

## 광도가 곶솔 유묘의 성장과 물질생산에 미치는 영향<sup>1</sup>

金鍾眞<sup>2</sup>

### Effects of Light Intensity on Growth and Biomass Production of *Pinus thunbergii* Seedlings<sup>1</sup>

Jong Jin Kim<sup>2</sup>

#### 요 약

본 실험은 광도가 곶솔(*Pinus thunbergii* Parl.) 유묘의 성장과 물질생산에 어떠한 영향을 미치는가를 알고자 자연전광이 100, 50, 30, 10% 및 2%로 조절된 야외포지에서 1997년 5월부터 1998년 10월까지 실시되었다. 곶솔의 수고생장 및 근원경생장은 1, 2차년을 통하여 자연전광에서 가장 높았으며, 50%에서의 수고생장은 1, 2차년도 각각 대조구의 96.4, 88.9%로, 근원경생장은 각각 94.1, 77.6%로 조사되었다. 30%이하로 상대광도가 낮아질수록 수고 및 근원경생장이 급격히 감소되었으며, 근원경생장의 감소율이 수고생장의 감소율보다 높게 나타났다. 2차년도의 2%에서는 시험 유묘 모두가 고사하였다. 물질생산량도 광도가 낮아짐에 따라 감소되었으며, 1, 2차년도 모두 뿌리의 감소율이 잎, 줄기보다 높았고, 1차년도에는 줄기의 감소율이, 2차년도에는 잎의 감소율이 가장 낮았다. T/R율은 1차년도에는 50%에서 3.55로, 2차년도에는 10%에서 4.88로 가장 높았다.

#### ABSTRACT

This study was carried out to investigate the effect of light intensity on the growth and biomass production of *Pinus thunbergii* seedlings. The experiment was performed under five different light intensities such as 100, 50, 30, 10, and 2% of the natural full sun light intensity for 2 years in the field condition. The seedlings showed the highest height and root collar diameter growth under natural full sun light. The height growth of the seedling under 50% of light intensity showed 96.4% of the control seedling in the first year, and 88.9% in the second year, and the root collar diameter growth showed 94.1% in the first year and 77.6% in the second year. Height and root collar diameter growth was markedly reduced below 30% of relative light intensity, and the reduction rate of root collar diameter growth was higher than that of height growth. All the tested seedlings died under 2% of relative light intensity in the second year. Biomass production was also reduced by decreasing of relative light intensity, the reduction rate of root biomass production in both first and second years was higher than that of leaf or shoot biomass production. The lowest reduction was observed at the shoot in the first year, and at the leaves in the second year. The highest T/R ratio was recorded by 3.55 in the seedling under 50% of relative light intensity in the first year, and by 4.88 under 10% of relative light intensity in the second year.

<sup>1</sup> 접수 2000년 2월 7일 Received on February 7, 2000.

<sup>2</sup> 건국대학교 농업자원개발연구소 The Research Institute of Agricultural Resources Development, Konkuk University, Seoul 143-701, Korea.

**Key words** : *Pinus thunbergii*, relative light intensity, height and root collar diameter growth, biomass production and distribution

## 서 론

곰솔은 우리나라에서 주로 바닷가와 해풍의 영향이 미치는 곳에 자생하는 소나무로 서해안에서는 백령도까지, 동해안에서는 원산까지 분포하며 내륙으로는 대전, 상주지역까지 자란다. 토심이 깊고 비옥적윤한 곳에서 생장이 좋으나 건조척박한 입지에서도 잘 견디는 수종이다<sup>5)</sup>.

곰솔은 소나무와 마찬가지로 햇빛을 좋아하는 수종으로 알려져 있으나 생장에 있어서 광도와 관련된 연구보고를 보면, 김태욱<sup>4)</sup>은 곰솔의 내음성과 토양수분조건은 서로 보완성이 있음을 보고하였고 Kawanabe와 Shidei<sup>10)</sup>는 비음에 따른 곰솔 유묘의 성장을 연구 보고하였다.

광은 산림생태계내에서 수목의 생리·대사활동에 커다란 영향을 끼치는 요소로서 입분내로 투과되는 광선의 양과 질은 입분내에 분포하는 각종 수목의 광합성 및 수분증산이나 호흡작용에 결정적인 영향을 미치며, 또한 엽록소와 같은 색소 함량의 변화와 세포와 조직의 특성에도 영향을 미친다<sup>1)</sup>. 따라서 광도가 다른 광환경 조건에서 생육하는 수목을 대상으로 하여 수고성장 및 근원경성장, biomass 생산 및 분배 등과 같은 성장반응을 비교, 분석하는 것은 수목의 내음성 및 광요구도 분석과 관련된 연구의 중요한 기초자료라 사료된다.

이에 따라 본 연구에서는 우리나라 자생수종이며 남부지방과 해안지방의 주요 조림수종인 곰솔(*Pinus thunbergii* Parl.) 유묘를 대상으로 광도가 곰솔 유묘의 성장과 물질생산에 미치는 영향을 탐구하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 2.1 공시수종 및 시험재료

본 실험에 사용한 곰솔(*Pinus thunbergii* Parl.)의 종자는 임업연구원으로부터 제공받았으며, 소나무는 1996년 2월 16일 파종하여 건국대학교 산림자원학과 비닐 재배온실에 두었다. 본 실험에 사용한 배양토는 피트모스, 버미

쿨라이트 및 펠라이트를 1:1:1(v/v)로 혼합한 토양이며, 17cm(상부직경)×9cm(하부직경)×20cm(높이) 크기의 포트를 사용하였다.

### 2.2 광도처리 시험 및 성적조사

광도 차이에 따른 성장실험은 건국대학교 산림자원학과 실습포지에 대조구(자연 전광)와 함께 35% 검은 색 차광망을 이용, 겹을 달리 하여 대조구의 50, 30, 10 및 2%로 조절·설계된 등근 터널 형태의 야외포지에서 실시하였다. 광도의 측정에는 LX-101 Lux meter를 사용하였다.

재배온실에서 발아된 곰솔의 유묘들 중 육안으로 건진하고 균일한 개체를 선발하여 1997년 5월 9일 위 시험포지로 이동시켜 포트채로 식재하였으며, 식재 본수는 처리구별로 24본이었다. 토양이 마르지 않을 정도로 충분한 양을 관수하였으며, 시비는 하이포넥스 1000배액을 주 1회로 실시하였다. 1997년 11월 3일과 1998년 10월 24에 수확하여 수고, 근원경 성장 및 부위별 물질생산량을 조사하였다.

## 결 과

### 3.1 수고성장

곰솔 유묘의 수고생장은 1, 2차년도를 통하여 자연 전광의 조건에서 가장 높은 성장을 나타내었다(Fig. 1). 상대광도가 낮아질수록 수고생장이 감소하였으나, 50%의 경우에는 1차년도에 15.9cm로 대조구의 16.5cm와, 2차년도에도 42.2cm로 대조구의 47.5cm와 서로 큰 차이가 나타나지 않았다. 수고생장의 현저한 감소는 상대광도 30%이하로 낮아지면서 관찰되었는데 특히 2차년도의 감소율이 높았다.

### 3.2 근원경성장

곰솔 유묘의 근원경생장은 수고생장과 마찬가지로 대조구에서 가장 높은 성장을 보였고 광도가 낮아질수록 생장이 감소하였다(Fig. 2). 광도 감소에 따른 성장 감소율은 수고생장의

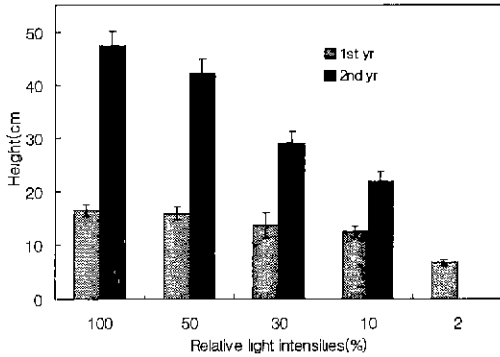


Fig. 1. Effects of light intensity on the height growth of *Pinus thunbergii* seedlings. Relative light intensities are the proportion to a natural light intensity considered as 100%. Bars indicate SE.

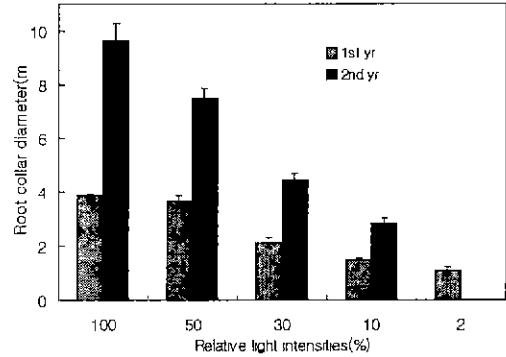


Fig. 2. Effects of light intensity on the root collar diameter growth of *Pinus thunbergii* seedlings. Relative light intensities are the proportion to a natural light intensity considered as 100%. Bars indicate SE.

감소율보다 급격한 양상을 보였으며, 이러한 경향은 1, 2차년도를 통하여 관찰되었다. 2차년도 10%처리구의 생장은 대조구의 29.4%를 기록하였으며 2%구에서는 모든 시험 유묘들이 고사하였다.

3.3 물질생산량

자연전광에서 생육하고 있는 공시 유묘의 총

물질생산량이 상대적으로 낮은 광조건에서 생육한 유묘의 생산량보다 1, 2차년도를 통하여 높게 나타났다(Table 1) 우선 1차년도를 보면, 50%에서는 3.21g으로 대조구의 4.31g의 74.3%를 기록하였으나 30%이하의 상대광도로 낮아짐에 따라 현저한 감소가 관찰되었다. 이러한 감소현상은 2차년도에는 전 처리구를 통하여 보다 급격하게 일어났다.

Table 1. Effects of light intensity on the biomass production(g) of *Pinus thunbergii* seedlings.

Relative light intensities(%)	First year					
	Leaves	Shoot	L+S	Root	Total	T/R
100 <sup>1</sup>	2.31±0.14 <sup>2</sup>	0.77±0.01	3.07±0.15	1.24±0.08	4.31±0.22	2.49±0.09
50	1.84±0.36	0.66±0.18	2.51±0.48	0.70±0.06	3.21±0.52	3.55±0.47
30	0.51±0.08	0.23±0.05	0.74±0.13	0.25±0.01	0.99±0.14	2.96±0.37
10	0.37±0.04	0.18±0.02	0.55±0.05	0.20±0.01	0.75±0.07	2.72±0.18
2	0.19±0.01	0.09±0.01	0.28±0.02	0.15±0.01	0.43±0.02	1.87±0.09
Relative light intensities(%)	Second year					
	Leaves	Shoot	L+S	Root	Total	T/R
100	12.05±1.24	9.42±1.72	21.46±2.83	7.29±0.88	28.8±3.69	2.93±0.09
50	8.56±0.85	5.78±0.62	14.34±1.41	4.34±0.19	18.68±1.59	3.26±0.21
30	2.42±0.32	1.58±0.26	4.00±0.57	1.16±0.11	5.16±0.67	3.34±0.27
10	1.06±0.16	0.61±0.10	1.67±0.25	0.33±0.03	2.01±0.28	4.88±0.27
2	- <sup>3</sup>	-	-	-	-	-

<sup>1</sup> Relative light intensities are the proportion to a natural light intensity considered as 100%.

<sup>2</sup> Means±SE

<sup>3</sup> All seedlings died.

**Table 2.** Effects light intensity on the percent biomass distribution of *Pinus thunbergii* seedlings.

Relative light intensities(%)	First year			Second year		
	Leaves	Shoot	Root	Leaves	Shoot	Root
100 <sup>1)</sup>	53.5	17.8	28.7	41.8	32.8	25.4
50	57.5	20.6	21.9	45.8	31.0	23.2
30	51.5	23.2	25.3	46.9	30.6	22.5
10	49.3	24.0	26.7	53.0	30.5	16.5
2	44.2	20.9	34.9	- <sup>2)</sup>	-	-

<sup>1)</sup> Relative light intensities are the proportion to a natural light intensity considered as 100%.

<sup>2)</sup> All seedlings died.

광도가 낮아짐에 따른 물질생산량 감소를 부위별로 살펴보면, 1, 2차년도를 통하여 뿌리부위의 감소율이 가장 높았으며, 1차년도에는 줄기부위의 감소율이, 2차년도에는 잎부위의 감소율이 상대적으로 낮았다.

1차년도와 2차년도 사이에 부위별 물질생산 증가율을 보면, 잎의 경우 자연전광에서는 519%의 증가율이, 50%에서는 465%, 30%에서는 474%의 증가율이 조사되었다. 줄기의 경우에는 자연전광에서 1222%의 증가율을 보여, 50%의 875%, 30%의 686%에 비하여 가장 높은 증가율을 기록하였고, 뿌리에서는 자연전광에서 587%, 50%처리구에서 620%, 30%에서는 464%의 증가율을 보였다.

### 3.4 물질분배비율

곱솔 유묘의 전체 물질생산량의 각 부위별 분배비율은 Table 2와 같다. 1차년도 자연전광에서 생육한 묘목의 부위별 비율은 잎(53.5%) > 뿌리(28.7%) > 줄기(17.8%) 순이었으며, 상대적으로 광도가 낮아진 경우에도 비율은 달라졌지만 분배비율 순위는 변하지 않았다.

2차년도에는 자연전광에서 잎(41.8%) > 줄기(32.8%) > 뿌리(25.4%)의 순으로 줄기의 비율이 뿌리보다 높은 결과가 나타났다. 1차년도와 마찬가지로 물질분배 비율은 달라졌으나 순서는 자연전광에서와 동일하였다.

### 3.5 T/R율

광도 감소에 따른 곱솔 유묘의 T/R율은 1차년도와 2차년도 사이에 다른 변화 양상을 보였다(Table 1). 1차년도에서는 자연전광에서 2.49

이었으며 50%에서는 3.55로 광도 감소에 따라 T/R율이 높아졌으나 30%에서는 2.96으로 다시 낮아졌다.

2차년도에서는 광도가 감소할수록 감소하였는데 자연전광에서는 2.93이었고 10%에서는 4.88을 나타내어 가장 높은 값을 기록하였다.

## 고 찰

본 실험에서 곱솔 유묘를 상대광도를 달리하여 설치한 야외포지에서 시험한 결과 광도가 낮아질수록 수고생장, 근원경생장 및 물질생산이 감소되었으며 30%이하의 광도로 낮아질수록 급격한 감소율이 나타났다. 이와 같은 광도 변화에 따른 수목의 생장은 수종에 따라 다르게 나타나는데, 이는 수종에 따라 내음성과 광요구도가 다르기 때문이다.

현신규(1937)<sup>7)</sup>는 광도 감소에 따른 소나무, 편백 유묘의 생장을 관측하여 수목의 내음성 정도를 판단하였으며, 곱솔의 내음성은 수분조건과 서로 보원성이 있음이 보고되었고<sup>4)</sup>, 김영채(1986)<sup>3)</sup>는 비음에 의한 잣나무의 생장특성을 파악하여 수고생장은 상대광도 37%에서 가장 높은 값을 보였지만 건증량은 자연전광에서 가장 높았다고 보고하였다.

활엽수의 경우, 내음성이 있는 수종으로 알려진 황칠나무<sup>5)</sup>의 수고생장은 25%의 상대광도에서, 근원경생장은 55%에서 가장 높았으며 건증량의 경우는 상대광도 55%까지는 지상부, 지하부 모두 대조구보다 생산량이 높았다고 보고하였다<sup>2)</sup>. 두충나무의 경우에는 46%의 상대광도에서 수고 및 근원경생장, 물질생산량이

가장 높았다<sup>9)</sup>. 이러한 결과들을 보면 수목의 생육 최적 상대광도는 수종 및 수형에 따라 다르다는 것을 알 수 있다. Kawanabe와 Shidei<sup>10)</sup>는 편백, 삼나무, 소나무, 곰솔의 생육 최적 상대광도는 곰솔, 소나무, 삼나무, 편백 순으로 높았으며, 곰솔의 경우 생육 최적 상대광도는 소나무보다 약 4배 더 높다고 보고하였고 소나무와 곰솔의 광보상점은 서로 비슷하다고 하였다.

본 실험에서 광도 감소에 따른 곰솔 유묘의 수고생장과 근원경생장의 감소율을 비교해보면, 근원경생장의 감소율이 수고생장의 감소율보다 높았으며 이러한 현상은 1, 2차년을 통하여 관찰되었다. 한편 수고생장과 근원경생장의 변화를 보면, 대조구의 50%의 상대광도에서 1차년도에는 각각 대조구의 96.4%와 94.1%로 나타나 감소율이 크지 않았으나 2차년도에는 보다 크게 나타났으며, 이러한 현상은 광도가 낮아질수록 더욱 현저하였는데 이는 1차년도의 생장감소 효과가 2차년도에도 이어진 것으로 해석된다.

물질생산량을 보면 수고생장, 근원경생장과 마찬가지로 1, 2차년을 통하여 상대광도 30% 이하에서 급격한 감소가 관찰되었다. 특히 지하부의 높은 감소율은 대조구에 비하여 높은 T/R율로 나타났는데, 이는 낮은 광도에서 생장한 묘목들에 있어서 뿌리로 분배되는 물질의 비율이 상대적으로 낮게되어 높은 T/R율을 갖게 된 것으로 보인다<sup>11,12)</sup>. 홍성각 등<sup>8)</sup>의 연구에서 보면, 소나무 유묘의 경우에도 본 실험의 곰솔과 같이 상대광도가 낮아질수록 수고와 근원경생장 및 물질생산량이 감소하였으며, T/R율도 상대광도가 낮아짐에 따라 증가하였으나 본 실험에서보다는 낮은 값을 보여 곰솔의 경우에는 같은 상대광도에서도 소나무에 비하여 지상부의 감소보다 지하부의 감소율이 더 높은 것을 알 수 있다.

앞서 기술한대로 수목의 생육 최적 상대광도는 수종에 따라 다르다. 본 실험의 결과로 볼 때 곰솔은 특히 유묘시 전형적인 양수의 특징을 가진 수종으로 판단되어 임분내 생육 또는 묘포장에서의 양묘시 충분한 광이 요구되며, 특히 노지양묘시 적정 이하의 비음처리는 생장 저하 및 지상부와 지하부의 생장 균형이 이루

어지지 않아 우량한 묘목으로 양성할 수 없을 것으로 사료된다.

### 인용문헌

1. 권기원, 최정호, 정진철. 2000. 주요경제수종의 광선요구도와 수분특성에 관한 연구 (I) - 인공피음처리를 실시한 낙엽활엽수 6종의 수분통도성 변화. 한국임학회지 88(3):292-298.
2. 김세현, 김영중. 1997. 피복과 피음처리가 황칠나무 묘목의 생육에 미치는 영향. 임목육종연구보고 33:112-118.
3. 김영채. 1986. 무기적 환경요인이 잣나무 유묘의 생육에 미치는 영향에 관한 연구(I) -파종상에 있어서의 피음처리 영향-. 한국임학회지 73:43-54.
4. 김태욱. 1965. 천연경신의 요건으로서의 리기다소나무, 곰솔 및 회양목의 내음성의 조사. 한국임학회지 4:33-38.
5. 산림청. 1987. 한국수목도감. 산림청 임업시험장. 496pp.
6. 정성호, 최문길, 이근주. 1983. 중부지방 주요 활엽수의 직경생장에 관한 조사연구. 한국임학회지 60:24-29.
7. 현신규. 1937. 일광 조사도 및 토양내 함수도를 달리했을 때 소나무 및 편백의 종자발아 및 유식물발육도 비교. 구주제국대학농학부학회지 7(4):373-407.
8. 홍성각, 김종진, 임형탁. 2000. 도시형 삼림육장 목초본식물의 내음성 연구. 한국임학회지(제출중)
9. Kawanabe, S. and T. Shidei. 1965. Ecological studies on the influence of light intensity upon the growth and development of forest tree. (I) Effects of shading on the growth of some deciduous tree seedlings. J. Jpn. For. Soc. 47:9-16.
10. Kawanabe, S. and T. Shidei. 1965. Ecological studies on the influence of light intensity upon the growth and development of forest tree(III) -Effects of shading on the growth of some

- coniferous tree seedlings. 京大演報 40:111-121.
11. Loach, K. 1970. Shade tolerance in tree seedlings. II. Growth analysis of plants raised under artificial shade. *New Phytol.* 69:273-286.
  12. Thompson, W.A., P.E. Kriedemann and I.E. Craig. 1992. Photosynthetic response to light and nutrients in sun-tolerant and shade-tolerant rain forest tree. I. Growth, leaf anatomy and nutrient content. *Aust. J. Plant Physiol.* 19 : 1-18.