

### 3.6 国立大学法人鹿児島大学（鹿児島県鹿児島市）

#### 1) 取組を実施しようとする地域の森林・林業の概要と特徴

九州の素材生産量は約 438 万 m<sup>3</sup> で、全国生産量 1,848 万 m<sup>3</sup> の約 24% を占めており、九州は林業生産が盛んな地域である。そのうち、樹種別ではスギが 341 万 m<sup>3</sup> (78%)、ヒノキが 52 万 m<sup>3</sup> (12%)、他針葉樹が 4 万 m<sup>3</sup> (1%)、広葉樹が 38 万 m<sup>3</sup> (9%) となっており、スギ・ヒノキで 9 割を占めている (図 3.23)<sup>6</sup>。

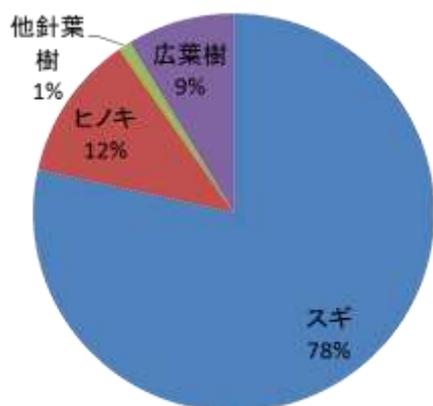


図 3.23 九州の樹種別素材生産割合



その旺盛な生産活動に加え、近年は人工林資源の充実による更なる増産が期待されている。また、大陸への輸出の挑戦や、豊富な森林資源を背景とした木質バイオマスを利用する施設の建設・構想など、木材利用や流通に関する新たな潮流が、九州各地で生まれている。

このように、木材利用に関する周辺状況は良好である一方、伐採後の再生林が行われず、いわゆる造林未済地が平成 15 年頃から問題となっている。再生林が行われず最大の理由は、再生林時の経済的負担の大きさと、再生林コストの低減を図るための技術開発が急務となっている。平成 21～24 年度にかけて森林総合研究所九州支所が中心となって実施した、農林水産技術会議の実用技術開発事業「スギ再生林の低コスト化を目的とした育林コスト予測手法及び適地診断システムの開発」の成果の中で、即効性のある造林作業の低コスト化は、伐採から植栽までを一体作業とすることとしている。

<sup>6</sup> 農林水産省生産流通消費統計課(2012):平成 24 年木材需給報告書.  
<http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/mokuzai/index.html>

## 2) 取組により導入した低コスト造林等技術

国立大学法人鹿児島大学（以下、鹿児島大学と略する）では、前述のように造林作業時の低コスト化を目指している。特に伐採から地拵え、植栽までの一貫作業による効率化を図ると共に、地拵え時に邪魔となる D 材等の未利用材について、資源活用することを念頭に効率的な収集と搬出を試行することとした。導入した低コスト造林等技術をまとめると表 3.58 のようになる。

表 3.58 導入した低コスト造林等技術（鹿児島大学）

	一貫作業	苗種
従来技術	・伐採から地拵えまで長期間の放置 ・機械は各工程で個別利用	裸苗 (スギ挿し木)
導入技術	・伐採後、すぐに地拵え・植栽を実施 ・工程間で機械の弾力的利用	コンテナ苗 (スギ挿し木)

## 3) 低コスト造林等の技術導入に関する検討会開催

実施主体である鹿児島大学を中心に、検討会を構成した。構成員は国有林で試行的に一貫作業に取り組んでいる九州森林管理局（管内の森林管理署、森林事務所等を含む）、前述の低コスト造林技術の先進的な研究を行っている独立行政法人森林総合研究所九州支所、そして地元の素材生産者団体等である。検討会に参画した主体を表 3.59 に示す。また、検討会の開催状況は表 3.60 のとおり 2 回実施し、うち 1 回目は現地検討会で、地元の素材生産業者等が参加可能した（写真 3.17 参照）。

表 3.59 鹿児島大学の取組課題に対する検討会参画主体

区分	主体名称
事業主体	国立大学法人鹿児島大学
国有林	九州森林管理局（及び管内の森林管理署等）
研究機関	独立行政法人森林総合研究所九州支所
関係団体	鹿児島県素材生産事業連絡協議会
	一般社団法人日本森林技術協会九州事務所

表 3.60 鹿児島大学の検討会開催状況

開催時期	検討内容等	備考
第 1 回現地検討会 (平成 25 年 12 月 10-11 日)	・鹿児島森林管理署と大隅森林管理署の両管内の国有林で実施 ・事業の取組概略説明 ・現地作業における問題点等の共有 ・取得データの解析方法の検討・共有	・実施主体、国有林及び地元素材生産業者等のべ 20 名の参加
第 2 回成果報告会 (平成 26 年 2 月 3 日) ※一般参加の受付	・実施主体鹿児島大学寺岡教授による当事業の成果報告の実施 ・国有林や地元業者等との質疑応答、意見交換 ・鹿児島県素連と日林協からの講評	・国有林及び地域事業体を中心に総勢 180 名の参加



写真 3.17 検討会開催状況（左から第 1 回現地、成果報告会、寺岡教授）

#### 4) 低コスト造林等に取り組んでいる先進地域での調査

実施主体の鹿児島大学は、前述の森林総合研究所九州支所が取り組んだ農林水産技術会議の実用技術開発事業「スギ再生林の低コスト化を目的とした育林コスト予測手法及び適地診断システムの開発」において、プロジェクトの外部評価委員を担当するなど、先進知識に精通している。また、九州地方での実施が先進的な取組であったため、他に先進地はない。

したがって、該当する先進地域がないため、『低コスト造林等に取り組んでいる先進地域での調査』は実施しないこととした。

#### 5) 低コスト造林等技術を地域に導入した際のデータ収集・分析

鹿児島大学が今回の試行で実施したのは、主に次の 2 点である。

- ①伐採後から植栽までの一貫作業時のコスト及び工期の調査（特に、林地残材となる D 材の修正及び搬出に関する試行も実施）
- ②コンテナ苗の植栽工期の把握

九州森林管理局内の国有林では、一貫作業を実施する森林整備事業（誘導伐：密着造林型）を民間に請負発注している。今回、鹿児島森林管理署管内と大隅森林管理署管内の 2 箇所において、上記①の一貫作業時のコスト及び工期調査を実施し、大隅森林管理署管内ではさらに②コンテナ苗の植栽工期の把握も実施した。実践地の立地概況は表 3.61 と図 3.24 に、伐採時の作業システム等については表 3.62 に、大隅森林管理署管内で植栽した内容は表 3.63 にそれぞれ示す。

表 3.61 実践地の立地条件

項目	単位等	実践地 1	実践地 2
対象地名	—	大隅森林管理署管内小山河国有林 142 林班(鹿屋)	鹿児島森林管理署管内前平国有林 1014 林班(霧島市溝辺)
対象面積	ha	1.41	0.66
主な標高	m	401-600	201-400
斜度	°	やや急(21-30°)	中(11-20°)
主な土壌状況	—	火山灰質土壌	火山灰質土壌
局所地形	—	山腹斜面	山脚(山麓)斜面

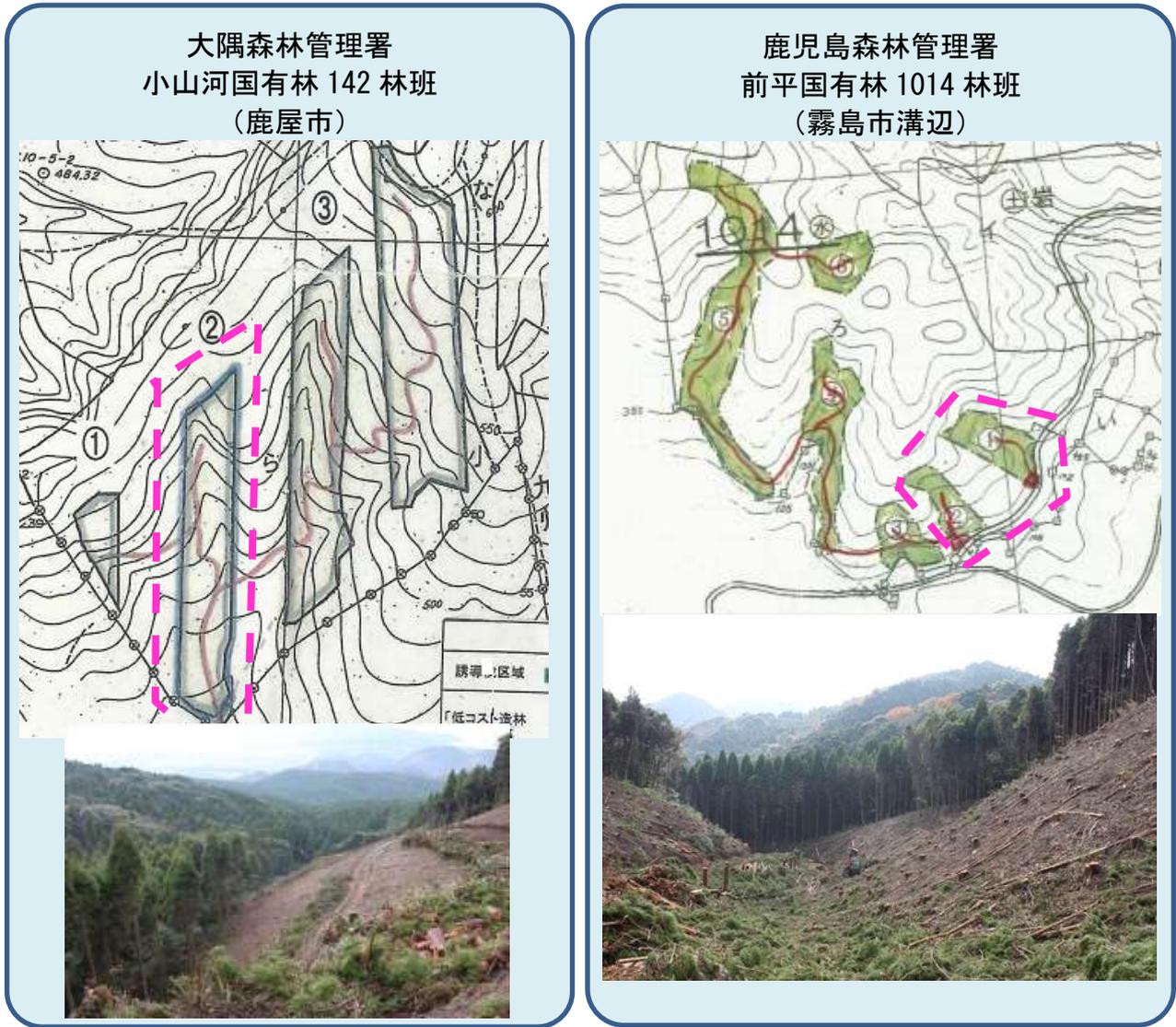


図 3.24 実践地の地形 (左:大隅署(鹿屋)、右:鹿児島署(溝辺))

表 3.62 伐採時の作業システム等の状況

項目	単位等	実践地 1(鹿屋)	実践地 2(溝辺)
前生樹種	—	スギ(61年生)	スギ
伐採年月日	—	平成 25 年 11 月 11 日～12 月 4 日	平成 25 年 12 月
主な作業システム	伐倒	チェーンソー	チェーンソー
	集材	グラップル	グラップル(全幹)
	造材	プロセッサ	ハーベスタ
	搬出	フォワーダ(グラップル付)	フォワーダ(ダンプ式)
	D材	鉄製コンテナ(2.2 m <sup>3</sup> )に入れて運材	フォワーダ荷台に直積
地拵え年月日	—	平成 25 年 11 月 13 日～12 月 2 日	—
地拵え方法	—	人力 40%と機械 60%が混在	人力 60%と機械 40%が混在
地拵え生産性	人/ha	不明(日報で内訳記載なし)	機械:2.42、人力 9.09、計 11.52

表 3.63 鹿屋で植栽したスギコンテナ苗の状況 (植栽日:平成 25 年 12 月 20-21 日)

苗種	容量(cc)	苗齢(年生)	本数(本)	植栽面積(ha)	植栽密度(本/ha)	植栽器具
コンテナ苗	300	1	3,525	1.41	2,500	ディブル

### (1) 搬出効率の把握

伐倒から土場の整理までの各工程について、実際の伐採量や人工については、作業日報の記録と集計で把握した。搬出工程については、造材後のフォワーダ積込から土場荷下ろしまでを時間計測で把握した。項目は、材の積込、走行、土場荷下ろしに分類した。A材とB材（以下、AB材と称する）、C材、D材のそれぞれの搬出工程を三種下。D材については、主に根元の不要材（通称、短コロ）と末木枝条を指し、それらは重量と材積を計測した。

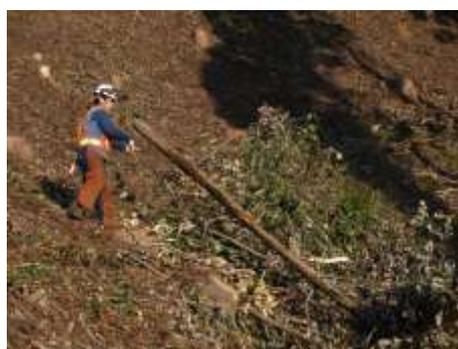
大隅署管内の鹿屋での作業工程分析の結果は次のとおりで、各工程の必要時間割合は図 3.25 に示すとおりである。1日は7.5時間で計算した。各工程が、一律に時間がかかっていた状況が分かる。

出材量	AB材:196.872 m <sup>3</sup> 、C材:182.508 m <sup>3</sup> A～C材計 379.380 m <sup>3</sup>
労働生産性	394.5 時間=52.6 人日    →7.2 m <sup>3</sup> /人日



図 3.25 各作業工程の必要時間割合

労働生産性は、地拵えを右写真のように丁寧に行って 7.2 m<sup>3</sup>/人日であった。地拵えを省略する場合に必要な人工は 43.7 人日となり、生産性は 8.7 m<sup>3</sup>/人日まで上がる。



D材の出材量は 50.6 m<sup>3</sup>で、内訳は短コロ 44.6 m<sup>3</sup>と、末木枝条 6.0 m<sup>3</sup>であった。上記 AB材、C材、D材の出材割合は、AB材 46%、C材 42%、D材 12% となった。参考に鹿児島署管内の溝辺では、AB材 47%、C材 43%、D材 10%と、両実践地とも D材が少ない状況で、特に溝辺では末木枝条がほとんどなかった。

材別の搬出効率は、表 3.64 に示すとおりである。なお、作業人員は鹿屋が 2 人で溝辺が 3 人となっているが、溝辺のフォワーダにグラップルが付いていなかったため、3 人が必要となった。D材の搬出効率は、溝辺が 2.27 m<sup>3</sup>/人時に対し、鹿屋は 0.84 m<sup>3</sup>/人時と少なかった。これは、溝辺がダンプアップできるフォワーダで荷下ろしが簡便だったのに対し、鹿屋は鉄製コンテナを利用したため、荷下ろしに時間がかかった可能性が考えられた。鉄製コンテナを運搬するトラックは、荷台にコンテナを合計 4 箱積載できたことから、4 箱ずつの値を記載した (表 3.65)。

表 3.64 実践地における搬出効率

鹿屋	サイクル タイム (秒)	積込み 本数 (本/台)	搬出 材積 (m <sup>3</sup> /台)	平均 丸太材積 (m <sup>3</sup> /本)	作業 員数 (人)	運搬 距離 (m)	搬出効率 (m <sup>3</sup> /人・時)
AB材 3m	1,707	21.6	3.9	0.175	2	350	4.16
C材 2m	2,699	69.2	5.1	0.074	2	342	3.69
D材	3,563	27.3	1.7	0.056	2	330	0.84
溝辺	サイクル タイム (秒)	積込み 本数 (本/台)	搬出 材積 (m <sup>3</sup> /台)	平均 丸太材積 (m <sup>3</sup> /本)	作業 員数 (人)	運搬 距離 (m)	搬出効率 (m <sup>3</sup> /人・時)
AB材 4m	1,395	41.2	7.8	0.189	3	125	6.68
C材 3m	1,504	87.4	6.0	0.068	3	126	4.96
D材	2,667	50.0	5.4	0.107	3	515	2.27

表 3.65 鉄製コンテナによる短コロの運材 (鹿屋)

計測 (本/4箱)	総重量 (kg/4箱)	総材積 (m <sup>3</sup> /4箱)	コンテナサイズ 2×1×1.1m 2.2m <sup>3</sup>	
57	3,049	3.175		
長さ (cm)	末口 直径 (cm)	元口 直径 (cm)	平均 材積 (m <sup>3</sup> )	平均 重量 (kg)
77.6	27.1	31.9	0.056	53.5



鹿屋で使用した 3t フォワーダには、鉄製コンテナは 2 個の積載が可能であった。鉄製コンテナは空で 397.5kg 程あり、内容物を入れると 1 箱平均 874kg となった。



**(2) 植栽工程（鹿屋のみ）**

表 3.63 のとおりに植栽した計 3,525 本のコンテナ苗は、のべ作業時間が 58.5 時間で全て植え終わった。1 日の労働時間を 7.5 時間と仮定すると、1 人 1 日当たり 440 本のコンテナ苗を植栽可能となり、1 時間当たり 60 本の植栽が可能であることが分かった。つまり 1 本当たり 50 秒程で植付可能である。

**6) 取組の評価点・課題点等**

今回試行した低コスト造林等技術は、伐採後に長期間を開けずに、地拵え、植栽を実施する一貫作業と、コンテナ苗の植栽であった。表 3.66 に今回の評価点及び課題点を整理し、今後九州内や他地域での導入や普及の可能性について考察を加える。

**表 3.66 低コスト造林等技術の導入に関する取組実施における主な評価点及び課題点の整理**

【評価できる点】	
① 通常の素材生産に D 材利用の可能性、特に搬出効率を検証した	
② 地拵えの精度	
③ コンテナ苗の植栽	
【課題となる点】	
④ 全木集材が可能な作業システムの確立	
⑤ D 材の受け入れ先の確保	
⑥ 下刈りの省力化から、低コスト造林を達成する技術開発	

冒頭で述べたとおり、九州地方は林業活動が盛んな地域であると共に、木質バイオマスの利用施設の建設や構想が相次いで発表されている状況である。特に木質バイオマス発電に関しては、平成 25 年 12 月現在で、九州地方で建設や計画がされている施設は 16 箇所（うち 1 箇所では稼働中）ある。そのほとんどの施設において、未利用材を燃料に使用することとなり、今まで林地に廃棄されていたものが、有償で引き取ってもらえる「商品」となる訳である。

今回の試行は、直接低コスト造林等技術に関係ないように思われるが、伐採から植栽までの一貫作業において、機械の有効利用、林地に残材として放棄されていた D 材を集積・搬出することでの地拵え作業の簡素化などの観点から、さらにトータルコストを試算することで低コスト化に繋がる可能性を秘めている。そのような中で、鹿児島大学の取組において、D 材の搬出効率を含めたデータを取得・分析したところである。鉄製コンテナを利用した場合は低い労働生産性となったが、ダンプアップ可能なフォワーダを使用した場合、2 m<sup>3</sup>/人時を超える量が搬

出できた。D 材を含めた効率的な搬出方法の試行は、まだ端緒に就いた段階であるので、今後の検証に期待をしたい。

今回は国有林の一貫作業（請負業務名は、誘導伐：密着造林型）の現場で、取組を実施した。この請負業務を請け負った地元業者は、伐採、地拵え、植栽までを一体的に実施する必要がある。一貫作業ではない場合、伐採後の地拵えは伐採業者と植栽業者に分かれるため、後の作業のことを深く考えずに実施してしまうことが多い。しかし、今回は同一業者による地拵えであり、地拵えを丁寧に作業すれば、後の植栽作業時の負担が軽減されることが、作業員自身が理解していたため、非常に丁寧な地拵えとなっていた（写真 3.18 参照）。



写真 3.18 地拵えの程度（左：丁寧、右：枝条が散在する程度）

今後、低コストに地拵えを実施する際は、最上級の程度は必要なく、植付が実施可能なレベルを関係者で共有した上で、低コスト化を図れば良いだろう。

③に関しては、他地域にとって、九州はコンテナ苗の生産・植栽の先進地との印象があるが、現地作業を行っていた地元業者は、「コンテナ苗の植栽は今回が初めて」との事であった。今回は国有林の業務であったため仕様で決められていたが、九州内でもまだまだコンテナ苗を普及させていく必要があると思われ、コンテナ苗の長短の正しい理解が必要になると考えられる。

これからは、前述したとおり未利用材の需要が増える可能性が高い。D 材を効率的に利用できるようにするためにも、全木集材による D 材集積の可能性を、今後検証していくことが必要であろう。また、D 材の受け入れ先の条件も多々あるので、ニーズに合った D 材を納入できるようにしていくことも重要である。

今回はデータ取得項目にはなっていたなかったが、植栽後の下刈り経費の削減についても、植栽密度と密接な関連があるため、今後のデータ取得に期待したい。