

林分形狀高에 의한 林分材積 推定에 관한 研究¹

金錫權² · 李興均² · 李麗夏³

A Study on the Estimation of Stand Volume by Stand Form Height¹

Suk Kwon Kim² · Heung Kyun Lee² · Yeo Ha Lee³

要 約

林分材積 推定時 間便하며, 精度를 維持한 推定方法의 誘導를 爲하여 全國에서 잣나무 107 個所, 일본잎갈나무 82 個所의 標準地(40m×40m)를 選定하여 林木의 平均胸高直徑, 平均樹高, ha當 斷面積, 林分形狀高, 斷面積樹高, ha當 本數, ha當 材積, 林分 및 地形調查를 實施하였다. 이로서 林分平均胸高直徑과 林分形狀高, 林分形狀高와 林分材積과의 關係를 究明한 結果, 前者의 關係에서는 잣나무 $H \cdot F = 1.2569 + 0.2576D$, 일본잎갈나무 $H \cdot F = 4.3045 + 0.1443D$ 이었고, 後者의 關係에서는 잣나무 $\log V = 1.3855 + 0.1168 H \cdot F$, 일본잎갈나무 $\log V = 0.9929 + 0.1542 H \cdot F$ 이었으며, 林分材積式 適合度 檢定結果 모두 有效하였으면, 推定誤差率도 잣나무 18.29%, 일본 잎갈나무 19.22%로 良好하여 今後 林分平均胸高直徑으로 林分材積의 推定이 可能한 것으로 意料된다.

ABSTRACT

To establish the stand volume table of *Pinus koraiensis* S. et Z. and *Larix leptolepsis* Gord. mean diameter at breast height (D), mean height, basal area per ha, stand form height (H.F), basal area height, number of trees per ha, volume per ha, stand age and site were investigated for 107 plots of *P. koraiensis* and 82 plots of *L. leptolepsis* throughout the country. The obtained results are as follows; 1) the relationships between stand volume (V) and H.F. were $\log V = 1.3855 + 0.1168 H.F$ and $\log V = 0.9929 + 0.1542 H.F$ in *P. koraiensis* and *L. leptolepsis*, respectively. 2) The relationship between D and H.F was estimated as $H.F = 1.2569 + 0.2576D$ for *P. koraiensis* and as $H.F = 4.3045 + 0.1443D$ for *L. leptolepsis* 3) Estimated errors calculated with the application of these stand volume tables were 18.29% and 19.22% for *P. koraiensis* and *L. leptolepsis* respectively.

Key words: *Pinus koraiensis*; *Larix leptolepsis*; stand volume; stand form height.

緒 言

山林資源의 實態를 正確하게 把握함은 林業에 關한 諸施策을 樹立함에 있어서 基礎가 되는 極히重要

한 問題인 것이다.

林分生長量의 調査는 林分形態와 構造에 따라 複雜하고 多變의 이어서 測定の 精密度는 全體調査에 依한 方法이 가장 높다고 볼 수 있으나, 大面積에 對한 森林調査를 精度만을 考慮하여 經濟的, 時間的 努

¹ 接受 8月 5日 Received August 5, 1983.

² 林業試驗場 Forest Research Institute, Seoul, Korea.

³ 建國大學校 農科大學 College of Agriculture, Geonguk University, Seoul, Korea.

力 等의 條件을 必要以上으로 大量消費할 必要는 沒
는 것이다.

林分內에서 spiegel-relascope 를 利用하여 林木의
形狀高를 測定한 後, 이로써 林分材積을 推定하여 왔
으나, 林木의 形狀高測定時 不便할 뿐만 아니라, 많
은 時間이 所要되므로 間便하며 精度를 維持한 推定
方法 即, 林木의 胸高直徑과 形狀高, 形狀高와 材積
의 關係를 究明하여 平均胸高直徑으로써 林分材積을
推定하기 爲하여 現在 植栽分布가 넓은 잣나무, 일본
잎갈나무에 對하여 本 研究를 試圖하였다.

林分材積推定에 關하여 Gringrich S. F. and Meyer
H. A.¹⁾는 2變數材積表는 樹高와 樹冠密度로 調製
함이 가장 理想的이라고 發表한 바 있고, 樋渡三子²⁾는
日本內 營林局別, 樹種別, 直徑樹高別로 fg, fh 表를
作成하여 使用하였으며, 藥袋次郎³⁾는 林分形數表 作
成方法 研究를 通하여 平均直徑 및 樹高別로 林分形
數表를 作成한 바 있다.

우리 나라에서는 李^{6,7)} 등이 잣나무와 일본잎갈
나무에 對하여 林分材積表 調製時 精度를 높힐 수 있
는 因子는 獨立變數別로 斷面積×樹高, 林分樹高×
斷面積, 本數×斷面積樹高, 斷面積樹高×林分形數,
斷面積×形狀高, 林分樹高×樹冠直徑×斷面積樹高等
에 依한 方法이 좋다고 하였으며, 가장 精度를 높힐
수 있는 方法은 林分樹高와 斷面積에 依한 方法이라
하였다.

材料 및 方法

1. 供試材料

樹種別로 全國에서 選定한 標準地는 잣나무 林分에
서 107個所, 일본잎갈나무 林分에서 82個所이며,
이들 標準地內 林木의 平均胸高直徑, 林分平均樹高,
ha當 斷面積, 林分形狀高, 斷面積樹高, ha當本數, ha
當材積, 林令의 測定 및 地況調査 等을 實施하였다.

2. 標準地 選定

各 樹種 同令單純林이고, 被害 및 其他 障礙없이
生長하고 있으며, 密度가 고루 分布하고 各 林令에
걸치도록 有意選定하였으며 標準地 面積은 40m×40
m로 하였다.

3. 標準地內 林木測定

標準地內 林木測定은 胸高直徑, 林分平均樹高, ha
當斷面積, 斷面積×樹高, 林分形狀高, ha當本數, ha
當材積, 林令 및 地況調査 等을 實施하였다.

結果 및 考察

1. 實驗式 適用 및 推定式의 誘導

가. 胸高直徑과 形狀高와의 關係

Table 1. Relation between D and H.F for *Pinus koraiensis*.

| D, B, H ΣX | H · F ΣY | ΣX ² | ΣY ² | ΣXY | \bar{X} | \bar{Y} | Remark |
|---------------|-------------|-----------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
| 2121.2 | 680.9 | 46,055.12 | 4,669.99 | 14,529.59 | 19.842 | 6.364 | $r_{x,y} = 0.8877^*$ |

1) 잣나무(*Pinus koraiensis* S. et Z.)

林分內에서 測定이 容易한 胸高直徑과 形狀高(H·F)
와의 關係를 究明하고자 Graph用紙에 點綴한 結果
直線關係가 있어 實驗式 $Y = a + bx$ 를 利用하여 表
1과 같은 計算值를 얻은 結果, 求한 回歸式을 $H \cdot F = 1.2569 + 0.2576D$ 였으며, 相關係數는 0.8877*, 殘
差의 標準誤差는 0.1128로 有意性이 認定되었으며,
이 式에 依하여 胸高直徑級別 形狀高를 算出한 結果
는 表 2와 같다.

2) 일본잎갈나무(*Larix leptolepis* Gord.)

잣나무와 同一한 方法으로 求한 計算한 結果는 表
3과 같으며, 回歸式은 $H \cdot F = 4.3045 + 0.1443D$, 相

Table 2. H·F on D for *P. koraiensis*.

| D | H · F | D | H · F |
|------|--------|-------|--------|
| 4 cm | 2.29 m | 24 cm | 7.44 m |
| 6 | 2.80 | 26 | 7.95 |
| 8 | 3.32 | 28 | 8.46 |
| 10 | 3.83 | 30 | 8.98 |
| 12 | 4.35 | 32 | 9.50 |
| 14 | 4.86 | 34 | 10.02 |
| 16 | 5.38 | 36 | 10.53 |
| 18 | 5.89 | 38 | 11.05 |
| 20 | 6.41 | 40 | 11.55 |
| 22 | 6.92 | | |

Table 3. Relation between D and H·F for *Laris leptolepis*.

| D, B, H ΣX | H·F ΣY | ΣX ² | ΣY ² | ΣXY | \bar{X} | \bar{Y} | Remark |
|---------------|-----------|-----------------|-----------------|---------|-----------|-----------|--------------------|
| 1287.1 | 538.5 | 25130.21 | 3710.31 | 9163.44 | 15.700 | 6.570 | $r_{y,x}=0.7680^*$ |

關係數 0.7680*, 殘差의 標準誤差 0.9444로 有意性
 o 認定되었으며, 이 式에 依하여 胸高直徑級別 形
 狀高를 求한 結果는 表 4와 같다.

나. 形狀高와 林分材積과의 關係

1) 잣나무(*Pinus koraiensis* S. et Z.)

胸高直徑과 林分形狀高와의 關係가 密接한 바 林
 分形狀高와 林分材積과의 關係를 究明코자 Graph用
 紙에 點綴한 結果, 實驗式 $Y=ae^{bx}$ 의 關係가. 있어
 이를 利用하여 表 5와 같은 計算值를 얻은 結果,
 求한 回歸式은 $\log V = 1.3855 + 0.1168 H \cdot F$ 이었으며
 相關係數는 0.8712* 殘差의 標準誤差는 0.1042 로
 有性性이 認定되었으며, 이 式에 依하여 形狀高
 別 林分材積을 算出한 結果는 表 6과 같다.

2) 일본잎갈나무(*Larix leptolepis* Gord.)

Table 4. H·F on D for *L. leptolepis*.

| D | H·F | D | H·F |
|-----|-------|------|-------|
| 4cm | 4.88m | 22cm | 7.48m |
| 6 | 5.17 | 24 | 7.77 |
| 8 | 5.46 | 26 | 8.06 |
| 10 | 5.75 | 28 | 8.44 |
| 12 | 6.04 | 30 | 8.63 |
| 14 | 6.33 | 32 | 8.92 |
| 16 | 6.61 | 34 | 9.21 |
| 18 | 6.90 | 36 | 9.50 |
| 20 | 7.19 | 38 | 9.79 |
| | | 40 | 10.08 |

잣나무와 同一한 方法으로 求한 計算結果는 表 7
 과 같으며, 回歸式은 $\log V = 0.9929 + 0.1542 H \cdot F$,

Table 5. Relation between H·F and Volume for Korean white pine.

| $\log_e H \cdot F$ ΣX | $\log V$ ΣY | ΣX ² | ΣY ² | ΣXY | \bar{X} | \bar{Y} | Remark |
|--------------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------|-----------|-----------|--------------------|
| 298.3138 | 228.50078 | 881.27751 | 492.69569 | 650.393990 | 2.78798 | 2.13552 | $r_{x,y}=0.8712^*$ |

Table 6. Volume on H·F for Korean white pine.

| H·F | Volume | H·F | Volume | H·F | Volume |
|------|----------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|
| 3.0m | 54.824m ³ | 5.4m | 104.556m ³ | 7.8m | 199.401m ³ |
| 3.2 | 57.854 | 5.6 | 110.335 | 8.0 | 210.422 |
| 3.4 | 61.052 | 5.8 | 116.434 | 8.2 | 222.053 |
| 3.6 | 64.427 | 6.0 | 122.870 | 8.4 | 234.327 |
| 3.8 | 67.988 | 6.2 | 129.661 | 8.6 | 247.279 |
| 4.0 | 71.746 | 6.4 | 136.828 | 8.8 | 260.943 |
| 4.2 | 75.711 | 6.6 | 144.390 | 9.0 | 275.370 |
| 4.4 | 79.896 | 6.8 | 152.371 | 9.2 | 290.590 |
| 4.6 | 84.312 | 7.0 | 160.793 | 9.4 | 306.652 |
| 4.8 | 88.972 | 7.2 | 169.681 | 9.6 | 323.601 |
| 5.0 | 93.890 | 7.4 | 179.060 | 9.8 | 341.488 |
| 5.2 | 99.080 | 7.6 | 188.957 | 10.0 | 360.363 |

Table 7. Relation between H·F and Volume for Japanese larch.

| $\log_e H \cdot F$ ΣX | $\log V$ ΣY | ΣX ² | ΣY ² | ΣXY | \bar{X} | \bar{Y} | Remark |
|--------------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------|-----------|-----------|--------------------|
| 233.86516 | 164.4447 | 69257187 | 333.1565 | 478.0817 | 2.85201 | 2.00540 | $r_{y,x}=0.9774^*$ |

Table 8. Volume on H·F for *L. leptolepis*.

| H·F | Volume | H·F | Volume | H·F | Volume |
|-------|-----------------------|-------|-----------------------|-------|------------------------|
| 3.0 m | 28.540 m ³ | 5.4 m | 66.909 m ³ | 7.8 m | 156.861 m ³ |
| 3.2 | 30.640 | 5.6 | 71.832 | 8.0 | 168.403 |
| 3.4 | 32.894 | 5.8 | 77.118 | 8.2 | 180.795 |
| 3.6 | 35.315 | 6.0 | 82.792 | 8.4 | 194.098 |
| 3.8 | 37.914 | 6.2 | 88.884 | 8.6 | 208.381 |
| 4.0 | 40.703 | 6.4 | 95.425 | 8.8 | 223.714 |
| 4.2 | 43.698 | 6.6 | 102.447 | 9.0 | 240.176 |
| 4.4 | 46.914 | 6.8 | 109.985 | 9.2 | 257.849 |
| 4.6 | 50.366 | 7.0 | 118.078 | 9.4 | 276.823 |
| 4.8 | 54.072 | 7.2 | 126.767 | 9.6 | 297.193 |
| 5.0 | 58.051 | 7.4 | 136.095 | 9.8 | 319.061 |
| 5.2 | 62.323 | 7.6 | 146.109 | 10.0 | 342.539 |

Table 9. Test of adaptability of stand volume table.

| Species | Regression equation | \bar{X} | \bar{Y} | t(a) | t(b) |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|--------|--------|
| <i>Pinus koraiensis</i> | $Y=7.6810+0.9336X$ | 152.5040 m ³ | 150.059 m ³ | 0.3843 | 0.9336 |
| <i>Larix leptolepis</i> | $Y=4.1547+0.9247X$ | 113.1230 | 116.573 | 0.2812 | 0.9274 |

相關係數 0.9774*, 殘差의 標準誤差는 0.0434 로 有意性이 認定되었으며, 이 式에 依하여 形狀高別 林分材積을 算出한 結果는 表 8 과 같다.

2. 林分材積式의 適合度 檢定

大友榮松이 1959年 發表한 方法에 依해 推定한 林分材積式의 適合度 檢定을 하기 爲하여 實測材積은 X, 林分材積表材積을 Y라 하고 全資料에서 이의 回歸直線 $Y=a+bx$ 를 求한 後 $\bar{X}-\bar{Y}$ 의 絶對值가 0 과 有意差가 있는지의 如否와 b-β의 絶對值 即, 回歸係數 b는 1과 有意差가 있는가를 檢定하였다. t(a)는 實測值와 林分材積에 의한 推定值와의 檢定이고, t(b)는 回歸係數 b와 1과의 檢定으로 實測材積과의 回歸式 各材積測定值의 平均(\bar{X}, \bar{Y})를 나타낸 結果는 表 9와 같다.

檢定結果 두 樹種 共히 t(a) 및 t(b)가 $t_{\infty}^{0.05}=1.98$ 보다 적으므로 \bar{X} 및 \bar{Y} 相互間에는 有意差가 없는 것으로 判斷되며, 推定誤差率을 求한 結果, 잣나무 18.29%, 일본잎갈나무 19.22%로 良好한 것으로 나타났다.

結 論

林分內에서 測定이 容易한 胸高直徑으로 林分形狀高를 推定할 수 있는 方法을 究明하고자 잣나무와 일

본잎갈나무에 對하여 試圖한 結果

1. 樹種別 胸高直徑과 林分形狀高, 林分形狀高와 林分材積과의 關係를 究明하였다.
2. 各各의 關係에서 樹種別 推定式을 誘導하고 相關係數, 殘差의 標準誤差를 算出하였다.

| 樹種別 | 推 定 式 | 相 關 係 數 | 殘差의 標準誤差 |
|--------|---|------------------|------------------|
| 잣나무 | $H \cdot F = 1.2569 + 0.2576D$ $\log V = 1.3855 + 0.1168H \cdot F$ | 0.8877 0.8712 | 0.1128 0.1042 |
| 일본잎갈나무 | $H \cdot F = 4.3045 + 0.1443D$ $\log V = 0.9929 + 0.1542H \cdot F$ | 0.7680 0.9774 | 0.9444 0.0434 |

3. 위 材積式에 依해 林分材積表를 調製하였으며, 林分材積表值와 標準地에서 測定한 結果의 推定誤差率은 잣나무 18.29%, 일본잎갈나무 19.22%이었다.

4. 材積式에 依한 推定值와 實測值의 適合度 檢定 結果 모두 有意差가 없어 今後 林分材積 推定時 形狀高에 依한 林分材積 推定에 間便한 方法으로서 使用이 可能할 것으로 思料된다.

引 用 文 獻

1. Gringrich, S. F. and Meyer, H. A. 1961. Construction of on aerial stand volume table for upland oak. Forest Sci. 1: 116-117.

2. 樋渡ミヨ子. 1971. fg表の作成に関する研究. 日林試報告 242:21-89.
3. 金東春. 1967. 일본일갈나무林的收穫과 生長에 관한 研究. 林試研報 13:1-60.
4. 金東春, 李興均. 1966. 標本抽出法에 依한 山林 調査(其一). 林試研報 11:13-32.
5. 金東春, 李興均. 1967. 잣나무 林分の 收穫과 生長에 관한 研究. 林試研報 12:1-30.
6. 李興均, 金思一, 유진우. 1979. 林分材積表 調製에 관한 研究(其一). 林試研報 26:43-70.
7. 李興均, 金思一, 유진우. 1980. 林分材積表 調製에 관한 研究(其二). 林試研報 27:53-90.
8. 李麗夏. 1973. 林分材積 推定에 관한 研究. 韓林誌 18:1-8.
9. 藥袋次郎. 1982. 林分形數表の作成方法について. 日林試報告 318:129-144.
10. 中山博一. 1958. A study on forest survey from aerial photo graphs. 日本各大演報 1:1-13.
11. 大友榮松. 1959. 材積表 檢定について 日林誌 38:234-237.
12. 田口豊. 1958. 前橋營林局 管内にすける林分材積表について. 日本講演集 68.
13. 高田和彦. 1968. 針葉樹林分にすける Bitterich法による 各種林分材積推定法の比較. 日林講演集 79: 25-27.