



## 빛공해의 개념 및 빛공해가 사람에게 미치는 영향에 대해 살펴보고 빛공해의 국제적 기준 및 빛공해 사례를 통하여 옥외조명시 빛공해 방지대책을 제시하고자 한다.

본 고에서는 빛공해의 개념 및 빛공해가 사람에게 미치는 영향에 대해 살펴보고 빛공해의 국제적 기준 및 빛공해 사례를 통하여 옥외조명시 빛공해 방지대책을 제시하고자 한다.

김 정 태

경희대학교 채광조명시스템연구센터장(jtkim@khu.ac.kr)

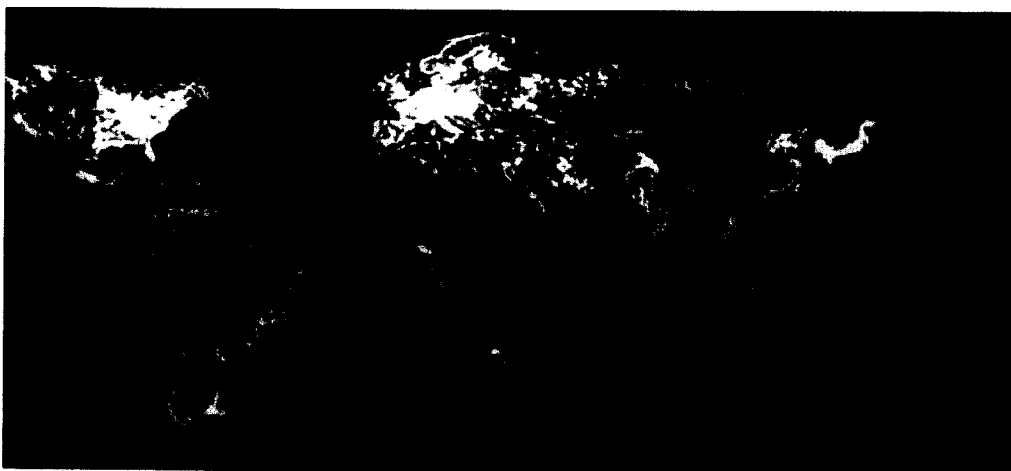
### 머리말

도시는 과학기술의 진보에 따라 24시간의 도시로 변화 되어가고 있으며, 이에 따라 도시환경에 있어서 야간 조명의 역할은 점점 더 확대되어가고 있다. 야간에 연출된 조명은 안전하고, 쾌적하고, 활발한 환경을 만들어줌으로써 인간 활동의 영역을 확대하고 생산성을 향상시키며 도시이미지를 증대시키는 효과를 가져온다.

그러나, 경관조명을 계획하는 데 있어서 고려되어

야 할 빛공해에 대해서는 아무런 고려 없이 조명계획이 이루어지고 있다. 이에 따라, 강한 빛을 발하는 상업시설조명, 옥상광고탑, 건물 자체의 간판, 부적절한 가로등 등이 빛공해를 발생시켜 옥외조명을 저해하고 있는 실정이다.

옥외조명이 활성화되어 있는 미국, 유럽, 일본을 비롯한 외국에서는 도시가 안전하고 쾌적한 조명환경을 실현하기 위해서 빛공해 기준을 마련하여 적용하고 있다. 미국에서는 약 100개 이상의 도시들이 안전하고 쾌적한 조명환경을 실현하기 위한 옥외조명조례가 제정되었다. 유럽에서도 빛공해에 대한 생활



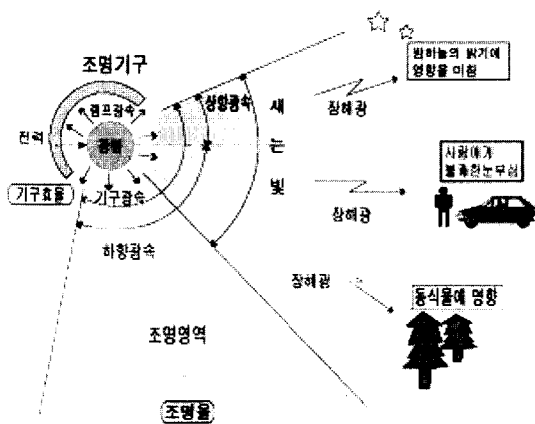
[그림 1] 밤하늘의 밝기를 나타내는 지도(출처: [www.lightpollution.it/worldatlas/pages/fig1.htm](http://www.lightpollution.it/worldatlas/pages/fig1.htm))

의 질 저하를 막기 위해 국제조명위원회(CIE)를 중심으로 빛공해 방지에 대한 관심이 부각되고 있다. 또한, 일본에서는 일찍부터 빛공해의 심각성을 인식하고 방지를 위해 많은 노력을 해왔으며, 1998년 환경청에서 발표한 빛공해 대책 가이드와 더불어 각 지자체별로 관련 조례를 제정하여 양호한 조명환경의 구현을 위해 노력하고 있는 실정이다. 그러나 우리나라는 아직 이에 대한 인식이 부족한 실정이다.

### 빛공해의 개념

빛공해란 야간조명으로 인한 밤하늘의 오염도를 측정하는 지표로서, 이 용어는 원래 천문학에서 비롯되었다. 즉, 빛공해란 양호한 「조명환경」을 조성하는데 있어서 조명영역을 벗어나는 「새는 빛(spill light)」에 의해 장애를 받고 있는 상황을 말한다. 다시 말하면 「장애광」이 천문학, 사람 및 동식물에게 미치는 악영향을 말한다.

빛공해를 이해하기 위하여 앞에서 언급한 용어들을 보다 자세히 설명하면, 양호한 조명환경이란 주위의 상황(사회적 상황 및 자연환경)에 적합하면서, 조명의 사회적 목적에 알맞도록 조명의 안전성 및 효율성이 확보되고, 쾌적한 경관 및 주변 환경에 공해가 없도록 충분히 배려 되어있는 조명상황을 말한다. 새는 빛이란 조명기구로부터 나오는 빛이 조명을 목적으로 하는 조명대상의 영역 밖으로 비치는



[그림 2] 빛공해의 개념도

빛을 말하며, 장애광이란 「새는 빛」중에서 「빛의 양」이나 「빛의 방향」 또는 이 두 가지에 의해 천문학, 인간의 활동 및 생물 등에 악영향을 미치는 빛을 말한다(그림 2참조).

### 빛공해가 사람에게 미치는 영향

일반적으로 빛공해가 사람에게 미치는 영향은 다음과 같다. 첫째, 경관에 미치는 영향으로서 상향조명(uplight), 과조명(overlighting) 등의 부적절한 야간조명은 도시의 경관을 해친다. 둘째, 거주자에 미치는 영향으로서 도로나 가로에 설치된 옥외 조명광이 주거내부를 강하게 비치면 거주자의 안면, 프라이버시 등에 악영향을 미칠 위험이 있다. 셋째, 보행자에 미치는 영향으로서 가로등이나 투광기의 선정과 설치가 적합하지 않을 경우에는 필요한 조도가 얻어지지 못할 뿐만 아니라 보행자에게 불쾌한 눈부심을 느끼게 할 가능성이 있다. 넷째, 교통에 미치는 영향으로서 도로주변시설의 조명이 자동차의 운전자에게 영향을 미쳐, 교통안전에 방해를 일으킬 가능성이 있다. 다섯째, 에너지 소비에 미치는 영향으로서 야간의 대도시에는 불빛이 넘칠 경우 이로 인한 조명에너지 소비량이 증가하여 에너지 낭비적 요소가 된다.

### 빛공해의 국제적 기준

#### 국제조명위원회(CIE)

국제조명위원회(CIE)에서는 빛공해의 기준을 제시하기 위하여 빛공해측면에서 지역의 밝기에 따라 환경구역을 E1, E2, E3, E4의 4지역으로 분류하였으며(표 1), 표면유형에 따라 각 지역의 최대 표면휘도

<표 1> 환경구역의 분류

지역	환경지역의 밝기	적용
E1	어두운 경관의 지역	국립공원 등
E2	낮은 휘도 분포 지역	도시권외 와 전원주택지역
E3	중간정도의 휘도분포 지역	도시 주거 지역
E4	높은 휘도분포지역	야간 활동이 활발한 지역





되어있는 도시의 주거지역에 적용되는 조명환경이다. 조명설비를 갱신할 경우 적극적인 보수가 필요한 지역이며, 조명기기 설치시 광공해 발생이 적은 조명기기의 선정이 요구된다. 조명 환경Ⅳ는 [즐거움]의 조명 환경으로 옥외조명 및 광고물의 설치 밀도가 높은 대도시 중심부, 번화가 등에 적용되는 조명환경이다. 광공해 발생이 적은 조명기기를 설치할 뿐만 아니라 적극적인 조명기구의 개보수 및 유지관리가 필요한 환경이다.

또한, 분류된 지역에 따라 표 5와 같이 가로조명에 대한 상향광속비와 조명에 대한 광해대책 가이드라인을 권장하여 양호한 조명환경의 구축을 목표로 조명설계를 진행하고 있으며, 조명환경의 경계에서 연직면조도에 대한 기준값을 표 6과 같이 제시하고

있다.

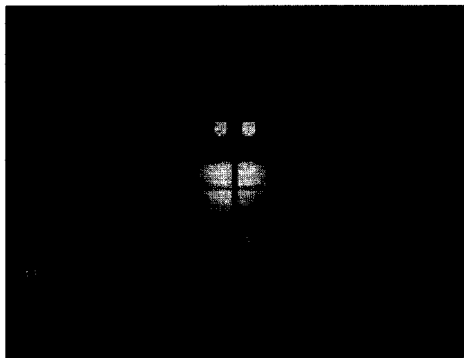
또한, 시, 읍, 촌 수준의 자치 단체에서는 지역에 양호한 조명환경을 실현하기 위해서 지역조명계획을 책정하고, 옥외조명등과 광고물의 가이드를 만들어 광공해에 대해 고려해야 할 사항을 나타내고 있다. 일본의 경우 환경친화적인 옥외조명의 조명설계를 위하여 광공해를 감소시키는 것을 목적으로 가로등이 개발되는 등 많은 노력을 하고있다. 그리고, 새로운 시스템에 따라 에너지절약, 광공해 저감이 가능해지는 옥외조명도 실용화되고 있다. 태양전지와 저와트의 냉음극램프, 축전지를 조합한 가로등은 태양 에너지를 사용하여 야간에 최소한의 필요한 조도를 확보한다. 또한, 광섬유나 광튜브를 사용하여 조명하는 범위를 제어함으로써 빛의 번짐을 저감하는 조

<표 5> 광해대책 가이드 라인

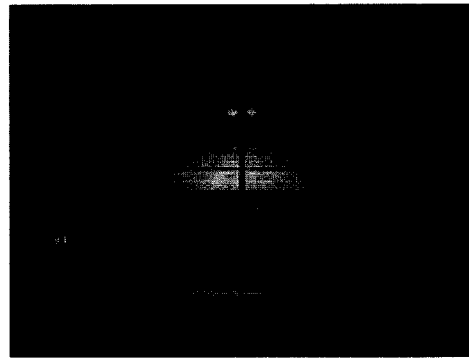
조명 환경	가로조명기구		가로조명기구에 관한 상향광속비		
	조명율	상향광속비	단기적목표에서 권장하는 지침	행정에서의 정비권장지침	
환경Ⅰ	조명율이 높아지도록 기구를 설치한다	0%		0~15%	
환경Ⅱ		0~5%			0~15%
환경Ⅲ			0~20%		
환경Ⅳ					

<표 6> 조명 그룹 경계에서의 조도 기준 [lx]

	조명환경Ⅰ	조명환경Ⅱ	조명환경Ⅲ	조명환경Ⅳ
연직면조도	2	5	10	25



(a) 등기구 교체 전



(b) 교체 후

[그림 4] 아이치현 나고야시 조명환경계획 시범사업

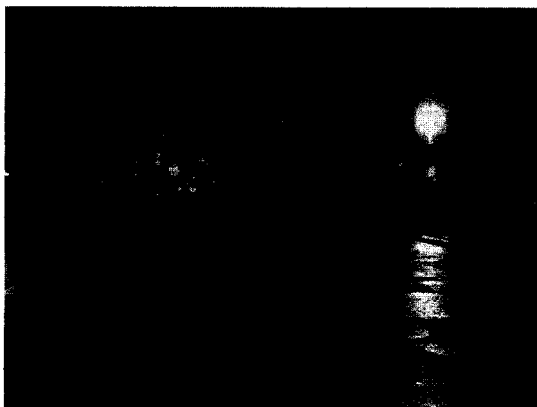
점등계획을 해해하고 보아지듯이 아이치현 나고야시의 경우 그림 4와 같이 가로등기구의 등구 교체만으로 상향광의 약 63%를 줄였고, 약 73%의 전력을 절약할 수 있었다. 조명환경 계획 시범사업의 결과는 표 7과 같이 연색성도 향상되고 기구 효율이 증가함은 물론이고, 지자체가 설정한 조명환경 분류에도 적당한 상향광속비를 나타내었다. 또한, 에너지 절감에서도 전력량의 감소와 요금 절약 등 조명기구 교체로 인한 효과가 증대됨을 나타내었다.

그림 5는 빛공해가 발생하고 있는 도로의 모습이다. 그림에서도 보듯이 조명기구의 빛으로 인하여 매우 심한 글레이(눈부심)가 발생되고 있다. 도로에서의 이러한 빛공해는 운전자의 시야를 자극하여 차의 속도를 떨어뜨릴 뿐만 아니라 사고의 위험도 매우 높다.

또한, 그림 6은 인스턴트 식품매장의 모습으로 조명기구에 갓을 씌운지 않았기에 빛이 360° 모든 방향으로 확산되고 있는 조명의 모습이다. 이와 같

<표 7> 개선 전후 비교

	개선 전 수은등 300W	개선 후 매탈할라이드 150W	평가
연색성	40	85	고연색
색온도	3,900	3,000	
입력전력(W)	313	175	44% 절감
광속(lm)	15,800	13,500	15% 저하
종합효율(lm/W)	50.5	77	52% 향상
기구효율(%)	68.2	71.6	5% 향상
상방광속(%)	19.5	4.2	지자체설정치 (5%:조명환경II)미만
글레이(cd/m <sup>2</sup> )	1,090	419	JIS기준(2000cd) 이하
조명율	0.2	0.3	약 1.5배
수평면조도(lx)	7.76	10.30	약 1.3배
전력량(kWh/년)	1,142.45	638.75	44% 삭감
전력요금(円/년)	23,820	14,508	39% 삭감(연간9,312円절약)



[그림 5] 도로의 가로등으로 인한 빛공해 발생 예



[그림 6] 식품매장의 빛공해 발생의 예



은 조명상황에서는 상점을 이용하는 사람들에게 불편감을 주게되며, 사람들의 왕래가 많은 매장의 특성상 적절한 개선이 필요하다.

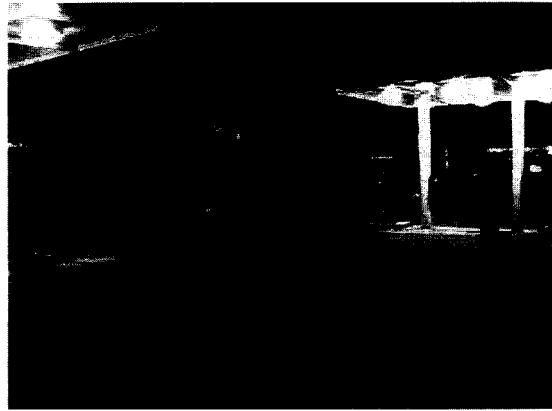
그림 7은 주유소의 모습으로 캐노피 아래의 밝은 조명은 글레어를 유발하고 있다. 이렇게 밝은 빛에 시각이 순응하게 되면 그밖에 다른 것들은 매우 어둡게 보이게 된다. 이런 반응은 매우 위험한 것으로 주유소를 빠져나가면서 다른 차들의 불빛이 시야에서 사라져 버릴 수 있다.

빛공해를 감소시킨 사례를 보면, 조명 갖의 디자인, 조명기구의 배치, 밝기의 변화, 투사 각도 등을 조절함으로써 빛공해를 줄이고 효율적이고 안전한 조명을 할 수 있다. 이런 노력은 보행자에게 시각손

상 방지, 쾌적한 주변 환경 조성 등의 이익을 주고, 운전자에게는 시각 장애를 방지하여 사고의 위험을 줄여주는 역할을 한다(그림 8참조).

### 옥외조명의 빛공해 방지대책

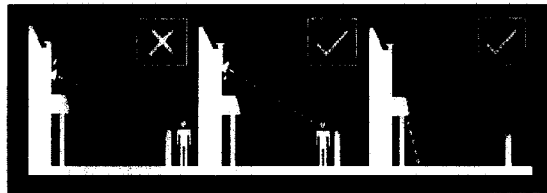
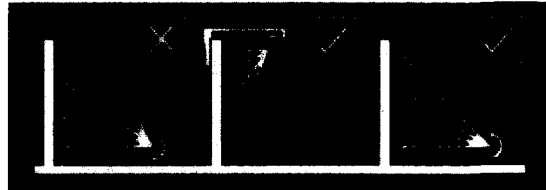
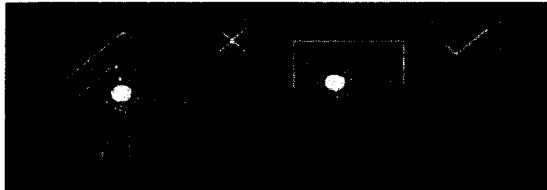
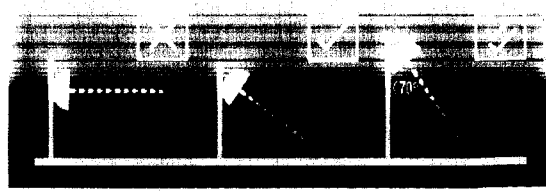
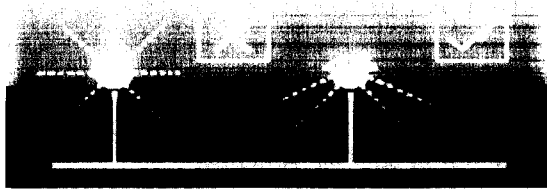
일반적으로 옥외조명시 다음과 같은 가이드라인을 적용하게 되면 빛공해를 감소시킬 수 있다. 첫째, 전반확산형 조명이나 상향조명보다 하향조명을 사용하여야 한다. 둘째, 투광조명과 같이 건물의 표면을 조명하고자 할 경우에는 지나친 상향조명을 피하고 보행자의 시야에 자극을 주지 않도록 설계하여야 한다. 셋째, 글레어를 줄이기 위해서는 투사 각도가



[그림 7] 주유소 빛공해 발생 예



[그림 8] 빛공해를 감소시킨 조명의 예



[그림 9] 빛공해 감소를 위한 가이드라인

매우 중요한데, 70도 이하가 되어야 최소화 할 수 있다. 넷째, 대칭보다 비대칭의 기구를 사용하여야 한다. 다섯째, 좁은 지역 혹은 주택의 현관문 조명에서 광공해를 감소시키기 위해서는 Passive infrared detectors와 낮은 휘도의 전구를 사용하여야 한다.

### 맺는말

국제적인 빛공해방지법 제정을 주도하고 있는 국제 다크 스카이협회(International DarkSky Association)는 “매년 45억 달러가 불필요한 조명에 낭비되고 있다”며 “조명을 아래로 향하게 하면 빛공해의 50~90%를 줄일 수 있다”고 보고하고 있다. 또한, 빛공해를 감소시키기 위하여 다음과 같은 대책을 제시하고 있다. 첫째, 기준조도 레벨보다 높게 조명하면 에너

지가 낭비되고, 불쾌 및 불능현황으로 인하여 시작업능력을 저하시키므로 과조명(overlighting)을 피한다. 둘째, 상향조명은 불필요한 에너지 낭비를 초래하므로 조명갓을 석위 옆이나 위쪽으로 광속이 발산되지 않도록 상향조명을 피한다. 셋째, 시간에 따라 조명을 조절하며, 조명의 양보다 질에 유의하여 조명디자인을 한다.

국내의 옥외조명은 1988년의 올림픽 이후 활성화되고 있는 도입단계로서 아직 광공해에 대한 인식이나 선행연구가 없이 설치되고 있는 실정이다. 일본의 경우 1994년부터 광공해를 정부차원에서 인식하고 관련 가이드라인이나 지방자치단체별 조명계획 기준과 조례제정을 장려하였듯이, 우리나라도 정부차원의 정책적 접근과 관련 규정·기준·조례·제정 등 법적 접근이 시급히 요구된다. ●