

# 서울시 토지이용 혼합유형과 보행량의 연관성 실증분석\*

## Empirical Analysis of the Relationship between Land Use Mix and Pedestrian Volume in Seoul, Korea

임하나\*\* · 이수기\*\*\* · 최창규\*\*\*\*

Im, Ha Na · Lee, Sugie · Choi, Chang Gyu

### Abstract

This study examines the relationship between land use mix and pedestrian volume using the 2009 Pedestrian Activity Survey in Seoul, Korea. Focusing on the various types of land use mix, this study identifies the most influential combinations of land use mix that have significant associations with higher pedestrian volume. The results are as follows. First, pedestrian volume is more likely to be higher in the commercial areas including sales facilities or traditional market facilities rather than residential areas. Second, if all things are equal, the total floor areas of neighborhood-level commercial facilities are positively associated with pedestrian volume. The total floor areas of office facilities also show a positive association with pedestrian volume. Third, this study identifies the combination of residential use with neighborhood-level commercial facilities, retail facilities, offices, and other facilities as the strongest land use mix that is associated with higher pedestrian volume. However, retail facilities such as big-box stores and department stores do not show a positive association with pedestrian volume. We assume that these facilities are more likely to be associated with cars rather than walking. This study contributes to public policies that tend to promote walking activities with mixed land use strategies in the mega-cities. Future studies need to address the best combinations of land use mix for walking activities in the context of local land use conditions.

키 워 드 ■ 토지이용 혼합, 보행량, 보행활동, 건조환경  
Keywords ■ Land Use Mix, Pedestrian Volume, Walking Activity, Built Environment

## I. 서 론

### 1. 연구의 배경 및 목적

토지이용 혼합은 다양한 목적의 보행활동에 영향을 미쳐 가로의 활력을 높이는 데 기여할 수 있다. 활력 있는 가로는 사람들이 서로 다른 시간대에 서

로 다른 목적을 위해서 꾸준히 이용하여 생동감을 잃지 않는 공간이다. 제인 제이콥스(1961)는 단일 용도로 계획된 근린주구를 비판하면서 주거는 어떤 식으로 도입되더라도 단일 용도로 계획된다면 가로 활력에 효과적이지 못함을 지적하였다. 그녀는 토지 이용의 혼합적 사용이 다양한 방문객을 끌어들이기 때문에 지역의 활성화로 이어질 수 있음을 강조하

\* 이 논문은 2016년 대한국토·도시계획학회 춘계산학학술대회 발표논문을 수정·보완하였으며, 2015년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2015R1A2A2A01006865)

\*\* The Seoul Institute

\*\*\* Hanyang University (Corresponding Author: sugielee@hanyang.ac.kr)

\*\*\*\* Hanyang University

였다. Jan Gehl (2010)도 생동감 있는 도시 조성을 위해서는 다양한 목적의 활동이 가능한 용도의 혼합이 이루어져야 함을 주장하였다.

도시계획과 공공보건, 교통계획 관련 연구자들 사이에서 혼합적 토지이용의 효과는 다양하게 실증되어 왔다. 많은 연구가 토지이용 혼합이 차량 이용을 감소시키고 대중교통 이용 및 보행 통행을 증가시킬 수 있음을 실증하였다 (Cervero, 1996; Cervero and Radisch, 1996; Zhang, 2004; Frank et al, 2005). 하지만 보행량과 토지이용 혼합의 관계를 실증한 국내 일부 연구에서는 용도가 혼합될수록 보행량이 줄어들거나, 지역 특성에 따라 토지이용 혼합도와 보행량의 관계가 달라지는 결과를 보고하고 있다 (윤나영·최창규, 2013; 윤영준 외, 2013; 이연수 외, 2013; 이주아 외, 2014; 이정우 외, 2015; Im and Choi, 2015). 이는 대도시의 지역 특성에 따라 보행량에 영향을 미치는 토지이용 혼합의 효과가 다를 수 있음을 시사한다.

지금까지 국내의 근린 환경과 보행활동·가로 활력 관련 연구들은 서구 도시를 중심으로 진행된 연구들에 의해 도출된 결과를 기반으로 전개되었다. 하지만 한국의 도시 공간은 서구에 비해 이미 혼합적 토지이용의 정도가 상대적으로 높기 때문에<sup>1)</sup> 보행에 영향을 미치는 토지이용 혼합의 효과는 차이가 있을 것으로 판단된다. 이는 국내 도시들에서 나타나는 혼합적 토지이용의 의미와 효과에 대한 논의가 필요함을 의미한다.

국내·외 이론 및 실증분석은 혼합적 토지이용이 가로 활력을 증진하게 하고 생동감 있는 도시를 조성하는 데 긍정적 영향을 미친다고 제시하고 있지만, 효과적인 토지이용 혼합을 위해 어떠한 용도 혼합의 형태를 조성해야 하는지에 대해서는 아직 논의되고 있는 바가 없다.

본 연구의 목적은 서울시를 대상으로 용도혼합의 형태와 보행량이 어떤 상관성을 가지는지 실증함으

로써 국내의 실정에 맞는 토지이용 혼합 유형과 보행량의 관계를 확인하는 것이다. 주거용도를 기준으로 근린생활시설, 판매시설, 업무시설 등 다양한 용도를 혼합한 토지이용 혼합의 여러 유형을 도출하고, 어떤 용도의 혼합 유형이 보행량에 긍정적 또는 부정적 영향을 미치는지를 분석하고자 한다.

## 2. 연구의 범위 및 방법

연구의 공간적 범위는 2009년 서울시에서 보행량을 조사하였던 1만 지점이다. 서울시 전역에 걸쳐 보행량을 조사한 「2009년 서울시 유동인구 조사 자료」<sup>2)</sup>는 유동인구가 다수 발생하는 간선도로, 중심지 및 부도심 내 세가로, 주거지역, 지하 공간, 한강변 주변 등 다양한 지역을 포함하고 있기 때문에 토지이용 혼합 유형과 보행량의 관계를 분석하는 데 충분한 표본을 제공한다.

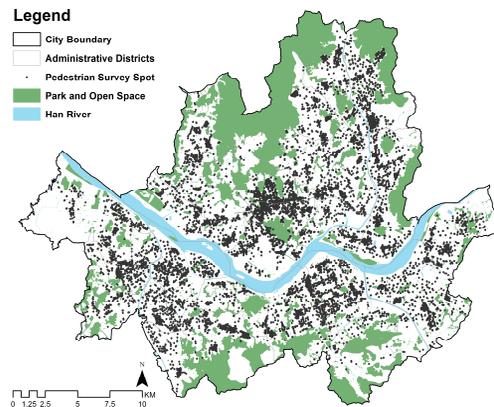


Fig 1. Case study area and pedestrian volume survey points in Seoul, Korea

토지이용 특성은 보행량 조사지점 반경 100m 이내 현황을 구축하였다. 가로의 물리적 환경과 보행량 관계를 분석한 연구(윤나영·최창규, 2013; Sung et al, 2013; 윤영준 외, 2014)에서 사용한 미시적 공간 범위인 100m<sup>3)</sup>를 적용하였다.

토지이용 특성 자료는 분석의 시간적 범위를 일 치시키기 위해 「2010년 서울시 과세대장」을 사용 하였다. 가로환경 특성, 토지이용 특성 등 이상치를 제거하고 최종적으로 9,728개 지점을 분석에 사용 하였다.

연구의 방법론으로 첫째, 토지이용 혼합도를 측정하기 이전에 단일 용도를 세분화하여 보행량과의 관계를 분석하였다. 주거용도는 주택 유형을 고려하여 단독주택, 다가구/다세대주택, 공동주택으로 구분하였으며, 상업시설은 기능과 규모를 고려하여 근린생활시설, 판매시설, 재래시장으로 구분하였다. 주거와 상업시설의 세분화는 토지이용의 기능뿐만 아니라 도시조직과 형태를 설명할 수 있을 것이다. 이 외에도 업무시설, 문화여가시설, 숙박위락시설, 교육시설, 의료복지시설까지 분류하였으며, 단일 용도와 보행량의 관계를 측정하였다. 토지이용 용도의 분류는 「건축법 시행령」의 기준을 준용하였다.

둘째, 다양한 용도혼합 유형을 도출하였다. 주거 용도를 기준으로 근린생활시설, 판매시설, 업무시설, 기타시설(문화, 교육, 의료, 숙박 등)간의 다양한 혼합 형태를 구축하였다. 주거와 근린생활시설, 주거와 판매시설과 같은 2개 용도의 혼합, 주거와 근린 생활시설, 판매시설, 주거와 근린생활시설, 업무시설 과 같은 3개 용도의 혼합, 주거와 근린생활시설, 판매시설, 업무시설과 같은 4개 용도의 혼합 등 다양한 토지이용 혼합 유형을 도출하여 각 용도가 혼합 되었을 때 보행량에 미치는 영향을 확인하였다.

셋째, 토지이용혼합도 지수를 사용하는 대신 용도별 연면적을 사용하여 토지이용 혼합 유형을 도출하였다. 선행연구에서 보편적으로 사용하는 토지 이용혼합지수는 토지이용 혼합의 내용적 측면을 고려할 수 없는 단점을 가지고 있다. 예를 들면 주거와 상업이 7:3인 경우와 3:7인 경우 토지이용 혼합도는 같은 점수를 나타낸다. 용도가 혼합되었을 때 보행량에 미치는 영향을 확인할 수 있으나, 어떤

용도가 더 영향을 미치는지에 대해서는 확인할 수 없으므로 본 연구에서는 토지이용혼합지수를 사용하지 않고 연면적의 조합으로 토지이용 혼합의 효과를 측정하였다.

분석방법은 다중회귀분석모델을 사용하였다. 보행량 조사지점 반경 100m 이내 용도별 연면적을 구축하고 토지이용 혼합 유형을 도출하였다. 조사지점별로 용도별 연면적의 크기와 시설의 유무형태가 다양하기 때문에 이를 통제하기 위해 용도별 시설이 존재하는지를 더미변수로 사용하였다. 토지이용 혼합유형과 보행량의 관계를 명확하게 분석하기 위해서 조사지점의 가로환경특성, 접근성, 주변지역 밀도, 지역특성 변수들을 통제변수로 사용하였다. 서울시 전역을 대상으로 조사한 1만 지점은 다양한 지점별 특성을 가지고 있지만, 여러 가지 조건을 통제함으로써 유사한 환경일 때 토지이용 혼합과 보행량의 관계를 설명할 수 있다. 토지이용 혼합유형별로 모형을 분석하였으며, 최종적으로는 비표준화 계수(coef), 표준화 계수(beta), 결정계수(R-squared)의 값을 비교하여 어떠한 토지이용 혼합유형이 보행량에 영향을 미치는지 확인하였다.

## II. 이론적 고찰

### 1. 토지이용 혼합과 보행활동 관련

혼합적 토지이용과 보행 친화적 환경은 지속 가능한 도시 조성을 위한 필수적 요소라 할 수 있다. 혼합적 토지이용은 거주, 노동, 여가 및 이동을 위한 좋은 장소를 조성하는 데 있어서 중요하며, 도보의 이용객 수를 증가시킴으로써 활력을 증진시킬 수 있다 (스마트성장 네트워크, 2011).

토지이용 다양성은 보행 통행에 긍정적인 영향을 미친다 (Ewing and Cervero, 2010). Cervero(1989)는 미국 교외지역의 업무중심지역을 대상으로 상업

용도가 혼합되면 보행 또는 자전거 사용이 장려됨을 실증하였다. 나아가 미국 대도시 지역을 대상으로도 고밀개발과 용도혼합이 보행 및 자전거 통근을 증가시킴을 확인하였다(Cervero, 1996).

토지이용 혼합이 통근을 목적으로 하는 보행에 영향을 미침을 확인한 Frank and Pivo(1994)는 토지이용이 혼합될수록 통근거리와 시간이 감소하며, 통근통행의 보행선택 비율이 증가함을 설명하였다. 샌프란시스코의 중심지역과 교외지역에서 토지이용 혼합효과를 비교한 Cervero and Radisch (1996)는 압축적이고 용도혼합이 잘 되어 있는 지역에서 보행 또는 대중교통을 이용할 확률이 높으며, 이러한 영향력은 비 통근통행에 강한 영향을 미친다고 실증하였다. Frank et al(2008)은 토지이용이 혼합되면 통근통행과 비 통근통행 모두 보행선택이 증가한다고 설명하였다.

보행활동과 관련하여 Cervero and Duncan (2003)은 출발지역과 도착지역의 토지이용 다양성, 특히 상업용도와의 토지이용 혼합은 보행을 증가시키는 효과가 큰 것을 실증하였다. Zhang(2004)도 도착지의 토지이용 다양성은 보행, 자전거, 대중교통 이용을 높임을 확인하였다. 비슷한 맥락에서 Targa and Clifton(2005)은 밀도가 높고 토지이용 혼합이 잘 되어있을수록 사람들의 보행빈도가 증가함을, Cerin et al(2007)은 집에서 가까운 곳의 용도가 혼합되어 있으면 사람들의 보행시간이 증가함을 실증하였다.

국내에서도 토지이용 혼합과 보행활동에 관한 연구들이 진행되고 있다. 주거지를 중심으로 주민의 보행시간과 근린환경의 관계를 분석한 국내·외 연구는 토지이용 혼합도가 높을수록 보행시간이 길어지거나 보행확률이 높아지는 등 보행활동에 긍정적인 영향을 미침을 설명하고 있다.

토지이용이 혼합될수록 보행시간이 증가함을 실증한 이경환·안건혁(2007)은 보행친화적인 환경을

위해서는 주거, 상업, 업무 등의 용도가 혼합되어야 함을 주장하였다. 이경환 외(2014)도 근린 내 주거, 상업, 업무 등의 목적지가 혼합되면 보행통행이 많아짐을 실증하였다. 또한 김희철 외(2014)는 용도가 혼합되면 보행선택 가능성이 높아짐을 확인하였다.

이처럼 거주지의 혼합적 토지이용은 모든 보행목적의 보행시간에 긍정적 영향을 미치지만, 주거용도를 제외한 용도 혼합은 보행활동과 부정적 관계를 가질 수 있음을 제시한 연구도 있다. 성현곤(2014)은 주거용도를 제외한 용도혼합은 보행시간과 부정적 관계임을 실증함으로써 용도복합은 주거용도를 중심으로 다른 용도와 혼합하는 노력이 중요함을 주장하였다.

최근 국내의 보행량과 가로의 물리적 환경의 관계를 실증한 연구에서는 상업지역의 경우 단일 용도일수록 보행량이 많아지는 결과가 보고되고 있다. 윤나영·최창규(2013)는 서울시 상업가로를 대상으로 주거지역과 혼합되지 않은 단일 용도일수록 보행량이 많을 것을 실증하였고, 이주아 외(2014)는 서울시 주요 상업가로로 선정된 11개 역세권을 대상으로 용도혼합도가 보행량과 유의하지 않음을 설명하였다. 이는 주로 상업시설이 밀집되어 있는 지역에서는 주거, 상업, 업무로 측정하는 용도혼합이 다양하게 나타나지 않기 때문이라 추정되지만, 원인에 대한 심도 있는 분석이 필요할 것이다.

## 2. 토지이용 혼합 측정방법 및 용도구분

국내·외 대부분의 연구에서는 엔트로피 개념을 기반으로 한 토지이용 혼합지수 (entropy-based land use mix index, 이하 LUM 지수)를 사용하여 토지이용 혼합 효과를 측정하고 있다. LUM 지수는 2개 이상의 용도혼합을 정량화하는 데 효율적인 지수이다(Song et al, 2013). 하지만 용도별 혼합비율로 계산되기 때문에 토지이용이 질적으로 다른 혼

합임에도 불구하고 같은 점수를 나타내는 한계를 가지고 있다 (Cerin et al, 2007; Brown et al, 2009; Duncan et al, 2010; Christian et al, 2011; 임하나, 2015). 이는 토지이용 용도가 혼합되었을 때 보행량에 미치는 영향을 확인할 수 있으나, 어떤 용도가 더 영향을 미치는지에 대해서는 확인할 수 없는 것이다.

다른 한편으로, 국내 연구는 주로 주거, 상업, 업무 등 대표적인 용도로 구분하여 토지이용 혼합도를 구축하고 효과를 측정하였다 (이주아·구자훈, 2013; 이연수 외, 2013; 이주아 외, 2014; 이경환·안건혁, 2007; 김희철 외, 2014; 이경환 외, 2014). 토지이용 용도를 주거, 상업, 업무 외에 공공시설, 교육/문화/운동, 기타로 구분한 일부 연구(윤나영·최창규, 2013; 윤영준 외, 2013)가 있으나 주거 및 상업 용도의 세분화는 이루어지지 않았다. 주거, 상업, 업무 등 대표 용도만으로 측정된 토지이용 혼합도는 국내의 고밀복합 도시에서 토지이용 혼합 효과를 측정하는 데 한계가 있다.

### 3. 보행활동에 영향을 미치는 용도 특성

보행활동에 영향을 미치는 용도는 다름을 실증한 연구가 있다. Duncan et al(2010)은 용도에 따라 보행활동에 미치는 영향이 다름을 지적하였다. 모든 용도가 보행에 영향을 미치는 것이 아니라 보행에 영향을 미치는 용도만으로 구축한 토지이용 혼합지수가 보행시간 및 빈도에 긍정적 영향을 미침을 확인하였다. Christian et al(2011)도 토지이용 혼합도에 포함되는 용도를 다르게 하여 다양한 토지이용 혼합도가 목적별 보행시간에 미치는 영향이 상이함을 실증하였다. 특히, Lee and Moudon(2006)은 24개의 다양한 용도의 개수와 시설까지의 거리를 구축하고, 24개를 다시 11개의 혼합 유형으로 만들어 혼합 유형이 있고 없는 지역을 중심으로 보행통행

과의 관계를 분석하였다. 단일 용도로는 근린 내 상점, 은행, 음식점 등의 시설수와 시설까지의 거리가 보행 시간에 영향을 미치고, 혼합 유형은 식료품점과 소매점이 많을수록, 식료품점, 은행, 식음 장소가 가까울수록, 식료품점, 소매, 레스토랑이 가까울수록 보행이 증가하는 것을 확인하였다.

토지이용 혼합 유형에 따라 보행활동에 영향을 미치는 정도가 다를 것이라 유추해볼 수 있다. 국내 실정에 맞는 토지이용 혼합 효과의 측정을 위해서는 주거와 상업용도 내에서도 유형별 용도의 세분화가 필요하며, 그 외의 시설에 대해서도 함께 논의되어야 할 것이다.

서울시 전체를 대상으로 단일 토지이용의 특성과 보행량의 관계를 분석한 연구들이 있다. 장진영 외(2015)는 「서울시 2009년 유동인구조사자료」를 활용하여 보행량 조사지점 반경 500m 내 용도지역을 기준으로 5개의 지역유형을 도출하였다. 지역특성에 따라 보행량에 영향을 미치는 토지이용 특성이 상이함을 확인하였다. 상업 중심지역은 상업시설 연면적이, 주거 중심지역은 교육 및 복지시설 연면적이 보행량에 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다.

이정우 외(2015)는 「2009년 서울시 유동인구조사자료」의 속성조사를 실시한 1천 지점을 대상으로 가로의 유형에 따라 영향을 미치는 토지이용이 다름을 실증하였다. 공동주택 밀도가 높을수록 보행량이 감소하는 반면 근린생활시설과 업무시설의 밀도가 높을수록 보행량이 증가하는 것을 확인하였다.

용도지역 유무를 변수로 사용하여 zoning과 보행량의 관계를 분석한 Sung et al(2015)는 준주거지역, 제3종일반주거지역 등 토지이용 혼합이 허용되는 용도지역에서 보행량이 많은 것을 실증하였다.

이와 같이 선행연구를 통해 개별 토지이용 밀도와 보행량의 관계가 상이하며, 지역유형에 따라 보행량에 영향을 미치는 토지이용 특성 또한 차이가 있음을 확인하였다. 다만, 기존 연구에서는 토지이

용을 주거, 상업, 업무시설 등으로 한정하여 효과를 측정할 한계가 있다. 세부 토지이용 특성이 보행량에 미치는 영향에 대해서도 살펴보아야 한다.

#### 4. 연구의 차별성

본 연구는 어떤 용도들이 혼합되었을 때 보행량에 긍정 또는 부정적인 영향을 미치는지 실증하는 것에 차별성이 있다. 기존 연구들은 주거, 상업 등 주용도의 밀도 또는 토지이용혼합지수를 사용하여 토지이용 특성과 보행활동의 관계를 설명하였다. 다양한 토지이용 혼합유형과 보행량의 관계를 분석하여 용도혼합효과를 설명하고자 한 연구는 전무하다.

본 연구에서는 첫째, 토지이용 특성을 11개 세부 용도로 구분하여 개별 토지이용 특성과 보행량의 관계를 실증하고자 한다. 기존 주거, 상업, 업무 등의 밀도에서 벗어나 세부 토지이용 특성과 보행량의 관계를 분석한다. 국외 연구에서도 토지이용 혼합 효과를 측정하기 위해 세분화된 용도의 연면적을 사용한 사례가 있다 (Cervero, 1989; Frank, 1994; Frank and Pivo, 1994).

둘째, 다양한 용도혼합 유형을 도출하여 보행량에 영향을 미치는 토지이용 혼합효과를 측정한다. 주거와 근린생활시설, 판매시설, 업무시설, 기타시설로 2개 용도의 혼합, 3개 용도의 혼합, 4개 용도의 혼합 유형을 도출하여 어떤 용도들이 혼합되었을 때 보행량에 영향을 미치는지 확인한다. 여러 가지 토지이용 혼합유형과 보행량의 관계를 분석함으로써 개별시설의 효과뿐만 아니라 서로 혼합되었을 때 나타나는 영향정도까지도 파악할 수 있다.

셋째, 어떤 용도가 혼합되었을 때 보행활동에 영향을 줄 수 있는지를 측정하기 위해서 토지이용 혼합지수 대신 용도별 연면적의 합을 사용하여 토지이용 용도혼합의 영향을 분석한다. 용도별 연면적의 합(sum) 변수는 Lee and Moudon(2006) 연구방법

에서 착안하였다. 이들은 시설의 개수를 더하여 혼합유형을 구축하였다. 본 연구에서 사용한 토지이용 혼합유형은 시설의 개수가 아닌 면적이기 때문에 반경 100m 내에 포함되는 용도별 연면적만을 추출하였다. 연면적의 합을 통해 혼합효과를 측정하는 기초단계이지만, 용도별 연면적 합과 보행량의 관계 분석은 향후 시설별 보행인구 유발정도를 추정하는데 활용 가능할 것으로 판단된다.

### III. 변수설정 및 자료구축

#### 1. 토지이용 용도분류

정책적 시사점을 고려하여 국내의 용도지역 제도와 용도지역별 건축물 허용용도를 기준으로 용도의 대분류<sup>4)</sup>를 결정하였으며, 선행연구들에서 보편적으로 사용한 주거, 상업, 업무 용도에서 보다 세부적인 용도분류를 시도하였다. 「건축법 시행령」과 서울연구원(2010)의 기준을 토대로 토지이용 용도는 단독주택, 다가구/다세대주택, 공동주택, 근린생활시설, 판매시설, 재래시장, 문화여가시설, 숙박유흥시설, 의료복지, 교육시설, 업무시설로 구분하였다.

#### 2. 변수설정 및 자료구축

종속변수는 평일평균 보행량이다. 평일평균 보행량은 1주일의 3일(월, 수, 금)동안 1만 지점을 대상으로 7:30분부터 20:30까지 관찰된 평균 유동인구를 의미한다. 다양한 요일과 시간대의 평균 유동인구이기 때문에, 요일 또는 시간대에 의한 특정 유동인구 효과를 표준화 시킨 값이라 할 수 있다.

토지이용 특성은 각 용도별 연면적과 시설 유무로 설정하였으며, 다른 조건들을 통제하기 위해 가로환경특성, 접근성, 밀도, 지역특성의 변수들을 사용하여 분석을 진행하였다 (표 1 참조).

서울시 토지이용 혼합유형과 보행량의 연관성 실증분석

Table 1. Variables and data sources

Variables		Description	Source	
Land use charact.	Floor area ratio	Single-family housing	Total FAR(m <sup>2</sup> ) within 100m radius from survey point	2010 Tax ledger, Seoul
		Multi-family housing		
		Multi-family housing apartment		
		Neighborhood living facility		
		Retail use		
		Traditional market		
		Office		
		Hotel and lodge		
		Cultural facility		
		Medical and health facility		
	Educational facility			
	Exist. of building	Existence of single-family housing	Existence of building use within 100m radius from survey point (dummy variable)  0= FAR of land use < 1m <sup>2</sup> 1= FAR of land use > 1m <sup>2</sup>	
		Existence of multi-family housing		
		Existence of multi-family apartment housing		
		Existence of neighborhood living facility		
		Existence of retail use		
		Existence of traditional market		
		Existence of office		
		Existence of hotel and lodge		
		Existence of cultural facility		
Existence of medical and health facility				
Existence of educational facility				
Road and street physical environment	Street	Street width(m)	street width(m)	2009 Ped. pop. survey, Seoul
		Pedestrian only street	(0=no, 1=yes)	
		Barrier (road)	(0=no, 1=yes)	
		Fence	(0=no, 1=yes)	
		Slope	(0=no, 1=yes)	
	Road	No. of lane (road)	no. of lane (road)	
		Center line (road)	(0=no, 1=yes)	
		Crosswalk within 50m	(0=no, 1=yes)	
Accessibility	Bus station within 50m	(0=no, 1=yes)	2010 New address data	
	Subway station within 50m	(0=no, 1=yes)		
	Distance to subway station(m)	shortest dist. to the nearest subway station/bus station		
	Distance to bus station(m)			
Density	No. of building	no. of building use within 100m radius from survey point	2010 New address data	
Regional characteristics	Gangnam 3 Gu (Songpa, Seocho, Gangnam)*	dummy variable		
	Gangbuk area (except center)			
	CBD (Jongno, Jung, Yongsan, Yeongdeungpo)			
Gangnam area (except Gangnam 3 Gu)				

토지이용 특성은 선행연구에서 사용되는 단독주택, 다가구/다세대주택, 공동주택, 근린생활시설, 판매시설, 업무시설 외에 재래시장, 문화시설, 숙박시설, 교육시설, 의료시설의 연면적을 추가하였다. 총 11개의 용도를 사용하였으며, 서울시 과세대장을 사용하여 필지단위로 용도별 연면적을 구축하였다. 토지이용 혼합유형은 용도별 연면적의 합을 사용하기 때문에 보행량 조사지점 100m 경계 외부의 토지이용에 대한 제어가 필요하다. 이를 위해 보행량 조사지점에서 반경 100m 경계에 걸치는 필지들에 대해서는 경계 내 포함되는 부분의 면적 비율을 적용하여 연면적을 산출<sup>5)</sup>하였다.

용도별 연면적은 용도에 따라 또는 조사지점에 따라 크기의 차이가 나타날 것이다. 용도별 연면적으로 혼합의 유형을 도출하면 연면적이 큰 특정 용도들에 의해 다른 용도들의 혼합된 효과가 잘 나타나지 않을 수도 있다. 예를 들어 주거와 문화시설의 혼합인 경우 문화시설이 없어도 연면적은 공동주택으로 인해 클 가능성이 있다. 이러한 한계를 통제하기 위해서 보행량 조사지점별 100m 버퍼 안에 토지이용 용도의 유무를 더미변수로 구축하였다. 용도의 유무 변수는 더미변수로 보행량 조사지점 반경 100m 이내 용도별 연면적 최소단위를 기준으로 1㎡ 이상이면 1, 1㎡ 이하이면 0으로 구축하여 분석하였다.

이러한 방법은 재래시장, 판매시설 등 특정용도에 의한 영향력을 제어하면서 용도별 연면적과 보행량과의 관계를 분석하는데 유용하다 할 수 있다. 조사지점에 따라 용도가 다양하게 분포하고, 용도별 면적이 상이하기 때문에 용도가 있는지 없는지에 대해서도 함께 검토해야만 토지이용과 보행량의 관계를 명확하게 확인할 수 있을 것으로 판단하였다.

가로환경특성은 크게 보도특성과 차도특성으로 구분하여 변수를 선정하였다. 보도특성은 보행로의 유형, 물리적 상태(경사도, 장애물 등)를 고려한 변

수들이며, 차도특성은 대로변, 이면도로, 보차분리도로에서 중앙선 유무에 따른 차로특성<sup>6)</sup> 등 주변의 차도와의 관계를 통제하기 위해 반영한 변수들이라 할 수 있다.

서울시 유동인구조사자료에서 제공하는 가로의 물리적 환경 변수 중에 보도특성을 설명하는 보도 폭(m), 보행로 특성(보차혼용/보행전용), 장애물 여부, 펜스, 경사로 유무와 차도특성을 설명하는 총 차로 수, 중앙선 여부, 좌우 50m 내 횡단보도 유무를 사용하였다. 보도 폭과 총 차로수를 제외한 장애물, 경사로, 중앙선 등은 물리적 환경이 조성되어 있을 때 1, 없을 때를 0으로 설정하여, 물리적 환경이 조성되어 있을 때 보행량과의 관계를 설명하였다. 보행로 특성은 보차혼용이 0, 보행전용을 1로 설정하였다.

접근성을 설명하는 변수들은 좌우 50m 이내 버스정류장 유무와 지하철역입구의 유무 이외에 조사지점에서 가장 가까운 지하철역까지의 거리와 버스정류장까지의 거리를 산출하였다. 반경 50m 이내 대중교통시설의 유무 효과뿐만 아니라 대중교통시설까지의 접근거리와 유동인구의 효과를 측정할 수 있을 것이다.

반경 100m 이내 건축물의 수를 변수로 사용하여 밀도효과를 통제하였다. 예를 들어 같은 상업시설, 업무시설 등이라 해도 소규모와 대규모 시설에 따라 가로의 유동인구에 미치는 영향정도가 다를 수도 있다. 용도별 연면적, 시설의 유무 이외에 건축물의 수를 통제변수로 추가하여 규모에 따른 인구수용 정도를 통제된 후의 토지이용 효과를 명확하게 측정하고자 한다.

마지막으로 유동인구 조사지점이 어느 지역에 위치하는냐에 따른 영향정도 차이를 확인하기 위해 지역특성을 더미변수로 추가하였다. 지역을 도심지역, 강남3구, 강남지역, 강북지역으로 구분하였으며, 강남3구를 준거로 하여 지역특성을 분석하였다.

### 3. 토지이용 혼합 유형 도출

보행량과 단일 용도의 관계를 분석한 모형에서는 11개의 용도를 모두 사용하였지만, 혼합유형별 효과를 측정할 때는 일부 용도들을 합하여 분석을 실시하였다. 토지이용 혼합 유형과 보행량의 관계를 명확하게 살펴보고, 지역특성별 차이를 확인하기 위해 단독주택, 다가구/다세대주택, 공동주택을 주거 용도로 합하였다. 상업시설은 근린생활시설과 판매시설만 사용하였고 재래시장은 포함하지 않았다. 다른 용도들에 비해 문화시설, 교육시설, 의료시설, 숙박시설의 연면적이 작기 때문에 혼합 유형에 포함되면 그 효과가 미비할 수도 있을 것이라는 판단 하에 기타시설로 합하여 사용하였다.

최종적으로 주거, 근린생활시설, 판매시설, 업무시설, 기타시설로 토지이용 혼합 유형을 도출하였다(표 2 참조). 주거용도를 기준으로 근린생활시설, 판매시설, 업무시설, 기타시설이 혼합된 다양한 경

우의 수를 고려하여 변수를 구축하였다.

〈표 2〉와 같이 2~4개 용도의 혼합 유형을 구축하였으며, 보행량과의 관계를 분석하면 어떤 용도의 혼합이 가장 영향력이 큰 지에 대해서 확인할 수 있을 것이다. 예를 들면, 주거와 근린생활시설, 주거와 판매시설, 주거와 업무시설, 주거와 기타시설을 통해 주거와 혼합된 근린생활시설, 판매시설, 업무시설, 기타시설의 개별 효과를 측정할 수 있다. 또한, 두 개 용도의 토지이용 혼합에서 나아가 3개 이상의 여러 가지 용도의 혼합이 유동인구 보행량에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 분석할 수 있다.

## IV. 토지이용 혼합 유형과 보행량 분석

### 1. 기초통계분석

서울시 전체의 평일평균 보행량은 약 3,081명이 다. 100m 반경 내 연면적은 공동주택(10,802㎡),

Table 2. Type of land use mix

Classification	Residential			Commercial		Office	Etc
	Single-family	Multi-family	Apartment	Neighborhood living facility	Retail facility		
M1 A	•	•	•				
M2 A+B	•	•	•	•			
M3 A+C	•	•	•		•		
M4 A+D	•	•	•			•	
M5 A+E	•	•	•				•
M6 A+B+C	•	•	•	•	•		
M7 A+B+D	•	•	•	•		•	
M8 A+B+E	•	•	•	•			•
M9 A+C+D	•	•	•		•	•	
M10 A+C+E	•	•	•		•		•
M11 A+D+E	•	•	•			•	•
M12 A+B+C+D	•	•	•	•	•	•	
M13 A+B+C+E	•	•	•	•	•		•
M14 A+B+D+E	•	•	•	•	•	•	•
M15 A+C+D+E	•	•	•		•	•	•
M16 A+B+C+D+E	•	•	•	•	•	•	•

\* A: residential, B: neighborhood living, C: retail, D: office, E: etc (cultural, educational, medical, and hotel facilities)

근린생활시설(10,993㎡), 업무시설(9,278㎡), 다가구/다세대(8,442㎡) 순으로 많았으며, 재래시장, 문화여가, 숙박, 교육, 의료복지시설 등의 평균 연면적은 상대적으로 작은 것을 알 수 있다.

조사지점으로부터 100m 반경 안에 시설 유무 비율을 살펴보면 70% 이상은 단독주택과 다가구/다세대주택이 있으며, 공동주택은 58% 정도로 나타났다. 주거용도가 없는 비주거용도만으로 구성된 지점도 20% 정도 있는 것으로 나타났다. 근린생활시설을 포함하고 있는 지점은 전체 98%인 반면 판매시설이 있는 지점은 7.6%, 재래시장은 3%이다. 이러한 결과는 보행량 조사지점 주변이 대규모 판매시설이나 재래시장보다는 근린생활시설이 많은 지역에서 조사되었기 때문이라 판단된다. 그리고 업무시설이 포함된 지점은 93.2%이며, 문화여가시설과 숙박위락시설은 포함되지 않은 경우가 더 많았다. 교육시설과 의료복지시설은 포함된 지점과 포함하지 않은 지점에 큰 차이는 없지만 포함하는 경우가 더 많은 것으로 나타났다.

평균 보도 폭은 4m, 조사지점의 보행로 특성은 보행전용도로가 54.6%, 보차혼용도로가 45.4%이다. 좌우 50m 내 버스정류장이 있는 지점은 약 23%, 지하철역이 있는 지점은 7%이며, 가장 가까운 버스정류장까지의 거리는 평균 95m, 지하철역까지의 거리는 평균 420m이다. 반경 100m 내 건물 수는 평균 80개로 나타났다.

## 2. 단일 토지이용과 보행량 관계 분석

토지이용 혼합유형과 보행량의 관계를 분석하기에 앞서, 단일 토지이용 용도와 보행량의 관계를 분석하였다 (표 3 참조). 변수들의 다중 공선성을 확인하기 위해 상관분석을 실시하였으며, 상관계수는 0.5 이하로 상관성이 낮은 것으로 나타났다. 모든 변수의 분산팽창인자(VIF) 값 또한 4이하로, 다

중 공선성이 없는 것을 확인하였다.

서울시 전체에서는 다른 조건이 동일하다면, 조사지점 반경 100m 내 단독주택의 연면적이 증가하면 보행량이 감소하는 것으로 나타났다. 또한 단독주택, 공동주택이 있는 지역이 그렇지 않은 지역에 비해 보행량이 감소하는 것으로 나타났다. 단일 주거용도는 가로 활력에 효과적이지 못함을 지적한 제이콥스(1961)의 주장을 뒷받침하는 결과라 할 수 있다.

반면 반경 100m 내 근린생활시설, 판매시설, 재래시장, 업무시설, 문화여가시설, 교육시설, 의료복지시설의 연면적이 증가하면 가로의 보행량이 증가하는 것으로 나타났다. 비주거용도 시설 중 단일 용도의 연면적이 한 단위 증가할 때 보행량에 가장 큰 영향을 미치는 용도는 근린생활시설(0.315)임을 확인하였다. 판매시설은 연면적(㎡)이 한 단위 증가할 때 보행량에 미치는 영향정도가 0.096이고, 재래시장은 0.036으로 나타났다. 상업시설 세부 용도에 따라라도 보행량에 영향을 미치는 정도의 차이가 있는 것을 확인하였다.

다른 조건이 동일하다면 판매시설이 있는 지역에서 보행량이 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구의 용도별 시설 유무변수는 면적이 1㎡ 이상이면 시설이 있다고 측정된 것이다. 용도별 연면적의 크기를 통제하기 위해 구축한 변수이기 때문에, 분석결과로 시설의 효과를 설명하기에는 한계가 있다고 판단된다. 용도별 시설이 있는지 없는지에 대해 효과를 파악할 수는 있으나, 단일 특정 시설의 위치가 고려된 것은 아니기 때문에 온전한 시설의 효과를 파악하기는 어려운 것이다. 다만, 근린생활시설은 일반주거지역에 입지할 수 있는 반면, 판매시설은 입지할 수 있는 용도지역의 특성이 준주거와 상업지역이기 때문에 판매시설의 유무는 시설의 효과라기 보다는 상업지역의 특성을 설명한다고 할 수 있다.

업무시설, 교육시설, 문화시설의 연면적이 증가하

서울시 토지이용 혼합유형과 보행량의 연관성 실증분석

Table 3. Regression analysis for pedestrian volume

Variables		Coef.	Beta	
Land use charact.	Floor area ratio (m <sup>2</sup> )	Single-family housing	-.129 ***	-.060
		Multi-family housing	-.005	-.013
		Multi-family housing apartment	.002	.008
		Neighborhood living facility	.115 ***	.315
		Retail use	.066 ***	.096
		Traditional market	.158 ***	.036
		Office	.019 ***	.092
		Hotel and lodge	.054 **	.020
		Cultural facility	.001	.001
		Medical and health facility	.034 ***	.032
	Educational facility	.025 *	.016	
	Exist. of building (0=no, 1=yes)	Existence of single-family housing	-729.335 ***	-.080
		Existence of multi-family housing	-33.182	-.004
		Existence of multi-family apartment housing	-260.710 **	-.034
		Existence of neighborhood living facility	-70.822	-.002
		Existence of retail use	528.922 ***	.037
		Existence of traditional market	282.278	.013
		Existence of office	104.741	.007
		Existence of hotel and lodge	113.060	.015
		Existence of cultural facility	-187.794 **	-.024
		Existence of medical and health facility	63.584	.008
Existence of educational facility	-20.289	-.003		
Road and street physical environment	Street	Street width(m)	194.002 ***	.111
		Pedestrian only street (0=no, 1=yes)	667.184 ***	.088
		Barrier (road) (0=no, 1=yes)	242.283 **	.017
		Fence (0=no, 1=yes)	253.014 **	.024
		Slope (0=no, 1=yes)	-295.559 ***	-.034
	Road	No. of lane (road)	243.075 ***	.154
		Center line (road) (0=no, 1=yes)	-234.553 **	-.031
Accessibility	Bus station within 50m (0=no, 1=yes)		495.877 ***	.056
	Subway station within 50m (0=no, 1=yes)		1904.956 ***	.129
	Distance to subway station(m)		-.620 ***	-.061
	Distance to bus station(m)		-1.142 **	-.022
Density	No. of building		7.980 ***	.119
Regional characteristics	Regional characteristics (ref.Gangnam-3 Gu)	CBD	1107.899 ***	.104
		Gangnam area	530.670 ***	.064
		Gangbuk area	350.194 ***	.045
Constant		-425.312 **		
N		9,728		
F		130.552***		
R-squared (adj R-squared)		0.339(0.336)		

Note: A dependent variable is the average pedestrian volume of weekdays.

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

면 보행량이 증가하는 결과는 업무시설의 밀도가 보행량 증가에 영향을 미침을 실증한 이정우 외(2015)와 주거지역에서 교육 및 복지시설의 연면적이 보행량 증가에 영향을 미침을 실증한 장진영 외(2015) 연구결과와 유사한 것으로 보인다.

보도특성 측면에서는 보도환경이 잘 정비된 곳에서 보행량이 많은 것이라 추정된다. 보도폭이 넓고, 장애물과 펜스 등이 존재하며 경사로가 없는 곳에서 보행량이 증가하며, 보차혼용도로보다는 보행전용도로에서 보행량이 많은 것으로 나타났다. 차로 수가 많은 지역에서 보행량이 증가하는 것은 대로변의 보행자가 많음을 의미한다고 할 수 있다. 차로 수가 동일하다면 중앙선이 없는 차로에서 보행량이 많은 것으로 나타난 것은 근린상권 내 보도, 도로폭이 좁은 지역, 이면도로 등의 특성을 반영한 결과로 추정된다.

50m 내 버스정류장과 지하철역이 있는 지점, 지하철역까지의 거리와 버스정류장까지의 거리가 가까울수록 보행량이 증가하는 것을 보아 대중교통과의 접근성이 좋은 지점에서 보행량이 많은 것을 알 수 있다. 반경 100m 내 건물의 수가 증가할수록 보행량이 증가하는 것으로 나타났다. 다른 여건이 동일한 조건이라면 대규모보다는 소규모 도시조직에서 보행량이 더 많음을 설명할 수 있다.

마지막으로 지역의 특성에 따라 보행량의 차이가 있음을 확인하였다. 강남3구에 있는 보행량 조사지점에 비해 도심(CBD)과 강남지역, 강북지역에 속한 지점들의 보행량이 많은 것으로 나타났으며, 특히 도심지역의 보행량이 가장 많은 것을 확인하였다.

### 3. 토지이용 혼합유형과 보행량 관계분석

〈표 2〉에서 도출한 다양한 토지이용 혼합유형과 보행량의 관계를 분석하였다(표 4 참조). 토지이용 혼합유형별 효과를 비교하기 위해, 〈표 3〉의 토지

이용 연면적 변수를 제외한 시설 유무, 가로환경특성, 접근성, 밀도, 지역특성을 통제변수로 사용하였다. 토지이용 연면적 변수 대신에 각 토지이용 혼합유형을 적용하여 회귀분석을 실시하였다. 이는 용도별 시설 유무, 가로환경특성, 접근성, 밀도, 지역특성이 동일한 조건일 때 토지이용 혼합유형이 보행량에 미치는 영향을 설명하는 것이다. 총 16개의 회귀분석 모형을 도출하였으며, 〈표 4〉는 각 모델별 토지이용 혼합유형 변수의 비표준화 계수(coef), 표준화 계수(beta), 결정계수(R-squared) 값을 정리한 결과이다.

서울시 전체적으로 단일 주거용도의 연면적이 증가하면 보행량이 감소하지만(M1), 주거용도에 근린생활시설, 판매시설, 업무시설, 기타시설이 각각 혼합되면 주거만 있을 때보다 비표준화 계수 값이 커짐을 알 수 있다(M2-M5). 주거에 비주거용도가 혼합되면 전반적으로 보행량이 증가하는 효과가 있는 것으로 나타났다.

주거와 혼합되었을 때 보행량에 가장 큰 영향을 미치는 용도는 근린생활시설(M2)이다. 근린생활시설이 포함된 모델(M2, M6-8, M12-14, M16)의 비표준화 계수는 모두 높은 값을 나타내고 있다. 업무시설도 보행량과 긍정적인 관계가 있음을 확인하였다. 주거와 업무가 혼합(M4)되면 보행량이 증가하며, 주거, 근린생활시설에 업무시설이 혼합(M7)되었을 때가 판매시설이 혼합(M6)되었을 때보다 비표준화 계수가 더 큰 것으로 나타났다.

반면 판매시설과 기타시설은 주거용도와 혼합이 되면 단일 주거일 때보다 보행량이 증가하는 효과가 있는 것으로 추정되지만, 전체적으로 가로의 보행량에 미치는 영향력은 미비한 것으로 나타났다. 주거지역에 판매(M3)가 혼합되거나 기타시설(M5)이 혼합되었을 때는 보행량이 (-)로 나타났으며, 주거, 기타, 판매시설이 혼합(M10)되면 통계적으로 유의하지 않은 것을 알 수 있다. 이는 보행량이 감소

한다기보다는 다른 시설들에 비해 혼합효과가 작은 것으로 설명할 수 있다.

상업시설 중 판매시설보다는 근린생활시설이 보행량 증가에 더 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 두 시설은 모두 보행량과 긍정적인 연관성을 가지고 있지만, 주거, 업무, 기타용도에 근린생활시설 혼합(M14)과 주거, 업무, 기타용도에 판매시설 혼합(M15)을 비교하면 판매시설(0.016)보다 근린생활시설(0.027)이 혼합되었을 때 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 판매시설은 대형할인점, 백화점, 대규모 쇼핑센터 등이 포함되어 있으며, 이 시설들은 주로 차량을 이용하여 방문하는 시설 (박강만·최창규, 2012)이기 때문에 판매시설이 혼합되더라도 가로의 보행량에는 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 판단된다.

서울시 전체에서는 주거용도에 근린생활시설, 판매시설, 업무시설, 기타시설 모두 혼합되었을 때 (M16) 계수와 모델의 설명력이 가장 높은 것으로 나타났다.

### V. 결론

본 연구에서는 서구 도시에 비해 고밀 복합적인 국내 도시들에서 나타나는 혼합적 토지이용의 의미와 효과를 파악하기 위해 토지이용 혼합 유형과 보행량의 상관성을 실증분석 하였다. 다양한 토지이용 혼합 유형을 도출하고 어떤 용도의 혼합 유형이 보행량에 긍정적 또는 부정적 영향을 미치는지에 대해 분석하였다. 주거용도를 기준으로 근린생활시설, 판매시설, 업무시설 등 다양한 용도를 혼합한 여러

Table 4. Regression analyses for pedestrian volume by the types of land use mix

Type of land use mix for each regression model			Coef.	Beta	R-sq.
M1	주거	res.	-0.010 ***	-0.051	0.245
M2	주거+근생	res.+neigh. living	0.022 ***	0.112	0.253
M3	주거+판매	res.+retail	-0.005 **	-0.025	0.243
M4	주거+업무	res.+office	0.012 ***	0.072	0.247
M5	주거+기타	res.+etc	-0.006 **	-0.030	0.243
M6	주거+근생+판매	res.+neigh. living+retail	0.025 ***	0.129	0.256
<b>M7</b>	<b>주거+근생+업무</b>	<b>res.+neigh. living+office</b>	<b>0.026 ***</b>	<b>0.181</b>	<b>0.269</b>
M8	주거+근생+기타	res.+neigh. living+etc	0.024 ***	0.124	0.255
M9	주거+판매+업무	res.+retail+office	0.014 ***	0.089	0.249
M10	주거+판매+기타	res.+retail+etc	-0.001	0.006	0.243
M11	주거+업무+기타	res.+office+etc	0.014 ***	0.086	0.249
<b>M12</b>	<b>주거+근생+판매+업무</b>	<b>res.+neigh. living+retail+off.</b>	<b>0.028 ***</b>	<b>0.197</b>	<b>0.273</b>
M13	주거+근생+판매+기타	res.+neigh. living+retail+etc	0.026 ***	0.140	0.259
<b>M14</b>	<b>주거+근생+업무+기타</b>	<b>res.+neigh. living+office+etc</b>	<b>0.027 ***</b>	<b>0.194</b>	<b>0.272</b>
M15	주거+판매+업무+기타	res.+retail+office+etc	0.016 ***	0.102	0.251
<b>M16</b>	<b>주거+근생+판매+업무+기타</b>	<b>res.+neigh. living+retail+office+etc</b>	<b>0.028 ***</b>	<b>0.209</b>	<b>0.276</b>

Note: Table 4 represents the results of 16 regression models with 9,728 observations with a different combination of land use mix. A dependent variable is the average pedestrian volume of weekdays.

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

유형을 도출하고 보행량과의 분석을 통해 어떤 용도별 혼합이 가장 효과가 좋은 것인지 확인하였다.

연구의 결과는 다음과 같다. 첫째, 서울시 전체에서는 다른 조건이 동일하다면 단독주택 연면적이 증가할 때 보행량이 감소하고, 단독주택과 공동주택이 있는 지역이 없는 지역에 비해 보행량이 감소하는 것으로 나타났다. 단일 주거용도는 가로활력에 효과적이지 못함을 설명한 결과라 할 수 있다.

반면 근린생활시설, 판매시설, 재래시장, 업무시설, 문화여가시설, 교육시설, 의료복지시설의 연면적이 증가하면 가로의 보행량이 증가하는 것으로 나타났다. 이 중 긍정적인 영향력이 가장 큰 용도는 근린생활시설임을 확인하였다. 일반적으로 알고 있듯이 주거가 있는 지역은 다른 지역에 비해 보행량이 적으며, 상업용도가 있는 지역은 다른 지역에 비해 보행량이 많음을 설명하는 결과이다.

판매시설이 있는 지역에서 보행량이 증가하는 것으로 나타났다. 용도별 시설의 유무는 연면적을 통제하기 위해 구축한 변수로서 단일 시설의 효과를 설명하는 데에는 한계가 있다. 다만 판매시설은 근린생활시설에 비해 입지할 수 있는 용도지역이 상업지역이기 때문에, 판매시설의 유무는 시설의 효과라기보다는 주거지역과 상업지역의 특성을 설명한다고 할 수 있다. 향후 판매시설 등 개별 시설의 위치를 반영하여 가로활력과의 관계를 측정한다면, 시설효과를 보다 명확하게 측정할 수 있을 것이다.

둘째, 다양한 토지이용 혼합유형을 도출하고 보행량과의 관계를 분석하였다. 토지이용 혼합 효과를 측정하기 위해 용도별 시설 유무, 가로환경특성, 접근성, 밀도, 지역특성을 통제변수로 사용하여 회귀 분석을 실시하였으며, 각 모델별 토지이용 혼합유형 변수의 계수 값만 정리하여 비교분석하였다.

서울시 전체적으로는 주거용도를 기준으로 근린생활시설, 판매시설, 업무시설, 기타시설이 각각 혼합되면 보행량이 증가하며, 혼합되는 용도가 많아질

수록 영향력이 커지는 것으로 나타났다. 보행량에 가장 큰 양(+)의 영향을 미치는 용도는 근린생활시설이다. 근린생활시설이 포함된 모델의 비표준화 계수는 모두 높은 값을 나타내고 있다. 업무시설 또한 혼합되었을 때 보행량이 증가하는 것으로 나타났다. 판매시설이 혼합되었을 때보다 업무시설이 혼합되었을 때 보행량에 미치는 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 향후 시설별 위치와 규모에 따른 차이를 반영한다면, 업무시설과 판매시설의 효과를 구체적으로 논의할 수 있을 것이다.

판매시설과 기타시설은 주거용도와 혼합이 되면 단일 주거일 때보다 보행량이 증가하는 효과가 있는 것으로 추정되지만, 전체적으로 가로의 보행량에 미치는 영향력은 미비한 것으로 나타났다. 이는 상업시설 중에서도 판매시설보다는 근린생활시설이 보행량 증가와 더 큰 연관성을 가지고 있는 것을 의미한다. 판매시설은 대형할인점, 백화점, 대규모 쇼핑센터 등으로서 주로 차량을 이용하여 방문하는 시설이기 때문에, 주거에 판매시설이 혼합되더라도 가로의 보행량에는 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 추정된다.

본 연구는 가로활력·보행활동에 영향을 미치는 다양한 토지이용 혼합효과를 실증한 기초연구이다. 국내의 실정에 맞도록 용도를 세분화하여 다양한 용도혼합 유형을 도출하고, 어떤 용도의 혼합이 보행량에 영향을 미치는 것인지에 대해 실증분석을 시도하였다는 점에서 의의를 가진다. 이러한 용도혼합의 조합은 향후 지역별로 보행친화적인 도시공간 조성을 위한 건축물 허용 용도와 관련하여 중요한 정책적 시사점을 제공할 수 있을 것이다.

이러한 연구의 의의에도 불구하고 본 연구에서 고려하지 못한 몇 가지 사안들이 있다. 첫째, 본 연구에서 고려하지 못한 용도에 대한 다양한 토지이용 혼합 유형을 도출하고 효과를 측정할 필요가 있다. 둘째, 지역의 유형을 구분하여 지역특성에 따라

보행량과 토지이용 혼합 효과를 측정한다면 현실적이며 실현 가능한 시사점을 제시할 수 있을 것이라 판단된다. 셋째, 보행활동의 목적에 따라 영향을 미치는 토지이용 혼합형태가 다를 수도 있다. 따라서 향후 연구에서는 보행활동의 목적별 유형을 구분하여 토지이용 혼합 형태와의 관계를 분석한다면 목적별 보행량에 영향을 미치는 토지이용혼합 방안을 도출할 수 있을 것이다.

- 주1. 서울의 평균 인구밀도(2014년 기준)는 16,994명/km<sup>2</sup>인 반면 미국 대도시 중에서도 인구밀도가 높은 뉴욕의 경우 밀도가 10,725명/km<sup>2</sup>이다.
- 주2. 서울시에서는 보행활동에 대한 이해도를 높이고 지역경제 활성화를 위한 유동인구 규모와 특성 등을 계량적으로 파악하고자 2009년부터 유동인구조사를 실시하였다. 2009년 서울시 유동인구 조사자료는 서울시내 주요지점 1만 곳의 주요 가로변 및 주요 교차로 주변의 가로보행량을 조사한 자료이다. 유동인구가 다수 발생하는 간선도로, 중심지 및 부도심 내 세가로, 주거지역, 지하 공간, 한강변 주변을 지점으로 선정하였다. 조사기간은 2009년 8월부터 11월까지(4개월)이며, 1주일의 5일(월, 수, 금, 토, 일) 조사지점에서 일정시간(07:30분~20:30)동안 유동인구를 관찰하였다. 조사원이 조사지점에서 차로까지 기준선을 설정하여 지나가는 사람 수를 육안으로 파악하여 조사표에 기재하였으며, 매 15분 단위로 5분간 측정하였다(서울시, 2009).
- 주3. 본 연구에서는 기존 선행연구를 토대로 미시적 공간범위를 설정하였지만, 향후 보행량에 영향을 미치는 공간적 범위에 대한 심도 있는 논의가 필요할 것으로 판단된다.
- 주4. 토지이용 용도분류 기준은 다음의 표와 같다.

대분류 Classification	세세분류 Detailed Classification
단독주택 Single-family housing	단독주택, 전문하숙집 single-family housing,
다가구/다세대 Multi-family low-density housing	다가구주택, 연립주택, 다세대주택 multi-family housing, town houses
공동주택 Multi-family high-density housing	아파트, 사원아파트, 기숙사, 오피스텔(주거용) apartment, dormitory, residential officetel

근린생활시설 Neighborhood living	근린생활시설, 식품위생시설, 공중위생시설 neighborhood living facility, public health facility
판매시설 Retail	대규모 점포시설 large retail complex
재래시장 Traditional market	시장(재래시장) market(traditional market)
문화여가시설 Cultural/leisure	문화시설 및 방송통신, 유원시설 및 체육시설 cultural facility, communication facility, exercise facility
숙박위락시설 Hotel	호텔, 숙박시설, 여인숙, 콘도, 위락시설 hotel, lodge, condominium
의료복지시설 Medical/welfare	의료시설(병원, 한의원), 복지시설 hospital, welfare facility
교육시설 Educational	교육연구시설 education/research facility
업무시설 Office	사무실, 오피스텔(사무용) office, officetel

\*자료: 서울시 과세대장(2010), 2010 Tax ledger, Seoul

- 주5. 반경 내 용도별 연면적은 용도별 총 연면적에 전체 필지면적에서 반경 내 포함되는 필지면적의 비율을 적용하여 산출하였다.
- 주6. 서울시 유동인구 조사지점을 선정할 때 차도와 보도가 분리된 도로에서 중앙선이 있는 지점과 없는 지점을 구분하였으며, 중앙선이 있는 지점에서는 양쪽 보도에서 유동인구조사를 실시하였다(서울시, 2009). 같은 보차분리 도로라 할지라도 중앙선에 따라 특성이 다르다고 할 수 있다.

### 인용문헌

### References

1. 김희철·안건혁·권영상, 2014. “개인의 보행확률에 영향을 미치는 거주지 환경요인”, 『한국도시계획학회지』, 15(3):5-18.
- Kim, H. C., Ahn, K. H., and Kwon, Y. S., 2014. “The Effects of Residential Environmental Factors on Personal Walking Probability - Focused on Seoul”, *Journal of The Urban Design Institute of Korea*, 15(3):5-18.
2. 박강민·최창규, 2012. “근린 토지이용 특성이 근린 내 외부 쇼핑 및 여가시설 선택에 미치는 영향: 서울시를 대상으로”, 『국토계획』, 47(3):249-263.

- Park, K., and Choi, C., 2012. "Influence of Neighborhood land Use on Residents' Choices of Shopping and Leisure Facilities", *Journal of Korea Planning Association*, 47(3):249-263.
3. 서울연구원, 2010. 「서울의 토지이용 변화특성 및 전망」, 서울.  
Seoul Development Institute, 2010. 2010 *Land use of Seoul*, Seoul.
  4. 서울특별시, 2009. 「서울시 유동인구조사 백서」, 서울.  
Seoul Metropolitan Government, 2009. *Pedestrian population survey*, Seoul.
  5. 성현근, 2014, "주거지 건조환경과 보행활동과의 비선형 연관성 진단 -Jacobs의 삶에 기반한 물리적 환경의 보행목적별 차이를 중심으로", 「국토계획」, 49(3): 159-174.  
Sung, H., 2014. "Diagnosis on the Non-linear Association of Built Environment with Walking Activity in Residential Areas - Focused on the Difference of Walking Purposes for Physical Environment based on Jacobs' Life", *Journal of Korea Planning Association*, 49(3):159-174.
  6. 스마트성장네트워크, 2011. 「스마트성장 이해하기 I -100가지 실행정책」, 이왕건·구홍미 역, 안양: 국토연구원.  
Smart Growth Network, 2011. *Getting to Smart Growth I: 100 Policies for Implementation*, Translated by Lee, W., and Koo, H., Anyang: KRIHS.
  7. 윤나영·최창규, 2013, "서울시 상업가로 보행량과 보행환경 요인의 관련성 실증 분석", 「국토계획」, 48(4): 135-150.  
Yun, N. Y., and Choi, C. G., 2013. "Relationship between Pedestrian Volume and Pedestrian Environmental Factors on the Commercial Streets in Seoul", *Journal of Korea Planners Association*, 48(4):135-150.
  8. 윤영준·윤나영·최창규, 2013. "주거지의 용도혼합이 보행량 결정에 미치는 영향 분석", 대한국토·도시계획학회 2013년 춘계산학술대회 논문집, 서울: 광운대학교.  
Yoon, Y. J., Yun, N. Y., and Choi, C. G., 2013. "The Impacts of the Characteristics of Mixed Uses on Determination of Pedestrian Volume-Focused on Residential Areas in Seoul", Paper presented at the 2013 Korea Planning Association Conference (Spring), Seoul: Kwangwoon University.
  9. 윤영준·최창규·타누선·성현근, 2014. "공원의 입지와 유형이 가로활력에 미치는 영향분석", 「국토계획」 49(6):95-107.  
Yoon, Y. J., Choi, C. G., Thanousorn V., and Sung, H. G., 2014. "Analyzing an impact of the Location and Type of Parks on Street Vitality in Seoul", *Journal of Korea Planning Association*, 49(6): 95-107.
  10. 이경환·안건혁, 2007. "커뮤니티의 물리적 환경이 지역주민의 보행시간에 미치는 영향 -서울시 40개 행정동을 대상으로", 「국토계획」, 42(6):105-118.  
Lee, K. H., and Ahn, K. H., 2007. "The Correlation between Neighborhood Characteristics and Walking of Residents - A Case study of 40 Areas in Seoul", *Journal of Korea Planning Association*, 42(6):105-118.
  11. 이경환·김태환·이우민·김은정, 2014. "가구통행실태 조사 자료를 이용한 근린환경과 보행통행의 상관관계 연구", 「서울도시연구」, 15(3):95-109.  
Lee, K. H., Kim, T. H., Lee, W. M., and Kim, E. J., 2014. "A Study on Effects of Neighborhood's Environments on Residents' Walking Trips Using Household Travel Diary Survey Data in Seoul", *Journal of Seoul City Study*, 15(3):95-109.
  12. 이연수·추상호·강준모, 2013. "서울시 생활권별 보행량 변화에 미치는 요인분석", 「국토계획」, 48(5): 197-209.  
Lee, Y., Choo, S., and Kang, J., 2013. "Analysing Key Factors to Affect Change of Pedestrian Volumes by Neighborhood Units in Seoul", *Journal of the Korea Planning Association*, 48(5):197-209.
  13. 이정우·김혜영·전철민, 2015. "가로유형별 물리적 환경특성과 보행량간의 연관성 분석", 「한국도시설계학회지」, 16(2): 123-140.  
Lee, J. W., Kim, H. Y., and Jun, C. M., 2015. "Analysis of Physical Environmental Factors that

- Affect Pedestrian Volumes by Street Type”, *Journal of The Urban Design Institute of Korea*, 16(2): 123-140.
14. 이주아·구자훈, 2013. “가로의 물리적 여건과 보행량의 영향관계 분석 -서울시 도심권역, 강남권역, 여의도권역의 중심업무지구를 대상으로”, 「국토계획」, 48(4):269-286.  
Lee, J. A., and Koo, J. H., 2013. “The Effect of Physical Environment of Street on Pedestrian Volume-Focused on Central Business District (CBD, GBD, YBD) of Seoul”, *Journal of Korea Planning Association*, 48(4):269-286.
  15. 이주아·이훈·구자훈, 2014. “가로의 물리적 여건에 기초한 보행량 영향요인 분석 -서울시 주요 상업가로를 대상으로”, 「국토계획」, 49(2):145-163.  
Lee, J. A., Lee, H., and Koo, J. H., 2014. “The study on Factors Influencing Pedestrian Volume based on Physical Environment of Street- Focused on Main Commercial Street of Seoul”, *Journal of Korea Planning Association*, 49(2):145-163.
  16. 임하나, 2015. “보행량에 영향을 미치는 토지이용 다양성 엔트로피 지수의 개발과 유용성 검증”, 한양대학교 도시대학원 박사학위논문.  
IM, H. N., 2015. “Developments and Useful Verification of Land Use Mix(LUM) Entropy Index on the Effect of Pedestrian Volume”, Ph.D. Dissertation, Hanyang University.
  17. 장진영·최성택·이향숙·김수재·추상호, 2015. “토지이용유형별 보행량 영향 요인 비교·분석”, 「한국ITS학회논문지」, 14(2):39-53.  
Jang, J. Y., Choi, S. T., Lee, H. S., Kim, S. J., and Choo, S. H., 2015. “A comparison analysis of factors to affect pedestrian volumes by land-use type using Seoul Pedestrian Survey data”, *The Journal of The Korea Institute of Intelligent Transport Systems*, 14(2):39-53.
  18. Brown, B. B., Yamada, I., Smith, K., Zick, C.D., Kowaleski-Jones, L., and Fan, J. X., 2009. “Mixed Land Use and Walkability-Variations in Land Use Measures and Relationships with BMI, Overweight, and Obesity”, *Health & Place*, 15:1130-1141.
  19. Cerin, E., Leslie, E., Toit, L., Owen, N., and Frank, L.D., 2007. “Destinations that Matter-Associations with Walking for Transport”, *Health & Place*, 13(3):713-724.
  20. Cervero, R., 1989. *America’s Suburban Centers: The Land Use-Transportation Link*, Boston: Unwin Hyman.
  21. Cervero, R., 1996. “Mixed Land-Uses and Commuting: Evidence from the American Housing Survey”, *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 30(5):361-377.
  22. Cervero, R., and Duncan, M., 2003. “Walking, Bicycling, and Urban Landscapes- Evidence from the San Francisco Bay Area”, *American Journal of Public Health*, 93(9):1478-1483.
  23. Cervero, R., and Radisch, C., 1996. “Travel Choices in Pedestrian versus Automobile Oriented Neighborhoods”, *Transport Policy*, 3(3):127-141.
  24. Christian, H. E., Bull, F. C., Middleton, N. J., Knuiaman, M. W., Divitini, M. L., Hooper, P., Amarasinghe, A., and Giles-Corti, B., 2011. “How Important is the Land Use Mix Measure in Understanding Walking Behaviour- Results from the RESIDE Study”, *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8:55.
  25. Duncan, M., Winkler, E., and Sugiyama, T., 2010. “Relationships of Land Use Mix with Walking for Transport- Do Land Uses and Geographical Scale Matter?”, *Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine*, 87(5):782-795.
  26. Ewing, R., and Cervero, R., 2010. “Travel and the Built Environment-a Meta Analysis”, *Journal of the American Planning Association*, 76(3):265-294.
  27. Frank, L. D., 1994. *An Analysis of Relationship between Urban Form (Density, Mix, and Job-housing balance) and Travel Behavior (Mode Choice, Trip Generation, Trip Length, and Travel Time)*, Washington: Washington State DOT & USDOT.

28. Frank, L. D., 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*, 1466:44-52.
29. Frank, L. D., Bradley, M., Kavage, S., Chapman, J., and Lawton, K., 2008. "Urban Form, Travel Time, and Cost Relationships with Tour Complexity and Mode Choice", *Transportation*, 35(1):37-54.
30. Frank, L. D., Schmid, T. L., Sallis, J. F., Chapman, J.E., and Saelens, B.E., 2005. "Linking Objectively Measured Physical Activity with Objectively Measured Urban Form", *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2S2):117-125.
31. Gehl, J., 2010. *Cities for people*, Washington: Island Press.
32. Im, H., & Choi, C., 2015. "Does the Entropy Index of Land Use Mix (LUM) Positively Effect Pedestrian Volume?", Paper presented at the 55th Annual ACSP Conference, Houston, Texas: Hyatt Regency.
33. Jacobs, J., 1961. *The Death and Life of Great American Cities*, New York: Random House.
34. Lee, C., and Moudon, A. V., 2006. "The 3Ds+R: Quantifying Land Use and Urban Form Correlates of Walking", *Transportation Research Part D*, 11: 204-215.
35. Song, Y., Merlin, L., and Rodriguez, D., 2013. "Comparing Measures of Urban Land Use Mix", *Computers, Environment and Urban Systems*, 42:1-13.
36. Sung, H., Goh, D., and Choi, C., 2013. "Evidence of Jacobs's Street Life in the Great Seoul city: Identifying the Association of Physical Environment with Walking Activity on Streets", *Cities*, 35:164-173.
37. Sung, H., Goh, D., Choi, C., and Park, S., 2015. "Effects of Street-level Physical Environment and Zoning on Walking Activity in Seoul, Korea", *Land Use Policy*, 49:152-160.
38. Targa, F., & Clifton, K., 2005. "The Built Environment and Nonmotorized Travel: Evidence from Baltimore City Using the NHTS", *Journal of Transportation and Statistics*, 8(3):55-70.
39. Zhang, M., 2004. "The Role of Land Use in Travel Mode Choice- Evidence from Boston and Hong Kong", *Journal of the American Planning Association*, 70(3):344-361.

Date Received 2016-06-30  
 Reviewed(1<sup>st</sup>) 2016-10-18  
 Date Revised 2016-11-14  
 Reviewed(2<sup>nd</sup>) 2016-11-28  
 Date Accepted 2016-11-28  
 Final Received 2016-12-01