

공간구문론을 활용한 도시조명계획 방법론 연구

(A study on Urban Lighting Plan methodology with Space Syntax Theory)

오은숙* · 최안섭** · 김영욱**
(*세종대 건축공학과 석사과정 · ** 세종대 건축공학과 교수)
(Eun-Suk Oh · An-Seop Choi · Young-Ook Kim)

Abstract

In consideration for evaluating urban lighting plan as culture of a society, preparing lighting plan while designing urban plan is a fundamental process. This study proposes a methodology, maintaining and embossing urban throughout preparing a long-term urban lighting plan considering overall urban space as well as improving competitive power for lighting to take an important role in total environmental design project.

1. 서론

1.1. 연구의 배경

환경예술로서의 도시환경, 경제적 이익 창출의 수단등 밤의 도시조명연출에 대한 인식이 전환되면서 최근 도시조명은 한 사회의 문화로서 평가되고 있다. 이에 근래 우리 야간도시의 이미지도, 도시의 경쟁력확보, 도시환경의 질 개선, 도시의 정체성 확립 등의 목적으로 국제적행사 및 관광화 도시의 수단으로 도시조명이 많이 사용되고 있다.

그러나 위의 목적 의도와는 다르게 종래 우리의 야간 도시 이미지는 공간과 인간형태간의 조화 및 도시공간 그 자체의 이해보다는 직관적이고 일괄적인 형태미를 기초로 하고 있어, 도시자체의 고유적 특성을 적절하게 수용하지 못하고 있다. 경쟁력을 갖춘 국외의 도시조명연출의 경우 도시계획과 함께 일괄 진행되고 있다. 그러나 우리의 도시조명계획은 도시계획의 한 부분을 차지하여 종합적인 계획 속에서 이루어지는 경우는 극히 드물며 대부분이 산발적으로 행해지고 있어, 그로 인한 경제적 손실 및 환경질의 저하를 초래하고 있는 실정이다.

1.2. 연구의 목적

영국 런던대학교의 Hillier교수 및 그 연구팀이 개발한 공간구문론(Space Syntax Theory)은 공간구조 및 공간이용패턴을 객관적으로 분석하여 계획 및 설계 또는 기존 도시 및 건축물의 문제점 진단 등에 세계적으로 활용되고 있다. 이에 본 연구에서는 첫

째, 정량적이고 객관적으로 도시의 공간구조를 분석할 수 있는 공간구문론과 경쟁력 있는 외국의 도시조명 연출 사례의 방법론을 고찰한다. 둘째, 공간구문론이 우리의 도시조명계획 부분에서 활용될 수 있는 가능성 여부를 검토해 보고자 한다.

1.3. 연구의 범위 및 절차

인사동지구는 급변하는 서울시의 발전과 도심의 개발 속에서도 우리 옛 도시의 명맥을 이어 최근 까지도 우리의 전통을 찾아볼 수 있는 지역으로, 과거부터 현재까지 문화와 경제상으로 중요한 지역이다[5]. 이에 따라 본 연구의 분석대상 지역을 인사동지구로 선정한다.

- 1) Axman(Axman은 공간구문론을 바탕으로 런던대 Bartlett 건축대학에서 개발한 공간구조 형태 분석 프로그램으로 모든 가시영역도를 포함하는 최소한 개수의 최대한 긴 직선으로 구성된다[8])을 통한 공간의 특성 값으로 인사동 지역의 공간구조 분석
- 2) 인간의 공간이용 행태와 공간구조간의 상호관련성 분석
- 3) 공간구조 특성인자와 야간 조명계획에 영향을 미치는 특성인자를 찾아 서로간의 상호관계성 측정
- 4) 본 방법론을 활용한 도시조명계획 부분에서의 조도 및 색온도 기존 인사동 지역의 밝기계획에서의 문제점 도출 및 재구성을 통하여 도시조명부분에서 공간구문론의 활용가능성 제시

2. 이론적 고찰

2.1. 외국의 사례

우리의 도시조명 현황은 유럽이나 미국의 도시와 비교하면 이제 시작단계라 할 수 있다. 따라서 유럽의 경쟁력 있는 국가의 도시조명의 특성 및 계획수법을 고찰하여 우리의 도시조명에 활용될 수 있는 방법을 연구 학습할 필요가 있다.

프랑스의 조명계획가 Louis Clair는 오랜 경력을 바탕으로 도시에 대한 분석 및 이해가 기본이 되는 그만의 고유한 방법론을 사용, 다수의 도시경관조명프로젝트들의 개념에 활용하여 결과물인 구체적인 내용을 도출하여 국제적으로 활동하고 있다[10].

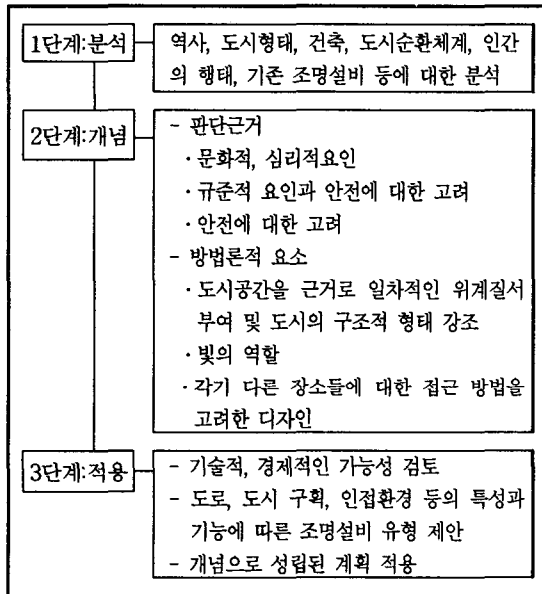


그림 1. Louis Clair의 도시조명계획 방법론

Fig 1. Urban Lighting plan methodology of Louis Clair

아래의 그림은 Light Cibles의 도시경관 조명 프로젝트의 일례로『ARRAS 1998, 프랑스』 Arras의 도시의 역사적 분석과 도시의 정체성 연구 및 계획안의 일부분이다.

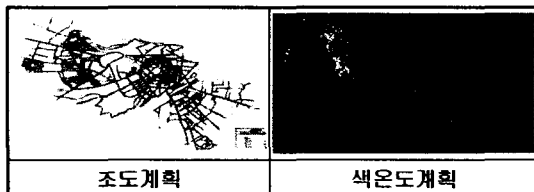


그림 2. Louis Clair의 프로젝트 Arras의 일부(ARRAS 1998 프랑스)

Fig 2. Case of Louis Clair's project in Arras

2.2. 도시 조명연출 계획(조도 및 색온도)

도시의 조명계획을 할 경우에는 조도계획(빛의 밝기) 및 색온도계획을 통해 용도 혹은 지구별에 알맞는 요구조건을 만족시켜야 한다. 이같은 규준적 조도기준을 만족하기 위해 고려되어지는 인자들은 아래 도표(한국산업규격)에서도 확인될 수 있듯이 토지이용도, 보행자의 통행량, 주변상황의 평균조도 등이 모두 고려되어야 한다.

표 1. 조도 및 색온도

Table 1. Illuminance and color temperature

조도와 적용지역 구분			
구분	지역 구분		
30~100lx	상업지역 및 진입로 부분		
10~30lx	주 도로(버릿길 및 주요 간선도로)		
3~10lx	주거지역 진입로 및 보행로		
색 온도의 구분과 적용			
구분	지역 구분	적용	
5000K	상쾌하고 활동적 이미지의 빛	상업공간,	
4000K	친근하고 동적인 이미지의 빛	주요도로	
3000K	부드러운 이미지의 빛	주거지 생활도로,	
2500K	평온한 이미지의 빛	보행로	
한국산업규격의 보행자에 대한 도로조명의 조도기준			
야간보행자 교통량	지역	조도(lx)	
		수평면조도 ¹	수직면조도 ²
교통량이 많은 도로	주택지역	5	1
	상업지역	20	4
교통량이 적은 도로	주택지역	3	0.5
	상업지역	10	2
한국산업규격의 주거지역의 조도기준			
보행자가 노면의 장애물(돌, 구멍 등)을 인식할 수 있는 조도(보행도로)		수평면 조도 3lx이상	
사람이 근접해 올 때 그 사람의 모습(태도, 인상 등)을 확인, 대응할 수 있는 거리에서 인식할 수 있는 조도(보행도로)		4M의 거리에서 거리의 1.5M 높이 면적면이 8lx이상의 조도 확보	
어두운 분위기 중의 시식별 작업장(방법)		최저 3lx ~ 최고 6lx	
어두운 분위기의 이용이 빈번하지 않은 장소(통로)		최저 6lx ~ 최고 15lx	

2.3. 공간구문론(Space Syntax Theory)

공간구문법은 공간구조를 분석하여 각 공간의 중요도를 정량적으로 제시하는 이론을 토대로 개발된 일련의 컴퓨터 프로그램으로 영국 런던대학교의 Hillier교수 연구팀이 개발하였다. Space Syntax에서 하나의 공간을 분석하고 이해하기 위해서는 분석대상 건물 전체 혹은 도시내의 모든 공간들과의 관계와 역할 속에서 해당 공간을 분석함을 전제한다. 즉, 공간의 유기적 상호 관련성에 분석의 기초를 두고 있다[1~3]. 공간구문론에 관련된 용어들을 살펴보면, 아래와 같다.

① 공간깊이(Depth)

공간의 깊이는 일반적인 물리적 거리의 개념과 다르게 특정 축선 공간에서 다른 축선 공간으로 이동할 때 거치게 되는 최소한의 축선 수를 의미한다.

② 전체통합도(Global integration)

분석대상 공간뿐만 아니라 주변지역의 공간들까지 포함한 모든 공간들에서의 각 공간의 통합도를 의미한다. 일반적으로 전체통합도가 0.4~0.6인 경우는 공간이 상호 분리되어 있는 분리성이 강하고, 1보다 크면 통합성이 크다.(공간구조상 중요성이 크다는 것을 의미한다)

③ 국부통합도(Local integration)

국부적인 공간특성을 나타낸 것으로 해당 분석 공간을 중심으로 몇 개의 공간들만을 고려하나, 건물이나 도시의 특성 또는 연구 대상 등에 따라 국부통합도 계산을 위한 깊이(depth)의 크기를 조정한다. 사람들의 건물·도시의 인지도와, 범죄빈도 등과 밀접한 관계가 있음이 밝혀졌다.

④ 연결도(Connectivity) 및 통제도(Control)

연결도는 한 공간에서 직접 연결되는 공간의 수를 나타내는 것으로 공간의 연결정도를 나타내며, 통제도는 공간의 연결도와 관련된 개념으로 한 공간에 인접한 주변 공간들에 대한 그 공간의 통제정도를 말한다.

⑤ 공간구조명료도(Intelligibility)

공간의 지역적인 특성(Local integration)과 전체적인 특성(global integration)과의 상호관련성을 나타내는 것으로 두 인자간의 상관계수가 크다는 것은 공간구조가 명료함을 의미한다.

⑥ 예측도(Predictability)

예측도는 공간조직 내에서 위상명료도가 높을수록 예측가능성이 높아지는 정도를 의미한다.

3. 공간구문론을 통한 인사동 분석결과

3.1. 도시맥락에서의 인사동 공간구조특성

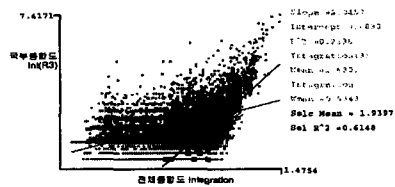


그림 1. 인사동 지역의 공간구조명료도(Intelligibility)

Fig 1. Intelligibility of Insa-Dong region.

공간구문론에 의한 축공간 분석을 하여 전체통합도, 연결도, 통제도, 국부통합도, 명료도 등을 기본적으로 분석하였다. 위의 그림은 도시맥락에서의 인사동 공간구조특성으로 인사동 주변 지역의 결정계수는 0.2338, 인사동 지역만의 결정계수는 0.6148로 주변 지역에 비해 인사동 지역은 회귀직선의 기울기와 결정계수가 크다. 즉, 도시공간구조 체계가 상대적으로 명료함을 의미하며, 이러한 사실은 인사동이 서울 도시 맥락에서 지역적인 정체성을 간직할 수 있는 공간구조를 지닐 수 있음을 증명한다.

3.2. Axman을 통한 인사동 공간구조특성

축선도 분석결과 인사동과 인접한 종로 축의 전체통합도(Global Integration)이 가장 크며, 인사동과 인접한 곳으로는 우정국로와 삼일로, 율곡로 순으로 분석되었다. 인사동 북동측은 주택지역으로 인사동 내에서 전체통합도(Global Integration) 값이 낮고 깊이(Depth) 또한 깊은 지역으로 접근성이 떨어지는 지역으로 나타났다. 그러나 북동측에 반해 인사동 남측에 위치한 주거, 상업지역은 높은 종로축의 전체통합도(Global Integration)의 영향과 태화관길의 영향이 미치고 있는 것으로 분석된다. 이것은 인사동 전체 지역에서 보면 인사동 북측지역보다 인사동 남측지역의 접근성이 양호하므로 보행량이 많고 높은 조도율을 요하는 지역임이 예상되는 결과이다.

3.3. 인사동 지역의 Integration과 보행량의 상호관련성

표 1 에서와 같이 조도계획은 인간의 공간이용행태와 공간구조간의 상호관련성에 영향을 받는다. 그러므로, 공간구조와 인간의 공간이용행태와의 상호관련성에 관한 분석을 통하여 보행량【본 연구에서 활용한 보행량의 데이터는 한국스페이스신택스 연구소에서 관측한 보행량 조사 값을 토대로 상호관련성을 분석하였다(2001. 8. 31~9. 2, 금·토·일요일)】 [6]의 예측을 알 수 있는지를 검토하기 위해 먼저 변수들과 보행량과의 상호 관련성을 비교한다.

표 2. 보행량과 축선도를 통한 변수값의 상관관계
Table 2. Relationship between pedestrian number and Axman in variable value

	전체 통합도	연결도	통제도	국부 통합도	Depth	보행량 (log)	수평조도 (log)	수직조도 (log)
보행량 (log)	0.63	0.58	0.56	0.79*	-0.55	1.00	0.359	0.373

위 <표 2>에서처럼 국부통합도와 보행량의 상관관계는 0.79로 상관관계 높게 나타났다. 이것은 보행량과 공간구조와는 상관관계가 높다고 예측할 수 있는 결과다. 그러므로 상호관련성【측공간 분석을 통해 도출된 데이터들의 변수와 현장 측정된 결과 값의 상호관계성 분석에서 큰 오차를 나타내고 있는 대상에 한하여 현장조사를 확인한 후 분석대상에서 제외하였으며, log값을 취하여 정규분포로 데이터를 변환한 후 상관관계를 분석하였다】 [7]의 관련정도를 알아보기 위해 회귀분석을 한다.

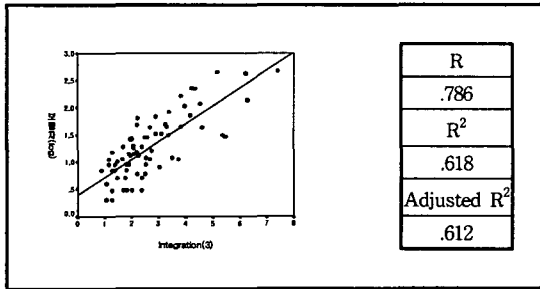


그림 3. 보행량(log)와 Local integration 회귀분석
Fig 3. Regression analysis of pedestrian and integration

분석결과 $R^2=0.618$ 로 회귀직선의 기울기와 결정계수가 크다. 즉, 이것은 인사동 공간구조의 변화에 따른 보행량 예측이 가능하다는 설명이다.

4. 보행량과 조도분포와의 상관성

도시계획 내부의 야간 조명계획을 수립할 경우에는 조도계획(빛의 밝기) 및 색온도계획을 통해 용도 혹은 지구별에 알맞는 요구조건을 만족시켜야 한다. 이같은 기준적 조도기준을 만족하기 위해 고려되어지는 인자들은 표 1(한국산업규격)에서도 확인될 수 있듯이 토지이용도, 보행자의 통행량, 주변상황의 평균조도 등이 모두 고려되어야 한다. 이는 보행량은 조도계획에 영향을 미친다는 설명으로 보행량과 조도계획에 상관성이 높다는 것을 의미한다. 이에 본 연구에서는 인사동의 보행량 조사지점과 동일한 위치에서의 수평조도와 수직조도를 측정하여 보행량에 따른 조도계획이 제대로 행해졌는지 분석하고, 보행량과 상관성이 높았던, 국부통합도도 현장조도 측정값과의 상관성분석 및 회귀분석을 행하여 두변수간의 분석 결과를 비교하여, 차이의 정도 검증을 통하여 공간구문론에 의한 측공간 분석을 이용한 조도계획의 가능성 여부를 검토한다.

4.1 현장조사 분석결과

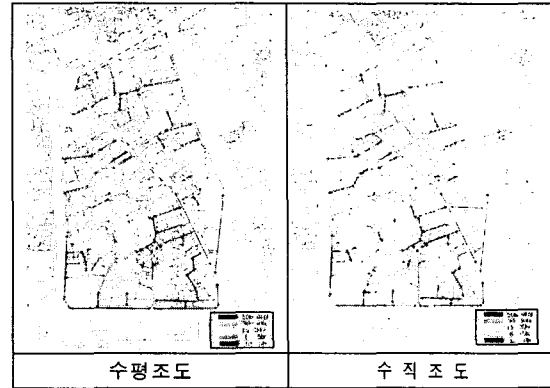


그림 4. 인사동지역의 조도측정량
Fig 4. Value of illumination measure in Insa_Dong

조명을 이용한 밝기는 점등하여 소등될 때까지 밝기의 정도변화되는 것이 아니라 일정한 조도를 유지하게 되어있다. 이러한 상황을 감안하여 보행량 측정과는 같은 일이 아니더라도 무관하다고 보았다. 다만 자연조건인 CIE 천공의 상태가 청천공, 부분담천공, 담천공 인지의 조건만을 감안하여, 보행량이 가장 많은 요일(금요일)을 택하여 19시부터 보행량 조사지점과 동일한 지점에서의 수평조도와 수직조도를 측정하였다[9,11].

인사동지구에서 조도측정값이 가장 높은 지역은 태화관 길 남쪽지역인 종로 길과 피맛골 길로 현저히 높은 조도율로 인한 경제적 손실도 클 것으로 보인다. 반면에 태화관 길을 기준으로 북쪽의 경우 기준조도값 보다 낮은 조도값이 측정되어 있다. 특히 삼일로 주변의 경우, 보행량에 비해 현저히 낮은 조도값이 측정되어 살펴본 결과, 가로수에 의해 빛이 차단되어 도로면의 균일한 조도 확보가 어려워짐으로써 현저히 낮은 조도값이 측정되어진 것을 알 수 있는데, 이는 가로조명계획시 가로수의 성장속도나 형태를 고려하지 않았거나, 식재 간격 등 배치간격을 고려하지 않은 결과로 인해 초래된 결과로 국부조명을 설치하여 평균조도를 기준적인 수치로 보정해야 할 것이다. 메인길이라 할 수 있는 역사·문화탐방길인 인사동 길은 기준치보다 낮은 평균조도값이 나타났다. 그러나 이 결과 값은 역사·문화탐방의 거리로 새 단장하면서 인사동 자체만의 공간특성을 고려해 의도된 조도계획이었다.

4.2. 보행량과 조도값의 상관성과 국부통합도와 조도값의 상관성 비교

조도계획을 할 경우 변수간 상관관계에서 기준

적 조도기준에 영향을 미치는 보행량과, 보행량과 상관관계가 높았던 국부통합도(Local Integration)를 각각 종속변수로 두고, 두 공간 특성 인자와 측정된 조도 값의 회귀분석을 실시하였다.

Model	R	R ²	Adjusted R Square
수직조도(log)	.373	.139	.127
수평조도(log)	.359	.129	.117
보행량과 수직·수평조도의 회귀분석결과			
Model	R	R ²	Adjusted R Square
수직조도(log)	.438	.192	.180
수평조도(log)	.443	.196	.185
Integration과 수직·수평조도의 회귀분석결과			

표 3. 회귀분석결과

Table 3. Regrestion analysis results

그 결과 <표 3>에서 처럼 보행량과 국부통합도의 결정계수는 서로 비슷한 값의 결과가 도출되었으나, 결정계수는 값은 낮게 나타났다. 이는 인사동 현장조사를 통해 조도를 측정된 결과 인사동 지역의 조도율이 부족한 공간을 확인했던 것처럼 인사동지역의 조도계획역시 종합적이며, 체계적이지 못한 것으로 재구성 되어져야 한다는 결과이다.

4.3. 조도계획 재구성 방안 제시

측선도 분석결과 인사동과 인접한 종로 축의 전체통합도(Global Integration)가 가장 크며, 인사동과 인접한 곳으로는 우정국로와 삼일로, 율곡로 순으로 나타났다. 이곳은 접근성이 양호하고 보행량이 많을 것으로 예측되는 공간으로 보행자의 교통량과 공간구조상 위계성이 큰 지역에 알맞게 인사동 지역에서 가장 높은 색온도(4000K~5000K)와 조도(최저 20lx이상)적용해야 한다.

인사동 내부의 북동측 지역(한옥지구)의 경우 주택지역으로 인사동 내에서 통합도 값이 낮고 깊이(Depth)도 깊은 지역으로 접근성이 떨어지는 지역으로 분석되었다. 그러므로 이 지역에는 부드러운 이미지의 빛인 3000K정도의 색온도와 보행자의 교통량이 적은 주택지역의 조도기준인 최저 6lx~최고 15lx이 적용되어야 한다. 또한 남측에 위치한 주거, 상업지역은 높은 종로축의 통합도와 보행량의 영향과 태화관 길의 영향이 미치고 있으므로 건물자체의 조도율을 고려하여 지나치게 높은 조도율이 발생되지 않도록 주변 조도율을 고려한 규준적 조도가 요구된다.

5. 결론 및 연구의 한계

인사동 지역의 공간구조 특성인자와 보행량의 회귀분석 결과에 따르면 공간구조 특성인자를 통한 보행량의 예측력이 높게 나타났다. 이는 도시조명계획에서 큰 비중을 차지하는 보행량을 공간구조에 따라 예측 가능함을 의미하는 것으로 향후 도시계획내부의 도시조명계획시 공간구조 및 공간이용패턴을 객관적으로 분석하여 계획 및 기존 도시 조명 연출의 문제점을 도출하는데 활용될 수 있다는 결과로 설명된다.

마지막으로 본 논문은 공간과 인간 행태간의 조화와 도시자체의 고유적 특성을 적절하게 수용할 수 있는 도시조명계획을 수립의 가능성 제시의 수준에 도달하지 못하고 공간구문론을 활용한 조도 및 색온도 계획에 머물러 미흡하여 한 부분이 있다. 이에 차후 연구에서는 기존 선행 연구결과들 [4]을 토대로 도시공간구조와 사회현상에 관련된 내용이 연구되어져야 할 것이며, 최근 산발적으로 추진해 왔던 야간환경조명을 종합적이고 체계적으로 추진하기 위한 노력으로 서울시가 '서울시 야간경관관리 기본계획'을 세워 시행하고 있는 것처럼 환경조명을 종합적이고 체계적으로 추진하기 위한 노력과 도시조명계획에 관련된 꾸준한 연구가 되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 김승제, space Syntax에 관한 기초적 연구, 대한건축학회 논문집 1988. 6.
- [2] 김영옥, 공간형태의 공간인식의 상호관련성 연구/ 대한건축학회 논문집 2000. 10.
- [3] 최두원, 건축공간의 통사, 형태, 크기에 관한 해석/ 대한건축학회 논문집 1991, 3.
- [4] 권영환외 3인, 도시의 공간구조와 움직임에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 2001. 4.
- [5] 인사동 지구단위계획 서울특별시, 2002.
- [6] 인사동 지구단위계획 수립에 따른 시간대별 교통영향 분석, 서울특별시 2002. 2.
- [7] 임현식외 2인 도시공간구조와 지가의 상호관련성에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 2002. 7.
- [8] Bill Hiller, space is the machine, Cambridge, 1996
- [9] 조도측정법, 한국표준협회 발행, 1987, 12.
- [10] 조명과인테리어 : 도시조명계획 방법론, 2002 4.
- [11] 김정태외 1인, 도시미관 향상을 위한 공원의 경관 조명 개선방안, 대한건축학회 논문집 2001. 3