

## 森林環境因子에 의한 굴참나무林分の生産力推定<sup>1</sup>

李東燮<sup>2</sup>·鄭永觀<sup>3</sup>

### Estimation of Productivity for *Quercus variabilis* Stand by Forest Environmental Factors<sup>1</sup>

Dong Sup Lee<sup>2</sup> · Young Gwan Chung<sup>3</sup>

#### 要 約

本 研究는 굴참나무의 生長因子(胸高直徑, 樹高, 胸高斷面積 및 幹材積)와 森林環境 및 土壤의 理化學的 因子와의 關係를 分析하여 林地의 生産力을 推定하고, 適地選定 基準을 設定하는데 그 目的이 있다. 이 때 考慮된 因子는 森林環境因子로 齡級 外 19個 土壤의 理化學的 因子로 土壤酸度 外 11個, 總 32個 因子이다.

慶北과 忠北地方에서 選定된 이들 生長因子와 森林環境因子는 99個의 標準地를 對象으로 調査되었다. 여기에서 採擇된 因子는 離散變數와 連續變數이다. 각각의 因子를 3~4個의 階級으로 分類하여, 總 110個의 階級으로 區分하였다. 그리고 각 階級을 別個의 獨立變數로 하였다. 즉 이는 擬似變數(dummy variable)로 하여 그의 값을 1 혹은 0으로 놓았다. 각 因子의 첫 階級은 統計學的 考慮 때문에 正規方程式에서 除外시켰다.

먼저 4個의 굴참나무 生長因子와 110個의 階級과의 關係를 回歸分析하였다. 다음으로 4個의 生長因子와 32個의 獨立變數간의 偏相關係數를 計算하였다. 마지막으로 階級間的 範圍를 求하기 위하여 相對點數를 推定하였다.

이와 같이 統計分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

- 1) 林木生長因子와 森林環境因子와의 關係를 分析한 結果, 樹高를 從屬變數로 하는 것이 推定率이 가장 높았다. 그러므로 生長因子 中 樹高를 林地生産力의 推定基準으로 하는 것이 效率的이라 思料된다.
- 2) 立木地의 生産力은 全體 森林環境因子에 의하여, 그리고 無立木地는 土壤의 理化學的 因子에 의하여 推定할 수 있다.
- 3) 全體의 林木生長因子에 共通으로 크게 關與하는 因子는 齡級, 有効土深, 林木密度, 母岩, 緯度, 土壤濕度 등으로서, 이들 因子의 良否가 곧 適地適樹의 基準이 될 수 있다.
- 4) 林木生長에 대한 階級間的 相對點數差가 共通으로 큰 因子는 母岩, 緯度, 全窒素含量, 齡級, 有効土深, 土壤濕度, 有機質含量 등으로서 이들 因子의 階級에 따라 適地適樹를 選定하여야 할 것으로 思料된다.

#### ABSTRACT

This study was initiated to estimate productivity of *Quercus variabilis* stand. However the practical objective

<sup>1</sup> 接受 3月 2日 Received on March 2, 1986.

<sup>2</sup> 尚州農業專門大學 Sangju National Agriculture Junior College, Sangju, Korea

<sup>3</sup> 慶尚大學校 農科大學 College of Agriculture, Gyeong Sang Nat'l Univ., Chinju, Korea

of this study was to provide some information to establish the basis of selecting the suitable site for *Quercus variabilis*. The productivity measured in terms of DBH, height, basal area and stem volume was hypothesized, respectively, to be a function of a group of factors.

This study considered 32 factors, 20 of which were related to the forest environmental factors such as tree age, latitude, percent slope, etc. and the rest of which were related to soil factors such as soil moisture, total nitrogen, available  $P_2O_5$ , etc. The data on 4 productivity measurements of *Quercus variabilis* growth and related factors cited were collected from 99 sample plots in Kyeongbook and chungbook provinces.

Some factors considered were, in nature, discrete variables and the others continuous variables. Each kind of factor was classified into 3 or 4 categories and total numbers of such categories were eventually amounted to 110. Then each category was treated as an independent variable. This is amounted to saying that individual variable was treated a dummy variable and assigned a value 1 or 0. However the first category of each factor was deleted from the normal equation for statistical consideration.

First of all, each of 4 productivity measurements of *Quercus variabilis* growth was regressed and, at the same time, those 110 categories. Secondly, the partial correlation coefficients were measured between each pair of 4 productivity measurements and 32 individual factors. Finally, the relative scores were estimated in order to derive the category ranges. The result of these statistical analyses could be summarized as follows:

- 1) Growth measurement in terms of height seems to be a more significant criterion for estimation of productivity of *Quercus variabilis*.
- 2) Productivity of forest on stocked land may better be estimated in terms of forest environmental factors, on the other hand, that of unstocked land may be estimated in terms of physio-chemical factors of soil.
- 3) The factors that a strongly positive relation to all growth factors of tree are age group, effective soil, soil moisture, etc. This implies that these factors might effectively be used for criteria for selecting the suitable site for *Quercus variabilis*.
- 4) Parent rock, latitude, total nitrogen, age group, effective soil depth, soil moisture, organic matter, etc., had more significant category range for tree growth. Therefore, the suitable site for *Quercus variabilis* may be selected, based on this information.

In conclusion, the above results obtained by the multivariable analysis can be not only the important criteria for estimating the growth of *Quercus variabilis* but also the useful guidance for selecting the suitable sites and performing the rational of *Quercus variabilis* forest.

*Key words: Estimation of Productivity; Quercus variabilis; Forest Environmental Factors; suitable site.*

## 緒 論

理想的인 森林으로 誘導하기 위해서는 森林의 自然環境條件을 調査, 分析하여 林地의 生産力을 維持, 增強시켜 保續的 材積收穫을 얻을 수 있도록 林業을 經營하여야 할 것이다. 林地의 生産力은 林木의 生長狀態에 따라 判定된다. 그러나, 林木成長에 影響을 미치는 수많은 要因이 時時각각으로 變化하기 때문에 調査possible 限定된 外的 環境만으로 判定한다는 것은 不合理하다. 따라서 많은 自然環境要因을 測定하여 이들 要因에 의하여 生産力을 推定하는 方法은

18世紀 初 獨逸에서 시작되어, 1888年 獨逸 林業委員會에서는 林地의 生態學的 分類에 따라 造林樹種 決定과 生産力의 査定基準을 幹材積으로 하자고 提議되었다.<sup>20, 25)</sup>

이를 Cajander<sup>6)</sup>, Dorman<sup>16)</sup>, Brinkman<sup>6)</sup> 등이 應用하여 幹材積은 樹高에 比하여 林分密度에 민감한 影響을 받는 生長因子이므로 林地生産力의 判定基準으로는 適合하지 않다고 하였으나,<sup>1, 4, 21, 23, 24, 37, 39)</sup> Hoar와 Young<sup>18)</sup>은 陰樹의 경우 樹高보다 幹材積을 外的 基準으로 하는 것이 合理的이라고 하였다. 그리고 Minore와 Carkin<sup>28)</sup>, Richard<sup>33)</sup> 등은 林森 蓄積에 대하여 標高, 傾斜度, 方位, 上層被覆度, 下

層被覆度, 下層植生, 土深, 砂土, 粘土, Mg, Ca, Na, K, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, C.E.C. 및 T.N. 등 比較의 쉽게 測定할 수 있는 土壤의 理化學的 性質 및 森林環境因子가 미치는 影響을 重回歸分析한 結果 이들 因子가 林木蓄積에 깊이 關與한다고 發表한 바 있으며<sup>12,17, 27)</sup>, Arend와 Collins<sup>1)</sup>는 red cedar 林地에서 土壤과 林木生長과의 關係에 의하여 林地生産力을 推定하였고, 中村<sup>29)</sup>는 土性과 편백 生長에 대하여 Doolittle<sup>15)</sup>은 Scorlet와 black oak 林分에서 土壤性質과 地位指數와의 關係 Stone, Lemmon<sup>2)</sup> 등은 土壤의 理化學的 性質이 林木生長에 미치는 影響이 크다고 報告한 바 있다. 또한 Copeland<sup>13)</sup>는 스트로부 잣나무 林에 대하여, Zahner<sup>43)</sup>는 douglas fir와 ponderosa pine에 대하여 分析한 結果, 林木生長에는 土壤水分, 傾斜度, 地形腐殖含量, 窒素, 鹽基總量 등이 關與한다고 報告하였다. 이와 같은 結果는 森林環境因子 및 土壤性質이 林木生長에 複合的이고 多樣하게 關與하고 있음을 證明해 준다.<sup>2,20,25,30,31,35,38,40,41)</sup> 또한 Hodgkins<sup>19)</sup>는 long leaf pine 林地的 土壤因子를 測定하여 適地를 判定하였고, 西澤와 眞下<sup>31)</sup>, 渡邊<sup>39)</sup>는 삼나무와 편백 林分에서 土壤의 理化學的 性質과 水分으로 地位를 査定하여 造林適地의 選定 指針을 提示하였으며, 우리 나라에서는 林木生長에 關與하는 質的 變量인 自然環境因子를 量的 變量으로 變換하는 數量化理論을 適用하여 尹<sup>42)</sup>, 馬<sup>45)</sup>, 鄭<sup>10)</sup>, 鄭<sup>11)</sup> 등이 地位指數 査定 및 適地適樹 選定에 관한 研究를 實施하여 報告한 바 있으나 그 대상은 모두 人工針葉樹林이었다. 따라서 本 研究는 우리 나라의 主要樹種이며, 闊葉樹인 굴참나무 林分을 대상으로 하여 胸高直徑, 樹高, 胸高斷面積 및 幹材積 등의 生長量과 그 生長量에 關與하고 있는 森林環境因子 및 土壤의 理化學的 因子와의 關係를 究明하여 適地選定の 基準을 提示함은 물론 林地的 生産力 向上에 寄與하고자 試圖하였다.

材料 및 方法

1. 材 料

1) 調査地의 選定

慶北의 9個郡(尙州, 聞慶, 安東, 蔚珍, 奉化, 月城, 善山, 永川, 金泉)과 忠北의 2個 郡(槐山, 報恩) 등 11個 地域에 分布되어 있는 굴참나무 天然 林을 標準地로 하였다.

標準地는 林分構造 및 生育狀態가 比較的 均一한

林分으로 面積이 0.5ha 以上 되는 곳에서 20m × 20m = 400m<sup>2</sup> 規模로 111個所를 有意選定하였다.

2) 林木生長量

各 標準地에 대하여 每木調査를 實施하여 標準地 마다 1本씩 111本の 標準木을 選定 伐採 후, 樹幹析解하여 林齡別(15, 20, 25年生) 胸高直徑, 樹高, 胸高斷面積 등을 測定하고, Huber 式에 의하여 幹材積을 計算하였다.

標準木 111本の 生長因子를 測定한 結果 異常值을 갖는 12本을 除外시킨 후 99本에 대한 生長量의 測定值를 從屬變數로 하였다.

3) 森林環境因子

굴참나무의 生長量(胸高直徑, 樹高, 胸高斷面積 및 幹材積)에 關與되리라 豫想되는 森林環境因子를 99個 Plots에 대하여 調査하였다.

調査項目은 齡級, 母岩, 緯度, 土壤堅密度, 方位, 傾斜位置, 傾斜度, 堆積樣式, 土壤型, 有効土深, 土壤濕度, 모래含量, 微砂含量, 粘土含量, 標高, 林木密度, 樹冠級, 樹幹型, 被覆度, 地被植物 등이었다.

4) 土壤의 理化學的 因子

林木生長에 關與되리라 기대되는 土壤의 理化學的 因子는 土壤 pH, 有機質含量, 全窒素含量, 有効磷酸, 陽Ion 置換容量, 置換性 K<sup>+</sup>, 置換性 Na<sup>+</sup>, 置換性 Ca<sup>++</sup>, 置換性 Mg<sup>++</sup>, 鹽基總量, 鹽基飽和度, C/N 率 등이며, 99個 標準地에 대하여 土壤斷面의 層位에 따라 試料를 採取하여 分析하였다. 그리고 標準地의 土壤性質, 林分狀態 등 森林環境因子를 3~4 個의 階級으로 區分하여 反應狀態를 調査한 結果는 Table 1과 같다.

2. 分析 方法

1) 生産力係數의 推定

林地生産力 推定을 위한 回歸方程式은 式(1)과 같다.

$$Y_i = \beta_{\alpha} + \sum_l \sum_j \beta_{ilj} X_{lj} + e_i \dots\dots\dots(1)$$

여기에서

Y<sub>i</sub>: 林地生産力 指標인 胸高直徑, 樹高, 胸高斷面積 그리고 幹材積을 代表하고, i=1,4이다.

X<sub>lj</sub>: 環境 및 土壤의 理化學的 因子 등의 階級을 代表하고, l=1,3 또는 l=1,4이며, j=1,3이다.

β<sub>ilj</sub>: j 階 因子의 l 階級의 i 階 生産力 指標의 生産力係數이다.

Table 1. Reaction category by factor

| Factor                                                       | Category      |                  |               |              | Number of category | Frequency of category |     |     |    |
|--------------------------------------------------------------|---------------|------------------|---------------|--------------|--------------------|-----------------------|-----|-----|----|
|                                                              | 1             | 2                | 3             | 4            |                    | 1                     | 2   | 3   | 4  |
| X <sub>1</sub> Age group                                     | 15            | 20               | 25            |              | 3                  | 99                    | 99  | 78  |    |
| X <sub>2</sub> Parent rock                                   | Granite       | Granite Geniss   | Porphyry      | Silla Series | 4                  | 120                   | 72  | 42  | 42 |
| X <sub>3</sub> Latitude                                      | ~36°          | 36~36° 35'       | 36° 35'~      |              | 3                  | 78                    | 90  | 108 |    |
| X <sub>4</sub> Soil consistency                              | Hard          | Soft             | Friable       |              | 3                  | 84                    | 118 | 74  |    |
| X <sub>5</sub> Aspect                                        | East          | West             | South         | North        | 4                  | 72                    | 67  | 100 | 37 |
| X <sub>6</sub> Position on slope                             | Upper slope   | Middle slope     | Under slope   |              | 3                  | 81                    | 133 | 62  |    |
| X <sub>7</sub> Percnet slope %                               | ~20           | 20~25            | 25~           |              | 3                  | 111                   | 123 | 42  |    |
| X <sub>8</sub> Alluvial type                                 | Residual soil | Sedimentary soil | Alluvial soil |              | 3                  | 41                    | 90  | 145 |    |
| X <sub>9</sub> Soil type                                     | Bb horizon    | Bc horizon       | Be horizon    | Ba horizon   | 4                  | 96                    | 11  | 52  | 47 |
| X <sub>10</sub> Effective soil depth cm                      | ~30           | 30~40            | 40~           |              | 3                  | 91                    | 110 | 75  |    |
| X <sub>11</sub> Soil moisture                                | Dry           | Damp             | Wet           |              | 3                  | 30                    | 223 | 23  |    |
| X <sub>12</sub> Sand content %                               | ~40           | 40~50            | 50~           |              | 3                  | 106                   | 38  | 132 |    |
| X <sub>13</sub> Silt content %                               | ~40           | 40~50            | 50~           |              | 3                  | 150                   | 55  | 71  |    |
| X <sub>14</sub> Clay content %                               | ~10           | 10~15            | 15~           |              | 3                  | 93                    | 84  | 99  |    |
| X <sub>15</sub> Elevation m                                  | ~300          | 300~600          | 600~          |              | 3                  | 101                   | 84  | 91  |    |
| X <sub>16</sub> Stand density %                              | ~80           | 80~90            | 90~           |              | 3                  | 130                   | 88  | 58  |    |
| X <sub>17</sub> Crown class                                  | Verygood      | Good             | Medium        |              | 3                  | 143                   | 114 | 19  |    |
| X <sub>18</sub> Stem type                                    | Verygood      | Good             | Medium        |              | 3                  | 159                   | 80  | 37  |    |
| X <sub>19</sub> Coverage %                                   | ~30           | 30~60            | 60~           |              | 3                  | 92                    | 120 | 64  |    |
| X <sub>20</sub> Ground cover %                               | ~30           | 30~60            | 60~           |              | 3                  | 113                   | 118 | 45  |    |
| X <sub>21</sub> Soil pH                                      | ~5.2          | 5.2~5.4          | 5.4~5.6       | 5.6~         | 4                  | 53                    | 112 | 82  | 29 |
| X <sub>22</sub> Organic matter %                             | ~2.0          | 2.0~4.0          | 4.0~6.0       | 6.0~         | 4                  | 64                    | 62  | 64  | 86 |
| X <sub>23</sub> Total nitrogen %                             | ~0.1          | 0.1~0.2          | 0.2~0.3       | 0.3~         | 4                  | 99                    | 107 | 36  | 34 |
| X <sub>24</sub> Aavailable P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm | ~10           | 10~20            | 20~30         | 30~          | 4                  | 61                    | 105 | 62  | 48 |
| X <sub>25</sub> C.E.C me/100g                                | ~8            | 8~12             | 12~           |              | 3                  | 70                    | 101 | 105 |    |
| X <sub>26</sub> Exhchangeable K <sup>+</sup> "               | ~0.1          | 0.1~0.2          | 0.2~0.3       | 0.3~         | 4                  | 46                    | 84  | 73  | 73 |
| X <sub>27</sub> Exchangeable Na <sup>+</sup> "               | ~0.1          | 0.1~0.2          | 0.2~0.25      | 0.25~        | 4                  | 13                    | 113 | 58  | 92 |
| X <sub>28</sub> Exchangeable Ca <sup>++</sup> "              | ~1.0          | 1.0~2.0          | 2.0~3.0       | 3.0~         | 4                  | 112                   | 81  | 37  | 46 |
| X <sub>29</sub> Exchangeable Mg <sup>++</sup> "              | ~0.5          | 0.5~1.0          | 1.0~1.5       | 1.5~         | 4                  | 39                    | 144 | 34  | 59 |
| X <sub>30</sub> Total base me/100g                           | ~2            | 2~4              | 4~6           | 6~           | 4                  | 95                    | 113 | 33  | 35 |
| X <sub>31</sub> Base saturation %                            | ~0.2          | 0.2~0.4          | 0.4~0.6       | 0.6~         | 4                  | 91                    | 119 | 32  | 34 |
| X <sub>32</sub> C/N ratio                                    | ~15           | 15~20            | 20~25         | 25~          | 4                  | 49                    | 139 | 46  | 42 |

e<sub>j</sub> : 誤差項

여기의 獨立變數 X<sub>ij</sub> 는 擬似變數(dummy variable)로서 j 째 因子의 l 째 階級(category)을 代表하므로 그의 값은 1 혹은 0 이다.

즉,

X<sub>ij</sub> = 1 ; 測定된 從屬變數 Y<sub>i</sub> 가 j 째 因子의 l 階級에 屬할 경우

0 ; 그러하지 않을 경우

그리고 式(1)에 있어서 X<sub>ij</sub> 는 全部 이러한 擬似變數이다. 이러한 事實로 因하여 發生하는 回歸係數(β<sub>ij</sub>) 推定의 어려움. 즉, singularity 問題를 克服하기 위하여 각 因子의 첫째 階級의 X<sub>ij</sub> 값을 0

으로 代替하였다.

즉,

$$X_{ij} = 0$$

따라서 β<sub>ij</sub> 값을 直接的으로 推定하지는 않았다. 그러나 式(1)의 常數 β<sub>0i</sub> 가 곧 X<sub>ij</sub> 의 回歸係數 代表하고 있다.

2) 生産力 推定式의 效率

生産力 推定式으로부터 算出된 決定係數 R<sup>2</sup> 는 그 推定式의 適合度(goodness of fit)를 나타낸다. 따라서 이 決定係數 혹은 그의 平方根인 重相關係數를 R 을 生産力 推定式의 效率을 測定하는 한 指標로 概念하였다.

3) 生産力 寄與度

個別 因子( $X_j$ )가 生産力 形成에 關與하는 程度는 個別 生産力 指標( $Y_i$ )와 個別 因子( $X_j$ )와의 偏相關 係數를( $R_{y_i, x_j}$ )의 크기로 判定하였다.

4) 生産力 關與度

個別 因子( $X_j$ )가 生産力 形成에 미치는 效果를 推定하는 다른 하나의 指標로서 階級範圍 (category range)라는 概念을 導入하였다. 이는 相對點數의 變動幅을 가리키고 있다.

反面에 이 相對點數는 各 因子의 階級別로 生長 量의 平均點數에 의하여 計算하였다. 個別 因子( $X_j$ )가 生産力에 미치는 影響의 程度를 階級範圍(category range)의 크기로 判定하였다.

category range)의 크기로 判定하였다.

結果 및 考察

1. 굴참나무의 生長과 森林環境 및 土壤의 理化學的 因子와의 關係

굴참나무의 胸高直徑, 樹高, 胸高斷面積 및 幹材 積 生長量을 推定하기 위한 回歸式과 重相關係數, 그리고 32個 環境因子의 110個 階級에 의하여 回歸 係數와 標準偏差를 計算한 結果는 Table 2와 같다.

1) 胸高直徑 生長量

Table 2에서와 같이 各 生長量과 因子別 階級과

Table 2. Multiple regression coefficients of factors considered for *Quercus variabilis* growth

| Factor                                  | Growth Category | DBH                    |                    | Height                 |                    | Basal area             |                    | Stem volume            |                    |
|-----------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
|                                         |                 | Regression coefficient | Standard deviation | Regression coefficient | Standard deviation | Regression coefficient | Standard deviation | Regression coefficient | Standard deviation |
| X <sub>1</sub> Age group                | 2               | 2.64141                | 0.15767            | 2.14242                | 0.12497            | 0.00292                | 0.00028            | 0.01451                | 0.00162            |
|                                         | 3               | 5.06351                | 0.17199            | 4.05998                | 0.13632            | 0.00619                | 0.00030            | 0.03317                | 0.00177            |
| X <sub>2</sub> Parent rock              | 2               | 3.77080                | 1.22245            | 1.31501                | 0.96888            | 0.00500                | 0.00214            | 0.01380                | 0.01259            |
|                                         | 3               | 4.44262                | 0.72926            | 3.18175                | 0.57799            | 0.00594                | 0.00128            | 0.03192                | 0.00751            |
| X <sub>3</sub> Latitude                 | 4               | -3.29652               | 0.47194            | -1.56572               | 0.37405            | -0.00439               | 0.00083            | -0.02017               | 0.00486            |
|                                         | 2               | -4.39468               | 0.50351            | -3.55053               | 0.39907            | -0.00609               | 0.00088            | -0.03392               | 0.00519            |
| X <sub>4</sub> Soil consistency         | 3               | -7.30948               | 1.08345            | -3.69553               | 0.85871            | -0.00951               | 0.00190            | -0.04396               | 0.01116            |
|                                         | 2               | -3.66647               | 0.67232            | -2.42969               | 0.53286            | -0.00445               | 0.00118            | -0.02162               | 0.00692            |
| X <sub>5</sub> Aspect                   | 3               | -1.55139               | 0.50493            | -1.69982               | 0.40019            | -0.00155               | 0.00088            | -0.00953               | 0.00520            |
|                                         | 2               | -0.29819               | 0.41567            | -0.23180               | 0.32945            | 0.00043                | 0.00073            | 0.00507                | 0.00428            |
| X <sub>6</sub> Position on slope        | 4               | 0.83596                | 0.39256            | 0.82563                | 0.31113            | 0.00087                | 0.00069            | 0.00656                | 0.00404            |
|                                         | 3               | 1.06837                | 0.70669            | 1.67411                | 0.56010            | 0.00124                | 0.00124            | 0.01356                | 0.00728            |
| X <sub>7</sub> Percent slope %          | 2               | -1.03811               | 0.43979            | -1.59137               | 0.34857            | -0.00077               | 0.00077            | -0.00621               | 0.00453            |
|                                         | 3               | -1.98791               | 0.54463            | -1.27397               | 0.43167            | -0.00237               | 0.00095            | -0.01120               | 0.00561            |
| X <sub>8</sub> Alluvial type            | 2               | -0.38160               | 0.34956            | -0.29529               | 0.27705            | -0.00049               | 0.00061            | -0.00092               | 0.00360            |
|                                         | 3               | -0.54093               | 0.49054            | -0.65499               | 0.38878            | -0.00049               | 0.00086            | -0.00100               | 0.00505            |
| X <sub>9</sub> Soil type                | 2               | -1.76212               | 0.48754            | -1.44284               | 0.38641            | -0.00187               | 0.00085            | -0.00911               | 0.00502            |
|                                         | 3               | -1.83141               | 0.42555            | -1.13071               | 0.33728            | -0.00216               | 0.00075            | -0.01086               | 0.00438            |
| X <sub>10</sub> Effective soil depth cm | 2               | 1.28682                | 0.38886            | 1.04558                | 0.30820            | 0.00100                | 0.00068            | 0.00446                | 0.00401            |
|                                         | 3               | -0.60742               | 0.38400            | -0.48136               | 0.30435            | -0.00061               | 0.00067            | -0.00207               | 0.00396            |
| X <sub>11</sub> Soil moisut             | 4               | -0.87227               | 0.53038            | -0.69315               | 0.42036            | -0.00202               | 0.00093            | -0.00942               | 0.00546            |
|                                         | 2               | 2.91787                | 0.35459            | 2.19560                | 0.28614            | 0.00410                | 0.00062            | 0.02076                | 0.00365            |
| X <sub>12</sub> Sand content %          | 3               | 4.24467                | 0.52652            | 4.17377                | 0.41731            | 0.00533                | 0.00092            | 0.02916                | 0.00542            |
|                                         | 2               | 4.67394                | 0.56245            | 3.33137                | 0.44578            | 0.00574                | 0.00099            | 0.02699                | 0.00579            |
| X <sub>13</sub> Silt content %          | 3               | 5.16674                | 0.80668            | 3.77355                | 0.63935            | 0.00565                | 0.00191            | 0.02751                | 0.00831            |
|                                         | 2               | 2.72836                | 0.70066            | 1.76048                | 0.55533            | 0.00344                | 0.00123            | 0.01816                | 0.00722            |
| X <sub>14</sub> Clay content %          | 3               | 2.03330                | 0.69766            | 0.56778                | 0.55294            | 0.00275                | 0.00122            | 0.01063                | 0.00719            |
|                                         | 2               | 3.74621                | 0.81624            | 0.96383                | 0.64693            | 0.00470                | 0.00143            | 0.01819                | 0.00841            |
| X <sub>15</sub> Elevation               | 3               | -2.20162               | 1.03069            | -1.28515               | 1.03248            | -0.00338               | 0.00228            | -0.01761               | 0.01342            |
|                                         | 2               | -0.17528               | 0.53290            | -0.20189               | 0.42236            | -0.00046               | 0.00093            | -0.00175               | 0.00549            |
| X <sub>16</sub> Stand density %         | 3               | 0.30004                | 0.65723            | -0.03489               | 0.52090            | 0.00035                | 0.00115            | 0.00112                | 0.00677            |
|                                         | 2               | -1.51454               | 0.58762            | -1.03781               | 0.46573            | -0.00225               | 0.00103            | -0.01717               | 0.00605            |
| X <sub>17</sub> Crown class             | 3               | -2.81800               | 0.61492            | -2.03570               | 0.48736            | -0.00381               | 0.00108            | -0.02521               | 0.00633            |
|                                         | 2               | -3.40083               | 0.42452            | -2.49176               | 0.33646            | -0.00443               | 0.00074            | -0.02328               | 0.00437            |
| X <sub>18</sub> Stem type               | 3               | -1.83069               | 0.40682            | -0.68485               | 0.32245            | -0.00221               | 0.00071            | -0.00860               | 0.00419            |
|                                         | 2               | -1.20836               | 0.28389            | -0.11638               | 0.22500            | -0.00163               | 0.00050            | -0.00625               | 0.00292            |
|                                         | 3               | -0.60132               | 0.60062            | -0.09012               | 0.47603            | -0.00076               | 0.00105            | -0.00392               | 0.00618            |
|                                         | 2               | -0.10217               | 0.27480            | -0.76134               | 0.21780            | -0.00014               | 0.00048            | -0.00242               | 0.00283            |
|                                         | 3               | 2.27526                | 0.50915            | 1.24950                | 0.40603            | 0.00290                | 0.00089            | 0.01235                | 0.00524            |

| Factor                                                      | Growth Category | DBH                    |                    | Height                 |                    | Basal area             |                    | Stem volume            |                    |
|-------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
|                                                             |                 | Regression coefficient | Standard deviation | Regression coefficient | Standard deviation | Regression coefficient | Standard deviation | Regression coefficient | Standard deviation |
| X <sub>19</sub> Coverage                                    | 2               | 2.53801                | 0.36928            | 1.65319                | 0.29268            | 0.00277                | 0.00065            | 0.01458                | 0.00380            |
|                                                             | 3               | 1.85540                | 0.39049            | 0.50086                | 0.30949            | 0.00201                | 0.00068            | 0.00823                | 0.00402            |
| X <sub>20</sub> Ground cover %                              | 2               | -1.54822               | 0.31948            | -1.53767               | 0.25321            | -0.00167               | 0.00056            | -0.01064               | 0.00329            |
|                                                             | 3               | -2.99456               | 0.55028            | -2.75477               | 0.43613            | -0.00287               | 0.00096            | -0.01735               | 0.00567            |
| X <sub>21</sub> Soil pH                                     | 2               | -1.47325               | 0.44293            | -0.80533               | 0.35105            | -0.00197               | 0.00078            | -0.00813               | 0.00457            |
|                                                             | 3               | -2.168410              | 0.49190            | -0.74591               | 0.38986            | -0.00235               | 0.00086            | -0.00913               | 0.00507            |
| X <sub>22</sub> Organic matter %                            | 2               | -4.00322               | 0.50961            | -2.15527               | 0.40390            | -0.00561               | 0.00089            | -0.02696               | 0.00525            |
|                                                             | 3               | -1.77438               | 0.72853            | -1.34143               | 0.57742            | -0.00179               | 0.00128            | -0.00748               | 0.00770            |
| X <sub>23</sub> Total nitrogen %                            | 2               | -3.86489               | 0.87223            | -2.39849               | 0.69130            | -0.00436               | 0.00153            | -0.01760               | 0.00898            |
|                                                             | 3               | -5.00629               | 0.93724            | -3.66766               | 0.74283            | -0.00570               | 0.00164            | -0.02752               | 0.00965            |
| X <sub>24</sub> Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm | 2               | 0.82355                | 0.49823            | 1.75965                | 0.39477            | 0.00077                | 0.00078            | 0.00761                | 0.00513            |
|                                                             | 3               | 6.28124                | 0.94222            | 5.24633                | 0.74677            | 0.00730                | 0.00165            | 0.04011                | 0.00970            |
| X <sub>25</sub> C.E.C me/100g                               | 2               | 3.45264                | 1.00778            | 3.55630                | 0.79874            | 0.00258                | 0.00177            | 0.01556                | 0.01038            |
|                                                             | 3               | 2.14724                | 0.59632            | 0.50934                | 0.47263            | 0.00213                | 0.00104            | 0.00709                | 0.00614            |
| X <sub>26</sub> Exchangeable K <sup>+</sup>                 | 2               | -0.24717               | 0.65142            | -0.91123               | 0.51630            | -0.00104               | 0.00114            | -0.00766               | 0.00671            |
|                                                             | 3               | 0.06779                | 0.74672            | -0.16521               | 0.59173            | 0.0014                 | 0.00131            | -0.00423               | 0.00769            |
| X <sub>27</sub> Exchangeable Na <sup>+</sup>                | 2               | -0.49535               | 0.53225            | 0.06097                | 0.42185            | -0.00049               | 0.00093            | -0.0040                | 0.00548            |
|                                                             | 3               | -2.34087               | 0.71072            | -0.82108               | 0.57329            | -0.00322               | 0.00124            | -0.01539               | 0.00732            |
| X <sub>28</sub> Exchangeable Ca <sup>++</sup>               | 2               | -2.71058               | 0.40869            | -1.82085               | 0.32392            | -0.00307               | 0.00072            | -0.01535               | 0.00421            |
|                                                             | 3               | 0.23540                | 0.43959            | -0.00854               | 0.34701            | -0.00031               | 0.00077            | 0.00230                | 0.00452            |
| X <sub>29</sub> Exchangeable Mg <sup>++</sup>               | 2               | -1.29948               | 0.56567            | -0.43817               | 0.44833            | -0.00149               | 0.00099            | -0.00646               | 0.00583            |
|                                                             | 3               | -2.84528               | 1.19359            | -4.11476               | 0.94601            | -0.00320               | 0.00209            | -0.01814               | 0.01229            |
| X <sub>30</sub> Total base me/100g                          | 2               | -321882                | 1.28286            | -4.49256               | 1.01076            | -0.00351               | 0.00225            | -0.01911               | 0.01321            |
|                                                             | 3               | -3.47557               | 1.29420            | -4.85956               | 1.02574            | -0.00356               | 0.00227            | -0.01999               | 0.01333            |
| X <sub>31</sub> Base saturation %                           | 2               | 0.04283                | 0.60586            | -0.09759               | 0.48019            | 0.00028                | 0.00106            | 0.00616                | 0.00624            |
|                                                             | 3               | 2.30528                | 0.91830            | -1.04059               | 0.72781            | 0.00316                | 0.00161            | 0.01635                | 0.00946            |
| X <sub>32</sub> C/N ratio                                   | 2               | -0.87918               | 1.05864            | 1.87580                | 0.83905            | -0.00028               | 0.00185            | 0.01098                | 0.01090            |
|                                                             | 3               | 4.27809                | 0.58180            | 2.51621                | 0.46112            | 0.00445                | 0.00102            | 0.02239                | 0.00599            |
| Constants                                                   | 2               | 2.53568                | 0.71314            | 1.12752                | 0.56521            | 0.00299                | 0.00125            | 0.01454                | 0.00735            |
|                                                             | 3               | 3.72942                | 0.89641            | 2.28691                | 0.71047            | 0.00397                | 0.00157            | 0.02303                | 0.00923            |
| Determination coefficients                                  | 2               | -0.33201               | 0.75422            | -0.72560               | 0.59777            | 0.00023                | 0.00132            | -0.00636               | 0.00777            |
|                                                             | 3               | 1.34596                | 1.09138            | 0.18429                | 0.86500            | 0.00210                | 0.00191            | 0.00130                | 0.01124            |
|                                                             | 2               | 0.39552                | 1.45074            | -3.56947               | 1.14982            | 0.00142                | 0.00254            | -0.01134               | 0.01494            |
|                                                             | 3               | -1.33388               | 0.56680            | -0.65559               | 0.44923            | -0.00139               | 0.00099            | -0.00462               | 0.00584            |
|                                                             | 2               | 1.97010                | 0.95928            | 2.32413                | 0.76030            | 0.00200                | 0.00168            | 0.01283                | 0.00988            |
|                                                             | 3               | -3.12900               | 0.44215            | -1.75794               | 0.35044            | -0.00360               | 0.00077            | -0.01955               | 0.00455            |
|                                                             | 2               | -2.56442               | 0.66381            | -2.16574               | 0.52611            | -0.00278               | 0.00116            | -0.0787                | 0.00684            |
|                                                             | 3               | -1.72298               | 0.71643            | -0.57228               | 0.56782            | -0.00202               | 0.00125            | -0.01039               | 0.00738            |
| Constants                                                   |                 | 15.94650               | 2.19775            | 15.29771               | 1.74187            | 0.01641                | 0.00385            | 0.08573                | 0.02264            |
| Determination coefficients                                  |                 | 0.897                  | 66.057**           | 0.904                  | 71.863**           | 0.786                  | 28.101**           | 0.750                  | 21.764**           |

의 關係를 回歸式에 의하여, 각 因子的 階級에 의하여, 각 因子的 階級에 의하여 胸高直徑生長量을 推定할 때의 效率을  $R^2 = 0.897$  로 높게 나타났으며, 胸高直徑生長에 影響을 주는 因子的 階級은 全窒素含量의 0.2~0.3%에서 回歸係數가 6.281, 土壤濕度の 濕에서 5.166, 齡級的 25年生에서 5.063, 土壤濕度の 適에서 4.673, 母岩의 斑岩에서 4.442, 有効土深의 40cm 以上에서 4.244로 正의 偏回歸係數, 緯도는 北緯 36°에서 -7.309, 有機質含量的 0.6% 以上에서 -5.006, 置換性 Na<sup>+</sup>의 0.3 me/100g 以上에서 -3.475인 負의 偏回歸係數로 나타났.

## 2) 樹高 生長量

Table 2에서 樹高生長量的 推定效率은  $R^2 = 0.904$  로 다른 生長量에 비하여 높게 나타났으며, 胸高直徑生長量에서와 같이 全窒素含量的 0.2~0.3%에서 5.246, 有効土深의 40cm에서 4.173, 齡級的 25年生에서 4.059, 全窒素含量的 0.3% 以上에서 3.556, 土壤濕度の 濕에서 3.773으로 正의 偏回歸係數를 보였으며, 置換性 Na<sup>+</sup>의 0.3 me/100g 以上에서 -4.859, 置換性 Na<sup>+</sup>의 0.2~0.3 me/100g에서 -4.492, 置換性 Na<sup>+</sup>의 0.1~0.2 me/100g에서 -4.114인 負의 偏回歸係數로 나타났.

## 3) 胸高斷面積 生長量

= 0.786 이며, 全窒素含量的 0.2~0.3 %에서 0.0073, 齡級の 25 年生에서 0.0061, 母岩의 斑岩에서 0.0059, 土壤濕度の 適에서 0.0057, 土壤濕度の 濕에서 0.0056, 有効土深의 40 cm 以上에서 0.0053 으로 正의 偏回歸係數를 보였고, 緯度の 北緯 36°에서 -0.0095, 緯度の 36°~36° 35'에서 -0.0060 으로 負의 偏回歸係數로 나타났다.

4) 幹材積 生長量

Table 2 에서 幹材積生長量の 推定効率은  $R^2 = 0.750$  으로 다른 生長因子에 比하여 낮게 나타났다. 그리고 偏回歸係數는 全窒素含量的 0.2~0.3 에서 0.0401, 齡級の 25 年生에서 0.0331, 母岩의 斑岩에서 0.0319, 有効土深의 40 cm 以上에서 0.0291, 土壤濕度の 濕에서 0.0027, 土壤濕度の 適에서 0.0269 로 正의 偏回歸係數로 나타났으며, 반면에 緯度の 北緯 36°에서 -0.0439, 緯度の 36°~36° 35'에서 -0.039 로 負의 偏回歸係數로 나타났다.

以上 4 個 生長因子 中에는 樹高生長量の 推定效率이 가장 높고 幹材積生長量の 推定效率이 가장 낮았다. 樹高生長의 推定效率이 다른 生長因子보다 높게 나타난 것은 Barrett<sup>5)</sup>, Copeland<sup>13)</sup>, Dorman<sup>16)</sup>, Richard<sup>33)</sup> 등의 研究 結果와 一致한다.

西澤<sup>31)</sup>는 環境因子에 의한 일본 잎갈나무 生長의 推定效率을  $R = 0.962$ , 眞下<sup>26)</sup>는 日本 東北 地方의 삼나무에 대하여  $R = 0.926$  이 된다고 報告하였다.

따라서 森林環境 및 土壤의 理化學的 因子에 의하여 林地의 生産力을 推定하고자 할 때는 樹高生長因子를 外的 基準으로 하는 것이 가장 效果의이라고 생각된다.

2. 굴참나무 生長에 대한 각 因子의 關與率

1) 胸高直徑生長에 대한 因子別 關與率

胸高直徑生長과 環境因子와의 關係를 偏相關係數에 의하여 分析하고 有意性을 檢定한 結果는 Table 3 과 같다.

Table 3 에서 보는 바와 같이 胸高直徑生長에 미치는 影響의 程度는 齡級에서 偏相關係數 0.9064 로 가장 높게 나타났고 그 다음으로 有効土深(0.7548), 母岩(0.7356), 緯度(0.7346), 林木密度(0.7229), 置換性  $Mg^{++}$  (0.7126), 土壤濕度(0.7052), 微砂含量(0.6819), 置換性  $K^+$  (0.6709), 土壤堅密度(0.6757), C/N 率(0.6677), 有機質含量(0.6475) 順이고, 傾斜度(0.1523), 粘土含量(0.1696) 등은 關與度가 낮았다.

2) 樹高生長에 대한 因子別 關與率

Table 3. Partial correlation coefficients of factors and D.B.H growth of *Quercus variabilis*

| Factor                                                      | Partial correlation coefficient | Test of significance |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| X <sub>1</sub> Age group                                    | .9064                           | to 33.4564**         |
| X <sub>2</sub> Parent rock                                  | .7356                           | 16.9296**            |
| X <sub>3</sub> Latitude                                     | .7346                           | 16.8782**            |
| X <sub>4</sub> Soil consistency                             | .6757                           | 14.2985**            |
| X <sub>5</sub> Aspect                                       | .4332                           | 7.4914**             |
| X <sub>6</sub> Position on slope                            | .4995                           | 8.9889**             |
| X <sub>7</sub> Percent slope                                | .1523                           | 2.4019*              |
| X <sub>8</sub> Alluvial type                                | .4974                           | 8.9366**             |
| X <sub>9</sub> Soil type                                    | .5335                           | 9.8315**             |
| X <sub>10</sub> Effective soil depth                        | .7548                           | 17.9392**            |
| X <sub>11</sub> Soil moisture                               | .7052                           | 15.5048**            |
| X <sub>12</sub> Sand content                                | .5864                           | 11.2847**            |
| X <sub>13</sub> Silt content                                | .6819                           | 14.5327**            |
| X <sub>14</sub> Clay content                                | .1696                           | 2.6827*              |
| X <sub>15</sub> Elevation                                   | .5829                           | 11.1852**            |
| X <sub>16</sub> Stand density                               | .7229                           | 16.3077**            |
| X <sub>17</sub> Crown class                                 | .4474                           | 7.7972**             |
| X <sub>18</sub> Stem type                                   | .5546                           | 10.3894**            |
| X <sub>19</sub> Coverage                                    | .6290                           | 12.6137**            |
| X <sub>20</sub> Ground cover %                              | .5852                           | 11.2492**            |
| X <sub>21</sub> Soil pH                                     | .6331                           | 12.7502**            |
| X <sub>22</sub> Organic matter %                            | .6475                           | 13.2061**            |
| X <sub>23</sub> Total nitrogen %                            | .6320                           | 12.8562**            |
| X <sub>24</sub> Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm | .6288                           | 12.6556**            |
| X <sub>25</sub> C.E.C me/100g                               | .5186                           | 9.4449**             |
| X <sub>26</sub> Exchangeable K <sup>+</sup> me/100g         | .6709                           | 14.1030**            |
| X <sub>27</sub> Exchangeable Na <sup>+</sup> "              | .3328                           | 5.5021**             |
| X <sub>28</sub> Exchangeable Ca <sup>++</sup> "             | .4944                           | 8.8672**             |
| X <sub>29</sub> Exchangeable Mg <sup>++</sup> "             | .7126                           | 15.8352**            |
| X <sub>30</sub> Total base me/100g                          | .4195                           | 7.2046**             |
| X <sub>31</sub> Base saturation %                           | .6126                           | 12.0887**            |
| X <sub>32</sub> C/N ratio                                   | .6677                           | 13.9887**            |

\*significant at the 5% level, \*\*significant at the 1% level.

樹高生長에 대한 因子別 偏相關係數와 有意性檢定 結果는 Table 4 와 같다.

Table 4 에서 보는 바와 같이 樹高生長에 미치는 影響의 程度는 令級에서 偏相關係數 0.9071 로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 有効土深(0.8383), 林木密度(0.7178), 緯度(0.7053), 土壤濕度(0.7004), 母岩(0.6827), 全窒素含量(0.6765), 被覆度(0.6537), 有機質含量(0.6450), 置換性  $K^+$  (0.6308), 土壤堅密度(0.6299), 置換性  $Mg^{++}$  (0.6269), 鹽基總量(0.6013) C/N 率(0.6005), 鹽基飽和度(0.5879), 地被植物(0.5842), 標高(0.5750) 順으로 나타났으며, 粘土含量(0.1188), 地被植物(0.2434), 樹冠級(0.3120) 등

Table 4. Partial correlation coefficients of factors and height growth of *Quercus variabilis*

| Factor                                                      | Partial correlation coefficient | Test of significance |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| X <sub>1</sub> Age group                                    | .9071                           | to 33.5929**         |
| X <sub>2</sub> Parent rock                                  | .6827                           | 14.5657**            |
| X <sub>3</sub> Latitude                                     | .7053                           | 15.5091**            |
| X <sub>4</sub> Soil consistency                             | .6299                           | 12.6422**            |
| X <sub>5</sub> Aspect                                       | .5544                           | 10.3834**            |
| X <sub>6</sub> Position on slope                            | .5543                           | 10.3827**            |
| X <sub>7</sub> Percent slope                                | .2434                           | 3.9122**             |
| X <sub>8</sub> Alluvial type                                | .4357                           | 7.5455**             |
| X <sub>9</sub> Soil type                                    | .5263                           | 9.6492**             |
| X <sub>10</sub> Effective soil depth                        | .8383                           | 23.9699**            |
| X <sub>11</sub> Soil moisture                               | .7004                           | 15.2986**            |
| X <sub>12</sub> Sand content                                | .4831                           | 8.6015**             |
| X <sub>13</sub> silt content                                | .4448                           | 7.7433**             |
| X <sub>14</sub> Clay content                                | .1188                           | 1.8663*              |
| X <sub>15</sub> Elevation                                   | .5750                           | 10.9565**            |
| X <sub>16</sub> Stand density                               | .7178                           | 16.0737**            |
| X <sub>17</sub> Crown class                                 | .3120                           | 5.1209**             |
| X <sub>18</sub> Stem type                                   | .5467                           | 10.1784**            |
| X <sub>19</sub> Coverage                                    | .5842                           | 11.2198**            |
| X <sub>20</sub> Ground cover %                              | .6537                           | 13.4664**            |
| X <sub>21</sub> Soil pH                                     | .5229                           | 9.4139**             |
| X <sub>22</sub> Organic matter %                            | .6450                           | 13.1576**            |
| X <sub>23</sub> Total nitrogen %                            | .6765                           | 14.1485**            |
| X <sub>24</sub> Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm | .5586                           | 10.5002**            |
| X <sub>25</sub> C.E.C me/100g                               | .3174                           | 5.2170**             |
| X <sub>26</sub> Exchangeable K <sup>+</sup> me/100g         | .6308                           | 12.6736**            |
| X <sub>27</sub> Exchangeable Na <sup>+</sup> "              | .5054                           | 9.1290**             |
| X <sub>28</sub> Exchangeable Ca <sup>+</sup> "              | .5169                           | 9.5645**             |
| X <sub>29</sub> Exchangeable Mg <sup>+</sup> "              | .6269                           | 12.5426**            |
| X <sub>30</sub> Total base me/100g                          | .6013                           | 11.7312**            |
| X <sub>31</sub> Base saturation %                           | .5879                           | 11.3314**            |
| X <sub>32</sub> C/N ratio                                   | .6005                           | 11.7072**            |

\*significant at the 5% level, \*\*significant at the 1% level.

Table 5. Partial correlation coefficients of factors and basal area growth of *Quercus variabilis*

| Factor                                                      | Partial correlation coefficient | Test of significance |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| X <sub>1</sub> Age group                                    | .8057                           | to 21.2096**         |
| X <sub>2</sub> Parent rock                                  | .5418                           | 10.0493**            |
| X <sub>3</sub> Latitude                                     | .5316                           | 9.7860**             |
| X <sub>4</sub> Soil consistency                             | .4479                           | 7.8106**             |
| X <sub>5</sub> Aspect                                       | .0733                           | 1.1476               |
| X <sub>6</sub> Position on slope                            | .3706                           | 6.2201**             |
| X <sub>7</sub> Percent slope                                | .1570                           | 2.4782**             |
| X <sub>8</sub> Alluvial type                                | .3035                           | 4.9657**             |
| X <sub>9</sub> Soil type                                    | .3039                           | 4.9732**             |
| X <sub>10</sub> Effective soil depth                        | .5714                           | 10.8551**            |
| X <sub>11</sub> Soil moisture                               | .4770                           | 8.4618**             |
| X <sub>12</sub> Sand content                                | .3694                           | 6.1978**             |
| X <sub>13</sub> Silt content                                | .5114                           | 9.2776**             |
| X <sub>14</sub> Clay content                                | .1377                           | 2.1672**             |
| X <sub>15</sub> Elevation                                   | .3890                           | 6.5835**             |
| X <sub>16</sub> Stand density                               | .5137                           | 9.3193**             |
| X <sub>17</sub> Crown class                                 | .3077                           | 5.0426**             |
| X <sub>18</sub> Stem type                                   | .3437                           | 5.7070**             |
| X <sub>19</sub> Coverage                                    | .3239                           | 5.3308**             |
| X <sub>20</sub> Ground cover %                              | .0488                           | 0.6847               |
| X <sub>21</sub> Soil pH                                     | .4430                           | 7.7035**             |
| X <sub>22</sub> Organic matter %                            | .4306                           | 7.4380**             |
| X <sub>23</sub> Total nitrogen %                            | .4378                           | 7.5803**             |
| X <sub>24</sub> Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm | .3679                           | 6.1684**             |
| X <sub>25</sub> C. E. C mm/100g                             | .3467                           | 5.7333**             |
| X <sub>26</sub> Exchangeable K <sup>+</sup> me/100g         | .4591                           | 8.0559**             |
| X <sub>27</sub> Exchangeable Na <sup>+</sup> "              | .0402                           | 0.6281               |
| X <sub>28</sub> Exchangeable Ca <sup>+</sup> "              | .2677                           | 4.3324**             |
| X <sub>29</sub> Exchangeable Mg <sup>+</sup> "              | .4451                           | 7.7485**             |
| X <sub>30</sub> Total base me/100g                          | .2538                           | 4.0915**             |
| X <sub>31</sub> Base saturation %                           | .3763                           | 6.3316**             |
| X <sub>32</sub> C/N ratio                                   | .4553                           | 8.0386**             |

\*significant at the 5% level, \*\*significant at the 1% level.

은 關與度가 낮게 나타났다.

## 3) 胸高斷面積生長에 대한 因子別 關與率

胸高斷面積生長에 대한 因子別 偏相關係數와 有意性檢定 結果는 Table 5와 같다. Table 5에서 보는 바와 같이 胸高斷面積生長에 關與하는 因子는 齡級에서 偏相關係數 0.8057로 가장 크게 나타났고, 그 다음으로 有効土深(0.5714), 母岩(0.5418), 緯度(0.5416), 林木密度(0.5137), 微砂含量(0.5114), 土壤濕度(0.4770), 置換性 K<sup>+</sup>(0.4591), C/N率(0.4553), 土壤堅密度(0.4479), 置換性 Mg<sup>+</sup>(0.4451), 土壤酸度(0.4430), 全窒素含量(0.4378), 有機質含量(0.4306) 順이고, 置換性 Na<sup>+</sup>(0.0402), 被覆度

(0.0488), 方位(0.0733)는 낮았다.

## 4) 幹材積生長에 대한 因子別 關與率

幹材積生長에 대한 因子別 偏相關係數를 求하고 有意性을 檢定한 結果는 Table 6과 같다.

Table 6에서 보는 바와 같이 幹材積生長에 關與하는 因子는 齡級에서 偏相關係數 0.7753으로 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 有効土深(0.5342), 母岩(0.4837), 緯度(0.4737), 林木密度(0.4543), 置換性 K<sup>+</sup>(0.4292), C/N率(0.4249), 微砂含量(0.4124), 標高(0.4092), 置換性 Mg<sup>+</sup>(0.4010) 順으로 나타났다.

그러나 置換性 Na<sup>+</sup>(0.0528), 被覆度(0.0661), 傾



**Table 6.** Partial correlation coefficients of factors and stem volume growth of *Quercus variabilis*

| Factor                                                      | Partial correlation coefficient | Test of significance |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|
| X <sub>1</sub> Age group                                    | .7753                           | to 19.1355**         |
| X <sub>2</sub> Parent rock                                  | .4837                           | 8.6161**             |
| X <sub>3</sub> Latitude                                     | .4737                           | 8.3788**             |
| X <sub>4</sub> Soil consistency                             | .3777                           | 6.3596**             |
| X <sub>5</sub> Aspect                                       | .1542                           | 2.5147**             |
| X <sub>6</sub> Position on slope                            | .2860                           | 4.6531**             |
| X <sub>7</sub> Percent slope                                | .0873                           | 1.3614               |
| X <sub>8</sub> Alluvial type                                | .2592                           | 4.1839**             |
| X <sub>9</sub> Soil type                                    | .2277                           | 3.6446**             |
| X <sub>10</sub> Effective soil depth                        | .5342                           | 10.0850**            |
| X <sub>11</sub> Soil moisture                               | .3800                           | 6.4042**             |
| X <sub>12</sub> Sand content                                | .2860                           | 4.6569**             |
| X <sub>13</sub> Silt content                                | .4124                           | 7.0567**             |
| X <sub>14</sub> Clay content                                | .0971                           | 1.5008               |
| X <sub>15</sub> Elevation                                   | .4092                           | 6.9937**             |
| X <sub>16</sub> Stand density                               | .4543                           | 7.9488**             |
| X <sub>17</sub> Crown class                                 | .2047                           | 3.2606**             |
| X <sub>18</sub> Stem type                                   | .2622                           | 4.2355**             |
| X <sub>19</sub> Coverage                                    | .2857                           | 4.6481**             |
| X <sub>20</sub> Ground cover %                              | .0661                           | 1.0319               |
| X <sub>21</sub> Soil pH                                     | .3526                           | 5.8727**             |
| X <sub>22</sub> Organic matter %                            | .3794                           | 6.3928**             |
| X <sub>23</sub> Total nitrogen %                            | .3869                           | 6.5409**             |
| X <sub>24</sub> Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm | .2932                           | 4.7814**             |
| X <sub>25</sub> C. E. C me/100g                             | .2917                           | 4.7545**             |
| X <sub>26</sub> Exchangeable K <sup>+</sup> me/100g         | .4292                           | 7.4080**             |
| X <sub>27</sub> Exchangeable Na <sup>+</sup> "              | .0528                           | 0.8168               |
| X <sub>28</sub> Exchangeable Ca <sup>++</sup> "             | .2364                           | 3.7927**             |
| X <sub>29</sub> Exchangeable Mg <sup>++</sup> "             | .4010                           | 6.8244**             |
| X <sub>30</sub> Total base me/100g                          | .2254                           | 3.6161**             |
| X <sub>31</sub> Base saturation %                           | .3314                           | 5.4747**             |
| X <sub>32</sub> C/N ratio                                   | .4249                           | 7.3172**             |

\*significant at the 5% level, \*\*significant at the 1% level.

斜度(0.0873) 등은 關與도가 낮았다.

한편, 굴참나무의 胸高直徑, 樹高, 胸高斷面積 및 幹材積生長에 대한 因子別 寄與도를 樹高生長에 대한 偏相關係數의 크기 順으로 圖示하면 Fig. 1과 같다.

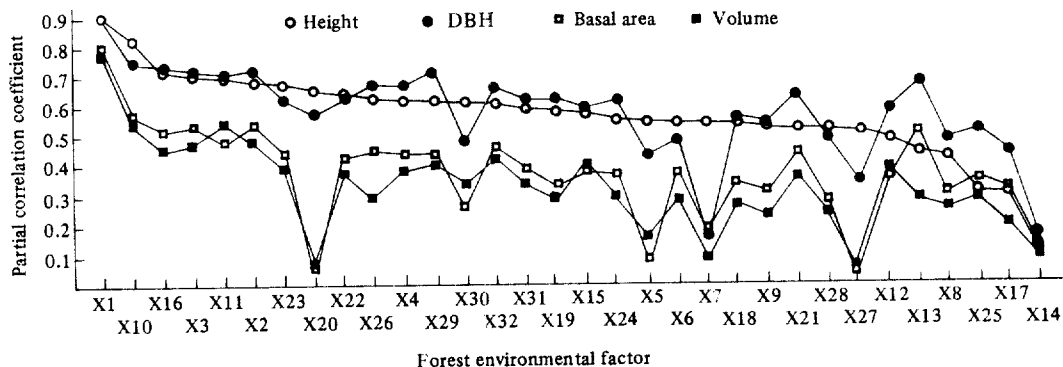
Fig. 1에서 보면 樹高生長에 높게 關與하는 因子는 齡級, 有効土深, 林木密度, 全窒素含量, 被覆度, 有機質含量, 鹽基總量, 方位, 傾斜度, 置換性 Ca<sup>++</sup>, 置換性 Na<sup>+</sup> 등이고, 그 중 傾斜度, 鹽基總量, 置換性 Na<sup>+</sup>, 方位 등은 다른 生長量보다 樹高生長에 크게 關與하는 것으로 나타났다.

그러나 緯度, 土壤濕度, 母岩, 置換性 K<sup>+</sup>, 土壤堅密度, 置換性 Mg<sup>++</sup>, C/N率, 鹽基飽和度, 地被植物, 有効磷酸, 樹冠級, 모래含量, 粘土含量 등의 因子는 樹高生長보다는 胸高直徑生長에 미치는 影響이 더 큰 것으로 나타났고, 幹材積生長에 있어서는 胸高直徑, 樹高, 胸高斷面積生長보다 關與도가 낮게 나타났다으나, 地被植物, 置換性 K<sup>+</sup>, 標高, 方位, 置換性 Na<sup>+</sup> 등은 幹材積生長에서 胸高斷面積生長보다 더 크게 關與하는 것으로 나타났다.

특히 33個 因子 中에 地被植物, 方位, 置換性 Na<sup>+</sup>, 傾斜度 등은 其他 因子와 다른 傾向을 보였다.

위에서 보는 바와 같이 굴참나무의 胸高直徑, 樹高, 胸高斷面積 및 幹材積生長에 共通의 因子는 齡級, 有効土深, 母岩, 緯度, 林木密度, 微砂含量, 土壤濕度 등으로 나타났고, 方位, 被覆度, 置換性 Na<sup>+</sup>, 傾斜度 및 粘土含量 등의 關與도는 낮은 것으로 나타났다.

이 結果는 齡級<sup>5, 33, 42</sup>, 有効土深<sup>2, 9, 12, 20, 21, 25, 28</sup>, 母岩<sup>11, 14</sup>, 緯度<sup>11, 25, 42</sup>, 林木密度<sup>11, 15</sup>, 微砂含量<sup>11, 25, 28</sup>,



**Fig. 1.** Partial correlation coefficients between factors and growth of *Quercus variabilis* in order of magnitude in terms of height.

土壤濕度<sup>11,23)</sup>, 土性<sup>10,11,20,25)</sup>, 置換性 Mg<sup>++10,22,28)</sup>, 置換性 K<sup>+10,28)</sup>, C/N率<sup>10)</sup> 등이 林木生長에 關與한다는 많은 學者들의 研究 結果와 一致하고 있다.

그러나, 林木生長에 關與하는 順位는 一致하지 않으며, Auten<sup>3)</sup>, Barrett<sup>4)</sup>, Buckman<sup>7)</sup>, Carmean<sup>9)</sup>, 등의 研究 結果와는 差異가 있다.

특히 傾斜도가 林木生長에 關與하는 程度는 多樣하다. 즉 西澤<sup>32)</sup>는 日本 잎갈나무 生長에 있어서 傾斜도가 가장 낮게 關與한다고 報告하였는데, 이것은 本 研究 結果와 一致하는 반면, 渡邊<sup>39)</sup>는 삼나무 生長에 關與도가 가장 높은 因子는 傾斜度라고 하였다.

結果의으로 林木生長 全般에 共通의으로 크게 關與하는 因子는 森林環境因子의 齡級, 有効土深, 母岩, 緯度, 林木密度, 微砂含量, 土壤濕度 등이고, 土壤의 理化學的 因子는 置換性 Mg<sup>++</sup>, 置換性 K<sup>+</sup>, 全窒素含量, C/N率 등으로 나타났으며, 이들 偏相關係數는 대체로 高度의 有意性이 認定되었다.

이와 關聯하여 眞下<sup>26)</sup>은 椴木 生長에 關與하는 環境因子로는 標高, 堆積樣式, 構造, 腐殖含量, 土壤型, 有効土深, 方位, 傾斜度 順이라고 發表하였으며, Trimble<sup>37)</sup>은 참나무 生長에 關與하는 因子의 順位는 土深, 方位, 傾斜位置, 石礫, 林分密度, 標高라

하였고, 渡邊<sup>39)</sup>는 東京 營林局內 삼나무林에 대한 森林環境因子의 偏相關係數를 計算한 結果, 溫量指數, 土壤型, 土層地質, 地型, 傾斜, 標高, 土性, 有効土深 및 方位 順으로 나타났다고 發表하였다. 西澤<sup>32)</sup>는 東北 地方의 삼나무 生長에 關與하는 因子는 土壤型, 地型, 地域, 標高, A層두께, 方位, 堅密度, 土性 등이라 하였고, 鄭<sup>16)</sup>은 椴木 生長에 關與하는 森林環境因子의 順位는 樹齡, 緯度, 母岩, 堆積樣式 石礫含量 및 傾斜度라고 發表한 바 있다.

이러한 研究 結果와 比較하여 볼 때, 林木生長에 關與하는 수많은 環境因子는 地域과 樹種에 따라서 複雜하게 作用하고 있음을 立證하고 있다.

### 3. 굴참나무의 生長과 因子別 階級과의 關係

林木生長에 關與하는 程度와 方向을 把握하게 하기 위하여 階級別 相對點數의 差 측, 階級間의 範圍를 計算하였다.

#### 1) 胸高直徑과 樹高生長에 대한 階級間的 相對點數

林木生長에 關與하는 程度와 方向을 把握하기 위하여 胸高直徑과 樹高生長에 대한 階級間的 相對點數의 差 측, 階級的 範圍(category range)를 計算한 結果는 Table 7과 같다.

Table 7. Relative scores and ranges of categories for each factor affecting DBH and height growth

| Factor            | Category         | Freq. | DBH            |            |           |         | Height         |            |           |         |
|-------------------|------------------|-------|----------------|------------|-----------|---------|----------------|------------|-----------|---------|
|                   |                  |       | Relative score | Mean score | Deviation | Range   | Relative score | Mean score | Deviation | Range   |
| Age group         | ① 15 years       | 99    | 15.94650       | 18.32496   | -0.37846  | 5.06352 | 15.29771       | 17.21358   | -1.91585  | 4.05997 |
|                   | ② 20 years       | 99    | 18.58792       |            | 0.26296   |         | 17.44014       |            | 0.22656   |         |
|                   | ③ 25 years       | 78    | 21.01001       |            | 2.68506   |         | 19.35769       |            | 2.14411   |         |
| Parent rock       | ① Granite        | 120   | 0.00000        | 1.15809    | -1.15809  | 7.73413 | 0.00000        | 0.58896    | -0.58896  | 4.74747 |
|                   | ② Granite geniss | 72    | 3.77080        |            | 2.61271   |         | 1.31501        |            | 0.72605   |         |
|                   | ③ Porphyry       | 42    | 4.44262        |            | 3.28452   |         | 3.18175        |            | 2.59279   |         |
|                   | ④ Silla series   | 42    | -3.29652       |            | -4.45461  |         | -1.46572       |            | -2.15468  |         |
| Latitude          | ① 36°35'         | 108   | 0.00000        | -3.49877   | 3.49877   | 7.30948 | 0.00000        | -2.20217   | 2.20217   | 3.69553 |
|                   | ② 36°25'~36°     | 90    | -4.39468       |            | -0.89591  |         | -3.550532      |            | -1.34836  |         |
|                   | ③ 36°            | 78    | -7.30948       |            | -3.81071  |         | -3.67553       |            | -1.49336  |         |
| Soil consistency  | ① Hard           | 84    | 0.00000        | -1.98350   | 1.98350   | 3.66647 | 0.00000        | -1.49453   | 1.49453   | 2.42969 |
|                   | ② Soft           | 118   | -3.66647       |            | -1.68297  |         | -2.42969       |            | 0.93516   |         |
|                   | ③ Friable        | 74    | -1.55139       |            | 0.43212   |         | -1.69982       |            | -0.20529  |         |
| Aspect            | ① East           | 72    | 0.00000        | 0.37382    | -0.37372  | 1.36656 | 0.00000        | 0.46730    | -0.46730  | 4.90591 |
|                   | ② West           | 67    | -0.29819       |            | -0.6719   |         | -0.23180       |            | -0.69910  |         |
|                   | ③ South          | 100   | 0.83596        |            | 0.46224   |         | 0.82563        |            | 0.35833   |         |
|                   | ④ North          | 37    | 1.06837        |            | 0.69405   |         | 1.67411        |            | 1.20681   |         |
| Position on slope | ① Upper slope    | 81    | 0.00000        | -0.94681   | 0.94681   | 1.98791 | 0.00000        | -1.05304   | 1.05304   | 1.59137 |
|                   | ② Middle slope   | 133   | -1.03811       |            | -0.09130  |         | -1.59137       |            | 0.53833   |         |
|                   | ③ Under slope    | 62    | -1.98791       |            | -1.04110  |         | -1.27397       |            | -0.22093  |         |
| Percent slope     | ① ~20            | 111   | 0.00000        | -1.53676   | 0.25238   | 0.54093 | 0.00000        | -0.23127   | 0.23127   | 0.65499 |
|                   | ② 20~25          | 123   | -0.38160       |            | -0.22923  |         | 0.29529        |            | -0.06402  |         |
|                   | ③ 25~            | 42    | -0.54093       |            | -0.28855  |         | 0.65499        |            | -0.42372  |         |

| Factor                                      | Category           | Freq. | DBH            |            |           |          | Height         |            |           |         |
|---------------------------------------------|--------------------|-------|----------------|------------|-----------|----------|----------------|------------|-----------|---------|
|                                             |                    |       | Relative score | Mean score | Deviation | Range    | Relative score | Mean score | Deviation | Range   |
| Alluvial type                               | ① Residual soil    | 41    | 0.00000        | -1.53676   | 1.53676   | 1.83141  | 0.00000        | -1.06452   | 1.06452   | 1.44234 |
|                                             | ② Sedimentary soil | 90    | -1.76212       |            | -0.22536  |          | -1.44284       |            | -0.37832  |         |
| X <sub>8</sub>                              | ① Alluvial soil    | 145   | -1.83141       |            | -0.29465  |          | -1.13071       |            | -0.06619  |         |
|                                             | ② Bb horizon       | 96    | 0.00000        | 0.11467    | -0.11467  | 2.15920  | 0.00000        | 0.09813    | -0.09813  | 1.73877 |
| Soil type                                   | ② Bc horizon       | 11    | 1.28682        |            | 1.17215   |          | 1.04558        |            | 0.94745   |         |
|                                             | ③ Be horizon       | 52    | -0.60742       |            | -0.72209  |          | -0.48136       |            | -0.57949  |         |
| X <sub>9</sub>                              | ④ Ba horizon       | 447   | -0.87227       |            | -0.98695  |          | -0.69315       |            | -0.79128  |         |
|                                             | ① ~30              | 91    | 0.00000        | 2.31635    | -2.31636  | 4.24467  | 0.00000        | 2.00923    | -2.00923  | 4.17377 |
| Effective soil depth                        | ② 30~40            | 110   | 2.91786        |            | 0.60151   |          | 2.19560        |            | 0.18636   |         |
|                                             | ③ 40~              | 75    | 4.24417        |            | 1.92831   |          | 4.17377        |            | 2.16454   |         |
| X <sub>10</sub> cm                          | ① Dry              | 30    | 0.00000        | 4.20697    | -4.20697  | 4.16674  | 0.00000        | 3.00611    | -3.00611  | 3.77355 |
|                                             | ② Damp             | 223   | 4.67394        |            | 0.46697   |          | 3.33137        |            | 0.32526   |         |
| Soil moisture                               | ③ Wet              | 23    | 5.16674        |            | 0.95977   |          | 3.77355        |            | 0.75744   |         |
|                                             | ① ~40              | 106   | 0.00000        | 1.34809    | -1.34809  | 2.72836  | 0.00000        | 0.51393    | -0.51397  | 1.76048 |
| X <sub>11</sub>                             | ② 40~50            | 38    | 2.72836        |            | 1.38037   |          | 1.76048        |            | 1.24555   |         |
|                                             | ③ 50~              | 132   | 2.03330        |            | 0.68512   |          | 0.56778        |            | 0.05385   |         |
| Silt content                                | ① ~40              | 150   | 0.00000        | 0.18017    | -0.18017  | 4.94783  | 0.00000        | -0.13853   | 0.13853   | 2.24898 |
|                                             | ② 40~50            | 55    | 3.74621        |            | 3.56604   |          | 0.96383        |            | 1.10236   |         |
| X <sub>12</sub> %                           | ③ 50~              | 71    | -2.20162       |            | -2.38179  |          | -1.28515       |            | -1.14762  |         |
|                                             | ① ~10              | 93    | 0.00000        | 0.05428    | -0.05428  | 0.47532  | 0.00000        | -0.07396   | 0.07396   | 0.20189 |
| Clay content                                | ② 10~15            | 84    | -0.17528       |            | -0.22956  |          | -0.20189       |            | -0.12793  |         |
|                                             | ③ 15~              | 99    | 0.30004        |            | 0.24576   |          | -0.03489       |            | 0.03907   |         |
| X <sub>13</sub> %                           | ① ~300             | 101   | 0.00000        | -1.39007   | 1.39007   | 2.81800  | 0.00000        | -0.48705   | 0.98705   | 2.03570 |
|                                             | ② 300~600          | 84    | -1.51454       |            | -0.12447  |          | -1.03781       |            | -0.05077  |         |
| Elevation m                                 | ③ 600~             | 91    | -2.81800       |            | -1.42793  |          | -2.03570       |            | -1.04865  |         |
|                                             | ① ~80              | 130   | 0.00000        | -1.46903   | 1.46903   | 3.40083  | 0.00000        | -0.93839   | 0.93839   | 2.49176 |
| Stand density                               | ② 80~90            | 88    | -3.40083       |            | -1.93180  |          | -2.49176       |            | -1.44337  |         |
|                                             | ③ 90~              | 58    | -1.83069       |            | -0.36166  |          | -0.68485       |            | 0.25354   |         |
| X <sub>14</sub> %                           | ① Verygood         | 143   | 0.00000        | -0.54050   | 0.54060   | 1.20836  | 0.00000        | -0.13006   | 0.13006   | 1.19102 |
|                                             | ② Good             | 114   | -1.20836       |            | -0.66786  |          | -0.11638       |            | 0.01368   |         |
| Crown class                                 | ③ Medium           | 19    | -0.60132       |            | -0.06082  |          | -1.19002       |            | -1.06096  |         |
|                                             | ① Verygood         | 159   | 0.00000        | 0.27540    | -0.27540  | 2.37743  | 0.00000        | -0.05317   | 0.05317   | 2.01084 |
| Stem type                                   | ② Good             | 80    | -0.10217       |            | -0.37757  |          | -0.76184       |            | -0.70817  |         |
|                                             | ③ Medium           | 37    | 2.27526        |            | 1.99986   |          | 1.24950        |            | 1.30267   |         |
| X <sub>15</sub>                             | ① ~30              | 92    | 0.00000        | 1.53372    | -1.53372  | 2.53801  | 0.00000        | 0.83492    | -0.83492  | 1.65319 |
|                                             | ② 30~60            | 120   | 2.53801        |            | 1.00429   |          | 1.65319        |            | 0.81827   |         |
| Coverage %                                  | ③ 60~              | 64    | 1.85540        |            | 0.32168   |          | 0.50086        |            | -0.33406  |         |
|                                             | ① ~30              | 113   | 0.00000        | -1.15016   | 1.150167  | 2.99456  | 0.00000        | -1.09405   | 1.09405   | 2.75476 |
| Ground cover                                | ② 30~60            | 118   | -1.54822       |            | -0.398050 | -1.53767 |                | -0.44361   |           |         |
|                                             | ③ 60~              | 45    | -2.99456       |            | -1.844401 |          | -2.75477       |            | -1.66071  |         |
| X <sub>16</sub> %                           | ① ~52              | 53    | 0.00000        | -1.51782   | 1.51882   | 4.00323  | 0.00000        | -0.77487   | 0.77487   | 2.15527 |
|                                             | ② 5.2~5.4          | 112   | -1.47325       |            | 0.04667   |          | -0.80533       |            | -0.3046   |         |
| Soil pH                                     | ③ 5.4~5.6          | 82    | -1.68410       |            | -0.16628  |          | -0.74591       |            | -0.02896  |         |
|                                             | ④ 5.6~             | 29    | -4.00322       |            | -2.48441  |          | -2.15527       |            | -1.38040  |         |
| X <sub>17</sub>                             | ① ~2.0             | 64    | 0.00000        | -2.85473   | 2.86473   | 5.00629  | 0.00000        | -2.00033   | 2.00033   | 3.66766 |
|                                             | ② 2.0~4.0          | 62    | -1.77438       |            | 1.08035   |          | -1.34143       |            | 0.54870   |         |
| Organic matter                              | ③ 4.0~6.0          | 64    | -3.86489       |            | -1.01016  |          | -2.39849       |            | -0.39816  |         |
|                                             | ④ 6.0~             | 86    | -5.00629       |            | -2.15156  |          | -3.66766       |            | -1.66733  |         |
| X <sub>18</sub> %                           | ① ~0.1             | 99    | 0.00000        | 1.56389    | -1.56389  | 6.28124  | 0.00000        | 1.80458    | -1.80458  | 5.24633 |
|                                             | ② 0.1~0.2          | 107   | 0.82355        |            | -0.74034  |          | 1.75965        |            | -0.04493  |         |
| Total nitrogen                              | ③ 0.2~0.3          | 36    | 6.28124        |            | 4.74035   |          | 5.24633        |            | 3.44175   |         |
|                                             | ④ 0.3~             | 34    | 3.45264        |            | 1.88875   |          | 3.55630        |            | 1.75172   |         |
| X <sub>19</sub>                             | ① ~10              | 61    | 0.00000        | 0.77315    | -0.77315  | 2.39441  | -0.00000       | -0.21357   | 0.21357   | 1.67455 |
|                                             | ② 10~20            | 105   | 2.14724        |            | 1.37409   |          | 0.50934        |            | 0.72291   |         |
| Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ppm | ③ 20~30            | 62    | -0.24717       |            | -1.02032  |          | -0.91123       |            | -0.69766  |         |
|                                             | ④ 30~              | 48    | 0.06779        |            | -0.70536  |          | -1.16521       |            | -0.95164  |         |
| X <sub>20</sub> %                           | ① ~8               | 70    | 0.00000        | -1.07182   | 0.07882   | 2.34087  | 0.00000        | -0.29006   | 0.29006   | 0.88204 |

| Factor                         | Category   | Freq. | DBH            |            |           |         | Height         |            |           |         |
|--------------------------------|------------|-------|----------------|------------|-----------|---------|----------------|------------|-----------|---------|
|                                |            |       | Relative score | Mean score | Deviation | Range   | Relative score | Mean score | Deviation | Range   |
| me/100g                        | ② 8~12     | 101   | -0.049535      |            | 0.57647   |         | 0.06097        |            | 0.35102   |         |
| X <sub>25</sub>                | ③ 12~      | 105   | -2.34087       |            | -1.26905  |         | -0.82108       |            | -0.53102  |         |
| Exchange-able K <sup>+</sup>   | ① ~0.1     | 46    | 0.00000        | -1.10640   | 1.10640   | 2.94598 | 0.00000        | -0.66781   | 0.66781   | 1.82940 |
|                                | ② 0.1~0.2  | 84    | -2.71058       |            | -1.60418  |         | 1.82058        |            | -1.15305  |         |
| X <sub>26</sub>                | ③ 0.2~0.3  | 73    | 0.23540        |            | 1.34180   |         | 0.00854        |            | 0.67635   |         |
|                                | ④ 0.3~     | 73    | -1.29948       |            | -0.19308  |         | -0.43817       |            | 0.22964   |         |
| Exchange-able Na <sup>+</sup>  | ① ~0.1     | 13    | 0.00000        | -3.10295   | 3.10295   | 3.47552 | 0.00000        | -4.39765   | 4.39755   | 4.85956 |
|                                | ② 0.1~0.2  | 113   | -2.84528       |            | 0.25767   |         | 4.11466        |            | 0.28299   |         |
| X <sub>27</sub>                | ③ 0.2~0.25 | 58    | -3.21882       |            | -0.11587  |         | -4.49256       |            | -0.09490  |         |
|                                | ④ 0.3~     | 92    | -3.47557       |            | -0.37262  |         | -4.85956       |            | -0.46191  |         |
| Exchange-able Ca <sup>++</sup> | ① ~0.1     | 112   | 0.00000        | 0.17508    | 0.17608   | 3.18446 | 0.00000        | 0.42349    | -0.42349  | 1.97339 |
|                                | ② 1.0~2.0  | 81    | 0.04283        |            | -0.13225  |         | -0.09759       |            | -0.52108  |         |
| X <sub>28</sub>                | ③ 2.0~3.0  | 37    | 2.30528        |            | 2.13020   |         | 1.04059        |            | 0.61709   |         |
|                                | ④ 3.0~     | 46    | -0.87918       |            | -1.05426  |         | 1.87580        |            | 1.45231   |         |
| Exchange-able Mg <sup>++</sup> | ① ~0.5     | 39    | 0.00000        | 3.34165    | -0.34165  | 4.27810 | 0.00000        | 1.94157    | -1.94057  | 2.51621 |
|                                | ② 0.5~1.0  | 144   | 4.27809        |            | 0.93645   |         | 2.51621        |            | 0.57564   |         |
| X <sub>29</sub>                | ③ 1.0~1.5  | 34    | 2.53568        |            | -0.80597  |         | 1.12752        |            | -0.81305  |         |
|                                | ④ 1.5~     | 59    | 3.72942        |            | 0.38778   |         | 2.28691        | 0          | 0.34633   |         |
| Total                          | ① ~2       | 95    | 0.00000        | 0.07516    | -0.07516  | 1.67799 | 0.00000        | -0.72769   | 0.72769   | 3.75376 |
| bass                           | ② 2~4      | 113   | -0.33201       |            | -0.40717  |         | -0.72560       |            | 0.00209   |         |
|                                | ③ 4~6      | 33    | 1.34598        |            | 1.27082   |         | 0.18429        |            | 0.091198  |         |
| X <sub>30</sub>                | ④ 6~       | 35    | 0.39225        |            | 0.32036   |         | -3.56947       |            | -2.84178  |         |
|                                | ① ~0.2     | 91    | 0.00000        | -0.48460   | 0.48460   | 3.30399 | 0.00000        | -0.05833   | 0.05833   | 2.97971 |
| saturation                     | ② 0.2~0.4  | 119   | -1.33388       |            | -0.84928  |         | -0.65559       |            | -0.59725  |         |
|                                | ③ 0.4~0.6  | 32    | -1.31257       |            | -0.82797  |         | -0.53454       |            | -0.47621  |         |
| X <sub>31</sub> %              | ④ 0.6~     | 34    | 1.97010        |            | 2.45471   |         | 2.32413        |            | 2.38246   |         |
|                                | ① ~15      | 49    | 0.00000        | -2.26544   | 2.26544   | 3.12901 | 0.00000        | -1.33338   | 1.33338   | 2.16573 |
| C/N ratio                      | ② 15~20    | 139   | -3.12900       |            | -0.86357  |         | -1.75794       |            | -0.42456  |         |
|                                | ③ 20~25    | 46    | -2.56442       |            | -0.29899  |         | -2.16574       |            | -0.83235  |         |
| X <sub>32</sub>                | ④ 25~      | 42    | -1.722298      |            | 0.54245   |         | -0.57228       |            | 0.76111   |         |

Table 7에서와 같이 胸高直徑生長에 關與하는 因子의 階級間 範圍는 母岩에서 가장 크며, Porphyry, Granite gneiss, Granit, Silla series의 階級 順이고, 緯度에서는 36° 35', 36°~36° 35', 36°, 全窒素含量은 0.2~0.3%, 0.3% 以上, 0.1~0.2%, 0.1% 以下, 微砂含量은 40~50%, 40% 以下, 50% 以上, 土壤濕度는 Wet, Damp, Dry, 齡級은 25年生, 20年生, 15年生, 有機質含量은 20% 以下, 2.0~4.0%, 4.0~6.0%, 6.0% 以上, 置換性 Mg<sup>+</sup>은 0.5~1.0me/100g, 1.5me/100g 以上, 1.0~1.5me/100g, 0.5me/100g 以下, 有效土深은 40cm 以上, 30~40cm, 30cm 以下 順으로 關與하였으며, 方位, 樹冠級, 傾斜度 및 粘土含量 등은 階級間의 相對點數差가 낮게 나타났다.

또한 Table 7에서 樹高生長에 關與하는 因子의 階級間 範圍는 全窒素含量에서 가장 크며, 0.2~0.3%, 0.3% 以上, 0.1~0.2%, 0.1% 以下の 順이고, 置換性 Na<sup>+</sup>은 0.1% 以下, 0.1~0.2%, 0.2~0.25%, 以

上, 母岩은 Porphyry, Granite gneiss, Silla series, Granite 有效土深은 40cm 以上, 30~40cm, 30cm 以下, 齡級은 25年生, 20年生, 15年生, 土壤濕度는 Wet, Damp, Dry, 鹽基總量은 4~6%, 2% 以下, 2~4%, 6% 以上, 緯度는 36° 35', 36°~36° 35', 36°, 置換性 Mg<sup>++</sup>는 0.5~1.0me/100g, 1.5me/100g 以上, 1.0~1.5me/100g, 0.5me/100g 以下 順으로 關與하였으며, 樹冠級, C.E.C, 傾斜度, 粘土含量 등은 階級間의 相對點數差가 낮게 나타났다. 胸高直徑生長에 대한 階級間의 範圍를 크기 順으로 顯示하면 Fig. 2와 같다.

Fig. 2에서와 같이 胸高直徑生長에 대한 因子別 階級間의 範圍는 母岩에서 7.734로 가장 크고, 그 다음이 緯度(7.309), 全窒素含量(6.281), 微砂含量(5.947), 土壤濕度, 齡級(5.063), 有機質含量(5.006), 置換性 Mg<sup>++</sup>(4.278), 有效土深(4.244), 土壤酸度(4.003), 土壤堅密度(3.666) 順으로 나타난 반면, 粘土含量(0.475), 傾斜度(0.540) 등에서는 작게 나타

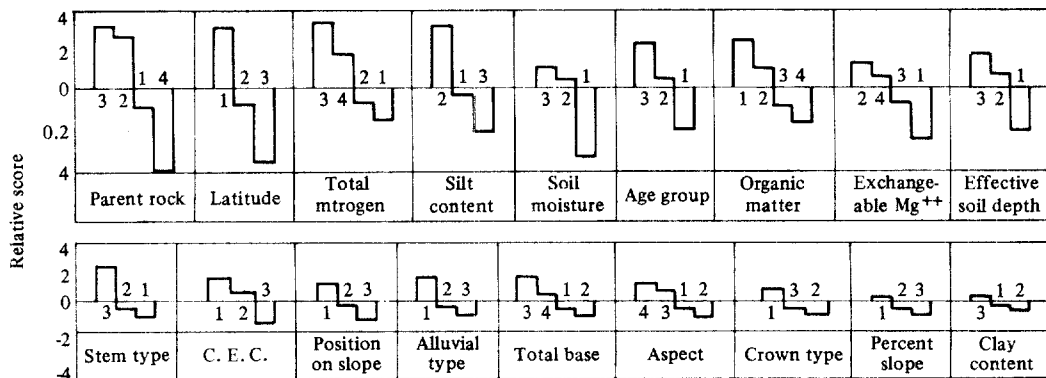


Fig. 2. Relative score of each factor for dbh growth.

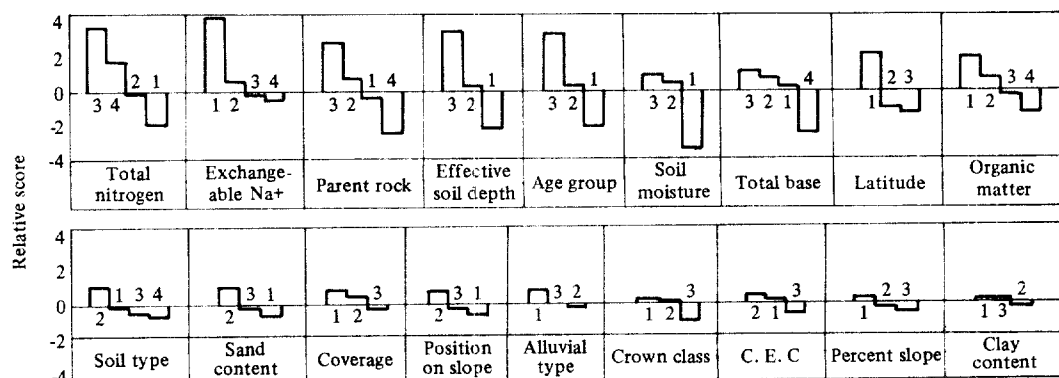


Fig. 3. Relative score of each factor for height growth.

났다.

樹高生長에 대한 階級間的 範圍를 크기 順으로 顯示하면 Fig. 3 과 같다.

Fig. 3에서 樹高生長에 대하여 關與하는 因子 중 全窒素含量의 階級間 範圍는 5.246으로 가장 크며, 置換性 Na<sup>+</sup>(4.859) 母岩(4.747), 有効土深(4.173), 齡級(4.059), 土壤濕度(3.773), 鹽基總量(3.753), 緯度(3.695), 有機質含量(3.667) 順으로 나타났으며, 粘土含量(0.201), 傾斜度(0.654) 등에서는 작게 나타났다.

2) 胸高斷面積과 幹材積生長에 대한 階級間的 相對點數

胸高斷面積과 幹材積生長에 대한 環境因子 및 土壤의 理化學的 因子의 關與度를 把握하기 위하여 胸高斷面積과 幹材積生長에 대한 因子別 階級間的 相對點數 및 範圍를 計算한 結果는 Table 8과 같다.

Table 8에서와 같이 胸高斷面積生長에 關與하는 因子別 階級的 相對點數差는 母岩이 가장 크고,

Porphyry, Granite gneiss, Granite, Silla series 順이며, 緯度는 36° 35', 36°~36° 35', 36°, 微砂含量은 40~50%, 40% 以下, 50% 以上, 全窒素含量은 0.2~0.3%, 0.3% 以上, 0.1~0.2%, 0.1% 以下, 齡級은 25年生, 20年生, 15年生, 土壤酸度는 5.2% 以下, 5.2~5.4, 5.4~5.6, 5.6 以上, 有機質含量은 2.0% 以下, 2.0~4.0%, 4.0~6.0%, 6.0% 以上, 有効土深은 40cm 以上, 30~40cm, 30cm 以下, 土壤濕度는 Wet, Damp, Dry 順으로 각각 關與하고 있다.

그러나 樹冠級, 方位, 傾斜度 등은 낮게 나타났다.

또한 幹材積生長에 關與하는 階級間的 範圍는 母岩에서 가장 크고, Porphyry, Granite gneiss, Silla series, Granite 順이며, 緯度는 36° 35', 36°~36° 35', 36° 以下, 全窒素含量은 0.2~0.3%, 0.3% 以上, 0.1~0.2%, 0.1% 以下, 微砂含量은 40~50%, 40% 以下, 50% 以上, 齡級은 25年生, 20年生, 15年生, 有効土深은 40cm 以上, 40~30

Table 8. Relative scores and ranges of categories for each factor affecting basal area and volume growth

| Factor               | Category           | Freq. | Basal area     |            |           |         | Stem volume    |            |           |         |
|----------------------|--------------------|-------|----------------|------------|-----------|---------|----------------|------------|-----------|---------|
|                      |                    |       | Relative score | Mean score | Deviation | Range   | Relative score | Mean score | Deviation | Range   |
| Age group            | ① 15 years         | 99    | 0.01641        | 0.01921    | -0.00280  | 0.00619 | 0.08573        | 0.10031    | -0.01458  | 0.03317 |
|                      | ② 20 years         | 99    | 0.01933        |            | 0.00012   |         | 0.10024        |            | -0.00007  |         |
|                      | ③ 25 years         | 78    | 0.02261        |            | 0.00339   |         | 0.11890        |            | 0.01859   |         |
| Parent rock          | ① Granite          | 120   | 0.00000        | 0.00154    | -0.00154  | 0.01033 | 0.00000        | 0.00539    | -0.00539  | 0.05210 |
|                      | ② Granite geniss   | 72    | 0.00500        |            | 0.00347   |         | 0.01380        |            | 0.00841   |         |
|                      | ③ Porphyry         | 42    | 0.00594        |            | 0.00440   |         | 0.03192        |            | 0.02654   |         |
|                      | ④ Silla series     | 42    | -0.00439       |            | -0.00593  |         | -0.02017       |            | -0.02557  |         |
| Latitude             | ① ~36°35'          | 108   | 0.00000        | -0.00467   | 0.00467   | 0.00951 | 0.00000        | -0.02348   | 0.02348   | 0.04396 |
|                      | ② 36°35'~36°       | 90    | -0.00609       |            | -0.00141  |         | -0.03392       |            | -0.01043  |         |
|                      | ③ 36°~             | 78    | -0.00951       |            | -0.00484  |         | -0.04396       |            | -0.02048  |         |
| Soil consistency     | ① Hard             | 84    | 0.00000        | -0.00232   | 0.00232   | 0.00445 | 0.00000        | -0.01180   | 0.01180   | 0.02162 |
|                      | ② Soft             | 118   | -0.00445       |            | -0.00213  |         | -0.02162       |            | -0.00982  |         |
|                      | ③ Friable          | 74    | -0.00155       |            | 0.00077   |         | -0.00953       |            | 0.00227   |         |
| Aspect               | ① East             | 72    | 0.00000        | 0.00059    | -0.00059  | 0.00125 | 0.00000        | 0.00542    | -0.00542  | 0.01350 |
|                      | ② West             | 67    | 0.00043        |            | -0.00016  |         | 0.00507        |            | -0.00035  |         |
|                      | ③ South            | 100   | 0.00087        |            | 0.00028   |         | 0.00656        |            | 0.00114   |         |
|                      | ④ North            | 37    | 0.00124        |            | 0.00066   |         | 0.01350        |            | 0.00808   |         |
| Position on slope    | ① Upper slope      | 81    | 0.00000        | -0.00091   | 0.00091   | 0.00239 | 0.00000        | -0.00551   | 0.00551   | 0.0112  |
|                      | ② Middle slope     | 133   | -0.00077       |            | 0.00014   |         | -0.00621       |            | -0.00070  |         |
|                      | ③ Under slope      | 62    | -0.00239       |            | -0.00148  |         | -0.01120       |            | -0.00569  |         |
| Percent slope        | ① ~20              | 111   | 0.00000        | -0.00029   | 0.00029   | 0.00049 | 0.00000        | -0.00056   | 0.00056   | 0.0010  |
|                      | ② 20~25            | 123   | -0.00049       |            | -0.00020  |         | -0.00092       |            | -0.00036  |         |
|                      | ③ 25~              | 42    | -0.00049       |            | -0.00020  |         | -0.00100       |            | -0.00044  |         |
| Alluvial type        | ① Residual soil    | 41    | 0.00000        | -0.00175   | 0.00175   | 0.00216 | 0.00000        | -0.00868   | 0.00868   | 0.01086 |
|                      | ② Sedimentary soil | 90    | -0.00187       |            | -0.00013  |         | -0.00911       |            | -0.00044  |         |
|                      | ③ Alluvial soil    | 145   | -0.00216       |            | -0.0041   |         | -0.01086       |            | -0.00218  |         |
| Soil type            | ① Bb horizon       | 96    | 0.00000        | -0.00016   | 0.00016   | 0.00302 | 0.00000        | -0.00069   | 0.00079   | 0.01387 |
|                      | ② Bc horizon       | 111   | 0.00100        |            | 0.00117   |         | 0.00446        |            | 0.00514   |         |
|                      | ③ Be horizon       | 52    | -0.00061       |            | -0.00044  |         | -0.00207       |            | -0.00139  |         |
|                      | ④ Ba horizon       | 47    | -0.00202       |            | -0.00185  |         | -0.00942       |            | -0.00873  |         |
| Effective soil depth | ① ~30              | 81    | 0.00000        | 0.00308    | -0.00308  | 0.00533 | 0.00000        | 0.01620    | -0.00620  | 0.02916 |
|                      | ② 30~40            | 110   | 0.00410        |            | 0.00101   |         | 0.02076        |            | 0.00456   |         |
|                      | ③ 40~              | 75    | 0.00533        |            | 0.00225   |         | 0.02916        |            | 0.01296   |         |
| Soil moisture        | ① Dry              | 30    | 0.00000        | 0.00611    | -0.00611  | 0.00674 | 0.00000        | 0.02410    | -0.02410  | 0.02750 |
|                      | ② Damp             | 223   | 0.00574        |            | 0.00063   |         | 0.02699        |            | 0.00289   |         |
|                      | ③ Wet              | 23    | 0.00565        |            | 0.00054   |         | 0.02751        |            | 0.00340   |         |
| Sand content %       | ① ~40              | 106   | 0.00000        | 0.00179    | -0.00179  | 0.00345 | 0.00000        | 0.00758    | -0.00758  | 0.01816 |
|                      | ② 40~50            | 38    | 0.00344        |            | 0.00166   |         | 0.01816        |            | 0.01058   |         |
|                      | ③ 50~              | 132   | 0.00275        |            | 0.00096   |         | 0.01063        |            | 0.00305   |         |
| Silt content %       | ① ~40              | 150   | 0.00000        | 0.00007    | -0.00077  | 0.00807 | 0.00000        | -0.00091   | 0.00091   | 0.03580 |
|                      | ② 40~50            | 55    | 0.00470        |            | 0.00463   |         | 0.01819        |            | 0.01909   |         |
|                      | ③ 50~              | 71    | -0.00338       |            | -0.00344  |         | -0.01761       |            | -0.01671  |         |
| Clay Content %       | ① ~10              | 93    | 0.00000        | -0.00013   | 0.00013   | 0.00287 | 0.00000        | -0.00013   | 0.00013   | 0.00    |
|                      | ② 10~15            | 84    | -0.00175       |            | 0.00162   |         | -0.00175       |            | 0.00162   |         |
|                      | ③ 15~              | 99    | 0.00112        |            | 0.00125   |         | 0.00112        |            | 0.00125   |         |
| Elevation m S        | ① ~300             | 101   | 0.00000        | -0.00194   | 0.00194   | 0.00381 | 0.00000        | -0.01354   | 0.01354   | 0.02328 |
|                      | ② 300~600          | 84    | -0.00225       |            | -0.00031  |         | -0.01717       |            | -0.00364  |         |
|                      | ③ 600~             | 91    | -0.00381       |            | -0.00187  |         | -0.02521       |            | -0.01167  |         |
| Stand density %      | ① ~80              | 130   | 0.00000        | -0.00188   | 0.00188   | 0.00443 | 0.00000        | -0.00923   | 0.00923   | 0.02328 |
|                      | ② 80~90            | 88    | -0.00443       |            | -0.00255  |         | -0.02328       |            | -0.01405  |         |
|                      | ③ 90~              | 58    | -0.00221       |            | -0.00033  |         | -0.00860       |            | 0.00063   |         |
| Crown class          | ① Very good        | 143   | 0.00000        | -0.00073   | 0.00073   | 0.00163 | 0.00000        | -0.00285   | 0.00285   | 0.00625 |
|                      | ② Good             | 114   | -0.00163       |            | -0.00091  |         | -0.00625       |            | -0.00340  |         |
|                      | ③ Medium           | 19    | -0.00076       |            | -0.00003  |         | -0.00392       |            | -0.00107  |         |
| Stem type            | ① Very good        | 159   | 0.00000        | 0.00035    | -0.00035  | 0.00304 | 0.00000        | 0.00096    | -0.00096  | 0.01168 |
|                      | ② Good             | 80    | -0.00014       |            | -0.00049  |         | -0.00242       |            | -0.00337  |         |

| Factor                                  | Category     | Freq. | Basal area     |            |           |         | Stem Volume    |            |           |         |  |
|-----------------------------------------|--------------|-------|----------------|------------|-----------|---------|----------------|------------|-----------|---------|--|
|                                         |              |       | Relative score | Mean score | Deviation | Range   | Relative score | Mean score | Deviation | Range   |  |
| X <sub>18</sub>                         | (3) Medium   | 37    | 0.00290        |            | 0.00255   |         | 0.01235        |            | 0.01140   |         |  |
| Coverage %                              | (1) ~30      | 92    | 0.00000        | 0.00167    | -0.00167  | 0.00277 | 0.00000        | 0.00825    | -0.00825  | 0.01458 |  |
|                                         | (2) 30~60    | 120   | 0.00277        |            | 0.00110   |         | 0.01458        |            | 0.00633   |         |  |
| X <sub>19</sub>                         | (3) 60~      | 64    | 0.00201        |            | 0.00034   |         | 0.00823        |            | =0.00002  |         |  |
| Ground cover %                          | (1) ~30      | 113   | 0.00000        | 0.02321    | -0.02321  | 0.00287 | 0.00000        | 0.01677    | -0.01677  | 0.01734 |  |
|                                         | (2) 30~60    | 118   | -0.00167       |            | -0.02488  |         | -0.01064       |            | -0.02740  |         |  |
| X <sub>20</sub>                         | (3) 60~      | 45    | -0.00287       |            | -0.0208   |         | -0.01735       |            | -0.03411  |         |  |
|                                         | (1) ~5.2     | 53    | 0.00000        | -0.00209   | 0.00209   | 0.00462 | 0.00000        | -0.00885   | 0.00884   | 0.02696 |  |
| Soil pH                                 | (2) 5.2~5.4  | 112   | -0.00197       |            | 0.00012   |         | -0.00813       |            | 0.00072   |         |  |
| X <sub>21</sub>                         | (3) 5.4~5.6  | 82    | -0.00235       |            | -0.00027  |         | -0.00913       |            | -0.00028  |         |  |
|                                         | (4) 5.6~     | 29    | -0.00561       |            | -0.00353  |         | -0.02696       |            | -0.01812  |         |  |
|                                         | (1) ~2.0     | 64    | 0.00000        | -0.00319   | 0.00319   | 0.00570 | 0.00000        | -0.01434   | 0.01434   | 0.02005 |  |
| Organic matter %                        | (2) 2.0~4.0  | 62    | -0.00179       |            | 0.00140   |         | -0.00148       |            | 0.00686   |         |  |
|                                         | (3) 4.0~6.0  | 64    | -0.00436       |            | -0.00117  |         | -0.01760       |            | -0.00326  |         |  |
| X <sub>22</sub>                         | (4) 6.0~     | 86    | -0.00570       |            | -0.00251  |         | -0.02752       |            | -0.01309  |         |  |
| Total nitrogen %                        | (1) ~0.1     | 99    | 0.00000        | 0.00157    | -0.00157  | 0.00730 | 0.00000        | 0.01010    | -0.01010  | 0.04011 |  |
|                                         | (2) 0.1~0.2  | 107   | 0.00077        |            | -0.00080  |         | 0.00761        |            | -0.00249  |         |  |
| X <sub>23</sub>                         | (3) 0.2~0.3  | 36    | 0.00730        |            | 0.00573   |         | 0.04011        |            | 0.03001   |         |  |
|                                         | (4) 0.3~     | 34    | 0.00258        |            | 0.00101   |         | 0.01556        |            | 0.00546   |         |  |
| Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> | (1) ~10      | 61    | 0.00000        | 0.00060    | -0.00060  | 0.00317 | 0.00000        | 0.00024    | -0.00024  | 0.0475  |  |
|                                         | (2) 10~20    | 105   | 0.00213        |            | 0.00153   |         | 0.00709        |            | 0.00685   |         |  |
| X <sub>24</sub>                         | (3) 20~30    | 62    | -0.00104       |            | -0.00164  |         | -0.00760       |            | -0.00790  |         |  |
|                                         | (4) 30~      | 48    | 0.00014        |            | -0.00046  |         | 0.00423        |            | -0.00447  |         |  |
| C. E. C. me/100g                        | (1) ~8       | 70    | 0.00000        | 0.00141    | 0.00141   | 0.00274 | 0.00000        | -0.00600   | 0.00600   | 0.01539 |  |
|                                         | (2) 8~12     | 101   | -0.00049       |            | 0.00092   |         | -0.00040       |            | 0.00560   |         |  |
| X <sub>25</sub>                         | (3) 12~      | 105   | -0.00322       |            | -0.00182  |         | -0.01539       |            | -0.00939  |         |  |
| Exchangeable K <sup>+</sup>             | (1) ~0.1     | 46    | 0.00000        | -0.00125   | 0.00125   | 0.00338 | 0.00000        | -0.00577   | 0.00577   | 0.01527 |  |
|                                         | (2) 0.1~0.2  | 84    | -0.00307       |            | -0.00182  |         | -0.01535       |            | -0.00958  |         |  |
| X <sub>26</sub>                         | (3) 0.2~0.3  | 73    | 0.00031        |            | 0.00156   |         | 0.00230        |            | 0.00807   |         |  |
|                                         | (4) 0.3~     | 73    | -0.00149       |            | -0.00015  |         | 0.00646        |            |           |         |  |
| Exchangeable Na <sup>+</sup>            | (1) ~0.1     | 13    | -0.00000       | -0.00335   | 0.00335   | 0.00356 | 0.00000        | -0.01876   | 0.01876   | 0.01999 |  |
|                                         | (2) 0.1~0.2  | 113   | -0.00320       |            | 0.00015   |         | -0.01814       |            | -0.00062  |         |  |
| X <sub>27</sub>                         | (3) 0.2~0.25 | 58    | -0.00351       |            | -0.00016  |         | -0.01911       |            | -0.00035  |         |  |
|                                         | (4) 0.3~     | 92    | -0.00356       |            | -0.00021  |         | -0.01999       |            | -0.00123  |         |  |
| Exchangeable Ca <sup>++</sup>           | (1) ~0.1     | 112   | 0.00000        | 0.00047    | -0.00047  | 0.00336 | 0.00000        | 0.00564    | -0.00564  | 0.01635 |  |
|                                         | (2) 1.0~2.0  | 81    | 0.00028        |            | -0.00021  |         | 0.00616        |            | 0.00053   |         |  |
| X <sub>28</sub>                         | (3) 2.0~3.0  | 37    | 0.00316        |            | 0.00269   |         | 0.01635        |            | 0.01071   |         |  |
|                                         | (4) 3.0~     | 46    | -0.00020       |            | -0.00067  |         | 0.00982        |            | 0.00464   |         |  |
| Exchangeable Mg <sup>++</sup>           | (1) ~0.5     | 39    | 0.00000        | 0.00354    | -0.00354  | 0.00445 | 0.00000        | 0.01840    | -0.01840  | 0.02304 |  |
|                                         | (2) 0.5~1.0  | 144   | 0.00445        |            | 0.00091   |         | 0.02239        |            | 0.00390   |         |  |
| X <sub>29</sub>                         | (3) 1.0~1.5  | 34    | 0.00299        |            | -0.00055  |         | 0.01454        |            | -0.00386  |         |  |
|                                         | (4) 1.5~     | 59    | 0.00397        |            | 0.00043   |         | 0.02303        |            | 0.00464   |         |  |
| Total base me/100g                      | (1) ~0.2     | 95    | 0.00000        | 0.00053    | -0.00053  | 0.00210 | 0.00000        | 0.00389    | 0.00389   | 0.01264 |  |
|                                         | (2) 2~4      | 113   | 0.00023        |            | -0.00030  |         | -0.00636       |            | -0.00247  |         |  |
| X <sub>30</sub>                         | (3) 4~6      | 33    | 0.00210        |            | 0.00157   |         | 0.00130        |            | 0.00519   |         |  |
|                                         | (4) 6~       | 35    | 0.00142        |            | 0.00090   |         | -0.01134       |            | -0.00045  |         |  |
| Base saturation %                       | (1) ~0.2     | 91    | 0.00000        | -0.00062   | 0.00062   | 0.00432 | 0.00000        | -0.00168   | 0.00168   | 0.02314 |  |
|                                         | (2) 0.2~0.4  | 119   | -0.00139       |            | -0.00077  |         | -0.00462       |            | -0.00295  |         |  |
| X <sub>31</sub>                         | (3) 0.4~0.6  | 32    | -0.00232       |            | -0.00170  |         | -0.01091       |            | -0.00923  |         |  |
|                                         | (4) 0.6~     | 34    | 0.00200        |            | 0.00262   |         | 0.01283        |            | 0.01451   |         |  |
| C/N ratio                               | (1) ~15      | 49    | 0.00000        | -0.00258   | 0.00258   | 0.00359 | 0.00000        | -0.01441   | 0.01441   | 0.01956 |  |
|                                         | (2) 15~20    | 139   | -0.00360       |            | -0.00101  |         | -0.01955       |            | -0.00515  |         |  |
| X <sub>32</sub>                         | (3) 20~25    | 46    | -0.00278       |            | -0.00020  |         | -0.01787       |            | -0.00346  |         |  |
|                                         | (4) 25~      | 42    | -0.00202       |            | 0.00066   |         | -0.01039       |            | 0.00402   |         |  |

cm, 30cm 以下, 土壤濕度는 Wet, Damp, Dry, 土壤酸度は 5.2 以下, 5.2~5.4, 5.4~5.6, 5.6 以上, 林木密度는 80% 以下, 80~90%, 90% 以上 順으로 각각 關與하고 있다.

그러나 樹冠級, 粘土含量, 傾斜度 등은 낮게 나타났다.

胸高斷面積生長에 대한 階級間的 範圍를 크기 順으로 圖示하면 Fig. 4 와 같다.

Fig. 4에서 보는 바와 같이 胸高斷面積生長에 대

하여 關與하 因子 중 母岩에서 階級間的 範圍가 0.0103 으로 가장 크고, 그 다음으로 緯度(0.0095), 微砂含量(0.0080), 全窒素含量(0.0073), 土壤濕度(0.0067), 齡級(0.0061), 有機質含量(0.0057), 土壤酸度(0.0056), 有效土深(0.0053)이며, 傾斜度(0.0004), 粘土含量(0.0028) 등은 작았다.

그리고 幹材積生長에 대한 階級間的 範圍를 크기 順으로 圖示하면 Fig. 5 와 같다.

Fig. 5에서 보는 바와 같이 幹材積生長에 대한 因

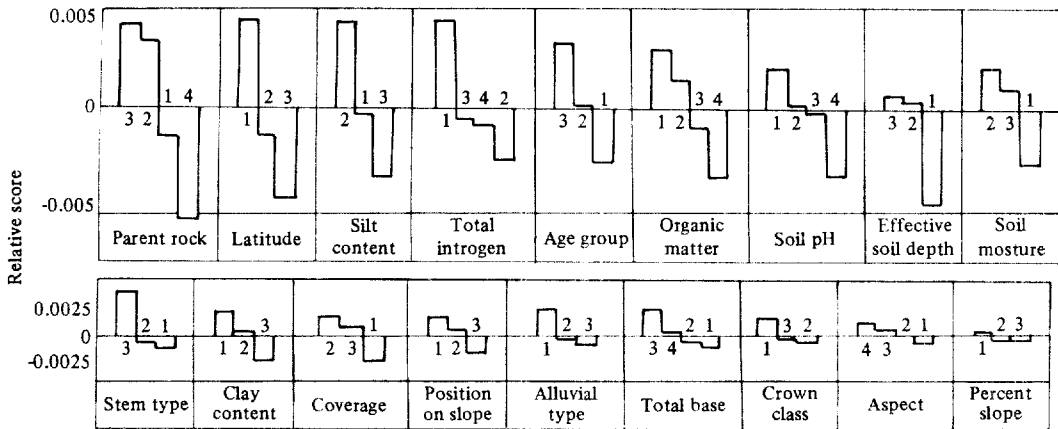


Fig. 4. Relative score of each factor for basal area growth.

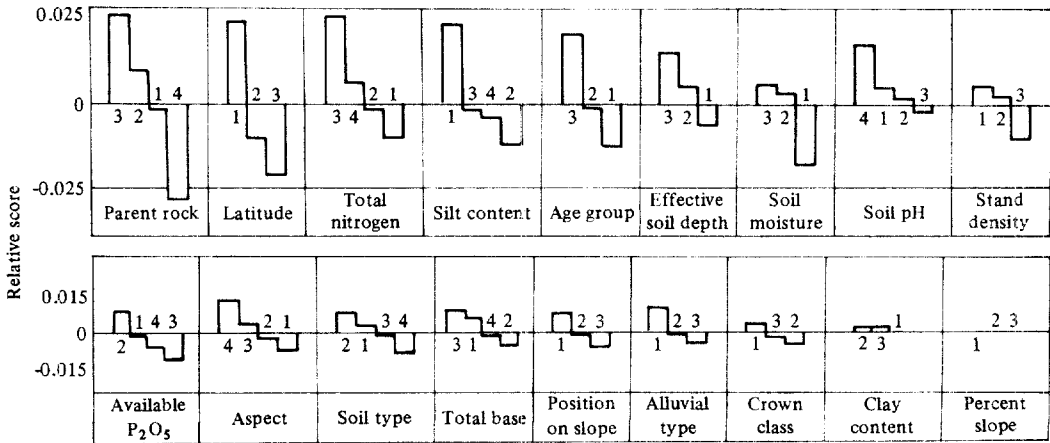


Fig. 5. Relative score of factor for stem volume growth.

子別 階級間的 範圍는 母岩에서 0.0521로 가장 크고 緯度(0.0439), 全窒素含量(0.0401), 微砂含量(0.0358), 齡級(0.0331), 有效土深(0.0291), 土深濕度(0.0275), 土壤酸度(0.0269), 林木密度(0.0232) 의 順이며, 階級間的 範圍가 낮은 因子는 傾斜度

(0.0010), 粘土含量(0.0019) 등이었다.

이 結果는 西澤<sup>32)</sup>, 菅原<sup>34)</sup>, 尹<sup>42)</sup>, 馬<sup>25)</sup>, 鄭<sup>11)</sup>의 研究 結果와 대체로 一致하며, 齡級, 母岩, 緯度, 有效土深, 全窒素含量, 置換性 Mg<sup>++</sup>, 置換性 Na<sup>+</sup> 등은 階級間的 範圍가 크게, 方位, 傾斜度, 粘土含量



등은 階級間的 範圍가 작으므로 關與度가 낮게 나타 났다.

### 引用文獻

1. Arend, J. L. and R. F. Collins. 1948. A Site classification for eastern red cedar in the ozarks. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 13: 510-515.
2. 青山博次郎, 1954. 數量化に於ける 標準誤差. 統計數理研報 2(2): 4-9.
3. Auten, J. T. 1945. Production of site index for yellow poplar from soil and topography. J. For. 43: 662-668.
4. Barrett, J. W. 1972. Large-crowned planted ponderosa pine respond well to thinning. USDA For. Ser. Res. Note PNW-179: 1-11.
5. \_\_\_\_\_. 1978. Height growth and site index curves for managed, even-aged stands of ponderosa pine in the Pacific Northwest. USDA For. Ser. Res. Paper PNW-232: 1-14.
6. Brinkman, K. A. 1967. Stand volume equations for shortleaf pine in Missouri. USDA For. Ser. Res. Note NC-24: 1-4.
7. Buckman, R. E. 1962. Tree growing - stock density experiments in Minnesota red pine. Lake states For. Expt. Sta. Paper No. 99: 1-10.
8. Cajander, A. K. 1926. The theory of forest types. Acta Forest Fenn. 29: 108. (not seen, cited by Jones 1969).
9. Carmean, W. H. 1965. Black oak site quality in relation to soil and topography in Southeastern Ohio. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29: 308-312.
10. 鄭印九, 1979. 數量化による 林地生産力調査とその成果. 日本立地學會, 29: 31-35.
11. 鄭永觀, 1980. 土壤의 理化學的 性質 및 環境因子가 靑松生長에 미치는 影響. 慶尙大學校 農業研究所報. 14: 1-21.
12. Copeland, O. L. 1956. Preliminary soil-site studies in the western white pine type. U. S. Forest Serv. Int. for. Range Expt. Sta. Res. Note 33: 4-5.
13. \_\_\_\_\_. 1958. Soil site index studies of western white pine in the northern rocky mountain region. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 22: 268-269.
14. Cox, G. S., R. C. McConnell and L. M. Matthew. 1960. Ponderosa pine productivity in relation to soil and loudform in Western montana. Soil Sci. Soc. 24: 139-142.
15. Doolittle W. T. 1957. Site index of scarlet and black oak in relation to Southern Appalachian soil and topography. For. Sci. 3: 114-124.
16. Dorman, K. W. 1976. The genetics and breeding of southern dines. USDA For. Ser. Agr. Hab. No. 471: 94-95.
17. Gessel, S. P. 1950. Correlation between certain soil characteristics and site for douglas-fir in washington. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 14: 333-336.
18. Hoar, L. E. and H. E. Young. 1965. Mensuration method for site classification of shade tolerant tree species. Tech. Bul. 18 Maine. Agric. EXP. Tech. Bull 95: 25-26.
19. Hodgikins, E. J. 1960. Estimating site index for longleaf pine through quantitative evaluation of associated vegetation. Soc. Amer. For. Proc. 24: 28-33.
20. 金樟株, 鄭印九. 1965. 낙엽송 林分에 있어서 土壤因子에 의한 地位指數推定. 高麗大學校 農大論文集. 15: 47-74.
21. Lemmon, P. E. 1955. Factors affecting productivity of some lands in the Willamette Basin of Oregon for douglas-fir timber. J. For. 53: 323-330.
22. 李東燮, 1975. 浸蝕土壤에 있어서 一部肥料木의 特性에 關한 研究. 建國大學校 大學院 論文集. 2: 278-290.
23. Mader, D. L. 1976. Soil-site productivity for national stands of white pine in Massachusetts. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 40(1): 112-115.
24. 馬相圭, 1974. 環境因子의 數量化에 의한 地位指數推定. 林業試驗場研報 21: 117
25. \_\_\_\_\_. 1974. 環境因子의 數量化에 의한 잣나무林의 收穫量 推定과 林木生長에 關한 研究. 林業試驗場研究報告. 21: 41-78.
26. 眞下育久. 1960. 森林土壤의 理化學的性質とスギ, ヒノキの生長に關する研究 林野調査報 11: 1-10.

27. McKee, W. H. 1977. Soil-site relationships for loblolly pine on selected soils. For Ser. Proc. Sixth Southern Forest Soils Workshop. 115-120.
28. Minore, D. and R. E. Carkin. 1978. Vegetative indicators, soils overstory canopy and natural regeneration after partial cutting on the deal indian plateau of Southwestern Oregon. PNW Res. Note PNW-316: 1-9.
29. 中村得太郎, 1943. 千葉縣演習林における スギ植栽林の 生長経過と 土壤の 形態的 特性との 關係. 日本山林會報, 32: 1-70.
30. Namkoong, G. 1970. Introduction to quantitative genetics in forest. USDA For. Ser. Tech. Bull. 1588: 278-292.
31. 西澤正久, 眞下育久, 1966. 地位指數による 林地生産力の 測り方. 林業研究解説, 15: 30-47.
32. 西澤正久, 1965. 數量化による 地位指數 推定法. 日林試報, 196: 1-48.
33. Richards, N. A., R. R. Morrow and E. L. Stone. 1962. Influence of soil and site on red pine plantations in New York 1. Stand development.
34. 菅原聰, 1973. 地位指數 推定のための 環境因子の數量化. 信州大學農學部紀要, 10: 21-34.
35. Steinbrenner, E. C. 1965. The influence of individual soil and physiographic factors on the site index of Douglas-fir in Western Washington. pp. 261-277.
36. Stone, E. L., R. Feuer and H. M. Wilson. 1970. Judging land for forest plantations in New York. State College of Agriculture. a Statutory College of the State Univ. at Cornell Univ. Extension Bull. 1075: 1-15.
37. Trimble, G. R. and S. Weitzman. 1956. Site index studies of upland oaks in the Northern Appalachians. For. Sci. 2(3): 162-173.
38. Ware, K. D. 1694. Some problems in the quantification of tree quality. Iowa Agr. Home Ecos. Expt. Sta. Paper No. J-4941: 1-18.
39. 渡邊定元, 田中正則・若月 勇, 1965. 地位指數 調査の 實際-數量化 による 地位指數の 推定法 について-. 日本林業調査會, 1: 19-20.
40. Wiant, H. V. and D. R. Porter. 1965. Site index equations for tanoak, pacific madrone, and red alder in the red wood region of Humboldt Country, California. J. For. 63(4): 372-374.
41. Wiant, H. V. 1975. Schnur's site index curves for upland oaks formulated. J. For. 73(7): 429-430.
42. 尹鍾和, 1972. 多變量解析에 의한 林木生長에 關한 研究. 江原大學 演習林報告, 1: 3-55.
43. Zahner, R. 1658. Site-quality for douglas fir and ponderosa pine in Northwestern Arkansas and Northern Louisiana. For. Sci. 4: 162-176.