

# 곰솔 및 삼나무의 胸高形數 決定에 관한 研究<sup>1</sup>

朴 南 昌<sup>2</sup> · 鄭 永 觀<sup>3</sup>

## Studies on the Determination of the Breast-Height Form Factors for Stem of *Pinus thunbergii* and *Cryptomeria japonica*<sup>1</sup>

Nam Chang Park<sup>2</sup> · Young Gwan Chung<sup>3</sup>

### 要 約

곰솔과 삼나무의 胸高形數를 求하기 위하여 胸高形數를 樹齡, 胸高直徑 및 樹高의 函數로 나타낸 8個의 模型을 選定하여 推定式을 求하고, 求한 推定式의 有意性을 檢定한 후 精度가 가장 높은 推定式에 의하여 胸高形數를 決定하였으며, 그 결과를 要約하면 다음과 같다.

〈곰솔의 胸高形數推定〉

• 樹齡 :  $F = 0.553 - 4.567 \frac{1}{A} + 71.409 \frac{1}{A^2}$  ( $R^2 = 0.928$ )  
(6.727\*\*) (14.100\*\*)

• 胸高直徑 :  $F = 0.356 + 1.774 \frac{1}{D} - 0.770 \frac{1}{D^2}$  ( $R^2 = 0.944$ )  
(15.102\*\*) (2.908\*\*)

• 樹高 :  $F = 0.316 + 1.546 \frac{1}{H} + 0.397 \frac{1}{H^2}$  ( $R^2 = 0.941$ )  
(8.380\*\*) (3.896\*\*)

〈삼나무의 胸高形數推定〉

• 樹齡 :  $F = 0.400 + 2.348 \frac{1}{A} + 17.053 \frac{1}{A^2}$  ( $R^2 = 0.889$ )  
(3.501\*\*) (3.298\*\*)

• 胸高直徑 :  $F = 0.353 + 2.118 \frac{1}{D} - 1.462 \frac{1}{D^2}$  ( $R^2 = 0.923$ )  
(14.873\*\*) (3.545\*\*)

• 樹高 :  $F = 0.403 + 0.427 \frac{1}{H} + 2.843 \frac{1}{H^2}$  ( $R^2 = 0.887$ )  
(3.254\*\*) (5.742\*\*)

等으로 求하였다.

이들 推定式에 의하여 決定된 胸高形數는 우리나라에서 지금까지 一括 適用되고 있는 胸高形數 0.45에 比하여 小徑木, 幼齡木에서는 過大值 그리고 大徑木, 老齡木에서는 過小值로 나타났다.

### ABSTRACT

In order to estimate breast-height form factors of *Pinus thunbergii* and *Cryptomeria japonica*, 8 models based on tree age, diameter at breast height and tree height were suggested and evaluated. It was the following

<sup>1</sup> 接授 5月 28日 Received May 28, 1985.

<sup>2</sup> 林業試驗場 南部支場 Southern Branch Station, Forest Research Institute.

<sup>3</sup> 慶尙大學校 農科大學 College of Agriculture, Gyeongsang National University, Jinju, Korea.

equations that turned out to be most fit for estimating them; for *Pinus thunbergii*,

$$F = 0.553 - 4.567 \ 1/A + 71.409 \ 1/A^2 \ (R^2 = 0.928), \text{ based on tree age,}$$

$$(6.727^{**}) \ (14.100^{**})$$

$$F = 0.356 + 1.774 \ 1/D - 0.770 \ 1/D^2 \ (R^2 = 0.944), \text{ based on diameter at breast height,}$$

$$(15.102^{**}) \ (2.908^{**})$$

$$F = 0.316 + 1.546 \ 1/H + 0.397 \ 1/H^2 \ (R^2 = 0.941), \text{ based on tree height,}$$

$$(8.380^{**}) \ (3.896^{**})$$

for *Cryptomeria japonica*,

$$F = 0.400 + 2.348 \ 1/A + 17.053 \ 1/A^2 \ (R^2 = 0.889), \text{ based on tree age,}$$

$$(3.501^{**}) \ (3.298^{**})$$

$$F = 0.353 + 2.118 \ 1/D - 1.462 \ 1/D^2 \ (R^2 = 0.923), \text{ based on diameter at breast height,}$$

$$(14.873^{**}) \ (3.545^{**})$$

$$F = 0.403 + 0.427 \ 1/H + 2.843 \ 1/H^2 \ (R^2 = 0.887), \text{ based on tree height.}$$

$$(3.254^{**}) \ (5.742^{**})$$

The above estimated breast-height form factors proved to be overestimated for young trees and small diameter trees, and to be underestimated for old trees and large diameter trees, in comparison to generally accepted figure in Korea, that is, the form factor of 0.45.

**Key words:** *Pinus thunbergii*; *Cryptomeria japonica*; breast-height form factors.

## 緒 論

立木幹材積을 測定할 경우 過去에는 標本木法을 重要視하여 왔다. 그러나 이 方法은 立木幹材積을 測定하고자 할 때마다 標本木을 伐倒하여 材積을 測定하여야 하는 煩雜性 때문에 實用化되지 못하고 實際로는 立木幹材積表에 의하여 材積을 推定하여 왔으며<sup>16,17</sup>, 立木幹材積表를 形數法에 의하여 推定할 때 우리나라에서는 假想形數 0.45를 一律적으로 適用하고 있다.<sup>3,4,16,17</sup> 그러나 形數 0.45를 一括適用하여 算出した 幹材積과 實際材積을 比較하면 小徑木 및 幼齡木에서는 過小值, 大徑木 및 老齡木에서는 過大值를 나타낸다.<sup>3,4,22</sup> 따라서 이와같은 矛盾을 改善하고 보다 合理的인 方法으로 樹幹材積을 推定하기 위하여 南部地方에서 生育하고 있는 곰솔과 삼나무를 對象으로 胸高形數 推定에 適合하리라 豫想되는 여러 模型을 採擇하여 推定式을 求하고<sup>15</sup>, 그 適合性을 檢定한 후 樹齡, 胸高直徑 및 樹高에 따라 胸高形數를 決定하였다.

## 研 究 史

胸高形數는 樹幹材積에 대한 圓柱體積의 比 즉,

$f = V/gh$ 로 表示되고, 胸高形數를 適用하여 樹幹材積을 推定하는 方法은 古昔을 막론하고 널리 使用되고 있다.<sup>2,3,4,19,22,23,25</sup> 胸高形數의 값은 大部分 0.4~0.6 사이에 있다고 하였으며<sup>3,4,17,23</sup>, 樹種, 生育區域, 地位, 樹冠密度, 枝下高, 樹冠의 量, 樹高, 直徑 및 樹齡 등에 따라 다르다고 發表하였다.<sup>1,2,9,10,19,20,21,22,25</sup> 最初의 立木材積表는 獨逸의 林業者 H.Cotta (1804)가 그의 著書 森林調査에 관한 組織的 指導書에 掲載한 것이 始初이며, 그후 Bayerische (1846)가 林木材積表를 作成하였다. 材積을 測定하는데 必 要한 形數의 種類에는 直徑의 測定 位置에 따라 胸高形數, 正形數, 絕對形數 등으로 區分되어 있으며<sup>19,25</sup> 山本<sup>24</sup>는 胸高形數實驗式

$$f = k \frac{h^\alpha}{d_b^\beta} \quad (d_b: \text{胸高直徑}, h: \text{樹高})$$

을 提示하였다. 이러한 胸高形數를 使用하여 立木材積表를 作成하고자 寺崎<sup>5</sup>는 樹幹曲線方程式에서 胸高形數를 求하는 式을 誘導하여 立木材積을 推定하였으며, 德久<sup>6</sup> 외 많은 사람들이

$$F = a + \frac{b}{x}$$

式을 適用 形數를 求하여 立木材積을 推定하였다.

우리나라에서 使用된 것은 日政 때 林<sup>11,12,13,14</sup> 이 江原道産 소나무, 일본잎갈나무, 상수리나무 등의

胸高形數를 求하여 材積表를 調製하였고, 그 후 工藤<sup>7,8)</sup>가 北鮮産 잣나무, 잎갈나무 등에 대하여 胸高形數를 求하여 材積表를 調製 發表한 바가 있으며, 최근에 李<sup>10)</sup>가 林分形數에 의한 林分の 材積을 推定하고자 林分形數表 作成에 관한 方法을 提示하고 있다. 또한 鄭<sup>3,4)</sup> 등이 편백 및 굴참나무의 胸高形數를 決定하기 위하여 여러가지 推定模型을 適用하여 胸高形數 推定式을 求하였다.

**材料 및 方法**

**1. 供試材料**

胸高形數를 決定하기 위하여 南部地方의 主要樹種인 곰솔 및 삼나무가 正常的으로 生育되고 있는 慶南 및 全南 海岸地方의 面積 1.0 ha 以上되며, 地位 中 정도, 傾斜度 10° 内外, 海拔高 100m 以上の 林分에서 20 m×20 m의 正方形 標準地를 設定하여 곰솔 53本, 삼나무 45本の 標準木을 選定 伐倒하였다. 直徑과 樹高는 樹幹析解圖上에서, 樹齡은 地上 0.2m 되는 地點의 年輪數에서 伐採地點까지 成長하는데 所要된 年數 2年을 加算하였으며, 幹材積測定은<sup>2,19,20)</sup> 區分長을 2m로 하는 Huber의 區分求積式

$$V = f \left( \frac{\pi}{4} d_0^2 + \frac{\pi}{4} d_1^2 + \dots + \frac{\pi}{4} d_n^2 \right)$$

에 의하여, 根株材積은 Smalian 公式

$$V = \frac{1}{2} f \left( \frac{\pi}{4} d_0^2 + \frac{\pi}{4} d_1^2 \right)$$

에 의하여, 梢端部材積은 圓錐體積公式

$$V = \frac{1}{3} f \left( \frac{\pi}{4} d_0^2 \right)$$

을 適用하였으며, 形數는

$$f = V/gh$$

式으로 計算하여 곰솔 173本, 삼나무 210本の 供試材料를 얻었으며 各 供試材料의 범위는 곰솔은 樹齡 10年에서 40年, 胸高直徑 6cm에서 24cm, 樹高 5m에서 16m까지이며, 삼나무는 樹齡 10年에서 50年, 胸高直徑 6cm에서 26cm, 樹高 5m에서 18m의 범위였다.

**2. 胸高形數 決定方法**

樹齡別, 胸高直徑別, 樹高別 胸高形數를 決定하기 위한 다음과 같은 模型에 의하여 胸高形數 推定式을 求하고, 回歸式의 適合性과 回歸係數의 有意性을 檢

정한 후 適合性이 가장 높은 推定式을 適用하여 곰솔과 삼나무의 樹齡別, 胸高直徑別, 樹高別 胸高形數를 作成하였다.

$$F = a + bx \dots\dots\dots (1)$$

$$F = a + bx^2 \dots\dots\dots (2)$$

$$F = a + bx + cx^2 \dots\dots\dots (3)$$

$$F = ax^b \dots\dots\dots (4)$$

$$F = \frac{x}{a + bx} \dots\dots\dots (5)$$

$$F = a + bx + cx^2 + dx^3 \dots\dots\dots (6)$$

$$F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2} \dots\dots\dots (7)$$

$$F = a + bx + ce^x (e ; 2.71828) \dots\dots\dots (8)$$

**結果 및 考察**

**1. 胸高形數 決定**

(1) 곰솔의 胸高形數

곰솔의 胸高形數를 決定하기 위하여 適用한 8個의 模型에 대하여 回歸分析한 結果는 表 1~3과 같다.

가) 樹齡에 의한 胸高形數 決定

곰솔의 5年齡階別 樹齡과 胸高形數와의 關係式은 表 1과 같다.

表 1에서 보는 바와 같이 樹齡에 의하여 胸高形數를 決定할 경우에 있어서 8個의 模型中 決定係數가 가장 큰 推定式은

$$F = 0.553 - 4.567 1/A + 71.409 1/A^2$$

로서 推定式의 回歸係數에 대한 有意性 檢定結果 1% 有意水準에서 有意性이 認定되었다. 따라서 곰솔의 樹齡에 의하여 胸高形數를 決定하고자 할 때에는

$$F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$$

模型이 가장 適合한 것으로 判斷된다.

나) 胸高直徑에 의한 胸高形數 決定

胸高直徑과 胸高形數와의 關係式은 表 2와 같다.

表 2에서 보는 바와 같이 胸高直徑에 의하여 胸高形數를 決定할 경우에 가장 適合한 模型은 樹齡의 경우와 같은

$$F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$$

模型이었으며, 決定係數가 0.944로서 가장 높게 나타났다. 本 模型에서 求한 推定式은

$$F = 0.356 + 1.774 1/D - 0.770 1/D^2$$

**Table 1.** Breast-height form factor equations and determination coefficients derived from each model by age of *Pinus thunbergii*

Model	Estimated equation	R <sup>2</sup>
① $F = a + bx$	$F = 0.81871 - 0.01247A$ (15.518**)	.585
② $F = a + bx^2$	$F = 0.68432 - 0.00025A^2$ (11.838**)	.450
③ $F = a + bx + cx^2$	$F = 1.23350 - 0.05673A + 0.00102A^2$ (18.002**)(14.259**)	.811
④ $F = ax^b$	$\ln F = 0.67874 - 0.43255 \ln A$ (24.342**)	.776
⑤ $F = \frac{x}{a + bx}$	$1/F = 2.56081 - 12.62047 1/A$ (38.880**)	.923
⑥ $F = a + bx + cx^2 + dx^3$	$F = 2.07197 - 0.19468A + 0.00785A^2 - 0.00010A^3$ (21.136**)(17.565**)(15.359**)	.921
⑦ $F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$	$F = 0.55333 - 4.56678 1/A + 71.40938 1/A^2$ (6.727**)(14.100**)	.928
⑧ $F = a + bx + ce^x$	$F = 0.86578 - 0.01543A + 0.00000 e^A$ (16.160**)(5.032**)	.639

Note) \*\*: Significant at the 1% level probability.  
( ): T-value.

**Table 2.** Breast-height form factor equation and determination coefficients derived from each model by DBH of *Pinus thunbergii*

Model	Estimated equation	R <sup>2</sup>
① $F = a + bx$	$F = 0.82292 - 0.03043D$ (20.145**)	.704
② $F = a + bx^2$	$F = 0.68889 - 0.00146D^2$ (13.409**)	.513
③ $F = a + bx + cx^2$	$F = 1.08234 - 0.10186D + 0.00413D^2$ (27.157**)(19.542**)	.909
④ $F = ax^b$	$\ln F = 0.20336 - 0.38971 \ln D$ (41.707**)	.910
⑤ $F = \frac{x}{a + bx}$	$1/F = 2.35941 - 3.58037 1/D$ (45.736**)	.924
⑥ $F = a + bx + cx^2 + dx^3$	$F = 1.32807 - 0.20901D + 0.01726D^2 - 0.00048D^3$ (28.811**)(20.308**)(15.654**)	.922
⑦ $F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$	$F = 0.35564 + 1.77431 1/D - 0.77035 1/D^2$ (15.102**)(2.908**)	.944
⑧ $F = a + bx + ce^x$	$F = 0.83237 - 0.03180D + 0.00000 e^D$ (20.701**)(3.139**)	.718

Note) \*\*: Significant at the 1% level probability.  
( ): T-value.

이며 回歸係數는 1%水準의 有意性이 認定되었다. 따라서, 本式을 胸高形數 推定式으로 採擇하여 胸高形數를 決定하였다.

다) 樹高에 의한 胸高形數 決定

樹高와 胸高形數와의 關係式은 表 3과 같다.

表 3에서 보는 바와 같이 樹高에 의하여 胸高形數를 決定함에 있어서도 樹齡 및 胸高直徑에 의하여 決定되는 경우와 同一한 模型

**Table 3.** Breast-height form factor equations and determination coefficients derived from each model by height of *Pinus thunbergii*

Model	Estimated equation	R <sup>2</sup>
① $F = a + bx$	$F = 0.89099 - 0.04311 H$ (23.665**)	.766
② $F = a + bx^2$	$F = 0.73179 - 0.00261 H^2$ (16.594**)	.617
③ $F = a + bx + cx^2$	$F = 1.22223 - 0.14674 H + 0.00712 H^2$ (26.550**) (19.084**)	.926
④ $F = ax^b$	$\ln F = 0.33644 - 0.473941 \ln H$ (43.227**)	.916
⑤ $F = \frac{x}{a + bx}$	$1/F = 2.48828 - 4.26952 1/H$ (49.657**)	.935
⑥ $F = a + bx + cx^2 + dx^3$	$F = 1.54525 - 0.30235 H + 0.02927 H^2 - 0.00096 H^3$ (18.951**) (13.279**) (10.141**)	.934
⑦ $F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$	$F = 0.31651 + 1.54623 1/H + 0.39680 1/H^2$ (8.383**) (3.896**)	.941
⑧ $F = a + bx + ce^x$	$F = 0.90670 - 0.04572 H + 0.00000 e^H$ (24.491**) (3.975**)	.786

Note) \*\* : Significant at the 1% level probability.  
( ) : T-value.

**Table 4.** Breast-height form factor equations and determination coefficients derived from each model by age of *Cryptomeria japonica*

Model	Estimated equation	R <sup>2</sup>
① $F = a + bx$	$F = 0.84548 - 0.01128 A$ (23.707**)	.730
② $F = a + bx^2$	$F = 0.71808 - 0.00022 A^2$ (18.043**)	.718
③ $F = a + bx + cx^2$	$F = 1.08520 - 0.03515 A + 0.00051 A^2$ (17.139**) (11.831**)	.839
④ $F = ax^b$	$\ln F = 0.65612 - 0.39511 \ln A$ (35.121**)	.856
⑤ $F = \frac{x}{a + bx}$	$1/F = 2.34524 - 11.35829 1/A$ (35.849**)	.861
⑥ $F = a + bx + cx^2 + dx^3$	$F = 2.64023 + 0.05138 A - 0.00001 A^2 - 1.01256 A^3$ (7.836**) (5.836**) (11.233**)	.857
⑦ $F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$	$F = 0.40045 + 2.34768 1/A + 17.05338 1/A^2$ (3.501**) (3.298**)	.889
⑧ $F = a + bx + ce^x$	$F = 0.85821 - 0.01198 A + 0.00000 e^A$ (23.522**) (3.350**)	.744

Note) \*\* : Significant at the 1% level probability.  
( ) : T-value

$$F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$$

式이 가장 적합한 것으로 나타났다.  
따라서 推定式

$$F = 0.317 + 1.546 1/H + 0.397 1/H^2$$

을 求하였으며, 그 結果 決定係數는 0.941, 推定式의 回歸係數는 1% 水準의 有意性이 認定되어 本式을 胸高形數 推定式으로 採擇하여 胸高形數를 決定하였다.

(2) 삼나무의 胸高形數

**Table 5.** Breast-height form factor equations and determination coefficients derived from each model by DBH of *Cryptomeria japonica*

Model	Estimated equation	R <sup>2</sup>
① F = a + bx	F = 0.80422 - 0.02135 D (23.085**)	.719
② F = a + bx <sup>2</sup>	F = 0.68475 - 0.00078 D <sup>2</sup> (15.094**)	.523
③ F = a + bx + cx <sup>2</sup>	F = 0.99651 - 0.06241 D + 0.00181 D <sup>2</sup> (25.771**)(17.478**)	.887
④ F = ax <sup>b</sup>	ln F = 0.22616 - 0.35107 ln D (46.588**)	.813
⑤ F = $\frac{x}{a+bx}$	1/F = 2.26231 - 4.07473 1/D (41.757**)	.893
⑥ F = a + bx + cx <sup>2</sup> + dx <sup>3</sup>	F = 1.32392 + 0.03431 D - 0.00001 D <sup>2</sup> - 0.48092 D <sup>3</sup> (5.713**)(3.587**)(12.841**)	.823
⑦ F = a + $\frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$	F = 0.35297 + 2.11750 1/D - 1.46177 1/D <sup>2</sup> (14.873**)(3.545**)	.923
⑧ F = a + bx + ce <sup>x</sup>	F = 0.82342 - 0.02368 D + 0.00000 e <sup>D</sup> (24.685**)(5.588**)	.756

Note) \*\*: Significant at the 1% level probability.  
( ): T-value.

삼나무의 胸高形數를 決定하기 위하여 適用한 8개의 模型에 대하여 回歸分析한 結果는 表 4~8과 같다.

가) 樹齡에 의한 胸高形數 決定

삼나무의 5年齡階別 樹齡과 胸高形數와의 關係式은 表 4와 같다.

삼나무의 樹齡에 의한 胸高形數 決定에 있어서 表 4에서 보는 바와 같이 靑솔에서 決定된 것과 同一한 模型인

$$F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$$

가 가장 適合한 것으로 나타났으며, 本 模型에서 求하여진 推定式은

$$F = 0.400 + 2.348 1/A + 17.053 1/A^2$$

이며 그 結果 決定係數는 0.889, 推定式의 回歸係數는 1% 水準의 有意性이 認定되었다. 따라서 本式으로 胸高形數를 決定하였다.

나) 胸高直徑에 의한 胸高形數 決定

胸高直徑과 胸高形數와의 關係式은 表 5와 같다. 表 5에서 보는 바와 같이 삼나무의 胸高直徑에 의하여 胸高形數를 決定함에 있어서 靑솔의 경우와 같은 模型인

$$F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$$

가 가장 適合한 것으로 나타났고 推定式

$$F = 0.353 + 2.118 1/D - 1.462 1/D^2$$

을 求하였다. 또한 回歸係數의 有意性 檢定 結果 1%의 有意性이 認定되었으며, 推定精度를 알기 위하여 決定係數를 計算한 結果 0.923으로 다른 推定式에 比하여 높게 나타났다. 따라서 胸高直徑에 의한 胸高形數를 이 推定式에 의하여 決定하게 되었다.

다) 樹高에 의한 胸高形數 決定

樹高와 胸高形數와의 關係式은 表 6과 같다.

表 6에서 나타난 바와 같이 樹高에 의하여 胸高形數를 決定할 경우에 있어서도

$$F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$$

模型式이 樹齡 및 胸高直徑에 의하여 求하는 경우와 같이 形數決定에 가장 適合한 模型으로 나타났다. 따라서 推定式

$$F = 0.403 + 0.427 1/H + 2.843 1/H^2$$

을 求하였으며, 決定係數 0.887 및 回歸係數는 1% 水準에서 有意性이 認定되어 胸高形數를 決定하였다.

以上에서 본 바와 같이 靑솔과 삼나무의 樹木因子別 胸高形數 決定에 있어서 2次 分數函數式

$$F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$$

**Table 6.** Breast-height form factor equations and determination coefficients derived from each model by height of *Cryptomeria japonica*

Model	Estimated equation	R <sup>2</sup>
① $F = a + bx$	$F = 0.63691 - 0.00572H$ (5.706**)	.435
② $F = a + bx^2$	$F = 0.59435 - 0.00002H^2$ (15.34**)	.411
③ $F = a + bx + cx^2$	$F = 0.86408 - 0.04177H + 0.00049H^2$ (23.496**) (21.372**)	.730
④ $F = ax^b$	$\ln F = 0.05452 - 0.31086 \ln H$ (21.213**)	.684
⑤ $F = \frac{x}{a + bx}$	$1/F = 2.36483 - 3.81098 1/H$ (38.297**)	.876
⑥ $F = a + bx + cx^2 + dx^3$	$F = 1.09881 - 0.11540H + 0.00596H^2 - 0.00006H^3$ (19.710**) (14.054**) (12.911**)	.851
⑦ $F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$	$F = 0.40260 + 0.42728 1/H + 2.84264 1/H^2$ (3.254**) (5.742**)	.887
⑧ $F = a + bx + ce^x$	$F = 0.64072 - 0.00471H - 0.00000e^H$ (4.810**) (4.663**)	.418

Note) \*\*: Significant at the 1% level probability.  
( ): T-value.

가 가장 適合한 것으로 나타났으며 林泰治 外 많은 사람들이 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 20 1次 分數函數式인

$$F = a + \frac{b}{x}$$

를 適用하여 胸高形數를 決定한 것과 比較할 때 分數函數式이 胸高形數 決定에 適合하리라 判斷되어 곰솔과 삼나무에 대하여 樹齡, 胸高直徑 및 樹高를 函數로 하는 胸高形數를 決定하였다.

**2. 胸高形數表 作成**

胸高形數를 決定하기 위한 여러 模型 中에서 適合性이 가장 높은 推定式에 의하여 推定된 곰솔과 삼나무의 樹齡, 胸高直徑 및 樹高別 胸高形數는 表 7~9와 같다.

(1) 樹齡에 의한 胸高形數表

表 7에서 보는 바와 같이 곰솔 및 삼나무의 樹齡에 의하여 推定된 胸高形數表를 作成한 結果 우리나라에서 一般적으로 使用되고 있는 胸高形數 0.45

의 범위는 곰솔에서는 35~40年 사이에서 나타났으며, 삼나무는 50~55年 사이에서 나타나고 있다.

(2) 胸高直徑에 의한 胸高形數表

胸高直徑에 의하여 推定된 곰솔과 삼나무의 胸高形數를 胸高直徑 6cm에서 30cm까지 求하여 表로 作成하여 본 結果는 表 8과 같으며, 곰솔에서 胸高形數 0.45를 가지는 범위는 胸高直徑 18~20cm 사이이며 삼나무에서는 20~22cm 사이에서 나타났다.

(3) 樹高에 의한 胸高形數表

곰솔과 삼나무의 樹高에 의하여 推定된 胸高形數는 表 9와 같으며, 우리나라에서 一般적으로 使用되고 있는 胸高形數 0.45는 곰솔의 樹高에서는 11~12m 사이에서 나타났고, 삼나무의 樹高에서는 13~14m 사이에서 나타났다.

以上의 表 7~9에서 나타난 結果는 工藤<sup>7)</sup>가 삼나무에 대하여 作成 發表한 胸高形數表에서 胸高直徑 18cm에서 胸高形數 0.45를 나타낸 結果와 본

**Table 7.** Breast-height form factor by size of age for *Pinus thunbergii* and *Cryptomeria japonica* derived from model  $F = a + b/x + c/x^2$

Tree species	Age										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
<i>P. thunbergii</i>	0.770	0.582	0.518	0.486	0.468	0.454	0.446	0.439	0.433	0.429	0.425
<i>C. japonica</i>	0.806	0.633	0.560	0.522	0.498	0.481	0.470	0.461	0.454	0.449	0.444

**Table 8.** Breast-height form factor by size of DBH for *Pinus thunbergii* and *Cryptomeria japonica* derived from model  $F=a+b/x+c/x^2$

Tree species	DBH cm												
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
<i>P. thunbergii</i>	0.630	0.565	0.525	0.498	0.478	0.464	0.451	0.442	0.437	0.438	0.423	0.418	0.414
<i>C. japonica</i>	0.665	0.595	0.550	0.519	0.504	0.480	0.466	0.455	0.446	0.439	0.432	0.427	0.422

**Table 9.** Breast-height form factor by size of height for *Pinus thunbergii* and *Cryptomeria japonica* derived from model  $F=a+b/x+c/x^2$

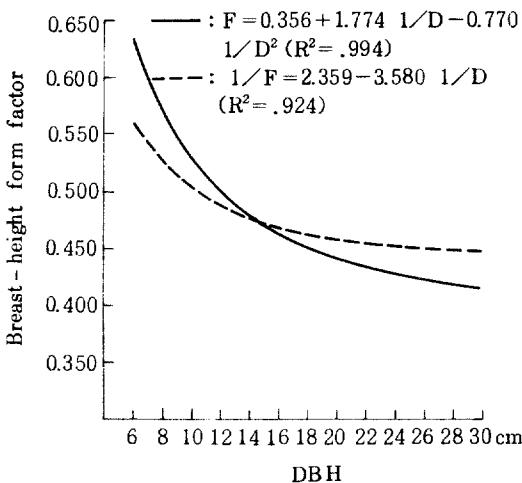
Tree species	H m																		
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<i>P. thunbergii</i>	0.876	0.728	0.642	0.585	0.545	0.516	0.493	0.475	0.460	0.448	0.438	0.429	0.421	0.414	0.408	0.403	0.398	0.394	
<i>C. japonica</i>	0.861	0.687	0.602	0.553	0.523	0.500	0.485	0.474	0.465	0.458	0.452	0.448	0.444	0.441	0.438	0.435	0.439	0.431	

내용의 곰솔과一致하며, 樹高에서는 10~11m 사이에서 胸高形數 0.45의 값을 갖는다고 發表한 結果와는 곰솔과 거의 유사한 傾向으로 나타났다. 또한 鄭<sup>3)</sup>이 편백에 대하여 推定發表한 胸高形數는 本內容의 삼나무와 比較하면 樹齡과 胸高直徑에서 一致하는 傾向으로 나타나고 있다.

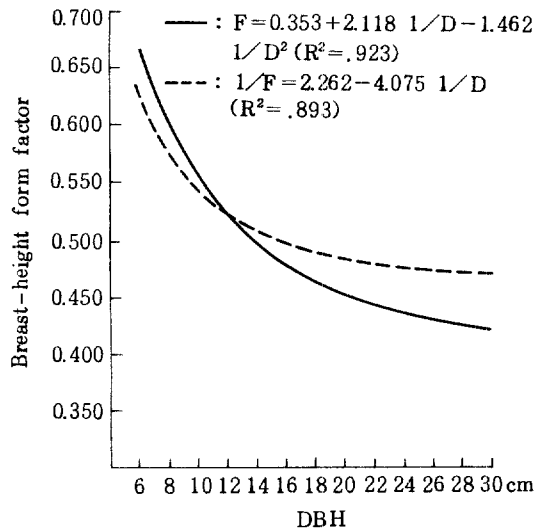
다음은 여러가지 模型中 推定精度가 比較的 높은 2 模型

$$F = a + b/D + C/D^2 \text{ 와 } F = \frac{D}{a + bD}$$

式에 의하여 計算된 胸高形數의 大小傾向을 곰솔과 삼나무의 胸高直徑에 따라 그림으로 圖示하면, 그림 1, 2와 같다.



**Fig. 1.** Breast-height form factor curves of *Pinus thunbergii*



**Fig. 2.** Breast-height form factor curves of *Cryptomeria japonica*

그림 1에서 보는 바와 같이 곰솔의 胸高直徑이 成長함에 따라 胸高形數는 減小하는 負의 相關關係를 나타내고 있다.

또한 大徑木에 이룰수록 形數의 減小程度가 弱화되는 傾向으로 나타났다.

그림 2에서는 삼나무의 胸高形數도 곰솔의 경우와 同一한 傾向으로 胸高直徑이 成長함에 따라 胸高形數가 減小하는 負의 相關關係를 나타내고 있다.

結 論

南部地方의 主要樹種인 곰솔과 삼나무의 胸高形數



를 決定하기 위하여 樹齡, 胸高直徑 및 樹高와 胸高形數와의 關係를

$$F = a + bx, F = a + bx^2, F = a + bx + cx^2,$$

$$F = ax^b, F = \frac{x}{a + bx}, F = a + bx + cx^2 + dx^3,$$

$$F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}, F = a + bx + ce^x$$

等 8 個의 模型을 選定하여 推定式을 求하고 有意性을 檢定한 結果, 模型

$$F = a + \frac{b}{x} + \frac{c}{x^2}$$

가 가장 適合한 것으로 나타났다.

이에 대한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 胸高形數와 樹齡, 胸高直徑 및 樹高와의 關係式 中 가장 높은 精度를 나타내는 推定式은

① 곰솔

$$\begin{aligned} \cdot \text{樹齡} : F &= 0.553 - 4.567 \ 1/A + 71.409 \ 1/A^2 \\ &\quad (6.727^{**}) \quad (14.100^{**}) \\ (R^2 &= 0.928) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cdot \text{胸高直徑} : F &= 0.356 + 1.774 \ 1/D - 0.770 \ 1/D^2 \\ &\quad (15.102^{**}) \quad (2.908^{**}) \\ (R^2 &= 0.944) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cdot \text{樹高} : F &= 0.316 + 1.546 \ 1/H + 0.397 \ 1/H^2 \\ &\quad (8.380^{**}) \quad (3.896^{**}) \\ (R^2 &= 0.941) \end{aligned}$$

② 삼나무

$$\begin{aligned} \cdot \text{樹齡} : F &= 0.400 + 2.348 \ 1/A + 17.053 \ 1/A^2 \\ &\quad (3.501^{**}) \quad (3.298^{**}) \\ (R^2 &= 0.889) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cdot \text{胸高直徑} : F &= 0.353 + 2.118 \ 1/D - 1.462 \ 1/D^2 \\ &\quad (14.873^{**}) \quad (3.545^{**}) \\ (R^2 &= 0.923) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cdot \text{樹高} : F &= 0.403 + 0.427 \ 1/H + 2.843 \ 1/H^2 \\ &\quad (3.254^{**}) \quad (5.742^{**}) \\ (R^2 &= 0.887) \end{aligned}$$

等으로 選定되었다.

2. 適合한 模型에 의하여 推定된 곰솔 및 삼나무의 胸高形數는 表 7~9 와 같으며 우리나라에서 一般的으로 適用되고 있는 形數 0.45는 다음과 같다.

① 곰솔의 樹齡 35~40年, 胸高直徑 18~20 cm, 樹高 11~12m 사이에서 各各 나타났다.

② 삼나무의 樹齡 50~55年, 胸高直徑 20~22 cm, 樹高 13~14m 사이에서 各各 나타났다.

따라서 假想形數 0.45에 의하여 推定된 立木幹材積은 實際材積에 比하여 小徑木, 幼齡木에서는 過

小值 그리고 大徑木, 老齡木에서는 過大值를 초래하므로 樹種別, 樹齡別, 胸高直徑別, 樹高別 胸高形數를 決定하여 立木幹材積을 推定하여야 할 것으로 思料된다.

## 引用文摘

1. Bruce, D. 1972. Some transformations of the Behre equation of tree form, For. Sci. Vol. 18(2): 164-166.
2. Chapman and Meyer. 1949. Forest Mensuration. McGraw-Hill Book Co., New York. pp. 131-169.
3. 鄭永觀. 1977. 편백나무의 胸高形數決定. 慶大農業研究所報 11: 67-69.
4. 鄭永觀, 趙顯瑞, 麻鎬燮. 1981. 굴참나무의 胸高形數에 관한 研究. 慶大農業研究所報 15: 91-94.
5. 寺崎渡. 1905. 收穫表調製ノ方法. 日山林誌 294: 1-52.
6. 徳久一雄. 1935. 야마한노키, 시베리아한노키의 胸高形數表及材積表. 林試時報 14: 1-36.
7. 工藤一郎. 1932. 光陵試驗林=於ケル 아카まつ幹材ノ 胸高形數表及材積表. 林試時報 6: 39-65.
8. \_\_\_\_\_. 1935. 北鮮産 테우센맷, 테우센카라마쯔, 엔조맷及타운시라베의 胸高形數表及材積表. 林試研報 20: 1-52.
9. Goebel, N. B. 1961. Estimation of form class from lower bole measurements for southern red oak, white oak and shortleaf pine in the upper South Carolina Piedmont. South Carolina Agr. Expt. Station For. Res. Series 2: 1-4.
10. Goebel, N. B. 1962. Estimation of form class from lower bole measurements for Virginia pine and yellow poplar in the upper South Carolina Piedmont. South Carolina Agr. Expt. Station. For. Res. Series 6: 1-5.
11. 林泰治. 1933. 크누ギ의 胸高形數表及材積表. 林試時報 9: 44-69.
12. 林泰治. 1934. 나라類의 胸高形數表及材積表. 林試時報 10: 1-57.

13. 林泰治. 1934. アベマキ, ニセアカチヤ, ハンノキ, ヤマナラの 單木胸高形數表及材積表. 林試時報 12: 31-79.
14. 林泰治. 1937. 朝鮮に於ける内地種カラマツ 植栽林の 單木胸高形數表及材積表. 林試時報 18: 1-42.
15. 木梨謙吉. 1954. 推計學を基とした 測樹學. 朝倉書店, 東京. pp. 187-202.
16. 李鎮珪. 1969. 리기다소나무 立木幹材積表. 林試研報 16: 53-54.
17. 李鎮珪. 1972. 江原道産 日本잎갈나무의 立木幹材積表. 林試研報 19: 29-30.
18. 李興均, 兪鎮禹, 金思日. 1980. 林分材積表 調製에 관한 研究. 林試研報 27: 53-90.
19. 李麗夏. 1981. 測樹學要論. 機電研究所, 서울. pp. 56-61.
20. Meyer, H. A. 1953. Forest Mensuration. Penns Valley Pub., New York. pp. 107-111.
21. Shipman, R. D. 1961. Bottomland Sweetgum-form class estimation. South Carolina Agr. Expt. Station. For. Res. Series 4: 1-4.
22. Wiant, H. V. and W. R. Maxey. 1974. Improving form class estimations on forest trees. - a simple guide - J. For. 70: 1-5.
23. 山田茂夫, 村松保男. 1963. 例解測樹の實務. 地球出版社, 東京. pp. 32-34.
24. 山本和藏. 1918. あかまつノ 單木幹材積表並胸高形數表. 日林試研報 16: 147-164.
25. 吉田正男. 1930. 測樹學要論. 成美堂書店, 東京. pp. 139-180.