

광강도에 따른 음나무 유묘의 생장 및 광합성 특성

이철호* · 신창호* · 김규식* · 최명석**†

*국립수목원 식물보존과, **경상대학교 환경산림과학부

Effects of Light Intensity on Photosynthesis and Growth in Seedling of *Kalopanax pictus* Nakai

Cheul Ho Lee*, Chang Ho Shin*, Kyu Sick Kim*, and Myung Suk Choi**†

*Department of Plant Conservation, Korea National Arboretum, Pocheon 487-821, Korea.

**Division of Environmental Forest Science, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea.

ABSTRACT : This study was carried out to determine leaf photosynthetic capacity and growth characteristics of *Kalopanax pictus* Nakai seedlings under the different light condition. The seedlings grown under low light condition showed larger leaf area and petiole, and higher relative growth rate than those grown under high light condition. Chlorophyll contents as chlorophyll a, chlorophyll b, and chlorophyll a + b were high in the seedlings grown under high light condition compared to those grown in low light conditions. The mean absorption value of shade leaf within photosynthetically active radiation (400-700 nm) was slightly higher than that of sun leaf. Leaf photosynthetic capacity of seedling was variable under the different light conditions. Seedling grown under high light condition had the higher photosynthetic capacity. Leaf photosynthetic rates under forestry and nursery were 700 and 300 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, respectively. However, leaf photosynthetic rates under high and low light conditions were 500 and 300 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, respectively.

Key Words : *Kalopanax pictus*, Photosynthesis, Chlorophyll content, Leaf absorption spectra, PAR

서 언

두릅나무과의 음나무 (*Kalopanax pictus* Nakai)는 동북아시아 지역에만 자생하는 낙엽활엽교목으로 우리나라에서는 중부지방과 해발 700m 산지에 집중적으로 분포하고 있다 (Nakai, 1927; 최와 정, 1992; 김과 김, 1999).

천연집단에서 음나무는 유묘 혹은 유묘 단계에서 집단적으로 분포하지만 생존율이 저조하여 성목은 대부분 독립목 단위로 산생하고 있다 (Kang & Lee DK, 1998). 이와 같은 현상은 광 환경이 음나무의 유묘생장에 밀접하게 작용하는 것을 의미한다. 음나무 유묘 생존율은 활엽수의 수관 하보다는 전나무 등 침엽수의 수관 하에서 높았으며 (佐藤와塚田, 1998), 1년생 이상의 유묘는 상대일사량 5% 이상의 광량에서는 단기간 밖에 생존할 수 없는 것으로 알려져 있다 (藤村 등, 1990).

또한 음나무는 정아우세 현상이 강하고, 피압 하에서도 매우 빠른 수고생장을 보이지만, 줄기와 가지 등 비동화기관에 비해 엽량이 상대적으로 적고, 타 수종에 비해 가지형성이 불

충분하기 때문에 수체균형이 붕괴되어 고사하는 것으로 알려져 있다 (川崎과 橋場, 1981; 菊澤과 薺藤, 1978; 茂田과 藤本, 1981). 따라서 음나무는 자생지에서 천연갱신에 의해서는 군락 유지가 용이하지 않을 것으로 보여, 생태적으로 안정적인 임분 유지를 위해서는 적정 생육광도를 부여해주는 것이 매우 중요할 것으로 보인다. 그러나 음나무의 생육환경에 따른 광생리 기작에 대한 연구는 거의 전무한 실정이다.

음나무의 수피와 근피는 오래 전부터 여러 질병에 효능이 있는 약재로 알려져 있으며 (Nakai, 1927; Yusura & Tei, 1936; 정과 신, 1990), 최근에는 음나무의 수피, 잎 등에는 여러 종류의 Kalosaponin을 함유하고 있는 것으로 밝혀 졌다 (Shao et al., 1989; Porzel et al., 1992). 또한, 초봄의 새순은 씹쌀한 맛과 독특한 향이 특징인 웰빙 고급산채로서 각광을 받고 있다. 이와 같은 음나무의 약리효과와 기호식품으로서 그 수요가 급증함에 따라 구분별한 남획이나 도벌이 성행하고 있으나 체계적인 자생지 관리방안 등이 수립되어 있지 않아 음나무 자생지가 급격히 파괴되어 가고 있는 실정이다.

†Corresponding author: (Phone) +82-55-751-5493 (E-mail) mschoi@gsnu.ac.kr
Received June 24, 2006 / Accepted July 28, 2006

또한 농가의 고소득 작목으로서 노지재배 및 입간재배가 시도되고 있지만 만족할만한 성과를 얻지 못하고 있다. 본 연구는 음나무 재배 및 자생지의 보존 및 복원을 위한 기초자료 제공을 하고자 생육환경에 따른 음나무 유묘의 엽록소함량, 광합성 반응 및 생장특성을 조사하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

광환경에 따른 음나무의 생육 및 광합성 특성을 조사하기 위해 시험포지 (국립산림과학원 산림유전자원부내)와 산지시험지 (경기도 화성군 팔탄면 소재)에서 생육하는 2년생 유묘 중에서 외형적 크기가 유사한 유묘 3본을 측정목으로 선정하여 조사를 수행하였다. 또한 광환경의 완전한 제어가 가능한 성장상에서 조사를 수행하였다. 온실에서 포트 (10 cm × 20 cm)에 생육시킨 2년생 실생묘 10본을 골라 2000년 2월부터 4월까지 3개월간 성장상에서 생육시켰다. 성장상에 주어진 광조건으로 강광은 $750 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 약광은 $75 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 온도는 20°C (주간), 18°C (야간), 습도 70%, 일장은 14시간이었다. 연구에 사용된 모든 측정법은 병충해의 피해가 없고 외관상 정상적인 엽색을 나타내는 동일한 부위의 성숙엽을 이용하였다. 또한 측정 시에는 water stress로 인한 광합성·증산속도의 저하가 없도록 전일에 충분한 물을 공급하였으며, 오전 8시~11시에 측정을 수행하여 강광에 의한 영향이 없도록 하였다. 본 연구에 사용된 4가지의 광환경은 시험포지는 전광, 산지시험지는 입내광으로 표시하고, 성장상에 주어진 광조건인 $750 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 은 강광, $75 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 은 약광으로 표시하였다.

2. 엽록소함량 및 엽특성 조사

시험포지 (입내광)와 산지시험지 (전광), 성장상에서 강광과 약광 조건 등 4가지의 광조건에서 생육한 음나무의 엽록소 함량과 엽특성을 조사하기 위하여 모든 개체에서 동일한 시기에 성숙엽 2매씩 채취하였다. 엽록소 측정은 Hiscox & Israelstam (1979)의 방법으로 수행하였다. 채취한 시료를 엽면적계 (Li-3100-C, Li Cor)로 측정된 다음, 엽맥이 포함되지 않은 부분을 0.1 g씩 채취하여 50 ml의 시험관에 넣은 후, DMSO (Dimethylsulfoxide) 10 ml를 첨가하여 65°C 항온수조에서 6시간 동안 추출하였다 (Hiscox & Israelstam, 1979). 추출용액의 흡광도를 분광광도계 (Unicon 933/942)로 663 nm와 645 nm 파장에서 측정하였으며, Arnon (1949)의 방법에 따라 엽록소 a와 b의 함량을 산출하였다. 엽특성은 엽면적, 엽의 건물중, 그리고 비엽중 (比葉重, SLW)를 각각 조사하였다.

3. 잎의 분광특성 조사

잎의 분광특성 조사를 위해 성장상에서 3개월간 생육시킨

음나무의 음엽 (shade leaf)과 양엽 (sun leaf)을 각각 채취하였다. 잎은 spectroradiometer (Li-1800, Li Cor)와 적분구 (external integrating sphere; 1800-12s, Li Cor)를 quartz fiber optic probe (1800-10, Li Cor)로 연결하여, 잎의 반사광 (reflectance)과 투과광 (transmittance)을 파장별로 측정하고, 반사율과 투과율을 이용하여 흡수율 (absorptance)을 산출하였다 (흡수율 = 100 - 투과율 - 반사율). 측정 파장역은 400~750 nm이며, 간격은 1 nm으로 하였다.

4. 광합성 측정

음나무의 광합성 특성을 조사하기 위해서 입내광과 전광의 광도조건 그리고 성장상에서 강광조건 ($750 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)과 약광조건 ($75 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) 등 각각 생육환경이 서로 다른 4가지 조건에서 성장한 2년생 음나무 유묘를 광합성 측정 재료로 사용하였다. 광도에 따른 광합성 속도를 조사하기 위해 휴대용 광합성 측정기 (Li-Cor Inc, Li-6400)를 사용하였다. 이 기기에는 광도 (photosynthetically active radiation)를 임의로 조절할 수 있는 LED (light emitting diode) light source (Li Cor Inc., Li-6400-02)를 부착하여 측정하였다. 광도에 따른 광합성 속도 측정을 위해 0, 100, 200, 300, 500, 700, 1000, 1500, 2000 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 의 광을 인위적으로 조사하여 측정하였다. 광합성 측정 시에는 chamber 내의 온도를 25°C로 설정하여 외기의 온도변화로 인한 영향이 없도록 하였다. 그리고 이 기기에 유입되는 공기의 CO₂ 농도가 급변하지 않도록 18 l의 증류수통을 buffer로 사용하여 측정 시 CO₂농도의 변화가 ±2 ppm 이내로 안정된 공기를 공급하였다.

5. 상대생장을 조사

성장상의 강, 약광 조건에서 3개월간 생육한 2년생 묘목 중에서 주 가지의 생장이 비슷한 묘목을 3주씩 선정하여 측정하였다. 생육상황의 비교는 스윙 (1981)의 상대생장을 (RGR; Relative Growth Rate)을 이용하여 단위기간 당 처리별로 주 가지의 생장량을 비교하였다. 이때 사용한 식은 아래와 같다.

$$\text{RGR} = \frac{\ln H_2 - \ln H_1}{t_2 - t_1}$$

(ln: 자연대수 (log_e), H₁: 조사직전의 주가지의 길이, H₂: t₂ 지난 후의 주가지의 길이, t₂-t₁: 조사 경과기간)

6. 통계분석

환경조건에 따른 음나무 유묘의 생장특성 및 엽록소 함량은 평균에 대한 표준오차로 나타내었으며, T-검정 및 Duncan의 multiple range test를 실시하였다. 모든 통계분석은 PC용 SAS program (SAS, 1987)을 이용하여 실시하였다.

Table 1. Leaf characteristics of 2 year old *K. pictus* seedlings growing in nursery and forest sites.

Site	Leaf area (cm ²)	Leaf dry weight (g)	SLW ^a (mg D.W. cm ⁻²)
Nursery	143.8 ± 26.1 ^b	1.10 ± 0.24	7.7 ± 1.4
Forest	263.1 ± 47.8	1.09 ± 0.25	4.1 ± 0.4

^a: Specific Leaf Weight

^b: Each values represents mean ± SE

결과 및 고찰

1. 광환경에 따른 엽특성과 엽록소 함량

시험포지와 산지시험지의 광조건 즉 전광과 임내광 조건에서 생육한 2년생 음나무의 성장특성을 조사한 결과는 Table 1, 2와 같다. 시험포지와 산지시험지에서의 음나무 엽특성은 큰 차이를 보였다 (Table 1). 음나무 유묘의 엽면적은 산지시험지에서 생육한 음나무가 시험포지에서 생육한 음나무 잎보다 1.8배 넓게 나타났다. 그러나 음나무의 비엽중은 산지시험지보다 시험포지에서 약 1.9배 높게 나타났다. 한편, 두 비교구 간 음나무 엽의 무게 차이는 없었다.

두 광조건 하에서 생육한 음나무 잎의 엽록소 함량도 큰 차이를 보였다 (Table 3). 분석결과 엽록소 a, 엽록소 b, 엽록소 a+b함량은 산지시험지 즉 임내광 조건에서 높게 나타났다.

성장상의 강광 및 약광하에 음나무의 엽특성을 조사한 결과는 Table 2와 같다. 음나무 유묘의 상대생장률은 약광 하에서 자란 음나무가 강광 하에서 자란 음나무보다 2배이상 높았다. 그러나 근원경은 강광 하에서 자란 유묘가 약간 높게 나타났다. 엽병의 길이는 약광하에서 자란 음나무에서 매우 크게 나타났다. 엽면적은 강광조건에서 보다 약광 조건에서의 음나무에서 매우 넓게 나타났다. 엽건중은 두 처리구 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 비엽중은 강광 하에 재배한 음나무

Table 4. T-test of growing characteristics of 2 year old *K. pictus* seedlings growing between forest and nursery.

Characteristics	d.f.	T	Prob.> T
Leaf area	8	-5.4631	0.0006
Leaf dry weight	8	0.0996	0.9231
Specific leaf weight	8	6.6879	0.0002
Chlorophyll a	8	-5.6708	0.0005
Chlorophyll b	8	-7.8747	0.0000
Chlorophyll a + b	8	-6.6276	0.0002
Chlorophyll a/b	8	3.3371	0.0103

가 약광 하에 자란 음나무에 비해 2배 정도 크게 나타났다.

두 광조건 하에서 생육한 음나무 잎의 엽록소 함량도 차이를 보였다 (Table 3). 엽록소 함량은 약광조건에서 자란 음나무 유묘가 강광의 그것보다 높게 나타났다. 엽록소 a의 경우 약광조건에서 2.32배, 엽록소 b의 경우 2.8배, 엽록소 a+b함량은 2.3배가 높았다. 엽록소 a/b 값은 강광조건에서 4.23, 약광조건에서 3.61값을 보였다.

임내광과 전광조건에서 성장한 음나무 유묘의 엽특성과 엽록소함량에 대해 t-검정을 실시한 결과, 엽건중량을 제외한 엽면적, SLW, 엽록소 a, 엽록소 b, 엽록소 a+b에 있어 1% 수준의 유의성이, 엽록소 a/b는 5% 수준의 유의성이 인정되어 광환경에 따른 뚜렷한 차이를 확인할 수 있었다 (Table 4).

성장상에서 강광과 약광조건에서 성장한 개체의 성장특성과 엽록소함량에 대해 t-검정을 실시한 결과, DRC, 엽건중량을 제외한 엽병길이, 엽면적, SLW, 엽록소 a, 엽록소 b, 엽록소 a+b, 엽록소 a/b에 있어 1% 수준의 유의성이, RGR (Relative Growth Rate)은 5% 수준의 유의성이 인정되어 광도조건에 따른 성장형질의 뚜렷한 차이를 확인할 수 있었다 (Table 5).

광조건에 따른 음나무 유묘의 성장특성을 조사한 결과 약광 조건인 산지시험지와 성장상의 약광 하에서 자란 유묘의 잎이

Table 2. Leaf characteristics of 2 year old *K. pictus* seedlings growing in growth chamber.

Light intensity	RGR ^a	DRC ^b (mm)	Petiole length (cm)	Leaf area (cm ²)	Leaf dry weight (g)
750 μmol · m ⁻² · s ⁻¹	0.007 ± 0.00	8.83 ± 0.29	9.55 ± 2.19	101.86 ± 17.63	0.59 ± 0.10
75 μmol · m ⁻² · s ⁻¹	0.015 ± 0.00	7.67 ± 0.58	16.22 ± 1.67	187.32 ± 37.10	0.55 ± 0.10

^a; Relative Growth Rate, ^b; Diameter at Root Collar, ^c; Specific Leaf Weight

Table 3. Chlorophyll contents of 2 year old *K. pictus* seedlings growing in in nursery and forest sites and growth chamber.

Chlorophyll	Chlorophyll content (mg/g)			
	Growth chamber		Nursery and forest sites	
	750 μmol · m ⁻² · s ⁻¹	75 μmol · m ⁻² · s ⁻¹	Nursery	Forest
chl. a	0.65 ± 0.11	1.51 ± 0.17	1.79 ± 0.11	2.32 ± 0.06
chl. b	0.15 ± 0.02	0.42 ± 0.04	0.28 ± 0.06	0.54 ± 0.03
chl. a + b	0.81 ± 0.13	1.92 ± 0.21	2.07 ± 0.16	2.86 ± 0.06
chl. a/b	4.23 ± 0.43	3.61 ± 0.17	6.64 ± 1.42	4.32 ± 0.30

Table 5. T-test of growing characteristics of 2 year old *K. pictus* seedlings growing between high and low light intensity in growth chamber.

Characteristics	d.f.	T	Prob.> T
Relative growth rate	8	-6.1098	0.0258
Diameter at root collar	8	2.6458	0.1181
Petiole length	8	-8.5844	0.0004
Leaf area	8	-6.7386	0.0011
Leaf dry weight	8	0.5473	0.6077
Specific leaf weight	8	4.7136	0.0053
Chlorophyll a	8	-13.7265	0.0000
Chlorophyll b	8	-13.6840	0.0000
Chlorophyll a + b	8	-13.8826	0.0000
Chlorophyll a/b	8	4.2708	0.0079

넓고 크게 나타났다. 일반적으로 음지식물은 광량이 적을 때 생육이 왕성해진다고 하였으며 (Boardman, 1977), 엽면적을 넓게 함으로써 광합성 효율을 증대시키는 것으로 알려져 있다 (Fails et al., 1982).

또한 엽록소 함량 역시 약광 조건에서 자란 음나무 유묘에서 강광 조건 보다 높았다. 이 결과는 엽록소의 종류와 함량은 음나무의 생육에 매우 큰 영향을 미치는 것을 의미하는데, 벤자민 고무나무, 크로톤과 같은 실내장식용으로 많이 이용되고 있는 관엽식물과 무궁화 품종에서도 자연광에서 자란 것보다는 저광도에서 자란 식물에서 엽록소 함량이 많은 것으로 보고된 바 있다 (Yoo & Kim, 1997; Hong, 1994; Min & Lee, 1992). 특히, 본 연구에서 약광조건 하에 생육한 유묘의 엽록소 b 함량은 강광조건의 유묘에 비하여 약 2배 이상 높게 나타났다. 엽록소 b는 a와는 달리 단파장을 흡수하는데 저광도 조건에서는 엽록조직 내에 공간이 많아 단파장을 이용하여 광합성을 하는 것이 용이하므로 엽록소 b의 함량이 많은 것이 음지에서의 생육에 효율적인 것으로 보고하였다 (Fails et al., 1982). Hart (1988)는 낮은 광도 하에서는 대부분의 식물체들이 엽록소 a 보다는 엽록소 b의 생성을 촉진시키기 때문에 낮은 엽록소 a/b율을 나타낸다고 하였다. Tomas 등(1996)은 양지에서 음지환경으로 갈수록 SLA와 엽록소 a/b율이 낮게 나타남을 보고하였다. 본 실험에서도 전광과 강광 조건이 임내와 약광조건에 비해 엽록소 a/b율이 낮음을 알 수 있었다.

2. 광조건에 따른 잎의 분광특성 변화

광조건에 따른 잎의 분광특성을 조사하였다 (Fig. 1). 그 결과 음나무 유묘의 광합성 유효과장역 (400~700 nm)에서 평균 흡광값 (mean absorption value)은 음엽이 0.75로 양엽의 0.70보다 높았다. 특히, 광합성 유효과장역 범위 중 550~660 nm 범위에서 음엽과 양엽 간에 뚜렷한 차이를 보였는데, 이 중 600~660 nm 범위는 Lichtenthaler 등 (1980)이 제시한 음엽이

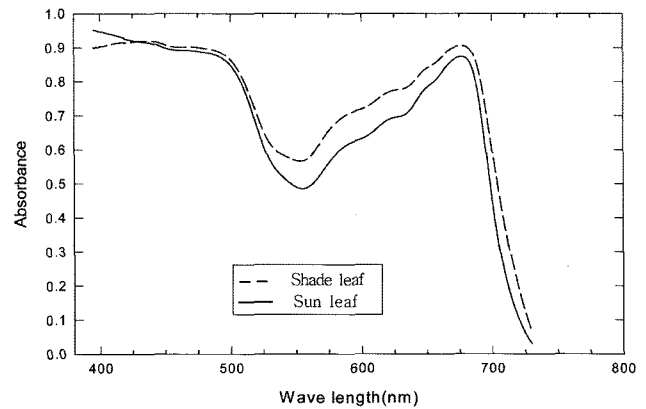


Fig. 1. Leaf absorption spectra of 2 year old *K. pictus* seedlings growing under high and low light intensity in the growth chamber.

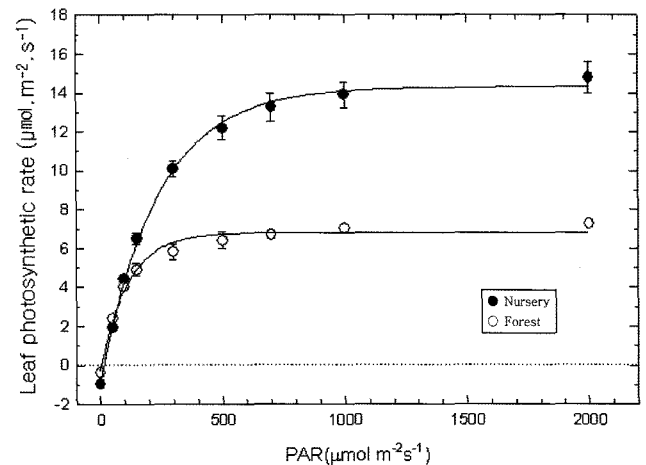


Fig. 2. Effect of light intensity on leaf photosynthetic rate of 2 year old *K. pictus* seedlings in forest and nursery.

형성되는 적색광 (600~700 nm)의 파장범위이다. 음지성 식물은 광도가 높아짐에 따라 엽록소의 감소와 안토시아닌의 함량이 증가한다 (Hart, 1988). 본 연구에서 음나무는 음엽과 양엽의 차이는 존재하지만 전형적인 음지성 수종의 생육반응을 보여주었다. 이 결과는 Tomas 등 (1996)이 보고한 북해도의 음나무 잎 분광특성과도 일치하였다.

3. 광조건에 따른 광합성 특성

음나무의 광합성 특성을 조사하기 위해서 임내광과 전광의 광도조건 그리고 성장상에서 강광조건 ($750 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)과 약광조건 ($75 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) 등 각각 생육환경이 서로 다른 4가지 조건에서 성장한 2년생 음나무 유묘의 광·광합성 곡선을 비교·분석하였다 (Fig. 2, 3). 음나무 유묘의 광합성 속도는 $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 까지는 비슷한 경향을 보이다가 이후에서는 전광과 임내광하의 광합성 차이가 크게 나타났다 (Fig. 2).

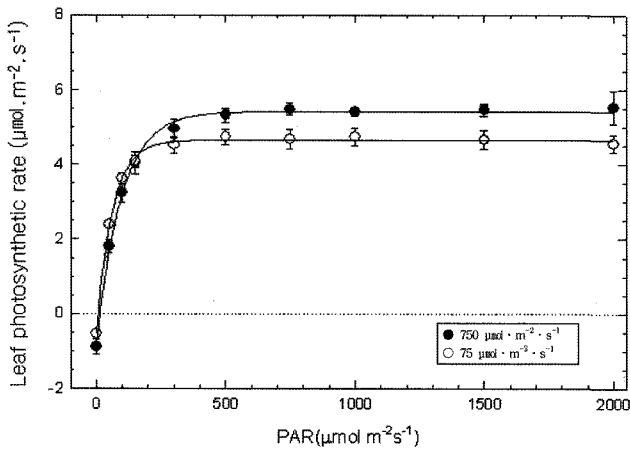


Fig. 3. Effect of light intensity on leaf photosynthetic rate of 2 year old *K. pictus* seedlings grown in the growth chamber.

생장상의 광도에 따른 광합성 속도 역시 큰 차이를 보였는데, 높은 광도에서 생육한 유묘가 낮은 광도에서 자란 유묘보다 광합성 속도가 높았다 (Fig. 3). 성장상에서도 음나무 유묘는 $200 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 까지는 비슷한 경향을 보이다가 이후에서는 강광과 약광 하의 광합성 차이는 크게 나타났다. 그러나 내음성을 판단하는 하나의 요인이 되는 광보상점은 생육환경에 따른 차이가 없었다.

광포화점은 전광 조건 하에서 생육시킨 유묘에서 $700 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 임내광 조건에서 생육시킨 조건에서 $300 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이었고, 성장상의 강광조건에서는 $500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 약광 조건에서는 $300 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이었다. 약광 조건에서 성장한 개체는 강광 조건에서 성장한 개체에 비하여 낮은 광도에서 광포화점이 존재하였는데, 이는 Boardman (1977)이 보고한 음엽과 양엽의 성질과 같은 경향이였다. 한편, 음나무 유묘는 $100 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이상의 높은 광 조건에서 성장한 개체가 높은 광합성 속도를 나타내었다. 본 연구 결과 음나무는 광보상점과 광포화점에 이르는 광합성활성 (PAR: Photosynthetically Active Radiation)의 범위는 낮은 광조건에서 성장한 개체가 강한 광조건에서 성장한 개체보다 좁고 낮았는데, 이것은 호흡에 의한 에너지 손실을 줄이고 광합성 반응계가 약한 광도 조건에서 보다 효율적인 광합성작용을 통하여 생존하려는 생리적인 기작으로 생각한다. Tang 등 (1993)도 낮은 광도 조건에서 성장한 줄참나무가 광도 변화에 따른 광합성작용계의 반응속도가 빠른 것으로 보고한 바 있다.

이상의 결과로 보아 음나무는 균락하층의 낮은 광도 조건에서도 생리적 및 형태적 적응력이 매우 높을 것으로 판단된다. 그러나 낮은 광 조건에서는 지하부의 발육이 매우 저조할 것으로 보여 음나무의 자생지 보존, 육묘 또는 인공 재배 시에는 광환경을 반드시 고려하여야 할 것으로 보인다. 특히 음나무는 고로쇠, 피나무 등 광 차단율이 높은 활엽수와 군집을

이루고 있어 자생지의 균락유지를 위해서는 임상에 충분한 빛이 도달하도록 하여야 천연개선에 의한 균락유지가 가능해질 것으로 판단된다. 본 연구 결과는 음나무의 재배 및 보존에 기초자료로 이용될 수 있을 것으로 판단된다.

적 요

다양한 광환경에 대한 음나무 유묘의 성장특성과 엽록소 함량, 과장별 흡광도, 광합성 속도 등 광합성 특성을 조사하였다. 엽면적, 엽병길이, RGR은 낮은 광조건에서 성장시킨 개체에서 크게 나타났고, SLW는 강한 광조건에서 각각 성장한 개체에서 높았다. 엽록소 함량은 엽록소 a, 엽록소 b, 엽록소 a+b 함량 등은 낮은 광조건에서 성장시킨 개체에서 높았고, 엽록소 a/b 율은 강한 광조건에서 각각 성장한 개체에서 높았다. 광합성 유효과장역에서 평균 흡광값은 음엽이 0.75로 양엽의 0.70보다 높았다. 광합성 속도는 강한 광조건에서 성장한 개체가 높은 광합성 속도를 나타내었다. 광포화점은 전광 조건 하에서 생육시킨 유묘에서 $700 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 임내광 조건에서 생육시킨 조건에서 $300 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이었고, 성장상의 강광조건에서는 $500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 약광조건에서는 $300 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 이었다.

LITERATURE CITED

- Arnon D (1949) Copper enzyme in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol. 24:1-15.
- Boardman NK (1977) Comparative photosynthesis of sun and shade plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 28:355-377.
- Fails BS, Lewis AJ, Barden JA (1982) Anatomy and morphology of sun- and shade-grown *Ficus benjamina*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(5):754-757.
- Hart JW (1988) Light and plant growth. Unwin Hyman Ltd. London. Hipkins. M. F. and N. R. Baker. 1986. Photosynthesis: energy translation : A practical approach. ORL Press Oxford.
- Hiscox JD, Israelstam GF (1979) A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. Can. J. Bot. 57:1332-1334.
- Hong J, Lee JS, Kwack BH (1994) Influence of light intensity and quality and fertilizer on growth and leaf variegation of *Codiaeum Variegatum* 'Yellow Jade' for indoor landscaping. J. Kor. Hort. Sci. 35(6):610-616.
- Kang HS, Lee DK (1998) Site and growth characteristics of *Kalopanax septemlobus* growing at Mt. Joowhang in Pyungchang-gun, Kangwon-do Jour. Korean For. Soc. 87(3):483-492.
- Lichtenther HK, Buschman C, Rahmsdorf U (1980) The importance blue light for the development of sun-type chloroplasts. in The blue light syndrome. Senger, H. Ed. Springer-Verlag. Berlin. Heidelberg and New York. p. 485-494.
- Min GM, Lee JS (1992) Growth responses and acclimatization of *Ficus benjamina* 'WG-1' to the changes of light conditions J. Kor. Hort. Sci. 33(1):48-53.

- Nakai T** (1927) Araliaceae. In, Flora Sylvatica Koreana. For. Exp. Sta. Govern. Chosen, Seoul. p. 45-46.
- Porzel A, Sung TV, Schmidt J, Lischewski M, Adam G** (1992) Studies on the chemical constituents of *Kalopanax septemlobus*. Planta Med. 58:481-482.
- SAS Institute Inc** (1987) SAS/STAT TM Guide for Personal Computer. Version 6 Edition. SAS Institute Inc., Cary, N. C. p. 1028
- Shao CJ, Kassi R, Xu JD, Tanaka O** (1989) Saponins from roots of *Kalopanax septemlobus* Koid., Cique. Structures of kalopanax-saponins C, D, and F. Chem. Pharm. Bull. 37(2):311-314.
- Tang Y, Koizumi H, Washitani I, Iwaki H** (1993) A preliminary study on the photosynthetic induction response of *Quercus serrata* seedlings. J. Plant Res. 196:219-222.
- Tomas TL, Tabuchi R, Kitao M, Koike T** (1996) Functional relationship between chlorophyll content and leaf reflectance, and light-capturing efficiency of Japanese forest species. Physiologia Plantarum 96:411-418.
- Yoo YK, Kim KS** (1997) Effects of shading on the growth in *Hibiscus syriacus* L. J. Kor. Hort. Sci. 38(5):520-526.
- Yusura H, Tei DG** (1936) Bull. of For. Exp. Sta. of Chosen. 22:68.
- 김주환, 김철환** (1999) 한국의 식물(관속식물 2: 노박덩굴과, 두릅나무과). 생명공학연구소 p. 221.
- 정보섭, 신민교** (1990) 향약대사전. 영림사 p. 820.
- 최문길, 정성호** (1992) 유용활엽수조림기술. 강원도임업시험장. p. 231-241.
- 菊澤喜八郎, 齊藤新一郎** (1978) 廣葉樹の二次伸長. 北方林業 30(8):15-18.
- 今井 勝** (1981) 個體, 群落の物質生産の測定と解析. In 光合成研究法. 加藤榮, 宮地重遠, 村田吉男 編集. 公立出版株式會社 p. 58-93.
- 藤村好子, 高橋邦秀, 小池孝良, 田淵隆一** (1990) ハリギリの苗木の成長に及ぼす庇陰の影響. 日本林學會大會發表論文集 101:359-360.
- 茂田井勉, 藤本征司** (1981) ハリギリの生育様式について. 日本林學會北海道支部講演集 29:99-101.
- 佐藤創, 塚田晴朗** (1998) ハリギリ實生の生殘特性. 日本林學會北海道論文集 46:58-60.
- 佐藤創** (1998) 樹冠下のかき起しによる多様な樹種の更新. 北海道林業試験場研究報告 35:21-30.
- 川崎舜平, 橋場功** (1981) さき生地における幼稚苗の生長パターン. 北方林業 33(2):4-6.