

令和5年度「地域内エコシステム」リビングラボ事業

木質バイオマス燃料の  
安定供給システム構築に関する調査  
成果報告書

令和6(2024)年3月

一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会



## 目次

1. 本事業の目的と概要	1
1.1. 事業の目的	1
1.2. 調査概要	2
1.3. 検討委員会の設置	3
2. 燃料材の安定供給に関する事例調査	4
2.1. 調査対象	4
2.2. 調査結果	6
2.2.1. 真名畑林業による全木集材事例	6
2.2.2. 坂井森林組合による他森林組合の枝条加工請負事例	10
2.2.3. ミズキ林産による枝条、短尺材を林地で購入する事例	14
2.2.4. 日本フォレストによる効率的な輸送と天然乾燥事例	18
2.2.5. 三好産業による安定取引の履行による信頼関係の構築事例	20
2.2.6. 燃料材の安定供給に課題のあるケース	22
3. 供給体制のモデル構築	25
3.1. 枝条、短尺材の収集・利用モデル	25
3.2. スtockヤードを利用した天然乾燥モデル	27
4. 林地残材の利用可能量推計	29
4.1. 目的	29
4.2. 推計内容と結果	29
4.2.1. 幹部の利用可能量	30
4.2.2. 枝条の利用可能量	34
5. 林地以外の木質バイオマスに関する情報収集	36
5.1. ダム流木と河川内樹木	36
5.2. 災害被災木	39
5.3. 剪定枝	41
6. まとめと成果の普及	43
6.1. まとめと考察	43
6.2. 成果の普及	45
7. 巻末資料	46
7.1. 成果報告会資料	46
7.2. 委員会議事要旨	62
7.2.1. 第1回委員会（2023年8月9日）	62
7.2.2. 第2回委員会（2023年12月11日）	65





# 1. 本事業の目的と概要

## 1.1. 事業の目的

木質バイオマス燃料の不足や高騰により安定的な調達に対する不透明感が増している。また、木質バイオマス利用の普及、拡大に当たっては用途に応じた品質の燃料材が安定的に供給されるシステムを構築することが求められる。

国内の林業生産活動により木材生産が行われれば、一定量の低質材や林地残材が発生する。現在、こうした林地残材の利用率は3割程度と推計されている（図1）。今後、木質バイオマスの安定供給システムを構築するためには、未利用となっている7割の林地残材の活用と合わせ、地域の林業生産システムの中で、林地残材を含む燃料材の採算性を確保した供給システムを構築することが求められる。

以上の状況を踏まえ、現状の燃料材供給の課題を把握するとともに、燃料材サプライチェーンを構成する各事業者の採算性が確保される条件を明確化し、燃料材安定供給システムの構築に必要な条件を明らかにすることを本調査の目的とした。

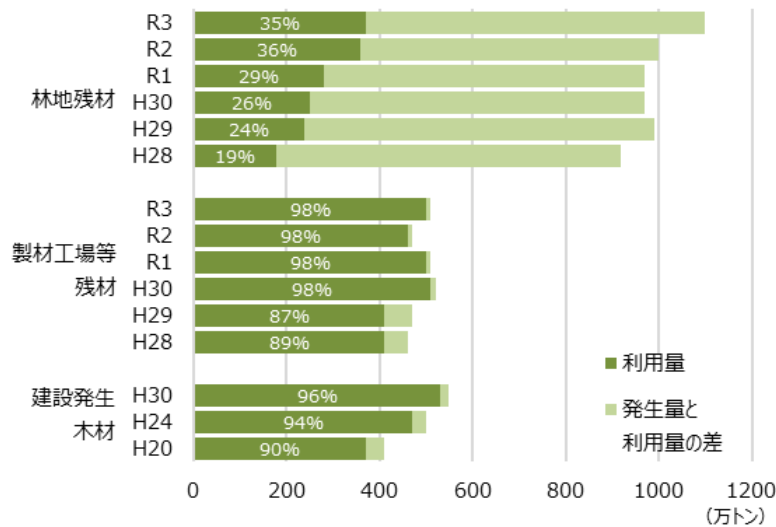


図1 種類別木質バイオマスの発生量と利用量<sup>1</sup>

<sup>1</sup> バイオマス種類別の利用率と推移（農林水産省）

<https://www.maff.go.jp/j/shokusan/biomass/attach/pdf/index-53.pdf>（2023年1月確認）

## 1.2. 調査概要

燃料材安定供給システムの構築及び必要な条件の明確化にあたり、まずは事例調査を行った。事例調査は「末木枝条、短尺材の利用事例」、「ストックヤードを活用した天然乾燥事例」、「安定取引の履行による信頼関係の構築事例」の3種類の事例を対象とした。また、安定供給に課題のある事例についても検討した。

「末木枝条、短尺材の利用事例」では、燃料材の供給量拡大に向け、現在も利用が低位にとどまっている末木枝条や短尺材を利用している3事例を調査した。

「ストックヤードを活用した天然乾燥事例」では、天然乾燥による低位発熱量の増加により、必要なエネルギーを得るための燃料材をより少なくすることが安定的な供給に寄与することに着目し、ストックヤードを活用して天然乾燥と運搬コストの低減をはかっている1事例を調査した。

「安定取引の履行による信頼関係の構築事例」では、燃料材供給事業者と需要者が協調し、安定的な取引関係を構築することが有効であることから、長期間に渡り需要者と取り決めた数量を確実に納入し、安定的な取引関係を構築している1事例を調査した。

以上、3種類5事例の調査結果をから、安定供給に資する取組のモデルとして、「末木枝条、短尺材の利用モデル」と「ストックヤードを活用した天然乾燥モデル」を整理した。事例調査の対象とした「安定取引の履行による信頼関係の構築事例」は基盤となる考え方であるが、事業者の経営方針に類するものであることから、「まとめと考察」において、事例調査を踏まえた考察を行った。

また、農林水産省の「バイオマス種類別の利用率等の推移」(図1)では、林地残材が1,100万t発生しており、その利用率は35%と推計されている。残る65%の林地残材については全てが利用できるわけではなく、収集コスト等の課題により利用できるのは一部であると想定される。そこで、実際にどの程度の林地残材が利用可能となるのか試算した。

また、林地以外からも河川内樹木、ダム流木、災害被災木、剪定枝などの木質バイオマスは発生する。これらの木質バイオマスを更に利用することで供給量を拡大できる可能性がある。そこで、こうした木質バイオマスについて、既往文献やヒアリングにより情報を収集した。

以上の結果を踏まえ、今後のまとめや課題を整理するとともに、成果を普及するため、パンフレットの作成・配布、成果報告会の開催を行った。

### 1.3.検討委員会の設置

本事業の実施に当たっては、有識者（表 1）で構成する検討委員会を開催し、専門的観点からの助言を受けた。委員会は 2023 年 9 月 9 日、同年 12 月 11 日の 2 回開催し、第 1 回では調査方法について、第 2 回では調査、分析結果、とりまとめ方針について協議した。

表 1 検討委員一覧

氏名	所属・役職
有馬 純隆	三好産業株式会社 代表取締役社長
齊藤 正実	福井県坂井森林組合 業務課長
鈴木 保志	高知大学 農林海洋科学部 農林資源環境科学科 森林科学領域 教授
早船 真智	国立研究開発法人森林総合研究所 林業経営・政策研究領域 研究員

(敬称略、五十音順)

## 2. 燃料材の安定供給に関する事例調査

### 2.1. 調査対象

調査対象とした事業者を表 2 に示す。「末木枝条、短尺材の利用事例」では 3 件の事例を調査した。

真名畑林業有限会社は福島県白河市に所在する素材生産、チップ加工に取り組む事業者である。この事例の特徴は現地でのチップ加工を効率化するために、車両系全木集材が可能となるスキッドヤトラックやフォワーダに脱着可能なコンテナを導入したことである。

坂井森林組合は福井県あわら市に所在し、真名畑林業有限会社と同じく素材生産、チップ加工に取り組む事業者である。その特徴は伐採地の地理的な条件に合わせ、3 パターン（現地土場、チップング土場、加工センター）のいずれかでチップ加工すること、周囲の森林組合から現地加工の委託を請負っていることである。

ミズキ林産株式会社は静岡県富士市に所在するチップ加工事業者である。素材生産事業者から伐採地で発生した末木枝条や短尺材等を購入し、その場でチップ加工・運搬する事例である。

「ストックヤードを活用した天然乾燥事例」では、大分県日田市に所在する日本フォレスト株式会社の事例を調査した。日本フォレスト株式会社はチップ加工事業者であり、発電事業者である株式会社グリーン発電大分のグループ会社である。日本フォレスト株式会社では遠方の素材生産事業者の事務所近隣にストックヤードを設け、天然乾燥と輸送の効率化をはかっている。

「安定取引の履行による信頼関係の構築事例」では、素材生産事業とチップ加工事業を行っている三好産業株式会社を調査した。三好産業は 1962 年からチップ加工事業に取り組み、長期に渡って需要者が求めるチップを安定的に納入している事業者である。

表 2 事例調査の対象と特徴

事例	事業者	特徴
末木枝条、短尺材の利用	真名畑林業有限会社 (福島県)	スキッドによる全木集材、脱着式コンテナを活用する事例
	坂井森林組合 (福井県)	森林組合が自組合及び他組合から委託を請ける事例
	ミズキ林産株式会社 (静岡県)	素材生産事業者から末木枝条、短尺材を林地で購入する事例
ストックヤードを活用した天然乾燥事例	日本フォレスト株式会社 (大分県)	中間土場を活用した効率的な輸送と天然乾燥事例
安定的な取引の履行による信頼関係の構築	三好産業株式会社 (鹿児島県)	安定取引の履行による信頼関係の構築事例

## 2.2. 調査結果

### 2.2.1. 真名畑林業による全木集材事例

#### 1) 事業者の基本情報

真名畑林業は生産量約 3 万 6 千 m<sup>3</sup>/年、植栽 20ha/年、下刈 70ha/年を実施している<sup>2</sup>。スキッドを活用した車両系全木集材、トラックやフォワーダに脱着可能なコンテナの活用により、伐採地の土場で効率良くチップ加工可能な仕組みを構築している。

#### 2) 真名畑林業有限会社の取組

真名畑林業有限会社による末木枝条、短尺材のチップ加工、運搬の流れを図 2 に示す。当該事業者の取組の特徴的は、スキッドを用いて枝ごと全木で集材すること、トラックやフォワーダに脱着可能なコンテナを利用し、効率的な仕組みを構築していることである。



図 2 真名畑林業有限会社による末木枝条、短尺材のチップ加工、運搬の取組

真名畑林業有限会社が活用しているスキッドは 20～30cm のスギを 1 度に 10 本程度、全木で運搬することが可能だった。このスキッドはリモートコントローラーによる遠隔操作も可能であり（図 3、図 4）、遠隔によるエンジン始動、背部グラップル装置の開閉、前後走行といった操作が可能である。これにより、スキッドに原木を積み込む際、グラップルの操縦席からスキッドを走行させることにより、位置の修正やグラップル装置の開閉操作を

<sup>2</sup>日刊木材新聞 2023 年 11 月 7 日「林内使用念頭に自走式チッパー導入 真名畑林業」

行うことができる。



図 3 真名畑林業有限会社の導入したスキッド



図 4 スキッドのコントローラー

スキッドにより、集材された原木を図 5 に示す。調査時に伐採の対象となっていた林分は広葉樹、カラマツで構成されており、燃料材として集材された原木は広葉樹が中心だった。チップパーに投入する場合には、グラップルで原木の根元部分を掴み、投入する。真名畑林業有限会社ではチップパーに投入しやすいよう、根元部分が揃えられ、集材されていた。





図 5 スキッドにより集材された原木

山土場でのチップ加工の様子を図 6 に示す。チップパーは横入式であり、枝のついた原木をそのまま投入できる。これにより、枝と幹を同時に破碎でき、枝払い、造材した場合と比べると投入回数が減少するため、効率的なチップ加工が行える。

また、チップパーはコンテナに直接吹き込むが、このコンテナはフォワーダに装着することが可能（図 7）である。満載となったコンテナは順次、フォワーダにより公道に面する土場に運搬されていた。

複数のコンテナを土場に準備することで、1つのコンテナが満載となっても他の空コンテナに吹き込むことができる。そのため、チップパーの待機時間をなくし、作業時間に対するチップパーの稼働時間の割合を高い水準で維持することが可能となる。



図 6 山土場でのチップ加工の様子





図 7 フォワーダにコンテナを装着した状態

フォワーダで公道に面する土場まで運搬されたコンテナは、トラックに装着し、需要先まで順次運搬され、空になったコンテナは再びこの土場に残置され、フォワーダで土場まで運搬される。



図 8 公道に面する土場に置かれたコンテナ

なお、真名畑林業では現行のスキッドでの全木集材は、牽引時に材に土砂が付着し、チップパーの損耗につながる課題を抱えており、土場ではなく、作業道上でチップパーが移動しながら加工する仕組みを検討していた。

## 2.2.2. 坂井森林組合による他森林組合の枝条加工請負事例

### 1) 基本情報

福井県の坂井森林組合は素材生産量約 2 万 6 千 m<sup>3</sup>/年、発電用・熱利用両方のチップを約 5 千 t/年生産する事業体である。本チッパーは計 3 台保有し、その内訳は履帯の破碎式チッパーが 2 台、トラクタ型の切削式チッパーを 1 台である。末木枝条は破碎式チッパーで破碎し、発電施設に供給している。



図 9 坂井森林組合の保有するチッパー（左：破碎式、右：切削式）

### 2) 坂井森林組合の取組

坂井森林組合では末木枝条、短尺材のチップ加工は山土場、チップング土場<sup>3</sup>、事業所のいずれかで実施していた。末木枝条、短尺材はかさばるため、発生場所に近い箇所で加工することがコスト面で有利となる。そのため、坂井森林組合も山土場の加工を優先し、山土場面積や道路条件によるチッパーの回送可否などを踏まえ、山土場での加工が難しければチップング土場、それも難しければ事業所での破碎といった優先順位で加工する場所を決めていた（図 10）。

チップング土場を設けることができる場所は限定されており、集荷区域内に分散的に複数の土場を設けることも検討していた。

---

3 チッピング土場：チップ加工のみを目的として、伐採地付近に設置し、舗装やトラックスケールの設置は行わない仮設の土場を本書ではチップング土場とした。

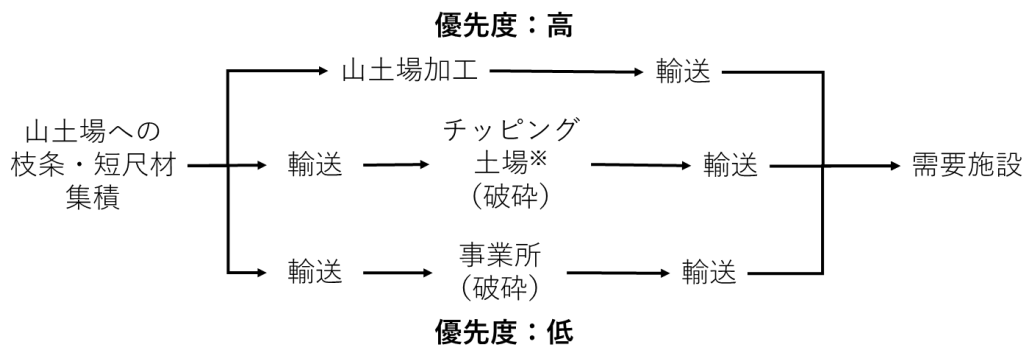


図 10 末木枝条、短尺材の加工、流通経路

坂井森林組合における伐採地での枝条、短尺材の収集手順を図 11 に示す。グラップルオペレータとフォワーダオペレータの 2 名で作業しており、先山ではグラップルでフォワーダへの積み込みを行い、フォワーダが運搬している間は、枝条、短尺材を整理し、積み込む準備を整えていた。フォワーダが土場まで枝条、短尺材を運搬し、先山に戻り次第、再びグラップルで枝条と短尺材を積み込むという仕組みだった。

視察した現場は 2ha で 800wet-t の枝条、短尺材の発生が見込まれる伐採地であり、約 15 日程度で収集する予定とのことだった。

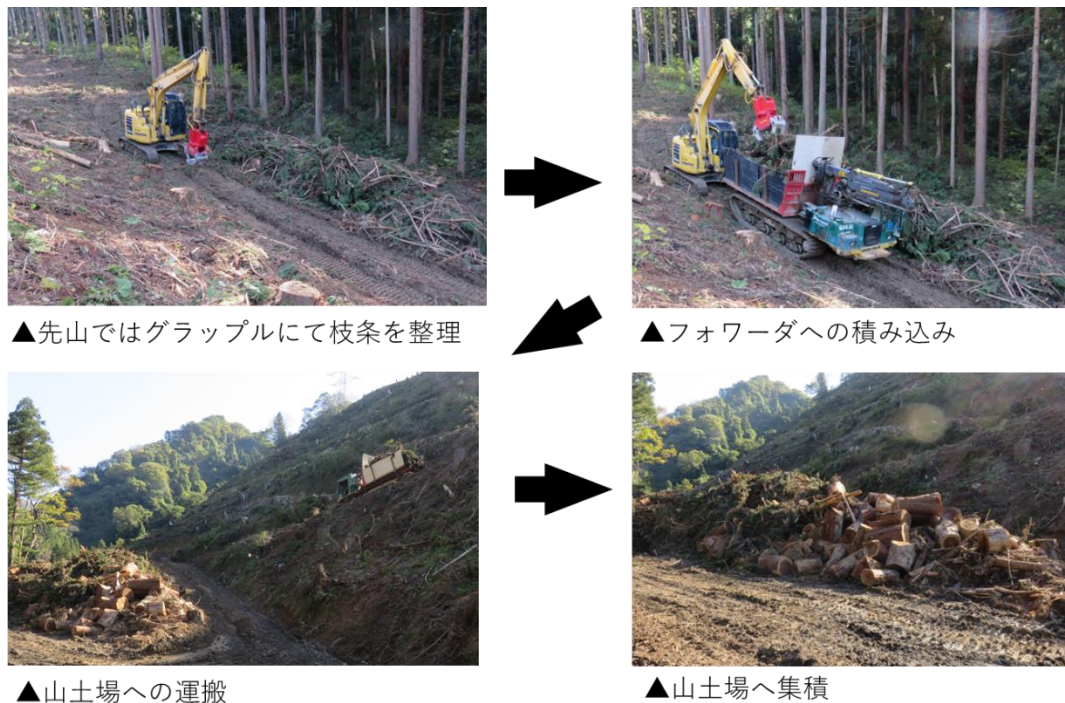


図 11 坂井森林組合での枝条、短尺材の収集方法



チップング土場での加工の様子を図 12 に示す。付近の伐採現場から枝条や短尺材が  
おり付トラック（4t または 10t）で収集され、破碎式チップで加工されていた。

今回視察した土場は、元々土木建設系事業者がかつて土捨て場として使用していた場所  
を坂井森林組合が一時的に借用したものだ。トラックの動線に鉄板が敷かれていた  
が、舗装やトラックスケールなどはなかった。



図 12 チップング土場の様子

また、坂井森林組合では、周辺の 2 森林組合が山土場やチップング土場に集積した枝条  
や短尺材について、チップ加工の委託を請負っていた。委託の流れを図 13 に示す。坂井森  
林組合が請け負うのはチップ加工のみであり、販売先までの運搬等は発注する森林組合が  
行う。チップの販売先や運搬事業者は坂井森林組合が紹介するとのことだった。

この 2 森林組合では、造材箇所に溜まった枝条等について、見た目や境界管理の観点か  
ら、森林所有者から整理をお願いされることもあり、従来はこうした残材の整理にコストが  
掛かっていた。坂井森林組合に委託するようになり、他森林組合は自らチップパーを所有す  
ることなく、森林面積あたりの収益改善に寄与することが可能となった。このことから、本取  
組は発注先の森林組合から歓迎されているとのことだった。また、坂井森林組合にとつても  
委託を受けることでチップパーの稼働率が向上し、収益の向上につながるということが想定される。

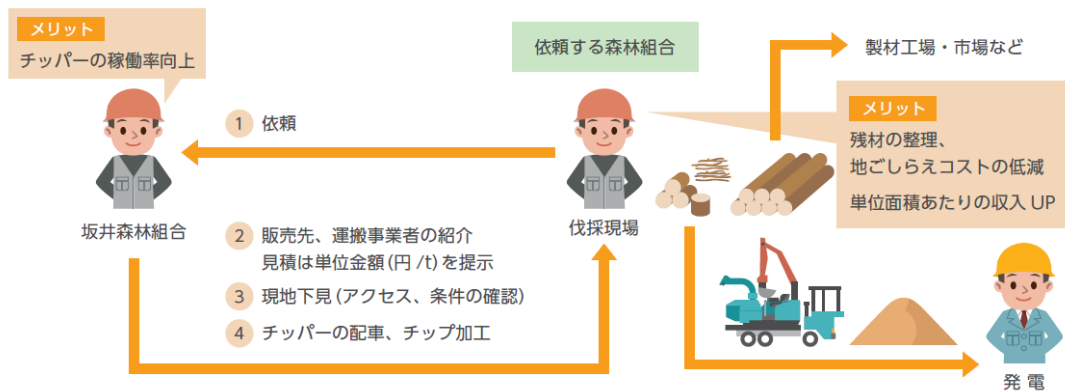


図 13 坂井森林組合へのチップ加工委託

### 2.2.3. ミズキ林産による枝条、短尺材を林地で購入する事例

#### 1) ミズキ林産の基本情報

ミズキ林産は発電用チップを年間約1万5千t生産する事業体である。破碎式チップパー（履帯）は1台、切削式チップパー（履帯1台、牽引式2台）は3台、計4台のチップパーを運用しており、枝条や短尺材は切削式チップパー（履帯）を使用している（図14）。また、富士市と天竜地域にヤードを保有している。

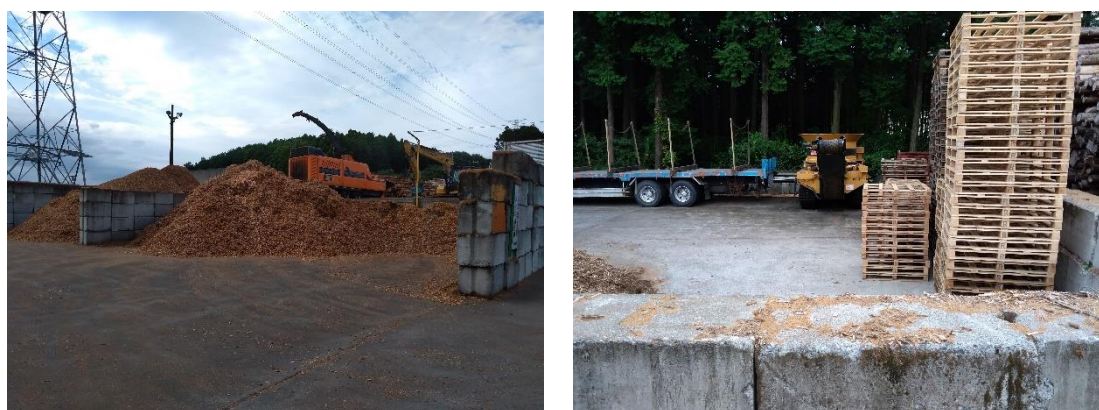


図14 ミズキ林産の保有するチップパー（左：破碎式、右：切削式）

#### 2) ミズキ林産の取組

ミズキ林産はチップ加工事業者であり、素材生産事業は行っていない。そのため、原料を調達する必要がある。そこで、ミズキ林産は取引関係のある素材生産事業者と調整し、素材生産事業者が伐採地で整理した枝条等の残材を購入していた。

現地でのチップ加工後、トラックスケールで計測した重量からミズキ林産は購入金額を素材生産事業者に支払うとのことだった。なお、本取組についてはミズキ林産も実証的に取り組んでいるところであり、購入単価は現時点でtあたり数千円だが、今後、調整する可能性があるとのことだった。

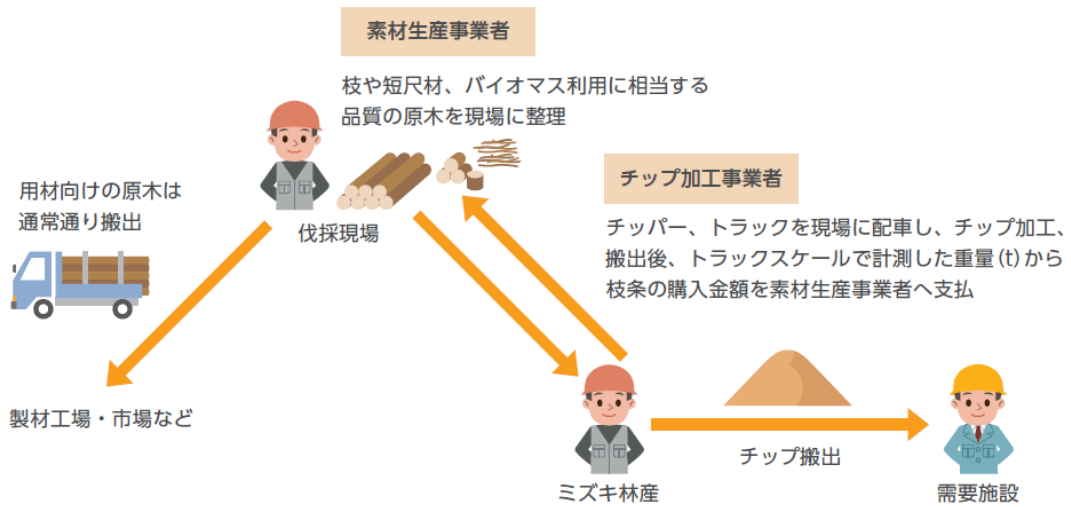


図 15 ミズキ林産の枝条調達とチップ加工

視察したミズキ林産の事例の流れを図 16 に示す。まず素材生産事業者は伐採作業で発生した残材をフォワーダで主線となる作業道沿い（図中の実線部分）へ運搬し、残材を集積する。一定程度、現場に残材が溜まった段階でミズキ林産は現地にチップパーを回送し、順次、チップ加工し、運搬する仕組みとなっていた。なお、今回視察した現場にアクセス可能な林道は途中から舗装されていなかった。チップパーの回送は舗装されている部分までは回送車で行い、舗装されていない部分は自走した。この回送には半日を要したとのことだった。

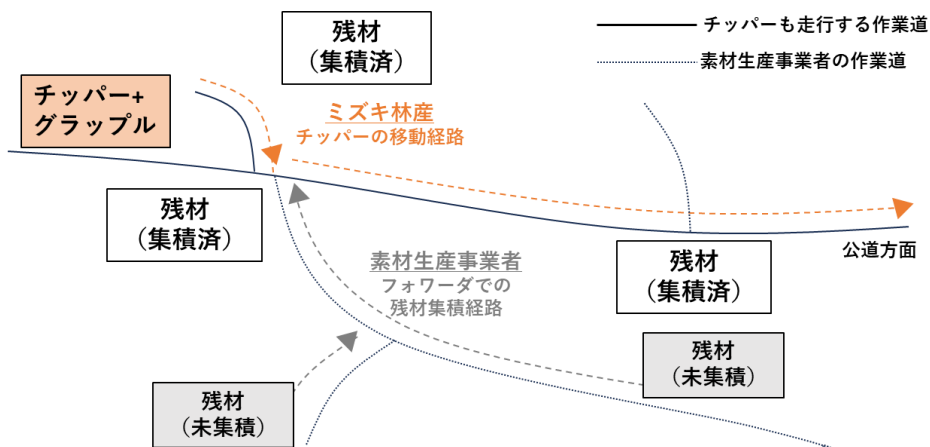


図 16 視察した現場での残材の流れとチップパーの移動経路

素材生産事業者が集積した残材を図 17 に示す。チップパーへの投入が効率的に行えるよう、残材は全て向きが揃えられていた。





図 17 素材生産事業者が集積した残材

チップ加工の様子を図 18 に示す。トラック運転手とチップパー兼グラップル操縦者の 2 名作業だった。チップパーからトラックの荷台に直接チップを吹き込み、満載になったらトラックで運搬していた。なお、需要先に直接運搬することで輸送費は軽減されるが、過積載の防止とチップの品質確認のため、一度、自社のチップセンターまで運搬し、チップを集積した上で、需要先まで運搬していた。



図 18 チップ加工の様子



満載となったトラックが出発し、再び到着するまでの間、チップパー兼グラップルオペレータはグラップルで枝条を整理し、次回のチップ加工作業が効率的に行えるよう準備していた。また、チップパーのサイズがオーバーサイズとならないよう、チップパーの処理速度も適宜調整しているとのことだった。



図 19 枝条整理の様子

## 2.2.4. 日本フォレストによる効率的な輸送と天然乾燥事例

### 1) 日本フォレストの基本情報

日本フォレストは FIT 認定発電設備を保有・運営する株式会社グリーン発電大分のグループ会社であり、チップ加工や山林管理、チッパーなどの環境リサイクル機器の販売及びメンテナンスを行っている事業者である。

### 2) 日本フォレストの取組み

日本フォレストの取組を図 20 に示す。日本フォレストは自社のチップ加工拠点から直線距離で約 40km 離れた素材生産事業者の事務所に隣接するストックヤードを整備した。このストックヤードは舗装され、トラックスケールも設置されている (図 21)。トラックスケールの計測データは日本フォレストに転送され、その重量に基づいて取引が行われる。日本フォレストはこのデータに基づいてストックヤードの在庫や乾燥期間を管理し、適切なタイミングでトレーラー等の大型トラックを配車し、燃料材を効率的に運搬していた。

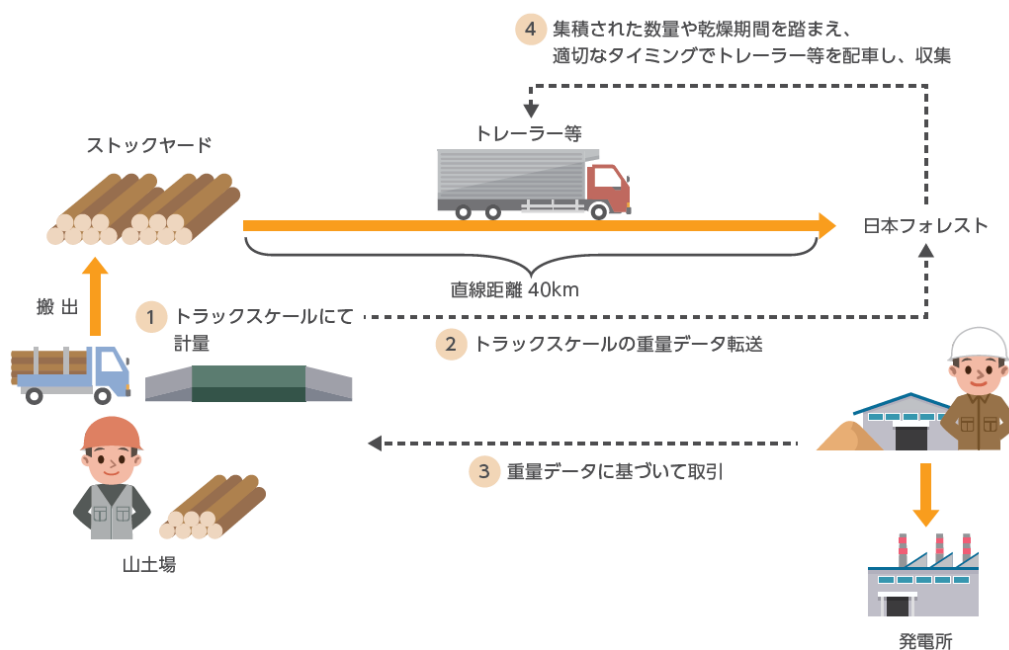


図 20 日本フォレスト株式会社による



図 21 日本フォレストが整備したストックヤード

天然乾燥は原木で半年～1年間放置することが求められる。天然乾燥により低位発熱量が増加し、同量の燃料材からより多くのエネルギーを利用することが可能となるものの、在庫スペースを確保する必要がある。本取組は遠方からの原木の運搬効率を高めるとともに、天然乾燥に必要なスペースの確保に寄与するものと考えられる。

## 2.2.5. 三好産業による安定取引の履行による信頼関係の構築事例

### 1) 三好産業の基本情報

三好産業幹部株式会社は素材生産、チップ加工を行う事業者である。1962年に最初のチップ工場を稼働させ、現在に至るまで需要先との安定的な取引関係を維持している。当初は製紙用チップを生産していたが、現在は製紙用チップに加え、発電用チップも生産している。



図 22 大口工場の様子、大口工場では固定式チッパーが稼働



図 23 始良工場の様子 始良工場では移動式（牽引式）チッパーが稼働

## 2) 三好産業の取組

鹿児島県に所在する三好産業株式会社は周辺の市場価格や需要の増減に関わらず、協議会の取り決めに従った数量を確実に納入し続けている。その結果、供給先と長期に渡る信頼関係を維持していた。

短期的な需要にとらわれず、長期的な視座に立ち、供給先への安定的な燃料材の供給を維持することが供給事業者の経営の安定化にもつながる。三好産業の取組はそういった安定的な燃料材の供給を実現するものだった。

なお、三好産業では、現在のところ原料は不足していないものの、年々原料調達がひっ迫してきており、今後の供給量低下に備え、伐期 20 年の予定で早生樹（コウヨウザン）を植栽していた。



図 24 三好産業の植栽したコウヨウザン（4年生）



## 2.2.6. 燃料材の安定供給に課題のあるケース

燃料材は、生産に必要なコストに比して価格が低いため、通常は森林整備のための間伐や製材等のマテリアル需要のための生産に付随して発生する低質材が振り向けられる。また、木質燃料はエネルギー密度が低い（重量当たりのエネルギー量が小さい）ことから、価格において輸送コストが大きな比重を占め、伐採地から需要施設（発電所、熱利用施設）までの輸送距離に限界がある。こうしたことから、燃料材の供給可能量は、需要施設から一定の距離内における森林資源の状況、間伐やマテリアル需要のための林業生産活動の動向に大きく左右される。

加えて、新たな需要施設の導入に当たっては、地域において燃料材のサプライチェーンが構築されていない場合が多いことから、素材生産事業者やチップ加工事業者（又はその予定者）と安定供給に関する調整を要することとなる。燃料材の調達可能範囲における他の木質バイオマスエネルギーの需要施設や製紙用需要との競合の可能性も考慮する必要がある。

このようなことを踏まえ、FIT/FIP 制度による木質バイオマス発電所の導入に当たっては、安定的に調達可能なバイオマス燃料及びその調達ルートについて検討を行い、燃料調達及び使用計画を策定することが要件とされている。

しかしながら、木質バイオマス発電所の新規稼働や木質バイオマスの熱利用の取組が各地で進むにつれ、燃料材の安定供給が確保されないために、出力を制限し、さらに運転を止めざるを得ないケースも発生している。

燃料材の安定供給に支障が生じる背景は、各地域における林業・木材産業関係者の動向や関係者の契約関係等によってさまざまであるが、次のようなケースが想定される。

### 1) 過大な施設規模

木質バイオマス発電所の事業計画策定時において、地域の林業関係者も含め、将来の木材のマテリアル需要の拡大を見込み、燃料材の供給量もそれを前提として確保されると見通すことができれば、発電効率が高い大規模な施設を導入する構想も考えられる。

しかしながら、その後マテリアル需要が低迷すれば、地域における素材生産体制の強化も進まず、また、遠方から燃料材を調達するには価格面で見合わず、発電所をフルに稼働させるために必要な量の燃料材が調達できないケースも発生する。施設稼働後に当初想定した量の燃料材の調達が見込めないことが明らかとなれば、結果として、地域における燃料材の供給ポテンシャルに比して施設規模が過大であったと認識せざるを得ないケースもあると想定される。

## 2) 設備と燃料のミスマッチ

木質バイオマス発電のうちガス化発電や熱利用施設については、設備の特質から、燃料（ペレット、チップ）の形状、材質や水分の条件が限定されるものがある。製紙用や大型木質バイオマス発電所向けのチップを製造しているチップ工場においては、そうした品質のチップを製造する体制にない場合がある。

また、地域内において燃料材を製造している事業者が存せず、また、その後も関係者の合意形成が進まず、想定していた新たな加工施設の導入が進まないことも考えられる。

燃料用の原木の供給は可能であっても、燃料加工の体制の整備がネックとなって、設備の求める品質の燃料が供給されないケースも想定される。

## 3) 燃料供給に関する契約の運用が硬直的

FIT/FIP 制度による木質バイオマス発電所の事業計画策定に当たっては、予定される燃料供給者との間で、安定的な燃料供給に関する契約や協定を締結することが求められる。この場合、発電コストに大きな比重を占める燃料材コストが上昇しても売電価格に転嫁できないこともあり、燃料材の価格を一定期間固定的に運用することが一般的である。市場によって短期間で価格や需要量の変動する製材用材等と異なり、価格及び量が安定している燃料材は、生産者としても生産計画がたてやすいというメリットがある。

しかしながら、燃料材の生産のための労賃や林業用機械・運送用トラックの燃料代が上昇する、台風等により伐採現場に通じる路網が通行不能となる、別に供給契約を締結している製紙用チップの価格及び需要量が上昇する、といった事情が発生すれば、当初予定した量や価格の燃料材の供給が困難となる。

そうした事情を考慮せず、燃料材の需要サイドが供給サイドに対し、当初の契約・協定で取り決めた量・価格の見直しを認めないという運用をした場合、燃料供給が事業的に成り立たないとして、燃料供給が全面的にストップする可能性がある。特に、燃料供給者を一者としていた場合、他の者から相当量の燃料調達を受けることが困難となり、需要施設は致命的な影響を受ける可能性がある。

#### 4) 燃料供給体制が不安定

一つのチップ工場では燃料材の需要に見合う量のチップ加工ができない場合、需要者（木質バイオマス発電所等）は複数のチップ工場と燃料材の供給に関する契約・協定を締結することとなる。事業規模の小さいチップ工場では、原木の供給を受ける素材生産業者の事情により予定していた量の原木の調達に困難となる場合も少なくない。また、遠くない距離に複数の需要者があるチップ工場は、複数の供給先を持つ場合もある。

燃料材の需要者としては、こうした事情を考慮し、一部のチップ工場の事情により燃料材が十分に調達できないという事態が発生しないよう、個々のチップ工場からの調達量を状況によって変動させる、といった運用をすることも考えられる。

個々のチップ工場としても、固定的な供給を強制されず、大枠としては受け入れやすいというメリットはあるものの、現実の供給量が低位にとどまってもやむを得ないという関係性となるため、地域における燃料材の需給がひっ迫した際は、需要者が全体として調達量を確保できないという事態が発生しやすいという面がある。

#### 5) 林地残材の収集体制の弱さ

燃料材の原料は、伐採に伴って発生する低質材（曲材、小径材、タンコロ、末木、枝条等）が主体となる。従来、これらは搬出する価値がないものとして林地残材となっていたものである。

こうした低質材の利用は、FIT 制度創設後の 10 年の間に、各地において工夫を重ねながら急激に進められてきた。従来、マテリアル用途の材のみを生産するのでは採算性が低いと考えられた森林でも、一定の価格での燃料材の販売を前提とすれば、路網整備や林業機械搬送といった固定経費の負担が相対的に軽くなるといった素材生産業者におけるメリットもある。

しかしながら、次のような理由により、素材生産業者において効率的な搬出が実現していないケースがあると考えられる。

- 重量に比して高が大きい低質材の運送コストを低減するためのノウハウが普及していない。
- 単独で移動式チップパーの導入やチップングのための土場を設けるには事業規模が小さい。
- 燃料材の生産がどれだけ利益を生むかについての知見が不足している。
- 森林所有者からの受託により木材を生産する場合、生産費を木材の生産量当たりの単価として設定しているため、販売単価の低い燃料材を生産すると森林所有者の取分が少なくなる計算となる。



### 3. 供給体制のモデル構築

事例調査を踏まえ、本事業では、「枝条、短尺材の収集・利用モデル」と「ストックヤードを利用した天然乾燥モデル」を構築した。

#### 3.1. 枝条、短尺材の収集・利用モデル

「枝条、短尺材の収集・利用モデル」はこれまで利用が低位にある枝条、短尺材を利用することで供給量の拡大を目指すものである。枝条や短尺材はマテリアル利用など、燃料以外の用途で利用されることは極めて稀であり、伐採時に必ず発生する。こうした材は燃料材供給量の下支えとなることが想定される。また、地拵えコストの低減や除地の低減による植栽本数の増加にもつながり、造林・育林にもメリットがある。

事例調査を踏まえ、構築した枝条、短尺材の収集・利用モデルを図 25 に示す。モデルは「山土場、作業道加工」、「チップング土場加工」、「事務所加工」の3パターンを整理した。

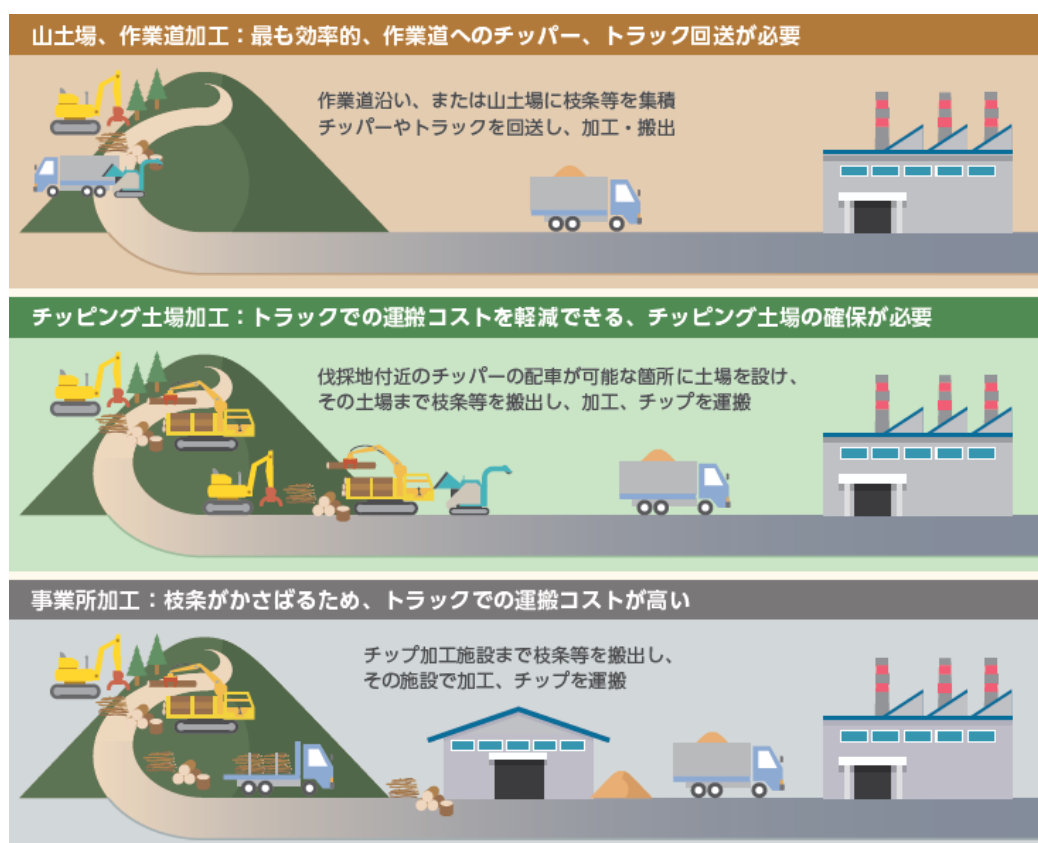


図 25 枝条、短尺材を加工・利用するためのモデル

それぞれのパターンで想定されるコストを表 3 に示す。作業項目の各金額は事例調査の際に事業者へのヒアリングを元に行っている。

コストは、先山から山土場まで枝条や短尺材を集積する費用である「山土場での集積」、山土場からチップング土場や事業所に枝条や短尺材をトラックで運搬する費用である「枝条運搬（山土場→チップング土場）」、「枝条運搬（山土場→事業所）」、チップ加工にかかる費用である「チップ加工」、現地やチップング土場にチップパーやグラップルを回送する費用である「機械回送費用」、加工したチップを運搬する費用である「チップ運搬」から構成される。表中に「○」で示した項目が各パターンで必要となる費用項目である。なお、各費用には機械経費も含まれている。

費用の合計は「山土場、作業道加工」が最も低く、7,000 円/wet-t となった。「チップング土場加工」は「山土場、作業道加工」より 2,500 円/wet-t 高く、9,500 円/wet-t となった。これは「枝条運搬（山土場→チップング土場）」の費用 2,500 円/wet-t が追加されたためである。「事業所加工」が最も高くなり、10,500 円/wet-t となった。事業所で加工する場合には機械回送費用は不要となるが、枝条を長距離運ばなければならず、運搬コストが高くなるのがその要因だった。

表 3 枝条、短尺材モデル 3 パターンのコスト試算

作業項目	費用 (円/wet-t)	山土場 作業道 加工	チップング 土場 加工	事業所 加工
山土場での集積	2,000	○	○	○
枝条運搬：山土場→チップング土場 (5km輸送、10t車5往復を想定)	2,500		○	
枝条運搬：山土場→事業所 (20km輸送、10t車3往復を想定)	4,000			○
チップ加工	2,000	○	○	○
機械回送費用	500	○	○	
チップ運搬 (山土場、C土場、事業所共通：16t車50km輸 送を想定)	2,500	○	○	○
計		7,000	9,500	10,500

※上記価格は特定の条件を前提とした試算であることから、実際の状況に合わせて精査する必要がある

(例：1現場あたり200tのチップ化を想定など)

※稼働率によりチップ加工費用は変動する（上記試算はチップパーが2,000 ～ 3,000t/年程度稼働することを前提とした）

※ここでの重量は湿潤重量（生トン）

### 3.2. スtockヤードを利用した天然乾燥モデル

「ストックヤードを利用した天然乾燥モデル」は天然乾燥により低位発熱量を増加させることで、同量の木材から利用することのできるエネルギー量を増加させる、言い換えれば、需要者が必要とするエネルギーをより少ない量の材で得ることを目指すものである。

例えば、水分50%の木材1tを水分35%まで天然乾燥させた場合の熱量を考える(図 26)。乾燥により重量は1tから0.77tとなる。低位発熱量は水分50%の場合は8.5GJ/wet-t、水分35%の場合は9.1GJ/wet-tであることから、天然乾燥前の熱量8.5GJ(8.5GJ/wet-t × 1wet-t)が天然乾燥後には9.1GJ(11.8GJ/wet-t × 0.77wet-t)まで、約7%増加することが分かる。

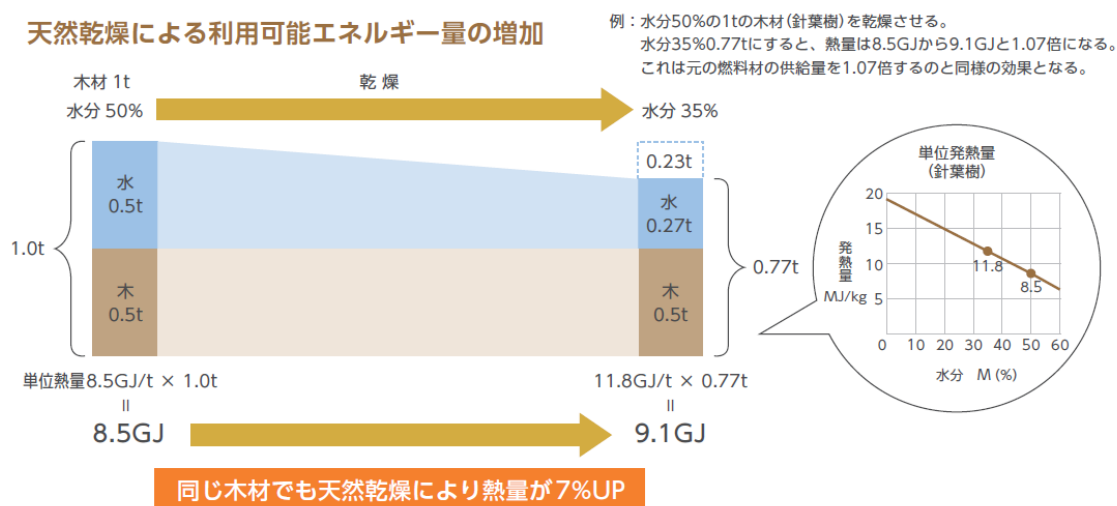


図 26 天然乾燥による利用可能エネルギー量の増加

天然乾燥は原木の状態では半年～1年間放置することで、水分を30～40%まで低下させることが可能となる。ただし、乾燥期間が長いことから、原木を乾燥させるのに十分な面積を確保しなければ木材乾燥を行うことができない。

通常、チップ加工事業者の生産拠点、または需要地の近くにストックヤードを設けることが一般的だが、生産拠点や需要地の近くにストックヤードの適地があるとは限らず、既存のストックヤードを拡充するにも、拡充可能な空間に限られる場合もある。

そこで、日本フォレストの事例を参考とし、遠方の素材生産地に分散的にストックヤードを設けるモデルを検討した(図 27)。分散的にストックヤードを設けることで、天然乾燥に必要な空間を確保できるだけでなく、遠方の材をまとめて大型トラックで運搬することから、運搬コストの軽減につながると考えられる。

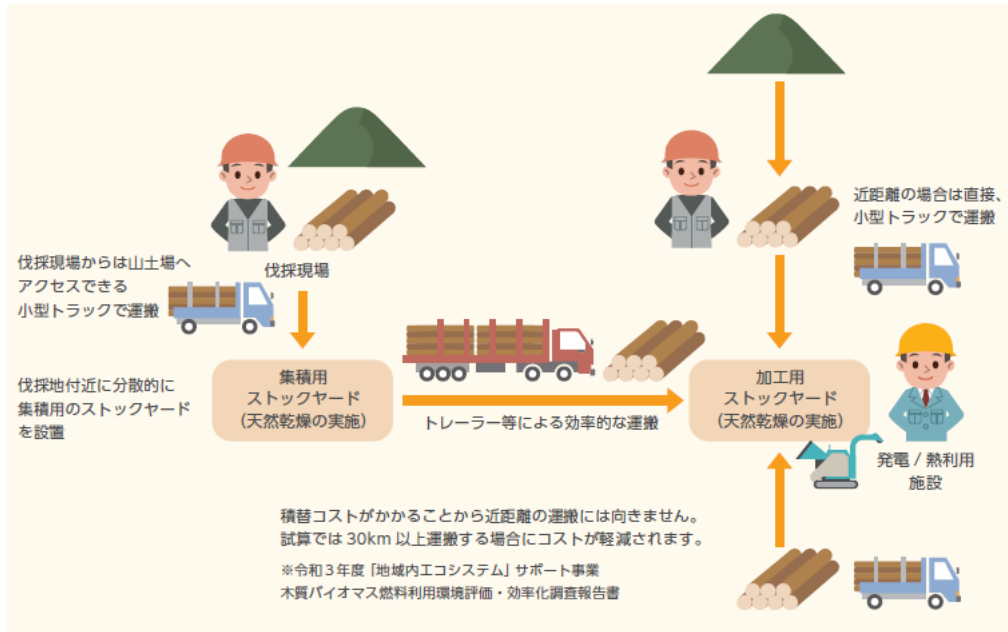


図 27 スtockヤードの活用モデル

現状では多くの発電所が湿潤重量ベースで単価を設定しているが、その場合には天然乾燥によって増加したエネルギーが取引価格に反映されない。こうした分散的なストックヤードの設置による天然乾燥を実現するためには、天然乾燥により増加した低位発熱量に比例して取引価格が増加する仕組みを導入することが必要である。

また、天然乾燥は需要者の燃料材の利用量を減少させる効果があるものの、著しく燃料材の調達にひっ迫する場合には十分な天然乾燥期間を設けることが難しくなる。天然乾燥期間を確保するためには、利用量と同量の調達量が求められる。天然乾燥はある程度の調達量が見込まれる場合には燃料材の安定的な供給に資するが、利用量よりも調達量が少ない場合には在庫は減少することとなり、十分な天然乾燥期間を設けることが難しくなることに留意が必要である。

## 4. 林地残材の利用可能量推計

### 4.1. 目的

燃料材に向けることができる木質バイオマスとして、林地残材、製材工場等残材、建築発生木材がある。このうち製材工場等残材、建築発生木材はほぼ全量が利用されているものの、林地残材は利用率が 3 割ほどとなっており、その利用率の向上が燃料材の供給量を拡大する鍵とされている。

このため、林地残材についてどの程度まで利用することができるのかを推計することとした。

林地残材の発生量：農林水産省が「バイオマス種類別の利用率と推移」で公表している林地残材の発生量 1,100 万 t（令和 3 年）は、国内の立木伐採材積（幹材積）から用材用素材生産材積を差し引いた数値を重量換算した値である。

$$(\text{伐採立木幹材積}_{(\text{m}^3/\text{年})} - \text{素材生産量}_{(\text{m}^3/\text{年})}) \times 0.4_{(\text{t}/\text{m}^3)} = 1,100_{(\text{万 t})}$$

### 4.2. 推計内容と結果

林地残材のうち、根株、素材生産に伴う余尺部分については物理的に利用できない。また、物理的に利用可能な林地残材についても、採算性から利用が困難なものがある。このような利用が困難なものが林地残材 1,100 万 t のうち、どれくらい存在するのかを把握することにより、林地残材の利用可能量を推計した。

また、林地残材 1,100 万 t は幹材積であり、これ以外に枝条についても燃料材に向けることが可能となることから。合わせて利用可能な枝条量についても推計した。

## 4.2.1. 幹部の利用可能量

### 1) 利用可能上限量の推定

林地残材発生量のうち、根株（伐根）、素材の余尺分、鋸くずは物理的に収集が困難であることから、これら収集不可能な材の割合を除く必要がある。後述する松岡らの文献では、伐採材積のうち、用材 75%、バイオマス材 15%、供給（収集）不可能<sup>4</sup>な材 10%と設定しており、本推計でもこの割合を用いた。

用材、バイオマス材、収集不可能な材のうち、林地材残に該当するのはバイオマス材、収集不可能な材であり、この 2 つを分母とした場合、バイオマス材の比率は 60%、収集不可能な材は 40%となる。

$$\frac{\text{バイオマス材 15(\%)}}{\text{バイオマス材 15(\%) + 収集不可能な材 10(\%)}} = 0.6$$

以上から、木質バイオマス燃料材として収集可能な上限量は、 $1,100_{(\text{万 t})} \times 0.6 = 660_{(\text{万 t})}$ と推計される。

---

<sup>4</sup> 該当文献では「供給不可能」と記載されている。本書の「収集不可能」と同義。

## 2) 利用可能な林地残材量の推計

林地残材の利用には路網等の搬出施設の整備が前提となる。

主伐は搬出が前提であり、搬出施設の存在は自明であることから、地際材や余尺部分等を除いた全ての林地残材の搬出が可能である。間伐の場合、当該林分の最終的な採算性が確保されない場合は伐捨間伐となり、搬出施設が存在せず、利用ができない可能性がある。

そこで、まずは利用可能な林地残材量を主伐由来の数量と間伐材由来の数量に振り分けた。前項で推計した利用可能上限量の 660 万 t を、全国の主伐立木伐採材積 3,122 万 m<sup>3</sup>/年、全国の間伐立木伐採材積 1,775 万 m<sup>3</sup>/年<sup>5</sup>で按分した。その結果、主伐で発生した林地残材量は 420.8 万 t、間伐で発生した林地残材量は 239.2 万 t となった。

$$\text{主伐按分} : \frac{3,122(\text{m}^3/\text{年})}{(3,122(\text{m}^3/\text{年})+1,775(\text{m}^3/\text{年}))} \times 660(\text{万 t}) = 420.8(\text{万 t})$$

$$\text{間伐按分} : \frac{1,775(\text{m}^3/\text{年})}{(3,122(\text{m}^3/\text{年})+1,775(\text{m}^3/\text{年}))} \times 660(\text{万 t}) = 239.2(\text{万 t})$$

算出した間伐由来の林地残材量 239.2 万 t について、利用可能量を検討する必要がある。そこで搬出施設の整備可否を残材の利用可否の基準とし、間伐由来の林地残材の利用可能率として、松岡らの文献<sup>6</sup>の利用可能割合 47.5%を適用した。

$$239.2(\text{万 t}) \times 47.5(\%) = 113.6(\text{万 t})$$

---

<sup>5</sup> 林政審議会資料(令和 5 年 7 月 28 日)のうち、R1~R3 年の実績平均値を使用

<sup>6</sup> 森林 GIS を用いた木質バイオマス発電のための未利用材利用可能量推計,2021,松岡ら,日林誌,103:416-423

この 113.6 万 t に主伐で発生した林地残材量 420.8 万 t を加えた 534.4 万 t が利用可能な林地残材量と推計した。

$$420.8_{(万t)} + 113.6_{(万t)} = 534.4_{(万t)}$$

以上の推計の結果を図 28 に示す。上記で推計した利用可能量について、バイオマス種類の利用率等の推移（農林水産省）では、1,100 万 t のうち実際に利用されている量は 370 万 t（35%）と公表されている。今回の推計結果である利用可能量 534.4 万 t（49%）を踏まえ、現状の生産性を前提とすれば林地残材利用可能量の余地は 164.4 万 t（15%）となる。

一方、間伐で利用できないと推計された 125.6 万 t（ $239.2_{(万t)} - 113.6_{(万t)} = 125.6_{(万t)}$ ）については、今後、生産性の向上等により供給が可能になると考えられる。このため、この量を含めた 660 万 t が林地残材の最大の利用可能なポテンシャルといえる。

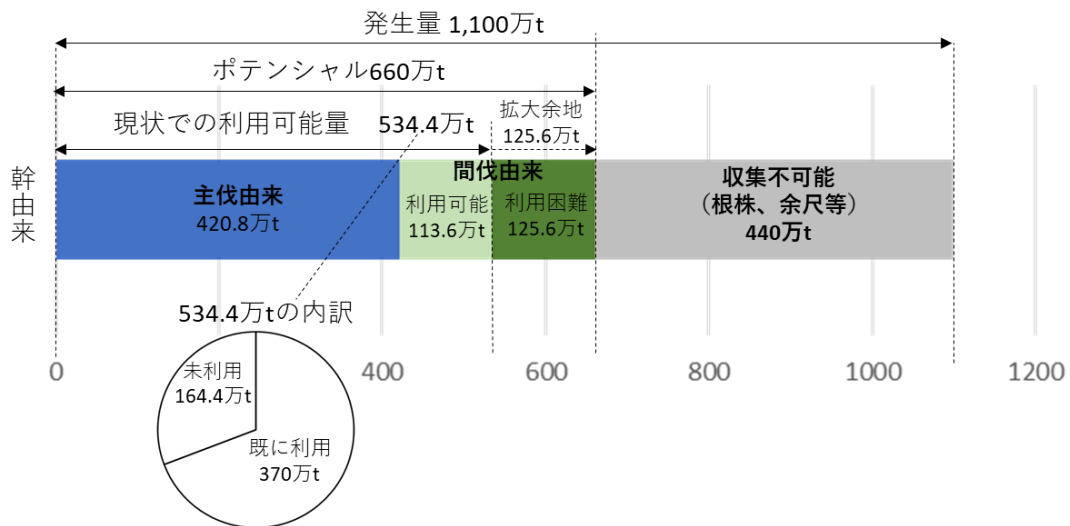


図 28 幹部の利用可能量推計 結果



**(参考) 間伐由来林地残材の利用可能割合を 47.5%と設定することについて**

松岡らの文献における利用可能割合 47.5%は、全国の人工林（主要造林樹種林分）の供給ポテンシャル（標準的な伐採を想定した場合の植栽から主伐までに得られる全材積）の内、収益が期待される林分の材積の比率を示している。つまり、この割合は林地残材を母数とした割合や個別の林分を想定した割合ではない。しかし、この文献における支出計算には路網作設費用が含まれており、更に地形条件により決定される施業タイプ別の作業費用が適用されていることから、47.5%は搬出施設の整備も含めた伐採・搬出が可能な林分と読み替えることが出来る。間伐の際に不採算となる場合であっても、主伐まで含めた場合に採算が見込まれる林分では、間伐の時点で搬出施設の整備が行われる可能性が高い。このことから、間伐においても林地残材を利用するか否かについて、当該林分の最終的な採算性の有無で判断することとし、この利用可能割合を用いた。

また、この利用可能割合を用いることの妥当性を 2020 年農林業センサスの値と比較し、確認した。2020 年農林業センサスでは、林業作業の受託を行った経営体の受託面積として切捨間伐 68,933ha・利用間伐 95,973ha、保有山林で林業作業を行った経営体の作業面積として切捨間伐 26,797ha・利用間伐 35,765ha と報告されている。合算すると、切捨間伐 95,730ha・利用間伐 131,738ha となる。比率を計算すると間伐面積のうち、利用間伐面積は 57.9%であり、今回適用した 47.5%よりも大きな値となる。両者は単位も材積と面積とで異なっており、計算の前提も異なることから単純な比較はできないが、47.5%は母数が全林分なのに対して、57.9%の母数は切捨間伐または利用間伐がされた林分である。伐捨間伐さえも実施出来ていない林分が一定程度存在すると考えられ、47.5%の母数にはそのような林分が含まれているが、57.9%の母数にはそのような林分は含まれていない。こうした林分の存在も両者の差の一因と想定されることから、47.5%は妥当な値といえる。

## 4.2.2. 枝条の利用可能量

### 1) 枝条発生量の推計

枝条の利用可能量を検討するにあたり、まずは全国で発生する枝条の総量を推計する必要がある。本調査では枝条は素材生産の際に一定の割合で発生することから、全国の素材生産量に枝条率を乗じることで算出した。家原らの報告<sup>7</sup>ではスギ、ヒノキ、マツ類の枝条率（幹に対する乾燥重量の比率）はそれぞれ 9.4%、9.1%、11.8%と整理されており、この値を踏まえ、枝条率は 10%を採用した。

令和 3 年度の全国の立木伐採材積は 50,784 千 m<sup>3</sup>と報告<sup>8</sup>されている。この立木伐採材積を重量換算し、枝条率 10%を乗じることで全枝条発生量を 203.1 万 t とした。

$$50,784(\text{千 m}^3) \times 0.4(\text{t/m}^3) \times 0.1 = 203.1(\text{万 t})$$

なお、50,784 千 m<sup>3</sup>には既に燃料材として利用されている量も含まれるが、現状では枝条の利用率が低位にとどまっていると考えられることから、既に燃料材として利用された材は除外しなかった。

### 2) 枝条利用可能量の推計

「4.2.1 幹部の利用可能量」と同様、搬出施設が整備されていない場合、枝条も搬出することができないことから、203.1 万 t を主伐由来の枝条と間伐由来の枝条に按分し、主伐由来の枝条は全量利用可能、間伐由来の枝条は 47.5%が利用可能とした。

203.1 万 t を主伐立木伐採材積で按分すると 129.5 万 t、間伐立木伐採材積で按分すると 73.6 万 t となった。

$$\text{主伐按分} : \frac{3,122(\text{m}^3/\text{年})}{(3,122(\text{m}^3/\text{年})+1,775(\text{m}^3/\text{年}))} \times 203.1(\text{万 t}) = 129.5(\text{万 t})$$

$$\text{間伐按分} : \frac{1,775(\text{m}^3/\text{年})}{(3,122(\text{m}^3/\text{年})+1,775(\text{m}^3/\text{年}))} \times 203.1(\text{万 t}) = 73.6(\text{万 t})$$

---

<sup>7</sup> B-52 木質系バイオマス・エネルギーの利用技術及び供給可能量の評価に関する研究(1)我が国における木質系バイオマス資源のポテンシャル評価,2002,家原ら,環境省平成 14 年度終了研究課題,<https://www.env.go.jp/earth/suishinhi/wise/j/J02B5200.htm>

<sup>8</sup> 森林・林業統計要覧 2023

この間伐由来の枝条 73.6 万 t に利用率 47.5% を乗じると 35.0 万 t となる。

$$73.6(\text{万 t}) \times 47.5(\%) = 35.0(\text{万 t})$$

この 35.0 万 t に主伐由来の枝条 129.5 万 t を加え、枝条の利用可能量は 164.5 万 t と推計した。以上の結果を図 29 に示す。枝条には幹部のように株や余尺分といった収集不可能な部分は存在しない。今回、利用困難とした 38.6 万 t も今後、生産性の向上等により供給できる可能性はある。

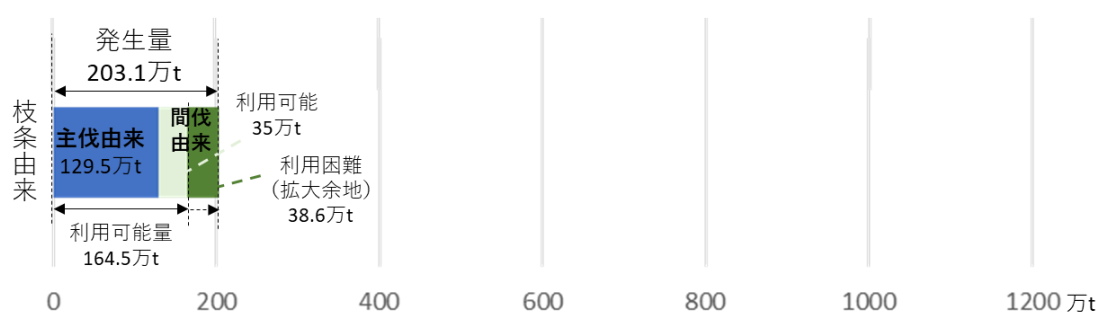


図 29 枝条の利用可能量推計 結果

「4.2.1 幹部の利用可能量」を踏まえ、幹部と枝条を合わせた林地残材の最大利用可能ポテンシャルは 660 万 t+203.1 万 t=863.1 万 t となり、現状の生産性を前提とした利用可能量は 534.4 万 t+164.5 万 t=698.9 万 t とした。

## 5. 林地以外の木質バイオマスに関する情報収集

燃料材の供給量拡大に向けて、林地以外で発生する木質バイオマスについて、「ダム流木と河川内樹木」、「剪定枝」、「災害被災木」について関連する情報を収集した。

### 5.1. ダム流木と河川内樹木

#### 5.1.1. ダム流木と河川内樹木とは

ダム流木は台風や集中豪雨等により流出し、ダムで捕捉される流木である（図 30）。河川内樹木は河川流域内に生育する樹木である（図 31）。樹木の繁茂による流水阻害を防止するため、河川の維持管理工事や公募伐採制度により伐採される。ダム流木は不定期に発生し、発生量を予測することが難しい。河川内樹木も一般的に事業予算に応じて伐採箇所や対象面積が決定することから、次年度以降の発生量を予測することは難しいが、事業が計画された時点で発生量を予測することは可能である。



図 30 ダム流木の例



(赤の点線で囲まれている部位)

図 31 河川内樹木の例

### 5.1.2. ダム流木と河川内樹木の発生量と処理コスト

河川内樹木、ダム流木は全国で10～30万t/年が発生している<sup>9</sup>。ただし、この発生量には枝、根株も含まれていること、降水量や予算措置の状況により、これらの発生量は変動することに留意する必要がある。

河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引<sup>9</sup>によれば、1件あたりの発生量について、河川内樹木、ダム流木ともに発生量100t以上が6割、発生量500t以上が河川内樹木では3割、ダム流木では約2割であり、内、エネルギーとして利用の難しいタケ類は東日本では約1割、西日本では約4割とされている。

また、有価物としての利用は河川内樹木3%、ダム流木8%に留まる一方、廃棄物としての処分はそれぞれ86%、54%を占める<sup>9</sup>。こうした廃棄物の処理費用はtあたり5千～2万円/tと想定され、河川管理者が負担している。

こうしたダム流木、河川内樹木の利用を進めることは河川管理の公的コストを軽減することに繋がることから社会的な便益が大きいと考えられる。

### 5.1.3. ダム流木と河川内樹木の利用促進の取組

環境省と国土交通省は河川やダムの管理者、バイオマス発電事業者やチップ加工事業者、一般廃棄物処理施設などの関連する事業者向けに、河川内樹木やダム流木がどのようなものか・バイオマス利用にあたりどのような手続や調整が必要かといった基礎知識を解説するものとして、「河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引」<sup>9</sup>を作成、公表している。

各地方整備局向けの取組として、河川管理者である国土交通省は河道内樹木採取民間活用ガイドライン（案）<sup>10</sup>を作成し、公開している。

また、事業者向けの情報公開として、国土交通省北海道開発局は北海道と連携し、「木材バンク」を構築し、河道内から発生する伐採木に関する情報をバイオマス事業者に提供している（表4、表5）。北海道開発局へのヒアリングでは木質バイオマスの利用は発生量の約9割に達しているとのことだった。ダム流木、河川内樹木の利用促進に向けて、こうした取組を継続、展開することが重要だと考えられる。

---

<sup>9</sup> 出典：河川内樹木及びダム流木のバイオマス利用の手引（環境省）

<sup>10</sup> 出典：河道内樹木採取民間活用ガイドライン（案）令和5年3月（水管理・国土保全局）  
[https://www.mlit.go.jp/river/shishin\\_guideline/pdf/jumokubassai.pdf](https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/pdf/jumokubassai.pdf)  
(2024年2月28日確認)

表 4 木材バンクで公開されている情報項目

- 伐採木集積場所情報
- 当度提供予定時期と提供予定量
- 次年度の予定
- 主な樹種
- 機関
- 問合せ先（木材バンク担当者）
- TEL
- メール
- 応募要領等のリンク先
- 箇所図番号
- 緯度、経度

表 5 木材バンクの情報（例）

登録 番号	伐採木集積場所情報				2023年度 提供予定時期と提供予定量												提供量 計	2024年度 予定			主な 樹種	機関										
	水系名	河川名	市町村名	場所	集積場名称	KP	至右岸	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月		1月	2月	3月			計	4~6月	7~9月	10~12月	1~3月					
【札幌圏施設部・空知総合振興局・石狩振興局 管内】																																
1	石狩川	豊平川	江別市	角山578地先	角山ストックヤード	KP	1.2																			1,100	1,100				サナギ	北海道開発局
2	石狩川	石狩川	美瑛市	美瑛町富樫地先	伐木集積場	KP	68.0									1,300										1,300					サナギ	北海道開発局
3	石狩川	空知川	赤平市	赤平市住吉地先	高水敷	KP	9.5			5,000																5,000					サナギ	北海道開発局
4	石狩川	空知川	富良野市	空知郡富良野町字藤原	堤内河川敷地	KP	101			2,200																2,200					サナギ	北海道開発局
5	石狩川	空知川	富良野市	富良野市山部東12線14号	堤内河川敷地	KP	76.6			1,000																1,000					サナギ	北海道開発局
6	石狩川	野津川	札幌市	白石区東米里	伐木集積場（旧豊平川河川敷）	KP	2.4									100										100					サナギ	北海道
7	石狩川	厚別川	札幌市	白石区東米里	伐木集積場（旧豊平川河川敷）	KP	2.4									100										100					サナギ	北海道
8	石狩川	樺太川	札幌市	札幌市北杉木町	高水敷	KP	7.5									60										60					サナギ	北海道
9	石狩川	仁丹別川	北広島市	北広島市熱松	高水敷	KP	3.0									180										180					サナギ	北海道
10	石狩川	輪田川	千歳市	千歳市協和	高水敷	KP	8.7									60										60					サナギ	北海道
11	石狩川	浜益川	石狩市	浜益区栄田地区	堤内河川敷地	KP	3.0										300									300					サナギ	北海道
12	石狩川	当別川	当別町	当別町赤井地区	高水敷	KP	4.2										300									300					サナギ	北海道
13	石狩川	藻部川	月形町	月形町字赤川	高水敷	KP	2.0										150									150					サナギ	北海道
14	石狩川	十一号川	美瑛市	美瑛市沼の内町	堤内河川敷地	KP	0.5										100									100					サナギ	北海道
15	石狩川	ペンク歌志内川	砂川市	北光一之沢川右岸	堤内河川敷地	KP	1.2			100																100					サナギ	北海道
16	石狩川	多度志川	深川市	深川市多度志	高水敷	KP	1.0			210																210					サナギ	北海道
17	石狩川	富野川	夕張市	夕張市富野地区	堤内河川敷地（阿野呂川）	KP	7.4										300									300					サナギ	北海道
18	石狩川	阿野呂川	栗山町	栗山町大井分地区	堤内河川敷地（阿野呂川）	KP	2.8										400									400					サナギ	北海道
19	石狩川	ノゾ川	栗山町	栗山町鶴立地区	堤内河川敷地（阿野呂川）	KP	2.8										200									200					サナギ	北海道
20	石狩川	南穂川	栗山町	栗山町中央地区	堤内河川敷地（南穂川）	KP	2.7										100									100					サナギ	北海道

## 5.2. 災害被災木

近年、豪雨や土砂くずれなどの災害が頻発している。こうした災害では大量の災害廃棄物が発生する。非常時下にある被災地において、大量の災害廃棄物を処理せねばならず、その処理に多くの時間や費用が必要となり、救助や支援の支障となる。災害で発生する流木や倒木等の木質バイオマス（災害被災木）は燃料材として利用すれば資源となりえるが、利用しない場合には災害廃棄物となり、被災地の負担となる。災害は発生するタイミングを予期できないことから、本事業が目的とする需要者の安定供給に寄与することは難しいが、燃料材として利用する社会的な意義は大きい。そこで、本事業では燃料材としての災害被災木の利用について情報を収集し、整理した。

### 5.2.1. 災害被災木の活用を進めるための取組

一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会は令和元年度「地域内エコシステム」構築事業 災害被災木等活用実態調査にて災害被災木を地域で活用する体制構築を図るための事例調査、関係法令等の整理、有効活用に資するノウハウ等の収集・分析を行い、成果をパンフレット「災害被災木等有効活用ために～再生利用の手引き～」として配布、公表している。また、同時に、災害被災木を受け入れることが可能な加工事業者や発電事業者等について、林野庁が毎年調査し、リストを一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会のホームページ<sup>11</sup>にて公開している。

### 5.2.2. 災害被災木の活用事例

過去に災害被災木を活用し、これからも受け入れることを表明している発電事業者の1つとしてグリーン発電大分が挙げられる（図 32）。グリーン発電大分は2016年の熊本地震では約13,000tの木質系災害被災木を受け入れ、2017年の九州北部豪雨では日田市内の16,000tの立木の一部を受け入れた。災害被災木は付着する土砂や異物の混入も多く、品質が劣ることから、発電事業の燃料を確保する目的として引き受けたのではなく、地域に根差す産業としての使命感から引き受けていた。

---

<sup>11</sup> 一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会 災害被災木等活用実態調査（2024年3月6日確認）  
<https://jwba.or.jp/activity/disaster-affected-trees/>



#### 地域で発生した災害被災木等の再生利用の流れ

- 地域で自然災害が発生した場合、当発電所では通常使用している燃料に加えて、災害被災木（流木・倒木）や木質系災害廃棄物を燃料として可能な限り資源として利用する。その場合、FIT制度に準じた燃料区分での受入れを行います。
- 地域で発生した災害被災木等を燃料として利用する事は、災害で落ち込んだ地域経済のレジリエンス強化と、地域におけるバイオマス発電所の存在意義という観点からも非常に重要だと考えています。



図 32 グリーン発電大分の災害被災木への取組<sup>12</sup>

### 5.2.3. 災害被災木を一般木質バイオマスとして証明することの課題

災害廃棄物は人命救助や物資の輸送等の障害となることから、撤去にはスピード感のある対応が求められる。そのため、災害廃棄物は自治体の指定する一時的仮置き場にまずは集積され、集積後、分別されることとなる。

また、災害被災木を一般木質バイオマスとして利用するためには、他の一般木質バイオマスと同様に、証明されていない木材やその他の廃棄物との分別管理と証明書の発行が求められる。非常時下における被災地で、災害被災木を分別管理することや証明書発行の仕組みを検討・構築することは困難である。

災害被災木を一般木質バイオマスとして証明するためには、平時に災害が起きた場合の対応や置き場、証明書発行手続き等の仕組みを検討し、関係者間で共有しておく必要がある。

<sup>12</sup> 出典：一般社団法人バイオマス発電事業者協会ホームページ（2024年2月28日確認）  
<http://www.bpa.or.jp/sustainability/>

## 5.3. 剪定枝

### 5.3.1. 剪定枝の燃料材利用について

剪定枝は公園、街路樹、民家（庭木、屋敷林等）、果樹園など様々な場所から発生する。定期的に発生することから安定的な量の供給が見込まれるが、品質は幹部と比べてアンダーサイズやオーバーサイズのチップの比率が高くなることが想定される。

令和4年度需給動向調査<sup>13</sup>では、チップ加工事業者が製造するチップの原料として「枝条・剪定枝」が全体の31%を占めた。当該調査のチップ加工事業者は調査対象が16事業者であり、対象となる事業者が偏っている可能性も払拭できないことに留意が必要であるが、発電事業者が利用する燃料のうち剪定枝の占める割合は少なくないといえる。

### 5.3.2. 剪定枝の発生量

前述のとおり、剪定枝は発生個所が多く、それぞれの担当部局も異なることから、剪定枝全体の発生量を明確に把握することはできなかった。

都市由来植物廃材のエネルギー利用手法等に関する技術資料（表6）では、国土交通省の直轄事業に限定されるが、道路事業では23,065DW-t/年、河川事業では11,026DW-t/年、公園事業では2,133DW-t/年が発生していると推定していた。

表6 全国の直轄事業における植物廃材の発生量

(単位:DW-t/年)

	剪定枝			刈草		
	アンケート調査結果による発生量	既往文献の管理数量から推定した発生量	計	アンケート調査結果による発生量	既往文献の管理数量から推定した発生量	計
道路事業	3,228	19,837	23,065	6,999	11,986	18,985
河川事業	8,823	2,203	11,026	43,464	18,874	62,338
公園事業	244	1,889	2,133	834	2,472	3,306
計	12,295	23,929	36,224	51,297	33,332	84,629

出典：都市由来植物廃材のエネルギー利用手法等に関する技術資料<sup>14</sup>

<sup>13</sup> 令和4年度需給動向調査 報告書

<https://jwba.or.jp/project-report/fuelwood-demand-survey/>

<sup>14</sup> 都市由来植物廃材のエネルギー利用手法等に関する技術資料

<https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0845.htm>

また、剪定枝ではないが、街路樹の倒木に関する全国調査（国土交通省）では、国・都道府県・自治体が管理する道路における街路樹（高木）約 720 万本を対象とし、総倒木本数年平均約 5,200 本、点検結果に基づく伐採本数年平均約 26,700 本と公表していた。倒木と伐採を合わせると計 31,900 本/年が発生していることとなる。仮に 1 本あたり幹部 0.125DW-t/本、枝部を幹部重量の 20%である 0.025DW-t/本、計 0.15DW-t/本とすると、前述の剪定枝発生量に加え、街路樹の伐採木、倒木として 4,785DW-t/年が発生していると推計される。

このように剪定枝は毎年、安定して一定の量が発生することから、積極的に利用することが安定供給に資すると考えられる。

## 6. まとめと成果の普及

### 6.1. まとめと考察

本事業では、木質バイオマス燃料の安定供給に資することを目的として、枝条と短尺材の活用、ストックヤードにおける天然乾燥、安定的な取引の履行に着目し、事例調査を実施した。その結果のうち、枝条と短尺材の活用とストックヤードにおける天然乾燥をモデルとして整理し、枝条と短尺材の活用では条件別のコストを整理し、ストックヤードにおける天然乾燥では適用条件を整理した。また、燃料材の安定供給に課題のあるケースについても検討した。

また、利用可能な林地残材量の推計を行い、現状での林地残材の利用可能量や前述した枝条と短尺材の活用の取組により利用可能となる林地残材の利用可能量を試算した。

更に、ダム流木や河川内樹木、災害被災木、剪定枝について、文献調査やヒアリングを行い、それぞれの特徴や利用状況、利用にあたっての課題などを整理した。

木質バイオマス燃料の需要は安定的であるが、供給量に応じて施設の稼働率を下げることは需要者の不利益につながるため、需要は硬直的でもある。一方、用材生産に付随して発生する低品質な木材がバイオマス燃料として供されることから、木質バイオマス燃料の需要の増加は、現在の伐採に応じて発生する比較的利用しやすい木質バイオマスの供給量を増加させるものの、供給量の上限に影響する伐採量自体を引き上げる効果（伐採を促進する効果）は高くなく、伐採量には用材需要の影響が大きいと考えられる。

FIT/FIP 制度の事業実施期間は 20 年間であり、20 年間の間、用材需要が変わらないことは考えにくい。ここ 5 年を振り返っても、コロナ禍初期の経済の停滞による用材需要の低下やウッドショックによる需要の増加など、用材需要は大きく変化してきた。事業者には事業実施期間の用材需要に伴う供給量の変化を踏まえた計画が求められるが、予想しきれないものではない。

ただし、上記は幹部を原料とした燃料であり、枝条や短尺材については全体の発生量は素材生産量に比例するものの、燃料以外の利用がされることは考えにくく、幹部よりも確保しやすい原料と考えられる。つまり、枝条や短尺材といった現状、利用が低位となっている燃料材が用材需要の変化に対する緩衝となりえる可能性がある。

本事業で調査・整理した枝条と短尺材の活用は、単純に供給量が拡大するのみならず、そうした供給量の変動への緩衝となりえる可能性がある。また、枝条と短尺材を活用することで地持え時のコストが軽減される効果もある。

また、天然乾燥については木質バイオマス燃料の利用量を減らすことが可能であり、著しい供給ひっ迫への対応は難しいが、平時の供給量を緩和すると考えられる。

前述したように、素材生産業者において、マテリアル需要を目的として伐採を行い、形質不良の材が発生した場合に、結果としてそれを燃料材として利用するというのが現在の燃

燃料材のあり方と考えられる。この考え方に立つと、燃料材の生産量の見通しは立たず、燃料材の効率的な収集・運搬のシステムも導入が難しくなる。

一方、燃料材生産のみを目的とした伐採は採算面から成立が難しく、マテリアル・燃料材を通じた計画的かつ効率的な生産を進めることが必要である。

以上を踏まえ、素材生産業者において、次のようなことを考慮した生産計画をたてることが有効と考えられる。

- (1) 求められる燃料材の供給量を念頭に、伐採箇所ごとに、生育している立木の質も踏まえ、枝葉・タンコロを含む燃料材の量的な生産目標をたてる。
- (2) マテリアル用途の材のみを生産するのでは採算性が低いと考えられる森林でも、一定の価格での燃料材の販売を前提とすれば、路網整備や林業機械搬送といった固定経費の負担が相対的に軽くなることから、燃料材を含む生産・販売の見通しの下に生産計画を検討する。
- (3) 素材生産業者が森林所有者からの受託により木材を生産する場合、森林所有者に請求する生産費を木材の生産量当たりの単価として設定していることが多いが、燃料材はマテリアル需要の副産物的に生産されるという実態を踏まえ、燃料材の生産単価は、伐採、林内からの搬出、造材の経費を含まない形とするなどにより森林所有者の理解を得る。
- (4) 主伐地における林地残材の搬出は再造林に係る地持ち経費の削減となることから、地域において、素材生産業者と造林業者の連携により、主伐と再造林を一体として行う一貫作業システムの導入を進める。

零細な素材生産業者においては、個々に上記のような取組を進める体制にはない、あるいは燃料材生産のための体制整備に伴うリスクを過大な負担と認識する場合が少なくない。チップ工場においても、原木供給拡大の見通しが立たない中では、施設増強への投資を判断することが難しい。このため、地域における燃料材の需要者と供給事業者の間で、実効性のある燃料材の安定供給に向けた取組を進める必要がある。

かつて製紙業界においては、旺盛な紙需要を背景に、チップ工場や素材生産業者に対し、資本提供、信用保証、人材派遣、これらを通じた取引関係の囲い込みといった系列化により原料を確保するという動きが見られた。製紙用原料における国産材の比重低下や製材用材の市場取引の広がりに伴い、そうした系列は解消されてきたが、一部において従来の信頼関係に基づく取引は継続されているといわれる。

燃料材の生産体制についても、そうした「系列化」とは異なるものの、需要者と供給事業者が単なる供給関係を超えた連携の取組を進めている次のような例があり、それぞれの地域の特徴を踏まえた取組を進めることが有効と考えられる。

- (1) バイオマス発電所とチップ工場をグループ企業として組織し、マテリアル需要の動向に関わらず、安定的な燃料材の供給を確保している（株式会社グリーン発電大分、日本フォレスト株式会社）。

- (2) 地域において、素材生産業者が伐採した木材を枝葉・樹皮に至るまで全て利用することを目指し、製材、合板、バイオマス発電をバランスよく稼働させるよう活動している（真庭木材協同組合・真庭バイオマス発電所）。
- (3) 地域における木材流通企業と建設業者が林業受託企業を設立し、伐採した木材を製材工場等に販売するとともに、低質材を自ら設置したチップセンターでチップ化し、バイオマス発電施設やバイオマスボイラーに供給している（おきたま林業株式会社）。
- (4) 素材生産業者の協力関係を構築し、燃料材の現地加工（チップング）や運搬を特定の素材生産業者が他の素材生産業者の伐採現場においても受託により行う（坂井森林組合）。

## 6.2. 成果の普及

事業の成果は東京ビックサイトで開催されるバイオマス展の林野庁事業報告セミナーにて本事業の成果を発表した(2024年2月29日)。成果報告会での配布資料は巻末に付した。

あわせて、本事業の成果を事業者向けに整理し、パンフレットにとりまとめた。作成したパンフレットは都道府県担当者に送付するとともに、ホームページで公開し、成果の普及を図った。

## 7. 巻末資料

### 7.1. 成果報告会資料



「地域内エコシステム」リビングラボ事業（情報プラットフォーム構築）のうち  
木質バイオマス燃料の安定供給システムに関する調査  
（第9回国際バイオマス展 林野庁事業成果報告セミナー）

## 燃料材の安定供給実現に向けて

### ～枝条利用、天然乾燥、取引関係構築事例の紹介～

（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会

JWBA Proprietary

## 木質バイオマス燃料の供給状況



### 質、量ともに安定した燃料調達が 木質バイオマス利用の成否において重要

近年、全国的に燃料の供給はひっ迫  
発電所の稼働停止、撤退、出力を抑えた稼働等も  
散見される



JWBA Proprietary

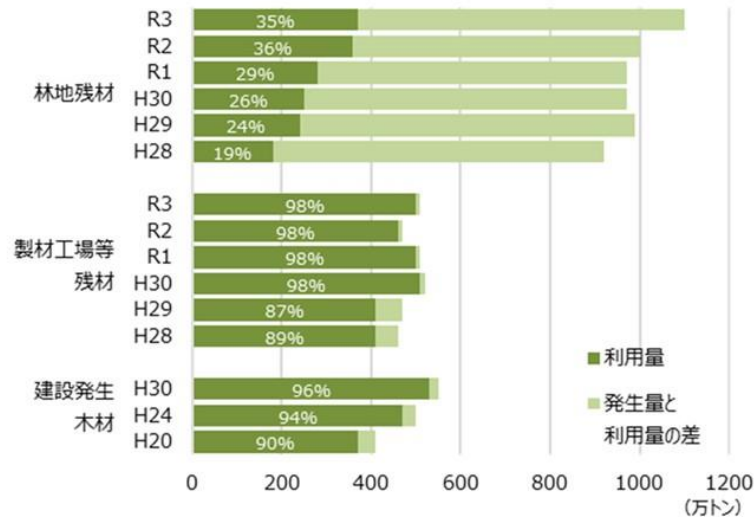
2



## 木質バイオマス燃料の利用率



- 製材工場等残材、建設発生木材は利用率が高い
- 林地残材には余地がある（ただし、発生量の全てが利用可能とは限らない）



「バイオマス種類別の利用率と推移（農林水産省）」より作成

JWBA Proprietary

3



## よく聞かれるご質問

なぜ燃料の供給はひっ迫するのか？

需要が高まれば生産量は増えるのではないか？

JWBA Proprietary

4

# 木質バイオマス燃料は他用途の副産物



木質バイオマス燃料は木材の中で取引価格が安価である

## マテリアル利用に供される木材の価格

製材用素材価格										合単板用素材価格			
年次 月次	まつ中丸太		すぎ小丸太		すぎ中丸太				すぎ大丸太		年次 月次	すぎ丸太	
	径 24.0~28.0 cm		径 8.0~13.0 cm		径 14.0~22.0 cm		径 24.0~28.0 cm		径 30.0~38.0 cm			径 18.0 cm 上	
	長 3.85~4.0 m	対前月(年)差	長 3.85~4.0 m	対前月(年)差	長 3.85~4.0 m	対前月(年)差	長 3.85~4.0 m	対前月(年)差	長 3.85~4.0 m	対前月(年)差		合板済材	対前月(年)差
令和2年	12,400	△ 500	10,800	△ 400	12,700	△ 800	13,500	△ 800	13,200	△ 800	令和2年	11,100	△ 200
3	13,800	1,400	12,800	1,900	18,100	3,400	17,000	3,500	18,200	3,000	3	12,000	900
4	16,000	2,200	13,900	1,100	17,800	1,500	18,300	1,300	17,200	1,000	4	15,700	3,700

出典：令和4年木材需給報告書（林野庁）

## マテリアル利用以外（チップ）の価格

年次 月次	針葉樹丸太	
	チップ向け	対前月(年)差
	令和2年	8,500
3	8,600	100
4	7,000	400

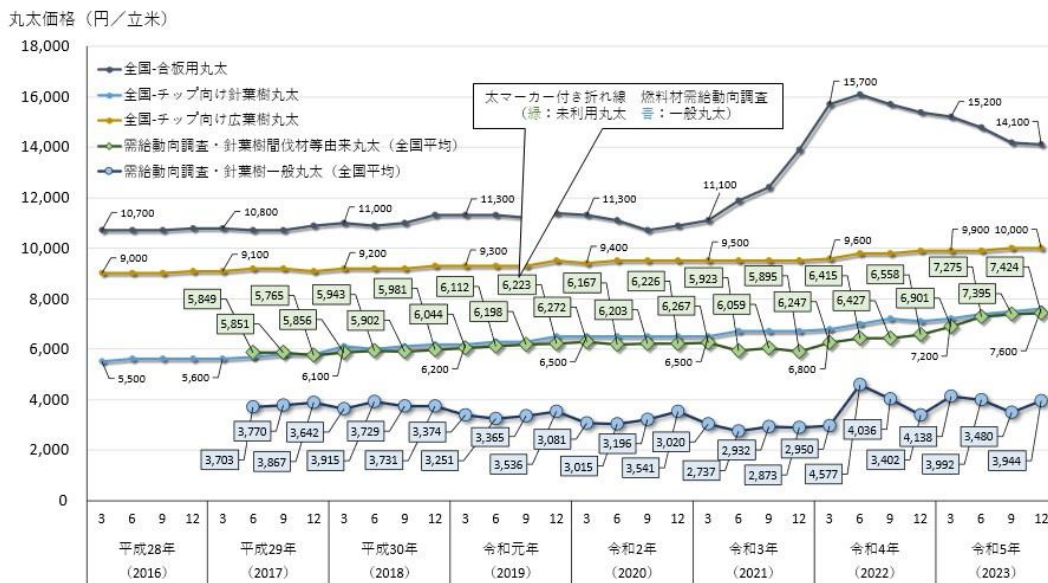
JWBA Proprietary

5

# 木質バイオマス燃料は他用途の副産物



## チップ加工事業者の原木買取価格



JWBA Proprietary

6

## 木質バイオマス燃料は他用途の副産物



- 取引価格が安価であり、生産コストを下回る場合もあることから、燃料供給を目的とした伐採が行われることは考えにくい
- 製材向けの原木需要が伐採量に影響を与える
- 伐採された木材のうち、質の低い材（変色、変形、割れ等）が燃料材として利用される



燃料材は製材用の原木生産時に発生する副産物



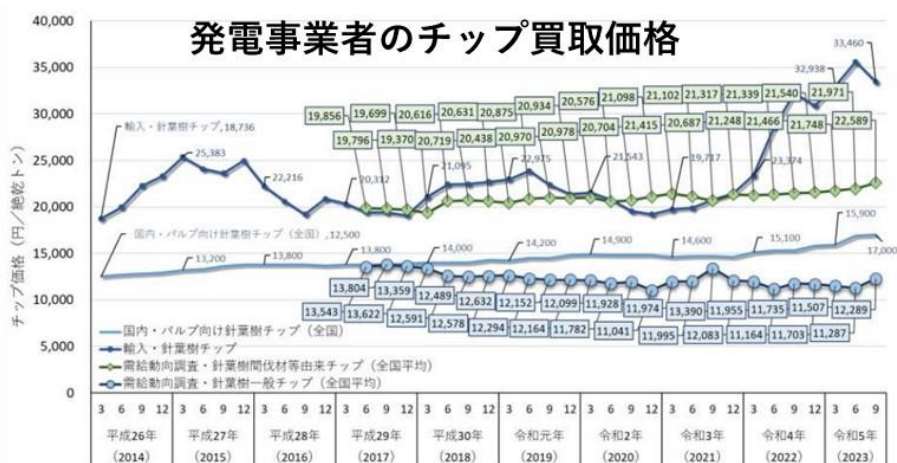
JWBA Proprietary

7

## 理由②FIT/FIP制度による発電は売電価格が固定



- FIT/FIP制度では売電価格が固定されているため、チップ取引価格、原木取引価格を大幅に引き上げることは難しい



※各年度ごとに第1～4四半期を通じて回答頂いた発電事業者を対象に集計した。  
 (年度により、通期で回答いただいた事業者が異なるため、年度間の単純比較はできないことにご注意ください。)

JWBA Proprietary

8

## まとめ：木質バイオマス燃料の需要量と供給量の特徴



- 木質バイオマス燃料は他の用途の副産物であり、取引価格が安価
- FIT/FIP制度による発電は売電価格が固定
- 需要増加が供給量増加に単純には結び付かない

- 需要は安定的（硬直的）
  - 稼働する需要施設に応じて需要量が決まる
  - 施設が新規稼働しない限り、需要量は増加しない
  - 施設が稼働する限り、需要が減少することはない
- 供給量は他の需要の影響を受ける
  - 林地残材：木材生産量（国産原木需要）に影響される
  - 製材工場等残材：製材量（木材製品需要）に影響される
  - 建設発生木材：木造家屋の建替量（建替需要）に影響される

燃料材の安定的な調達、供給のための取組が必要

JWBA Proprietary

9

## 本日はご紹介する取組事例



- **枝条等を効率的に収集・加工する取組**
  - 現在、利用が低位となっている枝条等も活用することで燃料材供給量を増やす取組
- **ストックヤードを利用した天然乾燥の取組**
  - 天然乾燥により、燃料材のエネルギー量（低位発熱量）を増加させることで、同じ燃料からより多くのエネルギーを利用する取組（≒少ない燃料から同量のエネルギーを得ることが可能となる）
- **安定的な取引関係の構築**
  - 安定的な取引関係による長期的な経営の安定を重視し、取り決められた数量の燃料材を確実に納入する取組

JWBA Proprietary

10



# 事例紹介

## 枝条等を効率的に収集・加工する取組の考え方

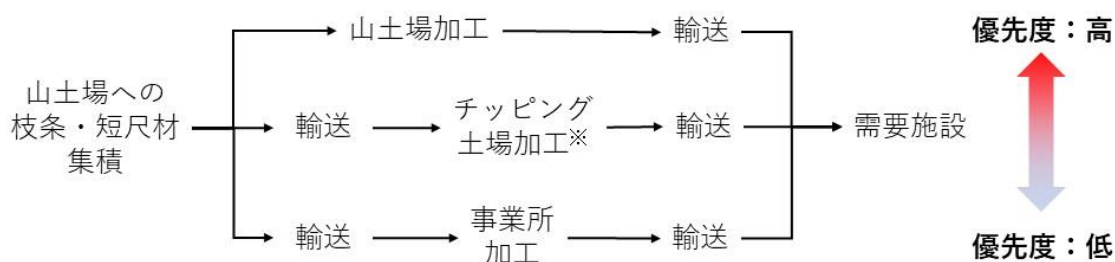
- 枝条はかさ密度が低く、かさばるため、  
輸送コストがネック  
(かさ密度：原木>チップ>枝条)
- いかに発生場所に近い箇所でチップ化  
し、減容化して運ぶかがポイント



## 枝条等を効率的に収集・加工する取組の考え方



- 枝条の搬出経路は3パターン
- 可能な限り、山土場での加工が理想的だが、道などの条件によりチップパーが回送できない可能性もあり、チップパー回送可能な場所にチップ加工を目的とした仮設の土場（チップング土場）を設ける場合もある



JWBA Proprietary

13

## 枝条等を効率的に収集・加工する取組の考え方



- 下表はヒアリングを元にしたコストの概算
- チッパーの稼働率など、仮定条件の下での試算結果となるため、導入にあたってはそれぞれの条件での精査が必要
- ヒアリングでの枝条由来のチップ買取価格は1万円/生t前後とのこと

作業項目	費用 (円/wet-t)	山土場 加工	C土場 加工	事業所 加工
山土場での集積	2,000	○	○	○
枝条運搬：山土場→C土場 (5km輸送、10t車5往復を想定)	2,500		○	
枝条運搬：山土場→事業所 (20km輸送、10t車3往復を想定)	4,000			○
チップ加工	2,000	○	○	○
機械回送費用	500	○	○	
チップ運搬 (山土場、C土場、事業所共通：16t車50km輸 送を想定)	2,500	○	○	○
計		7,000	9,500	10,500

- 1現場200t程度のチップ化を想定
- 最大積載量5tのフォワーダに末木枝条を2t積載、1日5往復を想定
- C土場：チップング土場

JWBA Proprietary

14

## 枝条等を効率的に収集・加工する取組事例



### 1. 素材生産事業者による事例

自組合及び他組合から委託を受け、チップパーの稼働率を高めている事例  
坂井森林組合（福井県あわら市）

### 2. チップ加工事業者による事例

素材生産事業者から枝条等を林地で購入する事例  
ミズキ林産株式会社（静岡県富士市）

### 3. 素材生産事業者によるスキッドを用いた全木集材の事例

スキッドによる全木集材の取組事例  
真名畑林業有限会社（福島県塙町）

JWBA Proprietary

15

## 1. 素材生産事業者による事例（坂井森林組合） 山土場での末木枝条・短尺材の集積方法



▲先山ではグラップルにて枝条を整理



▲フォワーダへの積み込み



▲山土場への運搬



▲山土場へ集積

JWBA Proprietary

16



## 1. 素材生産事業者による事例（坂井森林組合） チップング土場での加工



- 山土場にチップパーが回送可能な場合は山土場でチップ加工を行う
- 上記が難しい場合、伐採地付近でチップング土場となりそうな箇所を確保可能な場合、チップング土場としてチップ加工を行う



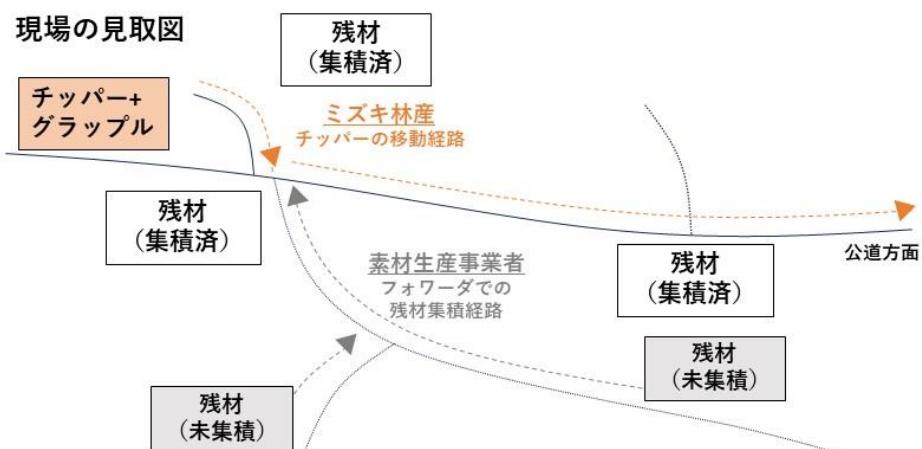
JWBA Proprietary

17

## 2 チップ加工事業者による利用事例（ミズキ林産） 収集・加工の仕組み



- 素材生産事業者が伐採地で集積した幹、短尺材、末木枝条を購入し、現地で切削
  - 素材生産事業者はフォワーダにより末木枝条と短尺材を伐採地に分散的に集積、整理
- チップ加工事業者はチップパーで移動しながら、順次集積された末木枝条、短尺材を切削



JWBA Proprietary

18

## 2チップ加工事業者による利用事例（ミズキ林産） 加工の様子



- チップはチップパーから直接トラックの荷台へ吹き込む
- 集積された末木枝条は枝付きの梢端部が多く、方向が揃えられていた
- 切削が難しいものは別の箇所に集積されていた
- チッパー操作とグラップル操作は同じ作業者
- オーバーサイズにならないよう、原料の状況によりチップパーの処理速度を調整



JWBA Proprietary

19

## 2チップ加工事業者による利用事例（ミズキ林産） 集積の様子



### 伐採地に集積された残材の状況



JWBA Proprietary

20



### 3.素材生産事業者によるスキッドを用いた全木集材の事例（真名畑林業） 収集・加工の仕組み



- スキッドを活用し、伐採木を全木（枝付き）で山土場まで集材
- 土場にはフォワーダに脱着可能なコンテナが複数用意、チップを吹き込む
- 満載となったコンテナはフォワーダで林道沿いの土場まで運搬
- トラックが需要施設まで輸送
- 現行は上記の仕組みで収集・加工しているが、チップパーが作業道上を移動しながら加工可能な仕組みを検討している



JWBA Proprietary

21

### 3.素材生産事業者によるスキッドを用いた全木集材の事例（真名畑林業） 収集の様子



JWBA Proprietary

22

### 3. 素材生産事業者によるスキッドを用いた全木集材の事例（真名畑林業） 加工・搬出の様子



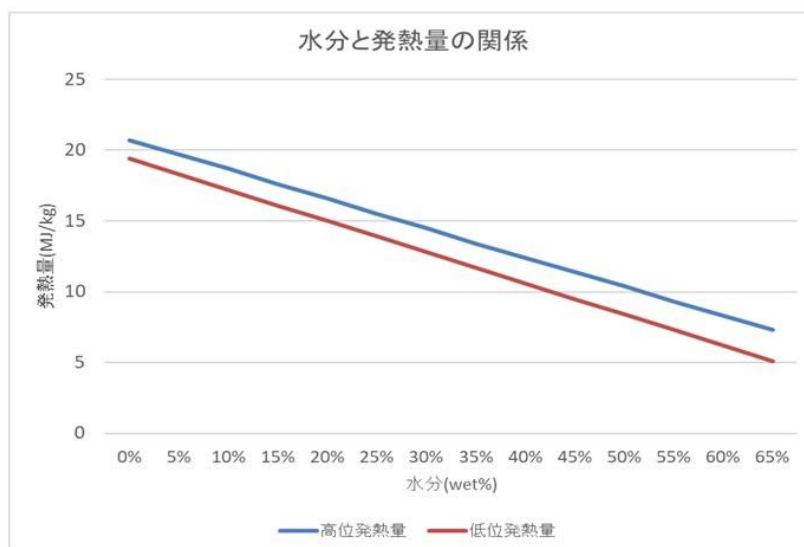
JWBA Proprietary

23

### ストックヤードを利用した天然乾燥の取組の考え方



木質バイオマスの供給量は重量でなくエネルギー量で考えることが重要  
⇒ 水分を乾燥させることにより利用できるエネルギー量が増加する



JWBA Proprietary

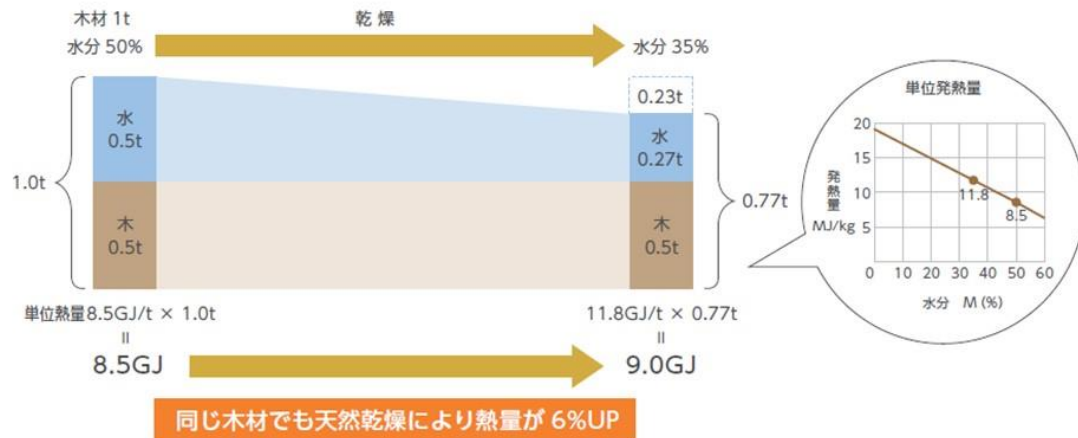
24

## 天然乾燥の効果 計算例



### 天然乾燥による利用可能エネルギー量の増加

例：水分50%の1tの木材を乾燥させる。  
水分35%0.77tにすると、熱量は8.5GJから9.0GJと1.06倍になる。  
これは元の燃料材の供給量を1.06倍するのと同様の効果となる



JWBA Proprietary

25

## 天然乾燥のポイント



- 原木の状態では放置することで乾燥する
  - ▶ 素材生産事業者またはチップ加工事業者が乾燥を担う
  - ▶ 素材生産事業者またはチップ加工事業者に乾燥による利益がもたらされる仕組みが必要（熱量での価格設定など）
- 地形条件にもよりますが、約半年～1年間で水分30%台まで乾燥
  - ▶ 長期間の乾燥が必要となることから、十分な在庫量とストックヤードの面積が必要

熱量での価格設定例

水分	価格 (tあたり)	低位発熱量
35%	13,975 円	3,250kWh/t
45%	11,347 円	2,639kWh/t
50%	10,031 円	2,333kWh/t

各低位発熱量に熱当たり  
価格 4.3 円<sup>※</sup>を掛ける

※ 熱量当たりの価格は重油価格等に  
比べて競争力があるように設定。  
ここでは 4.3 円 /kWh と仮定。

出典：地域で広げる木質バイオマスエネルギー

JWBA Proprietary

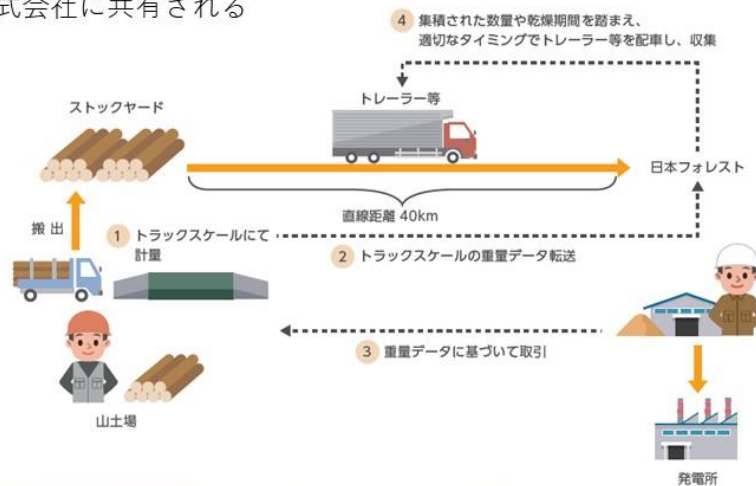
26



## ストックヤードを活用した効率的な輸送と天然乾燥事例 (日本フォレスト)



- 効率的に木質バイオマスを収集するため、拠点から約40km離れた素材生産事業者（森林組合）の事務所の隣接地にチップ生産者である日本フォレストがストックヤードを整備
- スtockヤードにはトラックスケールが設置されており、計測データは日本フォレスト株式会社に共有される



JWBA Proprietary

27

## ストックヤードを活用した効率的な輸送と天然乾燥事例 (日本フォレスト)



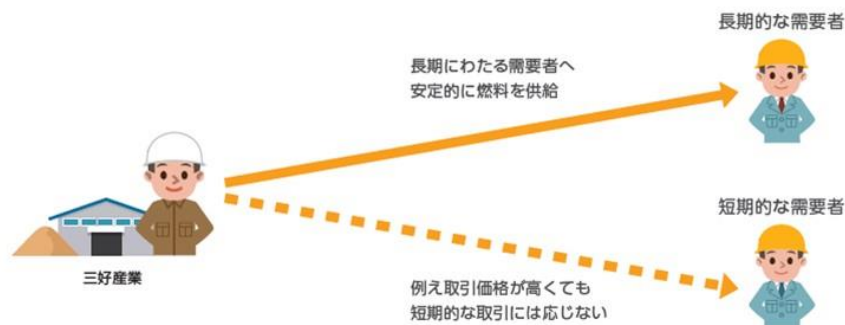
JWBA Proprietary

28

## 安定的な取引関係の構築（三好産業）



- 三好産業株式会社は1962年からチップ生産を行っている素材生産事業者
- 周辺の地域における木材の需要の増減や価格の変化に関わらず、安定的な取引関係の継続による長期的な経営の安定を重視
- 取り決められた数量の燃料材を確実に納入
- 短期的な利益にとらわれず、長期的な取引関係を構築することが重要



JWBA Proprietary

29

## 2-2.安定取引の履行による信頼関係の構築事例（三好産業）



JWBA Proprietary

30



---

ご清聴  
ありがとうございました



一般社団法人

日本木質バイオマスエネルギー協会

—連絡先—

〒110-0016

東京都台東区台東3-12-5 クラシックビル604

電話 03-5817-8491

FAX 03-5817-8492

Mail [mail@jwba.or.jp](mailto:mail@jwba.or.jp)

URL <https://www.jwba.or.jp/>

---

## 7.2. 委員会議事要旨

### 7.2.1. 第1回委員会（2023年8月9日）

#### ■木質燃料の需給状況

- 資料ではチップ工場が買入れする価格は7,200円/tとのことだったが、現在、鹿児島では8,000～8,500円が相場となっている。2,000kW、5,000kW規模の木質バイオマス発電所が宮崎で稼働開始する。宮崎を中心に需要が高まっており、それが鹿児島にも波及している。
- 発電事業者が燃料を取り合う状況があり、価格により出荷先が変更されることが多々発生している。

#### ■伐採材積のうち、燃料に相当する品質の材の割合

- 坂井森林組合ではAB材（マテリアル）は45%、CD材が55%（製紙、燃料など）となっている（tあたり1.5m<sup>3</sup>として換算）。
- 資料p.10では用材0.4m<sup>3</sup>に対して、末木0.1m<sup>3</sup>という比率を示しているが、実際の比率は曲がり等の影響も受けることから、利用比率は幅を持たせた推計としておいた方がよいのではないか。現場でのヒアリングの際に発生割合も把握した方がよい。枝条の発生割合についても幹材積の23%（スギ）という数字を聞いたことがあり、検討してもよいのではないか。
- 多雪地域では、雪害により劣勢木が自然に淘汰され、間伐が遅れた林分でも枝が張ることがある。枝条に係る比率を日本全国で画一的に適用することは難しいのではないか。

#### ■枝条、タンコロの活用に向けて

- 枝条、タンコロは林地でチップングしなければ採算が合わない。一回ごとに中間土場やチップ工場に運ぶのはコスト面、設備面で難しく、移動式チップパーによる林地でのチップング後、発電所に直接運搬する必要がある。そういった理由から枝条、タンコロは扱っていない。また、枝条がかさばるため、フォワーダでの集積も難しく、架線系でないと枝条を搬出するのは難しいのではないか。
  - 移動式チップパーは稼働率の確保が重要になると考えているが、計画的に移動式チップパーを使っていくことは可能か？
    - ◇ 日本の林道はチップパーや大型トラックの侵入が難しい。大規模集約化した林地を複数確保すれば可能だが、間伐では面積が広くても搬出量は少ないため、採算性を確保するのが難しい。ヨーロッパでは林地内の平坦な場所でチップングできるが、日本では難しいという感覚を持っている。
- 坂井森林組合では極力、林地残材を残さないように活動している。福井県では枝条、タンコロも搬出補助の対象となっている。

- 林地近隣にチップング用の土場を設け、移動式チップパーでチップングしていると聞いたが、取り組みにあたっての工夫点をお聞きしたい。
  - ◇ 破碎式移動式チップパーを2台、トラクタ牽引式切削チップパーを保有し、自由にチップパーを動かせるだけの余力を確保している。
- 枝条の利用について、高知県の状況だが、架線系の場合はほぼ利用されているように感じる。車両系でも、脱着装置付きコンテナ専用車<sup>15</sup>が入る場合には搬出される場合がある。脱着装置付きコンテナ専用車が入らないような場合には、作業道際に枝条が溜まり、問題になっているという話も聞く。枝条を完全に利用しようとするとう架線系がベストだろう。作業道を無理に作設すると崩壊の危険もある。
- 林地保全の観点から以前は枝条の一部を林地に戻したこともあったが、全ての枝条を利用するような全木集材はどのように考えれば良いか。
  - 枝条は戻した方が良いと思う。一方で、フィンランドではCTL(Cut to Length：短幹集材)が行われているが、枝条も利用されている。枝条を持ち出した場合の養分の落ち方はそこまで酷くないという報告もある。また、造林側では地拵えのコストとなるという声もある。養分の観点からは林地に戻すことがベストだが、コストの観点も含めて、枝条利用のあり方を検討するのが良いように思う。

## ■調査方法について

- 伐出コストの回帰分析について、伐出コストは伐採、集材、造材、土場までの小運搬までの合計となるが、フォワーダは土場までの小運搬、河川は集材のコスト、重機についてはグラップルソーなどがあり、整理が必要な可能性があるのではないか。条件別のコストについては宇都宮大学の有賀先生のグループが詳細に整理している<sup>16</sup>。この報告は複数の研究の積み重ねであり、その引用文献では集材のシステムごとのコストの計算式が距離、傾斜、地形の分類ごとに整理されている。引用も含めて参考にしたい。
- 集材までのコスト構造を把握するということが、各工程のコスト等について、どこまで踏み込むのか。
  - 精緻な値ではなく、一般的な値として、大まかなコストや取引価格をヒアリングにより把握したい。
- 事業者間の連携について、情報がなく、欲しいものが山にあるが利用されない状況において、事業者の横の関係でどのように連携するかが重要になると考えている。材を出せない理由を聞き取り調査で把握し、情報共有をすることで、他者との連携で出せるのか、それとも厳しいのか整理することで、事業者間の連携の在り方を示すことにつながるのではないかと考えている。出せない理由、情報共有、他者との連携の可能性が調査で把握できると良いように思う。

<sup>15</sup>アームロール（新明和工業株式会社の商品名）、フックロール（極東開発工業株式会社の商品名）など

<sup>16</sup> 森林 GIS を用いた木質バイオマス発電のための未利用材利用可能量推計,松岡ら,日林誌,2021,103:416-423

## ■その他

- 木質バイオマス発電所の増加、ウッドショックにより燃料材の安定調達に苦労している発電所も存在する。低コストで燃料材を安定的に供給できるシステムを確立し、普及することで燃料材の供給拡大に資することが本調査の趣旨である。地域により林業の在り方はことなるが、いくつかのモデルを示すことに期待する。また、林地残材の発生量のうち、どの程度使用できるのか、幅のある形でいいので整理できれば良いと考えている。
- 林地残材という言葉が曖昧であるように思う。利用できるのは土場残材、道端残材ではないか。

## 7.2.2. 第2回委員会（2023年12月11日）

### <事例報告及び供給体制モデルについて>

- 坂井森林組合ではチップ化の委託を受けているとのことだが、使用料はどのように設定をしているのか。原価計算をして設定しているのか。
  - トン当たりの破砕料にチップパーとグラップルの運送費を加えた形で見積もりを出している。遠い事業所ではチップパーの輸送費自体が高くなるケースもあるが、一回送6万円で行けているのが実情である。
- チップパーはなるべく稼働率を高めるように動かしているのか。他所ではチップ製造時に箱型トラックに直接入れているようだが、坂井森林組合の写真ではチップを山状に積み上げている。
  - 専属の配送ルートを使うとコストがかかる。産廃を運んだ帰りに箱だけを土場におろすルートを作ってコストを下げるようにしている。そうすると一日当たりの出荷量が制限されてしまう。そのためチップを山にしておいて、作業員の空き時間に積み込むようにしている。
  - チップパーの稼働率を高めようとするこのような運用がベストで、広い土場がある条件ではそのような工夫が可能になるといえる。
  - 専用のトラックを入れることをしたこともあるが、運賃がかさむためこの形になった。
  - チッピングだけでなく輸送コストも考慮した形といえる。
- 真名畑林業ではスキッダの全木集材をしているようだが、以前は中国地方の国有林で見かけていたが今はほとんど見かけない気がしている。この事業体は地形等からスキッダを使っているという理解でいいか。
  - おっしゃる通りだと推測するが、実際に伺った際に確認する。
- 高知では架線集材の場合全木集材のみになるが、同じ架線集材をしているミズキ林産の天竜ではそうではないこともあるのか。
  - ミズキ林産の天竜の現場を訪問していないが、地形によっては車両系を使用していて、100%架線で集材しているわけではない。
- ミズキ林産の林地残材の買取価格の変動要因は何か。
  - 傾斜などでスイッチバックが何度も入るなど、集めにくい現場ではコストが増えることもある。現場の状況に合わせて変えている。
  - どのような場合にコストがかかるのかを、写真などで示せるとよいと思う。
- モデル外の話にはなるが、A材B材の需要がそれなりに安定していて機能するモデルなので、その点を考慮して資料を作った方がよい。
- 三次産業では信頼関係で量を固定して出荷しているとのことだが、原木の価格が上がったときはどのように対応したのか。
  - 原木の価格が上がったが、普段は手を付けない自社所有林等から出材して価格を抑えて安定供給できるようにした。

#### <林地残材の利用検討、林地以外の木質バイオマスに関する情報収集について>

- 補足になるが、39 ページは伐採材積で案分するので間伐由来の林地残材は過小評価される可能性がある。また、40 ページの間伐の林地残材には幹部も残っているのでもう少し歩留まりも上がってくるのかもしれない。生産性が上がっていけば間伐利用可能割合は0.475よりは上がるだろうから、林地残材の利用可能量はフレキシブルな結果になることを想定して作業を進めていきたい。その点を含めご意見いただきたい。
- 利用率で量を出す方針で問題ないと思う。実際に利用するにあたって、道端まで出て来ているけれど細々と集めるのが大変で置かれているもの（道端残材）をどれだけ回収できるかが実際のところだと思う。また、推計の方法は異なるが、以前高知においてプロセッサで造材するときの道端残材は、素材で出ているものに対して枝条を除くタンコロなどの比率は2割くらいだった。現在は枝条も利用する方向になっているので、これで問題ないのではないかと思う。

#### ■パンフレット骨子案について

- 中間土場モデルに関して、簡単でもいいので規模感の記載があった方がわかりやすい。
- 土場で天然乾燥している事例の紹介で、大雑把でもよいのでどのくらいの期間でどの程度まで含水率を落とせるかという実績を示せると、ストックも含めてどのくらいの広さが必要かの目安にもなるので、役に立つと思う。



## 謝辞

本報告書は、令和5年度「地域内エコシステム」リビングラボ事業のうち情報プラットフォーム構築支援によって作成しました。

本事業の実施にあたっては、委員の皆様にご貴重な御助言や御意見を提供いただきました。この場を借りて御礼申し上げます。



木質バイオマス燃料の安定供給システム構築に関する調査 成果報告書

令和6（2024）年3月発行

発行：（一社）日本木質バイオマスエネルギー協会

<http://www.jwba.or.jp>

〒110-0016

東京都台東区台東3丁目12番5号クラシックビル604号室

電話：03-5817-8491 FAX:03-5817-8492

Email：mail@jwba.or.jp

本書は、令和5年度「地域内エコシステム」リビングラボ事業により作成しました。