

실내식물 개발을 위한 광조건이 자생 후추등의 생육과 광합성에 미치는 영향

방광자 · 주진희

상명대학교 환경조경식물산업학부

Effects of Light Intensity on the Growth Characteristics and Net Photosynthesis of *Piper kadsura* Native to Korea for Indoor Plants

Bang, Kwang-Ja · Ju, Jin-Hee

Division of Plant Science & Technology, Sangmyung University

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effects of light intensities on the growth and net photosynthesis of *Piper kadsura* under different shading levels : 0%, 50%, 70% and 90% of sunlight. Mortality rate was lowest under a 70% shading level but 0% and 90% shading levels were about 46% and 53% each respectively. Plant height was shorter and leaf size was smaller and yellowish under a 0% shading level but increased when light intensity was decreased. However, under a 90% shading level, growth of *Piper kadsura* was inferior to other treatments. Top fresh weight was about 11.24g under a 50% shading level and about two times higher than that observed in about 6.6g under a 90% shading level. Root fresh weight was about 7.7g under a 0% shading level and was about two times higher than that showed in about 3.84g and 3.64g under 90% and 70% respectively. Total chlorophyll content and chlorophyll a/b rate were increased when light intensity was decreased. Net Photosynthesis achieved the highest under a 70% shading level and maximum photosynthetic photon flux density was $150 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Therefore, growth of *Piper kadsura* was good under 50~70% shading, Meaning that it is an indoor plant that could be highly utilized.

Key Words : Light Intensity, Growth Characteristics, Photosynthetic Rate, Indoor Plants

1. 서론

실내조경에 있어 식물은 주요소재이며 만족감을 주는 첫째 요소로서(이진희 등, 1999), 실내식물로는 내

음성이 높으면서 환경변화에 둔감한 관엽식물이 대부분을 차지한다(이종석 등, 2001). 그러나 이들 도입종은 겨울철의 낮은 온도로 인한 피해가 예상되며 이국적인 이미지를 가지고 있어 다양한 실내경관을 조성함에

있어 한계가 있다고 본다. 이에 자생식물의 분화 및 실내조경용 소재개발에 대한 필요성이 90년대 초반부터 대두되면서 상록성이면서 내음성이 강한 산호수, 자금우, 백량금, 바위떡풀, 털머위 등의 음지식물을 실내로 도입하고자 하는 시도가 이루어 졌으며(방광자와 이종석, 1995), 자금우, 백량금, 산호수와 같은 자생 *Ardisia* 속의 식물을 실내식물로서 활성화하고자 하는 연구가 진행되었다(이애경, 1999). 그러나 자생식물에 관한 연구는 여전히 부족한 실정이며 다양한 종류의 실내조경용 소재개발이 요구되고 있다. 이러한 시점에서 자생 후추등(*Piper kadsura*)은 실내식물로서 개발가치가 높다고 볼 수 있는데 이는 해안지대의 상록활엽수림이나 암벽에서 자라는 상록성 목본 덩굴식물로서 내음성이 강할뿐 아니라 어린 가지의 잎은 둥근 심장형으로 독특한 향기가 있으며 6~7월에 흰색의 꽃이 피는 식물로(이창복, 1993), 관상가치가 높기 때문이다. 또한 실내 식물로 흔히 이용되는 스킨답서스(*Epipremnum aureum*)를 대체할 수 있는 지피수종이라 판단되나 후추 등의 적정 생육조건에 관한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 실내식물로 활용함에 있어 특히 중요한 것은 광에 대한 생육적 반응이라 볼 때(Poole and Conover, 1979), 후추등을 실내로 도입함에 있어 우선적으로 적정한 광도를 구명할 필요가 있다고 본다. 따라서 본 연구는 광조건에 따른 후추등의 생육과 광합성 변화를 분석함으로써 적정 광 조건을 제시함은 물론 실내식물로서 활용성을 높이고자 수행하였다.

II. 재료 및 방법

실험용 재료인 후추등(*Piper kadsura*)은 삼목묘에서 잎이 대략 2~3장 정도 출현했을 때 직경 12cm의 화분에 피트모스: 펄라이트: 버미큘라이트를 1:2:1의 동일한 부피비로 혼합한 배양토에 재식하여 1개월간 상명대학교 환경조경학과 온실에서 순화시킨 후 2003년 1월부터 11월까지 실험구에 투입하였다. 실험구는 가로×세로×높이가 1,000×1,000×500mm의 직육면체로 제작한 철재를 위에 흑색차광막을 1겹, 2겹, 3겹으로 각각 피복하였으며 식물의 끝에서 광도를 측정했을 때, 무처리인 0% 차광($91.6 \sim 111 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$)에 비해 약 50% 차광

($46.8 \sim 55.5 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$), 70% 차광($18.5 \sim 27.8 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$), 90%($5.6 \sim 9.3 \mu\text{mol m}^{-2}\text{sec}^{-1}$)로 광조건을 달리하였다. 각 처리별로 5주씩 3반복으로 임의 배치하였으며 관수는 일주일에 2번 정기적으로 실시하였고, 시비는 하지 않았다. 생육조사는 각 차광처리구별로 초장, 엽수, 엽병, 엽장, 엽폭, 엽병장, 절간장, 고사율, 엽면적, 생체중, 건조중, T/R률, 엽록소 함량을 측정하였다. 건조중은 각 처리별로 15개씩의 중간엽을 잘라 무게를 잰 후 80°C에서 48시간 동안 건조시켜 중량을 측정하였다. 엽면적은 채취한 중간엽을 스캐너(Hewlett Packard ScanJet ADF)를 이용하여 그래픽파일을 만든 후 'Photoshop' 프로그램(Adobe photoshop 7.0)을 이용하여 전체엽면적을 측정하였다(곽혜란 등, 1998). 엽록소 함량은 각처리의 완전히 자란 중간엽을 잘라 0.1g의 시료를 N, N-dimethylformamide(DMF) 10ml에 침지하여 4°C의 압소에서 24시간 침적 추출 후 얻은 상등액을 spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Japan)로 647nm와 665nm에서 흡광도를 측정하여 엽록소 a와 엽록소 b, 그리고 총 엽록소함량을 구하였으며 엽록소 a/b도 분석하였다(Rami and Dan, 1980). 이 모든 생육조사의 통계처리는 Duncan의 다중범위검정(5%)에 준하여 유의성을 검정하였다.

광조건에 따른 후추등의 광합성 변화는 광합성 장치(Li-6400, Li-Cor, USA)를 사용하였으며, 측정시간은 식물체의 광합성 주기를 고려하여 오전 11시부터 3시 사이에 각 처리당 3엽 이상씩 측정하여 평균을 구하였다. 측정장치 챔버내의 조건은 기온 25°C, 습도 50%, CO₂ 농도 $400 \mu\text{g l}^{-1}$ 에서 광량자속밀도(photon flux density: PFD)을 40, 60, 80, 100, 150, 200, $300 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 조절하여 광합성(Pn)을 측정하였다.

III. 결과 및 고찰

광조건에 따른 생육을 측정한 결과, 고사율은 0% 차광처리 > 90% 차광처리 > 50% 차광처리 > 70% 차광처리 순으로 나타나 차광정도가 높을수록 고사율이 낮아졌으나 과도한 차광에서는 오히려 높아지는 것으로 조사되었다. 초장은 70% 차광처리가 22.53cm로, 90% 차광처리 8.73cm에 비해 약 13.8cm의 차이를 보였을 뿐

아니라 고풍도나 90% 차광처리에서는 덩굴성의 특징이 잘 나타내지 않았다. 엽장의 경우 70% 차광처리가 무처리구에 비해 약 45% 더 큰 것으로 나타났으며 엽폭도 같은 경향을 보였으나 유의성은 낮은 것으로 분석되었다. 엽수는 50%와 70% 차광처리에서 각각 4.27개로 0%와 90% 차광처리보다 다소 높았으며 엽병은 70% 차광처리에서 3.8cm로 무처리구의 2.07cm에 비해 약 46% 더 길게 나타났으나 유의성은 떨어졌다. 절간장은 70% 차광처리가 1.73cm로 무처리구나 90% 차광처리에 비해 높았다. 엽면적은 차광정도가 높을수록 증가하는 경향을 보였으나 90% 차광처리에서는 오히려 낮아졌다. 결과를 종합해 보면, 고풍도에서는 고사율이 높을 뿐 아니라 초장과 잎이 작아지면서 황화현상을 보였으나, 차광정도가 높을수록 고사율이 적어지고 초장과 잎이 넓어지는 경향을 나타내 관상가치가 향상되었다. 반면, 90% 차광처리에서는 고사율이 높아지고 생육이 저조한 것으로 조사되었다(Table 1, Figure 1 참조).

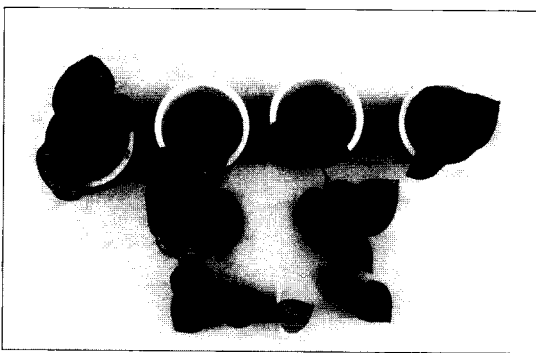


Figure 1. Growth of *Piper kadsura* under different light intensity. From left to right : 0%, 50%, 70% and 90% shading levels.

이와 같이 광도가 낮아짐에 따라 생육이 양호해져 자생 후추등이 음식식물임을 나타내주고 있으며(Boardman, 1977) 실내식물로 활용할 수 있음을 보여주었다. 그러나 광도가 지나치게 낮아질 경우 생육이 저조한 것으로 나타나 내음성이 높다고 할지라도 정상적인 생육을 위해서는 적당한 광도조건이 필요함을 알 수 있었다.

일반적으로 음식식물은 비교적 광량이 적을 때 생육이 왕성해진다고 하였으며(Boardman, 1977), 엽면적을 넓게 함으로써 광합성 효율을 높이고자 한다고 보고되었다(유용권과 김기선, 1997; Falls *et al.*, 1982). 또한 광도의 영향으로 잎의 크기가 달라지는 것은 생육환경에서 광도에 적응하기 위한 여러 가지 형태적, 생태적 변화이며, 같은 식물이 각각 다른 광도하에서 자랄 때 낮은 광도에서 자란 식물이 광을 효율적으로 받아들이기 위해 잎의 크기가 커진다고 하였다(Cooper & Qualls, 1967). 이와 같은 결과는 산호수, 자금우, 백량금, 바위떡풀, 털머위 등이 광도가 낮아질수록 초장, 엽폭, 엽장, 엽면적 및 착과수가 증가된 결과(방광자와 이종석, 1995)와, 음식식물인 빈카(*Vinca minor*)가 35~55%의 차광하에서 가장 좋은 생육을 보인 결과와도 일치한다(김완순 등, 1995).

지상부 생체중의 경우 50% 차광처리가 11.24g으로, 90% 차광처리가 6.6g로 측정된 것보다 약 2배가 높은 것으로 나타내었으며, 지상부 건물중은 0%와 50% 차광처리에서 다소 높으나 광도가 낮을수록 감소하는 경향을 보여주었다. 반면, 지상부의 수분함량은 50%와 70% 차광처리구에서 비교적 높은 것으로 나타나 전반적으로 50% 차광에서 생육이 양호한 것으로 해석되었다. 지하부의 생체중은 무처리구에서 7.7g으로 70%와 90% 처리구가 각각 3.84g과 3.64g을 나타낸 데 비해 2

Table 1. Effects of light intensity on the growth of *Piper kadsura*

Light intensity (shading level:%)	Mortality rate (%)	Plant height (cm)	Leave length (cm)	Leave width (cm)	Leave area (cm ²)	No. of leave per plant (ea)	Petiole length (cm)	Internod length (cm)
0	53	10.60 bc *	2.87 b	2.53 a	21.95 b	3.53 ab	2.07 a	0.87 b
50	33	18.87 ab	4.00 ab	3.47 a	33.51 a	4.27 a	2.87 a	1.20 ab
70	13	22.53 a	5.20 a	4.33 a	34.50 a	4.27 a	3.80 a	1.73 a
90	46	8.73 c	3.07 ab	2.73 a	29.01 ab	1.47 b	2.33 a	0.93 b

* : Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

배 정도 더 높은 것으로 조사되어 지상부의 생체중과 상이한 양상을 보였다. 지하부의 건물중도 같은 경향을 나타냈으며 지하부의 수분함량은 광도가 낮을수록 감소하였다. T/R률은 50%와 70% 차광처리에서 다소 높았으나 통계적인 유의성은 낮은 것으로 분석되었다 (Table 2 참조). 일반적으로 저광도 조건에서는 T/R률이 높은 것으로 보고되었는데 이는 음지에서는 뿌리의 생육보다 광을 흡수하는 지상부의 생육을 촉진시켜 광합성을 일정수준으로 유지시키기 위한 식물의 내음성 과도 관련이 있는 것으로 알려져 있다(Messier, 1992).

전체엽록소함량은 90% 차광처리가 0% 차광처리보다 약 4배 정도 높은 것으로 나타나 광도가 낮을수록 증가하였다. 엽록소 a, 엽록소 b, 엽록소 a/b을 또한 90% 차광처리 > 70% 차광처리 > 50% 차광처리 > 0% 차광처리 순으로 증가하는 것으로 분석되었다(Table 3 참조). 이러한 결과는 크로톤과 벤자민고무나무 등 실내 식물로 이용되고 있는 관엽식물들이 자연광에서 자란 것보다 저광도에서 자란 식물이 엽록소 함량이 많았다고 보고된 것(홍정 등, 1994; 민고명과 이정식, 1992)과 유사하였다. 이는 광도에 따른 음지성 식물의 생육반응을 잘 보여 주는 것으로(Morgan *et al.*, 1990; Wang, 1990) 광도가 높아짐에 따라 엽록소의 감소와 안토시아닌 함량이 증가되기 때문인 것으로 판단되었다(Hart, 1988). 특히, 엽록소 b는 a와는 달리 단파장을 흡수하며, 저광도 조건에서 엽록조직내에 공간이 많아 단파장을 이용하여 광합성을 하는 것이 용이하므로 엽록소 b의 함량이 많은 것이 음지에서의 생육에 효율적이므로 (Fail *et al.*, 1982), 낮은 광도하에서는 엽록소 a/b율이 낮아진다는 보고가 있으나(유용권과 김기선, 1997;

Table 3. Effects of light intensity on the chlorophyll content of *Piper kaurura*

Light intensity (shading level: %)	Chlorophyll content(mg/g f.w.)			
	Total	a	b	a/b
0	1.61 d *	0.83 d	0.78 d	1.06 c
50	2.56 c	1.48 c	1.09 c	1.43 b
70	5.49 b	3.75 b	1.75 b	2.15 a
90	7.65 a	5.25 a	2.41 a	2.20 a

* : Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

Hart, 1988) 본 실험에서 광도가 낮아질수록 엽록소 a/b율이 높아져 상이한 결과를 보여주었다. 광도가 낮을수록 엽록소량이 많아지면서 엽색이 짙어졌으나 실내에서는 짙은 녹색이 어둡고 무거운 느낌을 줄 수 있기 때문에 시각적으로 관상가치가 높다고 볼 수 없었다.

후추등의 광조건에 따른 광합성을 살펴본 결과 70% 차광처리 > 50% 차광처리 > 90% 차광처리 > 0% 차광처리 순으로 증가되어 광조건에 따라 차이를 보였다. 특히, 70%의 차광처리에서 최대 광량자속밀도(PFD)는 $150\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 분석되었으며 이때 광포화점은 $1.26\mu\text{molCO}_2 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 로 나타내었다. 0% 차광처리에서는 가장 낮은 광합성을 보였으며 광량자속밀도가(PFD) $100\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 을 기점으로 감소하였다(Figure 2 참조). 이와 같이 광조건에 따라 광합성의 양상이 차이를 보인 것은 후추등이 고광보다는 저광에서 생육이 양호한 음지식물이기 때문인 것으로 분석되었다.

실내식물로 활용되는 것은 대부분 관엽식물로 화훼 식물에 비해 내음성이 강하며 다른 식물에 비해 광포화

Table 2. Effects of light intensity on the fresh weight, dry weight and T/R of *Piper kaurura*

Light intensity (shading level: %)	Top			Root			T/R
	fresh weight (g)	dry weight (g)	water content (g)	fresh weight (g)	dry weight (g)	water content (g)	
0	8.70 b *	5.14 a	3.52 bc	7.70 a	4.04 a	3.66 a	1.28 a
50	11.24 a	5.36 a	5.88 a	6.10 b	4.02 a	2.08 b	1.33 a
70	8.58 b	3.54 b	5.04 ab	3.84 c	2.70 b	1.14 b	1.31 a
90	6.06 c	3.24 b	2.82 c	3.64 c	2.74 b	0.90 b	1.18 b

* : Mean separation within columns by Duncan's multiple range test at $p=0.05$.

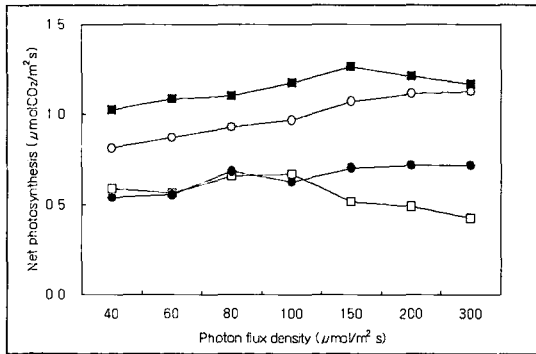


Figure 2. Influence of different shade levels on the net photosynthesis of *Piper kadmura*. From left to right : 0%(□), 50%(○), 70%(■) and 90%(●) shading.

도가 낮아 실내환경에 가장 적합한 식물이라 하겠다. 대부분의 실내식물이 100~300µmol·m⁻²·s⁻¹의 광량 자밀도에서 광합성이 최대로 나타난 것을 기준으로 볼 때(최종인 등, 1998), 자생 후추등도 실내식물로서 활용성이 높을 것으로 판단되었다.

IV. 결론

자생 후추등의 광조건에 따른 생육을 본 결과 0% 차광처리에서는 고사율이 높을 뿐 아니라 초장과 잎이 작아지면서 황화현상을 보였으나, 50%와 70% 차광처리에서는 고사율이 적어지고 초장과 잎이 넓어지는 경향을 나타내었다. 반면, 90% 차광처리에서는 고사율이 높아지고 생육이 저조한 것으로 조사되었다. 지상부의 생체중과 건조중은 50% 차광처리에서 비교적 높았으며 지하부의 생체중과 건조중은 0% 차광처리에서 높은 것으로 분석되었다. 전체엽록소함량, 엽록소 a, 엽록소 b 및 엽록소 a/b율은 차광정도가 높아짐에 따라 증가하였다. 광합성은 광조건에 따라 차이를 나타냈으며 특히, 70%의 차광처리에서 최대 광량자속밀도(PFD)는 150µmol·m⁻²·s⁻¹로 분석되었으며 이때 광포화점은 1.26µmolCO₂·m⁻²·s⁻¹로 나타났다. 따라서, 자생 후추등은 낮은 광도에서도 생육과 광합성이 양호하고 관상 가치가 유지되므로 실내조경용과 남부지방의 지피수종으로 활용이 가능할 것으로 보이나 지나치게 높은 광도나 낮은 광도는 바람직하지 않았다.

인용문헌

1. 광혜란, 이종석, 서정남, 남유경 (1998) 컴퓨터 그래픽 분석을 이용한 *Tradescantia*의 반입면적 및 정도의 검정. 한국원에 과학기술지 16(3): 364-365.
2. 김완순, 허건양, 이동우, 이정식 (1995) 차광정도가 지피식물인 *Wegeia robusta*와 *Vinca minor*의 생육 및 지피도에 미치는 영향. 한국원예학회지 36: 588-594.
3. 민고명, 이정식 (1992) 광조건이 변화가 벤자민 고무나무 (*Ficus benjamina* 'WG-1')의 생장 및 순화에 미치는 영향. 한국원예학회지 33: 48-53.
4. 방광자, 이종석 (1995) 자생식물의 실내 적응성에 관한 연구-광정도에 따른 생장 반응-. 상명대학교 산업과학연구소 산업과학연구. 3: 79-90.
5. 이애경 (1999) 한국 자생 *Ardisia*속 식물의 생태와 원예화에 관한 연구. 단국대학교 박사학위논문.
6. 이창복 (1993) 대한식물도감. 서울: 향문사.
7. 이진희, 방광자, 최경옥 (1999) 우리나라 실내조경의 방향성 제시를 위한 기초 연구. 상명대학교 산업과학연구소 산업과학연구. 8: 1-11.
8. 이종석, 오혜원, 한승원 (2001) 실내조경에 있어서 자생식물의 이용에 관한 연구. 한국원예학회계발표요지 1: 136.
9. 유용권, 김기선 (1997) 미선나무 녹지삽과 반숙지삽시 생장 조절제 및 삼목조건이 발근에 미치는 영향. 한국원예학회지 38: 263-271.
10. 홍 정, 이종석, 광병화 (1994) 실내조경용 *Codiaeum variegatum* 'Yellow Jade'의 생육과 반엽형성에 미치는 광선과 시비의 영향. 한국원예학회지 35: 610-616.
11. 최종인, 선정훈, 백기엽, 김태중 (1998) 8종의 관엽식물에 있어서 광량자속 밀도와 온도가 광합성과 기공전도도에 미치는 영향. 한국원예학회지 39(2): 197-202.
12. Boardman, N. K.(1977) Comparative photosynthesis of sun and shade plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 28: 355-377.
13. Cooper, C. S., and M. Qualls(1967) Morphology and chlorophyll content of shade and sun leaves of two legumes. Crop Sci. 7: 672-673.
14. Fails, B. S., A. J. Lawis, and J. A. Barden(1982) Anatomy and morphology of sun and shade grown *Ficus benjamina*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(5): 754-757.
15. Hart, J. W.(1988) Light and plant growth. Unwin Hyman Ltd. London.
16. Messier, C.(1992) Effects of natural shade and growing media on growth biomass allocations and competitive ability of *Gaultheria shallon*. Can. J. Bot. 70: 2271-2276.
17. Morgan, J. A., D. R. Lecain, and R. Wells(1990) Semi-dwarfing genes concentrate photosynthetic machinery and affect leaf gas exchange of wheat. Crop Sci. 30: 602-608.
18. Poole, R. T., and C. A. Conover.(1979) Influence of shade and nutrition during production and dark storage simulating shipment on subsequent quality and chlorophyll content of foliage plants. HortScience 14: 617-619.
19. Rami, M., and P. Dan(1980) Chlorophyll determination in intact tissues using N, N-dimethylformamide. Plant Physiol. 65: 478-479.

-
20. Wang, Y. T.(1990) Growth substances, light, fertilization and misting regulate propagation and growth of golden pothos. HortScience 25: 1602-1604.

원 고 접 수 : 2004년 3월 25일
최종수정본 접수 : 2004년 8월 24일
3인의명 심사필