

家計의 쓰레기 再活用時間 決定要因 分析*

金 知 昱 · 鄭 義 澈**

논 문 초 록 :

본 연구는 서울시 거주 가구가 재활용에 투입하는 시간이 어떠한 요인에 의하여 영향을 받는지를 가계의 최적시간배분이론에 입각하여 순위프로빗(ordered probit)모형 및 양측한계절절토빗(two-limit tobit)모형을 통하여 실증분석하였다. 실증분석 결과 이 두 가지 모형 모두에서 주부의 연령, 교육수준, 유보임금 및 가계소득, 그리고 지역관련 더미변수는 통계적으로 유의적인 것으로 나타났으나, 재활용은 하지 않음으로써 추가적으로 부담해야 하는 쓰레기 봉투가격은 유의적이지 않은 것으로 나타났다. 쓰레기수수료(봉투가격)가 재활용투입시간에 영향을 주지 않는다는 결과는 가계의 쓰레기봉투 구입비용이 소득에서 차지하는 비율이 매우 낮아 가계의 시간배분에 대한 의사결정에 커다란 역할을 하지 않는 것으로 볼 수 있다. 이 연구에서는 유보임금으로 평가된 주부의 시간가치가 특히 중요한 변수로 나타났다. 주부의 시간가치가 큰 가계일수록 재활용에 투입하는 시간이 적다는 결과는 동일한 조건하에서 재활용에 시간을 투입하기보다는 근로나 여가에 시간을 투입하는 것이 효용을 더 증가시킨다는 것을 의미한다.

핵심주제어: 재활용 투입시간, 순위프로빗 모형, 유보임금.

경제학문헌목록 주제분류: R2, Q2.

I. 서 론

소득수준 증가에 따라 삶의 질을 중시하는 생활패턴이 정착되고 있어 경제활동을 영위하는 데 발생하는 부산물로서의 쓰레기에 대한 처리문제가 관심을 모으고 있다. 1996년 한 해 동안 서울시에서 배출되는 쓰레기의 총량은 498만 톤에 이른다. 이 중 67.9%가 매립되고 있는데, 매립쓰레기로 인한 수질오염과 악취 및 먼지 등의 대기오염이 매립에 파생되는 문제점으로 제기되고 있다. 또

* 본 논문이 완성되기까지 유익한 논평을 해 주신 익명의 심사위원들께 감사드린다.

** 서울시정개발연구원 부연구위원

한 매립의 대안으로 고려되고 있는 소각정책도 지역적으로 원하지 않는 토지이용(locally unwanted land use)에 대한 문제가 제기되고 있어 소각장 부지 선정 자체부터 여러 가지 어려움이 초래되고 있다.

쓰레기문제를 효율적으로 접근하기 위해서는 발생한 쓰레기를 어떠한 형태로 처리할 것인지에 대한 대책뿐 아니라 쓰레기발생을 감소시키는 방안 또한 같이 고려되어야 한다. 쓰레기발생을 감소시킴으로써 그렇지 않으면 매립이나 소각장 건설에 이용될 토지를 보다 생산적인 용도로 이용할 수 있기 때문이다. 쓰레기발생은 가계가 식생활을 경제적으로 개선함으로써 감소시킬 수 있으며 또한 재활용이 가능한 제품을 재활용할 수 있도록 적극적인 참여를 유도함으로써 쓰레기발생 감소에 기여할 수 있다.

서울시의 경우 쓰레기 종량제가 시행된 지난 2년 동안 전체폐기물 중 재활용품 수거처리비율이 연평균 약 29%를 차지하고 있으며 앞으로 재활용품 수거비율을 더욱 제고시킬 계획에 있다. 재활용정책이 효과를 거두기 위해서는 가계의 재활용행위에 대한 이해가 선행되어야 한다. 특히 어떠한 요인들이 가계가 재활용에 투입하는 시간 및 재활용 쓰레기 배출량에 영향을 주는지에 대한 구체적이고 실증적인 분석이 요구된다고 할 수 있다.

가계의 재활용노력에 대한 외국문헌은 여러 가지가 존재하고 있다. 이 중 Hong, Adams & Love(1993)는 미국 오리곤주 포틀랜드지역의 자료에 근거하여 가계의 재활용참여 및 쓰레기수집에 대한 수요를 분석하였다. 이들은 쓰레기 처리비용의 증가가 재활용참여에는 양(+)의 영향을 주나 쓰레기수거에 대한 수요를 감소시키는 데 큰 효과가 없다는 것을 실증분석 결과로 밝히고 있다. Morris & Holthausen(1994)은 가계생산모형에 입각하여 가계의 쓰레기발생 감소 노력 및 재활용 증대노력에 대한 이론적 분석을 시도하였다. 이들은 쓰레기 수거비용의 증가뿐 아니라 재활용함으로써 얻게 되는 이득이 재활용 노력에 양(+)의 영향을 준다는 이론적 가설을 모의실험을 통하여 검증하고 있다.

이 연구에서는 이러한 선행연구결과를 토대로 서울시 거주 가구가 재활용에 투입하는 시간이 어떠한 요인에 의하여 영향을 받는지를 가계의 최적시간배분 이론에 입각하여 순위프로빗(ordered probit)모형 및 양측한계절절토빗(two-limit tobit)모형을 통하여 실증분석하였다. 실증분석 결과 이 두 가지 모형 모두에서 주부의 연령, 교육수준, 유보임금 및 가계소득 그리고 지역관련 더미

변수는 통계적으로 유의적인 것으로 나타났으나 재활용을 하지 않음으로써 추가적으로 부담해야 하는 쓰레기봉투 가격은 유의적이지 않은 것으로 나타났다.

이 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 먼저 제 II절에서는 가계의 재활용시간에 대한 이론적 모형을 구축한다. 제 III절에서는 이를 토대로 실증분석을 위한 추정모형을 설정한다. 추정에 이용된 자료 및 실증분석 결과를 제 IV절에서 설명하고 마지막 장에서는 결론 및 정책적 시사점을 제시한다.

II. 재활용 투입시간 결정이론

가계가 재활용에 투입하는 시간을 결정하는 요인을 분석함에 있어 홍성훈(1996)의 모형을 변형하여 다음과 같은 정태모형을 설정한다. 가계는 시장복합재(X)와 여가시간(L)을 소비하여 효용을 얻는다고 가정하면 다음과 같은 효용함수를 상정할 수 있다.

$$U=U(X, L), \quad (1)$$

여기서 효용함수 U 는 연속적이며 2차미분 가능하고 $U_X, U_L > 0$ 으로 가정한다.

가계의 재활용배출량(R)은 시장복합재의 소비(X)와 재활용에 투입하는 시간(Y)의 함수로 가정한다.

$$R=R(X, Y), \quad (2)$$

여기서 $R_x = \frac{\partial R}{\partial X} > 0$, $R_y = \frac{\partial R}{\partial Y} > 0$ 이며 $R_{xx} < 0$, $R_{yy} < 0$ 으로 가정한다.

비재활용 쓰레기 양(G)과 재활용 쓰레기(R)의 합인 총쓰레기 배출량은 시장복합재의 소비에 상수 α 에 따라 비례한다고 가정하자.

$$G + R = \alpha X, \quad 0 < \alpha < 1. \quad (3)$$

그리고 가계는 총가용시간(T)을 여가(L), 근로(W) 그리고 재활용(Y)

에 배분한다고 하자.

$$L + W + Y = T. \quad (4)$$

가게는 근로를 통하여 얻은 소득으로 X 를 구입하고 쓰레기 수거비용을 지불하게 된다.

$$X + p \cdot G = \delta W. \quad (5)$$

여기서 p 는 쓰레기 단위당 수거비용이며 δ 는 시간당 임금이다.

식 (2), (3), (4), (5)를 통합하여 가게의 예산제약조건을 표현하면 다음과 같다.

$$X + p[\alpha X - R(X, Y)] + \delta(L + Y) = \delta T = M, \quad (6)$$

여기서 δ 는 여가 및 재활용에 투입되는 시간의 가치로 해석할 수 있다.

따라서 가게는 식 (6)을 예산제약조건으로 하여 효용함수 식 (1)을 극대화하기 위한 최적 X , L , Y 를 선택할 것이다.

효용극대화를 위한 1차조건은 다음과 같이 표현된다.

$$U_X - \lambda[1 + p(\alpha - R_X)] = 0, \quad (7)$$

$$U_L - \lambda\delta = 0, \quad (8)$$

$$\lambda(pR_Y - \delta) = 0. \quad (9)$$

식 (7)과 (8)를 통하여 시장복합재와 여가와의 한계대체율이 재활용부분을 제외한 비재활용 쓰레기 수거비용을 포함한 시장복합재의 가격과 시간의 가치의 비율과 같아야 한다는 소비자균형조건을 도출할 수 있다. 한편, 식 (9)는 효용극대화를 위한 재활용투입시간을 나타내는데, 이를 다음과 같이 변형함으로써 쉽게 해석될 수 있다.

$$p \frac{\partial R(X, Y)}{\partial Y} = \delta. \quad (10)$$

식 (10)의 좌변은 재활용 투입시간 1단위를 증가시킴으로써 얻을 수 있는 쓰레기 수거비용의 절약에 대한 화폐가치이며, 우변은 재활용 투입시간 1단위의 가치로 균형에서는 이 두 가지가 같아야 한다는 것을 의미하고 있다.

식 (7), (8), (9)와 예산제약조건을 통하여 최적재활용 투입시간(Y)의 합수를 구할 수 있으며 이를 다음과 같이 표현하자.

$$Y^* = f(\delta, p, M, \alpha). \quad (11)$$

III. 추정모형의 설정

식 (11)에서 비례계수인 α 가 모든 가계에 동일하게 적용된다고 가정하고 가계의 인구통계학적 변수벡터(Z_i)를 추가적으로 고려하여 선형모형을 가정하면 가계 i 의 재활용투입시간에 대하여 다음과 같은 추정방정식을 얻을 수 있다.

$$Y_i^* = a_1 + a_2 \delta_i + a_3 p_i + a_4 M_i + Z_i b_i + e_i, \quad (12)$$

여기서 a_i, b_i 는 추정계수벡터이며 e_i 는 오차항이다.¹⁾

추정에 이용되는 종속변수인 가계의 재활용투입시간(Y_i^*)에 대한 자료는 3분 미만, 약 5분, 약 10분, 약 15분 그리고 약 20분 이상으로 구분되어 있어, 첫째 진정한 Y_i^* 가 관찰되지 않고, 둘째 하한 3분 미만, 상한 20분 이상으로 Y_i^* 의 양측한계가 결절(censored)되어 있으며, 셋째 순서를 가지고(ordered) 있다.

종속변수 분포의 특성이 위와 같은 경우 추정기법으로는 양측한계의 결절을 강조하는 측면에서 토빗모형(two-limit tobit model)과 순서를 가지고 있는 분포를 강조하는 측면에서 순위프로빗모형(ordered probit model)을 고려해 볼 수 있다. 이 연구에서는 이 두 가지 계량모형을 모두 고려하였다.²⁾

먼저 첫째 특성에 의거하여 식 (12)를 다음과 같이 표현하자.

1) $\alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ 에 대한 부호는 식 (6), (7), (8), (9)를 이용한 비교정태분석을 통하여 결정할 수 있는데, 비교정태분석 결과 각 계수에 대한 부호는 결정되지 않는 것으로 나타났다. 효용함수 및 재활용투입시간함수의 형태를 구체적으로 설정할 경우 부호가 결정될 수는 있으나 실증분석이 추가적으로 이루어지므로 생략하였다.

$$Y_i^* = r'K_i + e_i, \quad (13)$$

여기서 Y_i^* 는 자료에서 직접 관찰되지 않으며 K_i 는 독립변수(δ_i, p_i, M_i, b_i) 벡터, r 는 추정계수(a_i, b_i) 벡터이다. Y_i^* 대신 관찰되는 재활용투입시간을 Y_i 라고 하자.

양측한계결절토빗모형은 다음과 같이 상정할 수 있다.³⁾

$$\begin{aligned} Y_i &= L_{1i} \text{ if } Y_i \leq L_{1i}, \\ Y_i &= Y_i^* \text{ if } L_{1i} \leq Y_i^* \leq L_{2i}, \\ Y_i &= L_{2i} \text{ if } Y_i^* \leq L_{2i}. \end{aligned} \quad (14)$$

여기서 L_{1i}, L_{2i} 는 각각 Y_i^* 의 하한과 상한이며 $e_i \sim N(0, \sigma^2)$ 이다.

위 모형의 로그우도함수(log likelihood function)는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \log L &= \sum_{Y_i=L_{1i}} \phi\left(\frac{L_{1i}-r'K_i}{\sigma}\right) + \sum_{Y_i=Y_i^*} \frac{1}{\sigma} \phi\left(\frac{Y_i-r'K_i}{\sigma}\right) \\ &+ \sum_{Y_i=L_{2i}} \left[1 - \phi\left(\frac{L_{2i}-r'K_i}{\sigma}\right)\right]. \end{aligned} \quad (15)$$

여기서 Φ 는 표준정규누적분포함수이고 ϕ 는 표준정규확률밀도함수이다. 최우추정방법(maximum likelihood estimation)을 통하여 식 (15)를 추정하면 계수벡터 r 와 σ 를 구할 수 있다.

한편, 오차항이 표준정규분포를 갖는다고 가정하는 순위프로빗모형은 다음과 같이 상정할 수 있다.⁴⁾

2) 순위프로빗모형과 양측한계결절토빗모형을 모두 고려한 이유는 추정결과가 추정모형에 따라 커다란 변화가 있는지를 판단하기 위해서이다. 양측한계결절토빗모형을 적용하기 위해서는 Y_i^* 의 양측한계가 명확하게 나타나 있고, Y_i^* 가 양측한계 내에서 연속적으로 관찰되어야 한다. 실증분석에 사용된 자료는 본문에서 밝힌 바와 같이 웅축·관측되어 있어 연속성에 문제가 있을 수 있으나, 그 범위가 상대적으로 좁은 것으로 판단하여 실증분석에 이용하였다.

3) 양측한계결절토빗모형에 대해서는 G.S. Maddala(1983) 참조.

4) 순위프로빗모형에 대해서는 G.S. Maddala(1983) 와 William H. Greene(1993) 참조. 이 모형을 이용한 실증분석에는 Hong, Adams and Love(1993)가 있다.

$$\begin{aligned}
 Y=0 & \quad \text{if } Y^* \leq 0, \\
 Y=1 & \quad \text{if } 0 < Y^* \leq \mu_1, \\
 Y=2 & \quad \text{if } \mu_1 < Y^* \leq \mu_2, \\
 & \quad \vdots \\
 Y=J & \quad \text{if } Y^* \geq \mu_J,
 \end{aligned} \tag{16}$$

여기서 μ_j 는 사전적으로 알고 있지 못하며 r 와 같이 추정될 계수이다. 재활용 투입시간이 각 범주에 속할 확률은 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 \text{prob}(Y_i=0) &= \Phi(-r'K_i), \\
 \text{prob}(Y_i=1) &= \Phi(\mu_1-r'K_i) - \Phi(-r'K_i), \\
 \text{prob}(Y_i=2) &= \Phi(\mu_2-r'K_i) - \Phi(\mu_1-r'K_i), \\
 & \quad \vdots \\
 \text{prob}(Y_i=J) &= 1 - \Phi(\mu_J-r'K_i).
 \end{aligned} \tag{17}$$

모형의 로그우도함수(log likelihood function)는 다음과 같이 표시할 수 있다.

$$\log L = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0}^J Z_{ij} \log [\Phi(\mu_j-r'K_i) - \Phi(\mu_{j-1}-r'K_i)], \tag{18}$$

여기서 Y_i 가 j 번째 범주에 속하면 $Z_{ij}=1$ 이 되고 그렇지 않으면 $Z_{ij}=0$ 이다. 또한 $\mu_0=0$, $\Phi(\mu_j-r'K_i)=1$ 이다. 식 (18)을 최우추정방법을 이용하여 추정하면 μ_j 와 계수벡터 r 를 구할 수 있다.

IV. 자료 및 추정결과

1. 자 료

추정에 이용된 자료의 대부분은 서울시정개발연구원이 「쓰레기 종량제 평가 및 개선방안」과제를 수행하기 위하여 1996년 6월 실시한 설문조사 자료에 포

함되어 있다. 설문조사 대상은 총 1,000세대였다.

식 (14)의 Y_i 변수는 설문조사 내용 중 ‘재활용품 분리배출을 위하여 하루에 투자하는 시간’에 대한 응답을 이용하였다.

δ_i 는 재활용에 투입되는 시간의 가치인데, 가정주부의 유보임금(reservation wage)이 적합한 변수라고 판단된다. 여성의 유보임금은 여성의 연령 및 교육수준 등 직접적으로 관련된 변수 이외에 배우자의 소득이나 가구원수에 의해서도 간접적으로 영향을 받는다고 볼 수 있다. 연령이나 교육수준은 여성의 유보임금에 양(+)의 효과를 미칠 것으로 예상된다. 한편, 배우자의 소득이 증가할수록 주부의 유보임금은 높아져 노동참여가 감소할 것으로 보인다. 한편, 가구원수가 많을수록 가정을 위한 주부의 역할이 증대되므로 유보임금이 증가할 것으로 예상된다.

위 설문조사에서는 근로시간이나 근로소득 등에 관한 자료가 존재하지 않아 주부의 유보임금을 다른 자료를 이용하여 추정할 수밖에 없었다. 주부의 유보임금 추정은 서울시정개발연구원이 1996년 말에 조사한 「서울시 사회복지실태 및 욕구조사-여성부문」의 자료를 이용하였다. 이 자료는 무작위로 추출한 서울시 거주 2,096명의 여성에 관한 설문으로 여성의 월 근로소득, 주당 근로시간, 교육수준, 연령, 월 가구총소득, 가구원수 등이 포함되어 있다. 이를 통해 시간당 임금은 월 근로소득과 주당 근로시간을 이용하여 구하였으며 이를 종속변수로 하고 여성의 교육수준, 연령, 배우자의 소득에 대한 대리변수로서 월 가구총소득, 그리고 가구원수를 독립변수로 하여 회귀분석한 후 그 예측값을 주부의 유보임금으로 하였다.⁵⁾ 추정결과는 다음과 같다(괄호 안은 t 값이다).⁶⁾

$$\log(\text{시간당 임금}) = -4.429 + 0.399 \cdot \log(\text{연령})$$

5) 여성의 임금추정은 현재 근로하는 여성집단(총 772명)만의 임금이 관찰되고 이들 집단만을 표본으로 이용하므로 전체 표본(총 2,096명)의 노동참여에 대한 결정모형을 먼저 추정하여 표본선택에 대한 편이를 제거해야 한다. 그러나 이 연구에서는 자료의 한계로 인하여 추정결과를 원자료에 적용해야 하므로 원자료표본에 대한 ‘역밀스비율(inverse Mills ratio)’을 구할 수 없게 된다. 따라서 여성의 노동참여 결정모형에 대한 추정은 생략되었으며 추정결과에 표본선택에 대한 편이가 포함될 수 있다는 주장은 받아들여기로 한다.

6) 독립변수 중 가구원수에 대한 추정계수의 부호는 예상과 달리 음(-)이며 통계적으로 유의적이었다. 이 결과에 따르면 가구원수가 증가할수록 여성의 유보임금이 감소한다고 볼 수 있는데, 그 한 가지 이유로 우리 나라와 같이 교육열이 높아 자녀에 대한 사교육비 지출이 많은 상황을 들 수 있다. 이 경우 자녀수가 많은 가구일수록 사교육비 조달을 위해 시간제 근무나 가내부업 등 상대적으로 낮은 임금에서도 여성이 일할 가능성이 크다고 볼 수 있다.

$$\begin{aligned}
 & (-9.08) \quad (3.50) \\
 & +0.280 \cdot \log(\text{교육수준}) + 0.413 \cdot \log(\text{가구소득}) \\
 & \quad (4.07) \quad (9.57) \\
 & -0.152 \cdot \log(\text{가구원수}). \quad \overline{R^2}=0.17 \\
 & (-2.10)
 \end{aligned}$$

μ_1 은 쓰레기 단위당 수거가격으로 다음과 같이 두 가지 형태로 구하여 각각 추정에 이용하였다. 하나는 서울시 구별로 판매되는 용량에 따라 다섯 가지 종류의 쓰레기봉투가격을 각 용량(리터)으로 나누어 리터당 봉투가격을 구하고 이를 평균하여 1리터당 쓰레기봉투가격을 구하였다(쓰레기봉투가격 1). 다른 하나는 가게에서 가장 많이 사용하는 20리터 봉투가격을 기준으로 최저가격(동작구, 양천구의 240원)과의 차이를 구하여 이용하였다(쓰레기봉투가격 2). M_i 는 가게의 완전소득(full income)으로 가게의 소득을 대리변수로 사용하였다.

가게의 인구통계학적 변수로는 주부의 연령, 교육수준, 가구원수 그리고 주거 형태 및 주택점유형태를 고려하였다. 이 변수들은 모두 설문조사 내용에 포함되어 있다.

주부의 연령은 19세 이하, 20-29세, 30-39세, 40-49세, 50-59세로 구분되어 있는데, 응답가구 중 19세 이하는 없으므로 20세 이상 각 구간의 중간값을 이용하였다. 주부의 교육수준은 초등학교 중퇴 또는 졸업, 중학교 중퇴 또는 졸업, 고등학교 중퇴 또는 졸업, 대학교 중퇴 또는 졸업, 대학원 이상으로 나뉘어 있으며 최저 1에서 최고 5까지의 점수를 부여하였다.

주택형태는 아파트와 기타 주택으로 분류하였으며 주택점유형태는 자가와 임차로 분류하여 더미를 이용하였다. 마지막으로 이상의 변수가 재활용투입시간에 미치는 효과 이외에 각 가구의 거주지역에 따른 영향이 있는지를 고려하기 위하여 지역더미를 포함시켰다. 지역더미는 서울특별시 도시기본계획에 따라 구분한 9개 생활권역을 이용하였다.⁷⁾

7) 9개 생활권역은 다음과 같다. 도심권: 종로구, 중구, 용산구; 동북 1권: 동대문구, 중랑구, 성동구, 광진구; 동북 2권: 도봉구, 강북구, 노원구, 성북구; 서북권: 서대문구, 마포구, 은평구; 동남 1권: 서초구, 강남구; 동남 2권: 송파구, 강동구; 서남 1권: 강서구, 양천구; 서남 2권: 영등포구, 구로구, 금천구; 서남 3권: 관악구, 동작구.

〈표 1〉 추정에 이용된 변수들의 평균

설명변수 \ 투입시간	3분 이내	약 5분	약 10분	약 15분	20분 이상
연령(세)	38.9	39.0	39.9	37.9	38.6
교육수준	2.97	2.95	2.94	3.29	3.45
가구원수(명)	3.86	4.01	3.91	4.11	3.64
주거형태(아파트=1)	0.42	0.39	0.31	0.32	0.45
집유형태(소유=1)	0.57	0.55	0.53	0.62	0.64
가구소득(만 원)	185.4	182.7	184.4	208.8	170.5
유보임금(천 원)	4.79	4.74	4.79	5.10	4.89
쓰레기봉투가격 1(원)	14.2	14.0	13.9	13.6	13.8
쓰레기봉투 가격 2(원)	36.4	31.5	29.2	25.7	30.9
표본수	388	353	211	37	11
도심권(%)	60.4	28.7	10.9	0.0	0.0
동북 1권(%)	57.3	28.7	12.0	2.0	0.0
동북 2권(%)	53.0	32.0	12.2	1.4	1.4
서북권(%)	20.9	37.2	29.4	10.5	2.0
동남 1권(%)	38.8	29.1	17.5	9.7	4.9
동남 2권(%)	42.3	33.3	21.8	2.6	0.0
서남 1권(%)	3.0	87.9	9.1	0.0	0.0
서남 2권(%)	44.5	40.3	10.9	3.4	0.9
서남 3권(%)	3.5	37.9	58.6	0.0	0.0

〈표 1〉은 추정에 이용된 변수들의 평균을 재활용투입시간 구간에 따라 보여 준다. 전체 표본의 38.8%가 재활용을 위하여 하루에 3분 이내를 투입하고 56.4%가 5-10분 정도 투입하는 것으로 나타났다. 그러나 4.8%는 10분 이상 재활용에 시간을 할애하는 것으로 나타났다. 한편 재활용 투입시간의 지역별 차이가 명확하게 나타나고 있음을 알 수 있다. 재활용 투입시간이 3분 이내인 가구의 비율은 도심권에서 60.4%로 가장 높게 나타나는 반면 서남 1권이거나 서남 3권에서는 그 비율이 4% 미만이다. 또한 약 10분 이상을 재활용에 투입하는 가구의 비율은 서북권에서 약 42%, 동남 1권에서 약 32%, 그리고 서남 3권에서는 약 59%로 다른 지역보다 월등하게 높게 나타나고 있다.

2. 추정결과

〈표 2〉는 순위프로빗모형에 의한 재활용투입시간에 대한 추정결과이다. 주부의 연령, 유보임금, 교육수준, 그리고 서남 1권을 제외한 지역더미 등은 유의

〈표 2〉 순위프로빗모형 추정결과

변 수	추 정 계 수	추 정 계 수
상수항	-0.838(-1.965)	-1.157(-3.459)
연령	0.032(2.613)	0.032(2.628)
소득	0.005(1.914)	0.005(1.922)
유보임금	-0.483(-2.102)	-0.486(-2.116)
교육수준	0.423(3.040)	0.425(3.052)
가구원수	-0.034(-0.597)	-0.035(-0.607)
주택유형	-0.118(-1.434)	-0.117(-1.430)
점유형태	-0.046(-0.508)	-0.047(-0.521)
봉투가격 1	-0.026(-1.282)	
봉투가격 2		-0.002(-1.070)
동북 1권	0.341(2.146)	0.331(2.704)
동북 2권	0.284(2.081)	0.281(2.060)
서북권	1.128(8.306)	1.127(8.310)
동남 1권	0.814(5.813)	0.819(5.847)
동남 2권	0.528(3.273)	0.520(3.235)
서남 1권	0.934(1.914)	0.935(1.915)
서남 2권	0.403(2.787)	0.396(2.726)
서남 3권	1.427(7.054)	1.422(7.026)
μ_1	1.058(21.03)	1.058(21.03)
μ_2	2.179(26.97)	2.177(21.97)
μ_3	2.820(22.41)	2.820(22.39)
log likelihood	-1,142.66	-1,142.92
restricted log likelihood	-1,234.80	-1,234.80

 주: 괄호안은 t 값을 나타냄.

수준 5%에서 통계적으로 유의적인 것으로 나타났다.⁸⁾ 또한 가계소득과 서남 1권 더미는 유의수준 10%에서 통계적으로 유의적이었다. 한편 쓰레기봉투가격이 재활용 투입시간에 영향을 준다는 가설은 추정계수가 통계적으로 유의적이지 않아 기각되었다.

8) 유보임금의 추정에 이용되었던 주부의 연령, 교육수준, 가구소득 그리고 가구원수가 재활용 투입시간 추정모형에서도 다시 이용되었다. 그 이유는 이들 변수의 재활용투입시간에 대한 독립적인 효과를 보기 위해서이다. 예를 들어 주부의 연령이나 교육수준은 유보임금을 통하여 재활용투입시간에 간접적으로 영향을 준다고 볼 수 있지만, 한편으로는 높은 연령이나 교육수준에 따른 절약생활습관 또는 환경문제에 대한 인식 등 유보임금과는 독립적으로 재활용투입시간에 영향을 줄 수 있다. 한편, 동일한 변수를 다시 사용함으로써 유보임금과 이들 변수 간의 다중공선성 문제가 제기될 수 있다. 일반적으로 다중공선성이 존재할 경우 추정계수의 분산값과 표준오차가 커지고 이로 인해 t 값은 작아지므로 귀무가설을 기각할 가능성이 희박해지게 된다. 그러나 추정결과 연령, 소득, 교육수준의 t 값은 작지 않게 나타났고 유보임금과 다른 부호를 가지고 있다.

지역더미가 유의적으로 나타난 이유에 대해서는 해당 지역의 특성이 다른 지역과 비교하여 볼 때 다양하므로 명확한 해석을 제공하기 어렵다. 서북권이나 서남 3권의 추정계수가 다른 지역더미의 추정계수보다 특히 높게 나타났는데, 이에 대한 한 가지 해석은 이들 지역의 특성이 상대적으로 높은 비율의 단독주택 거주가구를 포함하고 있다는 것이다. 단독주택지역은 의복이나 유리병, 플라스틱병 등에 대한 분리수거함이 상시 배치되어 있고, 부녀회활동 등을 통하여 재활용품 수거방법이 상대적으로 쉽게 되어 있는 아파트 지역과는 달리, 각 주택 또는 가구 내에서 독립적으로 재활용품을 보관해야 하는 번거로움이 따르므로 재활용투입시간이 상대적으로 많았을 것으로 추측된다.

봉투가격 1을 변수로 이용한 추정결과 로그우도는 $-1,142.66$ 이고 상수항을 제외한 독립변수가 모두 0이라고 가정한 제한된 로그우도는 $-1,234.80$ 로 χ^2 값은 184.2 이고 자유도 16에서 유의수준 1%인 χ^2 값 34.3 보다 크므로 모형의 적합성은 우수한 것으로 나타났다. 또한 봉투가격 2를 변수로 이용한 추정결과는 χ^2 값이 183.8 로 역시 모형의 적합성은 양호하였다. 이 두 가지 모두에서 약 49%가 올바르게 예측되었다.

Greene(1993)이 지적한 바와 같이 각 독립변수의 변화가 종속변수로 고려된 재활용에 투입하는 시간의 범위에 속할 확률에 미치는 효과는 통상적인 추정계수의 부호만을 가지고는 정확하게 해석할 수 없다. 추정계수 벡터와 μ 들이 일정하다는 조건하에서 한 독립변수의 변화는 확률분포를 이동시키게 되는데, 만일 고려되고 있는 변수의 추정계수가 양(+)이라고 한다면 $prob(Y_i=0)$ 이 감소되며, 같은 논리에 의하여 $prob(Y_i=4)$ 는 증가할 것이다. 다시 말하여 $prob(Y_i=0)$ 의 변화는 추정계수의 부호와 반대의 부호를 가질 것이며 $prob(Y_i=4)$ 는 추정계수의 부호와 같은 부호를 갖게 될 것이다. 그러나 0과 4 사이에 속할 확률의 변화는 명확하게 결정되지 않는다. 따라서 특정 독립변수의 변화에 따라 재활용투입시간이 각 범위에 속할 확률의 변화는 한계효과(marginal effect)를 고려함으로써 올바르게 해석될 수 있다.

독립변수벡터(K) 중 h 번째 변수가 재활용투입시간에 미치는 한계효과는 다음과 같이 표현된다.

$$\begin{aligned}\partial prob(Y_i=0)/\partial Y_h &= -\phi(r'K_i)r_h \\ \partial prob(Y_i=1)/\partial K_h &= [\phi(-r'K_i) - \phi(\mu_1 - r'K_i)]r_h\end{aligned}$$

〈표 3〉 독립변수 변화에 따른 재활용투입시간 선택확률의 변화

재활용투입시간 독립변수	3분 이내	5분	10분	15분	20분 이상
주부의 연령	-0.0120	0.0023	0.0074	0.0017	0.0006
가계소득	-0.0019	0.0004	0.0011	0.0003	0.0001
주부의 유보임금	0.1829	-0.0355	-0.1127	-0.0261	-0.0086
주부의 교육수준	-0.1600	0.0310	0.0987	0.0228	0.0075

$$\partial prob(Y_i=2)/\partial K_h = [\phi(\mu_1 - r'K_i) - \phi(\mu_2 - r'K_i)]r_h \quad (19)$$

$$\partial prob(Y_i=3)/\partial K_h = [\phi(\mu_2 - r'K_i) - \phi(\mu_3 - r'K_i)]r_h$$

$$\partial prob(Y_i=4)/\partial K_h = \phi(\mu_3 - r'K_i)r_h$$

여기서 r_h 는 h 번째 독립변수의 추정계수를 나타낸다. 〈표 3〉은 봉투가격 1을 독립변수로 사용한 경우 주부의 연령, 가계소득, 주부의 유보임금 그리고 주부의 교육수준 1단위 증가에 따른 재활용투입시간이 각 범위에 속할 확률의 변화를 보여 준다.

〈표 3〉에 따르면 주부의 연령이 1단위(1세) 증가하면 재활용투입시간이 3분 이내일 확률이 0.012만큼 감소하며, 5분 이상일 확률은 증가하는데, 특히 10분일 확률이 가장 높게 증가하며, 가계소득이 1단위(1만 원) 증가하면 재활용 투입시간이 3분 이내일 확률은 0.0019만큼 감소하고 10분일 확률은 0.0011만큼 증가한다. 유보임금으로 표현된 주부의 시간가치가 1단위(1,000원) 증가하게 되면 재활용투입시간이 3분 이내일 확률은 0.183만큼 증가하고, 3분을 초과할 확률은 감소하는데, 특히 재활용투입시간이 10분일 확률은 0.1127만큼 감소하는 것으로 예측되었다. 그리고 주부의 교육수준이 1등급 증가하게 되면 재활용투입시간이 3분 이내일 확률은 0.16만큼 감소하며, 10분일 확률은 0.0987만큼 증가한다. 따라서 특정 독립변수의 추정계수의 부호에 따라 재활용 투입시간이 10분일 확률이 가장 크게 변화하는 것을 알 수 있다.

〈표 4〉는 양측한계절점토빗모형에 의한 재활용투입시간에 대한 추정결과이다. 이 모형에서도 주부의 연령, 유보임금, 교육수준 그리고 지역더미 등은 유의수준 5%에서 통계적으로 유의적인 것으로 나타났다. 가계소득은 유의수준 10%에서 통계적으로 유의적이었다. 또한 쓰레기봉투가격이 통계적으로 유의적이지 않았다. 주부의 연령이 높을수록, 소득이 높을수록, 그리고 교육수준이 높

〈표 4〉 양측한계결절토빗모형 추정결과

변 수	추 정 계 수	추 정 계 수
상수항	-0.869(-0.435)	-2.378(-1.497)
연령	0.148(2.569)	0.149(2.586)
소득	0.023(1.866)	0.023(1.876)
유보임금	-2.271(-2.065)	-2.288(-2.080)
교육수준	2.002(2.946)	2.011(2.959)
가구원수	-0.194(-0.762)	-0.197(-0.774)
주택유형	-0.533(-1.430)	-0.533(-1.426)
점유형태	-0.167(-0.418)	-0.173(-0.431)
분투가격 1	-0.121(-1.339)	
분투가격 2		-0.005(-1.116)
동북 1권	1.628(2.068)	1.578(1.982)
동북 2권	1.362(2.123)	1.346(2.098)
서북권	5.185(8.383)	5.183(8.376)
동남 1권	3.938(5.755)	3.963(5.784)
동남 2권	2.438(3.197)	2.398(3.151)
서남 1권	3.992(4.085)	4.000(4.088)
서남 2권	1.877(2.792)	1.841(2.731)
서남 3권	6.301(9.625)	6.279(9.593)
σ	4.783(31.947)	4.785(31.947)
log likelihood	-2,091.396	-2,091.672

주: 괄호 안은 t 값을 나타냄.

〈표 5〉 독립변수 변화에 따른 재활동투입시간의 변화

독립변수	주부의 연령	가계소득	주부의 유보임금	주부의 교육수준
재활동투입시간의 변화	0.0906	0.0142	-1.3903	1.2253

을수록 재활동에 투입하는 시간이 증가한다고 볼 수 있다. 주부의 유보임금이 높을수록 재활동에 투입하는 시간은 감소한다고 해석할 수 있다. 즉, 높은 유보임금을 가지고 있는 주부일수록 시간을 재활동에 투입하기보다는 여가나 근로에 투입하고자 한다고 볼 수 있다. 또한 지역더미에서는 비교지역으로 선정된 도심권에 비하여 여타 생활권역에 거주하는 가구가 재활동에 투입하는 시간이 크다고 볼 수 있다. 특히 서북권과 서남 3권에 거주하는 가구의 재활동투입시간은 도심에 거주하는 가구의 재활동투입시간보다 월등히 높음을 알 수 있다.

양측한계가 결절되어 있는 경우 h 번째 독립변수 K_h 가 종속변수에 미치는

한계효과는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\begin{aligned}\frac{\partial E[Y_i | K_i]}{\partial K_h} &= r_h \times \text{prob}(L_{1i} \leq Y_i^* \leq L_{2i}) \\ &= r_h \left[\Phi\left(\frac{L_{2i} - r'K_i}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{L_{1i} - r'K_i}{\sigma}\right) \right].\end{aligned}\quad (20)$$

〈표 5〉는 봉투가격 1을 독립변수로 사용한 경우 주부의 연령, 가계소득, 주부의 유보임금 그리고 주부의 교육수준 1단위 증가에 따른 재활용투입시간의 변화를 보여 준다. 상대적으로 큰 변화를 보이는 것은 주부의 유보임금과 교육수준이다. 주부의 유보임금이 1단위(1,000원) 증가하면 재활용에 투입하는 시간은 약 1.4분 감소하고, 주부의 교육수준이 1등급 증가하면 재활용투입시간은 약 1.2분 증가하는 것으로 예측되었다.

V. 요약 및 결론

쓰레기종량제가 정착되어 가면서 효율적인 쓰레기분리수거에 대한 관심이 집중되고 있다. 쓰레기종량제는 경제주체로 하여금 쓰레기처리비용의 일정 부분을 지불하게 함으로써 쓰레기발생을 통한 외부불경제를 내부화시키는 기능을 수행한다고 볼 수 있다. 따라서 재활용이 가능한 부분은 재활용함으로써 경제주체는 불필요한 비용을 지불하지 않을 수 있고, 이는 결과적으로 쓰레기발생을 통한 사회적 비용을 감소시킨다.

이 연구에서는 가계의 재활용투입시간이 어떻게 결정되는가에 관심을 가지고 최적시간배분이론에 입각하여 서울시에 거주하는 1,000가구를 대상으로 한 설문조사 자료를 이용하여 가계의 재활용투입시간에 영향을 미치는 요인을 실증분석하였다. 실증분석모형으로는 재활용투입시간에 대한 자료의 특성을 고려하여 순위프로빗모형과 양측한계절절토빗모형을 이용하였다.

실증분석결과 대부분 가계에서 재활용에 참여하고 있는 주부의 연령, 교육수준, 주부의 시간가치 또는 유보임금 그리고 가계소득이 통계적으로 유의적이었다. 순위프로빗모형 추정결과 주부의 연령, 교육수준, 가계소득의 증가는 재활용투입시간이 3분 이내일 확률을 감소시키고, 그 이상일 확률을 증가시키는 것

으로 나타났으며, 그 중 10분일 확률의 증가폭이 가장 큰 것으로 나타났다. 한편, 유보임금의 증가는 재활용투입시간이 3분 이내일 확률을 증가시키고 그 이상일 확률을 감소시키는 것으로 나타났다. 양측한계결절도빔모형도 유사한 결과를 보였는데 주부의 연령, 교육수준, 가계소득 등은 재활용에 투입하는 시간에 양(+)의 효과를 보이는 반면 주부의 유보임금의 효과는 음(-)으로 나타났다.

한편, 쓰레기 수거비용(봉투가격)은 재활용투입시간에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이는 쓰레기 수거비용이 가계의 재활용노력에 영향을 준다는 기존 연구결과와는 상반된 결과이다. 설문조사가구의 월평균 쓰레기봉투 구입비용은 2,763원으로 가계의 월평균 소득 185만 원의 약 0.1%에 지나지 않아 현실적으로 재활용노력에 커다란 영향을 주지 않는 것으로 해석해 볼 수 있다. 쓰레기봉투 가격이 실수거 처리비용의 절반에도 미치지 못하는 요율체제를 가지고 있는 현상황에서 쓰레기봉투 가격의 인상을 통한 수거비용 현실화가 가계의 분리배출에 장기적으로 영향을 줄 것으로 보이나, 다른 한편으로 분리배출이 보다 편리하고 유연적으로 이루어지게 할 수 있는 분리수거 환경조성과 제도적 보완도 꾸준히 이루어질 필요가 있다. 예를 들어 직장을 가진 여성이나 맞벌이부부를 위하여 주유소, 동사무소, 학교 등에 상시 배출함설치를 좀 더 활성화시키고, 또한 주말이나 휴일에도 재활용품 수거가 이루어질 수 있도록 할 수 있는 방안이 강구되어야 한다.

이 연구에서 특히 중요한 변수로 나타난 것이 유보임금으로 평가된 주부의 시간가치이다. 주부의 시간가치가 큰 가계일수록 재활용에 투입하는 시간이 적다는 결과는 동일한 조건하에서 재활용에 시간을 투입하기보다는 근로나 여가에 시간을 투입하는 것이 효용을 더 증가시킨다는 것을 의미한다. 현실적으로 시간배분의 상충관계는 근로시간이 고정되어 있으므로 재활용시간과 여가시간 사이에 이루어질 가능성이 더 크다. 따라서 재활용투입시간의 증가에 따라 재활용제품의 배출량이 증가한다고 가정한다면 재활용투입시간을 증가시키기 위해서는 각 가계의 재활용품 배출량 만큼의 용분의 보상을 해 줄 수 있는 메커니즘도 개발할 필요가 있을 것으로 보인다.

參 考 文 獻

1. 서울시정개발연구원, 『쓰레기종량제의 평가 및 개선방안』, 1996.
2. 홍성훈, “가정의 쓰레기 규격봉투의 선택과 쓰레기배출,” 『환경경제연구』 제5권 제1호, 1996, pp. 259-270.
3. Greene, W.H., *Econometric Analysis*, MacMillan, 1993.
4. Maddala, G.S., *Limited-dependent and Qualitative Variables in Econometrics*, Cambridge Univ. Press, 1983.
5. Hong, SeongHoon, Richard M. Adams, and H. Alan Love, “An Economic Analysis of Household Recycling of Solid Wastes: The Case of Portland, Oregon,” *Journal of Environmental Economics and Management* 25, 1993, pp.136-146.
6. Morris, Glenn E. and Duncan M. Holthausen, Jr., “The Economics of Household Solid Waste Generation and Disposal,” *Journal of Environmental Economics and Management* 26, 1994, pp. 215-234.