

エリートツリーコンテナ苗と下刈等省力化の実証試験

(平成 26 年度 重点課題完了報告)

九州森林管理局 森林技術・支援センター

1 はじめに

近年、国内の人工林の多くが伐期に達し、各地で主伐箇所が増加すると同時に更新箇所も増加しているが、造林のトータルコストの約 8 割が、地拵～植付～下刈の造林初期（植栽から約 5 年間に集中しており、いかに初期の再造林コストを縮減させるかが喫緊の課題となっている。

2 目的

(1) 森林・林業の再生に資する森林施業技術等の把握と活用方策の検討

技術開発課題及び九州森林管理局管内の国有林を対象とした低コスト林業に貢献する技術開発成果を分析し検討すること。

(2) 低コスト再造林技術の開発に向けた実証試験

初期成長の早いエリートツリーとコンテナ苗を用いた実証試験（※エリートツリーとは、精英樹同士を交配し、その中から選抜された第二世代精英樹を指す。）により、成長特性を最大限発揮させ、再造林の低コスト化（①地拵コスト 100 %減、②植付コスト 50 %減、③下刈コスト 70 %減）を目指すこと。

3 方法

(1) 低コスト林業に関する技術開発成果分析

九州森林管理局 森林技術・支援センターでこれまで行われた技術開発試験の中より、低コスト再造林に関する技術開発試験 6 課題（エリートツリーコンテナ苗と下刈等省力化の実証試験、コスト 1/2 を目指した誘導伐システム〔帯状伐採による複層林施業〕の開発、低コスト化を目指した適正本数・施業体系の解明、自然災害に強い人工林分の施業方法の確立、高性能林業機械とコンテナ苗を活用した低コスト育林に向けた実証試験、持続可能で多様な森林造成技術の開発〔小面積帯状伐採と次世代優良苗植栽〕と、独立行政法人森林総合研究所九州支所が発表した低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集（平成 24 年 3 月発行）を分析し、併せて、宮崎森林管理署管内に存在する低密度植栽（1,500 本/ha）の施業実例を調査し、結果をとりまとめた。

(2) 実証試験

- ① 期 間：重点課題 平成 24 年度～平成 26 年度
(平成 27 年度～平成 43 年度においては、経常課題としてエリートツリーに係る事項のみの調査を継続し、除伐・間伐の効率的な時期・方法等を解析する。)
- ② 場 所：宮崎県日南市山仮屋国有林 122 わ林小班（宮崎南部森林管理署管内）
- ③ 面 積：2.50ha（内除地 0.21ha 調査プロット面積約 1.20ha）
- ④ 試験地の地況：標高 380m、北西向き斜面、BDd 型土壌、緩傾斜
- ⑤ 試験地前の林況地況：スギ 45 年生分収造林皆伐跡地（平成 23 年 7 月伐採）
- ⑥ 試験設定内容：(図－1)

平成 24 年 10 月に精英樹 2 系統及び在来種 1 系統のコンテナ苗と裸苗をブロック 1 及びブロック 2 - 2 以外に植栽した。

次に、平成 25 年 2 月にエリートツリー 47 系統、精英樹 9 系統及び在来種 1 系統のコンテナ苗と裸苗をブロック 1 及びブロック 2 - 2 に植栽した。なお、本試験においては、エリートツリーとして品種が確定する前年度に設定された試験であり、エリートツリー候補木も含め、エリートツリーとして取り扱った。

植栽木の系統及び系統別本数については表 1 のとおりである。

また、平成 24 年 10 月に植付けた在来種コンテナ苗において、植栽後倒伏が見られたため、倒伏に関する調査も併せて追加実施した。

さらに、平成 25 年 2 月に植栽したエリートツリー等について、期待されていた初期成長量が見られていないことから、平成 26 年 2 月に発根状況に関する調査についても追加実施した。

なお、この要因については、他の苗木と比較してエリートツリーの個体が小さい傾向にあった。



図-1 試験地位置図

表-1 植栽木の系統及び本数

NO	クローン名	クローンの詳細適用	裸苗(本)	コンテナ苗(本)	備考
1	九熊本 5-60	エリートツリー候補木		5	
2	九熊本 9- 1	エリートツリー スギ九育2-161		6	
3	九熊本 9- 6	エリートツリー候補木		8	
4	九熊本 9- 7	エリートツリー スギ九育2-167		5	
5	九熊本 9-11	エリートツリー候補木	5		
6	九熊本 9-14	エリートツリー候補木	4		
7	九熊本 9-22	エリートツリー候補木	5		
8	九熊本 9-23	エリートツリー スギ九育2-183	5		
9	九熊本 9-29	エリートツリー候補木		11	
10	九熊本 9-32	エリートツリー スギ九育2-192	7		
11	九熊本 9-43	エリートツリー スギ九育2-203	6	3	※コンテナ苗と裸苗を比較できる系統
12	九熊本 9-47	エリートツリー候補木	5		
13	九熊本 9-48	エリートツリー候補木9-48		2	
14	九熊本10- 8	エリートツリー スギ九育2-106	7		
15	九熊本10-10	エリートツリー スギ九育2-108	1		
16	九熊本10-28	エリートツリー候補木	4		
17	九熊本10-33	エリートツリー候補木		11	
18	九熊本10-38	エリートツリー スギ九育2-136		4	
19	九熊本10-44	エリートツリー候補木	3	3	※コンテナ苗と裸苗を比較できる系統
20	九熊本10-46	エリートツリー スギ九育2-144	2		
21	九熊本10-47	エリートツリー スギ九育2-145	7		
22	九熊本10-60	エリートツリー候補木	4		
23	九熊本10-62	エリートツリー候補木	4		
24	熊本署 5- 3	エリートツリー候補木	7		
25	熊本署 5- 9	エリートツリー候補木	6		
26	熊本署 5-18	エリートツリー候補木	6		
27	熊本署 5-20	エリートツリー候補木	7		
28	熊本署 5-29	エリートツリー候補木	4		
29	熊本署 5-31	エリートツリー候補木	3		
30	熊本署 5-33	エリートツリー候補木	7		
31	熊本署 5-39	エリートツリー候補木	7		
32	熊本署 5-40	エリートツリー候補木	5		
33	熊本署 5-45	エリートツリー候補木	5		
34	熊本署 5-48	エリートツリー候補木	4		
35	熊本署 5-54	エリートツリー候補木	5		
36	熊本署 5-56	エリートツリー候補木	5		
37	熊本署 5-62	エリートツリー候補木	5		
38	熊本署 5-63	エリートツリー候補木	6		
39	熊本署 5-66	エリートツリー候補木	7		
40	熊本署 5-74	エリートツリー候補木	7		
41	熊本署 5-77	エリートツリー候補木	6		
42	熊本署 5-78	エリートツリー候補木	5		
43	熊本署 5-83	エリートツリー候補木	7		
44	熊本署 5-85	エリートツリー候補木	5		
45	熊本署 5-91	エリートツリー候補木	6		
46	熊本署 5-94	エリートツリー候補木	7		
47	熊本署 5-96	エリートツリー候補木	7		
計			208	58	裸苗39クローン、コンテナ苗10クローン
1	県始良4号	精英樹	2	135	※樹苗 園産苗木を含む
2	県臼杵14号	精英樹	6		
3	県肝属2号	精英樹	6		
4	県球磨5号	精英樹	6	13	※コンテナ苗と裸苗を比較できる系統
5	県八女6号	精英樹	6		
6	宮崎署6号	精英樹	6	4	※コンテナ苗と裸苗を比較できる系統
7	日向署2号	精英樹		3	
8	高岡署1号	精英樹		140	※樹苗 園産苗木を含む
9	県薩摩3号	精英樹		6	
計			32	301	裸苗6クローン、コンテナ苗6クローン
1	タノアカ	在来種	120	240	
計			120	240	裸苗1クローン、コンテナ苗1クローン
合計			360	599	裸苗46クローン、コンテナ苗17クローン

⑦ 調査内容

I 植付器具別のコンテナ苗植付功程調査

平成 24 年 10 月に在来種コンテナ苗を 5 種類の植付器具毎（バール、スベード、プランティングチューブ、鍬の柄、鍬）に 100 本当たり植付する時間を観測し、1 日（6 時間）当たりの植付本数を推定した。

なお、コンテナ苗の小運搬の功程調査については、1 人がコンテナ苗 50 本入りのネット（10 ～ 15kg）を 1 つ持ち運べる状況であり、等高線上の平行移動並びに斜面下り移動で小運搬できた距離及び時間を観測し、歩行速度を推定した。

II 成長量調査（根元（地際）直径、樹高）

平成 24 年 10 月（秋植栽直後）、平成 25 年 2 月（春植栽直後）、平成 25 年 4 月、平成 26 年 4 月に実施した。

III 倒伏コンテナ苗に関する調査（根元径、樹高、成長点径、当年度成長量、倒伏レベル〔1: 直立、2: 倒伏 45° 以下、3: 倒伏 45° 以上・接地部なし、4: 倒伏 45° 以上接地部ありの 4 段階評価〕）

平成 24 年 10 月に植付した在来種コンテナ苗のうち、100 本を調査対象として、平成 24 年 2 月、平成 25 年 4 月、平成 25 年 5 月に実施した。

IV 発根状況調査（掘取調査法）

平成 25 年 2 月に植付したエリートツリー 2 系統、精英樹 2 系統、在来種のコンテナ苗及び裸苗の植付後の発根状況を調べるために、各 2 ～ 3 本掘取調査（表－2）を行い、写真撮影により記録し、根量を相対的に評価した。

表－2 掘取調査の系統及び本数

区分	クローン名	コンテナ苗	裸苗
エリートツリー	九熊本9-43	3本	3本
エリートツリー	九熊本10-44	3本	2本
精英樹	県球磨5	3本	2本
精英樹	宮崎曙6	2本	2本
在来種	タノアカ	2本	2本

⑧ 施業履歴：

平成 23 年 7 月 皆伐（スギ 45 年生、車両系高性能林業機械による伐採搬出）

平成 24 年 10 月 植付・調査（ブロック 1 及びブロック 2-1 以外の試験地）

平成 25 年 2 月 植付・調査（ブロック 1 及びブロック 2-1）

平成 25 年 5 月 調査（倒伏コンテナ苗のみ）

平成 25 年 6 月 下刈（全面積を全刈）

改植（倒伏コンテナ苗のうち、回復見込みのない苗約 200 本）

平成 26 年 2 月 発根状況調査（エリートツリー 2 系統、精英樹 2 系統、在来種 1 系統のそれぞれコンテナ苗と裸苗）

平成 26 年 4 月 調査

平成 26 年 8 月 下刈（全面積を全刈）

⑨ 共同研究者

独立行政法人森林総合研究所九州支所・林木育種センター九州育種場

⑩ 統計処理

本試験における成長量等の分布については、一元配置分散分析及び二元配置分散分析（Tukey）の方法を用いた。

この解析には統計解析アドインソフトの Excel 統計 2012 で行った。

4 結果と考察

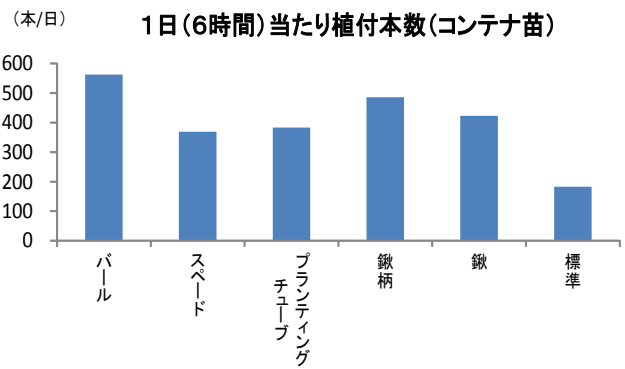
(1) 低コスト林業に関する技術開発成果分析

別冊資料「低コスト再造林への提案」のとおりとりまとめた。

(2) 実証試験

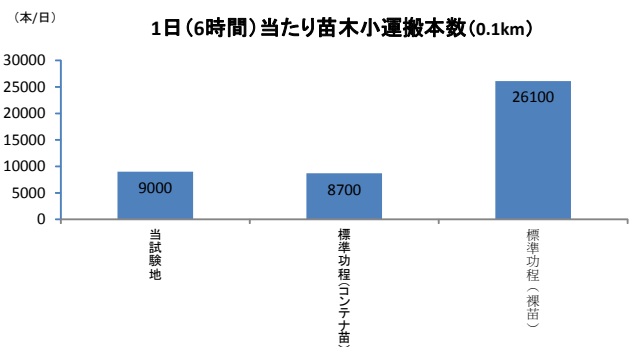
① コンテナ苗の植付工期

平成 24 年 10 月の在来種コンテナ苗の植付時において、5 種類の植付器具（バール、スペード、プランティングチューブ、鍬の柄、鍬）を用いた時の植付工期は、1 日（6 時間）当たりバール 563 本、スペード 369 本、プランティングチューブ 383 本、鍬の柄 486 本、鍬 423 本であった。また、当試験結果を標準的な植付工期と比較すると、どの植付器具においても 2 倍以上の植付本数となった（図－2）。



図－2 一日当たり植付本数

また、コンテナ苗の小運搬調査結果は、1 人がコンテナ苗 50 本入りのネット（10 ～ 15kg）を 1 つ持ち運べる状況であり、歩行速度は 3.0km/時であった。このことから、当試験地の苗木小運搬距離 0.1km のとき、1 日の苗木小運搬本数を 9,000 本と推定した。当試験結果と九州森林管理局のコンテナ苗と裸苗の小運搬の標準的な苗木小運搬本数と比較すると、当試験地と標準的なコンテナ苗の小運搬本数は同程度であり、また裸苗の標準的な小運搬本数の 1/3 程度であった（図－3）。



図－3 一日当たり苗木小運搬本数

当試験地は皆伐（平成 23 年 7 月）から植付（平成 24 年 10 月）まで 1 年 3 カ月が経過し、林地に存置された末木枝条や先駆種の雑灌木が多数発生していたため、無地拵状況でもコンテナ苗の植付自体は可能であったが、コンテナ苗の小運搬への支障があった（写真－1）。



写真－1 コンテナ苗植付状況

通常、植付作業は苗木小運搬と植付が同時に発生するものであり、コンテナ苗の小運搬は、コンテナ苗が 50 本入ったネット（10kg 程度）を持ち歩くため、地拵の必要性が確認された。また、無地拵は保育時の下刈作業への支障が生じた。

これらのことから、無地拵によるコンテナ苗の植栽は林地残材及び先駆種の雑灌木が少ない林地や一貫作業システムにより整地された林地で有効であると考えられる。

② コスト比較

当試験地の地拵コストは無地拵にしたことにより、地拵コスト100%減を達成した。

また、植付コストを使用器具別に直接経費（労賃と苗木代）で算出した結果を、裸苗の標準的な工期から算出した植付コストと比較すると30%減となった（図-4）。

なお、標準的な工期については植栽密度を標準的な2,500本/haとしている。

コスト試算結果より、造林の低コスト化には以下の4点が必要である。

- I 苗木小運搬や下刈作業への影響がない程度の地拵を一貫作業システムの中で機械によって行うこと
- II 雑灌木の発生がない伐採・搬出直後に、植栽時期が限定されないコンテナ苗によって植付を行い、苗木の運搬は伐採時に使用した機械を使用し人力での小運搬を短縮すること
- III 林地条件を勘案した植付器具による植栽
- IV 低密度植栽を検討すること

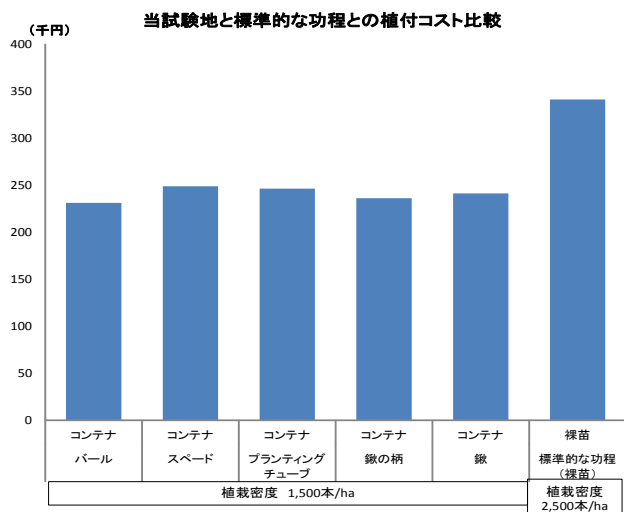


図-4 植付コスト比較

③ 成長量

本試験課題の成長量について、遺伝タイプ（エリート、在来品種、精英樹：秋植え、春植え）と苗形態（コンテナ苗、裸苗）加えてそれらの交互作用について、二元配置分散分析及び一元配置分散分析の対比較を行った。

I 二元配置分散分析結果

i 春植えのみで比較

地際直径：遺伝タイプの効果はあるが、苗形態および交互作用（遺伝タイプ×苗形態）の効果は見られない。

樹高：遺伝タイプおよび交互作用の効果はあるが、苗形態の効果は見られない。

ii 精英樹のみで植付時期の違いによる効果を比較

地際直径：植え付け時期の効果はあるが、苗形態および交互作用（植え付け時期×苗形態）の効果は見られない。

樹高：植え付け時期および交互作用の効果はあるが、苗形態の効果は見られない。との分析結果となった。（表-3(1)(2)）

表-3(1)根元（地際）直径

平均 / 地際直径				
系統	植付時期	コンテナ	裸	総計
エリート		1.01	1.01	1.01
	春植え	1.01	1.01	1.01
在来品種		1.08	1.06	1.07
	春植え	1.08	1.06	1.07
精英樹		1.20	1.15	1.19
	秋植え	1.09	1.07	1.08
	春植え	1.24	1.38	1.25
総計		1.15	1.06	1.11

表-3(2)樹高

平均 / 樹高				
系統	植付時期	コンテナ	裸	総計
エリート		77.96	77.10	77.28
	春植え	77.96	77.10	77.28
在来品種		90.16	83.28	87.80
	春植え	90.16	83.28	87.80
精英樹		92.10	90.25	91.58
	秋植え	89.03	85.98	87.38
	春植え	93.14	104.19	94.34
総計		90.08	82.25	86.59

根元（地際）直径は、遺伝タイプ（エリート、在来品種、精英樹との比較）で大きな差は見られなかったが、精英樹の春植えが若干優位な傾向を示した。コンテナ苗と裸苗については有意な差は見られなかった。

樹高については、遺伝タイプ（エリート、在来品種、精英樹、）で精英樹が優位な傾向を示し、エリートツリーについては他の2種と比較して低位な値を示した。

このことについては、図-5に示すようにエリートツリーの植栽時の樹高（苗高）は、他の2種と比較して著しく小さい状況であったことが原因と考えられた。これは、育苗段階で光合成促進を目的として平成25年4月中旬に遮光ネットを取り外したところ、その後暑い日が続き、さらに発根促進のマルチングとともに乾燥に拍車をかけ苗木の成長が阻害されたたものと思われる。

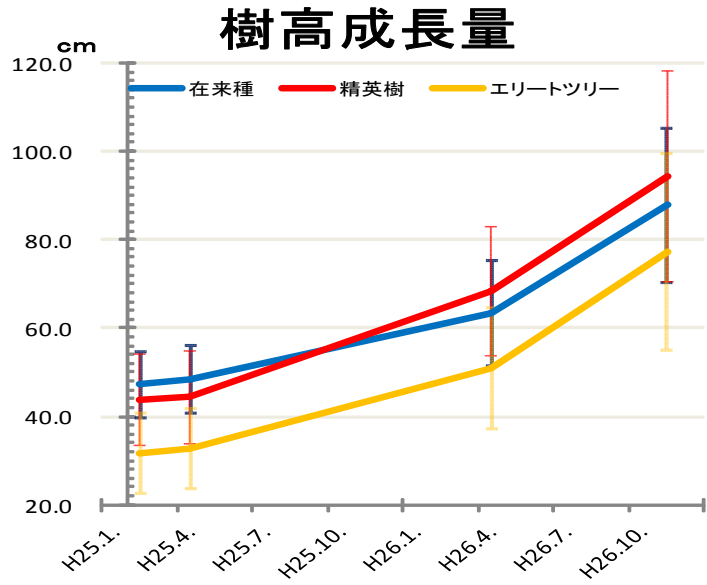


図-5

II 一元配置分散分析対比較結果（春植えの遺伝タイプと苗形態）

春植えにおける遺伝タイプ（エリート、在来品種、精英樹、）と苗形態の交互作用について一元配置分散分析による対比較を行った。

比較結果を、図-6(1)に根元（地際）直径、図-6(2)に樹高を示した。

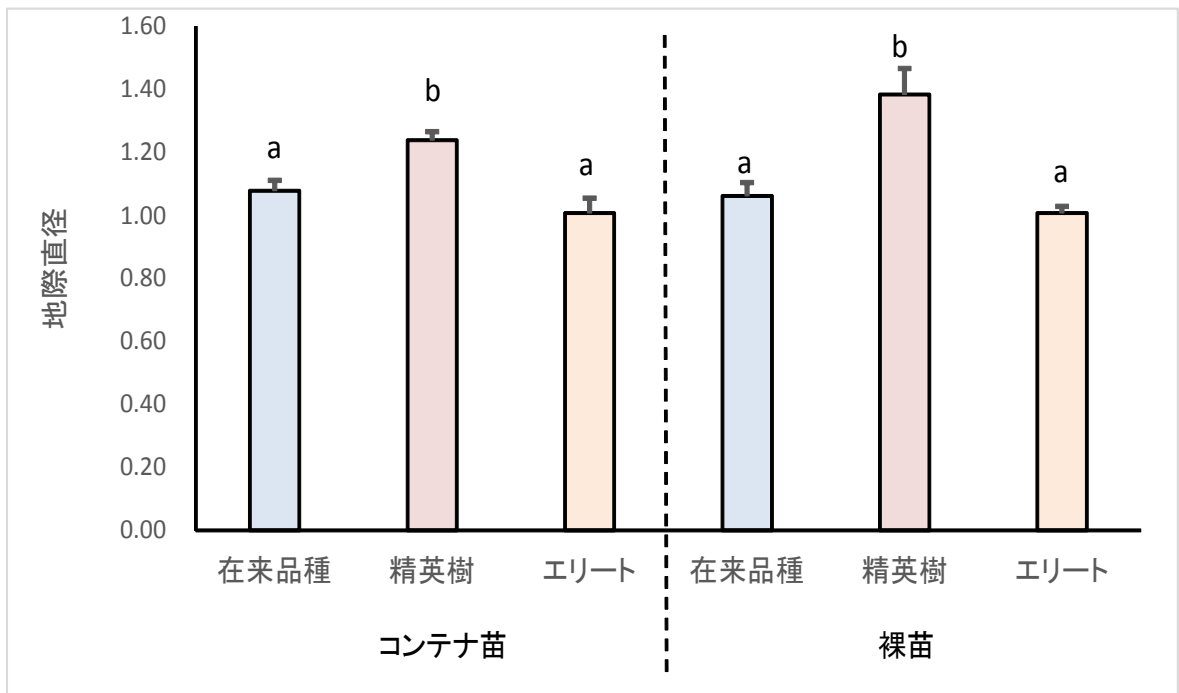
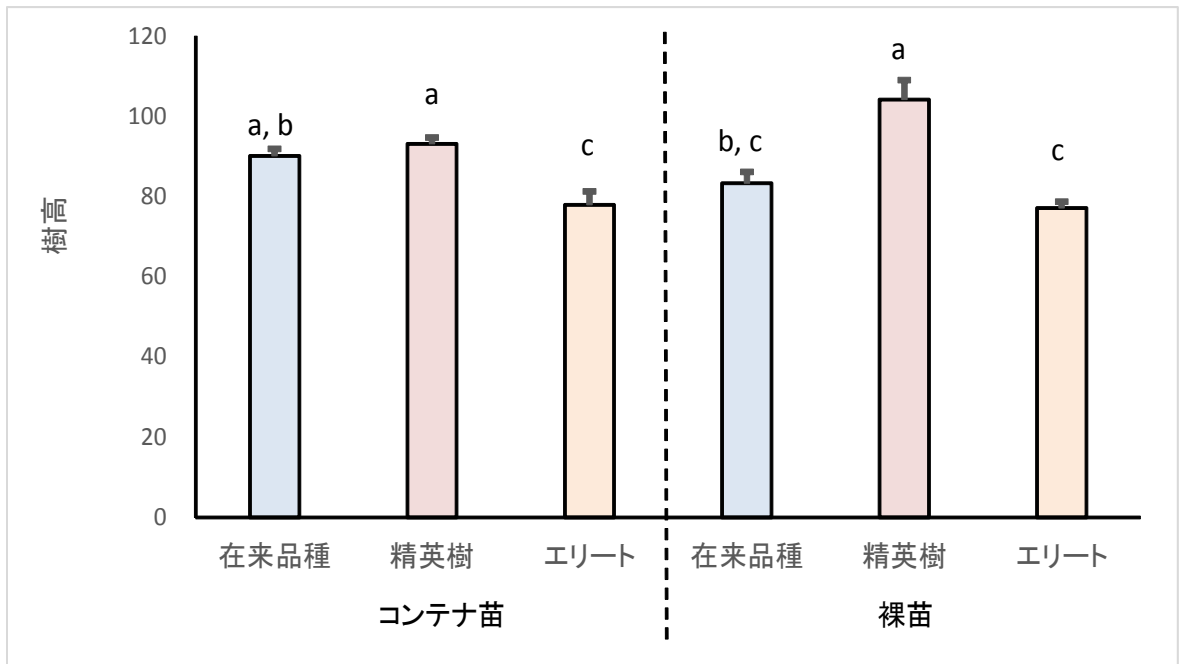


図-6(1)根元（地際）直径



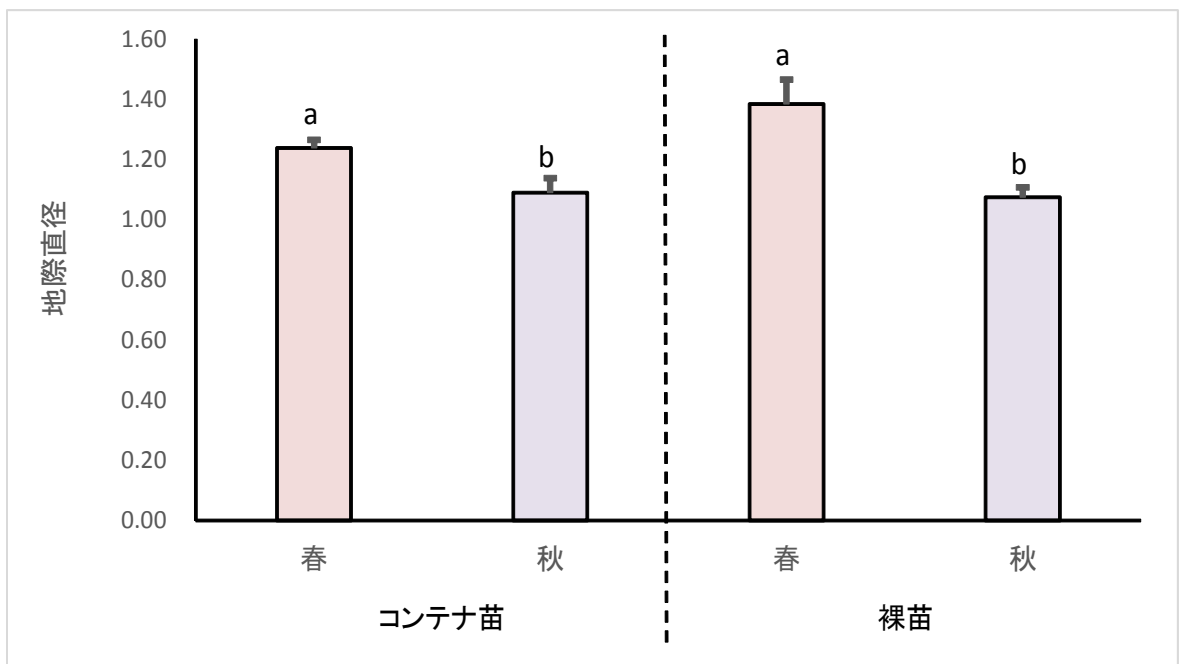
図－6(2) 樹高

根元（地際）直径については、精英樹のコンテナ苗、及び裸苗がともに優位な値となった。また、樹高についても、根元（地際）径と同様に精英樹のコンテナ苗、及び裸苗が優位な結果を示した。同時に在来品種のコンテナ苗も優位な結果を示した。

III 一元配置分散分析対比較結果（精英樹の苗形態と植付時期）

精英樹について、苗形態（コンテナ、裸苗）と植付時期（秋植え、春植え）について一元配置分散分析による対比較を行った。

対比較結果を図－7(1)に根元（地際）直径、図－7(2)に樹高を示した。



図－7(1) 根元（地際）直径

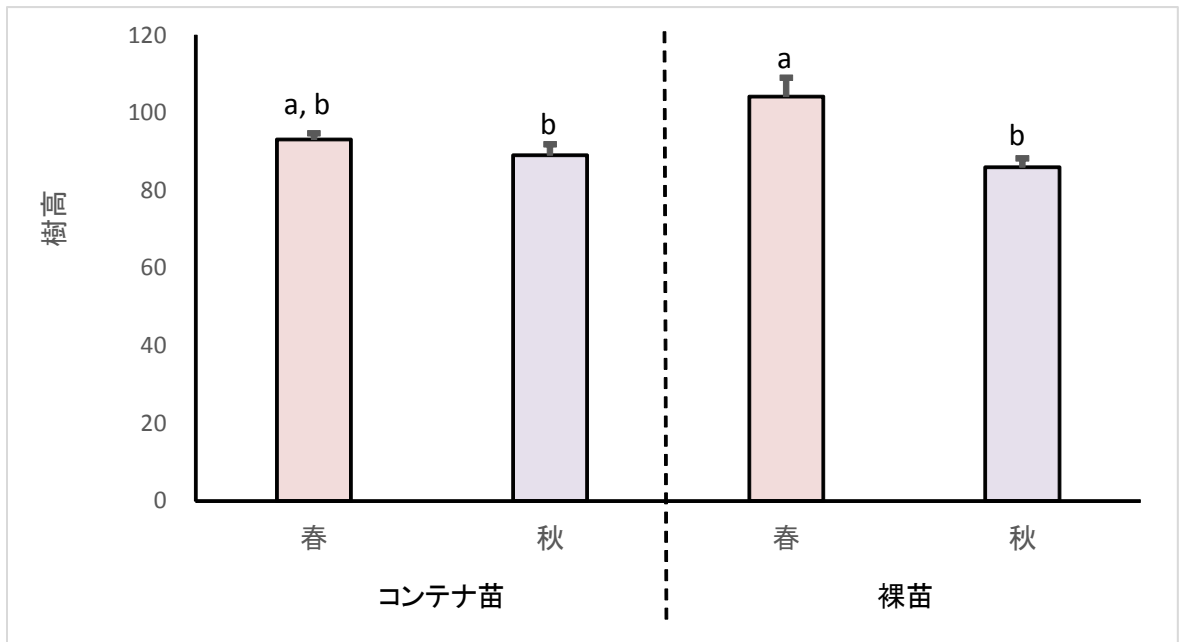


図- 7(2) 樹高

根元（地際）径については、春植えのコンテナ苗、及び裸苗がともに優位な結果となった。樹高についても同様に春植えで優位な結果を示した。

一元配置分散分析の結果についても、前述のとおりエリートツリーの植栽時の樹高（苗高）が、他の2種と比較して著しく小さい状況であったことが原因と考えられた。

IV 成長率による分析結果

今回のエリートツリーの成長量については、植栽時の樹高（苗高）が低い状況にあったが、在来種、精英樹、エリートツリーの成長状況を成長率で比較すると、根元（地際）直径では精英樹が高い傾向となり、樹高ではエリートツリーが高い値を示した。（図- 8(1) (2)）

特にエリートツリーは樹高において2年目に高い成長率を示し、在来種と比較するとその差が顕著に見られた。（図- 8(2)）。

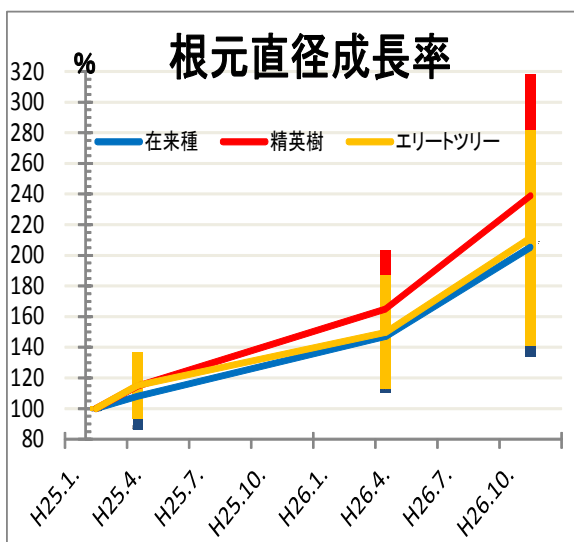


図- 8(1)

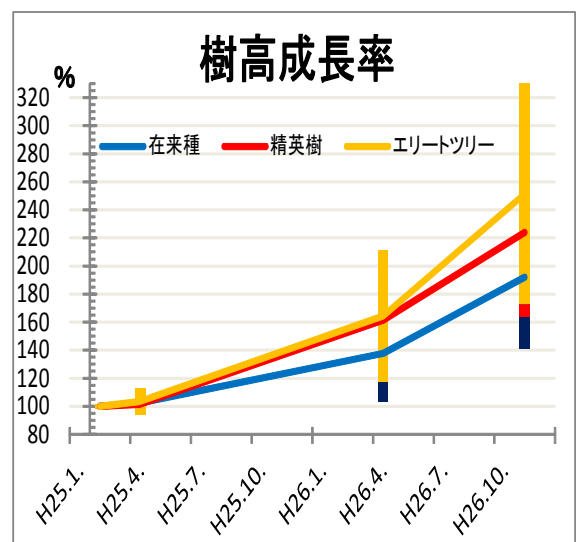


図- 8(2)

さらに、在来種、精英樹、エリートツリーの成長率を、コンテナ苗と裸苗に区分して比較すると、根元（地際）径では精英樹のコンテナ苗が良好であり、樹高ではエリートツリーコンテナ苗の成長率が高い傾向を示した。（図- 9(1) (2)）

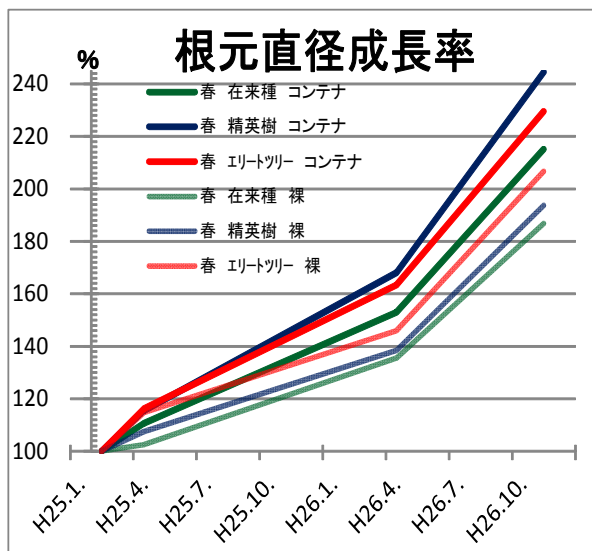


図-9(1)

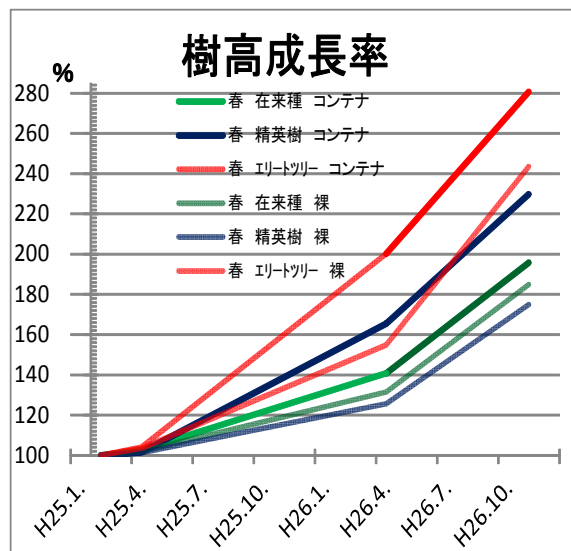


図-9(2)

④ コンテナ苗の倒伏

植栽直後に倒伏したコンテナ苗（写真-2）を調査した結果を別冊「倒伏コンテナより学ぶ」のとおりとりまとめた。

倒伏の有無は形状比と相関が見られ、形状比 60 以下では倒伏する個体が発生せず、形状比 70 を超えると倒伏個体が出現し、形状比が高いほど倒伏個体の割合が増加した。

しかし、植付から時間が経過するほど、倒伏状態が直立する方向へ回復する傾向が見られ、倒伏レベル 2（倒伏 45° 以下）であれば、下刈開始時まで、ほぼ直立の状態となった。

今後、コンテナ苗の生産段階での規格化や、今後同様の倒伏する苗木が発生した際の参考となると考えられる。



写真-2 苗木の倒伏状況

⑤ 発根状況

平成 26 年 2 月にエリートツリー 2 系統、精英樹 2 系統、在来種 1 系統をそれぞれ 2～3 本ずつ掘取調査を行った結果、コンテナ苗は裸苗と比較し根量が多い傾向が見られた（写真-3～7）。

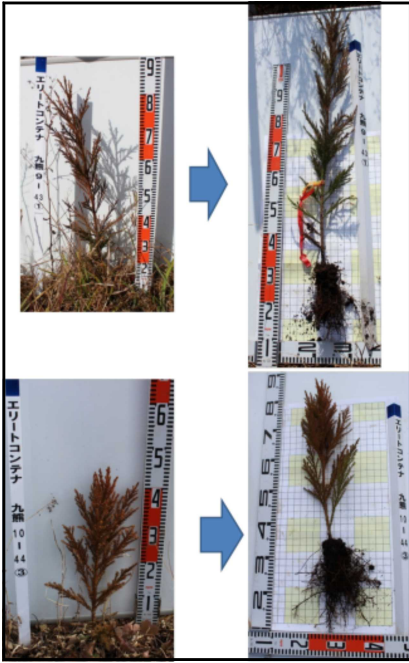


写真-3 エリートツリー (コンテナ苗)

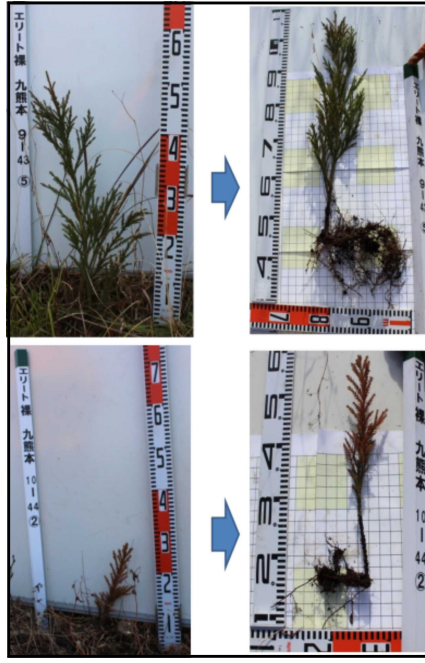


写真-4 エリートツリー (裸苗)

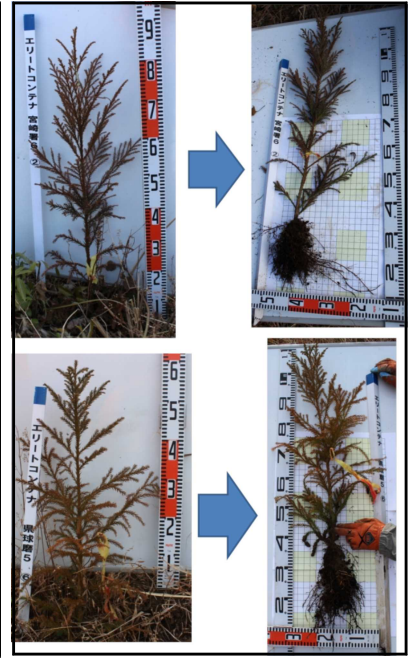


写真-5 精英樹 (コンテナ苗)

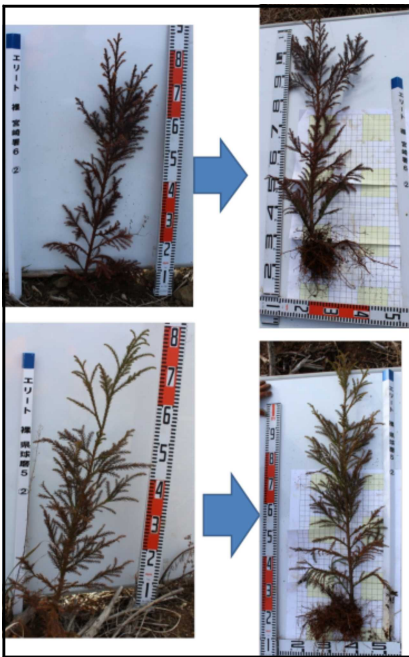


写真-6 精英樹 (裸苗)



写真-7 在来種 (左コンテナ苗 右裸苗)