한국환경과학회지 제21권(제4호), 391~399, 2012 http://dx.doi.org/10.5322/JES.2012.21.4.391
Journal of the Environmental Sciences

가로수 유형별 모델링을 통한 가로공간 조도분포에 관한 연구

이석준 · 이종성[1)*]
상지대학교 경영정보학과, [1)]상지대학교 친환경식물학부
(2011년 9월 21일 접수; 2011년 12월 26일 수정; 2012년 2월 6일 채택)

A Study on the Lighting Distribution on Road Space by Modeling Roadside Tree Types

Seok-Jun Lee, Jong-Sung Lee[1)*]
Department of MIS, Sangji University, Wonju 220-702, Korea
[1)]Division of Environment-Friendly Plant Science, Sangji University, Wonju 220-702, Korea
(Manuscript received 21 September, 2011; revised 26 December, 2011; accepted 6 February, 2012)

Abstract

This study proposes lighting simulation approach to assess lighting quality on motor ways and walk ways considering each type of form and growth of roadside trees. Simulation approach to assess quality of lighting is frequently used for lighting design which guarantees secure of drivers and pedestrians during the night time. But, road side trees which have diverse benefits for citizens acts on obstacles during night time needs lighting. The results of this study shows a possible way for tuning the aims of both lighting and road side tree. It will be possible to develop harmonic design standards for road way lighting if further study achieved based on the result of this study.

Key Words : Lighting design, Lighting simulation, Road side tree

1. 서 론

가로수는 공원과 더불어 도시지역의 중요 녹지공간으로 도시이미지를 높이는데 매우긍정적인 평가요소이며 녹지연결 및 쾌적한 가로공간 환경의 창출로 그 가치가 높아지고 있다. 가로수는 도시경관의 질을 향상시키고 휴식공간의 제공으로 시민의 심리적 안정감을 제공할 뿐만 아니라 운전자의 도로 선형 인지력을 높일 수 있는 시선유도 효과, 태양광의 차광 및 복사열 흡수를 통한 도심지의 기온 조절 효과, 대기오염물질의 정화, 소음 차단 및 감소 등의 공해차단 및 완화 효과를 가지고 있다. 이러한 도시의 가로수는 도시의 미관 및 환경적 측면에서 중요성이 높아지고 있으나 성장함에 따라 발생할 수 있는 역기능을 동시에 가지고 있음을 고려할 필요가 있다. 특히 도시지역에서 너무 넓은 수관폭은 도심 상권에서 간판 등을 가릴 수 있으며 또한 뿌리에 의한 도로 및 보도의 파괴 등과 같은 민원이 발생할 수도 있다. 이에 따라 가로수의 수형관리를 위한 다각도의 접근법이 논의되고 있다(산림청, 2003). 또한 최근 산림청은 가로수를 활용해 아름다운 가로경관을 연출하고 도시미관을 향상시키기 위해 가로수 수종별 수형관리 모델을 개발하고 수형관리에 나서고 있다. 대부분의 가로수가 식재된 도로와 보도는 차량과 보행자가 이용하는 공간으로 주간의

*Corresponding author : Jong-Sung Lee, Division of Environment-Friendly Plant Science, Sangji University, Wonju 220-702, Korea
Phone: +82-33-730-0565
E-mail: jonglee4@sangji.ac.kr

차량 및 보행자의 안전 보장과 더불어 야간에도 이들의 안전을 보장하기 위하여 야간 조명을 위한 가로등이 동시에 설치되어 있다. 가로공간의 야간 도로조명은 야간 차량 및 보행자의 안전을 보장하는 것이 주목적이며 도로의 장애물을 잘 볼 수 있도록 조명하고 야간의 잠재적 위험성으로부터 가로환경의 우수한 시환경을 제공 하여야 한다. 다양한 가로수의 유형은 도로설계 시 가로등과의 관계를 분석하여 야간의 쾌적한 가로공간 환경에 선택 적용될 수 있도록 계획 및 관리적 차원에서 다루어볼 필요가 있다. 이를 위하여 가로수의 수관폭과 수관고 형태는 가로경관의 미적인 측면뿐 아니라 기능적 측면에서도 도로설계 시 고려되어질 수 있을 것이다.

본 연구의 목적은 가로수의 유형 및 형태에 따라 가로등의 조명목적에 대한 영향을 시뮬레이션 기법을 적용하여 파악할 수 있는 가능성을 제시하고 다각적 방법으로 도로 가로공간의 질적환경 개선 가능성을 가로수와 도로 설계 시 부터 반영할 수 있도록 제안함에 있다.

2. 가로수 수형

최근 산림청은 국내에 식재된 양버즘나무(Platanus occidentalis), 은행나무(Ginkgo biloba), 느티나무(Zelkova serrata), 왕벚나무(Prunus yedoensis), 메타세쿼이아(Metasequoia glyptostroboides), 단풍나무(Acer palmatum), 이팝나무(Chionanthus retusus), 튤립나무(Liriodendron tulipifera), 배롱나무(Lagerstroemia indica), 곰솔(Pinus thunbergii) 등의 10대 수종을 선정하여 경관을 평가하였으며 가로수 관리에 대한 매뉴얼을 제공하였다(산림청, 2009). 또한 경기도내 7개 도시를 중심으로 가로수 식재 실태 연구를 통하여 식재된 가로수의 수종과 수고, 흉고직경, 수관폭 그리고 식재 간격에 대해 연구되었는데 가로수의 간격이 6 m를 넘으며 10 m에 이르는 지역까지 있다고 조사되었다(성, 2003). 가로수의 수형 및 성장에 따른 형태분류 방법에 대한 연구가 이루어져 수관폭과 수관고의 비에 따라 수형을 구성하고 수형의 유형에 따라 형태를 분류하는 방법이 제시되었다(최 등, 1988). 다음은 최 등에 의해 제시된 가로수의 수형과 형태분류 방법이다.

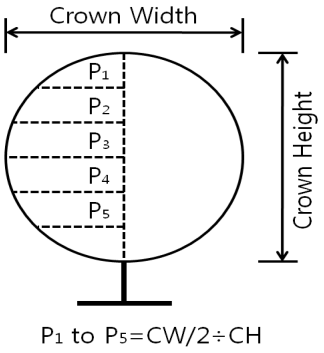


Fig. 1. Illustration of P1 to P5.

최 등(1988)은 수관폭과 수관고의 비율에 따라 다음과 같이 5종류의 수형과 각 수형에 따라 5가지의 표준수형을 정의하고 총 25가지의 수형을 제시하였다.

3. 도로조명

야간 도로조명은 전술한 바와 같이 야간 차량 및 보행자의 안전을 보장하는 것이 주목적이며 도로의 장애물을 잘 볼 수 있도록 조명하여 잠재적 위험성을 줄이고 우수한 시환경을 재공 하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 휘도 혹은 조도 기준으로 일정수준의 평균 조명수준과 균일성을 유지하는 것이 중요하다. Iowa Statewide Urban Design and Specifications에서 제공하는 야간 도로조명 매뉴얼에는 조명설계 단계를 다음과 같이 소개하고 있다(Iowa SUDAS Corporation, 2009).

- 조명 지역을 평가하여 조도 수준을 결정
- 광원의 유형 선정
- 광원의 크기와 설치 높이 선정
- 조명기구의 유형 선정
- 조명기구의 간격과 위치 결정
- 설계 타당성 검증

KS C 3701에는 도로조명에 대한 기준을 휘도와 조도의 기준을 제시하고 있으며 이에 따라 조명기구 및 조명환경에 대한 설계가 이루어지고 가로등이 배치된

Table 1. Rations of crown width to crown height from P1 to P5 according to standard tree form

Tree Type	Section	Tree Form & CW, CH ratio					Images
		1	2	3	4	5	
A Type	P1	1.51	0.97	0.6	0.43	0.35	
	P2	1.24	0.84	0.49	0.36	0.3	
	P3	0.98	0.68	0.39	0.28	0.23	
	P4	0.71	0.49	0.3	0.21	0.16	
	P5	0.4	0.3	0.17	0.12	0.1	
B Type	P1	1.02	0.67	0.41	0.35	0.36	
	P2	1.37	0.92	0.57	0.47	0.41	
	P3	1.38	0.99	0.59	0.49	0.38	
	P4	1.21	0.89	0.47	0.4	0.3	
	P5	0.82	0.57	0.32	0.25	0.18	
C Type	P1	0.86	0.55	0.37	0.31	0.27	
	P2	0.97	0.66	0.46	0.38	0.32	
	P3	1.01	0.67	0.5	0.4	0.34	
	P4	0.99	0.66	0.46	0.38	0.32	
	P5	0.85	0.5	0.37	0.31	0.26	
D Type	P1	0.48	0.48	0.28	0.23	0.15	
	P2	0.77	0.74	0.43	0.35	0.23	
	P3	1.01	0.93	0.56	0.44	0.28	
	P4	1.16	1	0.64	0.49	0.3	
	P5	1.08	0.95	0.53	0.44	0.26	
E Type	P1	0.15	0.13	0.11	0.08	0.03	
	P2	0.24	0.2	0.17	0.13	0.06	
	P3	0.35	0.29	0.24	0.18	0.07	
	P4	0.45	0.36	0.3	0.22	0.1	
	P5	0.55	0.41	0.36	0.27	0.12	

다(한국표준협회, 2007). 최근 개정된 KS 기준에서는 휘도 기준의 조명 기준이 제시되고 있으나 현업에서는 이전의 조도 기준에 따라 조명설계가 주로 이루어지고 있다. KS 가로등 조명기준은 도로의 규모에 따라 조명 수준을 정하고 있으나 두 조건에서 모두 균질한 조명을 목적으로 한다. 즉, 집중적인 조명으로 과도한 조도 및 휘도차를 줄이고 평균적으로 균질한 조명환경을 구현하는 것이 목적이며 이에 따라 가로등의 조명기구 설치 높이와 조명기구의 배광 방향, 조명기구의 간격, 적정 광원의 선정 등이 이루어진다. 최근 도로조명 설계의 평가를 위해 다양한 방법이 적용되고 있으며 야간 운전자 및 보행자의 안전성 평가를 위해 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 접근법이 제시되고 있다(Aleksanteri 등, 2008; Anais 등, 2010; 권 등, 2009). 하지만 조명설계 시 조명환경의 평가는 가로수를 무시한 도로와 보도의 평가만이 이루어진다. 이종성 등의 연구에서는 가로수와 가로등의 관계에서 가로수 식재 위치와 가로등의 간격이 현저히 좁을 경우 조명의 균질성에서 심각한 장애가 발생할 수 있음을 보여주고 있으며 가로수 식재와 가로등의 배치가 야간 도로조명에서 중요한 요인임을 시뮬레이션을 통하여 제시하고 있다(이와 이, 2011). 본 연구에서는 정확도 및 활용성이 높은 것으로 평가받고 있는 조명시뮬레이션 프로그램 중 Lightscape3.2를 이용하여 가로수의 유형과 가로등과의 관계를 분석한다(Christakou와 Amorim, 2005).

4. 모델링 및 시뮬레이션

4.1. 수형 모델링

본 연구의 목적은 가로수 수종 선정 시 가로수 수형에 따른 조도분포의 특성을 분석하는 것이다. 그렇기 때문에 가로수의 생태학적 특성들을 모두 고려하지 않고 단순화 시켜 수형에만 초점을 맞추고 있다. 특히 가로수 잎의 밀도와 수관의 밀도는 가로수의 중요 특성치이다. 하지만 본 연구의 시뮬레이션 목적은 세밀

한 특성치에 따른 결과를 분석하기보다 가로수의 표준적 형태에 따른 결과의 분석에 있기에 과도한 변수 투입은 전체적인 경향 파악에 과대 적합의 결과를 가져와 오히려 전체적인 경향을 파악하는데 오류를 범할 수 있다. 가로수의 계절적 요인 역시 가로수의 생육이 왕성한 여름을 기준으로 가로수가 가로등의 조명효과에 가장 크게 영향을 미칠 수 있는 여름을 기준으로 분석하였다.

조명 시뮬레이션을 위하여 먼저 그림에서 제시된 가로수를 모델링 하였다. 가로수 유형과 성장을 고려하기 위하여 각 유형별로 6 m, 10 m, 12 m의 가로수를 모델링하였으며 12 m 성목의 지하고는 3.6 m 로 설정하였다. Fig.1에 언급된 P1~P5 산출 수식에 따라 6 m, 10 m, 12 m 수고의 각 유형별 수관폭을 산출하였으며 목표 수관폭은 가로수 관리 매뉴얼에서 언급된 6 m 근접(6±1 m 미만) 유형을 선정하였다. A type은 3.6 m 지하고를 갖는 12 m 성목 시 최대 수관폭이 5.88 m의 5번째 유형으로 선정하였으며 B type은 수관폭이 6.89 m인 5번째 유형, C type은 6.72 m의 4번째 유형, D type은 5.04 m의 5번째 유형, E type은 6.05 m인 3번째 유형으로 선정하였다.

Table 2. Selected tree spec for modeling according to Height of each tree

Type	Shape	Crown width		
		H: 12	H: 10	H: 6
A-5		5.88	4.91	2.94
		5.04	4.21	2.52
		3.86	3.23	1.93
		2.69	2.24	1.34
		1.68	1.4	.84
B-5		6.05	5.05	3.02
		6.89	5.75	3.44
		6.38	5.33	3.19
		5.04	4.21	2.52
		3.02	2.53	1.51
C-4		5.21	4.35	2.6
		6.38	5.33	3.19
		6.72	5.61	3.36
		6.38	5.33	3.19
		5.21	4.35	2.6
D-5		2.52	2.1	1.26
		3.86	3.23	1.93
		4.7	3.93	2.35
		5.04	4.21	2.52
		4.37	3.65	2.18
E-3		1.85	1.54	.92
		2.86	2.38	1.43
		4.03	3.37	2.02
		5.04	4.21	2.52
		6.05	5.05	3.02

4.2. 도로 및 조명 모델링

시뮬레이션을 위한 광원의 모델링은 KS C 3701에는 도로조명에 대한 기준에 부합하는 조명환경 구현을 위해 가로등에 적합한 배광을 선정하여 28,000 lm의 전광속을 가진 점광원을 설정하였으며 각 차로별 균제도를 고려하여 2차로와 3차로 사이를 광원의 중심으로 선정하였으며 가로등은 12 m로 지면에서 12 m 지점에 조명기구를 설치하였다. 다음은 설치 광원 배광의 평면, 정면, 측면 이미지이다.

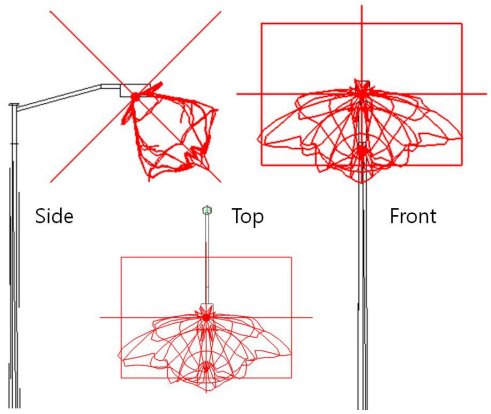


Fig. 2. Section views of lighting intensity distribution of luminary.

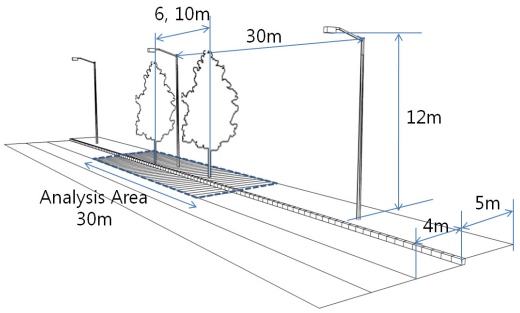


Fig. 3. Analysis area design spec and layout of lighting pole.

조명분석 대상지는 3차로와 보도로 한정하였으며 총 80 m의 도로 중 30 m 간격으로 설치한 가로등을 기준으로 양방 15 m 인 총 30 m를 분석 지역으로 선정하였다. 가로등에서 조명기구의 설치는 기본적으로 10 m 이상에 설치하도록 되어 있으나 본 연구에서는 KS C 3701에는 도로조명에 대한 기준에 적합한 조명환경 구현을 위하여 12 m에 위치 시켰다.

4.3. 시뮬레이션 설정

분석 대상차로인 3차로는 노폭을 4 m로 설정하였으며 보도는 5 m로 설정하였다. 가로수의 식재 간격은 성(2003)의 연구와 이와 이(2011)의 연구 결과를 바탕으로 6 m와 10 m의 간격 2가지 유형으로 선정하였다. 특히 이와 이(2011)의 연구에서는 가로수의 간격이 일정하더라도 가로등과의 간격이 최대 간격을 유지하지 못할 경우 가로공간에 균일한 조도분포를 통한 안전한 조도확보가 어려운 것으로 나타났다(이와 이, 2011). 따라서 6 m와 10 m의 2가지 간격을 적용하되 가로등을 기준으로 동일 이격거리를 유지하는 대칭형으로 배치하였다. 본 연구에서 차량과 거리의 조명효과는 고려하지 않았으며 야간 전천광 역시 반영하지 않았다.

5. 결과 및 고찰

5.1. 설계 조도

야간 조명설계는 조명기구의 배광특성을 반영하여 조명 목적 대상물 혹은 대상지의 기준 조도 혹은 휘도를 계산하는데 그 목적이 있다. 그러나 이러한 기준은 평균조도 혹은 휘도가 일반적으로 제시된다. 이러한 평균조도 혹은 휘도 기준은 균질한 조명품질을 평가하는데 한계가 따른다. 이를 보완하기 위해 시뮬레이션 기법을 이용하여 조명의 균질성을 평가하는 자료로 사용된다. 본 연구에서 초기 조도 기준의 조명품질 평가결과는 Fig. 3과 같다.

보도와 경계 부분인 3차로의 경우 가로등 아래 지역의 최대 조도가 69.6 lx를 보이고 있고 평균 29.7 lx의 조도 분포를 보이고 있다. 또한 보도의 경우 최대 21.2 lx를 보이고 평균 8.6 lx의 조도 분포를 보이고 있다.

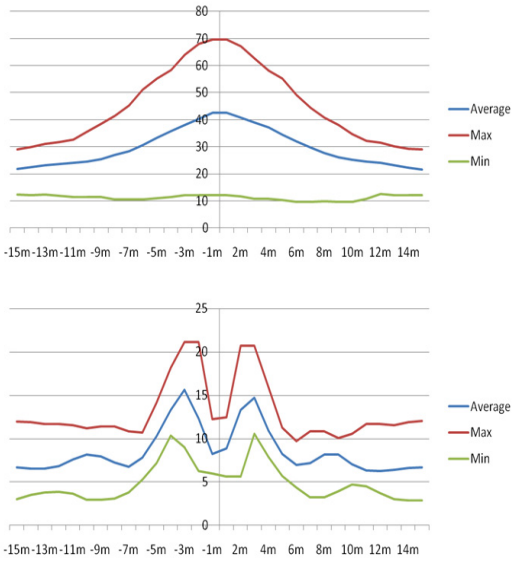


Fig. 4. Measured lighting distribution on the motor way(up) and walk way(down) from initial design by lux.

5.2. 수형별 성장에 따른 조도

다음 Table 3은 3차로와 보도에 각 유형별 가로수를 배치하고 가로수의 수고 변화와 가로수 간격을 고려한 시뮬레이션 조도분포 결과이다.

결과에서 A-5 유형의 경우가 가로수의 영향을 가장 적게 받고 있음을 알 수 있고 B-5와 C-5 유형의 경우 차도부와 보도 모두에게서 가로수의 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있다. E-3 유형의 경우 차도부는 가로수의 영향을 적게 받고 있지만 보도의 경우 가로수의 영향을 많이 받고 있음을 알 수 있다. 전반적으로 차도부보다 보도에서 가로수로 인한 조도 저하가 크게 나타나고 있으며 가로수의 수고와 수관폭이 증가할수록 조도 저하가 큼을 알 수 있다. 또한 가로수의 간격이 넓을수록 조도 저하 현상이 완화되고 있음을 알 수 있다. 다음은 A-5, C-4, E-4 유형의 수고 6 m일 경우 6 m, 10 m 식재 간격의 조도분포 결과이다.

Table 3. Average and standard deviation lux of lighting simulation on the both analysis area by height and intervals of each type of tree

Type	Height of tree (m)	motor way				walk way			
		Intervals of tree				Intervals of tree			
		6m		10m		6m		10m	
		Avg	SD	Avg	SD	Avg	SD	Avg	SD
A-5	6	29.71	6.94	29.78	6.87	4.77	3.71	6.13	4.09
	10	28.01	8.28	28.76	7.43	2.58	4.18	4.58	4.86
	12	22.99	9.36	27.87	6.36	3.06	4.76	4.98	4.58
B-5	6	29.26	7.02	29.46	7.03	3.46	3.74	5.66	4.48
	10	22.14	9.82	24.99	10.95	0.57	1.44	3.81	5.18
	12	10.82	14.39	20.07	12.60	0.20	0.60	3.82	5.18
C-4	6	29.09	7.07	29.40	7.04	3.29	3.18	5.42	4.50
	10	22.46	9.29	24.65	10.29	0.32	1.05	3.36	5.14
	12	9.31	13.00	17.81	13.83	0.04	0.16	3.22	5.06
D-5	6	29.71	6.94	29.71	6.94	5.37	3.18	6.48	3.84
	10	28.81	7.19	29.16	7.07	1.19	2.19	4.09	4.88
	12	26.40	7.77	27.28	8.34	0.86	2.18	3.62	5.12
E-3	6	29.39	7.03	29.51	6.98	5.09	2.61	6.62	3.63
	10	26.60	7.40	27.74	7.63	0.60	1.40	3.69	4.63
	12	21.78	8.03	24.62	9.01	0.19	0.73	2.96	4.76

수고 6 m일 경우 3차로 조도 분포는 설계조도 분포와 유사한 유형을 보이고 있으며 식재된 가로수 유형에 상관없이 최저 조도에서만 차이가 발생하고 있다. 보도면 조도 분포의 경우 A-5 유형의 가로수 식재 구간은 설계조도의 유형과 유사한 조도 분포를 보이고 있으며 C-4의 경우 가로수 식재로 인해 조명의 효과가 없는 부분이 발생하고 있다. E-3의 경우 최대 조도의 분포 유형은 설계조도와 유사한 형태를 보이고 있으며 가로수 간격이 넓어짐에 따라 조도 개선이 약간 이루어지고 있음을 알 수 있다. 6 m 수고의 조도분포는 차도부에서 전반적으로 설계조도와 큰 차이가 없지만 일부 가로수 유형에서는 가로등의 조명효과가 거의 없는 구간이 약간 발생하고 있다. 보도부의 경우 설계조도에 비하여 평균조도 분포가 낮아지고 차도와 마찬가지로 조명효과가 거의 없는 구간이 좀 더 넓게 분포하고 있고 가로수 유형과 식재 간격에 따라 약간의 차이가 발생하고 있음을 확인할 수 있다. 다음은 수고 12 m인 경우의 시뮬레이션 결과이다.

수고 12 m인 경우 차로부의 평균조도는 설계조도에 비하여 낮아지고 있다. 또한 가로수 간격 6 m의 경우 C-4 유형의 경우 전혀 조명효과가 미치지 않는 부분이 발생하고 있다. 또한 E-3의 유형에서는 조도분포의 균질성에 영향을 미치고 있음을 볼 수 있다. 가로수 간격이 10 m로 늘어날 경우 모든 유형에서 조도분포의 개선이 이루어지고 있으며 균질성 역시 개선되고 있음을 알 수 있다. 또한 보도의 경우 A-5 유형의 조도 분포가 양호한 편이나 가로수 간격이 좁을 경우 조명효과가 미치지 않는 부분이 발생하고 간격이 넓을 경우 조도 분포의 개선이 확인된다. 반면 C-4와 E-3의 경우 차도부에 비하여 보도에서 조명효과가 미치지 않는 부분이 크게 증가하고 있으며 거의 조명효과를 보지 못하고 있음을 볼 수 있다. 가로수 간격이 넓어지면 조명효과의 개선이 보이지만 전반적으로 조명효과를 받을 수 없는 부분이 발생하고 있음을 확인할 수 있다.

수고에 따른 시뮬레이션 결과를 비교한 결과 가로수의 성장 정도에 따라 가로등의 조명효과가 영향을 받고 있으며 가로수의 간격에 따라 조명효과의 개선이 이루어짐을 알 수 있다. 또한 가로수의 유형에 따라 조명효과의 차이가 발생하며 3차로와 보도에서의 조명품질이 달라짐을 알 수 있다.

Table 4. lighting distribution results of selected tree forms(6 m height)

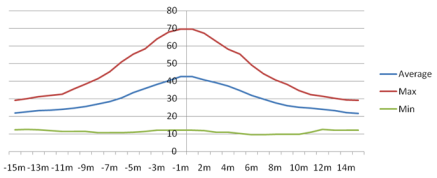
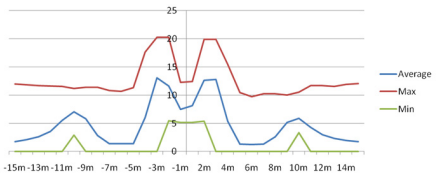
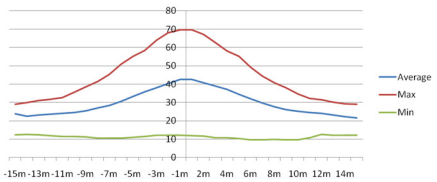
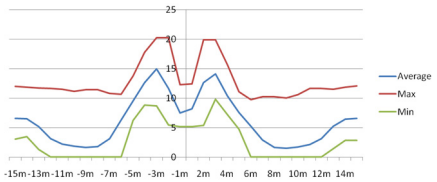
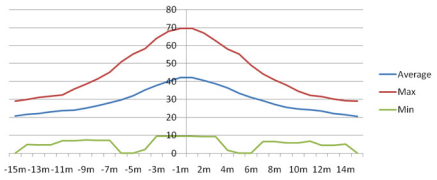
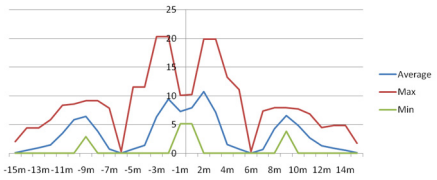
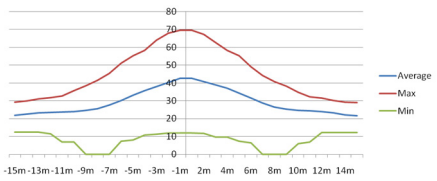
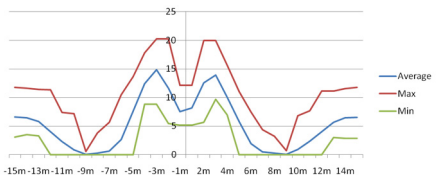
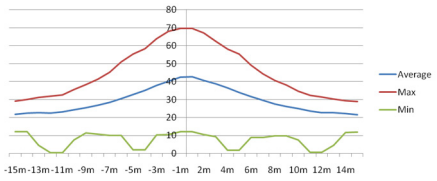
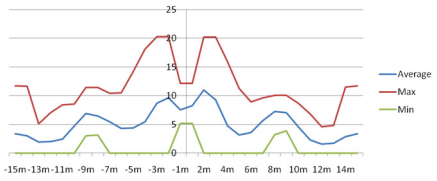
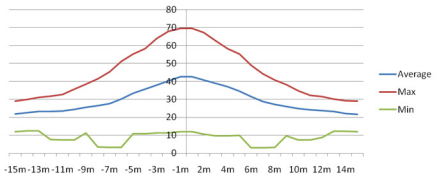
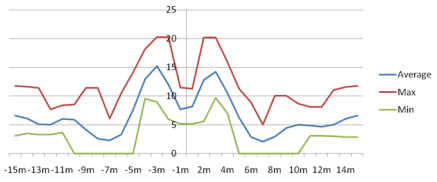
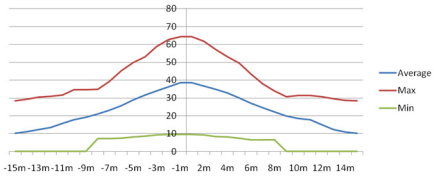
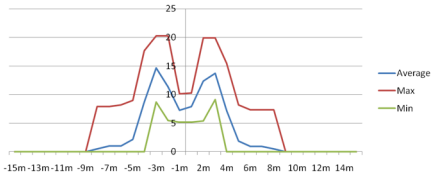
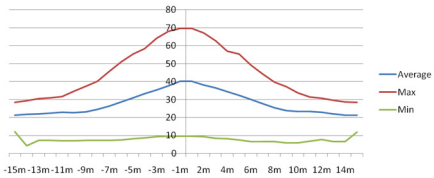
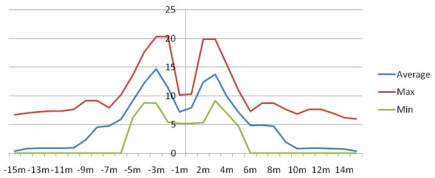
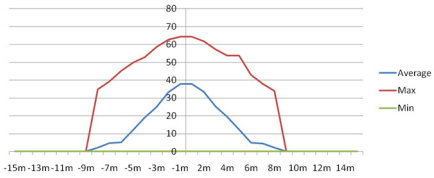
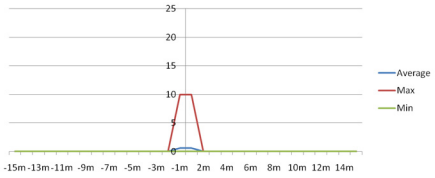
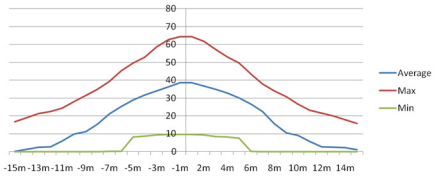
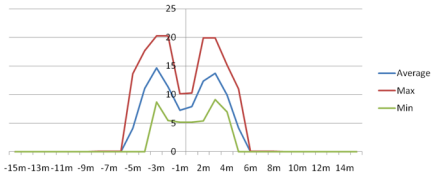
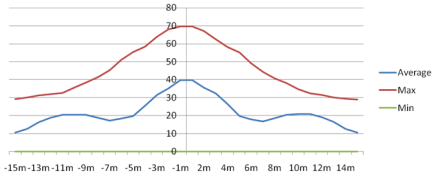
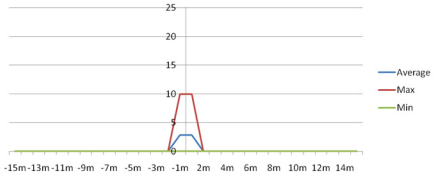
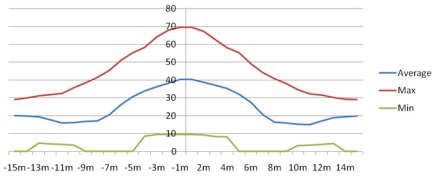
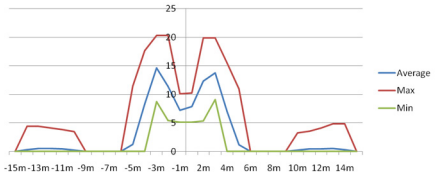
Type	Intervals	lighting distribution on the motor way	lighting distribution on the walk way
A-5	6 m		
	10 m		
C-4	6 m		
	10 m		
E-3	6 m		
	10 m		

Table 5. lighting distribution results of selected tree forms(12 m height)

Type	Intervals	lighting distribution on the motor way	lighting distribution on the walk way
A-5	6 m		
	10 m		
C-4	6 m		
	10 m		
E-3	6 m		
	10 m		

6. 결 론

본 연구는 도로 조명설계시 활용할 수 있는 시뮬레이션 기법을 이용하여 도시지역에 식재할 수 있는 가로수의 유형과 성장 그리고 식재 간격에 따른 조명효과와 조도분포를 확인할 수 있는 방법을 제시하고 있다. 도시지역에서 도시의 미관, 도로 안전, 시민의 건강, 환경 등의 중요성이 증대됨에 따라 가로수의 중요성이 높아지고 있다. 그렇지만 도로에 설치된 가로등 역시 야간에 도로를 이용하는 차량 및 보행자의 안전을 보장하기 위해 중요한 요소이기 때문에 상호 적대적 혹은 독립적 관계로 도로설계의 요인으로 고려하기보다 다각적인 방향으로 도로설계에 고려되어야 할 필요가 있다. 가로등의 경우 최근의 기술발달에 따라 다양한 효율적 조명기구의 개발과 적용이 고려되고 있으나 동시에 식재되는 가로수의 영향을 고려하지 않을 경우 그 효율성이 떨어질 수 있음을 시뮬레이션으로 확인할 수 있다. 도로설계 시 가로등과 가로수의 관계를 반영하지 않고 설계가 이루어지고 시공 후 도로가 운영될 경우 개통 초기에는 야간 안전에 대한 문제점이 대두되지 않지만 가로수의 성장에 따라 문제점이 대두되고 상호간 존립목적의 대립이 발생하여 설계 시 의도하지 않았던 문제점이 발생할 수 있다. 특히 가로수가 성목으로 성장하였을 경우 이동이나 재식재가 불가능하거나 어렵기 때문에 이러한 문제점을 사전에 고려하는 방안이 필요할 것이다. 따라서 본 연구는 가로수의 수형과 성장이 조도분포에 영향을 미침으로 가로 설계 시 가로수 수형과의 관계를 고려한 다양한 공간 특성별 적합 가로수 선정과 관리적 차원의 가이드 제시하고 있다.

본 연구에서 모델링된 가로수의 유형이 실재 가로수의 생물학적 특성을 정확히 반영하지는 못하였고 수고 및 수관고와 수관폭 등의 변수가 단순화되어 시뮬레이션이 이루어진 점이 본 연구의 한계이지만 고정시설물과 가로수와의 관계를 보완하여 도로조명 설계에 반영할 수 있는 방향을 제시하고 있다는 점에서 본 연구의 가치가 있다고 판단된다. 추가적으로 가로수의 생물학적 특성을 수종 및 성장 등의 다양한 변수를 고려한 연구를 진행하여 보다 신뢰성 및 적용성을 높일 수 있을 것이다. 또한 야간조명에 중요한 요인으로 작용할 수 있는 가로수의 지하고를 고려한 연구 또한 필요하다. 따라서 차기 연구로 수목의 유형과 지하고 성장 정도를 보다 세분화한 연구를 진행하여 효율적이고 효과적인 가로수 및 가로등의 설계 및 배치할 수 있는 기준을 제시할 수 있을 것으로 기대한다.

감사의 글

이 논문은 2010년 상지대학교 교내연구비 지원에 의한 것입니다.

참 고 문 헌

권기태, 신상욱, 이세현, 노재엽, 최석준, 이정근, 서정진, 이규승, 황명근, 2009, 도로조명의 효율적 설치.운영을 위한 조명설계, 한국조명·전기설비학회 추계학술대회 논문집, 81-84.

산림청, 2003, 가로수 조성 및 관리요령.

산림청, 2009, 가로경관 향상방안 연구보고서.

성현찬, 2003, 가로환경복원을 위한 도시의 주요 가로유형별 가로수 실태에 관한 연구-경기도내 7개 도시를 중심으로-, 대한국토・도시계획학회지 국토계획, 38(3), 91-98.

이종성, 이석준, 2011, 야간 도로조명에서 가로수의 배치가 조명품질에 미치는 영향에 관한 시뮬레이션 연구, 대한안전경영과학회지, 13(1), 51-58.

최준수, 김용춘, 문석기, 1988, 주요 조경수목의 형태분류방법에 관한 연구: 느티나무, 스트로브잣나무, 백목련을 대상으로, 한국조경학회지, 16(2), 1-7.

한국표준협회, 2007, KS 도로 조명 기준 KS A 3701: 2007, 기술표준원, 3-5.

Aleksanteri, E., Marjukka, E., Liisa, H., Xian-Jie, S., Xin, Z., Yan, W., 2008, Road lighting and headlights: Luminance measurements and automobile lighting simulations, Building and Environment, 43, 530-536.

Anais, M. R., Bremond, J. M., Christian, B., 2010, The effect of the driving activity on target detection as a function of the visibility level: Implications for road lighting, Transportation Research Part F, 13, 115-128.

Christakou, D. E., Amorim, C. N. D., 2005, Daylighting simulation: comparison of softwares for architect's utilization, Proceeding of the 9th International IBPSA Conference, Building Simulation, Montreal, Canada, 183-190.

Iowa SUDAS Corporation, 2009, SUDAS Design Manual, Iowa Statewide Urban Design and Specifications, 2009.