

《森林技術センター》

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—

【中間報告】



風速計設置状況



試験地下刈実行（現況）

# 技術 開 発 中 間 完 了 報 告

森林技術センター

課 題	46 持続的可能で多様な森林造成技術の開発 <span style="margin-left: 20px;">—小面積帯状伐採と次世代優良苗植栽—</span>				開 発 期 間	平成20年度 ~ 平成29年度											
開 発 箇 所	青井岳国有林 1099ろ、ろ8林小班	担 当 部 署	森林技術センター	共 同 研 究 機 関	森林総合研究所九州支所 林木育種センター九州育種場 宮崎大学農学部	技 術 開 発 目 標	1	特 定 区 域 内 外	○								
開 発 目 的 (数 値 目 的)	<p>公益的機能の高度発揮に最大限考慮しつつ、災害に強く、かつ低コストで木材を安定的に供給する施業体系を確立するため</p> <p>①公益的機能の高度発揮 小面積帯状伐採及び次世代優良苗の低密度植栽・坪刈施業等により早期に森林植生を回復し、土壌流失の抑制など公益的機能に最大限考慮した施業体系を確立する。</p> <p>②災害に強い森づくり 小面積帯状伐採により強風吹き込み抑制効果を高めるとともに、低密度植栽により樹幹長率が高く、重心が低く、耐風性の高い災害に強い森林造成技術を開発する。</p> <p>③低コスト育林技術の開発 ・搬出コストの低減（低コスト作業路網及び小面積帯状伐採の導入）・更新コストの低減（次世代優良苗を活用した低密度植栽の導入と成長促進）・保育コストの低減（次世代優良苗を活用した下刈回数の削減及び坪刈の導入等）により、トータルコストを低減する。</p> <p>数値目標 ①伐採・搬出コスト 10m<sup>3</sup>/人・日以上 ②更新コスト1,500/ha植栽により、50%削減 ③保育コストスギ次世代優良苗の植栽、下刈回数の減2年目と3年目に実施し、50%削減</p>																
実 施 経 過	<p>1 試験地設定 (1) 面積：3.86ha（うち植栽面積1.16ha） (2) 調査プロット設定：プロット1：0.07ha（精英樹：県八女12号他10種76本 普通苗：高岡署1号78本）・プロット2：0.09ha（精英樹：八女12号他10種44本 普通苗：高岡署1号100本）・プロット3：0.32ha（精英樹：県八女12号他10種132本 普通苗：高岡署1号181本）・プロット4：0.28ha（精英樹：県八女12号他10種88本 次世代優良苗：九熊本9-1号他12種110本 普通苗：高岡署1号249本 県試験地植栽木136本）・プロット5：0.26ha（精英樹：県八女12号他10種144本 次世代優良苗：九熊本9-1号他4種32本 普通苗：高岡署1号224本）・プロット6：0.14ha（精英樹：県八女12号他10種44本 次世代優良苗：九熊本9-1号他4種32本 普通苗：高岡署1号66本）合計1,736本 調査対象木は、精英樹11種528本・次世代優良苗13種174本・普通苗1種560本で、合計1,262本</p> <p>2 調査事項 (1) 低コスト化調査：伐採・搬出・作業路作設・更新・保育 (2) 設定時調査：植栽木（樹高（cm単位）・根元径（mm単位）） (3) 成長量調査：植栽木（樹高（cm単位）・根元（胸高）径（mm単位）） (4) 強風後の林分調査</p> <p>3 年度別実施事項</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">年 度</th> <th style="width: 25%;">20年度</th> <th style="width: 25%;">21年度</th> <th style="width: 25%;">22年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">実 施 事 項</td> <td>試験地設定 作業道作設 伐採搬出 地植付 設定時調査 功程調査 試験地表示</td> <td>成長量調査 試験地管理 風向風速計設置</td> <td>下刈 成長量調査</td> </tr> </tbody> </table> <p>4 実施経過 (1) 本課題は、林野庁技術開発重点課題として平成20年度から平成29年度まで取り組むこととしており、全体計画に基づき実行している。 (2) 地植は、坪地植で実施し、4.37人/haの功程で完了した。九州局の請負標準功程と比較して58%で実施することが出来た。 (3) 植付は、1,500本/ha植栽で実施し、8.68人/haの功程で完了した。九州局の1,500本/ha植栽の請負標準功程と比較して49%で実施することが出来た。 (4) 作業道作設は、伐採・搬出の一環としてバックホウで実施した。（実施結果は40.93m/人・日） (5) 集材はグラップルで、玉切はプロセッサにより実施した。（集材の実施結果は、11.33m<sup>3</sup>/人・日） (6) シカ被害を防ぐため、試験地周囲に防鹿ネットを設置した。</p>									年 度	20年度	21年度	22年度	実 施 事 項	試験地設定 作業道作設 伐採搬出 地植付 設定時調査 功程調査 試験地表示	成長量調査 試験地管理 風向風速計設置	下刈 成長量調査
年 度	20年度	21年度	22年度														
実 施 事 項	試験地設定 作業道作設 伐採搬出 地植付 設定時調査 功程調査 試験地表示	成長量調査 試験地管理 風向風速計設置	下刈 成長量調査														
開 発 成 果 等	<p>1 次世代優良苗は、成育良好で下刈回数の削減により、保育コストの低減が期待できる。</p> <p>2 平成22年6月に、第1回目の下刈を実施した結果、全刈で3.3人/ha、坪刈で1.4人/haとなった。請負標準功程と比較した場合、全刈で49%、坪刈で64%労力を削減することができたが、坪地植えによって枝条が残ることにより保育作業等における移動に際し妨げになることが一部見られた。作業方法の坪刈については、筋刈へ変更したほうがよかったのではないかと等の反省点も見られた。 また、6月下刈では実施後の雑灌木等の繁茂が著しく、平成23年度は9月頃に下刈を予定し、成長量を調査・比較することとする。</p> <p>3 今後も、下刈等の功程調査・成長量調査及び強風後の林分調査等を行い、次世代優良苗の形質的な変化や保育コストの低減に関する技術の開発に努める。</p>																

(注) 1 「課題」欄には、技術開発課題名の他に番号を付して記入すること。  
 2 「特定区域内外」欄には、技術開発課題の実施箇所について、特定区域内は「○」、特定区域外は「●」、特定区域内外両方は、「◎」のいずれかを記入すること。  
 3 「開発目的（数値目標）」欄には、開発目的及び削減等について民間事業者が取り入れているコスト等と比較し、できる限り数値を記入すること。  
 4 「技術開発目標」欄には、「九州森林管理局における技術開発目標（九州森林管理局長通達）」の1～5のうち、該当する目標の番号を記入すること。  
 5 「開発成果等」欄には、開発成果やその活用状況、普及状況等について記入すること。  
 6 成果をとりまとめた報告書等については、速やかに提出すること。

持続可能で多様な森林造成技術の開発 【中間報告】

森林技術センター

開発目的

- ①公益的機能の高度発揮
- ②災害に強い森林造成
- ③低コスト育林技術の開発

試験地概要

- ①試験地 面積3.89ha
- ②宮崎県都城市青井岳国有林
- ③植栽樹種等 別表のとおり

調査項目

- ①低コスト化調査
  - ア) 搬出・作業路作設コスト調査(功程調査含む)
  - イ) 更新・保育コスト調査(功程調査含む)
- ②造林木成長量調査
- ③強風後の林分調査



試験地位置図

プロット別内訳

プロット番号	植栽樹種	面積	植栽本数				HA当植栽本数	地拵方法	植栽方法	備考
			次世代	精英樹	普通苗	計				
1	スギ	0.07		76	78	154	2,000本	坪地拵	方型植	次世代植栽なし
2	スギ	0.09		44	100	144	1,500本	坪地拵	方型植	次世代植栽なし
3	スギ	0.32		132	181	313	1,000本	坪地拵	方型植	次世代植栽なし
4	スギ	0.28	110	88	249	447	2,000本	坪地拵	方型植	
5	スギ	0.26	32	144	224	400	1,500本	坪地拵	方型植	
6	スギ	0.14	32	44	66	142	1,000本	坪地拵	方型植	
		1.16	174	528	898	1600				

搬出コスト結果

目標の113%

生産量 715m<sup>3</sup>

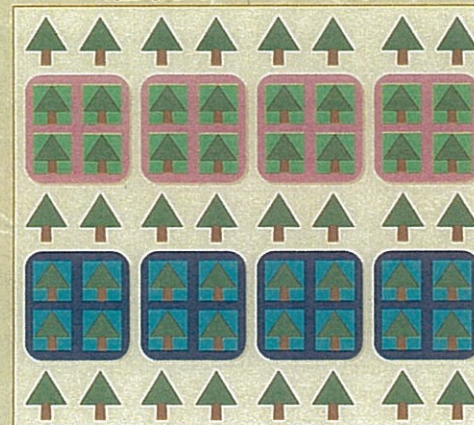
生産性 11.33m<sup>3</sup>/人・日



更新・保育

- ①地拵・・・坪地拵を採用
- ②植付・・・低密度植栽

植栽イメージ図



次世代苗 精英樹苗 通常スギ苗

★1家系4本を一組として植栽。

★次世代苗と精英樹の間には比較対象用として普通苗(少花粉品種)を植栽。

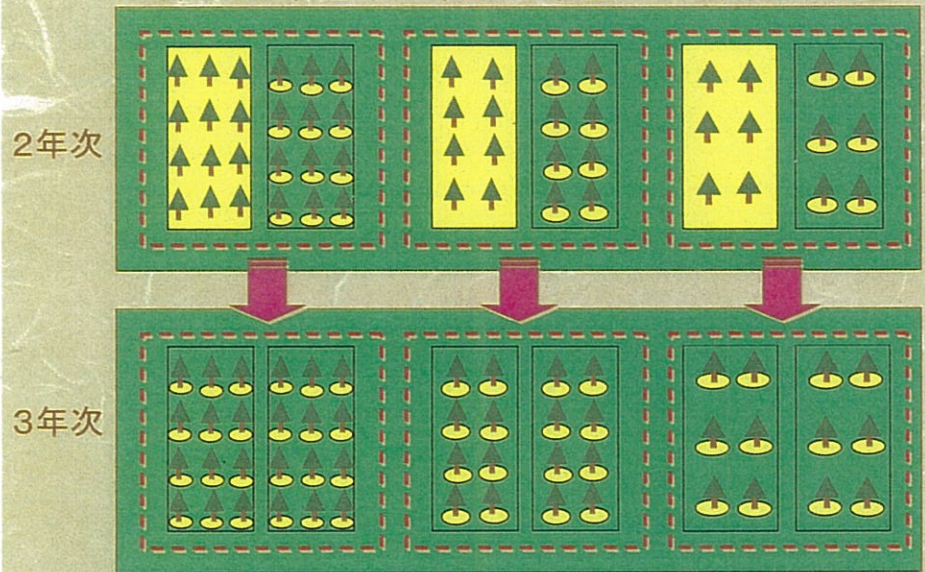
★ha植付本数(植栽間隔)

- ・1,000本(3.2m×3.2m)
- ・1,500本(2.6m×2.6m)
- ・2,000本(2.2m×2.2m)

③下 刈



2,000本区 1,500本区 1,000本区



更新・保育コスト結果

地 拵... (標準10.5人/HA)

4.37人/HA → 58%削減

植 付... (標準17.1人/HA)

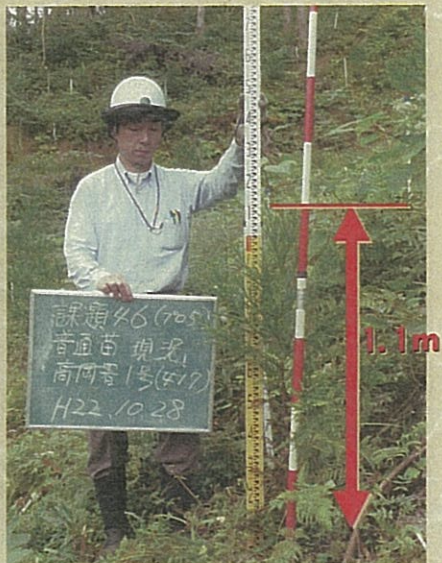
8.68人/HA → 49%削減

下 刈(6月実施)... (標準5.2/HA・坪刈と全刈の平均)

2.4人/HA → 54%削減

功程向上の理由等 植栽本数を平均1,500本としたことによるものが最も大きいと思われる。特に地拵は植栽本数が少ない上に、植栽箇所のみ部分的に行うことによって功程が向上したものと考えられるが、枝条の量が多い箇所等はその後の保育作業での移動等に支障となる場合も考えられる。下刈の坪刈は植栽本数が少ないことから、植栽木間の移動に支障をきたすことが見られた。標準人工数は多いが筋刈の実行が適正かと思われる。

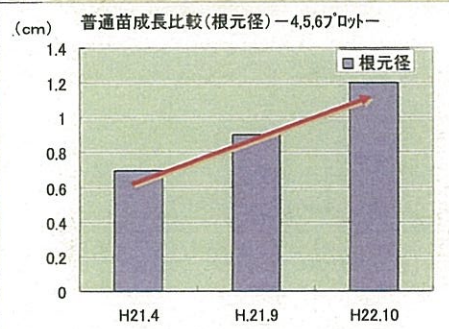
普通苗(小花粉スギ高岡署1号)現況(22.10.28)



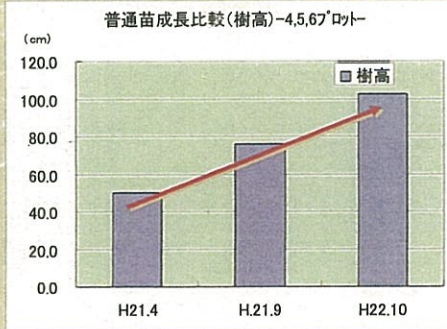
成長データ

普通苗(高岡署1号)成長状況

(根元径)

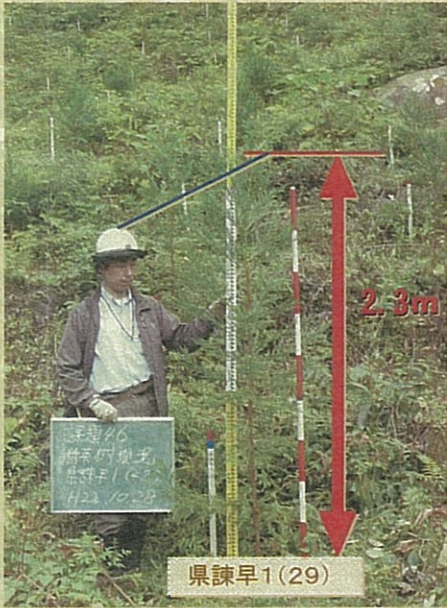


(樹高)



・春先に霜害を受けたが枯損にはいならず順調に成長

## 精英樹現況 (22.10.28)

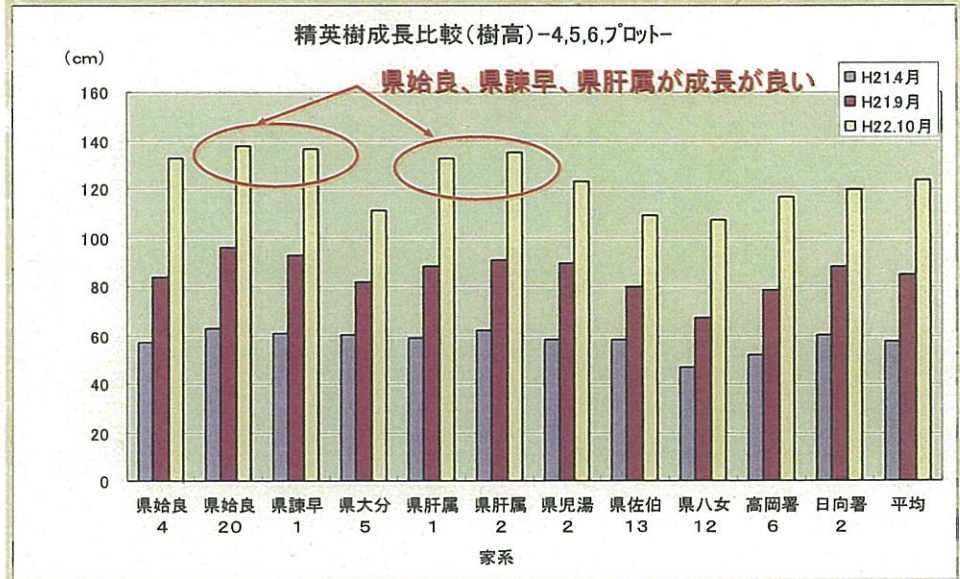


県諫早1(29)



県諫早1(30)

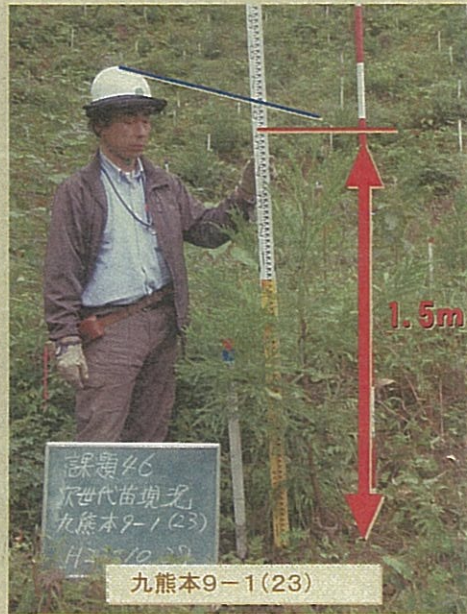
## 精英樹家系別成長比較



## 次世代優良苗(九熊本9-1)現況 (22.10.28)

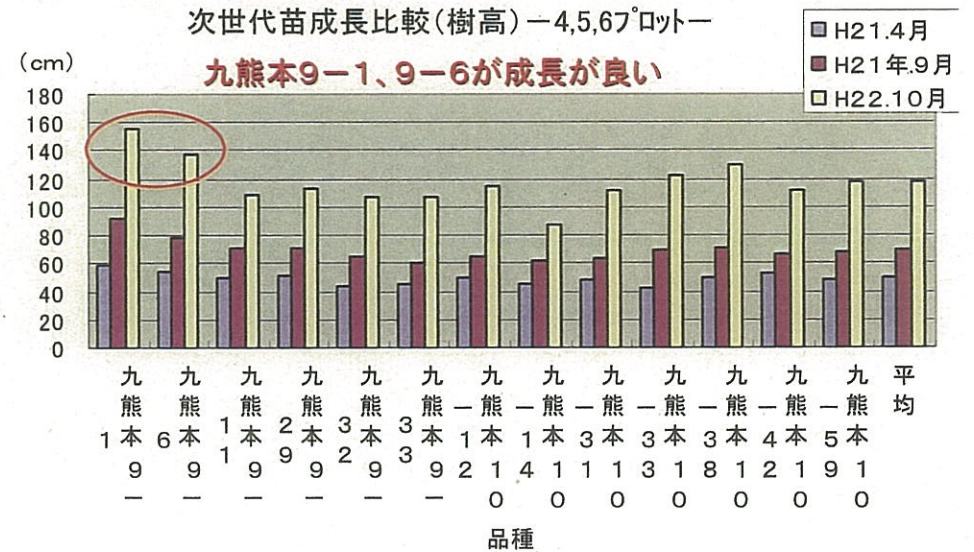


九熊本9-1(20)



九熊本9-1(23)

## 次世代優良苗家系別成長比較



#### 開発成果等

- 1... 次世代優良苗は生育良好で保育コストの低減が期待できる。
- 2... 今回下刈(坪刈・全刈)を6月に実施した結果、全刈で3.3人/haで、坪刈で1.4人/haとなった。  
請負標準工期と比較した場合、全刈で49%・坪刈で64%削減することができたが、坪地拵によって枝条が残ることにより保育作業等における移動に際し妨げになることが見られた。  
作業方法の坪刈については筋刈へ変更したほうがよかったのではないか等の反省点も見られた。  
また、6月下刈では、その後の雑灌木等の繁茂が著しく、来年度は9月頃実施し、成長量を比較することとしたい。
- 3... 今後、成長量や形質的な変化等について経過を観察し、次世代優良苗の形質的な変化や保育コストの低減に関する技術開発に努める。
- 4... これらを通じて公益的機能が高く、木材を低コストで安定的に供給できる施業体系を確立していきたい。

# 技術開発実施報告・計画

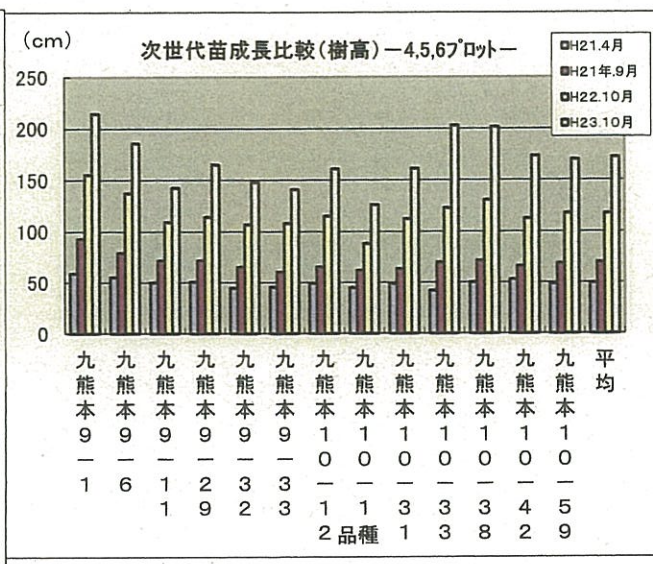
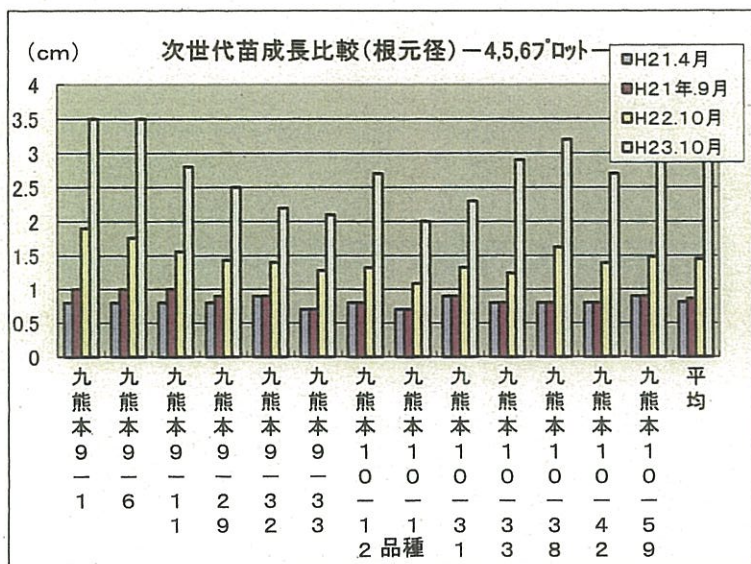
様式 2

森林技術センター

課 題	46 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）				開 発 期 間	平成20年度～平成29年度			
開 発 箇 所	青井岳国有林 1099ろ、ろ8林小班	担 当 部 署	森林技術センター	共 同 研 究 機 関	総研九州支所・九州育種場・宮大農学部	技 術 開 発 標 目	1	特 定 区 域 内 外	○
開 発 目 的 (数 値 目 的)	<p>公益的機能の高度発揮に最大限配慮しつつ、災害に強く、かつ低コストで木材を安定的に供給する施業体系を確立するため、</p> <p>①公益的機能の高度発揮 小面積帯状伐採及び次世代優良苗の低密度植栽・坪刈施業等により早期に森林植生を回復し、土壌流失の抑制など公益的機能に最大限配慮した施業体系を確立する。</p> <p>②災害に強い森林づくり 小面積帯状伐採により強風吹き込み抑制効果を高めるとともに、低密度植栽により樹冠長率が高く、重心が低く、耐風性の高い災害に強い森林造成技術を開発する。</p> <p>③低コスト育林技術の開発 ・搬出コストの低減（低コスト作業路網及び小面積帯状伐採の導入）・更新コストの低減（次世代優良苗を活用した低密度植栽の導入と生長促進）・保育コストの低減（次世代優良苗を活用した下刈回数の削減及び坪刈の導入等）により、トータルコストを低減する。</p>								
年 度 別 実 施 報 告	23年度 実 施 報 告				24年度 実 施 計 画 書				
	実 施 内 容				普 及 指 導				
<p>平成20年度 ①試験地設定②伐採・搬出③低コスト作業路作設④地柵⑤植付⑥低コスト化調査⑦試験地管理⑧試験地表</p> <p>H21年度 ①成長量調査②試験地管理③風向風速計設置</p> <p>H22年度 ①下刈②成長量調査③試験地管理④風向風速調査</p>	<p>1 下刈 (6月実行) 人工数：19人</p> <p>2 つる切 (7月実行) 人工数：8人</p> <p>3 成長量調査 (11月実行) 人工数：11人</p> <p>4 風向・風速調査</p> <p>5 試験地管理：39人 (シカネット点検・修理13人) (その他：26人)</p>				<p>1 引き続き、植栽木の成長量、保育コスト調査、強風後の林況調査を実施しデータ収集に努める。特に次世代苗の成長量等については、関係機関との連携を図りながら、データを蓄積する。</p>		<p>1 成長量調査（植栽木の樹高・根元径）</p> <p>2 試験地管理 試験地のプロットや調査木の適切な管理や、管理歩道等の整備を行う。</p>		
技術開発委員会における意見									

課題46

	根元径				樹高				
	H21.4月	H21年.9月	H22.10月	H23.10月	H21.4月	H21年.9月	H22.10月	H23.10月	
九熊本9-	0.8	1.0	1.9	3.5	九熊本9-	59	93	155	214
九熊本9-	0.8	1.0	1.8	3.5	九熊本9-	55	79	137	186
九熊本9-	0.8	1.0	1.6	2.8	九熊本9-	50	72	109	143
九熊本9-	0.8	0.9	1.4	2.5	九熊本9-	51	72	114	165
九熊本9-	0.9	0.9	1.4	2.2	九熊本9-	45	65	107	148
九熊本9-	0.7	0.7	1.3	2.1	九熊本9-	46	60	108	141
九熊本10	0.8	0.8	1.3	2.7	九熊本10	49	65	115	161
九熊本10	0.7	0.7	1.1	2.0	九熊本10	45	62	88	126
九熊本10	0.9	0.9	1.3	2.3	九熊本10	49	63	112	161
九熊本10	0.8	0.8	1.2	2.9	九熊本10	42	70	123	203
九熊本10	0.8	0.8	1.6	3.2	九熊本10	50	71	131	201
九熊本10	0.8	0.8	1.4	2.7	九熊本10	53	66	113	173
九熊本10	0.9	0.9	1.5	3.0	九熊本10	49	69	117	170
平均	0.8	0.9	1.4	2.9	平均	49	70	118	172



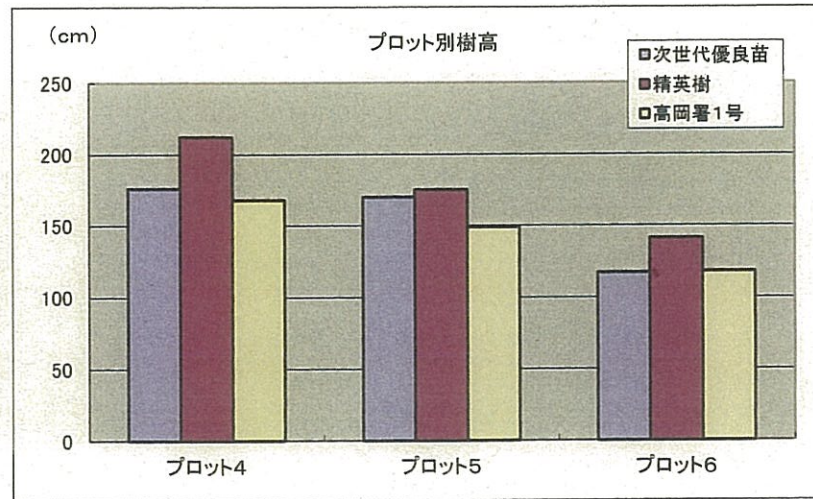
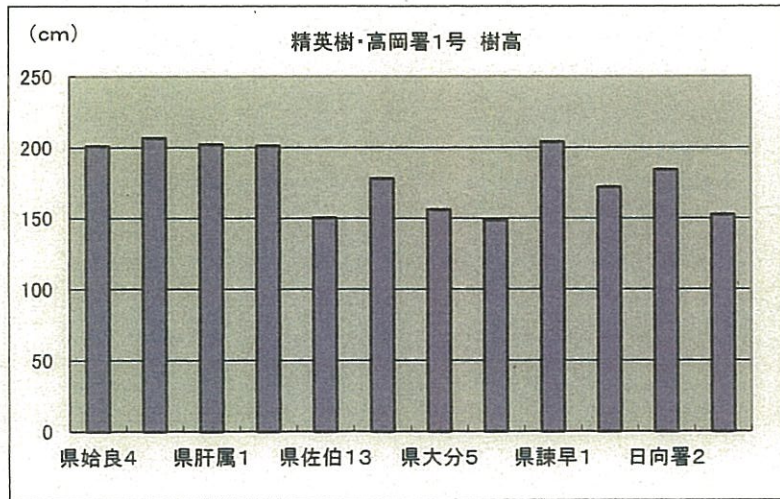


課題46

	樹高(cm)
県始良4	201
県始良20	207
県肝属1	202
県肝属2	201
県佐伯13	150
県児湯2	178
県大分5	156
県八女12	149
県諫早1	204
高岡署6	172
日向署2	184
高岡署1号	152

プロット別樹高比較

	プロット4	プロット5	プロット6
次世代優良	176	170	117
精英樹	212.0	175.0	141.0
高岡署1号	168	149	118



課題46



プロット4 下刈後



プロット5 下刈後



プロット6 下刈後

課題46



九熊本9-1 H23.11



県諫早 H23.11



プロット5 崩壊地



プロット2 崩壊地

技術開発実施報告・計画

森林技術・支援センター

課 題	4 6 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）			開発期間	平成20年度 ～ 平成29年度		
開発箇所	青井岳国有林 1099ろ,ろ8林小班	担当部署	森林技術・ 支援センター	共同研究機関	森林総合研究所 九州支所 育種センター 九州育種場 宮崎大学	技術開発 目 標	1
開発目的 (数値目標)	<p>公益的機能の高度発揮に最大限配慮しつつ、災害に強く、かつ低コストで木材を安定的に供給する施業体系を確立する。</p> <p>①公益的機能の高度発揮 小面積帯状伐採及び次世代優良苗の低密度植栽・坪刈施業等により早期に森林植生を回復し、土壌流失の抑制など公益的機能に最大限配慮した施業体系を確立する。</p> <p>②災害に強い森林づくり 小面積帯状伐採により強風吹き込み抑制効果を高めるとともに、低密度植栽により樹冠長率が高く、重心が低く、耐風性の高い災害に強い森林造成技術を開発する。</p> <p>③低コスト育林技術の開発 搬出コストの低減（低コスト作業路網及び小面積帯状伐採の導入）・更新コストの低減（次世代優良苗を活用した低密度植栽の導入と生長促進）・保育コストの低減（次世代優良苗を活用した下刈回数の削減及び坪刈の導入等）により、トータルコストを低減する。</p>						
年度別実施報告	平成24年度 実施報告				平成25年度 実施計画書		
	実施内容		普及指導		1 下刈（全刈） 7月予定 1.46 ha		
平成20年度 ①試験地設定②伐採・搬出・低コスト作業路作設③地拵・植付④低コスト化調査⑤試験地管理 平成21年度 ①成長量調査②試験地管理③風向風速計設置 平成22年度 ①下刈②成長量調査③試験地管理④風向風速調査 平成23年度 ①下刈②つる切③成長量調査④風向風速調査⑤試験地管理（シカネット点検修理等）	1 成長量調査（植栽木の樹高・根元径）  2 試験地管理 シカネット点検補修及び試験地調査プロットや調査木の適切な管理や、管理歩道等の整備を行った。		引き続き、植栽木の成長量、保育コスト調査、強風後の林況調査を実施しデータ収集に努める。 特に次世代苗の成長量等については、関係機関との連携を図りながら、データを蓄積する。		2 試験地管理 試験地のプロットや調査木の適切な管理や、管理歩道等の整備を行う。		
技術開発委員会における意見							

- (注) 1 「課題」欄には、技術開発課題名の他に番号を付して記入すること。  
 2 「技術開発目標」欄には、「九州森林管理局における技術開発目標（九州森林管理局長通達）」の3（1）～（3）のうち、該当する目標の番号を記入すること。  
 3 「技術開発委員会における意見」欄には、技術開発委員会における意見を記入すること。

技術開発実施報告・計画

森林技術・支援センター

課題	46 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）			開発期間	平成 20 ～ 29 年度		
開発箇所	青井岳国有林 1099 ろ、ろ 8 林小班	担当部署	森林技術・ 支援センター	共同研究機関	森林総合研究所 九州育種場 宮 崎大学	技術開発 目 標	(1)
開発目的 (数値目標)	<p>公益的機能の高度発揮に最大限配慮しつつ、災害に強く、かつ低コストで木材を安定的に供給する施業体系を確立する。</p> <p>1) 公益的機能の高度発揮 小面積帯状伐採及び次世代優良苗の低密度植栽・坪刈施業等により早期に森林植生を回復し、土壌流失の抑制など公益的機能に最大限配慮した施業体系を確立する。</p> <p>2) 災害に強い森林づくり 小面積帯状伐採により強風吹き込み抑制効果を高めるとともに、低密度植栽により樹冠長率が高く、重心が低く、耐風性の高い災害に強い森林造成技術を開発する。</p> <p>3) 低コスト育林技術の開発 搬出コストの低減（低コスト作業路網及び小面積帯状伐採の導入）・更新コストの低減（次世代優良苗を活用した低密度植栽の導入と生長促進）・保育コストの低減（次世代優良苗を活用した下刈回数の削減及び坪刈の導入等）により、トータルコストを低減する。</p>						
年度別実施報告	平成 25 年度 実施報告				平成 26 年度 実施計画書		
	実施内容	普及指導					
<p>H20 年度①試験地設定②伐採・搬出・低コスト作業路作設③地拵・植付④低コスト化調査⑤試験地管理</p> <p>H21 年度①成長量調査②試験地管理③風向風速計設置</p> <p>H22 年度①下刈②成長量調査③試験地管理④風向風速調査</p> <p>H23 年度①下刈②つる切③成長量調査④風向風速調査⑤試験地管理（シカネット点検修理等）</p> <p>H24 年度①成長量調査②試験地管理（シカネット点検修理等）</p>	<p>1) 下刈：(6月全刈)（請負実行）</p> <p>2) 成長量調査</p> <p>3) 植栽木の生育状況等 ・植栽木は順調な生育を示している。 ・次世代優良苗（エリートツリー）は高岡署 1 号と比較すると優れた成長量を示している。 しかし、個体毎に成長の良いものと悪いものの差が大きいことから、平均値としては第一世代精英樹の成長量が大きくなっている。これは採穂の母樹が少なく穂木の優劣から発生しているものと思われる。このことが解消されれば第一世代を上回る成長を示すものと思われる。 ・次世代優良苗は、植栽から 3 年目で 150 cm を超える成長を示していることから下刈回数削減が期待される。</p>	<p>1) 今年度、これまでの試験結果等を参考にとりまとめ発表した「今後の低コスト再造林への提案」において、次世代優良苗（エリートツリー）の成長状況等について当該試験結果を反映し発表した。</p>		<p>1) 成長量調査（計画外であるが、採穂を行う可能性があることから、実行前に生育状況のデータを取る）</p> <p>2) 試験地管理</p>			
技術開発委員会における意見	【平成 25 年度技術開発委員会】 特になし。						

# 技術開発完了報告

森林技術・支援センター

課 題	46 持続的・多様な森林造成技術の開発 一 小面積帯状伐採と次世代優良苗植栽一				開 発 期 間	平成20年度～平成29年度 (平成27年度繰上完了)																			
開 発 箇 所	青井岳国有林 1099ろ、ろ 8林小班	担 当 部 署	森林技術・支援センター	共 同 研 究 機 関	森林総合研究所九州支所 林木育種センター九州育種場 宮崎大学農学部	技 術 開 発 目 標	1																		
開 発 目 的 (数 値 目 的)	<p>公益的機能の高度発揮に最大限考慮しつつ、災害に強く、かつ低コストで木材を安定的に供給する施業体系を確立するため</p> <p>①公益的機能の高度発揮 小面積帯状伐採及び次世代優良苗の低密度植栽・坪刈施業等により早期に森林植生を回復し、土壌流失の抑制など公益的機能に最大限考慮した施業体系を確立する。</p> <p>②災害に強い森づくり 小面積帯状伐採により強風吹き込み抑制効果を高めるとともに、低密度植栽により樹幹長率が高く、重心が低く、耐風性の高い災害に強い森林造成技術を開発する。</p> <p>③低コスト育林技術の開発 ・搬出コストの低減（低コスト作業路網及び小面積帯状伐採の導入）・更新コストの低減（次世代優良苗を活用した低密度植栽の導入と成長促進）・保育コストの低減（次世代優良苗を活用した下刈回数削減及び坪刈の導入等）により、トータルコストを低減する。</p> <p>[数値目標] ①伐採・搬出コスト10m<sup>3</sup>/人・日以上 ②更新コスト1,500/ha植栽により、50%削減 ③保育コストスギ次世代優良苗の植栽、下刈回数の減2年目と3年目に実施し、50%削減</p>																								
実 施 経 過	<p>1 試験地設定 (1) 面積：3.86ha (うち植栽面積1.16ha) (2) 調査プロット設定： ・プロット1：0.07ha (精英樹：県八女12号他10種76本、普通苗：高岡署1号78本) ・プロット2：0.09ha (精英樹：県八女12号他10種44本、普通苗：高岡署1号100本) ・プロット3：0.32ha (精英樹：県八女12号他10種132本、普通苗：高岡署1号181本) ・プロット4：0.28ha (精英樹：県八女12号他10種88本、次世代優良苗：九熊本9-1号他12種110本、普通苗：高岡署1号249本 県試験地植栽木136本) ・プロット5：0.26ha (精英樹：県八女12号他10種144本、次世代優良苗：九熊本9-1号他4種32本、普通苗：高岡署1号224本) ・プロット6：0.14ha (精英樹：県八女12号他10種44本、次世代優良苗：九熊本9-1号他4種32本、普通苗：高岡署1号66本) 合計1,736本 調査対象木は、精英樹11種528本、次世代優良苗13種174本、普通苗1種560本、合計1,262本</p> <p>2 調査事項 (1) 低コスト化調査：伐採・搬出・作業路作設・更新・保育 (2) 設定時調査：植栽木 (樹高(cm単位)・根元直径(mm単位)) (3) 成長量調査：植栽木 (樹高(cm単位)・根元直径(mm単位)) (4) 強風後の林分調査</p> <p>3 年度別実施事項</p> <table border="1" data-bbox="436 933 1832 1141"> <thead> <tr> <th>年 度</th> <th>20年度</th> <th>21年度</th> <th>22年度</th> <th>23年度</th> <th>24年度</th> <th>25年度</th> <th>26年度</th> <th>27年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>実施事項</td> <td>試験地設定 作業道作設 伐採搬出 地拵植付 設定時調査 工程調査 試験地表示</td> <td>成長量調査 試験地管理 風向風速計設置</td> <td>下刈 つる切 成長量調査</td> <td>下刈</td> <td>下刈</td> <td>下刈</td> <td>成長量調査</td> <td>成長量調査</td> </tr> </tbody> </table> <p>4 実施結果 (1) 本課題は、林野庁技術開発重点課題として、平成20年度から平成29年度(平成27年度繰上完了)の間、全体計画に基づき実行した。 (2) 地拵は、坪地拵で実行し4.37人/haの功程で完了した。九州局請負標準功程と比較して58%で実施することが出来た。 (3) 植付は、1,500本/ha植栽(平均)で実施し、8.68人/haの功程で完了した。九州局の1,500本/ha植栽の請負標準功程と比較して49%で実施することが出来た。 (4) 作業道作設は、伐採・搬出の一環としてバックホウで実施した結果、40.93m/人・日となった。 (5) 集材はグラップルで、玉切はプロセッサにより実施した結果、11.33m<sup>3</sup>/人・日となった。 (6) シカ被害を防止のため試験地周囲に防鹿ネットを設置した。 (7) 下刈はプロットを二つに区分して、全刈と坪刈で実施し、H22実施結果では、九州局請負標準功程と比較して約44%で実施することが出来た。H23の全刈箇所では、ha当たり3.6人で約44%のコスト削減となり、坪刈箇所(プロット4)では、ha当たり1.8人で約54%のコスト削減となった。 (8) 強風吹き込み抑制効果調査では、皆伐造林地で平均風速1.07m、最大風速17.3mと大きくなり、各月の平均風速・最大風速でも、プロット4より皆伐造林地で大きくなった。 (9) 造林木の成長状況は、密度別の成長推移では、2成長期(H22.10)経過時よりプロット4.5で肥大成長の差が発生し、7成長期(H27.8)時では他プロットとの成長差が大きくなった。上長成長においても、肥大成長と同様にプロット4.5で成長差が大きくなった。品種別では、プロット5のエリートツリーで良好な肥大成長及び上長成長が見られ、プロット4では精英樹に良好な成長が見られた。また、比較対照木との成長比較で見ると、プロット1,2,3では、肥大成長及び上長成長ともに精英樹で値が大きく、プロット4,5,6では、肥大成長・上長成長ともに成長差はなかった。</p>							年 度	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	実施事項	試験地設定 作業道作設 伐採搬出 地拵植付 設定時調査 工程調査 試験地表示	成長量調査 試験地管理 風向風速計設置	下刈 つる切 成長量調査	下刈	下刈	下刈	成長量調査	成長量調査
年 度	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度																	
実施事項	試験地設定 作業道作設 伐採搬出 地拵植付 設定時調査 工程調査 試験地表示	成長量調査 試験地管理 風向風速計設置	下刈 つる切 成長量調査	下刈	下刈	下刈	成長量調査	成長量調査																	

<p>開発成果等</p>	<p>1 森林植生の回復        下刈を坪刈りで実施することで無植栽箇所への早期の植生回復が期待できるが、低密度に植栽した場合、高密度植栽と比較し植栽本数が少なため樹冠閉鎖に時間を要すると考えられるため、肥大成長及び上長成長が優れた品種（系統）を選定植栽し、適切な施業を実施することで森林植生の早期回復が期待できる。</p> <p>2 森林造成技術        強風の吹き込みによる造林木への影響は、小面積伐採箇所で抑制効果が高いことが確認できた。        造林木の成長状況では、1,500本/ha・2,000本/ha植栽箇所で良好な品種（系統）が見られたが、植栽密度の違いによる成長差は見られていない。</p> <p>3 低コスト育林技術        高性能林業機械と低コスト作業路の組み合わせにより、生産性を向上させることができ、素材生産が完了した後、早期に地拵えに着手し低密度の植栽で植付にかかるコストを抑えることができる。また、エリートツリー等優良品種苗を活用することで下刈コストの削減も可能と考えられた。</p> <p>今回の試験結果より、小面積伐採では植栽する造林木に与える影響が小さく、植栽密度の違いによる造林木の成長差は見られなかった。また、エリートツリー等優良品種苗の活用で造林コストの削減が期待できる。今後は、コンテナ苗を活用した一貫作業システムの早期確立と優良品種苗を活用した低コスト造林を実証し、地域に適応した品種・系統の普及に取り組む考えである。</p>
--------------	--

- (注) 1 「課題」欄には、技術開発課題名の他に番号を付して記入すること。  
 2 「特定区域内外」欄には、技術開発課題の実施箇所について、特定区域内は「○」、特定区域外は「●」、特定区域内外両方は、「◎」のいずれかを記入すること。  
 3 「開発目的（数値目標）」欄には、開発目的及び削減等について民間事業者が取り入れているコスト等と比較し、できる限り数値を記入すること。  
 4 「技術開発目標」欄には、「九州森林管理局における技術開発目標（九州森林管理局長通達）」の1～5のうち、該当する目標の番号を記入すること。  
 5 「開発成果等」欄には、開発成果やその活用状況、普及状況等について記入すること。  
 6 成果をとりまとめた報告書等については、速やかに提出すること。

# 技術開発完了報告

森林技術・支援センター

<p>課題</p>	<p>46 持続的可能で多様な森林造成技術の開発 一 小面積帯状伐採と次世代優良苗植栽一</p>				<p>開発期間</p>	<p>平成20年度～平成29年度 (平成27年度繰上完了)</p>																				
<p>開発箇所</p>	<p>青井岳国有林 1099ろ、ろ 8林小班</p>	<p>担当部署</p>	<p>森林技術・支援センター</p>	<p>共同研究 機</p>	<p>森林総合研究所九州支所 林木育種センター九州育種場 宮崎大学農学部</p>	<p>技術開発 目</p>	<p>1</p>																			
<p>開発目的 (数値目的)</p>	<p>公益的機能の高度発揮に最大限考慮しつつ、災害に強く、かつ低コストで木材を安定的に供給する施業体系を確立するため                  ①公益的機能の高度発揮                  小面積帯状伐採及び次世代優良苗の低密度植栽・坪刈施業等により早期に森林植生を回復し、土壌流失の抑制など公益的機能に最大限考慮した施業体系を確立する。                  ②災害に強い森づくり                  小面積帯状伐採により強風吹き込み抑制効果を高めるとともに、低密度植栽により樹幹長率が高く、重心が低く、耐風性の高い災害に強い森林造成技術を開発する。                  ③低コスト育林技術の開発                  ・搬出コストの低減（低コスト作業路網及び小面積帯状伐採の導入）・更新コストの低減（次世代優良苗を活用した低密度植栽の導入と成長促進）・保育コストの低減（次世代優良苗を活用した下刈回数削減及び坪刈の導入等）により、トータルコストを低減する。                  【数値目標】 ①伐採・搬出コスト10m<sup>3</sup>/人・日以上 ②更新コスト1,500/ha植栽により、50%削減 ③保育コストスギ次世代優良苗の植栽、下刈回数の減2年目と3年目に実施し、50%削減</p>																									
<p>実施経過</p>	<p>1 試験地設定                  (1) 面積: 3.86ha (うち植栽面積1.16ha)                  (2) 調査プロット設定:                  ・プロット1: 0.07ha (精英樹: 県八女12号他10種76本、普通苗: 高岡署1号78本)                  ・プロット2: 0.09ha (精英樹: 八女12号他10種44本、普通苗: 高岡署1号100本)                  ・プロット3: 0.32ha (精英樹: 県八女12号他10種132本、普通苗: 高岡署1号181本)                  ・プロット4: 0.28ha (精英樹: 県八女12号他10種88本、次世代優良苗: 九熊本9-1号他12種110本、普通苗: 高岡署1号249本 県試験地植栽木136本)                  ・プロット5: 0.26ha (精英樹: 県八女12号他10種144本、次世代優良苗: 九熊本9-1号他4種32本、普通苗: 高岡署1号224本)                  ・プロット6: 0.14ha (精英樹: 県八女12号他10種44本、次世代優良苗: 九熊本9-1号他4種32本、普通苗: 苗高岡署1号66本) 合計1,736本                  調査対象木は、精英樹11種528本、次世代優良苗13種174本、普通苗1種560本、合計1,262本</p> <p>2 調査事項                  (1) 低コスト化調査: 伐採・搬出・作業路作設・更新・保育                  (2) 設定時調査: 植栽木 (樹高 (cm単位)・根元直径 (mm単位))                  (3) 成長量調査: 植栽木 (樹高 (cm単位)・根元直径 (mm単位))                  (4) 強風後の林分調査</p> <p>3 年度別実施事項</p> <table border="1" data-bbox="448 925 1825 1133"> <thead> <tr> <th>年度</th> <th>20年度</th> <th>21年度</th> <th>22年度</th> <th>23年度</th> <th>24年度</th> <th>25年度</th> <th>26年度</th> <th>27年度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>実施事項</td> <td>試験地設定 作業路作設 伐採搬出 地拵植付 設定時調査 功程調査 試験地表示</td> <td>成長量調査 試験地管理 風向風速計設置</td> <td>下刈 つる切 成長量調査</td> <td>下刈</td> <td>下刈</td> <td>下刈</td> <td>成長量調査</td> <td>成長量調査</td> </tr> </tbody> </table> <p>4 実施結果                  (1) 本課題は、林野庁技術開発重点課題として、平成20年度から平成29年度（平成27年度繰上完了）の間、全体計画に基づき実行した。                  (2) 地拵は、坪地拵で実行し4.37人/haの功程で完了した。九州局請負標準功程と比較して58%で実施することが出来た。                  (3) 植付は、1,500本/ha植栽（平均）で実施し、8.68人/haの功程で完了した。九州局の1,500本/ha植栽の請負標準功程と比較して49%で実施することができた。                  (4) 作業道作設は、伐採・搬出の一環としてバックホウ (0.2m<sup>3</sup>) で実施した結果、40.93m<sup>3</sup>/人・日となった。                  (5) 集材はグラブで、玉切はプロセッサで、運材はフォワーダにより実施した結果、11.33m<sup>3</sup>/人・日となった。                  (6) シカ被害を防止するため試験地周囲に防護ネットを設置した。                  (7) 下刈はプロットを二つに区分して、全刈と坪刈で実施し、H22実施結果では、九州局請負標準功程と比較して約44%で実施することが出来た。H23の全刈箇所では、ha当たり3.6人で約44%のコスト削減となり、坪刈箇所（プロット4）では、ha当たり1.8人で約54%のコスト削減となった。                  (8) 強風吹き込み抑制効果調査では、台風通過時の風速で全ての時間帯において皆伐造林地で観測値が大きくなり、風向では、皆伐造林地は南東方向の連続した時間帯が見られ、小面積箇所では東南東・南南東方向からの吹き込みが多かったが、各方向に分散している傾向が見られた。地況・林況を同条件とした検証結果では、皆伐箇所より帯状小面積伐採箇所が強風の吹き込みが抑制され、造林木に与える影響が抑えられると考えられた。                  (9) 造林木の成長状況は、プロット毎の立地条件が異なるため、まず、成長過程において密度の影響を受けにくい上層樹高（上位5%の平均樹高）を使い、全てのプロットに共通する比較対照木の上層樹高を使用し立地の影響を検討した。その結果、各プロットで数値に大きな差が見られ立地の影響が非常に強い結果となったことから、成長状況の分析をプロット毎の品種別により実施した。品種別の成長状況では、プロット1,2,3では、肥大成長及び上長成長ともに精英樹で値が大きく、更に、プロット4,5,6について詳しく分析すると、プロット4では、肥大成長・上長成長ともに精英樹で有意差が見られ、プロット5では、肥大成長・上長成長ともにエリートツリーで有意差が見られた。プロット6では、品種別の有意差は見られなかった。                  今回の試験地においては、立地が成長に大きく影響した結果となったため、密度別の比較は難しかった。</p>								年度	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度	実施事項	試験地設定 作業路作設 伐採搬出 地拵植付 設定時調査 功程調査 試験地表示	成長量調査 試験地管理 風向風速計設置	下刈 つる切 成長量調査	下刈	下刈	下刈	成長量調査	成長量調査
年度	20年度	21年度	22年度	23年度	24年度	25年度	26年度	27年度																		
実施事項	試験地設定 作業路作設 伐採搬出 地拵植付 設定時調査 功程調査 試験地表示	成長量調査 試験地管理 風向風速計設置	下刈 つる切 成長量調査	下刈	下刈	下刈	成長量調査	成長量調査																		



<p>開発成果等</p>	<p>1 低コスト育林技術 高性能林業機械と低コスト作業路の組み合わせにより、生産性を向上させることができ、素材生産が完了した後、早期に地拵えに着手し低密度の植栽で植付にかかるコストを抑えることができる。また、エリートツリー等優良品種苗を活用することで下刈コストの削減も可能と考えられた。</p> <p>2 森林造成技術 強風の吹き込みによる造林木への影響は、小面積伐採箇所で風向が分散され、最大風速も小さくなり抑制効果が高いことが確認できた。</p> <p>3 施業体系の確立 小面積帯状伐採により植栽木への風の影響を抑制し、成長の優れたエリートツリー等優良品種のコンテナ苗を低密度植栽することで、更新コストの削減を図るとともに、造林木の成長と周囲の植生を観ながら下刈回数を削減するなどして、保育コストの削減も期待できると考えられた。</p> <p>今後は、コンテナ苗を活用した一貫作業システムの早期確立と優良品種苗を活用した低コスト造林を実証し、地域に適応した品種・系統の普及に取り組む考えである。</p>
--------------	---

- (注) 1 「課題」欄には、技術開発課題名の他に番号を付して記入すること。  
2 「特定区域内外」欄には、技術開発課題の実施箇所について、特定区域内は「○」、特定区域外は「●」、特定区域内外両方は、「◎」のいずれかを記入すること。  
3 「開発目的(数値目標)」欄には、開発目的及び削減等について民間事業者が取り入れているコスト等と比較し、できる限り数値を記入すること。  
4 「技術開発目標」欄には、「九州森林管理局における技術開発目標(九州森林管理局長通達)」の1～5のうち、該当する目標の番号を記入すること。  
5 「開発成果等」欄には、開発成果やその活用状況、普及状況等について記入すること。  
6 成果をとりまとめた報告書等については、速やかに提出すること。

課題46

持続的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の植栽）  
（平成27年度 完了報告）

九州森林管理局 森林技術・支援センター

1 目的

公益的機能の高度発揮に最大限配慮しつつ、災害に強く、かつ低コストで木材を安定的に供給できる施業体系を確立するため、

- ①「公益的機能の高度発揮」として、小面積帯状伐採及びエリートツリー等優良苗の低密度植栽・坪刈施業等により、早期に森林植生を回復し土壌流失の抑制などに配慮した施業体系を確立する。
- ②「災害に強い森林づくり」として、小面積帯状伐採により強風吹き込み抑制効果を高めるとともに、低密度植栽により樹冠長率が高く、重心が低く、耐風性の高い災害に強い森林造成技術を開発する。
- ③「低コスト育林技術の開発」として、搬出・更新・保育コストの低減により、トータルコストを低減することを目的とする。

〈数値目標：コスト削減〉

伐採・搬出コスト	簡易で崩れにくい作業路と高性能林業機械の活用 10m <sup>3</sup> /人・日以上
更新コスト	1,500本/ha植栽 50%削減
保育コスト	スギエリートツリー等優良苗の植栽による下刈回数の削減 50%削減と坪刈による功程アップ

2 試験地概要

(1) 場所

宮崎森林管理署都城支署 青井岳森林事務所部内  
青井岳国有林1099ろ・ろ8林小班内〔図-1〕

(2) 試験期間

平成20年度～平成29年度（平成27年度繰上完了）

(3) 概況

- ①面積 3.86ha（伐採面積1.46ha、植栽面積1.16ha）
- ②伐採 帯状に6伐区設定
- ③更新 地拵：坪地拵  
植付：スギ裸苗（エリートツリー・精英樹を、  
1,000本・1,500本・2,000本/haで植栽）
- ④地況 標高：300～400m  
方位：北東向き斜面  
林地傾斜：約30度  
土壌型：B<sub>D</sub>型

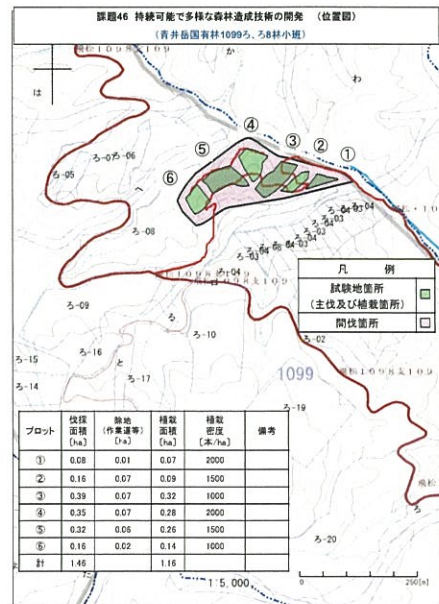


図-1 試験地設定概要図

### 3 試験方法

#### (1) 各作業の内容

##### ① 作業路開設

高性能林業機械を使用した集材作業として、等高線沿いに「低コストで壊れにくい作業路」を開設。

##### ② 伐採～搬出

伐採：チェンソー (G5001P, コマツゼノア)

集材：主にグラップル (MM45B, 三菱)、(PC120, コマツ)

造材：主にプロセッサ (CT500, イワフジ)

搬出：フォワーダ (U3B, イワフジ)

##### ③ 地拵

坪地拵：平成21年1月～2月

##### ④ 植栽方法及び植栽系統〔表-1〕

プロット1～3：精英樹スギ（県八女12号外11種）

プロット4：エリートツリスギ（スギ九育2-161〔旧九熊本9-1号〕外12種）、  
精英樹スギ（県八女12号外11種）

プロット5, 6：エリートツリスギ（スギ九育2-161〔旧九熊本9-1号〕外4種）、  
精英樹スギ（県八女12号外11種）

表-1 プロット別・品種別 植栽本数と植栽方法

プロット 番号	植栽樹種	面積	植栽本数				ha当 植栽 本数	地拵方法	植栽方法	備考
			エリート ツリー	精英樹	比較苗	計				
1	スギ	0.07		76	78	154	2,000本	坪地拵	方型植	エリートツリー植栽なし
2	スギ	0.09		44	100	144	1,500本	坪地拵	方型植	〃
3	スギ	0.32		132	181	313	1,000本	坪地拵	方型植	〃
4	スギ	0.28	110	88	385	583	2,000本	坪地拵	方型植	比較苗には宮崎県植栽 分136本を含む
5	スギ	0.26	32	144	224	400	1,500本	坪地拵	方型植	
6	スギ	0.14	32	44	66	142	1,000本	坪地拵	方型植	
計		1.16	174	528	898	1736				

※ 植栽本数のエリートツリー内には候補木を含む。

#### (2) 調査事項

##### ① 低コスト化調査

搬出・作業路開設コスト調査

更新・保育コスト調査

##### ② 風速調査

##### ③ 造林木の成長量調査

根元直径及び樹高の測定

#### (3) 年度別実施事項

年度	H20	H21	H22	H23～H25	H26	H27
実施 内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>試験地設定</li> <li>伐採～搬出</li> <li>地拵・植付</li> <li>シネット設置</li> <li>試験地表示</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>成長量調査</li> <li>風速計設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>下刈</li> <li>つる切</li> <li>成長量調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>下刈</li> <li>成長量調査 (H25未調査)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>成長量調査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>成長量調査</li> </ul>

#### 4 試験結果と考察

##### (1) 伐採～搬出コストの削減

低コスト作業路の開設として、作業記録簿等により工期調査を実施した結果、1日当たりの開設延長は40.93mとなり、試験地内に836.1mを開設した。〔表-2, 3〕

素材生産については、1人1日当たり10m<sup>3</sup>以上を目標としていたが、高性能林業機械等の活用により、11.33m<sup>3</sup>となり本試験地の数値目標を達成できた。〔表-4, 5〕

作業路開設では、路盤の丁寧な転圧や水切り等の雨水対策を確実に実施することや、現地資材（根株・岩石等）を活用するなど、耐久性や低コストを考慮した作設が重要であり、路肩への根株活用では、表土と併せて広葉樹を挟み込むことで、ぼう芽の発生が旺盛となり有効であることが観察できた。

素材生産では、ウインチ付きグラップル等の高性能林業機械と簡易で壊れにくい作業路を組み合わせることで、生産性が向上することが確認できた。

表-2 作業路開設の生産性

従事日数 (日)	出役人員 (人)	総作業時間 (h)	開設延長 (m)	生産性 (m/人・日)	備考
9	32	143	836.1	40.93	バックホ0.2m <sup>3</sup> 使用

※1日の作業時間を7時間で算出

表-3 作業路開設 作業工程内訳

作業工程	使用機械	延べ日数 (日)	作業人員 (人)	使用時間 (h)	備考
伐採	チェーンソー	8	17	44	
集材	グラップル	6	15	28	
造材	プロセッサ	3	3	4	
搬出	フォワーダ	2	14	13	
開設	バックホ	7	14	54	
計		26	63	143	

表-4 素材生産の生産性

従事日数 (日)	出役人員 (人)	総作業時間 (h)	生産量 (m <sup>3</sup> )	生産性 (m <sup>3</sup> /人・日)	備考
27	95	442	715.269	11.33	

※1日の作業時間を7時間で算出

表-5 素材生産 作業工程内訳

作業工程	使用機械	延べ日数 (日)	作業人員 (人)	使用時間 (h)	備考
伐採	チェーンソー	18	38	76	
集材	グラップル	25	50	197	
造材	プロセッサ	16	17	67	
搬出	フォワーダ	19	22	91	
土場作設	バックホ	3	4	11	
計		81	131	442	

## (2) 更新コストの削減

地拵えは、作業員1名による時間観測で工期調査を実施した。プロット4, 5, 6において坪地拵えで実施した結果、ha当たり4.37人となり、九州局の請負標準工期(枝条存置地拵え)と比較して約58%のコスト削減となった。〔表-6〕

植付の工期調査については、地拵えと同じプロット・方法により実施し、25本の植付に要した時間を計測した結果、ha当たり8.68人となり、九州局の請負標準工期(1,500本/ha普通植え)と比較して約49%のコスト削減となった。〔表-7〕

更新コストについては、低密度(平均1,500本/ha)により植栽本数を半減したことで、これまでの3,000本/ha植栽と比較し1/2のコスト削減となり、地拵え作業では坪地拵えで実施したことに加え、素材生産が完了し雑灌木等の侵入前に早期に着手できたことが作業工期の向上につながったと考えられた。

表-6 プロット別地拵え人工数

プロット番号	標準人工数(人)	ha換算人工数(人)	割合(%)	植栽密度(本/ha)	備考
4	10.50	6.7	63.8	2,000	坪地拵えで実施
5	10.50	4.2	40.0	1,500	"
6	10.50	2.2	21.0	1,000	"
平均	10.50	4.37	41.6	1,500	

※1日の作業時間を6時間で算出

表-7 プロット別植付人工数

プロット番号	標準人工数(人)	ha換算人工数(人)	割合(%)	植栽密度(本/ha)	備考
4	17.10	13.30	77.8	2,000	4本1組で植栽(基本形)
5	17.10	8.33	48.4	1,500	"
6	17.10	4.40	25.7	1,000	"
平均	17.10	8.68	50.8	1,500	

※1日の作業時間を6時間で算出

## (3) 保育コストの削減

### ① 工期調査

下刈は、1つのプロットを全刈と坪刈に区分し、2名人力作業により工期調査を実施した。植栽初年度(H21)は、伐採・搬出後すぐに地拵え・植付を実施したことにより下刈が省略できたため、植栽後2,3年目で実施した。

植栽後2年目(H22)の全刈箇所では、ha当たり3.3人となり請負標準工期と比較して約48%のコスト削減となり、坪刈箇所では、ha当たり1.4人で約65%のコスト削減となった。H22年度平均では、約56%のコスト削減となった。

植栽後3年目(H23)の全刈箇所では、ha当たり3.6人で約44%のコスト削減となり、坪刈箇所(プロット4)では、ha当たり1.8人で約54%のコスト削減となったが、プロット5,6では、雑灌木等の繁茂が旺盛で造林木への影響が懸念されたことから、全刈作業に変更した。〔表-8〕

下刈作業では、全刈・坪刈ともに植栽本数を低密度にしたことが作業工程に影響したと考えられたが、坪刈作業する中で植栽木間の移動に支障があったことや、2年目の作業で坪刈から全刈に変更となったこと等から、低密度植栽では初回は全刈作業で実施し、2回目以降は造林木への影響考慮した筋刈り等の作業種選定が重要である。

表-8 プロット別・下刈方法別 人工数

プロット 番号	全刈	H22		H23		坪刈	H22		H23		備考 植栽 本数
	標準 人工数	ha 換算 人工数	割合 (%)	ha 換算 人工数	割合 (%)	標準 人工数	ha 換算 人工数	割合 (%)	ha 換算 人工数	割合 (%)	
4	6.4	4.0	62.5	3.3	51.6	3.9	1.7	43.6	1.8	46.2	2,000*
5	6.4	2.9	45.3	3.9	60.9	3.9	1.3	33.3	4.0	62.5	1,500*
6	6.4	3.1	48.4	3.5	54.7	3.9	1.1	28.2	2.5	39.1	1,000*
平均	6.4	3.3	52.1	3.6	55.7	3.9	1.4	35.0			

※1日の作業時間を6時間で算出

## ②下刈終了の目安

3成長期（H23.10）を経過したエリートツリー植栽プロットの樹高の成長状況は、当試験地での下刈終了目安150cmと比較すると、プロット4（2,000本/ha 植栽）の全品種で、プロット5（1,500本/ha 植栽）の2品種で超過が見られたことから、エリートツリーや精英樹等の優良品種苗を育成条件のよい環境に植栽することで、下刈回数の削減が可能となることが確認できた。

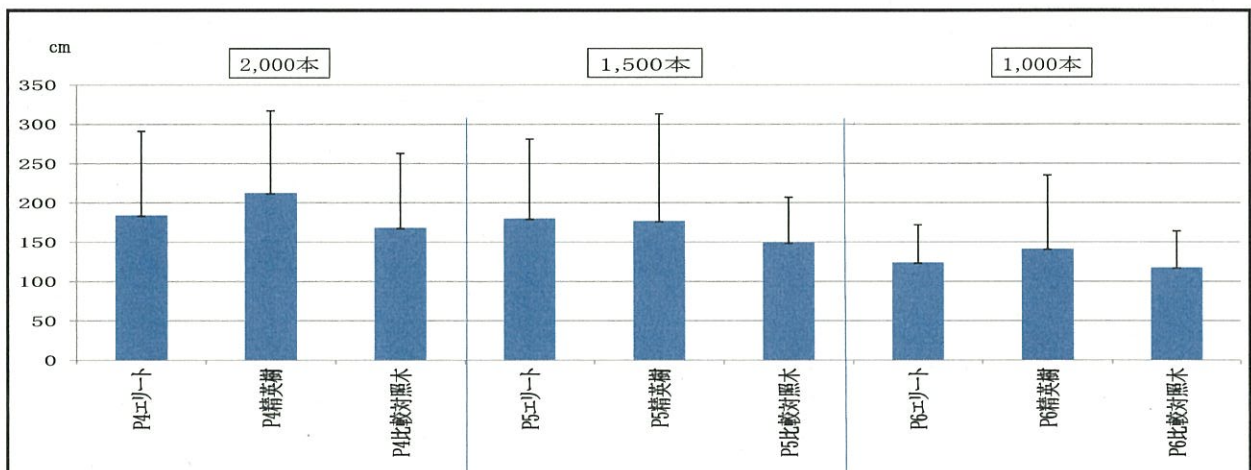


図-2 密度別・品種別 成長量 [3成長期経過時の樹高]

※ 図中のエラーバーは最大値を示す。

(4) 強風吹き込み抑制効果調査

強風の吹き込み抑制効果を検証するため、プロット4と試験地近隣の皆伐造林地の2箇所に、植栽木（年度・樹種）、標高・傾斜を同条件とし風速計を設置し風速を比較した。

月別の最大風速では、平成23年7月に皆伐造林地で17.3m となり、小面積プロットで14.6m となった。〔図-3〕

最大風速を観測した、平成23年7月には、九州東方沖を台風6号が通過しており、最接近した3日間の風速では全ての時間帯において皆伐造林地で観測値が大きくなり、風向では、皆伐造林地は南東方向の連続した時間帯が見られたが、小面積では東南東・南南東方向からの吹き込みが多かったが、各方向に分散している傾向が見られた。〔図-4、表-9〕

地況・林況を同条件とした検証結果では、皆伐箇所より帯状小面積伐採箇所では強風の吹き込みが抑制され、造林木に与える影響が抑えられると考えられた。



図-3 月別 最大風速

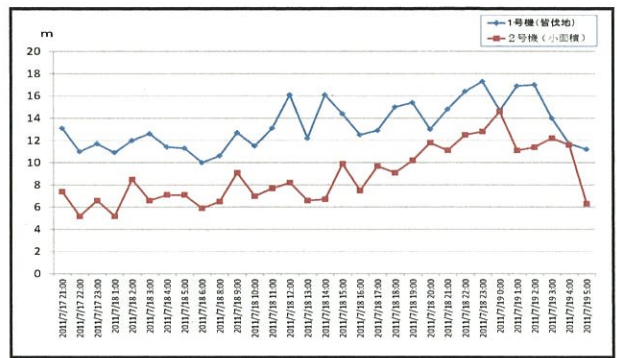


図-4 台風接近時 最大風速

表-9 台風接近時の風向と最大風速

日付-時刻	1号機(皆伐地)						2号機(小面積)							
	東北東	東	東南東	南東	南南東	南南西	北北東	東	東南東	南東	南南東	南	南南西	南西
2011/7/17 21:00				13.1								7.4		
2011/7/17 22:00					11								5.2	
2011/7/17 23:00					11.7									
2011/7/18 1:00	10.9								6.6					
2011/7/18 2:00					12				5.2		8.5			
2011/7/18 3:00						12.6		6.6						
2011/7/18 4:00				11.4				7.1						
2011/7/18 5:00					11.3					7.1				
2011/7/18 6:00				10							5.9			
2011/7/18 8:00	10.6										6.5			
2011/7/18 9:00	12.7													
2011/7/18 10:00					11.5								7	
2011/7/18 11:00				13.1										7.2
2011/7/18 12:00				16.1							8.2			
2011/7/18 13:00				12.2				6.6						
2011/7/18 14:00				16.1										
2011/7/18 15:00			14.4											
2011/7/18 16:00			12.5											9.9
2011/7/18 17:00					12.9							9.7		
2011/7/18 18:00				15										9.1
2011/7/18 19:00				15.4										
2011/7/18 20:00			13											11.8
2011/7/18 21:00				14.8								11.1		
2011/7/18 22:00				16.4							12.5			
2011/7/18 23:00			17.3							12.8				
2011/7/19 0:00				14.7						14.6				
2011/7/19 1:00					16.9						11.1			
2011/7/19 2:00			17						11.4					
2011/7/19 3:00						14				12.2				
2011/7/19 4:00							11.7			11.6				
2011/7/19 5:00														6.3
集計	3	6	7	12	2	1	11.2	3	1	6	3	6	2	4

※ 1号地(皆伐造林地)の最大風速10m以上を抽出比較 7/17~7/19

(5) 造林木の成長状況

密度別（1,000本、1,500本、2,000本/ha）にエリートツリー〔13系統〕・精英樹〔11系統〕・比較対照木〔少花粉スギ精英樹「高岡署1号」〕を植栽し、肥大成長（根元直径）及び上長成長（樹高）を調査した。

今回の試験地においてはプロット毎の立地条件が異なるため、まず、成長過程において密度の影響を受けにくい上層樹高（上位5%の平均樹高）を使い、全てのプロットに共通する比較対照木の上層樹高を使用し立地の影響を検討した。

その結果、P1(340.0m)、P2(388.0m)、P3(445.8m)、P4(597.7m)、P5(559.0m)、P6(452.6m)と、各プロットで数値に大きな差が見られ立地の影響が非常に強い結果となったことから、成長状況の分析をプロット毎の品種別により実施した。

なお、下刈作業の違いによる成長への影響については、肥大成長及び上長成長ともに確認できなかった。

品種別の成長状況（H27.8）では、プロット1,2,3では、肥大成長及び上長成長ともに精英樹で値が大きく〔図-5,6〕、更に、プロット4,5,6について詳しく分析すると、プロット4では、肥大成長・上長成長ともに精英樹で有意差が見られ、プロット5では、肥大成長・上長成長ともにエリートツリーで有意差が見られた。プロット6では、品種別の有意差は見られなかった。〔図-7,8〕

今回の試験地においては、立地が成長に大きく影響した結果となったため、密度別の比較は難しかった。

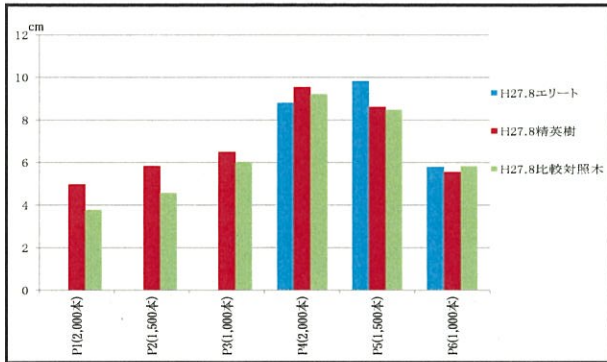


図-5 品種別 成長量の比較〔根元直径〕

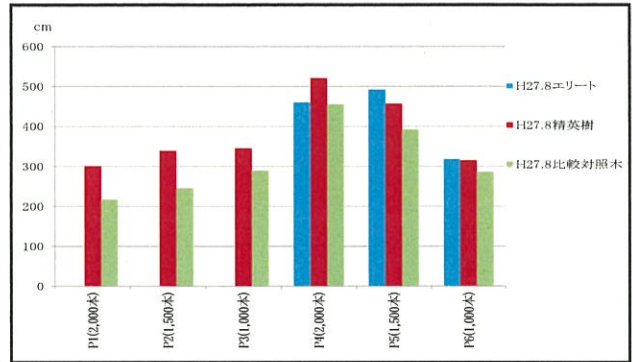


図-6 品種別 成長量の比較〔樹高〕

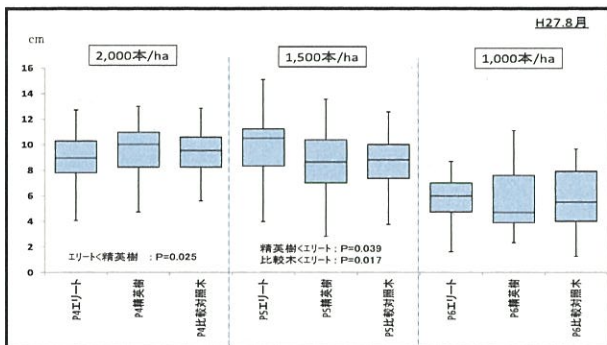


図-7 プロット別・品種別 成長量の比較〔根元直径〕

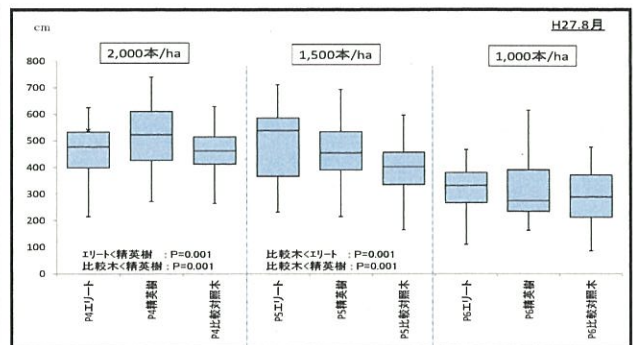


図-8 プロット別・品種別 成長量の比較〔樹高〕



表-10 プロット別・品種別 植栽本数内訳

系統等	ﾌﾟﾛｯﾄ 1	ﾌﾟﾛｯﾄ 2	ﾌﾟﾛｯﾄ 3	ﾌﾟﾛｯﾄ 4	ﾌﾟﾛｯﾄ 5	ﾌﾟﾛｯﾄ 6	計	備 考
県八女12	8	4	12	8	12	4	48	推奨品種
県大分5	8	4	12	8	12	4	48	推奨品種
県佐伯13	8	4	12	8	12	4	48	推奨品種
日向署2	8	4	12	8	12	4	48	推奨品種
県始良4	8	4	12	8	12	4	48	推奨品種
県始良20	8	4	12	8	12	4	48	推奨品種
県児湯2	8	4	12	8	12	4	48	推奨品種
高岡署6	8	4	12	8	12	4	48	20年優良品種
県諫早1	4	4	12	8	16	4	48	高岡無下刈
県肝属1	4	4	12	8	16	4	48	高岡無下刈
県肝属2	4	4	12	8	16	4	48	高岡無下刈
精英樹等計	76	44	132	88	144	44	528	
九熊本9-1				15	8	8	31	スギ九育2-161
九熊本9-6				9	8	8	25	スギ九育2-166
九熊本9-11				9	8	8	25	スギ九育2-171
九熊本9-29				11	4	4	19	スギ九育2-189
九熊本9-32				7			7	スギ九育2-192
九熊本9-33				6			6	エリートツリー候補木
九熊本10-12				5			5	スギ九育2-110
九熊本10-14				9	4	4	17	エリートツリー候補木
九熊本10-31				7			7	エリートツリー候補木
九熊本10-33				9			9	スギ九育2-131
九熊本10-38				8			8	スギ九育2-136
九熊本10-42				10			10	スギ九育2-140
九熊本10-59				5			5	スギ九育2-157
次世代計				110	32	32	174	
高岡署1号	50	25	115	150	165	55	560	対照調査木
〃	28	75	66	99	59	11	338	調査木以外
計	78	100	181	249	224	66	898	
宮崎県試験				136			136	0.06ha
計				136			136	
合 計	154	144	313	583	400	142	1,736	

## 5 まとめ

### (1) 低コスト育林技術

高性能林業機械と低コスト作業路の組み合わせにより、生産性を向上させることができ、素材生産が完了した後、早期に地拵えに着手し低密度の植栽で植付にかかるコストを抑えることができる。また、エリートツリー等優良品種苗を活用することで下刈コストの削減も可能と考えられた。

### (2) 森林造成技術

強風の吹き込みによる造林木への影響は、小面積伐採箇所では風向が分散され、最大風速も小さくなり抑制効果が高いことが確認できた。

### (3) 施業体系の確立

小面積帯状伐採により植栽木への風の影響を抑制し、成長の優れたエリートツリー等優良品種のコンテナ苗を低密度植栽することで、更新コストの削減を図るとともに、造林木の成長と周囲の植生を観ながら下刈回数を削減するなどして、保育コストの削減も期待できると考えられた。

今後は、コンテナ苗を活用した一貫作業システムの早期確立と優良品種苗を活用した低コスト造林を実証し、地域に適應した品種・系統の普及に取り組む考えである。