

No.62

September, 2020

ISSN 2187-2708

ANNUAL REPORT
OF
OITA PREFECTURAL AGRICULTURE,
FORESTRY AND FISHERIES RESEARCH CENTER
FORESTRY RESEARCH DIVISION
Arita, Hita, Oita, Japan

令和元年度
林業研究部年報
第62号

大分県農林水産研究指導センター林業研究部

大分県日田市大字有田字佐寺原35

目 次

I 試験研究

〔育種・育林の技術開発〕

次世代の森林づくりに向けたヒノキ優良品種の選抜 ----- 2

スギ推奨品種さし木苗の増産に関する研究(Ⅱ) ----- 10

〔環境を守る森林整備〕

 再造林に欠かせないシカ害防除技術の確立 ----- 16
 ー単木防護資材の性能評価試験ー

 再造林に欠かせないシカ害防除技術の確立 ----- 21
 ードローンの活用に関する試験ー

〔県産材の需要拡大〕

 スギ大径材の有効利用技術の開発 ----- 24
 ー9丁取り正角材の調査ー

一般流通製材を用いた大断面柱材の開発 ----- 30

寸法安定性の高い高品質乾燥材生産技術の開発 ----- 38

非住宅分野の木造化に対応する大断面製材品の強度性能評価 ----- 44

II 関連事業

スギ花粉発源地域推定事業（受託） ----- 52

 用土を用いない空中さし木法による季節毎のスギさし木
 発根特性について（イノベーション創出強化研究推進事業） ----- 54

 成長に優れた苗木を活用した施業モデルの開発（戦略的プロジェ
 クト研究推進事業）ースギ特定母樹等の初期成長特性の把握ー ----- 56

種子発芽鑑定調査事業（受託） ----- 58

DNA鑑定事業（大分県苗木増産対策事業） ----- 60

県営採種園・採穂園管理事業 ----- 61

標本見本園ならびに構内維持管理事業 ----- 62

Ⅲ	研究成果の公表	-----	63
	1. 学会等での発表及び投稿		
	2. 研究発表会の開催等		
	3. 刊行物等の発行		
Ⅳ	研修・普及等	-----	64
	1. 研修会の開催		
	2. 講師派遣		
	3. 視察受け入れ		
	4. 講座の開催		
Ⅴ	技術指導・支援等の活動	-----	66
	1. 林家等への技術指導		
	2. 研究成果の主要な現地移転		
	3. 企業支援		
Ⅵ	予算	-----	67
Ⅶ	職員配置	-----	68

和暦				西暦
平成	30	年	—	2018年
平成	31	年	—	2019年
令和	元	年	—	〃
令和	2	年	—	2020年
令和	3	年	—	2021年

I 試驗研究

次世代の森林づくりに向けたヒノキ優良品種の選抜

平成 29 年度～令和元年度
森林チーム 佐藤 太郎

1. 目 的

多くの人工林が利用期を迎える中、伐採後の次世代の新たな森林づくりを推進するにあたっては、材質や雄花着花性といった各特性が優れている品種を用いることが望ましい。品質管理型林業においては、性質のばらつきが少ないさし木苗による造林が期待されるが、ヒノキの苗木生産方法は未だ実生苗が主流である。

そこで本研究では、さし木発根性が優れ、成長、材質等の特性が優れたヒノキ品種の選抜を行う（なお、「品種」とは共通の特性をもっているが、集団内での個体毎の遺伝要素は異なるものもあるが、本試験では遺伝的に同一な精英樹クローンでの選抜を行った為、以下では選抜対象を「クローン」と記す）。

収量性・施業性に関わる形質的な特性（樹高、胸高直径、根元曲がり、幹曲がり、枝密度、枝径、枝長）及び材質特性、雄花着花性、発根特性を調査し、各特性が優れたものを選抜することとし、今年度は発根特性、材質特性及び初期成長特性について調査を実施した。

また、過去 2 年間に得たデータを元に、これまでに 2 度行われた特性評価（23 年次¹⁾、33 年次²⁾）の手法に習い、主成分分析による結果から優良クローンの選抜を試みたので報告する。

2. 試験方法

1) 試験調査地及び試験対象

発根特性調査については、大分県農林水産研究指導センター林業研究部内（日田市大字有田、以下「当部内」と記す）、大分県農林水産研究指導センター林業研究部天瀬試験地（日田市天瀬町桜竹、以下「天瀬試験地」と記す）及び県営採種園（竹田市荻町大字柏原）にて採穂を行い、各クローンの発根特性について調査を行った。また、材質調査及び初期成長量調査については、天瀬試験地における試料木から調査した。

試験対象は、天瀬試験地にてこれまでに 2 度行われた特性評価（23 年次¹⁾、33 年次²⁾）にて諸特性が優れているとされたクローンに加え、少花粉として認定されているクローン、及び九州育種基本区にて材積成績がよいクローンとした（合計 25 クローン。表-1）。

2) 調査方法

(1) 材質特性調査

天瀬試験地にて、Tree Sonic（ハンガリー FAKOPP Enterprise 社）を用い立木の応力波伝播時間を測定し（各クローン 1～7 本）、各クローン東西の 2 方向について計測を行った。地表から 1.7m の部分にスタートセンサー、0.7m の部分にストップセンサーを差し込み、1 回の計測で 3

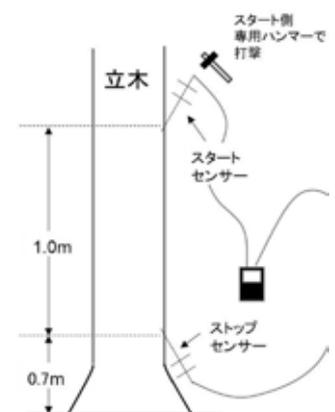


図-1 調査モード図（動的ヤング率①）

回の打撃を行い、その平均値を用いて動的ヤング率を算出した（以下「動的ヤング率①」と記す）（図-1）。

動的ヤング率の算定で用いる密度については、各クローンの樹高、胸高直径が標準的な試料木を1本選定し伐倒、地上高3.4~5.7mの丸太を採材し、材長、元口径、末口径、重量を計測し生材密度を算出したものを用いた（図-2）。また、この時ポータブルFFTアナライザーAD-3527型（（株）エー・アンド・デイ製）を用い固有振動周波数を測定し、丸太の動的ヤング率についても併せて算出した（以下「動的ヤング率②」と記す）。

表-1 試験対象クローン一覧

選抜対象クローン	選定理由	産地
県中津9号	・強度性能に優れ心材色が濃い ・曲がりや枝が大きい成長良好	(33年次選抜) (33年次選抜)
県中津10号	・少花粉品種として認定されている。	
県竹田7号	・樹幹通直、成長良好、枝径中、枝長中の準優良クローン	(23年次選抜)
県竹田8号	・強度性能に優れ心材色が濃い	(33年次選抜)
県三重5号	・強度性能に優れ心材色が普通 ・曲がりや枝が大きい成長良好	(33年次選抜) (33年次選抜)
県佐伯5号	・強度性能に優れ心材色が濃い	(33年次選抜)
県大分4号	・樹幹通直、成長良好、枝径小、枝長短の最優良クローン	(23年次選抜)
県大分7号	・曲がりや枝が大きい成長良好	(33年次選抜)
県大分5号	・曲がりや枝が大きい成長良好	(33年次選抜)
県日出4号	・強度性能に優れ心材色が濃い	(33年次選抜)
県国東18号	・樹幹通直、成長良好、枝径大、枝長の予備的優良クローン	(23年次選抜)
県山田2号	・天瀬試験地にて調査可能であり、九州育種基本区で成長良好	
県筑紫5号	・強度性能に優れ心材色が普通	(33年次選抜)
県浮羽14号	・樹幹通直、成長良好、枝径大、枝長の予備的優良クローン ・曲がりや枝が小さく成長が良好	(23年次選抜) (33年次選抜)
県甘木2号	・樹幹通直、成長良好、枝径中、枝長中の準優良クローン	(23年次選抜)
県藤津8号	・樹幹通直、成長良好、枝径中、枝長中の準優良クローン	(23年次選抜)
県神崎1号	・樹幹通直、成長良好、枝径小、枝長短の最優良クローン ・曲がりや枝が小さく成長が良好	(23年次選抜) (33年次選抜)
県諫早3号	・樹幹通直、成長良好、枝径大、枝長の予備的優良クローン ・曲がりや枝が小さく成長が良好	(23年次選抜) (33年次選抜)
県阿蘇3号	・曲がりや枝が大きい成長良好	(33年次選抜)
県阿蘇4号	・強度性能に優れ心材色が濃い	(33年次選抜)
県阿蘇7号	・曲がりや枝が小さく成長が良好	(33年次選抜)
県北諸県1号	・強度性能に優れ心材色が濃い	(33年次選抜)
県始良4号	・強度性能に優れ心材色が普通	(33年次選抜)
県始良47号	・樹幹通直、成長良好、枝径小、枝長短の最優良クローン	(23年次選抜)
県始良53号	・強度性能に優れ心材色が濃い	(33年次選抜)

注) 33年次選抜において強度性能が低いとされたクローンは対象外とした。

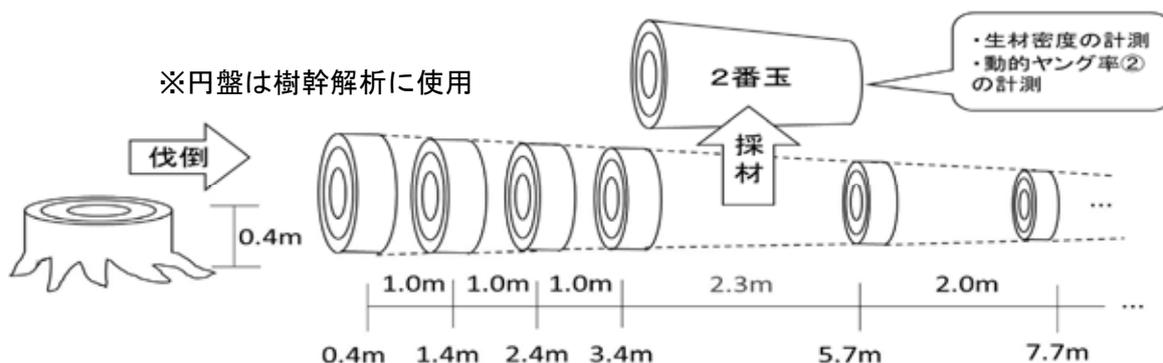


図-2 試料木採取方法模式図

(2)初期成長特性調査

上記で伐倒した試料木について、地上高 0.4~3.4m までは 1m おき、その後は約 2m おきに円盤を採取し（図-2）、樹幹解析ソフト SDA (Nobori et. al, 2004) により解析を行った結果から 5 年次の推定樹高を比較した。

(3)発根特性調査

各クローンの発根特性を調査するため、クローン毎に 30 本ずつ、秋ざし（平成 30 年 10 月）と春ざし（平成 31 年 4 月）を行った。発根確認については発根状況を鑑み、前者については令和元年 10 月（育苗期間約 1 年）、後者については令和元年 12 月（育苗期間約 8 か月）に行った。

さし付け方法は、当部内、天瀬試験地、県営採種園にて各クローンを採穂し当部ガラス室に持ち帰り、一昼夜吸水させ、15cm の穂長に整穂した。その後、IBA 液剤 0.4%（40 倍希釈）（商品名：オキシベロン液剤、バイエルクロップサイエンス(株)）に一昼夜浸け、当部ガラス室に鹿沼土を充填して箱にさし付けた。

また、昨年度同様の方法で実施した夏ざし（平成 30 年 7 月さし付け、半年後に発根確認）の結果も含め、時期別・クローン別の発根率を比較した。

3)主成分分析によるヒノキ優良品種の選抜

これまでに本研究で得られた各特性のデータを元に、R ver 3.4.3 を用い主成分分析を行うとともに、主成分得点を求め散布図を作成した。この散布図及び各特性の数値を考慮し、各特性のグループ化、及びそれぞれのグループにおける数値が高いクローンを明らかにした。

3. 結果及び考察

1)各調査結果

(1)材質特性調査

天瀬試験地における試料木については、クローン毎に林縁・林内に配置されるものが存在する。動的ヤング率①について、林縁個体の平均値は 12.5 ± 1.45 GPa、林内個体の平均値は 13.9 ± 1.73 GPa と林内個体の方が高い結果となった。

表-2 2元配置分散分析結果

変動要因	自由度	平方和	F値	P値
クローン	23	276.69	23.13	2.2 e-16 ***
林縁・林内	1	32.28	62.05	8.8 e-6 ***
クローン×林縁・林内	13	6.50	0.96	0.5
誤差	87	45.25		

*** ; 0.1%水準で有意

材質特性について、クローンの効果を検証するとともに、林内・林縁の配置が要因として影響するかを 2 元配置分散分析により検証した（表-2）。その結果、クローン間において 0.1%水準で有意であることが確認されたが、林縁・林内においても 0.1%水準で有意であることが確認された。交互作用の効果については確認されなかった。これは、詳細については後述するが、林縁木について同じクローンでも胸高直径が林内木に比べ大きい傾向があり、それが影響しているものと思われる。よって、今回の試験では試料木が多い林内木での比較とし、林縁木しかないクローン（県中津 9 号、県中津 10 号）、及び伐倒後内部に腐れが確認された県山田 2 号については参考数値として記載する。

動的ヤング率①、動的ヤング率②、及び試料木の胸高直径（DBH）データについて図-3 に示す。動的ヤング率①が最も高いのは県阿蘇 4 号で 16.4 ± 0.83 GPa、最も低いのは県竹田 8 号で 11.1 ± 0.59 GPa だった。動的ヤング率②については、林内個体の平均値は 9.90 ± 1.12 GPa という値を示し、最も高い

のは同じく県阿蘇4号で12.3GPa、最も低いのは県竹田7号で7.95GPaだった。

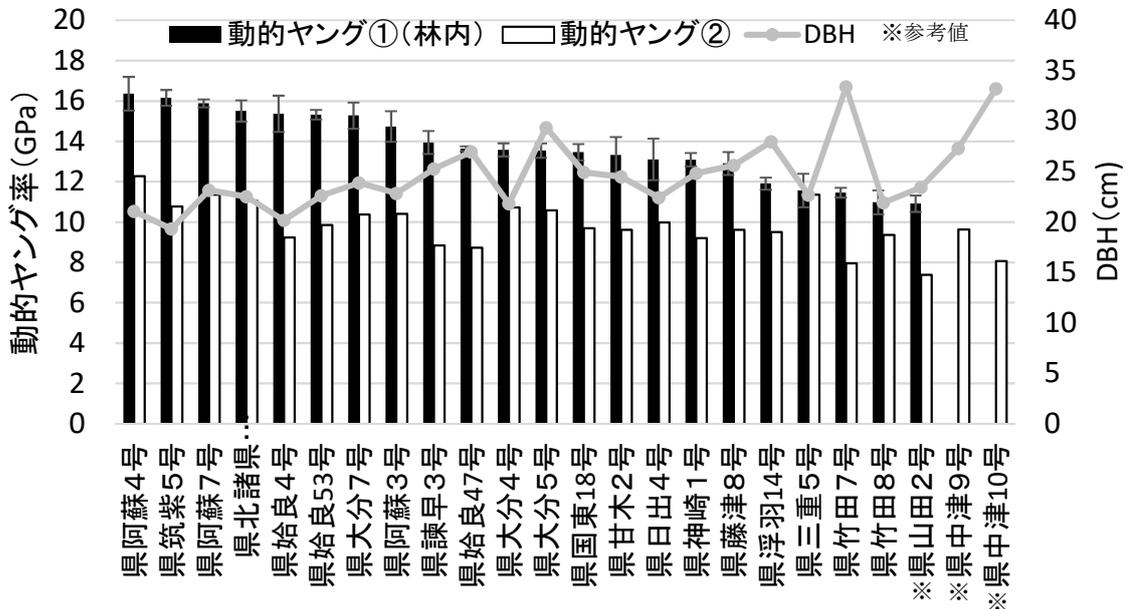


図-3 動的ヤング率と胸高直径

林内個体における、クローン毎の胸高直径、動的ヤング率①、動的ヤング率②についての相関行列を表-3に示す。測定箇所・方法が異なる動的ヤング率①、②の間に1%水準の正の相関

表-3 動的ヤング率・DBH 相関行列

	動的ヤング率①	動的ヤング率②	DBH
動的ヤング率①	—	0.60 **	-0.48 *
動的ヤング率②		—	-0.47 *
DBH			—

* ; 5%水準で有意、** ; 1%水準で有意

が確認された。このことから、動的ヤング率のクローン間差は部位が異なっても同様の傾向を示すものと思われる。この結果から、今回の選抜における動的ヤング率の比較には、試料木の多い動的ヤング率①の値を用いることとする。

一方、胸高直径と動的ヤング率①、②の間には5%水準の負の相関が確認された。図-3からも、動的ヤング率が高い県阿蘇4号は、平均直径が他のクローンと比較して細いことが分かる。このように、今回の試料木では直径が大きくなるほど動的ヤング率が低下することが明らかとなり、肥大成長と動的ヤング率の双方が良い特性を持つクローンの選抜は難しいことを示唆している。

(2)初期成長特性調査

樹幹解析によって得た各クローンの5年次推定樹高を図-4に示す。

各クローンの5年次樹高平均値は2.4mであり、最も高いのは県始良53号で3.6m、最も低いのは県藤津8号で0.9mで

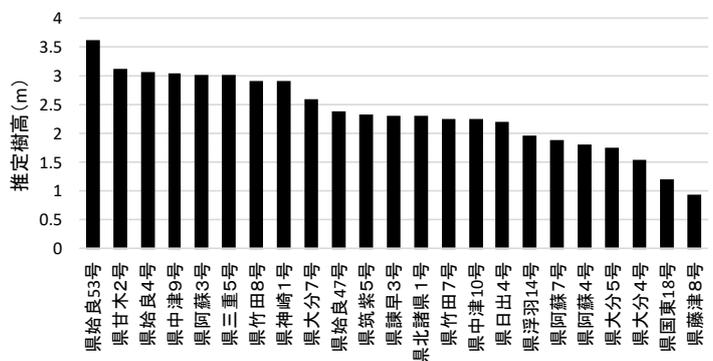


図-4 各クローンの5年次推定樹高

あった。今回は試料木が1本しかないため、統計的な結果については言及できないが、初期成長には各クローンによって差があるものと推察される。

しかし、今回の結果は推定値であるため、正確な初期成長の把握には、さし木苗を用いた検定地を造成する必要があると思われる。今後は樹幹解析を進め、初期成長のみならず、各クローンの成長特性について明らかにする予定である。

(3)発根特性調査

時期別にさし付けた各クローンの発根率、及び昨年度同様の手法でさし付けた夏ざしの発根率（さし付けから半年後に発根確認）について、表-4に示す。異なるアルファベットは、時期別における発根率を、正規分布に近似させるため角変換 ($\sin^{-1}\sqrt{x}$) した数値について、県営採穂園及び天瀬試験地の結果についてはウィルコクソンの符号付順位和検定、当部内についてはTurkeyの多重比較検定にて有意差が確認されたものを示す。時期別の発根率は、採穂場所を問わず、春ざし、秋ざしの順で高く、夏ざしが最も低かった。発根までの期間についても考慮すると、さし付け時期は春が適期だと思われる。また、春ざしにおいては、ほとんどのクローンで事業的に望ましいとされる71%³⁾を超えることから、各クローンのさし木苗生産も可能であると考える。

ただし、今回の試験では秋ざしでは発根するまでに約1年間程度かかる等、発根までの育苗期間が長く要する結果となった。育苗期間短縮のため、今後は発根に適した温度環境や発根促進剤等の処理、穂長などの条件を検討する必要がある。

表-4 発根率調査結果

クローン	夏ざし 発根率 (%)	秋ざし 発根率 (%)	春ざし 発根率 (%)	採穂地
県中津9号	0.0	90.0	96.7	県営採穂園
県中津10号	3.3	87.1	100.0	
県三重5号	0.0	74.2	96.6	
県佐伯5号	16.7	90.0	93.3	
県日出4号	0.0	53.3	100.0	
県大分4号	16.7	100.0	100.0	
県大分5号	70.0	90.0	100.0	
県大分7号	20.0	96.7	100.0	
県国東18号	16.7	100.0	93.3	
県山田2号	10.0	74.2	93.3	
平均値	15.3 a	85.0 b	97.3 b	
県竹田8号	3.3	30.0	83.3	天瀬試験地
県筑紫5号	3.3	96.7	73.3	
県藤津8号	0.0	40.0	90.0	
県阿蘇3号	16.7	93.3	100.0	
県阿蘇4号	40.0	69.0	100.0	
県阿蘇7号	13.3	100.0	100.0	
県始良4号	3.3	-	100.0	
県始良47号	-	30.0	53.3	
平均値	11.4 a	70.2 b	88.9 b	
県竹田7号	3.3	20.0	90.0	当部内
県浮羽14号	6.7	23.3	76.7	
県甘木2号	10.0	73.3	96.7	
県神崎1号	33.3	53.3	100.0	
県諫早3号	3.3	40.0	90.0	
県北諸県1号	10.0	50.0	100.0	
平均値	11.1 a	43.3 b	87.8 c	



写真-1 春ざし発根状況例 (上段 : 県大分5号、下段 : 県竹田7号)

2)主成分分析によるヒノキ優良品種の選抜

これまでに計測された形質的な特性（樹高、胸高直径、根元曲がり、幹曲がり、枝密度、枝径、枝長）及び材質特性（動的ヤング率①）、雄花着花性（2年間の平均値）の合計9変量について、変量が多くなると個々の変量の寄与率が小さくなるとともに、因子である変量交互の関係が複雑になるこ

とから、各変量の相関関係を調査し、正の相関関係がある同質の特性（根元曲がりと幹曲がり、枝長と枝径、相関係数はそれぞれ 0.41、0.47）についてはそれぞれの平均値を用いることにした。以下、これにより統合された根元曲がりと幹曲がりを「曲がり特性」、枝長と枝径を「枝特性」と記す。なお、枝密度については枝長・枝径ともに関連が見られなかったが、枝の特性の要素が増え、要因交互の関係が複雑になることから、主成分分析からは要素として除いた。また、動的ヤング率と樹高、雄花着花性と胸高直径でも相関関係が認められたが、その関係について要因が不明瞭であること、高い相関関係ではないことから、それらについては変量として残すこととした。統合後の用いた変量と相関関係を表-5 に示す。

表-5 用いた変量と相関関係

変量	曲がり特性	枝特性	動的ヤング率	雄花着花性	樹高	胸高直径
曲がり特性	-	-0.11	0.10	0.11	-0.05	0.26
枝特性		-	-0.36	-0.16	-0.02	0.22
動的ヤング率			-	0.34	0.50 *	-0.48 *
雄花着花性				-	0.16	-0.55 *
樹高					-	-0.11
胸高直径						-

*; 5%水準で有意

これらの変量を用いて行った主成分分析の結果を表-6 に示す。第1主成分は寄与率が 37.2%を示し、動的ヤング率、胸高直径、雄花着花性が主な変量である。直径が大きい場合、動的ヤング率が低く、雄花着花量も少なくはないという主成分を意味している。第2主成分は寄与率が 19.7%を示し、曲がり特性が主な変量である。第3主成分は寄与率が 17.5%を示し、樹高が主な変量である。第4主成分は寄与率が 14.3%であり枝特性、雄花着花性が主な成分となっている。数値が低いほど雄花着花量は少なくなり、枝太・枝長であることを示している。

表-6 主成分分析結果

変量	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分	第5主成分
固有値	1.495	1.088	1.026	0.928	0.666
寄与率 (%)	0.372	0.197	0.175	0.143	0.074
累積寄与率 (%)	0.372	0.570	0.745	0.888	0.962
曲がり特性	0.007	0.837	-0.090	-0.369	-0.211
枝特性	0.320	-0.337	0.360	-0.712	-0.373
動的ヤング率	-0.555	0.173	0.248	0.142	-0.538
雄花着花性	-0.466	-0.024	-0.295	-0.574	0.510
樹高	-0.335	0.039	0.791	-0.006	0.370
胸高直径	0.510	0.392	0.296	0.078	0.360

ここで、各クローンのスコアを求め、第1主成分と第2主成分の散布図を図-5 に示す。胸高直径が大きい、動的ヤング率が低い、雄花着花量が多いといった特性を持ったクローンがX軸の正の方向に、その逆の特性を持つクローンが負の方向に分布している。ここでは、X軸の絶対値が1以上、及び各クローンの各特性数値より、A（直径良好、雄花着花量多）とB（動的ヤング率大）のグループを抽出した。また、Y軸の正の方向に曲がり特性が通直なクローンが分布しており、1以上に分布しているものをC（樹幹通直）グループとした。同様に、第3主成分と第4主成分の散布図を図-6 に示す。樹高が高いクローンがX軸の正の方向に分布している。また、Y軸の負の方向には枝太・枝長で雄花着花量が少ないクローンが分布しており、その逆の特性を持つクローンが正の方向に分布している。これらの分布及び数値から、D（樹高良好、枝特性中）、E（樹高良好、枝特性大）、F（樹

高良好、雄花着花量少、枝特性大)、G(雄花着花量少、枝特性大)のグループを抽出した(なお、これらのグループの中には、樹高や直径、動的ヤング率の数値が低いクローンも含まれるが、本選抜は過去に成長・材質面で選抜された精英樹系統内での比較であり、他の精英樹系統若しくは実生ヒノキに比べそれら成績が劣っていることを確認した訳ではないため、そのことについては記載しない)。

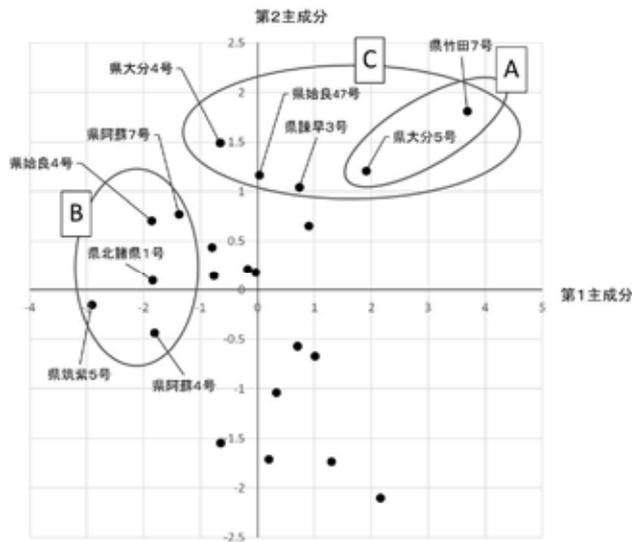


図-5 第1主成分・第2主成分スコア散布図

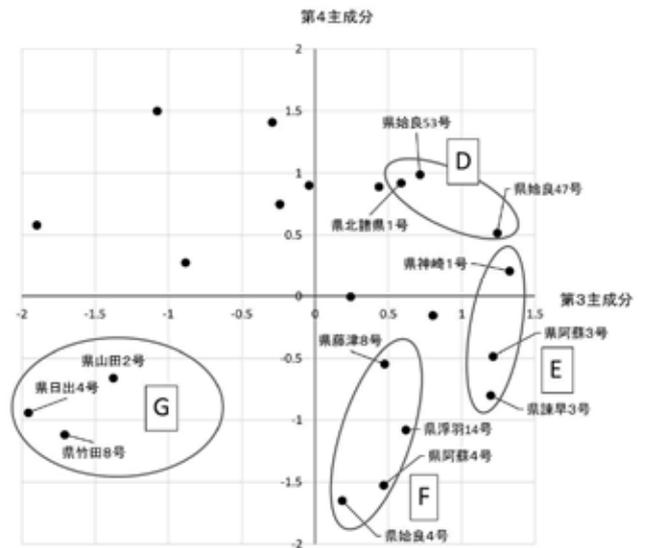


図-6 第3主成分・第4主成分スコア散布図

その結果、各グループに属するクローンは表-7のとおりである。今回の結果からは、例えば2グループに属するクローンはあるものの、万遍なく優れた特性を示すクローンは存在しないことが分かる。なお、本グループ化で用いた雄花着花性の数値は、本試験期間中の2年間のデータのみの解析であるため、今後の継続調査、及びデータの更新が必要と考える。

このうち、Fに属する県浮羽14号、県始良4号については、九州各地での検定を経て認定された国指定の少花粉品種でもあるため、県内の適応性は高いものと思われる(なお、大分県産で国指定の少花粉品種である県中津10号については、本試験では林縁木しか存在しないため評価出来ていない)。また、Cに属している県大分4号、県大分5号については、前年度の次代検定林調査においてもその通直性は確認されている⁴⁾。

これらのクローンの普及に当たっては、このような県内各地の各検定林調査等にて適応性等を検証すること、また、さし木苗での検定林造成等を行い、県下での適応性の検証を行うことが望ましい。

表-7 各特性グループに属するクローン

グループ名	特性	クローン名
A	直径良好、雄花着花量多	県大分5号、県竹田7号
B	動的ヤング率大	県筑紫5号、県阿蘇4号、県阿蘇7号、県北諸県1号、県始良4号
C	樹幹通直	県諫早3号、県大分4号、県大分5号、県竹田7号、県始良47号
D	樹高良好、枝特性中*	県北諸県1号、県始良47号、県始良53号
E	樹高良好、枝特性大*	県諫早3号、県神崎1号、県阿蘇3号
F	樹高良好、雄花着花量少、枝特性大*	県浮羽14号、県藤津8号、県阿蘇4号、県始良4号
G	雄花着花量少、枝特性大*	県山田2号、県竹田8号、県日出4号

※枝特性：小(枝短・枝細)→大(枝長・枝太)

4. まとめ

選抜対象クローンについて、収量性・施業性に関わる形質的な特性（樹高、胸高直径、根元曲がり、幹曲がり、枝密度、枝径、枝長）及び材質特性、雄花着花性を調査し、それら特性を主成分分析により7グループに区分し、各グループに属するクローンが明らかになった。これらクローンは春ざしにおいて発根性も高く、さし木苗の生産も可能だと思われる。

しかし、上記グループの系統においては、特に2か年分のデータしか反映されていない雄花着花性について、継続調査及び複数のクローン林分によるデータの追加が望ましく、さし木苗による検定地設定により、県内での適応性、再現性を検証することが必要だと考える。

加えて、今回の試験では、さし木発根性の検証において、発根までの期間が長くかかる事例が確認された。そもそもヒノキ精英樹のさし木苗生産方法については、その穂長や時期、培地など、さし木に適した条件について当県では深く検証されていないのが現状である。今後はそれらについて検証を進め、最適なさし木手法を明らかにする必要がある。

参考文献

- 1) 諫本信義：大分県林業試験場研究時報第25号, 1（平成10年）
- 2) 津島俊治：大分県農林水産研究センター林業試験場研究報告第16号, 23（平成18年）
- 3) 戸田忠雄・藤本吉幸：日本林学会九州支部研究論文集36 ヒノキのさし木に関する研究－精英樹クローンのさし木発根性－, 129-130（昭和58年）
- 4) 佐藤太一郎：平成30年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報, 2-8（平成30年）

スギ推奨品種さし木苗の増産に関する研究(Ⅱ)

平成 30 年度～令和 2 年度

森林チーム 姫野 早和

1. 目 的

大分県では、森林資源の充実により主伐・再造林が増加し、苗木需要が急増している。しかしながら県内での苗木自給率は約 50%にとどまり、今後も慢性的な苗木の供給不足が懸念されている。

スギさし木苗の増産に関する技術の一つとして、通常の大サイズの穂木（以下、普通穂と記す）よりも小型の穂木（以下、ミニ穂と記す）を利用するものがある。この技術は、ミニ穂を採穂することで採穂台木 1 本あたりの採穂量を増加させ、苗木の生産量を向上させるものであるが、翌年普通穂として採穂できるはずの穂を先取りすることから、ミニ穂の採穂により普通穂は減り、ミニ穂の割合が増加していく可能性がこれまでに示されてきた¹⁾。しかしながら、このような採穂方法を毎年繰り返すことによる影響について詳細はまだ分かっていない。

また、ミニ穂は通常の方法では育苗に長期間を要する¹⁾ため、迅速に苗木増産を行うには、普通穂と同程度の短期間（約 1 年間）での育苗手法の確立が求められる。

令和元年度は、5 回目のミニ穂の採穂量調査及び夏期～秋期さし付けによるミニ穂の育苗試験を行ったので、これらの成果について報告する。

2. 試験方法

1) 採穂量調査

採穂量調査では、それぞれ同一の採穂台木に対し、通常の採穂（普通穂のみ採穂）を行う場合と、ミニ穂の採穂を追加（普通穂とミニ穂を採穂）する場合の採穂量を比較し、さらにこれらの採穂方法を毎年繰り返すことによる採穂量の推移を求めた。この調査は平成 27 年より開始し、秋期（10 月）に 5 回（平成 27 年～令和元年）と、春期（3 月）に 5 回（平成 28 年～令和 2 年）行った。

調査方法は、採穂園の中で通常の採穂を行う試験区を対照区、通常の採穂の後にミニ穂の採穂を追加する試験区をミニ穂区と

し、各試験区の台木から採穂を行った後に、それぞれの大きさの穂木の数を集計した（図-1）。今回の試験では、普通穂の長さは 40cm とし、ミニ穂区は穂長別に 3 種類（ミニ穂区①～③、10cm・15cm・20cm）を設定した。いずれの穂長についても穂作りの際に長さを調整することを想定し

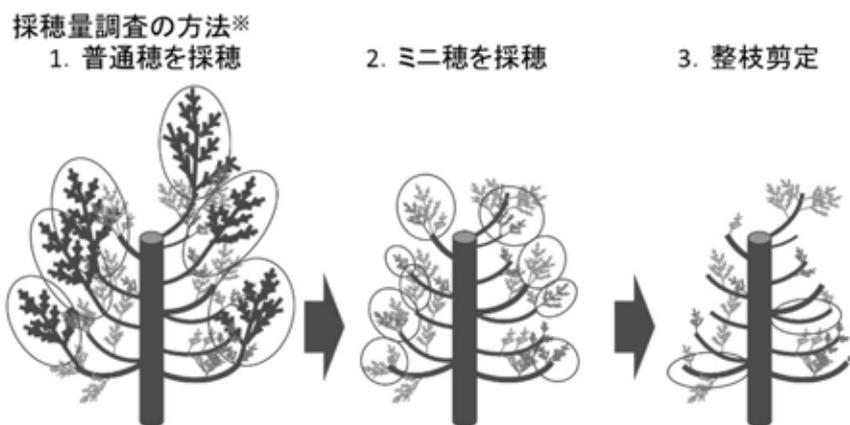


図-1 採穂量調査の方法

※対象の長さ以上の穂を採穂し、ミニ穂は採穂拠点から萌芽したもののみ採穂した。対照区では 1 と 3 のみ行った。

て採穂の際には5 cm 長く採り、調査後には整枝剪定を行った。

調査は、日田市天瀬町の生産者の採穂園内のスギ3品種（シャカイン、タノアカ、ヤマグチ）を対象とした。これらの台木は、毎年1.6～1.8m 付近で頂端部が断幹されており、夏期に適宜化成肥料を施肥した。表-1に試験区ごとの採穂方法と供試した台木数の一覧を示した。

表-1 採穂量調査試験区概要

試験区	採穂方法	調査台木 ^{※1} の数・品種	
		秋期	春期
ミニ穂区①	普通穂＋ミニ穂（10cm）	各試験区24本 （3品種 ^{※2} ×4本×2反復）	各試験区16本 （2品種 ^{※2} ×4本×2反復）
ミニ穂区②	普通穂＋ミニ穂（15cm）		
ミニ穂区③	普通穂＋ミニ穂（20cm）		
対照区	普通穂（40cm）のみ		

※1 令和2年3月時点で調査台木の樹齢は10年。

※2 秋期の調査ではシャカイン、タノアカ、ヤマグチの3品種、春期の調査ではシャカイン、ヤマグチの2品種を対象とした。

2)ミニ穂の育苗試験

今回の試験では、夏期～秋期さし付けによるミニ穂の短期育苗方法及び適切な生産スケジュールを検討するため、時期を分けて採穂・さし付けを行い、床替え時の発根状態及び翌年の山行き苗への規格到達率の評価を行った。なお、今回の試験のさし付け時期については、平成29年度試験の結果¹⁾を考慮して決定した。

試験には、シャカイン、タノアカ、佐伯6号、佐伯13号及び藤津14号の5品種を用い、各品種約200本ずつ採穂・さし付けした。採穂後速やかに日田市内の生産者の種苗園内に持ち帰った後、穂長を25cmに調整し、苗畑に設置したさし床（真砂土）にさし付け、十分に灌水を行った。これらの作業を平成30年8月21日、9月4日、10月2日（以下、8月下旬、9月上旬、10月上旬と記す）の計3回行った。さし床の上には寒冷紗をかけて日よけをし、3回目のさし付け終了後にビニールをかけるまでの間適宜灌水を行い、ビニール密閉後は灌水を行わなかった。

(1)発根調査・床替え

①コンテナ苗

9月上旬さし付け分について、平成31年2月22日（以下、2月下旬と記す）に掘り取りによる発根状態の調査を行った。さし床から苗を掘り起こした後、発根状態を目視により「発根あり（多）（コンテナへの鉢上げに十分な程度発根しているもの）」、「発根あり（少）又はなし（発根しているがかなり少ない、又は発根していないもの）」、「枯損」の3パターンに分けた。

調査後、「発根あり（多）」のみ、培地を詰めた300ccのマルチキャビティコンテナに鉢上げした。培地にはココピート、ピートモス、パーライト、赤土を5：2：2：1の割合で配合し、肥料（エコロングトータル391 180日タイプ）を混ぜた。この際、施肥量の多少による成長経過をみるため、施肥量を標準量（4.0g/L）、2倍量（8.0g/L）、3倍量（13.5g/L）の3パターン設けた。鉢上げ後のコンテナは、生産者の圃場内で管理し、梅雨時期までは1回/日、夏期以降は3回/日各10分間の灌水を行った。

②裸苗

8月下旬、10月上旬さし付け分については、令和元年5月21日（以下、5月下旬と記す）に掘り取りによる発根調査を行った後、天瀬の生産者内の苗畑に移植した。発根調査では、目視により「発根あり（多）：苗畑への床替えに十分な程度発根しているもの」、「発根あり（少）：発根しているが、根が少ない又はほとんど白根のもの」、「発根なし」、「枯損」の4パターンに分けた。

床替えは発根あり（多）（少）のみ行い、苗畑には牛糞堆肥を混合し、8月ごろ化成肥料を適宜与えた。

(2)苗木の規格到達率調査

①コンテナ苗

コンテナ苗については、令和元年11月7日に規格到達率の調査を行った。コンテナ苗の調査では、苗高・直径の計測を行い、規格に到達したものについては、県の定める「コンテナ苗規格（苗高35～65cmかつ直径5.5mm以上、もしくは苗高65～70cmかつ直径6.0mm以上）」、国有林の定める「中苗規格（苗高70～100cm）」、及び「その他（中苗規格超え、苗高100cm～）」に分類し、それ以外については、「根鉢不十分」、「規格未滿」、「枯損」に分類した。

②裸苗

裸苗については、令和元年11月19日に規格到達率の調査を行った。裸苗の調査では、ものさし等を用いて大分県の裸苗山行き規格（2号苗、苗高40cm以上かつ直径7mm以上）に到達したかどうかの判定のみを行った。それ以外については、「規格未滿」、「枯損」に分け、品種、さし付け時期別に集計を行った。

3. 結果及び考察

1)採穂量調査

令和元年度の採穂量調査の結果を表-2に、過去4年間分の調査結果と合わせた採穂量の年変動を図-2に示した。

台木あたりの合計採穂量は、ミニ穂区で対照区を常に上回っていた（表-2、図-2）。令和元年度時点で、ミニ穂区での採穂量は秋期の調査では2.2～5.7倍、春期の調査では2.3～4.6倍対照区よりも多く、ミニ穂の採穂により採穂量が大幅に増えることが示された（表-2）。

しかし、ミニ穂区での普通穂の量については、2年目以降の調査では秋期・春期ともに対照区よりも下回る傾向が見られ、今年度の調査においては対照区の1～6割しか採れなかった（表-2）。これらの結果から、ミニ穂と普通穂を同一の台木から採穂し続ける場合、前年に小さな穂を先取りする影響で、通常の採穂を行うよりも翌年普通穂のような大きな穂は出来づらくなり、採穂できる穂のほとんどがミニ穂となることが示唆された。

次に、採穂量の推移に着目すると、各試験区において前年度の調査までは連続して増加する傾向が見られたものの、今年度の調査においては、春期のミニ穂区①を除いて前年度よりも減少していた。この調査では毎年採穂・剪定を繰り返すため、年々採穂拠点が増えることで萌芽が多く発生し、調査開始時より増加し続けたが、4～5年目にしてその数がピークに到達し、安定し始めたものと考えられる。

以上のことから、ミニ穂の採穂を追加し、これを繰り返すことで通常の採穂を行うよりもかなり多く

の穂を採ることができものの、その多くがミニ穂となること、さらにこれまでの調査から、ミニ穂を採り始めて4～5年程度で採穂量はピークに到達し、今後安定していくことが予測された。

表-2 令和元年度採穂量調査結果

		普通穂(本) [※]	ミニ穂(本) [※]	合計(本) [※]	合計/ 対照区 (%)	普通穂/ 対照区 (%)	ミニ穂 の割合 (%)
秋期 (10月)シャカイン	対照区 (40cm)	27.4 ± 9.3	a	—	27.4 ± 9.3	c	—
	ミニ穂区① (10cm)	3.3 ± 2.9	c	154.1 ± 25.9	a	157.4 ± 26.0	a
	ミニ穂区② (15cm)	9.3 ± 2.3	b	91.0 ± 22.2	b	100.3 ± 22.0	b
	ミニ穂区③ (20cm)	5.9 ± 2.4	bc	80.3 ± 19.1	b	86.1 ± 18.5	b
タノアカ	対照区 (40cm)	43.4 ± 10.9	a	—	43.4 ± 10.9	b	—
	ミニ穂区① (10cm)	9.3 ± 4.1	c	110.1 ± 29.2	a	119.4 ± 29.9	a
	ミニ穂区② (15cm)	20.4 ± 9.4	bc	98.5 ± 24.3	a	118.9 ± 31.2	a
	ミニ穂区③ (20cm)	25.5 ± 10.2	b	94.5 ± 27.7	a	120.0 ± 35.9	a
ヤマグチ	対照区 (40cm)	38.6 ± 14.5	a	—	38.6 ± 14.5	c	—
	ミニ穂区① (10cm)	9.3 ± 5.1	b	97.8 ± 33.6	ab	107.0 ± 33.0	ab
	ミニ穂区② (15cm)	15.3 ± 4.6	b	111.1 ± 24.5	a	126.4 ± 26.8	a
	ミニ穂区③ (20cm)	14.9 ± 8.4	b	68.8 ± 15.7	b	83.6 ± 21.0	b
春期 (3月) シャカイン	対照区 (40cm)	41.8 ± 16.5	a	—	41.8 ± 16.5	c	—
	ミニ穂区① (10cm)	4.5 ± 3.4	b	189.5 ± 37.4	a	194.0 ± 39.0	a
	ミニ穂区② (15cm)	6.4 ± 5.0	b	140.9 ± 14.2	b	147.3 ± 17.0	b
	ミニ穂区③ (20cm)	7.0 ± 6.3	b	105.1 ± 17.7	c	112.1 ± 21.5	b
ヤマグチ	対照区 (40cm)	34.6 ± 4.1	a	—	34.6 ± 4.1	c	—
	ミニ穂区① (10cm)	16.1 ± 4.7	b	131.6 ± 27.7	a	147.8 ± 29.9	a
	ミニ穂区② (15cm)	15.8 ± 6.8	b	92.5 ± 14.8	b	108.3 ± 19.0	b
	ミニ穂区③ (20cm)	15.5 ± 8.8	b	63.8 ± 15.0	c	79.3 ± 22.8	b

※各本数：平均値±標準偏差

異なるアルファベットは各調査時期・品種内での多重比較において5%水準で有意差があることを示す。

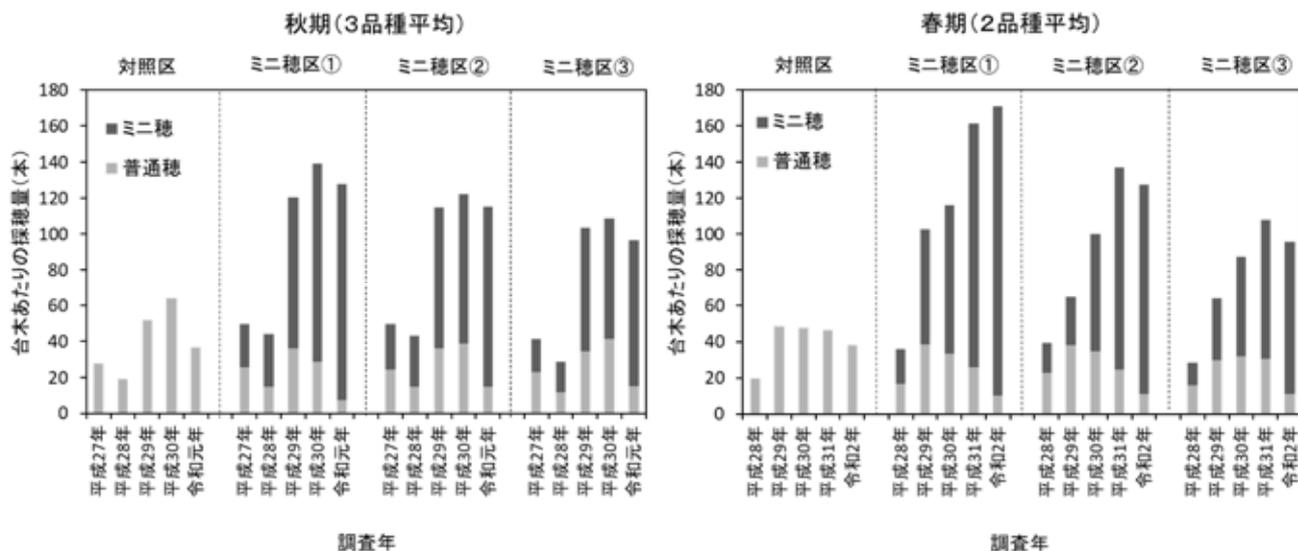


図-2 5年間の採穂量の年変動

2)ミニ穂の育苗試験

(1)床替え時の発根状態について

床替え時の発根状態について、各調査時期に発根状態の良かったものの割合を表-3に示した。

2月下旬調査時において、9月上旬さし付け分は5品種平均で82.5%がコンテナへの鉢上げに十分な

発根状態であった。藤津 14 号に関しては、この時点でほとんどが十分に発根していたため、9月上旬のさし付けが適していると推測された。その他 4 品種については、より早い時期（8月下旬）にさし付け、鉢上げまでの期間をより長く確保することでこの時期の発根状態がさらに向上する可能性が考えられる。

表-3 床替え時の発根（多）の割合（%）

品種	2月下旬調査*		5月下旬調査*	
	9月上旬さし付け	8月下旬さし付け	10月上旬さし付け	
シャカイン	74.0	90.6	50.2	
タノアカ	65.0	64.2	58.4	
佐伯6号	89.6	100.0	63.8	
佐伯13号	84.4	94.6	48.8	
藤津14号	99.3	96.0	72.8	
平均	82.5	89.1	58.8	

※2月下旬調査ではコンテナ苗への鉢上げ、5月下旬の調査では苗畑への床替えを想定して発根状態の良し悪しを判断している。

一方、5月下旬調査時に苗畑への床替えに十分な発根状態であったものは、5品種すべてにおいて8月下旬さし付け分の方が10月上旬さし付け分よりも多く、それぞれ5品種の平均では89.1%と58.8%となっていた（表-3）。この結果から、5月下旬の床替えを想定した際、品種に関わらず8月下旬のさし付けがより望ましいことが示された。

8月下旬さし付けについては、当初高温による枯損や腐敗が懸念されたが、実際には好成績であった。平成30年の日田市の8月下旬の日最高気温は38℃、平均気温は29℃と実際に気温が高かったが²⁾、今回の試験では、寒冷紗をかけて日よけをしたこと、また頻繁に観察し、適宜灌水を行う等管理に十分注意したことで良い発根成績を収めることができたと考えられる。

(2) 苗木の規格到達率について

①コンテナ苗

コンテナ苗のサイズ測定結果及びさし付け数に対する規格到達率を図-3、表-4に示した。

施肥量に関わらず、床替えした苗のうち約8割（5品種平均）が県のコンテナ苗規格を超えており、その中でもシャカイン以外の4品種に関しては、中苗以上の大きさに達したものが大半を占める等、当初の想定を大きく上回って成長した（図-3）。鉢上げ時からの苗高成長量は、シャカインで31.6～35.4cm、タノアカで46.2～48.7cm、佐伯6号で53.8～59.8cm、佐伯13号で46.4～57.5cm、藤津14号で50.7～53.5cmであり、直径成長量は、シャカインで1.7～3.6mm、タノアカで2.4～3.8mm、佐伯6号で4.0～

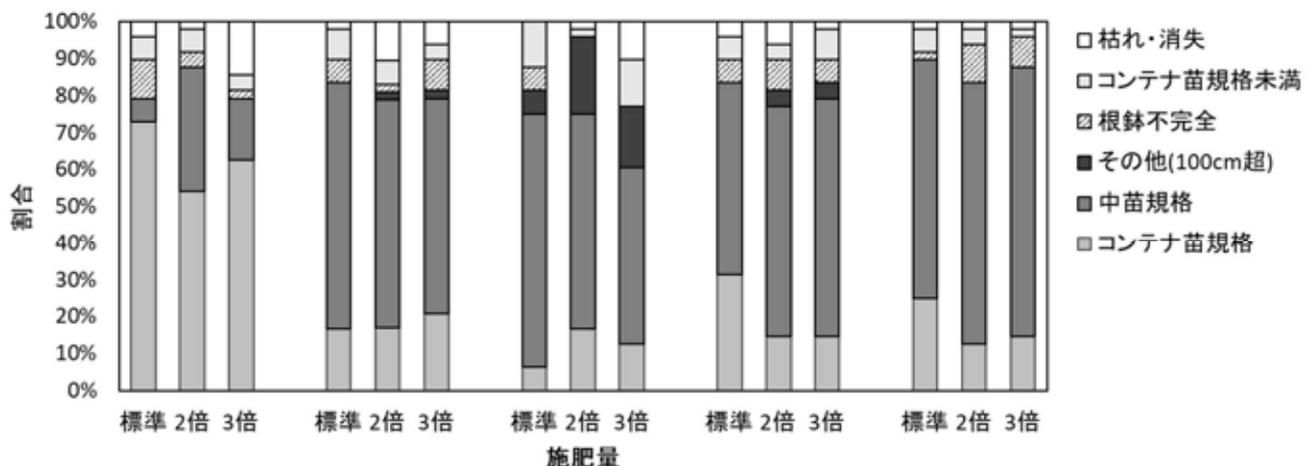


図-3 コンテナ苗サイズ測定結果

5.7mm、佐伯13号で3.1~3.8mm、藤津14号で3.7~5.0mmであった。当初は、施肥量が多いほど大きく成長すると予測していたものの、実際にはそのような傾向は見られず、施肥標準量の試験区でも規格には十分到達していたことから、今回の施肥条件では標準量(4.0g/L)で十分である可能性が示された。

また、さし付け数に対する規格到達率(3施肥条件平均)は、5品種の平均で65.8%であった(表-4)。今回の育苗スケジュールでは床替え後品種に関わらず大半の苗が規格に到達していたことから、さらに規格到達率を上げるためには、床替え時の発根状態の向上が必要であり、今回の結果からは、夏期(8月下旬)のさし付けにより実現可能であることが示唆された。

②裸苗

裸苗の床替え後の規格到達率は、シャカインで81%、タノアカで91%、佐伯6号で83%、佐伯13号で73%、藤津14号で95%であり、コンテナ苗と同様に5品種平均で約8割が県の裸苗規格に到達した。しかし、佐伯6号の8月下旬さし付け分と佐伯13号の10月上旬さし付け分のみ枯損が3割程度あり、この試験区だけ規格到達率が低くなっていた。この原因については、移植時の乾燥によるものと思われるが、詳細は不明である。

さし付け数に対する規格到達率は、5品種平均で8月下旬さし付け分では74.7%、10月上旬さし付け分では58.6%と、8月下旬さし付け分の方が高かった(表-4)。この結果から、裸苗についても、夏期(8月下旬)にさし付けを行うことで、最終的な規格到達率を向上させることができることが示された。

表-4 コンテナ苗・裸苗のさし付け数に対する規格到達率(%)

	さし付け時期	床替え時期	シャカイン	タノアカ	佐伯6号	佐伯13号	藤津14号	5品種平均
コンテナ苗	平成30年9月上旬	平成31年2月下旬	60.6	51.9	62.8	67.4	86.2	65.8
裸苗	平成30年8月下旬	令和元年5月下旬	70.8	69.1	70.4	72.3	90.9	74.7
	平成30年10月上旬		53.2	60.3	66.7	36.4	76.7	58.6

3)まとめ

採穂量調査では、ミニ穂の採穂を追加することで、普通穂のみを採穂するよりも台木あたりの採穂量の増加が可能であることが示された。

育苗試験では、ミニ穂(25cm穂)であっても夏期(8月下旬)にさし付けを行うことで、床替え時の発根状態を向上させ、翌年までにさし付け数に対し7割以上の規格到達が可能であることが示された。

謝辞

採穂量調査では、日高樹苗園(日田市天瀬町)の採穂園を試験地として提供していただきました。またミニ穂の育苗試験では、大分県樹苗生産農業協同組合と共同で作業を行い、サングリーン(日田市北豆田)及び日高樹苗園の敷地を試験地として提供していただきました。ここに感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 姫野早和：平成29年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，7-11(平成30年)
- 2) 気象庁HP：<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>