

비용에 기초한 생활폐기물 수집운반업체의 적정영업규모 연구: 서울시 사례

유기영* · 정진아** · 윤형호***

A Study on Optimum Business Size of Solid Waste Hauler on the Basis of Collection Cost in Seoul

Kee Young Yoo* · Jin Ah Jeong** · Hyung Ho Youn***

요약 : 본 연구는 혼합폐기물, 음식물쓰레기 또는 재활용품을 수거하는 대행업체의 적정영업규모를 수거 비용에 기초하여 평가하고자 서울시를 사례로 하여 수행되었다. 수거비용의 변화가 둔화되는 시작점을 기준으로 생활폐기물의 적정수거량을 분석한 결과 혼합폐기물, 음식물쓰레기, 재활용품을 별도의 업체에서 수거하는 경우 적정수거량은 각각 월 1,600톤, 1,250톤, 1,000톤이다. 일정구역에서 발생하는 혼합폐기물, 음식물쓰레기, 재활용품을 하나의 업체가 수거하는 것(구역전담수거)이 종류별로 별도의 업체가 수거하는 것보다 경제적이며, 이 경우의 적정수거량은 월 2,400톤이고, 책임수거가 가능하다는 장점이 인정된다. 수거비용에서 인건비의 비중이 55~63%로 높고 균일하여 양자의 밀접한 관련성이 ‘인력 수(미화원, 운전원) = 월 수거비용 ÷ 5,000,000’으로 표현되고, 구역전담수거에서 수거업체의 적정인력 수는 50인 정도이다.

주제어 : 적정영업규모, 대행업체, 생활폐기물, 수거비용

ABSTRACT : This study aims to analysis optimum business size of solid waste haulers which are, under contract with local governments, in charge of collecting municipal waste such as mixed waste, food waste or recycle materials. The research, a case study, is restricted to Seoul and unit collection costs are used as a reference parameter. In the condition of a hauler collecting just a type of waste, different optimum business sizes are estimated by 1,600 ton per a month for mixed waste, 1,250 ton for food waste and 1,000 ton for recycle materials respectively. Waste amount of 2,400 ton in a month turns out to be efficient quantity to collect 3 types of waste by a hauler. Monthly collection costs have high correlation with number of collectors including vehicle drivers and it can be described the equation ‘number of collectors = Monthly collection cost ÷ 5,000,000 won in Korean money unit’. From the equation, it was available to read that a collection company of 50 crews is an optimum business size in the perspective of labor requirement.

Key Words : optimum business size, waste hauler, municipal waste, collection cost

* 서울시정개발연구원 도시기반연구본부 연구위원(Research Fellow, Metropolitan Planning Research Group, Seoul Development Institute)

** 서울시정개발연구원 도시기반연구본부 연구원(Researcher, Metropolitan Planning Research Group, Seoul Development Institute),
교신저자(E-mail: jja@sdi.re.kr, Tel: 02-2149-1161)

*** 서울시정개발연구원 창의시정연구본부 연구위원(Research Fellow, Metropolitan Policy Research Group, Seoul Development Institute)

I. 서론

우리나라는 폐기물의 적정처리와 자원화를 위해 생활폐기물을 혼합폐기물, 음식물쓰레기, 재활용품, 대형폐기물 등으로 구분하고 있다. 시민들이 분리배출한 생활폐기물을 바람직하게 처리하기 위해서는 적절한 시설로 운반하여야 한다. 지방자치단체에서 운영하는 직영조직 또는 생활폐기물 수집운반업체(폐기물관리법에서 정함, 이하 대행업체라 한다)가 폐기물의 수거를 담당한다. 대행업체제도는 미국을 중심으로 활발하게 활용되고 있다(Thomas, 2000). 우리나라에는 1980년대 초반에 도입되어 대부분의 혼합폐기물, 음식물쓰레기 등의 수거를 담당하고 있다(박경효, 1992; 환경부, 2008).

지방자치단체들은 기존의 대행업체가 특별한 문제를 일으키지 않으면 지속적으로 사업을 보장하고 있고, '수의계약'이라는 계약방법을 활용한다. 일선현장에서도 새로운 업체로 바뀌는 과정에서 초래될 수 있는 청소서비스의 부실이나 중단 등을 우려하여 수의계약의 필요성을 암묵적으로 인정하여 왔다. 계약서에 명시하기 곤란한 각종 서비스를 대행업체에게 요구할 수 있고 일정수준의 수입을 보장하면 탈법이나 편법이 없으리라는 믿음에서 생활폐기물의 처리책임자인 지방자치단체장도 수의계약을 선호하는 경향이 있다.

그러나 최근 몇 년 사이에 경쟁방식이 도입되어야 한다는 의견들이 제기되고 있다. 현재의 방식은 근본적으로 자유시장경제의 질서에 위배되고, 대행업체들이 수거실적을 부풀려 부당이익을 취하며, 공무원과 대행업체 사이에 유착이 있는 등의 부분적 문제들이 비판의 단초를 제공하였다(법령제도개선팀, 2008). 이에 폐기물관리의 기준

을 만들고 제도를 관장하는 중앙행정부서에서 생활폐기물 수집운반업에 경쟁입찰이나 경쟁방식을 도입하는 방안을 강구하기에 이르렀다(환경부, 2008). 여전히 지방자치단체장이 생활폐기물 수집운반업의 허가권자이자 대행업체의 사용자이기 때문에 실제 경쟁방식이 업체 선정에 활용될지, 업체의 서비스이행실적 평가를 통한 인센티브나 페널티 부여에 활용될지는 알 수 없다.

그러나 이와 같은 절차를 논하기에 앞서 우리나라의 생활폐기물 수집운반업체가 시장의 구성원으로서 적정한 영업조건이나 경쟁조건을 갖추었는가를 살펴보아야 하는데, 그를 뒷받침할 사례나 연구결과는 찾아보기 어렵다. 수집운반, 선별가공, 처리처분 능력을 동시에 갖춘 미국의 생활폐기물 처리업체와 비교할 때 우리나라의 민간분야 참여는 주로 수집운반업에 한정되어 있고, 영세 규모의 대행업체들이 많다. 제조업 등 타 분야와의 비교에서도 종사자당 매출액이 낮은 그룹에 속한다(환경부, 2008; 유기영 외, 2009). 특히 문제되는 부분은 연간수입규모의 편차인데, 서울시 대행업체들의 수입은 업체당 연간 2.3억~39억원, 수집하는 폐기물 1톤당 3.4만~14.8만원, 수거인력당 1,663만~1억 2,583만원 등으로 편차가 매우 크다. 업체당 최소 6명, 최대 81명이라는 인력규모의 차이도 이러한 현상을 단편적으로 설명하고 있다(유기영 외, 2009).

여기에서 적정영업규모란 비용측면에서 경제적인리가 적용되는 규모 즉, 규모를 늘려도 더 이상 비용을 줄이는 데 한계를 보이는 한계규모를 말한다. 그러나 공공사업자로서 서비스를 보장받을 수 있는 규모, 민간영리업체로서 수익이 어느 정도 보장되는 규모에 관한 연구가 없었고, 있더라도 음식물쓰레기, 재활용품 등으로 수거품목이 세분

되는 상황을 반영한 적은 없다(유기영 외, 1999). 이에 본 연구에서는 혼합폐기물, 음식물쓰레기 또는 재활용품을 수거하는 대행업체의 적정영업규모를 수거비용에 기초하여 평가하고자 한다.

이 연구는 수집운반업에 종사하는 대행업체에게는 적절한 조직규모에 관한 정보를 제공하고, 지방자치단체에게는 최적의 가격에 양질의 서비스를 담보할 수 있는 업체를 선택하여 활용하는 토대를 제공할 것이다.

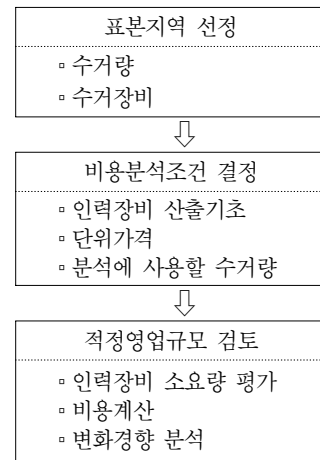
II. 연구방법

1. 비용분석방법

비용분석은 표준업무분석방법을 활용한다. 실제 수거현장에 투입되는 장비와 인력을 조사하여 대표적인 요구량을 산출하고 이를 토대로 어떤 조직에게 주어진 업무를 수행하는 데 필요한 전체 인력과 장비를 계산하고 마지막으로 비용을 산출하는 방법이다.

비용분석은 표본지역 선정, 비용분석조건 결정, 적정영업규모 검토 등 크게 3단계로 구분된다. 표본지역을 선정할 때에는 수거품목, 수거량, 수거장비 등을 감안한다. 비용분석조건을 결정할 때에는 인력과 장비 산출을 위한 원단위, 각 비용요소들의 가격, 분석에 사용할 수거량을 고려한다. 적정영업규모 검토에서는 수거량과 수거품목에 따른 소요 인력과 장비의 계산, 인력과 장비를 토대로 한 비용 계산, 비용의 변화경향을 통한 적정영업규모 평가 등을 수행한다.

전체적인 연구절차는 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 연구절차

2. 표본지역

표본은 서울시 종로구의 일정 구역을 청소하는 '심창기업'을 대상으로 한다. 서울시 25개 자치구 중 종로구와 종로구에서 영업하고 있는 3개의 수집운반업체 중 심창기업을 표본으로 선정한 이유는 다음과 같다. 첫째, 종로구는 서울의 중심이며 쓰레기의 종류별 수거량 및 구성비가 서울시 25개 자치구의 평균적인 특성과 유사하다. 즉, 총수거량이 비슷하고(자치구 평균 270톤/일, 종로구 264톤/일), 혼합폐기물의 수거량(자치구 평균 77톤/일, 종로구 77톤/일)과 재활용품의 수거량(자치구 평균 30톤/일, 종로구 20톤/일)도 유사하다. 둘째, 수거방법에서 종로구는 인력보다 장비의존도가 대체로 높은 지역으로서 일반적으로 지향하는 기계식 수거방법을 많이 채택하고 있다. 25개 자치구들의 환경미화원 1인당 평균 수거량인 1일 4.6톤보다 종로구의 수거량(1일 3.3톤)이 낮고, 수집차량 1대당 1일 수거량(서울시 평균 7.8톤, 종로구 16.7톤)과 동력수하차 같은 부대장비 수(수집차량당 서울시 평균 0.6대, 종로구 3.3대)는 많다. 셋째, 심창기

업의 담당구역은 주거지, 상가, 업무지역이 고루 분포하여 서울의 특성을 잘 반영한다. 넷째, 심창기업은 혼합폐기물, 음식물쓰레기, 재활용품을 모두 수거한다. 다섯째, 예비조사결과에 따르면 심창기업은 <표 1>과 같이 다양한 수거방법을 활용하고 있어서 분석결과를 서울 전체로 확대할 수 있을 정도로 대표성을 지니는 것으로 판단된다.

<표 1> 표본지역의 수거유형과 수거량

구분	수거유형	수거량 (톤/일)
혼합 폐기물	손수레 → 5톤차량 → 중간거점 → 적환장 → 매립지	8
	1톤트럭 → 5톤차량 → 중간거점 → 적환장 → 매립지	25
	1톤트럭 → 적환장 → 매립지	10
	5톤트럭 → 적환장 → 매립지	7
	소계	50
음식물 쓰레기	1톤트럭 → 5톤차량 → 중간거점 → 적환장 → 처리업체	23
	5톤트럭 → 적환장 → 처리업체	5
	소계	28
재활용품	1톤트럭 → 5톤차량 → 중간거점 → 적환장 → 매립지 인근	9
계		87

3. 비용분석조건

비용분석을 위해서는 인력 및 장비를 산출하기 위한 기초자료, 산출된 인력 및 장비로부터 비용을 환산하기 위한 단위가격, 분석에 사용할 수거량 등이 필요하다.

<표 2>는 인력 및 장비를 산출하기 위한 기초자료이다. 혼합폐기물은 4가지의 형태로 수거하고 있다. 「손수레 수집 → 5톤차량 → 중간거점 수집 → 적환장으로의 운반 → 수도권 매립지로의 수송」과 정으로 수거하는 경우, 1일 혼합폐기물 2.8톤당 1

인의 수거원과 1대의 손수레, 12.5톤당 5톤차량 1대와 1인의 운전원, 25.3톤당 1대의 수송차량 및 1인의 운전원이 필요함을 보여주고 있다. <표 2>는 산출된 인력과 장비 수를 조합하여 총수거비용을 산출할 수 있는 수거비용 산출기초도 담고 있다. 정부에서 정한 원가산정방법에 따르면 원가는 노무비, 경비, 일반관리비, 이윤으로 구성된다. 이 중 노무비가 일반적으로 가장 많은 부분을 차지하는데, 2008년에 조사된 대행업체 임금기준((사)한국생활폐기물협회, 2008)을 적용하면 수거원 월 240만원, 운전원 290만원, 작업반장 월 340만원 수준이다. <표 3>은 비용분석에 적용할 수거대상량이다. 수거대상량은 쓰레기의 종류별 양과 수거대상 쓰레기로 구분한다. 쓰레기의 종류별 양이란 혼합폐기물, 음식물쓰레기, 재활용품을 각각 다른 업체들이 수거한다고 보고 양의 변화에 따른 인력과 장비 그리고 수거비용을 평가하고자 한다. 수거대상 쓰레기란 현재 종로구의 수거량을 기준으로 하여 생활폐기물의 종류별로 각각 다른 업체들이 수거하는 경우와 일정지역에서 발생하는 여러 종류의 폐기물을 하나의 업체에서 수거하는 경우에 필요한 인력과 장비, 수거비용을 분석하고자 한다. 예를 들어 혼합폐기물 8톤을 「손수레 → 5톤차량 → 중간거점 → 적환장 → 매립지」의 방법으로 수거(<표 1> 참조)할 경우의 인력과 장비를 산출해보자. <표 2>의 동일한 수거방법에 기술된 산출기초를 적용하면 수거원 2.9인(=8톤÷2.8톤), 5톤차량 운전원 0.6인(=8톤÷12.5톤), 11톤차량 운전원 0.3인(=8톤÷25.3톤)이 필요하고 동수의 장비로 손수레 2.9대, 5톤 차량 0.6대, 11톤 차량 0.3대가 필요하게 된다. 같은 방법으로 다른 수거방법 및 폐기물에 대해 계산하고 합산하면 폐기물별, 수거조직별 또는 수거량별 인력 및 장비의 산출이 가능하다.

〈표 2〉 생활폐기물 수거비용 산출기초

구분	종류	산출기초	비고
인력 및 장비	혼합폐기물	<ul style="list-style-type: none"> 수거원: 2.8톤당 1인 5톤차량 운전원: 12.5톤당 1인 11톤차량 운전원: 25.3톤당 1인 손수레: 수거원 1인당 1대 5톤차량: 12.5톤당 1대 11톤차량: 25.3톤당 1대 	손수레 → 5톤차량 중간거점 → 적환장 → 매립지
		<ul style="list-style-type: none"> 수거원: 2.4톤당 1인 5톤차량 운전원: 12.5톤당 1인 11톤차량 운전원: 25.3톤당 1인 1톤차량: 수거원 1인당 1대 5톤차량: 12.5톤당 1대 11톤차량: 25.3톤당 1대 	1톤트럭 수거 → 5톤차량 중간거점 → 적환장 → 매립지
		<ul style="list-style-type: none"> 수거원: 2.0톤당 1인 11톤차량 운전원: 25.3톤당 1인 1톤차량: 수거원 1인당 1대 11톤차량: 25.3톤당 1대 	1톤트럭 수거 → 적환장 → 매립지
		<ul style="list-style-type: none"> 수거원: 8.0톤당 1인 5톤차량 운전원: 8.0톤당 1인 11톤차량 운전원: 25.3톤당 1인 5톤차량: 8톤당 1대 11톤차량: 25.3톤당 1대 	5톤트럭 수거 → 적환장 → 매립지
	음식물쓰레기	<ul style="list-style-type: none"> 수거원: 5.3톤당 1인 5톤차량 운전원: 10톤당 1인 1톤트럭: 수거인력 1인당 1대 10톤트럭: 10톤당 1대 	1톤트럭 수거 → 5톤차량 중간거점 → 적환장 → 처리업체
		<ul style="list-style-type: none"> 수거원: 10톤당 1인 5톤차량 운전원: 10톤당 1인 10톤트럭: 10톤당 1대 	5톤트럭 순환수거 → 적환장 → 처리업체
	재활용품	<ul style="list-style-type: none"> 수거원: 0.9톤당 1인 5톤차량 운전원: 5톤당 1인 11톤차량 운전원: 5.1톤당 1인 1톤차량: 수거원 1인당 1대 5톤차량: 5톤당 1대 11톤차량: 5.1톤당 1대 	1톤트럭 수거 → 5톤차량 중간거점 → 적환장 → 매립지 인근
비용1) (원/월)	노무비[1]	<ul style="list-style-type: none"> 수거원: 2,422,136 운전원: 2,852,968 작업반장: 3,373,768 	기본급, 수당, 상여금 등 물가시세(2008. 11)
	경비(복리후생비)[2]	<ul style="list-style-type: none"> 수거원: 344,705 운전원: 378,003 작업반장: 422,024 	산재보험, 국민보험, 건강보험, 고용보험, 임금채권, 피복비, 식비, 교통비, 체력단련비 등
	경비(차량유지비)[2]	<ul style="list-style-type: none"> 수하차: 3,889 1톤차량: 744,200 5톤차량(혼합): 2,875,672 5톤차량(음식물): 3,090,416 11톤수송차량: 5,542,027 	감가상각비, 차량수리비, 차량유류비 등
	일반관리비[3]	‘[1]+[2]’의 5% 이내	
	이윤	‘[1]+[2]+[3]’의 10% 이내	

1) 종로구, 2009, 종로구 청소시스템 전반에 관한 수지분석 연구

〈표 3〉 수거비용분석을 위한 쓰레기의 종류별 · 청소영역별 수거물량

구분	수거량(톤/월)
쓰레기 종류별	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 혼합폐기물: 125, 625, 1250, 2500, 4150, 6250, 12,500 ▪ 음식물쓰레기: 125, 625, 1250, 1950, 2500, 6250, 12,500 ▪ 재활용품: 125, 250, 500, 750, 2500, 6250
청소영역별	<ul style="list-style-type: none"> ▪ [혼합폐기물 4150] [음식물쓰레기 1950] [재활용품 500] ▪ [혼합폐기물 4150, 음식물쓰레기 1950] [재활용품 500] ▪ [혼합폐기물 4150, 음식물쓰레기 1950, 재활용품 500]

주: 1. 밑줄 부분은 현재 종로구 작업일 기준 수거량

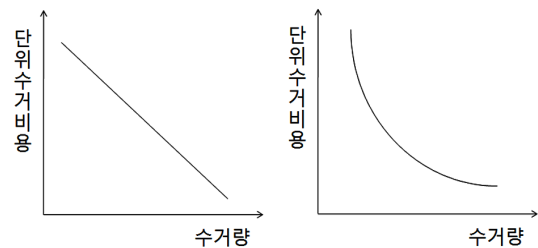
2. []는 개별업체를 의미

수거량이 달라지는 경우에도 〈표 1〉의 수거유형별 수거량은 그대로 적용된다. 즉, 수거량이 줄어들든 늘어나든 〈표 1〉의 유형별 수거량의 비에 따라 시나리오별 수거량이 분해되어 수거유형별로 인력 및 장비 산정에 활용되고 최종적으로 합산된다.

4. 적정영업규모 검토

대행업체의 적정영업규모는 수거량에 따른 수거비용의 변화경향으로부터 분석한다. 규모의 경제가 적용된다면 단위수거비용(여기에서는 단위수거비용, 즉 생활폐기물 1톤당 수거비용 등)은 대행업체의 규모가 커질수록 감소할 것이다. 그렇지만 규모의 경제가 적용되는 경우도 두 가지 변화경향이 나타날 수 있는데 〈그림 2〉의 좌측과 같이 지속적으로 영향이 나타나는 경우와 우측과 같이 그 영향이 감소하는 경우이다. 우측의 경우에는 변화경향을 분석하여 적정수준의 영업규모를 비교적 쉽게 파악할 수 있다. 그러나 좌측과 같이 지속적으로 영향이 나타난다면 적정영업규모는 비용이 아닌 다른 지표를 사용하거나 비용과 다른 지표를 복합적으로 사용해야 하는 등 적정영업규모의 파악이 복잡해질 수 있다. 〈그림 2〉는 수거량

과 단위수거비용에 대한 일반적인 변화경향으로서 서울특별시(2001)에 따르면 우측의 변화경향을 보인 바 있다. 본 연구의 수거비용분석도 분석방법에서 그때와 근본적으로 다르지 않아 유사한 경향을 보일 것으로 기대한다.



〈그림 2〉 규모의 경제가 적용되는 경우의 생활폐기물 수거량과 단위수거비용 관계 개념도

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 종류별 수거에서의 적정영업규모

〈표 4〉는 생활폐기물의 종류별로 수거량을 달리할 경우의 인력과 장비 소요량 분석결과이다. 인력은 수거원, 운전원, 작업반장²⁾, 장비는 손수레, 1톤차량, 5톤차량, 11톤차량 등으로 매우 다양

2) 작업반장(관리감독)은 업체별 또는 분야별 1인 배정을 원칙으로 하고 있다. 지방자치단체장(서울의 경우 구청장)에게 생활폐기물의 처리책무가 부여된 우리나라의 상황에서 1인의 관리감독은 적절하다. 그러나 수거영역이 2개 이상의 자치구로 확대되거나 수거량이 막대하게 증가할 경우에는 1인의 배치원칙에 변화가 필요할 수 있다. 이 경우 전체 수거비용에 작으나마 영향을 미치게 될 것이다.

〈표 4〉 생활폐기물 종류별 인력과 장비 소요량

종류	수거량 (톤/월)	인력				장비				
		수거원	운전원	관리감독	계	손수레	1톤차량	5톤차량	11톤차량	계
혼합폐기물	125 ³⁾	2	1	1	4	1	2	1	1	5
	625	10	3	1	14	2	7	2	1	12
	1,250	19	6	1	26	4	14	4	2	24
	2,500	37	11	1	49	7	28	7	4	39
	4,150	61	19	1	81	12	47	12	7	78
	6,250	91	28	1	120	17	70	18	10	105
	12,500	182	55	1	228	34	140	36	20	230
음식물쓰레기	125	1	1	1	3	—	1	1	—	2
	625	5	3	1	9	—	4	3	—	7
	1,250	9	5	1	15	—	8	5	—	13
	1,950	14	8	1	23	—	13	8	—	21
	2,500	18	10	1	39	—	16	10	—	26
	6,250	44	25	1	70	—	39	25	—	64
	12,500	87	50	1	138	—	78	50	—	128
재활용품	125	6	2	1	9	—	6	1	1	8
	250	12	4	1	17	—	12	2	2	16
	500	23	8	1	32	—	23	4	4	31
	750	56	20	1	77	—	56	10	10	76
	2,500	112	40	1	153	—	112	20	20	152
	6,250	278	99	1	378	—	278	50	49	377

하지만 동일 수거량에서의 인력 수와 장비 수는 폐기물의 종류별 수거특성을 잘 보여준다. 예를 들어 월 125톤의 폐기물을 수거할 경우의 인력수요는 혼합폐기물 4인, 음식물쓰레기 3인, 재활용품 9인으로 재활용품의 수거에 가장 많은 인력이 소요된다.

장비수요에서도 동일한 수거량에 대해 혼합폐기물 5대, 음식물쓰레기 2대, 재활용품 8대 등으로 역시 재활용품이 가장 많은 수의 장비를 필요로 한다. 인력과 장비가 수거비용을 좌우한다고 보면 단위수거량당 수거비용은 재활용품이 가장 높고

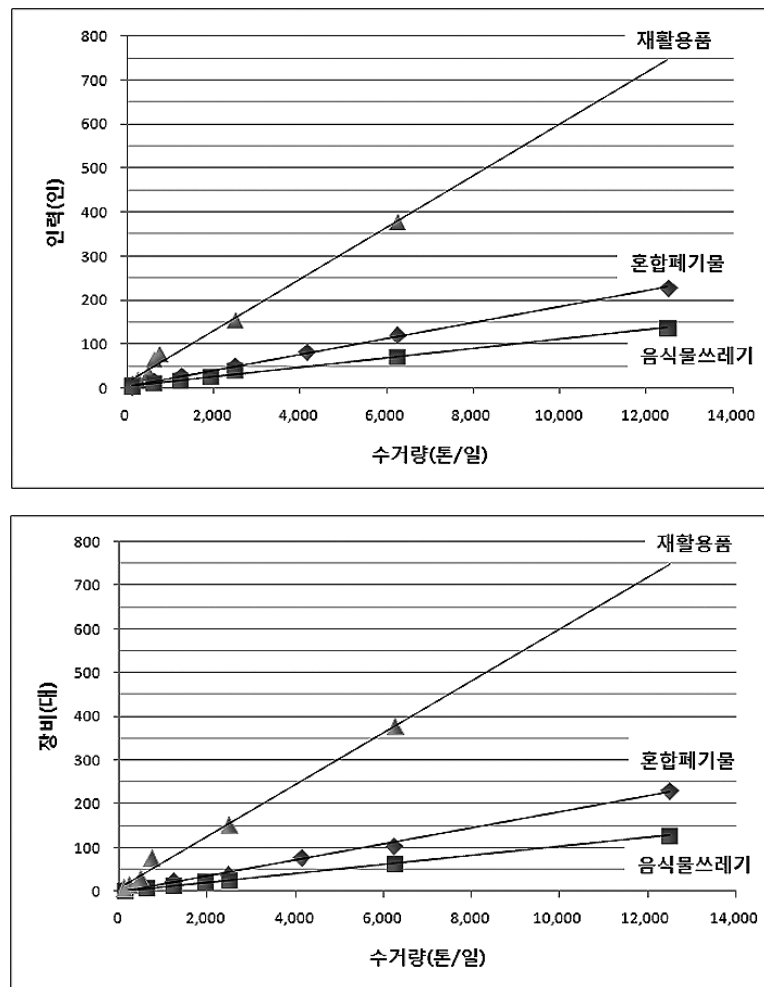
음식물쓰레기가 가장 낮을 수 있다는 것을 예상할 수 있다.

이상에서 설명한 폐기물의 종류별 인력 및 장비 수요의 차이는 〈그림 3〉을 통해 확연히 드러난다.

수거비용은 〈표 4〉의 인력 및 장비소요량에 〈표 2〉의 비용산출기초를 곱하고 일반관리비와 이윤을 반영하여 산정된다. 또한 총비용을 생활폐기물 수거량으로 제하면 단위수거비용이 산출된다.

〈그림 4〉~〈그림 6〉은 생활폐기물의 종류별 수거비용 변화를 보여준다. 그림에서는 수거비용의 변화가 둔화되는 시점의 수거량과 수거비용(원/

3) 운전원이 1인(1톤차량은 수거원도 운전 가능)인데 운반 및 수송차량이 2대인 것은 수거량이 1일 5톤 정도로 적어 운전원 1인이 시간을 배분하여 수집 및 수송업무를 담당하기 때문이다.



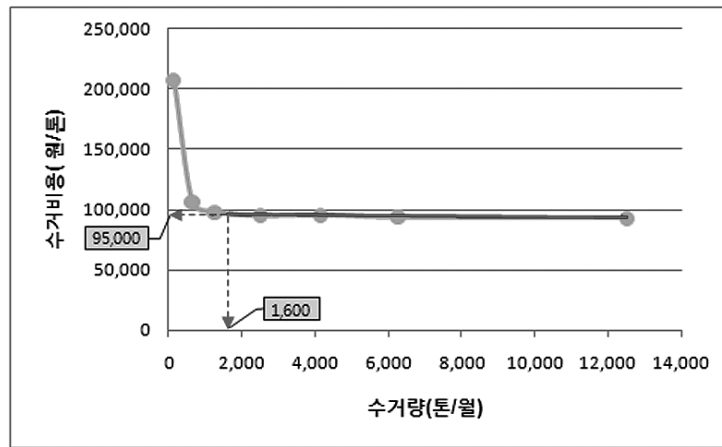
〈그림 3〉 생활폐기물의 종류별 인력 및 장비 소요량 변화

톤)도 확인할 수 있다.

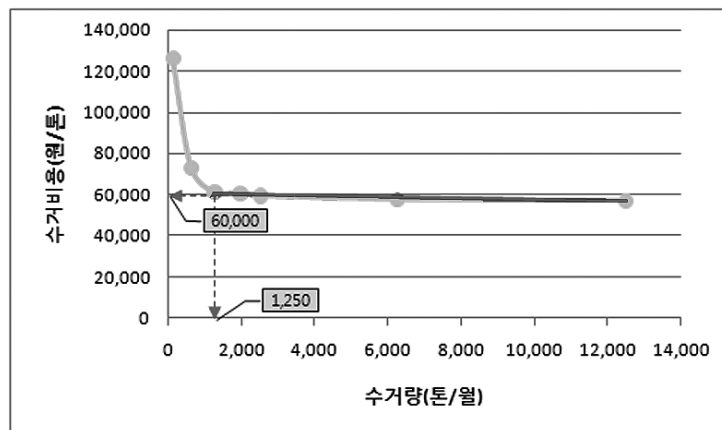
혼합폐기물의 수거비용은 월 125톤에서 1톤당 약 20만원이고, 월 12,500톤의 수거에서는 약 9만 3천원이다. 1톤당 수거비용은 수거량이 증가할수록 점차 감소하는데, 월 1,250톤에 이르기까지 급격히 감소하고 그 이상의 수거량에서는 수거비용의 감소가 크지 않다. 그 변화곡선으로부터 수거량의 영향이 둔화되는 지점을 도상에서 분석하면 〈그림 4〉와 같이 월 1,600톤 정도이고 그때의 수거비용은 1톤당 9만 5천원 정도이다.

음식물쓰레기의 수거비용은 월 125톤 수거에서 1톤당 약 12만 5천원이고, 월 12,500톤의 수거에서는 약 5만 7천원이다. 1톤당 수거비용은 수거량이 증가할수록 점차 감소하는데, 월 1,250톤에 이르기까지 급격히 감소하고 그 이상의 수거량에서는 수거비용의 감소가 크지 않다. 그 변화곡선으로부터 수거비용에 대한 수거량의 영향이 둔화되는 지점을 분석하면 〈그림 5〉와 같이 월 1,250톤이고 그때의 수거비용은 1톤당 6만원 수준이다.

재활용품의 수거비용은 월 125톤에서 1톤당 약



〈그림 4〉 혼합폐기물의 수거량과 수거비용 변화

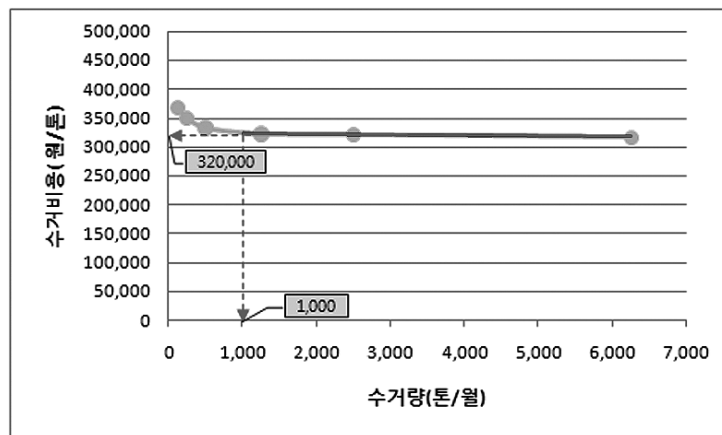


〈그림 5〉 음식물쓰레기의 수거량과 수거비용 변화

36만 7천원이고, 월 6,250톤의 수거에서는 약 31만 7천원이다. 1톤당 수거비용은 수거량이 증가할수록 점차 감소하는데, 월 500톤까지 비교적 빠르게 감소하고 그 이상의 수거량에서는 수거비용의 감소가 크지 않다. 수거비용에 미치는 수거량의 영향이 둔화되는 지점을 분석하면 〈그림 6〉과 같이 월 1,000톤이고 그때의 수거비용은 1톤당 32만원 수준이다.

혼합폐기물, 음식물쓰레기, 재활용품의 수거물량에 따른 수거비용 변화곡선을 상호 비교하면 재활용품의 변화경향은 혼합폐기물이나 음식물쓰레

기와는 다른 점이 있다. 즉, 수거량 증가에 따른 수거비용의 변화가 나머지 폐기물보다 완만하다. 이러한 경향은 〈표 4〉에 나타난 바와 같이 재활용품의 경우 단위 수거량당 인력요구량이 다른 폐기물보다 높아 작업반장 등 부수적으로 따르는 인력들의 영향이 상대적으로 줄어들기 때문인데, 월 125톤의 수거량에서 재활용품의 수거원은 6인으로 혼합폐기물 2인, 음식물쓰레기 1인과는 많은 차이를 보인다. 재활용품의 수거에 많은 인력이 소요되는 것은 재활용품의 상대적 부피가 크기 때문이다. 생활폐기물 1톤이 차지하는 부피는 혼합폐기물 5.3m³,



〈그림 6〉 재활용품의 수거량과 수거비용 변화

음식물쓰레기 1.6㎥, 재활용품 10㎥이다. 이는 혼합 폐기물 0.19㎥/톤, 음식물쓰레기 0.63㎥/톤, 재활용품 0.1㎥/톤이라는 생활폐기물의 겉보기밀도에 관한 현장조사자료로부터 확인할 수 있다(종로구, 2009). 그나마 혼합폐기물은 수거차량에서 압축에 의해 부피를 줄일 수 있음에 반해 재활용품은 유리 병 등의 파손을 방지하고자 압축을 하지 않고 배출 상태로 차량에 적재하게 된다.

생활폐기물의 종류에 따라 변화경향에 차이가

있으나 본 연구에서 활용한 방법에 의해 도출된 생활폐기물의 적정수거량은 혼합폐기물 월 1,600톤, 음식물쓰레기 월 1,250톤, 재활용품 월 1,000톤이고, 이 양을 수거업체의 적정영업규모로 볼 수 있다.

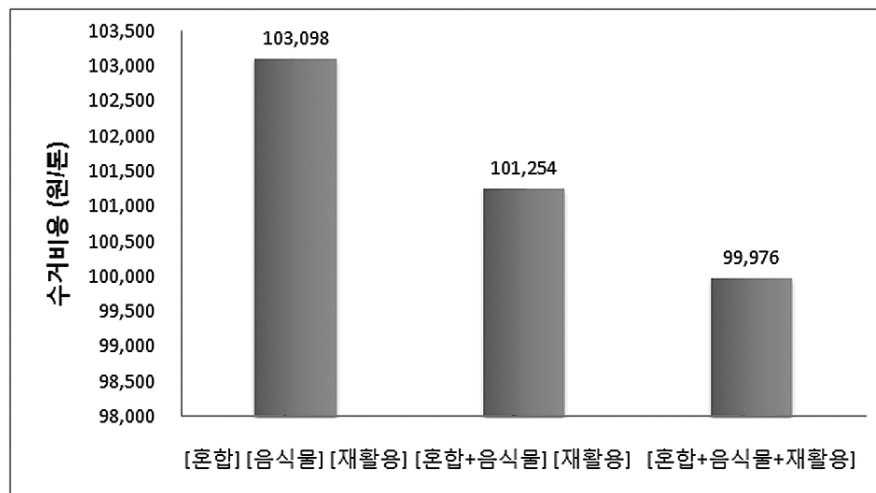
2. 구역전담수거에서의 적정영업규모

〈표 5〉는 청소영역별 수거인력 및 장비 소요량 분석결과이다. 종로구에서 발생하는 혼합폐기물

〈표 5〉 청소영역별 인력과 장비 소요량

종류	수거량 (톤/월)	인력				장비				
		수거원	운전원	관리감독	계	수차하	1톤차량	5톤차량	11톤차량	계
[혼합폐기물] [음식물쓰레기] [재활용품]	4,150(혼합)	61	19	1	81	12	47	12	7	78
	1,950(음식물)	14	8	1	23	-	13	8	-	21
	500(재활용)	23	8	1	32	-	23	4	4	31
	계				136					130
[혼합폐기물+ 음식물쓰레기] [재활용품]	4,150(혼합)/ 1,950(음식물)	74	26	1	101	12	59	20	7	98
	500(재활용)	23	8	1	32	-	23	4	4	31
	계				133					129
[혼합폐기물+ 음식물쓰레기+ 재활용품]	6,600 [4,150(혼합)/ 1,950(음식물)/ 500(재활용)]	96	34	1	131	12	81	24	11	128

주: []는 개별업체를 의미함.



〈그림 7〉 청소영역에 따른 수거비용(혼합 4,150톤, 음식물 1,950톤, 재활용 500톤)

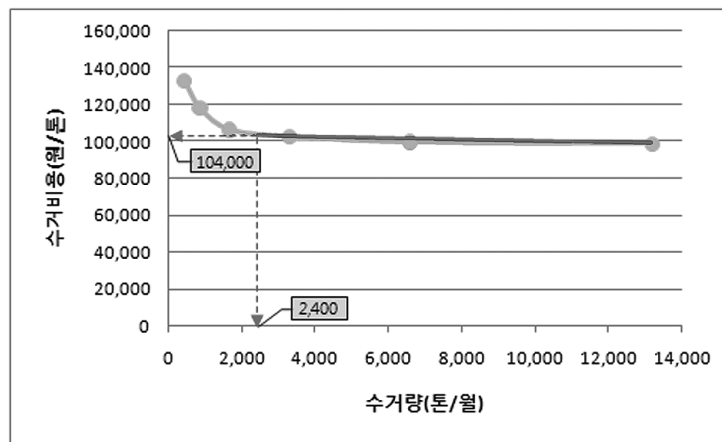
월 4,150톤, 음식물쓰레기 월 1,950톤, 재활용품 월 500톤을 각각 다른 업체들이 수거하는 경우 인력은 136인, 장비는 130대가 필요하다. 그러나 동일 공간에서 발생하는 혼합폐기물과 음식물쓰레기를 한 업체가 수거하고 재활용품만 다른 업체가 수거하는 경우에는 인력 133인, 장비 129대가 필요하다. 혼합폐기물, 음식물쓰레기, 재활용품을 모두 한 업체가 수거하는 경우(이하 구역전담방식)에는 인력 131인, 장비 128대로 동일 업체가 여러 종류의 폐기물을 함께 수거함에 따라 인력 및 장비 수요가 감소하는 경향을 보인다.

〈그림 7〉은 종류별 평균 월 수거량의 실제적 차이를 반영하여 혼합폐기물 4,150톤, 음식물쓰레기 1,950톤, 재활용품 500톤일 때의 청소영역에 따른 수거비용의 차이를 보여준다. 3가지 품목을 각각 다른 업체에서 수거할 때 1톤당 10만 3천원 정도가 소요되고, 혼합폐기물과 음식물쓰레기를 하나의 업체가 수거하고 재활용품은 다른 업체가 수거하면 1톤당 10만 1천원 정도, 구역전담방식으로 수거하면 약 10만원이 소요된다. 결국 큰 차이는 아니지만 일정 공간에서 발생한 생활폐기물을 하

나의 업체에서 수거할 때 수거비용이 가장 낮다.

이에 구역전담방식으로 수거하는 경우의 수거량의 변화에 따른 수거비용의 변화를 분석한 결과, 월 수거량 2,400톤까지 수거비용의 감소가 뚜렷하고 그 이상의 수거량에서는 수거비용의 변화가 매우 완만하다. 이때의 1톤당 수거비용은 10만 4천원 정도이다(〈그림 8〉 참조). 결국 구역전담방식으로 수거할 경우, 생활폐기물의 적정수거량은 월 2,400톤이다.

한편 생활폐기물의 종류별로 적정수거량에 맞추어 개별업체가 수거하는 경우의 1톤당 수거비용(103,098원, 〈그림 7〉 참조)과 구역전담수거일 때의 1톤당 수거비용(104,000원, 〈그림 8〉 참조)이 거의 차이가 없어서 구역전담수거는 실익이 없는 것처럼 보인다. 그러나 폐기물의 종류별 개별업체 수거는 도시의 청결성을 보장하기 어려운 약점이 있는데, 종로구를 예로 들면 다음과 같다. 폐기물의 종류별로 수거업체를 운영하면 종로구의 경우 혼합폐기물에 2.6개 업체(=4,150톤÷1,600톤), 음식물쓰레기 1.6개 업체(=1,950톤÷1,250톤), 재활용품 0.5개 업체(=500톤÷1,000톤) 등



〈그림 8〉 구역전담수거에서의 수거비용 변화

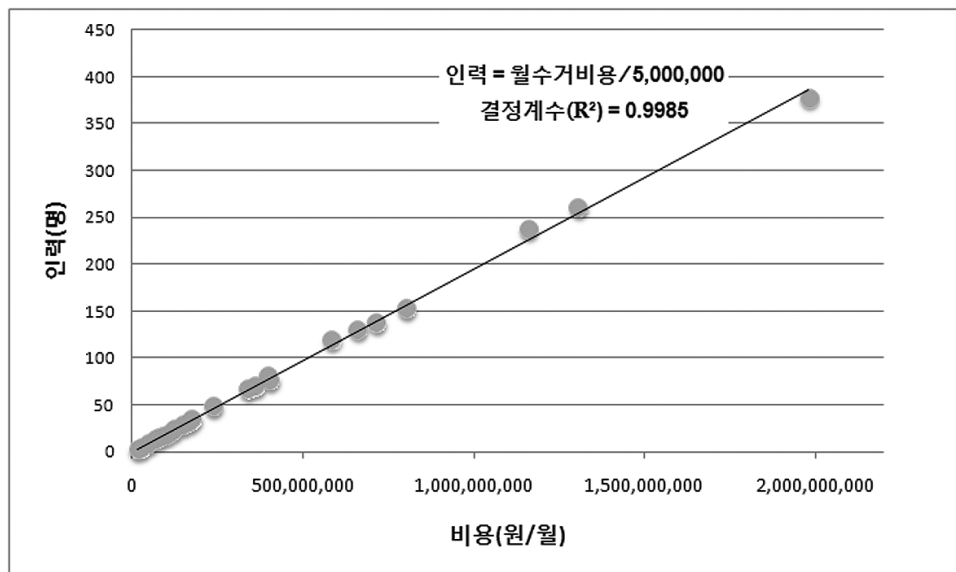
4.7개의 업체가 필요하다. 이 경우 청소구역의 중첩이 불가피하고 재활용품은 인근 자치구의 물량도 함께 수거하여야 경제적인 규모에서 수거가 가능하게 된다. 구역전담수거는 관리해야 할 수거업체의 수가 적은 장점도 있다. 종로구에 구역전담수거방식을 적용하면 수거업체 수는 2.8개 (=6,600톤÷2,400톤)로 폐기물의 종류별로 수거업체를 운영하는 경우와 비교하여 40% 정도 업체 수가 적다.

〈그림 9〉는 수거비용과 청소인력(미화원, 운전원)의 관계로 청소인력 1인이 늘어나면 월 수거비용이 5백만원 증가한다. 상관관계도 매우 밀접하여 결정계수(R^2)가 1에 근접한다. 〈표 4〉의 23가지의 조건에 대해서 수거비용을 분석한 결과, 인건비의 비중은 55~62%(48%인 혼합폐기물 월 125톤 제외)로 높고 균일하다. 경비항목 중의 하나인 각종 보험료, 피복비 등의 복리후생비도 엄밀하게는 인력을 기준으로 산정되며 전체 수거비용에서 10% 이상을 차지한다. 결국 인건비와 관련된 비용은 전체 수거비용의 70%에 이를 수 있다. 수거비용과 청소인력 수 사이에 높은 상관성이 형성되는 직접적인 이유인 것이다. 청소인력 1인당

월 500만원이라는 상수(〈그림 9〉의 함수식)도 같은 맥락에서 설명이 가능하다. 〈표 2〉에 따를 경우 노무비와 복리후생비가 수거원 280만원, 운전원 320만원, 작업반장 380만원으로 상수인 500만원의 56%, 64%, 76%를 차지한다. 15% 정도는 일반관리비와 이윤인데, 노무비와 경비에 정비례한다. 결국 10~30%만이 장비구입이나 유지 등에 관련되는 비용이다.

〈그림 9〉의 함수를 이용하여 수거업체의 적정인원의 산정이 가능하다. 즉 수거량 2,400톤/월이면 수거비용은 104,000원/톤이고(〈그림 8〉 참조), 이때의 월 수거비용은 249,600,000원(2,400톤/월×104,000원/톤)으로 소요인력은 50인(249,600,000÷5,000,000=49.92)이다. 결국 일정지역에서 발생하는 3종류의 생활폐기물을 하나의 업체가 수거할 경우, 적정인력은 50인이고 이를 적정영업규모로 볼 수 있다.

이상의 내용과는 별개로 본 연구에서 산출한 수거량이 '적정수거량'이 아니고 오히려 최소수거량이다'라는 주장이 제기될 수 있다. 적정수거량을 판별한 수거량 이상에서는 비용변화가 거의 없기 때문이다. 그러나 이러한 현상은 본 연구에서 선택한 적정수거량 산출방법의 한계에서 초래되



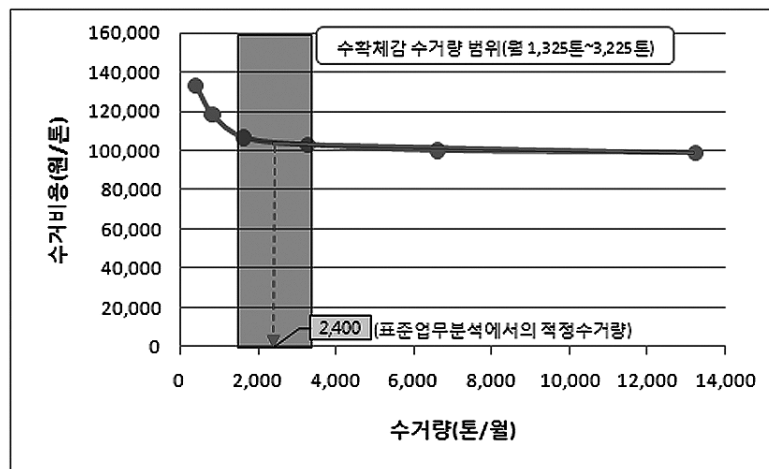
〈그림 9〉 수거비용과 청소인력의 관계

고 있다. 본 연구진은 본 연구와 동일한 목적으로 서울시 108개 수거업체의 인력, 장비, 수거량 등을 활용하여 통계적 분석을 실시한 바 있다. 분석에는 조직경영분야의 범용도구 중 하나인 자료포락 분석⁴⁾을 활용하였다. 그 결과 수거업체들의 효율성 차이가 매우 컸다. 세부내용을 소개하면 39개 업체가 효율적인 조직으로 분석되었고, 나머지 69개 업체는 비효율적인 조직으로 평가되었다. 비효율적인 업체 중 45개 업체는 조직의 규모를 키울 때 효율성이 높아지고, 반대로 24개 업체는 규모를 줄여야 효율성이 높아지는 것으로 나타났다. 효율적이라고 판단되는 조직들의 수거량은 월 1,325~3,225톤으로 적정수거량이 있음을 보여 주었다(윤형호 외, 2009). 그리고 본 연구에서 분석

된 전담수거방식의 비용변화경향과 결합하면 〈그림 10〉과 같이 본 연구에서 도출한 적정수거량 월 2,400톤은 정중앙에 위치한다. 결국 본 연구의 방법론에서 도출된 적정수거량은 타 기법에서 도출된 결과와도 어느 정도 일치함을 알 수 있다.

추가로 본 연구의 결과는 서울시를 대상으로 분석하여 얻은 것이다. 따라서 인건비 등 산출기초의 적용기준이 달라지면 단위수거비용도 달라질 수 있다. 그렇지만 인력과 장비는 표준업무분석방식, 즉 반드시 필요한 인력과 장비를 배정하는 것을 원칙으로 하고 있다. 적은 수거량에서 단위수거비용이 높은 것은 인력 1인, 차량 1대도 제대로 활용하지 못하는 상황에 더하여 작업반장 등 보조인력 등의 영향이 크게 작용하는 경우가 많기

4) 자료포락분석(DEA)은 계산된 효율성지표를 이용해 효율성을 판단하는 방법으로 법학·행정, 경제·경영, 사회, 인문, 공학에 이르기까지 여러 분야에서 다양하게 활용되고 있다. DEA방법은 행정분야(남궁근·하혜수, 2004)에서는 공공서비스 수행에 소요되는 투입자원의 재배분 방안 및 사회복지서비스 생산성 분석, 경제·경영분야(서영애·나정기, 2006)에서는 경영효율성 분석 및 평가, 사회분야(조영석, 2005)에서는 관리서비스의 효율성 측정 등에 활용된 예가 있고, 인문분야(김선애, 2004)에서도 대학교서관의 효율성 평가에 활용되었다. 그 외에도 안전관리체계의 운영효율성 분석(양형선 외, 2007), 서울시 자치구별 교육서비스의 효율성 측정(김현제·조성한, 2006) 등에 활용되었고, 폐기물 분야에서도 유기영 외(1999)의 연구에도 사용된 바 있다.



〈그림 10〉 자료포락분석의 적정수거량과 범위와 본 연구결과 비교

때문이다. 반대로 일정 수준 이상의 수거량에서 단위수거비용의 변화가 둔화되는 것은 바로 이러한 불합리한 현상이 제거되기 때문이다. 결국 다른 지역에도 본 연구 방식을 적용한다면 본 연구에서 도출된 적정수거량 또는 적정영업규모와 유사한 결과가 산출될 가능성이 높다.

IV. 결론

본 연구는 혼합폐기물, 음식물쓰레기, 재활용품을 수거하는 대행업체의 적정영업규모를 수거비용에 기초하여 평가하고자 수행되었다. 주요 결과는 다음과 같다.

1) 수거비용의 변화가 둔화되는 시작점을 기준으로 하여 생활폐기물의 적정수거량을 분석하였다. 그 결과, 혼합폐기물, 음식물쓰레기, 재활용품을 별도의 수거업체에서 수거할 경우의 적정수거량은 각각 월 1,600톤, 1,250톤, 1,000톤이다.

2) 구역전담방식으로 혼합폐기물, 음식물쓰레기, 재활용품을 수거하는 것이 종류별로 별도의 업체가 수거하는 것보다 경제적이며, 이 경우의

적정 수거량은 월 2,400톤이고, 책임수거가 가능하다는 장점이 인정된다.

3) 수거비용에 있어서 인건비의 비중은 55~63%로 높고 균일하다. 따라서 양자의 밀접한 관련성은 '인력 수(미화원, 운전원) = 월 수거비용 ÷ 5,000,000'로 표현되고, 구역전담방식으로 혼합폐기물, 음식물쓰레기, 재활용품을 수거할 때의 대행업체의 적정인력 수는 50인 정도이다.

참고문헌

- 김선애, 2004, "DEA를 이용한 대학도서관의 효율성 평가: 프랑스의 대학도서관을 대상으로", 『한국문헌정보학회 학술발표논문집』, 제17집: 7~32, 한국문헌정보학회.
- 김현제·조성한, 2006, "DEA를 이용한 서울시 자치구별 교육서비스의 효율성 측정", 『경영교육논총』, 제42집: 189~205, 한국경영교육학회.
- 남궁근·하혜수, 2004, "DEA에 의한 공공서비스 투입자원 재배분방안 연구", 『한국조직학회보』, 제1권 제1호: 1~24, 한국조직학회.
- 박경효, 1992, "공공서비스의 민간화에 대한 평가", 『한국행정학보』, 제25권 제4호: 459~479.

- 법령제도개선단, 2008, 『2008년 국민권익위원회 전수조사』, (사)한국생활폐기물협회, 2008, “생활폐기물 수집운반업 임금실태 조사 노임”, 『물가시세』, 1685.
- 서영애·나정기, 2006, “DEA를 이용한 한식 프랜차이즈 경영효율성 분석”, 『관광학연구』, 제30권 제1호: 295~315, 한국관광학회.
- 서울특별시, 2001, 『서울시 생활폐기물 청소원가 분석연구』, 97.
- 양형선·김철승·노창균, 2007, “DEA분석 기법을 이용한 안전관리체제 운영효율성 분석”, 『해양환경안전학회지』, 제13권 제2호: 141~146, 해양환경안전학회.
- 유기영·윤형호, 2009, 『서울시 생활폐기물 수집운반업체 적정영업규모 연구』, 서울시정개발연구원.
- 유기영·이종규·조임곤, 1999, 『서울시 청소조직의 효율적 관리방안 연구』, 서울시정개발연구원.
- 윤형호·유기영·정진아, 2009, “생활폐기물 수집업체의 비효율성과 규제완화로 인한 효과분석: 서울시 사례”, 『규제연구』, 제18권 제2호: 95~129.
- 조영석, 2005, “DEA를 활용한 산업단지 관리서비스의 효율성 측정”, 『국토연구』, 통권 제46권: 41~56, 국토연구원.
- 종로구, 2009, 『종로구 청소시스템 전반에 관한 수치분석 연구』, 83~89.
- 폐기물관리법(법률 제8789호)
- 환경부, 2008, 『생활폐기물 수집·운반·처리 대행제도 개선방안 연구』.
- Thomas, Steven, 2000, “Detroit Could Collect Savings from Privatized Garbage Pickup”, *Michigan Privatization Report*, Mackinac Center for Public Policy.
- <http://www.republicservices.com/allied.html>

원고 접수일 : 2010년 1월 4일
1차심사완료일 : 2010년 1월 27일
최종원고채택일 : 2010년 2월 25일