

주거지역에서 가로조명에 의한 침입광발생 분석

A Field Investigation on Light Trespass of Residential Buildings by Street Lighting

하 나*
Ha, Na

김 정 태**
Kim, Jeong Tai

Abstract

Spill light by street lighting is a kind of light pollution creating cozy night atmosphere, interfere visual private and cause insomnia at night. This study was to survey light trespass of the windows in residential buildings. According to outdoor lighting control guidance in Seoul, three different areas were selected to investigate the trespass light to windows. The results were as follows: 37% of the buildings of 386 buildings were influenced by street lighting, and 47% of windows were occurred light trespass. Therefore, the street lighting affected light trespass at night in survey area. The main reasons of light trespass were luminaire type, luminaire pole height, and street width. For protecting the light trespass to windows, it is necessary to non-cutoff fixture to full cutoff fixture by the street width.

키워드 : 가로조명, 침입광, 빛공해, 광원

Keywords : Street Lighting, Light trespass, Light pollution, Light source

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

2009년 12월 23일 주요 언론사들은 일제히 서울시가 과도한 조명을 제한하는 내용의 '빛공해 방지 및 도시조명 관리 조례안'을 입법예고한 사실을 보도했다. 이는 전국 지방자치단체 중 처음으로 야간의 조명환경에 대해 규제한 법안으로 아파트 옥상조명, 교차로 옥외광고판 등 과도한 빛으로 수면과 운전 등 시민 생활의 안전이 위협받고 있다는 지적에 따른 조치이다.

수년전 야간경관을 개선하자는 움직임 아래 밝고 화려한 조명기구로 건물의 외관을 비추던 과거의 상황과는 상반된 상황이다. 그러나 건강한 삶과 생태보호에 대한 의식이 향상되고 빛공해에 대한 인지도가 늘어났고, 학계에서의 연구결과 지나치게 밝은 야간환경은 별빛을 기준으로 이동하는 철새와 회유성 어종들의 이동을 방해하고, 여름철의 매미는 야간의 밝은 조명으로 인해 야간의 소음공해를 일으키는 등 생태계의 혼란을 초래하고 있다. 야간의 과도한 조명환경은 자연뿐 아니라 인간에게도 영향을 끼치는데, 야간의 밝은환경 때문에 인체의 생체리듬이 깨져 불면증의 원인이 되고 순발력, 창의력, 집중력을 저하하며

밝은 빛에 오래 노출되는 경우 당뇨병, 고혈압 등의 질병이 발생하고 유방암, 전립선암에 걸릴 확률이 높다는 연구 결과가 발표되었다.

주거환경에 침입하는 외부로부터의 조명은 사생활 침해의 우려가 있으며 야간의 정온한 주거환경을 조성하는 데에도 방해요인으로 작용한다. 또한 창문을 통해 내부로 입사되는 조명은 거주자의 야간의 수면환경에도 악영향을 끼친다.

건축물의 경관조명보다는 각 지역에 위치한 가로조명이 주거환경에 직접적인 영향을 끼친다. 따라서 본 연구에서는 현재 가로조명이 주거환경에 끼치는 상황을 조사하고 그 대안을 찾는것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 방법

본 연구에서는 서울시 야간경관계획에서 야간경관조명 규제지역 선정기준을 바탕으로 서울성곽의 안쪽에 위치한 지역이자 경복궁 근처에 위치한 체부동길, 필운대길, 서울성곽 500m 인접지역 내에 위치한 송월동길, 그리고 일반지역인 홍파동길에 위치한 주거용 건축물과 설치된 가로조명을 야간에 차례차례로 현장 조사하였다.

2. 가로조명에 관한 이론 고찰

2.1 침입광의 정의

국제조명위원회 (The Commission Internationale de l'Eclairage:

* 경희대학교 건축공학과 석사과정 (hanal112@khu.ac.kr)

** 교신저자, 경희대학교 교수 (jtkim@khu.ac.kr)

CIE)에서는 침입광에 대해 원하지 않는 양, 방향, 과장대의 빛이 불편함, 불편함, 주의산만, 짜증유발 또는 시각능력 저하에 영향을 끼치는 것으로 정의한다. CIE150:2003에서는 사유지의 최대 수직면조도를 제안하고 있는데 그 기준은 표 1과 같다. CIE의 권고안은 주거지역이나 잠재적 주거지역 특히 창면부에 대해 제한하고 이 규제값들은 설치되어 있는 모든 조명의 조도값을 더한 값이다.

표 1. 사유지의 최대 수직면조도¹⁾

조명기술 요소	적용상황	환경구역 구분			
		E1	E2	E3	E4
수직면 조도	소등 전	2lx	5lx	10lx	25lx
	소등 후	0lx	1lx	2lx	5lx

영국 조명기술자협회 (The Institution of Lighting Engineers: ILE)에 따르면 침입광은 누출된 빛이 건물의 내부나 지역 내로 들어와 뉴스스(nuisance)²⁾를 유발하는 모든 형태의 빛을 이르며, 이는 자본의 소모와 전기에너지소모 필요없는 온실가스배출의 원인이 된다.

국제 암천협회 (International Dark-sky Association: IDA)에서는 침입광에 대해 빛이 원하지 않는 장소, 필요하지 않은 장소에 비추는 빛 이라고 정의한다. IDA는 외부조명으로 인한 침입광에 대해 사유지 경계선으로부터 25ft(약 7.62m)떨어진 지점에서의 수평면 조도가 0.5fc(약 5lx)를 넘지 않아야 한다고 정의한다.

위의 정의를 종합하면 침입광은 조명이 의도하지 않은 곳에 영향을 주는 것으로 정의할 수 있고 따라서 본 논문에서는 외부에서 육안으로 관찰시 주거창면에 가로조명이 비추는 경우에 대해 침입광으로 정의한다.

2.2 가로조명관련 법적기준

2005년 영국에서는 「Clean Neighborhoods and Environment Act 2005」에 인공조명 위법사항의 제재조항을 신설하여 야간의 인공조명을 가정안전, 상업안전, 스포츠시설, 가정장식, 빌딩외관 및 경관, 레이저쇼 등의 용도별로 나누고 조명의 세기, 시간, 종류 등 준수사항을 포괄적 제시하였다.³⁾ 이 법안의 모든 기술적 기준은 CIE (International Commission on Illumination)와 ILE(Institution of Lighting Engineers)의 기준을 준수할 것을 명시하고 있다. 또한 개인의 사생활을 해하는 불빛에 대해 해당 지방자치단체에 민원을 신청하는 것이 가능하다. 민원이 제기되면 해당부서는 시정명령을 내릴 수 있으며, 명령 불이행에 따른 빛공해가 지속될 경우에는 법원에 공소가 가능하다. 법원의 시정명령을 위반 시 시행하지 않았을 경우 최

고 £50,000(약 1억원)의 벌금 부과가 가능하다.⁴⁾

국내의 경우 영국과 같은 침입광에 대한 규정은 따로 마련되어 있지 않고 가로조명의 설치와 관리에 대한 기준이 있다. 가로등의 경우 국토해양부령으로 관리하고 보안등의 경우 해당 지방자치단체의 규정을 따른다.

가로등 설치에 관한 기준⁵⁾에 따르면 6m도로의 경우 가로등의 등주높이는 7~8m, 오버행거 길이, 1m, 암길이 1.5m로 규정되어 있으며 배열방법은 한쪽 또는 지그재그 배열을 하는 것으로 규정되어 있다. 램프의 종류는 나트륨등과 메탈 할라이드 램프를 사용하고 나트륨 100W램프의 경우에는 등간거리가 25m, 나트륨 150W, 메탈할라이드 175W의 경우에는 등간거리를 40m로 유지하도록 규정되어 있다.

서울시 야간경관 계획에 따르면 보행등의 설치높이는 조명이 보도에만 투사되고 인근의 상가, 주택, 공원 등에 침입광이 발생되지 않도록 6m 이내로 설치하고 보도측 조명이 상가, 녹지대, 주택에 침입하지 않도록 현장여건에 따라 조정하도록 규정되어 있다.

종로구의 보안등 설치지침 및 관리에 관한 규정에서는 보안등은 폭 12m 미만의 도로에 시설하는 것으로 정의한다. 단, 폭 12m 이상 도로로서 가로등 설치에 부적합한 경우에는 보안등을 설치할 수 있다.

표 2. 보안등 설치위치에 따른 높이에 관한 규정

보안등 설치위치	설치 높이
한국전력공사전주에 병설	지상 4~5m
보안등 전용주에 시설	지상 4~5m
건축물 및 기타 구조물에 시설	지상 2~5m

표 2는 보안등 설치위치에 따른 높이에 관해 설명하고 있다.⁶⁾ 보안등의 설치위치는 한국전력공사 전주에 병설하거나 보안등 전용주에 시설, 건축물 및 기타 구조물에 시설하는 3경우로 규정되어 있다. 이 중 한국 전력공사 전주에 병설하는 경우와 보안등 전용주에 시설하는 경우에는 설치높이를 지상 4~5m로 규정하고 있고 건축물 및 기타 구조물에 시설하는 경우는 지상 2~5m로 규정하고 있다.

가로조명에 쓰이는 램프로는 나트륨램프와 메탈 할라이드 램프 50w와 100w 램프를 병행 사용한다.

2.3 선행연구 고찰

기존의 가로조명에 관한 연구를 살펴보면 다음과 같다. 이소미외 1인(2004)은 주거지역의 옥외 가로조명 광공해에 관한 연구에서 주거지역의 옥외 가로조명을 중심으로 빛공해에 대한 정의를 설명하고 주거지역의 수평면 조도를 측정하고 주거지역의 가로조명이 CIE국제기준보다 205배에서 18배 높다는 결과를 얻었다. 또한 이소미외 3인(2004)은 가로조명의 광공해에 대한 연구에서 주거지역과 상업지역의 옥

1) Guide on the Limitation of the Effects of Obstrusive Light from Outdoor Lighting Installations, CIE 150:2003

2) 매연·오물·소음 등을 방산(放散)하여 타인의 이익을 침해하는 행위.

3) OPSI, "Clean Neighborhoods and Environment Act 2005", 2005 (2009.7.17. 검색);http://www.opsi.gov.uk/acts/acts2005/ukpga_20050016_en_1

4) Daily Telegraph, "Switch that light off or face a fine", 2004.12.09 (2009.7.17검색);<http://www.telegraph.co.uk/education/3348863/Switch-that-light-off-or-face-a-fine.html>

5) 한국토지개발공사, "가로등 설치에 관한 기준", 1987. pp41~48

6) 종로구 보안등 설치지침 및 관리에 관한 규정의 내용을 재정리

의 가로조명을 중심으로 빛공해의 개념과 국외 빛공해 방지대책 및 사례를 설명하고 동대문 지역의 옥외 가로조명의 광공해 실태를 조사한 결과 조사대상지역에서는 전체적으로 CIE 기준조도인 20lx보다 2배에서 10배가량 밝다는 결과를 도출했다. 또한 각 상업시설에서 설치한 가로조명의 형태에 따라 Cutoff형의 가로조명기구를 설치한 보행도로가 Non cutoff형태의 조명기구를 설치한 가로보다 50%낮은 조도분포를 보이는 것을 확인하였다. 장수정의 2인(2005)은 주거단지의 가로조명기구에 대해 고찰하고 기존 주거단지의 실태를 조사하여 가로조명기구의 문제점을 분석하고 주거단지 내의 가로조명의 특수성을 규명하여 이를 반영한 조명기구의 디자인과 운영방안을 제안하였으며 그 결과 논컷오프 조명보다는 컷오프형의 조명기구의 성능이 우수한 것을 입증하였다. 정종욱의 1인(2008)은 보안등에 관한 안전관리방안을 수립하는데 있어 국내 보안등 운용실태를 조사하는 것이 기초자료로써의 필요성을 강조했고 연구결과 보안등의 경우 설치상태 불량으로 허공을 조사하는 사례가 있다는 것을 확인하였다. 국내의 경우 주거지역의 가로조명에 대한 조도의 현황과 가로조명기구의 형태와 그 특성에 관한 연구는 진행되었으나 주거지역에서 가로조명으로 인한 침입광 발생 현황에 대한 연구는 미흡하다. 따라서 본 연구는 가로조명으로 인한 주거지역에서의 침입광 발생실태를 조사하여 빛공해 방지 대책을 제시하고자 한다.

2.4 가로조명기구의 종류

가로 조명기구는 그 형태에 따라 폴형, 블라드형, 바닥조명으로 구분할 수 있다. 표 3은 가로조명의 유형에 대해 구분한 것이다.⁷⁾ 보차혼용의 가로의 경우에는 형태를 따라 가로조명을 구분하는데 도로의 폭에 따라 높이에 변화를 주는 폴형과 블라드형, 바닥조명으로 구분한다. 폴형의 경우 높은 곳에 광원이 위치하기 때문에 넓은 지역의 밝기 확보에 유리하고 블라드형은 국소지역을 비추거나 포인트를 강조하는데 이용되고 지하 매입형의 경우 약한 조도로 사람의 동선을 유도하거나 경관조명을 연출하는데 사용된다.

표 3. 가로조명기구의 유형

형태	사용목적	
폴형	높은폴 (H:15~25[m])	넓은 주차장이나 광장의 중심에 설치 공간의 집중성과 상징성을 창출
	일반폴 (H:4~12[m])	넓은폭의 도로 노면에 밝기확보유리 배광제어가비교적용이
	x낮은폴 (H:1.5~4[m])	좁은폭의 도로 노면에 밝기확보 경관연출효과 창출
블라드(bollard)형 (H:0.8~1.5[m])	보도를 비추거나 조명대상의 포인트를 강조	
바닥(step light), 지하 매입형	빛으로 동선을 유도하거나 강조 연출 조명시 사용	

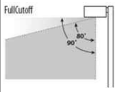

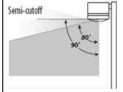
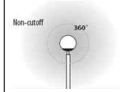
7) 장수정, 오은숙, 최안섭, “주거단지의 가로조명기구 개발 및 운용방안”, 조명·전기설비학회논문지, 19(4), 2005. 06, pp17~23

2.5 가로조명기구의 배광 형태에 따른 분류

북미 조명학회(IESNA)⁸⁾에서는 빛의 배광분포와 상향 광속비율에 의하여 조명기구를 4가지로 분류하고 있다.

표 3은 가로조명기구의 특성에 대해 나타냈다. 풀 컷오프형의 경우 배광의 분포가 90° 이상으로는 전혀 방출되지 않고 80° 이상에서 5%이내의 빛이 조사되고, 90° 이상에서 2.5%내외 80° 이상에서 5%이내의 컷오프형, 90°이상에 5%내외 80° 이상에 15%이내의 빛이 방출되는 세미컷오프형, 모든 방향으로 균등하게 조사되는 조명기구는 논컷오프형으로 구분한다.

표 4. 가로 조명기구의 특성

구분	Full cut-off	Cutoff	Semi cut-off	Non cut-off
정의	· 빛이 오직 조명기구 아래 지면으로 조사	· 빛이 90도 이상에서 2.5% 초과 가능	· 빛이 90도 이상에서 5% 초과 가능	· 빛이 사방으로 방사 · 90°이상의 범위에서 제한 없음
장점	· 직접 위로 향하는 빛이 없음 · 빛을 효과적으로 통제 가능 · 침입광을 제한하는 것이 가능 · 눈부심의 감소	· 균제도 증가 · 소유지로의 빛의 통제가 좋아짐	· 조명기구 사이 간격 증가 가능 · 풀컷오프 또는 컷오프기구보다 반사광이 감소	· 조명기구 사이 간격을 최대로 조정가능 · 수직조도 증가 · 반사된 빛의 양 최소화
배광 곡선				
상향 광속비	0%	0~5%	0~15%	0~20%

(출처: 이소미, 김정대, “주거지역의 옥외 가로조명 광공해에 관한 연구” 한국조명·전기설비학회 춘계학술대회논문집, 제7권 제6호, 2004.05, pp.9~14)

3. 가로조명으로 인한 주거창문의 침입광발생 실태조사

3.1 조사지역 개요

측정지역은 서울시종로구에 위치한 주거지역으로써 서울시 GIS포털 시스템(<http://gis.seoul.go.kr>)의 용도지구분류에 따르면 송월 2길과 송월 4길은 자연경관지구 조망가로미관지구에 해당하고 체부동은 최고고도 제한지구에 해당한다. 용도지역 분류에 의하면 체부동과 홍파동은 제 2종 일반주거지역에 해당하고 송월동은 제 1종 일반주거지역에 해당한다.

서울시에서 제정한 특정경관계획에 따르면 역사특성 보존지구와 서울성곽축에 인접한 지역은 건축물의 경관조명에 관하여 규제하고 있다.

첫 번째 조사대상지역인 서울특별시 종로구의 체부동길과 필운대길은 서울시 야간경관계획에 따라 구분하면 경복궁 경관보존지구 중 서촌지역에 해당하며 어떤 종류의 경관조명도 설치할 수 없는 강한 규제를 받고 있는 지역이다. 두 번째 조사지역인 종로구 송월동의 송월길, 송월2길, 송월4길, 송월5길, 송월6길, 송월7길은 서울성곽 500m내에 해당하는 지역으로써 이 지역은 대형전광판이나 미디어아트와 같은 대형 야간조명기구설치에 대하여 규제를 받고 있는 지역이다. 세 번째 지역인 종로구 홍파동의 홍파길은 규제를 받지 않는 일반지역으로 구분할 수 있다.

조사대상지역은 도로의 사용형태별 구분에 따르면 일반도로

8) The IESNA Lighting Handbook, Ninth Edition, 2000.7.

로써 폭원은 소로 1류와 3류가 혼재되어 있고 도로 기능별기준에 의하면 송월길과 체부동길 필운대길은 집산도로에 해당하고 송월2길, 4길, 5길, 6길, 7길, 체부동1길 홍파길, 홍파1길은 국지도로에 해당하는 지역이고 본 논문에서는 각 도로를 폭원을 기준으로 나누어 분석하였다.

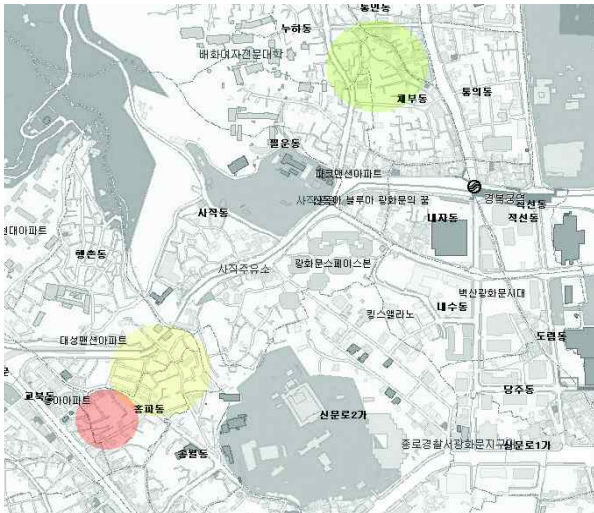


그림 1. 조사대상지역의 위치

3.2 대상 가로조명 개요

그림 2, 3, 4는 조사대상인 체부동길, 필운대길, 송월길, 송월2길, 송월4길, 송월5길, 송월6길, 송월7길, 홍파길, 홍파1길에 총 96개의 가로조명이 설치된 곳을 표시한 지도이다. 조사대상 지역의 모든 가로조명은 보안등이 설치되어 있었고 송월 1길의 경우에도 가로등 대신 보안등이 설치되어 있었다. 표 5는 해당지역의 가로조명 설치현황에 대해 나타낸 것이다. 설치된 가로조명기구의 형태는 송월4길의 Semi cutoff 1개소를 제외하고는 모두 Non cutoff형의 조명기구를 사용하고 있었다. 가로조명기구의 램프의 종류는 나트륨램프와 메탈할라이드 램프를 사용하였다. 전체 96개소의 보안등 중 34개소의 가로조명에서 나트륨램프를 사용하고 있었고 62개소의 가로조명에서는 메탈할라이드 램프를 사용하고 있다.

표 5. 조사대상지역의 가로조명 분포현황

구분		가로조명 설치대수	도로폭	도로구분
해당지역	길이름			
경북궁 인접지역	체부동길	8	5m	소로 3류
	체부동1길	13	3m	소로 3류
	필운대길	9	3m, 5m	소로 3류
서울성곽 인접지역	송월길	25	12m, 6m	소로 1류, 소로 3류
	송월2길	11	6m	소로 3류
	송월4길	3	3m, 5m	소로 3류
	송월5길	4	1.5m	소로 3류
	송월6길	7	3m	소로 3류
	송월7길	5	3m	소로 3류
규제 없는지역	홍파길	5	6m	소로 3류
	홍파1길	6	2.5m	소로 3류
합계		96	-	-



그림 2. 체부동길, 필운대길 가로등의 위치

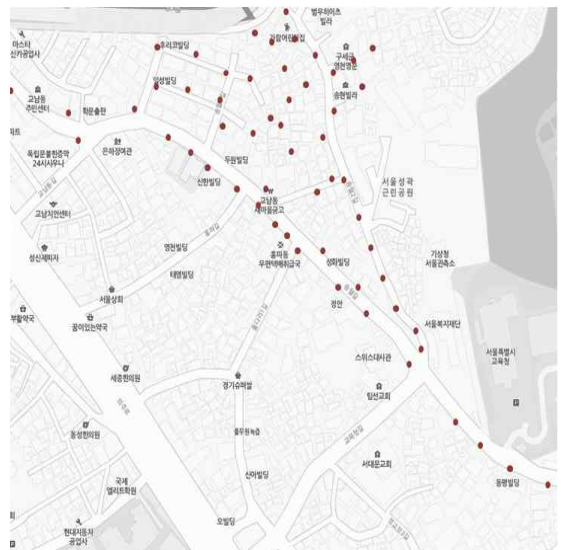


그림 3. 송월길 가로조명의 위치



그림 4. 홍파길 가로조명의 위치

3.3 측정방법

서울시 종로구에 위치한 체부동길, 필운대길, 송월길, 송월2길, 송월4길, 송월5길, 송월6길, 송월7길, 홍파길, 홍파1길에 대해 현장조사는 2009년 12월 27일부터 2010년 1월 17일 까지 진행되었다. 각 가로에 대하여 주간에는 가로에 위치한 가로조명의 위치, 종류, 개수, 건축물의 층수, 층당 창문 수, 건축물 별 근린생활시설물의 유무에 관한 조사를 실시하여 조사대상에 해당하는 창문의 숫자를 파악했다. 야간조사시 가로에 위치한 가로조명의 위치와 개수를 재확인 하였고 각 가로조명의 주변에 위치한 건축물의 위치와 수를 파악한 후에 가로조명의 영향을 받고 있는 건축물의 층수와 창문의 수를 파악하였다.

4. 조사 결과

현장조사를 통해 조사대상지역의 가로조명의 위치와 형태 개수 및 주변가로옥로의 침입광 발생여부를 조사하고 이를 건축물별 발생상황과 층별 발생상황 가로의 폭원별 발생상황으로 분석하였다. 이때, 건축물의 한 층에 근린생활시설이 있는 경우에는 해당 층을 제외하였다.

4.1 건축물별 발생상황

표 6은 경복궁 인접지역의 전체 건축물의 숫자와 창문의 수, 가로등의 영향을 받는 건축물과 그에 해당하는 창문수를 나타낸 것이다. 경복궁인접지역인 체부동길의 경우 전체건축물 중 50%에 해당하는 20채의 건축물이 가로등의 영향을 받고 있고 전체 120개의 창문 중 53개(44.1%)의 창문에 침입광이 발생했다. 체부동 1길은 전체 73개의 건축물 중 54개(69.86%)의 건축물이 가로등의 영향을 받고 있고 전체 창문 중 59%의 창문에 침입광이 발생하였다. 필운대길의 경우 33개의 건축물 중 22개

(66.67%)의 건축물이 가로조명의 영향을 받고 38.6%의 창문에서 침입광이 발생하였다.

표 7에 해당하는 서울성곽 인접지역인 송월길의 경우 전체 건축물 중 77.8%에 해당하는 63채의 건축물이 가로조명의 영향을 받았고 49.9%의 창문에 침입광이 발생하였다. 송월 2길은 전체 22개의 건축물 중 20개(90.9%)의 건축물이 가로조명의 영향을 받았고 전체 164개의 창문 중 83개(50.6%)에서 침입광이 발생하였다. 송월4길에서는 모든 건물에 가로조명으로 인한 침입광이 발생하였다. 송월 5길은 전체건축물 중 40%의 건축물에서 침입광의 영향이 있었고 전체 창문 중 45.4%의 창문에서 침입광이 관찰되었다. 송월 6길은 전체 31개의 건축물 중 21개의 건축물 67.7%의 건축물에서 침입광이 관찰되었으며 125개의 창문 중 30.4%의 창문에서 침입광이 발생하여 조사대상 가로 중 가로조명으로 인한 침입광이 가장 적게 나타난 가로다. 송월7길은 76.5%의 건축물이 가로조명의 영향을 받고 33.7%의 창문에서 침입광이 발생했다.

표 8은 규제가 없는 지역인 홍파길의 경우 전체건축물 30개 중 24개(80%)에서 침입광이 발생하고 창문에서는 48.1%의 창문에서 침입광이 발생하였다. 홍파1길은 77.8%의 건축물에서 침입광이 발생했다. 중 50%에 해당하는 20채의 건축물이 가로조명의 영향을 받고 있고 68.5%의 창문에 침입광이 발생하였다.

4.2 층별 침입광 발생현황

표 9는 조사대상지역의 가로등의 영향을 받는 창문의 수를 정리한 표다. 경복궁 인접지역에 해당하는 체부동길의 경우 총 53개의 창문 중 1층에 위치한 27개의 창문(50.9%)에서 침입광이 발생하였고, 체부동1길은 136개중 1층에 위치한 86개(63.2%), 필운대길은 58개의 창문 중에서

표 6. 경복궁 인접지역 침입광 발생현황

길이름		체부동길					체부동 1길					필운대길					
		1층	2층	3층	4층 이상	합계	1층	2층	3층	4층 이상	합계	1층	2층	3층	4층 이상	합계	
최고층수		1층	2층	3층	4층 이상	합계	1층	2층	3층	4층 이상	합계	1층	2층	3층	4층 이상	합계	
현존건물 숫자/ 영향받는건물 숫자		24/13	6/4	4/1	6/4	40/20	49/33	10/10	7/5	7/3	73/54	14/6	6/5	9/8	10/3	33/22	
층별 구분	1층	O	33	9	5	7	54	80	21	8	6	115	34	8	18	4	64
		E	15	5	0	7	27	54	18	8	6	86	13	4	10	2	29
	2층	O	-	9	9	14	32	-	25	14	15	54	-	9	19	13	41
		E	-	3	2	12	17	-	17	11	12	40	-	8	10	8	26
	3층	O	-	-	9	14	23	-	-	16	20	36	-	-	17	13	30
		E	-	-	2	7	9	-	-	7	3	10	-	-	1	6	7
	4층 이상	O	-	-	-	11	11	-	-	-	24	24	-	-	-	15	15
		E	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-
합계	O	33	18	23	46	120	80	46	38	65	229	34	17	54	45	150	
	E	15	8	4	26	53	54	35	26	21	136	13	8	21	16	58	

범례: O:현재 설치창문 수, E: 침입광 피해 창문수

표 7. 서울성곽 인접지역 침입광 발생현황

길이름		송월길					송월2길					송월4길					
최고층수		1층	2층	3층	4층 이상	합계	1층	2층	3층	4층 이상	합계	1층	2층	3층	4층 이상	합계	
현존건물 숫자/ 영향받는건물 숫자		15/6	23/19	16/14	27/24	81/63	4/3	6/5	8/8	4/4	22/20	1/1	0/0	1/1	6/6	8/8	
층별 구분	1층	O	16	35	14	30	95	7	15	17	6	45	2	-	1	15	18
		E	10	23	10	26	69	6	10	14	2	32	1	-	0	13	14
	2층	O	-	60	49	76	185	-	17	22	14	53	-	-	5	20	25
		E	-	46	29	73	148	-	9	21	14	44	-	-	3	12	15
	3층	O	-	-	39	76	115	-	-	22	14	36	-	-	5	20	25
		E	-	-	11	4	15	-	-	6	1	7	-	-	0	5	5
	4층 이상	O	-	-	-	150	150	-	-	-	30	30	-	-	-	33	33
		E	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
합계	O	16	95	102	332	545	7	32	61	64	164	2	-	11	88	101	
	E	10	69	50	143	272	6	19	41	17	83	1	-	3	30	34	

길이름		송월5길					송월6길					송월7길					
최고층수		1	2	3	4층 이상	합계	1층	2층	3층	4층 이상	합계	1층	2층	3층	4층 이상	합계	
현존건물 숫자/ 영향받는건물 숫자		14/6	-	1/0	-	15/6	17/10	2/2	11/9	1/0	31/21	2/1	6/5	2/2	7/6	17/13	
층별 구분	1층	O	14	-	3	-	15	36	4	22	4	66	4	13	1	10	28
		E	10	-	0	-	10	13	3	11	0	27	3	10	2	5	20
	2층	O	-	-	3	-	3	-	5	23	4	93	-	14	7	31	52
		E	-	-	0	-	0	-	0	9	0	9	-	11	3	18	32
	3층	O	-	-	2	-	2	-	-	22	4	26	-	-	7	29	36
		E	-	-	0	-	0	-	-	2	0	2	-	-	1	3	4
	4층 이상	O	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	49	49
		E	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-
	합계	O	14	-	8	-	22	36	9	67	13	125	4	27	15	120	166
		E	10	-	0	-	10	13	3	22	0	38	3	21	6	26	56

범례: O:현재 설치창문 수, E: 침입광 피해 창문수

표 8. 규제 없는지역 침입광 발생현황

길이름		홍과길					홍과 1길					
최고층수		1층	2층	3층	4층 이상	합계	1층	2층	3층	4층 이상	합계	
현존건물 숫자/ 영향받는건물 숫자		11/9	6/6	11/8	2/1	30/24	28/20	7/7	1/1	-	36/28	
층별 구분	1층	O	22	8	5	1	36	53	13	0	-	66
		E	12	6	3	1	22	35	13	0	-	48
	2층	O	-	15	28	10	53	-	19	2	-	21
		E	-	12	20	5	37	-	12	1	-	13
	3층	O	-	-	26	10	90	-	-	2	-	2
		E	-	-	3	3	0	-	-	0	-	0
	4층 이상	O	-	-	-	10	10	-	-	-	-	-
		E	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-
합계	O	22	23	59	31	135	53	32	4	-	89	
	E	12	18	26	9	65	35	25	1	-	61	

범례: O:현재 설치창문 수, E: 침입광 피해 창문수

1층의 29개의 창문(50%)에서 침입광이 발생했다.

서울성곽 인접지역인 종로구 송월동의 송월길은 총 272개의 창문 중 2층의 148개(54.4%) 창문에서 침입광이 발생하였다. 송월2길은 82개의 창문 중 2층에 위치한 44개의 창문(53%)에서 침입광이 발생하였고 송월 4길은 34개의 창문 중 2층의 15개(44.1%)에서 침입광이 발생하였다. 송월 5길은 10개의 창문 중에서 1층에 위치한 10개의 창문(100%)에 침입광이 발생하였고 송월6길은 전체 38개의 창문 중 1층의 27개의 창문(71%)에서 침입광이 발생하였다. 송월 7길의 경우 56개의 창문 중 2층의 32개의 창문(57.14%)에서 침입광이 발생했다.

규제를 받지않는 홍파동의 홍파길은 총 65개 창문중 2층의 37개(56.9%), 홍파 1길은 61개중 1층의 48개 창문(78.7%)이 가로조명의 영향을 받고 있는 것으로 나타났다.

표 9. 조사대상지역의 가로등의 영향을 받는 층별 창문수

구분	길이름	층수				합계
		1층	2층	3층	4층	
경북궁 인접지역	체부동길	27	17	9	-	53
	체부동1길	86	40	10	-	136
	필운대길	29	26	7	-	58
서울성곽 인접지역	송월길	69	148	15	1	272
	송월2길	32	44	7	-	83
	송월4길	14	15	5	-	34
	송월5길	10	-	-	-	10
	송월6길	27	9	2	-	38
규제 없는지역	홍파길	22	37	6	-	65
	홍파1길	48	13	-	-	61
합계		384	381	65	1	866

4.3 가로의 폭원별 침입광 발생현황

전체 조사대상 지역의 가로는 소로 1류에 해당하는 송월길의 12m 일부구간을 제외하고는 모두 8m미만의 소로 3류에 해당했다. 그러나 도로변으로 인도가 확보되지 않고 도로와 건물이 완충지대 없이 바로 면해 있는 송월동길

일부에 대해서 가로조명이 가로등이 아닌 보안등이 설치되어있다. 이는 소로 1류에 해당하는 폭 12m 이상의 도로에 해당하는 경우에도 가로등 설치가 불가능 할 때에는 상황에 따라 보안등을 가로등 대신으로 설치할 수 있다는 규정에 따라 설치된 경우이다.

표 10은 조사대상지역의 폭원별 침입광 발생비율을 보면 소로 1류의 경우에는 침입광 발생비율이 40.54%, 소로 3류의 경우에는 48.75%의 비율로 침입광이 발생한 것을 볼 수 있다. 이는 체부동1길과 같은 폭 1.5m 미만의 가로로 들어가면 최고 50%까지 높아지는데, 이는 보안등이 설치된 가로의 폭과 침입광의 발생비율이 관계가 있기 때문이라고 판단된다.

표 10. 조사지역의 폭원별 침입광 발생비율

도로구분	정의	침입광 발생비율
소로1류	10m이상 12m미만	40.54%
소로3류	8m미만	48.75%

4.4 도로정비사업이 진행된 지역과의 비교

표 11은 조사지역과 가로정비가 끝난 계동길에 대해 비교한 표이다. 서울특별시 종로구 계동에 위치한 계동길의 경우 남북 약400m길이의 가로이다. 계동길은 2004년부터 2005년까지 실시된 “종로구청 계동길 탐방로조성 및 환경정비 사업”으로 가로가 정리되었고 이 사업과정에서 풀컷 오프형태의 가로등과 바닥 매립등이 설치되었다. 종로구의 가로조명 관리대장에 따르면 계동길에는 가로등 10개소, 바닥등 60개소가 설치되어있다. 가로조명 정비사업이 진행된 계동길의 경우에 34개의 건축물 중 7개의 건축물(20.6%)에서 침입광이 발생하고 52개의 창문 중 7개의 창문(13.5%)에서 침입광이 발생하였다.

북촌의 경우를 같은 역사특성보전지구에 해당하는 효자동 일대의 체부동길과 필운대길의 경우와 비교한 경우 체부동길에는 113개의 가옥 중 74개의 가옥(65.5%), 354개의 창문 중 171개(54.2%)의 창문에서 침입광이 발생하였고 필운대길은 33개의 가옥 중 22개 가옥 (66.7%)에서 침입

표 11. 조사대상지역의 침입광 발생현황

구분	가옥수		창문수				
	조사대상가옥 [개]	침입광 발생가옥	조사대상가옥 [개]	침입광 발생가옥			
가로정비사업 미 실시지역	경북궁 인접지역	체부동길	보안등	113	74 (65.5%)	349	189 (54.2%)
		필운대길	보안등	33	22 (66.7%)	150	58 (36%)
	서울성곽 인접지역	송월길	보안등	174	131 (75.3%)	1123	493 (43.9%)
		규제 없는지역	홍파길	보안등	66	52 (78.8%)	224
가로정비사업 실시지역	경북궁 인접지역	계동길	가로등	34	7 (20.6%)	52	7 (13.5%)
			보안등	70	33 (37.5%)	310	84 (27.1%)

광이 발생, 136개 창문 중 58개의 창문(36%)에서 침입광이 발생하였다.

일부 규제를 받는 서울성곽 인접지역인 송월동일대 가로의 경우 174개 가옥 중 131개 가옥(75.3%) 전체 1123개 창문 중 493개 창문(43.9%)에서 침입광이 발생하였다.

일반지역인 홍파동일대의 경우 조사대상 66채의 건축물 중 52채의 건축물에 가로조명에 의한 영향이 미치는 것으로 나타났고, 전체 224개의 창문중 126개의 창문(56%)에 가로조명으로 인한 영향이 나타났다.

5. 결론

IES TM-11에 따르면 주거용 건물의 경우 창가에 조명 기구의 누출광이 비칠 경우 이 빛을 침입광이라 하고, 수면 및 프라이버시에 방해할 미치는 것으로 평가하고 있다. 따라서 조사대상인 주택가의 빛공해 발생여부는 주거창문에 침입광이 입사되는지의 여부로 평가하였다.

조사대상지역인 서울시 종로구 체부동, 송월동, 홍파동 일대의 총거리 2.3km의 지역에 설치된 96개의 가로조명에 대하여 조명기구가 주거창문에 침입광을 발생시키는지 조사 하였다.

조명기구의 설치높이는 규정에 따르는 한국 전력공사의 전주에 병설할 경우와 보안등 전용주에 설치할 경우 높이 4~5m로 주택의 2층의 창문 하단부 높이에 해당한다. 조사대상지역에서 침입광이 발생한 전체 866개의 창문 중 88.3%에 해당하는 765개의 창문이 2층 이하에 해당하는 것으로 보아 지역의 특성에 따라 서울시 야간경관계획에서 제안하는 보안등 설치높이인 3m이하로 낮추고 등기구에서 새어나오는 빛이 주변 주택에 침입하지 않도록 배광을 조절해야한다고 판단된다.

소로 1류의 경우보다 소로 3류 이하의 가로에서 주거창문에의 침입광이 더 많이 나타나는 것으로 분석되었다. 이는 가로의 폭이 좁을수록 설치된 조명에 의해 주변의 가옥에 더 많은 영향이 끼치는 것으로 나타났다. 그러므로 도로폭에 따라 가로조명의 형태가 변화되어야 하는 것으로 판단된다.

가로정비사업으로 정비되어 풀 컷오프 조명이 설치된 가로(계동길)보다 논 컷오프 조명이 설치된 정비전의의 가로에서 침입광이 더 많이 발생하는 것으로 사료되고 논컷오프형의 가로조명이 주거지역에서 침입광 발생을 야기하는 주요 요인이라고 판단된다.

이상의 연구는 야간에 가로조명이 주거창문에 미치는 영향에 대해 발생비율, 층별 발생비율, 도로 폭원별 침입광 발생 비율에 대해 분석한 것에 대해 한계를 가진다. 향후 연구 단계에서는 침입광의 발생량에 대해 정량적 측정과 함께 국제 기준에 따른 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Acknowledgement

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No.2010 0001860) 및 2009년도 환경부 용역(번호 20090805349-00)재원의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임.

참고문헌

1. 이소미, 김정태, “주거지역의 옥외 가로조명 광공해에 관한 연구” 한국조명·전기설비학회 춘계학술대회논문집, 제7권 제6호, 2004.05, pp.9~14
2. 이소미, 정인영, 김유숙, 김정태, “가로조명의 광공해에 관한 연구” 한국생태환경건축학회 춘계학술발표대회 논문집, 제6권 제1호, 2004.05, pp.157~164
3. 장수정, 오은숙, 최안섭, “주거단지의 가로조명기구 개발 및 운용방안”, 조명·전기설비학회논문지, 제 19권 제4호, 2005. 06, pp17~23
4. 김훈, “가로등기구와 터널등기구”, 조명·전기설비, 제18권 제5호, 2004. 10, pp.3~9
5. 한국토지개발공사, “가로등 설치에 관한 기준”, 1987, pp41~48
6. 도시계획시설의 결정 구조 및 설치기준에 관한 규칙, 국토해양부령 제00208호, 2010.01. 타법개정
7. 종로구 보안등 설치지침 및 관리에 관한 규정, 규칙 제0437호, 2003.09. (검색 2009.10.25)
:http://www.elis.go.kr/newlaib/laibLaws/h1126/laws.jsp?regionId=11110
8. 서울특별시디자인서울총괄본부, “디자인서울가이드라인 2009”, (2009.10.31검색)
:http://design.seoul.go.kr/dscontent/designseoul.php?MenuID=490&pgID=216
9. The IESNA Lighting Handbook, Ninth Edition, 2000.7.
10. Guide on the Limitation of the Effects of Obstrusive Light from Outdoor Lighting Installations, CIE 150:2003
11. Daily Telegraph, “Switch that light off or face a fine”, 2004.12.09 (2009.7.17검색)
:http://www.telegraph.co.uk/education/3348863/Switch-that-light-off-or-face-a-fine.html
12. OPSI, “Clean Neighborhoods and Environment Act 2005”, (2009.7.17.검색)
:http://www.opsi.gov.uk/acts/acts2005/ukpga_20050016_en1
13. IES, Light trespass: Research, Result and Recommendations, IES TM-11, 2000
14. IDA, Exterior Lighting: Glare and Light Trespass, International Dark-Sky Association: Information Sheet #76 (2009.11.17.검색)
:http://data.nextrinet.com/site/idsa/ is076.pdf
15. Virginia Outdoor Lightng Taskforce (VOLT), Benefit #4: Light Trespass Reduction, (2010.3.17. 검색)
:http://www.volt.org/Geteducated/Trespass.html
16. Lighting research center, What is light trespass?, (2009.12.8. 검색)
:http://www.lrc.rpi.edu/programs/nlpip/lightinganswers/lightpollution/LightTrespass.asp

투고(접수)일자: 2010년 2월 05일

심사일자: 2010년 2월 05일

게재 확정일자: 2010년 4월 26일