

동적 시뮬레이션에 의한 도시가로경관 관리지표의 허용범위 연구

- 건축물 형태 및 배치를 중심으로 -

김두운* · 변재상** · 임승빈***

*(주)유신코퍼레이션 · **신구대학 환경조경과 · ***서울대학교 조경·지역시스템 공학부

A Study on a Permissible Range of the Indicators to Manage Streetscapes by Dynamic Simulation - Focusing on Shape and Layout of Buildings -

Kim, Doo-Wun* · Byeon, Jae-Sang** · Im, Seung-Bin***

*Yooshin Engineering Corporation

**Dept. of Environment & Landscape Architecture, Shingu College

***Dept. of Landscape Architecture and Rural System Engineering, Seoul National University

ABSTRACT

As urban residents' standard of living has recently risen, efforts to improve urban landscapes have increased. It is very important to manage streetscapes to improve the urban landscape because they are one of the essential elements in city construction and urban landscaping.

This study focuses on the indicators that manage streetscapes more accurately and realistically. To achieve this purpose, this study used dynamic simulations considering shape and layout of buildings, the primary factors in streetscapes.

This study can be summarized as follows:

1. Two indicators to manage streetscape were investigated in previous studies: one to increase visual openness and the other to reduce visual overstimulation. These indicators had high correlation with scenic beauty. Therefore, increasing openness and reducing overstimulation are essential to improve streetscapes.
2. Two household tower type buildings should be arranged along roadsides to increase openness and scenic beauty. However, low tower buildings with two household are not suitable along roadsides because they create monotony and intervals are needed between buildings.
3. To increase openness, the angled arrangement of buildings is suggested $75^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ($105^{\circ} \sim 135^{\circ}$) for low buildings, $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ($135^{\circ} \sim 150^{\circ}$) for mid-sized buildings, and $75^{\circ} \sim 90^{\circ}$ ($105^{\circ} \sim 135^{\circ}$) for high buildings.
4. To reduce overstimulation, the height and setback control regulations should be at an angle of less than 45° .

This study suggests more accurate management guidelines by organizing the indicators that could effectively manage streetscapes and by overcoming limitations of reality shown in a static simulation.

Key Words: Urban Landscape, Landscape Management Indicator, Visibility Ratio Analysis, Urban Design

Corresponding author: Jae-Sang Byeon, Dept. of Environment & Landscape Architecture, Shingu College, Seongnam-si, Gyeonggi-do 462-743, Korea, Tel.: +82-31-740-1537, E-mail: drbyeon@hotmail.com

I. 서론

2007년 10월 샌프란시스코에서 개최된 국제산업디자인단체 총연합회(International Council of Societies of Industrial Design: ICSID) 총회에서 서울시는 '2010 세계디자인수도'로 선정되었고(연합뉴스, 2007), 그에 부합하는 위상을 갖추기 위해 다양한 도시 가로 디자인 정책을 계획하고 있다. 이처럼 서울시가 가로 디자인에 관심을 보이는 것은 도시 경관의 품격향상을 통해 도시 전체의 브랜드 가치를 상승시키기 위함이다. 즉 세계적인 경쟁력을 갖춘 국제적 도시로 발돋움함으로써, 궁극적으로는 서울 시민들의 삶의 질을 향상시키기 위한 것이다(변재상 등, 2007b). 도시가로의 품격향상 및 도시경관 관리를 위해서는 효율적 경관관리 체계가 필요하다. 특히 가로공간은 도시를 구성하는 중요한 요소이며 가장 실체적인 대상으로서, 도시 전체의 경관 향상을 위해 가로경관의 체계적인 관리가 필요하다. 물론 가로경관 관리를 위한 행정적인 대응책으로 건축심의제도가 운용되고 있지만, 근본적인 경관관리 수단으로 활용되지 못하고 있다(신지훈, 2003). 이에 대한 개선책들이 계속해서 제시되고 있으나¹⁾, 행정적으로 뒷받침 할 수 있는 과학적인 근거나 연구 결과가 부족하고 구체적인 경관관리지표 개발도 상대적으로 더딘 실정이다.

경관관리지표 수립은 현장을 직접 찾아가서 조사하는 것이 가장 정확하다. 그러나 아직 완공되지 않은 현장을 대상으로 사후 경관을 예측한다는 것은 무리가 있으며, 이를 기반으로 한 경관관리지표 수립은 또 다른 시행착오를 야기시킬 수 있다(Stamps III, 2000). 그래서 개발 후의 경관을 예측할 수 있는 시뮬레이션을 제작하여 평가하는 방법을 주로 사용한다(박광수, 2000). 시뮬레이션 기법은 컴퓨터 기술의 발전으로 인해 더욱 다양해지고, 정교해지고 있다. 신지훈(2003)이나 홍경구(2004) 등은 경관관리지표와 관련한 연구에서 시뮬레이션 기법을 사용하였지만 아직까지는 2차원적인 정적 시뮬레이션 기법만을 사용하여 현실감을 반영하지 못하였다. 특히 가로경관과 같은 연속적 체험이 중요한 경관에 있어서는 동적 시뮬레이션이 더욱 효과적인 방법이 될 수 있다(김두운, 2004). 이에 따라 김충식(1999; 2004), 정성구(2002) 등이 가로경관의 연구에 동적 시뮬레이션 기법을 적용하였지만, 연구 범위가 실험적인 사항에 국한되어 있었고, 지표적인 활용이나 행정상에서의 적용에 있어서는 다소 제한적이라고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 보다 현실적인 가로경관관리지표 수립을 위해 경관관리를 위한 다양한 지표적 속성들의 허용 가능한 범위를 동적시뮬레이션으로 검증해보고자 한다. 특히 기존 연구들을 검토하여 도시가로경관관리를 위한 구체적인 지표들을 추출하고, 해당 지표에 대한 기준 산정 및 검증을 통해 실제 도시 가로에 적용 가능한 기준을 제시하고자 한다.

II. 관련 연구의 동향

1. 도시경관 계획 및 관리에 관한 사례

도시경관의 개념이 최초로 시작된 미국과 유럽의 경관관련 제도는 이미 성숙된 단계에 이르렀으며, 도시기본계획과 도시설계의 전반적인 내용 속에 깊이 스며들어 그 역할이 점점 확대되고 있다(김한배, 2003). 미국에서의 도시경관관리는 도시성장관리개념으로 지구재개발과 디자인컨트롤 개념으로 이용되고 있다(홍선광과 김영하, 1997). 실제로 보스턴, 뉴욕, 시애틀, 샌프란시스코, 워싱턴 등의 각 도시들은 고도규제나 시각회랑 형성 등을 통해 조망, 스카이라인, 일조권 등을 보호하고 있다(임승빈과 변재상, 2002). 또한 미국 토지관리국(Bureau of Land Management: BLM)에서 사용하는 시각자원관리(Visual Resource Management: VRM)라고 하는 경관분석 방법은 관련 지표 개발을 통해, 토지를 시각적 자원으로 인식하여 이를 보존하고 이용하려는 경관관리체계이다(BLM, 1995). 유럽도 이미 오래전부터 도시경관관리를 위한 다양한 수단을 활용하고 있다. 프랑스는 1780년대에 이미 왕명에 의해 건축물 고도규제를 실시하고 있었으며, 영국은 런던시에 28개의 표준전망(standard view)을 설정하고 이를 기준으로 신축 고층건물 스카이라인의 훼손여부를 검토하고 있다(임승빈, 1998). 특히 영국은 영국환경영향협회와 영국조경학회에서 각각의 분석 지침을 제시하며 경관계획을 진행 중에 있는데, 이러한 전반적인 분석과정은 정성적 방법을 통해 이루어진다(IEA and LI, 1995). 일본은 1960년대부터 보다 직접적인 도시경관계획을 제도화시키고 있으며, 최근에는 각 도시 간의 경쟁과 협력으로 이 분야에서는 이미 국제적인 수준에 이르렀다(김한배, 2003).

국내의 경관계획 및 관리에 관한 사례들은 도시이미지와 정체성 형성 등을 목표(변재상, 2005)로 경관관리의 대원칙을 세우고, 경관유형을 구분하여 유형별 관리기준을 제시하고 있다(신지훈, 2003; 김충식, 2004; 홍경구, 2004). 한편, 경관환경을 파악하고, 분석하는데 있어 다양한 축의 개념을 도입하기도 하였다. 서울특별시(1998)의 조망가로조성 사업계획과 용인시(1997)의 기흥읍 가로경관 형성기본계획은 가로축을 주요하게 다루었고, 서울대학교(1999)의 관악캠퍼스 자연경관보전 및 경관형성연구, 서울특별시(2001)의 서울의 주요산 경관풍치보전 계획, 경기개발연구원(1998)의 도시경관개선방안에 관한 연구에서는 녹지축을, 서울시정개발연구원(1994)의 한강연접지역 경관관리 방안연구, 서울특별시(2003)의 서울의 주요 하천변 경관개선 방안 연구, 서울특별시(2000)의 새서울 우리한강 기본계획은 하천축을 중심으로 경관관리계획을 수립하였다. 한편 최근에는 도시경관관리를 위한 도시 이미지 차원에서의 종합적인 관리방안 등을 제안하는 연구들이 눈에 띄고 있다(임승빈

등, 2004; 정용문과 변재상, 2005; 변재상 등, 2006; 2007a; 2007b; 2007c; 2007d).

이상의 고찰을 토대로 본 연구에서는 조망축 개념에서 도시 가로의 경관축을 주요 연구 대상으로 구체적인 관리지표 및 기준을 제시하고자 한다.

2. 도시경관관리지표에 관한 연구

도시경관관리지표에 관한 많은 연구들은, 국내외 문헌을 조사·분석하고, 평가항목을 구성한 후, 해당 항목을 토대로 세부 항목 및 지표를 추출하는 방식으로 진행되어 왔다. 검증과정에서는, 첫째 경관 시뮬레이션 기법을 통해 일반인의 만족도 혹은 선호도를 반영하여 물리적 지표를 검증하거나, 둘째 전문가를 대상으로 적합성 판단과 지표 및 평가영역 간의 상관성을 입증하거나, 셋째 AHP를 이용한 개별지표의 상대적 중요성·가중치 부여 등으로 지표의 타당성과 신뢰성을 검증하고 있다(김승주, 2004).

구체적인 경관관리지표의 연구 사례로서, Stamps III(1997)와 변재상 등(1999)은 가로경관요소들의 시각적 영향력을 파악함으로써 가로경관에 영향을 주는 요소들의 지표적 특성을 도출하였으며, 정재희(2000)는 보다 현실감을 반영한 연구의 일환으로 이동속도의 변화에 따른 가로경관지표의 평가를 시도하기도 하였다. 임승빈과 신지훈(1995; 1996)은 문헌조사를 통해 경관영향평가의 물리적·심리적 기준으로 활용가능성이 있는 요소들을 찾고, 주변 경관에 영향을 미치는 건축물이 들어설 경우, 적용가능한 객관적 평가지표를 제시하였다. 한편 신지훈(2003)은 도시경관 형성 및 관리를 위한 기본방향 및 원칙으로 ① 주요 조망대상 조망보호, ② 배경과 조화된 스카이라인, ③ 건축물에 의한 차폐감 완화, ④ 건축물에 의한 위압감 완화, ⑤ 스카이라인 변화 등으로 구분된 도시경관계획지표별 선호경향을 파악하고 이를 바탕으로 각각의 허용가능 범위를 제안하였다. 박찬용(2006)은 도시경관계획을 위한 지표설정을 위하여 전문가들을 대상으로 설문조사를 실시하고 이를 통계적으로 분류하여 지표들의 적용가능성을 검토한 바 있다. 이러한 도시경관 지표에 대한 연구들을 바탕으로 가로경관 관리를 위한 주요 지표들을 검토하고, 이를 본 연구에 적용할 수 있도록 하였다.

3. 경관 시뮬레이션기법에 관한 연구

경관 평가를 수행하기 위해서 해당 경관을 현장에서 직접 평가할 수도 있겠으나, 현장에서 촬영된 사진이나 슬라이드 혹은 스케치나 경관 모형을 이용하여 간접적으로 평가하는 경우가 많다(임승빈, 1991). 특히 개발 후의 경관관리지표의 설정을 위해서는 사후예측을 통한 검증이라는 특성상 이러한 시뮬레이

션기법을 이용하게 된다. 따라서 효율적이고 객관적인 경관관리지표 설정에 있어서 정확한 시뮬레이션기법의 사용은 매우 중요하다고 할 수 있다.

경관 시뮬레이션을 통한 경관관리지표의 연구에서, Stamps III(1993a)는 설계심의를 위한 시뮬레이션에서 각각의 건축물 입면도를 합성하여 만든 이미지와 완공된 후의 슬라이드 사진의 선호도가 0.93의 높은 상관관계가 있음을 밝혀냈으며, 실제 현장과 칼라사진 사이에는 0.86의 상관관계가 있음을 입증해냄으로서(Stamps III, 1993b), 시뮬레이션 기법을 통한 선호도 측정 및 이를 통한 경관 기준 설정에 타당성을 부여하였다. 그리고 경관 시뮬레이션을 수행하는데 있어서 문맥적인 파악 즉 연속된 경관에서 주변건물과의 연계를 통한 해석의 중요성을 강조함으로써(Stamps III, 1994), 본 연구에서 수행하고자 하는 동적 시뮬레이션의 타당성을 논한 바 있다.

한편 최근에는 컴퓨터 기술의 발달로 인해 컴퓨터를 이용한 CG 시뮬레이션 기법들이 많이 개발되고 있는 추세이다. 특히 기존 컴퓨터 동영상 시뮬레이션은 사진합성에 비해 현실감이 떨어지거나 개인용 컴퓨터로 작업하기 힘들었지만, 최근에는 현실감 높은 시뮬레이션을 일반 개인용 컴퓨터로도 구현이 가능하게 되었다(박광수, 2000). 이에 따라 정성구(2002), 신지훈(2003), 조용현(2003), 김충식(1999; 2004), 김충식과 이인성(2005) 등의 많은 연구에서 시뮬레이션 기법은 2D에서 3D까지 혹은 정적 시뮬레이션에서 동적 시뮬레이션까지, 그 활용 범위가 다양해지고 있다.

따라서 본 연구에서는 도시가로경관의 체험이 연속적인 점을 감안하여 동적 시뮬레이션을 활용한 가로경관관리지표의 도출 및 적용 가능성을 검토해 보고자 한다.

III. 연구 내용 및 방법

1. 연구 내용

본 연구를 위한 실험은 다음과 같은 2가지로 구분되어 진행되었다

1) 실험 1: 경관 유형에 따른 경관미와 개방감 분석

실험 1은 경관미와 개방감의 효율적 관리를 위한 것으로 본 실험에서 적용되어지는 지표는 사각배치, 건물의 형태(높이, 너비), 개방지수, 조망차폐율 등이다(신지훈, 2003). 특히 다양한 실험 결과를 도출하기 위해 가로변에 들어서는 건축물들을 저·중·고층으로 구분하였다. 세대별로는 2세대·4세대·6세대 형으로 변화를 주었으며, 여기에 운전자와 보행자로 시점을 구분하여 진행하였다. 사각배치를 위한 건축물 배치각도는 12단계로, 0°부터 90°까지 15°씩 변화를 주었으며²⁾, 개방감 관리

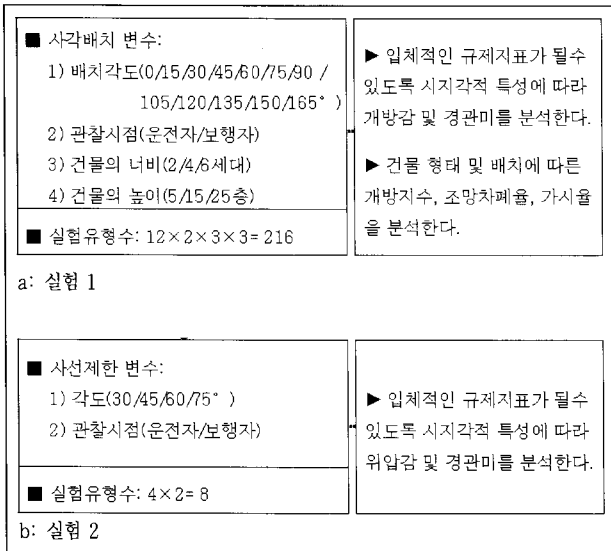


그림 1. 실험 1과 실험 2의 설계모형

를 위해 개방지수와 조망차폐율 분석 결과를 비교하여 가로경관 관리를 위한 지표로서의 타당성을 검증하였다.

2) 실험 2: 가시율 분석을 이용한 경관미와 위압감 분석

실험 1 결과에 기초하여 영상분류 기법을 이용한 가시율³⁾ 분석을 실시하였다(서정환, 2003; 이인성과 김충식, 2002). 즉, 시각적으로 정확한 개방비를 추출하고자 하였으며, 이를 통해 실제 가로에서 느껴지는 반응과의 상관관계를 분석하였다.

실험 2는 경관미 증가와 위압감 감소를 위한 실험으로서, 사선규제 개념을 적용하였다. 사선규제는 4단계로 30°부터 75°까지 15°씩 변화를 주어 시뮬레이션을 작성하였다.

2. 연구 방법

1) 도시가로경관 관리지표 선정

우선 관련문헌 및 사례조사를 통해 가로경관관리를 위한 물리적 지표를 선정하였다. 도시가로 경관관리를 위해 1차적으로 가장 큰 영향을 미칠 것으로 예상되는 건축물 배치 및 형태를 중심으로 다양한 조합의 물리적 지표를 선정하였으며(임승빈과 신지훈, 1995), 건축물에 의해 지각되어지는 개방감, 경관미, 위압감을 심리적 지표 항목으로 선정하였다(임승빈과 신지훈, 1996). 특히 본 연구에서는 중경과 근경이 주가 되는 도시 가로경관의 특성을 감안하여 이를 반영할 수 있는 지표들을 위주로 추출하였다(표 1 참조).

도시 가로경관에서는 건축물이나 가로수와 같은 시각적 차폐 요인들로 인해 원경에서의 조망보다는 근경 및 중경에서 조망되는 경관이 대부분이다. 따라서 도시 가로변에서 조망되기 어려운 원경의 가로 경관 즉 스카이라인 및 평균층수 개념은

표 1. 시점에 따른 경관관리지표의 적용범위

경관관리 원칙	건축물 배치	원경	중경	근경	건축물 형태	원경	중경	근경
개방감 증가	시각배치		○	○	건축물 크기 (높이/너비)		○	○
	조망차폐율		○					
	개방지수		○					
위압감 완화	건축선후퇴		○		시선규제		○	○
다양성 증가	입면형태		○	○	Skyline		○	
					평균층수		○	

註: ○는 지표에 대한 조망가능거리⁴⁾이며, 본 연구에서 선정된 지표는 ■로 음영 표시된 부분임.

본 연구에서 제외시키도록 하였다.

2) 동적 시뮬레이션 제작

본 연구에서는 가로경관의 물리적 요소들에 의한 시각적 영향력을 파악하고 이들 요소를 선택적으로 제어하기 위해 동적 시뮬레이션을 사용하여 실험 모형을 제작하였다. 통제된 실험을 위하여 가로수, 가로등, 보행인, 자동차, 건축물의 디자인 및 색채 등과 같은 가변적 요소들은 본 실험에서 제외하였다.

보행자 및 운전자의 연속적 경관 선호를 측정하기 위해 동적 시뮬레이션 작업은 3D-MAX 5.0(Discreet, 2003)을 이용하였다. 즉 대상 가로 및 건축물을 포함한 3D 모델을 구축한 후, 운전자와 보행자 시점에서 이동속도를 달리하여 동일 대상지에 대한 반응을 조사하였다(그림 2, 3 참조).

실험 건축물은 모두 6m 건축선 후퇴(set back)⁵⁾를 적용하였고, 인동간격은 직각 배치를 중심으로 건축물 높이의 1.0배만큼 간격을 유지하였다. 시지각적 특성에 따른 분류는 운전자와 보행자 시점으로 나누었으며, 이동속도⁶⁾를 달리하여 동일 대상지에 적용하였다. 본 연구에서 사용된 렌즈는 사람의 시야와 가장 유사한 50mm 표준렌즈⁷⁾를 사용하였다(그림 4 참조).

전반적인 동적 시뮬레이션의 구성은 기존 문헌을 토대로 적정 값들을 도출하여 표 2와 같이 구성하였다.

3) 설문조사 및 분석

설문조사는 조정 및 경관 관련분야의 학부생과 대학원생들

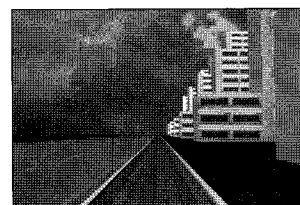


그림 2. 보행자 시점

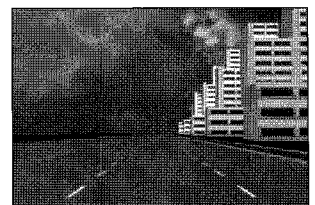


그림 3. 운전자 시점

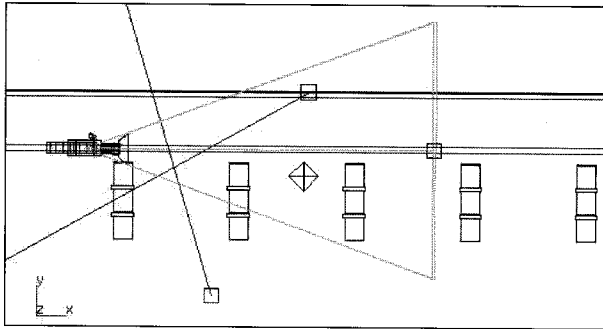


그림 4. 3D-MAX 프로그램의 Top View 작업모습

표 2. 시지각적 특성에 따른 동적 시뮬레이션 구성

시점유형	이동속도	이동거리	이동시간	카메라높이	Frame
보행자	5km/h	250m	약 180초	1.6m	2,700 frame
운전자	40km/h	250m	약 22초	1.2m	340 frame

을 중심으로 남자 14명, 여자 16명 등 총 30명을 선정⁸⁾ 하였다.

실험 1은 운전자와 보행자 시점으로 구분하여 실시하였으며, 약간의 휴식을 취한 뒤 실험 2는 운전자와 보행자 시점을 동시에 실시하도록 하였다. 이것은 동일집단으로 하여금 일정한 시간을 두고 설문을 하게 함으로써, 긴 설문으로 인한 집중력 저하를 막기 위함이다(임승빈, 1991). 하나의 평가 항목 당 실험 1은 경관미와 개방감, 실험 2는 경관미와 위압감을 평가하도록 하였으며, 반응 측정을 위한 척도로는 10단계 등간척도를 사용하였다.

설문결과는 SPSS Ver. 10.0 for Windows 프로그램(SPSS Inc., 2000)을 사용하여 분석하였다. 분석방법으로는 이원배치 일변량분산분석(2-way ANOVA)을 사용하였으며, 각 변수의 영향력에 대한 유의성을 검증하였고, 변수의 상호작용 및 이에 따른 적정 허용한계를 조사하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 실험 1: 경관 유형에 따른 경관미와 개방감 분석

실험 1은 운전자 및 보행자의 2가지 시점에 의한 변수로 나누고, 이것을 건축물의 높이에 따른 3가지 변수(5, 15, 25층)에 의해 다시 구분하여 진행하였다.

전반적으로 2가지 시점이 유사한 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 층수에 따른 변화에서도 유사하게 나타났다. 이것은 운전자 혹은 보행자 시점에 따른 경관미와 개방감의 차이가 거의 없음을 입증해 주는 결과이다. 또한 이것의 상관관계는 전체적으로 경관미가 개방감에 영향을 받는다는 것을 상관관계 분석을 통해 알 수 있었다. 그러나 사각배치에 의한 각도 변화 및

표 3. 시점과 층수에 따른 경관미의 분산분석 요약표

시점	층수	변수	제공합	자유도	평균제공	F	유의수준
운전자	5층	배치각도	201.766	11	18.342	6.274	0.000
		세대수	234.457	2	117.229	40.097	0.000
	15층	배치각도	73.141	11	6.649	2.622	0.003
		세대수	99.280	2	49.640	19.574	0.000
	25층	배치각도	69.685	11	6.335	1.930	0.032
		세대수	112.291	2	56.145	17.104	0.000
보행자	5층	배치각도	479.452	11	43.587	15.557	0.000
		세대수	374.246	2	187.123	66.787	0.000
	15층	배치각도	257.832	11	23.439	8.080	0.000
		세대수	39.680	2	19.840	6.839	0.001
	25층	배치각도	100.099	11	9.100	2.699	0.002
		세대수	128.891	2	64.445	19.117	0.000

표 4. 시점과 층수에 따른 개방감의 분산분석 요약표

시점	층수	변수	제공합	자유도	평균제공	F	유의수준
운전자	5층	배치각도	275.285	11	25.026	7.937	0.000
		세대수	539.391	2	269.695	85.540	0.000
	15층	배치각도	74.166	11	6.742	2.225	0.012
		세대수	349.607	2	174.804	57.694	0.000
	25층	배치각도	102.655	11	9.332	2.621	0.003
		세대수	589.007	2	294.504	82.708	0.000
보행자	5층	배치각도	554.230	11	50.385	15.087	0.000
		세대수	644.224	2	322.112	96.453	0.000
	15층	배치각도	191.630	11	17.421	5.194	0.000
		세대수	216.702	2	108.351	32.305	0.000
	25층	배치각도	102.007	11	9.273	2.609	0.003
		세대수	507.335	2	253.668	71.362	0.000

세대수 변화에 따른 경관미와 개방감 변화에서는 변수간의 차이가 통계적으로 1% 혹은 5% 수준에서 모두 유의하게 나타났다(표 3, 4 참조).

사각배치 각도의 증가에 따른 경관미와 개방감의 변화 양상에서 운전자와 보행자 시점의 공통값을 도출해보면, 5층(저층형) 건축물에서는 75°~90°(105°~135°), 15층(중층형) 이상에서는 30°~45°(135°~150°)와 75°~90°(105°~135°)의 배치각도가 경관미 및 개방감이 높게 나타났다(그림 5 참조)⁹⁾.

한편 개방감과 경관미부분적인 불일치를 살펴볼 수 있는 데, 이것은 5층 건축물에서는 저층으로 인한 수직적 개방감 확

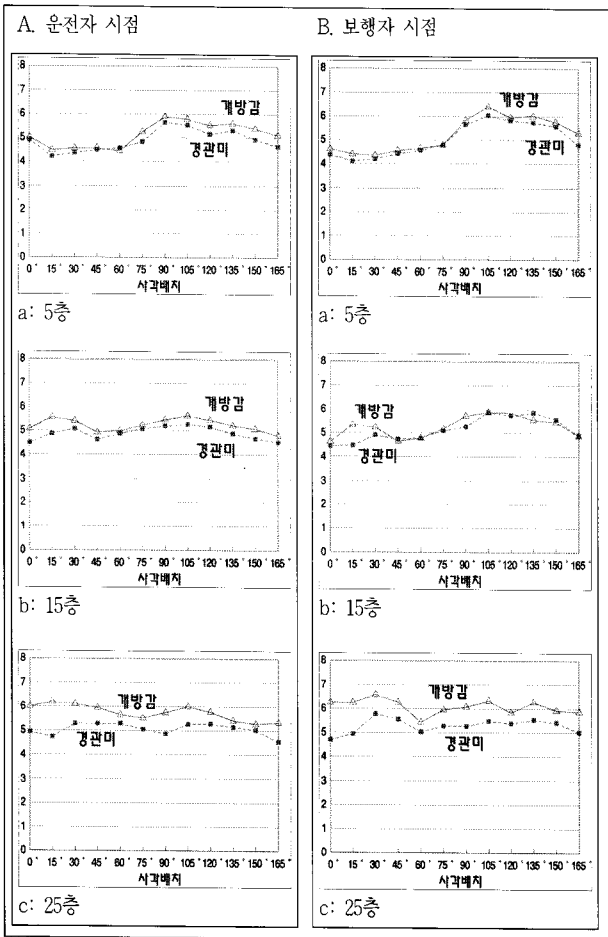


그림 5. 층수 및 사각배치에 따른 경관미와 개방감 변화
범례: △ 개방감, ■ 경관미

보가 가능하고, 비교적 인동간격이 좁아서 사각배치에 의한 영향이 적기 때문인 것으로 사료된다. 이에 비해 90°를 넘어섰을 경우, 건축물 옆면이 주는 단조로운 경관보다 건축물 전면에서 느끼는 다양성이 경관미 판단에 더 큰 영향을 준 것으로 판단된다(그림 6, 7 참조). 한편 이러한 경향은 15층 건축물에서 점점 줄어들다가 25층 건축물에서는 사각배치에 의한 개방감의 영향으로 더욱 증가하는 경향을 보였다.

건축물 너비의 변화에 있어서는, 전체적으로 탑상형태를 가진 2세대형 건축물이 비교적 높은 경관미 및 개방감을 보여주었다. 따라서 가로변에 인접한 건축물의 경우 탑상형으로 유도

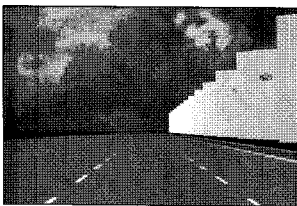


그림 6. 건축물 옆면이 부각된 경우

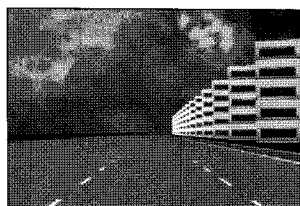


그림 7. 건축물 전면이 부각된 경우

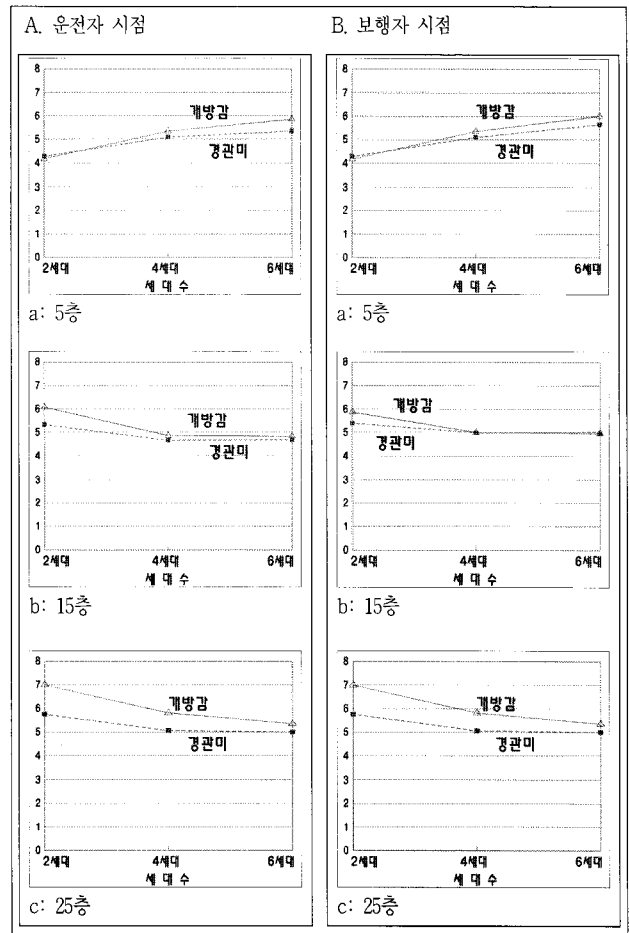


그림 8. 층수 및 세대수에 따른 경관미와 개방감 변화
범례: △ 개방감, ■ 경관미

하는 것이 바람직하다고 할 수 있다. 반면 5층과 같은 저층형 건축물은 너비가 적을수록 인동간격이 좁아짐으로 인해, 오히려 경관미 및 개방감이 감소하는 경향을 보이고 있었다(그림 8 참조).

이상의 결과에서 살펴보면, 건축물 높이에 따른 구분에서 15층 이상(중층 및 고층)의 결과와 5층(저층)의 결과는 다소 차이가 있었다. 이것은 중층 및 고층 건축물은 도시 가로 내에서 사람의 눈높이로 지각되는 범위가 비슷하기 때문에 시지각 범위 내에서 차이를 보이는 저층에서만 다른 경향을 나타낸 것으로 판단된다. 즉 도시 내에서 5층과 같은 저층 건축물 높이는 경관미와 개방감에 큰 영향을 주지 못한다고 할 수 있다.

한편 건물의 사각 배치에 따른 결과와 개방지수 및 조망차폐율에 의한 결과는 층수에 관계없이 그 움직임의 경향 및 상관관계가 거의 동일하게 나타났다(그림 9, 10, 11 참조). 따라서 개방지수와 조망차폐율의 경우 사각 배치에 의한 값으로 대체가 가능하며, 시각적 장애물이 많은 일반 도시가로의 관리 지침으로서는 적당하지 않은 것으로 사료된다.

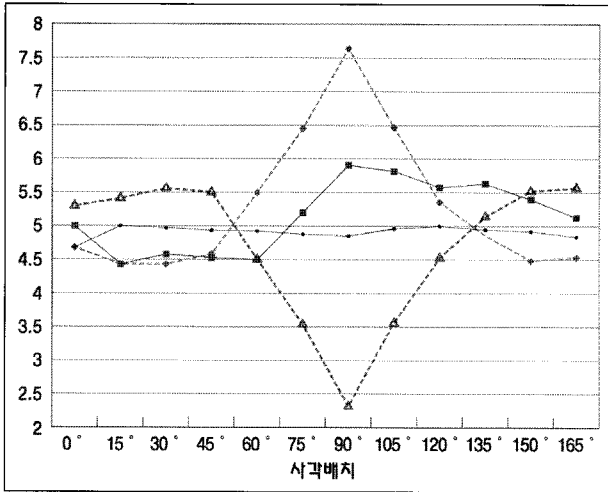


그림 9. 5층 가로의 개방감, 가시율, 조망차폐율, 개방지수 비교
범례: ■ 개방감, ● 가시율, △ 조망차폐율, ◆ 개방지수

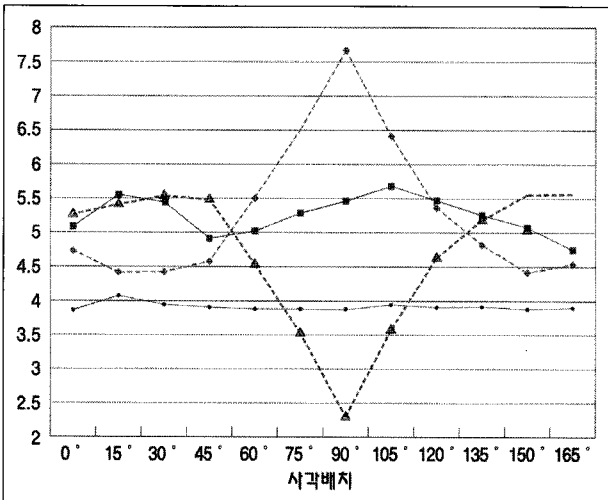


그림 10. 15층 가로의 개방감, 가시율, 조망차폐율, 개방지수 비교
범례: ■ 개방감, ● 가시율, △ 조망차폐율, ◆ 개방지수

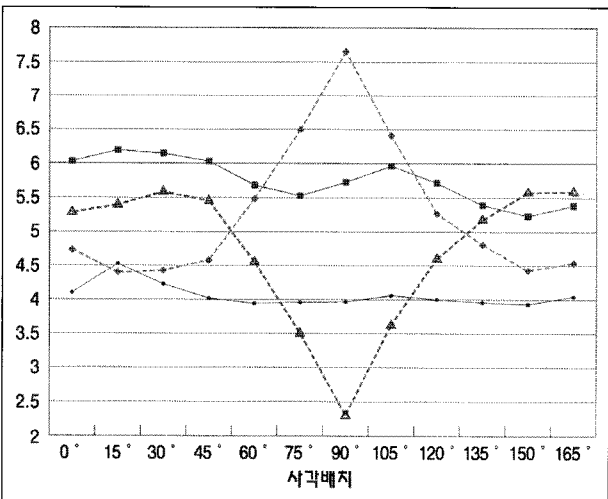


그림 11. 25층 가로의 개방감, 가시율, 조망차폐율, 개방지수 비교
범례: ■ 개방감, ● 가시율, △ 조망차폐율, ◆ 개방지수

2. 실험 2: 가시율 분석을 이용한 경관미와 위압감 분석

실험 2는 사선 규제에 의한 위압감 완화를 위한 실험으로 4 단계 각도 변화(30°, 45°, 60°, 75°)에 따른 경관미와 위압감을 조사하였다. 전체 시점을 고려하여도 실험 경관의 개수가 많지 않기 때문에 운전자와 보행자의 시점을 별도로 구분하여 조사하지 않았다. 이에 따라 시점에 따른 경관미와 위압감의 차이 및 사선 규제 각도에 따른 경관미와 위압감의 차이를 분석하였다(표 5 참조).

표 5에서 보는 바와 같이, 경관미는 시점과 사선 규제 각도 변수에 모두 통계적인 유의성을 보였다, 위압감은 사선 규제 각도에서만 통계적인 차이를 보이고 있었다. 따라서 시점은 경관미에서만 영향력을 끼치는 변수이며, 사선 규제는 경관미와 위압감에서 모두 영향을 끼치는 변수임을 알 수 있다.

한편, 사선 규제에 의한 경관미 변화에서는 45°를 기점으로 경관미가 서서히 내려감을 알 수 있으며, 위압감은 30°에서 지속적인 증가 추세를 보이고 있다. 따라서 사선 규제는 경관미와 위압감의 변화폭을 고려하였을 때 45°이하로 규제하는 것이 가장 바람직하며, 30°이하의 사선 규제는 현실적으로 무리가 있으므로 30°~45°를 사선 규제 허용범위로 제안할 수 있다(그림 12, 13 참조).

표 5. 시점과 사선규제 각도에 따른 경관미 및 위압감의 분산분석 요약표

지표	변수	계공합	자유도	평균계공	F	유의수준
경관미	시점	15.000	1	15.000	6.579	0.011
	사선규제각도	191.600	3	63.867	28.013	0.000
위압감	시점	0.704	1	0.704	0.441	0.507
	사선규제각도	926.512	3	308.837	193.632	0.000

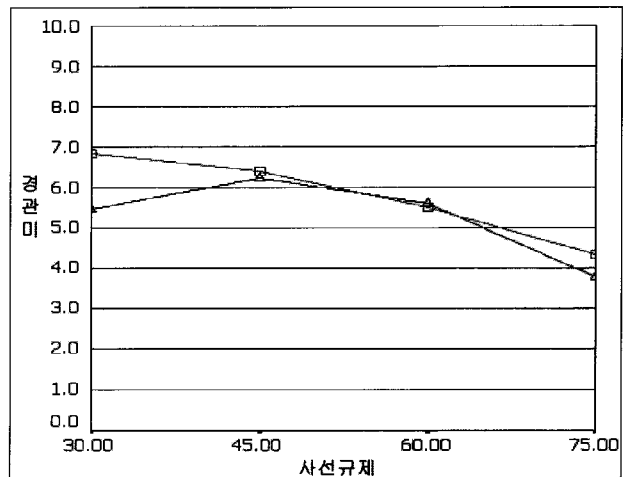


그림 12. 사선규제에 따른 경관미 변화
범례: □ 운전자, △ 보행자

표 6. 기존연구와 실험을 통한 관리지표 허용범위의 비교 검증

관리지표	본 연구의 허용범위		기존 연구 및 사례의 허용범위		비교
	저층(5층)	75~90°(90~105°)	도로 수직방향 조망	45~75°*	
사각배치 (배치각도)	중층(15층)	30~45°(135~150°)	도로 축 방향 조망	60~105°*	· 실제가로경관의 적용을 위해서 배치각도를 가로 방향을 고려하여 선정함. · 기존 정적 시뮬레이션을 이용한 연구에 비해 시점의 이동에 따른 현실적이고 구체적인 결과를 얻을 수 있음.
	고층(25층)	75~90°(90~105°)			
건축물 형태 (높이/너비)	· 중층(15층) 이상의 건축물일 경우 탑상형(2세대) 배치유도 · 저층(5층 이하)의 경우 가로변에 탑상형보다는 인동간격이 확보된 판상형이 바람직함.		· 도로에 연결한 탑상형 건축물의 타당성에 관한 연구가 부족		· 높이에 따른 경관미 및 개방감 특성은 저층과 중층이상으로 나누어짐.
개방지수 (%)	· 대상지의 수직방향에서 관찰이 가능한 넓은 도로를 지닌 강변의 대안이나 공동주택단지 등에서 적용하는 것이 바람직함.		· 개방지수: 강변이나 도로변에 연결한 공동주택단지(50%이하)에 적용* · 입면차폐도의 단점보완을 위해 제시*****		· 가로 내부를 따라 이동하면서 실제로 지각되는 개방감과는 차이가 있으므로 가로경관관리지표로써 부적합함.
조망 차폐율 (%)			· 조망차폐율: 주요 조망축상의 공동주택용지 구간(60%이하)에 적용***** · 재건축 공동주택단지 개선 지표로 제시***		
가시율 분석 (%)	· 중층(15층)이상의 건축물일 경우 개방감과 하늘의 시각량 사이에 높은 상관관계가 있으므로 개방감 확대를 통해 가시율 확대를 확보할 수 있음.		· 산과 하늘의 시각량이 많을수록, 건물의 시각량은 적을수록 쾌적함에 대한 선호도가 높아짐 · 조망지점의 합리적인 설정을 위해 애니메이션과 영상분류를 이용한 가시율 분석기법을 개발****		· 가로경관에서 개방감의 경향을 측정하는 지표로서 개방지수, 조망차폐율에 비해 더 효과적인.
사선규제 (사선각)	45° 이하		45° 이하(1)		· 기존의 연구 결과와 차이가 없음. · 높이제한을 완화할 경우에 사선각은 45~60°가 적합함.
			주거지역(50°)	1 : 1.2이하(도로너비:건물높이)**	
			기타지역(56°)	1 : 1.5이하(도로너비:건물높이)**	

*: 신지훈(2003), **: 김도년 등(2003), ***: 이창구와 김영하(2003), ****: 이인성과 김충식(2002), *****: 과천시(2003), *****: 서울특별시(2003)

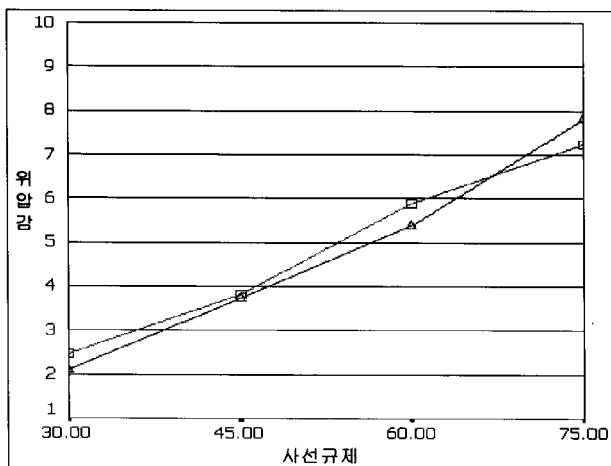


그림 13. 사선규제에 따른 위압감 변화
 범례: □ 운전자, △ 보행자

실험 1과 2의 결과를 기존 연구사례들과 비교하여 종합하면 표 6과 같다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 동적 시뮬레이션 기법을 통해 정적 시뮬레이션에

서 보여주었던 시지각적 현실성에 대한 한계를 극복하고, 가로 경관을 효율적으로 관리할 수 있는 관리지표를 검증하고자 하였다. 본 연구를 통해 도출된 결론은 다음과 같이 요약될 수 있다.

1. 도시 가로경관의 가장 큰 영향요소인 건축물 관리를 위해 선행연구들로부터 추출된 지표를 살펴보면, 첫째, 가로의 개방감 증진을 위한 지표로서 사각배치, 조망차폐율, 개방지수, 건축물 형태(높이/너비) 등을 들 수 있고, 둘째, 가로의 위압감 완화를 위한 지표로서 사선 규제가 고려될 수 있다. 그러나 도로축으로의 이동적 성격이 강한 도시 가로경관에서 동적 시뮬레이션을 사용하여 실험한 결과, 일반적으로 조망차폐율과 개방지수는 개방감과 많은 상관관계가 있으므로, 이는 별도로 측정할 필요가 없는 것으로 판단된다.
2. 개방감 및 위압감은 건축물의 파사드나 디자인 요소 등의 영향으로 저층에서는 경관미와 다소 차이가 있는 경우도 있었으나, 전반적으로 경관미와 높은 상관관계가 있었다. 따라서 가로의 경관미 증진을 위한 수단으로 개방감 증진과 위압감 완화를 중요한 관리수단으로 제안할 수 있다.
3. 건축물 세대수의 변화를 통해 건축물 너비가 가로경관에

미치는 영향을 알 수 있었다. 즉, 가로변에 들어서는 건축물은 탑상형(2세대형) 건축물이 경관미 및 개방감 증진을 위해 가장 바람직하였다. 단, 건축물 높이비에 따른 수직적 개방감이 어느 정도 확보되어진 5층 이하의 저층 건축물은 탑상형이 단조로운 느낌을 줄 수도 있으며, 인동간격이 넓지 않은 경우에는 오히려 효과가 없는 것으로 나타났다.

4. 가로변에서 바라보았을 경우, 개방감 증진을 위해 건축물의 사각배치와 건축물 형태(높이/너비)를 경관관리지표로 선정하여 배치각도의 변화에 따른 경관미 및 개방감의 변화를 가로 방향에서 관찰하였다. 5층(저층형) 건축물에서는 배치각도 75~90°(105~135°) 수준이 경관미와 개방감을 증진시키기 위한 가장 바람직한 수치로 조사되었으며, 15층(중층형) 건축물에서는 30~45°(135~150°), 25층(고층형) 건축물에서는 75~90°(105~135°)가 가장 적합한 것으로 조사되었다.

5. 건축물에 의한 위압감 완화를 위한 지표로서 사선 규제를 선정하였다. 사선 규제 각도는 모든 건축물에서 30~45° 수준으로 높이를 규제하는 것이 가장 바람직한 것으로 조사되었다.

본 연구에서는 사각 배치, 가시율 분석, 건물 형태의 변화 등과 같이 연속성 및 시점의 변화가 중요시 되는 경우에, 동적 시뮬레이션을 사용하는 것이 정적 시뮬레이션에 비해 효과적인 방법인 것으로 나타났다. 그러나 그 외의 경우에는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 조사되었다. 따라서 작업량과 효과, 시간 및 인력 등을 종합적으로 고려하였을 경우, 동적 시뮬레이션 기법이 모든 경우에 적합한 것이 아님을 알 수 있다. 한편, 컴퓨터 기술의 발달로 동적 시뮬레이션과 정적 시뮬레이션의 제작을 위한 작업량 차이도 줄어들고 있고, 시뮬레이션의 사실감도 높아지고 있으므로 좀 더 현실감을 반영한 시뮬레이션의 장점을 이용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

본 연구에서 사용한 동적 시뮬레이션의 경우, 연속적인 시점 변화에 따른 분석은 가능하였지만, 시뮬레이션의 평가범위는 정해진 속도와 방향의 범위 안에서만 허용되는 한계가 있었다. 따라서 추후 가상현실 기법과 같은 입체적인 컴퓨터 시뮬레이션이 적극 도입된다면, 관찰자 시점의 방향 및 이동속도 등을 직접 조작하면서 평가할 수 있을 것이다. 이것은 현실에 가까운 결과를 제공해 줌으로서 종합적인 지표 산정에 보다 효율을 높여줄 것이다.

마지막으로 본 연구에서 다루지 못한 도시 가로경관의 가변적 구성요소들은 해당 연구결과를 바탕으로 후속 연구에서 보다 체계적으로 보완하여 진행하여야 할 것이다.

- 주 1. 예컨대 서울시의 경우 서울시 공동주택심의규칙에 의하면, 초기에는 지붕형태, 축벽모양 등의 미관 심의에 그쳤으나, 최근에는 입면적 및 입면차폐도, 구릉지 높이 한계, 옥외생활공간, 보도비율 및 차도율, 광장 및 시각통로 확보 등 다양한 기준들을 제시하고 있다(김두운, 2004).
- 주 2. 사각배치를 위한 건축물 배치각도는 0°에서 90°까지이나, 도로의 특성상 진행방향뿐 아니라 반대 방향에서의 분석도 중요하므로 105°에서 165°까지의 배치각도를 추가하여 양방향 모두 고려하였다.
- 주 3. 가시율 또는 가시량은 경관을 구성하고 있는 요소(산, 건물, 하늘 등)들이 시각에서 차지하는 비율을 말한다(서정환, 2003). 본 연구에서 다루어지는 가시율에서 개방감은 하늘의 비율만으로 정의하였다.
- 주 4. 서울시에서 운영되고 있는 지구단위계획작성지침에 의하면 도시경관에서 근경에 해당하는 거리를 200~400m 이내, 중경에 해당하는 거리는 400~800m 이내, 그리고 800m 이상을 원경에 해당하는 것으로 설정하고 있다(신지훈, 2003).
- 주 5. 서울시에서 운영하고 있는 건축선 후퇴를 보면, 미관지구 지정에 따른 경우는 대부분 3m 건축선 후퇴를 지정하고 있으며, 지구단위계획에서는 블록의 규모와 도로폭에 따라 2~10m 정도의 건축선 후퇴를 지정하고 있다(서울특별시, 2003).
- 주 6. 보행자는 도시 내에서 평균 3~5km/h, 운전자는 40~60km/h의 속도를 가진다. 본 연구에서는 너무 느린 속도는 관찰자에게 지루함을 주고, 너무 빠른 속도는 대상에 대한 지각을 방해한다고 판단하여 보행자는 5km/h, 운전자는 40km/h를 실험에 사용할 적정 속도로 지정하였다.
- 주 7. 인간의 눈에 해당하는 카메라의 렌즈를 분류하는 방법 중 가장 간단한 방법은 초점거리에 따라서 구분하는 것이다. 35mm 일안반사식 카메라에서 초점거리 50mm 렌즈가 어떠한 과정을 통해 표준렌즈가 되었는지에 대해서는 여러 가지 견해가 있다. 그럼에도 불구하고 최초의 35mm 일안반사식 카메라인 라이카가 인간의 시각과 가장 비슷한 50mm를 표준렌즈로 한 것에서 연유되었다는 주장이 가장 타당하다. 이것은 인간의 시각에서 얻어진 습관상의 감각에서 기인한 것으로 판단된다. 일반적으로는 화면의 대각선 길이와 비슷한 초점거리를 갖는 렌즈를 표준이라 하고, 다른 필름 사이즈의 카메라도 이러한 기준에 의해서 표준렌즈를 정하고 있다(유경선, 2001).
- 주 8. 설문을 위한 표본 설정은 크게 두 가지 방향으로 나누어 생각해 볼 수 있다. 우선, 전체 모집단의 인구를 고려하여 표본을 추출하는 방법이 있다. 이 방법은 인구통계학적인 조사를 덧붙이는 경우가 대부분이다. 즉, 집단 간의 차이나 전체적인 집단의 차이를 인정하면서 표본의 적정수를 추출하는 방법이다(정대연, 1992). 반면, 설문 내용의 자체적인 정규분포 자료만 필요한 경우로서 인구통계학적인 집단 간의 차이가 없는 것으로 가정할 경우, 리커드 척도에 의한 표본수는 25~30명 정도이고, 쌍체비교일 경우에는 10~13명 선이 경제적인 면도 고려한 최적의 수치이다(변재상 등, 1999; Stamps III, 1992; 2000). 이때 설문하는 집단은 고른 표본을 유지하여야 하며, 항상 동일한 특성을 지닌 집단이라는 가정이 전제되어야 한다.
- 주 9. 실험에 따른 경관미와 개방감을 바탕으로 가로 방향에서 보여주는 각도를 고려하여, 평균이상의 값들을 추출하고 분석된 값들을 비교하여 기준이 될 수 있는 지표값을 추출하였다.

인용문헌

1. 경기개발연구원(1998) 도시경관개선방안에 관한 연구: 산림스카이라인 분석을 중심으로.
2. 과천시(2003) 과천시 지구단위계획 시행지침서.

3. 김도년, 정재용, 정상혁(2003) 삼차원적 도시관리 수단으로서의 건축물 높이기준 설정 방향 연구. 대한건축학회논문집 19(3): 169-176.
4. 김두운(2004) 동적 시뮬레이션을 이용한 도시가로경관 관리지표에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문.
5. 김승주(2004) 도시경관인단을 위한 평가지표 개발에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문.
6. 김충식(1999) 컴퓨터 애니메이션을 이용한 가로경관의 평가기법 연구. 서울시립대학교 석사학위논문.
7. 김충식(2004) 경관시뮬레이터를 이용한 건축제어요소 가로경관에 미치는 영향분석. 서울시립대학교 박사학위논문.
8. 김충식, 이인성(2005) 건축제어요소 가로경관 선호도에 미치는 영향 분석. 한국도시계획학회지 6(4): 71-88.
9. 김한배(2003) 도시경관계획의 작성방식에 관한 비교연구. 대한국토·도시계획학회지 「국토계획」 38(10): 213-230.
10. 박광수(2000) 환경영향평가서의 경관시뮬레이션에 관한 연구. 서울대학교 석사학위논문.
11. 박찬용(2006) 도시경관계획을 위한 지표설정과 적용. 경북대학교 박사학위논문.
12. 변재상(2005) 도시 경관 및 이미지 향상을 위한 랜드마크 형성모델. 서울대학교 박사학위논문.
13. 변재상, 임승빈, 주신하(2007a) 초고층 랜드마크의 공간적 거리 및 인지강도와의 상관성 분석: 서울시 30층 이상 고층건물을 대상으로. 한국조경학회지 35(4): 90-104.
14. 변재상, 정수정, 임승빈(1999) 도시가로경관요소가 시각적 선호에 미치는 복합적 영향에 관한 연구. 한국조경학회지 27(2): 9-18.
15. 변재상, 조예지, 최형석, 김송이, 임승빈(2007b) 도시마케팅을 위한 도시이미지 관리방안 연구: 도시이미지 관리 프로그램 도출을 위한 정량적 분석. 한국조경학회지 35(4): 81-89.
16. 변재상, 최형석, 신지훈, 조예지, 김송이, 임승빈(2007c) 도시 이미지에 대한 지구 이미지의 기여수준 분석: 부산시를 중심으로. 한국조경학회지 35(1): 59-68.
17. 변재상, 최형석, 신지훈, 조예지, 임승빈(2007d) 도시 이미지 구성요소의 기여수준 분석: 과천시를 중심으로. 대한국토·도시계획학회지 「국토계획」 42(3): 163-177.
18. 변재상, 최형석, 이정원, 임승빈(2006) 도시 이미지에 기초한 도시유형 분류. 대한국토·도시계획학회지 「국토계획」 41(3): 7-20.
19. 서울대학교(1999) 서울대학교 관악캠퍼스 자연경관보전 및 경관형성 연구.
20. 서울시정개발연구원(1994) 한강연접지역 경관관리 방안 연구.
21. 서울특별시(1998) 조망가로조성 사업계획. 서울시립대학교.
22. 서울특별시(2000) 새서울 우리한강 기본계획. 서울시정개발연구원.
23. 서울특별시(2001) 서울의 주요산 경관풍치보전계획. 서울시정개발연구원.
24. 서울특별시(2003) 서울의 주요 하천변 경관개선 방안 연구.
25. 서정환(2003) 반구투영기법을 이용한 가로경관 평가기법에 관한 연구. 서울시립대학교 석사학위논문.
26. 신지훈(2003) 도시 경관계획 지표 연구: 건축물 규모 및 배치 지표를 중심으로. 서울대학교 박사학위논문.
27. 연합뉴스(2007) "서울시 '세계디자인수도'로 첫 지정". 2007년 10월 21일자 보도자료.
28. 용인시(1997) 기흥읍 가로경관 형성기본계획.
29. 유경선(2001) Photography 사진 어떻게 찍을 것인가?. 서울: 미진사.
30. 이인성, 김충식(2002) 도시경관 관리를 위한 가시율 분석기법의 개발. 한국도시계획학회지 9(4): 23-34.
31. 이창구, 김영하(2003) 재건축 아파트단지에 대한 지구단위계획 적용에 관한 연구. 대한건축학회논문집 19(5): 107-114.
32. 임승빈(1991) 경관분석론. 서울: 서울대학교 출판부.
33. 임승빈(1998) 조경이 만드는 도시. 서울: 서울대학교 출판부.
34. 임승빈, 변재상(2002) 도시경관관리를 위한 스카이라인 형성기법에 관한 연구: 미국 주요 도시의 스카이라인 형성요인과 기법적 특성을 중심으로. 한국도시계획학회지 6(1): 5-18.
35. 임승빈, 신지훈(1995) 경관영향평가를 위한 물리적 지표설정 에 관한 연구. 대한건축학회논문집 11(10): 157-166.
36. 임승빈, 신지훈(1996) 경관영향평가를 위한 심리적 지표설정 에 관한 연구. 대한건축학회 논문집 12(9): 153-161.
37. 임승빈, 최형석, 변재상(2004) 도시 이미지 분석기법에 관한 연구: MDS에 의한 도시 간 이미지 비교. 한국조경학회지 32(1): 47-56.
38. 정대연(1992) 기초사회통계학. 서울: 백산서당.
39. 정성구(2002) CG 시뮬레이션을 이용한 가로의 공간의식과 물리적 구성요소의 상관성에 관한 연구. 대한건축학회논문집 18(5): 91-98.
40. 정용문, 변재상(2005) 시민의식에 기초한 공주시 도시 이미지 분석: 도시와 랜드마크의 형용사 이미지 포지셔닝. 한국조경학회지 33(3): 18-30.
41. 정재희(2000) 이동속도의 변화에 따른 가로경관의 평가. 한국조경학회지 28(5): 15-25.
42. 조용현(2003) 서울시 가로녹지율 증진방안. 서울시정개발연구원.
43. 홍경구(2004) 도시 주거지 개발형태가 경관 선호에 미치는 영향. 서울대학교 박사학위논문.
44. 홍선광, 김영하(1997) 공동주택에 있어서 도시경관의 지표적 기준에 관한 연구. 대한건축학회논문집 13(4): 259-267.
45. Bureau of Landscape Management(1995) Visual resource management manual 8410 and 8431. Bureau of Landscape Management (<http://www.blm.gov/nstc/VRM>).
46. Institute of Environment Assessment and the Landscape Institute(1995) Guidelines for landscape and visual impact assessment. London: E&FN SOPN.
47. Stamps III, A. E.(1992) Bootstrap investigation of respondent sample size for environmental preference. Perceptual and Motor Skills 75: 220-222.
48. Stamps III, A. E.(1993a) Validating Contextual Urban Design Photoprotocols: Replication and Generalization from Single Residences to Block Faces. Environment and Planning B: Planning and Design 20: 693-707.
49. Stamps III, A. E.(1993b) Simulation Effects on Environmental Preference. Journal of Environmental Management 38: 115-132.
50. Stamps III, A. E.(1994) A Study in Scale and Character: Contextual Effects on Environmental Preferences. Journal of Environmental Management 42: 223-245.
51. Stamps III, A. E.(1997) Some Streets of San Francisco: preference effects of trees, cars, wires, and buildings. Environment and Planning B : Planning and Design 24: 81-93.
52. Stamps III, A. E.(2000) Psychology and the Aesthetic of the Built Environment. MA: Kluwer Academic Publishers.

원 고 접 수 : 2007년 8월 9일
 최종수정본 접수 : 2008년 1월 25일
 3인익명 심사필