

平成 25 年度木質バイオマスエネルギーを活用した  
モデル地域づくり推進事業  
(新たな利用システム等の実証 4 号契約(栃木県那珂川地域))

報告書

平成 26 年 3 月

株式会社 那珂川バイオマス



## 目次

1. 本事業の目的 .....	1
2. 地域協議会の設置 .....	3
3. 今年度の事業概要 .....	4
4. チップボイラ導入に関する事前調査・設計 .....	6
4.1 仕様検討 .....	6
4.2 設備設計 .....	8
4.3 設置場所 .....	11
4.4 事業性の検討 .....	12
4.5 今後の課題 .....	15
5. 低含水率チップ製造に関する実証試験 .....	16
5.1 業務概要（内容と成果） .....	16
5.2 実証試験 .....	16
5.2.1 考え方と手法 .....	16
5.2.2 第1次実証試験 .....	21
5.2.3 第2次実証試験 .....	25
5.3 システムの概略設計 .....	28
5.3.1 設計条件 .....	28
5.3.2 主たる要素技術 .....	29
5.3.3 概算費用 .....	32
5.3.4 今後の課題と方向性 .....	32
6. パーク 燃焼試験 .....	33
6.1 前処理 .....	33
6.2 燃焼試験 .....	37
7. 新規農林水産事業の事業計画検討のための小規模熱供給システム実証試験 .....	42
7.1 実施内容 .....	42
8. 原材料調達に関するデータ収集・分析 .....	46
8.1 目的 .....	46
8.2 調査方法 .....	46
8.3 結果 .....	47

8.3.1 素材生産業における木質バイオマス利用可能量 .....	47
8.3.2 伐採現場から発生する林地残材の集荷可能性 .....	55
8.3.3 製材業における木質バイオマス利用可能量 .....	56
8.3.4 製材工場から発生する製材端材の利用可能量 .....	60
8.3.5 その他の集荷材 .....	60
8.4 まとめ .....	62
9. 今年度のまとめ .....	64



## 1. 本事業の目的

本事業は、以下 5 項目を実施方針とし、木質バイオマスエネルギー活用の具体的な実証運用を行う。那珂川地域における木質バイオマスエネルギー熱利用事業化イメージを図表 1-1 に示す。

### ①マテリアル段階とエネルギー段階における『<sup>ダブル</sup>Wカスケード利用』による理想的な地域完結型資源活用モデル構築

素材生産から製材・加工段階において用途に応じて素材を活かしきるマテリアルでの多段階利用（＝カスケード利用）から、サーマル利用において熱エネルギーを高温蒸気から廃熱まで多段階で最大限使い切る『Wカスケード利用』を実現する。

素材丸太はその品質や部位によって、構造材～造作材～土木用資材等に加工し、大量に発生する端材は、製紙用チップ～敷料材～堆肥材～エネルギー用材といった段階的な用途別の連産構造にある。トーセングループでは、需要ニーズにあわせて適切に選別・加工することで限られた地域資源を最大限活かすことに取り組んでおり、国産材生産量では国内最大規模の製材工場モデルである。

また、本事業に取り組む栃木県は、関東中部地域でNo.1の素材生産量、製材品出荷量を誇る、森林資源のマテリアル利用先進県である。

本事業ではトーセングループからの燃料端材供給力、栃木県内の森林組合や民間素材生産業からの素材供給力を元にした燃料資源の安定供給体制を背景に、森林資源のマテリアル面でのカスケード利用に加え、バイオマスを燃料として作られた熱エネルギーについても、高温蒸気から廃温水まで多段階利用し、複数の需要施設で資源を使い切るという新たなシステムを実証する。

国内では、バイオマス熱源による複数施設での熱利用（地域熱供給）や、要求熱量が異なる複数施設での熱のカスケード利用は発展途上であり、理想的な利用方法という認識は広がっているものの、具現化している例は少ない。本事業では、森林資源を地域内で製材し、端材を燃料としてカスケード利用して使い切るという、理想的な地域完結型資源活用モデルを構築する。

### ②森林資源と熱エネルギーの<sup>ダブル</sup>Wカスケード利用による炭素固定およびCO<sub>2</sub>排出削減量の最大化

森林資源は炭素吸収源であり、マテリアル利用することで吸収された炭素を数十～数百年固定することができる。また、マテリアル利用時（製材時）に端材となる部分について熱エネルギーを要求熱量ごとに多段階利用することで、資源のフル活用となり、熱利用先を最大化することで化石燃料代替によるCO<sub>2</sub>排出削減量も最大化することができる。

森林資源と熱エネルギーの各段階における一貫したカスケード利用を実現することで、

より多くの炭素固定量およびCO<sub>2</sub>排出削減量を確保することができる。環境面での貢献についても大きく寄与できるバイオマス利用システムを目指す。

### ③熱供給事業による地域木質資源の需要拡大・活用促進

地域内で大規模なバイオマスエネルギー需要ができることで、木材の付加価値向上が期待される。森林資源の活用による林業活性化は、国内の重要な課題となっており、様々な地域で取り組みが進められている。エネルギー需要の創出による資源活用の促進が期待されているが、エネルギーを利用するための設備導入がひとつの障壁になっている。本事業では、エネルギー利用者が設備導入するのではなく、エネルギー供給事業者が熱エネルギーを供給するスキームを構築することで、需要側のバイオマス利用の障壁を下げ、需要を拡大し、森林資源利用量を向上させる。

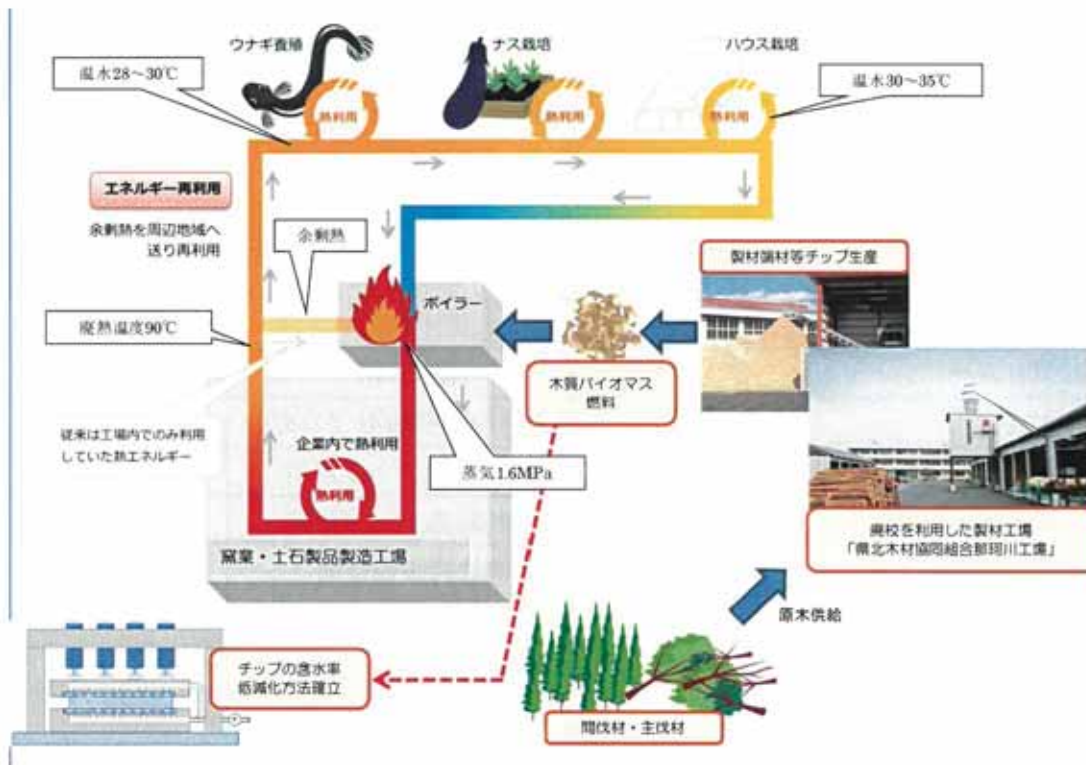
### ④チップ燃料の品質向上のための含水率低減化方法の確立

森林由来の木質バイオマスは、そのままでは含水率が高く、燃料として利用する場合には発熱量が高く効率的な利用ができるようチップ化工程で乾燥させることが望ましい。バイオマスのエネルギー利用をする際、含水率の低減化が重要であるにも関わらず、乾燥方法が確立されておらず、多くの事業者で課題となっている。そこで、本事業では燃料用チップの含水率低減化方法について、圧縮脱水装置を用いた実証試験を実施し、効果の検証や導入の可能性について検討を行う。

### ⑤農林水産業と窯業・土石製品製造業の連携による6次産業化、地域産業創出

一次産業である林業からの資源を二次産業である窯業・土石製品製造業の熱源として活用し、窯業・土石製品製造業で利用したエネルギーの廃熱を一次産業である農林水産業で利用する、「エネルギー利用の異業種連携・多段階利用体制」を構築し、高付加価値農産物等を製造・販売する。廃熱利用できることで燃料費削減となり、農林水産業における新規事業展開の障壁を下げ、地域での新たな産業創出・雇用創出を目指す。

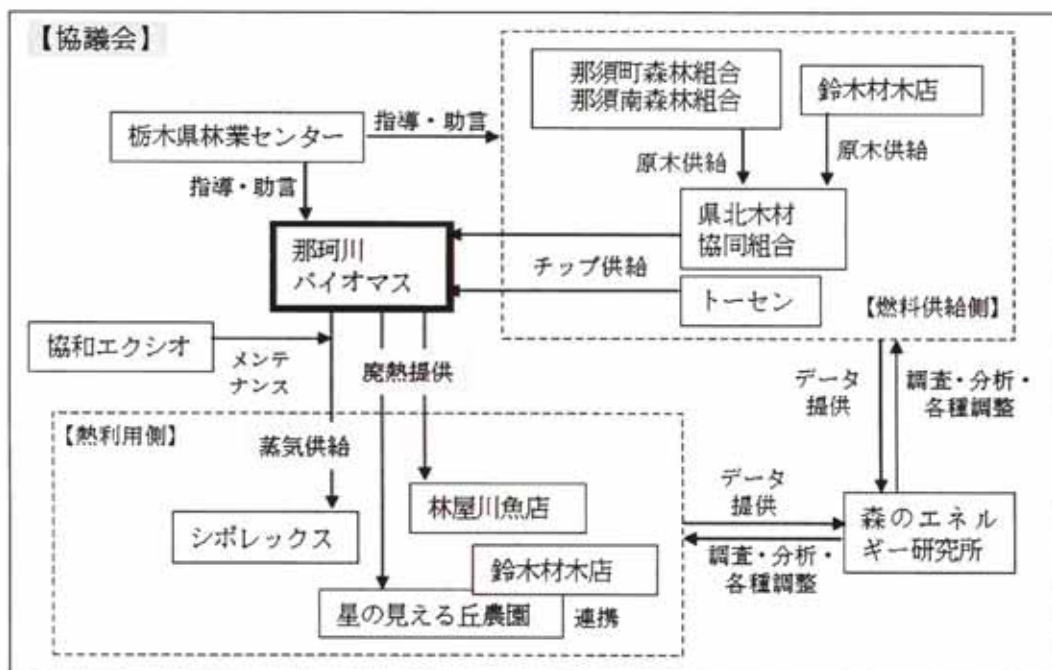




図表 1-1 木質バイオマスエネルギー多段階利用 事業イメージ図

## 2. 地域協議会の設置

本事業では、原料供給から熱利用までの事業に関わる事業者を構成員とする地域協議会を設置した。事業体制図を図表 2-1、構成員を図表 2-2 に示す。



図表 2-1 地域協議会の体制図

図表 2-2 地域協議会構成員

構成員	役割	備考
株式会社那珂川バイオマス	熱供給	
住友金属鉱山シポレックス株式会社	熱利用（予定）	オブザーバー
那須南森林組合	原木供給	
那須町森林組合	原木供給	
鈴木材木店	原木供給、熱利用（予定）	
県北木材協同組合	原木調達、チップ供給	
株式会社トーセン	原木調達、チップ供給	
株式会社協和エクシオ	熱供給設備整備	
林屋川魚店	熱利用事業者（予定）	
星の見える丘農園	熱利用事業者（予定）	
株式会社森のエネルギー研究所	調査、分析、各種調整	
栃木県林業センター	事業指導・助言	オブザーバー

### 3. 今年度の事業概要

本事業で目指す事業モデルを構築するため、今年度は以下の5項目について実施した。

#### ➤ チップボイラー導入に関する事前調査・設計

現在重油ボイラーを使用している大規模熱需要施設に熱供給事業者がチップボイラーを導入し、地域の製材工場等からの端材チップ等を燃料として利用することを計画しており、今年度はチップボイラー導入のための事前調査や設備設計を行う。

#### ➤ 低含水率チップ製造に関する実証試験

低含水率チップ製造方法を確立するため、圧縮脱水装置を用いた実証試験を行う。今年度は、加圧条件の確立を目的として、大型トライアル設備を使って実証試験を行い、効果の検証や設備性能の確認、運用上の課題抽出等を行う。また、その成果を活かして商用規模の施設に導入するための機器の概略設計も行う。

#### ➤ バーク燃焼試験

製材工場で多く発生するバークは、含水率が高く、不均一な形状であるため燃料利用が難しい。本事業では熱供給事業のボイラー燃料となり得るバークについて、燃料利用しやすいよう加工を行い、燃焼試験を実施することでバークの利用可能性について検討

する。

➤ **新規農林水産事業の事業計画検討のための小規模熱供給システム実証試験**

熱供給事業のための設備設計および新規農林水産事業の事業計画検討のため、現状では那珂川町で実績のないウナギ養殖やマンゴー栽培ハウスの新規設置に際し、熱需要量や需要変動把握のための事前調査として小規模熱供給システムの実証試験を行う。チップボイラーとウナギ養殖施設および農業ハウスへ熱供給配管を接続し、各施設での温度管理状況や生育条件、チップボイラーからの熱供給量を測定する。

➤ **原材料調達に関するデータ収集・分析**

熱供給事業における燃料調達計画の基礎資料を整理するため、素材生産量、製材工場への搬入量、製材量、端材発生量、チップ製造量等を集計し、木材利用の現状把握を行う。



## 4. チップボイラ導入に関する事前調査・設計

本事業では、現在重油ボイラを使用している大規模熱需要がある地域に那珂川バイオマスが熱供給事業者としてチップボイラを導入し、チップ等の木質バイオマスを燃料とした木質バイオマスエネルギーの熱供給事業を構築することを目指す。次年度実証運用を開始するため、今年度は導入するチップボイラの仕様検討や設備設計、需要側との調整、土地の確保等の調整を進めた。

また、本事業で導入する設備を用いた熱供給事業の事業性を検証するため、現時点で想定される条件をもとに事業性試算を行った。

### 4.1 仕様検討

主要な需要先となる事業者（住友金属鉱山シポレックス株式会社、以下、熱利用事業者）と検討を行い、導入するチップボイラの規模や蒸気条件等を確定した。

#### (1) 設計条件

主要な需要先となる熱利用事業者の条件をもとに、チップボイラの設計条件を検討した。設計条件を図表 4-1 に示す。現状では重油ボイラを使用しており、工場における蒸気消費量は 6t/h 以上となる時間帯もあるが、蒸気受入設備の都合上、最大 4.5t/h を想定した。蒸気量の受入については、実証運用の中で接続調整を行うこととする。

図表 4-1 チップボイラ設計条件

項目	内容	備考
需要者	住友金属鉱山シポレックス株式会社 栃木工場	
利用形態	飽和蒸気	用途：製品養生
供給圧力	1.4 MPa・G（常用） 1.6 MPa・G（設計）	
チップボイラからの受入可能量	夏期 3.5 ton/h ～1.0 t/h 冬期 4.5 ton/h ～1.0 t/h	重油ボイラとの併用運転
ボイラ給水	70℃(設計)	必要量を、栃木工場より供給されるものとする

## (2) ボイラ規模検討

主要な需要先の需要条件により、4.5t/h、1.6MPa・Gの飽和蒸気出力を持つチップボイラを選定する。飽和蒸気表（圧力基準）より、1.6MPa・Gの飽和蒸気の全熱は2,793.4kJ/kgである。また、70℃の水の持つエネルギーは293.1kJ/kgであるため、ボイラに求められる熱出力は以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} \text{主要需要先の必要熱量} &= 4,500\text{kg/h} \times (2,793.4 - 293.1) \text{ kJ/kg} = 11,251,458\text{kJ/h} \\ &= \boxed{3,115\text{kWh/h}} \end{aligned}$$

また、主要需要先以外にも、周辺エリアに農業施設を整備し、主要需要先からの廃熱や余剰熱を利用した栽培等を計画する予定である。今年度の事業内容として、小規模熱供給試験を行い、マンゴー栽培やウナギ養殖での必要熱量を計測し、具体的な熱利用計画を検討する予定となっているが、ボイラ出力としては1,000kW程度の熱供給を想定し、チップボイラの定格出力は4,000kWを選定するものとする。なお、農業での熱利用規模は検討段階であり、ここでは1,000kW程度を想定するが、実際の熱需要に合わせた供給が行えるよう、蓄熱タンク等の設計で調整する。

## (3) チップボイラ仕様

使用燃料の条件を図表 4-2、需要条件から選定したチップボイラの仕様を図表 4-3、主要機器を図表 4-4 に示す。

使用燃料については、製材端材を原料とする背板チップを主燃料として想定するが、水分が60%を超えることもあるため、水分の許容範囲は広い仕様とした。他の木質バイオマスを利用する際にも、乾燥工程を含まない場合には水分が高い原料が多いと考えられる。

図表 4-2 使用燃料条件

項目	仕様
原料	木質チップ
寸法	最大 60mm×60mm×60mm
水分	最大 60%WB
かさ比重	0.3t/m <sup>3</sup>

図表 4-3 チップボイラ仕様

項目	仕様	備考
定格出力	4,000kW	Polytechnik 社製
換算蒸発量	約 6t/h	
安全弁噴出し圧	2.0MPa	
運転時間	24h/日	
運転日数	290 日/年	主要需要先の稼働日数
電源	動力：3φ×3W×200V×50Hz 計装：1φ×2W×100V×50Hz	

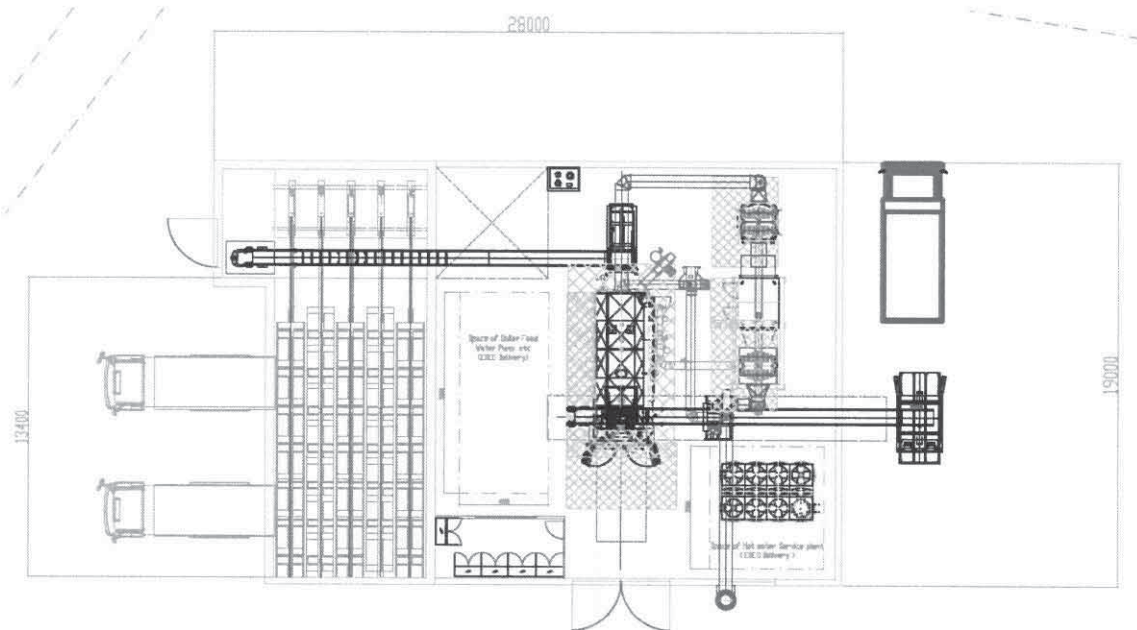
図表 4-4 主要機器

サイロ排出装置	1式	灰コンテナ	1式
燃料搬送チェンコンベヤ	1式	油圧ユニット	1式
防火扉	1式	コンプレッサ	1式
燃料供給装置	1式	給水ユニット	1式
燃焼炉	1式	ボイラ給水タンク	1式
ボイラ	1式	プレヒータ	1式
燃焼ファン	1式	エコノマイザ	1式
二次燃焼ファン	1式	マルチサイクロン	1式
洗淨ファン	1式	温水タンク	1式
誘引ファン	1式	蒸気ヘッド	1式
循環ファン	1式	バルブ・ダンパ	1式
ボイラ給水ポンプ	1式	各種熱交換器	1式
火格子冷却ポンプ	1式	各種計器類	1式
灰搬送コンベヤ	1式	監視装置	1式

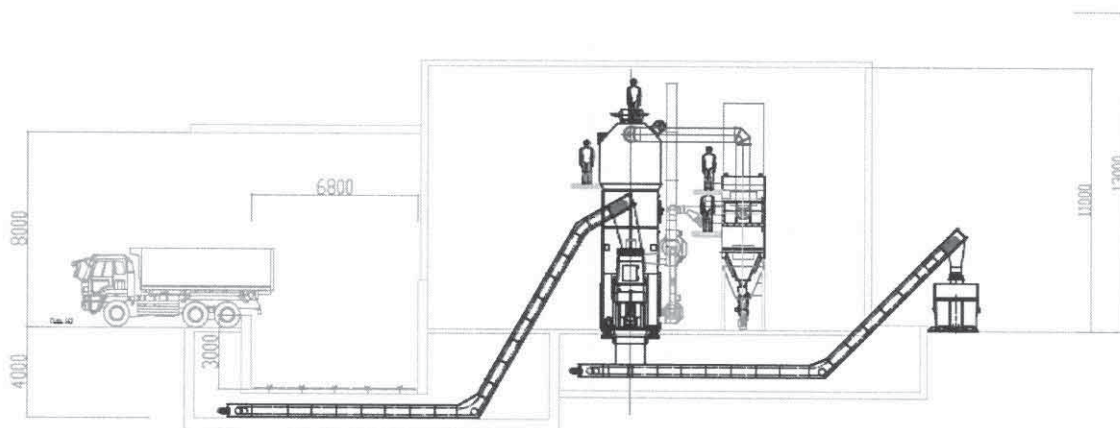
## 4.2 設備設計

配置計画平面図を図表 4-5、配置計画立面図を図表 4-6、熱供給フロー図を図表 4-6 に示す。





図表 4-5 配置計画平面図



図表 4-6 配置計画立面図

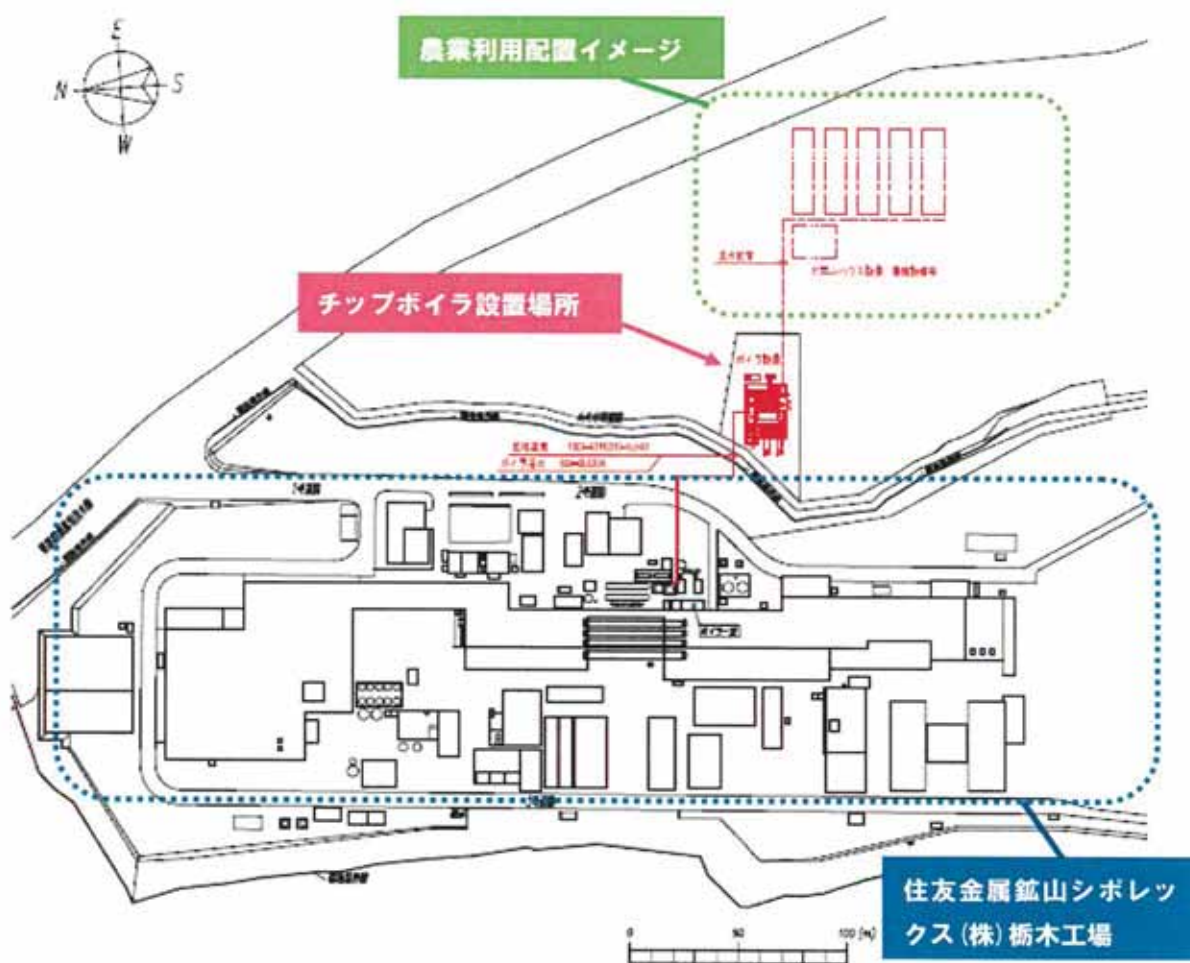


### 4.3 設置場所

チップボイラ設置場所と需要先との位置関係を図表 4-8 に示す。主要需要先の蒸気ヘッドに近い主要需要先敷地東側にチップボイラを設置することとした。土地の確保は、本事業を進めるうえでクリアすべき課題のひとつであったが、地権者との調整が完了し、設置場所はほぼ確定となった。現在、農地転換手続を進めているところである。

チップボイラ設置場所はチップ供給車両の通行が可能な道路沿いであり、好条件な立地と考えられる。ただし、蒸気供給配管は道路を通貫するため、高さ制限や許可等の確認が今後の課題となる。

また、現状では構想段階であるが、チップボイラ設置場所の周辺は農地が広がっており、東側に施設園芸やウナギ養殖等、熱を利用して付加価値の高い製品を生産する農業施設を整備することを想定する。農業利用配置イメージはあくまでも想定であり、今後地権者との調整を行い、利用場所を選定する予定である。



図表 4-8 全体構想平面図



#### 4.4 事業性の検討

チップボイラの仕様を踏まえた概算工事費を図表 4-9 に示す。現時点では未確定な要素もあるが、本事業で導入する設備を用いた熱供給事業の事業性を検証するため、想定される条件をもとに事業性試算を行った。

図表 4-9 チップボイラ設備建設工事費概算

	項目	仕様	金額(千円)
1	土木建築工事	基礎工事、鉄骨建屋 等	100,000
2	機械設備工事	4,000kW 蒸気ボイラ、付帯設備、配管 等	307,500
3	電気設備工事	ボイラ設備電気計装工事、受変電設備 等	39,000
4	ボイラ輸送関係費	ボイラ輸送費、輸入検査書類 等	11,000
5	その他費用	試運転調整費 等	14,000
	合計		471,500

※税別

##### (1) 熱供給取引条件

主要な需要先への蒸気販売や周辺での農業施設向け熱販売については、取引価格や価格変更条件、使用量算定方法等の条件整備が必要である。現状では、重油価格の変動に合わせて販売価格を設定する方針であり、具体的な条件については検討・協議を進めている。

##### (2) 事業性試算

事業性試算条件を図表 4-10 に示す。蒸気販売量については、主要な需要先の需要条件を踏まえ約 25,000t/年を想定した。熱販売量については、農業施設での利用計画の具体化は次年度以降の課題となるため、ここでは仮の計画値として図表 4-11 の条件をもとに 27,900GJ/年を想定した。販売価格等の取引条件については次年度以降の検討課題となるため、複数条件で試算を行った。

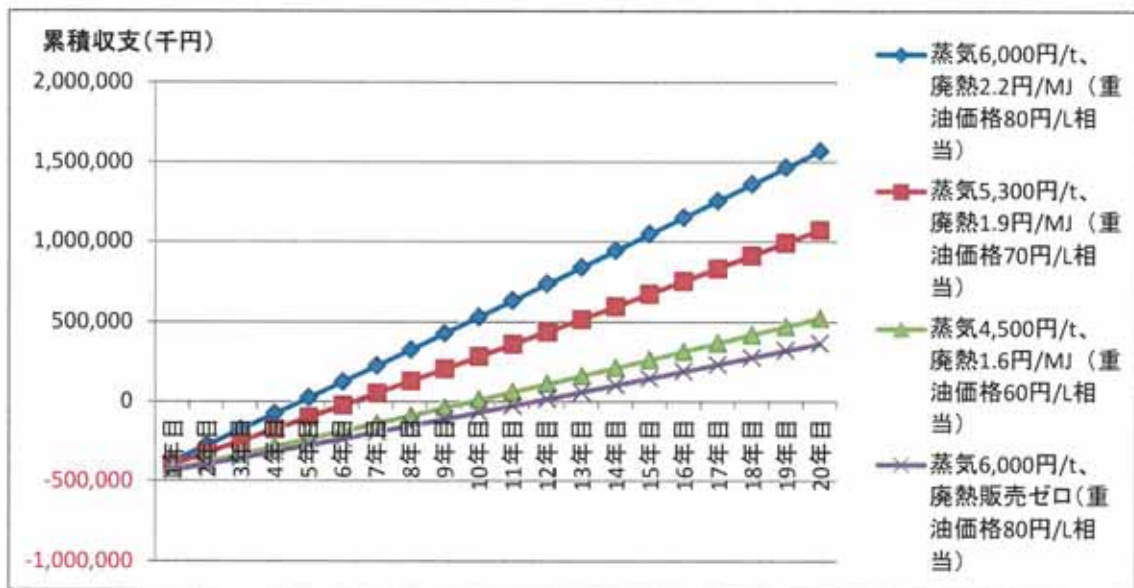
事業採算性の試算結果を図表 4-12 に示す。この条件で試算した結果、蒸気 6,000 円/t、廃熱 2.2 円/MJ であれば投資回収年数は約 5 年となった。同じ条件であっても、廃熱販売がない場合には投資回収年数は約 12 年となっており、事業性が大幅に低下することがわかる。また、チップ価格を 6,000 円/t とした場合についての試算結果を図表 4-13 に示す。この条件であれば、どの価格設定の場合にも事業性は高まり、蒸気 6,000 円/t・廃熱販売なしの場合にも投資回収年数は 10 年以下となった。熱供給側と需要側に加え原料供給事業者も含め関連事業者がメリットを享受できるような価格設定および契約条件となるよう、今後検討を進める。

図表 4-10 事業性試算条件

項目	条件	備考
蒸気販売量	24,757t/年	1.4MPa・G
熱販売量	27,900GJ/年	仮定値
法定耐用年数	17年	
減価償却費(17年平均)	27,735千円/年	熱供給設備一式、定率法
固定資産税(17年平均)	2,792千円/年	1.4%
チップ使用量	11,000t/年	
チップ価格	7.5千円/t	水分50%WB 想定
保守・点検費	8,000千円/年	法定点検、メンテナンス等
ユーティリティ費	9,000千円/年	水道、電気、薬品
灰発生量	240t/年	想定
灰処理費	20千円/t	想定

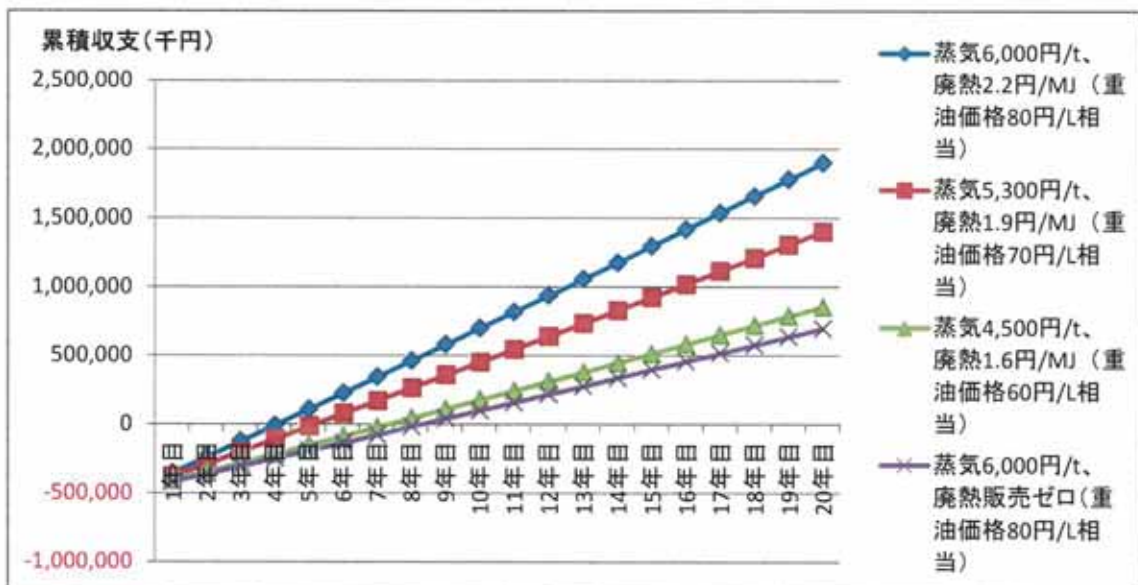
図表 4-11 農業施設での熱利用試算条件

	熱利用量 (想定)	施設条件設定
ウナギ養殖	約 7,900GJ/年	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 水温 10℃→設定温度 28～30℃</li> <li>▷ 大型水槽 (4.9m×4.9m×0.8m) 20 槽、 小型水槽 (1.7m×1.7m×0.8m) 50 槽</li> <li>▷ ウナギ製品仕上がり 10t/年</li> </ul>
マンゴー栽培	約 20,000GJ/年	<ul style="list-style-type: none"> <li>▷ 最低外気温・12℃→設定温度 30～35℃</li> <li>▷ ハウス形状 6m×43m×3m×5 棟</li> <li>▷ マンゴー生産量 6t/年</li> </ul>
合計	約 27,900 GJ/年	



※農業向け熱供給量は想定値  
 ※土地代は除く。今後、地権者との協議を進める。  
 ※借入金利・税金等は考慮していない。(営業利益でのキャッシュフロー)

図表 4-12 蒸気および廃熱販売価格を変動させた場合の事業性試算結果 (累積収支)



※農業向け熱供給量は想定値  
 ※土地代は除く。今後、地権者との協議を進める。  
 ※借入金利・税金等は考慮していない。(営業利益でのキャッシュフロー)

図表 4-13 蒸気および廃熱販売価格を変動させた場合の事業性試算結果(チップ6,000円/tの場合)

#### 4.5 今後の課題

次年度はチップボイラの施工および実証運用の開始を予定しているため、農地転換等の手続き関係を進めることが優先的な課題として挙げられる。また、熱供給事業を構築することも主要なテーマとなるため、蒸気及び熱販売に関する取引条件の検討も次年度の検討課題のひとつである。



## 5. 低含水率チップ製造に関する実証試験

森林由来の木質バイオマスは、そのままでは含水率が高い。燃料として利用する場合には、発熱量が高く効率的な利用ができるよう、チップの含水率を低減化させることが望ましい。木質バイオマスのエネルギー利用をする際、含水率の低減化が重要であるにも関わらず、その方法がいまだに確立されておらず、多くの事業体で課題となっている。そこで、本事業では燃料用チップの含水率低減化方法について、圧縮脱水装置を用いた実証試験を実施し、実際の導入可能性について検討を行った。

### 5.1 実施概要と成果

低含水率チップ製造方法を確立するため、圧縮脱水装置を用いて2次にわたる実証試験を行った。具体的には、加圧条件の確立を目的として、メーカーの試験施設において大型トライアル設備を使った実証試験を行い、脱水効果の検証や設備性能の確認、運用上の課題抽出等を行った。

その結果、試験前の湿量基準含水率(以後、「含水率」と呼ぶ)が約60～65WB%であったものが30WB%台の数値まで脱水することができ、ほぼ均一な含水率のチップが短時間で作れることが確認できた。今回得られた圧力や加圧状態の保持時間等のデータは、効率的な脱水プラントの最適化を図る足がかりとなり、その成果を活かして、商用規模の施設に導入するためのシステムの概略設計まで行った。

ただし、実際に商業施設に導入するためには、チップの搬送や脱水した水の処理も含めたプラント全体の仕組みについて、今後更なる検討が必要である。また、商業ベースでプレス機を使った圧縮脱水装置を導入するためには、今回のモデル事業で想定しているチップ使用量(11,000t/年程度)では採算が採れないことが明らかとなった。経済性を考えると、少なくとも50,000t/年程度の需要が必要であり、圧縮脱水装置を用いた低含水率チップ製造に関しては、次年度以降は本モデル事業とは切り離し、別途検討を進める方針である。

### 5.2 実証試験

本事業の共同実施者である県北木材協同組合及び森のエネルギー研究所が、木質チップの圧縮脱水法の開発者である沢辺攻・岩手大学名誉教授に試験条件の設計・統括を依頼し、プレスメーカーA社、森林総合研究所・木材乾燥研究室の協力の下、以下の考え方と手順で実施した。

#### 5.2.1 考え方と手法

##### (1) 目標

実用サイズ近くまでスケールアップした圧縮脱水実験を行い、スモールサイズの試験結果(2012年に栃木県林業試験場等の協力を得て実施)と同等の脱水効果が得られるかを検証し、より脱水効果が高く、かつ目標処理量をクリアできる処理条件の検討を行う。



## (2) 圧縮脱水のメカニズム

### ① 圧縮前

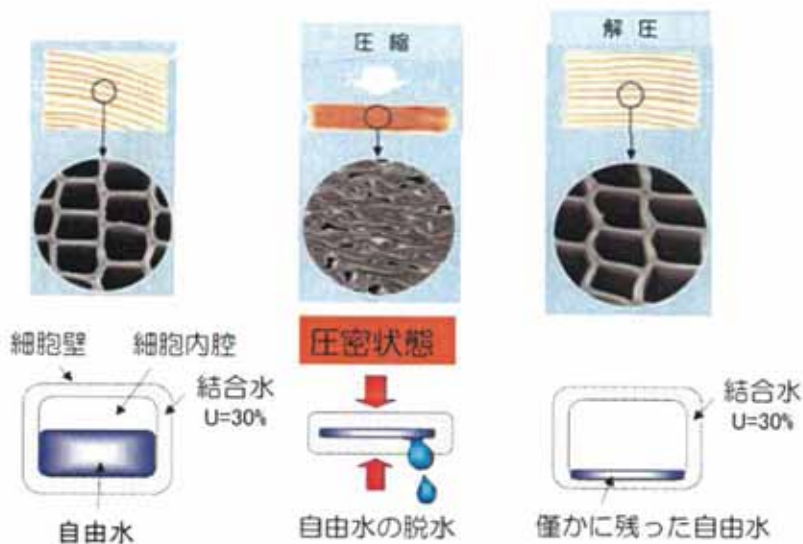
- ・木材の細胞は、ちょうどストローの両端を閉じたような中空の繊維状を呈し、長軸が樹軸方向に配列する。
- ・伐倒直後の木材を「生材」と呼び、通常 50WB%以上の多量の水を含有する。その多くはストローの通路部(細胞内腔)に存在する液状水で、これを自由水と呼んでいる。
- ・生材を大気中に放置すると自由水が蒸発・減少し、含水率が約 22WB%に達した時点で自由水はなくなる。ただし、ストローの壁に相当する細胞壁には細胞壁実質と結合関係を持つ結合水が残存している。

### ② 圧縮過程

- ・生材を横圧縮するとストロー断面が扁平になり、中に存在した自由水が絞り出される。
- ・隙間がほぼなくなるまで圧縮された状態を圧密状態と呼ぶ。チップを圧密状態にするためには約 20MPa 以上の応力が必要。

### ③ 解圧時

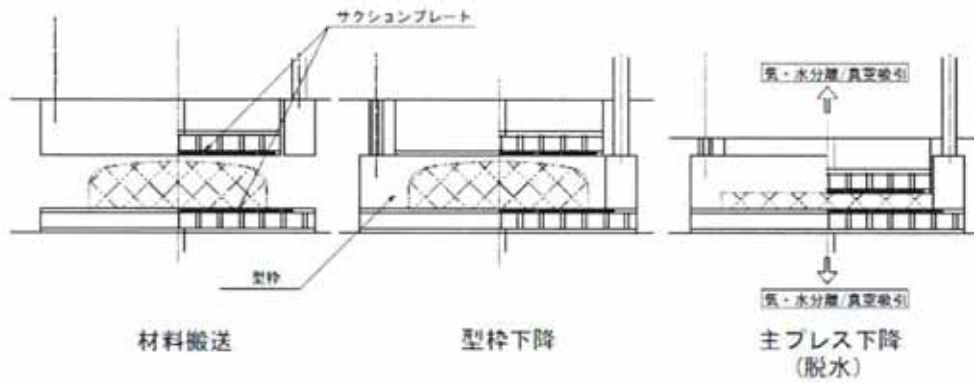
- ・圧密態から解圧すると、スポンジのようにひずみが回復する。
- ・搾出水を排除しない限り、再度チップ内に吸収される(搾出水の排除)。



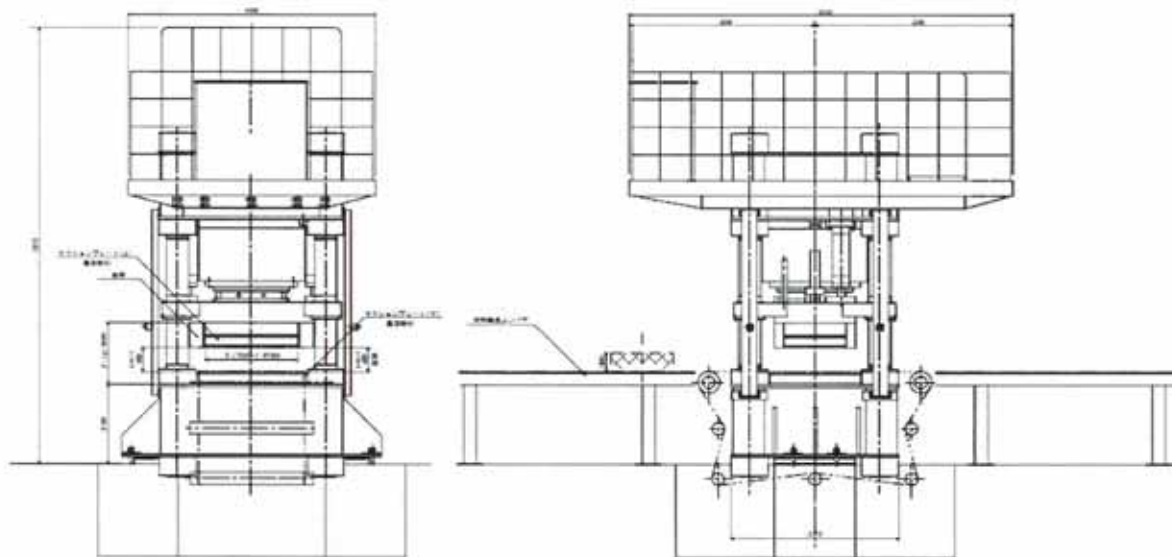
図表 5-1 圧縮による脱水メカニズム

(3) 圧縮脱水処理方法と期待するスペック

① 平板プレスを用いたチップマットの一軸圧縮



図表 5-2 平板プレスへのチップマット配置イメージ



図表 5-3 高速油圧プレス機 (図面)

付帯設備:チップマットの成型機、自動供給装置、搾出液排出装置(サクシヨンプレート)、  
プレス型枠、処理チップの排出装置、搾出液浄化装置

② 加圧面積と圧縮応力：20～30Mpa

(含水率 50～60WB%以上の木質チップを 40WB%以下に)

各プレス出力での応力と圧縮面積との関係

圧縮応力	プレス出力		
	3,000t	2,000t	1,000t
20MPa	1.5m <sup>2</sup>	1.0m <sup>2</sup>	0.5m <sup>2</sup>
25MPa	1.0m <sup>2</sup>	0.75m <sup>2</sup>	—
30MPa	1.0m <sup>2</sup>	—	—

今回の試験で  
採用した出力と  
圧縮面積

各圧縮面積でのマット厚さとマット容積との関係 m<sup>3</sup>

マット厚さ cm	圧縮面積 m <sup>2</sup>			
	1.5	1	0.75	0.5
30	0.45	0.30	0.23	0.15
45	0.68	0.45	0.34	0.23
60	0.90	0.60	0.45	0.30
75	1.13	0.75	0.56	0.33
90	1.35	0.90	0.68	0.45

今回の試験で  
採用したマット  
厚と容積

図表 5-4 プレス出力と圧縮面積、容積の関係

③ 加圧パターン：15Mpa (≒150kg/cm<sup>2</sup>) ～25Mpa (≒250kg/cm<sup>2</sup>) の間で比較

④ 生材チップの年間処理量：1万t以上

(4) 試験装置

プレスメーカーA社所有の「10,000KN(1000t)高速油圧プレス(図表 5-5)」を用いる。

図表 5-5 10,000KN 高速油圧プレスの仕様

項目	性能
加圧能力	10,000KN (1,000t)
テーブル寸法(有効寸法)	2,500×2,000mm (1,780×2,000mm)
デーライト	3,000mm
ストローク	2,000mm
下降および上昇速度	～1,000mm/s
加圧速度	1～60mm/s

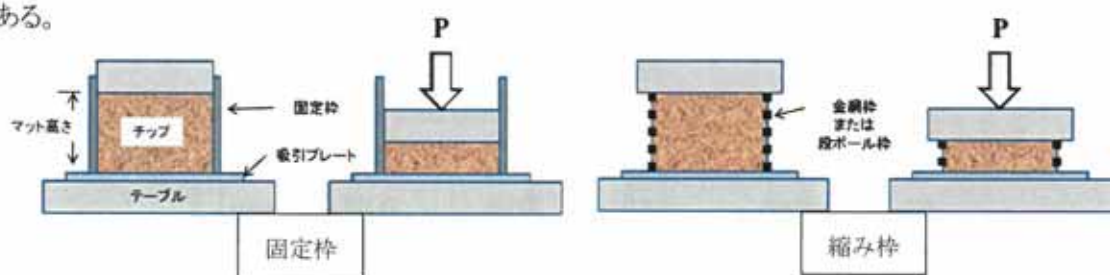
脱水試験に際しては下プレスの定盤上に搾出水を吸引・排除するサクシオンプレートを設置し、その上に固液分離用のスクリーンを敷く。実機段階ではサクシオンプレートを上下の定盤に設置する予定であるが、実証試験では下面のみとする。

### (5) チップマット

実証試験では所定の断面寸法と厚さを持ったチップマットを成形する必要がある。

金属や塩ビ製の固定枠にチップを投入し、ピストンの要領で圧縮するのも一法であるが、この場合チップの圧縮状態や脱水の様子を観察することができない。

それに対して金網で所定形状のマットを囲い、それらも含めて同時に圧縮する縮み枠方式も考えられる。この場合はチップの圧縮状態や脱水の様子も観察でき、今回の実証試験では好都合である。



図表 5-6 チップ圧縮時に使う枠のタイプ

2012年に実施したスモールサイズでの試験では、枠材に段ボールを用い、チップ高さ30cmのチップマットを「縮み枠方式」で圧縮した。その結果、チップを加圧しても、垂直方向にまっすぐ押しつぶされ横にはあまりはみ出さないことが確認されている。

そこで試しに枠材としてビニール亀甲金網(#20,16mm)を用いて断面積70×70cm<sup>2</sup>、高さ60cmの縮み枠チップマット(縮みマット)を制作した。その結果、人が乗っても、ジャンプしても型くずれせず使えそうな用途が立った。これらの結果を根拠に、実証試験ではこの縮みマット方式を採用することとする。

### (6) 実施体制

- ・実施場所: プレスメーカーA 社工場
- ・実施期間: 第1次試験 2013年12月10日～12日(3日間)  
第2次試験 2014年1月8日～10日(3日間)
- ・人員体制と役割分担:

担当者・団体	役割
沢辺	試験設計、統括管理
県北木材協同組合	試験用チップの準備、現場作業、各種計測等
プレスメーカーA社	試験施設・装置の提供、プレス操作、機械データ収集等
森林総合研究所	含水率データ計測器の貸与、現場での測定・分析等
森のエネルギー研究所	記録、調整等



## 5.2.2 第1次実証試験

### (1) 試験の目的と内容

#### ① 縮みマットの有効性の確認

本実証試験の正否は縮みマットが有効に機能するか否かにかかっている。要点は、

- (a) マットの初期厚さに関係なく、圧縮過程でのマットの横方向にふくれが少なく、金網が破れないこと
- (b) マットの縮みかたと水の浸出の様子が観察できること
- (c) S-S 曲線（縮み量と応力との関係図）に金網の顕著な影響が現れないこと

#### ② 脱水効果とチップマットの厚さとの関係

チップマットの脱水処理容積はチップマットの圧縮面積  $A \times$  厚さ  $T$  で決定される。他方チップマットの作用する応力  $\sigma$  は、 $\sigma =$  荷重  $P$  / 圧縮面積  $A$  で決められるため、マット厚さを厚くしても荷重は変わらないため、一回当たりの処理量を高めるためにはマット厚さを増すことが好ましい。

ここでは圧縮応力 20MPa とし、試験プレスの最大出力から割り出した圧縮面積  $0.49\text{m}^2$  (マット底面寸法:  $0.7 \times 0.7\text{m}^2$ ) の条件で、マット厚さを 30、60、90cm に順次増加した時の脱水効果の変化を検討した。主たる検討のポイントは次の3点である。

- (a) 脱水効果の初期マット厚さ依存性（脱水効果にマット厚さの上限があるのか）
- (b) 脱水効果のマット厚さ方向分布（圧縮盤近辺と厚さ中央部）
- (c) 圧縮過程での水の搾出状況確認

#### ③ 圧縮圧力と脱水効果との関係

圧縮圧力と脱水効果との関係はマット厚さが 10cm 前後の条件ですでに実施され(2012 年)、圧力が 20MPa 以上では大きな脱水効果の増加が期待できないこと等の理由から、20MPa ( $\approx 200\text{kg}/\text{cm}^2$ ) を推奨圧力としている。

しかしマット厚さを増大した場合については、搾出水の排出困難性や他の要因等が関係することも考えられるため、前項②で示した3種類のマット厚さについて、それぞれ圧縮応力が  $150\text{kg}/\text{cm}^2$ 、 $200\text{kg}/\text{cm}^2$ 、 $250\text{kg}/\text{cm}^2$  での脱水効果を検討した。

#### ④ 荷重パターンの検討

先行試験によって、脱水効果に圧縮圧力の保持時間はほとんど影響しない、また繰り返し荷重によって脱水効果が高まることも示唆されている。しかし搾出水の出方や、脱水処理能力を左右する圧縮変形速度(荷重パターン)、さらに圧縮繰り返し回数等の脱水効果に及ぼす影響については未検討である。今回の実証試験では、これらの点についても実験、検討を加えた。

### (2) 試験結果と考察

#### ① 縮み枠マットの有効性

・マット厚さ 30、60、90cm のいずれの場合でも、(1)の①で挙げた(a)～(c)の課題をクリアし、縮みマットが有効に機能することが確認された。(写真 5-1)



写真 5-1 プレス圧縮によるチップマットの形状変化

## ② 脱水効果とチップマットの初期厚さとの関係

### (a) 脱水効果の厚さ依存性（脱水効果にマット厚さに上限があるのか）

- ・いずれの設定圧力の場合にも、初期マット厚さによる脱水効果の低下は観察されなかった。したがって、今回の試験で使用した 90cm までの厚みであれば十分にプレス圧縮の効果があることが確認された。

### (b) 脱水効果の厚さ方向分布（圧縮盤近辺と厚さ中央部）

- ・いずれの試験体においても、サンプリング箇所（圧縮盤近辺と厚さ中央部）での圧縮後の水分率に大きな変化はなく、ほぼ均一に脱水されることが確認された。したがって、サクシヨンプレートは下側一基で十分と確認できた。

### (c) 圧縮過程での水の搾出状況確認

- ・出水開始はマットの初期厚さに関係なく、いずれの試験体でもひずみが 65% 前後（圧縮前の厚みの 1/3 程度）、応力約 10kg/cm<sup>2</sup> になった段階で始まった。（図表 5-7）
- ・いずれの設定圧力の場合にも、主たる出水は最高圧力に達してから約 20 秒間持続する。
- ・圧縮応力の発生も、試験体の厚さに関係なく、ひずみが 35～40%（圧縮前の厚みの 2/3 程度）になった段階で始まった。（図表 5-7）
- ・また、最大圧縮時の試験体の厚みは、圧縮前の約 15% となった。圧力を解放した後は、圧縮前の厚さの 60～70% 程度となった。

図表 5-7 応力発生時とのひずみ、出水の関係

試験体	処理前			応力発生時のひずみ %	出水開始時のひずみ %
	高さ	重量	かさ密度		
	cm	kg	kg/m <sup>3</sup>		
H30-1	26.0	39.2	365	37	66
H30-2	28.7	40.8	347	38	66
H30-3	29.5	39.1	332	38	63
H30-4	26.8	35.5	343	36	61
平均			346.8	37	64
H60-1	44.5	74.0	395	37	63
H60-2	47.0	73.2	383	37	60
H60-3	49.4	73.3	378	39	65
H60-4	47.6	72.6	380	39	64
H60-5	49.8	70.7	359	38	63
H60-6	47.0	68.9	358	36	65
H60-7	47.0	72.3	391	31	62
H60-8	49.0	72.4	367	40	58
平均			376.4	37	63
H90-2	70.0	110.2	398	38	68
H90-3	66.0	113.7	406	36	62
H90-4	70.5	104.1	383	38	66
H90-5	71.0	106.1	383	38	66
H90-6	70.5	106.3	386	40	67
H90-7	68.0	107.1	409	36	61
H90-8	65.4	107.8	407	33	58
平均			396.0	37	64

### ③ 圧力と脱水効果との関係

- ・いずれの試験体でも、試験前の約 60WB%から 30WB%台の数値まで脱水することができた。
- ・圧縮応力(プレスの設定圧力)が大きいほど脱水効果が高まる傾向が見られるが、試験体数が限られたこともあって、必ずしも明確な比例関係が観察されたわけではない。

### ④ 荷重パターンの検討

- ・試験体の圧縮ひずみが 0~35% (圧縮前の 2/3 程度の厚さに圧縮されるまで)の間は、応力が発生しない「応力ゼロ領域」が存在する。
- ・脱水効果に圧縮圧力の保持時間は、脱水効果にほとんど影響しなかった。
- ・繰り返し荷重による脱水効果も、当初の予想に反して脱水効果にほとんど影響しなかった。



図表 5-8 第 1 次実証試験結果のまとめ

圧縮脱水実証試験まとめ

試験体	高さ cm		回復率 %	かさ密度 kg/m <sup>3</sup>	重量 kg			変形速度 mm/s	保持時間 s	応力発生	
	脱水前	脱水後			脱水前	脱水後	脱水量			ε	ε <sub>出</sub>
H30-1	26.0	18.0	69.2	365	39.2	24.0	15.2	4	37	0.37	0.66
H30-2	28.7	21.0	73.2	347	40.8	26.1	14.7	4	15	0.38	0.66
H30-3	29.5	21.5	72.9	332	39.1	25.2	13.9	4→1	35	0.38	0.63
H30-4	26.8	19.2	71.6	343	35.5	21.6	13.9	4→1	35	0.36	0.61
平均			71.7	346.8			14.4			0.37	0.64
H60-1	44.5	30.0	67.4	395	74.0	44.1	29.9	4	37	0.37	0.63
H60-2	47.0	30.0	63.8	383	73.2	42.9	30.3	4	33	0.37	0.60
H60-3	49.4	33.6	68.0	378	73.3	45.3	28.0	4	65	0.39	0.65
H60-4	47.6	32.4	68.1	380	72.6	44.8	27.8	4	25	0.39	0.64
H60-5	49.8	34.0	68.3	359	70.7	45.1	25.6	4	37	0.38	0.63
H60-6	47.0	32.1	68.3	358	68.9	45.1	23.8	4	36	0.36	0.65
H60-7	47.0	32.0	68.1	391	72.3	45.8	26.5	4	92	0.31	0.62
H60-8	49.0	29.0	59.2	367	72.4	41.8	30.6	4*2		0.4	0.58
平均			66.4	376.4			27.8			0.37	0.63
H90-2	70.0	45.5	65.0	398	110.2	63.5	46.7	4	52	0.38	0.68
H90-3	66.0	45.0	68.2	406	113.7	71.2	42.4	4	56	0.36	0.62
H90-4	70.5	43.0	61.0	383	104.1	64.4	39.7	4	94	0.38	0.66
H90-5	71.0	45.0	63.4	383	106.1	63.3	42.8	4	64	0.38	0.66
H90-6	70.5	44.6	63.3	386	106.3	65.3	41.0	4	46	0.40	0.67
H90-7	68.0	43.0	63.2	409	107.1	61.4	45.7	4	70	0.36	0.61
H90-8	65.4	43.0	65.7	407	107.8	64.8	43.0	4*2		0.33	0.58
平均			64.3	396.0			43.0			0.37	0.64



### (3) 課題

- ・今回の試験から、90cm までであればチップ厚は脱水効果に影響を与えないことが確認されたが、設定圧力については、150kg/cm<sup>2</sup>、200kg/cm<sup>2</sup>、250kg/cm<sup>2</sup>のいずれが適切かまでは確定できなかった。圧力が大きいほど脱水効果が高まるのは当然であるが、プレス機のコストも上がるため、商業ベースで実施するためには最適な圧力の見極めが必要である。
- ・主たる出水は最高圧力に達してから約 20 秒間でほぼ終了することが確認されたが、それが最適な最高圧力の保持時間かの検証が望ましい。(さらに持続した場合の脱水効果の検証)
- ・プレス工程には応力が発生しない「応力ゼロ領域」が存在することから、圧縮処理サイクル時間が短縮できる可能性をさらに検討する必要がある。

## 5.2.3 第 2 次実証試験

### (1) 試験の目的と内容

第1次試験の成果と課題を踏まえて、次の 3 つを目的として追加試験を実施した。

#### ① 実機レベルのプレス出力選定のための圧縮最大応力の決定

今回は試験体の初期チップ厚をすべて 90cm に揃え、最高圧力を 100kg/cm<sup>2</sup>、150kg/cm<sup>2</sup>、200kg/cm<sup>2</sup>、250kg/cm<sup>2</sup>の 4 パターンで実施した。

#### ② 脱水効果と処理時間に関係する保持時間の決定

それぞれの設定圧力ケースについて、最高圧力の保持時間を 20 秒と 30 秒の 2 パターンで実施し、実機レベルで採用する際にいずれが望ましいかを検討した。

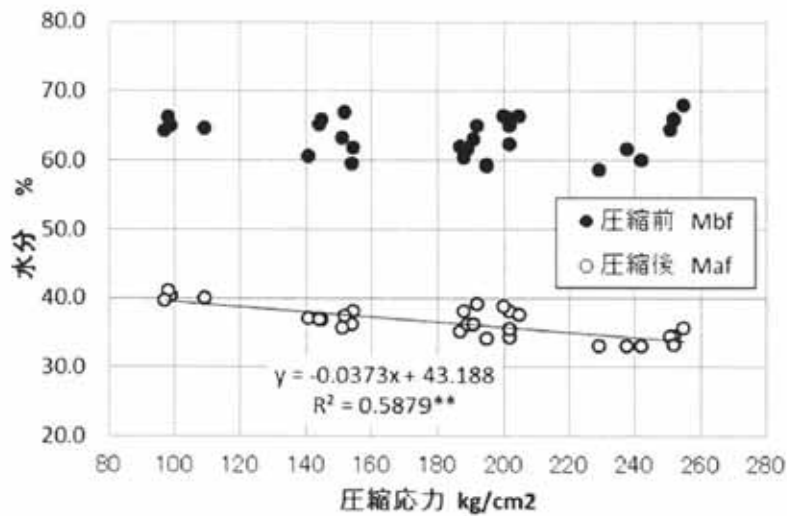
#### ① 圧縮処理サイクル当たりの時間短縮の検討

最高圧力の保持時間と合わせて、前後のプレス機の動作と所要時間を再確認し、圧縮処理サイクル時間の短縮可能性を検討した。

### (2) 試験結果

#### ① 実機レベルのプレス出力選定のための圧縮最大応力の決定

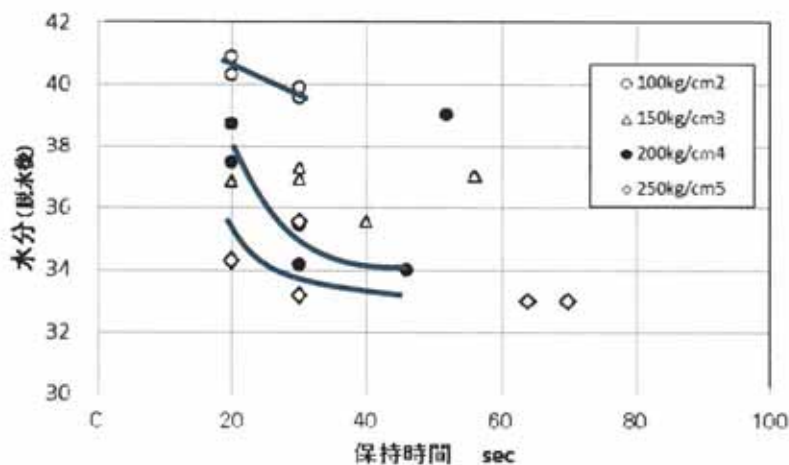
- ・圧縮後の水分(湿量準含水率)に 30%台を要求するときは 150kg/cm<sup>2</sup> 以上が必要。
  - ・圧縮後の水分(湿量準含水率)に 35%以下を要求するときは 250kg/cm<sup>2</sup> 以上が必要。
- ⇒無難な条件として、**200kg/cm<sup>2</sup>**を推薦する。



図表 5-9 圧縮応力と脱水前後の水分（湿量基準含水率）の関係

② 脱水効果と処理時間に関する保持維持時間の決定

- ・20 秒から 30 秒の間にもまだ相当量の脱水が行われることが確認された。特に①で推奨した圧縮最大応力 200 kg/cm<sup>2</sup> において 30 秒にした場合の脱水効果が顕著であった(図表 5-10)  
⇒保持時間は最短でも 30 秒が望ましいと考えられる。



図表 5-10 最大応力の保持時間と水分（湿量基準含水率）の関係

③ 圧縮処理サイクル当たりの時間短縮の検討

- ・この部分はプレスの前工程の設計とも関連するため、今回の実証実験の結果のみでは判断が困難であったため、周辺機器も含めた実機のプロトタイプ設計を行う中で検討することが望ましい。

図表 5-11 第 1 次及び第 2 次実証試験結果のまとめ

試験体	設定圧力 kg/cm <sup>2</sup>	保持時間 sec	変形速度 mm/s	高さ cm		かさ密度 kg/m <sup>3</sup>	重量 kg		応力発生 ε	出水開始		Pmax		水分率 WB%	
				脱水分前	脱水分後		脱水分前	脱水分後		ε	σ	ε	σ	初期	脱水分後
20131211															
H30-1	200	37	4	26.0	18.0	365	39.2	24.0	15.2	0.37	0.66	15	0.83	175	
H30-2	200	15	4	28.7	21.0	347	40.8	26.1	14.7	0.38	0.66	14	0.84	188	60.3
H30-3	200	35	4→1	29.5	21.5	332	39.1	25.2	13.9	0.38	0.63	9	0.85	197	
H30-4	200	35	4→1	26.8	19.2	343	35.5	21.6	13.9	0.36	0.61	8	0.85	202	62.2
H60-1	200	37	4	44.5	30.0	395	74.0	44.1	29.9	0.37	0.63	11	0.84	180	
H60-2	200	33	4	47.0	30.0	383	73.2	42.9	30.3	0.37	0.60	8	0.85	187	61.9
H60-3	200	65	4	49.4	33.6	378	73.3	45.3	28.0	0.39	0.65	12	0.84	195	59.2
H60-4	250	25	4	47.6	32.4	380	72.6	44.8	27.8	0.39	0.64	10	0.85	229	58.7
H60-5	250	37	4	49.8	34.0	359	70.7	45.1	25.6	0.38	0.63	11	0.85	233	
H60-6	150	36	4	47.0	32.1	358	68.9	45.1	23.8	0.36	0.65	12	0.83	145	
H60-7	150	92	4	47.0	32.0	391	72.3	45.8	26.5	0.31	0.62	12	0.82	154	59.4
H60-8	200		4*2	49.0	29.0	367	72.4	41.8	30.6	0.4	0.58	6	0.85	191	63.0
H90-2	200	52	4	70.0	45.5	398	110.2	63.5	46.7	0.38	0.68	14	0.85	192	64.8
H90-3	150	56	4	66.0	45.0	406	113.7	71.2	42.4	0.36	0.62	11	0.82	141	60.5
H90-4	150	94	4	70.5	43.0	383	104.1	64.4	39.7	0.38	0.66	12	0.84	155	61.7
H90-5	250	64	4	71.0	45.0	383	106.1	63.3	42.8	0.38	0.66	14	0.87	242	60.0
H90-6	200	46	4	70.5	44.6	386	106.3	65.3	41.0	0.40	0.67	13	0.85	195	59.4
H90-7	250	70	4	68.0	43.0	409	107.1	61.4	45.7	0.36	0.61	9	0.85	238	61.6
H90-8	200		4*2	65.4	43.0	407	107.8	64.8	43.0	0.33	0.58	9	0.84	189	61.5
20140109															
H90-11	100	20	4	83.2	53.5	335	107.5	73.9	33.6	0.39	0.69	10	0.88	99	64.9
H90-12	100	20	4	80.7	53.0	340	107.2	75.9	31.3	0.39	0.66	8	0.90	98	66.1
H90-13	100	30	4	86.5	51.7	330	113.0	82.5	30.5	0.39	0.65	9	0.85	97	64.2
H90-14	100	30	4	84.6	52.0	359	106.3	75.6	30.7	0.38	0.65	9	0.88	109	64.6
H90-15	150	20	4	84.9	52.7	328	110.0	75.7	34.3	0.40	0.63	8	0.85	145	65.8
H90-16	150	30	4	81.6	50.8	336	109.2	73.7	35.4	0.43	0.69	9	0.90	144	65.0
H90-17	150	30	4	87.0	53.3	343	112.2	76.4	35.8	0.41	0.66	9	0.87	152	66.8
H90-18	150	40	4	84.3	48.2	339	108.5	73.9	34.6	0.44	0.67	9	0.88	151	63.2
H90-19	200	20	4	90.5	50.5	325	114.5	75.0	39.5	0.43	0.65	7	0.89	205	66.4
H90-20	200	20	4	83.2	44.3	340	107.5	73.2	34.2	0.46	0.70	10	0.90	200	66.3
H90-21	200	30	4	80.4	49.6	357	108.8	69.3	39.5	0.44	0.68	10	0.89	202	65.9
H90-22	200	30	4	81.5	50.0	337	106.1	67.9	38.2	0.43	0.68	10	0.89	202	65.0
H90-23	250	20	4	78.2	45.8	336	109.2	69.6	39.6	0.43	0.66	10	0.87	252	66.0
H90-24	250	20	4	83.2	50.0	347	112.9	72.3	40.6	0.45	0.68	10	0.90	251	64.4
H90-25	250	30	4	85.0	50.5	331	111.0	69.9	41.1	0.45	0.69	10	0.89	252	65.7
H90-26	250	30	4	78.0	45.7	354	107.0	66.3	40.7	0.45	0.72	11	0.93	255	67.8



## (1) 成果と課題

- ・2次に及ぶ実証試験の結果、圧縮脱水装置(高速油圧プレス機)を使った方法は、シンプルかつ即効性のある低含水率チップ製造方法として有効な手段であることが実証できた。
- ・今回得られた各種データにより、実機プラント建設の最適化をはかる足がかりとなった。
- ・ただし、今回の実証試験はプレス部分のみを対象とするものであり、商業ベースで導入するためには、チップの自動搬送や脱水後の水処理等も含む全体システムとしてのプラント設計が必要。
- ・さらに最大の課題は、高速油圧プレス機及び周辺システム導入のためのコストである。当初は本モデル事業の熱供給施設への導入を前提に検討を始めたが、メーカーから見積書を取得して交渉を重ねた結果、実機ベースで含水率30%台を確保するために必要な圧力(最大応力 200 kg/cm<sup>2</sup>以上)を実現できるプレス機は、2億円前後することが明らかとなった。メーカーによると、周辺機器を含めた設備投資額は3~4億円台にのぼる見込みである。
- ・この金額では、モデル事業で予定している年間1万t程度の需要では到底採算がとれない。投資回収のためにはスケールメリットが必要であり、少なくとも年間5万t程度の生産・販売量の確保が採算ラインとなる。

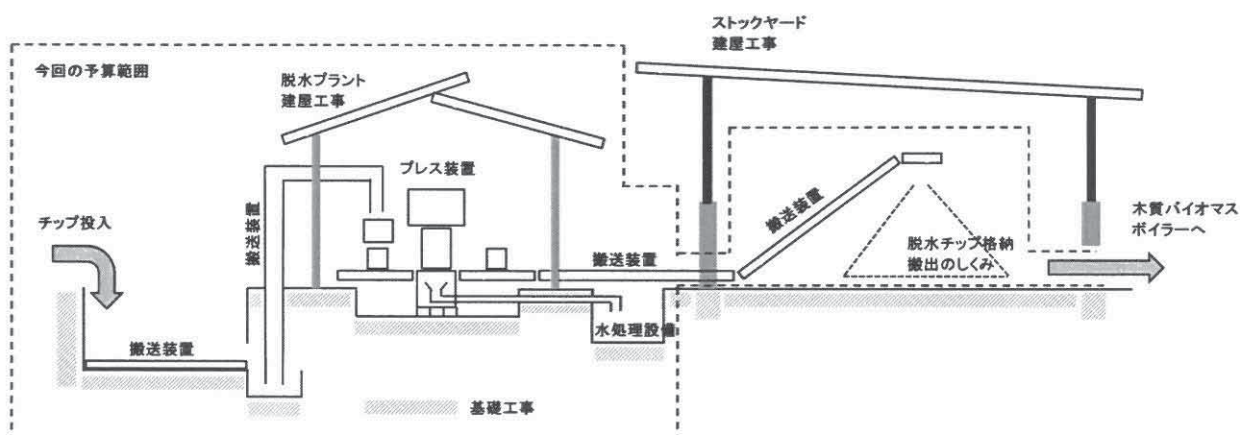
## 5.3 システムの概略設計

実証試験で明らかとなった成果と課題に基づいて、年間の低含水率チップ生産量を5万tにスケールアップする形で、プレスメーカーA社に実機ベース(商業プラント)の概略設計を委託した。以下、その概略設計の主たるポイントを記載する。

### 5.3.1 設計条件

#### (1) 設計範囲

##### ① 工事区分



図表 5-12 プラント全体の概念図と工事区分

## (2) 設計の基本条件

### ① 目的

燃料用木質チップ圧縮脱水装置及びその量産化システムについて基本設計をおこない、その見積仕様を記載したものである。

### ② 基本条件

- (a) 木質チップの初期含水量 初期含水率:50~60wb%
- (b) 木質チップの脱水後含水量 脱水後含水率:30wb%
- (c) 処理量  $50,000\text{t}/\text{年} \div 0.3\text{t}/\text{m}^3 = 167,000 \text{ m}^3$
- (d) 稼働時間 300 日×24 時間=7,200 時間/年
- (e) 運転条件 半無人運転
- (f) 圧縮条件 最大荷重:20000kN  
圧縮面積:1 m<sup>2</sup>  
材料マット厚さ:1000 mm  
排水量:120L/ショット  
脱水時の加圧キープ時間:30 秒  
圧縮サイクル:120 秒/ショット (30 ショット/時間)

### ③ 処理量の検討

#### (a) 1 時間当たりの処理量について

圧縮寸法	圧縮面積	圧縮面圧	圧縮出力	圧縮高さ	処理容積	かさ密度	処理量
1000×1000 mm	1 m <sup>2</sup>	20Mpa	20000kN	1000mm	30 m <sup>3</sup>	0.3t/ m <sup>3</sup>	9t

#### (b) 年間処理量及び処理容積

処 理 量:7,200 時間×9t = 64,800t

処理容積:7,200 時間×30 m<sup>3</sup> = 216,000 m<sup>3</sup>

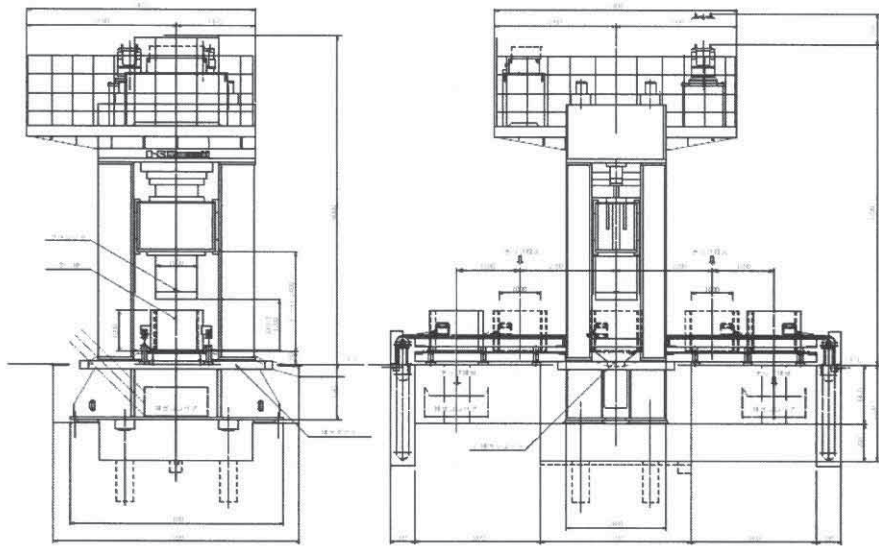
## 5.3.2 主たる要素技術

### (1) 木質チップ圧縮脱水装置

#### ① 名称、形式等

本装置は、木質チップの脱水を主目的として設計されたバルブ・コントロール方式を採用し他圧縮脱水装置です。プレス前後に各々独立動作する型枠搬送装置を装備しており、圧縮脱水作業がスムーズにおこなえます。

- 品 名: 20000kN 木質チップ圧縮脱水装置
- 形 式: ストレートサイドフレーム形 (バルブ・コントロール方式)
- 基 数: 1 基



図表 5-13 20000kN 木質チップ圧縮脱水装置 (図面)

② 主要諸元

(a) 主プレス

出力 <sup>2)10)</sup>	4000 ~ 20000 kN
圧力調整範囲	5 ~ 25 MPa
引上出力 <sup>2)</sup>	630 kN(圧力 24.5 MPa 時)
最大ストローク	1200 mm
デーライト <sup>4)</sup>	2400 mm
受圧テーブル寸法 <sup>5)</sup>	R.L.1350 × F.B.1350 mm
プランジャ外寸法	R.L.1000 × F.B.1000 × H1050mm
スライド寸法 <sup>5)</sup>	R.L.1500 × F.B.1500 mm
型枠内寸法	R.L.1000 × F.B.1000 × H1000mm
高速加圧速度 <sup>3),6)</sup>	140mm/s(1000kN 以下)
加圧速度	10mm/s(14900kN 以下)~6mm/s(20000kN 以下)
無負荷下降速度 <sup>3)</sup>	300 mm/s
上昇速度 <sup>3)</sup>	300 mm/s(圧力 18.6 MPa 以下時)

(b) 型枠移送装置

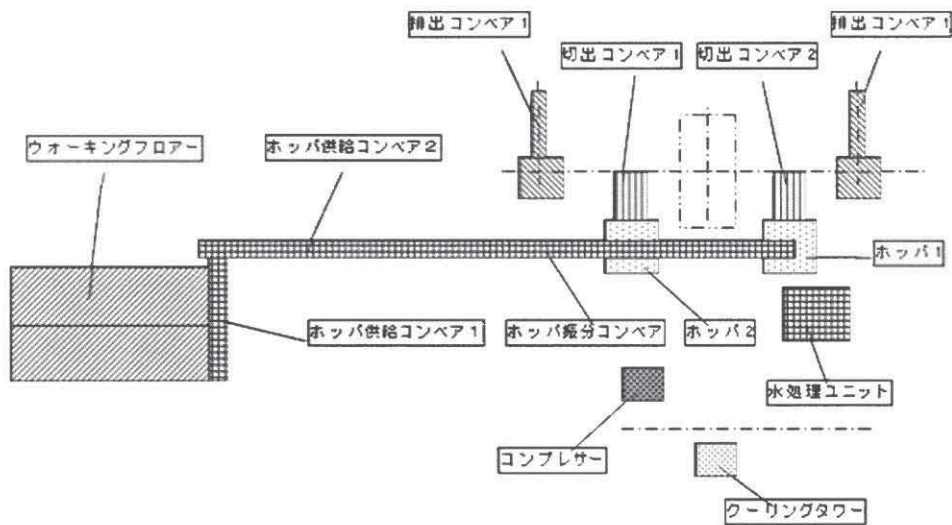
形 式		前面・後面移送タイプ
移 送 方 式		電動機駆動方式
移送最大重量		3 ton(片側)
移送ストローク		3800 mm
移 送 速 度	材料投入位置～装置内	100 mm/s
	装置内～材料排出位置～材料投入位置	150 mm/s

(2) 木質チップ搬送ライン

① 名称、形式等

木質チップの受入用場所からウォーキングフロアで切出しをおこない、搬送コンベアで圧縮脱水装置への定量供給及び排出をおこなう自動供給・排出ラインです。

- 品 名 : 木質チップ自動供給・排出ライン
- 数 量 : 1 式
- 機器の概要:



図表 5-14 木質チップ搬送ラインの概念図



### 5.3.3 概算費用

今回の概略設計に基づくプラントの概算費用は下記の取りである。

図表 5-15 木質チップ圧縮脱水システム設備費及び建設工事費（概算見積）

	品名及び仕様	数量	単価(円)	金額(円)
1	ウォーキングフロア供給装置	2式	39,000,000	78,000,000
2	木質燃料搬送装置	1式	70,400,000	70,400,000
3	20000kN 木質チップ圧縮脱水装置	1式	200,000,000	200,000,000
4	コンプレッサ(レシーバタンク付)	1式	2,800,000	2,800,000
5	クーリングタワー	1式		1,800,000
6	制御盤	1式		5,400,000
7	設置工事	1式	52,400,000	52,400,000
8	電気工事費	1式	8,000,000	8,000,000
9	諸経費	1式		39,000,000
	合計			457,800,000

※税別

### 5.3.4 今後の課題と方向性

今回の概略設計に基づく概算費用のうち、圧縮脱水装置そのものの金額については、ある程度織り込み済みであるが、チップ搬送ラインをはじめとする周辺機器と工事費が、大幅に予想を上回っている。

メーカー側の説明としては、故障や不具合を未然に防ぐために必要な要素技術を組み合わせるとこの金額になるとのことであるが、このレベルでは商業ベースでの普及は困難である。そのため、次年度以降、チップ搬送ライン等の周辺機器も含めた設計と費用の見直しを前提に、メーカーサイドとの協議を継続する予定である。

ただし、圧縮脱水プラントは、規模的にも予算的にも、本モデル事業の対象範囲を超えるため、次年度以降は本事業とは切り離し、別途検討を行う。



## 6. バーク燃焼試験

製材工場で発生するバークは、水分が高く不均一な形状であるため燃料利用は難しいが、発生量が多く処理方法を模索している事業者も多いため、利用ニーズは高い。そこで、本事業ではバークを燃料とした場合のチップボイラへの影響を分析し、熱供給事業における燃料としての可能性を検討する。

### 6.1 前処理

製材工場で発生するバークは長尺のものが多く含まれるため、そのまま使用すると供給装置のトラブル原因となる。前処理工程として 30cm 以下にする必要があるため、破砕機等で処理することが有効と考えられる。ただし、処理により粉状のものが多くなると、流動性が悪くなり供給系のトラブル原因となることや、ボイラ燃焼時に火の粉が集塵装置に飛沫したりダクトのダンパーが詰まる要因となり得る。

本事業ではバーク燃焼試験の前処理としてバーク破砕処理についてもデータ計測等を行い、破砕後のチップ形状や作業効率等について整理した。

#### (1) 前処理方法

図表 6-1 に示す 3 種類の破砕機を用いて前処理を行った。

図表 6-1 使用破砕機等

	破砕機 A	破砕機 B	破砕機 C
メーカー名	株式会社山本製作所	株式会社諸岡	緑産株式会社
種類	農用裁断機	破砕機(破砕チップ)	チップパー(切削チップ)
型式	CD-250C	MC-2000	WoodHacker MEGA421
処理能力 (カタログ参考値)	1.5~3t/h(藁の場合)	—	最大 100m <sup>3</sup> /h
動力	電気	軽油	軽油
外観		 (出典：(株) 諸岡 HP)	

## (2) 生産性

破砕機 A と C を用いて前処理を行う際、破砕作業時間と詰まり等による停止時間を計測し、時間当たりの生産量を整理した。

破砕機 A は農用裁断機であり、小型機器のためバークの投入は手動である。バケット 1 杯ずつ破砕量と破砕時間を計測した結果を図表 6-2 に示す。破砕量はトラックスケールで計測した。詰まりが発生した時間も計測し、作業時間と破砕機稼働時間の両方を記録した。破砕作業を 3 回計測した結果、時間当たりの平均生産量は 0.7t/h、1~2 分間隔で詰まりが発生していた。詰まり回数が多く連続運転が難しいため、長時間の処理には適さないと考えられる。

破砕機 C は切削型の移動式チップパーであり、グラップルでバークを投入する。破砕作業時間や詰まり除去作業等で停止した時間をそれぞれ計測した。バーク破砕量は、バケットあたりの重量を計測し、燃料投入時にバケットでの投入回数を記録し、全量を算出した。時間当たりの生産量は 0.3t/h であった。時間当たりの詰まりによる停止回数は多くないものの、除去作業に数分~10 分程度かかっており、30 分近く要した作業も 1 回あった。また、詰まりが起こらないよう、時々逆回転をかけながら運転していたことも生産量に影響しているかもしれない。

破砕機 A と C を比較すると、作業性として破砕機 A は詰まり回数が多く、時間当たりの生産量は C が少ない結果となった。破砕機 C の場合には詰まり除去作業に数分~数十分かかる場合があることと、詰まりが起こらないよう運転を調整していることが要因として考えられる。また、破砕機 A の場合は作業時間が短かったため、長時間運転の場合には時間当たりの生産量が低下する可能性もある。

図表 6-2 破砕機 A による破砕作業記録

	破砕作業 時間	破砕機稼働 動作時間	詰まりに よる停止	バーク 破砕量	時間当たり の生産量
1 回目	14 分 30 秒	10 分 36 秒	6 回	240 kg	993 kg/h
2 回目	19 分 19 秒	13 分 13 秒	8 回	160 kg	497 kg/h
3 回目	17 分 44 秒	12 分 33 秒	9 回	190 kg	643 kg/h
平均				197 kg	711 kg/h

※バーク水分：52.3%WB



図表 6-3 破砕機 A による破砕の様子（左/投入の様子、右/詰まりを取り除く作業）

図表 6-4 破砕機 C による破砕作業記録

破砕作業時間	破砕機稼働動作時間	詰まりによる停止	パーク破砕量	時間当たりの生産量	燃料消費量
15.17 時間	13.48 時間	47 回 (約 3 回/h)	4,690 kg	309 kg/h	258.5L (約 17L/h)



図表 6-5 破砕機 C による破砕の様子（左/投入の様子、右/投入部分）

### (3) 破砕後の形状

破砕前及び破砕機 A～C による破砕後のパークの写真を図表 6-6、かさ比重を図表 6-7 に示す。処理後の形状（大きさ）の違いについてはふるい分け試験を行い、細かい形状の割合を求めた。ふるい分け試験の結果を図表 6-8 に示す。3 ケースとも 9.5mm 未満の割合が大きい、特に破砕機 A で処理したパークの 9.5mm 未満の割合が大きい。かさ比重の比較においても A の比重が大きい結果となっている。破砕機 B と C については、同様の傾向であった。

チップボイラで使用する際には粉状の細かい燃料が多くなるのは避けたいところだが、破砕処理を行うことで 1cm 以下の燃料が多くなってしまったことがわかった。破砕方式による傾向の違いは確認できなかったため、パークの燃料利用に関するひとつの課題が明らか



となった。



図表 6-6 破砕前後のパーク

図表 6-7 破砕前後のパークかさ比重

サンプル	かさ比重	備考
破砕前	0.10 t/m <sup>3</sup>	
破砕機 A 処理後	0.20 t/m <sup>3</sup>	水分 52.3%WB
破砕機 B 処理後	0.15 t/m <sup>3</sup>	水分 52.9% WB
破砕機 C 処理後	未計測	

図表 6-8 破砕処理後のサイズ比較（ふるい分け試験結果）

	破砕機 A	破砕機 B	破砕機 C
9.5mm 未満	85.1%	64.9%	61.5%
9.5～26.5mm 未満	14.9%	35.1%	36.2%
26.5mm 以上	1%未満	1%未満	2.3%



## 6.2 燃焼試験

### (1) 試験方法

チップボイラに投入する燃料のパターンをバークとチップの混合割合ごとに5つのパターンに分け、県北木材協同組合で木材製品乾燥用として使用されているチップボイラを用いて燃焼試験を実施した。チップボイラの仕様を図表 6-9 に示す。投入燃料パターンは図表 6-10 の比率とした。各パターンの燃料写真を図表 6-11～図表 6-13 に示す。燃料投入前にパターン毎の比率でバケットを用いて混合し、チップサイロへ投入した。作業の様子を図表 6-14 に示す。1パターンあたりの試験期間を1週間程度とし、必要と想定される量の燃料をサイロへ投入した。燃料サイロに投入してからチップボイラに入るまで時間差があるため、ボイラに入るまでの時間を予想しながらの投入作業となる。

燃料がチップボイラに与える影響についての評価は、投入熱量と出力(=負荷)を用いてボイラ効率を算出し、パターンによる違いを比較することとした。投入熱量については、投入燃料の発熱量と1回あたりの投入量及び投入回数から求めることとした。バークおよびチップの発熱量等を図表 6-15 に示す。これらの数値を基準とし、投入時の水分を計測することで投入毎の発熱量を算出した。投入量については、投入燃料のかさ比重を測定し、プッシャーでの燃料投入時の量と回数をもとに算定した。

図表 6-9 燃焼試験に用いたチップボイラ

項目	仕様	備考
定格出力	1,200kW	Polytechnik 社製
利用形態	温水	
用途	木材製品乾燥	
運転時間	24h/日	

図表 6-10 投入燃料パターン毎のバーク・チップ混合割合(体積比)

	バーク	チップ
パターン①	1	0
パターン②	1	1
パターン③	0	1
パターン④	2	1
パターン⑤	1	2



図表 6-11 パークのみ (左)、パーク1:チップ1



図表 6-12 チップのみ (左)、パーク2:チップ1 (右)



図表 6-13 パーク1:チップ2



図表 6-14 サイロ投入前にパークとチップを混合している様子

図表 6-15 パーク及びチップの性状分析結果

分析項目名	単 位	パーク	皮付チップ
含有試験			
炭素 (C)	%	49.65	50.01
水素 (H)	%	5.58	6.14
窒素 (N)	%	0.37	0.09
酸素 (O)	%	41.17	43.61
硫黄分 (S)	%	0.04	0.02
硫黄分 (可燃性)	%	0.01 未満	0.01 未満
全塩素 (Cl)	%	0.06	0.03
灰分	%	3.2	0.1
表示方法		乾物	乾物
一般性状試験			
水分	%	55.5	62.1
低位発熱量	kJ/kg	6,680	5,430
高位発熱量	kJ/kg	8,640	7,520
表示方法		現物	現物



## (2) 試験結果

燃料条件とボイラ効率算定結果を図表 6-16 及び図表 6-17 に示す。入力熱量は投入燃料の発熱量と 1 回あたりの投入量及び投入回数から算定したが、ボイラ負荷が低い場合にボイラ水の昇温に要した熱量もあると考えられるため、その分を差し引いた熱量を実質熱量として推計した。

ボイラ効率の算定結果については、非常に低い数値が多くなっており、稼働時間や負荷条件の違いもあることから実際とは異なる数値となっている場合があると考えられる。出力についてはチップボイラで記録されているデータであり出力＝負荷となるため、需要条件に大きく影響される。今回の試験では木材製品乾燥の需要が大きくなかったため負荷条件を一定にすることが非常に難しく、負荷の小さい時間帯が多かった。稼働時間については基本的には 24 時間運転だが、ボイラの不具合により停止した時間帯があったため、稼働時間が短くなっている日がある。今回の試験期間ではこれらの要因により、燃料条件よりも負荷条件の変動が大きく影響している可能性がある。また、入力熱量についても、プッシャーによる投入回数と 1 回あたりの投入量をもとに算定したが、ボイラへの投入量は常に一定ではなく、算定数値は設定条件により変動幅が大きいものといえる。今回の試験では、投入燃料量の算定方法が難しく、また負荷が小さい状態での運転となったためボイラ条件が安定せず、燃料による影響についてボイラ効率を指標として分析することは非常に難しいことが分かった。

ボイラ効率以外の指標として出力を比較したデータを図表 6-18 に示す。燃料条件ごとの出力を比較すると、バークのみの燃焼よりもチップを混ぜた方が、炉内温度が上がりやすい傾向がうかがえる。チップの混合比率が高い日ほど出力が大きくなっている。バークのみでもある程度の出力は出ているが、チップを混合することによって燃料利用の可能性が向上すると考えられる。



図表 6-16 燃料条件とボイラ効率算定結果

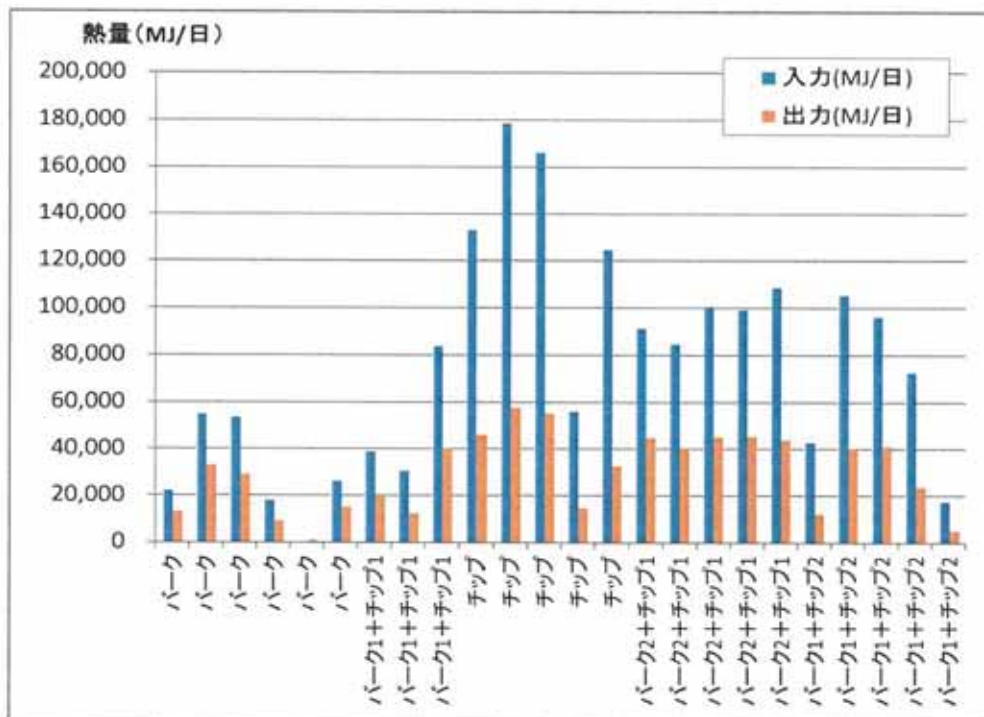
日付	混合比率(体積比)		入力(MJ/日)		出力(MJ/日)	ボイラ効率(%)	投入燃料水分(%)	稼働時間(Hr)
	パーク	チップ	全体	実質		実質		
11月5日	1	0	33,662	22,275	13,510	60.6%	52.9	14.5
11月6日	1	0	55,034	55,034	33,423	60.7%	54.6	24.0
11月7日	1	0	53,817	53,817	29,449	54.7%	—	22.3
11月8日	1	0	44,081	18,009	9,375	52.1%	52.9	15.0
11月9日	1	0	43,023	—	1,079	—	—	15.5
11月10日	1	0	64,656	26,353	15,245	57.8%	—	24.0
11月11日	1	1	56,226	39,005	19,480	49.9%	60.7	19.0
11月12日	1	1	51,237	30,653	12,561	41.0%	59.0	15.0
11月13日	1	1	83,876	83,876	40,229	48.0%	62.9	24.0
11月14日	0	1	133,245	133,245	46,107	34.6%	55.4	24.0
11月15日	0	1	178,796	178,796	57,905	32.4%	51.1	24.0
11月16日	0	1	180,814	166,348	55,456	33.3%	52.9	24.0
11月17日	0	1	159,150	56,234	14,830	26.4%	—	20.3
11月18日	0	1	167,624	124,776	32,816	26.3%	57.9	24.0
11月19日	2	1	99,442	91,487	44,907	49.1%	54.6	24.0
11月20日	2	1	84,893	84,893	40,697	47.9%	53.5	24.0
11月21日	2	1	100,708	100,708	45,292	45.0%	57.3	24.0
11月22日	2	1	99,338	99,338	45,634	45.9%	56.5	24.0
11月23日	2	1	113,624	108,756	44,155	40.6%	—	24.0
11月24日	1	2	66,358	42,925	12,260	28.6%	—	11.5
11月25日	1	2	114,332	105,520	40,290	38.2%	58.2	24.0
11月26日	1	2	96,304	96,304	41,180	42.8%	60.5	24.0
11月27日	1	2	98,509	72,732	23,787	32.7%	63.5	24.0
11月28日	1	2	79,160	17,606	5,318	30.2%	62.1	24.0

※入力実質:ボイラ水の昇温に要したと推定される熱量を差し引いた値

※網掛け:想定値

図表 6-17 ボイラ効率算定結果 (パターン毎平均)

混合比率(体積比)		入力(MJ/日)		出力(MJ/日)	ボイラ効率(%)	投入燃料水分(%)	稼働時間(Hr)
パーク	チップ	全体	実質		実質		
1	0	49,045	35,097	17,013	57%	53	19
1	1	63,780	51,178	24,090	46%	61	19
0	1	163,926	131,880	41,423	31%	54	23
2	1	99,601	97,036	44,137	46%	55	24
1	2	90,933	67,017	24,567	34%	61	22



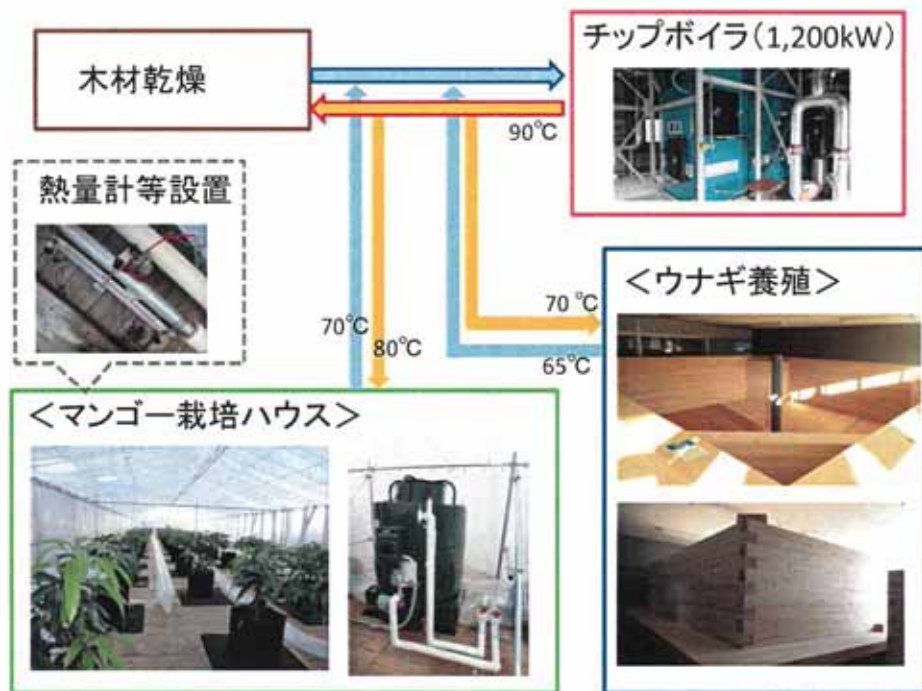
図表 6-18 パターンごとの投入熱量と出力 (数字は投入体積比)

## 7. 新規農林水産事業の事業計画検討のための小規模熱供給システム実証試験

熱のカスケード利用方法として、本事業では、チップボイラ設置場所の周辺に新たな農業施設を設け、蒸気ボイラの廃熱を利用することを計画している。付加価値の高い作物として、マンゴー栽培とウナギ養殖を行うことを想定し、温水供給設備設計を行うため熱需要状況の的確な把握が必要となる。そこで、県北木材協同組合で使用しているチップボイラを用いて小規模な熱供給試験を行い、設備検討や運用面の課題等を整理し、熱供給事業および利用者側の事業計画の検討を行う。

### 7.1 実施内容

ウナギ養殖施設および農業ハウスへ熱供給配管を接続し、各施設での温度管理状況や生育条件、チップボイラからの熱供給量を測定する。小規模熱供給試験の概要図を図表 7-1 に示す。現在使用されている木材乾燥への熱供給配管から各熱供給先への配管を接続し、温水供給を行った。



図表 7-1 小規模熱供給試験の概要図

### (1) マンゴー栽培

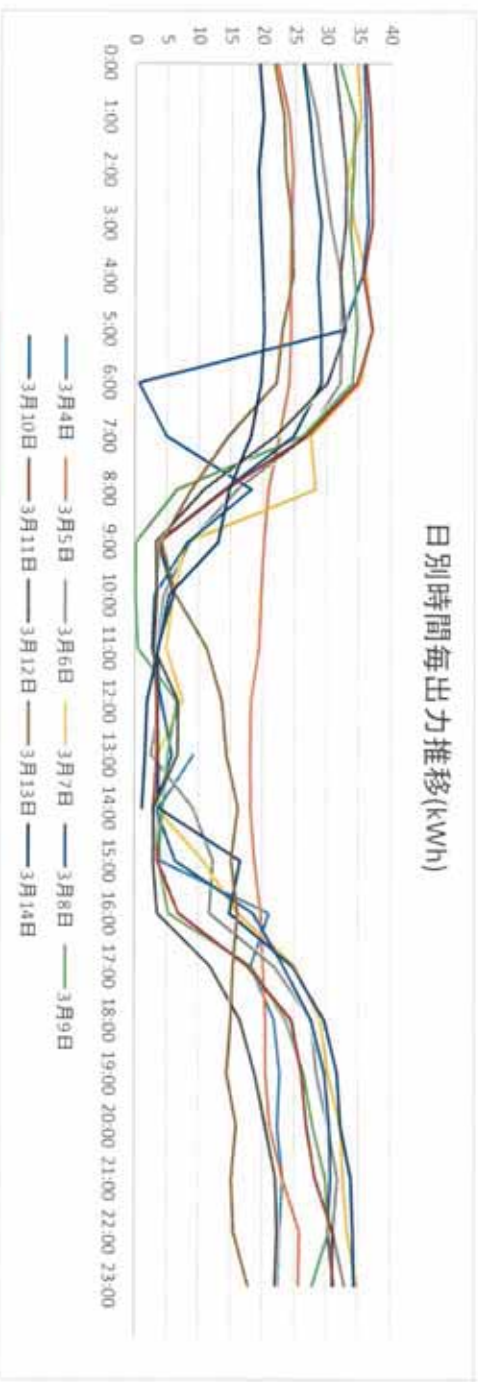
マンゴー栽培では、2月よりチップボイラからの温水供給を開始し、ハウス暖房熱源としての利用実験を行っている。温水は熱交換され温風として利用されている。また、バックアップボイラとして灯油ボイラも設置され、チップボイラからの温水利用を優先して使用する設計とした。栽培条件及び使用機器を図表 7-2 に示す。

図表 7-2 マンゴー栽培試験概要

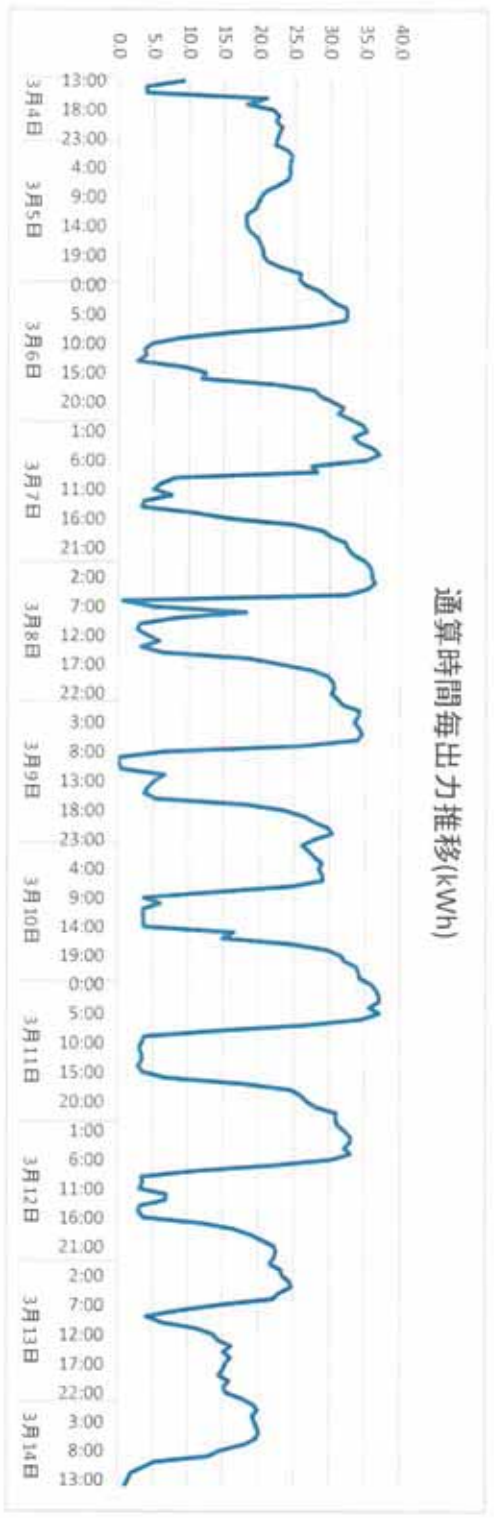
項目	内容	備考
栽培作物	・アップルマンゴー ・キーツ	
栽培規模	56本	鉢植え
ハウス内設定温度	10～24℃	
ハウス面積	約 254m <sup>2</sup>	
熱交換器	グリーンソーラ	
バックアップボイラ	灯油ボイラ 37.2kW	定格燃料消費量 4.4L/h

3月4日から熱需要量の計測を開始した。3月4日から14日までの時間ごとの需要変動を図表 7-3、図表 7-4 に示す。





図表 7-3 マンゴー栽培における熱需要変動①(測定値)



図表 7-4 マンゴー栽培における熱需要変動②(測定値)



## (2) ウナギ養殖

ウナギ養殖については、12月から池本体や濾過槽の工事を行い、内部シート貼りまで完了したが、室内の湿度が高くなりすぎるため天井材落下の恐れが発生し、撤去作業を行う等、試験予定計画が大きく遅れてしまった。

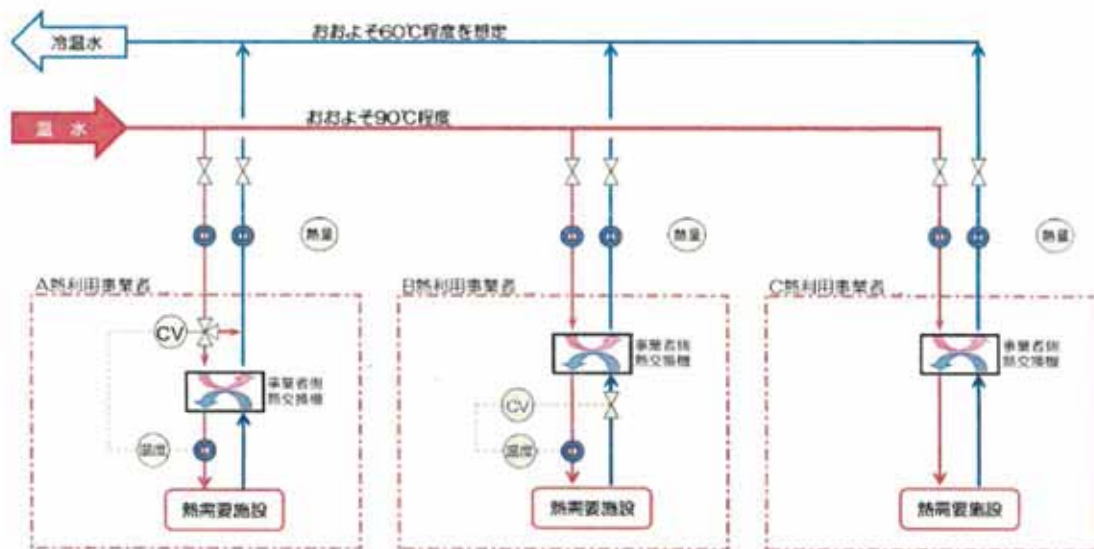
温水供給の事前試験までは実施し、チップボイラからの温水により、水槽温度が17℃から35℃程度まで上昇することを確認できた。

3月下旬より稚魚を入れた生育を開始する予定となるため、データ計測等は今後の課題となる。

## (3) 今後の課題

マンゴー栽培は6月頃まで、ウナギ養殖は11月頃まで施設を使用するため、引き続きデータ計測を行うことが必要である。

また、熱供給方法や課金方法、設備設置の負担範囲等の検討・協議が今後の課題となる。熱供給イメージを図表7-5に示す。各施設の熱需要量に応じて適切な配管方法の検討を行う必要がある。



図表 7-5 熱供給イメージ

## 8. 原材料調達に関するデータ収集・分析

### 8.1 目的

森林資源は炭素吸収源であり、マテリアル利用することで吸収された炭素を数10～数100年固定することができる。また、マテリアル利用が困難なものやマテリアル利用の際に発生する製材副産物などについては、サーマル利用によってカーボンニュートラルなエネルギーとしての利用が可能である。このように、木材は各利用段階において最適な利用方法があり、木材の価値を最大限に活用する為には、そのカスケード利用段階に応じた木材価値のフル活用が不可欠である。

そこで、本項では那珂川バイオマスでの燃料調達エリアにおける素材生産、素材流通、製材加工等の実態を集計し、熱供給事業における燃料調達計画の基礎資料を整理することを目的とする。

### 8.2 調査方法

素材流通に関しては、那珂川バイオマスへの燃料供給が期待される2素材生産事業者と1素材流通業者に対して、作業システムや生産量、出荷状況等の素材生産の実態をアンケートおよびヒアリング調査にて現状整理を行った。得られた情報を基に、現状の素材生産と素材流通に関して整理し、伐採現場から発生する林地残材や木の駅プロジェクトによって集荷された材を含めて、期待可採量を算出した。さらに、ヒアリングによって得られた林地残材販売希望価格の整理より、搬出可能な林地残材の量を販売価格に応じて整理し、利用可能量を算出した。

製材品、並びに製材副産物の流通に関しては、那珂川バイオマスでの燃料調達に寄与する県北木協を含む、トーセングループの那珂川地域周辺4製材工場へ生産・出荷実績データの提供並びにヒアリング調査による現状整理を行った。得られた情報を基に、関連製材工場の製材副産物の発生状況、県北木協の製材品と製材副産物の発生状況について整理した。さらに、ヒアリングによって得られた製材副産物の販売価格の整理より、那珂川バイオマスでの製材副産物の利用可能量を算出した。

なお、試算に当たり水分は断りがない限りWB50%とし、原単位については図表8-1を使用する。林地残材の比重に関しては端材と枝葉の比重の平均値を使用している。また、針葉樹製材に伴うバーク発生量＝木材入荷量×バーク発生率＝ $A\text{m}^3 \times 0.075$ （0.075：岩手県木質バイオマス資源活用計画報告書（岩手大学澤辺名誉教授より係数提供））とし、林地残材の発生量に関しては温室効果ガスインベントリ報告書（国立環境研究所地球環境研究センター，2007）の中の林業分野における炭素量の推計手法の中で、スギの拡大係数は20年生以上の場合で1.23となっており、これを採用する。

図表 8-1 本調査における原単位

材種・状態	容積密度(t/m <sup>3</sup> )
樹幹部	0.8
枝葉	0.2
バーク	0.25
背板・端材	0.57
おが粉	0.23
チップ	0.27
林地残材	0.385

## 8.3 結果

### 8.3.1 素材生産業における木質バイオマス利用可能量

那珂川バイオマスへの燃料供給が期待される 2 素材生産業者と 1 素材流通業者に対して、素材生産の実態に関するヒアリング調査と、素材の出荷状況に関する調査を実施した。素材生産業者ごとのヒアリング記録と得られた出荷状況に関する結果を示す。なお、図表中の a 社～j 社は素材出荷先について任意に付したものであり、整合性はないものである。

#### (1) 素材生産業者 A

素材生産業者 A は、立木の買収及び受託による原木生産・販売事業、植林から伐採までの森林整備事業、利用事業、購買事業を行い、地域森林の整備、組合員サービスを担っており、原木生産量は、平成 24 年度実績で 26,168m<sup>3</sup> となっている。

作業システムは、3.5m幅員の森林作業道を 4,000m/年開設する車両系システムを採用し、人力伐倒した材をグラップルで集材し、森林作業道端でプロセッサ造材した材をフォワーダにより搬出している。周辺地域には成熟した林分が多いため、良質材生産が主である。

ヒアリング結果の詳細は図表 8-2 に、素材出荷状況に関しては図表 8-3 に示す。



図表 8-2 素材生産業者 A へのヒアリング結果

【名称】	素材生産業者 A	
【施業対象地域】	那須町近隣	
【伐採・搬出の現状】	人員体制	総人員は 45 名。造林班 4 班、林産班 3 班で、1 班は 6～7 名構成。
	提案型集約化施業の取り組み	森林施業プランナー: 2 名 平成 25 年度は 35 団地、7,000ha の集約化を実施予定
	総伐採量 (対象施業面積)	民・国有林 (340.6ha /年) 主伐 (11.6ha/年) 搬出間伐 (130ha/年) 切捨間伐 (199ha/年)
	原木搬出量 (対象施業面積)	26,167m <sup>3</sup> /年 (民・国有林) 平成 24 年度実績 主伐 A 材 3,430m <sup>3</sup> 、B 材 964m <sup>3</sup> 、C 材 788m <sup>3</sup> 、主伐合計 5,181m <sup>3</sup> 間伐 A 材 11,794m <sup>3</sup> 、B 材 1,805m <sup>3</sup> 、C 材 7,387m <sup>3</sup> 、間伐合計 20,986m <sup>3</sup> 141.6ha /年
	出荷先	共販所 49.9%、製材工場への直送 50.1%
	所有機械	バケット付グラップル 3 台 (0.45×2、0.25×1)、プロセッサ 3 台 (0.45)、 グラップル 6 台 (0.45×4、0.25×1、0.2×1) フォワーダ 4 台 (グラップル 付き×3、グラップルなし×1)
	作業システム	高密路網整備による高性能林業機械を用いた作業システムが主 基本作業システムはチェーンソー→グラップル→プロセッサ→フォワーダ
	作業道の作設状況	幅員 3.5m の作業道を 4,000m/年作設
	材の内訳	周辺の山林は管理が十分に行われており、良質な材が多いため、丁寧な造材によって A 材を主体とした良材の生産が主である。
林地残材の発生と搬出状況	主な作業現場周辺では集約化が進んでおり、集材は全木集材によるものがほとんどであるため、林内には残材はほとんど残っていない。プロセッサで造材した際に発生する作業道端残材は幹・根元部が 5%未満、末木・枝条が 5～10%である。現在発生している残材に関しては主伐時には地拵えに利用し、搬出間伐時には作業道端に集積して残している。	
【林地残材の搬出に関して】	高密路網システムのため、フォワーダ搬出距離が長くなると、嵩張る残材では特に高コストになり、採算の合う売り先がない。	
【放射能について】	以前は薪の販売も行っていたが、放射能の影響で販売不可能になった。現在は独自に森林内の放射線量を測定しているが、厳密な測定方法を用いていないため、データをまとめてはいない。傾向としては伐採の有無は放射線量には関係していないようである。また、作業員の靴や車などは放射線量が比較的高くなっている。	
【その他】	周辺地域では土中の放射線量が高くなっているため、ミズやキノコを食べる猪の放射線量が高くなっており、猪肉の販売が困難になったため、猟師の多くが狩猟を辞めた。それによって、鳥獣の数が増え、農林業への影響が大きくなっている。	

注意:平成 24 年度実績に基づく



図表 8-3 素材生産業者 A の直近 1 年間の素材出荷状況

		2013年3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	2014年1月	2月	単位: m <sup>3</sup>
a社	燃料用	153.66	551	1176.3	604.02	838.5	447.2	228.5	570.8	276.65				小計
b社	B材		308.8	339.26	90.042		40.76							4846.52
c社	A材	420.407		382.01	35.685	279.3			299.3	559.38	292.92	249.859	315.66	778.9
d社	A材	1383.838	841.7	1301.7	825.13	732.9	649.7	330.1	1630	898.98	1036.7	732.991	1128.1	2834.5
e社	B材	64.054	225.2		82.501									11492.2
	C材	580	50	1176.3	126						14.5			371.8
f社	C材	110.94	280	297.7	252.42	13	34.22	104.6		61.91	717.02	576.16	301.95	1946.8
g社	A材				156.77						5.681			2749.9
	A材										2000			162.4
h社	B材	85.684		226.48	115.41		36.89	198.7						2000.0
i社	C材		40	20		40		40						663.2
j社	A材	121.466												200.0
	A材	1925.711	841.7	1683.7	1017.6	1012	649.7	330.1	1930	1458.4	1335.3	982.85	1443.7	121.5
	B材	149.738	534.1	565.74	287.95	0	77.64	198.7	0	0	0	0	0	14610.6
	C材	750.94	370	1494	378.42	53	34.22	144.6	0	61.91	731.52	576.16	301.95	1813.9
	燃料用	153.66	551	1176.3	604.02	838.5	447.2	228.5	570.8	276.65	0	0	0	4896.7
	小計	2980.049	2297	4919.8	2288	1904	1209	901.9	2500	1796.9	2066.8	1559.01	1745.7	4846.5
	全出荷量合計													26167.7

## (2) 素材生産業者 B

素材生産業者 B は那珂川町周辺地域での間伐や造林を中心に事業を行っている。2012 年度にはプロセッサ 2 台を導入し、今後は車両系の作業システムを採用し、更に素材生産を増やしていく計画である。ヒアリング結果によると素材生産業者 B の主な施業地では積雪や放射能被害等がなく、森林作業の条件が比較的良好である。

素材出荷については 2013 年 3 月から 2014 年 2 月までの 1 年間の出荷状況を基に整理した。1 年間の素材出荷量は 16,667m<sup>3</sup> であり、大半は共販所へのお荷となっている。

ヒアリング結果の詳細は図表 8-4 に、素材出荷状況については図表 8-5 に示す。

図表 8-4 素材生産業者 B へのヒアリング結果

【名称】	素材生産業者 B	
【施業対象地域】	那珂川町近隣	
【伐採・搬出の現状】	人員体制	総人員は 26 名。うち現場作業員は 18 名で、1 班は 4 名前後で構成。
	総伐採量 (対象施業面積)	民・国有林 (195ha /年)      主伐(5ha/年) 搬出間伐(40ha/年) 切捨間伐(150ha/年)
	原木搬出量 (対象施業面積)	16,667m <sup>3</sup> /年(民・国有林) 平成 24 年度実績 主伐 A 材 4,334m <sup>3</sup> 、B 材 741m <sup>3</sup> 、C 材 758m <sup>3</sup> 、主伐合計 5,833m <sup>3</sup> 間伐 A 材 8,050m <sup>3</sup> 、B 材 1,376m <sup>3</sup> 、C 材 1,408m <sup>3</sup> 、間伐合計 10,834m <sup>3</sup> 45ha /年
	出荷先	共販所 94%、製材工場への直送 6%
	所有機械	グラップル 4 台、プロセッサ 2 台、フォワーダ 3 台、林内作業車 2 台、トラック 2 台(4t 車×1、2t 車×1)
	作業システム	高密度路網整備による高性能林業機械を用いた作業システムが主 基本作業システムはチェーンソー→グラップル→プロセッサ→フォワーダ 一部造材をチェーンソーで行う場合もある
	材の内訳	管内の山林は高齢級で良質な材が多いため、A 材が主体である。 内訳は A 材 74.3%、B 材 12.7%、C 材 13.0%
林地残材の発生 と搬出状況	プロセッサで造材する際に発生する残材は少ないが、一部チェーンソーでの造材も行っているため、幹・根元部では 15%程度、枝条部では 20%が残材として山に残されている。	
【林地残材の搬出に関して】	現状では林地残材は山に放置しており、林地残材を搬出するとすれば積載量の少ない状態でのフォワーダの走行回数が増すため、非常にコストがかかり増しになる。	
【放射能について】	空間線量の測定等は実施していないが、一般公開されている放射線地図等で確認する限り、空間線量は近隣地域と比較しても低くなっている。	
【その他】	2014 年 2 月に大雪が降り、近隣地域では積雪により甚大な被害を受けたが、管内では風や降雨の影響があったものの、降雪による被害が非常に少なく、現場作業にも比較的早く復帰できた。 ヒアリングによると放射能に関しても同様であるが、地形上、風の影響を受けにくい地域であるとの見解であった。	

注意:平成 24 年度実績に基づく

図表 8-5 素材生産業者Bの直近1年間の素材出荷状況

		2013年3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	2014年1月	2月	計	単位: m <sup>3</sup>
a社	A材												37.5	37.5	1,000.3
	B材		203.0			22.5	42.3						9.2	276.9	
	C材	80.4	195.5		56.9	67.5	112.8	43.3	19.3			30.5	31.2	685.9	
b共販所	A材	1,067.5	1,149.9	1,325.8	1,110.2	844.4	1,125.7	862.6	1,690.2	840.4	830.0	1,094.8	398.5	12,340.1	15,666.4
	B材	121.9	96.7	184.7	214.7	92.0	193.2	111.8	272.0	165.9	156.7	174.7	60.4	1,844.8	
	C材	102.9	67.8	98.1	212.0	73.4	115.1	102.8	295.5	116.9	86.4	133.4	77.3	1,481.5	
出荷量合計	A材	1,067.5	1,149.9	1,325.8	1,110.2	844.4	1,125.7	862.6	1,690.2	840.4	830.0	1,094.8	436.0	12,377.6	16,666.7
	B材	121.9	299.6	184.7	214.7	114.5	235.5	111.8	272.0	165.9	156.7	174.7	69.6	2,121.7	
	C材	183.3	263.2	98.1	269.0	140.8	227.9	146.1	314.8	116.9	134.8	164.0	108.5	2,167.3	



### (3) 素材流通業者 C

素材流通業者 C は約 10 社の素材生産業者と契約して素材の買い取りを行っている素材流通業者である。契約している素材生産業者は 1 人親方、小規模機械生産班、大規模機械生産班の 3 種に大別され、個別に材の買い取りを行っている。休業していた製材業も 2013 年 7 月から復業し、トーセングループ向けにラミナを生産している。

素材出荷については 2013 年 1 月から 2013 年 12 月までの 1 年間の出荷状況を基に整理した。取扱い素材の全量を製材業者に直送しており、出荷量は出荷先の製材業者によって大きく異なる。1 年間で 13,830m<sup>3</sup>の素材を出荷している。なお、自社製材工場用には別途素材を確保している。

ヒアリング結果の詳細は図表 8-6 に、素材出荷状況については図表 8-7 に示す。

図表 8-6 素材流通業者 C へのヒアリング結果

【名称】	素材流通業者 C	
【施業対象地域】	那珂川町周辺地域	
【伐採・搬出の現状】	人員体制	10 社の素材生産業者と契約しており、それら素材生産業者から素材を購入し、素材流通を行っている。
	総伐採量 (対象施業面積)	民・国有林(119.5ha/年)      主伐(15.8ha/年) 搬出間伐(103.7ha/年)
	原木搬出量 (対象施業面積)	13,830m <sup>3</sup> /年(民・国有林) 平成 24 年度実績 主伐 A 材 3,906m <sup>3</sup> 、B 材 512m <sup>3</sup> 、C 材 296m <sup>3</sup> 、主伐合計 4,714m <sup>3</sup> 間伐 A 材 5,858m <sup>3</sup> 、B 材 768m <sup>3</sup> 、C 材 444m <sup>3</sup> 、間伐合計 7,071m <sup>3</sup> 119.5ha/年
	出荷先	所有する 3 箇所の土場から製材工場への直送 100% (3 社に出荷)
	所有機械	素材生産業は契約している事業者には任せているため、基本的に林業機械は所有していない。木質バイオマス燃料輸送用にコンテナ車を新規購入。
	作業システム	契約している素材生産業者には下記の 3 パターンがある。 ①小規模事業者(1 人親方) ほぼ 1 人で素材生産を行っており、チェーンソーと林内作業車を用いた作業システムを採用していることが多い。5 社と契約している。 ②中規模事業者 2~5 人を 1 班とし、プロセッサやグラップルを用いた高性能林業機械を用いた作業システムを採用している。4 社と契約している。 ③大規模事業者 高性能林業機械を所有し、大規模製材事業者や国有林等とも取引を行っており、組織的な運営で販路も自ら決定している。2013 年後半からの材価の高騰により、市場へも出荷している。
	材の内訳	周辺地域には良質材資源が多く、A 材の割合が多い。内訳は以下。 A 材 65%、B 材 20%、C 材 15%
	林地残材の発生と搬出状況	枝葉を含めて考えた場合、造材歩留まりは 50%程度(1 人親方の作業班ではさらに効率は下がる)で、全幹集材では 60~70%の造材歩留まりになる。 周辺地域では上層木間伐が主流となっており、主伐よりも間伐の方が A 材の量が多い場合もある。
【林地残材の搬出に関して】	現状では林地残材は山に放置しており、C 社としては問題にはなっていないが、山主は問題視しているので、需要先があれば積極的に搬出した。プロセッサで造材した場合には森林作業道端に残材が集積するが、林地残材の搬出をすることになれば山土場まで搬出する。	
【放射能について】	枝葉を中心に現場レベルでは懸念されるようだが、実態は分からない。	
【その他】	元々は製材業を営んでいたが、休業して素材流通業に切り替えた。近年、トーセングループからのラミナ材供給の要望があり、2013 年 7 月からラミナ材の製材を再開している。現在は 200m <sup>3</sup> /月程度の原木消費量だが、今後は 500m <sup>3</sup> /月を目標としている。 今後の見通しとして、将来的な木質バイオマス燃料用材の買取価格高騰が予想される。現在は需要先や販売価格が十分でない状況だが、今後の需要増に対応するため、木質バイオマス材の生産体制の構築に尽力している。 素材取扱量に関しても 20,000m <sup>3</sup> まで増やす予定。	

注意:平成 24 年度実績に基づく

図表 8-7 素材流通業者 C の直近 1 年間の素材出荷状況

		2013年1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計	単位:m <sup>3</sup>
a社	A材	711.5	620.7	573.9	502.7	942.7	968.9	640.5	433.9	252.6	401.7	426.6	408.6	6,884.5	10,623.0
	B材	61.7	73.1	54.9	58.2	155.0	158.1	116.0	65.1	30.9	59.5	48.8	72.8	954.1	
	C材	46.2	66.6	39.0	17.4	112.3	140.6	116.8	66.8	38.9	29.9	29.5	35.8	739.7	
	短尺材	53.8	170.5	67.1	280.3	182.6	54.9	59.8		51.2	51.5	163.9	31.0	1,166.6	
b社	燃料材		139.6	81.9	107.2	163.5	206.5	74.8	36.0	23.2	3.9	34.3	7.3	878.2	2,354.6
	A材	170.5	109.0	192.9	40.9	78.0	151.3	366.2	114.7	107.3	106.1	119.9	472.5	2,029.4	
c社	B材	2.1	3.6	5.6			9.5	26.4	63.1	53.0	51.1	53.2	57.7	325.3	852.3
	A材	7.8	16.6	86.2	34.8	52.6	26.2	119.7	44.5	91.4	63.2	144.0	165.3	852.3	
	A材	889.8	746.3	853.0	578.4	1,073.3	1,146.5	1,126.5	593.2	451.2	571.1	690.5	1,046.5	9,766.2	
出荷量合計	B材	63.8	76.8	60.5	58.2	155.0	167.6	142.4	128.1	83.9	110.6	102.0	130.5	1,279.4	13,830.0
	C材	46.2	66.6	39.0	17.4	112.3	140.6	116.8	66.8	38.9	29.9	29.5	35.8	739.7	
	短尺材	53.8	170.5	67.1	280.3	182.6	54.9	59.8	0.0	51.2	51.5	163.9	31.0	1,166.6	
	燃料材	0.0	139.6	81.9	107.2	163.5	206.5	74.8	36.0	23.2	3.9	34.3	7.3	878.2	



#### (4) 素材生産業における利用可能量のまとめ

3事業者への調査結果から那珂川地域では比較的高齢級な林分が多く、良質材生産が主体であることが明らかになった。作業システムは一部の1人親方による作業システムを除き、高性能林業機械を使用した全木集材が主で、林地残材は森林作業道や林業専用道の脇に発生することが多い。現状ではそれらの林地残材の多くは山に放置されており、那珂川バイオマスへの燃料供給を想定した場合、山土場での集荷であれば林地残材の収集が可能であると考えられる。

### 8.3.2 伐採現場から発生する林地残材の集荷可能性

ここでは8.3.1で整理した素材生産の現状を基に那珂川地域で行われている素材生産活動によって発生する林地残材の量を推計する。林地残材発生量推計の前提として、針葉樹の主伐、利用間伐から発生するものを対象とし、採算性の低さから林地に切り捨てられている切捨て間伐材は現実的な利用可能性が低いとして除外している。

8.3.1の結果から、3事業者で合わせて、主伐 40.8ha/年、利用間伐 273.7ha/年が実施されていることが明らかになった。ここで各伐採方法の一般的な収穫量についてヒアリングを行い、主伐は 350m<sup>3</sup>/ha、利用間伐は 80m<sup>3</sup>/ha を採用した。この結果、3事業者が実施している主伐から発生する林地残材は 3,284.4m<sup>3</sup>/年 (1,264.5 t/年)、利用間伐から発生する林地残材は 5,036.1m<sup>3</sup>/年 (1,939.9 t/年) となった。3事業者の合計林地残材量は 8320.5m<sup>3</sup>/年 (3203.9 t/年) となった。

さらに、発生する林地残材の利用可能量を算出する為に、山土場に集積する林地残材の希望販売価格のヒアリングを実施した。なお、事業に関わる内容であるため、ここでは個別のヒアリングの結果は明記しない。その結果から、木質バイオマス需要者の山土場での購入価格別に利用可能量を算出した。結果を図表 8-8 に示す。

図表 8-8 伐採現場から発生する林地残材の利用可能量

林地残材希望販売価格(山土場渡し)	利用可能量(t/年)
3,000 円/m <sup>3</sup>	1,541
5,000 円/m <sup>3</sup>	2,765
8,000 円/m <sup>3</sup>	3,204

本調査では林地残材の発生量について文献値から発生割合を 23%として算出し、容積密度については枝葉と端材の平均値とした。しかし、実際には林齢や伐採方法等によっても大きく異なると考えられ、ヒアリング調査でも確からしい数値を得るには至らなかった。未利用資源である林地残材の活用は木材のカスケード利用において重要であるため、林地残材の発生量把握は今後の課題である。

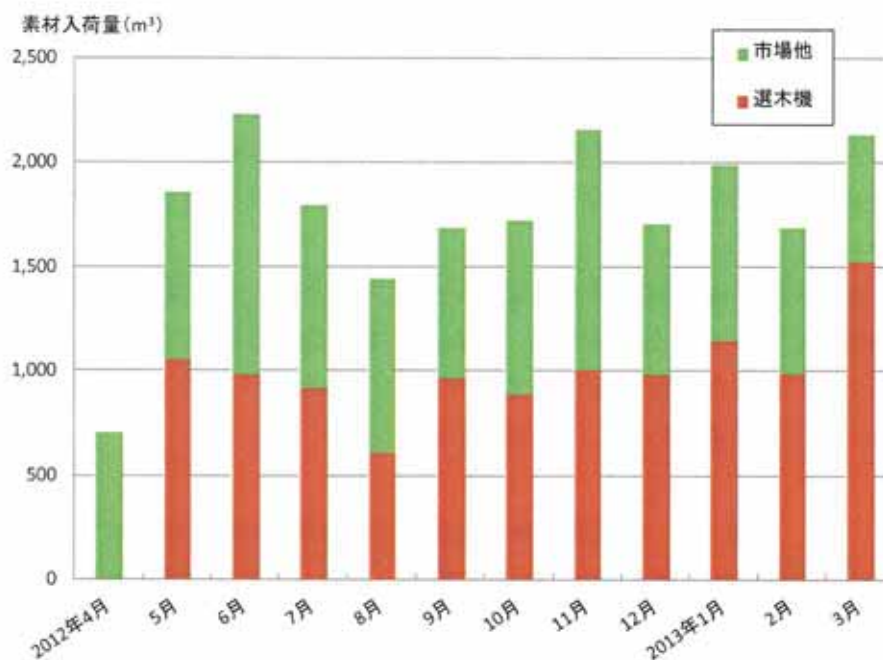
### 8.3.3 製材業における木質バイオマス利用可能量

那珂川バイオマスでの燃料利用が期待されるトーセングループの那珂川地域周辺工場において製材品生産状況、製材副産物の発生状況についてヒアリング調査と、製材副産物に関する調査を実施した。特に那珂川バイオマスへの燃料供給の中心になると考えられる県北木材協同組合（以下、県北木協）においては製材品の出荷状況についても明らかにし、製材副産物の発生との関係性に関して整理した。なお、取得データにバラツキがあったため、直近1年間の数値を示す。

#### (1) 県北木材協同組合

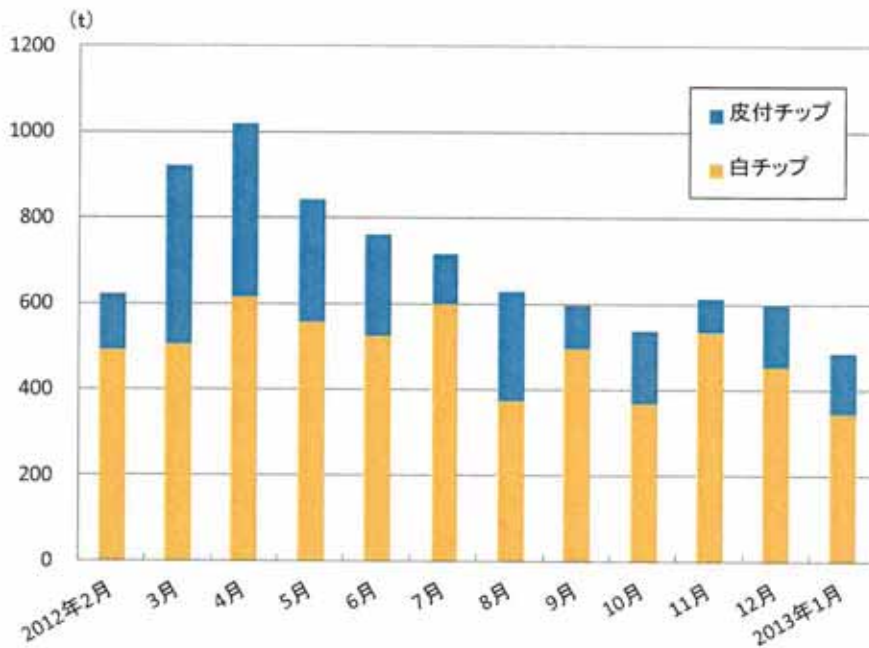
県北木協の素材入荷と製材品の出荷状況、製材副産物の発生状況について整理する。

まず、素材の入荷量に関して図表 8-9 に示す。県北木協では選木機での選木が必要な素材生産業者から直送されてくる材と、選木の必要がない市場から購入する材とがあるため、選木の有無によって素材入荷状況を整理した。1年間の素材取扱量は 21,738m<sup>3</sup>であった。



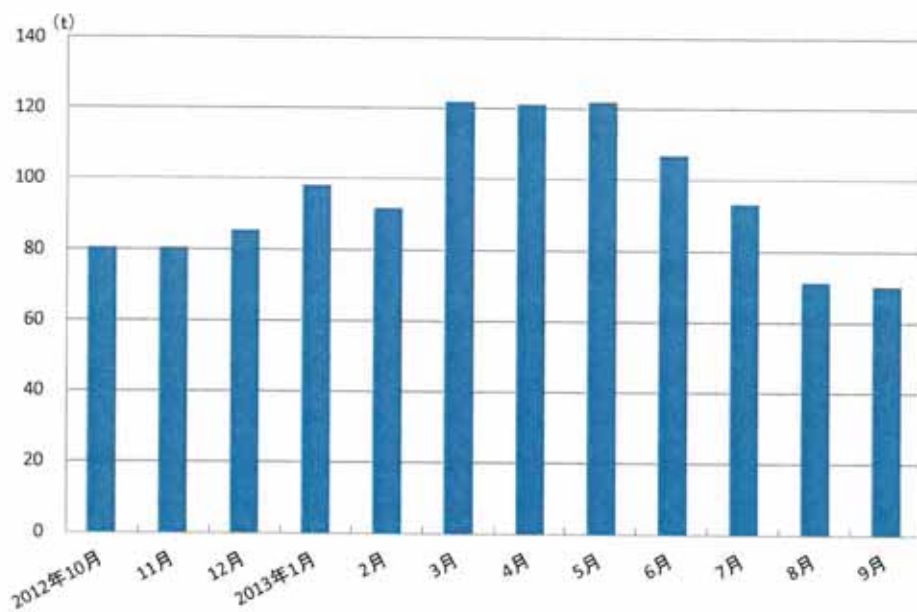
図表 8-9 県北木協における素材入荷状況

次に、県北木協のチップ出荷量を図表 8-10 に示す。県北木協で発生するチップは現状では製紙用として出荷されている。白チップに比べ、皮付きチップは月による発生量の変動が大きくなっている。



図表 8-10 県北木協におけるチップ出荷量

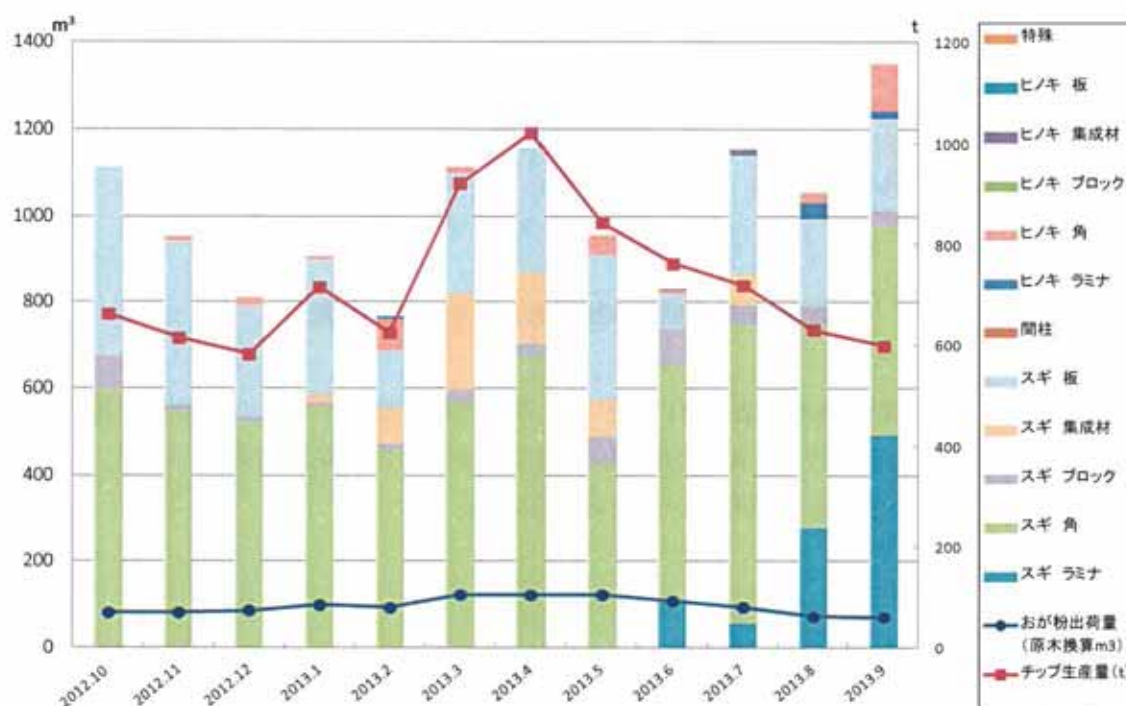
県北木協のおが粉販売量を図表 8-11 に示す。県北木協で発生するおが粉は周辺地域の農業用の敷料として出荷される。3～5 月にかけてはおが粉の出荷量が増えているが、これは後述する製材品の生産量と関係していると考えられる。



図表 8-11 県北木協におけるおが粉出荷量



県北木協での製材品の出荷状況とそれに伴って発生する製材端材の発生量を図表 8-12 に示す。なお、製材品出荷量に関してはデータが限られたため、図表 8-10 のチップ出荷量とは時期が異なる点に留意が必要である。この結果より、総じて製材品の出荷量に応じて製材端材の発生量が増加している。2013 年 7 月以降は製材品の出荷量が多いにもかかわらず、チップ発生量は減少しているが、これは製材品の加工品目の変化が影響していると考えられる。しかし、1 年間分のデータでは製材品と製材端材の関係について十分な判断をすることはできず、今後も継続的にデータを蓄積していく必要があると考えられる。



図表 8-12 製品出荷量と製材端材発生量

## (2) トーセングループ那珂川周辺工場

那珂川バイオマスへの燃料供給の可能性のあるトーセングループの工場として、トーセン大田原工場、トーセン KD 加工センター、那須工場（西山サンコー）の 3 工場が挙げられた。これらの工場の製材端材について図表 8-13、図表 8-14 に示す。

3 工場の合計でチップ 7,655 t、おが粉 1,955 t が発生していることが明らかになった。チップは製紙用、おが粉は家畜敷料用にそれぞれ出荷されており、那須工場のパークは東京電力に買い取られているものの、それ以外のパークと端材はトーセングループ内でボイラの燃料として利用されており、別用途での利用は困難であると考えられる。

図表 8-13 トーセングループ那珂川周辺工場のチップ生産量

会社	工場	種類	平成24年度												平成25年度					合計
			10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月						
トーセン 那須工場	KD加工センター 那須工場	皮付 白	343.1	345.2	349.1	220.7	192.3	382.1	377.1	350.2	299.2	332.5	240.8	287.7	3719.7					
			455.3	390.6	323.9	328.4	307.3	356.2	292.6	308.6	325.4	264.0	318.3	264.7		3935.1				
合計			798.3	735.8	672.9	549.0	499.6	738.3	669.7	658.8	624.6	596.4	559.0	552.4	7654.9					

単位:t

図表 8-14 トーセングループ那珂川周辺工場チップ以外の製材端材

品目	トーセン 大田原工場		トーセン KD材加工センター		サンコー 那須工場	
	用途	出荷量(年)	用途	出荷量(年)	用途	出荷量(年)
おが粉	畜産	3,500m <sup>3</sup>	畜産	2,000m <sup>3</sup>	畜産	3,000m <sup>3</sup>
樹皮	ボイラー燃料	不明	ボイラー燃料	不明	東電引き取り	不明
背板	—	—	製紙用チップ	3,500t	製紙用チップ	4,000t
チップダスト	—	—	—	—	—	—
端材	ボイラー燃料	不明	ボイラー燃料	不明	ボイラー燃料	不明
その他						

単位:おが粉m3

### 8.3.4 製材工場から発生する製材端材の利用可能量

ここでは8.3.3で整理したトーセングループの各製材工場から発生する製材端材の木質バイオマス燃料としての利用可能量を推計する。現在発生している製材端材の多くは製紙用や家畜敷料用等、すでに利用されているものが多く、発生量が利用可能とは言えない。そこで、製材廃材が現在取引されている価格を基に、木質バイオマス需要者の購入価格別の利用可能量を算出した。結果を図表 8-15 に示す。木質バイオマスの買取価格が 500 円/t 以上であれば 3,058 t/年、6,000 円/t 以上で 8,320 t/年、10,000 円/t 以上で 16,067 t/年という結果となった。

図表 8-15 製材端材の利用可能量

木質バイオマス買取価格	利用可能量(t/年)
500 円/t	3,058
5,000 円/t	4,600
6,000 円/t	8,320
10,000 円/t	16,067

### 8.3.5 その他の集荷材

#### (1) 木質バイオマス発電燃料用材

トーセングループでは県北木協にて平成 26 年度中の稼働を目指して発電事業を計画しており、燃料の集荷を開始している。現状では那珂川バイオマスでの利用は検討されていないが、条件によって供給の可能性もある。木質バイオマス発電燃料用材について図表 8-16 に示す。これらの材は周辺の森林組合、民間素材生産業者、国有林の材を中心に 20 社程度から購入しており、平成 25 年 1 月から集荷を開始し、現在では 24052.5 t のバイオマス発電燃料用材が集荷されている。



図表 8-16 トーセングループにおけるバイオマス発電燃料用材

バイオマス材 (生t)	平成25年												平成26年		合計
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	
	森林組合	106.5	415.5	572.2	958.0	1591.9	842.3	977.8	619.5	310.1	590.1	276.7	52.3	30.5	
営林署	291.9	646.5	594.4	599.8	536.4	669.9	553.7	631.5	833.6	1962.8	1107.0	812.4	1294.8	207.3	10742.0
民間企業	65.9	310.5	401.7	225.8	1185.4	755.3	672.8	432.0	157.0	83.7	353.1	388.5	525.6	401.5	5958.8
合計	464.4	1372.4	1568.3	1783.6	3313.7	2267.4	2204.3	1683.0	1300.8	2636.6	1736.8	1253.3	1850.9	617.0	24052.5

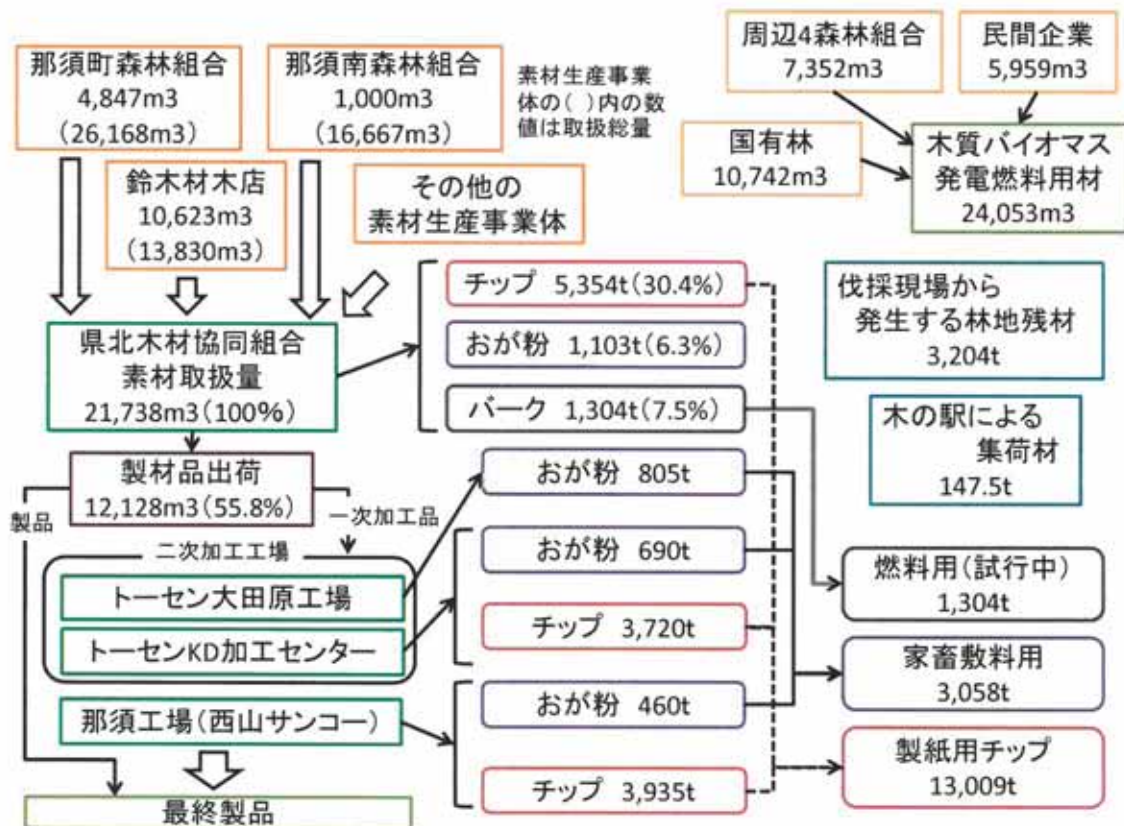
## (2) 木の駅プロジェクトによる集荷材

2013年12月15日より「那珂川町木の駅プロジェクトばとう」（以下、木の駅ばとう）の実証試験が開始された。木の駅ばとうは地域内の山林にある間伐材等の林地残材を引き取り、地元の商店街で使える地域通貨券を発行することで、森林管理と地域経済の活性化を図る社会実験である。搬出した残材は木の駅ばとうの実行委員会が6,000円/tで引き取り、1枚500円の地域振興券「森の恵」を搬出者に発行する。2014年1月31までの実証試験では147.5tの材が搬出された。今後も集荷範囲を拡大していく計画である。

搬出された材は県北木協で受け入れており、用途は现阶段では不確定であるが、今後那珂川バイオマスへの供給の可能性もある。

## 8.4 まとめ

本調査では燃料収集の基礎資料作成を目的として那珂川地域での素材生産から製材までの各段階での林業、木材産業の実態を整理し、木質バイオマスの利用可能量について明らかにした。これらの木材流通のフローを図表8-17に示す。



図表 8-17 那珂川バイオマス周辺の木質バイオマス流通フロー

木質バイオマスの発生量は伐採現場から発生する林地残材で 3,204 t/年、製材端材で 16,067 t/年、合計 19,271 t/年であった。さらに木の駅ばとうの材や、トーセングループで集荷しているバイオマス発電燃料用材含めると、43,472 t/年の木質バイオマス資源が存在している。しかし、現実には利用困難なものや利用条件があるものが大半である。そこで経済条件も加味した上で算出した利用可能量では、最も利用可能量の少ない価格である林地残材の買取価格 3,000 円/m<sup>3</sup> で 1,541 t/年、製材端材由来の木質バイオマスの買取価格 500 円/t で 3,058 t/年で、合計 4,599 t/年となった。このように木質バイオマスの収集に関しては条件の設定により、利用可能量は大きく変動する。本事業ではチップ買い取り価格 7,500 円/t で必要燃料量 11,000 t/年としている。必要量とされる 11,000t/年を収集するためには林地残材の買取価格を 5,000 円/m<sup>3</sup>、製材端材の買取価格を 6,000 円/t と設定することで 14,834 t/年を収集できると考えられる。ただし、林地残材は枝葉や端材の状態であるので、チップ化の経費を考慮する必要があるが効率的なチップ化を行うことで 7,500 円/t 以内での燃料供給は十分可能であると考ええる。

今後は林地残材の発生率算出の精度を高めて、より確実な林地残材収集の手法の検討や、一定期間以上、製材品と製材副産物の発生割合に関するデータの取得を行うなどして、より正確な燃料収集の基礎資料作成が求められる。



## 9. 今年度のまとめ

木材のマテリアル段階とエネルギー段階のカスケード利用による木質資源のフル活用を実現するため、地域資源を活用した熱供給事業の構築を目指し、今年度は「①チップボイラ導入に関する事前調査・設計」「②乾燥チップ製造に関する実証試験」「③バーク燃焼試験」「④新規農林水産事業の事業計画検討のための小規模熱供給システム実証試験」「⑤原材料調達に関するデータ収集・分析」の5項目について実施した。

チップボイラ導入に向けた事前調整や設計は順調に進んでおり、施工・稼働に向けた調整が引き続きの課題となった。また、熱供給事業構築のため、取引条件の検討や燃料供給計画等の運用計画を今後整備する。

乾燥チップの製造方法については、圧縮脱水による乾燥方法の効果が確認できた。ただし、事業性を確保するためにはある程度の規模での設計が必要となることから、本事業で必要となる燃料量では費用対効果が見込めないため、今年度の成果を活かして規模の大きな事業での利用を計画することが望ましい。

バーク燃焼試験については、試験条件の整備が非常に難しく、ボイラ効率によるバークの燃料評価を行うことはできなかったが、バークとチップを混合することで燃焼性が高まる傾向がうかがえた。また、前処理によって粉状となる割合が多くなるという課題も明らかとなった。

農業での廃熱利用検討のための小規模熱供給システム実証試験については、今年度は温水供給配管の接続とマンゴー栽培の冬期データの取得を行った。栽培期間は6月頃までであり、またウナギ養殖の小規模試験も今後実施する予定であるため、引き続き測定を行うことが必要である。

原材料調達に関するデータ収集・分析については、素材生産から製材まで各段階で発生する林地残材、製材副産物、製材品等の流通状況を整理し、現状でのバイオマス発生量と用途、今後エネルギー利用するためには林地残材5,000円/m<sup>3</sup>、製材副産物6,000円/tの価格での調達が求められることがわかった。バイオマス発生量については、林地残材の発生率算出の精度を高めるための実証試験により、林地残材収集の手法の検討や、一定期間以上の製材品と製材副産物の発生割合に関するデータの取得を行うなどして、より正確な燃料収集の基礎資料作成が求められる。

今年度事業を踏まえ、次年度は以下の内容について検討・計画・実証を進める。

➤ **小規模熱供給システム実証試験による新規農林水産事業計画検討**

ウナギ養殖およびマンゴー栽培の期間は初夏～秋までであり、熱需要状況の的確な把握が必要となるため、平成 25 年度から引き続き試験を行い、チップボイラからの供給熱量や生育条件等の計測を行う。

➤ **チップボイラ導入（各種手続・施工）**

実証運用に向けてチップボイラを設置し、需要側との接続を行う。工事前に農地転換手続等、土地利用の調整を進める。

➤ **低質材調達から蒸気供給まで一連の実証運用**

チップボイラ導入後、熱供給事業の実証運用を開始する。また、実証運用に係る低質材調達やチップ供給・灰処理等の計画検討、蒸気及び熱供給取引条件の検討等も行うこととする。

➤ **チップボイラ導入施設周辺エリアの熱利用施設整備**

平成 25 年度から継続実施する小規模熱供給試験結果をもとに熱供給に必要な設備設計を行う。また、農業施設での熱利用事業の具体化のための調査・検討や、土地確保のための調整等を進める。

