

室內 園藝照明 設計

姜 仁 權

〈(株) 대우엔지니어링, 技術士〉

1. 서 언

최근, 실내의 인공조명에 의한 화초 또는 작물의 재배가 성행하고 있다. 그리고, 호텔의 로비에 배치되는 화초 및 최신의 인텔리전트 빌딩에 시설되는 아트리움(Atrium) 등에 식재되는 화초 또는 관상용 식물이 성장, 개화 등에 인공조명의 영향을 크게 받는다는 것은 자명하다.

이에, 실내에서 재배되는 화초, 작물 및 식물의 용도별 성장에 적합한 인공조명의 기준 및 설계에 대하여 서술한다.

2. 본 론

2.1 조명광의 선정

일반적으로 식물은 잎에 조사되는 자연광의 15~40(%)를 흡수하여, 그 중 약3(%)정도를 광합성에 이용한다. 그러나, 광조사량이 감소하게 되면 광합성 소요에너지는 약10배가 필요하게 된다. 그러므로, 실내에서 인공조명에 의한 식물의 재배가 가능하게 된다. 식물의 광합성 소요 분광에너지 분포를 다음 그림 1에 보인다.

그림 1에서 보는 바와 같이, 식물은 자연광으로부터 청색광과 적색광을 흡수하여 엽록소에 의한 광합성반응을 하므로, 식물이 우수한 성장을 할 수 있는 조명으로는 실내 자연광이 가장 적합하다.

그러나, 완전한 실내 자연광은 갖추기가 어려우므로, 식물의 성장에 필요한 광요소를 갖는 광

원을 구비하도록 하는 것이 가장 최선의 방법이 된다. 식물의 성장, 개화 등에 필수적인 광요소 및 그 영향을 보면 다음 표 1과 같다. 실내에서 재배되는 식물의 광합성에는 표 1에서와 같은 필수적인 광요소에 의한 고조도의 광조사가 필요하며, 광의 조합 또는 광파장의 변경으로 식물에의 영향을 촉진 또는 지연시키는 것이 가능하다.

다음으로, 실제적인 조명광원의 선정에 대해 알아본다.

단일광원일 경우에 식물의 성장은 자연광(백열등(형광등의 광원순으로 성장촉진율이 크다는 것이 입증되고 있다.

그러므로, 단일광원을 선택할 경우에는 형광등이 식물에의 성장촉진율이 크고 식물에 화상을 입힐 우려가 없어 적합하다. 조합광원을 선택할 경우에는 광요소가 균형적인 조명광이 되도록 다음 사항을 고려하여야 한다.

즉, 형광등은 주로 청색 및 적색광을 발산하고, 백열등은 적색광과 적외선을 주로 발산한다. 그러므로, 식물에 이상적인 조명광원의 조합은 형광등 : 백열등이 3(W) : 1(W), 즉, 100(W) 형광등에 30(W) 백열등을 조합시킨 조명광원이 될 것이다.

자연광에 인공광을 조합시키면 식물의 성장촉진에 큰 영향을 미칠 수 있다. 즉, 자연광에 형광등과 같은 단일 인공광을 조합시켜 조사하면 빛의 강도가 강화되어 식물의 성장이 더욱 촉진된다.

2.2 조명등의 선정

실내의 식물재배에 적합한 조명광을 조사하도록, 실제적인 조명등의 선정에 대해 대표적인 조명등의 종류별로 알아 본다.

2.2.1 백열등

백열등은 냉광형이 열효과가 약70%까지 감소되므로 적합하며, 반사구형도 사용에 적합하다.

저발열형의 백열등이 아닐 경우에는 등구에 의한 발열을 감소시키는 방법을 다음과 같이 강구해야 한다.

- 1) 저용량의 등구를 선정하고, 등수를 늘려서 분산배치하여 열을 방산시킨다.
- 2) 등구의 하부 30~50(cm)에 유리판, 투명 플라스틱판 등의 차폐판을 설치하여 열이 하부로 방산되는 것을 방지한다.

2.2.2 형광등

형광등은 색온도 4500°K정도의 표준형 냉백색광 형광등이 적합하다.

2.2.3 저압나트륨등

저압나트륨등은 백열등과 조합된 경우에는 식물의 성장에 적합하나, 단독일 경우에는 특수광색으로 인해 식물이 회색으로 보이게 되어 미관상으로 부적합하다.

2.2.4 특수등

기타 식물육성용의 특수등(Plant Lux)등이 있다.

이상과 같이, 여러종류의 광원 또는 광원의 조합이 있지만, 식물의 재배에 가장 이상적인 광원의 조합은 냉백색광 형광등(100(W))에 반사형백

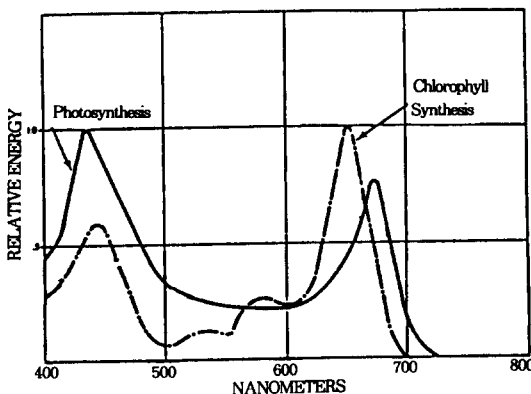


그림 1. 광합성 소요 분광에너지 분포도

열등(30(W))의 조합이 될 것이다.

2.3 조명기구의 선정

식물의 재배에 적합한 조명광원이 선정된 후에는 설치에 적합한 조명기구를 선정해야 한다.

각 조명등기구 형태별로 그 특성 및 설치방법에 대해 알아보면 다음과 같다.

2.3.1 백열등기구

백열등에서 75(W)이상의 것은 발열이 크므로 세라믹 소켓을 사용한 것이 안전하다. 그리고, 백열등은 식물의 화상을 방지하기 위해 식물로부터 600mm이상 반드시 이격하여 설치해야 하며, 텡스텐-할로젠 등기구는 더욱 발열이 크므로 식물과 1200(mm)이상 이격하여 설치하는 것이 바람직하다.

2.3.2 형광등기구

적합한 형광등기구로는 반사형, 원형, 채널형, 눈부심차단형 등이 있다. 반사형등기구에는 자기도포형, 백색에나멜증착형, 백색철 또는 알루미늄 반사판형 등기구가 있다.

반사판의 상부에는 은철을 도포한 것이 양호하다. 그리고, 채널형 형광등기구는 고조도를 얻는데 아주 적합하다.

2.4 소요조도의 선정

다음으로 식물의 성장에 필요한 소요조도 범위를 선정해야 한다.

참고로 일반적인 일광의 조도를 보면 다음과 같다.

표 1. 식물의 필수 광요소 및 그 영향

광요소	파장(nm)	식물에의 영향
청색광	450	잎의 성장
적색광	650	식물의 개화, 결실 및 휴면
적외선	730	식물의 수명 : 즉, 개화, 발아, 휴면, 낙엽, 결실 등 (호소 Phytochrome에 기인함)

표 2. 식물의 군별 소요조도

군	소요조도	비고
제 1군	500~2500lx	잎의 성장 필요조도
제 2군	2500~6500lx	개화 필요조도
제 3군	6500~14000lx	발아 필요조도

- 1) 밝은 날 ; 100,000(lx)
- 2) 흐린 날 ; 5,000(lx)
- 3) 일평균조도 ; 220~350(lx)

식물을 소요조도 범위로 구분하고, 각군별 식물의 성장에 필요한 조도는 표 2 및 표 3과 같다.

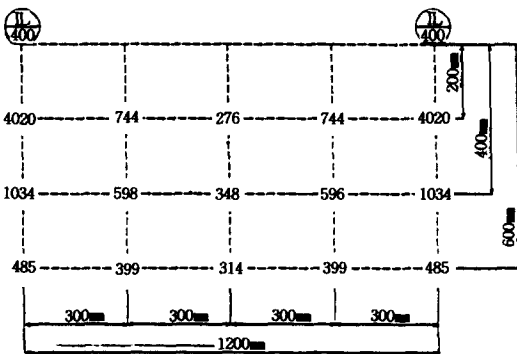
상기에 열거한 식물군별 소요조도를 고려하여 해당식물의 성장, 개화 등에 적합한 소요조도 기준을 선정하여야 할 것이다.

2.5 조명계산

식물에 필요한 소요조도가 선정되면, 설치광원에 의한 조도계산을 수행한다. 이는, 점광원, 선광원 및 면광원 등 설치광원의 종류에 따라 조도계산을 수계산 또는 Computer Program으로 수행

표 3. 식물군별 식물명

군	식 물 명
제 1 군	Cast-iron plant, Century plant, Gold-dust plant, Baby's-tears, Pepper plant, Oyster flower
제 2 군	Flowering maple, Amarylis, Crown-of-thorns, Bermuda butter cup, German ivy
제 3 군	Tuberous begonia, Christmas Cherry, Christmas Pepper, Slipper wort, Panda plant, Primrose



- * 백열등 : 100W
Cool Beam Type,
Reflector Type(확산형)
- * 등기구 : Standard Dome,
Reflector Type(Shallow)

그림 2. 백열등에 의한 직사조도 계산 예

한다.

여기에서는, 각종 조도계산식은 생략하고, 실제로 수정한 조도계산의 결과를 그림 2 및 그림 3에 예시한다.

2.6 조명제어

식물은 각기 성장주기가 있고, 이는 식물마다 다르다. 일반적으로 관엽수인 경우는 주야간이 동일하거나 18시간 정도 밝음. 6시간 정도 어두움의 주기로 될때에 성장이 원활해 진다.

이와같이, 각 식물에 따라 조사시간의 주기가 다르므로 조사시간의 제어가 필요하다.

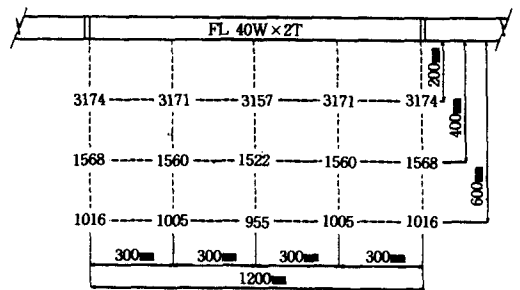
조사시간 제어장치로는 자동타이머가 주로 사용된다.

조사시간제어의 실패를 보면, 튜올립, 히야신스, 나팔수선화 등에서는 일중 10시간 조사하고 나머지 14시간은 어둠도록 제어한다.

2.7 조명관리

식물에의 고조도를 유지하기 위해서는 고효율 반사판을 사용하고, 식물은 가능한 한 등기구에 근접시킨다.

식물을 위한 조명관리면에서는 자연광을 최대한 이용하고, 고반사판을 사용하며, 등기구의 청결을 항상 유지한다. 그리고, 등기구의 흑화 또는



- * 형광등 : 40W x 2T(FLR 40 SW),
Cool White(색온도, 4500 K),
Reflector Type
방수형
- * 등기구 : 직부형,
Mirror Reflector Type(Porcelain-Coated),
Louver(Polystyrene-coated)

그림 3. 형광등에 의한 직사조도 계산 예

수명종료시까지 사용하지 말고 그 이전, 즉, 수명의 70[%]정도에서 12개월 간격으로 교환하는 것이 좋다.

3. 결 언

이상과 같이, 실내의 식물재배를 위한 조명조건 및 조명설계를 수행순서에 의거하여 기술하였다. 그러나, 이는 어디까지나 기본적인 기준에 불과하므로, 실제로 실내원예조명을 설계할 시에는 해당식물의 용도 및 성장에 적합한 소요조도, 조사시간, 설치조건 등을 면밀히 검토하여 수행하여야 한다.

그리고, 주위환경조건 특히, 습도 등은 필히 고려되어야 할 사항이다.

마지막으로, 조명설계가 완료되고 실제로 설치된 경우에는 실제조도를 측정하여 검토하는 것이 반드시 필요하다.

참 고 문 헌

- 1) GARDENING INDOORS UNDER LIGHTS
(Frederich H. & Jacqueline L. Kranz)
- 2) THE COMPLETE BOOK OF HOUSE PLANTS UNDER LIGHTS
(Charles Marden Fitch)
- 3) IES LIGHTING HANDBOOK, (Application Volume)
- 4) 전기설비 기술계산 핸드북(일본)
- 5) 지철근, 조명공학, 문운당
- 6) 조명 CATALOGUE;GENERAL ELECTRIC CO, (미국)
NAMBUK 전기(한국)
IWASAKI 조명(일본)