

구조모형을 이용한 적정 종량제 봉투 가격 추정에 관한 연구[†]

양준석* · 최은철** · 이상현***

요약 : 이 연구는 배출자부담원칙을 달성하는 적정 수준의 종량제 봉투 가격을 추정한다. 이 연구의 주요한 기여는 기존 연구와 달리 생활폐기를 배출 수요함수와 생활폐기물 처리비용함수 간의 구조적 관계를 이용하여 새로운 균형 가격을 찾았다는 점이다. 추정방법은 고정점 반복법을 이용한다. 주요 연구 결과는 다음과 같다. 배출자부담원칙이 달성되는 조건을 생활폐기물 처리에 대한 총수입과 총비용이 일치하는 점으로 정의하고, 단순하게 산술적으로 계산하면 종량제 봉투 가격은 현재보다 약 3.12배 높은 수준에서 정해져야 한다. 그러나 구조적 관계를 이용하여 추정한 결과는 종량제 봉투 가격이 현재보다 약 4배 높은 수준에서 정해질 필요가 있음을 보여준다. 이러한 결과는 고정비용의 존재로 인하여 폐기물당 처리비용이 이전보다 높아지기 때문이다. 추정된 적정 가격을 적용할 경우 전국적으로 생활폐기물 발생량은 약 10% 정도 감소하는 것으로 나타난다.

주제어 : 쓰레기 수수료, 종량제, 종량제 봉투 가격, 생활폐기물 배출 수요함수, 생활폐기물 처리 비용함수, 고정점 반복법

JEL 분류 : C5, L9, Q1

접수일(2021년 11월 1일), 수정일(2022년 1월 18일), 게재확정일(2022년 2월 23일)

[†] 이 연구는 대전세종연구원에서 발간한 「생활쓰레기 종량제 수수료 개선 방안」의 내용 중 일부를 보완·발전시킨 것이다. 이 연구의 내용과 결과는 전적으로 저자들의 개인적인 견해이며, 저자들이 속한 기관의 공식적인 입장과 무관하다.

* 대전세종연구원 연구위원, 제1저자(e-mail: jsyang@csi.re.kr)

** 고려대학교 4단계 BK21 경제학교육연구단 연구교수, 공동저자(e-mail: aidster@korea.ac.kr)

*** 공정거래위원회 행정사무관, 교신저자(e-mail: stoll80@korea.kr)

Estimating the Price of Standard Waste Bags Using a Structural Model[†]

Jun Seok Yang*, Eun Chul Choi** and Sangheon Lee***

ABSTRACT : This paper estimates the price of standard waste bags that satisfies the polluter pays principle. Unlike previous studies, this paper suggests a method that can find new equilibrium prices using a structural relationship between the demand and cost function for the wastes. To do this, we employ the fixed-point iteration. The main findings of this paper are as follows. Assuming that the polluter pays principle is achieved at the average cost for the waste treatment, the price need to be set at a level about 3.12 times higher than the current one. The estimation result using a structural model, however, shows that the price should be set at a level four times higher than the present. This results are because the quantities reduced of the wastes make the cost per quantity of wastes due to the fixed costs increase. If applying the estimated price to the demand function, the amount of discharge of waste generated nationwide can be reduced by 10%.

Keywords : Volume-based waste fee system, The price of standard waste bags, Demand function for the discharge of waste, Cost function for the waste treatment, Fixed-point iteration

Received: November 1, 2021. Revised: January 18, 2022. Accepted: February 23, 2022.

[†] The views expressed in this paper are personal and do not necessarily represent those of Daejeon Sejong Research Institute and Korea Fair Trade Commission.

* Research Fellow, Daejeon Sejon Research Institute, First author(e-mail: jsyang@dsi.re.kr)

** Research Professor, BK21FOUR, Department of Economics, Korea University, Coauthor(e-mail: aidster@korea.ac.kr)

*** Deputy Director, Korea Fair Trade Commission, Corresponding author(e-mail: stoll80@korea.kr)

1. 서론

「환경정책기본법」 제7조에서는 자기 행위 또는 사업활동으로 인해 환경오염의 원인을 야기하는 자는 그 오염의 방지와 오염된 환경의 회복 및 피해청구에 소요되는 비용을 부담해야 한다고 명시하여 ‘오염원인자비용부담원칙’을 우리나라 환경정책의 기본 원칙으로 정하고 있다. 반면, 「폐기물관리법」 제14조 제5항¹⁾에서는 생활폐기물 처리비용을 종량제 봉투라는 수단을 통해 배출자가 부담하도록 규정하고 있다. 이에 따라 우리나라는 재활용되지 않는 생활폐기물은 종량제 봉투에 담아 배출하고, 처리비용은 종량제 봉투 판매수입으로 충당하는 쓰레기 종량제를 시행하고 있다. 즉, 쓰레기 종량제는 ‘배출자부담원칙’을 기본으로 한다.

쓰레기 종량제는 오염원인자비용부담원칙에 따라 재활용이 안 되는 생활폐기물에 대해서는 오염원인자인 배출자에게 비용을 징수하고, 재활용이 되는 생활폐기물이나 배출자가 불분명한 공공 영역에 대한 관리는 지방자치단체가 담당하는 체계이다(이희선 외, 2018). 그러나 쓰레기 종량제의 배출자부담원칙은 잘 지켜지지 않고 있다. 생활폐기물 처리비용 대비 종량제 봉투 판매수입이 차지하는 비중을 주민부담률이라고 하는데, 환경부의 「쓰레기 종량제 현황」에 따르면 2018년 기준 전국 시·군·구의 평균 주민부담률은 29% 수준이고, 나머지 71%는 지방자치단체가 부담하고 있는 것으로 나타난다. 이러한 원인은 생활폐기물 처리에 소요되는 비용은 지속적으로 증가하고 있으나, 종량제 봉투 가격은 그만큼 인상되지 못하였기 때문이다.²⁾

적정 수준의 종량제 봉투 가격을 책정하는 것은 재정적인 측면에서 중요하다. 왜냐하면 생활폐기물 처리비용에 대한 지방자치단체의 부담이 커질수록 청소예산의 재정자립도가 약화될 수 있고, 이는 재활용품 수집·운반 및 거리 청소 등 지방자치단체가 제공하는 다른 공공서비스에 부정적인 영향을 미칠 수 있기 때문이다. 이러한 공공서비스의 질

1) 폐기물관리법 제14조 ⑤ 특별자치시장, 특별자치도지사, 시장·군수·구청장은 제1항에 따라 생활폐기물을 처리할 때에는 배출되는 생활폐기물의 종류, 양 등에 따라 수수료를 징수할 수 있다. 이 경우 수수료는 해당 지방자치단체의 조례로 정하는 바에 따라 폐기물 종량제 봉투 또는 폐기물임을 표시하는 표지 등(이하 “종량제 봉투등”으로 한다)을 판매하는 방법으로 징수하되, 음식물류 폐기물의 경우에는 배출량에 따라 산출한 금액을 부과하는 방법으로 징수할 수 있다.

2) 대표적으로 대전광역시의 경우 2006년에 결정된 종량제 봉투 가격이 현재까지 이어지고 있다.

적 하락은 악취 등 부정적 외부효과를 발생시켜 시민들의 삶의 질을 하락시킬 수 있다.

한편, 종량제 봉투 가격 인상은 생활폐기물 배출량 감소를 유인할 수도 있어 재정적인 측면뿐만 아니라 환경적인 측면에서도 중요하다. 최근 코로나19로 인한 비대면 서비스 확대 등으로 일회용품 사용이 증가³⁾하고 있어 생활폐기물 증가가 우려되고 있다. 게다가 쓰레기 매립지 부족 문제는 점차 현실이 되고 있다. 수도권 매립지의 경우 이미 포화 상태이며, 대체 매립지 조성은 요원하기만 하다. 생활폐기물 감소는 현세대가 직면한 가장 중요한 환경문제라 할 수 있다. 이러한 생활폐기물 증가의 억제 또는 감소를 유도하기 위해서라도 종량제 봉투 가격을 적정 수준으로 높일 필요가 있다.

하지만 어느 정도의 가격 수준이 적절한 종량제 봉투 가격인지에 대한 기준과 연구는 부족하다. 환경부의 「쓰레기 수수료 종량제 시행지침」에서는 종량제 봉투 가격은 각 지역 실정에 맞게 자율적으로 결정하도록 하며, 주민부담률을 높이기 위해 노력해야 한다고 명시하고 있다. 주민부담률은 배출자부담원칙을 측정하는 대표적인 지표이다. 따라서 환경정책의 관점에서 적정 가격은 배출자부담원칙을 달성하게 하는 가격, 즉 주민부담률을 개선하는 가격이라 할 수 있다. 이와 같은 관념은 종량제 봉투 가격을 다룬 기존 연구에서도 나타나고 있다(양은모 외, 2014; 이희선 외, 2013; 이희선 외, 2018). 이들 연구는 주민부담률 개선을 목적함수로 두고 적정 수준의 종량제 봉투 가격 인상안을 제시하였다.

이 연구는 배출자부담원칙을 달성하게 하는 가격을 적정 가격으로 정의하고, 구체적인 가격 수준을 추정하는 데 목적을 둔다. 주민부담률을 100% 달성하는 수준의 가격을 적정 가격으로 정의하면, 적정 가격은 기본적으로 생활폐기물 처리비용을 생활폐기물 발생량으로 나눈 평균비용으로 산정할 수 있다. 다만, 이러한 단순한 접근은 실제 적정 가격보다 낮은 수준의 가격을 제시할 가능성이 높다. 생활폐기물 처리에 소요되는 비용은 고정비용과 가변비용으로 구분된다. 고정비용은 처리량과 무관하게 소요되는 비용으로서 그 비중이 클수록 처리량 감소에 따른 평균비용도 커지게 된다. 따라서 종량제 봉투 가격 인상에 따라 배출량(처리량)이 감소한다면, 평균비용이 높아지고 적정 가격도 이전 보다 높은 수준에서 결정될 것이다. 이와 같은 이유로 적정 가격을 산정할 때 수요

3) 식품의약품안전처 보도자료(2021)에 따르면 2019년과 비교하여 2020년의 일회용 포크 생산은 64.1%, 일회용 젓가락 생산은 60.5% 증가하였다.

와 공급 간 피드백에 대한 고려가 필요하다. 이 연구에서는 구조모형을 이용하여 수요(생활폐기물 배출)와 공급(생활폐기물 처리)측면을 유기적으로 연결시켜 균형에서의 적정 가격을 추정한다.

이 연구의 주요 분석 결과는 다음과 같다. 배출자부담원칙이 달성되는 조건을 생활폐기물 처리에 대한 총수입과 총비용이 일치하는 점으로 정의한 후 구조적 관계를 이용하여 추정하면, 적정 종량제 봉투 가격은 현재보다 약 4배 높은 수준에서 정해질 필요가 있다. 특히, 추정된 적정 종량제 봉투 가격은 현재의 평균 비용보다 높은 것으로 나타난다. 이러한 결과는 생활폐기물 처리비용 중 고정비용의 비중이 높다면, 가격 인상으로 인한 생활폐기물 감소가 결국 평균 처리비용을 증가시키기 때문이다. 지역별로 살펴보면 상대적으로 대도시일수록 종량제 봉투 가격 인상률이 낮게 나타난다. 이러한 결과는 주거밀집도가 높은 지역일수록 수집·운반 등에 소요되는 비용이 낮기 때문인 것으로 추정된다. 추정된 적정 가격을 적용할 경우 전국적으로 생활폐기물 발생량은 약 10% 정도 감소하는 것으로 나타난다.

이 연구의 구성은 다음과 같다. II 장은 쓰레기 수수료 종량제와 관련한 선행연구를 검토한다. III 장은 분석모형과 자료와 분석 결과 등을 보고한다. IV 장은 연구 결과의 시사점과 한계점 등을 제시한다.

II. 선행연구

쓰레기 수수료 종량제와 관련된 기존 연구들은 주로 제도 도입 목적에 따라 쓰레기 수수료 종량제가 생활폐기물 배출량을 얼마나 감소시켰는지를 분석한다. 쓰레기 수수료 종량제의 도입 목적은 생활폐기물 처리비용을 배출자에게 부과하여 생활폐기물 배출량을 줄이고 재활용품 등의 분리 배출을 유도하는 데 있다.

초기 연구인 홍성훈(1996, 1997), Hong(1999)은 분석 자료가 제대로 갖추어지지 않아 설문조사를 통하여 제도의 효과를 분석하였다. 이산·연속 선택모형을 이용하여 분석한 홍성훈(1996)에 따르면, 종량제 봉투 가격과 생활폐기물 배출량 간에는 음(-)의 관계가 있는 것으로 나타났다. 그러나 추정된 가격 탄력성이 매우 낮은 점을 고려하여 종량제 봉투 가격을 대폭 인상하지 않는 한 생활폐기물 배출에 미치는 효과는 한계가 있음을 예

측하였다. 홍성훈(1997)은 생활폐기물 배출과 재활용품 배출 간의 관계를 고려하여 종량제 봉투 가격의 효과를 분석하였다. 분석 결과에 따르면, 종량제 봉투 가격 인상은 생활폐기물 배출량 감소에 직접적인 영향을 주지 않고, 재활용품 배출량 증가를 통해 생활폐기물 배출량을 감소시키는 것으로 나타났다. 한편, Hong(1999)는 종량제 봉투 가격이 생활폐기물 배출과 재활용 배출에 모두 유의미한 영향을 미치는 것으로 분석하였다. 종량제 봉투 가격은 생활폐기물 배출량을 감소시키고, 재활용 배출량을 늘리는 것으로 나타났다.

초기 연구들은 쓰레기 수수료 종량제의 효과를 분석하는 데 큰 기여를 하였으나, 분석 자료의 특성상 분석 결과가 일관되게 나타나지 않은 한계가 있다. 초기 연구 이후로는 행정지역 단위로 체계적으로 집계된 자료를 이용하여 정책의 효과를 분석한다. 주요 연구 결과들을 소개하면 다음과 같다. 홍성훈(2001)은 쓰레기 수수료 종량제 도입 후 생활폐기물 배출량과 재활용품 배출량의 변화를 분석하였다. 분석 결과에 따르면, 제도 시행 이후 생활폐기물 배출량은 감소하였으나 제도 정착 이후에는 가격 유인에 따른 배출량 감소 효과는 나타나지 않았다. 다만, 이 연구의 분석기간이 제도 도입 초창기인(1994년~1997년) 점을 고려하면 과거보다 환경에 대한 인식이 향상되고 제도가 성숙 단계로 들어선 현재와 직접 비교하기에는 무리가 있다. 전광호 외(2007)도 종량제 도입 전·후 폐기물 배출량 변화를 비교하였다. 시간추세와 인구와 면적과 지역총생산 등의 변수를 통제한 분석 결과는 종량제 실시 이후 폐기물 배출량은 감소하고 재활용은 증가하는 것으로 나타났다. 다만, 이 연구는 종량제 봉투 가격과 생활폐기물 배출량 간의 관계를 제시하지는 않았다.

이후 보다 확장된 시계열 자료를 이용한 연구들은 대체로 종량제 봉투 가격이 생활폐기물을 유의미하게 감소시키는 결과를 제시하고 있다(홍성훈, 2015; 이희선 외, 2018; 조하은·우영진, 2020). 홍성훈(2015)은 종량제 봉투 가격 인상은 생활폐기물을 감소시키지만, 재활용품 분리배출 증가 등의 영향으로 전체 폐기물량은 오히려 증가하는 결과를 보였다. 반면, 조하은·우영진(2020)은 종량제 봉투 가격 인상으로 인한 종량제 수거량 감소분이 재활용품 증가량을 압도하여 전체 폐기물량은 감소한다는 결과를 제시하였다. 또한, 인접지역 간 종량제 봉투 가격의 변동이 연관성을 가지고 있어 어떤 지역의 종량제 봉투 가격 인상은 인접지역의 가격 인상으로 이어져 자기 지역뿐만 아니라 인접

지역의 폐기물도 같이 감소한다고 주장하였다.

해외 연구들도 주로 제도 시행이 생활폐기물 감소에 미친 효과를 분석한다. 그 결과를 간략하게 살펴보면, 분석 방법이나 분석 국가 별로 제도 시행에 따른 효과 차이는 있지만 일관되게 종량제는 폐기물 배출량을 감소시키는 것으로 나타난다(Yamakawa and Ueta, 2002; Dijkgraaf and Grauds, 2004; Huang et al, 2011; Wright et al, 2018; Bueno and Valente, 2019).⁴⁾

앞서 살펴본 바와 같이 제도 시행의 효과를 분석한 연구들은 많은 반면, 종량제 봉투 가격의 적정 수준을 제시한 연구는 많이 이루어지지 않았다. 양은모 외(2014)는 쓰레기 수수료 종량제 시행에 따른 경제적 성과를 분석하고 종량제 봉투의 가격 재설정 방안을 제시하였다. 연구 결과에 따르면, 쓰레기 수수료 종량제는 생활폐기물 배출을 감소시켜 생활폐기물 처리비용을 절감시킴과 동시에 재활용품 증가에 따른 경제적 가치를 창출하였다고 보았다. 이러한 긍정적 영향을 근거로 종량제 가격 인상안을 제시하였다. 이희선 외(2013)와 이희선 외(2018)는 종량제 봉투 가격 인상이 생활쓰레기, 재활용쓰레기 배출량 및 주민부담률 등에 미치는 효과를 분석하고, 가격 인상 시나리오에 따른 변화를 예측하였다. 이들 연구는 현재의 종량제 봉투 가격이 낮은 수준이라는 점을 지적하면서, 종량제 봉투 가격의 현실화를 위한 대안을 제시했다는 점에서 의의를 가진다. 이들 연구는 공통적으로 임의의 가격 인상안에 대하여, 그러한 인상안이 적용되는 경우에 따라 폐기물배출량과 주민부담률 등의 변화를 계산하여 적정 수준의 가격을 제시하고 있다. 다만, 이러한 과정에서 처리비용이 일정하다고 가정하고 있는데, 이는 본 연구와의 큰 차이점이다. 앞서 언급했듯이 종량제 봉투 가격 변화는 생활폐기물 처리에 대한 평균 비용을 상승시킨다. 왜냐하면 생활폐기물 처리비용에는 생활폐기물 배출량과 무관한 고정비용이 존재하기 때문이다. 만약, 종량제 봉투 가격이 인상되어 생활폐기물 배출량이 감소한다면, 고정비용으로 인하여 평균비용은 이전에 비해 증가하게 된다. 따라서 비용을 회수하기 위한 가격도 이전보다 높은 수준에서 결정되기 때문에 애초에 가격인상을 통해 달성하고자 한 주민부담률의 목표치는 달성하기 어렵게 된다. 따라서 주민부담률 목

4) 각 연구자들이 분석한 대상은 다음과 같다. Yamakawa and Ueta(2002)는 일본을, Dijkgraaf and Gradus(2004)는 네덜란드를, Huang et al.(2011)과 Wright et al.(2018)은 미국을, Bueno and Valente(2019)는 이탈리아를 대상으로 종량제의 효과를 분석했다.

표치 달성을 위한 정확한 적정 가격 제시를 위해서는 종량제 가격 변화로 인한 배출량 변화와 이에 따른 평균 처리비용 변화, 즉 수요와 공급 간 피드백에 대한 고려가 필요하다. 이 연구에서는 가격 인상에 따른 배출량 감소, 그로 인한 평균비용 상승이라는 이론적 틀을 구조모형을 통해 구현하여 보다 엄밀한 적정 가격을 제시한다. 이러한 방법론의 기여는 이 연구가 가진 기존 연구와의 차별성이다.

III. 분석 방법

1. 적정 가격의 정의

이 연구는 쓰레기 수수료 종량제의 기본원칙인 배출자부담원칙을 적용하여 종량제 봉투 판매를 통한 총수입(TR)과 종량제 봉투로 수거한 생활폐기물의 총처리비용(TC) 이 일치하는 점에서의 가격을 “적정 가격”이라고 정의한다.

이 연구에서 정의한 적정 가격을 만족하는 조건은 식 (1)과 같다.

$$TR = TC \quad (1)$$

식 (1)에서 총수입은 종량제 봉투 가격(p)과 생활폐기물 배출량(Q)의 곱으로 나타낼 수 있다. 이 관계를 식 (1)에 적용하고 양변을 Q 로 나누어주면 적정 가격은 평균비용과 같아진다.

$$p^* = AC = \frac{TC}{Q} \quad (2)$$

식 (2)에서 정의한 적정 가격은 총비용의 구성에 따라 Q 가 감소할 때 가격이 상승하거나 하락한다. 만일 총비용 중 고정비용의 비중이 상당히 높다라면 Q 가 감소할 때 단위당 비용은 증가하게 될 것이다. 이 연구는 생활폐기물 처리비용의 구조를 정확히 알기 어렵기 때문에 평균비용과 한계비용의 관계를 이용하여 Q 의 변화에 따른 종량제 봉투가격의 변화를 예측한다. 만약 평균비용이 한계비용보다 크다면 Q 의 감소는 p^* 의 상승으로

이어진다. 즉, $\partial p^*/\partial Q < 0$ 이다.⁵⁾ 반대로 한계비용이 평균비용보다 크다면 Q 의 감소는 p^* 의 감소로 이어진다. 생활폐기물 배출량 변화에 따른 적정 가격의 변화는 사전적으로 알 수 없으므로 비용함수를 추정하여 예측한다.

2. 비용함수

생활폐기물 배출량 변화에 따른 적정 가격의 변화를 추정하기 위하여 다음과 같은 선형의 비용함수를 설정한다.

$$TC_{it} = b_0 + b_1 Q_{it} + b_2 Q_{it}^2 + \mu_i + \rho_t + e_{it} \quad (3)$$

식 (3)에서 TC_{it} 는 종량제 봉투로 수거된 생활폐기물 처리비용이며, Q_{it} 는 종량제 봉투로 수거된 생활폐기물 배출량이다. μ_i 는 지역고정효과로서 생활폐기물 처리비용에 영향을 주는 i 지역 고유의 효과(예를 들어 교통인프라, 주거밀집도 등)이다. ρ_t 는 시간 고정효과로서 당해 연도 전국 생활폐기물 처리비용에 영향을 미치는 효과(예를 들어 경기변동, 최저임금 인상 등)이다. e_{it} 는 이상적 성질을 만족하는 오차항이다. 하첨자 i 는 지방자치단체를 나타내고, t 는 연도를 나타낸다.

식 (3)을 추정하면 한계비용은 다음과 같이 추정할 수 있다.

$$\frac{\partial TC_{it}}{\partial Q_{it}} = \hat{b}_1 + 2 \times \hat{b}_2 \times Q_{it} \quad (4)$$

식 (4)를 통해 추정한 한계비용은 식 (2)를 통해 계산한 평균비용과 비교하여, 생활폐기물 배출량 변화에 따른 적정 가격의 상승 또는 하락을 예측하는 데 이용한다.

5) $\frac{\partial p^*}{\partial Q} = \frac{\partial TC \times Q - TC}{Q^2} < 0 \Leftrightarrow \partial TC (= MC) < \frac{TC}{Q} (= AC)$

3. 수요함수

생활폐기물 배출량(수요함수⁶⁾)은 로그-로그 함수를 이용하여 추정한다.⁷⁾

$$\ln Q_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln p_{it} + \theta' x_{it} + a_i + a_t + \epsilon_{it} \quad (5)$$

식 (5)에서 $\ln Q_{it}$ 는 생활폐기물 배출량의 로그 변환이고, $\ln p_{it}$ 는 종량제 봉투 가격의 로그 변환이다. x_{it} 는 생활폐기물 배출량에 영향을 미치는 지역인구, 소득 등의 변수들로 이루어진 벡터이다. 추정할 계수 중 α_1 은 가격탄력성을 의미한다. a_i 와 a_t 는 각각 지역고정효과와 시간고정효과이며 ϵ_{it} 는 오차항이다.

4. 고정점 반복법을 이용한 적정 가격 추정 방법

1) 고려사항

시뮬레이션을 이용하여 적정 가격을 추정할 때 자료 집계 방식에 따른 단위 불일치 문제와 종량제 봉투 판매 수수료 적용 방법 등을 고려하여야 한다.

우선 단위 불일치 문제는 무게 단위로 측정된 가격을 부피 단위로 환산하여 해결한다. 이 연구에서 이용한 생활폐기물 배출량 자료는 무게 단위인 톤으로 집계되기 때문에 식 (2)를 이용하여 추정된 p^* 는 1 톤(=1,000kg)당 가격이다. 반면, 소비자가 구매하는 종량제 봉투 가격은 리터당 가격이고, 이 연구에서는 20리터를 기준으로 한다. 시뮬레이션을 위해서는 추정치와 실제 구매 가격의 측정 단위를 일치시켜야 한다. 일치 기준은 환경부의 '2019년 쓰레기 수수료 종량제 시행지침'에서 권고하는 종량제 봉투의 무게 상한 기준을 이용한다. 이 지침에서는 종량제 봉투의 무게 상한을 리터당 0.25kg으로 정하고 있다.

다음으로 종량제 봉투 판매 수수료는 다음과 같이 적용한다. 소비자가 판매소에서 구매하는 종량제 봉투에는 판매 수수료가 포함되어 있다. 반면, 분석에 이용한 생활폐기물

6) 엄밀히 말하면 종량제 봉투 수거 서비스에 대한 수요함수이다. 다만, 불법 투기되는 일부 생활쓰레기를 제외한 대부분은 종량제 봉투에 담겨져 수거된다. 따라서 종량제 수거에 대한 수요와 생활폐기물 배출은 동일한 의미로 쓰여도 큰 무리가 없다.

7) 수요함수를 수준변수(level variable)의 형태로 설정하고 추정하였으나, 가격변수의 추정치가 유의하지 않았다.

처리비용에는 판매소에 지불하는 판매 수수료가 반영되어 있지 않다. 그러므로 식 (2)를 통해 추정된 적정 가격은 종량제 봉투 도매가격이다. 수요함수 추정에 이용한 가격은 소매가격이기 때문에 시뮬레이션을 위해서는 판매 수수료를 적용하여 도매가격을 소매가격으로 조정해야 한다. 판매 수수료는 판매가격에 수수료율을 곱하여 정한다. 만일 판매가격이 p^r 이고 도매가격이 p^w 이고 수수료율이 r 이라고 한다면, 판매가격은 $p^r = p^w + r \times p^r$ 로 계산된다. 이를 p^r 로 정리하면 소매가격은 $p^r = p^w / (1 - r)$ 로 계산할 수 있다. 분석에 적용한 수수료율(r)은 환경부의 ‘2019년 쓰레기 수수료 종량제 시행 지침’에서 권고하는 9%를 적용한다. 이 지침은 판매자가 소상공인·자영업자인 경우에는 수수료율을 9%(하한)로 적용할 것을 권고한다.

이상의 내용을 정리하면 시뮬레이션 분석에 이용되는 적정 가격 추정식은 식 (6)과 같다.

$$p^r = p^* \times \underbrace{\left(\frac{0.25 \times 20}{1,000} \right)}_{= \text{단위 환산}} \times \underbrace{\left(\frac{1}{1 - r (= 0.09)} \right)}_{= \text{수수료율 조정}} = \frac{TC}{Q} \times \lambda \quad (6)$$

위 식에서 $p^* = TC/Q$ 이고, $\lambda = \text{단위 환산} \times \text{수수료율 조정}$ 을 의미한다.

2) 추정방법

적정 가격을 정확하게 추정하기 위해서는 가격 변화에 따른 수요 변화뿐만 아니라 비용 변화까지 고려하여야 한다. 식 (6)를 이용하여 계산한 p^r 을 종량제 봉투 가격으로 정한다고 가정하자. 현재의 종량제 봉투 가격은 생활폐기물 처리비용에 못 미치는 수준이므로 새로 계산된 p^r 은 현재보다 높은 수준에서 결정될 것이다. 만약 생활폐기물 배출량과 종량제 봉투 가격이 음(-)의 관계를 가지고 있다면, 인상된 종량제 봉투 가격은 생활폐기물 배출량을 감소시킬 것이다. 만일 $\partial p^r / \partial Q < 0$ 의 관계를 가진다고 가정하면, 배출량 감소는 단위당 처리비용을 증가시켜 적정 가격을 다시 높이게 된다. 이러한 상호간의 영향을 고려하지 않은 p^r 은 이 연구에서 정의한 조건($TR = TC$)을 만족시키지 못한다. 이 연구에서 정의한 조건을 만족하는 적정 가격은 가격 변화로 인한 배출량과 비용의 변화가 충분히 고려된 새로운 균형점에서의 p^r 이다.

이 연구에서는 새로운 균형점에서의 p^r 을 찾기 위하여 고정점 반복법을 이용한다. 그 방법은 다음과 같다.

- ① 자료에서 관측된 TC_{it} 와 Q_{it} 를 식 (6)에 대입하여 초기 값 $p_{it}^*{}_n$ 을 계산한다.

$$p_{it}^*{}_n = \frac{TC_{it}}{Q_{it}} \times \lambda$$

- ② $p_{it}^*{}_n$ 을 수요함수인 식 (5)에 대입하여 새로운 $Q_{it}^*{}_n$ 을 계산한다.

$$Q_{it}^*{}_n = \exp(\delta + \hat{\alpha}_1 \ln p_{it}^*{}_n), \delta = \exp(\hat{\alpha}_0 + \hat{\theta}'x_{it} + \hat{\alpha}_i + \hat{\alpha}_t + \hat{\epsilon}_{it})$$

- ③ $Q_{it}^*{}_n$ 을 다시 식 (6)에 대입하여 새로운 $p_{it}^*{}_{n+1}$ 를 계산한다. 다만, 이 과정부터는 배출량 변화에 따른 비용 변화를 반영하기 위하여 식 (3)으로 추정한 비용함수의 추정치를 이용한다.

$$p_{it}^*{}_{n+1} = \left(\frac{\hat{b}_0 + \hat{\mu}_i + \hat{\rho}_t + \hat{\epsilon}_{it}}{Q_{it}^*{}_n} + \hat{b}_1 + \hat{b}_2 Q_{it}^*{}_n \right) \times \lambda$$

- ④ 만약 $\sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^N |p_{it}^*{}_{n+1} - p_{it}^*{}_n|$ 이 허용수준⁸⁾보다 작으면 $p_{it}^*{}_{n+1}$, $Q_{it}^*{}_{n+1}$ 은 각각 새로운 균형점에서의 p_{it}^* , Q_{it}^* 가 되고, 계산된 값이 허용수준보다 크다면 $p_{it}^*{}_{n+1}$ 을 이용하여 허용수준 이하로 계산될 때까지 ②~④를 반복한다.

IV. 실증분석

1. 분석 자료

주요 분석 자료는 환경부가 제공하는 연도별 “쓰레기 종량제 현황”과 “전국 폐기물 발생 및 처리현황”을 이용한다. 쓰레기 종량제 현황은 쓰레기 종량제 현황을 파악하기 위하여 집계하는 자료로서 각 지방자치단체의 종량제 봉투 가격과 판매량과 종량제 봉투로 수거된 생활폐기물 처리비용 등을 제공한다. 전국 폐기물 발생 및 처리현황은 종량제 봉투로 수거되는 생활폐기물 배출량을 제공한다. 분석단위는 쓰레기 수수료 종량제가 적용되는 지방자치단체이며, 분석기간은 2012년부터 현시점에서 가장 최근의 자료인

8) 허용수준은 0.001로 설정한다.

2018년까지이다.

각 변수는 다음과 같다. 생활폐기물 처리비용은 종량제 봉투로 수거되는 생활폐기물의 수집·운반·처리에 사용된 총비용을 이용한다. 마찬가지로 생활폐기물 배출량은 종량제 봉투로 수거된 생활폐기물의 총배출량을 이용한다.⁹⁾ 종량제 봉투 가격은 가장 많이 제작되는 20리터 가정용 봉투 가격을 이용한다.¹⁰⁾ 20리터 가정용 봉투 판매실적이 없는 일부 지역은 당해 연도 50리터 종량제 봉투 가격을 20리터로 환산하여 이용한다.¹¹⁾ 통제변수는 관련 선행연구들을 참조하여 생활폐기물 배출량에 영향을 미치는 인구수와 소득을 이용한다. 다만, 소득의 경우 지방자치단체별로 집계된 대표성 있는 자료를 확보하기가 어렵다. 이 연구에서는 이윤수 외(2014) 등의 연구를 참고하여 시·군·구별 1인당 지방세 부담액을 소득의 대리변수로 사용한다. 일반적으로 소득이 높을수록 조세부담이 높으므로 지방세 부담액은 소득수준을 적절히 대리한다고 할 수 있다. 모든 금전변수는 소비자물가지수(2015=100) 이용하여 실질변수로 조정한다.

이상 소개한 변수들의 기초통계량은 <표 1>과 같다.

<표 1> 기초통계

변수	설명	단위	평균	표준편차	최솟값	최댓값
<i>TC</i>	생활폐기물 처리비용	백만원	10,277	10,093	596	70,714
<i>Q</i>	생활폐기물 배출량	톤	55,713	57,242	2,263	355,510
<i>p</i>	20리터 종량제 봉투 가격	원	423	156	134	910
<i>POP</i>	인구수	명	217,415	226,914	10,014	1,242,212
<i>I</i>	1인당 지방세 부담액	천원	1,103	952	68	9,962

주: 분석단위는 쓰레기 수수료 종량제를 시행하는 지방자치단체이며, 분석기간은 2012년~2018년이다. 모든 금전변수는 소비자물가지수(2015=100)로 조정된 실질변수이다.

9) “전국 폐기물 발생 및 처리현황”은 생활폐기물을 ‘종량제방식에 의한 혼합배출’과 ‘음식물류 쓰레기 분리배출’과 ‘재활용가능자원 분리배출’로 구분하여 집계한다.

10) 환경부의 2018년도 쓰레기 종량제 현황에 따르면 제작된 전체 종량제 봉투 중 20리터가 차지하는 비중은 80.4%로 나타난다(총계: 374,371천매, 20리터: 301,327천매).

11) 20리터 가격=(50리터 가격÷50)×20

2. 비용함수와 수요함수 추정결과

<표 2>는 비용함수와 수요함수 추정결과를 보여준다. 우리는 분석 방법을 적용할 때 고정효과 모형과 확률효과 모형 중 더 적합한 방법을 적용하기 위하여 하우스만 검정을 시행하였다. 그 결과를 보면, 하우스만 검정은 “고정효과 모형의 추정계수와 확률효과 모형의 추정계수가 같다”는 귀무가설을 기각하는 것으로 나타난다. 이는 자료로 관측되지 않는 지역 특성 μ_i 를 제거하지 않고 분석한다면 추정치가 편향된다는 것을 의미한다. 따라서 분석방법은 고정효과 모형을 이용한다.

비용함수 추정 결과를 보면 생활폐기물 배출량의 제곱 항이 유의한 것으로 나타난다. 이는 비용함수가 2차 함수 형태라는 것을 의미한다. 비용함수의 추정치를 이용하여 한

〈표 2〉 비용함수와 수요함수의 추정결과

	비용함수	수요함수
생활폐기물 배출량(Q)	0.016 (0.019)	
(생활폐기물 배출량/100) ²	0.003*** (0.001)	
20리터 종량제 봉투 가격(lnp)		-0.146*** (0.053)
인구수(lnPOP)		0.428*** (0.069)
1인당 지방세 부담액(lnI)		0.073 (0.049)
상수항	5930.362*** (726.476)	5.668*** (1.049)
R ²	0.227	0.886
관측치	1,404	1,404
하우스만 검정 (유의확률)	129.65 (0.000)	53.99 (0.000)
평균비용(평균)	0.241	
한계비용(평균)	0.047	

주: 비용함수의 종속변수는 생활폐기물 처리비용이고 수요함수의 종속변수는 로그로 변환한 생활폐기물 배출량이다. 괄호 안은 표준오차이고, *, **, ***는 추정치가 각각 10%, 5%, 1%에서 유의하다는 것을 나타낸다. 각 분석모형은 연도더미를 포함한다. 하우스만 검정의 귀무가설은 “고정효과 모형의 추정계수와 확률효과 모형의 추정계수가 동일하다”이다.

계비용을 계산하고 평균비용과 비교해 보면 평균비용이 한계비용보다 크다는 것을 알 수 있다. 이 결과에 비추어 볼 때 이 연구에서 정의한 적정 가격은 생활폐기물 배출량이 감소할 때 증가하는 형태를 보일 것으로 예상된다.

다음으로 수요함수의 추정결과를 살펴보면 생활폐기물 배출량에 대한 가격탄력성은 0.146으로 상당히 낮게 나타난다. 이는 종량제 봉투 가격이 1% 증가할 때 생활폐기물 배출량은 0.146% 정도 감소함을 의미한다.¹²⁾ 인구수는 유의하게 생활폐기물 배출량을 증가시키는 요인으로 나타난다. 이는 인구수가 증가할수록 소비가 늘고 그에 따른 생활폐기물도 늘어나기 때문이다. 소득의 대리변수인 1인당 지방세부담액의 추정치는 비록 통계적으로 유의하지는 않지만 생활폐기물 배출량을 늘리는 방향으로 나타난다.¹³⁾

3. 적정 가격 추정 결과

<표 3>은 구조적 관계를 이용한 시뮬레이션 분석 결과를 보여준다. 배출자부담원칙이 달성되는 조건을 생활폐기물 처리에 대한 총수입과 총비용이 일치하는 점으로 정의하고, 단순하게 산술적으로 계산하면 종량제 봉투 가격은 1,323원으로 실제 가격 423원보다 3.12배(=1,323/423) 높은 것으로 나타난다. 이러한 결과는 현재 지방자치단체가 책정한 종량제 봉투 가격이 생활폐기물 처리비용의 31.9% 수준임을 나타낸다. 반면, 시뮬레이션을 통하여 추정한 적정 종량제 봉투 가격은 1,694원으로 실제 가격보다 약 4배(=1,694/423) 더 높은 것으로 나타난다. 즉, 현재 판매하고 있는 종량제 봉투 가격은 적정 종량제 봉투 가격의 25.6% 수준인 것으로 나타난다.

〈표 3〉 시뮬레이션 분석 결과

(단위: 원, %)

	실제 가격 (A)	초기 값 (B)	비율 (C=A/B)	적정 가격 (D)	비율 (E=A/D)
평균	423	1,323	31.9	1,694	25.6

주: 가격은 소비자물가지수(2015=100)를 이용한 실질변수이다.

12) 이희선 외(2018)도 종량제 봉투의 가격탄력성을 이 연구와 비슷한 범위인 0.115~0.177로 추정하였다.
 13) 확률효과 모형을 이용할 경우 1인당 지방세 부담액은 1% 수준에서 유의한 결과를 보인다. 고정효과 모형에서 유의성이 사라진 이유는 지방세부담액 변동의 상당 부분이 고정효과에 흡수되었기 때문인 것으로 추정된다.

적정 종량제 봉투 가격이 단순하게 산술적으로 계산한 초기 값보다 높은 이유는 생활 폐기물 처리비용 중 고정비용 비중이 높기 때문인 것으로 추정된다. 폐기물 처리에서 고정비용은 폐기물 발생량과 무관하게 소요되는 비용이다. 따라서 종량제 봉투 가격이 인상되어 생활폐기물 배출량이 줄어든다면, 배출량 당 고정비용은 높아지기 마련이다. 즉, 수요·공급의 피드백과 고정비용의 존재를 고려하지 않으면 적정 가격은 실제보다 낮게 추정된다.

<표4>는 시뮬레이션 분석 결과의 연도별 추이를 보여준다. 앞선 분석 결과와 달리 적정 가격을 적용하였을 때의 균형 배출량과 처리비용 수준도 함께 보여준다. 분석 결과를 보면, 연도별 평균 실제 가격은 적정 가격 대비 24.5%~27.4% 수준인 것으로 나타난다. 생활폐기물 발생량의 경우 적정 가격을 적용한다고 가정하면 실제 발생량보다 약 9.6%~11.2% 감소하고, 발생량 감소에 따른 총처리비용은 3.3%~4.1% 감소하는 것으로 나타난다.

<표 4> 연도별 적정 종량제 봉투 가격, 생활폐기물 발생량 및 폐기물 처리비용 추이(전국 평균)

(단위: 원, %, 톤, 백만 원)

	종량제 봉투 가격			폐기물 발생량			폐기물 처리비용		
	실제 가격 (20리터) (A)	적정 가격 (20리터) (B)	비율 (A/B)	실제 (C)	예측치 (D)	감소율 (D/C)-1	실제 (E)	예측치 (F)	감소율 (F/E)-1
2012	406	1,652	24.6	47,884	43,289	-9.6	7,929	7,668	-3.3
2013	411	1,679	24.5	49,242	43,790	-11.1	8,909	8,576	-3.7
2014	410	1,597	25.7	53,618	48,153	-10.2	9,279	8,940	-3.6
2015	417	1,676	24.9	57,257	50,823	-11.2	10,965	10,525	-4.0
2016	431	1,656	26.0	59,493	53,275	-10.5	11,229	10,808	-3.7
2017	439	1,605	27.4	59,644	53,410	-10.5	11,303	10,869	-3.8
2018	443	1,682	26.3	61,838	55,134	-10.8	12,048	11,560	-4.1

주: 가격은 소비자물가지수(2015=100)를 이용한 실질변수이다. 폐기물 발생량과 폐기물 처리비용 통계 중 예측치는 모두 적정 가격을 적용하여 추정된 결과이다.

<표5>는 2018년 기준 17개 시·도의 20리터 종량제 봉투 가격의 실제 가격과 적정 가격을 보여준다. 대체로 특별·광역시 보다는 도지역의 적정 가격이 높게 나타난다. 종량

제 봉투의 실제 가격이 적정 가격의 70% 이상인 곳은 부산·대전·광주로 분석된다. 주로 대도시의 적정 가격도 단위 지방자치단체의 적정 가격보다 낮게 나타난 이유는 단위 지방자치단체의 인구밀도가 낮고 종량제 적용 면적이 넓기 때문인 것으로 분석된다. 왜냐하면 인구밀도가 낮은 지역이 넓게 분포하고 있다면 처리비용 중 수집·운반에 드는 비용이 높을 수밖에 없기 때문이다.¹⁴⁾

〈표 5〉 시·도별 적정 종량제 봉투 가격, 평균 처리비용 및 생활폐기물 감소율

(단위: 원, %)

	실제 가격 (A)	적정 가격 (B)	비율 (A/B)	20리터당 처리비용	감소율	
					폐기물	비용
서울특별시	420	893	49.3	798	-9.1	-4.2
부산광역시	784	1,044	75.1	1,005	-3.6	-0.7
대구광역시	478	720	66.4	689	-5.0	-2.3
인천광역시	581	1,392	41.8	1,177	-3.5	-1.1
광주광역시	733	907	80.9	886	-2.5	-0.9
대전광역시	656	907	72.3	878	-4.4	-1.7
울산광역시	474	740	64.1	703	-6.4	-2.1
세종특별자치시	402	1,491	27.0	1,254	-14.5	-3.1
경기도	517	1,303	39.6	1,158	-9.3	-4.5
강원도	360	1,712	21.1	1,354	-13.1	-2.4
충청북도	302	1,968	15.3	1,506	-16.5	-5.9
충청남도	351	1,832	19.2	1,459	-17.8	-4.5
전라북도	321	2,410	13.3	1,771	-16.1	-4.6
전라남도	305	2,733	11.2	1,963	-16.4	-2.6
경상북도	303	2,022	15.0	1,520	-15.9	-4.0
경상남도	462	1,359	34.0	1,160	-6.7	-2.7
제주도	554	1,413	39.2	1,285	-12.5	-5.0

주: 적정 종량제 봉투 가격은 20리터를 기준으로 한다. 가격은 소비자물가지수(2015=100)를 이용한 실질변수이다. 20리터당 처리비용은 식 (4)의 추정치를 이용한 추정치이다.

14) 이를 확인하기 위해 각 시·군·구의 생활폐기물 20리터당 처리비용과 인구밀도와 종량제 적용 면적 간의 상관관계를 분석했다. 생활폐기물 20리터당 처리비용은 인구밀도와는 음의 상관관계(-0.35)를, 종량제 적용 면적과는 양의 상관관계(0.30)를 가지는 것으로 나타났으며, 두 통계치 모두 1% 수준에서 유의하였다.

V. 결론

이 연구는 구조적 모형을 이용하여 쓰레기 수수료 종량제의 기본 원칙인 배출자부담 원칙이 달성되는 적정 수준의 종량제 봉투 가격을 추정하였다. 연구 결과에 따르면, 현재의 종량제 봉투 가격은 적정 가격의 25% 수준에 불과하므로 배출자부담원칙을 만족하기 위해서는 큰 폭의 인상(약 4배)이 필요하다.

기존 연구들은 주로 쓰레기 수수료 종량제가 생활폐기물 배출 등에 미치는 효과를 분석한 반면, 이 연구는 배출자부담원칙을 만족하는 적정 가격 수준을 추정하였다는 점에서 큰 차별성을 가진다. 특히, 이 연구는 기존 연구들이 종량제 봉투 가격 인상으로 인한 공급 부분의 변화를 고려하지 않은 것에 비해 수요·공급 피드백을 고려한 구조모형을 이용하여 종량제 봉투 가격 인상에 따른 새로운 균형점을 찾았다.

이러한 기여에도 불구하고 이 연구는 다음과 같은 한계점을 가진다. 첫째, 부피환산으로 인한 오차이다. 실제 집계되는 생활폐기물 배출량 단위는 무게인데 반해, 종량제 봉투 가격을 책정하는 기준은 부피이다. 따라서 분석을 위해서는 무게당 가격을 부피당 가격으로 환산할 필요가 있다. 이 연구는 환경부 지침을 이용하여 단위환산 기준을 리터당 0.25kg으로 가정했으나, 종량제 봉투 가격 변화에 따라 이러한 부피환산계수도 변할 수 있다. 왜냐하면 종량제 봉투 가격이 인상될 경우 생활폐기물 배출자는 동일한 부피의 종량제 봉투에 이전보다 더 많은 생활폐기물을 담으려 할 유인도 커지기 때문이다. 만약 종량제 봉투 가격 인상으로 인한 과적 배출 경향이 크게 나타난다면, 이 연구에서 추정한 적정 가격은 배출자부담원칙을 만족하는 수준보다 과소 추정될 가능성이 있다. 이를 고려할 때 이 연구에서 제시하는 적정 가격은 배출자부담원칙을 달성하게 하는 가격의 최소치 정도로 이해하는 것이 바람직하다.

둘째, 이 연구에서는 코로나19 기간의 폐기물 처리 현황이 반영되지 않았다. 이 연구의 분석 기간에서 가장 최근 시점은 2018년이다. 왜냐하면 분석에 사용한 데이터의 측정과 공표 시점 간 시차가 있기 때문이다. 최근 코로나19로 인하여 폐기물 환경도 급변하였을 가능성이 있다. 즉, 비대면서비스의 확대, 재택근무, 원격수업 등으로 집에서 보내는 시간이 증가하여 생활폐기물 배출량과 그 성분도 변했을 가능성이 있다. 이러한 변화가 폐기물 처리 공정이나 비용 등에 영향을 미쳤다면, 이 연구에서 제시하는 적정 가격

수준도 변화할 가능성이 있다. 다만, 그러한 영향이 크지 않거나 코로나19로 인한 변화가 일시적 충격에 불과하다면, 이 연구의 결과는 여전히 타당성을 가질 것이라고 판단된다.

셋째, 지역 간 형평성에 대한 고려이다. 지방자치단체별 추정된 적정 종량제 봉투 가격은 각 지방자치단체의 생활폐기물 처리 인프라에 큰 영향을 받는다. 인구밀도가 높은 도시는 처리비용이 낮은 반면 인구밀도가 낮은 농촌지역은 높게 나타난다. 이 같은 격차가 이 연구에서 추정된 적정 가격에 그대로 반영되어 있다. 생활폐기물 처리는 공공성을 가지고 있기 때문에 지역 간 격차에서 오는 비용을 배출자가 온전히 부담해야 된다는 것은 수용도 측면에서 무리가 있을 수 있다. 다만, 이 연구에서 제시하는 것은 배출자부담 원칙을 달성하게 하는 가격 수준이며, 이 중에서 얼마를 배출자에게 부담시킬 것인지는 정책 실무 영역이다. 실제 적용할 때는 시민들의 적정 종량제 봉투 가격에 대한 수용도를 높이기 위해 지역물가, 시민들의 공감대 및 지역여건 등을 함께 고려할 필요도 있을 것이다.

한편, 종량제 봉투 가격 인상은 폐기물 감소를 억제시키는 수단으로서 유효하지만, 그 효과가 제한적인 측면도 있다. 종량제는 제품이 생산되고 소비된 이후 단계를 규율하는 제도이기 때문에 만약 다량의 폐기물 배출을 동반하는 제품 생산이 증가한다면, 종량제 봉투 가격 인상을 통한 감축 효과는 제한될 수도 있다. 따라서 제품의 생산 단계에서부터 친환경적 제품의 생산을 억제할 수 있도록 생산자에게 폐기물 발생에 대한 적정 비용을 부담하게 하는 것도 중요할 것이다. 이는 향후 연구과제로 남기며 연구의 끝을 맺는다.

[References]

- 양은모·이주호·이희선, “쓰레기 수수료 종량제 시행에 따른 경제적 성과분석 및 가격 재설정 방안”, 「한국폐기물자원순환학회지」, 제31권 제1호, 2014, pp. 17~28.
- 이윤수·전현배·허서지, “진입모형을 이용한 국내 대형마트 간 경쟁분석”, 「경제학연구」, 제62집 제3호, 2014, pp. 93~118.
- 이희선·신경희·조공장·한상운·금현·양은모, “종량제 생활폐기물 처리의 배출자 부담원칙 확대 적용 방안”, 한국환경정책·평가연구원, 2013
- 이희선·이소라·권문선·안소은·이우진·김재덕, “전국 쓰레기 종량제 봉투 판매가격 균등화를 위한 연구”, 한국환경정책평가연구원, 2018.

- 조하은·우영진, “쓰레기 종량제가 생활폐기물 배출에 미치는 영향: 생활폐기물 수거서비스 수요함수를 중심으로”, 『도시행정학보』, 제33집 제1호, 2020, pp. 107~122.
- 홍성훈, “가정의 쓰레기 규격봉투의 선택과 쓰레기배출”, 『환경경제연구』, 제5권 제1호, 1996, pp. 259~270.
- 홍성훈, “도시생활폐기물 절감을 위한 가격유인: 쓰레기 종량제의 효과”, 『경제학연구』, 제49집 제1호, 2001, pp. 203~221.
- 홍성훈, “쓰레기종량제 하에서의 쓰레기발생과 쓰레기분리수거”, 『자원경제학회지』, 제6권 제2호, 1997, pp. 259~274.
- 홍성훈, “종량제 가격이 생활폐기물, 음식물쓰레기, 재활용품 수거서비스 수요에 미치는 영향”, 『자원·환경경제연구』, 제24권 제4호, 2015, pp. 747~761.
- 환경부, 『쓰레기 수수료 종량제 시행지침』, 2019.
- Bueno, M., and M. Valente, “The effects of pricing waste generation: A synthetic control approach,” *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 96, 2019, pp. 274~285.
- Dijkgraaf, E., and R. H. J. Gradus, “Cost savings in unit-based pricing of household waste: the case of The Netherlands,” *Resource and energy economics*, Vol. 26, No. 4, 2004, pp. 353~371.
- Hong, S., “The effects of unit pricing system upon household solid waste management: The Korean experience,” *Journal of environmental management*, Vol. 57, No. 1, 1999, pp. 1~10.
- Huang, J., J. M. Halstead, and S. B. Saunders, “Managing municipal solid waste with unit-based pricing: policy effects and responsiveness to pricing,” *Land Economics*, Vol. 87, No.4 , 2011, pp. 645~660.
- Wright, C., J. M. Halstead, and J. Huang, “Estimating Treatment Effects of Unit-Based Pricing of Household Solid Waste Disposal,” *Agricultural and Resource Economics Review*, Vol. 48, No. 1, 2019, pp. 21~43.
- Yamakawa, H., and K. Ueta, “Waste reduction through variable charging programs: its sustainability and contributing factors,” *Journal of Material Cycles and Waste Management*, Vol. 4, No. 2, 2002, pp. 77~86.