

서울市 都市家口 居住者의 交通需要函數 分析

尹 載 皓*

논문 초록

서울시민의 교통수요행태를 분석하기 위하여 준이상수요체계(almost ideal demand system) 함수형태의 집계교통수요모형을 설정하였다. 실증모형의 변수로는 대중교통수단으로서 시내버스, 시외버스, 택시, 기차, 전철, 그리고 개인교통수단으로서 연료비가 포함되었으며, 기타재화 및 서비스에 대한 소비지출이 이들과 함께 추정되었다. 추정에 이용된 자료는 통계청의 『도시가계연보』에 수록된 '서울시 전 가구 소비지출'과 『물가통계』에 수록된 '서울시 소비자 물가'이다.

모형의 설명력을 나타내는 수정결정계수(adjusted- R^2)는 택시(0.67)를 제외하고 대부분 0.9 내외에서 높게 나타났다. 추정계수는 총 51개 중에서 19개가 5% 수준에서, 23개가 10% 수준에서 유의한 것으로 나타났다.

자기가격탄력성과 소득탄력성 추정치는 조금 높기는 하나, 부호와 상대적 크기가 모두 예상과 일치하고 다른 연구결과들과 유사한 범위에 있다. 마샬탄력성으로 살펴본 자기가격탄력성은 시외버스와 기차의 탄력성이 각각 -1.68과 -1.28로 탄력적이고, 기타재화 및 서비스는 각각 -1.0으로 단위탄력적이다. 전철, 택시, 시내버스는 각각 -0.69, -0.68, -0.68로서 서로 비슷한 수준에서 비탄력적이다. 연료비는 -0.77로 전철, 택시, 시내버스보다는 약간 높은 수준에서 비탄력적이다. 소득탄력성은 연료비에 대한 소득탄력성이 1.54로 가장 높고, 대중교통수단은 0.13~0.56 사이에서 나타나므로 교통수단이 정상재임을 의미한다. 보상수요의 교차탄력성은 총 15개의 교차관계에서 12개의 관계가 상식과 일치하는 결과를 보였다.

핵심 주제어: 집계교통수요, 준이상수요체계, 탄력성

경제학문헌목록 분류번호: R4

* 한라대학교 경영학부 조교수, e-mail: jhyoon@halla.ac.kr

I. 序 論

지난 20년 동안에 서울시의 자동차 등록대수는 현저히 증가하였다. 1980~2000년 사이에 서울시의 거주인구는 연평균 2.1%씩 증가하였지만 자동차 등록대수는 연평균 19.3%씩 증가하였으므로, 자동차 증가율이 상대적으로 매우 높았다(통계청, KOSIS DB). 그 결과 인구 증가와 자동차 증가 추세를 동시에 고려하는 서울시의 인구 천명당 자동차 대수는 1980년에 24.3대였으나 2000년에는 244.6대로 증가하였다. 서울시의 자동차 보급수준이 지난 20년 동안에 10.1배나 증가한 것이다.¹⁾

한편, 1997년 현재 주요 선진국의 인구 천명당 자동차 보유대수는 일본 558.3대, 영국 507.2대, 이태리 594.1대, 프랑스 537.1대이다(한국자동차공업협회, 1999). 서울시에 자동차가 그렇게 많이 늘었어도 아직 이 국가들의 1/2수준밖에 되지 않는다.²⁾ 이 국가들은 미국과 달리 국토 면적과 대중교통 이용 측면에서 우리나라와 개략적인 비교가 가능한 나라들이다. 그러므로 장차 우리나라의 자동차 보급률이 이들의 추세를 좇아간다면, 서울시의 자동차 보유대수는 앞으로도 배나 증가하게 될 것이다.

급증하는 자동차 통행량은 서울시 교통혼잡의 주요원인이 되고 있으며, 많은 부정적 외부비용을 발생시키고 있다. 1999년도에 서울시에서 발생한 교통혼잡비용은 총 4조 1,750억 원으로 추정되었다(교통개발연구원, 2001a). 이는 서울시가 인구 1인당 44만 원, 자동차 1대당 180만 원 상당의 교통혼잡비용을 지불한 셈이다.³⁾ 교통사고로 인한 경제·사회적 비용도 만만치 않다. 1999년도에 서울시에서 발생한 교통사고의 경제·사회적 비용은 총 1조 7,044억 원으로 추계되었다. 이는 경기도의 2조 5,733억 원에 이어 전국 16개 지방자치단체 중에서 2번째로 높은 수치이다(교통개발연구원, 2001b).⁴⁾ 한편, 1997년에 국내에서 발생한 교통관련 대기오염의

1) 1990~2000년에는 서울시에서 분당, 일산 등 수도권 신도시로 이주하는 인구가 급증하면서 서울시 등록 차량의 증가율이 7.5%로 낮아졌다. 그러나 이 시기에 수도권 신도시로 이전된 자동차의 대부분이 여전히 서울시 통행에 사용되고 있음을 고려하면 서울시의 문제는 본질적으로 과거와 다를 게 없다.

2) 출처: *World Automotive Statistics*, 1998.

3) 1999년에 전국의 교통혼잡비용은 17조 1,130억 원으로 추정되었다. 따라서 서울시의 교통혼잡비용은 전국 교통혼잡비용의 24.4%를 차지하고 있다.

4) 1999년도 전국의 교통사고로 인한 사회·경제적 비용은 13조 1,000억 원으로 추계되었다.

사회적 비용은 총 1조 6,637억 원으로 추계되었다(교통개발연구원, 1999b).

서울시와 건설교통부는 나날이 증가하는 시민의 자동차 이용과 이에 따른 사회·경제적 비용을 억제하기 위해서 주차료 인상, 혼잡통행료 징수, 버스전용차선제 도입, 교통세 부과 등 다양한 교통수요관리정책을 실시하고 있다. 이 정책은 주로 자동차 이용에 대한 시간 및 금전비용을 상승시킴으로써 시민의 교통수요를 억제하기 위한 것이다. 주차료 인상, 혼잡세 부과, 교통세율 인상 등을 통해 가격 상승에 직면한 시민들이 자동차 이용에 소요되는 금전적 지출을 줄이고, 그에 따른 교통량 감소를 기대하는 정책이다.

미시경제학의 소비자이론을 보면, 이와 같은 교통수요관리정책의 효과는 교통수단 사이의 대체재 및 보완재 관계, 해당 교통재의 열등재 및 우등재 상태 등에 따라서 다양하게 나타날 수 있다. 예를 들어 교통세율 인상으로 휘발유가격이 상승하면, 휘발유에 대한 가격탄력성, 대체 혹은 보완관계에 있는 다른 교통수단 및 여타 소비재와의 교차가격탄력성, 소득수준 변화에 대한 소득탄력성에 따라서 그 결과가 복합적으로 나타난다. 따라서 교통수요관리정책의 효과를 정확히 예측하기 위해서는, 해당 서비스는 물론이고 그 서비스와 연관된 서비스 및 재화에 대한 수요를 함께 추정하여, 자기가격탄력성, 교차가격탄력성, 소득탄력성 등을 동시에 계산해야 한다.

본 연구에서는 서울시의 교통수요함수를 실증적으로 분석하고 있다. 서울시민이 주로 이용하는 대중교통수단으로서 시내·외버스, 지하철, 택시, 철도와, 개인교통수단으로서 승용차의 연료⁵⁾, 그리고 기타 재화 및 서비스를 포함한 7 가지 소비재를 동시에 내포하는 집계교통수요함수(aggregate systems of transportation demands)를 계량적으로 추정하고 있다. 그리고 추정결과를 기초로 각 교통수단의 자기가격탄력성, 교차가격탄력성, 소득탄력성을 계산하고 있다. 추정에 필요한 자료는 통계청이 서울시 거주 가구를 대상으로 조사한 '서울시 전가구 월평균 소비지출자료'와 '서울시 소비자 물가자료'를 이용하였다.

5) 여기에서 교통수요는 교통서비스에 대한 수요를 의미한다. 그러므로 승용차서비스에 대한 수요는 내구재인 자동차에 대한 수요가 아니라 자동차 이용수요를 대표하는 연료수요를 추정하는 것이 일반적이다.

II. 模型의 設定

1. 準理想需要體系

수요함수 추정을 위해 본 연구에서는 준이상수요체계(almost ideal demand system)를 사용하였다. 이 모형은 다음과 같은 여러 가지 장점을 가지고 있으므로 소비자 수요행태 관련 실증분석에서 자주 사용되고 있다. 첫째, 이 모형은 충분히 많은 매개변수(parameter variable)를 포함하고 있으므로 임의의(arbitrary) 효용(또는 비용)함수에 대한 근사함수(approximation to arbitrary utility or cost function)를 추정할 수 있다. 둘째, 고먼(Gorman)의 앵겔(Engel) 곡선으로부터 도출되었으므로 보통재, 열등재, 우등재 등 소득변화에 대한 수요의 비선형 변화를 포착할 수 있다. 셋째, 연립방정식모형으로 구성되어, 소비자가 소득을 모든 소비재에 지출하도록 구성된 완결수요함수체계(complete systems of demand equations)이다. 넷째, 미시경제학의 기초인 합리적 소비자 행동이론으로부터 도출되므로 이론적 기반이 튼튼하다. 다섯째, 각종 탄력성에 대해서 사전적 제약이 부과되지 않으므로 신축성이 강하다. 여섯째, 완전집계(exact aggregation) 특성을 가지고 있으므로 평균자료를 이용하는 데 이론적 지지를 받는다(Deaton and Muellbauer, 1980a, b).

준이상수요체계는 합리적 소비자의 소비행태를 반영하는 식 (1)의 비용함수로부터 유도된다. 식 (1)은 주어진 가격수준(p)에서 일정한 효용수준(u)을 유지하는데 필요한 최소비용(c)을 나타내는 앵겔곡선 특성을 내포하는 비용함수이다. 여기서 α, β, γ 는 매개변수(parameter)이다.

$$\ln c(u, p) = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \ln p_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_l \beta_{kl} \ln p_k \ln p_l + u \gamma_0 \prod_k p_k^{\gamma_k} \quad (1)$$

다음으로 셰파드정리(Shepard's lemma)에 의해 $\partial c(u, p) / \partial p_i = q_i$ 의 관계가 성립하므로 식 (1)을 $\ln p_i$ 로 편미분하면, 식 (2)와 같은 i 상품에 대한 Hicksian demand 또는 보상수요 지출비율식이 유도된다. 여기에서 q_i 는 i 상품의 수요량을 말한다.

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \beta_{ij} \ln p_j + u \gamma_i \gamma_i \prod_k p_k^{\gamma_k} \quad (2)$$

그런데 식 (2)는 현실적으로 관찰이 어려운 효용(u)에 관한 함수식으로 정의되어 있으므로 실제 자료를 이용한 수요함수의 실증분석에는 부적합하다. 이 문제를 해결하기 위하여 식 (1)을 u 에 대해 정리한 후에, 효용극대화의 조건에 따라서 비용 $c(u, p)$ 를 총지출 x 로 대체해서 식 (2)에 대입하면 식 (3)과 같은 마샬수요(Marshallian demand) 지출비율식이 유도된다.⁶⁾

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \beta_{ij} \ln p_j + \gamma_i \ln(x/P) \quad (3)$$

여기에서 P 는 초월대수(translog) 함수형태로 정의된 총물가지수로서 다음의 식 (4)와 같이 표시된다.

$$\ln P = \alpha_0 + \sum_k \alpha_k \ln p_k + \frac{1}{2} \sum_k \sum_l \beta_{kl} \ln p_k \ln p_l \quad (4)$$

이제 식 (3)은 수요함수이론에 따라서 다음의 제조건을 만족해야 한다.

$$\text{지출합계조건: } \sum_i \alpha_i = 1, \quad \sum_i \gamma_i = 0, \quad \sum_i \beta_{ij} = 0 \quad (5)$$

$$\text{동차성조건: } \sum_i \beta_{ij} = 0 \quad (6)$$

$$\text{대칭성조건: } \beta_{ij} = \beta_{ji} \quad (7)$$

2. 推定模型과 彈力性

교통수요함수를 추정할 때는 가격과 소득변수 외에 교통수단의 서비스 수준에 관한 변수를 도입하여 함께 추정하는 경향이 있다. 특히 설문조사자료를 이용한 비집계통행수요함수(disaggregate travel demand function) 분석에서는 설문조사를 통해

6) Deaton, A. S. and J. Muellbauer, 1980b, pp. 40~41.

통행시간, 혼잡도와 같은 교통 서비스 수준에 관한 자료를 수집하기가 용이하므로 서비스 수준변수를 명시적으로 도입한다(교통개발연구원, 1999a). 그러나 본 연구와 같이 장기 시계열자료를 이용한 집계교통수요함수(aggregate systems of travel demands)를 추정하는 경우에는, 서비스 수준에 대한 장기 시계열 자료를 수집하기가 매우 어렵다.

그러므로 일반적으로는 소비자의 교통수요에 영향을 미치는 몇 가지 수집가능한 시계열 자료를 채택하여 추정에 이용한다. 이 때 공통적으로 사용되는 변수는 레저 시간 제약조건을 의미하는 평균근로시간, 계절적 요인을 반영하기 위한 계절더미변수, 교통기술의 발전과 같이 통시적 변화를 포착하는 시간추세변수 등이다(Oum and Gillen, 1983; Oum, van Ooststroom, and Yoon, 1996). 하지만 이들 변수도 자유도(degree of freedom)의 문제 등을 고려하여, 통계적으로 의미 있는 결과가 도출되는 경우에 한해서만 사용한다(Yoon, 1995).

본 연구에서는 식 (3)에 계절더미변수(s_d , $d=2, 3, 4$)를 포함한 식 (8)을 사용하였다. 그리고 제약조건은 식 (6) 및 식 (7)과, 식 (5)에 계절더미제약 조건이 추가된 식 (9)가 사용되었다.

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \beta_{ij} \ln p_j + \gamma_i \ln(x/P) + \sum_{d=2}^4 \theta_{id} s_d \quad (8)$$

$$\text{지출함제조건: } \sum_i \alpha_i = 1, \sum_i \gamma_i = 0, \sum_i \beta_{ij} = 0, \sum_i \sum_{d=2}^4 \theta_{id} = 0 \quad (9)$$

여기에서 θ_{id} 는 계절더미변수의 매개변수이다.

한편, 식 (8)에서 P 는 식 (4)와 같이 초월대수 형태로 표현된 일종의 물가지수이므로 보통 실제 추정과정에서는 적절한 물가지수로 대체하여 사용한다. 통상적으로는 디비저(Divisa) 물가지수 또는 스톤(Stone) 물가지수를 사용하는 데, 본 연구에서는 식 (10)의 스톤물가지수(Stone Price Index)를 사용하였다.

$$\ln P = \sum w_i \ln p_i \quad (10)$$

교통수요의 가격탄력성과 소득탄력성을 구하는 방법은 다음과 같다. $w_i = (p_i \times q_i)/x$ 이므로 $\ln q_i = \ln w_i + \ln x - \ln p_i$ 의 관계가 성립한다. 따라서 식 (10)을 식 (8)에 대입한 후에 이 관계를 이용하여 식 (8)을 가격변수($\ln p_i$)와 소득변수($\ln x_i$)로 편미분하면 다음과 같은 마샬가격탄력성(Marshallian price elasticities)과 소득탄력성을 구할 수 있다.

$$\text{자기가격탄력성: } \varepsilon_{ii} = \frac{\beta_{ii}}{w_i} - \gamma_i - 1 \quad (11)$$

$$\text{교차가격탄력성: } \varepsilon_{ij} = \frac{\beta_{ij} - \gamma_i w_j}{w_i} \quad (12)$$

$$\text{소득(또는 지출) 탄력성: } \varepsilon_{ix} = \frac{\gamma_i}{w_i} + 1 \quad (13)$$

그런데 마샬가격탄력성은 가격효과는 물론 가격변화에 따른 소득효과를 동시에 포함하고 있으므로 교통수단 사이의 정확한 대체·보완관계를 파악하는 데 어려움이 있다. 이 문제는 추정된 마샬가격탄력성에 슬루츠키방정식(Slutsky equation)을 적용하여 식 (14)와 같은 보상가격탄력성(compensated price elasticities)을 구하는 것으로 해결하면 된다.

$$\text{보상가격탄력성: } \varepsilon_{ij}^c = \varepsilon_{ij} + \varepsilon_{ix} \times w_j \quad (14)$$

식 (14)에서 i 재와 j 재가 서로 대체재이면 ε_{ij}^c 의 부호가 양(+)으로, 보완재이면 음(-)으로 나타난다.

Ⅲ. 資料와 推定方法

1. 資料

추정에 이용된 자료는 모두 통계청의 KOSIS DB로부터 다운(down) 받았다. 받은 자료는 원래 통계청의 『도시가계연보』와 『물가연보』에 수록되었던 것이다. 통계청의 『도시가계연보』에는 서울시 전 가구의 개인교통소비지출 통계가 차량구입비, 연료비, 정비·수리비, 보험료 등으로 상세하게 수록되어 있다. 공공교통에 대한 지출통계도 시내버스, 시외버스, 택시, 기차, 전철, 국내항공, 국제항공 등으로 상세히 분류되어 있다. 그리고 『물가연보』에는 각 소비지출에 대응하는 서울시 가격 자료가 품목별 소비자가격지수 형태로 수록되어 있다.

(1) 消費支出

추정에 이용된 교통지출자료는 ‘서울시 전 가구 소비지출 통계’ 중에서 개인교통부분의 연료비와 공공교통부분의 시내버스비, 시외버스비, 택시비, 기차비, 전철비를 추출한 것이다. 그리고 기타재화 및 서비스부분에 대한 지출자료는 같은 통계에서 식료품을 포함한 10대 소비지출항목과, 개인교통소비지출에서 연료비항목을 제외한 나머지를 합산한 것이다. 그리고 모든 지출자료는 해당 연도의 평균가구원수로 나누어줌으로써 1인당 평균자료로 변환하였다.

〈표 1〉은 이상과 같이 정리한 1990~97년 기간의 서울시 가구의 1인당 시내버스, 시외버스, 택시, 기차, 전철, 연료비, 기타재화 및 서비스에 대한 실질소비지출 추이를 나타낸다.

이 표에 나타난 바와 같이 시내버스에 대한 실질소비지출은 연평균 2.36%씩 줄어들었으며, 그 결과 1997년의 실질소비지출은 1990년 실질소비지출의 84% 수준에 머물렀다. 따라서 시내버스에 대한 실질소비지출이 전체 실질소비지출에서 차지하는 비중은 1990년에 2.27%에서 1997년에 1.13%로 낮아졌다.

시외버스에 대한 실질소비지출은 연평균 3.67%씩 떨어졌으며, 그 결과 1997년의 실질소비지출은 1990년의 실질소비지출의 75%에 불과하게 되었다. 따라서 시외버스에 대한 실질소비지출이 전체 실질소비지출에서 차지하는 비중은 1990년에 0.48%에서 1997년에 0.21%로 낮아졌다.

택시에 대한 실질소비지출은 연평균 5.27%씩 증가하였고, 그 결과 1997년의 실질소비지출은 1990년의 실질소비지출에 비해 1.41배로 증가하였다. 하지만 택시에 대한 실질소비지출이 전체 실질소비지출에서 차지하는 비중은 1990년에 0.86%에서 1997년에 0.72%로 감소하였다.

기차에 대한 실질소비지출은 연평균 1.66%씩 증가하였다. 그런데 실제로는 실질소비지출이 1992년까지만 크게 증가하였고 1993년부터는 계속 감소하였다. 그 결과 1997년의 실질소비지출은 1990년의 실질소비지출에 비해 1.1배 수준에서 그쳤다. 그 결과 기차에 대한 실질소비지출이 전체 실질소비지출에서 차지하는 비중은 1990년에 0.20%에서 1997년에 0.13%로 떨어졌다.

전철에 대한 실질소비지출은 연평균 18.48%씩 증가하였고, 그 결과 1997년의 실질소비지출은 1990년의 실질소비지출에 비해 3.23배로 증가하였다. 따라서 전철

〈표 1〉 서울시 전가구의 1인당 실질교통소비지출 추이

(단위: 원, 배, %)

구 분	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	연평균 증가율	97/90 증가배수
시내 버스	5,649 (2.27)	5,835 (2.11)	5,292 (1.77)	5,450 (1.67)	5,284 (1.48)	4,821 (1.29)	4,810 (1.15)	4,740 (1.13)	-2.36	0.84
시외 버스	1,188 (0.48)	1,177 (0.43)	1,014 (0.34)	842 (0.26)	912 (0.26)	957 (0.26)	872 (0.21)	887 (0.21)	-3.67	0.75
택시	2,145 (0.86)	2,210 (0.80)	2,217 (0.74)	2,633 (0.81)	2,547 (0.71)	2,646 (0.71)	2,737 (0.65)	3,031 (0.72)	5.27	1.41
기차	503 (0.20)	526 (0.19)	620 (0.21)	614 (0.19)	609 (0.17)	543 (0.15)	553 (0.13)	553 (0.13)	1.66	1.10
전철	723 (0.29)	825 (0.30)	912 (0.31)	1,237 (0.38)	1,422 (0.40)	1,603 (0.43)	1,874 (0.45)	2,332 (0.56)	18.48	3.23
연료비	2,914 (1.17)	2,903 (1.05)	4,038 (1.35)	5,223 (1.60)	7,474 (2.09)	8,442 (2.26)	9,185 (2.19)	8,864 (2.11)	18.49	3.04
기타 재화	237,952 (95.51)	265,083 (96.07)	286,801 (96.13)	313,477 (95.98)	343,011 (96.01)	353,802 (94.73)	397,661 (94.97)	399,108 (94.97)	7.75	1.68

주: 1. 모든 지출항목은 1995년 기준 개별항목의 소비자물가지수로 환산하였음.

2. ()는 지출비율임.

자료: 통계청, KOSIS DB, 각년도

에 대한 실질소비지출이 전체 실질소비지출에서 차지하는 비중은 1990년에 0.29%에서 1997년에 0.56%로 크게 상승하였다.

연료비에 대한 실질소비지출은 연평균 18.49%씩 크게 상승하였고, 그 결과 1997년의 실질소비지출은 1990년의 실질소비지출에 비해 3.04배로 증가하였다. 따라서 연료비에 대한 실질소비지출이 전체 실질소비지출에서 차지하는 비중은 1990년에 1.17%에서 1997년에 2.11%로 높아졌다.

마지막으로 기타재화 및 서비스에 대한 실질소비지출이 전체 실질소비지출에서 차지하는 비중은 전 기간 동안에 94.73%~96.13%로서 가장 크다. 이 부분의 실질소비지출은 연평균 7.75%씩 증가하였으며, 그 결과 1997년의 실질소비지출이 1990년의 실질소비지출에 비해서 1.68배로 증가하였다.

(2) 價格

『물가연보』의 가격통계는 앞의 소비지출통계보다 대체로 더 상세한 자료가 수록되어 있다. 시내버스는 일반버스, 학생버스, 좌석버스로, 지역간버스는 시외버스와 고속버스로, 기차는 통일호, 무궁화호, 새마을호로 세분되어 있다. 따라서 본 연구에 사용된 교통수단의 가격지수는 『물가연보』에 수록되어 있는 1995년도 물가배율을 이용하여 가중평균지수로 새로 작성한 것이다. 기타재화 및 서비스에 대한 가격도 같은 방법에 의해 가중평균지수로 작성하였다.

반면에, 『물가연보』의 개인교통가격에서 연료비지수는 유일하게 휘발유가격지수만 수록하고 있다. 그러므로 본 연구에서도 연료비가격지수 대신에 휘발유가격지수를 대체하여 사용하였다.

위의 <표 2>는 1990~97년의 시내버스, 시외버스, 택시, 기차, 전철, 휘발유, 기타재화 및 서비스에 대한 서울시 소비자가격지수 추이를 나타내고 있다.

이 표에 나타난 바와 같이 시내버스가격은 연평균 15.3%씩 상승하여 증가율이 가장 높았고, 가격변화율의 표준편차는 2.99로 교통수단 중에서 가장 작았다. 시외버스 가격은 연평균 14.1%씩 상승하여 교통수단 중에서 2번째의 상승률을 기록하였고, 가격변화율의 표준편차는 5.36으로 교통수단 중에서 작은 편에 속하였다. 택시가격은 연평균 8.4%씩 상승하여 교통수단 중에서 가장 낮았으나, 가격변화율의 표준편차는 7.01로 3번째로 컸다.

기차가격은 연평균 9.2%씩 상승하여 교통수단 중에서 5번째로 높았고, 가격변

〈표 2〉 서울시 교통가격지수 추이

(단위: 1995=100, %)

구분	시내버스		시외버스		택시		기차		전철		휘발유		기타소비	
	지수	변화율	지수	변화율	지수	변화율	지수	변화율	지수	변화율	지수	변화율	지수	변화율
1990	47	-	47	-	61	-	64	-	56	-	64	-	75	-
1991	55	17.3	56	19.1	68	10.7	70	9.3	70	24.9	80	24.8	82	9.1
1992	65	19.1	66	18.1	73	7.2	73	5.0	70	0.0	93	16.0	86	5.2
1993	78	18.6	80	21.4	76	4.2	84	14.7	83	17.8	102	9.6	90	4.5
1994	87	12.3	90	12.6	93	22.4	94	12.0	98	18.3	99	-3.2	95	5.6
1995	100	14.5	100	10.9	100	7.6	100	6.7	100	2.0	100	1.3	100	5.2
1996	113	13.2	109	8.7	107	6.9	112	12.0	113	12.5	113	13.0	104	3.8
1997	127	12.0	118	8.2	107	0.0	117	4.8	120	6.3	142	25.6	107	3.5
연평균		15.3		14.1		8.4		9.2		11.7		12.4		5.3
표준편차		2.99		5.36		7.01		3.86		9.27		10.91		1.85

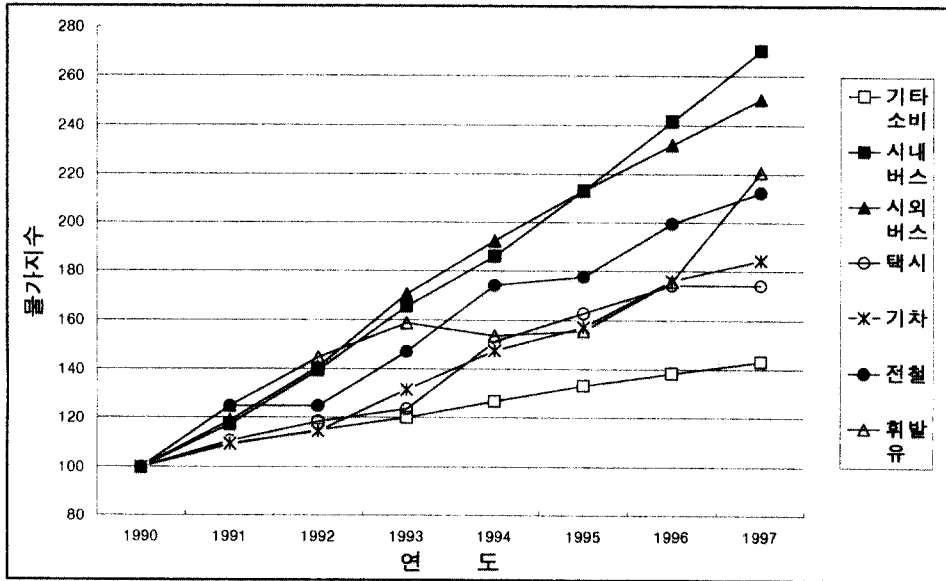
자료: 통계청, KOSIS DB, 각년도.

화율의 표준편차는 3.86으로 교통수단 중에서 2번째로 작았다. 전철가격은 연평균 11.7%씩 상승하여 교통수단 중에서 4번째의 상승률을 기록하였으며, 가격변화율의 표준편차는 9.27로 2번째로 컸다.

휘발유가격은 연평균 12.4%씩 상승하여 교통수단 중에서 3번째로 높았으며, 가격변화율의 표준편차는 10.91로 교통수단 중에서 가장 컸다. 끝으로, 기타재화 및 서비스에 대한 소비자가격은 연평균 5.3%씩 증가하였으며, 가격변화율의 표준편차는 1.85로 전 기간에 걸쳐 매우 안정적이었다.

〈그림 1〉은 교통물가지수의 연도별 변화를 1990년 기준가격으로 변환하여 물가지수의 변화추이를 알기 쉽게 나타내고 있다. 1990년의 가격과 1997년의 가격수준을 비교하면, 시내버스와 시외버스 가격이 가장 높게 상승하였고 다음으로 휘발유, 전철, 기차, 택시, 기타재화 및 소비지출 순서로 상승폭이 컸음을 한 눈에 알아볼 수 있다. 가격지수의 변화율은 휘발유가격의 진폭이 가장 크고, 전철과 택시가격도 변화 폭이 크게 나타난다. 결국 교통수단의 가격 상승률은 기타재화 및 서비스 가격 상승률보다 현저하게 높으며, 연도별 변화도 훨씬 심한 것으로 요약된다.

〈그림 1〉 서울시 교통가격지수 변화



2. 推定方法

모형의 추정을 위해서는 식 (8)의 비율방정식에 확률적 교란항을 첨가한 식 (15)를 사용해야 한다.

$$w_i = \alpha_i + \sum_j \beta_{ij} \ln p_j + \gamma_i \ln(x/P) + \sum_{d=2}^4 \theta_{id} s_d + \epsilon_i \quad (15)$$

여기에서 i 는 시내버스, 시외버스, 택시, 기차, 전철, 연료비, 기타재화 및 서비스를 나타내므로 추정식은 총 7개로 구성된다.⁷⁾

7) 『도시가계연보』의 개인교통소비지출 항목에는 연료비 외에도 보험료, 자동차 정비·수리비, 주차료 등이 1990년부터 포함되어 있으며, 공공교통소비지출 항목에는 국내항공비가 1990년부터 그리고 국제항공비가 1995년부터 포함되어 있다. 그리고 『물가연보』의 개인교통가격에는 엔진오일 교체료와 자동차 주차료가 1990년부터 그리고 보험료가 1995년부터 포함되어 있으며, 공공교통가격에는 국내항공료가 1990년부터 그리고 국제항공료가 1995년부터 포함되어 있다. 그런데 자동차 정비·수리비에 대한 가격자료로서 엔진오일교체비용을 사용하는 것은 자동차 정비·수리비에서 엔진오일교체비용이 차지하는 비중을 고려할 때, 상식적으로 무리가 있다고 판단된다. 그러므로 자료의 일관성을 유지한 채 추가될 수 있는 자료는 국내항공과 주차요금 뿐이다. 그런데 국내항공은 본 연구의 분석대상 대부분의 기간(1993~1997년)에서 요금이 거의 고정되어 있었으므로 통계적 추정에 사용하기가 부적합하다. 그리고 교통정

추정방법은 7개의 소비지출 비율방정식을 동시에 반복적으로 추정하는 Zellner (Zellner, 1962)의 반복표면상무상관회귀(Iterative Seemingly Unrelated Regression) 방법을 사용하였다. 이 방법은 각 비율방정식의 교란항들이 동일시점에서 서로 상관된다는 가정을 채택하므로, 각각의 추정식을 독립적으로 추정하는 것보다 훨씬 더 효율적이다.

한편, 지출합계조건에 의해 비율식의 합이 1이 되므로, 7개의 추정식을 한꺼번에 추정하면 추정식의 분산-공분산행렬이 특이(singular)되는 문제가 발생한다. 따라서 1개의 추정식을 제외한 나머지 식을 추정하고, 추정에서 제외된 식은 조건식으로부터 간접적으로 계산하여야 한다. 본 연구에서는 시내버스의 비율식을 제외한 나머지 6개 방정식을 동시에 추정하였으며, 시내버스 비율식의 추정계수는 식 (9)에 의해서 계산되었다.

추정에 있어서 한 가지 문제점은 추정할 계수는 많은 반면에 공식적으로 발표된 소비지출자료가 매우 빈약하다는 사실이다. KOSIS DB에는 기타재화 및 서비스에 관한 지출자료와 모든 가격자료가 분기별 형태로 수록되어 있다. 하지만 시내버스, 시외버스, 택시, 기차, 전철, 연료비 등 세세교통항목에 대한 자료는 연간자료 형태로, 그것도 1990년부터만 이용이 가능하다.

그러나 다행히 세세교통항목의 집계형태인 공공교통과 개인교통에 대한 지출자료는 분기별로 수록되어 있으므로, 공공교통과 개인교통지출에 대한 계절변화요인을 추출하는 것이 가능하다. 따라서 본 연구에서는 세세교통항목의 연평균지출자료에 공공과 개인교통의 계절변화요인을 적용하여 분기자료로 확장하였다. 이러한 방법으로 1990~1997년 기간동안에 7개 항목에 대해 각 32개씩 총 224개의 관찰치를 확보할 수 있었다. 그리고 계절더미는 기타재화 및 서비스, 공공교통, 개인교통 등에 대해 6개의 계수만(나머지 3개는 지출합계로부터 간접추정) 직접 추정하면 되었다. 결국 총 추정계수는 39개로 줄었고 자유도(degree of freedom)는 153으로 충분하게 되었다.

책분야에서는 주로 휘발유 소비세를 정책변수로 사용하므로 교통수요함수 추정에서도 개인교통 서비스의 대리변수로서 휘발유를 사용하는 것이 관례이다. 더욱이 개인교통비 중에서 주차비의 상대적 비중은 연료비의 6~7% 수준의 작은 수치이다. 따라서 본 연구에서는 자료의 일관성과 통계적 유의성 그리고 정책실험가치 등을 고려하여 국내항공과 주차요금 변수는 추정에 포함하지 않았다.

IV. 模型의 推定結果

1. 交通需要函數

〈표 3〉 교통수요함수의 추정결과

모수	계수추정치	표준오차	t-통계량	모수	계수추정치	표준오차	t-통계량
α_1	0.058105	0.017881	3.24946**	β_{45}	-0.000213	0.000250	-0.85289
β_{11}	0.003593	0.004311	0.83349	β_{46}	-0.000375	0.000424	-0.88452
β_{12}	-0.023852	0.007697	-3.09894**	β_{47}	0.000075	0.000740	0.10137
β_{13}	0.002350	0.000758	3.10073**	γ_4	-0.005149	0.001211	-4.25070**
β_{14}	0.000026	0.000834	0.03120	α_5	0.011819	0.002569	4.60142**
β_{15}	-0.000349	0.000209	-1.66729*	β_{55}	-0.000439	0.000077	-5.70658**
β_{16}	0.002850	0.000428	6.65794**	β_{56}	0.000478	0.000124	3.84459**
β_{17}	0.015751	0.006719	2.34428**	β_{57}	0.000268	0.000173	1.55087
γ_1	-0.005889	0.001971	-2.98822**	γ_5	-0.000689	0.000287	-2.40300**
α_2	0.980414	0.080918	12.11620**	α_6	-0.001025	0.004577	-0.22403
β_{22}	0.004418	0.017730	0.24914	β_{66}	0.000533	0.000457	1.16598
β_{23}	0.001541	0.003069	0.50204	β_{67}	-0.000051	0.000318	-0.15877
β_{24}	0.001844	0.004025	0.45800	γ_6	0.000958	0.000545	-1.75901*
β_{25}	-0.001467	0.000949	-1.54629	α_7	-0.107721	0.065760	-1.63810
β_{26}	0.000427	0.001575	0.27100	β_{77}	0.003090	0.005129	0.60237
β_{27}	-0.003652	0.006194	-0.58964	γ_7	0.007020	0.011443	0.61350
γ_2	0.008652	0.012755	0.67837	θ_{11}	0.000881	0.001020	0.86377
α_3	0.025516	0.008373	3.04753**	θ_{12}	-0.000514	0.001217	-0.42198
β_{33}	-0.002337	0.000883	-2.64465**	θ_{13}	0.001379	0.001144	1.20499
β_{34}	0.000086	0.000769	0.11226	θ_{21}	-0.000027	0.000003	-9.60390**
β_{35}	0.000697	0.000195	3.56943**	θ_{22}	-0.000005	0.000003	-1.54293
β_{36}	-0.001455	0.000444	-3.27950**	θ_{23}	0.000006	0.000003	1.77423*
β_{37}	-0.000391	0.000560	-0.69894	θ_{31}	-0.000745	0.001027	-0.72565
γ_3	-0.002988	0.000922	-3.24126**	θ_{32}	0.000540	0.001225	0.44111
α_4	0.032892	0.010941	3.00618**	θ_{33}	-0.001407	0.001151	-1.22169
β_{44}	0.001968	0.001065	1.84773*				

수정결정계수: 2식=0.83, 3식=0.87, 4식=0.67, 5식=0.85, 6식=0.94, 7식=0.89

더빈왓슨값: 2식=1.79, 3식=1.06, 4식=1.77, 5식=1.85, 6식=1.04, 7식=2.00

주: (1) 1= 시내버스, 2=기타재화 및 서비스, 3=시외버스, 4=택시, 5=기차, 6=전철, 7=연료비,

 θ_{1j} =기타소비, θ_{2j} =공공교통, θ_{3j} =연료비.

(2) **는 t값의 5% 수준, *는 10% 수준에서 유의한 계수임.

〈표 3〉은 교통수요함수에 대한 추정결과를 나타낸다. 모형의 설명력은 결정계수(R^2)를 통해 판단할 수 있는데 추정계수의 수가 많기 때문에 통상적인 결정계수보다는 수정결정계수를 사용하는 것이 바람직하다. 수정결정계수(adjusted- R^2)는 기타재화 및 서비스 비율식 0.83, 시외버스 비율식 0.87, 택시 비율식 0.67, 기차 비율식 0.85, 전철 비율식 0.94, 연료비 비율식 0.89로 높게 나타났다. 추정계수는 총 51개중에서 19개가 5%의 수준에서, 23개가 10%의 수준에서 유의한 것으로 나타났다. 이는 표본크기에 비해서 추정계수의 숫자가 매우 많다는 사실을 고려할 때 만족스러운 결과이다.⁸⁾

2. 價格彈力性和 所得彈力性

(1) 價格彈力性

〈표 4〉는 계수 추정치를 이용하여 마샬가격탄력성을 구하고 그 평균값을 정리하여 나타낸 것이다. 먼저 자기가격탄력성을 살펴보면 시외버스와 기차의 가격탄력성은 각각 -1.68과 -1.28로 탄력적이고, 기타재화 및 서비스는 -1.0으로 단위탄력적이다. 전철, 택시, 시내버스는 각각 -0.69, -0.68과 -0.68로 비슷한 수준에서 비탄력적이다. 연료비는 -0.77로 전철, 택시, 시내버스보다 약간 높은 수준에서 비탄력적이다. 이를 다른 연구들(Goodwin, 1992; Oum, Waters II, and Yong, 1992)과 비교해 보면 본 연구의 추정치가 조금 높은 축에 든다. 하지만 탄력성의 부호와 상대적 크기가 예상과 일치하고 다른 연구들과 유사한 범위에 있으므로 대체로 만족스러운 결과라 할 수 있다.⁹⁾

8) Deaton and Muellbauer(1980a)는 27년(1954~1980년) 동안의 영국 연간소비지출자료를 이용한 준이상수요함수체계를 추정한 결과, 총 80개의 계수 중에서 30개가 5%의 유의수준을 넘었다.

9) 영국 교통연구소(TRL)의 조사에 의하면 휘발유가격에 대한 수요탄력성은 -0.27에서 -0.73 정도, 버스요금에 대한 수요탄력성은 -0.30에서 -0.65 정도, 지하철요금에 대한 수요탄력성은 -0.20에서 -0.40 정도, 철도요금에 대한 수요탄력성은 -0.70에서 -1.1정도로 나타났다. (교통개발연구원, 1999a, p. 35). 국내에서 휘발유 소비의 가격탄력성에 관한 연구는 교통개발연구원(1989) -0.092, 에너지경제연구원(1992) -0.17, 국토개발연구원(1993) -0.54로 나타났다. 그리고 외국에서 수행된 휘발유 소비의 가격탄력성 연구결과를 요약하면 -0.27에서 -0.84 정도로 나타나고 있다(앞의 책, p. 36)

〈표 4〉 교통수요의 마살가격탄력성

구 분	시내버스	시외버스	택 시	기 차	전 철	연료비	기타소비
시내버스	-0.67568	0.21014	0.00567	-0.03007	0.25347	1.40322	-1.61219
시외버스	0.69516	-1.67779	0.03066	0.20440	-0.42222	-0.10059	1.28412
택 시	0.01377	0.01643	-0.68485	-0.03234	-0.05761	0.02400	1.06875
기 차	-0.21919	0.45023	-0.13456	-1.28165	0.30856	0.17929	-0.51887
전 철	1.67869	-0.85174	-0.21669	0.28140	-0.68611	-0.02211	0.79136
연 료 비	1.20089	-0.03200	0.00224	0.01966	-0.00478	-0.77028	-0.79742
기타소비	-0.02495	0.00157	0.00186	-0.00154	0.00043	-0.00394	-1.00405

〈표 5〉는 가격변화의 소득효과를 제외한 보상가격탄력성을 정리한 것이다. 먼저, 자기가격탄력성을 살펴보면 시외버스와 기차의 보상가격탄력성은 각각 -1.68과 -1.28로 마살가격탄력성과 같은 크기로서 탄력적이다. 전철, 택시, 시내버스의 보상가격탄력성은 각각 -0.69, -0.68, -0.67로 마살가격탄력성과 같은 크기로 비탄력적이다. 연료비의 보상가격탄력성은 -0.75로 마살가격탄력성 -0.76보다 약간 작아졌다. 결국 교통수단 보상수요의 자기가격탄력성은 마살가격탄력성 값과 거의 동일하다.

그러나 기타재화 및 서비스의 보상가격탄력성은 마살가격탄력성과 큰 차이를 나타내고 있다. 기타재화 및 서비스의 마살가격탄력성은 -1.00으로 단위탄력적이지만 보상가격탄력성은 -0.04로 훨씬 작게 나타났다. 결과적으로 기타재화 및 서비스 소비지출은 매우 비탄력적으로 밝혀진 것이다. 이런 현상이 나타난 이유는 기타재화 및 서비스 소비지출이 전체소비지출에서 차지하는 비중이 크므로 보상소득의 변화에 민감한 영향을 받았기 때문이다. 같은 이유에서 교통수단 중에서는 소비지출 비중이 가장 큰 연료비가 보상소득의 변화에 영향을 가장 많이 받았지만 그렇게 크지는 않았다.

보상수요의 교차가격탄력성 내용을 교통수단을 중심으로 살펴보면 다음과 같다. 시내버스는 연료비와 매우 강한 경쟁관계로 도출되었다. 상호 영향력의 크기는 연료비가 시내버스에 미치는 영향력(1.41)이 시내버스가 연료비에 미치는 영향력(1.22)보다 크다. 시내버스와 전철은 상호 경쟁관계로 도출되었으며, 전철이 시내버스에 미치는 영향력(0.25)보다 시내버스가 전철에 미치는 영향력(1.68)이 훨씬

〈표 5〉 교통수요의 보상가격탄력성

구 분	시내버스	시외버스	택 시	기 차	전 철	연 료 비	기타소비
시내버스	-0.66976	0.21177	0.00868	-0.02933	0.25441	1.41064	-1.15376
시외버스	0.69645	-1.67726	0.03154	0.20462	-0.42205	-0.09929	1.40902
택 시	0.01591	0.01713	-0.68363	-0.03204	-0.05728	0.02657	1.25051
기 차	-0.21268	0.45221	-0.13099	-1.28077	0.30958	0.18729	0.01581
전 철	1.68421	-0.85029	-0.21396	0.28206	-0.68521	-0.01490	1.21068
연 료 비	1.21872	-0.02647	0.01213	0.02211	-0.00201	-0.74852	0.68028
기타소비	-0.01303	0.00513	0.00830	0.00004	0.00230	0.01094	-0.03529

크다. 시내버스와 기차는 상호 보완관계로 도출되었으며, 기차가 시내버스에 미치는 영향력(-0.03)보다 시내버스가 기차에 미치는 영향력(-0.21)이 더 크다. 시내버스와 택시는 상호경쟁관계로 도출되었으며, 택시가 시내버스에 미치는 영향력(0.01)보다 시내버스가 택시에 미치는 영향력(0.02)이 더 크다. 시내버스와 시외버스는 상호 경쟁관계로 도출되었으며, 시외버스가 시내버스에 미치는 영향력(0.21)보다 시내버스가 시외버스에 미치는 영향력(0.70)이 더 크다.

시외버스는 연료비와 보완관계로 도출되었으며, 연료비가 시외버스에 미치는 영향력(-0.10)이 시외버스가 연료비에 미치는 영향력(-0.03)보다 더 크다. 시외버스와 전철은 상호 보완관계로 도출되었으며, 전철이 시외버스에 미치는 영향력(-0.42)보다 시외버스가 전철에 미치는 영향력(-0.85)이 더 크다. 시외버스와 기차는 경쟁관계로 도출되었으며, 기차가 시외버스에 미치는 영향력(0.20)보다 시외버스가 기차에 미치는 영향력(0.45)이 더 크다. 시외버스와 택시는 상호 경쟁관계로 도출되었으며, 택시가 시외버스에 미치는 영향력(0.03)이 시외버스가 택시에 미치는 영향력(0.02)보다 조금 더 크다.

택시와 연료비는 경쟁관계로 도출되었으며, 연료비가 택시에 미치는 영향력(0.03)이 택시가 연료비에 미치는 영향력(0.01)보다 더 크다. 택시와 전철은 상호 보완관계로 도출되었으며, 전철이 택시에 미치는 영향력(-0.06)보다 택시가 전철에 미치는 영향력(-0.21)이 더 크다. 택시와 기차는 상호보완관계로 도출되었으며, 기차가 택시에 미치는 영향력(-0.03)보다 택시가 기차에 미치는 영향력(-0.13)이 더 크다. 기차와 연료비는 경쟁관계로 도출되었으며, 연료비가 기차에 미치는 영향력(0.19)이 기차가 연료비에 미치는 영향력(0.02)보다 더 크다. 기차와 전철은 상

호경쟁관계로 도출되었으며, 전철이 기차에 미치는 영향력(0.31)이 기차가 전철에 미치는 영향력(0.28)보다 조금 더 크다.

동일한 서비스들 사이에서 교차가격탄력성의 강도가 가격변화의 방향에 따라 다른 것은 식 (7)의 대칭성조건에 의해 $\beta_{ij} = \beta_{ji}$ 의 관계가 성립하더라도, 식 (12)와 식 (14)의 교차가격탄력성을 계산하는 과정에서 서비스별 소비지출비율이 다르므로 가중치가 각각 다르게 작용한 까닭이다.

도출된 교차가격탄력성 관계 중에서, 시내버스와 연료비, 시내버스와 전철, 시내버스와 택시, 시외버스와 기차, 택시와 연료비, 기차와 연료비는 서로 경쟁재의 관계로 나타났다. 그리고 시내버스와 기차, 시외버스와 연료비, 시외버스와 전철, 택시와 전철, 택시와 기차, 전철과 연료비는 보완재의 관계로 나타났다. 이 중에서 시내버스와 시외버스, 시외버스와 택시, 기차와 전철이 경쟁재의 관계로 나타난 것은 시내교통과 시외교통 사이에 경쟁관계가 존재하는 것을 의미하므로 일반적인 예상을 빚나가는 결과이다.¹⁰⁾

(2) 所得彈力性

〈표 6〉은 교통수요함수의 계수 추정치를 이용하여 소득탄력성을¹¹⁾ 구하고 그 평균값을 나타낸 것이다. 교통수단에 대한 소득탄력성은 모두 양(+)의 부호를 나타내므로 정상재라는 예상과 일치한다. 이 중에서 연료비에 대한 소득탄력성은 1.54로 예상대로 가장 높게 나타났다. 이는 전체 소비지출이 1% 증가할 때 연료비에 대한 소비지출이 1.54% 증가하는 것을 의미하므로 연료비의 소비지출은 소득증가에 대해 매우 민감함을 알 수 있다. 기차의 소득탄력성은 0.56으로 상대적으로 높게 나타났다고 다른 교통수단은 시내버스와 전철이 각각 0.48와 0.44로 택시의 0.19와 시외버스의 0.13보다 높게 나타났다.

본 논문의 연구기간인 1990~1997년 사이에 서울시에서는 지하철노선 확장, 시내버스 전용차선제 도입, 좌석 시내버스 운행, 시내버스의 냉방화 등 시내대중교통부문에서 서비스 수준 고급화를 위한 다양한 정책이 추진되었다. 이러한 사실에 비추어 볼 때 시내버스와 전철 같은 시내대중교통의 소득 탄력성이 시외버스의 소득 탄력성보다 높게 나온 이유는, 시내대중교통수단의 서비스 수준이 향상되면서 시민들

10) 이는 본 논문의 한계점이므로 추후 관련연구에서 그 원인과 개선방안의 규명이 요청된다.

11) 엄밀한 의미에서 보면, 계산한 값은 소득탄력성이라기보다 총지출탄력성이다.

〈표 6〉 교통수요의 소득탄력성

구 분	시내버스	시외버스	택 시	기 차	전 철	연료비	기타소비
탄력성	0.47810	0.12931	0.18903	0.55663	0.43779	1.53792	1.00901

이 소득 증가와 동시에 시내버스 및 전철을 상대적으로 많이 이용했기 때문으로 판단된다.

V. 結 論

본 연구에서는 서울 시민의 교통수요행태를 분석하기 위하여 준이상수요체계 합수형태의 교통수요모형을 설정하였다. 대중교통수단으로는 시내버스, 시외버스, 택시, 기차, 전철이 그리고 개인교통수단으로는 연료비가 포함되었으며, 기타재화 및 서비스에 대한 소비지출이 함께 추정되었다. 이용된 자료는 통계청의 『도시가계 연보』에 수록된 ‘서울시 전 가구 소비지출’과 『물가통계』에 수록된 ‘서울시 소비자 물가’이다. 이 중에서 교통수단의 연평균소비지출자료는 추정에 필요한 충분한 자유도를 확보할 수 있도록 공공교통과 개인교통 그룹으로 나누어 계절변동 요인을 부여하는 방법을 통해 분기자료로 확장되었다. 추정방법으로는 효율성을 높이기 위해서 소비지출에 대한 비율식을 동시에 추정하는 방법인 Zellner의 반복표면 상무상관회귀(Iterative Seemingly Unrelated Regression)법이 사용되었다.

추정결과 모형의 설명력을 나타내는 수정결정계수(adjusted- R^2)는 기타재화 및 서비스 비율식 0.83, 시외버스 비율식 0.87, 택시 비율식 0.67, 기차 비율식 0.85, 전철 비율식 0.94, 연료비 비율식 0.89로 택시를 제외하고 모두 높게 나타났다. 추정계수는 총 51개중에서 19개가 5% 수준에서, 23개가 10% 수준에서 유의한 것으로 나타났다. 이는 표본크기에 비해서 추정계수의 숫자가 매우 많다는 사실을 고려할 때 만족할만하다.

추정된 계수값을 이용하여 가격탄력성과 소득탄력성을 구하였다. 자기가격탄력성과 소득탄력성 추정치는 조금 높기는 하나 부호와 상대적 크기가 예상과 일치하고 다른 연구결과들과 유사한 범위에 있다.

마셜수요탄력성으로 살펴본 자기가격탄력성은 시외버스와 기차의 탄력성이 각각 -1.68과 -1.28로 탄력적이고, 기타재화 및 서비스는 각각 -1.0으로 단위탄력적이다. 전철, 택시, 시내버스는 각각 -0.69, -0.68, -0.68로 비슷한 수준에서 비탄력적이다. 연료비는 -0.77로 전철, 택시, 시내버스보다는 약간 높은 수준에서 비탄력적이다.

보상수요탄력성으로 살펴본 교차가격탄력성은 시내버스와 연료비, 시내버스와 전철, 시내버스와 택시, 시내버스와 시외버스, 시외버스와 기차, 시외버스와 택시, 택시와 연료비, 기차와 연료비, 기차와 전철은 상호경쟁재의 관계로 도출되었다. 그리고 시내버스와 기차, 시외버스와 연료비, 시외버스와 전철, 택시와 전철, 택시와 기차, 전철과 연료비는 상호 보완재의 관계로 도출되었다. 이 중에서 시내버스와 시외버스, 시외버스와 택시, 기차와 전철이 경쟁재의 관계로 나타난 것은 시내교통과 시외교통 사이의 경쟁관계의 존재를 의미하므로 일반적인 예상과는 다른 결과이다. 이는 본 논문의 한계점이므로 추후 관련연구에서 그 원인과 개선방안의 규명이 요청된다.

도출된 교통수단의 소득탄력성은 모두 양(+)의 부호를 가지므로 교통수단이 정상재라는 예상과 일치한다. 연료비에 대한 소득탄력성은 1.54로 예상대로 가장 높게 나타났다. 이는 전체 소비지출이 1% 증가할 때 연료비에 대한 소비지출이 1.54% 증가하는 것을 의미하므로 연료비의 소비지출은 소득증가에 대해 매우 민감함을 알 수 있다. 기차의 소득탄력성은 0.56으로 상대적으로 높게 나타났고 다른 교통수단은 시내버스와 전철이 각각 0.48과 0.44로 택시의 0.19와 시외버스의 0.13보다 높게 나타났다.

본 논문의 연구기간인 1990~1997년 사이에 서울시에서는 지하철노선 확장, 시내버스 전용차선제 도입, 좌석 시내버스 운행, 시내버스의 냉방화 등 시내대중교통 부문에서 서비스 수준 고급화를 위한 다양한 정책이 추진되었다. 이러한 사실에 비추어 볼 때 시내버스와 전철 같은 시내대중교통의 소득 탄력성이 시외버스의 소득 탄력성보다 높게 나온 이유는, 시내대중교통수단의 서비스 수준이 향상되면서 시민들이 시내버스 및 전철을 비교적 많이 이용한 때문으로 판단된다.

다음 연구에서는 더 많은 시계열자료를 발굴하여, 장기간의 교통수요 변화에 대한 분석을 시도할 필요가 있다. 본 연구에서는 연간자료를 분기자료로 확장하는 방법을 통하여 필요한 자유도를 확보하는 데는 성공하였지만, 실제 분석기간은 8년밖에

에 되지 않으므로 장기에 걸친 가격과 소득변화를 충분히 포착하지 못하였다. 또한 초월대수함수나 동태함수 등 다양한 형태의 수요함수를 시도할 필요가 있다. 여러 가지 함수형태의 추정을 통해서 우리 현실에 적합한 교통수요함수모형을 발견할 수 있을 것이다.

■ 참고 문헌

1. 교통개발연구원, "교통수요의 가격, 소득 및 서비스 탄력성에 관한 분석," 1999a.
2. ———, "교통 관련 사회환경비용의 내재화방안," 1999b, p. 52.
3. ———, "교통," 2001a, p. 4.
4. ———, "1999년 교통사고비용," 2001b, p. 66.
5. 통계청, KOSIS(통계DB), "도시가계 소비·지출".
6. ———, KOSIS(통계DB), "소비자물가지수".
7. ———, KOSIS(통계DB), "교통·정보통신".
8. 한국자동차공업협회, "한국의 자동차산업," 1999, pp. 73~77.
9. Deaton, A. S. and J. Muellbauer, "An Almost Ideal Demand System," *The American Economic Review*, June, 70(3), 1980a, pp. 312~326.
10. ———, *Economics and Consumer Behavior*, New York: Cambridge University Press, 1980b.
11. Goodwin, P. B., "A Review of New Demand Elasticities with Special Reference to Short and Long Run Effects of Price Changes," *Journal of Transport Economics and Policy*, May, 1992, pp. 155~169.
12. Lancaster, K. J., "A New Approach to Consumer Theory," *Journal of Political Economy*, 134, 1966, pp. 132~157.
13. Oum, T. H. and D. W. Gillen, "The Structure of Intercity Travel Demands in Canada: Theory, Tests and Empirical Results," *Transportation Research B*, 17B(3), 1983, pp. 175~191.
14. ———, W. G. Waters II, and Jong-Say Yong, "Concepts of Price Elasticities of Transport Demand and Recent Empirical Estimates," *Journal of Transport Economics and Policy*, May, 1992, pp. 139~154.
15. ———, H. P. C. van Ooststroom and J. Yoon, "The Structure of Travel Demands in the Netherlands: An Application to Predict Modal Shares under the Sustainable Development Goals," *International Journal of Transport Economics*, February, 23(1), 1996, pp. 31~62.

16. Pollak, R. A., "Habit Formation and Dynamic Demand Functions," *Journal of Political Economy*, 78, 1970, pp. 745~763.
17. Yoon, Jae-Ho, "The Structure of the Aggregate Travel Demands in the US and the Netherlands: An Application to Predict Modal Shares under the Goal of the Sustainable Development Program," Ph.D. Dissertation of the University of Utah, 1995.
18. Zellner, A., "An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Test for Aggregation Bias," *American Statistical Association*, 57, 1962, pp. 500~509.

An Empirical Analysis of the Aggregate Travel Demands of the Urban Households in Seoul, Korea

Jae-Ho Yoon*

In this paper, a complete system of travel demand equations using almost ideal demand system has been estimated with the urban household expenditure data of Seoul, Korea. Demands for the city bus mode, intercity bus mode, taxi mode, train mode, subway mode, gasoline(a proxy variable for passenger car mode), and other goods and services are estimated by the Zellner's iterative seemingly unrelated regression method. The demand model is used to compute the elasticities of demand for each travel mode with respect to its own price, prices of other modes, and income(or expenditure).

The results show: (a) the compensated price elasticities of demand for city bus, taxi, subway, and passenger car(gasoline) modes are inelastic in ascending order with the value of -0.67, -0.68, -0.69, and -0.75, respectively; (b) the price elasticities of demand for intercity bus and train modes are elastic with the value of -1.68 and -1.28 respectively; (c) the cross price elasticities of demand for travel modes are somewhat mixed with and without reasons; (d) the income elasticity of demand for gasoline is elastic with the value of 1.54; (e) the income elasticities of demand for intercity bus, taxi, subway, city bus, and train modes are inelastic in descending order with the value of 0.13, 0.19, 0.44, 0.48, and 0.56, respectively.

Key Words: travel demand, almost ideal demand system, elasticity

* Assistant Professor, School of Business Administration, Halla University