

가구통행실태조사 자료를 이용한 근린환경과 보행통행의 상관관계 연구*

- 서울시를 대상으로 -

이경환** · 김태환*** · 이우민**** · 김은정*****

A Study on Effects of Neighborhood's Environments on Residents' Walking Trips Using Household Travel Diary Survey Data in Seoul*

Kyung Hwan Lee** · Tae Hwan Kim*** · Woo Min Lee**** · Eun Jung Kim*****

요약 : 본 연구는 서울시를 대상으로 2010년 가구통행실태조사 데이터를 이용하여 지역주민들의 보행통행에 영향을 미치는 근린환경특성을 실증적으로 분석하였다. 분석대상은 서울시 424개 행정동, 240,864명의 통행데이터이며, 임의절편로짓모형을 이용하여 분석을 수행하였다. 분석결과 보행통행은 전체 통행의 약 33.40%를 차지하는 것으로 나타났으나 보행통행 비율에 있어서는 행정동 별로 3.2~56.7%까지 큰 차이를 보였다. 이어서 지역주민들의 보행통행에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과 개인의 사회경제적 특성과 함께 주거유형, 토지이용혼합이 보행통행에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 근린의 블록크기가 작을수록 지역주민들의 보행통행이 늘어나는 것으로 나타났으며 경사가 심한 지역에서 지역주민들의 보행통행이 크게 줄어드는 것으로 나타났다.

주제어 : 가구통행실태조사, 보행통행, 근린환경특성, 임의절편로짓모형

ABSTRACT : This study analyzes neighborhood environments to influence on residents' walking trips using the data of 2010 household travel diary survey in Seoul Metropolitan Area. 240,864 subjects from 424 neighborhoods in Seoul was selected as the final sample, and a statistical analysis was carried out by applying Random Intercept Logit Model. The results shows that walking trips account for 33.40% of whole travel trips, there are huge differences among neighborhoods from 3.2% to 56.7%. In addition, the results shows that neighborhood's environments have influenced on walking trip, i.e. a high level of landuse mix in a neighborhood and housing type affect residents' walking trips. Also, residents show a high level of walking trips in a neighborhood with small blocks, and residents have less walking trips in a region with a steep slope.

Key Words : Household Travel Diary Survey, walking trip, neighborhood's environments, random intercept logit model

* 본 논문은 2013년 국토연구원에서 발간한 「웰빙사회를 선도하는 건강도시 조성방안 연구(Ⅰ)」의 일부 연구 내용을 수정·발전시킨 것임.

** 공주대학교 건설환경공학부 도시·교통전공 부교수(Associate Professor, Department of Urban and Traffic Engineering, Kongju National University)

*** 국토연구원 국토관리·도시연구본부장(Head of Land Management and Urban Research Division, Korea Research Institute for Human Settlements)

**** 공주대학교 도시교통공학과 석사과정(Master's Course Student, Department of Urban and Traffic Engineering, Kongju National University)

***** 국토연구원 국토관리·도시연구본부 책임연구원(Associate Research Fellow, Land Management and Urban Research Division, Korea Research Institute for Human Settlements), 교신저자(E-mail: ejkim@krihs.re.kr, Tel: 031-380-0239)

I. 서론

보건 분야에서 최근에 이루어진 연구결과들을 통해 운동 강도가 낮더라도 매일 반복되는 정기적인 신체활동이 건강 유지를 위해 중요하다는 것이 밝혀지고 있다(Frank and Engelke, 2001). 사실 건강을 위해서는 주거지 주변의 운동장이나 헬스클럽을 이용하여 정기적으로 운동을 하는 것이 가장 효과적인 방법일 수 있다. 하지만 시간 부족, 비용 등의 이유로 인해 모든 주민들을 운동장이나 헬스클럽으로 유도하는 데는 한계가 있다는 문제가 있다. 실제 한 통계결과에 의하면 전체 미국인 중 15%만이 보건 분야에서 건강을 위해 제안하는 활동량을 충족하는 것으로 나타났는데, 그 중에서 5%는 정기적인 운동을 통한 것이었고 5%는 보행과 자전거이용을 통한 것이었으며, 나머지 5%는 기타활동을 통한 것이었다.

이와 같은 이유로 인해 보행활동이 건강증진의 측면에서 다시금 주목받고 있다. 즉, 주민들의 보행활동을 활성화하는 방향으로 도시의 물리적인 환경을 조성함으로써 일상생활 속에서 건강증진을 위해 필요한 신체활동량을 충족시킬 수 있다는 것이 주요 주장이다. 이와 같은 맥락에서 Sallis et al.(1998)은 보건 분야의 연구가 보행활동을 촉진하는 물리적 도시환경과 시설, 그리고 프로그램에 대한 연구로 전환되어야 한다고 주장하였으며, 미국 보건협회에서는 건강을 위해 1주일에 약 150분, 하루 30분 이상의 보행활동을 권장하고 있다.

우리나라에서도 최근 들어 도시환경과 주민 보행활동의 상관관계에 대한 이론적 논의가 시작되고 있으나 실증적인 연구결과는 많지 않으며 특히 일상 생활에서 이루어지는 통행행태 측면에서 보행통행과 보행량에 초점을 맞춘 연구는 거의 없는

실정이다. 또한 대부분의 연구들이 일부 지역에 대한 설문조사를 토대로 연구가 진행되고 있어 분석결과를 일반화하여 적용하는 데는 한계가 있다.

이에 본 연구는 서울시를 대상으로 지역주민들의 보행행태에 영향을 미치는 근린환경 요인을 실증적으로 분석하고 이를 토대로 보행통행을 활성화하기 위한 도시계획적 함의를 도출하는데 목적이 있으며 이를 위해 구체적으로 다음과 같은 세 가지 연구 목적을 설정하였다.

첫째, 서울시를 대상으로 가구통행실태조사(2010) 데이터를 이용하여 지역주민들의 보행통행 패턴을 분석한다. 보다 구체적으로는 보행통행의 지역별 차이를 분석함으로써 거주하는 지역에 따라 주민들의 보행통행 차이가 발생하는지를 분석한다.

둘째, 보행활동에 영향을 미치는 근린단위 계획요소를 도출한다. 특히 본 연구에서는 기존 연구에서 주로 활용되고 있는 토지이용, 도시형태, 가로환경에 대한 계획요소 이외에 근린안전성(교통안전성 및 범죄안전성) 관련 계획요소를 추가하여 분석을 수행한다.

셋째, 지역주민들의 보행통행(보행수단선택)에 영향을 미치는 근린환경특성을 분석한다. 구체적으로는 다수준분석을 이용하여 지역주민들의 보행통행(보행수단선택)에 영향을 미치는 근린환경특성을 실증적으로 분석하며 분석결과를 토대로 지역주민들의 보행통행을 활성화하기 위한 방안을 제안한다.

II. 이론고찰 및 선행연구 검토

1. 근린환경과 주민 보행활동의 상관관계

보행은 가로환경뿐만이 아니라 보행목적지의 종류와 수, 주요시설까지의 거리, 그리고 가로 네트워크 등 여러 가지 물리적 요소의 복합적인 상호작용에 의해 영향을 받는 행위이다(Moudon and Lee, 2003). 따라서 지역주민들의 보행활동은 현재 살고 있는 근린의 토지이용, 도시형태, 가로환경 등에 의해 영향을 받게 된다.

근린의 토지이용과 관련하여 지역주민들의 보행활동에 영향을 미치는 대표적인 계획요소는 주거밀도와 토지이용혼합도이다. 주거밀도는 많은 보행 관련 연구들에서 보행활동에 영향을 미치는 요소로 언급되고 있는데, 특히 미국을 중심으로 이루어진 많은 연구들에서 주거밀도가 높을수록 지역주민들의 보행량이 늘어난다는 실증적인 연구결과들이 보고되고 있다.

하지만 일반적으로 보행을 유발하는 시설은 주거시설보다는 상업시설이며 따라서 고밀개발이 이루어진다고 하더라도 주거용도 위주로 개발이 이루어질 경우 보행을 유발하는 비주거용도에 대한 접근성이 떨어지기 때문에 보행활동이 오히려 감소할 가능성이 있다. 또한 서울과 같은 고밀의 주거환경에서는 주거밀도가 높아질 경우 보행환경의 질이 떨어져 오히려 보행활동이 위축될 가능성도 있다(이경환·안건혁, 2007). 실제 미국 이외의 지역을 대상으로 한 연구(De Bourdeaudhuij et al., 2003; 이경환·안건혁, 2007)¹⁾에서는 주거밀도와 보행활동 사이에 유의미한 상관관계가

나타나지 않았다.

그에 비해 근린 내에 주거, 상업, 업무 등의 기능이 복합되어 있다는 것은 그만큼 보행유발시설이 많다는 것을 의미하며 근린스케일에서 토지이용혼합도가 높아질 경우 통행수요를 내부화함으로써 보행수단 선택 가능성이 높아진다(이경환·안건혁, 2008a). 따라서 행정동 내 주거, 상업, 업무 등의 기능이 복합되어 토지이용혼합도가 높아질수록 보행통행이 늘어날 가능성이 높다.

근린의 도시형태와 관련하여 지역주민들의 보행활동에 영향을 미치는 계획요소는 근린의 블록 크기와 교차로수 밀도, 가로의 연결성 등이다. 제인 제이콥스(1961)는 보행친화적인 가로공간을 만들기 위해서는 가로의 침투성을 높이고 가능한 소규모 블록으로 계획함으로써 보행자의 경로 선택 가능성을 높여야 한다고 주장하였다(이경환·안건혁, 2008a).

이와 같은 제이콥스의 아이디어는 오늘날 신전통주의 계획이론으로 이어지고 있으며 실제 뉴어바니즘 이론을 지지하는 계획가들은 근린의 교차로수 밀도가 높고 블록의 크기가 작아질수록 목적지에 도착하는 시간과 거리가 짧아지고 목적지까지 가는 길의 종류도 다양해지기 때문에 차량 통행에 비해 보행 선택 가능성이 높아진다고 주장한다(Frank and Engelke, 2005). 실제 근린의 블록 크기가 작을수록 보행활동이 늘어난다는 연구결과가 서구에서 이루어진 몇몇 실증연구들을 통해 보고되고 있으며 국내에서 이루어진 연구(이경환·안건혁, 2007; 이경환·안건혁, 2008a)에서도 유사한 결과가 나타나고 있다. 따라서 근린의 블록크기가 작을수록 지역주민들의 보행통행이 늘

1) De Bourdeaudhuij et al.(2003)은 벨기에를 대상으로 연구를 진행하였으며 이경환·안건혁(2007)는 서울을 대상으로 연구를 진행하였다.

어날 가능성이 높다고 생각된다.

근린의 가로환경은 주거지역에서 가로디자인의 질을 결정하는 요소로 국내 보행 관련 연구들에서는 가장 중요한 계획요소로 언급되고 있다(이경환·안건혁, 2008a). 일반적으로 기존 연구에서 활용하고 있는 가로환경 요소에는 보도의 폭과 질, 횡단보도의 수, 건축물의 입면형태, 경사도²⁾ 등이 포함되며 최근 연구(Doyle et al., 2006)에서는 가로의 안전성 또한 중요한 계획요소로 다루어지고 있다. 그러나 가로환경의 경우 보행 활동을 유발하기보다는 보행활동의 질을 높이기 위한 요소로서 지역 주민들의 보행활동에 직접적으로 영향을 미치는 요소는 아니라는 지적도 있기 때문에 가로환경 요소가 실제 지역주민들의 보행통행에 영향을 미치는지에 대해서는 실증적인 분석이 요구된다(이경환·안건혁, 2008a).³⁾

2. 선행연구 검토

1990년대 뉴어바니즘 이론 등의 계획개념이 도입된 이후 근린의 물리적 환경과 주민 보행활동의 상관관계에 대한 관심이 미국을 비롯한 서구사회를 중심으로 높아지기 시작했으며 이후 다양한 실증연구들이 진행되고 있다.

이를 구체적으로 살펴보면 Frank and Pivo(1994)는 미국 워싱턴주 Puget Sound 지역에 대한 분석을 통해 밀도와 토지이용혼합도가 증가함에 따라 대중교통 통행과 보행 통행이 늘어나는 것을 확인하였으며, Handy(1996)는 텍사스 지역을 대상으로 한 연구를 통해 교외주거지보다 전통

주거지에서 주민들의 보행빈도가 높고 도시형태가 보행 정도를 결정하는데 있어 중요한 역할을 함을 밝혔다. 또한 워싱턴 지역을 대상으로 한 Frank and Engelke(2005)의 연구에서는 주거밀도가 높고 교차로수가 많으며 상업지역 용적률이 높은 지역에 사는 주민들일수록 보행 시간이 긴 것으로 나타났으며, 시애틀 지역을 대상으로 한 Lee and Moudon(2006)의 연구에서는 주거밀도가 높고 근린상점, 음식점 등 보행 유발시설이 많으며 블록의 크기가 작고 보도의 길이가 길수록 지역 주민들의 보행시간이 늘어나는 것으로 나타났다.

위의 연구들이 주로 서구(특히 미국) 도시를 대상으로 한 연구임에 비해 관련 연구들이 국내에서도 최근 들어 진행되고 있다. 먼저 이경환·안건혁(2007)은 서울시 40개 행정동에 대한 분석을 통해 근린의 토지이용혼합도, 근린공원의 접근성, 하천 접근성, 교차로수 밀도, 가로의 연계성, 근린의 경사도 등이 지역 주민들의 보행시간과 상관관계를 가짐을 밝혔으며, 이경환·안건혁(2008a)은 서울시 12개 행정동에 대한 분석을 통해 근린의 토지이용혼합도, 보행환경의 질, 교차로수 밀도, 근린공원까지의 거리, 대중교통시설까지의 거리 등이 지역 주민들의 보행활동에 영향을 미침을 밝혔다. 또한 박소현 외(2009)는 서울시 4개 행정동에 대한 분석을 통해 주민들이 인지하는 근린환경과 보행만족도 사이에 상관관계가 있음을 실증적으로 분석하였으며, 서한림 외(2011)는 서울시 북촌지역 30대, 40대 주부 25명을 대상으로 한 연구에서 GPS 데이터를 이용하여 주민들의 보행패턴

2) 하지만 가로환경을 구성하는 많은 요소들은 건축물의 외관, 보도의 종류와 같이 미세한 디자인 요소들이 많아 정량적으로 측정하기 어려운 면이 있으며 이로 인해 보행환경 평가 항목으로 선택할 수 있는 요소들의 범위가 한정되는 경향이 있다(박소현 외, 2006).

3) 미국의 주거지역을 대상으로 한 Handy(1996), Lee and Moudon(2006) 등의 연구에서는 주민들의 보행량에 영향을 미치는 주요 요소는 토지이용과 시설접근성 등의 요소이며 가로환경의 영향력은 상대적으로 적다고 밝히고 있다.

을 분석하고 보행빈도가 높게 나타나는 가로의 물리적 특성을 분석하였다.

앞에서 살펴본 바와 같이 기존 연구들은 주로 근린의 토지이용과 도시형태, 시설접근성, 가로환경 등이 지역주민들의 보행시간, 보행경로 등에 영향을 미친다는 연구결과를 도출하고 있다. 그러나 통행형태 측면에서 보행통행 및 보행량에 초점을 맞춘 연구는 많지 않다. 또한 대부분의 연구들이 일부 지역에 대한 설문조사를 토대로 연구가 진행되고 있어 분석결과를 일반화하여 적용하는데는 한계가 있다. 이에 비해 본 연구는 가구통행실태조사(2010)를 이용하여 서울시 424개 행정동, 240,864명의 통행자료를 토대로 연구를 진행하며 특히 통행형태 측면에서 보행통행 선택 및 보행량에 초점을 맞춰 연구를 진행한다. 또한 본 연구에서는 기존의 분석에서 주로 활용되고 있는 토지이용, 도시형태, 가로환경 등의 계획요소 이외에 근린안전성(교통안전성 및 범죄안전성) 관련 계획요소를 추가하여 분석을 수행한다는 측면에서 기존 연구와 차별성을 지닌다.

III. 분석의 틀

1. 조사대상 및 자료수집 방법

본 연구는 가구통행실태조사(2010년) 자료를 이용하여 지역주민들의 보행통행에 대한 자료를 구축하였다. 또한 근린의 물리적 환경특성에 대한 데이터 구축을 위해 서울시 수치지도와 2010년 서울시 통계연보, 2008년 서울시 건축물 과세대장, 서울지방경찰청 내부자료 등을 이용하였다.

또한 본 연구는 근린단위 계획요소에 대한 자료구축 등이 용이할 것으로 판단되어 서울시를 연

구대상으로 하였다. 2010년 가구통행실태조사의 경우 서울시 424개 행정동을 대상으로 조사가 이루어졌으며, 조사된 전체 통행수는 611,550 통행(trip)이다. 이 중에서 본 연구는 출발지 또는 도착지가 거주지인 경우로 연구범위를 한정하였으며, 이를 통해 도출된 전체 분석대상은 240,864명, 555,759 통행(trip)으로 나타났다.

2. 각 영역별 측정방법

먼저 개인의 사회경제적 특성을 나타내는 변수로는 나이, 성별, 소득, 직업, 차량소유 여부, 주거유형을 이용하였다. 이 중에서 직업은 직업분류표를 기준으로 전문직/사무직, 판매직/서비스직, 일반노무직, 학생, 기타직업으로 구분하였다.

이어서 지역주민들의 보행통행에 영향을 미치는 근린단위 계획요소를 도출하기 위해 Frank and Engelke(2001), Lee and Moudon(2006), Doyle et al.(2006), 이경환·안건혁(2007, 2008a) 등의 연구를 토대로 지역주민의 보행통행에 영향을 미치는 근린단위 계획요소를 도출하였으며 구체적인 측정항목은 <표 1>과 같다.

각 변수들은 서울시 수치지도와 2008년 서울시 건축물 과세대장, 2010년 서울시 통계연보, 서울지방경찰청 내부자료 등을 이용하여 구축하였다.

<표 1> 근린의 물리적 환경 요인

분류	측정항목
토지이용	주거밀도, 토지이용혼합도, 직주균형지수
도시형태	교차로수 밀도
가로환경	범죄 발생률, 보행자 교통사고 발생률, CCTV 설치율, 경사도

토지이용특성은 2008년 서울시 건축물 과세대장의 용도분류를 기준으로 크게 주거, 상업, 업무 3가지 용도로 분류하였으며 토지이용혼합도를 나타내는 변수로는 주거, 상업, 업무 용도의 엔트로피(Entropy) 지수를 이용하였다.⁴⁾ 엔트로피 지수는 최근에 토지이용혼합이 교통수단선택과 보행 활동에 미치는 효과를 분석한 연구에서 많이 이용되고 있는 개념으로 어떤 집단이 서로 다른 유형들에 속하는 개체들의 집합으로 구성되어 있을 때 각 유형들의 분포가 균등한가 혹은 소수의 유형이 지배적인 비율을 갖고 있는가를 나타내는 지표이다(임주호, 2006). 엔트로피(Entropy) 지수의 구체적인 계산방법은 아래 식과 같다.

$$ENTROPY = -\frac{\sum_{i=1}^k (P_i \times \ln P_i)}{\ln k}$$

위 식에서 P_i 는 i 용도의 비율을 나타내고, k 는 용도의 종류 수를 나타낸다. 이론적으로 엔트로피 지수는 0과 1 사이의 값을 가지게 되는데, 측정하고자 하는 대상 지역이 단일한 용도로 구성되어 있으면 0, 모든 유형의 용도가 균등한 비율로 혼합되어 있으면 1의 값을 갖게 된다.

직주균형지수 산정을 위해서는 거주자와 종사자의 혼합도를 측정하였으며 구체적으로는 엔트로피(Entropy) 지수를 이용하였다. 또한 도시형태 특성은 교차로수 밀도를 이용하였으며 일반적으로 교차로수 밀도가 높아지면 근린의 블록크기가 작아진다.

마지막으로 본 논문의 종속변수는 보행통행 여

부(보행 통행=1, 기타 통행=0)이며 종속변수는 이항(binary)으로 구성된다.

각 변수의 구체적인 측정방법과 기술통계량은 <표 2>와 같다.

3. 분석방법

본 연구에서는 개인수준의 보행통행에 영향을 미치는 독립변수로 개인특성변수와 지역특성변수를 동시에 고려하면서 분석을 수행하기 위해 위계선형모형(Hierarchical Linear Model)을 이용하였으며 구체적으로는 임의절편로짓모형(Random Intercept Logit Model)을 이용하였다. 위계선형모형은 위계적으로 구조화된 자료를 분석하기 위해 설계되어진 모형으로 여기서 자료가 위계적 구조를 가지고 있다는 것은 관측치가 모든 상하위 단위에 포함되어 계량분석시 각기 다른 모든 단위에 대한 차이를 통제할 필요가 있는 자료구조를 의미한다(이경환·안건혁, 2008a).

임의절편모형은 위계선형모형 중 가장 단순한 형태의 모형으로서 오직 절편만이 무작위적인 것으로 간주하는 것이다. 임의절편모형의 경우 집단 내 모형의 특징은 절편계수만이 무작위적인 효과를 갖고 나머지의 회귀계수는 고정효과(fixed effect)를 갖게 된다(곽현근, 2003; 이성우 외, 2006). 본 연구에서는 종속변수가 이항(binary)으로 구성되기 때문에 임의절편모형 중 임의절편로짓모형을 이용하였다.

본 연구에서는 임의절편로짓모형을 3수준 모형으로 구축하였다. 여기서 1수준은 개인수준이며 2

4) 토지이용혼합도를 측정하는데 있어 많이 사용되고 있는 지표에는 심슨 다양성 지수와 엔트로피 지수가 있다. 본 연구에서는 토지이용혼합도를 계산하는데 쓰인 서울시 건축물 과세대장 자료가 개수가 아닌 각 용도(주거, 상업, 업무)의 면적으로 주어지기 때문에 심슨 다양성 지수보다는 엔트로피 지수를 사용하는 것이 더 적합하다고 판단하여 엔트로피 지수를 사용하였다.

수준은 개인이 거주하고 있는 행정동, 3수준은 개인이 거주하고 있는 자치구를 의미한다. 보행통행 선택에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위한 모형을 구체적인 함수형태로 표현하면 다음과 같다.

〈표 2〉 각 변수의 측정방법 및 기술통계량

분류	측정항목	측정방법	최소값	최대값	평균값	표준편차	
독립 변수	개인의 사회경제적 특성	나이	응답자의 나이	7	109	36.61	18.44
		성별	남자=1, 여자=0	0	1	0.50	0.50
		소득 (월평균 소득)	1: 100만원 이하 2: 100~200만원 3: 200~300만원 4: 300~500만원 5: 500~1,000만원 6: 1,000만원 이상	0	6	3.41	1.21
		전문직/사무직	전문직/사무직=1, 기타 직업=0	0	1	0.22	0.41
		판매직/서비스직	판매직/서비스직=1, 기타 직업=0	0	1	0.14	0.35
		일반노무직	일반노무직=1, 기타 직업=0	0	1	0.05	0.22
		학생	학생=1, 기타 직업=0	0	1	0.31	0.46
		차량소유	차량소유=1, 차량미소유=0	0	1	0.85	0.36
		주거유형	아파트=1, 기타 주거유형=0	0	1	0.50	0.50
		토지이용	주거밀도	행정동 내 세대수 ÷ 행정동 면적(ha)	0.63	186.60	58.28
	토지이용혼합도		주거, 상업, 업무시설의 혼합도(Entropy Index)	0.04	1.00	0.73	0.17
	직주균형지수		거주자와 종사자의 혼합도(Entropy Index)	0.45	0.23	0.01	1.00
	도시형태	교차로수 밀도	행정동 내 교차로수 ÷ 행정동 면적(ha)	0.02	9.35	2.38	1.65
	가로환경	범죄 발생률 ⁵⁾	인구(상주인구+종사자) 천명당 강력범죄 발생건수	10.65	19.55	15.25	2.48
보행자 교통사고 발생률		인구(상주인구+종사자) 천명당 보행자 교통사고 발생건수	0.51	1.78	0.77	0.26	
CCTV 설치율 ⁶⁾		CCTV 개수 ÷ 자치구 면적(km ²)	4.26	71.28	21.70	17.24	
경사도		행정동 내 평균경사도	0.30	44.22	10.38	9.44	
종속변수	보행통행	보행 통행=1 기타 통행=0	0	1	0.36	0.48	

5) 2011년 1월 1일~2012년 8월 31일 강력범죄(살인, 강도, 강간, 절도, 폭력) 발생건수를 이용하였으며 관련 자료가 자치구 단위로 제공됨에 따라 구단위 자료를 이용하였다.

6) 2012년 8월말 기준 자치구별 CCTV 설치대수를 자료로 이용하였다.

[Level-1 Model]

$$\text{Prob}(WALKING_{ijk} = 1 | \pi_{jk}) = \phi_{ijk}$$

$$\log[\phi_{ijk} / (1 - \phi_{ijk})] = \eta_{ijk}$$

$$\eta_{ijk} = \pi_{0jk} + \sum_{s=1}^l \pi_{sjk} X_{ijk}$$

[Level-2 Model]

$$\pi_{0jk} = \beta_{00k} + \sum_{t=1}^m \beta_{0tk} Y_{jk} + \gamma_{0jk}$$

[Level-3 Model]

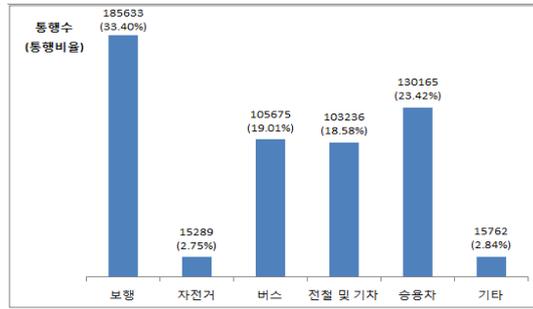
$$\beta_{00k} = \gamma_{000} + \sum_{u=1}^n \gamma_{00u} Z_k + \mu_{00k}$$

실제 모형 추정을 위해서는 HLM 7.1 프로그램을 이용하였으며 최소 유의수준을 10%로 정하고 분석을 수행하였다.

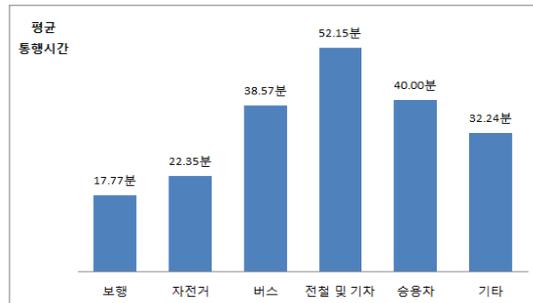
IV. 분석결과

1. 서울시 주민들의 보행통행 패턴 분석

2010년 가구통행실태조사 자료를 바탕으로 서울시 주민들의 통행수단별 통행비율과 평균 통행시간을 그래프로 나타낸 결과는 <그림 1>, <그림 2>와 같다.⁷⁾



<그림 1> 통행수단별 통행비율

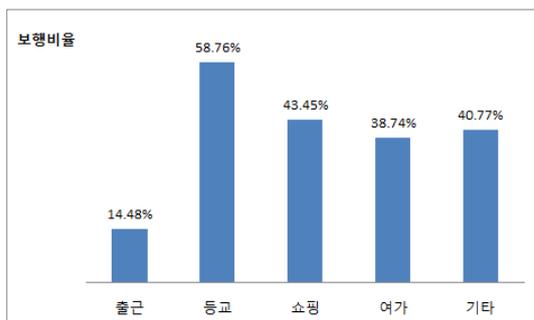


<그림 2> 통행수단별 평균 통행시간

그 중에서 보행통행은 185,633 통행(trip)으로 전체 통행의 33.40%를 차지하며 평균 보행시간은 약 17.77분으로 나타났다. 보행통행이 1회 이상인 주민은 84,393명으로 전체 인원의 약 35.04%에 해당하는데 이들의 하루 평균 보행통행수는 2.20회, 하루 평균 보행시간은 약 39.09분으로 나타났다.⁸⁾

이어서 2010년 가구통행실태조사 자료를 바탕으로 통행목적별 보행통행 비율과 보행목적별 통행비율, 보행목적별 평균 보행시간을 분석한 결과는 <그림 3>과 같다.⁹⁾

7) 본 연구에서는 가구통행실태조사 결과를 토대로 통행수단별로 분류하여 통행비율과 평균 통행시간을 산정하였다. 따라서 본 연구에서 사용된 데이터는 서울시 주민 240,864명에 한정되며, 이로 인해 각 행정동의 표본비율에 따라 편의가 발생할 가능성이 있다.
 8) 본 연구에서는 연구범위를 출발지 또는 도착지가 거주지인 경우로 한정하였기 때문에 근린 외 지역(예를 들어 직장이나 학교 근처)에서 이루어지는 보행통행은 포함되지 않는다. 또한 가구통행실태조사(2010)에는 가까운 거리(집 근처 슈퍼마켓, 회사 근처 식당, 갈아타는 곳의 정류장간 이동)를 걸어서 이동한 경우와 운동, 산책과 같은 비목적통행은 포함되지 않기 때문에 실제 보행량은 위에서 추정된 값보다 클 것으로 예상된다.
 9) 통행목적 중 '귀가'는 다른 통행목적들과 중복되기 때문에 분석에서 제외하였다.



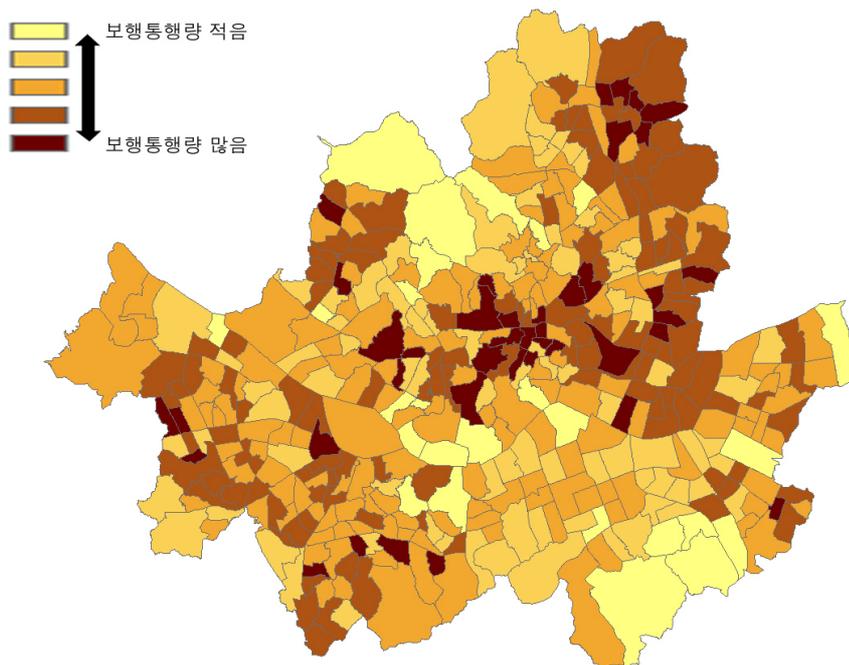
〈그림 3〉 통행목적별 보행통행 비율

먼저 통행목적별 보행통행 비율을 분석한 결과 등교 목적의 통행에서 보행통행 비율이 58.76%로 가장 높게 나타났다. 이에 비해 출근 목적의 통행에서는 보행통행 비율이 14.48%에 불과한 것으로 나타나는데, 등교, 쇼핑, 여가 등이 주로 근린단위에서 이루어지는 경우가 많음에 비해 출근 통행은 비교적 이동거리가 먼 경우가 많기 때문에 보행통

행 비율이 낮은 것으로 생각된다.

이어서 보행 목적별 통행비율을 살펴보면 보행 통행 중에서는 등교 목적의 통행이 39.52%로 가장 많고, 이어서 출근(17.07%), 여가(7.77%), 쇼핑(6.67%) 순으로 나타났다. 1회 이동시 평균 보행시간은 15.05~22.84분으로 여가 목적의 보행시간(22.84분)이 가장 긴 것으로 나타났으며, 이어서 쇼핑(20.42분), 출근(17.44분), 등교(15.05분) 순으로 나타났다. 특히 쇼핑 목적의 보행과 여가 목적의 보행은 통행비율은 적지만 평균 보행시간은 출근이나 등교에 비해 긴 것으로 나타났다.

서울시 행정동별 보행통행 비율의 공간적 분포를 도면화한 결과는 〈그림 4〉와 같다. 424개 행정동에 대해 보행통행 비율을 5단계로 구분하여 음영이 진할수록 보행통행 비율이 높고 연할수록 보행통행 비율이 낮게 표시하였다.



〈그림 4〉 서울시 행정동별 보행통행 비율

분석결과 보행통행 비율이 높은 행정동으로는 광희동(0.567), 신당1동(0.516), 북아현동(0.514) 등으로 나타났으며 낮은 행정동으로는 내곡동(0.032), 세곡동(0.071), 평창동(0.130) 등으로 나타났다. 또한 보행통행 비율에 있어서 행정동에 따라 3.2~56.7%까지 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다.

이를 자치구별로 살펴보면 중구 등이 위치한 도심지역과 서울 동북부지역, 그리고 서남부지역의 보행통행 비율이 높은 반면 강남구와 서초구 등이 포함된 강남지역과 성동구의 보행통행 비율이 낮게 나타났다. 실제 보행통행 비율 상위 20%에 속하는 85개 행정동 중 12개 동은 은평구, 8개 동은 중구에 속해 있으며, 하위 20%에 속하는 85개 행정동 중 12개는 강남구, 7개 동은 서초구에 속해 있는 것으로 나타났다.

본 연구는 이와 같이 행정동 별로 보행통행 비율의 차이를 보이는 것이 일정 부분 근린의 물리적환경 특성의 영향을 받는다는 가설에서 출발한다. 이와 같은 가설을 검증하기 위해 다음 절에서는 임의절편로짓모형을 이용하여 근린환경이 지역주민들의 보행통행에 미치는 영향을 실증적으로 분석하고자 한다.

2. 근린환경과 주민 보행통행의 상관관계 분석

지역주민들의 보행통행에 영향을 미치는 요인을 분석한 결과는 <표 3>과 같다.¹⁰⁾¹¹⁾

분석결과에서 볼 수 있는 바와 같이 개인의 사회경제적 특성들 중에서는 나이, 성별, 소득, 직업, 차량소유 여부, 주거유형이 보행통행과 통계적으로 유의미한 상관관계를 갖는 것으로 나타난다. 이를 구체적으로 살펴보면 나이가 많고 남성이며 차량을 소유하고 있고 소득수준이 높을수록 보행통행이 더 적은 것으로 나타난다. 직업과 관련하여서는 전문직/사무직, 판매직/서비스직, 일반노동 종사자들은 보행통행이 적은 반면에 학생들은 보행통행이 상대적으로 많은 것으로 나타난다. 또한 주거유형과 관련하여서는 아파트에 거주하는 주민들의 보행통행이 확연히 적은 것으로 나타난다.

토지이용 변수들 중에서는 토지이용혼합도가 보행통행에 영향을 미치는 것으로 나타난다. 이를 구체적으로 살펴보면 주거밀도는 보행통행과 통계적으로 유의미한 상관관계가 나타나지 않았는데 이와 같은 결과는 서구의 연구결과들과는 달리 서울과 같은 고밀도시에서는 주거밀도 상승이 보행통행 증가로 나타나지 않음을 보여준다. 이에 비해 토지이용혼합 정도가 높을수록 보행통행이 늘어나는 것으로 나타나는데 이는 근린단위에서 주거, 상업, 업무 등의 통행 목적지를 혼합시켜 통행수요를 내부화함으로써 보행통행이 늘어난다는 기존의 연구결과들과도 일치한다. 또한 근린 내 토지이용혼합도가 높다는 것은 그만큼 근린 내에 보행통행을 유발하는 시설들이 많다는 것을 의미하기 때문에 이로 인해 보행통행이 늘어나는 것으로 해석된다. 그러나 근린의 직주균형 정도와 보

10) McFadden의 유사 결정계수는 상수항만 있는 모델(intercept-only model)과 전체 모델(full model)의 log-likelihood kernels을 이용하여 산출하는 방법으로(이희연·노승철, 2012) McFadden의 유사 결정계수를 이용하여 제약모델의 모형설명력을 계산하면 약 11.98%로 나타난다. 하지만 일반적으로 로짓분석에서 산출된 R^2 는 OLS에 비해 상대적으로 매우 낮은 편이며, 따라서 로지스틱 회귀모델의 적합도를 평가할 때 R^2 에 크게 의존할 필요는 없는 것으로 간주된다(이희연·노승철, 2012).

11) 일반적으로 모델의 적합도가 높아질수록 -2LL은 감소하며 0에 가까워지며 모델의 적합도가 나빠질수록 -2LL은 커진다(이희연·노승철, 2012). 본 연구에서는 설명변수를 포함하지 않은 무제약모델의 -2LL이 0.0000693임에 비해 모든 설명변수를 포함한 제약모델의 경우 -2LL이 0.0000610으로 감소하는 것으로 나타난다.

<표 3> 지역주민들의 보행수단 선택에 영향을 미치는 요인

	Coeff. (S.E.)	Odd ratio	p-value
개인의 사회경제적 특성			
나이	-0.0064*** (0.0016)	0.9937	<0.001
성별	-0.3786*** (0.0214)	0.6848	<0.001
소득	-0.0771*** (0.0058)	0.9258	<0.001
전문직/사무직	-1.4394*** (0.0410)	0.2371	<0.001
판매직/서비스직	-0.5280*** (0.0323)	0.5898	<0.001
일반노무	-0.6919*** (0.0531)	0.8366	<0.001
학생	0.9008*** (0.0381)	2.4616	<0.001
차량소유	-0.0843*** (0.0134)	0.9191	<0.001
주거유형	-0.1784*** (0.0221)	0.8366	<0.001
토지이용			
주거밀도	0.0004 (0.0004)	1.0004	0.332
토지이용혼합	0.2884** (0.1287)	1.3343	0.026
직주균형지수	-0.1238 (0.0818)	0.8836	0.131
도시형태			
교차로수 밀도	0.0280*** (0.009)	1.0284	0.003
가로환경			
범죄 발생률	0.0059 (0.0050)	1.0059	0.250
보행자 교통사고 발생률	-0.0286 (0.0444)	0.9719	0.528
CCTV 설치율	0.0004 (0.0012)	1.0004	0.738
경사도	-0.0069*** (0.0026)	0.9931	0.008
상수	-0.0081 (0.1640)	0.9919	0.961
N		511,973	

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

행통행 사이에는 통계적으로 유의미한 상관관계가 나타나지 않았다.

도시형태와 관련하여서는 교차로수 밀도가 높을수록 보행통행이 늘어나는 것으로 나타나는데 이를 통해 근린의 교차로수 밀도가 높고 블록크기가 작을수록 보행친화적이며 지역주민들의 보행통행 또한 늘어난다는 것을 확인할 수 있다.

마지막으로 가로환경과 관련하여서는 경사가 심할수록 개인의 보행통행이 줄어드는 것으로 나타나는데 이를 통해 경사도가 보행통행 여부를 결정하는 중요한 요인임을 확인할 수 있다. 그러나 가로환경의 안전성을 나타내는 범죄 발생률, 보행자 교통사고 발생률, CCTV 설치율 등의 변수는 보행통행과 통계적으로 유의미한 상관관계가 발견되지 않았다.¹²⁾

V. 결론

보행은 교통과 도시계획 및 설계, 그리고 보건 분야에서 최근 중요한 이슈로 부각되고 있다(이경환·안건혁, 2007). 특히 보행활동이 건강에 긍정적인 영향을 미친다는 다양한 연구결과들이 발표됨에 따라 건강증진의 측면에서 보행활동이 다시금 주목받고 있다.

우리나라에서도 근린환경과 주민 보행활동의 상관관계에 대한 이론적 논의가 시작되고 있지만 실증적인 연구결과는 아직까지 많지 않은 실정이

다. 이에 본 연구에서는 서울시를 대상으로 가구통행실태조사(2010) 데이터를 이용하여 지역주민들의 보행통행에 영향을 미치는 근린환경특성을 실증적으로 분석하였으며 이를 통해 보행통행 활성화를 위한 정책방향과 가이드라인을 제시하였다.

먼저 서울시 주민들의 보행통행 패턴을 분석한 결과 보행통행은 전체 통행의 33.40%를 차지하는 것으로 나타났으며 평균 보행시간은 17.77분으로 나타났다. 또한 보행통행이 1회 이상인 주민은 전체 인원의 35.04%로 이들의 하루 평균 보행시간은 39.09분으로 나타났다. 이와 같은 결과는 미국 보건협회 등에서 건강 유지를 위해 권장하는 보행량이 하루 30분 정도임을 고려할 때, 일상생활 속에서 이루어지는 보행통행만으로도 건강 증진에 큰 도움이 될 수 있음을 시사한다. 즉, 근린환경에 대한 개선을 통해 보행통행이 보다 활성화될 경우 지역주민들의 건강 증진에 도움이 될 수 있으며, 이와같은 측면에서 근린환경과 보행통행, 주민 건강의 상관관계가 보다 중요하게 다루어질 필요가 있다고 생각된다.

이어서 서울시 424개 행정동을 대상으로 보행통행의 지역별 차이를 분석해 본 결과 보행통행 비율에 있어 행정동 별로 약 3.2~56.7%까지 큰 차이를 보이는 것으로 나타났다. 이와 같은 차이는 평균 보행시간을 분석대상으로 한 이경환·안건혁(2007) 등의 연구와 비교했을 때 훨씬 큰 것으로¹³⁾ 근린의 토지이용, 도시형태, 가로환경과

12) Doyle et al.(2006) 등의 연구에서 주장한 바와 같이 근린안전성은 보행활동에 영향을 미치는 중요한 요인이 될 수 있다. 다만 서울의 경우 근린안전성이 비교적 양호한 편이기 때문에 서울을 대상으로 한 본 연구에서는 근린안전성과 보행통행 사이에 통계적으로 유의미한 상관관계가 나타나지 않은 것으로 생각된다. 또한 근린안전성의 경우 본 연구에서 사용한 객관적 지표(범죄발생률, 보행자 교통사고 발생률, CCTV 설치율 등)보다 실제 주민들이 인지하는 근린안전성이 보행활동에 더 중요한 영향을 미칠 수 있지만 본 연구의 경우 집계데이터(가구통행실태조사)를 이용하다 보니 주민들이 인지하는 근린안전성에 대한 분석은 수행하지 못하였다. 따라서 향후 이에 대한 연구가 추가적으로 이루어질 필요가 있다.

13) 2005년 국민건강영양조사 자료를 이용한 이경환·안건혁(2007)의 연구에서는 1주일 간 평균 보행시간에 있어 행정동 별로 약 163~409분의 차이를 보이는 것으로 나타났다.

같은 근린환경특성이 지역주민들의 보행통행에 영향을 미칠 수 있다는 가능성을 보여주고 있다.

마지막으로 지역주민들의 보행통행에 영향을 미치는 근린환경특성을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 개인의 사회경제적 특성이 보행통행에 미치는 영향을 분석한 결과 대부분의 개인특성변수들이 보행통행수단 선택에 영향을 미치는 것으로 나타난다. 이는 기존 연구들(이경환·안건혁, 2007; 이경환 외, 2008b)에서 언급한 바와 같이 통행수단 선택에 있어 핵심적인 요인은 통행자의 사회경제적 특성임을 보여준다. 특히 본 연구의 분석결과에 의하면 나이, 성별, 소득, 직업 등에 따라 보행통행 비율에서 큰 차이를 보이는 것으로 나타난다. 따라서 보행친화적인 근린환경을 조성하기 위한 계획을 수립하는 과정에서 해당 지역주민들의 사회경제적 특성을 반영한 계획이 필요하다고 생각된다.

둘째, 토지이용특성들 중에서는 토지이용혼합이 보행통행에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 하지만 주거밀도는 기존 서구의 연구결과와는 달리 보행통행과 통계적으로 유의미한 상관관계를 보이지 않는 것으로 나타나는데, 이와 같은 연구 결과는 국내 도시를 대상으로 한 기존 연구들(이경환·안건혁, 2007; 이경환·안건혁, 2008a)과도 유사한 것이다. 따라서 향후 보행친화적인 근린환경을 조성하기 위해서는 주거밀도를 높이는 것보다는 근린단위에서 주거, 상업, 업무 등의 용도를 혼합하는 토지이용정책이 더 유효할 것으로 생각된다. 보다 구체적으로는 주거지를 개발할 때 토지이용혼합을 유도하고 주거지 근처에 상업, 업무 지구 등을 함께 배치함으로써 보행통행을 활성화할 필요가 있다.

셋째, 도시형태 특성들 중에서는 근린의 블럭크기가 지역주민들의 보행통행에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 따라서 향후 지역주민들의 보행활성화를 위해 가로의 연결성을 높이고 되도록 블럭크기를 작게 계획할 필요가 있다. 하지만 본 연구에서는 근린의 블럭크기가 작을수록 지역주민들의 보행통행이 늘어난다는 방향성만을 제시하고 있을 뿐 보행통행 측면에서 적절한 블럭크기가 구체적으로 어느 정도인지에 대해서는 밝히지 못하였다. 따라서 보행친화적인 근린의 적정 블럭크기에 대해서는 향후 추가적인 연구가 진행되어야 할 필요가 있다.

넷째, 가로환경특성들 중에서는 경사도가 보행통행 여부를 결정하는데 있어 중요한 요인으로 나타났다. 경사도는 근린의 주거유형과 함께 국내 주거지의 기본적인 도시형태를 결정하는 중요한 요인으로 언급되고 있으며(박소현 외, 2009), 기존 연구들에서도 경사도는 지역주민들의 보행활동에 영향을 미치는 중요한 요인으로 나타나고 있다. 특히 본 연구결과에 의하면 경사가 심한 지역에서 보행통행이 급감하는 것으로 나타나므로 해당 지역의 보행환경에 대한 세심한 관리가 요구된다.

본 연구는 전체 보행통행에 영향을 미치는 근린환경요인을 분석하였지만 보행활동은 보행목적에 따라 보행행태나 영향요인 또한 다를 가능성이 높다. 예컨대 통근이나 통학, 쇼핑, 운동 및 여가 등 목적에 따라 보행통행에 영향을 미치는 요인이 달라질 가능성이 있으므로 향후 이에 대한 연구가 추가적으로 진행될 필요가 있다.

본 연구는 그동안 국내에서 많이 다루어지지 않은 보행통행과 토지이용, 도시형태, 가로환경의 상관관계를 실증적으로 분석하고 이를 토대로 보

행통행을 활성화하기 위한 정책방향과 가이드라인을 제시하였다는 측면에서 의미를 가지며, 향후 보다 보행친화적이고 건강한 근린환경을 조성하는 과정에서 본 연구의 결과가 활용될 수 있기를 기대한다.

참고문헌

곽현근, 2003, “동네관련 사회자본의 영향요인에 관한 연구”, 「한국사회와 행정연구」, 제14권 제3호: 259~285, 서울행정학회.

박소현·최이명·서한림, 2006, “역사주거지구 소규모 생활권단위 추정방법에 관한 기초연구: 북촌 도시형 태요소와 근린편의시설의 분포상황을 중심으로”, 「대한건축학회 논문집 계획계」, 제22권 제9호: 223~231, 대한건축학회.

박소현·최이명·서한림·김준형, 2009, “주거지 보행환경인지가 생활권 보행만족도에 미치는 영향에 관한 연구”, 「대한건축학회 논문집 계획계」, 제25권 제8호: 253~261, 대한건축학회.

서한림·최이명·박소현, 2011, “근린에서 이루어지는 주민 보행량 및 경로에 관한 실증연구 GPS를 활용한 서울 북촌의 30대, 40대 주부들의 실제 보행데이터를 기반으로”, 「대한건축학회지」, 제27권 제9호: 271~281, 대한건축학회.

이경환·안건혁, 2007, “커뮤니티의 물리적 환경이 지역 주민들의 보행 시간에 미치는 영향 : 서울시 40개 행정동을 대상으로”, 「국토계획」, 제42권 제6호: 105~118, 대한국토·도시계획학회.

이경환·안건혁, 2008a, “지역주민의 보행 활동에 영향을 미치는 근린환경 특성에 관한 실증 분석 : 서울시 12개 행정동을 대상으로”, 「대한건축학회 논문집 계획계」, 제24권 제6호: 293~302, 대한건축학회.

이경환·안건혁, 2008b, “근린환경이 지역주민의 건강에 미치는 영향 : 서울시 40개 행정동을 대상으로”, 「국토계획」, 제43권 제3호: 249~261, 대한국토·도시계획학회.

이경환·김승남·안건혁, 2008a, “컴팩트 시티 계획 요소가 지역 주민의 보행 시간에 미치는 영향에 관한 연구 : 한국의 40개 중소도시를 대상으로”, 「한국도시설계학회지」, 제9권 제3호: 55~68, 한국도시설계학회.

이경환·김승남·안건혁, 2008b, “중소 도시의 토지이용 및 도시형태와 자전거 통근 통행의 상관 관계 연구”, 「국토계획」, 제43권 제5호: 49~61, 대한국토·도시계획학회.

이성우·윤성도·박지영·민성희, 2006, 「공간계량모형응용」, 박영사.

이희연·노승철, 2012, 「고급통계분석론 - 이론과 실습」, 법문사.

임주호, 2006, 「도시철도 이용수요에 영향을 미치는 역세권 토지이용특성 : 서울시 사례연구」, 서울대학교 공학박사학위논문.

추상호·이향숙·신현준, 2013, “수도권 가구통행실태조사 자료를 이용한 고령자의 통행행태 변화 분석”, 「국토연구」, 제76권: 31~45, 국토연구원.

De Bourdeaudhuij, I., Sallis, J. F., and Saelens, B. E., 2003, “Environmental correlates of physical activity in a sample of Belgian Adults”, *American Journal of Health Promotion*, Vol. 18, No. 1: 83~92.

Doyle, S., Kelly-Schwartz, A., Schlossberg, M., and Stockard, J., 2006, “Active community environments and health : The relationship of walkable and safe communities to individual health”, *Journal of the American Planning Association*, Vol. 72, No. 1: 19~32.

Frank, L. D. and Engelke, P. O., 2001, “The built environment and human activity patterns: Exploring the impacts of urban form on public health”, *Journal of Public Literature*, Vol. 16, No. 2: 202~218.

Frank, L. D. and Engelke, P. O., 2005, “Multiple Impacts of the Built Environment on Public Health: Walkable Places and the Exposure to Air Pollution”, *International Regional Science Review*, Vol. 28, No. 2: 193~216.

- Frank, L. D. and Pivo, G., 1994, "Relationships between land use and travel behavior in the Puget Sound Region", *Washington State Department of Transportation*, 9~37.
- Handy, S. L., 1996, "Urban form and pedestrian choices: Study of Austin neighborhoods", *Transportation Research Record*, No. 1552: 135~144.
- Jacobs, Jane, 1961, *The death and life of great American cities*, Random House.
- Krizek, K. J. and Johnson, P. J., 2006, "Proximity to Trails and Retail: Effects on Urban Cycling and Walking", *Journal of the American Planning Association*, Vol. 72, No. 1: 33~42.
- Lee, C. and Moudon A. V., 2006, "The 3Ds + R: Quantifying land use and urban form correlates of walking", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 11, No. 3: 204~215.
- Moudon, A. V. and Lee, C., 2003, "Walking and Bicycling: An Evaluation of Environmental Audit Instruments", *American Journal of Health Promotion*, Vol. 18, No. 1: 21~37.
- Sallis, J. F., Bauman, A., and Pratt, M., 1998, "Environmental and policy interventions to promote physical activity", *American Journal of Preventive Medicine*, Volume 15, Issue 4: 379~397.
- Steiner, F. and Butler, K., 2007, *Planning and Urban Design Standards*, American Planning Association.

원 고 접 수 일 : 2014년 4월 10일
1차심사완료일 : 2014년 6월 12일
2차심사완료일 : 2014년 9월 16일
최종원고채택일 : 2014년 9월 21일

