

□ 論 文 □

# 토지이용패턴과 통행수단선택간의 관계:

## 서울의 통근통행수단을 중심으로

The Relationships between Land Use Patterns and Mode Choices for Home-Based Work Trips :  
The Case of Seoul metropolitan Region

전 명 진

(중앙대학교 지역개발학과 교수)

目 次

I. 서론	Ⅲ. 밀도와 교통수단선택간의 관계
Ⅱ. 토지이용패턴과 교통간의 관계에 관한 논쟁	1. 자료 및 분석방법
1. 고밀도 토지이용 옹호론자들	2. 분석의 결과
2. 고밀도 토지이용 비판자들	Ⅳ. 결론
3. 선행연구의 시사점	참고문헌

요 약

본 연구는 서울대도시권을 대상으로 토지이용패턴과 통행수단선택간의 관계를 경험적으로 분석하여 수도권 토지이용 및 교통정책에 시사점을 제시하는 것을 목적으로 하고 있다. 다중 로짓모형을 이용한 분석에서 직장 및 주거밀도가 높을수록 전철과 버스 등 대중교통수단에 대한 높은 의존도를 보이는 것으로 나타났다. 또한 직장중심지의 경우 버스보다는 자가용이용율이 높은 것으로 나타나 고밀도 정책이 반드시 대중교통수단으로의 이동을 의미하는 것은 아니라는 사실을 경험적으로 입증하고 있다.

## I. 서론

토지 경제학적인 관점에서 도시내 토지이용의 고밀화는 도심에서의 지대 상승으로 인해 생산자(주택의 경우 소비자)가 토지를 비토지 생산요소(비주택소비재)로 대체함으로써 토지투입을 줄이는 반면 비토지 투입을 증대시킴으로써 발생하는 현상으로 설명한다. 이 때 도심에서의 지대가 주변지역보다 높은 이유는 교통비용때문이며 교통비용이 높으면 높을수록 도심가까이 입지하는 것이 유리하게 되고 교통비용의 감소는 도시확산의 요인이 된다고 설명한다. 즉 지가를 교통체계가 제공하는 접근성의 함수로 보고 도시토지이용패턴은 교통체계에 의하여 결정된다고 한다. 이와는 반대로 도시토지이용패턴은 사회경제적 활동패턴을 결정하며 이러한 사회경제적 활동은 다시 도시교통체계에 영향을 미친다. 즉 토지이용패턴과 교통은 상호의존적이며 순환적인 관계를 가지며 서로 영향을 주고 받는다.

그러나 교통비용이 높은 경우에 교통은 토지이용패턴의 결정에 중요한 역할을 하지만 최근 교통비용의 급격한 감소로 도시토지이용패턴 결정에 대한 교통의 역할이 점점 감소하고 있는 추세이다. 또한 토지이용패턴이 교통에 미치는 효과를 보면 토지이용패턴이 개인의 통행선택에 영향을 미치는 중요한 제약요인이지만 개인의 통행패턴을 결정하는 결정인자는 아니다. 즉 소득, 자동차 보유대수, 직업 등의 개인 혹은 가계의 특징과 통행의 시간비용 및 금전적 비용 등 통행비용 등이 개인의 통행선택을 결정하는 직접적인 요소가 된다.

많은 대도시들이 추구하고 있는 교통문제를 해결하기 위한 토지이용정책의 성공여부는 토지이용패턴이 어느정도 도시민의 개인통행선택에 제약요인으로 작용할 지에 달려있다. 즉 토지이용패턴은 간접적으로 개인의 통행선택에

영향을 미칠 수는 있지만 영향을 주는 정도는 개인 혹은 도시에 따라 다르게 나타난다. 예를 들어 동일한 도시공간상에서 직주근접을 통한 통근거리를 최소화하려는 원리와 통근거리보다는 사회적, 인종적, 그리고 환경적 요소들을 중요시하여 긴통근 및 지역교환형통근을 발생시키는 원리가 공존할 수 있다 (Bourne, 1982).

본 연구는 개인의 통행수단선택이 토지이용패턴을 나타내는 직장밀도와 주거밀도수준에 의하여 상당한 영향을 받을 것이라는 가정하에 직장 및 주거밀도, 통근시간, 전철역 유무, 그리고 중심지(도심 혹은 부도심) 여부 등의 변수가 개인의 통행수단선택에 어떤 영향을 미치는지를 분석함을 목적으로 하고 있다. 본 연구의 결과는 서울을 사례지역으로 한 환경친화적이고 교통효율적인 도시형태에 관한 논쟁에 대한 부분적인 해답을 제공할 수 있을 뿐만 아니라 서울의 심각한 도시교통문제해결을 위한 토지이용변화를 통한 정책적 대안을 도출해 낼 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 주거지(출발지)와 직장(도착지)을 기준으로하는 2종류의 다중로짓모형을 구축하고 통근통행수단을 전철, 버스, 자가용, 자전거 및 도보, 그리고 기타 등 5종류로 구분하여 직장 및 주거밀도가 통근통행수단선택에 어떤 영향을 미치는지를 분석하며 분석 자료는 1990년 센서스의 서울시 행정동별 통행수단별 통근 O-D데이터를 이용하였다.

## II. 토지이용패턴과 교통간의 관계에 관한 논쟁

### 1. 고밀도 토지이용 옹호론자들

최근의 많은 학자들은 도시공간구조를 고밀

도화 함으로써 자동차에 대한 의존도를 줄이고 교통혼잡을 경감시킬 수 있다고 주장한다. 특히 신전통적 토지이용패턴은 시종점간의 거리를 줄이기위해 토지를 고밀도로 개발하고 혼합토지이용 (mixed land-use)을 권장하여 대중교통수단, 자전거, 혹은 도보 등의 교통수단을 이용해도 도시활동에 어려움이 없도록 토지이용패턴을 바꾸어야 한다는 주장이다. 즉 1900년대초의 전통적 토지이용패턴으로 회기화자는 주장으로 이러한 토지이용패턴은 통행거리를 짧게 하고 혼합토지이용으로 인해 다양한 도시기능이 좁은 지역에 밀집해 있기 때문에 통행간의 연계가 개선됨에 따라 자동차사용이 줄어들고 이로인한 교통혼잡과 에너지 소비가 감소한다는 주장이다.

에너지 소비와 도시형태간의 관계에 대한 연구로 가장 많이 인용되는 Kenworthy and Newman(1988)의 연구를 보면 전세계적으로 32개 대도시에서의 연간 1인당 가솔린 소비를 측정 한 결과 미국의 도시들은 유럽의 도시보다 약 4배 더 많은 1인당 가솔린 사용량을 가지며 소비증가율은 유럽이 미국의 3배에 달하는 것으로 분석되었다. 간단한 회기분석을 이용한 분석에서 가솔린 가격의 차이, 소득의 차이, 그리고 자동차 연료효율성 등의 일반적인 설명변수들은 가솔린 수요차이의 40%정도만 설명을 하며 인구밀도가 높은 설명력을 가지는 것으로 분석하였다. 인구당 도로면적, 대중교통수단의 수송분담을 등 도시형태를 나타내는 변수도 가솔린 사용과 밀접한 관계를 가지는 것으로 분석되었다. 결국 그들은 인구밀도가 가장 중요 요소이며 따라서 교통에너지 수요와 이에따른 환경적 문제를 해결하기 위하여 도심회기정책(reurbanization)을 펴야한다고 주장한다.

Cevero(1995)는 토지이용과 교통이 종합적으로 연계되어 계획되지 못해서 생기는 문제를

치유하기 위해 새로이 '신전통개발'(Neo-Traditional Development)이라는 개념을 소개했다. 그 주요내용은 밀도높은 개발은 반드시 효율적 대중교통서비스와 결합되어야 교통효율이 높다는 것이다. 그리하여 고밀도지구의 거주자는 저밀도지구의 거주자에 비해 자동차운행횟수가 줄어들고 운행거리가 짧아지며 대중교통에 대한 이용율이 상대적으로 높아지며 그 결과 에너지 사용량과 사회전체적으로 운행거리 감소로 교통혼잡이 완화된다는 것이다.

유럽국가연합의 1990년 도시환경에 대한 환경백서에서는 고밀도시의 혜택을 다음과 같이 주장하고 하고 있다 (EU green paper, 1990; McLaren, 1992). 즉 1) 높은 주거밀도는 자동차 통행없이도 제반활동을 용이하게 하며 2) 높은 주거밀도는 샵센터나 다른 편의시설의 입지를 유인할 수 있는 충분한 지역수요를 창출하며, 3) 높은 주거 밀도는 통행수요를 집중시킴으로써 대중교통수단의 효율성을 높이는 반면 자동차의 사용과 보유를 더 어렵게 만든다는 것이다. 또한 다른 조건이 동일하다면 고밀도 주거는 단위면적당 토지가격의 상승을 초래하여 지방재정에 도움을 줄 수도 있다고 주장한다.

## 2. 고밀도 토지이용 비판자들

Bae and Richardson (1993)은 고밀도 토지이용패턴이 자동차의존도를 낮추고 통행거리를 줄여 대도시 대기오염문제를 완화시킬 수 있다는 주장에 대해 다음의 이유를 제시하며 반박하였다. 그들에 따르면 토지이용의 고밀화로 출발지와 목적지간의 거리가 감소함에 따라 통행거리가 짧아 지기는 하나 짧은 통행은 통행비용의 감소를 의미하며 통행비용의 감소는 통행수요의 증가를 초래하여 결국 통행량은 증가한다는 것이다. 여러가지 교통수단이 존재한다면 분석은

더욱더 복잡해진다. 즉 통행시간에 대한 각 수단별 수요의 탄력성과 수단간의 대체가능정도에 따라 통행량을 달라 질것이다. 자동차통행량에 영향을 주는 것은 통행횟수와 통행길이로 통행회수의 증가가 통행길이의 감소분보다 많다면 고밀도시를 옹호하는 사람들의 주장과는 상반될 수 있다. 또한 통행회수의 증가보다 통행거리감소분이 큰 경우라 할지라도 통행회수가 증가 했기 때문에 최초시동과 시동을 끈후의 공해 (엔진시동시 배기가스와 시동을 끈 후의 배기가스가 10마일의 평균속도로 주행할 때 발생하는 탄화수소의 65%에 해당하는 량을 발생시킨다)로 대기오염이 더 심각해질 수 있다고 주장한다.

자동차 통행의 증가나 휘발유 소비량의 증가만이 직접적으로 대기오염과 관계가 있는 것은 아니다. 대기오염문제의 정도는 차량당 매연 배출율과 관련이 있을 뿐만 아니라 1 인당 공해에 노출되어 있는 정도에 달려 있다. 동일한 수준의 대기오염에 대해서 단위 면적당 공해에 노출되어 있는 사람이 고밀도 지역에 많기 때문에 고밀도지역주민의 공해문제가 저밀도지역의 공해문제보다 심각할 수 있다. 대기는 오염물질

을 흡수할 제한된 용량을 가지는데 오염의 정도는 용량이 포화상태로 이동함에 따라 기하급수적으로 증가하며 이러한 현상이 발생할 가능성은 고밀도 지역에서 훨씬 높다.

또한 실질적으로 통행거리를 줄이기 위해서는 밀도를 큰 폭으로 올려야 한다는 주장이 있다. Downs(1992)는 5%의 통근거리를 줄이기 위해 밀도를 3배로 높혀야 한다는 모의모형분석 결과를 제시했다.

실제적으로 높은 주거밀도를 달성하는 정책이 중요한 토지이용정책의 목표로 이용된 경우는 찾아보기 힘들다. 영국을 비롯한 대부분의 나라에서 과거에 추진한 토지이용정책은 환경적, 사회적, 그리고 삶의 질의 관점에서 분산을 통하여 내부도시의 밀도를 줄이는데 초점을 맞추어져 왔다. 이러한 종류의 정책관점은 아직까지 서울이나 동경을 비롯한 여러나라 도시에서 찾아볼 수 있다. 뿐만아니라 대부분의 도시에서 인구와 직장의 분산화로 이행되는 시장주도적인 경향이 있으며 이러한 경향은 거의 대부분의 경우에 도시의 평균주거밀도를 감소시켰다 (OECD, 1995).

<표 1> 고밀도 토지이용옹호론과 비판론의 비교

	고밀도 토지이용 옹호론	고밀도 토지이용비판론
주요내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고밀도 토지이용으로 교통혼잡완화</li> <li>○ 높은 대중교통 의존도</li> <li>○ 직주근접정책</li> <li>○ 도심회기정책</li> <li>○ 혼합토지이용</li> <li>○ 짧은 통행거리로 인한 적은 에너지 소비 및 교통으로 인한 대기오염 경감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 고밀도 토지이용은 교통혼잡가중</li> <li>○ 고밀도하에서 통행거리는 짧아 지지만 통행량은 증가</li> <li>○ 통행량의 증가는 대기오염을 악화</li> <li>○ 고밀도화는 1인당 공해노출정도를 악화</li> <li>○ 분산을 통한 도시내부밀도의 감소가 바람직</li> </ul>
대표학자	Kenworthy, Newman, Cervero, McLaren 등	Richardson, Gordon, Downs 등
시 사 점	개별도시의 역사적, 자연적 및 사회적 특성에 따라 바람직한 도시공간패턴이 달라짐.	

### 3. 선행연구의 시사점

도시형태와 교통 및 환경에 관한 선행연구검토로부터 다음의 결론을 도출할 수 있다 (Anderson et al, 1996). 첫째는 교통문제해결을 위한 토지이용정책은 개인의 통행패턴에 영향을 미쳐 통행량, 통행수단, 통행시간, 통행노선 등 개인의 통행패턴의 변화를 통하여 교통 및 환경적 문제를 해결하는 수단이다. 그러나 이러한 정책들이 어느정도 개인의 통행패턴을 변화시키고 이로인한 자동차 대기오염문제 해결에 어느정도 영향을 미칠지에 대한 과학적인 분석이 필요하다. 여기에서 도시형태는 이러한 개인적 통행선택에 영향을 주는 중요한 요소인 동시에 제약조건이지만 개인의 통행패턴을 결정하는 결정인자는 아니다.

둘째는 어떤 도시형태가 가장 환경친화적인가에 대한 답을 선행연구는 제시하지 못하고 있다. 즉 도시형태가 자동차 대기오염에 미치는 효과에 대해서 선행연구들은 공통된 해답을 제시 못하고 있다. 여기에서 가장 근본적인 문제는 토지이용의 변화가 에너지 소비나 환경문제를 해결하는데 정말 확실한 차이를 만들 수 있을 것인가하는 것이다. 만약 그렇지 않다면 정책적 노력은 기술적인 해결책이나 토지이용의 변화를 유발하지 않는 행태적 변화에 초점을 맞추어야 한다. 서로 다른 도시형태가 서로다른 에너지소비율을 가진다고 해서 그것이 어떤 특정 도시의 형태를 바꿈으로써 상당한 에너지 절약효과를 가져올 수 있다는 것을 의미하는 것은 아니다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 정책적 인센티브에 대해 개인이 어떻게 행태를 바꾸는지를 측정하기 위한 더 많은 행태적 접근법을 이용한 연구가 필요하다.

세번째는 대중교통수단이 담당할 수 있는 역할의 정도이다. 많은 선행연구는 교통에너지 사

용과 대기오염문제를 해결하는데는 승용차 통행을 대중교통으로 전환하는 것이 관건이라고 주장한다. 그러나 북미의 경우 총통행중 대중교통수단분담율이 너무낮기때문에 대중교통수단을 이용한 접근법은 잘못된 것이라고 주장한다. 북미 여러도시들 중에서 투지이용패턴이 대중교통수단을 이용하기에 적절한 곳에서는 대중교통수단분담율을 높일 수 있으며 이들 도시의 토지이용패턴이 기존의 철도입지에 의해 많은 영향을 받은 것을 알 수 있다. 그러나 기존의 토지이용패턴이 대중교통망의 확장으로인해 바뀌게 될 것인가에 대해서는 또다른 문제이다. 이러한 문제는 교통과 토지이용을 통합하는 분석적인 틀속에서 가능하다.

본 연구에서는 도시의 주거밀도와 직장밀도가 각 zone에 거주하거나 직장을 가지고 있는 개인들의 통근통행수단에 어떤 영향을 미치는지를 다음 장에서 경험적으로 분석하여 도시토지이용패턴과 통행선택간의 관계를 규명하고자 한다.

## III. 밀도와 교통수단선택간의 관계

### 1. 자료 및 분석방법

본 연구에서 이용된 자료는 1990년의 인구 및 주택센서스의 서울시 동별, 통행수단별 통근자수와 통근시간<sup>1)</sup>, 동별 행정구역면적, 전철역의 유무, 도심 혹은 부도심<sup>2)</sup> 여부의 더미변수들이 있다.

본 연구를 위해서 크게 두 종류의 다중로짓모형이 구축되어 분석에 이용되었다 (Pindyck and Rubinfeld, 1981)<sup>3)</sup>. 첫째 모형은 주거지기준으로 주거밀도, 동별 출발자의 평균통근시간, 그리고 해당동에 전철역이 있는지와 중심지 여부

등이 더미변수로 포함되는 모형식이다. 두 번째 모형은 도착지 기준으로 직장밀도, 동별 도착자의 평균통근시간, 도착동으로서의 전철역 존재 여부, 중심지여부 등의 변수를 포함하는 모형이다. 이들 다중로짓모형을 구축하기 위해 동별, 교통수단별 통행시간과 해당동의 특징을 나타내는 직장 (주거)밀도, 전철역 유무, 중심지 여부 등의 집계자료를 사용하였다.

다음 모형식은 출발지기준 및 도착지기준의 다중로짓모형을 나타내고 있다. 각각의 다중로짓모형에서 종속변수를 5가지 종류의 교통수단으로 구분하고 (전철, 버스, 자가용, 도보 및 자전거 그리고 기타) 서로 다른 교통수단간의 선택확율비 (비교수단의 확율/기준수단의 확율)를 추정하여 분석하였다.

$$\log \frac{P_j}{P_i} = \alpha_j + \beta_{ij} D_i + \gamma_{ij} T_i + \delta_{ij} S_i + \psi_j C_i$$

여기에서

$P_j$  ( $j=1$ (전철), 2(버스), 3(자가용), 4(도보,자전거), 5(기타)) = 통행수단  $j$ 의 선택확률,  $J$ =비교수단,  $j$ =기준수단

$D^k$  ( $k=1$ (출발지), 2(도착지)) = 존  $i$ 의 주거밀도

$T^k$  ( $k=1$ (출발지), 2(도착지)) = 평균통근시간

$S_i$  = 존  $i$ 의 전철역 유무

$C_i$  = 존  $i$ 의 도심 및 부도심 여부

$\alpha_j, \beta_{ij}, \gamma_{ij}, \delta_{ij}, \psi_j$ 는 독립변수의 파라메타

이상의 모형은 출발지 기준과 도착지 기준 각각 10회의 일반화된 최소자승법 (generalized least-squares estimation) 을 통하여 파라메터를

추정하였다. 이는 Zellner와 Lee (1965)에 의하여 제안된 방법으로 다중로짓모형의 각 함수식과 관련된 오차항간의 상관관계를 고려한 모수 추정방법이다. 본 연구에서는 범용적인 통계 패키지인 SAS프로그램을 이용하여 독립변수의 파라메타 추정과 통계적 유의성 (t-ratio)을 중점적으로 파악해 보았다.

## 2. 분석의 결과

분석결과 출발지 기준의 다중로짓모형과 도착지 기준의 다중로짓모형으로 부터 독립변수 파라메타 값이 추정되었다. <표 1>은 출발지 기준의 다중로짓모형 분석결과를 보여주고 있다. 주거밀도와 통근수단선택과의 관계를 보면 주거밀도가 전철과 버스사이의 통행수단선택에서는 특정수단에 뚜렷한 선호도 특성을 찾기 힘들 정도로 낮은 t-값을 보여주고 있는 반면 버스와 자가용, 철도와 자가용의 경우 밀도가 높을수록 버스와 전철을 선택할 확률이 높다는 것을 알 수 있다. 즉 주거밀도가 높을수록 버스나 전철 등 대중교통수단을 이용할 확율이 높으나 버스와 전철중 어느 특정 통행수단이 선호된다고 말하기는 힘들다. 또한 도보와 자전거대 자가용간의 수단선택을 보면 주거밀도가 높을수록 도보나 자전거를 많이 이용하는 것으로 나타났다. 주거밀도에 따른 도보나 자전거대 버스, 도보나 자전거대 전철간의 통행수단선택을 보면 두 경우 모두 낮은 t-값 (-0.3과 -0.15)을 나타내고 있어 이들 통행수단간에도 주거밀도와 관련성이 비교적 적은 것으로 나타났다.

통근시간과 통행수단선택간의 관계를 보면

- 1) 주거지 기준일 경우 서울시에 거주하면서 서울을 포함한 수도권으로 통근하는 사람들의 통근통행, 직장을 기준으로 했을 경우 서울을 포함하는 수도권에 거주하면서 서울에 있는 직장에 통근하는 사람들의 통행을 포함하고 있음
- 2) 전명진 (1995a)의 연구에서 식별된 도심 및 부도심을 사용하였음
- 3) 유사한 모형이 Pindyck and Rubinfeld (1981)의 저서 305 페이지에 제시되어 있음.

통행시간이 길수록 자가용, 전철이나 버스, 그리고 도보나 자전거의 순으로 통행수단을 선택하는 것으로 분석되어 통행이 길수록 자가용을 이용할 확률이 높은 것으로 나타났다. 예상하는 바와 같이 전철역의 유무가 통근통행수단선택에 미치는 효과를 보면 전철역이 있는 곳에서 철도가 다른 모든 종류의 수단들보다 선호된다는 것을 보여주고 있다. 중심지여부와 통근통행수단선택과의 관계를 보면 본 분석이 출발지기준이기 때문에 주거지이면서 직장중심지인 경우를 의미하므로 중심지여부가 통근통행수단선택에 큰 영향을 미치고 있지 않다는 것을 보여주고 있다. 따라서 거의 대부분의 경우 아주 낮은 t-값을 보여주고 있으나 예외적으로 기타 통행수단보다는 버스와 도보 및 자전거통행이 선

택될 확률이 높다는 것을 알 수 있다.

〈표 2〉는 도착지기준의 다중로짓모형 분석결과이다. 직장밀도와 통근수단선택과의 관계를 보면 직장밀도도 주거밀도와 마찬가지로 전철과 버스사이의 통행수단선택에서 특정수단에 뚜렷한 선호도를 찾아보기 힘들 정도로 낮은 t-값을 보여주고 있는 반면 버스와 자가용, 철도와 자가용의 경우 직장밀도가 높을수록 버스와 전철을 선택할 확률이 높다는 것을 보여주고 있다. 특히 버스대 자가용의 경우에서 직장밀도가 높아짐에 따라 버스를 선택할 확률이 철도를 선택할 확률보다 약간 높게 나타났으나 그 차이가 미미하다. 따라서 직장밀도가 높아짐에 따라 전철보다는 버스를 선택할 확률이 높다고 단정하기는 어렵다.

〈표 1〉 출발지기준 다중로짓모형의 분석결과

종속 변수		절 편	주거밀도	통근시간	전 철 역
log(철도/버스)	모수추정값	-1.31	-0.00	0.01	0.485*
	t-값**	-4.21	-0.02	1.43	4.52
log(자가용/버스)	모수추정값	-2.67	-0.000069*	0.049*	-0.07
	t-값	-8.01	-10.09	6.88	-0.68
log(도보&자전거/버스)	모수추정값	1.85	-0.00	-0.059*	0.02
	t-값	11.71	-0.31	-17.53	0.53
log(기타/버스)	모수추정값	-3.00	-0.000017*	0.011*	-0.07
	t-값	-17.62	-4.95	2.92	-1.30
log(자가용/철도)	모수추정값	-1.36	-0.000069*	0.040*	-0.564*
	t-값	-3.71	-9.15	5.04	-4.44
log(도보&자전거/철도)	모수추정값	3.16	-0.00	-0.069*	-0.456*
	t-값	11.45	-0.15	-11.65	-4.77
log(기타/철도)	모수추정값	-1.69	-0.00	0.00	-0.562*
	t-값	-5.72	-2.82	0.18	-5.50
log(도보&자전거/자가용)	모수추정값	4.53	0.000068*	-0.109*	0.10
	t-값	12.20	8.94	-13.66	0.84
log(기타/자가용)	모수추정값	-0.32	0.000052*	-0.039*	0.00
	t-값	-1.20	9.31	-6.63	0.02
log(기타/도보)	모수추정값	-4.86	-0.000016*	0.070*	-0.10
	t-값	-26.39	-4.31	17.80	-1.67

주) \*는 99%이상의 통계적 유의수준을 나타냄

\*\*로짓모형의 분석결과 R<sup>2</sup> (결정계수)를 이용한 모형설명보다 t-ratio를 이용한 설명이 설득력이 높기 때문에 t-ratio를 분석 결과에 제시함

출발지기준에 따른 도보나 자전거대 버스, 도보나 자전거대 전철간의 통행수단선택을 보면 두 경우 모두 주거밀도와 무차별한 것으로 분석된 반면 도착지기준으로보면 직장밀도가 높을 수록 도보나 자전거보다는 버스나 전철을 선택할 확률이 높은것으로 분석되었다. 이는 직장밀도를 높이는 고밀도 정책이 대중교통이용을 높이지만 도보나 자전거로 통행수단이 대체되기 위해서는 혼합토지이용으로 주거지가 주변에 입지해야한다는 것을 시사한다.

도착지기준의 경우 통근시간과 통행수단선택

간의 관계를 보면 통행시간이 길수록 도보나 자전거, 버스, 자가용, 그리고 철도의 순으로 통행수단을 선택하는 것으로 분석되었다. 이는 출발지기준시 버스나 전철이 통근시간에 무차별했던 경우와는 달리 통근시간이 길수록 철도를 선택하는 것으로 나타나 철도가 중장거리 통근에 높은 분담율을 보이고 있다는 것을 알 수 있다. 전철역의 유무가 통근통행수단선택에 미치는 효과를 보면 전철역이 있는 곳에서 철도가 다른 모든 종류의 수단들보다 선호된다는 것을 알 수 있다.

〈표 2〉 도착지기준 다중로짓모형의 분석결과

종 속 변 수		절 편	직장밀도	통근시간	전 철 역
log(철도/버스)	모수추정값	-2.75	-0.00	0.042*	0.264*
	t-값**	-22.72	-0.12	13.01	3.58
log(자가용/버스)	모수추정값	-1.98	-0.0000083*	0.024*	-0.01
	t-값	-23.50	-5.00	10.56	-0.29
log(도보&자전거/버스)	모수추정값	3.15	-0.0000063*	-0.089*	-0.01
	t-값	38.29	-3.88	-40.47	-0.26
log(기타/버스)	모수추정값	-1.41	-0.00	-0.029*	0.02
	t-값	-18.74	-0.76	-14.54	0.58
log(자가용/철도)	모수추정값	0.76	-0.0000080*	-0.018*	-0.279*
	t-값	5.81	-3.09	-5.18	-3.48
log(도보&자전거/철도)	모수추정값	5.91	-0.0000060*	-0.131*	-0.277*
	t-값	51.51	-2.65	-42.83	-3.97
log(기타/철도)	모수추정값	1.33	-0.00	-0.071*	-0.237*
	t-값	8.89	-0.28	-17.84	-2.59
log(도보&자전거/자가용)	모수추정값	5.14	0.00	-0.112*	0.00
	t-값	42.51	0.84	-34.97	0.02
log(기타/자가용)	모수추정값	0.56	0.0000071*	-0.053*	0.04
	t-값	6.27	4.02	-22.01	0.76
log(기타/도보&자전거)	모수추정값	-4.57	0.00	0.060*	0.04

주) \*는 99%이상의 통계적 유의수준을 나타냄

\*\*로짓모형의 분석결과 R<sup>2</sup>(결정계수)를 이용한 모형설명보다 t-ratio를 이용한 설명이 설득력이 높기 때문에 t-ratio를 분석 결과에 제시함

도착지기준으로 중심지여부와 통근통행수단 선택과의 관계를 보면 직장중심지에서 버스보다는 철도를, 버스보다는 자가용을, 도보 및 자

전거보다는 버스나 전철을 선택할 확률이 높은 것으로 분석 되었다. 즉 직장중심지에서 도보 및 자전거를 선택할 확률이 가장 낮으며 버스



보다는 철도나 자가용을 선택할 확율이 높은 것으로 파악되었다. 그러나 철도와 자가용간의 선택에서는 낮은  $t$ -값을 보이고 있어 어느 특정 통행수단이 더 높은 확율을 가지고 있다고 말할 수 없다. <표 2>는 도착지 기준으로 볼 때 중심지여부가 통근통행수단선택에 비교적 큰 영향을 미치고 있다는 것을 보여주고 있다.

#### IV. 결론

본 연구는 서울시의 행정동을 중심으로 직장 및 주거밀도와 통근통행수단선택간의 관계를 다중로짓모형을 사용하여 분석하였다. 주거 및 직장밀도와 교통수단선택과의 관계를 분석한 결과를 요약하면

첫째, 밀도가 높을 수록 전철과 버스 등 대중교통수단이용율이 높으며 버스와 전철을 비교해 보면 직장 및 주거밀도에 거의 무차별 한 것으로 나타나 (직장밀도가 높을 수록 버스를 선택할 확율이 철도를 선택할 확율보다 약간 높게 나타나나 통계적으로 유의한 수준은 아니다) 고밀도 지역에 대한 수송분담율이 버스나 전철이 크게 차이가 나지 않는다는 것을 알 수 있다. 분석에 사용된 자료가 서울시 전철망이 본격적으로 구축되던 시기인 1990년 자료이기 때문에 최근에 구축된 새로운 전철망을 포함하는 최근의 자료를 이용한다면 전철로 연결되지 않던 많은 주거 및 직장 고밀도지역에서의 통행수단이 버스에서 전철로 이동할 수 있기 때문에 전철을 선택할 확율이 높아질 가능성이 있으나 이러한 가능성은 버스전용차선제 등의 교통수요관리정책에 따른 버스에 대한 차별적 정책으로 인해 상쇄될 수 있다. 결국 2000년의 센서스 자료를 통한 분석이 이루어 져야 버스와 전철간의 수단선택 확율차이를 규명할 수

있을 것으로 보인다.

둘째, 직장중심지로 통근하는 통근자의 통근수단선택을 보면 전철과 자가용을 선택할 확율이 가장 높은 것으로 나타나 예상과 다른 결과를 보이고 있다. 즉 직장중심지는 직장밀도가 가장 높은 지역임에도 불구하고 자가용에 대한 이용율이 높다는 것은 직장중심지내 직장의 대부분이 화이트칼라 직종으로 높은 자가용 보유율을 지닌 종업원들이 버스보다는 자가용을 선택하기 때문으로 판단된다. 즉 전철로의 접근성이 용이하지 않는 주거지역에 거주하는 중심지 통근자의 경우 버스와 자가용중 자가용을 선택할 확율이 높다는 것을 의미하며 이는 버스를 이용함으로써 얻는 효용의 크기 (통행시간, 통행비용, 쾌적성 등)보다 자가용을 이용함으로써 얻는 효용의 크기가 크기 때문으로 해석할 수 있다. 이러한 분석결과가 토지이용과 교통에 주는 정책적 시사점은 직장밀도를 높이는 것이 반드시 대중교통이용율을 높이는 방향으로 통행패턴을 변화시키지 않는다는 것이며 밀도의 변화와 대중교통서비스의 개선이 동시에 병행되어야만 의도하는 통행수단의 변화를 이끌어 낼 수 있다는 사실이다.

셋째, 전철역의 유무가 통행수단선택에 미치는 영향을 분석해본 결과 전철역이 있는 행정동에 주거 혹은 직장을 가진 사람들의 통근수단은 전철이 가장 높은 것으로 분석되었다. 즉 전철역의 접근성이 통근수단선택에 아주 중요한 요소로 작용한다는 것을 알 수 있다.

넷째, 도착지기준의 경우 통근시간과 통행수단선택간의 관계를 보면 통행시간이 길수록 철도, 자가용, 버스, 그리고 도보나 자전거의 순으로 통행수단을 선택하는 것으로 분석되었다. 즉 통근시간이 길수록 철도를 선택하는 것으로 나타나 철도가 중장거리 통근에 높은 분담율을 보이고 있다는 것을 알 수 있으며 이는 철도가

직주분리의 정도를 크게 한다는 외국의 선행연구들과 일치하는 결과이다.

다섯째, 출발지기준에 따른 도보(자전거)대 버스, 도보(자전거)대 전철간의 통행수단선택을 보면 두 경우 모두 주거밀도와 무차별한 것으로 분석된 반면 도착지기준으로보면 직장밀도가 높을 수록 도보(자전거)보다는 버스나 전철을 선택할 확률이 높은것으로 분석되었다. 이러한 현상은 한편으로는 직주분리현상을 간접적으로 설명하는 것으로 직장밀도가 높은 지역주변에 도보 혹은 자전거로 통근이 가능한 주거지역이 많지 않다는 것을 의미하며 도보나 자전거의 통행율을 높이기 위해서는 직장밀도가 높은 지역에 혼합토지이용이 가능하도록 하여 주거지가 입지할 수 있도록 하여야 한다는 정책적 시사점을 도출할 수 있다. 또한 다른 관점에서 보면 보행환경이 열악하고 자전거 전용도로의 부재 등으로 인하여 직장밀도가 높은 지역 주변에서 주거하고 있더라도 이러한 통근수단을 선택하기 어렵기 때문이라는 해석도 가능하다.

## 참고문헌

1. 전 명진, 1995a, 다핵도시공간구조하에서의 통근형태: 서울대도시권을 중심으로, 국토계획, 제 30권 제2호, 223-236
2. 전 명진, 1995b, Is Seoul Really Polycentric?, 국토계획, 제 30권 4호, 285-294
3. Anderson W. P. Kanaroglou P. S and Miller E. J 1995 Urban form, energy and environment: a review of issues, evidence and policy Urban Studies 33(1) 7-35
4. Bae, C-H and Richardson, H. W. (1993) Automobiles, The Environment and Metropolitan Spatial Structure, The Federal Highway Administration-Lincoln Institute of Land Policy Conference, Arlington, Virginia
5. Banister, D. (1992) "Energy Use, Transport and Settlement Patterns" In Sustainable Development and Urban Form, ed. M. Breheny, London: Pion.
6. Barrett, G. (1995) "Transport Emissions and Travel Behavior: A Critical Review of Recent European Union and UK Policy Initiatives" Transportation, Vol.22, pp.295-323.
7. Bourne L. S. 1982 Urban spatial structure: an introductory essay on concepts and criteria, L. S. Bourne (Ed.) Internal Structure of the city New York Oxford University Press
8. Bourne L. S. 1989 Are new urban forms emerging? Empirical tests for Canadian Urban Areas, Canadian Geographer 33 312-328
9. Cervero, R. 1989 America's suburban centers: The land use-transportation link. Unwin Hyman, Boston, MA
10. Cervero, R. and R. Gorham (1995) "Commuting in Transit Versus Automobile Neighborhoods" Journal of American Planning Association.
11. Gomez-Ibanez, J., (1990) "A Globan View

- of Automobile Dependence" Journal of the American Planning Association, Vol.57, No.3, pp.376-79.
12. Gordon, P., H. Richardson (1989) "Gasoline Consumption and Cities: A Reply" Journal of American Planning Association.
13. Gordon, P., H. Richardson, and M. Jun (1991) "The Commuting Paradox: Evidence from the Top Twenty" Journal of the American Planning Association.
14. Newman, P., J. Kenworthy (1989) "Gasoline Consumption and Cities" Journal of American Planning Association.
15. OECD (1995) Urban Travel and Sustainable Development European Conference of Ministers of Transport, Head of Publications Services, Paris
16. Pindyck R. and Rubinfeld D., 1981, Econometric Models and Economic Forecasts, McGraw-Hill Book Company, New York
17. Zellner, A. and Lee, T. H., 1965, Joint Estimation of Relationships Involving Discrete Random Variables, Econometrica, 33 382-394