

# 활동요소가 통행수단선택에 미치는 영향 분석 : 선택적 활동을 중심으로

Exploring Impacts of Activity Factors on Travel Mode Choice  
: Focused on Discretionary Activities

추상호  
Choo Sangho

홍익대학교 도시공학과 교수  
Prof., Dept. of Urban Design & Planning, Hongik Univ.  
(shchoo@hongik.ac.kr)

## 목 차

### I. 서론

### II. 선행연구 검토

### III. 분석자료

### IV. 활동유형 및 통행수단별 특성 분석

1. 활동유형별 지속시간 및 통행시간 특성
2. 활동유형별 시작시간 및 공간적 분포 특성

### V. 통행수단선택모형 분석

1. 통행수단선택모형의 정립
2. 통행수단선택모형의 추정

### VI. 결론

## I. 서론

일반적으로 통행(trip)은 활동(activity)의 파생수요(derived demand)로 알려져 있다. 즉 사람은 활동을 수행하기 위해 해당 장소로 이동해야 하므로 통행은 필수불가결한 요소인 것이다. 그럼에도 불구하고 지난 수십 년간 교통계획 분야에서 많은 연구들이 통행에 중점을 두고 수행되어왔다. 1990년대에 이르러서야 활동에 관심을 가지고 활동 관련 교통계획적 접근이나 활동-통행태 분야에서 많은 연구가 수행되어왔다.

활동 관련 요소를 살펴보면, 활동유형(which activity),<sup>1)</sup> 장소(when), 시간(when), 활동지속시간(how long), 동반자(travel company) 등이 있으며, 이들 요소들이 통행수단선택과 연관성이 높다 할 수 있다(Doherty, 2000; Timmermans, 2001; Bladel 외, 2009).

Kitamura 외(1997)는 활동-통행의 발생은 활동유형, 활동지속시간, 활동장소, 통행수단선택 순으로 이루어진다고 하였다. 이는 다시 말해 활동 관련 요소들이 직접적으로 통행수단에 영향을 미친다는 의미다. 또한 활동선택에 있어서도 필수적 활동(mandatory activities)이 선택적 활동(discretionary activities)에 비해 먼저 결정되며, 가정 외 활동(out-of-home activities)이 가정활동(in-home activities)에 비해 선택의 우선 순위가 높아 활동 간에도 유형에 따라 선택의 위계가 존재함을 알 수 있다. 이처럼 활동을 구성하는 요인 간의 상호 연관성을 이해하는 것은 활동 중심의 교통수요예측 모형개발의 선행작업이라 할 수 있다.

한편 활동과 연관된 국내 연구(윤대식, 1997; 서상언 외, 2006; 엄진기, 2008)는 미미한 편이며, 주로 필수적 활동(업무 등)의 수단선택모형에 초점을 두고 있고, 활동구성 요소들을 고려한 분석도 미흡한 실정이다. 더욱이 통행수단선택모형도 개인의 선호 이질성을 반영하지 않은 일반적인 로짓(logit)모형을 이용하고 있다. 한편 필수적 통행이 아닌 선택적 통행의 경우는 수단선택 시 통행시간과 통행비용에 대한 개인의 선호도가 다양하게 나타날 수 있어 이를 반영한 새로운 형태의 수단선택모형 구축이 필요하며, 활동의 속성들도 이들 수단선택모형에 반영되어야 할 것이다.

따라서 본 연구에서는 2006년 서울시의 가구통행실태조사자료를 이용하여 활동기반자료를 구축하고, 선택적 활동을 중심으로 활동요소가 통행수단선택에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 이를 위해 활동요소를 고려한 혼합로짓모형(mixed logit model)을 구축하였으며, 이를 통해 각 활동별 수단선택에 대한 통행시간과 통행비용의 선호이질성도 검토하고자 한다.

## II. 선행연구 검토

본 장에서는 활동의 주요 구성요소와 통행수단선택을 다루는 국내외 연구들을 검토하여 시사점을 도출하고자 한다. 먼저 국외 연구의 경우 활동의 주요 요인 중 일부를 계층구조화하여 선택모형을 제시하거나 외부환경 변화에 따른 활동변화를 분석한 연구 등이 주를 이루었다.

1) 일반적으로 활동의 종류를 나누는 기준은 연구자의 관점에 따라 약간 차이점이 있지만 기본적인 측면에서는 필수적(mandatory), 유지적(maintenance), 선택적(discretionary)활동으로 구분할 수 있음. 필수적 활동은 개인이 의무적으로 해야 하는 활동으로, 경제활동을 하는 개인의 경우 업무와 관련된 활동을 말하며 학생의 경우 학업활동과 관련된 활동을 의미함. 유지적 활동은 인간이 생활하는데 필요한 활동으로 생물학적으로 필요한 잠을 자는 것, 식사를 하는 것 등의 활동이 포함된다. 마지막으로 선택적 활동은 나머지 기타 활동을 뜻하는 것으로 쇼핑 및 사교활동을 하거나 개인의 필요로 행해지는 활동을 말함.

Bowman and Ben-Akiva(2000)는 통행(trip)이 아닌 투어(tour)를 기반으로 한 교통수요모형을 개발하였다. 이 모형은 투어를 주요 투어와 부수적 투어로 구분하고 각 투어별로 목적지, 교통수단, 시간을 선택하는 형태의 네스티드 로짓모형으로 구성되어 있어 활동유형에 따른 위계적 선택행태를 보여준다. Doherty 외(2001)는 Computerized Household Activity Scheduling Elicitor(CHASE) 조사를 이용하여 가구 활동의 의사결정과정을 모형으로 구축하였다. 이 모형에서도 활동요소가 통행수단선택에 영향을 미치는 일련의 과정을 보여준다.

국내의 활동기반 연구사례는 소수에 불과하며 주로 통근자나 고령자를 대상으로 한 통행행태에 관한 연구들이다. 윤대식(1997)은 통행자의 하루 동안 일련의 통행을 유형화하여 네스티드 로짓모형을 구축하였으며, 분석 결과 승용차의 보유대수가 많을수록 투어보다는 하나의 활동을 발생시키는 것으로 분석하였다. 유사하게 서상언 외(2006)도 네스티드 로짓모형을 이용하여 고령자의 활동별 통행수단선택모형을 구축하였다. 모형구축결과, 고령자는 통행시간보다는 통행비용에 더 민감한 것으로 나타났다.

지금까지 살펴본 바와 같이 대부분의 활동 관련 통행행태모형은 주로 비가정 기반이나 업무활동의 수단선택에 중점을 두고 있으며, 효용함수 기반의 이산선택모형을 사용했다. 그러나 다양한 활동유형 및 활동지속시간과 통행수단선택 간의 상호 연계를 고려한 연구는 미미한 것으로 나타났다. 또한 조건부 로짓모형 등 기존의 수단선택모형도 관측 불가능한 속성에 대한 개인의 선호 다양성을 반영하는 데 한계가 있다. 최근 교통분야에서 이러한 개인 선호의 이질성을 고려한 혼합로짓모형을 구축한 사례연구가 활발히 이루어지고 있다(정성용, 2009; 정진혁·정진욱, 2007).

따라서 본 연구에서는 선택적 활동을 중심으로 활

동요소(활동유형과 활동지속시간)를 고려한 통행수단선택모형을 구축하고자 한다. 다시 말해서 선택적 활동유형별로 활동지속시간, 통행시간, 통행비용, 사회경제변수 등을 반영한 수단선택모형을 구축하는 것이다. 또한 선택적 통행의 경우 통행자가 느끼는 통행시간과 통행비용은 다를 것이라는 전제하에 전통적인 로짓모형이 아닌 혼합로짓모형을 적용하였다.

### III. 분석자료

본 연구의 분석을 위해 2006년 10월에 실시한 수도권 가구통행실태조사 자료 중 서울시 자료를 추출하여 분석데이터를 구축하였다. 일반적으로 활동모형 구축은 활동일지(activity diary) 조사를 기반으로 하는 것이 원칙이나 우리나라의 경우 대규모 활동조사가 실시되지 않아 통행일지(trip diary) 기반의 가구통행실태조사 자료를 변형하여 사용하였다. Miller and Roorda(2003)의 경우도 캐나다 토론토의 통행일지 조사자료를 활동자료로 전환하여 활동기반모형에 적용하였다. 서울시 가구통행실태조사자료의 표본수는 약 30만 명이며, 이 중 비통행자와 통행의 시작과 끝이 가정이 아닌 사람을 제외하면 약 22만 5천 명의 자료를 얻을 수 있었다.

활동자료의 구축은 먼저 통행목적을 기반으로 활동유형을 구분하고, 통행의 출발시간과 도착시간을 이용하여 활동의 시작과 종료시간을 산정하였다. 활동자료 구축의 세부적인 가공절차 및 내용은 홍다희·박경아(2011)를 참고하면 된다. 최종적으로 구축된 자료에 대한 성별, 직업, 연령 등 개인속성과 주택종류, 가구원수 등 가구속성의 분포는 <표 1>에 나타나 있다.

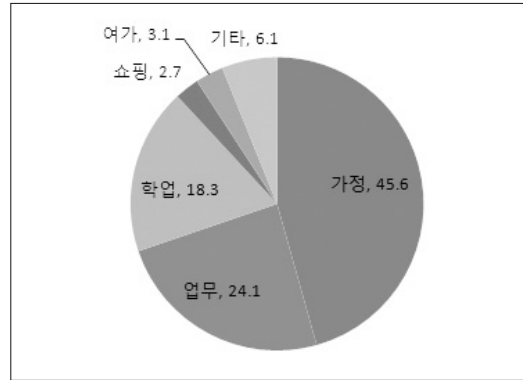
먼저 성별비율을 살펴보면 남성 54%, 여성 45%로 남성이 9% 정도 더 높은 비율을 차지하고 있으며, 직업의 경우는 학생이 약 32%로 가장 높고 다음으로

표 1 \_ 표본의 일반특성

	구분	빈도	비율(%)
성별	남자	121,829	54.1
	여자	103,476	45.9
	소계	225,305	100.0
연령	0~9세	14,325	6.4
	10~19세	47,275	21.0
	20~29세	34,521	15.3
	30~39세	38,669	17.2
	40~49세	44,810	19.9
	50~59세	29,627	13.1
	60~69세	13,155	5.8
	70세 이상	2,923	1.3
	소계	225,305	100.0
직업	학생	72,567	32.5
	전업주부·무직	32,822	14.7
	전문직·기술직	28,016	12.6
	행정사무관리직	32,439	14.5
	판매직	8,766	3.9
	서비스직	11,657	5.2
	농업·어업·수산업	485	0.2
	생산·운수	9,975	4.5
	기타	26,480	11.9
	소계	223,207	100.0
주거 유형	아파트	98,573	43.8
	연립주택	34,220	15.2
	다세대	45,175	20.1
	단독주택	42,698	19.0
	오피스텔	616	0.3
	기타	4,021	1.8
	소계	225,303	100.0
가구 원수	1명	5,409	2.4
	2명	20,630	9.2
	3명	49,396	21.9
	4명	108,772	48.3
	5명	31,927	14.2
	6명 이상	9,171	4.1
	소계	225,305	100.0

전업주부와 행정·사무직 순으로 높게 나타났다. 연령대별 분포를 살펴보면 10~49세까지가 높은 분포

그림 1 \_ 활동유형별 분포(%)



를 차지하고 있으며, 60세 이상의 비율은 낮은 것으로 나타났다. 가구원수의 경우 4인 가구가 제일 높은 비중을 차지하고 있으며, 주택 종류의 경우 아파트, 다세대, 단독주택 등의 순으로 높게 나타났다.

활동유형 구분의 경우, 가구통행실태조사의 10 가지 통행목적(배웅, 귀가, 출근, 등교, 학원, 업무, 귀사, 쇼핑, 여가, 기타)을 토대로 통행성격을 유사한 목적을 그룹화하여 총 6개의 활동으로 구분하였다. 먼저 가정 내에서 이루어지는 모든 활동을 통틀어 가정활동으로 구분하였으며, 가정 외에서 일어나는 활동은 업무(출근 및 업무통행 관련), 학업(등교 및 학원통행 관련), 쇼핑, 여가, 기타로 구분하였다. 최종적으로 분류된 활동유형별 분포를 살펴보면, 가정활동이 전체활동의 45.6%를 차지하고 있으며, 다음으로 업무활동 24.1%, 학업활동 18.3% 순으로 높게 나타났다.

#### IV. 활동유형 및 통행수단별 특성 분석

본 장에서는 통행수단선택모형에 앞서 앞 장에서 정의한 활동유형 중 선택적 활동에 해당하는 쇼핑, 여가, 기타활동을 중심으로 통행시간, 통행비용, 통행출발시간의 통행특성 및 활동지속시간과 통행수단선택 간의 상호 연관성을 분석하기 위해 분산분석,

표 2\_ 활동유형별 활동지속시간 및 통행특성 비교

변수	쇼핑 (n=10,120)	여가 (n=11,321)	기타 (n=23,855)	F 검정 (p-value)
지속시간 (분)	131.8	202.8	166.7	0.000
통행거리 (km)	5.9	9.8	8.5	0.000
통행시간 (분)	30.6	38.9	35.8	0.000

주: 각셀은 해당항목의 평균값을 나타냄.

표 3\_ 활동유형별 주통행수단 분포 비교

변수	쇼핑	여가	기타	소계
승용차	0.33	0.33	0.45	0.39
버스	0.43	0.34	0.30	0.34
지하철	0.22	0.30	0.21	0.23
택시	0.03	0.03	0.04	0.03
소계	1.00	1.00	1.00	1.00

주: 각 활동유형별 주통행수단의 이용 비율임.

카이제곱검정 등의 기술통계분석을 실시하였으며 분석결과를 요약하면 다음과 같다.

### 1. 활동유형별 지속시간 및 통행시간 특성

위의 세 가지 선택적 활동에 대해 지속시간, 활동을 위한 통행거리 및 통행시간의 특성을 살펴보고, 활동유형 간의 각 속성별 평균값의 차이가 있는지 통계적으로 검정하기 위해 일원분산분석(Oneway ANOVA)을 실시하였다. <표 2>의 분석결과를 보면 세 가지 속성 모두 활동유형 간 평균값의 차이가 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 활동지속시간의 경우, 여가활동에 평균적으로 203분 정도를 소비하는 것으로 나타난 반면, 쇼핑에 평균적으로 132분 정도를 할당하는 것으로 나타났다. 이는 쇼핑활동보다 여가활동에 더 많은 시간을 할애하는 것을 보여주며, 평균통행거리나 평균통행시간도 상대적으로 높게 나타나 활동지속시간과 통행이 양의 상관성을 지님을 단편적으로

표 4\_ 활동유형별 주통행수단별 통행특성 비교

구분	지속시간 (분)	통행거리 (km)	통행시간 (분)	
쇼핑	승용차	125.8	5.9	26.0
	버스	130.7	4.8	30.4
	지하철	142.9	8.3	38.9
	택시	131.1	3.8	22.4
여가	승용차	181.7	10.9	34.0
	버스	203.9	7.8	37.6
	지하철	226.5	11.6	47.5
	택시	188.2	4.9	24.1
기타	승용차	139.6	8.5	30.6
	버스	176.3	6.7	36.9
	지하철	211.1	11.8	50.4
	택시	165.9	5.0	25.8

주: 각 해당항목의 평균값을 나타내며, 일원분산분석 결과 변수들의 모든 값이 각 활동유형의 통행수단별로 신뢰수준 99%에서 통계적으로 차이가 있는 것으로 나타났다.

알 수 있다. 다시 말해서 선택적 활동의 경우 사람들은 활동시간이 길수록 기꺼이 통행에 더 많은 시간을 투자할 수 있다는 것을 의미한다.

또한 <표 3>의 활동유형별 주통행수단이용 분포의 차이가 있는지 알아보기 위해 카이제곱검정을 실시하였다. 검정결과( $\chi^2=1,050$ , 자유도=6) 신뢰수준 99%에서 통계적으로 유의하게 나타나, 활동유형에 따른 통행수단선택에 차이가 있는 것으로 분석되었다. 특히 기타 활동의 경우 승용차 이용이 타 활동에 비해 높았으며, 쇼핑과 여가활동은 버스 이용이 가장 높은 것으로 나타났다.

<표 4>에 나타난 것과 같이, 활동유형별 주통행수단별 평균지속시간, 활동을 위한 평균통행거리 및 평균통행시간의 특성을 비교하였다. 특히 지하철을 이용한 여가활동의 지속시간이 가장 높게 나타났으며, 통행시간은 지하철을 이용한 기타 활동이 가장 많이 소요되는 것으로 나타났다. 전반적인 특성은 앞에서 논의한 것과 유사하게 나타나 활동유형에 따른 통행

수단 간의 각 속성들의 평균값 순위는 유사한 것으로 분석되었다.

## 2. 활동유형별 시작시간 및 공간적 분포 특성

활동유형과 해당 활동 시작시간 분포의 통계적 연관성을 규명하기 위해 카이제곱검정을 실시하였으며, 분석결과 ( $\chi^2=3,681$ , 자유도=46) 통계적으로 활동유형에 따라 각기 다른 시작시간 분포 패턴을 보이는 것으로 분석되었다. <그림 2>에 나타난 것과 같이 쇼핑활동은 주로 11시와 14시에 많이 발생하고 있으며, 여가활동은 출퇴근 후인 10시~11시와 18시~19시에, 기타활동도 출근 후인 10시에 집중되어 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 주로 쇼핑관련 시설이나 여가관련 시설들이 개장하는 시간과 연관성을 나타내며, 상대적으로 선택적 활동이 교통혼잡이 적은 비침두시간대에 활발히 이루어지고 있음을 시사하고 있다.

선택적 활동이 발생하는 공간적 분포 특성을 파악하기 위해 서울시를 구로 분류하고 기타 지역은 인천시와 경기도로 구분하여 활동별 횟수와 누적 활동시간을 분석하였다. 본 분석자료는 서울에 거주하는 사람으로 수도권 내에서 발생하는 활동만을 대상으로 하고 있다. <그림 3>은 활동횟수를 기준으로 한 것이며, <그림 4>는 활동지속시간을 누적하여 나타낸 것으로 전자는 단순히 활동시간에 관계없이 빈도만을, 후자는 시간의 가중을 고려하여 활동의 집중도를 표현한 것이라 할 수 있다. 쇼핑활동의 경우는

그림 2\_ 활동유형별 시작시간 분포

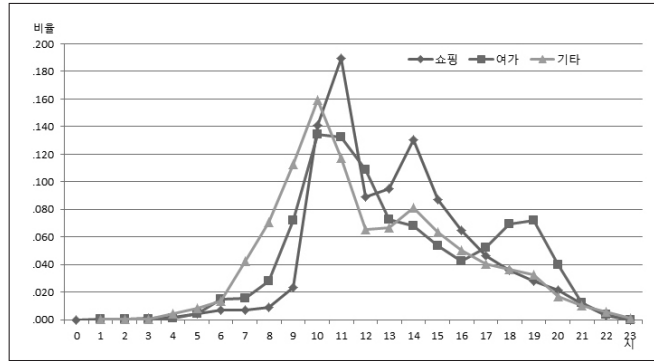
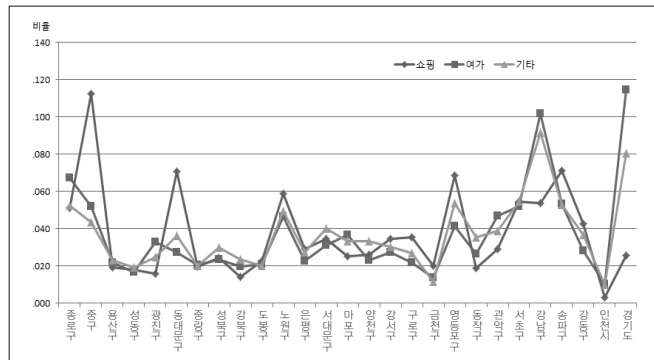
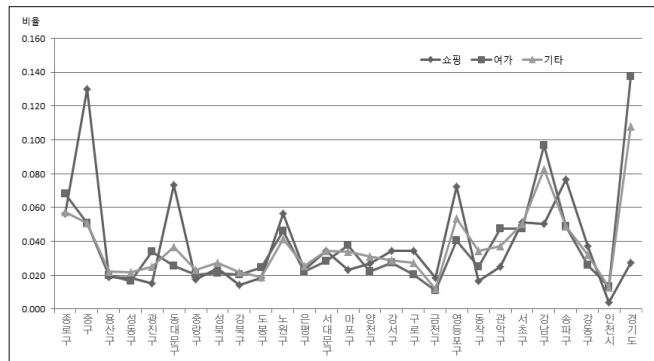


그림 3\_ 활동유형별 활동횟수의 공간적 분포



자료: 홍다희·박경아(2011)의 그림을 일부 수정하였음.

그림 4\_ 활동유형별 활동누적시간의 공간적 분포



쇼핑시설이 밀집한 중구, 영등포구, 동대문구, 송파구 등이 높게 나타났으며, 여가활동은 강남구가, 기타 활동은 강남구 및 영등포구가 높은 분포를 나타내고 있었다. 대체적으로 활동유형에 따른 쇼핑, 여가,

업무시설들이 밀집한 지역에서 관련 활동들이 많이 발생하고 있음을 시사하고 있다. 이밖에 경기도 지역에서도 여가 및 기타 활동이 많이 발생하고 있음을 알 수 있다.

활동횟수와 활동누적시간 분포의 지역적 차이를 비교해 보면 대부분 유사한 분포를 나타내고 있으나 쇼핑 및 여가시설이 집중되어 있는 종로구, 중구, 동대문구 등에서는 활동횟수보다 활동누적시간이 많게 나타나 활동의 집중도가 높음을 보여주고 있다. 예를 들면, 쇼핑은 종로구·중구·송파구, 여가는 도봉구, 기타는 종로구·중구 등에서 활발하게 일어났을 수 있다.

## V. 통행수단선택모형 분석

### 1. 통행수단선택모형의 정립

이 장에서는 필수적 활동유형별로 통행수단선택모형을 구축하여 활동지속시간과 수단선택 간의 연관성을 분석하고자 한다. 통행수단선택모형은 개인의 선호이질성을 반영할 수 있는 혼합로짓모형(mixed logit models)을 이용하여 구축하였다. 일반적인 로짓모형은 통행시간 및 통행비용에 대한 파라미터 값을 모든 통행자에게 동일하게 적용하는 한계를 가지지만, 혼합로짓모형은 개인별 선호도를 반영할 수 있어 수단선택모형의 설명력을 높일 수 있다. 본 연구에서는 혼합로짓모형 구축 시 통행시간 및 통행비용의 파라미터를 정규분포(normal distribution)를 가지는 확률계수로 가정하여 파라미터 값의 변화를 모형에 반영하고자 하였다.

혼합로짓모형에서 개인  $n$ 이 수단  $j$ 를 선택 시 효용함수( $U_{nj}$ )는 다음과 같다.

$$U_{nj} = \beta'_n \cdot x_{nj} + \epsilon_{nj} \quad <식 1>$$

여기서,  $\beta'$ 는 개인  $n$ 의 파라미터벡터(확률계수로 가정),  $x_{nj}$ 는 개인  $n$ 의  $j$ 대안에 대한 설명변수,  $\epsilon_{nj}$ 는 오차항으로 웨이블 분포를 따르는 확률변수이다. 개인  $n$ 의  $i$ 대안에 대한 무조건부 확률  $P_{ni}$ 는 선택가능한 모든  $\beta'_n$ 에 대해 적분하여 구할 수 있다.

$$P_{ni} = \int \left( \frac{e^{\beta X_{ni}}}{\sum_j e^{\beta X_{nj}}} \right) f(\beta) d\beta \quad <식 2>$$

수단선택의 대안은 승용차, 버스, 전철, 택시의 4개로 정의하며, 통행시간 및 통행비용은 2006년 수도권 OD자료(수도권교통본부, 2009)를 이용하였다. 기타활동모형의 경우 혼합로짓모형의 파라미터 추정이 불가하여 일반로짓모형으로 추정하였다.

쇼핑활동 및 여가활동에 대한 통행수단선택의 혼합로짓모형 추정결과를 일반로짓모형과 비교해보면, 로그우도 값이 상대적으로 좋고, 로그우도비가 더 높은 값을 보여 모형의 설명력이 일반로짓모형보다 향상되었음을 알 수 있었다. 또한, 확률계수의 표준편차가 통계적으로 유의한 것으로 나타나 통행비용은 확률적 변동 요인에 따른 가변계수임을 알 수 있다.

모형구축에 이용된 주요 변수는 활동지속시간, 통행시간, 통행비용, 개인 및 가구 속성 등이다. 또한 모형상의 수단선택 대안은 승용차, 버스, 지하철, 택시이며, 앞에서 구분한 세 가지 선택적 활동유형에 대해 수단선택모형을 구축하였다.

### 2. 통행수단선택모형의 추정

각 활동유형별로 추정된 통행수단선택모형의 추정 결과는 <표 5~7>에 정리되어 있다. 모형의 적합도를 나타내는  $\chi^2$ 값은 모두 통계적으로 유의하고  $\rho^2$ 의 값도 0.20~0.23 수준으로 기존 개별행태연구에

표 5\_ 쇼핑활동 수단선택모형 추정결과

변수	승용차	버스	지하철
대안별 상수	-1.062	0.480	1.143
통행시간 (분)	평균	-0.0407	
	표준편차	0.00927 <sup>†</sup>	
통행비용 (백 원)	평균	-0.0348	
	표준편차	0.0166	
여성*	-0.530	0.525	
연령	0.0259	0.0266	0.0220
승용차 보유 여부*	2.553		
미취학 아동 유무*		-0.245	-0.555
주부·무직*		0.193	
표본수	9,190		
log likelihood	-9,874		
$\chi^2(p\text{-value})$	5,731.4(0.000)		
McFadden $\rho^2$	0.225		

주: \*은 더미변수이며, †를 제외한 모든 계수값은 신뢰수준 95%에서 유의함. 택시가 기준수단임.

서 나타난 값과 유사하다.

주요 변수인 통행시간과 통행비용의 계수값을 보면, 대부분의 모형에서 음의 부호를 나타내고 있어 기존 연구와 동일한 것으로 분석되었다. 즉 수단선택에 있어서 통행시간과 통행비용은 저항요소를 의미한다. 한편 기타 활동을 제외한 모형에서 통행비용의 계수는 정규분포를 가지는 확률계수로 추정된 반면, 통행시간의 계수는 표준편차가 통계적으로 유의하지 않는 것으로 나타나 일반로짓모형과 같이 고정값을 가지는 것으로 분석되었다. 이밖에 통행시간의 표준편차 변수를 제외한 모든 변수의 계수값들이 신뢰수준 95%에서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다.

활동지속시간의 경우도 쇼핑활동을 제외한 다른 활동모형에서 통계적으로 유의한 것으로 나타나 도착지의 활동지속시간이 통행수단선택에 영향을 미치는 것으로 분석되었다.

먼저 쇼핑활동의 통행수단선택모형을 보면, 여성이 버스를 선호하며, 젊은 연령층이 오히려 타수단에

표 6\_ 여가활동 수단선택모형 추정결과

변수	승용차	버스	지하철
대안별 상수	-0.652	1.053	1.101
통행시간 (분)	평균	-0.0424	
	표준편차	0.00655 <sup>†</sup>	
통행비용 (백 원)	평균	-0.0313	
	표준편차	0.0131	
활동지속시간(분)	-0.00105		0.000924
여성*		0.390	
연령	0.0105	0.00684	0.0160
승용차 보유 여부*	2.145		
미취학 아동 유무*	-0.579	-0.894	-0.851
전일제 근무*		-0.481	-0.165
학생*	-1.208		0.230
표본수	10,430		
log likelihood	-11,604		
$\chi^2(p\text{-value})$	5,709.4(0.000)		
McFadden $\rho^2$	0.197		

주: \*은 더미변수이며, †를 제외한 모든 계수값은 신뢰수준 95%에서 유의함. 택시가 기준수단임.

비해 택시를 선호하는 경향을 보이고 있다. 유사하게 승용차 보유 여부도 승용차 선택에 큰 영향을 주고 있음을 알 수 있다. 특히 미취학아동 유무는 대중교통에 음의 영향을 미치고 있어 쇼핑활동 시 어린 아이가 있는 경우 승용차나 택시를 더 선호하는 것을 알 수 있다. 흥미롭게도 주부·무직자 등이 쇼핑활동에 타수단보다 버스를 선택하는 경향이 있음을 알 수 있다. 반면 활동지속시간은 수단선택에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

여가활동의 통행수단선택모형은 쇼핑모형과 유사하게 나타났으나, 여성의 경우 버스 선택에 양의 부호를 보이고 있어 여가활동에도 버스를 선호하고 있음을 시사하고 있다. 또한 연령이 높을수록 여가활동에 대중교통을 보다 선호하는 것으로 분석되었으며, 반면 전일제 근무자는 대중교통보다는 승용차나 택시를 더 이용하고 있음을 알 수 있다. 이는 전일제 근무자가 재택근무자, 기간근무자 등 다른 고용



표 7\_ 기타활동 수단선택모형 추정결과

변수	승용차	버스	지하철
대안별 상수	0.172	0.809	0.545
통행시간(분)	-0.0221		
통행비용(백 원)	-0.0161		
활동지속시간(분)	-0.00118		0.000870
여성*	-0.471	0.359	
연령		0.0105	0.0189
승용차 보유 여부*	2.354		
미취학 아동 유무*	-0.269	-0.379	-0.470
전일제 근무*		-0.521	
주부·무직*		0.148	
전문직·기술직*	0.953	0.569	0.441
학생 <sup>1)</sup>	-1.450		0.236
표본수	21,262		
log likelihood	-22,687		
$\chi^2(p\text{-value})$	5,039.6(0.000)		
McFadden $\rho^2$	0.230		

주: \*은 터미변수이며, 모든 계수값은 신뢰수준 95%에서 유의함. 택시가 기준수단임.

자에 비해 소득이 높기 때문인 것으로 사료된다. 미취학 아동이 있는 경우 여가활동에 택시를 선호하는 것으로 나타났으며, 학생은 여가활동을 위해 지하철을 선호하는 것으로 분석되었다. 또한 활동지속시간이 길수록 지하철을 선호하는 것으로 나타나 장시간 활동을 위해서는 오히려 대중교통을 선호하는 것으로 판단된다.

개인업무 등 기타 활동을 위한 통행수단선택모형은 통행시간과 통행비용계수에 대한 혼합로짓모형이 추정되지 않아 두 변수의 계수가 모두 고정효과를 지닌 것으로 분석되었다. 대부분의 독립변수들이 여가활동 모형과 유사하게 나타났다. 또한 기타 활동의 지속시간도 길수록 지하철을 선호하는 것으로 분석되었다.

한편 선택적 활동유형에 대한 평균 통행시간가치를 계산해보면 그 차이는 크지 않지만 여가(8,130 원/시)활동이 쇼핑활동(7,020 원/시)이나 기타 활동

(7,540 원/시)에 비해 조금 높은 것으로 나타났다.

결론적으로 선택적 활동유형별 통행수단선택모형을 비교한 결과, 활동유형에 따라 통계적으로 유의한 변수들이 차이가 있으며, 동일한 변수라 하더라도 계수 값이 다르게 나타나 활동유형에 따른 통행수단선택의 차이가 있음을 모형구축을 통해 확인하였다. 또한 활동지속시간이 통행수단에 통계적으로 유의하게 영향을 미치고 있으며, 쇼핑활동과 여가활동을 위한 통행수단선택에 있어서도 통행비용에 대한 개인선호의 이질성이 존재함을 규명하였다.

## VI. 결론

본 연구에서는 2006년에 수행된 서울시 가구통행실태조사자료를 활동기반자료로 재구성하여, 쇼핑, 여가, 기타의 선택적 활동에 있어서 활동요소(유형과 지속시간)가 통행수단선택에 미치는 영향을 분석하고자 하였다. 이를 위해 먼저 일원분산분석, 카이제곱검정 등 기술통계분석을 수행하였으며, 분석결과 활동유형별 활동지속시간과 통행수단분포 간의 연관성이 존재하는 것으로 나타났다. 특히 활동의 공간적 분포를 보면 활동유형에 따라 해당 시설(예, 쇼핑 및 여가시설)들이 집중되어 있는 장소에 활동이 상대적으로 빈번하게 발생하고 있음을 알 수 있었다.

또한 활동유형별로 활동지속시간을 고려한 통행수단선택모형을 구축하였으며, 특히 선택적 활동의 경우 통행자가 통행시간과 통행비용에 대해 선호 이질성을 갖는 것으로 가정하여 혼합로짓모형을 적용하였다. 모형구축결과 여가와 기타 활동의 경우 활동지속시간이 통행수단선택에 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 쇼핑과 여가활동의 경우 통행비용에 대한 수단선택의 선호 이질성이 통계적으로 유의하게 나타났다. 또한 활동유형에 따라 유의한 변수가 일부 다르거나 동일한 변수라도 계수 값의 차이가 있

는 것으로 나타나 활동유형에 따라 통행수단선택의 차이가 있음을 알 수 있었다.

이러한 분석결과는 활동기반이나 통행기반의 수요추정에 있어 활동유형, 활동지속시간 등의 활동요소가 통행수단선택에 상호 연관되어 있음을 입증하고 있으며, 향후 이러한 요소들이 교통계획의 수단선택단계에서 고려되어야 함을 시사하고 있다.

끝으로 본 연구는 각각의 활동을 기본단위로 하여 이들 활동을 구성하는 다양한 요소들 간의 연관성을 기술통계분석과 수단선택모형 구축을 통해 규명한 연구라 할 수 있다. 반면 하루동안 발생하는 활동은 독립적이기보다는 일련의 연쇄성을 지닌 활동체인(activity chaining)에 의존하므로 이들 체인유형에 따른 활동요소들 간의 상호작용을 분석하는 것이 보다 현실적일 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 활동체인 유형을 정의하고 이에 따른 활동지속시간 및 연계 통행수단 등을 고려한 상호 연관성 또는 인과관계 분석(예: 구조방정식 등) 연구가 이루어져야 할 것이다.

## 참고문헌 •••••

서상언 · 정진혁 · 김순관. 2006. “활동스케줄 분석을 통한 고려자의 통행특성과 통행행태에 관한 연구”. 대한교통학회지 제24권 제5호, pp89-108.

수도권교통본부. 2009. 수도권 장래교통 수요예측 및 대응방안 연구. 서울 : 수도권교통본부.

엄진기. 2008. “시공간 활동인구 추정에 의한 통행수요 예측”. 대한교통학회지 제26권 제5호, pp163-174.

윤대식. 1997. “통근통행자의 통행패턴 선택행태의 분석”. 대한교통학회지 제15권 제14호, pp35-51.

정성용. 2009. “혼합로짓모형을 이용한 주차선택 선호이질성에 관한 연구: 대구광역시 쇼핑통행을 중심으로”. 도시행정학보 제22권 제2호, pp137-162.

정진혁 · 정진우. 2007. “혼합로짓모형을 이용한 통행시간가치 신회귀간 추정”. 지역연구 제23권 제3호, pp91-109.

최기주 · 최윤혁 · 정우현. 2007. “BRT 도입에 의한 자동차 대기오염 저감효과”. 대한토목학회논문집 제27권 제1호, pp9-17.

홍다희 · 박경아. 2011. 스마트 모빌리티 기반의 미래 교통서비스 구축방안. 경기 : 한국교통연구원.

Bowman, J. L. and Ben-Akiva, M. E. 2000. “Activity Based Disaggregate Travel Demand Model System with Activity Schedules”. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* vol.35, pp1-28.

Doherty, S. T. 2000. 1. 9~13. “An Activity Scheduling Process Approach to Understanding Travel Behavior”. *Presented at 79th TRB Annual Meeting*. Washington, D.C.

Doherty, S. T., Miller, E. J., Axhausen, K. W. and Gärling, T. 2001. “A Conceptual Model of The Weekly Household Activity-Travel Scheduling Process”. eds. E. Stern., I. Salomon, and P. Bovy. *Travel Behavior: Patterns, Implications and Modeling*. Previously presented at the Network on European Communications and Transport Activities Research Euroconference. Israel. April 19-25.

Kitamura, R., Chen, C., Pendyala, R. 1997. “Generation of Synthetic Daily Activity-Travel Patterns”. *Transportation Research Record* 1607, pp154-162.

Miller, E. J. and Roorda, M. J. 2003. “Prototype Model of Household Activity-Travel Scheduling”. *Transportation Research Record* 1831, pp114-121.

Timmermans, H. 2001. “Models of Activity Scheduling Behaviour”. *Stadt Region Land*, pp33-47.

Van Bladel, K., T. Bellemans, D. Janssens, and G. Wets. 2009. “Activity Travel Planning and Rescheduling Behavior: Empirical Analysis of Influencing Factors”. *Transportation Research Record* 2134, pp135-142.

- 
- 논문 접수일: 2012. 7. 20
  - 심사 시작일: 2012. 7. 31
  - 심사 완료일: 2012. 8. 9

## Exploring Impacts of Activity Factors on Travel Mode Choice : Focused on Discretionary Activities

**Keywords:** Activity Duration, Discretionary Activity, Mode Choice, Mixed Logit Model, Shopping and Leisure Activity

Travel is derived demand for activity, so it is necessary to analyze activity-travel behavior. In particular, it should be identified interrelationships among major components of activities, such as activity type, activity duration and travel mode. Therefore, this study is to identify impacts of activity factors on travel mode choice using the 2006 Household Travel Survey Data in Seoul, focusing on discretionary activities (such as shopping and leisure), through descriptive analysis techniques such as one-way ANOVA tests and chi-squared tests, and advanced discrete choice models (mixed logit models) by activity type. Our results show that activity duration statistically significantly affect travel mode choice and their impacts are different by activity type. In addition, significant variables of the models are different by activity type. It is also found that heterogeneous characteristics of travel time and travel costs exist in the models but they are different by activity type. Overall, our findings are able to contribute developing our activity-based models for travel demand forecast comprehensively by identifying interrelationships between major components of activities.

## 활동요소가 통행수단선택에 미치는 영향 분석 : 선택적 활동을 중심으로

**주제어:** 활동지속시간, 선택적 활동, 수단선택, 혼합로짓모형, 쇼핑 및 여가활동

통행은 활동의 파생수요로 널리 알려져 있으며, 활동 - 통행행태에 대한 다양한 분석의 필요성이 대두되어 왔다. 특히 활동 - 통행관련 요소로서 활동유형, 활동지속시간, 통행수단선택 등이 있으며 이들 간의 상호 연관성을 분석하는 것은 매우 중요하다. 이에 본 연구에서는 선택적 활동을 중심으로 2006년 서울시의 가구통행실태조사자료를 이용하여 주요 활동구성요소인 활동유형과 활동지속시간이 통행수단선택에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 이를 위해 먼저 일원분산분석, 카이제곱검정 등의 기술통계분석을 실시하였으며, 활동유형별로 통행수단선택모형(혼합로짓모형)을 구축하였다. 또한 통행수단선택모형 추정결과도 활동유형별로 유의한 변수가 다르게 나타났다. 통행시간과 통행비용이 수단선택에 있어서 이질성이 존재함을 모형을 통해 확인하였고 이들 효과는 활동유형에 따라 다르게 나타나고 있음을 알 수 있었다. 결론적으로 본 연구는 활동구성 요소와 통행수단선택의 상호관계를 규명함으로써 향후 국내 활동기반모형 구축 시 주요 활동요인들 간의 관계를 이해함으로써 종합적인 모형을 정립하는 데 기여할 수 있을 것이다.