

자생 상록 굴거리나무의 실내조명 하에서 적정광도 분석 및 도입방안[†]

신현철* · 윤재길** · 최경옥**

*국립산림과학원 남부산림연구소 · **경남과학기술대학교 원예학과

Analysis on Suitability Light Intensity and Introduction Plan under the Indoor Lighting for the Native Evergreen *Daphniphyllum macropodum*

Shin, Hyeon-Cheol* · Yun, Jae-Gill** · Choi, Kyoung-Ok**

*Southern Forest Research Center, Korea Forest Research Institute

**Dept. of Horticulture, Gyeongnam National University of Science and Technology

ABSTRACT

This study was performed to determine light-adaptability under indoor lighting for Korean wild *Daphniphyllum macropodum*, and to provide an introduction plan for indoor spaces of landscape architecture.

The experimental plants, *Daphniphyllum macropodum* were purchased from a farmhouse in Jeju as an annual plant, and it was acclimatized in the glass-green house of the general farm of Gyeongnam National University of Science and Technology for 40 days. The experiment was performed from February 15, 2010 to November 15, 2010.

First, in the case of the fluorescent lamp, the growth and development condition was poor because the plants withered, or the leaves fell off under the 100lux to 500lux, but the condition under 1,000lux was good. In the aspects of the number of leaves, form of the tree, photosynthesis rate in its body, and the value of sight, the best light intensity for the growth condition was under the 1,000lux.

Second, in the case of the LED light, the growth and development condition was poor because the plants withered, or the leaves fell off under 100lux to 1,000lux, but the smooth growth and development was done under a more light intensity. The best intensity for the growth condition was under 2,000lux.

Third, in the case of the three-wave light, the withering was serious by 1,000lux, and the growth and development was the worst amongst the four introduced lighting systems, therefore, growth under the three-wave light was incongruous. The best intensity for the growth condition was under 2,000lux.

Fourth, in the case of the optical fiber, the withering did not exist under 100lux and growth was possible. The growth and development was the amongst in the four introduced lighting systems. Generally, in the more light intensity, more growth was observed, but the value of sight was higher under 1,000lux than under 2,000lux because the falling rate of leaves and the form of the tree was stable. The most effective light was under 1,000lux due to the high photosynthesis in its body.

[†]: 이 논문은 2010년도 경남과학기술대학교의 기성회 지원에 의하여 수행되었음.

Corresponding author: Kyoung-Ok Choi, Dept. of Horticulture, Gyeongnam National University of Science and Technology, Jinju 660-758, Korea, Tel.: +82-55-751-3256, E-mail: foryou45@chollian.net

When *Daphniphyllum macropodum* is introduced into the indoor landscaping space considering the light, the optical fiber, fluorescent lamp, and LED light are suitable to introduce. The three-wave light is unfit. The most proper light intensity by the light source, in the case of the optical fiber, and fluorescent lamp, is 1,000lux, and, in the case of LED light, is 2,000lux.

The wild *Daphniphyllum macropodum* is the species of tree to substitute the *Schefflera actinophylla* which is the introduced species, and it is expected to be use as the central tree in indoor spaces.

Key Words: Indoor Plant, Interior Landscapear Chitecture, Light Intensity, Native Plants

국문초록

본 연구는 우리나라 자생종 굴거리나무에 대한 실내조명 하에서 광적응성을 조사해 보고 실내조경공간으로 도입할 때, 도입방안을 제시해 보고자 수행되었다.

공시수종인 굴거리나무는 제주도 농가에서 1년생을 구입한 후, 경남과학기술대학교 종합농장 유리온실에서 40일간 순화시킨 후 2010년 2월 15일에서 2010년 11월 15일까지 실험하였다.

첫째, 형광등의 경우, 100lux에서 500lux까지 식물이 고사하거나 잎이 지는 현상을 보여 생육상태가 좋지 못하였으며, 1,000lux부터 원활한 생육 및 성장을 보였다. 엽수나 수형, 체내 광합성률, 관상가치 등을 토대로 살펴볼 때, 형광등 1,000lux에서 가장 양호한 성장을 하여 최적광도인 것으로 조사되었다.

둘째, LED등의 경우, 100lux에서 1,000lux까지 고사현상을 보여 생육상태가 불량하였으며, 광도가 높을수록 원활한 성장을 보였다. 2,000lux에서 가장 원활한 생육 및 성장을 하였다.

셋째, 삼파장의 경우, 1,000lux까지 고사현상이 심하여 도입한 4개의 광원 중 생육상태가 가장 좋지 않아 전반적으로 삼파장은 굴거리나무 생육에 부적합한 것으로 파악되었다. 2,000lux에서 가장 원활한 생육 및 성장을 하였다.

넷째, 광섬유의 경우 100lux 하에서도 식물 전체가 고사하는 현상은 보이지 않아 생육이 가능하여 도입광원 중 생육 및 성장상태가 가장 양호하였다. 대체적으로 광도가 높을수록 성장률이 높았으나, 2,000lux보다 1,000lux 하에서 엽수의 출엽률 및 수형이 흐트러지지 않아 관상가치가 더 좋았으며, 체내 광합성률도 높아 1,000lux를 조명해 주는 것이 가장 효과적인 것으로 파악되었다.

광적응성을 고려하여 굴거리나무를 실내조경공간으로 도입할 때, 광섬유, 형광등, LED등의 순으로 도입하는 것이 적합하며, 삼파장 등은 부적합한 것으로 파악되었다. 광원별 최적광도는 광섬유와 형광등을 도입할 경우 1,000lux, LED등을 도입할 경우 2,000lux를 조명해 주는 것이 효과적인 것으로 나타났다.

또한, 자생종 굴거리나무는 외래종인 대엽홍콩을 대체할 수 있는 수종으로 실내조경식물로 도입이 가능하며, 중심목으로 활용할 수 있을 것으로 기대되었다.

주제어: 실내식물, 실내조경, 광도, 자생식물

1. 서론

한반도에 자생하는 상록활엽수는 모두 61속 132종으로 남북한 전역에 걸쳐 분포하며, 지역에 따라 분포하는 종의 다양성은 차이가 많다(구경아 등, 2001). 상록활엽수의 지역별 종다양성은 북위 35° 이남에서 높고, 중부와 북부지방에서는 매우 낮으며, 내륙보다는 도서지역에 분포하며, 일부종은 도서지방에만 격리분포하기도 한다.

상록활엽수는 매력적인 수형, 아름다운 꽃, 매혹적인 꽃향기,

잎이 혁질로 광택이 나는 아름다움으로 인하여 이국적인 분위기 연출 및 사계절 푸르름을 제공할 수 있어서 생활공간에 선호되는 수종이지만, 내한성이 떨어지거나 광적응성 등 도입에 제약조건이 있다(이창혁, 1994; 이종석 등, 2002; 최경옥과 방광자, 2002).

또한 실내공간으로 도입할 경우, 내한성 문제는 겨울철에 국한되어 어느 정도 쉽게 해결될 수 있지만, 자연광 유입이 부족한 실내공간의 광환경은 연중 식물생육 및 신선도에 영향을 미치는 주요요인으로 작용한다.

즉, 광환경은 식물의 광합성작용과 엽록소함량 및 식물의 형태적 변화에 중요한 역할을 하며, 식물의 내음성은 임관상에서 주어진 광이용효율성에 따라 결정된다. 그러므로 잎의 구조나 생리학적 특징들을 변화시키는 광합성 능력은 차광율이나 광도에 대한 순화 정도에 따라 달라질 수 있다(Terashima and Hikosaka, 1995).

이러한 실내환경의 특수성에 기인하여 실내조경용 식물의 대다수가 도입식물에 의존하고 있으며(이월희, 1995; 이종석 등, 2002; 최경옥, 2007), 자생식물의 식재선호도가 높은 것에 비해 실내조경공간에 도입되고 있는 자생식물은 화분용으로 배치되는 것을 포함하여 19과 27종에 불과하며, 자금우, 백량금, 산호수 등 자금우과 식물이 주로 활발하게 도입되고 있으며, 대부분의 상록활엽수는 소극적인 형태로 일부 공간에 도입되고 있어서 실내조경용으로 자생상록활엽수종의 적극적인 이용방안을 모색할 필요성이 있다(박상헌과 심경구, 1989; 방광자 등, 2000).

굴거리나무는 한국, 중국, 일본, 대만 등지에서 분포하며, 한국의 남해안 도서지방과 내장산 이남지역, 제주도에 자생하는 난대기후 지역의 상록활엽소교목으로 잎은 긴 타원형으로 혁질이다. 꽃보다 잎과 붉은 빛이 도는 엽병이 관상가치가 더 높으며, 수형이 아름답고 잎이 특이하여 남해안이나 제주도에서 가로수나 정원수로 자주 식재된다. 실내로 도입되는 대부분의 외래종 관엽식물들이 울창한 성목 하부의 음지에서 잘 자라는 것과는 달리 음지보다는 반음지에서 잘 자라고, 일반적인 난대수종이 10℃ 이상에서 월동한 반면, 5℃ 이상이면 월동이 가능하여 우리나라 난대수종중 내한성이 매우 강한 편이며, 성목은 한라산의 고지대에서도 자생한다(윤평섭, 1989; 광병화, 1994). 실내공간으로 도입할 경우, 전체분위기를 돋보이게 할 수 있는 요점식재나 중심목으로 활용할 수 있다.

본 연구는 우리나라 제주도에서 자생하고 있는 굴거리나무의 광환경에 대한 적응성을 조사해 보고, 실내공간에 정원용으로 식재할 경우 실내광원별 도입방안을 제시해 보고자 수행되었다.

II. 연구재료 및 방법

1. 공시수종 및 실험구 설정방법

굴거리나무(*Daphniphyllum macropodum*)는 제주도 농가에서 1년생을 구입한 후, 경남과학기술대학교 종합농장 유리온실에서 40일간 순화시킨 후 각 실험구에 투입하였다.

실험전 굴거리나무의 형태적 평균측정치는 엽폭 2.1cm, 엽장 7.4cm, 초장 12.5cm, 엽수 8.5매, 마디수 2.4마디, 가지수 1.0가지였다. 각 실험구별로 투입된 굴거리나무는 신선도가 매우 높고, 실험구간의 평균오차범위, 엽장이나 엽폭의 경우 0.07cm,

초장의 경우 1~2cm 이내, 가지수 1.0가지의 균일한 식물을 투입하였다.

실험기간은 2010년 2월 15일에서 2010년 11월 15일까지 하였다.

도입광원은 실내조경공간 및 식물재배시 인공광으로 많이 사용되고 있는 형광등, LED등, 삼파장등(방광자 등, 2000; 주진희와 방광자, 2003; 최경옥, 2007)과 태양광 추적시스템인 광섬유 등(김정엽, 1984; 최경옥과 방광자, 2002)을 도입하였다. 도입광원의 파장대는 형광등의 경우 380~780nm이며, 13% 정도 청색광이 발산하였으며 연색성은 백색광이다. LED등의 경우 450~480nm의 청색광의 파장대이며, 삼파장등의 경우 560~630nm의 파장대로 백열등의 연색성을 띤 밝은 옐로우색광이다. 광섬유의 경우 태양광도를 추적하여 실내광으로 도입된 생태적인 자연광 시스템으로(김정태, 2000) 파장범위대는 태양광 중 자외선 파장대가 90% 이상 차단된 360~760nm이며 무색광이다.

또한, 실내공간 개념을 주기 위하여 관넬을 사용하여 면적 3.24m², 높이 1.8m의 입체사각형태로 실험구를 설정하였다. 실험구는 동일장소에 일자형태로 4열로 배치하였다.

광도는 100lux, 500lux, 1,000lux, 2,000lux 등으로 설정하였으며(방광자 등, 2004a; 2004b; 최경옥, 2007), 1일 12시간을 지속적으로 조사(照射)해 주었는데, 발열효과로 인한 온도상승을 막고 통풍을 고려하여 직경 60cm, 높이 60cm의 통풍구를 만들고, 빛이 투과하지 않도록 차광막 처리를 하였으며, 환기팬을 달아 온도를 조절해 주었다. 실험장소의 온도는 겨울철 보온막 설치 및 난방기 2대를 설치하여 20±3℃를 유지하였으며, 습도는 50~60%를 유지하였다.

식물은 12cm 포트에 피트모스, 펄라이트, 버미큘라이트, 마사토를 1:1:1:1로 혼합한 배양토에 식재하였으며, 5개체 3반복으로 실험하였다.

2. 식물 측정요소, 분석방법

식물의 형태적 측정요소는 초장, 엽장, 엽폭, 엽수, 마디수, 가지수, 엽록소량 등을 측정하였다.

또한 식물체내의 특성을 알아보고자 광합성 측정장치(Li-6400, Li-Cor, USA)를 사용하여 광합성률(Pn), CO₂흡수율(CO₂), 세포내 CO₂농도(Ci), 대기 중 CO₂농도(Ca), 기공전도도(Cs), 증산량(Tr) 등을 측정하였다.

측정기간은 2010년 10월 20일부터 2010년 11월 10일까지였으며, 측정시간은 오전 11시부터 3시 사이에 각 식물당 완전히 전개된 상부 1~3엽을 선택하여 측정치의 평균을 산출하였다(Faria et al., 1996; 임시규, 1997; 최종인 등, 1998). 광합성 측정장치의 챔버 내의 조건은 기온 25℃, 상대습도 50%, CO₂농

도 $400 \pm 30 \mu\text{g l}^{-1}$ 의 조건에서 수행하였고, 모든 공시식물의 광합성량 측정은 3회 반복으로 수행하였다.

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

III. 결과 및 고찰

1. 형광등 하에서 굴거리나무(*Daphniphyllum macropodum*)의 생육 및 생리활성

형광등의 경우, 4개월 이후부터 엽색이 황변화하면서 낙엽지는 현상이 일부 나타났으며, 7개월부터 식물전체가 고사하는 현상을 보였다.

고사율은 100lux에서 60%, 500lux에서 40%였으며, 1,000lux부터 원활한 생육 및 성장을 하였다(Refer to Figure 1).

Table 1과 같이 모든 형태적 측정요소에서 통계적 유의성이 나타났다. 전반적으로 광도가 높을수록 생장률이 높아지는 경향을 보였으며, 1,000~2,000lux에서 가장 원활한 성장을 하였다.

엽폭, 엽장, 초장 엽수 등은 100lux에서 현격하게 생장률이 저조하였으며, 500~2,000lux 간에 통계적 유의차는 없었지만 광도가 높을수록 생장률이 높아지는 경향을 보였다. 엽수는 1,000lux에서 15매, 2,000lux에서 14.4매로 출엽률이 1,000lux에서 더 높게 나타났다.

엽록소 함량에 따른 엽색의 차이도 나타나 100~1,000lux까지 진녹색이 짙어지는 경향을 보이다가 2,000lux의 경우 오히려 상부엽에서 연녹색이 짙어지는 경향을 보였다.

식물의 생리활성에 대한 변화는 광합성률(Pn), 증산량(Tr),

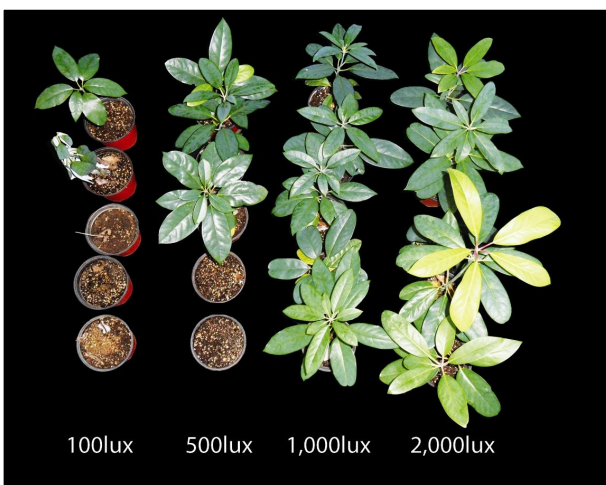


Figure 1. Growth response of *Daphniphyllum macropodum* to light intensity provided by fluorescent lamps

Table 1. Growth characteristics of *Daphniphyllum macropodum* as influenced by different light intensities provided by fluorescent lamps for 10 months

Light intensity (lux)	Growth increment						
	Fluorescent lamps						
	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Plant height (cm)	No. of leaves (EA)	No. of joints (EA)	No. of branches (EA)	Chlorophyll (SPAD)
100	1.3b	3.2b	11.7b	4.0b	0.8b	0.4b	46.0ab
500	2.5ab	6.7ab	18.2ab	8.4ab	2.6ab	0.6ab	61.9a
1,000	3.3ab	8.2ab	27.7ab	15.0a	3.2ab	1.0a	62.1a
2,000	4.3a	10.0a	33.6a	14.4a	4.8a	1.0a	23.1b

Table 2. Photosynthetic characteristics of *Daphniphyllum macropodum* as influenced by different light intensities provided by fluorescent lamps

Light intensity (lux)	Photosynthesis					
	Fluorescent lamps					
	Pn ^a	Ci ^b	Tr ^c	Ca ^d	CO ₂ ^e	Cs ^f
100	2.35b	179.89a	0.28b	397.23a	2.96b	0.02a
500	3.38a	179.49a	0.40ab	395.75b	4.25a	0.03a
1,000	3.99a	211.97a	0.54a	395.11b	5.05a	0.04a
2,000	3.87a	188.67a	0.47ab	395.17b	4.86a	0.03a

^a: photosynthetic rate(Pn), ^b: intercellular CO₂ concentration(Ci), ^c: transpiration rate(Tr), ^d: air CO₂ concentration(Ca), ^e: CO₂ absorption rate(CO₂), ^f: stomatal conductance(Cs)

대기중 CO₂농도(Ca), CO₂흡수율에서 통계적 유의성을 보였다(Refer to Table 2). 증산량(Tr)은 1,000lux에서 가장 많이 이루어진 것으로 나타났다. 대체적으로 대기중 CO₂농도를 많이 흡수할수록 식물의 세포내 CO₂농도는 높아지는 경향을 보이는데(Kimura *et al.*, 1991; 손기철과 김민경, 1998), 1,000lux에서 CO₂흡수율이 가장 높았으며, 상대적으로 대기중 CO₂농도(Ca)는 가장 적어지는 경향을 보였다.

또한, 광합성률(Pn)이 높을수록 대기 중 CO₂농도(Ca)는 감소하는 경향을 보이는(Reddy *et al.*, 1995; Reyes *et al.*, 1996; 최종인등, 1998) 바, 광합성률(Pn)은 1,000lux에서 $3.99 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 2,000lux에서 $3.87 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 500lux에서 $3.38 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 100lux에서 $2.35 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 순으로 1,000lux에서 가장 높았다. 이는 광합성률(Pn)이 가장 높은 1,000lux에서 광합성률(Pn)이 높아짐에 따라 대기중 CO₂농도(Ca)는 낮아졌으며, 세포내 CO₂농도(Ci)는 상대적으로 높아진 것에 기인하는 것으로 보인다.

2. LED등 하에서 굴거리나무(*Daphniphyllum macropodum*)의 생육 및 생리활성

LED등의 경우, 4개월부터 하엽에서 낙엽지는 현상을 보였으며, 7개월부터 식물 전체가 고사하는 현상을 보였다.

고사율은 100lux 하에서 80%, 500lux에서 60%였으며, 1,000 lux의 경우 20% 정도 고사율을 보였지만 비교적 원활한 생장을 하였으며, 2,000lux에서 가장 양호한 생육 및 생장을 보였다(Refer to Figure 2).

Table 3과 같이 엽록소 함량을 제외한 모든 형태적 측정요소에서 통계적 유의성이 나타났다. 전반적으로 광도가 높을수록 높은 성장률을 보였다. 엽폭, 엽장, 엽수, 마디수 등은 100~500lux에서 저조하였으며, 1,000lux부터 원활한 생장을 하였다.

식물체내의 생리활성 변화량은 기공전도도(Cs)를 제외한 모든 측정요소에서 통계적 유의수준에서 차이가 있었다(Refer to Table 4). 광합성률(Pn)은 2,000lux에서 $3.5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 1,000 lux에서 $3.03 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 500lux에서 $1.97 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 순으로 2,000lux에서 가장 높게 나타났으며, 증산량(Tr)도 2,000lux에서 가장 높았다. CO₂흡수율도 2,000lux에서 가장 원활하였으며, 세포내 CO₂농도(Ci)는 대기중 CO₂농도(Ca)를 흡

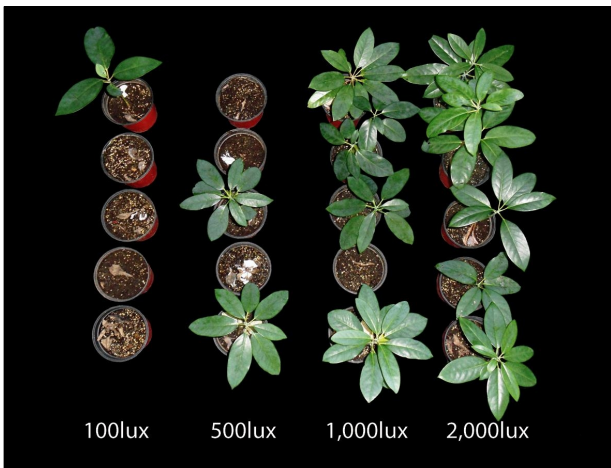


Figure 2. Growth response of *Daphniphyllum macropodum* to light intensity provided by LED light

Table 3. Growth characteristics of *Daphniphyllum macropodum* as influenced by different light intensities provided by LED light for 10 months

Light intensity (lux)	Growth increment						
	LED light						Chlorophyll (SPAD)
	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Plant height (cm)	No. of leaves (EA)	No. of joints (EA)	No. of branches (EA)	
100	0.8b	1.7b	4.0b	1.0b	0.2b	0.4b	59.6a
500	2.1ab	5.5ab	17.3a	6.0ab	1.6ab	0.6ab	53.1a
1,000	3.4a	7.9a	19.2a	9.2a	2.6a	0.8ab	49.7a
2,000	3.4a	9.2a	24.3a	10.6a	3.2a	1.0a	47.4a

Table 4. Photosynthetic characteristics of *Daphniphyllum macropodum* as influenced by different light intensities provided by LED light

Light intensity (lux)	Photosynthesis					
	LED light					
	Pn	Ci	Tr	Ca	CO ₂	Cs
100	0.00c	0.00b	0.00b	0.00c	0.00c	0.00a
500	1.97b	135.91a	0.2ab	397.65a	2.46b	0.01a
1,000	3.03ab	147.72a	0.33ab	396.45ab	3.78ab	0.02a
2,000	3.5a	162.87a	0.41a	395.71b	4.39a	0.02a

수하면서 광도가 높을수록 상대적으로 높아졌다. LED등 하에서 굴거리나무의 생육은 2,000lux에서 가장 양호하였다.

3. 삼파장등 하에서 굴거리나무(*Daphniphyllum macropodum*)의 생육 및 생리활성

삼파장등의 경우, 500lux 이하에서 3개월부터 하엽에서 낙엽지는 현상을 보였으며, 5개월부터 식물 전체가 고사하는 현상이 나타나기 시작하였다. 도입 광원 중 고사율이 가장 높게 나타나 식물 생육 및 성장량이 가장 저조하였다. 고사율은 100lux에서 100%, 500lux에서 100%, 1,000lux에서 80%로 나타나, 전반적으로 생육상태가 좋지 않았다. 2,000lux의 경우, 잎이 일부 황변화 현상을 보였지만, 식물 전체가 고사하는 현상은 보이지 않아 비교적 원활한 생육 및 생장을 하였다(Refer to Figure 3).

일반적으로 자연광 유입이 부족한 실내공간에서 낙엽지는 현상은 수형 및 균형감을 떨어뜨려 관상가치를 저하시키며, 식물의 고사율은 실내공간으로의 식물도입 여부를 결정하는 가장 중요한 척도가 되는(곽병화와 김인자, 1969; 손관화와 염도의, 1988; 박소홍과 이용연, 1997) 바, 전반적으로 고사율이 심하게

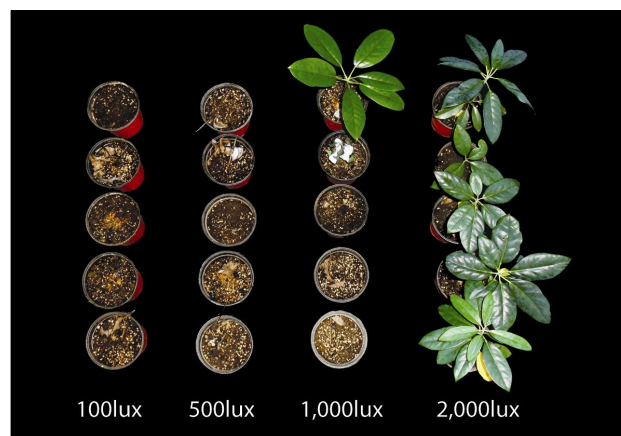


Figure 3. Growth response of *Daphniphyllum macropodum* to light intensity provided by three-wave light

Table 5. Growth characteristics of *Daphniphyllum macropodum* as influenced by different light intensities provided by three-wave light for 10 months

Light intensity (lux)	Growth increment						
	Three-wave light						
	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Plant height (cm)	No. of leaves (EA)	No. of joints (EA)	No. of branches (EA)	Chlorophyll (SPAD)
100	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b
500	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b	0.0b
1,000	1.2b	2.3b	5.7b	1.2b	0.2b	0.2b	10.4b
2,000	4.5a	10.2a	26.1a	10.8a	3.2a	1.0a	65.2a

Table 6. Photosynthetic characteristics of *Daphniphyllum macropodum* as influenced by different light intensities provided by three-wave light

Light intensity (lux)	Photosynthesis					
	Three-wave light					
	Pn	Ci	Tr	Ca	CO ₂	Cs
100	0.00b	0.00c	0.00c	0.00b	0.00b	0.00a
500	0.00b	0.00c	0.00b	0.00b	0.00b	0.00a
1,000	2.26a	142.79b	0.25ab	397.25a	2.82a	0.01a
2,000	2.45a	231.78a	0.4a	396.96a	3.13a	0.03a

나타나고 2,000lux에서도 엽색의 변화 및 낙엽지는 현상으로 식물의 균형감이 깨져 삼파장등은 굴거리나무의 원활한 생육 및 생장에 부적합한 것으로 파악되었다.

Table 5와 같이 모든 측정요소에서 통계적 유의성이 나타났다. 엽폭, 엽장, 초장, 엽수, 마디수, 가지수, 엽록소 함량 등 2,000lux에서 가장 양호하였다.

식물체내의 생리활성은 기공전도도(Cs)를 제외한 모든 측정요소에서 통계적 유의수준에서 차이가 있었다(Refer to Table 6). 세포내 CO₂농도(Ci), 증산량(Tr) 등 2,000lux에서 가장 높게 나타났으며, 대기중 CO₂농도(Ca)는 CO₂흡수에 따른 세포내 CO₂농도(Ci)가 높아짐에 따라 상대적으로 낮아졌다. 삼파장등 하에서 굴거리나무의 생육은 2,000lux에서 가장 양호하였다.

4. 광섬유 하에서 굴거리나무(*Daphniphyllum macropodum*)의 생육 및 생리활성

광섬유의 경우, 4개월부터 엽색이 변색되거나 일부 낙엽지는 현상을 보였지만, 100lux 하에서도 식물 전체가 고사하는 현상을 보이지 않아 도입한 광원 중 생육 및 성장상태가 가장 양호하였다(Refer to Figure 4).

Table 7과 같이 엽장, 가지수를 제외한 모든 측정요소에서



Figure 4. Growth response of *Daphniphyllum macropodum* to light intensity provided by optical fiber

통계적 유의차가 있었다. 엽장, 초장, 엽수, 마디수 등은 광도가 높을수록 성장률이 높아지는 경향을 보였으며, 100lux에서 가장 저조하였다. 엽수의 경우 1,000lux와 2,000lux 간에 통계적 유의성은 나타나지 않았지만, 1,000lux에서 15매, 2,000lux에서 12.6매로 1,000lux에서 엽수의 출엽이 약간 더 많았다.

식물의 관상가치를 높여주는 식물의 균형감도 2,000lux의 경우 수형이 흐트러지며 전체적인 균형감이 깨지는 경향을 보였지만, 1,000lux의 경우 수형이 흐트러지지 않아 전체적인 균형감을 유지하였다.

엽록소 함량의 경우, 광도가 낮을수록 오히려 높게 나타나며, 엽색이 진녹색으로 짙어지는 경향을 보여 광도가 가장 낮은 100lux에서 진녹색이 가장 뚜렷히 강조되었다. 이러한 결과는 광섬유 실험구에서 광도가 낮을수록 엽색이 짙어지는 경향을 보이며(최경옥, 2002), 자연광 차광율에 대한 실험에서 차광율이 높을수록 엽색 및 꽃색이 짙어졌다는 연구결과(정정학과 김영진, 1983; 이소원 등, 2005; 이경재 등, 2010)나 몇 가지 자생 식물의 광도차에 따른 생육반응 연구에서 문수조릿대의 엽색

Table 7. Growth characteristics of *Daphniphyllum macropodum* as influenced by different light intensities provided by optical fiber for 10 months

Light intensity (lux)	Growth increment						
	Optical fiber						
	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Plant height (cm)	No. of leaves (EA)	No. of joints (EA)	No. of branches (EA)	Chlorophyll (SPAD)
100	3.1b	8.8a	20.8b	7.4b	2.4b	1.0a	55.9a
500	4.2a	10.0a	23.4ab	12.0ab	2.6b	1.0a	58.8a
1,000	3.6ab	10.1a	28.8a	15.0a	3.3a	1.0a	38.2b
2,000	3.7ab	10.2a	28.9a	12.6ab	3.3a	1.0a	38.4b

Table 8. Photosynthetic characteristics of *Daphniphyllum macropodum* as influenced by different light intensities provided by optical fiber

Light intensity (lux)	Photosynthesis					
	Optical fiber					
	Pn	Ci	Tr	Ca	CO ₂	Cs
100	2.66b	145.17c	0.29c	396.62a	3.33c	0.02b
500	3.13ab	171.41bc	0.39bc	396.15ab	3.94b	0.02b
1,000	4.57a	253.93a	0.95a	394.15b	5.93a	0.06a
2,000	4.51a	206.08b	0.69ab	394.28b	5.74ab	0.04ab

이 노지에서보다 차광율이 높은 실험구일수록 엽색이 짙어졌다는 연구결과(김현진과 이종석, 2005)와도 일치하였는데, 이는 자연광 유입시설인 광섬유 실험구의 낮은 광환경은 자연광에 대한 차광율을 높인 효과를 나타내어 엽색이 짙어진 것에 기인한 것으로 보인다.

식물체내의 생리활성은 모든 측정요소에서 통계적 유의차가 있었다(Refer to Table 8). 전반적으로 광도가 높을수록 양호하였으며, 1,000lux에서 가장 우월하였다. 광합성률(Pn)은 1,000lux에서 $4.57 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 2,000lux에서 $4.51 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 500lux에서 $3.13 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 100lux에서 $2.66 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 순으로 나타나 1,000lux에서 가장 높게 나타났다. 증산량(Tr) 및 기공전도도(Cs)도 1,000lux에서 가장 높았다. 세포내 CO₂농도(Ci)의 경우 1,000lux에서 $253.93 \mu\text{gcm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$, 2,000lux에서 $206.08 \mu\text{gcm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$, 500lux에서 $171.41 \mu\text{gcm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$, 100lux에서 $145.17 \mu\text{gcm}^{-2} \cdot \text{min}^{-1}$ 순으로 나타나, 광합성 활성에 따른 CO₂농도의 고정율도 1,000lux에서 가장 높게 나타났다.

광섬유에서 굴거리나무의 생장은 1,000lux에서 가장 우월하였다.

IV. 결론

현재 실내조경공간에 일반적으로 도입되고 있는 광도범위 내에서 굴거리나무를 실내공간의 정원식물로 도입할 경우, 적정광원 및 광도를 구명하고자 형광등, LED등, 삼파장등, 광섬유를 도입하여 100lux에서 2,000lux까지의 광도범위에서 실험한 생육 및 식물체내 활성의 변화 및 도입방안은 다음과 같다.

첫째, 형광등의 경우, 100lux에서 500lux까지 식물이 고사하거나, 잎이 지는 현상을 보여 생육상태가 좋지 못하였으며, 1,000lux부터 원활한 생육 및 생장을 보였다. 엽수나 수형, 체내 광합성률, 관상가치 등을 토대로 살펴볼 때, 형광등 1,000lux에서 가장 양호한 생장을 하여 최적광도인 것으로 조사되었다.

둘째, LED등의 경우, 100lux에서 1,000lux까지 고사현상을

보여 생육상태가 불량하였으며, 광도가 높을수록 원활한 생장을 보였다. 2,000lux에서 가장 원활한 생육 및 생장을 하였다.

셋째, 삼파장등의 경우, 1,000lux까지 고사현상이 심하여 도입한 4개의 광원중 생육상태가 가장 좋지 않아 전반적으로 삼파장등은 굴거리나무 생육에 부적합한 것으로 파악되었다. 2,000lux에서 가장 원활한 생육 및 생장을 하였다.

넷째, 광섬유의 경우 100lux 하에서도 식물 전체가 고사하는 현상은 보이지 않아 생육이 가능하여 도입광원 중 생육 및 생장상태가 가장 양호하였다. 대체적으로 광도가 높을수록 생장률이 높았으나, 2,000lux보다 1,000lux 하에서 엽수의 출엽률 및 수형이 흐트러지지 않아 관상가치가 더 좋았으며, 체내 광합성률도 높아 1,000lux를 조명해 주는 것이 가장 효과적인 것으로 파악되었다.

굴거리나무의 광적응성 실험결과, 전반적으로 광도가 높을수록 원활한 생육 및 생장을 하였으나, 외래종 수종이 원활하게 생육하는 광도범위 내에서 양호한 생육 및 생장상태를 보여 단기간의 이벤트 실내공간의 정원용 식물로 식재하거나 분화용 식물로 식재할 수 있을 뿐만 아니라, 상시적인 실내조경공간의 정원용 식물로도 도입이 가능한 것으로 사료된다.

또한, 외래종에 비해 더 낮은 온도에서도 월동이 가능하여 외래종인 대엽홍콩을 대체할 수 있는 수종으로도 활용이 가능하며, 실내공간에서 중심목으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

굴거리나무의 생육 및 생장상태를 고려하여 적합한 도입방안을 제시한다면, 실내조명 도입시 광섬유, 형광등, LED등은 적합하며, 삼파장등은 부적합한 것으로 파악된다.

식물생육에 가장 적합한 도입방안은 광섬유를 도입하여 1,000lux로 조명해 주는 것이 가장 효과적인 도입방안인 것으로 나타났다.

인용문헌

1. 박병화, 김인자(1969) *Saintpaulia*와 *Hypoestes*의 광도차에 의한 생장반응과 감상가(鑑賞價)에 대하여. 한국원예학회지 6: 75-79.
2. 박병화(1994) 화훼원예총론. 서울: 향문사.
3. 김정엽(1984) 광섬유. 한국공학회지 6: 148-155.
4. 김정태(2000) 야간조명에 있어서 광섬유의 적용방안에 관한 연구. 경희대학교 대학원 석사학위논문.
5. 김현진, 이종석(2005) 몇가지 자생식물의 광도차에 따른 생육반응. 한국원예학회 2005 추계 학술논문발표회 초록집. p. 65.
6. 구경아, 공우석, 김종규(2001) 한반도 상록활엽수의 지리적 분포와 기후요소. 대한지리학회지 36(3): 247-257.
7. 박상현, 심경구(1989) 우리나라 실내조경식물의 활용실태에 관한 연구. 한국조경학회지 17(1): 43-54.
8. 박소홍, 이용연(1997) 관엽식물의 광합성활성에 미치는 광순화의 영향. 한국원예학회지 38(1): 71-76.
9. 방광자, 박혜경, 최경옥(2000) 인공광의 광원에 따른 실내지 피식물의 생육반응. 한국조경학회지 27(5): 114-119.
10. 방광자, 주진희, 한승원(2004a) 차광정도에 따른 자생더부살이고사리의

- 생육변화. 한국조경학회지 31(6): 73-76.
11. 방광자, 주진희, 권민훈(2004b) 실내에서 광질이 도깨비고비와 가는쇠고사리의 생육에 미치는 영향. 한국환경복원녹화기술학회지 7(6): 49-53.
 12. 손관화, 염도의(1988) 실내 및 베란다의 광조건에 따른 몇 가지 관엽식물의 엽면적 및 엽육조건의 차이에 관하여. 한국원예학회지 29: 30-37.
 13. 손기철, 김민경(1998) 실내 광, 온도, 절대습도 및 이산화탄소의 변화가 파키라의 증산 및 광합성량에 미치는 영향과 통계적 모델. 한국원예학회지 39(5): 605-609.
 14. 윤평섭(1989) 한국원예식물도감. 서울: 지식산업사.
 15. 이경재, 송기선, 정영숙, 윤택승, 홍성권, 김재현, 이상우, 김종진(2010) 가을철 차광 처리에 따른 진달래와 영산홍의 생리적 반응. 원예과학기술지 28(3): 403-408.
 16. 이월희(1995) 대형건물 실내조경식물의 하자원인에 관한 연구. 고려대학교 대학원 석사학위논문.
 17. 이종석, 방광자, 김순자(2002) 신실내조경학. 경기도: 도서출판조경.
 18. 이소원, 이유정, 김현진, 이종석(2005) 차광정도가 적자색잎식물의 생육과 엽색변화에 미치는 영향. 한국원예학회 2005 추계 학술논문발표회 초록집, pp. 65.
 19. 이창혁(1994) 실내조경학. 서울: 명보문화사.
 20. 임시규(1997) 차광정도 및 재배장소의 변화가 맥문동의 생육에 미치는 영향. 안동대학교 대학원 석사학위논문.
 21. 정정학, 김영진(1983) 광도의 차가 실내장식용 식물생육에 미치는 영향. 농시보고(農試報告), 25: 131-136.
 22. 주진희, 방광자(2003) 차광처리가 자생상록양치식물의 생육에 미치는 영향. 한국실내조경협회지 5(1): 33-39.
 23. 최경옥, 방광자(2002) 광섬유 조명체계가 실내조경식물의 생육에 미치는 효과. 한국조경학회지 29(6): 92-100.
 24. 최경옥(2007) 자생 상록양치식물의 광도에 따른 생육반응 및 광합성 활성. 한국인간식물환경학회지 10(4): 1-8.
 25. 최종인, 선정훈, 백기엽, 김태중(1998) 9종의 관엽식물에 있어서 광양자속밀도와 온도가 광합성과 기공전도도에 미치는 영향. 한국원예학회지 39(2): 197-202.
 26. Faria, T. J., J. S. Pereira and M. M. Chaves(1996) Diurnal changes in photoprotective mechanism in leaves of cork oak (*Quercus suber*) during summer. Tree Physiol. 16: 115-123.
 27. 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 summaries of technical papers of annual meeting Architectural Institute of Japan, pp. 789-790.
 28. Reddy, V. R., K. R. Reddy and H. F. Hodges(1995) Carbon dioxide enrichment and temperature effects on cotton canopy photosynthesis, transpiration and water-use efficiency. Field Crops Research 4: 13-23.
 29. Reyes, T., T. A. Nell, J. E. Barrett, and C. A. Conover(1996) Irradiance level and fertilizer rate affect acclimation of Chamaedorea Mart. HortScience 31: 839-842.
 30. Terashima, I. and K. Hikosaka(1995) Comparative ecophysiology of leaf and canopy photosynthesis plant. Cell and Environ. 18: 1111-1128.

원 고 접 수 일: 2012년 2월 10일
 심 사 사 일: 2012년 2월 24일(1차)
 개 재 확 정 일: 2012년 2월 26일
 3 인 의 명 심 사 필