

## 보행에 대한 도시환경의 차이: 서울 도심을 중심으로

권대영 · 서동주 · 김소윤 · 김홍석\*  
서울대학교 농경제사회학부 지역정보전공

### Effects of Urban Environments on Pedestrian Behaviors: a Case of the Seoul Central Area

KWON, Daeyoung · SUH, Tongjoo · KIM, Sooyoon · KIM, Brian Hong Sok\*

Program in Regional Information, Department of Agricultural Economics and Rural Development,  
Seoul National University, Seoul 151-921, Korea

#### Abstract

The objective of this study is to identify the causes of pedestrian volume path to the destination by investigating the influential levels of regional and planning features in the central area of Seoul. Regional characteristics can be classified from the result of the analysis and through the spatial characteristics of pedestrian volume. For global scale analysis, Ordinary Least Squares (OLS) regression is used for the degree of influence of each characteristics to pedestrian volume. For the local scale, Geographically Weighted Regression (GWR) is used to identify regional influential factors with consideration for spatial differences. The results of OLS indicate that boroughs with transportation facilities, commercial business districts, universities, and planning features with education research facilities and planning facilities have a positive effect on pedestrian volume path to the destination. Correspondingly, transportation hubs and congested areas, commercial and business centers, and university towns and research facilities in the Seoul central area can be identified through the results of GWR. The results of this study can provide information with relevance to existing plans and policies about the importance of regional characteristics and spatial heterogeneity effects on pedestrian volume, as well as significance in the establishment of regional development plans.

본 연구의 목적은 서울 도심지역의 행동동별 지역적 요소와 계획적 요소가 목적지로의 통행수단으로서 보행을 결정하는 것에 미치는 영향의 정도를 파악하고, 이에 대한 분석 결과 및 보행의 공간적 특성을 통해 지역별 특성을 파악하고자 함에 있다. 보행 결정에 영향을 미치는 요소들의 영향 정도를 파악하기 위해 본 연구에서는 전역적 차원의 회귀분석 모형인 최소자승모형을 사용하였고, 이와 더불어 다양한 공간통계 분석모형 중 지역별 보행특성을 기반으로 공간적 이질성을 고려하는 지리가중회귀모형의 적용을 통해 지역별 특성을 파악하고자 하였다. 전역적 차원의 회귀분석 결과 목적지로의 보행 선택에 영향을 주는 요소로는 지역적 요소 중 교통시설 지역 및 상업지역, 대학교 면적이, 계획적 요소 중에서는 교육·연구시설 및 계획시설 면적이 보행 선택에 정적 영향을 주었다. 마지막으로 지리가중회귀모형의 분석 결과를 통해 서울 도심지역 중 교통중심지 및 취락지, 상업·업무 중심지, 대학가 중심지, 연구시설 밀집지를 파악할 수 있었다. 본 연구의 결과를 통해 지역 및 공간적 이질성에 대한 이해 없이 진행되었던 기존의 계획 및 정책들에 지역적 특성이라는 정보를 제공함으로써 이에 대한 반영의 여지를 주어 보다 지역발전 차원의 계획 수립에 기여할 수 있을 것이라는 점에 본 연구의 의의가 있을 것이라 여겨진다.

#### Keywords

GWR model, pedestrian volume, regional-planning features, seoul central area, spatial heterogeneity  
지리가중회귀모형, 보행량, 지역·계획 요소, 서울 도심지역, 공간적 이질성

\*: Corresponding Author  
briankim66@snu.ac.kr, Phone: +82-2-880-4717, Fax: +82-2-873-5080

Received 1 October 2014, Accepted 8 December 2014

## 서론

### 1. 연구의 배경 및 목적

개개인은 그들의 편의 및 효용을 위해 목적지로의 이동시간을 줄이고자 무단히 노력을 해왔다. 이러한 노력은 삶의 질이 풍요로워 질수록 더욱더 이루어져 왔고, 이러한 결과물로 고속철도와 같은 고속 교통수단들은 이제 우리 주위에서 흔히 이용되고 있는 교통수단이 되었다. 지속적인 경제성장에 따른 이전보다 높은 삶의 질에 대한 끊임없는 욕구는 무분별한 도시화를 유발했고, 이에 따라 도시 내에서는 교통 혼잡 및 사고, 목적지로의 통행 시간 증가 등과 같은 막대한 사회적 손실을 초래하였다. 이를 해소하기 위한 대안으로 정부는 대중교통체계개편(2004)과 같은 정책을 수립 및 시행하였고, 비교적 최근인 2013년 서울시는 교통장기계획인 서울교통비전 2030을 발표하기에 이르렀다. 해당 계획은 보행, 자전거, 대중교통 중심의 교통체계 재개편을 시사해주는 것이었다. 이 중 보행자를 위한 보행환경개선계획의 세부안으로는 보도면적의 2배 확충, 보행 동선의 재정비, 노약자를 위한 교통안전구역지정, 보행자 전용구역 지정 등이 있었다.

보행이라는 통행수단은 가로환경 뿐만 아니라 보행이 일어나는 공간 그 자체의 특성에 많은 영향을 받는다. 그러나 국내에서의 기존 계획 및 정책들은 사람들의 통행행태만을 고려할 뿐 보행 그 자체가 이루어지는 공간에 대한 이해 없이 진행되어왔다. 다르게 말해 보행자를 위한 계획을 함에 있어 보행통행이 이루어지는 해당 지역의 개별적인 특성에 대한 이해 없이 보행자를 위한 계획을 하고 있다는 것이다. 이에 따라 본 연구에서는 이러한 공간적 특성을 반영하기 위해 그 지역적 성격을 대변할 수 있는 주거, 상업·업무, 교통시설지역 및 대학교의 면적과 더불어 그 지역에 위치하는 교육·연구시설, 계획시설 면적을 설명변수로 설정하여 각각 행정동의 지역 및 계획적 특성에 따라 각각의 행정동을 목적지로 하는 보행량의 특성을 규명하고자 하였다.

### 2. 연구의 구성 및 설계

본 연구는 3가지 질문 하에 이루어졌다. 첫 제로는 과연 해당 지역의 지역적 요소와 계획적 요소가 사람들이

걷는 것에 영향을 미치는가에 대한 것이며, 다음으로는 보행량이 많은 지역에는 과연 어떠한 요소들이 위치하고 있는가에 대한 것이다. 더 나아가 마지막으로 목적지로의 통행수단을 보행으로 결정하게끔 하는 요인이 지역별로 상이한지에 대한 물음 하에 본 연구를 진행하게 되었다.

먼저 과연 해당 지역의 지역 및 계획적 요소가 보행에 영향을 미치는지 알아보기 위해 전역적 차원의 회귀분석 모형(Global Regression Model)인 최소자승모형(OLS: Ordinary Least Squares)을 통해 본 연구에서 설정한 설명변수들이 보행량에 미치는 전역적 영향의 정도를 파악하고자 하였고, 지역별 보행량에 대한 영향요인 파악을 통해 지역적 특성이 보행량에 어떠한 영향을 주는지 파악하고자 국지적 차원의 회귀모형(Local Regression Model)인 지리가중회귀(GWR: Geographically Weighted Regression)모형 적용하였다.

본 연구에서는 다수의 미시적 차원의 국내·외 선행연구들과는 다르게 거시적 차원에서 해당 행정동으로의 보행량에 영향을 미치는 요소들이 무엇인지를 파악하고자 하며, 지역적 특성과 보행 특성간의 관계를 파악하고자 한다. 그 간의 연구들 중 지역적 특성을 구성하는 토지이용 및 계획시설 유형에 따라 보행특성을 규명한 연구가 미비하였다는 점과 지역 이질성 고려를 위해 공간계량경제모형을 응용했다는 점이 기존 연구들과의 차이점이라 판단된다.

각 방법론별 결과 값들을 통해 본 연구에서는 지역별 토지이용 및 계획시설의 현황과 보행특성을 토대로 목적지로의 보행결정에 대한 전역 및 지역적 영향요인을 파악하고 지역적 특성과 보행특성 간의 상관관계를 밝히는 것을 본 연구의 목적으로 한다. 이러한 분석들을 통해 본 연구의 결과들은 계획의 우선 시행 지역의 판단을 위한 의사결정 도구로서의 활용이 기대되며, 추후 관련 계획 및 정책 수립과정에 있어 지역적 특성이라는 정보를 제공함으로써 보다 지역발전 차원의 계획 및 정책 수립과정에 기여할 수 있을 것이라 여겨진다.

## 기존 연구 고찰

### 1. 연구주제에 대한 국내·외 연구동향

보행, 보행자 그리고 보행환경을 주제로 한 연구는 국내·외적으로 비교적 최근 들어 이루어져 왔고, 특히 국내

에서는 이에 대한 관심의 정도가 최근 들어와 높아져 서울 교통비전 2030의 일부인 보행환경개선 계획이라는 결과물을 내놓기도 하였다.

먼저 국외의 연구동향을 살펴보면 이에 대한 연구는 주로 1990년대부터 이루어져 왔다. Cervero(1996)의 연구에서는 보행 또는 자전거를 통근수단으로 선택하는 영향요인으로서 중·고층주택의 개수 및 상업 건물의 근접 정도를, Kockelman(1997)에서는 출발지와 목적지의 접근성을, Cervero and Duncan(2003)에서는 출발지의 토지이용 및 여가·쇼핑통행을, Greenwald and Boarnet(2001)에서는 인구 및 소매상(retail)의 밀집 정도를, Frank et al.(2010)에서는 도로율과 같은 교차로 밀집 정도나 주거밀도, 토지이용혼합도, 소매상의 연면적 등이 통행수단으로서의 보행의 선택에 대한 결정 또는 영향요인으로 설정된 후 분석이 이루어졌다.

한편 국내의 연구동향을 살펴보면 보행량의 결정 및 영향요인 중 국외의 연구와 차별적으로 설정한 설명변수에 대해서 Lee and Ahn(2008)의 연구에서는 공원 및 대중교통시설까지의 거리를, Seo et al.(2011)에서는 가로의 위계 정도를, Lee et al.(2013)에서는 해당 지역의 금융기관 수 및 승용차 등록대수를, Yun and Choi(2013)에서는 토지구획정리 및 택지개발사업대상에 속하는지에 대한 여부를, Lee and Koo(2013)에서는 보행자전용도로여부 및 백화점과 같은 인구집중시설까지의 거리를 설명변수로 설정한 후 분석이 이루어졌다.

국내의 선행연구들의 절반 이상은 특정 가로 및 일부 구획과 같은 미시적 차원에서 이루어졌다. 그러나 국내의 선행연구들 중 최근의 연구들은 보다 거시적인 관점에서의 지역적 특성 또는 특정 시설이 보행량에 미치는 영향을 분석하였다. 이와 더불어 많은 국외의 선행연구들에 의해 토지이용 또는 사용현황과 관련된 연구 지역의 특성이 수단선택의 결정에 있어 의미 있는 영향을 주는 것으로 밝혀졌다(Handy, 1996; Pinjari et al., 2007; Rodriguez and Joo, 2004; Zhang, 2004). 이에 본 연구에서는 보행량에 대한 분석을 보다 거시적인 차원에서 수행하고, 연구 지역을 대표할 수 있는 해당 지역의 특성이 목적지로의 통행수단으로 보행을 결정하는 것에 영향을 주는지를 파악하고자 하였다. 본 연구에서는 이를 위해 설명변수들로 연구 지역 내의 행정동별 주거, 상업·업무, 교통시설, 대학교로 이용되는 토지의 면적을 비롯해 교육·연구시설, 계획시설 면적을 설정하여 연구를 진행하였다.

## 2. 공간계량모형

공간자료를 이용한 분석이 이루어질 경우 고려해야 할 핵심적인 두 가지 통계적 개념에는 공간적 종속성(Spatial Dependence)과 공간적 이질성(Spatial Heterogeneity)이 존재한다. 공간계량모형은 이에 대한 문제점을 해결할 수 있는 모형으로, 이에 해당하는 모형 들로는 SAR, SEM, SAC, 공간확장모형, DARP, GWR 모형 등이 있다(Lee et al., 2006).

두 가지 개념 중 공간적 이질성에 대한 고려는 오차항의 분포가 동일하지 혹은 동일하지 못한지의 여부에 따라 등분산성(Homoscedasticity)과 이분산성(Heteroskedasticity) 두 가지 이름으로 불린다. 만약 해당 연구 주제가 이분산성을 띠는 경우 오차가 정규분포가 되지 않아 회귀분석의 기본이 되는 최소자승모형을 통한 추정치가 효율성을 충족하지 못하게 된다. 이를 해결해주기 위한 모형들 중 본 연구에 적용된 지리가중회귀모형은 가중최소제곱(WLS: Weighted Least Squares)에 기반을 두는데 최소자승모형에 지리적 가중치를 활용함으로써 이분산성의 문제를 해결해주어 보다 좋은 추정 값을 도출하여준다.

## 3. 지리가중회귀모형의 연구동향

전역적 모형을 통한 공간자료의 분석은 앞서 많이 이루어져 왔으나, 모든 공간에 대해 종속변수와 설명변수 간의 상관관계가 일정하지 않을 수도 있다는 이론 하에 국지적 모형 중 하나인 지리가중회귀모형을 적용한 연구는 비교적 적게 이루어져 왔다. 그 중 지리가중회귀모형의 기반이 되었던 연구인 Brunson et al.(1998)의 연구를 시작으로 Fotheringham et al.(2003)에 의해 해당 모형은 발전되기 시작해 현재 여러 사회적 이슈 및 현황들을 고려할 수 있는 변형된 지리가중회귀모형이 제안되고 있다.

지역별로 종속 및 설명변수 간의 관계가 다를 수 있다는 것을 전제하는 본 모형을 기반으로 한 연구 접근법은 다수의 연구자에 의해 연구되어 왔다. 그 중 Yu(2007)의 연구는 밀워키의 주택 가격에 대한 영향요인 모형을 전역 및 지역적으로 설정한 후 연구를 진행하여 지역적 특성에 따라 두 모형 간의 추정계수의 부호에 차이가 존재함을 실증분석을 통해 검증하였다. 본 접근법은 지역 및 도시 분야 외에도 여러 분야에 적용되었는데 Malczewski and Poetz(2005)는 런던 Ontario 지역의 주택 침

입에 대해 전역 및 지역적 모형을 활용하여 주택 침입에 대한 전역 및 지역적 영향요인을 분석하였고, Wang et al.(2010)에 의해서 중국 상하이의 허쉬 지역에서의 신경관 결합(neural-tube effect)에 대한 분석이 이루어졌다. 반면 국내의 경우 Park and Park(2008)의 연구에서 지리가중회귀모형을 16개 산업에 대한 16개 시도 간 지역교역량을 추정하는 데 활용하였다. 이와 더불어 Kim and Lee(2011)의 연구에 의해서는 수도권 지역에서의 5대 범죄에 대한 분석이 이루어졌으며, Park and Cho(2014)의 연구에 의해서는 수원시의 버스 노선 과잉지와 취약지를 파악함으로 버스 노선 최적화를 도모하고자 하는 연구가 이루어졌다.

## 분석방법 및 자료

### 1. 분석방법

#### 1) 공간계량모형 적용의 타당성 검증

공간적 자기상관성의 검증은 공간계량모형 적용의 타당성 여부를 판별하는 기법으로, 이를 측정하는 방법은 다양하나, 본 연구에서는 가장 일반적으로 널리 쓰이는 Moran's I를 통해 본 연구 모형의 종속변수인 보행량의 공간적 자기상관성을 측정하였다. 이에 대한 분석 결과 Table 1)에서와 같이 보행량은 해당 연구지역에 한해 1% 유의수준에서 공간적 자기상관성을 지니고 있는 것으로 도출되었다. 이에 따라 보행량의 영향요인을 파악하기 위해선 공간적 자기상관성을 고려할 수 있는 모형인 공간계량모형의 적용이 타당하다.

#### 2) 전역적 차원의 최소자승모형

앞서 언급하였던 보행량에 대한 전역적 영향요인을 파악하기 위한 최소자승모형은 종속변수인 보행량과 설명변수인 지역적 요소와 계획적 요소 간의 상관관계를 도출하기 위한 모형으로, 등분산성을 가정하고 있다. 공간 자료의 적용을 위한 전형적인 선형회귀분석 모형은

식(1)과 같이 표현될 수 있다.

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_i x_{ii} + \varepsilon_i \quad (1)$$

$i = 1, \dots, n$

여기서  $\beta_i$ 는 해당 설명변수  $x_{ii}$ 의 추정계수를 의미하며, 설명변수  $x_{ii}$ 는 지역별로 다를 수 있다.

해당 모형을 통해 도출된 추정계수 값들은 모든 공간에 대해 일정하다. 이는 다르게 말해 해당 계수는 보행량에 대한 전역적 추정계수이며, 이러한 전역적 추정계수는 모든 지역에 있어 종속변수에 대해 동일한 상관관계를 가진다는 것을 의미한다. 이에 대한 수식을 행렬의 개념으로 서술하면 식(2)와 같이 표현된다.

$$\hat{\beta}_{LS} = (X'X)^{-1}X'y \quad (2)$$

#### 3) 국지적 차원의 지리가중회귀모형

보행량에 대한 지역적 영향요인을 파악하기 위한 지리가중회귀모형 역시 종속변수와 설명변수 간의 상관관계를 도출하기 위한 모형으로, 최소자승모형과는 달리 이분산성을 가정하고 있다. 이에 대해선 식(3)과 같이 표현될 수 있다.

$$y_i = \beta_0(i) + \beta_1(i)x_{1i} + \beta_2(i)x_{2i} + \dots + \beta_i(i)x_{ii} + \varepsilon_i \quad (3)$$

$i = 1, \dots, n$

여기서  $\beta_i(i)$ 는 특정 지역  $i$ 에서의 해당 설명변수  $x_{ii}$ 의 추정계수를 의미하며,  $x_{ii}$ 와 더불어 지역별로 다를 수 있다. 이와 더불어 식(3)에서의  $(i)$ 는 연구 범위의 공간에서의 특정지역  $i$ 의 좌표를 의미한다.

반면, 해당 모형을 통해 도출된 추정계수 값들은 모든 공간에 대해 앞선 전역적 차원의 모형과는 다르게 일정하지 않으며, 이를 행렬의 개념으로 다시 서술하면 식(4)와 같이 표현된다.

$$\hat{\beta}_{GWR} = [X'W(i)X]^{-1}X'W(i)y \quad (4)$$

여기서  $W(i)$ 는 공간가중행렬로 특정지역  $i$ 와 다른 모

Table 1. Spatial autocorrelation test result on pedestrian volume

Moran's I Index	P-value
0.116493	0.003326

1) 공간적 자기상관성을 띠는 것은 관측치가 서로 독립적이어야 한다는 회귀분석의 가장 기초적인 가정을 위반하는 것으로, 이는 정확하지 못하며 증폭된 결과 값을 도출하게 한다(Lee and Wong, 2001; Mitchell, 2005).

든 연구 지역들 간의 거리를 반영하는  $n \times n$  대각행렬이다. 이는 특정지역  $i$ 와 타 지역 간의 거리( $d$ )를 기초로 하고, 가중치( $w_{ij}$ )를 포함한다. 두 지역 간의 거리기준 가중치에는 선행연구들에 의해 여러 유형이 소개되었으나, 본 연구에서는 연구 지역의 분포가 불규칙함을 고려해 연구지역들의 분포에 따라 커널을 달리 설정하는 적응적 커널(adaptive kernel)<sup>2)</sup> 방식을 채택하였으며, 이에 대한 수식은 식(5)와 같다.

$$w_{ij} = [1 - (d_{ij}/h)^2]^2 \quad (5)$$

위 식에서  $d_{ij}$ 는 두 지역( $i, j$ ) 간의 거리를 의미하며,  $h$ (bandwidth)는 대역폭<sup>3)</sup>을 의미한다. 이렇게 두 지역 간 거리에 기초한 공간가중행렬에 의해 특정지역  $i$ 에 보다 가까이 위치한 지역일수록 더 높은 가중을 부여하게 된다.

#### 4) 두 모형 간 적합성 검증

앞서 언급한 두 모형들 중 과연 어떠한 모형이 본 연구에 더욱 적합한지를 판단하기 위한 방법에는 여러 가지 방법이 있으며, 이 중 가장 기초적인 방법으로는 각 모형의  $R^2$  값, 보정된  $R^2$  값, AIC(Akaike Information Criterion) 값, AICc 값을 비교하는 것이다. 4가지 비교

값들 중 본 연구에서는 보정된  $R^2$  값과 AICc<sup>4)</sup> 값을 비교함으로써 더욱더 적합한 모형을 판단하고자 하며 이는 각각  $R^2$  값과 AIC 값의 단점을 보완한 식의 값이기 때문이다. 이와 더불어 공간계량모형의 핵심적인 2가지 통계적 개념인 공간적 종속성과 공간적 이질성에 대한 검증 결과의 비교를 통해 본 연구에 더욱 적합한 모형을 판단하고자 한다.

## 2. 연구의 범위

본 연구에는 서울의 도심지역이라 흔히 일컬어지는 종로구, 중구 및 용산구를 비롯하여 서대문구, 마포구, 성북구, 동대문구, 성동구를 대상으로 이루어졌다. 해당 행정구역을 본 연구의 범위로 설정한 이유는 해당 지역이 타 지역과 비교하였을 때 상대적으로 다양한 토지이용이 복합적으로 위치하고 있는 전형적인 도심지역으로 타 지역의 도심지역들에 대해 대표성을 지니기 때문이다.

## 3. 자료 및 변인

분석에 활용된 자료들은 2010년도를 기준으로 한다. 보다 최신의 자료를 토대로 분석이 이루어지는 것이 바람직하나 최신의 서울시 행정동별 자료를 구축하는 것에 어려움이 따라 본 년도를 기준으로 분석하였다.

**Table 2.** Definition of variables and summary statistics

Variables		Definition	Mean	Max	Min	Std. Devi.
<b>Independent Variable</b>						
P.V. Rate (%)		Pedestrian Volume Rate which arrives at each administrative dong.	0.769231	2.975886	0.167004	0.422928
<b>Explanatory Variables</b>						
Regional Features (km <sup>2</sup> )	Resi	Areas which are used as residential function.	0.363080	1.780674	0	0.254590
	Comm	Areas which are used as commercial & business function.	0.111029	0.845243	0	0.132508
	Tran	Areas which are used as transportation facilities.	0.170188	1.162799	0.007682	0.146021
	Univ	Areas which are used as universities	0.037981	1.066073	0	0.123755
Planning Features (km <sup>2</sup> )	Educ_Rese	Areas which are used as education & research facilities. (including shools, libraries, and research facilities)	0.034680	0.158574	0	0.031787
	Planning	Areas which are used as planning facilities. (including social, cultural & sports facilities)	0.006090	0.252392	0	0.025411

2) 연구대상지역의 분포(규칙 또는 불규칙) 여부에 따라 고정된 커널(fixed kernel) 또는 적응적 커널 방식을 채택하게 되는데 이러한 분포를 고려하지 않고 통상적으로 채택되는 고정된 커널 방식을 채택하여 분석 할 경우 일부 지역에 있어 왜곡된 결과(표준오차 및 추정계수)을 도출하게 되는 문제가 발생한다(Fotheringham et al. 2003).

3) 대역폭은 가중 함수에서의 거리감쇠(distance-decay) 모수를 의미하며, 이를 통해 얻어진 지역별 교정(calibration) 결과가 평탄해진(smoothed) 정도를 나타낸다(Fotheringham et al. 2003).

4) AICc는 유한인 표본 크기를 고려한 AIC의 보정된 값으로, AIC에 추가적인 변수(parameter)들에 더 큰 페널티(penalty)를 부여함으로 계산된다. Burnham and Anderson(2002)에서는 표본의 크기가 작거나 연구 모형에 설정된 변수들이 많을 경우 AIC 값보다 AICc 값을 통해 모형의 적합 정도를 판별하는 것을 강하게 추천하였다.

서울 도심지역 내 보행량의 영향요인을 분석함에 있어 본 연구에서 설정한 설명변수들은 앞서 기술하였던 선행연구들을 참조함과 동시에 자료 구축 여부를 고려하여 선정 후 설정하였다. 본 연구의 종속변수인 보행량률(P.V. Rate: Pedestrian Volume Rate)<sup>5)</sup>은 국가교통데이터베이스에서 제공하는 2010년 수단 OD자료를 토대로 목적지까지 오로지 보행으로만 이동한 통행량에 기반을 두었다. 보행량률은 연구지역 내로 도착하는 전체 보행량에 특정지역(i)으로 도착하는 보행량을 나누어 준 값에 백(100)을 곱해주어 계산하였다. 하나의 예로 중구 소공동에서의 보행량률은 다음과 같이 계산되었다.

$$\begin{aligned} \text{소공동의 보행량률(\%)} &= \frac{22,762}{1,383,652} \times 100 \\ &= 1.645(\%) \end{aligned}$$

이와 더불어 본 연구에서의 설명변수는 해당 행정동별 지역 및 계획적 요소로 구성하였다. 지역적 요소에 대해서는 주거지역 면적, 상업·업무지역 면적, 교통시설 면적, 대학교 면적으로 설정하였고, 계획적 요소에 대해서는 교육·연구시설 면적, 계획시설 면적으로 설정하였다. 6가지 설명변수들에 대해선 GIS를 활용하여 구축하였다. 환경부에서 제작한 토지피복도(Land Cover Map)<sup>6)</sup>를 기반으로 주거, 상업·업무, 교통시설지역 면적을 추출하였고, 서울시에서 제공하는 GIS자료를 기반으로 대학교, 교육·연구, 계획시설 면적을 추출하였다. 본 연구의 분석과정에 활용된 종속변수 및 설명변수에 대한 정의 및 기초통계량에 대해서는 Table 2를 통해 알 수 있다.

## 분석결과

### 1. 보행량률 현황

Figure 1은 2010년 본 연구의 연구 지역 내에서 이루어지는 보행량률에 대한 공간적 분포 현황을 도식화한 결과이다. 연구 지역 내의 행정동별 보행량의 총 값은 약 138만 3,652로 이를 130개의 행정동으로 나눈 결과 약 1만 643(0.77%)의 보행량이 각 지역에서 평균적으로

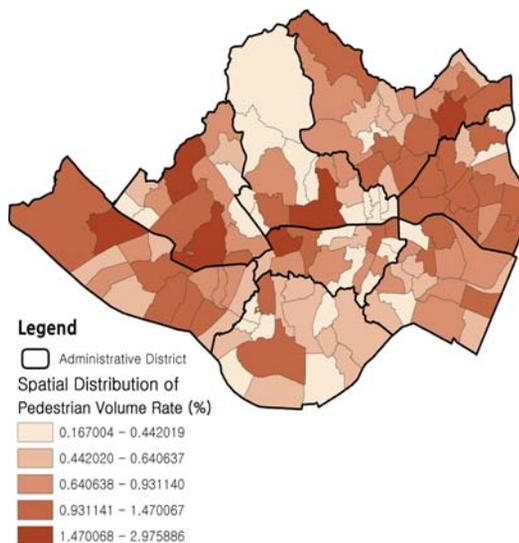


Figure 1. Spatial distribution of pedestrian volume rate

이루어지고 있다는 것을 알 수 있다.

연구 지역 내 보행량의 공간적 분포를 구 단위로 살펴 보면, 성북구의 보행량이 전체 보행량의 16.70%로 가장 높게 나타났으며, 다음으로는 마포구(14.81%), 동대문구(13.95%), 서대문구(12.71%), 성동구(12.32%) 순으로 높게 나타났다. 반면 보행량의 공간적 분포를 행정동 단위로 살펴볼 경우 서대문구 신촌동에서 전체 보행량의 2.97%가 이루어져 가장 높게 나타났고, 마포구 성산2동(2.02%), 종로구 종로1·2·3·4가동(1.83%), 중구 소공동(1.65%), 서대문구 홍은2동(1.60%) 순으로 보행통행이 해당 행정동으로 많이 이루어졌다는 것을 알 수 있다.

여기서 눈여겨보아야 할 점은 성북, 마포, 동대문구가 구 단위의 차원에서 보행량이 많은 지역이나, 행정동 단위의 차원에서는 서대문, 종로, 중구의 특정 행정동에서 보행량이 많이 이루어졌다는 점이다. 이는 토블러가 언급한 지리학의 제 1법칙과는 다르게 보행량에 한해 본 연구의 몇 지역에서는 주변 지역의 보행량은 낮지만 해당 특정 지역의 보행량은 높은 공간적 이례점이 존재한다는 것을 의미하며, 이러한 현상은 해당 특정지역이 타 지역과는 다른 특별한 성격을 지니고 있기 때문인 것으로 여겨진다.

5) 본 연구의 종속변수를 보행량 그 자체가 아닌 보행량률로 다르게 설정한 이유는 지리가중회귀모형 특성상 종속변수를 카운트 자료로 설정할 경우 음의 값을 예측하지 않는 문제가 발생하여 본 연구에서 적용한 모형에 적합하지 않기 때문이다(Charlton and Fortheringham, 2009).  
6) 토지피복도는 주제도의 일종으로, 위성자료를 통해 지구표면 지형지물의 형태를 일정 과학적 기준에 따라 분류하여 동질의 특성을 지니는 구역을 컬러 인덱싱한 후 지도의 형태로 표현한 공간정보 데이터베이스를 의미한다.

Table 3. Results of OLS model

Variables	Coefficient	Std. Error	t-statistic	t-value	Robust t-statistic	Robust t-value	VIF
Constant	0.37782***	0.05652	6.68414	0.00000	6.31487	0.00000	-
Resi	0.06030	0.12458	0.48404	0.62922	0.33558	0.73777	1.39425
Comm	1.17371***	0.24324	4.82538	0.00001	4.99213	0.00000	1.43976
Tran	0.36607*	0.24263	1.50874	0.13393	1.69531	0.09255	1.73969
Univ	1.34229***	0.21978	6.10738	0.00000	3.09763	0.00242	1.02532
Educ_Rese	3.09508***	0.93852	3.29783	0.00128	3.17370	0.00191	1.23346
Planning	3.05155***	1.13038	2.69958	0.00792	2.83646	0.00534	1.14353
N	130		$R^2$		0.50384		
AICc	71.25980		Adjusted $R^2$		0.47963		

\*, \*\*, \*\*\* indicates a statistically significant p-value ( $p < 0.1$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ )

Since Koenker (BP) test statistic is statistically significant, each coefficient's statistical significance are judged by Robust t-value.

If explanatory variable's variable inflation factor(VIF) value is over 4, multicollinearity should be considered.

Table 4. Diagnostic of OLS model

Test	Test Statistic	Probability (p-value)
Joint F Test	20.816994	Prob(>F), (8, 121) degrees of freedom
Joint Wald Test	112.170518	Prob(>chi-squared), (8) degrees of freedom
Koenker (BP) Test	23.071941	Prob(>chi-squared), (8) degrees of freedom
Jarque-Bera Test	2.213585	Prob(>chi-squared), (8) degrees of freedom

\*, \*\*, \*\*\* indicates a statistically significant p-value ( $p < 0.1$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ )

When Koenker (BP) statistic is significant, the relationships modeled are non-stationary(or heteroskedasticity).

When Wald statistic is significant, the study model secure significance.

When Jarque-Bera statistic is significant, model predictions are biased(residuals are not normally distributed).

## 2. 전역적 차원의 영향요인

등분산성을 가정하는 전역적 차원의 회귀모형인 최소자승모형을 통한 보행량의 전역적 영향요인에 대한 분석 결과는 Table 3와 같다.

분석 결과에 대한 해석을 기술하기에 앞서 해당 모형에 대한 진단결과는 Table 4와 같다. 해당 표에서는 3가지의 검정법 및 이에 대한 검정 통계량 결과를 나타내는데 먼저 Koenker (BP) 검정 (Koenker's studentized Breusch-Pagan Test)은 보행량에 대한 전역적 모형의 이분산성을, Jarque-Bera 검정은 모형 예측 값들의 편향성을, Joint Wald 검정은 모형의 전반적인 통계적 유의성을 검증한다.

진단결과, Koenker (BP) 검정 통계량<sup>7)</sup> 값이 통계적으로 유의미함을 통해 전역적 모형은 이분산성을 가지며, Jarque-Bera 검정 통계량 값이 통계적으로 유의미하지 않음을 통해 이의 예측 값들은 편향되지 않음을 알

수 있고, Joint Wald 검정 통계량 값이 통계적으로 유의미함을 통해 모형 그 자체가 통계적으로 유의미함을 알 수 있다. 이와 더불어, 전역적 모형이 이분산성을 가질 경우 OLS의 분석 결과에서 Robust t통계량<sup>8)</sup>을 기반으로 한 Robust 유의확률(t-value) 값이 해당 설명 변수의 통계적 유의미성에 대한 판단기준이 된다.

이를 기반으로 Table 3의 보행량에 대한 전역적 영향 요인 모형의 분석 결과를 살펴보았을 때 보행량에 대해 주거지역면적을 제외한 5가지 설명변수(상업·업무지역, 교통시설지역, 대학교 면적과 교육·연구시설 및 계획시설 면적) 모두 통계적으로 유의미한 것으로 도출되었으며, 모두 보행량과 정(+)의 상관관계를 갖는 것을 알 수 있다. 이는 곧 주거지역을 제외한 4가지 설명변수 모두 추가적인 공급으로 인해 보행량 증가에 긍정적인 영향을 준다는 것이다. 위의 5가지 설명변수들 중에서 교육·연구시설과 계획시설에 대한 추정계수의 값은 약 3 정도 되는 것을 알 수 있는데, 이는 해당 시설에 대한 1km<sup>2</sup> 공

7) Koenker (BP) 검정 통계량 값에 의해 모형 변수들 간의 관계가 일정하지 않음(non-stationary or heteroskedasticity)을 파악할 수 있다. 이는 즉, 일부지역에서는 특정 설명변수가 종속변수에 중요한 영향을 미치지만 어떤 지역에서는 해당 변수가 종속변수에 미치는 영향력이 매우 약하다는 것을 의미한다(Lee and Shim, 2011).

8) 연구 모형의 변수들 간의 이분산성이 존재할 경우, 설명변수별 통계적 유의미성을 판별함에 있어 기존의 t통계량이 아닌 Robust t통계량을 토대로 통계적 유의미성을 판별하였다(Charlton and Fortheringham, 2009).

급은 약 3%의 보행량을 유발시키는 것으로, 약 4만의 보행량이 해당 시설의 공급에 의해 유발된다는 뜻으로 해석할 수 있다.

본 연구에서 설정한 보행량 영향요인 모형은 전역적 차원의 회귀분석 모형인 최소자승모형에 의해 연구 모형의 총 분산을 약 48% 설명하는 것을 보정된  $R^2$  값을 통해 알 수 있다. 이와 더불어 분산팽창계수(VIF: Variance Inflation Factor)의 값을 통해 연구 모형의 설명변수들끼리의 상관관계를 의미하는 다중공선성(Multicollinearity)의 가능성을 판별할 수 있는데, 본 모형에 대해서는 Table 3에서 볼 수 있듯 해당 값이 모든 설명변수에 대해 2 이하로 다중공선성의 문제는 발생하지 않을 것이라는 것을 알 수 있다.

### 3. 국지적 차원의 영향요인

앞서 기술하였던 최소자승모형과는 다르게 국지적 차원의 모형인 지리가중회귀모형은 이분산성을 가정하는 모형이다. 해당 모형을 통해 보행량의 국지적 영향요인을 분석한 결과는 Table 5와 같다.

보행량의 지역적 영향요인을 파악하기 위해 적용한 지리가중회귀모형의 결과를 Table 5를 기반으로 살펴보면, 각 변수의 추정계수의 평균값을 토대로 6가지 설명변수 모두 보행량과 정(+)의 상관관계를 갖는 것을 알 수 있다. 하지만 각 변수의 추정계수의 평균값은 최소자승모형의 값과는 차이가 있다. 더불어 주거지역, 교통시설지역, 대학교, 계획시설의 추정계수 값은 특정 지역에 대해 부(-)의 값을 갖는 것을 알 수 있는데 이는 즉 해당 변수들이 보행량에 미치는 영향의 정도가 지역별로 차이가 있기 때문인 것으로 해석할 수 있다.

앞선 OLS 분석 결과를 통해 해당 변수에 대한 추가적인 공급이 보행량의 증가에 얼마만큼 영향을 주는지 전역적인 차원에서 보았다. 이와 다르게 국지적 차원의 분석 모형인 지리가중회귀모형을 통한 결과는 보행량에 미치는 영향의 정도가 지역별로 차이가 있을 수 있다는 것을 증명하는 것으로 이는 다르게 말해 해당 지역의 특성에 따라 해당 변수의 추가적인 공급이 보행량의 증가가 아닌 감소를 불러올 수도 있다는 뜻이다.

지리가중회귀모형은 본 연구 모형의 총 분산을 약 60% 정도 설명하는 것을 보정된  $R^2$  값을 통해 알 수 있다. 지역별  $R^2$ (결정계수) 값을 통해 130개의 행정동별 결정계수는 최대 약 0.72임과 동시에 최소 0.29로 편차가 크게 나타난다는 것을 알 수 있는데 이를 통해 지역에 따라 본 연구의 설명변수들의 영향력이 다르게 작용하고 있음을 시사해주시기도 한다.

### 4. 최소자승모형과 지리가중회귀모형

앞서 다루었던 전역적 차원의 회귀모형인 최소자승모형과 국지적 차원의 지리가중회귀모형 중 과연 어떠한 모형이 본 연구의 모형에 더욱 적절한지를 판단하기 위해 해당 모형의 결과 값들을 비교하였고, 이에 대한 값들은 Table 6에서 알 수 있다.

앞서 기술하였던 바와 같이 두 모형 간의 적합성을 판단하기 위한 방법으로 먼저 각 모형의 보정된  $R^2$  값과 AICc 값을 비교하였다. 그 결과 전역적 차원의 최소자승모형의 보정된  $R^2$ , AICc 값은 각각 0.4796과 71.2598로 도출되었고, 국지적 차원의 지리가중회귀모형의 경우 0.5987과 54.2130으로 도출되었다. 지리가중회귀모형

Table 5. Results of GWR model

Variables	Coefficient			
	Mean	Max	Min	Std. Devi.
Constant	0.33633	0.43288	0.25076	0.04630
Resi	0.09324	0.69227	-0.28452	0.25405
Comm	1.00836	1.56202	0.02496	0.36270
Tran	0.80341	3.04680	-0.38277	0.91013
Univ	0.95443	1.97148	-0.35672	0.75762
Educ_Rese	3.50299	5.80960	1.34563	1.02006
Planning	1.24478	4.36715	-1.63622	1.99175
Local $R^2$	0.55928	0.71863	0.29465	0.12172
$R^2$	0.68208			
Adjusted $R^2$	0.59872			
AICc	54.213064			
Kernel Function	Bi-square			

**Table 6.** Comparison between OLS & GWR model's results

Variables	OLS Model	GWR Model			
		Mean	Max	Min	Std. Devi.
Constant	0.37782***	0.33633	0.43288	0.25076	0.04630
Resi	0.06030	0.09324	0.69227	-0.28452	0.25405
Comm	1.17371***	1.00836	1.56202	0.02496	0.36270
Tran	0.36607*	0.80341	3.04680	-0.38277	0.91013
Univ	1.34229***	0.95443	1.97148	-0.35672	0.75762
Educ_Rese	3.09508***	3.50299	5.80960	1.34563	1.02006
Planning	3.05155***	1.24478	4.36715	-1.63622	1.99175
Local $R^2$	-	0.55928	0.71863	0.29465	0.12172
$R^2$	0.50384		0.68208		
Adjusted $R^2$	0.47963		0.59872		
AICc	71.25980		54.213064		
Moran's I Index of Std. Residual (p-value)	0.07442* (0.05681)		-0.04147 (0.43376)		
Kernel Function	-		Bi-square		

\*, \*\*, \*\*\* indicates a statistically significant p-value ( $p < 0.1$ ,  $p < 0.05$ ,  $p < 0.01$ )

의 보정된  $R^2$  값과 AICc 값은 최소자승모형의 값에 비해 약 0.12 정도 높아지고, 약 17 정도 낮아진 것을 알 수 있다. 이는 즉 지리가중회귀모형은 최소자승모형과 비교했을 때 본 연구 모형을 약 12% 개선시켰다는 것을 시사한다. 따라서 본 연구의 모형에 대해 더욱 잘 설명하고, 보다 적합한 연구 방법론은 지리가중회귀모형이라는 것을 알 수 있었다.

추가적으로 모형별 결과 값 중 표준화된 잔차(Residual) 값에 대한 공간적 자기상관성을 검정 해본 결과 최소자승모형에 대해선 10%의 유의수준에 대해 기각되어 공간적 자기상관성을 띄는 결과가 도출된 반면, 지리가중회귀모형에 대해선 Moran's I 지수의 유의확률이 통계적으로 유의미하지 않아 공간적 자기상관성을 띄지 않는다는 것을 알 수 있다. 이럴 경우 지리가중회귀모형 잔차는 임의적 패턴을 보인다는 것을 의미하며, 이는 곧 회귀 분석의 가장 기초적인 가정을 준수하여 보다 효율적인 결과 값이 도출되었음을 뜻한다.

### 5. 지역별 특성파악

지리가중회귀모형의 분석 결과 중 지역별 결정계수는 최대 0.72임과 동시에 최소 0.29로 이에 대한 차이는 거의 2.5배이다. 이는 곧 종속변수와 설명변수 간의 관계가 공간적 이질성에 의해 차이가 발생하고 있음을 뜻하기도 한다.

이러한 결과에 대해서는 본 연구 모형의 설명변수들을 개별적으로 분석해보면 보다 더 쉽게 이해할 수 있

나, 본 연구에서는 국지적 차원의 최소자승모형 분석 결과에서의 추정계수가 통계적으로 유의미함과 동시에 지역별 차이가 보다 뚜렷한 상업·업무지역, 교통시설지역, 대학교, 교육·연구시설에 대해서만 개별적인 분석을 수행하였다. 상위 4가지 설명변수별로 제시한 2개의 그림들은 해당 설명변수들의 국지적 계수 및 국지적 계수들의 군집화한 결과를 연구 지역에 해당하는 130개의 행정동별로 도식화한 것이다. 이러한 과정을 통해 지역별 차이를 보다 쉽게 해석할 수 있으며, 이를 토대로 지역별 특성을 파악하여 이를 해석하고자 하였다. 군집화 방법으로는 핫스팟 분석(Hot Spot Analysis)으로 불리는 Getis and Ord's Gi를 이용하였으며, 5%의 유의수준에서 도식화하였다.

#### 1) 상업·업무지역

상업·업무지역이 보행량에 미치는 영향에 대해 지역별 추정계수의 분포는 Figure 2를 통해, 이를 군집화한 결과는 Figure 3와 같이 도출되었다. 해당 설명변수에 대한 계수는 지역별로 차이를 보이는 것으로 나타났는데 이 중 보행량과 큰 정(+)의 상관관계를 갖는 지역들은 연구지역의 남측에 위치하고 있으며, 용산구를 중심으로 중구 및 마포구 일부지역이 해당하는 것으로 분석되었다. 이러한 공간 패턴을 지니는 지역인 중구는 중심업무지구로서의 역할을 이전부터 수행해왔으며, 용산구는 비교적 최근 들어 국제업무지구로의 계획에 의해 업무지구가 다수 생겨나고 있다. 이에 따라 해당 지역은 상업·업무지구로서의 특성을 갖는다고 볼 수 있다.

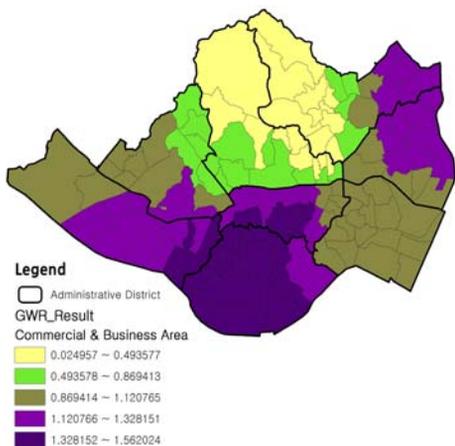


Figure 2. Local coefficient of commercial · business area

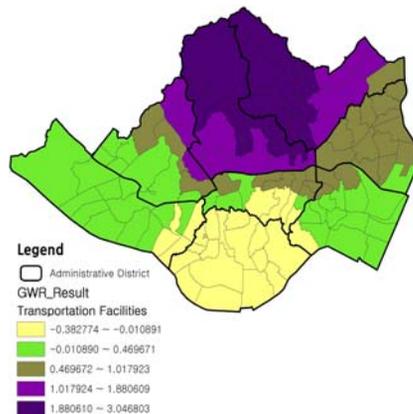


Figure 4. Local coefficient of transportation facility area

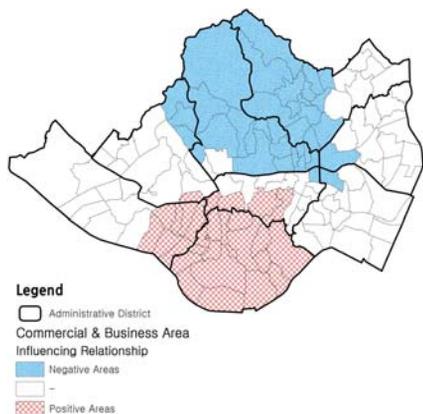


Figure 3. Clustering coefficient of commercial · business area

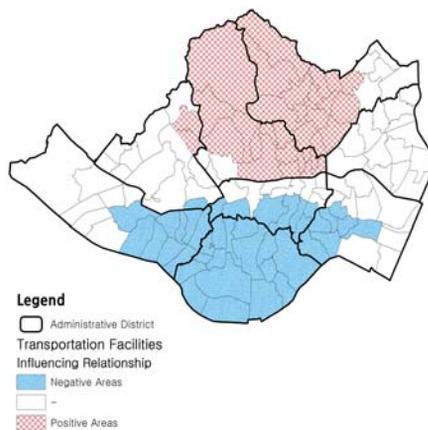


Figure 5. Clustering coefficient of transportation facility area

## 2) 교통시설지역

교통시설지역이 보행량에 미치는 영향에 대한 지역별 추정계수의 분포 및 이에 대한 군집화 결과는 Figure 4, Figure 5를 통해 알 수 있다. 해당 설명변수에 대한 계수 역시 지역별로 차이를 보이는 것으로 나타났고, 이 중 보행량과 정(+)의 상관관계를 갖는 지역들은 연구지역의 북측에 위치하고 있으며 종로구와 성북구의 북부 지역이 해당된다. 부(-)의 상관관계를 갖는 지역들은 연구지역의 남측에 위치하고 있는 지역으로 용산구가 해당하는 것으로 분석되었다. 이러한 결과를 나타내는 지역 중 우선 부(-)의 상관관계를 갖는 용산구에는 서울역 및 용산역이 위치해 있어 이전부터 교통의 요충지 및 중심지의 역할을 수행해온 교통시설의 공급이 충분히 이루어진 지역이었으며, 정(+)의 상관관계를 갖는 종로구와 성북구 일부 지역은 인왕산과 북악산에 의해 교통시설의 공급 및

확충이 이전부터 어려워 교통시설이 상대적으로 적게 위치한 지역이다. 이에 의해 해당 지역들은 교통의 중심지 및 취약지라는 서로 다른 특성을 갖는다고 볼 수 있다.

## 3) 대학교

대학교가 보행량에 미치는 영향에 대한 지역별 추정계수의 분포 및 이에 대한 군집화 결과는 Figure 6, Figure 7을 통해 알 수 있다. 해당 설명변수에 대한 계수 역시 지역별 차이를 나타내는 것으로 분석되었고, 이 중 보행량과 큰 정(+)의 상관관계를 갖는 지역들은 연구지역의 서측에 위치하고 있으며 마포구와 서대문구를 비롯해 용산구 일부 지역이 해당하는 것으로 분석되었다. 이러한 분석된 해당 지역들에는 홍익대, 연세대, 이화여대, 숙명여대 등 대학가가 상업적으로 활성화된 곳이 있었다. 이에 따라 해당 지역들은 타 지역에 비해 상업화된 대학가 밀집지라는 특성을 갖는다고 볼 수 있다.

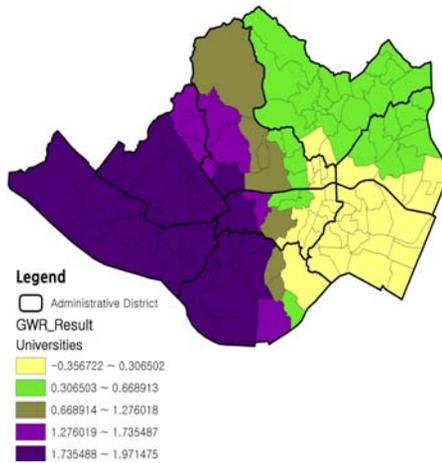


Figure 6. Local coefficient of university

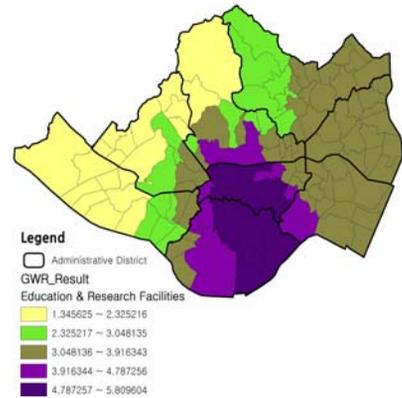


Figure 8. Local coefficient of education · research facility area

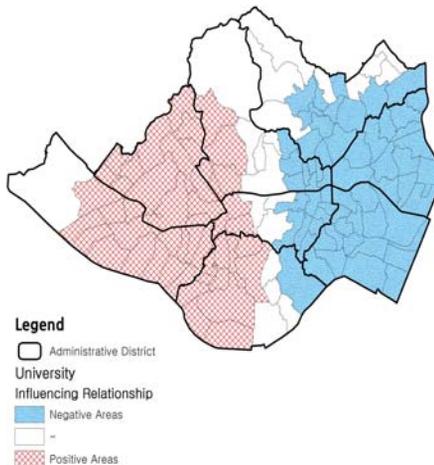


Figure 7. Clustering coefficient of university

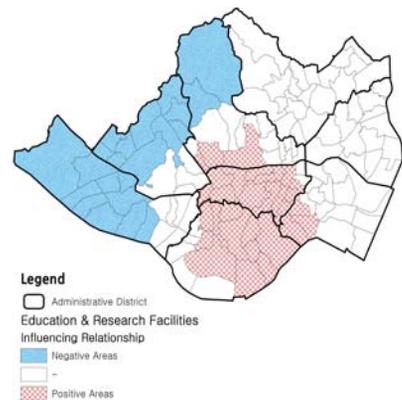


Figure 9. Clustering coefficient of education · research facility area

#### 4) 교육·연구시설

교육 및 연구시설에 대한 지역별 추정계수의 분포 및 이에 대한 군집화 결과는 Figure 8, Figure 9을 통해 알 수 있다. 해당 변수에 대한 계수 역시 지역별로 차이가 있는 것으로 분석되었고, 이 중 종속변수와 큰 정(+)의 상관관계를 갖는 지역들은 연구지역의 중심부를 비롯해 남측 일부에 위치하고 있는 것으로 분석되었다.

정(+)의 상관관계를 갖는 지역에는 중구와 용산구를 비롯한 일부 주변 지역이 해당하며, 한국금융연구원, 백상경제연구원, 서울아동발달연구소, 한미연구소 등이 위치하고 있다. 이에 의해 해당 지역들은 타 지역에 비해 사기업 및 공기업의 연구시설들이 밀집하여 있는 지역적 특성을 갖는다고 볼 수 있다.

## 결론

본 연구는 지역적 요소와 함께 계획적 요소를 고려한 서울 도심지역의 보행량에 대한 영향요인들을 전역 및 국지적으로 분석하였고, 이와 더불어 이를 통한 지역별 특성 파악에 대해 분석하였다. 본 연구의 분석결과와 시사점을 정리하면 다음과 같다.

보행을 유발하는 요인들에는 해당 지역의 토지이용 현황 또는 해당 지역에 위치한 계획 시설들 등 여러 가지 요소들이 있을 수 있다. 거시적 차원에서 이루어진 본 연구는 차후 보행이라는 통행수단이 아닌 보다 공간적인 제약을 덜 받는 다른 통행수단의 특성을 기반으로 한 분석 진행에 있어 참조가 가능할 것이라 판단된다.

연구 지역에 해당되는 8개의 구에 대한 보행량 순위는 특정 행정동으로의 보행량 순위와 다르다는 사실은 보행자 중심의 보행환경개선계획이 특정 행정동들에 우선적으로 시행되어야 하며, 더 나아가 지역별 특성을 고

려한 해당 계획이 8개의 구별로 각각 이루어져야 할 것을 시사해준다.

이와 더불어 본 연구에서는 최소자승모형과 지리가중 회귀모형을 적용하여 보행량의 전역적, 국지적 영향요인을 분석하고자 하였다. 최소자승모형을 적용하여 보행량에 대한 전역적 영향요인을 분석한 결과 주거지역을 제외한 나머지 5가지 설명변수들이 통계적으로 유의미한 것으로 분석되었고, 모든 변수들이 보행량과 정(+)의 상관관계를 갖는 것으로 도출되었다. 설명변수들 중 교통시설지역, 대학교와 같은 지역요소들에 비해 교육·연구시설, 계획시설과 같은 계획요소들이 보행량에 미치는 영향이 대체로 크게 나타났는데, 시설 변수들에 대한 결과를 살펴보면 해당 시설들의 면적이  $1\text{km}^2$  증가할 경우 보행비율이 약 3% 증가하는 것으로 분석되었으며, 이는 곧 해당 면적의 증가에 따라 해당지역으로의 보행량은 약 41,500 정도 증가한다는 것을 뜻한다. 더 나아가, 본 연구 변수들의 공간적 이질성이라는 특성을 토대로 지리가중회귀모형을 적용하여 보행량에 대한 국지적 영향 정도를 파악한 결과 지역별로 영향의 정도가 뚜렷하게 나타난 변수는 상업·업무지역, 교통시설지역, 대학교 및 교육·연구시설로 분석되었다. 이를 토대로 해당 지역별 특성을 도출하기 위해 공간통계기법을 활용하여 해당 변수들의 지역별 계수들을 군집화한 결과 상업·업무 중심지역, 교통 중심 및 취약지역, 대학가 밀집지역, 연구시설 밀집지역과 같은 지역별 특성들을 파악할 수 있었다.

본 연구에서 활용된 보행량 자료는 정확한 출발과 도착지가 아닌 행정동을 단위로 측정된 설문조사 자료를 토대로 하였기 때문에 이를 활용한 분석에는 어느 정도 오차가 존재한다는 한계를 가진다. 이와 더불어 본 연구에서는 보행활동에 영향을 줄 수 있는 요인에 대해 연구 지역의 지역적 특성에 대해서만 분석하였는데 이 외에도 보행이라는 활동은 통근·통학, 쇼핑, 여가 등과 같은 통행목적에 따라 해당 활동에 영향을 줄 수 있는 정도가 다를 수 있어 추후의 연구에선 이와 같은 부분들에 대해 고려할 필요성이 있다 여겨진다.

앞서 기술하였던 국내·외 여러 선행연구들은 주로 등분산성을 가정하는 모형을 통해 보행량의 결정 또는 영향요인을 분석하고자 하였다. 그러나 현실 속에서의 현상들은 위의 가정을 위배하는 경우가 대다수이며, 보행이라는 특정 행위 자체가 공간적으로 이루어지는 현상이기에 이러한 가정을 바탕으로 한 연구들이 가지는 영향력 또는 의미에는 한계가 있을 것이라 여겨진다.

이에 본 연구는 이러한 실제의 현황 또는 현상들이 가지는 이분산성을 가정한 접근법인 지리가중회귀모형을 적용하여 본 주제에 대해 분석하고자 하였다. 이를 통해 목적지로의 통행수단 중 보행을 선택하는 데에 영향을 주는 요인이 무엇인지 분석하고, 이러한 요인들이 많은 지역을 파악하여 통행의 원활화 또는 이에 대한 유발을 목적으로 하는 요소들의 관련 계획 및 정책 수립 과정에 지역별 정보를 제공하여 의사 결정시 그에 대한 도구로써 활용되어질 것을 기대한다.

보행 그 자체에 대한 관심이 늘어나고 있는 현황에서 보행량을 주제로 하는 연구의 필요성은 날이 증가하고 있다. 이러한 현황에 발맞추어 보다 다각화된 관점에서 보행량의 요인을 분석하고 이를 위한 계획 또는 정책들에 도움을 줄 수 있는 연구가 국내에서 더욱이 활발히 이루어지기를 기대한다.

## REFERENCES

- Brunsdon C., Fotheringham S., Charlton M. (1998), Geographically Weighted Regression, *Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)*, 47(3), 431-443.
- Burnham K. P., Anderson D. R. (2002), *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-Theoretic Approach*, Springer(New York, USA).
- 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.
- Cervero R., Duncan M. (2003), *Walking Bicycling, and Urban Landscapes: Evidence from the San Francisco Bay Area*, *American Journal of Public Health*, 93(9), 1478-1483.
- Charlton M., Fotheringham S. (2009), *Geographically Weighted Regression*, White Paper, National Centre for Geocomputation, National University of Ireland Maynooth.
- Fotheringham A. S., Brunsdon C., Charlton M. (2003), *Geographically Weighted Regression: the Analysis of Spatially Varying Relationship*, John Wiley & Sons(San Francisco, USA).
- Frank L. D., Sallis J. F., Saelens B. E., Leary L., Cain K., Conway T. L. et al. (2010), *The Development of a Walkability Index: Application to the Neighborhood*

- Quality of Life Study, *British Journal of Sports Medicine*, 44(13), 924-933.
- Greenwald M. J., Boarnet M. G. (2001), Build Environment as Determinant of Walking Behavior: Analyzing Nonwork Pedestrian Travel in Portland, Oregon, *Transportation Research Record*, 1780(1), 33-41.
- Handy S. L. (1996), Understanding the Link between Urban Form and Nonwork Travel Behavior, *Journal of planning education and research*, 15(3), 183-198.
- Kim H. J., Lee S. W. (2011), Determinants of 5 Major Crimes in Seoul Metropolitan Area: Application of Mixed GWR Model, *Seoul Studies*, 12(4), 137-155.
- Kockelman K. M. (1997), Travel Behavior as Function of Accessibility, Land Use Mixing, and Land Use Balance: Evidence from San Francisco Bay Area, *Transportation Research Record*, 1607(1), 116-125.
- Lee H. Y., Sim J. H. (2011), *Geographic Information Science*, Bobmunsa(Paju, Korea).
- Lee J. A., 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 Planners Association*, 48(4), 269-286.
- Lee J., Wong D. W. (2001), *Statistical Analysis with ArcView GIS*, John Wiely & Sons.
- Lee K. H., Ahn K. H. (2008), An Empirical Analysis of Neighborhood Environment Affecting Residents' Walking: A Case Study of 12 Areas in Seoul, *Journal of Architectural Institute of Korea: Planning Part*, 24(6), 293-302.
- Lee S. W., Yun S. D., Park J. Y., Min S. H. (2006), Practice on Spatial Econometrics Models, Parkyoungsa(Seoul, Korea).
- Lee Y. S., Choo S. H., Kang J. M. (2013), Analysing Key Factors to Affect Change of Pedestrian Volume by Neighborhood Units in Seoul, *Journal of Korea Planners Association*, 48(4), 269-286.
- Malczewski J., Poetz A. (2005), Residential Burglaries and Neighborhood Socioeconomic Context in London, Ontario: Global and Local Regression Analysis, *The Profession Geographer*, 57(4), 516-529.
- Mitchell A. (2005), *The ESRI Guide to GIS Analysis: Spatial Measurements and Statistics*, 2, ESRI Press(Redlands, USA).
- Park C. G., Cho S. K. (2014), A Study on the Optimization of Suwon City Bus Route using GWR Model, *The Korea Society for Geospatial Information System*, 22(1), 41-46.
- Park J. Y., Park C. K. (2008), Estimating Interregional Trade Flows of South Korea, *Journal of the Korean Regional Science Association*, 24(2), 27-57.
- Pinjari A. R., Pendyala R. M., Bhat C. R., Waddell P. A. (2007), Modeling Residential Sorting Effects to Understand the Impact of the Built Environment on Commute Mode Choice, *Transportation*, 34(5), 557-573.
- Rodriguez D. A., Joo J. (2004), The Relationship between Non-motorized Mode Choice and the Local Physical Environment, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 9(2), 151-173.
- Seo J. L., Choi Y. M., Park S. H. (2011), An Empirical Study of Walking Amounts and Routes in Residential Neighborhood: Based on Seoul Bukchon Housewives' Walking Data Drawn from GPS, *Journal of Architectural Institute of Korea: Planning Part*, 27(9), 271-281.
- Wang J. F., Liu X., Christakos G., Liao Y. L., Gu X., Zheng X. Y. (2010), Assessing Local Determinants of Neural Tube Deffects in the Heshun Region, Shanzi Province, China, *BMC Public Health*, 10(1), 52.
- Yu D. (2007), Modeling Owner-occupied Single-family House Values in the City of Milwaukee: A Geographically Weighted Regression Approach, *GIScience & Remote Sensing*, 44(3), 267-282.
- Yun N. Y., 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.
- 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), 344-360.
- ☞ 주 작성자 : 권대영  
 ☞ 교신저자 : 김홍석  
 ☞ 논문투고일 : 2014. 10. 1  
 ☞ 논문심사일 : 2014. 11. 6 (1차)  
                   2014. 12. 8 (2차)  
 ☞ 심사판정일 : 2014. 12. 8  
 ☞ 반론접수기한 : 2015. 4. 30  
 ☞ 3인 익명 심사필  
 ☞ 1인 abstract 교정필