1>에서 보는 바와 같이 서울가락시장의 거래는 2,186,442.40(톤)을 평균 거래하는 것으로 나타났으며, 전체 재래시장의 거래량보다 매우 큰 차이가 있다. 전체 거래량의 평균 34.67%를 담당하는 것으로 나타났으며, 서울 강서시장이 평균 7.47%, 대구 북부시장이 평균 6.98%, 부산 업공시장이

5.41%, 구리시장이 5.30%의 물류를 다루는 것으로 나타났다. 전체 청과 거래량 대비 음식물폐기물 처리비용은 평균 2.65%이었으며, 이 중 춘천이 8.87%로 가장 높은 비율이 나타났다. 상대적으로 거래량이 가장 많은 서울의 경우는 평균 1.68%에 불과하였다.

1) 부산국제시장은 2008년부터 설립되었으나 수산물을 주로 거래하므로 분석에서는 제외함.
 2) 창원시장은 마산, 창원, 진해가 통폐합되면서 2008년 이후 창원팔용시장으로 변경
 3) 마산시장은 마산, 창원, 진해가 통폐합되면서 2009년 이후 창원내서시장으로 변경

<그림 2>에서 보는 바와 같이 전체 청과거래물량에 대한 음식물류폐기물 처리량은 비율의 급락이 심함을 알 수 있다. 따라서 청과 거래물량은 년도별 일정하게 유지를 하는 반면, 음

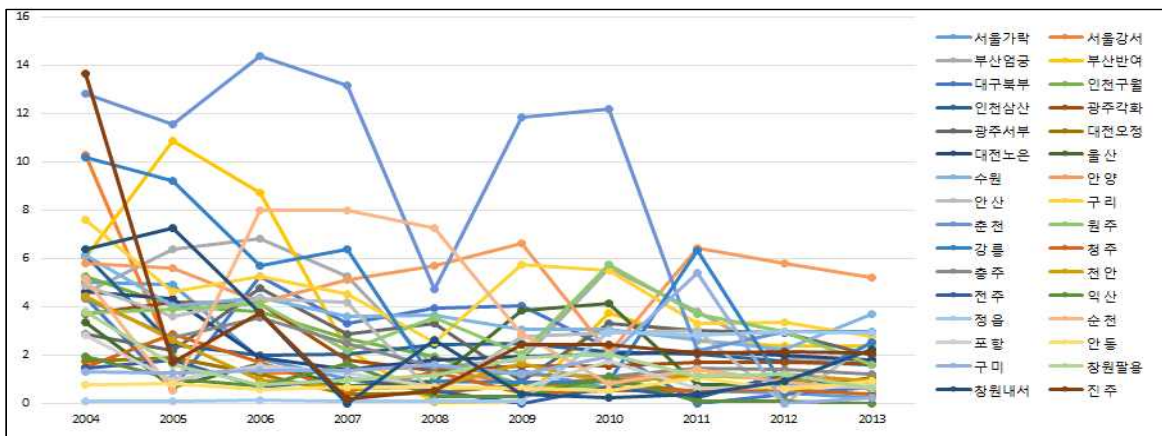
식물류 처리량은 서울 가락시장을 제외하고는 비율이 급락을 반복하였으나 2010년 이후는 비슷한 수준을 유지하려는 경향이 있었다.



<그림 2> 전체 청과거래량에 대한 재래시장별 거래비율

특히 서울 가락시장의 경우는 2006년 이후 기존의 음식물류 폐기물 처리량을 1/3수준으로 줄여서 그 이후로 지속적으로 감소시키는 경향이 있다. 이는 2006년도에 농림수산식품부에서

정책적으로 무,배추를 포장화하고 다듬기를 금지시키는 제도를 시행함으로써 출하물량을 산지에서 직접 다듬고 포장하여 도매시장으로 반입된 것과 연관된다.



<그림 3> 재래시장별 청과물 거래량대비 음식물류 폐기물 처리비율(%)

4.2 전국공영도매시장의 청과거래실적과 음식물류 폐기물 처리간의 상관성

청과물 거래량과 청과 거래금액, 연간폐기물량과 폐기물 처리비용, 청과물 거래량대 연간 폐기물 처리량 비율간의 상관성을 살펴보았다. <표 2>에서 제시된 바와 같이 전국공영도매시장의 거래실적과 음식물류 폐기물 처리실적간의 상관성에서는 청과거래물량과 연간 음식물류 폐기물 처리량 간에는 $r=.637$, 연간 음식물류 폐기물 처리비용간에는 $r=.483$ 으로 비교적 높은 정의 상관성이 나타났으며, 청과거래물금액과 연간 음식물류 폐기물 처리량 간에는 $r=.498$, 연간 음식물류 폐기물 처리비용간에는 $r=.385$ 로 비교적 높은 정의 상관성이 나타났다. 이는 가설 1인 “전국공영도매시장의 거래관련변인(청과 거래물량, 청과 거래금액)과 음식물류 폐기물처리 관련변인

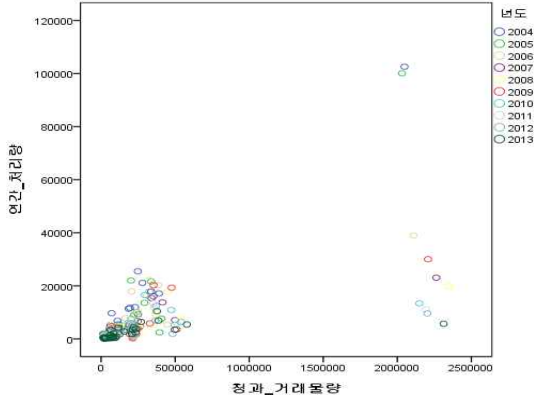
(연간 음식물류 폐기물 처리량, 연간 음식물류 폐기물 처리비용)간에는 정의 상관성이 있을 것이다.”에 대한 검증결과로 가설 1은 채택되었다.

<표 2> 전국공영도매시장의 거래물량과 음식물류 폐기물 처리 관련 변인간의 상관성

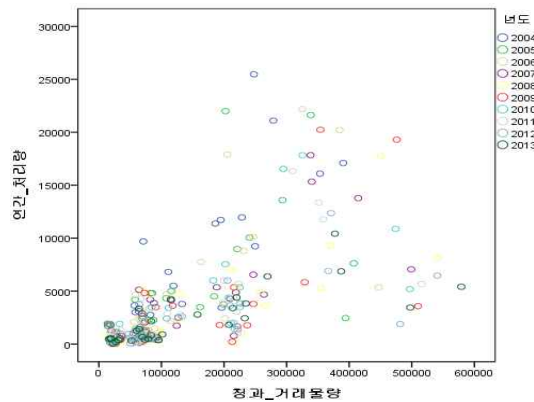
구분	청과 거래물량	청과 거래금액	연간 음식물류 폐기물 처리량
청과 거래물량	-		
청과 거래금액	.918***	-	
연간 음식물류 폐기물 처리량	.637***	.498***	-
연간 음식물 폐기물처리비용	.483***	.385***	.631***

Pearson's Linear Correlation coefficient
위 ** 는 $p<.01$, *** 는 $p<.001$ 임.

<그림 4>는 전체 청과물 거래량과 연간 폐기물량간의 산점도를 그린 것으로 서울 가락시장의 데이터로 인해 가락시장을 제외한 데이터는 왼쪽에 모여 있어서 <그림 5>에 그 부분만 확대하여 산점도를 다시 그려보았다.



<그림 4>청과거래량과 연간 폐기물량간의 산점도



<그림 5> 청과거래량과 연간 폐기물량간의 산점도(서울가락시장제외)

4.3. 전국 공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리방법에 따른 분석 결과

4.3.1. 전국 공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리 방법의 년도별 변화

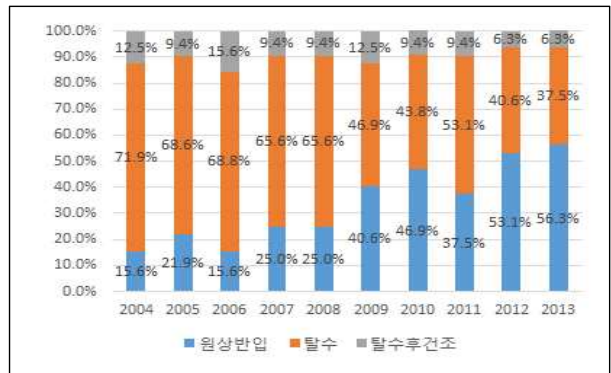
전국 공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리방법의 변화를 살펴보면 <표 2>에서 제시된 바와 같이 2008년까지는 폐기물 처리에 특별한 방법을 사용하지 않고 원상대로 반출하는 경우가 25.0%수준이었으나 2009년 이후는 40%이상으로 늘어났으며 탈수를 해서 반출하는 경우는 2008년까지는 65.6%이상 수준이었으나 2009년 이후부터는 46.9%수준으로 나타났으며 2012년 이후부터는 다시 40%수준으로 줄어들었다.

탈수를 한 후 건조를 시킨 상태로 반출하는 경우는 10%이하수준으로 낮았다. 그림에서 보는 바와 같이 전국 채배시장의 음식물류 폐기물 처리방법의 경우 아무런 처리를 하지 않고 원상반출을 하는 경우가 급속히 증가하며, 탈수 방법은 줄어들고 건조후 탈수방법은 거의 변화가 없는 것으로 나타났

다. 따라서 가설 2는 채택되었다.

<표 3> 년도별 전국 공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리방법에 대한 변화

구 분	원상반출	탈수	탈수 후 건조	전체 수
2004	5(15.6)	23(71.9)	4(12.5)	32
2005	7(21.9)	22(68.6)	3(9.4)	32
2006	5(15.6)	22(68.8)	5(15.6)	32
2007	8(25.0)	21(65.6)	3(9.4)	32
2008	8(25.0)	21(65.6)	3(9.4)	32
2009	13(40.6)	15(46.9)	4(12.5)	32
2010	15(46.9)	14(43.8)	3(9.4)	32
2011	12(37.5)	17(53.1)	3(9.4)	32
2012	17(53.1)	13(40.6)	2(6.3)	32
2013	18(56.3)	12(37.5)	2(6.3)	32
합계	108(33.8)	180(56.3)	32(10.0)	320



<그림 6> 년도별 전국 공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리방법에 대한 변화

4.3.2. 전국 공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리 방법에 따른 청과 거래물량 대비 폐기물 처리량

음식물류 폐기물 처리방법에 따른 청과 거래물량 대비 폐기물 처리량의 차이를 살펴본 결과 <표 4>에서 제시된 바와 같다. 청과 거래물량에 대한 폐기물 처리방법의 차이를 살펴보면, 원상반출은 평균 242,424.10(톤), 탈수방법은 평균 185,189.24(톤), 탈수 후 건조는 평균 129,379.69(톤)으로 나타났으며 원상반출로 처리하는 경우 가장 청과 거래물량이 많은 것으로 나타났으나 이는 서울 가락시장이 원상반출로 처리하기 때문이며, 그 외 탈수와 탈수 후 건조방식은 거의 비슷한 수준으로 나타나 통계적으로 청과 거래물량에 대해서는 폐기물 처리방법의 차이는 없는 것으로 나타났다.

연간 음식물 폐기물 처리량을 폐기물 처리방법에 따라서 살펴보면 원상반출은 평균 3814.28(톤), 탈수방법은 평균 5100.35(톤), 탈수 후 건조는 평균 3863.45(톤)으로 나타났으며 탈수방법에 의한 폐기물 처리량이 가장 많았으나 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 이는 청과 거래물량이

나 연간 음식물 폐기물 처리량의 각 처리방법 그룹별 표준편차가 큰 것 때문이다.

그러나 청과 거래물량 대비 폐기물 처리량의 비율(%)을 살펴보면, 원상반출은 평균 2.16%, 탈수방법은 평균 2.58%, 탈수 후 건조는 평균 4.67%로 나타나 탈수 후 건조를 하는 방법이 가장 거래물량 대비 폐기물 처리비율이 높음을 알 수 있다(F=12.879, p<.001). 따라서 가설 2는 채택되었다.

<표 4> 폐기물 처리방법에 따른 음식물류 폐기물 처리 관련 변인의 차이

구분	N	청과 거래물량		연간 음식물 폐기물 처리량		거래물량 대비 폐기물 처리량 비율(%)	
		M	SD	M	SD	M	SD
원상반출	108	242424	461847	3814	5139	2.16	1.74
탈수	180	185189	348056	5100	11652	2.58	2.25
탈수후 건조	32	129379	166296	3863	6603	4.67	4.57
합계	320	198925	378739	4556	9531	2.65	2.52
F(p)		1.37(.25)		.68(.50)		12.87***(.00)	

위*** 는 p<.001 임.

4.3.3. 전국 공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리업체 유형

연도별 각 음식물류 폐기물 처리업체유형을 살펴보면, <표 5>에서 제시된 바와 같다. 무상은 전혀 돈을 지불하지 않고 무상으로 업체에서 가져가서 처리하는 것을 의미하며, 용역은 관에서 직접 처리해야하나 업체에 용역을 의뢰해서 처리하는 방법을 이르는 것이며, 위탁은 관에서 직접 처리하지 않고 업체에서 모든 책임과 권한을 가지도록 처리하는 방법을 말하며, 환경위원회는 위원회를 구성해서 위탁 처리하는 방법을 말한다.

전체 공영도매시장 중 무상으로 처리하는 경우는 2011년에 대구북구시장의 경우이며 전체 중 단지 0.3%에 불과하다. 외부처리는 3.8%를 차지하며, 2007년 이후 실시되었다. 용역은 전체 40.6%를 차지하며, 2006년 이후 많은 공영도매시장이 이 방법으로 음식물류 폐기물을 처리하는 것으로 나타났다. 위탁의 경우는 38.1%가 이 방법으로 처리하며, 자체처리는 10.6% 수준이며, 환경위원회를 통해 위탁 처리하는 경우는 6.6%수준이었다. 2005년까지는 위탁처리가 거의 80%이상이었으며 이대는 위탁처리와 자체처리뿐이었다. 그러나 2006년 이후 용역을 주거나 환경 위원회를 구성해서 처리한 경우가 늘어났으며, 2007년 이후에는 외부처리방법도 나타나게 되었다.

<표 5>에서 보는 바와 같이 자체처리는 줄어들고, 위탁처리는 2008년 이후 줄어들었으며 용역처리가 더욱 많아지는 경향이었다. 그림에서 보는 바와 같이 위탁의 경우는 갈수록 줄어드는 경향이며, 반면 용역은 2006년 이후 꾸준히 증가하였다. 외부처리는 소폭 증가하는 유형이며, 환경위원회는 꾸준히 일정한 비율을 유지하였으며, 2005년 이전에 많이 이용

하던 자체처리는 갈수록 줄어드는 것으로 나타났다.

<표 5> 연도별 음식물류 처리업체유형 분포

구분	무상	외부 처리	용역	위탁	자체 처리	환경 위원회	갯수
2004	-	-	-	26	6	-	32
2005	-	-	-	26	6	-	32
2006	-	-	11	14	4	3	32
2007	-	1	15	11	3	2	32
2008	-	1	14	12	3	2	32
2009	-	2	19	7	2	2	32
2010	-	1	19	8	2	2	32
2011	1	-	20	4	3	4	32
2012	-	4	16	7	2	3	32
2013	-	3	16	7	3	3	32
합계	1	12	130	122	34	21	320

4.3.4. 전국 공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리업체 유형에 따른 청과 거래물량 대비 폐기물 처리량

음식물류 폐기물 처리업체유형에 따른 청과 거래물량 대비 폐기물 처리량의 차이를 살펴본 결과 <표 6>에서 제시된 바와 같다. 청과거래물량은 음식물류폐기물 처리업체유형에 따라서는 상당히 유의한 차이가 나타났다. 청과물거래물량이 많을수록 외부처리를 많이 하며, 위탁이나 용역처리는 적은 청과거래물량을 나타내었다(F=3.94, p<.01). 연간 음식물 폐기물 처리량에 대해서는 자체처리가 평균 8,420.26(톤)으로 가장 폐기물 처리량이 많으며 다음으로 외부처리가 평균 7,099.90(톤)으로 나타났다. 그러나 거래물량 대비 폐기물처리량 비율(%)은 위탁이 3.62%로 가장 높으며 다음으로 용역이 평균 2.23%, 자체처리가 평균 2.07%로 나타났으며 외부처리와 환경위원회 차이는 1.2 수준이었다(F=9.17, p<.001). 따라서 가설 3은 채택되었다.

<표 6> 폐기물 처리업체 유형에 따른 음식물류 폐기물 처리 관련 변인의 차이

구분	N	청과 거래물량		연간 음식물 폐기물 처리량		거래물량 대비 폐기물 처리량 비율(%)	
		M	SD	M	SD	M	SD
무상	1	480866
외부 처리	12	562017	773990	7099	8800	1.20	.38
용역	130	179501	340605	3456	4537	2.23	1.76
위탁	122	143529	138466	4725	5918	3.62	3.24
자체 처리	34	233115	581587	8420	24580	2.07	1.75
환경 위원회	21	364727	633219	2754	2898	1.21	.81
전체	320	198925	378739	4556	9531	2.65	2.52
F(p)		3.94**(.002)		2.22* (.066)		9.17***(.00)	

위 * 는 p<.10, ** 는 p<.01, *** 는 p<.001 임.

4.4. 전국 공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리능력에 대한 영향요인

전국 재래시장의 음식물류 폐기물 처리비용을 향상시키기 위한 방안을 알아보기 위하여 독립변인에 음식물류 폐기물 처리방법과 처리업체유형을 투입하고 종속변인으로 전체 청과물 거래물량 대비 연간 폐기물 처리량을 통하여 폐기물 처리능력에 대한 다중회귀분석을 실시하였다. 음식물류 폐기물 처리방법은 기준변수로 탈수처리방법(원상반출=0, 건조=0)이며, 원상반출(원상반출=1, 건조=0), 탈수후 건조(원상반출=0, 건조=1)로 더미변수화 하였고, 처리업체 유형은 기준변수로 용역(외부처리=0, 위탁=0, 자체처리=0, 환경위원회=0)으로 하였으며, 외부처리(외부처리=1, 위탁=0, 자체처리=0, 환경위원회=0), 위탁(외부처리=0, 위탁=1, 자체처리=0, 환경위원회=0), 자체처리(외부처리=0, 위탁=0, 자체처리=1, 환경위원회=0), 환경위원회(외부처리=0, 위탁=0, 자체처리=0, 환경위원회=1)를 더미변수화 하였다. 특히 무상의 경우는 해당 업체가 1군데뿐이어서 제외하였다.

모형1은 처리방법에 대한 폐기물 처리능력의 영향력을 나타내는 회귀모형이며, 모형2는 처리업체유형에 대한 폐기물 처리능력의 영향력을 나타내는 회귀모형이며, 모형3은 처리방법과 처리유형을 동시에 투입한 폐기물 처리능력의 영향력을 나타내는 회귀모형이다. 분석 결과, 모형1의 VIF는 1.056이며 Dubin-Watson 값은 1.305으로 처리방법은 탈수보다 원상반출인 경우는 더욱 낮았으며, 건조는 $\beta=.248(p<.001)$ 로 건조기법으로 폐기물 처리를 하는 경우 더욱 폐기물 처리능력이 높은 것으로 나타났다.

모형2의 VIF는 최소 1.044에서 최대 1.199이며 Dubin-Watson 값은 1.296으로 처리업체유형 중 용역($\beta=.268, p<.001$)보다 위탁이 더욱 폐기물 처리능력이 높았으며, 환경위원회, 외부처리, 자체처리를 하는 경우 폐기물 처리능력이 낮아진 것으로 나타났다.

처리방법과 처리업체유형을 모두 투입한 모형3의 경우 VIF는 최소 1.045에서 최대 1.226이며 Dubin-Watson 값은 1.440으로 모형1과 모형2와 유사한 결과가 나타났다. 따라서 전국 공영도매시장 음식물류처리능력은 처리방법으로는 건조법($\beta=.250, p<.001$)을 이용하거나 처리업체유형은 위탁($\beta=.227, p<.001$)으로 처리할수록 더욱 많은 음식물류 폐기물을 처리하는 것으로 나타났다. 모형1의 설명력은 7.6%이며, 모형2의 설명력은 10.6%, 모형3은 17.4%의 설명력으로 나타났다. 모형1, 모형2, 모형3 모두 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

따라서 가설 4인 “전국공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리능력은 처리방법과 처리업체유형에 따라서 영향을 받는 것이다.”는 음식물류 폐기물 처리능력은 폐기물 처리방법 중 건조법이거나 처리업체 유형이 위탁일수록 더욱 처리능력이 증가하는 것으로 나타나 가설 4은 채택되었다.

<표 7> 청과 거래량 대비 연간 폐기물 처리량에 대한 영향요인

구분	모형1		모형2		모형3		
	β	t	β	t	β	t	
처리 방법	원상 반출	-0.079	-1.40			-0.06	-1.12
	건조	.248	4.42***			.25	4.54***
처리 업체 유형	외부 처리			-0.072	-1.30	-0.06	-1.23
	위탁			.268	4.54***	.22	3.94***
	자체 처리			-0.020	-0.35	-0.09	-1.64
	환경 위원회			-0.101	-1.80†	-0.10	-1.87†
R2	.076		.106		.174		
ΔR^2	.076		.030		.067		
$\Delta F(p)$	12.87(.00)		9.17(.00)		12.53(.00)		
Dubin-Watson	1.305		1.296		1.440		

위 † 는 $p<.10$, ** 는 $p<.01$, *** 는 $p<.001$ 임.

V. 결론

본 연구는 음식물류폐기물이 발생하는 전국의 공영도매시장의 음식물류 폐기물 발생현황 및 처리업체 동향을 중심으로, 전국의 농산물공영도매시장에서 발생하는 음식물류 폐기물 재활용의 개선방안과 합리적인 사업화를 모색하였다.

조사결과, 첫째, 전국 음식물류 폐기물 처리업체의 현황을 살펴본 결과, 퇴비화는 감소하는 추세이고 특히 2011년 이후로는 혐기성소화의 비율이 5.4%로 높아져 재활용 방향이 혐기성 소화 처리방법으로 사업화 되어가고 있었다. 둘째, 음식물 자원화 정책이 민간주도형 사회화에서 시작하여 2005년 시행이후 공공주도형 퇴비화로 전환하고 현재 혐기성 분해의 방법을 병행해 나가고 있는 것으로 나타났다. 셋째, 전국 33개 공영도매시장 음식물류 폐기물 처리실태를 살펴본 결과, 서울 가락시장의 경우는 2006년 이후 기존대비 음식물류 폐기물 처리량이 1/3수준으로 줄어들었으며 그 이후로 지속적으로 감소시키는 경향이였다. 이는 2006년도에 농림수산식품부에서 정책적으로 무, 배추를 포장화하고 다듬기를 금지시키는 제도를 시행함으로써 출하물량을 산지에서 직접 다듬고 포장하여 도매시장으로 반입됨으로 인하여 음식물류 폐기물량이 대폭 감소된 것이다.

넷째, 연도별 전국 공영도매시장의 음식물류 폐기물 처리방법에 대한 변화를 살펴보면 원상반출이 급증하였는데 이는 서울 가락동시장이 원상반출로 처리하기 때문이며, 이는 여러 가지 문제점을 불러오므로 상당한 개선이 필요한 것으로 보인다. 따라서 농산물 도매시장의 음식물류 폐기물은 일반적인 음식물과 달리 수분이 높고 염분함량이 낮은 특성을 감안하여 원상반출 하거나 탈수만으로 폐기물을 처리하는 것 보다 탈수 후 건조방법으로 처리하는 경우 더욱 많은 처리능력을 나타냄을 알 수 있다. 또한 자체처리를 하거나 환경 위원회를 구성해서 위탁처리를 하는 경우는 거의 폐기물 처리가 잘 이루어지지 않으므로 위탁처리나 용역을 주어 현재 민간 기업

에서 감량화 하여 건조과정을 거쳐 퇴비화 등의 방법으로 재 활용사업화를 하는 것이 바람직함을 알 수 있다.

REFERENCE

- Ahn, H. Y.(2012), *A Study on Economic Efficiency and Environmental through Material Flow Analysis(MFA) of Food Waste*, Master Thesis, Department of Environmental Engineering Graduate School Industry and Engineering Seoul National University of Science and Technology.
- Chong, Y. K.(2010), A Note for Efficient Food Waste Reduction and Recycling System Policies Via Food Waste Process Control, *Journal of Foodservice Management Society of Korea*, 13(2), 301-319.
- Kong, M. S.(2011), *A study on Characteristics of Organic Wastes and Resources in the Agricultural & Mairne Wholesale Market -Focused on the Garak Wholesale Market*, Master Thesis, Department of Environmental Engineering Graduate School The University of Seoul.
- Lim, B. S., Kwon, C. J. Jeong, J. H., & Kang, H.(2010), Characteristics of food wastes in Daejeon metropolitan city, *Journal of Korea Society of Waste Management*, 27(2), 179-187.
- Lim, S. S.(2014), An Analysis on the CDM Project in Agricultural Sector and Its Implications for Korea : Focused on Animal Waste Management CDM Project, *Journal of Korea Society of Waste Management*, 31(7), 800-810.
- Ryu, S. H.(2007), *Policy direction about food garbage reutilization technology process*, Doctoral Dissertation, Dongshin University.
- Oh, J. I., Lee, H. J., & Seok, H. J.(2010), An Analysis of Food Waste Generation of Residents and Food Waste Resources in Multifamily Housing, *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 32(10), 905-915.
- Oh, J. I., & Lee, H. J.(2013), Exploring Residents' Attitudes in Multifamily Housing Toward Food Waste Zero-Emission System with Fermentation and Extinction Technology, *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 35(5), 321-333.
- Shin, M. S., Shin, N. R., & Jang, D. S.(2013), A Numerical Study for Effective Operation of MSW Incinerator for Waste of High Heating Value by the Addition of Moisture Air, *Journal of Korean Society of Environmental Engineers*, 35(2), 115-123.

A Study on the Business of the Situation Analysis of Food Waste Recycling

Park, Yong Soo*
Seol, Byung Moon**

Abstract

Development of food industry and increased city life induced enlarged generation of food waste which is currently reused in a wide range of way. In this study, treatment of food waste generated from the public agricultural product wholesale markets (they are categorized as business places which imposes the duty for reducing the food waste discarded) in Korea was investigated, and subsequently, a scheme for improving the food waste recycling business was suggested.

The food waste treatment plants are mainly located in Gyeonggi-do at 39.5% of total plants in Korea and the other provinces have less than 10% of the total numbers, among which public treatment plant was 38.0% and private plant was 62.0%. The treatment methods included recycling as animal feed at 47.5%, as compost at 36.4%, and the rest of food waste (12.6%) was treated in other ways. Remarkably, it was noticed that the amount of food waste treated in anaerobic digestion have been increased up to 5.4% since 2011. This implied that food waste treated in anaerobic digestion method is gradually increased according to government policy. Amongst 33 public agricultural product wholesale markets distributed all over the country, the trading volume dealt in Garakdong market in Seoul, Gangseo market in Seoul, Daegu market in Daeju, Eomgung market in Busan, Guri market in Guri accounted for 34.67, 7.47, 6.98, 5.41, and 5.30% of the total trading volume in Korea, respectively. 2.65% of the total trading agricultural products dealt in the markets were remained as food waste and treated. In 2006, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs implemented the package policy for radish and Chinese cabbage in order to reduce the amount of food waste and indeed, food waste generated in Garakdong market declined to one third of the food waste before the package policy implementation. In 2010, the food waste amount treated by 'dehydration', 'discarding as raw materials', and 'drying after dehydration' accounted for 56.3%, 33.7%, and 10.0% of the total food waste generated in the public agricultural product wholesale market. However, in 2013, discarding as raw materials accounted for the most at 56.3% followed by dehydration at 37.5%, and by drying after dehydration at 6.3%. The remarkable increment of the food waste discarded as raw materials was attributed to the increase of them in Garakdong market in Seoul.

In general, the agricultural food waste contains high amount of moisture at 88% in average and low amount of salt at 0.02% in average. Therefore, it is highly recommended to treat the agricultural food waste through drying after dehydration in order for improving the treatment capability. Also, this recommendation can be supported by the fact that the end-products via drying after dehydration can be utilized as compost material. Overall, the agricultural food waste recycling business can be developed through integration of the treatment via 'drying after dehydration' and compost production.

Keywords: Food waste, Public agricultural product wholesale markets, Recycling, Business,

* CEO, ChungHo Industry Co., Ltd, pkyongsoo@hanmail.net

** Professor, Gyeongnam National University of Science and Technology, bmseol@gntech.ac.kr