

다수준모형을 이용한 보행친화적환경이 공동주택 전세가격에 미치는 영향

서민정* · 최 열**

Seo, Minjung*, Choi, Yeol**

A Study on the Effect of Walking Environment (Characteristics) on Apartment Housing Rental Prices using Multi-Level Model

ABSTRACT

We examine 554 state basic districts and 1832 householders in Busan metropolitan city to see whether the physical and walkable characteristics of housing influence apartment housing prices. We use two-level models modeling for a more accurate analysis. Walkable characteristics in level 2 state basic districts potentially explain 77% of the variation in housing values, with the highest impact on crime safety characteristics. Overall, our spatial multi-level analysis based on new state basic districts in Korea explained price variation better than previous studies, which considered each householder. The results provide policy opportunities for planners and citizen groups to pursue strategies that encourage the development of walkable and sustainable neighborhoods.

Key words : Walkability, Multi-level analysis, State basic districts, Walking environment, Jeonse price

초록

본 연구는 공동주택의 부산광역시 554개 국가기초구역과 1832세대의 개별세대주택을 대상으로, 기존의 건축·단지특성과 보행친화특성이 공동주택가격에 끼치는 영향에 대하여 분석하였다. 개별세대주택과 국가기초구역의 다양한 공간구역 특성을 바탕으로 보다 정확한 다층적인 분석을 위해, multi-level models 을 이용하였다. 분석 결과, Level-2의 국가기초구역별 보행친화특성은 전체분산의 약 77%를 잠재적으로 설명하였으며, 그 중 범죄안전특성에서 가장 많은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이것은 이전연구에서 많이 다뤄졌던 개별세대 공동주택별 분석보다, 한국에서 새롭게 제정된 국가기초구역에 따른 공간별 분석이 더욱 전체적으로 의미가 있다는 것을 의미한다. 이 연구결과는 요동치는 한국의 주택가격을 건강하고 안정적으로 유지할 수 있는 보행친화적인 도시설계 및 주택정책에 기여할 수 있을 것이라 생각한다.

검색어 : 보행친화도, 다수준분석, 국가기초구역, 보행친화환경, 주택전세가격

1. 서론

자동차 위주의 현대 도시생활로 인하여 걷는 횟수가 점차 줄어들어 성인병과 같은 기본적인 질병이 증가하고 있는 추세이다. 보건복지부의 국민건강영양조사에 따르면, 하루 30분 이상 걷기를 주 5일 이상 실천한 사람이 2005년 60.7%에서 2015년 41.2%로 크게 감소하였고, 비만유병률도 31.3%에서 33.2%로 해마다 조금씩 늘었다고 한다. 또한 미국 청소년의 도보 통학률은 1969년에서 2001년 사이 40.7%에서 12.9%로 감소하였는데, 이것은 신체활동 감소와 비만을 증가(LaFontaine, 2008)를 야기하였다. 이는 걷기 활동이 건강한 신체활동과 연관되어 있다는 것을 보여주고 있으며(Lee et al., 2008), 걷기에 대한 시민들의 관심 또한 급증하고 있다. 그리하여 보행친화적인 도시를 만들기 위한 정부의 정책사업들이 매우 활발하게 추진되고 있으며, 곳곳에서 그 성과도 점차 드러나고 있는 추세이다. 보행환경의

* 부산대학교 도시공학과 박사수료 (Pusan National University · minjay.seo@gmail.com)

** 종신회원 · 교신저자 · 부산대학교 도시공학과 교수 (Corresponding Author · Pusan National University · yeolchoi@pusan.ac.kr)

Received August 8, 2017/ revised August 30, 2017/ accepted August 31, 2017

개선을 통한 걷기활동의 증진은 자동차 수요 억제 효과뿐만 아니라 도시환경 전체를 변화시키는 중요한 역할을 하기 때문에 지속가능하고 건강한 도시를 만들기 위해서 적극적으로 추진되어야 할 과제라 판단된다(Choi et al., 2016).

이처럼 보행환경 등 도보의 접근성이 높은 지역이 최근 주택 구입자들 사이에서 큰 인기를 끌고 있다. 대중교통 또는 더 나아가 자녀들의 학교까지의 도보접근이 수월한 지역은 주택구입선호도와 분양률 등이 높아지기 때문이다. 이러한 이유로 보행친화도와 주택가격의 상관관계를 분석하는 다양한 해외 연구들이 진행되어, 보행친화도는 주택거래에도 적용되고 있으며(Cortright, 2009; Pivo and Fisher, 2011), 주택가격뿐 아니라 범죄와 재정상태까지도 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다(Boyle et al., 2013). 하지만 2015년 서울 도시정책 지표조사에 따르면, 교통수단 만족도는 높아진 반면에 주거지의 보행만족도는 낮아졌다(서울연구원, 2016). 이는 국내의 보행친화 도시만들기 정책이 도심지의 대표적인 사업에만 치중한 탓이다. 시민이 일상생활 속에서 경험할 수 있는 보행친화적인 주거지에 대한 국내의 연구사례는 다소 부족한 실정이다.

기존의 대부분 연구에서 주택가격은 주택의 크기, 햇수(Evans, 1973; Richardson et al., 1974; Archer et al., 1996), 심지어 화장실과 침실의 개수, 지역 등의 물리적 특성에 영향을 받는다고 한다(Can, 1992). 하지만 사람들은 주택의 물리적 요소 및 사회·자연환경적 요소 보다는, 더 나은 편의와 접근성을 위해 주택 가격을 더 지불할 의사가 있다고 한다(Graves and Linneman, 1979). 따라서 더 나은 편의와 접근성을 제공하기 위하여, 사회적 관계, 범죄발생, 건강증진 등에 다양한 영향을 미치는 보행친화적 요인과 주택가격에 관한 연구가 필요하다. 그러나 보행에 대한 시민들의 급증한 관심과 보행환경 개선의 필요성에도 불구하고, 아직 보행친화적 주거지에 관한 국내 연구는 보행환경 측정 및 지표개발 등의 초기단계에 머물러 있다.

앞서 언급했듯이, 걷기활동을 증진시키는 다양한 보행친화요인과 주택가격은 밀접한 관련이 있어 보인다. 따라서 보행친화요인과 기존의 주택 건축 및 단지특성 요인이 공동주택가격에 미치는 영향에 관한 연구가 필요하다. 주택가격은 개별 특성의 여건에 따라 영향을 받지만, 지역 공간에 따라서도 많은 영향을 받는다. 공동주택가격을 분석하는 모델을 설정할 때, 공동주택 관련 여러 특성변수들을 고려함과 동시에 공동주택이 입지한 지역 공간적 특성들도 고려해야 한다.

그러나 기존의 공동주택을 포함한 주택가격 평가에서는 주택가격에 대한 대부분의 연구들은 주택이 입지하고 있는 지역을 하나의 다층적 특성을 가진 동질지역으로 가정하였다. 이에 모든 특성을 단일 수준으로 간주하고 분석을 실시하였다. 주택가격에 대한 지역

관련 특성들이 그 대상지역내에서 모두 동일한 영향력을 행사한다는 가정은 주택이 입지한 지역의 환경적인 특성에 의해 차이가 생기는 주택가격의 구조적인 특성을 충분히 반영한다고는 할 수 없다. 따라서 주택의 물리적 특성변수와 지역환경 특성변수들의 다층적인 특성을 고려한 다양한 보행친화특성 요인들과 공간의 구조적 특성이 공동주택가격에 얼마나 영향을 미치는지에 대한 정확한 분석이 요구된다.

이 연구는 공간의 구조적 특성을 반영한 주택의 건축 단지 및 보행친화적 특성이 공동주택가격에 미치는 분석을 통해 해당 요인들 간의 관계를 규명하고자 한다. 분석방법으로는 더 정확한 공간 다층적 분석을 위해, 다수준분석(Multi-level Analysis)을 이용하여 분석한다. 이 연구를 통하여 향후 보행친화적인 주택정책에 기여할 수 있는 기초적 자료를 제공한다.

2. 국가기초구역 및 보행친화도와 관련연구 동향

2.1 국가기초구역

우리나라도 국가 및 지방자치단체 등에서 수많은 전산화된 정보들을 공개하고 있지만 제공단위가 통일되지 않고, 제공하는 공간단위가 커서 자료들을 활용하기에는 큰 어려움이 있다. 따라서 작은 단위의 공간적 기본단위를 정하고 이를 공간정보 제공의 통일된 단위로 정할 필요가 있다(Kang and Kang, 2013). 이를 위해 국가에서는 국가기초구역을 구획하고 이를 관리하는 제도를 도입하였다(Ministry of the Interior and Safety, 2013). 아직 제도도입의 초기 단계이기 때문에, 국내의 기초구역별 주택가격 관련 연구는 찾아보기 힘들다. 따라서 본 연구는 주택의 물리적 특성, 보행친화 특성, 주택가격의 관계를 부산광역시 국가기초구역을 대상으로 분석하였다.

국가기초구역은 기존의 행정읍면동 보다 규모가 작으면서 동질적이고, 경계변화가 적은 국가의 최소 공간단위를 목표로 설정되었다(「도로명주소법」 제8조의3). 외국의 경우 국가적 차원에서 최소 공간단위를 설정하고, 그 단위로 관련 통계자료를 제공하는 경우가 많다. 미국의 경우 미국 통계청(United States Census Bureau)에서 10년마다 발표되는 센서스조사 결과는 국토구역의 최소구획단위인 블록이나 센서스트랙단위로 제공되므로 연구자들은 원하는 스케일의 구역단위로 재생산이 가능하다. 또한 주정부와 산하의 교육, 선거, 도시 관리구역 등의 정보를 Blocks을 통합한 단위로 공표하여 다양한 위계의 자료 간 연계활용을 용이하게 하고 있다(Frada and Clyde, 2008).

2.2 보행친화도

보행친화도(walkability)란 걷기활동을 위해 공간이 얼마나 친

화적인지를 나타내는 정도이다. 최근 미국, 캐나다, 호주 등에서는 지역의 보행친화도를 측정하고 웹사이트 등을 통해 시민들에게 지역별 보행친화지수를 제공하는 서비스가 생겨나고 있는데, 대표적인 보행친화지수로는 필라델피아와 뉴욕을 대상으로 지역의 보행친화도를 보다 정확하게 측정하기 위해 개발된 Walkshed와 Jesse Kocher와 Matt Lerner가 개발한 WalkScore, 덴버시에서 개발한 Walkscope가 있다.

Shelton (2008)는 보행친화도는 지속가능한 도시 설계에 있어서 중요한 개념이라고 하였다. Rattan et al. (2012)는 자동차를 대체할 수 있는 이동수단인 보행과 자전거를 이용하여 목적지까지 이동함에 있어서 지역 설계가 얼마나 효과적인지를 측정하기 위한 척도로 하고 하였다. 이러한 이유로 미국을 비롯한 서구의 연구들은 활발히 이루어지고 있다.

그러나 서구의 연구들은 그 지역의 환경적 특성과 역사적 맥락에 기반 한 것임을 이해할 필요가 있다. 많은 연구자들은 우리나라의 도시 및 보행환경이 처한 상황과 여건은 이와 확연히 다르기 때문에, 보행친화도의 서구 이론과 연구 성과를 그대로 적용하기에는 무리가 있음을 지적하고 있다.

2.3 관련연구 동향

보행환경과 관련된 연구는 폭넓게 진행되고 있는 분야이다. Seoul Development Institute (1998)은 제1차 서울시 보행환경 기본계획의 수립을 위해 가로 보행환경 지표를 제시하였다. Korea Land Housing Corporation (2002)는 친환경 건축물 평가지표를 제시하였으며 국내의 대표적인 공동주택 주거환경 평가지표이다.

KRIHS (2006)은 보행친화도 평가항목이라는 주제로 보행환경의 평가지표를 가로환경, 네트워크 환경, 지역 환경으로 구분하여 각각에 대한 세부평가항목을 제시하였다. Park et al. (2007)는 보행환경요소를 창원시를 대상으로 사례연구를 하였다. Ji et al. (2008)와 Kim (2009)는 보행환경의 만족도에 물리적요소가 미치는 영향을 분석하였다.

국내의 연구와 달리, 보행환경 평가지표와 관련된 국외의 선행연구들을 보면 오랫동안 구체적으로 연구가 진행되어 왔으며 대상지에 직접 보행친화도 지표를 활용하여 보행친화적인 지역의 모델도 확립되었다. 또한 국외에서는 국가적 차원을 벗어나 민간단체의 연구 활동도 활발히 진행되고 있다.

Cervero et al. (1997), Srinivasan (2002)는 도시의 다양한 물리적인 현상(토지이용 등)과 걷기활동의 상관성 분석을 하였다. Saelens et al. (2003), Giles-Corti et al. (2006)는 보행 또는 자전거 타기에 영향을 미치는 물리적 환경인자의 계량적 측정 및 평가도구의 개발을 연구하였고, Ackerson (2005)는 GIS 기법을 활용한 보행환경평가 기법의 개발을 연구하였다. Clifton et al.

(2007)는 환경, 보행자시설, 도로속성, 보행자 및 자전거 환경에 대한 31개의 평가지표를 활용하여 보행환경을 평가하였다. 또한 US Green Building Council (2012)은 미국의 대표적인 근린주거 환경 평가지표를 연구하였다. Gallimore et al. (2011)는 Day et al. (2005)의 Irvine Minnesota Inventory for observation of physical environment features linked to physical activity의 보행친화도 지표를 이용하여 어린이와 학부모를 대상으로 도보통학을 위한 세 지역의 보행친화도를 비교 및 평가하였다.

최근에는 보행친화도와 주택가격의 상관관계를 분석하는 다양한 연구들이 진행되고 있다. 이를 구체적으로 살펴보면, Gilderbloom et al. (2015)는 미국의 켄터키주 루이빌을 대상으로 보행친화도, 주택가격, 재정상태, 범죄의 관계를 분석한 결과, 보행친화도는 주택가격뿐 아니라 범죄와 재정상태까지도 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. Cortright (2009)는 미국 15개 도시 90,000가구의 주택가격 데이터를 토대로 보행친화도와 주택가격의 상관관계를 분석하였는데, 분석결과 보행친화도와 주택가격 사이에 양의 상관관계가 나타났으며 보행친화도가 1점 증가할 때 주택가격은 약 700~3,000달러 증가하는 것으로 나타났다.

관련 연구들을 검토해본 결과, 보행친화도와 주택가격의 상관관

Table 1. Walkability Checklist in Residential Zones*

Rank	Variables	Variable explanation
1	Completion of sidewalks	Five point Likert scale (1=not at all, 5=very much)
2	Urban design	Five point Likert scale (1=poor, 5=very wonderful)
3	Straight streets	Five point Likert scale (1=not at all, 5=very much)
4	Looking right and left before crossing streets	Five point Likert scale (1=never, 5=almost always)
5	Plaza or square	Five point Likert scale (1=poor, 5=very wonderful)
6	Monuments identifying the neighborhood	Five point Likert scale (1=not at all, 5=very much)
7	Windows with bars	Five point Likert scale (1=not at all, 5=very much)
8	Playing or sports field	Five point Likert scale (1=poor, 5=very wonderful)
9	Looking at cars before crossing at crosswalks	Five point Likert scale (1=never, 5=almost always)
10	Bars, night clubs, pawn shops, adult uses	Five point Likert scale (1=very much, 5=not at all)
11	Landscape	Five point Likert scale (1=poor, 5=very wonderful)

*Walkability analysis of Busan's urban residential zones (Choi et al., 2016)

계를 분석하는 연구들이 최근 활발히 진행되고 있는 것으로 나타났다. 하지만 기존의 연구들에서, 모든 특성을 단일 수준으로 간주하고 분석을 하였다는 것을 알 수 있었다. 서로 다른 지역 수준에서 측정된 개별주택의 자료를 단층적인 구조로 전환시켜서 분석하였기 때문에 자료의 성격을 왜곡시키는 오류를 범했다고 할 수 있다. 이에 본 연구는 공간의 구조적 특성을 고려하여, 지역환경 특성변수들의 다층적인 특성을 고려한 다양한 보행친화특성 요인들과 주택의 물리적 특성변수들이 공동주택가격에 얼마나 영향을 미치는지에 대한 정확한 분석을 하고자 한다.

3. 분석틀

3.1 연구범위 및 개요

본 연구의 목적은 주거지의 건축·단지요인과 보행친화요인이 지역의 공간적 특성에 따라 공동주택가격에 미치는 영향을 분석하여 보다 나은 보행친화적인 주택정책에 기여하고자 하는 것이다.

본 연구는 2016년 9월의 부산광역시 공동주택 전월세계약을 기준으로 1832개 개별세대, 554개 국가기초구역을 대상으로 분석하였다. 공동주택가격은 국토교통부 실거래가 공개시스템을 이용하였고, 건축·단지요인과 보행친화요인은 국토교통부 공동주택관리정보시스템, 일사편리 부동산정보조회시스템, 부동산114, 현장조사 등을 통합하여 단일 자료로 구축하였다.

3.2 변수 및 자료의 구성

본 분석에 앞서 연구를 위해 사용될 변수의 구성과 기초통계량은 Table 2와 같다. 종속변수는 공동주택가격의 전세 실거래가격이다. 국토교통부 실거래가 공개시스템의 전월세가를 기준으로 구축하였으며, 주택가격의 통일을 위해 주택임대차보호법에 따라 2016년 9월 4.8%(한국감정원)의 전월세전환률에 따라 변환하여 월세가격을 전세가격으로 변환하여 구축하였다. 독립변수는 주택의 물리적 특성과 보행친화도 특성으로 구성하였다.

기존의 공동주택 관련연구는 대부분 시군구 단위로 공간설정을

Table 2. Summary of Dependent and Independent Variables

Variables		Name (unit)	
PRICE		Jeonse prices per 3.3m ² (10,000KRW)	
<i>Level 1 - Householders (n = 1832)</i>			
Physical characteristics	numb	Number of householders	
	floo	Number of floors	
	area	Exclusive use area (m ²)	
	corr	Corridor design (Short-corridor* = 1, Else = 0)	
	awar	Construction company ranking (Top100 = 1, Else = 0)	
	rati	Floor area ratio (%)	
	year	Age of buildings (Built year-2016)	
	dire	House facing direction (South = 1, Else = 0)	
	view	View (Possible = 1, Impossible = 0)	
	cam	Number of cars allowed per household	
<i>Level 2 - State basic Districts (n = 554)</i>			
Walkable characteristics	Pleasurability	PLE1	Completion of sidewalks (1=not at all, 5=very much)
		PLE2	Urban design (1=poor, 5=very wonderful)
		PLE3	Straight streets (1=not at all, 5=very much)
		PLE4	Plaza or square (1=poor, 5=very wonderful)
		PLE5	Monuments identifying the neighborhood (1=not at all, 5=very much)
		PLE6	Playing or sports field (1=poor, 5=very wonderful)
		PLE7	Landscape (1=poor, 5=very wonderful)
	Traffic safety	TRA1	Looking right and left before crossing streets (1=never, 5=almost always)
		TRA2	Looking at cars before crossing at crosswalks (1=never, 5=almost always)
	Crime safety	CRI1	Windows with bars (1=not at all, 5=very much)
		CRI2	Bars, night clubs, pawn shops, adult uses (1=very much, 5=not at all)

하였는데, 본 연구에서는 2015년부터 도입된 국가기초구역을 활용하였다. 공동주택가격 분석을 위해 다수준분석모형이 활용된다. 이전의 연구에서는 개별 주택특성에 관한 다양한 방법론이 적용되었는데, 지역환경의 특성을 적용하지 않은 지역별 개별주택의 특성을 활용한 연구이다. 이것은 서로 다른 지역수준에서 측정된 개별주택의 자료를 단층적인 구조로 전환시켜서 분석하였기 때문에 자료의 성격을 왜곡시키는 오류를 범했다고 할 수 있다. 이렇게 자료의 다층적인 성격을 무시하면 데이터 측정에 여러 가지 문제가 생긴다(Cronbach, 1963; Heyns, 1986; Raudenbush and Bryk, 1986).

예컨대 지역수준의 변인이 지역 내의 모든 주택에 동일한 영향을 미친다는 가정을 기초로 개별주택 특성변인들의 평균값을 산출하여 지역수준의 변인으로 통합하거나 지역수준의 변수를 모든 개별 아파트에 동일하게 분산시켜 사용하면 지역효과가 왜곡된다.

그리하여 본 연구에서는 자료의 다층적인 성격을 반영하여 분석모형을 구축하기 위해, SAS 9.4를 활용하여 다수준분석모형을 이용하여 분석하였다. 모델의 분산과 공분산 모수에 대한 비편향적인 추정을 위해 제한된 최대우도추정을 사용하였다(Hox, 1998).

본 연구에서 2단계 다수준분석(Multi-level Analysis)을 이용한 분석을 위해 독립변수는 크게 2개의 계층으로 나누어 구축하였다. Level 1인 개별세대는 실거래가 이루어진 해당주택의 건축 단지 특성이다. 세대수, 층수, 전용면적, 복도유형, 건설회사인지도(도급 순위 100위), 용적률, 건축했수, 향, 조망, 세대당주차장(Choi et al., 2003)으로 구성하였다. 기존 선행연구에서 사용된 연구에서 사용된 난방방식, 주택구조 등 다양한 주택특성이 있지만 실거래가를 이용하는 만큼 해당 데이터 구축이 어려운 변수 및 단지 특성들은 위계가 맞지 않아 제외시켰다. Walkability analysis of Busan's urban residential zones (Choi et al., 2016)의 보행친화도 체크리스트는 국내의 Walkability checklist를 통합하여 우리나라 주거지에 맞는 보행친화도 지표를 도출해 내었다. 그리하여 Level 2인 국가기초구역별 변인은 보행친화특성인 보도표면포장, 전체적 설계 매력도, 전체적으로 직선거리, 쇼핑센터 및 광장 매력도, 지역홍보간판, 운동장 매력도, 전체적인 경관 매력도, 도로를 건너기 전에 좌우를 잘 살피고 건너는가, 횡단보도 이용시 자동차를 잘 살피는가, 방법장이 있는 건물, 위험유발시설(Choi et al., 2016)로 구성하였다. 본 분석에 사용된 개별세대별 주택은 1,832개 이며 국가기초구역별 자료는 554개이다. 이상에서 변수들에 대한 기초통계량은 Table 3에 제시되어 있다. 독립변수 중 Level 1의 자료는 국토교통부 공동주택관리정보시스템, 일사편리 부동산정보조회시스템, 부동산114 등을 통합하여 단일 자료로 구축하였다. Level 2의 자료는 Choi et al. (2016)의 보행친화도 체크리스트의 기준에 따라 현장조사를 통하여 구축하였다.

Table 3. Descriptive Statistics of Variables

Variable	Mean	STD	Min	Max	
PRICE	842.92	286.01	324.11	2072.37	
Physical characteristics	Numb	1048.07	1057.20	15.00	7374.00
	Floo	10.11	6.67	1.00	57.00
	Area	70.68	25.82	16.72	210.17
	Corr	0.65	0.48	0.00	1.00
	Awar	0.56	0.50	0.00	1.00
	Rati	350.85	240.67	87.00	1465.00
	Year	15.42	10.06	0.00	40.00
	Dire	0.40	0.49	0.00	1.00
	View	0.24	0.43	0.00	1.00
Carn	0.97	0.42	0.00	3.32	
Walkable characteristics	PLE1	2.4092	0.8865	1.00	5.00
	PLE2	2.3245	0.8339	1.00	5.00
	PLE3	2.4064	0.8794	1.00	5.00
	PLE4	2.4013	0.8835	1.00	5.00
	PLE5	2.4018	0.8676	1.00	5.00
	PLE6	2.3887	0.8915	1.00	5.00
	PLE7	2.3315	0.8246	1.00	5.00
	TRA1	2.3357	0.8333	1.00	5.00
	TRA2	2.3212	0.8134	1.00	5.00
	CRI1	2.3110	0.8105	1.00	5.00
	CRI2	2.3245	0.8169	1.00	5.00

3.3 분석을 위한 모델 구성

다양한 모델 구성요소들의 역할을 분석하기 위해 증가하는 복잡성(complexity)을 통합시킴으로써 여러 가지 모델을 실행하였다. 모든 모델에서 관측치 간의 상호의존성을 설명하기 위해 설명변수를 임의적으로 투입하였다. 첫 번째 모델(Model 1)에서는 국가기초구역의 공동주택가격만 포함되어 있기 때문에 전체 변이에서 국가기초구역이 차지하는 비율을 평가할 수 있다. 두 번째로 주택가격에 미치는 개별세대주택특성의 영향이 국가기초구역마다 다른지 알기 위해, 먼저 Model 2에서는 개별세대주택의 건축·단지특성 설명변수(세대수, 층수, 전용면적, 복도유형, 건설회사인지도, 용적률, 건축했수, 향, 조망, 세대당주차장)를 고정요인으로 투입하고, Model 3에서 개별세대주택의 건축·단지특성 설명변수를 임의요인으로 투입하였다. 마지막으로, 개별세대주택과 국가기초구역의 특성을 통제하면서 보행친화적 특성의 영향을 분석하기 위해, 국가기초구역의 변수(보행친화특성인 보도표면포장, 전체적 설계 매력도, 전체적으로 직선거리, 쇼핑센터 및 광장 매력도, 지역홍보간판, 운동장 매력도, 전체적인 경관 매력도, 도로를 건너기 전에 좌우를 잘 살피고 건너는가, 횡단보도 이용시 자동차를 잘 살피는가, 방법장이

있는 건물, 위험유발시설)를 고정요인으로 Model 4에 투입하였다.

또한 AIC (Akaike information criterion) 및 BIC (Bayesian information criterion)를 사용하여 모델의 적합도를 비교하였다. 각 모델에 대해서 다음과 같이 전체 분산에서 각 수준별 분산의 비율을 나타내는 집단 내 상관계수(ICC: Intra-class correlation)는 다음과 같다.

$$ICC = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_u^2 + \sigma_e^2} \quad (1)$$

σ_u^2 : 집단 간 잔차분산, σ_e^2 : 1-level의 개별세대 간 잔차 분산

ICC는 분석하는 각 수준별 설명변수들이 얼마나 종속변수의 분산을 설명하는지를 알려주는 기준이 되며, 일반적인 신뢰도와 마찬가지로 0.7 이상을 양호하다고 간주한다(Bliese, 2000).

4. 실증분석 결과 및 해석

수준별 설명변수 없이 주택가격의 계층 간 변화를 통해 수준별 설명력을 분석한 무제약 모델을 살펴보면 다음과 같다. 무조건부 모형을 통해 공동주택가격 분산의 어느 정도가 개별주택 수준의 변수에 의한 것인지, 또는 국가기초구역 수준 변수에 의한 것인지를

밝히는 과정을 거친다.

무제약 모델(Model 1)은 절편만을 포함하고 독립변수를 포함하고 있지 않기 때문에 잔차의 분산이 곧 설명되지 않는 오차의 분산이 된다. 개별세대 주택 수준의 잔차오차의 분산은 19580으로 추정되었고 국가기초구역 수준의 잔차오차의 분산은 66622로 나타났다(Table 4). ICC 값을 통해, 각 수준에 의해 설명되는 종속변수의 변동 정도를 살펴보면 다음과 같다. Level-2 국가기초구역의 분산인 66622은 전체분산에서 약 77%를 차지한다. 즉, 공동주택가격의 약 77%가 국가기초구역에 의해 설명되고, 약 23%가 개별세대 주택의 차이에 의해 설명된다. 상향식 방법을 통한 최적 모형을 선택하기 위해서 Akaike의 AIC와 BIC를 평가한다. 일반적으로 AIC와 BIC 값이 작을수록 선호 모형으로 판단한다. 따라서 모델을 확장시켜나감에 있어 더 적합한 모델인지 확인 후, 모델을 확장시켜나가고자 한다.

Model 1에 Level-1의 설명변수를 투입하여 추정결과는 Table 4의 Model 2에 나타난다. AIC와 BIC는 23798.4와 23850.4로 나타나 Model 1 보다 낮은 값을 가지며, 더 적합한 모델이라고 할 수 있다. 투입된 개별세대 특성 변수들은 95% 유의수준에서 ‘층수’, ‘향’, ‘세대당주차장’ 변수를 제외하고 모두 유의한 것으로 나타났다. 공동주택의 전용면적과 건축했수는 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타났고 나머지는 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다.

Table 4. Estimates from Two-level Models Predicting House Rental Fees (N = 1832)

	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
<i>Fixed Effects</i>								
Intercept	839.58***	(13.45)	1077.06***	(36.53)	1119.19***	(41.16)	330.59***	(25.93)
numb			0.04**	(0.01)	0.04**	(0.01)	0.02205*	(0.01)
floo			-0.04	(0.91)	0.11	(0.69)	1.0549	(0.72)
area			-2.73***	(0.20)	-2.55***	(0.16)	-0.9823***	(0.16)
corr			45.53**	(15.09)	35.34	(19.17)	12.4541	(9.55)
awar			77.26***	(14.14)	92.78***	(22.72)	29.074***	(9.50)
rati			0.19***	(0.04)	0.16***	(0.04)	0.08671***	(0.02)
year			-13.85***	(0.88)	-14.75***	(1.01)	-4.7137***	(0.55)
dire			3.90	(13.89)	5.23	(14.84)	-5.3264	(8.96)
view			29.94*	(13.49)	22.28	(14.41)	-3.8222	(11.39)
cam			7.09	(16.87)	-27.36	(15.87)	-5.8596	(12.19)
PLE1							35.1172***	(5.09)
PLE2							23.7379***	(5.10)
PLE3							28.769***	(4.97)
PLE4							14.6696**	(5.06)
PLE5							33.5128***	(5.09)
PLE6							20.5367***	(5.00)
PLE7							19.2726***	(4.99)
TRA1							23.7189***	(4.99)
TRA2							16.5207***	(5.01)
CRI1							24.4704***	(4.98)
CRI2							29.237***	(5.20)

*p<.05 **p<.01 ***p<.001; ICC=.77

Table 4. Estimates from Two-level Models Predicting House Rental Fees (N = 1832) (Continued)

	Model 1		Model 2		Model 3		Model 4	
<i>Error Variance</i>								
Level-1	19580***	(733.24)	15026***	(564.08)	6873.41***	(341.10)	10375***	(454.87)
Level-2 intercept	66622***	(5162.47)	40484***	(3238.96)	81067	(0.00)	5978.61***	(1446.31)
numb					0	(0.00)	0	(0.00)
floo					0	(2.31)	0	(8.98)
area					0	(0.03)	0.02519	(0.09)
corr					7516.29**	(2968.09)	0	(1178.39)
awar					26178***	(5376.88)	0	(903.14)
rati					0.01	(0.01)	0	(0.00)
year					0	(6.32)	0	(1.74)
dire					0	(674.43)	891.99	(1067.16)
view					11746***	(2185.67)	1939.21	(1771.22)
cam					0	(367.29)	0	(317.48)
<i>Model Fit</i>								
AIC	24348.4		23798.4		23986.4		22210.6	
BIC	24360.4		23850.4		24010.4		22230.6	

*p<.05 **p<.01 ***p<.001; ICC=.77

앞선 Model 2의 추정 결과 분산비율이 감소하고 설명변수들이 대부분 유의한 것으로 나타났다. 다음의 Model 3에서 임의계수 모델로 모델을 확장시켜 나간다(Table 4). 따라서 이번 과정은 level-1에 대한 임의계수 모델을 추정한다. 임의계수 모델을 통해 level-2 변수들이 level-1의 개별세대주택특성 변수의 변동에 미친 영향을 알 수 있다. level-2에 의해 영향을 받아 복도유형은 7516.29, 건설회사인지도는 26178, 용적률은 0.01, 조망은 11746 만큼 변동하였다.

다수준분석모형의 최종모델인 Model 4 (Table 4)에서 level-2의 설명변수를 투입하여 추정결과를 살펴본 결과, 이전 모델인 model 3와 비교해보면 AIC와 BIC는 더욱 낮게 나타났으며 더 적합한 모델이라고 할 수 있다. 투입된 국가기초구역별 변수들은 모두가 유의한 것으로 나타났다.

level-1의 변수 10개 중 5개가 95% 유의수준에서 유의하게 나타났다. 전용면적과 건축층수는 부(-)의 영향을 미치며, 세대수, 전용면적, 건설회사인지도는 정(+)의 영향을 미친다.

세대수가 증가할수록 공동주택평당가격은 약 0.02 만원 상승하는 것으로 나타났다. 대형단지 일수록 단지 인근에 백화점-대형마트 등이 입주하면서 아파트 가격에 상승 영향을 주기 때문으로 생각된다. 전용면적이 증가할수록 평당가격은 약 0.98 감소하는 것으로 나타났다. 이는 최근 주택시장에서 대형보다 소형 평형이 선호되고 있는 현상을 반영하고 있는 것으로 판단된다. 건설회사 인지도가 높을수록 평당가격은 약 29.07만원 증가하는 것으로 나타났다. 최근 위치나 가격은 물론 건설사 인지도에 따라 수요가 몰리는 현상이 빚어지고 있다. 실제 같은 동네에 지은 아파트도 건설사에 따라 값이 많이 차이가 난다. 용적률이 높아질수록 공동주택 평당가

격은 약 0.09만원 증가하는 것으로 나타났다. 공동주택의 매매가격을 대상으로 하는 연구에서는 용적률이 높을수록 재개발 및 재건축의 기대심리에 의하여 주택매매가격은 하락하는 것으로 나타났지만, 본 연구에서는 공동주택의 전세가격을 대상으로 하기 때문에, 다소 증가하는 것으로 보인다. 공동주택이 준공 후 경과된 기간이 길어질수록 공동주택가격은 감소하는 것으로 나타났다. 건축물의 물리적 감가상각으로 인하여 나타난 결과로 생각된다.

level-2의 변수 11개 중 모든 변수가 95% 유의수준에서 유의하며 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났다. 쾌적성, 교통안전, 범죄안전 특성 중 범죄안전 특성이 공동주택 가격에 가장 많은 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

먼저, 쾌적성 특성 변수부터 살펴보면, 보도면포장(PLE1)에 대한 정도가 1 증가할 때마다 공동주택 평당전세가격에서의 상승분이 약 35.12 만원 증가하는 것으로 나타났다. 같은 맥락으로 전체적인 설계매력도(PLE2), 전체적으로 직선거리(PLE3), 쇼핑센터 및 광장의 매력도(PLE4), 지역홍보간판(PLE5), 운동장 매력도(PLE6), 전체적인 경관매력도(PLE7)의 각 변수에서 1 증가하면 아파트가격은 약 24만원, 약 29만원, 약 15만원, 약 34만원, 약 21 만원, 약 19만원 증가한다. 주민들이 보행에 직접적으로 영향을 미치는 포장된 보도블록의 유무와 상태가 가장 공동주택가격에 큰 영향을 미쳤다. 그 다음 영향으로는 홍보간판여부는 보행하는 동인의 불거리 등 보행인구 유입요소가 많을수록 공동주택가격을 상승시키는 것으로 판단된다. 쾌적성 특성 중 쇼핑센터 및 광장의 매력도 변수가 가장 낮은 영향을 미치는 것으로 나타났다. 시민의 주거생활구역 내에 시장, 식료품점, 쇼핑센터, 광장 등은 가장 높은 가격 상승효과를 나타낼 수도 있지만, 이와 같은 시설은 방문객 등을 유도할

수 있어 전세 주거민에게는 불편을 야기 시킬 수 있기 때문에 비교적 낮은 영향을 미치는 것으로 보인다.

다음으로, 교통안전 특성 변수를 살펴보면, 좌우를 잘 살피고 도로를 건너는 정도(TRA1)와 횡단보도 이용 시 자동차를 잘 살피는지(TRA2)에서 정도가 1 증가할 때마다 공동주택 평당전세가격에서의 상승분이 약 23.72 만원, 약 16.52 만원 증가하는 것으로 나타났다. 길을 건널 때 좌우를 살피는 행위와 횡단보도 이용 시 자동차를 살피는 행위가 많을수록 해당지역의 차량 통과교통과 보행량이 많을 것이다. 이것은 쾌적성 특성의 주요한 변수보다는 미치는 영향이 낮지만, 보행친화적 요소로서 교통의 심리적인 안전 또한 공동주택 가격상승에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

마지막 특성으로, 방범창이 있는 건물(CRI1)과 위험유발시설(CRI2)에서 정도가 1 증가할 때마다 공동주택 평당전세가격에서의 상승분이 약 24.47 만원, 약 29.24 만원 증가하는 것으로 나타났다. 방범창 무설치와 위험유발시설(술집, 무도회장, 전당포, 성인상점)은 보행자가 심리적으로 위축될 수 있게 만든다. 또한 방범창 설치여부보다 위험유발시설이 더 큰 영향을 미치는 것으로 나타난다.

5. 결론

공동주택가격에 영향을 미치는 요인은 주로 면적·향·층·소음·조망 등인데 이외에도 여러 요인들이 있다. 또한 계량화하기 어려운 요인도 상당 부분 포함된다. 과거 분양가 규제를 실시하다가 신규공동주택의 분양가가 자율화되면서 건설회사에서는 획일적인 공동주택이 아닌 공동주택 특성들 중 일부를 특화한 주택을 짓기 시작하였다. 이에 따라 아파트 가격에 영향을 미치는 요인별로 공동주택가격이 상이하게 되었다.

기존의 공동주택을 포함한 주택가격 평가를 살펴보면, 주택가격에 대한 대부분의 연구들은 주택이 입지하고 있는 지역을 하나의 다층적 특성을 가진 동질지역으로 가정하였다. 그래서 모든 특성을 단일 수준으로 간주하고 분석을 실시하였다. 주택가격에 대한 지역 관련 특성들이 그 대상지역내에서 모두 동일한 영향력을 행사한다는 가정은 주택이 입지한 지역의 환경적인 특성에 따라서 차이가 생기는 주택가격의 구조적인 특성을 충분히 반영한다고는 할 수 없다.

따라서 본 연구는 이러한 상황들을 반영하여 개별세대의 주택과 국가기초구역이 어떻게 공동주택가격에 영향을 미치는지 알아보기 위하여 분석하였다. 그 과정에서 건축 단지특성과 보행친화적 특성 요인이 각각 어떻게 공동주택가격에 어떻게 영향을 미치는지 알아보고자 하였다.

다수준분석모형을 활용한 목적은 각각 수준이 다른 지역수준의 변수로 구축된 변수들이 단일수준으로 활용되어 공동주택가격을

측정하면 나타날 수 있는 자기상관과 이분산 문제를 해결하였기 때문이다. 우선 무제약모형을 이용하여 각 수준에 의해 설명되는 종속변수의 변동 정도를 살펴보면 공동주택가격의 약 77%가 국가기초구역에 의해 설명되고, 23%가 개별세대주택에 의해 설명되고 볼 수 있다. 이는 앞으로의 공동주택가격 관련연구에서 지역공간을 국가기초구역으로 설정하여 분석을 하게 되면, 더욱 정확한 연구가 될 것이라 생각한다.

본 연구는 부산시 공동주택전세가격을 대상으로 한 것으로, 전국적으로 위치한 공동주택전세가격에 대해 미치는 영향을 분석하지 못하였다. 따라서 모든 지역에 일반화하여 적용하기에는 한계가 있다. 또한 공동주택가격에 영향을 미치는 다양한 요인들이 존재하지만 본 연구에서는 자료 구득의 어려움 및 분석방법 적용에 있어 대상지역 크기의 한계로 인해 기타 중요한 변수들을 고려하지 못하였다. 그리고 공동주택가격은 보행환경요소보다 낮은 가격이 입차인 입장에서 더 선호 될 수 있다는 점에서 한계가 있을 수 있다. 하지만 매매거래시 주택의 물리적 감가상각 및 미래의 가격동향 등이 거래에 영향을 미치는 것에 비교하였을 때, 주택의 전세거래에서는 주택단지의 편의성, 쾌적성 및 보행친화성 등이 더욱 선호 될 수 있다.

이와 같은 한계에도 불구하고, 본 연구는 공동주택의 물리적 특성변수와 보행친화적 특성변수들의 다층적인 특성을 고려한 지역공간의 구조적 특성이 공동주택가격에 얼마나 영향을 미치는지에 대한 실증적 분석을 하였다.

향후 본 연구의 결과를 바탕으로 보다 정밀한 결과를 도출하기 위해서는 본 연구에서 제시한 요인 외의 추가적인 요인들을 적용시켜야 할 것이다. 또한 연구의 결과를 통해 향후 보행친화 측면의 도시계획 및 부산시 주택정책에 기여할 수 있는 국가기초구역단위의 자료를 제공하였음을 한다.

References

- Ackerson, K. J. (2005). *A GIS approach to evaluating street-scape and neighborhood walkability*, Master's Thesis, University of Oregon, Eugene.
- Archer, W. R., Gatzlaff, D. H., and Ling, D. C. (1996). "Measuring the importance of location in house price appreciation." *Journal of Urban Economics*, Academic Press, Vol. 40, pp. 334-353.
- Bliese, P. D. (2000). "Within-group agreement, non-independence, and reliability: Implications for data aggregation and analysis." *Multilevel theory, research, and methods in organizations: Foundations, extensions, and new directions*, K. J. Klein and S. W. J. Kozlowski, Eds., Jossey-Bass, San Francisco, C.A., pp. 349-381.
- Boyle, A., Barrileaux, C., and Scheller, D. (2013). "Does walk-

- ability influence housing prices?" *Social science quarterly*, WILEY, Vol. 95, No. 3, pp. 852-867.
- Bryk, A. S. and Raudenbush, S. W. (1992). *Hierarchical Linear Models: Applications and Data Analysis Method*, Sage Publications, Thousand Oaks, C.A.
- Can, A. (1992). "Specification and estimation of hedonic house price models." *Regional Science and Urban Economics*, Elsevier B.V., Vol. 22, No. 3, pp. 453-474.
- Cervero, R. and Kockelman, K. (1997). "Travel demand and the 3Ds: Density, diversity, and design." *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Vol. 2, No. 3, pp. 199-219.
- Choi, Y. and Kong, Y. (2003). "Price changes of the multi-family attached house in accordance with reconstruction probability." *Journal of the Architectural Institute of Korea*, *Architectural Institute of Korea*, Vol. 19, No. 8, pp. 123-130 (in Korea).
- Choi, Y., Seo, M. J., and Oh, S. H. (2016). "Walkability analysis of Busan's Urban Residential Zones." *KSCE Journal of Civil Engineering*, KSCE, Vol. 20, No. 6, pp. 2535-2547.
- Clifton, K. J., Livi Smith, A. D., and Rodriguez, D. (2007). "The development and testing of an audit for the pedestrian environment." *Landscape and Urban Planning*, Vol. 80, No. 1-2, pp. 95-110.
- Cortright, J. (2009). *Walking the Walk: How Walkability Raises Home Values in U.S.*, CEOs for Cities.
- Cronbach, L.J. (1963). *Course improvement through evaluation*, Teachers College Record, Columbia University, New York, N.Y., Vol. 64, pp. 672-683.
- Day, K., Boarnet, M., and Alfonzo, M. (2005). *Minnesota Inventory for observation of physical environment features linked to physical activity*, Codebook, University of California Irvine, Irvine.
- Evans, A. W. (1973). *The economics of residential location*, Macmillan, London.
- Frada, B. and Clyde W. H. (2008). *Handbook on Decision Support Systems 1.*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin.
- Gallimore, J. M., Brown, B. B., and Werner, C. M. (2011). "Walking routes to school in new urban and suburban neighborhoods: An environmental walkability analysis of blocks and routes." *Journal of Environmental Psychology*, Vol. 31, No. 2, pp. 184-191.
- Gilderbloom, J. I., Riggs, W. W., and Meares, W. L. (2015). "Does walkability matter? An examination of walkability's impact on housing values, foreclosures and crime." *Cities*, Elsevier Ltd., Vol. 42, Part A, pp. 13-24.
- Giles-Corti, B., Timperio, A., Cutt, H., Pikora, T.J., Bull, F.C., Knuiman, M., Bulsara, M., Van Niel, K., and Sinton, T. (2006). "Development of a reliable measure of walking within and outside the local neighbourhood: RESIDE's Neighborhood Physical Activity Questionnaire." *Preventive Medicine*, Vol. 42, No. 6, pp. 455-459.
- Graves, P. and Linneman, P. (1979). "Household migration: Theoretical and empirical results." *Journal of Urban Economics*, Elsevier Inc., Vol. 6, No. 3, pp. 383-404.
- Heyns, B. (1986). *Educational Effect: Issue in conceptualization and measurement*, In J. G. Richardson (Eds.), *Handbook of Theory and Research for the Sociology of Education*, New York: Greenwood Press, pp. 305-359
- Hox, J. (1998). "Multilevel modeling: When and why." *Classification, data analysis, and data highways*, I. Balderjahn, R. Mathar, and M. Shader, Eds., Studies in Classification, Data Analysis, and Knowledge Organization. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 147-154.
- Ji, O., Koo, Y., and Jwa, S. (2008). *A study on satisfaction for pedestrian environment*, Gyeonggi Research Institute, Gyeonggi (in Korean).
- Kang, Y. O. and Kang, A. T. (2013). "Strategic Plan for Building of spatial decision support service base on national basic districts." *Journal of Korea Spatial Information Society*, The Korean Association of Geographic Information Studies, Vol. 21, No. 2, pp. 85-97 (in Korean).
- Kim, T. (2009). *An analysis of the relationship between physical elements of urban streets and pedestrian satisfaction*, Master's Thesis, Hanyang University, Seoul (in Korean).
- Korea Appraisal Board (2016). Daegu, Available at: <http://www.kab.co.kr/kab/home/eng/index.jsp> (Accessed: August 7, 2017).
- Korea Land Housing Corporation (2002). *Evaluation indicator of eco-friendly communities*, Korea Land Housing Corporation, Seoul (in Korean).
- KRIHS (2006). *A Preliminary Study to Measure Walkability Indicators in Residential Neighborhoods*, Korea Research Institute for Human Settlements (in Korean).
- LaFontaine, T. (2008). Physical activity: The epidemic of obesity and overweight among youth: Trends, consequences, and interventions. *American Journal of Lifestyle Medicine*, SAGE Publications, Vol. 2, No. 1, pp. 30-36.
- Lee, M. C., Orenstein, M. R., and Richardson, M. J. (2008). "Systematic review of active commuting to school and children's physical activity and weight." *Journal of Physical Activity and Health*, Human Kinetics, Vol. 5, No. 6, pp. 930-949.
- Ministry of Health and Welfare, Korea (2016). *2015 national health and nutrition survey* (in Korean).
- Ministry of Justice, Korea (1981). *Housing lease protection act* (in Korean).
- Ministry of the Interior and Safety (2013). *ROAD NAME ADDRESS ACT* (in Korean).
- Molotch, H. (1976). "The city as a growth machine: Towards a political economy of place." *American Journal of Sociology*, The University of Chicago Press, Vol. 82, No. 2, pp. 309-322, <http://www.jstor.org/stable/2777096>
- Park, K. H., Park, J. W., Jung, S. G., and You, J. H. (2007). "Developing the Evaluation Indicator of Pedestrian Environment for Promoting Walking Activity." *Journal of Environmental Sciences*, KENSS, Vol. 3, No. 1, pp. 23-43 (in Korean).

- Pham, T-T-H., Apparicio, P., Landry, S., and Lewnard, J. (2017). "Disentangling the effects of urban form and socio-demographic context on street tree cover: A multi-level analysis from Montréal." *Landscape and Urban Planning*, Elsevier B.V., Vol. 157, pp. 422-433.
- Pivo, G. and Fisher, J. D. (2011). "The walkability premium in commercial real estate investments." *American real estate and urban economics association*, Wiley, Vol. 39, No. 2, pp. 185-219.
- Rattan, A., Campese, A., and Eden, C. (2012). *Modeling Walkability*, ArcUser, M. Pratt, Esri, Redlands, CA, Vol. 15, pp. 30-33.
- Raudenbush, S. W. and Bryk, A. S. (1986). "A hierarchical model for studying school effect." *Sociology of Education*, American Sociological Association, Vol. 59, No. 1, pp. 1-17.
- Rauterkus, S. Y. (2011). "Residential land values and walkability." *Journal of sustainable real estate*, American Real Estate Society, Vol. 3, No. 1, pp. 23-43.
- Real Estate Information System, Korea (2016). Ministry of Land, Infrastructure, and Transport, Available at: <http://rt.molit.go.kr> (Accessed: August 7, 2017).
- Richardson, H. W., Vipond, J., and Furbey, R. A. (1974). "Determinants of urban house prices." *Urban Studies*, Sage Publications, Ltd., Vol. 11, No. 2, pp. 189-199.
- Saelens, B., Sallis, J., Black, J., and Chen, D. (2003). "Neighborhood-based differences in physical activity: An environment scale evaluation." *American Journal of Public Health*, Vol. 93, No. 9, pp. 1552-1558.
- Seoul Development Institute (1998). The Seoul walking environmental master plan, Seoul Metropolitan Government, Seoul (in Korean).
- Seoul Institute (2016). *Seoul public policy survey report* (in Korean).
- Shelton, T. (2008). "Visualizing sustainability in urban conditions." *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, Vol. 113, pp. 253-262
- Srinivasan, S. (2002). "Quantifying spatial characteristics of cities." *Urban Studies*, Vol. 39, No. 11, pp. 2005-2028.
- The Real Estate 114 Corporation (2016), Available at: <http://www.r114.com> (Accessed: August 7, 2017).
- U.S. Green Building Council (2012). *LEED for neighborhood development*, Washington D.C.