

# 富山県における主要なスギ挿し木品種の成長特性と耐雪性

松浦 崇遠\*

## Growth Characteristics and Snow Endurances of Sugi Cutting Cultivars in Toyama Prefecture

Takatoh MATSUURA\*

富山県内に設定された9箇所の次代検定林に植栽されている、在来挿し木品種7クローン、タテヤマスギから選抜した精英樹6クローンに対し、実生のタテヤマスギを対照として、樹高、直径、根元曲がり及び個体の残存率について比較した。その結果、以下に示す知見が得られた。

挿し木品種ではボカスギ、カワイダニスギが良好な初期成長を示したが、実生に優る成長を示すクローンは見出されなかった。積雪によって発生する根元曲がりは、ボカスギや実生では大きく、ボカスギ以外の挿し木品種では軽微であった。しかし、最大積雪深が2 mを越える植栽地では、根元曲がり抵抗性が高い品種の個体の残存率は、ボカスギや実生に比べて著しく低下した。

既存の挿し木品種はその適切な導入によって、根元曲がりの少ない良形木の生産に寄与することが可能である。しかし、品種の成長量と残存率は植栽地によって大きく変動し、積雪量や土壌等の様々な立地条件に適合した品種の選択の重要性が強く示唆された。

### 1. 導 入

富山県は国内有数の多雪地帯であり、人工林面積の約93%はスギ (*Cryptomeria japonica* D. Don) によって占められている<sup>19)</sup>。積雪が多い県東部及び西南部では、実生によって植栽されるタテヤマスギが主要な造林樹種となっている。一方、比較的少雪である県西北部では、古くから挿し木によるスギの造林が行われ、篤林家の手によって幾つかの品種が選抜、保持されてきた<sup>14)</sup>。特に、初期成長に優れるとされるボカスギ、カワイダニスギにおいては、広範にまとまった林分が認められる。しかし、マヤマスギ、ミオスギ、リョウワスギといったその他の在来挿し木品種では、現存する植栽地は少なく、産地周辺に点在しているに過ぎない。また、県下において選抜されたタテヤマスギの精英樹についても、

次代検定林等の試験地以外の導入例は極めて少ない。

挿し木による無性繁殖は、母樹の優れた遺伝的形質を次代に直接伝える点で有利である。現在までに、成長や材質、各種抵抗性に関する多くの形質についてクローン間の相違が報告されており、遺伝的支配を強く受ける形質は挿し木品種の導入によって即時性の高い改良が可能となる。栗延<sup>7)</sup>は各地の検定林の調査データから多数の形質について解析を行い、樹高や材質上の幾つかの形質において遺伝率が比較的高いことを報告している。

富山県の在来挿し木品種や精英樹等の成長特性を評価した報告は少なく<sup>2,6,15,21)</sup>、またこれらの報告は個々の試験地における事例を扱っているに過ぎない。本報告では、現在までに得られた次代検定林の調査データを解析し、実生のタテヤマスギを対照として、

\* 林業試験場

富山県の主要なスギ挿し木品種について成長及び耐雪性を比較した。

2. 材料及び方法

2.1 品種

富山県における主要な在来スギ品種及びそのクローンの名称を表-1に示す。本報告では、在来挿し木品種クローンと地域品種であるタテヤマスギを一括し、品種として扱った。在来挿し木品種は旧来よりその産地によって区別され、幾つかの品種は複数の主要なクローンによって構成されている。また、タテヤマスギ系統のクローンは、タテヤマスギの実生林分から精英樹として選抜されたものである。

なお、タテヤマスギ以外のクローンは、パーオキシダーゼ・アイソザイムによる同定の結果から異なるクローンであることが明らかにされている<sup>14)</sup>。一方、クローン名「ボカ」、「三尾」については、母樹を異とする複数のクローンが含まれているが、同一のアイソザイムパターンを有することから単一クローンとして扱った。

2.2 調査地

解析に供した県内9箇所の次代検定林の設定位置を図-1に、各検定林の所在地、標高、傾斜等の地況と植栽品種、初期植栽本数及び各調査年次の試料数を表-2 a, bに示す。

2.3 調査方法

表-1に示された、在来挿し木品種7クローン、タテヤマスギ系統の精英樹6クローン、及び実生のタテヤマスギ(以下、「実生」と表現)について、樹高、直径、傾幹幅、及び残存率を比較した。根元径、胸高直径は、それぞれ地上高0 m、1.3 mにおける樹幹直径の測定値である。傾幹幅は、埋幹部を通る鉛直線と樹幹表面との、地上高1.3 mにおける水平距離から求めた。諸形質の評価をする上で、幹折れ、梢端折れ等の雪害による被害木、被圧による劣勢木は対象から除いた。傾幹幅が2 mを越える個体は、根返り、根抜け、倒伏等の顕著な雪害を含んでいるとして、これも除外した。一方、被害木、被圧木を含めた全ての生存個体数の初期植栽本数に対する割合を求め、これを残存率とした。

各形質は、最小二乗法による分散分析 (least squares analysis of variance) を行い、Duncanの多重検定 (Duncan's new multiple range

test) によって比較した<sup>24)</sup>。

$i$  番目のクローンの  $j$  番目のブロックにおける  $k$  番目の測定値  $Y_{ijk}$  は、次式によって表される。

$$Y_{ijk} = \mu + a_i + g_j + \epsilon_{ijk}$$

上式において、 $\mu$  は全体の平均、 $a_i$  は  $i$  番目の品種の効果、 $g_j$  は  $j$  番目のブロックの効果、 $\epsilon_{ijk}$  は誤差を示す。次に、残差平方和

$$\sum \sum \hat{\epsilon}_{ijk}^2 = \sum \sum \{Y_{ijk} - (\hat{\mu} + \hat{a}_i + \hat{g}_j)\}^2$$

が最小となる  $\mu, a_i, g_j$  の推定値  $\hat{\mu}, \hat{a}_i, \hat{g}_j$  を、

表-1 品種及びクローンの名称

品種名	クローン名	実生/挿し木
ボカスギ	ボカ	挿し木
カワイダニスギ	河合谷	〃
マシヤマスギ	砺波1号	〃
〃	砺波2号	〃
ミオスギ	三尾	〃
リョウワスギ	石動2号	〃
〃	高瀬	〃
タテヤマスギ	大山1号	〃
〃	上市2号	〃
〃	上市3号	〃
〃	城端1号	〃
〃	高岡1号	〃
〃	立山1号	〃
タテヤマスギ	—	実生

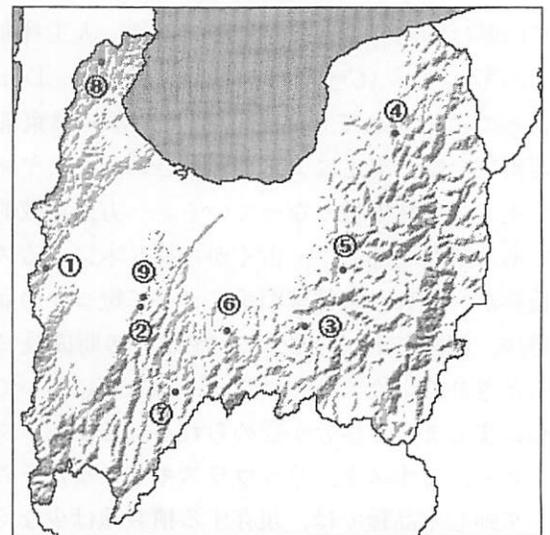


図-1 各次代検定林の位置

※ 同図は国土地理院発行 [1:25000, 250mメッシュ] を使用して出力した。

表-2 a 各次代検定林の地況

No.	検定林名	所在地	設定年度	標高	最大積雪深	斜面方位	斜面傾斜
①	西富 1	小矢部市北一	1970	100m	1m	SE~S	18°
②	西富 2	東砺波郡庄川町庄	1971	375	1.5	N~NE	14
③	西富 6	上新川郡大山町水須	1973	500	2.5	NE	26
④	西富 7	下新川郡宇奈月町内山	1974	300	2	E	20
⑤	西富 9	中新川郡上市町東種	1975	480	2.5	W	10
⑥	西富 1 0	婦負郡八尾町東坂下	1976	160	1.5	NW~N	23
⑦	西富 1 1	東砺波郡利賀村入谷	1977	850	3	NW	20
⑧	西富耐雪 4	氷見市針木	1987	225	1	S~SE	16
⑨	西富耐雪 5	東砺波郡庄川町三谷	1988	195	1	N	22

表-2 b 各次代検定林の植栽品種、試料本数

No.	設定形式 及び反復数	植栽密度	植栽品種	試料本数 (調査年次)
①	方形区 7反復	2600/ha	ボカ, 砺波 1号・2号, 石動 2号, 上市 2号・3号, 城端 1号, 高岡 1号	635 (25)
②	列状区 5~6反復	3200	ボカ, 砺波 1号, 上市 2号・3号, 城端 1号, 高岡 1号, 実生	977 (5) 768 (25)
③	方形区 3反復	2500	ボカ, 河合谷, 砺波 2号, 三尾, 石動 2号, 大山 1号, 上市 2号・3号, 城端 1号, 高岡 1号, 実生	654 (5)
④	列状区 3反復	2500	ボカ, 河合谷, 砺波 2号, 三尾, 石動 2号, 上市 2号・3号, 城端 1号, 高岡 1号, 立山 1号, 実生	467 (5), 298 (10) 516 (15), 556 (20)
⑤-1	方形区 3反復	2500	ボカ, 河合谷, 三尾, 石動 2号, 大山 1号, 上市 2号・3号, 城端 1号, 高岡 1号, 立山 1号, 実生	547 (5)
⑤-2	単木混交	2500	ボカ, 河合谷, 三尾, 石動 2号, 上市 2号, 実生	38 (10)
⑥	単木混交 3反復	2500	ボカ, 三尾, 石動 2号, 高瀬, 上市 2号・3号, 城端 1号, 高岡 1号, 立山 1号, 実生	326 (10) 456 (20)
⑦	単木混交	2500	河合谷, 三尾, 高岡 1号, 実生	283 (10)
⑧	単木混交	2500	ボカ, 河合谷, 砺波 2号, 三尾, 石動 2号, 高瀬	155 (5)
⑨	単木混交	2500	ボカ, 河合谷, 砺波 2号, 三尾, 石動 2号, 高瀬	241 (5)

制約式

$$\sum \hat{a}_i = \sum \hat{g}_j = 0$$

から求める。これら  $\hat{a}_i$  及び  $\hat{g}_j$  から、水準  $p$  の効果及び水準  $q$  の効果は以下のように求められる。

$$\hat{a}_p = - \sum_{i=1}^{p-1} \hat{a}_i$$

$$\hat{g}_q = - \sum_{j=1}^{q-1} \hat{g}_j$$

また、Duncanの多重検定は、2つの平均値の差を検定する際に、平均値の差とペア間最小有意差

$$R_p = D_{p,f} \times \widehat{\sigma Y}$$

との大小を比較し、平均値の差が  $R_p$  より大きいならば有意差を認める。なお、 $D_{p,f}$  は Duncan 係数、 $\widehat{\sigma Y}$  は各処理区の標準誤差を示す。

データ解析には林野庁林木育種センター育種第一研究室の河崎 久男氏制作の解析プログラム「ANOV1LSQ. BAS」, 「ANOV2LSQ. BAS」, 「DUNC1N. BAS」, 「DUNC2N. BAS」を用いた。なお、データ量の不足から要因間の交互作用は算出していない。

### 3. 結 果

#### 3.1 樹高及び直径成長

5年次、10年次における各次代検定林の「実生」, 「ボカ」の樹高推定値を表-3及び表-4に示す。推定値は試験地間によって大きく異なり、植栽環境が個体の成長に強い影響を及ぼすことを示唆している。

6箇所の検定林の測定値を用いて、5年次における樹高・根元径の分散分析及び多重検定を行った。解析の結果を表-5a, b及び図-2a, bに示す。樹高成長・直径成長とも「実生」の成長量が最も大

表-3 各次代検定林における実生（タテヤマスギ）の樹高成長

No.	所在地	5年次	10年次	15年次	20年次	25年次
②	東砺波郡庄川町庄	1.58		5.38*		7.88
③	上新川郡大山町水須	1.17				
④	下新川郡宇奈月町内山	2.23	5.09	7.14	10.71	
⑤	中新川郡上市町東種	2.34	4.83			
⑥	婦負郡八尾町東坂下		3.62		8.88	
⑦	東砺波郡利賀村入谷		3.93			

※ 表中の「\*」は算術平均値を示す。

単位：m

表-4 各次代検定林におけるボカスギの樹高成長

No.	所在地	5年次	10年次	15年次	20年次	25年次
①	小矢部市北一	3.56*	5.99*	11.55*		15.20
②	東砺波郡庄川町庄	1.18		4.41*		6.07
③	上新川郡大山町水須	1.24				
④	下新川郡宇奈月町内山	2.07	4.05	6.39	9.59	
⑤	中新川郡上市町東種	1.60	3.85			
⑥	婦負郡八尾町東坂下		3.19		8.93	
⑧	氷見市針木	2.37				
⑨	東砺波郡庄川町三谷	1.28				

※ 表中の「\*」は算術平均値を示す。

単位：m

表-5a 5年次における樹高の分散分析結果  
(6箇所の検定林から [No.②~⑤, ⑧, ⑨])

要因	自由度	平方和	平均平方	F値
品種間	9	2.2645	0.2516	7.010**
試験地間	5	6.4853	1.2971	36.136**
誤差	29	1.0409	0.0359	

※ 表中の「\*\*」は、1%水準で有意であることを示す。

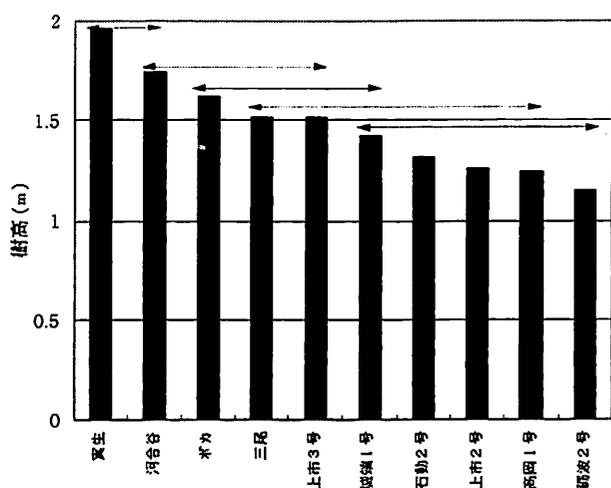


図-2a 5年次における樹高の品種間差異  
(6箇所の検定林から [No.②~⑤, ⑧, ⑨])

※ 図中の矢印は、その範囲内において有意差が認められないことを示す。

大きく、多くのクローンとの間に有意な差が認められた。樹高では「河合谷」が「実生」に匹敵する良好な成長を示した。一方、「砥波2号」の樹高推定値は対象クローン中最小であり、その値は上位半数のクローンに対して有意であった。根元径では「実生」に次いで「ボカ」が高い値を示し、その他のクローンの間では有意差は検出されなかった。なお、5年次における「砥波2号」の根元径推定値はデータに欠測値が多く、解析対象から除外した。

次に、4箇所の検定林の測定値を用いて、10年次における樹高・根元径の解析を行い、その結果を表-6a, b 及び 図-3a, b に示した。「実生」、「河合谷」、「ボカ」と他のクローンとの相対関係は5年次の結果と同様であった。また、5年次ではタテヤマシギ系統のクローン間の成長には明確な差が見出せなかったが、10年次では「上市3号」、「城端1号」が上位に、「高岡1号」、「立山1号」、「上

表-5b 5年次における根元径の分散分析結果  
(4箇所の検定林から [No.②~⑤])

要因	自由度	平方和	平均平方	F値
品種間	8	16.662	2.083	14.978**
試験地間	3	12.094	4.031	28.992**
誤差	21	2.920	0.139	

※ 表中の「\*\*」は、1%水準で有意であることを示す。

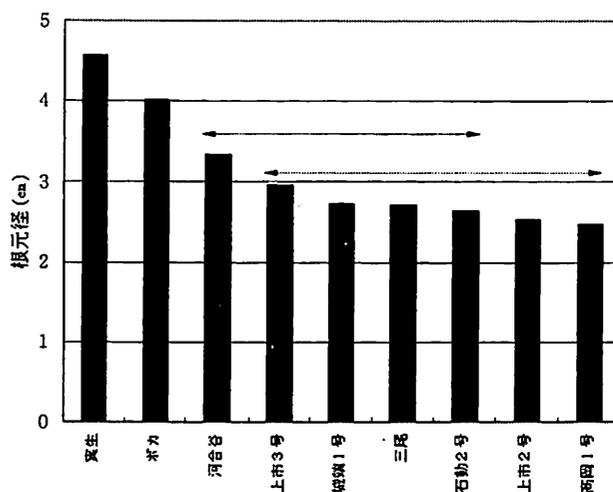


図-2b 5年次における根元径の品種間差異  
(4箇所の検定林から [No.②~⑤])

市2号」が下位に区分され、クローン間に有意差が認められた。

図-4~7は20年次、25年次の各品種の成長を試験地単位で比較したものである。15~25年次の調査データは現時点では少数しか得られておらず、従って検定林間の分散分析は行っていないが、全ての試験地において「実生」、「ボカ」は樹高・直径とも上位にあった。各品種の順位は5、10年次の検定結果と概ね合致するが、成長量の差は試験地によって大きく異なっている。図-4a, bでは品種間の成長に大きな差が認められた。これに対して、図-6aでは「実生」と同等の樹高成長を示すクローンが見出され、図-7bでは胸高直径において品種間に有意差は認められなかった。

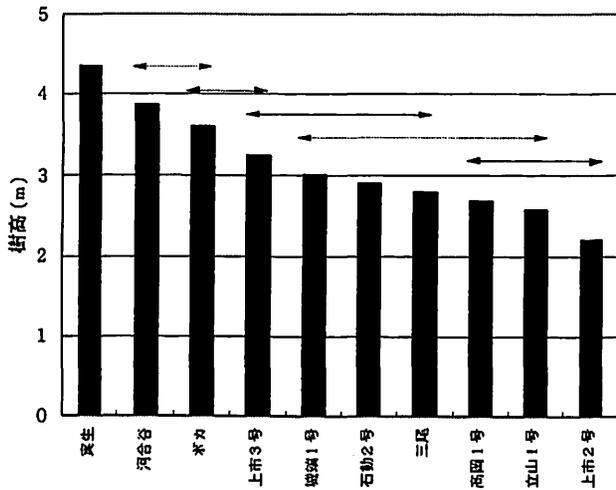
### 3.2 根元曲がりと残存率

4箇所の検定林の測定値を用い、10年次における傾幹幅の分散分析及び多重検定を行った。結果を表-

表一 6 a 10年次における樹高の分散分析結果  
(4箇所の検定林から [No.④~⑦])

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値
品種間	9	11.277	1.253	20.272**
試験地間	3	3.026	1.009	16.320**
誤差	15	0.927	0.062	

※ 表中の「\*\*」は、1%水準で有意であることを示す。

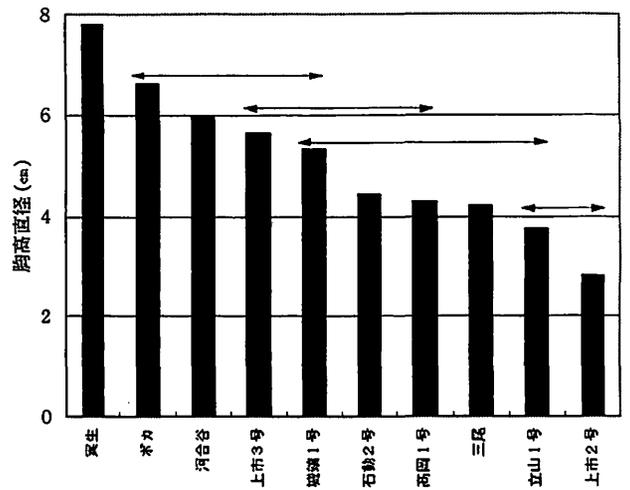


図一 3 a 10年次における樹高の品種間差異  
(4箇所の検定林から [No.④~⑦])

表一 6 b 10年次における胸高直径の分散分析結果  
(4箇所の検定林から [No.④~⑦])

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値
品種間	9	57.656	6.406	13.993**
試験地間	3	33.282	11.094	24.232**
誤差	15	6.867	0.458	

※ 表中の「\*\*」は、1%水準で有意であることを示す。



図一 3 b 10年次における胸高直径の品種間差異  
(4箇所の検定林から [No.④~⑦])

7, 図一 8 に示す。図中、傾幹幅が全体的に高い値を示しているが、これは調査林分の標高が160~850 mの範囲にあり、最大積雪深の平均値が2 mを越えることに起因すると考えられる。中でも「ボカ」の推定値が85.0cmと最も大きく、「実生」もこれにほぼ同等であった。これに対し、「三尾」, 「石動2号」では44.4cm, 33.6cmと小さく、このような多雪環境下においても両クローンの幹形が比較的通直であったことを示している。

図一 9, 10は低山帯に設定された次代検定林の解析結果を示したものである。2箇所の検定林はそれぞれ標高160m (図一 9), 及び100m (図一 10) に設定されており、冬期の最大積雪深は1~1.5mと推測される。これらの事例では、「ボカ」, 「実生」以外の品種の傾幹幅は非常に小さく、推定値20cm以下という良好な結果が得られた。

宇奈月町, 八尾町に位置する2箇所の次代検定林において初期植栽本数に対する個体の残存率を調査したところ、植栽後5~10年間に顕著な減少傾向が

認められ、その後は比較的緩慢な変化を示した(図一 11)。その原因は明らかではないが、根元曲がりや幹折れ等の被害から、冬期の積雪によることが考えられる。

次に、傾幹幅の解析に用いた4箇所の検定林の測定値から、10年次における個体の残存率について解析を行った。表一 8, 図一 12に示した分散分析及び多重検定の結果から、品種間に有意差が認められ、「ボカ」, 「実生」はそれぞれ80.4%, 78.9%と高い残存率を示したが、「立山1号」, 「上市2号」等のクローンでは植栽木の約半数が失われる結果となった。

標高100mに位置する小矢部市の次代検定林では、上記と異なる傾向が見出された(図一 13)。25年生に達したこの林分では、「上市2号」の85.6%を最高に多くのクローンで高い残存率が認められ、その中で「ボカ」の残存率は49.6%に留まった。また、分散分析の結果、品種間に有意差は検出されなかった。

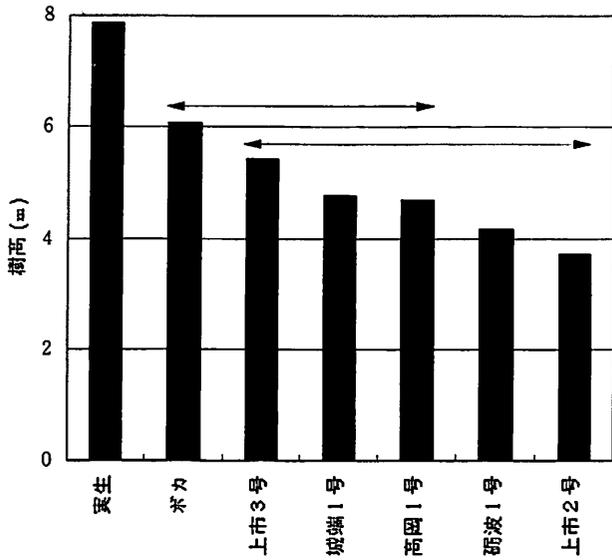


図-4a 樹高の品種間差異 (25年生, 庄川 庄)  
 ※ 品種間: 1%水準で有意, ブロック間: 5%水準で有意

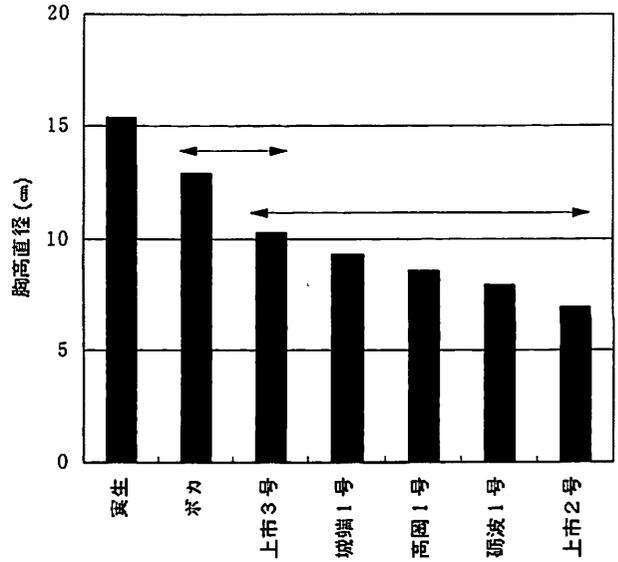


図-4b 胸高直径の品種間差異 (25年生, 庄川 庄)  
 ※ 品種間: 1%水準で有意, ブロック間: 5%水準で有意

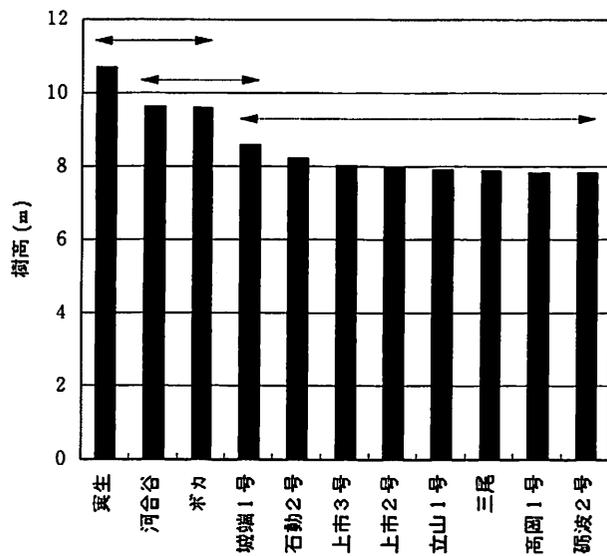


図-5a 樹高の品種間差異 (20年生, 宇奈月)  
 ※ 品種間: 1%水準で有意, ブロック間: 有意差は認められず

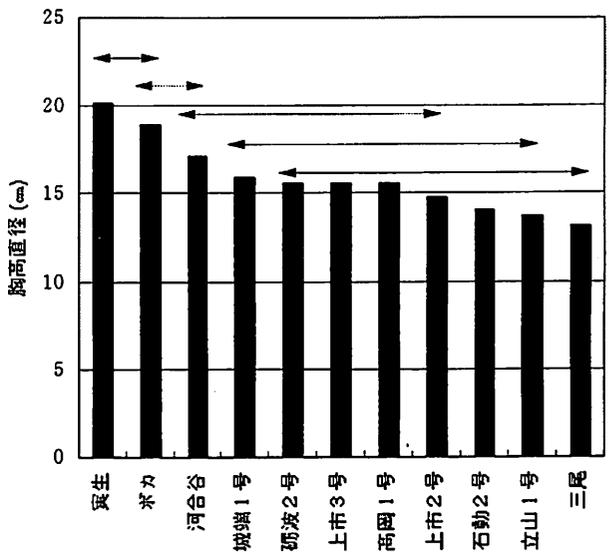


図-5b 胸高直径の品種間差異 (20年生, 宇奈月)  
 ※ 品種間: 1%水準で有意, ブロック間: 有意差は認められず

図-14~16は、宇奈月町、八尾町、小矢部市の3箇所の次代検定林において、傾幹幅と残存率の関係を表したものである。宇奈月町の例では、曲がりが多い品種ほど個体の残存率も高く、両者は明らかな正の相関 ( $r = 0.891$ ) を示した (図-14)。しかしながら、八尾町ではその相関 ( $r = 0.720$ ) は低く (図-15)、小矢部市においては全く認めら

れなかった (図-16)。

図-17, 18は、宇奈月町、八尾町の2箇所の次代検定林において、20年次における残存個体を傾幹幅の大小によって区分し、初期植栽本数に対する各々の構成比率として表したものである。宇奈月町の検定林では全般的に曲がりが大きく、特に「ボカ」と「実生」は高い残存率にもかかわらず、傾幹幅が100

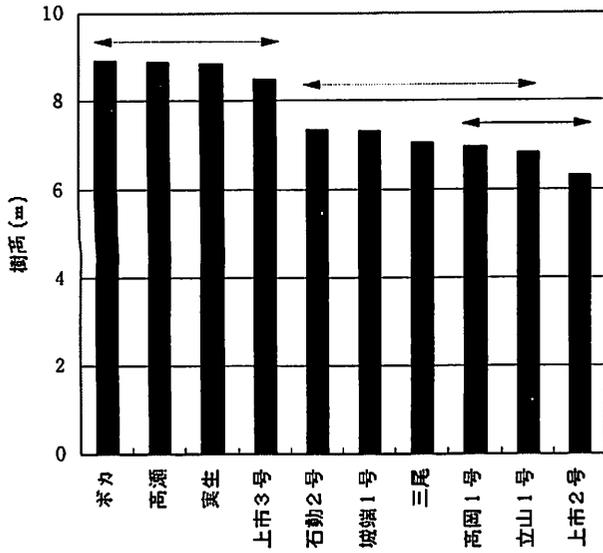


図-6a 樹高の品種間差異 (20年生, 八尾)  
 ※ 品種間・ブロック間とも, 1%水準で有意

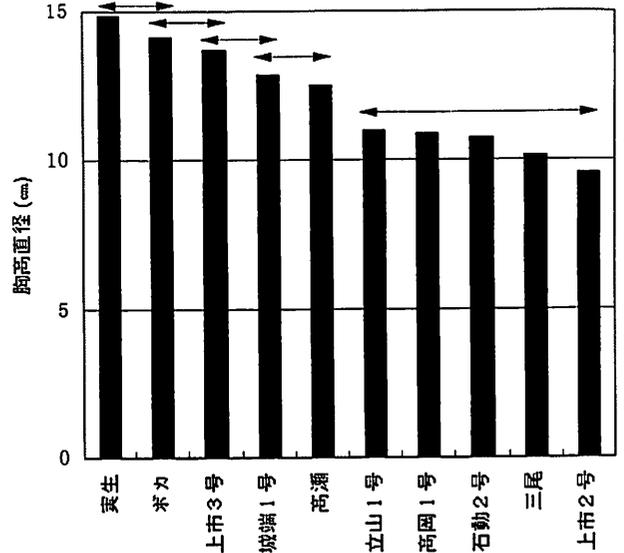


図-6b 胸高直径の品種間差異 (20年生, 八尾)  
 ※ 品種間・ブロック間とも, 1%水準で有意

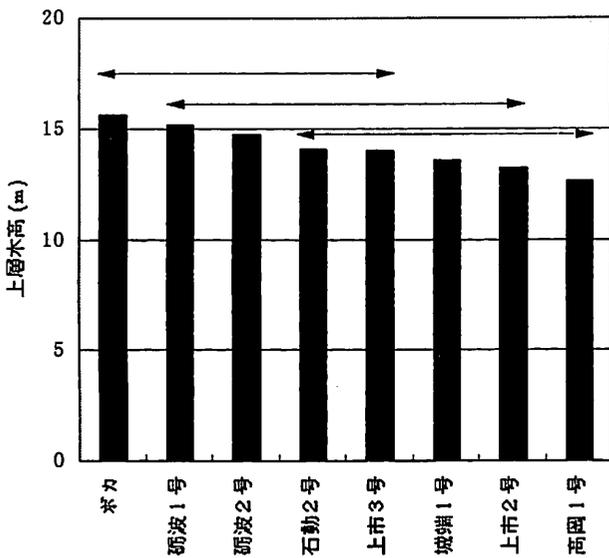


図-7a 上層木高の品種間差異 (25年生, 小矢部)  
 ※ 品種間: 1%水準で有意, ブロック間: 5%水準で有意

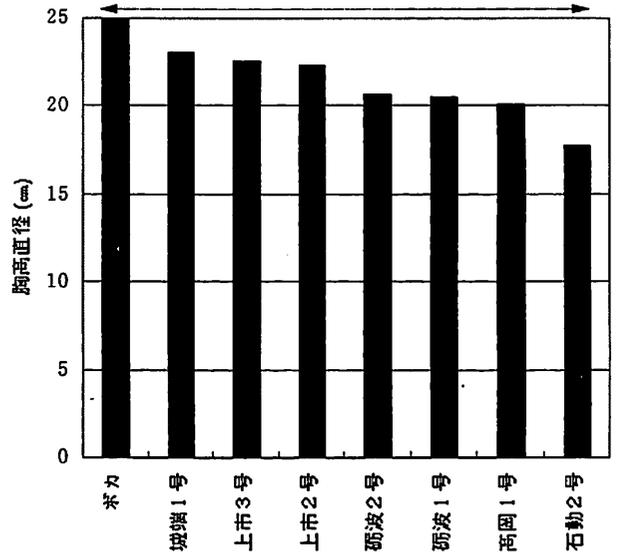


図-7b 胸高直径の品種間差異 (25年生, 小矢部)  
 ※ 品種間: 有意差は認められず, ブロック間: 5%水準で有意

cm以上の個体が生存木の過半数を占め, 50cm以下の個体は皆無であった。対して「石動2号」では植栽本数の半数以上が消失する一方, わずか10.0%ながら20cm以下の非常に通直な個体も存在した(図-17)。八尾町の例では, 根元曲がり抵抗性に対する品種間の差異はより明確になり, 「石動2号」, 「上市2号」では生存木のほぼ全てが傾幹幅20cm以下

の範囲に含まれていた(図-18)。

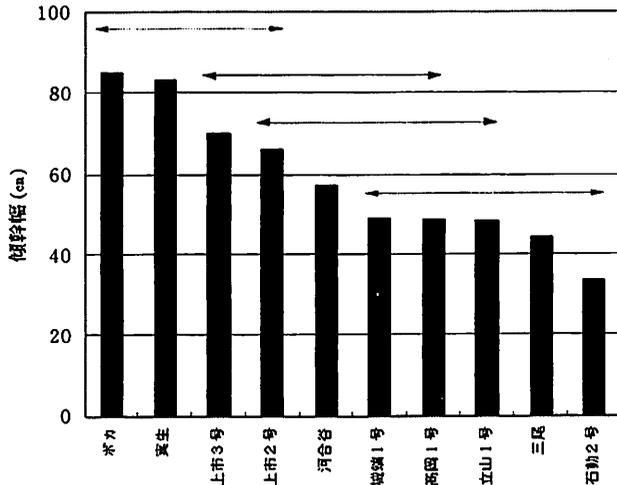
#### 4. 考 察

9箇所の次代検定林における「実生」及び「ボカ」の樹高成長から, 各検定林の地位を判定した。本県の林分収穫表<sup>20)</sup>によれば, 中等地に相当するボカスギ林の樹高は, 10, 15, 20, 25年生においてそれ

表一 7 10年次における傾幹幅の分散分析結果  
(4箇所の検定林から [No.④~⑦])

要因	自由度	平方和	平均平方	F 値
品種間	9	82.530	9.170	7.398**
試験地間	3	55.090	18.363	14.816**
誤差	15	18.592	1.240	

※ 表中の「\*\*」は、1%水準で有意であることを示す。

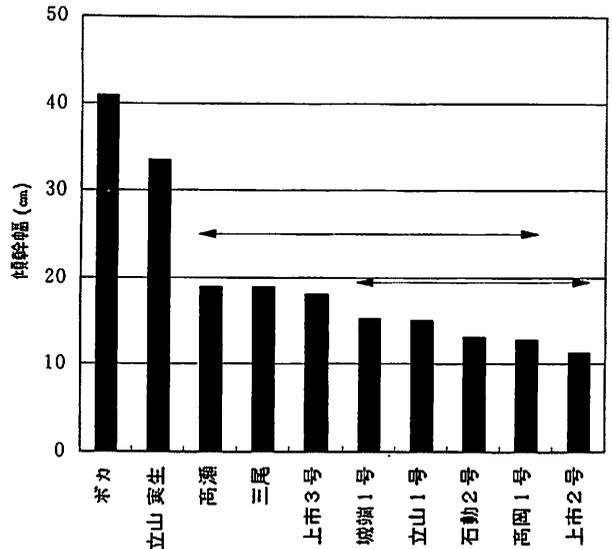


図一 8 10年次における傾幹幅の品種間差異  
(4箇所の検定林から [No.④~⑦])

ぞれ6.4, 9.6, 12.3, 14.7mである。また、中川<sup>9)</sup>によれば、同じく中等地におけるタテヤマスギ実生林分の樹高は、それぞれ5.2, 8.3, 10.9, 13.2mである。表一 3, 4の結果は欠測値が多く、大山町、氷見市、庄川町三谷の3箇所の試験地に関しては他の試験地との相対的な評価にとどまるが、小矢部市以外の次代検定林の地位は中位或いはそれ以下と推測される。

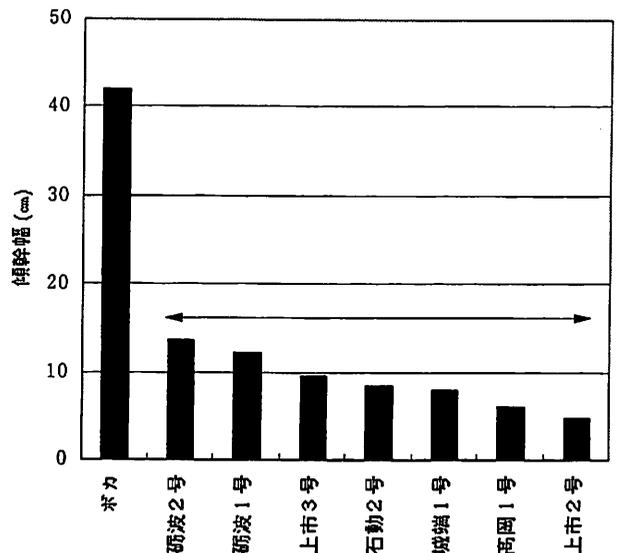
挿し木スギは実生スギに比べて初期成長に劣ることが、各地の事例によって示されている<sup>5,8,10)</sup>。平<sup>15,16)</sup>、八川ら<sup>6)</sup>は富山県の挿し木品種と実生のタテヤマスギとの成長を比較し、同様の傾向が認められることを報告している。本報告においても、タテヤマスギ系統の精英樹6クローンを含めた、多くのクローンの成長が「実生」に比べて明らかに劣っていたことから、増殖方法の相違が成長に大きな影響を与えることが示唆された(図一 2~7)。

一方、加齢に伴って実生・挿し木間の成長量の差が次第に減少することについて、幾つかの知見が得



図一 9 傾幹幅の品種間差異 (20年生, 八尾)

※ 品種間：1%水準で有意，ブロック間：5%水準で有意



図一 10 傾幹幅の品種間差異 (25年生, 小矢部)

※ 品種間：5%水準で有意，ブロック間：有意差は認められず

られている<sup>4,12)</sup>。また、植栽後約10年を経過して実生に優る成長を示したクローンの存在も報告されている<sup>23)</sup>。ボカスギ、カワイダニスギの例においても、国内の同齢級のスギ人工林と比較して大きな現存量と生産量を有する22~25年生の林分の調査報告がある<sup>1,3)</sup>。15年生以上の林分の測定データが少ないことから現時点では明らかでないが、各品種の5

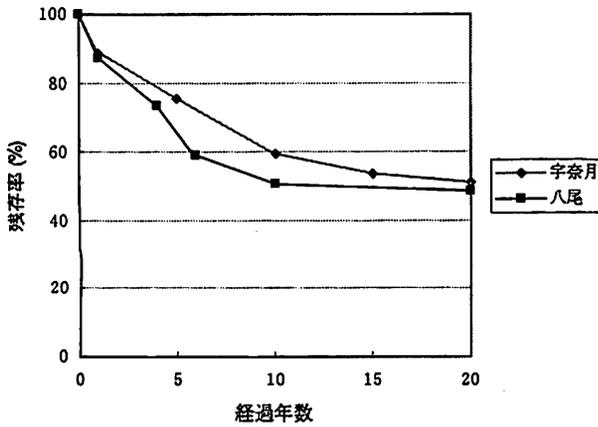


図-11 残存率の変化 (宇奈月, 八尾)

表-8 10年次における残存率の分散分析結果 (4箇所の検定林から [No.④~⑦])

要因	自由度	平方和	平均平方	F値
品種間	9	3401.48	377.94	2.714*
試験地間	3	1277.20	425.73	3.057
誤差	14	1949.62	139.26	

\* 表中の「\*」は、5%水準で有意であることを示す。

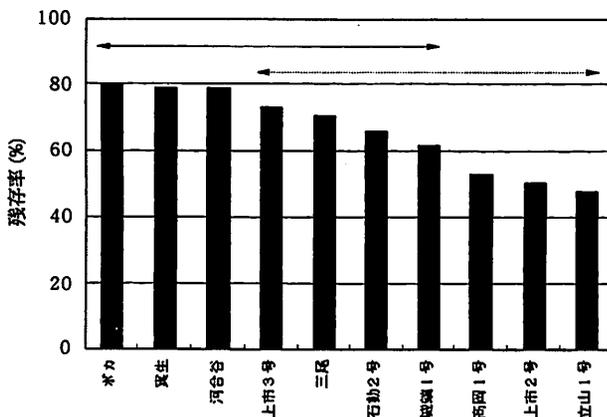


図-12 10年次における残存率の品種間差異 (4箇所の検定林から [No.④~⑦])

年次, 10年次における成長と以降の成長とでは, その評価は異なる可能性がある。

多雪地帯における雪害の発生形態は, 個体の成長に伴って変化する。若齢期には雪圧による被害を受け易く, その主な形態は倒伏によって生じる根元曲がりである。しかし, 樹体に過度の荷重がかかるこ

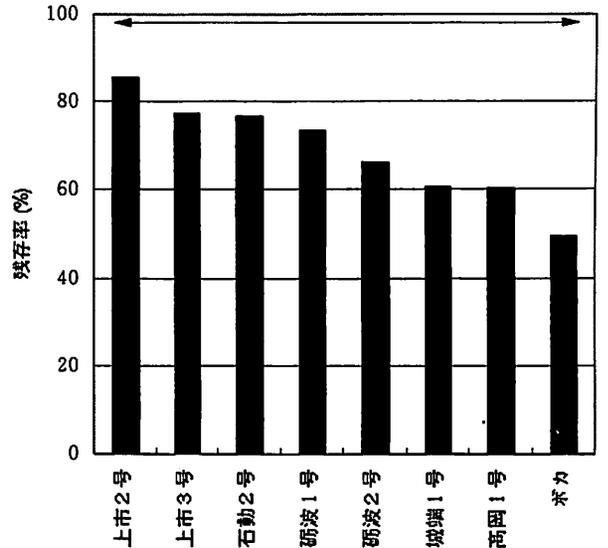


図-13 残存率の品種間差異 (25年生, 小矢部)  
\* 品種間・ブロック間とも, 有意差は認められず

とによって, 幹折れや根元割れ等の被害も発生する。樹高が冬期の埋雪状態を脱するまでに成長し, 根系の支持力が十分大きくなると, その被害は幹折れを主とする冠雪害へと移行する<sup>13, 17)</sup>。

野表<sup>11)</sup>, 平ら<sup>17)</sup>はスギの根元曲がりと最大積雪深との関係を調べ, 両者に強い相関が認められることを報告している。これによれば, 根元曲がりは最大積雪深が1.5mを越えるとともに顕著な増加傾向を示し, 2mを越える環境下では健全な林分の成立は困難である。図-8に示された各品種の傾幹幅は平均して58.6cmに達し, 2m以上の積雪を伴う植栽地の事例として前述の報告の結果を裏付けている。「ボカ」の根元曲がりは著しく, 最大積雪深1.5m以下の少雪地においても傾幹幅の推定値は40cm以上に達したことから (図-9, 10), 良形木の育成を目的とするならば, 同クローンの多雪地帯への導入は困難と考えられる。「実生」の傾幹幅も「ボカ」以外のクローンと比較すると明らかに大きかった。実生の根元曲がりが挿し木品種と比べて大きい傾向は, 幾つかの知見と一致している<sup>22, 23)</sup>。

個体の残存率は, 一部の試験地を除けば, 「ボカ」, 「実生」が他の多くのクローンと比較して高い値を示した (図-12)。宇奈月町, 上市町の次代検定林において植栽後5~6年間にわたって個体の被害状況を調査した過去の報告によれば, 多数の個体が雪圧による折損等の雪害を被り, その被害は「実生」や「ボカ」では少なく, 「ボカ」以外の根元曲がり

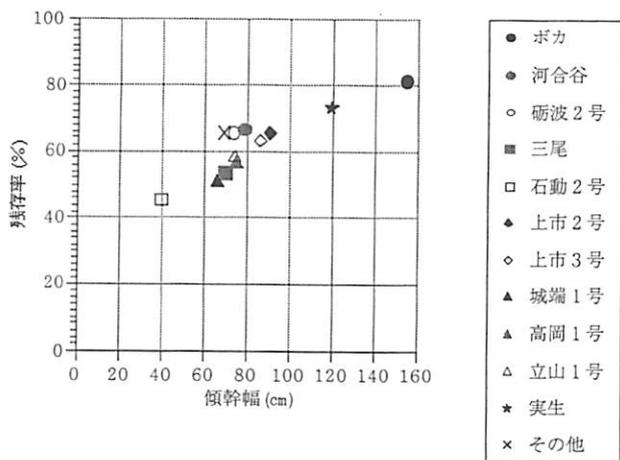


図-14 傾幹幅と残存率との関係 (20年生, 宇奈月)

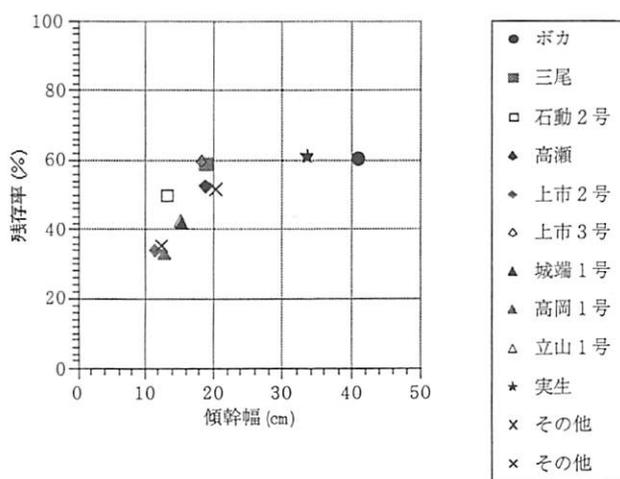


図-15 傾幹幅と残存率との関係 (20年生, 八尾)

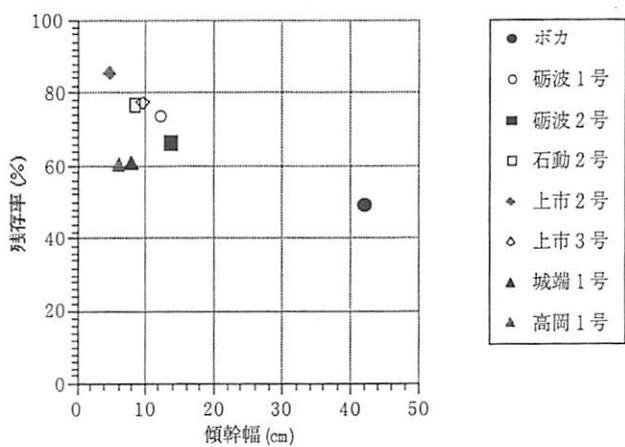


図-16 傾幹幅と残存率との関係 (25年生, 小矢部)

の小さいクローンにおいて甚大であった<sup>16, 18)</sup>。幹折れや根元割れ等の雪害は個体に致命的な損傷となりうることから、品種間における残存率の差に大きな影響を与えていると考えられる。

一方、小矢部市の次代検定林では、他の試験地では個体の欠損が著しかった多くのクローンの残存率

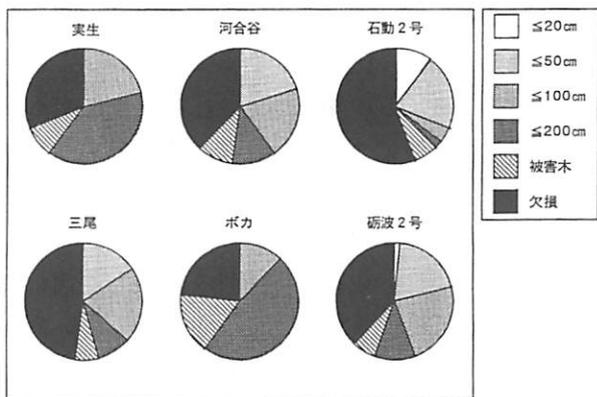


図-17 初期植栽本数に対する傾幹幅別構成比率 (20年生, 宇奈月)

※「その他」には、傾幹幅が2mを越える個体、折損等の被害木を含む。

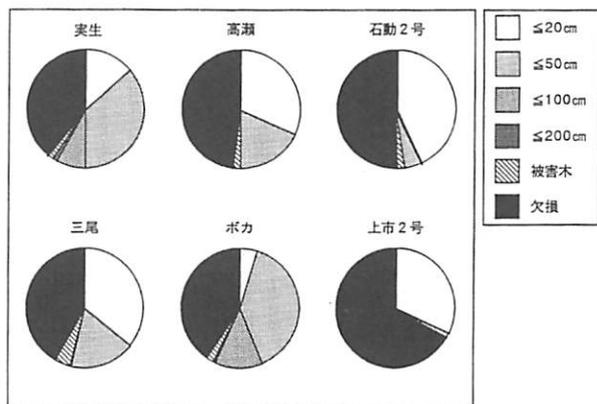


図-18 初期植栽本数に対する傾幹幅別構成比率 (20年生, 八尾)

※「その他」には、傾幹幅が2mを越える個体、折損等の被害木を含む。

は平均して71.6%と高く、逆に「ボカ」では49.6%と低い残存率を示した(図-13)。個体数の継続的な調査がなされていないため、「ボカ」の欠損の原因は明らかでないが、凹地に位置するプロットにおいて極端に残存率が低下したこと、25年次の調査では冠雪害による幹折れの被害が認められたこと、10年次以降施業が行われず放置されたプロットの残存率は平均83.0%に達していたことから、地形的要因、冠雪害の発生、除伐等的人為的所作の可能性が示唆された。

根元曲がりと残存率に関する結果は、積雪環境に対応する二つの相反する特性を表している。「ボカ」や「実生」は材組織の高い柔軟性によって、埋雪時には容易に倒伏して根元曲がりを生じるが、破壊的な損傷には至らず、結果として残存率は高くなる。一方、「石動2号」に代表される根元曲がり抵抗性

に優れた品種では、ある一定限度の雪圧には抗しうるが、限界を越えた圧力がかかることによって致命的な折損を被る。この知見は、雪圧害を主とする若齢期の雪害抵抗性について言及したものであり、冠雪害の発生によって品種毎の残存率は異なる傾向を示すと考えられる。

本報告の結果は、成長や耐雪性を考慮した適正な品種の選択が非常に重要であることを示している。少雪地におけるボカスギ以外の挿し木品種の導入によって、根元曲がりの少ない良形木の生産が期待できる。しかし、多雪環境では、これらの品種は雪圧害によって折損等の致命的な被害を受け易い。また、実際の植林においては、冠雪害や病虫害に対する抵抗性、材質等その他の様々な形質を評価に加えて、施業目的・方法との適合を図るべきである。

### 謝 辞

本報告の執筆に当たり、林野庁林木育種センター育種課第一研究室主任研究官 河崎 久男氏には、研究全般について長期にわたり懇切な御指導を賜った。ここに厚く御礼申し上げる。また、同研究室の久保田 正裕氏には、統計解析の基礎知識や具体的手法について御教授いただいた。その他、林木育種センター本所及び関西育種場、同山陰事業場の諸氏には多くの御助言を賜った。

元富山県林業技術センター林業試験場造林課長であり、現新潟大学大学院自然科学研究科教授の平英彰氏には、県内のスギ品種に関する多くの適切な御教示を賜った。また、同じく富山県林政課 澤田 隆司氏、及び富山農地林務事務所林務課 八川 久氏には、調査の遂行に当たり貴重な御指摘をいただいた。

最後に、県農地林務事務所林務職員の方々には調査に際して多くの御協力をいただいた。また、林業技術センター林業試験場主任研究員 嘉戸 昭夫氏を始め、場員の方々には多方面から様々な御助力を賜った。ここに深く感謝の意を表する。

### 引用文献

- 1) 相浦 英春：「ボカスギ人工林の生産力」, 富山県林業技術センター研究報告 No.1, 11-19 (1988)
- 2) 相浦 英春：「造林樹種の成長過程に関する研

- 究」, 平成8年度富山県林業技術センター業務報告 (1997)
- 3) 相浦 英春：「氷見市針木地内に成立するカワイダニスギ若齢林の生産力と成育経過」, 富山県林業技術センター研究報告 No.10, 59-68 (1997)
- 4) 有井 俊夫：「スギ養成方法別苗木の林地成長比較」, 徳島県林業総合センター研究報告 No.24, 29-37 (1986)
- 5) 藤本 吉幸・金子 哲：「静岡県の検定林成果」, 林木の育種 No.95, 9-11 (1976)
- 6) 八川 久・沢田 隆司：「利賀検定林10年間の生長について」, 富山県林業技術センター研究報告 No.1, 20-25 (1988)
- 7) 栗延 晋：「次代検定林における精英樹の材質について」, 林木の育種 No.161, 28-32 (1991)
- 8) 草葉 敏郎：「スギ実生, さしき系統20年間の生長と2, 3の形質」, 岩手県林業試験場成果報告 No.13, 9-18 (1980)
- 9) 中川 亮一：「タテヤマスギ林分密度管理図と収穫予想について」, 富山県林業試験場研究報告 No.8, 36-46 (1982)
- 10) 中山 学・大内山 道男・菱田 重寿：「次代検定林設定10年目の成長結果」, 愛知県林業試験場報告 No.20, 15-49 (1984)
- 11) 野表 昌夫：「積雪環境とスギ人工林の健全性について」, 新潟県林業試験場研究報告 No.29, 19-31 (1987)
- 12) 阪上 俊郎：「16年生のタテヤマスギ実生林分とサシキ林分の生産力」, 富山県林業試験場研究報告 No.8, 9-16 (1982)
- 13) 四手井 綱英：「雪圧による林木の雪害」, 林業試験場研究報告 No.73, 1-89 (1954)
- 14) 平 英彰：「富山県のスギ挿し木品種：パーオキシダーゼ・アイソザイムによるスギ挿し木品種の分類と同定」, 富山県林業試験場研究報告 No.5, 1-66 (1979)
- 15) 平 英彰：「精英樹さし木苗の初期生長について」, 富山県林業試験場研究報告 No.6, 1-25 (1980)
- 16) 平 英彰：「多雪地帯におけるスギさし木品種の雪圧害抵抗性について」, 富山県林業試験場研究報告 No.10, 24-29 (1984)

- 17) 平 英彰・嘉戸 昭夫：「スギの耐雪性育種 (3) —育種の前提条件と選抜及び検定方法—」, 林木の育種 No.161, 1-6 (1991)
- 18) 平 英彰・嘉戸 昭夫・中谷 浩：「スギの根元曲り抵抗性」, 日本林学会誌 No.72 (1), 27-33 (1990)
- 19) 富山県農林水産部：「平成7年度富山県林業統計書」 (1997)
- 20) 富山県林業試験場：「富山県主要樹種林分収穫表」 (1965)
- 21) 塚原 初男・大谷 博彌：「積雪地帯におけるスギの根曲がりと品種」, 林木の育種 No.121, 1-4 (1981)
- 22) 植木 忠二：「耐雪性に関する試験 —沖ノ山スギ優良クローンの根元曲り調査 (I) —」, 関西林木育種場山陰支場業務記録 No.17, 78-81 (1978)
- 23) 山崎 雅則・大谷 博彌・塚原 初男・須藤 昭二：「積雪地におけるさし木スギクローンの生育経過」, 日本林学会東北支部大会誌 No.36, 147-149 (1984)
- 24) 米澤 勝衛・佐々木 義之・今西 茂・藤井 宏一：「生物統計学」, 朝倉書店 (1988)

### Summary

The objective of this study is to compare major cutting cultivars of sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) in Toyama Prefecture regarding several characters : height, diameter, viability and damage of crooked stem butts. The cultivars were planted in 9 progeny test plantations and contain Tateyama sugi as the control which is a geographical variety raised from seed, 7 clones of native cultivars, and 6 clones of elite trees selected from Tateyama sugi. The results are as follows.

Among these cutting cultivars, Boka sugi and Kawaidani sugi grew rapidly during young stage. However, no clones were superior to the seedling variety in an increment. Basal bending of a tree caused by snow damaged more heavily Boka sugi and the seedling variety than various other cutting cultivars. On the other hand, in some plantations with snow over 2 m deep, the viability of more resistant cultivars against bending remarkably decreased as compared with those of Boka sugi and the seedling variety.

Cutting cultivars have existed which can increase the production of trees with straight stem forms by effective use of them. However, their increments and viabilities varied largely by these plantations ; therefore, this result indicated that it is very important to select a cultivar adaptive to various inhabiting conditions such as snow and type of soil.