

범죄두려움 저감을 위한 도로조명 조도 기준 연구

A Study on Road Lighting Standards to Reduce Fear of Crime

손동필 Son, Dongpil
현태환 Hyeon, Taehwan
박유나 Park, Yuna

(a u r i

일반연구보고서 2021-5

범죄두려움 저감을 위한 도로조명 조도 기준 연구

A Study on Road Lighting Standards to Reduce Fear of Crime

지은이 손동필, 현대환, 박유나
펴낸곳 건축공간연구원
출판등록 제2015-41호 (등록일 '08. 02. 18.)
인쇄 2021년 12월 26일, 발행: 2021년 12월 31일
주소 세종특별자치시 가림로 143, 8층
전화 044-417-9600
팩스 044-417-9608

<http://www.auri.re.kr>

가격: 14,000원, ISBN:979-11-5659-345-4

이 연구보고서의 내용은 건축공간연구원의 자체 연구물로서
정부의 정책이나 견해와 다를 수 있습니다.

| 연구책임

손동필 연구위원

| 연구진

현태환 연구원

박유나 연구원

| 외부연구진

중앙대학교 김승남 교수

이해령, 정주원, 윤현성, 이준승,

정우용, 편민철

| 연구보조원

박수린, 정선우, 한창희, 임현서, 김연경

| 연구심의위원

유광흠 선임연구위원

오성훈 선임연구위원

조영진 연구위원

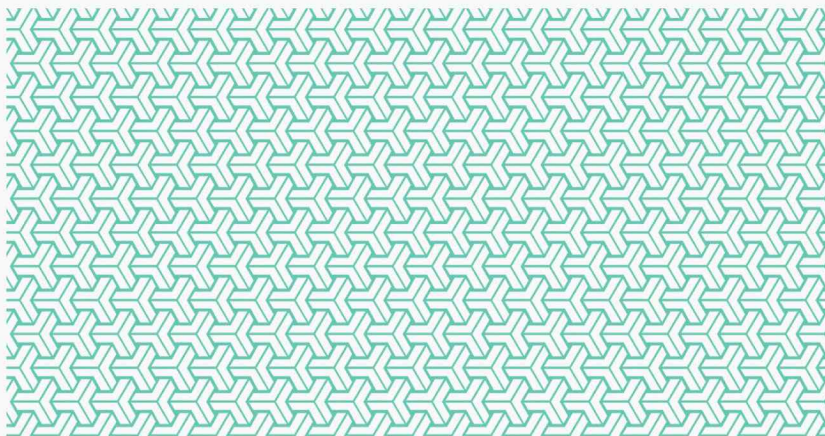
김일환 전문위원

민범식 한아도시연구소 부회장

신상영 서울연구원 선임연구위원

연구요약

Summary



조명은 야간의 안전한 환경 조성을 위한 요소로 예전부터 중요하게 여겨져 왔다. 서구에서는 1960년대 범죄감소를 목적으로 하는 조명개선 사업과 함께 조명의 효과에 대한 분석연구가 진행되어 왔다. 이는 사람들의 안전한 공간에서의 생활에 대한 욕구를 채우기 위한 일환으로 볼 수 있으며, 여기서 사람들이 느끼는 안전에는 범죄불안감 해소도 포함되어 있다. 범죄두려움은 실제 범죄발생보다 사람들의 행동이나 심리에 부정적인 영향을 더 미칠 수 있기 때문에 범죄두려움 저감 연구는 중요하다. 범죄두려움관련 이론은 환경에 의해 사람들의 인지나 행동이 변할 것이라는 가정을 기반으로 개인적인 차원에서 환경적인 차원으로 발전해왔다. 특히, 사람들은 주로 눈을 통해 환경을 인지하고 반응하는데, 제대로 된 시야확보가 되지 않으면 사람들은 두려움을 느끼게 된다. 그래서 빛은 사람들에게 더 넓은 시야를 제공함으로써 공간 인지 범위를 확대시켜주기 때문에 조명은 중요한 역할을 해오고 있다.

조명은 사람들의 야간 생활과 밀접한 연관성이 있으며, 기존 연구에서는 조명의 범죄두려움 완화 효과를 입증하였다. 다만, 기존의 연구들은 조명 밝기에 따라 변화하는 사람들의 안전 인식 차이를 체계적으로 분석하지 못한 한계를 지니고 있다. 실제 도시공간에서 다양한 실험환경을 구축하고 그 공간에 주민들을 모아 실험을 진행하는 것이 현실적으로 매우 어렵다. 이러한 한계를 보완하기 위해 일부연구에서는 실제 대상을 찍은 사진자료를 활용하거나 3D 가상환경을 구성하여 연구가 진행되어 왔으나, 실재감이 떨어져 정확한 분석이 어렵다는 또 다른 한계점을 지닌다.

본 연구에서는 서울시 가로 4곳을 대상으로 360도 VR영상을 활용하여 조도 변화에 따른 범죄두려움 변화를 분석하였다. 또한, 조도변화에 따른 시각정보에 대한 인지정도를 파악하여 밝기와 시각정보 인지를 종합적으로 고려한 도로조명 조도개선안을 제안하고자 하였다.

첫째, 대상지의 수평조도 측정결과, 주거지역의 경우, 일몰시간이후 대체로 10lux이하의 조도를 유지하였으며, 최저는 0.74lux까지 기록되었다. 반면 상업지역의 경우는 상점이 문을 닫기 전까지는 대체로 10lux이상의 조도를 유지하였으며, 상점이 모두 문을 닫은 이후에는 2.18lux까지 기록되었다. 수직조도도 수평조도와 유사한 수치를 보여주었으며, 최소수직조도의 경우, 주거지역은 0.27lux, 상업지역의 가로는 1.18lux로 기록되었다.

둘째, 조도변화에 따른 범죄두려움 변화 분석을 통해 사람들이 범죄두려움을 크게 느끼는 조도를 분석하였다. 시간대별 평균 범죄두려움을 살펴보면, 일몰시간

이후부터는 두려움의 평균과 증위값이 가장 크게 증가하였다. 구체적으로 ㉔대상지는 5회차 실험(평균수평조도: 17.55lux, 최소수직조도: 5.32lux)에서 이전에 비해 두려움이 크게 증가했다. 이후 회차에서 두려움들은 모두 평균 3점대 후반으로 나타났으며, 9회차(평균수평조도: 4.6lux, 최소수직조도: 0.37lux)에서 두려움이 높았다.

㉔대상지는 ㉔대상지보다 앞서 4회차 실험에서 두려움이 크게 증가하였다. 일몰 이후에는 6회차 실험에서 유사한 정도로 두려움이 크게 증가하였다. 이 후 회차에서 두려움들은 모두 평균 3점대 후반으로 나타났으며, 전체적으로 ㉔대상지에 비해 사람들이 두려움이 높게 나타났다.

㉔대상지는 주거지역 내 대상지보다 범죄두려움이 상대적으로 낮았다. 본인이 느끼는 두려움은 5회차에 크게 증가하였고, 가족 또는 지인의 범죄피해두려움은 6회차에 크게 증가하였다. 다만, 두려움의 평균값은 동일회차의 주거지역 대상지보다 낮게 나타났다. 그리고 10회차에 범죄두려움이 가장 높은 것으로 나타났다.

㉔대상지는 일몰전의 경우, ㉔대상지와 범죄두려움 수준이 유사하나 일몰 후에는 상대적으로 더 높게 나타났다. 일몰 이후 범죄두려움이 크게 증가한 지점이 6회차, 8회차로 조도가 낮아지면서 사람들의 범죄두려움도 증가하였다.

종합해보면 구체적인 임계점은 대상지마다 다르게 나타났으나 대체적으로 일몰 이후 회차부터 범죄두려움이 급격하게 높아졌다가 그 변화가 약해졌다. 범죄두려움과 조도간의 관계를 분석한 결과, 조도가 높아지면 범죄두려움이 낮아지는 것으로 나타났으며, 상대적으로 조도가 높은 상업지역보다는 주거지역에서 더 크게 나타났다.

셋째, 조도에 따른 시각정보 인지여부에 대한 실험 결과는 다음과 같다. ㉔대상지는 색상은 10m지점에서 6회차 실험부터 파란색과 초록색의 구분이 어려워졌다. 글자정보의 경우 3회차부터 받침이 틀리거나 숫자만 제대로 인지하는 경우가 존재했으며, 특히, 4회차를 시작으로 10m지점에서는 피실험자들이 글자정보를 인지하는데 어려움이 나타났다. 행동에 대한 인지는 조도와 거리에 관계없이 모두 정확했으나 인물에 대한 인지는 4m지점은 6회차부터, 10m지점은 5회차부터 어려움이 있는 것으로 나타났다.

㉔대상지는 전반적으로 가 대상지에 비해 정확하게 인지하는 경우가 적은 것으로 나타났다. 색상의 경우 4m지점에서도 색상 구분이 어려운 경우가 존재했다.

건물주소의 경우, 10m지점에서 숫자만 인지하는 경우가 많았고, 4m지점에서도 그런 경우가 ㉔대상지보다 많았다. 인물의 경우, 4m지점에서 완전히 파악하지 못하는 경우가 존재했으며, 조도가 낮을수록 제대로 사람의 얼굴을 인지하지 못하는 경우가 많아졌다.

㉔대상지는 주거지역 대상지에 비해 색상에서 제대로 인지하는 경우가 적었으며, 글자정보는 높은 조도에서도 숫자만 인지하는 경우가 존재했다. 글자의 경우, 글자 자체의 복잡성으로 인해 조도에 관계없이 인지가 어려운 경우가 존재했다. 인물 인지부분에서는 주거지역보다 제대로 사람들의 얼굴을 인지하는 경우가 많았다.

㉔는 ㉔대상지와 유사하게 결과를 보여주었다. 건물주소 및 도로명 주소는 10m 지점에서 인지가 어려운 경우가 나타났으며 6회차에는 모두 정확하게 인지하지는 못했다.

분석결과를 요약하면 대부분 4m거리에서는 시각정보의 인지 정도가 높았으나 교통량이 없는 주거지역의 경우, 대상지 중 조도가 제일 낮아 글자나 인물로부터 4m지점 떨어진 곳에서도 인지가 어려운 것으로 확인되었다. 특히, 각 대상지에서 시각정보에 대해 제대로 인지가 어려웠던 지점들이현행 기준 조도보다 높은 조도수준인 것으로 확인되었다.

위의 두 가지 실험결과를 종합하여, 본 연구는 지역별 평균 조도와 균제도를 고려하여 「인공조명에 의한 빛공해 방지법」제6조제1항과 관련된 [별표 1]의 빛방사허용기준을 준용하여 10lux를 넘지 않게 수직면 조도기준을 제안하였다.

KS조도기준 개선(안)

(단위: lux)

현행				개정(안)			
야간 보행자 교통량	지역	수평면 조도	수직면 조도	야간 보행자 교통량	지역	수평면 조도	수직면 조도
교통량이 많은 도로	주거지역	5	1	교통량이 많은 도로	주거지역	5	2
교통량이 적은 도로	상업지역	20	4	교통량이 적은 도로	상업지역	20	6
교통량이 많은 도로	주거지역	3	0.5	교통량이 많은 도로	주거지역	3	1
교통량이 적은 도로	상업지역	10	2	교통량이 적은 도로	상업지역	10	3

출처: 연구진 작성.

본 연구는 조도변화에 따른 범죄두려움과 시인성 여부 종합적으로 분석하고 조도와 범죄두려움간의 관계를 검증했다는 점에서 의의를 가진다. 또한 기존의 조명연구에서 활용하지 않았던 360도 촬영 영상과 VR기기를 활용하여 기존의 현

장기반 연구와 가상현실 연구의 한계점을 보완했다는 점에서도 의의를 가진다. 하지만 분석을 수행하는 과정에서 일부 한계를 지니고 있어 후속적인 연구가 필요할 것으로 보인다.

첫째, 조명의 요소에는 조도뿐만 아니라 휘도가 존재하는 데 이를 고려하지 못했으며, 조명 속성에 대한 기준뿐만 아니라 전반적인 계획 기준에 대한 고려가 미흡하다. 둘째, VR연구의 특성상 설문응답자를 특정집단으로 한정하여 수행함으로써 다양한 범죄취약계층에 대한 종합적인 접근이 부족하다. 이는 연구 결과를 일반화하기에는 한계를 보여주기 때문에 향후 연구에서는 보다 다양한 계층에 대한 접근이 필요하다. 이를 종합하여 향후에서는 한계점들을 보완할 수 있는 방안을 모색하고, 보다 안전한 야간환경 조성을 위한 조명계획 수립 방안을 제안할 필요가 있다.

주제어

범죄예방, 범죄두려움, 조도기준, KS A 3701

차례 CONTENTS

제1장 서론	1
1. 연구의 배경 및 목적	2
1) 연구의 배경	2
2) 연구의 목적	4
2. 연구의 범위 및 방법	5
1) 연구의 범위	5
2) 연구의 방법	6
3. 선행연구와의 차별성	8
제2장 이론적 고찰과 제도 분석	11
1. 안전한 공간에 대한 이론적 고찰	12
1) 안전과 범죄두려움	12
2) 환경심리학에 기반한 안전한 공간 조성 방안	13
3) 소결	19
2. 안전한 공간조성을 위한 조명의 역할	21
1) 빛과 지각	22
2) 조명에 대한 이해	23
3) 조명과 범죄 두려움	27
4) 소결	29
3. 국내외 조명계획 관련 제도 현황 검토	30
1) 국외	30
2) 국내	34
3) 소결	43
제3장 범죄두려움 저감을 위한 조도 기준 분석 틀 구축	45
1. 분석 개요	46

차례 CONTENTS

1) 연구 방법	46
2) 조사 대상지 선정 기준 및 과정	47
3) 대상지 현황	49
2. 야간 조도 측정 방법	53
1) 측정 개요	53
2) 수평조도 측정방법	54
3) 수직조도 측정방법	56
3. 영상정보를 활용한 범죄두려움 변화 실험 설계	58
1) 360도 대상지 영상정보 구축	58
2) 조도변화에 따른 범죄두려움 변화 실험 구성	61
3) 실험진행 방법	65
4) 분석모형: 교차분류 다층모형	66
4. 조도변화에 따른 시각정보 인지 여부 실험 설계	67
1) 시인성 분석을 위한 시각정보 설계	67
2) 시인성 분석 실험 구성	69
 제4장 조도변화에 따른 범죄두려움 및 시인성 변화 분석	 73
1. 대상지별 조도측정 결과	74
1) 수평조도 측정 결과	74
2) 수직조도 측정 결과	76
2. 영상정보를 활용한 범죄두려움 변화 분석 결과	78
1) 응답자 기초 현황	78
2) 대상지별·참여자 특성별 범죄두려움 인식	82
3) 조도와 범죄두려움 인식의 관계	85
4) 교차분류 다층모형 분석결과	94
3. 조도변화에 따른 시각정보 인지 여부 분석 결과	108

차례 CONTENTS

1) 교통량 많은 주거지역	108
2) 교통량 적은 주거지역	111
3) 교통량 많은 상업지역	114
4) 교통량 적은 상업지역	117
4. 소결	120
 제5장 결론	 123
1. 연구의 요약	124
2. 연구의 한계 및 향후 연구 과제	126
 참고문헌	 129
 Summary	 137

[표 1-1] 5대 범죄 발생시간	3
[표 1-2] 야간 보행이 불안한 이유	3
[표 2-1] 뉴어바니즘과 뉴먼의 원칙 비교	19
[표 2-2] 조도 측정점 위치를 구하기 위한 계산식	25
[표 2-3] 보행자 지역에서의 여러 가지 도로 형태에 따른 조명등급(CIE 115:2010)	30
[표 2-4] P 조명등급 매개변수(보행자를 위한 도로조명)	31
[표 2-5] P 조명등급 매개변수(보행자를 위한 도로조명)	31
[표 2-6] 보행자와 자동차의 상충 정도에 따른 추천값(IES, RP-8-00)	32
[표 2-7] 보행자 지역에 대한 조명 요구 조건	33
[표 2-8] 방법조명의 권장조도	33
[표 2-9] 보행자를 위한 도로 조명 기준	34
[표 2-10] 보행자에 대한 LED 보안등 기구 조명 기준	34
[표 2-11] 조도 분류와 일반 활동 유형에 따른 조도값	35
[표 2-12] 보행자를 위한 도로 조명의 기준	36
[표 2-13] P 조명등급 매개변수(보행자를 위한 도로조명)	36
[표 2-14] 조명환경구역분류	37
[표 2-15] 인공조명에 의한 빛공해 방지법 시행규칙 [별표 1] 빛방사허용기준	38
[표 2-16] 조명환경관리구역	40
[표 2-17] 서울시 재정비촉진(뉴타운)사업 CPTED 지침 중 조명에 관한 전략 및 기법	41
[표 2-18] KS A 8800 CPTED 중 조명에 관한 전략 및 기법	42
[표 3-1] 대상지별 조도측정 상세일시	53
[표 3-2] 대상지별 조도측정 상세일시	59
[표 3-3] VR 실험 참가자 그룹구분	62
[표 3-4] VR 실험장비	62
[표 3-5] VR 실험 개인특성 관련 문항	63
[표 3-6] VR 실험 범죄두려움관련 설문 항목	64
[표 3-7] VR실험의 존재감 측정 문항	64
[표 3-8] 상대방과의 거리와 얼굴 보는 방법(연직면 조도)	70
[표 3-9] 피실험자 응답표 작성 기준	71
[표 4-1] 대상지별 시간대에 따른 평균 및 최소 수평조도	74
[표 4-2] 대상지별 시간대에 따른 균제도(수평조도)	75

표차례 LIST OF TABLES

[표 4-3] 대상지별 시간대에 따른 평균 및 최소 수직조도	76
[표 4-4] 대상지별 시간대에 따른 균제도(수직조도)	77
[표 4-5] 전체 참여자 특성 기술통계	79
[표 4-6] VR 실험의 존재감(Presence) 설문결과 기술통계	81
[표 4-7] 대상지별 평균 범죄두려움	82
[표 4-8] 그룹별 범죄두려움 인식	82
[표 4-9] 척도별 응답빈도	83
[표 4-10] 그룹별 범죄두려움 인식	84
[표 4-11] 시간대별 평균 범죄두려움(전체 대상지)	86
[표 4-12] 시간대별 범죄두려움(본인과 지인 두려움의 평균값 활용)	86
[표 4-13] ㉗ 대상지의 평균조도와 범죄두려움 수준	87
[표 4-14] ㉘ 대상지의 평균조도와 범죄두려움 수준	88
[표 4-15] ㉙ 대상지의 평균조도와 범죄두려움 수준	89
[표 4-16] ㉚ 대상지의 평균조도와 범죄두려움 수준	90
[표 4-17] 수평 평균조도와 범죄두려움(본인과 지인 두려움의 평균값 활용)	92
[표 4-18] 수직 균제도와 범죄두려움(본인과 지인 두려움의 평균값 활용)	93
[표 4-19] 분석 변수의 정의 및 수준	96
[표 4-20] VR 실험의 타당성 평가 관련 변수의 요인분석 결과	97
[표 4-21] 조도가 범죄두려움에 미치는 영향 종합	99
[표 4-22] 교차분류 다층모형 분석결과(전체 대상지)	103
[표 4-23] 교차분류 다층모형 분석결과(대상지 ㉗)	104
[표 4-24] 교차분류 다층모형 분석결과(대상지 ㉘)	105
[표 4-25] 교차분류 다층모형 분석결과(대상지 ㉙)	106
[표 4-26] 교차분류 다층모형 분석결과(대상지 ㉚)	107
[표 4-27] ㉗ 지역의 수직조도에 따른 색상 시인여부	108
[표 4-28] ㉗ 지역의 수직조도에 따른 건물주소 및 도로명 시인여부	109
[표 4-29] ㉗ 지역의 수직조도에 따른 행동 및 인물 시인여부	110
[표 4-30] ㉘ 지역의 시간 및 거리에 따른 색상 시인여부	111
[표 4-31] ㉘ 지역의 시간 및 거리에 따른 건물주소 및 도로명 시인여부	112
[표 4-32] ㉘ 지역의 시간 및 거리에 따른 행동 및 인물 시인여부	113
[표 4-33] ㉙ 지역의 수직조도에 따른 색상 시인여부	114

표차례

LIST OF TABLES

[표 4-34] ㉔ 지역의 수직조도에 따른 건물주소 및 도로명 시인여부	115
[표 4-35] ㉔ 지역의 수직조도에 따른 행동 및 인물 시인여부	116
[표 4-36] ㉔ 지역의 수직조도에 따른 색상 시인여부	117
[표 4-37] ㉔ 지역의 수직조도에 따른 건물주소 및 도로명 시인여부	118
[표 4-38] ㉔ 지역의 수직조도에 따른 행동 및 인물 시인여부	119
[표 4-39] KS조도기준 개선(안)	122

그림차례 LIST OF FIGURES

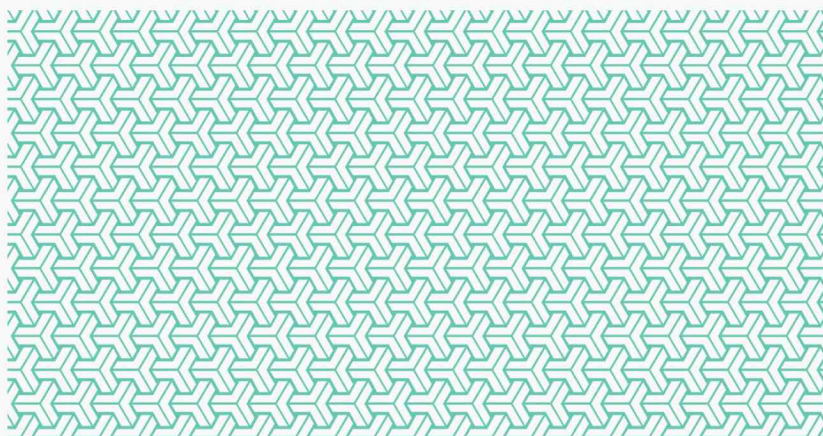
[그림 1-1] 연구의 흐름	7
[그림 2-1] 전망과 은신처를 활용한 안전에 대한 인식 분류	15
[그림 2-2] 방어공간의 영역성 개념	18
[그림 2-3] 빛에 의한 개인의 시각적, 평가성 연결 메커니즘	22
[그림 2-4] 수평면조도와 수직면조도	24
[그림 2-5] 수직조도 측정방법	25
[그림 2-6] 2차 서울시 빛공해방지계획 비전과 목표, 핵심전략	39
[그림 2-7] 공간조명 빛공해 방지대책	39
[그림 2-8] 서울시 조명환경관리구역	40
[그림 3-1] 조도기준 제시를 위한 연구 방법	46
[그림 3-2] 답사결과 정리 자료 일부	48
[그림 3-3] ㉞ 대상지의 낮(위)과 밤(아래) 가로전경	49
[그림 3-4] ㉞ 대상지의 조사구간 및 가로등 현황	49
[그림 3-5] ㉡ 대상지의 낮(위)과 밤(아래) 가로전경	50
[그림 3-6] ㉡ 대상지의 조사구간 및 가로등 현황	50
[그림 3-7] ㉡ 대상지의 낮(위)과 밤(아래) 가로전경	51
[그림 3-8] ㉡ 대상지의 조사구간 및 가로등 현황	51
[그림 3-9] ㉡ 대상지의 낮(위)과 밤(아래) 가로전경	52
[그림 3-10] ㉡ 대상지의 조사구간 및 가로등 현황	52
[그림 3-11] 측정지점 설정 예시	54
[그림 3-12] 측정지점을 설정하는 모습	54
[그림 3-13] 수평조도 측정지점 및 측정동선 예시	55
[그림 3-14] 수평조도 측정모습	55
[그림 3-15] 수직조도 측정지점 (도로 내) 및 측정동선 예시	56
[그림 3-16] 수직조도 측정모습(좌:도로중심선/ 우:창문)	57
[그림 3-17] 조도측정 기록물 예시	57
[그림 3-18] 노이즈 가공 전(좌)과 후(우) 영상캡처	60
[그림 3-19] 설문조사 장비 세팅 모습(좌) / VR 설문조사 진행 모습	65
[그림 3-20] 교차분류 다층모형의 기본구조	66
[그림 3-21] 실험에 사용된 색상	67
[그림 3-22] 표지판 예시	68

그림차례

LIST OF FIGURES

[그림 3-23] 실험에 활용된 인물 예시	68
[그림 3-24] 실험에 활용된 행동 10가지	69
[그림 3-25] 실험 설계 도식화	70
[그림 3-26] 시각정보 인지 실험 진행 방법 및 모습	71
[그림 4-1] 대상지별·시간대별 평균 수평조도(좌)/수평 균제도(우)	75
[그림 4-2] 대상지별·시간대별 평균 수직조도(좌)/수직 균제도(우)	77
[그림 4-3] ㉠ 대상지의 평균수직조도(lux)와 범죄두려움 변화	87
[그림 4-4] ㉡ 대상지의 평균수직조도(lux)와 범죄두려움 변화	88
[그림 4-5] ㉢ 대상지의 평균수직조도(lux)와 범죄두려움 변화	89
[그림 4-6] ㉣ 대상지의 평균수직조도(lux)와 범죄두려움 변화	90
[그림 4-7] 시간대(영상회차)에 따른 대상지별 범죄두려움	91
[그림 4-8] 모형 세분화 및 세부 모형의 수	94

제1장 서론



1. 연구의 배경 및 목적
2. 연구의 범위 및 방법
3. 선행연구와의 차별성

1. 연구의 배경 및 목적

1) 연구의 배경

조명은 실내외 관계없이 우리의 일상생활과 밀접하게 연관되어 있고, 사람들이 느끼는 안전에 있어 조명의 중요성은 다양한 연구에서 언급되어 왔다. 예를 들어, Boyce(2019, p.356)은 야간의 빛은 개인적인 측면에서 보행시 안전과 보안 강화, 사회적 측면에서는 경제와 삶의 질에 이점이 있다고 말하였다. 즉, 조명은 사람들의 삶을 보다 나은 방향으로 나아가게 하는 역할을 해온 것이다.

서구사회를 중심으로 1960년대 미국에서는 범죄감소를 목적으로 하는 조명개선사업을 시작하면서 조명의 효과에 대한 분석연구가 진행되어 왔다 (Farrington et al., 2002, p.314). 이는 자연스러운 감시 확대를 통해 범죄예방을 수행하고자 제인제이콥스의 거리의 눈, 오스카 뉴먼의 방어공간, 제프리의 CPTED로 연계되면서 확장되어갔다. 이후 1988년부터 영국에서도 조명 사업을 시작하면서 효과성 연구가 진행되었고, 서구에서는 영국과 미국을 중심으로 조명의 범죄두려움 및 범죄발생을 감소효과에 대한 연구가 발전해왔다.

초기에는 사업 직후 실제 그 효과가 나타나는지에 대한 분석연구가 주를 이루었다면 최근에는 조명환경, 조도변화에 따른 안전인식, 범죄두려움의 변화를 살펴보는 연구로 발전해왔다. 전자의 연구에 속하는 Atkins et al.(1991)과 Painter (1996)은 사업 전후 대상지의 범죄두려움 변화파악을 위해 설문조사를 수행하고, 사람들의 인식변화를 살펴보았다. 그 결과 조명 개선사업 이후 정도의 차이는 있으나 야간의 두려움이 감소하는 것으로 나타났다. 후자 연구는 조도변화에 따른 사람들의 인식변화 연구(Boyce et al., 2000; Haans et al., 2012, Castro-Toledo et al, 2017; Mattoni et al, 2017; Kim et al., 2018)와 가상현실을 기반으로 한 연구(Boomsma et al., 2014a, 2014b; Nasar et al., 2017; van Rijswijk et al., 2018)로 구분할 수 있다. 전자는 정도에 차이는 있으나 밝은 공간 혹은 조도가 높아질수록 긍정적으로 인식이 변화하는 것을 보여주었다. 후자는 단순히 조명과 안전에 대한 인식 사이의 관계보다 다른 요소의 매개효과를 파악하는 데 집중되어있다. 관련 연구의 결과는 매개효과를 통해서 서로간에 영향을 미친다는 것을 보여주었다.

기존 연구결과들을 종합해보면 사람들은 상대적으로 어두운 곳에서 범죄두려움을 크게 느끼는 것으로 나타난다. 즉, 시각적으로 정보를 얻기 어렵기 때문에 누군가가 나에게 해를 입히려 할 때, 즉각적으로 대응이 어렵게 자신이 잠재적인 피

해자가 될 가능성이 높다고 인지하여 나타난 결과로 볼 수 있다. 그래서 CPTED 사업 추진을 위한 주민 및 CPO면담에서 야간 안전 확보를 위해 조명에 대한 신설 및 교체가 공통적으로 언급된다.

국내의 상황도 살펴보면, 야간의 범죄 발생과 사람들의 불안감은 높은 상황이다. [표 1-1]을 보면 야간 범죄율은 타시간대 범죄율보다 매우 높은 수준으로 밤 시간대 폭행/상해가 49.0%로 가장 높았으며, 강도 44.2%, 성폭력 42.1%, 살인 35.5%, 절도 28.8% 순으로 높은 비중을 차지하는 것을 알 수 있다.

[표 1-1] 5대 범죄 발생시간

구분	5대 범죄				
	살인	강도	성폭력	폭행/상해	절도
새벽 (4:00~6:59)	8.7	14.6	10.3	8.9	7.3
아침 (7:00~8:59)	5.2	4.3	6.0	4.7	5.7
오전 (9:00~11:59)	12.4	9.4	9.0	8.6	13.1
오후 (12:00~17:59)	27.9	21.0	22.4	19.9	33.7
저녁 (18:00~19:59)	10.3	6.6	10.1	9.0	11.4
밤 (20:00~03:59)	35.5	44.2	42.1	49.0	28.8

출처: 대검찰청. (2020). 범죄분석. p.42, p 47, p54, p58, p66 자료를 연구진 재정리

다음으로 야간 보행의 안전도 조사에 따르면 응답자의 33.5%가 불안감을 느끼며, 구체적인 응답사유로 응답자의 20.1%가 가로등, CCTV 등 야간 보행 안전시설 부족을 언급했다.

[표 1-2] 야간 보행이 불안한 이유

소계	가로등, CCTV 등 야간보행 안전시설 부족	치안 시설 부족	인적이 드물	우범 지역 존재	신문, 뉴스 등에서 사건,사고를 자주접함	기타
100.0	20.1	6.9	25.4	2.9	44.0	0.6

출처: 통계청. (2020). 2020년 사회조사결과(가족·교육과 훈련·건강·범죄와 안전·생활환경), 11월 18일 보도자료. p.37

기존 조명의 범죄예방 효과성 분석 연구들은 범죄예방에 있어 조명의 중요성 및 조명과 범죄두려움간의 관계를 입증하려고 했다는 점에서 의의를 가지고 있다. 다만, 기존의 연구들은 공간환경이 가지고 있는 장소적 특성과 해당 공간에 설치된 조명 밝기에 따라 변화하는 사람들의 안전에 대한 인식 차이를 체계적으로 분석하지 못한 한계를 지니고 있다. 그리고 안전에 있어 통상 밝기라고 말하는 수평조도뿐만 아니라 시야 확보를 위해 필요한 수직조도와 어둠으로 인해 생기는 사각지대 최소화를 위해 고려해야하는 균제도를 종합적으로 고려한 연구는 부족하다.

또한 야간의 어두운 환경은 주변 환경에 대한 인지력을 감소시키고 두려움을 증가시킬 수 있기 때문에 야간 범죄발생을 사전에 예방하고 범죄불안감을 낮추기 위한 방안으로 적절한 조도기준 계획이 필요하다.

따라서, 본 연구에서는 실제 도로조명기준에서 언급하고 있는 지역을 중심으로 다양한 조도관련 기준을 활용하여 조도변화에 따른 사람들의 범죄두려움 변화를 살펴보고 조도기준 개선방안을 제안하고자 한다. 현재 활용되고 있는 KS A 3701의 보행자 도로조명 기준은 도입 이후 기준 개선이 이뤄지지 않았다. 본 연구를 통해 조도에 대한 다양한 실험을 진행하고 결과를 바탕으로 현재 기준의 적절성을 파악하고자 한다. 이를 위해 기존 연구들에서 활용하지 않았던 360도 VR(Virtual Reality)¹⁾영상을 활용하여 응답자들이 실제 대상지에 가지 않아도 그 현장을 실감할 수 있는 연구 방법을 활용하였다. 그리고 수평면조도와 수직면 조도, 더 나아가 보행자 도로의 균제도에 대한 연구도 함께 진행하고자 한다. 마지막으로 조도와 범죄두려움간의 관계를 교차분류 다층 모형을 활용하여 연구과정에 의해 형성되는 위계적인 구조를 고려하고자 하였다.

2) 연구의 목적

본 연구에서는 사업의 실효성 제고를 위해 영상정보를 활용한 조도변화에 따른 범죄두려움 분석과 현장기반의 시인성분석을 종합하여 범죄두려움 저감을 위한 도로조명 조도 기준 개선방안을 제안하고자 한다. 이에 따른 세부 목적은 다음과 같다.

첫째, 360도 VR 영상을 활용한 범죄두려움 완화효과를 분석하고자 한다. 이를 위해 연구 대상지 4 곳을 시간대별로 촬영한 영상을 활용하여 조도별 범죄두려움을 파악한다. 이 과정을 통해 구축된 자료를 활용하여 교차분류 다층모형 분석을 수행함으로써 조도가 범죄두려움에 미치는 영향을 분석하고자 한다.

둘째, 조도변화에 따른 시인성 분석을 통해 시각정보 인식을 위한 적절한 조도를 파악하고자 한다. 이를 위해 연구 대상지에서 조도변화에 따른 얼굴, 글자, 색상 등의 인식 정도를 파악해보고자 한다.

마지막으로 범죄두려움 저감을 위한 도로조명 조도 기준을 제안하고자 한다. 영상정보를 활용한 분석 연구와 시인성 분석연구 결과를 종합적으로 고려하여 현재 활용되고 있는 KS A 3701의 기준의 개선안을 제안하고자 한다.

1) 이하 보고서 내 VR(Virtual Reality)는 VR로 언급한다.

2. 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 범위

□ 시·공간 범위

본 연구에서는 조도변화에 따른 사람들의 범죄두려움 및 시인성 변화를 분석하고자 한다. 이를 위해 범죄가 많이 발생하는 서울시를 대상으로 조도가 낮고, KS A 3701에 명시된 보행자 도로조명 기준에 따라 야간 보행자 교통량과 지역을 고려하여 총 4곳을 공간적 범위로 삼았다. 시간적 범위는 야간 조도변화에 따른 시인성 분석을 위해, 일몰 직전의 시간(18:00)에 시작하여, 야간 시간동안 지속적으로 켜져 있는 보안등을 제외한 상업시설 간판 등 인공조명이 꺼지는 시점(24:00)²⁾까지로 설정하였다.

□ 내용적 범위

본 연구는 최종적으로 범죄두려움 저감을 위한 조도 기준 개선(안)을 제안하고자 한다. 이를 위해 국내외 조명관련 기준을 살펴보고 방향성을 설정하고, 조도변화에 따른 범죄두려움과 시인성 변화를 분석하는 연구를 수행하고자 한다.

- 범죄예방을 위한 조도기준 개선방향 도출

기존 도로조명 관련 기준 및 지침을 기반으로 국내 범죄예방을 위한 조도기준 개선방향성 및 고려사항을 도출하고자 한다. 이를 위해 환경이 사람들의 인식에 미치는 과정을 파악하고, 이를 토대로 범죄두려움과 조명간의 관계를 살펴보고자 한다. 또한 국내외 지침분석을 통해 조도기준 개선을 위한 방향성을 제안하고자 한다.

- 조도변화에 따른 범죄두려움 및 시인성 변화 분석

실내에서 현장감이 있는 공간을 제공하기 위해 시간대별 영상을 촬영하여 해당 영상을 활용한 범죄두려움 변화를 분석하여, 범죄두려움이 증가하는 지점을 파악하고자 한다. 이후 교차분류 다층모형을 활용하여 조도와 두려움간의 관계를 분석하고자 한다. 이와 동시에 시인성 변화 분석을 위해 실제 현장에서 색상, 글자, 인물 정보가 잘 보이는지 조도변화에 따라 살펴보고자 한다.

2) COVID-19로 인한 상업시설 영업시간 제한으로, 해당 시점에 가로·보안등 외 모든 조명이 소등된다.

- 범죄예방을 위한 조도 기준 개선 방안 제안

마지막으로 사람들의 범죄두려움 완화를 위한 적정 조도 기준을 제안하고자 한다. 이를 위해 360도 VR 영상을 활용한 연구와 시인성 변화 연구 결과를 종합하여 KS A 3701의 보행자 도로조명 기준에 대한 개선(안)을 제안하고자 한다.

2) 연구의 방법

□ 문헌조사

‘범죄두려움’, ‘조명’ 등 관련 키워드를 활용하여 국내외 문헌을 검색하고, 관련 연구는 현장기반 연구와 가상환경 활용 연구로 구분하여 차별성을 도출한다. 이와 동시에 국내외 조명계획 관련 제도 현황 검토를 위해 국내외 조명관련 제도와 범죄예방 관련 조도기준에 대해 조사한다.

□ 현장실증실험

서울시 내 4곳을 대상으로 도로의 조도를 측정하고, 수직조도 변화에 따른 시인성 정도 파악을 위한 실험을 수행하고자 한다. 이를 통해 시간대별 조도 변화를 파악하고 분석의 기초자료로 활용하여, 개선될 수직조도 지점을 파악하고자 한다.

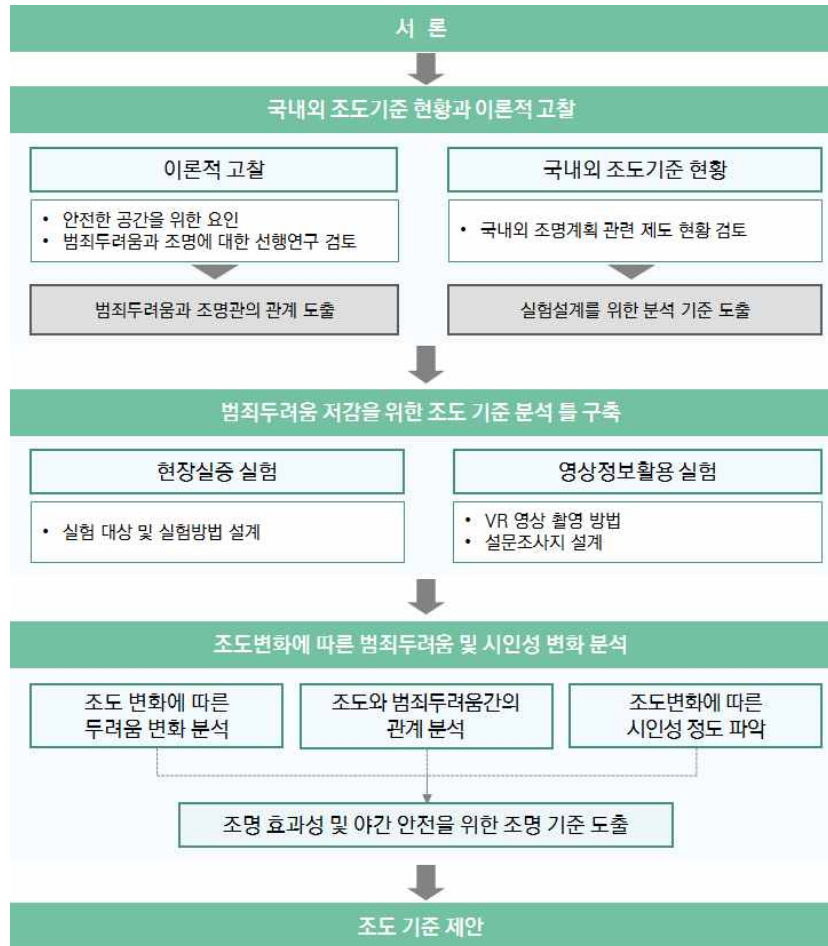
□ 영상정보활용 실험(설문조사 병행)

조도변화에 따른 두려움 변화를 파악하기 위해 촬영된 VR 영상을 활용하여 설문조사를 실시하고, 사람들의 인식변화를 살펴보고자 한다. 이를 위해 설문조사는 VR 실험 당시 그리고 실험 전, 후로 나뉘어 수행하고자 한다.

사전 설문조사는 범죄두려움에 큰 영향을 미치는 조도와 범죄피해경험에 대해 설문을 진행하였으며, 주관적인 범죄취약성 설문 문항을 구성하여 스스로 범죄에 취약하다고 느끼는 수준을 응답하도록 한다.

VR 실험 설문은 문항을 2가지의 질문을 구성하여, 제시되는 영상에 대하여 본인 이 범죄피해에 대한 두려움을 느끼는 정도와 가족 또는 지인이 느낄 것으로 예상되는 범죄피해 두려움에 대하여 7점 척도로 응답하도록 한다.

사후설문으로는 VR 실험 시 느끼는 존재감(Presence)에 대하여 5점 척도의 문항으로, 물리적 공간감(또는 현실감), 몰입감, 생태학적 타당성, 부작용으로 구분하여 각 3~4개의 질문으로 구성한다.



[그림 1-1] 연구의 흐름

출처 : 연구진 작성

3. 선행연구와의 차별성

본 연구는 범죄두려움 저감을 목적으로 안전한 야간환경 조성을 위한 도로조명 조도 기준 개선안을 제안하고자 한다. 이를 위해 조명과 범죄두려움의 관계를 분석한 연구에 대한 검토가 선행되어야 한다. 국외에서는 1960년대 범죄감소를 목적으로 영국과 미국을 중심으로 조명의 범죄두려움 및 범죄발생을 감소효과를 수행해왔으며, 국내에서는 CPTED 도입 이후, 범죄예방 및 야간 보행환경개선을 위해 조명의 효과성 분석 연구를 추진해왔다.

범죄두려움과 조명관련 연구는 조명 개선 사업 전후를 비교한 연구와 조명 자체의 변화에 따른 인식차이를 분석한 연구로 구분할 수 있다. 본 연구는 조명관련 기준 개선이 주요 목적으로 후자와 관련된 선행연구를 중심으로 검토하여 차별성을 도출하였다.

조명과 범죄두려움간의 관계를 분석한 연구는 크게 현장기반 연구와 실험실에서 진행한 연구로 구분할 수 있다. 현장기반으로 조명과 안전간의 관계를 분석한 연구들은 조도가 밝아짐에 따라 안전에 대한 인식이 긍정적으로 변하는 것을 알 수 있다. 다만 야간에서 안전한 공간은 공간의 밝기를 표현하는 수평조도뿐만 아니라 야간의 사람 인식에 도움을 주는 수직조도와 균제도 모두 중요한 요소임에도 불구하고, 관련 변수들을 활용하여 종합적으로 분석한 연구는 미흡하다. 그리고 현장 기반 연구는 통제할 수 없는 많은 요인들이 존재하고, 실험기간동안 다수의 샘플 확보가 어려운 한계를 지닌다.

다음으로 실험실에서 진행한 연구들은 연구자들이 원하는 환경을 구축하여 이론을 검증하고, 조명과 안전에 인식에 대한 연구를 파악했다는 점에서 의의가 존재한다. 다만, 이들 연구는 그 공간의 현장감을 느끼기에는 다소 한계가 존재하고, 그 결과를 기반으로 실제 대상지에 적용했을 시 다른 결과를 가져올 수 있다 (Kim et al., 2018, p.1135). 또한 관련 연구들은 최종적으로 환경에 따라 범죄두려움의 차이가 존재한다는 결과를 담고 있으나, 실제 기준과 비교하여 얼마나 차이가 존재하고, 기준개선에 대한 논의가 미흡하다.

따라서 본 연구는 다음과 같은 차별점을 가지고 연구를 수행하고자 한다. 첫째, 수평면 조도뿐만 아니라 수직면 조도, 균제도를 모두 고려하고, 실제 야간의 시인성에 필요한 조도기준을 파악하여 종합적인 조도기준 분석을 진행하였다.

둘째, 실제 대상지를 360로 촬영한 영상본과 VR 도구를 활용하여 연구를 진행하였다. 영상매체를 활용한 연구방법은 연구의 표본을 더 많이 확보할 수 있는 장점

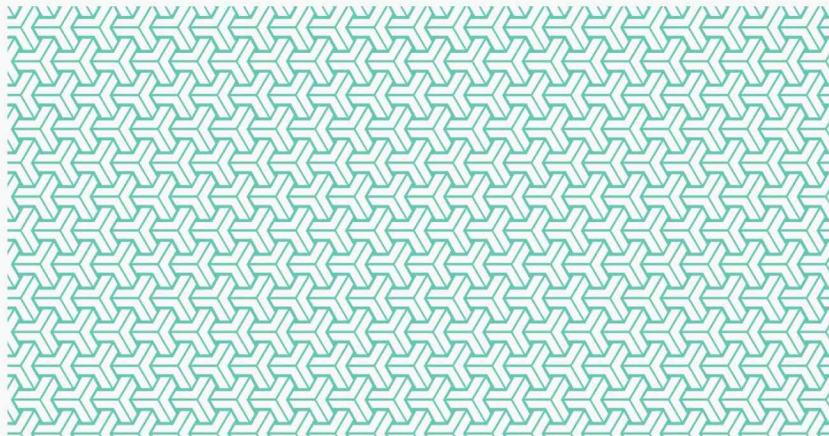
이 존재해 연구결과의 신뢰성을 보다 향상시킬 수 있다. 그리고 시간대별 조도변화를 촬영한 영상으로 실제 대상지의 조도변화에 따른 사람들의 범죄두려움 변화를 파악하였다.

셋째, 기존연구들의 공간적 범위는 대학로 캠퍼스, 상업지역 등 하나의 특정 공간적 범위를 중심으로 연구를 수행하여, 전반적인 조도기준을 제안하는 데 어려움이 존재한다. 본 연구에서는 실제 기준에 구분된 지역을 중심으로 실험대상지를 선정하고, 기준의 적절성을 파악한다. CPTED 사업이 다양한 지역을 중심으로 추진되는 만큼 전반적인 개선을 제안하기 위해 실제 기준에 제안된 4가지 지역을 중심으로 연구를 진행하였다.

마지막으로, 다수의 영상과 참여자들의 인식을 고려할 수 있는 교차분류 차이모형을 활용하여 분석을 수행하고자 한다. 기존 연구들의 분석 방법은 단순비교, 회귀분석, ANOVA 분석 등을 통해 연구를 통해 조명과 안전에 대한 인식간의 관계를 파악하였다. 다만, 변화에 따른 연구의 경우 위계적인 구조를 갖게 되는데, 이를 고려하지 못한 한계가 존재한다. 개별 영상, 현장, 사진 등에 대한 참여자들의 인식 하나하나를 분석단위로 둘 경우, 같은 평가자에 의한 인식들은 상관관계를 가지게 되어 다층 구조를 갖게 된다. 또한, 같은 영상에 대한 개별 인식들 간에도 상관관계가 존재하게 되어 이를 고려한 분석 방법이 필요하다. 이와 관련된 연구에 대한 구체적인 내용은 2장에서 다루고자 한다

제2장 이론적 고찰과 제도 분석

Chapter.2



1. 안전한 공간에 대한 이론적 고찰
2. 안전한 공간조성을 위한 조명의 역할
3. 국내의 조명계획 관련 제도 현황 검토

1. 안전한 공간에 대한 이론적 고찰

1) 안전과 범죄두려움

인간은 안전한 공간에서 생활하고자 하는 욕구가 존재한다. Maslow(1943)는 욕구를 5단계(생리적 욕구, 안전에 대한 욕구, 사랑에 대한 욕구, 존경에 대한 욕구, 자아실현의 욕구)로, 생리적 욕구가 충족되면 그 다음으로 안전에 대한 욕구가 생겨난다고 언급한다(Maslow, 1943, p.6).

우리 주변에서 말하는 사회적 안전은 크게 실재 안전과 인지된 안전으로 구분 가능하다(Boomsma et al., 2014a, p.195). 여기서 말하는 안전이나 범죄두려움은 실제 범죄보다 사람들의 야간 활동, 스트레스 등 사람들에게 직접적으로 더 많은 영향을 미치기 때문에 더 큰 문제로 여겨진다(Evans et al., 2000, p.1; van Osch, 2000, p.4; Wu, 2014, p.1).

사람들이 느끼는 범죄두려움은 그 실체가 모호하고 정확하게 정의되는 부분은 없으나 연구자들은 두려움이 피해 가능성에 대한 인식으로써 정의된다(Yin, 1980, p.496). 범죄에 대한 두려움은 일상생활 중 일반 시민에게 해를 가하는 낯선 사람에 대한 두려움(Conklin, 1975, p.7), 범죄피해에 대한 사람들의 이성적인 반응(Baumer, 1985, p.239), 범죄두려움을 범죄위험 인식 및 인지된 위험과 구별하여 범죄피해에 대한 부정적 감정반응으로 정의되고 있다(Ferraro, 1995, p.8). 그리고 Warr(2000, p.453)은 범죄두려움을 환경에 대한 인식이 아니라 인식된 환경에 대한 반응이라고 말한다.

범죄두려움에 대한 논의는 정의나 측정기준뿐만 아니라 원인측면에서도 견해가 확대되어 왔다. 초기에는 개인의 취약성, 범죄와 관련된 경험 등이 범죄두려움을 발현시킨다고 보았으나 이후 환경적인 요소들이 영향을 미칠 수 있다는 주장이 나오면서 관점이 확대되었다. 이러한 흐름에 따라 이경훈(1998, p.29)은 범죄두려움은 주변의 환경을 개인 혹은 집단이 어떻게 인지하느냐에 따라 나타나는 정서적 반응이라 말한다.

범죄두려움에 대한 관심이 높아지면서 범죄두려움에 대한 정의, 측정 방식뿐만 아니라 두려움의 원인에 대한 연구도 증가하였다. 초기 범죄두려움의 원인과 관련된 연구들은 범죄피해경험이 많은 지역일수록 범죄두려움이 클 것이라 예상했으나, 연구 결과, 실제 범죄경험과 두려움간의 상관관계가 약한 경우가 존재했다(Skogan, 1986, p.210). 이후 범죄피해경험과는 달리 여성이나 노년층이 남성이나 젊은 층에 비해 높은 두려움을 보여주는 연구결과(Warr, 1984; Ferraro,

1996)가 도출되면서, 개인이 가지는 취약성과 정보네트워크에 의해 두려움이 야기된다고 주장하는 취약성 이론이 등장하였다. 범죄두려움이 발현되는 원인은 개인적인 차원에서 개인을 둘러싼 환경으로 확대하면서 사회적 통합이론, 무질서 이론, 지역사회경찰활동이 등장하고 더 나아가 두 가지를 종합적으로 살펴본 연구들도 나타났다. Ferraro(1995)는 범죄두려움에 대한 기존 이론들을 종합하여 위험해석모델을 제안하였다. 이경훈(1998)은 범죄두려움을 느끼는 과정을 자극단계, 인지단계, 반응단계로 구분하여 각 단계간 상호작용을 통해 환경특성과 개인 및 집단 특성이 범죄 두려움에 영향을 미치는 것이라 말한다.

종합해보면 범죄 두려움과 관련된 이론의 발전은 사람들의 생각이나 행동에 환경이 영향을 미쳤을 것이라는 논의가 나타나면서 확대되었다. 즉, 환경에 의해 사람들의 인지나 행동이 변한다고 여기는 것이다. 이러한 내용을 바탕으로 조명과 범죄두려움간에 관계에 대한 고찰에 앞서 어떤 환경에서 사람들이 두려움을 느끼는지 이론적으로 고찰해보고자 한다.

2) 환경심리학에 기반한 안전한 공간 조성 방안

□ 환경과 연계된 사람들의 지각과 인지

인간과 환경은 상호간에 영향을 주는 관계로 구분해서 고려하기는 어렵다. 환경에 의해 사람들의 감정이나 행동이 변할 수 있고 또는 인간이 환경에 긍정적이든 부정적이든 영향을 줄 수 있다. 이러한 관계에 대한 탐구는 환경심리학을 기반으로 진행된다. Bell et al(2001/2008, p.4)은 환경심리학을 정의하는 학자들의 의견을 종합하여 환경심리학을 “행동 및 경험과 인공 및 자연환경 간의 거시적 관계에 관한 연구”로 정의하였다.

환경심리학을 기반으로 설계를 진행한 것은 건축가들을 중심으로 시작되어 20세기에 다양한 분야로 확산되었다(임승빈, 2007, p.1). 사람들의 생활공간 조성에 있어 이용자들의 니즈를 고려한 공간 조성이 필요했고, 이를 위해 해당 연구가 발전되어 왔다(임승빈, 2007, p.2). 환경심리 측면에서 고려할 때 환경지각과 그 과정을 이해하는 과정이 필요하다. Bell et al.(2001/2008, p.30)은 Ittelson(1978)이 언급한 환경지각의 구성요소인 인지, 감정, 해석, 평가는 사람들이 환경을 통해 지각하고 인지하는 과정에서 해당 요소들이 관계가 있다고 말한다. 이는 특정 자극에 반응까지 일련의 과정으로 상호 연결된 것으로 이해할 수 있다(임승빈, 2008, p.49). 그렇기 때문에 우리는 환경적인 요소를 고려하는데 앞서 환경 지각 및 인지의 과정을 살펴보고, 어떤 환경에서 사람들이 특정 감정을 느끼는

지 파악할 필요가 있다.

우리는 다양한 감각을 통해 환경을 지각하고, 주변 상황들과 비교하여 감정을 느끼거나 환경을 인지하게 된다. 안전에 대한 인식 역시 위의 과정을 거친다고 볼 수 있다. 본인이 위치해 있는 환경을 지각하고, 자신을 위협하는 요인의 존재여부를 파악하여 해당 공간이 안전하다 혹은 그렇지 않다고 인식하게 된다. 즉, 환경에 대한 지각부터 이로 인한 반응까지는 상호 연결된 일련의 과정으로 이해할 수 있다(임승빈, 2007 p.48).

특히 사람들이 볼 수 있는 곳에서는 자극의 감지가 인간의 행태에 큰 영향을 미치기 때문에 이미 해당 공간에 대해 알고 있다면 그 정보가 사람들의 행태에 중요한 역할을 하게 된다(임승빈, 2007, p.51). 인간은 눈을 통해 많은 정보를 얻게 된다. 그래서 우리는 보이는 것을 중요하게 여기고 생활하며, 자연스럽게 밝은 곳을 찾아가는 경향이 존재한다(Taylor et al., 1974; 日本建築學會, 1998/2006, p.62에서 재인용).

빛은 사람들이 다양한 정보를 얻기 위해 필요한 요소이다. 어두운 환경에서는 거리감이나 주변의 물체나 물건의 윤곽이 뚜렷하지 않아 사람들의 불안감을 야기할 수 있다. 사람들은 무언가가 제대로 보이지 않으면 눈앞의 상황을 인지하기 어렵기 때문에 자신이 처한 상황을 명확하게 파악하기 어렵다. 정리하면 사람들의 안전을 위해 대응가능한 거리에서 상대방을 인식하기 위해서는 빛은 필요한 요소이다(Caminada et al., 1984; 日本建築學會, 1998/2006, p.63에서 재인용). 즉 빛은 실내에서의 작업을 위해서뿐만 아니라 범죄를 포함한 안전 강화를 위한 측면에서도 중요하다고 볼 수 있다.

□ 안전한 공간과 범죄두려움

앞서 우리는 환경이 사람들의 인지나 감정에 어떻게 영향을 미치는지 과정을 살펴보았다. 사람들은 외부의 자극을 통해 정보를 얻고, 자신만의 지식을 쌓게 되고 본인들이 안전하다고 선호하는 공간이 존재하게 된다. 이를 설명한 이론이 전망(Prospect)-은신처(Refuge)이론³⁾이다. Appleton(1975; Dosen et al., 2016, p.2에서 재인용)이 제안한 해당 이론은 사람들은 안전과 기쁨을 전망과 밀폐감이 모두 공존하는 거주 환경에서 느낀다고 주장한다. 실제 Fisher et al.(1992,

3) 전망(Prospect)-은신처(Refuge)이론 기반의 선행연구를 고찰한 Dosen et al.(2016, p.2)은 전망(Prospect)-은신처(Refuge)이론이 다른 이론들과 결합되어 설계원칙으로 적용되지만 건축, 도시 디자인 분야에서 잘 알려진 이론으로, 지난 20년동안 환경에 대한 인간의 반응을 설명함으로써 디자인 원칙으로 적용되어왔다고 정리하였다.

p.37)은 Appleton(1975)이 인간이 전망과 피난처를 모두 제공하는 공간을 선호한다고 언급하면서, 그가 인간은 위협으로부터 생존을 위해 모든 것들을 보고 바로 행동할 수 있는 공간과 자신을 위협으로부터 보호할 수 있는 공간 이 두 가지를 제공하는 공간을 선호한다고 정리했다.

이러한 측면을 고려하여 Fisher et al.(1992, p.37)는 전망(Prospect)-은신처(Refuge)이론에서 사람들이 선호할것이라 말한 공간은 잠재적인 범죄자들이 선호하는 공간이 될 수 있다고 언급하였다. 그리고 아래 그림과 같이 은신처는 가해자 입장에서 선호되는 곳으로 보고, 전망은 피해자관점에서 선호되는 것으로 보았다. 그리고 안전에 대한 인식 분류 자체는 피해자 관점에서 작성하였다(Fisher et al., 1992, p.38). 즉, 잠재적인 범죄피해자 입장에서는 자신이 위치한 공간에서 주변지역에 대한 시야확보가 용이하고, 잠재적인 범죄자가 숨을 공간이 적다고 인식할수록 해당 공간에서 느끼는 범죄두려움이 낮아진다고 볼 수 있다.

		피해자(Victim)		
		전망(Prospect)		
가해자 (Offender)	은신처 (Refuge)		높음 (시야가 트임)	낮음 (시야가 가림)
		낮음 (숨을 곳이 없음)	가장 안전	보통 (Moderately Safe)
		높음 (숨을 곳이 많음)	보통 (Moderately Unsafe)	가장 불안전

[그림 2-1] 전망과 은신처를 활용한 안전에 대한 인식 분류

출처: Fisher et al. (1992). Fear of crime in relation to three exterior site features: Prospect, refuge, and escape. p.39.

전망(Prospect)-은신처(Refuge)이론을 기반으로 공간적인 측면에서 좀 더 세부적으로 도시 환경 속 범죄로부터 인식된 안전에 대한 연구를 진행한 Loewen et al.(1993, p.324)는 해당이론이 경관적 특성뿐만 아니라 환경 내 조도의 정도도 포함한다고 언급했다. 그들은 빛이 없이는 볼 수 없고, 어두운 공간은 잠재적 범죄자 입장에서는 은신처의 장소가 될 수 있다고 보면서 가시성이 중요한 요소라고 언급했다. 그들은 연구를 통해 빛이 안전한 인식에 가장 중요한 요소라고 언급하면서 조명의 중요성을 보여주었다.

이러한 측면에서 야간의 조명은 직·간접적으로 사람들의 안전에 대한 인식에 영

향을 줄 수 있다(van Rijswijk et al., 2018, p.891). 야간에 조명이 적은 공간에 있는 잠재적 범죄피해자는 시야확보의 어려움으로 인해 주변의 물체나 사람을 파악하는 것이 어렵다. 이로 인해 해당 공간에 있는 잠재적 범죄피해자는 자신이 서있는 장소가 안전하지 않다는 인식을 가지게 된다. 다만 해당 공간에 적절한 조명이 설치될 경우 시야의 확대로 인해 사람의 공간인지 정도를 향상시켜주면서 은닉의 정도를 감소시키게 되는데, 이러한 환경은 사람들이 느끼는 불안감을 낮춰준다(Fisher et al., 1992; Nasar et al., 2017; van Rijswijk, et al., 2018). 그래서 야간의 안전한 공간을 조성하기 위해서는 야간의 시야확대 및 시각정보 확보를 위한 보조시설인 '조명'의 역할이 중요하다.

□ 환경에 의해 야기되는 두려움

국내 범죄예방관련 사업의 목표 중 하나가 사람들의 범죄두려움 완화이기 때문에 사람들의 인자·정서적 측면에서 느끼는 불안감이나 공포에 대한 부분의 논의도 필요하다. 김명선(2016, p.15)는 공포와 불안에 대한 정의를 살펴보면서 사람들이 느끼는 불안이 개인이 예상하지 못하는 것으로 표현되는 불확실성을 내포하고 있다고 말한다.

범죄 두려움 역시 불안과 관련된 측면에서 안전한 공간 조성을 위해 살펴보고 가야하는 사람들의 정서 중 하나이다. 사회에는 다양한 불안 요인들이 존재하나 범죄발생요인은 그 중 주된 요인으로 작용하여 국가차원에서 완화를 추진해야하는 항목이 되었다. 범죄두려움이란 학자마다 다양하게 정의되고 있는데, DuBow et al.(1979, p.5)는 감정에 대한 차원은 두려움이라는 것을 가장 적절하게 측정할 수 있다고 언급하였다. 이에 본 연구에서는 이를 고려하여 범죄두려움을 개인과 타인의 범죄피해에 대한 두려움으로 정의하고자 한다.

범죄두려움과 관련된 이론은 개인적인 차원의 논의부터 지역적 차원, 그리고 두 가지를 통합한 접근법으로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 환경이 범죄두려움에 미치는 영향을 파악하고, 이를 기반으로 조도개선 방안을 살펴보고자한다. 이들 중 개인적인 차원과 지역적 차원을 종합적으로 고려하여 환경적인 요소들이 범죄두려움에 어떤 영향을 미치는 살펴보고자 한다.

이성식(2010, p.78)은 Ferraro(1995)가 제안한 위험해석모델은 개인의 특성과 그를 둘러싼 환경이 범죄로부터 피해 가능성에 대한 인지를 만들고, 이것이 개인이 느끼는 범죄두려움으로 연결되는 과정을 제안하고 있다고 말한다. 즉, 개인의 범죄두려움에 직접적으로 영향을 미치는 요인은 범죄피해위험인지이고, 이것은

개인의 특성과 개인을 둘러싼 미시적·거시적 환경으로 본 것이다.

국내에서도 이와 유사하게 개인 및 집단 특성, 환경 특성, 범죄 두려움의 관계를 종합적으로 고려한 모델을 제안했다. 이경훈(1998)은 범죄두려움을 느끼는 단계를 3단계로 구분하고, 자극단계에서 개인이나 집단이 어떻게 주변의 환경을 인지하느냐에 따라 범죄위험인지 정도가 달라지고, 이것은 그대로 범죄두려움으로 연결된다고 보았다. 여기서 기존의 위험해석이론과 차별점은 위의 과정을 통해 도출된 범죄두려움은 인지단계에 속하는 비공식적 사회통제에 다시 영향을 미치고 이는 범죄발생률도 이어진다고 본 것이다. 즉, 한 쪽 방향으로만 영향을 미치는 것이 아니라 모든 요소들이 상호작용을 통해 범죄두려움이 나타난다고 보았다.

□ 안전한 공간 조성 방안

앞서 사람들이 환경에서 어떤 영향을 받고, 이를 통해 어떻게 생각하고 감정을 느끼는지 그 과정을 살펴보았다. 이를 토대로 사람들이 안전한 공간에서 어떤 요소들을 필요로 하는지 파악하여 궁극적으로는 그들의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 방안에 대해 고민할 필요가 있다.

범죄예방에 관련된 설계이론은 이러한 사람들의 니즈를 고려한 환경심리학에 기반한 환경설계의 하나로 볼 수 있다. 대표적인 것으로는 제인 제이콥스의 거리의 눈, 오스카 뉴먼의 방어공간, 제프리의 범죄예방환경설계(CPTED)가 존재한다.

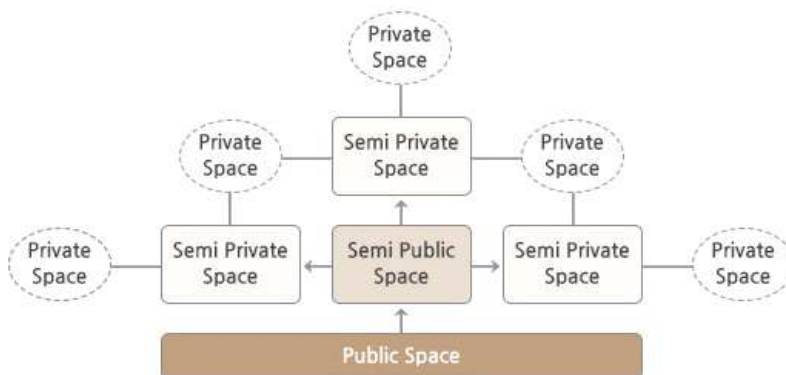
Jacobs는 1961년에 첫 책을 발간하고 1993년 개정판을 통해 관련 내용을 이어갔다. Jacobs(1993/2010)는 급격한 도시환경의 변화는 지역내에 부정적인 영향을 미칠 수 있다고 언급하면서 도시의 안전을 위해서는 다양성이 중요하다고 주장한다. 그녀는 그 예로 소규모 블록체계, 용도혼합, 사람들의 고밀 등 도시 내 다양성을 조성할 수 있는 설계방안을 제안했다. 또한 안전한 공간을 위해서는 공적 공간과 사적공간의 명확한 경계, 거리의 눈, 끊이지 않는 유동인구가 필요하다고 말한다(Jacobs, 1993/2010, pp.60-61). 요약하면, 가로 다양성과 사람들을 유도할 수 있는 요소들은 거리의 눈을 증가시켜 가로 자체의 안전을 확보할 수 있음을 의미한다. 즉, 거리의 눈은 위험한 상황에서 서로를 구해 줄 수 있는 요소가 되는 것이다. 이외에도 그녀는 사례 연구를 통해 공적공간과 사적공간의 명확한 구분의 중요성을 보여주며, 향후 뉴먼의 방어공간(자연적 감시)이론의 기초가 되었다(정경재, 2009. p11).

Jeffery는 1971년에 Crime Prevention Through Environmental Design이라는 용어를 처음 제안했다. 이후 Jeffery(1977)는 개정판에서 사후 처벌에 초점이

맞춰져있던 기존범죄예방모델에서 물리적 환경을 개선하여 사전적으로 범죄예방을 모색하는 방향으로의 전환을 이야기하며, 심리, 행동, 학습이론에 더욱 초점을 맞춰 CPTED를 언급하였다.

임준태(2009, pp.213-217)은 제프리가 생각한 CPTED의 모델이 어떻게 변화되어 왔는지 다음과 같이 정리하였다. 제프리는 CPTED모델을 제안할 당시, 범죄자들의 행동을 바꿀 수 있는 요인으로 물리적 환경역할을 강조했으며 환경이 직접 범행에 영향을 미친다고 생각했었다. 이후 인간행동에 대한 통합된 체계적 접근쪽으로 연구 경향이 변하면서 제프리는 환경, 범죄자, 범행이 서로 상호작용을 이루고 있다고 CPTED모델을 수정하였다. 이러한 관점에서 그는 CPTED 전략의 이론적 기초로 영역성, 자연적 감시, 접근 통제를 제안하였다.

Newman(1972/2020)은 지역사회유대나 거주민들의 집합적 행동을 이끌 수 있고, 지역주민들을 중심으로 비공식적 통제가 이뤄지는 주거환경으로 방어공간을 제안했다. 그는 방어공간을 조성하기 위한 방안으로 영역성, 자연감시, 이미지와 환경 4가지를 소개했다. 4가지를 구체적으로 살펴보면 첫째, 영역성은 거주민들이 거주지역에 대한 소유의식을 갖도록 주거환경을 조성하는 것을 의미한다. 둘째, 자연감시는 주민들이 서로 주택 내부에서 감시 할 수 있는 기회가 많도록 조성하는 것을 의미한다. 셋째, 이미지는 공공주택 주변 동선패턴, 단지규모, 재료 등을 잘 고려해 낙인효과를 예방하고자 하는 것을 의미한다. 마지막으로 환경은 이미지와 연계해 주변에 감시자가 많아질 수 있는 시설이 단지인근에 있고, 단지가 공공도로에 인접할 수 있도록 주거환경의 입지를 고려해야함을 의미한다. 앞서 언급했듯이, 그는 위의 4가지를 통해 지역주민들이 그들 스스로 주거환경을 통제할 수 있는 능력을 강화시킬 수 있다고 보았다.



[그림 2-2] 방어공간의 영역성 개념

출처 : 범죄예방디자인연구센터 (<http://www.cpted.kr/?r=home&c=02/0202>, 검색일:21.12.20)

위에 언급된 대표적인 설계원칙이 제안된 이후에 세부적인 내용 측면에서 서로 상반되는 부분을 포함하고 있는 제인 제이콥스의 원칙과 뉴먼의 원칙의 범죄예방 효과성에 대한 실증연구들이 진행되어 오고 있다. 그 중 뉴어바니즘은 제인제이콥스의 영향을 받아 도시공간에서의 자연적 감시 확대를 위한 방안으로 상호 연결된 가로 네트워크, 압축개발, 복합용도, 도시의 고밀을 선호하며 공공공간의 극대화를 추구했으며, 이를 [표 2-9]와 같이 6가지로 구분하여 비교 하였다.

[표 2-1] 뉴어바니즘과 뉴먼의 원칙 비교

	SafeScape	Defensible Space
공공공간 vs 사적공간	공공공간 극대화	사적공간 극대화
용도	혼합용도	용도분리
보행로	격자형태의 보행로	컬데삭
골목	골목 찬성	골목 반대
주차장 배치	집은 가로 가까이 배치하고, 가로 나 뒤쪽 정원에 주차장 배치	주차장은 거주자의 시야확보가 좋은 곳에 배치
밀도	고밀 선호	고밀 비선호

출처: Town & O'Tool (2005) <https://reason.com/2005/02/01/crime-friendly-neighborhoods-2/>(검색일: 2021.6.15.); Hillier, Shbaz. (2005). High resolution analysis of crime patterns in urban street networks: an initial statistical sketch from an ongoing study of a London borough, p.3

종합해보면 범죄예방 및 피해저감을 위해서는 건축·도시공간에서 사람들의 행동이나 인지에 변화를 줄 수 있는 방안 마련이 필요하다. 범죄예방 측면에서는 이중 '자역적 감시'를 가장 중요하게 고려하고 있으며, 이를 위한 설계적 대안들을 제안하고 있다. 즉, 야간의 조명 개선사업 역시 이러한 부분들이 반영된 것이라 볼 수 있다. 이는 조명이 그자체로 어두운 공간에서 사람들에게 시각적 정보를 확보할 수 있다는 측면에서 심리적 안전감을 제공하는 요소이기 때문이다.

3) 소결

인간은 안전에 대한 욕구가 충족되어야 다른 욕구들이 발현될 수 있기 때문에, 사람들이 사는 환경을 조성할 때에 안전은 필수적으로 고려 될 수 밖에 없다. 우리가 인식하고 있는 안전에는 개인이 느끼는 안전이 포함되어 있는데 여기에는 사람들이 느끼는 범죄두려움의 의미도 내포되어있다. 특히, 범죄 두려움은 실제 발생하는 범죄보다 사람들의 행동이나 심리에 부정적인 영향력을 행사할 수 있어 안전한 공간 조성을 위해 고려해야하는 요소 중 하나이다.

범죄두려움의 원인에 대한 고찰은 개개인의 특성에서 개인을 둘러싼 환경으로 확대되어왔다. 여기에는 환경에 의해 사람들의 감정이 변할 것이라는 전제가 있으며, 이를 파악하기 위해 다양한 연구들이 진행되어왔다. 환경과 인간의 인지간

의 관계에 대한 연구는 환경심리학에 근거하여 진행되었으며, 외부에 의한 자극이 사람들의 반응까지 이어지는 일련의 과정을 설명한다. 관련 이론 중 전망과 은닉이론을 범죄두려움 초점에 맞춰 살펴보면 시야확보가 어렵고, 숨을 공간이 많은 곳일수록 사람들은 해당 장소에서 '불안'을 느낀다고 볼 수 있다. 즉, 범죄두려움 관점에서 보면 어두운 공간이나 숨을 공간이 많은 곳은 사람들에게 위험하다는 인식을 심어주고 이는 범죄두려움으로 발현되는 것이다.

이러한 과정을 고려하여 범죄예방을 위해 자연감시 확대, 숨을 공간에 대한 접근 통제 등의 원칙을 기반으로 안전한 공간을 조성하기 위한 방안들을 제안해왔다. 여기서 조명은 자연감시 확대를 위한 일환으로 적용되어 왔다. 이는 조명으로 인해 사람들이 야간에 시각적 정보를 얻고, 이를 통해 범죄불안감이 완화된다고 여겼기 때문이다.

이처럼 빛은 사람들에게 심리적 안전감을 줄 수 있기 때문에 건축·도시 환경에서 인공적인 빛을 제공할 수 있는 조명은 야간 환경의 안전을 위해 중요한 요소이다. 조명의 이러한 역할은 야간시 공간에서 느끼는 안도감 혹은 안전감에서 오는 것으로(Kim et al., 2017, p.233), 그 역할을 제공해주는 조명의 다양한 속성들을 살펴보고, 범죄 두려움 완화 효과에 대한 선행연구들을 검토하고자 한다.

2. 안전한 공간조성을 위한 조명의 역할

안전한 야간 환경을 조성하려면 야간의 시야 및 시각정보 확보를 위한 보조시설인 '조명'은 매우 중요한 역할을 수행한다. 사람들은 자신을 위협할 무언가가 잘 보이지 않게 되면 불안하다고 느끼기 때문에 조명은 이들에게 보이는 것들을 확대해줌으로써 두려움의 정도를 완화시키는 도구가 된다(Nasar et al., 2017; van Rijswijk et al., 2018).

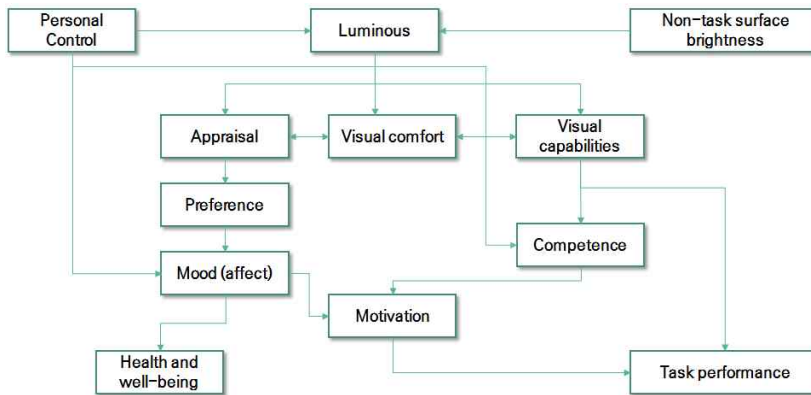
안전 확보를 위한 방안 중 하나인 범죄예방측면에서 조명의 역할은 기존 연구들의 결과에서도 나타난다. Atkins et al.(1991)은 조명의 범죄 및 범죄불안감 완화 효과에 대한 연구를 수행하였는데, 실제 범죄발생 감소에는 유의미한 결과를 도출하지 못했으나 여성에 한해서는 야간의 두려움이 많이 완화되었다는 결과를 보여주었다. 이후 보행자를 위한 적절한 조도를 파악하기 위한 방안을 제안한 Fotios et al.(2016, p.237)도 기존 연구들을 검토한 결과 조도가 상대적으로 높을수록 안전감을 준다는 결과를 보여주었다. 또한 가장 최근에 조명을 포함한 범죄예방환경설계의 효과성 논문을 고찰한 Ceccato(2020, p.43)는 조명의 범죄예방효과를 보여준 37개 조명연구 중 72%가 범죄예방측면에서 조명의 긍정적인 효과에 대해 보여주고 있다고 하였다. 국내 연구에서도 동일한 결과를 도출하였는데, 박진상 외(2018)은 야간의 조명색채와 범죄불안감간의 관계를 분석하여 조명계획 시, 낮은 색온도의 조명, 가로등 설치간격으로 인해 생기는 조명사각지대가 범죄두려움을 증가시킨다고 강조하고 있다.

학술적인 측면뿐만 아니라 실무적인 측면에서도 범죄예방에 있어서 조명은 중요한 역할을 수행하고 있다. 현장에서 CPTED 사업을 진행하는 과정에서 범죄예방 시설·기법 중 CCTV다음으로 조명설치나 교체가 가장 많고, 주민들의 반응도 긍정적이다.

야간활동의 불안감을 완화한 사례에서도 알 수 있듯이 야간 빛 환경은 범죄를 예방하면서 사람들의 범죄 불안함을 완화시키는 요인으로 작용한다. 사람들은 자신이 있는 공간에서 예기치 못한 사람의 등장에 두려움을 지니는데, 야간에 어두울 경우, 그 공간에 대해 파악하는데 어려움이 존재한다. 선행연구들에서는 이를 조명 개선을 통해 완화시킬 수 있다고 주장한다(Nasar et al., 2017; p.241, Haans et al., 2012, p.347).

1) 빛과 시각

빛은 인간이 공간을 인지하는데 근본적으로 활용하는 요소로, 우리의 눈을 통해서 들어오는 빛은 수정체를 거쳐 망막에 도달하게 된다. 이 망막에는 시각적 및 비시각적 광수용체를 모두 포함하고 있어, 인간은 빛을 통해 생물학적인 반응과 시각적인 인지 반응을 동시에 할 수 있다(고재규 2016, p.23). 인간은 빛을 보게 되면 빛의 밝기와 색상을 인식하게 되고, 기존에 내재화된 정보에 의해 빛에 대한 좋음 여부, 쾌적함 여부 등을 판단하게 되며 동시에 생리적인 반응도 함께 보인다(고재규 2016, p.24).



[그림 2-3] 빛에 의한 개인의 시각적, 평가성 연결 메커니즘

출처: Veitch et al. (2008). Lighting appraisal, well-being and performance in open-plan offices: A linked mechanisms approach. p.17

즉, 특정 공간에서 눈으로 빛을 받아들였을 경우, 빛이 지니는 속성을 인지하고, 내재되어 있던 정보에 의해 빛에 대한 판단을 내리게 되는데, 빛이 공간을 어떻게 구성하느냐에 따라 공간에 대한 인식이 달라 질 수 있음을 의미한다. Nasar et al.(2017)은 조명의 조건을 변화시킨 가상환경을 통해 공간에 대한 인식과 감정의 차이를 분석하였다. 그 결과, 빛이 균등하게 분포되어 있을 때와 빛의 양이 많을 때, 그렇지 않은 상황보다 통계적으로 유의미하게 오픈된 공간이라 느끼는 것으로 나타났다. 그리고 사람들은 해당 공간을 더 매력적이게 느끼고, 안전하다고 느낀다고 응답했다.

이러한 빛의 특징으로 인해 사람의 경우 더 화려하게 보일 수 있고, 공간은 더 넓게 인식될 수 있다. 이처럼 공간은 빛의 양과 방향을 어떻게 활용하느냐에 따라 달라질 수 있다(오승남, 이호중 2005, p.189).

첫째, 빛의 양에 따라 공간의 분위기와 인상이 달라질 수 있다. 빛의 양에 따라 명

암이 달라질 수 있고, 이는 공간을 구성하는 물체나 벽면의 표면에 대한 인식에도 영향을 줄 수 있다. 예를 들어 빛이 너무 강할 경우, 물체 표면의 굴곡이나 고유의 질감이 드러나지 않아 입체감이 사라질 수 있다(오승남, 이호중 2005, p.189).

둘째, 빛의 방향에 따라 공간에 대한 인지가 달라질 수 있다. 물체가 있을 때 빛을 비추는 방향에 따라 그림자가 생기는 방향이 달라진다. 그림자로 인한 음영은 공간의 공간감에 중요한 요소로 공간 자체의 깊이를 더해줄 수 있다(오승남, 이호중 2005, p.199).

2) 조명에 대한 이해

앞서 빛이 인간의 지각이나 인지에 어떻게 작용하는지 구체적으로 살펴보았다. 다음으로 건축·도시 환경에서 빛을 인공적으로 제공하는 조명의 속성을 이해하고, 이를 활용하여 본 연구에서 개선하고자 하는 요소들의 기초자료로 활용하고자 한다.

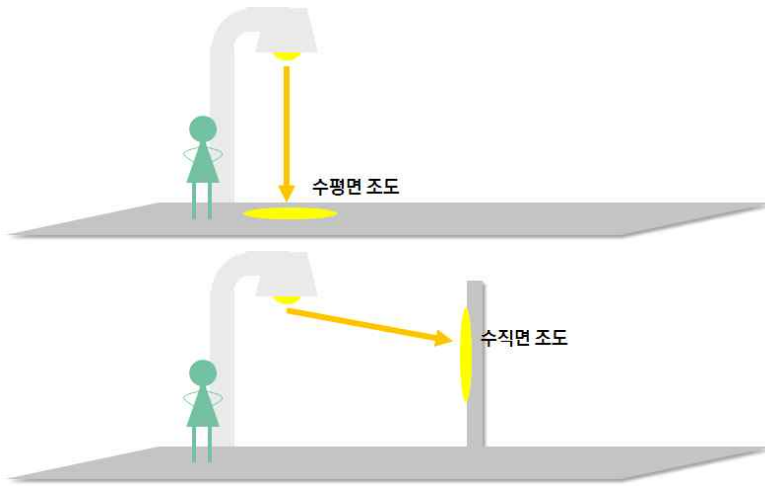
조명은 사물, 사람을 포함한 우리 주변을 볼 수 있도록 인공적인 빛을 유지해주는 것을 말한다. 도시의 발전과 함께 조명은 같이 발전해 왔으며, 사람들의 야간 활동이 증가하면서 조명의 중요성은 점점 더 높아져갔다. 근본적으로 안전한 야간 환경 조성을 위해서는 적절한 조도를 확보하면서 공간을 개선하는 계획방안이 필요하다. 이러한 측면에서 야간조명계획에는 가로의 정체성을 형성하면서 가로 주변의 환경에 긍정적인 영향을 끼칠 수 있는 조명을 설치할 수 있는 계획이 필요하다(박정숙 2015, p.23).

□ 수직조도와 수평조도

가로조명과 관련된 기준을 살펴보면 ‘조도’와 ‘휘도’라는 단어를 쉽게 볼 수 있다. 구체적인 기준을 살펴보기 전에 조명과 관련된 용어와 구성요소를 파악하고자 한다. 인간은 그 대상으로부터 반사되거나 굴절된 빛이 망막에 상을 맺으면 그들을 인지하게 된다. 이때 그 대상들은 광원으로부터 빛을 받게 되는데, 대상의 표면에 입사하는 빛의 양을 조도라고 말한다(이동기 2015, p.18). 조도는 수평면조도와 수직면조도로 구분할 수 있는데 우리가 흔히 말하는 조도는 수평면 조도의 개념에 더 가깝다. 이는 우리가 일상생활에서 조명이 필요로 하는 작업들은 모두 수평적 요소에 포함되어 일반적으로 우리는 수평면 조도에 익숙해 있다. 하지만 인간이 인지하는 공간자체의 밝기는 수직적인 요소에 더 영향을 받게 된다(차인호, 2016, p.61). 이는 사람이 공간을 인지할 때는 바닥면 보다는 물체나 벽면에

서 반사되는 빛에 영향을 받기 때문이다.

아래 그림을 살펴보면 사람은 보행 시 바닥의 상태, 횡단보도, 장애물도 살펴볼지만 이와 동시에 눈 앞에 수직적으로 놓여진 입간판, 표지판 혹은 다가오는 사람을 살펴본다. 즉 수평적 요소와 수직적 요소 모두를 고려하기 때문에 조명에 있어서도 이 두가지를 함께 고려하는 것이 중요하다.



[그림 2-4] 수평면조도와 수직면조도

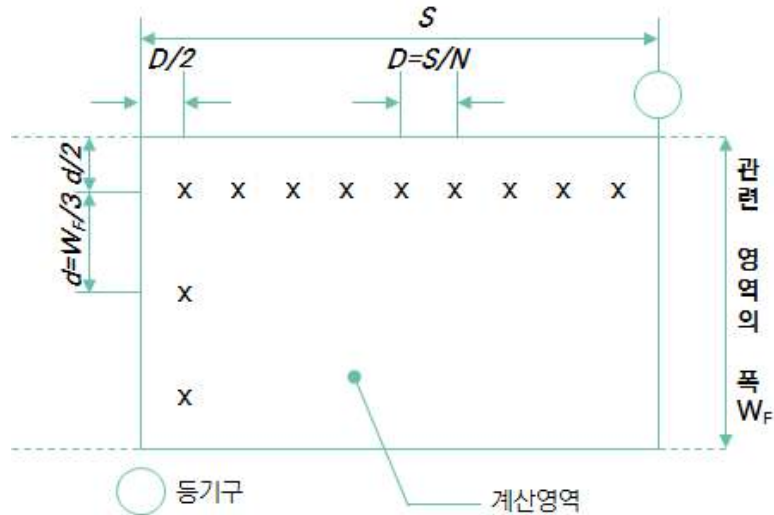
출처: 이동기, (2015) 보행을 위한 야간 빛환경 디자인에 관한 연구 : 보행자의 시인성에 기초한 수직조도를 중심으로, p.21를 단순화시켜 연구진 재작성.

보행자 도로조명의 기준에서는 수직조도와 수평조도를 함께 제안하고 있다. 한국산업표준의 도로조명기준(KS A 3701)에서 제안하고 있는 수평조도는 노면의 평균조도를 의미하고, 수직조도는 도로의 중심선에서 직각이 되는 수직면의 최소조도를 의미한다. 이들 조도는 다음과 같은 방법으로 측정할 수 있다.

수평조도는 [표 2-2]을 활용하여 도출된 측정점에서 조도를 측정하여 평균을 계산한 값을 의미하며, 조도 측정시 바닥에서 15cm 거리에서 측정하는 것이 바람직하다. 측정점사이 간격은 아래 식을 활용하여 결정하며, 이를 활용하면 계산점들의 위치 및 개수를 파악할 수 있다.

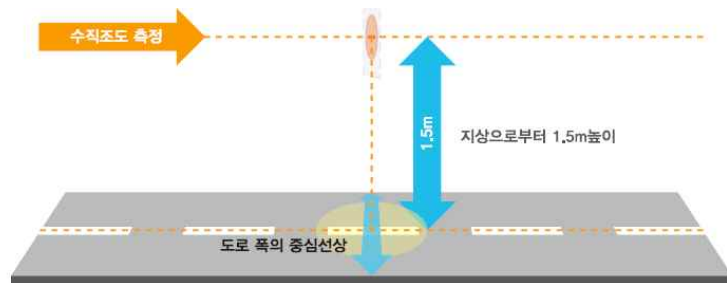
[표 2-2] 조도 측정점 위치를 구하기 위한 계산식

세로방향	가로방향
$D=S/N$	$d=W_F/3$
D : 세로방향에 있는 점 사이 간격	d : 가로방향에서 점 사이 간격
S : 등기구 사이의 간격	W_F : 차도나 관련 영역의 폭
N : 세로방향에서 계산점의 개수	
$S \leq 30m$ 의 경우, $N=10$	
$S > 30m$ 의 경우, N은 $D \leq 3m$ 로 되는 최소 정수	



출처: KS A 3701 도로조명기준, 2019-0591, p.37

수직조도는 도로 중심선에서 1.5m 지점에서 조도를 일정한 간격으로 측정한다. 그 중 가장 작은 조도를 해당 가로의 수직조도로 간주한다. 이 때, 도로중심선상의 수직조도뿐만 아니라 주거지의 경우, 빗공해와 관련하여 주거지 연직면조도도 함께 측정해서 고려해야한다.



[그림 2-5] 수직조도 측정방법

출처: 이동기, (2015) 보행을 위한 야간 빛환경 디자인에 관한 연구 : 보행자의 시인성에 기초한 수직조도를 중심으로, p.26.

□ 휘도

휘도는 물체를 일정한 방향에서 보았을 때, 대상 표면에서 반사되는 빛의 양으로 단위는 cd/m^2 이다(이형복, 2020, p.17). 일반적으로 반사되는 빛이라고 생각하면 되고, 휘도는 실제 공간에서 밝기를 느끼는데 중요한 요소로 작용한다. 차량의 경우, 반사되는 빛이 너무 강하면 눈부심으로 인해 반대쪽에서 달려오는 차량을 못 볼 수 있고, 이는 교통사고로 이어질 수 있어 차량 도로조명 기준에는 휘도에 대한 기준이 제시 되어 있다.

□ 균제도

균제도는 가로에서 빛의 균일한 분포를 나타내는 것으로, 조도와 함께 좋은 조명 환경의 평가지표이다(이정은 외, 2005, p.3). 균제도는 측정된 조도를 활용하여 계산되는데 일반적으로 최소조도/최대조도 혹은 최소조도/평균조도로 산출된다. 가로에 빛이 균일하게 분포되어 있어야 조명사각지대가 사라지고, 다가오는 행인의 표정이나 행동을 빠르게 인식할 수 있다. 일반적으로 균제도는 다음과 같이 권장되고 있다.

[균제도 권장기준]

균제도는 국부적 작업면의 조도가 평균값에 비해서 0.25 이상 차가 없는 것이 바람직하다. 조도의 균제도(최소조도/평균조도의 비)는 국부적 작업면에 대해서는 0.8 이상, 전반조명과 국부조명과의 비에 대해서는 0.1 이상의 값이 바람직하다

출처: 이정은 외. (2005). 주거공간의 실내공간별 조도기준을 위한 빛환경 연구. p.3.

3) 조명과 범죄 두려움

앞서 살펴보았듯이 조명은 야간 활동을 위한 중요한 요소이다. 야간에 조명의 유무에 따라 사람들의 활동에 차이가 있고, 밝은 곳에서는 사람들이 나쁜 짓을 행하지 못하는 경향이 있다. 이러한 연유로 영국과 미국을 중심으로 조명개선사업이 진행되었고, 조명의 범죄 및 범죄두려움 완화 효과에 대한 연구가 주를 이뤘다. 해당 연구는 크게 조명사업의 효과성 분석과 조도에 따른 범죄두려움 변화 양상 분석 연구 등이 진행되어왔다. 본 연구에서는 사업자체의 효과성 보다는 조도 변화가 야기하는 범죄두려움 차이를 분석하고자 후자를 중심으로 선행연구를 살펴 보았다.

□ 현장기반의 조명과 범죄두려움간의 관계 분석

조명과 범죄두려움간의 관계를 분석한 연구는 크게 현장기반 연구와 가상공간 및 사진을 활용한 실험실 기반의 연구로 분류할 수 있다. 전자에 대한 연구를 살펴보면, Boyce et al.(2000)는 사람들이 안전하게 인식하는 조명의 밝기 및 안전에 대한 인식과 조도간의 관계를 분석하기 위해 4가지 현장실험을 진행하였다. 그 결과, 야간의 순수두려움이 0lux에서 10lux에 가장 많이 분포되어 있는 것을 보여줬으며, 30lux정도 되어야 안전하다고 느끼는 것으로 나타났다. Mattoni et al.(2017) 연구에서도 유사한 결과를 보여주었다. 그들은 물리적 환경이 유사한 10개 가로를 대상으로 실험을 진행했으며, 야간의 순수두려움(주간범죄두려움-야간범죄두려움)을 활용하여 수평조도의 최소조도, 평균조도, 균제도와의 관계를 분석했다. 그 결과 전반적으로 조도가 증가함에 따라 안전도가 증가하는 것으로 나타났으며 그 중에서도 평균조도가 변할 때 사람들의 인식도가 가장 크게 변하는 것으로 나타났다. 조명관의 관계를 분석한 연구에서 더 나아가 조명계획을 위해 필요한 지표 제안 연구도 존재한다. Kim et al.(2018)는 영국의 다리 밑 공간 10 곳에서 실제 실험을 수행하였다. 이들은 수평조도뿐만 아니라 PAI(Perceived adequacy of illumination)를 활용하여 각 지표와 사람들의 인식간의 관계를 분석하는 연구를 수행했다. 그 결과, 평균수평조도가 높을수록 얼굴인식과 그 공간에서 사람들의 즐거움 정도가 높다는 것을 보여주었으나 그 관계는 약하며 오히려 PAI 지수가 더 큰 관계를 보여줬다. 해당 연구결과를 바탕으로 그들은 단순 조도 수준에 초점을 맞추기 보다는 사람들의 인식에 기반한 조명디자인을 수립해야한다고 제안한다. 조도뿐만 아니라 전반적인 조명분포와 안전에 대한 인식간의 관계를 분석한 연구도 진행되었다. Haans et al.(2012)는 에인트호번 대학교의 주요 도로 10개를 중심으로 실제 도로조명을 바꿔가며 연구를 진행하였다. 분

석결과, 도로별로 차이는 존재하지 않지만 조명분포에 따라 안전감의 차이가 유의미하게 나타났다. 특히, 조명이 밝아지는 상황에서는 사람들의 불안한 인식 또한 유의미하게 낮아졌다. Castro-Toledo et al.(2017)도 조명변화에 따른 두려움의 변화를 파악하였는데, 이들은 기존의 연구들에서 설문조사를 활용한 것과는 달리 사람들의 심장박동 변화를 살펴보는 것으로 두려움을 파악하였다. 연구 결과 조도를 낮춘 집단이 아무런 변화를 주지않은 집단보다 심장박도의 변화가 통계적으로 유의미하게 증가하는 것으로 나타났다.

국외에서 제 가로를 대상으로 진행된 연구들과는 달리 국내의 경우 아파트 단지를 중심으로 연구가 진행되었다. 김대진 외(2008)은 서울시 강남구 6개 단지 아파트를 중심으로 조명계획요소와 범죄두려움간의 관계를 분석하였다. 그 결과 점등률과 가로등간격의 영향력이 가장 크게 나타났으며, 조도보다는 상대적으로 균제도의 영향력이 더 큰 것으로 나타났다. 황성은 외(2020)은 공동주택 거주자의 범죄불안감을 야기시키는 조명 요인을 도출하기 위해 셉테드학회의 시설 인증을 받은 공동주택 2곳을 선정하여 연구를 진행하였다. 이들은 조도와 범죄불안감간의 관계뿐만 아니라 야간인식성까지 종합적으로 파악하였다. 그 결과, 연직면조도와 야간인식성이 높은 단지의 범죄불안감이 통계적으로 유의미하게 낮게 나타났다. 이외에도 현장조사를 수행한 연구들이 존재했으나 이들 연구는 상업지역의 조도 분포에 대한 실태조사를 통해 조명계획 방향을 제안하는 것으로 연구를 수행하여 통계적으로 관계를 파악하는데 한계가 존재했다(이종식 외, 2009; 이효창 외, 2011; 박정숙 외, 2015).

□ 실험실 기반의 조명과 범죄두려움간의 관계 분석

현장기반 연구들의 경우, 실제 공간에서 조명에 따른 사람들의 두려움의 차이를 분석했다는 점에서 의의가 있으나 실제 공간에서 통제할 수 없는 다양한 변수들이 존재할 수 있다. 이러한 한계로 인해 실제 대상지에서 연구를 수행하는 것이 아니라 실험실에서 진행한 연구들도 존재한다. Boomsma et al.(2014a)는 빛의 수준을 달리한 5개의 가상 시뮬레이션 환경을 활용하여 연구를 진행했다. 그 결과 사람들은 빛이 밝은 사진일수록 안전하게 느껴진다고 응답하였다. 특히, 대부분의 응답자들이 중간수준 밝기를 가장 많이 선택했으며, 이는 5개 밝기간 응답자들의 안전에 대한 인식차이를 분석한 결과에서도 나타났다. 어두운 밝기와 중간 밝기간의 응답차이는 유의미했으나 그 이상에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이들은 조명과 안전간의 관계뿐만 아니라 이들 사이에 존재하는 안전과 연관된 매개효과를 파악하는 연구도 수행했다. Boomsma et al.(2014b)는 빛

의 수준차이뿐만 아니라 숨을 공간의 차이까지 가상 공간에 적용하여 사람들의 안전에 대한 인식차이를 분석하였다. 그 결과 빛이 밝을수록 사람들이 안전하게 인식하는 것을 보여주었다. 위 결과는 조명과 안전에 대한 인식사이에 존재하는 매개요인을 파악하는 연구에서도 유사하게 나타났다. Nasar et al.(2017)는 다양한 조명환경을 활용하여 사람들의 공간에 대한 인식과 그 공간에 대한 감정변화를 살펴보았다. 그들은 연구를 위해 3개의 개별적 공간에 6개의 상황을 설정하여 공간을 조성하여 사진으로 참여자들에게 보여주었다. 그 결과, 응답자들은 빛이 균일하게 조성된 공간에서 개방감을 느꼈으며, 해당 공간이 더 안전하게 느껴진다고 응답하였다. van Rijswijk et al.(2018)은 빛뿐만 아니라 안전과 관련된 요소들이 사람들의 안전인식에 어떤 영향을 미치는지 파악하고자 하였다. 이를 위해 현장기반과 가장 유사한 상황으로 실험하고자 100개의 실제 대상지사진을 활용하여 관계를 파악하였다. 그 결과 조명의 질은 안전에 대한 인식에 직접적인 영향을 미치나 그 정도는 약하고 오히려 조명의 질이 전망, 은식, 도망 정도에 영향을 미치고 이것들이 다시 안전에 대한 인식에 강한 영향력을 지닌다고 보여줬다. 해당 연구는 실제 현장기반 연구인 Haans et al.(2012)연구의 결과와도 유사한 결과를 보였다.

4) 소결

빛은 인간에게 시각적인 정보제공과 함께 공간에 대한 인식에도 영향을 미친다. 이러한 특성으로 인해 가로로의 특성에 따라 활용되는 가로등의 종류나 유형이 다양하다. 조명이 가지는 속성 중 조도와 휘도는 가로조명과 관련된 기준의 핵심 요소이며, 이중 수평면 조도는 범죄두려움과 조명간의 관계를 분석한 선행연구의 주요 분석대상이 되어왔다.

관련 선행연구의 결과를 종합해보면 분석방법과 공간적 범위 등의 차이로 분석 결과는 일관되지 않지만, 다수의 연구에서 조명의 범죄예방 효과를 보여주었다. 실제 어두운 곳 보다는 밝은 곳에서 사람들이 안전하게 느낀다고 인식하고, 사람들의 두려움이 어느 정도의 조도에서 완화되는지 실증분석을 통해 보여주었다. 이처럼 조명은 야간의 안전한 공간을 조성하는데 있어 중요한 역할을 하는 것을 알 수 있다.

3. 국내외 조명계획 관련 제도 현황 검토

앞서 안전한 야간 환경조성을 위해 조명은 필수적인 요소라는 것을 살펴보았다. 그러나 조도가 밝으면 밝을수록 가장 안전한 환경을 조성하는 것은 아니다. 사람들이 실내·외 공간에서 생활하는데 불편함이 없는 선에서 적절한 조명계획이 수립될 필요가 있다. 본 연구는 옥외공간 중 보행자 도로를 공간적 범위로 선정했기 때문에 이와 관련된 국내외 조명 기준 및 제도를 살펴보고, 현재 준용되고 있는 국내 기준의 적절성을 구체적으로 살펴보고자 한다.

1) 국외

□ CIE(국제조명위원회) 보행자를 위한 도로 조명 기준

CIE(국제조명위원회)는 1995년 자동차 및 보행자 교통을 위한 도로조명에 대한 기준(Recommendations for the Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic)을 제안한 이후, 사회·경제·환경적인 문제 및 향상된 기술 반영을 위해 2010년 관련 기준을 개정하였다(정준화 외, 2015, p.30). CIE 115:2010에는 도로조명과 보행자 조명 등급을 더욱 세분화하여 각 등급에 요구되는 조명기준을 명시하고 있다(정준화 외, 2015, p.30).

보행자를 위한 도로조명 기준은 6개의 등급으로 나뉘지며 각 등급마다 필요한 수평조도, 수직 조도 기준이 명시되어 있다. 그리고 각 등급은 [표2-3]의 파라미터인 속도, 통행량, 주차한 차량, 주위휘도, 얼굴인식을 고려하여 P1~P6로 구분된다. 해당 등급의 기준 적용 시 범죄 위험이 높은 지역에서는 조명 등급을 한 단계 혹은 두 단계 올려 적용해야한다(김현지, 2015, p.29).

[표 2-3] 보행자 지역에서의 여러 가지 도로 형태에 따른 조명등급(CIE 115:2010)

조명 등급	평균수평면 조도 $E_{h,avg}$ (lx)	최소수평면 조도 $E_{h,min}$ (lx)	추가 요구사항 (얼굴인식이 필요한 경우)	
			최소연직면 조도(lx)	최소반원통조도(lx)
P1	15	3.0	5.0	3.0
P2	10	2.0	3.0	2.0
P3	7.5	1.5	2.5	1.5
P4	5.0	1.0	1.5	1.0
P5	3.0	0.6	1.0	0.6
P6	2.0	0.4	0.6	0.4

주1. 실제 평균 조도의 균제도를 제공하기 위해 조도는 등급 표시값의 1.5배를 초과하지 않음

주2. 연색성이 높으면 얼굴을 더 잘 인식할 수 있음

출처: 정준화 외. (2015). 경제성·안전성·환경성을 향상시키는 도로조명 기준 연구. p.37

[표 2-4] P 조명등급 매개변수(보행자를 위한 도로조명)

매개변수	옵션	가중치 기준
속도	느리다	1
	매우 느리다(걸는속도)	0
통행량	아주 많다	1
	많다	0.5
	보통	0
	적다	-0.5
	매우 적다	-1
교통구성	보행자, 자전거타는 사람, 자동차교통	2
	보행자, 자동차교통	1
	보행자와 자전거 타는 사람뿐임	1
	보행자뿐임	0
	자전거타는 사람뿐임	0
주차된차량	존재함	0.5
	존재하지 않음	0
주변밝기	높다	1
	보통	0
	낮다	-1
얼굴인식	필요하다	추가요구조건
	필요하지 않다	추가요구조건이 없음

출처: 정준화 외. (2015). 경제성·안전성·환경성을 향상시키는 도로조명 기준 연구. p.37

□ 영국

김현지(2015, p.29)에서 정리한 내용에 따르면, 영국의 도로조명 지침서인 BS 5498-1는 기존 영국에서 진행된 연구들을 통해 보행자 도로조명에 필요하고, 사물의 인식이 용이한 S/P ratio⁴⁾와 연색성에 대해 설명한다. 그녀는 영국의 도로조명기준(BS EN 13201-2:2003)은 유럽기준을 준용하여 CIE115:2010과 유사하게 도로조명의 등급(표 2-5)을 나누고, 각 지역의 특성에 맞게 적용된다고 언급했다.

[표 2-5] P 조명등급 매개변수(보행자를 위한 도로조명)

조명등급	수평면 조도(lx)	
	평균조도	최소조도
S1	15	5
S2	10	3
S3	7.5	1.5
S4	5	1
S5	3	0.6
S6	2	0.6
S7	-	-

주: S Class 적용 장소는 CIE115의 P등급과 동일하다.

출처: 김현지. (2015). 각국의 보행자 조명 관련 기준 및 보행자 조명 설계 요건. p.30

4) 암소시/명소시를 의미하는 것으로 주간대비 야간에 느낄 수 있는 광속 지수(김종오 2017, p.16)를 의미한다. Scotopic vision은 “물체의 명암만 흐릿하게 식별할 수 있는 상태(김종오, 2017, p.8)”, Photopic Vision은 “낮의 밝은 장소에서의 눈의 보통상태”를 의미한다(김종오, 2017, p.7.)

□ 미국(IESNA)의 보행자 도로에 대한 조명기준

정준화 외(2015, pp.40-41)가 정리한 미국사례의 경우, 보행량과 보행자와 자동차의 혼재 정도에 따라 지역을 크게 3가지로 구분하여 적용가능한 조명 기준을 제안하였다. 첫째, 보행량이 많고 보행자와 자동차가 혼재될 가능성이 높은 도심의 상업지역의 경우, 보행자, 자전거 이용자, 운전자 모두를 고려한 조도 기준을 제안하였다. 두 번째로, 보행자와 자동차가 혼재될 가능성이 보통 정도인 커뮤니티 시설 주변의 조도는 야간 보행자 안전을 위한 주요 경로에 대한 안내 기능을 고려하여 제안하였다. 마지막으로 보행자와 자동차 혼재정도가 적은 주거 지역의 조도는 보행자와 운전자가 도로위의 시각정보를 인지할 수 있도록 조도 기준을 제안하였다.

[표 2-6] 보행자와 자동차의 상충 정도에 따른 추천값(IES, RP-8-00)

상충정도	보도/자전거도로에서 유지되어야 할 조도값	E_{avg}/E_{min}^*		
		E_H lux/ft	E_{Vmin} lux/ft	
상	자동차와 보행자 혼재**	20.0/2.0	10.0/1.0	4.0
	보행자 전용	10.0/1.0	5.0/0.5	4.0
중	보행자 구역	5.0/0.5	2.0/0.2	4.0
	지방/준지방 구역	2.0/0.2	0.6/0.06	10.0
하	저밀도 주거지역	3.0/0.3	0.8/0.08	6.0
	중간 밀도 주거지역	4.0/0.4	1.0/0.1	4.0

* 수평면 측정

** '자동차와 보행자 혼재'는 방호울타리 및 분리시설 없이 보행자가 차량과 바로 인접한 경우를 의미하며, 횡단보도에는 적용하지 않음

E_H = 보도/자전거도로의 평균 수평면 조도

E_{Vmin} = 보도/자전거도로면의 1.5m 높이에서 측정된 최소 연직면 조도로 양측 보행자의 주요 동선 방향과 평행하게 측정

출처: 정준화 외, (2015). 경제성·안전성·환경성을 향상시키는 도로조명 기준 연구. pp.40-41 표 하 나로 합침

① 일본

□ 일본공업규격 JIS Z 9111-1988 도로조명기준⁵⁾

일본의 도로조명기준은 한국 KS A 3701과 동일하며, 보행로의 조도는 야간 통행량과 지역에 따라 구분된다. 자전거 주차장은 교통량이 많은 도로로 분류되며, 폴 조명 방식이 원칙이나 도로구조 및 교통상황에 따라 구조물 설치 방식의 사용이 가능하다(김현지, 2015, p.31).

[표 2-7] 보행자 지역에 대한 조명 요구 조건

야간보행자 교통량	지역	조도(lx)	
		수평면 조도*	연직면 조도**
교통량이 많은 도로	주택지역	5	1
	상업지역	20	4
교통량이 적은 도로	주택지역	3	0.5
	상업지역	10	2

출처: 김현지, (2015). *각국의 보행자 조명 관련 기준 및 보행자 조명 설계 요건*, p.31

□ 일본조명학회 및 방법설비협회의 조명 기준

公益財団法人・日本防犯設備協会 (2019)는 일본 경찰청에서 안전안심 마을 만들기 추진요강을 제정하고, 도로, 공원을 포함한 옥외공간에 대한 정비관리에 있어 방법상의 유의사항과 공동주택 유의사항을 안내하고 있다. 그 중 방법을 위해 도로에서 고려해야하는 기준을 제시하고 있다.

동일본 대지진이후 절전의식이 높아짐에 따라 LED 조명이 주목받아왔다. LED 조명은 절전효율이 높지만 광원의 특성상 빛의 지향성이 강하기 때문에 빛이 닿지 않는 사각지대가 발생하는 경우가 존재한다. 이러한 문제점을 개선하기 위해서 기존의 가이드에 추가적으로 LED 방법등 기준에 있어 도로 끝의 밝기 기준을 추가하였다.

[표 2-8] 방법조명의 권장조도

클래스*	수평면조도 (평균치)	연직면조도(최소치)		조명의 효과
		도로중심선상	도로 양끝	
A	5 lx	1 lx	-	4m 앞의 보행자 얼굴 식별 가능
B	3 lx	0.5lx	-	4m 앞의 보행자의 거동 및 자세 식별 가능
B	3 lx	0.5lx	0.5lux	4m 앞의 보행자의 거동, 자세를 알 수 있음

* 주: 통행량, 주변의 밝기, 범죄 위험성에 따라 구분

출처: 公益財団法人・日本防犯設備協会, *安全安心なまちづくりをめざして防犯照明ガイド vol. pp.7-8.*) 내용을 표로 연구진 재정리.

5) 일본 공업규격의 경우, 김현지(2015)이 번역한 내용을 정리하여 소개함.

2) 국내

① 도로조명기준

□ KS A 3701:2014 도로 조명 기준

KS A 3701:2014의 보행자에 대한 도로 조명의 기준은 주택지역과 상업지역을 야간 보행자 교통량으로 구분하여 총 4가지 지역에 대한 수평면 조도와 수직면 조도 기준을 제안하고 있다. 해당 기준은 주거지역에서 상대방으로부터 4m떨어진 지점에서 동작을 인식할 수 있는 연직면 조도를 기준으로 지역별 조도를 제시하고 있다(김현지, 2015, p.29).

[표 2-9] 보행자를 위한 도로 조명 기준

야간보행자 교통량	지역	조도(lx)	
		수평면 조도 ^a	수평면 조도 ^b
교통량이 많은 도로	주택지역	5	1
	상업지역	20	4
교통량이 적은 도로	주택지역	3	0.5
	상업지역	10	2

a. 수평면 조도는 보도의 노면상 평균 조도

b. 연직면 조도는 보도의 중심선상에서 노면으로부터 1.5m 높이의 도로측과 직각인 연직면상의 최소 조도

출처: KS A 3701:2014(2019 확인) 도로 조명 기준, 2019-0591, p.8

□ KS C 7658:2021 LED 가로등 및 보안등 기구

에너지 효율 및 녹색성장 기조에 따라 LED 조명 산업이 부상하면서 LED 가로등 및 보안등 기구에 대한 한국산업표준이 2009년에 제정되었다. 해당 표준에도 보행자에 대한 조명 기준이 존재하며, KS A 3701과는 다르게 균제도가 추가되어 있으며, 배광시험 측정 데이터를 활용한 시뮬레이션 결과가 [표 2-10]처럼 도출되어야 한다.

[표 2-10] 보행자에 대한 LED 보안등 기구 조명 기준

야간보행자 교통량	지역	조도(lx)	
		평균 노면 조도	균제도
교통량이 많은 도로	주택지역	5	0.15 이상
	상업지역	20	
교통량이 적은 도로	주택지역	3	
	상업지역	10	

출처: KS A 7658:2021 LED 가로등 및 보안등 기구 2021-0634, p.8

□ KS A 3011:1998 조도 기준

우리나라의 국가 규격인 한국산업규격의 조도 기준은 일본의 국가 규격인 JIS Z 9110을 원용하여 제정된 것이며, 일본의 조도기준은 미국의 조도기준의 허용 범위의 최저값을 조도기준으로 정한다(지철근 외, 1993, p.16).

[표 2-11] 조도 분류와 일반 활동 유형에 따른 조도값

활동 유형	조도 분류	조도범위(lx)	창고 작업면 조명 방법
- 어두운 분위기 중의 시식별 작업장 - 어두운 분위기의 이용이 빈번하지 않는 장소 - 어두운 분위기의 공공장소 - 잠시 동안의 단순 작업장 - 시작업이 빈번하지 않은 작업장	A B C D E	3-4-6 6-10-15 15-20-30 30-40-60 60-100-150	공간의 전반 조명
- 고휘도 대비 혹은 큰 물체 대상의 시작업 수행 - 일반 휘도 대비 혹은 작은 물체 대상의 시작업 수행 - 저휘도 대비 혹은 매우 작은 물체 대상의 시작업 수행	F G H	150-200-300 300-400-600 600-1000-1500	작업면 조명
- 비교적 장시간 동안 저휘도 대비 혹은 매우 작은 물체 대상의 시작업 수행 - 장시간 동안 힘드는 시작업 수행 - 휘도 대비가 거의 안되며 작은 물체의 매우 특별한 시작업 수행	I J K	1500-2000-3000 3000-4000-6000 6000-10000-15000	전반 조명과 국부 조명을 병행한 작업면 조명

주1: 조도 범위에서 왼쪽은 최저, 밑줄친 중간은 표준, 오른쪽은 최고 조도이다.

주2: 장소 및 작업의 명칭은 가나다순으로 배열하고 동일행에 배열된 것은 상호 연관 정도를 고려하여 배열하였다.

출처: KS A 3011:1998(2018 확인) 조도 기준 2018-0534, p.2

□ 도로안전시설 설치 및 관리 지침: 조명시설

국토교통부는 도로안전시설의 설치 및 관리를 위한 관련 시설에 대한 설치 기준 및 점거 및 유지관리 사항 등을 제안하기 위해 ‘도로안전시설 설치 및 관리지침’을 제정하였다. 제2편 조명시설에는 보행자를 위한 도로 조명 기준이 제안되어 있으며 2016년 개정 이전에는 KS A 3701를 준용하였으나, 이 후 CIE115:2010과 유사하게 보행자를 위한 도로 조명 기준의 등급을 P1~P6으로 구분하였다.

[표 2-12] 보행자를 위한 도로 조명의 기준

조명등급	평균수평면조도 Eh.avg (lx)	최소수평면조도 Eh.min (lx)	얼굴인식이 필요한 경우의 추가요 구조건
			최소수직면조도 Ev,min (lx)
P1	15	3.0	5.0
P2	10	2.0	3.0
P3	7.5	1.5	2.5
P4	5.0	1.0	1.5
P5	3.0	0.6	1.0
P6	2.0	0.4	0.6

출처: 도로안전시설 설치 및 관리지침, 국토교통부예규 제318호, 세부지침 제2편 조명시설, 4. 연속 조명, 4.1 조명기준

[표 2-13] P 조명등급 매개변수(보행자를 위한 도로조명)

매개변수	옵션	세부옵션	가중치 기준	해설
속도	느리다	≤ 30(km/h)	1	• 보행자, 자전거, 저속 자동차 혼용
	매우 느리다 (걸는 속도)	보행자분임	0	
교통량 (보행	아주 많다	70 이상	1	• 보행자 서비스 수준 적용
	많다	46~69	0.5	
교통류율, 인/분/m)	보통	32~45	0	※「도로용량편람 (국토교통부)」참 고
	적다	20~31	-0.5	
	매우 적다	19 이하	-1	
교통구성	보행자, 자전거, 자동차 혼재	보차미분리도로(차도)	2	• 도로를 이용하 는 교통 구성의 혼 재 여부
	보행자, 자동차 혼재	보차미분리도로(차도)	1	
	보행자와 자전거 분임	보행자자전거겸용도로	1	
	보행자 분임	보행자전용도로	0	
	자전거 분임	자전거전용도로	0	
	있음	노상주차허가구역	0.5	
주차된 차량	없음	주정차금지구역	0	• 노면주차 가능 여부 ※ 불법주정차는 없는 것으로 함
주변밝기	높다	제4종 상업	1	• 조명 환경관리 구역으로 구분
	보통	제3종 주거	0	
	낮다	제1.2종 농림,생산 자 연환경보존	-1	
얼굴인식	필요하다	추가요구조건 반영 (표 4.2)		• 범죄취약지역
	필요하지 않다	추가요구조건 반영 불필요		• 범죄에 민감하 지 않은 지역
가중치합계(Vws)				
조명등급(P) = 6 - Vws				

출처: 도로안전시설 설치 및 관리지침, 국토교통부예규 제318호, 세부지침 제2편 조명시설, 4. 연속 조명, 4.1.2 보행자를 위한 도로조명

② 빛공해 관련 기준

□ 인공조명에 의한 빛공해 방지법

환경부는 인공조명으로부터 발생하는 과도한 빛 방사 등에 대한 관리를 위해 2012년 「인공조명에 의한 빛공해 방지법」을 제정하고 2013년부터 시행하였다.

「인공조명에 의한 빛공해 방지법」제2조제2호에 의해 정의된 조명기구 중 동 법의 시행령 제2조제1호에 해당하는 공간을 비추는 발광기구 및 부속장치의 설치 및 관리기준과 관련된 규격은 KS 기준과 도로안전시설 설치 및 관리지침을 따르고 있다.

- KS A 3701: 2007 도로 조명 기준
- KS C 7658: 2011 LED 가로등 및 보안등기구의 안전 및 성능 요구사항
- KS C 8010: 1999 배광 측정 방법(도로조명기구)
- 도로안전시설 설치 및 관리지침 - 조명시설편(2012. 11 개정고시, 국토해양부)

기본원칙은 차량의 교통 및 보행자 통행의 안전, 범죄의 예방을 위해 필요하다고 인정되는 장소에 인공조명을 설치하되, 산란광, 침입광, 글레어 등 빛공해가 발생하지 않도록 해야 한다.

[표 2-14] 조명환경구역분류

구분	정 의	용도/토지이용현황	예 시
제1종	빛공해가 자연환경에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 지역	보전녹지지역 생태경관보전지역 등	도봉산, 남산 국립묘지 등
제2종	빛공해가 농림수산업의 및 동·식물의 생장에 부정적인 영향을 미치는 지역	생산녹지지역 자연녹지(1종 제외)	근린공원 등
제3종	빛공해가 국민의 주거생활에 부정적인 영향을 미치거나 미칠 우려가 있는 지역	전용, 일반, 준주거지역	주거지역
제4종	상업활동을 위하여 일정수준 이상의 인공조명이 필요한 구역	상업지역	관광특구

출처: 이연소 외, (2016). 도로규모별 광고조명의 종류 및 휘도 분포에 대한 빛공해 평가. p.34

동법 제2조제2호에 따른 조명기구를 영 제2조(조명기구의 범위)에서 정의하고 있으며 관련 조항에는 보행자길에 설치하는 발광기구 및 부속장치가 포함되며, 이를 포함한 다양한 조명기구에 대한 빛방사허용기준을 시행규칙 [별표 1]에서 아래 [표 2-15]와 같이 제안하고 있다.

인공조명에 의한 빛공해 방지법 시행령에서 정의하는 조명기구의 범위

인공조명에 의한 빛공해 방지법 시행령 제2조(조명기구의 범위)

「인공조명에 의한 빛공해 방지법」(이하 “법”이라 한다) 제2조제2호에 따른 조명기구는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 것으로 한다.

1. 안전하고 원활한 야간활동을 위하여 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 공간을 비추는 발광기구 및 부착장치
가. 「도로법」 제2조제1호에 따른 도로
나. 「보행안전 및 편의증진에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 보행자길
다. 「도시공원 및 녹지 등에 관한 법률」 제2조제1호에 따른 공원녹지
라. 그 밖에 특별시·광역시·특별자치시·도 또는 특별자치도(이하 “시·도”라 한다)의 조례로 정하는 옥외 공간
2. 「옥외광고물 등의 관리와 옥외광고산업 진흥에 관한 법률」 제3조에 따라 허가를 받아야 하는 옥외광고물(「건축법 시행령」 제3조의5에 따른 의료시설, 위험물 저장 및 처리 시설 또는 교정 및 군사 시설에 설치된 옥외광고물은 제외한다)에 설치되거나 광고를 목적으로 그 옥외광고물을 비추는 발광기구 및 부착장치
3. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 건축물, 시설물, 조형물 또는 자연환경 등을 장식할 목적으로 그 외관에 설치되거나 외관을 비추는 발광기구 및 부착장치
가. 「건축법」 제2조제1항제2호에 따른 건축물 중 연면적이 2천제곱미터 이상이거나 5층 이상인 것
나. 「건축법 시행령」 제3조의5에 따른 숙박시설 및 위락시설
다. 교량
라. 그 밖에 해당 시·도의 조례로 정하는 것

[표 2-15] 인공조명에 의한 빛공해 방지법 시행규칙 [별표 1] 빛방사허용기준

조명기구		구분	적용시간	기준값	주거지 조명환경관리구역			
					제1종	제2종	제3종	제4종
영 제2조제1호의 조명기구		주거지 연직면 조도*(lx: lm/m²)	해진 후 60분~ 해뜨기 전 60분	최대값	10 이하			25 이하
영 제2조 제2호의 조명기구	가. 점멸 또는 동영상 변화가 있는 전광류 광 고물	주거지 연직면 조도(lx: lm/m²)	해진 후 60분 ~ 해뜨기 전 60분	최대값	10 이하			25 이하
		발광표면 휘도 (cd/m²)	해진 후 60분 ~ 24:00 24:00 ~ 해뜨기 전 60분	평균값	400 이하	800 이하	1000 이하	1500 이하
					50 이하	400 이하	800 이하	1000 이하
	나. 그 밖의 조 명기구	발광표면 휘도 (cd/m²)	해진 후 60분 ~ 해뜨기 전 60분	최대값	50 이하	400 이하	800 이하	1000 이하
영 제2조제3호의 조명기구		발광표면 휘도 (cd/m²)	해진 후 60분 ~ 해뜨기 전 60분	평균값	5 이하		15 이하	25 이하
				최대값	20 이하	60 이하	180 이하	300 이하

출처: 「인공조명에 의한 빛공해 방지법 시행규칙」 환경부령 제864호 [별표 1] 빛방사허용기준(제6조제1항 관련)

□ 서울시 빛공해방지계획⁶⁾

서울시는 「인공조명에 의한 빛공해 방지법」 제5조에 따라 2015년 1차 서울시 빛공해방지계획(‘16~’20)을 수립했으며, 후속으로 20202차 빛공해 방지계획을 수립하였다. 1차의 경우, 전국 최초로 빛공해관련 제도 기반을 마련하고, 시민 참여 중심, 현장 적용이 바로 가능한 계획을 수립하고 제시하였다. 이어서 2차에서는 1차 계획의 보완사항을 제시하고, 서울의 야간경관 정체성을 확립하는 방향으로 계획을 수립하였으며, 2차 환경부 종합계획과의 정합성을 유지하는 방향으로 설정하였다.

비전	시민과 함께 여는 건강하고 쾌적한 좋은 빛 서울		
정량적 목표 (빛방사허용기준 초과율)	'20년 32.7% → '25년 16% (50% 감소)		
정성적 목표	언제 어디서나 시민들이 건강한 좋은 빛	서울 시민 삶의 질 향상을 위한 행복한 좋은 빛	쾌적한 녹색 생활환경 조성 그린 좋은 빛
추진전략	야간 조명으로 인한 시민 주거공간 보호		
	체계적인 빛공해 관련 체계 구축		
	빛공해 저감 및 좋은 빛 공간 구축		
	좋은빛 홍보 및 교육 개선		

[그림 2-6] 2차 서울시 빛공해방지계획 비전과 목표, 핵심전략

출처: (재)한국조명ICT연구원 외. (2020). 서울시 빛공해방지계획 수립 학술용역(2020). p.91



[그림 2-7] 공간조명 빛공해 방지대책

출처: (재)한국조명ICT연구원 외. (2020). 서울시 빛공해방지계획 수립 학술용역(2020). p.96

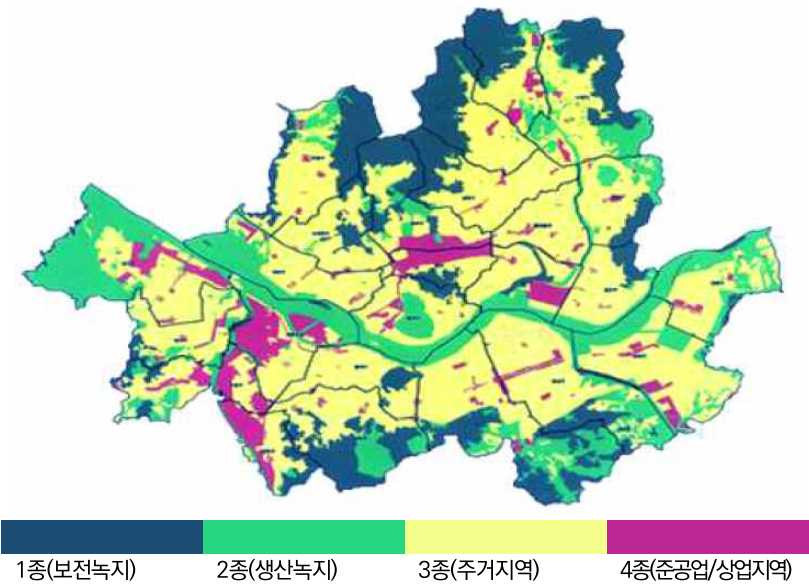
6) (재)한국조명ICT연구원 외. (2020). 서울시 빛공해방지계획 수립 학술용역(2020). p.2 와 p.103의 내용 정리

2차 계획에서 지정한 조명환경관리 구역에는 준공업지역이 포함되어 빛공해항
사허용기준을 충족해야하는 지역의 범위가 확대되었다.

[표 2-16] 조명환경관리구역

구 분	내 용	면적(k㎡)	비율(%)
합계		605.59	100
제1종	보전녹지지역, 자연녹지지역(국립공원, 도시자연공원, 생태 경관보전지역, 야생생물보호구역, 묘지공원)	110.40	18.23
제2종	생산녹지지역, 자연녹지지역 (1종 제외지역)	124.20	20.51
제3종	주거지역(전용, 일반, 준주거)	325.70	53.78
제4종	상업지역	25.32	4.19
	준공업지역	19.97	3.29

출처: (재)한국조명ICT연구원 외. (2020). 서울시 빛공해방지계획 수립 학술용역(2020). p.103



[그림 2-8] 서울시 조명환경관리구역

출처 (재)한국조명ICT연구원 외. (2020). 서울시 빛공해방지계획 수립 학술용역(2020). p.104

③ 범죄예방과관련된 조명 기준

□ 서울시 재정비촉진(뉴타운)사업 “범죄예방 환경설계(CPTED)” 지침

서울시 재정비촉진(뉴타운)사업 범죄예방 환경설계 지침은 CPTED 이론을 뉴타운 사업에 적용하고, 관련 전문가들의 설계지원을 통한 활성화를 위해 국내 환경과 여건에 특성화된 지침을 표준화 및 체계화하는 것을 목적으로 둔다. 이 지침에서 조명과 가로등에 대한 내용은 일반기준(공통적용), 가로조명, 공동주택 조명, 상업·업무시설 조명 등으로 구분하여 제시하고 있다. 가로조명은 도로유형과 조명의 배열을 고려하여 설치하고, 상업·업무시설 조명은 최소한의 조도 기준을 제시하면서 주변 수목이나 관목이 주변 조명을 가리지 않도록 명시되어 있다(서울특별시, 2012, pp.80-84). 조명에 관한 구체적인 지침 내용은 아래 표와 같다.

[표 2-17] 서울시 재정비촉진(뉴타운)사업 CPTED 지침 중 조명에 관한 전략 및 기법

구분	전략 및 기법
일반기준 (공통적용)	- 눈부심 방지 보행등 설치 및 색채표현과 구분이 가능한 광원 사용 - 균일한 배광을 위해 밝기의 차이가 3:1이상 나지 않도록 설치 - 사각지대 없이 고르게 조명을 설치하고 너무 높은 조도의 조명 설치하는 지양 - 유입공간, 출입구, 휴게공간, 표지판 등에는 충분한 조명을 설치 - 보행로, 공원, 산책로 등의 시점과 종점에 조명을 연속성 있게 설치 - 야간 시 10m 거리에서 상대방의 얼굴을 인식할 수 있도록 설치 - 지역과 시설물의 특성을 고려하여 조명의 적절한 배치 및 조도 계획 - 목적물에 적합한 조명설치 계획
가로조명	- 12m이상 도로는 가로등, 12m미만 도로는 보안등 설치 - 2.5m 이상의 보차도로에 보행등 설치 - 지역여건을 고려하여 메탈할라이드 램프, 고압나트륨 램프 등 선정 - 가로수의 지하고를 고려하여 보행등 설치 - 편측, 지그재그, 마주보기, 중앙배열 등을 고려하여 조명설치 - 곡선부 도로는 곡선외측에 편측(또는 보강)배열 계획
공동주택 조명	- 아파트 단지 주출입구, 부출입구, 주동출입구 등에 적절한 조명 설치 - 일정간격으로 조명 설치, 빛이 닿는 범위가 겹치지 않도록 조명설치 및 수목·관목 관리 - 출입구와 현관이 도로에서 떨어져 있는 경우, 보안등 또는 볼라드등 설치 - 눈부심 방지를 위해 보행자의 시야를 방해할 수 있는 높이를 피하여 조명설치 - 인적이 드문 공간에 동작감지 자동조명 설치 - 출입구와 현관은 100lux 이상의 조명을 설치 - 가로등과 보안등이 창문으로 빛이 들어오지 않도록 차광구조 및 차광막 설치
상업·업무 시설 조명	- 출입구와 현관이 도로에서 떨어져 있는 경우, 보안등 또는 볼라드등 설치 - 실외공간은 바닥기준 20lux 이상, 지하공간은 바닥부터 85cm 높이 지점에서 평균 70lux 이상 유지 - 일정간격으로 조명 설치, 빛이 닿는 범위가 겹치지 않도록 조명설치 및 수목·관목 관리 - 야간에도 간판, 쇼윈도우, 상점내 조명 등을 켜도록 지도

출처: 서울특별시, (2012). 서울시 재정비촉진(뉴타운)사업 “범죄예방 환경설계(CPTED)”. pp.80-84

□ CPTED 표준

KS A 8800 CPTED는 사회보호 측면에서 범죄위험을 관리하고 범죄를 예방하기 위한 가이드라인이다. 이 가이드라인은 7개의 환경(시설 및 공간) 중심으로 건축, 조정, 조명 등 범죄를 예방할 수 있는 각각의 내용이 명시되어 있다. 예를 들어 조명의 경우, 가시성이 높은 적절한 조명시설을 설치할 시 범죄에 대한 불안감을 감소시킬 수 있다. 다만 조명시설 설치에 대해 정성적인 내용만 명시되어 있으므로 잠재적 범죄자의 외모를 분별할 수 있도록 정량적이면서 구체적인 조도 제시가 요구된다(김광훈, 2019, pp.5-6.).

[표 2-18] KS A 8800 CPTED 중 조명에 관한 전략 및 기법

구분	전략 및 기법
주거지역	- 창문에서 공공장소가 잘보이거나 조명 및 공공도로를 적절하게 설계 : 강도, 폭력, 방화 및 차량범죄 감소 및 범죄에 대한 불안감 감소 - 주택(아파트 등)에서의 가시성 확보가 용이하도록 설계 : 절도범죄(오토바이, 세탁물, 자전거 절도 등)에 대한 불안감 감소
상업·공업지역	- 가시성이 높고 적절한 조명시설 설치: 범죄에 대한 불안감 감소
학교 및 청소년 시설	- 가시성이 높고 적절한 조명시설 설치: 모든 종류의 범죄 및 범죄불안감 감소 - 분산적이지 않고 집약적 형태의 학교 설계 및 조정 설치 - 특히 주차지역, 운동장, 출입지역은 설계 및 관리상의 특별한 주의가 요구됨
쇼핑센터 및 소매점	- 가시성이 높고 적절한 조명시설 설치: 파손, 폭행, 차량범죄, 침입절도, 방화, 유괴 및 납치 등의 위험감소, 범죄불안감 감소
공원	- 가시성이 높고 적절한 조명시설 설치: 침입범죄, 파손, 폭력, 방화, 유괴 및 납치 등의 위험 및 범죄불안감 감소 - 공원 내 주요 통로는 적절한 조명시설을 설치하고, 다른 부수적인 통로들은 통행을 차단해야 함 - 이용자 수가 적은 공원의 경우, 공원 내에 CCTV 설치
대중교통시설	- 가시성이 높고 적절한 조명시설 설치 - 교통 시설과 관련된 모든범죄(파손, 폭력, 차량범죄, 절도, 방화 등)의 위험감소 - 범죄에 대한 불안감 감소 - 주차장, 지하철역, 열차 등 접근통제 : 폭력(성범죄 포함), 차량범죄(주차장 한정)의 위험감소 : 적절한 조명시설 설치와 펜스 등 장벽이 설치된 노상주차장은 절도범의 접근을 통제할 수 있음

출처: KS A 8800:2012(2017 확인) 범죄예방환경설계(CPTED)-기반표준 2017-0362.
pp.23-32 중 조명관련 내용만 뽑아서 재정리

지자체의 CPTED 가이드라인 중 조명에 관한 내용은 KS A 8800 CPTED 표준과 비슷한 내용으로 제시하고 있었다. 예를들어, 사각지역이 생기지 않도록 조명을 설치하거나, 균일한 조도 확보와 과도한 눈부심을 줄이기 위해 충분한 조도의 보안등을 설치하도록 명시되어 있다. 또한 높은 조도보다 낮은 조도의 조명을 여러 개 설치하도록 명시되어 있다.

3) 소결

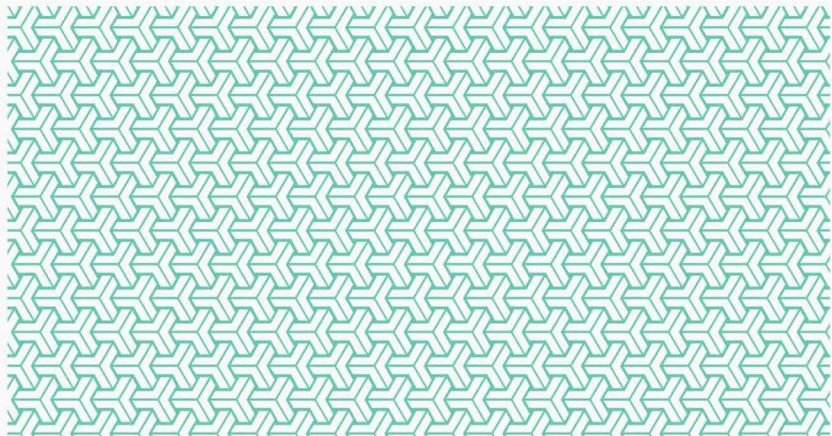
국내외 조명 관련 기준은 CIE 국제조명위원회의 기준을 필두로 각 나라의 특성에 맞도록 변형되어왔다. 예전에는 자동차 도로에 대한 조명기준이 주를 이뤘다면 현재는 보행자를 고려한 조명기준을 포함하여 제시하고 있다. 특히, 보행자 도로조명 기준은 야간의 보행 안전확보와 빛공해 방지에 대한 관심이 높아지면서 이를 고려하여 기준은 더욱 세분화 되어 제안되고 있다.

국가별로 살펴보면 대부분의 나라가 CIE 기준을 준용하여 보행자 기준을 정리했으며, 미국의 경우에는 추가로 보행 육교, 자전거 도로에 대한 기준도 함께 수립했다. 국내 도로조명 기준은 한국 산업 표준(KS A 3701)과 국토교통부의 「도로 안전시설 설치 및 관리지침」으로 구분지을 수 있다. 초기에는 KS A 3701와 「도로 안전시설 설치 및 관리지침」의 조명시설 부분 중 보행자를 위한 도로조명이 동일했으나, 2015년에 국내 환경을 반영하여 도로조명 기준을 개선한 연구(정준하 외, 2015)를 통해 도로 조명 등급을 CIE 115 2010과 유사하게 구분하여 조명 수준을 세분화 하였다. 이러한 절차를 거치면서 실제 한국 산업 표준과 도로 안전시설 설치 및 관리지침의 내용에 차이가 나타났다.

이와는 달리 현재 범죄예방관련 분야에서는 KS A 3701를 준용한 서울시 뉴타운 CPTED지침을 활용하여 대상지에 적용하고 있는 추세이며, CPTED 국가표준인 KS A 8800에는 별도의 구체적인 조명기준이 명시되어 있지 않다.

위에 제시된 내용과 같이 보행자를 위한 도로조명 기준은 마련되어 있으나, 범죄 예방 분야에서 준용되는 국내 도로조명 기준은 도입이후 동일한 기준으로 제안되고 있다. 한편, 야간환경은 지역 특성, 인구밀도, 통행량, 혼잡도 등에 따라 다르게 조성되기 때문에 국가마다 다르게 채택하여 기준이 조금씩 다르게 조정된다. 최근 CIE에서도 조명시설관련 지침에 언급하지 않은 내용에 대해서는 각 국가의 특성을 반영하여 결정하도록 권장하고 있다(한종성 외4인 2006, p.91). 야간의 환경은 점차 변해가고 있는 반면, 보행자에 대한 도로조명 기준은 도입 이후 변하지 않았다. 또한 야간에 범죄가 빈번하게 발생하기 때문에 현 기준의 적합성을 검증하여 실효적인 기준 제시가 필요하다. 이때, 직면 조도의 경우, 인공조명의 빛공해를 예방하기 위해 제정된 「인공조명에 의한 빛공해 방지법」제6조제1항과 관련된 별표 [빛방사허용기준]의 지역별 주거지 연직면 조도를 고려해야 한다.

제3장 범죄두려움 저감을 위한 조도 기준 분석 틀 구축



1. 분석 개요
2. 야간 조도 측정 방법
3. 영상정보를 활용한 범죄두려움 변화 실험 설계
4. 조도변화에 따른 시각정보 인지 여부 실험 설계

1. 분석 개요

1) 연구 방법

본 연구에서는 범죄두려움 저감을 위한 도로조명의 조도기준 개선을 위해 조도 변화에 따른 범죄두려움과 시인성 변화를 분석하고자한다. 이를 위해 우선적으로 조사대상지의 시간대별 수평조도 및 수직조도를 측정하여 대상지별 조도변화를 파악한다.

다음으로 조도변화에 따른 범죄두려움의 차이를 분석하기 위해 조도측정시 동시에 시간대별 360°영상을 촬영하여 VR 설문조사를 진행하고자한다. 설문결과들은 향후 위계화된 구조를 가지고 있기 때문에 교차 분류 다층 모형을 활용하여 분석하고자 한다.

다음으로 야간 보행시 사람들의 시인성을 향상시켜주기 위해 글자, 사람얼굴 등을 인식하는데 필요한 최소조도기준을 도출하고자 한다. 이를 위해 영상정보활용 실험과는 달리 실제 대상지에서 동일 조도기준에 맞춰 표지판의 글자, 사람들의 얼굴, 행동, 색상 등을 파악할 수 있는지 실험한다.

영상정보활용 실험		현장실증 실험	
항목	범죄두려움, 범죄피해경험	항목	조도, 시인성
방법	- VR 설문조사 - 교차분류 다층모형	방법	10m와 4m거리에서 시인여부 파악
내용	360도 VR영상을 활용한 범죄두려움 설문조사 - 교차분류 다층모형을 활용한 범죄두려움과 조도간의 관계 분석	내용	색상, 표지판, 인물에 대한 시인여부 실험

[그림 3-1] 조도기준 제시를 위한 연구 방법

출처: 연구진 작성

2) 조사 대상지 선정 기준 및 과정

□ 대상지 선정기준

KS A 3701의 도로 조명 기준에 따르면, 보행자에 대한 도로 조명의 기준을 야간 보행자 교통량과 지역으로 구분하여 제시하고 있다. 도로 유형에 따라 조도기준이 다르므로, 본 연구에서는 주거지역과 상업지역을 구분하고 각 대상지 별 교통량이 많은 구역과 적은 구역을 나누어, ‘교통량이 많은 주거지역’, ‘교통량이 많은 상업지역’, ‘교통량이 적은 주거지역’, ‘교통량이 적은 상업지역’으로 총 4곳을 실험 대상지로 선정하였다.

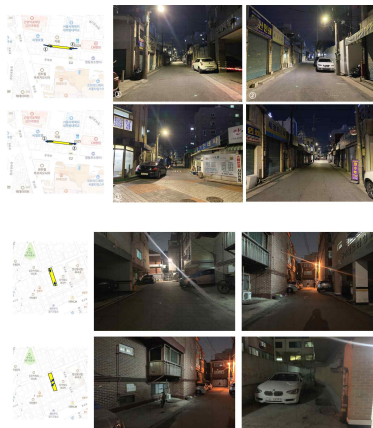
해당 대상지를 선정하기 위해 다음과 같은 기준을 중심으로 1차 대상지를 선정하였다. 첫째, 범죄예방 사업이 이미 수행된 대상지의 영향력을 받지 않는 지역을 대상으로 한다. 둘째, 상대적으로 범죄에 취약한 저층주거지 지역 중에서도 범죄발생이 관찰되는 지역으로 대상지를 선정한다. 셋째, 대상지마다 보행량 차이가 나는 지역을 중심으로 선정한다.

□ 대상지 선정 과정

본 연구의 조사 대상지를 선정하기 위해 1차와 2차 예비 답사를 거친 후, 상기 세 가지 조건에 부합하는 조사대상지를 선정하였다. 우선, 범죄가 빈번하게 발생하는 서울시를 대상으로 ArcGIS를 활용하여 서울시 전역에 대한 범죄발생 빈도를 파악해보았다. 동시에 중앙부처나 서울시에서 환경개선사업을 수행한 지역들을 파악하여 조명개선이 수행되었을 가능성이 높은 지역은 배제하였다. 다음으로, 도로조명기준에 명시된 대상지역을 구분하기 위해 용도지역을 고려하였으며, 저층주거지역 중 범죄취약계층인 1인가구가 많이 거주하고 있는 지역을 중심으로 대상지를 살펴보았다. 이 과정을 거쳐 후보 대상지를 선정하고, 실제 답사를 나가기전 로드맵으로 대상지의 전반적인 특징을 살펴보았다. 로드맵으로 대상지를 분석할 때는, 가로폭이 동일한지, 로드맵상 조명의 위치와 방향 등을 고려하여 도로조명기준에 명시된 최소조도이하의 조도가 기록될 가능성이 높은 지역을 우선적으로 선별하였다.

이렇게 선정된 지역을 중심으로 1차 대상지를 답사하였다. 대상지는 영등포구 영등포동, 당산2동, 은평구 대조동, 불광동, 마포구 합정동, 서교동, 동작구 상도 1동에서 일몰 이후 완전히 하늘이 어두워진 8시~9시 이내에 10분동안 통행량을 측정하였으며, 교통량의 많고 적음에 대한 구분은 국토교통부 지침의 조명시설

시험		시험일자	시험시간	시험장	응시인원	합격인원	비고
일반직	4차	4/25(토)	9:00~10:00	9시	1,454		공공
			10:00~11:00	9시	1,48		
			11:00~12:00	9시	1,47		
			12:00~13:00	9시	152		
			13:00~14:00	9시	173		
일반직	4차	4/25(토)	14:00~15:00	14시	1,029	87	공공
			15:00~16:00	14시	1,029		
			16:00~17:00	14시	1,029		
			17:00~18:00	14시	1,029		
			18:00~19:00	14시	1,029		
일반직	4차	4/25(토)	9:00~10:00	9시	863		공공
			10:00~11:00	9시	863		
			11:00~12:00	9시	863		
			12:00~13:00	9시	863		
			13:00~14:00	9시	863		
일반직	4차	4/25(토)	14:00~15:00	14시	1,029	87	공공
			15:00~16:00	14시	1,029		
			16:00~17:00	14시	1,029		
			17:00~18:00	14시	1,029		
			18:00~19:00	14시	1,029		
일반직	4차	4/25(토)	9:00~10:00	9시	1,454		공공
			10:00~11:00	9시	1,48		
			11:00~12:00	9시	1,47		
			12:00~13:00	9시	152		
			13:00~14:00	9시	173		
일반직	4차	4/25(토)	14:00~15:00	14시	1,029	87	공공
			15:00~16:00	14시	1,029		
			16:00~17:00	14시	1,029		
			17:00~18:00	14시	1,029		
			18:00~19:00	14시	1,029		
일반직	4차	4/25(토)	9:00~10:00	9시	1,454		공공
			10:00~11:00	9시	1,48		
			11:00~12:00	9시	1,47		
			12:00~13:00	9시	152		
			13:00~14:00	9시	173		
일반직	4차	4/25(토)	14:00~15:00	14시	1,029	87	공공
			15:00~16:00	14시	1,029		
			16:00~17:00	14시	1,029		
			17:00~18:00	14시	1,029		
			18:00~19:00	14시	1,029		
일반직	4차	4/25(토)	9:00~10:00	9시	1,454		공공
			10:00~11:00	9시	1,48		
			11:00~12:00	9시	1,47		
			12:00~13:00	9시	152		
			13:00~14:00	9시	173		
일반직	4차	4/25(토)	14:00~15:00	14시	1,029	87	공공
			15:00~16:00	14시	1,029		
			16:00~17:00	14시	1,029		
			17:00~18:00	14시	1,029		
			18:00~19:00	14시	1,029		
일반직	4차	4/25(토)	9:00~10:00	9시	1,454		공공
			10:00~11:00	9시	1,48		
			11:00~12:00	9시	1,47		
			12:00~13:00	9시	152		
			13:00~14:00	9시	173		
일반직	4차	4/25(토)	14:00~15:00	14시	1,029	87	공공
			15:00~16:00	14시	1,029		
			16:00~17:00	14시	1,029		
			17:00~18:00	14시	1,029		
			18:00~19:00	14시	1,029		
일반직	4차	4/25(토)	9:00~10:00	9시	1,454		공공
			10:00~11:00	9시	1,48		
			11:00~12:00	9시	1,47		
			12:00~13:00	9시	152		
			13:00~14:00	9시	173		
일반직	4차	4/25(토)	14:00~15:00	14시	1,029	87	공공
			15:00~16:00	14시	1,029		
			16:00~17:00	14시	1,029		
			17:00~18:00	14시	1,029		
			18:00~19:00	14시			



출처: 연구진 작성

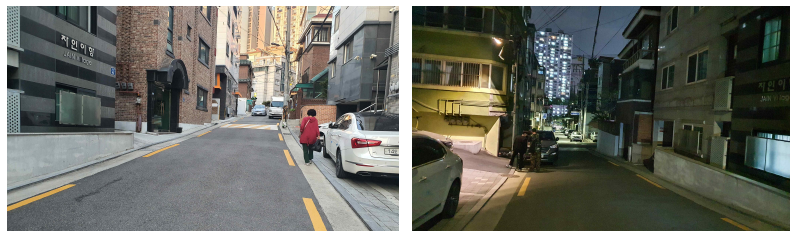
- 교통량이 많은 주거지역 : 서울시 동작구 상도로45길 43 일원
- 교통량이 많은 상업지역 : 서울시 동작구 상도로41길 39 일원
- 교통량이 적은 주거지역 : 서울시 동작구 상도로37길 21 일원
- 교통량이 적은 상업지역 : 서울시 동작구 상도로47길 19 일원

3) 대상지 현황

3회의 후보지 사전답사를 통해 주간 및 야간의 후보지 현황을 파악하였으며, 최종적으로 유형별 대표가로 총 4곳을 선정하였다. 대상지별 현황은 다음과 같다.

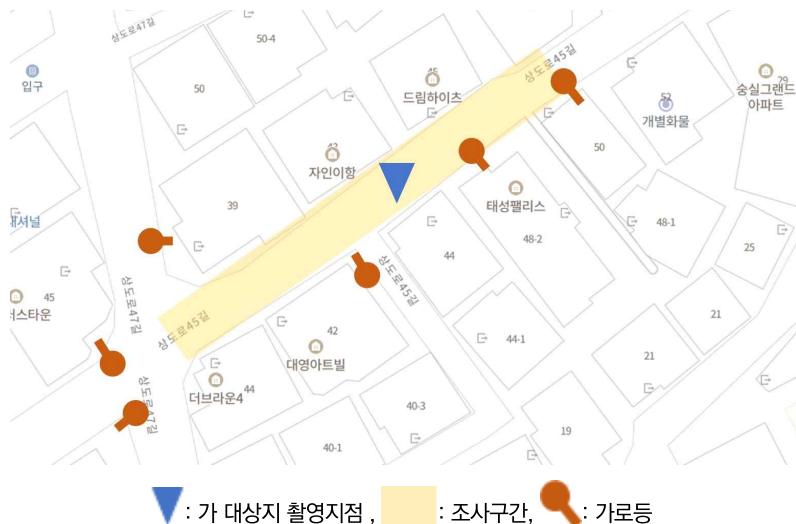
□ 보행량이 많은 주거지역 - ㉠ 대상지

보행량이 많은 주거지역 대상으로 선정된 가로는 서울특별시 동작구 상도로45길 43 일대로 도로폭원은 약 6m 내외이다. 주요특징은 저층 주거지 내의 전형적인 가로로, 약간의 경사가 있으며 인근 교차로에 방범 CCTV가 설치되어 있다. 또한, 대부분의 건물 외벽에는 건물 출입구를 향한 CCTV가 설치되어 있으며 가로의 양 쪽으로 다세대주택이 위치해있다.



[그림 3-3] ㉠ 대상지의 낮(위)과 밤(아래) 가로전경

출처: 연구진 촬영



[그림 3-4] ㉠ 대상지의 조사구간 및 가로등 현황

출처: 카카오맵(<http://map.kakao.com>)을 바탕으로 연구진 작성

□ 보행량이 적은 주거지역 - ④ 대상지

두 번째로, 보행량이 적은 주거지역 대상지로 선정된 가로는 서울특별시 동작구 상도로41나길 일대이며, 도로 폭원은 3.7m 내외이다. 해당 가로는 저층 주거지 내 좁은 골목이며, 가로를 둘러싼 건물들의 뒤쪽 출입구 또는 주차장 진입구와 접해있다. 전형적인 주거 공간으로 ㉗대상지에 비해 유동인구가 적고, 일부 구간에 담장이 존재한다.



[그림 3-5] ④ 대상지의 낮(위)과 밤(아래) 가로전경

출처: 연구진 촬영



[그림 3-6] ④ 대상지의 조사구간 및 가로등 현황

출처: 카카오맵(<http://map.kakao.com>)을 바탕으로 연구진 작성

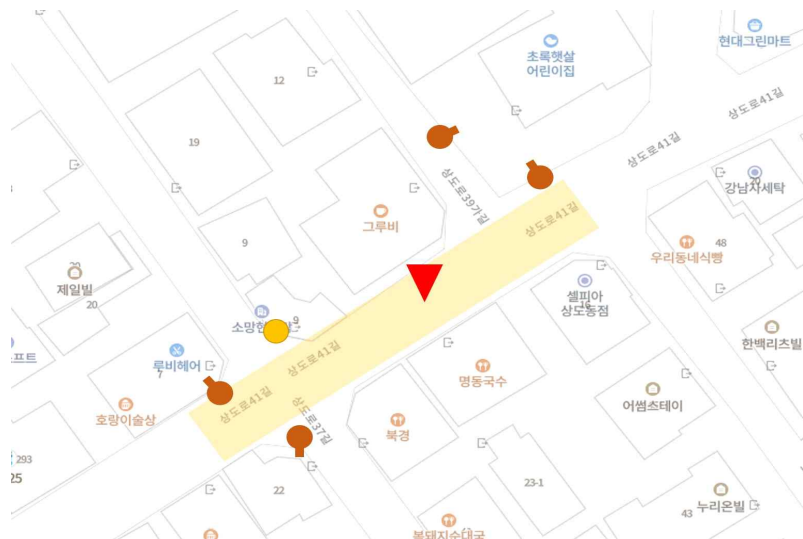
- 보행량이 많은 상업지역 - ㉔ 대상지

보행량이 많은 상업지역 대상지 가로는 서울특별시 동작구 상도로41길 일대로 폭원은 약 7.6m 내외로 주거지역에 비해 넓다. 주변에 음식점, 편의점, 옷가게 등 상점이 분포하며 차량 및 보행자의 통행이 빈번하다. 다만, 대상지 인접 상가 간판 중 야간에 점등하지 않는 곳도 다수 있어 야간의 다른 상업가로와 비교하여 특별히 밝지 않은 편이다. 특히, 서울지역의 경우 코로나19 대응지침에 따라 오후 10시 이후 상가 영업이 종료되어 11시이후에는 어둡다.



[그림 3-7] ㉔ 대상지의 낮(위)과 밤(아래) 가로전경

출처: 연구진 촬영



▼ : 나 대상지 촬영지점, : 조사구간, : 가로등, : 고보조명

* 상가 간판을 향해 설치된 별도의 등은 표시하지 않음

[그림 3-8] ㉔ 대상지의 조사구간 및 가로등 현황

출처: 카카오맵(<http://map.kakao.com>)을 바탕으로 연구진 작성

- 보행량이 적은 상업지역 - ㉠ 대상지

마지막으로 보행량이 적은 상업지역 가로는 서울특별시 동작구 상도로47길 일대로 도로 폭원은 약 7.2m 내외이다. 상업지역과 주거지역의 경계선에 위치(대상구간 북동쪽은 주거지역)해 있으며, 저녁시간(오후6시) 이후 배달 오토바이 통행이 매우 빈번하다. 해당 가로 역시, 코로나19 대응지침에 따라 오후 10시 이후 상가영업이 종료되어 11시 이후에는 어둡다



[그림 3-9] ㉠ 대상지의 낮(위)과 밤(아래) 가로전경

출처: 연구진 촬영



△ : 나 대상지 촬영지점, ■ : 조사구간, 🔍 : 가로등, ● : 고보조명

* 상가 간판을 향해 설치된 별도의 등은 표시하지 않음

[그림 3-10] ㉠ 대상지의 조사구간 및 가로등 현황

출처: 카카오맵(<http://map.kakao.com>)을 바탕으로 연구진 작성

2. 야간 조도 측정 방법

1) 측정 개요

□ 측정일시

기상상황으로 인해 2021년 4월 26일 (월), 4월 28일 (수) ~ 30일 (금)에 걸쳐 매일 오후 6시부터 오후 11시 이전까지 일정 시간간격을 두고 조도를 측정하였다. 시간대별 조도차이를 고려하기 위해 일몰(서울기준)이후 조도가 빠르게 변하는 시점에는 15분 간격을, 해가 완전히 지고 난 이후는 1시간 단위로 조정하여 조도를 측정하였다. 그리고 날짜마다 일몰시간이 달라지기 때문에 이를 고려하여 일몰 시간 지연시간만큼 조정하였다.

[표 3-1] 대상지별 조도측정 상세일시

구분	㉠	㉡	㉢	㉣
일시	2021년 4월 26일	2021년 4월 30일	2021년 4월 28일	2021년 4월 29일
일몰 ¹⁾	19:17	19:21	19:19	19:20
1	18:00	18:04	18:02	18:03
2	18:30	18:34	18:32	18:33
3	19:00	19:04	19:02	19:03
4	19:15	19:19	19:17	19:18
5	19:30	19:34	19:32	19:33
6	19:45	19:49	19:47	19:48
7	20:00	20:04	20:02	20:03
8	20:15	20:19	20:17	20:18
9	20:30	20:34	20:32	20:33
10	20:45	20:49	20:47	20:48
11	21:00	21:04	21:02	21:03
12	22:00	22:04	22:02	22:03
13	22:30	22:34	22:32	22:33

출처: 연구진 작성

□ 측정준비물

조도측정 시 사용한 조도계는 KONICA MINOLTA의 T-10A 제품(JIS C 1609-1 :2006 일반계 AA급 조도계)으로, 관공서 시험기관, 방법등·가로등의 조도 관리, 건축 관련 광원 체크 등에 사용되는 등 다양한 용도로 사용되고 있다⁷⁾. 그밖에 20m 구간의 여러 지점에 대한 신속하고 정확한 조도 측정 수행을 위하여 워킹카운터(EX-POWER의 EDW-6), 마스킹 테이프, 20m 길이의 끈 등을 준비하여 조도측정 지점 표시에 사용하였다.

7) KONICA MINOLTA 홈페이지, <https://www.konicaminolta.co.kr/instruments/products/light/t10a/index.html> (검색일: 2021.06.06.)

2) 수평조도 측정방법

□ 측정지점 설정 및 표시

KS A 3701에서 제시하는 수평조도 계산점을 참고하되, 1~2분 이내에 제한된 인원이 측정을 완료할 수 있는 범위 내로 측정점 지정방법을 수정하여 적용하였다. 대상지마다 총 18개의 수평조도 측정지점을 설정할 수 있도록 하였으며, 구체적인 지점 설정은 아래의 순서에 따라 진행하였다.



[그림 3-11] 측정지점 설정 예시

출처: 카카오맵(<http://map.kakao.com>)을 바탕으로 연구진 작성

첫째, 워킹카운터 및 노끈을 활용하여 도로 폭의 1/4, 3/4 등분 지점에 20m의 평행선을 만들었다. 이때, 두 평행선 중 하나의 중심 지점에 360도 카메라를 설치해야하므로 20m의 평행선 설정 시 중심점을 고려하였다.

다음으로 각 평행선의 끝 지점을 포함하여 2.5m 간격으로 지점을 설정하였다. 이때, 현장에서 설정한 측정점에는 마스킹 테이프를 부착하여 동일한 위치에서 반복적인 조도측정이 가능하도록 하였다.



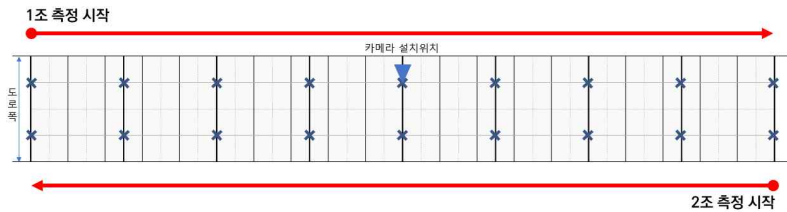
[그림 3-12] 측정지점을 설정하는 모습

출처: 연구진 촬영

□ 조도계 수치 확인 및 기록

수평조도 측정 시 조도계는 노면으로부터 약 15cm 높이에 위치시키고, 수광부가 하늘을 향하도록 하였다. 이때 조사업원은 주요 빛 방향을 가로막지 않도록 하고, 조도계와 조사업원의 몸통이 최대한 이격되도록 팔을 뻗어 측정함으로써 조사업원의 신체에 의한 빛가림이 최소화 될 수 있도록 하였다. 또한 조도측정 중 통행 차량의 전조등으로 인한 영향이 발생할 경우 전조등 불빛이 대상구간 내 조도에 영향을 미치지 않을 때까지 대기한 후 측정을 다시 시작하였다.

조사업원은 2인 1조로 구성하여 조도계 수치 확인 및 음성 전달 담당과 기록 담당으로 역할을 분담하였으며, 각 시간마다 총 2개 조가 동시 시작하여 가급적 1분 내에 측정을 마치도록 하였다.



[그림 3-13] 수평조도 측정지점 및 측정동선 예시

출처: 연구진 작성



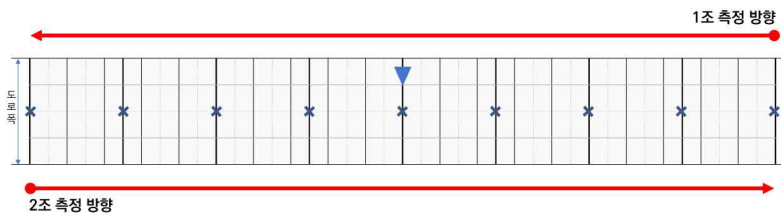
[그림 3-14] 수평조도 측정모습

출처: 연구진 촬영

3) 수직조도 측정방법

□ 측정지점 설정

수직조도는 보행자 시야를 고려한 도로 위의 수직조도와 건물 창문으로 유입되는 빛을 고려한 수직조도(주거지 연직면 조도)로 구분하여 측정하였다. 전자에 해당하는 수직조도 측정점 설정방법은 다음과 같다. 도로 폭의 1/2 등분 지점에서 도로측을 따라 20m의 평행선을 긋고, 끝점을 포함하여 2.5m 간격으로 총 9개의 지점을 설정하였다. 현장에서는 수직조도 측정점을 별도로 표시하지 않으며, 이미 표시된 수평조도 측정점을 기준으로 도로 중앙에 서서 조사를 진행하였다.



[그림 3-15] 수직조도 측정지점 (도로 내) 및 측정동선 예시

출처: 연구진 작성

주거지 연직면 조도는 빛공해와 관련한 조명기준의 적정성을 파악하기 위한 목적이므로 주거지역(㉠, ㉡)에서만 측정하였다. 구체적인 측정점 설정방법과 측정 방법은 행정 규칙인 [빛공해공정시험기준]의 ES 11300.1 주거지 연직면 조도 측정방법을 준용하였다. 첫째, 오후 9시 이후부터 보안등에 의한 빛 노출이 가장 심각한 창문에 대하여 해당 위치에서 수직조도를 측정한다. 단, 보안등에서 가장 가까운 건물면 중 빛공해가 가장 심각할 것으로 예상되는 창문의 2~3면에서 측정한다.

□ 조도계 수치 확인 및 기록

수직조도 측정 시 조도계는 노면으로부터 약 1.5m 높이에 위치시킨다. 수광부가 도로에 수직이 되도록 세우고 방향은 도로측을 향하도록 하였다. 이때 조사원 몸통의 오른쪽 또는 왼쪽에 조도계가 위치하도록 들어 측정자의 신체로 인한 빛 가림을 최소화하였다.

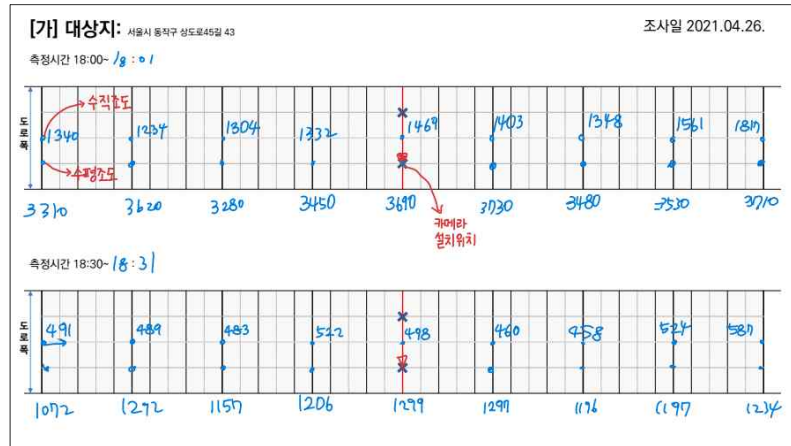
2인 1조로 구성된 두 조는 수평조도 측정 시와 마찬가지로 조도계수치 확인 및 음성 전달 담당과 기록 담당으로 역할을 분담한다. 두 조는 양 구간 끝에서 반대편 끝으로 이동하며 각자 서로 다른 방향에 대한 수직조도를 측정하도록 하였다.

각 시간마다 수평조도 측정에 이어서 수직조도 측정을 진행하여 가급적 1분 내에 측정을 마치도록 하였다.



[그림 3-16] 수직조도 측정모습(좌:도로중심선/ 우:창문)

출처: 연구진 촬영



[그림 3-17] 조도측정 기록물 예시

출처: 연구진 작성

3. 영상정보를 활용한 범죄두려움 변화 실험 설계

1) 360도 대상지 영상정보 구축

□ 지정지점에서 반복촬영

대상지의 영상정보는 조도에 따른 범죄두려움 설문조사의 자료로 활용하기 위해 필요하다. 그래서 도로에 잠시 멈춰서있는 보행자의 시선이 될 수 있도록 지정된 시점에 카메라를 설치하고, 다음의 과정을 거쳐 설문조사에 활용할 360도 영상을 촬영 하였다.

조도측정과 같은 일시에 진행되어 2021년 4월 26일 (월), 4월 28일 (수) ~ 30일 (금)에 걸쳐 매일 오후 6시부터 오후 11시 이전까지 촬영을 수행하였으며, 매 시간대마다 조도측정이 완료된 후 시작하였다. 광각렌즈를 장착한 2대의 카메라를 맞대어 고정하여 이용하였으며, 카메라는 Panasonic GH5S 제품을 사용하였고, 렌즈는 Enataniya HAL200 3.6 MFT를 사용하였다.

동영상 촬영은 차량 통행에 방해가 되지 않는 길 가장자리에 카메라를 설치하여 시간대별 조도측정이 끝난 직후에 3~6분간 진행되었다. 수평조도 측정지점 중 가운데에 위치한 두 지점을 비교하여 현장여건에 더욱 적합한 곳을 촬영 지점으로 선정하였다. 카메라 높이는 지면으로부터 약 160cm로 설정하고, 조도 측정과 마찬가지로 대상지당 총 13회의 영상촬영을 수행하였다. 촬영 원본 영상설정은 VR 실험에 이용하는 HMD(Head Mounted Display)의 사양에 맞추기 위하여 4K 10bit 30프레임으로 설정하였고, 어두운 장소의 경우 log설정 촬영을 진행하였다.

□ 구간 내 보행영상 촬영

해당 촬영영상은 본격적 VR 설문조사 직전에 VR 환경 및 대상지에 대한 몰입감 증대를 위한 목적으로 제시하고자 제작하였다. 카메라가 보행자의 시선이 되어 마치 보행자가 대상구간을 걷는 듯한 영상을 연출하였고, 약 40~50초 분량의 보행 동영상을 촬영하였다.

보행 영상 촬영은 2021년 5월 6일 (목), 오후 2시 ~ 오후 4시에 모든 대상지에서 순차적으로 진행되었다. 360도 VR 전용 카메라인 KanDao Obsidian R 제품을 사용하였으며, 영상의 흔들림 최소화를 위하여 MOZA Guru 360 Air 짐벌을 장착하여 촬영을 진행하였다.

일반 아스팔트 도로 위에서 무빙돌리와 같은 카메라 보조장비를 이용하기에 제약이 있어 360도 카메라를 장착한 짐벌을 직접 들고 이동하며 촬영을 진행하였다. 360도 방향에 시야 확보를 위하여 머리 위 높이인 약 180cm를 유지하며 촬영하였다. 주간 시간대에 조도측정 범위를 포함한 50m 직선구간을 한 방향으로 이동하는 영상을 촬영하였으며, 촬영자는 마치 실제 보행을 하는 것과 같이 자연스럽게 이동하도록 하였다.

□ 편집 및 가공

앞서 진행된 두 가지의 촬영영상은 편집하여 설문조사에 활용할 최종영상으로 제작되었다. 조도에 따라 반복적으로 촬영한 영상은 (주)브이알프로의 기술자문을 통해 컷 편집, 노이즈 제거, 색보정 등의 가공과정을 거쳐 최종영상을 제작하였다. 반면 보행영상의 경우 Kandao Studio 프로그램을 이용하여 자동 스티칭을 진행하였고, 그 외의 편집 및 가공 없이 최종영상을 제작하였다.

전자에 대한 과정을 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 우선, 조도 측정결과를 검토하여 조도 변화가 거의 없는 시간대를 제외하여 대상지당 총 10개의 동일한 회차에 해당하는 영상을 선별하였다. 이는 본 연구의 목적이 조도변화에 따른 범죄 두려움을 파악하는 것으로, 유사한 조도의 경우, 설문시 중복되므로 제외하였다.

[표 3-2] 대상지별 조도측정 상세일시

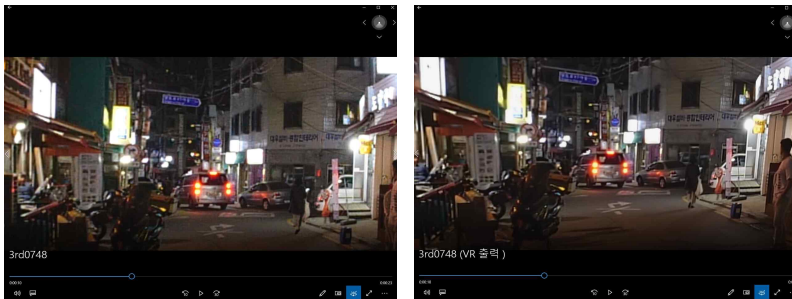
구분	[개]	[내]	[대]	[래]	선정여부
1	18:00	18:04	18:02	18:03	O
2	18:30	18:34	18:32	18:33	O
3	19:00	19:04	19:02	19:03	O
4	19:15	19:19	19:17	19:18	O
5	19:30	19:34	19:32	19:33	O
6	19:45	19:49	19:47	19:48	O
7	20:00	20:04	20:02	20:03	O
8	20:15	20:19	20:17	20:18	X
9	20:30	20:34	20:32	20:33	O
10	20:45	20:49	20:47	20:48	X
11	21:00	21:04	21:02	21:03	O
12	22:00	22:04	22:02	22:03	X
13	22:30	22:34	22:32	22:33	O

출처: 연구진 작성

두 번째로 촬영 영상 중 불필요하거나 부적합한 부분을 삭제하고, VR 실험에 알맞은 분량으로 조절하였다. 지점별 촬영분량 중 행인, 자동차, 오토바이 등이 최소로 출연하도록 실사용 클립영상에 컷편집을 진행하여 최종 30초 분량을 추출하였다. 컷편집 시 인물과 사물(차량)의 이동 부조화를 최소화하는 추가 보정작업을 수행하였다.

세 번째로는 Autopano video3 프로그램을 이용하여 두 카메라의 촬영영상 싱크를 맞추고 스티칭 작업을 수행하였다. 스티칭 에러를 최소화하기 위하여 매뉴얼 스티칭을 진행하였다. 에프터 이펙트(Adobe After Effects)를 사용하였으며 바닥의 삼각대 등 리무빙 작업 및 샤프효과(선명하게 하는 영상효과)를 주었다.

마지막으로 어두운 상황의 log 설정 촬영으로 인하여 다이내믹 레인지는 올라가지만 후반 색보정 작업과 노이즈 제거작업이 필요하였다. log 촬영 시 빠진 색상을 정상화하기 위한 컬러그레이딩 작업과 노이즈 제거를 위한 작업을 수행하였다. 컷편집과 색상보정, 기타 편집에는 프리미어 프로를 이용하였으며 노이즈 감소에는 니트 비디오(Net Video)를 이용하였다.



[그림 3-18] 노이즈 가공 전(좌)과 후(우) 영상캡처

출처: 연구진 촬영

2) 조도변화에 따른 범죄두려움 변화 실험 구성

□ 참여자 모집

실험 참가자 모집은 2021년 5월 7일부터 온라인 및 오프라인을 통해 이루어졌으며, 안내문 내에 VR 실험의 목적과 주요 내용, 개인정보 보호조치 등을 포함한 실험의 전반에 대해 설명을 작성하였다. 개인정보 획득을 최소화하기 위한 조치로 구글 폼과 카카오톡 오픈채팅방(익명 가능)만을 이용하여 참가자 접수, 선발 및 일정 조율이 이루어졌다.

실험 참가자는 20대 (만 29세까지 포함) 한정하여 모집하였다. 범죄에 대한 일반적 두려움 및 야간 보행에 대한 두려움은 20~30대에서 가장 높은 것으로 나타났으며(김민영, 한미경, 박희정 2019, p.288), 그 중 20대 여성의 야간 보행 두려움 응답비율이 가장 높다⁸⁾. 이를 근거로 참가자 연령을 제한하였다⁹⁾. VR 실험의 특성상 VR 기기 당 한 번에 한 사람만 설문을 진행할 수밖에 없기 때문에 동시에 많은 사람이 설문에 참여하기 어려운 제약이 있다. 참가자 수에 제한이 있을 경우 코호트 연구를 진행하는 것이 실험 결과에 대한 해석이 더 유의미할 수 있다. 실제로 같은 이유로 인해 동종집단 내에 속하는 적은 수의 참가자를 대상으로 VR 실험을 진행한 기존의 연구를 쉽게 찾아볼 수 있다. Kim et al.(2019, p.6)은 VR을 이용한 광장 유형별 위요감 조사를 위하여 69명의 도시공학 전공 대학생을 대상으로 하였으며, Schwebel et al.(2016, p.10)의 연구에서는 47명의 초등학교 학생들을 대상으로 보행자 안전교육과 관련한 VR 실험을 수행하였다.

참가자는 대상지가 익숙한 참가자(a그룹)와 대상지가 낯선 참가자(b그룹)를 구분하여 약 7 대 3의 비율로 구성하였다.¹⁰⁾ 참가자를 구분한 이유는 VR 영상의 대상지에 대한 친숙함이 참가자들의 범죄두려움에 영향을 끼칠 것이라 예상되었기 때문이다. 이를 위해 참가자들은 실험신청 시 [표 3-4]의 질문에 대한 응답을 미

8) 통계청. (2019). 야간보행에 대한 안전도(성/연령·교육정도·혼인상태별). https://gsis.kwdi.re.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=338&tblId=DT_1WCC61 (검색일: 2021.04.20.)

9) 범죄두려움관련 이론 중 '취약성 이론'에 따르면, 범죄두려움은 인구적 요인과 사회적 요인에 의해 범죄두려움이 결정된다. 이에 따라 기존 선행연구들에서 범죄취약계층으로 분류된 노인, 장애인, 야간 업무 직업 종사자 등을 실험참여자로 선정하는 것이 중요하다. VR 실험의 특성상 다양한 계층 모두 고려하는데 한계가 존재한다. 그리고 VR 연구의 경우 코호트 연구에서 유의미한 결과를 보여주기 때문에 이를 고려하여 현재 범죄두려움이 높게 나타난 계층을 중심으로 연구를 진행하였다.

10) 당초 a그룹과 b그룹의 구성비는 5 대 5로 계획하였으나, 실험장소와 대상지의 위치적 특성상 b그룹에 해당하는 참가자 모집이 상대적으로 어려워 7 대 3 수준으로 조정

리 제출하도록 하였고, '상도1동'의 구체적인 범위는 행정구역 상 경계를 기준으로 하였다. 최종적으로 101명이 실험에 참여하였으며, a그룹은 69명, b그룹은 32명으로 구성되었다.

[표 3-3] VR 실험 참가자 그룹구분

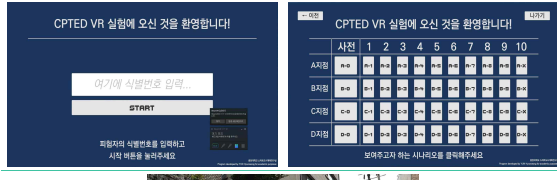
구분	a그룹		b그룹	
(1) 상도1동 내 거주 경험이 있다.	O	X	O	X
(2) 상도1동 지역에 대하여 익숙하거나 어느 정도 잘 알고 있다고 생각한다.	X	O	O	X

출처: 연구진 작성

□ 실험장비

촬영된 영상을 활용하여 조도변화에 따른 두려움을 파악하고자 4K 영상까지 실행 가능한 Vive pro 헤드셋을 체험 기기로 사용하였다. VR 영상을 참가자에게 제시할 때에는 중앙대학교에서 자체 제작한 프로그램을 사용하였다. 아래 표 하단의 이미지와 같은 화면이 나타나 실험안내자가 정확한 영상을 제시할 수 있으며, 실시간으로 참가자의 시선에 보이는 모습을 확인할 수 있도록 설계하였다.

[표 3-4] VR 실험장비

장비	용도
 VIVE pro 헤드셋 장비¹	VR 체험 기기 (HMD)
 데스크톱 컴퓨터 및 실험용 프로그램 (자체 개발)³	영상송출 및 실시간 모니터링, 참여자별 식별번호 생성 및 체험시간과 초점 좌표 자동 기록

출처 1. vive공식홈페이지, <https://www.vive.com/kr/product/vive-pro-full-kit/>
(검색일: 2021.05.07.)

2. 연구진 개발 및 촬영

□ 설문문항

설문문항에는 VR 영상을 보며 느끼는 범죄두려움에 관한 질문 외에 범죄두려움 수준에 영향을 미칠 것으로 예상되는 개인특성정보와 관련한 문항과, VR 실험 시 참가자가 느끼는 존재감(Presence)과 관련한 문항을 함께 구성하였다. 개인 특성과 관련하여 나이(만), 성별, 교육수준, 거주주택유형, 가구원수, 이면도로 보행빈도, 평균 귀가시간, VR 경험 여부 등이 포함되었다. 이와 함께 본인 또는 지인의 범죄피해경험과 범죄취약성 관련 문항을 구성하여 범죄두려움에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 경험 또는 개인의 성향을 조사하였다.

[표 3-5] VR 실험 개인특성 관련 문항

질문		답변
나이 (만)		만 () 세
성별		① 남 ② 여
교육수준		① 고졸 ② 대학생·대졸 ③ 대학원 이상
거주주택유형		① 단독주택 ② 다가구/다세대/연립주택 ③ 나홀로 아파트 ④ 단지형 아파트 ⑤ 주상복합/오피스텔 ⑥ 기타
가구원수 ¹		① 1인 가구 ② 2인 가구 ③ 3인 가구 이상
지난 7일 간 이면도로 보행 빈도		① 0일 ② 1~2일 ③ 3~4일 ④ 5~6일 ⑤ 7일
지난 7일 간 평균 귀가 시간		① 오후 6시 이전 ② 오후 6시 ~ 오후 8시 ③ 오후 8시 ~ 오후 10시 ④ 오후 10시 이후
범죄 피해 경험	본인의 ~	노상범죄피해 ² 경험 그 외 범죄피해 ³ 경험 ① 있음 ② 없음 ① 있음 ② 없음
	가족 또는 지인의 ~	① 있음 ② 없음 ① 있음 ② 없음
범죄 취약 성	나는 다른 사람에 비해 범죄피해를 당할 가능성이 높다.	① 전혀 그렇지 않다 ② 그렇지 않은 편이다 ③ 그런 편이다 ④ 매우 그렇다
	누군가 나를 공격한다면, 나는 내 자신을 방어할 수 있다.	① 전혀 그렇지 않다 ② 그렇지 않은 편이다 ③ 그런 편이다 ④ 매우 그렇다
	내가 범죄피해를 당한다면, 피해 결과가 다른 사람보다 더 심각하고 오래 지속될 것이다.	① 전혀 그렇지 않다 ② 그렇지 않은 편이다 ③ 그런 편이다 ④ 매우 그렇다
과거 HMD를 이용한 VR 경험 여부		① 있음 ② 없음

주1. 같은 주거공간에 실제로 거주하는 인원, 설문 당일 기준

주2. 노상범죄는 거리, 도상, 가로, 보행로, 골목, 블록 등 길을 가는 도중에 일어나는 범죄로 넓게는 공용공간에서 나타나는 5대 범죄(절도, 폭행, 강도, 강간강제추행, 절도)를 의미함

주3. 위에서 정의한 노상범죄를 제외한 범죄유형 모두 포함

출처: 연구진 작성

VR 영상을 보여주며 측정하는 범죄두려움과 관련하여, 안내자는 두 가지 질문을 영상마다 반복적으로 제시하였다. 참여자는 1~7점까지의 리커트 척도로 응답하도록 하였다(1-전혀 두렵지 않다 ~ 7-매우 두렵다). 두 질문은 범죄두려움을 느끼는 주체가 본인인지, 가족 또는 지인인지에 차이가 있으며 구체적인 문항은 다음과 같다.

[표 3-6] VR 실험 범죄두려움관련 설문 항목

질문	나의 두려움 지금 보시는 상황에서 당신은 절도, 폭행, 성범죄, 강도, 살인 등과 같은 범죄피해에 대한 두려움을 얼마나 느끼십니까?						
답변	전혀 두렵지 않다						매우 두렵다
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
질문	지금 보시는 상황에서 당신의 가족 또는 지인은 절도, 폭행, 성범죄, 강도, 살인 등과 같은 범죄피해에 대한 두려움을 얼마나 느낄 것으로 생각하십니까?						
답변	전혀 두렵지 않다						매우 두렵다
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦

출처: 연구진 작성

마지막으로 VR 실험 직후 조사하는 존재감(Presence) 문항과 척도 수준은 Lessiter & Freeman (2001, p.290)의 연구를 참고하여 구성하였다. 물리적 공간감(또는 현실감), 몰입감, 생태학적 타당성, 부작용으로 크게 카테고리를 구분하고 각 3~4개의 질문에 대하여 5점 척도로 응답하도록 하였다(1-전혀 그렇지 않다 ~ 5-매우 그렇다).

[표 3-7] VR실험의 존재감 측정 문항

물리적 공간감 & 현실감	나는 제시된 상황에 실제로 존재한다고 느꼈다.
	나는 제시된 장소에 다녀온 기분이다.
	나는 영상에서 등장하는 사람이나 사물과 접촉(touch)할 수 있을 것 같다고 느꼈다.
몰입감	나는 제시된 상황에 몰두했다.
	나는 실험을 즐겼다.
	실험을 통한 경험은 강렬했다.
생태학적 타당성	영상의 내용은 있을법한 상황으로 보였다.
	제시된 상황은 자연스러워 보였다.
	상황에 등장하는 사람이나 사물은 실제와 같이 견고(solid)해보였다.
부작용	나는 실험 중 어지러웠다.
	나는 실험 중 메스꺼움을 느꼈다.
	나는 실험 중 두통을 겪었다.
	나는 실험 중 눈의 피로를 느꼈다.

출처: 연구진 작성

3) 실험진행¹¹⁾ 방법

VR 설문조사는 2021년 5월 28일부터 2021년 5월 26일까지 중앙대학교에서 진행되었다. 참가자는 먼저 [표 3-6]의 설문내용에 대한 답변을 작성한 후, VR 기기를 착용하였다. 범죄두려움 설문에 앞서 VR 기기에 대한 긴장을 풀어주고 영상 속 상황에 대한 몰입감을 높이기 위해 보행하면서 촬영한 VR 영상을 감상하도록 하였다. 4개 대상지에 대한 보행영상 중 1개를 무작위로 선택하였고, 참가자마다 무작위 선택을 반복하였다. 사전영상 감상 시 상황에 대한 몰입을 유도하기 위해 설문안내자는 참가자에게 ‘당신은 외출하기 위하여 집을 나섰고, 길을 걸어가고 있습니다’라는 내레이션을 제공하였다.

이후 각 대상지의 시간대별(촬영회차별)로 10개씩 총 40개의 VR 동영상 중 무작위로 10개의 동영상을 뽑아 설문을 진행하였다. 각 시간대마다 ㉮~㉰대상지 중 하나를 선택하여 10개의 시간대에 대한 범죄두려움 설문에 응답하도록 하였다. 이때 시간대 또한 무작위 순서로 선정함으로써 초반부 제시된 대상지와 영상을 감상한 순서가 설문 응답에 미치는 영향이 작아지도록 하였다. 설문안내자는 하나의 동영상이 재생될 때마다 ‘당신은 외부 일정을 마치고 집에 돌아가는 도중 잠시 발걸음을 멈추었고, 주변을 살피고 있습니다.’라는 내레이션을 제공하였다.

참여자가 충분히 영상 속 상황을 감상한 후 앞서 언급한 두 가지의 범죄두려움을 측정 하는 방식으로 총 10번의 반복적인 과정을 진행하였다. VR 실험을 마친 직후 참가자에게 [표 3-8]의 설문내용에 대한 답변을 작성하도록 하였다.



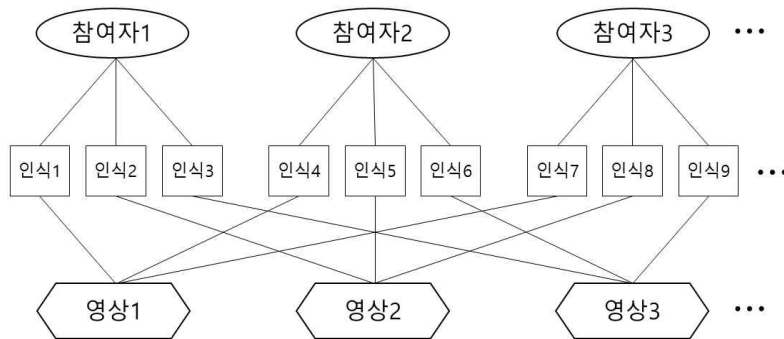
[그림 3-19] 설문조사 장비 세팅 모습(좌) / VR 설문조사 진행 모습

출처: 연구진 촬영

- 11) 대면하여 진행하는 만큼 코로나19 예방수칙을 준수하여 실험을 진행하였다. 실험기구를 매 실험마다 소독하여 사용하였고, 설문안내자는 마스크 및 장갑을 착용하였으며 실험실 내부공기를 주기적으로 환기하였다. 참가자에게 손소독제 사용을 권장하고, 입장 전 체온 측정 및 마스크 착용을 확인하였다. 실험 관계자(참가자 및 안내자)만 제한적으로 실험실 출입을 허용하여 인원을 통제하였다.

4) 분석모형: 교차분류 다층모형

이 연구에서 VR 실험을 통해 수집된 자료는 위계적인 구조를 갖는다. 즉, 개별 영상에 대한 개별 참여자들의 범죄두려움 인식 하나하나를 분석단위로 할 때(101명*10개 영상=1,010개 인식), 같은 평가자에 의한 개별 인식들은 서로 상관관계를 가지게 되어 평가자 단위로 그룹화된 다층구조를 갖게 된다. 때문에 이러한 다층구조의 데이터 분석을 위해 적용되는 다층모형(multi-level model)을 적용할 필요가 있다. 그런데 이 실험자료의 경우, 평가자뿐 아니라 개별 영상 단위로도 그룹화되는 특성을 갖는다. 40개의 영상 중 무작위로 선택된 10개 영상에 대한 범죄두려움 정도를 응답하도록 하였는데, 이때 하나의 영상이 평균 25명의 다른 참여자들에 의해 평가되기 때문에 같은 영상에 대한 개별 인식들 간에도 상관성을 가지게 된다. 종합하면, 이 연구의 VR 실험자료는 2개의 서로 다른 상위 집단(‘평가자’와 ‘영상’)에 대하여 교차된 형식으로 위계화된 구조를 가지고 있는 것이다(그림 3-21). 따라서 이 연구에서는 이러한 자료 특성을 고려하기 위한 ‘교차분류 다층모형(cross-classified multi-level model)’을 적용한다.



[그림 3-20] 교차분류 다층모형의 기본구조

출처: 주영하. (2021). 시각적 정연성이 가로경관의 질 인식에 미치는 영향과 그 형성요인: 서울시 내 6가지 가로유형을 중심으로. p.120을 참고하여 재작성

베이지안 추정방식을 활용하는 교차분류 다층모형의 경우 사후예측 P값(PPP: posterior predictive p-value)이 모형의 적합도 지표로 제시되는데, 0.05보다 클 때 ‘모형이 통계적으로 자료에 잘 부합한다’는 영가설을 채택할 수 있으며, 0.5 이상부터는 매우 우수한 적합도를 보이는 것으로 해석할 수 있다(주영하, 2021, p.144). 또한, 계수의 유의성 검증에는 95% 신용구간을 활용하는데, 구간 내에 ‘0’ 값을 포함하지 않을 경우 해당 계수가 유의한 것으로 해석할 수 있다(주영하, 2021, p.144).

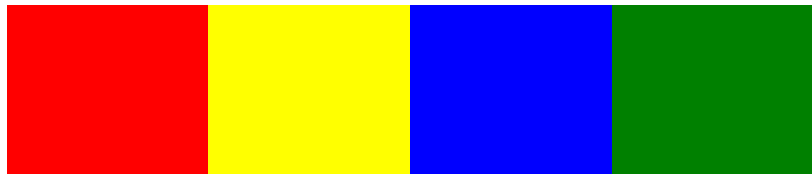
4. 조도변화에 따른 시각정보 인지 여부 실험 설계

1) 시인성 분석을 위한 시각정보 설계

수직조도 변화에 따른 시인성 분석을 위해 다음과 같이 참고하여 시각대상 및 측정방법을 구축하였다. 그는 보행자가 야간의 빛 환경에서 의식적으로 보아야 하는 것이라고 언급하며 색상, 보행표지판, 사람의 표현을 시각정보 대상으로 선정하였다(이동기, 2015, pp.65-68). 본 연구에서도 이를 참고하여 3가지로 대상을 구성했으며, 구체적인 내용은 다음과 같다.

□ 색상(빨강, 파랑, 초록, 노랑)

색상은 우리가 시각정보를 인식하는 데 중요한 요소 중 하나이다. 동일한 형태라도 색상에 따라 사과가 될 수 있고, 배가 될 수도 있다. 본 연구에서도 이동기(2015., p.65)와 동일하게 4가지 색상을 활용했으며, 색상으로 빛이 투과되는 경우를 최소화하기 위해 우드락에 인쇄된 색상종이를 교체해가며 연구를 진행하였다.



[그림 3-21] 실험에 사용된 색상

출처: 연구진 작성

□ 보행표지판(건물번호 판과 도로명주소 명판)

건물주소판과 도로명주소명판은 사람들이 주야간에 관계없이 위치정보를 파악하는데 필요한 요소이며, 전국적으로 동일한 규격이기 때문에 두 가지 표지판을 연구에 활용했다.

건물주소판 역시 「주소정보시설규칙」의 [별표3], [별표10]을 준용하여 규격을 맞춰 표지판을 제작하였다. 도로명판은 「주소정보시설규칙」의 [별표1]을 준용하여 표지판의 크기를 설정하고, [별표2], [별표3]을 준용하여 규격을 맞춰 도로명판을 제작하였다. 본 연구에서도 기존 연구와 동일하게 영어도로명주소는 연구대상에서 제외하였다.

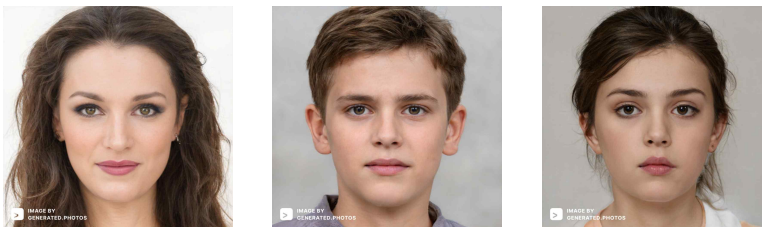


[그림 3-22] 표지판 예시

출처: 연구진 작성.

□ 사람 얼굴, 표정, 행동 인지 여부

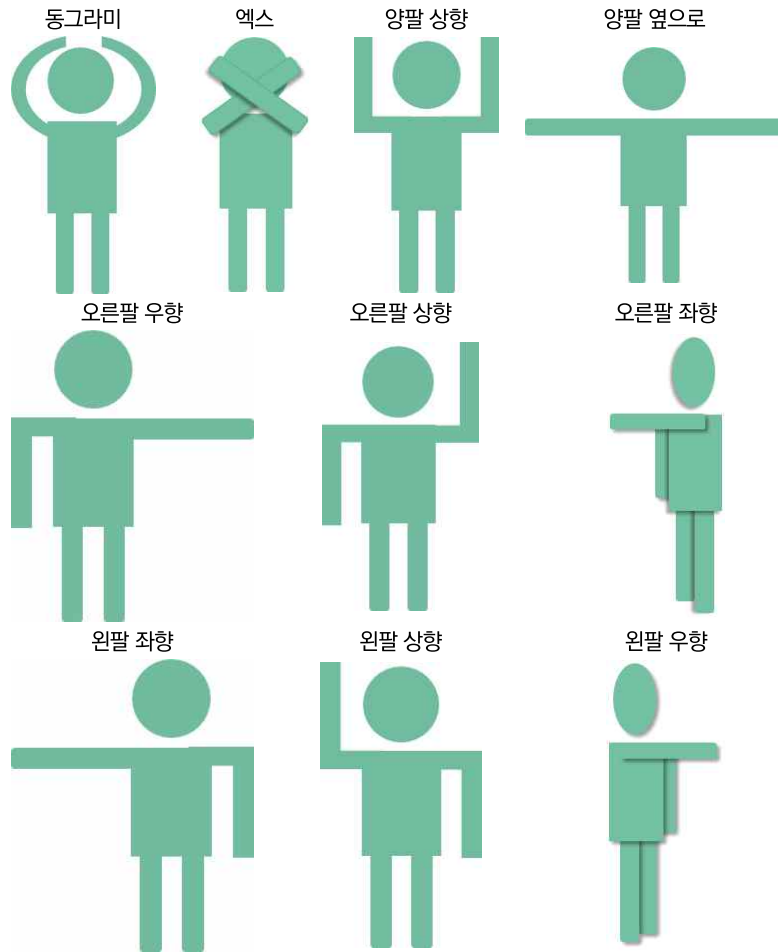
마지막으로 사람의 얼굴과 행동을 연구대상에 포함시켰다. 행동의 경우, 10가지 팔 동작으로 구분하였으며, 인물의 경우, 실제 인물과 1:1 크기의 출력된 사진으로 대체하여 실험하였다¹²⁾. 인물사진은 익숙한 얼굴의 경우 거리나 밝기에 관계 없이 알아볼 수 있기 때문에 GENERATED PHOTOS사이트를 활용하여 AI가 만들어낸 인물 사진을 활용하였다.



[그림 3-23] 실험에 활용된 인물 예시

출처: <https://generated.photos/faces> (검색일:21.05.20)

12) COVID-19의 상황으로 인해 마스크를 착용해야하므로 실제 인물이 아닌 사진으로 대체하였다.



[그림 3-24] 실험에 활용된 행동 10가지

출처: 연구진 작성

2) 시인성 분석 실험 구성

시인성 분석 실험은 2021년 5월 25일부터 5월 28일까지 매일 오후 6시 이후부터 12시 이전까지 실험을 수행하였으며, 매 시간대 마다 조도측정이 완료된 후 시작하였다. 이는 기존에 먼저 구축된 영상정보의 조도수준과 유사하게 맞추기 위함으로, 실제 일몰시간을 파악하여, 시간을 조정하고, 조도를 측정해 기존 실험과의 일관성을 유지하려고 노력하였다.

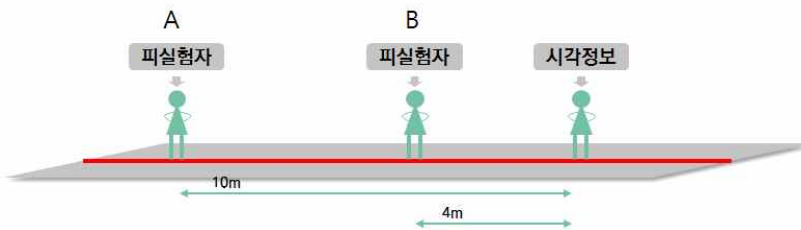
실험 진행시 시각정보와 실험참가자간의 거리는 김현지(2015, p.32)에서 소개한 (사)일본 조명학회 기술지침의 내용에 적혀있는 4m와 10m로 설정하여 연구를 진행하였다. 상대방을 인지하고 위험상황에 대처 가능한 최소 거리를 4m로

간주하며, 위험상황에 대해 여유롭게 반응하는 거리를 10m로 이야기하고 있다. 본 연구에서는 시인성 실험의 시각정보 대상으로 인물을 선정하였기 때문에 해당 지침을 참고하여 실험 방식을 구축하였다.

[표 3-8] 상대방과의 거리와 얼굴 보는 방법(연직면 조도)

상대방과의 거리와 그 의미		얼굴이 보이는 방식	
		눈, 입, 코의 위치를 알 수 있다	누구인지를 알 수 있다.
4m	위험 피해를 방지하는데 필요한 최단거리	1.0lx	1.8lx
10m	위험 회피를 여유를 가지고 행할 수 있는 거리	2.1lx	5.0lx

출처: 김현지, (2015). 각국의 보행자 조명 관련 기준 및 보행자 조명 설계 요건. p.32에서 재인용



[그림 3-25] 실험 설계 도식화

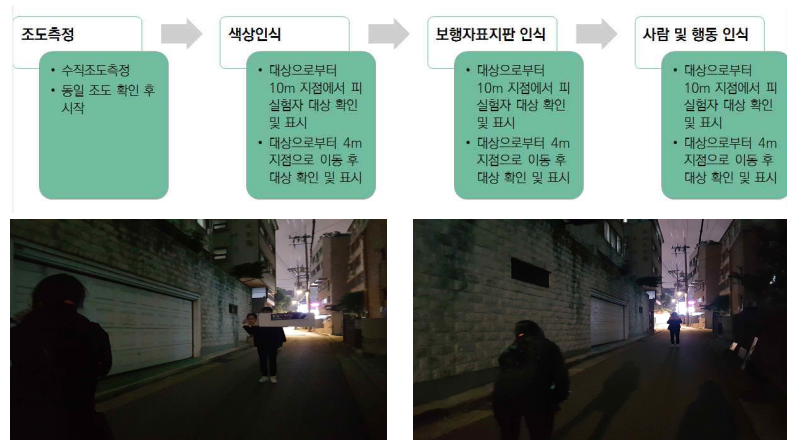
출처: 연구진 작성

코로나19 특성 및 현장실증 연구로 인해 시력이 비슷한 3명의 실험자를 대상으로 연구를 진행하였다. 실험단계를 다음과 같다. 첫째, 영상정보촬영 시험과 동일한 위치에서 시작하여 수직조도를 측정하고, 분석을 수행하였다. 둘째, 조도 측정이 완료된 이후, 피실험자는 시각정보로부터 10m 지점에서 색상, 글자, 인물, 행동 순으로 실험을 진행하였다. 각 시각정보에 대한 인지 여부는 [표 3-9]를 활용하여 응답하게 하였다. 셋째, 10m 지점에서 관련 실험을 완료하고, 시각정보로부터 4m 지점으로 옮겨 동일하게 실험을 진행하였다. 이후 조도가 변할 때마다 반복적으로 수행하여 대상지마다 한 사람당 10번의 반복적인 과정을 진행하였다. 4곳의 대상지에서 동일한 방식으로 진행되기 때문에 대상의 순서 및 종류를 다양하게 하여 기억을 통한 응답이 최소화 되도록하였다.

[표 3-9] 피실험자 응답표 작성 기준

구분	내용
색상	● 모든 색상을 제대로 인지한 경우
	△ 1개 이상의 색상을 인지하지 못한 경우
	X 색상이 정확하게 구분되지 않는 경우
글자정보	● 글자 및 숫자 정보를 모두 인지한 경우
	○ 도로명/건물명의 자음이나 모음을 제대로 인지하지 못한 경우
	△ 도로명/건물명은 인지하지 못하고 숫자만 인지한 경우
	도로명/건물명 그리고 숫자를 정확하게 인지하지 못한 경우
	X * 받침정도 잘 안보이는 수준이 아니라 파란 배경에 하얀 글자로 인식되는 경우를 의미
행동	● 모든 행동을 인지한 경우
	△ 행동을 일부 인지한 경우
	X 행동을 인지하지 못한 경우
인물	● 어떤 인물인지 인지 가능한 경우
	* 여러 인물사진 중 시각정보 대상을 바로 선택한 경우
	윤곽 및 인물의 특성은 인지가능하나 정확하게 누구인지는 인지하기 어려운 경우
	△ * 여러 인물사진 중 시각정보 대상을 바로 선택하지 못한 경우
	X 인물의 윤곽뿐만 아니라 눈,코,입도 정확하게 파악이 불가능한 경우
	* 여러 인물사진 중 시각정보 대상을 선택하지 못한 경우

출처: 연구진 작성

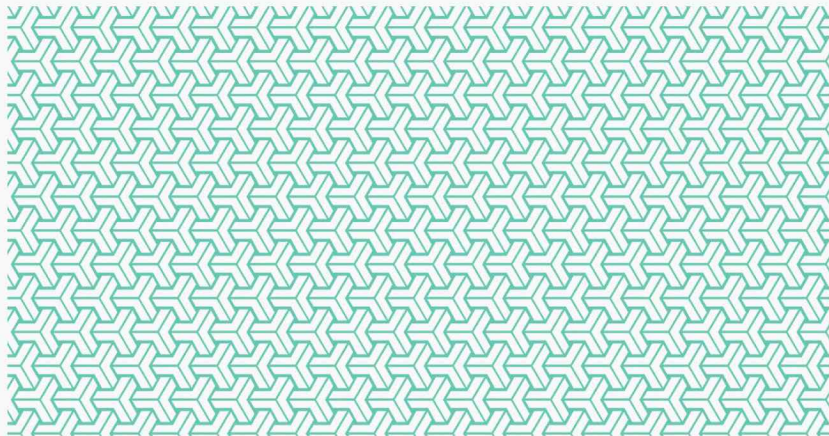


[그림 3-26] 시각정보 인지 실험 진행 방법 및 모습

출처: 연구진 촬영

제4장 조도변화에 따른 범죄두려움 및 시인성 변화 분석

Chapter.4



1. 대상지별 조도측정 결과
2. 영상정보를 활용한 범죄두려움 변화 분석 결과
3. 조도변화에 따른 시각정보 인지 여부 분석 결과
4. 소결

1. 대상지별 조도측정 결과

1) 수평조도 측정 결과

수평조도 측정결과는 [표 4-1]과 같다. 대상지 전반적으로 6회차 측정 시기를 기점으로 조도의 변화폭이 급격히 줄어들었다. 6회차 이후에는 야간 조명시설 등에 따른 미세한 조도 변화가 발생하기 때문에 평균 수평조도가 직전 측정값보다 늘어나는 경우도 나타났다. 주거지역에 속하는 ㉔, ㉕ 대상지는 상업지역에 속하는 ㉓, ㉖ 대상지와 비교하여 일몰시간(19:17 ~ 19:20) 이후 급격한 조도 감소가 관찰되었다.

구체적으로 살펴보면 6회차 측정 이후 ㉔ 대상지는 5lux 미만의 평균 수평조도를 유지하였고, ㉕ 대상지는 1lux 내외로 관찰되었다. ㉓와 ㉖ 대상지의 경우 상가 간판 등의 영향으로 인해 6회차 측정 이후 각각 18lux, 25lux 내외를 유지하였고, 코로나19 대응지침에 따른 영업종료 시간인 오후 10시 이후 측정한 마지막 회차의 평균 수평조도는 각각 2.18lux, 13.43lux로 나타났다. ㉓ 대상지는 ㉖ 대상지와 비교하여 하루 중 보행자가 더 많은 곳으로 알려져 있으나, 인근 건물의 상가에서 간판 조명을 야간에 사용하지 않는 가게가 더 많아 야간의 조도가 더 낮게 측정되었다. 종합하면, 주거지역의 경우 오후 7시 반 이후 대체로 10lux 이하의 조도를 유지하는 반면, 상업지역의 경우는 상점이 문을 닫기 전까지는 대체로 10lux 이상의 조도를 유지하는 것으로 보인다.

[표 4-1] 대상지별 시간대에 따른 평균 및 최소 수평조도

회차	측정시작 시간 ¹⁾	가		나		다		라	
		평균	최소	평균	최소	평균	최소	평균	최소
1	18:00 ~	3107.11	2253	2336.06	2085	4787.22	3040	3498.33	3230
2	18:30 ~	1090.61	887	877.22	784	2466.44	1947	907.06	841
3	19:00 ~	584.44	501	341.22	288	691.00	583	313.43	264.7
4	19:15 ~	123.37	108.2	73.11	58.4	200.20	156.3	126.15	74.5
5	19:30 ~	17.55	13.07	8.51	3.78	45.87	20.3	61.58	31.1
6	19:45 ~	5.16	1.41	1.03	0.41	18.44	7.55	22.27	11.83
7	20:00 ~	4.75	0.85	0.81	0.34	17.54	7.31	26.75	8.81
8	20:30 ~	4.63	0.79	0.94	0.49	17.57	6.76	24.35	7.8
9	21:00 ~	4.60	0.75	0.93	0.55	10.00	3.11	24.13	7.52
10	22:30 ~	4.75	0.05	0.74	0.43	2.18	0.65	13.43	5.34

주1. 대상지별 4분 이내의 시작시간 차이가 있으며, 표에는 '가' 대상지 기준으로 작성됨

주2. 음영: 조도 10lux 이하

출처: 연구진 작성

[표 4-2] 대상지별 시간대에 따른 균제도(수평조도)

(단위: lux)

회차	측정시작 시간 ¹	가		나		다		라	
		방식1	방식2	방식1	방식2	방식1	방식2	방식1	방식2
1	18:00 ~	0.604	0.725	0.811	0.893	0.486	0.635	0.835	0.923
2	18:30 ~	0.683	0.813	0.825	0.894	0.636	0.789	0.829	0.927
3	19:00 ~	0.742	0.857	0.403	0.844	0.708	0.844	0.638	0.845
4	19:15 ~	0.782	0.877	0.681	0.799	0.471	0.781	0.324	0.591
5	19:30 ~	0.492	0.745	0.384	0.444	0.111	0.443	0.215	0.505
6	19:45 ~	0.112	0.273	0.136	0.397	0.184	0.409	0.244	0.531
7	20:00 ~	0.073	0.179	0.120	0.422	0.180	0.417	0.141	0.329
8	20:30 ~	0.067	0.170	0.198	0.521	0.169	0.385	0.126	0.320
9	21:00 ~	0.059	0.163	0.185	0.591	0.089	0.311	0.120	0.312
10	22:30 ~	0.004	0.011	0.170	0.579	0.111	0.298	0.150	0.398

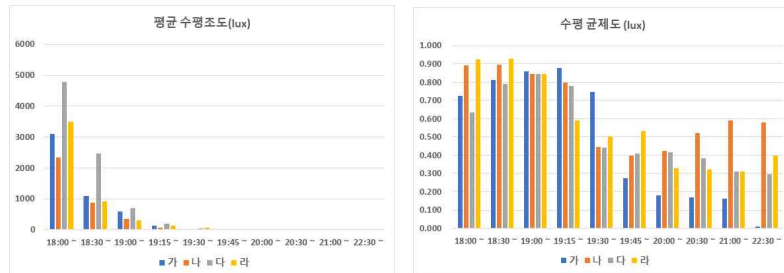
주1. 대상지별 4분 이내의 시작시간 차이가 있으며, 표에는 '가' 대상지 기준으로 작성됨

주2. 방식1 - 최소조도/최대조도, 방식2 - 최소조도/평균조도

주3. 음영: 균제도 0.2이하

출처: 연구진 작성

균제도 역시 전반적으로 주거지역에서 더 작은 값을 보였다. '최소조도/평균조도'로 측정한 균제도를 기준으로 살펴보면(방식2), 일몰 30분 후부터 균제도 값이 급격히 감소하는 것을 확인할 수 있다. 이러한 경향은 특히 ㉞ 지역에서 두드러지게 나타났다.



[그림 4-1] 대상지별·시간대별 평균 수평조도(좌)/수평 균제도(우)

출처: 연구진 작성

2) 수직조도 측정 결과

수평조도 측정결과는 [표 4-3]과 같다. 대상지 전반적으로 6회차 측정 시기를 기점으로 조도의 변화폭이 급격히 줄어들었다. 수평조도 측정 결과와 마찬가지로 6회차 이후에는 야간 조명시설 등에 따른 미세한 조도 변화가 발생하기 때문에 평균 또는 최소 수직조도가 직전 측정값보다 늘어나는 경우도 나타났다. 주거지역에 속하는 ㉡, ㉣ 대상지는 상업지역에 속하는 다, ㉢ 대상지와 비교하여 일몰 시간(19:17 ~ 19:20) 이후 평균 수직조도 값의 크기가 월등히 작아졌다.

6회차 이후 ㉡와 ㉣ 대상지의 평균 수직조도는 각각 5lux 미만, 0.5lux 내외로 나타났으며, 다와 ㉢ 대상지의 평균 수직조도는 각각 12~15lux, 20~30lux 내외를 유지하다가 각각 9회차와 10회차에 크게 감소하는 모습을 보였다.

수직조도의 최소 측정값을 비교해보면 6회차 이후 ㉡와 ㉣ 대상지의 수직조도 최솟값은 0.5lux 내외로 유사하게 나타났다. ㉢ 대상지의 수직조도 최솟값은 6회차부터 8회차까지 7lux 내외로 관찰되었고 9회차와 10회차에 걸쳐 더욱 감소하는 양상을 보였다. ㉢ 대상지의 수직조도 최솟값은 6회차 이후 8lux 내외를 유지하다가 10회차에서 3.65lux로 가장 작은 값이 관찰되었다.

수직조도 역시, 주거지역의 경우 오후 7시 반 이후 대체로 10lux 이하의 조도를 유지하는 반면, 상업지역의 경우는 상점이 문을 닫기 전까지는 대체로 10lux 이상의 조도를 유지하는 것으로 보인다.

[표 4-3] 대상지별 시간대에 따른 평균 및 최소 수직조도

회차	측정시작 시간 ¹⁾	(단위: lux)							
		가		나		다		라	
		평균	최소	평균	최소	평균	최소	평균	최소
1	18:00 ~	1905.22	1234.00	1084.22	934.00	3229.67	1827.00	1795.33	1313.00
2	18:30 ~	690.83	458.00	425.56	351.00	1514.61	1065.00	466.17	337.00
3	19:00 ~	285.02	192.70	138.77	114.50	392.89	276.00	273.56	135.80
4	19:15 ~	57.09	50.30	29.60	25.23	113.61	93.70	129.48	47.90
5	19:30 ~	9.70	5.32	3.89	3.06	23.58	15.62	44.07	21.50
6	19:45 ~	4.81	0.58	0.89	0.46	12.63	6.21	21.09	7.40
7	20:00 ~	4.57	0.52	0.72	0.32	13.44	6.84	34.28	8.90
8	20:30 ~	4.54	0.35	0.79	0.42	14.45	7.18	30.26	7.76
9	21:00 ~	4.57	0.37	0.84	0.42	8.82	3.54	28.73	6.84
10	22:30 ~	4.47	0.42	0.71	0.27	2.71	1.18	13.21	3.65

주1. 대상지별 4분 이내의 시작시간 차이가 있으며, 표에는 '가' 대상지 기준으로 작성됨

주2. 음영: 조도 10lux 이하

출처: 연구진 작성

[표 4-4] 대상지별 시간대에 따른 균제도(수직조도)¹⁾

회차	측정시작 시간 ¹⁾	(단위: lux)							
		가		나		다		라	
		방식1	방식2	방식1	방식2	방식1	방식2	방식1	방식2
1	18:00 ~	0.484	0.648	0.684	0.861	0.322	0.566	0.526	0.731
2	18:30 ~	0.495	0.663	0.651	0.825	0.458	0.703	0.579	0.723
3	19:00 ~	0.540	0.676	0.679	0.825	0.483	0.702	0.072	0.496
4	19:15 ~	0.746	0.881	0.738	0.852	0.592	0.825	0.236	0.370
5	19:30 ~	0.232	0.549	0.550	0.787	0.372	0.663	0.229	0.488
6	19:45 ~	0.030	0.121	0.181	0.519	0.231	0.492	0.157	0.351
7	20:00 ~	0.027	0.114	0.147	0.445	0.291	0.509	0.098	0.260
8	20:30 ~	0.019	0.077	0.199	0.535	0.353	0.497	0.106	0.256
9	21:00 ~	0.020	0.081	0.142	0.500	0.161	0.401	0.094	0.238
10	22:30 ~	0.025	0.094	0.098	0.380	0.159	0.435	0.089	0.276

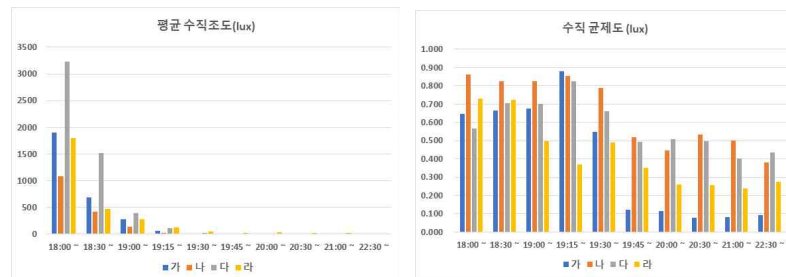
주1. 대상지별 4분 이내의 시작시간 차이가 있으며, 표에는 '가' 대상지 기준으로 작성됨

주2. 방식1 - 최소조도/최대조도, 방식2 - 최소조도/평균조도

주3. 음영: 균제도 0.2이하

출처: 연구진 작성

수직조도로 측정된 균제도 역시 수평조도로 측정된 균제도와 비슷한 양상을 보였다. 전반적으로 주거지역에서 더 작은 값을 보였으며, 일몰 30분 후부터 균제도 값이 급격히 감소하는 양상이 나타났다(방식2 기준).



[그림 4-2] 대상지별·시간대별 평균 수직조도(좌)/수직 균제도(우)

출처: 연구진 작성

2. 영상정보를 활용한 범죄두려움 변화 분석 결과

1) 응답자 기초 현황

□ 참여자 특성

설문에 참여한 사람들은 총 101명으로 이들의 개인특성을 정리하면 [표 4-5]과 같다. 먼저, 응답자의 절반 이상이 대상지에 익숙한 것으로 나타났는데, 구체적으로 살펴보면 영상 속 대상지 일대(상도1동)에 거주한 경험이 있거나 대상지 일대가 익숙하다고 응답한 사람이 69명(a그룹/68.3%)이며, 반대로 대상지 일대에 거주한 경험이 없고 대상지가 낯설다고 응답한 사람이 32명(b그룹/31.7%)이다. 남녀성비는 134.9로 남성 수가 약간 더 많았고, 과거 VR 경험이 없는 사람과 있는 사람이 각각 46명과 55명으로 편중되지 않았다. 또한 참가자 대부분 대학생·대졸자로 구성되었으며 다가구·다세대·연립 주택에 주거하거나 1인 가구인 비율이 높았다. 참가자 중 67.3%는 이면도로를 자주(7일 중 5~7일 이용) 거니는 것으로 나타났으며, 10.9%는 이면도로 보행빈도가 드문(7일 중 0~2일) 것으로 나타났다. 평균 귀가시간은 퇴근 및 저녁식사 시간대를 포함한 20시 이전에 26.7%, 야간이지만 대부분의 상가가 영업 중인 20시~22시에 34.7%, 코로나19 지침으로 상업시설이 영업을 종료하는 22시 이후에 38.6%가 귀가한다고 응답하였다.

한편 본인의 노상 범죄피해경험이나 가족 또는 지인의 노상 범죄피해경험이 있다고 응답한 참가자는 각각 4.0%, 6.9%로 나타났고, 그 외 범죄피해경험이 겪었거나 가족 또는 지인의 경험이 있는 경우는 각각 동일하게 12.9%로 집계되었다. 참가자의 대부분은 본인의 범죄취약성은 낮다고 판단하였다. 다른 사람에 비해 범죄피해를 당할 가능성이 높지 않다고 응답한 참가자는 84.2%, 공격을 당할 시 자신을 방어할 수 있다고 응답한 참가자는 61.4%이며, 범죄에 대한 본인 피해 결과와 다른 사람에 비해 더 심각하고 오래 지속될 것이라는 문항에 부정하는 참가자는 66.3%로 나타났다.

[표 4-5] 전체 참여자 특성 기술통계

항목		빈도 (명)		평균	표준 편차
		a(익숙한)	b(낯선)		
그룹		69	32		
나이 (만)			-	24.59	2.17
		0	1		
성별 (0-여, 1-남)		43	58		
과거 VR 경험 (0-무, 1-유)		55	46		
교육수준 (0-대졸 이하, 1-대학원 이상)		75	26		
		1	2	3	
지난 7일 간 이면도로 보행빈도 ¹ (1-0~2일, 2-3~4일, 3-5~7일)		11	22	68	
지난 7일 간 평균 귀가시간 ¹ (1-20시 이전, 2-20시~22시, 3-22시 이후)		27	35	39	
가구원수 (1-1인 가구, 2-2인 가구, 3-3인 가구 이상)		54	11	36	
거주주택유형 (1-단독·다가구·다세대·연립, 2-아파트·주상복합·오피스텔, 3-기타)		61	33	7	
		0	1		
(0-무, 1-유)					
범 죄 피 해 경 험	본인의 노상 범죄피해	97	4		
	본인의 그 외 범죄피해	88	13		
	가족 또는 지인의 노상 범죄피해	94	7		
	가족 또는 지인의 그 외 범죄피해	88	13		
	직간접적 범죄피해 종합 ²	75	26		
		1	2	3	4
(1-매우 낮음, 2-낮음, 3-높음, 4-매우 높음)					
범 죄 취 약 성	본인이 범죄피해 받을 가능성	25	60	16	0
	공격에 대한 본인의 방어수준	9	30	48	14
	범죄피해결과의 심각성과 지속성	25	42	32	2

주1. 항목별 응답빈도를 고려하여 기존 설문지 선택항목을 재분류함(4장의 교차분류 다층모형에 독립변수로 활용)

주2. 위 4개 항목 중 하나라도 해당되는 경우 = 1, 그렇지 않으면 = 0

출처: 연구진 작성

□ VR 실험의 존재감(Presence) 평가

Lessiter & Freeman(2001)의 연구를 참고하여 리커트 5점 척도의 VR 실험의 존재감 평가를 진행하였다. 이는 범죄두려움에 현실감이나 존재감이 영향을 줄 수 있기 때문에 통제변수로 활용하고자 수행하였다.

먼저 물리적 공간감 또는 현실감과 관련한 응답 중 제시된 상황에 실제로 존재한다는 느낌과 제시된 장소에 다녀온 기분과 관련하여 모두 평균 4점 이상으로 긍정적인 답변이 많았다. 반면 영상에 등장하는 사람 또는 사물과 접촉 가능성에 대한 느낌과 관련하여 평균 3.12점으로 다른 두 문항에 비해 낮은 수준으로 나타났다. 물리적 공간감 또는 현실감에 대한 종합적인 점수는 5점 만점에 3.763점으로 양호한 것으로 판단된다.

몰입감과 관련한 문항에서는 대체로 긍정적인 응답이 두드러졌다. 종합적인 점수 또한 5점 만점에 4.067점으로 VR 실험중 대다수의 참가자는 실험에 몰입감을 느낀 것으로 파악된다.

다음으로 생태학적 타당성과 관련하여 참가자들은 제시된 실험 상황에 대하여 자연스럽게 받아들였다고 응답한 비율이 높았다. 특히 '영상의 내용은 있을법한 상황으로 보였다', '제시된 상황은 자연스러워 보였다'에 대한 물음에 각각 평균 4.80점, 4.68점으로 상당히 높은 점수가 집계되었다. 종합적으로 5점 만점에 평균 4.48점으로 높았다.

마지막으로 부작용과 관련한 설문문항에서 대부분의 참여자는 신체의 이상을 전혀 느끼지 못하였다고 응답하였다. 다만 어지러움증(14명)이나 눈의 피로(17명)를 경험한 참가자가 있었다. VR 영상의 한계로 인하여 원경의 흐릿함 등이 영향을 미친 것으로 판단된다. 종합적인 부작용 점수는 5점 만점에 1.625로 낮은 수준으로 나타났다.

[표 4-6] VR 실험의 존재감(Presence) 설문결과 기술통계

구분	빈도 (명)					평균	표준 편차
	1	2	3	4	5		
물리적 공간감/현실감						3.76	
나는 제시된 상황에 실제로 존재한다고 느꼈다.	1	6	14	40	40	4.11	0.93
나는 제시된 장소에 다녀온 기분이다.	1	7	12	46	35	4.06	0.91
나는 영상에서 등장하는 사람이나 사물과 접촉(touch)할 수 있을 것 같다고 느꼈다.	8	20	33	32	8	3.12	1.07
몰입감						4.07	
나는 제시된 상황에 몰두했다.	0	1	9	45	46	4.35	0.68
나는 실험을 즐겼다.	1	1	7	45	47	4.35	0.74
실험을 통한 경험은 강렬했다.	1	13	34	40	13	3.50	0.91
생태학적 타당성						4.48	
영상의 내용은 있을법한 상황으로 보였다.	0	0	1	18	82	4.80	0.42
제시된 상황은 자연스러워 보였다.	0	0	3	26	72	4.68	0.53
상황에 등장하는 사람이나 사물은 실제와 같이 견고(solid)해보였다.	2	7	21	34	37	3.96	1.02
부작용						1.63	
나는 실험 중 어지러웠다.	62	12	13	13	1	1.80	1.15
나는 실험 중 메스꺼움을 느꼈다.	75	19	7	0	0	1.33	0.60
나는 실험 중 두통을 겪었다.	83	15	1	1	1	1.24	0.62
나는 실험 중 눈의 피로를 느꼈다.	44	19	21	15	2	2.13	1.19

출처: 연구진 작성

2) 대상지별·참여자 특성별 범죄두려움 인식

□ 대상지별 범죄두려움 인식

대상지별로 구분하여 살펴보면, 야간 조도가 상대적으로 낮은 주거지역 대상지 (㉓, ㉔)에서 상업지역 대상지(㉑, ㉒)에서보다 높은 범죄두려움을 느끼는 것으로 나타났다. 또한, 주거, 상업 모두 보행량이 많은 지역에 비해 적은 지역에서 범죄 두려움이 더욱 크게 나타났다. 마지막으로, 본인의 범죄두려움과 가족 또는 지인이 느낄 것이라고 예측한 범죄두려움은 대체로 비슷한 경향성을 보였으나 (Pearson 상관계수: 0.868), 전자 보다 후자의 크기가 더 큰 것으로 나타났다.

[표 4-7] 대상지별 평균 범죄두려움

구분	[가] 주거, 보행량 多	[나] 주거, 보행량 少	[다] 상업, 보행량 多	[라] 상업, 보행량 少
본인 범죄두려움	2.676	3.024	1.634	1.909
가족 또는 지인 범죄두려움	3.063	3.590	1.874	2.218

출처: 연구진 작성

□ 성별에 따른 범죄두려움 인식 차이

우선, 성별과 관련해서는 여성이 남성에 비해 범죄두려움을 높게 느끼는 것으로 나타났으며, 이는 기존의 범죄두려움 연구결과와 일치한다. 이는 범죄두려움 이론 중 취약성이론으로 설명할 수 있다. 해당 이론의 개인의 신체적 취약성, 사회적 취약성에 따라 범죄두려움이 다를 것이라 보고 있다. 이중 신체적 취약성과 관련해 여성이 남성에 비해 취약하다고 인식하고, 이는 범죄두려움으로 이어진다고 보았다. 해당 이론을 검증한 연구들에서도 유사한 결과를 보여주고 있다 (Warr, 1984; Ferraro, 1996).

[표 4-8] 그룹별 범죄두려움 인식

구분	본인이 느끼는 범죄피해두려움¹			가족 또는 지인의 예상 범죄피해두려움¹		
	남	여	(남 - 여)	남	여	(남 - 여)
가	2.188	3.321	1.133	2.924	3.248	0.324
나	2.338	4.113	1.775	3.286	4.072	0.786
다	1.280	2.144	0.864	1.673	2.163	0.49
라	1.394	2.475	1.081	1.977	2.483	0.506
평균	1.812	2.979	1.167	2.481	2.958	0.477

출처: 연구진 작성

특히, 여성은 본인의 범죄두려움 수준과 가족 또는 지인의 예상 범죄두려움 수준을 유사하게 응답하는 경향이 있는 반면, 남성은 상대적으로 가족 또는 지인의 예상 범죄두려움 수준을 높게 응답하는 경향을 보였다. 이는 [표 4-9]에서도 이러한 경향성이 보여진다. 아래의 표에서 본인의 범죄두려움을 더욱 크게 인식한 응답 횟수는 총 80회였으며, 이중 77회가 여성의 응답이었다. 반면, 가족 및 지인의 범죄두려움을 더욱 크게 인식한 응답 횟수는 348회였으며, 이중 277회가 남성의 응답이었다. Warr et al.(2000, p.554)에 따르면 인간은 살아가면서 관계를 맺기 때문에 거기서 형성되는 두려움을 배제하기에는 어려움이 존재한다고 언급하면서 지인에 대한 두려움 연구의 필요성을 강조했다. 그들은 특히, 남자의 경우, 사회구조상 사족을 보호하는 역할을 해왔기 때문에 본인의 두려움보다는 가족에 대한 두려움이 더 크게 나타날 수도 있다고 언급하였다. 이뿐만 아니라 Warr(1984, p.698)의 이전 연구에서도 여성의 경우 성범죄에 대한 두려움이 크기 때문에 개인적인 두려움이 상대적으로 클 가능성이 높다고 해석하였다. 이처럼 남녀에게 있어서 자신이 처한상황으로 인해 개인적인 두려움과 이타적인 두려움간의 차이가 존재할 수 있다는 것을 시사한다.

이처럼 일반적인 예상이나 기존 연구결과와 같이, 여성이 남성보다 범죄두려움이 큰 것을 알 수 있다. 한편, 1,010회(101명*10개 영상)의 응답 중 절반 정도(582회)는 본인과 가족 및 지인의 예상 범죄두려움을 동일한 수준으로 인식하였다.

[표 4-9] 척도별 응답빈도

구분	가족 및 지인의 예상되는 범죄두려움							
	1점	2점	3점	4점	5점	6점	7점	합계
본인의 범죄 두려움	1점	325	88	32		2	3	450
	2점	23	106	68	26	9		232
	3점	2	12	42	34	15	2	107
	4점		3	12	36	30	7	88
	5점			3	10	38	23	74
	6점					9	20	29
	7점					1	5	6
	합계	350	209	157	106	104	60	1,010

음영: 본인과 지인의 범죄두려움 정도를 동일하게 인식, 출처: 연구진 작성

□ 대상지 친숙도에 따른 범죄두려움 인식 차이

대상지가 낯선 b그룹의 참가자들은 대상지가 익숙한 a그룹 참가자에 비해 범죄 두려움을 다소 높게 느끼는 것으로 나타났다. 하지만 그 차이는 성별에 따른 차이에 비해서는 매우 미미한 수준에 머물렀다. 즉, 대상지 친숙도가 실험에 미치는 영향은 미미할 것으로 예측된다. 통상 이와 유사한 연구를 현장에서 진행하는 경우 주변 현장의 상황이나 그에 대한 경험(기억, 익숙도 등) 등이 참여자들의 응답에 큰 영향을 미치게 된다. 하지만, 이 연구의 실험에서와 같이 360도 카메라로 사전촬영한 영상을 HMD를 이용해 체험하는 경우에는 이와 같은 외적 요인의 영향이 최소화되는 것으로 보인다.

[표 4-10] 그룹별 범죄두려움 인식

구분	본인이 느끼는 범죄피해두려움 ¹			가족 또는 지인의 예상 범죄피해두려움 ¹		
	a그룹	b그룹	(b - a)	a그룹	b그룹	(b - a)
가	2.638	2.759	0.121	3.052	3.089	0.037
나	3.075	2.910	-0.165	3.624	3.513	-0.111
다	1.581	1.760	0.179	1.844	1.947	0.103
라	1.884	1.955	0.071	2.207	2.239	0.032
평균	2.294	2.341	0.047	2.681	2.691	0.010

a그룹(대상지 '익숙한'): 상도1동 내 거주 경험이 있거나, 상도1동 지역에 대하여 익숙하거나 어느 정도 알고 있다고 응답한 경우

b그룹(대상지 '낯선'): 상도1동 내 거주 경험이 없고, 상도1동 지역에 대하여 익숙하거나 어느 정도 알고 있다고 응답하지 않은 경우

출처: 연구진 작성

3) 조도와 범죄두려움 인식의 관계

① 분석 개요

여기서는 앞서 제시한 자료들을 바탕으로 조도와 범죄두려움 인식의 관계를 살펴본다. 이는 아래에서 제시할 교차분류 다층분류의 예비 분석으로서, 두 변수의 관계를 개략적으로 살펴보고 최종 분석모형에 적용할 변수의 형태를 결정하기 위함이다.

이때, 다양한 방식으로 측정된 모든 변수들 간의 관계를 살펴보는 것은 현실적으로 불가능하다. 따라서 다음과 같이 변수의 수를 축소하여 예비분석을 수행하였다. 범죄두려움의 경우, 본인 범죄두려움과 가족 및 지인 범죄두려움의 상관관계가 0.868로 강한 상관관계를 보이고 있다. 조도변수는 수평 최소조도와 수직 최소조도의 상관관계가 0.984, 수평 평균조도와 수직 평균조도의 상관관계가 0.990로 나타나 수평 평균조도와 수직 균제도만을 활용분석에 활용하였다.

분석 내용은 시간대 및 조도에 따른 범죄두려움의 관계를 시각화하여 살펴보는 것이다. 전자는 개별 응답 자료를 이용해 Box-and-whisker plots을 적용하였으며, 후자는 영상별 평균값을 이용해 일반적인 산점도 그래프를 적용하였다. 일반적인 기술통계 분석이 평균, 표준편차, 최솟·최댓값 정도를 제시해주는 것에 반해, Box-and-whisker plots는 중앙값, 분위값, 이상치 등을 하나의 그래프 내에 모두 표현할 수 있는 장점이 있다. 모든 분석결과는 전체 대상지(pooled)와 개별 대상지(㉠, ㉡, ㉢, ㉣)로 나누어 제시한다.

② 시간대별 범죄두려움

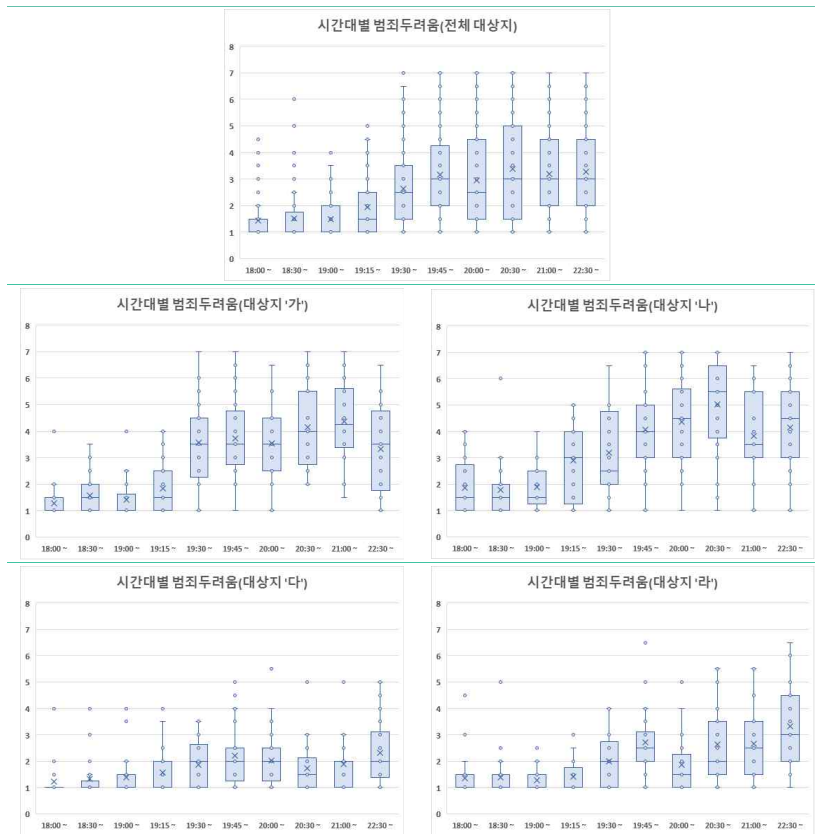
아래 그림과 같이 전체 및 개별 대상지에서 범죄두려움은 시간이 늦어질수록 전반적으로 커지는 것으로 나타났다. 일몰시간(4회차 이후) 전까지는 대체로 3점 미만의 낮은 범죄두려움을 느끼는 것으로 나타났지만, 일몰직후부터 점차 두려움의 편차가 커지면서 평균과 중위값 역시 함께 증가하는 양상을 보였다. 리커트 7점 척도로 조사된 범죄두려움의 시간대별 평균은 [표 4-11]과 같다. 평균적으로는 보통 수준 또는 낮은 수준의 범죄두려움을 느끼는 것으로 나타났다.

[표 4-11] 시간대별 평균 범죄두려움(전체 대상지)

회차	촬영 시간대	본인이 느끼는 범죄피해두려움	가족 또는 지인의 예상 범죄피해두려움
1	18:00 ~	1.396	1.465
2	18:30 ~	1.446	1.574
3	19:00 ~	1.386	1.584
4	19:15 ~	1.822	2.040
5	19:30 ~	2.416	2.871
6	19:45 ~	2.891	3.455
7	20:00 ~	2.713	3.208
8	20:30 ~	3.119	3.624
9	21:00 ~	2.911	3.475
10	22:30 ~	2.990	3.545
총 평균		2.309	2.684

출처: 연구진 작성

[표 4-12] 시간대별 범죄두려움(본인과 지인 두려움의 평균값 활용)



출처: 연구진 작성

① 대상지별 조도와 범죄두려움의 관계

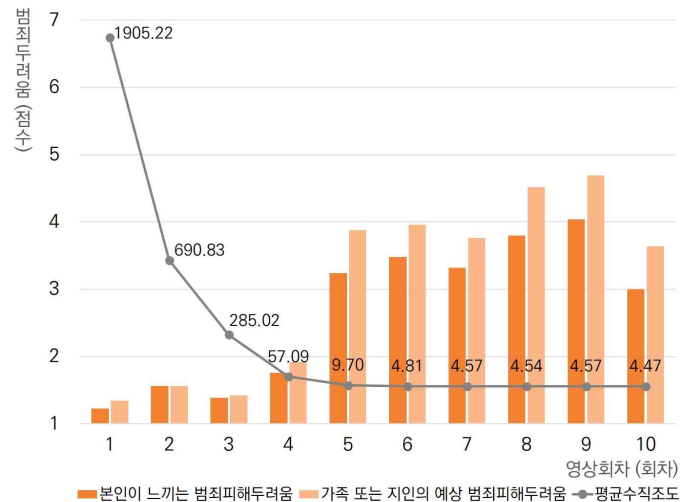
□ 대상지 ㉗ - 보행량이 많은 주거지역

㉗ 대상지에서 조도가 낮아짐에 따라 범죄두려움 수준도 급격히 높아지는 양상을 보였다. 또한 참가자들은 본인의 범죄피해두려움보다 가족 또는 지인의 예상 범죄피해두려움을 더 높게 평가하는 경향이 관찰되었는데, 이는 일몰 시간 전보다 일몰 시간 이후에서 그 차이가 더 크게 발생하였다. 평균 범죄두려움이 '보통(4점)' 이상으로 나타난 영상은 8, 9회차 영상 정도에 불과했으며, 해당 영상(시점)의 평균 수평·수직 조도는 5lux 미만으로 나타났다.

[표 4-13] ㉗ 대상지의 평균조도와 범죄두려움 수준

회차	본인이 느끼는 범죄피해두려움 ¹	가족 또는 지인의 예상 범죄피해두려움 ¹	평균수직조도 ²	평균수평조도 ²
1	1.23	1.35	1905.22	3107.11
2	1.56	1.56	690.83	1090.61
3	1.38	1.42	285.02	584.44
4	1.76	1.92	57.09	123.37
5	3.24	3.88	9.70	17.55
6	3.48	3.96	4.81	5.16
7	3.32	3.76	4.57	4.75
8	3.80	4.52	4.54	4.63
9	4.04	4.69	4.57	4.60
10	3.00	3.64	4.47	4.75
총 평균	2.676	3.063	297.08	494.70

주1. 7점 척도, 주2. 조도 단위: lux, 음영: 범죄두려움 보통(4점) 이상, 출처: 연구진 작성



[그림 4-3] ㉗ 대상지의 평균수직조도(lux)와 범죄두려움 변화

출처: 연구진 작성

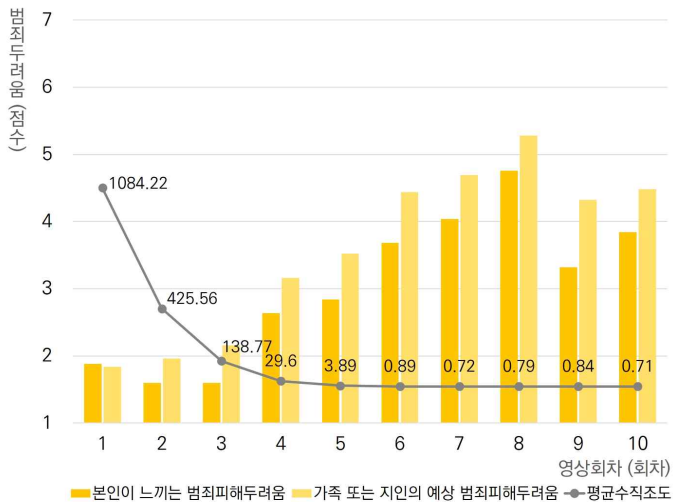
□ 대상지 ④ - 보행량이 적은 주거지역

④ 대상지는 조도가 낮아짐에 따라 범죄두려움 수준도 계속해서 증가하는 경향이 관찰되었다. ④ 대상지는 일몰 전 조도가 높은 상황에서도 다른 대상지와 비교하여 범죄두려움 수준이 약간 더 높은 것으로 나타났다. 이는 대상지의 물리적인 환경요소가 영향을 끼쳤을 가능성을 제시한다. 좁은 도로 폭과 높은 위요감이 조도와 함께 범죄두려움 수준에 영향을 끼쳤을 가능성이 있다. '보통(4점)' 이상의 평균 범죄두려움은 6~10회차 영상에서 나타났으며, 해당 영상(시점)의 평균 수평·수직 조도는 1lux 미만에 불과했다.

[표 4-14] ④ 대상지의 평균조도와 범죄두려움 수준

회차	본인이 느끼는 범죄피해두려움¹	가족 또는 지인의 예상 범죄피해두려움¹	평균수직조도	평균수평조도
1	1.88	1.84	1084.22	2336.06
2	1.60	1.96	425.56	877.22
3	1.60	2.16	138.77	341.22
4	2.64	3.16	29.60	73.11
5	2.84	3.52	3.89	8.51
6	3.68	4.44	0.89	1.03
7	4.04	4.69	0.72	0.81
8	4.76	5.28	0.79	0.94
9	3.32	4.32	0.84	0.93
10	3.84	4.48	0.71	0.74
총 평균	3.024	3.590	168.60	364.06

주1. 7점 척도, 주2. 조도 단위:lux, 음영: 범죄두려움 보통(4점) 이상, 출처: 연구진 작성



[그림 4-4] ④ 대상지의 평균수직조도(lux)와 범죄두려움 변화

출처: 연구진 작성

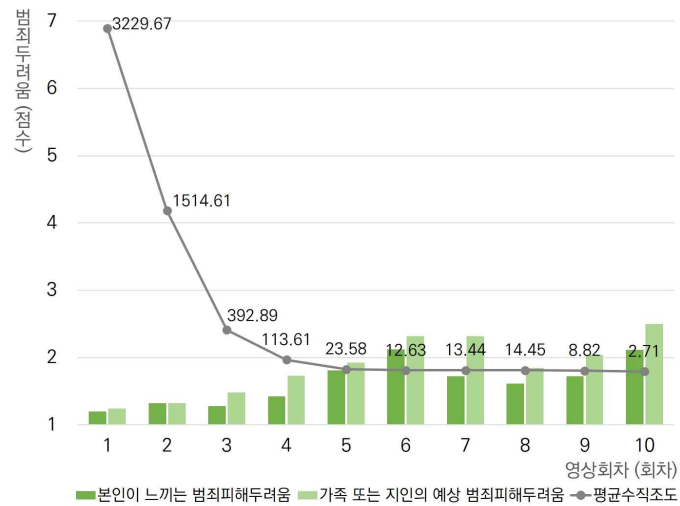
□ 대상지 ㉔ - 보행량이 많은 상업지역

㉔ 대상지에서 범죄두려움 점수가 모든 시간대에서 2.5점 이하로 나타나 대체적으로 범죄피해에 대한 두려움을 느끼지 않는다고 해석할 수 있다.

[표 4-15] ㉔ 대상지의 평균조도와 범죄두려움 수준

회차	본인이 느끼는 범죄피해두려움 ¹	가족 또는 지인의 예상 범죄피해두려움 ¹	평균수직조도 ²	평균수평조도 ²
1	1.20	1.24	3229.67	4787.22
2	1.32	1.32	1514.61	2466.44
3	1.28	1.48	392.89	691.00
4	1.42	1.73	113.61	200.20
5	1.81	1.92	23.58	45.87
6	2.12	2.32	12.63	18.44
7	1.72	2.32	13.44	17.54
8	1.62	1.85	14.45	17.57
9	1.72	2.04	8.82	10.00
10	2.12	2.50	2.71	2.18
총 평균	1.634	1.874	532.64	825.65

주1. 7점 척도, 주2. 조도 단위: lux, 음영: 범죄두려움 보통(4점) 이상, 출처: 연구진 작성



[그림 4-5] ㉔ 대상지의 평균수직조도(lux)와 범죄두려움 변화

출처: 연구진 작성

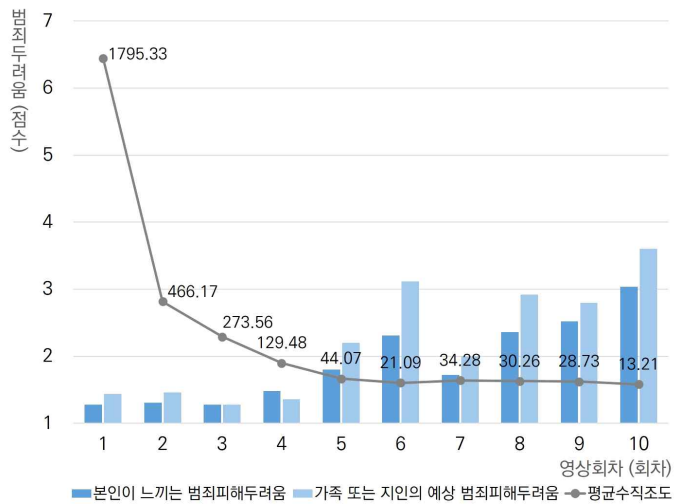
□ 대상지 ㉔ - 보행량이 적은 상업지역

㉔ 대상지는 모든 시간대에서 범죄두려움이 3.6점 이하로 범죄피해두려움을 크게 느끼지 않는 것으로 조사되었다. 이후 조명 점등에 따라 범죄두려움 수준이 일시적으로 낮아지는 양상을 보였지만, 이후 상가 영업종료 후 조도가 낮아짐에 따라 범죄두려움이 다시 증가하였다.

[표 4-16] ㉔ 대상지의 평균조도와 범죄두려움 수준

회차	본인이 느끼는 범죄피해두려움 ¹	가족 또는 지인의 예상 범죄피해두려움 ¹	평균수직조도 ²	평균수평조도 ²
1	1.28	1.44	1795.33	3498.33
2	1.31	1.46	466.17	907.06
3	1.28	1.28	273.56	313.43
4	1.48	1.36	129.48	126.15
5	1.80	2.20	44.07	61.58
6	2.31	3.12	21.09	22.27
7	1.72	2.00	34.28	26.75
8	2.36	2.92	30.26	24.35
9	2.52	2.80	28.73	24.13
10	3.04	3.60	13.21	13.43
총 평균	1.909	2.218	283.62	501.75

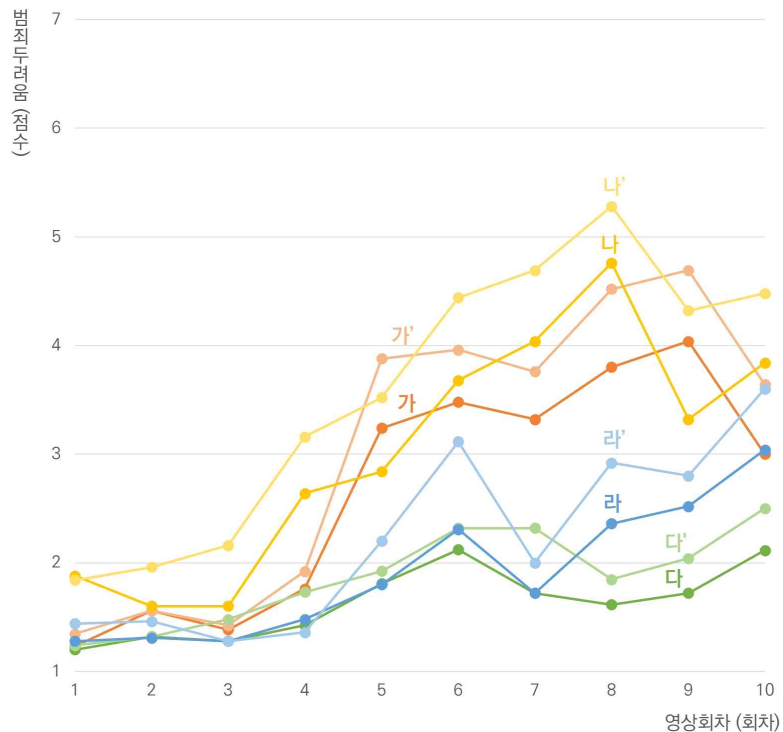
주1. 7점 척도, 주2. 조도 단위: lux, 음영: 범죄두려움 보통(4점) 이상, 출처: 연구진 작성



[그림 4-6] ㉔ 대상지의 평균수직조도(lux)와 범죄두려움 변화

출처: 연구진 작성

[그림 4-5]를 살펴보면 대상지별 10개 영상에 대한 범죄두려움 수준 추이를 한눈에 파악할 수 있다. 야간의 조도가 매우 낮은 ㉔ 대상지의 범죄두려움이 6회차 영상 이후 급격히 증가하였고, ㉔ 대상지에서의 범죄두려움 수준 또한 야간에 급격히 증가하는 것으로 나타났다. 반면 다, ㉔ 대상지는 일몰시간 직후까지는 어두워짐에 따라 범죄두려움이 작은 폭이지만 점진적으로 증가하였으나 주변 상가의 간판 조명 및 가로등이 점등됨에 따라 일시적으로 감소하는 양상을 보였다. 특히 ㉔ 대상지의 경우 7회차 영상을 본 참여자들의 범죄두려움 수준이 6회차와 비교하여 급격히 낮아졌는데, 이는 조도 변화와 연관지어 설명할 수 있다. ㉔ 대상지의 수평조도와 수직조도는 각각 약 20%, 40% 가량 증가하였다. 이후 조도는 낮아졌는데, 변화량이 크지 않음에도 범죄두려움 수준은 다시 높아지는 양상을 보였다. 이는 이후 정밀한 통계분석을 통해 다양한 요소와의 영향관계를 알아볼 필요가 있다고 판단된다. 10시 이후인 10회차 영상에서는 상가 영업종료 등의 영향으로 조도가 감소하였고 범죄두려움 수준 또한 증가한 것으로 나타났다.



* “ ” 부호가 없는 경우 본인의 범죄피해두려움, 있는 경우 가족 또는 지인의 범죄피해두려움을 나타냄
 예) 가 - ㉔ 대상지에서 느끼는 본인의 범죄피해두려움
 예) 가' - ㉔ 대상지에서 예상되는 가족 또는 지인의 범죄피해두려움

[그림 4-7] 시간대(영상회차)에 따른 대상지별 범죄두려움

출처: 연구진 작성

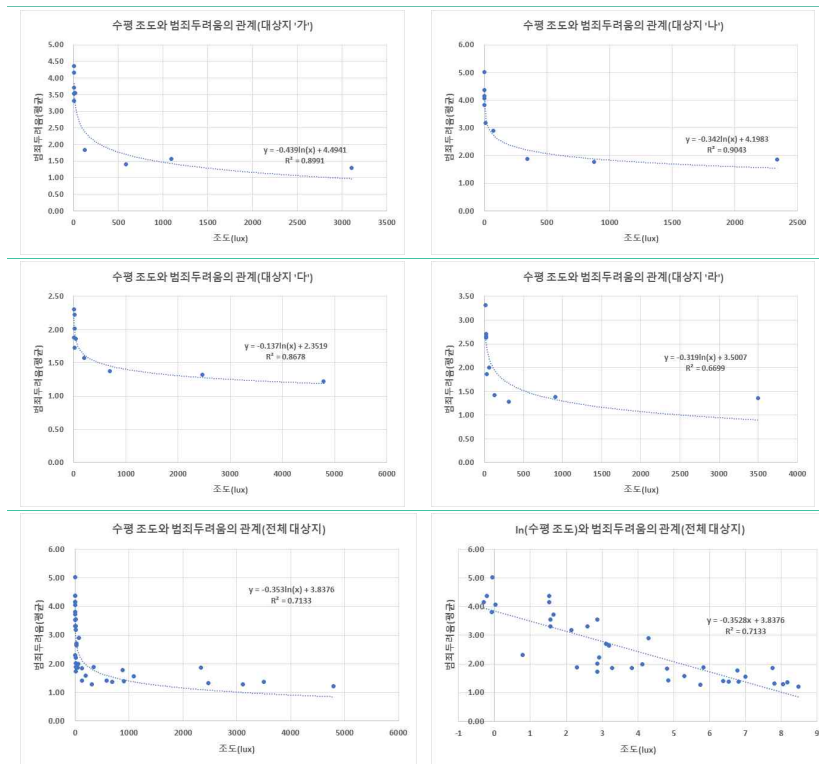
③ 조도와 범죄 두려움

□ 수평 평균조도와 범죄두려움

아래 그림과 같이 범죄두려움은 조도가 높아질수록 기하급수적으로 감소하는 양상을 보인다. 이는 계수가 음의 값인 로그함수의 형태를 띠며 모든 대상지에서 유사한 모습을 보인다. 아래의 그래프와 같이 대상지 ㉔를 제외한 세 그래프의 결정계수 값이 0.85 이상으로 매우 높게 나타나고 있다.

따라서 교차분류 다층모형에서는 조도 값을 선형변환하여 적용할 필요가 있다 (즉, linear-log form 적용). 로그를 취한 조도를 활용할 경우, 두 변수의 관계는 아래와 같은 선형관계를 보이게 된다.

[표 4-17] 수평 평균조도와 범죄두려움(본인과 지인 두려움의 평균값 활용)

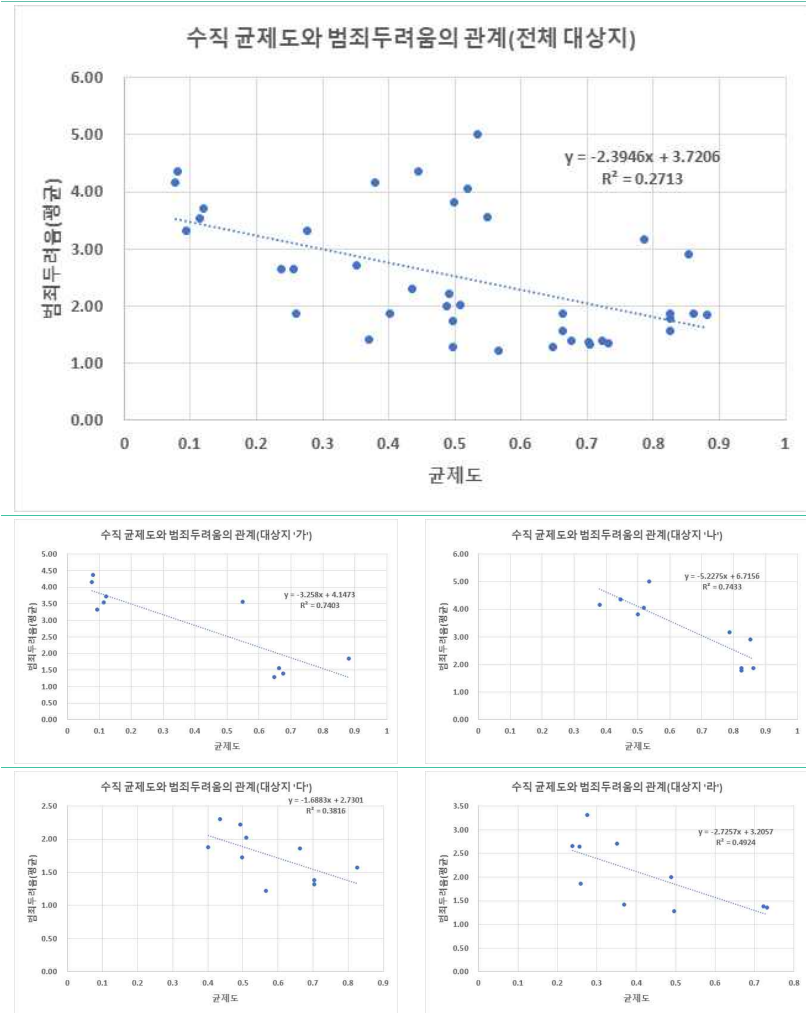


출처: 연구진 작성

□ 수직 균제도와 범죄두려움

위의 표와 같이, 균제도는 조도와 달리 범죄두려움과 선형적인 관계를 보이는 것으로 나타났다. 즉, 해당 가로의 조도가 균질하지 않을 경우 범죄두려움의 크기가 커질 수 있다는 것으로, 이론적인 예상과 동일한 결과이다. 균제도의 경우는 아래의 교차분류 다층모형에서 선형변환 없이 그대로 적용한다.

[표 4-18] 수직 균제도와 범죄두려움(본인과 지인 두려움의 평균값 활용)



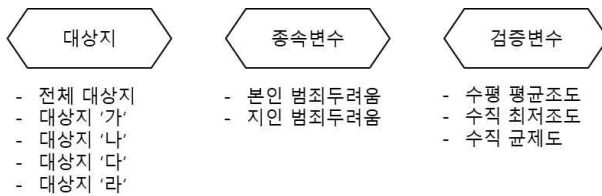
출처: 연구진 작성

4) 교차분류 다층모형 분석결과

① 모형 세분화 및 변수 설정

□ 대상지 유형에 따른 모형 세분화

분석 모형은 대상지에 따라 크게 5개 유형으로 구분된다. 즉, 모든 대상지 자료를 모두 모아 분석하는 모형(pooled sample model)과 대상지 개별 모형으로 구분할 수 있다.



[그림 4-8] 모형 세분화 및 세부 모형의 수

출처: 연구진 작성

□ 종속변수

종속변수는 앞서 제시한 '본인 범죄두려움'과 '가족 및 지인 예상 범죄두려움'으로 구성된다. 두 변수 모두 7점 리커트 척도로 측정하여 더욱 정확한 분석을 위해서는 순위형 로짓(ordered logit)류의 분석모형을 적용해야 하나, 교차분류 다층모형 적용과 결합하여 분석할 수 있는 모형이 개발되어 있지 않아 이 연구에서는 연속형(continuous) 변수로 간주하고 분석을 진행한다. 해당 변수들은 범죄 두려움 유형 중 하나로 개별적인 것으로 인식하고 분석을 수행하는 것이 나으므로 각각 개별 모형으로 분석을 시행한다.

□ 검증변수

검증변수인 조도는 크게 수평 평균조도, 수직 최소조도, 수직 균제도(최소조도/평균조도)로 구성된다. 단, 앞서 설명했듯, 수평 평균조도와 수직 최소조도는 매우 강한 상관관계를 가지고 있으며, 균제도 역시 앞의 두 변수를 활용해 산정한 것으로서 개념적으로 독립성을 확보하기 어렵다. 따라서 세 핵심 검증변수는 모두 개별 모형을 통해 검증한다.

이때, 수평 평균조도와 마찬가지로 수직조도의 경우도 앞서 살펴본 바와 같이 범

죄두려움과 로그함수 형태의 관계를 보인다. 따라서 이 두 변수의 경우 로그 값을 취해 모형에 적용한다(linear-log form).

□ 기타 통제 변수 정의

그 외 기타 통제변수의 정의와 위계 관계를 정리하면 다음의 표와 같다. 참여자 개인속성 등 대부분의 변수들은 VR 실험 후 사후 설문을 통해 조사한 내용을 바탕으로 하고 있으며 이미 3장에서 세부 내용을 제시하였다. 앞에서 언급되지 않은 변수로는 ‘보행자 및 이륜차 통행량’이 있다. 이는 영상 단위 변수(between)로서 통행(지나침) 여부와 상관없이 영상 내에서 보이는 모든 보행자, 오토바이, 전기원동기(차량은 제외) 수를 의미한다. 이 변수는 낮은 시간 어두운 공간에서 이동하는 사람의 존재가 범죄두려움에 미치는 영향을 파악하기 위한 목적을 가지고 있다.

VR 실험의 타당성을 검토하기 위한 설문은 앞서 [표 3-6]에서 제시한 13개 문항 모두를 모형에 반영하는 것은 적절치 않다. 따라서 요인 분석을 통해 크게 3개 요인(현실감/몰입감 정도, 건강이상 경험 정도, 생태적 타당성 인식 정도)으로 축약한 후 모형에 반영하였다. 3개 요인 모두 Cronbach's alpha 값이 비교적 높게 나타나(0.835, 0.747, 0.674), 각 요인을 구성하는 항목의 신뢰성이 확보된 것으로 보인다[표 4-20].

그 외 실험 통제의 적정성 검토를 위한 변수들도 포함되었다. 우선, 실험 참여자가 경험하게 될 10개 영상의 제시 순서가 범죄두려움 인식에 미칠 잠재적인 영향을 통제하기 위하여 ‘현영상의 제시순서’ 변수를 모든 모형에 포함하였다. 또한, VR 도구에 대한 익숙도를 높이고 본 실험에서의 몰입감을 높이기 위한 목적으로 진행된 사전체험과 관련하여, 4개의 대상지 중 어떤 지역의 영상을 체험하였는지 여부를 통제하였다. 전체 대상지 모형에서는 대상지 ㉔를 참조변수로 하고 나머지 세 대상지를 더미변수로 투입하였으며, 개별 대상지 모형에서는 사전체험 영상과 현영상의 대상지 동일 여부를 변수로 적용하였다.

마지막으로 전체 대상지 모형의 경우, 앞서 설명한 바와 같이 대상지 유형에 따른 차이를 통제하기 위하여, 대상지 ㉔를 참조변수로 하는 각 대상지별 더미변수를 적용하였다.

[표 4-19] 분석 변수의 정의 및 수준

변수명	비고	수준	적용 모형*
종속변수			
본인 범죄피해두려움	7점 Likert 척도	Within (개인*영상)	모형별로
지인 범죄피해두려움	7점 Likert 척도	Within (개인*영상)	1개씩 적용
검증변수			
ln(수평 평균조도)	직접 측정	Between (영상)	모형별로
ln(수직 최저조도)	직접 측정	Between (영상)	1개씩 적용
수직 균제도	수직 최저저도/평균조도	Between (영상)	
통제변수			
보행자 및 이륜차 통행량*	영상에 등장하는 보행자/이륜차 통행량	Between (영상)	전체 및 개별
나이		Between (개인)	전체 및 개별
성별	남자=1	Between (개인)	전체 및 개별
학력	대학원재학 이상=1	Between (개인)	전체 및 개별
주거유형(단독다세대)**	다가구, 다세대, 연립	Between (개인)	전체 및 개별
주거유형(공동주택)**	아파트, 주상복합, 오피스텔	Between (개인)	전체 및 개별
가구규모(1인가구)	참조변수: 3인 이상	Between (개인)	전체 및 개별
가구규모(2인가구)	참조변수: 3인 이상	Between (개인)	전체 및 개별
대산지경험	익숙=1***	Between (개인)	전체 및 개별
1주일 이면도로 이용빈도(3~4일)	참조변수: 3일 미만	Between (개인)	전체 및 개별
1주일 이면도로 이용빈도(5~7일)	참조변수: 3일 미만	Between (개인)	전체 및 개별
평균 귀가시간(20~22시)	참조변수: 20시 이전	Between (개인)	전체 및 개별
평균 귀가시간(22시 이후)	참조변수: 20시 이전	Between (개인)	전체 및 개별
본인 노상범죄 피해경험	유=1	Between (개인)	전체 및 개별
본인 그외범죄 피해경험	유=1	Between (개인)	전체 및 개별
지인 노상범죄 피해경험	유=1	Between (개인)	전체 및 개별
지인 그외범죄 피해경험	유=1	Between (개인)	전체 및 개별
본인 범죄피해 가능성	4점 척도(1-매우낮음, 2-낮음, 3-높음, 4-매우높음)	Between (개인)	전체 및 개별
본인 예상 범죄방어능력	유=1	Between (개인)	전체 및 개별
본인 범죄피해시 예상 심각도	유=1	Between (개인)	전체 및 개별
기존 VR 경험	유=1	Between (개인)	전체 및 개별
실험참여 - 현실감/몰입감 정도	요인분석 결과 참조	Between (개인)	전체 및 개별
실험참여 - 건강이상 경험 정도	요인분석 결과 참조	Between (개인)	전체 및 개별
실험참여 - 생태적 타당성 인식 정도	요인분석 결과 참조	Between (개인)	전체 및 개별
사전체험 현영상 대상지 동일	사전체험 영상과 현영상 대상지 동일=1	Within (개인*영상)	개별
현영상의 제시 순서	1~10번 순서 중 하나의 값	Within (개인*영상)	개별
사전체험 영상(대상지 '가')		Between (개인)	전체
사전체험 영상(대상지 '나')	참조변수: 대상지 '라'	Between (개인)	전체
사전체험 영상(대상지 '다')		Between (개인)	전체
현영상(대상지 '가')		Between (영상)	전체
현영상(대상지 '나')	참조변수: 대상지 '라'	Between (영상)	전체
현영상(대상지 '다')		Between (영상)	전체

*통행(지나침) 여부와 상관없이 영상 내에서 보이는 모든 보행자, 오토바이, 전기원동기를 포함(차량은 제외)

**참조변수는 기타 주거유형(기숙사, 고시원 등)

***상도1동 내 거주 경험이 있거나, 상도1동 지역에 대하여 익숙하거나 어느 정도 알고 있다고 응답한 경우

출처: 연구진 작성

[표 4-20] VR 실험의 타당성 평가 관련 변수의 요인분석 결과

문항	성분 및 변수 명명		생태적 타당성 인식 정도
	현실감/몰입감 정도	건강이상 경험 정도	
나는 제시된 장소에 다녀온 기분이다.	.763	.000	.252
실험을 통한 경험은 강렬했다.	.763	.004	-.088
나는 제시된 상황에 실제로 존재한다고 느꼈다.	.744	.091	.250
나는 제시된 상황에 몰두했다.	.733	-.079	.233
나는 실험을 즐겼다.	.675	-.034	-.016
나는 영상에서 등장하는 사람이나 사물과 접촉(touch)할 수 있을 것 같다고 느꼈다.	.589	.246	.310
상황에 등장하는 사람이나 사물은 실제와 같이 solid해 보였다.	.526	-.008	.447
나는 실험 중 어지러웠다.	-.082	.860	.135
나는 실험 중 메스꺼움을 느꼈다.	-.004	.829	-.048
나는 실험 중 두통 겪었다.	.053	.707	-.258
나는 실험 중 눈의 피로를 느꼈다.	.095	.696	-.162
제시된 상황은 자연스러워 보였다.	.181	-.107	.799
영상의 내용은 있을법한 상황으로 보였다.	.180	-.196	.774
항목 수	7	4	2
Cronbach's alpha	.835	.747	.674

요인추출 방법: 주성분 분석

회전 방법: Kaiser 정규화가 있는 베리맥스(4회 반복계산에서 요인회전 수렴)

출처: 연구진 작성

그 외 분석 변수로 고려하였으나, 최종 모형에서는 채택되지 않은 개념들은 다음과 같다. 우선, 각 영상에서 등장하는 공간의 물리적 현황 관련 변수이다. 대상지의 물리적 현황은 분석에 반영한 조도나 통행량 변수와는 달리 시간대에 따라 변화하지 않기 때문에 물리적 현황의 분산(variation)은 단 4개 유형에 불과하다. 따라서 대상지 전체 모형에서 대상지 유형을 더미 변수로 적용하는 정도로만 반영하였다. 개별 대상지 모형에서는 조도와 통행량 외 모든 물리적 특성은 동일한 것으로 가정하였다.

② 분석 결과

□ 모형 적합도

분석 결과, 모든 모형의 Posterior predictive p-value (PPP)가 0.05보다 큰 것으로 나타나 '모형이 통계적으로 자료에 잘 부합한다'는 영가설을 채택하였다. 또한, 대체로 0.4~0.5 정도의 높은 값을 보여 모형의 적합도가 비교적 높은 것으로 판단된다.

□ 조도가 범죄두려움에 미치는 영향 해석

[표 4-21]는 30개 모형에서 핵심 분석결과만을 추출하여 요약한 것이다. 표에서 볼 수 있듯이, 30개 모형 중 27개 모형에서 조도는 범죄두려움에 음의 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이는 조도가 높아질수록 범죄에 대한 두려움이 감소할 것이라는 일반적인 예측을 확인한 결과이다. 이 결과는 수평 평균조도와 수직 최소조도뿐 아니라, 균제도 역시 범죄두려움 감소에 중요한 역할을 할 수 있음을 시사한다.

수평 평균조도와 수직 최소조도의 영향은 모든 모형에서 대체로 비슷한 정도의 크기를 보였다. 하지만 대상지별로는 상업지 가로(㉔, ㉕) 모형에 비해 주거지 가로(㉖, ㉗) 모형의 계수 값(절대값)이 확연히 더 큰 것으로 나타났다. 이는 상점의 네온사인 등으로 상대적으로 조도가 높은 상업지에 비해 광공해 방지를 위해 조도가 10lux 이하로 통제되는 주거지에서 조도의 영향이 더욱 크게 나타남을 의미한다. 즉, 만약 가로등 개선 등을 통해 조도를 향상시킬 수 있다면, 그 효과(범죄두려움 감소)는 주거지에서 더욱 크게 나타날 것이다.

수평 평균조도와 수직 최소조도의 경우 로그변환된 값을 적용하였으므로 그 계수 값은 준탄력성(semi-elasticity)으로 해석된다. 즉, 전체 대상지 모형을 예로 들면, 수평 평균조도가 1% 증가할 시 본인 및 지인 범죄두려움이 각각 0.278과 0.358 가량 감소하는 것으로 해석할 수 있다.

한편, 균제도의 경우는 상업지인 ㉔ 모형에서는 두 모형에서 모두, '라' 모형에서는 지인 범죄두려움을 종속변수로 적용한 모형에서 유의한 계수 값을 보이지 않았다. 즉, 균제도 역시 그 효과는 상업지보다 주거지에서 더욱 크게 나타나는 것으로 해석할 수 있다. 균제도의 경우 로그변환을 취하지 않았으므로, 전체 대상지 모형의 경우 균제도가 1단위 증가할 시 본인 및 지인 범죄두려움이 각각 2.997과 3.695 가량 감소하는 것으로 해석할 수 있다. 균제도의 경우 0~1 사이

의 비율 값으로 측정되기 때문에, 1단위의 상대적인 크기가 매우 크고 그로 인해 비교적 큰 계수 값이 도출된 것으로 볼 수 있다.

[표 4-21] 조도가 범죄두려움에 미치는 영향 종합

전체 대상지 모형						
	ln(수평 평균조도)		ln(수직 최소조도)		수직 균제도	
	Estimate	P-Value	Estimate	P-Value	Estimate	P-Value
본인 범죄두려움	-0.278	0.000	-0.264	0.000	-2.997	0.000
지인 범죄두려움	-0.353	0.000	-0.335	0.000	-3.695	0.000

대상지 '가'						
	ln(수평 평균조도)		ln(수직 최소조도)		수직 균제도	
	Estimate	P-Value	Estimate	P-Value	Estimate	P-Value
본인 범죄두려움	-0.410	0.000	-0.321	0.000	-2.930	0.002
지인 범죄두려움	-0.497	0.000	-0.389	0.000	-3.523	0.003

대상지 '나'						
	ln(수평 평균조도)		ln(수직 최소조도)		수직 균제도	
	Estimate	P-Value	Estimate	P-Value	Estimate	P-Value
본인 범죄두려움	-0.302	0.000	-0.307	0.001	-4.507	0.000
지인 범죄두려움	-0.371	0.000	-0.378	0.000	-5.246	0.000

대상지 '다'						
	ln(수평 평균조도)		ln(수직 최소조도)		수직 균제도	
	Estimate	P-Value	Estimate	P-Value	Estimate	P-Value
본인 범죄두려움	-0.112	0.014	-0.112	0.019	0.078	0.481
지인 범죄두려움	-0.173	0.001	-0.174	0.003	0.866	0.310

대상지 '라'						
	ln(수평 평균조도)		ln(수직 최소조도)		수직 균제도	
	Estimate	P-Value	Estimate	P-Value	Estimate	P-Value
본인 범죄두려움	-0.289	0.000	-0.276	0.000	-2.325	0.008
지인 범죄두려움	-0.358	0.000	-0.350	0.000	-2.563	0.029

음영: 95% 신용구간 범위 내에 '0' 포함

출처: 연구진 작성

참고로 수평 평균조도와 수직 최소조도 중 하나와 수직 균제도를 하나의 모형에 함께 투입할 경우, 균제도의 계수값은 유의하지 않다. 즉, 이미 절대적인 조도를 통제한 상태에서 균제도는 큰 의미를 가지지 않는다고 볼 수 있다.

또한, 로그변환을 하지 않은 형태로 수평 평균조도와 수직 최소조도 중 하나와 수직 균제도를 투입할 경우에는 대체로 두 변수 모두 음의 유의한 계수를 보인다. 이는 로그변환을 통해 평균 및 최소조도의 영향력이 더욱 커져, 균제도의 상대적인 유의성이 떨어진 것으로 볼 수 있다. 하지만 앞의 산점도 그래프에서도 볼 수 있듯이, 두 변수의 관계를 선형적인 관계로 보기는 어려우며 이처럼 비선형적인 관계를 통상 최소자승법을 적용하여 분석하는 것은 바람직하지 않다.

교차분류 다층모형을 활용하지 않고 통상 최소자승법(OLS)을 적용할 경우에도
균제도 변수의 유의성은 증가한다. 하지만 이는 잔차 간의 상관성이 존재함에도
독립성을 전제로 하는 분석 방법을 적용하여 표준오차가 과소 추정된 결과이므
로 상기한 분석결과에 비해 신뢰도가 떨어진다.

□ 기타변수의 영향 해석

- 대상지 유형 및 영상 특성

분석결과는 전체 대상지 모형을 기준으로, 각 개별 대상지 모형과의 유사성과 차
이성을 중심으로 설명하도록 하겠다. 우선, 전체 대상지 모형에서는 6개 모형 모두
참조변수인 ㉔ 대상지에 비해, ㉕ 또는 ㉖(혹은 둘 모두) 대상지의 범죄두려움이
큰 것으로 나타났다. 이는 참여자들이 조도를 통제한 상태에서도 상업지에 비해
주거지에서 더 큰 범죄두려움을 느낀다는 것을 의미한다. 이는 조도 외에도 주변
지역의 상업활동 유무 등 다른 주변 여건에 의해 영향을 받은 것으로 예측된다.

영상에 등장하는 보행자와 이륜차의 통행량 변수는 오직 ㉔ 대상지의 첫 두 모형
에서만 유의한 계수(-)를 보였다. 즉, 어두운 이면도로에서 마주치는 인간의 활동
은 두려움보다는 안도의 감정을 느끼게 하는 것으로 보인다. 하지만 이 변수는
30개 모형 중 오직 2개 모형에서만 유의성을 보여 큰 의미를 부여하기는 어렵다.

- 개인의 인구사회적 속성

다음으로 개인속성 및 경험 변수의 영향을 살펴보자. 우선, 남성은 여성에 비해
본인 범죄두려움을 낮게 인식하는 것으로 나타났다(본인 범죄두려움 모형 3개
모두). 이는 앞서 제시한 기술통계 분석결과뿐 아니라 아래에서 설명할 개별 대
상지별 모형 모두에서도 동일하게 나타나는 결과이다.

가구 규모 변수는 오직 ㉔ 대상지 모형에서만 유의한 결과를 보였다. 예상과 같
이, 3인 이상 가구 가구에 비해 1인 가구는 가족 및 지인의 예상 범죄두려움
이 더욱 큰 것으로 나타났다(3개 모형 모두). 본인 범죄두려움 세 번째 모형(균제
도 적용)에서는 2인 가구 가구가 3인 이상 가구에 비해 본인 범죄두려움이 더
욱 큰 것으로 나타났다.

- 이면도로 경험

전체 대상지 모형에서 이면도로를 가꿈(1주일에 3일 미만) 이용하는 경우에 비해 자주(1주일에 5~7일) 이용하는 경우, 가족 및 지인 범죄두려움을 낮게 인식하는 것으로 나타났다. 이는 대상지인 상도1동 전반에 대한 익숙도가 범죄두려움과 큰 관계를 보이지 않은 것과는 대조적인 결과이다. 즉, 상도1동에 대한 사전경험 여부와 상관없이, 연구대상지 환경과 유사한 도시환경(이면도로)에 자주 노출되는 경우 해당지역에서 촬영된 영상으로부터 더 적은 범죄두려움을 느끼게 된다고 해석할 수 있다. 이러한 양상은 개별 대상지 모형 중 오직 ④ 대상지 모형에서만 완전히 동일하게 나타났다.

- 범죄피해 경험

전체 모형에서 지인이 노상범죄 피해경험이 있는 경우 본인의 범죄두려움이 더욱 큰 것으로 나타났다. 이는 대상지 ④, ⑥ 모형에서도 동일하게 나타났으며, ⑥ 모형에서는 본인 범죄두려움뿐만 아니라 가족 및 지인 범죄두려움까지 더욱 큰 것으로 나타났다. 이는 가까운 지인의 범죄경험과 그에 대한 정보 습득이 본인에 대한 범죄불안감을 증가시킬 수 있음을 의미한다.

한편, ④ 모형에서는 본인의 노상범죄 외 범죄 피해 경험에 있는 경우, 본인과 지인의 범죄두려움이 모두 더 큰 것으로 나타났으며, ⑥ 모형에서는 관련 변수가 모두 무의미하였다. 이처럼 본인 범죄경험에 대한 분석결과가 다소 비일관적으로 나오는 이유는 범죄경험이 있는 참여자의 수가 상대적으로 많지 않기 때문인 것으로 보인다. 하지만 어떤 유형의 범죄경험이든 범죄두려움 증가에 어느 정도 기여하는 것으로 볼 수 있다.

한편, 본인의 범죄피해 가능성, 범죄 방어능력, 범죄피해시 예상 심각도 변수는 모든 모형에서 유의미한 계수를 보이지 않았다.

- VR 실험 타당성

가상환경의 공간감, 현실감, 몰입감이 클수록 대체로 본인 또는 지인의 범죄두려움이 커지는 것으로 나타났다(전체 대상지, 대상지 ⑦, ④). 이는 가상환경이 실제와 비슷하게 구현되었다고 느낄수록 같은 공간에서 느끼는 범죄두려움이 더욱 커질 수 있음을 시사한다. 하지만, 유사한 개념인 생태적 타당성의 경우 오히려 타당성이 클수록 본인 범죄두려움이 감소하는 것으로 나타나(전체 대상지 모형), 단순히 통제 변수 이상의 해석을 하는 것은 어려울 것으로 보인다. 마지막으로 건강이상 등의 부작용 경험에 클수록 본인 범죄두려움이 증가하는 것으로 나타났다(전체 대상지, 대상지 ④, ⑥). 이 역시 이론적인 해석은 어려울 것으로 보인다.

- 기타 통제변수

실험설계 및 실험의 적정성을 검증하기 위한 변수들의 경우 기대한 바와 같이 대체로 유의한 계수값을 보이지 않았다. 하지만 몇몇 변수들은 유의한 계수를 보였는데, 이는 특별한 의미를 부여하기 어려운 우연에 가까운 결과로 해석된다. 전체 대상지 모형과 대상지 ㉑ 모형에서는 더 나중에 제시된 영상에 대해 더 큰 범죄두려움을 느끼는 것으로 나타났다. 또한, 전체 대상지 모형에서 사전영상으로 대상지 ㉑를 체험한 참여자에 비해 대상지 ㉑를 체험한 참여자들의 지인 범죄두려움이 크게 나타났다. 사전 및 본 영상이 프로그램에 의해 완전히 무작위로 배정되었기 때문에 이러한 결과에서 특별한 의미를 찾기는 어렵다. 마지막으로 대상지 ㉑ 모형에서는 VR 기기에 대한 사전 경험이 있는 참여자들이 그렇지 않은 참여자들에 비해 범죄두려움이 낮게 나타났는데, 이 역시 우연한 결과로 해석된다.

[표 4-22] 교차분류 다층모형 분석결과(전체 대상지)

	본인 범죄두려움			가족 및 지인 예상 범죄두려움		
	ln(수평 평균조도)	ln(수직 최소조도)	수직 균제도	ln(수평 평균조도)	ln(수직 최소조도)	수직 균제도
Between level (영상)						
조도	-0.278 *	-0.264 *	-2.997 *	-0.353 *	-0.335 *	-3.695 *
현영상(대상지 '가')	0.538 *	0.388	0.571	0.559 *	0.375	0.585
현영상(대상지 '나')	0.649 *	0.717 *	1.744 *	0.720 *	0.809 *	2.059 *
현영상(대상지 '다')	-0.269	-0.226	0.304	-0.415	-0.357	0.292
보행자 및 이륜차 통행량	-0.018	-0.016	-0.050	-0.016	-0.014	-0.062
Between level (참여자)						
나이	-0.031	-0.032	-0.032	-0.064	-0.064	-0.064
성별(남자=1)	-1.060 *	-1.062 *	-1.064 *	-0.377	-0.379	-0.380
학력(대학원재학 이상=1)	-0.283	-0.285	-0.283	-0.418	-0.419	-0.420
주거유형(단독다세대)	-0.174	-0.175	-0.178	-0.228	-0.229	-0.233
주거유형(공동주택)	0.182	0.181	0.180	0.453	0.453	0.451
가구규모(1인가구)	0.203	0.203	0.202	0.375	0.375	0.375
가구규모(2인가구)	0.308	0.308	0.306	0.338	0.337	0.337
대상지경험(익숙=1)	0.040	0.040	0.039	-0.038	-0.038	-0.037
이면도로 이용빈도(3~4일)	0.139	0.139	0.141	0.081	0.081	0.084
이면도로 이용빈도(5~7일)	-0.278	-0.279	-0.280	-0.515 *	-0.516 *	-0.516 *
평균 귀가시간(20~22시)	0.057	0.058	0.056	-0.046	-0.046	-0.047
평균 귀가시간(22시 이후)	-0.007	-0.007	-0.009	-0.079	-0.078	-0.080
본인 노상범죄 피해경험(유=1)	0.346	0.348	0.340	0.499	0.500	0.495
본인 그외범죄 피해경험(유=1)	0.441	0.443	0.445 *	0.504	0.505	0.508
지인 노상범죄 피해경험(유=1)	1.216 *	1.212 *	1.210 *	0.795	0.790	0.788
지인 그외범죄 피해경험(유=1)	-0.385	-0.383	-0.377	-0.351	-0.350	-0.344
본인 범죄피해 가능성	-0.086	-0.086	-0.089	0.013	0.013	0.011
본인 예상 범죄방어능력	-0.104	-0.102	-0.102	-0.030	-0.028	-0.028
본인 범죄피해시 예상 심각도	0.155	0.155	0.155	0.034	0.033	0.034
기존 VR 경험(유=1)	-0.022	-0.024	-0.027	0.057	0.055	0.054
실험 현실감/몰입감 정도	0.177 *	0.178 *	0.178 *	0.278 *	0.279 *	0.279 *
실험 건강이상 경험 정도	0.230 *	0.230 *	0.231 *	0.161	0.161	0.162
실험 생태적 타당성 인식 정도	-0.163 *	-0.163 *	-0.161 *	-0.160	-0.160	-0.159
사전체험 영상(대상지 '가')	0.295	0.296	0.289	0.299	0.300	0.293
사전체험 영상(대상지 '나')	0.410	0.413	0.412	0.623 *	0.624 *	0.625 *
사전체험 영상(대상지 '다')	0.325	0.325	0.319	0.148	0.147	0.145
Within Level						
현영상의 제시 순서	0.018 *	0.018 *	0.018 *	0.019 *	0.019 *	0.019 *
Intercepts						
	4.245 *	3.895 *	4.419 *	5.196 *	4.746 *	5.395 *
Residual variance						
Between level (영상)	0.166 *	0.137 *	0.258 *	0.207 *	0.162 *	0.398 *
Between level (참여자)	0.384 *	0.385 *	0.386 *	0.636 *	0.636 *	0.633 *
Within Level	0.800 *	0.800 *	0.800 *	0.774 *	0.774 *	0.774 *
PPP	0.465	0.470	0.470	0.475	0.470	0.490

주1: 표 내의 숫자는 추정된 계수(estimate) 값을 의미함

주2: *은 95% 신용구간 내에 '0' 값이 포함되지 않는 경우로, 해당 계수가 유의함을 의미함

관측치: 1,010

출처: 연구진 작성

[표 4-23] 교차분류 다층모형 분석결과(대상지 ㉡)

	본인 범죄두려움			가족 및 지인 예상 범죄두려움		
	ln(수평 평균조도)	ln(수직 최소조도)	수직 균제도	ln(수평 평균조도)	ln(수직 최소조도)	수직 균제도
Between level (영상)						
조도	-0.410 *	-0.321 *	-2.930 *	-0.497 *	-0.389 *	-3.523 *
보행자 및 이륜차 통행량	-0.098	-0.106	-0.181	-0.109	-0.119	-0.206
Between level (참여자)						
나이	0.001	0.001	0.003	0.008	0.008	0.010
성별(남자=1)	-1.010 *	-1.009 *	-1.014 *	-0.352	-0.354	-0.364
학력(대학원재학 이상=1)	-0.398	-0.390	-0.373	-0.574	-0.569	-0.563
주거유형(단독다세대)	0.052	0.051	0.049	-0.179	-0.181	-0.181
주거유형(공동주택)	0.463	0.473	0.482	0.363	0.369	0.380
가구규모(1인가구)	0.257	0.256	0.277	0.387	0.386	0.400
가구규모(2인가구)	0.186	0.185	0.197	0.131	0.133	0.144
대상지경험(익숙=1)	0.095	0.084	0.053	0.087	0.076	0.056
이면도로 이용빈도(3~4일)	0.213	0.192	0.173	0.274	0.260	0.254
이면도로 이용빈도(5~7일)	-0.184	-0.190	-0.206	-0.412	-0.418	-0.428
평균 귀가시간(20~22시)	-0.008	-0.007	-0.011	-0.205	-0.203	-0.199
평균 귀가시간(22시 이후)	-0.211	-0.206	-0.197	-0.115	-0.110	-0.100
본인 노상범죄 피해경험(유=1)	0.792	0.782	0.730	1.209	1.198	1.169
본인 그외범죄 피해경험(유=1)	0.505	0.514	0.516	0.731	0.740	0.747
지인 노상범죄 피해경험(유=1)	0.598	0.608	0.642	0.312	0.325	0.332
지인 그외범죄 피해경험(유=1)	-0.612	-0.605	-0.586	-0.803	-0.793	-0.784
본인 범죄피해 가능성	0.094	0.089	0.079	0.201	0.196	0.199
본인 예상 범죄방어능력	-0.251	-0.253	-0.262	-0.223	-0.227	-0.230
본인 범죄피해시 예상 심각도	0.192	0.188	0.187	0.022	0.019	0.016
기존 VR 경험(유=1)	0.004	-0.014	-0.027	0.105	0.093	0.083
실험 현실감/몰입감 정도	0.208	0.209	0.213	0.339 *	0.339 *	0.344 *
실험 건강이상 경험 정도	0.225	0.225	0.223	0.187	0.187	0.190
실험 생태적 타당성 인식 정도	-0.253	-0.251	-0.247	-0.326 *	-0.326 *	-0.324 *
Within Level						
사전체험-현영상 대상지 동일	-0.020	-0.022	-0.034	-0.001	-0.004	0.008
현영상의 제시 순서	0.051 *	0.050 *	0.050 *	0.051 *	0.051 *	0.051 *
Intercepts	4.508 *	3.690	4.267 *	4.930 *	3.965	4.575 *
Residual variance						
Between level (영상)	0.137 *	0.166 *	0.670 *	0.199 *	0.250 *	1.042 *
Between level (참여자)	0.776 *	0.767 *	0.753 *	0.819 *	0.811 *	0.802 *
Within Level	0.859 *	0.861 *	0.867 *	0.834 *	0.836 *	0.839 *
PPP	0.411	0.406	0.416	0.401	0.401	0.415

주1: 표 내의 숫자는 추정된 계수(estimate) 값을 의미함

주2: *은 95% 신뢰구간 내에 '0' 값이 포함되지 않는 경우로, 해당 계수가 유의함을 의미함

관측치: 253

출처: 연구진 작성

[표 4-24] 교차분류 다층모형 분석결과(대상지 ㉔)

	본인 범죄두려움			가족 및 지인 예상 범죄두려움		
	ln(수평 평균조도)	ln(수직 최소조도)	수직 균제도	ln(수평 평균조도)	ln(수직 최소조도)	수직 균제도
Between level (영상)						
조도	-0.302 *	-0.307 *	-4.507 *	-0.371 *	-0.378 *	-5.246 *
보행자 및 이륜차 통행량	0.041	0.090	-0.405	0.139	0.200	-0.435
Between level (참여자)						
나이	-0.104	-0.104	-0.104	-0.132	-0.132	-0.136
성별(남자=1)	-1.314 *	-1.312 *	-1.330 *	-0.487	-0.484	-0.494
학력(대학원재학 이상=1)	-0.368	-0.368	-0.358	-0.628	-0.629	-0.619
주거유형(단독다세대)	-0.278	-0.279	-0.301	0.014	0.011	-0.025
주거유형(공동주택)	0.315	0.315	0.301	1.188	1.185	1.158 *
가구규모(1인가구)	0.318	0.320	0.328	0.696 *	0.698 *	0.715 *
가구규모(2인가구)	0.794	0.793	0.799 *	0.807	0.808	0.815
대상지경험(익숙=1)	0.287	0.288	0.297	0.121	0.121	0.121
이면도로 이용빈도(3~4일)	0.460	0.463	0.490	0.300	0.302	0.322
이면도로 이용빈도(5~7일)	-0.558	-0.557	-0.552	-0.906 *	-0.904 *	-0.902 *
평균 귀가시간(20~22시)	0.007	0.008	0.003	-0.178	-0.178	-0.177
평균 귀가시간(22시 이후)	-0.164	-0.165	-0.162	-0.314	-0.313	-0.315
본인 노상범죄 피해경험(유=1)	0.379	0.380	0.392	0.631	0.636	0.650
본인 그외범죄 피해경험(유=1)	0.935 *	0.935 *	0.935 *	0.948 *	0.949 *	0.944 *
지인 노상범죄 피해경험(유=1)	1.295 *	1.296 *	1.327 *	0.687	0.686	0.719
지인 그외범죄 피해경험(유=1)	-0.617	-0.618	-0.614	-0.371	-0.371	-0.370
본인 범죄피해 가능성	0.195	0.194	0.182	0.385	0.383	0.368
본인 예상 범죄방어능력	-0.107	-0.108	-0.107	0.053	0.053	0.051
본인 범죄피해시 예상 심각도	0.072	0.072	0.081	-0.219	-0.219	-0.206
기존 VR 경험(유=1)	0.067	0.067	0.064	0.159	0.161	0.169
실험 현실감/몰입감 정도	0.272 *	0.273 *	0.273 *	0.499 *	0.499 *	0.502 *
실험 건강이상 경험 정도	0.260 *	0.259 *	0.253	0.122	0.122	0.116
실험 생태적 타당성 인식 정도	-0.115	-0.115	-0.120	-0.124	-0.124	-0.130
Within Level						
사전체험-현영상 대상지 동일	0.227	0.228	0.200	0.539	0.541	0.526
현영상의 제시 순서	0.006	0.007	0.007	0.005	0.006	0.007
Intercepts	6.567 *	6.286 *	8.946 *	6.931 *	6.583 *	9.689 *
Residual variance						
Between level (영상)	0.132 *	0.151 *	0.351 *	0.092 *	0.111 *	0.542 *
Between level (참여자)	0.729 *	0.728 *	0.722 *	0.924 *	0.923 *	0.915 *
Within Level	0.728 *	0.728 *	0.732 *	0.762 *	0.763 *	0.769 *
PPP	0.411	0.416	0.413	0.406	0.411	0.397

주1: 표 내의 숫자는 추정된 계수(estimate) 값을 의미함

주2: *은 95% 신용구간 내에 '0' 값이 포함되지 않는 경우로, 해당 계수가 유의함을 의미함

관측치: 251

출처: 연구진 작성

[표 4-25] 교차분류 다층모형 분석결과(대상지 ㉔)

	본인 범죄두려움			가족 및 지인 예상 범죄두려움		
	ln(수평 평균조도)	ln(수직 최소조도)	수직 균제도	ln(수평 평균조도)	ln(수직 최소조도)	수직 균제도
Between level (영상)						
조도	-0.112 *	-0.112 *	0.078	-0.173 *	-0.174 *	0.866
보행자 및 이륜차 통행량	-0.028	-0.027	-0.081	-0.015	-0.013	-0.116
Between level (참여자)						
나이	-0.037	-0.037	-0.039	-0.080	-0.079	-0.082
성별(남자=1)	-0.872 *	-0.873 *	-0.866 *	-0.554	-0.554	-0.551
학력(대학원재학 이상=1)	0.099	0.099	0.111	0.044	0.044	0.044
주거유형(단독다세대)	-0.005	-0.006	0.001	0.021	0.018	0.029
주거유형(공동주택)	-0.101	-0.102	-0.099	0.039	0.040	0.040
가구규모(1인가구)	-0.158	-0.157	-0.174	-0.257	-0.257	-0.278
가구규모(2인가구)	0.119	0.119	0.118	0.167	0.167	0.178
대상지경험(익숙=1)	-0.077	-0.079	-0.073	0.004	0.003	0.007
이면도로 이용빈도(3~4일)	-0.089	-0.086	-0.080	-0.075	-0.072	-0.083
이면도로 이용빈도(5~7일)	0.098	0.098	0.101	0.133	0.133	0.132
평균 귀가시간(20~22시)	-0.113	-0.112	-0.109	-0.078	-0.077	-0.063
평균 귀가시간(22시 이후)	0.034	0.033	0.043	0.060	0.058	0.079
본인 노상범죄 피해경험(유=1)	0.355	0.357	0.358	0.508	0.509	0.508
본인 그외범죄 피해경험(유=1)	0.059	0.062	0.061	0.001	0.006	0.006
지인 노상범죄 피해경험(유=1)	1.128 *	1.126 *	1.144 *	0.966 *	0.968 *	0.996 *
지인 그외범죄 피해경험(유=1)	-0.051	-0.051	-0.048	0.012	0.013	0.018
본인 범죄피해 가능성	-0.045	-0.045	-0.044	-0.114	-0.115	-0.111
본인 예상 범죄방어능력	0.014	0.013	0.009	0.090	0.089	0.087
본인 범죄피해시 예상 심각도	0.003	0.003	0.005	-0.011	-0.012	-0.011
기존 VR 경험(유=1)	-0.430 *	-0.431 *	-0.423 *	-0.321	-0.322	-0.308
실험 현실감/몰입감 정도	0.088	0.089	0.087	0.073	0.074	0.069
실험 건강이상 경험 정도	0.105	0.105	0.107	0.085	0.086	0.086
실험 생태적 타당성 인식 정도	-0.116	-0.115	-0.111	-0.116	-0.116	-0.113
Within Level						
사전체험-현영상 대상지 동일	0.107	0.108	0.105	-0.070	-0.067	-0.058
현영상의 제시 순서	-0.002	-0.002	0.002	0.017	0.017	0.021
Intercepts	4.002 *	3.903 *	3.811 *	5.018 *	4.849 *	4.385 *
Residual variance						
Between level (영상)	0.033 *	0.033 *	0.115 *	0.044 *	0.047 *	0.252 *
Between level (참여자)	0.410 *	0.410 *	0.406 *	0.551 *	0.551 *	0.543 *
Within Level	0.410 *	0.410 *	0.411 *	0.429 *	0.429 *	0.431 *
PPP	0.431	0.436	0.386	0.431	0.436	0.381

주1: 표 내의 숫자는 추정된 계수(estimate) 값을 의미함

주2: *은 95% 신뢰구간 내에 '0' 값이 포함되지 않는 경우로, 해당 계수가 유의함을 의미함

관측치: 254

출처: 연구진 작성

[표 4-26] 교차분류 다층모형 분석결과(대상지 @)

	본인 범죄두려움			가족 및 지인 예상 범죄두려움		
	ln(수평 평균조도)	ln(수직 최소조도)	수직 균제도	ln(수평 평균조도)	ln(수직 최소조도)	수직 균제도
Between level (영상)						
조도	-0.289 *	-0.276 *	-2.325 *	-0.358 *	-0.350 *	-2.563
보행자 및 이륜차 통행량	-0.091 *	-0.083 *	-0.083	-0.097	-0.089	-0.085
Between level (참여자)						
나이	-0.048	-0.048	-0.046	-0.099	-0.099	-0.097
성별(남자=1)	-1.108 *	-1.107 *	-1.103 *	-0.294	-0.294	-0.290
학력(대학원재학 이상=1)	-0.063	-0.063	-0.067	-0.009	-0.010	-0.012
주거유형(단독다세대)	0.167	0.164	0.182	-0.292	-0.296	-0.284
주거유형(공동주택)	0.460	0.457	0.462	0.218	0.216	0.215
가구규모(1인가구)	-0.053	-0.053	-0.041	-0.108	-0.106	-0.102
가구규모(2인가구)	-0.003	-0.005	0.008	0.130	0.127	0.136
대상지경험(익숙=1)	-0.176	-0.176	-0.176	-0.106	-0.106	-0.104
이면도로 이용빈도(3~4일)	0.119	0.121	0.112	0.028	0.029	0.026
이면도로 이용빈도(5~7일)	-0.015	-0.014	-0.012	-0.139	-0.140	-0.138
평균 귀가시간(20~22시)	0.006	0.007	0.006	-0.035	-0.035	-0.033
평균 귀가시간(22시 이후)	0.060	0.060	0.050	0.087	0.087	0.084
본인 노상범죄 피해경험(유=1)	0.694	0.695	0.698	1.209	1.208	1.212
본인 그외범죄 피해경험(유=1)	0.422	0.422	0.414	0.456	0.456	0.452
지인 노상범죄 피해경험(유=1)	1.342 *	1.342 *	1.339 *	0.848	0.849	0.844
지인 그외범죄 피해경험(유=1)	0.001	0.000	-0.005	-0.199	-0.199	-0.203
본인 범죄피해 가능성	-0.274	-0.274	-0.272	-0.155	-0.153	-0.157
본인 예상 범죄방어능력	-0.173	-0.173	-0.168	-0.203	-0.202	-0.204
본인 범죄피해시 예상 심각도	0.009	0.008	0.015	-0.016	-0.015	-0.013
기존 VR 경험(유=1)	-0.110	-0.111	-0.094	-0.107	-0.106	-0.103
실험 현실감/몰입감 정도	0.069	0.070	0.068	0.151	0.151	0.149
실험 건강이상 경험 정도	0.206 *	0.206 *	0.212 *	0.188	0.188	0.192
실험 생태적 타당성 인식 정도	-0.172	-0.173	-0.168	-0.084	-0.084	-0.083
Within Level						
사전체험-현영상 대상지 동일	-0.092	-0.096	-0.091	-0.113	-0.117	-0.112
현영상의 제시 순서	0.020	0.020	0.022	0.007	0.006	0.008
Intercepts	5.925 *	5.529 *	5.474 *	7.804 *	7.333 *	7.122 *
Residual variance						
Between level (영상)	0.068 *	0.061 *	0.221 *	0.207 *	0.192 *	0.516 *
Between level (참여자)	0.256 *	0.255 *	0.251 *	0.527 *	0.526 *	0.525 *
Within Level	0.639 *	0.639 *	0.642 *	0.627 *	0.627 *	0.627 *
PPP	0.406	0.406	0.386	0.421	0.421	0.406

주1: 표 내의 숫자는 추정된 계수(estimate) 값을 의미함

주2: *은 95% 신용구간 내에 '0' 값이 포함되지 않는 경우로, 해당 계수가 유의함을 의미함

관측치: 252

출처: 연구진 작성

3. 조도변화에 따른 시각정보 인지 여부 분석 결과

한국산업표준 도로 조명 기준(KS A 3701)에 규정된 기준에 의하면 야간시 보행자의 교통량이 많은 주거지역의 경우의 수직면 조도는 1lux 이상, 교통량이 적은 주거지역은 0.5lux이상, 교통량이 많은 상업지역은 4lux 이상, 마지막으로 교통량이 적은 상업지역은 2lux이상으로 명시되어 있다. 이러한 기준들에서 사람들은 시각정보를 얻는데 어려움이 없는지 파악하고자 한다.

1) 교통량 많은 주거지역

□ ㉠ 지역 : 색상 실험결과

10m거리에서 색상 인지여부에 대한 실험결과는 다음과 같다. 1회차 실험부터 5회차 실험까지 수직면 조도변화에 따른 색상을 측정한 결과는 세 명의 피실험자 모두 10m거리에서 색상에 대해 인지하는 것으로 나타났다. 그러나 일몰 후 여섯 번째 실험부터는 10m 거리에서 파랑과 초록 색상이 모두 검정색으로 보이는 등 두 색상의 차이가 크지 않은 것으로 나타나 구별하기 어려운 것으로 확인되었다.

4m거리에서 색상 인지여부에 대한 실험결과는 10m보다 가까운 4m 지점에서 측정하였기에 세 명의 피실험자들은 모든 회차동안 4개의 색상 모두 인지하는 것으로 나타났다.

[표 4-27] ㉠ 지역의 수직조도에 따른 색상 시인여부

구분	색상					
	10m			4m		
	A	B	C	A	B	C
1	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●
4	●	●	●	●	●	●
5	●	●	●	●	●	●
6	●	△	●	●	●	●
7	●	△	●	●	●	●
8	●	△	●	●	●	●
9	●	△	●	●	●	●
10	●	△	●	●	●	●

주: 4가지 색상을 모두 인지할 경우에는 '●'를 부여하고, 1개 이상의 색상을 인지하지 못할 경우에는 '△'를 부여

출처: 연구진 작성

□ ㉔ 지역 : 건물주소 및 도로명 실험결과

10m거리에서 건물주소의 인지여부 실험결과와 다음과 같다. 건물주소의 경우, 3회차 실험에서부터 한 명의 피실험자가 도로명(한글)에 대해 인지하지 못하는 것으로 나타났다. 또한 5회차 실험에서 두 명의 피실험자는 일부 도로명을 인지하지 못하였고 건물번호만 정확하게 인지하였으며, 한 명의 피실험자는 도로명과 건물번호 모두 인식하지 못하는 것으로 나타났다. 특히 6회차부터는 도로명과 건물번호의 문자를 제대로 인지하지 못하는 경우가 더 많은 것으로 확인되었다.

4m거리에서 건물주소 인지여부 실험결과와 다음과 같다. 일몰시간 이후부터는 문자를 정확하게 인지하지 못하는 것으로 나타났다. 단순한 도로명의 경우 낮은 조도에서도 쉽게 인지하였으나 받침이 많고 복잡한 구조의 도로명의 경우 조도가 낮아지면 파악하기 어려운 것으로 확인되었다.

[표 4-28] ㉔ 지역의 수직조도에 따른 건물주소 및 도로명 시인여부

구분	건물주소						도로명					
	10m			4m			10m			4m		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3	●	△	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●
4	○	△	△	●	○	○	●	●	●	●	●	●
5	○	X	△	○	●	○	●	△	●	●	△	●
6	△	X	△	●	●	○	●	●	●	●	●	●
7	△	X	△	●	○	○	●	●	●	●	●	●
8	△	X	△	●	●	○	●	●	●	●	●	●
9	△	X	X	●	●	△	●	●	△	●	●	△
10	X	X	△	△	●	●	●	●	●	●	●	●

주: 모두 인지할 경우에는 '●'를 부여하고, 받침을 제대로 인지 못했을 경우, '○' 숫자만 인지 할 경우에는 '△', 주소를 정확하게 인지 못할 경우 'X'를 부여

출처: 연구진 작성

10m거리에서 도로명판 인지여부 실험결과와 다음과 같다. 건물주소판보다 크기가 커 3명의 피실험자 모두 비교적 정확하게 시인하는 것으로 확인되었다. 또한 건물주소판과 같이 한글 받침이 없는 단순한 문자의 경우 조도에 영향을 받지 않고 모두 인지하였으나, 받침이 많고 복잡한 문자의 경우 9회차실험에서는 정확하게 인지하지 못하는 것으로 확인되었다.

4m거리에서 도로명판 인지여부 실험결과와 세 명의 피실험자들이 조도에 영향을 받지 않고 모두 인지하는 것으로 나타났다. 실험결과에서 인지하지 못한 두 개의 결과는 비교적 복잡하고 어려운 문자의 경우 1개의 글자를 잘 못 인지한 것으로 확인되었다.

종합하면, 건물주소의 경우 10m지점에서는 4회차부터 제대로 인지하지 못하는 경우가 나타났으며, 평균수평조도가 17.55lux, 최소수직조도가 5.32lux인 5회

차부터는 글자를 인지하는데 더 어려움이 존재하는 것으로 나타났다. 4m지점은 10m지점보다 인지하는데 어려움 정도는 약하지만 유사한 조도수준에서부터 어려움이 존재하는 것으로 나타났다.

□ ㉔ 지역의 수직면 조도에 따른 행동 및 인물 실험결과

수직조도에 따른 10m거리에서 행동 시인여부 실험결과 분석은 다음과 같다. 세 명의 피실험자 모두 첫 번째 실험부터 열 번째 실험까지 행동에 대해 인지하는 것으로 확인되었다. 그리고 4m거리에서의 실험결과도 10m거리와 유사하게 세 명의 피실험자 모두 정확하게 인지하는 것으로 나타났다.

다음으로 수직조도에 따른 10m거리에서 인물에 대한 인지여부 실험결과는 다음과 같다. 일몰 이후부터는 한 명의 피실험자가 인물에 대해 인지하지 못하는 것으로 확인되었으며, 6회차 실험 이후부터는 세 명의 피실험자 모두 인물에 대해 인지하지 못하는 것으로 나타났다.

4m거리에서는 1회차 실험부터 5회차 실험까지 세 명의 피실험자 모두 인물에 대해 인지하는 것으로 나타났으며, 일몰이후 6회차 실험에서는 한 명의 피실험자를 제외하고 모두 인물에 대해 인지하지 못하는 것으로 나타났다.

종합하면 행동의 경우, 거리와 조도에 관계없이 모두 인식가능 했으나 인물의 경우, 5회차 실험부터 인지가 어려운 상황이 나타났다. 평균 수평조도는 6회차부터는 4m지점에서부터 인지가 어려운 상황이 나타났다. 해당 회차의 경우, 평균 수평조도는 약 5.16lux이며, 최소조도는 약 0.58lux로 현행 기준 조도보다 약간 높은 수준에서부터 사람들의 인지정도가 떨어지는 것으로 나타났다.

[표 4-29] ㉔ 지역의 수직조도에 따른 행동 및 인물 시인여부

구분	행동						인물					
	10m			4m			10m			4m		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5	●	●	●	●	●	●	●	●	X	●	●	●
6	●	●	●	●	●	●	X	X	X	●	●	△
7	●	●	●	●	●	●	X	X	X	●	●	△
8	●	●	●	●	●	●	△	X	X	●	△	△
9	●	●	●	●	●	●	△	X	△	●	△	●
10	●	●	●	●	●	●	△	X	△	●	△	●

주: 모두 인지할 경우에는 '●'를 부여하고, 윤곽 및 인물의 특성이 구별 될 경우 '△', 인물을 정확하게 인지 못할 경우 'X'를 부여

출처: 연구진 작성

2) 교통량 적은 주거지역

□ ㉔ 지역의 수직면 조도에 따른 색상 실험결과

수직조도에 따른 10m거리에서 색상 시인여부에 대한 실험결과는 다음과 같다. 1회차 실험부터 7회차 실험까지 세 명의 피실험자들은 4가지 색상을 모두 시인하는 것으로 나타났다. 8회차 실험부터는 4개의 색상 중 1~2개의 색상을 인지하지 못하였는데, ㉔대상지 결과와 동일하게 파란색과 초록색을 구별하지 못하는 것으로 분석되었다.

수직조도에 따른 4m거리에서 색상 시인여부에 대한 실험결과는 9회차 실험부터 한 명의 피실험자가 1~2개의 색상을 인지하지 못하는 결과가 나타났다. 한편, 10m보다 가까운 4m 지점에서 측정하였기에 수직면 조도가 0.5lux 이하인 구간에서도 세 명의 피실험자 모두 4개의 색상을 인지하는 것으로 나타났으나, 한 명의 피실험자는 색상에 대해 인지하지 못하는 것으로 나타났다.

[표 4-30] ㉔ 지역의 시간 및 거리에 따른 색상 시인여부

구분	색상					
	10m			4m		
	A	B	C	A	B	C
1	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●
4	●	●	●	●	●	●
5	●	●	●	●	●	●
6	●	●	●	●	●	●
7	●	●	●	●	●	●
8	●	△	●	●	●	●
9	●	△	●	●	△	●
10	●	△	●	●	△	●

주: 4가지 색상을 모두 인지할 경우에는 '●'를 부여하고, 1개 이상의 색상을 인지하지 못할 경우에는 '△'를 부여

출처: 연구진 작성

□ ④ 지역의 수직면 조도에 따른 건물주소판 및 도로명판 실험결과 분석

수직조도에 따른 10m거리에서 건물주소판의 시인여부 실험결과는 다음과 같다. 일몰시간 이후인 4회차부터 건물주소판의 도로명 문자를 인지하지 못하거나 건물번호만 인지하는 것으로 나타났으며, 5회차 이후부터는 도로명 문자를 모두 인지하지 못하는 것으로 나타났다.

수직조도에 따른 4m거리에서 건물주소의 시인여부 실험결과는 1회차 실험부터 7회차 실험까지 세 명의 피실험자가 모두 건물주소판에 대해 인지하는 것으로 나타났다. 그리고 8회차 이후부터는 건물주소판의 도로명에 대해 모두 인지하지 못하였으며 건물번호만 인지하는 것으로 나타났다.

수직조도에 따른 10m거리에서 도로명판의 시인여부 실험결과는 다음과 같다. 1회차 실험부터 8회차 실험까지 세 명의 피실험자 모두가 도로명판을 인지하는 것으로 나타났다. 8회차 이후부터는 피실험자 중 1명이 도로명판의 문자를 인지하지 못하는 것으로 나타났다.

4m거리에서 도로명판의 시인여부 실험결과, 세 명의 피실험자 모두가 모든 실험에서 조도에 영향을 받지 않고 도로명판에 대해 인지하는 것으로 나타났다.

종합하면, 건물 주소판 및 도로명판에 대한 실험의 경우, 10m거리에서는 평균수평조도가 17.55lux, 최소수직조도가 5.32lux인 지점에서부터 피실험자가 시각 정보를 인지하는데 어려움이 있는 것으로 나타났다. 8회차실험에서부터는 평균수평조도가 4.63lux, 최소수직조도가 0.35lux로 10m거리에서와 4m거리에서 모두 피실험자들이 글자정보를 인식하는데 어려움이 있었다.

[표 4-31] ④ 지역의 시간 및 거리에 따른 건물주소 및 도로명 시인여부

구분	건물주소						도로명					
	10m			4m			10m			4m		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	○	●	△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5	△	△	△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6	△	△	△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7	△	△	△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8	△	△	△	●	△	●	△	●	●	●	●	●
9	△	△	△	△	△	△	●	●	●	●	●	●
10	△	△	△	△	△	△	△	●	●	●	●	●

주: 모두 인지할 경우에는 '●'를 부여하고, 받침을 제대로 인지 못했을 경우, '○' 숫자만 인지 할 경우에는 '△', 주소를 정확하게 인지못할 경우 'X'를 부여

출처: 연구진 작성

□ ④ 지역의 수직면 조도에 따른 행동 및 인물 실험결과

해동 인지여부 실험 결과, 10m거리와 4m거리 모두 조도에 관계없이 피실험자 모두 행동을 인지하는 것으로 나타났다.

인물 인지여부 실험은 거리에 따라 다르게 나타났다. 10m거리에서 인물 시인여부 실험결과는 다음과 같다. 1회차 실험부터 4회차 실험까지는 세 명의 피실험자 모두가 인물에 대해 확실하게 인지하는 것으로 나타났다. 5회차 실험 이후부터는 인물에 대해 모호하거나 인지하지 못하였으며, 8회차 실험 이후부터는 세 명의 피실험자 모두 인물에 대해 인지하지 못하는 것으로 나타났다.

4m거리에서 인물의 인지여부 실험결과, 1회차 실험부터 4회차 실험까지 피실험자 모두가 인물에 대해 인지하는 것으로 나타났다. 5회차 실험에서 한 명의 피실험자가 인물에 대해 인지하지 못하였고, 6회차 실험부터 9회차 실험은 인물에 대해 인지하는 결과와 인지하지 못하는 결과가 섞여서 나타났다.

종합하면, ㉠ 대상지의 결과와 유사하게 행동의 경우 거리와 조도 변화에 관계없이 인지하는 것으로 나타났다. 반면 인물의 경우, 평균수평조도 8.51lux, 최소수직조도가 3.06lux인 5회차부터 10m지점에서는 인물을 인지하는데 어려움이 있는 것으로 나타났다. 그리고 평균수평조도와 평균수직조도가 모두 1lux 미만인 8회차부터는 피실험자 모두 인물을 인지하는데 어려움이 존재했다. 4m지점의 경우에는 9회차에 정확하게 인지 못하는 경우가 많았다.

[표 4-32] ④ 지역의 시간 및 거리에 따른 행동 및 인물 시인여부

구분	행동						인물					
	10m			4m			10m			4m		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5	●	●	●	●	●	●	●	△	X	●	●	X
6	●	●	●	●	●	●	△	X	X	△	●	●
7	●	●	●	●	●	●	●	X	△	●	●	●
8	●	●	●	●	●	●	X	X	X	●	X	●
9	●	●	●	●	●	●	X	X	X	X	X	●
10	●	●	●	●	●	●	X	X	X	△	X	△

주: 모두 인지할 경우에는 '●'를 부여하고, 윤곽 및 인물의 특성이 구별 될 경우 '△', 인물을 정확하게 인지 못할 경우 'X'를 부여

출처: 연구진 작성

3) 교통량 많은 상업지역

□ ㉔ 지역의 수직면 조도에 따른 색상 실험결과

10m거리에서 색상 인지여부에 대한 실험결과는 다음과 같다. 1회차 실험부터 8회차 실험까지 피실험자 모두 4가지 색상을 모두 인지하는 것으로 나타났다. 9회차부터는 4개의 색상 중 1~2개의 색상을 인지하지 못하였는데, 앞서 실험한 대상지와 동일하게 파란색과 초록색을 구별하지 못하는 것으로 나타났다.

4m거리에서 색상 인지여부에 대한 실험결과는 10m와 같은 결과로, 9회차 이후부터는 한 명의 피실험자가 4개의 색상 중 1~2개의 색상을 인지하지 못하는 것으로 나타났다.

[표 4-33] ㉔ 지역의 수직조도에 따른 색상 시인여부

구분	색상					
	10m			4m		
	A	B	C	A	B	C
1	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●
4	●	●	●	●	●	●
5	●	●	●	●	●	●
6	●	●	●	●	●	●
7	●	●	●	●	●	●
8	●	△	●	●	△	●
9	●	●	●	●	●	●
10	●	●	●	●	●	●

주: 4가지 색상을 모두 인지할 경우에는 '●'를 부여하고, 1개 이상의 색상을 인지하지 못할 경우에는 '△'를 부여

출처: 연구진 작성

□ ㉔ 지역의 수직면 조도에 따른 건물주소판 및 도로명판 실험결과 분석

수직조도에 따른 10m거리에서 건물주소판의 인지여부 실험결과는 다음과 같다. '다'지역에서는 세 명의 피실험자 모두가 열 번의 실험에서 건물주소판에 대해 정확하게 인지하지 못하였으나, 4회차 실험까지는 건물주소판의 도로명에 대해 1~2글자만 인지를 못하는 경우가 많았다. 5회차 실험에서는 피실험자 모두 건물주소판에서 건물번호만 정확하게 인지하였으며, 6회차 실험 이후부터는 건물번호도만 인지하거나 건물번호조차 인지하지 못하는 경우가 많은 것으로 나타났다.

수직조도에 따른 4m거리에서 건물주소의 인지여부 실험결과, 단순한 도로명의 경우 낮은 조도에서도 쉽게 인지하였으나 받침이 많고 복잡한 구조의 도로명의 경우에는 4m거리에서도 조도가 낮아지면 인지하기 어려운 것으로 확인되었다.

10m거리에서 도로명판의 인지여부 실험결과는 다음과 같다. 6회차 실험부터는 한 명의 피실험자가 도로명의 문자가 인지하기 어려운 것으로 나타났으며, 조도가 급격하게 낮아진 마지막 회차 실험에서는 피실험자가 도로명주소의 글자를 정확하게 인지하지 못하는 경우가 존재하는 것으로 나타났다.

종합하면, 앞서 다른 대상지와 유사하게 10m거리의 5회차 실험(평균수평조도 45.87lux, 최소수직조도 15.62lux)부터 시각정보 인지정도가 감소하는 것으로 나타났다. 다만, 다른 지역에 비해 건물 주소의 경우 제대로 인지하는 경우가 적었는데, 이는 도로명 주소 글자의 복잡도에 따라 나타난 결과로 보여진다. 그리고 4m거리의 경우, 평균수평조도 2.18lux, 최소수직조도 1.18lux인 마지막 회차에서는 주소정보를 정확하게 인지하지 못하는 경우가 나타났다. 도로명 주소의 경우, 6회차와 마지막회차를 제외하고는 인지하는데 어려움이 없는 것으로 나타났다.

[표 4-34] ㉔ 지역의 수직조도에 따른 건물주소 및 도로명 시인여부

구분	건물주소						도로명					
	10m			4m			10m			4m		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	●	△	●	●	△	●	●	●	●	●	●	●
2	●	●	○	●	●	○	●	●	●	●	●	●
3	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	○	△	△	○	○	●	●	●	●	●	●	●
5	△	X	△	●	●	○	●	△	●	●	△	●
6	△	X	△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7	△	△	△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8	△	△	△	○	●	●	●	●	●	●	●	●
9	△	X	△	○	○	●	△	●	●	△	●	●
10	△	X	△	●	X	○	●	●	△	●	●	△

주: 모두 인지할 경우에는 '●'를 부여하고, 받침을 제대로 인지 못했을 경우, '○' 숫자만 인지 할 경우에는 '△', 주소를 정확하게 인지못할 경우 'X'를 부여

출처: 연구진 작성

□ ㉔ 지역의 수직면 조도에 따른 행동 및 인물 실험결과

10m거리에서 행동 인지여부 실험결과와 다음과 같다. 세 명의 피실험자가 모든 실험에서 행동에 대해 인지하는 것으로 나타났다. 이는 주거지역 대상지와도 같은 실험결과이며, 4m거리에서 수행한 실험에서도 동일한 결과를 보여주었다.

10m거리에서 인물 인지여부 실험결과와 다음과 같다. 1회차 실험부터 6회차 실험까지 세 명의 피실험자 모두 인물에 대해 인지하는 것으로 나타났다. 7회차부터 인물에 대해 정확하게 인지하지 못하는 것으로 나타났으며, 마지막회차에서는 두 명의 피실험자가 인물에 대해 인지하지 못하는 것으로 나타났다.

수직조도에 따른 4m거리에서 인물 인지여부 실험결과, 세 명의 피실험자 모두 마지막 실험을 제외한 모든 실험에서 인물에 대해 인지하는 것으로 나타났으며, 마지막 회차에서 한 명의 피실험자만 인물에 대해 인지하지 못한 것으로 나타났다.

종합하면, 거리와 조도에 관계없이 행동에 대한 인지 정도는 주거지역과 동일한 결과를 보여주었다. 반면 인물에 대한 인지여부는 10m거리에서 평균수평조도 18.44lux, 최소수직조도 6.21lux인 6회차 실험부터 윤곽정도만 인지 가능한 경우가 나타났다. 그리고 현행 기준 조도보다 낮은 마지막 회차의 경우 피실험자 한 명을 제외하고 인물을 정확하게 인지하지 못하였다.

[표 4-35] ㉔ 지역의 수직조도에 따른 행동 및 인물 시인여부

구분	행동						인물					
	10m			4m			10m			4m		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6	●	●	●	●	●	●	●	△	●	●	●	●
7	●	●	●	●	●	●	△	●	●	●	●	●
8	●	●	●	●	●	●	●	△	●	●	●	●
9	●	●	●	●	●	●	●	X	△	●	●	●
10	●	●	●	●	●	●	●	X	X	●	△	●

주: 모두 인지할 경우에는 '●'를 부여하고, 윤곽 및 인물의 특성이 구별 될 경우 '△', 인물을 정확하게 인지 못할 경우 'X'를 부여

출처: 연구진 작성

4) 교통량 적은 상업지역

□ ㉔ 지역의 수직면 조도에 따른 색상 실험결과

10m거리에서 색상 인지여부에 대한 실험결과는 다음과 같다. 세 명의 피실험자가 모든 실험에서 행동에 대해 인지하는 것으로 나타났다. 수직조도에 따른 4m 거리에서 색상 시인여부에 대한 실험결과는 10m와 같은 결과로, 세 명의 피실험자가 모든 실험에서 조도에 영향을 받지 않았으며 색상에 대해 인지하는 것으로 나타났다.

[표 4-36] ㉔ 지역의 수직조도에 따른 색상 시인여부

구분	색상					
	10m			4m		
	A	B	C	A	B	C
1	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●
4	●	●	●	●	●	●
5	●	●	●	●	●	●
6	●	●	●	●	●	●
7	●	●	●	●	●	●
8	●	●	●	●	●	●
9	●	●	●	●	●	●
10	●	●	●	●	●	●

주: 4가지 색상을 모두 인지할 경우에는 '●'를 부여하고, 1개 이상의 색상을 인지하지 못할 경우에는 '△'를 부여

출처: 연구진 작성

□ ㉔ 지역의 수직면 조도에 따른 건물주소판 및 도로명판 실험결과 분석

10m거리에서 건물주소판의 인지여부 실험결과는 다음과 같다. 1회차 실험부터 3회차 실험까지는 세 명의 피실험자 모두 건물주소판에 대해 정확하게 인지하였으나, 일몰 시간대 실험에서는 한 명의 피실험자가 도로명 문자를 정확하게 인지하지 못하였다. 5회차부터는 대부분의 실험에서는 건물주소판의 도로명 문자는 인지하지 못하였고, 건물번호만 인지하는 것으로 나타났다.

이와는 달리 4m거리에서 건물주소의 인지여부 실험결과, 세 명의 피실험자가 모든 실험에서 조도에 영향을 받지 않았으며 건물주소판에 대해 인지하는 것으로 나타났다.

도로명 인지여부 실험의 결과, 거리와 조도 변화에 관계없이 피실험자 모두 시각 정보를 제대로 인지하는 것으로 나타났다.

종합하면, 건물주소에 대한 인지여부는 평균수평조도가 61.58lux, 최소수직조도가 21.50lux인 5회차부터 숫자만 인지하는 경우가 나타났다. 이후 회차 실험에서도 유사하게 피실험자들이 건물주소에 대한 정보를 인식하였다. 한편, 도로명 주소의 경우는 모든 회차에서 피실험자들에 제대로 인식하였다.

[표 4-37] ㉔ 지역의 수직조도에 따른 건물주소 및 도로명 시인여부

구분	건물주소						도로명					
	10m			4m			10m			4m		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
5	●	△	△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6	△	△	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7	△	△	△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8	△	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
9	△	△	△	●	●	●	●	●	●	●	●	●
10	△	△	△	●	●	●	●	●	●	●	●	●

주: 모두 인지할 경우에는 '●'를 부여하고, 받침을 제대로 인지 못했을 경우, '○' 숫자만 인지 할 경우에는 '△'를 부여

출처: 연구진 작성

□ ㉔ 지역의 수직면 조도에 따른 행동 및 인물 실험결과

10m거리에서 행동 시인여부 실험결과는 다음과 같다. 모든 피실험자가 거리와 조도변화에 관계없이 행동에 대해 인지하는 것으로 나타났다. 이는 다른 대상지와도 같은 실험결과이다.

10m거리에서 인물 시인여부 실험결과는 다음과 같다. 4회차 실험을 제외하고, 1회차 실험부터 7회차 실험까지 세 명의 피실험자가 모두 인물에 대해 인지하는 것으로 나타났다. 8회차에서는 피실험자들이 인물에 대해 식별하지 못하거나 실험 인물이 아닌 다른 사람으로 인지하였다.

4m거리에서 인물의 시인여부 실험결과, 1회차 실험부터 9회차 실험까지 세 명의 피실험자 모두 인물에 대해 인지하는 것으로 나타났다. 마지막 회차에서 한 명의 피실험자가 인물에 대해 정확하게 인지하지 못하는 것으로 나타났다.

㉔ 대상지는 다른 대상지에 비해 조도가 높게 측정되었다. 그래서 상대적으로 시각정보를 제대로 인식하는 경우가 많았으나 다른 대상지와 유사하게 9회차(평균 수평조도 24.13lux, 최소수직조도 6.84lux)에서 피실험자들이 제대로 인물 정보를 인지하지 못했다. 특히, 마지막 회차(평균수평조도 13.43ux, 최소수직조도 3.65lux)는 현행 조도기준보다 높은 수준이나 10m지점에서는 누군지 알지 못하는 경우가 존재했고, 4m지점에서는 윤곽정도만 인지하는 결과를 보여주었다.

[표 4-38] ㉔ 지역의 수직조도에 따른 행동 및 인물 시인여부

구분	행동						인물					
	10m			4m			10m			4m		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
2	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
3	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
4	●	●	●	●	●	●	●	△	●	●	●	●
5	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
7	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8	●	●	●	●	●	●	●	△	●	●	●	●
9	●	●	●	●	●	●	●	△	△	●	●	●
10	●	●	●	●	●	●	△	X	△	●	△	●

주: 모두 인지할 경우에는 '●'를 부여하고, 윤곽 및 인물의 특성이 구별 될 경우 '△', 인물을 정확하게 인지 못할 경우 'X'를 부여

출처: 연구진 작성

4. 소결

□ 영상정보를 활용한 범죄두려움 변화 분석 결과

주거지역의 경우, 일몰 이후 조도가 내려가면서 몇몇 영상(시점)에서 ‘보통(4점)’ 이상의 평균 범죄두려움을 보였다. 하지만 구체적인 임계점은 대상지 특성에 따라 조금 다르게 나타났는데, 보행자가 많은 ‘가’ 지역의 경우 5lux, 보행자가 적은 ‘나’ 지역의 경우 1lux 미만에서 ‘보통(4점)’ 이상의 평균 범죄두려움을 느끼는 것으로 나타났다. 따라서 주거지의 광공해 기준을 준수하기 위하여 조도를 10lux 미만으로 유도하더라도, 최소 5lux 정도의 조도는 유지할 필요가 있을 것으로 판단된다.

구체적으로 ㉠대상지는 5회차 실험(평균수평조도: 17.55lux, 최소수직조도: 5.32lux)에서 이전에 비해 두려움이 크게 증가했다. 이후 회차에서 두려움들은 모두 평균 3점대 후반으로 나타났으며, 9회차(평균수평조도: 4.6lux, 최소수직조도: 0.37lux)에서 두려움이 높았다.

㉡대상지는 ㉠대상지보다 앞서 4회차 실험(평균수평조도: 73.11lux, 최소수직조도: 25.22lux)에서 두려움이 크게 증가하였다. 일몰 이후에는 6회차 실험(평균수평조도: 1.03lux, 최소수직조도: 0.46lux)에서 유사한 정도로 두려움이 크게 증가하였다. 이 후 회차에서 두려움들은 모두 평균 3점대 후반으로 나타났으며, 전체적으로 ㉠대상지에 비해 사람들이 두려움이 높게 나타났다.

㉢대상지는 주거지역 내 대상지보다 범죄두려움이 상대적으로 낮았다. 본인이 느끼는 두려움은 5회차(평균수평조도: 45.87lux, 최소수직조도: 15.62lux)에 크게 증가하였고, 가족 또는 지인의 범죄피해두려움은 6회차(평균수평조도: 18.44lux, 최소수직조도: 6.21lux)에 크게 증가하였다. 다만, 두려움의 평균값은 동일회차의 주거지역 대상지보다 낮게 나타났다. 그리고 10회차(평균수평조도: 1.03lux, 최소수직조도: 0.46lux)에 범죄두려움이 가장 높은 것으로 나타났다.

㉣대상지는 일몰전의 경우, ㉢대상지와 범죄두려움 수준이 유사하나 일몰후에는 상대적으로 더 높게 나타났다. 일몰 이후 범죄두려움이 크게 증가한 지점이 6회차(평균수평조도: 22.27lux, 최소수직조도: 7.4lux), 8회차(평균수평조도: 24.35lux, 최소수직조도: 7.76lux)로 조도가 낮아지면서 사람들의 범죄두려움도 증가하였다.

이와 동시에 조도가 범죄두려움에 미치는 영향을 파악하고자 교차분류다층모형

분석을 수행하였다. 그 결과, 조도가 높을수록 범죄두려움이 낮게 나타나는 것으로 나타났다. 조도 종류별로 살펴보면 비슷한 정도의 영향력을 행사하는 반면 대상지별로는 주거지역과 상업지역에 따라 차이가 크게 존재한다.

□ 조도변화에 따른 시각정보 인지여부 분석 결과

결과들을 종합해보면, CPTED 기준에서 언급되는 10m 지점에서 어떤 사람인지 어떤 문구가 적혀있는지 구별하기에는 현재 제안된 조도기준이 낮은 것으로 나타났다. 구체적으로 실증연구 결과를 종합해보면 다음과 같다. 첫째, 수직면 조도 변화에 따른 시인성 결과를 살펴보면 시각정보로부터 4m떨어진 지점에서는 주거지역에서는 교통량에 관계없이 기존에 명시된 기준조도보다 높은 조도에서부터 시각정보를 얻기가 어려운 것으로 나타났다. 반면에 상업지역에서는 기준조도보다 낮은 조도에서 정보를 얻기 어려운 것으로 나타나 현재의 조도 기준을 준수 할 경우, 4m 지점에서 사람의 얼굴, 행동 등을 인식하는데 어려움이 없다는 결과를 도출하였다.

CPTED 기준에서 언급되는 10m지점에서의 결과를 살펴보면, 주거지역은 4m 지점과 비슷한 결과가 도출되었다. 여기서 차이점은 파란색과 초록색은 6lux 지점에서부터 구분이 어려운 것으로 나타났다. 이는 기존의 연구와 유사한 결과(이동기 2015, p.108)로 어두운 환경에서는 수직조도에 영향을 많이 받지 않는 노란색과 빨간색 등 구분이 용이한 색상을 활용하는 것이 야간의 시각 정보를 제공하는데 용이한 것으로 보인다. 한편, 상업지역에서는 10m지점에서는 글자 시각 정보는 기준 수직면 조도보다 높은 조도에서부터 인지가 어려웠다. 인물의 경우, 교통량이 많은 상업지역은 기준치의 근사값에서부터 인지가 어려운 반면, 교통량이 적은 사업지역은 기준치를 상회하는 조도값에서부터 인식이 어려운 것으로 나타났다.

종합해보면, 동일한 기준조도에서 10m거리 실험에서 4m거리에서보다 사람들이 시각정보를 인지하는데 어려움이 존재했다. 특히, 글자정보나 인물의 경우, 개개인이 특정위험요인으로부터 방어할 수 있는 최단거리인 4m지점에서 현행 기준조도보다 높은 수준에도 불구하고 인지하는데 어려움이 일부 존재했다. 이는 현재 보행자를 위한 도로조명의 수직면 조도 기준을 올릴 필요가 있음을 시사한다.

□ 기준 개선안 제안

본 연구에서는 조도변화에 따른 대상지별 범죄두려움 변화를 파악하여 주거지역의 경우, 현행 기준조도보다 높은 수준에서 범죄두려움의 임계점을 분석하였다. 이와 동시에 조도와 범죄두려움간의 관계를 분석함으로써 조도가 증가함에 따라 범죄두려움이 완화되는 것을 보여주었다. 그리고 시각정보에 대한 인지여부 분석을 통해 현재 기준에는 우리의 생활과 밀접한 연관이 있는 시각정보를 제대로 인지하기 어렵다는 것을 보여주었다. 종합해보면 현안에 명시된 기준에서는 두려움은 높았으며, 시인성은 떨어졌다. 일몰이후, 6회차 실험에서 변화가 존재하거나 잘 보이지 않는 경우가 나타났다. 그 정도가 주거지역에서는 뚜렷하게 나타났으며 상업지역에서도 미미하지만 유사한 결과가 나타났다.

본 연구에서는 시인성분석결과와 종합하여 연직면조도에 초점을 맞춰 개선 기준안을 제안하고자 한다. 요소들이 변하는 시점과 현안 사이에서 해당 가로에 평균 조도와 균제도를 고려하여 아래와 같이 수직면 조도 개선(안)을 제안하고자 한다. 이때, 수직면 조도의 경우 「인공조명에 의한 빛공해 방지법」제6조제1항과 관련된 별표 1의 빛방사허용기준을 준용하였다.

[표 4-39] KS조도기준 개선(안)

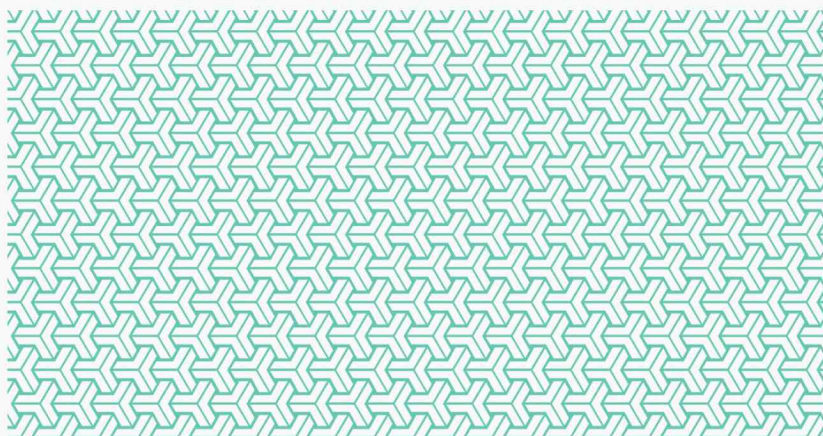
(단위: lux)

현행 ¹³⁾				개정(안)			
야간 보행자 교통량	지역	수평면 조도	수직면 조도	야간 보행자 교통량	지역	수평면 조도	수직면 조도
교통량이	주거지역	5	1	교통량이	주거지역	5	2
많은 도로	상업지역	20	4	많은 도로	상업지역	20	6
교통량이	주거지역	3	0.5	교통량이	주거지역	3	1
적은 도로	상업지역	10	2	적은 도로	상업지역	10	3

출처: 연구진 작성.

13) KS A 3701 6.2 보행자에 대한 도로의 조명 기준 a)조도와 관련된 부표 3.

제5장 결론



1. 연구의 요약
2. 연구의 한계 및 향후 연구 과제

1. 연구의 요약

조명은 어두운 곳에서 무언가를 보거나 활동을 하기 위해 중요한 요소 중 하나이다. 조명은 야간의 활동 시에 보다 넓은 시야를 확보해주고, 어둡고 숨을 수 있는 공간을 최소화시켜 줌으로써 사람들이 느끼는 두려움을 완화시킨다.

본 연구에서는 사람들이 인식하는 조명의 밝기와 연관된 수평조도와 야간활동의 시인성에 중요한 역할을 하는 수직조도의 기준이 적절한지에 대한 연구를 진행하였다. 실험은 서울시 상도1동 일대 네 곳의 이면도로를 대상으로 진행되었으며 구체적인 실험방법은 다음과 같다. 첫째, 360도 영상과 VR기기를 활용해 조도변화에 따른 사람들의 두려움변화를 파악하고, 실제 조도가 두려움에 미치는 영향을 분석하였다. 둘째, 조도변화에 따라 사람들의 다양한 시각 정보에 대한 인지 정도를 파악하였다.

위의 분석 방법을 활용하여 연구한 결과는 다음과 같다. 첫째, 실험 참여자들은 상업지역 영상(㉔, ㉕)에 비해 주거지역(㉖, ㉗) 영상에서 더 높은 범죄두려움을 느꼈다. 이는 비교적 늦은 시간까지 상업활동이 일어나는 상업지역에 비해 공공해 피해방지를 위한 야간 조도 규제가 적용되는 주거지역의 조도가 더 낮기 때문이다.

시인성 분석결과에서도 지역별 결과는 유사하게 나타났다. 시각정보로부터 10m와 4m떨어진 지점에서의 실험 결과, 주거지역에서는 교통량에 관계없이 기존에 명시된 기준조도보다 높은 조도에서부터 시인성이 낮았다. 상업지역에서도 마찬가지로 기준조도보다 높은 조도에서 시인성이 낮아지는 것으로 나타났다. 여기서 차이점은 파란색과 초록색은 최소수직조도가 6lux 지점에서부터 구분이 어려운 것으로 나타났다. 이는 기존의 연구와 유사한 결과(이동기 2015, p.108)로 어두운 환경에서는 수직조도에 영향을 많이 받지 않는 노란색과 빨간색 등 구분이 용이한 색상을 활용하는 것이 야간의 시각 정보를 제공하는데 용이한 것으로 보인다.

한편, 상업지역의 경우에는 밤늦은 시간까지 일정 수준 이상의 조도가 확보되어, 모든 영상에서 ‘보통(4점)’ 미만의 평균 범죄두려움을 보였다. 하지만, COVID-19에 따른 영업시간 제한으로 상업시설의 영업종료 시간 후 조도가 갑작스럽게 낮아지는 경향이 있어 그 이후 시간대의 조도 및 범죄예방 관리가 요구된다.

그리고 10m지점에서는 글자 시각정보는 기준 수직면 조도보다 높은 조도에서부터 인지가 어려웠다. 인물의 경우, 교통량이 많은 상업지역은 기준치의 근사값에서부터 인지가 어려운 반면, 교통량이 적은 상업지역은 기준치를 상회하는 조도

값에서부터 인식이 어려운 것으로 나타났다.

둘째, 실험 참여자들은 주거, 상업 모두 보행량이 많은 지역(㉓, ㉔)에 비해 적은 지역(㉕, ㉖)에서 더욱 큰 범죄두려움을 느꼈다. 또한, 교차분류 다층분석에서 30개 모형 중 단 2개 모형에서만 유의한 관계를 보이긴 했지만, 각 영상에 등장하는 보행량과 통행량 변수 역시 범죄두려움과 음의 관계를 보이는 것으로 나타났다. 따라서 어두운 이면도로에서의 사람의 등장은 두려움보다는 안도감으로 인식된다는 잠정적인 결론을 내릴 수 있다.

셋째, 실험 참여자들은 본인 보다는 가족 및 지인의 범죄두려움을 더욱 크게 인식했으며, 이는 특히 남성 참여자들에게서 두드러지게 나타났다. 또한, 교차분류 다층분석 모형 모두에서, 남성은 여성들에 비해 본인 범죄두려움을 적게 느끼는 것으로 나타났다.

넷째, 조도와 범죄두려움은 계수 값이 음인 로그함수 형태의 관계를 갖는다. 즉, 일정 수준 이하의 조도에서는 조도 증가시 범죄두려움이 크게 감소하지만, 일정 이상의 조도가 확보된 이후에는 범죄두려움 감소효과가 크지 않다. 때문에 저녁 시간 때까지 일정 조도 이상이 확보되는 상업지역의 경우 조도 증가에 따른 효과가 상대적으로 작으며, 실험참여자들의 범죄두려움 역시 보통 미만으로 측정된다. 반면, 주거지역의 경우, 일몰 이후 조도가 내려가면서 몇몇 영상(시점)에서 '보통(4점)' 이상의 평균 범죄두려움을 보였는데, 구체적인 임계점은 보행자가 많은 '가' 지역의 경우 5lux, 보행자가 적은 '나' 지역의 경우 1lux 미만으로 대상지 특성에 따라 조금 다르게 나타났다.

다섯째, 조도는 어떠한 형태로 측정하든 범죄두려움과 음의 관계를 보이는 것으로 나타났다. 이는 수평 평균조도와 수직 최소조도뿐 아니라, 균제도 역시 범죄두려움 감소에 중요한 역할을 할 수 있음을 시사한다. 다만, 어떠한 형태로 측정하든 조도 상승의 효과는 상점의 네온사인 등으로 상대적으로 높은 조도가 유지되는 상업지에 비해 광공해 방지를 위해 조도가 10lux 이하로 통제되는 주거지에서 더욱 크게 나타난다. 즉, 만약 가로등 개선 등을 통해 조도를 향상시킬 수 있다면, 그 효과(범죄두려움 감소)는 주거지에서 더욱 크게 나타날 것이다.

본 연구의 목적을 위해 수행된 실험 결과를 종합하면, 상업지역에 비해 주거지역에서 범죄두려움이 더 강하게 나타났으며, 시각정보에 대한 인지도 떨어졌다. 조도변화에 따른 실험결과들도 형형 조도기준보다 높은 지점에서 범죄두려움이 발현되고, 시각정보의 인지가 어려운 것으로 나타났다. 연구결과에 따라 조도 현행 조도 기준은 수직 조도를 일부 개선하는 방향으로 제안하였다.

2. 연구의 한계 및 향후 연구 과제

본 연구는 범죄두려움 저감을 위한 조도 기준 제안을 위해 조도변화에 따른 범죄 두려움 변화 및 시각정보 인지여부를 종합적으로 분석했다는 점에서 의의를 가진다. 하지만 조명에는 다양한 요인들이 존재하고, 분석을 수행하는 과정에서 다음과 같은 연구의 한계를 지니고 있어, 향후 보다 세부적인 요인 분석을 위한 후속연구가 필요할 것으로 보인다.

첫째, 연구대상자를 특정집단으로 한정하여 연구를 수행함으로써 범죄취약계층에 대한 종합적인 접근이 부족하다. 비록 본 연구의 대상자들이 가장 큰 두려움을 느끼는 연령층이라고는 하나 다양한 계층을 종합적으로 고려하여 보다 일반화시킬 수 있는 결과도출이 필요하다.

범죄두려움을 발현과 관련된 이론 중 취약성 가설에 따르면 여성이나 노약자, 아동은 신체적 취약성으로 인해 범죄두려움이 높게 나타날 수 있다. 또한 범죄 피해에 노출될 가능성이 높은 직군이나 일상생활로 인한 사회적 취약성으로 범죄두려움이 높게 나타날 수 있다. 즉, 범죄두려움과 관련된 부분에서는 다양한 계층에 대한 고려가 필요하나 본 연구에서는 가장 큰 두려움을 느끼는 20대연령층으로 한정하였다. 향후 연구에서는 범죄두려움에 영향을 줄 수 있는 인구 사회적 특성을 고려하여 종합적인 접근이 필요하다.

둘째, 조명의 요소에는 다양한 것들이 존재하나 본 연구에서는 조도에 초점을 맞춰 단편적으로 제안하고 있다. 특히, 휘도는 사람이 시각정보를 인지하는데 있어 조도만큼이나 중요한 요소이다. 눈부심이 심할 경우, 일시적으로 눈 앞의 물체나 사람을 빠르게 인식하기 어렵고, 사람들이 두려움을 느낄 가능성이 높아진다. 그래서 휘도, 조명의 방사 등을 고려하여 종합적으로 파악하는 연구가 필요하다. 그리고 조도기준뿐만 아니라 범죄두려움 저감을 위한 조명 설치 방안 등 공간적인 측면도 고려하여 안전한 생활공간 조성을 위한 대안 연구가 필요하다.

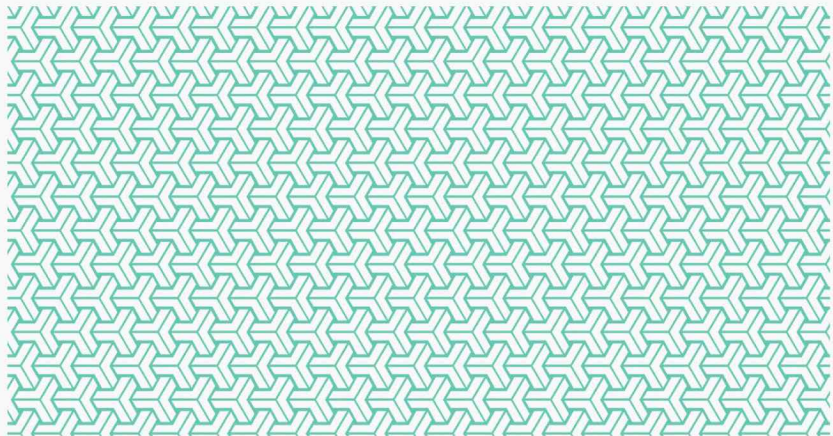
셋째, 실제 대상지의 현장감을 높였다고는 하나 완전히 동일한 영상을 제공하는 데 한계가 존재한다. 본 연구는 기존 연구들이 가지는 한계를 보완하기 위해 현장 기반 영상촬영본을 활용하여 연구를 진행하였다. 상대적으로 몰입감을 뛰어났으나, 실제 대상지가 가지는 분위기나 느낌을 완전히 재현하기 어려우며, 촬영된 영상에 따라 시선이동만 가능하여 자유로운 이동에 제약이 존재한다.

넷째, 본 연구에서는 연구결과를 일반화 하기에는 적은 표본수를 가지는 한계가 있다. 수직조도와 연관성이 높은 시인성 분석의 경우, 현장에서 반복적으로 시행

해야하고 COVID19라는 변수로 인해 연구에 참여한 표본수가 적다. 이는 연구 결과가 과대 혹은 과소 평가 될 가능성을 야기 한다. 향후에는 보완할 수 있는 방안을 모색하여 연구결과를 보다 일반화 시킬 수 있는 연구가 필요하다.

본 연구는 위와 같은 한계가 존재함에도 불구하고, 사람들의 범죄두려움이 증가하는 조도지점을 파악했다는 점과 VR 기반의 실험을 수행했다는 점에서 의의가 있다. 향후에는 위의 한계점을 보완할 수 있는 방안을 모색하여 안전한 야간환경 조성을 위한 조명계획 수립 방안을 제안하고자 한다.

참고문헌



□ 문헌자료

- 고재규. (2016). 감성만족도를 고려한 빛 품질 최적화 모델 개발에 관한 실험적 연구. 성균관대학교 박사학위 논문.
- 김광훈. (2019). 셉테드(CPTED) 조명 계획에 있어 안면 인식을 위한 조명 물리량의 정량적 정성적 분석. 경희대학교 석사학위 논문.
- 김대진, 이효창, 김나연, 하미경. (2009). 아파트 단지 외부공간의 범죄불안감과 조명계획에 관한 연구. 대한건축학회논문집 - 계획계, 25(1), 133-144.
- 김민영, 한미경, 박희정. (2019). 전국범죄피해조사 2018. 한국형사정책연구원.
- 김명선. (2016). 노후주거지역의 안전한 보행공간을 위한 빛의 구현방안에 관한 연구. 조선대학교 박사학위 논문.
- 김종오. (2017). "LED조명의 스펙트럼과 S/P ratio 관계에 관한 연구. 부경대학교 석사학위 논문.
- 김현지, 안옥희. (1999). 실내공간에서의 인공조명 균제도 산출방법에 대한 일고찰. 한국조명·전기설비 학회지, 13(2), 7-11.
- 김현지 (2015). 각국의 보행자 조명 관련 기준 및 보행자 조명 설계 요건. 한국조명전기설비학회지, 29(6), 28-36.
- 대검찰청. (2020). 2020 범죄분석. 검찰.
- 박정숙. (2015). 안전디자인을 통한 지역사회 범죄예방. 한양대학교 석사학위 논문.
- 박정숙, 장영호. (2015). 지역사회 범죄예방을 위한 야간조명 개선에 관한 연구. 한국디자인문화학회지, 21(2), 261-27
- 박진상, 정므엘, 박채린, 김경도. (2018). 범죄 예방 환경 설계를 위한 최적의 색채와 조명 수준의 탐색 연구. 대한인간공학학회지, 37(2), 123-142.
- 서울특별시. (2012) 서울시 재정비촉진(뉴타운)사업 “범죄예방 환경설계(CPTED)”지침. 서울특별시.
- 손동필, 현태환, 박유나. (2020). 여성범죄예방 인프라 구축사업의 효과성 분석. 건축공간연구원.
- 오승남, 이호중. (2005). 빛을 통해 표현되는 공간인지에 관한 연구. 한국실내디자인학회 논문집, 14(2), 49.
- 이경훈. (1998). 환경특성과 범죄의 두려움간의 관계에 대한 이론적 모델. 대한건축학회, 14(12), 23-30
- 이동기. (2015). 보행을 위한 야간 빛환경 디자인에 관한 연구: 보행자의 시인성에 기초한 수직조도를 중심으로. 서울시립대학교 석사학위 논문.
- 이성식. (2000). 거주지역의 특성과 범죄두려움 : 위험해석모델의 검증. 형사정책연구, 7 4-91.
- 이연소, 우수진, 우성준. (2016). 도로규모별 광고조명의 종류 및 휘도 분포에 대한 빛공해 평가. 조명·전기설비, 30(3), 29-37.
- 이정은, 최안섭. (2005). 주거공간의 실내공간별 조도기준을 위한 빛환경 연구. 조명·전기설비학회논문지, 19(3), 1-9.

- 이종식, 박진철, 김원우. (2009). 조명환경구역 구분을 위한 도심상업지역 보행자 도로의
조도분포 실태조사. 조명·전기설비학회논문지, 23(6), 1-13.
- 이형복. (2020). 대전광역시 지역안전 확보를 위한 조도평가 및 개선방안 연구. 대전광역
시: 대전세종연구원.
- 이효창, 이제화, 김대진, 하미경 (2011). '상업지역' 보행로의 범죄안전 환경을 위한 조명
계획 방향에 관한 연구. 서울도시연구, 12(1), 73-89
- 임승빈. (2007). 환경심리와 인간행태. 보문당.
- 임준태. (2009). 범죄예방론. 도서출판 대영문화사.
- (재)한국조명ICT연구원, 가람이엔지(주). (2020). 서울시 빛공해방지계획 수립 학술용역
(2020). 서울특별시.
- 정경재. (2009). 범죄발생 특성분석을 통한 범죄예방환경설계(CPTED)에 관한 연구. 경
원대학교 박사학위 논문.
- 정준화, 김종민, 조원범, 이석기, 이미애, 이동희, 김연화, 한승훈, 김지현, 정다훈. (2015)
경제성·안전성·환경성을 향상시키는 도로조명 기준 연구. 국토교통부
- 지철근, 이진우, 김수길. (1993). 기술보고 : 한국공업규격 조도기준 (KSA 3011) 개정연
구. 조명전기설비학회지, 7(6), 404-414.
- 주영하. (2021) 시각적 정연성이 가로경관의 질 인식에 미치는 영향과 그 형성요인: 서울
시 내 6가지 가로유형을 중심으로. 서울대학교 박사학위 논문.
- 차인호. (2016). 빛의 공간적 특성과 공간인상의 관계성에 대한 연구. 성균관대학교 박사
학위 논문.
- 통계청. (2020). 2020년 사회조사결과(가족·교육과 훈련·건강·범죄와 안전·생활환경), 1
1월 18일 보도자료..
- 한중성, 정선희, 박상수, 이창모, 김훈. (2006). 각국의 도로조명 기준 비교분석 및 새로운
기준 제안. 한국조명전기설비학회 학술대회논문집, 91-96
- 황성은, 윤성빈, 최병윤, 강부성. (2020). 공동주택 외부조명 설치 현황에 따른 거주자의
범죄불안감 분석 연구. 한국셰드학회, 11(1), 179-222.
- Appleton, J. (1975). The experience of place, London: Wiley.
- Atkins, S., Husain, S. & Storey, A. (1991). 「The influence of street lighting on crime
and fear of crime. London: Home Office.
- Baumer, T. L. (1985). Testing a general model of fear of crime: Data from a nation
al sample. Journal of research in crime and delinquency, 22(3), 239-255.
- Bell, P. A., Green, T., Fisher, J. D. & Baum, A. (2008). 환경심리학(2판). (이진환, 홍기
원, 역). 서울:시그마프레스. (원본출판 2001년, 5판)
- Boyce, P. R., Eklund, N. H., Hamilton, B. J. & Bruno, L. D. (2000). Perceptions of sa
fety at night in different lighting conditions. International Journal of Lighti
ng Research and Technology, 32(2), 79-91.
- Boyce, P. R. (2019). The benefits of light at night. Building and Environment, 151,
356-367.
- Boomsma, C. & Steg, L. (2014a). Feeling Safe in the Dark: Examining the Effect of

- Entrapment, Lighting Levels, and Gender on Feelings of Safety and Lighting Policy Acceptability. *Environment and Behavior*, 46(2), 193-212.
- Boomsma, C. & Steg, L. (2014b). The effect of information and values on acceptability of reduced street lighting. *Journal of Environmental Psychology*, 39, 22-31.
- Caminada, J. F., & Van Bommel, W. J. M. (1984). New lighting criteria for residential areas. *Journal of the Illuminating Engineering Society*, 13(4), 350-358.
- Castro-Toledo, F. J., Perea-García, J. O., Bautista-Ortuño, R. & Mitkidis, P. (2017). Influence of environmental variables on fear of crime: Comparing self-report data with physiological measures in an experimental design. *Journal of Experimental Criminology*, 13(4), 537-545.
- Conklin, J. E. (1975). *The impact of crime*. New York: Macmillan.
- Ceccato, V. (2020). The architecture of crime and fear of crime: Research evidence on lighting, CCTV and CPTED features 1. In *Crime and Fear in Public Places* (pp. 38-72). Routledge.
- Dosen, A. S. & Ostwald, M. J. (2016). Evidence for prospect-refuge theory: a meta-analysis of the findings of environmental preference research. *City, Territory and Architecture*, 3(1), 1-14.
- DuBow, F., McCabe, E. & Kaplan, G. (1980). Reactions to crime: a critical review of the literature. U. S. Department of Justice.
- Evans, D. J. & Fletcher, M. (2000). Fear of crime: testing alternative hypotheses. *Applied geography*, 20(4), 395-411.
- Farrington, D. P. & Welsh, B. C. (2002). Improved street lighting and crime prevention. *Justice quarterly*, 19(2), 313-342.
- Ferraro, K. F. (1995). *Fear of Crime: Interpreting Victimization Risk*. New York: SUNY Press.
- Ferraro, K. F. (1996). Women's Fear of Victimization: Shadow of Sexual Assault?. *Social Forces*. 75(2). 667-690
- Fisher, B. S. & Nasar, J. L. (1992). Fear of crime in relation to three exterior site features: Prospect, refuge, and escape. *Environment and Behavior*, 24(1), 35-65.
- Fotios, S. & Castleton, H. (2016). Specifying Enough Light to Feel Reassured on Pedestrian Footpaths. *LEUKOS - Journal of Illuminating Engineering Society of North America*, 12(4), 235-243.
- Haans, A. & De Kort, Y. A. (2012). Light distribution in dynamic street lighting: Two experimental studies on its effects on perceived safety, prospect, concealment, and escape. *Journal of Environmental Psychology*, 32(4), 342-352.
- Hillier, B. & Sahbaz, O. (2005). High resolution analysis of crime patterns in urban street networks: an initial statistical sketch from an ongoing study of a London

- on borough. In Proceedings Space Syntax. 5th International Symposium, Delft.
- Ittelson, W. H. (1978). Environmental perception and urban experience. *Environment and behavior*, 10(2), 193-213.
- Jacobs, J. (2010). 미국 대도시의 죽음과 삶. (유강은 역). 그린비 (원본 출판 1993년, 2판).
- Jeffery, C. R. (1977). *Crime prevention through environmental Design* (2nd ed.), California: Sage.
- Kim, J. & Kim, S. (2019). Finding the optimal D/H ratio for an enclosed urban square: Testing an urban design principle using immersive virtual reality simulation techniques. *International journal of environmental research and public health*. 16(5), 865.
- Kim, D. H. & Noh, K. B. (2018). Perceived adequacy of illumination and pedestrians' night-time experiences in urban obscured spaces: A case of London. *Indoor and Built Environment*, 27(8), 1134-1148.
- Kim, D., & Park, S. (2017). Improving community street lighting using CPTED: A case study of three communities in Korea. *Sustainable cities and society*, 28, 233-241.
- Lessiter, J. & Freeman, J. (2001). A Cross-Media Presence Questionnaire: The ITC-Sense Of Presence Inventory. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*. 10(3), 282-297.
- Loewen, L. J., Steel, G. D. & Suedfeld, P. (1993). Perceived safety from crime in the urban environment. *Journal of Environmental Psychology*, 13(4), 323-331.
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation. *Psychological review*, 50(4), 370.
- Mattoni, B., Burattini, C., Bisegna, F. & Fotios, S. (2017). The pedestrian's perspective: How do illuminance variations affect reassurance?, In 2017 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2017 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC/I&CPS Europe), 1-5. (2017.6.6.-9.)
- Nasar, J. L. & Bokharai, S. (2017). Impressions of lighting in public squares after dark. *Environment and Behavior*, 49(3), 227-254.
- Newman, O. (2020). 방어공간: 도시 디자인을 통한 범죄예방. (박준휘 역). 한국형사정책연구원. (원본출판 1972년).
- Painter, K. (1996). The influence of street lighting improvements on crime, fear and pedestrian street use, after dark. *Landscape and urban planning*, 35(2-3), 193-201.
- Schwebel, D. C., Combs, T., Rodriguez, D., Severson, J. & Sisiopiku, V. (2016). Community-based pedestrian safety training in virtual reality: A pragmatic trial. *Accident Analysis & Prevention*. 86, 9-15.

- Skogan, W. (1986). Fear of crime and neighborhood change. *Crime and justice*, 8, 203-229.
- Taylor, L. H., & Socov, E. W. (1974). The movement of people toward lights. *Journal of the Illuminating Engineering Society*, 3(3), 237-241.
- van Osch, T. H. J. (2010). Intelligent Dynamic Road Lighting and Perceived Personal Safety of Pedestrians. Master, Eindhoven University of Technology, Eindhoven. (0640876), p.4
- van Rijswijk, L. & Haans, A. (2018). Illuminating for safety: Investigating the role of lighting appraisals on the perception of safety in the urban environment. *Environment and behavior*, 50(8), 889-912.
- Veitch, J. A., Newsham, G. R., Boyce, P. R. & Jones, C. C. (2008). Lighting appraisal, well-being and performance in open-plan offices: A linked mechanisms approach. *Lighting Research & Technology*, 40(2), 133-151.
- Warr, M. (1984). Fear of Victimization: Why are Women and the Elderly More Afraid?. *Social Science Quarterly*. 65(3). 681-702.
- Warr, M. (2000). Fear of crime in the United States: Avenues for research and policy. *Criminal justice*, 4(4), 451-489.
- Warr, M. & Ellison, C. G. (2000). Rethinking social reactions to crime: Personal and altruistic fear in family households. *American journal of Sociology*, 106(3), 551-578.
- Wu, S. (2014). Investigating Lighting Quality: Examining the Relationship between Perceived Safety and Pedestrian Lighting Environment. (Doctoral dissertation), Virginia Tech, Blacksburg.
- Yin, P. P. (1980). Fear of Crime among the Elderly: Some Issues and Suggestions. *Social Problems*, 27(4), 492-504.
- 日本建築學會. (2006). 인간심리행태와 환경디자인(2판). (배현미, 김종하 역). 보문당. (원본출판 1998년)
- 公益財団法人・日本防犯設備協会 (2019) ,安全安心なまちづくりをめざして防犯照明ガイド vol.6

□ 법률, 표준

도로안전시설 설치 및 관리지침. 국토교통부예규 제318호. 세부지침. 제2편 조명시설.

4. 연속조명.

인공조명에 의한 빛공해 방지법. 법률 제16610호 제2조제2호.

인공조명에 의한 빛공해 방지법. 대통령령 제30685호 제2조.

인공조명에 의한 빛공해 방지법. 법률 제16610호 제6조제1항 관련 [별표1].

주소정보시설규칙. 행정안전부령 제256호 [별표3].

주소정보시설규칙. 행정안전부령 제256호 [별표8].

KS A 3011:1998(2018 확인) 조도기준, 2018-0534.

KS A 3701:2014(2019 확인) 도로조명기준, 2019-0591.

KS A 8800:2012(2017 확인) 범죄예방 환경설계(CPTED)-기반표준, 2017-0362.

KS C 7658:2021 LED 가로등 및 보안등 기구, 2021-0634.

□ 웹페이지

범죄예방디자인연구센터 <http://www.cpted.kr/?r=home&c=02/0202> (검색일: 21. 12. 20)

통계청. (2019). 야간보행에 대한 안전도(성/연령·교육정도·혼인상태별). https://gsis.kwdi.re.kr/statHtml/statHtml.do?orgId=338&tblId=DT_1WCC61(검색일: 2021.04.20.)

카카오맵. <http://map.kakao.com>

Generated Photo. <https://generated.photos/faces>. (검색일: 2021.05.24)

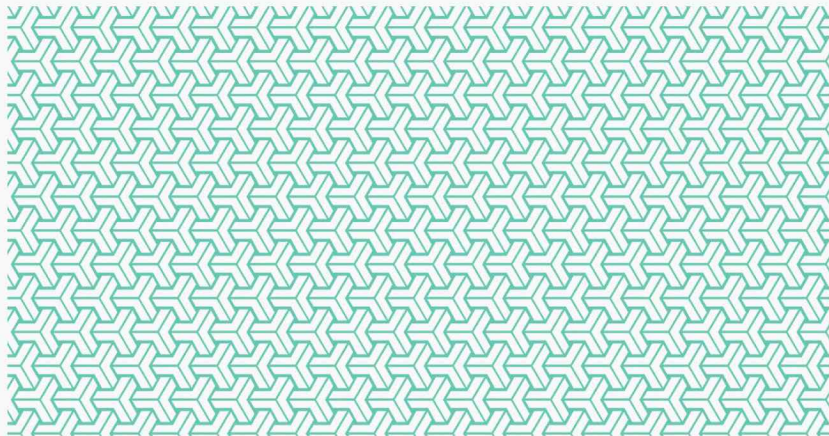
KONICA MINOLTA 홈페이지. 조도계 T-10A/T-10MA/T-10WSA/T-10WLA 제품정보. <https://www.konicaminolta.co.kr/instruments/products/light/t10a/index.html>(검색일: 2021.06.06.)

Town & O'Tool. (2005). Crime-Friendly Neighborhood. <https://reason.com/2005/02/01/crime-friendly-neighborhoods-2/>(검색일: 2021.6.15.)

VIVE 공식홈페이지, <https://www.vive.com/kr/product/vive-pro-full-kit/>(검색일: 2021.05.07.)

A Study on Road Lighting Standards to Reduce Fear of Crime

Summary



Lighting has been regarded as an important factor for creating a safe environment at night. In the West, analysis studies on the effects of lighting have been conducted along with the lighting improvement project aimed at reducing crime in the 1960s. This can be seen as a part of satisfying people's desire for living in a safe space, and the safety that people feel here also includes relieving anxiety about crime. Because fear of crime can have a more negative effect on people's behavior and psychology than actual crime, research on reducing fear of crime is important. Theories related to the fear of crime have developed from an individual side to an environmental side based on the assumption that people's cognitions and behaviors will be changed by the environment. In particular, people perceive and react to the environment mainly through their eyes, but if they do not secure a proper field of view, people feel fear. So, lighting has been playing an important role because it expands the scope of spatial perception by providing people with a wider field of view.

Lighting is closely related to people's night activity, and previous studies have proven the effect of lighting to alleviate fear of crime. However, previous studies have limitations in not systematically analyzing differences in people's safety perceptions that change according to the brightness of lighting. In reality, it is very difficult to build various experimental environments in an actual urban space and conduct experiments by gathering residents in the space. In order to compensate for this limitation, some studies have been conducted by using photographic data taken of the actual target site or constructing a 3D virtual environment, but it has another limitation in that accurate analysis is difficult due to the lack of reality.

In this study, the change in fear of crime according to changes in illumination is analyzed by using 360-degree VR images targeting 4 streets in Seoul. In addition, it was attempted to propose improvement proposal on a road lighting standard that comprehensively considered brightness and visual information recognition by identifying the degree of perception of visual information according to changes in illumination.

First, as a result of measuring the horizontal illumination, in the case of residential areas, the illumination was generally maintained at 10 lux or less after sunset, and the lowest was recorded up to 0.74 lux. On the other hand, in the case of commercial areas, the illumination was generally maintained at 10 lux or

more until the shops were closed, and after all the shops were closed, it was recorded up to 2.18 lux. The vertical illumination showed similar values to the horizontal illumination, and the minimum vertical illumination was recorded as 0.27 lux in residential areas and 1.18 lux in commercial areas.

Second, the level of intensity at which people feel the fear of crime was analyzed by analyzing the change in fear of crime according to the change in level of illumination. Looking at the average fear of crime by time period, the average and median fear of crime increased the most after sunset. Specifically, in the 5th experiment (average horizontal illumination: 17.55 lux, minimum vertical illumination: 5.32 lux), the subject's fear increased significantly compared to the previous one. In the subsequent experiments, the fear of crime all appeared at an average of the late 3 point range, and it was high at the 9th round (average horizontal illumination: 4.6 lux, minimum vertical illumination: 0.37 lux).

The fear of crime increased significantly in the 4th experiment conducted on the ㊤ site. After sunset, fear greatly increased to a similar degree in the sixth experiment. In the subsequent experiments, fear of crime appeared to be in the late 3's on average, and overall, people felt higher fears compared to ㊤ site.

The fear of crime on the ㊤ site was relatively lower than that of the target sites in the residential area. Specifically, fear of self victimization increased significantly in the 5th experiment, and fear for other's victimization increased significantly in the 6th. However, the average value of fear of crime was lower than that of the residential area of the same experiment. And it was found that fear of crime was the highest in the 10th.

Before sunset, level of fear of crime on ㊤ target site was similar to that of the ㊤ target site, but it was relatively higher after sunset. The fear of crime increased significantly in the 6th and 8th experiment as illumination decreased.

In summary, the specific critical point was different for each target site, but in general, the fear of crime increased sharply from the experiments after sunset, and then the change weakened. As a result of analyzing the relationship between fear of crime and illumination, it was found that as illumination increased, fear of crime decreased, and it was found to be greater in residential areas than in commercial areas with relatively high illumination.

Third, the experimental results on whether visual information is recognized

according to illumination are as follows. As for the color of the ㉞ site, it became difficult to distinguish between blue and green from the 6th experiment at the 10m point. In the case of letter information, there were cases in which the final consonant was wrong or only numbers were recognized correctly from the 3rd experiment. In particular, starting with the 4th experiment, it was difficult for the subjects to recognize the letter information at the 10m point. Recognition of behavior was accurate regardless of illuminance and distance, but it was found that the recognition of a person had difficulties from the 6th round at the 4m point and the 5th experiment at the 10m point.

It was found that the case of accurate recognition in the ㉞ site was less than that of the experiment on ㉞ site. In the case of color, there were cases where it was difficult to distinguish colors even at the 4m point. In the case of building addresses, there were many cases where only numbers were recognized at the 10m point, and there were more cases like this at the 4m point than ㉞ site. In the case of a person, there were cases where it was not possible to fully recognize a person's face at the 4m point, and the lower the illuminance, the more often the person's face could not be recognized properly.

There were less cases on ㉞ site to accurately recognize color properly than that target sites in a residential area. In case of text, there was case to recognize only numbers even at high illuminance because it was difficult to recognize regardless of the illuminance due to the complexity of the letters themselves. In the person recognition part, there were more cases of recognizing people's faces properly than in residential area.

The results of ㉞ site showed similar to the ㉞ site. The building address and road name address were difficult to recognize at the 10m point, and in the 6th experiment, they could not all be recognized correctly.

To summarize the analysis results, most of the visual information was recognized at the 4m point, but in the case of a residential area with less traffic, it was difficult to recognize even at a place 4m distance from letters or characters as the illumination was the lowest among the target areas. In particular, it was confirmed that the points where it was difficult to properly recognize visual information in each target site had a higher illuminance level than the current standard.

Combining the above two experimental results, this study proposed

improvement standard in considering the standard of light emission (less than 10lux), regional average illuminance and uniformity.

This study is meaningful in that it comprehensively analyzed whether fear of crime and visibility according to the change in level of illumination and verified the relationship between illumination and fear of crime. It is also meaningful in that it supplemented the limitations of existing field-based research and virtual reality research by using 360° video and VR equipment, which were not used in existing lighting research. However, there are some limitations in the process of performing the analysis, so a future study is required

First, luminance as well as illuminance exist in the lighting element, but it is not taken into account, and the consideration of the overall planning standard as well as the lighting property is insufficient. Second, due to the nature of VR research, a comprehensive approach to various crime-vulnerable classes is lacking by limiting the survey respondents to a specific group. Because this shows limitations in generalizing the study results, future studies need to approach more diverse groups. Therefore, in future study, it is necessary to find a way to supplement the limitations of this study, and to propose a plan for establishing a lighting plan to create a safer night environment.

Keywords

Crime Prevention, Fear of Crime, Lighting Standards, KS A 3701

