



가로의 가시성이 주거침입절도에 미치는 영향 분석

- 저층주거지역을 중심으로

How Visibility Related Physical Elements of Street affects Burglary? - in Low-rise Residential areas

저자 (Authors)	구태연, 장경란, 이명식, 정성원 Gu, Tae-Yeon, Jang, Kyung-Ran, Lee, Myung-Sik, Jung, Sung-Won
출처 (Source)	대한건축학회 논문집 - 계획계 32(7) , 2016.7, 13-20 (8 pages) JOURNAL OF THE ARCHITECTURAL INSTITUTE OF KOREA Planning & Design 32(7) , 2016.7, 13-20 (8 pages)
발행처 (Publisher)	대한건축학회 ARCHITECTURAL INSTITUTE OF KOREA
URL	http://www.dbpia.co.kr/Article/NODE06723734
APA Style	구태연, 장경란, 이명식, 정성원 (2016). 가로의 가시성이 주거침입절도에 미치는 영향 분석. 대한 건축학회 논문집 - 계획계, 32(7), 13-20.
이용정보 (Accessed)	경성대학교 210.110.180.*** 2016/08/09 12:15 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다.

이 자료를 원저작자와의 협의 없이 무단게재 할 경우, 저작권법 및 관련법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

The copyright of all works provided by DBpia belongs to the original author(s). Nurimedia is not responsible for contents of each work. Nor does it guarantee the contents.

You might take civil and criminal liabilities according to copyright and other relevant laws if you publish the contents without consultation with the original author(s).

가로의 가시성이 주거침입절도에 미치는 영향 분석

- 저층주거지역을 중심으로 -

How Visibility Related Physical Elements of Street affects Burglary?

- in Low-rise Residential areas -

구 태 연* 장 경 란** 이 명 식*** 정 성 원****
Gu, Tae-Yeon Jang, Kyung-Ran Lee, Myung-Sik Jung, Sung-Won

Abstract

This paper aims to analyze the effects of street-level visibility on the occurrence of burglaries in multi-family and multi-unit housing areas and provide an evidence-based understanding that would be useful in predicting future crime at finer scales than are usually considered in previous studies. For this, streets in the multi-family and multi-unit housing areas in Seoul, were set as the basic units of analysis, and data on burglaries in the area over 12 month period in 2010 were collected. Considering building, street, spatial and behavior characteristics of street components as independent variables to explain street-level visibility, we carry out visibility graph analysis (VGA), field survey and pedestrian volume counting. The results from multiple logistic regression analysis demonstrate that it is connectivity, volume of pedestrian, rate of the front entrance and visual control that have positive effects on burglary rates, while Integration, whether the CCTV, average of the window and clustering coefficient have negative effects. We discuss further how these empirical results can shed new light on crime prevention through environmental design (CPTED) principles as well as on our understanding of burglary behaviors in multi-family and multi-unit housing areas.

키워드 : 범죄예방 환경설계, 환경설계, 범죄예측, 범죄안전, 가시성

Keywords : CPTED, Environment design, Crime prediction, Crime safety, Visibility

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

서울의 다세대·다가구주택 지역 내에서 ‘유영철 연쇄살인사건’, ‘서진환 성폭행살인사건’ 등의 강력범죄가 빈번하게 발생하고, 시민들의 안전에 대한 불안감 또한 증가함에 따라 정부와 경찰청에서는 다양한 치안전략을 적용하고 있다. ‘CCTV설치개수 및 순찰인력 증대’ 등의 일반적인 치안정책과 더불어 더욱 적극적인 범죄예방 정책의 일환인 GIS기반의 지리적 프로파일링 시스템(Geopros, Figure 1)을 개발하여 경찰의 범죄 예방 및 수사 활동 역량을 강화하고 있다.



Figure 1. Geopros System

최근 지리적 프로파일링 시스템은 범죄에 영향을 줄 수 있는 42종의 변인들을 추가하여 분석하는 고도화 전략을 통해 범죄예측의 정확성을 제고하고 있으며, 이를 바탕으로 한 체계적 치안전략을 수립하고 있다. 한 예로서 기존 치안전략 수립의 기본단위였던 행정동별의 단위를 지역특성, 주거형태 등 치안환경이 유사한 단위로 세분화하여 치안블록을 구축하였으며, 범죄환경 분석변수 또한 기존의 범죄발생 빈도변수에 주거형태, 소득 수준, 연령대 구성, 유동 인구 등의 인구통계학적 요소를 추가하여 범죄예측력을 강화하였다.

이와 같은 지리적 프로파일링 시스템은 기존의 범죄예측을 위한 거시적 관점의 범죄발생 분석에 대한 선행연구 결과들을 기반으로 하고 있으나, 토지이용용도 및 주거형태와 같은 도시적 단위의 분석이 다수이며 지역특성을 반영한 미시적 공간단위의 연구들은 미비하다. 이는

* 세종대 대학원 석사과정

** 세종대 대학원 석사

*** 동국대 건축학과 교수, 공학박사

**** 세종대 건축학과 교수, 도시공학박사

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Sejong University, swjung@sejong.ac.kr)

이 연구는 2015년도 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호:NRF-2015R1D1A1A01059718

이 연구는 2013년도 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호:NRF-2013R1A1A2009016

미시적 공간단위의 연구들이 범죄데이터를 확보하는데 어려움이 있었기 때문에 사료되나, 최근 정부와 경찰청에서 연구 분야에 한하여 범죄데이터를 공개한다는 입장을 보임에 따라 미시적 공간단위의 다양한 연구가 이루어 질 수 있을 것으로 보인다 (Jang, 2014).

이에 본 연구는 서울의 다세대·다가구주택 지역을 대상으로 범죄데이터를 확보하여, 가시성과 관련된 미시적 가로단위의 가로구성요소를 도출하고 그 영향에 대해 분석하는 것에 목적이 있다. 추후 이 연구를 바탕으로 범죄 예측 시스템을 고도화 구체화하여 안전한 주거지 형성을 도모하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 다음과 같이 한정한다.

첫째, 본 연구의 공간적 범위는 서울시 A구의 다세대·다가구주택 지역의 가로공간을 중심으로 분석하였다.

둘째, 본 연구의 분석 대상 범주는 범행 장소의 내부가 은폐되어 있어 강력 범죄로 이어질 수 있는 주거침입절도로 한정하였다.

셋째, 시간적 범위는 가시가 용이한 시간대인 오전 9시부터 6시까지로 한정하였다.

연구의 방법은 다음과 같다. 첫째, 선행연구 고찰을 통해 가시성과 관련된 범죄 분석 연구 동향을 파악한다. 둘째, 다세대·다가구주택 지역의 대표성을 가지는 대상지를 선정한다. 셋째, 가시성 관련 가로구성요소를 선행연구 고찰을 통해 도출한다. 넷째, 앞서 도출한 가로구성요소들을 바탕으로 Visibility Graph Analysis, 가로 및 주변 조사, 보행량 조사를 실시한다. 마지막으로 다세대·다가구주택 지역의 가로구성요소가 주거침입절도에 미치는 영향을 통계 분석한다.

2. 문헌고찰 및 선행연구 분석

2.1 범죄와 가시성

가시성이란 인간이 시각적 인식을 통하여 공간을 직관적으로 이용하게 되는 과정에 대한 개념이다. Hillier (2003)은 인간의 시각이 보행을 지시하고 가르친다고 언급했다. 가시성은 인간이 다수의 정보를 확보한 후 그 다음 어떤 행동을 할 것인지 선택하도록 하는 강력한 수단이다. 가시성은 범죄자와 감시자가 다음 어떤 행동을 할 것인지 선택하기 때문에 범죄발생 여부에 중요한 요소라고 할 수 있다 (Greenberg, Rohe, & Williams, 1982; Desyllas, Connolly, & Hebbert, 2003).

2.2 범죄발생공간 분석 관련 연구

객관적 데이터를 기반으로 범죄발생 영향요인을 분석하는 연구는 거시적 관점에서 범죄학과 공간지리학, 공간통계학 등의 결합으로 진행되어 왔다. 이러한 연구들 중에는 GIS기반의 Spatial statics analysis 등을 활용하여 범죄발생의 공간적 특성을 범죄지도화 하고, 범죄의 공간적 특성과 영향요인의 영향관계를 밝힌 연구가 있다 (Hillier

& Shu, 2000; Lockwood, 2007). 또한 GIS와 공간구문론 (Space syntax)¹⁾을 통합하여 지역적 공간구조의 가시성 특성을 파악하여, 범죄 패턴 특성을 분석한 연구가 있다 (Chang, 2009; Takizawa, Koo, & Katoh, 2010; Reis, Dutra, & Zago, 2013; Wu et al., 2015). 이를 바탕으로 CPTED(Crime Prevention Through Environmental Design)의 시초인 Jacobs (1961)의 ‘거리의 감시자 (Eye on the street)’ 이론과 Newman (1972)의 ‘방어공간 (Defensible Space)’ 이론에서 공통적으로 주장하는 자연적 감시 (Natural Surveillance)의 이론적 근거를 제시하고자, 도시의 활력과 순환정도에 따른 범죄에 취약한 공간 제시와 방어 공간 설정 등을 분석한 연구가 있다 (Hillier, 2004; Baran, Smith, & Toker, 2007).

그러나 거시적 관점의 연구들은 주로 행정동이나 도시단위의 범죄데이터를 기반으로 면사상의 집계자료를 사용하고 있어 범죄발생의 근린 및 가로단위의 미시적 요인을 고려하지 못하고 있다는 한계가 있다. 미시적 관점에 기반을 둔 연구들은 점사상의 연구들로서 연구범위가 협소하고 표본의 수가 적어 연구 결과의 객관화에 문제가 발생하기도 한다.

본 연구는 미시적 공간단위인 가로단위를 대상으로 하고 있으며, 점사상 범죄데이터를 활용하여 연구를 진행한다. 미시적 범위의 점사상 자료를 활용한 연구에서 발생할 수 있는 객관화의 오류를 최소화 하기 위해 충분한 통계데이터를 제공하여 범죄발생의 영향요인을 보다 명확하게 규명하였다.

3. 분석의 틀

3.1 대상지 선정

분석 대상지는 서울시의 다세대·다가구주택 지역인 A구이다. 2013년 서울 통계 데이터에 의하면 A구의 다세대 주택수가 51,676호로 B구에 이어 두 번째로 많은 것으로 나타났다. B구의 경우 구릉지가 많기 때문에 가시성에 영향을 미쳐, 객관적 지표 설정이 어려울 것으로 사료되어 대상지 선정에서 제외하였다.

A구는 1970년대 토지구획정리 사업으로 인해 계획된 신개발지역으로 아파트와 상업 시설 중심의 고밀도, 중밀도 지구와 다세대·다가구 주택, 단독주택 등 저층주거 중심의 저밀도 지구로 나누어 형성되어 있고, 대부분의 가로환경이 유사하다. 또한 A구는 서울시의 주택 유형이 전반적으로 필로티 주택으로 변화하고 있는 추세에 따라 필로티 주택이 증가하고 있는 지역이다.

1) Bill Hillier와 Julianne Hanson이 정립한 이론으로 형태학과 위상수학을 이용해 건축물 또는 도시의 공간적 배치를 분석하는 방법이다. 이는 공간의 가시적 특성을 정량화된 지표를 통해 파악할 수 있어 도시공간과 사회현상의 연관성을 분석하는데 용이하다.

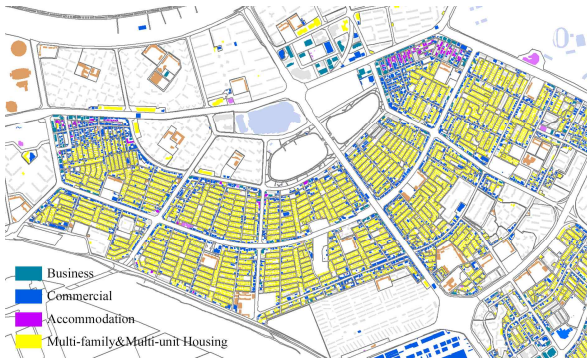


Figure 2. Land use of the target area

Figure 2은 A구 저밀도지구의 건물용도를 나타낸 것이다. A구의 다세대·다가구주택 지역은 주로 간선도로에 면한 상업블록 후면에 위치해 있다. 이러한 지역은 근린 주거 단위로 구분된다 (전면도로 길이 500-800m). 주거용지, 상업용지, 공원녹지용지 등으로 토지이용이 세분화되며, 건물의 배치, 형태, 규모 등 정해진 지침 하에 모든 물리적 환경이 계획적으로 적용되어 있다. 특히 주거 내 중심지 및 주거간 접합부로서 근린생활시설 및 커뮤니티 시설 등이 배치되어 있으며, 1층은 대부분 근린생활 및 상업시설 용도로 사용되고 있어 용도가 일률적으로 배치되어 있다.

Table 2는 대상지 내 주민들의 경제적인 상황을 파악할 수 있다. 본 대상지는 토지구획사업으로 동일한 토지로 분할되었기 때문에 인문사회학적 요인이 매우 유사하다. 주민들의 소득 수준이 유사한 것을 알 수 있다.



Figure 3. Burglary map of multi-family and multi-unit housing areas in the target district in 2010 (ArcGIS Kernel)

Figure 3는 대상지 내 저밀도 지구에서 발생한 주거침입절도 현황을 Kernel 밀도지도로 나타낸 것으로, 범죄 발생 밀도를 볼 수 있다. a지역, e지역, b지역, c지역, d지역 순으로 범죄가 밀집되어 있다. 주거침입절도의 밀도가 가장 큰 a지역은 범죄가 주로 밀집되어 있는 곳 주변부에 축구장, 야구장 등 주민 체육시설이 위치하고 있어, 범죄에 가시성 외 요인이 작용할 것으로 사료되어 제외하였다. d지역은 범죄밀도가 비교적 낮기 때문에 대상지 선정에서 제외하였다.

따라서 물리적 환경, 용도, 인문사회학적 요인, 범죄 발생 등 비슷한 환경적 조건을 가지고 있어, 가로의 가시성

만을 연구하기에 비교적 적합한 지역인 b지역, c지역, e지역을 중심으로 분석하였다.

Table 2. Socio-demographic factors

Area	a	b	c	d	e
Element					
Population mobility (%)	30.12	35.08	36.079	31.47	33.27
Unemployment (unemployment/total)	0.010	0.011	0.012	0.009	0.009
Collection of local tax (number of family)	28,397	37,030	25,999	29,487	39,735
Basic Livelihood Security Recipient (number)	298	447	428	358	324

3.2 종속변수

본 연구에서는 주거침입절도에 영향을 미치는 가로구성요소를 도출하기 위하여 주거침입절도 발생 여부를 종속변수로 설정하였다.

이에 대상지 A구 경찰청 협조를 받아 2010년 한 해 동안 일어난 8,014건의 '5대 범죄 발생 데이터'를 확보하였고, 그 중 주거침입절도 데이터를 추출하여 b지역 c지역, e지역의 320개의 가로단위에서 총 134개의 범죄 발생 지점, 186개의 범죄 비발생 지점을 파악하였다. 이 데이터는 범죄발생 장소와 주소가 상세하게 기록되어 있어 정확한 범죄발생 장소를 알 수 있다.

주거침입절도 데이터는 통계분석 단계에서 범죄 발생 여부를 나타내는 Dummy 변수 (범죄 비발생: 0, 범죄 발생: 1)로 코딩되었다.

3.3 독립변수

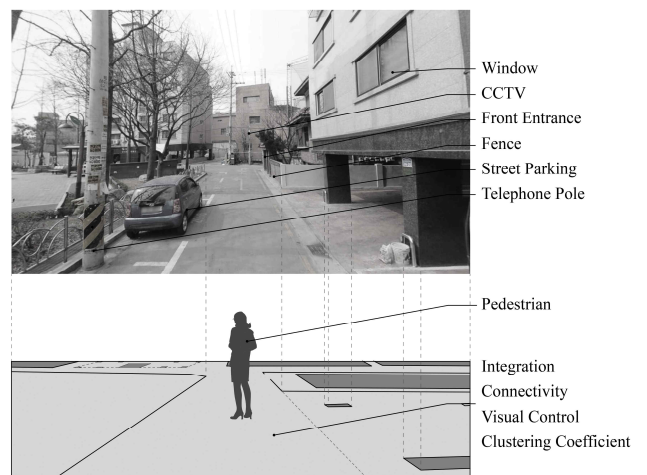


Figure 4. Street components of multi-family and multi-unit houses

본 연구는 Figure 4와 같이 다세대·다가구주택 지역의 가로현황과 선행연구를 바탕으로 주거침입절도 발생에 영향을 미치는 가로구성요소를 건축, 가로, 공간, 행동 특성으로 분류하여 추출하였다 (Choi & Jo, 2010).

범죄 발생에 영향을 미치는 건축 특성은 출입구, 창문,

담장 등이 있다. 이 중 출입구는 가로에서 잘 보이는 곳에 있을 때 주민들의 출입과 보행으로 인해 자연적 감시를 증가 되고 (Minnery & Lim, 2005; Abdullah, Marzbali, & Tilaki, 2013), 창문 또한 주민들이 가로를 가시할 수 있는 기회를 제공하여 자연적 감시를 유발하기 때문에 범죄 발생 위험이 감소한다 (Takizawa, 2013; Abdullah, Marzbali, & Tilaki, 2013). 담장은 주민들의 생활공간과 가로사이의 영역을 구분하면서 가시성을 저해하고 있다 (Foster, Giles-Corti, & Knuiman, 2011; Abdullah, Marzbali, & Tilaki, 2013). 이에 본 연구에서는 ‘가로에 면한 출입구 주택 비율’, ‘가로에 면한 창문의 개수’, ‘폐쇄담장의 비율’ 등 총 3가지 변수를 건축 특성 변수로 추출하였다.

가로 특성은 CCTV, 노상주차, 전신주 등이 있다. 이 중 CCTV는 주민들의 지속적인 자연적 감시의 한계를 보완하여 범죄 발생 위험을 감소시킨다 (Park, Oh, & Paek, 2012). 가로에 주차된 차량은 주민들의 가시영역을 차단하고 (Greenberg, Rohe, & Williams, 1982), 전신주 또한 가로의 가시성을 저해하는 요소이다. 따라서 본 연구에서는 ‘CCTV 유무’, ‘노상주차 비율’, ‘전신주 간격’ 등 총 3가지 변수를 가로 특성 변수로 추출하였다.

공간 특성은 Visibility Graph Analysis (VGA)²⁾를 통해 도출되는 값으로 파악할 수 있는데, 이 중 국부통합도는 가로 위계상의 중요도를 나타내는 지표로 사용자 활성도를 나타낸다. 연결도는 한 공간에서 직접적으로 접근할 수 있는 공간의 수로 이웃 공간과 시각적 연결 정도를 나타낸다. 통제도는 단위 공간이 받는 통제의 정도로 가로의 시각적 지배의 정도를 나타낸다. 결집계수는 그리드 군집내에서 서로 연결되어 있는 정도로 이동에 따른 시각적 손실의 정도를 나타낸다 (Hillier & Hanson, 1984). 이러한 VGA는 가로 공간 내의 바닥과 기초를 제공하는 요소들인 가로 길이와 폭, 오픈스페이스, 담장 등을 바탕으로 종합적인 분석을 한다. 본 연구에서는 ‘국부통합도’, ‘연결도’, ‘통제도’, ‘결집계수’ 등 총 4가지 공간구문지표³⁾를 공간 특성 변수로 추출하였다.

행동 특성은 가로의 물리적 특성 이외에 주거 침입 절

도 범죄에 영향을 미치는 환경적 요소로, Hillier et al. (1993)의 연구에서 공간구조 특성과 이용량 사이에 매우 밀접한 관계가 있다는 분석 결과에 따라 보행량을 행동 특성 변수로 추가하였다.

그 외 선행연구에서 범죄에 영향을 미치는 가로구성요소로 용도, 인구사회학적 요소, 식재, 조명 등이 언급되었으나, 본 연구에서는 대상지의 토지이용용도와 인구사회학적 요소가 대부분 유사한 곳을 선정하였기 때문에 이를 변수 선정에서 제외하였다. 식재는 계획된 아파트와 단독주택 단지가 아닌 주거지에서는 일반적으로 조경공간이 부족하고, 조명은 본 연구의 시간적 범위인 주간보다 야간에 더욱 영향을 미칠 것으로 판단되어 제외하였다.

Table 3. Independent variable

	Variable		Metric
Building	BU1	Front entrance	0. 0~29% 1. 30~59% 2. 60~100%
	BU2	Front window	Count
	BU3	Nontransparent fence	0. ~29% 1. 30~59% 2. 60~100%
Street	ST1	CCTV	0. Non-existent 1. Existent
	ST2	Street parking	0. ~29% 1. 30~59% 2. 60~100%
	ST3	Distance between pole	0. 0~29m 1. 30~59m 2. More than 60m
Space	SP1	Integration	Relative value
	SP2	Connectivity	Relative value
	SP3	Visual control	Relative value
	SP4	Clustering coefficient	Relative value
behavior	BE1	Pedestrian	0. 0~9 people 1. More than 10 people

2) VGA는 대규모 도시 및 건물 내부의 공간구조와 이들 간의 시각적 연결에 대한 정량적 관계를 규명하는 기법이다. 이는 분석단위를 그리드에 맞춘 것으로, 공간을 잘게 그리드화하여 각 그리드가 다른 그리드와 연결되기 위해서 최소 몇 개의 에지(Edge)를 거쳐야 하는지 분석하여 해당 그리드가 시각적, 상대적으로 얼마나 고립되어 있는가를 보여 준다 (Turner, Doxa, & Penn, 2001).

3) VGA를 통해 도출되는 공간구문지표로는 통합도 (Integration), 연결도 (Connectivity), 통제도 (VGA Control), 공간인지도 (Intelligibility), 가시평균깊이 (Mean Depth), 결집계수 (Clustering Coefficient) 등이 있다. 여기서 통합도는 Global 범위의 전체통합도, Local범위의 국부통합도로 구분될 수 있는데, Hillier et al. (1993)의 연구에서 국부통합도가 통행량과 관련 있다는 연구결과에 따라 본 연구에서는 국부통합도를 분석 요소로 선정하였다. 공간인지도는 통합도와 연결도를 이용한 분석 결과 지표이고, 공간깊이는 통합도의 역수와 같은 의미이기 때문에 제외하였다.

본 연구는 ‘가로에 면한 출입구 주택 비율’, ‘가로에 면한 창문의 개수’, ‘폐쇄담장의 비율’, ‘CCTV 유무’, ‘노상주차 비율’, ‘전신주 간격’, ‘국부통합도’, ‘연결도’, ‘통제도’, ‘결집계수’, ‘보행량’ 등 총 11개의 변수를 선정하였다 (Table 3).

가로 마다 길이, 주택의 수 등이 다른 점을 고려하여 일부 독립변수의 데이터를 가로에 대한 해당 독립변수의 비율(%)로 도출하였다. ‘가로에 면한 출입구 주택 비율’은 가로에 면한 주택 중에 가로에 면한 출입구를 가진 주택의 비율을 조사하였다. ‘폐쇄담장의 비율’은 가로에 면한 담장 중에 폐쇄 담장의 비율을 조사하였다. ‘노상주차 비율’은 가로 내에 노상 공영 주차선 중 주차되어 있는 비율을 조사하였다. ‘전신주 간격’은 가로 내 전신주간의 거리를 측정하고 평균으로 도출하였다.

Table 4. Correlation analysis between Independent variable for multicollinearity

	BU1	BU2	BU3	ST1	ST2	ST3	SP1	SP2	SP3	SP4	PE1
BU1	1										
BU2	0.008	1									
BU3	0.829**	0.193*	1								
ST1	0.189*	-0.047	-0.130	1							
ST2	-0.007	-0.070	-0.251**	0.073	1						
ST3	0.016	-0.007	0.032	0.304**	0.44	1					
SP1	0.068	0.057	0.715*	-0.120	0.023	0.018	1				
SP2	-0.146	-0.199*	-0.361**	-0.071	0.015	-0.200*	-0.227**	1			
SP3	0.242**	-0.072	0.118	0.072	-0.021	0.132	0.074	-0.097	1		
SP4	-0.081	-0.312**	-0.041	-0.038	0.041	0.030	0.045	0.033	0.050	1	
BE1	0.88	-0.088	0.344**	0.076	-0.090	0.035	-0.084	-0.240**	0.039	0.12	1

3.4 분석 방법

주거침입절도에 영향을 미치는 가시성과 관련된 가로 구성요소를 파악하기 위해 320개의 가로를 Table 3을 토대로 지표표를 산출하였다. 건물 특성과 가로 특성은 가로 및 주변 조사, 행동 특성은 보행량 조사, 공간 특성은 VGA로 각각 이루어졌다.

가로 및 주변 조사는 총 10명을 동원하여 2014년 5월 12일~16일, 8월 11일~15일 총 2번에 걸쳐 조사하였고, 보행량 조사는 총 16명을 동원하여 2014년 8월 4일~8일, 10월 6일~10일, 12월 8일~12일, 2015년 3월 16일~20일 총 4번에 걸쳐 조사하였다. VGA는 Depth map X를 이용하여 지표표를 산출하였다.

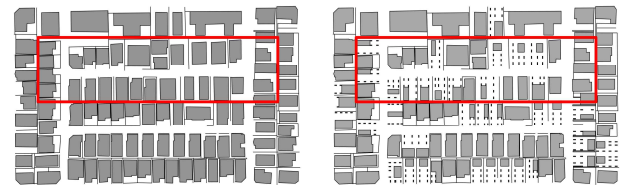
주거침입절도 발생여부에 따른 각 가로구성요소의 영향을 알아보기 위해서 상관 분석과 다중 로지스틱 회귀 분석 (Multiple logistic regression analysis)⁴⁾을 SPSS 18.0으로 실시하여 가로구성요소가 주거침입절도에 미치는 영향을 분석하였다.

3.5 분석 단위

분석 단위는 주거침입절도에 영향을 미치는 가로구성요소를 도출하기 위해 Figure 5의 (b)에서 표시한 범위와 같이 하나의 가로와 그 가로에 면한 건축물까지의 영역을 하나의 단위로 설정하여 총 320개 단위를 조사하였다. 각 분석 단위의 VGA 지표 값은 Depth Map X에서 평균값으로 도출된다.

기존 VGA 연구들은 Figure 5의 (a)와 같이 지붕층을 대상으로 분석하여 가로의 구조에 따른 분석을 하는데 그치고 있다. 본 연구의 대상지는 필로티 주택이 증가하는 곳임을 감안했을 때 기존의 방법은 정확한 분석을 하는데

한계가 있다고 판단하였다. 보다 정확한 VGA 지표 값을 도출하기 위해 (b)와 같이 건축물의 유형, 오픈스페이스, 가로 폭, 가로 길이, 담장 길이 등을 분석 평면에 자세하게 표현하여 VGA를 실시하였다 (Figure 5 (b) 참조).



a) Simply roof floor plan

b) Ground level plan

Figure 5. Examples of VGA Preparation

4. 결과 분석

4.1 다중공선성 검증

분석에 앞서 독립 변수들 간의 연관성을 파악하기 상관분석을 통해 다중공선성을 확인하였다 (Table 4). 일반적으로 pearson 상관계수의 절댓값이 0.7이상이면 강한 상관관계가 있다고 판단한다 (Field, 2009).

선별된 변수들 간의 상관분석을 살펴본 결과, 폐쇄담장의 비율 (BU3)은 정면 출입구 주택 비율 (BU1), 국부통합도(SP1)와의 상관계수가 각각 0.829, 0.715로 높은 상관관계를 보이고 있다. 따라서 다중공선성이 발생할 것으로 사료되어 폐쇄담장의 비율 (BU3)을 독립변수에서 제외하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다.

4.2 추정결과

4.2.1 모형의 적합도 및 설명력

로지스틱 회귀모형은 Hosmer-Lemeshow test를 통해 예측 회귀모형이 관측한 데이터를 얼마나 잘 분류하였는지 알 수 있다. Chi-square은 종속변수의 실제 값과 모형에 의한 예측 값의 차이를 나타내는데 Chi-square=0.340으로 비교적 작기 때문에 실제 값과 예측 값의 차이가 적어 모형이 적합하다고 할 수 있다. 또한 p-value는 $p>0.05$ 일 때 귀무가설을 기각하지 못하는데, $p=0.928$ 으로 적합하

4) 로지스틱 회귀분석이란 독립변수와 종속변수간의 인과관계를 규명하는 통계기법으로 종속변수에 영향을 미치는 요인들이 어느 정도의 영향력을 가지는지를 통계적으로 찾아낼 수 있는 방법이다. 이 분석 방법은 단순 회귀분석이나 다중 회귀분석의 종속변수가 주로 척도(등간, 비율)변수인 것과는 달리 이분형 범주를 나타낼 때 사용된다. 이분형 범주인 경우에는 결과 값이 정규분포를 이루지 않고 이항분포를 이루는 것으로, 범주 발생과 같이 정규분포를 이루지 않는 변수에 적합한 분석방법이다.

다.

모형의 설명력은 -2Log likelihood, Cox & Snell R Square, Nagelkerke R Square 으로 확인 할 수 있다. -2Log likelihood는 모형이 데이터를 얼마나 나타내지 못했는가를 나타내는 수치로, 27.094으로 비교적 작은 값을 나타내고 있다. Cox & Snell R Square와 Nagelkerke R Square은 모형의 종속변수가 얼마나 데이터를 잘 설명해주는가에 대한 것으로 1에 가까울수록 설명력이 있다고 판단하는데, 이 모형은 각각 0.768, 0.829 으로 설명력이 있다.

4.2.2 다중 로지스틱 회귀분석 결과

Table 5. Result of multiple logistic regression analysis

	B	S.E.	Sig.	Exp(B)
BU1			0.005	
BU1(1)	-0.748	2.412	0.002	0.844
BU1(2)	-0.563	3.544	0.003	0.767
BU2	-0.482	1.651	0.025	0.701
ST1(1)	0.315	2.425	0.152	1.372
ST2	-0.562	2.366	0.001	0.512
ST3	0.428	2.841	0.187	1.112
SP1	-0.057	2.907	0.004	0.328
SP2	0.359	5.444	0.023	2.612
SP3	0.101	2.372	0.022	1.559
SP4	-0.699	5.501	0.002	0.910
BE1(1)	0.565	2.267	0.014	2.331

Multiple logistic regression analysis을 사용하여 가시성과 관련된 가로구성요소가 주거침입절도범죄에 미치는 영향을 분석한 결과는 Table 5과 같다. 가시성과 관련된 가로구성요소 중 BU2, SP2, SP3, BE1 등이 유의수준 0.05에서 유의미하고, BU1, ST2, SP1, SP4 등이 유의수준 0.01에서 유의미하다. ST1, ST3 은 유의미하지 않은 것으로 나타났다.

Exp(B)는 Equation (1), (2)와 같이 주거침입절도가 발생할 확률과 발생하지 않을 확률의 비를 뜻하는 것으로 odds ratio라고도 부른다. 독립변수가 1 증가할 때 범죄비발생할 경우(0)보다 발생할 경우(1)의 비율을 나타낸 것으로 범죄에 영향을 미치는 가중치를 의미한다. SP2, BE1, SP3 순으로 값이 커질수록 주거침입절도가 발생할 확률이 높아지고, SP1, ST2(1), BU2, BU1(2), BU1(1), SP4 순으로 값이 커질수록 주거침입절도가 발생할 확률이 낮아진다.

$$\frac{p(x)}{1-p(x)} = \exp(\beta_0 + \beta_1 x) : odds \quad (1)$$

β : 회귀계수, x : 독립변수, $p(x)$: 종속변수가 발생할 확률

$$oddsratio = \frac{odd_{(x-1)}}{odd_{(x)}} = \frac{\exp(\beta_0 + \beta_1(x+1))}{\exp(\beta_0 + \beta_1 x)} = \exp(\beta) \quad (2)$$

먼저, 가로에 면한 출입구 주택 비율 (BU1)은 30%미만 일 때보다 주거침입절도 발생 위험도가 30%이상 60%미

만일 때 0.844배, 60%이상일 때 0.767배로 낮아진다. 이는 가로에 면한 출입구 주택이 많을수록 주민들의 출입으로 인한 자연적 감시가 증가한다. 범죄자입장에서 주민이 불시에 나타날 수 있는 위험성을 고려하여 범행 장소로 선택하지 않는 것으로 판단된다.

가로에 면한 창문 개수 (BU2)가 증가할 때마다 주거침입절도 발생 위험도가 0.701배로 낮아진다. 창문은 거주민들이 가로를 가시할 수 있는 기회를 제공하기 때문에 자연적 감시가 일어난다. 또한 범죄자로 하여금 다수의 감시자가 거주하고 있는 것으로 인지하여 범행 장소로써 선택하지 않는 것으로 사료된다.

CCTV (ST1)가 없을 때보다 있을 때 주거침입절도 발생 위험도가 0.512배로 낮아진다. CCTV는 24시간동안 가로를 가시하고 있기 때문에 자연적 감시를 지속할 수 없는 사람의 한계를 보완해 준다. 범죄자는 CCTV가 있는 곳에서 정체가 발각될 위험이 있기 때문에 범행 장소로 선택하지 않는 것으로 예상된다.

국부통합도 (SP1)는 증가할 때마다 주거침입절도 발생 위험도가 0.328배로 낮아져 낮아진다. 국부통합도는 공간구조 위계를 나타내며 가로가 활발하게 이용되는 정도를 나타내는 지표이다. 범죄가 일어나는 공간은 낮은 이용자 활성도를 보인다고 해석할 수 있다. Table 6을 보면, 주거침입절도 발생 가로는 필로티 주택이 많고, 오픈스페이스가 없으며, 가로의 폭이 좁고 길며, 담장의 길이가 길어 가시적 깊이가 깊은 것으로 나타났다. 특히 필로티 주택의 1층부 주차장으로 인해 가시가 어려운 공간이 형성되기 때문에 범죄자가 정체를 쉽게 은폐할 수 있어 범죄로 이어질 가능성이 있을 것으로 사료된다.

Table 6. Elements of street structure

	Piloti house (%)	Open space (unit)	Street width (m)	Street length (m)	Fence length (m)
Crime	45.19	26	4.61	133.17	16.75
No crime	29.16	44	4.94	126.84	13.36

연결도 (SP2)는 증가할 때마다 주거침입절도 발생 위험도가 2.612배 높아진다. 연결도는 한 공간에서 직접적으로 접근할 수 있는 공간의 수로, 이웃 공간과 시각적 연결 정도를 나타낸다. 범죄자의 입장에서는 연결도를 ‘갑작스러운 방해자의 출현’과 ‘도주의 가능성’이라는 두 가지 상반된 측면으로 해석할 수 있다 (Choi & Kang, 1993). 본 연구에서는 이웃 공간과의 시각적 연결성이 높을수록 범죄자의 ‘도주의 가능성’이 높다고 사료된다.

통제도 (SP3)는 증가할 때마다 주거침입절도 발생 위험도가 1.559배 높아진다. 통제도는 한 공간에 인접된 주변 공간들에 대한 그 공간의 통제정도를 뜻한다. 본 연구의 결과에서는 통제도가 높다는 것은 범죄자 관점에서 이웃 공간을 시각적으로 통제할 수 있는 곳에서 범죄를 일으키는 것으로 판단된다.

결집계수 (SP4)는 증가할 때마다 주거침입절도 발생 위험도가 0.910배 낮아진다. 결집계수는 그리드 군집 내에

서 서로 연결되어 있는 정도로, 이동에 따른 시각적 손실의 정도를 나타낸다. 이동에 따른 시각적 손실이 적고, 시각적 공유가 일어날수록 범죄 위험도는 낮아지는 것으로 사료된다. 그러나 결집계수는 다른 요인들에 비해 상대적으로 영향력이 미미한 것으로 나타났다.

보행량 (BE1)은 증가할 때마다 주거침입절도 발생 위험도가 2.331배 높아진다. 노상에서 일어나는 범죄에서 보행량이 많다는 것은 자연적 감시(Natural surveillance)가 많이 일어나기 때문에 부의 영향을 미친다고 일반적으로 해석된다. 그러나 본 연구의 대상인 주거침입절도는 주거 내부에서 일어나는 것이기 때문에 가로에서의 많은 보행량은 오히려 범죄자의 범행 전, 후에 정체를 은폐할 수 있다고 해석할 수 있다.

주차 비율 (ST2), 전신주 간격 (ST3)은 가시성과 관련이 있지 않아 주거침입절도 발생에 영향을 미치지 않는 것으로 분석되었다.

5. 결 론

본 연구는 다세대·다가구주택 지역의 가로공간을 대상으로 가시성과 관련된 가로구성요소 11가지를 도출하여 8가지 요소가 주거침입절도에 서로 다른 가중치로 영향을 미치고 있음을 입증하였다. 연구를 통해 얻은 결과는 다음과 같이 요약된다.

첫째, 가로구성요소 중 연결도, 보행량, 통제도가 주거침입절도 발생을 증가시키는 것으로 나타났다. 이 요소들은 범죄자에게 범행 및 도주가 용이하도록 하는 것으로 보인다. 이 중 연결도가 가장 크게 주거침입절도 발생을 증가시키는 요소로 분석되었다. 시각적 연결이 높을수록 가로의 시야확보가 용이하여 범죄자의 도피측면에서 유리한 것으로 사료된다. 이 결과를 바탕으로 위 요소들은 추후 범죄예방 정책의 일환인 지리적 프로파일링 시스템의 분석 변수로서 반드시 제시되어야 할 요소들이라 할 수 있다.

둘째, 가로구성요소 중 국부통합도, CCTV 유무, 가로에 면한 창문 개수, 가로에 면한 출입구 주택 비율, 결집계수가 주거침입절도 발생을 감소시키는 것으로 나타났다. 이 요소들은 가로 내 가시성을 확보하여 주민들의 자연적 감시가 일어날 수 있도록 하는 것으로 나타났다. 이 중 국부통합도가 가장 크게 주거침입절도 발생을 감소시키는 것으로 나타났다. 주거침입절도가 발생하는 가로는 가로에 면한 필로티 주택의 1층부 주차장과 같이 가시적 깊이가 깊은 공간이 많기 때문에 가로에서의 가시성이 좋지 않아 범죄가 발생하는 것으로 판단된다. 이는 최근 주거유형이 주차 공간 확보를 위해 필로티 주택으로 변화하고 있는 것으로 미루어 보아 이 연구결과를 토대로 건축계획단계에서 가로에 면한 필로티 주택의 1층부 주차장의 가시성과 관련하여 정책적인 개선을 통해 안전한 가로 공간을 확보해야 할 것으로 판단된다.

셋째, 전신주 간격, 노상주차 비율은 주거침입절도에 영향을 미치지 않는 것으로 도출되었다. 야간에 조명이

설치되어 있지 않은 가로의 전신주의 경우 충분히 가로환경의 시각적 사각지대로 될 가능성이 많다. 그러나 이와 달리 주간에는 전신주 자체만으로 가시성에 영향을 미치지 않는 것으로 사료된다. 또한 노상주차는 주민들이 직장, 학교에 머물고 있을 시간대인 오전 9시부터 6시까지의 노상에 주차되어 있는 차가 비교적 적기 때문에 가시성에 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 그러나 주차가 시작되는 야간에는 다른 양상을 보일 것으로 예상된다.

본 연구는 기존의 범죄발생 영향요소를 분석한 연구들이 거시적 차원에서 분석하기 때문에 정확한 요소를 파악하는데 제한이 있는 한계를 지적하여, 실제 범죄 데이터를 바탕으로 미시적 차원에서 범죄발생 영향요소를 분석하였다. 추후 이 연구를 바탕으로 범죄 예측 시스템을 고도화, 구체화하여 주민들의 주거 환경에 안전성을 부여하는데 의의가 있다. 그러나 확보된 범죄 데이터 내에서 분석 대상 가로를 추출하였기 때문에 표본수가 적어 통계적인 한계가 있다. 후속 연구에서는 범죄 데이터가 개방됨에 따라 보다 넓은 범위의 데이터를 확보하여, 주거침입절도에 영향을 미치는 가시성 관련 가로구성요소를 더욱 정확히 분석하고 도출해야 할 것이다.

REFERENCES

1. Abdullah, A., Marzbali, M. H., & Tilaki, M. J. M. (2013). Predicting the influence of CPTED on perceived neighbourhood cohesion: Considering differences across age. *Journal of environmental psychology*, 36, 54-64.
2. Baran, P. K., Smith, W. R., & Toker, U. (2007). The space and crime: Evidence from a suburban community. 6th International space syntax symposium.
3. Chang, D. (2009). Social crime or spatial crime? Exploring the effects of social, economical, and spatial factors on burglary rates. *Environment and behavior*.
4. Choi, Y., & Kang, I. (1993). Spatial structure of crime in apartment sites. *Journal of architectural institute of Korea*, 58('93.8), 25-33.
5. Choi, J., & Jo, H. (2010). A study on the form-element of buildings affecting in street spaces. *Journal of the Korean association of geographic information studies*, 13(1), 16-27.
6. Desyllas J., Connolly, P., & Hebbert, F. (2003). Modelling natural surveillance. *Environment and planning B*, 30 (5), 643-656.
7. Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. Sage publications.
8. Foster, S., Giles-Corti, B., & Knuiman, M. (2011). Creating safe walkable streetscapes: Does house design and upkeep discourage incivilities in suburban neighbourhoods?. *Journal of environmental psychology*, 31(1), 79-88.
9. Greenberg, S. W., Rohe, W. M., & Williams, J. R. (198

- 2). Safety in urban neighborhoods: A comparison of physical characteristics and informal territorial control in high and low crime neighborhoods. *Population and environment*, 5(3), 141-165.
10. Hillier, B. (2003). The knowledge that shapes the city: the human city beneath the social city. 4th International space syntax symposium.
11. Hillier, B. (2004). Can streets be made safe?. *Urban design international*, 9(1), 31-45.
12. Hillier, B., & Hanson, J. (1984). The social logic of space. *Cambridge university press*.
13. Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T., & Xu, J. (1993). Natural movement-or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. *Environment and planning B*, 20(1), 29-66.
14. Hillier, B., & Shu, S. (2000). 12. Crime and urban layout: The need for evidence. Secure foundations: Key issues in crime prevention, *Crime reduction and community safety*, 224.
15. Jacobs, J (1961). The death and life of great American cities, *NewYork, Vintage Books*.
16. Jang, K. R. (2014). A study of the correlation between visibility-related street components and residential burglaries in multi-family & multi-unit housing areas. *Sejong university*.
17. Lockwood, D. (2007). Mapping crime in Savannah social disadvantage, land use, and violent crimes reported to the police. *Social science computer review*, 25(2), 194-209.
18. Minnery, J. R., & Lim, B. (2005). Measuring crime prevention through environmental design. *Journal of architectural and planning research*, 22(4), 330-341.
19. Newman, O. (1972). Defensible space. New York: Macmillan.
20. Park, H. H., Oh, G. S., & Paek, S. Y. (2012). Measuring the crime displacement and diffusion of benefit effects of open-street CCTV in South Korea. *International journal of law, Crime and justice*, 40(3), 179-191.
21. Reis, A. T., Dutra, M., & Zago, G. (2013). Effects of some segments features on residential crime in two boroughs. 9th International space syntax symposium.
22. Takizawa, A. (2013). Emerging pattern based street crime analysis. *Journal of environmental engineering*, 78(68), 957-967.
23. Takizawa, A., Koo, W., & Katoh, N. (2010). Discovering distinctive spatial patterns of snatch theft in Kyoto city with CAEP, *Journal of asian architecture and building engineering*, 9(1), 103-110.
24. Turner, A., Doxa, M., O'sullivan, D., & Penn, A. (2001). From isovists to visibility graphs: a methodology for the analysis of architectural space. *Environment and Planning B: Planning and design*, 28(1), 103-121.
25. Wu, L., Liu, X., Ye, X., Leipnik, M., Lee, J., & Zhu, X. (2015). Permeability, space syntax, and the patterning of residential burglaries in urban China. *Applied geography*, 60, 261-265.

(Received Jul. 2 2015 Revised Feb. 15 2016 Accepted Jun. 30 2016)