

## 林木成長量의 早期推定에 關한 研究\*1

任慶彬\*2 · 李麗夏\*3 · 權琦遠\*2 · 金眞水\*2

### Juvenile-Mature Correlation of the Tree Growth\*1

Kyong Bin Yim,\*2 Yo Ha Lee,\*3 Ki Won Kwon,\*2 and Zin Suh Kim\*2

The workers involved in breeding the growth of forest trees as well as in the efficiency of breeding work wish to find out the evidence that juvenile-mature correlations are high and that therefore early tests can be profitably employed in relation work.

Juvenile-mature correlation denotes in general sense the interdependence between qualitative or quantitative data collected at different intervals during the life cycle. The correlation can also be obtained through the stem analysis if there is the possibility of cutting sample trees needed amount. In the present study, the juvenile-mature correlation coefficients are calculated from the stem analysis data.

The every possible values of correlation coefficient between the 5-year age groups as to diameter, height, and volume growth of *Pinus koraiensis* S. et Z. and *Larix leptolepis* Gord. grown in the middle district of Korea were calculated.

All the sample trees were cut from the man-made plantations. The correlation coefficients are presented in tables and figures.

In *Pinus koraiensis* S. et Z., the values of correlation coefficient between the successive age groups of height growth are lower in general than those values pertaining to diameter growth. This tendencies are indifferent to site quality.

In *Larix leptolepis* Gord., the values were lower than these of *Pinus koraiensis* S. et Z.

In any species and characteristics studied, the implications that at least 15 years growth character are related to 35 or 40 years size with reliability could be deduced. Through the relative ranking studies of diameter, height and volume growth of *Larix leptolepis* Gord., the large varieties among individual trees are appeared during 5-year to 35 year old.

正常的으로 生長하고 있는 임분에서 試料個體를 얻어 樹幹析解를 하여 각종 成長因子에 대한 時系列的인 分析을 하였다.

이것은 主로 年次相關의 係數로 計算分析되었다.

이것은 初期成長量과 成熟期の 成長量과의 統計學的인 相關을 보는 것이나 이상의 분석을 통해서 成熟期の 成長量을 推定할 수 있는 가장 어린 時期의 年齡을 究明해 본다.

- (1) 잣나무에 있어서 樹高, 直徑 그리고 材積의 年次別相關係數의 變動을 分析한 結果 樹高는 直徑의 그것보다 더 낮은 값의 係數를 보였다.
- (2) 이와같은 傾向은 地位에 관계할 것 없이 나타났다. 그러나 地位가 낮으면 相關係數의 값은 더 큰 것으로 나타났다. 이것은 地力이 오히려 낮을때 幼老의 상관이 더 높다는 것을 말해준다.
- (3) 잣나무에 있어서 材積에 대한 年次別相關을 보면 相關係數가 0.70이상으로 나타났는데 이것은 한 집단내의 개체군에 대하여 얻어진 값이다
- (4) 낙엽송의 경우는 잣나무의 그것에 비교하여서 相關係數의 값이 더 작은 것으로 나타

\*1 Received for Publication on March 11, 1976.

\*2 서울大學校 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University

\*3 建國大學校 農科大學 College of Agriculture, Kun Kook University

- 났다. 이것은 年齡으로 말할 때 낙엽송이 잣나무보다 早期推定이 더 힘들다는 것이 된다.
- (5) 낙엽송의 直徑, 樹高 그리고 材積의 成長에 있어서 19個體의 順位變動을 보면 그 形質에 따라 그 內容이 크게 다르게 나타난다. 대체로 어릴 때 작은 個體는 커서도 작은 것으로 되고 큰 個體는 큰 것으로 되는 경향은 있으나 어떠한 特定의 個體를 대상으로 할 때에는 그 成長의 行동을 예측하기 어려운 點을 지니고 있다. 그래서 이 點을 留意할 必要가 있다.
- (6) 잣나무와 낙엽송의 경우 모두(그 形質이 樹高이든 直徑이든 또는 材積이든간에) 15년 生程度가 되면 그 때의 生長量으로 장차의 生長量을 推定할 수 있을 것으로 보았다.

## 結 論

林木育種이 일반 農作物의 育種과 그 特性을 크게 다르게 하는 것은 식재된 이후 수확이 될 때까지 긴 세월을 요한다는데 있다.

이것이 林木育種의 隘路點을 던져 주고 있다. 이것을 克服한다는 것은 林木育種의 結果를 더욱 正確하게 할 수 있다는 것이 되고 동시에 經費의 節約이 해결될 수 있다.

50年만에 代探利用되는 林木이라면 50年뒤의 結果를 보고서 育種의 成果를 判斷하는 것이 가장 正當한 일 이겠으나 우리는 어떠한 手段을 講究하여서 이것이 더 일찍이 해결되기를 바라는 것이다.

林木의 成長은 이와같은 長期性 이 외에도 polygene의 形質이라는 點과 그리고 環境變異가 큰 林地에 自然狀態로 放置되는 까닭에 매우 어려운 問題로 되어 있다. 이와 아울러 育林의 技術 中에서도 密度調節이 어떻게 되었는가 또는 施肥의 狀態등 우리가 考慮할 點이 적지 않다.

本 研究에 있어서는 林木育種의 結果의 判斷을 앞당겨서 할 수 있는 可能性을 모색해서 위에 말한 것과 같은 育種의 效率 그 中에도 經費의 節約 같은 것을 究明하기로 한 것이다.

本 研究는 科學技術處의 學術研究助成費에 依한 研究임을 알린다.

## 研 究 史

원래 林木의 成長은 生産性을 뜻하는 것이고 이와 같은 生産性은 林木이 지니고 있는 素質의인 것과 林地의 地力에 關連되는 生産性 두가지의 函數로서 말할 수 있다. 그 위에 하나 더 附加한다면 그것은 育林의 技術이라 할 수 있다.

그런데 이때까지 林地의 生産性은 사실 수목이 내포하고 있는 遺傳的인 것까지 그 안에 걸드려 있었다.

즉 地位로 정의되는 環境因子의 綜合은 地力 그것을

評價하는 것이었으나 그 안에는 遺傳的인 것까지 不知識問에 包含되어 있었다는 것이다. 同一 樹種(더욱 정밀하게는 桴桴으로 말하는 것이 좋다)을 가지고 地力의 差異를 따진다면 모르지만 이때까지의 地力의 평가는 遺傳性과 環境의 相互作用을 考慮에 넣지 않고 있었던 것은 사실이다.

地位指數(site index)의 개념은 基本年齡(base age)을 가지고 그 이후에 나타날 生産性의 豫測을 하고 또 어떤 年度의 生産性을 基本年齡의 生産指數에 關係시키는 것인데 여기에 사실 問題點이 있다. 어떤 基準年度의 生産性을 가지고 그 이후에 나타날 미래의 生産性을 關連시킨다는 것은 本 研究에 있어서 究明하고저 하는 것과 一脈相通하는 點이 있다.

이 方面의 關心으로서 種子의 크기(또는 무게)와 그것에서 由來하는 苗木의 크기의 關係가 研究된 바 있고 大苗 또는 巨大苗(super seedlings)의 成長이 그 뒤에 까지 影響하는 內容도 究明되고 있다.

球果의 크기도 種子의 發芽와 어떤 關係가 있는지 研究된 바 있다. Morikawa(1930)등은 소나무와 海松에 있어서 또 Karino(1937)는 소나무의 種子의 크기와 苗木의 生長과의 關係를 檢討하고 產地間 및 種子의 크기 사이에 有意差가 있음을 보고하고 種子의 크기에 의한 차이는 產地에 의한 것이 아니라는 것도 말하고 있다. Miyake(1956)등은 海松에 있어서 種子의 무게와 苗木의 生長과의 關係를 檢討하고 그 결과 種자가 크면 苗木의 生長도 良好하였다고 보고하고 있다. Akashi(1967, 1969)도 海松의 種子에 대한 研究를 하고 種子의 크기와 苗木의 成長과의 關係는 母樹에 따라 다르다고 보고 하였다.

Okada등(1973)은 소나무의 種子를 母樹別로 測定하고 그 種자가 어떻게 發芽하며 苗木의 生長이 어떻게 되어가는가를 3년간에 걸쳐 測定하고 있다. 그 結果는 매우 注目을 끄는 것으로 種子의 무게와 苗木의 生長 相關을 보면 母樹에 따라 그 相關에 差異가 있다. 그리고 苗木의 年齡에 따라 그 相關의 高低에 差異가 있다.

苗木高와의 相關을 보더라도 母樹에 따른 差異가 있었다. 그리고 種子의 무게와 苗木의 成長과의 相關에 있어서는 1年生일때 가장 높고 2年生, 3년생으로 되는데 따라서 相關의 程度가 낮아지고 있다. 즉 苗木의 生長에 미치는 種子의 무게의 影響은 대체로 2년생까지가 限界라고 보고하고 있다. 즉 3년생이 되면 相關이 없어지고 오히려 母樹에 의한 關係의 有無가 크게 다르게 된다고 했다.

Okada 등은 또한 落葉松과 이깔나무 生長의 年次相關을 조사하고 있다.

그의 結果중 1년생의 生長은 그 이후의 生長과 극히 相關이 낮고(直徑生長의 總生長을 기준으로 하여서) 10년생이 되면 各 樹齡의 成長과 負의 相關關係가 있음을 보고 하고 있다. 그 이후 樹齡이 增加함에 따라 점점 年次相關이 높아지고 약 15~20년생이 되면 伐期(44년생)와 相關係數가 0.5보다 더 크게 되고 20년생이 지나면 伐期와의 相關이 急激히 增加함을 보고 하고 있다.

즉 이러한 事實은 幼苗期의 直徑과 伐期의 直徑과의 相關이 逆關係에 있음을 말하는 것이고 幼苗期의 生長으로서 그 이후의 生長을 推定함이 매우 어렵다는 것을 보여주고 있다.

Sziklai(1974)는 林木成長의 幼老相關(Juvenile-mature correlation)을 研究하고 그 重要性을 보고하고 있다.

그는 言及하기를 林木育種에 있어서 특히 그러한 것이지만 壽命이 긴 生物에 있어서는 이와같은 幼老相關의 情報가 대단히 必要하다고 指摘하고 林木에 대한 이 方面의 研究가 아직 充分하지 못하여서 答과 人類遺傳에 關聯시켜 言及하고 있다. 그는 이러한 幼老相關이 闡明되자면 먼저 遺傳變異의 樣式, 遺傳의 樣式 그리고 各 形質에 대한 遺傳力의 내용이 밝혀져야 한다고 力說하고 있다.

즉 遺傳變異의 程度의 變化는 生涯를 통하여서 불배 胚段階, 初幼段階(prejuvenile stage), 幼幼段階(juvenile stage), 稚苗段階(reproductive stage) 그리고 過熟段階(overmature stage)에 따라 다르게 될 可能性이 있다고 말하고 各 形質에 대한 이러한 內容이 究明된다는 것은 林木育種에 寄與하는 바가 클 것이라고 報告하고 있다.

Giertych(1974)는 유럽적송(*Pinus sylvestris* L.)의 生長에 있어서 年次相關을 研究하고 種子의 크기는 그 이후 16년생의 나무의 크기와 相關이 있다고 말하고 있다. 이것은 Okada 등(1974)의 研究結果와는 크게 그 內容을 다르게 하는 것으로 注目이 된다. 그러나 이러한 相關도 그 이후에 가면 그 相關이 消失되고 단다고 했

다. 그 뿐만 아니라 59년생의 것을 가지고 말하면 產地에 따라 한결같지는 않으나 逆의 相關이 成立되는 일 이 있다고 指摘하고 있다.

그래서 幼老相關을 말할 때 次代檢定の 값을 가지고 外挿法(extrapolation)으로 推定한다는 것은 危險性을 內包하고 있다고 말했다.

Steinhoff(1974)는 폰테로사소나무와 western white pine의 生長에 있어서의 幼老相關을 보고하고 있다. 즉 幼老相關係數를 가지고 따지면 15~20년생의 次代檢定 結果로서는 그 推定の 信賴性이 낮을 것이라고 지적하고 다만 不良產地나 不良個體를 淘汰하고서 할 때에는 약 10년생의 것으로도 시작할 수 있다고 지적하고 있다. Nanson(1970)은 材木에 있어서는 일반적으로 10년 또는 그 이상되어야 伐期와의 좋은 相關을 期待할 수 있다고 하였으며 또한 Squillace(1974) 등은 slash pine의 줄기成長과 樹脂生産量에 對한 幼老相關에서 25년생과 3년생間에는 낮은 相關程度를 보이지만 3년이 지나면서 그 相關係數의 값은 급히 增加하는 것을 調査報告하였다.

## 材料 및 方法

本 研究에 있어서는 잣나무(*Pinus koraiensis* S. et Z.)와 낙엽송(*Larix leptolepis* Gord.)의 두가지 樹種에 대하여 그 幼老相關을 究明하기로 하였다.

잣나무의 試料木은 京畿道 加平郡 外西面 大成里에서 57株를 얻었는데 그중 27株는 立地條件이 좋은 곳에서(A區로 稱함) 그리고 나머지 30株는 立地條件이 中인 곳에서(B區로 稱함) 얻었다.

낙엽송은 忠淸北道 中原郡 上毛面 안보리에 6株 그리고 光陵 直洞에서 4株 그리고 나머지는 提川郡 白雲面 현등과 榛接面 부평리에서 얻어 총 19株를 試料木으로 使用하였다.

試料木을 伐採하여서(伐採位置는 地表面에서 20cm높이 되는곳) Huber의 區分求積法을 適用할 수 있도록 10板을 採取하고 반경에 있어서 4方向으로 直徑成長量을 精確히 測定하여 樹幹析解圖를 作成하였다.

이 때 樹幹析解圖의 作成과 그 要領은 一般法에 準하였다. 그리고 胸高直徑과 全樹高를 測定하여서 梢頭部의 材積計算에 지장이 없게 하였다.

樹幹析解圖에 의해서 5년, 10년, 15년 등 5년을 간격으로 한 齡階別의 直徑成長量과 樹高成長量을 計算하였고 이에 따른 斷面積과 幹材積을 計算하였다.

樹種別로 5년생의 成長量과 가령 35년생의 成長量사이의 相關係數를 計算하고 그 다음 10년생의 生長량과

35년생의 生長量과의 相關係數 또는 5년생과 10년생의 사이 등 모든 可能한 齡階間의 相關係數를 計算하였다. 이것을 토대로 하여서 各種 分析을 실시하고 幼老相關의 內容을 推理 檢討하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 잣나무에 대한 結果 및 考察

1. 잣나무(A區)의 樹高 및 直徑成長의 年次別相關地位가 上으로 판단되는 곳에서 採取한 27株의 잣나무에 대한 齡階 사이의 相關을 다음 그림 1에 提供한다. 그때 樹高와 直徑에 대한 것을 따로 보인다.

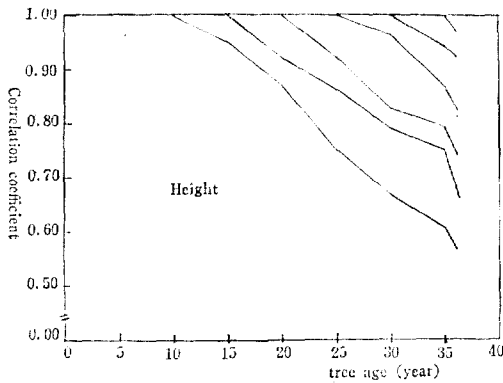


그림 1에서 알 수 있는 것은 樹高에 있어서 10년생의 樹高를 基準으로 하여서 15년생, 20년생, 25년생... 등의 것과 相關係數를 구한 것을 보면 0.96에서 점점 下降을 하여서 35년생에 이르러 0.56이란 값에 이르고 있다. 그 下降의 傾向을 보면 初期에 있어서는 徐徐히 내려가고 뒤에가서 더 급하게 줄어들고 있고 30년 이후에 가서 다시 緩慢한 감소를 보이고 있으나 대체로는 直線的인 下降을 보이고 있다.

다음 15년생을 基準으로 할 때에는 대체로 10년생의 그것과 平行하면서 下降하고 있고 20년생을 基準으로 한 선은 더 급한 下降의 傾斜를 보이고 있다.

25년생을 基準으로 할 때에는 35년에 이르기까지 相

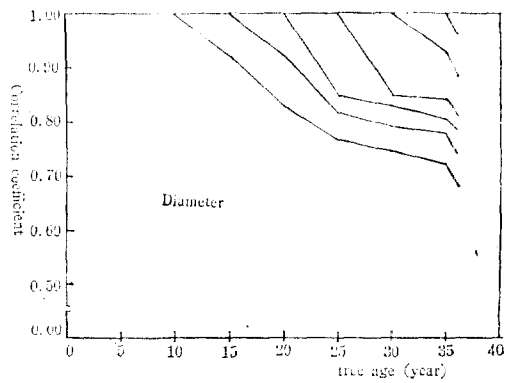


Fig. 1. Correlation of the height growth and the diameter growth of *Pinus koraiensis* trees by successive age groups.

Location: Kyong-Ki Do, Ka-Pyong Gun, Oe-Seo Myun, Tae-Sung Ri,  
Plot : A (Comparatively better site)

關係數가 약 0.80이상의 領域에 있어서 그 幼老相關이 대단히 높음을 알 수 있다.

以上은 樹高에 關聯된 것이었으나 다음 直徑을 가지고 볼때 이것은 樹高보다 훨씬 높은 相關을 보여주고 있다.

이것은 같은 試料木을 對象으로 하더라도 어떠한 形質을 가지고 따지느냐에 따라서 그 相關의 程度에 差異가 있다는 것을 指摘할 수 있다.

즉 10년생을 基準으로한 相關係數를 볼때 樹高에 있어서는 0.56까지 낮은 값에 이르고 있으나 直徑에 있어서는 0.72이상의 값에 머물러고 있어서 큰 對照를 이루고 있다. 그리고 어느 齡階를 基準으로 하더라도 그 減少率이 緩慢하다고 말할 수 있다. 이와 같이 본다면 樹高成長에 있어서는 伐期를 35년으로 假定할 때 10~15년생이면 상당히 높은 幼老關係를 말할 수 있으나 15년생이 더 높은 信賴性을 주는 것으로 해석된다. 그러나 直徑에 있어서는 10년생의 것으로도 極히 높

은 信賴性으로 相關지을 수 있다는 結論을 誘導케 한다.

#### 2. 잣나무(B區)의 樹高 및 直徑成長의 年次別相關

A區에 準해서 얻어진 齡階間의 相關을 그림 2에 提供하였다. 樹高와 直徑에 대한 것을 따로 보인다.

地位條件이 不良한 이곳의 幼老相關을 보면 A區의 그것과 傾向의 차이를 알 수 있다. 즉 A區에 있어서는 係數의 값이 더 낮고 B區의 그것은 A區에 比해서 더 높은 값을 보이고 있다.

가령 20년생을 基準으로 할때 35년생과의 相關係數가 A區에 있어서는 약 0.67이고 B區에 있어서는 0.79에 이르고 있어 0.12라는 큰 隔差를 보이고 있다. 그 뿐만 아니라 다른 齡階를 基準으로 하더라도 이와같은 傾向을 指摘할 수 있다.

그 以後에 대하여서는 解釋이 쉽지 않으나 結論적으로 地力이 좋을수록 잣나무에 있어서는(樹高를 對象으로 할때) 幼老相關을 더 일찍기 말하기 어렵다는 것이

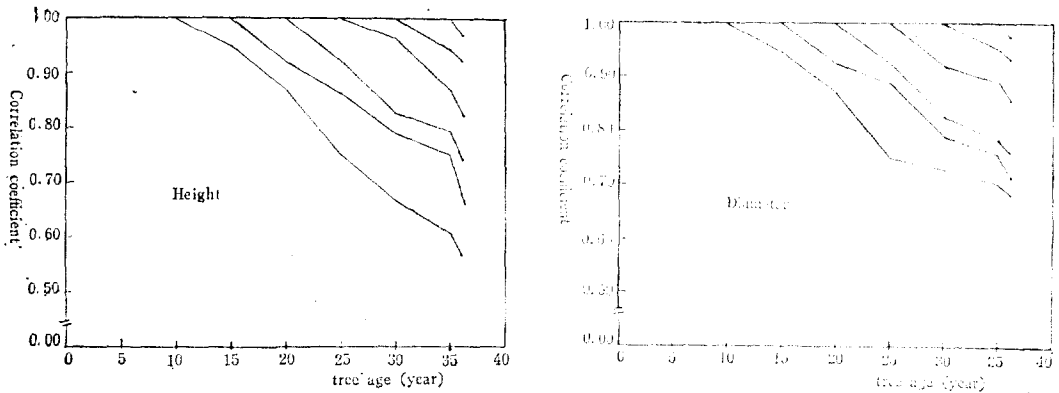


Fig. 2. Correlation of the height growth and the diameter growth (total growth) of *Pinus koraiensis* trees by successive age groups  
 Location: Kyong-Ki Do, Ka-Pyong Gun, Oe-Seo Myun, Tae-Sung Ri  
 Plot : B(Comparatively poor site)

된다.

樹高에 있어서는 이와같은 것을指摘할 수 있지만 直徑에 있어서는 그와 같은 것을 단정할 수 없다. 그림 1과 2를 비교해서 말할 때 대체로 相關係數 0.70 이상에 머물고 있는 까닭에 거의 유사한 경향으로 말할 수 있다.

表 1과 2에 直徑 및 樹高의 값을 齡階別로 또 個體別로 綜合한다.

3. 잣나무(A區)의 材積成長의 年次別相關

1項과 2項에 있어서는 樹高와 直徑에 대한 幼老相關을 分析한 結果의 提供이었으나 다음에는 材積總成長의 年次別의 相關係數를 計算하였다. 이곳에는 A區에 대한 것인데 材積은 直徑과 樹高의 函數로 되어 있어

서 궁극적으로는 材積의 內容이 결말로서의 뜻을 지닌다고 解釋할 수 있다.

計算의 結果를 그림 3에 보인다. 그림 3을 보면 年次相關을 잘 알 수 있다. 이 때에는 5년생의 것까지 提供되어 있다. 그런데 5년생의 경우는 相關係數의 減少曲線이 대단히 變異가 심하다는 것을 지적할 수 있다. 즉 20년과 25년생과의 相關이 떨어지는가 하면 30년과 35년생과는 더 높은 相關係數의 값을 보이고 있다는 것이다.

이러한 것이 항상 어느 때나 觀察할 수 있는 것인지 단정은 어려우나 結論의으로 變異의 浮沈이 더 원저하다고 볼 수 있다.

10년생을 基準으로 할 경우는 거의 直線의으로 감소

Tab. 1. Amounts of the diameter growth and the height growth of *Pinus koraiensis* trees by successive age groups (Plot A: Comparatively better site)

Ind.No.	D.B.H. (cm)						Height (m)							
	10	15	20	25	30	35	(35)	10	15	20	25	30	35	(35)
1	4.4	11.0	16.6	22.6	28.4	31.8	33.4	2.4	4.0	6.5	9.9	11.5	12.5	12.6
2	5.2	13.2	22.4	27.4	31.4	34.4	24.8	2.9	5.3	8.1	10.3	11.9	12.2	12.4
3	10.6	15.4	20.4	30.0	34.0	37.0	37.4	3.8	5.8	8.8	10.3	13.1	16.6	16.7
4	5.0	13.4	22.4	27.6	31.2	33.4	33.8	2.9	5.3	8.6	9.8	9.9	10.1	10.2
5	9.0	16.4	23.4	27.8	32.2	35.0	36.6	4.7	8.2	11.7	13.8	14.7	15.4	15.5
6	7.2	13.8	21.0	27.6	33.2	36.0	37.2	3.2	5.8	8.1	9.9	11.3	11.7	11.8
7	8.0	16.0	21.6	27.8	32.2	35.8	36.6	4.9	8.2	11.5	13.6	15.0	15.6	15.9
8	7.0	12.6	17.6	21.8	25.4	28.8	30.0	3.2	5.3	7.2	9.4	10.4	10.7	10.8
9	8.2	16.2	21.8	25.0	31.2	36.2	37.2	3.1	5.5	7.9	10.0	11.3	11.7	11.8
10	5.0	12.2	19.2	24.0	28.6	33.8	35.6	2.6	4.0	6.4	9.7	11.5	12.5	12.6
11	5.4	12.4	18.6	22.0	26.2	29.8	31.2	2.8	6.0	9.1	10.9	11.7	12.7	12.7
12	7.3	13.5	20.7	25.5	29.8	34.1	35.7	3.6	6.2	8.4	11.3	12.0	12.8	13.0

**Tab. 2.** Amounts of the diameter growth and the height growth of *Pinus koraiensis* trees by successive age groups (Plot B:Comparatively poor site)

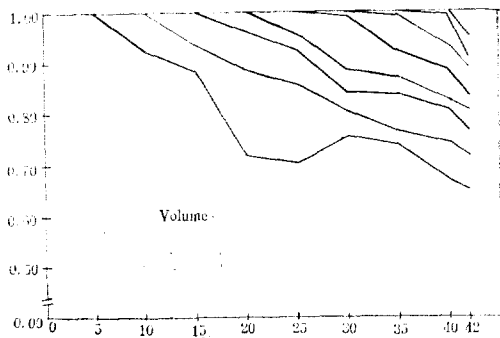
Ind. No.	D.B.H. (cm)							Height (m)						
	10	15	20	25	30	35	(35)	10	15	20	25	30	35	(35)
1	5.2	9.8	13.3	15.6	17.3	18.4	19.0	3.5	6.0	9.6	11.0	11.8	12.8	12.9
2	3.3	8.0	11.0	13.6	15.8	17.4	18.0	2.8	4.6	7.5	9.4	10.6	11.6	11.7
3	3.6	7.8	10.2	12.8	14.9	16.1	16.6	4.2	5.7	7.2	8.2	8.8	9.5	9.6
4	3.9	7.6	10.0	11.4	13.2	14.9	15.2	3.2	5.4	7.1	8.2	9.0	9.5	9.6
5	4.3	7.8	12.5	15.0	16.9	18.2	18.8	3.3	5.4	7.2	9.0	9.6	9.8	9.9
6	4.4	8.0	9.6	12.8	14.4	16.8	17.4	2.3	3.7	6.8	9.2	11.2	12.4	12.5
7	3.8	8.2	11.2	12.8	14.2	15.8	16.4	2.5	4.6	6.5	8.3	9.4	9.8	10.9
8	3.4	8.4	12.2	13.8	14.8	15.6	16.0	1.6	4.8	7.0	7.9	8.4	9.4	9.6
9	3.6	8.4	10.6	12.2	14.0	15.0	15.8	2.3	4.5	6.8	8.0	9.0	9.8	9.9
10	3.4	8.4	11.6	13.2	14.8	16.0	16.8	2.6	4.6	6.9	8.9	9.6	10.3	10.4
11	4.2	7.5	11.6	13.2	15.0	16.6	17.8	3.3	5.7	7.8	9.4	10.5	11.2	11.3
12	5.1	9.4	12.6	14.6	16.3	17.6	18.3	3.1	5.4	7.8	9.4	10.6	11.6	11.7

하고 있다.

10년생 이상이 되면 相關係數의 값이 40년생과의 사이에 있어서 0.70이상의 값을 유지하고 있어서 비교적 높은 信賴度를 보여주고 있다.

있다.

이것은 樹高生長을 가지고 그 경향을 지적한바 있다. 그리고 直徑으로서는 그 경향이 미약했다고 하였다. 이 때 材積을 가지고 分析하면 A區와 B區사이의 이



**Fig. 3.** Correlation of the volume growth (total growth) of *Pinus koraiensis* trees by successive age groups

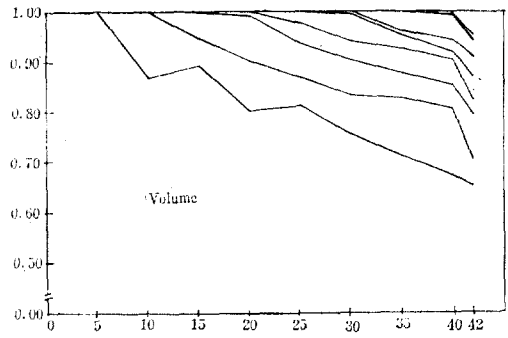
Location: Kyong-Ki Do, Ka-Pyong Gun, Oe-Seo Myun, Tae-Sung Ri

Plot : A(Comparatively better site)

**4. 잣나무(B區)의 材積成長의 年次別相關**

A區에 準하여서 B區에 대한 것을 그림 4에 보인다. 이 結果를 가지고 몇가지 事實을 考察할 수 있다.

그것은 첫째로 A區에 있어서의 그것과 같이 5년생을 基準으로 한 係數의 값은 더 높은 變異를 가지고 감소하고 있다는 것이다. 40년생까지를 계산의 最後階階로 볼 때 B區는 A區보다 다소 높은 係數의 값을 보이고



**Fig. 4.** Correlation of the volume growth (total growth) of *Pinus koraiensis* trees by successive age groups

Location: Kyong-Ki Do, Ka-Pyong Gun, Oe-Seo Myun, Tae-Sung Ri

Plot : B(Comparatively poor site)

러한 隔差의 程度가 樹高만은 못하고 直徑보다는 더 輕微하다는 것이다.

材積이 樹高와 直徑의 函數인 이상 이와같은 정도의 緩和는 타당한 것으로 수긍할 수 있다.

이와같이 材積成長을 가지고 말할 때에는 10년생이면 0.80이상의 係數의 값을 가지서 매우 좋은 早期推定이 이루어질 것으로 믿어진다.

## II. 落葉松에 대한 結果 및 考察

### 1. 落葉松의 樹高成長에 對한 年次別相關

落葉松의 試料木은 材料 및 方法을 說明하는 處에서 이미 言及한 것이지만 本 試料木은 各地에서 얻어진 것이다.

이것은 잣나무의 경우와 다른 점인데 이와같이 각처에서 얻어진 材料를 가지고 幼老相關이 分析되고 있는 것이다.

樹高에 대한 年次別 相關을 그림 5에 보인다.

落葉松의 경우는 잣나무의 경우와 달라서 5년생과 10

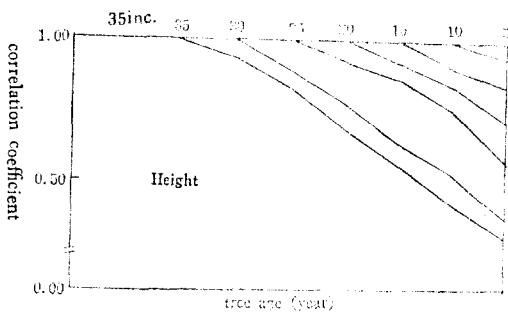


Fig. 5. Correlation of the height growth of *Larix leptolepis* trees by successive age groups

년생을 基準으로 해서 다른 齡階사이의 年次別相關係數를 計算하였을 경우 그 값이 더 낮은 값으로 나타나고 있다. 가령 35년생과 15년생의 사이를 보면 약 0.53의 값으로 되어 있음을 볼 수 있다.

또 35년생과 10년생의 사이는 약 0.39라는 相關係數가 나타나 있어서 잣나무에 비해 훨씬 낮은 값을 보여 주고 있다.

그리고 5년생부터 시작하는 相關係數曲線이 잣나무의 그것보다 浮沈이 작다는 것이다. 다음으로 25년생과 30년생을 基準으로 한 두 曲線 사이의 교차가 다른 齡階간의 그것에 비해서 더 넓게 나타나고 있음을 지적할 수 있다.

이에 對한 比較로 Squillace等(1974)이 本 研究와 같이 家系間에서의 slash pine의 分析結果를 보면 樹高生長의 相關이 3年對 25년이 0.00, 8年對 25년이 0.80, 14年對 25년이 0.96, 18年對 25년이 0.98로 나타나고 있다. 이는 本 研究에서 얻은 값에 비해 相關係數의 變異幅이 대단히 넓은 점이 注目할만한 差異라 볼 수 있다.

落葉松에 있어서는 19個體株의 年次에 따른 成長의 變動을 個體別로 分析해 보았다. 그 結果를 表 3과 그림 6에 보인다.

그림 6을 보면 이 內容을 잘 알 수 있다.

Tab. 3. Height growth of *Larix leptolepis* trees by successive age groups

age group ind. no.	5	10	15	20	25	30	35	(35)
1	1.2	6.2	9.2	11.7	14.2	16.4	18.2	19.2 39, 19.2(39)
2	1.9	7.2	10.2	13.6	15.7	17.8	19.2	20.6 40, 20.6(40)
3	1.9	7.2	11.2	14.6	17.5	19.2	20.9	21.9 40, 21.9(40)
4	1.9	7.2	12.2	15.2	17.2	19.2	20.2	21.2 40, 21.9 43, 21.9(43)
5	2.2	7.2	12.5	15.2	18.2	20.8	23.4	24.1 40, 24.2 43, 24.2(43)
6	2.2	8.2	12.5	15.7	18.5	20.2	21.5	22.7 39, 22.7(39)
7	2.5	9.2	13.7	16.2	18.6	20.8	22.0	23.1 40, 23.7 41, 23.7(41)
8	2.7	7.2	11.7	13.9	15.6	17.5	18.4	18.6 37, 18.6(37)
9	3.2	7.2	12.6	15.6	17.6	18.7	21.0	21.0
10	3.2	7.7	11.2	14.4	17.2	19.7	20.7	20.7
11	3.2	8.1	13.2	16.2	18.5	20.3	21.0	21.0
12	3.2	9.2	13.2	16.2	19.2	20.4	21.0	21.0
13	3.2	9.2	13.8	16.7	18.7	21.8	23.4	24.4 40, 24.8 41, 24.8(41)
14	3.2	9.9	14.5	17.2	18.8	20.5	22.1	23.4 40, 24.2 41, 24.2(41)
15	3.8	8.2	11.2	13.2	15.5	17.2	18.0	18.0
16	4.1	9.2	13.9	17.2	19.3	21.2	22.0	22.0
17	4.2	11.2	15.2	18.1	19.7	20.4	21.2	21.2
18	5.2	9.8	13.2	15.2	16.3	17.3	18.0	18.0
19	5.2	9.9	13.8	16.7	18.8	20.0	20.4	20.4 36, 20.4(36)

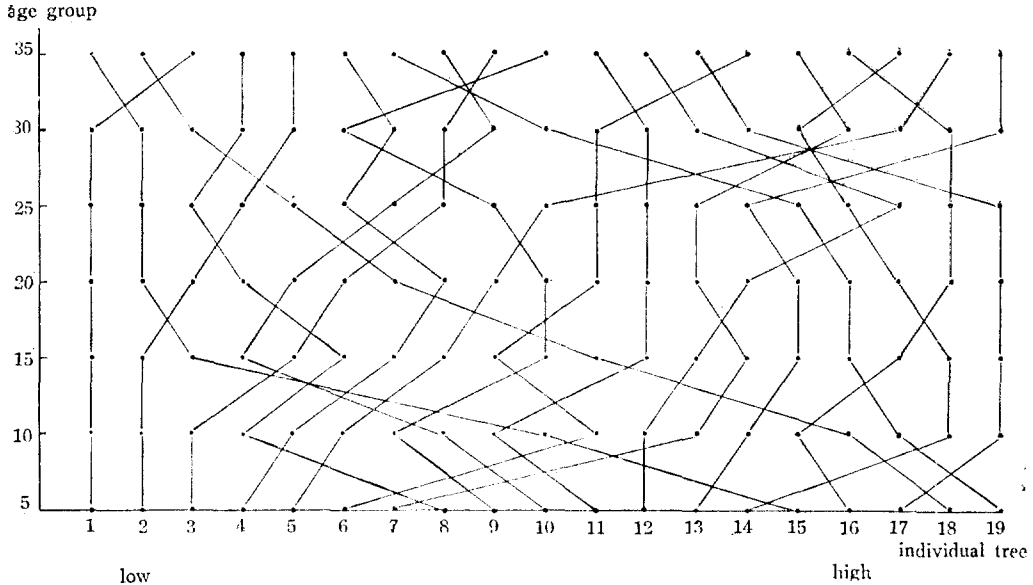


Fig. 6. Ranking of the height growth of individual *Larix leptolepis* tree by successive age groups

個體番號 1의 나무는 가장 작은 것에 해당하는데 30년생에 이르기까지 最下位를 유지하고 있다. 다시 말해서 極端하게 작은 나무는 끝내 작은 상태를 그대로 유지하고 있다는 것이다.

따라서 研究史에 있어서 지적한 바 있듯이 不良産地와 不良家系의 淘汰는 早期(가령 10년생) 부터 실시해도 무방한 가능성을 가지고 있다 했는데 이곳 落葉松의 경우도 그것을 지적할 可能性이 길다고 본다.

個體 2番도 15년생이 되기까지 2위를 그대로 유지하고 있고 35년생에 이르러 5위에 올라서고 있다. 그러나 여전히 초기의 生長不振이 그대로 계속되고 있음을 엿볼 수 있다.

個體 3番은 35년에 이르러 9위로 올라서고 있고 4番은 6위에 머물러서 生長이 부진하다.

여기에 있어 몇몇 個體는 대단히 特異한 生長過程을 밟고 있다.

가령 6번 個體는 5년생에서 10년생에 이르는 동안 비정상하게 旺盛한 生長을 보이고 그 이후로 沈滯해 있다가 35년생일때 14위로 올라서고 있다. 반면에 個體 18號는 5년생 그리고 10년생인 때에는 좋은 生長을 보이다가 35년생에서는 2位(낮은 값일수록 生長순위가 낮고 生長이 不良하다는 것을 뜻한다)로 내려가고 있다. 따라서 이와같은 個體는 樹高라는 形質을 對象으로 할 때 初期(5~10年)의 成長을 가지고서는 將來의 成長을 豫測하기가 極히 위험한 것이다. 個體 15番은 初期의 成長이 매우 優位에 있었는데 35년생에 이르러서는 最下位에 이르고 있다.

반대로 初期의 成長이 不良했으나 뒤에가서 비약적

인 成長을 보인 것에 個體 5號를 들 수 있다.

그림 6을 가지고 짐작할 수 있는 것은 5호, 6호, 7호, 13호, 15호, 18호, 19호 등의 個體는 順位の 교대가 심한 것이다.

이러한 個體는 어떤 시기에 있어서는 5년간을 간격으로 해서 生長의 變動이 심한 것으로 落葉松의 成長量(樹高) 早期推定이 쉽지 않다는 것을 알 수 있다.

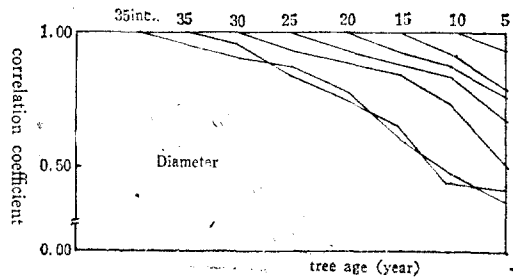


Fig. 7. Correlation of the diameter growth of *Larix leptolepis* trees by successive age groups

2. 落葉松의 直徑成長에 對한 年次別相關

앞에 있어서는 落葉松의 樹高生長에 대한 것이었으나 直徑成長에 대한 分析의 內容은 그림 7에 보인다. 樹高에 대한 것과(그림 5 참조) 달라서 35년생인 경우 樹皮를 넣었을 때와 넣지 않았을 때 두 曲線이 다소 중복이 되고 있다.

그리고 直徑의 경우 年次別의 相關係數가 약간 더 높은 경향이 있으나 잣나무의 그것보다는 정도가 미약하다.



그러나 slash pine에서 Squillace等(1974)의 結果를 보면 樹高生長과는 달리 直徑成長의 相關係數가 8年對 25年이 0.73, 14年對 25年이 0.79, 18年對 25年이 0.91로 樹高에 對한 相關程度보다 다소 낮은 값을 보여 本 研究結果와 다른 傾向을 띄는 점이 注目을 끈다.

30년생과 5년생 사이의 相關係數는 약 0.50으로 주어지고 있다.

이때에도 個體別의 生長의 行動을 追跡하기 위해서 그림 8에 順位의 變化를 보였다.

이것을 보면 그림 6과 對照할 때 매우 興味있는 그림이고 주요시 될 수 있는 內容을 지적할 수 있다. 그것은 그림 10에 보인 材積順位와 關聯시켜서 해석함이 더 타당한 論理를 展開케 한다.

그림 8에 있어서 個體 1號는 直徑으로 보아서는 35

Tab. 4. Diameter growth of *Larix leptolepis* trees by successive age groups.

age group	5	10	15	20	25	30	35	(35)
ind. no								
1	0.7	5.3	10.2	15.0	18.9	22.0	23.4	25.0
2	0.7	6.3	9.0	11.9	14.0	16.0	18.1	19.7
3	0.8	5.2	10.3	14.0	15.7	17.2	18.5	19.0 37, 20.1 (37)
4	1.0	5.9	11.9	16.2	20.3	23.2	25.8	26.8
5	1.3	7.6	12.7	16.4	19.5	21.0	22.6	24.2
6	1.6	7.7	13.0	15.8	18.6	20.9	24.1	24.9
7	1.9	7.0	10.8	13.9	15.8	17.6	19.7	20.4
8	1.9	7.8	10.8	13.5	15.3	17.0	18.2	18.6 40, 19.6 (40)
9	2.0	8.7	12.7	14.9	17.7	19.5	20.5	21.4
10	2.1	8.3	13.4	16.7	19.1	21.0	22.6	24.0
11	2.5	7.8	12.1	15.9	18.6	20.7	22.0	22.8 40, 24.3 (40)
12	2.5	8.1	12.1	14.1	15.7	17.2	18.3	19.5 40, 20.1 43, 20.8 (43)
13	2.8	6.3	8.5	11.4	14.3	16.8	18.9	20.0 39, 20.7 (39)
14	2.9	8.5	12.8	15.1	17.1	19.2	20.6	20.8 36, 22.4 (36)
15	3.1	9.3	14.2	17.5	20.5	22.8	24.6	26.5 40, 27.0 43, 28.5 (43)
16	3.8	9.3	13.6	17.1	19.6	21.3	22.5	23.2 39, 24.6 (39)
17	4.3	9.2	12.3	14.5	16.2	17.9	19.1	19.9 40, 20.1 41, 20.8 (41)
18	4.7	9.5	12.3	14.9	17.9	20.6	23.2	24.7 40, 24.9 41, 25.6 (41)
19	5.1	11.9	17.3	20.6	24.3	27.1	28.6	29.5 40, 29.7 41, 30.6 (41)

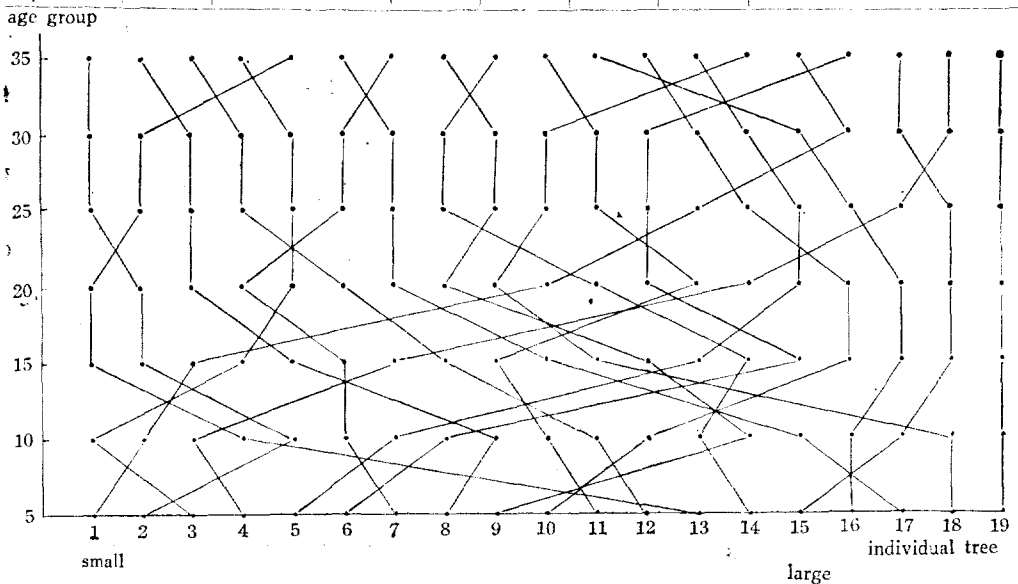


Fig. 8. Ranking of the diameter growth of individual *Larix leptolepis* tree by successive age groups

년생인 때 18位(대단히 우수한 成長過程)에 달하고 있고 材積으로 말하면 14위에 올라가고 있다. 그러나 樹高로 보아서는 3위라는 대단히 낮은 수준에 머무르고 있다. 이것은 個體 1號는 그간에 直徑成長은 잘해 왔으나 樹高成長은 미약하였고 直徑成長에 힘입어서 材積成長이 14위에 달했다는 것이 된다.

그리고 15號를 들어보면 樹高成長에 있어서는 最下位에 떨어지고 있지만 直徑成長은 18위로 올라가고 그影響을 받아서 材積成長이 대단히 잘 된 편이다.

그러나 17號의 경우를 보면 直徑成長이 下位로 떨어지고 반면에 樹高成長은 그렇지도 않다.

이와같이 나무는 個體에 따른 順位로 볼때 形質(直徑 樹高 그리고 材積등)에 따라 대단히 差異가 있음을 알 수 있다. 이러한 內容은 이곳 落葉松의 早期檢定을 더욱 어렵게 하는 것으로 짐작된다.

3. 落葉松의 材積成長에 對한 年次別相關

앞項에서 보인 內容을 材積을 基準으로 하여서 분석한 內容을 그림 9에 보인다.

그리고 個體別로 본 幹材積의 齡級別 수치를 表 5에 보인다.

表 5에 있어서 個體番號는 5년생일때의 材積成長량의 크고 작은 것을 基準으로 하여 順位別로 나열하고 붙인 것이다.

따라서 個體番號 1은 가장 작은 材積을 5년생때 가졌

고 19호는 반대로 가장 큰 값을 가졌은 個體이다.

이와같은 個體가 時間의 經過에 따라 成長의 順位가 變化해 갔었는데 그 결과는 그림 10에 주어지고 있다.

考察을 앞으로 되돌려서 그림 9을 보면 35年生일때 樹皮가 있을 때와 없을 때 相關係數의 曲線이 중복이 되어 있다 그리고 5年生과 35年生 사이의 係數는 約 0.55로 되어서 比較的 값이 낮게 계산되고 있다.

15年生과 35年生 사이의 값은 0.843으로 나타나 있어서 15年生이면 材積上으로 보아 대단히 믿을 수 있는 推定으로 될 수 있다.

그렇지만 slash pine에서 squillace等 (1974)이 얻은 값을 보면 14年對 25年이 0.73으로 推定에 考慮를 요하고 18年이 되어야 25年과 相關係數가 0.89가되어 어느 程度 確實한 推定을 可能케 하고 있다.

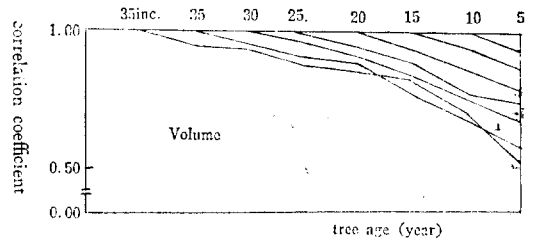


Fig. 9. Correlation of the volume growth of *Larix leptolepis* trees by successive age groups

Tab. 5. Volume growth of *Larix leptolepis* trees by successive age groups

age group	5	10	15	20	25	30	35	
ind. no.								
1	—	.0060	.0418	.1150	.2114	.3154	.4088	4610:(35)
2	—	.0096	.0308	.0658	.1046	.1518	.2058	2370:(35)
3	.0002	.0080	.0552	.1184	.1704	.2290	.2930	3136:37, .3732 (37)
4	.0002	.0092	.0596	.1396	.2592	.3708	.4806	.5336:(35)
5	.0002	.0164	.0808	.1688	.2616	.3162	.3656	.4260:(35)
6	.0004	.0154	.0708	.1408	.2254	.3112	.4168	.4506:(35)
7	.0006	.0122	.0470	.1056	.1624	.2220	.2908	.3222:(35)
8	.0006	.0180	.0584	.0984	.1518	.2176	.2692	.3018(40) .3312:(40)
9	.0006	.0204	.0662	.1102	.1796	.2304	.2634	.2972 (35)
10	.0008	.0182	.0714	.1438	.2194	.2952	.3674	.4154 (35)
11	.0010	.0208	.0756	.1450	.2256	.3198	.3982	.4522:40 .5096 (40)
12	.0010	.0234	.0720	.1198	.1718	.2266	.2776	.3288:40 .3514 43 .3850 (43)
13	.0012	.0238	.0786	.1376	.2182	.2968	.3642	.3746:36 .4414 (36)
14	.0014	.0118	.0276	.0640	.1162	.1846	.2472	.2904:39 .3196 (39)
15	.0016	.0270	.0970	.1786	.2762	.3782	.4920	.6026 40 .6450 43 .7176 (43)
16	.0026	.0308	.1024	.1958	.2932	.3894	.4782	.5262:39 5872 (39)
17	.0032	.0318	.0774	.1296	.1840	.2498	.3068	.3502:40 .3596 41 .3948 (41)
18	.0042	.0352	.0810	.1440	.2462	.3630	.4792	.5904:40 .6060:40 .6416 (41)
19	.0054	.0548	.1732	.2844	.4158	.5570	.6726	.7692:40 .7850:41 .8406 (41)

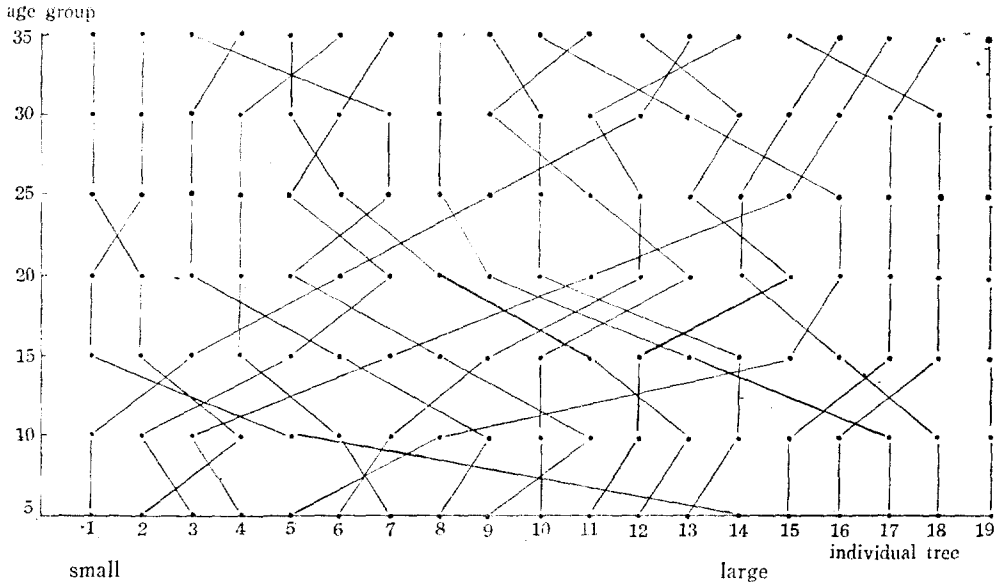


Fig. 10. Ranking of the volume growth of individual *Larix leptolepis* tree by successive age groups

10년생으로 35년생을 推定하고자 할 경우는 係數가 0.724로 되어 있어서 考慮를 요하는 것으로 생각된다. 이와같은 相關係數에 對한 信賴度가 分析되어야 할 것이나 그림 10을 보면 매우 주목이 가는 個體樹木의 행동을 엿볼 수 있다.

즉 1호 個體, 4호, 5호, 6호, 12호, 14호, 17호 등은 材積成長順位가 初期와 後期에 있어서 크게 바꾸어진 것이다.

그러나 2호, 3호, 7호, 10호, 11호, 13호, 15호, 16호, 18호, 19호 등은 그 變化가 적은 것이다.

특히 19호는 材積上으로 보아 끝까지 最高位를 지키고 있다. 이것은 直徑에 있어서도 같은 事實이었다. 그러나 樹高生長에 있어서는 그 順位가 크게 역전되고 있음을 알 수 있다.

이상 直徑, 樹高 그리고 材積을 기준으로한 相關關係의 年次別變動과 生長順位の 變動을 說明했다.

### 結 論

本 研究의 內容에 있어서 究明된 事實에 대하여 다음과 같은 結論을 얻을 수 있었다.

1. 잣나무에 있어서 年次別의 直徑, 樹高 및 材積에 대한 相關係數의 變動을 분석한 결과 樹高는 直徑의 그것보다 더 낮은 값의 係數를 보였다. 이러한 사실은 잣나무가 자라고 있는 地位가 좋은 편이든 또는 중간정도이든간에 비슷한 경향으로 나타났다.

35년생과 10년생간의 相關係數는 약 0.50 정도로(樹高에 있어서) 나타나서 비교적 낮은 값이었고 直徑에

있어서는 약 0.70경도로 높은 값으로 나타났다.

그러나 地位가 낮으면 이와같은 相關關係의 값은 더 높게 나타나 가령 35년생과 5년생의 사이에 있어서는 樹高의 경우 약 0.56, 直徑의 경우 약 0.70으로 나타났다. 이것은 地力이 낮은 경우는 그렇지 못한 경우에 비해서 幼老의 相關이 더 높다는 것이 된다.

材積을 대상으로 한 年次別의 相關을 보면 5년생을 기준으로 해서 다른 齡階간에 계산된 값이 浮沈이 심한 變動을 보였다.

그러나 이러한 경향은 10년생이 계산의 기준으로 될 때에는 매우 줄어들었다.

잣나무 材積의 경우는 本研究의 範圍內에 있어서는 相關係數가 0.70이상으로 나타나서 비교적 높은 값으로 해석이 된다.

2. 落葉松에 대하여서도 直徑, 樹高 그리고 材積의 3개 形質에 대한 年次別의 相關을 분석해 보았다. 특히 落葉松에 있어서는 個體 19株의 年次에 따른 成長의 行動을 個體別로 追跡해 보았다.

그 결과를 보면 落葉松은 잣나무의 경우에 비교해서 相關係數의 값이 더 작은 것으로 나타났다. 가령 樹高에 있어서는 35년생과 10년생 사이의 相關係數가 약 0.40으로 나타나고 있다. 그래서 樹高를 대상으로 할 때 10년생의 樹高로서 伐期를 35년생으로 가정할 때 그 相關은 낮아서 早期推定의 年齡으로 보기 힘들었다.

그리고 個體의 順位變動을 보면 樹高와 直徑을 對比할 때 그 內容을 대단히 다르게 하고 있다. 다시 말해서 直徑의 順位變動과 樹高의 順位變動은 거의 無關係인 것으로 解釋이 되었다.

이것은 早期推定을 할 때 어떠한 形質을 대상으로 하느냐가 問題가 된다.

이러한 사실은 相關係數로서 따지는 것이 集團的인 뜻은 가지나 個體性을 말하는데에는 相關係數의 概念이 어느 정도 위험한 것으로 되는 느낌이 있다.

3. 이상을 要約하여서 잣나무와 落葉松의 成長의 早期檢定은 地力에도 영향되고 또 直徑, 樹高, 材積 등에 따라 일정하지 않다.

대체로 15년생이 되어야 어느정도 안심할 수 있는 推定이 될 수 있는 것으로 본다. 그러나 이것은 林木集團을 대상으로 한 것이고 한 개체를 대상으로 할 때에는 그 행동의 推定은 어렵게 된다.

### 引 用 文 獻

1. Giertych, M. 1964. Inadequacy of early tests for growth characters as evidenced by a 59-year old experiment proc. Joint IUFRO meeting, Stockholm, Session IV. 237-242.
2. Nanson, A. 1970. Progeny studies on Belgian *Pinus sylvestris*. Bull. Soc. For. Belg. 77(2): 89-96.
3. Squillace, A.E. and C.R. Gansel, 1974. Juvenile: Mature Correlations in Slash pine. For. Sci. 20 (3). 225-229.
4. Steinhoff, R.J. 1974. Juvenile-mature correlation in ponderosa and western white pines. proc. Joint IUFRO meeting. Stockholm Session IV 243.
5. Sziklai, O. 1974. Juvenile-mature correlation proc. Joint IUFRO meeting, Stockholm, Session IV 217-235.
6. Toda, R. 1964. A brief review and conclusions of the discussion on seed orchards. Silv. Genet. 13. (1,2) 1-4
7. Toda, R. 1972. Heritability problems in forest genetics. IUFRO-SABRAO Joint Symposia. Tokyo. A-3/1/; 1-9.
8. Wakely, P.C. 1971. Relation of thirtieth-year to earlier dimensions of southern pines. For. Sci. 17. 200-209.
9. Wilusz, W. 1966. The influence of stand age on the quality of 50 year old *Pinus silvestris* progeny. Arboretum Korniekie. 11. 259-266.
10. 三宅 등 1956. 아카마츠 크로마츠의 種子의 大りよ가 稚苗의 成長에 及ぼす 影響에 について 島根農大研報 4: 87-92.
11. 三宅 등 1958. 크로마츠 種子의 大小가 發芽力並に 稚苗成育에 影響 島根農大研報 6: 139-144
12. 岡田 등 1973. 林木의 生長의 早期檢定. 木本作物의 育種(早期檢定法의 開發と利用) 木本作物 育種研究會 257-277.
13. 狩野 1937. 赤松種粒의 大小가 苗木의 生育에 及ぼす 影響. 日林誌 19 (a) 32-42.