

## 2. 9 間伐未利用材を有効活用した地域活性化システム実証事業

(E 2 リバイブ株式会社)

### 2. 9. 1 実証事業のねらいと実施内容

#### (1) 実証事業のねらい

近年、地球温暖化の打開策として、森林整備（間伐施業など）および化石燃料の代替燃料としての、バイオマス資源の有効利用が注目されてきている。しかしながら、日本の山間部において、唯一の資源産業である林業が需要バランスの不釣り合いにより低迷し、山村地域は全国的に崩壊寸前が顕著な状況となっている。

そこで打開策として、人工林（杉、ヒノキ林）における間伐では、柱材としてコストの見合うものは市場へ搬出し、それ以外のもの（幹部、枝葉部）についても林地より搬出し、木質エネルギー（木質ペレット）の製造のための主原料として利用を考えている。この事業は、林地力の回復による地球温暖化防止と、林業の活性化に貢献できるものである。

また、山村地域における林業就業者の雇用維持と後継者の育成については、木質資源のエネルギー化事業の必要性が急務とされ、その成功なくして林業、さらには地方経済の将来は無く、日本から山村は無くなると言っても過言ではない。地域の林地残材を代替エネルギーにすることで新規雇用の創出、地域のエネルギーを地域で利用することはもとより、持続的なエネルギー安定供給による地産地消のビジネスの実現で、地域経済の一躍を担うものと確信している。



写真 2.9.1 切捨間伐により放置された間伐材



写真 2.9.2 林地残材の木質ペレット

## (2) 実証事業の内容、規模

### a 事業の内容

未整備林を間伐、搬出、利用していくのだが、柱材として市場価値があるものは用材として搬出する。しかしながら曲がり材やアクリ材、黒芯材、傷材などは市場価値が薄いため木質ペレットの材料として扱う。方法としては、チェーンソーにて伐倒、建設重機を用いて作業道を新設する。そして建設機械ならびに林業機械にて全木集材する。その後、仮土場にて造材、破碎、運搬という内容である。林地に作業道を確保することで重機械の進入が可能となり、作業効率が大幅に上がり、省人力化が可能となる。

また、全木集材により木材が仮土場に集まるため、仮土場内で用材の造材や木質ペレット用の残材などの選別を機械化できる。そして残材となった木材は自走式木材破碎機を使い破碎、粉碎する。用材は市場に、粉碎された木材はペレット工場に搬出するという内容である。

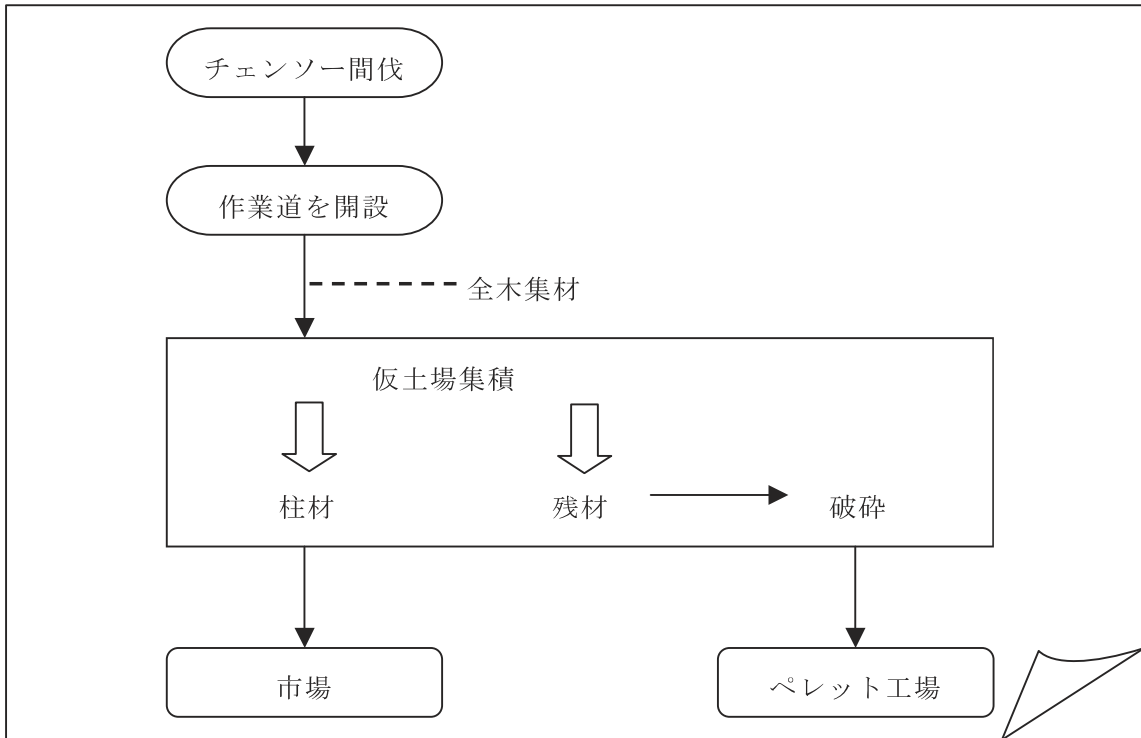


図 2.9.1 実証事業の内容

**b 事業の規模**

表 2.9.1 のように今年度は林地残材バイオマス利用を 5 0 0 0 m<sup>3</sup> と計画、平成 2 1 年度は 5 0 0 0 m<sup>3</sup>、平成 2 2 年度は 6 2 5 0 m<sup>3</sup>、合計で 1 6 2 5 0 m<sup>3</sup> をバイオマスエネルギーとして利用していく予定である。

表 2.9.1 林地残材搬出、利用数量

	H 2 0 年度	H 2 1 年度	H 2 2 年度	合 計
残材利用数量	5 0 0 0 m <sup>3</sup>	5 0 0 0 m <sup>3</sup>	6 2 5 0 m <sup>3</sup>	1 6 2 5 0 m <sup>3</sup>

**(3) 実証事業の実施期間、実施体制、実施場所**

**a 事業の実施期間**

平成 2 0 年 9 月から平成 2 1 年 2 月まで 5 ヶ月間

**b 事業の実施体制**

① 事業実施体制

E 2 リバイブ株式会社<sup>注1)</sup> と株式会社西組<sup>注2)</sup> の事業実施共同体で事業を実施する。

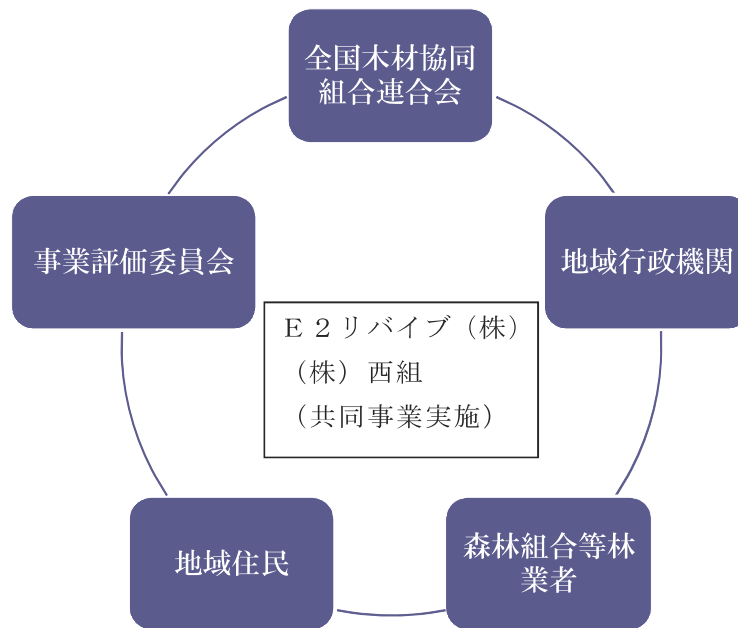


図 2.9.2 実証事業の実施体制

② 事業実施のための委員会

名称：木質エネルギー・ニュービジネス創出委員会

構成メンバー：三重大学名誉教授 加藤忠哉

大台町役場

コマツ近畿株式会社

宮川森林組合

株式会社百五銀行

③ 外部指導

指導者：財団法人三重県農林支援センター

財団法人三重県林業労働力確保支援センター

c 事業実施場所

間伐実施、林地残材収集場所：三重県多気郡大台町地内 社有林、民有林

木質ペレット工場：三重県多気郡大台町佐原 5 1 6 - 3

注 1) E2リバイブ株式会社とは

平成20年5月に株式会社西組から環境事業部門を独立させ創立。業務内容としては林業、木質ペレット製造・販売、燃焼機器の施工販売である。従来の木質ペレット事業は木材市場や製材所、集成材工場などから排出される木材を主原料とした木質ペレット工場である。しかしながら、この方法では製材所や集成材工場が稼働していないと原料の木材が排出されない。そのために、木質ペレットを燃料として使うユーザーにとっては石油やガス、電気のようにいつでも、どこでも、入手することができないという不安が残る。だが、



E2リバイブ株式会社では、林業を営んでいることから木質ペレットの主原料を他社に頼らず、自社で確保することが可能である。それにより、木質ペレットの消費先ユーザーとの安定供給を確約することが可能となる。

注2) 株式会社西組とは

地場に根差した総合建設業で土木、建築、舗装、水道、管など建設業を営んでいる。特色としては、自社で直営班を持っており重機械、小機械、車両などをそろえているため機動力がある。同業他社では、機械や車両の維持管理負担を軽減するために、リースやレンタルで工事を進めるといった方法が多いが、株式会社西組では自社で所有している。そのため豪雨災害時などは即時に対応が可能である。

## 2.9.2 実証事業の実施方法

### (1) 利用間伐の実施

三重県でも林業の盛んな地域である大台町であるが、近年は切り捨て間伐が主体の間伐方法で、森林組合をはじめとする各認定事業者が間伐を推進している。この地域ではヘクタールあたり5,000本ほどの密植栽型の植生で、30%から50%の間伐を必要としている。利用間伐の実施方法として表2.9.2の要領にて行う。

表 2.9.2 作業内容と使用機械、車両

柱用材		残材（木質バイオマス）	
内 容	使用機械、車両	内 容	使用機械、車両
1. 間伐	チェーンソー		
2. 作業道の開設	バックホウ		
3. 木材集材	バックホウ、スイングヤーダ		
4. 仮土場での造材	チェーンソー	4. 仮土場での破砕	自走式木材破砕機、バックホウ
5. 市場に運搬	トレーラー	5. ペレット工場に運搬	トレーラー、ダンプロック

### (2) シュートコースターを用いた林地残材の収集方法

#### a シュートコースターとは

土木工事や建築工事などで、生コンクリートを打設する際に使用する道具。

屋根の軒先の雨水を集める「樋」を大きくしたもので、FRP（強化プラスチック）で作られおり、大型でありながら軽量である。長さは、2メートルから4メートルほどで幅

は約40センチメートル、半円形のものや角型などがある。



写真 2.9.3 シュートコースター

#### b 林地残材の収集方法

- ① シュートの底（コンクリートが流れてくる部分）にローラーを取り付ける。
- ② シュートを重ね、連結させ林地に並べる。
- ③ シュートに取り付けたロープにより、林地木に吊り加減を行い安定させる。
- ④ 林地残材を持ち易く、作業性のよい長さ（1メートルから1.5メートルくらい{建築材は3メートルであるが}）にチェーンソーで切断してシュートに流す。
- ⑤ シュートを流れた木材は、林道端に設置したモッコ（3メートル×3メートル×3メートル）に入れる。もしくはダンプトラックの荷台に落とす。

#### (3) 仮土場での林地残材破碎に関する実証

仮土場で林地残材を破碎してから輸送する実証に関しては次の方法によった。

- ① 自走式木材破碎機は、重機を回送するための車両（10トン台車）により仮土場内に搬入する。山地ではトレーラーを進入させることができないため、おのずと10トン車ベースになる。そのため、10トン車に積載できるタイプの自走式木材破碎機を用いた。
- ② 仮土場に集められた林地残材は、バックホウを用いて自走式木材破碎機に投入した。
- ③ 投入された木材は細かく破碎され、ベルトコンベアーの排出口から排出される。自走式木材破碎機のスクリーンのサイズを変えて、排出されるサイズ、排出量、ペレット工場での2次粉碎の必要性について検討する。
- ④ 排出された木材を自走式木材破碎機から、直接ダンプトラックに積み込む。
- ⑤ 破碎した木材をペレット工場に運搬する。



写真 2.9.4 自走式木材破砕機

## 2.9.3 実証事業の実施結果

### (1) 利用間伐の実施結果

主に建設機械で作業道の設置、集材、林内運搬という林内作業を行い、重機の稼働率を上げ、省人力化を図ることを目標に事業を実施した。



写真 2.9.5 事業の実施状況と使用した重機械



① 久豆地区

個人所有の私有林地であり、ペレット工場からは30kmの距離である。

使用機械はバックホウで、作業道の仮設、スイングヤードにて全木集材、その後に仮土場にて選別、造材という方法で行った。仮土場の面積が広く、間伐材を集材する作業、仮土場にて選木、造材作業、破碎、運搬という作業別に効率的に施業を行うことができた。

表 2.9.3 久豆地区における実施概要

内容	概要
所在地	大台町久豆
面積	1.55ヘクタール
林齢	45年
間伐率	40% 定性間伐

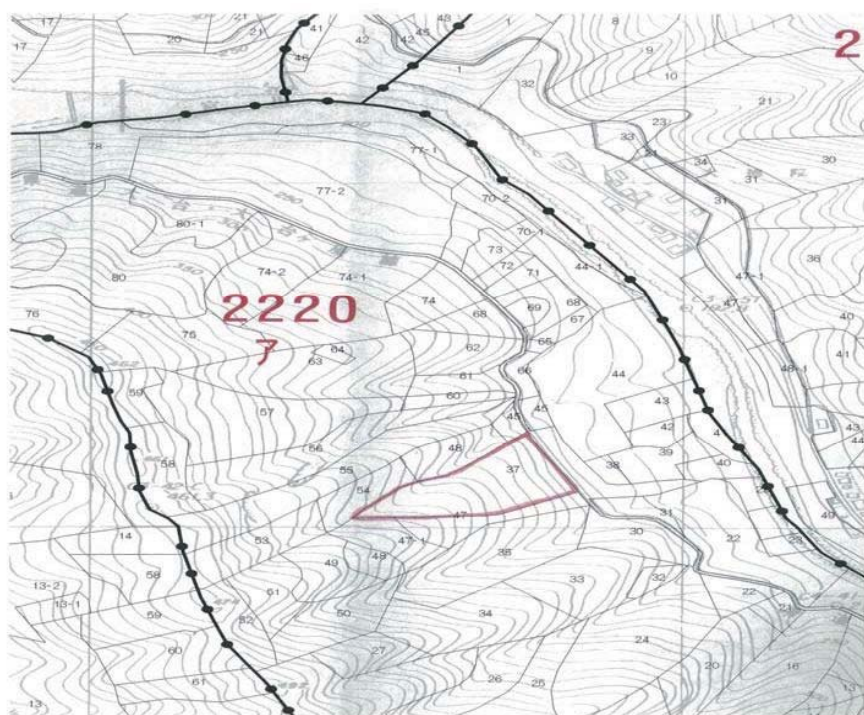


図 2.9.3 間伐の施業場所

② 若山地区

個人所有の私有林地であり、ペレット工場からは28.3kmの距離である。

使用機械はバックホウで、作業道の仮設、集材、その後に仮土場にて選別、造材という方法で行った。

表 2.9.4 若山地区における実施概要

内容	概要
所在地	大台町若山
面積	2.26ヘクタール
林齢	50～57年
間伐率	40% 定性間伐

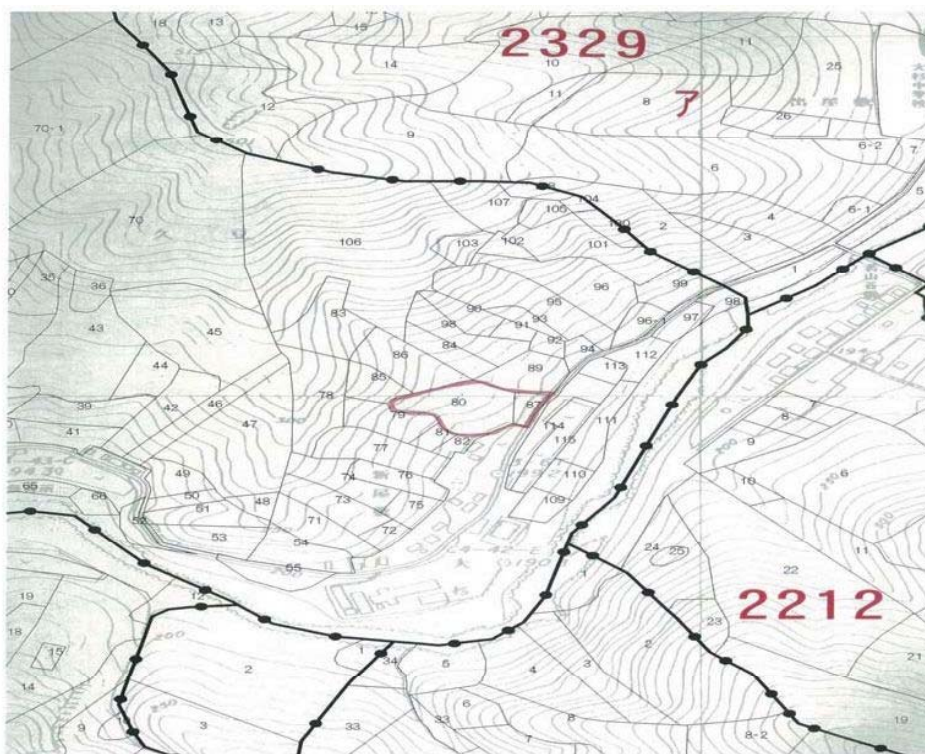


図 2.9.4 間伐の施業場所

③ 下真手地区

社有林地であり、ペレット工場からは5.3kmの距離である。

使用機械はバックホウで作業道の仮設、集材、その後に仮土場にて選別、造材という方法を行った。ペレット工場までの距離が近く、運送効率がいい。

表 2.9.5 下真手地区における実施概要

内容	概要
所在地	大台町下真手
面積	4.03ヘクタール
林齢	55～60年
間伐率	40% 定性間伐

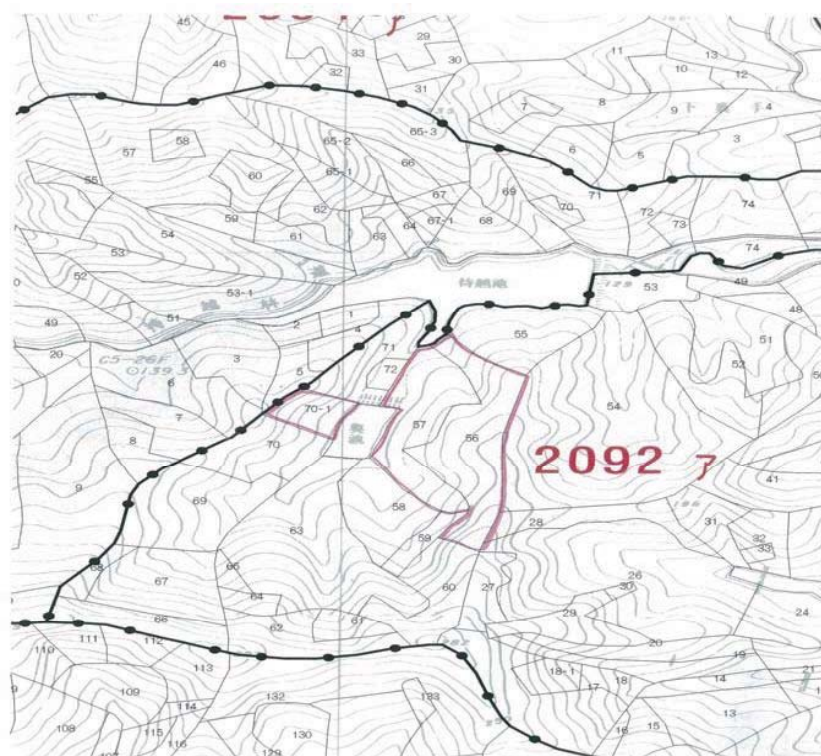


図 2.9.5 間伐の施業場所

## (2) シュートコースターを用いた林地残材の収集結果

当初の計画段階では、木材の滑りを良くするために、シュートの底にローラーを取り付けることを考えていたが、ローラーなしでも木材を搬出することが可能であった。実施場所の斜度は約25%程であった。また、林地の下には畑があり、木材の搬出に8mmのワイヤーを張り、それに対してシュートを吊るしていくという方法をとった。

作業員単価が16,000円の場合に、m<sup>3</sup>あたりのコストは6,386円、トンあたりでは7,661円であった。しかしながら、木材は持ち易い長さ(1メートルから1.5メートル程度)に切断する必要があるため、柱材としては使えない。また、曲がりの大きい材の場合は、シュートからはみ出してしまい林地から搬出することができなかった。



表 2.9.6 シュートコースターによる搬出コスト

搬出量		設置・撤去作業			搬出作業	
総重量	材積		設置	撤去		玉切・搬出
49600 k	59.5m <sup>3</sup>	人工	1	0.75	人工	22
		コスト	16000円	12000円	コスト	352000円



写真 2.9.6 シュートコースターによる林地残材の収集

### (3) 仮土場での林地残材破碎に関する実証結果

#### a 破碎機械の選択

まず、木材を仮土場内で破碎するためには電気などの動力がないため自走式木材破碎機が必要であると考えた。そこで選択肢としてタブ式と横入れ式の2種類の機械が候補にあがったが、タブ式は処理対象木材の直径が120センチまで可能である。これに対して、横入れ式の破碎機は処理対象木材の直径が30cmまでしか投入できず、林齢が50年生以上の木材の根元はね部分の処理ができないということから、おのずと、機種選択はタブ式の自走式木材破碎機となった。

メーカーはモロオカ、コマツの2社がある。機械価格はモロオカ、機械能力や性能からはコマツが有利であったが、作業効率を考えコマツのBR-120Tを採用した。



写真 2.9.7 自走式木材破砕機

#### b 破砕処理量とスクリーンの比較結果

林地残材を木質ペレットに加工するには、1次破砕、2次破砕が必要である。そこでBR120Tのスクリーンサイズによる時間当たりの排出量と、処理された木材の大きさの実証を行った。25mmのスクリーンの場合8.8～9.6m<sup>3</sup>、50mmの場合2.1～3.6m<sup>3</sup>、75mmの場合4.7～6.0m<sup>3</sup>の排出量の差があった。

表 2.9.7 スクリーンサイズと処理量

スクリーンサイズ	25mm	50mm	75mm
1時間当たりの 処理量（枝葉・幹）	8.8～9.6m <sup>3</sup>	2.1～3.6m <sup>3</sup>	4.7～6.0m <sup>3</sup>

上記からわかるように、25mmのスクリーンサイズで十分な処理量を得ることができた。また、木材が25mmアンダーに破砕されているが、破砕形状が棒状になっておりペレット工場での2次粉砕が、きわめて短時間で粉砕できた。



写真 2.9.6 スクリーンサイズ

### c 破砕・運送コスト

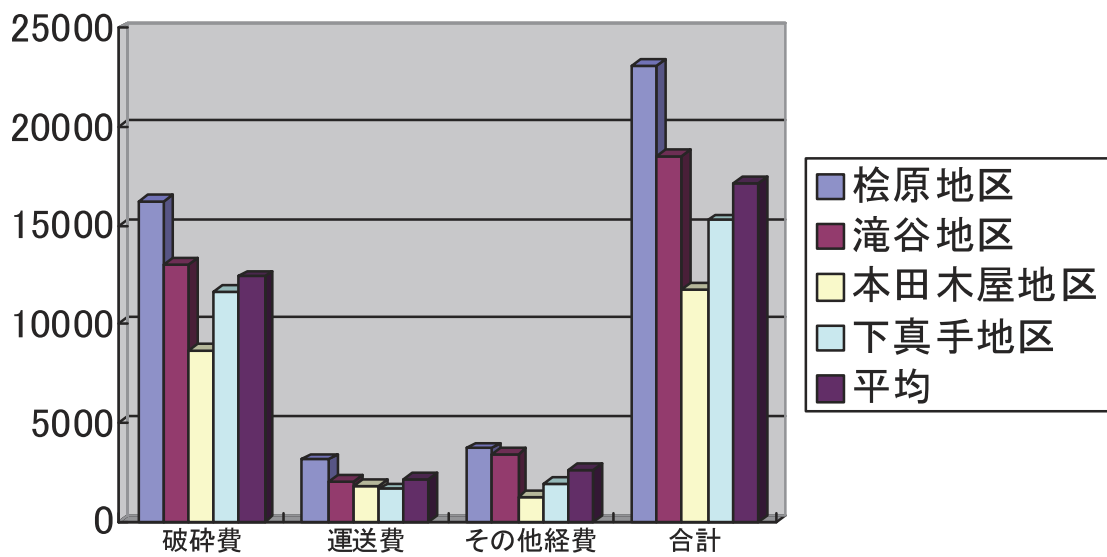
破砕費は当然ながら処理量が多いほど単価が安くなる。また、この実証結果では、自走式木材破砕機をリース契約しているために、経常運転の際に必要な木材破砕部品（ビット、刃物ではなく超硬鉄）に対する交換料金は含まれていない。さらに、スクリーンやグリスなど各種、消耗品の価格もリース料金に含まれている。リースの場合は、1ヶ月のリース料金は約2,300,000円ほどであり、全国でも数10台ほどしかリース機がないために割高になっている。こうしたことから、この自走式木材破砕機（BR120-T）を購入して実施する場合には、破砕費用は格段に安くなると考える。

運送費については、ペレット工場までの輸送距離が短くなるほど安くなる傾向があるが、桧原地区では10トン車両が進入できず、4トン車両で運搬したために運送費が極端に上がった。また、ペレット工場での荷降ろしを考慮して、ダンプトラックで運搬したことにより1日当たりの運搬回数が増え、結果として用材を市場に運送するよりも高くなっている。

実証結果として平均値ではあるが破砕費用12,397円、運送費用2,152円、その他経費用2,597円となり、総額では平均17,145円となった。

表 2.9.8 地区別の実証事業の結果

	破 碎 費 (円/トン)	運 送 費 (円/トン)	その他経費 (円/トン)	合 計 (円/トン)
桧原地区	1 6 2 4 0	3 1 4 0	3 6 9 3	2 3 0 7 3
滝谷地区	1 3 0 1 4	2 0 3 5	3 4 5 5	1 8 5 0 4
本田木屋地区	8 6 7 4	1 7 8 9	1 2 7 8	1 1 7 4 1
下真手地区	1 1 6 5 9	1 6 4 5	1 9 6 3	1 5 2 6 7
平均	1 2 3 9 7	2 1 5 2	2 5 9 7	1 7 1 4 5



2.9.6 地区別破碎、運送費



写真 2.9.7 ダンプトラックへの積み込み

## 2.9.4 考察、その他

### (1) 得られた成果のまとめ

#### ① 林地残材の集材量

今年度の実証事業の当初計画では、定額助成で約 5,000 m<sup>3</sup>の未利用残材の利用を予定していたが、最終的に予定数量の集荷を達成することができた。これは、林業作業において高性能林業機械のみを使うのではなく、林業機械と建設機械を組み合わせることで効率が上げることが出来た。また、重機はアタッチメントを交換することにより、1台の重機で作業道の新設、木材の集材などが可能であり、重機の稼働率を上げることが出来た。

#### ② 木材価格について

間伐材を市場に搬入したが、建設業者が扱った木材は、工事支障木と同等に扱われてしまい用材価格が予想以上に安価なものになってしまった。

市場に用材を売るのではなく、直接、製材所や工務店などの消費者に販売していくルートの開拓が必要であろう。当社は本格的に林業に進出したため、今後は木材（用材）の安定供給契約を結び、安定した価格、出荷量の確保に努めていかなければならない。

#### ③ 木質ペレット

当社は日本木質ペレット協会の協会員であり、今回の間伐未利用材のペレットはその品質規格内に収まっているものである。さらに、山から直接収集した木材でペレットを製造することで、原料の種類、産地などが追跡調査可能であるため、環境対応上必要とされる各種の証明発行が行いやすい特徴がある。また、CO<sub>2</sub>の排出量についても他業者の製造した木質ペレットよりも格段に少なくなる方式を採用しており、まさにエコエネルギーである。



#### ④ 川上から川下までの事業

ペレット事業を始めることで当社は、原材料の調達（山から）、破碎、運搬、ペレット製造に至るまでの広範囲な事業展開を開始したが、今回の補助事業により、新規雇用が生まれることとなった。また、林業専門者と違い、ペレット製造までの各種、作業があるため、悪天候時でも仕事がなくなるという心配がなく事業を実施することが出来る。

#### ⑤ 波及効果

全国に建設業者は林業者よりも多く存在する。重機作業だけで見ると、林業者よりも建設業者のほうが機械オペレータの能力は高いように思われる。こうしたことから、本事業のような川上から川下までの連携によるペレット生産を主体とした事業がビジネスとして成り立てば、新規事業として各地の建設業者が参入することは十分可能であろうと思われる。

### (2) 今後の課題

#### ① 間伐集材について

今回の現場はペレット工場へも近く、比較的条件の良い場所が多かった。現場近くに林道が整備されており、重機の回送や木材、チップなどの運送が容易にできたが、今後は他にも条件の違う現場にて実証を行っていく必要がある。

#### ② 機械のリース費用について

リース契約は期間が1ヶ月単位ということで割高になってしまった。例えば半年契約、1年契約などにすると、さらにコストダウンが図れるであろう。

#### ③ 木材の破碎について

自走式木材破碎機のスクリーンについては、25mmまでしか試すことができなかった。25mmのスクリーンでも作業性に特に問題はなかったが、もっとサイズの小さなスクリーンを使うことで、ペレット工場での2次粉碎を省略できれば、さらに作業性は向上する。これについては、今後スクリーンサイズやチップ形状について検討する必要がある。

また、今回の事業では仮土場内で破碎を行ったが、林地内で破碎していくことも考えていく必要がある。



## 2. 10 間伐材の工業化チップ燃料ならびにおが粉の利用多様化実証事業

キベス株式会社

### 2. 10. 1 実証事業のねらいと実施内容

#### (1) 実証事業のねらい

間伐材等林地残材を木質チップ燃料化と多様な用途のおが粉として利活用することによるビジネスを確立することにより間伐の促進、山の保全をはかるとともに、CO2削減により地球温暖化と自然循環社会の構築に寄与する。又林業事業体をはじめ地域の活性化にも寄与する。

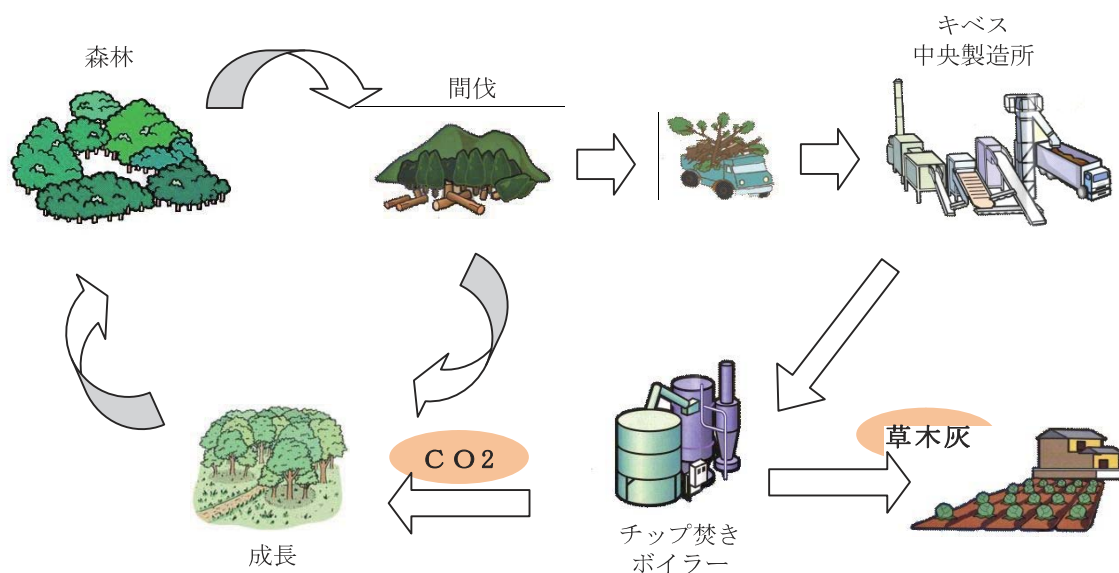


図 2.10.1 森林資源の循環利用

#### (2) 実証事業の内容・規模

##### ① 自力間伐の実施と未利用材の活用に関する実証事業

4社の林業事業体による間伐（総面積88ha）から未利用材2,500m<sup>3</sup>を収集し、これを破碎しチップ燃料化するとともに、おが粉化し家畜敷料のほか蚊取線香や活性炭等の工業用原材料として利用する。

##### ② 多様な用途のおが粉のための実証事業

間伐未利用材300m<sup>3</sup>を原料として、多様なおが粉としての利用可能性について実証する。

間伐実施面積、間伐材等未利用木質バイオマスの利活用についての目標は次のとおりである。

間伐面積（単位：h a）

有限会社 原見林業	2	2
東濱植林 株式会社	2	2
広川町森林組合	2	2
三興林業 株式会社	2	2

自力間伐材利用量は2,500 m<sup>3</sup>を予定。用途は以下のとおりである。

燃料チップ 1,000 m<sup>3</sup> 家畜敷料 300 m<sup>3</sup> 工業用原料おが粉 1,200 m<sup>3</sup>

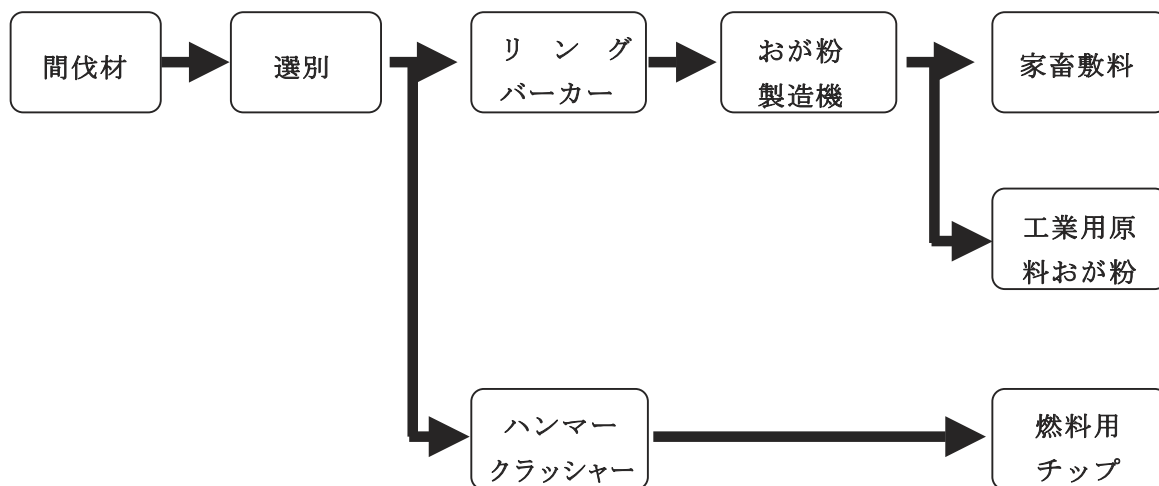


図 2.10.2 実証事業のフロー



写真 2.10.1 選別及び前処理



写真 2.10.2 リングバーカー



写真 2.10.3 ハンマークラッシャー



写真 2.10.4 おが粉製造機

(3) 実証事業の実施期間、実施体制、実施場所

a 実施期間

平成20年10月16日～平成21年2月28日

b 実施体制



図 2.10.3 実証事業のフロー

c 実施場所

(チップ化) キベス株式会社中央製造所  
 (おが粉化) (ハンマークラッシャー・おが粉製造機・リングバーカー)  
 所在地 和歌山県御坊市塩屋町北塩屋字川原676番地33  
 間伐 有限会社 原見林業 和歌山県日高郡日高川町字大又地域  
 間伐 東濱植林株式会社 和歌山県有田郡広川町岩淵地域  
 チップ燃料使用先：チップ焚きボイラー試運転・王子製紙株式会社  
 おが粉使用先：ミナベ化工株式会社・日高炭化有限会社・三和セルロシン株式会社  
 畜産業者（1社）



図 2.10.4 実証事業の実施場所



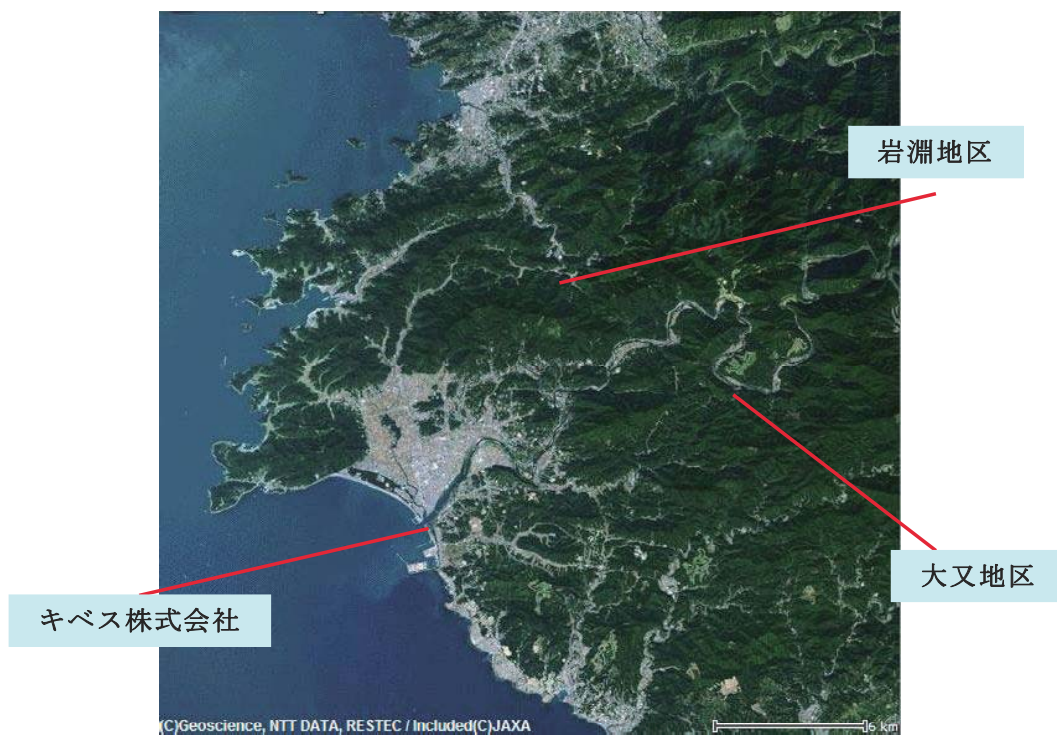


図 2.10.5 間伐実施場所



写真 2.10.5 岩淵地区





写真 2.10.6 岩淵地区



写真 2.10.7 大又地区



写真 2.10.8 大又地区

## 2.10.2 実証事業の実施方法

### (1) 自力間伐の実施と未利用材の活用に関する実証

2社の林業事業体が発行する自力間伐から排出された間伐材を破砕し、チップ燃料・家畜敷料のほか蚊取線香や活性炭等の工業用原材料としておが粉化し利用する事業の実証を行う。チップ燃料としての利用については、ユーザー既存の重油ボイラー併用でチップ焚きボイラーの設置を促し、ここに燃料チップを供給する。間伐材チップはパレットを主にして雑木等を原料とした乾燥チップとブレンドすることにより、ボイラー燃料として適する水分状態に調整したものを供給する。

### (2) 多様な用途のおが粉製造に関する実証

これまでは製材所の副産物として生産されたおが粉の利用先は畜産業の敷料が主となっているが、近年おが粉の用途は多様化しており、蚊取線香や活性炭等の工業用原材料としてその用途開発が進み、品質量共に付加価値の高いものが求められている。しかし、既存のおが粉製造機は木質チップを原材料での生産方法で粒子が大きすぎるため家畜の敷料への適合品の域を出ないという課題があったため、間伐材をリングバーカーで皮をむきおが粉にする破砕方法に変更した。工業用としての用途開発の上でクリアしなければならないのは、木の皮の含有が認められず、且つ銅など食品上の不純物が含まれないことである。

## 2. 10. 3 実証事業の実施結果

### (1) 自力間伐の実施と未利用材の活用に関する実証

自力間伐の実施と未利用材の活用に関する実証事業では、当初4林業事業体による間伐実施を予定していたが、季節的要因と森林作業員の高齢化等の理由により、このうち表2.10.1の2社しか実施することが出来なかった。このため事業量は計画を下回る1,299.48m<sup>3</sup>(1,082.9t)しか収集できなかった。

表 2.10.1 自力間伐の実施場所及び面積の内訳

自力間伐の実施場所 (所在地、林班)	自力間伐の実施面積	間伐の方法 (間伐率、施業方法等)
1. 和歌山県日高郡日高川町大字大又地区	34.7 ha	優勢木間伐
2. 和歌山県有田郡広川町岩淵地区	11.1 ha	間伐率 50%
計	45.8 ha	

表 2.10.2 間伐実施により確保した原料（定額助成対象原料）の内訳

自力間伐の実施場所 (所在地、林班)	確保した原料の数量		原料の形状 (チップ、端材等)
	重量	材積	
1. 和歌山県日高郡日高川町大字大又地区	820.8 トン	984.96 m <sup>3</sup>	間伐材
2. 和歌山県有田郡広川町岩淵地区	262.1 トン	314.52 m <sup>3</sup>	
計	1,082.9 トン	1,299.48 m <sup>3</sup>	

表 2.10.3 自力間伐に係る実証事業量の総括

自力間伐面積 ha	自力間伐量		稼働時間 h	木質バイオマス利用量		
	m <sup>3</sup>	t		チップ 燃料(t)	工業用 おが粉(t)	家畜用 おが粉(t)
45.8ha	1299.48 m <sup>3</sup>	1,082.9 t	おが粉製造機 94h リングバーカー 86h ハンマクラッシャー 82h	706.9 t	370 t	6 t

林地残材の利用に係るコストについては、当社の場合間伐作業を林業事業体にまかせており、山土場までの搬出コストは同じであるので、実施場所によるコストの違いは、運送と積み込み積み降ろしの違いとなる。これについて2事業体のコスト比較をしてみると表2.10.4のようになる。

表 2.10.4 事業実施場所の違いによる搬出・運送コストの比較

	当社からの距離 km	1日に収集できる量	積み込み	1t収集するのに必要な金額	1h当りの収集能力	備考
大又地区	27km	18 t	事業体	1,667 円	2.4 t	道も良く林業事業体がグラップルで積み込んで貰えるため時間が短縮できる。
岩淵地区	37km	9 t	当社ユンボ持込	3,889 円	1.2 t	林道の走行が長く道は悪い。当社よりユンボを持ち込み時間もかかりコスト高。

上記の表からもわかるように山によって搬出コストにかなり差が出てくる。いかに効率良く出せる林業事業体を探すことがコストダウンにつながる。

## (2) 多様な用途のおが粉製造に関する実証

おが粉製造機を衣川フォーレスト製から森下機械製に変更した事により、粒子の細かいおが粉が製造できるようになった。且つ投入スピードを調整する事により多種の粒子のおが粉を製造できるようになった。総搬入量300 m<sup>3</sup>で240 m<sup>3</sup>の工業用おが粉が製造できた。また成分的にも高評価を得ている。

表 2.10.5 おが粉製造機の実績

総搬入数量		総搬出数量	
(m <sup>3</sup> )	(t)	(m <sup>3</sup> )	(t)
300	250	240	200



写真 2.10.9 家畜敷料用チップ





写真 2.10.10 工業原料用チップ

## 2.10.4 考察、その他

### (1) 得られた成果のまとめ

自力間伐と未利用材の活用に関する実証事業として、4社の林業事業体による間伐（総面積88ha）から未利用材2,500m<sup>3</sup>を収集する計画であったが、季節的要因や森林作業員の高齢化等の理由により2社しか実施することが出来ず、最終的に事業量は間伐面積46ha、間伐材利用量は1,299m<sup>3</sup>となり、約50%しか達成することが出来なかった。しかし、この事業に実施により次のような効果が得られてきている。

① 林業事業体の間伐の方法が変わってきた。過去未利用材を捨てることを前提に行っていた方法から、利活用することを前提に間伐をすることにより、山からの搬出がやり易くなった。

### ② 多様な用途のおが粉製造に関する実証事業について

工業用に適した製品ができ、ユーザーの製品条件も充分クリアするおが粉の製造ができた。

### (2) 今後の課題

① 冬場の道路の凍結等で搬出できない場所に関しては、春～秋にかけての引取りを計画的に行う事で解決できるが、人手不足に関しては山元の努力に期待するしかない。ただ、このままでは原料不足を起こす事が予測できるため、林業事業体を増やして行きたい。

② 林地残材としては、間伐材だけでなく、林道建設の為の伐採木や、過去の間伐や諸工事における林地残材が多く山に残っている。引き取りに係る経費は現状の間伐材引き取りより高くつくが、このような物まで林業事業体からの引き取り要請が多い。よって助成金対象を自力間伐だけでなくこのような物への範囲を広げることを検討して欲しい。又、林地残材は太く、且つ短い物が多く、チップ製造機・おが粉製造機に投入する前に各機械に対応できるような前処理（細く割る又短く切る）が必要となり、これに必要な経費が高くつく。よって現状では林業事業体に支払う金額を安く設定しなくてはコスト計算が合わない状態である。又、チップは販売単価が安く量の割には収入が増えないのも現状で、更には、

木材市況が低迷し山林事業者に用材出荷の意欲が少なく、間伐材等へも消極的な事情がある。今後は、対象林業事業体等の範囲や安価で調達できる方法を模索検討していかなければならない。



## 2. 1 1 間伐により発生する木質バイオマス資源のMDFへの 利用実証事業

(エヌ・アンド・イー株式会社)

### 2. 1 1. 1 実証事業のねらいと実施内容

#### (1) 実証事業のねらい

徳島県では総合的な木材の安定供給体制の構築の為、平成17年に「徳島すぎ合板用原木出荷協議会」を組織化し、低質材(B材)の利用拡大を図ってきた。この実績を踏まえ、平成20年7月には「徳島すぎC材MDF活用協議会」の設立を決め、川下での対策として間伐材等の木材の増産に対応して発生する低質材(B材)、端材、不良材(C材)の利用量の更なる拡大に努める具体策を、「林業飛躍プロジェクト」の中で打ち出している。

この様な背景の下、弊社MDF工場と低質材(B材)を使用する合板工場、及び周辺に位置する豊富な素材生産地を控えた徳島県東部の地域は、国内でも数少ない木質バイオマスのカスケード利用に最適のエリアと考えられている。

一方弊社では、木質ボードの需要増に対応する為の国産材針葉樹原料(チップ用材)の安定集荷が追いつかず、新規に林地残材等の未利用木質バイオマスの活用に取り組むべきとの判断のもと、平成19年度に「木質バイオマス利活用地域モデル実践事業」において、「林地残材等のMDF利用モデル実践」に取り組んだ。

この取り組みで原料供給体制の構築について一定の成果が得られたが、なお検討すべき課題が多く残されていることから、引き続き今年度からは「徳島すぎC材MDF活用協議会」を発足させ、これを基盤に原料(チップ用材)確保の為の素材生産事業者との共同間伐の実施と、そこから発生する林地残材を含めた木質バイオマス資源の収集・運搬・利用の効率化に関する実証事業に取り組むこととした。

#### (2) 実証事業の内容、規模

林地残材の利用は、全木集材とプロセッサ造材との組み合わせで素材生産性が向上し、副産物としての利用が可能になると考えられることから、下記パターンを組み合わせた各素材生産業者に適した未利用木質バイオマス収集方法を検証し、効率的かつ低コスト収集システムを確立する。特に、造材時の仕分け方法、堆積場所の選定、積み込み、輸送手段について検討を進める。また、間伐と主伐によるコストの違いを明らかにするため、比較の実証を行う。

##### ① 収集・運搬について

全木集材を前提とし、造材時に発生する林地残材の収集方法を検討した。

###### a 間伐の場合

- ・新間伐システム(列状間伐し、小型スイングヤーダ+小型プロセッサ+フォワーダーにより搬出するシステム)において、間伐材を全木集材し、小型プロセッサで造材し、長尺材(小径、欠点材)はフォワーダーで小運搬し山土場に集積後、トラックに積み込み搬出した。端材は、小型プロセッサで造材後、山土場または林道際に集積し、ダンプ式のトラックに積み込み搬出した。
- ・列状間伐の現場において、ロングアームスイングヤーダーにより集材する実証を、

3ヶ所(8月、10月、11月)で実施した。

- ・搬出用ダンプ式トラックは、定期便方式の集荷を行うために専用を1台確保した。

b 主伐の場合

- ・林地まで全木集材し、プロセッサで造材し、山土場で用材と端材に分類し、長尺材はトラックにより、また端材はダンプ式のトラックにより収集し、チップ工場へ運搬した。
- ・搬出ダンプ式トラックは、定期便形式の集荷実証の為、1台を確保する。

② 減容化について

- ・林地残材(造材時の端材)のうちチップ用材に向かない材や枝条を集積した山土場に、移動式チップパーを持ち込み、ボイラー燃料用に適するサイズに破碎した後、ダンプ式のトラックに積み込み、工場へ搬送した。但し、破碎場所については、工場内(チップヤード)も視野に入れて検証を行うこととした。

③ 検証パターン

a 間伐の場合

[共通] プロセッサ造材→仕分け→フォワーダー積み込み・小運搬

→山土場(ストックヤード)または、林道際集積

- ①トラック積み込み→運搬→チップ工場 →MDF工場
  - ②トラック積み込み→運搬→チップヤードでチップ化 →MDF工場(ボイラー燃料)
- 又は、
- ③山土場チップ化→ダンプ式トラック積み込み→運搬→MDF工場(ボイラー燃料)

b 主伐の場合

[共通] プロセッサ造材→フォワーダー積み込み・運搬

→山土場(ストックヤード)仕分け→山土場集積

- ①トラック積み込み→運搬→チップ工場 →MDF工場
  - ②トラック積み込み→運搬→チップヤードでチップ化 →MDF工場(ボイラー燃料)
- 又は、
- ③山土場チップ化→ダンプ式トラック積み込み→運搬→MDF工場(ボイラー燃料)

④ 実証事業の規模

自力間伐の実施面積：94ha

表2.11.1 木質バイオマスの利用目標数量

重量換算の場合(※1) t /年		現状 平成19年度	利用目標			
			平成20年度	平成21年度	合計	
自力間伐実施分<A>		0	5,131	5,131	10,262	
林地残材 収集・利用	間伐系	1,567	2,806	2,806	5,612	※2
	主伐系	2,410	2,805	2,805	5,610	
実証事業実施分<B>		3,977	5,611	5,611	11,222	※2
間伐材比率%		39.4%	50.0%	50.0%	50.0%	
合計<A+B>		3,977	10,742	10,742	21,484	
<自力、実証>間伐材比率%		39.4%	73.9%	73.9%	73.9%	
自力間伐比率%		0.0%	47.8%	47.8%	47.8%	

(※1)：<原木t→原木m3>の換算係数は、実証実験値(6/7)を採用→原木1t=原木0.916m3

材積換算の場合(※1) m3 /年		現状 平成19年度	利用目標			
			平成20年度	平成21年度	合計	
自力間伐実施分<A>		0	4,700	4,700	9,400	
林地残材 収集・利用	間伐系	1,321	2,570	2,570	5,140	※2
	主伐系	2,032	2,570	2,570	5,140	
実証事業実施分<B>		3,353	5,140	5,140	10,280	※2
間伐材比率%		39.4%	50.0%	50.0%	50.0%	
合計<A+B>		3,353	9,840	9,840	19,680	
<自力、実証>間伐材比率%		39.4%	73.9%	73.9%	73.9%	
自力間伐比率%		0.0%	47.8%	47.8%	47.8%	

(※2)：平成20年度以降の実証事業実施に際しては、平成19年度の間伐材比率を50%まで上げる事を利用目標に設定し、素材生産事業体へチップ用材(C材)収集量増を、積極的に働きかける事とする。

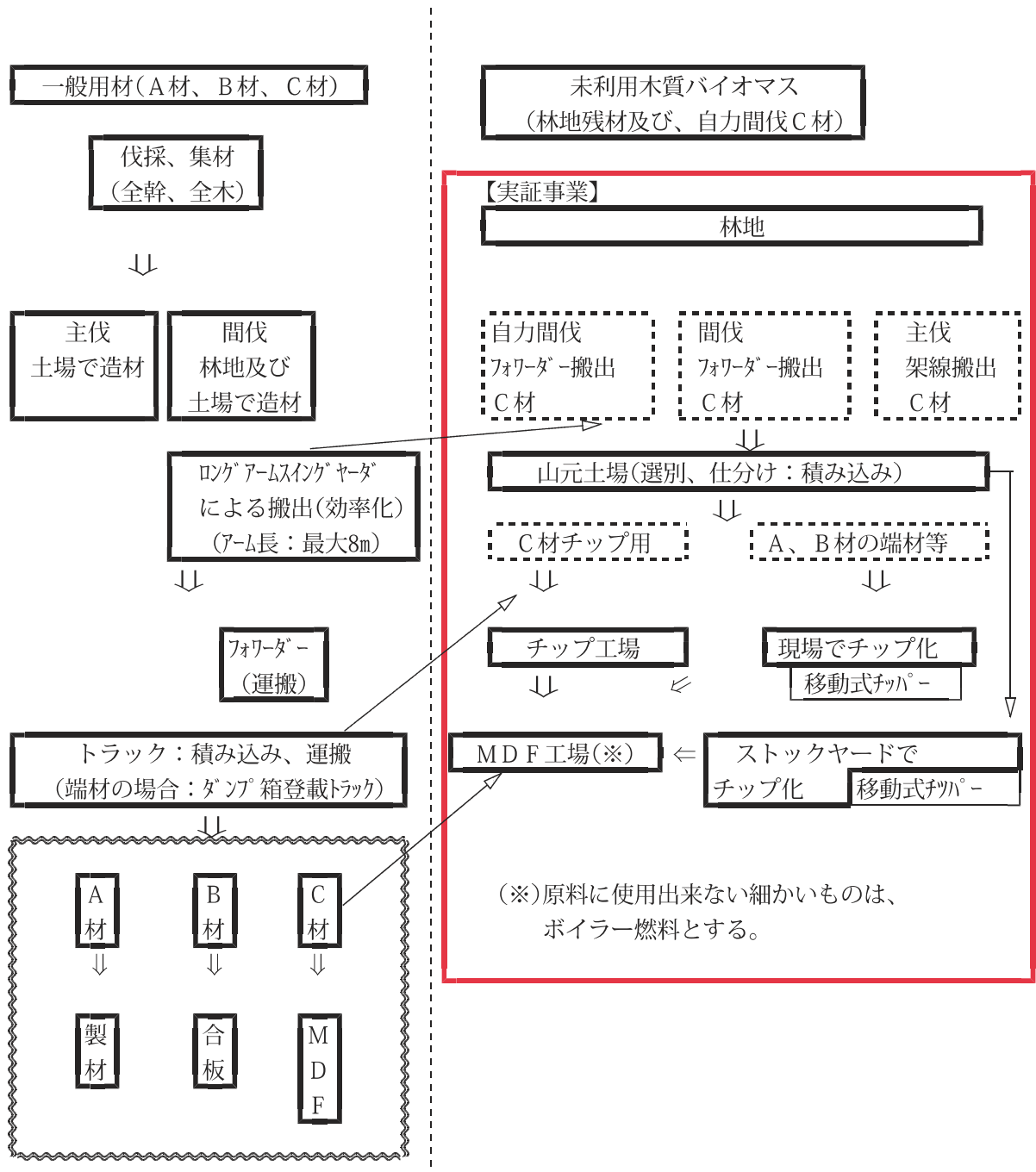


図2.11.1 事業内容のフロー図

(3) 実証事業の実施期間、実施体制、実施場所

a 実施期間

平成20年8月6日～平成21年2月28日

b 実証事業の実施体制

責任者 : エヌ・アンド・イー株式会社 代表取締役社長 小林 良一  
 事務局 : エヌ・アンド・イー株式会社 チーフアドバイザー 大泉 信一  
 共同実施者 : 日本製紙木材株式会社、徳島県森林組合連合会

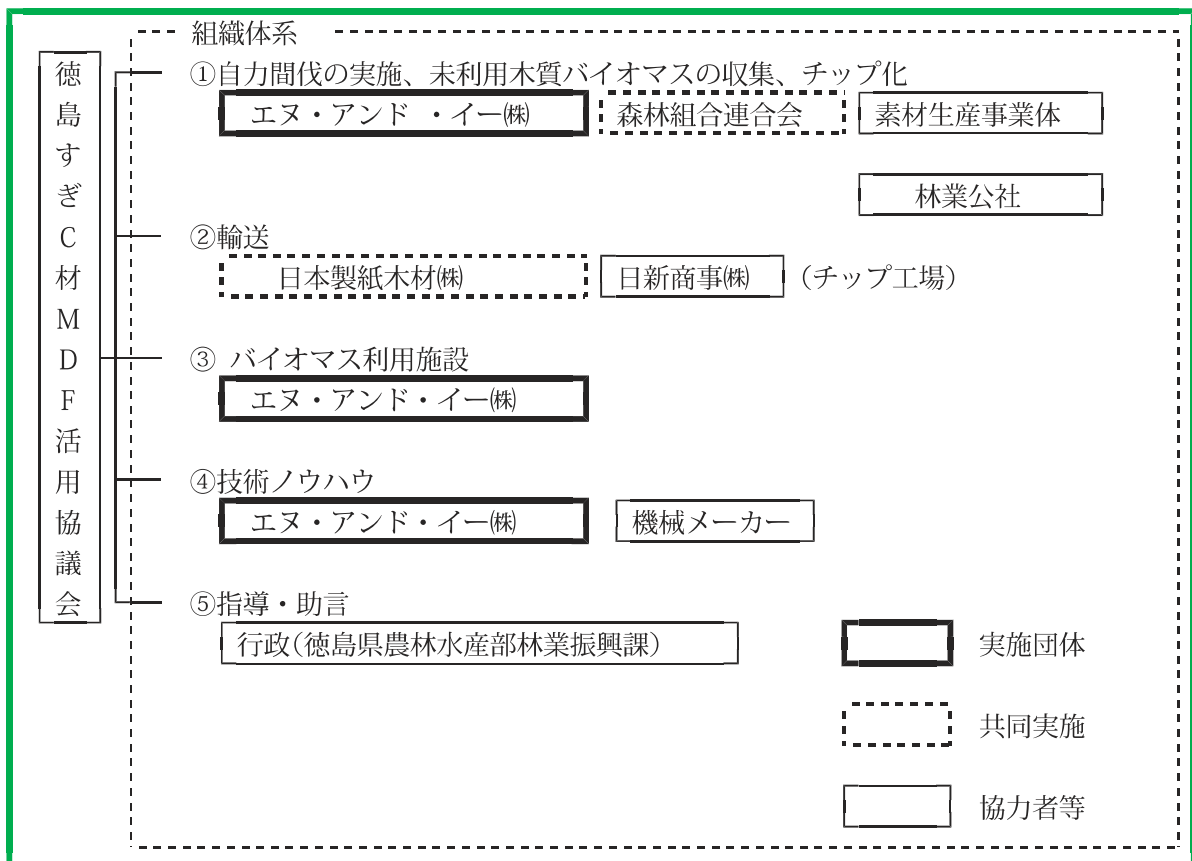


図2.11.2 実証事業の実施体制

c 実証事業の実施場所

- ・自力間伐の実施場所：徳島県下全域(那賀郡那賀町、三好市、美馬市ほか)
- ・林地残材の収集場所：徳島県下全域(那賀郡那賀町、海部郡海陽町、三好市、美馬市ほか)
- ・チップ工場：日新商事(株) (徳島県那賀郡那賀町中山字黒沢西谷 12-1)
- ・チップヤード：エヌ・アンド・イー(株) (徳島県小松島市和田津開町字北 295 番地 6 号)
- ・MDF 工場：エヌ・アンド・イー(株) (徳島県小松島市和田津開町字北 395 番地 6 号)



## 2. 1 1. 2 実証事業の実施方法

### (1) 自力間伐の実施と間伐により発生する木質バイオマス資源のMDFへの利用実証

林地残材を含む木質資源のMDF原料、ボイラー燃料への利用を促進のための収集、運搬利用を効率的に進める仕組み作りを進める事を目的とし、今年度の主力事業となる自力間伐を実施するため、次の様な実証に取り組んだ。

- ① 「木質資源利用ニュービジネス創出モデル実証事業概要パンフレット」による定額助成の内容についての素材生産業者への徹底説明の実施と協定書の締結を行う。
- ② 協定書締結後に、具体的に自力間伐を実施する森林毎に見積書(精算書)を作成し、山林所有者への利益還元、作業道負担金等の費目について内容を確認後、間伐作業に着手する。
- ③ 自力間伐作業を実施するにあたり、実施現場別に現場情報を正確に把握して、伐採方法、仕分け基準、中間土場への搬出方法等を事前確認を実施し、作業終了後各現場毎に指標、設定条件についての比較表が作成出来る様に準備を進める。
- ④ 自力間伐の実施場所、現場面積及び間伐の方法の内訳は次の通りである。

表2.11.2 自力間伐の実施場所、面積及び間伐の方法

実施場所		面積	間伐の方法
所在地	林班	ha	間伐率・施業方法等
1.美馬郡つぎ町実平6696-15、-22	美馬森林組合	5.00	列状間伐・高性能機械
2.美馬市穴吹町口山字調子野572-1	美馬森林組合	4.19	列状間伐・高性能機械
3.美馬市木屋平字太合775-1、2	美馬森林組合	10.00	列状間伐・高性能機械
4.美馬市木屋平麻衣	美馬森林組合	5.70	列状間伐・高性能機械
5.美馬市木屋平字太合カケ460-1	美馬森林組合	8.62	列状間伐・高性能機械
6.那賀郡那賀町水崎	徳島県林材業 協同組合	2.47	列状間伐・高性能機械
7.那賀郡那賀町丈ヶ谷字六丁目浦	徳島県 林業公社	2.53	列状間伐・架線集材
8.美馬市穴吹町三島字小嶋2050	美馬森林組合	4.00	列状間伐・高性能機械
9.美馬市木屋平字南張	美馬森林組合	8.00	列状間伐・高性能機械
10.美馬市穴吹町古宮喜来	美馬森林組合	5.27	列状間伐・高性能機械
11.那賀郡那賀町東尾	木頭森林組合	5.00	列状間伐・高性能機械
<計>チップ用C材		60.78	
12.那賀郡那賀町水崎	徳島県林材業 協同組合	( 2.47)	N0.6と同一現場
<計>燃料用枝条		( 2.47)	

### (2) 平成19年度実証事業取り組み成果の浸透による素材生産業者との連携による

#### C材(林地残材)のMDF原材料への更なる利用の実証

- ① 徳島すぎC材MDF活用協議会活動を基盤とし、素材生産業者へのC材(林地残材)の

MDF 用途に関する情報の継続発信と、出材実施のメリットへの理解度の向上

- ② 小型運搬車(6～8t 車)による林地残材を含む端材集荷事例の普及

### 2. 1 1. 3 実証事業の実施結果

#### (1) 自力間伐の実施と間伐により発生する木質バイオマス資源のMDFへの活用

定額助成部分の集荷については、県内の素材生産事業者の協力を得て、計画数量を達成出来た。

表2.11.3 自力間伐により確保した原料の内訳(定額助成対象)

実施場所		確保した原料の数量		原料
所在地	林班	重量t	材積m3	形状
1.美馬郡つるぎ町実平6696-15、-22	美馬森林組合	376.640	404.210	原木
2.美馬市穴吹町口山字調子野572-1	美馬森林組合	429.290	373.480	原木
3.美馬市木屋平字太合775-1、2	美馬森林組合	1,116.410	1,000.000	原木
4.美馬市木屋平麻衣	美馬森林組合	621.495	556.670	原木
5.美馬市木屋平字太合カケ460-1	美馬森林組合	543.820	486.920	原木
6.那賀郡那賀町水崎	徳島県林材業 協同組合	240.000	214.896	原木
7.那賀郡那賀町丈ヶ谷字六丁目浦	徳島県 林業公社	180.960	162.032	原木
8.美馬市穴吹町三島字小嶋2050	美馬森林組合	184.320	165.040	原木
9.美馬市木屋平字南張	美馬森林組合	670.090	600.000	原木
10.美馬市穴吹町古宮喜来	美馬森林組合	647.760	580.000	原木
11.那賀郡那賀町東尾	木頭森林組合	316.510	283.403	原木
<計>チップ用C材		5,327.495	4,826.651	
12.那賀郡那賀町水崎	徳島県林材業 協同組合	84.970	101.970	枝条
<計>燃料用枝条		5,412.465	4,928.651	

- ① 実証事業における集荷実績(自力間伐) 別紙 1 参照
- ② 実証事業における現場別実績(1)  
各現場における実施状況(写真 2.11.1~4) 別紙 2 参照
- ③ 実証事業における現場別実績(2)  
各現場における実施状況(写真 2.11.5~12) 別紙 3 参照
- ④ 木質バイオマス資源のMDFへの利用実証事業(自力間伐実施現場別の指標及び設定条件等の比較表) 別紙 4 参照

**（２）素材生産業者との連携による C 材（林地残材）の MDF 原材料への利用の実証**

① 平成 20 年 7 月に発足した、「徳島すぎ C 材 MDF 活用協議会」の活動を通じて、素材生産業者へ C 材が MDF 原料として利用可能な事を工場見学の機会等を得て積極的にアピールした。その結果、集荷実績（数量、金額）を上げることが出来るようになった。

（別紙 5，表 2.11.4 参照）

② 「徳島すぎ C 材 MDF 活用協議会」において、県南部での小型運搬車が徐々に普及している事例を紹介した所、端材及び短尺材の運搬には 6～8t のダンプ車が作業性、効率性の面から狭い林道、作業道において有利に働く事が理解され始めた事により、現在では、7～8 台ほどの車を素材生産業者が保有し計画的な運行をしている（写真 2.11.13）。

表2.11.4 本実証事業により確保した原料

流域	実施主体	伐採方式	集荷実績(t)	実施場所
那賀川	(株)徳信	間伐	305.980	那賀郡那賀町持井
	林業公社	間伐	579.750	那賀郡那賀郡六丁
	佐々木材木店	間伐	488.820	那賀郡那賀町丈ヶ谷
	木頭森林組合	間伐	414.900	那賀郡那賀町杉山
	徳島県森林組合連合会	間伐	849.330	那賀郡那賀郡水崎
	徳島県林材業協同組合	間伐	458.220	那賀郡那賀郡源太
	洲村林業	主伐	2,081.860	海部郡海陽町
	公文林業	間伐	2,234.280	那賀郡那賀郡中谷
	計		7,413.140	
吉野川	徳島県森林組合連合会	間伐	55.360	三好市加茂
	秋田林業	主伐	4,902.300	三好市東祖谷
	美馬森林組合	間伐	740.310	美馬市穴吹町
	計		5,697.970	
	合計		13,111.110	

③ 本実証事業については、平成 19 年度林野庁補助事業「木質バイオマス利活用地域モデル事業」として「林地残材等の MDF 利用モデル実践」に取り組んだ経験、成果が、素材生産業者に継続事業としての評価を受け、供給業者の窓口も増えた事により、より多くの原料の収集が出来るようになった。

## 2. 1 1. 4 考察その他

### (1) 得られた成果のまとめ

① 今年度の実証事業の推進には、昨年度取り組んだモデル実践事業における体験が十分に役だった。自力間伐内容の素材生産事業者への説明には、7月に発足した「徳島すぎC材 MDF 活用協議会」の実務者会議の場を利用させていただき4回実施する中で、素材生産事業者の方々に「林地残材を含めたC材が、MDF原料として継続して利用する事が可能」との理解を得られる様になり、協定書の締結に結びつける事が出来た。時間は要したが、既に終了した現場実績の事例を写真、データ等を含めて開示した事もポイントになったと考えている。

② 協定書締結後自力間伐作業開始に当たり、各林班の作業者との事前の作業条件の確認、徹底を行った。その結果、高性能機械設備を使用する現場において、1人あたりの生産性が大幅に向上する事が確認された。

- ・平均生産性実績：5.65m<sup>3</sup>/人・日 ⇒徳島県目標値 5.0m<sup>3</sup>/人・日
- ・最高生産性実績：9.64m<sup>3</sup>/人・日 ⇒作業道が好位置、搬出距離短い、伐採量適量等の好条件の場合

③ 自力間伐事業による11現場での平均実績価格(別紙2～3参照)は、13,750円/m<sup>3</sup>となったが、木質ボード(MDF用)のチップ原料としては、定額助成部分(6,500円/m<sup>3</sup>)を控除しても、現状では2,500～3,000円/m<sup>3</sup>程割高の実績となっており、自力間伐対象現場の選定にあたり考慮すべき現場条件の把握や作業方法の改善、チップ工場迄の輸送方法の見直し等、改善すべき点は多々有ると考えている。

④ 今回11実証現場別に、対象面積、伐採予定量、林齢、材質、時期、林道及び作業道との位置関係、傾斜度、山土場の面積、高性能機械の現場作業性等が異なる為、今後の事業継続を想定した場合の指標及び、設定条件の目安となる項目を設定し、比較表を作成した(別紙4参照)。次年度の事業を実施する場合には、素材生産事業者との事前打ち合わせの際に資料、情報として活用して行きたい。

⑤ 自力間伐を実施して、その対象となる林地は、主としてC材(チップ用材)用途比率の高い材料が得られる未整備林となる事例が多いことがわかった。また、全現場のうち約60%が林道に隣接する作業道が無く、結果として作業道負担金が増加する事になった。

⑥ 自力間伐の為の協定書締結の条件として、山林所有者への利益還元確保が必要となることがわかった。今回対象となった自力間伐林は、C材(チップ材)主体の現場が多く、高額な利益還元は難しく、未整備林の森林整備の観点から山林所有者に理解を得られるかがポイントとなることもわかった。

### (2) 今後の課題

① 「徳島すぎC材 MDF 活用協議会」の場を利用して、平成20年度一部の素材生産業者に集中していた傾向のあった自力間伐事業を、実施事例の開示を積極的に進め、協定書締結に結びつけたい。徳島県、森林組合連合会、木材協同組合連合会等の協力を得て事業として認知度を高めて行く必要があると考えている。

② 平成20年度自力間伐を実施した素材生産事業者より、次年度事業の早期開始の要望が出ていることを踏まえ、新年度の早い時期に情報交換の場を持ち、コストダウンと計

画面積、数量の目標値を定め、作業の早期開始を目指す必要があると考えている。

③ 自力間伐事業への取り組みを開始した際には、素材生産業者からの理解を得ることに苦慮したが、平成 20 年度の事業を終えた今、各業者から次年度の事業実施についての条件等についての問い合わせも出始めており、事前の準備をしつかりして事業の継続性を維持していきたい。

### (3) その他

① 今回少量ではあるが、燃料用の枝条収集と破砕処理を実施した。燃料としての使用は技術的には全く問題無いが、処理工場までの運搬費用に大きな課題がある事がわかった。集荷方法、集荷場所、運搬手段についての検証が必要と考える(別紙 2、写真 2.11.4 参照)。

② 平成 20 年 10 月 6 日に、徳島県森林組合連合会、徳島県林材業協同組合、美馬森林組合の担当者を講師に、「高性能機械現地研修会」を実施した。図 2.11.1 の事業内容フロー図において計画した、ロングアームスイングヤーダ、プロセッサ、フォワーダーの効率運転を目的とした研修会であった。研修終了後の高性能機械による生産性は、7.33m<sup>3</sup>/人・日に達し、徳島県の目標値である 5.00m<sup>3</sup>/人・日 を大きく上回ったが、アームの位置改善等の課題の指摘があった。



〈別紙1〉 平成20年度 木質資源ニュービジネス創出モデル実証事業 集荷実績(自力間伐)

エヌ・アンド・イー株式会社

事業区分	流域	実施主体	事業箇所	平成20年度実績累計			内訳							還元利益	
				数量 Kg	@/t	金額	機械燃料	燃料	人件費	<搬出費計>	運賃	測量事務費	作業道負担金		
自力間伐	那賀川	林業公社 木頭森林組合 林材業協同組合	那賀町丈ヶ谷字六丁目浦	180,960	6.024	1,090,114	62,379	37,668	500,634	600,681	266,647	152,110	0	70,676	
			那賀町東尾	316,510	5.912	1,871,196	297,217	94,430	548,352	939,999	297,009	212,296	219,542	202,350	
			那賀町水崎	240,000	4.736	1,136,888	482,419	125,371	249,010	856,800	137,088	28,560	0	114,240	
		小計	737,470	5.557	4,097,998	842,015	257,469	1,297,996	2,397,480	700,744	392,966	219,542	387,266		
		吉野川	美馬郡つるぎ町一字実平	376,640	4.018	1,513,508	443,918	127,996	477,195	1,049,109	0	224,375	0	240,024	
			美馬市木屋平字太合	1,116,410	5.283	5,898,333	1,303,383	380,800	1,022,944	2,707,127	0	763,152	1,476,054	952,000	
			美馬市穴吹口山字調子野	429,290	5.328	2,287,057	502,228	142,181	557,364	1,201,773	319,967	349,974	255,344	159,999	
			美馬市木屋平字太合カケ	543,820	6.075	3,303,665	766,251	185,402	369,813	1,321,466	417,166	387,027	760,813	417,193	
			美馬市木屋平字藤衣	621,695	5.373	3,340,439	709,264	211,725	646,806	1,567,795	669,231	441,773	0	661,640	
			美馬市穴吹町三島字小島	184,320	5.783	1,065,880	359,450	62,832	195,488	617,770	0	188,803	212,172	47,135	
			美馬市木屋平字南張	670,090	5.872	3,934,722	1,201,424	228,480	873,103	2,303,007	0	678,300	525,015	428,400	
			美馬市穴吹町古喜来	647,760	5.674	3,675,337	807,106	220,864	773,228	1,801,198	496,944	522,162	440,913	414,120	
			(米)木頭開券(運賃)			2,565,513	0	0	0	0	2,565,513	0	0	0	0
			小計	4,590,025	6.010	27,584,454	6,093,024	1,560,280	4,915,941	12,569,245	4,468,821	3,555,566	3,670,311	3,320,511	
那賀川	枝条破砕実証		0	0	127,568	0	0	127,568	127,568	0	0	0	0		
	枝条運搬費用	0	0	228,480	0	0	0	0	228,480	0	0	0			
小計	0	0	356,048	0	0	0	127,568	127,568	228,480	0	0	0			
計	5,327,495	6.014	32,038,500	6,935,039	1,817,749	6,341,505	15,094,293	5,398,045	3,948,532	3,889,853	3,707,777				

〈別紙2〉 平成20年度 木質資源利用ニュービジネス創出モデル実証事業 現場別実績(1)

エヌ・アンド・イー株式会社

施行地 実施者 実施期間 始末先 原単価 原単価 原単価	徳島県那賀郡那賀町東尾 徳島県那賀郡那賀町東尾 21/2/3~28 日新商事株式会社(那賀郡那賀町) 原単価①材積:63,720/7,63100=0.8354	施行地 実施者 実施期間 始末先 原単価 原単価 原単価	徳島県那賀郡那賀町水崎 徳島県那賀郡那賀町水崎 10/29~21/1/13 日新商事株式会社(那賀郡那賀町) 原単価①材積:68,170/7,63100=0.8954	施行地 実施者 実施期間 始末先 原単価 原単価 原単価	徳島県那賀郡那賀町水崎 徳島県那賀郡那賀町水崎 21/1/8~12/2/25 日新商事株式会社(那賀郡那賀町) 原単価①材積:68,170/7,63100=0.8954	施行地 実施者 実施期間 始末先 原単価 原単価 原単価	徳島県那賀郡那賀町水崎 徳島県那賀郡那賀町水崎 21/1/8~12/2/25 日新商事株式会社(那賀郡那賀町) 原単価①材積:68,170/7,63100=0.8954

加工上地部分		周辺部分		加工上地部分		周辺部分		加工上地部分		周辺部分		加工上地部分		周辺部分		加工上地部分		周辺部分		
区分	0.00Ha	区分	0.00Ha	区分	0.00Ha	区分	0.00Ha	区分	0.00Ha	区分	0.00Ha	区分	0.00Ha	区分	0.00Ha	区分	0.00Ha	区分	0.00Ha	
実積	162,032m <sup>3</sup>	283,403m <sup>3</sup>	283,403m <sup>3</sup>	214,896m <sup>3</sup>	52,30m <sup>3</sup>	214,896m <sup>3</sup>	52,30m <sup>3</sup>	214,896m <sup>3</sup>	52,30m <sup>3</sup>	214,896m <sup>3</sup>	52,30m <sup>3</sup>	214,896m <sup>3</sup>	52,30m <sup>3</sup>	214,896m <sup>3</sup>	52,30m <sup>3</sup>	214,896m <sup>3</sup>	52,30m <sup>3</sup>	214,896m <sup>3</sup>	52,30m <sup>3</sup>	214,896m <sup>3</sup>
人工数	64,665人	72.0人	72.0人	53.0人	—	53.0人	—	53.0人	—	53.0人	—	53.0人	—	53.0人	—	53.0人	—	53.0人	—	53.0人
生産性	2.51m <sup>3</sup> /人	3.94m <sup>3</sup> /人	3.94m <sup>3</sup> /人	4.06m <sup>3</sup> /人	—	4.06m <sup>3</sup> /人	—	4.06m <sup>3</sup> /人	—	4.06m <sup>3</sup> /人	—	4.06m <sup>3</sup> /人	—	4.06m <sup>3</sup> /人	—	4.06m <sup>3</sup> /人	—	4.06m <sup>3</sup> /人	—	4.06m <sup>3</sup> /人
総費	1,498,619	2,066,959	2,066,959	1,080,000	—	1,080,000	—	1,080,000	—	1,080,000	—	1,080,000	—	1,080,000	—	1,080,000	—	1,080,000	—	1,080,000
単価 @/m <sup>3</sup>	9,249	7,293	7,293	5,026	—	5,026	—	5,026	—	5,026	—	5,026	—	5,026	—	5,026	—	5,026	—	5,026
測定値	286,995	446,000	446,000	60,000	—	60,000	—	60,000	—	60,000	—	60,000	—	60,000	—	60,000	—	60,000	—	60,000
原単価 @/m <sup>3</sup>	1,771	1,574	1,574	279	—	279	—	279	—	279	—	279	—	279	—	279	—	279	—	279
原単価 @/m <sup>3</sup>	201	477	477	3,350	—	3,350	—	3,350	—	3,350	—	3,350	—	3,350	—	3,350	—	3,350	—	3,350
測定値	323,578	396,764	396,764	720,000	—	720,000	—	720,000	—	720,000	—	720,000	—	720,000	—	720,000	—	720,000	—	720,000
原単価 @/m <sup>3</sup>	1,997	1,400	1,400	288,000	—	288,000	—	288,000	—	288,000	—	288,000	—	288,000	—	288,000	—	288,000	—	288,000
作業道直積	1,997	461,233	461,233	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0	—	0
原単価 @/m <sup>3</sup>	0	1,627	1,627	2,148,000	—	2,148,000	—	2,148,000	—	2,148,000	—	2,148,000	—	2,148,000	—	2,148,000	—	2,148,000	—	2,148,000
原単価 @/m <sup>3</sup>	0	3,506,071	3,506,071	240,000	—	240,000	—	240,000	—	240,000	—	240,000	—	240,000	—	240,000	—	240,000	—	240,000
利益還元率	2,141,773	425,104	425,104	2,148,000	—	2,148,000	—	2,148,000	—	2,148,000	—	2,148,000	—	2,148,000	—	2,148,000	—	2,148,000	—	2,148,000
原単価 @/m <sup>3</sup>	916	1,500	1,500	1,117	—	1,117	—	1,117	—	1,117	—	1,117	—	1,117	—	1,117	—	1,117	—	1,117
合計	2,290,156	3,931,175	3,931,175	2,388,000	—	2,388,000	—	2,388,000	—	2,388,000	—	2,388,000	—	2,388,000	—	2,388,000	—	2,388,000	—	2,388,000
原単価 @/m <sup>3</sup>	14,134	13,871	13,871	11,112	—	11,112	—	11,112	—	11,112	—	11,112	—	11,112	—	11,112	—	11,112	—	11,112
取率	64.0	56.7	56.7	87.0	—	87.0	—	87.0	—	87.0	—	87.0	—	87.0	—	87.0	—	87.0	—	87.0

**特記事項**

- 2m市道の開設が困難な急峻な地形の為、架線集材とした。
- 専長700~800mと比較的長い集材線4本の架設に多数の人工を要した。
- 架線現場の場合、各作業工程架設・伐倒・集材が独立し、素材生産事業と併行した作業で、搬出材が小径木の為、生産性は低い。材は、杉、松の50年生だが、平均径17cm、立木材積0.18m<sup>3</sup>/本と小径木を中心とした林相であり、本来は切り捨て間伐を実施するエリアであり、建設用材としての価値の無いと判断した。
- 集材箇所が3m作業道の終点で、4tトラック以上の進入が不可能な為、7km下の国有林残土場(約2,600m<sup>2</sup>)を中間土場として使用して、搬出材の仕分け、積み込みを実施した。
- 今回の搬出現場は、素材生産事業の現場と隣接する好条件の為、架線の架設、張り替え、撤去の経費を省路出来たが、本来はこの部分の経費が大きく、今回の様な立木材積の小さい場所での単独の作業は困難と思われる。
- 今後とも今回の様な自力間伐事業を継続する場合には、例えば国の切捨て間伐補助林現場からの搬出を可能とする為の基準の設定等の検討を希望したい。

現場が急峻で、高性能機械による作業性は、良くなかった。

- 平均林齢が38年と若く、曲がり材が多い為、全量C材とした。
- 作業の面では、あらかじめC材のみの造材とした為、A材、B材を意識せずに、順調に作業が進められた。
- 来年度も自力間伐を実施可能なルールの取り決めを希望したい。今回においても実地可能なルールの取り決めを希望したい。
- 今回の現場で、搬出事業終了後に、現場に隣接する広い土場を可能にして、集材、造材時に発生した枝葉の燃料利用の可能性について、運搬業者、破砕処理業者の協力を得て実施した。

積み込みは、現場付属のグラブバルクにより実施した。

- 集材現場より、トラック専用運搬車(ダンプ車)による輸送を希望したが、積載時にチェンソーによる枝の切断作業等に支障を要するともにも積載重量も、平均 5,300kg/車 程度しか積込めなかった。
- 破砕処理後の木質率は55%で、燃料としての使用について特に支障は無かった。



〈別紙4〉木質バイオマス資源のMDFへの利用実証事業(自力間伐実施現場別の指標及び、設定条件等の比較表)

エヌ・アンド・イー 株式会社

共同実施者	実施面積 ha	実施場所	出材実績 m <sup>3</sup>	実績/ha	実績コスト @/m <sup>3</sup>	樹種	林齢	林道	作業道	作業道長 m	支障木	山土面積	傾斜度	材質	現場作業性	3点セット	総人工数	生産性 m <sup>3</sup> /人	工場の距離 Km	輸送手段
徳島県林業公社	2.53	那賀町六丁幹の森	162,032	64.0	14,134	杉	50	有	無	/	無	広い	急峻	小径、曲り	架線	無	64.6	2.51	75	舗車
徳島県林業協同組合	2.47	那賀町水崎	214,896	87.0	11,112	杉	38	有	有	/	無	広い	急峻	小径、曲り	▲～○	有	53.0	4.06	40	舗車
木頭森林組合	5.00	那賀町水崎	101,970	7.335	7,335	杉	/	有	有	/	有	広い	急峻	枝条	▲～○	有	72.0	3.94	70	舗車
美馬森林組合	5.00	美馬郡つるぎ町美平岡辺部	283,403	56.7	13,871	杉	40	有	有	808.0m	有	狭小	急峻	小径、曲り	▲～○	有	57.0	5.90	50	自社便
	5.00	美馬郡つるぎ町美平岡辺部	336,160	67.2	11,064	杉・檜	30～40	有	有	/	無	20×40	やや大	曲り材(幹)	▲～○	有	4.0	17.01	101	木頭開発
	4.19	美馬市穴吹町山口山字調子野	68,050	5.699	5,699	杉	50	有	無	750.6m	有	狭小	急峻	小径、曲り	○	有	76.0	4.91	40	自社便
	10.00	美馬市穴吹町山口山字調子野	373,480	89.1	12,865	杉	30～40	有	有(要拡張)	3,100.0m	有	狭小	急峻	小径、曲り	○	有	145.5	6.87	90	木頭開発
	5.70	美馬市木屋平字麻衣	1,000,000	100.0	14,696	杉	50～60	有	無	/	有	狭小	急峻	良質材	○	有	60.0	9.28	40	自社便
	5.27	美馬市穴吹町古宮喜来	556,670	97.7	12,609	杉	30～45	有	9/中旬	1,320.0m	有	狭小	急峻	小径、曲り	○	有	116.0	5.00	40	自社便
	8.62	美馬市木屋平字太合カ	580,000	110.1	13,313	杉	40～45	有	無	1,982.0m	有	狭小	急峻	小径、曲り	○	有	50.5	9.64	40	自社便
	8.00	美馬市木屋平字南張	486,920	56.5	14,254	杉	30～40	有	未	1,992m	有	狭小	急峻	小径、曲り	▲～○	有	128.0	4.69	90	木頭開発
	4.00	美馬市穴吹町三島字小島	600,000	75.0	16,346	杉	30～40	有	未	1,057m	有	狭小	急峻	小径、曲り	▲～○	有	27.5	6.00	90	木頭開発
小計	50.78		165,040	41.3	16,137	杉	30～40	有	/	/	有	狭小	急峻	小径、曲り	▲～○	有	664.5	6.27		
合計	60.78		4,166,320	79.5	14,014	杉	30～40	有	/	/	有	狭小	急峻	小径、曲り	▲～○	有	854.1	5.65		



＜別紙5＞ 平成20年度 木質資源ニュービジネス創出モデル実証事業 集荷実績(1/2助成対象事業)

エヌ・アール・イー株式会社

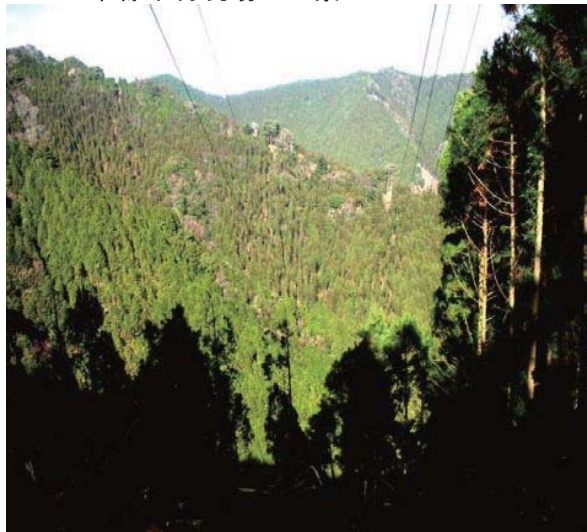
事業区分	流域	実施主体	事業箇所	平成20年度実績累計			内訳					
				数量 Kg	@/t	金額	機械損料	燃料	人件費	＜搬出費計＞	運賃	
実証事業 1/2助成対象	那賀川	(株)徳信 林業公社 (県森連)	高知県四国中央市新宮	305,980	4,242	1,297,820	375,742	126,732	277,592	780,066	517,754	
			海陽町上小谷	89,300	4,481	400,187	88,162	26,550	51,352	166,064	234,123	
			那賀郡那賀町六丁	288,980	4,258	1,230,576	285,290	85,951	166,129	537,370	693,206	
			美波町荒瀬	119,040	4,481	533,462	117,537	35,400	68,402	221,339	312,123	
			那賀町蟬谷(支障木)	31,980	4,489	143,566	31,448	9,508	18,391	59,347	84,219	
			三好市東祖谷古味/鎌田	11,500	4,481	51,537	11,359	3,420	6,618	21,397	30,140	
			美馬市穴吹町大内山	38,950	4,258	165,863	38,413	11,583	22,400	72,396	93,467	
			那賀町丈ヶ谷(窪谷)	444,280	4,273	1,898,590	735,917	158,533	298,795	1,193,245	705,345	
			那賀町丈ヶ谷(上原)	44,540	4,311	192,002	73,778	15,895	29,971	119,644	72,358	
			那賀町杉山	158,680	4,237	672,352	268,424	57,858	108,998	435,280	237,072	
			那賀町竹ヶ谷/丈ヶ谷	45,880	4,188	192,127	77,609	16,730	31,519	125,858	66,269	
			那賀町横谷四季美谷	50,200	4,108	206,199	84,868	18,309	34,484	137,661	68,538	
			那賀町下司	95,620	4,099	391,987	161,765	34,904	65,132	261,801	130,186	
			那賀町漆ヶ谷、坂口山	30,000	4,068	122,033	50,619	10,620	20,650	81,889	40,144	
			那賀町福田山、久望、野久	34,520	4,068	140,417	58,445	12,220	23,389	94,054	46,363	
			那賀町水崎(林材業)	389,980	4,492	1,751,853	652,411	140,814	262,838	1,056,063	695,790	
			那賀町赤松(木頭)(日和佐)	125,100	4,405	551,030	208,385	45,616	85,932	339,933	211,097	
			那賀町相川(木頭)	114,960	4,473	514,170	198,103	42,324	79,960	320,387	193,783	
			三好市栗山(公社)	25,710	4,493	115,519	44,301	9,487	17,882	71,670	43,849	
	那賀町横石	25,020	2,840	71,064	25,345	5,473	10,310	41,128	29,936			
那賀町福田山(公社)	28,520	4,269	121,758	47,812	10,096	19,223	77,131	44,627				
那賀町岡本山	140,040	4,269	597,823	233,271	51,060	93,382	377,713	220,110				
林材業協同組合	325,600	4,770	1,552,959	314,678	80,662	162,257	557,597	995,362				
上那賀町源太	125,620	4,728	593,921	121,407	31,124	62,594	215,125	378,796				
上那賀町川俣、小川	7,000	7,000	34,844	7,539	1,883	3,764	13,186	21,658				
那賀町後谷	2,081,860	4,134	8,606,772	2,263,093	576,312	1,186,692	4,026,097	4,580,675				
海部郡海陽町相川、平井、川	2,234,280	4,166	9,307,539	3,596,649	1,002,903	2,242,769	6,842,321	2,465,218				
那賀町中谷、大戸	7,413,140	4,244	31,457,970	10,172,370	2,621,967	5,451,425	18,245,762	13,212,208				
小計			4,260	235,835	54,934	38,897	111,977	123,858				
吉野川		県森連	三好東部/方松	55,360								
		秋田林業 (県森連)	東祖谷(県森連)	3,736,540	6,004	22,432,885	2,768,081	3,186,644	5,840,361	11,795,086		
		美馬森林 小計	東祖谷(県森連)/鎌田	1,165,760	5,417	6,315,358	863,797	1,163,794	1,732,717	3,760,268		
			穴吹/小松/杖立(1)	740,310	3,868	2,863,302	1,004,618	325,489	656,600	1,986,707		
		小計		5,697,970	5,589	31,847,380	4,691,430	4,694,033	8,268,575	17,654,038		
		計		13,111,110	4,828	63,305,350	14,863,800	7,316,000	13,720,000	35,899,800		
									27,405,550			

〈写真2. 11. 1〉 那賀郡那賀町丈ヶ谷字六丁 自力間伐現場(架線)

隣接する林道



架線集材現場の全景



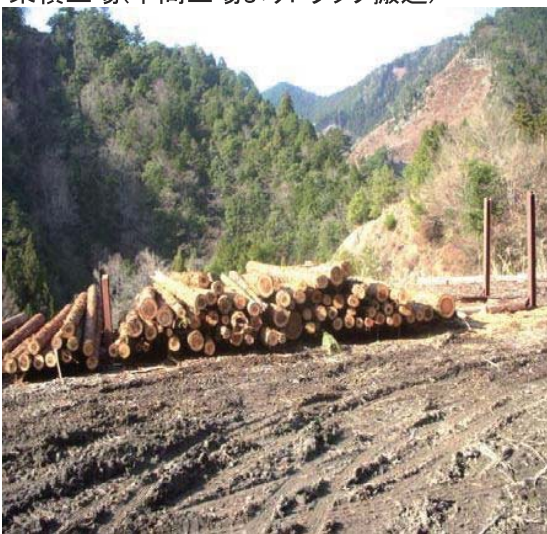
造材作業用中間土場(狭い)



造材作業後の端材の状況



集積土場(中間土場よりトラック搬送)



集積土場(仕分け作業場)





〈写真2. 11. 2〉 那賀郡那賀町東尾 自力間伐現場

伐採現場全景



隣接する林道



伐採現場外観(林道付近)



伐採後の状況



作業道際の集材状況



山土場(集積土場)





〈写真2. 11. 3〉 那賀郡那賀町水崎 自力間伐現場

作業道入口



列状間伐後の状況



フォワーダー



作業道の状況



山土場(集積土場・C材)



端材集積状況





〈写真2. 11. 4〉 那賀郡那賀町水崎 自力間伐現場(燃料用枝条収集)

枝条の状況



枝条の状況



トラックへの積み込み作業



荷おろし作業(破砕処理工場)



荷おろし作業(破砕処理工場)

破砕処理後の枝条の状態





〈写真2. 11. 5〉 美馬郡つるぎ町実平 自力間伐現場

間伐前の状況



間伐後の材(曲がり材多い)



間伐後の状況



間伐材(C材)



プロセッサ作業



列状間伐後の状況





〈写真2. 11. 6〉 美馬市木屋平太合 自力間伐現場

現場作業道入口



伐採直後の状況



プロセッサ作業



作業道際の集材状況



フォワーダー荷おろし作業



山土場(集積土場)





〈写真2. 11. 7〉 美馬市穴吹町口山字調子野 自力間伐現場

間伐前の状況



間伐前の状況



ロングアーム スィングヤーダ テスト



プロセッサ作業



間伐材(C材)



列状間伐後の状況





〈写真2. 11. 8〉 美馬市木屋平字太合カケ 自力間伐現場

作業道入口



伐採現場全景



新設作業道



間伐後の現場



間伐後の現場



トラックによる荷おろし作業(チツ工場)





〈写真2. 11. 9〉 美馬市木屋平字麻衣自力間伐現場

作業道入口



作業道拡張工事実施



作業道際の集材状況



フォワーダーによる荷おろし作業



山土場(集積土場)



トラックによる搬出





〈写真2. 11. 10〉 美馬市穴吹町三島字小島 自力間伐現場

隣接する林道



新設作業道



列状間伐後の現場



間伐材(C材)



フォワーダーによる運搬作業



山土場(集積土場)





〈写真2. 11. 11〉 美馬市木屋平字南張 自力間伐現場

新設作業道(入口付近)



伐採後の状況



プロセッサ作業



作業道際の集材状況



山土場(集積土場)



トラックによる搬出





〈写真2. 11. 12〉 美馬市穴吹町古宮喜来 自力間伐現場

隣接する林道



伐採現場の全景



新設作業道(路面に枝条敷設)



新設作業道拡張状況



列状間伐後の現場



作業道際の集材状況





〈写真2. 11. 13〉 林地残材の運搬には小型ダンプ車(6~8t)が最適

大型ダンプ車は狭い作業道には適さない

端材、短尺材の荷降ろしには適しているが、



端材のグラップルによる積み込み作業



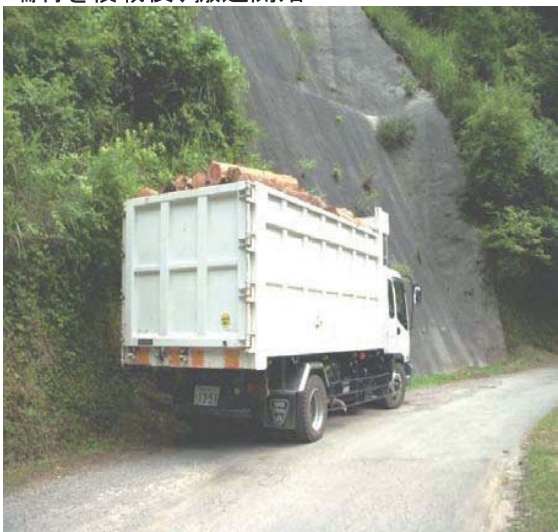
短尺材の積載状況



端材を積載後、搬送開始



土場での積み込み作業





## 2. 1 2 廃熱を利用した乾燥チップ生産実証事業

### (協同組合きもつき木材高次加工センター)

#### 2. 1 2. 1 実証事業のねらいと実施内容

##### (1) 実証事業のねらい

当組合の位置する大隅地域は、国内でも代表的な農林水産業や畜産業のさかんな地域である。比較的零細な産業構造であるため、また永年の石油安定供給もあり、多額の投資を要するバイオマス利用の設備投資はほとんど行われておらず、必要なエネルギーのほとんどを石油に依存しているだけに、石油価格暴騰時には存立に関わるほどの打撃を受けた事業もあったと聞いている。

そのような中、地域に大量に賦存する林業系木質資源に着目し、特に石油などを燃やして熱を取る、いわゆる一次エネルギー型の利用を木質バイオマスに転換を図ることで地域に密着した安定型の石油代替資源の供給を事業化する。

本事業では、林地残材もしくは低質間伐材から比較的安定的に生産が可能なチップに着目し、これを水分調整して乾燥チップとすることにより安価でかつ品質の安定したバイオマスエネルギーの供給を目指す。

##### (2) 実証事業の内容、規模

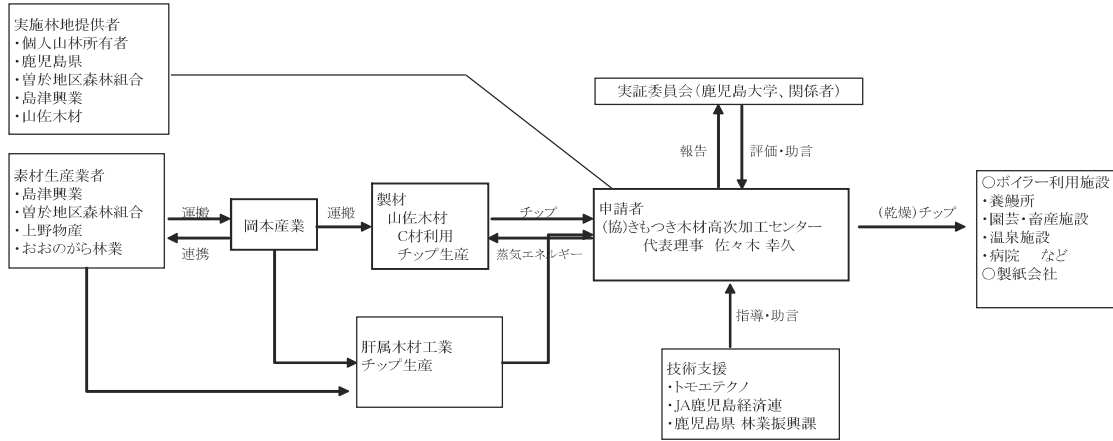
本事業では、乾燥チップが化石燃料の代替品として競争力を確保するために、安定供給体制の構築、コスト低減、品質（水分調整）を念頭に置き、ペレットに準ずる発熱量をもつ乾燥チップの供給実証を行った。内容としては、高品質な乾燥チップの生産実証として、木屑焚きボイラーからの廃熱を利用する形で乾燥チップを生産し、さらにエネルギーとしての性能を把握するために、実際のチップボイラー燃焼時の熱収支についても実証した。

建設廃材や土木公共事業に伴う根株などの廃材は負価材であることから、早くから燃料あるいはボード原料などとして利用されてきた。製材工場の端材やプレーナ屑なども、木材乾燥のための燃料として利用が進んでおり、廃棄物としての木質バイオマスはかなりの部分がすでに利用されているのが現状である。したがって、今後注目されるのは、林業生産廃材であるいわゆる林地残材である。そこで林地残材の利用の一つとして、現場破碎によるチップ化を実証し、そのコストを算出した。

さらに、山から製材工場までの運搬コストについて、集材、運搬、選別方法等の効率化に取り組んだ。

(3) 実証事業の実施期間、実施体制、実施場所

- a 実施期間 平成20年9月1日 ～ 平成21年2月28日
- b 実施体制 実施主体 (協) きもつき木材高次加工センター  
共同実施者 山佐木材株式会社、株式会社岡本産業



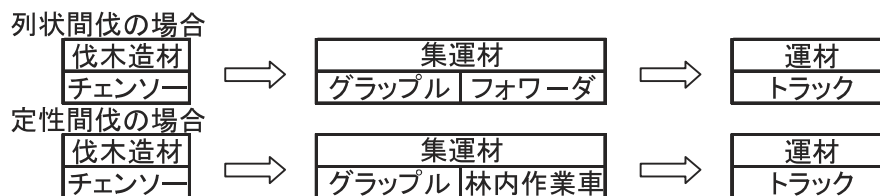
c 実施場所

- (協) きもつき木材高次加工センター 鹿児島県肝属郡肝付町前田2090番地
- 山佐木材株式会社 鹿児島県肝属郡肝付町前田2090番地
- 林地残材チップ化現場 鹿児島県肝属郡肝付町前田972番地
- 鹿児島県鹿屋市下高隈町谷田上谷田山

## 2. 1 2. 2 実証事業の実施方法

### (1) 間伐の実施と間伐材のボイラー燃料への利用実証

間伐は大隅地域の山林約20地域を選定し、地元の森林組合及び素材生産業者の協力を得て行った。全体の間伐作業は10月から2月にかけて実施した。代表的な施業方法を以下に示す。



#### 間伐率の設定

列状間伐の場合	35%
列状間伐・定性間伐の場合	30%
定性間伐の場合	20%

を目途に当初設定したが、現場での状況に応じて現場裁量とした。

#### 施業の概要

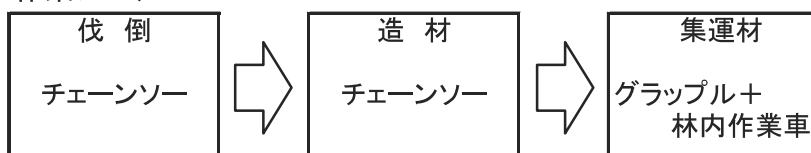
項目	概要
所在地	南大隅町根占横別府瀬戸ノ上4995
施業林班概要	民有林(会社) 1.9ha
施業班	上野物産(株)
施業実施期間	平成20年12月19日～平成21年1月24日

#### 使用した機械の一覧

	使用機械	メーカー	型式
①	グラップル	ヤンマー(株)	Vio50
②	林内作業車	(株)築水キャニコム	BY906
③	林内作業車	日輪	NC2000

まず、チェーンソーを使用して伐倒造材作業を行った。その後、グラップルで集材と林内車に積み込む作業を行い林道脇の土場まで林内車で輸送した。

#### 作業システム



## 図面

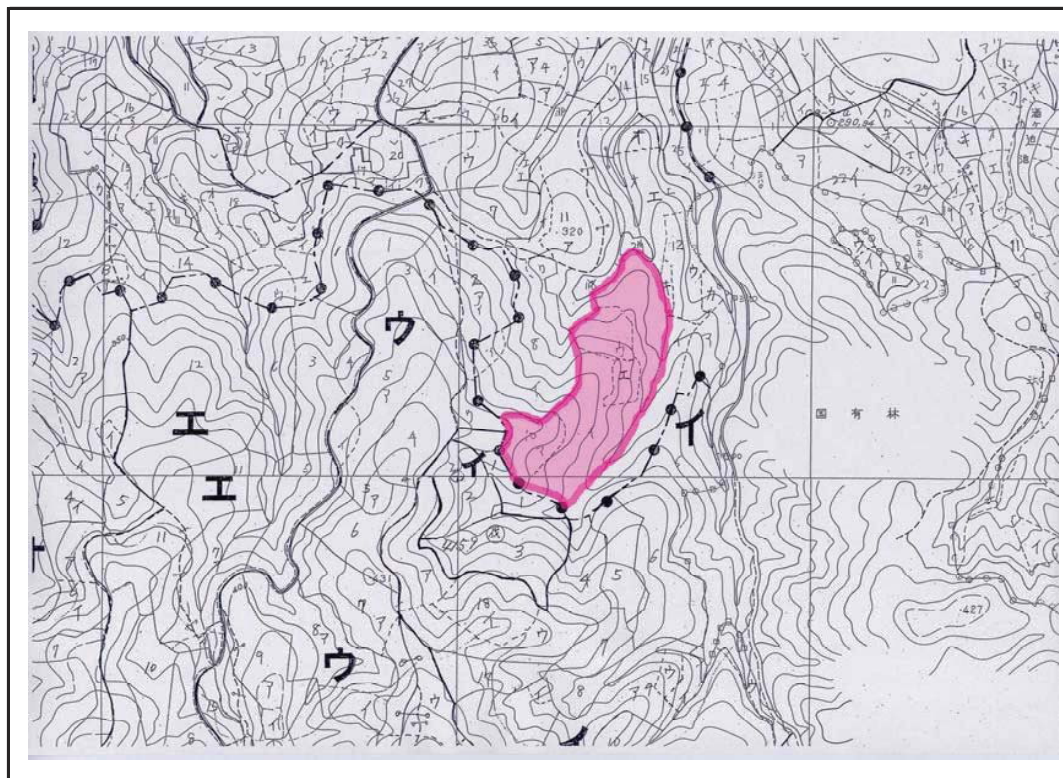


図2.12.1 間伐の実施場所（鹿児島県南大隅町）

### （2）集材、運搬、選別の効率化に関する実証

平ボディトラック使用による運搬コストの低減の検討

通常では、グラップル付トラックによって集材作業を行うことが多いが、グラップル付の場合と平ボディ車の購入金額には開きがあり、コスト面において検討の余地がある。条件的にそろえることが前提となるが、2台以上で運搬をする場合のグラップル付トラックに併走して平ボディ車を使う効果がどの程度あるのか実証を行った。

表2.12.1 使用車輛

	グラップル車	平ボディ車
最大積載量(kg)	8,000	14,800
車輛重量(kg)	11,820	10,090
総重量(kg)	19,820	24,890
車輛写真		

### (3) 間伐未利用材からの乾燥チップ燃料の生産に関する実証

#### a 乾燥チップの生産

間伐未利用材の中でも、C材あるいは小径木といった丸太は利用価値がまだあり、主製品として梱包資材、農畜産関係の資材を得ることができる。チップはカスケード利用を第一義とした副産物として生産されるものを対象とした。乾燥チップ燃料の生産方法としては、天然乾燥による方法と人工乾燥による方法について検討し、人工乾燥方式としては、既設の木屑焚きボイラーからの廃熱を利用する乾燥方法を試みた。また、生産したチップは、工場近くの養鰻場のチップボイラー（平成21年1月に新規導入されたSchmid社（スイス）製）を利用して、データ収集を行い、石油からの転換率を求めた。

#### b 林地残材の利用

建設廃材や土木公共事業に伴う根株などの廃材は負価材であることから、早くから燃料あるいはボード原料などとして利用されてきた。製材工場の端材やプレーナ屑なども、木材乾燥のための燃料として利用が進んでおり、廃棄物としての木質バイオマスはかなりの部分がすでに利用されているのが現状である。したがって、今後注目されるのは、林業生産廃材であるいわゆる林地残材である。

林地残材とは、切り捨て間伐により林内に放置される小径の伐倒木や風倒・枯損木、あるいは伐採し丸太を採材した後に残される根元曲がり部分や梢端に近い部分である末木、また、枝や葉といった枝条部であり、これらを総称して末木枝条と呼んでいる。皆伐後にこれらの末木枝条は地拵えにより集積し、林地に等高線と平行な筋状に配置され、その後時間をかけて徐々に腐朽してゆく。この末木枝条が賦存量や利用可能量として相当量あるものと期待されている。本実証では、林地残材の集材及び現場粉碎によるチップの生産に取り組んだ。



## 2. 1 2. 3 実証事業の実施結果

### (1) 間伐の実施と間伐材のチップ化への利用実証

実証事業による自力間伐の実施面積は26.61ha、C材材積1898.7m<sup>3</sup>であった。大隅地域の20箇所の林地において間伐を行った。表2.12.2に実施場所及び面積を示す。また、以下写真2.12.1～2.12.6に自力間伐の実施状況及び集材の状況を示す。

表2.12.2 自力間伐の実施場所及び面積の内訳

	自力間伐の実施場所	自力間伐の実施面積		間伐の方法
	(所在地、林班)			(間伐率、施業方法等)
1	志布志市志布志町内ノ倉猪木野6415-6他	2.43	ha	20%, 定性間伐
2	大崎町野方中迫1537-2他	1.54	ha	20%, 定性間伐
3	錦江町根占横別府瀬戸上4995他	4.20	ha	35%, 定性間伐・列状間伐
4	錦江町田代麓刈切5246-6他	1.90	ha	35%, 定性間伐・列状間伐
5	肝付町岸良字平木場1483-1,2	2.00	ha	30%, 定性間伐・列状間伐
6	鹿屋市輝北町座主山野2194	0.60	ha	30%, 定性間伐・列状間伐
7	鹿屋市輝北町上百引字丸岡5129	0.85	ha	30%, 定性間伐・列状間伐
8	鹿屋市輝北町諏訪原字前段1838-10他	0.47	ha	20%, 定性間伐
9	鹿屋市輝北町上百引犬ボキ尻1635	1.36	ha	20%, 定性間伐
10	鹿屋市輝北町上百引木場1157-1	0.75	ha	20%, 定性間伐
11	鹿屋市輝北町諏訪原字前段1845-1他	2.72	ha	20%, 定性間伐
12	鹿屋市輝北町諏訪原字紫山1829-3	0.64	ha	20%, 定性間伐
13	志布志市松山町尾野見字中谷475-3	0.64	ha	20%, 定性間伐
14	曾於郡大崎町野方字海道原3241-4他	1.42	ha	20%, 定性間伐
15	曾於郡大崎町野方字内ヶ迫7338-3	0.38	ha	20%, 定性間伐
16	志布志市有明町伊崎田字渡ヶ迫3487-1	0.44	ha	20%, 定性間伐
17	志布志市有明町野井倉字前畑406-2	0.50	ha	20%, 定性間伐
18	志布志市志布志町内ノ倉字風穴3923	2.10	ha	20%, 定性間伐
19	志布志市志布志町内ノ倉字上ノ迫3847-1他	0.91	ha	20%, 定性間伐
20	志布志市志布志町田ノ浦字吉原1182-2	0.76	ha	20%, 定性間伐
		26.61	ha	



写真 2.12.1 自力間伐状況



写真 2.12.2 間伐林



写真 2.12.3 収集した材



写真 2.12.4



写真 2.12.5



写真 2.12.6

写真2.12.1～6 自力間伐の実施状況及び集材の状況

間伐材の生産量(m<sup>3</sup>)については、当該地域での一般的な間伐作業における直接生産費が7,500円～10,000円程度と幅があるものの、今回の事業においてC材集材率を上げることによって、コストの高い範疇の9,700円程度となった。しかしながら、集材率を上げることによって、ヘクタール当たり70m<sup>3</sup>以上と30%～40%材積の向上があり、収支の改善につながっていた。

表2.12.3 実証事業の実施結果

無選別直流システムと市売での収支計算					
施業地地番 南大隅町根占横別府瀬戸ノ上4995外					
区 分	計 画	実 績	市売の場合	市売の場合	市売との比較
		無選別直流分	事業計画時	精算時	
材 積	m <sup>3</sup> 120	m <sup>3</sup> <b>140.603</b>	m <sup>3</sup> 140.603	m <sup>3</sup> 140.603	
売 上 金 額	円 1,200,000	円 <b>1,406,030</b>	円 1,341,872	円 1,137,220	円 268,810
面 積	1.90ha	<b>1.90ha</b>	1.90ha	1.90ha	
面 積 樹 種 ・ 林 齢	1.90ha スギ 20～40年生				0.00ha
土 場 仕 訳 料					
検 知 料	60,000	<b>70,302</b>			
市 場 手 数 料			80,512	68,233	
桧 積 料			119,513	119,513	
伐 採 経 費	900,000	<b>1,054,523</b>	1,124,824	1,124,824	
運 賃	204,000	<b>239,025</b>	239,025	239,025	
手 数 料					
経 費 計	1,164,000	<b>1,363,849</b>	1,563,874	1,551,595	
差 引 額	36,000	<b>42,181</b>	△ 222,002	△ 414,375	456,556

杉搬入実績内訳				作業人区及び作業日数		
区 分	本 数	材 積	割合		伐木造材	集運材
	本	m <sup>3</sup>	%	日 数	10	19
14～16	389	28.049	19%	延べ人員	27	38
18～22	369	50.313	35%	1日当m3	14.5	7.6
24～28	141	34.808	24%	1人当m3	5.4	3.8
30～	68	31.433	22%	1日当m3	5.0	
計	967	144.603	100%	1人当m3	2.2	

・収支計算書の内訳について

- ① 直流受け入れ単価については、事業計画時の近隣の森林組合原木共販所の相場表に基づいて材積1m<sup>3</sup>当たり10,000円で設定した。なお、チップ工場への回送費については、協定単価から-500円/m<sup>3</sup>とした。
- ② 無選別搬出で運搬をしたことから、山土場の狭い箇所でも容易に作業しやすいことが

解ったが、運搬トラックの手配は随時、配慮しなければならなかった。

③山からの搬出については、無選別で搬出するという取り決めにより、山土場での作業量はかなり軽減された。一方で製材所での検収・仕分け作業については時間を要するため、作業時間の合間を利用して検収仕分け作業を行うことで対応した。

## (2) 集材、運搬、選別の効率化に関する実証

実証地は、製材工場から比較的近隣の距離20.5kmに位置し、そのうち約2.5kmが林道であった。林道には平ボディ車の進入が不可能なことから、グラップル車の進入による搬出しかできなかった。通常は、グラップル車の単独運搬による作業のところであるが、今回の実証においては、林道入り口にあったスペースを利用し、平ボディ車への積み替えコスト及び運搬作業時間の比較を行った。

積載量については、重量の把握が困難であったことから材積をもとに比較を行った。結果としては、グラップル付車両の平均積載材積は約8.8m<sup>3</sup>、平ボディ車の平均積載材積は11.2m<sup>3</sup>であった。運送会社の手持ち資料では、積載材積を減トン時でグラップル車約10m<sup>3</sup>、平ボディ車18.5 m<sup>3</sup>と設定しており、設定積載量と実績の積載量とに開きが生じる結果となった。これは、過積載防止のために運転手が経験的に材積を減量していることが原因のようである。

作業時間については、表2.12.4に示す。運搬工程を工場と山土場間の移動と積み込み、積み下ろしの3工程にわけ平均作業時間を算出した。運搬については、基本的に同じ時間となったが、積み込みと積み下ろし作業については、積載量と運転手の違いから多少の差が生じた。

表 2.12.4 運搬作業時間

	グラップル車	平ボディ車
	min	min
移動(舗道)	30	30
移動(林道)	15	15
積み込み	25	30
積み下ろし	12	20

グラップル車による運搬コストは、山土場から工場間が約1,550円/m<sup>3</sup>であった。また、平ボディ車との併走による効果については、今回の実証値では山土場まで平ボディ車で行くことができなかったため、あえて中間土場に堆積して平ボディ車への積み替えで材積を増やして運搬を試みたが、山土場から工場間で約2,350円/m<sup>3</sup>となりコストがかかる結果となった。この結果をもとに、山土場までの平ボディ車の併走が可能な場合、移動時間と作業時間により、一日あたり山土場と工場の往復回数による運搬コストを比較したものを図2.12.2に示す。これより一日の運搬回数が3回以下でコスト的には平ボディ車との併走が好ましいことが推察された。



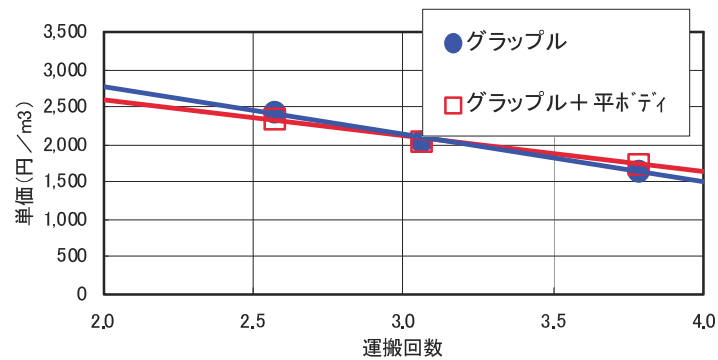


図 2.12.2 運搬回数と運搬コストとの関係



写真 2.12.7 山土場



写真 2.12.8 山土場積み込み



写真 2.12.9 積み替え作業



写真 2.12.10 製材工場土場搬入

写真2.12.7～10 運搬作業状況

### (3) 間伐未利用材からの乾燥チップ燃料の生産に関する実証

#### a 乾燥チップの生産

##### ① チップの乾燥

廃熱を利用したチップ乾燥の妥当性のあるものか基礎的なデータの収集を目的として、乾燥方式及び風量の効果などを検討した。熱源としてボイラー煙突前の配管から廃熱を引き込むことで約150℃の熱風を得ることができた。その模式図を図2.12.3に示す。

A 点は吹き込み口、Bはチップ高さ 100mm の位置、Cはチップ高さ 350mm の位置、Dはチップ高さ 700mm の位置である。

図 2.12.4 は、写真 2.12.11～12 に示すチップ乾燥機内のチップ高さに応じた温度の推移を示したもので、チップ積み上げ厚さ 100mm (B 点) であれば約 90 分で温度が 100℃ 以上に達し、廃熱からの熱利用で十分に乾燥させることが出来る。ただし、それ以上の高さにあつては、乾燥には長時間を要することがわかった。

写真 2.12.13～17 は、チップの乾燥方式を検討するにあたって、各種の試験を行った時の状況であり、ここでは温度と風量の影響等を調査した。

写真 2.12.18 は、最終的に製作した乾燥装置である。写真 2.12.20 のようなケース (高さ 0.35m×1.3m×3m) を 2 つ並べて使用し、上部より廃熱を送風して乾燥を行った。乾燥に要する時間は約 90 分であった。

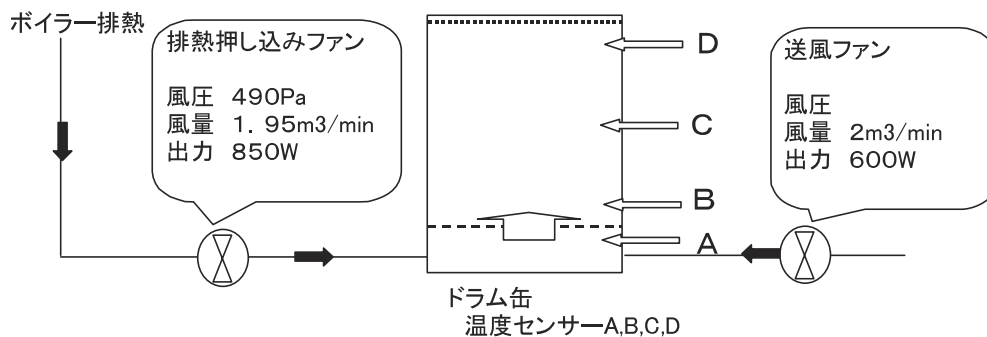


図 2.12.3 チップ乾燥模式図



写真 2.12.11



写真 2.12.12

写真 2.12.11～12 ドラム缶式のチップ乾燥機

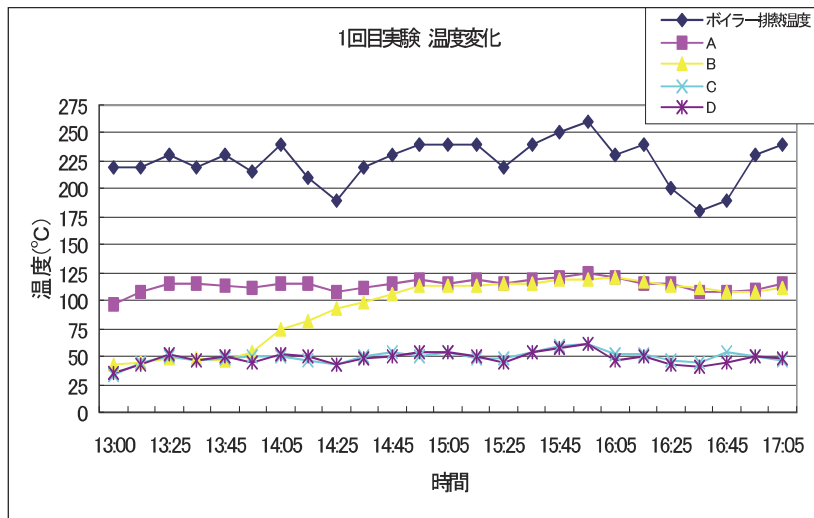


図 2.12.4 チップ乾燥機内の温度の推移



写真 2.12.13 木枠による送風式



写真 2.12.14 チップ重量測定



写真 2.12.15 横方向送風式



写真 2.12.16 ドラム式



写真 2.12.17 チップ乾燥機（木製）



写真 2.12.18 チップ乾燥機（鋼製）



写真 2.12.19 乾燥チップ



写真 2.12.20 チップケース

## ② ボイラー燃料としてのエネルギー利用の実証

乾燥したチップは、近隣の養鰻業社のチップボイラーにてエネルギーデータの収集を行った。乾燥チップ工場から養鰻場への距離は 2.5km である。チップボイラーは、Schmid 社（スイス）製の 550KW タイプのものである。

図 2.12.5 に実際の乾燥チップ投入時のチップボイラーと重油ボイラーの出力比率を示す。重油ボイラーは基本的にバックアップ用としての運転で制御しており、通常運転時のチップボイラー出力平均は約 65% であった。

A 重油からの転換量を計算すると、7 日間のチップ投入実績は 59,189,400kcal。日平均投入熱量は  $59,189,400 \div 7 \text{日} = 8,455,629 \text{kcal/日}$ 。日平均チップボイラー出力（設備側に供給した熱量）は、チップボイラーの効率を 85% とすると  $8,455,629 \times 0.85 = 7,187,284 \text{kcal/日}$ （85% の根拠は、排気ガス温度 140℃ 空気比 2.0 より計算推定した）となる。これを A 重油に換算すると、A 重油発熱量を  $8,772 \text{kcal/㍓}$ 、ボイラー効率 90% として、 $7,187,284 \text{kcal/日} \div 0.90 \div 8,772 \text{kcal/㍓} = 910 \text{㍓/日}$  であった。



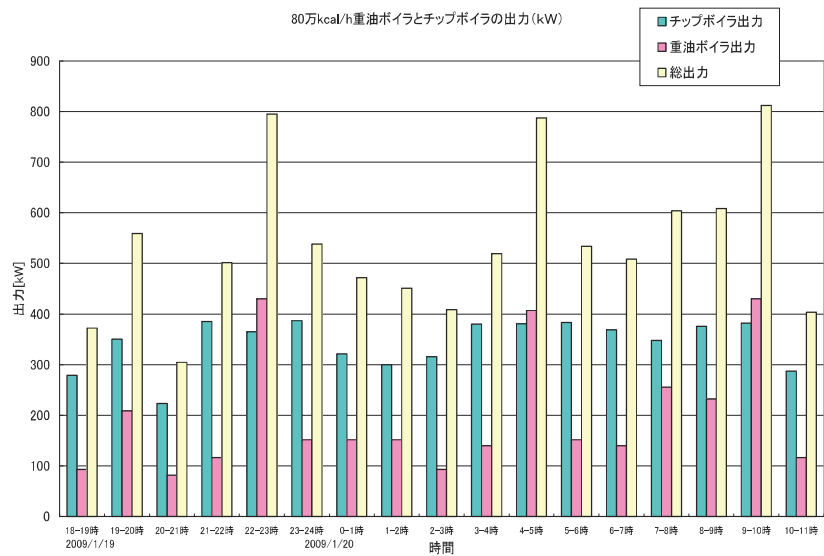


図 2.12.5 チップボイラーと重油ボイラーの出力



写真 2.12.21 乾燥チップ供給状況



写真 2.12.22 チップボイラー  
(SCHMID 社)

### b 林地残材の収集

鹿屋市下高隈町谷田上谷田山の皆伐跡地（森林面積 0.37ha、出材積約 116m<sup>3</sup>）を対象地として、皆伐後に放置された末木枝条を収集し、現場破碎によってチップ生産を行った。

収集作業は平成20年10月の皆伐後、約3ヶ月の期間を経た平成21年2月4日～7日にかけて行った。皆伐生産により林内に路網が作設され、グラップルによる集材が行われたことから作業道が残っており、グラップルや運搬車の搬入が可能であった。収集はグ

ラップル2台（ベースマシン0.2m<sup>3</sup>クラス）によって行い、2トン積のキャリアダンプに積載後、ロープで縛って50～100m離れた土場まで運搬した。土場ではベースマシン0.3m<sup>3</sup>のグラップルにより、キャリアダンプからの荷下ろしと土場での末木枝条の整理が行われた。粉砕作業は0.3m<sup>3</sup>のグラップルを共有するために日をずらして、2月9日～11日（途中機械故障含む1.5日間）に行った。粉砕チップの輸送は2月10日、12日の2日間で行った。グラップルでダンプに積み込み、ダンプが当組合のボイラー施設土場まで輸送した。輸送距離は片道18kmであった。車重計量は毎回ボイラー施設に向かう途中で行った。今回使用した機械類は表2.12.5のとおりである。

表 2.12.5 林地残材の収集と破砕に使用した機械類

使用機械	仕様	メーカー名
グラップル	0.2 m <sup>3</sup>	株式会社 小松製作所
グラップル	0.3 m <sup>3</sup>	株式会社 小松製作所
キャリアダンプ	2 t	ヤンマー株式会社
粉砕機	ビースト 3680C	東興産業株式会社
ダンプ	P-FV419JD 最大積載量 8.5 t	三菱自動車工業株式会社

最終的なチップ生産量は生重で43.64tであった。チップの含水率は乾量基準で78%であったため、生産したチップの絶乾重量は24.52tとなった。

今回の試験の結果のうち、生産工程を表2.12.6に、また生産コストを表2.12.7に取りまとめた。

表 2.12.6 末木枝条現地粉砕試験の生産工程取りまとめ

工程	使用機材	サイズ	稼働時間 (時間)	日数 (日)	燃料 (L)	人工数 (人日)	生産性	
							生重/人日	乾重/人日
収集運搬	グラップル	0.2m <sup>3</sup>	32	4	80	4.0		
	グラップル	0.3m <sup>3</sup>	28	4	90	3.5		
	キャリアダンプ	2t	28	4	55	3.5		
				88		225	<b>11.0</b>	<b>3.97</b>
粉砕	グラップル	0.3m <sup>3</sup>	11	2	70	2.0		
	チップパー		11	2	380	2.0		
積み込み	グラップル	0.3m <sup>3</sup>	(4)	—	10	—	粉砕作業と同時並行	
						<b>4.0</b>	<b>10.91</b>	<b>6.13</b>
輸送	ダンプ	10t				<b>2.0</b>	<b>21.82</b>	<b>12.26</b>
全体						<b>17.0</b>	<b>2.57</b>	<b>1.44</b>

生産工程をみると、収集運搬過程においては、11人日がかけられており、生重ベースで3.97t/人日であった。粉砕・積み込み過程では4人日で生産性は10.91t/人日となった。

ダンプ輸送を加えた全体での生産性は、17人日かかっており、生重ベースで2.57t/人日、絶乾重ベースで1.44t/人日であった。

表 2.12.7 末木枝条チップ燃料製造コスト

項目	内訳	単価	数量 (単位)	小計
収集作業	キャリアダンプ	10,000	2 日	20,000
	0.3tグラップル	10,000	2 日	20,000
	0.2tグラップル	10,000	2 日	20,000
	人件費	15,000	11 人	165,000
	燃料	110	225 リットル	24,750
	キャリアダンプ回送	15,000	2 回	30,000
	0.2tグラップル回送	15,000	2 回	30,000
小計				309,750
粉砕作業	ビースト	100,000	1.5 日	150,000
	0.3tグラップル	10,000	2 日	20,000
	人件費	15,000	3 人	45,000
	燃料	110	460 リットル	50,600
	ビースト回送	25,000	2 回	50,000
	0.3tグラップル回送	15,000	2 回	30,000
	ダンプ	35,000	2 日	70,000
	小計			
合計				725,350

コスト面で見ると、粉砕作業土場までの収集コストが7,098円/生t、粉砕と輸送コストが9,523円/生t、全体では16,621円/生tであった。



写真 2.12.23 末木枝条の収集



写真 2.12.24 末木枝条の運搬



写真 2.12.25 粉砕



写真 2.12.26 チップの運搬



写真 2.12.27 輸送後のチップ



写真 2.12.28 ボイラによる燃焼

## 2.12.4 考察、その他

### (1) 得られた成果のまとめ

自力間伐においては、製材用材のみならず、林地残材の搬出要請について、当初森林組合及び素材生産業者の趣旨理解に時間を要したものの、一旦収支精算があると、市場出荷よりかなり有利販売であることが認識されるようになった。

鹿児島県下の間伐地は、一般的に小面積小団地であるため、集材された材の土場の確保が困難であり、搬出されるごとに製材工場へ運搬を余儀なくされている現状で、今回製材工場への無選別での受け入れを約束することで素材生産現場での合理化につながったと考えられる。ただし、製材工場での選別検収については、原木検収装置の稼働はかなり上がるものの、材積の割に処理時間がかかなり増加した結果となった。また、山への搬入道路状況は集落の生活道路と兼用しているために通常狭く、素材生産現場での機械化が進む一方で、工場と山とを結ぶ流通経路において運搬車両の大型化が難しい場面も多いことがわかった。同時にグラップル付の運搬トラックが一般化されている現状において、運送業者の



イニシャルコスト増大と運搬コストの上昇要因となっており、1車2t余りのグラップルを外すことで流通コストの削減につながるということがわかった。

チップの乾燥化については、廃熱を利用して含水率を20%以下に調整することができ、付加価値の高いチップを得ることが実証できた。林地残材からのチップ利用の取り組みでは、今回のような大隅での末木枝条燃料化実験は、作業者にとって初めての経験であり、最初戸惑いがあったようである。それにもかかわらず1トン（生重）あたり約16,600円程度で生産できた。北海道等での木質ペレット燃料の販売価格がトンあたり30,000～40,000円であることから、かなり良好な結果であったと思われる。今後、作業段取りの改善や作業者の熟練程度に応じて生産効率は向上し、生産コストの低下も十分に可能である。

## （2）今後の課題

自力間伐において、生産された原木等を無選別で受け入れる工場が近隣にあることが有利であるものの、原木の採材方法選択による選別検収の合理化が課題であり、工場側の需要情報を共有することが必要である。

燃料チップの利用と普及においては、乾燥の効率化を進めるとともに、一定量のチップの貯蔵庫を持つなど、石油代替燃料としての安定した供給体制を構築することが課題となる。また、チップボイラーを利用した場合の設備投資効果や運営面での情報を提供するための実績データの蓄積が必要と考える。

ところで、スウェーデンでは末木枝条を燃料として利用している。伐採後、末木枝条は一カ所に集積し、3m程度の高さに積み上げられる。雨滴や夜露による吸湿を防ぐため、上面に紙などを敷く簡単な処置が施され、数ヶ月放置される。その後、燃料収集業者がチップパーと運搬車を使って末木枝条の堆積を燃料化する。写真2.12.29に末木枝条をチップングしている現場の状況を示す。



写真2. 12. 29 スウェーデンにおける末木枝条の燃料化の現場  
 (上段：移動式チップパー、下段：運搬用コンテナへの積み替え)

季節や立地条件によって変動するものの、立木伐採直後には木部の含水率（乾量基準）は100%程度である。したがって、末木枝条も相当量の水分を含んでおり、スウェーデンで行われているような露地での天然乾燥は、燃料生産の観点からは大変重要である。

冷涼乾燥したスウェーデンと違い、特に九州は温暖多雨である。このような条件下の露地で末木枝条がどの程度乾燥するのか実験を行った結果を図2. 12. 6に示す。実験は鹿児島県垂水市の鹿児島大学高隈演習林で11月から12月にかけて行った。当初、120%あった含水率が40日後には35～50%程度まで低下していた。特に上面にシートをかけた場合は、35%まで下がっていた。このように我が国においても末木枝条を燃料化するには、伐採後に集積・堆積し、その後数ヶ月間放置することにより含水率を低下させ、発熱量を高めることが可能である。

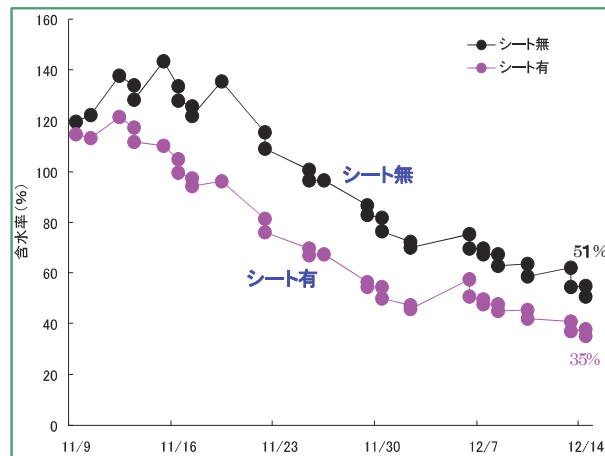


図 2.12.6 末木枝条の露地での乾燥過程（シート有無別）

近年はプロセッサの普及が進んでおり、末木枝条が素材生産時点で広く散らばるものではなく、数カ所に集積・堆積することは容易である。これまで末木枝条を燃料として考えていなかっただけであり、燃料化を意識した素材生産作業が進めば、さらに低コストでの作業が可能である。スウェーデンでの例に見られるように、素材生産とは別のチップ燃料生産業者が、乾燥後に巡回するようになれば、より乾燥した良質な燃料の生産が可能となる。



### 3. 実証事業の成果と今後の課題

実証事業で得られた成果と今後の課題を、各実証事業別にとりまとめて次に示す。

#### 3. 1 渚滑川流域木質バイオマス資源利活用実証事業（滝上林業協同組合）

間伐材伐出作業の低コスト化を目標とした実証事業において、既存の間伐材搬出システムの労働生産性や搬出経費を把握することができた。またそれらの搬出システムを効率化するための問題点が明確となり、選木作業やハーベスタの取り扱い方法等について改善策を検討することが出来た。また、林地残材の収集及びチップ化については、10tトラックへの積載量が少なすぎることで、現在の破碎システム（グラップルで投入、ガラパゴスで破碎）ではコストが掛かりすぎることで、林地残材チップでは土砂混入の問題があることが分かった。

今後の課題として、①「間伐材伐出作業の低コスト化」については、傾斜地での路網開設、間伐木選別の方法及び作業システムの改善、各工程間の連携についての改善があり、②「林地残材の収集及びチップ化」については、トラック車台の大型化、破碎システムの自動化、林地残材の搬出方法等の改善があげられる。

#### 3. 2 パーティクルボード及び木質ペレット原料としての木質資源利用実証事業 （株式会社 イワクラ）

木質バイオマス集材量として 5,204m<sup>3</sup>（4,337t）を集材し、これをパーティクルボード及びペレット原料として問題なく利用することができた。集材作業については、今年度は間伐作業と一体的に行うことにより、昨年度よりもコストを低減させることが出来た。間伐の実施時に、手間はかかるが木材を全部利用するとの考え方が重要である。集材費は概ね間伐・造材作業の2割と見積もられるが、今後この点の確認が必要である。破碎費用についても、コンベアを使用して破碎機から直接ダンプに積み込む方式によりコストを低減することができた。

今後の課題としては、①林地残材集荷を念頭に置いた、植林から間伐までの一体化等の林業の仕組作りが必要である。②林地残材の安定的な量の確保の為に、自社のみでなく他社との幅広いネットワークを築き、地域全体での林地残材の集材を目指すことが必要である。③林地残材集荷を新たな事業として異業種の参入を促し、これにより新たな発想・新たな手法による木質バイオマスの供給事業を育成する必要がある。④林地残材の集荷・集材に特化した林業機械への発想をメーカーに発信し、積極的な協力を得る必要がある。⑤さらに色々なパターンを組み合わせてコストダウンへの対応を検討する必要がある。

#### 3. 3 林地残材の燃料・原料利用モデル実証事業（宮城県森林組合連合会）

未利用小径木（C材）の効率的な収集・運搬方法の確立を図ることを主目的に事業を実施した結果、県内9箇所の間伐実施面積は60ha、林地残材取扱数量は2,450m<sup>3</sup>となり、当初の目標値を上回ることができた。この中で、最適な林地残材収集方法を検討した結果、現地で破碎してから運搬するよりも、発生した林地残材を丸太のまま処理施設へ運搬し、そこで破碎する方法が効率的であることが分かった。また、間伐材搬出システムが異なる

調査区を設定し、実証事業を実施した結果、どちらの調査区でも B 材のみを生産・販売するよりも、C 材の生産・販売も行うことにより収益が増大する結果が示され、C 材を積極的に利用することで間伐収支を改善できる可能性が示唆された。

課題としては、特に重要なものとして、残材（未集材木）や造材端材などの取り残しの低減、間伐作業システムにおける集材作業工程の労働生産性向上、生産チップの利用用途拡大等があげられる。これらの課題を踏まえ、今後も効率的な林地残材の収集・運搬システムの確立に向けて調査を行うことが重要と考えられる。

### 3. 4 間伐未利用材のチップ・ペレット化による多目的利活用実証事業 (遠野興産株式会社)

間伐材の利用に関し、用材だけでなく、パルプ材・ドンコロ材・枝条等も併せて搬出するシステムの構築をめざした実証事業の結果、残材部分への助成金（6,500 円/m<sup>3</sup>）を利用することによって、山主へも一定のお金を返すことができるようになった。しかし、助成金なしでは、従来から問題視されてきた林地残材の活用には限界がある。

枝条の利用については、移動式破砕機を用い、7tトラックへ破砕チップを直接積み込むことにより製造コストを下げることが出来たが、助成金の活用によってもまだ経済的に成り立つレベルには達していない。今回の実証ではリース機械を用いたが、これを購入すればもう少しコストを下げられる可能性はある。また、樹皮についても破砕・選別することにより燃料用として十分活用できるようになった。

今後の課題としては、枝条の現地破砕コストの低減、ドンコロ材や原木丸太については、現地破砕せず安価に回収・運搬を可能とする方策の検討があげられる。前者については、平成21年度に移動式破砕機を自社で購入し、稼働率の向上、破砕機の効率的な現場搬入方法等を検討し、最終的には工場着で6,000円/t（生重量）というコストを実現することがひとつの目標である。後者については、枝条部、小径木等のかさばる残材の効率的な輸送方法を引き続き検討し、短材を効率的に回収するための専用バケットの利用なども検討したい。この他、森林所有者等からの生産情報の把握と搬出要請の受け方、未利用材に対する買取価格の明示等が課題としてあげられる。

### 3. 5 社有林の利用間伐促進及び木質資源有効利用促進実証事業 (王子木材緑化株式会社)

条件の異なる複数の山林で実証事業を実施し、その結果、①伐出システム毎に伐倒・枝払、木寄・集材、搬出、枝払・玉切、土場整理など、作業工程毎の一人当たり生産性とシステム全体の生産性を事業規模ベースで把握することができた（生産性の把握）。これらのデータは、②社有林の今後の間伐伐出作業費算定の基礎資料として活用できる（データの活用）。また、③現行伐出システムの作業工程ごとの生産性等を把握できたことから、今後のシステム改善に向けての課題を絞り込むことができた（システム改善に向けた課題の明確化）。④枝条の燃料利用については、山土場以外での破砕化のケースについて、枝条の破砕現場への移送、破砕加工、木質燃料チップの輸送までのコストを概略把握でき、経済的に引き合うための課題を明らかにすることができた（枝条活用に向けた課題の明確

化)。

今後の課題としては、生産性の向上(伐出体系の見直し)があげられる。作業は基本的に請負業者に依存せざるを得ないので、請負業者の選定、適切な機材の購入と貸与等により有効な伐出体系を実現していく必要がある。枝条を活用した燃料材生産については、全木集材によるプロセッサ処理、山土場での破碎等を検討すると同時に、適正な事業地選定も重要である。今年度の事業では、事業地や実行主体等が多岐にわたり、伐出体系の直接的な比較が難しく、生産性やコストの把握方法に厳密性を欠く部分もあった。また、従来、林地に残置した部分も積極的に搬出したが、これによるコスト増分や生産性への影響についての把握・検討が十分ではなかった。この点は極めて重要と考えられ、簡略かつ有効な方法の検討が課題である。

### 3. 6 端材や枝条等の低コスト集荷システムの開発及び発電用燃料等への利用実証

#### (住友林業フォレストサービス株式会社)

実証事業を実施した結果、「木質バイオマスビジネスは十分に成立する可能性がある」と判断するに至った。今後のキーポイントは、その利用範囲をどれだけ拡大できるかである。四国島内は、古くから製紙工業が盛んなこともあり、島内に比較的多くのチップ工場や破碎施設が存在するため、これらを横断的に利用することで、より適切なバイオマス利用システムの構築が可能と考える。

得られた結果及び問題点としては、①運搬コストがボトルネックとなるため、地産地消型のビジネスモデルを検討していく必要がある。運搬や積込は、現場ごとに柔軟に対応できる体制を整える必要がある。また、現地で枯らしてから運搬する方法も有効と考えられる。②チップパーを山側に投入するやり方は、かなり条件を選び、大量かつ広大なイメージのところ以外は難しい。③少量の林地残材が道沿いに点在しているケースでは、ツカミ付きのトラックが有効である。④林地残材をバイオマス利用する場合のコストとして、地拵えコストや林地残材の返却コストも含めたトータルコストで採算を考える必要がある。⑤山林所有者に対し、間伐方法や間伐材の利用に対する聞き取りや提案がしっかり出来るような仕組みを作り上げる必要がある。

今後の課題としては、①ビジネスモデルの方向の有効性について、学術的かつ実践的に数値的分析を進める必要がある。②林地残材を少しでも多く林外に取り出すことを前提とした間伐手法の開発が必要である。さらに③より突っ込んだマーケット分析(エネルギー需要予測、及び、対象エリアの需給分析)が必要である。

### 3. 7 森林からの木質バイオマスの総合リサイクル推進実証事業

#### (株式会社ファーストエスコ)

発電用燃料チップとして間伐現場からの幹材、根元端材、末木枝条を効率的に利用することを目的として、①末木枝条の圧縮結束装置の導入によるコスト削減効果の評価、①燃料チップ化時の品質グレード(燃料用・ボード用)選別による経済性改善効果、③トラック荷台の改良による運搬コスト削減、に関する検討を行った結果、以下の知見を得た。

①末木枝条を圧縮結束することにより、運搬効率はバラ積みの場合と比較して1.5~2.0倍程度向上された。②幹材および残材のチップをボード用と燃料用の異なる用途に利用す



る場合、最大で 500～600 円/t 程度のコスト削減が見込めた。③燃料用チップの調達コストは、5,400～8,200 円/t の範囲であった。なお、自力間伐面積は合わせて 36.7ha、得られた木質バイオマスは 3,381m<sup>3</sup>であった。

今後の課題として、今年度は低コストのための各要素システムに対する検証を行ったので、次年度以降はこれらのシステムを組み合わせた場合の運搬効率、コスト低減効果を検討する必要がある。

### 3. 8 間伐材の多様な活用と全工程でのコスト評価に関する実証事業 (フルハシEPO株式会社)

愛知県下の 7 箇所 32.43ha を対象に自力間伐を実施し、根曲がり材を主とした未利用材計 1250m<sup>3</sup>(うち自力間伐に伴うものは 462.9m<sup>3</sup>)を回収し、資源として活用した。従来、市場価値が無く林地に放置されていた未利用材を、資源として回収・製品化する可能性が得られ、また未利用材を林外に出すことで、危険回避や人工林の適切な整備が進み、洪水による残材の流出被害の抑制など二次的な効果が期待できる。根曲がり材等の不定形の未利用材の運搬方法については、専用コンテナを用いて行った結果、はい積み作業を省略、車輛の待機時間の省略、積込み、荷下ろし時間の短縮の効果を確認した。さらに、得られた未利用材から木製パレットへの加工が可能であり、間伐材の多様な活用についてひとつの事例を提示できた。ただし、コストの面では課題を残す結果となった。

今後の課題として、運搬については中間土場の設置、コンテナの大型化や軽量化による運搬ロットの拡大があげられる。また未利用材からのパレット製造においては、製材費が 6 割強を占めコスト高の主要因となったため、歩留まり率を確保したままコストを圧縮していくことが課題である。

### 3. 9 間伐未利用材を有効活用した地域活性化システム実証事業 (E2リバイブ株式会社)

建設業で培った技術ノウハウを活用して未利用間伐材を収集、破碎、搬出、木質ペレット製造に至るまでの一連の流れを低コストに抑えた、汎用性のあるビジネスモデルを確立するための実証を行った。具体的には①シュートコースターを用いた残材収集、②建設機械と林業機械を用いた作業道開設、全木集材、仮土場破碎、搬出、③残材からのペレット製造、の 3 点から検討を行った。まず①ではシュートによる残材の搬出・収集コストは 7,661 円/t であった。その一方で、長さが制約されること(1～1.5m 程度に切断が必要)、曲がりの大きい材はシュートからはみ出す等の問題点も明らかになった。続いて②では林業機械と建設機械の組み合わせにより作業効率を上げることが出来たが、収集コストは 11,741～23,073 円/t で平均 17,145 円/t であった。③では製造したペレットが業界自主品質規格を満たすことを確認した。なお本事業における自立間伐実施面積は 43ha で、集材量は 4,116m<sup>3</sup>であった。このほか搬出の実証試験で 833m<sup>3</sup>を集材し、当初の目標を上回った。

今後の課題として、今回の現場はペレット工場に近く林道も整備され比較的条件の良い場所が多かったため、今後は条件の異なる現場にて実証を行う必要がある。続いて破碎機のスクリーン径の見直しが挙げられる。今回は 25～75mm のうち 3 種類のスクリーンを試したが、よりサイズの小さいスクリーンを使うことでペレット製造時の 2 次粉碎が不要にな

り、作業性がさらに向上すると考えられる。さらに今回の事業では仮土場内で破碎を行ったが、実際に林地内で破碎していくことも必要である。

### 3. 10 間伐材の工業化チップ燃料ならびにおが粉の利用多様化実証事業 (キベス株式会社)

収集した未利用間伐材をチップまたはおが粉に加工して、従来の燃料用以外の多様な用途への利用を図り、付加価値を最大限に高めるための実証を行った。その結果、チップ燃料 706.9t のほか、おが粉化により工業用原料として 370t、家畜用として 6t 加工できた。その一方で林地残材を原料にした際は機械投入前処理にかかる手間がかかり製造コストが高くなることがわかった。自立間伐の実施は当初 4 社、88ha を予定していたが、季節的要因や森林作業員の確保の難しさから、最終的には 2 社、46ha、集材量は 1,299m<sup>3</sup> に留まった。収集コストは事業実施場所により約 2.3 倍と大きな差があった。しかし、本事業の実施により、過去未利用材を山に捨てることを前提に行ってきた方式から利活用の意識が生まれてきた効果はあった。また、工業用に適したおが粉の製造について製品条件をクリアできる見通しが得られた。

今後の課題として、地元林業事業者との連携による間伐面積の拡大を図っていく必要があり、特に冬期における凍結、林地作業者の人手不足などへの対策が必要とされる。また、チップ及びおが粉製造においては、機械に投入する前の裁断や割裂などの前処理方法に工夫が必要である。

### 3. 11 間伐により発生する木質バイオマス資源のMDFへの利用実証事業 (エヌ・アンド・イー株式会社)

未利用間伐材をボード原料および加工時の燃料として利用すべく、「徳島すぎ C 材 MDF 活用協議会」を立ち上げ、素材生産事業者と共同で、全木集材を前提とした幾つかのパターンで構成される伐倒・収集・運搬方法を検討・実施した。その結果一人当たりの生産性が平均 5.65m<sup>3</sup>/人・日、最大 9.64m<sup>3</sup>/人・日を達成した。しかし作業道敷設のコストがかさんだため、収集コストは平均 13,750 円/m<sup>3</sup> となり、定額助成金を加えても MDF 原料として 2,500～3,000 円程度割高となった。自力間伐の実施場所は那賀川、吉野川流域の 11 地区で面積は計 94ha、集材量は 4,700m<sup>3</sup> であった。自力間伐のための協定締結には、山林所有者への利益還元確保が必要であるが、低質材が主体の山林ではこれが難しく、未整備林の整備を理由にした理解が得られるかどうかのポイントになる。このほか収集・運搬に関する実証事業として 5,140m<sup>3</sup> を収集し、こちらは事業者に対して小型ダンプ車による端材、短尺材の収集・運搬を呼びかけたところ、平均 7,537 円/t のコストで得られることがわかった。

今後の課題として、これまで一部の事業者に集中しがちであった本事業の認知度を高め、より広いエリアに拡大していく必要がある。また、自力間伐における低コスト化へ向けて、現場における林道、作業道の位置設計の工夫、中間土場の設定、輸送方法のさらなる工夫等があげられる。燃料用の枝条の収集・破碎については、利用上品質的な問題はないが運搬費用に大きな問題があり、集荷方法や運搬方法のさらなる検証が課題である。

### 3. 1 2 廃熱を利用した乾燥チップ生産実証事業 (協同組合きもつき木材高次加工センター)

間伐未利用材からの乾燥チップが化石燃料の代替品として競争力を確保するために、安定供給体制の構築、コスト低減、品質（水分調整）を念頭に置き、ペレットに準ずる発熱量をもつ乾燥チップの供給実証を行った。具体的には、①平ボディ車の併用による集材・運搬・選別の効率化、②末木枝条の現場粉砕によるボイラー燃料用チップ化、③木材乾燥機廃熱を利用した乾燥チップの生産・供給、の実証を行った。その結果、①1日の運搬回数が3回以下では平ボディ車併走方式がコスト的に有利であった。②粉砕作業土場までの収集コストは7,098円/生t、粉砕と輸送コストが9,523円/生t、全体では16,621円/生tであった。③木材乾燥機廃熱を利用したチップ乾燥機を試作し、乾燥チップを養鰻所ボイラー燃料として供給した。自力間伐の実施場所は鹿児島県大隅地域の20カ所で面積は26.6ha、集材量は1,899m<sup>3</sup>であった。林地残材の搬出については、最初は森林組合や素材生産者の理解を得ることが難しかったが、次第にそのメリットが理解されるようになった。集材に関しては、土場の確保が難しいこと、製材工場での検収では、かなり処理時間がかかったこと、搬出については大型車輛の進入が困難なこと、グラップル付きの車輛は効率が悪いことなどの問題点があった。

今後の課題として、自力間伐における原木の選別検収の合理化、最適な規模の運搬車両の検討、チップ乾燥の効率化、安定供給のためのチップの貯蔵庫の設置等があげられる。



## 4. まとめ

実証事業として全国各地で12課題を取り上げ、間伐の実施と間伐未利用材の有効利用のためのビジネスモデルの構築を目標として事業を実施した。本事業では自力予算による間伐（国費による間伐補助金が投入されていない事業）を対象に、搬出・利用された原料に対して助成金を定額（6,500円/m<sup>3</sup>）で助成することとしたため、各事業者とも間伐対象林の選定に苦労したが、最終的には全体で間伐実施面積は1,115ha、低質間伐材の利用は47,285m<sup>3</sup>が実現された。間伐材の用途はチップ燃料やペレット用のほか、製紙用、ボード原料用、家畜敷料等の農業資材用、ペレット製造や工業用おが粉の製造など多岐にわたっている。製紙用やボード原料用などチップとしての付加価値が高い場合は比較的経済的に成り立ちやすいが、価格の低い燃料用ではなかなか経済的に成り立ちにくく、さまざまな工夫が必要とされる。従来からの間伐後林内に放置されている材を単に収集してきて利用するだけでは、搬出経費がかかりすぎて経済的に成り立たないことは、これまでの事業の結果から明白である。そこで、本事業では間伐作業について、利用可能な材と未利用材とを同時に搬出する方法を主体に実証事業を行った。多くは全木集材方式を採用しており、造材については林道近くで選別・造材する方法のほか無選別で工場まで搬送してから選別する方法など、さまざまな方法が採用された。また、枝条や端材の利用では現地破碎の方法やバンドリング機械による減容化も検討された。

事業は概ね順調に実行されたが、今年度の特殊な経済事情により、年度後半にはチップの需要が減退し、価格も大幅に低下して一部では経済的な事業の実施が困難となる事態も発生した。このため、主たる用途を燃料とした事業に於いては、当初計画通りの事業量を達成することが困難なところもあった。

各事業における林地残材の搬出・収集・運搬状況については、作業方法や使用機材、かかった経費（コスト）等を取りまとめ、以下の図4.1～4.2に示した。ここでは定額助成対象として実施した事業のうち、代表的な実施例をいくつか取り上げることとし、この他に1/2助成事業費による試行的な実証事業の成果についても一部示している。なお、これらの数値は各事業実施者からの報告に基づくもので、積算方法に違いはあるがこれらの結果から、間伐の実施と間伐材の利用について、おおよそのコストの目安が得られる。

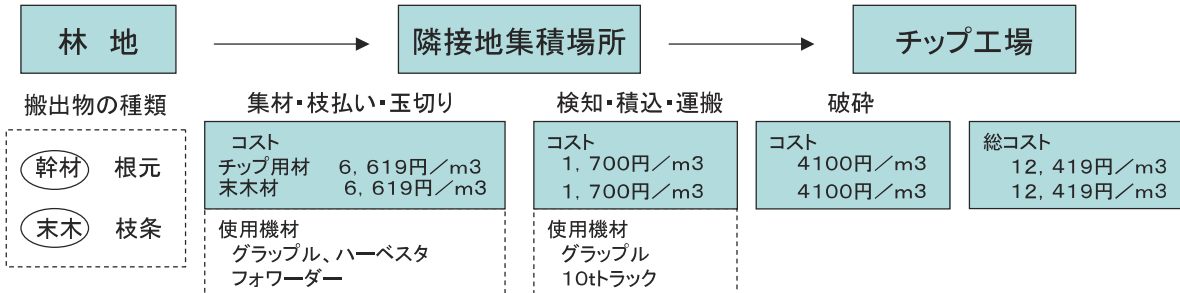
今後はさらにこれらの実証事業を継続し、コスト評価については数値精度の向上を図るとともに、未利用材の利用促進のための幅広い対応策を追求していく予定である。

図4. 1. 1 間伐未利用材の活用事例

滝上林業協同組合

林地の状況

- ・樹種—ト—ヒ、カラマツ、トドマツ、林齢31～34年(民有林) ・チップ工場までの距離—5km
- ・面積—4. 64ha ・搬出—平成21年1月 ※有限会社 真貝林工(間伐)



伐前林地の状況



運搬(N-P)の状況

搬出量  
 用材 31. 6m<sup>3</sup>  
 パルプ用材 352. 9t(210. 2m<sup>3</sup>)

備考

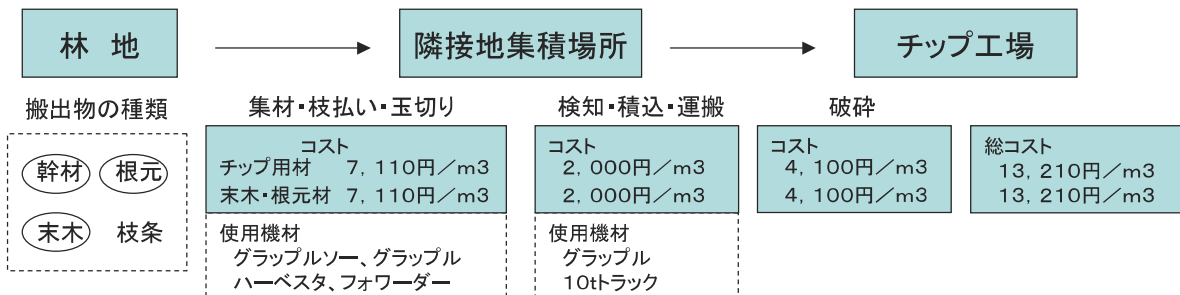
- ・伐木はチェーンソーにて行い、チップ用材・末木を同時にフォワーダーで集材を行った。
- ・末木の直径6cm程で折れる為、集荷・運搬は折れた所までとした。

図4. 1. 2 間伐未利用材の活用事例

滝上林業協同組合

林地の状況

- ・樹種—トドマツ、ストロープ、林齢31～49年(民有林) ・チップ工場までの距離—34km
- ・面積—6. 68ha ・搬出—平成21年2月 ※有限会社 真貝林工(間伐)



集材(N-P)の状況



林地残材集荷後の状況

搬出量  
 用材 7. 9m<sup>3</sup>  
 パルプ用材 441. 9t (274. 9m<sup>3</sup>)

備考

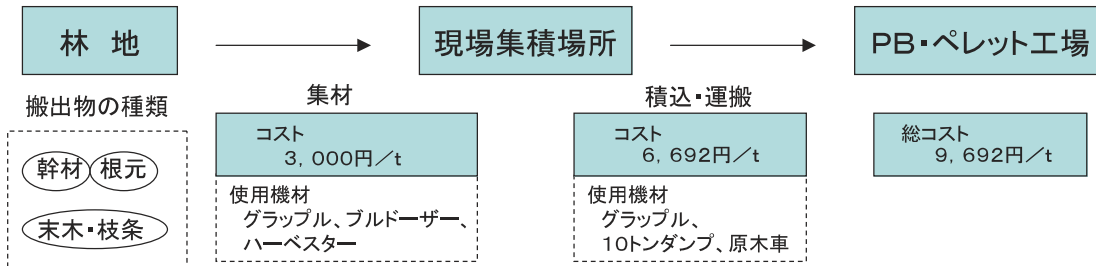
- ・伐木は傾斜地をチェーンソーにて行い暖斜地はグラップルソーで行い、チップ用材・末木・根元を同時にフォワーダーで集材を行った。
- ・末木の直径6cm程で折れる為、集荷・運搬は折れた所までとした。

図 4. 2. 1 間伐未利用の活用事例

北海道登別地区 (株)イワクラ

林地の状況

- ・樹種—トドマツ(登別) ・PB及びペレット工場までの距離—70km
- ・面積—37ha ・搬出—平成20年12月 ※(株)イワクラ間伐



間伐現場集材



集積場所からの運搬

搬出量  
575 t (690m<sup>3</sup>)

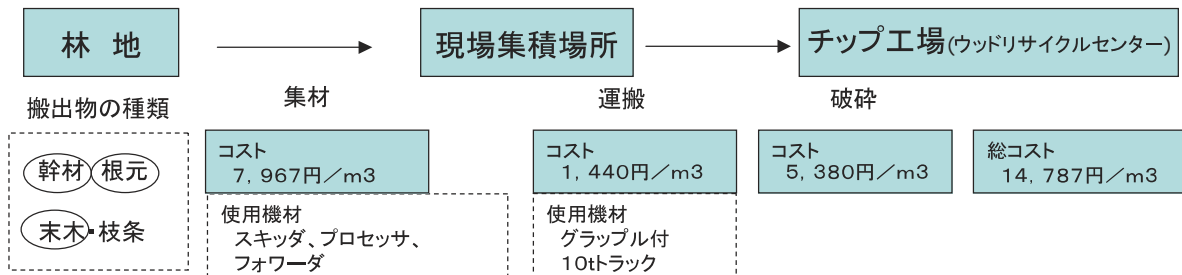
備考：一度土場に搬出する木材を集積し、そこから10トンダンプ及び原木車で運搬。

図 4. 3. 1 間伐未利用材の活用事例

大郷町東成田地区 宮城県森林組合連合会

林地の状況

- ・樹種—スギ、林齢40~45年(県有林) ・チップ工場までの距離—17km
- ・面積—5.77ha ・搬出—20年10月 ※宮城県森林組合連合会施業(伐採は20年7月、間伐)



※B材はセイホク合板工場へ輸送



林地残材の状況



プロセッサによる集材

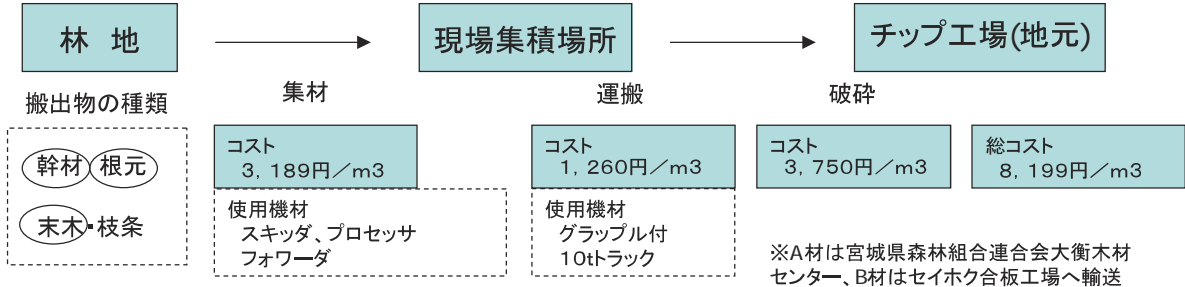
搬出量  
A材： 0 m<sup>3</sup>  
B材： 249.03m<sup>3</sup>  
C材： 89.02m<sup>3</sup>

備考：全幹集材とプロセッサ造材の組み合わせ



図 4.3.2 間伐未利用材の活用事例 七ヶ宿町上ノ平地区 宮城県森林組合連合会

林地の状況  
 ・樹種—スギ、林齢40～65年(民有林) ・チップ工場までの距離—5km  
 ・面積—1.17ha ・搬出—20年9月 ※宮城県森林組合連合会施業(伐採は20年9月、間伐)



林地残材の状況



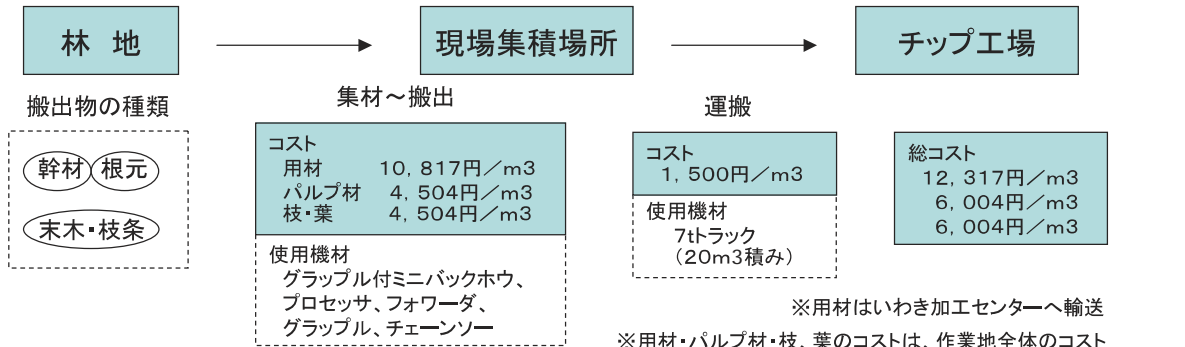
フォワーダによる集材

搬出量  
 A材 : 54.96m<sup>3</sup>  
 B材 : 302.74m<sup>3</sup>  
 C材 : 106.90m<sup>3</sup>

備考：平坦で路網密度が高く、全木集材とプロセッサ造材の組み合わせ トラック道も近く小運搬費割安

図 4.4.1 間伐未利用材の活用事例 いわき市遠野町入遠野字後台 遠野興産(株)

林地の状況  
 ・樹種—スギ、林齢40年(民有林) ・チップ工場までの距離—15km  
 ・面積—3.0ha ・搬出—20年11月 ※遠野興産(株)施業



間伐箇所の森林簿



間伐実施後の林分

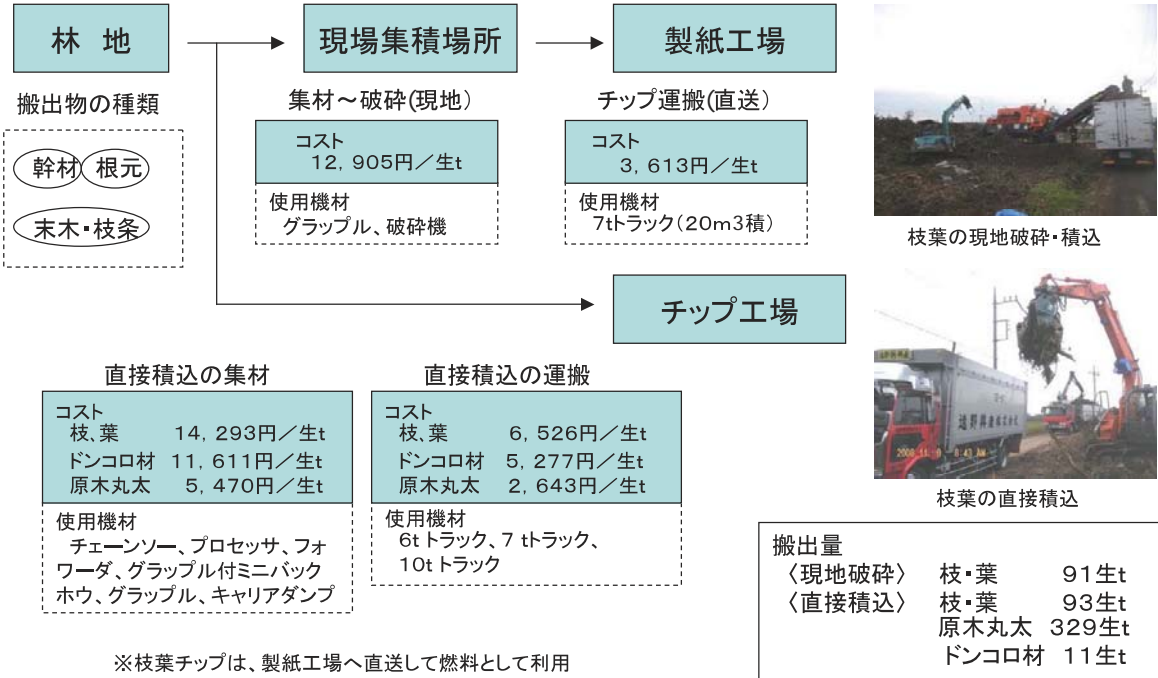
搬出量  
 用材 141m<sup>3</sup>  
 パルプ材 108m<sup>3</sup>  
 ドンコロ材 23m<sup>3</sup>

### 図 4. 4. 2 現地破碎・輸送に関する実証

茨城県筑西市 遠野興産(株)

#### 林地の状況

- ・樹種－スギ、雑木(主伐) ・チップ工場までの距離－150km ・製紙工場までの距離－145km
- ・面積－1.2ha ・搬出－20年11月 ※遠野興産(株)施業

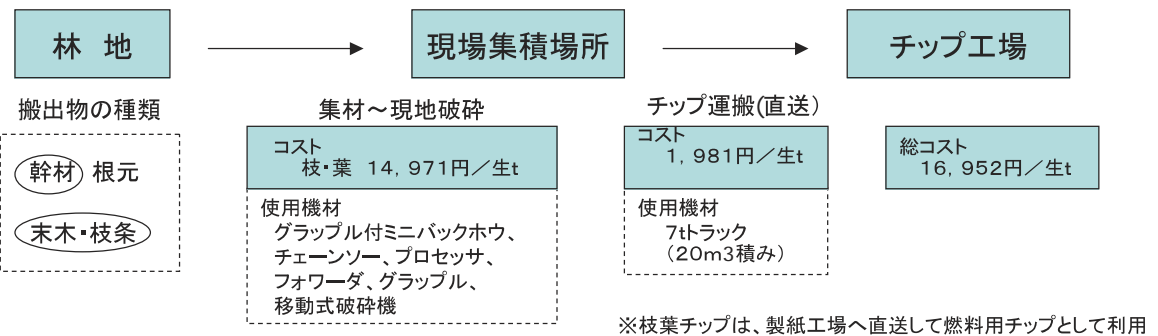


### 図 4. 4. 3 現地破碎・輸送に関する実証

いわき市遠野町滝字洞坂 遠野興産(株)

#### 林地の状況

- ・樹種－スギ、ヒノキ ・チップ工場までの距離－12km ・製紙工場までの距離－23km
- ・面積－1.7ha ・搬出－20年11月 ※遠野興産(株)施業 間伐地



間伐地における枝葉の現地破碎



チップの積込

**搬出量**  
 枝・葉 32生t  
 原木丸太 112生t

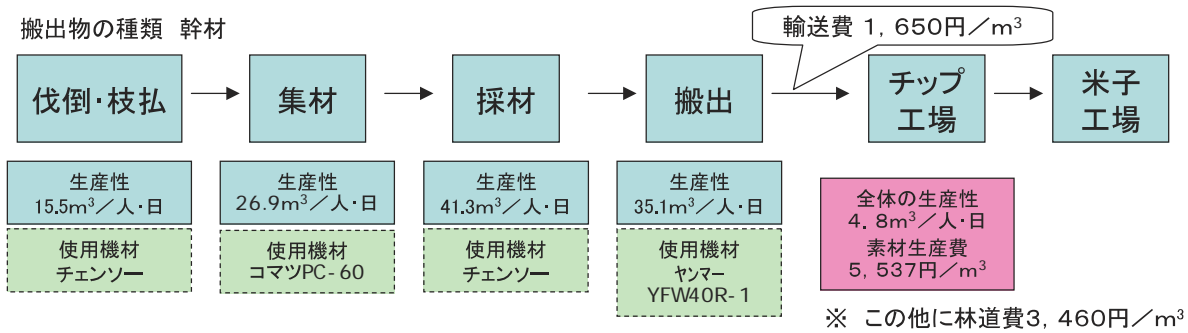
図 4.5.1 間伐未利用材の活用事例

鳥取県江府山林 王子木材緑化(株)

林地の状況

- ・樹種;スギ、・林齢:45~55年生、・面積;9ha、・ha当立木蓄積;472m<sup>3</sup>、
- ・間伐方法;定性、・間伐率;35% 伐採・搬出;H.20. 11~21.2 ※素材生産;中部林産

搬出物の種類 幹材



グラップルによる木寄せ・集材



チェンソーによる採材



フォワーダによる搬出

搬出量  
パルプ原木  
757 m<sup>3</sup>

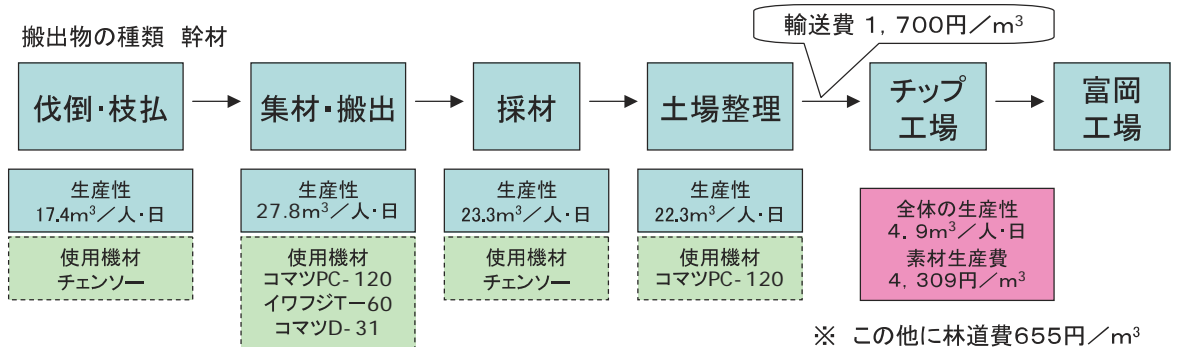
図 4.5.2 間伐未利用材の活用事例

岩手県野田山林 王子木材緑化(株)

林地の状況

- ・樹種;アカマツ、・林齢:28、及50~61年生、・面積;24.27ha、・ha当立木蓄積;484m<sup>3</sup>、
- ・間伐方法;定性、・間伐率;20% 伐採・搬出;H.20. 10~21.2 ※素材生産;岡野木材

搬出物の種類 幹材



左からグラップル、スキッド、ブルドーザによる木寄せ、集材過程

搬出量  
パルプ原木 1,287m<sup>3</sup>  
ザツパルプ原木 326m<sup>3</sup>  
一般用材 282m<sup>3</sup>



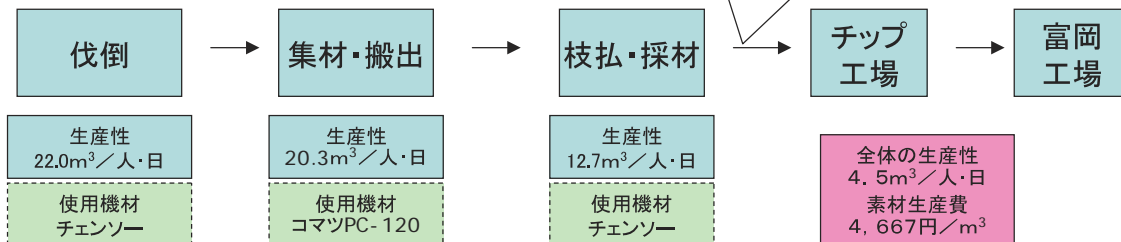
図 4.5.3 間伐未利用材の活用事例

宮崎県北郷山林 王子木材緑化(株)

林地の状況

・樹種;スギ、ヒノキ ・林齢;39年生、 ・面積;8.5ha、 ・ha当立木蓄積;340m<sup>3</sup>、  
 ・間伐方法;定性、 ・間伐率;25% 伐採・搬出;H.20. 10~21.2 ※素材生産;西森林業

搬出物の種類 幹材



※ この他に林道費420円/m<sup>3</sup>



チェンソーによる伐倒



グラブによる木寄せ、集材



チェンソーによる枝払・採材

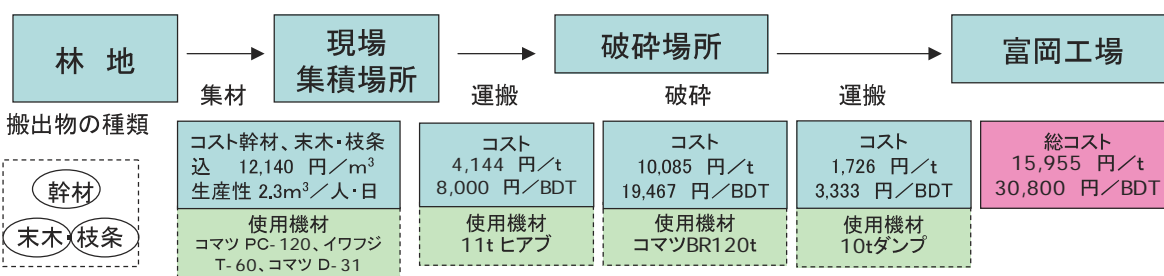
搬出量  
 パルプ原木 178m<sup>3</sup>  
 一般用材 336m<sup>3</sup>

図 4.5.4 間伐未利用材の活用事例

徳島県引地山林 王子木材緑化(株)

林地の状況

・樹種;アカマツ等、 ・林齢;46~50年生、 ・面積;11.8ha、 ・ha当立木蓄積;277m<sup>3</sup>、  
 ・間伐方法;列状、 ・間伐率;35% 伐採・搬出;H.20. 12~21.2 ※素材生産;丸和林業



架線全木集材



破砕機による破砕



破砕チップ (中央は名刺)

搬出量  
 パルプ原木 497m<sup>3</sup>  
 ザツパルプ原木 38m<sup>3</sup>  
 枝条 49m<sup>3</sup>

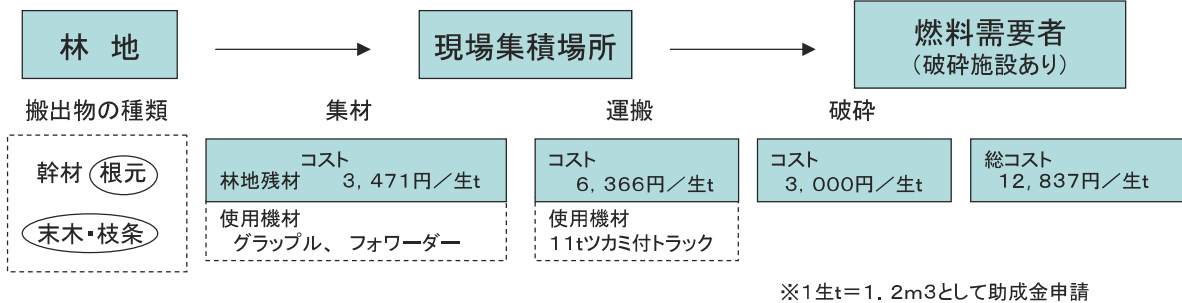
備考: 架線にて全木集材し、パルプ原木は、当社三加茂チップ工場へ(距離約35km)、枝条は木質燃料用材として山土場に集積し、11t原木ヒアブ車に金網を取り付け、破砕加工地へ輸送(距離約12km)。

図 4.6.1 間伐未利用材の活用事例 愛媛県西予市源流の森 住友林業フォレストサービス(株)

林地の状況

- ・樹種—スギ・ヒノキ、林齢25～70年(民有林) ・燃料需要者までの距離—105km
- ・面積—22.5ha(作業路沿いに放置された林地残材のみを集荷) ・搬出—21年2月

※西予市森林組合施業(伐採は20年2月、間伐)



林地残材の状況



グラップルによる集材

搬出量  
 パルプ用材 70.07生t(84.1m<sup>3</sup>)  
 燃料用材 356.81生t

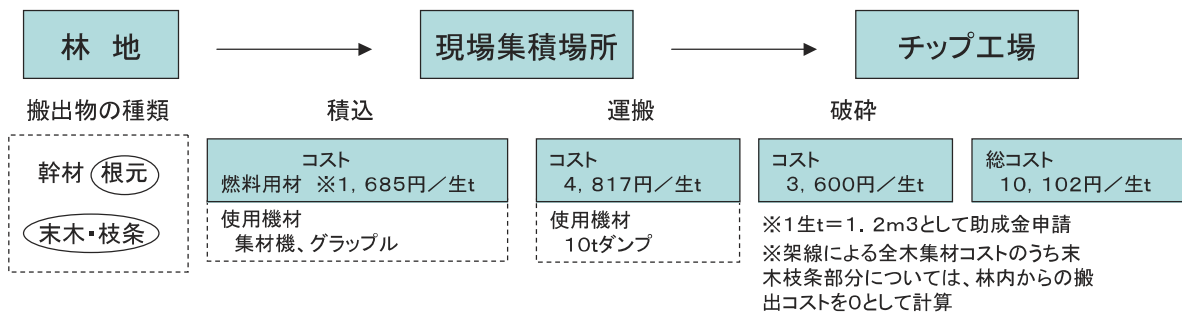
備考: 既間伐現場の作業道沿いに放置されている林地残材のみを、グラップルでフォワーダーに積み込み、林道脇の集積場まで輸送。

図 4.6.2 間伐未利用材の活用事例

四国中央市富郷町津根山 住友林業フォレストサービス(株)

林地の状況

- ・樹種—スギ、林齢80年(民有林) ・チップ工場までの距離—65km
- ・面積—39.68ha ・搬出—20年10月 ※住友林業フォレストサービス施業(伐採は20年9月、間伐)



林地残材の状況



グラップルによる積込

搬出量  
 燃料用材 31.14生t

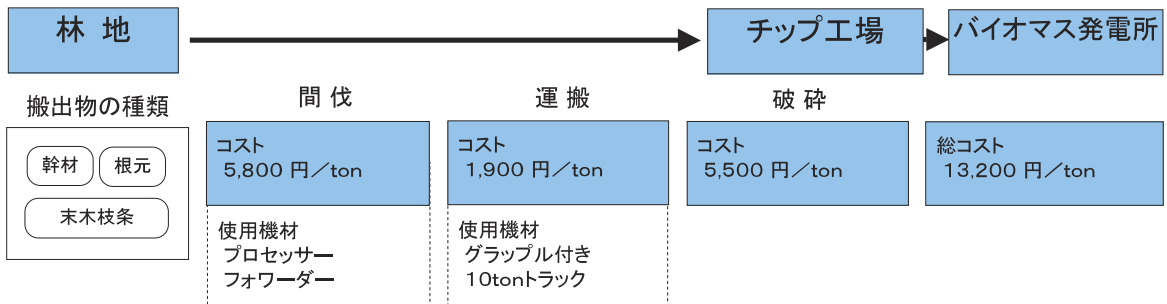
備考: 架線集材により土場に堆積した末木枝条及び端コをグラップルで、10tダンプに積込。

図 4. 7. 1 間伐未利用材の活用事例

大分県日田市花月地区 (株)ファーストエスコ

林地の状況

- ・樹種—スギ、林齢40年(民有林) ・チップ工場までの距離—20km
- ・面積—10.9ha ・搬出—平成21年2月 ※(株)エコ・プランニング施業(伐採は平成21年2月、間伐)



間伐の状況



破碎の状況

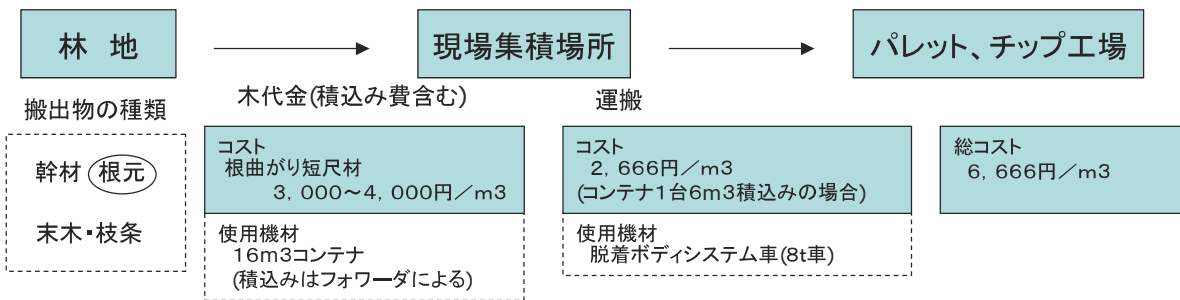
搬出量  
723ton(868m<sup>3</sup>)

図 4. 8. 1 間伐未利用材の活用事例

豊田市御内地区 フルハシEPO(株)

林地の状況

- ・樹種—スギ、ヒノキ(市有林) ・工場までの距離—75km
- ・面積—9.5ha ・搬出—20年10~11月 ※豊田森林組合施業(伐採は同時期、間伐)



林地残材の状況



コンテナ積み込み

搬出量  
根曲がり短尺材 69.5m<sup>3</sup>

備考: 木代金は、コンテナ積み込み土場渡しでの価格。

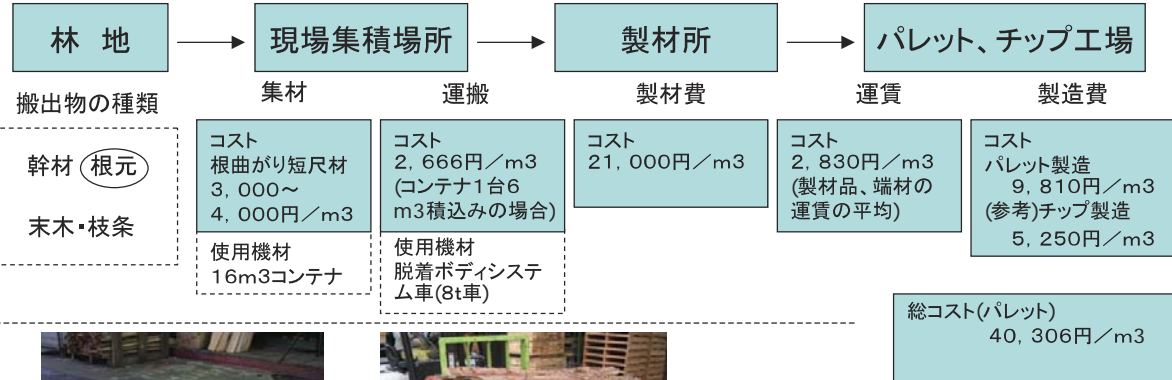


図 4. 8. 2 パレット製造の実証事例

岡崎市鳥川地区他 フルハシEPO(株)

林地の状況

- ・樹種—スギ、ヒノキ(民有林) ・製材所までの距離—10km、工場までの距離—60km
- ・面積—1.7ha ・搬出—20年11月～21年1月 ※岡崎森林組合施業(伐採は同時期、間伐)



間伐材パレット



製材端材

搬出量  
根曲がり短尺材 47.7m<sup>3</sup>(原木)  
うちパレット用材 22.4m<sup>3</sup>  
チップ原料(端材) 25.3m<sup>3</sup>

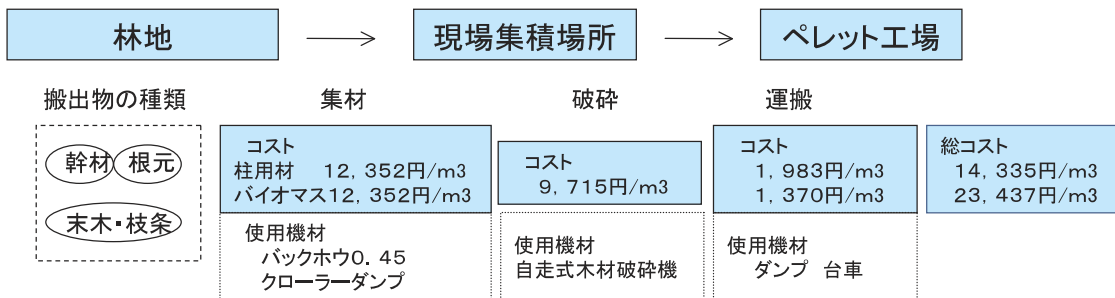
備考: 製材歩留まりは47%。製材品はパレットへ、端材はチップへ加工した。製材は外部(岡崎森林組合)委託したため、運賃の加算など全体として割高となった。

図 4. 9. 1 間伐未利用材の活用事例

大台町下真手地区 E2リバイブ株式会社

林地の状況

- ・樹種—杉・ヒノキ、林齢55~60年(社有林) ・チップ工場までの距離—5.3km
- ・面積—4.03ha ・搬出—20年1月 ※株式会社西組施業(伐採は20年10月、間伐)



集材状況



破碎状況

搬出量  
用材 68t(56m<sup>3</sup>)  
バイオマス 630t(915m<sup>3</sup>)

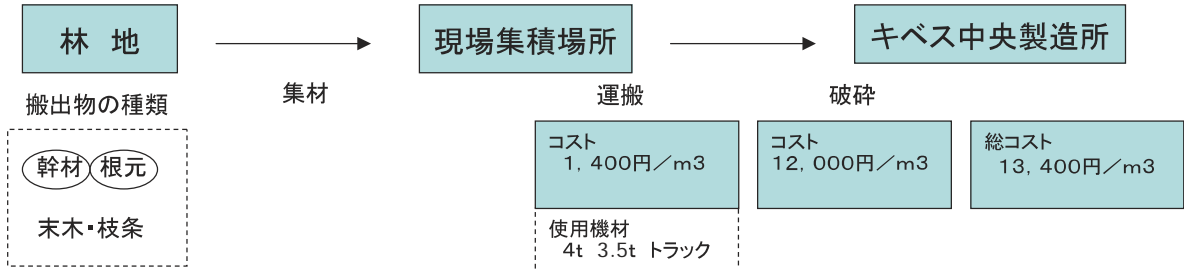
備考: 用材用木材もバイオマス用木材も仮土場の集材

図 4. 10. 1 間伐未利用材の活用事例

御坊市塩屋町北塩屋 キベス(株)

林地の状況

- ・樹種—スギ、林齢30年(私有林) ・キベス中央製造所までの距離—27km
- ・面積—34.7ha ・搬出—20年10月～21年2月 ※原見林業による間伐



間伐後の状況

集積場所、積み込み

間伐材の輸送

搬出量  
間伐材 820t (985m<sup>3</sup>)

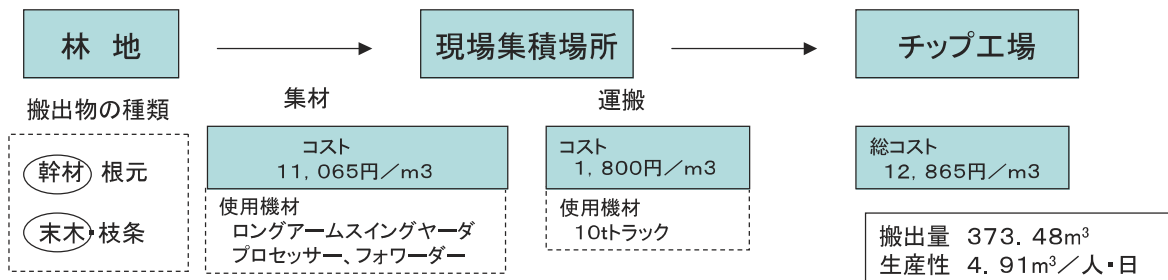
備考: 積み込みまでは原見林業が実施

図 4. 11. 1 間伐未利用材の活用事例

美馬市穴吹町 エヌ・アンド・イー(株)

林地の状況

- ・樹種—ヒノキ ・林齢50年(民有林) ・チップ工場までの距離—40km
- ・面積—4.19ha ・搬出—平成20年10月～11月 ※美馬森林組合施業(列状間伐、20年10月開始)



間伐後の林地残材



ロングアームスイングヤーダによる集材



作業道際のチップ用材

備考:

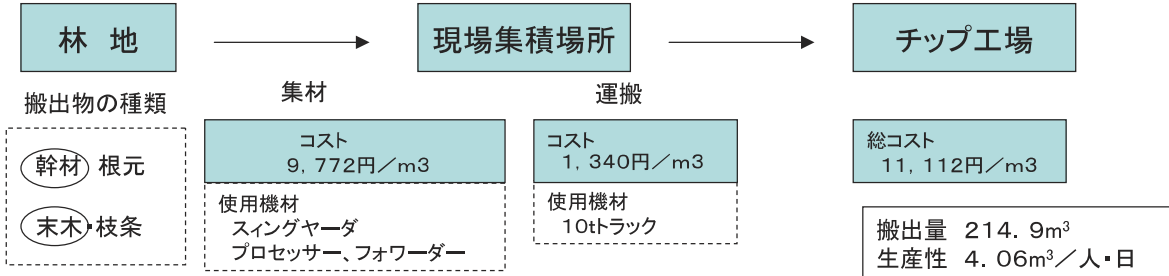
- ・現場は林道に隣接していたが、作業道が無く約750mの拡張工事を実施した。
- ・桧材主体の林地で、成立本数が2,200本と多く、樹高は高いが、平均末口(4m長)径で10cmと細く、伐採、フォワーダー搬送に時間を要した。

図 4. 11. 2 間伐未利用材の活用事例

那賀郡水崎 エヌ・アンド・イー(株)

林地の状況

- ・樹種—スギ・ヒノキ
- ・林齢38年(民有林)
- ・チップ工場までの距離—40km
- ・面積—2.47ha
- ・搬出—平成20年10月～21年1月
- ※徳島県林材業協同組合施業(列状間伐)



作業道入口



列状間伐後の林地残材



山土場での在庫状況

備考:

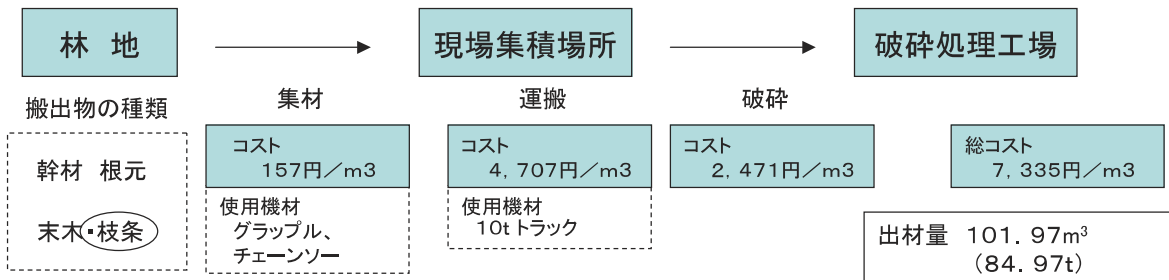
- ・現場が急峻で、高性能機械による作業性は良くなかった。
- ・林齢が若く、曲がり材が多い為、全量C材とした。作業の面では、あらかじめC材のみの造材とした為、A、B材を意識せず出来た。

図 4. 11. 3 間伐未利用材の活用事例

那賀郡水崎 エヌ・アンド・イー(株)

林地の状況

- ・樹種—スギ・ヒノキ
- ・枝条
- ・破碎処理工場までの距離—40km
- ・面積—2.47ha
- ・搬出—平成21年1月～2月
- ※徳島県林材業協同組合施業(列状間伐)



枝条の状況



トラックへの積み込み作業



破碎処理後の枝条の状態

備考:

- ・積み込みはグラップルにより実施し、チェーンソーによる枝の裁断作業と併行した。積載重量は、平均 5,300Kg/車。
- ・破碎処理後の木質率は55%で、燃料としての使用には特に問題はなかった。

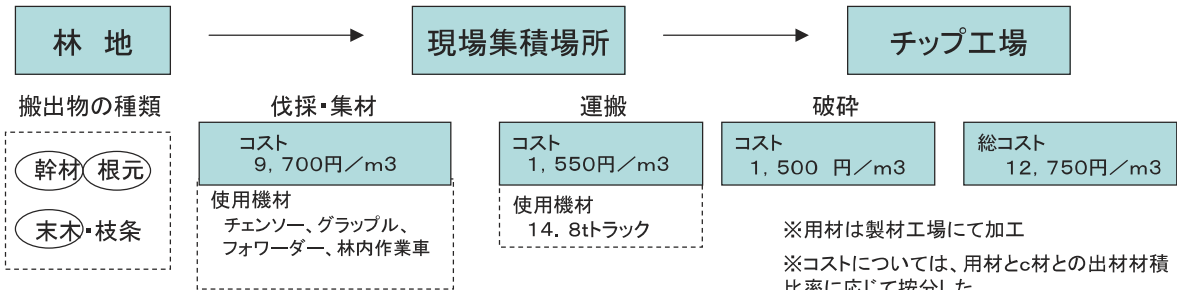


### 図 4. 12. 1 間伐未利用材の活用事例

南大隅町根占横別府 (協)きもつき木材高次加工センター

**林地の状況**

- ・樹種—スギ、林齢20~40年(民有林) ・チップ工場までの距離—50km
- ・面積—1.9ha ・搬出—21年1月 ※上野物産(株)施業(伐採は20年12月、間伐率30%)



間伐地の状況



山土場における積み込み

搬出量	
用材	144.6m <sup>3</sup>
C材	129.2m <sup>3</sup>

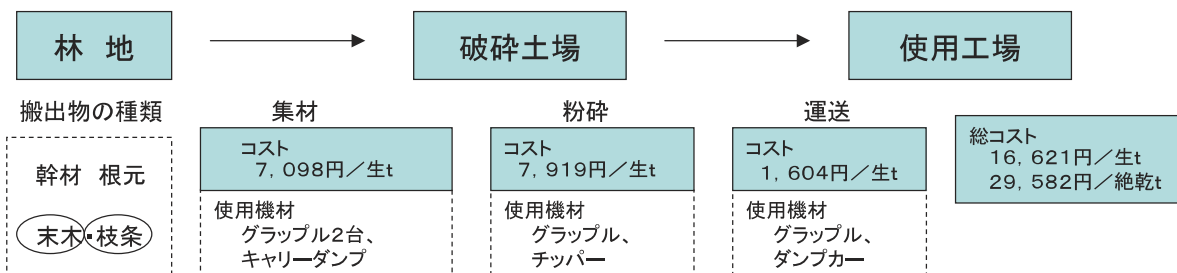
備考：無選別で林地から木材加工センターへ直送し、そこで用材とその他(c材)に分別して利用した。

### 図 4. 12. 2 末木・枝条からのチップ燃料化実証

鹿屋市下高隈町谷田 (協)きもつき木材高次加工センター

**林地の状況**

- ・樹種—スギ、ヒノキ 林齢40年(民有林) ・使用工場までの距離—18km
- ・面積—0.37ha ・搬出—21年2月 ※皆伐跡地から残材を収集(伐採は20年10月)



林地残材の搬出



山土場における破砕



チップの運送

搬出量	
林地残材	116m <sup>3</sup>

備考：チップは主として木材加工センターのボイラ燃料として利用。廃熱を利用して乾燥したチップは養鱈用ボイラ燃料に利用。