

## 無機的 環境要因이 잣나무 幼苗의 生育에 미치는 影響에 關한 研究(I)<sup>1</sup>

—播種床에 있어서의 被陰處理 影響—

金 英 彩<sup>2</sup>

## Effect of Inorganic Environmental Factors on the Growth of *Pinus koraiensis* Seedlings(I)<sup>1</sup>

—The Influence of Shading on the Growth of  
Seedlings Grown on the Seed Bed—

Young Chai Kim<sup>2</sup>

### 要 約

播種床에서 被陰處理를 行한 잣나무 幼苗의 相對光度別 生長關係를 分析 하였던 바 其 結果를 要約하면 다음과 같다; 1) 伸長生長에 있어서 地上部는 相對光度 37% 區에서, 그리고 其外의 器官은 100% 區에서 가장 크게 나타났다. 光度가 地上部 및 地下部, 苗長, 直徑生長에 미치는 影響은 寄與率 9.3%, 26.2%, 21.4%, 48.7%였다. 2) 葉令에 따라 葉束 및 葉長의 變化는 크게 나타났다. 葉束은 1年生의 경우 光度가 높을수록, 그리고 2年生은 相對光度 37% 區에서 가장 많았다. 그리고 葉長은 各 處理間에 큰 差가 없었다. 이때 光度가 미치는 葉束 및 葉令에 對한 寄與率은 各各 3.9%, 27.8% 였고 葉長은 2.5%였다. 3) 重量生長은 相對光度 100% 區에서 가장 컸으나 점차 光度가 낮아짐에 따라 減少하는 傾向이었다. 光度가 미치는 寄與率은 生重量 및 乾重量의 경우 38%와 7.6%였고, 葉乾重量은 13.18%로 나타났다. 4) T/R 率은 相對光度가 점차 낮아 질수록 增加하는 傾向이었다. 이때 光度가 T/R 率에 미치는 寄與率은 7.0%였다. 5) 葉乾重量과 他器官의 生長間에는 正의 相關을 認定할 수 있었고 이들 간에는 直線回歸 關係에 있음도 알 수 있었다.

### ABSTRACT

This study was carried out to investigate the influence of light intensity on the growth of Korean white pine (*Pinus koraiensis*) seedlings. The seedlings were grown under four different relative light intensities: 100%, 63%, 37%, and 19% of full sunlight by covering with saran screen on seed bed.

The results obtained were summarized as follows;

1. The highest shoot elongation was found at 37% in relative light intensity (RLI) plot, and the best growth in root, seedling length and diameter increment appeared at 100% on RLI plot. Contribution rates of shading

<sup>1</sup> 接受 6月 9日 Received on June 9, 1986.

<sup>2</sup> 慶熙大學校 産業大學 College of Industry, Kyung Hee University, Seoul, Korea.

- to growth in shoot elongation, root growth, seedling length, and diameter increment were 9.3%, 26.2%, 21.0%, and 48.7%, respectively.
- The greatest number of one-year-old needle fascicle was found at 100% in RLI plot, whereas that of two-year-old needle fascicle appeared at 37% in RLI plot. The contribution rate of the light intensity to number of needle fascicle was 3.9% and factor of leaf age contributed to number of needle fascicle in 27.8%. The length of needles grown under different light intensities varied with needle ages. The longest length of new needles appeared at 37% in RLI plot, but old needles were not clear in influence of light intensity. The contribution rate to needle length by the light intensity was 2.5%.
  - The heaviest value of the fresh and dry weight of seedlings appeared at 100% of RLI plot then decreased with light intensity. The contribution rates to fresh and dry weight by the shading were 38% and 7.6%, respectively.
  - The largest value of the dry weight of needles appeared at 100% of RLI plot and then decreased with light intensity. The contribution rates to dry weight of needles by the light intensity was 13.18%.
  - The values of T/R ratio increased with decreased light intensity and the contribution rate was 7.0%.
  - Positive correlation and linear regressions were recognized between dry weight of leaf and other factors (dry weight of shoot, root, seedling and diameter increment).

*Key words:* Korean white pine; relative light intensity; saran screen; shading.

## I. 緒 論

樹木의 生長은 其 樹木의 遺傳的 素質과 生活하고 있는 外部 環境에 따라 生長量이나 生長樣式, 生長의 速度 等을 各己 달리하고 있다. 따라서 樹木의 生長에 關한 研究는 樹種이나 品種 또는 生態型을 考慮하고 이들의 遺傳的 特性에 따른 環境要求나 感應, 또는 環境要因과의 相互關係가 綜合的으로 關與되기 때문에 實際 어떤 特殊한 因子 만을 갖고 生長을 判斷, 評價하기란 매우 어려운 일이다. 그러나 同一 種間에 있어서 生長의 良否를 左右하게 되는 問題는 主로 環境要因과 關聯된 栽培技術上의 問題에 局限될 수 있다. 이 때문에 其 種의 最適 環境條件을 究明하여 이에 따른 技術適用으로 對處하는 것이 바람직한 일이다. 그런데 近來에 들어 光度 要求上 中甯樹에 속하고 있는 잣나무(*Pinus koraiensis*) 養苗에 있어서 被陰處理를 거의 해주지 않는 狀態로 養苗를 하고 있다. 따라서 在來로부터 내려 오고 있는 栽培 技術上의 問題點을 感知케 하고 있다. 光 環境은 樹種에 따라 差異는 있으나 光量의 程度가 植物 生長의 主 因子로 作用 하기 때문에 其 樹種의 生長 速度나 生長量에 對해 크게 影響함에 따라 養苗 技術上 매우 重要한 要素로 取扱된다.

光線이 植物 生長에 미치는 影響에 關해서는 오래 前부터 多方面으로 研究되어 오고 있었다.

光度와 樹木의 生長에 關해서는 主로 種의 耐陰性 判斷의 目的이나 光度에 따른 生長變化를 밝히기 爲한 目的으로 行하여져 왔고, 近來에 와서는 英國系의 生長解析 法을 利用한 生物學的 生長解析도 多數 植物에 關해 研究되어 왔다. 그러나 우리나라 固有의 主要 造林樹種인 잣나무에 對하여는 光環境, 特別 光度와 關聯된 生長에 關한 研究를 거의 찾아 볼 수 없는 실정이다. 이에 本 研究에서는 우리나라 對한 播種床에서부터 移植後의 生長을 追跡하기 爲한 研究의 一環으로 아직까지 具體的으로 밝혀진 바 없는 光度條件과 生長과의 關係를 究明하여, 잣나무 養苗에 있어서 光環境과 關聯된 在來의 栽培技術上에 對한 問題點을 점검하고, 健全苗 養成을 爲한 技術的 基礎를 마련코자함에 目的을 두고 條件을 달리한 播種床의 光 環境下에 生育시킨 잣나무 幼苗(2-0)의 各 器官別 生長에 關해 調査 分析된 第一次 結果를 發表하는 바이다.

## II. 研究史

光度와 生長과의 關係는 庇陰格子에 依한 被陰處理에 依해 많은 樹種에 關해서 研究되어 왔다.

Shipley<sup>30)</sup>에 依하면 Red pine, Jack pine, White pine은 光度 43~46%에서 樹高生長을 가장 빨리 한다고 하여 光環境이 生長速度에 關與되고 있음을 밝힌바 있다. Fabricius<sup>12)</sup>는 陰樹와 陽樹의 光

線과 水分條件에 對한 關係를 研究하고, 陰樹는 弱光下에서도 光合成을하여 根系生長을 잘 發達시킬 수 있기 때문에 乾燥條件에 더 적응할 수 있는 性質을 갖고 있음을 報告한 바 있다. 原田泰<sup>14)</sup>는 여러 樹種의 1年生 稚苗를 材料로 照도와 苗木의 生重量間의 關係를 研究하여 重量生長(G)과 照度(S)間에는 直線關係( $G = \alpha + \beta S$ ), 二次 函數 關係( $G = \alpha + \beta S + \gamma S^2$ ), 三次函數關係( $G = \alpha + \beta S + \gamma S^2 + \sigma S^3$ )等 其 生長樣式이 樹種에 따라 不同을 밝힌 바 있으며, 또 그는<sup>20)</sup> 被陰을 強하게 할수록 單位 葉重量當 葉面積이 增加하며 個體當 葉面積은 소나무와 곰솔은 被陰이 強할수록 減少하나 삼나무와 椴木은 어느 程度被陰을 한 것이 對照區(R.L. 1 100%)보다 커지고 被陰이 強해지면 減少한다고 하였다.

또한 同人<sup>20)</sup>은 上層木에 依한 被陰程度가 다른곳에 삼나무를 樹下植栽하여 其 生長을 比較한 바 上層木이 없는 곳의 幹重量이 約 1.6~1.9倍나 더 된다고 하였다. 그리고 당광나무 被陰研究<sup>19)</sup>에서도 直徑生長率은 光度가 낮아질 수록 減少했으며, 樹高生長率은 相對光度 18% 區에서 最大値를 나타냈고, T/R 率도 18% 區에서 가장 큰 값이었음을 밝혔다. 北原<sup>23)</sup>는 2年生 *Abies homolepis* 苗木을 材料로 庇陰格子에 依한 5個 水準의 光度處理를 行하여 樹高, 幹徑, 幹軸과 最長枝間의 角度 및 冬芽의 伸長等을 調査하고 이때 樹高 및 幹徑은 光度가 낮을수록 減少하고 冬芽의 伸長도 光度가 높으면 빨리 形成된다고 하였다. 各本<sup>31)</sup>은 庇陰下에서의 一生長期間中 삼나무 苗木의 樹高 및 直徑은 庇陰의 程度가 強할수록 적어지나 庇陰處理의 影響은 苗木의 部位에 따라 不同이고, 全重量에 對한 葉重量比는 庇陰程度가 強할수록 크고, 幹, 根의 重量比는 反對로 적었다고 報告하였다. 또 그는<sup>32)</sup> 소나무 苗木을 材料로 같은 試驗을 實施하여 幹, 根, 葉量等을 調査했던바 苗木高는 生長期의 前半은 處理의 差가 적었으나 後半에는 光度가 높은 區 일수록 生長이 좋았다고 했다. 또한 直徑은 前, 後半期 모두가 弱한 庇陰處理區가 生長이 좋았으며, 重量生長에 있어서도 같은 結果를 얻었다고 했다. Robert R. H<sup>29)</sup> 등은 葉面積의 最大가 全光下보다도 50%일 때, 幹重, 葉面積은 30%와 20%일 때 生長의 低下가 현저 하였음을 報告하였다. 徐<sup>36)</sup>는 被陰下에서의 根生長은 相對光度 70%에서는 30%와 100%에 비해 훨씬 컸음을 報告하고 있다. 또 川那邊<sup>21)</sup>은 소나무 苗木을 材料로 對照區外 5個 水準의 光度處理를 하여 生長을 比較

하였던바 直徑, 苗木高, 重量, 生長量 및 生長率 모두 光度가 높을수록 좋았으며 T/R ratio에서는 有意差를 볼 수 없었다고 했다. 또한 그는<sup>17)</sup> 落葉廣葉樹 苗木의 庇陰效果에 關한 研究結果도 報告한 바가 있다. 安藤<sup>1)</sup>는 삼나무 苗木의 生長에 미치는 光度와 植栽密度의 影響에 關한 研究에서 光度別로는 植栽密度가 增加함에 따라 平均 個體量이 減少하나, 單位面積當 現存量은 增加하고 各 密度別로는 光度와 平均個體重 또는 現存量의 關係에 있어 最適曲線을 求할 수 있었다고 했다.

荒木<sup>2)</sup>는 *Abies Veitchii*를 材料로 庇陰格子에 依한 時期別 및 全 生長期間의 相對生長率과 生長量 絕對値를 比較했다. 이때 全 生育期間에 있어서 光度가 낮을수록 伸長生長率은 增加하나 直徑生長率은 減少하였고, 時期別로는 有意差를 찾아볼 수 없었으며, 葉面積/葉重量比는 照度差의 影響이 크다고 報告 하였다. 또 同人<sup>3,4)</sup>은 落葉松苗木에 있어서 照度 및 時期가 個體의 生長에 미치는 影響에서 各 個體의 部分 絕 幹重과 直徑(d), 苗木高(h)를 測定하여 處理別로 相對生長式  $\log y = b \log d^2 h + \log a$ 에 依해 比較했던바, 個體重 및 部分重이 最大가 되는 光度는 時期가 經過함에 따라 낮은 光度쪽으로 옮겨가고, 相對生長率은 時期가 經過함에 따라 急激히 減少한다 했다. 또 時期가 經過함에 따라 相對生長率의 最大는 漸次 낮은 光度쪽으로 移動하고 個體量이 클수록 相對生長率은 낮다고 했다. 其外에도 荒木<sup>5,6,7)</sup>는 落葉松 葉의 SLA와 照度, 季節, 密度, 施肥의 關係, 작나무 模型林의 葉面積比, 季節, 比陰關係, 葉群의 諸變化, 庇陰林의 葉量等 光度와의 關係에 關하여 報告하고 있다. 또한 草本을 材料로 한 試驗에서 Dolan<sup>13)</sup>은 완두콩을 가지고 試驗한 結果, 높은 光度와 長日條件에서 最大의 生長을 보았다고 밝힌 바 있다. Blackman<sup>8)</sup>은 植物生長과 光度와의 關係를 研究하여 光度와 生長間에는 指數關係와 2次曲線 關係가 있음을 報告했다. 또 Hiroi<sup>15)</sup> 등은 해바라기를 材料로 密度 4水準, 光度 3水準으로 處理하여 重量生長을 比較했다. 이때 相對生長率은 減少하나 單位面積當 重量은 빛의 減少에 따라 적어졌음을 報告한 바 있다. 또 李<sup>25,26)</sup>는 相對光度가 높을수록 生長量이 컸고, 幹枝, 根의 生長이 우세 하였음을 報告했다. Boysen Jensen<sup>9)</sup>은 陰地植物과 陽地植物의 物質生産 關係를 定量的 方法으로 比較 研究했고, Harada<sup>14)</sup>는 植物의 耐陰性에 關해 報告하였다. 其外에도 李<sup>24)</sup> 등은 被陰이 植物의

物質生産에 미치는 影響에 對해서, 그리고 貝木<sup>33,34)</sup> 등의 森林 生産構造에 關한 研究 等도 있으나 지금 까지 國內에서 樹木의 生長과 光度의 關係를 研究한 結果는 거의 없는 것으로 思料된다.

### III. 材料 및 方法

#### 1. 供試材料

樹令 50 年生의 잣나무 採種林에서 九月初旬 毬果를 直接 採取하였다. 採取된 毬果는 一箇月間 室內에서 陰乾시키고 그로부터 種子를 脫種하여 精選, 露天埋藏 하였다. 다음해 봄에 이를 掘取해서 圃場에 播種하였다.

#### 2. 試驗地 現況

本 研究는 京畿道 廣州郡 退村面에 所在한 慶熙大學校 演習林 苗圃場 試驗圃地에서 實施되었다. 試驗地에서의 現地氣溫을 調査하기 爲해 試驗地 現場에 自動 溫濕器를 設置하고 試驗 全 期間을 通한 氣溫을 測定하였으며, 試驗地의 圃地 土壤에 對한 化學的 特性에 對하여도 調査하였다(Table 1, 2). 試驗地의 土壤은 保水力이 良好한 適潤狀態의 砂壤土로서 土深은 60 cm 程度로 比較的 淺었다.

#### 3. 試驗方法

種子 播種을 爲한 圃地는 堆肥와 複合肥料를 各 各 m<sup>2</sup> 當 2 kg 과 80 g 基準으로 施肥하고 耕耘하여 너비 1 m, 길이 10 m, 步道 70 cm로 播種床을 만들어 m<sup>2</sup> 當 生立本數 400 本을 基準으로 一般法에 依해 3 反復 散播하였다. 圃場 配置는 土壤條件이 均質한 곳에 被陰處理別로 任意 選定하였다. 苗床의 被陰處理는 種子發芽가 끝난 當年 5 月 初부터 始作하여 2 生長期를 經過한 翌年 10 月末까지 계속 實施해 주었다. 被陰處理는 相對光度를 달리한 條件

Table 2. Soil chemical properties of seed bed.

pH	4.94
N	0.136(%)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	310.625(ppm)
OM	2.558(%)
K	0.122(meg/100g)
Ca	1.218(meg/100g)
Mg	0.087(meg/100g)
CEC	8.871(meg/100g)

即, 全 光度에 對한 100 分率로 100%와 63%, 37%, 19%區 等의 4 個 水準으로 區分 했는데 其 處理方法은 너비 1.2 m, 길이 10.2 m, 높이 0.6 m 크기의 木材格子를 만들어 上部의 面과 側面을 나이론製 被陰網(慶豐物産製品)으로 全部 씌워서 播種床위에 設置하고 수시로 Lux meter 를 利用하여 光度를 測定하였다.

#### 4. 生長調査

生長量 調査는 播種 翌年 10 月에 光度 處理別로 거의 크기가 비슷한 苗木을 各 各 50 本씩 抽出하여 測定 하였다. 生長 測定은 各 調査木에 對해 地上部長과 地下部長, 苗長 및 地際部 直徑 等を 測定 하였으며 苗木의 生長과 直接 關係를 갖고 있는 針葉에 對해서도 葉長과 葉束數 等を 調査하였다. 그리고 苗木의 重量生長을 알아보기 爲하여 苗木의 幹枝와 葉部 그리고 根部에 對한 生重量과 乾重量을 測定하고 아울러 苗木의 T/R 率도 求했다.

### IV. 結果 및 考察

#### 1. 伸長生長과 直徑生長

播種後 2 番의 生長期를 經過한 2-0 苗의 光度處理 4 個 水準別로 伸長生長(地上部長과 地下部長, 苗長, 葉長), 直徑生長, 葉束數 等に 對해서 調査한 結果를 項目別로 記述코져 한다.

Table 1. Monthly mean temperature and humidity for four years(1977-1980).

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Annual mean
Factor													
Temperature(°C)	-7.53	-3.96	2.72	9.65	13.59	20.00	22.58	21.01	16.36	9.82	2.03	-5.20	8.42
Humidity(%)	70.61	69.30	69.85	73.21	62.62	76.77	86.81	77.59	76.88	72.28	71.73	73.56	73.43

1) 地上部

光度處理別에 따른 苗木의 地上部 生長을 調査한 結果 各 處理區別 平均値는 表 3에서 보는 바와 같

**Table 3.** Means and coefficient of variations by relative light intensity for shoot growth of Korean white pine seedling.

unit : cm			
RLI (%)	Range	Average	CV (%)
100	11.7 - 18.3	15.11±0.27	12.7282
63	11.5 - 20.5	15.53±0.25	11.5609
37	12.0 - 19.5	16.57±0.25	10.7671
19	11.5 - 17.7	15.10±0.20	9.4841

L S D 5% = 0.6835, L S D 1% = 0.8982

이 相對光度 100%區가 15.11 cm, 63%區가 15.53 cm, 37%區가 16.57 cm, 19%區가 15.10 cm 로서 相對光度 37%區가 가장 크게 나타났고, 19%區가 最低生長을 나타내고 있었다. 各 處理區의 平均値 間에는 相對光度 37%區와 他 處理區間에만 有意性이 認定되었을 뿐 나머지區 間에는 有意差가 나타나지 않았다. 결국 地上部 生長만을 볼 때 相對光度 37%區보다 光度가 強하거나 낮은 處理區는 甚히 生長이 뒤떨어지고 있음을 알 수 있었다. 이러한 生長傾向은 삼나무 및 소나무, 早蓮木, 그리고 落葉 廣葉樹 等に 있어서 對照區보다 弱度의 庇陰區에서 苗木의 伸長生長이 良好하였다<sup>1,21,37</sup>)고 報告한 結果와 같은 樣狀을 나타내고 있었다. 그러나 光度가 播種床 苗木의 地上部 伸長生長의 生長差에 미치는 寄與率은 9.3%에 不過하였는데 結局 이러한 結果는 實際 光度外의 他 要因이 더 많이 作用되었음을 나타낸다.

全<sup>11</sup>)은 잣나무 種子에 있어서, 崔<sup>10</sup>) 등은 강낭콩 種子에 있어서 其 크기나 무게가 初期의 營養生長에 影響하고 있음을 報告한 바 있다. 이와 같이 種子의 重量이 무거웠던 植物體는 가벼운 것 보다 活發한 成長을 하여 伸長이나 重量이, 그리고 最後의 量的 增加도 커진다고 하였다.<sup>10</sup>)

2) 地下部

光度를 달리한 條件下에서 生育된 잣나무 苗木의 各 處理區別 地下部의 生長은 表 4에서 보는 바와 같다. 4個 水準의 處理區中 被陰處理를 適用하지 않았던 相對光度 100%區가 가장 컸으며 대체적으로 光度가 낮아질수록 漸次的으로 길이가 작아지는 傾向을 뚜렷이 나타내고 있었다. 相對光度 63%와 37

**Table 4.** Means and coefficient of variation by relative light intensity for root growth of Korean white pine seedling.

unit : cm			
RLI (%)	Range	Average	CV (%)
100	11.0 - 24.0	18.28±0.39	15.15
63	11.0 - 24.0	16.90±0.44	18.69
37	10.0 - 24.0	16.40±0.44	18.97
19	8.0 - 19.0	13.60±0.28	14.93

L S D 5% = 1.0992, L S D 1% = 1.4445

%區 間에는 有意的인 差가 없었으나, 이들과 他 處理區間, 그리고 相對光度 100%區와 19%區 間에는 有意性을 나타내고 있었다. 이때 光度가 苗木의 地下部 伸長生長에 미치는 影響은 寄與率 26.2%로써 地上部 生長에 미치는 影響보다는 35.0%나 더 크게 作用되고 있었다. 이러한 樣狀은 弱光下에서 營養要素의 相當한 程度가 上部 生長에 使用되고 地下部의 生長에는 돌아오지 않는데 起因한 것으로 根部生長이 不良했던 바<sup>26</sup>)와 一致되는 樣狀을 나타내고 있었다. 이는 體內生成 營養要素가 地上部 生長에 대부분 使用되고 根部生長에 必要한 充分한 營養이 光度가 낮아짐에 따라 何基的인 傳達이 漸次的으로 減少된 것이라 推定할 수 있었다.

3) 苗 長

苗木의 地上部長과 地下部長을 合한 값인 苗長에 對해 光度處理別에 따른 生長을 檢討하였던 바 表 5에서 보는 바와 같았다. 이때 相對光度가 낮아질수록 苗長生長이 점차로 減少하는 傾向을 나타내고 있었는데 相對光度 100%, 63%, 37%의 各 處理區間에는 有意性을 나타내지 않았다. 다만 이들의 3個 處理區와 相對光度 19%區間에만 高度의 有意性을 認定할 수 있었다. 以上에서 보는 바와 같이 苗木의 伸長生長만을 보면 強度의 被陰處理에서만 生

**Table 5.** Means and coefficient of variation by relative light intensity for seedling length of Korean white pine seedling.

unit : cm			
RLI (%)	Range	Average	CV (%)
100	25.8 - 42.3	33.39±0.49	10.39
63	23.5 - 41.0	32.43±0.53	11.600
37	25.8 - 43.5	32.98±0.55	11.94
19	14.4 - 35.8	28.60±0.45	11.20

L S D 5% = 1.41, L S D 1% = 1.86

長이 抑制되었을 뿐이다. 이때 相對光度 100%의 경우는 이들 중에서 가장 크게 나타났는데 이것은 地上部 生長에 비해 其外 處理區의 地下部長 보다 컸던데에 起因된 것으로 光 影響이 根部生長에 크게 作用된 것이라 思料된다(表 3, 4, 5, 7).

4) 苗 徑

直徑生長은 上部의 葉部에서 造成된 生長素가 向基的으로 移動되어서 形成層을 자극하고<sup>22)</sup> 呼吸活動이나 發根, 葉의 形成 및 樹高生長 등에 使用되고 남는 淺在 同化物質로 形成되어지는 것<sup>26)</sup>이기 때문에 苗木의 生育上 各部 組織의 生長과 密接한 關係를 지닌다. 本項에서는 光度別 差에 따른 各 處理別로 直徑生長에 對해 分析하였던 바, 其 結果는 表 6, 7에서 보는 바와 같았다. 直徑生長은 苗高生長의 傾向과는 달리 相對光度가 높아짐에 따라 光度別 各 處理區의 平均値間에 있어서 相對光度 63%區와 37%區 間에는 有意的인 差가 없었으나, 이들과 他 處理區間, 그리고 相對光度 100%區와 19%區 間에는 高度의 有意性이 認定되었다(表 6). 또한 苗木의 直徑生長에 미치는 光度의 影響은 寄與率 48.7%로 苗木의 伸長生長에 미치는 影響보다 2倍 以上の 影響을 받고 있었다. 이러한 結果는 被陰이 強하거나, 照度가 낮을수록 直徑生長이 減少한<sup>14, 19, 21, 31, 32)</sup> 結果와 一致하고 있었다.

5) 葉 束 數

有機物 合成으로 植物의 成長에 크게 貢獻하고 있는 葉은 植物體에 形態 및 生理學的으로 重要性을 갖고 있다. 葉이 物質生産 構造上 主要한 器官이란 側面에서 苗木當 葉量의 多少는 光合成量에 關聯되어 苗木의 生長에 크게 影響할 것으로 判斷된다. 光度 差에 따른 各 處理區의 葉束數를 調査하였던 바 其 結果는 表 8에서 보는 바와 같았다. 葉束數는 葉令에 따라 다를 뿐만 아니라 光度 差에 따른 葉束數의 變化도 新, 舊葉에 따라 其 pattern이 달랐다. 1年生 新葉의 경우 苗木當 平均葉束數는 15.5個였

고, 2年生 舊葉은 9.6個로 1年生 葉束數의 62%에 不過했다. 光度差에 따른 葉束數의 變化樣狀을 보면 1年生 新葉은 相對光度 100%區와 63%區間, 相對光度 37%區와 19%區間에는 有意差가 없었으나, 相對光度 100%區와 63%區는 相對光度 37%區와 19%區보다 差가 많이 나타났다. 2年生 舊葉의 경우는 相對光度 37%區가 제일 많았고, 다른 光度處理區 相互間에는 有意差가 없었다. 또, 相對光度別 葉束數의 新, 舊葉間의 比를 보면 光度가 낮은 37%區나 19%區에서는 큰 差를 볼 수 없었으나, 光度가 높은 100%區나 63%區에서는 差가 큰 것을 알 수 있었다. 葉束數에 對한 葉令의 寄與率은 27.8%에 이르고 있으나 光度가 葉束數에 미치는 寄與率은 3.9%에 지나지 않고 있어 光度에 따라 葉束數에 差異는 있지만 影響은 크지 않은 것으로 判斷되었다.

6) 葉 長

光度處理別 葉長을 新葉(1年生)과 舊葉(2年生)으로 分離調査 하였던 바, 光度差에 따른 葉長의 變化 pattern에 큰 差를 볼 수 있었다. 우선 葉長은 新, 舊葉間에 差가 甚해, 新葉長이 平均 10.5cm 인데 비해 舊葉은 이의 約 1/3 인 3.9cm였으며 新葉長의 光度處理別 變化는 相對光度 37%區가 가장 길었고, 그 다음이 63%區와 19%區, 그리고 相對光度 100%區는 가장 짧았다. 결국, 1年生 新葉은 相對光度 37%區에서 葉長의 生長이 가장 促進

Table 6. Means and coefficient of variation by relative light intensity for seedling diameter of Korean white pine seedling.

unit : cm			
RLI(%)	Range	Average	CV(%)
100	3.14 - 4.92	3.94 ± 0.06	10.62
63	2.48 - 4.97	3.52 ± 0.06	13.88
37	2.60 - 4.83	3.44 ± 0.07	14.84
19	2.42 - 3.30	2.78 ± 0.03	8.09
L S D 5% = 0.17,		L S D 1% = 0.22	

Table 7. Analysis of variance for shoot, root and diameter growth.

Factor	df	Shoot growth		Root growth		Seedling length		Basal diameter	
		MS	ρ(%)	MS	ρ(%)	MS	ρ(%)	MS	ρ(%)
Total	199	3.3500	100	10.6535	100	16.5269	100	0.3530	100
RLI	3	23.6730**	9.29	123.0413**	26.20	247.5000**	21.39	11.5768**	48.66
Error	196	3.0389	90.71	7.8619	73.80	12.9920	78.61	0.1812	51.34

\*\* : Significant at 1% level.

R L I : Relative light intensity. ρ : Contributions rate

**Table 8.** Means and coefficient of variation by relative light intensity for number and length of Korean white pine needle.

		Number of needle			Length of needle		
		Range	Average	C.V (%)	Range	Average	C.V (%)
1-year-old	100	11~27	18.60 ± 1.70	28.92	4.9~11.5	8.69 ± 0.24	19.46
	63	10~30	18.60 ± 2.37	40.25	7.0~13.6	10.83 ± 0.18	11.70
	37	5~18	12.70 ± 1.26	31.29	6.0~15.9	12.51 ± 0.29	16.25
	19	7~18	11.90 ± 1.34	35.54	7.2~13.2	10.05 ± 0.22	15.67
		5~30	15.45 ± 0.97	39.67	6.8~15.9	10.52 ± 0.11	14.47
2-year-old	100	6~12	7.90 ± 0.66	26.32	2.2~8.3	4.23 ± 0.17	29.13
	63	7~12	9.30 ± 0.56	19.00	1.9~5.8	3.91 ± 0.14	25.19
	37	9~15	11.60 ± 0.56	15.32	2.3~5.6	3.66 ± 0.12	23.60
	19	5~15	9.60 ± 1.17	38.42	1.5~5.8	3.66 ± 0.16	31.56
		5~15	9.60 ± 0.43	28.29	1.5~8.3	3.87 ± 0.08	28.09
L S D 5% = 1.71, L S D 1% = 2.28				L S D 5% = 0.44, L S D 1% = 0.58			

**Table 9.** Analysis of variance for the number and length of needle.

Factor	df	MS	ρ (%)	Factor	df	MS	ρ (%)
Total	399	13.9989	100	Total	79		100
RLI	3	49.2556***	2.51	RLI	3	38.9834***	3.89
Year	1	4426.2409***	79.20	Year	1	684.4500***	27.76
Error	395	2.5609	18.29	Repli	9	128.2600***	44.61
				Error	66	7.3364	23.74

\* : Significant at 10% level.  
 \*\* : Significant at 5% level.  
 \*\*\* : Significant at 1% level.

ρ : Contribution rate.  
 R L I : Relative light intensity.

되었고 이보다 光度가 弱할 경우나 強한 경우 모두가 짧아짐을 알 수 있었다. 그러나 2年生葉인 舊葉은 相對光度가 높아감에 따라 극히 약간씩 길어지는 傾向은 있었으나 有意差는 없었다. 이러한 結果는 庇陰區가 對照區에 비해 葉長이 길게 나타났다고 한 것<sup>5, 31, 37, 38)</sup> 등과 生長傾向이 一致되고 있었다.

**2. 重量生長**

지금까지 光度別 差에 따른 잣나무 苗의 外形의 側面에서 生長關係를 分析, 檢討했으나, 本項에서는 苗木의 質量的 生長關係를 밝히기 爲하여 光度 處理別로 各 器官別 重量生長을 分析하였다.

1) 地上部

〈 重量 〉

光度 處理別로 苗木을 地上部和 地下部 및 針葉 등에 對한 重量을 測定한 바, 針葉을 포함한 地上部 重量은 表 10에서 보는 바와 같았다. 이때

相對光度 19%區의 生重量 平均値는 第一 작은 값을 나타냈으며, 37%區는 63%區보다 0.2g이 많았으나 큰 差異를 나타내지는 않았다. 전체적으로 보아 光度가 높아감에 따라 生重量은 增加하는 傾向을 나타내었다. 이때 相對光度 19%區는 100%區에 비해 28%나 減少하였으며 이들 間에는 有意의인 差가 認定되었으나 其외의 處理區와는 其差가 나타나지 않았다. 이는 他 試驗結果<sup>30, 31, 32)</sup> 와도 一致되는 사실이다. 光度가 生重量에 미치는 寄與率은 6.6%에 不過하였다.

**Table 10.** Means and coefficient of variation by relative light intensity for fresh weight of shoot. unit : g

RLI (%)	Range	Average	C.V (%)
100	2.53 - 8.61	4.91 ± 0.35	33.31
63	1.60 - 6.66	4.33 ± 0.32	34.58
37	3.06 - 10.58	4.53 ± 0.36	37.25
19	1.15 - 0.87	3.53 ± 0.30	39.52
L S D 5% = 0.93, L S D 1% = 1.24			

< 乾重量 >

地上部 乾重量의 光度別 變化는 相對光度가 제일 높았던 100%가 가장 큰 값을 나타내고 이보다 相對光度가 낮아짐에 따라 乾重量은 漸次 減少하였다.

특히 相對光度 19%區의 乾重量 값은 100%區의 乾重量값에 比하면 66%에 不過했다. 統計的으로는 相對光度 37%區와 63%區間, 그리고 63%區와 100%區 間에는 有意的 差를 認定할 수 없었으나 相對光度 100%區와 37%區 및 19%區間, 63%區와 19%區 間에는 有意性이 認定되었다(表 11). 地

**Table 11.** Means and coefficient of variation by relative light intensity for dry weight of shoot. unit : g

RLI (%)	Range	Average	C.V (%)
100	1.11 - 3.00	1.83 ± 0.12	31.16
63	0.63 - 2.38	1.58 ± 0.11	31.80
37	0.91 - 3.54	1.44 ± 0.12	40.13
19	0.34 - 2.51	1.20 ± 0.11	42.77

L S D 5% = 0.33, L S D 1% = 0.4

상부의 乾重量生長에 미치는 光度의 影響은 12.9%였는데 이는 生重量生長에 미치는 光度 影響보다 約 2배에 가까운 寄與率이다. 以上の 結果에서 보는 바와 같이 相對光度가 낮아짐에 따라 乾重量이 漸次로 減少하는 傾向을 볼 수 있었는데 이는 相對光度가 낮아짐에 따라 植物體의 重量이 減少하였다고 報告한<sup>8, 15, 19, 32)</sup> 點과 같은 樣狀을 나타내고 있었다. 그러나 실제 잣나무 苗의 경우 重量生長에 미치는 影響은 相對光度 37% 以下에서가 더 크게 作用되고 있었다. 生重量에 있어 相對光度 63%區가 4.30g이고 37%區가 4.53g으로 오히려 0.23g 程度의 生重量이 약간 큰 것 같으나 실제 乾重量에서는 63%區가 37%區보다 0.14g이 큰 것을 볼 수 있으며 生重量을 乾燥한 乾重量의 重量 減少率도 他 處理區에 比해 높게 나타났다. 이것은 結局 水分含量이 많은 軟 組織體로 發達했기 때문에 自體乾物質量이 적었던 것으로 認識된다.

2) 地 下 部

< 生重量 >

光度處理別로 個體木當 地下部の 平均 個體 生重量을 調査한 結果는 表 12에서 보는 바와 같다. 地下部 生重量은 相對光度가 낮아짐에 따라 增加하여 100%區가 1.87g으로 제일 큰 값을 나타내고 있었으

**Table 12.** Means and coefficient of variation by relative light intensity for fresh weight of root. unit : g

RLI (%)	Range	Average	C.V (%)
100	0.88 - 3.27	1.87 ± 0.13	33.39
63	0.66 - 2.70	1.68 ± 0.12	33.24
37	1.08 - 3.00	1.63 ± 0.12	33.24
19	0.43 - 1.53	1.18 ± 0.11	42.19

L S D 5% = 0.33, L S D 1% = 0.44

며, 相對光度 19%區는 1.18g으로 가장 작은 값을 나타내어 相對光度 19%區가 生重量生長이 제일 抑制된 狀態였다. 各 處理區間의 生長差에 있어서 相對光度 19%區와 나머지 他 處理區間에만 有意性이 認定되었으며 地下部 生重量에 미치는 光度의 影響은 地上部 生重量이나 乾重量에 있어서보다 크게 나타나고 있었다. 이때 地下部の 生重量에 미치는 光度의 影響은 寄與率 14.9%였다.

< 乾重量 >

地下部の 平均 個體 乾重量은 光度의 差에 따라 其 變化가 明確하여 表 13에서 보는 바와 같이 相對光度 100%區에서의 乾重量이 제일 무거웠고, 이보다 光度가 낮아짐에 따라 漸次的으로 減少하여 相對光度 19%區에서는 平均 個體 乾重量이 0.40g으로서 100%區의 乾重量에 比하면 60%에 不過했다. 이때 37%區와 63%區 및 19%區 間에는 有意差가 없었으나 相對光度 100%區와 나머지 處理區間, 그리고 63%區와 19%區間에는 有意性을 認定할 수 있었다. 그러나 苗木의 乾重量生長에 미치는 光度의 影響은 生重量生長에서의 경우와 비슷하였는데 이때의 寄與率은 約 14.4%에 不過하였다.

3) 葉重量

葉은 有機物의 生産을 담당하는 主要器官으로 組織形成과 生育 等 物質生産의 量的 增加와 密接한

**Table 13.** Means and coefficient of variation by relative light intensity for dry weight of root. unit : g

RLI (%)	Range	Average	C.V (%)
100	0.34 - 1.14	0.66 ± 0.04	30.80
63	0.25 - 0.75	0.53 ± 0.03	27.84
37	0.29 - 0.87	0.48 ± 0.03	33.36
19	0.11 - 1.60	0.40 ± 0.07	76.51

L S D 5% = 0.13, L S D 1% = 0.17



**Table 14.** Means and coefficient of variation by relative light intensity for fresh weight of seedling. unit : g

RLI (%)	Range	Average	C. V (%)
100	5.5 - 13.6	7.85 ± 0.28	25.5274
63	4.9 - 13.9	7.19 ± 0.28	27.5953
37	3.4 - 11.7	6.82 ± 0.28	29.2302
19	2.6 - 6.6	4.17 ± 0.10	18.2710

L S D 5% = 1.06, L S D 1% = 1.41

**Table 15.** Means and coefficient of variation by relative light intensity for dry weight of seedling. unit : g

RLI (%)	Range	Average	C. V (%)
100	1.47 - 3.86	2.50 ± 0.16	30.84
63	0.95 - 2.94	2.11 ± 0.14	30.79
37	1.22 - 4.41	1.92 ± 0.15	36.65
19	0.46 - 3.40	1.60 ± 0.16	21.40

L S D 5% = 0.43, L S D 1% = 0.57

關係에 處한다. 따라서 葉重은 植物成長의 質量的 生産側面에서 葉束이나 葉長 等과 함께 重要な 要素로 光 環境과 直接的인 關係를 지닌다. 處理別에 따른 葉의 重量生長을 調査하였던 表 16에서 보는 바와 같았는데 乾重量生長은 相對光度 100%區가 1.14 g으로 제일 크게 나타났고 이보다 光度가 낮아짐에 따라 점차적으로 減少하여 相對光度 19%區에서는 0.72 g에 不過하였다. 各 處理別 葉乾重量의 平均値를 比較해 보면 相對光度 63%區와 37%區間에는 有意성을 認定할 수 없었으나, 나머지 處理區間에 있어서는 有意성을 나타내고 있었다. 以上の 結果에서 보는 바와 같이 光度의 強弱에 따라 葉重量이 增減되는 樣狀은 庇陰 程度의 增大가 葉量을 減少시킨다고 한 것<sup>5)</sup>이나 庇陰이 強해짐에 따라 葉의 두께가 얇아지고,<sup>16)</sup> 葉의 純 生産量이 減少한 것 等과 其 樣狀이 一致하는 傾向을 나타내었다.

**Table 16.** Means and coefficient of variation by relative light intensity for dry weight of needle. unit : g

RLI (%)	Range	Average	C. V (%)
100	0.45 - 1.87	1.14 ± 0.03	10.65
63	0.36 - 1.36	0.99 ± 0.07	32.01
37	0.62 - 1.55	0.94 ± 0.08	40.38
19	0.21 - 1.16	0.72 ± 0.08	50.44

L S D 5% = 0.16, L S D 1% = 0.14

4) 苗 重

< 生重量 >

光度處理別 苗木의 平均 生重量은 各 器官의 生重量을 綜合한 測定値로서 苗木 生重量에 미치는 光度의 影響을 綜合적으로 表現한 것이다. 被陰處理를 하지 않았던 光度가 가장 높은 100%區의 葉 生重量이 7.85 g으로 處理區中 平均値가 제일 높았고, 이보다 光度가 낮아짐에 따라 生重量이 漸次的으로 減少하여 相對光度 19%區에서는 100%區보다 約 47%나 減少한 生重量 값을 나타내었다. 이를 除外한 相對光度 63%區와 37%區間에는 有意差를 認定할 수 없었다. 그리고 특히 光度가 苗木의 生重量에 미치는 寄與率은 38%로 直徑生長 다음으로 其 影響이 크게 作用되고 있었다. 以上에서 보는 바와 같이 苗木의 生重量은 光度가 높을수록 增加하고 있어서 他器官의 生重量 生長 傾向과 一致하고 있었다. 이러한 樣狀은 被陰이 強해짐에 따라 物質 現存量의 減少<sup>11,13,16)</sup> 現象을 나타낸 것임을 認識할 수 있었다.

< 乾重量 >

被陰處理의 程度에 따른 苗木의 平均 乾重量의 變化도 其 傾向이 生重量生長의 경우와 큰 差異가 없었다. 光度가 가장 높은 相對光度 100%區가 平均 乾重量 2.50 g으로 제일 무거웠고, 그보다 光度가 낮아짐에 따라 減少하여 相對光度 19%區에 있어서는 100%區보다 約 36%가 減少한 1.60 g이었다. 各 處理區의 苗木 乾重量 平均値를 보면 相對光度 63%區와 37%區의 乾重量間에는 有意차가 없었고, 이를 除外한 他 處理區間에는 有意성이 認定되었다. 苗木의 水分含量으로 볼 때 相對光度 100%區는 苗木의 乾重量에 대한 水分含量比가 46.7%, 相對光度 63%區는 41.5%, 그리고 相對光度 37%區는 39.2%로 光度가 낮아짐에 따라 水分含量이 相對光度 37%區까지는 減少하였다. 相對光度 19%區에서는 苗木의 含水率이 乾重量의 62%나 되는 많은 比重을 차지하고 있어, 어느 水準 以上の 被陰處理는 苗木을 극히 弱화시키고 있었다. 이때 光度가 苗木의 乾重量에 미치는 寄與率은 7.59%였다. 결국 相對光度 19%區에서 苗木의 乾重量이 극히 적어진 것은 물론 生重量 自體의 影響에 起因된 苗木의 水分含量이 높았기 때문인 것으로 判斷된다. 이것은 光度가 높았던 對照區에서 乾重量이 最大値를 나타내었다고 한<sup>10)</sup> 것과 一致하고 있다.

이와 같은 結果는 光量의 不足에 의한 個體重의 低下樣狀이 現저 했으며<sup>27)</sup> 全 乾重量이 被陰과 密生에 의해 妨害된 것<sup>15)</sup>이라 判斷되었다.

### 3. T/R 率

T/R 率은 苗木의 地上部와 地下部의 重量比로 表示되며 결국 地上部와 地下部 生長의 均衡을 말해 주는 것으로 T/R 率值가 적은 것은 根部 發達이 良好한 것으로 判斷한다. 이것은 移植後의 活着이 좋다는 理論의 根據에 起因된다. 그러나 T/R 率值는 어디까지나 相對的 값이기 때문에 地上部와 地下部가 貧弱할 경우에도 그같은 적게 나타날 수 있어서 이에 따라 苗木의 品質을 判定하는 절대적 수단은 되지 못한다. T/R 率值의 差異가 生育環境이나 營養要素, 또는 生育本數와 移植回數 等に 따라 差異를 나타내지만 本項에서는 光度別 差에 따른 T/R 率值를 比較하였다. 表 17에서 보는 바와 같이 播種床에서 被陰處理를 달리 했을 경우 相對光度 100%區가 T/R 率 2.83으로 가장 적게 나타났는데 이보다 光度가 낮아질수록 T/R 率이 점차 增加하는 傾向을 보였다. 그러나 相對光度 19%區와 他 處理間에만 有意差를 나타내었다. 이때 光度가 미치는 影響은 寄與率 7.0 이었다. 以上에서 보는 바와 같이 相對光度 19%만이 T/R 率值가 3을 넘었을 뿐 그외는 모두 그 以下로서 一般的으로 苗木의 生長이 不均衡의 임을 나타냈으나 他 試驗<sup>36)</sup>에 比하면 比較的 良好한 상태였음을 알 수 있었다. T/R 率은 光度에 따라 差異를 나타내지만 苗木의 植栽密

**Table 17.** Means and coefficient of variation by relative light intensity for T/R ratio of seedling. unit: g

RLI (%)	Range	Average	C. V (%)
100	2.00 - 4.07	2.83 ± 0.12	19.10
63	2.36 - 4.31	2.99 ± 0.12	19.50
37	1.23 - 4.07	3.02 ± 0.14	22.01
19	1.13 - 5.06	3.34 ± 0.19	26.58

LSD 5% = 0.39, LSD 1% = 0.51

도가 密하면 T/R 率值는 增加한다<sup>28, 29)</sup> 했다.

### 4. 葉 生長과 他器官 生長과의 關係

光合成 作用을 直接的으로 판장하는 葉이 他 器官의 生長과 關聯이 깊다는 것은 잘 아는 일이다. 따라서 本項에서는 光度差에 따른 葉重量의 變化와 他 器官 生長間의 關係를 알아보았다. 表 19에서 보는 바와 같이 葉乾重量과 地上部 및 地下部, 直徑, 그리고 苗乾重量 間에는 모두가 높은 相關關係에 있었다. 그러나 葉長이나 葉束數와는 相關을 認定할 수 없었다. 이들에 대한 回歸式은 表 19에 나타난 바와 같다.

## 結 論

우리나라 잣나무(*Pinus koraiensis*)에 대하여 아직까지 具體的으로 밝혀진 바 없는 光度條件과 生長과의 關係를 究明하고자 잣나무 幼苗를 材料로 播種床에 있어서의 被陰處理를 行한 光度別 生長에 關

**Table 18.** Analysis of Variance, for T/R ratio and weight growth.

Factor	df	Shoot				Root			
		Fresh weight		Dry weight		Fresh weight		Dry weight	
		MS	$\rho$ (%)	MS	$\rho$ (%)	MS	$\rho$ (%)	MS	$\rho$ (%)
Total	87	2.5996	100	0.3376	100	0.3650	100	0.0536	100
RLI	3	7.4335*	6.64	1.5603**	12.94	1.8878**	14.90	0.2691	14.38
Error	84	2.4270	93.36	0.2939	87.06	0.3106	85.10	0.0458	85.62

  

Factor	df	Seedling		Leaf		T/R ratio			
		Fresh weight		Dry weight		Dry weight			
		MS	$\rho$ (%)	MS	$\rho$ (%)	MS	$\rho$ (%)		
Total	87	5.0458	100	0.5619	100	0.1434	100	0.4436	100
RLI	3	130.4283**	38.04	1.7559*	7.59	0.6723**	13.18	1.3097*	6.97
Error	84	3.1266	61.96	0.5193	92.41	0.1245	86.82	0.4126	93.03

\*: Significant at 5% level.

\*\* : Significant at 1% level.

$\rho$  : Contribution rate.

RLI : Relative light intensity.

**Table 19.** Relations between needle growth and another organ growth.

Factors	Correlation coefficient (r)	Equation of reuration( $\hat{y}$ )
Needle D. W / Seedling D. W	$r = 0.9816^*$	$\hat{y} = 0.0207 + 2.1232x^{**}$
Needle D. W / Shoot D. W	$r = 0.9869^*$	$\hat{y} = 0.09530 + 1.4957x^{**}$
Needle D. W / Root D. W	$r = 0.9666^*$	$\hat{y} = -0.0570 + 0.6063x^{**}$
Needle D. W / Diameter increment	$r = 0.9984^{**}$	$\hat{y} = 0.8097 + 2.7549x^{**}$
Needle length / Seedling D. W	$r = -0.3606^{NS}$	$\hat{y} = -0.6644 + 0.1077x^{NS}$
Needle number / Seedling D. W	$r = 0.7995^{NS}$	$\hat{y} = 3.4237 + 0.1934x^{NS}$

\*: Significant at 5% level.  
 \*\*: Significant at 1% level.

NS: Non-Significant  
 D.W: Dry Weight

하여 研究한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

(1) 地上部 伸長生長은 相對光度 37%區에서, 地下部生長과 苗長 그리고 直徑生長은 100%區에서 가장 優秀했으며 光度가 이들 生長에 미치는 寄與率은 各各 9.3%, 26.2%, 21.4% 및 48.7%였다.

(2) 葉束數 및 葉長은 葉令에 따라 差異가 있었다. 葉束數는 1年生葉이 相對光度 100% 및 63%區에서, 2年生은 37%區에서 가장 많았고, 葉束數에 미치는 光度의 寄與率은 3.9%였고, 葉令의 寄與率은 27.8%였다. 葉長은 1年生 葉이 相對光度 37%區에서 제일 길었으며 2年生 葉은 處理間 有意差가 없었고 葉長에 미치는 光度의 寄與率은 2.5%였다.

(3) 苗木의 生重 및 乾重은 相對光度 100%區에서 제일 무거웠고 이보다 光度가 낮아짐에 따라 減少했으며 光度가 苗木의 生重量 및 乾重量에 미치는 寄與率은 각기 38%와 7.6%였다.

(4) 葉乾重量은 相對光度 100%區에서 가장 컸고, 이보다 光度가 낮아짐에 따라 減少하였으며 寄與率은 13.18%였다.

(5) T/R率은 相對光度 100%區에서 가장 낮았고, 光度가 낮아질수록 增加하였으며 이에 미치는 光度의 寄與率은 7.0%였다.

(6) 葉乾重과 他器官生長(地上部乾重, 地下部乾重, 苗乾重, 苗徑)과의 사이에는 正의 相關關係를 認定할 수 있었으며 이들間에는 直線回歸 關係에 있음을 알 수 있었다.

引用 文 獻

1. 安藤貴, 宮本知子. 1972. 스기묘의 生長에 及ぼす의 強さと 植栽密度의 影響. 日本林學會誌 54(2): 47-55.  
 2. 荒木眞之. 1967. 庇陰格子下의 シラベ묘의 生長

についで. 78回 日本 林學會 講演集 100-102.  
 3. 荒木眞之. 1969. 庇陰下におけるカラマツ苗의 大小差と 生長. 日本林學會誌 51(6): 143-149.  
 4. 荒木眞之. 1969. カラマツ苗의 葉의 生産性に 關する 庇陰의 效果. 日本林學會誌 51(8): 211-214.  
 5. 荒木眞之. 1972. 林木의 葉의 SLA에 關する 研究(II). シラカンバ模型林における 葉의 比面積と 季節, 庇陰의 關係. 日本林學會誌 54(6): 184-191.  
 6. 荒木眞之. 1972. シラカンバ模型林における 葉群의 諸變化(豫報). 日本林學會誌 54(6): 192-198.  
 7. 荒木眞之. 1973. 庇陰林分의 葉量. 日本林學會誌 55(10): 296-300.  
 8. Blackman, G. E. and J. N. Black. 1959. Physiological and ecological studies in the analysis of plant environment. Annals Botany. N. S. 33(89): 51-63.  
 9. Boysen, J. P. 1919. Studies on the production of matter in light and shadows plants. Bot. Tidskr 36: 219-262.  
 10. 崔賢燮, 尹鮮順. 1978. 강낭콩 植物의 物質生産에 關한 研究. 慶熙大學校 産業科學技術研究 論文集 6: 161-167.  
 11. 全尙根. 1976. 잣나무 種子의 크기와 무게가 苗木의 初期生長에 미치는 影響. 韓國林學會誌.  
 12. Fabricius, L. 1929 a. Forstliche Versuche VII. Neue Versuche zur Feststellung des Einflusses von Wurzelwettbewerb und Lichtentzug des Schirmstandes auf den Jungwachs. Forstwiss. Centralbl. 49: 329-345.  
 13. Dolan, D. D. 1972. Temperature photoperiod and light intensity effects on growth of pismus L. Crop. Science 12: 60-62.

14. 原田泰. 1942. 林學における陽光問題. 北海道林試報 I : 1-354.
15. Hiroi, Monsi. 1966. Dry matter economy of *Helianthus annuus* communities growth at varying densities and light intensities.
16. 川那邊三郎, 四手井綱英. 1963. ヤマハンノキの庇陰効果について. 第74回 日本林學會講演集 169-170.
17. 川那邊三郎, 四手井綱英. 1965. 陽光量と樹木の生育に關する研究(I), 2, 3の落葉廣葉樹苗木の庇陰効果について. 日本林學會誌 47(1):9-16.
18. 川那邊, 四手井綱英. 1956. 陽光量と樹木の生育に關する研究(II). 京都大學演習林報告 38:68-75.
19. 川那邊三郎, 四手井綱英. 1965. トウネスシモチの庇陰効果について. 第76回 日本林學會大會講演集 167-171.
20. 川那邊三郎, 四手井綱英. 1966. 樹下植栽したスギの生長について. 第77回 林學會大會講演集 211-212.
21. 川那邊三郎, 四手井綱英. 1967. 種々の光のきとにおけるアカマツ苗の生産について. 第78回 日本林學會大會講演集 98-100.
22. 金智文. 1980. 造林學. 新英社. 176-184.
23. 北原宣幸. 1971. ウラシロモンに關する研究(I). 光度の異なつた條件下の生育の違い. 日本林學會誌 53(10):334-336.
24. 李一球, 李浩俊. 1969. 被陰이 植物의 物質生産에 미치는 影響. 建國大學校論文集 12:313-318.
25. 李一球, 李浩俊. 1976. 被陰이 植物의 物質生産에 미치는 影響. 李一球論文集 215-220.
26. 李一球, 金仁澤. 1977. 被陰이 韓國 잔디의 生長에 미치는 影響에 關하여. 建國大學校論文集 21:27-42.
27. 永森通雄, 池木影夫. 1978. 廣葉樹類稚苗の伸長生長におとぼす日長の影響. 日本林學會誌 60(9):334-336.
28. Nomoto, N., Iwaki, H. and Monsi, M. 1961. Physiological and ecological analysis of shade tolerance of plants. Growth of green grams under varying light intensities. Bot. Mag. Tokyo. 74:386-394.
29. Robert, R. H. and Struckmeyer, B. E. 1946. The effect of top environment and flowering upon top root ratios, plant physical, 21:332-344.
30. Shipley, H. L. 1945. Reproduction of up-land conifers in the Lake states as affected by root competition and light. Amer. Mid-land Nat. 33:537-612.
31. 谷本丈夫. 1975. 林木の生長に及ぼす人工庇陰の影響(I), 日本林學會誌 57:407-411.
32. Tanimoto, Takeo. 1976. Effects of artificial shading on the growth of forest trees (II). Differences in growth of *Pinus densiflora* seedling during a growing season under shading. J. Jap. For. Soc. 58:155-160.
33. 兄木良也, 四手井綱英, 酒瀬川武五郎, 荻野知彦. 1961. 森林の生産構造に關する研究(II). シラカンバ幼令林における現存量の推定と生産力について若干の解析. 日本林學會誌 43(I):19-26.
34. 兄木良也, 四手井綱英. 1962. 林木の競争に關する研究(IV). アカマツ幼樹を用いた小型林分での機械的 間伐試験. 日本林學會誌 44(5):129-139.