

종량제봉투 가격이 생활폐기물 배출량에 미치는 영향: 부산광역시 자연실험 사례

구남규*

요약 : 본 연구는 2019년 부산광역시 일부 자치구의 종량제봉투 가격 인하 사례를 이용하여 자연실험 합성집단통제 이중차분법을 통해 종량제봉투 가격이 생활폐기물 배출량에 미치는 영향을 분석했다. 수요 및 가격탄력도를 추정할 때 흔히 발생할 수 있는 내생성 문제를 고려하기 위해 가격 동결 자치구를 합성통제집단으로, 가격 인하 자치구를 처치집단으로 설정하여 분석했다. 분석 결과, 수요의 가격탄력도는 0.05~0.11 수준으로 종량제봉투 가격은 판매량에 거의 영향을 미치지 못했다. 종량제봉투는 필수재적 성격이 강하고 가구 소득에서 차지하는 비중이 매우 작기 때문에 보인다. 이는 종량제봉투의 수요곡선이 거의 수직에 가까우므로 폐기물 감소 목표 달성을 위해서는 가격정책 보다 수요곡선 자체를 이동시킬 수 있는 정책이 더욱 효과적일 수 있음을 시사한다.

주제어 : 종량제봉투, 이중차분법, 합성집단통제법, 자연실험

JEL 분류 : H31, H42, Q53, Q58

접수일(2022년 4월 5일), 수정일(2022년 7월 5일), 게재확정일(2022년 7월 6일)

* 한국조세재정연구원 위촉연구원, 교신저자(e-mail: econ3739@gmail.com)

Effect of Pay-as-you-throw Bag Prices on Domestic Waste: Evidence from a Natural Experiment of Busan

Namkyu Koo*

ABSTRACT : This study analyzed the effect of pay-as-you-throw bag prices on domestic waste through the natural experiment difference in difference with synthetic control method using cases of price cuts in some districts in Busan in 2019. In order to consider the endogenous problem when estimating demand and price elasticity, the price-invariant district was set as a synthetic control group and the price-cutting district was set as a treatment group. As a result of the analysis, the price elasticity of demand was 0.05~0.11, and the price of the pay-as-you-throw bag had little effect in sales. This seems to be because pay-as-you-throw bag is necessities and account for a very small proportion of household income. This suggests that a policy that can shift the demand curve will be more effective than a price policy to achieve the waste reduction goal because the demand curve is almost vertical.

Keywords : Pay-as-you-throw, Difference in difference, Synthetic control method, Natural experiment

Received: May 5, 2022, Revised: July 5, 2022, Accepted: July 6, 2022.

* Research Associate, Korea Institute of Public Finance, Corresponding author(e-mail: econ3739@gmail.com)

1. 서론

1995년 1월 폐기물 배출자 부담 원칙을 반영하기 위한 종량제 시행 이후 폐기물 배출량에 미치는 영향에 대한 관심이 이어져왔다. 종량제 시행으로 인해 재활용량은 크게 늘고 1인당 총폐기물 발생량은 감소하여, 종량제 도입이 생활폐기물 감소에 역할을 한 것으로 평가받고 있다(환경부, 2006; 정광호 외, 2007; 유기영·홍재선, 2015). 반대로 종량제 시행 이전부터 쓰레기 발생량은 감소추세에 있어 왔고, 오히려 1995년 이후 감소폭이 둔화되었다는 지적이 있다(오용선, 2006). 또한 해당 시기에 난방을 위한 연탄 사용이 감소해 연탄재 배출이 급감했고, 불법투기 및 소각이 증가했으며, 일회용품이나 제품포장 규제 정책 효과 등 종량제 이외의 영향이 마치 종량제 시행에 의한 효과인 것처럼 측정되었다는 비판이 있다(오용선, 2006; 홍성훈, 2001).

폐기물관리법 제14조 제5항에 따르면 생활폐기물 수집·운반·처리에 소요되는 수수료는 배출자부담원칙을 적용하여 징수하도록 되어있다. 엄밀히 말하면 주민부담률¹⁾이 100%가 되는 지점에서 가격을 결정해야 함을 의미한다.²⁾ 하지만 2020년 기준 전국 평균 생활폐기물 주민부담률은 34.8%로 매우 낮다. 비교적 주민부담률이 높은 특·광역시 또한 평균 71.8%로 배출자부담원칙에 크게 미치지 못한다.

종량제봉투 가격은 자치단체장이 물가에 미치는 영향, 주민의 부담 정도, 지역 정서 등을 감안하여 지역 실정에 맞게 자율적으로 결정하도록 되어있다(환경부, 2022). 종량제봉투 가격은 여타 공공서비스 요금과 마찬가지로 일반 시장가격보다 낮은 가격을 형성하고 있으며, 독점시장임에도 불구하고 독점이윤(monopoly profit)은 물론, 일반적인 경제적 이윤조차 얻기 힘들다. 나아가 쓰레기 처리 비용에 환경오염 등으로 인한 부정적 외부효과(negative externality)에 따른 비용이 포함되지 않아 적정가격이 과소추정 될 수 있다(배진수, 2021).

만약 종량제봉투가 일반적인 수요법칙을 따른다면 가격이 증가할수록 배출량은 감소할 것이다. 수요자에게 종량제봉투 가격의 상승은 생활폐기물 배출에 대한 비용의 상승

1) 주민부담률 = (종량제봉투 판매수입 / 수집·운반·처리 비용) × 100

2) 종량제봉투 가격 산정법을 식으로 나타내면 다음과 같다(환경부, 2022).

$(L \text{ 당 처리비용} \times \text{봉투용량}(L) + \text{봉투제작비}) \times \text{주민부담률} \times \text{판매수수료율} \div (1 - \text{판매수수료율})$

을 의미하기 때문이다. 지자체별 종량제봉투 가격 차이를 이용한 김광임(2004)은 2001년 16개 시도별 종량제봉투 가격과 일인당 배출량의 관계를 OLS 회귀분석 하여 추정했다. 분석 결과, 종량제봉투 가격이 비싼 지역일수록 생활폐기물 배출량은 적고 재활용 배출량은 높게 나타났다. 하지만 일반적인 회귀분석(OLS)을 이용해 봉투 가격이 높은 지역과 낮은 지역의 가격과 배출량 간의 관계를 추정하는 경우, 아무리 다양한 변수들을 통제하더라도 누락변수 편의(omitted variable bias)가 발생할 가능성이 매우 높다. 대체로 도시지역보다 농어촌지역이 종량제봉투 가격과 재활용률이 낮은 경향이 있으므로 일반적인 회귀분석은 도농 간의 특성 차이가 가격에 의한 효과로 해석될 여지가 있다.

이러한 내생성 문제를 완화하기 위해 패널데이터를 사용해 고정효과모형으로 지역 간 이질적인 특성을 통제하여 분석한 연구들이 이루어졌다. 선행연구들의 분석결과를 토대로 가격탄력도를 계산해보면 약 0.19~0.23 수준으로, 종량제봉투 가격 상승은 생활쓰레기 배출량을 소폭 감소시키는 것으로 나타났다(서재호·정광호, 2007; 조하은·우영진, 2020; 홍성훈, 2015). 또한 패널데이터를 이용해 소득 대비 종량제봉투 가격을 독립변수로 한 이희선 외(2013)의 연구와 윤하연·윤세미(2020)의 연구에서도 생활폐기물 배출량과 음(-)의 관계가 있음을 보였다.³⁾

하지만 패널자료를 사용하여 고정효과 모형(fixed effect model)을 통해 각 지역 개체 특성을 통제 후 가격 인상 효과를 분석한다고 하더라도, 시간에 따라 변하는(time-varying) 지역별 특성으로 인해 여전히 내생성 문제가 남아있을 수 있다. 또한 불안정적(non-stationary) 시계열일 경우 가성회귀(spurious regression) 문제로 신뢰성이 낮을 수 있다(Wintoki et al., 2012). 분석시점 내 일부 지자체에서 종량제봉투 가격인상이 이루어졌고, 동시에 재활용 제도 정착으로 생활폐기물 배출이 감소했다면 별다른 인과관계가 없음에도 불구하고 마치 가격인상으로 인해 생활폐기물 배출이 감소한 것처럼 보일 수 있다. 비교를 위한 적절한 통제집단 설정이 중요한 이유이다.

통제집단을 설정하여 분석한 연구로 Buccioli et al.(2015)은 이탈리아 트레비소(Treviso) 지역에서 주택 크기 및 가구원 수를 기반으로 산정된 정액제(flat fee) 기반의

3) 고정효과 모형의 경우 배출량의 계수값은 가격인상에 따른 배출량 감소 효과뿐만 아니라 가격인하에 따른 배출량 증가 효과가 모두 포함되어 있다. 본 연구의 분석대상인 부산(2019년) 이외에 경기 수원시(2001년), 제주(2009년), 충북 음성군(2015년), 전북 익산시(2019년) 등의 지자체에서 종량제봉투 가격을 인하한 이력이 있다.

폐기물 처리 비용 부과 방식이 일부 지역에서 배출량 기반의 종량제(pay-as-you-throw) 방식으로 변경된 사례를 이용해 폐기물 배출에 미친 영향을 분석했다. 분석 결과, 정액제 지역에 비해 종량제 도입 지역은 재활용률(sorted waste ratio)이 증가했고, 일반폐기물 배출량은 감소했다. 이 연구는 가격과 배출량 간의 관계인 수요 추정 연구는 아니지만, 폐기물 배출에 대한 유인(incentive) 제도변화가 일부 지역에서 이루어졌다는 점에 착안하여 배출량에 미치는 영향을 통제집단을 설정하여 분석했다는 점에서 본 연구에 주는 함의가 있다.

국내의 연구로 김민주(2009)는 2006년과 2007년 두 시점을 대상으로 가격 동결 지자체와 가격 인상 지자체를 집단으로 나누어 T-test를 통해 가격 인상이 폐기물 발생량에 미치는 영향을 분석했다. 분석 결과 통제집단과 처치집단 간 폐기물 발생량 변화의 유의한 차이가 발견되지 않았다. 이처럼 내생성 완화를 위한 통제집단 설정 여부에 따라 일반적인 추정 모형과 다른 결론 및 함의를 도출하게 된다. 단, 이 연구의 지역별 종량제봉투 가격 변화를 보면 분석기간 중 광주, 울산, 경기와 같은 도시지역을 중심으로 가격 인상이 크게 나타났다. 이로 인해 통제집단과 처치집단의 특성이 달라 비교가 어려운 동질성 문제가 있을 수 있다. 또한 2개년의 집단별 평균 변화를 통해 도출한 결과이므로 지역별 기존 추세 차이를 반영하지 않았다.

이처럼 종량제봉투 가격이 배출량에 미치는 영향은 경제학 연구에서 수요를 추정할 때 흔히 발생하는 내생성(endogeneity) 문제가 필수적으로 고려되어야 한다. 물론 종량제봉투의 가격은 시장에서 결정되는 것이 아닌 정책적으로 결정되어 고정되므로 수요 변화에 따른 가격변동이 없다는 점에서 일반적인 재화와 차이가 있다. 가격이 외생적이므로 일반적인 재화의 수요곡선 추정에서 발생하는 ‘수요와 공급이 동시에 변함으로 인한 내생성 문제’는 발생하지 않는다. 하지만 앞서 논의하였듯이 종량제봉투 가격이 배출량에 미치는 영향을 추정할 때 일반적인 OLS와 고정효과모형으로는 내생성을 충분히 고려하지 못한다. 본 연구는 적절한 통제집단을 설정하여 내생성 문제를 통제하고 종량제봉투 가격이 생활폐기물 배출량에 미치는 영향을 추정한다는 점에서 선행연구와 차별점이 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 제II장에서는 데이터 및 분석모형에 대해 설명하고, 제 III장에서 분석결과를 제시한다. 추가적으로 분석결과에 대한 강건성을 확보하기 위

한 사례를 통해 살펴본다. 마지막으로 제IV장에서 결론 및 정책적 시사점을 도출한다.

II. 데이터 및 분석모형

1. 데이터 및 기초통계량

본 논문은 종량제봉투 가격변화가 생활폐기물 배출량에 미치는 영향을 추정함에 있어 발생할 수 있는 내생성 문제를 통제하고 인과관계를 밝히기 위해 자연실험(natural experiment) 사례를 이용해 합성집단통제법(synthetic control method) 이중차분(difference in difference)으로 분석한다.⁴⁾ 자연실험이란 준실험(quasi-experiment)의 일종으로 연구자의 인위적인 통제와 처치를 통한 일반적인 실험과 달리, 실험집단에 대한 외생적 처치가 자연적으로 발생하여 마치 실험과 유사한 상황이 관찰되는 것을 의미한다.

자연실험으로는 부산광역시의 종량제봉투 가격 인하 사례를 이용한다. 부산광역시는 2012년 8월 도농복합지역인 강서구와 기장군을 제외한 나머지 14개 구의 쓰레기 종량제봉투 가격을 동일한 가격으로 단일화하였다. <표 1>을 보면, 단일화 대상 14개 구 중 단일화로 인해 가격이 기존보다 인상되는 구도 있지만, 전체적으로는 평균 1.7% 정도 가격이 인하되는 효과를 보여 큰 변화를 보이진 않았다.

반면, 2019년 7월 부산광역시 4개 자치구는 단일화 정책을 무산하고 주민부담 경감 등을 이유로 종량제봉투 가격을 평균 17.4% 만큼 크게 인하였다. 10L 기준 기존 단일화 가격 430원에서 남구와 연제구의 경우 390원으로 9.3%, 북구는 340원으로 20.9%, 그리고 부산진구의 경우 10L 봉투에 한정하여 300원으로 30.2% 만큼 크게 인하였다. 이때 일부 자치구가 종량제봉투 가격을 인하했으므로 추정결과는 가격 인하에 따른 배출량 변화를 의미한다. 하지만 동일한 가격 변화율이라 하더라도 소비자는 가격이 인상되었을 때와 인하되었을 때 다르게 반응할 가능성이 있다. 따라서 본 연구에서는 동일한 변화율이라면 가격인하와 인상 간 배출량 변화율에 큰 차이가 없다고 가정한다.

4) 분석모형에 대한 상세한 계량적 분석방법은 다음 절에서 설명한다.

〈표 1〉 부산광역시 14개 구 종량제봉투 가격 변화(10L 기준)

(단위: 원, %)

자치구	2011년	2012년		2019년	
	가격	가격	인상률	가격	인상률
중구	420	430	2.4	430	0.0
서구	430		0.0	430	0.0
동구	430		0.0	430	0.0
영도구	430		0.0	430	0.0
부산진구	450		-4.4	300	-30.2
동래구	440		-2.3	430	0.0
남구	420		2.4	390	-9.3
북구	470		-8.5	340	-20.9
해운대구	440		-2.3	430	0.0
사하구	430		0.0	430	0.0
금정구	450		-4.4	430	0.0
연제구	440		-2.3	390	-9.3
수영구	440		-2.3	430	0.0
사상구	440		-2.3	430	0.0
14개 구 평균 (인하 4개 구 평균)	438	430	-1.7	409 (355)	-5.0 (-17.4)

주: 10L 봉투 가격을 기준으로 함.

부산광역시 일부 자치구의 종량제봉투 가격 인하는 일종의 자연실험 사례로 볼 수 있다. 2019년 단일화 가격을 유지한 자치구를 통제집단(control group)으로, 가격을 인하한 자치구를 처치집단(treat group)으로 설정하여 이중차분법을 통해 폐기물 배출량 변화를 추정하면, 부산광역시 지역 전체에 공통적으로 적용되는 관측되지 않는 요인을 통제하고 종량제 가격 변화에 의한 배출량 변화를 추정할 수 있다.

본 연구에서 생활폐기물 배출량은 무게 단위(톤)인 생활(가정)폐기물 발생량 통계 대신, 용량 단위(리터)인 가정용 종량제 봉투 판매량을 대리(proxy) 변수로 사용한다. 우선 종량제봉투 가격의 경우 용량 단위인 반면, 폐기물 발생량은 무게 단위로 단위 불일치 문제가 발생한다. 물론 변수를 로그화하여 변화율인 % 단위로 추정이 가능하지만 더욱 중요한 문제로 발생량 통계에는 공공용 봉투와 무상지급 봉투 배출량이 포함되어 있다는

점이다. 본 연구의 목적은 종량제 가격이 생활폐기물 배출량에 미치는 영향을 추정하는 것인데, 가격변화로 큰 영향을 받지 않을 것으로 예상되는 공공용 및 무상지급 봉투 배출량이 종속변수에 포함될 경우 분석결과에 편의가 발생할 가능성이 높다. 따라서 편의를 줄이고 보다 직접적인 추정 결과를 얻기 위해 용량 단위인 종량제봉투 판매량을 인구 수로 나눈 일인당 종량제봉투 판매량을 종속변수로 사용한다.

가정용 종량제봉투 판매량을 추정하기 위해 환경부의 「쓰레기 종량제 현황」 2013~2020년 자료를 활용한다. 이 자료는 일반용 봉투 판매량을 가정용/사업자용/특수규격 봉투로 구분하여 리터별로 나누어 제공하므로 가정용봉투 판매량을 일관된 리터단위로 환산하여 나타낼 수 있다는 장점이 있다. 또한 대형마트 등에서 판매하는 재사용 종량제 봉투 판매량을 알 수 있어 분석기간 중 재사용봉투 제도 도입으로 인한 일반용봉투 사용 대체효과를 반영하여 분석할 수 있다(이혜원·권오상, 2021). 다만 본 자료에서 재사용 봉투의 경우 판매수량을 리터별로 제공하지 않으므로 당해 연도의 리터당 재사용봉투 제작량을 가중치로 사용하여 리터 단위 판매량을 산출했다.

통제변수로 사용된 가구요인으로 가구 수는 행정안전부 「주민등록인구현황」을, 평균 가구 소득은 부산광역시 「부산광역시사회조사」를, 가구 중 아파트 비율은 부산광역시 「부산광역시기본통계」를 사용하였다.

통제변수로 자치구 내 가구 관련 변수를 통제했으나, 가정용 종량제봉투 수요 중 일부를 차지할 것이라 예상되는 사업체 측면인 사업체 수, 서비스업 비율 등과 같은 산업 구조를 통제할 필요가 있다. 하지만 시군구 단위의 산업구조를 파악할 수 있는 대표적인 자료인 통계청 「전국사업체조사」의 경우, 연구가 진행되는 현 시점에서 이용 가능한 가장 최신의 데이터가 2019년이다. 하지만 부산광역시의 일부 자치구가 종량제 봉투 가격을 인하한 시점이 2019년 7월이므로 2020년까지의 데이터를 사용하는 것이 필수적이다. 따라서 이후 분석에서는 자치구별 고정효과를 통제하고 자치구 내의 시점별 산업구조 변화가 자치구별로 큰 차이가 없다고 가정한다. 그러므로 만약 종량제 가격 인하 자치구가 동결 자치구에 비해 2019년에 산업구조가 크게 바뀌었다면 가격인하 효과가 과대 혹은 과소추정 될 수 있다는 한계가 있다.

〈표 2〉 기초통계량

변수명	가격 인하 자치구 (처치집단)			가격 동결 자치구 (통제집단)		
	전체	'13~'18	'19~'20	전체	'13~'18	'19~'20
10L 가격(원)	-	430	355 (-17.4)	-	430	430 (0.0)
일인당 판매량(리터)	278.6	257.8	341.0 (32.3)	320.6	296.3	393.8 (32.9)
판매량(천 리터)	81,080	75,851	96,769 (27.6)	60,618	56,767	72,174 (27.1)
인구 수(명)	290,764	293,785	281,702 (-4.1)	204,466	206,865	197,270 (-4.6)
가구 수(개)	121,791	120,755	124,899 (3.4)	86,625	85,942	88,675 (3.2)
가구 소득(만 원)	262.3	263.5	258.7 (-1.8)	247.1	250.4	237.4 (-5.2)
아파트 비율(%)	57.1	55.9	60.8	45.8	44.9	48.8
자치구 수	4			10		

주: 괄호는 '13~'18년 대비 '19~'20년 증가율

〈표 2〉는 부산광역시 자치구 중 도농복합지역을 제외한 14개 자치구를 가격 인하 자치구(처치집단)와 가격 동결 자치구(통제집단)로 나눈 기초통계량이다. 일인당 종량제 봉투 판매량은 두 집단이 유사한 증가율을 보였다. 가격 인하 자치구는 2013~2018년 257.8리터에서 2019~2020년 341.0리터로 32.3% 증가했고, 가격 동결 자치구는 동기간 296.3리터에서 393.8리터로 32.9% 증가했다.

처치집단과 통제집단은 상이한 특성을 지닌 것으로 나타났다. 전체 분석기간에서 인구 수, 가구 수, 가구 소득, 아파트 비율 모두 처치집단이 통제집단보다 높다. 처치집단이 통제집단에 비해 규모가 크고 소득수준도 높으며 더욱 도시화된 지역을 중심으로 구성되어 있는 것으로 보인다. 이처럼 처치집단과 통제집단의 특성이 상이할 경우 이중차분 법으로 분석 시 동질성 가정을 충족하지 못할 수 있다. 두 집단이 이질적이면 종량제봉투 가격 인하의 효과가 순수한 가격 변동의 효과인지, 자치구 특성 차이 효과인지가 모호해지기 때문이다. 이러한 한계를 극복하기 위해 본 연구에서는 합성집단통제법을 이용하

여 집단 간 이질성을 통제하여 분석하며, 다음 절에서 분석모형에 대해 설명한다.

2. 분석모형

일반적인 수요법칙을 따른다면 종량제봉투 가격 인하는 폐기물 배출에 따른 비용을 감소시켜 배출량을 증가시킬 것이다. 2019년 부산광역시 종량제봉투 가격 인하 4개 자치구(부산진구, 남구, 북구, 연제구)를 처치집단으로, 나머지 10개 자치구를 통제집단으로 설정하고 처치 시점 전후 차이를 이용한 이중차분모형을 추정한다. 분석모형은 다음 식(1)과 같다.

$$\log(q_{it}) = \alpha + \beta_1 Post_t + \beta_2 (D_i \times Post_t) + X' \gamma + \lambda_i + \lambda_i Trend_t + e_{it} \quad (1)$$

q_{it} 는 t 연도 i 자치구에서 관측된 리터 단위 일인당 종량제봉투 판매량이다. $Post_t$ 는 가격인하 이전과 이후 시점을 나누는 더미변수이다. 이때 종량제봉투 가격인하 시점은 2019년 7월로 연중에 이루어졌으나 데이터는 연 단위이므로 시점 단위의 불일치 문제가 발생한다. 따라서 이후 분석시 처치시점을 2019년, 2020년으로 나누어 분석하여 강건성을 확보한다. D_i 는 종량제봉투 가격 인하 자치구 여부이고, X' 는 통제변수 벡터값이다. 만약 종량제봉투 가격을 인하한 자치구가 동결한 자치구에 비해 처치시점에 가구 수가 더 크게 증가했다면, 이는 종량제 가격이 아닌 가구 증가에 따른 폐기물 배출량 증가일 가능성이 높다. 따라서 이중차분모형에 자치구 가구 특성인 가구 수, 평균 가구 소득, 가구 중 아파트 비율을 로그화하여 통제하고 분석한다.

위와 같은 모형에서 계수값 β_1 은 통제집단의 1차 차분 값으로, 처치시점 이후 가격 인하 영향을 받지 않은 동결 자치구의 종량제봉투 판매량 증가율을 의미한다. 본 연구의 주요 변수인 교차항($D_i \times Post_t$)은 통제집단 대비 처치집단의 2차 차분 값으로, 처치시점 이후 가격 동결 자치구 대비 종량제봉투 가격 인하 자치구에서 추가로 나타난 종량제봉투 판매량 증가율을 의미한다. λ_i 는 개체고정효과로 관측되지 않는 자치구 개체특성이고, $\lambda_i Trend_t$ 는 각 자치구 고유의 선형추세로 자치구마다 상이한 종량제봉투 추세를 통제하며, e_{it} 는 오차항이다.

이중차분모형은 다음과 같은 일련의 조건을 만족해야 한다(Meyer, 1995; 손호성·이재훈, 2018). 첫째, 통제집단과 처치집단이 동질적이어야 한다. 앞선 <표 2>의 기초통계량에서 살펴보았듯이 처치집단은 통제집단보다 인구 수, 가구 수, 가구 소득, 아파트 비율 모두가 높아 규모가 크고 도시화된 지자체로 나타났다. 따라서 동질성을 확보하기 위해 통제집단합성법을 사용한다.

통제집단합성법은 통제집단의 특성을 이용하여 가중 평균한 임의의 통제집단을 설정한다는 점에서 일반적인 이중차분법과 차이가 있다(Abadie and Gardeazabal, 2003). 본 연구는 2013~2020년 기간 동안의 통제변수인 가구 수, 가구 소득, 아파트 비율을 이용하여 평균제곱근예측오차(RMSPE, Root Mean Squared Prediction Error)를 최소화하는 가중치로 합성통제집단을 상정한다.⁵⁾

둘째, 가격인하 이전 시점의 종량제봉투 기준 가격이 크게 다르다면 통제집단과 처치집단이 이질적일 수 있다. 예를 들어 종량제봉투 가격이 통제집단은 430원에서 동결, 처치집단은 230원에서 200원으로 인하된 것이라고 하자. 수요곡선이 직각쌍곡선(rectangular hyperbola)인 특수한 경우가 아니라면 집단별 기준가격이 달라 가격탄력도가 다르게 나타날 수 있다. 본 연구 사례의 경우 2012년 부산광역시가 종량제봉투 가격을 단일화하였고, 2019년에 일부 자치구에서 가격을 인하했으므로 기준가격이 같아 위와 같은 문제는 발생하지 않는다.

셋째, 공통추세가정(common trend assumption)으로 자치구 특성뿐만 아닌 폐기물 배출량 추세도 동질적이어야 한다. 만약 종량제봉투 가격 인하 자치구가 동결 자치구에 비해 가격인하 이전 시점부터 폐기물 배출량이 더욱 가파른 증가추세에 있었다면, 처치집단의 배출량 증가는 기존 증가 추세의 연장에 의한 효과일 수 있다. 따라서 자치구별 선형추세를 통제하여 분석한다.

넷째, 종량제봉투 가격 인하라는 처치가 오직 처치집단의 폐기물 배출량에만 영향을 미쳐야 하며 통제집단의 배출량과는 독립이어야 한다. 만약 종량제봉투 가격 동결 자치구민이 가격이 인하된 구의 봉투를 구매해 폐기물을 배출한다면, 통제집단의 봉투 판매량을 감소시키는 역할을 하여 처치집단의 효과가 과대 추정될 수 있다. 하지만 부산광역

5) 상세한 분석방법은 지면관계상 생략하며, 구체적인 사항은 Abadie and Gardeazabal(2003), Abadie et al. (2010), Abadie et al.(2015)을 참고.

시는 종량제 가격 단일화 무산 이후 저렴한 구에서 종량제봉투 구입 후 다른 지역에 배출할 시 수거를 거부하고 있으므로⁶⁾ 처치와 통제집단 간의 독립성이 어느 정도 확보된다. 하지만 가격인하 자치구와 매우 근접한 가격동결 자치구 구민의 경우 봉투 구매 후 가격인하 자치구로 이동하여 폐기물을 배출할 가능성이 여전히 남아있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 소비자의 이탈 행위가 매우 적어 전체 가정 폐기물 배출 변화에는 거의 영향을 미치지 않는다고 가정한다.

다섯째, 수요량이 가격에 영향을 주는 역의 인과관계가 존재하지 않아야 한다. 앞서 언급하였듯이 종량제봉투 가격은 정책적으로 결정되어 고정되므로 수요량이 변하더라도 가격은 변하지 않아 일반적인 역의 인과관계 문제가 발생하지 않는다. 하지만 만약 종량제봉투 가격 인하를 결정하는 정책적 과정에서 배출량 증가세가 상대적으로 낮은 자치구가 가격 인하 결정에 대한 부담이 적다고 판단한다면 수요량이 가격 결정 과정에 일부 영향을 미칠 수도 있다. 그러므로 앞서 언급한 자치구별 배출량의 추세를 통제하여 분석하는 것이 중요하다.

본 연구의 분석대상은 2013~2020년 8개년, 부산광역시 14개 자치구로 n 값이 적다. 적은 관측치 문제는 자연실험 이중차분 방법론에서 자주 나타나는 불가피한 현상이기는 하나, 계수값의 유의성을 확보하기 쉽지 않다는 한계가 있다(Donald and Lang, 2007). 계수값의 유의성을 판별하는 데 사용되는 t 값은 계수값을 표준오차로 나누어 계산된다. 일반적인 간단한 회귀모형에서의 표준오차는 다음 식 (2)와 같다.

$$se_{\hat{\beta}_1} = \sqrt{\frac{\sum \hat{e}_i^2}{(n-2)\sum(x_i - \bar{x})^2}} \quad (2)$$

n 값이 작을수록 표준오차는 커지고 t 값은 작아져 유의도가 매우 작게 추정된다. 이러한 경우 계수값의 p 값이 크게 추정되어 실제로는 귀무가설이 거짓이지만 채택하는 2종 오류(type II error)가 발생할 가능성이 높다(Columb and Atkinson, 2016). 따라서 본 연구에서는 p 값을 기준으로 유의성을 나타내기에는 하나 10% 수준에서 유의하지 않다는 이

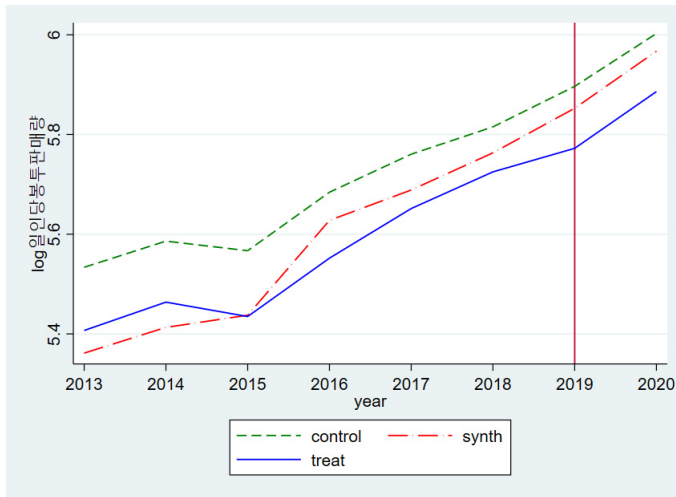
6) 부산광역시 보도자료, “종량제봉투 가격 단일화로 쓰레기배출에 혼선 줄여야”, 2019.06.28.

유만으로 ‘효과가 없다’라고 단정 짓지 않고 계수값의 효과에 조명하여 분석결과를 살펴본다.

III. 분석결과

1. 연도별 추이

<그림 1> 집단별 로그 일인당 봉투판매량 변화



<그림 1>은 통제집단(control)과 합성통제집단(synth), 처치집단(treat)의 로그 봉투 판매량 변화를 나타낸 그래프이다. 그래프 표현의 정규성을 높이고 지자체별 상이한 판매량 변화 단위를 일치시키기 위해 일인당 봉투 판매량을 자연로그화하였다.⁷⁾

그래프를 보면 통제집단과 처치집단의 추세는 유사하나, 로그 일인당 봉투 판매량은 통제집단이 처치집단에 비해 일관되게 높게 나타난다. 또한 처치집단은 2019년 이후 통제집단에 비해 눈에 띄는 변화는 보이지 않는다.

7) 만약 A 지자체의 판매량이 200에서 300으로 증가했고, B 지자체는 동기간 300에서 400으로 증가했다고 하자. 이때 리터 단위로 보면 두 지자체 모두 100리터가 증가하여 같은 증가폭을 나타낸 것처럼 보인다. 하지만 자연로그화를 통해 증가율 단위로 보면 A 지자체는 50%, B 지자체는 33%만큼 증가하여 A 지자체에서 더 크게 증가했음을 알 수 있다.

동질성 확보를 위한 합성통제집단은 처치집단과 비교적 유사한 일인당 봉투 판매량 수준을 보인다. 하지만 추세는 합성통제집단이 처치집단에 비해 더욱 가파르다. 이로 인해 자치구별 선형추세를 통제하지 않으면 2019년 이후 합성통제집단의 판매량 증가가 기존 추세의 연장임에도 불구하고 마치 종량제 가격 효과인 것처럼 추정될 수 있다. 이후 분석에서는 이중차분법을 통해 자치구 특성 및 추세를 통제하여 종량제 판매량 변화를 추정한다.

2. 주요 분석 결과

<표 3>은 종량제봉투 가격인상에 따른 봉투판매량 증가에 대한 분석 결과이다. model1은 2019년을 처치시점으로 하여 이중차분한 모형이고, model2는 합성집단통제를 적용한 모형이다. model3과 model4는 종량제봉투 가격 인하가 2019년 연중에 이루어졌다는 점을 감안하여 모형 간 비교를 통해 강건성을 확보하기 위해 2019년을 제외하

〈표 3〉 이중차분법 분석결과(2013~2020년)

종속: 로그 일인당 봉투판매량(L)	DID (Post = 2019)		DID (Post = 2020)	
	model1 (control)	model2 (synthetic)	model3 (control)	model4 (synthetic)
<i>Post</i>	0.042 (0.034)	-0.006 (0.050)	0.090* (0.049)	0.008 (0.067)
<i>D × Post</i>	-0.024 (0.056)	0.009 (0.054)	-0.029 (0.073)	0.019 (0.072)
로그 가구 수	-0.329 (0.870)	1.102 (0.724)	-0.909 (1.021)	0.871 (0.840)
로그 가구 소득	-0.098 (0.115)	-0.152 (0.105)	-0.045 (0.131)	-0.135 (0.125)
아파트 비율	0.001 (0.006)	-0.002 (0.006)	0.001 (0.007)	-0.005 (0.007)
<i>Trend</i>	Y	Y	Y	Y
<i>Synthetic</i>		Y		Y
<i>N</i>	112	112	98	98

주: * $p > 0.1$, ** $p > 0.05$, *** $p > 0.01$

고 처치시점을 2020년으로 설정한 모형이다. 앞서 논의하였듯이 적은 표본수로 인해 통계적 유의성 확보가 쉽지 않으므로 계수값 자체를 조명하여 논의한다.

기본적인 이중차분 모형인 model1의 분석 결과 *Post* 계수값은 0.042로 통제집단에서 처치시점 이후 약 4.2% 정도 배출량이 증가했음을 의미한다. 추세를 통제했으므로 계수값은 통제집단에서 기존 추세를 벗어난 증가 정도라고 해석할 수 있다. 본 연구의 관심변수인 $D \times Post$ 의 계수값은 -0.024로 통제집단에 비해 처치집단의 봉투 판매량이 가격인하 이후 감소했음을 알 수 있다. 다시 말해 봉투 가격을 인하한 자치구에서 오히려 판매량이 감소하여 이상향하는 수요곡선을 보인다는 의미이다.

하지만 model2의 경우, $D \times Post$ 의 계수값이 0.009로 양(+)의 값(=가격과 판매량은 음(-)의 관계)을 가진다. 다시 말해 가격 인하로 인해 봉투 판매량이 소폭 증가했음을 의미한다. 따라서 model1에서 가격과 판매량의 양(+)의 관계는 집단 특성 차이에 기인한 것임을 알 수 있다. 자치구별 특성 차이에 의해 규모가 크고 더욱 도시화된 처치집단에서 일인당 봉투 판매량이 덜 증가했고, 이러한 효과가 추정 결과에 포함된 것이다. 이는 순수한 종량제봉투 가격에 의한 효과라 보기 어려우므로, 합성집단통제법을 사용한 분석 결과인 model2가 더욱 엄밀한 분석결과라 할 수 있다.

model2의 분석결과를 토대로 처치집단의 평균 가격 변화율 17.4%를 적용하여 수요의 가격탄력도를 계산해보면 약 0.05(=0.009/17.4 × 100)로 매우 비탄력적임을 알 수 있다. 나아가 강건성 확보를 위해 처치시점을 2020년으로 설정한 model4의 경우 계수값이 0.019로 탄력도로 환산하면 약 0.11 수준이다. 계수값이 양(+)으로 가격 인하로 인해 종량제봉투 판매량이 소폭 증가한 것이다. 하지만 그 크기는 가격인하 정도에 비해 매우 작다. 종량제봉투 가격 변화가 없던 기간인 2013년 대비 2018년 부산광역시 종량제봉투 판매량 증가율인 25.6%에 비해 가격탄력도 0.05~0.11은 매우 작은 수준이다. 가격이 수요량에 큰 영향을 미치지 않는다는 것은 수요곡선이 거의 수직의 형태를 띤다는 의미이다. 게다가 종량제봉투는 가격이 정책적으로 결정되므로 공급곡선은 수평의 형태를 띤다. 결국 종량제봉투 판매량은 가격요인보다 외생적 요인에 의해 결정된다고 볼 수 있다.

통제변수들의 분석결과를 보면 model2와 model4에서 가구 수 1% 증가는 일인당 종량제봉투 판매량을 약 1% 정도 증가시킨다. 앞선 <표 2>의 기초통계량에서 확인할 수 있듯이 부산광역시는 인구 수는 감소했지만 가구 수는 증가했다. 다시 말해 평균 가구원

수가 감소했다는 의미이다. 평균 가구원 수의 감소는 가족 내 공유하는 재화의 감소로 인해 그에 따른 부산물인 생활폐기물 증가로 이어져 ‘일인당’ 종량제 판매를 증가시킬 수 있다.⁸⁾ 현재 전국적인 현상인 1인 가구 증가, 혼인율·출산율 감소, 초혼연령 상승 등으로 인해 평균 가구원 수가 감소하고 있다. 이로 인해 일인당 생활폐기물 배출이 더욱 증가할 수 있음을 시사한다.

반면 가구 소득 1% 증가는 일인당 종량제봉투 판매량을 약 0.14~0.15% 정도 감소시키는 것으로 나타났다. 소득의 증가는 재화 수요를 증가시키고 이에 따른 부산물인 폐기물 또한 증가하는 것이 더 적절해 보인다. 하지만 비록 효과가 0.2%미만 수준으로 매우 작기는 하나 반대의 결과가 나타났다. 일부 선행연구들에서도 본 연구와 마찬가지로 유의하지는 않으나 음(-)의 관계를 보여주고 있다(윤하연·윤세미, 2020; 이희선, 2013). 이는 서재호·정광호(2007)에서 언급되었듯이, 가계의 생활폐기물 배출과 직접적인 관련이 있는 것은 소득보다 가계소비지출일 수 있다. 또한 소득이 증가한다 하더라도 생활폐기물을 적게 배출하는 방식으로 재화 소비가 증가한다면 폐기물 배출은 감소할 수 있다.

<표 4>는 자치구별 가구당 종량제봉투 월평균 지출액 및 가구 소득에서 종량제봉투 지출이 차지하는 비중을 나타낸 표이다. 가구당 종량제봉투 지출액은 종량제봉투 판매량에 해당 자치구에서의 가격을 곱해 가구 수로 나누어 준 값을 사용했다.

부산광역시 14개 자치구 월평균 지출액은 2018년 2,671원에서 2020년 2,883원으로 소폭 증가했으나, 그 금액이 적어 소득 대비 비중은 0.11~0.13% 수준으로 나타났다. 반대로 종량제봉투 가격을 인하한 4개 자치구는 2018년 2,586원에서 2020년 2,383원으로 203원 감소했으나, 이 역시 매우 작아 소득 대비 비중은 0.1%로 거의 변화가 없다.

만약 가격인하로 인해 폐기물 배출량이 더 크게 증가했다면 주민부담을 오히려 증대시키는 결과를 가져올 수 있다. 하지만 앞선 분석결과를 종합해보면 종량제봉투 가격 인하는 판매량에 거의 영향을 미치지 않으므로 주민 부담을 경감시키는 효과를 가져온다. 하지만 그 금액이 소득에서 차지하는 비중이 매우 적어 가계 지출 부담을 줄이는 효과 또한 매우 적다. 이는 앞선 분석결과에서 도출된 매우 낮은 가격탄력도와 연관이 있다. 중

8) 예를 들어 식재료의 경우 4인가구는 큰 용량을 한 번에 구입할 수 있지만, 만약 2인/1인/1인가구로 분리된다면 식재료 총합이 동일한 용량이라 하더라도 더 적은 용량으로 소분된 상품을 세 가구가 각자 구입해야 한다. 이에 따른 포장 폐기물 또한 증가하게 된다.

량제봉투는 필수재적 성격을 띠고 동시에 소득에서 차지하는 비중이 매우 적으므로 가격변화에 따른 수요량 변화가 매우 미탄력적으로 나타나는 것으로 해석할 수 있다.

〈표 4〉 가구당 종량제봉투 월평균 지출액 및 소득 대비 비중

(단위: 원, %)

자치구	2018년		2020년	
	지출액	소득 대비 비중	지출액	소득 대비 비중
중구	4,088	0.21	4,186	0.21
서구	2,177	0.10	2,546	0.13
동구	3,022	0.13	3,184	0.18
영도구	2,032	0.09	2,530	0.11
부산진구	2,741	0.11	1,966	0.08
동래구	2,752	0.09	3,264	0.12
남구	2,369	0.09	2,607	0.11
북구	2,586	0.10	2,449	0.09
해운대구	2,569	0.08	2,959	0.10
사하구	2,776	0.11	3,286	0.14
금정구	2,626	0.10	3,139	0.14
연제구	2,647	0.10	2,510	0.11
수영구	2,560	0.10	3,053	0.13
사상구	2,456	0.09	2,680	0.12
14개 구 평균 (처치집단 평균)	2,671 (2,586)	0.11 (0.10)	2,883 (2,383)	0.13 (0.10)

주: 10L 봉투 가격을 기준으로 함.

3. 강건성 검정

본 절에서는 앞선 <표 3> 이중차분 추정결과의 강건성을 확보하기 위한 분석결과를 제시한다.

1) 고정효과모형과의 비교

<표 5>는 선행연구와의 비교를 위해 종량제봉투의 가격효과가 있다고 보고한 연구들

에서 주로 사용한 고정효과모형을 이용하여 본 연구 자료를 활용해 분석한 결과이다. 이를 통해 앞선 <표 3>의 이중차분 분석에서 일부 선행연구 결과와 달리 가격 변화 효과가 없다는 결과가 분석 자료나 시점의 특수성에 기인한 것인지를 살펴본다.

〈표 5〉 고정효과 모형 분석 결과(2013~2020년)

종속: 로그 일인당 봉투판매량(L)	FE
로그 종량제봉투 가격	-0.339 (0.244)
로그 가구 수	1.756** (0.687)
로그 가구 소득	-0.101 (0.164)
아파트 비율	0.035*** (0.006)
<i>N</i>	112

주: * $p > 0.1$, ** $p > 0.05$, *** $p > 0.01$

분석결과 로그 종량제봉투 가격의 계수값이 -0.339로, 앞선 이중차분 분석에서의 탄력도인 0.05~0.11보다 크게 나타났다. 이는 고정효과모형을 이용해 가격과 판매량 데이터로 수요를 추정할 시 내생성 문제가 발생할 가능성이 매우 높을 수 있음을 의미한다. 단지 종량제봉투 가격 변화라는 사건과 생활폐기물 증가가 같은 시기에 일어난 사건이므로, 비정상(non-stationary) 시계열로 인해 가성회귀(spurious regression) 문제가 발생하여 마치 모든 효과가 인과관계인 것처럼 해석할 가능성이 있다.

2) 부산진구의 사례

부산광역시 자치구 중 부산진구는 2019년 종량제 봉투 중 10L 봉투의 가격만을 430원에서 300원으로 30.2% 인하하였으며, 다른 용량의 봉투는 기존의 가격을 유지했다. 만약 일반적인 수요법칙을 따른다면 10리터 봉투의 가격만을 인하했으므로 부산진구 내에서 다른 용량의 봉투 판매를 대체하는 효과를 보이는 것이 당연하다. 10L 봉투는 다른 용량의 봉투에 비해 리터당 가격이 30.2%나 저렴하기 때문이다.

<표 6>은 부산진구와 가격 동결 자치구의 종량제봉투별 리터 단위 판매량 및 비중이다. 부산진구의 경우 10리터 봉투는 2018년 전체 판매량 중 17.3%를 차지했고, 가격 인하 이후 19.4%로 비중이 2.1%p 증가했다. 하지만 이러한 변화를 온전히 가격 인하의 효과로 해석할 수 없다. 가격 동결 자치구도 마찬가지로 10리터 봉투의 비중이 16.4%에서 17.9%로 1.5%p 증가했기 때문이다. 간단한 계산법으로 이중차분 해보면 부산진구는 10리터 봉투 판매량이 추가적으로 0.6%p(=2.1%p - 1.5%p) 더 증가한 것이다. 가격을 30.2%나 인하했음에도 불구하고 다른 용량의 종량제 봉투 판매량을 대체하는 효과는 거의 나타나지 않았다. 이를 통해 종량제봉투 가격은 판매량에 별다른 영향을 미치지 못한다는 사실을 다시 한 번 확인할 수 있다.

<표 6> 종량제봉투별 판매량 및 비중

(단위: 천 리터, %)

	부산진구		가격 동결 자치구	
	2018	2020	2018	2020
3L	0 (0.0)	0 (0.0)	9 (0.0)	141 (0.0)
5L	3,285 (2.6)	3,475 (2.5)	21,170 (3.3)	23,809 (3.1)
10L	21,810 (17.3)	26,428 (19.4)	104,596 (16.4)	135,859 (17.9)
20L	43,041 (34.0)	42,703 (31.3)	248,169 (38.9)	304,905 (40.2)
30L	9,870 (7.8)	10,320 (7.6)	43,020 (6.7)	44,739 (5.9)
50L	19,800 (15.7)	22,300 (16.4)	95,550 (15.0)	107,089 (14.1)
75L	4,200 (3.3)	6,450 (4.7)	25,425 (4.0)	83,432 (11.0)
100L	24,400 (19.3)	24,600 (18.1)	99,900 (15.7)	58,364 (7.7)
전체	126,405 (100.0)	136,277 (100.0)	637,838 (100.0)	758,338 (100.0)

주: 괄호는 비중.

IV. 결론

본 연구는 부산광역시 자연실험 사례를 통해 종량제봉투 가격이 생활폐기물 배출량에 미치는 영향을 분석했다. 폐기물 배출량은 측정단위 일치 및 공공용·무상지급 봉투 효과 제외를 위해 종량제봉투 판매량을 대리변수로 사용하여 추정했다. 종량제봉투 가격을 인하한 일부 자치구는 2019년 이후 판매량이 증가했으나, 이는 종량제봉투 가격 동결한 자치구에서도 마찬가지로 관측된 현상이다. 내생성 문제를 완화하기 위해 가격 동결 자치구를 합성통제집단으로, 가격 인하 자치구를 처치집단으로 하여 이중차분법으로 분석한 결과, 수요의 가격탄력도는 0.05~0.11 수준으로 매우 비탄력적이며 판매량에 거의 영향을 미치지 못했다. 구조모형을 이용해 분석한 양준석 외(2022)의 연구에서도 종량제봉투 가격을 약 4배가량 증가시켜도 생활폐기물 발생량은 약 10% 정도 감소하는 것으로 나타나 가격효과가 매우 적은 것으로 보인다.

또한 선행연구에서 주로 사용된 일반적인 고정효과모형과 분석결과를 비교하여 내생성 문제가 존재할 가능성이 높음을 확인했다. 나아가 강건성 확보를 위해 10리터 봉투 가격만을 인하한 부산진구의 사례를 살펴본 결과, 가격 인하로 인한 뚜렷한 봉투용량별 대체효과가 발견되지 않아 종량제봉투 가격은 판매량에 거의 영향을 미치지 못한다는 점을 재확인했다.

종량제봉투는 필수재적 성격이 강하고 지출이 가구 소득에서 매우 적은 비중을 차지한다. 이에 종량제봉투의 수요 곡선은 수직에 가까우며 가격 이외의 요인인 인구구조 변화, 소비자 선호, 제도 및 규제 등에 의해 영향을 받을 가능성이 매우 높다. 소폭의 가격인상만을 통해서도 쓰레기 배출량 저감 목표를 달성하기가 쉽지 않을 것으로 보인다.

그렇다고 해서 본 연구결과가 종량제봉투 가격 인하를 옹호하거나, 가격 인상을 반대하는 것을 의미하지는 않는다. 2020년 생활폐기물 주민부담률은 전국 평균 34.8%, 7개 특·광역시 평균 71.8%로 폐기물 배출에 대한 비용 중 일부는 배출자가 아닌 세수로 보전되고 있어 형평성의 문제에 직면할 수 있다. 다만, 본 논문의 분석대상인 부산광역시의 경우 주민부담률이 2020년 기준 89.9%로 전국 광역 지자체 중 가장 높고, 일부 자치구(동래구, 해운대구, 사하구, 금정구)의 경우 100%가 넘는 주민부담률을 보인다. 부산광역시와 같은 지자체는 더 이상 종량제봉투 가격을 인상하는 데 한계가 있고, 인상하더

라도 소폭의 인상률로는 배출량 감소에 큰 효과를 보이지 않을 가능성이 높다. 따라서 가격정책 보다는 수요곡선 자체를 이동시킬 수 있도록 하는 정책 및 관련 연구가 필요하다.

수요곡선 자체를 이동시킬 수 있는 정책으로, 첫째, 일회용품이나 제품포장 규제 정책 등 재화 생산자에 대한 규제 조치가 있다. 생활폐기물 수요는 재화 시장의 파생수요(derived demand)이다. 제품 생산단계에서 불필요한 폐기물 발생을 줄이는 방향으로 재화를 생산하여 공급하도록 한다면 파생수요인 생활폐기물 수요를 감소시킬 수 있다. 예를 들어 라벨이 없는 생수병을 생산하도록 하는 것이나 제품 과대포장 규제를 하는 것과 같다.

둘째, 재화 소비자에 대한 정책이다. 폐기물 배출이 적은 방식의 소비를 유도하기 위한 긍정적 유인(incentive) 혹은 부정적 유인(penalty)을 부여할 수 있다. 예를 들어 커피숍에서 다회용기를 사용할 때 일정 금액을 할인해주거나, 혹은 일회용기를 사용할 때 일정 금액을 가산하는 것과 같다.

셋째, 분리배출 미이행 방지이다. 종량제봉투 배출과 대체관계에 있는 재활용 분리배출이 증가한다면 생활폐기물 배출을 감소시킬 수 있다(홍성훈, 2015). 이를 위해 지자체들은 재활용 혼합배출에 대한 과태료를 부과하고 있다. 하지만 분리배출을 하려고 하더라도 몇몇 폐기물들은 분리배출 가능 여부에 대한 소비자의 판단이 어려울 수 있다. 따라서 일관된 분리배출 기준을 정립하고, 이에 대한 교육과 홍보가 더욱 적극적으로 이루어져야 할 필요가 있다.

또한 소비자의 재활용 분리배출이 원활히 이루어지더라도 실제로 재활용으로 이어지도록 하는 노력이 필요하다. 한국의 재활용률은 oecd 국가들 중 독일 다음으로 높아 ‘재활용 모범국가’로 꼽힌다. 하지만 분리배출 폐기물의 수거-선별-가공 과정에서 폐기처리 됨으로 인해 실질재활용률은 62%에서 40%로 하락한다.⁹⁾ 따라서 제품별 플라스틱 소재 단일화 등의 정책을 통해 실질재활용률을 증가시켜, 생활폐기물 배출을 감소시킬 필요가 있다.

본 연구는 부산광역시 일부 자치구의 가격인하 사례를 통해 종량제봉투 가격이 배출량에 별다른 영향을 미치지 못한다는 결과를 얻었으나, 이러한 결과가 종량제봉투 가격을 크게 인상했을 때도 효과가 없을 것이라는 사실을 보장할 수 없다. 현재 종량제봉투

9) 한국일보, “당신의 재활용 수고, 60%는 그대로 버려진다”, 2020.12.22.

가격은 시장에서 결정되는 가격이 아닌 공공서비스에 대한 수수료의 개념이며, 전국 대부분의 자치구에서는 총비용이 총수입을 상회한다. 낮은 가격으로 인해 현재 비탄력적인 구간에서 가격이 형성되어 있을 가능성이 있는 것이다. 최은철·양준석(2021)의 연구 결과, 본 연구와 분석 지역 및 기준가격이 다르기는 하나, 소비자는 현행 가격 대비 약 44.1% 수준의 가격 인상을 지불할 의사가 있는 것으로 나타났다. 만약 지불의사가 가격을 크게 상회하는 수준으로 가격을 인상한다면 판매량이 유의미하게 감소할 수 있다. 반면, 김금수·D.Kelleher(2004)의 연구 결과와 같이 높은 가격인상은 불법투기를 증가시켜 판매량 감소 효과를 과대추정 할 가능성이 있다.

본 연구의 부산광역시 사례는 2019년에 종량제봉투 가격을 인상하였으나, 현 연구시점에서 자료의 한계로 2020년까지의 효과만을 추정했다. 가격변화로 인한 수요량 변화는 유량(flow)이므로, 만약 소비자가 새로운 가격에 적응하여 대응하는 데 까지 오랜 시간이 걸린다면 단기적으로는 수요량 변화가 크게 나타나지 않을 수 있다. 예를 들어 종량제봉투 가격이 인하되었다고 하여 쓰고 있던 다회용기를 버리고 바로 일회용기로 대체하기는 어려울 것이다. 따라서 본 연구결과의 수요량 변화는 종량제봉투 가격변화에 대한 단기적 효과로 해석하는 것이 적절하며, 향후 연구에서 중·장기적 효과에 대해 살펴볼 필요가 있다.

[References]

- 김광임, “폐기물 가격의 경제적 인센티브 효과”, 「환경정책」, 제12권 제1호, 2004, pp. 37~55.
- 김금수·D. S. Kelleher, “생활계 폐기물종량제와 불법투기”, 「재정논집」, 제18권 제2호, 2004, pp. 105~117.
- 김민주, “쓰레기종량제의 봉투 가격인상이 쓰레기발생량 및 재활용품수거량에 미치는 효과 분석”, 「한국정책학회보」, 제18권 제3호, 2009, pp. 311~373.
- 배진수, “국내 순환경제의 현황 및 정책적 시사점 - 경제적 유인을 중심으로”, 「재정포럼」, 2021, pp. 8~33.
- 서재호·정광호, “가격유인을 활용한 폐기물 감량화 정책효과 분석”, 「한국정책학회보」, 제16

- 권 제4호, 2007, pp. 147~365.
- 손호성·이재훈, “행정학·정책학 연구에서의 이중차분 추정기법의 활용과 쟁점”, 「현대사회와 행정」, 제28권 제3호, 2018, pp. 1~31.
- 양준석·최은철·이상현, “구조모형을 이용한 적정 종량제 봉투 가격 추정에 관한 연구”, 「자원·환경경제연구」, 제31권 제1호, 2022, pp. 31~50.
- 오용선, “쓰레기종량제도의 환경개선효과에 관한 비판적 평가”, 「한국정책학회보」, 제15권 제2호, 2006, pp. 245~282.
- 유기영·홍재선, “서울시 폐기물관리체계 A에서 Z까지”, 서울연구원, 2015.
- 윤하연·윤세미, “쓰레기 종량제 봉투 가격 현실화 방안”, 인천연구원, 2020.
- 이혜원·권오상, “재사용 종량제 봉투의 쓰레기 종량제 봉투 소비 대체효과 추정”, 「환경정책」, 제29권 제3호, 2021, pp. 49~75.
- 이희선·신경희·조공장·한상운·금현·양은모, “종량제 생활폐기물 처리의 배출자 부담원칙 확대 적용 방안”, 한국환경정책·평가연구원, 2013.
- 정광호·서재호·홍준형, “쓰레기 종량제 정책효과 실증분석: 광역시도를 중심으로”, 「한국행정정보」, 제41권 제1호, 2007, pp. 175~201.
- 조하은·우영진, “쓰레기 종량제가 생활폐기물 배출에 미치는 영향: 생활폐기물 수거서비스 수요함수를 중심으로”, 「도시행정학보」, 제33집 제1호, 2020, pp. 107~122.
- 최은철·양준석, “소비자 지불의사액(WTP)에 기반한 종량제봉투 가격의 현실화 방안에 대한 연구”, 「환경정책」, 제29권 제2호, 2021, pp. 59~77.
- 홍성훈, “도시생활쓰레기 절감을 위한 가격유인: 쓰레기 종량제의 효과”, 「경제학연구」, 제49권 제1호, 2001, pp. 203~221.
- 홍성훈, “종량제 가격이 생활폐기물, 음식물쓰레기, 재활용품 수거서비스 수요에 미치는 영향”, 「자원·환경경제연구」, 제24권 제4호, 2015, pp. 747~761.
- 환경부, “쓰레기 수수료 종량제 시행지침”, 2022.
- 환경부, “쓰레기 종량제 시행 10년 성과평가 결과('95~'04년)”, 환경부 보도자료, 2006.
- Abadie, A., A. Diamond, and J. Hainmueller, “Synthetic control methods for comparative case studies: Estimating the effect of California’s tobacco control program,” *Journal of the American statistical Association*, Vol. 105, No. 490, 2010, pp. 493~505.
- Abadie, A., A. Diamond, and J. Hainmueller, “Comparative politics and the synthetic control method,” *American Journal of Political Science*, Vol. 59, No. 2, 2015, pp. 495~510.

- Abadie, A., and J. Gardeazabal, "The economic costs of conflict: A case study of the Basque Country," *American Economic Review*, Vol. 93, No. 1, 2003, pp. 113~132.
- Buccioli, A., Montinari, N., and M. Piovesan, "Do Not Trash the Incentive! Monetary Incentives and Waste Sorting," *The Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 117, No. 4, 2015, pp. 1204~1229.
- Columb, M., and M. Atkinson, "Statistical analysis: sample size and power estimations," *BJA Education*, Vol. 16 No. 5, 2016, pp. 159~161.
- Donald, S. G., and K. Lang, "Inference with Difference-in-Differences and Other Panel Data," *Review of Economics and Statistics*, Vol. 89, No. 2, 2007, pp. 221~233.
- Meyer, B. D., "Natural and Quasi-Experiments in Economics," *Journal of Business & Economic Statistics*, Vol. 13, No. 2, 1995, pp. 151~161.
- Wintoki, M. B., J. S. Linck, and J. M. Netter, "Endogeneity and the dynamics of internal corporate governance," *Journal of Financial Economics*, Vol. 105, No. 3, 2012, pp. 581~606.