

■ 論 文 ■

# 통근·통학자의 지하철 연계교통수단 선택행태분석

Mode Choice Behavior Analysis of Commuter Feeder Passengers to Subway System

정헌영

(부산대학교 도시공학과 교수)

김정주

(교통개발연구원 연구원)

## 목 차

- I. 서론
    - 1. 연구의 배경 및 목적
    - 2. 연구의 내용 및 방법
  - II. 교통수단선택 모형의 이론적 고찰
    - 1. 기존연구의 고찰
    - 2. 선호의식 자료
    - 3. 지하철 연계교통수단 선택모형의 구축 방법
  - III. 연계교통수단 선택에 관한 자료수집 및 분석
    - 1. 조사의 개요
  - 2. 연계교통수단 이용자의 속성분석
  - 3. 연계교통수단 이용특성
  - IV. 연계교통수단 선택모형의 구축
    - 1. 연계교통수단 선택모형구축의 결과
    - 2. 통행시간가치의 산정
    - 3. 시장분할(market segmentation)을 통한 모형의 경험적 추정
  - V. 결론
- 참고문헌

Key Words : mode choice(수단선택), access trip(말단교통), logit model(로짓모델), value of time(시간가치), behavior analysis(행동분석)

## 요 약

교통체계가 지하철 중심의 대중교통체제로 변화되면서 지하철이용을 활성화하기 위한 적절한 연계체계를 구축할 필요성이 고조되고있다. 따라서, 본 연구에서는 부산시를 대상으로 타 목적통행에 비해서 중요한 비중을 차지하면서 비교적 안정적인 행태를 보이는 지하철 이용 통근·통학자를 대상으로 대표적인 연계교통수단인 시내버스, 마을버스, 택시 이용시 통행특성에 대한 체계적인 분석과 연계교통수단 선택행태에 대한 다항로짓모형을 구축하였다.

모형의 구축결과 연계교통수단선택시 큰 영향을 미치는 설명변수는 차외시간(OVTT), 차내시간(IVTT), 요금(T-FARE, S-FARE, B-FARE), 소득(INCOME), 성별(SEX), 연령(AGE) 순으로 나타났다. 그리고, 연계교통수단의 이용은 환승을 위한 단거리 통행이기 때문에 차외시간이 차내시간보다 수단선택시 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 통행비용관련 변수들은 통행시간 변수들에 비해 연계수단선택시 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 따라서 요금인하로 인한 수요증가 정책보다는 적정수준으로 요금을 인상하여 이로 인한 수입 등을 이용하여 교통시설의 확충 등 서비스 개선에 의한 대중교통의 통행시간을 단축시킬 수 있는 서비스의 개선이 요구된다. 또한 통행시간가치는 차외시간의 시간가치가 차내시간의 시간가치보다 현저히 높게 나타났으며, 아침 통근·통학시 요금보다는 시간을 중요하게 인식하여 택시의 시간가치가 시내버스, 마을버스의 시간가치보다 훨씬 높게 나타났다.

## 1. 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

현재 교통체계상의 문제로서 대중교통 이용의 불편과 개인교통수단 선호로 인한 승용차 수요의 급증은 대도시의 교통혼잡을 가중시키는 주요한 요인이 되고 있다. 대도시의 교통혼잡 완화를 위해서는 다른 대중교통수단에 비하여 수송용량이 매우 크고 교통혼잡의 영향을 받지 않으며 정시성을 가지는 지하철을 중심으로 한 대중교통체계가 구축되어 개인교통수단 이용자를 대중교통수단으로 유도하여야 할 것이다.

그러나 지하철은 역을 중심으로 한 좁은 서비스 권역을 가지기 때문에 타 교통수단과의 연계가 필수적이다. 현재, 부산광역시의 경우 지하철 2호선이 개통되어 지하철 중심의 대중교통체계가 구축되면서 지하철과 다른 교통수단과의 환승통행이 불가피하게 되었다. 그러나 지하철 건설 이후 다른 교통수단들과 체계적인 연계가 불충분하여 지하철로 접근하는데 많은 어려움이 있어 막대한 건설비와 운영비에도 불구하고 그 역할이 기대에 미치지 못하고 있다. 특히 버스 등 타 교통수단과의 적절한 연계교통체계가 요구되는 실정임에도 불구하고 연구 및 검토가 부족한 실정에 있다.

따라서, 본 연구에서는 부산광역시의 지하철 연계교통수단의 이용특성분석과 함께 지하철 이용율을 증진시키고자 각종 대중교통 정책대안이 통행패턴에 미치는 직·간접적 영향 또는 효과를 적절히 평가하고 정확한 정보를 제공해 줄 수 있는 교통수요예측기법의 하나인 단기교통계획에 적용되는 개별행태모형인 로짓모형을 구축하여 지하철 연계교통수단의 중요변수 및 그 영향력을 파악하고자 한다.

이를 위해서 본 연구에서는 부산광역시 지하철 이용자를 대상으로 실험계획법(experimental design method)을 이용하여 지하철역까지의 연계교통수단의 서비스조건 변화에 대한 대안을 작성한 후 현지조사를 통해 입수한 통근·통학자의 연계교통수단의 선호의식 data를 활용하였다.

### 2. 연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 우선, 연계교통수단체계의 문제점을 인식한 후 선호의식 자료와 개별행태 모형에 대한 이

론적 고찰을 통하여 지하철 연계교통수단 선택모형의 구축 방법을 정립하고, 지하철 연계교통수단으로서 택시, 마을버스 및 시내버스의 이용에 관한 기초 자료를 조사를 통해 수집하였다. 이를 바탕으로 통행특성분석과 개인속성분석을 행하고, 설명변수들간의 상관분석을 행하여 이중 가장 설득력 있는 변수를 중심으로 부산시 지하철이용 통근·통학자의 연계교통수단선택모형을 구축하였다. 그리고 연계교통수단선택모형에 영향을 주는 주요 설명변수들을 이용하여 시장분할을 통해 각 그룹별로 경험적 모형을 추정하고 의미있는 결과를 논의하고자 하였다.

본 연구를 위한 조사는 타 목적통행에 비하여 중요한 비중을 차지하면서 행동성에 있어서 비교적 안정적인 행태를 보이는 일상적인 통행인 통근·통학통행을 분석 대상으로 선정하여 무작위 표본추출을 행하였다.

그리고 로짓모형을 구축함에 있어서는 TransCAD를 이용하였으며, 변수추정에 이용되는 최우추정법으로는 DFP(Davidon-Fletcher-Powell)법을 이용하였고, 일단 구축된 모형은 통계적 검토를 거쳤다. 구축된 몇 개의 모형 중 통계적으로 가장 적합하다고 판단되는 모형을 채택하여 최종적으로 연계교통수단 선택모형으로 하였다.

## II. 교통수단 선택모형의 이론적 고찰

### 1. 기존연구의 고찰

개인의 교통행동을 기초로 한 개별행태모형에 관한 연구는 1970년대 들어 이산선택모델과 확률효용이론이 결부되어 비집계분석의 이론화를 도모하게 되었고, McFadden, Manheim 등을 중심으로 소비자 행동선택이론의 교통부분에로의 응용연구가 발전하게 되어 4단계 교통수요추정법을 수정하는 새로운 교통수요예측수법으로 정착하여 발전하게 되었다.

그리고 선호의식(stated preference)기법을 이용한 조사방법이 1988년 *Journal of Transport Economics and Policy* 1월호에 특집으로 소개되면서부터 교통분야에 널리 알려지게 되었고, 구체적인 실용안내가 제시되었다.

일본에서도 1980년대 후반부터 선호조사기법이 연구되어, 선호의식 data를 이용한 杉惠頼寧, 藤原章正

(1989)의 교통수단 선택에 관한 연구, 森川高行, 城石典明, Ben-Akiva(1992)의 순위데이터의 신뢰성 분석에 관한 연구, 森川高行, Ben-Akiva(1994)의 RP와 SP data를 통합한 비집계모델 추정에 이르기 까지 활발히 진행되고 있는 분야이다.

국내에서는 1980년대에 들어서 개별태도모형을 이용한 연구가 활발히 행해지기 시작하였다. 특히 선호의식기법을 사용한 연구는 최근 들어 활발히 연구되고 있는데, 1992년 일본과 우리나라에서 교통수단선택시 영향요인을 밝히는 것에 관한 금기정의 연구와 교통수단선택에 있어서 태도모형의 적용에 관한 신동호의 연구, SP data에 의한 교통수단선택모형의 특성에 관한 이진우의 연구, 선호의식자료를 이용한 화물수송수단선택모형을 개발한 하원익, 남기찬의 연구, 교통수단선택모형의 추정에 이용되는 선호의식 자료의 유효성에 관한 진교남의 연구, 선호의식 Panel Data를 이용한 동적 경로선택 행동분석에 관한 성수련, 남궁문의 연구 등이 있다. 또한, 최근에는 선호의식조사기법을 적용하여 혼잡통행료 부과가 교통수단선택에 미치는 영향에 관한 연구와 선호의식조사자료분석을 통하여 통신업무의 교통대체효과를 추정한 연구 등이 있다.

## 2. 선호의식(SP) 자료

비집계모델이 집계모델에 비해서 정책분석에 있어서 적절하다는 것은 이미 알려져 있지만, 실제로 다양한 수요분석을 행하려고 한다면 RP-Data 만으로 추정된 비집계분석 모델에서는 불합리한 경우가 있다. 구체적으로는 실제 존재하지 않는 서비스도입에 대한 수요예측일 것이다. 예를 들어 교통요금 인상, 도로와 차량간의 정보제공 등의 새로운 교통관리대책, 새로운 교통시스템 도입 등의 이용자에 대한 서비스개선 등을 들 수 있다.

이 경우, 실제상황의 선택결과 뿐만 아니라 가상의 상황을 시험자에게 상상하게 하고 그때 행하는 선택을 회답하게 해서 받은 데이터의 활용이 필요하다.

SP데이터가 상기와 같이 현존하지 않은 서비스에 대한 수요분석에 활용될 뿐만 아니라 실험데이터라는 점이 의미가 있다. 실험데이터는 RP데이터와 같은 비실험데이터에 비해서 아주 조작성이 높아서 선택지를 구성하는 속성치를 실험자가 자유로이 설정할 수 있기 때문에 속성치의 범위를 확대하든지 속성치간의 상관

을 낮게 하는 것에 의해 속성간의 상쇄효과를 보다 명확하게 표현하든지 효용함수 계수 추정치 분산을 적게 하는 것 등이 가능하다. 예를 들면, 어떤 교통수단에 있어서 요금변화에 따른 교통수요 변동을 조사할 때에는 요금과 같은 속성을 몇 단계로 적당히 변화시킨 SP조사에 의존할 수 밖에 없다. 또한, 속성치가 실험자에게 주어지므로 속성치의 측정오차가 포함되지 않는 것도 SP조사의 장점이다.

## 3. 지하철 연계교통수단 선택모형의 구축 방법

본 연구에서는 지하철 연계교통수단으로서 택시, 마을버스, 버스를 대상으로 개인에 관한 속성변수 외에 차량이용시간과 운행비용에 관해서 조건을 변화시켰을 때 교통수단선택주체가 어느 교통수단을 선택하는가를 파악하고자 함으로, 상기 기술한 바와 같은 SP조사에 의한 모형구축이 적절하다고 판단된다.

모형 구축에 있어서는 개인의 효용극대화에 입각한 통행자 수단선택이론에 이론적 기초를 두고 있다. 또한, 통행자가 선택할 대안의 집합이 이산적이어야 하며, 통행자의 교통수단 선택결정 과정은 언제나 합리적이고 지속적인 것이 아니라 확률적 인자를 내포하고 있어야 하고, 선택가능한 교통수단들 사이에는 선호관계가 존재하며 이것들을 효용함수로 나타낼 수 있어야 한다고 판단하여 본 연구에서는 택시, 마을버스, 시내버스를 선택가능한 집합으로 취하는 다항로짓모형을 구축하였다.

다항로짓모형에서는 개인  $n$ 에 따라 선택대안집합이  $A_n$ 으로 주어지고, 선택확률은 식(1)로 주어진다.

$$P_{in} = \frac{e^{\lambda V_{in}}}{\sum_{j \in A_n} e^{\lambda V_{jn}}} = \frac{1}{\sum_{j \in A_n} e^{\lambda(V_{jn} - V_{in})}}, \quad (i \in A_n) \dots \quad (1)$$

여기서,

$A_n$  : 개인  $n$ 의 선택대안집합

$P_{in}$  : 개인  $n$ 의 선택대안  $i$  ( $i=1, \dots, I_n$ )을 선택할 확률

$V_{in}$  : 개인  $n$ 의 선택대안  $i$ 에서 받는 효용의 확정항

$\lambda$  : 효용의 활동항의 분산을 나타내는 파라메타를 나타낸다.

### III. 연계교통수단 선택에 관한 자료수집 및 분석

#### 1. 조사의 개요

본 연구는 타 목적통행에 비해서 중요한 비중을 차지하면서 행동성에 있어서는 비교적 안정적인 행태를 보이는 지하철 이용 통근·통학자를 분석대상으로 하여 연계교통수단 이용특성을 분석하기로 하고 부산 시내에 있는 각급 직장인과 학생에 대해 단순무작위표본추출(simple random sampling)을 행하였다.

자료수집방법은 사전에 교육을 받은 조사원들이 1999년 11월 2일~11월 5일까지 4일간 설문지 523부를 직접 면접조사를 하였다. 이중 438부<sup>1)</sup>가 유효한 표본수로 유효표본률은 전체의 83.7%로 나타났다.

자료수집에 사용된 조사표는 RP조사부분과 SP조사부분으로 구성하였다. RP조사표는 연계교통수단 이용자에 대한 개인적인 속성과 이용행태를 파악하기 위한 항목으로 구성되어 있다.

그리고, SP조사표는 다음과 같은 방법으로 구성하였다. 선호의식기법을 활용한 연계교통수단선택의 대안으로 택시, 마을버스, 시내버스를 선정하였다. 이러한 수단선택에 영향을 주는 대안의 속성(변수)으로는 차내시간, 차외시간(도보 및 대기시간), 요금의 3가지 변수를 선정하였다. 또한 이러한 각 인자들의 수준수는 분석의 편리 및 실험계획법상의 수준폭 선택원리에따라 3개의 수준으로 결정하였고, 기본 수준 값은 예비조사를 통해 결정하였다. 그리고, 수준 1과 수준 2의 차이는 수준 0과 1의 차이보다 크거나 같도록 <표 1>과 같이 설정하였다.

이렇게 설정된 9개의 인자와 3수준 하에서는 19,683가지수를 생각할 수 있는데 이렇게 수많은 조

합의 가지수 중 합리적으로 실험조합의 수를 결정하기 위해서 본 연구에서는 실험계획법을 채택하였으며 실험조합의 채택 과정은 직교배열표(orthogonal array table)를 이용하였다. 본 연구에서의 직교표는 수준수가 3이고 9개의 인자수를 가졌으므로 3수준 13개의 인자까지 포함하는  $L_{27}(3^{13})$ 을 이용하였다. 단, 'L'은 직교배열표를 의미하며 27은 추출되어지는 총 조합의 수, 3은 수준수, 13은 인자의 수를 가리킨다.

이러한 직교배열표를 실제 실험에 이용하기 위하여 난수표를 이용하여 먼저 열번호의 순서를 무작위로 다시 배열하였다. 그런 다음 27개의 실험 중 무작위하게 9개를 추출하는 일부실험법(fractional factorial design)을 적용하였는데 그 이유는 27개의 선택문항을 전부 조사 응답자에게 제시하면 부담과 학습효과 등의 오차가 발생하므로 27개의 문항 중에서 9개의 문항을 선택하여 조사 응답자에게 제시하도록 한 것이다. 여기서 중요한 점은 조사가 9개의 문항으로 제시된다 할지라도 수집된 자료는 27개의 문항이 골고루 포함되어져야 한다는 점이다.

#### 2. 연계교통수단 이용자의 속성분석

조사결과, 연계교통수단의 분담율은 도보가 47.9%로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 시내버스가 31.3%, 마을버스가 10.7%, 그리고, 택시가 7.3%를 차지하고 있는 것으로 나타났다.<sup>2)</sup>

각 연계교통수단에 대해 연령별, 소득별, 성별, 직업별 분담율은 다음과 같다.

##### 1) 연령별 분포

통행자의 연령별 분포를 보면, <표 2>와 같이 도보와 시내버스는 연령별로 분담율의 변화가 크지 않은 반면, 택시의 경우는 30~40대에서 가장 높게 나타나고 있다. 그리고, 마을버스의 경우는 30~40대에 그 이용이 가장 낮게 나타나고 있어 두 수단이 완전 대조를 보이고 있다.

##### 2) 소득분포

소득수준별 분담율을 보면, <표 3>과 같이 소득이 증가할수록 택시의 분담율은 높아지는 반면, 시내버

<표 1> 인자와 수준 결정 (단위:분,원)

선택대안	시내버스 (수준)			마을버스 (수준)			택시(수준)		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2
차외시간	10	15	20	10	15	20	3	6	10
차내시간	7	10	15	10	15	20	5	7	10
요금	500	600	700	400	500	600	1300	1800	2300

1) 유효한 표본수는 438명이나 1인당 9개의 시나리오에 대한 data가 산출되므로, 로짓모형 구축시의 표본수는 3942부(438×9)가 된다.  
 2) '96서울시 교통센서스 및 데이터베이스 구축자료에 의하면 도보 49.8%, 시내버스 22.4%, 마을버스 20.6%, 택시 4.7%, 기타 2.5%였다.

스와 마을버스의 분담율은 작아지는 것으로 나타났다.

3) 성별분포

통행자의 성별 분포를 보면, <표 4>와 같이 지하철이 용시 시내버스와 마을버스, 택시 등의 교통수단을 이용한 환승통행은 여성이 남성에 비해서 높게 나타났고, 도보의 경우는 남성이 여성에 비해 높게 나타났다. 그러므로, 여성들은 다른 연계수단을 이용한 지하철환승에 대한 저항이 작은 반면, 남성은 다른 연계수단을 이용한 지하철환승에 대한 저항이 여성보다 크다고 판단된다.

<표 2> 연령별 연계교통수단 분담율 (단위:인)

구 분	시내 버스	마을 버스	택시	도보	기타	합계
20세미만 (%)	10 (23.3)	10 (23.3)	3 (7.0)	20 (46.5)		43 (9.8)
20~29 (%)	84 (38.0)	23 (10.4)	9 (4.1)	98 (44.3)	7 (3.2)	221 (50.5)
30~39 (%)	23 (23.2)	7 (7.1)	14 (14.1)	53 (53.5)	2 (2.0)	99 (22.6)
40~49 (%)	15 (26.3)	5 (8.8)	5 (8.8)	29 (50.9)	3 (5.3)	57 (13.0)
50~59 (%)	5 (29.4)	2 (11.8)	1 (5.9)	9 (52.9)		17 (3.9)
60세이상 (%)				1 (100.0)		1 (0.2)
합 계 (%)	137 (31.3)	47 (10.7)	32 (7.3)	210 (47.9)	12 (2.7)	438 (100.0)

<표 3> 소득별 연계교통수단 분담율 (단위:인)

구 분	시내 버스	마을 버스	택시	도보	기타	합계
50만원이하 (%)	39 (31.5)	17 (13.7)	3 (2.4)	61 (49.2)	4 (3.2)	124 (28.3)
51~100 (%)	40 (38.8)	11 (10.7)	8 (7.8)	41 (39.8)	3 (2.9)	103 (23.5)
101~150 (%)	37 (30.1)	13 (10.6)	11 (8.9)	60 (48.8)	2 (1.6)	123 (28.1)
151~200 (%)	13 (28.3)	3 (6.5)	4 (8.7)	25 (54.3)	1 (2.2)	46 (10.5)
201~250 (%)	5 (15.2)	3 (9.1)	4 (12.1)	19 (57.6)	2 (6.1)	33 (7.5)
250만원이상 (%)	3 (33.3)	-	2 (22.2)	4 (44.4)	-	12 (2.7)
합 계 (%)	137 (31.3)	47 (10.7)	32 (7.3)	210 (47.9)	12 (2.7)	438 (100.0)

<표 4> 성별 연계교통수단 분담율 (단위:인)

구 분	시내 버스	마을 버스	택시	도보	기타	합계
여 자 (%)	59 (34.1)	23 (13.3)	17 (9.8)	69 (39.9)	5 (2.9)	173 (39.5)
남 자 (%)	78 (29.4)	24 (9.1)	15 (5.7)	141 (53.2)	7 (2.6)	265 (60.5)
합 계 (%)	137 (31.3)	47 (10.7)	32 (7.3)	210 (47.9)	12 (2.7)	438 (100.0)

4) 직업분포

직업별 분담율을 보면, <표 5>와 같이 사무직, 전문직, 관리직의 경우는 택시의 분담율이 다른 직업에 비해 상대적으로 높게 나타나고, 생산직 및 노무직, 서비스직 및 판매직, 학생은 시내버스와 마을버스의 분담율이 다른 직업보다 상대적으로 높게 나타나고 있다.

<표 5> 직업분포별 연계교통수단 분담 (단위:인)

구 분	시내 버스	마을 버스	택시	도보	기타	합계
생산직 및 노무직 (%)	14 (29.2)	6 (12.5)	1 (2.1)	27 (56.3)		48 (11.0)
관 리 직 (%)	19 (30.6)	6 (9.7)	6 (9.7)	29 (46.8)	2 (3.2)	62 (14.2)
사 무 직 (%)	26 (29.9)	10 (11.5)	11 (12.6)	38 (43.7)	2 (2.3)	87 (19.9)
전 문 직 (%)	18 (32.7)	3 (5.5)	6 (10.9)	27 (49.1)	1 (1.8)	55 (12.6)
서비스 및 판매직 (%)	19 (35.2)	4 (7.4)	3 (5.6)	26 (48.1)	2 (3.7)	54 (12.3)
개인사업 (%)	5 (50.0)	1 (10.0)	1 (10.0)	3 (30.0)		10 (2.3)
학 생 (%)	33 (29.7)	15 (13.5)	4 (3.6)	56 (50.5)	3 (2.7)	111 (25.3)
기 타 (%)	3 (27.3)	2 (18.2)		4 (36.4)	2 (18.2)	1 (0.2)
합 계 (%)	137 (31.3)	47 (10.7)	32 (7.3)	210 (47.9)	12 (2.7)	438 (100.0)

3. 연계교통수단 이용특성

1) 도보통행자의 지하철역까지의 보행시간분포

지하철을 이용하기 위해 도보로 접근시 시간분포를 살펴보면, <표 6>과 같이 10분 미만이 전체의 34.63%

〈표 6〉 도보통행자의 지하철까지의 보행시간분포

구 분	빈 도	퍼센트
5분미만	19	9.0
5분이상 10분미만	72	34.0
10분이상 15분미만	70	33.0
15분이상 20분미만	36	17.0
20분이상 25분이하	11	5.2
25분 초과	4	1.9
합 계	212	100.0

이며, 20분 미만이 91.1%로 거의 대부분을 차지하고 있는 것으로 나타났다.

보행자의 쾌적한 보행속도를 1m/sec로 간주할 경우 지하철역이 가정에서 1.2km내에 전체의 91%가 위치하고 있는 것으로 판단된다.

2) 수단별 차외(도보 및 대기)시간 분포

시내버스를 이용하는 통행자의 가정에서 시내버스 정류장까지의 접근시간과 정류장 대기시간인 차외시간을 분석한 결과 〈표 7〉과 같이 10분 미만이 34.6%이고, 20분 미만이 92.9%로 거의 대부분을 차지하고 있다. 시내버스의 차외시간이 마을버스의 차외시간보다 적게 나타났는데, 이는 지하철에 연계하는 시내버스의 운행이 마을버스 보다 빈번하고, 더 많은 차량이 운행하기 때문이라고 판단된다.

마을버스를 이용하는 통행자의 차외시간을 분석한 결과 대부분(86.1%)의 소요시간이 20분 미만으로

〈표 7〉차외(도보 및 대기)시간 분포

도보 및 대기시간	시내 버스	마을 버스	택시
5분미만	14 (5.4)	9 (6.3)	101 (34.1)
5분이상 10분미만	75 (29.2)	35 (24.3)	153 (51.7)
10분이상 15분미만	107 (41.6)	54 (37.5)	33 (11.1)
15분이상 20분미만	38 (14.8)	26 (18.1)	5 (1.7)
20분이상 25분이하	21 (8.2)	17 (11.8)	3 (1.0)
25분 초과	2 (0.8)	3 (2.1)	1 (0.3)
합 계	257 (100.0)	144 (100.0)	296 (100.0)

나타났다. 차외시간(도보 및 대기시간)은 10분 미만이 30.6%로 높은 비율을 차지하였다. 이는 마을버스 정류장이 예상외로 집에서 근접하여 있고, 또한 마을버스 운행스케줄에 맞춰서 나오므로 대기시간이 적게 걸리기 때문으로 보여진다.

택시를 이용하는 통행자의 차외시간을 분석한 결과 5분 미만이 34.1%이고, 10분 미만이 85.8%로 거의 대부분을 차지하고 있다. 시내버스 및 마을버스에 비해 택시의 차외시간이 10분정도 짧게 나타났다.

3) 수단별 차내시간 분포

시내버스를 이용하여 지하철역까지 가는 경우 시내버스의 승차시간은 〈표 8〉과 같이 25분 이내가 전체의 82.5%를 차지하고 있다. 이는 지하철환승을 위한 시내버스의 연계거리가 단거리임을 개략적으로 나타낸다고 할 수 있다.

마을버스를 이용하여 지하철역까지 가는 경우 마을버스의 승차시간은 25분 이내가 전체의 91.6%를 차지하고 있다. 마을버스의 차내시간이 버스의 차내시간보다 길게 나타나는데 이는 마을버스 노선이 시내버스의 노선보다 굴곡적이고 경유 정류장이 많기 때문으로 판단된다. 택시를 이용하여 지하철역까지 가는 경우 택시의 승차시간은 10분 미만이 전체의 59.6%를 차지하고 있다. 택시의 차내시간이 시내버스 및 마을버스보다 5~10분 빠른 것으로 나타났다.

〈표 8〉 차내시간 분포

차내 시간	시내 버스	마을 버스	택시
5분미만	18 (7.0)	10 (7.0)	57 (19.2)
5분이상 10분미만	53 (20.6)	27 (18.9)	120 (40.4)
10분이상 15분미만	52 (20.2)	51 (35.7)	60 (20.2)
15분이상 20분미만	37 (14.4)	22 (15.4)	28 (9.4)
20분이상 25분이하	52 (20.2)	21 (14.7)	25 (8.4)
25분 초과	45 (17.5)	12 (8.4)	7 (2.4)
합 계	257 (100.0)	143 (100.0)	297 (100.0)

4) 택시요금분포

택시요금의 경우는, <표 9>와 같이 1,500원 미만을 지불하는 통행자가 49.8%를 차지하였고, 그 중에서도 기본요금 1,300원만을 지불하는 통행자는 41.9%로 최빈값을 나타낸다. 즉, 지하철 연계수단으로서의 택시는 요금의 경제적 부담이 적은 단거리 통행에 이용된다고 볼 수 있다.

<표 9> 택시 이용요금 분포

택시 요금	빈도	퍼센트
1500원 미만	148	49.8
1500원이상 2000원미만	37	12.5
2000원이상 2500원미만	35	11.8
2500원이상	77	25.9
합계	297	100.0

5) 연계교통수단 선택이유

<표 10>은 11가지 교통수단 이용 이유 중에서 각 통행자들이 선정한 3개의 이유들의 합을 나타낸 것이다.

<표 10> 연계교통수단별 차량선택이유 분포 (단위:인)

선택이유 \ 교통수단	시내 버스	마을 버스	택시	도보	기타	합계
1. 비용절약(%)	95 (23.3)	16 (11.3)	2 (2.1)	90 (16.8)	8 (22.2)	211 (17.3)
2. 정류장까지 도보 시간단축(%)	29 (7.1)	27 (19.1)	12 (12.5)	95 (17.7)	5 (13.9)	168 (13.8)
3. 대기시간 절약(%)	27 (6.6)	6 (4.3)	8 (8.3)	45 (8.4)	3 (8.3)	89 (7.3)
4. 통행시간 절약(%)	61 (15.0)	30 (21.3)	28 (29.2)	77 (14.3)	5 (13.9)	201 (16.5)
5. 역까지 걷는 거리가 짧음(%)	70 (19.2)	25 (17.7)	15 (15.6)	34 (6.3)	1 (2.8)	145 (11.9)
6. 안전하다(%)	13 (3.2)	5 (3.5)	3 (3.1)	26 (4.8)	0 (0)	47 (3.9)
7. 편안하다(%)	16 (3.9)	11 (7.8)	13 (13.5)	50 (9.3)	10 (27.8)	100 (8.2)
8. 다른 통행방법 불가능(%)	55 (13.5)	15 (10.6)	7 (7.3)	53 (9.9)	1 (2.8)	131 (10.8)
9. 사회적신분(%)	0 (0)	1 (0.7)	2 (2.1)	1 (0.2)	0 (0)	4 (0.3)
10. 차내혼잡(%)	6 (1.5)	1 (0.7)	4 (4.2)	16 (3.0)	1 (2.8)	28 (2.3)
11. 기타이유(%)	9 (2.2)	2 (1.4)	2 (2.1)	9 (1.7)	2 (5.6)	24 (2.0)
합계	408 (33.5)	141 (11.6)	96 (7.9)	537 (44.1)	36 (3.0)	1218 (100.0)

시내버스의 경우 이용 이유가 비용절약, 하차후 역까지 걷는거리가 짧음, 통행시간 절약순으로 나타났으며, 마을버스의 경우는 통행시간절약, 하차후 역까지 걷는거리가 짧음, 비용절약순으로 나타났다. 반면에 택시의 경우는 통행시간절약, 하차후 역까지 걷는거리가 짧음, 편안함순으로 나타났다. 그리고 대기시간절약도 8.3%로 큰 비중을 차지하고 있다.

N. 연계교통수단 선택모형의 구축

1. 연계교통수단 선택모형구축의 결과

모형의 구축과정은 먼저 앞에서 분석한 통근·통학자의 여러 가지 설명변수들을 정리하여 모형구축을 위한 상관분석을 행한 후, 가장 설득력 있는 변수들의 조합을 아래의 <표 11>과 같이 선정하였다. 시간과

<표 11> 연계교통수단 선택모형에 사용된 변수

변수	적용 교통수단	비고
대안고유상수 (alternative-specific constant)	마을버스 Dummy (S-CONST)	마을버스 Dummy변수
	택시Dummy (T-CONST)	택시 Dummy변수
대안공통변수 (alternative-generic variables)	차외시간 (OVTT)	모든 수단 연속변수(분)
	차내시간 (IVTT)	모든 수단 연속변수(분)
대안고유변수 (alternative-specific variables)	마을버스요금 (S-FARE)	마을버스 연속변수(원)
	버스요금 (B-FARE)	버스 연속변수(원)
	택시요금 (T-FARE)	택시 연속변수(원)
개인특성변수 (alternative-specific socioeconomic variables)	성별 (SEX)	Dummy변수로 남자이면 1, 여자는 0
	연령(AGE)	Dummy변수로 30~40대이면 1, 그외는 0
	소득(INC)	Dummy변수로 150만원초과는 1, 150만원이하는 0
이용가능한 교통수단 (choice set)	버스, 마을버스, 택시	

주 : Alternative는 모형에 사용된 설명변수가 특성화되어진 대안을 의미. S(마을버스), B(시내버스), T(택시)

요금을 분리하여 변수를 설정한 것은 특히, 통행자들이 택시의 비용과 버스에 소요되는 비용에 대해 금액의 비중을 다르게 느낀다고 가정하고 상기와 같이 분류하였다. 다음으로, 본 모형에 적용하기 위한 입력자료를 작성한 후, 각 매개변수의 계수를 추정하여 모형을 구축하였다. 이때 구축된 변수들의 유의성을 알아보기 위해 t값을 계산하고 t검정을 행하여 계수의 유의성 여부를 검토하였다. 이때 추정계수의 부호조건과 t값의 유의성이 낮을 경우 다시 Feedback하여 새로이 변수를 선정할 후 모형의 재구축을 행하였다. 그리고 모형전체의 적합도 검토는 우도비( $\rho^2$ )를 이용하였다.

연계교통수단 선택모형구축 결과인 <표 12>를 보면, 모든 변수들에 산출된 파라메타의 값이 논리적으로 합당한 부호를 나타내었다. 즉, 차외시간, 차내시간, 통행요금 등이 모두 마이너스 부호를 나타내었다. 각각의 파라메타가 음의 부호를 가진 것은 통행을 하고자 하는 통행자가 통행시간과 비용이 증가하면 통행발생을 줄이게 된다는 것을 의미한다.

대안공통변수인 차외시간과 차내시간 변수는 모두 타당한 음(-)의 부호를 나타내고, t값도 -30.148253, -17.810327로 유의수준 1%내에서 유의한 것으로 나타났다. 그리고, 일반적으로 차외시간의 계수가 차내시간에 비해 큰 것으로 알려지고 있다. 본 모형에서도 차외시간과 차내시간의 비가 -0.215464/-0.137788로서 차외시간이 차내시간의 1.56배 비율을 보이고 있다.

비용(fare)변수의 부호는 모두 음(-)의 부호 즉 수단의 통행비용이 높을수록 선택률이 떨어진다는 경향을 나타내어 합당하며, t값도 -10.971505, -9.751819, -10.220067로 유의수준 1%안에서 유의하다.

개인특성변수에 있어서 택시의 경우, 성별변수는 음의 부호를 보이고 있어 통근·통학시 여성에 비해 남성이 택시보다 타교통수단(마을버스, 시내버스)을 더 선호하는 것으로 나타났고 유의수준 1%내에서 유의하다. 연령변수도 역시 기대했던 대로 양(+)의 부호로 나타나 30대와 40대의 통근·통학자가 여타 연령에 비해 더 택시를 선호하는 경향을 보였고, t값도 3.323517로 유의수준 1%내에서 유의한 것으로 나타났다. 또한 소득변수의 경우, 양(+)의 부호로 나타났고, t값이 8.634578로 유의수준 1%내에서 유의해 소득이 높을수록 택시수단의 이용을 선호함을 잘 알 수 있다.

개인특성변수에 있어서 마을버스의 경우, 남성은 마을버스를 타교통수단(택시, 버스)보다 선호하는 경향이 있는 것으로 나타났으나, 성별변수의 t값이 1.108278로 통계적으로 유의수준은 다소 낮은 것으로 나타났다. 연령변수는 음(-)의 부호로 나타났는데, 30대 40대는 마을버스를 타교통수단보다 선호하지 않는 것으로 나타났다. 그리고 소득변수 역시 음(-)의 부호로 소득이 높을수록 마을버스 이용을 선호하지 않음을 알 수 있다.

모형의 적합도를 나타내는  $\rho^2$ 값은 0.225871로 매우 양호한 적합도를 나타낸다고 말할 수 있겠다.

<표 12> 통근·통학자의 연계수단선택모형구축결과

선택대안	설명변수	Coefficient	t - value
T	T-CONST	-3.912298	-11.252513*
S	S-CONST	-0.230586	-0.674325
T, S, B	OVTT	-0.215464	-30.148253*
T, S, B	IVTT	-0.137788	-17.810327*
T	T-FARE	-0.001173	-10.971505*
S	S-FARE	-0.004797	-9.751819*
B	B-FARE	-0.004756	-10.220067*
T	T-SEX	-0.451874	-4.433986*
S	S-SEX	0.100229	1.108278
T	T-AGE	0.369164	3.323517*
S	S-AGE	-0.131473	-1.286147
T	T-INCOME	1.086251	8.634578*
S	S-INCOME	-0.173354	-1.351245
Number of Observations		3942	
Log-likelihood at zero		-4330.729642	
Log-likelihood at end		-3339.541529	
-2(LL(zero)-LL(end))		1982.376226	
Asymptotic rho squared		0.228873	
Adjusted rho squared		0.225871	

주 : S(마을버스), B(시내버스), T(택시)  
 t-value : t)2.57→0.01수준의 유의성 ; t)1.96→0.05수준의 유의성 ; t)1.65→0.10수준의 유의성  
 (\*는 0.01수준에서 유의함을 나타냄)

## 2. 통행시간가치의 산정

통행시간은 다른 경제적 재화와 마찬가지로 화폐가치를 지닌다. 즉 통행시간가치(value of time:VOT)란 통행인이 통행할 때 단위시간에 대하여 느끼는 심리적인 희생감을 금전으로 환산한 것으로 단위시간을



단축하기 위하여 지불하고자 하는 지불용의가격(willing to pay)을 의미한다. 교통수단선택모형에서 시간가치는 통행자의 교통수단에 결정적인 역할을 하고 있으므로 시간가치의 측정은 교통수요의 예측과 사업대안의 평가를 위해 중요하다.

일반적으로 시간가치의 산정에는 임금수준(간접경비)에 의거한 한계임금율법(marginal wage rate method)과 이용자의 노선 혹은 교통수단선택 행위에 의거한 한계대체율법(marginal rate substitution)등을 들 수 있다. 본 연구에서는 한계대체율법을 이용하여 통행자 개인에 대한 통행패턴의 분석으로 시간가치를 추정하여 비교하였다.

그 결과 <표 13>과 같이, 차외시간의 시간가치가 차내시간의 시간가치보다 현저히 높게 나타났다. 연계교통수단의 차외시간에 대한 시간가치를 보면, 택시가 11,021원/시간이고, 마을버스와 시내버스는 각각 2,695원/시간, 2,718원/시간으로 비슷하게 나타났다. 차내시간에 대한 시간가치를 보면, 택시가 7,048원/시간이고, 마을버스와 버스는 각각 1,723원/시간, 1,738원/시간으로 비슷하게 나타났다.

<표 13> 모형의 시간가치 산정 (원/시간)

구 분	택 시	마을버스	시내버스
차외시간	11,021	2,695	2,718
차내시간	7,048	1,723	1,738

### 3. 시장분할(market segmentation)을 통한 모형의 경험적 추정

시장분할이란 개별행태모형의 예측력을 향상시키기 위해서, 통행자의 특성을 고려하여 속성에 대한 한계 효용이 비슷한 집단으로 그룹핑하여 각 집단에 대해 개별모형을 추정하는 것을 의미하며, 이러한 시장분할에 의해 모형의 집단화는 오차를 줄이게 된다.

종래 연구에 의하면, SP모형의 유효성은 시장분할을 통해 더 높아질 수 있다고 지적하고 있다.

#### 1) 성별 시장분할

전체적으로 볼 때 <표 14>와 같이 마을버스와 시내버스의 통행시간가치는 비슷한 수준을 보이고 있으나, 시내버스가 마을버스보다 약간 높게 나타나고 있다. 이것은 최근 지하철 연계수단으로 지선기능을

<표 14> 성별 연계수단선택모형구축결과

선택 대안	설명 변수	남 자		여 자	
		Coef	t-value	Coef	t-value
T	T-CONST	-4.369406	-9.782790*	-3.844258	-6.946949*
S	S-CONST	-0.482302	-1.101138	0.325658	0.597106
T, S, B	OVTT	-0.206836	-22.982003*	-0.232184	-19.533328*
T, S, B	IVTT	-0.140058	-14.168663*	-0.135139	-10.824772*
T	T-FARE	-0.001067	-7.732769*	-0.001357	-7.910650*
S	S-FARE	-0.004203	-6.722641*	-0.005821	-7.250064*
B	B-FARE	-0.004811	-8.094126*	-0.004707	-6.263768*
T	T-AGE	0.083327	0.607729	0.864808	4.647874*
S	S-AGE	0.006258	0.051779	-0.525717	-2.580970**
T	T-INCOME	1.126562	7.873012*	1.303940	4.468939*
S	S-INCOME	-0.261131	-1.864433***	0.090865	0.261595
Number of Observations		2385		1557	
Log-likelihood at zero		-2620.190308		-1710.539333	
Log-likelihood at end		-2032.596341		-1288.531145	
-2(LL(zero)-LL(end))		1175.187935		844.016378	
Asymptotic rho squared		0.224256		0.246711	
Adjusted rho squared		0.220058		0.240280	

주 : \*는 0.01, \*\*는 0.05, \*\*\*는 0.1에서 유의함을 나타냄.

수행하는 시내버스가 많이 공급되고 있고 통근·통학 시 이들 버스가 많이 이용되고 있는 현실이 반영된 결과라고 생각된다. 또한 택시의 시간가치가 타 교통수단보다 매우 높게 나타나고 있는데 이는 아침 통근·통학시 요금보다는 시간을 중요하게 인식하면서 택시가 신속한 연계교통수단으로 자리잡아가고 있음을 시사한다.

본 연구에서는 시장분할시 전체 다항로짓모형 구축 때와 같은 변수를 사용하였는데, 이는 같은 변수들을 시장분할해서 같은 집단끼리 그룹핑했을 때의 파라메타값을 추정하여 시장분할 전의 모형과 그 값을 비교하고자 한 것이다. 본 논문에서는 연계교통수단의 이용과 관련이 깊을 것이라고 생각되는 성별, 연령별, 통행목적별, 택시이용횟수별로 나누어 분석하여, 교통수단 선택시 타산적인 사고가 얼마나 영향을 미치는지를 검토하였다.

성별을 기준으로 시장분할에 따른 모형정산결과로 남자는 2,385케이스, 여자는 1,557케이스 구성된 시장분할 집단이다. 남녀를 구분하여 연계수단 이용행태에 어떠한 변화가 있을 것인지를 밝히는 것은 쉽지 않을 것이다. 다만, 대부분의 경우 남자는 업무용으로, 여자는 쇼핑이나 나들이용으로 주로 이용할 것

로 생각되는데, 본 연구에서는 모두 통근·통학자들을 대상으로 하였으므로 직장여성의 경우에 한정하여 이해해야 할 것으로 보인다. 추정된 모형의 결과에 의하면, 여성이 남성에 비해 훨씬 경제적인 생각이 강한 것으로 나타났다. 그리고 여자는 남자에 비해 차내시간보다 차외시간에 훨씬 더 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 그리고, 연령 및 소득에 있어서는 남녀 모두, 30~40대와 소득이 높을수록 택시를 선호하는 것으로 나타났다.

## 2) 연령별 시장분할

연령을 기준으로 시장분할에 따른 모형정산결과 <표 15>와 같이 30세 이하는 2,538케이스, 31~50세는 1,260케이스, 그리고 51세 이상은 144케이스로 구성되었다. 소득이 적을 것이라고 예상되는 30세 이하의 계층이 통행비용에 민감하게 반응하였다. 통행시간은 30세 이하계층과 30~50세 계층이 민감하게 반응한 반면, 51세 이상의 계층은 차내시간에 민감하지 않은 것으로 나타났다.

특히, 51세 이상의 계층은 남성이면서 소득이 높을수록 택시를 마을버스보다 훨씬 더 선호하는 것으로 나타났다.

<표 15> 연령별 연계수단선택모형 구축결과

선택 대안	설명 변수	30세이하		31~50세		51세이상	
		Coeff	t-value	Coeff	t-value	Coeff	t-value
T	T-CONST	-4.255461	-9.530918*	-2.645827	-4.442862*	-6.025056	-2.963624*
S	S-CONST	-0.136158	-0.320814	-0.694734	-1.112358	-0.724585	-0.342779
T, S, B	OVRTT	-0.227382	-24.969322*	-0.200872	-16.099614*	-0.202542	-5.440469*
T, S, B	IVTT	-0.143312	-14.765770*	-0.142076	-10.319120*	-0.008226	-0.201182
T	T-FARE	-0.001291	-8.888932*	-0.001125	-6.617246*	-0.000328	-0.643896
S	S-FARE	-0.005444	-8.967790*	-0.003773	-4.177784*	-0.002799	-0.992689
B	B-FARE	-0.005231	-8.910561*	-0.003978	-4.870603*	-0.003478	-1.470742
T	T-SEX	-0.096961	-0.797914	-1.163575	-5.980118*	0.422490	0.666711
S	S-SEX	0.070702	0.687427	0.315184	1.469445	0.054141	0.068146
T	T-INCOME	1.602153	3.619574*	1.279245	7.672163*	2.294252	2.803404*
S	S-INCOME	-0.231854	-0.446860	0.058068	0.359957	-1.178310	-2.262062*
Number of Observations		2538		1260		144	
Log-likelihood at zero		-2788.277989		-1384.251484		-158.200170	
Log-likelihood at end		-2087.643239		-1097.116074		-120.026209	
-2(LL(zero)-LL(end))		1401.269498		574.270820		76.347921	
Asymptotic rho squared		0.251279		0.207430		0.241302	
Adjusted rho squared		0.247334		0.199484		0.171769	

주 : \*는 0.01에서 유의함을 나타냄.

이것은 연로한 노인의 경우, 경제적인 여유가 있는 경우라면 시내버스나 마을버스 이용시의 불편함과 탑승시의 불편함으로 그 이용을 기피하고 택시이용을 훨씬 더 선호함에 의한 것이라 생각된다.

**3) 통근·통학별 시장분할**

개인의 통행목적을 기준으로 시장분할에 따른 모형정산결과 <표 16>과 같이 통근은 2,943명, 통학은 999명으로 구성된 시장분할집단이다.

모형의 정산결과  $\rho^2$ 의 값이 통근 0.205342, 통학 0.316742로 매우 높은 적중률을 나타내고 있으며, 통근모형은 전체 다항로짓모형과 크게 차이가 나지 않으나, 통학모형은 전체 다항로짓모형과 달리 통행비용에 매우 민감하게 반응하는 것으로 나타났다. 이것은 경제적으로 소득원이 없는 학생의 경우, 비용이 수단선택시 가장 큰 영향을 미친다고 판단된다.

**4) 택시이용횟수별 시장분할**

택시이용횟수를 기준으로 시장분할에 따른 모형정산 결과로 <표 17>과 같이 택시를 자주 이용하는 통

행자는 801명, 그렇지 않은 통행자는 3,132명으로 구성된 시장분할집단이다.

택시를 자주 이용하는 통행자의 경우는 차외시간과 성별의 계수값이 매우 크게 나타났다. 반면, 가끔 이용하는 통행자의 경우는 마을버스와 버스의 요금에 대한 계수의 값이 크게 나와, 마을버스와 버스의 요금변화에 민감하게 반응한다는 것을 알 수 있다. 또한, 여기서 택시의 요금에 대한 계수의 값도 크게 나왔어야 한다고 생각되는데, 오히려 자주 이용하는 통행자가 택시요금에 대한 계수값이 크게 나와 택시요금의 변화에 대해서는 자주 이용하는 통행자가 더 민감하다는 것을 알 수 있다.

**V. 결론**

부산의 교통체계가 버스 중심의 대중교통체계에서 지하철 중심의 대중교통체계로 변화되면서 지하철과 타 교통수단들과의 체계적인 연계부족으로 인한 많은 문제점이 야기되고 있다. 본 연구에서는 지하철역까지 연계교통수단 이용시 선택요인이 무엇이며, 어떤

<표 16> 통근·통학별 연계수단선택모형 구축결과

선택대안	설명 변수	통 근		통 학	
		Coefficient	t - value	Coefficient	t - value
T	T-CONST	-3.164691	-8.047240*	-5.982597	-7.694283*
S	S-CONST	-0.190847	-0.480790	-0.684876	-0.989799
T, S, B	OVTT	-0.211485	-25.717857*	-0.240102	-15.639240*
T, S, B	IVTT	-0.139083	-15.532022*	-0.138720	-8.753263*
T	T-FARE	-0.001120	-9.567871*	-0.001529	-5.512723*
S	S-FARE	-0.003892	-6.805357*	-0.007384	-7.397010*
B	B-FARE	-0.003709	-6.966449*	-0.008116	-8.190089*
T	T-SEX	-0.456933	-3.923208*	-0.328893	-1.479200
S	S-SEX	0.203346	1.847297**	-0.193507	-1.165732
T	T-AGE	0.171807	1.462249	4.588317	3.946624*
S	S-AGE	-0.069211	-0.623318	-5.173212	-0.255798
T	T-INCOME	1.057015	8.328078*	-	-
S	S-INCOME	-0.175022	-1.345698	-	-
Number of Observations		2943		999	
Log-likelihood at zero		-3233.215966		-1097.513676	
Log-likelihood at end		-2556.299743		-738.884571	
-2(LL(zero)-LL(end))		1353.832444		717.258211	
Asymptotic rho squared		0.209363		0.326765	
Adjusted rho squared		0.205342		0.316742	

주 : \*는 0.01에서, \*\*는 0.05에서 유의함을 나타냄.

〈표 17〉 택시이용횟수별 연계수단선택모형구축결과

선택대안	설명변수	택시 월 5회 이하이용		택시 월 6회이상 이용	
		Coefficient	t - value	Coefficient	t - value
T	T-CONST	-4.674710	-11.504521*	-1.815312	-2.456650**
S	S-CONST	-0.144267	-0.375190	-0.693774	-0.864514
T, S, B	OVRTT	-0.224358	-27.372796*	-0.205409	-12.652610*
T, S, B	IVTT	-0.144563	-16.451049*	-0.123448	-6.981187*
T	T-FARE	-0.001135	-8.740446*	-0.001410	-6.816670*
S	S-FARE	-0.005376	-9.737685*	-0.002507	-2.133139**
B	B-FARE	-0.005114	-9.712196*	-0.003635	-3.435050*
T	T-SEX	-0.195147	-1.579071	-0.671168	-3.339075*
S	S-SEX	0.132508	1.302739	-0.189160	-0.864793
T	T-AGE	0.228680	1.625598	0.442810	2.242521**
S	S-AGE	-0.015083	-0.127292	-0.543196	-2.341574**
T	T-INCOME	1.006811	6.505246*	1.426292	5.791929*
S	S-INCOME	-0.315189	-2.149177**	0.319486	1.068216
Number of Observations		3132		801	
Log-likelihood at zero		-3440.853688		-879.988443	
Log-likelihood at end		-2552.410853		-683.914076	
-2(LL(zero)-LL(end))		1776.885670		392.148734	
Asymptotic rho squared		0.258204		0.222815	
Adjusted rho squared		0.254426		0.208042	

주 : \*는 0.01, \*\*는 0.05에서 유의함을 나타냄.

한 영향을 미치는지를 파악하여, 지하철과 타 교통수단을 적절히 연계시켜 지하철 이용을 활성화하기 위한 것으로 연계교통수단 이용시 통행특성에 대한 체계적인 분석과 연계수단선택행태에 대한 모형을 구축하였다.

본 연구에서 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 통근·통학자의 연계교통수단선택모형에 가장 큰 영향을 미치는 설명변수는 차외시간(OVRTT), 차내시간(IVTT), 요금(T-FARE, S-FARE, B-FARE), 소득(INCOME), 성별(SEX), 연령(AGE) 순이었다.

둘째, 통행시간에 관한 변수들은 모두 음(-)의 부호를 나타냈는데 이는 통행시간이 증가할수록 해당 교통수단을 선택할 확률이 줄어든다는 의미이다. 특히 환승을 위한 단거리 통행이기 때문에 차외시간이 차내시간보다 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

셋째, 통행비용관련 변수들은 통행시간 변수들에 비해 연계수단선택에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 따라서 요금인하로 인한 수요증가 정책

보다는 통행시간을 단축시킬 수 있는 서비스의 개선이 요구된다.

넷째, 통행시간가치는 차외시간 시간가치가 차내시간의 시간가치보다 현저히 높게 나타났으며, 아침 통근·통학시 요금보다는 시간을 중요하게 인식하여 택시의 시간가치가 시내버스, 마을버스보다 훨씬 높게 나타났다.

다섯째, 시장분할을 통한 모형의 경험적 추정율, 지하철 연계교통수단의 이용과 관련이 깊을 것이라고 생각되는 성별, 연령별, 통행목적별, 택시이용횟수별로 비슷한 집단끼리 묶어 행하고, 연계교통수단 선호도를 명확히 하였다.

여섯째, 지하철 이용율을 제고시키기 위해서는 지하철 연계교통수단에 대해 요금인상을 억제하는 것보다는 적정수준으로 요금을 인상하여 이로 인한 수입 등을 이용하여 교통시설의 확충 등 서비스 개선에 의한 대중교통의 통행시간을 단축할 수 있는 정책대안들이 요청됨을 알 수 있었다. 특히 택시의 경우는, 수요위주의 공급이 이루어질 수 있도록 Van과

같은 택시의 공급과 운영을 확대하는 것과, 택시의 서비스 수준을 고급화한 콜기능 택시와 전세예약택시 등 다양한 택시의 도입이 필요함을 알 수 있었다. 그리고, 시내버스와 마을버스의 경우는, 굴곡노선을 직선화시켜 차내시간을 단축시킬 수 있고, 출·퇴근시 버스를 증차시켜 배차간격을 줄여 운행의 정시성을 확보하고, 버스 안내체계를 개선함으로써 차외시간을 단축할 수 있는 대안들이 모색되어야 할 것이다.

한편 앞으로의 연구과제로 연계교통수단선택모형 구축시 다양한 정성적인 변수를 도입하여 개인의 선택행태를 파악한 결과와 본 연구 결과를 서로 비교해 볼 필요가 있다. 또한 통행목적별로도 지하철 이용을 위한 연계수단선택모형에 대한 구축이 필요하다고 생각되며, 각 설명변수의 변화량에 대한 선택률의 변화를 나타내는 탄성치(elasticity)에 대한 분석이 필요하다고 판단된다.

**참고문헌**

1. 정현영·김정주, "지하철 연계교통수단 선택행태 분석", 대한교통학회 부산, 울산, 경남지회 2000년도 정기총회·학술발표회 논문집, 2000.3, pp.25~33.
2. 금기정·山川仁·申連植, "SP Data에 의한 지방도시의 교통수단선택 요인분석에 관한 연구", 대한교통학회지, 제10권 제3호, 1992, pp.22~42.
3. 신동호, "교통수단 선택행태 분석을 위한 태도모형의 적용 및 평가", 대한교통학회지, 제11권 제2호, 1993, pp.5~25.
4. 이진우, "선호의식데이터에 의한 교통수단선택모델의 특성", 대한교통학회지, 제13권 제4호, 1995, pp.31~45.
5. 하원익·남기찬, "SP자료를 이용한 화물수송수단 선택모형의 개발", 대한교통학회지, 제14권, 제1호, 1996.
6. 진교남, "교통수단 선택모형의 추정에 이용되는 선호의식 자료의 유효성에 관한 연구", 서울대학교 도시공학과 박사학위논문, 1997.
7. 조남건, "승용차 보유자의 출근통행에서 혼잡통행

료 부과가 교통수단선택에 미치는 영향에 관한 연구(SP 조사기법의 적용을 중심으로)", 서울대학교 도시공학과 박사학위논문.

8. 김형철·박규영·김홍준, "개별행태분석을 통한 통신업무(Telecommuting)의 교통대체효과 추정" 대한교통학회지, 제17권 제2호, 1999.
9. 성수련·남궁문, "선호의식 Pannel Data를 이용한 동적 경로선택 행동분석, 대한교통학회지, 제17권 제3호, 1999.
10. 원제무, "도시교통론", 박영사, 1999.
11. 노정현, "교통계획", 나남출판, 1999.
12. McFadden, D. Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In: P.Zarembka (ed.), *Frontiers in Econometrics*. New York: Academic Press, 1973.
13. Manheim, M. L. : *Fundamentals of Transportation systems Analysis*, Volume: Basic concepts, MIT Press, 1979.
14. T. A. Domencich of McFadden : *Urban Travel Demand*, North-Holland Publishing Co, 1975.
15. Ben-Akiva, T.J.Atherton: *Methodology for Short-range travel demand predictions, analysis of carpooling incentives*, *Journal of Transport Economics and Policy*, 1977, pp.224~261.
16. Ben-Akiva, M. and S.R.Lerman : *Discrete Choice Analysis*, MIT Press, 1985, pp.359~373.
17. Permain, D., Swanson, J., Kroes, E. & Bradley, M.: "Stated Preference Technique-A Guide to Practice". Steering Davies Gleave and Hague Consulting Group, 1991.
18. 杉惠頼率, 藤原章正, "選好意識データを用いた交通手段選擇モデルの有効性", *交通工學*, Vol. 24, NO. 5, 1989, pp.21~30.
19. 森川高行, 城石典明, Moshe Ben-Akiva, "順位付けSPデータの信頼性分析", *交通工學*, Vol. 27, No. 3, 1992, pp.21~32.
20. 森川高行, Moshe Ben-Akiva, "RPデータとSP

- データを同時に用いた非集計行動モデルの推定法”,  
交通工學, Vol. 27, No. 4, 1994, pp.21~30.
21. 土木學會, “非集計行動モデルの理論と實際”, 1995.
22. 交通工學研究會, “やさしい非集計分析”, 1993.
- ♣ 주 작 성 자 : 정현영
- ♣ 논문투고일 : 2000. 6. 19
- 논문심사일 : 2000. 7. 21 (1차)
2000. 8. 18 (2차)
2000. 9. 1 (3차)
- 심사완료일 : 2000. 9. 1