

# 국외의 빛공해 관리체계와 평가기법

안소현 <(주)에스제이엘 대표/문학박사>

## 1. 빛공해 관리 체계

빛공해 관리는 해당국가에서 빛공해방지 관련규정이 어떤 법적 지위를 지니는지, 제도적으로 어떤 위치에 있는지에 따라 방식과 운영에 있어서 차이를 보인다. 빛공해방지가 우리나라처럼 국가차원의 행정법으로 제정된 나라도 있지만, 영국·호주·캐나다·독일 등에서는 기존 법에 준거하여 빛공해관련 지침이나 권고안을 제시하는 형태를 띤다. 그런가 하면 미국은 지자체별로 법규(code)나 조례(ordinance)에 포함된 옥외조명규정을 통해 빛공해를 관리하고, 일본은 구속력 없는 다양한 장치로서 빛공해 방지를 유도하는 방식을 취한다.

빛공해 관리방식은 빛공해의 어떤 양상을 규제하는가와 연관되므로, 우선 확인 차원에서 빛공해의 개념과 양상을 언급하고자 한다.

빛공해(light pollution)는 크게 두 가지 개념으로 사용되는데, 하나는 <인공광원의 상향광으로 인해 밤하늘이 밝아지는 현상>으로 스카이글로우(sky glow)나 밝아진 밤하늘을 뜻하고, 다른 하나는 포괄적 의미에서 <누설광이나 부적절한 조사(照射)로 인해 인간이나 환경에 해를 끼치는 현상>을 뜻한다.

빛공해저감운동이 천문학자들에게서 시작되었고, 이 단어가 밤하늘이 빛에 의해 오염되었음(light pollution)을 뜻할 수 있기 때문에, 여전히 협의로

사용되는 경우가 적지 않다. 흔히 ‘빛공해지도’로 일컬어지는 것은 사실상 “지구 전체의 규모로 스카이글로우의 영향을 측정한 것”이라 하겠다. 반면 광의의 빛공해는 침입광(light trespass), 안온방해광(nuicence light)을 포함하면서 인공광에 의한 환경에의 해악을 포괄하고 있다. 장애광(obtrusive light)으로도 불리는데, 최근에는 야간광(LAN : light at night)이라는 용어로 광의의 빛공해를 다루는 추세이다.

광의의 빛공해는 일반적으로 침입광, 글레어, 스카이글로우, 자연환경에의 위해성, 과도조명의 다섯 가지 양상으로 분류된다.

독일의 경우 빛공해방지는 연방법인 임미시온(Immission)방지법에 근거하여 법적 구속력을 지닌다. 임미시온이란 영미법으로는 nuisance(안온방해/생활방해), 프랑스에서는 troubles de voisinage(근린방해)에 해당된다. 즉 빛은 임미시온에 해당되고, 빛이 일반공중이나 이웃에게 침해를 가할 경우 이를 저지할 행정적 권한이 주어지는 것이다. 이를 바탕으로 임미시온방지협의회(LAI)는 1993년 「빛공해 측정 및 평가를 위한 지침」, 2000년 및 2012년 「빛공해 측정 및 평가에 관한 규정」을 발표하고 이를 지자체별로 적용할 수 있도록 하였다. 독일에서는 건축 인가를 요하는 시설은 임미시온방지 심의에서 빛공해 평가가 이루어지고, 인가를 요하지 않는 건축물 및 시

설에 대해서는 민원이 있을 경우 측정을 통해 빛공해를 평가하는 식으로 이원화되어 빛공해관리가 이루어진다. 그런데 빛공해 양상 중 스카이글로우는 임미시온에는 해당된다고 볼 수 없으므로, 「빛공해 측정 및 평가에 관한 규정」에는 침입광과 글레어의 평가기준이 명시되고 「인공광이 동물 특히 조류와 곤충에 미치는 해악과 저감방안」은 부록으로 실려있다. 또한 공공조명(도로조명 등 공공안전을 위해 설치된 조명)은 빛공해방지규정에 해당되지 않는다.

영국의 경우에도 통합단일법제로서의 빛공해방지법은 존재하지 않는다. 빛공해관리는 뉴스스(nuisance)방지법과 도시계획법(planning law)의 테두리 안에서 이루어진다. 뉴스스 방지법에 따르면 조명이 “건강이나 안온에 해를 끼치는” 경우에만 위법행위가 될 수 있다. 침입광과 글레어는 뉴스스에 해당되지만, 밝아진 밤하늘이나 환경문제는 뉴스스에 우선적으로 해당되지 않는다. 이런 미흡성은 도시계획법에 의해 보완된다. 지자체는 지자체부(DCLG)의 기본정책을 준수할 책무가 있는데, 중앙정부가 2012년 발표한 국가도시계획정책지침(NPPF) 175절은 다음과 같다. “인공광에 의한 빛공해는 지역의 쾌적함(amenity)·그 자체로 어두운 경관·자연 보호에 해로운 영향을 준다. 도시계획의 정책 및 결정은 좋은 설계를 독려함으로써 빛공해의 영향을 제한하도록 해야 한다.” 이를 근거로 영국에서는 건축심의회 빛공해평가가 포함된다. 2013년 영국조명전문가단체(ILP)는 “조명환경영향평가 시행 가이드”(PLG04)를 발표하여 평가방식을 체계화하였다. 여기에는 조명 표준의 준수 여부, 「장해광 저감 가이드」에 제시된 기준치의 초과 여부 뿐만 아니라, 시공·완공·유지관리 각 단계에서 유발될 빛공해 영향과 저감방안을 기술하도록 되어 있다. 이렇게 영국의 빛공해 관리는 뉴스스 방지법, 도시계획법에 의한 이원적 관리방식이라 하겠다.

슬로베니아는 환경보호법 제17조 3장 및 5장(기

상관측활동법/공간계획법)을 근거로 2007년 법령 4162호 “빛에 의한 환경오염의 제한값에 관한 규정”을 발효하였다. 규정에 명시된 바에 의하면, 빛공해 관리는 건축인가/환경인가/빛공해 모니터링의 3중 구조로 이루어진다. 건축인가를 받으려면 법령에 명시된 규정의 준수가 확인되어야 하고, 환경침해 소지가 있을 경우에는 환경인가 교부과정에서 규정의 준수여부가 심사된다(제20장). 빛공해 모니터링은 조명계획과 시설운영에 대해서 이루어진다. 조명운용 개시 혹은 조명보수 후 3개월이 경과되기 전에 규정 준수를 확인할 수 있는 조명자료를 제출하여야 하며, 조명운영 개시 후 5년마다 정부부처에 조명계획을 제출하여야 한다(제21장). 또한 조명운영주체는 규정의 준수여부가 포함된 모니터링 내용을 조명운영 개시 후 3년마다 3월 31일 이전에 정부부처에 제출하여야 하고, 정부부처는 제출된 모니터링 자료를 취합하여 지역별로 주민당 사용전력값을 산출하여 당해 9월 30일까지 정부부처 웹사이트에 발표한다(제22장). 전지구상의 빛공해(스카이글로우) 모니터링은 정부부처 차원에서 이루어진다(제23장). 환경보호 담당 조서관은 본 법령의 규정이 이행되고 있는지 감독한다(제25장). 법령의 규정을 위반한 경우 법인이나 기업에게 12,000유로의 벌금이 부과되는 동시에 해당조명의 운용책임자에게도 2,400유로의 벌금이 부여되며, 자연인(개인)일 경우에는 600유로의 벌금이 부과된다(제26장).

이외에도 많은 국가들이 나름대로의 방식으로 빛공해를 관리하고 있다. 구속력 있는 규제방식이 채택되기도 하지만, 표준·지침·가이드의 형태로 자발적 동참을 유도하는 형태를 띠는 경우가 더 많다. 무엇보다도 지자체가 지역특성과 지역의 가치지향성을 기반으로 정책수립을 할 수 있도록 유연성과 탄력성이 담보되어야 하고, 현실가동성이 있는 관리방식을 통해 지자체 내의 구역 특성과 상황에 따라 빛공해

방지를 현실화할 수 있어야 할 것이다. <지역특성의 담보>를 강조한다는 취지에서 국가별, 지자체별 빛 공해방지 규정의 형태와 내용을 발췌하여 정리하면 다음과 같다.

## 2. 빛공해 평가기법

그동안 여러 협단체 및 기관에서 빛공해를 진단·평가할 수 있는 기법과 기준을 개발하여 발표하였다.

표 1. 빛공해방지 규정의 형태와 내용

국가 지역 도시	규정 형태	시행연도	적용범위	주요내용	적용대상	기대효과
미국 아리조나주(州) 프래그스태프(Flagstaff)	ordinance (조례)	1958	시(city)	서치라이트 금지	서치라이트	천문관측대 주변 밤하늘 보호
미국 아리조나주(州) 프래그스태프(Flagstaff)	code (법률)	1989/2011	시(city)	lumen/acre	도로조명	천문관측대 주변 밤하늘 보호
스위스 루체른(Lucerne)	조명 콘셉 (illumination concept)	2008	시(city)	조명 레벨 23시 소등 색온도 3000K	파사드조명 상업조명 도로조명	양질의 조명설계 환경보호 에너지 절감
독일 베를린(Berlin)	decree (법령)	2010	시(city)	광고 저하 온백색광 파사드 조명 0시 소등	도로조명 파사드조명	양질의 조명설계 환경보호 탄소배출 저감
캐나다 앨버타주(州) 캘거리(Calgary)	bylaw (조례)	2002/2008	시(city)	사용전력 감축 하향 조사	도로조명	에너지 절감 글레어 저감 밤하늘 보호
이탈리아 롬바르디아주(州)	law (법)	2000	주(province)	플컷오프 조명기구 휘도<1cd/m <sup>2</sup> 0시 이후 30% 조광	도로조명 파사드조명	천문관측대 주변 밤하늘 보호 에너지 절감
스페인 카나리아 제도 라팔마(La Palma)	decree (법령)	1988	주(province)	플컷오프 조명기구 청색광 함유(15%)	옥외조명	천문관측대 주변 밤하늘 보호
스페인 안달루시아(Andalusia)	decree (법령)	2007	주(province)	조명구역설정 조명구역(E1)에서 상향광속률(ULR)<1%	도로조명	환경보호 및 경관보호 천문관측대 주변 밤하늘보호
이탈리아 알토아디제주(州)	law (법)	2011	주(province)	플컷오프 조명기구 0:00~06:00 조광 휘도<2cd/m <sup>2</sup> 색온도<4000K	도로조명 파사드조명 스포츠조명	환경보호 및 경관보호 에너지 절감
슬로베니아	decree (법령)	2007	국가	상향광 0% 전력사용<50kWh/주민	도로조명 파사드조명	밤하늘 보호 에너지 절감
프랑스	decree (법령)	2012	국가	01:00~06:00 소등	광고조명	에너지 절감 탄소배출 저감
프랑스	decree (법령)	2013	국가	01:00 소등 사무공간 사용종료 후 1시간 이내 소등	파사드조명 사무공간조명	에너지 절감 탄소배출 저감
독일	권장안	1993	지역별	거주지 창면조도<1lux 글레어 방지	공공조명 이외의 조명	장애광 저감

호주 표준 「옥외조명의 침해영향의 규제」(AS4282, 1997)를 기점으로 하여, 국제밤하늘협회(IDA)의 「옥외조명규정 핸드북」(2002), 국제조명위원회(CIE)의 「장해광의 영향을 제한하는 지침」(2003), 스코틀랜드 행정부의 「빛공해 저감과 에너지절감을 위한 가이드」(2007), 국제밤하늘협회(IDA)와 북미조명기술학회(IESNA)가 공동개발한 「조명 규정 범례」(2007/2010), 독일조명기술협회(LiTG)의 「빛공해의 측정·평가·저감을 위한 가이드」(1991/1996/2011), 네덜란드 조명전문가협회(nsvv)의 「빛공해에 대한 일반지침」(2011), 영국조명전문단체(ILP)의 「장해광 저감을 위한 가이드」(2011), 오스트리아 표준 「빛공해. 측정과 평가」(O1052, 2012), 스위스 표준 「옥외공간에서 불필요한 빛방사의 방지」(SIA491, 2013) 등에서는 빛공해 전반에 대한 평가방식을 제시하고 있으며, 빛공해 유발원이

나 빛공해 양상별로는 국제조명위원회(CIE)의 「스카이글로우 저감 가이드」(1997), 영국조명기술단체(ILE)의 「광고조명의 밝기」(2001), CfDS/ILE 공동연구서 「스카이글로우의 이해」(2007) 등이 있다.

빛공해 양상 가운데, 실험을 통해 정량적 평가기준이 마련된 침입광, 글래어, 스카이글로우의 평가기법을 발췌·정리하면 다음과 같다.

### 2.1 침입광

침입광 평가는 모든 나라에서 동일한 방식을 취한다. 거주공간에서의 수면방해를 방지하기 위한 조치이므로, 창면으로 들어오는 빛의 세기를 제한하는 방식을 취한다. 관건은 허용치 설정이다(표2).

독일의 경우 1980년대 침입광에 대한 민원이 증가되는 상황에서 바이에른주 환경부가 뮌헨대학 의학광학연구소에 연구 조사를 의뢰하였고, 그 결과가

표 2. 침입광의 평가기준

평가기준	제안 및 규정 주체		구역별·시간별 최대허용치				
주거지 창면의 수직면조도	국제조명위원회(CIE)		E1	E2	E3	E4	
		소등전	2lx	5lx	10lx	25lx	
		소등후	0lx	1lx	2lx	5lx	
	독일		요양지	주거지	준주거지	상업지	
		06시~22시	1lx	3lx	5lx	15lx	
		22시~06시	1lx	1lx	1lx	5lx	
	ILP(영국)	환경구역	E0	E1	E2	E3	E4
		소등 전	0lx	2lx	5lx	10lx	25lx
		소등 후	0lx	0lx	1lx	2lx	5lx
	한국			조명환경관리구역			
일몰 후 60분~ 일출 전 30분			제1종	제2종	제3종	제4종	
			10lx			25lx	
사유지 경계선의 수직면조도	IESNA/IDA(MLO)	조명구역	LZ0	LZ1	LZ2	LZ3	LZ4
			0.5lx	1.0lx	3.0lx	8.0lx	15.0lx
거주지 창유리면과 수직되는 방향의조도	슬로베니아	조명설치지점과 창면 사이의 거리	3M 미만	3M~10M	10M~20M	20M 이상	
		점등후~24시	25lx	10lx	5lx	2lx	
		24시~아침	5lx	2lx	1lx	0.2lx	

표 3. 침입광 평가에 적용되는 변화광 지수(독일)

주기	변화광 지수	주파수	변화광 지수
≥5분	1	0.67~18Hz	5
5분~4초	1.5	19~24Hz	3
4초~2초	2	25~30Hz	2
2초~1.5초	3	>30Hz	1

1984년에 보고되었다. 여기에는 민원내용 분석, 현장 실험결과, 실험실에서의 실험 및 연구결과 등이 실려있었고, 그 외의 연구결과를 종합하여 주거지(낮은 밝기의 빛환경 구역)에서의 창면조도의 허용최대치를 3lx(밤 10시 이전)/1lux(밤 10시 이후)로 결정하였다.

미국의 경우에는 거주지 창문이 아니라 사유지 경계선의 수직면조도가 기준으로 제시된다. 대지가 딸린 개인주택이 많고 사유재산 개념이 강하기 때문일 것이다.

슬로베니아의 평가기준에서 특이한 점은 조명설치 지점과의 거리에 따라 탄력성있는 허용치가 제시되어 있다는 점이다. 독일의 규정에는 공공조명이 해당되지 않지만, 슬로베니아의 규정에는 공공조명도 포함되어 있으므로, 공공조명의 설치지점이 변경될 수 없는 상황에 유연히 대처할 수 있도록 하기위한 설정으로 여겨진다.

독일의 「빛공해 측정 및 평가에 관한 규정」 2012년 개정판에는 이전에 없었던 변화광 지수가 첨가되었다(표 3). 창면의 조도가 동일하더라도 침입광이 변화광이거나 강한 유색광일 경우에는 훨씬 더 큰 불편감을 유발하기 때문이다. 침입광이 변화주기가 5분 미만인 호광(互光)(변화광)일 경우에는, 변화광 지수를 곱한 값을 주거지 창면의 수직면조도로 간주한다. 또한 침입광이 강한 유색광일 경우에는 측정치에 지수 2를 곱할 수 있다. 그러나 미니어파사드처럼 비주기적으로 색변환이 이루어지는 조명시설에 대해서는

아직 침입광 지수가 마련되지 않았다.

## 2.2 글레어

글레어의 발생요인은 글레어 유발광원 주변의 휘도, 글레어 유발광원의 발광휘도, 글레어 유발 광원의 크기이다. 이 세 요소가 조합되어, 불쾌글레어를 유발한다. 실내조명에 의한 불쾌글레어 진단(UGR)과는 달리, 옥외조명에 의한 불쾌글레어 진단에 있어서는, 유발광원의 크기와 위치를 예상할 수 없고, 피해자의 위치가 고정되어 있지 않으므로, 기관마다 다른 평가 방식을 채택하였다.

국제조명위원회가 채택한 호주 표준(AS4282)의 근거는, 주변이 밝은 구역(E3)에서 피해자의 50%가 불편감이 느껴진다고 평가한 광도값(1,000cd)이다. 한편 독일은 좀더 복잡한 평가방식을 채택하였다. 글레어 유발광원의 크기와 피해자의 위치에 따라 달라지는 피해자 시야 내의 입사입체각( $\Omega_s$ )을 산출하도록 하고, 입사입체각과 유발광원의 발광휘도(Lallow)에 의해 산출되는 지수 k를 평가기준으로 제시하였다. 여기에는 여러 연구자들이 발표한 BCD(불쾌감 경계치)의 실험결과가 기초자료로 사용되었다.

독일의 글레어 평가기법은 현실에 쉽게 적용하기에는 어려움이 있으므로, 네덜란드 조명학회는 발광면의 크기별 발광휘도 허용치 규정을 추가함으로써, 광도값 제한만으로는 부족한 부분을 보완하는 평가기법을 발표하였다.

표 4. 글레어의 평가기준

평가기준	제안 및 규정 주체	구역별·시간별 최대허용치					
			E1	E2	E3	E4	
시아 내 조명기구의 광도	국제조명위원회 (CIE)	소등전	2,500cd	7,500cd	10,000cd	25,000cd	
		소등후	0cd	500cd	1,000cd	2,500cd	
비율지수 K	독일		요양지	주거지	준주거지	상업지	
		06시~20시	32	96	160	제한 없음	
		20시~22시	32	64	160	제한 없음	
		22시~06시	32	32	32	160	
조명기구의 광도 + 발광면의 평균휘도	NSW (네덜란드)	조명구역	E1	E2	E3	E4	
		광도	500cd	500cd	600cd/2500cd	5,000cd	
		발광면의 평균휘도	표면넓이 < 0.5㎡	60cd/㎡	500cd/㎡	1000cd/㎡	1200cd/㎡
			표면넓이 ≥ 0.5㎡	50cd/㎡	400cd/㎡	800cd/㎡	1000cd/㎡
시아 내 조명기구의 광도	ILP(영국)	환경구역	E0	E1	E2	E3	E4
		소등 전	0cd	2,500cd	7,500cd	10,000cd	25,000cd
		소등 후	0cd	0cd	500cd	1,000cd	2,500cd

### 2.3 스카이글로우

밤하늘에서 볼 수 있는 별의 수가 나날이 줄어드는 것은, 인공광원에서 방사된 빛이 하늘로 올라가 밤하늘을 밝게 만들기 때문이다. 인공광원에서 방사되는 직접상향광과 노면·지면·구조물에 반사되어 위쪽으로 올라가는 간접상향광이 스카이글로우의 유발요인이다.

발광체를 본다는 것은 그 물체가 갖는 배경과의 콘트라스트를 보는 일이고, 우리가 밤하늘에서 별을 본다는 것은 배경이 되는 밤하늘과 별의 휘도 차이에 의해 가능한 것이다. 그런데 상향광이 대기 중에서 산란되어 밤하늘에 빛이 흩뿌려지면 밤하늘에는 광막이 만들어지고 이 광막 역시 밝기를 가지게 되어, 광막에 의해 배경휘도는 커지고 배경과 관측대상 간의 휘도 차이는 줄어들게 된다.

별이 빛나는 밤하늘은 천문관측자에게는 물론 일반인에게도 중요한 가치와 의미를 지닌다. 예로부터 하

늘을 외경하고 꿈과 희망을 안고 현실을 헤쳐나가는 민중에게 밤하늘은 종교적 의미 뿐만 아니라 문화적 의미와 형이상학적 가치를 지녀왔다.

밤하늘을 밝게 만드는 상향광을 제한하기 위해 그간 여러 평가방식이 마련되었다. 2009년 유럽연합은 도로조명에 대해 ULOR(Upward Light Output Ratio)의 제한치를 제시하였다(EC No. 245). 하지만 ULOR은 램프광속 중에서 상향광이 차지하는 비율이므로, 상향광을 제한하기에는 합당하지 않다.

여러 국가에서 차용한 평가방식은 ULR(Upward Light Ratio)이다. ULR은 기구출력광속 중에서 상향광이 차지하는 비율이다. ULR은 현장에서는 측정이 불가능하므로, 설치지침이 준수된다는 전제에서만 실효성을 거둘 수 있다. 또한 어디까지나 비율이기 때문에 출력광속이 높은 조명기구에 대해서는 그만큼 많은 상향광 방사를 허용하는 셈이 된다.

북미조명학회는 2007년 기존의 컷오프 분류시스

템을 대체하는 LCS(옥외조명기구 분류시스템)을 제시하였다. 컷오프 분류시스템은 원래 도로조명기구를 위해 개발된 것이었고, 상향광 측면에서 보면, 컷오프 조명기구가 넉넉한 조명기구보다 훨씬 더 많은 상향광을 방사할 수 있는 불합리성을 내재하고 있기 때문이다. LCS의 분류 요소 중 하나인 상향광(U) 등급은 연직각 90-100도의 낮은 상향광(uplight low)과 연직각 100도 이상의 높은 상향광(uplight high)의 절대광속에 따라 등급이 부여된다. 상향광 중에서도 스카이글로우를 형성하는데 가장 지대한 영향을 주는 것이 연직각 90-100도 방향의 방사광이므로, 이 방향의 광속값을 제한한다는 점에서 실효성을 지닌다. 조명기구를 선정할 때 U등급에 제한을 둔다면, 과도한 상향광 발생을 사전에 방지할 수 있을 것이다.

프랑스 조명학회가 제안한 UFR(Upward Flux

Ratio)는 반사광을 포함한 상향광의 비율을 산출하는 방식이다. 여기서는 조명률이 주요지수로 작용한다. 실제로 유발될 상향광의 총량을 산출하여, 현장에서 최소화될 수 있을 상향광의 양과 비교하여 그 비율이 산출된다. UFR은 합리적인 상향광 평가방식이기는 하지만, 유효조명영역의 반사율 뿐만 아니라 주변 영역의 반사율도 알아야 산출이 가능하다는 어려움이 내재한다.

일본환경청의 가이드라인에 소개된 상향광 평가는 상향광속과 유효이용광속의 비를 평가기준으로 한다. 이는 결국 상향광속률/조명률, 혹은 (ULOR x 기구 효율)/조명률이다. 누설광 저감과 상향광 저감을 동시에 담보할 수 있을 간단하면서도 합리적인 평가방식으로 여겨진다.

여러 기관에서 제시한 상향광 평가기법을 발췌·정리하면 다음과 같다.

표 5. 상향광의 평가기준

평가기준	국가/ 단체	최대허용치 혹은 평가내용				
		환경구역	E1	E2	E3	E4
상향광속률 (ULR)	영국(ILE)		0%	5%	15%	25%
U등급	미국(IES/IDA)	LZ0	LZ1	LZ2	LZ3	LZ4
		U0	U1	U2	U3	U4
상향광 비율	슬로베니아	모든 조명장치	0%			
실드 표준	미국 (IDA)	비차광 (unshielded)	상향광의 비율이 출력광속의 10% 이상인 조명기구			
		부분차광 (partially shielded)	상향광의 비율이 출력광속의 0%는 넘지만 10% 미만인 조명기구			
		완전차광 (fully shielded)	상향광이 없는 조명기구(상향광 비율 0%)			
		적용방식	조명구역별로 허용등급과 금지등급을 부여하고, 부분차광 조명의 총광속을 제한함.			
상향광 평가	일본(환경청)	빛공해 평가방식	유효이용광속에 대한 상향광속의 비율			
상향광속비 (UFR)	프랑스(AFE)	UFR/6		상향광 과다		
		3(UFR/5)		보통수준의 상향광		
		UFR/2		최소화된 상향광		

### 3. 빗공해방지와 에너지절감

빗공해는 누설광에서 비롯된다. 침입광, 글레어, 스카이글로우를 유발하는 빛은 조사(照射) 영역에서 벗어나는 빛이다. 자연생태계에 미치는 피해를 최소화하기 위해서도 누설광을 없애는 작업이 필수적이다. 불필요한 부분으로 흘러가는 누설광은 인간의 안전을 위한 것도 아니고 야관경관에 필요한 것도 아니다. 도로 바깥으로 비춰지는 불빛은 농작물이나 생물에 해를 끼치고, 광고물 위쪽이나 바깥으로 번져나가는 빛은 어두워야 할 구역(생물의 피신처)까지도 밝혀준다. 건축물이나 조형물을 비추는 조명이 대상범위를 벗어나게 되면 지면이나 도로면에 반사되어 온전히 상향광을 증가시키는 결과를 낳는다.

누설광은 부정확한 조명설계·저급한 조명기구·태만한 조명설비관리에서 야기된다. 조명대상만을 정확히 비출 배광(配光)을 지닌 조명기구를 선정하여 누설광이 발생하지 않도록 조명설계를 하고, 설계된 대로 엄밀히 설치하고 관리했을 때, 누설광은 발생하지 않을 것이고, 인공조명에 의한 빗공해도 최소화할 수 있을 것이다.

빗공해방지가 곧 에너지 절감이 되기 위해서는 몇가지 유념해야 할 사항이 있다. 우선적으로 지적하고 싶은 점은, 높은 광효율이 에너지 절감으로 직결되지 않는다는 사실이다. 광원의 광효율, 조명기구의 광효율은 단위전력당 얼마만큼의 광속(lm)이 방사되는지를 알려줄 뿐이다. 아무리 광효율이 높다 하더라도, 그 중 많은 빛이 불필요한 곳으로 조사된다면 여러 가지 빗공해를 유발하면서 에너지가 헛되어 사용되는 셈이 된다.

두 번째로 언급하고 싶은 점은 광원을 선택할 때 파장분포에 유의해야 한다는 점이다. 현재 사용하고 있는 광속단위인 루멘(lm)은 명소시의 파장별 비시감도(比視感度)를 기준으로 산출된다. 하지만 옥외조명과 관련된 시감은 혼합시이거나 암소시가 대부분이다. 도로조명은 혼합시에 해당되고, 밤하늘 관측은 암

소시에 해당된다. 또한 멜라토닌의 분비억제를 증가하는 망막세포는 440-460nm의 파장대역에 대해 가장 감도가 높으므로, 장면조도가 동일하더라도 빛의 파장분포에 따라 수면방해를 일으키는 정도는 다를 수밖에 없다. 인공광의 영향과 피해가 빛의 파장분포에 따라 차별적인 지점은 이외에도 많다. 상향광의 파장대역 가운데 청색대역이 대기 중에서 가장 강하게 산란되어 밤하늘을 밝게 만들고, 도로조명에 달려드는 야행성 곤충은 빛의 자외선 대역과 청색대역에 의해 유인된다. 그러므로 어떤 지역에, 어떤 용도로 적용되는지에 따라 피해를 최소화할 수 있을 파장분포를 지닌 인공광이 적용되어야 하는 것이다.

세 번째로 건의하고 싶은 사항은 빗공해평가에 있어서 조명표준의 준수가 함께 이루어져야 한다는 점이다. 도로조명은 도로이용자의 시인성 확보를 위해, 보안조명은 주민통행의 안전을 위해 설치되는 것이고, 기본요건을 충족시키지 못하면서 빗공해를 유발하지 않는다면, 조명을 설치할 이유가 없어지는 셈이다. 예컨대 침입광을 방지하기 위한 차광판이 개발되었다면, 차광판이 부착된 가로등의 조명이 해당 표준의 항목을 충족시키는지 우선 확인해야 한다. 하지만 조명표준의 준수가 곧 빗공해방지가 될 수 있으려면, 지금처럼 최소값만을 규정해서는 안될 것이다. 빗공해 저감 운동가들이 줄기차게 주장하듯이 보안조명 표준, 도로조명 표준에는 최대허용치도 함께 규정되어 있어야 한다. 평균조도 혹은 평균휘도의 최대 허용치가 규정된다면, 표준의 준수가 곧 에너지 절감이며, 빗공해방지로 직결될 수 있을 것이다.

마지막으로 덧붙이고 싶은 점은, 장식조명과 광고조명에 있어서는 주변밝기와의 컨트라스트가 평가항목에 포함되어야 한다는 점이다. 최대허용값이 주어진 표준을 준수한다면, 주변밝기가 과도해질 수가 없고, 주변밝기와의 적절한 컨트라스트가 형성된다면 자동적으로 글레어나 과도조명이 유발될 수가 없을 것이기 때문이다.



## 참 고 문 헌

- [1] Briggs W.R.(2006) Physiology of Plant Response to Artificial Lighting, Ecological consequences of artificial night lighting, Edited by C.Rich and T.Longcore.Island press, Washington D.C:388-418.
- [2] Falchi F. et al.(2011) limiting the impact of light pollution on human health, environment and stellar visibility, Journal of Environmental management 92:2714-2722.
- [3] Gaston K.J. & Bennie J.(2014) Demographic effects of artificial nighttime lighting on animal populations, Environmental Review 22:323-330.
- [4] IDA(2000/2002) Outdoor Lighting Code Handbook.
- [5] IESNA(2007/2011) Luminaire Classification System for Outdoor Luminaires.(TM-15-7/TM15-11)
- [6] Kyba.C.C.M et al.(2014) Redefining efficiency for outdoor lighting, Energy & Environmental Science 7(6):1806.
- [7] LAI(2012) Hinweise zur Messung, Beurteilung und Minderung von Lichtimmissionen.
- [8] Luginbuhl.Ch.B.(2012) Pattern Outdoor Lighting Code(USA) Standard ver.2.0.
- [9] Morgan-Taylor M.(2012) Light Pollution, Nuisance and Planning Laws in the UK: The legal Methods of Controlling Light Pollution in the UK, 제78회 한림과학기술포럼, 서울.
- [10] nsw(2011) Algemene richtlijn betreffende lichthinder.
- [11] Rea M.S. et al.(2012) The potential of outdoor lighting for stimulating the human circadian system, Lighting Research Center, ASSIST.

## ◇ 저 자 소 개 ◇



### 안소현 (安素賢)

1979년 연세대 문과대 독문학과 졸업.  
1985년 2월 연세대 문과대 독문학과 졸업(석사). 1994년 연세대 본대학원 독문학과 졸업(박사). 연세대 강사. 현재 (주)에스제이엘 대표. 에스제이엘 조명기술연구소 소장. 독일조명기술학회(LiTG) 회원. 영국조명전문가단체(ILP) 회원.