

# 천창이 있는 선큰가든의 고반사율 벽면에 의한 심도 공간 채광성능

임 홍 수\*      김      곤\*\*

Lighting performance of high reflection wall within covered sunken garden

Lim, Hongsoo      Kim,      Gon

## Abstract

---

This study is performed by method for the influx of natural light in underground space. to solve the several negative underground issues make the covered courtyard and high reflected wall toward the adjacent space. for illuminance level test of sunken garden space, the adjacent space size is 15M x 9M x 12M sunken Garden with space to install the ceiling on the size of the companion light performance analysis, and seasonal changes derived by the light of changes in performance. In addition, increase the distance of the wall and the adjacent space and estimate the average at true time P.M12. The resulting data indicate that the road was an average lux DESKTOP RADIANCE of the modeling and analysis was conducted.

키워드 : 선큰 가든, 지하 공간, 자연 채광, 고반사율

Keyword : Sunken garden, underground, daylight, High reflection

---

## 1. 서 론

과거 지하공간에 대한 우리들의 인식은 부정적인 부분에 초점이 맞추어져 있었다. 화재, 침수 등 재난 위험에 취약하고 개발 이후

구조변경이 어려우며 또한 쾌적한 조명환경과 환기 등을 위해서는 부가적인 설비를 통하여 개선해야만 했다. 하지만 현대 도시의 규모가 팽창하면서 인구와 건물의 과밀화, 집중화가 새로운 문제점으로 부각되고 있고 인구의 과밀화는 환경오염, 휴식공간부족, 교통난 등의 또다른 문제점을 낳고 있다. 이러한 문제점들을 개선하기 위한 해결책으로서

---

\* 국립 강원대학교 석사 과정

\*\*정회원, 국립 강원대학교 교수, 건축학박사

지상공간 활용성이 소진된 대도시에서 지하공간은 귀중한 자원으로 부각되고 있다. 지하공간은 새로운 영토 확보의 기능과 지상공간의 미관을 증진시킬 뿐 아니라 대도시 압축 개발 실현에 긍정적인 효과가 있다. 또한 도로 등 기반시설 효율화, 혐오 시설 설치 등이 용이하여 지하공간을 이용하려는 연구와 이용자의 수요가 증가하고 있는 상황이다. 그러므로 지하공간을 이용하는 사람들에게 보다 더 쾌적하고, 효율적인 공간을 제공하기 위하여 더 많은 노력이 필요하다. 그 중 빛과 조명의 적절한 이용은 지

하공간의 질을 한층 더 높일 수 있는 수단이다. 이에 따라 본 연구는 지하 공간 중 하나인 중정공간이 있는 Sunken Garden을 이용하여 지하공간의 빛 환경을 조절하는 방안을 강구해보고자 한다.

## 2. 선큰 가든의 특성

### 2-1 선큰 가든의 개요

역사적으로 지하의 거주개념은 대지를 모태로 인식하는 자연에 대한 가장 순수한 접근방법으로 주거문제를 해결하는 보편적인 방법이었으나, 차차 지상으로 그 중심이 이동되면서 부수적인 공간을 이용하려는 측면에서 다루어져 오고 있다. 우선 지하층의 환경은 지상으로 이동해간 주요 거실 공간들을 만들어 내기 위해 골치를 썩이는 차음, 단열과 같은 물리적 요소들의 많은 부분을 이미 해결하고 있으며, 지상에서 인공적으로 시도하는 심리적 안정을 위한 환경요소를 힘들이지 않고 찾을 수 있다. 시원한 여름, 따뜻한 겨울의 특성과 두꺼운 벽이 주는 보호본능에 대한 절대적인 안도감으로 가장 은밀한 거주공간으로서 매력의 근원이 될 수 있다. 지하공간 개념과 지상 공간의 느낌을 동시에 재실자에게 주는 선큰 중정은 지하나 지하로 통하는 공간에 꾸민 정원으로서는 단순히 건축

물을 장식하는 기능에서 벗어나 지상공간과 지하공간과의 연결고리로서의 역할 뿐만 아니라 지하공간의 환경 개선을 위한 중요한 요소로서 많이 활용되고 있다. 특히 자연채광을 효과적으로 활용하면 에너지 절약뿐만 아니라 지하공간에 밝고 쾌적한 실내 시환경을 조성할 수 있으며, 작업 성능을 향상시키고 역동적인 실내 분위기를 조성할 수 있다. 이에 일반적으로 자연채광을 이용하는 방법은 설비형 시스템과 자연형 시스템으로 구분하고 있다. 설비형 시스템은 특수한 설비를 이용하기 때문에 효율은 우수하지만 고가의 기기를 사용하기 때문에 기술적 경제적인 측면에서 실용화 되지 못하고 있다. 자연형 시스템의 경우광선반과 같은 건축적 요소들을 건축 설계적 기법을 통해 저가의 비용으로 양질의 조명환경과 전기에너지의 절약효과를 얻는 장점 때문에 선진국에서는 활발한 연구가 진행되어져 왔다. 하지만, 건물의 형태 및 재료, 반사율과 같은 실내 조건뿐만 아니라 향, 조망, 위치 등 외부 조건에 의하여 복잡하게 형성되는 자연채광의 성능을 직감적으로 예측하는 것은 매우 어렵다. 효과적으로 건축물에 적용된 자연채광 시스템은 에너지 절약적인 측면에서 뿐만 아니라 쾌적한 시환경과 작업능률을 향상시킬 수 있는 반면, 잘못 적용된 자연 채광 시스템은 에너지를 과다하게 소비하거나 재실자들에게 시각적 불쾌감을 발생시키기도 한다.

### 2-2 선큰 가든의 채광특성

선큰은 가라앉은, 파묻힌, 땅속 등의 용어로 사전적 뜻을 가지고 있으며 건축에서는 Sunken Plaza, Sunken garden 등의 용어로 사용되는데 기준 지평면보다는 낮은 광장을 의미하는 뜻으로 사용되고 있다. 또한 조경학에서는 “기준선의 높이보다 60-100cm 정도 낮게 평면을 만들고 이 평면에 다양한 정원과 통로를 만들어 사용하는 공간으로 침상 공원” (성기택, 1984)이라고도 한다. Y.

Ashihara는 “대지의 일부를 도로면보다 낮게 파내린 폐쇄성있는 공간” (Ashihahra, Y., 1996)으로 정의하였다.

따라서 선큰은 대지의 일부분을 기준면보다 낮게 파내림으로서 벽과 바닥만으로 형성된 공간으로 둘러싸임에 의한 폐쇄성이 있으며 공공으로 개방된 내적인 성격을 갖고 있는 외부공간이라 할 수 있다. 즉, 선큰은 바닥면의 레벨 차에 의해 형성된 공간으로, 이러한 레벨 차는 몇 개의 공간을 절단하거나 결합시킬 수 있으며 레벨 차에 의해 형성된 높은 레벨, 낮은 레벨, 중간 레벨은 각 위치상에서 느끼는 심리적 효과도 다양하며 영역의 경계도 확실하다. 선큰공간의 공간적 특성은 쉽게 전체 공간을 파악할 수 있어 시각적 연속성이 존재하며 자연 요소를 지하공간에 유입할 수 있으며 지하공간과의 연결이 용이하다는 점이다. 이와 같은 성격들을 잘 파악하여 적재적소에 선큰을 계획한다면 지하공간을 적극적으로 활용할 수 있으며 옥외공간을 변화 있는 공간으로 조성할 수 있다.

### 2-3 드라이 에어리어 (Dry Area : DA)

드라이 에어리어(DA)는 선큰 구조의 하나로, 일반적으로 자연환기, 지하 방수를 위한 완충 공간 등의 건물의 이중외피적 역할을 수행하며 통상 건물 외벽면으로부터 1.5m 이내의 간격을 두고 형성된다. 거주자의 직접적 이용과 관계가 없어 선큰이라는 용어보다는 드라이 에어리어(DA)라는 기능적 용어로 표현되고 있다. 즉 지하공간의 설계시 최소한의 외부 연계나 흡과 관련된 지하외부환경과의 분리를 위하여 설치되고 있는 반면 이에 대한 정확한 설계지침은 정립된 바 없다.

본 연구에서 채광원으로 다루고자 하는 DA의 모델과 인접 지하공간의 형상은 그림 1에 보여주는 바와 같다.

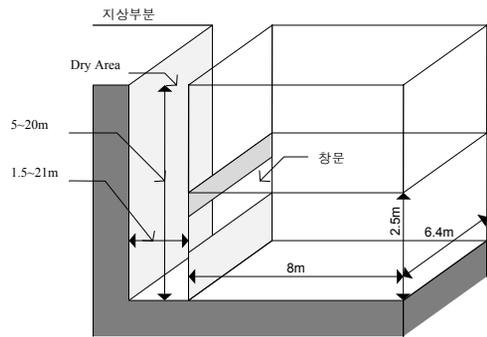


그림1. 선큰 및 DA모델

### 2-4 선큰 공간의 형태, 규모적 요소

선큰의 규모는 지역적 특성 및 실외공간의 크기에 따라 달라질 수 있으나 선큰을 이용하는 목적에 알맞은 규모가 되어야 할 것이다. Y. Ashihara는 단조로움을 깨기 위한 실외 공간의 모듈을 20-25m로 제시했으며 C. Alexander의 이론에 의하면 외부공간을 만들고자 할 때에는 적어도 1개소 이상의 작은 선큰 공간을 만들어서 그 안을 들여다 볼 수 있도록 하고 그 주위에 자연적 배경을 만들어서 장소를 확정하여 그 곳을 개방시켜 외부공간을 조망 할 수 있도록 꾸며져야 할 것이라고 했으며, 그 크기는 통상적으로 직경 14-18m가 적당하고 21m를 초과하지 않아야 한다. 또한 선큰의 규모는 높이에 대한 바닥면의 전면 길이의 비율인 폐쇄도로도 표현할 수 있는 바, K. Lynch는 폐쇄정도가 2-3일 때 (바닥/높이) 가장 안정감을 느낀다고 했다. 따라서 선큰의 평균높이를 지하 1층 (5-7m) 정도로 할 때 그 적정규모는 직경 10-21m로 하는 것이 적당하다고 보여진다.

선큰은 자체에 빛을 받는 것 보다 지하공간에 자연요소를 유입한다는 입장에서 빛에 의한 영향을 많이 받는 공간이다. 그러므로 일조에 대한 선큰의 전면길이와 높이의 관계를 살펴보면 다음과 같다. 서울 지방에서 (위도 37.34) 평지의 남향 배치인 경우 동지때 10-14시까지 4시간동안 일조를 얻기 위한 선

큰의 길이(D)와 높이(H)의 관계는 (1)식과 같이 나타낼 수 있다.

$$D = \frac{\cos(\alpha - \omega)}{\tan \gamma + \tan \theta \cdot \cos(\alpha - \omega)} \cdot H \quad (1)$$

$\alpha - \omega$  = 정남에 대한 태양 방위각의 차이  
 $\gamma$  = 태양고도  
 $\theta$  = 선큰바닥의 경사도

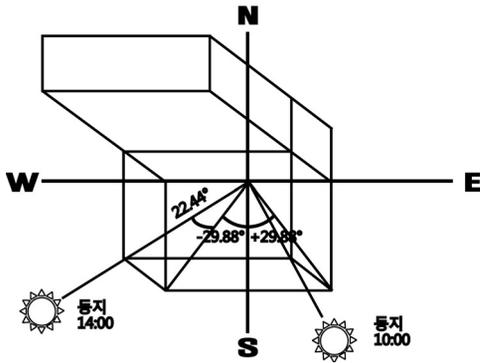


그림 2. 선큰 모델

서울의 경우 동지 10시, 14시에  $\alpha - \omega = \pm 29.88^\circ$ 이며 이때 태양고도  $\gamma = 22^\circ 44'$ , 선큰 바닥의 경사도는  $\theta = 0^\circ$  이므로 (1) 식에 의하여  $D = 2.08H$ , 즉 선큰공간과 건물외벽의 이격거리(D)를 선큰높이(H)보다 최소 2.08배 하는 것이 바람직하다.

### 3-1 고심도 공간의 채광변수

자연채광의 성능을 결정하는 관점에서 가장 중요한 요소는 개구부의 형상을 포함한 공간의 기하학적 형태이다. 물론 개구부와 공간이 배치되는 방위 역시 매우 원천적인 광학요소가 될 것이다. 이에 본 연구에서는 남향과 동향을 대표적인 방위로 설정하였으며 천장의 투과율은 투명 유리(투과율 88%)로 한정하였다.

천창1	천창2	천창3	천창4	천창5	천창6	천창7	천창8	창문번호
E (동향)				S (남향)				건물방향
3월		6월		12월		계절		절
1F		2F		3F		4F		층수

그림 3. 경사형 중정과 천창에 따른 Case Matrix

반사의 기여를 강조하기 위하여 중정 벽면은 고반사(반사율 91%)로 마감하였으며 벽면은 50% 바닥은 30% 천정은 80%로 각각 마감된 것으로 가정하였다. 계절에 따른 변화를 예상하기 위하여 중간기, 하절기, 동절기의 채광 효과를 도출하였다.

표 1. 천장의 형태변수 개요 및 기호

천창	크기 (M)	천창	크기 (M)
천창 1	1.3 x 9	천창 5	1.3 x 9
천창 2	3 x 9	천창 6	4.3 x 9
천창 3	4.7 x 9	천창 7	7.3 x 9
천창 4	6.4 x 9	천창 8	10.3 x 9

각 경우의 형상 변수를 나타내는 기호적 방법으로 [중정벽 경사각-경사각에 비례하는 중정 개구부의 크기 유형-중정 인접공간의 개구부 방위-계절-수직천창 크기]의 형식을 사용하였다 예를 들어 0도-30도-E-계절-천창1의 경우는 중정의 경사각이 0인 수직벽이며, 30도 중정 경사각을 가진 천창의 최대 크기이며 동향과 계절을 의미하고 천창1은 창문 사이즈 타입을 말한다.

### 3-2 채광 성능 분석용 컴퓨터 프로그램

본 연구에서 선정된 자연채광 시스템의 성능분석 도구로서 Radiance 프로그램이 사용되었다. 기존의 많은 연구에서 방법론으로 선택되었던 Radiance 프로그램은 대표적인 Ray-tracing 알고리즘을 채택하고 있어 결과값에 대한 신뢰성은 이미 공인된 바 있으며 다양한 형태의 공간의 모델링 기능과 채광 시스템의 디테일의 구성면에서 탁월한 성능을 구비하고 있다. 아울러 우수한 렌더링 기능으로 시각적 이미지 구현에 장점이 있으며 결과 데이터의 post-processing과 다른 프로그램과의 호환성도 원활하여 초기의 연구 및 해석용 프로그램에서 추신 버전에서는 디자인 도구로 발전하고 있다. 초기의 이 프로그램은 UNIX환경의 워크스테이션급 컴퓨터에서만 적합하게 실행되었으나, 현재에는 PC의 Windows 환경에서도 사용할 수 있는 Desktop RADIANCE 프로그램도 개발되어 있는 상태이다. 본연구에서 사용되는 RADIANCE프로그램의 버전은 UNIX환경의 버전이 아니라 Desktop RADIANCE 버전을 이용하여 조도측정을 하였다. 또한 V.E 프로그램에 속해있는 일조시물레이션인 SUNCAST를 이용하여 태양의 고도와 선근 garden 내부에 입사되는 직달 일사 범위를 예측하기 위하여 RADIANCE 프로그램에서 측정된 시간적 변수를 재현해 보았다.

## 4. Sunken garden의 채광요소별 성능분석

### 4-1 중정 인접 공간 계절별 채광특성

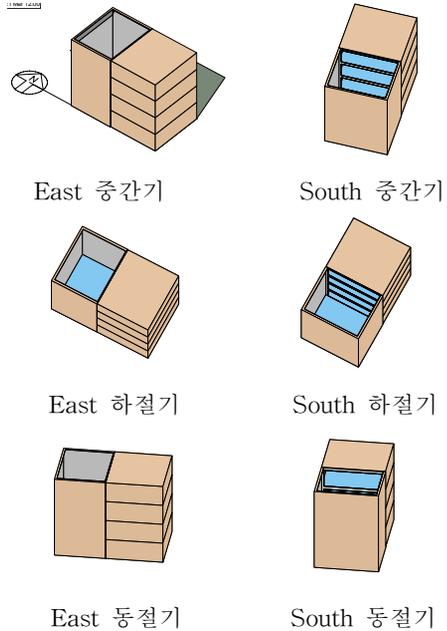


그림 4. Suncast를 이용한 방위에 따른 태양광 입사면

그림4에서 나타나듯이 남향은 개구부에 직사광 유입이 예상되어 창면부와 후면부의 차이가 커져 균제도가 커지고 별도의 차양장치가 필요하게 된다. 하지만 반사율이 있는 벽면이 동향을 바라보고 있는 경우에는 창면부에 직달 일사가 없게 되고 반사에 의한 채광성능을 기대할 수 있다.

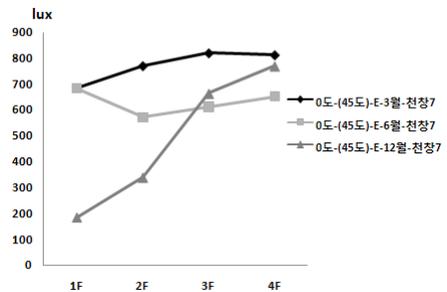


그림 5. 수직창 계절별 채광성능

계절별 채광성능 분석을 위해서 그림4의 모델인 천창의 크기가 7.3M X 9M인 동향과 남향의 그래프를 분석해보면 중간기가 층에 관계없이 전체적으로 조도가 가장 높게 측정되었고 동절기와 하절기의 값은 층에 따라 교차되는 것을 확인할 수 있다. 동절기는 심도 깊이에 따라 기울기가 매우 급격하여 건물 전체적으로 시환경의 균질성이 떨어진다. 하지만 동절기와 중간기의 경우에는 반사에 의한 채광성능이 깊이와 크게 관계없이 일정함을 알 수 있다.

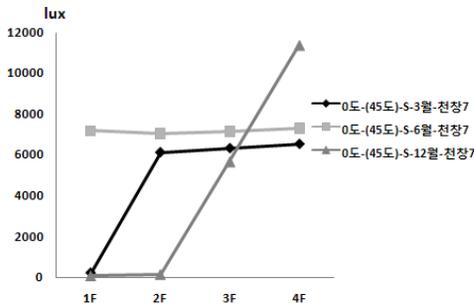


그림 6. 수직향 하절기 향별 채광성능

남향의 경우 동향보다 전체적으로 태양광 유입이 많다. 특히 하절기에는 모든 층의 조도가 높고 일정하게 유지되고 있다. 하지만 중간기와 동절기의 조도는 불규칙하고 깊이에 따라 그래프 변화가 일정하지 않게 나타난다. 즉 남향은 모델의 경사각이 태양의 고도에 따라 변화가 심하며 이것은 일일 낮 시간 동안 연관하여 예상해보더라도 건물 내의 조도 변화가 심하다라고 결론지을 수 있다.

#### 4-2 고심도 공간의 계절별 채광 특성

고심도 공간이라 할 수 있는 1층의 채광성능을 동향과 남향의 경우로 분석해보면 다음의 그림과 같이 도식화 된다.

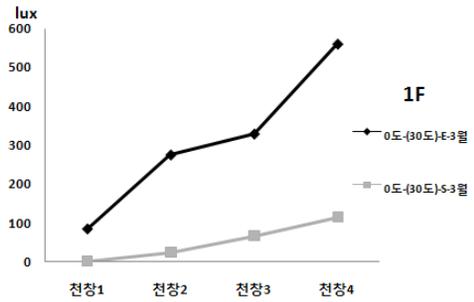


그림 7. 1층 중간기 향별 채광성능

1층은 지표면보다 12M 아래에 배치된 공간인데 중간기에는 개구부가 남향에 위치하여도 직달 일사를 기대할 수 없기 때문에 자연광을 유입시킬 수 있는 별도의 설비가 필요하게 된다. 반면 동향의 경우 개구부의 크기가 커지고 반사율이 있는 벽과의 거리가 길어짐에 따라 1층의 채광성능이 향상됨을 알 수 있다. 이것은 직사광의 유입에 의한 것이 아니라 반사광의 영향이 증대되는 것이므로 긍정적이라 할 수 있다.

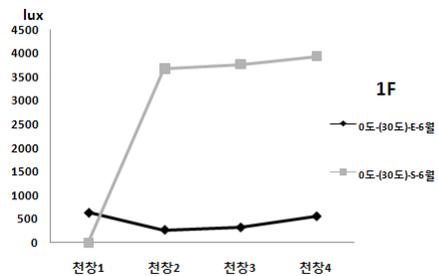


그림 8. 1층 하절기 향별 채광성능

하절기의 1층을 향별로 도식화 하였을 경우에는 중간기와 동절기와는 다른 형태의 그래프를 보이고 있는데 크기가 가장 작은 1.3M 천창을 제외하고는 남향의 채광 성능이 우수했다. 앞서 그림4에서 나타나듯이 남향의 경우 하절기에 태양의 고도가 높아 직달 일사를 기대할 수 있는 면이 커지기 때문이다. 하절기와 중간기의 동향을 비교해보면 중간기보다 하절기가 다소 평균 조도가 높고

기울기가 완만한 것을 볼 수 있는데 1층 동향의 경우 천창 개구부의 크기가 커지더라도 채광성능을 향상 시킬 수 있는 범위가 한정됨을 알 수 있다.

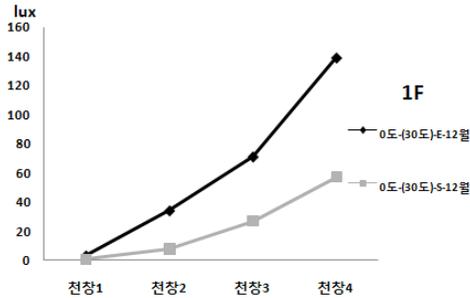


그림 9. 1층 동절기 방향별 채광성능

동절기의 1층 채광성능은 남향과 동향의 경우 모두 낮음을 알 수 있는데 그림 4 동절기의 그림을 살펴보면 태양의 고도가 낮아 지하3M이하의 공간에서는 채광이 거의 이루어지지 않기 때문이다.

## 5. 결론

인구 과밀화에 따라 지하공간의 필요성이 증가하고 있는 현대에 선큰 가든은 대안이 될 수 있다. 하지만 지하에 위치하고 있기 때문에 부정적인 요소들을 해결하기 위하여 자연의 빛을 유입시켜 실내 채광 성능을 향상시키고 재실자가 시간의 개념을 인지할 수 있도록 도와준다. 나아가 어두운 지하공간에 이용되는 조명에너지를 감소시키는 긍정적인 효과를 기대할 수 있다.

채광성능향상을 위한 방법으로 고반사율이 있는 벽면을 설치하고 깊이 12M인 고심도 공간의 인접 공간의 방위를 남향과 동향으로 지정하여 계절별 채광성능을 측정해본 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

일반적으로 제시되고 있는 개구부의 방위인 남향과 고반사율이 있는 벽체에 의한 채

광성능을 극대화한 동향을 비교한 경우 선큰 인접공간에 직사광이 들어오지 않음에도 불구하고 실내 평균 조도를 대략 600~800lux정도 기대할 수 있다. 물론 남향의 경우 구간에 따라 6000lux이상을 기대할 수 있지만 고심도 공간인 1층과 2층에 채광성능은 거의 기대할 수 없다. 천창의 면적이 커짐에 따라 고심도 공간의 채광성능이 급격한 증가폭을 이루지 못하고 있기 때문에 개구부의 크기가 커지더라도 채광성능을 향상 시킬 수 있는 범위가 한정됨을 알 수 있다

## 후기

이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임

(No. R11-2008-098-00000-0).

## 참 고 문 헌

1. 김 곤, 구재오, “아트리움 건물의 중정 내부 발코니의 채광 특성에 관한 연구”, 대한건축학회논문집, 2005. 7
2. 김정열, 김정태, 「국내 아트리움건물의 건축 환경계획에 관한 조사연구」 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집(계획계), 14권, 1호, 1994
3. 김정태. “첨단 고성능 채광시스템의 국제적 동향”, 첨단 채광/조명 및 창호 시스템에 관한 워크숍, 2002. 6
4. 이진숙외 2인, 「아트리움의 시각적 쾌적성 평가를 위한 예측변인 추출」, 대한건축학회 논문집(계획계), 15권, 6호, 1999
5. 비엘 공간, Better Living Architectural Metal, Annual Project Review and Report, 2003
6. R. Saxon. 『아트리움 건축』, 기문당, 1994
9. G. Kim, J. T. Kim, “Projecting Performance of Reintroduced Direct Sunlight based on

the Local Meteorological Features”, Solar Energy Materials and Solar Cells, Vol. 80, No. 1, 2003

10. IESNA. Lighting Handbook, Reference & Application, 8th Edition, IESNA, New York, NY., 524-53, 1993
12. <http://www.lightform.com>
13. <http://www.energydesignresources.com>
17. <http://www.erg.ucd.ie>
18. <http://www.sun.or.jp>
19. <http://www.seocs.egloos.com/800585>