

速報

スギおよびヒノキにおける実生とさし木の初期成長形質の比較*¹松永孝治*² · 倉本哲嗣*² · 下村治雄*³ · 江藤幸二*⁴

キーワード：スギ, ヒノキ, 挿し木, 実生, 曲がり

I. はじめに

スギ (*Cryptomeria japonica*) とヒノキ (*Chamaecyparis obtusa*) は日本の主要な造林樹種であり、現在も山出しされている苗の多くはスギやヒノキである (林野庁, 2007)。九州地域のスギは福岡・佐賀・大分の一部と長崎県において実生造林地がみられるが、その他の地域では挿し木で増殖するのが一般的である (宮島, 1989)。また、ヒノキは一般に実生で増殖されるが、九州地域では挿し木品種であるナンゴウビ (南郷桧) の植栽も行われている。これまでの研究から、一般的に実生は挿し木に比べて成長形質や材質にばらつきが生じること、曲がり大きいこと、初期成長で優れること等が指摘されている (有井, 1986; 藤澤, 1998; 宮島, 1989; 大山ほか, 1985; 津島ほか, 2006)。しかしながら、これまでの研究の多くは系統の明らかでない実生と在来品種の間で行われてきた。そこで本研究では、挿し木苗と実生苗の初期成長形質等を系統に関連付けて評価するために、スギとヒノキについて同じ精英樹系統の挿し木とその F₁ (自然交配家系) の実生を同一条件に植栽した試験地で調査を行い、その結果を取りまとめたので報告する。

II. 材料と方法

試験地：宮崎県宮崎市 (旧東諸県郡高岡町)、九州森林管理局宮崎森林管理署管内国見国有林内に平成12年2月にスギ、平成13年3月にヒノキの試験地を九州森林管理局森林技術センターと林木育種センター九州育種場が共同で設定した (表-1)。

調査：平成19年1月および6月に樹高・胸高直径 (ヒノキは地際直径)・根元曲がりおよび幹曲がりを調査した。それぞれの曲がりの程度は、通直なものを5、著しい曲がりが見られるものを1として目視によって5段階で評価した。

解析：各形質についてブロック、系統、増殖法 (さし木と実生) を要因とした分散分析を行った。増殖法ごとの系統間の平均値および各系統における増殖法ごとの平均値を比較するために一

元分散分析を行った。また各形質のばらつきを把握するために、変動係数 (C. V.) を算出した。系統を単位にした解析において調査個体数の少ない一部のヒノキ系統を除いて解析した。

III. 結果および考察

スギ：分散分析の結果は樹高、胸高直径、根元曲がりおよび幹曲がりのすべての形質において増殖法によって平均値が有意に異なることを示した (表-2)。樹高と胸高直径ではさし木に比べて実生の平均値が有意に大きかった (表-4)。一方、根元曲がりと幹曲がりについてはさし木の平均値は実生の値を有意に上回った。すべての形質で実生の変動係数はさし木のそれよりも大きく、実生の形質はさし木に比べてばらつきが大きいことが示唆された。また、分散分析は胸高直径と幹曲がりについて系統および系統と増殖法の交互作用に有意差を示した (表-2)。この結果は若齢期における胸高直径と幹曲がりについての選抜を行う場合、実生とさし木のそれぞれにおいて選抜する必要性を示唆する。しかしながら、本試験に用いた実生は自然交配家系であるため、父親の偏りによって増殖法と系統間の交互作用が生じた可能性がある。

増殖法による樹高の差を系統ごとに見ると、8系統中の2系統において増殖法の間で樹高の平均値に有意差があったが、その他の系統では有意差が検出されなかった (表-4)。同様に系統ごとに胸高直径、根元曲がりと幹曲がりの平均値を増殖法の間で比較すると、それぞれ8系統中の4系統、8系統と4系統で有意差が見られた。

これらの結果はさし木においては適切な品種を選択することで実生に劣らない初期成長が見込めることを示唆する。また、実生においては、系統の選択により幹曲がりという欠点が克服できる可能性が示されたが、根元曲がりについては少なくとも今回用いた系統の中では選択による改良が難しいと考えられた。

ヒノキ：分散分析の結果、樹高、地際直径、根元曲がりと幹曲がりの4形質において増殖法および系統と増殖法の交互作用に有

*¹ Matsunaga, K., Kuramoto, N., Shimomura, H. and Eto, K. : Comparison between seedlings and cuttings for juvenile growth characters in *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa*

*² 森林総合研究所林木育種センター九州育種場 For. & Forest Prod. Res. Inst., Forest Tree Breed. Center, Kyushu Regional Breed. Office, 2320-5, Suya, Koshi, Kumamoto 861-1102

*³ 九州森林管理局森林技術センター For. Res. Center, Nat. For. Kyushu Off., Miyazaki 880-2222

*⁴ 九州森林管理局北薩森林管理署 Hokusatsu Dist. For. Off., Nat. For. Kyushu Off., Kagoshima 895-1813

表-1. 試験地の詳細

| 樹種 | 植栽系統数 | | 試験木数 | | 反復 | プロット の形状 | プロット あたりの本 数 | 面積 (ha) | 傾斜方位 | 傾斜角 (°) | 標高 (m) |
|--------|-------|----|------|-----|----|-------------|--------------------|------------|------|------------|-----------|
| | さし木 | 実生 | さし木 | 実生 | | | | | | | |
| スギ精英樹 | 8 | 8 | 300 | 300 | 4 | 列状 | 10 | 0.23 | 南 | 10-25 | 220-250 |
| ヒノキ精英樹 | 25 | 25 | 624 | 624 | 6 | 列状 | 8 | 0.47 | 北東 | 15 | 185-210 |

意差があった(表-3)。また、これらすべての形質において系統間で有意差があった。そのため、樹高、地際直径、根元曲がりおよび幹曲がりについては増殖法ごとに系統を選抜する必要が示唆されたが、スギと同様に実生における父親の偏りが交互作用に影響した可能性がある。各形質についてそれぞれの増殖法の平均値を比較すると、樹高と地際直径は実生が有意に大きく、根元曲がりと幹曲がりはさし木が実生に比べて有意に高い値を示した(表-5)。変動係数は樹高と地際直径ではさし木が、根元曲がりと幹曲がりでは実生がより大きな値であった。

増殖法による形質の差を系統ごとに見ると、樹高と地際直径はすべての系統において実生がさし木より有意に大きかった(表-5)。根元曲がりと幹曲がりについて平均値を比較すると、それぞれ13系統中の11系統と9系統でさし木と実生の間に有意差があり、そのほとんどの場合、さし木は実生より大きな値を示した。これらの結果は増殖法の違いが初期成長形質と若齢期における曲がりに及ぼす影響はスギよりもヒノキで大きいことを示唆する。

今回の結果はスギにおいてさし木は実生に比べて初期成長が劣るものの、通直性や形質の均一性に優れるといったこれまでの通説(有井, 1986; 藤澤, 1998; 宮島, 1989)をほぼ支持する結果となった。ヒノキではさし木は実生に比べて通直性に優れること、実生は成長量でさし木より優れることが確認された。

引用文献

- 有井俊夫(1986) 徳林総研報 24: 29-37.
 藤澤義武(1998) 林育研報 15: 31-107.
 宮島寛(1989) 九州のスギとヒノキ. 275pp. 九州大学出版会, 福岡市.

表-2. さし木と実生の7年生スギの各形質についての分散分析表

| 要因 | 自由度 | 平均平方 | | | |
|-----------|-----|------------|-----------|-----------|----------|
| | | 樹高 | 胸高直径 | 根元曲がり | 幹曲がり |
| ブロック (B) | 3 | 213.43 ** | 53.00 ** | 0.24 n.s. | 75.50 ** |
| 系統 (L) | 7 | 23.16 n.s. | 5.88 * | 1.51 n.s. | 9.12 * |
| (B) × (L) | 19 | 10.33 n.s. | 2.04 n.s. | 1.01 n.s. | 3.02 * |
| 増殖法 (M) | 1 | 185.39 ** | 21.98 ** | 18.71 ** | 25.95 ** |
| (L) × (M) | 7 | 13.39 n.s. | 3.50 * | 0.60 n.s. | 3.87 * |
| 二次誤差 | 22 | 6.08 | 1.34 | 0.55 | 1.30 |
| 三次誤差 | 432 | 3.09 | 0.66 | 0.42 | 0.78 |

*と**はそれぞれ危険率5%と1%で有意差があることを示す。

表-3. さし木と実生の6年生ヒノキの各形質についての分散分析表

| 要因 | 自由度 | 平均平方 | | | |
|-----------|-----|------------|------------|-----------|-----------|
| | | 樹高 | 地際直径 | 根元曲がり | 幹曲がり |
| ブロック (B) | 5 | 1.58 n.s. | 2.36 n.s. | 0.64 n.s. | 2.28 ** |
| 系統 (L) | 23 | 7.29 ** | 13.49 ** | 1.01 * | 1.70 ** |
| (B) × (L) | 46 | 1.50 * | 2.66 n.s. | 0.50 n.s. | 0.47 n.s. |
| 増殖法 (M) | 1 | 2983.02 ** | 6622.64 ** | 19.95 ** | 559.46 ** |
| (L) × (M) | 23 | 3.49 ** | 5.50 ** | 0.65 * | 1.40 ** |
| 二次誤差 | 51 | 0.91 | 1.98 | 0.32 | 0.35 |
| 三次誤差 | 979 | 0.75 | 1.31 | 0.33 | 0.19 |

*と**はそれぞれ危険率5%と1%で有意差があることを示す。

大山浪雄ほか(1985) 日林九支研論 38: 79-80.

林野庁(2007) 森林林業統計要覧. 199pp.

津島俊治ほか(2006) 木材学会誌 52: 277-284.

(2007年11月19日受付; 2008年2月22日受理)

表-4. 7年生スギさし木と実生の樹高, 胸高直径, 根元曲がりおよび幹曲がりの系統別平均値

(1) 樹高

| 増殖法 | さし木 | | | | 実生 | | | | 増殖法間の有意差 ²⁾ |
|--------|-----|------|-------------------|----------|-----|-------------------|----------|----|------------------------|
| | 系統名 | 個体数 | 平均値 ¹⁾ | 変動係数 (%) | 個体数 | 平均値 ¹⁾ | 変動係数 (%) | | |
| 県東白杵11 | 35 | 3.92 | abc | 24 | 28 | 4.22 | ab | 38 | n. s. |
| 県三重10 | 35 | 4.45 | a | 24 | 21 | 4.28 | ab | 27 | n. s. |
| 県南高来13 | 32 | 4.43 | a | 26 | 33 | 4.70 | ab | 33 | n. s. |
| 長崎署2 | 20 | 3.65 | abc | 18 | 18 | 3.77 | b | 24 | n. s. |
| 県大分2 | 35 | 3.38 | c | 27 | 34 | 3.70 | b | 36 | n. s. |
| 県曾於1 | 40 | 3.64 | bc | 23 | 33 | 4.71 | ab | 18 | ** |
| 県早良1 | 29 | 3.61 | bc | 38 | 33 | 5.05 | a | 28 | ** |
| 県八女9 | 37 | 4.20 | ab | 20 | 29 | 4.49 | ab | 33 | n. s. |
| 計 | 263 | 3.92 | | 27 | 229 | 4.41 | | 32 | ** |

(2) 胸高直径

| 増殖法 | さし木 | | | | 実生 | | | | 増殖法間の有意差 ²⁾ |
|--------|-----|------|-------------------|----------|-----|-------------------|----------|----|------------------------|
| | 系統名 | 個体数 | 平均値 ¹⁾ | 変動係数 (%) | 個体数 | 平均値 ¹⁾ | 変動係数 (%) | | |
| 県東白杵11 | 35 | 5.42 | a | 39 | 28 | 6.31 | ab | 53 | n. s. |
| 県三重10 | 35 | 5.80 | a | 34 | 21 | 5.99 | ab | 40 | n. s. |
| 県南高来13 | 32 | 4.83 | ab | 35 | 33 | 6.00 | ab | 45 | n. s. |
| 長崎署2 | 20 | 5.04 | ab | 24 | 18 | 5.63 | ab | 28 | n. s. |
| 県大分2 | 35 | 3.92 | b | 38 | 34 | 5.17 | b | 50 | * |
| 県曾於1 | 40 | 5.27 | a | 33 | 33 | 7.56 | a | 25 | ** |
| 県早良1 | 29 | 4.39 | ab | 56 | 33 | 7.32 | a | 38 | ** |
| 県八女9 | 37 | 5.40 | a | 27 | 29 | 5.73 | ab | 45 | n. s. |
| 計 | 263 | 5.03 | | 38 | 229 | 6.27 | | 42 | ** |

(3) 根元曲がり

| 増殖法 | さし木 | | | | 実生 | | | | 増殖法間の有意差 ²⁾ |
|--------|-----|------|-------------------|----------|-----|-------------------|----------|----|------------------------|
| | 系統名 | 個体数 | 平均値 ¹⁾ | 変動係数 (%) | 個体数 | 平均値 ¹⁾ | 変動係数 (%) | | |
| 県東白杵11 | 35 | 3.09 | a | 20 | 28 | 2.54 | ab | 25 | ** |
| 県三重10 | 35 | 3.97 | c | 11 | 21 | 2.52 | ab | 24 | ** |
| 県南高来13 | 32 | 3.84 | bc | 16 | 33 | 2.70 | a | 34 | ** |
| 長崎署2 | 20 | 3.95 | bc | 13 | 18 | 2.89 | a | 23 | ** |
| 県大分2 | 35 | 3.49 | ab | 18 | 34 | 1.97 | b | 44 | ** |
| 県曾於1 | 40 | 3.33 | a | 19 | 33 | 2.70 | a | 24 | ** |
| 県早良1 | 29 | 3.17 | a | 27 | 33 | 2.61 | a | 32 | * |
| 県八女9 | 37 | 3.78 | bc | 14 | 29 | 3.10 | a | 20 | ** |
| 計 | 263 | 3.56 | | 19 | 229 | 2.61 | | 31 | ** |

(4) 幹曲がり

| 増殖法 | さし木 | | | | 実生 | | | | 増殖法間の有意差 ²⁾ |
|--------|-----|------|-------------------|----------|-----|-------------------|----------|----|------------------------|
| | 系統名 | 個体数 | 平均値 ¹⁾ | 変動係数 (%) | 個体数 | 平均値 ¹⁾ | 変動係数 (%) | | |
| 県東白杵11 | 35 | 3.17 | a | 22 | 28 | 3.08 | a | 20 | n. s. |
| 県三重10 | 35 | 3.14 | a | 21 | 21 | 2.76 | a | 28 | n. s. |
| 県南高来13 | 32 | 3.50 | a | 21 | 33 | 2.91 | a | 26 | ** |
| 長崎署2 | 20 | 3.40 | a | 22 | 18 | 3.22 | a | 20 | n. s. |
| 県大分2 | 35 | 3.26 | a | 19 | 34 | 2.65 | a | 24 | ** |
| 県曾於1 | 40 | 3.28 | a | 18 | 33 | 3.06 | a | 24 | n. s. |
| 県早良1 | 29 | 3.07 | a | 21 | 33 | 2.70 | a | 24 | * |
| 県八女9 | 37 | 3.54 | a | 16 | 29 | 3.03 | a | 21 | ** |
| 計 | 263 | 3.29 | | 20 | 229 | 2.91 | | 24 | ** |

¹⁾ 各形質において同じ文字のついている各列の系統平均値は5%水準で有意差があるとはいえない(ボンフェローニの補正值による多重比較)。

²⁾ *と**はそれぞれ5%と1%水準で有意差があることを示す。

表-5. 6年生ヒノキさし木と実生の樹高, 地際直径, 根元曲がりおよび幹曲がりの系統別平均値

| (1) 樹高 | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|-------------------|----------|----|-----|-------------------|----------|----|----------------------------|
| 増殖法 系統名 ¹⁾ | さし木 | | | | 実生 | | | | 増殖法間 の有意差 ³⁾ |
| | 個体数 | 平均値 ²⁾ | 変動係数 (%) | | 個体数 | 平均値 ²⁾ | 変動係数 (%) | | |
| 県始良3 | 38 | 2.33 | bc | 11 | 40 | 3.43 | ab | 12 | ** |
| 県始良19 | 34 | 2.52 | ab | 18 | 39 | 3.66 | abc | 17 | ** |
| 県始良32 | 37 | 1.94 | ef | 22 | 36 | 3.63 | abc | 13 | ** |
| 県始良43 | 36 | 2.17 | cdef | 16 | 37 | 3.45 | ab | 13 | ** |
| 県始良45 | 31 | 2.29 | bcd | 11 | 32 | 3.89 | c | 08 | ** |
| 県始良52 | 29 | 1.83 | fg | 24 | 32 | 3.60 | abc | 13 | ** |
| 県河辺3 | 21 | 1.54 | g | 20 | 24 | 3.99 | c | 13 | ** |
| 県河辺29 | 44 | 2.68 | a | 18 | 47 | 3.89 | c | 13 | ** |
| 県河辺34 | 35 | 2.80 | a | 15 | 34 | 3.99 | c | 11 | ** |
| 県中津9 | 42 | 2.19 | cde | 18 | 47 | 3.32 | b | 16 | ** |
| 県大分8 | 20 | 2.12 | cdef | 27 | 22 | 3.93 | c | 33 | ** |
| 県佐伯17 | 44 | 2.72 | a | 13 | 44 | 3.47 | ab | 15 | ** |
| 県佐賀1 | 17 | 1.90 | defg | 24 | 22 | 3.78 | a c | 12 | ** |
| 計 | 552 | 2.29 | | 23 | 595 | 3.69 | | 14 | ** |

| (2) 地際直径 | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|-------------------|----------|----|-----|-------------------|----------|----|----------------------------|
| 増殖法 系統名 ¹⁾ | さし木 | | | | 実生 | | | | 増殖法間 の有意差 ³⁾ |
| | 個体数 | 平均値 ²⁾ | 変動係数 (%) | | 個体数 | 平均値 ²⁾ | 変動係数 (%) | | |
| 県始良3 | 38 | 4.11 | bc | 16 | 40 | 8.64 | abc | 14 | ** |
| 県始良19 | 34 | 3.65 | bcd | 24 | 39 | 8.32 | abcd | 21 | ** |
| 県始良32 | 37 | 3.55 | def | 24 | 36 | 8.79 | abc | 14 | ** |
| 県始良43 | 36 | 3.46 | cdef | 21 | 37 | 7.36 | d | 17 | ** |
| 県始良45 | 31 | 3.85 | cde | 17 | 32 | 8.84 | abc | 12 | ** |
| 県始良52 | 29 | 2.49 | fg | 24 | 32 | 7.85 | cd | 19 | ** |
| 県河辺3 | 21 | 2.09 | g | 24 | 24 | 8.97 | abc | 15 | ** |
| 県河辺29 | 44 | 4.83 | a | 18 | 47 | 8.97 | ab | 15 | ** |
| 県河辺34 | 35 | 4.80 | a | 24 | 34 | 9.27 | a | 11 | ** |
| 県中津9 | 42 | 3.10 | ef | 41 | 47 | 7.26 | d | 17 | ** |
| 県大分8 | 20 | 2.95 | cdef | 33 | 22 | 8.86 | abc | 17 | ** |
| 県佐伯17 | 44 | 4.46 | ab | 17 | 44 | 8.20 | bcd | 21 | ** |
| 県佐賀1 | 17 | 2.89 | fg | 31 | 22 | 8.37 | abcd | 11 | ** |
| 計 | 552 | 3.71 | | 23 | 595 | 8.39 | | 16 | ** |

| (3) 根元曲がり | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|-------------------|----------|----|-----|-------------------|----------|----|----------------------------|
| 増殖法 系統名 ¹⁾ | さし木 | | | | 実生 | | | | 増殖法間 の有意差 ³⁾ |
| | 個体数 | 平均値 ²⁾ | 変動係数 (%) | | 個体数 | 平均値 ²⁾ | 変動係数 (%) | | |
| 県始良3 | 38 | 4.35 | a | 34 | 40 | 2.50 | ab | 78 | ** |
| 県始良19 | 34 | 4.27 | a | 37 | 39 | 2.33 | ab | 82 | ** |
| 県始良32 | 37 | 4.64 | a | 25 | 36 | 2.33 | ab | 82 | ** |
| 県始良43 | 36 | 4.44 | a | 32 | 37 | 2.08 | ab | 87 | ** |
| 県始良45 | 31 | 4.35 | a | 34 | 32 | 2.00 | ab | 88 | ** |
| 県始良52 | 29 | 3.96 | a | 45 | 32 | 3.25 | a | 62 | n. s. |
| 県河辺3 | 21 | 1.94 | b | 90 | 24 | 2.33 | ab | 83 | n. s. |
| 県河辺29 | 44 | 4.18 | a | 39 | 47 | 2.11 | ab | 86 | ** |
| 県河辺34 | 35 | 3.94 | a | 45 | 34 | 2.70 | ab | 74 | ** |
| 県中津9 | 42 | 4.10 | a | 41 | 47 | 2.79 | ab | 72 | ** |
| 県大分8 | 20 | 4.58 | a | 28 | 22 | 2.45 | ab | 52 | ** |
| 県佐伯17 | 44 | 4.53 | a | 29 | 44 | 1.55 | b | 90 | ** |
| 県佐賀1 | 17 | 3.29 | ab | 63 | 22 | 1.73 | ab | 91 | * |
| 計 | 552 | 4.17 | | 39 | 595 | 2.29 | | 82 | ** |

| (4) 幹曲がり | | | | | | | | | |
|--------------------------|-----|-------------------|----------|----|-----|-------------------|----------|----|----------------------------|
| 増殖法 系統名 ¹⁾ | さし木 | | | | 実生 | | | | 増殖法間 の有意差 ³⁾ |
| | 個体数 | 平均値 ²⁾ | 変動係数 (%) | | 個体数 | 平均値 ²⁾ | 変動係数 (%) | | |
| 県始良3 | 38 | 3.09 | a | 18 | 40 | 2.86 | ab | 19 | n. s. |
| 県始良19 | 34 | 3.25 | a | 13 | 39 | 2.97 | a | 18 | * |
| 県始良32 | 37 | 3.35 | a | 15 | 36 | 2.92 | ab | 19 | ** |
| 県始良43 | 36 | 3.24 | a | 14 | 37 | 2.84 | ab | 21 | ** |
| 県始良45 | 31 | 3.21 | a | 17 | 32 | 2.84 | ab | 17 | ** |
| 県始良52 | 29 | 3.28 | a | 17 | 32 | 2.94 | ab | 22 | * |
| 県河辺3 | 21 | 2.35 | b | 26 | 24 | 2.88 | ab | 16 | ** |
| 県河辺29 | 44 | 3.02 | a | 13 | 47 | 2.88 | ab | 19 | n. s. |
| 県河辺34 | 35 | 3.32 | a | 22 | 34 | 2.99 | a | 17 | ** |
| 県中津9 | 42 | 3.15 | a | 19 | 47 | 2.97 | a | 22 | n. s. |
| 県大分8 | 20 | 3.13 | a | 15 | 22 | 2.75 | ab | 47 | * |
| 県佐伯17 | 44 | 3.21 | a | 16 | 44 | 2.49 | b | 25 | ** |
| 県佐賀1 | 17 | 3.33 | a | 20 | 22 | 3.05 | a | 20 | n. s. |
| 計 | 552 | 3.14 | | 19 | 595 | 2.87 | | 21 | ** |

¹⁾ ここでは調査個体数の少ない系統を除いた13系統の結果を示す。

²⁾ 各形質において同じ文字のついている各列の系統平均値は5%水準で有意差があるとはいえない(ボンフェローニの補正値による多重比較)。

³⁾ *と**はそれぞれ5%と1%水準で有意差があることを示す。