

令和4年度 木材需要の創出・輸出力強化対策のうち「地域内エコシステム」推進事業

山形県鶴岡市

「地域内エコシステム」モデル構築事業のうち
事業実施計画の精度向上支援
報告書



令和5年3月

(一社) 日本森林技術協会

(株) 森のエネルギー研究所

目次

1. 背景と目的	1
1.1 事業の背景	1
1.2 事業の目的	1
1.3 対象地域	3
1.3.1 対象地域の概要	3
1.3.2 地域における事業の位置づけ・目的	4
2. 事業実施内容	6
3. 事業実施項目	7
3.1 地域協議会の運営支援	7
3.1.1 協議会について	7
3.1.2 協議会の運営	8
3.2 サプライチェーン	9
3.3 本年度の達成目標	10
3.4 目標達成に向けた取り組み	12
3.4.1 実施スケジュール	12
3.4.2 準乾燥チップ製造のための原木乾燥方法の検証	13
3.4.3 ボイラー導入に係る個別ヒアリングの実施	31
3.4.4 市民向けセミナーの開催	33
4. 総括	41

1. 背景と目的

1.1 事業の背景

平成 24 年 7 月の再生可能エネルギー電気の固定価格買取制度（FIT）の運用開始以降、大規模な木質バイオマス発電施設の増加に伴い、燃料材の利用が拡大しています。一方で、燃料の輸入が増加するとともに、間伐材・林地残材を利用する場合でも、流通・製造コストがかさむなどの課題がみられるようになりました。

このため、森林資源をエネルギーとして地域内で持続的に活用するための担い手確保から発電・熱利用に至るまでの「地域内エコシステム」（地域の関係者連携のもと、熱利用又は熱電併給により、森林資源を地域内で持続的に活用する仕組み）の構築に向けた取り組みを進めることが必要となってきました。

1.2 事業の目的

「地域内エコシステム」モデル構築事業のうち事業実施計画の精度向上支援（以下、本事業という）は、林野庁補助事業「令和 4 年度木材需要の創出・輸出力強化対策のうち「地域内エコシステム」推進事業」のひとつとして実施されました。

本事業は、「地域内エコシステム」の全国的な普及に向けて、既に F/S 調査（実現可能性調査）が行われた地域を対象として公募により選定し、選定地域における同システムの導入を目的として、地域の合意形成を図るための地域協議会の運営支援を行いました。また、協議会における検討事項や合意形成に資する情報提供、既存データの更新等に関する調査を行いました。

本報告書は、山形県鶴岡市「地域内エコシステム」モデル構築事業のうち事業実施計画の精度向上支援の報告書として作成したものです。

「地域内エコシステム」とは

～木質バイオマスエネルギーの導入を通じた、地域の人々が主体の地域活性化事業～

集落や市町村レベルで小規模な木質バイオマスエネルギーの熱利用または熱電併給によって、森林資源を地域内で持続的に活用する仕組みです。これにより山村地域等の活性化を実現していきます。

「地域内エコシステム」の考え方

- 集落が主たる対象（市町村レベル）
- 地域の関係者から成る協議会が主体
- 地域への還元利益を最大限確保
- 効率の高いエネルギー利用（熱利用または熱電併給）
- FIT（固定価格買取制度）事業は想定しない



図 1-1 「地域内エコシステム」構築のイメージ

1.3 対象地域

1.3.1 対象地域の概要

本事業では、地域内エコシステムモデル構築事業の採択地域である山形県鶴岡市を支援対象地域としました（図 1-2）。

山形県鶴岡市は東北地方の日本海に面する庄内地方の南部に位置しています。人口は120,086人（令和5年2月末現在）、総土地面積は1,311.51 km²で東北地方では最も広い市域面積を有しています。総土地面積のうち（※1）森林面積は95,939 ha（73.2%）、素材生産量44,984 m³/年（令和3年実績値）で、森林資源が豊かな地域です。

日本百名山の一つ「月山」と「湯殿山」、「羽黒山」で市域が構成され、山岳信仰や修験の場として1,400以上の歴史を有する「出羽三山」のほか、朝日連峰の山々が連なる磐梯朝日国立公園を有しています。

※1：森林面積・森林率は令和2年度山形県林業統計より引用。

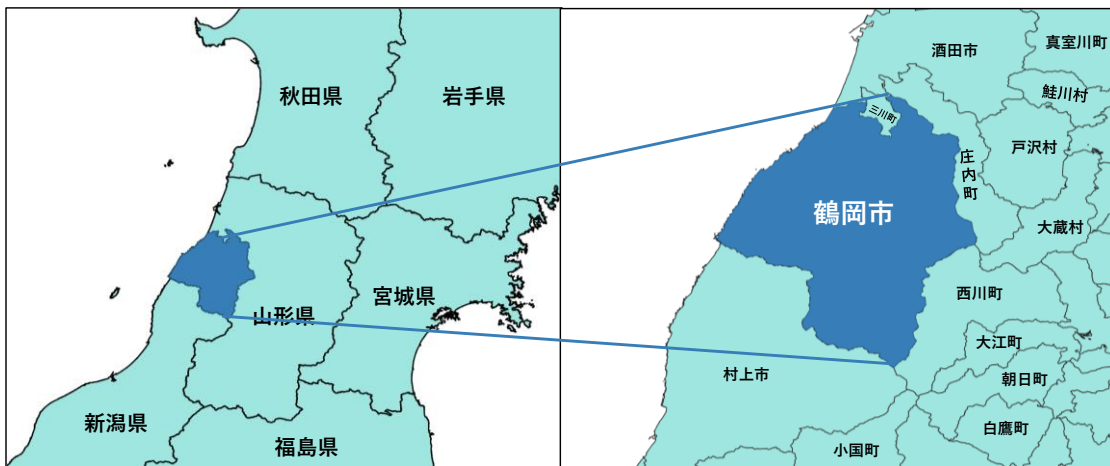


図 1-2 山形県鶴岡市の位置図




1.3.2 地域における事業の位置づけ・目的

(1) 鶴岡市の木質バイオマスエネルギー利用状況

鶴岡市では、「鶴岡市の公共建築物等における木材の利用促進に関する基本方針（平成24年3月）」に基づき、木質バイオマスの熱利用が進められてきました。また、令和2年7月に「SDGs 未来都市」に選定され、令和3年4月には「ゼロカーボンシティ宣言」を表明しています。豊富な地域資源の最大限の活用と二酸化炭素の排出量削減に向け、市民や事業所など多様な主体との連携による環境負荷の小さい設備導入の推進等の挑戦を進めています。

本市では、上記の計画のもと、これまで薪・ペレットの製造・供給体制が整備され、ボイラー・ストーブの導入による燃料の熱利用が進められてきました（表 1-1）。一方、チップについては、製造体制があるものの用途が発電用のみであるため、チップボイラーの導入が進まず、チップボイラーを導入している一部のユーザーは独自で燃料用チップを調達している状況です。今後、市内での木質バイオマスの利用促進を図るためには、チップ（熱利用）の製造・供給体制づくりによる新たなエネルギー循環の構築が求められています。薪・チップ・ペレットの3種の燃料を選択できるようになることで、ユーザー需要に沿った木質バイオマス燃料の選択が可能になり、熱利用のボイラー導入が進むものと考えられます。

表 1-1 鶴岡市の木質バイオマスボイラー・ストーブ既存導入施設（令和5年3月現在）

区分	公共施設	民間施設
薪ボイラー 	<ul style="list-style-type: none"> ・三瀬コミュニティセンター ・三瀬保育園 	<ul style="list-style-type: none"> ・各家庭（ストーブ・風呂）
ペレットボイラー 	<ul style="list-style-type: none"> ・朝日保育園 ・朝日中学校 ・西郷地区農林活性化センター ・羽黒庁舎 	<ul style="list-style-type: none"> ・松文産業（株）鶴岡工場 ・各家庭（ストーブ）
チップボイラー 	なし	<ul style="list-style-type: none"> ・株式会社山本組

(2) 本事業の位置づけ・目的

上記の状況をふまえ、鶴岡市では、令和3年度「地域内エコシステム」モデル構築事業（事業実施計画の精度向上支援）（※本事業の昨年度事業。以降、「令和3年度事業」とする）の採択を受け、地域内エコシステム構築に向けた取り組みを進めてきました。令和3年度事業では、市庁舎へのチップボイラーのモデル導入に向けた勉強会や先進地視察、準乾燥チップ材の製造・供給体制整備に向けた調査・検討、市内民間事業所への木質バイオマスエネルギー利用の潜在的な需要を把握するアンケート調査等を実施しました。

本事業では、令和3年度事業の調査結果を基に、市庁舎へのチップボイラー導入に関わる燃料供給体制の整備や、庁舎導入後の民間施設への水平展開を目指し、以下2つの軸を掲げ継続した取り組みを進めました（図 1-3）。

本事業の位置づけ・目的	
◆	地域内の新たなエネルギー循環（チップ）の構築 新たな地産地消のエネルギーとして、 <u>チップの熱利用供給体制を構築</u>
◆	木質バイオマスエネルギーの活用促進 木質バイオマス燃料の利用を、公共施設だけでなく <u>民間施設にも展開</u>

図 1-3 本事業の位置づけ・目的

2. 事業実施内容

本事業の実施内容は、以下に示す項目について、山形県鶴岡市地域の「地域内エコシステム」の構築に向けて、地域協議会の運営支援（事業計画策定に関する調査や地域の合意形成に資する情報提供、指導・助言を含む）等を行いました。

- (1) . 地域協議会の運営支援
- (2) . サプライチェーン
- (3) . 本年度の達成目標
- (4) . 目標達成に向けた取り組み
- (5) . その他取り組み

3. 事業実施項目

3.1 地域協議会の運営支援

3.1.1 協議会について

鶴岡市では、地域関係者が連携して地域資源の木質バイオマスエネルギー活用および地域内循環等を検討することを目的とした鶴岡市地域内エコシステム協議会（以下、「協議会」）を設置しています。

協議会のメンバーは表 3-1 の通りです。本事業の申請者である鶴岡市農林水産部農山漁村振興課が地域事務局となり、川上～川下の各段階の地域関係者による協力体制をとっています。

表 3-1 鶴岡市地域内エコシステム協議会 メンバー

区分	構成員	役割
委員	出羽庄内森林組合	川上/燃料用材の供給
	温海町森林組合	川上/燃料用材の供給
	株式会社渡会電気土木	川中/燃料製造 (チップ、ペレット)
	株式会社佐藤工務	川上/燃料用材の供給 川中/燃料製造試験中 (チップ)
	鶴岡市市民部環境課	庁内関係課
	鶴岡市建設部建築課	庁内関係課
	鶴岡市朝日庁舎総務企画課	庁内関係課
オブザーバー	山形大学農学部	助言・指導
	山形県庄内総合支庁森林整備課	助言・指導
	やまがた自然エネルギー株式会社	助言・指導
地域事務局	鶴岡市農林水産部農山漁村振興課	申請者
事務局	株式会社森のエネルギー研究所	—
	一般社団法人日本森林技術協会	—

3.1.2 協議会の運営

協議会の開催状況は表 3-2 の通りです。協議会は、鶴岡市農林水産部農山漁村振興課、（一社）日本森林技術協会、（株）森のエネルギー研究所が共同で運営し、計 3 回実施しました。

協議会では、事業の方向性や実施内容、実施結果等について協議を行いました。

表 3-2 協議会の開催状況

	実施事項	内容
協 議 会	第 1 回協議会 令和 4 年 7 月 22 日 場所：鶴岡市役所	【議事】 今年度の事業計画①～④について協議 ①原木乾燥試験 ②ボイラー導入に関わる個別ヒアリングの実施 ③木質バイオマス利用セミナーの開催 ④木質バイオマスボイラー導入マニュアルの作成 ※④は市単独事業にて実施
	第 2 回協議会 令和 4 年 12 月 13 日 場所：鶴岡市役所	・実施項目の中間報告
	第 3 回協議会 令和 5 年 2 月 20 日 場所：鶴岡市役所	・実施項目の成果報告 ・今後の検討課題

3.2 サプライチェーン

鶴岡市のサプライチェーンを図 3-1 に示します。

熱利用のチップの製造・供給体制の整備に向けては、協議会での議論の結果、チップ安定供給のための2つの供給ルートを検討しています。1つ目が発電用チップを乾燥させて利用すること、2つ目がチップを新たに製造することです。また、現在、川下の熱利用を検討している施設は市庁舎（新・朝日庁舎）のみですが、将来的には民間施設の導入も検討しています。

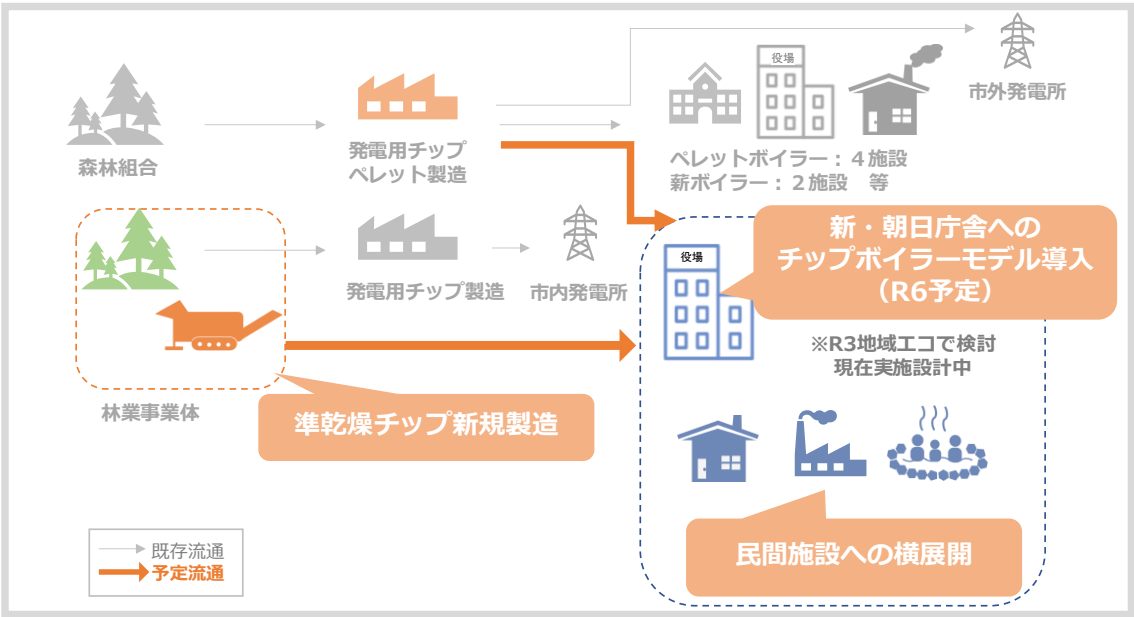


図 3-1 鶴岡市のサプライチェーン

3.3 本年度の達成目標

本事業では、鶴岡市における木質バイオマス利用の課題の解決のため、以下3つの目標の達成に向けて事業を実施しました（図 3-2）。

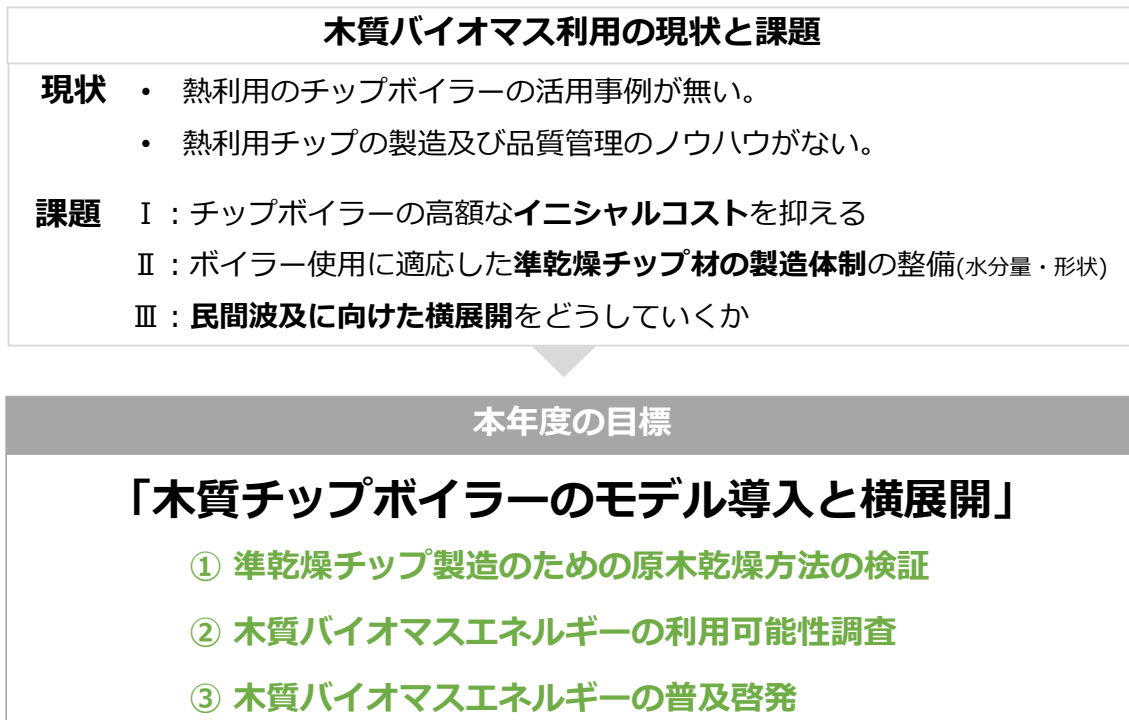


図 3-2 木質バイオマス利用の現状と課題・本年度の目標

目標① 準乾燥チップ製造のための原木乾燥方法の検証

鶴岡市内では、現状発電用のチップのみが流通していることから、チップボイラーに対応する含水率の低い準乾燥チップの製造・供給体制の整備が求められています。令和3年度事業においては、新たなチップの製造・供給ルートについて合意形成を進めたほか、チップ運用方法に関する情報収集等を行いました。今後は、熱利用チップ製造のための品質管理のノウハウの確立によるボイラーに適應する準乾燥チップの製造体制の整備（課題I）が求められています。

そこで、本事業では、安定した品質で低コストな準乾燥チップの製造方法について検証するため、チップの含水率低減方法の1つである原木乾燥方法の検証を行いました。

目標② 木質バイオマスエネルギーの利用可能性調査

鶴岡市では、公共施設での木質バイオマスボイラー導入だけでなく、民間施設での導入も目指しています。令和3年度事業においては、市内の木質バイオマスエネルギー利用の潜在的な需要を把握するため、市内事業者を対象に「木質バイオマス利用の可能性に関するアンケート」を実施しました。その結果、事業者6件からヒアリング受け入れが可能という前向きな回答がありました。

そこで、本事業では、令和3年度事業にて実施したアンケート調査結果を基に、ヒアリング調査が受け入れ可能である施設に対して、木質バイオマスエネルギーの利用可能性調査を行い、民間施設への導入促進を目指しました。

目標③ 木質バイオマスエネルギーの普及啓発

上記の通り、鶴岡市では民間施設での利用の促進を目指していますが、令和3年度事業で実施したアンケート結果から、地域内での木質バイオマスの認知度の低さ、また、木質バイオマスボイラーの初期費用許容額が事業者の認識と実体に大きな乖離があることが判明しました。

そこで、本事業では、木質バイオマスエネルギーに関する普及・啓発事業を進めるため、市民向けセミナーを開催しました。

なお、新・朝日庁舎のチップボイラー導入検討については、令和3年度事業で簡易コスト試算や導入パターン等の支援を行いました。令和4年度は「山形県令和4年度再生可能エネルギー未利用熱等活用事業可能性調査」の採択を受けたことから、協議会と連携しながら、引き続きチップボイラー導入の検討を進めました。

3.4 目標達成に向けた取り組み

3.4.1 実施スケジュール

目標達成に向けて実施した各種調査の概要および実施スケジュールをそれぞれ表 3-3、図 3-3 に示します。

表 3-3 各種調査の概要

実施項目	実施内容
準乾燥チップ製造のための原木乾燥方法の検証 (3.4.2 p13~)	
①原木乾燥試験 実施日：令和4年6-12月	準乾燥チップの原料となる原木の効果的な乾燥方法を調査することを目的として実施した。
木質バイオマスエネルギー利用可能性調査 (3.4.3 p31~)	
②ボイラー導入に係る個別ヒアリング 実施日：令和4年8月9-10日、9月28-29日	令和3年度に実施した「木質バイオマスアンケート」調査結果を基に、個別ヒアリングに前向きな回答のあった6つの事業所・旅館を訪問。木質バイオマスボイラー利用の可能性について調査した。
木質バイオマスエネルギーの普及啓発 (3.4.4 p33~)	
③市民向けセミナーの開催 実施日：令和4年10月28日	鶴岡市の木質バイオマスの熱利用の普及を図るために、木質バイオマス利用への関心の向上を目的として実施した。

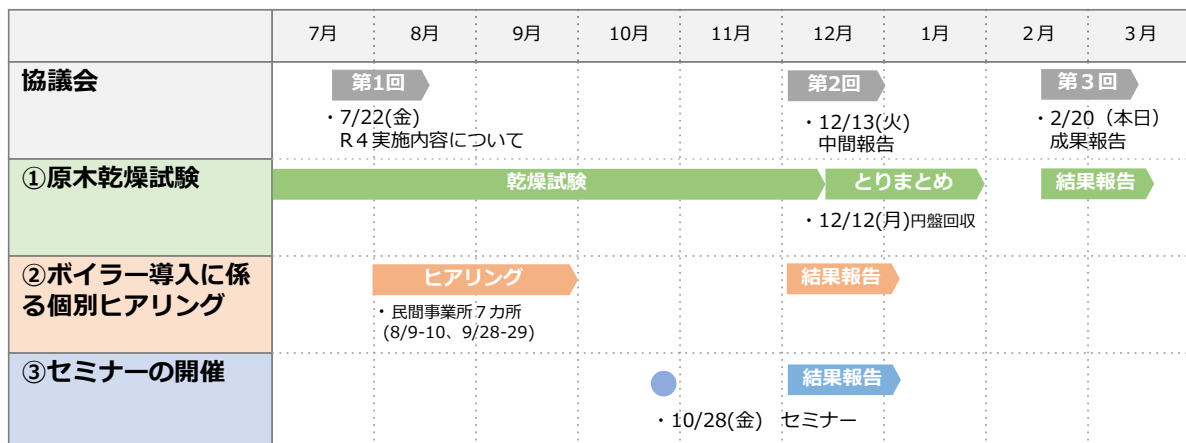


図 3-3 実施スケジュール

3.4.2 準乾燥チップ製造のための原木乾燥方法の検証

(1) 調査の目的

現在、鶴岡市において、新・朝日庁舎へのチップ供給および将来的な民間施設へのチップ供給のための新規チップ製造の調査・検討をしています。

本事業では、鶴岡市における効率的なチップ燃料製造を目指し、準乾燥チップ（水分 25～35%wb）の原料となる原木の効果的な乾燥方法を調査することを目的として原木乾燥試験を実施しました。

燃料用木質チップの品質規格のうちチップ水分に関する規格について表 3-4 に示します。品質規格では、水分区分によって乾燥チップ・準乾燥チップ・湿潤チップ・生チップ、その他不燃域に分けられています。今後、コンパクトかつ低コストであるチップボイラー（断続運転可能タイプ）を導入していくためには、準乾燥チップ（水分 25～35%wb）等の含水率の低いチップの製造が求められています。

本試験では、設置条件や材の特性が原木の乾燥に与える効果を把握するため、条件の異なる 6 つの試験区を設置し、乾燥効果の検証を行いました。

表 3-4 燃料用木質チップの品質規格（※ 2）

水分区分	水分 (wb) M	含水率 (db) U	状態
M25	≤25%	≤33%	乾燥チップ
M35	25～35%	33～54%	準乾燥チップ
M45	35～45%	54～82%	湿潤チップ
M55	45～55%	82～122%	生チップ
不燃域 水分55%以上のチップは燃料として不適			

※ 2：燃料用木質チップの品質規格（一般社団法人日本木質バイオマス研究会（2014））より一部加筆にて作成。

(2) 方法

表 3-5 に試験概要を、図 3-4 に試験の流れを示します。伐採時期が異なる 2 種類の材を用い、3 パターンの設置条件を設け、計 6 試験区において実施しました（表 3-6、図 3-5）。含水率の変動を把握するため、ひと月に 1 回はい積み全体の重量を測定しました。加えて、各はい積みからサンプル木 6 本を選択し、サンプルの含水率からはい積み全体の含水率を求めました。サンプルの含水率は、円盤を採取し全乾法（JIS Z 7302-3 に基づき 105℃24 時間乾燥）にて求めました。試験の結果に基づき、乾燥効果について検証を行いました。

表 3-5 試験概要

試験概要	
乾燥期間	令和4年6月21日～12月12日（174日間、約6ヵ月）
実施場所	鶴岡市三瀬地区
使用機械	クレーン車、吊りばかり、ロープ（重量計測に使用） 恒温乾燥機、デジタルスケール（円盤の全乾重量測定に使用） 温湿度計（Elitech RC-51H）（試験区の温度データ採取に使用） 水分計（kett社製、MT-700）（簡易測定法の検証に使用）
試験木	材の特性の違いを検証するため、以下2種類の材を使用 ・寒伐り材（令和4年3月15日伐採）60本 ※各はい積みは20本 ・6月伐り材（令和4年6月13日伐採）60本 ※各はい積みは20本
設置条件	屋根の効果、鉄板の効果を検証するため、3パターンの試験地で実施 各試験地にはい積みを2つ設置（1:寒伐り材20本、2:6月伐り材20本） ・試験地A：屋根あり+鉄板 ・試験地B：屋根無し+鉄板 ・試験地C：屋根無し+砂利 ※はい積み1つを試験区とし、A1・A2・B1・B2・C1・C2の計6試験区で実施した。
試験内容	<p>◆ はい積みの設置・初回計測（6月21日）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各20本のはい積みのうち、サンプル木（6本）に番号をふる。 ・サンプル木の1本あたりの重量、末口直径、材長を計測する。 ・ロープでくくりはい積みの全体重量を計測する。 <p>◆ 定期計測（6月～12月）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ロープでくくりはい積みの全体重量を計測する。 <p>◆ 最終計測(12月12日)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ロープでくくり、はい積みの全体重量を計測する。 ・サンプル木の1本あたりの重量を計測する。 ・円盤サンプル（2～3cm厚）を1試験木につき2枚ずつ採取。 ・含水率の簡易測定方法である水分計で円盤の含水率を測定。 ・円盤サンプルの全乾重量からはい積み全体の含水率を推定（全乾法）。

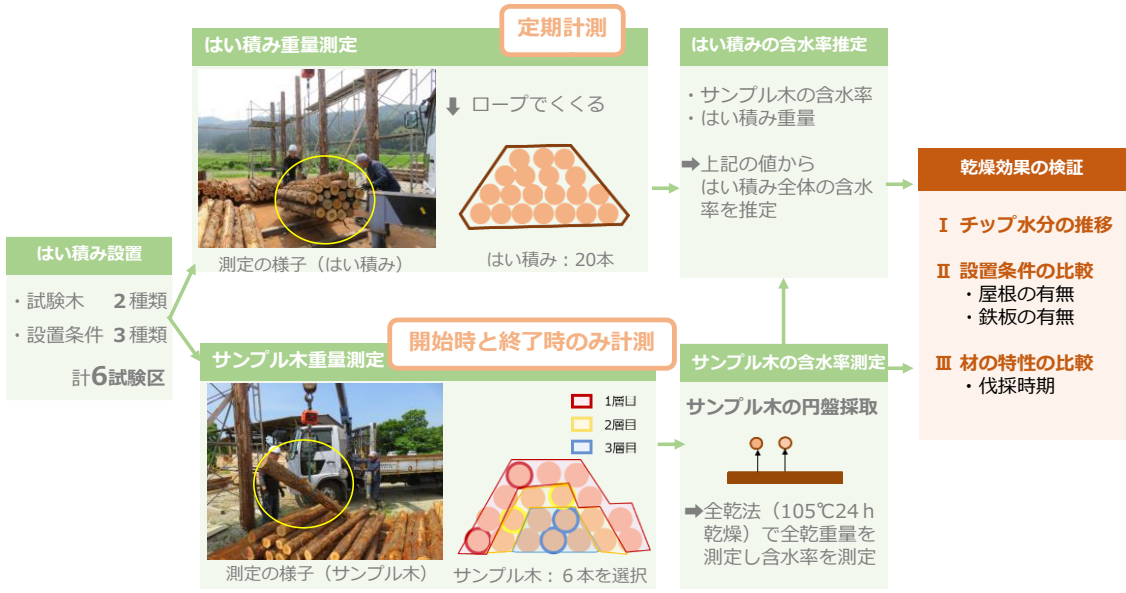


図 3-4 試験の流れ

表 3-6 試験区一覧

試験区	屋根の有無	敷板の有無	伐採日	本数
A 1	有	有 (鉄板)	寒伐り (3月15日)	20本
A 2			6月伐り (6月13日)	20本
B 1	無	有 (鉄板)	寒伐り (3月15日)	20本
B 2			6月伐り (6月13日)	20本
C 1	無	無 (砂利)	寒伐り (3月15日)	20本
C 2			6月伐り (6月13日)	20本



図 3-5 はい積み設置イメージ図

各はい積みのサンプル木の選択例を図 3-6 に示します。はい積みの位置別の乾燥速度を把握するため、1 層目、2 層目、3 層目から 2 本ずつ選択しました。しかしながら、本試験でははい積み全体重量の定期計測時にははい積み位置が入れ替わってしまったことから、はい積み位置別の検証は実施しませんでした。



図 3-6 サンプル木の選択例

サンプル木の概要を表 3-7 に示します。材長は 2.04m、材直径は平均 15.4 cm (20 cm 以下) の材を使用しました。

また、伐採時期別のサンプル概要を表 3-8 に示します。試験開始時の平均水分%wb については、伐採後約 3 カ月経過している寒切り材は平均水分 41.1%wb、6 月伐り材は平均水分 51.0%wb で、水分 10%wb 程度の違いがありました。

表 3-7 サンプル木の概要

	屋根の有無	敷板の有無	伐採日	サンプル数	材直径 (cm)	材長 (m) ※1	開始時水分 (wb%)
A 1	有	有 (鉄板)	寒伐り (3月15日)	6	14.5±1.9	2.04	41.5±5.5
A 2			6月伐り (6月13日)	6	15.5±2.1	2.04	51.0±4.0
B 1	無	有 (鉄板)	寒伐り (3月15日)	6	16.0±1.5	2.04	41.3±7.0
B 2			6月伐り (6月13日)	6	16.2±2.0	2.04	54.6±3.0
C 1	無	無 (砂利)	寒伐り (3月15日)	6	14.7±1.9	2.04	40.4±11.0
C 2			6月伐り (6月13日)	6	15.5±1.7	2.04	47.3±4.0

表 3-8 伐採時期別のサンプル概要

伐採時期	設置試験区	サンプル数	材直径 (cm)	材長 (m)	開始時水分 (wb%)
寒伐り材	A1、B1、C1	18	15.1±1.9	2.04	41.1±8.0
6月伐り材	A2、B2、C2	18	15.7±1.9	2.04	51.0±5.0
全サンプル	—	36	15.4±1.9	2.04	—

次に、試験で使用したデータ一覧を表 3-9 に示します。試験区の気象条件として、温湿度計データロガーを設置し、温度および湿度のデータを取得しました。なお、温湿度計データロガーを2カ所に設置しましたが（試験地 A、試験地 C）、雨の影響で試験地 A の温湿度計が故障してしまったことから、試験地 C のデータを試験区すべての温度・湿度データとして使用しました。また、近隣の気象庁観測所である鼠ヶ関の気象データ（以降、「気象データ」とする）を用い、平年値と令和 4（2022）年の気象条件の比較を行いました。

表 3-9 使用データ一覧

	測定項目	タイミング	測定場所	使用機器	測定箇所	測定回数 (頻度)	データ記録
気象条件	温度	終始 (2022/7/22~ 12/12)	試験地C	データロガー	地上から約1m 直射日光を避け測定	30分~	データロガー
	湿度	終始 (2022/7/22~ 12/12)	試験地C	データロガー	地上から約1m 直射日光を避け測定	30分~	データロガー
	湿度②	終始	鼠ヶ関	気象庁データ	鼠ヶ関	1時間~	データベース
	湿度②	終始	鼠ヶ関	気象庁データ	鼠ヶ関	1時間~	データベース
	降雨量	終始	鼠ヶ関	気象庁データ	鼠ヶ関	1時間~	データベース
	風向風速	終始	鼠ヶ関	気象庁データ	鼠ヶ関	1時間~	データベース
	日射量日照時間	終始	鼠ヶ関	気象庁データ	鼠ヶ関	1時間~	データベース
原木	はい積み全重量	開始時 中間時(5回) 終了時	試験地ABC	吊りばかり、ロープ	ロープでくくり全体重量を測定 ※はい積み:6個(各20本)	7回	メモ
	サンプル木重量	開始時 終了時	試験地ABC	吊りばかり、ロープ	各サンプル木の重量を測定 ※サンプル木6本×6はい積み =36本を測定	2回	メモ
	円盤重量	終了時	試験地ABC	重量計	サンプル木の1/4、2/4の2カ所から 厚さ2~3cmのものを採取	1回	メモ
	円盤絶乾重量	終了時	試験地ABC	恒温乾燥機・重量計	恒温乾燥機で105℃24h乾燥し測定	1回	メモ
	円盤含水率	終了時	試験地ABC	含水率測定機	円盤の中央、端の2カ所で測定	1回	メモ



図 3-7 試験地の様子



図 3-8 温湿度計設置の様子（試験地C）



図 3-9 はい積み全体重量の測定



図 3-10 サンプル木の重量測定



図 3-11 サンプル木の円盤回収



図 3-12 円盤重量測定



図 3-13 水分計での測定



図 3-14 恒温乾燥機での円盤乾燥

(3) 結果概要

得られたデータに基づき、以下の事項について検証しました。

【検証事項一覧】

- 結果Ⅰ 気象条件の比較①（データロガーと気象データの温度・湿度）
気象条件の比較②（平年値と令和4年（2022年）の気象条件の比較）
- 結果Ⅱ チップ水分の推移
- 結果Ⅲ 設置条件の比較①（屋根の有無）
設置条件の比較②（鉄板の有無）
- 結果Ⅳ 材の特性の比較①（伐採時期別）
材の特性の比較②（材直径）
- 結果Ⅴ その他：水分計計測値と全乾法での算出値の比較

表 3-10 算出項目と計算式の一覧

	算出項目	計算式
サンプル木円盤	円盤の水分量 (g)	生重量 (g) - 円盤重量 (g)
	円盤水分 (%wb)	(生重量 (g) - 絶乾重量 (g)) / 生重量 (g)
	円盤含水率 (%db)	(生重量 (g) - 絶乾重量 (g)) / 絶乾重量 (g)
	円盤の重量減少率 (%)	絶乾重量 (g) / 生重量 (g)
サンプル木	推計絶乾重量 (kg)	終了時のサンプル木重量 (kg) × 円盤の重量減少率 (%)
	水分 (%wb) ※開始時	(開始時重量 (kg) - 推計絶乾重量 (kg)) / 開始時重量 (kg)
	水分 (%wb) ※終了時	円盤水分 (%wb) に同じ
	含水率 (%db) ※開始時	(開始時重量 (kg) - 推計絶乾重量 (kg)) / 推計絶乾重量 (kg)
	含水率 (%db) ※終了時	円盤含水率 (%db) に同じ
	[平均値]水分 (%wb)	サンプル木 6 本/区的水分 %wb の平均値
	[平均値]含水率 (%db)	サンプル木 6 本/区の含水率 %db の平均値
	[平均値]重量減少率 (%)	サンプル木 6 本/区の円盤重量減少率の平均値
	乾燥速度 (%/日)	(試験日A_含水率 (%db) - 試験日B_含水率 (%db)) / (日数_B - A)
はい積み	推計絶乾重量 (kg)	終了時のはい積み重量 (kg) × サンプル木[平均値]重量減少率 (%)
	水分 (%wb) ※終了時	サンプル木[平均値]水分 (%wb) に同じ
	水分 (%wb) ※各測定時	(測定時重量 (kg) - 推計絶乾重量 (kg)) / 測定時重量 (kg)
	含水率 (%db) ※終了時	サンプル木[平均値]含水率 (%db) に同じ
	含水率 (%db) ※各測定時	(測定時重量 (kg) - 推計絶乾重量 (kg)) / 推計絶乾重量 (kg)
	乾燥速度 (%/日)	(試験日A_水分 (%wb) - 試験日B_水分 (%wb)) / (日数_B - A)

(4) 結果 I 気象条件の比較

【気象条件の比較① データロガーと気象データの温度・湿度】

温湿度計データロガーおよび気象データの日平均気温（℃）と日平均湿度（％）について図 3-15 に示します。日平均気温、日平均湿度とも、データロガーと気象データの値はほぼ同じ動向を示しました。平均気温差と平均湿度差は以下の通りです。

平均気温差と平均湿度差

- ・平均気温差： -1.6 ± 1.2 ℃ →三瀬は鼠ヶ関より若干気温が低い
- ・平均湿度差： 9.5 ± 1.2 ％ →三瀬は鼠ヶ関より湿度が若干高い

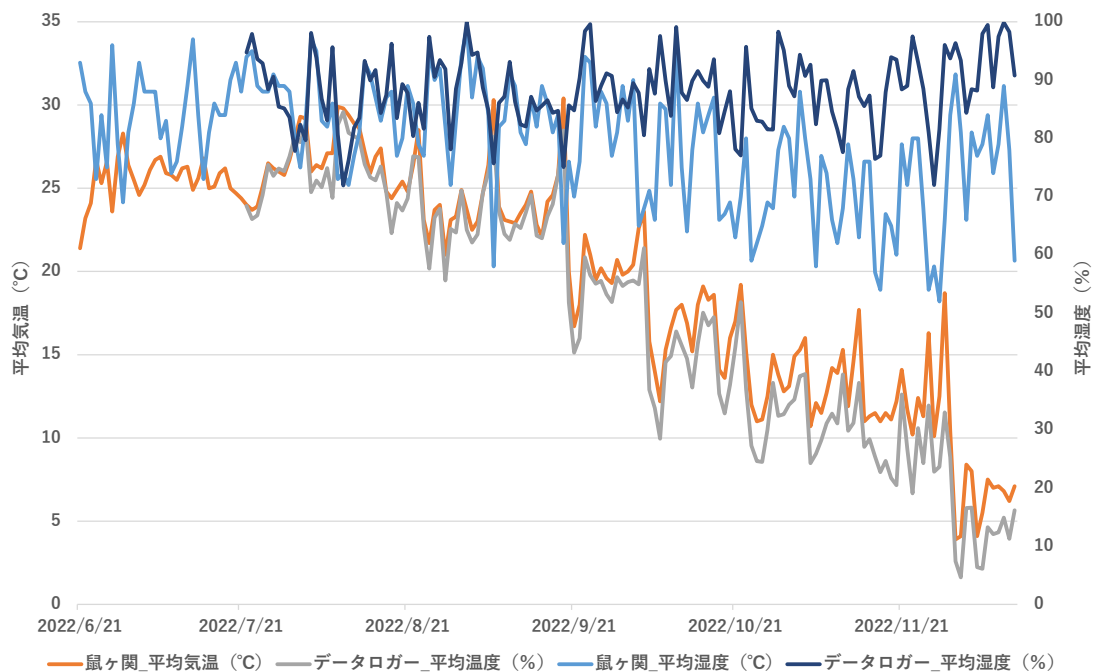


図 3-15 データロガーおよび気象データ（鼠ヶ関）の日平均気温・日平均湿度

【気象条件の比較② 平年値と令和 4 年（2022 年）の気象条件の比較】

気象データ（鼠ヶ関）の 2022 年の観測データを表 3-11 に、平年値（1991 年～2020 年）のデータを表 3-12 に示します。

平年値との比較から考えられる、2022 年における気象条件が与える乾燥への影響の特徴は以下の通りです。気象条件の比較①において、試験地と気象データ（鼠ヶ関）のデータの差が少なかったことから、試験区においても同様の乾燥への影響があったと考えられます。

平年値との比較による 2022 年における気象条件が与える乾燥への影響の特徴

- ・ 気温は平年値より若干高い →平年に比べ自然乾燥にはプラス
- ・ 7月の降雨量は平年値より少ない →平年に比べ自然乾燥にプラス
- ・ 8月の降雨量は平年値より多い →自然乾燥にマイナス

表 3-11 気象データ（鼠ヶ関）2022 年（月ごとの値）主な要素 ※3

月	平均気温 (°C)	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	降水量の合計 (mm)	日照時間 (時間)	平均風速 (m/s)	平均湿度 (%)
6	25.3	28.7	22.4	8.8	6.1	2.5	82.4
7	25.6	28.9	22.8	2.9	7.9	1.6	86.4
8	26.1	29.4	23.2	11.9	4.1	1.9	84.0
9	22.8	26.9	19.3	5.1	5.9	1.8	83.4
10	16.1	19.4	12.4	6.4	4.1	2.4	74.7
11	12.9	16.4	9.1	5.3	3.9	2.9	69.3
12	6.3	8.9	3.4	10.5	0.7	3.5	78.2

表 3-12 気象データ（鼠ヶ関）平年値（1991～2020 年 月ごとの値）主な要素 ※3

月	平均気温 (°C)	最高気温 (°C)	最低気温 (°C)	降水量の合計 (mm)	日照時間 (時間)	平均風速 (m/s)	平均湿度 (%)
6	20.5	24.1	17.4	7.2	5.1	欠損	欠損
7	23.3	26.9	20.3	7.3	5.2	欠損	欠損
8	24.9	28.9	21.5	6.4	6.3	欠損	欠損
9	21.1	25.3	17.6	6.6	4.9	欠損	欠損
10	15.5	19.6	11.7	6.3	4.1	欠損	欠損
11	10.1	13.9	6.5	7.6	2.6	欠損	欠損
12	6.5	9.8	3.3	8.1	1.4	欠損	欠損

※3：気象データは試験期間（2022年6月21日～12月12日）のみを使用し、月別の値を算出した。平年値についても、1991～2020年の6月21日～12月12日から月別の値を算出した。

（5）結果Ⅱ チップ水分の推移

試験区における原木の水分%wbの推移を図 3-16、表 3-13 に示します。試験の結果、すべての試験区において8月の測定時には水分 35%wb 以下まで低下し（準乾燥チップ：水分 25～35%wb）、準乾燥チップ対応のボイラーで使用可能なチップを製造できる

ことが分かりました。特に乾燥が速かった試験区はA1（屋根有・鉄板床・寒伐り材）、B1（屋根無し・鉄板床・寒伐り材）でどちらも鉄板床で寒切り材を使用した試験区でした。寒伐り材の山土場での保管期間を考慮すると、山土場保管3ヵ月と乾燥1ヵ月の計4ヵ月で水分35%wb以下まで低下したと考えられます。

また、表3-13に記載した試験期間中の水分の推移を見ると、試験期間中で最も水分の低下がみられた試験区はA2（屋根有・鉄板床・6月伐り材）で、試験期間中で水分25.9%wb低減していました。



図 3-16 原木の水分%wbの推移①

表 3-13 原木の水分%wbの推移②

試験区	6月21日	7月22日	8月19日	9月8日	10月6日	11月8日	12月12日	増減
A1 屋根有 鉄板床 寒切材	39.4%	34.1%	32.9%	29.7%	27.0%	26.7%	26.8%	-12.6%
A2 屋根有 鉄板床 6月伐材	49.7%	37.4%	33.5%	29.1%	25.8%	23.7%	23.8%	-25.9%
B1 屋根無し 鉄板床 寒切材	38.8%	31.5%	29.1%	27.9%	25.9%	27.3%	29.8%	-9.0%
B2 屋根無し 鉄板床 6月伐材	50.1%	38.5%	33.1%	32.3%	30.1%	32.3%	33.7%	-16.4%
C1 屋根無し 砂利 寒切材	42.1%	35.1%	31.4%	30.8%	28.6%	30.4%	33.1%	-9.1%
C2 屋根無し 砂利 6月伐材	47.2%	36.2%	31.9%	31.0%	29.1%	30.1%	32.9%	-14.3%

凡例	生チップ 45～55%wb	湿潤チップ 35～45%wb	準乾燥チップ 25～35%wb	乾燥チップ ≤25%wb
----	------------------	-------------------	--------------------	-----------------

(6) 結果Ⅲ 設置条件の比較

【設置条件の比較① 屋根の有無】

屋根が原木乾燥に与える効果を検証するため、屋根の有無以外の設置条件が同じである試験地 A (屋根有・鉄板床) および試験地 B (屋根無・鉄板床) の比較を行いました。

試験地 AB の原木の水分%wb の推移を図 3-17 に示します。屋根ありの試験区である A1(屋根有・鉄板床・寒伐り材)、A2 (屋根有・鉄板床・6月伐り材) は、屋根無しの試験区である B1 (屋根無・鉄板床・寒伐り材)、B2 (屋根無・鉄板床・6月伐り材) に比べ水分推移がみられました。なお、屋根無しの試験地である B1、B2 の11月、12月の測定値は増加していますが、測定前日の雨の影響によるもので、10月の測定時で水分 30%wb 程度まで低下していることから、一時的な水分上昇と考えられます。この一時的な水分上昇を考慮しても、屋根有の試験区 A1 は水分 26.7%wb (11月18日)、A2 は水分 23.7%wb (11月18日) で、屋根無しの試験地よりも水分%wb が低くなることが分かりました。

以上のことから、屋根が原木の乾燥に正の影響を与えることが分かりました。一方で、屋根がない試験区でも、時間の経過で原木の水分が十分に低下し準乾燥チップとして活用可能であることが分かりました。

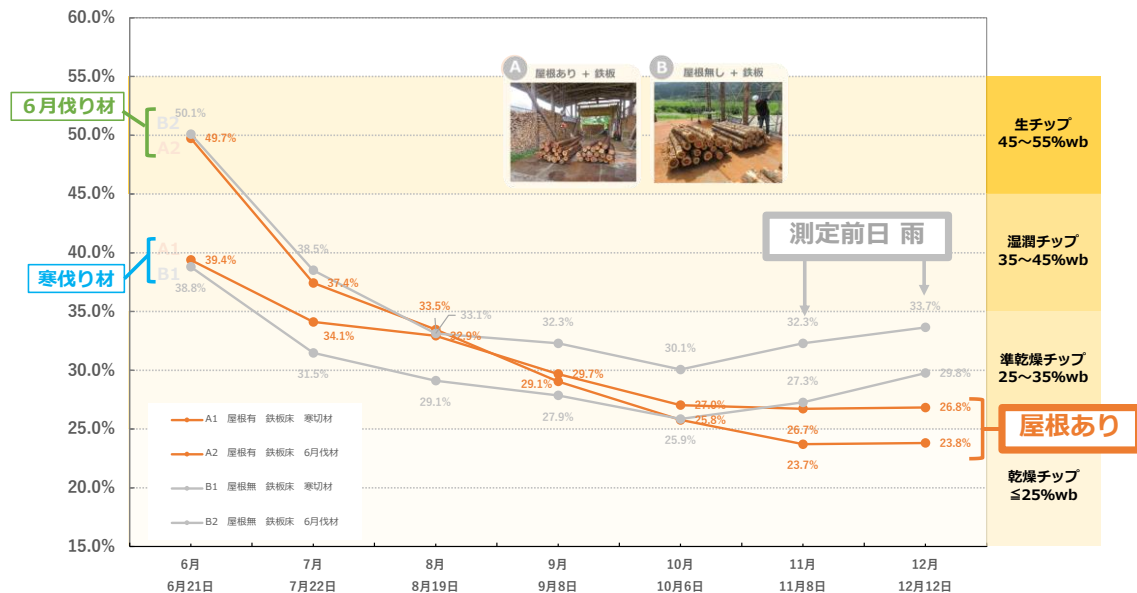


図 3-17 原木の水分%wb の推移 屋根の有無の比較

【設置条件の比較② 鉄板の有無】

鉄板が原木乾燥に与える効果を検証するため、鉄板の有無以外の設置条件が同じである試験地 B（屋根無・鉄板床）および試験地 C（屋根無・砂利）の比較を行いました。

試験地 BC の原木の水分%wb の推移を図 3-18 に示します。鉄板床の試験地である B1（屋根無・鉄板床・寒伐り材）、B2（屋根無・鉄板床・6月伐り材）と、砂利の試験地である C1（屋根無・砂利・寒伐り材）、C2（屋根無・砂利・6月伐り材）を比較すると、鉄板の有無（鉄板床と砂利）による初期含水率からの水分推移の違いはあまり見られませんでした。なお、測定前日の雨の影響があった11月、12月の測定においても、同様の傾向を示しました。

今回の試験では考慮していませんが、土場の水はけや風通し等について検証することで、詳細が明らかになると考えられます。

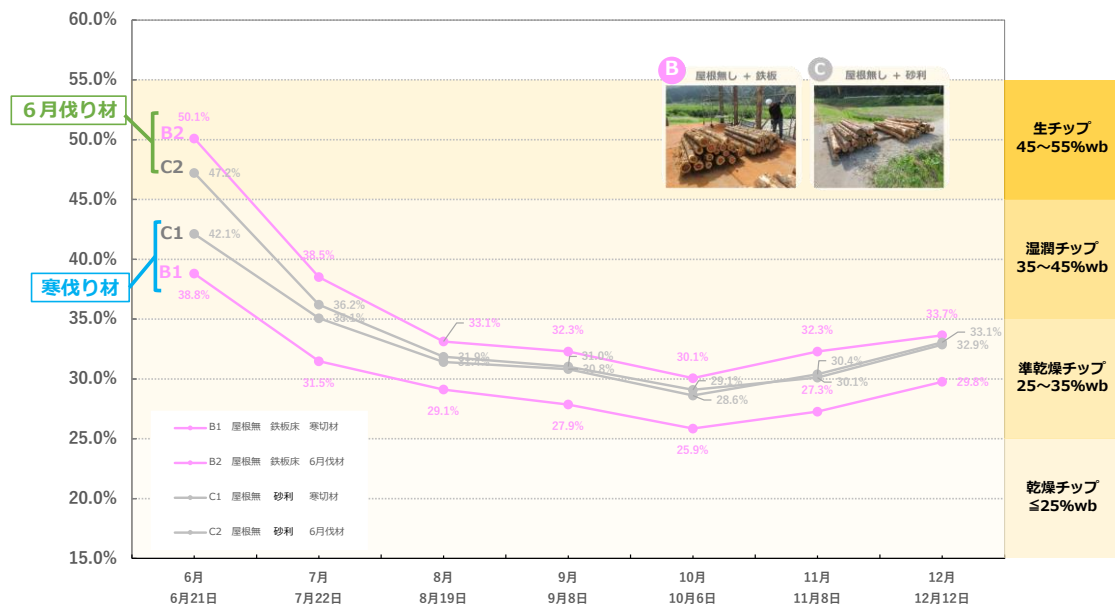


図 3-18 原木の水分%wb の推移 鉄板の有無の比較

(7) 結果Ⅳ 材の特性の比較

【材の特性の比較① 伐採時期別】

伐採時期別の材の特性が原木乾燥に与える効果を検証するため、全試験区（A1・A2・B1・B2・C1・C2）の比較を行いました。全試験区の原木の水分%wbの推移を図 3-19 に示します。

6月伐り材については、初期水分は水分 50%wb 程度と高いですが、夏場の乾燥（2ヶ月）で水分 35%wb 以下まで低下しました。

寒伐り材については、伐採から約3カ月経過した試験開始時において水分 40%wb 程度まで水分が下がっており、夏場の乾燥期間（1～2ヶ月）で水分 35%wb 以下まで低下しました。

また、全試験区の時期別のはい積みの乾燥速度（%/日）を図 3-20 に示します。乾燥速度は含水率%db を用いて計算しました。いずれの試験区においても6月21日～7月22日の試験開始直後の1カ月の乾燥速度がもっとも高く、6月伐り材を使用した試験区 A2、B2、C2 で顕著にみられました。

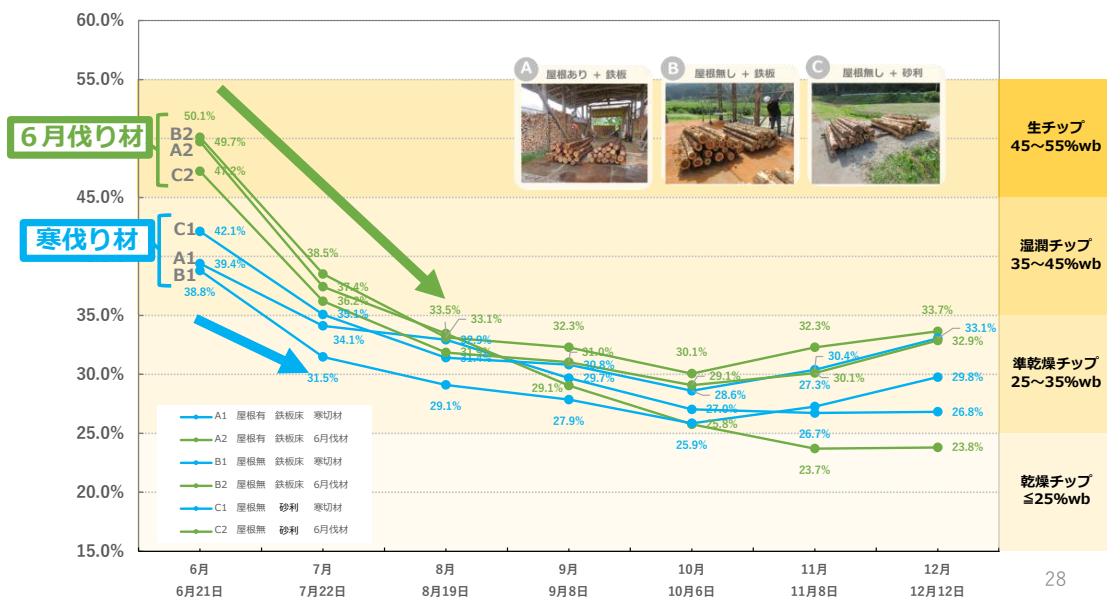


図 3-19 原木の水分%wb の推移 伐採時期の比較

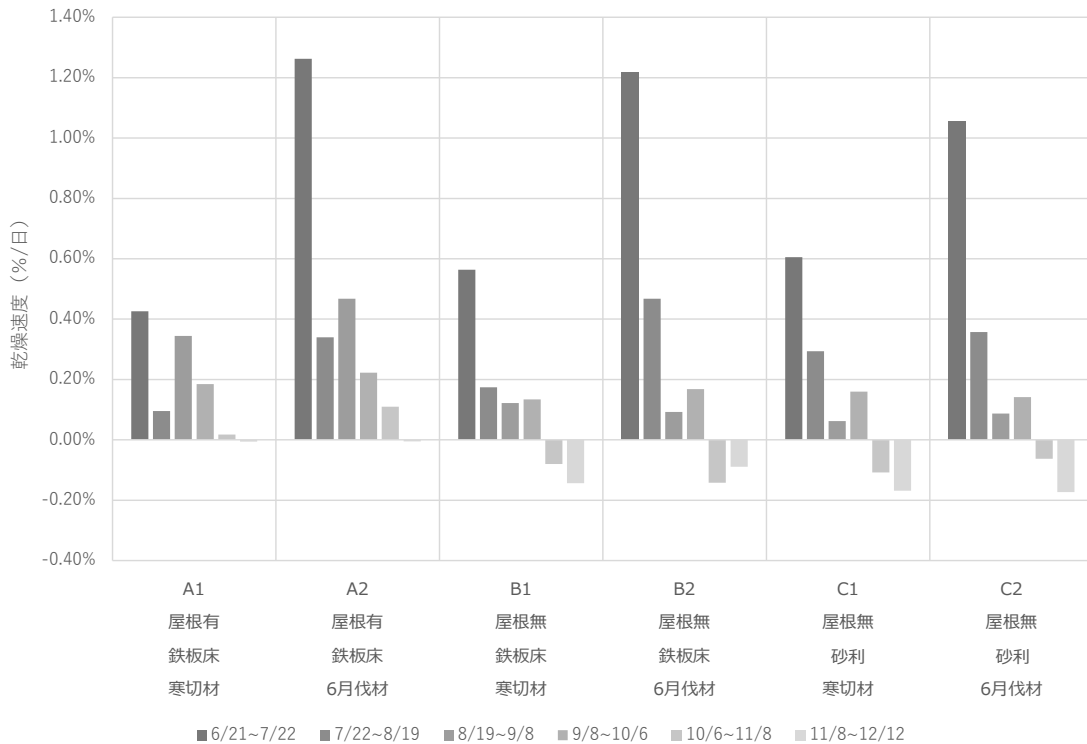


図 3-20 時期別のはい積みの乾燥速度 (%/日)

【材の特性の比較② 材直径】

材直径が原木乾燥に与える影響を検証するため、サンプル木 36 本の材直径と乾燥速度 (%/日) の関係を検証しました。乾燥速度は含水率%db を用いて計算しました。図 3-21 に結果を示します。決定係数 (R^2) は 0.0943 で、材直径と乾燥速度の間に大きな相関は見られませんでした。相関がみられなかったことの要因として、本試験で使用した材は 20 cm以下の比較的径が揃った材であったことが考えられます。

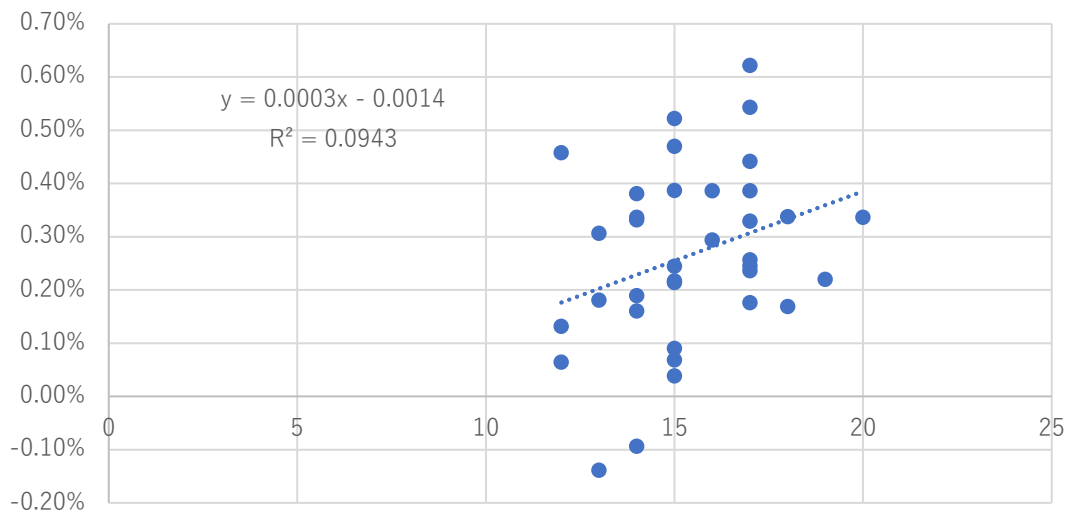


図 3-21 サンプル木の材直径と乾燥速度 (%/日) の関係 (サンプル木 6 本×6 試験区、計 36 本)

(8) 結果Ⅴ その他：水分計測値と全乾法での算出値の比較

原木の含水率の確認には、重量計測値からの算出や全乾法のほか、簡易測定方法である水分計での測定が用いられることがあります。そこで、本試験においては、簡易測定方法である水分計での測定を実施し、全乾法で算出される値を真値とした場合の算出値の差を検証しました。

図 3-22 に水分計および全乾法の測定値水分%wb を示します。全乾法と水分計測定値の差は水分-12.0%wb ± 0.1 で、水分計の値は全乾法よりも高い値を示すことが分かりました。 今回の結果については、測定前後の気象（雨の有無）による原木の状態や測定時の状況等を確認した上で検証する必要があると考えられます。

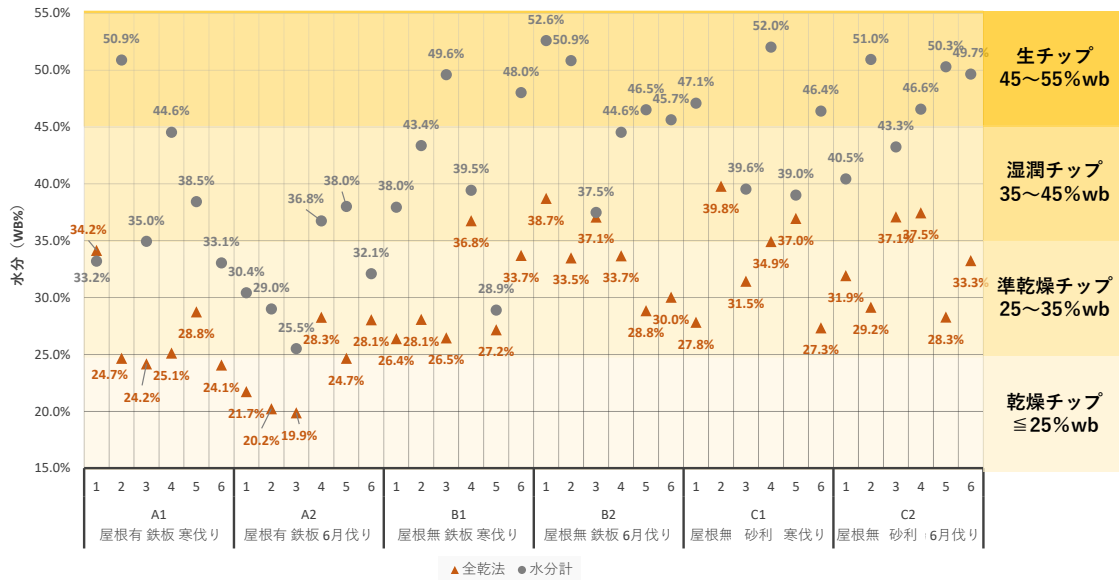


図 3-22 水分計および全乾法の水分%wb (サンプル木 6 本×6 試験区、計 36 本)

（９）原木乾燥試験結果のまとめ

準乾燥チップ（水分 25～35%wb）の原料となる原木の効果的な乾燥方法を調査することを目的として実施した本試験において、以下の知見が得られました。

【結果Ⅰ 気象条件の比較】

- 気象データ（鼠ヶ関）の温度・湿度と試験地の温度・湿度データとほぼ同じ動向を示した。三瀬地区の類似データとして気象データ（鼠ヶ関）が利用可能であることが分かった。
 - ・平均気温差： - 1.6 ± 1.2 °C →三瀬は鼠ヶ関より若干気温が低い
 - ・平均湿度差： 9.5 ± 1.2 % →三瀬は鼠ヶ関より湿度が若干高い
- 平年値との比較により 2022 年における気象条件が与える乾燥への影響の特徴が分かった。
 - ・気温は平年値より若干高い →平年に比べ自然乾燥にはプラス
 - ・7月の降雨量は平年値より少ない →平年に比べ自然乾燥にプラス
 - ・8月の降雨量は平年値より多い →自然乾燥にマイナス

【結果Ⅱ チップ水分の推移】

- すべての試験区で水分 35%wb 以下（準乾燥チップは水分 25～35%wb）まで低下。
- 特に乾燥が速かった試験区は A1（屋根有・鉄板床・寒伐り材）、B1（屋根無し・鉄板床・寒伐り材）でどちらも鉄板床で寒切り材を使用した試験区。寒伐り材の山土場保管期間 3 ヶ月と乾燥 1 ヶ月の計 4 ヶ月で水分 35%wb 以下まで低下。
- 試験期間中で最も水分の低下がみられた試験区は A2（屋根有・鉄板床・6月伐り材）で、試験期間中で水分 25.9%wb 低減。

【結果Ⅲ 設置条件の比較】

- 屋根有りの試験地では屋根無しの試験地に比べ水分が低下（水分 30%wb 以下）。屋根がない試験区でも、時間の経過で原木の水分が十分に低下した。
- 鉄板の有無（鉄板床と砂利）による水分推移の違いはあまり見られなかった。

【結果Ⅳ 材の特性の比較】

- **6月伐り材**：夏場の乾燥により短期間で準乾燥チップが可能と考えられる。

- **寒伐り材**：試験開始時（伐採から約3カ月）で既に含水率が下がっている（約水分40%wb前後）。夏場の乾燥により（+1～2ヶ月）準乾燥チップとして活用可能と考えられる。

今回の試験により、鶴岡市において準乾燥チップが製造可能であることを把握することができました。原木の効果的な乾燥方法として、屋根が乾燥に正の影響を与えることが分かりましたが、屋根が無くとも、また鉄板が無くとも短期間で準乾燥チップが製造できたことから、低コストである方法として屋根無し・鉄板無しでも十分に乾燥可能であると考えられます。

また、本試験地においては、寒伐り材は保管3カ月+乾燥1～2ヶ月（3月～7.8月）、6月伐り材は3カ月（6～8月）で水分35%wb以下まで低下し、短期間で乾燥が可能であることが分かりました。要因として、今回の試験では風通しが良い場所を選択したこと、水分が抜けやすい梢の部分の材を試験木として使用したことが考えられ、他の場所や材に比べて速く乾燥した可能性があります。そのため、今後、他の場所での乾燥や他の材を使用して準乾燥チップ製造を行う場合には、今回の結果を基にその場所での原木乾燥について別途検証することが必要であると考えられます。

3.4.3 ボイラー導入に係る個別ヒアリングの実施

令和3年度事業において実施した、温浴施設・福祉施設・工場・事務所等を対象とした木質バイオマスボイラー等の熱利用に関するアンケート調査において、ヒアリング受け入れが可能という回答のあった前向きな事業者のアンケート回答結果から、2つの大きな示唆が得られました。

○エネルギー需要者側の初期投資の希望上限額が、50万円ないし500万円程度であり、一般的なチップボイラーの導入費(数千万円)とは桁違いの乖離があること

○投資回収年数は8-10年程度でも許容するという回答が多く、需要者側の初期投資ゼロでバイオマスボイラーを導入するESCO事業(バイオマス熱供給事業)に興味があるという回答も多い

即ち、民間へのバイオマスボイラー導入にあたっては、投資回収年数よりも初期投資の負担軽減方策が優先的に解決すべき課題と考えられました。

本事業においては、前年度にコロナ禍の影響等もあり実施できなかった、木質バイオマスボイラー導入に前向きな意向がある・もしくは既に木質バイオマス機器を導入済、かつヒアリング受け入れが可能という回答のあった6件の事業者への現地ヒアリングを実施しました。そして、各事業者のニーズの概要、検討経緯と導入に向けた課題を整理しました。

(1) 既にバイオマス機器を導入済の事業者

—ヒアリング内容省略—

(2) バイオマス機器は未導入だが、アンケートを通じて興味を持った事業者

—ヒアリング内容省略—

(3) ヒアリング結果のまとめ

既にバイオマス機器を導入している事業者からの意見として共通しているのは、全てのエネルギーをバイオマスで代替することはできず、一部を化石燃料で賄っているという点です。今後の民間企業への導入にあたっては、初期投資及び技術面でハードルの高い「全ての熱源をバイオマスボイラーで賄う」という形ではなく、既存の化石燃料ボイラーを稼働させつつ一部をバイオマスボイラーで代替していく、というところから始めていくのが現実的な方策と考えられます。

一方で、バイオマス機器は未導入だがアンケートを通じて興味を持った事業者からの意見として、検討の経緯としては燃料費や電気代の増大という声が多く寄せられました。しかし、設置スペースの確保及び高額な初期投資が必要という2つのハードルを共にクリアできそうな導入候補先は今回のヒアリング先の中にはありませんでした。課題解決の方向性としては、設置スペースに比べれば資金調達や熱供給サービス、新たな技術・システム等の方策次第で導入可能性を開拓できる「初期投資の低減化」に的を絞ることが考えられます。比較的高額な初期投資も可能な事業者を含め、引き続き需要先の探索・開拓が望まれます。

3.4.4 市民向けセミナーの開催

(1) セミナー開催について

本事業では、木質バイオマス熱利用の普及のための市民の関心の向上を目的とし、「鶴岡市 木質バイオマス熱導入支援セミナー ～林野庁補助事業 地域内エコシステムモデル構築事業～」を実施しました。終了後、参加者へアンケートを行いました。

セミナーの開催概要は以下の通りです。

【セミナー開催概要】

- ・ 日 時：令和4年10月28日（金）午後2時～4時
- ・ 場 所：出羽庄内国際村
- ・ 主 催：鶴岡市地域内エコシステム協議会・鶴岡市
- ・ 対 象：一般市民
- ・ 参加方法：対面または Web
- ・ 申込方法：FAX（図 3-24）または Google フォーム
- ・ 周知方法：・チラシ（図 3-23）発送（市内事業所 373 社）
 - ・ 広報つるおか 10 月号への掲載
 - ・ 荘内日報 10 月 15 日版への掲載
 - ・ アグリメール、商工課メルマガ等で配信
- ・ 講演内容：
 - ・ 第1部 基調講演
「カーボンニュートラルに向けた木質バイオマスの役割」
三浦 秀一 氏 東北芸術工科大学 建築環境デザイン学科教授
 - ・ 令和3年度 市内事業所 373 社へのアンケート結果報告・鶴岡市補助金紹介
齋藤 健一 氏 鶴岡市 農林水産部 農山漁村振興課 林業振興主幹
 - ・ 第2部 パネルトーク
 - ・ 三浦 秀一 氏 東北芸術工科大学 建築環境デザイン学科教授
やまがた自然エネルギーネットワーク代表
 - ・ 加藤 周一 氏 山形県林業士
 - ・ 板垣 一紀 氏 株式会社板垣水道 代表取締役
庄内地域エネルギー戦略推進会 構成員
 - ・ 菅野 明芳 氏 株式会社森のエネルギー研究所 取締役
鶴岡市地域内エコシステム事務局

事前申込制
参加費無料

鶴岡市

木質バイオマス 熱導入支援セミナー

～林野庁 「地域内エコシステム」モデル構築事業～

日時

2022/ **10/28** 金

14:00~16:00

(受付13:30~)

会場 出羽庄内国際村 (鶴岡市伊勢原町8-32)

参加方法 (1)会場参加
(2)オンライン参加(先着100名)

新型コロナウイルス感染防止のお願い

1週間以内に発熱やのどの痛み、咳などの風邪症状があった場合には、会場参加を控えてくださるようお願いいたします。
会場参加当日は、不織布マスクの着用と、アルコール消毒による手指消毒をお願いします。

鶴岡市では、地域の木質バイオマス（間伐材や林地に放置された未利用材など）を熱エネルギーとして有効活用する取り組みを進めています。灯油・重油やガスなどの化石燃料の代わりとして木質バイオマスを使用することで、燃料費の削減が期待できます。
本セミナーでは、木質バイオマスの鶴岡市での取り組みや全国の事例等を紹介し、木質バイオマスの役割やその活用方法について分かりやすくお伝えします！

プログラム

1 基調講演

カーボンニュートラルに向けた木質バイオマスの役割

東北芸術工科大学 建築・環境デザイン学科 教授 / やまがた自然エネルギーネットワーク 代表

【著書】

研究者が本気で建てたゼロエネルギー住宅（農文協、2021）

世界の田園回帰 11カ国の動向と日本の展望（共著）（農文協、2017）

コミュニティ・エネルギー、シリーズ地域の再生（共著）（農文協、2013）

木質資源 とことん活用読本、薪、チップ、ペレットで燃料、暖房、発電（共著）（農文協、2013）

三浦 秀一 氏

2 パネルトーク

三浦 秀一 氏 東北芸術工科大学 建築・環境デザイン学科教授 / やまがた自然エネルギーネットワーク 代表	三浦 秀一 氏 プロフィール 1963年 兵庫県西宮市生まれ
加藤 周一 氏 林野庁 森林・山村多目的機能発揮対策アドバイザー / 山形県林業士	1992年 東北芸術工科大学開学とともに赴任
板垣 一紀 氏 庄内地域エネルギー戦略推進協議会 構成員 / 株式会社板垣水道 代表取締役	早稲田大学大学院博士課程修了、博士（工学）
菅野 明芳 氏 株式会社森のエネルギー研究所 取締役 / 鶴岡市地域内エコシステム協議会 事務局	

申込問合せ 受付期間：10月3日(月)～26日(水)

※オンライン参加は定員になり次第、締め切ります。

FAX 裏面にご記入の上、ご提出ください。
FAX：0235-25-8763（鶴岡市農山漁村振興課）

鶴岡市農山漁村振興課 電話：0235-35-1298（直通）

電子申請
右記の二次元コードよりお申込み下さい。

主催：鶴岡市地域内エコシステム協議会・鶴岡市

※本セミナーは、鶴岡市が採択された林野庁補助事業『地域内エコシステム』モデル構築事業（事業実施計画の精度向上支援）の一環として実施いたします。

図 3-23 セミナーチラシ

鶴岡市 農山漁村振興課 宛

FAX番号
0235-25-8763

10/27 ✓

鶴岡市 木質バイオマス熱導入支援セミナー
FAX申込書

参加方法	<input type="checkbox"/> 現地対面（会場） <input type="checkbox"/> Web視聴
申込者(代表者名)	ふりがな： _____
参加申込人数	_____ 人
メールアドレス	_____
電話番号	_____
参加者の職業	<input type="checkbox"/> 学生 <input type="checkbox"/> 行政機関 <input type="checkbox"/> 会社員 <input type="checkbox"/> 自営業 <input type="checkbox"/> その他 _____
所在地	<input type="checkbox"/> 鶴岡市 <input type="checkbox"/> 山形県内（鶴岡市を除く） <input type="checkbox"/> 山形県外
ご質問（任意回答）	
セミナーで質問したい事項等を自由にご記載下さい。お寄せいただいた質問に対して、当日、専門家からご回答いたします。また、セミナーの内容に関わらず、燃料費削減やCO2削減、再生可能エネルギーの活用など、ご意見・ご要望等お聞かせ下さい。	
その他（複数選択可）本セミナーをどこで知りましたか。	
<input type="checkbox"/> ウェブサイト（鶴岡市HP）・SNS <input type="checkbox"/> メディア（広報・新聞など） <input type="checkbox"/> クチコミ・紹介 <input type="checkbox"/> チラシ <input type="checkbox"/> その他 _____	

【お問い合わせ先】

鶴岡市 農山漁村振興課 TEL:0235-35-1298

図 3-24 FAX 申込用紙（チラシ裏面）

鶴岡市
農山漁村振興課

セミナー来場者アンケート（回答用紙）

本日は鶴岡市木質バイオマス熟導入支援セミナーにご来場いただき、誠にありがとうございます。
今後のセミナーの参考にさせていただくために、回答にご協力頂けますようお願い申し上げます。

氏名または会社名		
ご連絡先	電話：	E-mail：

※ご記入いただいた情報については鶴岡市農山漁村振興課で適切に保管し、木質バイオマス推進事業のみ使用いたします。

1 今回のセミナーに対する満足度はどの程度ですか。また、その理由をお聞かせください。

①非常に満足 ②やや満足 ③どちらともいえない ④やや不満 ⑤非常に不満

理由：

2 今回のセミナーで、参考になった話・印象に残った話があれば、お聞かせください。

3 今後のセミナーで、どのようなテーマであれば参加したいですか。

4 木質バイオマス利用に関する個別ヒアリング調査の受け入れについてお聞かせください。

鶴岡市では、木質バイオマス利用を検討する事業者を対象に、導入支援のための個別ヒアリング調査を実施しています。個別ヒアリング調査の受け入れについてお聞かせください。

①受け入れる ②受け入れない ③その他 ※▼条件等をご記入ください。

5 その他、ご要望やご意見などをお聞かせください。

アンケートは以上です。回答へご協力頂きありがとうございました。

図 3-25 セミナー終了後のアンケート用紙（来場者用）



図 3-26 第1部 基調講演の様子

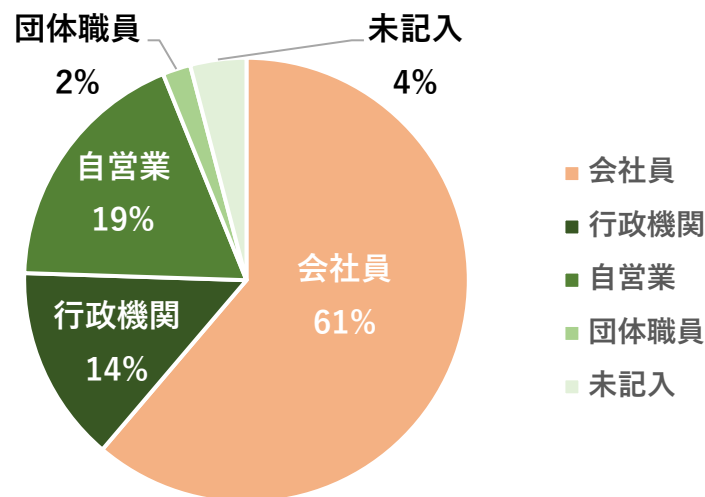


図 3-27 第2部 パネルトークの様子

(2) 参加者概要

今回のセミナーでは、事前参加申込者は49名（対面：25名、Web：24名）で、当日の参加者は45名（対面：24名、Web：21名）でした。

事前参加申込者49名の申込内容から、参加者の所属を図3-28に、参加者の所在地を図3-29に示します。それぞれ会社員、鶴岡市民の参加が過半数を占めていました。



会社員	30人	行政機関	7人
自営業	9人	団体職員	1人
未記入	2人		
合計：49人			

図 3-28 参加者の所属

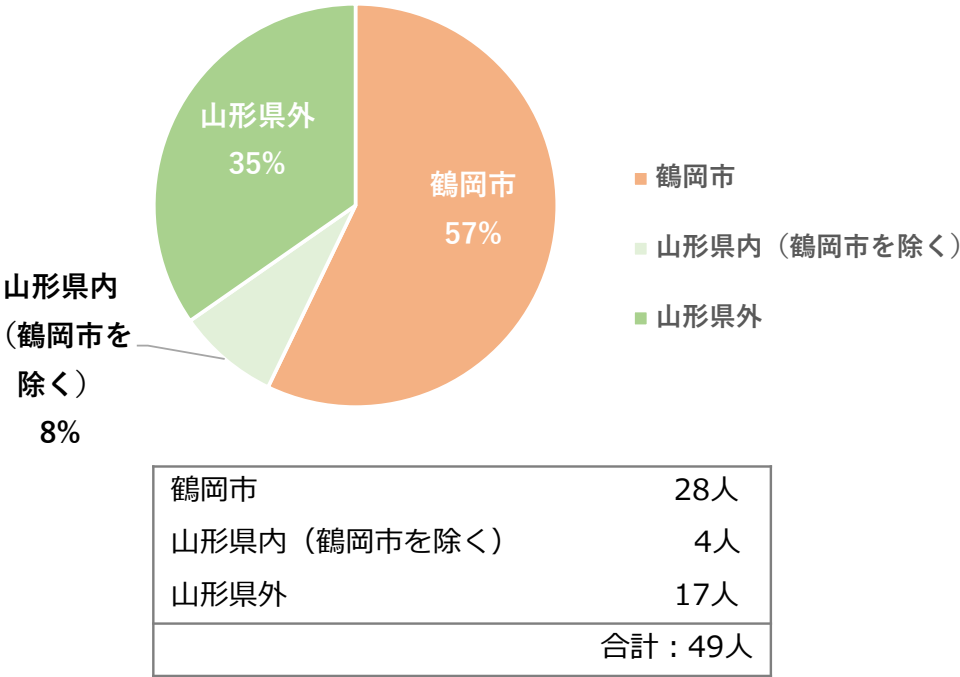


図 3-29 参加者の所在地

(3) 参加者アンケート回答結果

今後のセミナーの参考にするため、セミナー終了後にアンケートを実施しました。来場者にはアンケート用紙（図 3-25）を配布し、Web 参加者には同様の質問項目を設けた Google フォームを送付し行いました。セミナー当日参加者 45 名のうち、16 名から回答がありました。アンケート結果を以下に示します。

【満足度】

セミナー参加者の満足度を図 3-30 に示します。①非常に満足が 46%、②やや満足が 27%で、過半数が満足と回答しました。

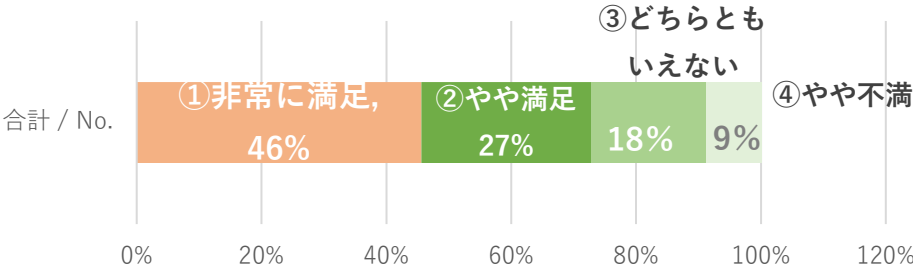


図 3-30 満足度（セミナー参加者 16 名）

【ヒアリング受入れ可否】

木質バイオマスボイラー導入に前向きな施設についてヒアリング調査を実施することを目的に、ヒアリング受入れ可否の項目を設けました。回答結果を表 3-14 に示します。

「受け入れる」の回答が3件ありましたが、協議会メンバーや関係者からの回答で、関係者以外からはヒアリング可の回答はありませんでした。

表 3-14 ヒアリング受入れ可否

①受け入れる	3人
②受け入れない	3人
その他	3人
未記入	7人
合計：16人	

【セミナーの感想（抜粋）】

- ✓ 行政や民間企業の取組の情報はあまり入ってこないのので聞いてよかった。
- ✓ 役割の違う人からの説明があり参考になった。
- ✓ 事例紹介が多くあったため木質バイオマス利用を身近に感じた。
- ✓ 林業との関わりやエネルギー利用により持続可能な社会ができると良いと感じた。
- ✓ 森林資源の有効活用について理解できた。
- ✓ 補助金ありきの状況であるため、民間が自立していけると良い。
- ✓ 導入をしたいがどのくらいの費用が必要かわからない。
- ✓ 質疑応答・フリートークの時間を多く設けてほしい。

【セミナーのテーマの希望（抜粋）】

- ✓ 具体的な木質バイオマス熱導入支援について
- ✓ バイオマスエネルギーの農業・漁業との事業可能性
- ✓ 薪ストーブの改修・設置のコツ等、購入以外のコストについて
- ✓ 実際の利用者からの話

【その他】

- 導入費以外のランニングコストに対する補助があるとよい

(4) セミナー開催のまとめ・今後の課題

今回のセミナーは、参加者からも多くの質問をいただき、有意義な機会となりました。一方で、参加者が少なかったことが課題として考えられ、周知方法の工夫やセミナー内容の検討を行い、継続的な情報発信をすることが必要であると考えられます。また、具体的にどのくらいのコストがかかるのか、導入に向けた補助はどのようなものがあるのかなど、コストに関する質問が多く、活用可能な木質バイオマス導入の支援策についても周知する必要があると考えられます。

また、鶴岡市では令和4年度の市単独事業で木質バイオマスボイラー導入ガイドブックを作成していることから、ガイドブックを活用した普及・周知も考えられます。

【今後の課題】

市民への継続的な情報発信

- 1回の開催のみでは周知が難しい。継続的な普及活動が必要。
- セミナーの音声動画を市HPで配信する。

市での木質バイオマスの支援の紹介

- 木質バイオマス導入に対する市の支援等を周知する必要がある。

➡地域エコの取り組みの発信・令和4年度作成の木質バイオマスボイラー導入ガイドブックの活用が必要

【令和5年度のセミナーの内容案】

- 鶴岡市での木質バイオマス具体的な導入支援
- 事業所への導入のほか、一般家庭でのストーブ利用
- 農業・漁業等の幅広いバイオマス利用の紹介 等

4. 総括

鶴岡市では、地域内エコシステムの構築に向けて、地域内の新たなエネルギー循環（チップ）の構築および木質バイオマスエネルギーの活用促進を目的とし活動しています。本事業では「木質チップボイラーのモデル導入と横展開」のための3つの目標を掲げ、チップ製造のための原木乾燥試験、民間波及のための個別ヒアリング調査や市民向けのセミナーを実施しました。以下に本年度実施した内容とその結果についてとりまとめます。

（1）目標達成に向けた取り組みの結果

目標① 準乾燥チップ製造のための原木乾燥方法の検証

【実施内容】

- ✓ 準乾燥チップ（水分 25～35%wb）の原料となる原木の効果的な乾燥方法を調査するため**原木乾燥試験を実施**。

【結果】

- すべての試験区で水分 35%wb 以下（準乾燥チップの区分は水分 25～35%wb）まで低下した。
- 屋根は乾燥に正の影響を与えるが、屋根が無くとも、また鉄板が無くとも短期間で準乾燥チップが製造できた。低コストである乾燥方法として屋根無し・鉄板無しでの乾燥も可能と考えられる。
- 本試験地においては、寒伐り材は保管 3 カ月＋乾燥 1～2 ヶ月（3 月～7.8 月）、6 月伐り材は 3 カ月（6～8 月）で準乾燥チップまで乾燥した。
- 今後別の場所で準乾燥チップ製造を実施する場合には、今回検証しなかった他要因も含め検討する必要がある。

目標② 木質バイオマスエネルギーの利用可能性調査

【実施内容】

- ✓ 木質バイオマスボイラー導入に前向きな意向がある・もしくは既に木質バイオマス機器を導入済、かつヒアリング受け入れが可能という回答のあった **6 件の事業者への現地ヒアリングを実施**。

【結果】

- 各事業者のニーズの概要、検討経緯と導入に向けた課題を以下の通り整理した。

- 既にバイオマス機器を導入している事業者からの意見として共通しているのは、全てのエネルギーをバイオマスで代替することはできず、一部を化石燃料で賄っているという点である。今後の民間企業への導入にあたっては、初期投資及び技術面でハードルの高い「全ての熱源をバイオマスボイラーで賄う」という形ではなく、既存の化石燃料ボイラーを稼働させつつ一部をバイオマスボイラーで代替していく、というところから始めていくのが現実的な方策と考えられる。
- 一方で、バイオマス機器は未導入だがアンケートを通じて興味を持った事業者からの意見として、検討の経緯としては燃料費の増大という声が多く寄せられた。しかし、設置スペースの確保及び高額な初期投資が必要という2つのハードルを共にクリアできそうな導入候補先は今回のヒアリング先の中にはなかった。
- 課題解決の方向性としては、設置スペースに比べれば資金調達や熱供給サービス、新たな技術・システム等の方策次第で導入可能性を開拓できる「初期投資の低減化」に的を絞ることが考えられる。比較的高額な初期投資も可能な事業者を含め、引き続き需要先の探索・開拓が望まれる。

目標③ 木質バイオマスエネルギーの普及啓発

【実施内容】

- ✓ 木質バイオマス熱利用の普及のための市民の関心の向上を目的とし、「**鶴岡市 木質バイオマス熱導入支援セミナー ～林野庁補助事業 地域内エコシステムモデル構築事業～**」を実施。

【結果】

- 参加者からも多くの質問をいただき、有意義な機会となった。一方で、参加者が少なかったことが課題として考えられ、周知方法の工夫やセミナー内容の検討を行い、継続的な情報発信をすることが必要である。
- 具体的にどのくらいのコストがかかるのか、導入に向けた補助はどのようなものがあるのかなど、コストに関する質問が多かったことから、活用可能な木質バイオマス導入の支援策についての周知が必要である。
- 1回の開催のみでは周知が難しい。継続的な普及活動が必要。

(2) 今後の展望・展開

次年度以降は、本事業の取り組み結果を基に、公共施設へのチップボイラーモデル導入を起点とした民間施設への展開に向けて引き続き取り組みを進めていきたいと考えています。以下に今後の展望および展開についてとりまとめます。

① 準乾燥チップ製造体制の確立

本事業での原木乾燥試験により、鶴岡市において準乾燥チップが製造可能であることが分かりました。次年度以降は、チップ製造に関わる土場の運用方法やチップ価格の検討、チップの製造試験・燃烧試験等の実施により、準乾燥チップ製造体制を確立することが望まれます。

② 民間波及のための取り組み

本事業では、民間波及のための取り組みとして木質バイオマスエネルギー利用可能性調査（個別ヒアリング）および市民向けセミナーを実施しましたが、新たな需要先発掘には至りませんでした。新規のチップ製造体制の整備を進める上で、チップボイラー導入先が複数カ所あるとチップ製造の経済性が上がることから、継続的な需要先の探索や周知・情報提供が必要と考えられます。

次年度以降は、資金調達や熱供給サービス、新たな技術・システム等の方策次第で導入可能性を開拓できる「初期投資の低減化」に的を絞り需要先を発掘や、また、テーマを見直した上でのセミナーの開催、HP 等での情報発信が考えられます。

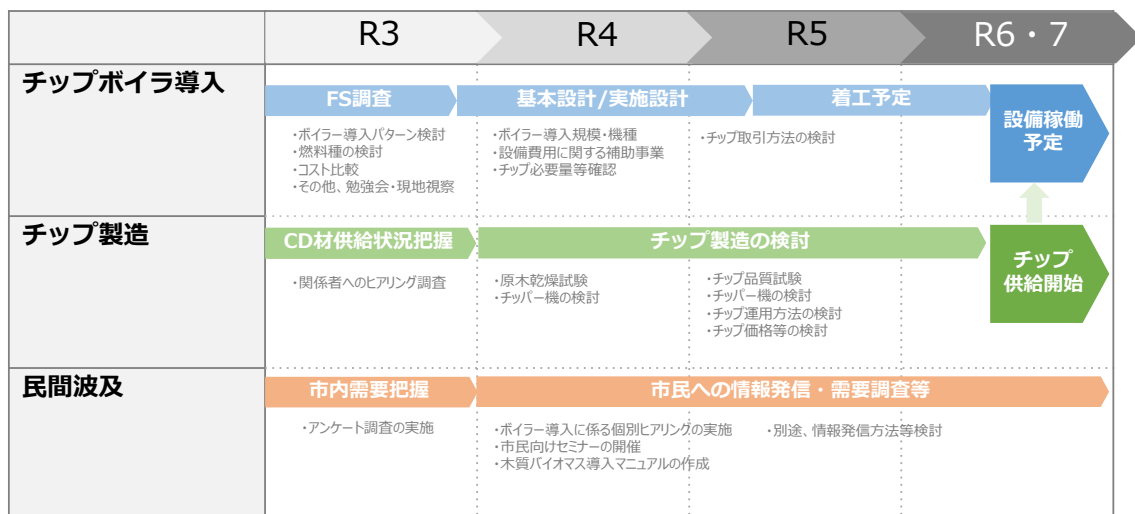


図 4-1 鶴岡市におけるロードマップ

令和4年度木材需要の創出・輸出力強化対策のうち
「地域内エコシステム」推進事業

山形県鶴岡市
「地域内エコシステム」モデル構築事業
事業実施計画の精度向上支援
報告書

令和5年3月

一般社団法人 日本森林技術協会
〒102-0085 東京都千代田区六番町7番地
TEL 03-3261-5281（代表） FAX 03-3261-3840

株式会社 森のエネルギー研究所
〒198-0042 東京都青梅市東青梅4丁目3-1 木ズナのもり 2F
TEL 0428-84-2445 FAX 0428-84-2446