韓國林學會誌 78(2) : 143-150. 1989.
Jour. Korean For. Soc. 78(2) : 143-150. 1989.

無機的 環境要因이 잣나무 幼苗의 生育에 미치는 影響에 關한 硏究(X)[1]

-移植床에서의 葉 生長과 他 器官 生長과의 關係-

金英彩[2] · 全尙根[2]

Effects of Inorganic Environmental Factors on the Growth of *Pinus koraiensis* Seedlings(X)[1]

-The Influence of Shading Pretreatment and Density on the Needle Growth and Other Organs in the Transplanting Bed-

Young Chai Kim[2] and Sang Keun Chon[2]

要 約

本 硏究는 無機的 環境要因이 잣나무 幼苗의 生育에 미치는 影響에 關한 硏究의 一環으로 移植床에서 相對光度와 植栽密度를 달리하여 生育시킨 잣나무 苗의 葉 重量生長과 他 器官 生長間의 關係를 調査한 것으로 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 相對光度別에 있어서 葉乾重과 他 生長(地上部 乾重, 地下部 乾重, 苗 乾重, 苗徑) 間에는 正의 相關關係에 있었고, 또 이들 間에는 1次回歸 關係도 認定 할 수 있었다. 그러나 葉 乾重과 苗長 間에는 2次 曲線回歸 關係에 있었다.

植栽密度 別에 있어서는 葉乾重과 地上部 乾重 및 苗長 間에는 2次 曲線回歸關係에 있었고, 地下部 乾重 및 苗乾重 間에는 1次回歸 關係에 있었다. 그러나 苗徑 間에는 相關을 認定 할 수 없었다.

2. 相對光度 別에 있어서 葉面積과 地上部 乾重 및 苗 乾重 間에는 1次回歸 關係에 있었고, 地下部 乾重 間과는 指數曲線 關係, 그리고 葉面積과 苗長 間에는 2次曲線 關係에 있음을 알 수 있었다. 그러나 苗徑 間에는 代數 曲線的 傾向 이었다.

植栽密度 別에 있어서는 葉面積과 地上部 乾重 間에는 代數曲線 回歸關係에 있었고, 地下部 乾重 및 苗 乾重 間에는 直線回歸 關係에 그리고 葉面積과 苗長 및 苗徑 間에는 2次曲線 回歸 關係에 있었다.

ABSTRACT

This research was performed to estimate the influence of relative light intensity and planting density on the growth of dry weight of needles and other organs growth in Korean white pine seedlings raised in the transplanting bed.

1. As treated with various light intensities, relationships between needle dry weight and growth of other organs(dry weight of shoot, root and diameter of seedlings) had significantly positive correlations and linear regressions, but resgression between needle dry weight and seedling elongation was a second

[1] 接受 1989年 2月 8日 Received on Feburary 8, 1989.
[2] 慶熙大學校 産業大學 College of Industry, Kyung Hee University, Seoul, Korea.

degree polynomial.

As treated with various planting densities, the second degree regression curve was found between needle dry weight and shoot dry weight, and seedling elongation, And linear regression between needle dry weight and root dry weight, and seedling dry weight could be estimated, while any regression between needle dry weight and diameter was not recognized.

2. As treated with various light intensities, linear regression between leaf area and shoot dry weight, and seedling dry weight, exponential regression between leaf area and seedling elongation were significantly recognized, while a tendency of logarithmic regression between leaf area and diameter appeared. According to the different density treatment, logarithmic regression between leaf area and shoot dry weight, linear regression between leaf area and root dry weight, and seedling dry weight, but quadric regression between leaf area and seedling elongation and diameter were significantly found.

Key words : *relative light intensity* ; *planting density* ; *dry weight* ; *leaf area* ; *needle* ; *needle dry weight*.

緖 論

植物의 生長過程에서 氣象的 要素[20,21]와 生理的 要素가 生長의 結果를 決定하는 主 要因이라 할때 이를 受容하는 植物體 各 器官의 生理的 機能이나 形態的 構造는 物質生成의 質量的 關係[1,3,9,16,17]에 直接的인 影響을 미치게 된다. 따라서 植物의 生長에 있어 物質生成의 主要 器官인 葉은 植物體 自體의 절대적인 立場에 處하여 있고, 그 量이나 組織形成은 物質生成에 主要한 作用을 하기 때문에 葉과 他 器官과의 相互關係는 極히 密接한 關係라는 것은 잘 알고 있는 사실이다. 本 硏究는 無機的 環境要因이 잣나무 幼苗의 生育에 미치는 影響에 關한 硏究의 一環으로 잣나무 苗木의 生育過程에서 光 環境과 植栽密度의 變化에 따른 生長關係를 알아보기 爲한 目的에서 試驗을 着手 하였다. 本報에서는 播種床에서 光度處理를 받았던 잣나무 幼苗를 다시 移植床에 옮겨 같은 光 條件下에 栽植密度를 달리하여 生育시킨 잣나무苗(2-2)에 對한 葉生長과 他 器官과의 生長關係를 調査하였다.

材料 및 方法

1. 供試材料

試驗에 使用된 材料는 2-2의 잣나무 苗로서 播種床에서 光度處理를 行하여 주고 다시 移植床에 옮겨 같은 條件의 光度處理 下에서 栽植密度를 달리하여 2年間 生育시킨 4年生(2-2) 苗를 사용하였다. 處理는 光度 4個 水準(相對光度 100%, 63%, 37%, 19%)과 密度 4個水準(m^2當 36本, 81本, 144本, 225本)으로 하여 3反復으로 處理하였으며 總 個體數는 5,832本 이었다. 相對光度 處理에는 減光網을 사용하였다.

2. 試驗方法

本 試驗은 京畿道 廣州郡 退村面 淘水3里 所在 慶熙大學校 演習林 苗圃場 試驗圃地에서 實施 되었으며 試驗方法은 播種床에서 光度處理 別로 育成된 잣나무 苗를 移植床에 옮겨 前 生育地에서와 같은 光 條件下에 栽植密度를 4個 水準(m^2當 36本, 81本, 144本, 225本)으로 區分하여 一般的 方法으로 移植, 2年間 生育시켰다. 試驗區 配置는 3反復으로 한 全體 試驗區를 細細區 配置法에 依해 光度 調節을 爲한 被陰處理를 主區로, 그리고 密度調節을 爲한 植栽密度 處理를 細區로 하였으며 時期別 生長을 細細區로 設計 處理하였다.

3. 生長調査

生長調査는 移植 2年次에 當該年度의 生長을 5個의 時期(5月 26日~6月 25日, 6月 26日~7月 25日, 7月 26日~8月 25日, 8月 26日~9月 25日, 9月 26日~10月 25日)로 區分, 月別 生長을 調査하였다. 生長調査를 爲해 各 處理別로 每 調査 時期마다 全體中에서 生長狀態를 보아 平均的인 苗木을 各各 5個體씩 240本을 任意 抽出 하였으며 選拔된 試料에 대해서는 個體木當 地上部와 地下部의 伸長生長과 直徑生長 및 重量을 測定하고 針葉에 대해서는 葉長을 재고 Caliper를 利用하여

기부로 부터 1cm 위의 葉幅(A, B)를 測定했다. 이를 근거로 葉面積 生長도 算出해 보았다. 그리고 重量生長을 測定하여 葉面積/葉重比(SLA, Specipic Leaf Area)와 그리고 葉 乾重 및 葉 面積과 他 器官 生長과의 關係 等을 調査, 統計的 方法으로 分析 하였다.

結果 및 考察

1. 葉 生長과 他 器官 生長과의 關係

(1) 葉面積比(SLA, Specific Leaf Area)

密度와 光度를 달리하여 生育시킨 잣나무 苗木의 葉 生長과 他 器官 生長과의 關係에 있어서 光度處理에 따른 葉面積/葉重 比($\bar{F}/F$)의 變化는 相對光度가 높아 질수록 $\bar{F}/F$ 값은 代數曲線的으로 減少[4,5,6,11]하고 있었다(Table 1). 卽, 相對光度와 $\bar{F}/F$値 間에는 相關係數 $r=-0.9896^{**}$으로 負의 相關을 認定 할 수 있었고, 이들 間에는 關係式 $y=168.6425-22.4972\log_e x$의 代數曲線 式을 나타내고 있었다(Fig.1). 그리고 植栽曲線에 따른 葉面積/葉重比($\bar{F}/F$)의 變化는 密度가 增加해 감에 따라 指數曲線的으로 增加[3]하고 있었다. 또한 植栽 密度와 $\bar{F}/F$値 間에는 相關係數 $r=0.9852^{**}$의 正의 相關關係를 認定 할 수 있었는데(Table 2), 이들 間에는 關係式 $y=71.14490+0.0940x^{***}$의 直線 回歸 關係에 있음도 알 수 있었다(Fig.2). 이러한 傾向은 $\bar{F}/F$에 關與하는 密度의 影響은 確實하지 않다[2,18]고 하였으나 本 試驗에서는 被陰格子에 依한 被陰 處理의 結果 $\bar{F}/F$가 被陰이 强해짐에 따라 增加[6,8]하여 密度가 높은 區일수록 그 값이 增加하기 때문에 葉이 엷어진다[11,14,15,19]고 한 結果나 密度의 程度와 關係가 깊었다[3]고 한 것과

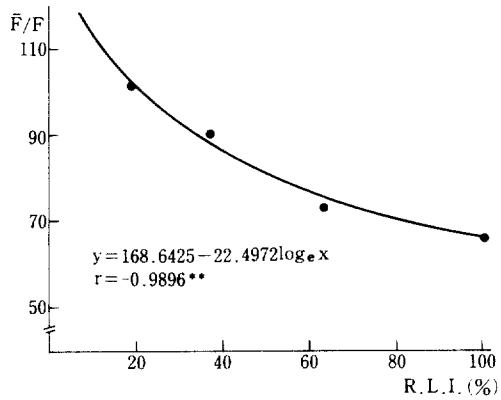

Fig. 1. Relationship between relative light intensity (R.L.I.) and SLA($\bar{F}/F$)

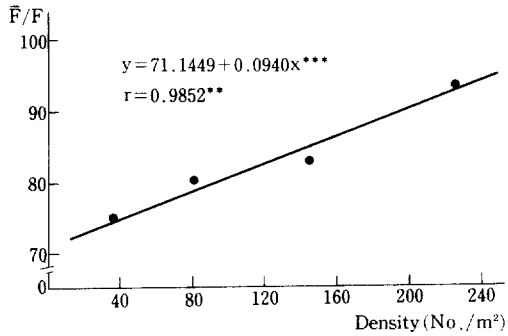

Fig. 2. Relationship between density and SLA ($\bar{F}/F$).

그 傾向이 같게 나타났다.

(2) 葉 乾重과 他 器官生長과의 關係

移植床에 있어서의 被陰 處理別 卽, 相對光度別로 葉 乾重과 地上部 乾重, 地下部 乾重, 苗 乾重, 苗長 및 苗徑 間의 相關關係를 檢討 하였던 바, 苗長에 있어서 만이 2次回歸 關係에 있었고 其他 器官의 生長들과는 直線回歸 關係에 있음을 알 수 있었다(Fig. 3, 4, 5, 6). 相關 關係는 모두

Table 1. Specific leaf area($\bar{F}/F$) and LSD values by each treatment

R.L.I (%)	100	63	37	19	Mean	L.S.D. 5%	L.S.D. 1%
Mean	65.68	72.92	90.33	101.35	82.57	2.72	4.12
Density (No./m²)	36	81	144	225	Mean	L.S.D. 5%	L.S.D. 1%
Mean	74.47	79.89	82.82	93.10	82.57	2.006	2.72
Period	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	Mean	L.S.D. 5%	L.S.D. 1%
Mean	108.23	79.42	91.06	72.77	61.37	82.57	2.26	2.98

Table 2. Analysis of variance for species leaf area (SLA=F/F)

Factor	Block	Relative light intensity	Error(a)	Main plot	Density	Relative light intensity × Density	Error(b)	Split plot
df	2	3	6	11	3	9	24	36
MS	16.5899^{ns}	15829.8917****	36.9859		3672.5458****	289.0079****	28.3397	
ρ	0.02	28.48	0.24		6.57	1.41	29.31	

Factor	period	Relative light intensity × period	Density × period	Relative light intensity × Density × period	Error(c)	Error Total	Split-Split plot	Total
df	4	12	12	36	128			239
MS	15432.0545****	1695.0545	1393.7003****	285.8384****	31.1883			
ρ	37.03	6.74	9.83	5.51	25.10			

*: Significant at 10% level, **: Significant at 5% level, ***: Significant at 1% level ns: Not significant, ****: Significant at 0.5% level df: degree of freedom MS: Mean square

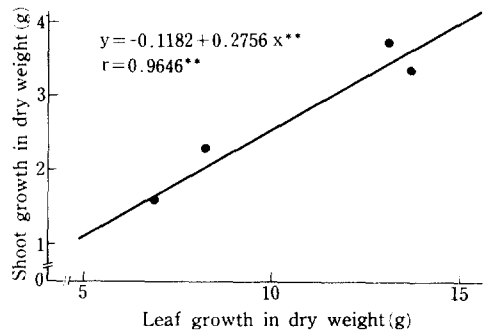

Fig. 3. Relationship between leaf growth and shoot growth in dry weight under shading treatment.

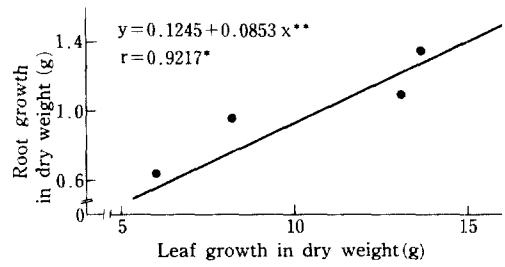

Fig. 4. Relationship between leaf growth and root growth in dry weight under shading treatment

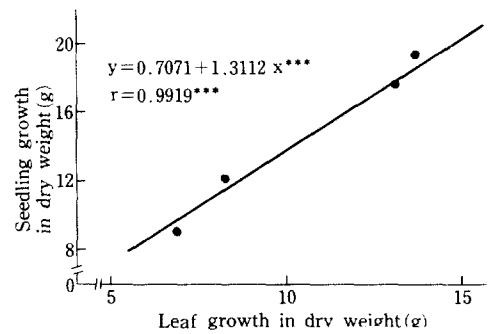

Fig. 5. Relationship between leaf growth and seedling growth in dry weight under shading treatment

正의 相關으로 試驗IV에서의 光度 前 處理와 비슷한 傾向을 나타냈다.[9,10]

植栽密度別 葉 乾重 生長과 他 器官 生長과의 相關을 檢討하였던 바 地上部 乾重과 苗長 生長에 있어서는 葉 乾重과 2次 曲線回歸 關係에 있음을 알 수 있었고(Table 3), 地下部 乾重과 苗 乾重에 있어서는 葉 乾重과 直線 回歸[7] 關係에 있었다(Fig. 7, 8). 다만 葉 乾重과 苗徑 間에는 有意性은 없었으나 指數曲線的 變化 傾向을 보였다(Fig. 9).

Table. 3. Relations between dry weight of needle leaves and other organ growth

Relative light intensity (R.L.I)	Needle Leaves Dry Weight/Shoot Dry Weight	$r = 0.9646^{**}$	$y = -0.1182 + 0.2756x^{**}$
	Needle Leaves Dry Weight/Root Dry Weight	$r = 0.9217^{*}$	$y = 0.1245 + 0.0853x^{**}$
	Needle Leaves Dry Weight/Seedling Dry Weight	$r = 0.9919^{***}$	$y = 0.7071 + 1.3112x^{***}$
	Needle Leaves Dry Weight/Seedling Length	$R^2 = 0.9841$	$y = -130.4375 + 30.9915x - 1.4166x^2$
	Needle Leaves Dry Weight/Seedling Diameter	$r = 0.9168^{*}$	$y = 0.3369 - 0.0757x$
Density	Needle Leaves Dry Weight/Shoot Dry Weight	$R^2 = 0.9990$	$y = -0.5032 + 0.5183x - 0.0187x$
	Needle Leaves Dry Weight/Root Dry Weight	$r = 0.9700^{**}$	$y = 0.4413 + 0.0549x^{**}$
	Needle Leaves Dry Weight/Seedling Dry Weight	$r = 0.9998^{****}$	$y = 2.7431 + 1.1168x^{****}$
	Needle Leaves Dry Weight/Seedling Length	$R^2 = 0.9577$	$y = 4.0577 + 4.9144x - 0.2608x^2$
	Needle Leaves Dry Weight/Seedling Diameter	$r = 0.9121^{*}$	$\log_e y = -0.9966 + 0.1034x$

* : Significant at 10% level *** : Significant at 1% level
** : Significant at 5% level **** : Significant at 0.5% level

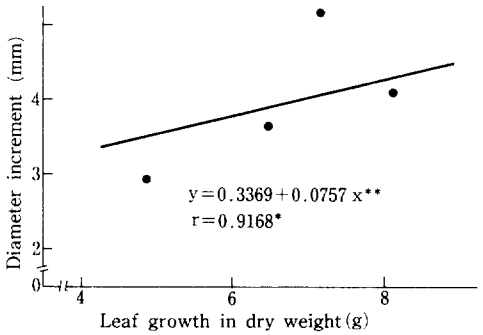

Fig. 6. Relationship between leaf growth in dry weight and diameter increment under shading treatment

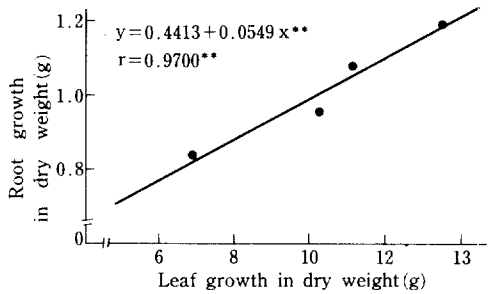

Fig. 7. Relationship between leaf growth and root growth in dry weight under different density

(3) 葉 面積과 他 器官 生長과의 關係

被陰處理 別 葉面積 生長과 他 器官 生長과의 關係를 보면 葉面積과 苗長 間에는 2次 回歸가 認定 되었다(Table 4). 葉面積과 地上部 乾重 및 葉面積과 苗 乾重 間에는 指數曲線 回歸를 認定할 수 있었고, 葉面積과 苗徑 間에는 有意性은 없었으나 代表曲線的 變化 傾向을 보였었다(Fig. 10, 11, 12). 다음은 植栽密度別 葉面積 生長과 他

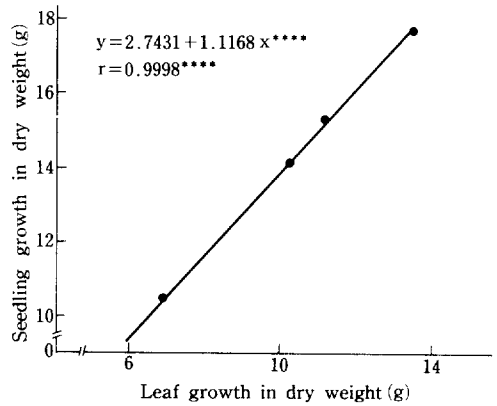

Fig. 8. Relationship between leaf growth and seedling growth in dry weight under different density

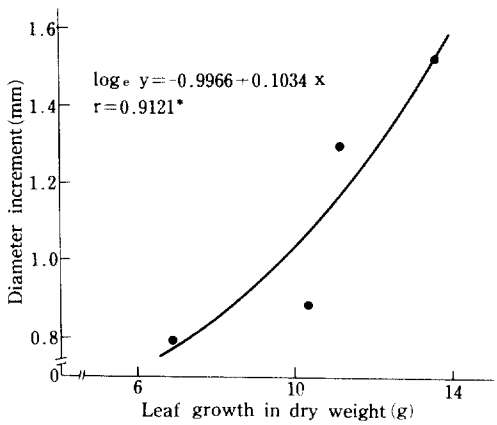

Fig. 9. Relationship between leaf growth in dry weight and diameter increment under different density

生長 間에 있어서 葉面積과 苗長 및 苗徑 間에는 2次回歸 關係를 認定할 수 있었고, 葉面積과 地上部의 乾重量 生長 間에는 指數曲線的 回歸關係,

Table 4. Relations between growth of needle area and another orgen growth

Relative light intensity (R.L.I)	Needle Area/Shoot Dry Weight	$r = 0.9950^{***}$	$y = -6.3956 + 0.0099\ x^{****}$
	Needle Area/Root Dry Weight	$r = 0.9074^{*}$	$y = 0.3107 + 0.0014x^{***}$
	Needle Area/Seedling Dry Weight	$r = 0.9735^{**}$	$y = -27.0365 + 0.0468x^{***}$
	Needle Area/Seedling Length	$R^2 = 0.9697$	$y = -450.0889 + 0.9805x - 0.0005x^2$
	Needle Area/Seedling Diameter	$r = 0.9345^{NS}$	$y = -15.4771 + 2.4325 \log_e x$
Density	Needle Area/Shoot Dry Weight	$r = 0.9774^{**}$	$y = -19.7245 + 3.2950 \log_e x$
	Needle Area/Root Dry Weight	$r = 0.9830^{**}$	$y = -0.3107 + 0.0014\ x^{**}$
	Needle Area/Seedling Dry Weight	$r = 0.9900^{***}$	$y = -11.9369 + 0.0285\ x^{***}$
	Needle Area/Seedling Length	$R^2 = 0.9981$	$y = 142.4368 + 0.3836\ x - 0.0002x^2$
	Needle Area/Seedling Diameter	$R^2 = 0.9776$	$y = -10.7164 - 0.0246x + 0.00002\ x^2$

* : Significant at 10% level *** : Significant at 1% level NS : Not significant
** : Significant at 5% level **** : Significant at 0.5% level

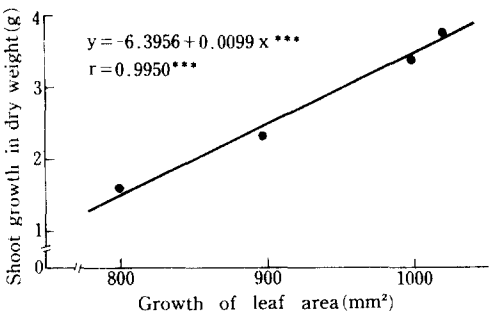

Fig. 10. Relationship between growth of leaf area and shoot growth in dry weight under differnt shading

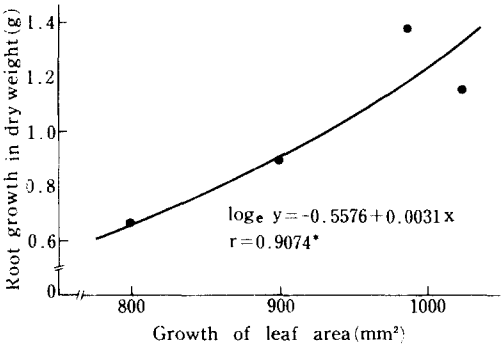

Fig. 11. Relationship between growth of leaf area and root growth in dry weight under different shading

그리고 葉面積과 地下部 乾重 및 苗 乾重 間에는 直線回歸 關係를 認定할 수 있었으나 生長의 種類에 따라 그 樣相이 다름을 알 수 있었다(Fig. 13, 14, 15). 結局 이러한 樣相은 苗木의 全 生長에 對한 光의 影響이 높았던 것으로 判斷된다. 또한 苗木의 個體重, 葉面積, 葉重 等은 被陰에 依해 억제되며 葉面積 生長은 弱度의 庇陰下에서 良好하였고[6], 庇陰이 强한 만큼 잎과 줄기의 乾重量 生

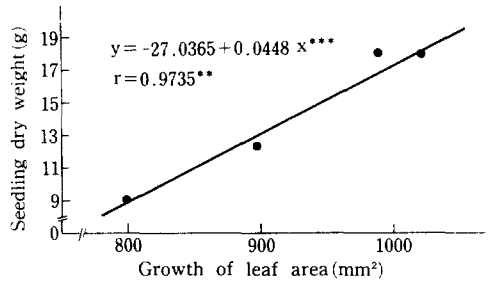

Fig. 12. Relationship between growth of leaf area and seedling growth in dry weight under different shading

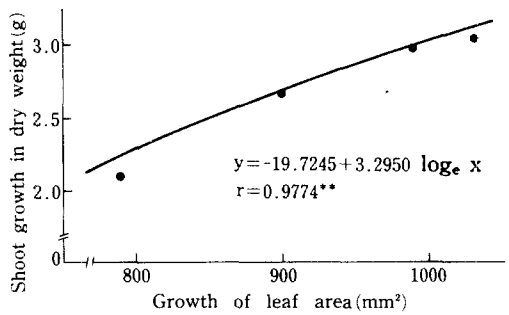

Fig. 13. Relationship between growth of leaf area and shoot dry weight in different density

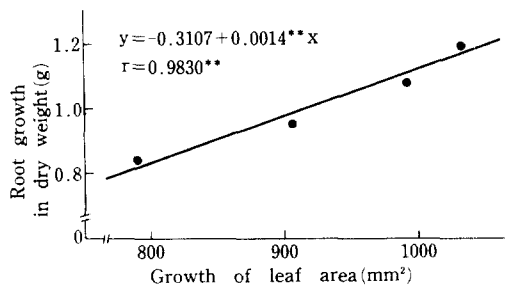

Fig. 14. Relationship between growth of leaf area and root dry weight in different density

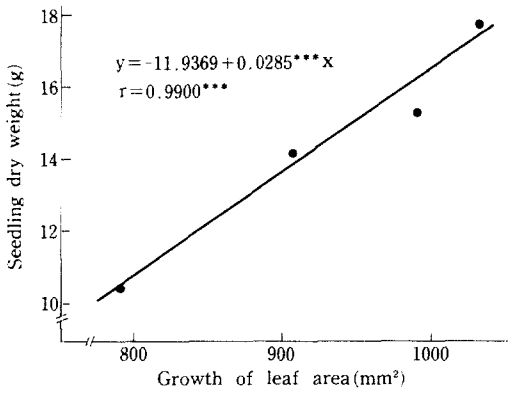

Fig. 15. Realtionship between growth of leaf area and seedling dry weight in different density

長은 減少하는 傾向이었다. 따라서 庇陰이 强해지는만큼 陰葉化가 强하게 되고 葉이 얇아져 單位重量當 葉面積이 增加[12,13]한다는 것을 認識할 수 있었다.

結 論

移植床에서 光度와 植栽密度를 各各 달리하여 生育시킨 잣나무 苗(2-2)의 生長關係를 比較 分析하기 爲한 硏究의 一環으로 苗木의 葉 生長과 他器官에 對한 生長關係를 調査한 結果는 다음과 같았다.

1. 葉面積比($\bar{F}/F$)의 變化는 光度處理의 경우 光度가 높을수록 $\bar{F}/F$値가 代表曲線的으로 減少하였으며, 植栽密度 處理의 경우는 密度가 增加함에 따라 指數曲線的으로 增加 하였다. 光度(x)와 $\bar{F}/F$(y)値 間에는 負의 相關이 認定되었고 이들 間에는 $y=168.6425-22.4972\log x$의 關係式을, 그리고 植栽密度(x)와 $\bar{F}/F$(y)値 間에는 正의 相關關係에 $y=71.1449+0.0940x$의 直線回歸關係였다.

2. 葉 乾重量과 他 器官 生長과의 關係는 光度處理의 경우 葉 乾重量과 苗長 間에만 2次回歸 關係에 있었고 그외의 他 器官(地上部, 地下部, 苗木等의 乾重 및 苗長, 苗徑) 生長 間에는 直線回歸關係에 있었다. 그리고 植栽密度의 경우 葉 乾重量과 地上部 乾重 及 苗長 間에는 2次 曲線回歸關係, 地下部 乾重 及 苗 乾重 間에는 直線回歸關係에 있었으며 苗徑 間에는 指數曲線的 關係를 나타내었다.

3. 葉面積과 他 器官 生長과의 關係는 光度處理의 경우 葉面積과 苗長 間에 2次回歸 關係가 認定되었으며, 地上部 乾重과 葉面積, 그리고 苗乾重, 苗徑 等과의 代數曲線的 關係를 나타냈다. 植栽密度 處理의 경우는 葉面積과 苗長 및 苗徑 間에 2次回歸 關係가 認定되었으며, 地上部 乾重과는 指數曲線的 回歸關係, 그리고 地下部 乾重及 苗乾重과는 直線回歸 關係에 있었다.

引 用 文 獻

1. 荒木眞之. 1967. シラベの 葉面積/葉重比と照度の關係. 78回 日本 林學會 講演集 102-104.
2. 荒木眞之, 木村則之. 1968. カラマツの 葉面積/葉重比と照度, 密度, 施肥の關係. 日本 林學會誌 50 : 244-245.
3. 荒木眞之. 1971. 林木 の SLA に關する硏究(I). カラマツの葉 の SLA と 照度 季節 施肥 の關係. 日本 林學會誌 54(6) : 359-367.
4. _____. 1972. 林木 の SLAに關する硏究(II). シラカンバ 模型林 における葉 の 比面積 と 季節, 庇陰關係. 日本林學會誌 54(6) : 184-191.
5. _____. 1973. 庇陰林分 の 葉量. 日本林學會誌 55(10) : 296-300.
6. Toshio, H. and M. Monsi. 1963. Physiological and ecological analysis of shade tolerance of plants. Bot. Mag. Tokyo. 76 : 121-129.
7. _____, _____. 1966. Dry matter economy of *Helianthus annus* communities growth at varying densities and light intensities. Jour. Fac. Sci. Univ. Tokyo. 9(8) : 242-285.
8. Blackman, G.E. 1956. Influence of light and temperature on leaf growth. *In* The Growth of Leaves. F.L. Milthorpe. ed. Butterworth, London.
9. Blackman, G.E. and G.L. Wilson. 1951. Physiological and ecological studies in the analysis of phant environment VII. An analysis of the defferential effects of light intensity on the net assimilation rate, leaf-area ratio, and

relative growth rate of different species. Ibid : 373.

10. Clock Shull, K.E. 1966. Effects of night break treatment on leaf area and dry weight in *Callistephus chinensis*. Anals of Botany, N.S. 30(12) : 791-806.

11. 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.

12. _____, _____. 1964. アキニレの庇陰効果について. 第75回 日本林學會講演集.

13. _____, _____. 1965. 陽光量と 樹木の 生育に 關する硏究(I). 2.3の葉樹苗木 庇陰効果について. 日本林學會誌 47(I) : 9-16.

14. _____, _____. 1965. トウネスミモチの 庇陰効果について 第76回日本林學會 講演集 : 167-171.

15. _____, _____. 1967. 種々の光のもとにおけるアカマツ苗の生長について 第78回 日本 林學會 講演集 : 98-100.

16. 光木良也, 四手綱英. 1960. 森林の 生産構造に關する硏究(I). アキニル稚樹林における葉量の 時期的 變化とその乾物生産. 日本林學會誌 42(12) : 427-434.

17. _____, _____. 1961. 森林の生産構造に關する硏究(II), シラカンバ 幼令林における現存量の推定と 生産力について苦干の解析, 日本 林學會誌 43(I) : 19-26.

18. Tadarki, Y. 1970. Studies on the production structure of forest(XVII). Vertical change of specific leaf area in forest canopy. J. Jap. For. Soc. 52 : 263-268.

19. Gregory, F.G. 1921. General aspects of growth. Pages 3-17 *in* the Growth of Leaves. F.L. Milthorpe. ed. Butterworths Scientific Publications, London.

20. Watson, D.J. 1952. Leaf growth in relation of crop yield. Pages 178-191 *in* The Growth of leaves, F.L. Milthorpe. ed. Butterworth Scientific Publications, London.

21. _____. 1952. Climate, Weather and plant yield. Pages 337-350 *in* Environomental Control of Plant Growth L.T. Evans. ed. Academic Press Inc., New Yrok and London.