

林野庁補助事業

令和4年度 新しい林業経営育成対策
のうち経営モデル実証事業

事業成果報告書

大隅で持続可能な林業を実現する先進林業モデル事業

—OSUMI (Oosumi SUsustainable forest Management Initiative)モデル—

株式会社岡本産業

上野物産株式会社

駿河木材有限会社

山生産業株式会社

大隅森林組合

山佐木材株式会社

国立大学法人鹿児島大学農学部

令和5年3月

目 次

I	実証事業の概要	1
	1. 事業の名称	
	2. 取組の背景	
	3. 実証のテーマ	
	4. 実証団体の構成	
	5. 林業経営体、支援機関、実証事業関係者連関図	
	6. 実証事業の内容	
	7. 実証事業の目標	
II	令和4年度の実施結果	7
	1. 協議会・事務局会議等の開催経過	
	2. 令和4年度の実行結果及び取組の評価と課題	
	(1) 森林資源調査	
	(2) 主伐	
	(3) 流通販売	
	(4) 再造林	
III	今後の事業の展開方向	18
	1. 主伐生産	
	2. 木材流通	
	3. 再造林技術	
	4. 目指すべき新しい林業の姿	

I 実証事業の概要

1. 事業の名称

大隅で持続可能な林業を実現する先進林業モデル事業

—OSUMI (Oosumi Sustainable forest Management Initiative) モデル—

2. 取組の背景

鹿児島県大隅地域は、4市5町（曾於市、志布志市、鹿屋市、垂水市、大崎町、東串良町、錦江町、南大隅町、肝付町）で構成され、総面積の63%にあたる13万2千haが森林であり、森林の所有形態は、民有林が8万4千ha（63%）、国有林が4万9千ha（37%）となっている。鹿児島県内でも早くからスギを主体に人工林化が進められたこともあり、人工林率は60%と、県平均の45%を上回っており、素材生産量についても増加傾向にあり、県内の素材生産量（令和2年度実績）117万7千 m^3 の4割を占める50万 m^3 を生産している。

大隅地域は、充実した人工林資源を背景に大型製材工場の本格稼働、CLTや国産材2×4工法部材の生産、志布志港からの木材輸出といった新たな需要が創出され、今後も木材需要が増加していくことが期待されている。こうした旺盛な木材需要に対応するため、安定的な供給体制の構築を図ることが課題となっている。

さらに、大隅地域は平成29年度～令和3年度に林野庁林業成長産業化地域創出モデル事業で林業成長産業化地域に指定され、地域の川上から川下までの関係者が連携して森林資源の循環利用を進め、林業の成長産業化を図ることで地元利益を還元し、地域の活性化に結びつけることを目標としてきた。重点プロジェクトとして、1. 施業集約化推進プロジェクト、2. 低コスト素材生産推進プロジェクト、3. 原木流通効率化推進プロジェクト、4. 木材需要創出プロジェクト、再造林推進プロジェクトに取り組んできた。それらの成果として、参加事業体の素材生産コストの低減及び素材生産量の増加が図られてきており、モデル事業開始前と比較して、素材生産コスト（この部分は地域の平均値）は5,700円/ m^3 から5,200円/ m^3 に低減し、素材生産量は17万8千 m^3 から23万4千 m^3 に増加した。新たな木材加工施設の整備により、地域材の利用量が平成27年度の17万8千 m^3 から令和2年度には23万4千 m^3 に増加している。さらに、コンテナ苗の使用により、取組実施前（平成27年度）には約40%であった地域内の再造林率が、令和2年度には67%に上昇し、再造林面積についても平成27年度の190haから令和2年度には452haに増加するといった成果を上げることができた。

これらの林業成長産業化地域創出モデル事業の成果を活かして、大隅地域での持続可能な林業経営を実現・定着してゆくためには、林業経営の黒字化すなわち新しい林業経営モデルの構築に挑戦していかなければならない。

3. 実証のテーマ

【新しい林業経営モデル実現の考え方】

森林の資産価値を向上させて森林所有者が再造林の意欲を持つことが必要である。そのため、再造林の自己負担分を実質的になくすだけの立木価格の還元が最低限の条件である。

素材生産―流通―再造林のコスト削減により、造林補助残の自己負担分以上に立木価格を向上させる。

本事業の目的は課題名に掲げているように、大隅地域で持続可能な林業を実現するための先進林業モデル（OSUMI モデル）を構築することである。OSUMI モデルでの持続可能な林業とは、主伐後の確実な再造林による森林資源の保続、次世代の林業経営や従事者のための安全な林業の実現、さらに低コスト化と材価向上により、稼げる林業とすることである。以上を通じて本事業では、新しい技術を投入し、大隅地域での林業成長産業化後の持続可能な林業の実現を目指す。

【目的等を達成するために解決すべき課題】

主伐後の確実な再造林を行うためには、森林の資産価値を向上させて森林所有者が再造林の意欲を持つことが必要である。そのためには再造林の自己負担分を実質的になくすだけの立木価格の実現が最低条件となり、低コスト化と材価向上が課題である。

次世代の林業経営や林業従事者を維持・発展させるためには、何よりも安全な林業作業の実現が必要である。林業労働災害のかなりの割合が、チェーンソーによる伐倒作業で発生していることから、チェーンソー伐倒を行わない素材生産システムを構築することを課題として挙げる。

さらに、稼げる林業とするための低コスト化と高い木材価格の実現のための木材流通における課題として、需要と関係のない見込み生産からマーケットイン型素材生産への転換、丸太のトレーサビリティができず商品の保障ができないことが挙げられる。加えて、再造林と保育における低コスト化技術として、成長が早い品種のコンテナ苗での低密度植栽技術と下刈り回数の削減、下刈り機械の利用が実証されていないことがある。なお、鹿児島県の大隅流域地域森林計画での植栽密度は 2,000 本～3,000 本/ha とされており（市町村森林整備計画で 1,500 本植栽が認められていなければ）、今回実証する予定の 1,500 本/ha の低密度植栽は通常の森林整備事業では補助対象とならない。今後、低コスト造林を普及させるためには、低密度植栽の実例を示すことが必要である。

4. 実証団体の構成

【林業経営体】

株式会社岡本産業：責任者：岡本孝志、他 2 名

上野物産株式会社：責任者：重田行洋、担当者：上野 綾

駿河木材有限会社：責任者：大竹野千里、他 6 名

山生産業株式会社：責任者：吉重英生、他 2 名

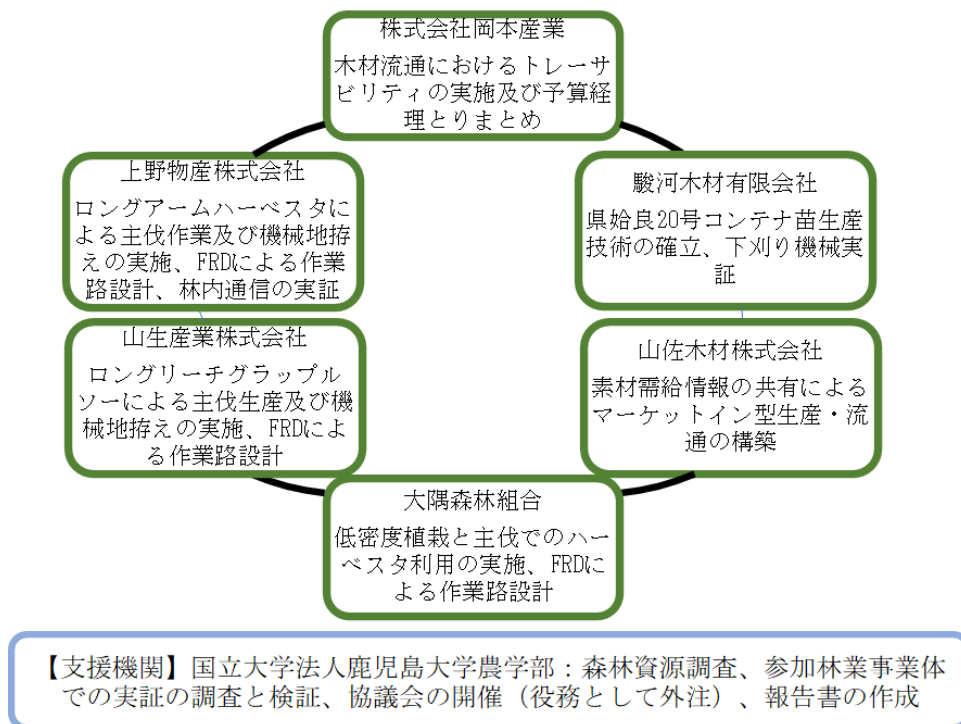
大隅森林組合：責任者：川崎一久、担当者：大保 寛始、葎迫 昭太

山佐木材株式会社：責任者：森田悠介

【支援機関】

国立大学法人鹿児島大学農学部：責任者：寺岡行雄、担当者：奥山洋一郎、牧野耕輔、加治佐剛

5. 林業経営体、支援機関、実証事業関係者連絡図



6. 実証事業の内容

【実証内容】

2年間の実証期間での新しい技術として、(1) 広域森林資源調査、(2) 素材生産、(3) 木材流通1（トレーサビリティ技術と中間土場活用）、(4) 木材流通2（マーケットイン型木材需給体制の構築）、(5) 再造林技術、(6) 保育省力化に取り組む。

(1) 広域森林資源調査（R4年度～R5年度実施）（担当予定：鹿児島大学）

森林資源調査のための情報元として、最近では航空レーザ計測データによる資源解析がある。大隅地域での航空レーザ計測は国土交通省系の計測が実施されているものの、レーザの照射密度が1点/m²で行われており、一部分のみで4点/m²が整備されている。このため、地形解析やDEM作成には利用できるが森林資源の解析には不十分な状況である。そこで、デジタル航空写真の3次元化技術（鹿屋市、垂水市、曾於市、志布志市、大崎町、東串良町、錦江町、南大隅町で撮影と3次元化が完了している）により表層標高値（DSM）を得ることができることから、DEMとの差分による林冠高（DCHM）により地位を推定する。3次元化データから（AssistZにより）樹頂点抽出が可能であるため、立木密度を算出し、地位、林齢、立木密度から伐期以上の人工林で森林蓄積量を推定する。検証のための現地調査は、地上レーザ計測装置（鹿児島大学所有）とドローン撮影画像解析（鹿児島大学所有）とともに実施する。

以上の森林資源解析により素材生産量を予測し、黒字化を実現可能な高蓄積林分をゾーニングする。なお、実際に素材生産対象となる林分では、ドローンレーザ計測による資源解析も行う。

(2) 素材生産（R5年度実施）（担当予定：上野物産、山生産業、大隅森林組合、鹿児島大学）

次世代の林業経営や林業従事者を維持・発展させるためには、何よりも安全な林業作業の実現が必要である。林業労働災害のかなりの割合が、チェーンソーによる伐倒作業で発生している。そこで、チェーンソー伐倒を行わない素材生産システムを構築する。具体的には、フェラーバンチャーザウルス（参加事業体所有）による森林作業道の作設とロングリーチハーベスタ（日立建機日本製 FL135USL-6+ハーベスタヘッド H412）あるいはロングリーチグラップルソー（Forest 製 M12）による伐倒・木寄せにより、チェーンソーを利用しない生産システムを実証し、その生産性とコストを明らかにする。また、本地域の民有林ではあまり取り組まれていない一貫作業システムを適用する際にも、ロングリーチによる地拵えを行う。

ロングリーチグラップルによる間伐の伐木・木寄せ作業では、ウィンチ集材と比べてシステム生産性が 11.2m³が 15.8m³/人日まで向上したと報告（中澤ら、2011）されており、チェーンソー伐倒をハーベスタまたはグラップルソーに転換することとロングリーチによる木寄せすることで素材生産費を 1 割程度コストダウンすることを目標とする。

素材生産時の安全性と生産性の両方を向上させるために、作業員間の通信の利用も実証する。登録申請は必要なものの、使用者の免許が不要な業務用デジタル無線機で、作業員の位置をお互いに把握するアプリケーション（BREAKTHROUGH 製 Soko-co）により、作業員間の意思疎通を図る。

なお、10mDEM を利用して、路網設計支援ソフトの FRD（住友林業製）で主伐対象地の路網設計を行い、線形について現地での検討会を行う。

（3）木材流通 1（トレーサビリティ技術と中間土場活用）（R4 年度実施）（担当予定：岡本産業、山佐木材、鹿児島大学）

電子タグ、QR コードを小口に張り付けることによるトレーサビリティと認証技術を確立する。成長産業化事業で整備された中間土場を活用してトラック大型化による輸送コストの低減を図る。また、スマホ撮影画像による検収（BREAKTHROUGH 製 Log-Co）を行い、需要側との情報共有・透明化による取引コストの低減を図る。

（4）木材流通 2（マーケットイン型木材需給体制の構築）（R4 年度～R5 年度実施）（担当予定：岡本産業、山佐木材、鹿児島大学）

生産流通におけるコストダウンばかりではなく、稼げる林業とするためには木材価格を上げることも必要である。そこで、「需要側の必要なサイズと数量の原木を供給することで在庫・調達コストが削減され、より高く原木を購入できる」という仮説を立てた。この実現のために、マーケットイン型木材需給体制を構築し、需給情報の共有化を図ることを目指す。

林業・林産業におけるサプライチェーン構築に向け、実績や在庫の管理をこれまで以上に厳密に行い、そのマネジメントで扱う情報を「見える化」することから始めなければならない。またプロダクトアウトだけでは需給マッチングは難しく、マーケットインの考え方の導入が必要である。そのためには、川上から川下まで一貫した情報の流れをつくり、適切に管理する必要がある。さらに、サプライチェーンマネジメント（以下、SCM）の実行は情報連携体制の構築や情報システムの導入だけではなく、サプライチェーンを築く事業者それぞれが取引に関わる情報を正確に発信・伝達・共有し、その情報に基づいた生産・

物流活動を確実に実行する必要がある。そこで、木材加工業である製材企業が工務店等から受注した住宅用製材品に必要となる原木を素材生産業者に注文生産とする仕組みを導入する。具体的には、木材加工業者が必要とする素材のサイズ、数量、規格の発注情報を取りまとめ、素材生産業者に配信することで、その生産可能数量について販売契約まで交わせるクラウドシステムの構築を目指す。この素材情報クラウドシステムとは、ICT を活用した需要（注文）と供給（生産）のマッチング、在庫・調達コスト削減、最適輸送を実現する、川上―川中の木材サプライチェーンの運用を可能にするシステムである。このシステムでは、木材加工業者が必要とする素材の規格やサイズ数量の発注情報を、「需要者入力マトリクス」としてウェブ上に開設し、その該当欄に必要な数量を入力することとしている。これらの情報を木材クラウドサーバ上にアップロードし、需要情報を集計する。複数の需要者と複数の素材生産者とのマッチングをこのクラウドサーバ上でい、販売契約を行う想定である。

上記のシステムによるマーケットイン型の取引を試行し、木材価格を 500 円/m³ 上げることを目標とする。

(5) 再造林技術 (R4 年度～R5 年度実施) (担当予定：大隅森林組合、駿河木材、上野物産、鹿児島大学)

主伐から再造林までを連続的に取り組む一貫作業システムを導入する。素材生産で利用するロングリーチにより機械地拵えを行う。

鹿児島県内にはエリートツリーの採穂園が整備中であり、苗の供給体制が整っていない。そこで、エリートツリーではないものの、特定母樹であり鹿児島県内での優良品種である県始良 20 号を通常のコンテナ苗 (200cc 程度) として育苗し、1,500 本/ha での低密度植栽を行う。

林野庁低密度植栽技術導入のための事例集 (2022) より、2,500 本植栽に比べて 1,600 本 (本提案書ではこれを 1,500 本植栽とみなす) 植栽は苗購入費及び植栽コストが 67% になるとしている。これにより植栽コストは従来型が 97 万円であるが、65 万円に低減できる可能性がある。

(6) 保育省力化 (R4 年度実施) (担当予定：大隅森林組合、駿河木材、上野物産、鹿児島大学)

林野庁低密度植栽技術導入のための事例集 (2022) より、2,500 本植栽に比べて 1,600 本 (本提案書ではこれを 1,500 本植栽とみなす) での下刈りは作業時間が 6% 削減されるとしている。さらに、下刈り回数を 6 回から 3 回に削減する。(3 回下刈りの実現可能性は鹿児島大学 (Fukumoto ら、2017) 及び鹿児島県森林技術総合センター (穂山・内村、2021) で実証済) 単価の削減と回数の削減により、下刈りのコストは従来型の 118 万円から 55 万円まで削減が可能と考えられる。

さらに、下刈り機械 (キャニコム製山もつとモット等) を利用して、下刈り作業機械化の実証を行う。

7. 実証事業の目標

- ・想定：スギ 50 年生皆伐で再造林を行い下刈り終了までの保育を想定する。

・従来型スギ再造林：造林費用は地拵え、スギ植栽、下刈りまでとして、鹿児島県の標準単価を利用して積算した。造林費は198万円/ha、補助金は132万円/haとなり、所有者負担は66万円/haとなっている。なお、標準単価ではスギ裸苗を2,500本/ha、下刈りは6回実施としている（鹿児島県資料）。

・低コスト型造林：スギコンテナ苗を1,500本/ha、下刈りは3回実施としている（林野庁低密度植栽技術導入のための事例集（2022））。低コスト型での造林費は120万円、補助金が80万円となるので、所有者負担は66万円/haから40万円となる。したがって、立木価格を40万円程度上げることで、実質的に所有者負担をなくすことが可能となる。

・ヘクターあたり素材生産量を500 m³と仮定し、原木市場経由での販売とする。この地域の従来型の皆伐生産では、素材生産費4,000円/m³、輸送費2,000円/m³、販売手数料1,500円/m³であり、立木価格は3,000円/m³程度である。森林所有者の収入は150万円/haとなる（参加事業体実績値）。

・新しい技術による低コスト・高生産性：素材生産においては、ロングリーチハーベスタまたはグラップルソーを使って伐倒、木寄せの効率アップで300円/m³を削減する。原木輸送では、中間土場の活用でトラックを大型化することに加え、最適運行計画により、輸送費を200円/m³削減する。販売手数料は、AB材の2分の1を直送することで、選別桟積み料(600円)の半分である300円/m³を削減する。以上の削減分を所有者還元することで立木価格を800円/m³(40万円/ha)上げることができる。

○低コスト素材生産モデル設定：従来型と削減後のコスト構造を以下に示し、結果としての立木価格の上昇が見込める。

・支出：	【従来型】	単価	ha	当価格		【削減後】	単価	ha	当価格
素材生産費	(4,000円/m ³)		200	万円	→	(3,700円/m ³)		185	万円
立木価格	(3,000円/m ³)		150	万円	→	(3,800円/m ³)		190	万円（40万円向上）
輸送費	(2,000円/m ³)		100	万円	→	(1,800円/m ³)		90	万円
販売手数料	(1,500円/m ³)		75	万円	→	(1,200円/m ³)		60	万円
支出合計	(10,500円/m ³)		525	万円	→	(10,500円/m ³)		525	万円
・収入：	(10,500円/m ³)		525	万円	→	(10,500円/m ³)		525	万円

さらに、スギ50年生の皆伐を行い、素材生産量が600 m³/haである場合は、コスト構造は変わらないが、立木価格は222万円(+72万円)となり、再造林費を負担しても所有者還元がさらに32万円増えることになる。

つまり、近年大径材化が問題となってきた南九州スギ人工林では、高蓄積林分が珍しいことではなく、森林資源情報をもとにして高蓄積林分を生産対象として抽出・ゾーニングできる。再造林を担保した新しい林業経営モデルの提示が可能となる。

Ⅱ 令和4年度の実施結果

1. 協議会・事務局会議の開催経過

○第一回協議会

開催期日・場所：令和4年7月15日・鹿児島大学高隈演習林（垂水市）

参加者：岡本、上野、吉重、寺岡

協議内容：

- ・助成金交付申請書について
- ・事業での役割分担について
- ・素材生産、輸送の現状についての意見交換

○第二回協議会

開催期日・場所：令和4年10月3日・大隅森林組合（鹿屋市）

参加者：岡本、川崎、寺岡、上野、大竹野、雪丸

協議内容：

- ・事務局の設置について

○第一回事務局会議

開催期日・場所：令和4年11月3日・ウェブ会議

参加者：岡本、寺岡、雪丸

協議内容：

- ・作成書類の確認
- ・進捗確認

○第二回事務局会議

開催期日・場所：令和4年11月10日・ウェブ会議

参加者：岡本、寺岡、雪丸

協議内容：

- ・支出計画について
- ・活動報告の作成について
- ・造林補助金に関する確認

○第三回協議会

開催期日・場所：令和4年11月22日・岡本産業（鹿屋市）

参加者：岡本、吉重、上野、寺岡、有馬、大竹野、雪丸

協議内容：

- ・主伐場所の確認
- ・リース機械の期間と金額等の確認
- ・造林場所、準備の確認
- ・流通販売に関する情報内容と時期に関する意見交換

○推進調整会議

開催期日・場所：令和4年12月1日・林業機械化協会（林友ビル）

参加者：寺岡、雪丸

協議内容：

- ・進捗報告
- ・取りまとめに向けた注意事項の確認

○エビデンスを創出するための調査

開催期日・場所：令和4年12月23日・ウェブ会議

参加者：柿崎（日本総研）、寺岡、雪丸

協議内容：

- ・事業内容に関する説明と意見交換

○第四回協議会

開催期日・場所：令和4年12月26日・ウェブ会議

参加者：岡本、川崎、寺岡、大竹野、雪丸

協議内容：

- ・下刈り実証に関する機械と場所の確認
岡本産業、駿河木材、大隅森林組合でキャニコム製草刈り機とバックホーアタッチメント利用で実証をすることを確認した。
- ・消費税の取り扱いについての確認
- ・森林調査関係の進捗状況について

○第三回事務局会議

開催期日・場所：令和5年1月24日・ウェブ会議

参加者：寺岡、奥山、牧野、雪丸

協議内容：

- ・支援機関の鹿児島大学メンバーの役割分担について

○森林内通信システム及びデジタル検収システム研修

開催期日・場所：令和5年2月14日・上野物産(株)

参加者：寺岡、上野、重田、北原（(株)BREAKTHROUGH）

研修内容：

- ・Soko-co Forest 及び Log-co 使用法について

○第五回協議会

開催期日・場所：令和5年2月18日・ウェブ会議

参加者：岡本、寺岡、奥山、大竹野、雪丸

協議内容：

- ・令和4年度取りまとめについて確認
- ・令和5年度申請について確認
- ・下刈り実証の状況について報告と確認

○令和4年度事業成果報告会

開催期日・場所：令和5年2月21日・ウェブ形式で発表

参加者：寺岡（傍聴：岡本、上野、大竹野、重田、雪丸）

○第六回協議会（予定）

開催期日・場所：令和5年3月7日・岡本産業

参加者：岡本、大竹野、重田、雪丸、牧野、寺岡

協議内容：

- ・導入機器（原木検収システム、森林通信システム）の活用方法について議論
- ・地上レーザ計測成果の活用方法について議論
- ・需給マッチングシステムの活用方法について議論
- ・令和4年度取りまとめと報告書について確認
- ・令和4年度予算執行について確認
- ・令和5年度の事業内容と準備状況について確認



2. 令和4年度の実行結果及び取組の評価と課題

(1) 【森林資源調査】

OSUMI モデルでは、森林蓄積量の高い林分を生産対象とすることで、主伐収入を増加させることを重要視している。したがって、どの林分が森林蓄積が多いのか調べる必要がある。森林簿にある地位と林齢をその地域の林分収穫表に当てはめて森林蓄積量を知るのが

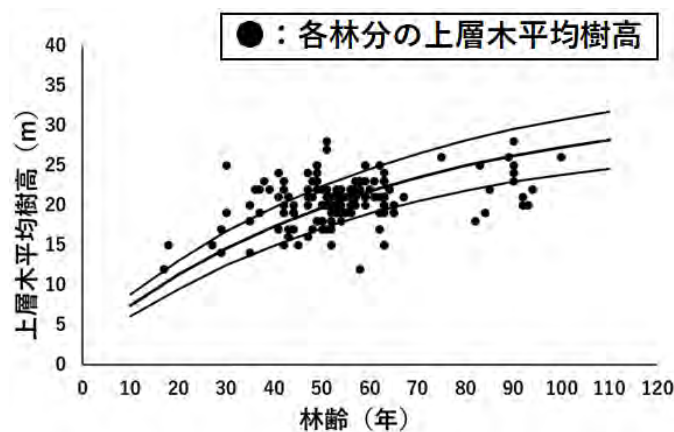
一般的である。しかし、大隅地域の森林簿データにある地位は、ほとんどが「地位中」となっており、林分の生産力を指標しているとはいいがたい状況にある。そこで、デジタル航空写真を利用して、高さ情報（林冠高）を得ることで各林分の地位を推定する方法を検討した。

そこで大隅地域にある鹿児島大学高隈演習林をのすぎ人工林を対象として、2016年撮影のデジタル航空写真から得られた SfM (Structure from Motion の略で、視点の違う複数枚の画像と位置情報から被写体の 3次元形状を再現する技術) 処理による 0.5 m/pixel の数値表層モデル(Digital Surface Model、以下 DSM)と 2016年に LiDAR 計測から得られた数値標高モデル(Digital Elevation Model、以下 DEM)の差分による数値樹冠高モデル(Digital Canopy Height Model、以下 DCHM)を樹冠高として求めた。



高隈演習林内のすぎ人工林のうち、広葉樹等と混交していない林分を抽出し、17年生から100年生の純林すぎ160林分(林分面積0.05~16.46 ha)、総面積463 haを対象とした。

得られた林冠高と林齢から地位指数曲線上で当該林分の地位を評価した。その結果、すぎ人工林での適正な地位の評価が可能であることが分かった。



		航空写真		
		上	中	下
森林簿	上	0	0	0
	中	39	77	29
	下	0	8	7

森林簿上で地位中とされていた145林分のうち39林分(約95 ha)は地位上に、29林分(約22 ha)が地位下に区分された。



その結果、森林蓄積量の評価も変わることとなり、50年生時の主林木材積を基準として計算すると、収穫予想量が14,567 m³増加することとなった。

鹿児島県内は3年ごとにデジタル航空写真の撮影が行われており、対象とする大隅地域の自治体も航空写真の利用が可能であるところが多い。したがって、林冠高からの地位の再評価手法を適用することで、大隅モデル適用地域での高蓄積林分の抽出が可能であることが分かった。

(2) 【主伐】

- ・森林内通信システム (Soko-co Forest) の導入と試験運用

林業の生産性向上と安全確保のために、通信の重要性が認識され始めている。例えば、素材生産現場でのボトルネックはフォワーダでの土場までの輸送であるが、フォワーダの位置情報や作業状況の情報共有ができれば、待ち時間の大幅な短縮ができる。また、伐倒時の掛かり木の発生時にグラップルローダの応援を頼むにも、徒歩での移動に時間を要してしまう。位置情報と通信ができれば、このような時間のロスを削減できると期待される。

Soko-co Forest は重機の車両に搭載、または現場作業員が携帯し使用する林業専用アプリである。業務用簡易無線トランシーバーを介して携帯電波圏外においてもタブレット、スマートフォン等のアンドロイド端末間でメッセージ・位置情報の共有などのデータ送受信を可能とするシステムである。



機能としては、森林内での通信網の確立(最大半径3 km程度)、データ通信によるコミュニケーション、その他にも距離・面積計測機能、ポイント・写真登録機能、位置情報共有機能、安全管理・接近アラート機能、行動軌跡表示・記録機能、作業道データ作成・記録機能、オフライン地図表示機能、インポート・エクスポート等を標準装備している(小川、2023)。

鹿児島大学高隈演習林(垂水市)において、約2 km離れた素材生産現場と演習林事務所2台のSoko-coシステムを利用して、位置情報とチャット機能による通信が行えることが確認された。

(3) 【流通販売】

・原木検収システム (Log-co) の導入と試験運用

タブレット、スマートフォン等のアンドロイド端末ではい積みされた丸太数量と木口サイズの計測により、材積計算を可能とするシステム

参加事業体に1台ずつ Log-co をインストールした原木検収システム端末を配布し、使用方法の講習を行い、各事業体の現場にて手検収結果との比較を行うこととした。令和5年度には、本事業にて生産した山土場で原木検収システムによる検収を行い、併せてはい積みの画像を需要者と共有することで、原木取引の省力化やコストダウンについて検証する予定である。



**日本の林業の実務にマッチする
丸太計数国産AI搭載**

フォワーダー・トラックなどの荷台に積載された丸太を撮影することで、丸太認識AIが丸太を自動判別して本数をカウント。
お使いのスマートフォンにアプリをインストールするだけで使えます。

- ・土場での丸太数量と木口直径を計測
- ・スマホ撮影で位置と時刻を画像に記録
- ・需要先へ送信



位置情報アプリと連携
林業専用位置情報共有アプリとの連携により集材状況など地図と共に情報共有することが可能となります。

・需給情報のマッチングシステムの試験運用

生産流通におけるコストダウンばかりではなく、稼げる林業とするためには木材価格を上げることも必要である。そこで、「需要側の必要なサイズと数量の原木を供給することで在庫・調達コストが削減され、より高く原木を購入できる」という仮説を立てた。この実現のために、マーケットイン型木材需給体制を構築し、需給情報の共有化を図ることを目指すことが重要である。



過去に開発した需給マッチングシステムのイメージ

木材加工業者が必要とする素材の規格やサイズ数量の発注情報として必要数量を入力する。生産者はそれぞれの生産現場からの生産可能な原木のサイズと数量を入力する。需要者と複数の素材生産者とのマッチングをこのクラウドサーバ上でを行い、販売契約を行う想定である。

今回は新たにクラウドサーバーを運用する必要がない、安価で利用できる既存の Google のクラウドサービスを使った、需給マッチングシステムを自前で試作し、運用実験を行った。

需要情報入力シートでは、A 材から D 材までで径級、長級ごとに必要な数量を入力できる。

需要者		径級(cm)														長級別小計
山佐木材(株)		14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	任意		
A材	2														0	
	3					80	80	80	50	50	30	30			400	
	4					100	100	100	70	70	50	50			540	
	5				5	5	5	5	5	5	10	10			55	
	6				5											
	任意															
径級別小計		0	0	0	10											

需要者		径級(cm)														長級別小計
山佐木材(株)		14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	任意		
B材	2														0	
	3															
	4															
	5															
	6															
	任意															
径級別小計		0	0													

需要者		径級(cm)														長級別小計
山佐木材(株)		14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	任意		
C材	2														0	
	3														0	
	4														0	
	5														0	
	6														0	
	任意														0	
径級別小計		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

需要情報入力シート

生産者情報シートは、今回の参加事業者がそれぞれ入力することができる。各社が生産活動をしている現場で、生産可能な A 材～D 材までの径級、長級ごとの数量を入力する。

供給者		径級(cm)														長級別小計
上野物産		14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	任意		
A材	2														0	
	3					50	50	50							150	
	4					50	50	50	50						200	
	5														0	
	6														0	
	任意														0	
径級別小計		0	0	0	0	50	100	100	50	50	0	0	0	0	350	

供給者		径級(cm)														長級別小計
岡本産業		14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	任意		
B材	2														0	
	3							10	20	20					50	
	4							20	20	30					70	
	5														0	
	6														0	
	任意														0	
径級別小計		0	0	0	0	0	0	0	30	40	50	0	0	0	120	

生産者情報入力シート

需要情報入力シートと生産者情報入力シートに入力された情報は、下記の需給マッチングシートに反映される。同時に、需給の過不足分が表示される。これらの需給情報をまず需要者側と生産者側の双方で確認することが重要であり、第一歩である。

現状でも山土場から製材工場へ直送する場合、需要者は森林の状況を見て、採材方法に要望をしている。今回の需給マッチングシステムは単なる数量のみに留まっているが、このような双方の確認の段階から始めることが必要である。

供給者：全参加社集計		需要者 山佐木材													
記入日：2023/3/5															
規格		径級(cm)													
A材		14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	任意	長級別小計
長級 (m)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	50	50	50	0	0	0	0	0	0	150
	4	0	0	0	0	0	50	50	50	50	0	0	0	0	200
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	任意	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
径級別小計		0	0	0	0	50	100	100	50	50	0	0	0	0	350

需要者：山佐木材(株)
記入日：2023/3/4

規格		径級(cm)													
A材		14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	任意	長級別小計
長級 (m)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	80	80	80	50	50	30	30	0	400
	4	0	0	0	0	0	100	100	100	70	70	50	50	0	540
	6	0	0	0	5	5	5	5	5	5	5	10	10	0	55
	任意	0	0	0	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	10
径級別小計		0	0	0	10	10	185	185	185	125	125	90	90	0	1005

マッチング
更新日：2023/2/21

規格		径級(cm)													
A材		14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	任意	長級別小計
長級 (m)	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	50	-30	-30	-80	50	50	-30	-30	0	-50
	4	0	0	0	0	0	-50	-50	-50	20	70	-50	-50	0	-160
	6	0	0	0	-5	-5	-5	-5	-5	5	5	-10	-10	0	-35
	任意	0	0	0	-5	-5	0	0	0	0	0	0	0	0	-10
径級別小計		0	0	0	-10	40	-85	-85	-135	75	125	-90	-90	0	-255

需要情報

生産集計情報

マッチング
情報

需給マッチングシート

(4) 【再造林】

・植栽苗の育苗

令和5年度の造林地が4 ha程度を見込んでいることから、必要となる育苗に取り組んだ。鹿児島県内ではスギのエリートツリーの採穂園が整備中であり、県からのエリートツリー苗の供給はできない状況にある。そこで、利用するスギ品種を鹿児島県内の優良品種である県始良20号として、コンテナ苗の育苗を開始した。本事業での植栽密度は1,600本/ha程度としているので、6,500本以上の育苗に取り組んでいる。

・機械による地拵えと下刈りの実証

低コスト育林技術確立のために、地拵えと下刈り作業での機械化に取り組んだ。使用機械は、キャニコム製乗用タイプ草刈り機（山もっとモット）と、0.4 クラスバックホーの草刈りアタッチメントのクラッシャー（NIKKEN 製NKB120）の2種類である。



乗用タイプ草刈り機（キャニコム製山もっとモット）



バックホー草刈りアタッチメントクラッシャー (NIKKEN 製 NKB120 ベースマシンは0.4 クラス)

実証は鹿屋市内で行った。ササ類を含む雑草木が繁茂するスギ人工林の林床の刈払いを、①下刈り機 (ビーバー)、②山もつとモット、③クラッシャーの3種類で行った。



刈払い実証前の林床の状態 (ササ類、雑草木が繁茂)

まず、下刈り機 (ビーバー) での刈払いは、通常通り実施可能であった。刈払い作業後は、写真のように刈払った雑草木が林床に残るため、植栽を行うにはこれらを集めて集積する、いわゆる地拵えが必要となる。



刈払い機による下刈り状況



使用した乗用下刈り機械（山もつとモット）は、車体の前面に刈払い装置があり進行とともに雑草木を刈払う仕組みであり、雑草木を押し倒して刈払った後、林床に残されることがとなった。比較的平坦な場所での作業性は高いが、段差がある場合には乗り越えることが難しかったことから、作業場所に制約があった。



乗用下刈り機械による下刈り状況



段差を乗り越えることが難しい

バックホーに装着した草刈り用アタッチメントのクラッシャー（NKB120）での刈払い作業は、刈払いと同時に雑草木を粉砕するため、林床に雑草木がほとんど残らなかった。したがって、このクラッシャーを利用する場合には、地拵え作業が不要になると考えられた。一方で、今回使用したベースマシンが0.4クラスで、車幅が2.5 mあることから、3,000本/ha 植栽時での植栽間隔1.8 mでは導入できない。さらに林地を踏み荒らす可能性も高いとも判断された。

以上のことから、地拵えや下刈りの機械化は地形及び植栽間隔に制約されるものの、実施可能などころもあり、低コスト育林のための方策として活用するべきと考えられた。



クラッシャーによる下刈り状況

さらに、乗用下刈り機械での下刈り実証を令和5年1月に行った。南大隅町のスギ幼齢林1.84 haを対象として、山もつとモットによる下刈りでの工期調査を行ったところ、0.15 ha/時となった。緩斜面の現場であったが、人力での下刈りよりも生産性は高かった。



実証地：肝属郡南大隅町根占横別府
 面積：1.84 ha
 作業時間：12時間（0.15 ha/時）

・令和5年度主伐・再造林予定地の確保

以下の通り、令和5年度に実施の主伐と再造林予定地の確保を行った。

- ①鹿屋市南町民有林 1.4 ha（大隅森林組合手配）R5 主伐予定
- ②肝付町民有林 1.6 ha（上野物産手配）R5 主伐予定
- ③鹿屋市吾平町 1.0 ha（岡本産業手配）主伐完了地



肝付町内民有林主伐・植栽対象地

Ⅲ 今後の事業の展開方向

1. 主伐生産

令和4年度に森林資源調査をはじめ、再生林のための育苗や下刈り事象に取り組んだ。

令和5年度に主伐による素材生産実証に取り掛かる。担当予定事業体は上野物産、山生産業、大隅森林組合であり、功程調査などは鹿児島大学が担当する。

次世代の林業経営や林業従事者を維持・発展させるためには、何よりも安全な林業作業の実現が必要である。林業労働災害のかなりの割合が、チェンソーによる伐倒作業で発生している。そこで、チェンソー伐倒を行わない素材生産システムを構築する。具体的には、フェラーバンチャーザウルス（参加事業体所有）による森林作業道の作設とロングリーチハーベスタ（日立建機日本製FL135USL-6+ハーベスタヘッドH412）あるいはロングリーチグラップルソー（Forest製M12）による伐倒・木寄せにより、チェンソーを利用しない生産システムを実証し、その生産性とコストを明らかにする。また、本地域の私有林ではあまり取り組まれていない一貫作業システムを適用する際にも、ロングリーチによる地拵えを行う。

ロングリーチグラップルによる間伐の伐木・木寄せ作業では、ウィンチ集材と比べてシステム生産性が11.2 m³が15.8 m³/人日まで向上したと報告（中澤ら、2011）されており、チェンソー伐倒をハーベスタまたはグラップルソーに転換することとロングリーチによる木寄せすることで素材生産費を1割程度コストダウンすることを目標とする。

素材生産時の安全性と生産性の両方を向上させるために、作業者間の通信の利用も実証する。登録申請は必要なものの、使用者の免許が不要な業務用デジタル無線機で、作業者あるいは林業機械の位置をお互いに把握するアプリケーション（BREAKTHROUGH製Soko-co Forest）により、作業者間の意思疎通を図る。

さらに、10 mDEMを利用して令和4年度導入済みの路網設計支援ソフトのFRD（住友林業製）で主伐対象地の路網設計を行い、線形について現地での検討会を行う。

2. 木材流通

次に、木材流通の改革のために、スマホ撮影画像による原木検収（BREAKTHROUGH製Log-Co）を行い、需要側との情報共有・透明化による取引コストの低減を図る。さらに、生産流通におけるコストダウンばかりではなく、稼げる林業とするためには木材価格を上げることも必要である。そこで、「需要側の必要なサイズと数量の原木を供給することで在庫・調達コストが削減され、より高く原木を購入できる」という仮説を立てた。この実現のために、マーケットイン型木材需給体制を構築し、構築需給情報の共有化を図ることを目指す。

林業・林産業におけるサプライチェーン構築に向け、実績や在庫の管理をこれまで以上に厳密に行い、そのマネジメントで扱う情報を「見える化」することから始めなければならない。またプロダクトアウトだけでは需給マッチングは難しく、マーケットインの考え方の導入が必要である。そのためには、川上から川下まで一貫した情報の流れをつくり、適切に管理する必要がある。さらに、サプライチェーンマネジメント（以下、SCM）の実行は情報連携体制の構築や情報システムの導入だけではなく、サプライチェーンを築く事業

者それぞれが取引に関わる情報を正確に発信・伝達・共有し、その情報に基づいた生産・物流活動を確実に実行する必要がある。そこで、木材加工業である製材企業が工務店等から受注した住宅用製材品に必要な原木を素材生産業者に注文生産とする仕組みを導入する。具体的には、木材加工業者が必要とする素材のサイズ、数量、規格の発注情報を取りまとめ、素材生産業者に配信することで、その生産可能数量についてマッチングするクラウドシステムでの運用を試行し、どのような課題があるか事業者目線で明らかにすることを旨とする。

上記のシステムによるマーケットイン型の取引を試行し、木材価格を 500 円/m³ 上げることが目標とする。

3. 再造林技術

主伐から再造林までを連続的に取り組む一貫作業システムを導入する。素材生産で利用するロングリーチにより機械地拵えを行う。

鹿児島県内にはエリートツリーの採穂園が整備中であり、苗の供給体制が整っていない。そこで、エリートツリーではないものの、特定母樹であり鹿児島県内の優良品種である県始良 20 号を通常のコンテナ苗 (300 cc 程度) として育苗し、1,600 本/ha での低密度植栽を行う。なお、ドローンによるコンテナ苗の輸送にも取り組む。

令和 5 年度に実施する主伐予定地 (主伐施業面積 3.0 ha) は以下の通りである。

- ①肝付町民有林 1.6 ha (上野物産)
- ②鹿屋市南町民有林 1.4 ha (大隅森林組合)

さらに、再造林予備候補地として鹿屋市吾平町 1.0 ha 程度 (岡本産業) も確保している。

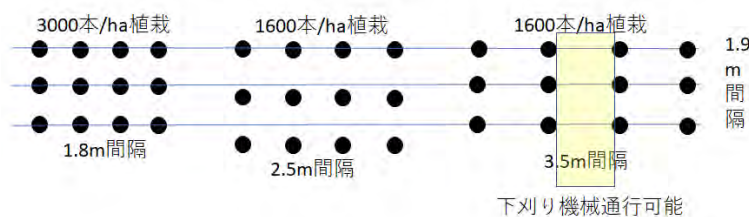
3,000/ha 本から 1,600 本/ha への植栽密度の低減には、将来の育林工程の機械化も見据えている。現行の 3,000 本植栽は 1.8 m×1.8 m の植栽間隔となっている。同様に正方植であれば、1,600 本の場合は 2.5 m×2.5 m となる。これを水平方向の植栽間隔を 3.5 m とし、斜面上下方向を 1.9 m としても 1,600 本/ha 植栽となる。斜面水平方向で 3.5 m の樹木間隔があれば、令和 4 年度に実証したバックホーの草刈りアタッチメントクラッシャー (2.5 m 幅の 0.4 クラスバックホー) の利用も可能となり、下刈り作業の機械化を進めることができる可能性がある。

植栽密度の低減

3000本/ha (1.8m間隔) → 1600本/ha (2.5m間隔)

○苗木代、植栽作業費が47%削減される (文献値)

○下刈り作業時間が1回あたり6%削減される (文献値)



林野庁低密度植栽技術導入のための事例集(2022)より、2,500本植栽に比べて1,600本植栽は苗購入費及び植栽コストが67%になるとしている。これにより植栽コストは従来型が97万円であるが、65万円に低減できる可能性がある。

鹿児島県内での低密度植栽の事例は多くはなく、今後の低コスト造林の普及のために、大隅地域での植栽と保育事例を示すことができる。大隅地域の市町によって異なるが、すべての市町村森林整備計画で1,600本植栽を認めているわけではないことから、本事業で実証できることは意義がある。

4. 目指すべき新しい林業の姿

OSUMIモデルでの提案は、人間によるチェーンソー伐倒をなくして、ロングリーチ機械による伐倒作業への転換を目指すものである。林業成長産業化事業でも、ロングリーチグラップルによる地拵えのデモが行われ、本事業への参加事業者も、その効果を実感している。しかし、高価な機械であるため、導入し実際に利用するには至っていない。本事業ではロングリーチのハーベスタとグラップルソーにより、チェーンソー伐倒をできるだけ行わない主伐生産を目指すものである。伐倒木の樹高分を利用できる従来の木寄せに比べて、根元までヘッドが到達する必要があるため、作業道の間隔(密度)を高くする必要がある。間伐ではなく主伐であれば、路網密度を高めることもある程度許容されると考えている。

広域森林資源調査結果から、再造林コストを森林所有者に還元できる高蓄積林分を抽出し、生産対象とする。今後すべての人工林を主伐—再造林の対象とするよりも、まずは生産性が高く再造林可能な人工林を優先すべきと考える。