

형광등과 자연광의 광도에 따른 실내조경식물의 생육반응과 도입방안

최경옥 · 이상우

진주산업대학교 원예학과

Growth Responses and Introduction Plan of Interior Landscape Plants under Light Intensity of Fluorescent Light and Sunlight

Choi, Kyoung-Ok · Lee, Sang-Woo

Dept. of Horticulture, Jinju National University

ABSTRACT

This study was carried out to obtain fundamental information of growth response of interior landscape plants under a fluorescent lighting, a sunlight at indoor. *Ficus elastica* Roxb. var. *decora* Hort, *Spathiphyllum* 'Clevelandii', *Codiaeum variegatum* Blume var. *pictum* Müell. Arg. 'Exalant' and *Cordyline terminalis* Kunth var. *red edge* Hort were examined under 100lux, 500lux, 1,000lux and 2,000lux light intensity consisted of fluorescent lighting and sunlight at indoor condition.

Result of experiments are as follows;

1. A *Ficus elastica* Roxb. var. *decora* Hort plant growth status was better showed under fluorescent lighting than sunlight. A plant growth status showed the best result under 2,000lux light intensity of fluorescent lighting in cases of all conditions.
2. A *Spathiphyllum* 'Clevelandii' showed the best effective adaptations under low intensity among experimental plants. A *Spathiphyllum* 'Clevelandii', plant growth status was better showed under fluorescent lighting than sunlight. A plant growth status showed the best result under 1,000lux light intensity of fluorescent lighting in cases of all conditions.
3. It need the best high establishment of fluorescent lighting among experimental plants for good plant growth. A *Codiaeum variegatum* Blume var. *pictum* Müell. Arg. 'Exalant' plant growth status was better showed under fluorescent lighting than sunlight. A plant growth status was better showed under high light intensity in case of same light source. A plant growth status showed the best result under 2,000lux light intensity of fluorescent lighting.

4. A *Cordyline terminalis* Kunth var. *red edge* Hort plant growth status was better showed under fluorescent lighting than sunlight. but, A plant growth status was better showed under 500lux~1,000lux than 2,000lux in cases of all intensity of fluorescent lighting. while, A plant growth status was better showed under 1,000lux~2,000lux in cases of all intensity of sunlight.

Key Words : Light Source, Interior Plant., Interior Plant Growth

I. 서론

주생활 공간에 식물을 도입하고자 하는 실내 조경의 접근방식은 질 높은 실내 환경 개선을 통해 미적 질서와 심리적 안정감을 제공하고 자연친화적인 실내 환경 공간 창출의 대안으로 각광받고 있다. 특히 내장재나 마감재, 가구 등 각종 건축장비 및 설비 등에서 발생하는 오염물질들이 거주자에게 불쾌감과 질병을 유발하면서(조동우, 2002), 건강을 생각하는 실내 환경 창출을 위한 대안으로서 식물 도입이 선호되어 적합한 식물 소재 개발 및 식물 관리 방안들이 요구되어지고 있다.

일반적으로 식물을 실내 공간으로 도입할 때, 태양광을 주 에너지원으로 활용하지만 실내 조경 공간에서조차 태양광의 유입시설 및 광환경은 식물의 원활한 생장을 돕는 충분한 여건을 마련하지 못하고 있는 실정이며(이월희, 1995) 식물의 원활한 생육 및 생장을 위해서 태양광 유입 시스템 개발(김정엽, 1984; 김정태, 2000; 최경옥과 방광자, 2002) 및 보조광원으로서 인공광 설치가 제시되고 있다(이경란, 1987; 이창혁, 1994).

물론 현재 실내 조경 식물로 제시되고 있는 식물들은 외부 공간에 식재되는 대부분의 식물들에 비해 낮은 광도 하에서 어느 정도 적응력이 있는 열대관엽식물들이 주를 이루지만(곽병화와 김인자, 1969; 이종석과 방광자, 2002) 여러해 동안 관상을 목적으로 실내 정원에 도입될 경우는 보조광원으로서 인공광을 설치해야 빈번한 식물 교체에 따른 경제적 손실을 절감할 수 있고 정원의 전체적인 미적 균형감을 유지할 수 있다.

따라서 본 연구는 실내 조경 공간에 많이 도입되고 있는 테코라고무나무(*Ficus elastica* Roxb. var. *decora* Hort), 스파티필럼(*Spathiphyllum* 'Clevelandii'), 크로톤(*Codiaeum variegatum* Blume var. *pictum* Müell. Arg. 'Exalant'), 코르딜리네(*Cordyline terminalis* Kun-

th var. *red edge* Hort)를 공시식물로 선정하여 실내 조경공간에 도입해 볼 수 있는 인공광 중 태양광과 흡사하고 초기 설치 비용이 저렴한 형광등(지철근 등, 2004)을 중심으로 생육 반응을 살펴보고 적정 광도 범위를 제시하여 관상가치를 높이고 관리 비용을 절감할 수 있는 형광등 도입방안에 대한 기초연구로 활용하고자 한다.

II. 연구방법

1. 실험구 설정

광원은 자연광과 인공광 중 선행 연구 논문에서 현재 실내 조경 공간에 가장 많이 도입되고 있는 형광등(방광자 등, 1998)을 선정하였고, 광도의 범위는 실내 조경 공간의 평균 광도에 대한 현장 조사 결과를 토대로 자연광과 형광등을 100lux, 500lux, 1,000lux, 2,000lux로 정하여 8개의 실험구를 설정하였고 광의 조사(照射)시간은 1일 12시간으로 하였다.

식재시 배양토는 퍼트모스, 펄라이트, 버미큘라이트, 마사토를 1 : 1 : 1 : 1로 혼합하여 사용하였고, 실험기간은 2004년 4월 20일부터 2005년 4월 20일까지 진주산업대학교 원예학과 온실에서 수행되었다.

2. 식물생육환경 분석

공시식물은 20일간 순화과정을 거친 후 각 실험구당 5개씩 3반복으로 식재하였으며, 식물의 형태적 측정요소로는 엽폭, 엽장, 초장, 절간장, 엽병장, 엽수, 엽록소 함량 등을 측정하였으며 이때 절간장은 세번째 마디를 기준으로 하였고 엽장과 엽폭은 정단부로부터 5cm 이내에서 가장 큰 잎의 길이를 측정하였다.

또한 광도와 체내식물과의 상호관계성을 알아보고자

식물체의 광합성 활성을 광합성 측정장치(LI-6400, LI-Cor, USA (2000))를 사용하여 측정하였는데, 측정시간은 식물체의 광합성 주기를 고려하여 오전 11시부터 3시 사이에 각 식물당 완전히 전개된 상부엽 3엽을 선택하여 측정치의 평균을 구하였다. 챔버 내의 조건은 기온 25°C, 상대습도 50%, CO₂ 농도 400±30µg l⁻¹의 조건에서 수행하였고, 모든 공시식물의 광합성량 측정은 5회 반복 수행하였다 분석항목은 광합성율(Pn), CO₂ 흡수율(CO₂), 세포내 CO₂ 농도(Ci), 대기 중 CO₂ 농도(Ca), 기공전도도(Cs), 증산량(Tr) 등을 측정하였다. 수분 이용효율(water use efficiency: WUE)은 Malmstrom (1997)의 방법에 따라 (Ca-Ci)/Tr(mmol mol⁻¹)의 식으로 산정하였으며 CO₂ 이용효율(CO₂ use efficiency: CUE)은 대기 중 CO₂ 농도(Ca)에 대한 세포내 CO₂농도(Ci)의 비율로 산정하였다.

실험 결과에 대한 통계처리는 SAS Ver. 6.12(SAS Institute Inc., 1996) 프로그램을 이용하여 분산분석하였으며 Duncan의 다중범위검정(5%)에 준하여 평균치간의 차이에 대한 유의성을 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. *Ficus elastica* Roxb. var. *decora* Hort의 생육 및 생리활성의 변화

데코라고무나무의 생육적 특성은 자연광 500lux에서

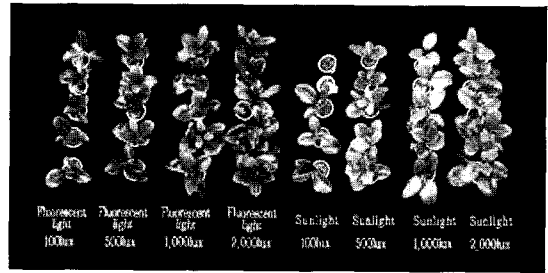


Figure 1. Growth of *Ficus elastica* Roxb. var. *decora* Hort under eight different light conditions after 12 month

는 일부 낙엽현상을 보이고 자연광 100lux에서는 낙엽 현상이 심해 식물 전체가 고사하는 현상을 보였으며 자연광 1,000lux 이상부터는 원활한 생육 및 생장을 보였다. 전반적으로 자연광보다 형광등 하에서 원활한 생육 및 생장을 보였으며 동일 광원일 경우 광도가 높을수록 우월한 생장을 보였다(Figure 1 참조).

형태적 특징은 Table 1에서 나타난 바와 같이 모든 측정요소에서 유의적 차이가 있는 것으로 나타났는데 광원간의 엽색의 변화가 가장 두드러진 특징을 나타내며 차이를 보였다. 일반적으로 엽록소 함량은 저광도 하에서 높게 나타나며 엽록소 함량이 많아지면 엽색이 짙어지는 경향이 있어 엽록소 함량으로도 엽색의 변화를 판단해 볼 수 있다는 연구 결과(Simpson and Lee, 1975; Wittenbach *et al.*, 1982; Torre and Burkey, 1990)가 보고된 바 있는데 본 실험에서도 이와 일치된 결과를 보였다.

Table 1. Growth status of *Ficus elastica* Roxb. var. *decora* Hort under various light source and light intensity

Values	F-value	Light intensity							
		Fluorescent light*(lux)				Sunlight (lux)			
		100	500	1,000	2,000	100	500	1,000	2,000
Leaf width(cm)	33.29**	9.23d ^x	9.23d	9.45c	9.66a	9.20d	9.45c	9.56b	9.71a
Leaf length(cm)	13.49**	13.45dc	13.50dc	13.72b	13.95a	13.30d	13.49dc	13.65bc	13.99a
Plant height(cm)	2.78**	21.12c	21.30cb	21.36cb	22.14a	20.97c	21.30cb	21.35cb	21.90ab
Internodal length(cm)	2.67**	1.76ab	1.76ab	1.80ab	1.85a	1.55c	1.75ab	1.75ab	1.82ab
No. of leaves(EA)	16.63**	4.33d	5.13cb	5.30cab	5.50ab	3.71e	4.95c	5.07cb	5.65a
Petiole(cm)	4.30**	1.47dc	1.50dcb	1.59cb	1.59cb	1.43d	1.54dcb	1.62ab	1.73a
Chlorophyll II	14.50**	71.95a	71.40a	70.73ab	68.61cb	66.49cd	65.65d	65.46d	64.68d

*: Mean separation by Duncan's multiple range test 5% level.

즉 동일한 광원일 경우 100lux에서 엽록소 함량이 가장 많았으며 전반적으로 자연광보다 형광등 하에서 엽록소 함량이 많아 형광등에서 진녹색이 두드러졌다.

엽수는 동일한 광원일 경우, 광도가 높을수록 출엽이 많았고 광원간에 있어서 1,000lux까지는 자연광보다 형광등에서 더 많이 출엽하였고 자연광 2,000lux 하에서 가장 많이 출엽하였다. 엽폭과 엽장은 광도가 높을수록 많은 생장을 보였으나 광원간에는 일정한 경향을 볼 수 없었으며 초장과 절간장은 자연광보다 형광등 하에서 우월한 생장을 보였으며 광도가 높을수록 높은 생장을 보였다.

식물의 생리적 활성에 관한 변화는 대기 중 CO₂ 농도와 CO₂ 흡수율에서 통계적으로 유의성이 있는 것으로 나타났다(Table 2 참조). 실내에 도입된 식물은 생리작용인 광합성 작용을 통해 CO₂를 흡수하고 O₂를 방출한다. 광도, 온도, 습도 등의 환경조건에 따라 식물의 광합성율은 달라지며 대체적으로 일정한 온도, 습도 조건 하에서 식물의 신선도에 따라 다르지만 광도가 높을수록 광합성율은 높아지고 CO₂ 농도는 감소하는 경향을 보인다(연구 결과가 보고된 바 있다(Kimura *et al.*, 1991; Asaumi *et al.*, 1995). 대기 중 CO₂ 농도가 동일 광도일 경우 자연광에서 높은 것은 상대적으로 형광등 하에서

광합성율이 높은 것에 기인한 것으로 보이며, 동일 광원일 경우 광도가 높을수록 광합성율이 높아짐에 따라 대기 중 CO₂ 농도는 감소하는 경향을 보였다. 광합성율은 형광등 2,000lux에서 2.47 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 가장 높게 나타났고 자연광 2,000lux에서 2.29 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 형광등 1,000lux에서 2.11 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 형광등 500lux에서 1.89 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 자연광 1,000lux에서 1.89 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 순으로 나타나 형광등 하에서 생육이 자연광에서 보다 우월한 것을 알 수 있었다.

2. *Spathiphyllum 'Clevelandii'*의 생육 및 생리 활성의 변화

스파티필럼의 생육은 자연광 100lux에서 일부 낙엽지거나 황화현상을 보였으나 식물 전체가 고사한 경우는 없어 모든 광도범위에서 생육이 가능한 것으로 나타나 공시식물 중 낮은 광도조건에 대한 적응력이 가장 우월한 것을 알 수 있었다(Figure 2 참조).

그러나 관상가치나 생장율에 있어서 광원 및 광도간에 가시적인 차이가 있음을 육안으로 식별할 수 있었으며 초장, 엽수, 엽병, 엽록소 함량에서 통계적 유의성을 보였다(Table 3 참조).

Table 2. Comparison of various physiological variables in *Ficus elastica* Roxb. var. *decora* Hort

Values ^Y	F-value	Light intensity							
		Fluorescent light(lux)				Sunlight(lux)			
		100	500	1,000	2,000	100	500	1,000	2,000
Pn	0.32	1.61a ^x	1.89a	2.11a	2.47a	1.48a	1.71a	1.89a	2.29a
Ci	0.05	406.0a	423.6a	452.1a	449.3a	401.8a	435.2a	425.0a	463.9a
Tr	0.09	2.59a	3.64a	3.73a	3.66a	2.50a	2.61a	3.04a	3.97a
Ca	11.42 ^{**}	398.80a	397.09cb	396.25c	394.76d	399.33a	398.17ab	398.32ab	396.77cb
CO ₂	6.37 ^{**}	-1.85a	-2.20cab	-3.24cd	-3.83d	-1.61a	-2.14ab	-2.45cab	-3.06cdb
Cs	0.01	0.67a	0.71a	0.72a	0.73a	0.67a	0.69a	0.70a	0.70a
WUE	0.03	17.95a	15.94a	6.50a	6.95a	22.59a	8.87a	14.17a	5.54a
CUE	0.06	1.01a	1.06a	1.14a	1.13a	1.00a	1.09a	1.06a	1.16a

^Y: Pn: photosynthetic rate, intercellular CO₂, Ci: concentration, Tr: transpiration rate, Ca: air CO₂ concentration, CO₂: CO₂ absorption rate, Cs: stomatal conductance, WUE: water use efficiency, CUE: CO₂ use efficiency in *Peperomia obtusifolia* (the same with Table 4, 6, and 8)

Table 3. Growth status of *Spathiphyllum* 'Clevelandii' under various light source and light intensity.

Values	F-value	Light intensity							
		Fluorescent light ^x (lux)				Sunlight(lux)			
		100	500	1,000	2,000	100	500	1,000	2,000
Leaf width(cm)	1.19	2.40a ^x	2.49a	2.61a	2.77a	2.51a	2.61a	2.97a	2.80a
Leaf length(9cm)	0.93	9.49a	9.61a	10.06a	10.84a	9.91a	10.59a	11.03a	10.61a
Plant height(9cm)	2.59 ^{**}	16.94c	19.08ab	19.51a	19.72a	17.48cb	18.71cab	19.08ab	19.31ab
Internodal length(9cm)	3.58 ^{**}	9.55cd	10.01cdb	11.65a	10.10cdb	8.81d	9.73cdb	10.89cab	11.23ab
No. of leaves(EA)	2.21 ^{**}	9.43b	10.23ab	10.59ab	10.86a	9.43b	10.44ab	11.10a	10.72ab
Petiole(9cm)	14.78 ^{**}	44.13a	42.47ab	42.32ab	41.62b	41.87b	41.22b	38.70c	36.71d

^x: Mean separation by Duncan's multiple range test 5% level.

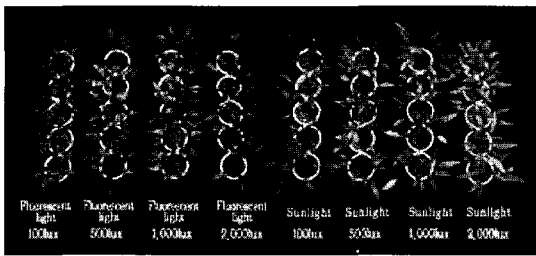


Figure 2. Growth of *Spathiphyllum* 'Clevelandii' under eight different light conditions after 12 month

잎의 크기에 영향을 미치는 측정요소로서 엽폭과 엽장은 형광등보다 자연광 하에서 생장량이 많았으나 통계적 유의성은 없었고 식물의 전체적인 미적 균형감에 대한 중요한 측정요소로서의 엽수와 초장(Manaker, 1981)은 자연광보다 형광등에서 우월함을 보였다. 또한 광도 100lux~1,000lux 범위에서 자연광 하에서 엽색이 황화현상을 보이며 옆으로 흐트러져 자란 반면 형광등에서는 모든 광도범위에서 황화현상이 없고 잎이 흐트러지지 않고 위로 곧게 자라 전체적인 미적 균형감을 유지하는 것을 확인할 수 있었다. 전반적으로 광도가 높을수록 원활한 생장을 보였는데 형광등 2,000lux에서보다 형광등 1,000lux에서 엽수의 출엽율이 높고 미적 균형감이 더 좋아 가장 적합한 광조건임을 알 수 있었다. 이러한 현상은 Hill 반응의 손상과 기공의 CO₂에 대한 민감도에 기인한다고 하며 저온 및 광도 500lux이하에서도 생육이 원활한 *Hedera helix*가 인공광 3,000lux이상에서

는 스트레스를 받아 광합성율이 현저히 감소하며 관상 가치가 떨어진다는 연구결과와 유사하였다(Bauer, 1979; Bauer, and Senser, 1987). 엽색의 변화도 광원간에 현저한 차이를 보여 자연광보다 형광등 하에서 진녹색이 더 뚜렷하였다.

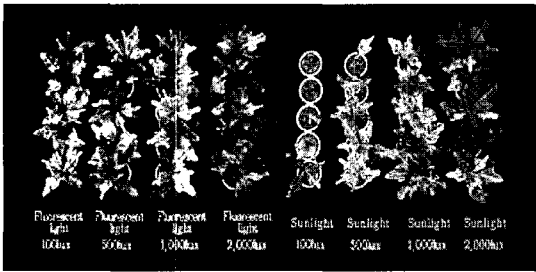
식물에 따른 적정 광환경 조성에 대한 필요성에서 광순화에 따른 광합성 속도는 식물에 따라 다르지만 내음성이 강한 관엽식물은 일반적으로 광합성율이 높은 식물이 신선도를 유지한다고 보고하여 광합성율은 식물의 건강 정도를 점검해 볼 수 있는 척도가 됨을 시사한 바 있다(清田信, 1992; 박소홍과 이용연, 1997). 스파티필럼의 생리활성은 광합성율에서만 유의적 차이가 있었다(Table 4 참조). 광합성율은 형광등 1,000lux에서 2.78μmol·m⁻²·s⁻¹가 가장 높았고 형광등 2,000lux에서 2.73μmol·m⁻²·s⁻¹, 자연광 2,000lux에서 2.70μmol·m⁻²·s⁻¹, 자연광 1,000lux에서 2.55μmol·m⁻²·s⁻¹, 형광등 500lux에서 1.86μmol·m⁻²·s⁻¹순으로 나타나 전반적으로 자연광보다 형광등 하에서 높게 나타나 스파티필럼의 관상가치 및 신선도를 높이는데 있어서 자연광보다 형광등이 더 효과적인 광원임을 알 수 있었다.

3. *Codiaeum variegatum* Blume var. *pictum* Müell. Arg. 'Exalant'의 생육 및 생리활성의 변화

크로톤의 생육적 특성은 자연광 실험구일 경우 2,000

Table 4. Comparison of various physiological variables in *Spathiphyllum 'Clevelandii'*

Values ^y	F-value	Light intensity							
		Fluorescent light(lux)				Sunlight(lux)			
		100	500	1,000	2,000	100	500	1,000	2,000
Pn	5.90**	1.75cb ^{x)}	1.86cb	2.78a	2.73a	1.49c	1.51c	2.55ab	2.70a
Gi	0.10	302.8a	329.4a	406.9a	369.8a	314.4a	324.5a	346.3a	351.0a
Tr	1.33	4.51a	4.64a	7.11a	6.02a	3.88a	4.56a	5.32a	6.40a
Ca	0.36	398.49a	398.85a	397.62a	397.60a	398.52a	398.23a	398.35a	398.03a
CO ₂	0.58	-1.33a	-1.35a	-2.61a	-2.31a	-0.99a	-0.81a	-1.50a	-2.09a
Cs	0.00	0.02a	0.02a	0.03a	0.03a	0.01a	0.01a	0.02a	0.02a
WUE	0.33	28.92a	23.13a	-1.40a	4.75a	48.77a	16.35a	12.36a	6.23a
CUE	0.10	0.75a	0.82a	1.02a	0.93a	0.78a	0.81a	0.86a	0.88a

Figure 3. Growth of *Codiaeum variegatum* Blume var. *pictum* Mibell. Arg. 'Exalant' under eight different light conditions after 12 month

lux를 제외한 모든 실험구에서 낙엽지거나 고사현상이 많아 전반적인 생육이 좋지 못하였다. 반면, 형광등 하에서는 모든 광도범위 내에서 고사현상이 나타나지 않아 크로톤의 생육에 있어서 형광등이 자연광보다 훨씬 좋은 광원임을 가시적으로 알 수 있었다(Figure 3 참조). 즉, 형광등 하에서는 100lux에서도 생육이 가능하고 500lux 이상에서는 매우 원활한 성장을 보였지만 자연광 하에서는 2,000lux에서만 원활한 생육을 보였다.

또한 광도가 높을수록 원활한 성장을 보였는데 형광등보다 자연광 하에서 이러한 현상이 두드러졌으며 모든 형태적 측정요소에서 유의적 차이를 보였다(Table 5 참조). 전반적으로 식물의 생장율은 자연광보다 형광등에서 높게 나타나 엽폭, 엽장, 초장, 절간장 등은 형광등 2,000lux에서 가장 높게 나타났으며 대체적으로 동일광

원 하에서 광도가 높을수록 생장율이 높게 나타났다. 식물의 원활한 생장 및 관상가치를 가늠해 볼 수 있는 척도로써의 엽수에서도 형광등 2,000lux, 형광등 1,000lux, 자연광 2,000lux, 형광등 500lux, 자연광 1,000lux 순으로 나타나 전반적으로 형광등 하에서 출엽율이 높아 자연광보다 형광등 하에서 훨씬 원활한 성장을 보였고 동일 광원일 경우 광도가 높을수록 출엽율이 높게 나타났다.

또한 크로톤은 녹색에 노랑색과 적색이 가미된 반엽종 식물로 엽색이 화려한 것이 그 특징인데 엽록소 함량을 살펴볼 때, 500lux 이하에서는 자연광 하에서 잎이 고사하거나 녹색이 탈색되어 형광등에서 그 함량이 높게 나타난 반면 1,000lux 이상에서는 자연광 하에서 높게 나타났는데 이는 안토시아닌의 증가에 따른 영향으로 형광등하에서 녹색에 비해 노랑색과 적색이 더 짙어진 것에 기인한 것으로 이러한 결과는 엽색의 화려함을 증폭시키는 효과로 작용하여 관상가치를 더 높이는 결과를 보였으며 식물재배시 자연광보다 백열등이나 형광등의 인공광 하에서 광도가 높을수록 반엽종식물의 무늬가 더욱 뚜렷하다는 연구 결과와 일치하였다(Shen and Seeley, 1983; 설중호 등, 1990; 홍정 등, 1994).

식물체내의 광합성 활성은 형광등 2,000lux에서 $3.37\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 형광등 1,000lux에서 $2.52\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 자연광 2,000lux에서 $2.51\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 자연광 1,000lux에서 $2.45\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 형광등 500lux에서 $2.23\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 순으로 나타나 자연광보다 형광등

Table 5. Growth status of *Codiaeum variegatum* Blume var. *pictum* Müell. Arg. 'Exalant' under various light source and light intensity

Values	F-value	Light intensity							
		Fluorescent light(x)(lux)				Sunlight(lux)			
		100	500	1,000	2,000	100	500	1,000	2,000
Leaf width(cm)	6.18**	6.34c ^x	6.30c	6.51cab	6.68a	5.95d	6.21c	6.38cb	6.63ab
Leaf length(cm)	10.94**	12.26cd	12.39cb	12.50ab	12.62a	11.98e	12.09ed	12.48ab	12.55ab
Plant height(cm)	5.34**	19.23cb	19.75cab	20.23ab	20.49a	17.71d	18.84c	19.55cab	20.13ab
Internodal length(cm)	3.25**	0.76b	0.81b	0.86ab	0.98a	0.79b	0.86ab	0.88ab	0.95a
No. of leaves(EA)	11.14**	10.17c	11.71cb	12.76ab	14.00a	7.94d	10.50c	11.44cb	12.69ab
Petiole(cm)	7.43**	0.97c	1.15bc	1.22b	1.44a	0.96c	1.13bc	1.22b	1.42a
Chlorophy II (cm)	6.06**	33.41a	36.58a	28.71b	28.37b	33.36a	34.17a	34.12a	37.36a

^x: Mean separation by Duncan's multiple range test 5% level

하에서 높았으며 동일광원일 경우 광도가 높을수록 광합성율이 높은 것으로 나타났다(Table 6 참조).

4. *Cordyline terminalis* Kunth var. *red edge* Hort의 생육 및 생리활성의 변화

코르딜리네의 생육은 낙엽이 지거나 고사현상을 보이는 100lux를 제외하고 500lux 이상에서는 어느 정도 생육 및 생장이 가능한 것으로 나타났으나 관상가치나 생

장물에 있어서 광원과 광도간의 차이를 나타내며 복잡한 양상을 띠었다(Figure 4 참조).

Table 7과 같이 모든 형태적 측정 요소가 통계적 유의수준에서 차이가 있는 것으로 나타났다. 전반적으로 엽폭, 엽장, 초장, 절간장, 엽병 등 식물의 생장율은 자연광보다 형광등 하에서 높은 것으로 나타났으나 엽수를 비롯한 엽색의 발현에 따른 관상가치는 1,000lux를 기준으로 다른 양상을 보였다. 즉 100lux~500lux 범위에서는 자연광보다 형광등에서 생육상태 및 관상가치가 더

Table 6. Comparison of various physiological variables in *Codiaeum variegatum* Blume var. *pictum* Müell. Arg. 'Exalant'

Values ^y	F-value	Light intensity							
		Fluorescent light(lux)				Sunlight(lux)			
		100	500	1,000	2,000	100	500	1,000	2,000
Pn	4.31**	1.40c ^{x)}	2.23cb	2.52ab	3.37a	1.55cb	2.34cab	2.45ab	2.51ab
Ci	0.58	251.72a	274.92a	255.05a	285.44a	202.45a	228.16a	212.67a	226.67a
Tr	8.28**	4.47c	7.60ab	7.55ab	9.40a	7.94ab	7.94ab	6.83b	6.23cb
Ca	3.06	398.21a	397.31ab	396.59cb	395.63c	397.78ab	397.05cab	396.82cab	397.18cab
CO ₂	2.26	-1.76a	-2.84ab	-3.58b	-4.17b	-2.46ab	-3.17ab	-3.42ab	-3.26ab
Cs	0.00	0.40a	0.52a	0.43a	0.43a	0.39a	0.40a	0.40a	0.40a
WUE	2.15	33.28ab	16.17b	18.18b	11.94b	43.77a	21.30ab	27.15ab	27.39ab
CUE	0.59	0.63a	0.69a	0.64a	0.72a	0.50a	0.57a	0.53a	0.57a

Table 7. Growth status of *Cordyline terminalis* Kunth var. *red edge* Hort under various light source and light intensity

Values	F-value	Light intensity							
		Fluorescent light(x)(lux)				Sunlight(lux)			
		100	500	1,000	2,000	100	500	1,000	2,000
Leaf width(cm)	7.27**	3.03d ^x	3.32cd	3.47cb	3.88a	2.97d	3.27cd	3.29cd	3.65ab
Leaf length(cm)	8.28**	11.84e	12.75cb	13.00cab	13.61a	11.95de	12.52cd	12.82cb	13.33ab
Plant height(cm)	2.98**	29.80cab	30.37ab	30.60ab	31.59a	27.93c	28.51cb	28.83cb	29.21cb
Internodal length(cm)	11.87**	1.35c	1.55c	1.93b	2.55a	1.31c	1.47c	1.50c	1.62bc
No. of leaves(EA)	15.13**	9.84c	15.98ab	16.74ab	17.93ab	11.1c	15.48b	17.49ab	18.53a
Petiole(cm)	9.58**	3.93dc	4.12bc	4.15bc	4.59a	3.86d	3.95dc	4.30b	4.30b

^x: Mean separation by Duncan's multiple range test 5% level

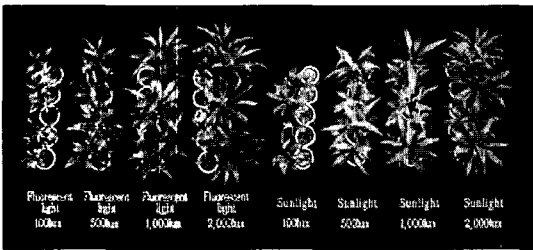


Figure 4. Growth of *Cordyline terminalis* Kunth var. *red edge* Hort under eight different light conditions after 12 month

우월하였다. 반면, 1,000lux~2,000lux 범위에서는 형광등보다 자연광에서 출엽율이 높고 엽색발현이 좋아 관상

가치가 더 좋은 것을 알 수 있었다.

또한 자연광일 경우, 관상가치 및 성장율에 있어서 광도가 높을수록 우월한 상태를 보였지만 형광등일 경우 관상가치는 2,000lux에서 보다 500lux~1,000lux에서 더 좋은 것을 알 수 있었다. 실험결과 형광등 2,000lux에서 엽색의 탈색 및 황화현상이 두드러지고 하엽이 고사한 반면 500lux~1,000lux에서 출엽율은 약간 낮았지만 적색이 더 뚜렷해지며 엽색의 황변현상도 적어 관상가치가 더 좋은 것을 가지적으로 알 수 있었다. 이러한 영향은 식물의 생리적 체내활성결과에서도 확인할 수 있었다(Table 8 참조).

생리적 활성에 있어서 세포내 CO₂농도, 증산량, CO₂

Table 8. Comparison of various physiological variables in *Cordyline terminalis* Kunth var. *red edge* Hort

Values ^y	F-value	Light intensity							
		Fluorescent light(lux)				Sunlight(lux)			
		100	500	1,000	2,000	100	500	1,000	2,000
Pn	2.10	1.51b	2.01ab	2.51ab	1.68ab	1.05b	1.80ab	2.83ab	3.47a
Ci	8.66**	419.11d	450.50cd	471.89cb	441.78cd	439.94cd	455.17cb	482.64ab	503.06a
Tr	8.39**	2.72e	5.24cdb	6.61cab	4.92cd	4.07de	5.10cd	7.22ab	8.01a
Ca	0.24	398.22a	398.47a	397.18a	398.30a	397.54a	397.90a	397.96a	397.04a
CO ₂	0.29	-1.79a	-1.91a	-3.08a	-1.26a	-2.76a	-2.2a	-2.23a	2.54a
Cs	1.93	0.72b	0.73ab	1.11ab	0.99ab	0.95ab	1.00ab	1.18ab	1.20a
WUE	0.18	-11.87a	-9.99a	-11.26a	-8.79a	-10.49a	-11.12a	-11.72a	-13.17a
CUE	7.82**	1.05d	1.13cdb	1.18cab	1.10cd	1.10cd	1.14cb	1.21ab	1.26a

이용효율에서 통계적 유의성을 보였다. 증산량은 형광등보다 자연광 하에서 대체적으로 많이 이루어진 것을 볼 수 있었으며 광도가 높을수록 증산량이 증가하였다. 이러한 결과는 증산작용에는 여러 환경요인들이 영향을 미치지만 일정한 온도에서 광도가 높을수록 증산량이 증가하며 일반적으로 고온에서 광합성율이 높으면 증가하는 경향을 보였다는 연구 결과와 일치하였다(손기철과 김미경, 1998). 세포내 CO₂ 농도 및 수분 이용효율은 관엽식물이 일반적으로 나타내는 범위내에서 교환이 이루어졌으며 광도가 높을수록 CO₂ 고정율이 높게 나타났다. 광합성율을 볼 때, 자연광 2,000lux에서 3.47 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 자연광 1,000lux에서 2.83 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 형광등 2,000lux에서 1.68 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 형광등 1,000lux에서 2.51 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 형광등 500lux에서 2.01 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 자연광 500lux에서 1.80 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 형광등 100lux에서 1.51 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 자연광 100lux에서 1.05 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 순으로 나타나 체내활성도 100lux~500lux 범위에서는 자연광보다 형광등 하에서 우월하였고 1,000lux~2,000lux 범위에서는 형광등보다 자연광 하에서 높게 나타났다. 이는 8종의 관엽식물 재배시 적정환경조건을 규명하는 실험에서 식물에 따라 적정광도가 달랐다는 결과(최종인 등, 1998)를 뒷받침한 것으로 관상을 목적으로 식물을 도입하고자 형광등을 설치할 때도 적정광도범위를 유지하는 것이 매우 중요하며 코르딜리네를 식재할 경우 500lux~1,000lux 광도범위에서 설치하는 것이 에너지를 절감하고 식물생육을 원활하게 하여 관상가치를 높이는 데 가장 효율적임을 알 수 있었다.

IV. 적요

자연광 하에서 생육이 불량하거나 식물의 신선도가 저하되어 가시적인 관상가치가 떨어지는 경우 보조광원으로서 형광등 도입방안을 규명하고자 데코라고무나무, 스파티필럼, 크로톤, 코르딜리네 등 4종의 실내식물에 대한 실험결과는 다음과 같았다.

첫째, 데코라고무나무의 생육특성을 살펴볼 때, 유입되는 자연광의 광도가 500lux 이하일 경우 보조광으로서 형광등 설치가 필요한 것으로 나타났다. 자연광보다

형광등 하에서 더 원활한 생육 및 생장상태를 보였으며 형광등을 도입할 경우 500lux 이상의 광도조건을 조성해 주는 것이 효율적이며 광도가 높을수록 관상가치가 좋아 형광등 2,000lux에서 가장 높았다.

둘째, 스파티필럼의 경우, 자연광 100lux에서도 식물 전체가 고사하는 현상을 보이지 않아 공시식물중 저광도에 대한 적응력이 가장 우수함을 보였으나 원활한 생장을 위해 500lux 이상의 광도조건이 필요함을 알 수 있었다. 자연광보다 형광등 하에서 엽색의 발현이 더 좋고 식물의 형태가 흐트러지지 않아 관상가치를 목적으로 도입할 경우 보조광으로서 형광등 도입이 효과적임을 알 수 있었다. 전반적으로 자연광의 경우 광도가 높을수록 원활한 생장을 보였지만 형광등의 경우 2,000lux보다 1,000lux에서 엽수의 출엽율이 높아 미적 균형감이 있고 체내활성도 좋아 보조광으로서 형광등을 설치할 경우 1,000lux 이상 높이는 것은 오히려 비효율적임을 알 수 있었다.

셋째, 크로톤의 경우 자연광에 있어서 1,000lux에서도 원활한 생장을 보이지 않았지만 형광등 하에서 100lux에서도 생육이 가능하고 500lux 이상에서 원활한 생장을 보여 다른 공시식물보다 보조광원으로서 형광등 설치요구도가 매우 높음을 알 수 있었다. 또한 형광등 2,000lux에서 가장 원활한 생장을 보여 광도가 높을수록 생육 및 생장이 좋음을 파악할 수 있었다. 최적광도는 형광등 2,000lux임을 알 수 있었다.

넷째, 코르딜리네의 경우, 자연광 500lux이하인 경우 형광등 설치가 필요함을 알 수 있었다. 그러나 형태적 특성과 식물체내의 변화량을 볼 때 1,000lux를 기준으로 광원에 따른 광도조절이 필요함을 알 수 있었다. 즉 형광등이 자연광보다 적합한 광원이지만 적정광도 범위는 자연광과 형광등 간의 차이가 있음을 알 수 있었는데, 자연광 하에서는 1,000lux~2,000lux, 형광등 하에서는 500lux~1,000lux로 파악되었다.

이상 공시식물에 있어 형광등을 설치해야할 광요구 조건과 식물의 신선도를 잘 유지하여 관상가치가 가장 좋은 적정광도 범위는 공시식물에 따라 다르게 나타났다. 전반적으로 자연광보다 형광등 하에서 원활한 생장을 보여 자연광의 광도가 500lux 이하인 경우 형광등 설치가 효율적임을 알 수 있었다. 또한, 전반적으로 동일

광원일 경우 광도가 높을수록 생장율이 높고 생육상태가 좋은 것으로 나타났으나 공시식물에 따라 적정광도 범위 및 최적광도는 차이가 있음을 알 수 있었다.

따라서 실내조경공간으로의 형광등 설치시 식물에 따른 생육적 특성을 고려하여 광도를 조절해 주는 것이 바람직함을 확인할 수 있었다.

본 연구는 실험여건상 현재 실내조경공간에 가장 많이 도입되고 있는 실내식물을 한정적으로 도입하여 형광등에 따른 광도에 대한 영향을 살펴보았다. 향후 보다 많은 실내식물에 대한 다양한 광원에 대한 식물의 영향 및 적정광도에 대한 활발한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

인용문헌

1. 박병화, 김인자(1969) Saintpaulia와 Hypoestes의 광도차에 의한 생장반응과 감상에 대하여. 한국원예학회지 6: 75-79.
2. 김정엽(1984) 광섭유. 한국공학회지 6: 148-155.
3. 김정태(2000) 야간조명에 있어서 광섭유의 적용방안에 관한 연구. 경희대학교 대학원 석사학위논문.
4. 박소홍, 이용연(1997) 관엽식물의 광합성 활성에 미치는 광산화의 영향. 한국원예학회지 38(1): 71-76.
5. 방광자, 주진희, 박혜경, 박성은(1998) 지하철역내의 실내조경 현황과 개선방안에 관한 연구. 한국조경학회지 26(3): 258-266.
6. 방광자, 박혜경, 최경옥(2000) 인공광의 광원에 따른 실내지피 식물의 생육반응. 한국조경학회지 27(5): 114-119.
7. 설종호, 이규민, 박병화(1990) 광도를 달리한 환경조건하에서 질소사용량의 차이가 황반종 인동(*Lonicera japonica* var. *aureo-reticulata*)의 엽색변화에 미치는 영향. 한국원예학회지 31(4): 444-448.
8. 손기철, 김미경(1998) 실내 광, 온도, 절대습도 및 이산화탄소의 변화가 파키라(*Pachiraquatica*)의 증산 및 광합성량에 미치는 영향과 통계적 모델. 한국원예학회지 39(5): 605-609.
9. 이경란(1987) 아트리움의 실내환경 디자인에 관한 연구. 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
10. 이월희(1995) 대형건물 실내조경식물의 하자원인에 관한 연구. 고려대학교 대학원 석사학위논문.
11. 이종석, 방광자(2002) 실내내조경학. 서울: 도서출판조경. pp. 35-164.
12. 이창혁(1994) 실내조경학. 서울: 명보문화사. pp. 50-74.
13. 조동우(2002) 친환경건축물 인증제도 및 평가기준. 한국실내조경협회학술지 4(1): 1-20.
14. 지철근, 장우진, 여인선, 김훈, 이진우(2004) 조명환경원론. 서울: 문운당. pp. 64-198.
15. 최경옥, 방광자(2002) 광섭유 조명체계가 실내조경식물의 생육에 미치는 효과. 한국조경학회지 29(6): 92-100.
16. 홍정, 이종석, 박병화(1994) *Codiaeum variegatum* 'Yellow Jade'의 생육과 반엽 형성에 미치는 광선과 시비의 영향. 한국원예학회지 35(6): 610-616.
17. 清田信(1992) 觀葉植物のガス交換と室内ガス環境の改善. 환경정보과학회지 21(2): 107-111.
18. Asaumi, H., H. Nishina, and Y. Hashimoto(1995) Studies on amenity of indoor plants. Acta Hort. 391: 111-118.
19. Bauer, H., and M. Senser(1987) Photosynthesis of ivy leaves (*Hedera helix*) after heat stress II. activity of ribulose biphosphosphate carboxylase, Hill reaction, and chloroplast ultrastructure. Z. Pflanzenphysiol 91: 359-369.
20. Bauer, H.(1979) Photosynthesis of ivy leaves after heat stress III. stomatal behavior. Z. Pflanzenphysiol 92: 227-284.
21. Kimura, K., H. Ishino, J. Tanimoto, J. Tanimoto, and S. Kato(1991) Experimental study on the effects of evaporation from foliage on the indoor moisture environment, Part 2. Analysis of variance and multiple regression analysis. Summeries of Technical Papers of Annual Meeting Architectural Institute of Japan. pp. 789-790.
22. Manaker, G. H.(1981) Interior Plantscape Installation, Maintenance and Management. Prentice-Hall. pp. 32-47.
23. Shen, G. W and J. G. Seeley(1983) The effect of shading and nutrient supply on variegation and nutrient content of variegated cultivars of *Peperomia obtusifolia*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108(3): 429-433.
24. Simpson, D. J. and T. H. Lee(1975) Plastoglobules of leaf chloroplasts of two cultivars of *Capsicum annuum*. Cytobios 15: 139-147.
25. Torre, W. R. and K. O. Burkey(1990) Acclimation of barley to changes in light intensity: chlorophyll organization. Photosynth Res. 24: 117-125.
26. Wittenbach, V. A., W. Lim., and R. R. Heberm(1982) Vacuolar Localization of protease and degradation of chloroplasts in mesophyll protoplasts from senescing primary wheat leaves. Plant Physiol. 69: 98-102.

원 고 접 수: 2005년 8월 22일
 최종수정본 접수: 2005년 10월 6일
 3 인 의 명 심 사 필