

# 우리나라 木材需給計劃의 基礎資料로 活用키 위한 年間 林木成長量의 推定에 관한 研究<sup>1</sup>

— 副次抽出法을 中心으로 —

李 鍾 案<sup>2</sup>

## Studies on the Estimation of Annual Tree Volume Growth for the Use as Basic Data on the Plan of Timber Supply and Demand in Korea<sup>1</sup>

— The Sub-sampling Oriented —

Jong Lak Lee<sup>2</sup>

### 要 約

本 研究는 森林標本調査法의 하나인 副次抽出法을 適用하여 本校 加平演習林의 II本班(20.80ha)에 集團의으로 生育하고 있는 異令 소나무림을 對象으로 胸高部位에서 core를 採取하여 最近 10年間의 連年 直徑成長量의 增加를 調査分析 하였으며 동시에 이와 관련하여 年間 材積成長量(率)을 究明하였던 바 이를 바탕으로 하여 木材需給計劃을 뒷받침 하기 위한 基礎資料의 算出方案을 提示코져 하였는데 다음과 같은 結果를 얻었다. 1) 直徑과 直徑成長量과의 回歸式은  $\hat{I} = 0.5499 + 0.0101 D$ , 2) 直徑成長量에 대한 信賴幅의 推定式은  $S^2 \hat{I} = 0.00817 (0.09538 - 0.00952 D + 0.00027 D^2)$ , 3) 樹高曲線式은  $H = 1.32376 D^{0.77968}$ , 4) 材積式은  $V = 0.0000622 D^{1.6918} H^{1.1357}$ , 5) 連年材積成長量은 ha당 5.4041 $\text{m}^3$ 이고 이의 信賴限界値는 5.6131~5.1984  $\text{m}^3$ 이었다. 6) 全林材積에 對한 連年成長率은 8.8%이었으며 이의 推定誤差率은 3.9%이었다. 이상과 같은 연구결과로 미루어 볼 때 本 研究와 같은 方法으로 각 지방마다 樹種別로 年間 成長量이 究明되어질 수 있다고 보며 이렇게 되면 우리나라의 年間 林木成長量을 무난히 파악할 수 있을 것으로 본다. 따라서 貧弱한 林木蓄積을 保有하고 있는 우리나라의 현실성을 감안해 볼 때 過伐를 피하고 합리적인 森林保全을 爲해서는 年間 林木伐採許容量은 年間 林木成長量을 초과해서는 안될 것이다. 그러므로 合理的인 木材需給計劃을 樹立하기 위해서는 年間 木材需要量에 따라 먼저 年間 國內 伐採許容量이 年間 林木成長量과 같은 量이거나 이보다 적게 책정한 연후에 不足한 木材는 外國의 輸入木材로 充當하도록 하면 科學的이고 合理的인 木材需給計劃이 樹立될 것으로 보며 정부 당국의 山林資源 增進策에도 매우 도움이 될 것으로 사료된다.

### ABSTRACT

This study was to estimate total annual volume growth by the measurement of mean tree growth during the last 10 years. Surveyed forest stand was the second block (20.80 ha.) of Kyung Hee University Forests located at San 58 and 64, Gaegok-Ri, Gapyung-yeup, Gapyung-Goon, Kyunggi province in Korea. The stand

<sup>1</sup> 接受 8月 30日 Received August 30, 1983.

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

\* 本 研究는 1982年度 韓國科學財團의 學術研究 助成費에 의하여 수행되었음.

was mainly composed of uneven-aged *Pinus densiflora* and the estimation of tree volume was conducted by taking the cores at the D.B.H. of the sample tree which was selected by sub-sampling. The results obtained were as follows; 1) The regression between the diameter (D) and diameter growth ( $\hat{I}$ ) was  $\hat{I} = 0.5499 + 0.0101D$ . 2) The estimated equation of confidence interval for the diameter growth was  $S^2\hat{I} = 0.00817(0.09538 - 0.00952D + 0.00027D^2)$  3) The equation for estimating tree height (H) from diameter was  $H = 1.32376D^{0.77958}$  4) The equation for estimating tree volume from diameter and height  $V = 0.0000622D^{1.6918} H^{1.1397}$  5) Total annual tree volume growth was  $5.4041m^3/ha$ , and ranged from  $5.6131$  to  $5.1984m^3/ha$ . 6) Annual growth rate of total tree volume and its error were 8.8% and 3.9%, respectively. The annual volume growth per tree for any districts can be estimated by this method, and the annual volume growth will be successfully predicted. Because of poor forest growing stock in Korea, annual amount of allowable cut should not exceed annual tree volume growth for better forest management. Accordingly, annual amount of allowable cut should be either equal to or less than annual tree volume growth for the balanced establishment between timber supply and demand in Korea. Demand shortage will be substituted with imported timber. Such plans enable Korean Government to develop a better policy of forest resources management.

*Key words:* tree volume growth; *Pinus densiflora*.

## 緒 論

우리나라는 林木蓄積이 貧弱하여 해마다 많은 量의 外材를 導入하여 木材供給을 屢하고 있다. 過去 1960年代 中반에는 1헥타당 平均 林木蓄積이 9.0㎡에 不過하였던 것이 最近에는 23.09㎡로 현저한 증가를 보이고<sup>8,19)</sup> 있으나 서독, 오스트리아 등의 林業先進國에 比하면 약 1/6에 지나지 않는 貧弱한 林木蓄積을 保有하고 있다. 따라서 정부당국에서는 「山地資源化」의 目標을 세우고 林木蓄積의 增大에 加力增 박차를 가하고 있다. 그런데 한편으로는 각종 産業發達로 因하여 木材需要는 점차 증가일로에 있어서 國內生産材와 導入外材를 合하여 木材供給을 屢하고 있다. 林業統計<sup>19)</sup>에 의하면 最近, 每年 國內 林木伐採量은 120만㎡를 약간 넘고 있으며 外材의 導入量은 500만㎡를 상회하고 있다.

이와 같은 점에 감안하면, 外貨의 消費를 억제하기 위해서도 가능한한 外材를 줄이고 國內生産材로서 木材需給을 屢하여야 할 것이나 「山地資源化」라는 現實性을 考慮해 볼 때 소기의 目的을 達成할 때까지는 國內의 林木伐採量은 加급적이면 年間 林木成長量을 고려하여 策定하여야 할 것이다. 만약 林木伐採量이 過大히 策定된다면 森林資源은 反대로 위축될 것이며 森林資源의 증진책에도 逆行되기 때문에 合理的인 木材需給計劃을 樹立하기 위해서는 國內材의 供給量을 먼저 策정한 후 나머지 不足한 木材는 外材를 導入토록 하여야 할 것이다.

따라서 國內材의 供給量 즉 林木伐採量의 策정은 年間 林木成長量을 초과해서는 안되며 이와 같은가 또는 적어야만 할 것이다. 결국은 年間 林木成長量을 고려하여 항상 林木伐採量을 모색하여야만 效率的인 林木蓄積을 維持할 수 있을 것이다. 그러므로 이와 같은 일을 기도하려면 森林의 現實蓄積을 正確히 把握함과 동시에 最近의 年間 林木成長量을 면밀히 分析檢討하는 것이 主要 課題일 것이다.

따라서 本 研究에서는 그 방안의 한 例로서, 本 加平演習林의 異令 소나무林을 對象으로 하여 年間 林木成長量을 究明하였는 바 이를 바탕으로 하여 合理的인 木材需給計劃의 樹立을 뒷받침 하기 위한 基礎資料의 算出方案을 提示코져 하였다.

木梨<sup>9)</sup>는 森林調査에 있어서 副次抽出法이 다른 方法에 比하여 蓄積推定誤差率이 7%로 가장 양호하고 조사도 간편하다고 하였으며 西偉<sup>17)</sup>은 일정기간 동안 林分 內의 成長量 增加로서 임분표를 작성하고 상위 직경급으로 進급한 본수에 의하여 將來收穫을 豫測하였다.

田村<sup>21)</sup>은 材積成長率은 直徑成長率이나 斷面積成長率과는 直線回歸關係에 있으며 直徑成長率에 依하여 求한 것이 정도가 높았다고 하였으며 木梨<sup>10)</sup>는 계통적 표본추출법에 依하여 85개소의 표본점을 조사한 결과 축적추정오차율은 9.3%, 성장율의 추정오차율은 6.65%이었다고 보고 하였다. 日本林業試驗場<sup>11)</sup>에서는 天城地方의 國有林에 대하여 增化추출법으로 조사한 결과 增化부차추출법 보다 增化순무작위 추출법이 材積推定誤差率이 10.2%, 成長率推

定誤差率 9.8%로 양호하였다고 보고 하였다. 長<sup>12)</sup>은九州大學 宮崎演習林中에서 副次抽出法에 의하여 森林調査를 실시한 결과 추정오차율을 발표하였는데 측적추정오차율은 8.38%, 본수추정오차율은 6.61%, 임분재적생장율은 3.63%로 추정되어 森林標本調査法 중에서는 부차추출법이 가장 양호한 방법이라고 주장하였다. 後<sup>3)</sup>는 樹幹析解를 실시한 후 樹高階別로 單木生長曲線式을 구한 결과  $\log V = B_0 + B_1 \log A + B_2 (\log A)^2$  式이 적합하여 本式에 의하여 年令別生長率을 求하였다. Finney<sup>2)</sup>는 系統的抽出法은 一齋林 및 平坦地에서 다른 抽出法 보다 迅速正確한 結果를 얻을 수 있어서 有利하다고 하였다. Spurr<sup>20)</sup>는 材積과 生長量의 간단한 測定法을 조사하는 가운데 直徑分布와 그 成長變化가 林分構造에 크게 影響한다고 하였다. Meyer<sup>16)</sup>는 直徑生長量調査法의 한 方法으로 生長錐에 의한 簡便한 core 採取法을 提示하였다. 西澤<sup>18)</sup>은 材積生長率과 胸高直徑生長率과의 사이에는  $P_v = bP^d$ 의 關係式이 成立된다고 하였으며 여기서  $b=2$ 가 된다고 하였다.

Bare<sup>1)</sup>는 林分材積推定에 水平方向과 垂直方向으로 標本點을 設定하고 材積變化를 調査키 爲하여 無作爲 및 系統的抽出法을 適用하여 檢計한 結果 垂直方向이 良好하였다고 발표하였다. 李<sup>13)</sup>는 忠北産 소나무의 直徑生長率方程式을 유도하여 徑級別 直徑生長量을 算出하였다. 金<sup>4, 5)</sup>은 標本調査法에 의하여 森林調査를 實施한 結果 副次抽出法이 가장 良好한 結果를 나타냈는데 本 方法의 推定誤差率은 蓄積이 4.2%, 生長率은 12.7%이었다고 發表하였다. 또한 金<sup>6)</sup>은 智異山地域의 소나무에 대한 成長曲線式을 求한 結果  $Y = a + bx + cx^2$  式이 適合하다고 하였고, 總成長量을 豫測하는 成長曲線式은 오히려  $Y = ax^b$  式이 더 適合하다고 하였다. 金<sup>7)</sup>은 江原道産 소나무의 材積生長率을 調査 發表하였는데 令級の 增加에 따라 漸次減少하여 伐期에 到達할 때 約 3%가 된다고 하였으며 直徑成長率과 材積成長率과의 關係를 檢計한 結果 그 比率는 令級の 增加에 따라 증가하지만 증가율은 매우 낮았다고 하였다. 한편, 李<sup>14, 15)</sup>는 複合比推定, 分離比推定, 單純無作爲推定, 平均木抽出法에 의하여 林分을 推定하고 이들의 精度를 檢計한 結果 單純無作爲 抽出法이 가장 良好하였다고 하였으며, 또한 16年生의 소나무 林分에 대한 連年直徑成長量의 回歸式을 求한 結果  $Y = 0.1618 + 0.0298 X$  이었으며, 林分材積成長率은 16%로 매우 높았다고 하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 材 料

本 研究의 調査地域은 京畿道 加平郡 加平邑 開谷里 山 58, 64 番地에 位置한 慶熙大學校 演習林의 II 林班(20.80 ha)으로서 針葉樹가 集團의으로 生育하고 있다.

針葉樹는 소나무(*pinus densiflora* Steb. et Zucc. : Japanese red pine)가 主要樹種을 이루고 있는데 林令은 대략 10年生 내지 30年生의 것이 分布되어 있는 異令林이다. 또한 土性은 壤土 乃至 砂壤土이며 土深이 中이고 東南向에 위치한 緩傾斜의 森林이다.

全林의 連年成長量을 推定하기 위하여 所要 標本點 60個所(2.40 ha)를 設定한 후 本 標本點內에서 本數 및 直徑分布를 考慮하여 無作爲로 소나무標本木 95本을 選定하였다.

### 2. 方 法

#### 1) 標本調査의 方法

本 調査地域의 林分構成狀態를 고려하여 副次抽出法(sub-sampling)을 適用하여 所定의 標本點을 定하였는데 本 標本點內에서 6本 間격으로 core 채취의 標本木을 無作爲로 選定하였다.

#### 2) 標本點 抽出의 方法

本 調査地域의 全面積(20.80 ha)을 測定한 結果에 따라 1/6,000의 基本圖를 作成한 後에 標本點抽出의 方法은 다음과 같이 1, 2, 3차로 추출하였는데 결국 標本點인 Minor unit (20m × 20m)는 60個所로 결정되었다.

(1) 1次抽出: 基本圖에 120m × 120m를 1單位로 하는 Block를 定하고 그 主위가 林地內에 완전히 위치하도록 設定한 結果 5個所의 Block를 추출할 수 있었다.

(2) 2次抽出: 1個所의 Block를 다시 40m × 40m의 크기로 하여 9個所로 區劃하고 이 中에서 Major unit로서 각각 4個所를 무작위로 추출하였더니 5個所의 Block에서는 Major unit가 20個所로 추출되었다.

(3) 3次抽出: 1個所의 Major unit는 다시 20m × 20m의 크기로 나누어서 4個所로 區劃하였다. 本 4個所의 plot 中 3個所를 무작위로 추출하여 Minor unit로 하였는데 그 結果 5個所의 Block에서는 모두 60個所의 Minor unit가 추출되었다.

## 3) 標本點의 設定方法

各 標本點의 中心點은 各 測點의 原點이 되며 本 원점에서 對角線의 1/2 距離(14.14 m)로 4 方向을 取하고 그 終點을 測定點으로 하여 連結하였다. 標本點의 크기는 20m × 20m(0.04 ha)가 되었다.

## 4) 標本點內의 標本木 測定

生長錐를 使用하여 標本木의 胸高部位에서 core를 採取하고 또한 同部位에서 樹皮厚를 測定하여 林木 成長量 豫測의 因子로 삼았다. core의 測定은 最近 10 年間의 年輪幅을 mm單位까지 測定하였으며 core 採取時 方位에 의한 偏差를 除去하기 위하여 生長錐를 恒常 等高線과 같은 方向으로 插入하였으며 樹皮厚는 Swedish bark gauge 에 의하여 mm單位로 測定하였다. 또한 胸高直徑의 測定은 輪尺 및 기타 測具를 使用하여 cm單位로 하였다.

## 結果 및 考察

## 1. core의 測定 및 連年 直徑成長量의 算出

生長錐를 使用하여 標本木에 대한 最近 10 年間의 core를 採取하여 그 長이를 測定하였는데 本 소나무의 標本木數는 95本으로서 각각 其의 胸高直徑, 樹皮厚 및 core 等을 測定하여 平均 連年直徑成長量을 算出하였다.

最近 10 年間의 core의 長이를 L, 皮內 連年直徑成長量을 i로 하면  $i = (2L/10)$ , 平均連年皮付直徑의 成長量을 I로 하면  $I = (Ki)$  등으로 나타내었다. 여기에서 K는 다음과 같이 算出되었다. 即 樹皮를 포함한 直徑 D와 樹皮를 포함하지 않은 直徑 d와의 關係는 原點을 通過하는 直線으로 表示되어  $D = Kd$ 로 成立될 수 있다. 따라서 定數 K는 比推定의 形態로서  $K = \frac{\sum D}{\sum d}$ 로 구하였는데 그 結果 本 소나무는  $K = 1.14874$ 이었다.

## 2. 直徑成長量의 回歸式 및 信賴幅 算出

## 1) 直徑成長量의 回歸式算出

平均連年直徑成長量을 利用하여 直徑成長量推定式을 算出하기 위한 計算處理過程은 Table 1과 같다.

Table 1의 計算値를 利用하여 다음과 같이 直徑의 直線回歸式을 求하였다.

$$N = \sum W = 95$$

$$\sum WD = 1694.9 \quad \bar{D} = \sum WD / N = 1694.9 / 95 = 17.8411$$

$$\sum WI = 69.3603 \quad \bar{I} = \sum WI / N = 69.3603 / 95 = 0.73011$$

$$\sum WD^2 = 33990.15, \quad \sum WI^2 = 51.144166,$$

$$\sum WDI = 1275.19674$$

$$\begin{aligned} D \text{의 偏差平方和 } SD^2 &= \sum W(D - \bar{D})^2 \\ &= \sum WD^2 - (\sum WD)^2 / N \\ &= 33990.15 - (1694.9)^2 / 95 \\ &= 3751.3499 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I \text{의 偏差平方和 } SI^2 &= \sum W(I - \bar{I})^2 \\ &= \sum WI^2 - (\sum WI)^2 / N \\ &= 51.144166 - (69.3603)^2 / 95 \\ &= 0.503627 \end{aligned}$$

D와 I의 偏差平方和

$$\begin{aligned} SDI &= \sum W(D - \bar{D})(I - \bar{I}) \\ &= \sum WDI - (\sum WD)(\sum WI) / N \\ &= 1275.19674 - (1694.9)(69.3603) / 95 \\ &= 1275.19674 - 1237.46076 \\ &= 37.73598 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{回歸係數 } b &= SDI / SD^2 \\ &= 37.73598 / 3751.3499 \\ &= 0.0101 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{回歸定數 } a &= \bar{I} - b\bar{D} \\ &= 0.73011 - 0.0101 \cdot 17.8411 \\ &= 0.5499 \end{aligned}$$

따라서 직경과 직경 성장량과의 회귀식은

$$\hat{I} = 0.5499 + 0.0101D \text{로 산출되었다.}$$

## 2) 直徑階別 連年直徑成長量의 算出

앞에서 算出된 소나무의 直徑成長量의 回歸式을 利用하여 直徑階別로 連年直徑成長量을 算出하였다. 直徑階가 커짐에 따라서 連年直徑成長量이 增加하는 傾向을 나타내었다.

## 3) 直徑成長量의 信賴幅算出

## (1) 信賴幅의 推定式算出

信賴幅의 推定式을 算出하기 위하여 다음과 같이 計算過程을 誘導하였다.

殘差平方和

$$\begin{aligned} Q &= \sum W(I - \hat{I})^2 \\ &= \sum W(I - \bar{I})^2 - b \sum W(D - \bar{D}) \cdot (I - \bar{I}) \\ &= SI^2 - bSDI \\ &= 0.503627 - (0.0101) \cdot (37.73598) \\ &= 0.122494 \end{aligned}$$

$$\text{殘差分散 } S^2 ID = Q / N - 2 = 0.122494 / 17 - 2$$

**Table 1.** Data processing procedure for estimation equation by D.B.H growth in Japanese red pine

Mean D. B. H. D	Annual mean growth of D. B. H. I	Number of trees W	WD	WI	WD <sup>2</sup>	WI <sup>2</sup>	WDI
(cm)	(cm)		(cm)	(cm)			
6.5	0.4825	1	6.5	0.4825	42.25	0.232806	3.13625
8.6	0.6606	4	34.4	2.6424	295.84	1.745569	22.72464
10.1	0.6347	8	80.8	5.0776	816.08	3.222753	51.28376
12.2	0.6594	10	122.0	6.5940	1488.40	4.348084	80.44680
14.1	0.6777	10	141.0	6.7770	1988.10	4.592773	95.55570
16.3	0.7352	16	260.8	11.7632	4251.04	8.648305	191.74016
17.9	0.7039	11	196.9	7.7429	3524.51	5.450227	138.59791
20.0	0.7524	8	160.0	6.0192	3200.00	4.528846	120.38400
22.0	0.8129	13	286.0	10.5677	6292.00	8.590483	232.48940
24.6	0.8271	3	73.8	2.4813	1815.48	2.052283	61.03998
25.6	0.8883	3	76.8	2.6649	1966.08	2.367231	68.22144
27.9	0.7964	5	83.7	2.3892	2335.23	1.902759	66.65868
31.0	0.8730	1	31.0	0.8730	961.00	0.762129	27.06300
32.0	0.8501	1	32.0	0.8501	1024.00	0.722670	27.20320
33.5	0.8041	1	33.5	0.8041	1122.25	0.646577	26.93735
36.7	0.8271	1	36.7	0.8271	1346.89	0.684094	30.35457
39.0	0.8041	1	39.0	0.8041	1521.00	0.646577	31.35990
<b>Total</b>		<b>95</b>	<b>1694.9</b>	<b>69.3603</b>	<b>33990.15</b>	<b>51.144166</b>	<b>1275.19674</b>

=0.00817

앞에서 산출된 소나무의 직徑成長量 推定式에 대한 推定分散은

$$S^2 \hat{I} = S^2 ID \left\{ \frac{1}{N} - \frac{\sum(D-\bar{D})^2}{\sum W(D-\bar{D})^2} \right\}$$

$$= S^2 ID \left\{ \frac{\sum W X^2 - (2 \sum W X) X + N X^2}{N \sum W D^2 - (\sum W D)^2} \right\}$$

= S<sup>2</sup> ID (Caa + 2 CabX + CbbX<sup>2</sup>) 이므로

本 式의 各 計算因子를 계산한 結果는 다음과 같다.

$$Caa = \frac{\sum W D^2}{D} = \frac{33990.15}{356378.24} = 0.09538$$

(속 D =  $\frac{\sum W \sum W D^2 - (\sum W D)^2}{\sum W} = 95 \times 33990.15 - (1694.9)^2 = 356378.24$ 이다).

$$Cab = \frac{-\sum W D}{D} = \frac{-1694.9}{356378.24} = -0.00476$$

$$Cbb = \frac{\sum W}{D} = \frac{95}{356378.24} = 0.00027$$

따라서 소나무에 대한 信賴幅의 推定式은

$$S^2 I = 0.00817 (0.09538 - 0.00952 D + 0.00027 D^2)$$

이다.

(2) 直徑成長量의 信賴幅計算

앞에서 算出된 소나무의 信賴幅의 推定式을 利用하여 直徑成長量의 信賴幅을 산출하였다.

(3) 連年直徑成長量의 上限線 및 下限線

直徑階別 連年 直徑成長量과 信賴限界値를 利用하여 連年直徑成長量에 대한 上限線 및 下限線을 95% 信賴幅으로 算出하였다.

**3. 林木成長量의 算出**

全林의 材積成長量을 合理的으로 算出하기 위하여 本 調査地域에서 樹高表 및 材積表를 다음과 같이 造製하여 利用하였다.

1) 樹高表의 造製

(1) 樹高曲線式의 算出

本 調査地域의 소나무에 대한 樹高曲線式의 算出 方法은 최소자승법에 의하였다. 즉 適用된 一般式은  $H = aD^b$  (단 H: 樹高, D: 胸高直徑)이며 本 式에 標本木의 樹高를 利用하여 樹高曲線式을 算出한 後

徑級別로 樹高表를 作成하였다.

樹高表 造製에 利用된 材料는 각 標本點의 每木 調査時 12本 간격으로 1本 씩의 標本木을 추출하여 樹高를 測定하였는데 총 50本으로 하였다. 本 標本木의 測定值를 利用하여 樹高曲線式을 算出하였는데 다음과 같다.

$$\text{즉 } \log H = 0.12181 + 0.77958 \log D$$

$$\therefore H = 1.32376 D^{0.77958} \text{ 이다.}$$

(2) 樹高表의 作製

앞에서 算出된 소나무의 樹高曲線式에 의하여 樹高表를 作成하였다.

2) 林木幹材積表의 造製

우리나라에서는 현재 全國 일원에 걸쳐 通用되는 材積表가 있으나 이를 地方別 材積表로서 利用할 때 는 그 精密度가 높지 않다. 그러므로 보다 合理的인 材積算出을 위하여 本 調査地域의 材積表를 別途로 造製하여 全林材積 및 標本點 材積 등의 산출시에 利用하였다.

(1) 材積式의 算出

本 調査地域의 소나무에 대한 材積式의 算出方法은 最小자승법을 택하였다.

즉 通用된 一般材積式은

$$V = 10^a D^b H^c \text{ 의 식이다.}$$

단 V : 간재적 (m³)

D : 흉고직경 (cm)

H : 수고 (m)

a, b, c : 상수

이와 같은 一般式을 利用하여 標本木의 測定值를 通用하였는데 本 材料는 伐採木 137本을 標本木으로 하였는데 本 材積式을 算出한 結果는 다음과 같다.

$$\text{즉 } \log V = -1.2062 + 1.6918 \log D + 1.1397 \log H$$

$$\therefore V = 0.0000622 D^{1.6918} H^{1.1397} \text{ 이다.}$$

(2) 材積表의 作製

앞에서 算出된 소나무의 材積式에 의하여 林木幹材積表를 별도로 作成하여 利用하였다.

3) 材積成長量의 算出

直徑階別 本數에 따라 連年 材積成長量을 算出한 後 全林材積을 推定한 結果와 每木 調査法에 의한 全林實測 材積을 算出한 結果를 밝히면 Table 2와 같다.

Table 2에서 보는 바와 같이 다음과 같은 材積成長 關係를 考察할 수 있다.

즉 ha當 連年 材積成長量은 5.4041 m³이고 이의 信賴限界值는 5.6131~5.1984 m³이다.

또한 全林의 連年 材積成長量은 112.4053 m³이고

Table 2. Calculation table of volume growth in Japanese red pine

D. B. H. Class	Height (m)	Volume of single tree (m³)	Difference of volume (m³)	Difference of corrected volume (m³)	Annual D. B. H. growth (cm)			Annual volume growth of per tree (m³)			Number of trees	Total volume growth for annual (m³)			Total volume (m³)
					Maximum	Mean	Minimum	Maximum	Mean	Minimum		Maximum	Mean	Minimum	
6	5	0.0081	0.0112	0.0081	0.651	0.611	0.571	0.0026	0.0025	0.0023	9	0.0234	0.0225	0.0207	0.0729
8	7	0.0193	0.0134	0.0123	0.666	0.631	0.596	0.0041	0.0039	0.0037	32	0.1312	0.1248	0.1184	0.6176
10	8	0.0327	0.0182	0.0158	0.681	0.651	0.621	0.0054	0.0051	0.0049	38	0.2052	0.1938	0.1862	1.2426
12	9	0.0509	0.0237	0.0210	0.697	0.671	0.645	0.0073	0.0070	0.0068	73	0.5329	0.5110	0.4964	3.7157
14	10	0.0746	0.0405	0.0321	0.713	0.691	0.669	0.0114	0.0111	0.0107	49	0.5586	0.5439	0.5243	3.6554
16	12	0.1151	0.0387	0.0396	0.732	0.712	0.692	0.0145	0.0141	0.0137	59	0.8555	0.8319	0.8083	6.7909
18	13	0.1538	0.0462	0.0425	0.751	0.732	0.713	0.0160	0.0156	0.0152	71	1.1360	1.1076	1.0792	10.9198
20	14	0.2000	0.0543	0.0503	0.773	0.752	0.731	0.0194	0.0189	0.0184	61	1.1834	1.1529	1.1224	12.2000
22	15	0.2543	0.0627	0.0585	0.795	0.772	0.749	0.0233	0.0226	0.0219	48	1.1184	1.0848	1.0512	12.2064
24	16	0.3170	0.0720	0.0674	0.819	0.792	0.765	0.0276	0.0267	0.0258	72	1.9872	1.9224	1.8576	22.8240
26	17	0.3890	0.0818	0.0769	0.844	0.813	0.782	0.0325	0.0313	0.0301	41	1.3325	1.2833	1.2341	15.9490
28	18	0.4708	0.0918	0.0868	0.869	0.833	0.797	0.0377	0.0362	0.0346	30	1.1310	1.0860	1.0380	14.1240
30	19	0.5626	0.1024	0.0971	0.895	0.853	0.811	0.0435	0.0414	0.0394	28	1.2180	1.1592	1.1032	15.7528
32	20	0.6650	0.1143	0.1084	0.920	0.873	0.826	0.0499	0.0473	0.0448	22	1.0978	1.0406	0.9856	14.6300
34	21	0.7793	0.1256	0.1200	0.945	0.893	0.841	0.0567	0.0536	0.0505	10	0.5670	0.5360	0.5050	7.7930
36	22	0.9049	0.1384	0.1320	0.972	0.914	0.856	0.0642	0.0603	0.0565	5	0.3210	0.3015	0.2825	4.5245
38	23	1.0433	0.1512	0.1448	0.998	0.934	0.870	0.0723	0.0676	0.0630	1	0.0723	0.0676	0.0630	1.0433
40	24	1.1945									649	13.4714	12.9698	12.4761	148.0619
Total (2.40ha.)											270	5.6131	5.4041	5.1984	61.6925
Per ha.											5616	116.7525	112.4053	108.1267	1283.2040
Entire survey area (20.80 ha.)															

이의 信賴限界値는 116.7525~108.1267 m<sup>3</sup>이다. 또한 全林材積은 ha當 61.6925 m<sup>3</sup>이고 總材積은 1283·2040 m<sup>3</sup>로 推定되었다.

따라서 全林材積의 連年 成長率 및 誤差率을 推定한 結果는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{측; 전림의 연년성장률 } P &= \frac{\sum V\bar{G}}{\sum V} \times 100 \\ &= \frac{12.9698}{148.0619} \times 100 \\ &= 8.8(\%) \text{ 이고} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{이의 추정 오차율 } P_E &= \frac{\sum VG - \sum V\bar{G}}{\sum V\bar{G}} \times 100 \\ &= \frac{13.4714 - 12.9698}{12.9698} \times 100 \\ &= 3.9(\%) \text{이다.} \end{aligned}$$

### 結 論

우리나라 木材需給計劃을 樹立함에 있어서 貧弱한 林木蓄積을 保有하고 있는 現實性을 감안할 때 國內 生産材와 輸入外材를 合計한 供給量을 고려하지 않을 수 없을 것이다. 이 境遇 國內生産材로서의 供給量이 過大히 策定된다면 森林資源의 增進策에도 逆行될 뿐만 아니라 森林荒廢의 原因이 될 것이다. 그러므로 國內生産材의 供給量은 年間 林木成長量과 같거나 적어야 할 것이다. 따라서 本 研究에서는 그러한 例로서 本校 加平演習林의 소나무의 集團的 生育地인 II林班을 試驗地域으로 擇하여 連年 林木成長關係를 究明한 바 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 直徑과 直徑成長量과의 回歸式은

$$\hat{I} = 0.5499 + 0.0101D \text{ 이다.}$$

2. 直徑成長量에 대한 信賴幅의 推定式은

$$S^2 \hat{I} = 0.00817 (0.09538 - 0.00952D + 0.00027D^2) \text{ 이다.}$$

3. 樹高曲線式은  $H = 1.32376D^{0.77958}$  이다.

4. 材積式은  $V = 0.0000622D^{1.6918} H^{1.1397}$  이다.

5. 連年 材積成長量은 ha當 5.4041 m<sup>3</sup>이고 이의 信賴限界値는 5.6131~5.1984 m<sup>3</sup>이다.

6. 全林(20.80 ha)의 連年 材積成長量은 112.4053 m<sup>3</sup>이고 이의 信賴限界値는 116.7525~108.1267 m<sup>3</sup>이다.

7. 全林材積에 대한 連年成長率은 8.8%이며 이의 推定誤差率은 3.9%이다.

以上과 같은 研究結果 即 全林材積에 대한 連年成長率 및 이의 推定誤差率이 明白히 밝혀졌으므로 本

研究와 같은 方法으로 하면 各 地方마다 樹種別로 年間 成長量이 究明되어질 수 있다고 보며 이렇게 되면 우리나라의 年間 林木成長量을 무난히 把握할 수 있을 것으로 본다. 그런데 年間 林木成長量을 가능한 한 正確히 算出하기 爲해서는 그 地方에 알맞는 樹種別 材積表를 造製하여 利用하여야 合理的일 것이다. 그리고 森林調査時 標本調査法을 適用하는 것이 合理的이며 勞力의 節減을 가져올 수 있다고 본다.

### 引 用 文 獻

1. Bare, B. B. 1967. The unbiasedness of horizontal and vertical point sampling for estimating forest volume. Res. Prog. Rep. Ind. Agr. Exp. Sta. 312:6-18.
2. Finney, D. J. 1948. Random and systematic sampling in the timber surveys. Jour. For. 22(1): 13-16.
3. 後藤亮, 1964. ヒノキ의 樹幹析解による 林分材積 生長率의 推定. 日本林學會講演集 75:73-75.
4. 金東春, 1966. 표본추출법에 의한 산림조사(I). 임업시험장연구보고 11:13-32.
5. 金東春, 1967. 표본추출법에 의한 산림조사(II). 임업시험장연구보고 12:1-44.
6. 金甲德, 1967. 임목성장에 대하여. 서울대 연수림보고 4:23-28.
7. 金甲德, 1969. 임목성장 예측에 관한 연구. 한 국임학회지 9:55-59.
8. 김동섭, 박태식, 정좌용, 최규현. 1966. 임정개론. 서울. 향문사. 72pp.
9. 木梨謙吉, 1951. 副次抽出法による 森林調査. 日本林學會講演集 59:48-50.
10. 木梨謙吉, 1961. 標本抽出法による, 九州大學宮崎演習林 第4次 蓄積報告. 九大演習林集報 15:51-100.
11. 日本林業試驗場, 1961. 昭和35年, 天城國有林森林調査結果. 日本林業試驗場報告 141:51-139.
12. 長正道, 木梨謙吉, 1963. Sub-samplingによる, 九州大學宮崎演習林 第6次 蓄積調査報告. 九州大演習林集報 19:21-64.
13. 이종락, 1963. 충북산 소나무의 직경성장율에 대하여. 충북임학회지 1:50-52.
14. 이여하, 1973. 임분재적 추정에 관한 연구. 한

- 국립학회지 18:1-7.
15. 이여하. 1973. 임분생장량 추정에 관한 연구. 한국임학회지 18:9-18.
16. Meyer, M. A. and Nelson, F. B. 1955. Accuracy of forest growth determination based on the measurement of increment cores. For. Serv. U. S. D. A. 872:19-20.
17. 西澤正久. 1955. 林分成長量의 直接豫測法 (I). 日本林學會誌 41:130-138.
18. 西澤正久. 1959. 森林測定法. 地球出版社. 東京. 290pp.
19. 산림청. 1982. 임업통계요람. 산림청. 서울. 41-386 pp.
20. Spurr, S. H. 1952. Simplified computation of volumes and growth. Jour. For. 52(12):14-22.
21. 田村朋厚. 1960. 材積生長量推定における回歸式について. 日本林學會講演集 70:89-93.