

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

長崎県西海市
「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.....	5
3. 事業実施項目.....	6
3.1 地域協議会の運営支援.....	6
3.1.1 協議会について.....	6
3.1.2 協議会の運営.....	7
3.2 サプライチェーン.....	8
3.3 本年度の達成目標.....	9
3.4 目標達成に向けた取り組み.....	10
3.4.1 目標Ⅰ：「木の駅（薪）」の実施.....	10
3.4.2 目標Ⅱ：薪暖房機のモニター試験結果のとりまとめと普及に向けた農家向け勉強会開催.....	14
4. 総括.....	35

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、長崎県西海市「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長崎県西海市を支援対象地域としました（図 1-2）。

西海市は、長崎県のほぼ中央、西彼杵半島の北部に位置します。五島列島近くまで連なる多くの有人離島を有し、その美しい自然景観から、西海国立公園や二つの県立公園に指定されています。産業は、温暖な気候を活かしたビワやミカンなどの栽培や、イセエビや高級魚クエなどの農水産業が盛んで、長崎和牛や西海豚などの畜産の産出額は県内でも上位です。

人口は 25,709 人（令和 5 年 2 月末日現在）、総土地面積 24,159ha のうち、森林面積は 13,378ha で、約 55%を占めています。人工林率は 42%と県平均とほぼ同じですが、ヒノキの割合が 94%と高く、8 齢級（36～40 年生）以上が 90%、そのうち 11 齢級（51～55 年生）以上は全体の 26%に達し、素材生産量は年々増加しています。市内の森林組合支所には小規模ながら製材所があり、製品は韓国にも輸出されています。また、民間のチップ工場は市内に 2 社あり、そのうち 1 社は県内有数の規模です。

西海市では平成 18 年に県内で初めて「バイオマスタウン構想」を策定、さらに平成 25 年（令和 2 年 3 月改訂）には、木質バイオマスの活用を含む「西海市再生可能エネルギー活用計画」を策定し、太陽光、木質バイオマス、風力などの再生可能エネルギーの導入推進に取り組んでいます。特に、近年は「脱炭素社会に向かうまち西海市」を西海市の主要施策として掲げ、「緑の産業（林業）」の推進に力を入れています。

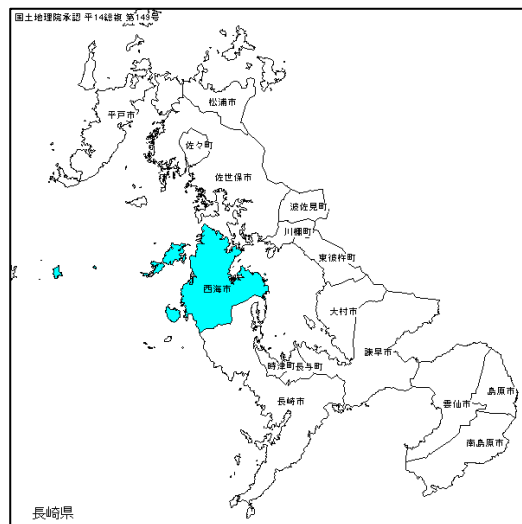


図 1-2 長崎県西海市の位置

1.3.2 地域における事業の位置づけ・目的

西海市は、現状では十分に活用されていない間伐材などの未利用材をはじめ、広葉樹や廃菌床等の森林資源を有効活用するための「資源と経済の地域内循環の体制構築」を目的として、本事業を2年間取り組んできました。

これまでの取り組みは以下のとおりです。

令和2年度

①燃料供給体制の構築

- ・調達可能な資源量把握のための文献調査、現地調査（森林調査）
- ・事業者ヒアリング

②潜在的な熱需要の発掘

- ・農林業体験民泊施設へのアンケート調査
- ・ボイラー導入候補先への聞き取り調査、コストシミュレーション

③その他、現地視察等

令和3年度

①「木の駅（薪）プロジェクト」の実証試験

- ・間伐施業から林地残材の収集、運搬、計量、薪割体験会の実施

②農業用ハウス向けの薪暖房機のモニター試験

- ・薪暖房機の導入効果の検証

③温浴施設へのバイオマスボイラー導入に向けた検討

- ・社会福祉センターの温浴施設への導入計画の詳細検討
- ・チップ性状試験

今年度は、近年中の「木の駅（薪）」の事業化および農業用ハウスや市内公共施設等へのバイオマスエネルギーの導入を目指し、引き続き本事業に取り組むこととしました。

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、長崎県西海市の「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

本報告書における水分(含水率)の定義は、全て「湿潤基準含水率(ウェットベース)」であり、「水分〇〇%」と表記します。

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

西海市では、令和2年度より地域内エコシステム協議会を設置しています。協議会の構成を表3-1に示します。本事業の申請者である西海市農林緑推進課が地域事務局となり、川上～川下の各段階の複数の地域関係者による協力体制をとっています。

表 3-1 協議会の構成



属性	所属
委員	長崎南部森林組合西海支所
	川内生産森林組合
	奥浦生産森林組合
	(株)池野産業
	(株)長崎林業
	特定非営利活動法人 西海市観光協会
	特定非営利活動法人 雪浦あんぱんね
	JA 長崎せいひ北部営農経済センター
	若手農業者（元市職員）
	(有)山崎マーク（シェアオフィス HOGET）
	西海市農林漁業体験民宿「山と海の郷さいかい」
	西彼保健福祉センター遊湯館
	長崎県中山間地域ボランティア支援センター
	長崎県県央振興局 農林部
	長崎県農林技術開発センター
長崎県森林組合連合会	
地域事務局	西海市農林緑推進課
事務局	(一社)日本森林技術協会
	(株)森のエネルギー研究所

3.1.2 協議会の運営

協議会の開催状況は表 3-2 のとおりです。

協議会では地域事務局が全体コーディネーターや議論の場づくり等を担うことで「地域内エコシステム」の構築に向けた取り組みを進めています。第 1 回では、事務局より本事業の説明及び本地域での取り組み・スケジュールについて報告をしました。第 2 回では、協議会メンバーの木質バイオマスに関する理解促進や課題等の理解を深めることを目的として、現地視察を行いました。

表 3-2 協議会の開催状況

<p>【第 1 回協議会】 開催日：令和 4 年 8 月 22 日（月） 場所：西海市西彼総合支所 2F 大会議室 内容：事業説明 令和 3 年度取り組み報告 今年度の目標と取り組み 今年度のスケジュール</p>	
<p>【第 2 回協議会】（現地視察） 実施日：令和 5 年 2 月 27 日（月）～28 日（火） 場所：千葉県南房総市 ✓ 薪暖房機導入農家 ✓ 道の駅鄙の里 ✓ 薪製造場所 ✓ シラハマ校舎（廃校活用複合施設）</p>	

3.2 サプライチェーン

西海市が目指す地域内エコシステムのサプライチェーンを図 3-1 に示します。

本地域では、市内産材のマテリアル利用の拡大を図るとともに、木質バイオマスの有効利用を軸としたサプライチェーンを目指します。

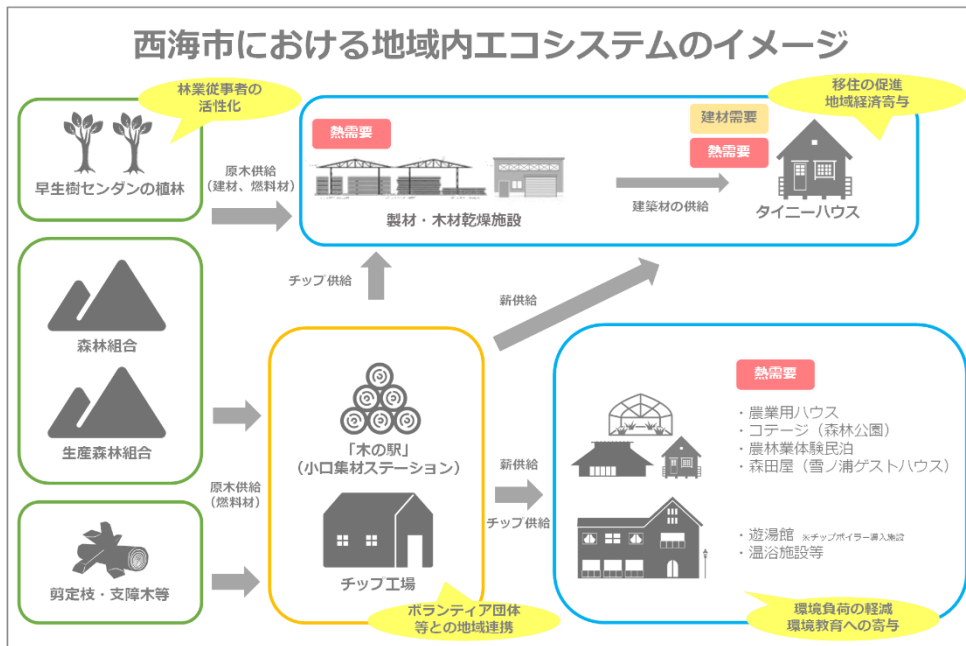


図 3-1 西海市のサプライチェーン

3.3 本年度の達成目標

西海市における木質バイオマス利用の課題解決のため、以下の目標の達成に向け、事業を実施しました。

【主な課題】

- ・「木の駅」の中核となる団体など、事業化に向けた具体的な検討（薪の製造および品質確保、供給体制の構築と需要開拓等）。
- ・薪暖房機のモニター試験の検証と導入普及、予算措置の検討。
- ・チップボイラーの導入促進（施設の規模別にチップ・薪ボイラー導入のための事業性の精度向上）、予算措置の検討
- ・破碎チップ、バーク、廃菌床を燃料とするボイラーの調査・検討。
- ・木材乾燥機用バイオマスボイラーの調査・検討。

【本年度の達成目標】

- I. 「木の駅（薪）」の実施
- II. 薪暖房機のモニター試験結果のとりまとめと普及に向けた農家向け勉強会開催
- III. 破碎チップ、バーク、廃菌床の熱利用の検討（情報収集）

3.4 目標達成に向けた取り組み

3.4.1 目標Ⅰ：「木の駅（薪）」の実施

今年度、西海市では近年中の「木の駅」の事業化に向け、以下の取り組みを実施いたしました。

- (1) 木の駅の体制づくりの開始
- (2) 高齢級人工林・広葉樹二次林の整備
- (3) 市民への木質バイオマスの普及・啓発 ※今年度未実施

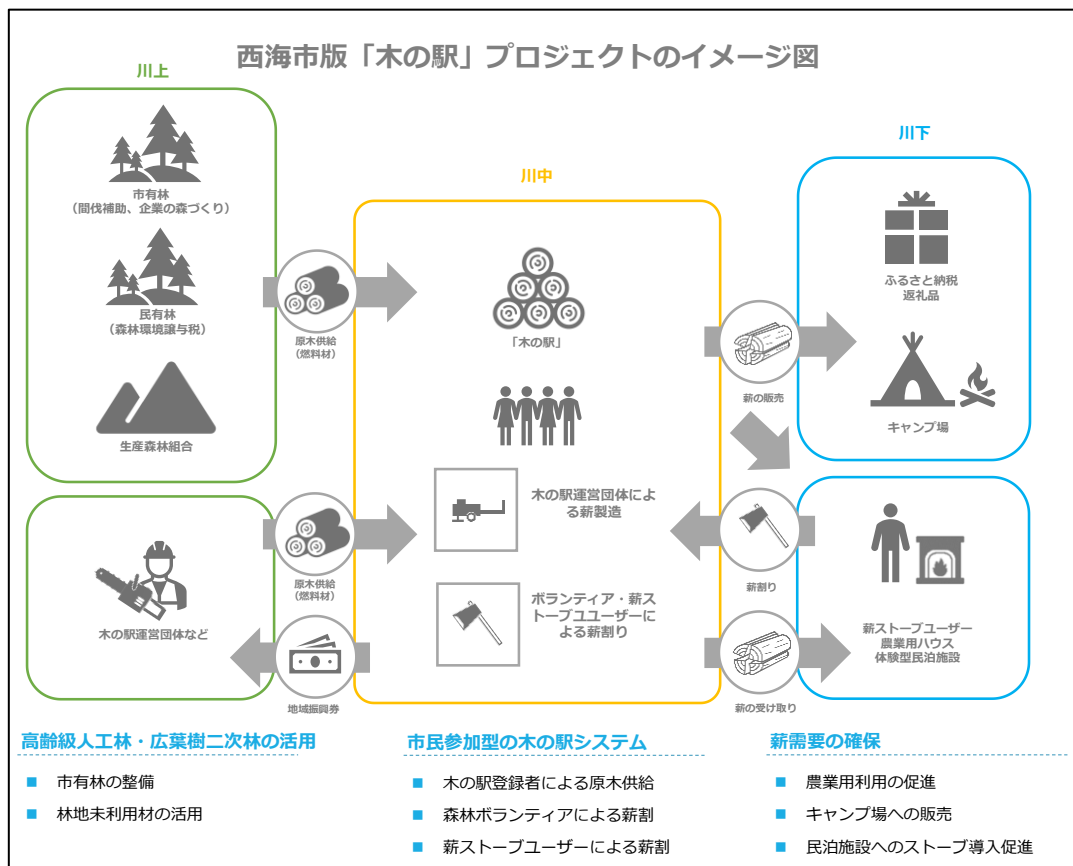


図 3-2 西海市版「木の駅」プロジェクトのイメージ

(1) 「木の駅」の体制づくりの開始 ～木の駅コーディネーターの起用～

西海市の「木の駅」プロジェクトでは、林地残材をキャンプやストーブ用だけでなく、農業用ハウスでのバイオマス燃料として、薪やチップに加工・販売し、森林所有者やボランティアに対しては対価として地域通貨を支払い、地元で消費してもらう仕組みづくりを検討しています。

プロジェクトには、森林所有者や森林組合などの専門家や地域の NPO など多くの地域関係者が参加しています。西海市では運営団体設立に向け、体制づくりに必要な木の駅コーディネーターを求めて、地域おこし協力隊を募集することにしました。募集にあたっての要件は以下の3点です。

- ✓ 木の駅プロジェクトの体制コーディネートとマネジメント
- ✓ 木の駅プロジェクトで自ら森林整備ができる「自伐型林業」に必要なチェーンソーなどの技術取得
- ✓ 木の駅プロジェクトで回収したヒノキを使った商品開発

その結果、西海市は協力隊として2名を採用し、令和5年度からの活動を予定しています。今後、彼らを中心とした木の駅の運営団体設立に向けた協議を実施していきます。



図 3-3 Facebook での木の駅コーディネーター募集チラシ

(2) 高齢級人工林・広葉樹二次林の整備 ～企業の森プロジェクトの開始～

令和4年より西海市と民間企業が提携し、5年計画での企業の森プロジェクトを開始しました。プロジェクトでは私有林（約34ha）における高齢級人工林、荒廃した広葉樹二次林を対象に、一体的な森林整備活動を進めていきます。

「木の駅」ではこのプロジェクトと協働し、森林整備で搬出される材の一部を収集し、バイオマス材として活用する仕組みづくりを検討していきます。



図 3-4 ボランティアによる企業の森プロジェクトの活動の様子



図 3-5 森林整備のイメージ / 活動の掲載記事 (R4.12/15)

(3) 市民への木質バイオマスの普及・啓発～薪割体験イベントの実施～

木質バイオマスの普及・啓発を目的に、西海市が主催するイベント（令和4年11月13日）にて薪割体験会を実施しました。多くの市民が体験会に参加しました。



図 3-6 薪割体験会の様子

西海市の特産品が大集合!
ぎゅぎゅっと! 西海フェス2022
11.13 (土) 9:30～15:30
大瀬戸総合運動公園 陸上競技場

ステージイベント
15:05- 特産品プレゼント抽選会
14:10- 大地あきお 歌謡ショー

フィールドイベント
みかんの数当てクイズ
クイズラリー開催!
シャボン玉パフォーマンス

送迎バス
大島西海方面
大島+輪戸方面
西海+西海方面
西海+西海方面
西海+西海方面

それいけ! アンパンマンショー
開催時間 1回目/11:00～2回目/13:20～
場所 メインステージ

長崎バイオパーク移動動物園 挑戦! 魚ガチャ!

05 西暦2022年11月13日 10月号 No.210 04

図 3-7 イベントのチラシ

3.4.2 目標Ⅱ：薪暖房機のモニター試験結果のとりまとめと普及に向けた農家向け勉強会開催

(1) 情報収集のための現地視察（千葉県南房総市）

西海市では、農業分野においても木質バイオマスエネルギー利用を進めています。その一環として、昨年度より市内の農業用ハウスに薪暖房機2台を導入しモニター試験を実施しています。そこで、今年度はハウス用薪暖房機の運用における情報収集を目的に、千葉県南房総市での現地視察を行いました。視察先は、薪暖房機を5台導入している園芸農家、薪ボイラーを導入している道の駅、森林組合の薪製造場所のほか、廃校利用施設（小学校の廃校を活用したオフィス、宿泊、レストランの複合施設）の4施設です。

視察には行政担当者および暖房機モニターの計3名が参加しました。

表 3-3 現地視察の概要

日時	視察先	備考
2月27日 (1日目)	裕成園（薪暖房機導入農家）	・ゴロン太導入ハウスの見学 栽培品目：トマト、カーネーション
	道の駅 鄙の里	・座学（南房総市の取り組みについて） ・薪ボイラー（足湯）の見学
2月28日 (2日目)	千葉県南房総市森林組合南部支所	・薪製造場所の見学
	シラハマ校舎	・校舎を利用したオフィスや タイニーハウスの見学

【参加者所属先】

西海市 農林緑推進課

有限会社大西海ファーム

長崎県県央振興局農林部 西海事務所

事務局：（一社）日本森林技術協会

【視察メモ：裕成園（薪暖房機導入農家）】

運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 現在、ゴロン太 3 台、スーパーゴロン太 2 台を導入している。 ✓ トマトやカーネーションをはじめ多品種を生産している。 ✓ スーパーゴロン太のハウスではトマトを栽培している。100 坪で 11 度設定（写真 3-1, 写真 3-2）。 ✓ 薪暖房機であるゴロン太は 6 時間（カタログだと 8 時間）燃焼タイプで、スーパーゴロン太は 12 時間燃焼タイプである。 ✓ 暖房機のほか重油ボイラーも併用している。 ✓ 暖房機の使用期間は 12 月下旬から 2 月下旬まで。 ✓ ハウスはカーテンとサイド（内張り）を閉めた状態で外気に対して +7 度ゴロン太で加温することができる。 ✓ 煙突掃除は 1 シーズンに 1 回程度。使用初期のころは水分が多い伐採木を多く利用していたため、頻りに煙突掃除が必要であったが、今は乾燥した薪を使用しているため、1 シーズンに 1 回程度である。 ✓ ひと月に 100 万円ほどかかっていた燃料代が半分の 50 万円になった。
導入の経緯	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2011 年（H23 年）にゴロン太を試験的にカーネーション栽培の園芸ハウスに導入したのが最初である（写真 3-3）。 ✓ ハウスは母の日用カーネーションで、広さ 100 坪、温度は 5 度設定で使用した（写真 3-4）。 ✓ 燃料割合としては、8 割くらいが薪で、残り 2 割が重油であった。
燃料	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 薪はスギを使っている。7 か月間乾燥させているものを使用（写真 3-5）。そのほか、近隣での伐採木や建築廃材を併せて使用。 ✓ 薪は 6,200 円/m³（ラック形式）で森林組合から購入している。 ✓ 1 日分の薪使用量は 5 台の暖房機で軽トラ 2 台分になる。ゴロン太 1 台で 0.3 m³/回くらい使用する。 ✓ 以前、薪と重油の比較を行ったところ、重油価格が 60 円/ℓ だと薪と同等であった。今は重油がかなり高くなっているため、薪のほうが断然安い。
燃料投入	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 薪くべは 5 台で 1 時間ほどかかる。 ✓ 21 時に投入・着火、（夜中）3 時に追加投入を行う。
運用上の経験等	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 暖房機は電気を使わないのがメリットである。 ✓ 煙突内が狭くなることで煙がハウス内に入ったこともある。 ✓ 水分が多い伐採木では火持ちが悪いため、乾燥した薪を使うことが重要であると思う。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 付加価値のついた農産品を目指している（二酸化炭素削減・地域資源の活用）。遠赤外線トマトとして販売している。 ✓ 副産物として、炭と灰がとれる。炭は海藻（カジメ）と混ぜて、有機肥料として使用している（写真 3-6）。灰は露地栽培に肥料として使用している。 ✓ 昨年からは農福連携を行っており、炭の分別と粉碎を障がい者（就労継続支援 B 型）が行っている。



写真 3-1 スーパーゴロン太



写真 3-2 トマトハウス



写真 3-3 ゴロン太



写真 3-4 カーネーションハウス



写真 3-5 森林組合から購入している薪



写真 3-6 副産物の炭

【視察メモ：道の駅鄙の里】

運用状況	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 薪ボイラー (KWB 社製 28 kW) を令和 2 (2020) 年に導入 (写真 3-7, 写真 3-8)。 ✓ 熱の用途は屋外の足湯 (写真 3-9) とレストランの給湯。 ✓ 年 1 回、メーカーによるメンテナンスを実施 (煙突の掃除等)。 ✓ ボイラー運用当初は細々としたトラブルはあったが、故障等の大きなトラブルは今のところない。 ✓ 燃料代は安くなったが薪投入の手間が増えた。 ✓ 薪ボイラー導入前は灯油代が 70~80 万円かかっていたのが、半分になった。
燃料	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 森林組合が製造した薪のみを使用。
燃料投入	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 燃料投入は朝に 1 回行い、17 時まで稼働している。冬季は薪の水分率が低くなり (水分 10%以下)、燃焼が早くなるため、昼間に追加することもある。
導入費用	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 総事業費は約 1,570 万円 (そのうちボイラー本体は 960 万円)。
運用上の工夫	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 薪ラックはユニック車で搬入し、ボイラー建屋付近に 2 つ設置している。雨風対策で特注のカバーをかけている (写真 3-10)。 ✓ 薪ボイラーで沸かした足湯があるということで PR 効果につながっている。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ボイラー建屋内でキャンプ用薪も販売している (写真 3-11)。 ✓ 灰は放射能測定を行っており、使用上の安全が確認されている。現在道の駅で土壌改良剤として販売している (写真 3-12)。シーズンになると、道の駅の利用者が家庭菜園用に購入している。



写真 3-7 ボイラー建屋



写真 3-8 薪ボイラー (KWB社, 28kW)



写真 3-9 足湯



※カバーは地元のテント販売店が作製

写真 3-10 建屋側の薪ラック



写真 3-11 販売している薪



写真 3-12 燃焼灰を活用した土壌改良材

【視察メモ：薪製造場所（森林組合土場）】

土場について	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 広さは約 5,000 m²。森林組合が民間の土地を借りて使用している。A・B 材のストックヤードも兼ねている（写真 3-13）。 ✓ 元々は市有地（約 4,000 m²、遊休地）を利用していたが、10 t 車の出入の関係から、現在の場所に移動した。
薪製造	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 薪割りには、高性能薪割機（カナダ製）を使用している（写真 3-14）。薪割機は約 360 万円（付属のベルトコンベアも含む）で市が購入し、森林組合に貸与している（補助金を利用）。 ✓ 薪は主にスギ丸太を加工している。薪の長さは 30 cm、50 cm、70 cm の 3 種類を製造している（写真 3-15）。 ✓ 50 cm 薪は道の駅のボイラー用で、30 cm 薪と 70 cm 薪はゴロン太用である（写真 3-16）。 ✓ ナラ枯れ被害木のマテバシイは一般ストーブ用薪として販売している（写真 3-17）。 ✓ 現状、薪は足りていない。南房総市以外の地域への販売も行っているが（市内よりも価格は高い）、基本的には市内のへ供給を優先している。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 森林組合の雨の日の作業として、薪製造を行っている。 ✓ 薪の配送は、一般財団法人南房総農業支援センターが行う。



写真 3-13 薪製造場所



写真 3-14 薪割り機



写真 3-15 薪ラック



写真 3-16 ゴロン太用薪



写真 3-17 マテバシイ (ナラ枯れ被害木)

【視察メモ：シラハマ校舎】

<p>廃校利用について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 廃校になった幼稚園・小学校を活用したシェアオフィス・宿泊・レストランの複合施設（写真 3-18、写真 3-19）。 ✓ 2015年に市から廃校活用の公募（期間は10年間）があり、合同会社ウッドが採択された。 ✓ 水回り以外は多田氏が自身で改修（壁・天井やカウンター等の家具）。
<p>無印良品の家（タイニーハウス）について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 無印良品からタイニーハウスが販売されている（2015年に開発）。九州産のスギを使用。広さは約6㎡（写真 3-20、写真 3-21）。 ✓ 旧校庭にタイニーハウスを26棟設置している（写真 3-22）。そのうち、18棟は分譲用で完売している。 ✓ 利用者は無印良品のハウスの購入費+共益費を支払。原状復帰の義務はなく、商用利用以外は許可している。 ✓ 都心部の方が第2拠点として利用する人が多い。利用者は30～40代が中心。
<p>運営について</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ レストランも含め運営は2名（多田氏も含む）で行っている。
<p>その他</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 避難所としての機能を考え、タイニーハウスにソーラーパネルを設置し、太陽光発電を取り入れた（写真 3-20、写真 3-23）。再生可能エネルギーの比較検討をした際に、コストパフォーマンスの面から太陽光を選択した。 ✓ 循環型脱炭素社会構築に向けたトータルシステム構築を目指している。



写真 3-18 シラハマ校舎外観



※教室を利用したシェアオフィスが並ぶ
写真 3-19 シラハマ校舎内観（廊下）



※屋根にソーラーパネルが設置されている
写真 3-20 タイニーハウス外観（宿泊用）



写真 3-21 タイニーハウス内観（宿泊用）



写真 3-22 タイニーハウス分譲地
（旧校庭）



※タイニーハウスの裏手に設置
写真 3-23 太陽光発電用の蓄電池

(2) 農業用ハウス向け薪暖房機モニター調査

今年度も昨年度に引き続き、市内の農業用ハウスに薪暖房機2台を導入し、モニター試験を実施しました。

① 温水ゴロン太 (バラ栽培：西海市西海町)

【設置状況】

昨年度、西海市は西海町のバラ農家に温水ゴロン太をモニターとして1台導入しました。

この農家では、ボイラー室に温水ゴロン太を格納し、配管を既存の化石燃料ボイラーに接続することで温水ゴロン太を補助的に利用しています。温水ゴロン太からの温水はハウス1へと供給されますが、排熱によりボイラー室が高温となることから、排熱はハウス2へと送気することで熱利用しています(図3-8)。ハウス1の加温はボイラー(温水配管)のほか、2台の温風暖房機を利用しています。



図 3-8 ハウス、ボイラー室の位置



写真 3-24 ボイラー室の外観



写真 3-25 温水ゴロン太



写真 3-26 既存ボイラーとの接続



写真 3-27 ゴロン太用薪



写真 3-28 温風暖房機



写真 3-29 温風暖房機



写真 3-30 排熱ダクト（ボイラー室/外）



写真 3-31 排熱ダクト（ハウス側）



写真 3-32 ハウス 1 の様子



写真 3-33 ハウス 2 の様子

【聞き取り調査】

- ✓ 630 m²のハウスでバラを生産している。
- ✓ 夜間温度は 20 度設定であるが、薪暖房機だけでは温度を維持できないので、従来の化石燃料ボイラーを併用している。
- ✓ 課題としては、温水ゴロン太の温水を供給する接続管の径が 13 mm であり、ハウスで使用している温水供給管の径 65 mm と大きく異なる。ハウス内を循環して戻ってきた温水供給管にゴロン太からの温水を接続しているが、径が大きく異なるため補助的な役割でしかない。
- ✓ ゴロン太を設置した部屋が非常に暖かいので、周囲の壁を耐熱壁にして、40～50 度の空気をハウス内に送り込んでいる（温水ゴロン太をハウス内に設置するスペースがなく、ハウスの外の小屋に設置しているため）。

【温水ゴロン太の加温効果の検証】

モニター調査は温水ゴロン太の効果を検証するために実施しました。

前述のとおり、温水ゴロン太は既存ボイラーに接続し、補助的にハウスへ温水を供給しています。温水ゴロン太の配管径は 13 mm、既存ボイラーの配管径は 65 mm となっており、断面積比ではおよそ 25 倍の開きがあります。また、温水ゴロン太のタンク容量は 240L と小さいため、両者の温水の流量には圧倒的な差が生じることになります。そのため、温水ゴロン太の補助的な効果を詳細に検証することは非常に困難であると考えられるため、今回はハウス内温度と外気温および温水ゴロン太の使用状況（表 3-4）から、温水ゴロン太使用時のハウス内の温度変化の傾向、薪使用量について検証しました。

なお、今期は 12 月後半より温水ゴロン太を使用しています。薪は 1 日 2 回、17 時頃と 23 時頃に投入しており、2 回目の投入量は日ごとに調節しています（表 3-4）。

▼データロガー温度計の設置について

ハウス 1 に 2 本のデータロガー温度計を設置しました。

設置期間：令和 4 年 11 月～令和 5 年 2 月 3 日

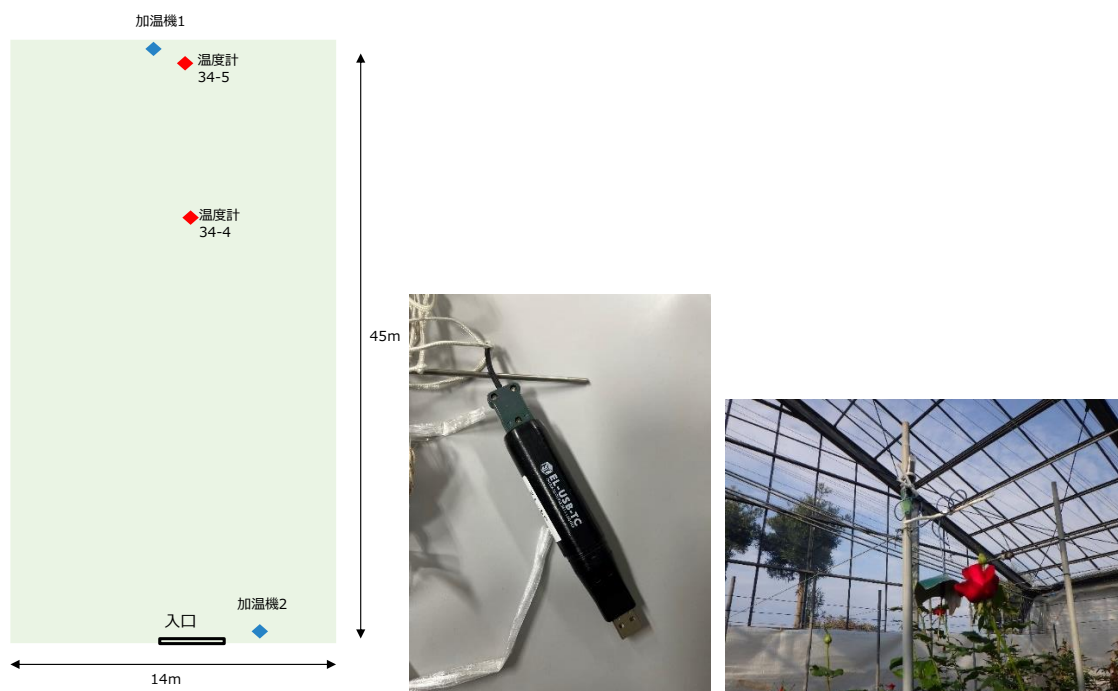


図 3-9 温度計設置位置（ハウス 1）

写真 3-34 温度計/設置状況

表 3-4 薪投入時間（温水ゴロン太）※1回目に着火

年	月日	薪投入時刻（1回目） （上側と下側に投入）	量 （本）	薪投入時刻（2回目） （上側のみ）	量 （本）
R4	12月26日	17時20分		23時30分	
R4	12月27日	16時50分		23時20分	
R4	12月28日	16時30分		22時50分	
R4	12月29日	17時00分		26時40分	2/3
R4	12月30日	16時30分		22時50分	
R4	12月31日	17時30分	縦のみ	24時10分	
R5	1月1日	16時30分		23時00分	
R5	1月2日	16時30分		23時00分	
R5	1月3日	16時30分		23時30分	
R5	1月4日	16時50分		25時00分	2/3
R5	1月5日	16時30分		23時20分	
R5	1月6日	16時40分		23時10分	
R5	1月7日	16時30分		23時20分	
R5	1月8日	16時30分		23時00分	
R5	1月9日	16時30分		23時00分	
R5	1月10日	16時30分		23時10分	
R5	1月11日	16時30分		23時20分	
R5	1月12日	16時30分		23時10分	
R5	1月13日	16時30分		22時40分	
R5	1月14日	16時30分		26時50分	
R5	1月15日	16時30分		23時00分	
R5	1月16日	16時30分		23時00分	
R5	1月17日	16時30分		27時00分	1/2
R5	1月18日	17時00分		23時00分	
R5	1月19日	17時10分		23時00分	
R5	1月20日	17時20分		23時10分	
R5	1月21日	16時40分		23時20分	
R5	1月22日	17時10分		23時00分	
R5	1月23日	16時30分		23時00分	
R5	1月24日	16時30分		23時00分	
R5	1月25日	17時20分		24時00分	
R5	1月26日	17時30分		23時00分	
R5	1月27日	17時00分		25時00分	
R5	1月28日	16時30分		23時00分	
R5	1月29日	16時50分		23時50分	
R5	1月30日	16時50分		23時00分	
R5	1月31日	17時40分		23時00分	
R5	2月1日	16時30分		23時00分	
R5	2月2日	16時30分		23時00分	

結果①：温水ゴロン太使用時のハウス内の温度変化の検証

ハウス内の温度変化の検証は、温水ゴロン太を使用した日のうち、暖かい日（令和4.1/2～4）と寒い日（令和4.1/24～26）を抽出し、温水ゴロン太使用時の温度変化の傾向について検証しました。

最高気温が10度以上、最低気温が5度前後の日を暖かい日とし、最高気温が5度を下回る日を寒い日としました（図3-10）。

ハウス内の温度は、暖かい日と寒い日で共に概ね20℃を維持していましたが、寒い日では夕方の温水ゴロン太の着火時にハウス内の温度が10℃くらいまで低下することが確認されました。着火後、3時間程度で温度が20℃付近へと回復しますが、温水ゴロン太の効果については僅かであると考えられます。



図 3-10 ハウス 1 の暖かい日と寒い日におけるハウス内の温度変化

結果②：薪使用量（推計値）

令和4年12月（6日分）と令和5年1月（31日分）の薪使用量と灯油使用料の換算値を表 3-5 に示します。薪使用量（推計値）は温水ゴロン太への1回の薪投入量を上段100kg、下段100kg 仮定し、表 3-4 の温水ゴロン太の使用状況から算出しました。12月の6日間の薪使用量は約1 m³、1月の1か月間では約5 m³となり、灯油使用量に換算するとそれぞれ23.2L、116.2L となりました。

表 3-5 薪使用料と灯油換算値の推計値（温水ゴロン太）

	12月（6日分）	1月(31日分)
薪使用量	1 m ³	5 m ³
（重量） 水分 10%想定	390kg	1,850kg
灯油換算値（効率 50%）	23.2L	116.2L

② スーパーゴロン太モニター調査 (スナップエンドウ栽培：西海市西彼町)

【設置状況】

昨年度、西海市は西彼町の法人が管理する農業用ハウスにスーパーゴロン太をモニターとして1台導入しました。

スーパーゴロン太は、およそ200坪のハウス（ハウス（下））に導入され、ハウス内の温度はゴロン太1台で管理されています。ハウス（下）の脇には同規模のハウス（ハウス（上））があり、こちらについては灯油ストーブ6台で温度管理されており、一日の灯油使用料はおよそ30Lです。

▼ハウスの概要

ハウスの規模：200坪（0.7坪）

内張りの有無：あり

暖房機：スーパーゴロン太1台

栽培品目：スナップエンドウ

温度管理の目安：4℃以上



写真 3-35 ハウス（下）の外観



写真 3-36 ハウス（下）の室内



写真 3-37 スーパーゴロン太



写真 3-38 ゴロン太の煙突



写真 3-39 ハウス（下）の送風機



写真 3-40 ハウス（下）の送風機



写真 3-41 ハウス（上）の外観



写真 3-42 ハウス（上）の灯油ストーブ

【聞き取り調査】

- ✓ 隣接した2棟のハウス（800㎡と700㎡）でスナップエンドウを生産している。
- ✓ 800㎡のハウス（ハウス下）については、スーパーゴロン太で加温している。
- ✓ 700㎡のハウス（ハウス上）については、灯油ストーブでハウスを加温している。
- ✓ スナップエンドウは、温度が0℃を下回らないようにしないと、凍害で成長がストップしてしまうため、インターネットの気象予報で気温が5℃以下と予報される日にはハウス内の加温を行う。暖房機で発生した熱を送風機でハウス全体に行きわたらせる。
- ✓ ハウスは12月下旬から3月上旬頃まで加温している。※今期のゴロン太は12月上旬より使用
- ✓ 灯油の使用量が減少したことで、燃料代削減につながっている。
- ✓ 一方で、薪をくべる作業が増加した。また、着火までに30分程度の時間を要する。
- ✓ 薪暖房機から出る灰をどうするかが課題である。

【スーパーゴロン太モニター調査】

モニター調査はスーパーゴロン太の効果を検証するために実施しました。

ハウス（下）に2本のデータロガー温度計を設置し（図 3-11）、スーパーゴロン太近傍とハウス中央部の温度変化について、スーパーゴロン太の使用状況（表 3-6）から、検証しました。

なお、今期は12月上旬よりスーパーゴロン太を使用しています。薪は1日1回、夕方に投入し、着火しています。

▼データロガー温度計の設置について

ハウス下に2本のデータロガー温度計を設置しました。

設置期間：令和4年11月6日～令和5年2月3日

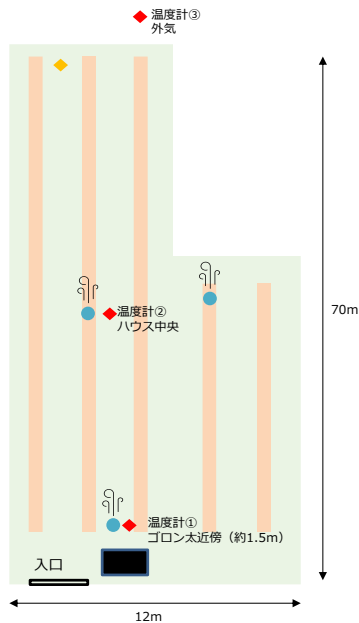


図 3-11 温度計設置位置（ハウス（下））

写真 3-43 温度計/設置状況

表 3-6 スーパーゴロン太の使用状況

年月日	山田ハウス下				山田ハウス上			
	ゴロン太	Google最 低温度	翌朝最低 温度	備考	ストーブ	Google最 低温度	翌朝最低 温度	備考
2022年12月1日								
2022年12月2日							5	
2022年12月3日		4	3			4	2	小雨
2022年12月4日		10	6			10	6	
2022年12月5日		6	2			6	2	
2022年12月6日		8	0.5				0.5	
2022年12月7日		8	3	晴れ 霜発生		8	2.5	
2022年12月8日		8	-2	晴れ		8	-2	
2022年12月9日		8	-1			8	-1	
2022年12月10日		10				11		
2022年12月11日		7	1			7	1	夜中小雨
2022年12月12日		10	4	夜中雨		10	4	夜中小雨
2022年12月13日		7	4			7	5	
2022年12月14日		5	3				3	
2022年12月15日		3	-2			3	-2.5	
2022年12月16日		4	4.5			4	4.5	
2022年12月17日	○不着	2	0	雪	○	2	0	3台不着
2022年12月18日	○	4	0	PM4:00で0° PM5:00で-1° 雪	○	4	1	夕方雪つもる
2022年12月19日		5	-2.5			5	-2	くもり
2022年12月20日		4	-1.5	雨 全しめ		4	-2.5	雨 全しめ
2022年12月21日		7	4			2	1	
2022年12月22日	○	2	1	みぞれ	○	2	1.5	
2022年12月23日	○	2	1		○	2	1.5	
2022年12月24日	○	4	0		○	3	1.5	
2022年12月25日	○	4	-2	霜		4	2	二重カーテン設置
2022年12月26日	○	4	-1	霜	○	4	-2	二重カーテンのみ霜おりた
2022年12月27日	○	5	-1	くもり		5	-3	
2022年12月28日	○	5	-1.5		○	5	-2	
2022年12月29日	○	3	-1		○	3	4	
2022年12月30日	○	5	-1		○	5	3	
2022年12月31日	○	4	1		○	4	1	外側4台つけてみる
2023年1月1日	○	5	3					
2023年1月2日	○	4	-1.5				-3.5	
2023年1月3日	○	3	0			4	-2.5	
2023年1月4日	○	4	-1.5			5	2.5	
2023年1月5日	○	4	0.5		○	4	-1.5	
2023年1月6日		6	3			6	1	
2023年1月7日		5	-1.5			5	-2	
2023年1月8日	○	4	-1		○	4	-1.5	
2023年1月9日	○	6	2			6	3.5	外4台ストーブ
2023年1月10日	○	4	-1		○	4	3	
2023年1月11日		7	1.5	サイドあける 曇り予報		7	0.5	サイドあけ 曇り予報
2023年1月12日		12	2			12		
2023年1月13日								
2023年1月14日		14				14	11	
2023年1月15日		11	10			11	7	
2023年1月16日	○	6	5	夜中雨		7	5	
2023年1月17日	○	5	3.5	くもり	○	4	3.5	くもり 4台
2023年1月18日	○	4	4	くもり 朝一時雨	○	5	4	くもり 4台
2023年1月19日		7	4			4	3.5	くもり 4台
2023年1月20日	○	2	-2			7	3.5	サイドあけ 1/6しめ 曇り予
2023年1月21日	○	2	0.5		○	2	-2	
2023年1月22日		5	1.5	全しめ 雨	○	2	-1.5	
2023年1月23日		5	2.5			5		雪
2023年1月24日	○	-3	-0.5	PM2:00 ハウス内2.5°	○	-2	-2	雪 日中も-1°
2023年1月25日	○	-3	4	ストーブ2台	○	-3	2	
2023年1月26日	○	4	3		○	4	3	
2023年1月27日	○	1	2.5		○	1	2	
2023年1月28日	○	4	1		○	4	2.5	
2023年1月29日		7	2			7	2	くもり晴予報
2023年1月30日					○	2	2	
2023年1月31日		8	-1			7	2	
2023年2月1日	○	5	-1		○	5	6	
2023年2月2日	○	4	3		○	4	2	
2023年2月3日	○	5				5		

結果①：スーパーゴロン太使用時のハウス内の温度変化の検証

今回、設置した温度計のデータが異常値を示したことから、データを精査し、正常に作動したと考えられるデータを抽出し、ハウス内の温度変化について検証しました（図 3-10）。この日、着火時の 17:00 頃の外気温は約 14℃で、ハウス内は+2℃程度となっていました。着火後、外気温が低下していくとともにハウス内の温度も低下していきまし。着火後 3 時間となる 20:00 頃には外気温が 0℃付近まで低下し、ハウス内の温度は 4℃まで低下する結果となりました。未明の 3:00 前後には最低気温-3℃を記録し、この時ハウス内は 2℃となり、外気温との差は概ね 4℃となりました。

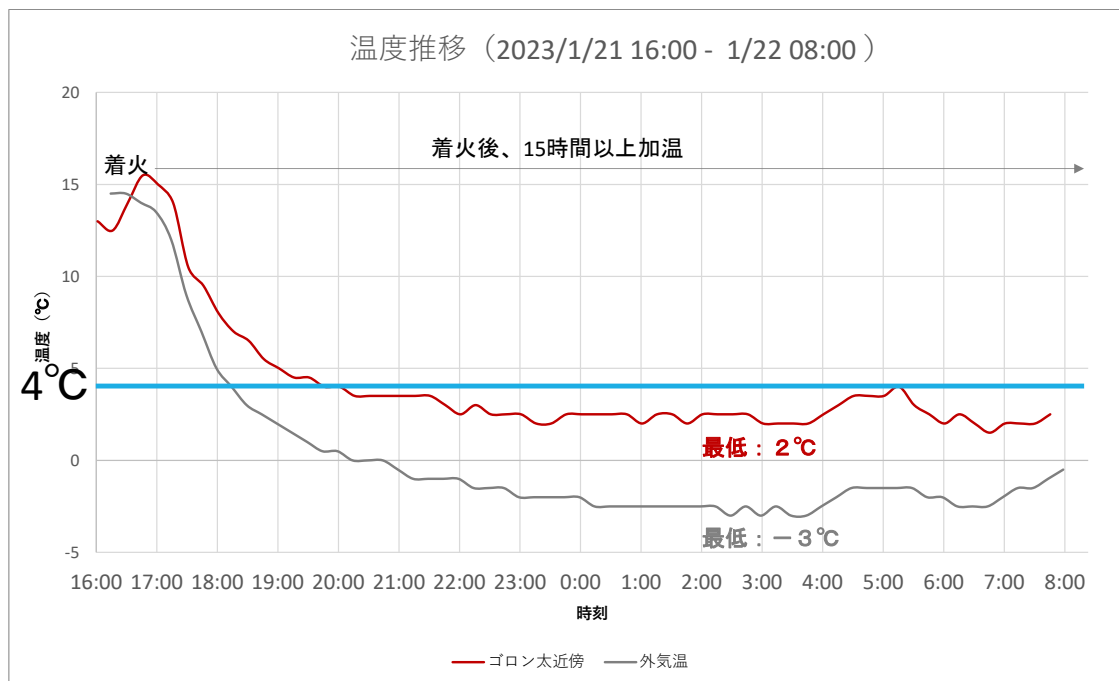


図 3-12 ハウス内・外の温度変化

検証結果としては、

- ・加温効果は着火後、15 時間以上加温効果が続いた
- ・スーパーゴロン太近傍と外気温との差は平均 $4.2 \pm 0.9^{\circ}\text{C}$

となり、加温効果が見られるものの、目安となる管理温度 4℃より低い時間が続いた結果となりました。一方、令和 3 年度での検証では、最低気温-2.9℃の日にゴロン太使用により、ハウス内は概ね 4℃以上を保持していたことから、薪投入量や水分率、最低気温別の加温効果等、今後さらなる検証を進めることが必要と考えられます。

4. 総括

今年度は下記の達成目標を掲げ、本事業に取り組みました。なお、目標Ⅲについては、今年度の実施は見送り、次年度以降の課題としました。

- I. 「木の駅（薪）」の実施
- II. 薪暖房機のモニター試験結果のとりまとめと普及に向けた農家向け勉強会開催
- III. 破碎チップ、バーク、廃菌床の熱利用の検討（情報収集）

目標Ⅰについて

西海市版「木の駅」の実施に向け、今年度は木の駅の体制づくりのために、西海市が地域おこし協力隊を2名採用しました。来年度、彼らを中心とした木の駅の運営団体を設立し、木の駅の本格実施に向けた協議を進めていきます。また、今年度より西海市では市有林の整備を民間企業と協働で進める取り組みを始めました。この取り組みで発生するバイオマス材を木の駅で活用する仕組みづくりについても併せて進めていきます。

目標Ⅱについて

西海市が導入した2台の薪暖房機の効果について検証を行いました。

温水ゴロン太については、既存の化石燃料ボイラーとの温水の流量に大きな差があることが分かりました。そのため、補助的な利用とはいえ、その効果は僅かであると考えられました。また、1月の薪使用量については5m³と推定されました。

スーパーゴロンについては、着火後、15時間以上の加温効果が確認できた一方、-3℃の外気温下ではハウス内が2℃程度まで低下し、目安とする4℃を下回る結果となりました。令和3年度調査では同程度の気温下でも概ねハウス内は4℃を保っていたことから、今後薪の投入量や水分率の影響などの検証が必要と考えられます。

なお、農家向け勉強会の開催については今年度実施しませんでした。

西海市の次年度以降の取り組みや課題は下記のとおりです。

- 「木の駅（薪）」プロジェクトの本格実施
 - ✓ 薪づくり参入のチップ業者(市内2社)の具体的な事業化
 - ✓ 地域のまちづくり団体(NPO)「森の学校」部門の薪事業の普及活動

- ✓ 地域通貨の協議、実行体制協議（商工会連携）
- ✓ 「木の駅」の広報 PR
- 薪暖房機のモニター試験結果の検証と普及
 - ✓ 試験結果のとりまとめ・分析と普及（研修会の開催）
 - ✓ 現地に適合するカスタマイズの検討
 - ✓ 適合できる作物の選定
 - ✓ 補助制度の検討
- チップボイラー導入促進
 - ✓ 福祉関係入浴施設の具体的な導入準備
 - ✓ 他の導入候補施設のシミュレーションの追加実施と関係機関との協議
- その他
 - ✓ 破碎チップ、バークを燃料とするボイラーの調査・検討
 - ✓ 木材（製材品）乾燥用バイオマスボイラーの調査・検討

西海市では、「木の駅（薪）」の事業化および農業用ハウスや市内公共施設等へのバイオマスエネルギーの導入を目指し、次年度以降も引き続き「地域内エコシステム」の構築に向けた取り組みを進めていきます。

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

長崎県西海市
「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