

대나무 數個形質間的 相關關係에 關한 研究*1

鄭 永 觀*2

Phenotypic, Genotypic and Environmental Correlations among Some Characters of *Phyllostachys bambusoides* Sieb. et Zucc.*1

Young-Gwan Chung*2

This study was intended to clarify interrelations among seven characters of bamboo and their influences upon its culm-volume.

The analysis of covariance was used to obtain phenotypic correlations, genotypic correlations and environmental correlations among some characters of *Phyllostachys bambusoides* Sieb. et Zucc., and thereby path-coefficients were calculated based on Dewey's method. The characters considered here included the breast height diameter, culm-height, clear-length, subterranean stem, number of bamboo joints, butt-end diameter and culm-volume of bamboo.

Average values, standard errors, variances and standard deviations for the characters mentioned above are shown in Table 1, and phenotypic correlations, genotypic correlations and environmental correlations among seven characters are shown in Table 2, according to the results, there are highly significant relationships among lines but not among some replications.

According to Table 4, heritability values in the breast height and butt-end diameters are higher than those in other characters mentioned above. On the other hand, environmental correlations among general characters appear to have lower values than phenotypic and genotypic correlations do. It also appears that the butt-end diameter and breast height diameter are highly correlated with the culm-volume of bamboo.

The path-coefficients of individual characters to the culm-volume of bamboo are computed from the correlations (Table 4) and presented in Figure 1 and Table 5, where it could shown the direct and indirect effects on the bamboo culm-volume of each character.

本試驗은 竹稈材積에 影響하는 形質을 正確하게 把握하기 爲하여 計劃되었다. 그리고 왕대의 數個形質相互間的 表現型相關, 遺傳相關 및 環境相關을 究明하고자 共分散分析 되었으며 Dewey and Lu의 偏回歸分析法으로 各形質이 竹稈材積에 미치는 效果 即 經路係數를 算出하였다.

調査形質은 胸高直徑, 竹稈高, 枝下高, 地下莖, 節數, 根元直徑 및 竹稈材積이며 各形質의 平均值, 標準誤差, 分散 및 標準偏差는 第1表와 같고 7個形間的 表現型, 遺傳 및 環境相關을 分散分析한 結果는 第2表와 같이 系統間에는 高度의 有意성이 認定되었으나 몇몇 反覆間에는 有意성이 認定되지 않았다.

*1 本研究은 文敎部 研究造成費로 實行함, Received for publication in January 10, 1975.

*2 慶尙大學 Gyeongsang National University, Jinju

各 形質의 遺傳力을 推定한바 胸高直徑과 根元直徑은 遺傳力이 높고 其他形質의 遺傳力은 第 4 表에서와 같이 보다 낮으며 環境相關은 表現型相關, 遺傳相關보다 全體의으로 낮다. 그리고 竹稈材積에 對하여 根元直徑과 胸高直徑은 높은 相關關係를 나타내었다.

形質別 相關關係, 經路係數 및 竹稈材積에 미치는 直接, 間接效果는 圖表 1과 第 5 表에서 볼 수 있으며 結果의으로 本試驗에서는 竹稈材積收量은 根元直徑과 胸高直徑에 依하여 左右 될수 있다는 것을 알았다.

緒 言

대나무는 總46 屬 1,250 種으로 韓國, 中國, 日本, Malaya等 東南亞細亞에서 1,180種이 分布되어 있으며⁵⁾ 우리나라는 全體竹林面積 10,677 ha中 23 %에 達하는 2,300 ha가 開花되어 生産量이 激減하고 있는 此際에 대나무는 國內需要 및 竹細工品の 輸出增大로 外材를 年間 20萬束 程度를 輸入하고 있는 實情이므로¹⁷⁾ 技術的 栽培, 開化竹林의 復舊 나아가서 合理的인 經營方法 등은 大端히 重要한 課題로 登場하고 있다. 대나무의 收量 即 竹稈材積에 關與하는 形質들間의 正相關이 있는 一個形質의 選拔은 其他形質의 選拔에도 有效하게 된다. 그러므로 竹稈材積을 左右하는 數個形質들間의 相關關係와 竹稈材積에 二個個 形質들이 直接的으로 어느程度 影響하는가 또는 그 形質이 其他形質과의 相關에 依하여 間接的으로 어느程度 影響하는가를 究明하므로써 대나무 栽培에 寄與하는바가 클것으로 생각된다.

研究史

Fisher(1918)는 統計遺傳學的인 研究結果에 따라 育種面 特히 選拔에 있어서는 分離集團의 分散의 程度를 究明하고 나아가서 數個形質의 遺傳力 및 各形質間의 相關中 遺傳相關의 程度를 推定하여 選拔基準으로 利用하게 되었다. Johnson *et al.* (1955)¹²⁾, Gotoh (1963)¹¹⁾ 그리고 張(1964)²¹⁾ 등에 依하여 大豆諸形質間의 遺傳相關과 表現型相關등에 對하여 研究된바 있고 張(1972)⁴⁾ 은 相關關係 및 經路係數를 分析하여 大豆數量에 關與하는 形質相關의 程度와 直接, 間接效果를 究明하였고 李·張은 벼오동 形質相互間의 相關關係 또한 李(1969)¹⁵⁾ 는 해송 針葉의 數個形質間의 相關을 研究하였으며 대나무에 있어서는 上田(1970)¹⁴⁾ 의 稈高와 直徑 其外 形質間의 相關, 金·鄭(1963)¹⁸⁾ 의 地位別 王竹 및 孟宗竹에 있어서 生長因子間의 相關, 李(1969)¹³⁾ 의 王竹에 있어서의 成長因子間의 相關 및 回歸 그리고 鄭·李(1970)⁹⁾ 의 갓대 形質間의 相關關係등에서 各形質相互間의 相關을 究明한바가 있다. 本研究에서는 王竹 數個形質間의 表現型, 遺傳 그리고 環境共分散 및 相關關係와 나아가서 經路係數 그리고 竹稈材積收量에 影響하는 諸形質의 直

接效果와 間接效果를 推定코져 한다.

材料 및 研究方法

本研究에 供用된 材料는 慶尙大學附屬竹林에서 王대나무의 胸高直徑 1cm에서 부터 8cm에 該當하는 120本 (40本式 3回反覆)을 標本으로 하였다. 調査形質은 胸高直徑, 竹稈高, 枝下高, 地下莖, 節數, 根元直徑 및 竹稈材積이였으며 形質相互間의 表現型, 遺傳 및 環境相關등은 Johnson *et al.* (1955)¹²⁾의 分散分析法에 依하고 形質別 竹稈材積收量에 미치는 效果 即 經路係數는 Dewey and Lu (1959)⁹⁾의 偏回歸分析法를 採擇하였다.

實驗結果 및 考察

王대나무의 7個形質에 對하여 形質相互間의 相關 그리고 竹稈材積에 對한 各形質의 直接效果 및 間接效果를 알고져 實驗한바 그結果는 다음과 같다.

形質別 平均値, 標準誤差, 分散 그리고 標準偏差를 본바 그結果는 第 1 表와 같다.

Table 1. Averages, standard errors, variances and standard deviations of characters

| | ① cm | ② m | ③ m | ④ cm | ⑤ 個 | ⑥ cm | ⑦ cm ³ |
|----------------|------|------|------|------|-------|------|-------------------|
| \bar{x} | 4.23 | 8.59 | 4.23 | 1.76 | 43.26 | 4.20 | 3,811.82 |
| S.E. | 0.16 | 0.25 | 0.19 | 0.03 | 0.82 | 0.16 | 330.22 |
| S ² | 3.20 | 7.57 | 4.32 | 0.13 | 80.58 | 3.04 | 13,085,837.34 |
| S | 1.79 | 2.75 | 2.08 | 0.36 | 8.98 | 1.74 | 3,617.44 |

Note: ①...Breast height diameter
 ②...Culm-height
 ③...Clear-length
 ④...Culm-volume of bamboo
 ⑤...Subterranean stem
 ⑥...Number of bamboo joint
 ⑦...Butt-end diameter

그리고 各形質의 分散分析한 結果는 第 2 表와 같다. 分散分析한 結果 胸高直徑과 根元直徑 二形質은 系統間에는 高度의 有意性을 認定할 수 있었으나 反覆間에는 認定할 수 없었다. 그리고 竹稈高, 枝下高 및 竹稈材積 등의 三個形質에 있어서는 系統 및 反覆間에 高度의

Table 2. Analyses of variances

| Character | Variation | d.f. | S.S. | M.S. |
|-----------|-------------|------|-------------------|---------------------|
| ①胸 高 直 徑 | Line | 39 | 378.284 | 9.700** |
| | Replication | 2 | 0.076 | 0.038 |
| | Error | 78 | 5.648 | 0.072 |
| ②竹 稈 高 | Line | 39 | 801.796 | 20.559** |
| | Rep. | 2 | 22.168 | 11.084** |
| | Error | 78 | 84.656 | 1.085 |
| ③枝 下 高 | Line | 39 | 483.084 | 12.387** |
| | Rep. | 2 | 6.997 | 3.499** |
| | Error | 78 | 28.199 | 0.362 |
| ④地 下 莖 | Line | 39 | 11.462 | 0.294 |
| | Rep. | 2 | 0.267 | 0.134 |
| | Error | 78 | 3.933 | 0.051 |
| ⑤節 數 | Line | 39 | 2,986.325 | 238.111** |
| | Rep | 2 | 29.817 | 14.908 [†] |
| | Error | 78 | 353.850 | 4.537 |
| ⑥根 元 直 徑 | Line | 39 | 356.113 | 9.131** |
| | Rep. | 2 | 0.156 | 0.078 |
| | Error | 78 | 8.361 | 0.107 |
| v 竹 稈 材 積 | Line | 39 | 1,399,369,404.073 | 35,881,266.771** |
| | Rep. | 2 | 12,187,371.577 | 6,093,685.788** |
| | Error | 78 | 158,743,704.704 | 2,035,175.701 |

Note: Characters ①~⑥ are the same shown in Table 1

Table 3. Phenotypic, genotypic and environmental covariance

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|-------|------------|------------|------------|----------|-------------|------------|
| ① Ph. | | | | | | |
| G. | | | | | | |
| E. | | | | | | |
| ② Ph. | 4.4793 | | | | | |
| G. | 4.3694 | | | | | |
| E. | 0.1892 | | | | | |
| ③ Ph. | 3.3953 | 5.3816 | | | | |
| G. | 3.4388 | 4.9597 | | | | |
| E. | 0.0196 | 0.4433 | | | | |
| ④ Ph. | 0.4044 | 0.4770 | 0.4302 | | | |
| G. | 0.4101 | 0.6668 | 0.4245 | | | |
| E. | 0.0024 | 0.0854 | 0.0073 | | | |
| ⑤ Ph. | 14.7387 | 21.4416 | 16.3404 | 1.9767 | | |
| G. | 14.7736 | 21.1829 | 16.0578 | 1.9735 | | |
| E. | 0.2057 | 0.6827 | 0.6843 | 0.0517 | | |
| ⑥ Ph. | 3.0869 | 4.3444 | 3.2721 | 0.3835 | 14.3936 | |
| G. | 3.0869 | 4.3417 | 3.2917 | 0.3891 | 14.1593 | |
| E. | 0.0528 | 0.0792 | 0.0428 | 0.0006 | 0.4690 | |
| v Ph. | 5,834.1191 | 7,961.0852 | 6,128.4300 | 699.6832 | 24,516.0802 | 5,619.0024 |
| G. | 5,748.9948 | 7,940.4086 | 612,3651 | 725,1007 | 24,284.0422 | 5,600.8609 |
| E. | 175.7194 | 111.7998 | 179.9613 | 1.3128 | 493.4206 | 109.4666 |

Note: Characters ①~⑥ as in Table 1.

有意성이 認定되었으나 地下莖에 있어서는 系統 및 反覆間에 有意성을 認定할 수 없었다. 換言하면 胸高直徑, 竹稈高, 枝下高, 節數, 根元直徑 및 竹稈材積등의 6個形質에 있어서는 系統間에 高度의 有意성을 認定할 수 있었으나 地下莖에 있어서는 認定할 수 없었다.

各形質相互間의 表現型共分散, 遺傳共分散 및 環境共分散을 算出한바 第3表와 같고 이들 數値에 依하여 表現型相關, 遺傳相關 및 環境相關, 그리고 遺傳力을 計算한바 그 結果는 第4表와 같다.

表現型相關에 對하여 遺傳相關의 값은 높고 環境相關

Table 4. Phenotypic, genotypic and environmental correlations. Heritability

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | Heritability |
|-------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|--------------|
| rPh. | | | | | | | |
| ① rG. | | | | | | | 97.80 |
| rE. | | | | | | | |
| rPh. | 0.9110 | | | | | | |
| ② rG. | 0.9574 | | | | | | 85.68 |
| rE. | 0.6748 | | | | | | |
| rPh. | 0.9133 | 0.9411 | | | | | |
| ③ rG. | 0.9644 | 0.9723 | | | | | 91.73 |
| rE. | 0.1211 | 0.7076 | | | | | |
| rPh. | 0.6255 | 0.5642 | 0.5728 | | | | |
| ④ rG. | 0.8034 | 0.8596 | 0.7440 | | | | 61.66 |
| rE. | 0.0394 | -0.2442 | 0.0540 | | | | |
| rPh. | 0.9179 | 0.8681 | 0.8759 | 0.6094 | | | |
| ⑤ rG. | 0.9347 | 0.9423 | 0.9090 | 0.7849 | | | 94.50 |
| rE. | 0.3589 | 0.3077 | 0.5343 | 0.1080 | | | |
| rPh. | 0.9900 | 0.9057 | 0.9033 | 0.6088 | 0.9199 | | |
| ⑥ rG. | 0.9936 | 0.9826 | 0.9480 | 0.7872 | 0.9253 | | 96.56 |
| rE. | 0.5973 | 0.2322 | 0.2173 | 0.0081 | 0.6724 | | |
| rPh. | 0.9016 | 0.7998 | 0.8152 | 0.5353 | 0.7550 | 0.8911 | |
| ⑦ rG. | 0.9555 | 0.9279 | 0.9111 | 0.7576 | 0.8194 | 0.9615 | 84.72 |
| rE. | 0.4578 | 0.0753 | 0.2098 | -0.0041 | 0.1624 | 0.2344 | |

Note: Characters ①~⑦ as in Table 1.

의 값은 그 變動이 甚하며 各形質相互間에는 어느 것이나 높은 相關關係를 볼수있다. 竹稈材積과 諸形質과의 相關關係를 보면 竹稈材積과 根元直徑, 竹稈材積과 胸高直徑, 竹稈材積과 竹稈高, 竹稈材積과 枝下高, 竹稈材積과 節數, 竹稈材積과 地下莖의 順으로 높은 相關係數를 나타내었다. 戶田(1961)⁹⁾, 明石·戶田·西村(1970)¹⁾는 「Sugi」와 「Hinoki」의 樹幹形質에 對하여 各各 遺傳力을 推定한바 있었으나 그 傾向은 대나무와 서로 다르다. 그러한 結果는 相互形質의 差異, 樹種의 特性差異라고 思料된다. 王대나무의 形質別 遺傳力을 보면 地下莖이 가장 낮고, 其他形質은 높게 나타나 있으나 其中 胸高直徑, 根元直徑 그리고 節數三形質이 더욱 높았다. 그러므로 遺傳力이 높은 形質들을 環境에 따른 變動을 考慮하면서 選拔하는 것이 보다 效果의이라 推論된다. 또한 이들 形質이 竹稈材積에 影響하는 相關經路係數를 算出한바 그 結果는 第1圖와 같다.

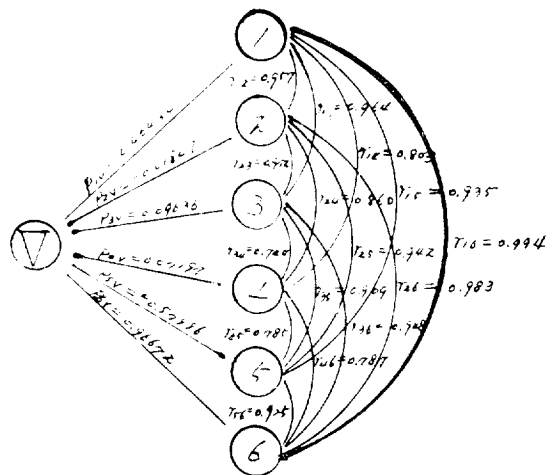


Fig. 1. Note: ①~⑦ are Character ①~⑦.
 V.....culm-volume of bamloo.
 P_{1V}.....path-coefficient from character ① to volume.
 r₁₂.....genotypic correlation coefficient between character ① and ②.

Path-coefficient分析法⁹⁾을 適用한 經路係數를 보면 胸高直徑, 枝下高, 地下莖 그리고 根元直徑은 正의 相關關係를 보였고 其他形質은 負의 相關關係를 보였다. 따라서 竹稈材積收量에 미치는 直接的影響은 根元直徑 $P_{6v}=0.96672$, 胸高直徑 $P_{1v}=0.40434$, 枝下高 $P_{3v}=$

0.09636 그리고 地下莖 $P_{4v}=0.07197$ 順으로 나타났지만 이들 形質은 其他形質과 竹稈材積收量에 間接的으로 影響한다고 推論할 수 있으므로 全形質의 直接效果 및 間接效果를 分析해볼 必要가 있다. 그 結果는 第5表와 같다.

Table 5. Direct and indirect effects

| | | | |
|-----------------|-------------------------|-----------------|-------------------------|
| 竹稈材積對胸高直徑 | $r= 0.9555$ | 竹稈材積對地下莖 | $r= 0.7576$ |
| Direct effect | $P_{1v}= 0.40434$ | Direct effect | $P_{4v}= 0.07197$ |
| Indirect effect | $r_{12}P_{2v}=-0.01768$ | Indirect effect | $r_{14}P_{1v}= 0.32469$ |
| | $r_{13}P_{3v}= 0.09289$ | | $r_{24}P_{2v}=-0.01588$ |
| | $r_{14}P_{4v}= 0.05779$ | | $r_{34}P_{3v}= 0.07169$ |
| | $r_{15}P_{5v}=-0.54226$ | | $r_{45}P_{5v}=-0.45527$ |
| | $r_{16}P_{6v}= 0.96092$ | | $r_{46}P_{6v}= 0.76081$ |
| 竹稈材積對竹稈高 | $r= 0.9279$ | 竹稈材積對節數 | $r= 0.8194$ |
| D. e. | $P_{2v}=-0.01847$ | D.C. e. | $P_{5v}=-0.57996$ |
| Ind. e. | $r_{12}P_{1v}= 0.38695$ | Ind. e. | $r_{15}P_{1v}= 0.37806$ |
| | $r_{23}P_{3v}= 0.09366$ | | $r_{25}P_{2v}=-0.01740$ |
| | $r_{24}P_{4v}= 0.06189$ | | $r_{25}P_{3v}= 0.08759$ |
| | $r_{25}P_{5v}=-0.54632$ | | $r_{45}P_{4v}= 0.05650$ |
| | $r_{26}P_{6v}= 0.95029$ | | $r_{56}P_{6v}= 0.89422$ |
| 竹稈材積對枝下高 | $r= 0.9111$ | 竹稈材積對根元直徑 | $r= 0.9615$ |
| D.e. | $P_{3v}= 0.09636$ | D.e. | $P_{6v}= 0.96672$ |
| Ind. e. | $r_{13}P_{1v}= 0.38978$ | Ind. e. | $r_{16}P_{1v}= 0.40191$ |
| | $r_{23}P_{2v}=-0.01795$ | | $r_{26}P_{2v}=-0.01816$ |
| | $r_{34}P_{3v}= 0.05355$ | | $r_{36}P_{3v}= 0.09135$ |
| | $r_{35}P_{5v}=-0.52718$ | | $r_{46}P_{4v}= 0.05664$ |
| | $r_{36}P_{6v}= 0.91645$ | | $r_{56}P_{5v}=-0.53646$ |

第1圖 및 第5表에서 보는 바와같이 竹稈材積收量에 對한 直接效果는 根元直徑(遺傳相關 $r=0.9615$:直接效果 $P_{6v}=0.96672$)과 胸高直徑(遺傳相關 $r=0.9555$:直接效果 $P_{1v}=0.40434$)의 二形質이 가장 크며 間接效果亦是 根元直徑과 胸高直徑이 크며 그 다음으로 竹稈高, 枝下高, 節數, 地下莖 順으로 나타났다.

以上的 結果를 綜合해 보면 竹稈材積에 對한 諸形質은 遺傳相關의 값이 높고 直接效果는 根元直徑과 胸高直徑이라고 하는 것을 알 수 있었다. 따라서 根元直徑과 胸高直徑이 竹稈材積에 影響하는 가장 重要한 形質이므로 앞으로 竹稈材積에 대한 加重值(weight)程度에 關하여서도 究明하여 보는 것은 더욱 興味있는 課題라고 思料된다.

結 論

왕대나무의 數個形質들이 竹稈材積收量에 미치는 影響이 어느 程度인가를 推定하기 爲하여 表現型相關, 遺傳相關 및 環境相關別로 分析한 結果 遺傳相關이 가장

높고 環境相關이 가장 낮지만 遺傳子에 依한 形質의 發現이 環境에 따라서 變動한다. 더욱이 竹稈材積收量은 한 形質에 依하여 決定되는 것이 아니고 諸形質들간의 總合的인 結果에 依하여 決定된다 따라서 竹稈材積에 關與하는 形質들간에 正의 相關關係가 있을 境遇 한 形質의 選拔은 다른 形質의 選拔을 有效하게 하므로 竹稈材積에 影響하는 形質들간의 相關關係와 그 個個 形質이 直接的으로 어느 程度 左右하는가를 確定하여 대나무 生産에 必要한 基礎資料로써 供與될 수 있고 나아가서 竹稈材積에 直接的으로 크게 影響하는 根元直徑과 胸高直徑에 依하여 簡單하고 精密하게 竹稈材積을 算出할 수 있을 것으로 思料되어 앞으로 竹稈材積에 對한 加重值(weight)程度와 選拔指數등을 究明할 作定이다.

引 用 文 獻

1. 明石·戶田·西村. 1970. ヒノキ의 遺傳力. 日本林誌 52:89-91.
2. 趙載英·張權烈. 1966. "實驗統計分析法." 鄉文社.

- 236-238.
3. 張權烈. 1964. 大豆育種에 있어서의 選拔에 關한 實驗的研究—遺傳力, 遺傳相關 그리고 選拔指數. 晉農大研究論文集 3:1-26.
 4. Chang, K.Y. 1972. Selection method on quantitative characters in plant breeding—Especially on calculating method of some genetic parameters—. 慶尙大學農研報 6:141-158.
 5. 鄭炫培·1967. 韓國產竹類에 關한 研究(第10報). 韓國林學會誌 6:27-31.
 6. 鄭永觀·李康寧. 1970. 智異山 갖대의 形質에 關한 考察. 晉農大研究論文集 9:57-60.
 7. 戶田良吉. 1957. スギの林分內 變異量と 遺傳力. 日林試研究報告 100:1-21.
 8. 戶田良吉. 1961. スギ의 遺傳變動에 關する 研究. 日林試研究報告132:1-45.
 9. Dewey, D.R. and K. H.L.. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of creasted wheat grass seed production. Agron. J. 51: 515-518.
 10. Snedecor, G.W. 1962. "Statistical Methods." Iowa state University Press. Ames, Iowa, U.S.A.: 160-193.
 11. Gotoh, K. 1963. Type inheritance and its implications in selection practices in soybeans. 育雜 13 (2):69-75.
 12. Johnson, H.W.. H.F. Robinson and R.E. Comstock. 1955. Genotypic and phenotypic correlation in soybeans and their implications in relection. Agron. J. 47:477-483.
 13. 金樟洙·鄭永觀. 1969. 地位別王竹및 孟宗竹에 있어서 生長因子的 相關關係에 對한 研究. 韓國林學會誌 8:11-16.
 14. 李康寧. 1970. 해송針葉의 數個形質에 對한 遺傳力과 遺傳相關. 晉農大研究論文集 9:47-50.
 15. 李康寧·張權烈. 1969. 벽오동形質相互間의 相關關係. 晉農大論文集 8:77-80.
 16. 李光男. 1971. 潭陽地方의 王대나무에 있어서의 成長因子間의 相關및 回歸. 韓國林學會誌 13:79-84.
 17. 山林廳. 1971. 韓國의 林業. 23-24.
 18. 上有田弘一郎. 1963. "有田竹と筍." 博友社. 東京. 97-105.