

令和元年度 林業成長産業化総合対策補助金等

木材需要の創出・輸出力強化対策

木材のマテリアル利用技術開発事業

竹のマテリアル利用に向けた 効率的な竹材生産技術の開発 報告書

令和2年3月

一般社団法人 日本森林技術協会

目次

1章.	はじめに	1
2章.	事業概要	2
2.1.	事業の背景	2
2.2.	事業の目的	2
2.3.	事業実施項目	3
3章.	検討委員会の実施	4
3.1.	検討委員会の実施	4
3.1.1.	実施方針	4
3.1.2.	検討委員	4
3.1.3.	開催概要	4
4章.	マテリアル利用に向けた竹材生産技術の確立	6
4.1.	過年度事業の実施内容	6
4.1.1.	マテリアル利用を考慮した竹材の類型区分	7
4.1.2.	竹資源の把握手法	10
4.1.3.	資源の状況に応じた作業システムの検討	13
4.1.4.	都道府県・市町村担当者向けの「手引き」作成	18
4.2.	令和元年度実施方針	19
4.3.	マテリアル利用を目的とした高効率・低コスト伐採集材システムの確立	21
4.3.1.	小面積・分散型の竹資源利用の流れ	21
4.3.2.	①竹林資源分布情報の把握	22
4.3.3.	②優先実施エリアの検討	26
4.3.4.	③要望調査の実施	32
4.3.5.	④竹林の詳細情報の収集・整理	32
4.3.6.	⑤竹林整備計画の検討	35
4.3.7.	⑥施業方法の検討・実施	39
4.3.8.	実証試験の実施	42
5章.	地域の竹資源状況に最適な竹材供給プランの作成	51
5.1.	モデル地域の概要	51
5.2.	モデル地域における竹材供給プランの検討	53
5.3.	竹材供給プランの作成	57
5.4.	供給プラン作成における課題	59
5.4.1.	計画段階（事業化、適地選定）における課題	59
5.4.2.	実施段階における課題	61
6章.	まとめ	63

1章. はじめに

本書は、林野庁補助事業「令和元年度 林業成長産業化総合対策補助金等 木材需要の創出・輸出力強化対策 木材のマテリアル利用技術開発事業 竹のマテリアル利用に向けた効率的な竹材生産技術の開発」(以下、本事業)において、一般社団法人日本森林技術協会が取り組んだ成果をとりまとめたものである。

1章. はじめに

本書の構成を示す。

2章. 事業概要

事業の背景及び目的、実施概要を示す。

3章. 検討委員会

本事業で実施した検討委員会の概要を示す。

4章. マテリアル利用に向けた竹材生産技術の確立

平成30年度までの事業を振り返るとともに、マテリアル利用を考慮した竹資源の類型区分や資源把握手法、また竹資源の状況に応じた作業システムの検討結果を示す。

5章. 地域の竹資源状況に最適な竹材供給プランの作成

モデル地域における竹材供給プランの検討結果と課題を示す。

6章. まとめ

本事業のまとめと、課題について示す。

2章. 事業概要

2.1. 事業の背景

戦後の燃料革命や経済発展・社会情勢の変化に伴い、かつて人々の暮らしに欠かせなかった薪炭林や採草地、田畑の管理放棄が増加してきた。竹林の多くも 1970 年代以降利用が減少し、手入れが行き届かなくなった。このような全国的な山林の管理不足や耕作放棄地の増加は、それらに隣接する管理放棄された竹林の分布拡大に拍車をかけており、地域資源の循環利用の崩壊を招いている。本来の農地や里山の持つ資源循環機能を持続的に発揮させていくためには、農地・林地の土地所有者の要望や、地域住民のニーズ等を踏まえて地域資源の需要拡大を図る必要がある、里山林の履歴・現況や将来の姿の効率的な分析・評価を基にした地域資源の適切な利用、維持・管理が求められている。

また、きのこ、山菜、木炭等の特用林産物の産出額は、年間約 2 千億円と林業全体の産出額の約 5 割を占め、山村地域における貴重な収入源となっており、地域の活性化に重要な役割を果たしている。しかしながら、竹材については、バイオマス利用等の新たな利用拡大が見込まれる一方で、伐採・搬出に係るコストが高いこと等により利用が進まず、竹林が荒廃している。

2.2. 事業の目的

本事業では、竹林を資源として持続的に利用するため、マテリアル利用としての竹材に着目し、その供給力の向上を図ることで未利用竹材の有効活用等に資することを目的として実施した。今年度は、小面積で分散している竹林の資源利用について、どのような工夫をすれば伐採や集材の効率化が図られるかを比較検討して整理し、新規事業者による竹材生産の速やかな実施に向けて、伐採前に行うべき条件整備にはどのようなものがあり、どのように実施すべきか等を、平成 30 年度に作成した手引きを参考としながらモデル地域において調査・検討・検証した。

2.3. 事業実施項目

本事業の実施項目と概要を表 2.1 に示した。

表 2.1 事業実施項目の概要

実施項目	実施内容
検討委員会の実施	学識経験者、竹材利用者等により構成される企画・検討委員会を設置し、事業方針の検討時及びとりまとめ時に検討委員会を開催する。
マテリアル利用に向けた竹材生産技術の確立	マテリアル利用を目的とした高効率・低コスト伐採集材システムを確立する。特に、小面積で分散分布している竹林に適した生産システムを検討する。
地域の竹資源状況に最適な竹材供給プランの作成	モデル地域を設定し、当該地域の竹資源状況を前提とした竹材供給プランの作成、生産・運搬コストの試算を行う。

3章. 検討委員会の実施

3.1. 検討委員会の実施

3.1.1. 実施方針

事業の実施にあたっては、円滑かつ確実な実行を図るために、専門的知見を有する学識経験者等で構成される検討委員会を設置し、事業実施方針や調査の方法等について助言を受けながら実施することとした。

3.1.2. 検討委員

検討委員の名簿を表 3.1 に示す。

表 3.1 委員名簿（敬称略、五十音順）

氏名	所属・職名
上符 進大	三輝トラスト(株) 代表取締役
佐藤 研一（座長）	福岡大学工学部社会デザイン工学科 教授
田澤 恵津子	エシカルバンブー(株) 代表取締役
山田 隆信	山口県農林総合技術センター林業技術部 林業研究室 専門研究員
若山 太郎	(株)ワカヤマファーム 代表取締役

3.1.3. 開催概要

検討委員会の開催概要を表 3.2 に示す。事業実施内容や成果には検討委員会での指摘事項を反映させた。

表 3.2 委員会開催概要

回	日時	議題
第1回	令和元年9月20日(金) 13:30~15:30	1. 事業の趣旨位置づけと背景 2. 今年度事業の目的と方針 3. 具体的な検討事項 4. 今後のスケジュール
第2回	令和2年2月17日(月) 13:30~15:30	1. 事業の趣旨・位置づけと背景 2. 今年度事業について 3. モデル地域における竹チップ生産の実証試験について 4. 事業規模や立地条件に応じた現地対応のモデル化 5. 今年度報告書の内容について



第1回委員会



第2回委員会

図 3.1 委員会の様子

4章. マテリアル利用に向けた竹材生産技術の確立

4.1. 過年度事業の実施内容

過年度事業では、竹資源を有効かつ持続的に利用するための管理・供給システム確立に向け、次のような手法と技術を開発してきた。

- ①竹資源量の把握手法
- ②効率的な竹資源の伐採搬出技術
- ③竹林の類型化と竹資源の持続的管理・供給システム
- ④竹資源のマテリアル利用に対応した高効率で低コストな生産技術

過年度事業の概要を図 4.1 に示す。

以下では、マテリアル利用を前提として過年度の取組みを振り返り、これを踏まえて現状の課題を整理する。

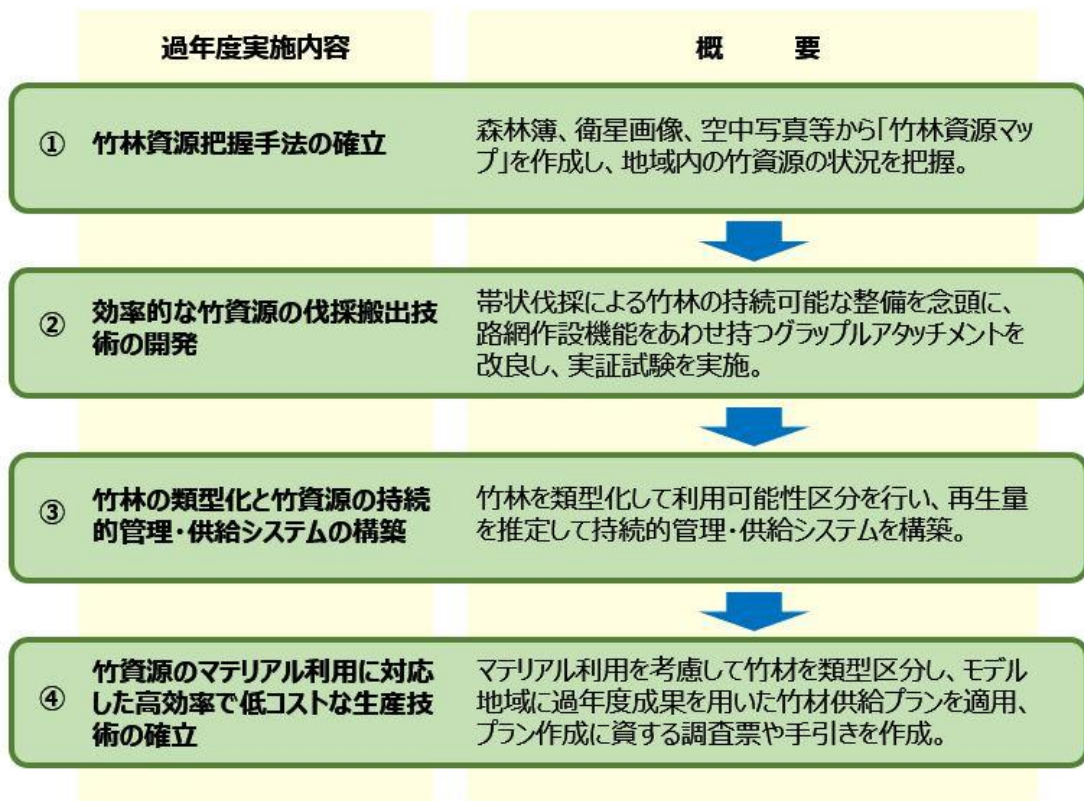


図 4.1 過年度事業の概要

4.1.1. マテリアル利用を考慮した竹材の類型区分

竹資源の利用は、主にたけのこの利用と素材（広義のマテリアル利用。たけのこ生産林の整備に伴う間伐（択伐）材の活用を含む）の利用に分けられる。過年度事業では竹材の用途と品質、サイズにより伐採竹を類型化した（図 4.2、図 4.3）。

【竹材の用途の例】

	チップ	食用	日用品など	資材
【品質】 悪くても可 ↑ ↓ 良	チップ (マルチング等)			
	チップ (パルプ, 紙製品)		竹炭, 竹酢液	農業資材 (果樹支柱, カゴ等)
	チップ (バイオマス燃料)		突き板	土木用 (護岸工事, 暗渠等)
	微小チップ (肥料・土壌改良材)		食器・工芸品	建築用 (土壁)
	微小チップ (敷料)	穂先たけのこ (メンマ等)	集成材 (フローリング等)	造園建築 (垣根)
	パウダー (飼料)	筍 (たけのこ)	家具	漁業用 (養殖用筏等)

図 4.2 竹材の類型区分（竹材の用途と品質）

【竹材の一次加工サイズとトラックの荷台サイズ】

	~2m(軽トラック)	~4m(4tトラック)	~10m(10tトラック)	
【品質】 悪くても可 ↑ ↓ 良	チップ(マルチング等)	機械による伐採向き		
	竹炭, 竹酢液	人力伐採向き		
	チップ(パルプ, 紙製品)			
	チップ(バイオマス燃料)			
	微小チップ(肥料・土壌改良材)	農業資材(果樹支柱, カゴ等)		
	微小チップ(敷料)	土木用(護岸工事, 暗渠等)		
	パウダー(飼料)	建築用(土壁)		
		食器・工芸品	突き板	造園建築(垣根等)
		穂先たけのこ(メンマ等)	集成材(フローリング等)	
		筍(たけのこ)	家具	漁業用(養殖用筏等)

図 4.3 竹材の類型区分（竹材の用途とサイズ）

竹資源の利用用途の例を表 4.1 に示す。行政担当者や新規参入事業者等が竹林の利用可能性を大まかに判断できるよう、用途別に必要とされる観点と定量的・定性的な目安を整理したのが表 4.2 である。

表 4.1 竹資源の利用用途の例

用途区分	具体的な例	
日常雑貨	カゴ、ザル、串、団扇、扇子、物差し、食器、竹筴、すだれ、物干し竿、傘等	
建築・土木・農林漁業用資材	集成材、家具、竹小舞（土壁下地）、内装材（突板）、農林業用資材（果樹支柱、イノシシ柵、鹿ガード等）、土木用資材（粗朶、暗渠等）、牡蠣筏、牡蠣棚、漁礁等	
造園用資材	垣根、植木支柱等	
伝統工芸品	茶道用具、生け花用具、尺八、笛、弓矢、竹刀、釣り竿等	
エネルギー/製紙	チップ/パルプ	
その他	竹炭、飼料、肥料、セルロースナノファイバー、竹繊維（タオル等）、食用（メンマ等）	 <p data-bbox="979 1664 1166 1697">(写真提供:高槻バイオマス粉炭研究所 島田勇巳)</p>

参考：「竹林利用の手引き 2018」より作成

表 4.2 用途別に必要とされる観点と定量的・定性的な目安

区分	用途		竹種	運搬サイズ	割れ	稈齢	運搬・販売先
日常雑貨	カゴ、ザル、串、団扇、扇子、物差し、食器類、竹ぼうき、すだれ、物干し竿、傘等		ネザサ、ハチク、マダケ、モウソウチク等	用途による	用途による	用途による	ホームセンター、道の駅等
建築・土木・ 農林漁業用資材	外装材	集成材、家具	モウソウチク	4.5m以下	不可	おおよそ4年以上	家具工房等
		竹小舞（土壁下地）	ハチク、マダケ	4.5m以下	縦割れ可	おおよそ4年以上	ホームセンター等
	内装材（突板）		モウソウチク	4.5m以下	不可	おおよそ4年以上	突板製造工場
	農林業用資材（果樹支柱、イノシシ柵、鹿ガード等）		モウソウチク、マダケ	4.5m以下	用途による	用途による	農家・林家等
	土木用資材（粗朶、暗渠等）		モウソウチク、マダケ	4.5m以下	不可	用途による	土木・建築等
	牡蠣筏、牡蠣棚、海苔竹		モウソウチク	11.6m以上/13cm以上	不可	おおよそ4年以上	牡蠣、真珠、のり養殖等
造園用資材	垣根、植木支柱等		マダケ、モウソウチク	4.5m以下	不可	用途による	一般、庭園、社寺院等
伝統工芸品	茶道用具、生け花用具、尺八、笛、弓矢、竹刀、釣り竿等		ハチク、マダケ、モウソウチク	2m以下	不可	用途による	専門店等
エネルギー/ 製紙	チップ/パルプ		マダケ、モウソウチク	4.5m以下	不問	不問	ボイラー温浴施設、発電所等
その他	竹炭		マダケ、モウソウチク	4.5m以下	不問	不問	農協、キャンプ場等
	飼料		マダケ、モウソウチク	-	不問	若	動物園、鶏舎等
	肥料		マダケ、モウソウチク	4.5m以下	不問	若	果樹園等
	CNF（セルロースナノファイバー）		マダケ、モウソウチク	4.5m以下	不問	不問	化学メーカー、研究所等
	食用（メンマ等）		モウソウチク、マダケ	1.0m以下	-	当年生	一般、道の駅等

4.1.2. 竹資源の把握手法

竹資源をマテリアルとして持続的に利用するには、資源利用について広域的な視点が必要であると同時に、高効率で低コストの施業のためには竹資源がまとまって分布する場所の把握が必要である。竹資源の分布状況を広範囲で把握し、竹資源の効率的な施業に有利なエリアを効果的に抽出するため、衛星画像や空中写真を用いたリモート・センシングやGIS¹等を活用する次の(1)から(5)の手法を検討した(表 4.3、表 4.4、表 4.5、表 4.6)²。

- (1) 植生図の確認
- (2) 森林簿・森林計画図の確認
- (3) インターネット地図の活用
- (4) 空中写真の判読
- (5) 衛星画像の解析

表 4.3 竹資源の把握手法と利用データ

手 法	データ名等	データの提供元	把握できる 最小単位	取得コスト
(1) 植生図の確認	• 1/2.5万植生図	• 生物多様性センター(環境省)	• 1/2.5万 (1cm:250m)単位	• 無償
(2) 森林簿・森林計画図の確認	• 森林簿 • 森林計画図	• 都道府県	• 小班単位	• 無償
(3) インターネット地図の活用	• インターネット配信空中写真・衛星画像等	• 民間航測会社等	• 提供される空中写真・衛星画像の解像度による	• 無償または有償
(4) 空中写真の判読	• 航空機撮影空中写真(オルソ、単写真) • ドローン撮影空中写真(オルソ、単写真)	• 都道府県、市町村(森林計画関連部署、税務関係部署等) • 民間航測会社等	• 数十 cm 解像度単位(航空機撮影) • 数 cm 解像度単位(ドローン撮影)	• 航空機撮影空中写真約5千円/枚(行政が保有している場合は無償) • ドローン撮影空中写真(ドローンを保有している場合は取得する人工数等)
(5) 衛星画像の解析	• SPOT6/7 ³ 画像等 • WorldView2, 3 ⁴ 画像等	• 民間航測会社等 • 都道府県、市町村(保安林関連部署等)	• 衛星画像による<SPOT6/7の場合> • 最小販売単位: 100km ² • 解像度 1.5m(パンシャープン後)	• 衛星画像による<SPOT6/7の場合> 行政が保有している可能性あり(購入する場合は約5万円/シーン)

¹ Geographic Information Systemの略。地理情報システム。地理空間情報を可視化したり、位置情報をもとに複数のデータを重ねて関係を分析したりするシステム。

² (一社)日本森林技術協会「平成28年度地域材利用拡大緊急対策事業 地域竹材の利用促進対策 竹材生産情報把握手法確立」2017年7月

³ AIRBUS Defence & Space社が2012年及び2014年に打上げた気象・地球観測衛星。

⁴ DigitalGlobe社が運用する気象・地球観測衛星。

表 4.4 竹資源の把握手法とそれぞれの分析方法

手 法	方 法	必要機材	想定される実施者
(1) 植生図の確認	<ul style="list-style-type: none"> ダウンロードした植生図をGISソフトで表示し、竹に該当する植生を抽出する。 	<ul style="list-style-type: none"> PC GISソフト 	<ul style="list-style-type: none"> 地方自治体等
(2) 森林簿・森林計画図の確認	<ul style="list-style-type: none"> 森林簿・森林計画図をGISソフトで表示し、竹に該当する林小班を抽出する。 	<ul style="list-style-type: none"> PC GISソフト 	<ul style="list-style-type: none"> 地方自治体等
(3) インターネット地図の活用	<ul style="list-style-type: none"> 目視判読により、竹に該当するエリアを抽出する。 	<ul style="list-style-type: none"> PC GISソフト(不要な場合も有り) インターネット環境 	<ul style="list-style-type: none"> 地方自治体等
(4) 空中写真の判読	<ul style="list-style-type: none"> 目視判読もしくは立体視ソフトを利用し、竹に該当するエリアを抽出する。 	<ul style="list-style-type: none"> PC GISソフト 立体視ソフト(もりったい等) 	<ul style="list-style-type: none"> 林業試験場 外部コンサルタント
(5) 衛星画像の解析	<ul style="list-style-type: none"> 画像解析ソフトを利用し、衛星画像から竹に該当するエリアを抽出する。 	<ul style="list-style-type: none"> PC GISソフト 画像解析ソフト(ERDAS IMAGINE等) 	<ul style="list-style-type: none"> 林業試験場 外部コンサルタント

表 4.5 竹資源の把握手法と把握できる情報

手 法	把握可能な情報	メリット	デメリット
(1) 植生図の確認	<ul style="list-style-type: none"> 地域全体での竹林分布 	<ul style="list-style-type: none"> ほぼ全国で整備されている。 新たな整備負担がない。 	<ul style="list-style-type: none"> 竹種は分からない。 整備年が古い場合、実態に即していないことがある。
(2) 森林簿・森林計画図の確認	<ul style="list-style-type: none"> 5条森林⁵にある竹林の分布 林齢・材積 	<ul style="list-style-type: none"> 県全域レベルで悉皆的に分布状況を把握可能。 新たな整備負担がない。 	<ul style="list-style-type: none"> 実態と異なる場合がある。 5条森林内しか分からない。 都道府県毎に樹種区分が異なり、小班より細かい精度ではわからない。
(3) インターネット地図の活用	<ul style="list-style-type: none"> 地域内の詳細な竹林分布 現地状況(現地写真が確認可能な範囲のみ) 	<ul style="list-style-type: none"> 空中写真・衛星画像、現地写真を無償で確認できるサービスが存在する。 特別な機材が不要でインターネットがあれば利用可能。 	<ul style="list-style-type: none"> 撮影年が古いことがある。また、撮影時期が選べない。 竹林の判読には画像上での竹の見え方に関するある程度の知識と経験が必要。
(4) 空中写真の判読	<ul style="list-style-type: none"> 地域内の詳細な竹林分布 竹種・混交度合 高さ情報 	<ul style="list-style-type: none"> 竹林の分布・種類を高精度に把握可能。 立体視により、高さ情報の取得も可能。(ただし立体視するには、オーバーラップした複数の単写真が必要。) 	<ul style="list-style-type: none"> 古い空中写真の場合、実態と異なることがある。 判読に時間と手間が掛かる。 竹林の判読には、画像上での竹の見え方についてある程度の知識と経験が必要。
(5) 衛星画像の解析	<ul style="list-style-type: none"> 地域内の竹林分布 竹種・混交度合 	<ul style="list-style-type: none"> 広範囲を一度に分類可能。 竹種の分類、混交度が把握可能。 撮影頻度が高く、最新の画像が手に入りやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> 画像解析に専門的な知識、ソフトウェアが必要。

⁵ 森林法第5条第1項に基づく地域森林計画の対象となっている森林。「計画対象民有林」と同意。

表 4.6 竹資源の把握手法と分析に利用する主なソフトウェア

ソフトウェア		対応する 手法	特 徴
名 称	主な販売元		
ArcGIS	esri ジャパン	(1)～(5)	<ul style="list-style-type: none"> 世界で最も利用されている高機能 GIS ソフト。 マニュアルやサポートが充実。
QGIS	OSGeo (ボランティア組織)	(1)～(5)	<ul style="list-style-type: none"> 無償で利用可能な高機能 GIS ソフト。 世界中で開発された多様なツールが利用可能 (ただし日本語化されていないものも多い)。
Google Earth	Google	(3)	<ul style="list-style-type: none"> 無償で地球全体の衛星画像や道路沿いの風景 (ストリートビュー) が閲覧可能なソフト。 簡易な図形作成が可能。
もりったい	日本森林技術協会	(4)	<ul style="list-style-type: none"> PC上でデジタル化された空中写真を立体視できるソフト。 簡易な GIS ソフトとして利用することも可能。初期サポート料 10 万円のみでソフトは無料。
ERDAS IMAGINE	Hexagon Geospatial	(5)	<ul style="list-style-type: none"> 画像からの情報抽出に特化したリモートセンシング用画像解析ソフト。用途や機能により 3 つの基本モジュールがある。オブジェクトベース分類⁶等高度な画像分類には、上位モジュール (ERDAS IMAGINE Advantage) 以上が必要。
ENVI	Harris Geospatial Solutions	(5)	<ul style="list-style-type: none"> 画像解析者や研究者のためのリモートセンシング用画像解析ソフト。高度な機能を使いやすいインターフェースで提供。オプションモジュールが複数あり、必要な機能を追加可能。
eCognition	Trimble	(5)	<ul style="list-style-type: none"> オブジェクトベース分類専用のソフト。


⁶ 画像上で類似したスペクトル(波長)情報を持つ隣接ピクセルをあらかじめまとめた後に画像を分類する手法。

4.1.3. 資源の状況に応じた作業システムの検討

竹林は立木密度が高く竹稈は細く軽量でかさばり滑りやすい。このため一般的な林業機械による効率化が難しく、高効率で低コストな伐採・集材の作業システムのためには、竹林の伐採・集材・玉切り作業の効率化に特化した竹専用伐採機械(以下、「バンブーカッター」という)の開発が必要であった。過年度で検討した伐採・集材・搬出に利用する機械の特徴とメリット・デメリットについて整理した(表 4.7)。

実際の施業は、地域全体といった広域的なエリアにおける資源状況や地形条件及び対象とする竹林所有者の要望や竹のサイズといったより詳細な情報に基づき、最適な作業システム(伐採・集材・搬出・運搬方法)を選択することになる。

表 4.7 伐採・集材・搬出に利用される機械等の特徴

バンブーカッターBC25s (アタッチメント) ⁷				
区分				
メリット	<ul style="list-style-type: none"> • 一台で複数重機の役割を担え大幅な効率化とコストカットが可能。 • 油圧式グラップルと刃で複数の竹稈を寄せ集めて掴み、脱着式チェーンソーで同時に伐採・玉切り可能。 • グラップルの両方のトングが可動式で開口幅が広い。 • グラップルのバケットの2本の爪で竹の根茎を切断し、切株の掘起しが可能。このため作業道開設ができ、掘起しの際の土壌攪乱が少ない。 			
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> • 基本的に伐採する稈の質は選べない。 • 伐採・玉切りした稈が多少割れる。 • 急傾斜地や樹木の混交率が高いと竹林内に入れない。 • 自走可能だが、クローラが金属で舗装道路の長距離走行は難しい。 • ベースマシンの効率的な走行可能圏内(300m圏内)に運搬用の大型トラック(積載量8トン以上)のアクセスが必要。 			
利用可能な作業工程	伐採：○	集材：○	搬出：－	運搬：－

⁷ (一社)日本森林技術協会「平成29年度特用林産振興総合対策事業のうち特用林産物の供給力の向上のうち効率的な竹林施業体系の構築報告書」2018年3月 p10

区 分	フェラーバンチャ（フェラーバンチャザウルスロボ ⁸ ）			
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 樹木を伐採でき、竹林内の竹の割合（樹木の混交度）を問わず施業が可能。 			
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> バケットの片方が固定式で片側しか開口しないため、込み合った竹林内では稈を掴み難い。 自走可能だが、クローラが金属で舗装道路の長距離走行は難しい。 ベースマシンの効率的な走行可能圏内（300m圏内）に運搬用の大型トラック（積載量8トン以上）のアクセスが必要。 			
利用可能な作業工程	伐採：○	集材：○	搬出：－	運搬：－
区 分	グラップル（回転式グラップルアタッチメント）			
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 油圧式のため掴む力が強い。 バケットとトンクの開口幅が広く、同時に複数本の竹を掴める。 枯稈がある竹林を短時間で片付け可能。 			
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 物の把握と移動に特化しており刃がないため、伐採・玉切りが不可能。 竹を傷つける可能性があり工芸品等の集材には向かない。 ベースマシンの効率的な走行可能圏内（300m圏内）に運搬用の大型トラック（積載量8トン以上）のアクセスが必要。 			
利用可能な作業工程	伐採：－	集材：○	搬出：－	運搬：－
区 分	フォーク（アタッチメント）			
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 物の把握と移動に特化しており、主に集材や土場の整理に用いられる。 バンブーカッター等の回転式グラップルに比べ構造がシンプルで軽く、ベースマシンがより小さくて済む。そのため細かい作業道を往復する等、比較的小回りが利く。 			

⁸ 松本システムエンジニアリング株式会社 <http://www.coara.or.jp/~mse/index.html>

デメリット	<ul style="list-style-type: none"> まとまった量の竹材運搬にはバンドリング(集束)が必要。吊るして運ぶためあまり重いものは運べない。 自走可能だが、クローラが金属で舗装道路の長距離走行は難しい。 300m圏内(ベースマシン本体の走行可能距離内)にベースマシン運搬用の中型～大型トラックのアクセスが必要。 			
利用可能な作業工程	伐採：－	集材：○	搬出：－	運搬：－
区分	チェーンソー			
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 稗に傷や割れ目をつけずに切断可能。 機械が入れない急傾斜地でも作業可能。 軽トラックで運搬可能。 			
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 複数本の竹をまとめて伐採・玉切りすることは不可能。 伐倒時に稗が裂けた際等に近距離から破片が当たる危険性がある。 			
利用可能な作業工程	伐採：○	集材：－	搬出：－	運搬：－
区分	フォワーダ			
メリット	<ul style="list-style-type: none"> クローラを切り替えずことで急斜面を登ることが可能。 大量の材を同時に運搬可能。 			
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 自走可能だが、クローラが金属で舗装道路を長距離は自走できない。 			
利用可能な作業工程	伐採：－	集材：－	搬出：○	運搬：－
区分	軽トラック			
メリット	<ul style="list-style-type: none"> 汎用性が高い。 運転に特殊免許が不要。 小型で比較的細い作業道に入れる。 			
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 未整地作業道や急斜面は登れない。 運搬可能な重さと長さに制限がある(重さ 350kg まで、長さは荷台全長に荷台長の 1/10 を加えた長さまで)。 			
利用可能な作業工程	伐採：－	集材：－	搬出：○	運搬：○

過年度事業ではこれら機械の整理を踏まえ、持続的・効率的に竹林を整備・管理する施業方法として带状伐採⁹を検討し(図 4.4)、带状伐採の実態や効果についての長期観測やモニタリングの研究成果について整理した(表 4.8)。



図 4.4 带状伐採のイメージ(山口県宇部市)

表 4.8 带状伐採等に関する既往の研究成果

主な既往の研究成果
5、10、20m 幅の带状伐採区では、伐採幅が広くなるにつれ竹林の再生・回復は遅れ、伐採後 4 年後も回復率が 50%に達しなかった(久米村明ら(2010)) ¹⁰ 。
繁茂したモウソウチクを 6m 幅で皆伐すると、資源量の回復率は 5 年間で 3 割程度に留まる。また、伐採前の状態に回復させるには 10 年以上を要する(伊藤ら(2010)) ¹¹ 、伊藤ら(2018) ¹² 、山口県(2017) ¹³ 。
人力による 5 割の択伐であれば、8 年後には択伐前の資源量にほぼ回復する(加久ら(2014)) ¹⁴ 。

⁹ 林内を一定の幅で带状に伐採する施業方法。

¹⁰ 久米村 明・寺岡行雄・竹内郁雄(2010)「モウソウチク林での伐採季節と伐採幅の違いが竹再生過程におよぼす影響」九州森林研究 63: pp71-74

¹¹ 伊藤崇之・村上勝・谷山徹(2010)「竹利用のキーは搬出のコスト」森林科学 58: pp20-23

¹² 伊藤武治・奥田史郎・酒井 敦(2018)「放置モウソウチク林の落葉量の年変動と伐採後の葉量の回復過程 —高知県の带状皆伐区での 10 年間の観測事例—」日林誌 100: pp124-128

¹³ 山口県「平成 28 年度 木質バイオマス資源の持続的活用による再生可能エネルギー導入計画策定事業」2017 年 2 月 p50

¹⁴ 加久美雪・藤原道郎・大藪崇司・澤田佳宏・山本聡(2014)「兵庫県淡路島における竹稈量の推定にもとづく持続的な竹稈の燃料利用と竹林管理の可能性」環境情報科学学術論文集 28: pp19-22

また、ヒアリング結果からどのような機械を導入し、どのような施業方法（皆伐、帯状伐採、択伐等）を用いるかは、竹林の利用目的や所有者の要望に大きく左右されるだけでなく、竹の種類や樹木の混交度にも影響されることがわかった¹⁵。

竹資源を循環的に利用するための最適な伐採・集材方法の組合せに影響する項目や条件について、表 4.9 のように整理した。

表 4.9 施業方法の選択に影響する項目

条 件	関連する事項		
	用 途	作業システム	作業効率
竹 種	○		
竹林の状態（樹木の混交）		○	○
竹林所有者の要望		○	
竹資源の状態（竹稈の高さ、稈齢）	○		
地形概況（林内の最大傾斜、近接舗装道路の通行可能車輛（積載量））		○	○

特に所有者の要望は施業方法を大きく左右するため、主な要望と適用できる施業種について整理した（表 4.10）。

「駆除」は、既存の森林植生の分布域に拡大している侵入竹林や放置竹林等を無くしたいという要望であることから、施業種は皆伐を想定した。また「景観整備・持続的利用」は、皆伐して竹林を無くすのではなく景観のために竹林を整備しつつ伐採した竹材を利用したいという要望とし、施業種に帯状伐採を想定した。「商用利用」は、たけのこ生産や伝統工芸品等の特用林産や特殊用途用の生産林として整備したいという要望であり、施業種は択伐を想定した。

表 4.10 「竹林所有者の要望」と施業種・施業方法

所有者の要望	備 考 (想定される施業種と空間スケール)	
	施業種	空間スケール
駆 除	皆伐 最低3年間繰返す必要あり	制限無し
景観整備・持続的利用	帯状伐採	持続的生産が可能な面積
商用利用	択伐	制限無し

¹⁵ 杉本林業株式会社(兵庫県)・三輝トラスト株式会社(山口県)へのヒアリング結果による。

4.1.4. 都道府県・市町村担当者向けの「手引き」作成

平成 30 年度事業では、過年度の結果を取りまとめ、竹資源の持続的な利用を検討している都道府県や市町村の林務担当者、竹林等の伐採事業者が、人工林等に侵入・拡大した竹や管理放棄された竹林の駆除のみを目的とした取組だけではなく、竹資源の状況や利用目的等に応じた適切な竹林の取り扱いについて検討できるよう手引書として整理した。

竹林利用の手順については、資源分布状況の把握から優先エリアの検討及び調査の実施、「竹林状況調査票（竹林カルテ）」の作成から施業実施まで、それぞれの段階毎のポイントと具体的な考え方を整理した。また、竹及び竹林管理に初めて携わる方達の疑問点を Q&A 方式で整理し、誰でもすぐに使える手引書となるよう工夫した（図 4.5）。



図 4.5 竹林利用の手引き 2018¹⁶

¹⁶ （一社）日本森林技術協会「平成 30 年度竹のメテリアル利用に向けた効率的な竹材生産技術の開発報告書 別添資料 3 竹林利用の手引き 2018」2019 年 3 月

4.2. 令和元年度実施方針

過年度事業では、高効率かつ低コストな作業システムとして竹専用機械等の導入を前提とし、所有者の要望等をもとに施業方法等について検討して、都道府県や市町村の林務担当者等に向けた「竹林利用の手引き 2018」として整理した。

機械化は大規模・集約的な施業には最適だが、初期投資が大きく高い稼働率が求められること、伐採・運搬のプロセスで竹稈が割れたり傷ついたりするため、高品質な竹材が求められる用途には不向きであること等が課題として浮き彫りになった。

過年度事業で検討した機械化を前提とした作業システムの課題は次のものである。

- 課題① 機械化するために多額の初期投資が必要で、低コスト化のために高稼働率と大規模・集約的な施業が必要となり、比較的面積があり集中分布している竹資源が必要である（小規模・分散型の竹資源への適用が難しい）。
- 課題② 機械が導入できる竹林の地形やアクセス条件に制限ができてしまう。（傾斜 10° 未満、幅 3m 以上の林道があり、立木が混在しない純竹林である等）
- 課題③ 低付加価値用途向けの大量生産には適しているが、高付加価値用途向けの生産には向いていない（相対的な品質が低く製品の用途に限られる）。
- 課題④ 大面積の竹林における竹の駆除には適しているが、択伐等による竹資源の持続的利用には向いていない（所有者の要望に応えられない）。

これら課題を踏まえ、本事業では、「**多様な高付加価値製品に展開可能な高品質微小竹チップの竹伐採現場（オンサイト）での生産**」として、過年度の作業システムで対応が不十分であった小規模・分散型の竹資源を対象とすることとし、このような竹資源からより高付加価値な竹チップを生産することを目標として検討することとした。

- 方針① 過年度で不十分であった、小規模・分散型の竹資源について検討する。
- 方針② 高付加価値用途向けの品質を持った竹材の生産を想定する。
- 方針③ 地形やアクセス等に左右され難い、柔軟な作業システムを検討する。
- 方針④ 皆伐だけでなく択伐等にも対応できる、小規模・分散型の竹資源において持続可能な施業を実現できる作業システムを検討する。

小規模・分散型の竹資源において高効率かつ低コストな作業システムを実現するためには、初期投資や設備投資が少なくかつ地形やアクセスに制限されず安全に作業できるシステムが望ましい。そのため、人力作業と小型自走式チップパーを採用して伐採から粉碎（チッ

プ化) までの一連の作業を伐採現場やその隣接地 (オンサイト) で完結でき、集積・加工施設を設けない (コンパクトな) 作業ユニットを考えることとした。

このような人力を取入れた自己完結型の作業システムを採用した作業ユニットを導入することで、地形やアクセスといった制限だけでなく駆除や景観整備、商用利用といった目的の異なる多様なニーズに柔軟に対応できる。またこのシステムでは大規模な処理・集積拠点への設備投資を削減でき、事業者参入が容易になることも期待できる。

竹のマテリアル利用においては、竹材の効率的な大量生産だけでなく、少量でもより高品質で高付加価値な用途に向けた竹材生産も求められる。近年需要の高まっている竹のマテリアル利用の原材料 (素材) の一つとして竹チップがあり、「微小竹チップ」には複数の用途がある。微小竹チップは家畜 (肉牛や鶏) の敷料やこれら敷料をもとにした堆肥、果樹等のマルチング資材等として高付加価値な用途に供することができるため、高品質な微小竹チップ生産を目指すこととした (表 4.11)。

表 4.11 本年度着目するマテリアル利用 (微小竹チップの用途)

区分	用途	竹種	運搬サイズ	割れ	稈齢	運搬・販売先
その他	竹炭	マダケ、モウソウチク	4.5m以下	不問	不問	農協、キャンプ場等
	飼料	マダケ、モウソウチク	-	不問	若	動物園、鶏舎等
	肥料	マダケ、モウソウチク	4.5m以下	不問	若	果樹園等
	CNF (セルロースナノファイバー)	マダケ、モウソウチク	4.5m以下	不問	不問	化学メーカー、研究所等
	食用 (メンマ等)	モウソウチク、マダケ	1.0m以下	-	当年生	一般、道の駅等

4.3. マテリアル利用を目的とした高効率・低コスト伐採集材システムの確立

4.3.1. 小面積・分散型の竹資源利用の流れ

小面積・分散型の竹資源利用においては、特に以下のことが言える。

- それぞれの竹林の資源量が少なく資源が分散しているため、竹材の大量かつ安定供給が低コストでは難しい。さらに持続可能な利用を重視する場合、各竹林から出材できる資源量はさらに少なくなってしまう。
- 大型機械が利用できる場合でも、資源量が少ないため機械の運搬が頻繁に発生して稼働率が低くなり、導入するメリットがあまりない。
- 竹資源が市街地や農地周辺に点在するためトラック等のアクセスが良好だが、大型機械の利用は危険であったり搬入・搬出が不可能な場合がある。
- 集積・加工施設でチップ化する場合、産業廃棄物の中間処理業の許可が必要になり、参入障壁が高くなってしまう。

これに対し、4.2 で触れた作業システムには下記の利点がある。

- 施業目的や資源分布、地形やアクセス等の制限、資源の空間的スケール等に合わせ作業ユニットを組み合わせることで、大規模な竹林が存在しない地域に適用できる柔軟なシステム構築が可能である。
- 作業に高度なスキルを必要とせず、参入障壁が低い。
- オンサイトで粉碎（チップ化）するため、集積・加工施設が不要で参入障壁を低くすることが可能である。
- 竹林周辺に農地が隣接していることが多く、マテリアル利用や販売先の需要が見込まれる。

高付加価値なマテリアル用途に利用できる、品質の高い微小竹チップ生産という観点から、4.2 で想定した作業システムの要件と検討内容は下記のようなになる。

- 伐採現場やその隣接地（オンサイト）で作業するため小型自走式チップパーの利用を前提とし、比較的導入が容易な小型自走式チップパーについて検討する。
- アクセス道路には積載形トラッククレーンで搬入・搬出可能な幅員が必要。
- 伐採工程と運搬工程は、小型自走式チップパーが効率的に稼働するような工程とし、利用する機械や技術も必要十分なものを検討する。
- チップパーの処理能力は竹のサイズに影響されるため、小型自走式チップパーで処理できる直径 15cm 以内の竹の粉碎（チップ化）を検討する。

以下では、「竹林利用の手引き 2018」で整理した「利用の流れ」（図 4.6）に沿って、各段階を小面積・分散型の竹資源利用について再検討・修正する。

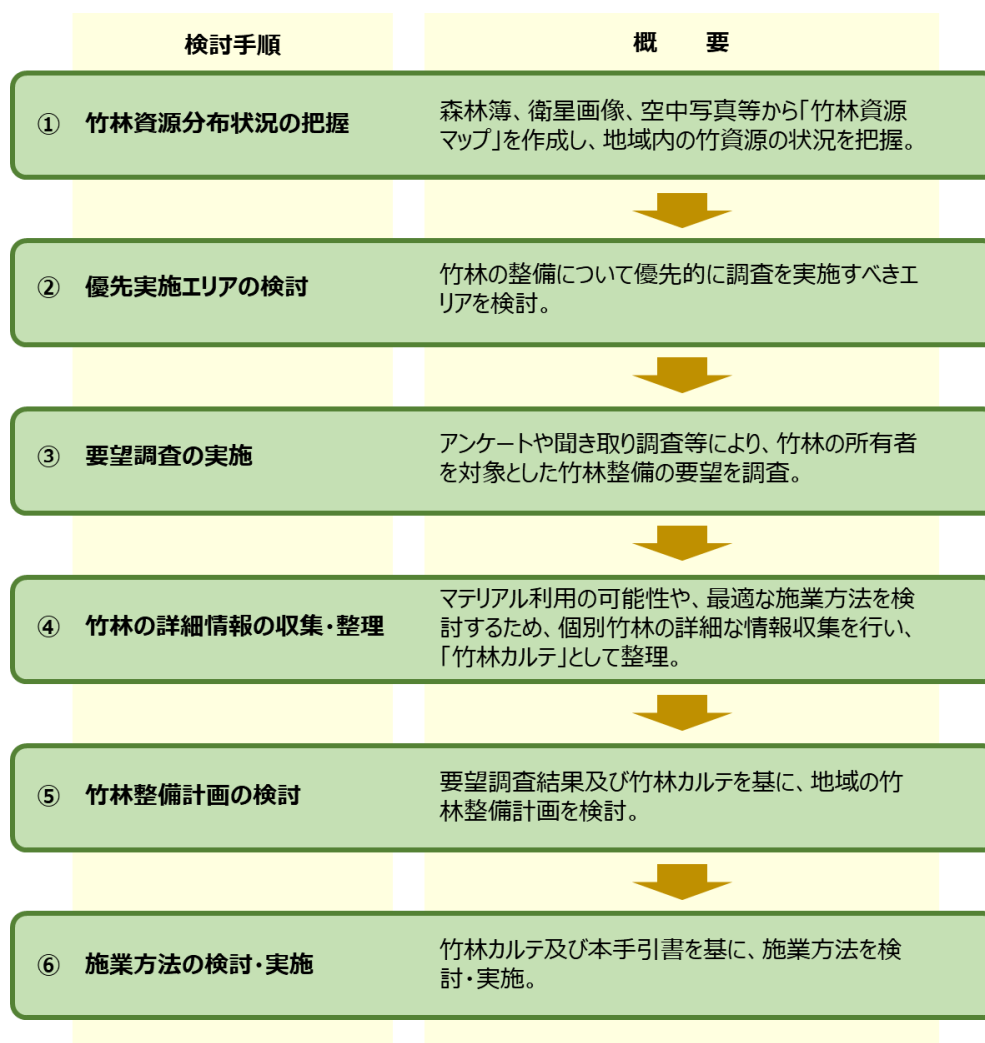


図 4.6 検討手順

4.3.2. ①竹林資源分布情報の把握

過年度の検討内容に加え、小規模・分散型の竹資源の把握について留意すべき点を述べる。ここでは 4.2 で想定した作業システムを展開する地域を広域で探索することとし、後述する「②優先実施エリアの検討」で実施エリアを絞り込み、「④竹林の詳細情報の収取・整理」によって詳細かつ具体的に検討していく。

留意点① 検討する作業システムは人力作業と小型自走式チップパーを利用する作業ユニットを前提としているため、伐採する竹林と小型自走式チップパーが設置できる土場及びアクセス道路との距離や位置関係を重視する。

留意点② 事業者が作業システムを導入し実施することを考慮し、簡易かつ無料で利用できるデータや画像の利用を想定する。

4.1.2 で触れた竹資源の分布状況の把握手法のうち、(1)から(3)の手法は地域の竹林分布とその周辺の土地利用状況を容易かつ無料で把握できる手法である。(4)空中写真と(5)衛星画像は詳細かつ最新の情報を得られるものの有料であり、利用には一定の技術と専門知識が必要である。また、小規模・分散型の竹林は市街地や農地周辺に点在することが多いため、(2)森林簿・森林計画図の利用機会は少ない。これらを踏まえ、次の手法のうち(1)と(3)について検討した(表 4.12、図 4.7、図 4.8)。

表 4.12 小規模・分散型竹林資源の把握手法と利用データ

手 法	データ名等	データの提供元	把握できる 最小単位	取得コスト
(1) 植生図の確認	<ul style="list-style-type: none"> 1/2.5万植生図 	<ul style="list-style-type: none"> 生物多様性センター(環境省) 	<ul style="list-style-type: none"> 1/2.5万 (1cm:250m)単位 	<ul style="list-style-type: none"> 無償
(3) インターネット地図の活用	<ul style="list-style-type: none"> Google Earth 電子国土情報 	<ul style="list-style-type: none"> Google 国土地理院 	<ul style="list-style-type: none"> 提供されている空中写真・衛星画像の解像度による。 	<ul style="list-style-type: none"> 無償

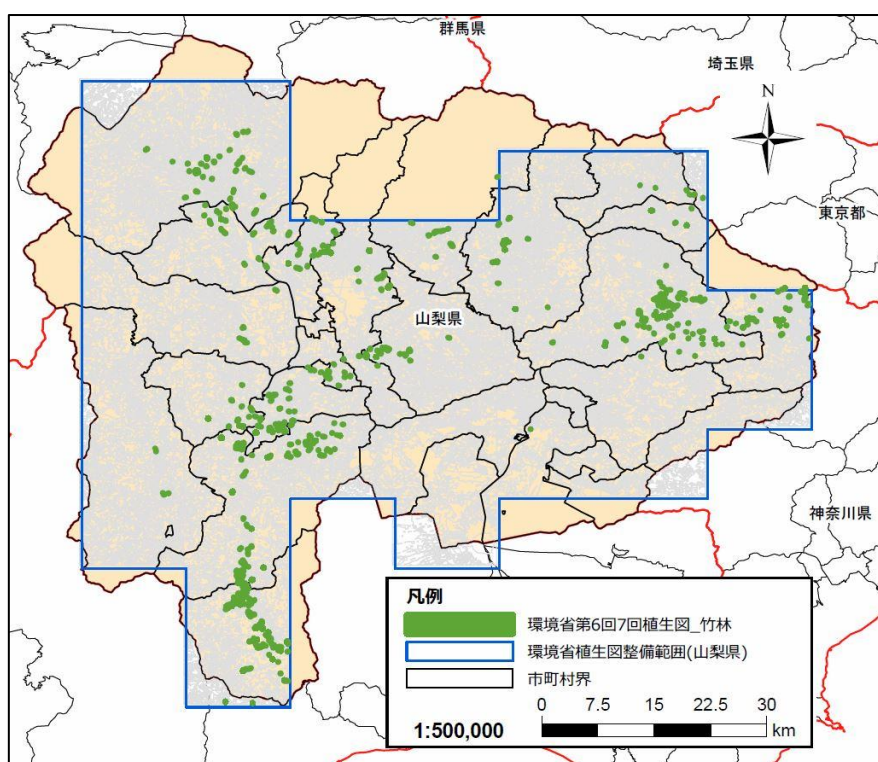


図 4.7 植生図を用いた竹資源情報マップの例(広域)

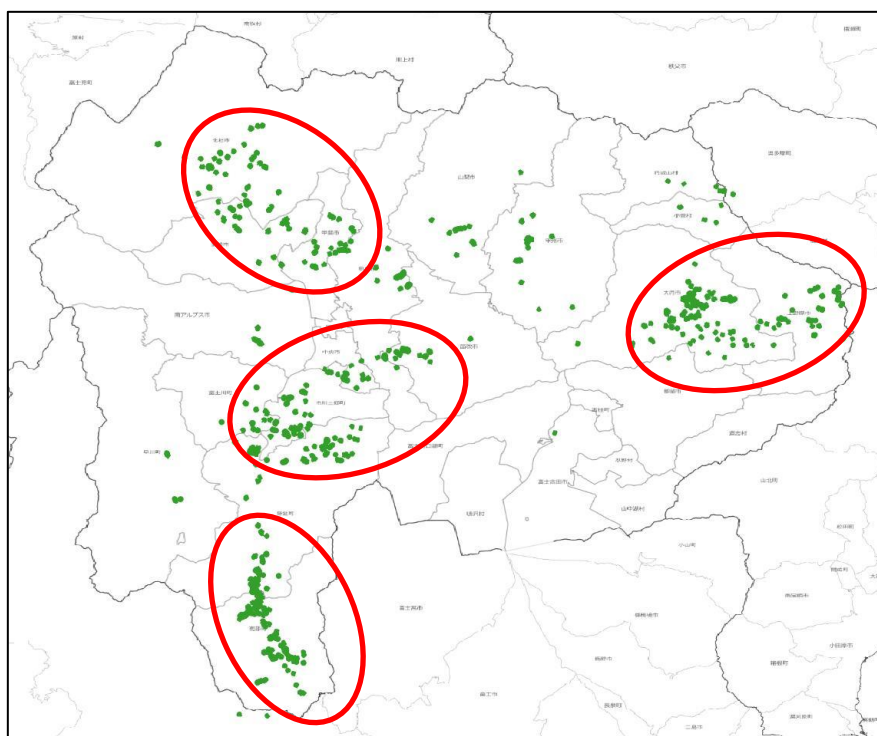


図 4.8 植生図から竹林の広域分布を把握する

※竹林(緑)が赤円の地域にまとまって分布していることがわかる

植生図では竹林等があらかじめ分類されており、利用者が空中写真や衛星画像を使って竹林を判読する労力を省くことができ、地理情報システム (GIS)¹⁷を使って他の地理情報と組み合わせることで、竹林の分布を簡便かつ効率的に把握する目的に適している。ただし、植生図は国土地理院の 1/2.5 万地形図をもとに各区分の最小単位を 1ha として作成されている。そのため、植生図で把握できる小規模竹林の面積には限界があることに注意が必要である。

一方で、インターネット地図は地形図や空中写真、衛星画像等を表示でき、植生図で把握できない小規模竹林や土場、アクセス道路等についての情報を補完するのに適している。無料のインターネット地図として Google Earth¹⁸画像や「電子国土基本図(地図情報)」(地形図)、「電子国土基本図(オルソ画像)」(空中写真)等が挙げられる。

Google Earth 画像と電子国土基本図は GIS で植生図と重ねて利用することも可能だが、GIS ソフトウェアを使わずに Google Earth やカシミール 3D¹⁹等の表示に特化したソフトウェアを用いることもでき、利用者のスキルや予算にあわせた方法の選択が可能であるという利点がある (表 4.13、図 4.9、図 4.10)。

¹⁷ Geographic Information System の略。地理情報システム。地理空間情報を可視化したり、位置情報をもとに複数のデータを重ねて分析したりするシステム。

¹⁸ Google Earth <https://www.google.co.jp/intl/ja/earth/>

¹⁹ 「カシミール 3D のホームページ」 <https://www.kashmir3d.com/>

表 4.13 小規模・分散型竹林資源の把握手法

手 法	方 法	必要機材	想定される実施者
(1) 植生図の確認	<ul style="list-style-type: none"> ダウンロードした植生図を GIS ソフトで表示し、竹に該当する植生を抽出。 	<ul style="list-style-type: none"> PC GIS ソフト 	<ul style="list-style-type: none"> 地方自治体等 事業者
(2) 森林簿・森林計画図の確認	<ul style="list-style-type: none"> 森林簿・森林計画図を GIS ソフトで表示し、竹に該当する小班を抽出。 	<ul style="list-style-type: none"> PC GIS ソフト 	<ul style="list-style-type: none"> 地方自治体等 事業者
(3) インターネット地図の活用	<ul style="list-style-type: none"> 目視判読により、竹に該当するエリアを抽出。 	<ul style="list-style-type: none"> PC インターネット環境 GIS ソフト(不要な場合もあり) Web ブラウザ、もしくは Google Earth, カシミール 3D 等の専用ソフト。 	<ul style="list-style-type: none"> 地方自治体等 事業者

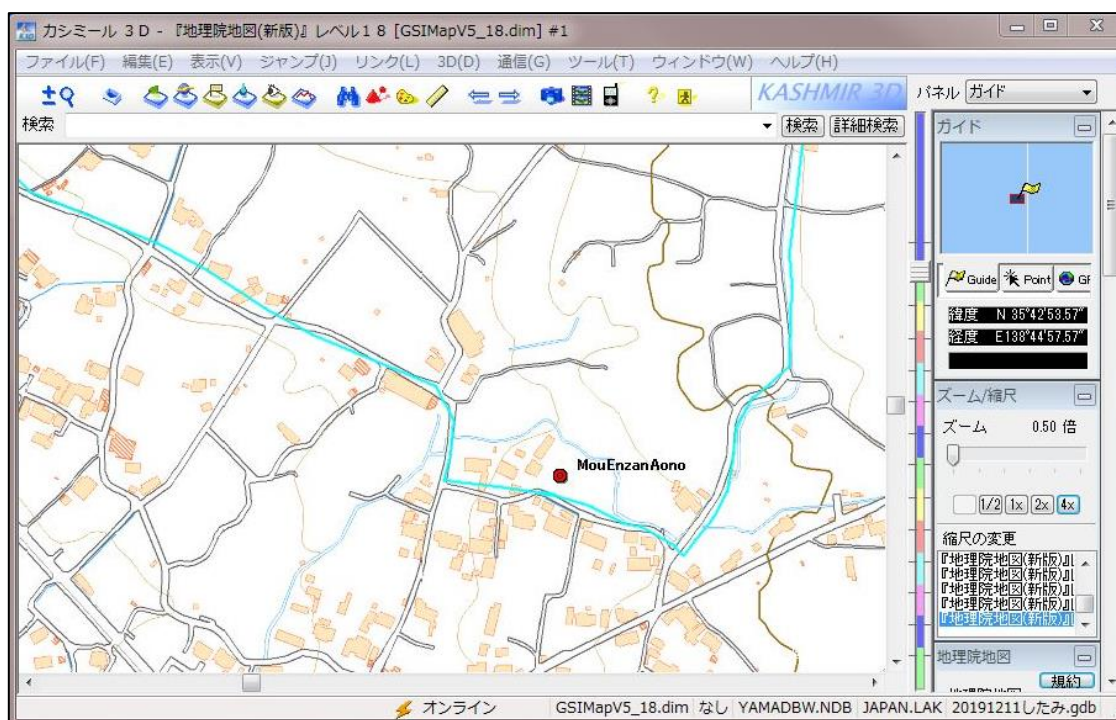


図 4.9 インターネット地図表示ソフトウェアの例 (カシミール 3D)

※カシミール 3D で「電子国土基本図 (地図情報)」を背景に表示

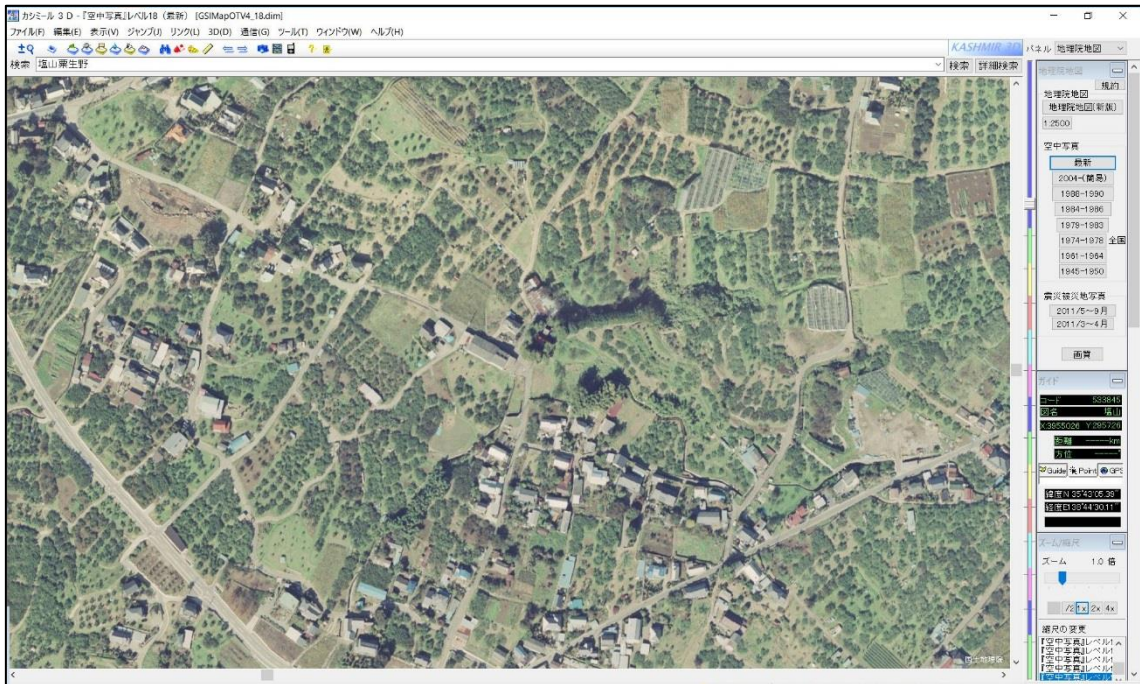


図 4.10 インターネット地図表示ソフトウェアの例（カシミール 3D）
 ※図 4.9 と同じ場所の背景を「電子国土基本図（オルソ画像）」で表示
 ※Google Earth ソフトウェアでも同じ作業が可能。

4.3.3. ②優先実施エリアの検討

把握した竹林情報をもとに、所有者の要望を確認するための「③要望調査」を優先的に実施すべきエリアを検討する。ここでの検討では、4.2 で想定した作業ユニットを実際に地域に適用し運用していくための視点が必要となる。検討事項は下の(1)から(8)である。

- (1) 竹林の位置や配置
- (2) 竹林の面積
- (3) 竹材の搬出に利用できる主要道路からの距離
- (4) 竹林へのアクセス道路及びその道幅
- (5) 小型自走式チップパーを設置できる土場の有無
- (6) 竹の種類（マダケ、モウソウチク）
- (7) 地籍・所有者情報
- (8) 関連法規制の有無（森林法、河川法等）

事業者の参入障壁を下げるため、(1)から(5)については植生図とインターネット地図を用いた目視作業とし、迅速さと簡便さを重視した。上の(6)から(8)を実施するためには、目標とする竹林の位置を地図上で把握しておくことが重要である。

小規模・分散型の竹資源に人力作業と小型自走式チップパーを組み合わせた作業ユニットを導入する際の留意点は下記である。

- 機材やフレコン²⁰の搬入・搬出には積載形トラッククレーン（3トン）が必要。
- 小型自走式チップパーは土場に設置して作業することとし、林内移動は想定しない。
- 伐採竹は林内から土場まで人力で運搬する必要がある。

これら留意点を踏まえ、上の(1)から(5)の各項目での注意点を以下に示す。このうち特に重要なのが、(4) 竹林へのアクセス道路及びその道幅と(5) 小型自走式チップパーを設置できる土場の有無である。

(1) 竹林の位置や配置

- 植生図で広域の竹林分布を確認し、竹林が偏在する地域の有無に注意する。
- 竹林がある程度集中する地域のほうが作業計画を立てやすい。

(2) 竹林の面積

- 林内と土場の間は人力運搬する必要があるため、土場の配置に注意する。
- 便宜的な大・中・小のような区分で構わない。

(3) 竹材の搬出に利用できる主要道路からの距離

- 特に制限はない。

(4) 竹林へのアクセス道路及びその道幅

- 積載形トラッククレーン（3トン）の通行が必要。
- 「電子国土基本図（オルソ画像）」（空中写真）や「Google Earth 画像」（衛星画像）によって、「電子国土基本図（地理情報）」より詳細に検討できる場合がある。

(5) 小型自走式チップパーを設置できる土場の有無

- 小型自走式チップパーによる処理には20×10m程度の平坦地が必要。
- 積載形トラッククレーン（3トン）の乗入れ、もしくは横付けが可能な土地が必要。
- 「⑦竹林の詳細情報の収集・整理」も利用する。

(6) 竹の種類（マダケ、モウソウチク）

- 後日「竹林利用の手引き 2018」等を用いて現地確認する（4.3.5 参照）。
- 竹の種類とマテリアル利用及び施業方法の整理については、平成30年度成果の報告書別添資料を参照²¹。

(7) 地籍・所有者情報

- 別途、関連資料の収集等が必要。

²⁰ フレキシブル・コンテナバッグ。丈夫な素材でできた袋で飼料や土砂等、粉状物質の輸送に適している。上部に吊りベルトが付属し、フォークリフトやクレーン等で持ち上げることができる。

²¹ （一社）日本森林技術協会「平成30年度竹のマテリアル利用に向けた効率的な竹材生産技術の開発報告書 別添資料2 施業方法一覧表」2019年3月

- 図書館等でブルーマップ²²を確認し、法務局や市役所・町役場等で公図²³を閲覧・取得する。「登記情報提供サービス²⁴」を利用することもできる。
- 対象地が林地にあたる場合には市町村が整備する林地台帳が使える。

(8) 関連法規制の有無（森林法、河川法等）

- 「⑥要望調査」や「⑦竹林の詳細情報の収集・整理」の際にあわせて行うのが効率的である。

²² 住宅地図上に公図を重ねあわせたもの。住所から地番が分かる。

²³ 法務局が管理する土地境界が掲載された図面。各登記所や市町村役場で閲覧・取得できる。

²⁴ 財)民事法務協会が提供するインターネットサービス。<https://www1.touki.or.jp/service/index.html>

【 作業事例 】 小規模・分散型竹林における優先実施エリアの検討

(1) まず広域なエリアで、植生図とインターネット地図を使って竹林分布を把握する。

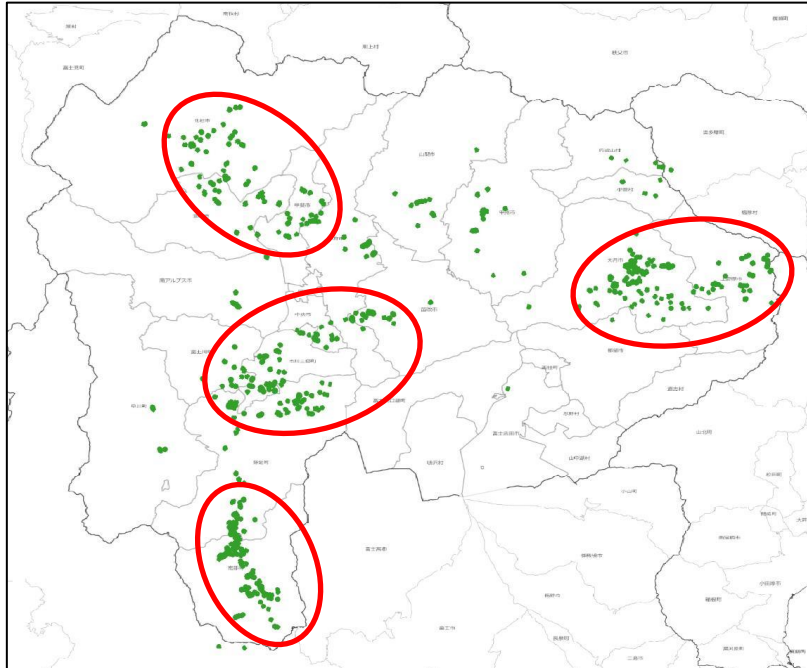


図 4.11 竹林（緑）が赤円の地域にまとまって分布している

(2) 中域のエリアに絞り込み、植生図とインターネット地図で個々の竹林の位置や分布を把握する。

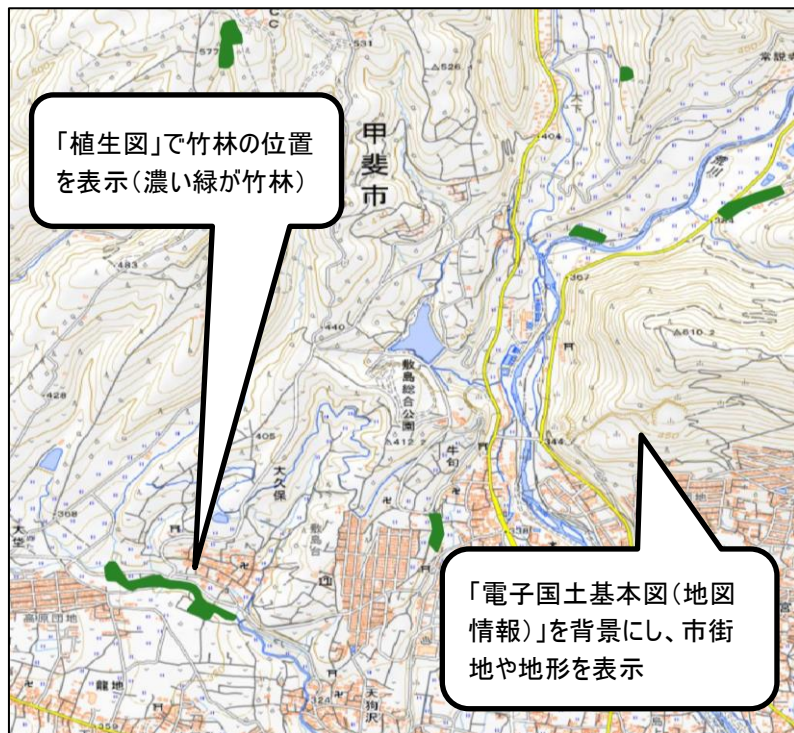


図 4.12 市街地、川沿いに竹林があることがわかる

(3) 異なるインターネット地図を用いて個々の小規模竹林の規模や周辺状況を把握し、絞り込む。

電子国土基本図（地図情報）を背景にして表示

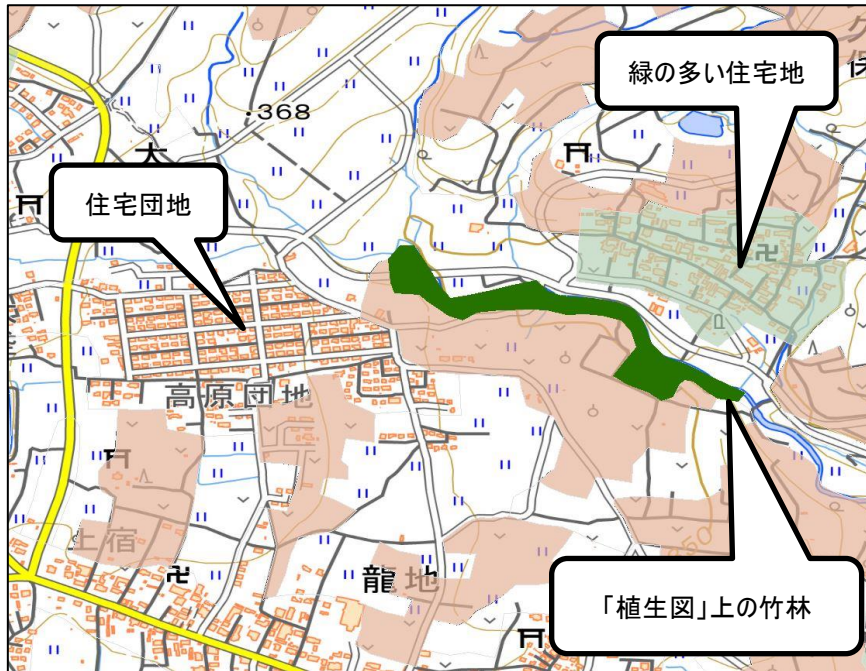


図 4.13 電子国土基本図（地図情報）を背景にして確認

電子国土基本図（オルソ画像）を背景にして表示

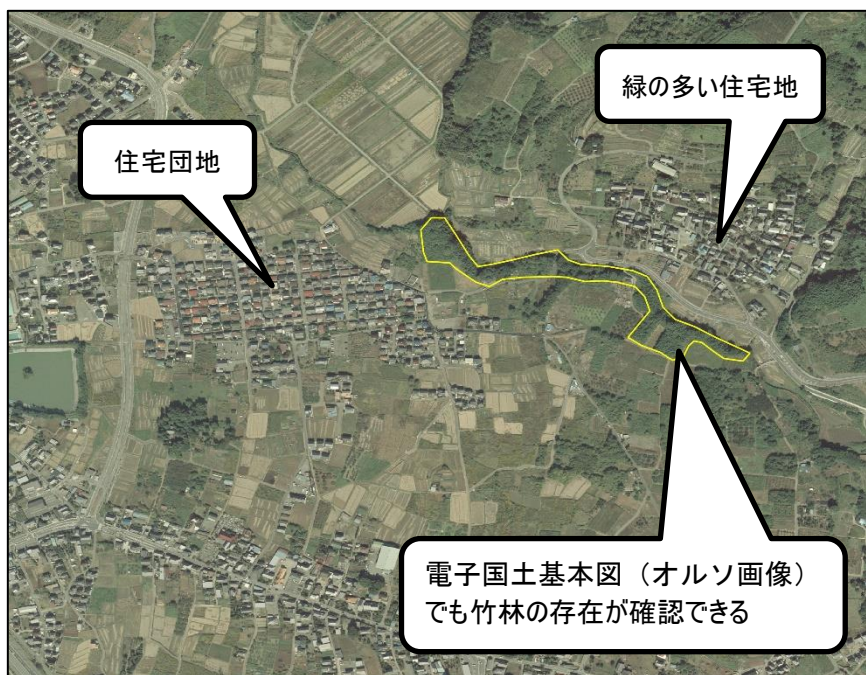


図 4.14 電子国土基本図（オルソ画像）を背景にして確認

(4) 電子国土基本図（オルソ画像）では、さらに拡大でき小規模竹林と周辺状況を詳細に把握できる場合がある。 ※Google Earth でも同じ作業が可能。

電子国土基本図（オルソ画像）を背景にして表示し、拡大する。

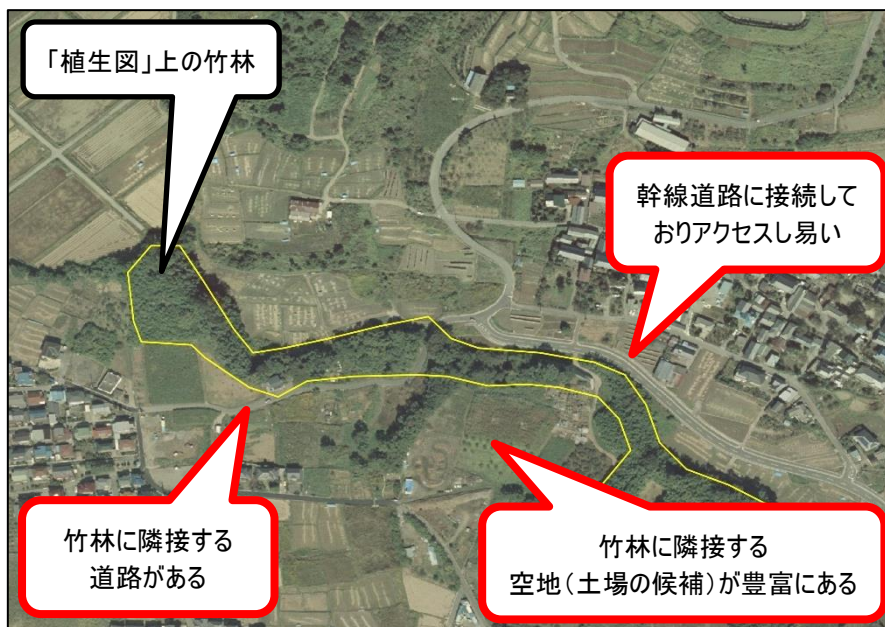


図 4.15 植生図と電子国土基本図（オルソ画像）で竹林の周辺状況を詳細に確認

電子国土基本図（オルソ画像）を背景にして表示し、拡大する。



図 4.16 さらに拡大してアクセス道路や土場を確認

4.3.4. ③要望調査の実施

検討した優先実施エリアにおいて要望調査を行う。竹林のほとんどは民有地であるため、伐採許可及び管理方針についての要望を聞き取り確認しておく必要がある。特に所有地の境界と管理方針（持続利用、駆除等）については必ず確認する。

表 4.14 要望調査の聞き取り項目例

質 問	選択肢の例
所有されている山林（竹林）の境界は把握されていますか？	地籍調査済／おおよそ把握している／全く分からない
所有されている山林（竹林）はこれまでどのように管理してきましたか？	農業用資材等の目的で時々間伐／伝統工芸品用やたけのこ生産林として常に整備／駆除（皆伐）／その他（所有山林外への侵入防止対策等）／何もしていない／分からない
今後、所有されている山林（竹林）をどのように管理していきたいですか？	竹資源を持続的に利用していきたい／商用利用 ²⁵ したい／駆除してほしい／その他（所有山林外への侵入を防止したい）／何もしなくてよい

4.3.5. ④竹林の詳細情報の収集・整理

現地で竹林の詳細情報を収集する。小規模・分散型の竹林に対応するため、平成 30 年度事業で検討した調査票を以下のとおり見直した。ポイントは下記である。

小規模・分散型の竹林であること及び高付加価値のマテリアル利用として敷料等を想定していることに留意した。

(1) 竹資源の詳細

- 竹のサイズ確認を重視する。竹が小型自走式チップパーで処理可能な直径かどうかの確認が必要であり、微小竹チップの生産量見積りは事業化に不可欠である。
- 枯稈の有無を重視する。
- 枯稈は敷料等には利用できず伐採時の障害となり危険でもある。そのため、枯稈が多い放置竹林等では別途事前に枯稈を伐採・除去する作業が発生する。
- 敷料等用途の場合、稈齢は重要でないため稈齢の確認は除外した。

(2) 地形の概況

- 土場
 - ◇ 小型自走式チップパーを設置できる平坦な土場が必要である。
 - ◇ 伐竹の集積と小型自走式チップパーの作業には、約 20m×10m の広さの空地が必要である（竹林の高さ・竹の長さが目安になる）。

²⁵ 伝統工芸品用やたけのこ生産林等

- アクセス道路
 - ◇ 微小竹チップを投入した満量のフレコンは約 300kg あり、微小竹チップの運搬には積載形トラッククレーン（3 トン）が必要。
 - ◇ 土場に接続する道路には、積載形トラッククレーン（3 トン）が通行可能な規格・幅員が必要。
 - 竹林と土場の位置関係
 - ◇ 小型自走式チップパーの処理能力の制約にあわせて伐竹は人力でチップパーまで運ぶ。搬出距離が 20m 以上になる箇所は非効率であるため施業対象としない。
 - 竹林内へのチップパーの移動を想定しないため、傾斜に関する条件は削除した。
- (3) その他
- 樹木の混交については、重機の利用可否ではなく作業効率の確認のために行う。
 - 今回の作業システムでは重機の利用を想定していないため、関連項目を除外した。

表 4.15 見直した調査票（小規模・分散型竹林対応版）

	チェック項目	選択肢・記述	調査目的	
竹資源の詳細 (マテリアル利 用のポテン シャル)	竹種	マダケ/モウソウチク/ハチク/その他	利用目的に適した種であるか確認する	
	竹林面積	縦横 100m 以上 (1ha 以上) / 縦横 50 ~100m (0.25~1ha 位) / 縦横 30m~ 50m (0.1~0.25ha 位) / それ以下	生産量や施業の効率性を確認する	
	サイズ	太さ	おおよその平均径 (自由記述)	小型自走式チップパーに投入できる太さに制約があるため (チップパーの仕様で判断)
		高さ	おおよその稈高 (自由記述)	
	枯稈の有無	枯稈あり(多量) / 枯稈なし(少量)	枯稈が多い場合は前処理が必要	
地形概況 (機械導入のポ テンシャル)	道路の幅員等	積載形トラックレーン (3 トン) 可 / 不可	積載形トラックレーン (3 トン) の通行可否を確認	
	竹林から 土場までの距離	20m 以内 / 20m 以上	20m 以上の引き出しは、効率が落ちるため対象外	
	土場の確保	可能 / 不可	小型自走式チップパーが設置可能な平坦地が必要	
その他 (施業のし易 さ)	樹木の混交	純竹林 / 侵入竹林	施業の効率性、コストを確認する	
	道路との位置関係	下荷 / 上荷 (最も集材しやすい道路から)	施業の効率性、コストを確認する	
	駐車スペースの有無	無し / 有り (竹林から道路沿いに 100m 以内)	集材 (積荷) 場所を確保できるか確認する	

4.3.6. ⑤竹林整備計画の検討

選定したエリアに作業システムを導入して伐採を始める前に、必要な手続きや要件及びその実務について整理する（図 4.17）。

実施においては「③要望調査の実施」で所有者から聞き取った内容だけでなく、地域の農協や果樹生産者、畜産・養鶏事業者へのヒアリングによって伐採についての要望や製品需要を調査し、伐採許可が得られた竹林の資源量を事前に推定した上で着手する。

また「④竹林の詳細情報の収集・整理」等の機会を利用し、道路から近く土場として利用できる平坦地に隣接する竹林を優先的に伐採する等、実際の作業の進め方について具体的に考える。



図 4.17 竹林整備計画の検討の流れ

(1) 竹林所有者の利用目的

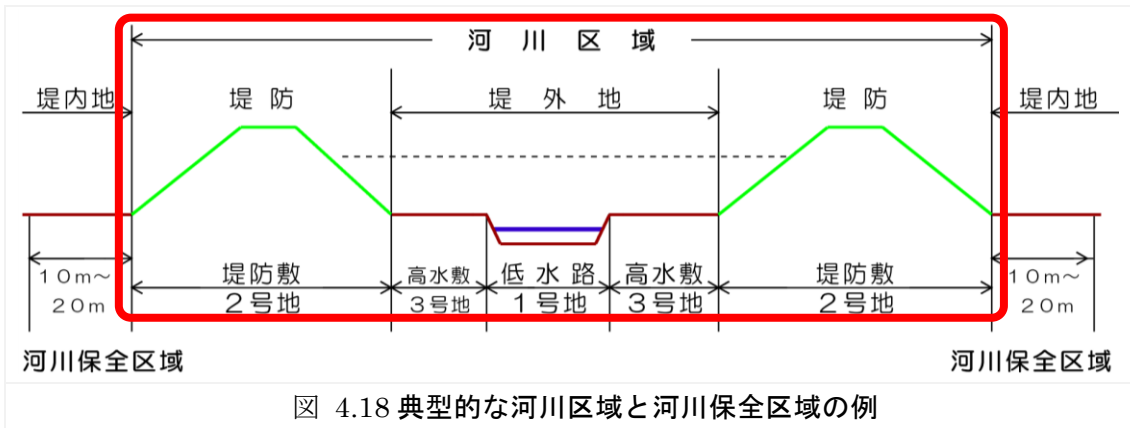
竹林所有者が希望する管理や利用の目的（駆除、持続的な利用、伐採竹の用途等）、管理希望（いつまでにどの範囲をどう管理したいか）を事前に明確にしておく。例えば施業方法については、駆除なら皆伐、持続的な利用なら択伐のように異なる。施業期間についてもモウソウチク林でのたけのこ利用が目的であれば、毎年の間引きが必要となり数年間の施業となる。

(2) 生産した微小竹チップの扱い

微小竹チップは事業者が買い取る場合の他、所有者の要望により土壌改良材等として自家消費する場合が考えられる。また枯稈の場合、小型自走式チップパーからマルチング用チップとして直接林床に撒くことも可能であるため、粉碎（チップ化）した竹の利用について竹林所有者と確認しておく。

(3) 河川沿いの竹林における伐採手続き

竹林、特にマダケ林は河川沿いに植栽されたものが広く分布しているが、河川沿いの土地は河川区域や河川保全区域として河川法が適用されるため注意が必要である（図 4.18）。



河川沿いの竹林伐採については、河川法第 27 条第 1 項（表 4.16）や第 24 条（進入路が必要な場合。表 4.17）及び河川法第 55 条（河川保全区域が含まれる場合。表 4.18）に基づいて許可申請を行わねばならない。申請に必要な様式が複数あり河川保全区域の幅もそれぞれ異なるため、該当する国土交通省地方整備局や地方自治体の担当部署に相談して確認する（表 4.19）。なお、河川区域の多くは国有地や県有地だが民有地も存在するため注意が必要である。

表 4.16 「河川区域」における竹林伐採に関わる法令（河川法 27 条）

<p>河川法第 27 条第 1 項（土地の掘削等の許可）</p> <p>河川区域内の土地において土地の掘削、盛土若しくは切土その他土地の形状を変更する行為（前条第一項の許可に係る行為のためにするものを除く。）又は<u>竹木の栽植若しくは伐採をしようとする者は、国土交通省令で定めるところにより、河川管理者の許可を受けなければならない。</u>ただし、政令で定める軽易な行為については、この限りでない。</p>
--

表 4.17 「河川区域」における竹林伐採に関わる法令（河川法 24 条）

<p>河川法第 24 条（土地の占用の許可）</p> <p>河川区域内の土地（河川管理者以外の者がその権原に基づき管理する土地を除く。以下次条において同じ）を占有しようとする者は、国土交通省令で定めるところにより、河川管理者の許可を受けなければならない。</p>

表 4.18 「河川保全区域」における竹林伐採に関わる法令（河川法 55 条）

<p>河川法第 55 条（河川保全区域における行為の制限）</p> <p>河川保全区域内において、次の各号の一に掲げる行為をしようとする者は、国土交通省令で定めるところにより、河川管理者の許可を受けなければならない。ただし、政令で定める行為については、この限りでない。</p> <ul style="list-style-type: none"> 一 土地の掘さく、盛土又は切土その他土地の形状を変更する行為 二 工作物の新築又は改築

表 4.19 河川の種類と管理者

区 分		管 理 者	問 合 せ 先
法河川	一級河川	指定区間外：国土交通大臣 指定区間：都道府県知事	国：国土交通省地方整備局
	二級河川	都道府県知事	
法河川外	準用河川	市町村長	地方自治体：地域整備部、河川課、土木事務所等
	普通河川	市町村長	

(4) 竹材の廃棄物としての扱い

竹材や木くずをチップ化して利用する際には廃棄物との関係に注意する必要がある。剪定枝や伐木等は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」(第二条)による一般廃棄物もしくは産業廃棄物(特定業種による事業からの「木くず」)に該当し(図 4.19)、廃棄物としての「木くず」の扱いは表 4.19 のようになっている(図 4.21)。

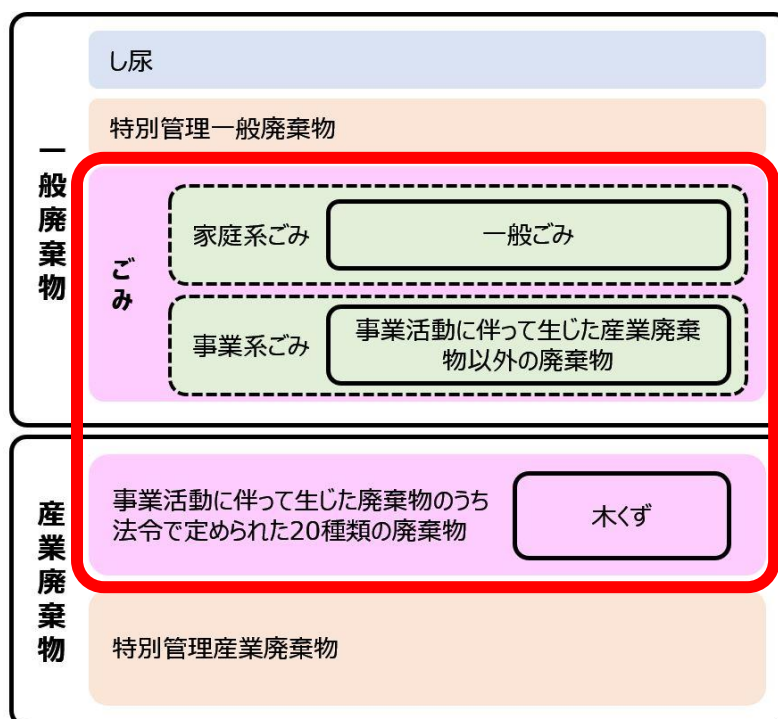


図 4.19 廃棄物の区分

※剪定枝や伐木、竹は赤枠部分に該当する

表 4.20 廃棄物としての「木くず」の扱い

区 分	「木くず」に該当する廃棄物の例
一般廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃木製パレット ・ 剪定枝・伐採木 ・ 流木 ・ 木製製品(家具・木箱等) ・ その他の木くず(梱包用木材・枕木等)
産業廃棄物	<ul style="list-style-type: none"> ・ 建設業に係る木くず(工作物の新築、改築又は除去に伴って生じたもの) ・ 木材又は木製品の製造業(家具製造業を含む)に係る木くず ・ パルプ製造業に係る木くず ・ 輸入木材の卸売業に係る木くず ・ 事業活動から生じた PCB が染み込んだ木くず

出典：環境省「木くずの現状について」

業種や事業形態にもよるものの、千葉県のように従来一般廃棄物としてきたものを産業廃棄物として明示した自治体や、山梨県のように建設工事等で生じた竹を発生工程によらず一般廃棄物としている自治体もある。²⁶ ²⁷ このため竹のチップ化利用や想定する事業形態について、地方自治体の担当部署や専門の行政書士に確認する。

(5) 積載形トラッククレーンの利用に必要な資格

作業システムで用いる積載形トラッククレーンには、吊り上げ荷重によって必要な資格が決められている。フレコン2袋と小型自走式チップパー1台の重量が約1トンとなるため、「小型移動式クレーン運転技能講習」と「玉掛け業務に係る特別教育」及び「玉掛け技能講習」の受講・修了が必要である（表 4.21、表 4.22）。

表 4.21 「移動式クレーンの運転」に必要な資格

作業内容	技能講習	特別教育
つり上げ荷重が1トン以上5トン未満の移動式クレーンの運転	必要	—
つり上げ荷重が1トン未満の移動式クレーンの運転	必要	必要

※「技能講習」とは「小型移動式クレーン運転技能講習」を指す。

※「特別教育」とは「移動式クレーンの運転の業務に係る特別の教育」を指す。

²⁶ 千葉県環境生活部廃棄物指導課「廃棄物として生じた「竹」の取扱いについて」平成26年
<https://www.pref.chiba.lg.jp/haishi/faq/haisouhou/q03000100.html>

²⁷ 山梨県森林環境部環境整備課「竹草の取扱いについて」令和元年
<https://www.pref.yamanashi.jp/kankyo-sb/takekusa.html>

表 4.22 「玉掛け作業」に必要な資格

作業内容	技能講習	特別教育
つり上げ荷重が1トン以上の移動式クレーンの運転	必要	—
つり上げ荷重が1トン未満の移動式クレーンの運転	必要	必要

※技能講習は「玉掛け技能講習」を指す。

※特別教育は「玉掛け業務に係る特別の教育」を指す。

4.3.7. ⑥施業方法の検討・実施

小規模・分散型の竹資源における高品質な微小竹チップの生産という観点で作業システムを見直し、各工程の内容を定義する（図 4.20、図 4.21）。

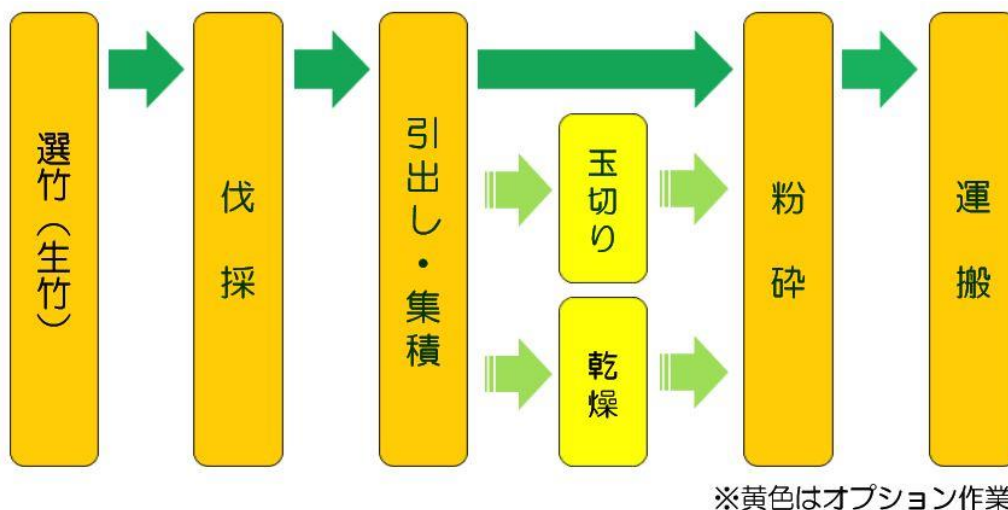


図 4.20 作業システムの流れ（概念図）

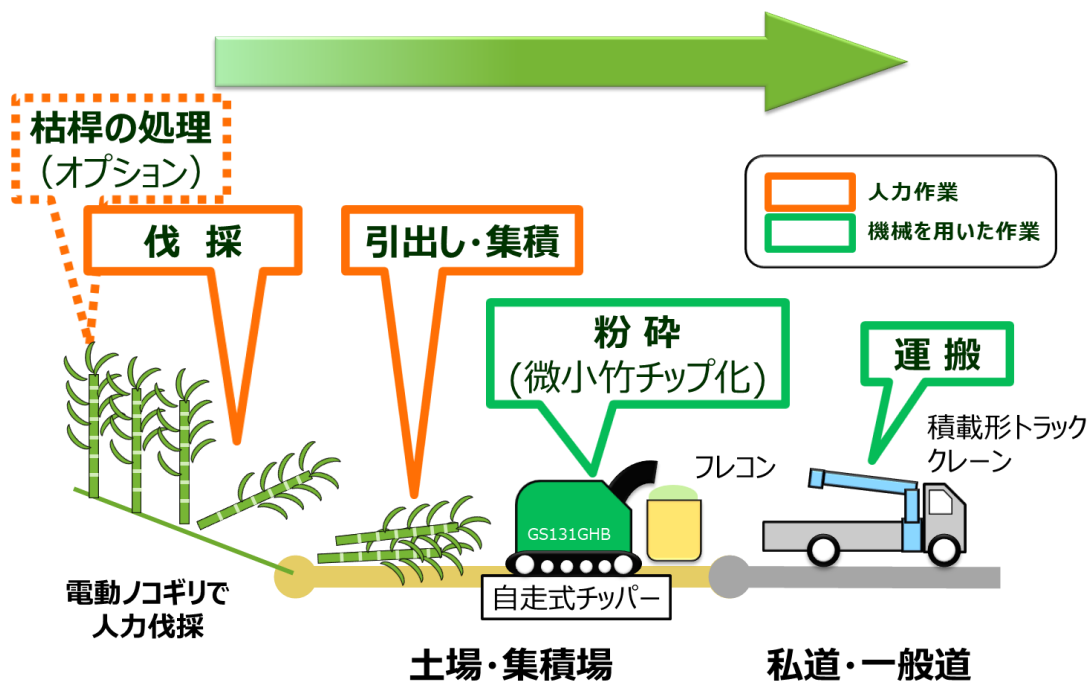


図 4.21 作業システムの詳細

(1) 伐採工程

伐採工程は「選竹」と「伐採」の2つの作業に分けられる。

<選竹作業のポイント>

- 所有者の要望により、持続利用の場合と駆除の場合があることに注意する。
- 持続的利用の場合は択伐となるため、選竹が必要である。
 - 持続利用の場合、林野庁の「竹の利活用促進に向けて」に記載の値²⁸を参考にモウソウチク 4,500 本/ha、マダケ 6,000 本/ha とした。
- 土地の境界に十分注意する。
- 放置竹林の場合、事前に枯桿の処理が必須となる（オプション）。

<伐採作業のポイント>

- 電動ノコギリによる人力作業を前提とする。
- 一般的にはチェーンソーが利用されるが、電動ノコギリはチェーンソーに比べて安全かつ導入が容易で、手ノコより効率的に作業できる。
- 伐採時期によって乾燥が必要になることがある。竹林整備は気候が比較的乾燥し農閑期である晩秋から冬季に行われてきた。このような時期に伐採することでチップ化の乾燥工程を省くことができる。春から夏に伐採した場合、水分とでんぷん質の含有量が多く虫害に侵されやすいとされる。²⁹

²⁸ 林野庁「竹の利活用促進に向けて」（平成 30 年 10 月）p7

²⁹ 内村悦三（2005）タケとタケを活かす-タケの生態・管理とタケの利用- 全国林業改良普及協会

(2) 引出し・集積工程

伐採した竹を土場まで移動する作業を「引出し・集積」工程とする。

<引出し・集積工程のポイント>

- 集材作業は人力で行うことを基本とする。ただし集材・搬出の距離が 20m を超える場合は、ポータブルウィンチ等を利用する。
- 必要に応じて玉切り・乾燥作業を行う。

(3) 粉砕（チップ化）工程

集材・搬出した竹を粉砕して微小竹チップに加工する作業を「粉砕（チップ化）」工程とする。

<粉砕工程のポイント>

- 伐採現場やその隣接地（オンサイト）での作業を前提とする。オンサイトでの作業を前提とした場合、ある程度小型で移設できるチップパーが必要になる。検討するチップパーの条件は次のものである。

- ◇ 竹の粉砕（チップ化）が可能であること。
- ◇ 高付加価値用途に利用できる微小竹チップが生産できること。
- ◇ チップの品質がある程度均一であること。
- ◇ 積載形トラッククレーンで運搬できるサイズと重量であること。
- ◇ 土場で簡単に設置でき、必要に応じて簡単に移設できること。

これら条件に合致するチップパーは、ほぼ(株)大橋³⁰の GS131GHB 及び GS150GHB のみであることから、これらの使用を検討する。GS131GHB と GS150GHB の主な特徴は下記である。

- ◇ 小型・自走式で一人でも操作できる。
- ◇ ブローワーが付属しており、チップをフレコン等に直接排出できる。
- ◇ スクリーンの交換によりチップの大きさを簡単に変更できる。
- 作業システム全体の生産効率はチップパーの処理能力に依存する。
- 粉砕（チップ化）工程の処理能力にあわせて伐採と引出し・集積が適切な効率になるよう、作業システム全体での調整が必要である。例えば伐採や引出し・集積工程の効率が必要以上に上がってしまうと、作業員を効率よく配置したり稼働させることはできない。

(4) 運搬工程

粉砕したチップをフレコン等に投入し土場から運び出す作業を「運搬」工程とする。

<運搬工程のポイント>

- 積載形トラッククレーンはフレコンの運搬だけでなくチップパーの運搬にも利用する

³⁰ 株式会社 大橋 <http://www.ohashi-inc.com/>

ため、基本的には地面に設置したフレコンにチップを投入し、積載形トラッククレーンを利用する。

- 荷台上に設置したフレコンへの投入はブロワーの角度等により効率が悪い。
 - ◇ 運搬にフレコンを利用しない場合、トラックの荷台にチップを直接投入して運搬することになる。

4.3.8. 実証試験の実施

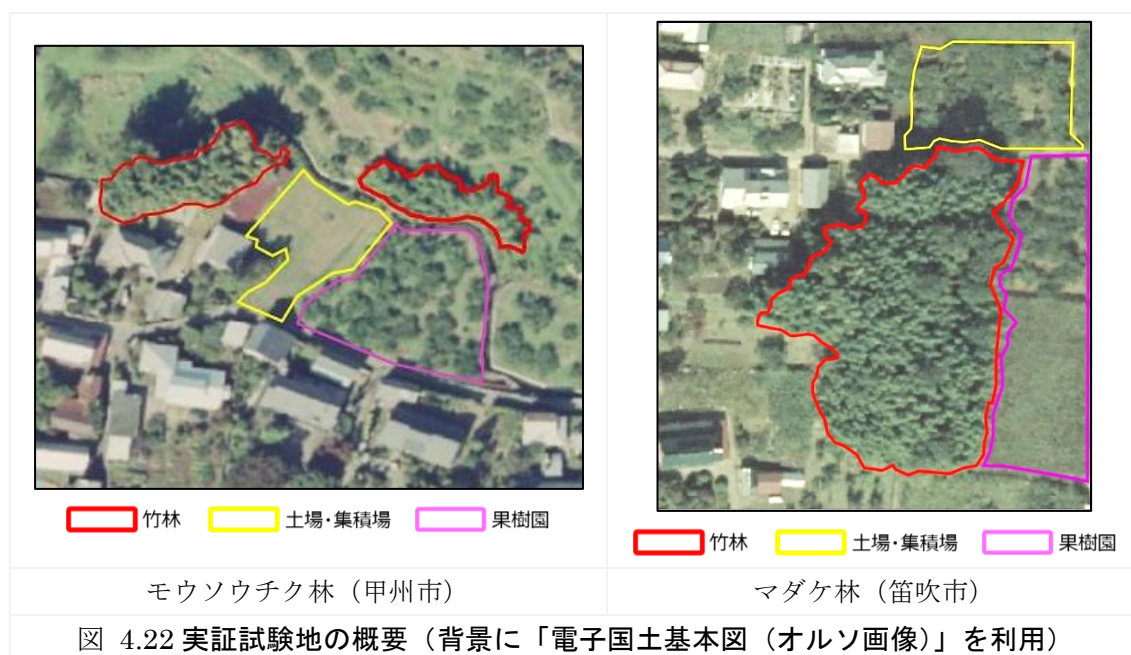
(1) 実証試験の概要

小規模・分散型の竹資源におけるオンサイトでの高品質な微小竹チップ生産について、山梨県甲州市と笛吹市で4.3.7で定義した作業システムを用い実証試験を行った(表 4.23)。

表 4.23 実証試験の概要 (日程と内容)

日時	場所	内容
12月16日(月)	山梨県甲州市塩山下粟生野	伐採～粉碎(チップ化)～運搬
12月17日(火)	山梨県笛吹市一宮東原	枯稈の整理・伐採(主伐準備)
12月18日(水)	山梨県笛吹市一宮東原	伐採～粉碎(チップ化)～運搬

甲州市の竹林は桃農家所有のモウソウチク林で、たけのこ生産のため3年前から択伐が行われており、生産した微小竹チップは所有者の桃園で土壌改良剤や肥料として利用する予定である。笛吹市のマダケ林は所有者の要望で4年間かけて皆伐する予定になっている。



各竹林の周辺状況を図 4.22 に、伐採前の竹林の概況を図 4.23 に示す。



各作業工程の使用機材を表 4.24 に整理した。

表 4.24 実証試験の使用機材

作業工程	使用機材
伐 採	電動ノコギリ（充電式レシプロソー）
引出し・集積	人力
粉 砕（チップ化）	小型自走式チップパー（大橋 GS131GHB, 大橋 GS150GHB）
運 搬	フレコン、積載形トラッククレーン（3 トン）

<使用機材：電動ノコギリ（充電式レシプロソー）>

- 株式会社マキタ製。ブレード（刃）の交換により石膏ボードから木材、鋼材等を切断可能で交換バッテリー式（図 4.24）。



充電式レシプロソー

電池パック充電器と竹専用の刃

図 4.24 充電式レシプロソーの例

<使用機材：小型自走式チップパー>

- 切削式チップパーでクローラによる走行が可能。エンジンの違いにより重量や出力、処理可能な材の直径が異なる。3トントラックに積載できる2機種を使用(図 4.25)。
- 穴の開いた交換式スクリーンを交換することでチップのサイズ調整や均一化が可能。微小竹チップ生産のため口径 8mm のスクリーンを使用 (図 4.26)。
- ブロワーが付属し、チップをフレコンやトラック荷台に直接排出可能。

大橋 GS131GHB		大橋 GS150GHB	
			
最大処理径	: 13cm	最大処理径	: 15cm
重量	: 375kg	重量	: 424kg
最大出力	: 13.0 kw	最大出力	: 23.0 kw
燃費	: 2.5 ㍲/時	燃費	: 6.5 ㍲/時
標準スクリーン	: 5mm・8mm	標準スクリーン	: 5mm・8mm
交換スクリーン	: 6・7・10・15・18・20mm	交換スクリーン	: 10・15・20mm

図 4.25 大橋製 小型自走式チップパー



図 4.26 小型自走式チッパーで使用した交換可能な 8mm スクリーン

<使用機材：フレコンと積載形トラッククレーン>

- 微小竹チップを直接投入できるよう、フレコンを地面に設置して使用。
- 小型自走式チッパーとチップで満量になったフレコンを同時に搬入・搬出できるよう、最大積載重量 3 トンの積載形トラッククレーンを使用（図 4.27）。



実証試験はモウソウチク林とマダケ林で行い、伐採・粉砕した竹の本数・胸高直径・稈長を計測するとともに、作業工程をビデオと写真で記録して所要時間を計測し、生産したチップの重量（生重量）を計測した。

(2) 実証試験の結果

実証試験を行ったモウソウチク林とマダケ林の概況を表 4.25 に示す。モウソウチク林は西日本のものに比べサイズが小さく、既に整備が始まっているため本数密度がマダケ林に比べて低かった。作業員数と使用機材の数量を表 4.26 に、各工程での作業の様子を図 4.28 に示す。

表 4.25 実証試験の結果（竹のサイズと密度）

実施日	竹種	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	本数密度 (本/ha)
16日	モウソウチク	3.0~11.4 (平均 7.3)	4.1~14.9 (平均 11.1)	12,000
18日	マダケ	1.4~8.7 (平均 4.9)	3.6~15.4 (平均 9.6)	22,000

表 4.26 実証試験の結果（作業者数と使用機材の数量）

竹の種類	作業者数	伐採	粉碎（チップ化）	運搬
モウソウチク	2名	電動ノコギリ × 2台	小型自走式チップパー × 1台	積載形トラッククレーン (3トン) × 1台
マダケ	3名	電動ノコギリ × 2台	小型自走式チップパー × 1台	積載形トラッククレーン (3トン) × 1台



選竹



小型自走式チップパーの搬入



電動ノコギリを使った人力伐採



人力による竹材の引出し



実証試験の結果、生産できた微小竹チップとその所要時間を表 4.27 に示す。

表 4.27 実証試験の結果（生産重量と所要時間）

竹種	処理本数	チップ総重量 (フレコン×2袋)	所要時間
モウソウチク	34本	594 kg	10:00～16:30（実働 5時間半）
マダケ	56本	635 kg	8:30～15:30（実働 6時間）

※チップの重量は正重量である。

それぞれの竹林における実証試験で得られた竹一本あたりの平均稈重量と平均処理時間及び一日あたりの処理本数、一日あたりの生産重量、フレコン生産数を竹の種類とチップの種類で整理したのが表 4.28 である。一日あたりの生産重量、所要時間及びフレコン生産数は、GS150GHBはGS131GHBに比べモウソウチクで2倍、マダケで約1.5倍の処理能力であった。

表 4.28 実証試験の結果（竹の種類と生産重量及び所要時間）

竹 類	チップ の種類	平均 稈重量 (kg/本)	平均 処理時間 (分/本)	処理本数 (本/日)	チップ 生産重量 (kg/日)	フレコン 生産数 (袋/日)
モウソウチク	GS131GHB	17.5	07:25	48.6	850.2	2.8
	GS150GHB		03:45	95.9	1678.5	5.6
マダケ	GS131GHB	11.3	02:09	152.7	1724.9	5.7
	GS150GHB		01:40	228.6	2582.9	8.6

※1日の作業時間を6時間、満量のフレコンを300kg/袋として計算した。

実証試験で用いた小型自走式チップパーで生産した微小竹チップを図 4.29 に示す。

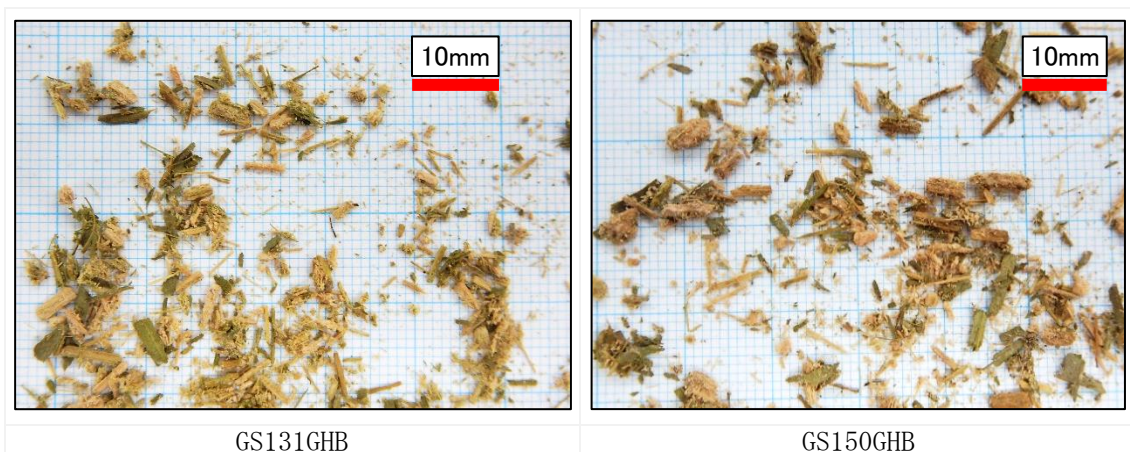


図 4.29 実証試験の結果（8mm スクリーンを使用したモウソウチクの微小竹チップ）

(3) 実証試験のまとめ

<伐採工程>

- 電動ノコギリ（充電式レシプロソー）を使った作業では、胸高直径 10cm 程度の竹を安全かつ素早く伐採できる（最大胸高直径：モウソウチク 11.4cm、マダケ 8.7cm）。
- 竹林の密度等により掛り木が発生し危険なことがある。
- つる植物の有無は伐採効率に影響する。

<引出し・集積工程>

- 本数密度やつる植物の有無が伐竹の引出し効率に影響する。

<粉碎工程>

- 小型自走式チップパーは伐竹を枝付きのまま粉碎でき、枝払い作業は不要である。
- 根元直径の大きいモウソウチクの処理では、根元側に切込みを入れたり玉切りして末

口から投入したりする等の工夫が必要である。

- 1本あたりの処理時間がモウソウチクとマダケで異なり、単位重量当たりの処理時間はモウソウチクよりマダケのほうが短い。
- GS131GHB に比べ GS150GHB は約 1.5～2 倍の処理速度で、特にモウソウチクで処理速度の差が大きい（表 4.28）。
- GS131GHB や GS150GHB は、交換スクリーンを外して使用することで枯稈を粗く粉碎（チップ化）でき、枯稈から生産した竹チップはマルチング材等に利用できる。
- 竹材が十分粉碎されず、スクリーンを通り抜けることで、稀に棒状のチップが発生する。棒状のチップは飼料や乳牛の敷料には使えず、注意が必要である（図 4.30）。



図 4.30 スクリーンを通り抜けた棒状のチップと通常の微小竹チップの比較

<運搬工程>

- 果樹園や市街地に介在して分布する小規模・分散型の竹林であったため、トラックで直接アクセスできる条件であった。

(4) 実証試験を踏まえた作業システムの修正

<作業システム全体>

- 粉碎工程にかかる時間が竹の種類とチップパーの性能で異なるため、伐採工程の作業をこれにあわせて調整する必要がある。
- 粉碎（チップ化）工程の処理能力がボトルネックである。そのため、伐採工程の作業員数をチップパーの機種に応じて変えることで伐採工程から粉碎（チップ化）工程への竹材供給速度を調整し、作業システム全体の効率化を図る。
 - ◇ GS131GHB は処理速度が遅いため作業員 2 名とする。
 - ◇ GS150GHB はモウソウチクで 2 名、マダケで 3 名とする。

<伐採工程> 及び <引出し・集積工程>

- 竹林の密度、つる植物の有無が効率に影響するため、4.3.5 ④竹林の詳細情報の収集・

整理において事前に把握しておく。

- 電動ノコギリ（充電式レシプロソー）の刃の耐久性を考慮し、替刃を用意しておく。

<粉砕工程>

- 工程の修正は不要だが、生産効率の観点から小型自走式チップパーとして大橋GS150GHBを使用するのが望ましい。

<運搬工程>

- 特になし

5章. 地域の竹資源状況に最適な竹材供給プランの作成

実証試験を実施した山梨県笛吹市・甲州市において実際に事業を実施することを想定し、竹材供給プランを検討した。

5.1. モデル地域の概要

(1) 山梨県の竹林の特徴

山梨県の降水量の平年値は 1,135mm、平均気温は 14.7℃である（甲府市）。気候は比較的寒冷であるが、県東部には主にマダケが、南西部では主にモウソウチクが分布している。南部の富士川流域は比較的温暖で降水量が多くモウソウチクが広範に生育する地域になっている。山梨県林業統計書によると県内の竹林面積は 820ha とされ、空中写真判読による環境省の植生図（第 6 回・7 回自然環境保全基礎調査・植生調査植生図）では、県全体の竹林面積は 460ha となっている（一部山岳地帯は未整備で、基本的に 1ha 以上の林分のみ図化されている）。

表 5.1 山梨県の竹林面積（単位：ha）

出典	総数	国有林	県有林	民有林
山梨県林業統計書	820	—	—	820
植生図	460	—	—	—

出典：山梨県「令和元年度版山梨県林業統計書」
環境省「第 6 回・7 回自然環境保全基礎調査」（平成 11 年度以降）

(2) 山梨県の竹林の利用

山梨県は果樹栽培が盛んで果実運搬に竹かごが主に利用されていた。このため、かつては果樹栽培の盛んな県東部に竹細工製造業者が多く、材料となるマダケ林も各所に分布していた³¹。マダケは節間が長くよくなるため、明治時代までは農作物の支柱としても利用されていた。このような背景から、現在でも山梨県東部では果樹園や民家に隣接する小規模竹林が点在している。現在、たけのこ生産地になっている県南西部では食用に適したモウソウチクが栽培されている。

南部の峡南地域は比較的高温多雨で竹の蓄積が最も多く、竹炭・竹酢液やたけのこの生産が盛んである。近年、県内の事業者が県内外の畜産農家と連携して微小竹チップの敷料利用や養鶏場での敷料利用を試みている。山梨県は甲州地鶏の産地でもあることから、高付加価値用途向けの竹のマテリアル利用として有望だと思われる。

³¹ 地元業者ヒアリングによる。

表 5.2 山梨県の竹林蓄積（単位：m³）

地域	国有林	県有林	民有林
全域	0	0	126,298
中北	0	0	21,842
峡東	0	0	10,540
峡南	0	0	83,051
富士東部	0	0	10,865

出典：山梨県「令和元年度版山梨県林業統計書」



図 5.1 山梨県の地域区分

(3) モデル地域の概況

モデル地域である山梨県甲州市・笛吹市は、県内の地域区分としては山梨市と併せて峡東地域に属している。両市における竹林面積は、環境省植生図によると 38.3ha（甲州市 8.8ha、笛吹市 29.5ha）となっているが、空中写真等によると植生図の対象外である 1ha 未満の小規模竹林が多数みられる。県の林業統計には市町村別の竹林面積の内訳がないものの、仮に植生図との比較から（山梨県林業統計書 820ha に対し環境省植生図 460ha）、実際の竹林面積をおよそ 1.8 倍ほどと仮定すると、両市の竹林面積はあわせて 68.9ha となる。モデル地域の小規模な竹林の多くは果樹園や市街地に介在して分布しており、車両で直接アクセス可能と思われるものが多い。竹の種類はマダケとモウソウチクが混在しており、この地域のモウソウチクは西日本に比べてサイズが小さい。

5.2. モデル地域における竹材供給プランの検討

竹材供給プランの検討にあたっての基本方針と生産コストの考え方は以下に示すとおりである。

(1) 竹材供給プランの基本的な考え方

今回実証した小規模な作業システムを一つの活動単位（作業ユニット）と考え、一つの作業ユニットが通年稼働した場合に期待できる供給可能量及び生産コスト（生産原価）を試算する。一つの作業ユニットは、小型自走式チップパー1台と2～3名の作業員で構成されるものとする。これを基本単位とし、幾つかの条件を組み合わせることで1日当たりないし月当たりの生産性を計算する。モデル地域内の竹資源の状況を踏まえ、事業化を想定した場合に必要な作業ユニットの数量及び竹材供給プランを検討する。

(2) 生産コストの考え方

生産コストは作業システムによる高付加価値用途に利用可能な微小竹チップ生産に係る費用に限定して考えることとした。4.3.8で行った実証試験の結果をもとに1作業ユニット・1日当たりの生産性を検討する。生産性は竹の種類及び小型自走式チップパーの性能によって大きく変動することから、以下の4パターンの組合せで検討する（表5.3）。作業員数は2名を基本的とするが、竹の種類がマダケで小型自走式チップパーGS150GHBを使用する場合のみ3名とした。

表 5.3 作業ユニットの組合せ

竹の種類	チップパーの種類	作業員数
モウソウチク	GS131GHB	2名
	GS150GHB	2名
マダケ	GS131GHB	2名
	GS150GHB	3名

月の最大稼働日数を15日と仮定し、1作業ユニット当たりの月間生産原価と微小竹チップの生産量を試算する。人件費については平成31年度の山梨県公共工事設計労務単価を使用した。小型自走式チップパー及び積載形トラッククレーンのリース料は、メーカーへの聞き取りや事業者が公表している情報等に基づき設定した。その他資機材、消耗品についても市場価格等を調査し設定した。

(3) 生産コストの試算結果

表 5.4～表 5.7に竹の種類と小型自走式チップーそれぞれを組み合わせた場合の試算結果を示す。

表 5.4 生産コストの試算（モウソウチク・GS131GHB の場合）

項目	単位	数量	単価	内 訳	計算式, 根拠	金額 (月額)	月生産量 (kg)
竹チップ生産量	kg/日	1.0	850.2	・モウソウチク	・実証試験結果(850.2kg/日)		12,753
作業員日当	円/人・日	2.0	21,000	・普通作業員	・平成31年度公共工事設計労務単価表 (山梨県県土整備部)(H31.4.1)	630,000	
チップー(GS131)	円/台・月	1.0	48,889	・本体価格176万円/台 ・3年で償却(耐久年数)	=本体価格/(12ヶ月×チップーの耐久年数) =176万円/(12ヶ月×3年)=48,889円	48,889	
燃料代(チップー)	円/日	1.0	1,400	・ガソリン価格 140円/リットル ・使用量 10リットル/日		21,000	
積載形トラッククレーン	円/日	1.0	25,000	・燃料代含む	・積載形トラッククレーン(3トン)	375,000	
充電式電動ノコギリ (レシプロソー)	円/台	2.0	222	・替刃, 消耗品, バッテリー含む ・1年で償却	=本体価格/(12ヶ月×耐久年数×月稼働日数) =4万円/(12ヶ月×1年×15日)=222.2円	6,666	
諸経費	円/月	1.0	63,000	・消耗品等、メンテナンス費の他、間 接的経費を含む	・人件費の10%	63,000	
合計						1,144,555	
竹チップ1トンを生産する のに必要なコスト	円/t					89,748	

表 5.5 生産コストの試算（モウソウチク・GS150GHB の場合）

項目	単位	数量	単価	内 訳	計算式, 根拠	金額 (月額)	月生産量 (kg)
竹チップ生産量	kg/日	1.0	1,678.5	・モウソウチク	・実証試験結果(1,678.5kg/日)		25,178
作業員日当	円/人・日	2.0	21,000	・普通作業員	・平成31年度公共工事設計労務単価表 (山梨県県土整備部)(H31.4.1)	630,000	
チップー(GS150)	円/台・月	1.0	62,778	・本体価格226万円/台 ・3年で償却(耐久年数)	=本体価格/(12ヶ月×チップーの耐久年数) =226万円/(12ヶ月×3年)=62,778円	62,778	
燃料代(チップー)	円/日	1.0	2,100	・ガソリン価格 140円/リットル ・使用量 15リットル/日		31,500	
積載形トラッククレーン	円/日	1.0	25,000	・燃料代含む	・積載形クレーントラック(3トン)	375,000	
充電式電動ノコギリ (レシプロソー)	円/台	2.0	222	・替刃, 消耗品, バッテリー含む ・1年で償却	=本体価格/(12ヶ月×耐久年数×月稼働日数) =4万円/(12ヶ月×1年×15日)=222.2円	6,666	
諸経費	円/月	1.0	63,000	・消耗品等、メンテナンス費の他、間 接的経費を含む	・人件費の10%	63,000	
合計						1,168,944	
竹チップ1トン生産する のに必要なコスト						46,428	

表 5.6 生産コストの試算（マダケ・GS131GHB の場合）

項目	単位	数量	単価	内 訳	計算式, 根拠	金額 (月額)	月生産量 (kg)
竹チップ生産量	kg/日	1.0	1,730.9	・マダケ	・実証試験結果(1,730.9kg/日)		25,964
作業員日当	円/人・日	2.0	21,000	・普通作業員	・平成31年度公共工事設計労務単価表 (山梨県県土整備部)(H31.4.1)	630,000	
チップー(GS131)	円/台・月	1.0	48,889	・本体価格176万円/台 ・3年で償却(耐久年数)	=本体価格/(12ヶ月×チップーの耐久年数) =176万円/(12ヶ月×3年)=48,889円	48,889	
燃料代(チップー)	円/日	1.0	2,100	・ガソリン価格 140円/リットル ・使用量 15リットル/日		31,500	
積載形トラッククレーン	円/日	1.0	25,000	・燃料代含む	・積載形クレーントラック(3トン)	375,000	
充電式電動ノコギリ (レシプロソー)	円/台	2.0	222	・替刃, 消耗品, バッテリー含む ・1年で償却	=本体価格/(12ヶ月×耐久年数×月稼働日数) =4万円/(12ヶ月×1年×15日)=222.2円	6,666	
諸経費	円/月	1.0	63,000	・消耗品等、メンテナンス費の他、間 接的経費を含む	・人件費の10%	63,000	
合計						1,155,055	
竹チップ1トン生産する のに必要なコスト						44,488	

表 5.7 生産コストの試算（マダケ・GS150GHB の場合）

項目	単位	数量	単価	内 訳	計算式, 根拠	金額 (月額)	月生産量 (kg)
竹チップ生産量	kg/日	1.0	2,591.8	・マダケ	・実証試験結果(2,591.8kg/日)		38,877
作業員日当	円/人・日	3.0	21,000	・普通作業員	・平成31年度公共工事設計労務単価表 (山梨県県土整備部)(H31.4.1)	945,000	
チップー(GS150)	円/台・月	1.0	62,778	・本体価格226万円/台 ・3年で償却(耐久年数)	=本体価格/(12ヶ月×チップーの耐久年数) =226万円/(12ヶ月×3年)=62,778円	62,778	
燃料代(チップー)	円/日	1.0	2,800	・ガソリン価格 140円/リットル ・使用量 20リットル/日		42,000	
積載形トラッククレーン	円/日	1.0	25,000	・燃料代含む	・積載形クレーントラック(3トン)	375,000	
充電式電動ノコギリ (レシプロソー)	円/台	2.0	222	・替刃, 消耗品, バッテリー含む ・1年で償却	=本体価格/(12ヶ月×耐久年数×月稼働日数) =4万円/(12ヶ月×1年×15日)=222.2円	6,666	
諸経費	円/月	1.0	94,500	・消耗品等、メンテナンス費の他、間 接的経費を含む	・人件費の10%	94,500	
合計						1,525,944	
竹チップ1トン生産する のに必要なコスト						39,251	

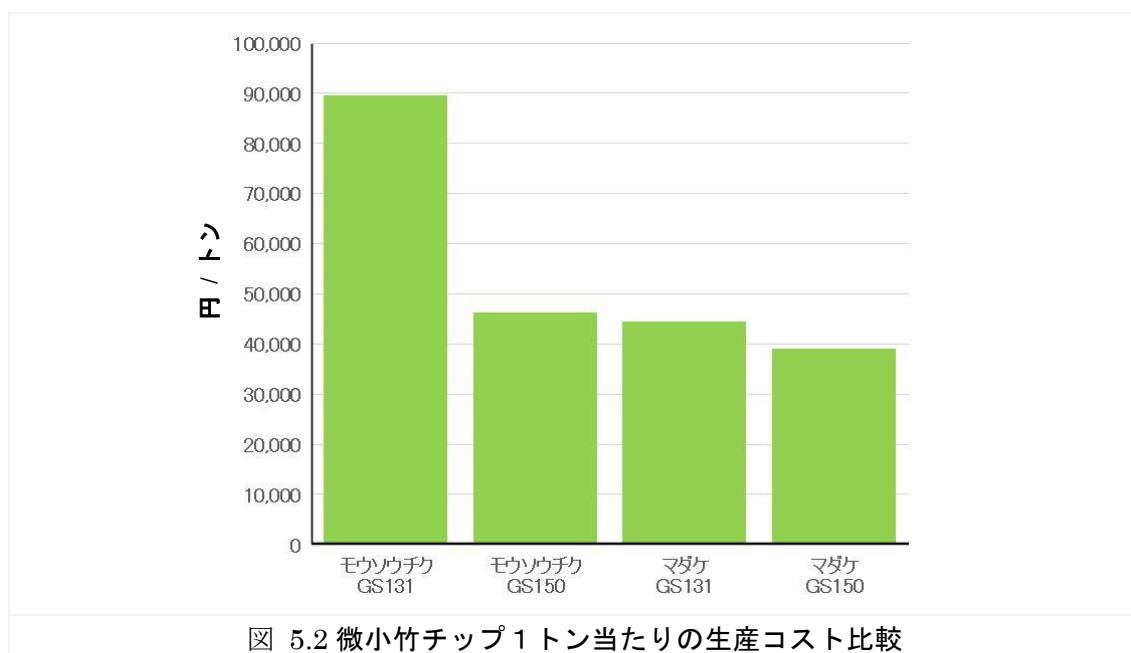
生産原価に人件費（作業員日当）が占める割合は54～62%と非常に大きく、これが生産原価に影響している。今回は人件費単価として一律に「普通作業員」の単価を用いたが、例えばチップーへの竹の投入等、一部の簡易な作業については「軽作業員」の単価に置き換えることで多少コストの抑制が可能である。一方、クレーン操作や玉掛け作業については「特殊作業員」が想定され、すべての作業を「軽作業員」の単価に置き換えることは適切でない。また労務単価は地域によってかなり差異があり、山梨県は他県に比較して高い傾向にあることも生産コストの増大に影響している。

生産コストの試算結果のまとめを表 5.8 に示す。

表 5.8 生産コストの比較

竹の種類	チップパー	生産原価 (円/月)	チップ 生産量 (kg/月)	チップ 1 トン当 たりのコスト (円/トン)	チップ 1kg 当 たりのコスト (円/kg)	備 考
モウソウチク	GS131GHB	1,144,555	12,753	89,748	89.7	作業員 2名
	GS150GHB	1,168,944	25,178	46,428	46.4	作業員 2名
マダケ	GS131GHB	1,155,055	25,964	44,488	44.5	作業員 2名
	GS150GHB	1,525,944	38,877	39,251	39.3	作業員 3名

モデル地域に検討した作業システムを導入した場合の月当たりの生産原価は約 114～153 万円となった。モウソウチクよりマダケの方が生産原価が高いが、マダケは生産性が高く 1 トン当たりの生産コストが低くなっている。微小竹チップ 1 トン当たりの生産コストは、マダケで GS150GHB を使用した場合に最も安く（約 39,300 円）、モウソウチクで GS131GHB を使用した場合に最も高く（約 89,700 円）、森林総研による試算結果（6,000～46,000 円/wet-t）³²に比べかなり高い結果となった。



³² 伊藤崇之・村上勝・谷山徹. (2010)「竹利用のキーは伐出のコスト(特集 広がる竹の生態特性とその有効利用への道)」森林科学 No58

5.3. 竹材供給プランの作成

5.2 で試算した生産原価をもとに、山梨県笛吹市・甲州市をモデル地域として小規模・分散型の竹資源に対応した竹材供給プランを作成した。

(1) 竹材供給プランにおける条件設定

供給プランの策定にあたり、モデル地域における竹資源の状況等について以下のような仮定を行った。

<竹林面積>

- 環境省植生図におけるモデル地域の竹林面積は38.3ha(笛吹市29.5ha、甲州市8.8ha)であるが、1ha未満の小面積の竹林が把握されていない。県の林業統計との比較から小規模竹林が植生図の1.8倍程度存在すると仮定し、モデル地域に存在する小規模竹林の合計面積を68.9haとした。
- 許諾やアクセス等の面から、存在する小規模竹林すべてが利用できるわけではない。利用可能な小規模竹林の割合を70%と仮定し、モデル地域で利用可能な小規模竹林の合計面積を48.2haとした。

<伐採方法>

- 竹林は持続的に循環利用するものとし、毎年1/4を抜き切りする³³(4年目以降の稈を伐採する)こととした。また、放置竹林に対して必要と考えられる枯稈処理は行わないものとした。

<資源構成>

- モデル地域ではマダケとモウソウチクが混在して分布している。空中写真や現地での確認結果等から、竹の種類はモウソウチク、マダケそれぞれ50%と仮定した。
- 持続的管理を行う竹林として維持する場合の本数密度は、林野庁の「竹の利活用促進に向けて」に記載の値を参考にモウソウチク4,500本/ha、マダケ6,000本/haとした。
- 実証試験の結果をもとに、竹1本あたりの重量はモウソウチク17.5kg/本、マダケ11.3kg/本とした。

<作業ユニット>

- 作業ユニットで用いる小型自走式チップパーは生産性の高いGS150GHBを利用することとし、この作業ユニットが通年稼働するものとした。

³³ 内村悦三(2015)「タケと竹を活かす」p173

(2) 竹材供給プランの検討結果

前項(1)の仮定をもとにモデル地域の竹資源量を推定した結果、**3,532** トン（モウソウチク 1,898 トン、マダケ 1,634 トン）となった。これを毎年 1/4 ずつ 4 年で伐採すると、年間で **882** トン（モウソウチク 474 トン、マダケ 408 トン）が可能な伐採量となる。この年間可能伐採量に対して、作業ユニットが通年活動して微小竹チップ生産を行う場合、通年で必要な作業ユニット数は **2.45** ユニットとなる。

複数の作業ユニットが通年稼働することにより、積載形トラッククレーン等の資機材の共有や作業員の熟練度向上が期待できるため、実務上はより効率化される。

表 5.9 供給プランの検討結果

竹の種類	面積 (ha)	密度 (本/ha)	1本あたり重量 (kg/本)	資源量 (トン)	年間可能 伐採量 (トン)	1ユニットの 年間生産性 (トン)	稼働 ユニット数
モウソウチク	24.1	4,500	17.5	1,898	474	302.1	1.57
マダケ	24.1	6,000	11.3	1,634	408	464.9	0.88
合計	48.2			3,532	882		2.45

5.4. 供給プラン作成における課題

5.4.1. 計画段階（事業化、適地選定）における課題

今年度は、小規模・分散型の竹資源を対象とし、多様な高付加価値製品に利用できる高品質な微小竹チップ生産に着目し、人力作業と小型自走式チップパーを利用して伐採現場やその隣接地（オンサイト）で粉碎（チップ化）作業を行う作業システムを検討してきた。

実際の事業化においては4.3で扱った「利用の流れ」（図5.3）に沿って竹林整備計画を作成し、これに基づいて竹材供給プランを作成することになる。ここでは「利用の流れ」の各手順における課題と留意点を整理する。

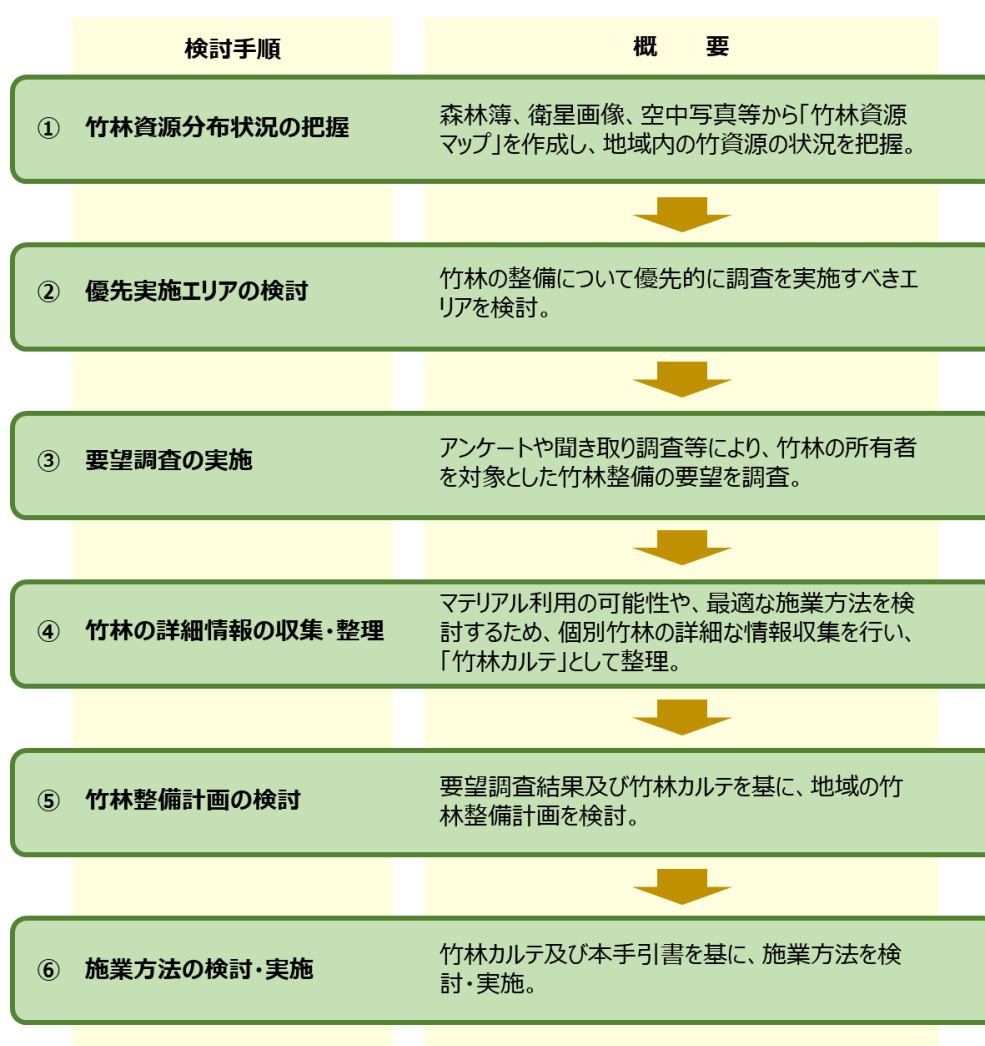


図 5.3 検討手順（再掲）

(1) ①竹林資源分布情報の把握

4.3.2 に整理した手法で地域の資源量を把握する。環境省植生図では 1ha 未満の小規模竹林は図化されていないため、国土地理院の電子国土基本図(オルソ写真)や Google Earth 画像等の無償で利用可能なインターネット地図も利用して小規模竹林を確認する。この段階ではできるだけ無償で利用可能な資料とソフトウェアを使い、簡易な作業とする。

(2) ②優先実施エリアの検討

優先実施エリアの選定は 4.3.3 に示した検討例を参考に行う。特に 8 つの検討事項のうち、(4)竹林へのアクセス道路と幅員、(5)小型自走式チップperを設置できる土場の有無に留意する。この時点で利用可能な資源量をおおまかに試算し、事業の実施可能性を事前に検討しておく。この段階でも使用する資料は無償利用できるものを最大限に活用する。

(3) ③要望調査の実施

4.3.4 に基づいて竹林所有者への要望調査を行う。現地では所有地の境界と竹林管理に関する所有者の要望(持続利用又は駆除)を必ず確認する。

(4) ④竹林の詳細情報の収集・整理

4.3.5 に基づき、優先実施エリアを踏査して小規模竹林を詳細に調査し、「竹林調査票(竹林カルテ)」として整理する。竹の種類やサイズ、土場の位置等が生産性を大きく左右するため、導入する作業システムを念頭におき具体的な想定に基づいて情報収集する。実務上は放置竹林等の枯稈処理に大きなコストが掛かると想定され、枯稈の有無や状態についても適切に把握しておく。

なお現地調査時は、竹林カルテとともにハンディ GNSS³⁴受信機やデジタルカメラでも記録を残しておくことより有用な記録になる。特に全天球カメラで撮影した全天球写真は、竹林周辺の状況を視覚的に再現でき、竹林所有者等への説明に大変有効である。

(5) ⑤竹林整備計画の検討

整備計画は小規模竹林の面積や所有者の利用目的、伐採許可の有無、道路や土場の位置関係等に基づいて策定する。①～④の作業に並行して微小竹チップの需要者や年間需要量を把握・推定し、伐採許可が得られた竹林の配置や面積とすり合わせて整備計画を策定する。需要の把握には地域の果樹生産者や畜産・養鶏事業者等からの聞き取りが効果的である。

特に事業初期は、放置竹林での枯稈の除去等が必要になる場合が多いと考えられる。枯稈から生産した竹チップにマルチング資材等の需要がある場合には、枯稈の利用等も視野

³⁴ Global Navigation Satellite System 全地球航法衛星システム。アメリカ合衆国が運用する GPS (Global Positioning System)、ロシア連邦の GLONASS、欧州連合のガリレオ、中華人民共和国の北斗等があり、衛星からの信号を利用して測位することで利用者の現在位置を知ることができる。

に入れた整備計画とする。また工芸用竹材やたけのこ、メンマ等のより高付加価値な需要についても把握しておき、事業開始後の柔軟に運営に備える。

利用可能な資源量から投入すべき作業ユニット数等を想定し生産原価を試算する。生産コストと需要量を満足する体制構築が可能か否か検討し、竹材供給プランを策定し事業を開始する。



図 5.4 竹林整備計画の検討の流れ

(6) ⑥ 施業方法の検討・実施

整備計画に基づき作業システムの検討を行う。微小竹チップ以外の高付加価値用途の需要が見込まれる場合には、それに対応可能な作業システムをあらかじめ検討しておくことも重要である。本事業の作業システムは比較的柔軟に修正可能であり、例えばオンサイトでの粉碎（チップ化）は行わず軽トラックのみで運用する等の作業形態も想定しておく。

作業システムの生産性は竹の種類やチップパーの性能等で大きく変わるだけでなく、生産原価に占める人件費の割合が大きいことにも留意する必要がある。

5.4.2. 実施段階における課題

事業実施段階において留意すべき事項について整理する。実証試験及びモデル地域における供給プランの検討結果から、本事業の作業システムによる微小竹チップの生産コストは 40 円/kg から 90 円/kg であり、ある地域の取引価格である約 20 円/kg³⁵に比べかなり高くなった。これは生産原価に占める人件費の割合が半分以上であることによるが、検討した作業システムには「特殊作業員」の労務単価が想定される作業が含まれるため、より安価な「軽作業員」の労務単価で置き換えることは適切でない。

実証試験に用いたモウソウチク竹林の竹稈は西日本に比べ細く稈高も低かったため、作業システムに必要な自走式チップパーも小型のもので十分であった。竹のサイズは自走式チップパーの機種選定や伐採効率を大きく左右するため、他地域で実施するには注意が必要である。

³⁵ (一社) 日本森林技術協会調べ。

5.4.1 (6)でも述べたとおり、地域における竹のマテリアル利用は高コストな微小竹チップへの需要だけでなく、より高付加価値な用途（工芸用竹材やたけのこ、メンマ等）の需要も視野に入れ幅広く把握しておくことが必要であり、作業システムについても需要量や内容の変化に対応できる柔軟な運用体制とする必要がある。

本事業で検討した作業システムは人力作業が中心であるため、用途に応じて工程を調整しやすい。したがって、微小竹チップ以外の用途向けに作業システムからチップパーを省略し、積載形トラッククレーンの代わりに軽トラックで運用する等の変更にも容易に対応できる。

6章. まとめ

本事業では、小規模で分散している竹林における竹のマテリアル利用に向けた竹材生産技術として、「多様な高付加価値製品に展開可能な高品質微小竹チップの竹伐採現場（オンサイト）での生産」を検討した。検討においては、事業者の事業実施に資するよう昨年度成果を再検討して実証試験を行い、その上でモデル地域を選定して供給プランを試作した。

本事業では、作業システムとして人力作業と小型自走式チップパーを組み合わせてオンサイトで微小竹チップ生産が可能なシステムを検討した。作業システムでは、一つのサイトで行われる作業を一つの作業ユニットとし、資源量によって複数の作業ユニットを組み合わせることで全体の効率化と低コスト化を試みた。

まず、小規模・分散型の竹資源を利用する事業の実施に向けた必要な手順と事業で想定する作業システムについて検討した。事業実施手順の整理では、昨年度作成した「竹林利用の手引き 2018」に基づいて小規模・分散型の竹資源の利用の流れを検討した。竹林の分布状況の把握と優先実施エリアの検討では、事業者による作業を念頭にインターネット地図と無料のソフトウェアを利用する手法を検討した。要望調査の実施では持続的利用や駆除といった所有者の要望を重視することとし、竹林の詳細情報の収集・整理では事業者が小規模・分散型竹資源の利用について具体的に検討できるよう、平成 30 年度作成の「竹林状況調査票（竹林カルテ）」を修正した。竹林整備計画の検討では作業システム導入に必要な手続き等を、施業方法の検討・実施では作業システムの各工程の詳細を検討した。

次に、検討した作業システムを実地で検討するため実証試験を行った。実証試験では検討した作業システムを用いて山梨県の小規模竹林で実際に伐採・粉碎（チップ化）・運搬といった作業を行い、竹の種類や小型自走式チップパーの性能の違いが生産性に与える影響を確認した。

竹材供給プランの検討においては、本事業の作業システムを用いた竹材供給プランと生産原価についての考え方を整理し、実証試験の結果に基づいて生産原価を試算した。竹材供給プラン作成のため山梨県甲州市と笛吹市をモデル地域として選定し、モデル地域の竹資源量に対して適用可能な作業ユニット数等の検討を行い、事業実施における課題の整理を行った。今回検討した作業システムは生産原価がかなり高額になることが明らかとなり、竹の種類や自走式チップパーの性能により生産原価が大きく変動することもわかった。

本事業の成果に基づいて事業を計画・実施する場合、対象地域における微小竹チップの需要について事前に十分把握しておくことが重要である。また事業実施に際しては、微小竹チップだけでなくより幅広い需要に対応できる柔軟な計画とし、必要に応じて作業システムを修正することが重要である。検討した作業システムは比較的柔軟に見直し可能であることが利点であり、作業システムを実際にあわせて修正・改良していくことができる。そのために定期的に PDCA サイクル³⁶を実施する等計画を見直ししていくことが重要である。

³⁶ Plan-Do-Check-Act サイクル。Plan(計画)→Do(実行)→Check(評価)→Act(改善)を繰り返して、継続的に業務を改善する品質管理手法。

謝辞

本事業を実施するにあたり、山梨県での現地実証試験においてはリーフ エア株式会社、株式会社 E-KAT、株式会社大橋に、敷料の堆肥化に関する知見については竹川畜産（富士宮市）にそれぞれご協力頂いた。この場を借りて深く感謝申し上げます。

令和元年度 林業成長産業化総合対策補助金等
木材需要の創出・輸出力強化対策
木材のマテリアル利用技術開発事業
竹のマテリアル利用に向けた効率的な竹材生産技術の開発
報告書

令和2年3月

一般社団法人 日本森林技術協会
〒102-0085 東京都千代田区六番町 7 番地
TEL : 03-3261-5281 (代表)