

주거지 건조환경과 보행활동과의 비선형 연관성 진단

- Jacobs의 삶에 기반한 물리적 환경의 보행목적별 차이를 중심으로 -

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 -

성현곤**
Sung, Hyungun

Abstract

This study is aimed at empirically identifying the non-linear association of residential built-environment with personal walking activity by its purpose in the city of Seoul. Employed are multi-level linear regression models where the first level is personal and household characteristics and the second one is residential physical environment measures. Walking purpose is categorized into commuting, shopping, strolling and eating-out. Dependent variable is average daily walking time of residents. It was surveyed with personal and household features such as gender, car-ownership and housing type. The study also employs built-environment measures, based on residential location information, for the four necessary conditions and two complementary ones of Jacobs' life in the American great cities. The study analyzes with total five models for all respondents and by a group participated in each walking purpose in that ANOVA analysis showed that each walking purpose participants have more significant increase in daily walking time than non-participants.

Analysis results demonstrate that residential built-environment measures have not only differentiating role, by walking purpose, in varying average daily walking time. But some of them also have non-linear associations with it. It indicates that the relationship of urban residential physical environment to daily walking activity is not simple but complicated, even more by its purpose. Another implication is that the not-fully identified but influential urban design theory of Jacobs(1961) for American great cities is able to work in the Seoul great city of the 21st Century.

키 워 드 ▪ 건조환경, 보행활동, 보행목적, 비선형 관계, 제이콥스

Keywords ▪ Built Environment, Walking Activity, Walking Purpose, Non-linear Association, Jacobs

I. 서론

최근 신체활동, 특히 보행과 도시의 물리적 환경

과의 인과성 또는 연관성을 탐구하는 연구가 점점
하고 있다. 이는 신체활동 부족으로 인한 비만 및
만성질환을 도시의 물리적 환경의 변화를 통하여

* 본 논문은 국토교통부 첨단도시개발사업(12첨단도시18)의 지원에 의하여 수행되었습니다.

** 한국교통연구원 도시광역교통연구실 연구위원(hgsung@koti.re.kr)

치유할 수 있다는 믿음에서 출발한다. 미국심장학회와 스포츠 의학회에서는 비만 및 만성질환의 예방을 위하여 하루 10분 이상 지속되는 30분 정도의 보행을 일주일에 5회 정도 유지할 것을 권고하고 있다. 이러한 권고안의 충족은 일상생활을 영위하는 통근, 쇼핑, 외식 등의 활동을 보행과 연계함으로써도 가능함을 Audrey et al.(2014)는 실증하고 있다.

그러므로 다양한 목적의 통행활동에서 승용차가 아닌 보행과 대중교통의 이용을 유도할 수 있는 도시의 물리적 환경에 대한 요소를 파악하려는 연구가 해외에서는 많이 이루어져 왔다. 그러나 국내에서는 그러한 연구가 아직은 초기단계에 있다. 그리고 해외 연구에서는 보행활동을 교통과 여가 목적으로 대별하여 그 연관성을 파악하는 연구들이 많다. 그러나 국내에서는 그 목적에 따른 연관성의 실증에 대한 연구는 이경환·안건혁(2008)을 제외하고는 없다.

한편, 국내뿐만 아니라 해외에서도 도시의 물리적 환경과 보행활동과의 연관성을 선형의 관계로만 진단하고자 하였다. 그러나 도시의 물리적 환경을 선형의 관계로 진단하기에는 간단하지 않음을 Riggs(2014)는 언급하고 있다. 물론 이것은 해외의 실증 연구가 대부분 저밀도의 단일용도 위주의 토지이용패턴을 가진 북미와 호주에 국한되어 있기 때문일 수 있다. 고밀도의 복합적 토지이용과 복잡한 가로망체계를 형성하고 있는 아시아 대도시, 특히 서울에서는 그 연관성의 형태가 선형이 아닐 수 있다. 예를 들어, Sung and Oh (2011)은 서울시 지하철 역세권의 가로망체계가 철도의 이용수요와 비선형 관계에 있음을 보여주고 있다. 그러므로 해외의 연구와 달리 서울을 대상으로 한 연구에서는 비선형 관계를 가질 개연성을 확인할 필요가 있다.

본 연구는 서울시를 대상으로 거주민의 주변 지역의 물리적 환경과 보행활동시간과의 연관

성을 보행목적별로 차이가 있는 지, 그리고 그러한 관계가 비선형 형태를 띠고 있는 지에 대한 진단을 수행하고자 한다. 이를 위하여 본 연구는 서울시 거주민을 대상으로 한 설문조사 자료를 활용하여 하루의 평균보행시간과 거주지의 건조환경 지표와의 관계를 다수준 회귀모형을 적용하여 파악하고자 한다.

주거지 환경의 지표 추출은 Jacobs (1961)가 “미국 대도시의 죽음과 삶”에서 보행활동을 통한 도시의 삶을 유지하기 위하여 강조한 4가지 필수조건과 2가지 부수적 조건을 토대로 하였다. 그녀는 사람들이 가로나 동네에서 걷는 활동은 가로나 거주지의 물리적 환경에 의하여 이루어짐을 주장하였다. 그러므로 이러한 그녀의 주장을 기반으로 하여 거주지의 물리적 환경을 지표화하여 분석하고자 한다.

II. 선행연구 고찰

고밀도의 복합적 토지이용과 보행친화적인 가로망으로 이루어진 물리적 환경은 보행을 포함한 신체 활동을 지원하여주며 비만과 심지어 심혈관 질환을 예방하는 데 효과가 있다(Lovasi et al., 2011; Salis et al., 2012)는 점에서 지난 20여 년간 많은 수의 연구가 이루어져 왔다. 본 연구에서의 선행연구 고찰은 보행활동, 특히 보행시간을 중심으로 해외와 국내의 연구로 대별하여 고찰하였다.

해외의 최근 연구는 물리적 환경과 보행활동과의 연관성에 대한 실증연구들에 대하여 체계적으로 검토한 종합화하는 경향이 있다(예: Heath et al., 2006; Lovasi et al., 2011; McCormack and Shiell, 2011; Owen et al., 2004; Saelens and Handy, 2008). 이들 연구들의 결론을 종합하면 보행활동의 목적에 따라 도시의 물리적 환경은 차이가 있을 수 있다는 것이다. 예를 들어 Saelens and Handy(2008)는 기존 연구들의 결과를 종합하면서

교통에 대한 보행활동은 토지이용의 밀도와 복합도에 대하여 일관된 결과를 보여주고 있으나, 가로망 패턴과 공원 등의 시설접근성은 일관된 결과를 보여주고 있지 못하다고 하고 있다. 그리고 여가 목적과 물리적 환경과의 관계에 대한 분석결과들은 교통에 대한 결과보다 명확하지 않거나 보다 덜 연관되어 있다고 한다(McCormack and Shiell, 2011; Salens and Handy, 2008).

한편, 보행목적에 따른 보행관련 활동과의 연구들, 예를 들어 Owen et al.(2004), Forsyth et al.(2007)과 Forsyth et al.(2008)은 보행활동의 특정한 목적에 따라 통계적 유의성이 다름을 보고하고 있다. 구체적으로 살펴보면, Forsyth et al.(2007)은 주거밀도에 대해서는 보행목적과 연관성이 있으나 전반적인 보행시간과는 연관성이 없음을 실증하고 있다. Brown et al.(2009)은 주거지로부터 일정한 거리(1/4과 1/2 mile)의 면적기반 지표와 거리기반 지표를 활용하여 분석하였으며, 교통을 위한 보행활동과 밀접한 연관성이 있음을 밝히고 있다. McCormack et al.(2011)은 보도와 보행성(walkability)은 교통 관련 보행활동 참여에는 긍정적이지만, 보행시간은 후자만이 유의함을 보고하고 있다.

결과적으로 해외 연구에서는 보행의 목적에 따라 그 활동량과 물리적 환경과의 연관성이 다를 수 있음을 시사하고 있다. 그러나 보행목적의 분류를 해외 연구에서는 주로 교통과 여가 목적으로 이원화하여 분석하고 있다는 한계가 있다. 보행목적, 특히 통행으로서의 보행은 통근·통학, 쇼핑, 외식 등 다양하며, 그러한 세부목적에 따라 보행활동 패턴도 다를 수 있음을 간과하고 있다.

국내의 연구는 보행활동과 행정동 차원의 물리적 환경지표와의 연관성을 주로 다루어 왔다. 이경환·안건혁(2007)은 서울시 40개 행정동을 대상으로 하

루 평균 보행시간과 물리적 환경은 밀접한 연관성이 있음을 확인하고 있다. 반면에 성현곤 외(2014)는 149개 행정동의 밀도, 복합도, 가로망체계 및 접근성 등에 대한 물리적 환경 11개 지표와 거주민의 보행활동(하루 평균 보행시간, 일주일간 10분 이상 지속한 보행횟수, 일주일간 보행시간)과의 관계를 서울시를 대상으로 분석한 결과, 지하철 접근성을 제외하고는 통계적으로 유의하지 않음을 보여주고 있다. 지하철 접근성의 경우에도 보행횟수만 통계적으로 유의하였다. 물리적 환경의 연관성이 크지 않다는 연구결과는 보행활동의 목적을 구분하지 않았기 때문일 수 있음을 성현곤 외(2014)는 언급하고 있다.

보행목적에 따라 물리적 환경과 보행시간과의 연관성이 차이가 날 가능성이 있음을 성현곤·김진유(2011)와 이경환·안건혁(2008)의 연구결과로부터 유추할 수 있다. 전자는 서울시 직장인을 대상으로 보행목적별 보행활동량이 차이가 있음을 실증하고 있다. 이들의 연구에서는 통근과 업무 통행에서의 보행활동 참여가 하루 평균 보행시간을 보다 증진시키는 효과가 있음을 보여주고 있다. 후자는 서울시의 12개 행정동에 거주하는 주민의 보행목적별로 그 횟수와 시간에서 통계적 유의도가 차이가 있음을 보여주고 있다. 생활편의 및 쇼핑 시설의 이용을 위한 목적에서는 토지이용 혼합도와 보행환경의 질, 산책 및 운동 목적은 교차로수 밀도와 보행환경의 질 등이 통계적으로 유의한 긍정적 연관성을 가지고 있음을 실증하고 있다. 반면에 통근 및 통학 목적에 대하여서는 물리적 환경과의 연관성이 모두 통계적으로 유의하지 않음을 보여주고 있다.

한편, 유사연구로 서울시 가로에서의 보행활동인구와 주변 가로의 물리적 환경과의 관계를 Sung et al.(2013)은 실증하고 있다. 이 연구에서는 가로와 그 주변지역의 물리적 환경에 대한 지표를 Jacobs(1961)의 도시설계 이론을 적용하여 보다 미시적인 관점에서 추출하고 있으며, 이들 지표들이

가로의 보행인구와 밀접한 연관성을 지니고 있음을 보여주고 있다. 예를 들어 복합적 토지이용과 대중 교통 접근성은 주중과 주말의 가로의 보행인구와 전반적으로 긍정적인 연관성을 가지고 있음을 보고하고 있다. 또한 다양한 건축연령이 존재하는 가로에서 보행활동이 보다 활발함을 확인하고 있다.

국내 연구에서는 거주민을 대상으로 한 물리적 환경의 지표가 주로 행정동 차원의 근린환경 측면에 국한되어 있으며, 그 결과도 동일하지 않다. 보행활동량은 실질적으로 행정동 보다는 보다 더 미시적 차원의 근린환경, 즉 동네 주변의 환경에 보다 더 영향을 받을 수 있음을 해외연구에서는 보여주고 있다. 이러한 점에서 본 연구는 거주지의 보행활동 가능영역이 되는 주변지역을 대상으로 물리적 환경지표를 산출하고자 한다. 또한 서울시의 가로를 대상으로 한 연구에서는 Jacobs (1961)의 이론을 보행활동과 연계하여 실증하였다는 데 의의가 있다. 그러나 미국 대도시, 특히 뉴욕을 중심으로 한 그녀의 도시설계 이론의 도출은 가로의 관찰에서 뿐만 아니라 그녀가 거주하였던 거주지의 일상생활을 바탕으로 이루어졌다. 그러므로 본 연구는 Sung et al.(2013)에 기반하여 물리적 환경에 대한 지표를 주거지를 중심으로 추출하여 분석하고자 한다.

III. 분석자료와 모형구축

1. 공간적 범위와 분석자료

Jacobs의 관찰(observations)을 기반으로 한 주거지의 물리적 환경과 거주민의 보행활동, 구체적으로는 하루 평균 보행시간과의 비선형적 연관성을 실증분석하기 위하여 본 연구는 서울대도시를 선택하였다. 서울은 그녀가 관찰한 주요 대도시인 뉴욕 보다 높은 개발밀도와 복합적 토지이용, 그리고 잘 연결된 대중교통 체계를 갖추고 있는 도시이다

(Sung and Oh, 2011).

거주민의 보행활동과 개인 및 가구의 사회경제적 속성, 그리고 거주지의 물리적 환경과의 관계 파악을 위하여 본 연구는 성현곤 외(2011)에서 수행한 설문조사 자료와 도시 및 교통 관련 데이터를 사용하였다. 설문조사는 2010년 9월과 10월 중 2주 동안 진행되었다. 설문조사 대상지역의 추출은 서울시 도시기본계획에서 제시하고 있는 9개 생활권을 기준으로 각 생활권별 4~6개 동을 무작위로 채택하여 총 46개동을 선정하였다. 그리고 각 행정동별 최소 40부 이상이 되도록 설계하였으며, 행정동별 성별과 연령대별 인구구성비율을 고려한 층화표본 추출 방식을 선택하였다. 설문방식은 전화면접으로 이루어졌으며, 하루 평균보행시간과 보행활동의 목적, 인구·사회·경제적 속성, 거주 유형 등과 더불어 거주지의 주소를 물어보았다. 결측치를 제외한 총 1,823부가 유효표본이다.

주거지의 건조환경 지표들의 추출은 설문응답자의 주소를 기반으로 Arc GIS 9.2를 이용하여 위치를 파악하고, 관련 자료와 결합하는 방식을 취하였다. Sung et al.(2013)과 유사하게 Jacobs의 관찰 항목에 대한 물리적 환경을 추출하기 위하여 새주소사업 DB, 서울시 토지이용정보 DB, 그리고 한국교통DB를 활용하였다.

주거지의 건조환경 지표의 추출은 집으로부터 반경 500m를 기준으로 한 면적과 집으로부터 해당시설물까지의 거리를 기반으로 하였다. 전자의 기준인 500m 반경은 두 가지 관점을 고려한 것이다. 첫째는 국내에서 역세권 개발법 등에서 그 거리를 보행할 수 있는 거리의 범위로 활용되고 있다는 점이다. 둘째는 보행활동을 250m, 500m, 1000m, 1500m의 범위 각각에 대한 거주지의 물리적 환경과의 연관성을 분석한 결과, 500m 범위의 물리적 환경이 보행활동을 보다 더 잘 설명하고 있다는 연구(Sung et al., 2014)의 결과에 따른 것이

다. 후자의 경우는 거리기반 지표는 범위에 기반한 면적 지표의 한계를 극복하기 위한 보완적 지표로 활용하고자 한다.

2. Jacobs(1961)의 물리적 환경 지표추출

본 연구는 Jacobs(1961)가 출간한 “미국 대도시의 죽음과 삶”에서 도시의 삶, 즉 보행활동을 유발하는 도시의 물리적 환경, 특히 도시설계요인을 지표화하여 실증하고자 한다. 그녀의 도시설계이론은 최근의 주된 계획사조인 뉴어버니즘(New Urbanism)과 지혜로운 성장(Smart Growth) 등에 대하여 커다란 영향을 미쳤으나, 그녀의 이론이 실증되어지지 않았다는 한계가 있다(Hill 1988; Grant 2010). 비록 Sung et al.(2013)이 가로에서의 보행활동을 중심으로 하여 그녀의 이론을 실증적으로 확인하고 있지만 주거지 근린환경을 기반으로서는 여전히 실증을 필요로 하고 있다.

Jacobs(1961)는 도시의 다양성과 생동성을 유지하기 위하여서는 4가지의 필수조건이 갖추어져야 한다고 보았다. 이것은 주요 용도의 복합적 사용, 작은 블록, 오래된 건물, 그리고 집중이다. 또한 Sung et al.(2013)은 이러한 4가지 요소 이외에도 접근성과 경계공백지대(border vacuums)의 제어를 반드시 필요하지는 않은 부수적 요인으로 다룰 필요가 있음을 제시하고 있다. 그러므로 주거지의 건조환경에 대한 분석지표는 총 6가지 조건에 대하여 관련 DB를 활용하여 추출하였다.

먼저, 주요 용도의 복합(primary mixed use)은 설문응답자의 거주지 변경 500m 이내의 주거와 비주거 용도로 대별하여 건축물 자료를 활용하여 추출하였다. 층수와 바닥면적을 이용하여 연면적을 용도별로 추출하고, 엔트로피 지수(entropy index) 공식을 활용하였다. 이 지수는 0~1의 값을 가지며, 1에 가까울수록 용도가 복합되어 있음을 의미한다.

이 2가지 용도 이외에 주거와 근린생활, 상업, 업무, 문화와 집회, 기타 등으로 대별한 지수와 주거와 근린생활시설을 제외한 3개의 비주거 용도에 대한 지수 등을 예비적 분석단계에서는 고려하였다. 그러나 다중공선성으로 인하여 주거와 비주거의 용도복합 관련 변수만이 최종 포함되었다.

작은 규모의 블록(small blocks)은 보행으로 인한 이동거리가 짧아지게 되어 그 빈도가 증가하여 종합적인 보행량이 증가할 가능성이 있다. 본 연구에서는 교차로수 밀도(개수/km²), 4지 교차로의 비율(4지 교차로수/전체 교차로수), 전체 도로연장 대비 소로의 비율, 그리고 건물로부터 출입구까지의 평균 거리(m) 등을 추출하였다. 밀도 개념은 하천과 공원 등을 제외한 순면적 개념을 적용하였다.

다양한 연령대의 건축물의 존재를 의미하는 오래된 건물(aged buildings)의 존재는 상대적인 개념이며, 도시의 활력과 매력을 창출하는 데 필요하다고 Jacobs(1961)은 보았다. 이러한 그녀의 주장은 대규모의 단일용도의 재개발로 인한 새로운 건물만이 도시의 활력에 좋은 것이 아니라고 보았다. 또한 오래된 건물의 존재는 도시산업의 인큐베이터 역할과 도시의 다양성을 창출할 수 있다고 보았다. 이러한 점에서 다양한 연령과 종류의 건물이 뒤섞일 필요가 있으며, 이를 위한 의도적인 노력이 있어야 한다고 그녀는 주장하였다. Barnett(2011)은 도시의 (재)개발은 대규모로 일시에 이루어지기 보다는 점증적이고 소규모로 개발되어야 함을 그녀의 주장을 통하여 언급하고 있다. 이러한 측면에서 상대적으로 오래된 건물들의 존재는 도시의 활력을 유지하는 데 중요한 요인이다. 여기에서는 건축물의 연령에 대한 평균과 표준편차를 적용하였다. 전자는 상대적으로 오래된 건물의 존재를, 후자는 이들 주거지에서의 건물 연령의 다양성을 확인하게 하여준다. 즉, 각각의 값이 커질수록 상대적으로 오래된 건물이 많으며 다양한 연령대의 건물이 형성되어

Table 1. Summary statistics

		Total	Commuting	Shopping	Strolling	Eating-out
Logarithmic value of average daily walking time (min.)		4.01	4.04	4.06	4.09	4.09
Gender	Male	906	624	610	358	460
	Female	917	276	767	388	483
Number of workers		2.05	2.02	2.08	2.01	2.11
Car ownership	No	207	98	161	89	120
	Yes	1616	802	1216	657	823
Monthly household income (\$=1000KWR)		4,026.4	4,131.9	4,006.8	3,952.9	3,986.6
Housing type	single family	264	141	194	124	142
	multi-family	724	359	582	291	406
	condo (apartment)	776	374	552	298	364
	multi-use	59	26	49	33	31
Mixed Use	Entropy index between residential use and non-residential use	0.68	0.67	0.66	0.68	0.66
	Number of intersections per net area (num./km2)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Short Blocks	Ratio of 4-way intersections to total ones	0.73	0.73	0.73	0.73	0.72
	Ratio of narrow-width roads	0.34	0.34	0.35	0.37	0.31
	Entropy index for 4 road types	0.64	0.65	0.65	0.62	0.67
	Distance to the nearest entrance of any building	36.07	38.30	33.83	32.87	33.61
Aged Buildings	Average age of all buildings (years)	31.73	31.72	31.73	31.72	31.74
	Standard deviation of all building age (years)	8.11	7.98	8.12	8.09	8.26
Concentration	Average number of building floors	2.46	2.44	2.45	2.44	2.47
	All building per net area	17.85	17.66	18.49	16.42	22.92
	Daily neighborhood buildings per net area	0.82	0.82	0.80	0.80	0.87
	Non-daily buildings except office per net area	0.77	0.75	0.77	0.77	0.70
Accessibility	Office buildings per net area	0.53	0.53	0.51	0.59	0.59
	Distance to the nearest CBD, either City Hall or Kangnam station	7,886.3	7,956.7	8,021.2	8,082.7	8,416.7
	Distance to the nearest bus stop (m)	176.81	178.98	177.66	179.37	181.21
	Total number of bus stops per net area	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Distance to the nearest railway station (m)	536.55	555.09	552.60	564.93	567.27
	Distance to the nearest park (m)	316.27	319.20	317.71	317.26	312.39
	Distance to the nearest river/stream (m)	740.56	768.08	746.23	751.58	729.61
	Distance to the nearest building for daily-living use (m)	51.32	51.99	46.99	47.31	46.13
	Distance to the nearest building for non-daily commercial use	241.88	247.25	240.07	251.57	238.46
	Distance to the nearest building for culture and gathering	520.53	527.18	529.73	518.67	515.76
Border Vacuums	Total floor areas of all building groups per net area	5.5E-06	5.4E-06	5.1E-06	5.0E-06	4.8E-06
	Total number of all building groups per net area	1.1E-09	1.1E-09	1.1E-09	1.1E-09	1.1E-09
Border Vacuums	Total area of river/stream per net area	4.0E-07	4.0E-07	3.6E-07	3.3E-07	2.9E-07
	Total number of parks per net area	3.7E-11	3.7E-11	3.7E-11	3.4E-11	3.6E-11

Note: Nominal variables are presented as the frequency value and continuous ones as the mean values

있는 주거지로 볼 수 있다.

사람들이 어떠한 장소에 있기 위하여서는 어떠한 용도이던지 간에 충분히 집중(concentration)되어 있어야 함을 Jacobs(1961)는 또한 강조하고 있다. 그녀는 주거 밀도에 대한 강조를 하면서도 어떤 단일용도만의 집중으로 다른 활동이 억제되지 않아야 되며, 하루 24시간 이용이 가능하도록 용도별 집중이 이루어져야 한다고 보았다. 여기에서는 건축물의 평균 층수와 단위면적당 용도별 건축물 연면적을

추출하였다. 후자의 경우는 전체 건축물 밀도와 근린생활, 업무를 제외한 문화 및 집회시설 등과 같은 비(非)일상생활 용도, 그리고 업무 등의 용도별로 건축물의 연면적의 밀도(m²/km²)로 추출하였다. 비일상생활 및 비업무 용도는 상업, 문화 및 집회 등의 용도를 의미한다.

접근성(accessibility)은 Jacobs (1961)가 도시의 다양성 창출을 위한 필수조건으로 포함하지 않았으나, 그녀의 책에서 접근성에 대한 강조를 하고 있

다는 점, 그리고 그녀가 살던 1950년대 뉴욕에 비하여 21세기의 서울은 용도별 건축물과 교통시설에 대한 접근성이 보다 더 중요하게 대두되었다는 점에서 이를 포함하였다. 교통에 대한 접근성 지표는 거주지로부터 강남역과 시청역 중 보다 근접해 있는 도심까지의 거리, 버스정류장까지의 거리, 철도 역으로부터 거리(m)로 지표를 산출하였다. 또한 주거지에서 보행활동과 밀접한 공원, 강·하천, 근린생활, 상업, 문화 및 집회 등 시설물과 거주지로부터 가장 가까운 거리(m)를 지표로 추출하였다.

대학 캠퍼스 등과 같은 대규모 건축물군, 지상철도, 항구 등을 Jacobs(1961)는 경계공백지대(border vacuum)로 정의하고, 이에 대한 제어가 적절하지 않을 경우 보행활동을 통한 도시의 다양성은 감소가 이루어질 수 있음을 주장하고 있다. 이러한 경계공백지대는 보행의 연결성을 단절시키는 요인으로 작용하게 된다. 예를 들어 대규모 공원은 그 자체로 공원에서의 보행활동을 촉진하는 효과가 있지만 그 경계를 적절하게 제어하지 못할 경우 다른 목적의 보행활동을 단절시키는 의도하지 않은 부정적 효과가 발생하게 된다. 이러한 측면에서 본 연구에서는 2개 이상의 건물군의 연면적과 개수, 강·하천의 면적, 공원의 개수를 밀도 단위로 표현하여 분석모형에 삽입하였다.

3. 최종모형 구축

거주민의 하루 평균 보행시간과 Jacobs(1961)의 이론에 기반한 주거지의 건조환경 지표에 대한 요약통계치를 제시하면 <표 1>과 같다. 그리고 Jacobs가 강조한 물리적 환경과 보행활동과의 관계를 분석하기 위하여 다수준 회귀모형을 구축하였다. 보행활동에 대한 종속변수는 하루 평균 보행시간(분)이며, Log 변형을 하였다. 그리고 주거위치를 기반으로 구축하게 되는 물리적 환경과 개인 및 가구 단

위의 인구사회경제적 속성은 설명변수가 된다. 여기에서는 다세대·다가구 및 아파트 등에 거주하는 공동주택, 즉 동일한 주소지에 2가구 이상이 동일한 거주지로 분류되는 경우가 있기 때문에 다수준 선형회귀모형을 적용하고자 한다.

다수준 회귀모형은 개인 수준의 데이터(1수준)와 집계화 된 데이터(2수준)를 동시에 분석할 경우 발생할 수 있는 공간단위 임의성 문제(MAUP: Modifiable Areal Unit Problem)와 생태적 오류(ecological fallacy)의 위험을 극복할 수 있는 방법이다. 집계화 된 물리적 환경과 개인수준의 보행활동에 대한 연관성을 분석한 실증연구(Doyle et al., 2007; Nagel et al., 2008; Oakes et al., 2007; 이경환·안건혁, 2007; 성현근 외, 2014)에서도 이 방법론이 사용되었다. 본 연구에서의 물리적 환경은 집계화되어진 것은 아니지만 공동주택에서 2명 이상의 응답자가 있기 때문에 그 경우와 동일한 특성을 가지고 있다고 볼 수 있으며, <표 3>의 분석결과에서도 다수준 회귀모형의 신뢰성을 보여주고 있다.

전체 응답자의 하루 평균보행시간 및 개별 보행목적 참여 여부에 따른 보행시간의 평균값과 함께 이들의 집단별 차이에 대한 다변량 분산분석의 결과를 <표 2>는 보여주고 있다. 전체적으로 하루 평균 보행시간은 66.3분이며, 각각의 보행목적에 의한 참여한 집단들은 그러하지 않은 집단에 비하여 보행시간이 3.6~11.6분을 더 많이 걷고 있음을 알 수 있다. 분산분석의 결과는 그러한 차이가 통계적으로 모두 유의함을 보여주고 있다. 보행목적 참여집단별로 그 시간에서 유의한 차이를 보이고 있기 때문에 전체 모형과 더불어 이들 목적별로 응답한 경우만을 추출하여, 각각 분석함으로써 보행목적별로 물리적 환경과 보행활동량과 어떠한 관계를 가지고 있는지를 살펴보고자 한다.

최종 분석모형의 구축과정은 다음과 같다. 먼저,

모든 모형에 대하여 주거지 건조환경 지표들 각각에 대하여 적어도 1개 이상의 모형에서 통계적으로 유의한 경우, 이를 포함하였다. 이들 설명변수들의 다중공선성 진단을 수행한 결과, 전체, 통근, 쇼핑, 산책, 그리고 외식 모형별로 분산팽창계수의 최댓값이 4.08, 4.07, 3.94, 4.35, 3.53로 나타났다는 점에서 다중공선성의 영향은 거의 없는 것으로 볼 수 있다. 그 다음으로 최종 모형에 포함되는 변수들에 대하여 비선형 관계를 의미하는 2차 함수 형태의 변수(quadratic term)를 각각 추가하여 통계적으로 유의할 경우에는 이를 포함하였으며, 그러하지 않은 경우는 최종 모형에서 제외하였다. 후자의 단계는 비선형 관계의 확인을 위하여 추가적으로 진행한 것이다.

신뢰할 수 있음을 의미한다. 한편, 최종 모형에서 집단간 잔차의 표준편차($\sqrt{\sigma}$) 또한 통계적으로 유의함을 확인함으로써 다수준 회귀모형의 신뢰성이 확보된 것으로 판단할 수 있다(Rabe-Hesketh and Skrondal, 2008; Hox, 2010).

무제약 모형의 집단내 상관계수(Intra-class Correlation Coefficient, ICC: $\rho = \frac{c}{c+\theta}$)를 이용하여 2수준, 즉 주거지 건조환경의 분산비율을 추정할 수 있다. 전체, 통근, 쇼핑, 산책, 외식 등 5개 모형의 값이 0.489, 0.489, 0.551, 0.510, 0.485, 0.560임을 <표 3>은 보여주고 있다. 이는 전체 잔차의 분산 대비 2수준 속성의 비율을 의미하기 때문에 거주지의 건조환경 수준이 전체 대비 48.9%, 55.1%, 51.0%, 48.5%, 56.0%를 차지함을 시사한다. 즉, 거주지의 건조환경의 변화를 통하여 개인 및 가구의 속성 수준의 변화와 거의 동일하거나 조금 높게 하루 평균 보행시간의 변화를 유도할 수 있음을 의미한다.

IV. 신뢰성 검증과 분석결과와 해석

1. 모형의 신뢰성과 거주지 환경의 분산비

다수준 회귀모형의 적용이 바람직한 지에 대한 판단은 완전한 무제약 모형(fully unconditional model)의 집단간 잔차의 표준편차($\sqrt{\sigma}$)가 통계적으로 유의함을 통하여 확인할 수 있다. <표 3>에서 제시하지는 않았지만 본 연구의 5개 모두 1수준 및 2수준의 설명변수가 들어가지 않은 무제약 모형의 $\sqrt{\sigma}$ 은 모두 1% 유의수준에서 통계적으로 유의하다. 그러므로 선형회귀모형 보다는 다수준 모형이 보다

2. 분석결과와 해석

Jacobs(1961)의 관찰에 기반한 <표 3>의 거주지 건조환경의 지표들에 대한 분석결과로부터 선형의 관계를 보이는 변수들과 비선형의 관계를 보이고 있는 변수들이 있음을 알 수 있다. 또한 보행목적별로 함수형태가 다르거나 통계적 유의수준 및 방향성이 다른 결과를 보이는 변수들도 있음을 확인

Table 2. Summary statistics and MANOVA analysis results for daily walking time by purpose

	Frequency	Percent	Daily walking time		ANOVA analysis			
			Mean	Std. Dev.	Wilks' lambda statistics	F-value	Prob>F	
Total	1,823	100.0%	66.3	41.0	0.9510	23.43	0.0000	
Commuting	No	923	50.6%	64.6	39.5	0.9925	13.78	0.0002
	Yes	900	49.4%	68.2	42.5			
Shopping	No	446	24.5%	57.6	37.5	0.9791	38.87	0.0000
	Yes	1,377	75.5%	69.2	41.8			
Strolling	No	1,077	59.1%	63.7	40.9	0.9863	25.21	0.0000
	Yes	746	40.9%	70.2	41.0			
Eating-Out	No	880	48.3%	60.9	38.1	0.9788	39.29	0.0000
	Yes	943	51.7%	71.4	43.1			

주거지 건조환경과 보행활동과의 비선형 연관성 진단

Table 3. Analysis results

		Model A (Total)		Model B (Commuting)		Model C (Shopping)		Model D (Strolling)		Model E (Eating-Out)		
		Coef.	z	Coef.	z	Coef.	z	Coef.	z	Coef.	z	
Personal/Household Characteristics (1st)	Gender											
		Female	-0.063 ***	-2.62	-0.083 ***	-2.19	-0.089 ***	-3.23	-0.051	-1.34	-0.058	-1.80
	Number of workers		0.079 ***	3.66	0.108 ***	3.58	0.087 ***	3.44	0.141 ***	4.09	0.138 ***	4.62
	Car ownership	Yes	0.049	1.18	-0.005	-0.09	0.027	0.59	0.063	0.95	0.096	1.76
	Monthly household income (\$=1000KWR)		-1.9E-05	-1.50	-3.9E-05 ***	-2.14	-2.3E-05	-1.53	-2.5E-05	-1.29	-4.7E-05 ***	-2.52
	Housing type	Multi-family	-0.062	-1.61	-0.054	-1.02	-0.103 **	-2.38	-0.082	-1.44	-0.041	-0.81
	Apartment	-0.098 **	-1.97	-0.054	-0.82	-0.140 **	-2.51	-0.175 **	-2.47	-0.095	-1.49	
	Other housing type	0.043	0.51	0.161	1.25	-0.046	-0.48	-0.103	-0.88	-0.183	-1.55	
Mixed Use	Entropy index for residential and non-residential uses	0.351 ***	3.74	0.394 ***	3.21	0.247 **	2.33	0.280 *	1.94	0.291 **	2.22	
Short Block	Number of intersections per area	1.5E+08 ***	6.40	1.4E+08 ***	4.64	1.4E+08 ***	5.71	4.8E+07	1.43	1.6E+08 ***	4.99	
	Ratio of 4-way intersections (A)	-6.872 ***	-3.32	0.966 ***	3.29	-7.544 ***	-2.88	0.705 **	2.08	-10.555 ***	-3.66	
	Quadratic term for (A)	5.633 ***	3.79	-0.831 **	-2.56	6.124 ***	3.31	0.534 ***	4.93	8.273 ***	4.01	
	Ratio of narrow-width roads	0.202 ***	2.84	1.683 ***	3.44	0.106	1.34	0.676 ***	3.69	0.161 *	1.81	
	Entropy index for 4 road types	0.303 ***	2.64	0.665 ***	3.27	0.067	0.54	-0.002 ***	-2.94	0.522 ***	3.50	
	Distance to building entrance	-0.002 ***	-3.47	-0.001 **	-2.02	-0.001 **	-2.50	0.005	0.13	-0.001 **	-1.94	
Aged Building	Average age of all buildings	0.097 ***	4.40	0.055 *	1.83	0.145 ***	7.84	-0.165 ***	-2.94	0.086 ***	3.02	
	Standard deviation of all building age (B)	-0.099 ***	-3.18	-0.163 ***	-3.70	0.021 ***	3.06	0.005 ***	2.86	-0.127 ***	-3.02	
	Quadratic term for (B)	0.004	3.58	0.005 ***	3.65	0.142	3.24	0.088	1.39	0.005 ***	3.57	
Concentration	Average number of building floors	0.131 ***	3.13	0.115 **	2.22	0.001 ***	4.47	0.001 **	2.31	0.181 ***	3.61	
	TFA for all building per net area	0.002	5.24	0.001 ***	4.33	0.122 ***	3.00	0.061	1.16	0.001 ***	3.83	
	TFA for daily neighborhood buildings	0.061 **	1.99	0.117 ***	3.03	-0.109 ***	-3.20	-0.137 ***	-2.92	0.107 ***	2.64	
	TFA for non-daily buildings except office	-0.090 ***	-2.95			0.015 ***	3.47	0.024 ***	3.60	-0.165 ***	-2.94	
	Quadratic term for (C)	0.013	3.26	0.038 *	1.90	0.056 ***	3.21	0.033	1.57	0.030 ***	3.12	
	TFA for office buildings	0.056 ***	3.63							0.052 **	2.56	
Accessibility	Distance to CBD	4.1E-05 ***	6.44	2.4E-05 ***	2.74	4.0E-05 ***	5.83	2.0E-05 **	1.97	3.5E-05 ***	4.25	
	Distance to bus stop (D)	-1.3E-03 ***	-3.74	-2.0E-03 ***	-4.06	-1.6E-03 ***	-4.03	-1.7E-03 ***	-3.29	-3.1E-04 **	-1.74	
	Quadratic term for (D)	2.0E-06 ***	3.22	2.7E-06 ***	3.22	2.1E-06 ***	3.22	2.6E-06 ***	3.01			
	Density for total number of bus stops	1.5E+08 ***	3.38	1.1E+07	0.18	1.0E+08 **	2.03	1.4E+08 *	1.84	1.7E+08 **	2.56	
	Distance to railway station	-8.7E-05 *	-1.77	-2.1E-06	-0.03	-1.3E-04 **	-2.40	-1.2E-04 *	-1.67	-5.3E-05	-0.88	
	Distance to park	2.1E-04 ***	2.69	2.0E-04 **	2.02	2.2E-04 ***	2.65	2.1E-04 **	1.67	1.9E-04 **	1.92	
	Distance to river/stream	-2.2E-04 ***	-6.86	-2.2E-04 ***	-5.38	-1.9E-04 ***	-5.38	-3.0E-04 ***	-5.93	-2.0E-04 ***	-4.55	
	Distance to building for daily-living use	6.7E-04	1.60	-3.3E-04	-0.62	6.3E-04	1.31	1.7E-03 **	2.57	3.0E-04	0.54	
	Distance to building for non-daily commercial use	1.4E-04	1.38	-3.9E-05	-0.29	2.1E-04 *	1.86	3.2E-04 **	2.20	1.1E-04	0.80	
	Distance to building for culture and gathering	-2.3E-04 ***	-4.53	-2.2E-04 ***	-3.09	-1.8E-04 ***	-3.15	-2.0E-04 ***	-2.65	-1.8E-04 **	-2.45	
Border Vacuums	TFA of all building groups (E)	-1.7E+05	-1.96	6807.4	1.31	-2.0E+05	-2.05	9841.020	1.57	-2.0E+05	-1.67	
	Quadratic term for (E)	9.8E+08 ***	3.25			1.1E+09 ***	3.12			8.5E+08 **	2.05	
	Density for total number of all building groups	-1.5E+08	-6.07	-1.7E+08 ***	-5.31	-1.6E+08 ***	-5.98	-1.1E+08 ***	-2.61	-1.5E+08 ***	-4.10	
	Density for total area of river/stream	-5.0E+04	-2.33	8.4E+03	0.35	-5.7E+04 **	-2.39	-1.3E+05 ***	-3.54	3.0E+02	0.01	
	Density for total number of parks	1.7E+09 **	2.06	1.9E+09 *	1.75	1.7E+09 **	1.86	3.9E+09 ***	2.89	2.3E+09 **	2.12	
Model Statistics	Constant	2.301 **	2.08	1.403	1.16	0.651	0.60	3.236 **	2.21	3.643 **	2.44	
	Observations	1,823		900		1,377		746		943		
	Std. dev. of between-level residuals	0.273 ***		0.276 ***		0.274 ***		0.267 ***		0.273 ***		
	Std. dev. of within-level residuals	0.431 ***		0.415 ***		0.415 ***		0.423 ***		0.408 ***		
	ICC at the final model	0.287		0.306		0.303		0.285		0.309		
	ICC at the fully unconditional model	0.489		0.551		0.510		0.485		0.560		
	Log Likelihood	-1319.92		-635.54		-963.26		-531.26		-650.31		
	LR Chi-squared	81.58		20.68		59.67		16.72		37.91		
	AIC	2721.84		1349.08		2006.53		1140.53		1380.63		
	BIC	2947.68		1536.38		2215.64		1320.50		1574.59		

할 수 있다. 즉, 전반적으로 보행목적별로 하루 평균 보행시간과의 관계가 통계적 유의성, 방향성, 그리고 함수형태가 다름을 알 수 있다. 또한 <그림 1>은 비선형 관계를 보이는 주거지 건조환경의 지

표들에 대한 보행시간의 함수형태를 시각적으로 보여주고 있다. 이들 결과를 Jacobs(1961)의 6가지 조건으로 대별하여 해석하면 다음과 같다.

1) 복합적 이용(Mixed Use)

주거와 비주거 용도의 복합적 토지이용이 보다 강한 주거지 근린환경은 하루 평균 보행시간과 양의 연관성을 가지고 있으며, 모든 보행목적에서 그 관계가 선형임을 보여주고 있다. Salens and Handy(2008)는 교통 관련은 유의하나 여가 관련은 유의하지 않고, 이경환·안건혁(2008)은 쇼핑은 유의하나 이외의 보행목적에서는 보행시간이 유의하지 않음을 보고하고 있다. 반면에 여기에서는 거주지의 복합적 토지이용이 모든 보행목적에 일관된 양(+) 연관성을 보여주고 있다는 점에서 기존 연구와 차이가 있다.

한편, 비주거 용도로 구성된 세가지 용도의 토지이용 복합도 지표가 심각한 다중공선성으로 인하여 최종모형에서 포함하지는 않았으나, 음(-)의 상관성을 보였다는 점에서 주거가 제외된 용도복합은 거주민의 보행시간과 부정적인 관계를 보일 수 있음을 의미한다. 즉, 주거지에서의 용도의 복합은 주거용도를 중심으로 하여 다른 용도와의 복합화 노력이 중요하다고 강조한 Jacobs(1961)의 관찰결과가 서울에서도 작동하고 있음을 시사한다.

2) 작은 규모의 블록(Short Block)

작은 블록에 대한 총 4개의 지표는 거의 모두 통계적으로 유의한 관계를 보이고 있다. 이 중 교차로수 밀도는 거주민의 보행시간과 매우 밀접한 긍정적인 연관성을 보이고 있으며, 모든 보행목적에서도 일관된 값을 보이고 있다. 단위 면적당 교차로수가 많다는 것은 그 주거지 근린환경이 작은 규모의 블록으로 형성되어 있다는 것을 의미하므로 Jacobs(1961)의 주장을 실증하여 준다. 이러한 결과

는 이경환·안건혁(2008)은 산책 및 운동을 위한 보행시간에만 유의함을 보여주고 있는 것과 대비된다. 또한 Forsyth et al.(2007)에서는 교통관련 보행활동에서만 통계적으로 유의하다는 결과와 대조되는 결과라 할 수 있다.

전체 교차로수 대비 4지 교차로의 비율이 높다는 것은 격자형 가로망의 형상이 클 수 있음을 시사한다. 이 지표는 전체 보행시간 뿐만 아니라 보행목적별 참여군의 보행시간에 대하여 비선형의 관계가 있음을 분석결과는 보여주고 있다. <그림 1(a)>를 보면, 전반적으로 4지 교차로의 비율이 점점 높아짐에 따라 하루 평균보행시간이 줄어드는 관계는 외식 목적의 보행활동에서, 그리고 그 증가비율이 점점 감소하는 관계는 이외의 다른 보행목적에서 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 블록의 크기를 통제한 상태에서 4지 교차로 비율이 아주 높은 가로망 체계로 형성되는 경우에는 거주민의 보행활동을 침해할 수 있음을 시사한다.

가로 연장 중에서 소로가 차지하는 비율은 골목길의 아기자기함과 매력을 증대시킬 수 있음을 분석결과는 보여주고 있다. 전반적으로 총 가로 연장 대비 소로의 비중이 높아질수록 쇼핑을 제외한 대부분의 보행목적에서 긍정적인 선형의 연관성을 보여주고 있다. 소로의 비율이 쇼핑목적의 보행활동시간과 연관성이 없게 나타나는 것은 쇼핑시설이 대부분 간선가로변에 위치하는 입지적 특성으로 소로의 가로 연장비율과 관계가 없는 형태로 나타나는 결과로 풀이할 수 있다.

간선, 보조간선, 집분산, 소로의 도로 유형별 엔트로피 지수가 높을수록 하루 평균보행시간은 선형의 형태로 증가하는 경향을 보여주고 있다. 이러한 결과는 도로의 기능별 조화로운 설계는 보행활동에 전반적으로 긍정적인 영향을 주는 것으로 해석할 수 있다. 반면에 쇼핑목적에는 통계적으로 유의하지 않다. 이는 소로의 비율에 대한 지표와 마찬가지로

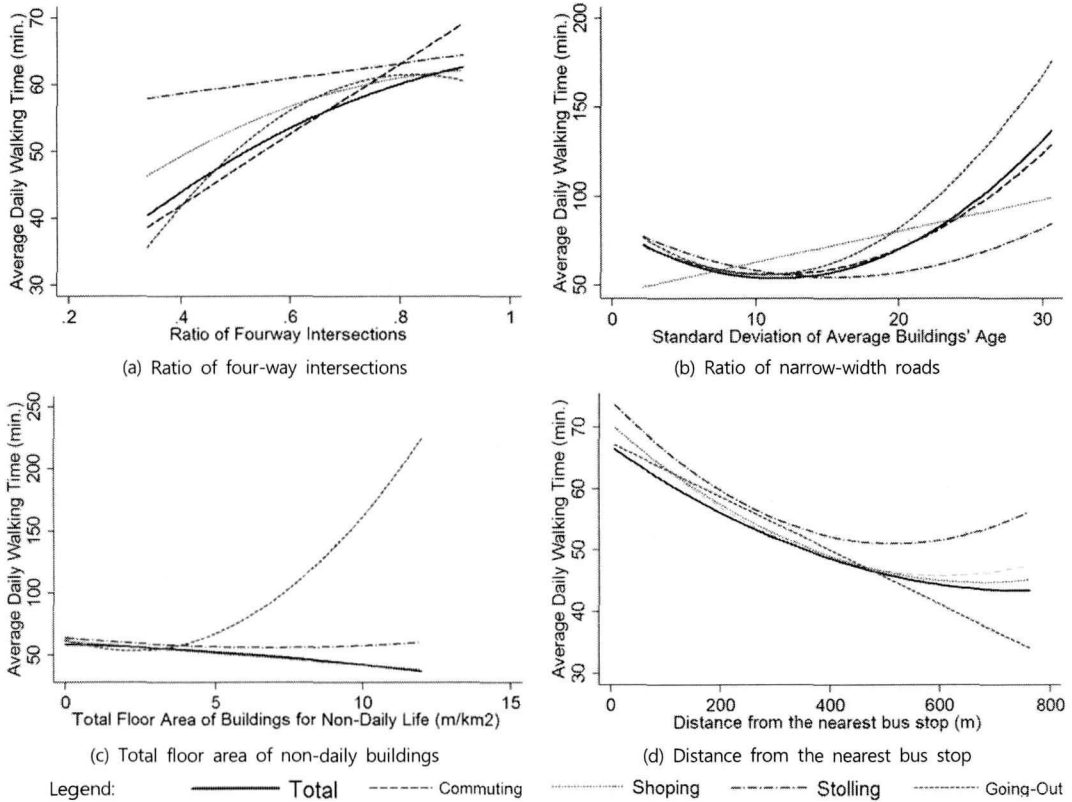


Fig. 1. Non-linear associations of residential physical environments

쇼핑목적의 보행은 주로 간선가로와의 밀접한 관계가 있을 수 있음을 시사한다.

주거지에서 건물의 출입구와의 최근접 거리는 건물이 획지에서 얼마만큼 이격되어 있는 가를 보여주는 지표이다. 많은 연구들에서 건축물의 전면 배치와 보행의 편의성을 제고하여 좁은 언급하고 있다. 분석결과는 건축물이 출입구로부터 가까이 주거지가 있을수록 하루 평균 보행시간은 선형으로 증가하는 경향을 보여준다. 그러나 산책 목적의 보행시간과 관련되어질 때는 그 연관성이 유의하지 않다. 이는 산책은 다른 교통 관련 목적통행과 달리 건축물과 획지 경계와의 짧은 이격거리와 무관함을 시사한다.

3) 오래된 건물(Aged Buildings)

오래된 건물은 건축물 연령의 평균과 표준편차를 지표로 활용하였다. 전자가 증가할수록 그 주거지의 근린환경은 주로 오래된 건물이 많음을, 후자가 커질수록 신규건물과 오래된 건물의 조화가 커짐을 의미한다. 여기에서의 분석결과는 Jacobs(1961)의 주장이 실증되어짐을 보여준다. <표 3>에서 건축물 연령이 증가할수록 거주민의 보행시간은 증가하는 선형의 관계를 보여주고 있다.

반면에 건물연령의 이질성이 커질수록 쇼핑목적과 관련 보행시간은 점차 커지지만 그 차이는 감소하는 패턴을 보이는 반면에 나머지 다른 보행목적은 점차 보행시간이 줄어들다가 다시 증가하는 2차

함수형태의 관계를 가지고 있음을 <그림 1(b)>는 보여주고 있다. 이는 서울의 거주환경에서의 대규모의 일시적인 개발은 보행활동을 저감할 수 있음을 보여주는 것으로 Jacobs(1961)의 주장을 확인시켜 주는 것이라 할 수 있다.

4) 집중(Concentration)

집중은 전체의 건축물 개발밀도와 각각의 개별 용도의 밀도 등 5개 지표가 사용되었다. 전반적으로 개발밀도가 증가할수록 사람들의 보행활동을 유인할 가능성이 높으며, 그 관계는 한 개 지표를 제외하고는 모두 선형의 형태를 띠고 있음을 <표 3>은 보여주고 있다. 반면에 업무와 근린생활 용도를 제외한 비주거 용도 중심의 고밀개발은 보행목적별로 차별적임을 <표 3>과 <그림 1(c)>는 보여주고 있다. 전반적으로 비일상생활 용도의 개발은 통근목적의 보행활동에는 긍정적인 선형의 관계를 보이고 있음에 반하여 나머지 목적은 비선형 관계를 보이고 있다. 뿐만 아니라 비선형 관계를 보이고 있음에도 불구하고, 보행목적에 따라 그 곡선형태가 반대의 패턴을 보이고 있음을 알 수 있다. 외식목적의 보행시간의 경우 이들 용도의 밀도가 높아질수록 다소 감소하는 경향을 보이다가 급증하는 패턴을 보이고 있다. 반면에 그 반대의 경향을 보이는 경우는 쇼핑과 산책 목적의 보행활동이다.

그러나 <그림 1(c)>를 볼 때, 이들 용도의 밀도의 증대는 외식 관련 통행목적에서의 보행활동 시간의 증가가 다른 목적의 보행시간의 감소에 비하여 보다 큰 효과가 있음을 고려할 필요가 있다. 즉, 전체 보행활동시간에서는 이들 용도의 밀도가 증가함에 따라 다소 감소하지만 전체적으로 그 시간이 높아짐을 보여줄 때 보다 높은 밀도의 개발이 보행활동 증가에 영향을 줄 수 있음을 시사한다. 이러

한 해석과 더불어 다른 용도의 밀도가 거의 모두 긍정적인 관계를 보이고 있다는 점에서 Jacobs(1961)의 집중에 대한 관찰이 서울의 주거지에서도 확인될 수 있다고 보여진다.

5) 접근성(Accessibility)

접근성과 보행시간과의 관계는 다소 중의적(重義的)임을 분석결과는 보여주고 있다. 이것은 어떤 시설이나 중심으로 멀어질수록 보행시간은 줄어들거나 늘어날 수 있다는 것이다. 전자의 경우는 해당하는 시설이나 수요를 창출하는 버스정류장이나 철도역 등이 그 자체의 접근성보다는 이러한 접근성으로 인하여 다른 시설물들의 입지수요를 창출하고 이를 매개로 보행시간이 증가한다는 것이다. 후자의 경우는 해당하는 시설물 자체의 접근성으로 인한 효과이다.

전자의 효과가 보다 크게 작용하는 경우가 여기에서는 철도역, 강·하천, 문화 및 집회시설에 대한 접근성이다. 이들의 접근거리가 멀어질수록 거주민의 하루 평균 보행시간은 줄어드는 선형의 관계를 보여주고 있다. 특히, 이는 거의 모든 보행목적과 관련되어질 경우에도 동일한 결과를 보여주고 있다. 결과적으로 이들 시설물과의 관계는 그 시설물로 인하여 파생되어지는 효과로 인하여 보행활동이 증가하는 선형의 관계를 가지고 있다고 해석할 수 있을 듯 하다. 특히, 철도역 접근성의 관계는 기존의 다른 연구(성현곤 외, 2014)에서도 동일한 결과를 보여주고 있다.

후자의 효과, 즉 이들 시설물과 주거지에서의 보행활동과의 관계가 그 자체 또는 그와 관련된 목적을 달성하기 위하여 작동하는 패턴을 보이는 지표들은 근린생활시설, 비근린생활 상업시설(즉, 대규모 쇼핑시설)이 이에 해당한다. 즉, 근린생활시설이나 상업시설로부터 멀어질수록 보행활동시간은 증가하며 선형의 관계를 보여주고 있다. 그러나 이는

산책과 쇼핑에 국한되고 있음을 보여주고 있다. 결과적으로 해당하는 시설물의 이용(쇼핑) 및 그로 인하여 파생되어질 수 있는 목적(산책)을 달성하기 위한 효과가 보다 큼을 알 수 있다. 즉, 이를 이용하기 위하여 해당하는 시설물로부터 멀리 떨어진 주거지의 거주민의 보행시간은 증가하는 경향을 분석결과를 보여주고 있다.

버스정류장의 접근거리는 앞서 언급한 접근성이 가지는 두 가지 효과가 중첩되어 나타날 수 있음을 보여주고 있다. 버스정류장의 접근거리는 외식을 제외하고는 다른 보행목적과 관련되어질 때 비선형의 연관성을 가지고 있음을 보여주고 있다(〈그림 1(d)〉 참조). 외식 목적은 버스정류장에 가까울수록 보행활동시간이 증가하는 선형의 관계를 보여주고 있다. 이는 이 시설물 자체의 효과 보다는 이로 인하여 파생수요가 보다 크게 작용하고 있음을 보여주고 있다. 반면에 다른 목적의 보행활동은 점차적으로 감소하다가 이후 증가하는 패턴을 보인다. 이는 버스정류장에 가까운 주거지에서는 파생수요의 효과가 보다 크지만 멀어질수록 그 자체의 효과가 커지는 효과가 보다 크게 작용함을 의미한다. 다른 한편으로는, 서울은 조밀한 버스 네트워크를 가지고 있고 대부분의 주거지는 버스정류장으로부터 10분 이내에 주거지가 위치하고 있다는 점(성현곤, 2011)에서 약 400-500m 범위를 벗어나는 주거지는 다소 예외적인 경우로 볼 수 있다.

도심접근성 결과도 버스정류장과 같이 종의적으로 해석이 필요하다고 보여진다. 도심으로부터의 거리는 멀어질수록 모든 보행목적과 관련되어진 보행시간이 증가하는 선형의 관계를 보이고 있다. 이는 도심이 통근통행이나 쇼핑 등의 흡인력뿐만 아니라 여가와 외식 등에서의 목적으로서의 보행활동도 크게 유인하고 있다. 이는 도심이 가지는 흡인력이 모든 보행활동 목적에 작동하고 있거나 도심으로의 접근성이 좋지 않아 주거지에서 관련 활동이 늘어나기

때문에 또는 그 활동이 두가지 모두 작동할 수 있음을 의미한다. 즉, 도심으로부터의 거리에 대한 거주민의 보행활동시간의 결과는 다소 중의적이다.

6) 경계공백지대(Border Vacuum)

Jacobs(1961)는 대규모 시설물이나 건물군을 의미하는 경계공백지대를 적절히 제어할 때는 보행활동을 증가시키지만, 그러하지 못할 때에는 오히려 보행활동을 저감하는 기제로 작용할 수 있음을 경고하였다. 분석결과는 그러한 그녀의 주장을 보여주고 있다. 예를 들어, 주거지에서 반경 500m 이내의 빌딩군에 속하는 단위면적당 건물의 수와 강하천의 면적은 그 크기가 클수록 보행활동시간은 증가하는 선형의 관계를 보이고 있으나 공원의 면적은 그 반대의 경향을 보이고 있다. 이는 전자의 경우는 경계공백지대의 제어 효과가 보다 클 수 있음을 시사하며, 후자의 경우는 제어 보다는 경계(border)의 효과가 보다 큼을 의미한다.

특히, 강하천의 경계공백지대와 접근성 결과를 보면 서울의 경우 전자에 대한 제어가 이루어지고 있다고 보여진다. 즉, 강하천의 면적이 크면서 앞서의 접근성 지표인 거리가 가까울수록 보행활동시간이 전반적으로 증가하는 경향을 보이고 있다. 이러한 결과는 그동안 서울시가 강하천의 접근성뿐만 아니라 그 시설에서의 다양한 활동을 유발할 수 있는 물리적 환경의 변화에 대한 노력, 예를 들어 한강르네상스 사업 등이 경계공백지대로 작동할 수 있는 것을 적절히 제어한 효과로 풀이할 수 있다.

한편, 거주민의 보행활동시간은 반경 500m 이내에 해당하는 건물군의 단위 면적과 비선형의 관계를 보여주고 있으며, 이는 쇼핑과 외식의 보행목적에 국한되어 있다. 반면에 통근과 산책 목적의 보행목적과의 통계적 유의성이 없다. 이는 접근성의 경우에 마찬가지로 건물군은 그 자체의 흡인력과 그

로 인하여 파생되는 수요가 중첩되어 나타나는 결과로 해석할 필요가 있다.

V. 결론

기존의 국내외 연구들은 신체활동을 증진시키기 위한 물리적 환경의 변화를 선형의 관계를 가정하고 실증분석을 시도하여 왔다. 이는 물리적 환경과 보행활동과의 관계가 보다 복잡하고 간단하지 않다(Rigg, 2014)는 것을 간과한 것이다. 본 연구는 보행활동시간과 주거지의 건조환경이 비선형의 관계를 가질 수 있음을 보여주었다. 예를 들어 4지 교차로의 비율, 건물 연령의 이질성, 비밀상생활 용도의 건물의 연면적 밀도, 버스정류장 접근거리, 그리고 건물군의 연면적 밀도 등이 그것이다. 반면에 모든 건조환경의 지표들이 비선형의 관계를 보이지 않음을 또한 보여주었다. 예를 들어 주거와 비주거의 용도복합정도는 긍정적인 선형의 연관성이 있었다.

또한 보행목적에 따라 물리적 환경의 계획지표들의 분석결과 차이가 있음을 해외의 연구에서는 밝히고 있다. 그러나 국내의 연구에서는 이경환·안건혁(2008)을 제외하고는 거의 없다. 본 연구는 통근, 쇼핑, 외식, 산책 등으로 보행 목적을 분류하여 이들 목적별로 물리적 환경의 계획요소는 보행활동시간에 차별적인 연관성이 있음을 보여주었다. 특히, 본 연구는 보행 목적을 해외에서의 기존 연구처럼 교통 및 여가 목적으로 이원화하기 보다는 보다 세분화할 필요가 있음을 보여 주었다는 점에서 의의가 있다. 즉, 교통 관련 보행목적이라 할지라도 이들의 구체적인 목적에 따라 보행활동과 물리적 환경과의 연관성이 다르다. 또한 물리적 환경의 모든 지표가 선형의 관계에 있지 않고 보행목적별로도 함수형태에서의 차이가 있음을 실증한 것은 우리의 일상생활 영위를 위한 보행활동이 기존 연구에서 가정하

것처럼 단순한 것이 아니라 보다 복잡함을 보여주는 것이다.

본 연구의 또 다른 기여는 기존의 연구에 비하여 보다 다양한 물리적 환경의 지표를 적용하여 실증하였다는 점이다. 특히, 본 연구는 뉴욕 등 미국 대도시의 삶을 유지하기 위한 도시의 물리적 환경에 대한 Jacobs(1961)의 논의를 면적 및 거리에 기반한 보다 미시적 척도(micro-scale)를 활용하였다는 점에 의의가 있다. 그녀의 이론은 뉴어버니즘과 지혜로운 성장 등 20세기 후반과 21세기의 오늘날의 계획사조에 지대한 영향을 미쳤음에도 불구하고, 그 실증은 미약한 편이다. 본 연구는 승용차 중심의 고속도로 건설과 단일용도 중심의 대규모 재개발의 폐해를 관찰하고, 도시의 삶을 유지하기 위한 그녀의 관찰과 이론이 21세기 한국의 대도시, 서울에서도 여전히 작동될 수 있고 적용이 가능함을 보여주었다.

인용문헌

References

1. 성현곤, 2011. "주거지 근린환경이 개인의 건강에 미치는 영향에 관한 연구", 「국토계획」, 46(3):235-251.
Sung, H.G., 2011a. "A Study on the Impacts of Residential Neighborhood Built Environment on Personal Health Indicators", *Journal of Korea Planners Association*, 46(3):235-251.
2. 성현곤·고두환·최창규·천상현, 2014. "주거지 근린환경과 개인의 보행활동의 연관성 재검증: 서울시 149개 행정동을 대상으로", 「국토계획」, 49(1): 81-95.
Sung, H.G., Go, D.H., Choi, C.G., Cheon, S.H., 2014. "Reexamining the Association of Residential Neighborhood Physical Environment with Personal Walking Activity: Focused on 149 Administrative Districts in the Seoul City", *Journal of Korea Planners Association*,

- 49(1):81-95.
3. 성현곤·김영국·최창규·손동욱·정진규·강지원·한대호·황보희, 2011. 「녹색교통도시 구축을 위한 연구(2차년도)」, 경기: 한국교통연구원.
Sung, H.G., Kim, Y.G., Choi, C.G., Sohn, D.U., Jung, J.G., Kang, J.W., Han, D.H., Hwang, B.H., 2011. 「A Study on Establishing the Green Transport-Oriented City(2nd Year)」, Gyunggi: Korea Transport Institute.
 4. 성현곤·김진유, 2011. "개인의 사회경제적 속성과 보행목적이 보행활동량에 미치는 영향에 관한 연구-서울시 직장인을 대상으로", 「서울도시연구」, 12(2):73-86.
Sung, H.G. and Kim, J.Y., 2011. "A Study on the Impacts of Individual Socio-Economic Status and Walking Purposes on Walking Amount: The case of Workers in the City of Seoul", *Seoul Studies*, 12(2):73-86.
 5. 이경환·안건혁, 2007. "커뮤니티의 물리적 환경이 지역 주민의 보행 시간에 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", *Journal of Korea Planners Association*, 42(6):105-118.
 6. 이경환·안건혁, 2008a. "지역 주민의 보행 활동에 영향을 미치는 근린 환경 특성에 관한 실증 분석-서울시 12개 행정동을 대상으로", 「대한건축학회 논문집 계획계」, 24(6):293-302.
Lee, K.H. and Ahn, K.H., 2008a. "An Empirical Analysis of Neighborhood Environment Affecting Residents' Walking: A Case study of 12 Areas in Seoul", *Journal of the Architectural Institute of Korea planning and design*, 24(6):293-302.
 7. Audrey, S., Procter, S., and Cooper, A.R., 2014. "The Contribution of Walking to Work to Adult Physical Activity Levels: A Cross Sectional Study", *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 11:37.
 8. Brown, B.B., Yamada, I., Smith, K.R., Zick, C.D., Kowaleski-Jones, L.O., Fan, J.X., 2009. "Mixed lans use and walkability: Variations in land use measures and relationships with BMI, overweight, and obesity", *Health & Place*, 15(4): 1130-1141.
 9. Doyle, S., Kelly-Schwartz, A., Schlossberg, M., Stockard, J., 2006. "Active Community Environments and Health: The Relationship of Walkable and Safe Communities to Individual Health", *Journal of American Planning Association*, 72(1): 19-30.
 10. Forsyth, A., Hearst, M., Oakes J.M., Schmitz, K.H., 2008. "Design and Destination: Factors Influencing walking and Total Physical Activity", *Urban Studies*, 49(9): 1973-1996.
 11. Forsyth, A., Oakes, J.M., Schmitz, K.H. and Hearst, M., 2007. "Does Residential Density Increase Walking and Other Physical Activity?", *Urban Studies*, 44(4): 679-697.
 12. Grant, J. 2010. "Time, Scale, and Control: How New Urbanism (Mis)Uses Jane Jacobs", In 「Reconsidering Jane Jacobs」 edited by Max Page and Timothy Mennel, 91-103. Chicago: American Planning Association.
 13. Heath, G.W., Brownson, R.C., Kruger, J., Miles, R., Powell, K.E., Ramsey, L.T., and the Task Force on Community Preventive services, 2006. "The Effectiveness of Urban Design and Land Use and Transport Policies and Practices to Increase Physical Activity: A Systematic Review", *Physical Activity and Health*, 3(1): 55-76.
 14. Hill, D.R., 1988. "Jane Jacobs' Ideas on Big, Diverse Cities: A Review and Commentary", *Journal of American Planning Association*, 54(3): 302-314.
 15. Hox, J 2010. *Multilevel analysis: techniques and applications*, New York: Routledge,.
 16. Jacobs J, 1961, *The Death and Life of Great*

- American Cities*, New York: Random House.
17. Lovasi, G., Grady, S., Rundle, A., 2011. "Steps Forward: Review and Recommendations for Research on Walkability, Physical Activity and Cardiovascular Health", *Public Health Reviews*, 33(2): 1-23.
 18. McCormack, G.R., Shiell, A., 2011. "In search of causality: a systematic review of the relationship between the built environment and physical activity among adults", *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8: 125-136.
 19. Nagel C.L., Carlson, N.E., Bosworth, M., Michael, Y.L., 2008. "The Relation between Neighborhood Built Environment and Walking Activity among Older Adults", *AJE*, 168(4): 461-468.
 20. Oakes, J.M., Forsyth, A., Schmitz, K.H., 2007. "The effects of neighborhood density and street connectivity on walking behavior: the Twin Cities walking study", *Epidemiologic Perspectives & Innovations*, 4(16): 1-9.
 21. Owen, N., Humpel, N., Leslie, E., Bauman, A., Sallis, J.F., 2004. "Understanding Environmental Influences on Walking Review and Research Agenda", *American Journal of Preventive Medicine*, 27(1): 67-76.
 22. Rabe-Hesketh, S., and A. Skrondal. 2008. *Multilevel and Longitudinal Modeling Using Stata*, Texas: StataCorp.LP.
 23. Riggs, W 2014. "Steps toward validity in active living research: research design that limits accusations of physical determinism", *Health & Place*, 26: 7-13.
 24. Saelens B.E., Handy, S.L., 2008. "Built Environment Correlates of Walking: A Review", *Med. Sci. Sports Exerc.*, 40(7): 550- 566.
 25. Sallis, J.F., Floyd, M.F., Rodriguez, D.A., and Saelens, B.E., 2012. "Role of Built Environments in Physical Activity, Obesity, and Cardiovascular Disease", *Journal of American Heart Association* 125: 729-737.
 26. Sung, H, Lee, S & Jung, S 2014. "Identifying the relationship between the objectively measured built environment and walking activity in the high-density and transit-oriented city, Seoul, Korea", *Environment and Planning B* 41 (In Print).
 27. Sung, H., and Oh, J.T., 2011. "Transit-oriented development in a high-density city: Identifying its association with transit ridership in Seoul, Korea", *Cities* 28:70-82.
 28. Sung, H., Go, D-H., Choi, C-G., 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.

논 문 투 고 2014-01-28
 심 사 완 료 2014-04-23
 수 정 일 2014-04-24
 계 재 확 정 일 2014-04-23
 최 종 본 접 수 2014-04-24