

서울시 대중교통체계 개편 이후 통근 교통수단 선택의 차별적 변화

이혜승* · 이희연**

Differential Changes in Commuter's Mode Choice after the Intergrated Public Transit System in Seoul Metropolitan City

Hye Seung Lee* · Hee Yeon Lee**

요약 : 본 연구는 서울시의 대중교통체계 개편에 따른 통근시에 교통수단선택의 변화를 분석하는데 목적을 두었다. 특히 개인의 사회·경제적 특성, 통행목적, 출발지와 도착지의 공간적 특성에 따라 두 시점동안 통근 교통수단선택의 변화가 어떻게 차별화되어 나타났는가를 파악하는데 초점을 두었다. 조건부 로짓모형을 이용하여 통행수단선택에 영향을 미치는 결정요인들이 어떻게 변화되었는가를 비교하였으며, 특정 통행수단에 대한 대체 통행수단의 한계효과도 분석하였다. 연구결과 저소득계층일수록 지하철 선택확률이 가장 크게 증가하였으며, 도착지에서의 대중교통 접근도와 밀도가 높고 혼합용도 비율이 높을수록 대중교통을 선택하는 확률이 더 높아지는 것으로 나타났다. 통근 시 통행수단간의 대체 한계효과를 보면 자가용 승용차와 지하철간의 대체확률이 가장 높은 것으로 나타났다. 본 연구결과 서울시 대중교통체계 개편이 교통수단선택의 변화에 미친 영향력은 상당히 차별적으로 나타나고 있음을 시사해주고 있다.

주요어 : 통행목적, 통행수단선택, 조건부 로짓모형, 한계효과

Abstract : This study analyzes the changes in commuter's mode choice between 2002 and 2006 according to the implement of the integrated public transit system in Seoul metropolitan city. Especially this study focuses on differential changes in a transit modal choice among socioeconomic status, trip purpose and spatial characteristics of origin and destination. The probability of public transit use against automobile is modeled as a function of socioeconomic variables, spatial characteristics of origin and destination and the utility of the commuter's mode. The results from conditional logit model analyses suggest that people with lower income show the larger changes in the ratio of public transit choice between 2002-06. Also both higher density, more accessible to public transit and more diverse land uses in residence zone and in work place generally increase the ratio of public transit choice between 2002-06. Car and subway have the most strong alternative relation in commuter's mode choice. The findings give an important implication that the integrated public transit system has differential impacts on commuter's mode choice in Seoul.

Key Words : trip purpose, mode choice, conditional logit model, marginal effect

* 서울대학교 농경제사회학부 지역정보 전공 박사과정(Doctoral Student, Department of Agricultural Economics and Rural Development, Seoul National University), mmfldna1212@naver.com

** 서울대학교 환경대학원 교수(Professor, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University), leehyn@snu.ac.kr

1. 서론

화석연료의 급격한 소비증가로 인해 에너지 문제가 심각해지고 기후변화에 따른 재해가 늘어나면서 전 세계적으로 에너지 저소비형 도시를 지향해나가기 위한 다각적인 노력이 경주되고 있다. 특히 자가용 승용차 이용을 줄이고 대중교통 이용을 늘리려는 정책이 시행되고 있는데, 이는 도시 전체 에너지 소비의 약 31%를 차지하고 대기오염의 약 80%를 주도하고 있는 것이 바로 교통분야이기 때문이다. 우리나라의 경우 1980년대 이후 승용차가 급속히 대중화되면서 현재 1가구당 승용차 보유대수가 0.87대로 상당히 높아졌다.

서울시는 자가용 승용차 사용을 줄이고 대중교통 이용을 활성화시키기 위하여 2004년 7월에 대중교통체계를 개편하였다. 대중교통체계 개편의 핵심은 대중교통의 서비스 수준을 향상시키고 효율적이고 합리적인 교통체계를 수립하는 것이었다. 이 개편의 가장 큰 특징은 지하철 거리비례제 요금시행, 통합요금제, 신교통카드시스템 구축, 버스전용 중앙 차로제 도입 및 환승센터 설치 등이다. 특히 대중교통 수단을 갈아탈 때 요금부담을 줄이기 위해 대중교통 통합요금제를 도입하고, 지하철 시내구간의 불합리한 구역제 요금체계를 시외구간과 같이 합리적인 거리비례제로 일원화함으로써 대중교통 이용을 유인하는 제도를 마련하였다.

이렇게 대중교통체계 개편에 따른 대중교통 서비스의 질적 향상과 실질적인 요금 부담 감소는 개개인의 통행수단선택에 상당한 영향을 미칠 수 있을 것이다. 통행수단 선택은 개인의 연령, 소득, 직업 등과 같은 개인의 사회·경제적 특성에 따라서 달라지지만 통행수단의 효율성(통근시간 및 비용)에 의해서도 영향받으며, 더 나아가 출발지와 도착지의 대중교통 접근성 및 토지이용 특성에 따라 달라지는 것으로 알려져 있다(김성희 등, 2001; 서종국, 1998; 성현곤 등, 2006; 신상영, 2004; 윤인하·김호연, 2003; 전명진·백승훈, 2008; Bento *et al.*, 2004; Bert van Wee, 2002; Ewing and Crevero, 2001).

이에 따라 본 연구는 서울시 대중교통체계 개편 이후 대중교통수단을 선택하는 비율이 어떻게 변화되었

는가를 분석하려는데 목적을 두었다. 본 연구의 세부 목적은 다음과 같다. 첫째, 대중교통체계 개편 이후 개인의 사회·경제적 특성과 통행목적에 따라서 대중교통수단을 선택하는 비율이 얼마나 차별적으로 변화되었는가를 비교한다. 둘째, 출발지와 도착지의 대중교통 접근성 및 토지이용 특성에 따라라도 얼마나 대중교통수단을 이용하는 비율의 변화가 달리 나타나고 있는가를 분석한다. 셋째, 대중교통체계 개편 이전(2002년)과 이후(2006년) 두 시점에서의 대중교통수단 선택 확률모형을 구축하여 통행수단 선택에 영향을 미치는 결정요인의 변화를 파악하고 더 나아가 각 통행수단에 대한 한계효과를 분석한다.

본 연구에서 사용한 자료는 2002년 서울시 가구통행실태조사 자료와 2006년 수도권 가구통행실태조사 자료이다. 서울시 대중교통체계 개편 이후의 변화를 비교하기 위해 2002년과 2006년 표집된 통근자들 가운데 서울에서 출발하거나 서울을 도착지로 하는 통근자만을 분석 대상으로 추출하였으며, 공간적 범위는 서울시 522개 동이다. 또한 추출된 통근자들 가운데 도보 통근자는 제외하여 통근 교통수단으로 자가용 승용차, 버스, 지하철을 이용하는 통근자만을 대상으로 하여 분석하였다¹⁾.

2. 선행연구 검토

사람들은 경제활동을 비롯한 다양한 활동을 위해서 주거지로부터 이동하게 되며, 이에 따라 많은 통행흐름이 발생된다. 이러한 통행흐름 가운데서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 것은 통근통행이라고 볼 수 있다. 이에 따라 통근통행과 관련된 상당히 많은 연구들이 지속적으로 이루어져 왔는데 최근 개개인의 통행실태에 대한 자료사용이 가능해지면서 통행수단선택에 관한 연구들이 활발하게 수행되었다.

통행수단선택에 영향을 미치는 요인들을 분석한 연구들은 크게 두가지 유형으로 구분할 수 있다. 즉, 통행자 개개인의 사회·경제적 특성이나 교통 서비스의 질에 초점을 둔 연구와 출발지와 도착지의 토지이용

특성에 따른 통행수단선택에 관한 연구이다. 국내 연구에서는 처음으로 개별행태모형을 토대로 출근통행자를 대상으로 연구한 원제무(1984)는 소득계층에 따라 통행시간에 민감하게 반응하고 있음을 밝혔다. 이후 통행시간을 차내 시간과 차외 시간으로 나눠서 시간가치를 고려하여 각 요인이 통근통행에 미치는 영향력을 분석한 연구도 이루어졌다(배영석, 1995). 이 연구결과에 따르면 차내 시간보다 차외 시간이 통행수단 선택에 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 지하철이 운행되지 않을 경우, 도로 혼잡에 의해 자가용 승용차, 버스, 택시의 차내 시간의 차이가 미미하므로 통행수단에 대한 차외 시간 즉, 접근시간 및 도착지까지의 도착시간의 영향이 차내 시간보다 더 큰 요인으로 작용하여 통행수단 선택에 영향을 미치는 것임을 시사해주었다. 또한 고령자도 통근통행에서 일반인과 같이 통행시간을 줄일 수 있는 수단을 선택하며 통행비용도 줄일 수 있는 수단을 선택하며 통행비용도 줄일 수 있는 통행수단 선택을 하는 경향이 있는 것으로 알려졌다(장세진·이승일, 2006).

한편 통행시간의 가치는 통행지역과 통행자마다 다르게 인식되고 있는 것으로 분석되고 있다. 조중래·김채만(1998)은 자가용 승용차, 버스, 지하철, 택시의 4개의 통행수단을 선택대안으로 하여 서울과 일산 간의 출근시 통행수단 선택을 추정하였다. 그 결과 서울의 출근통행에 대한 시간가치가 일산보다 전반적으로 큰 것으로 분석되었고, 특히 서울의 경우, 택시이용자의 시간가치가 자가용 이용자의 시간가치보다 큰 것으로 나타났다. 수도권 교차통근자(서울에서 시외로, 또는 시외에서 서울로 통근)의 통행수단 선택을 분석한 전은하·이성우(2007) 연구에서는 시외에서 서울로 유입하는 통근보다는 서울에서 시외로 유출되는 통근의 경우 대중교통 보다는 자가용을 이용할 확률이 높은 것으로 나타났다. 한편 이성우 등(2004)은 조건부 로짓 모형을 이용하여 도시와 농촌의 통근행태를 비교하였다. 그 결과 연령이 증가할수록, 남자일 경우, 고학력일수록 통행수단으로 자가용을 이용할 가능성이 높으며, 전문직, 행정 관리직, 사무직이 대중교통이나 도보를 이용할 확률이 자가용을 이용할 확률보다 낮다는 분석결과를 보여주었다.

한편, 토지이용패턴은 통행발생을 유도하며, 개인의 통행수단 선택에 영향을 미치거나 또는 중요한 제약요인으로 작용하는 것으로 알려져 있다(Boarnet and Crane, 2001; Certero, 1996; Crane, 2000; Zegras, 2004). 즉, 통행수단을 선택함에 있어서 개인의 소득, 자동차 보유, 직업 등의 특성과 통행수단의 시간, 비용 등이 중요한 결정요인으로 작용하지만, 가고자 하는 도착지와 출발지의 토지이용 특성도 통행자가 통행수단을 결정하는데 고려되는 제약조건으로 작용한다는 것이다. 이와 관련하여 출발지와 도착지의 토지이용 특성이 통행수단 선택에 미치는 연구들이 활발하게 수행되고 있다. 토지이용 특성을 나타내는 지표로는 개발밀도와 혼합적 토지이용, 직주비율 등이 이용되고 있다. Certero and Kockelman(1997)은 자가용 이용을 감소시키는 요인으로 고밀도, 혼합적 이용, 보행친화적 도시설계를 들었으며, Frank and Pivo(1994)도 밀도와 혼합적 이용이 높아질수록 대중교통 이용이 증가한다고 보았다. 한편 Bento *et al.*(2004)는 미국의 114개 도시를 대상으로 도시공간구조(도로망, 주거지 토지이용 패턴, 고용분포)가 통행수요 및 통행수단에 미치는 영향력을 프로빗모형을 이용하여 분석하였다.

우리나라에서 이루어진 연구들을 보면 전명진(1997)은 직장 및 주거밀도가 높을수록 대중교통에 대한 의존도가 높으며, 전철 접근성이 교통수단 선택에 중요한 요소임을 보여주었다. 성현곤 등(2006)은 역세권내 총연상면적, 복합적 토지이용지수와 직주균형지수를 도입하여 역세권내에서의 토지이용 특성이 역세권내 지역의 통행수단 분담률에 어떠한 영향력을 미치는지를 분석하였다. 그 결과 각 역세권의 특성별로 통행수단별 이용률이 다르게 나타나고 있고 개발밀도와 토지이용의 혼합이 높을수록 승용차에 대한 의존도가 줄어드는 것으로 나타났다. 또한 신상영(2004)의 연구에서도 개발밀도와 혼합토지이용 비율, 직주비율이 높을수록 자가용 승용차에 대한 의존도가 줄어들며, 대중교통이나 도보, 자전거의 선택확률이 높아짐을 확률모형을 통해 추출하였다. 또한 전명진·백승훈(2008)은 수도권을 대상으로 주거지 밀도, 직장밀도, 직장 중심지 여부에 따른 통행수단선택이 변화함을 보여주었으며, 특히 주거지 밀도와 직장밀도가 높을수록 대중교통을

이용하는 중요한 요인임을 밝혀주었다.

이상의 연구결과들을 종합해보면 개인의 사회·경제적 특성, 출발지와 도착지의 공간적 특성 및 통행목적에 따라 통행수단 선택이 달라지는 것으로 나타나고 있다. 이와 같이 통행수단 선택에 관한 연구는 많으나 아직까지 서울시 대중교통체계 개편 이후 대중교통수단으로의 분담률 변화가 개인의 사회·경제적 특성과 통행목적, 그리고 출발지와 도착지의 공간적 특성에 따라 어떻게 차별적으로 나타나고 있는가에 대한 연구는 아직 이루어지지 못한 편이다. 이에 따라 본 연구에서는 대중교통체계 개편 이후 대중교통수단으로의 분담률 변화에 초점을 두었으며, 특히 통행수단 효용의 변화에 따른 한계효과 분석을 통해 향후 대중교통 지향적인 정책 수립을 위한 함의를 도출하고자 하였다.

3. 대중교통체계 개편 이후 통근 교통수단 분담률의 변화

1) 통행자의 사회·경제적 특성에 따른 통행수단 분담률의 변화

대중교통체계 개편 전후인 2002~2006년 기간 동안 통근 교통수단 분담률의 변화를 보면 자가용 승용차 분담률이 약 3%, 버스 분담률도 약 3% 감소한 반면에 지하철 분담률은 약 6% 증가하였다. 반면에 쇼핑·여가통행의 경우 자가용 승용차 분담률과 지하철 분담률이 각각 약 5% 증가한데 비해 버스 분담률은 약 10%

감소하였다(표 1). 따라서 대중교통 통합요금제 실시를 포함한 대중교통 서비스 효율화 정책은 주로 통근통행에서 지하철 분담률을 높이는데 더 많은 영향을 주었음을 말해준다. 본 연구에서는 통근 통행자만을 대상으로 하여 사회·경제적 특성에 따라 교통수단 분담률이 어떻게 변화되었는가를 분석하였다.

통근통행에서 교통수단선택의 변화가 개인의 속성에 따라 어떻게 달리 나타나는가를 비교한 결과는 표 2와 같다. 먼저 성별로 자가용 승용차 분담률의 변화를 비교해보면 2002년에 비해 남성은 2.3%, 여성은 1.2% 감소할 정도로 자가용 승용차 분담률의 변화가 매우 미미하게 나타나고 있다. 그러나 남성의 경우 여성에 비해 자가용 승용차에 대한 의존도가 훨씬 더 높아서 2006년 남성의 자가용 승용차 분담률은 여성보다 약 2.4배 높은 48%를 나타내고 있다. 연령층별로 보면 30대 이하의 연령층에서 대중교통수단 선택의 변화 폭이 크게 늘어나고 있다. 직업별로 2002년과 대비하여 교통수단 이용률의 변화를 보면 판매/서비스직 종사자들의 자가용 승용차 이용률 감소가 4.4%로 가장 크게 나타나고 있다. 반면에 생산/운수직 종사자들의 경우 오히려 자가용 승용차 분담률이 1% 증가하였다. 전반적으로 볼 때 지하철 분담률은 크게 증가한 반면에 버스 분담률은 상대적으로 크게 줄어들었다. 판매/서비스직 종의 경우 지하철 분담률이 8.6% 증가하였고, 생산/운수직종도 6.2% 증가하였으나, 여전히 생산/운수직 종 종사자가 자가용 승용차 의존율은 상대적으로 높아 2006년에 45.8%를 나타내고 있다. 이는 직업의 특징에 따라 통행수단에 대한 효용이 다름을 시사해준다. 즉, 시간이 매우 중요한 직종의 경우 대중교통으로의 접근성이 편리하다면 보다 빠른 통행수단을 선택할 것

표 1. 대중교통체계 개편 전·후 통행목적별 교통수단 분담률의 변화

(단위: 명(%))

연도	통행목적	통근 통행			쇼핑·여가 통행		
		자가용 승용차	버스	지하철	자가용 승용차	버스	지하철
2002년		6,520 (42.6)	4,224 (27.6)	4,561 (29.8)	772 (31.9)	1,021 (42.1)	632 (26.0)
2006년		9,884 (39.7)	6,000 (24.1)	9,013 (36.2)	1,781 (36.1)	1,603 (32.4)	1,558 (31.5)

표 2. 통근자의 사회·경제적 속성별 통근 교통수단 선택의 변화율(2002-2006년)

(단위: %)

통행자 특성		자가용 승용차		버스		지하철	
		2002	2006	2002	2006	2002	2006
성별	남	50.3	48.0	22.1	19.1	27.6	32.9
	여	21.3	20.1	42.6	36.0	36.1	43.9
연령별	10-20대	18.7	16.4	38.9	33.8	42.4	49.8
	30대	47.4	40.4	25.1	23.1	27.5	36.5
	40대	53.8	52.5	21.8	19.5	24.4	28.0
	50대 이상	46.3	47.4	26.0	20.9	27.7	31.7
직업별	전문/사무/관리직	43.0	39.7	25.6	22.7	31.4	37.6
	판매/서비스직	41.3	36.9	31.4	27.2	27.3	35.9
	생산/운수직	44.8	45.8	31.9	24.7	23.3	29.5
	기타	40.6	39.4	28.8	26.0	30.6	34.6
소득별 ²⁾	저소득층	34.2	30.9	34.5	29.1	31.3	40.0
	중소득층	43.0	40.8	26.7	23.5	30.3	35.7
	고소득층	49.1	54.1	23.6	16.0	27.3	29.9

이며, 잦은 이동을 해야 하는 직종의 경우 이동하기 편리한 통행수단을 선택하기 때문에 풀이할 수 있다.

한편, 소득계층별로 대중교통수단 분담률의 변화를 보면 저소득층과 중소득층에서는 자가용 승용차 분담률이 3% 정도 낮아지면서 지하철 분담률은 8.7%, 5.4% 각각 증가하였다. 반면에 고소득층의 경우 오히려 자가용 승용차 분담률이 5% 높아져, 2006년 자가용 승용차 분담률은 54.1%를 보이고 있다. 또한 모든 계층에서 버스 분담률은 다 감소하고 있지만 고소득층에서의 감소비율이 가장 크게 나타나고 있다. 이러한 경향은 승용차의 경우 대중교통수단에 비해 통행비용이 많이 들기 때문에 상대적으로 소득이 높은 사람들이 자가용 승용차를 이용하여 통근하고 있음을 말해주며, 이는 소득이 상대적으로 올라갈수록 자가용 승용차 분담률이 높아져갈 것임을 시사해준다.

2) 통근자의 출발지와 도착지 특성에 따른 대중교통 수단 분담률의 변화

본 연구에서는 2002년과 2006년 두 시점동안 통근

시 대중교통수단 분담률의 변화가 출발지와 도착지별로 어떻게 달리 나타나는 가를 비교하였다. 이를 위해 출발지와 도착지별 통근자수를 기준으로 하여 두 시점 모두 10명 이상의 표본이 추출된 동만을 대상으로 분석하였다³⁾. 이렇게 추출된 각 동의 2002년과 2006년 통근자의 버스 분담률과 지하철 분담률을 산출하고 그 변화를 비교하였다⁴⁾. 2002년 대비 2006년의 대중교통수단 분담률의 동별 평균 변화를 보면 지하철 분담률은 1.21로 나타나, 대부분의 동들에서 지하철 분담률이 2002년에 비해 증가하였음을 말해준다. 반면에 버스 분담률은 0.87로 나타나, 거의 대부분의 동들에서 버스 분담률이 2002년에 비해 감소하였음을 보여준다. 본 연구에서는 두 시점동안 동별 분담률의 변화패턴을 파악하기 위해 두 시점 동안 변화가 없는 경우인 '1'을 기준으로 하여 분담률이 증가한 동과 분담률이 감소한 동들의 분포를 파악하는데 초점을 두었다.

(1) 출발지별 대중교통수단 분담률의 변화

출발지(주거지) 동별로 2002년 버스 분담률과 지하철 분담률간의 상관계수는 -0.43으로 나타났지만

2006년에는 -0.64 로 상관계수가 상당히 높아졌다. 이는 버스 분담률이 높은 지역은 상대적으로 지하철 분담률이 낮음을 말해주며, 점차적으로 지하철과 버스 서비스가 상호보완적인 역할을 하고 있음을 시사해준다.

본 연구에서는 출발지에서 2002-2006년 동안 버스 분담률 변화와 지하철 분담률의 변화, 그리고 이러한 변화를 통해 나타난 2006년 시점의 출근 교통수단별 분담률의 분포를 단계구분도로 나타내었다(그림 1). 두 시점 동안 버스 분담률의 변화패턴을 보면 대부분 지역에서 버스 분담률이 감소하는 것으로 나타나는데, 특히 지하철과의 접근성이 상대적으로 높은 지역에서

버스 분담률 감소가 더 뚜렷하게 나타나고 있다. 특이한 점은 중앙전용차로가 적용되고 있는 도봉, 미아로 일대는 버스 분담률의 감소를 나타내는데 비해 수색, 성산로 일대는 버스 분담률의 증가를 보이고 있다. 따라서 중앙전용차로 노선제 도입이 통근자의 주거지에서 통행수단 선택의 변화를 유인하는 효과가 별로 크지 않다고 풀이된다. 2006년 시점에서 각 동별 버스 분담률 수준을 보면 대체로 20% 미만으로 낮은 편이며, 특히 서초구, 강남구 일대의 버스 분담률은 동대문구나 중랑구에 비해 상대적으로 낮은 편이다.

한편 두 시점 동안 지하철 분담률의 변화를 보면 지하철역이 위치해 있는 동들에서 지하철 분담률이 증가

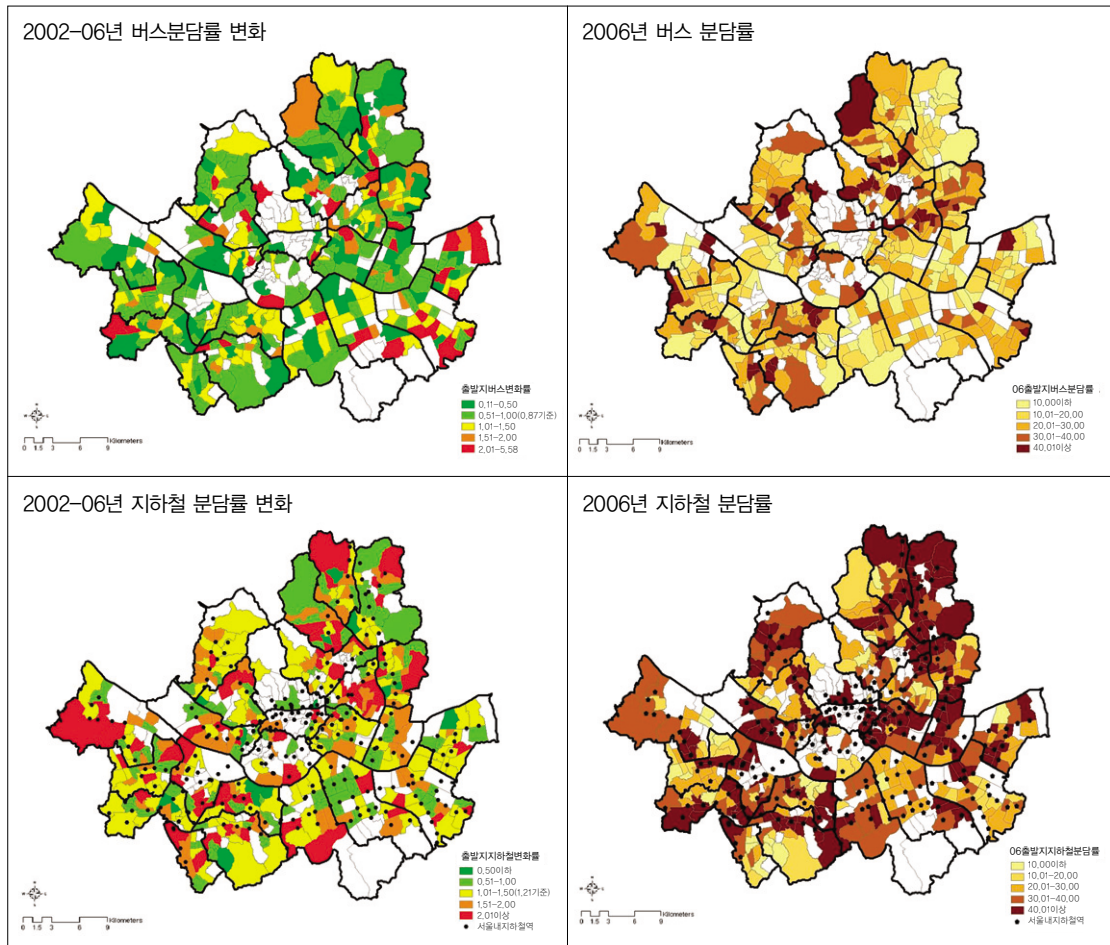


그림 1. 통근자 출발지의 버스와 지하철 분담률의 변화(2002-2006년)와 2006년 출발지의 버스와 지하철 분담률 분포

하고 있음을 알 수 있다. 특히 2002-2004년 사이에 지하철이 개통된 선릉~수서 구간과 수원~병점 구간이 포함된 지역인 금천구, 영등포구 일부 지역에서 지하철 분담률 증가가 두드러지게 나타나고 있다. 반면에 도심부에서의 지하철 분담률의 변화는 평균치보다 낮게 나타나고 있는데, 이 지역들은 2002년에 이미 지하철 분담률이 매우 높았기 때문이다. 2006년 시점에서 지하철 분담률의 분포패턴을 보면 전체적으로 버스 분담률에 비해 높게 나타나고 있으며, 7호선과 4호선이 지나가는 강북지역 일대가 지하철 분담률이 40% 이상을 보이고 있는데 이 지역 주민들의 경우 출근시에 교통혼잡으로 인해 지하철을 주로 이용하고 있음을 말해

준다.

(2) 도착지별 대중교통수단 분담률의 변화

통근자의 도착지(직장)에서 2002년과 2006년 동안 동별 버스 분담률과 지하철 분담률의 변화패턴을 보면 버스 분담률이 높은 지역은 상대적으로 지하철 분담률이 낮음을 말해주며, 출발지와 마찬가지로 지하철과 버스 서비스가 상호보완성을 갖고 있음을 시사해준다(버스와 지하철 분담률간의 상관계수는 2002년에는 -0.64, 2006년 -0.70로 비교적 높은 편임). 두 시점 동안 도착지별 버스 분담률과 지하철 분담률이 증가한 동과 감소한 동의 분포패턴을 파악하기 위하여 분담률

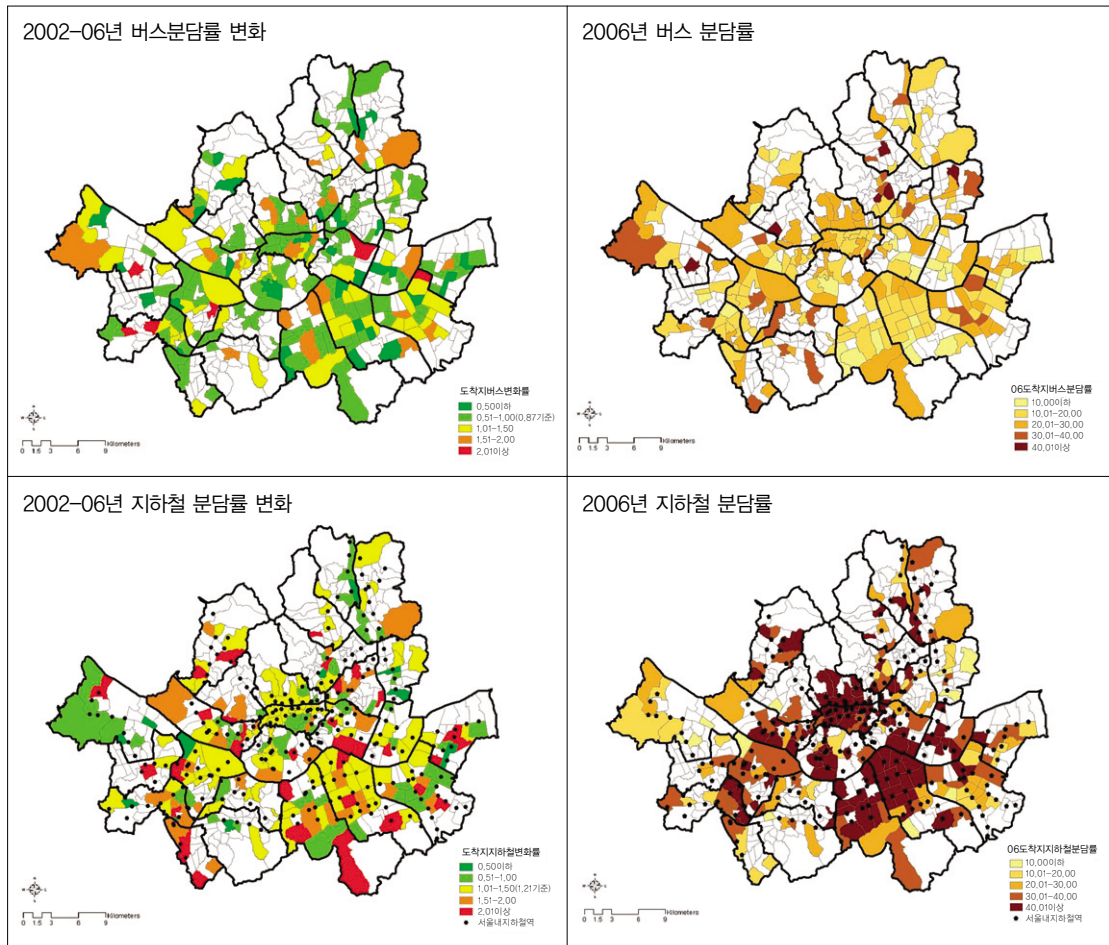


그림 2. 통근자 도착지의 버스와 지하철 분담률의 변화(2002-2006년)와 2006년 도착지의 버스와 지하철 분담률 분포

의 변화를 지도화하였다(그림 2). 도착지 동별 버스 분담률의 변화를 보면 2002년에 비해 2006년에는 거의 모든 지역에서 분담률이 감소한 것으로 나타나고 있다. 이에 따라 2006년 버스 분담률이 40%이상의 높은 비율을 보이는 동들은 주로 서울시 주변부 일부에서 나타나고 있을 뿐이다.

한편 두 시점 동안 지하철 분담률의 변화를 보면 버스 분담률이 낮아진 지역에서 지하철 분담률이 증가하고 있음을 엿볼 수 있다. 또한 서울시 고용 중심지이면서 지하철이 지나가는 지역에서의 분담률의 증가가 두드러지게 나타나며, 출발지와 유사하게 2002-04년 사이에 지하철이 개통된 선릉~수서 구간과 수원~병점 구간이 포함된 지역인 금천구, 영등포구 일대에 지하철 분담률이 증가함을 알 수 있다. 특히 2006년 시점에서의 지하철 분담률의 분포패턴을 보면 강남구, 서초구, 종로구, 중구 일대 지역들의 지하철 분담률이 40%를 상회하는 것으로 나타나고 있어 강남지역이나 도심부에 있는 직장으로 출근하는 경우 출근시 교통혼잡에 따른 통행시간을 고려하여 지하철을 선택하는 경향이 높아지고 있음을 시사해준다.

4. 확률선택모형을 이용한 통근자 교통수단 선택 결정요인 분석

1) 모델 설정

앞에서 살펴 본 바와 같이 두 시점동안 통근자의 교통수단선택 변화를 보면 성별, 연령별, 소득수준별, 직업별로도 차이를 보이고 있을 뿐만 아니라 출발지와 도착지의 공간적 특성에 의해서도 통행수단 분담률의 변화가 달리 나타나고 있다. 본 연구에서는 대중교통체계 개편 전과 이후에 통행수단선택에 미치는 결정요인들이 변화하고 있는 가를 비교하기 위해 확률선택모형을 이용하였다. 각 개인은 자신의 사회·경제적 속성을 고려하여 효용을 극대화하는 통행수단을 선택하게 되지만, 특정한 통행수단이 갖고 있는 특성(통행시간이나 통행비용)에 따라서도 효용이 달라지며, 출발

지와 도착지간의 거리에 따른 통행시간이나 통행비용을 고려하여 통행수단을 선택하게 될 것이다. 이러한 점들을 반영하기 위하여 본 연구에서는 McFadden (1974)이 처음 제시한 각 통행수단의 효용에 의해 선택이 결정되는 조건부 로짓모형에 개개인의 사회·경제적 특성에 의해서도 통행수단 선택이 결정되는 다항로짓모형을 결합한 혼합적 조건부 로짓모형을 구축하였다. 즉, 특정한 통행수단을 선택하는데 영향을 미치는 효용은 개인의 성별, 연령별, 소득별 특성과 같은 개개인의 속성(Z_i)에 따라서 달라지기도 하지만, 통행수단이 갖고 있는 속성(X_{ij}), 예를 들면 출발지와 도착지간 거리에 따른 통행수단별 통행시간과 통행비용을 고려하여 효용이 달라진다고 볼 수 있다. 따라서 개인 i 의 통행수단 j 에 대한 효용(U_{ij})은 식 (1)과 같이 나타낼 수 있으며, 조건부 로짓모형에서의 개인 i 가 통행수단 j 를 선택할 확률 $P(y_i=j)$ 은 식 (2)와 같다. 본 연구에서는 Nlogit 4.0 프로그램을 사용하여 모델의 계수를 추정하였다.

$$U_{ij} = \beta' X_{ij} + \gamma' Z_i + \varepsilon_{ij} \quad j=1, \dots, J_i \quad (1)$$

$$P(y_i=j) = P(U_{ij} > U_{iq} \forall q \neq j) = \frac{\exp(\beta' X_{ij} + \gamma' Z_i)}{\sum_{q=1}^{J_i} (\beta' X_{iq} + \gamma' Z_i)} \quad (2)$$

2) 변수 선정 및 변수 측정

조건부 로짓모형에 사용된 종속변수는 자가용 승용차를 참변수로 한 버스와 지하철의 3가지 통행수단이며, 설명변수는 기술적 통계분석을 통해 나타난 결과와 선행연구를 참조하여 크게 세가지로 구분하였다. 즉, 통행자 개개인의 사회·경제적 속성 변수(나이, 성별, 직업, 월소득), 출발지와 도착지의 공간적 특성(개발밀도, 혼합적 이용, 대중교통으로의 접근성), 그리고 통행수단 속성(통행시간과 통행비용)이다(표 4 참조). 일반적으로 나이와 성별, 직업, 소득에 따라서 통행수단 선택이 달라지는 것으로 알려져 있다. 또한 고밀도로 개발되었거나 혼합적 이용이 높을수록 대중교통을 이용하는 경향이 높아지며, 출발지나 도착지가 버스 또는 지하철로의 접근도가 양호할수록 대중교통을 이

표 4. 조건부 로짓모형에 사용된 변수

구분		변수	설명
종속 변수	통행수단	수단선택	자가용 승용차, 버스, 지하철
	통행수단 특성	통근시간	통행수단별 소요시간
통근비용		각 통행수단별 통행비용 자가용 승용차: 유류비+주차비+유지비 (유류비=거리×단위유류당 유류비/단위유류당 주행거리)	
독립 변수	통행자의 사회·경제적 속성	나이	연속변수
		성별	남자, 여자
		직업	전문/사무/관리, 판매/서비스, 생산/운수
		월 가구소득	고소득층, 중소득층, 저소득층
	출발지와 도착지의 공간적 특성	개발밀도	동별 총 건축연면적/ 동 면적
		혼합이용	혼합도 지수 산출
		버스 접근도	동별 버스노선 수
		지하철 접근도	동별 중심에서 가장 가까운 지하철 역까지의 거리

용하는 경향이 높다고 알려져 있다. 본 연구에서는 대중교통으로의 접근성 변수는 버스의 경우 각 동을 지나가는 버스 노선수로, 지하철의 경우 동별 중심에서 가장 가까운 지하철까지의 거리를 측정하여 변수화하였다. 2002년-2006년 동안 버스 노선이 추가되거나 정류장이 늘어난 경우 동별 버스정류장 수의 변화를 반영하였으며, 지하철의 경우 2002년 이후 2006년까지 새로 생긴 지하철역을 추가하였다. 또한 토지이용 특성을 고려하는 변수로는 개발밀도와 토지이용 혼합도를 고려하였으며, 개발밀도는 동별 건축물 용도별 연상자료를 이용하여 동 면적에 대한 건축연면적으로 산출하였다. 혼합도를 산출하기 위해 각 동별로 주거, 상업, 업무 등의 6가지 토지이용을 구분하여 혼합도 지수값을 식 (3)을 이용하여 산출하였다. 토지이용 관련 자료는 서울시 각 필지별 토지특성자료(ALPA)와 건축행정정보시스템(AIS)을 이용하였다.

$$mix_i = \sum_{j=1}^n (|L_{ij} / \sum_{j=1}^n -1/n|) \quad (3)$$

여기서 L_{ij} 는 i 동의 토지용도별 연상면적으로, 만일 모든 용도가 균등하게 이용된다면 혼합도 지수는 0이 되

며, 한가지 용도로만 이용되는 경우 지수값은 1.83이 된다. 따라서 혼합도 지수값이 크면 혼합이 잘 이루어지지 않은 지역이라고 볼 수 있다.

통행수단별 통행시간과 통행비용을 산출하기 위해서는 많은 보정작업을 거쳤다. 각 동간 통행수단별 통행시간을 산출하는데 있어서 샘플 크기가 작아서 동간 통행시간 산출이 다소 어려울 경우 각 동간 통행수단별 통행시간을 구간 통근시간의 평균값으로 보정하여 사용하였다. 또한 통행비용은 지하철과 버스의 경우 대중교통요금을 적용하였으며, 자동차의 경우 유류비, 주차비, 유지비를 고려하였으며, 특히 유류비는 거리당으로 환산하였으며, 2002년과 2006년 시점에서의 가격을 고려하여 산정하였다.

3) 통근 교통수단 선택 결정요인과 한계효과 분석

(1) 통근 교통수단선택의 결정요인 분석: 출발지 모형과 도착지 모형

출발지를 기준으로 한 조건부 로짓모형의 추정 결과는 표 5와 같다. 추정된 로짓모형의 적합도를 판정하는 2LL with, without covariate의 값들이 작게 산출되어 출발지 모형이 적합하며, 따라서 종속변수에 대한 예

측의 신뢰성이 높다고 볼 수 있다.

산출된 로짓모형을 분석하는데 가장 기초가 되는 것은 통행수단 선택에 영향을 미치지만 모형에서는 고려하지 못한 모든 변수들의 평균적 효과를 의미하는 대안특유상수(ASC: alternative specific constants)이다. 출발지 모형에 나타난 2002년과 2006년 버스와 지하철의 대안특유상수를 보면 모두 (+) 값을 보이고 있어 버스와 지하철이 자가용 승용차보다 더 높은 선호도를 나타낸다고 풀이된다. 그러나 버스의 경우 2006년 시점에서는 선호도가 낮아지고 있는데 비해 지하철의 경우 비록 유의적이지는 않지만 2006년 시점에서 오히려 선호도는 더 높아지는 것으로 나타나고 있다.

한편 선택한정변수인 통행수단에 대한 통행시간과 통행비용의 계수를 보면 통행시간의 추정계수는 (-), 통행비용은 (+)로 통계적으로 매우 유의적으로 나타나고 있다. 이는 통행시간이 짧고 비용이 증가할수록 자

가용 승용차보다는 대중교통을 선호하고 있음을 말해 준다. 그러나 통행시간이 길수록 시간에 대한 효용이 증가하기 때문에 통행자의 비효율성이 높아지므로 자가용 승용차를 더 선호하게 됨을 시사해준다. 그러나 2006년의 통행시간의 계수값이 2002년에 비해 약간 감소하는 것으로 나타나고 있다⁵⁾. 그러나 통행요금에 대해서는 거의 변화가 나타나지 않고 있다.

통근자의 개인특성에 따른 통행수단선택 확률의 변화를 비교해보면 전반적으로 연령이 많을수록 버스나 지하철과 같은 대중교통보다는 자가용을 이용할 확률이 높은 것으로 나타났다. 이러한 추세는 2002년에 비해 2006년에 들어오면서 자가용 승용차에 비해 버스를 선택하는 확률은 더 낮아지지만 지하철에 대한 선호도는 다소 높아지고 있다. 따라서 연령이 높아질수록 대중교통에 대한 선호도는 낮아지지만 지하철에 대한 선호도는 약간 증가하고 있다고 풀이된다. 또한 남성이

표 5. 출발지 기준 조건부 로짓모형 추정 결과

구분	자가용 승용차에 대한 통행수단		2002년		2006년	
			버스	지하철	버스	지하철
	상수(ASC)		1,3128*	1,5984*	1,2475*	1,7861
통행수단 효용	통행시간		-0,0639*		-0,0473*	
	통행비용		0,0005*		0,0003*	
통행자의 사회·경제적 속성	나이		-0,0173*	-0,0238*	-0,0204*	-0,0215*
	성별(여)		-1,3217*	-0,8396*	-1,3529*	-1,0014*
	직업 (생산/운수)	전문/사무/관리	0,0488	-0,0433	-0,0848	0,0392
		판매/서비스	-0,081	0,14691*	-0,0902	0,1441*
	가구소득 (저소득층)	중소득층	-0,4386*	-0,3031*	-0,5647*	-0,5241*
고소득층		-0,8173*	-0,7035*	-1,3584*	-1,0277*	
출발지의 공간적 특성	토지이용 혼합도		-0,5152*	0,0860	-0,5813*	-0,0069
	개발밀도		-0,0269	0,2132*	-0,1938*	0,1848*
	버스 접근도		-0,0005		0,0016	
	지하철 접근도			-0,4751*		-0,4549*
n			30921		52014	
2 LOG L without Covariates			22646,7		38095,4	
2 LOG L with Covariates			19793,8		33382,9	

(주): ()는 참조집단임.

* p<0,05

여성보다 자가용 승용차로 통근할 확률은 훨씬 더 높은 것으로 나타나고 있으며, 2002년에 비해 2006년에 들어와 남성의 자가용 승용차에 대한 선호도는 더 높아지고 있다. 특히 남성의 경우 여성에 비해 지하철 보다는 버스에 대한 선호도는 상당히 낮아지고 있다. 직종에 따른 통행수단에 대한 선택확률의 차이는 유의적으로 나타나지 않지만, 2006년에 경우 생산/운수업에 종사하는 사람들에 비해 판매/서비스업에 종사하는 사람들보다 자가용 승용차를 더 많이 선호하는 것으로 나타났다. 하지만 소득에 따른 통행수단선택을 보면 소득이 높아질수록 대중교통 보다는 자가용 승용차에 대한 선택확률이 높아지고 있는데, 2002년에 비해 2006년에 들어오면서 이러한 성향은 더욱 강화되는 것으로 나타나고 있다. 특히 저소득층에 비해 중소득층이나 고소득층의 자가용 승용차 선택확률은 2006년에 더 높아지는 것으로 나타나고 있다. 반면 버스에 대한 선호도는 소득이 올라갈수록 더욱 낮아지고 있는데, 고소득층의 경우 2002년 자가용 승용차에 비해 버스에 대한 선호는 $0.44[=\exp(-0.817)]$ 에서 2006년 $0.26[=\exp(-1.358)]$ 으로 낮아지고 있으며, 지하철의 경우도 버스에 비해 다소 선호도의 감소폭은 덜하지만 여전히 자가용 승용차에 비해 낮은 선호도를 보이고 있어 대중교통체계 개편 이후에도 통합요금제의 효과는 소득이 낮을수록 더 큰 효과가 나타나고 있음을 시사해준다.

통근자의 주거지 공간특성에 따라서 두 시점 동안 교통수단선택의 변화가 어떻게 나타나는가를 분석한 결과 토지이용의 혼합도가 잘 되어있을수록 자가용 승용차보다는 버스를 이용할 가능성이 높았으며, 이러한 경향은 2006년에 올수록 더 강화되고 있다. 그러나 주거지의 혼합적 이용이 지하철 선호도에는 유의적인 영향을 보여주지는 않고 있다. 반면에 통근자의 주거지 개발밀도가 높을수록 자가용 승용차보다는 대중교통, 특히 지하철을 더 많이 선호하는 것으로 나타났으며, 이러한 경향은 2006년에 들어오면서 더 강화되고 있다. 이는 개발밀도가 높은 지역일수록 대중교통의 수요가 많아 대중교통 서비스가 잘 이루어져 대중교통 이용이 편리하기 때문으로 풀이될 수 있다. 또한 대중교통으로의 접근도에 따라서 통행수단 선호도가 어떻

게 변화되었는가를 분석한 결과 지하철의 경우 접근도가 높을수록 지하철을 이용할 가능성은 훨씬 높게 나타나고 있는 것으로 나타났으나, 버스의 경우 별다른 영향력을 미치지 못하고 있는 것으로 나타났다.

한편 도착지를 기준으로 한 로짓모형의 추정 결과는 표 6과 같다. 추정된 로짓모형의 적합도를 판정하는 2LL with, without covariate의 값들이 작게 산출되어 도착지 모형이 적합하다고 볼 수 있다. 도착지 모형에서 산출된 계수들을 보면 전반적으로 출발지 모형과 유사하게 나타나고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 도착지 모형에서 달리 나타나는 특성에 초점을 맞추어 비교하였다. 소득에 따른 통행수단선택을 보면 소득이 높아질수록 출근을 위해 대중교통을 이용하기 보다는 자가용 승용차를 선택하여 통근하는 확률이 훨씬 더 높으며, 이러한 성향은 2006년에 들어오면서 더욱 강화되는 것으로 나타나고 있다. 특히 버스에 대한 선호도는 소득이 올라갈수록 더욱 낮아지고있어 고소득층의 경우 2002년 자가용 승용차에 비해 버스에 대한 선호는 $0.44[=\exp(-0.810)]$ 를 나타내었으나 2006년 $0.26[=\exp(-1.361)]$ 으로 낮아지고 있으며, 지하철도 2002년 $0.52[=\exp(-0.648)]$ 에서 2006년 $0.32[=\exp(-1.144)]$ 로 낮아지고 있다. 이는 직장을 향해 출근하는 경우 소득에 따른 통행수단선택의 변화는 상당히 차별화되면서 그 격차는 더 커지고 있음을 말해주며, 대중교통개편에 따른 통합요금제 효과는 소득이 낮은 계층에게 더 큰 영향을 주고 있음을 시사해준다.

통근자의 직장주변의 공간적 특성에 따라 교통수단 선택의 변화가 어떻게 나타나는가를 분석한 결과 토지이용의 혼합도가 잘 되어있을수록 개발밀도가 높을수록 승용차보다는 버스나 지하철을 이용할 가능성이 높은 것으로 나타났으며, 이러한 경향은 2006년에 올수록 지하철의 경우 더 강화되고 있다. 이는 지하철역을 중심으로 한 역세권 개발이 고용 중심지로 부각되면서 용도 혼합이 높고 고밀도로 이루어졌고, 그동안 지하철 노선의 확대공급 및 광역버스시스템의 도입 및 확대등의 대중교통 투자가 주로 고용 중심지에 이루어졌기 때문으로 판단된다. 따라서 직장밀도가 고밀화되고 혼합도가 높은 지역일수록 자가용 승용차에 비해 대중교통 특히 지하철을 더 많이 이용할 확률이 더 높

표 6. 도착지 기준 조건부 로짓모형 추정 결과

구분	자가용 승용차에 대한 통행수단		2002년		2006년	
			버스	지하철	버스	지하철
	상수(ASC)		2.3712*	0.7885*	1.8534*	1.0969*
통행수단 효용	통행시간		-0.0278*		-0.0143*	
	통행비용		0.0003*		0.0001*	
통행자의 사회·경제적 속성	나이		-0.0148*	-0.0217*	-0.0191*	-0.0185*
	성별(여)		-1.4387*	-1.05*	-1.4374*	-1.1154*
	직업 (생산/운수)	전문/사무/관리	0.0202	-0.1548*	-0.2115*	-0.0768
		판매/서비스	-0.123	-0.0215	-0.1496*	0.0926
	가구소득 (저소득층)	중소득층	-0.4424*	-0.2854*	-0.5584*	-0.5373*
		고소득층	-0.8106*	-0.6481*	-1.3607*	-1.1444*
출발지의 공간적 특성	토지이용 혼합도		-0.2348	-0.4884*	-0.2234*	-0.5936*
	개발밀도		0.2051*	0.3302*	0.1707*	0.4001*
	버스 접근도		0.0056*		0.0070*	
	지하철 접근도			0.5432*		0.3698*
n			36450		59091	
2 LOG L without Covariates			26696,28		43278,73	
2 LOG L with Covariates			24025,3		39042,2	

(주): ()는 참조집단임.

* p<0.05

아지며, 이는 도착지의 토지이용 특성이 통행수단선택에 상당히 유의미한 영향을 미치고 있음을 말해준다. 특히 이러한 경향은 2006년에 더욱 강화되고 있어, 향후 대중교통지향적인 개발이 매우 효과를 거둘 수 있음을 시사해준다. 더 나아가 통근자의 직장에 버스나 지하철과의 접근도가 양호할수록 자가용 승용차에 비해 대중교통 수단을 선택하여 통근할 확률이 높아지고 있어 고용 중심지에 대중교통 접근도를 높이는 것도 대중교통 분담률의 변화를 유도하는 데 효과적일 수 있음을 시사해준다. 특히 지하철의 접근도에 따른 통행수단선택의 효과는 버스 접근도에 따른 효과보다 상당히 높게 나타나고 있다. 2002년의 경우 접근도의 향상에 따라 버스를 선택할 확률은 1.006배, 지하철은 1.72배로 상당한 차이를 보이고 있으며, 2006년에는 그 차이가 다소 줄어들었지만 여전히 지하철이 접근도 향상에 따른 선택확률의 증가효과가 더 크게 나타나고 있다.

2) 출발지와 도착지별 통근 교통수단 선택 한계효과

조건부 로짓모형을 이용하는 경우 특정 통행수단에서 통행시간과 통행비용이 변화되는 경우 대체 통행수단으로의 전환이 얼마나 나타나는 가를 추정할 수 있다. 즉, 통행수단별 통행효용에 대한 한계효과 분석을 통해 특정한 통행수단의 대체효과를 파악할 수 있다. 조건부 로짓모형에 있어서 한계효과는 동일한 통행수단 내에서의 한계효과와 대체적 통행수단으로의 한계효과를 동시에 산출 가능하다. 동일한 통행수단 내에서의 한계효과는 식 (4)를 통해 산출되며, 여기서 j 는 통행수단 고유상수와 관련된 것으로 동일한 통행수단 내에서의 α 변인의 한계효과이다. 또한 특정한 통행수단에 대한 대체적 통행수단에 대한 한계효과는 식 (5)를 통해 산출되며, 여기서 j' 는 특정한 교통수단에 대한 다른 교통수단을 나타낸다. 이러한 한계효과 분석은 특정한 통행수단의 증가(또는 감소)에 대한 대체 통

행수단의 이용 정도를 파악할 수 있다는 면에서 중요한 정책적 함의를 가질 수 있다.

$$\frac{\partial P_j}{\partial z_j} = P_j(1 - P_j)\alpha \quad (4)$$

$$\frac{\partial P_j}{\partial z_j} = P_j P_j \alpha \quad (5)$$

표 8은 통근시간 증가에 따른 통행수단별 한계효과를 나타낸 것으로, 2002년과 2006년 두 시점에서 다소 차이를 보이고 있다. 통근자가 주거지에서 출발하는 경우 자가용 승용차를 이용하여 통근할 때 통근시간 증가에 따른 한계효과를 보면 2002년의 경우 자가용 승용차가 -1.4109로 가장 크게 나타나고 있다. 그러나 2006년 시점에서는 통근시간 증가에 따른 한계효과는 지하철이 -1.021로 자가용 승용차의 -1.0175 보다 약간 더 높게 나타나고 있다. 이는 통근자가 주거지에서 통행수단을 선택하는 경우 통근시간의 증가에 따른 동일한 통행수단에 대한 한계효과는 지하철이 상당히 커지고 있음을 시사해준다. 한편 통근자의 직장을 중심으로 하여 통근시간 증가에 따른 한계효과를 보면 2002년의 경우 자가용 승용차가 가장 크게 나타나지만 출발지에 비하면 0.43배로 상당히 낮게 나타나고 있다. 이는 통근시간 증가에 따른 한계효과는 출발지에서 상당히 더 민감함을 말해준다. 또한 2006년 시점에서 통근시간 증가에 따른 동일한 통행수단에 대한 한

계효과를 보면 2002년에 비해 거의 절반 수준으로 감소하고 있어 직장을 중심으로 한 통행시간 증가에 따른 한계효과는 상당히 감소하고 있음을 말해준다. 이는 통근자가 출근할 때 출발지인 주거지에서 통근시간에 대한 한계효용을 훨씬 더 크게 고려하고 있음을 시사해준다.

한편 특정 교통수단의 통근시간 증대에 따른 다른 교통수단으로의 대체효과를 보면 흥미로운 점을 알 수 있다. 2002년의 경우 통근자가 주거지에서 출발하거나 직장을 향해 도착하는 경우 모두 통근시간 증가에 따른 버스나 지하철의 대체 한계효과를 보면 자가용 승용차가 가장 크게 나타나고 있다. 이는 만일 지하철을 이용하는 경우 통근시간이 증가된다면 자가용 승용차 이용이 늘어날 것임을 말해준다. 한편 자가용 승용차를 이용하여 통근하는 경우 통근시간 증가에 따른 대체효과는 지하철이 가장 높게 나타나고 있다. 그러나 2006년도의 경우 도착지와 출발지에서 버스의 대체효과는 지하철이 더 높게 나타나고 있지만, 지하철의 대체효과는 여전히 자가용 승용차가 가장 높게 나타나고 있다. 그러나 도착지와 출발지에서의 대중교통을 이용하는 경우 통근시간 증가에 따른 자가용 승용차로의 대체효과는 2002년에 비해 2006년으로 갈수록 그 비율이 감소하고 있는 것으로 나타났다. 이는 대중교통체계 개편 이후 대중교통을 이용하여 통근하면서 통근시간의 단축효과가 더 크게 나타나면서 자가용 승용차 이용이 줄어들었음을 시사해준다. 자가용 승용차 이용

표 8. 각 교통수단의 통행시간에 대한 한계효과 비교(2002-2006년)

연도	도착지			출발지				
		버스	지하철	승용차		버스	지하철	승용차
2002년	버스	-0.5077	0.2167	0.291	버스	-1.0791	0.4404	0.6388
	지하철	0.2167	-0.5335	0.3167	지하철	0.4404	-1.2125	0.7721
	승용차	0.2910	0.3167	-0.6077	승용차	0.6388	0.7721	-1.4109
2006년		버스	지하철	승용차		버스	지하철	승용차
	버스	-0.2412	0.1268	0.1143	버스	-0.717	0.3603	0.3567
	지하철	0.1268	-0.3111	0.1843	지하철	0.3603	-1.021	0.6608
	승용차	0.1143	0.1843	-0.2987	승용차	0.3567	0.6608	-1.0175

에 대한 대체 교통수단의 선택은 출발지에서 훨씬 더 크게 나타나고 있다. 즉 출발지에서 자가용 승용차를 이용하는 경우 통근시간 증가에 따른 한계효과를 보면 지하철이 버스보다 대체교통수단의 비율이 1.85배 높게 나타나지만, 도착지의 경우 그 비율은 1.61배로 나타나고 있다.

전반적으로 볼 때 통근시간 증가에 대한 통행수단간의 대체효과를 보면 자가용 승용차와 지하철간의 대체확률이 가장 높으며, 2002년에 비해 2006년에 들어와서는 버스에 대한 대체효과도 지하철이 더 높게 나타나고 있다. 그러나 지하철에 대한 대체효과는 여전히 자가용 승용차가 버스에 비해 더 크게 나타나고 있다.

5. 결론

본 연구는 서울시 대중교통체계 개편 이후 통행수단 부담률의 변화를 분석하는데 목적을 두었다. 특히 2002년에 비해 2006년 대중교통수단 부담률의 변화가 개인의 사회·경제적 특성과 통행목적에 따라서, 그리고 도착지와 출발지의 대중교통 접근성 및 토지이용 특성에 따라서 얼마나 차별화되어 나타나는가를 비교하였다. 이러한 기술적 분석을 바탕으로 하여 본 연구에서는 조건부 로짓모형을 이용하여 통행수단 선택에 미치는 결정요인을 추출하고 통행수단의 통행효율에 따른 한계효과를 분석하였다.

대중교통체계 개편 이후 통근통행시 자가용 승용차 부담률이 감소한 반면에 지하철 부담률이 상당히 증가한 것으로 나타났다. 그러나 쇼핑·여가통행의 경우 버스 부담률은 상당히 감소했고 자가용 승용차 부담률이 증가한 것으로 나타난다. 대중교통 통합요금제 실시를 포함한 대중교통 서비스 효율화 정책은 통근통행시 대중교통 부담률을 높이는데 영향을 준 반면 쇼핑통행에 대중교통을 이용하기보다는 물품 운송 편리성을 위해서 자가용 승용차를 더 많이 선택하는 것으로 나타났다.

통근통행시 약 절반이 자가용 승용차를 이용하여 출근하고 있는 남성의 경우 두 시점 동안 자가용 승용차

부담률이 약 2.3% 줄어들었으나 여전히 여성에 비해 훨씬 자가용 승용차 부담률이 높게 나타나고 있다. 또한 고소득층의 자가용 승용차 부담률은 두 시점 동안 오히려 5% 증가한 것으로 나타나고 있으며, 소득이 높을수록 자가용 승용차를 선택할 확률은 2006년에 들어와 더 높아지는 경향을 보여주고 있다.

통행도착지와 출발지의 토지이용이 통행수단 선택에 미치는 영향을 분석한 결과 토지의 혼합적 이용과 높은 개발밀도는 대중교통수단을 선택할 확률을 높이는데 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한 지하철역과의 접근성이 높을수록 버스 노선이 많이 지나가 환승 가능성이 높을수록 자가용 승용차보다는 대중교통수단을 이용할 확률이 높은 것으로 나타났다.

도착지와 출발지별 통행수단별 한계효과를 분석한 결과 2002년에 비해 2006년에 통행시간과 통행비용 증가에 따른 대중교통에 대한 자가용 승용차 선호 비율이 낮아지고 있다. 통근시간 증가에 대한 통행수단간의 대체효과를 보면 자가용 승용차와 지하철간의 대체확률이 가장 높으며, 2002년에 비해 2006년에 들어와서는 버스에 대한 대체효과도 지하철이 더 높게 나타나고 있다. 그러나 지하철에 대한 대체효과는 여전히 자가용 승용차가 버스에 비해 더 크게 나타나고 있다.

이상과 같은 결과를 종합해 보면 서울시 대중교통체계 개편을 통한 대중교통 서비스 향상과 대중교통 통합요금제 등은 전반적으로 볼 때 개인의 통근통행시 통행수단선택에 상당한 영향을 미쳤으며, 특히 도착지와 출발지의 대중교통으로의 접근성과 고밀·혼합 토지이용은 대중교통 부담률 증가에 긍정적인 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 그러나 두 시점 동안 통행수단선택의 변화는 개개인의 소득계층과 성별에 따라, 출발지와 도착지의 공간특성에 따라서도 상당히 차별화된 양상을 보이는 것으로 나타나고 있어 향후 대중교통부담률을 더 높이기 위해서는 차별적인 전략이 필요함을 시사해주고 있다. 한편 2002년에 비해 2006년에 들어와 출발지와 도착지에서 지하철과 버스 서비스간의 상호보완적인 관계가 더 강화되고 있는 것으로 나타났다. 따라서 지하철과 버스의 상호보완성을 토대로 하되 지하철이나 버스 부담률이 낮으면서도 부담률

의 변화가 미미한 지역들을 대상으로 하여 대중교통 서비스의 질을 향상시키면서 고밀·혼합 토지이용 정책을 펼쳐 나가는 전략을 수립한다면 향후 대중교통 부담률을 더 높이는데 효과적일 수 있을 것이다.

주

- 1) '가구통행실태조사' 자료는 임의표본방법에 따라 표집된 샘플자료만을 제공하고 있다. 이에 따라 2002년 30,032명, 2006년 49,974명을 샘플자료를 이용하였으며, 이들 가운데 서울에서 출발하거나 서울로 도착하는 통근자를 대상으로 하였고, 도보로 통근하는 사람들은 제외시켰다. 그 결과 2002년은 18,592명, 2006년에는 30,412명이 추출되었다. 그러나 본 연구는 출발지와 목적지에서의 통근 교통수단에 초점을 두었기 때문에 환승한 경우에는 교통수단을 통합하여 최종적으로 2002년에는 15,305명, 2006년도는 24,897명의 통근자가 분석대상이며, 이러한 샘플규모는 모집단의 특성을 나타내는데 충분하다고 볼 수 있다.
- 2) 소득층 구분은 월평균소득을 기준으로 나눈 것으로 2002년과 2006년의 경우 저·중·고소득층 분류의 기준이 되는 월평균소득액은 두 시점동안 화폐가치가 상승하였기 때문에 차이가 난다. 이에 따라 본 연구에서는 일반적으로 저소득층은 1-3분위, 중소득층은 4-7분위, 고소득층은 8-10분위로 나누고 있는 기준을 적용하여 소득층을 구분하였다.
- 3) 2002년과 2006년 두 시점을 비교하는 연구이며 서울을 출발지와 도착지로 하는 통근자만을 대상으로 하므로 각 동별로 어느 정도 규모의 표본이 추출되어야만 분석이 가능하다. 그러나 제공받은 가구통행실태 샘플자료가 서울시 각 동별로 골고루 표집되어 있지는 못하다. 이에 따라 본 연구에서는 두 시점에서 모두 서울을 출발지와 도착지로 하는 통근자 표집수가 최소 10명 이상의 통근자가 표집된 동들만을 추출하여 분석하였다.
- 4) 대중교통체계 개편 이후 버스와 지하철, 버스와 버스 간 환승이 용이해져서 통근 교통수단 선택 변화에 많은 영향을 주었을 것이다. 그러나 본 연구에서 초점을 두는 것은 출발지와 도착지의 교통수단 선택을 분석하는데 있으며, 따라서 환승지역이나 중간에 환승한 교통수단은 고려하지 않았다. 하지만, 환승에 따른 통근시간의 단축이나 통행요금 절약과 같은 부분은 조건부 로짓 분석에서 통행시간, 통행비용 변수에 반영하여 선택확률모형이 추정되었다.
- 5) 2002년의 경우 통행시간이 1분 증가함에 따라 승용차를 선택하는 확률은 약 $0.938[\text{exp}(-0.0639)]$ 이었으나, 2006년에

는 $0.954[\text{exp}(-0.0639)]$ 로 약간 증가하고 있다. 그러나 통행요금에 대해서는 거의 변화가 나타나지 않고 있다.

참고문헌

- 김성희·이창무·안건혁, 2001, "대중교통으로의 보행거리가 통행수단선택에 미치는 영향," 국토계획, 36(7), 297-307.
- 배영석, 1995, "개별행태 접근방법에 의한 교통수단선택행태분석에 관한연구-대구광역시 사례를 중심으로-", 대한교통학회지, 13(4), 47-59.
- 서종국, 1998, "도시공간구조변화와 통행행태의 변화관계에 관한 연구: 수도권 지역의 산업 및 직업별 인구분포와 통근행태의 변화를 중심으로," 국토계획, 33(5), 167-181.
- 성현곤·노정현·김태현·박지형, 2006, "고밀도시에서의 토지이용이 통행패턴에 미치는 영향: 서울시 역세권을 중심으로," 국토계획, 41(1), 59-75.
- 신상영, 2004, "토지이용과 자동차 의존성간의 관계," 서울도시연구, 5(1), 71-93.
- 원제무, 1984, "An application of multinomial logit model to Jongro corridor travellers," 대한교통학회지, 2(1), 103-119.
- 윤인하·김호연, 2003, "수도권의 통근통행패턴에 관한 연구, 1990-1996," 국토계획, 38(6), 87-99.
- 이성우·지우석·조종구, 2004, "조건부 로짓모형을 이용한 도시와 농촌의 통근 행태 비교, 1990-2000," 농촌경제, 27(4), 29-53.
- 장세진·이승일, 2006, "대도시 교량자의 지하철 진입수단 선택특성," 국토계획, 41(7), 147-161.
- 전명진, 1997, "토지이용 패턴과 통행수단 선택간의 관계: 서울의 통근통행수단을 중심으로," 대한교통학회지, 15(3), 39-49.
- 전명진·백승훈, 2008, "조건부 로짓모형을 이용한 수도권 통근 수단선택 변화 요인에 관한 연구," 국토계획, 43(4), 9-19.
- 전은하·이성우, 2007, "수도권 교차통근자의 통행수단 선택 분석: 1995-2000," 서울도시연구, 8(4), 107-125.
- 조종래·김재만, 1998, "출근통행 교통수단 선택행태의 지역간 비교연구 -서울과 일산 신도시를 중심으로-", 대한교통학회지, 16(4), 75-86.

- Bert van Wee, 2002, Land use and transport: research and policy challenges, *Journal of Transport Geography*, 10(4), 259-271.
- Bento, A. T., Cropper, M. L., Mobarak, A. M., and Vinha, K., 2004, The impact of urban spatial structure on travel demand in the United States, *The Review of Economics and Statistics*, 87(3), 466-478.
- Boarnet, M. and Crane, R., 2001, The influence of land use on travel behavior: specification and estimation strategies, *Transportation Research A*, 35(9), 823-845.
- Cervero, R., 1996, Mixed-uses and commuting: evidence from the american housing survey, *Transportation Research A*, 30(5), 361-377.
- Cervero, R. and Kockelman, K., 1997, Travel demand and the 3Ds: density, diversity and design, *Transportation Research D*, 2, 199-219.
- Crane, R. I., 2000, The influence of urban form on travel: an interpretative review, *Journal of Planning Literature*, 15, 3-23.
- Ewing, R. and Cervero, R., 2001, Travel and the built environment: a synthesis, *Transportation Research Record*, 1780, 87-114.
- Frank, L. and Pivo, G., 1994, Impacts of mixed use and density on utilization of three modes of travel: single-occupant vehicle, transit, and walking, *Transportation Research Record*, 1466, 42-52.
- McFadden, D., 1974, The measurement of urban travel demand, *Journal of Public Economics*, 3, 303-328.
- Zegras, C., 2004, *The Influence of Land Use on Travel Behavior: Empirical Evidence from Santiago de Chile*, *Transportation Research Record 1898: Travel Demand and Land Use 2004*, Transportation Research Board of the National Academy.
- 교신: 이희연, 151-742, 서울 관악구 신림동 산 56-1, 서울대학교 환경대학원 환경계획학과(이메일: leehyn@snu.ac.kr, 전화: 02-880-9322, 팩스: 02-871-8847)
- Correspondence: Hee Yeon Lee, Department of Environmental Planning, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University, 56-1, Shillim-dong, Gwanak-gu, Seoul, 151-742, Korea (e-mail: leehyn@snu.ac.kr, phone: +82-2-880-9322, fax: +82-2-871-8847)

최초투고일 09. 05. 18
수정일 09. 06. 08
최종접수일 09. 06. 10