

令和元年度木材需要の創出・輸出力強化対策事業のうち「地域内エコシステム」構築事業

広島県東広島市
「地域内エコシステム」構築事業
調査報告書

令和2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 調査対象地域	3
2. 実施の内容	5
3. 実施項目	6
3.1 協議会の設置・運営	6
3.1.1 協議会の設置	6
3.1.2 協議会の運営	7
3.1.3 現地視察の実施	8
3.1.4 見学会の実施	11
3.1.5 専門家の派遣	12
3.2 F/S 調査（実現可能性調査）	14
3.2.1 サプライチェーン	14
3.2.2 川上の実現可能性調査	17
3.2.3 川中の実現可能性調査	27
3.2.4 川下の実現可能性調査	40
4. 総括	52
4.1 まとめ	52
4.2 課題の整理	54

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、原料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」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

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」構築事業（以降、「本事業」という。）は、林野庁の補助事業で平成 29（2017）年度より実施されています。

本事業は、「地域内エコシステム」の全国的な普及を目指すことを目的とし、調査を実施しました。

本報告書は、広島県東広島市「地域内エコシステム」構築事業の調査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



「地域内エコシステム」構築のイメージ

1.3 調査対象地域

本事業は、広島県東広島市を調査対象地域としました（図 1-1）。本市は、昨年度に引き続き対象地域として選定され、今年度は2年目となります。

東広島市は広島県の中央に位置し、広島市中心部から直線距離で約 25 km、鉄道では 30 分ほどでアクセスできることから、近年、広島市のベッドタウンとして発展しています。人口は 189,008 人（令和 2 年 1 月現在）、総面積 63,516ha、人口密度 295.54 人/km²となっています。

本市は盆地地形を呈しており、周囲は標高 200~400m程度の低い山々に囲まれています。盆地を取り巻く山地は、かつてアカマツ林が大半を占めていましたが、近年の松くい虫被害によりアカマツは減少し、林相の変化が進んでいます。スギ・ヒノキは少なく、4~5 齢級で切捨て間伐等の育林中であることから、搬出間伐ができる林分は少なく、木材生産が困難な地域です。また、広葉樹の資源量はあるものの小径木が多く、担い手不足や供給先がないことから、利活用できない状態にあります。

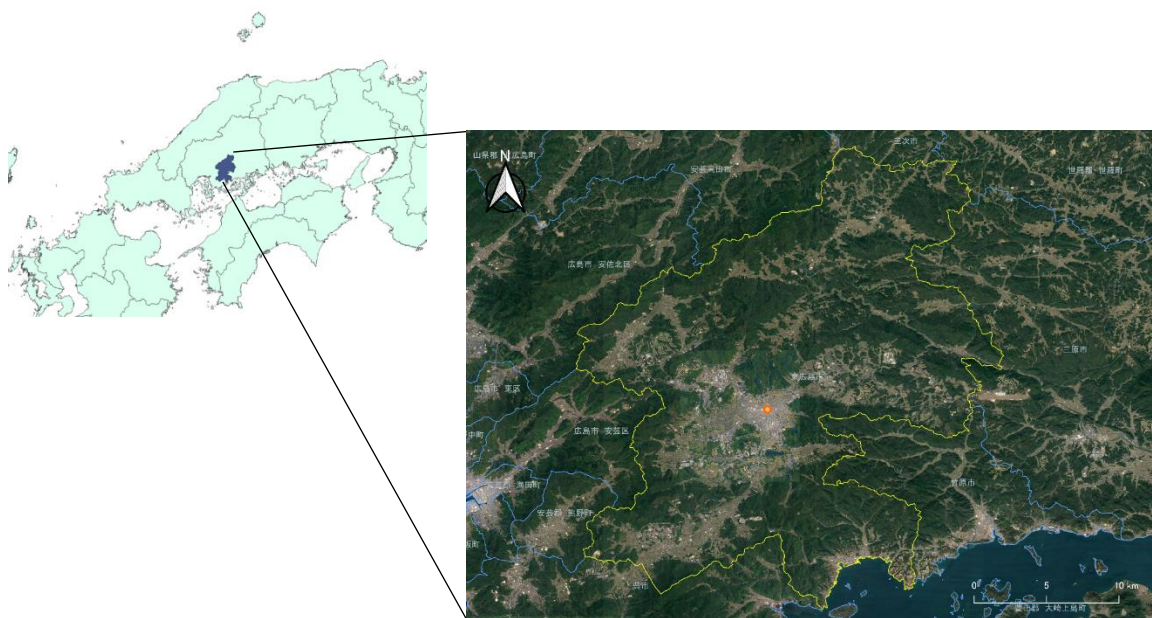


図 1-1 対象地域の位置図

本事業は、東広島市が平成 29 年度に認定を受けた、東広島市バイオマス産業都市構想に掲げる木質プロジェクトの一環として位置づけ、採算が取れ、循環的に継続可能な広葉樹施業システムの構築を目指していきます。

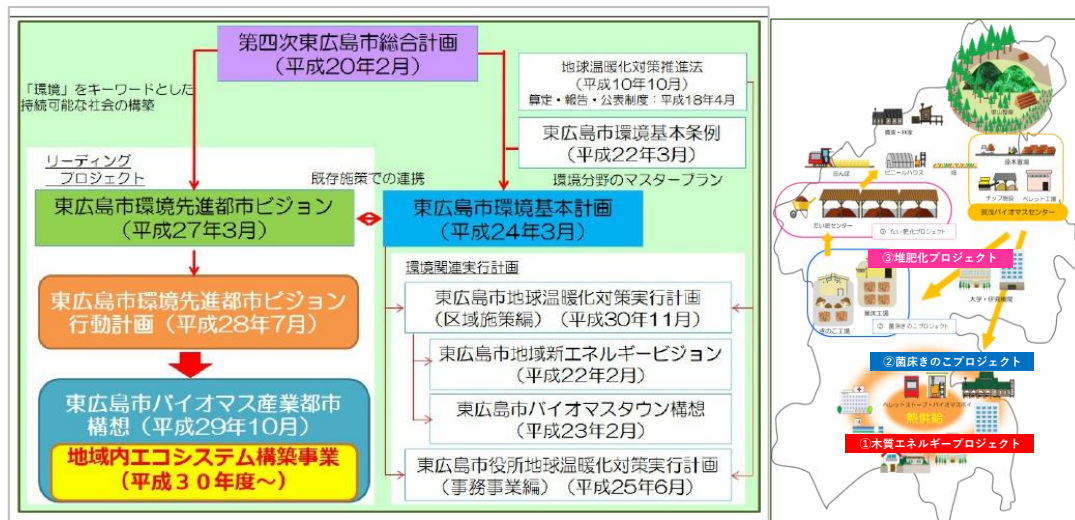


図 1-2 本事業の位置づけ

2. 実施の内容

本事業の実施内容は以下のとおりです。

- 「地域内エコシステム」の構築・定着を図るための取り組みの実施
 - ✓ F/S 調査
 - ✓ 「地域内エコシステム」導入に関する地域の合意形成を図るための協議会の設置・運営支援
- 専門家の派遣により、地域の関係者に対し、事業計画の策定支援や地域の合意形成に資する情報提供、指導・助言の実施
- 協議会メンバーによる先進事例の現地視察

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. 実施項目

3.1 協議会の設置・運営

3.1.1 協議会の設置

地域が主体となった持続的な事業の創出を目指すため、昨年度に引き続き「地域づくり・人づくり」に重点を置いた、東広島市の関係者で構成される協議会を設置しました。

協議会のメンバーは表 3-1 のとおりです。

表 3-1 協議会の実施結果

区分	所属先
検討委員	賀茂地方森林組合
	広島県立総合技術研究所林業技術センター
	広島県農林水産局林業課
	株式会社サタケ経営企画室
	一般社団法人サステナブル地域づくりセンター・HIROSHIMA
	久芳財産区
	竹仁財産区
	東広島市健康福祉部社会福祉課
	東広島市財務部管財課
	東広島市生活環境部環境対策課
事務局	東広島市産業部農林水産課
	一般社団法人日本森林技術協会
	株式会社森のエネルギー研究所

3.1.2 協議会の運営

協議会は、令和元年9月4日、令和元年11月15日、令和2年1月10日の計3回開催しました。協議会をとおして地域の関係者で情報を共有しながら、地域内エコシステムの構築に向けた検討を行いました。

表 3-2 協議会の実施概要

【第1回協議会】 ◆開催日：令和元年9月4日 ◆開催場所：東広島市役所 ◆主な内容 ・ボイラー燃料種について ・薪の農業用利用について ・広葉樹の施業について ・視察先について	
【第2回協議会】 ◆開催日：令和元年11月15日 ◆開催場所：東広島市役所 ◆主な内容 ・調査中間報告 ・広葉樹伐出シミュレーション ・チップ化コスト試算 ・ボイラー試算 ・薪の農業利用について ◆現地視察の実施：令和元年11月14日 ・芸北オークガーデン ・三刀屋健康福祉センター	
【第3回協議会】 ◆開催日：令和2年1月10日 ◆開催場所：東広島芸術文化ホールくらら ◆主な内容 ・今年度調査結果について ・地域内エコシステム構築に向けて ◆高知大学 鈴木保志氏による講演	

3.1.3 現地視察の実施

第2回協議会の開催に併せ、協議会メンバーによる現地視察を実施しました。

視察先の選定は、第1回協議会で意見出しを行い、協議しました。その結果、薪ボイラー導入施設である芸北オークガーデン、チップボイラー導入施設である三刀屋健康福祉センターの2施設を選定し、令和元年11月14日に東広島市から日帰りの行程で実施しました。

視察では、薪ボイラーおよびチップボイラーの運用について、実際に見聞きすることで、本市での事業イメージを固め、それぞれの役割を認識することができました。



芸北オークガーデンでの視察の様子



三刀屋福祉センターでの視察の様子

【芸北オークガーデン】

芸北オークガーデンは広島県山県郡北広島町にある、宿泊施設、レストランを併設した複合施設です。平成 28 年 3 月より薪ボイラーの運用を開始し、給湯、昇温、保温の熱源として活用しています。木の駅を活用した地域ぐるみによる木材集荷に取り組んでおり、地域通貨券の発行により、地域経済の活性化に貢献しています。

表 3-3 芸北オークガーデンの概要

【芸北オークガーデン】 ◆日時：令和元年 11 月 14 日 10:30~12:00 ◆場所：広島県山県郡北広島町 ◆薪ボイラーの概要 ・ VIESSMAN ・ 定格出力：170kW ◆得られた情報 ・ 薪ボイラーによる温泉への熱供給 ・ 3 時間/回の投入頻度 ・ 朝 6 時～夜 10 時薪投入（約 5 回/日） ・ 年間 10 万 L の重油使用量が 7 割削減 ・ ボイラー管理者はバス送迎、水力発電所管理等も兼任 ・ 年間約 300t の薪を使用 ・ 原木は地域住民が 300t 程度供給 ・ 針葉樹：6,000 円/t 広葉樹 7,000 円/t で買取 ・ 買取金額の大半は地域通貨での受け渡し ・ 広葉樹はストーブ薪としても販売 ・ 年々出材量は低下（高齢化、後継不足）	  
---	---

【三刀屋健康福祉センター】

三刀屋健康福祉センターは島根県雲南市にある福祉施設です。平成 25 年 7 月よりチップボイラーの運用を開始し、給湯、空調の熱源として活用しています。地元民間企業、森林組合など計 7 社で設立された合同会社により、未利用材の生産から利用まで、一体的流通の実現により、森林を活用した持続可能なバイオマスエネルギー利用を実現しています。

表 3-4 三刀屋健康福祉センターの概要

【三刀屋健康福祉センター】 ◆日時：令和元年 11 月 14 日 15:00~15:45 ◆場所：島根県雲南市 ◆チップボイラーの概要 ・ SCHMID ・ 定格出力：360kW ◆得られた情報 ・ チップボイラーによる施設への熱供給 ・ 地元民間事業体 7 社で構成した合同会社が管理・運営 ・ 地域内の 6 施設にチップボイラーを導入 ・ 当初は破砕チップでの運用、途中から切削チップでの運用 ・ 健康福祉センターでのチップ原木使用量は 270 t/年、6 施設で計 3,000 t/年必要 ・ 原木供給は地域住民から約 1,000t/年、林業事業体から約 2,000 t/年の計 3,000 t/年 ・ 原木買取価格は 6,000 円/t（内訳：現金 2,000 円、地域通貨券 4,000 円） ・ 原木供給の登録者は現在 340 名、実働 100 名、定期的に安全講習会などを実施	 
--	--

3.1.4 見学会の実施

今年度、本事業では東広島市内の財産区有林における広葉樹施業についての検討を行っています。そのため、情報収集の一環として近畿中国森林管理局が岡山大学と連携して行っている「里山広葉樹活用・再生プロジェクト」の見学会を行いました。

このプロジェクトは、国産材のニーズの高まりを背景に、アクセスのよい里山の広葉樹材を活用しようという先進的プロジェクトで、岡山県新見市内の里山林でコナラやアベマキを抜き伐りし、市場で試行販売を実施したものです。同プロジェクトでは、広葉樹の伐出作業効率を高めるため、伐採材積率の高い抜き伐りと帯状伐採を行うとともに、広葉樹材の価値を高めるための需要先の開発にも着手しています。

見学会へは、賀茂地方森林組合、東広林業センターおよび事務局の協議会メンバーが参加しました。



プロジェクトの概要説明



見学の様子



コナラの萌芽



伐採跡地

3.1.5 専門家の派遣

第3回協議会では専門家として、高知大学の鈴木保志先生をお招きし、協議会への参加の他、講演をしていただきました。

事前に鈴木先生を本事業のサプライチェーンの場となる久芳財産区、賀茂バイオマスセンター、広葉樹の皆伐施業地へご案内し、現地でご指導・ご助言を頂戴しました。

協議会では、「広葉樹資源の有効利用に向けた作業システム」という演目で、広葉樹施業における作業効率性についてなど、貴重なお話をさせていただきました。



専門家への事業説明



久芳財産区の視察



専門家による講演



専門家による講演

2019年度 林野庁補助事業 「地域内エコシステム」構築事業

地域内エコシステム地域協議会

勉強会

開催日時

令和2年
1/10 (金)
9:30~10:30

定員

28名

参加費

無料

会場

東広島芸術文化ホールくらら 208研修室1
(東広島市西条栄町7-19)

講演内容・講演者

「(仮)広葉樹資源の有効利用に向けた作業システム」
高知大学農林海洋科学部准教授
鈴木 保志 (すずき やすし) 氏

勉強会の目的

東広島市の里山林は、松くい虫被害によりアカマツが衰退し、放棄されたままの広葉樹林となっています。そのような森林の活用に向けて、森林資源の収穫技術、木質バイオマス利用を研究されている鈴木先生からご講演をしていただきます。
里山広葉樹林の今後について皆で考えましょう。

地域内エコシステム：集落や市町村レベルでの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、森資源を地域内で持続的に循環させる仕組みづくりを目指し、山村地域等の活性化を実現していくことです。

※ 本事業は、林野庁補助事業で「地域内エコシステム」の構築を目指す自治体や民間団体を支援するものです。今年度、当市は全国15地域の1つに選定されました。

林野庁補助事業「地域内エコシステム」構築事業。URL: <http://wb-ecosys.jp/>

鈴木准教授のプロフィール

1965 (昭和40) 年生まれ
博士 (農学) : 京都大学

専門分野 : 林業工学

研究内容 :
木質バイオマス資源の収穫と利用
・林地残材の収集と運搬
・熱エネルギーとしての利用
集材作業システム・林業用架線
・作業能率、H型など高知に特徴的な架線
林地保全と森林作業の両立
・林道の維持管理、残存林分の保護

(高知大学ホームページ等より)



アクセス



東広島芸術文化ホール くらら
〒739-0015
広島県東広島市西条栄町7-19
電話：082-426-5900

【交通】
J R 山陽本線 西条駅下車、
徒歩約4分 (広島駅より約40分)
新幹線 東広島駅下車、タクシー約15分
高速道路 西条ICより東広島市街方面
へ約10分

図 3-1 講演会のチラシ

3.2 F/S 調査（実現可能性調査）

3.2.1 サプライチェーン

東広島市「地域内エコシステム」のサプライチェーンおよび位置関係を図 3-2、3-3 に示します。

サプライチェーンの実施主体は賀茂地方森林組合です。川上では森林整備から発生する原木を供給し、川中では賀茂バイオマスセンター（図 3-4）で燃料製造を行います。

賀茂バイオマスセンターは賀茂地方森林組合が運営する施設で、公共工事や土砂災害などにより発生する支障木を年間 1,000～2,000 t 程度受入れています。また、木の駅プロジェクト（図 3-5）も運営しており、年間 100 t 程度の広葉樹を受け入れています。集められた原木は、薪・チップ・ペレットに加工し、販売しています。

本事業では、市内公共施設へバイオマスボイラーを導入し、新たに財産区有林の整備より発生する原木を燃料利用するためのスキームづくりを目指しています。

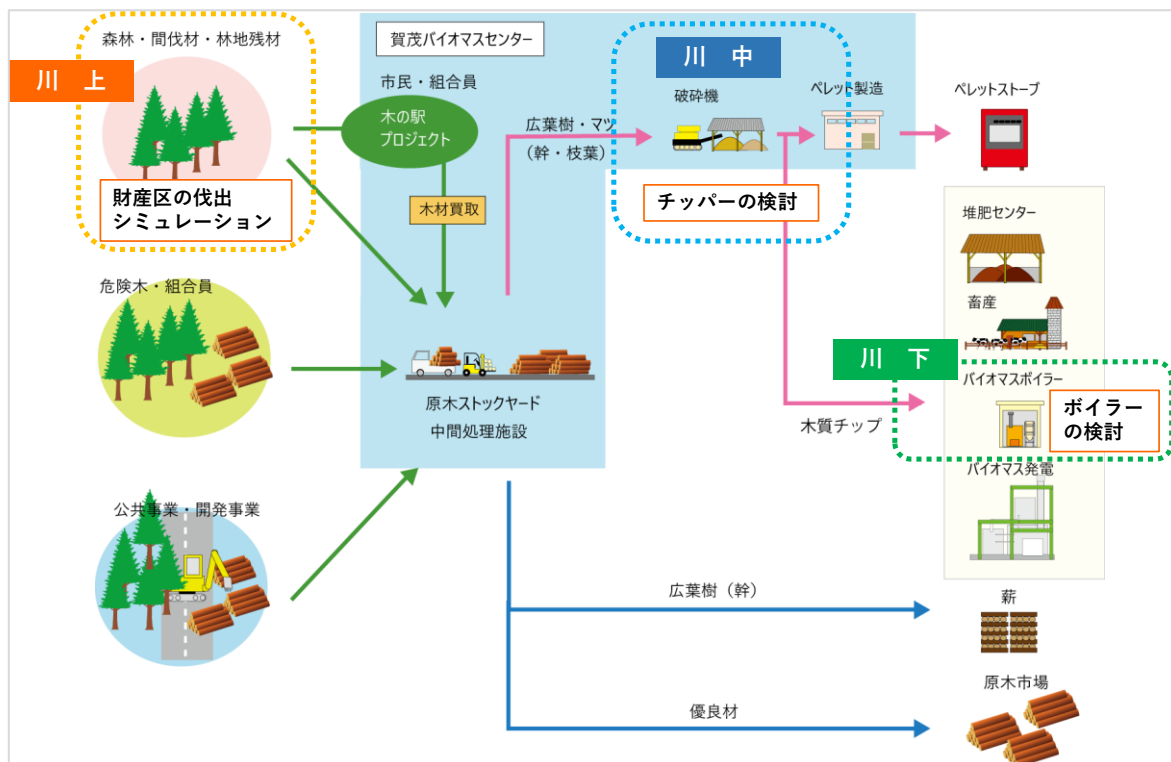


図 3-2 サプライチェーン



図 3-3 サプライチェーンの位置関係図

- ・ 名称：賀茂バイオマスセンター
- ・ 運営：賀茂地方森林組合
- ・ 場所：東広島市河内町戸野
- ・ 開業：H29.4開業
(木の駅は、H29.12～)
- ・ 生産物：木材チップ、木質ペレット、薪
- ・ 稼働時間：月～土(祝日・第2・4土を除く)
8時30分～17時
- ・ 従業員数：1名、アルバイト2名

製造している燃料

- ・ 破碎チップ …発電用、堆肥用
- ・ 切削チップ …ペレット製造用
- ・ ペレット …ストーブ用
- ・ 薪 …ストーブ用、窯用

木材破砕機 (チッパー)

破碎チップ

木材破砕機 (チッパー)

フォークリフト (2 t)

ペレタイザー

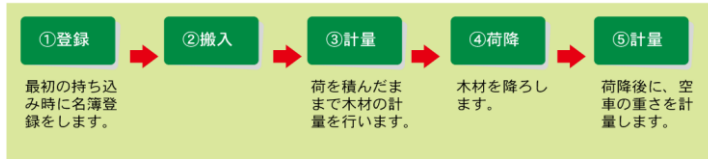
作業の様子

図 3-4 賀茂バイオマスセンターの概要

- ・ 森林組合で運営
- ・ 組合員への還元
- ・ 東広島市内の森林整備促進のため
- ・ 買取の木材は、薪やペレットの原料

年度	実 績
2017	75t (12～3月)
2018	104 t
2019	61 t (12月末)

1. 買取の流れ

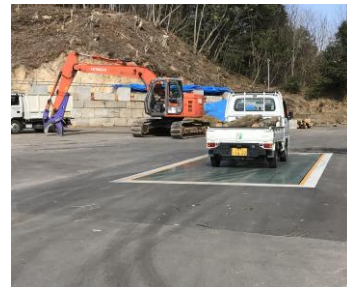


2. 買取方法・規格

買取価格	5,000円/t(税込)	最小持込	100kg以上
木の種類	針葉樹・広葉樹 (枯れ・腐っていないもの)	支払方法	銀行振込 (振込手数料はご負担下さい)
長さ	1.0m以上	支払日	20日締/翌月10日支払
直径	0.1m(10cm)以上	買取価格	買取価格

※木材の枯れ、腐れにより、品質が悪いものは、買取できない場合があります。
森林整備の推進の目的のために、営利目的の法人等の名簿登録をお断りさせていただく場合があります。

持ち込み可能日：毎週火曜日・木曜日（祝日は除く） 13:00～16:00



木の駅プロジェクトの様子

図 3-5 木の駅プロジェクトの概要

3.2.2 川上の実現可能性調査

(1) 既存資料調査

東広島市の森林面積と森林率を表 3-5 に示します。

東広島市の森林面積は 39,606ha で森林率は 62.4%となっています。森林の大部分を民有林が占めており、民有林面積は 36,537ha で民有林率は 92.3%となっています。

表 3-5 森林面積と森林率

土地面積 (ha)	森林面積 (ha)	森林率 (%)	国有林		民有林	
			面積 (ha)	国有林率 (%)	面積 (ha)	民有林率 (%)
63,516	39,606	62.4	3,069	7.7	36,537	92.3

民有林のうち、竹林や未立木地等を除いた樹種別面積を図 3-6 に示します。

人工林と天然林の割合はそれぞれ 15%、85%となっており、天然林が大部分を占めています。天然林の内訳は針葉樹 59%、広葉樹 26%となっていますが、天然林における針葉樹の多くはかつてのアカマツと考えられ、現在、松枯れ被害による広葉樹化が進んでいると推測されます。

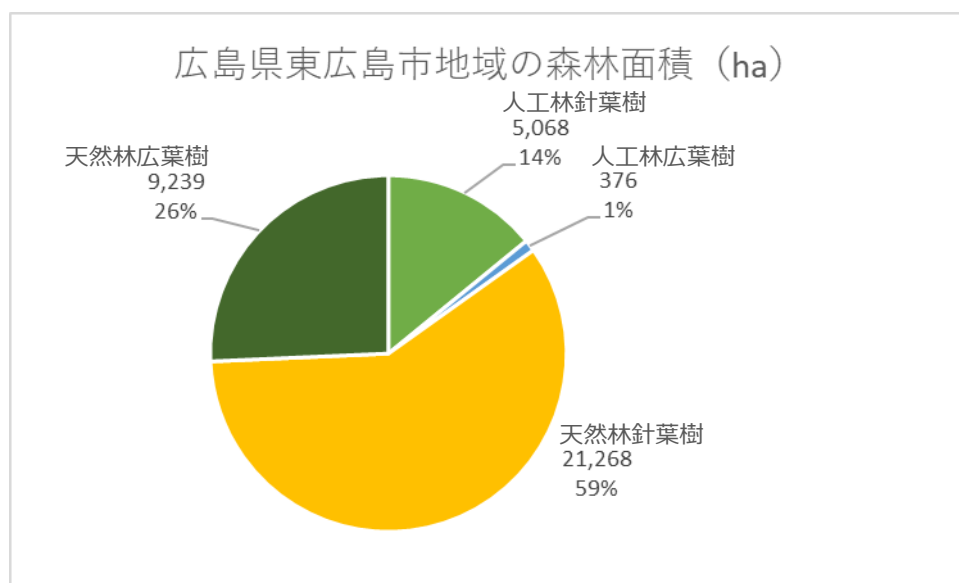


図 3-6 民有林の樹種別面積

東広島市の民有林における森林蓄積を図 3-7、表 3-6 に示します。

森林蓄積は約 500 万 m^3 で、そのうちの 86%を天然林が占めています。

人工林の森林蓄積は約 76 万 m^3 、140 m^3/ha 、大部分を針葉樹が占めています。天然林では約 450 万 m^3 、147 m^3/ha 、4 分の 1 を針葉樹が占めています。

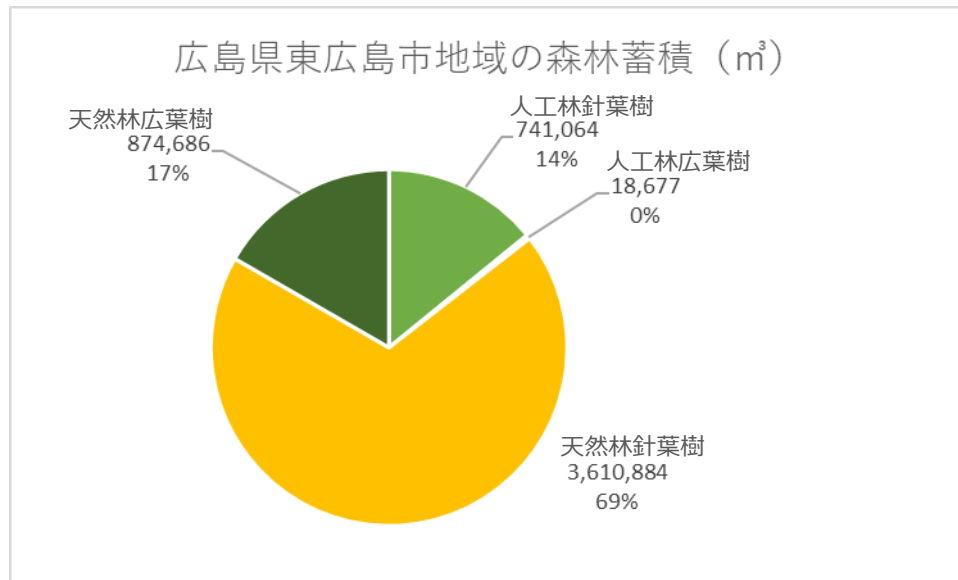


図 3-7 民有林の森林蓄積

表 3-6 民有林の森林蓄積

民有林							
	総数	人工林			天然林		
		総数	針葉樹	広葉樹	総数	針葉樹	広葉樹
面積 (ha)	35,952	5,444	5,068	376	30,508	21,268	9,239
蓄積 (m^3)	5,245,311	759,741	741,064	18,677	4,485,570	3,610,884	874,686
材積 (m^3/ha)	143.56	139.56	146.22	49.67	147.03	169.78	94.67

※出典（図 3-6,7、表 3-5,6）：令和元年度広島県林務関係行政資料

(2) 利用可能量

利用可能量について、既存資料より林道延長と成長量の2パターンで算出し、これらについて検討しました。

【林道延長から推計した利用可能量】

民有林内の林道周辺（片側 25m）を利用可能な林分とし、面積按分によって、利用可能な蓄積量を算出しました。さらに利用可能な蓄積量に対し、伐採歩掛を 0.85、C材発生率を 0.3 として推計した結果、本地域における利用可能なC材量は約 3 万m³となりました。表 3-7 に林道延長から推計した利用可能量を示します。

表 3-7 林道延長から推計した利用可能量

地域名	林道延長 (m)	林道周辺面 積 (ha)	民有林面積 (ha)	利用可能面 積割合	民有林蓄積 (m ³)	利用可能蓄 積 (m ³)	利用可能C 材 (m ³)
広島県東広島市	159,586	798	35,952	0.0222	5,245,311	116,446	29,694

出典：令和元年度広島県林務関係行政資料

【成長量から推計した利用可能量】

民有林の人工林針葉樹の成長量を利用可能量として算出しました。表 3-8 に連年成長量に応じた蓄積量を示します。

本地域では、年間で約 1 万 5 千m³が成長していることから、これらの成長分を資源として利用することで、森林資源が枯渇することなく、持続的に利用可能と考えられます。なお、ここで算出した成長量は、エネルギー利用以外の製材用や合板用の用途も含む量となっています。

表 3-8 連年成長量に応じた蓄積量

地域名	平成30年度			令和元年度			haあたり成長 量 (m ³ /ha)	H30-R01 成長量に応じ た蓄積 (m ³)
	面積 (ha)	蓄積 (m ³)	haあたり蓄積 (m ³ /ha)	面積 (ha)	蓄積 (m ³)	haあたり蓄積 (m ³ /ha)		
広島県東広島市	5,068	726,311	143.3	5,068	741,064	146.2	2.9	14,697

出典：平成30年度林務関係行政資料、令和元年度林務関係行政資料

(3) 伐出シミュレーション

財産区有林の森林整備に係る経済性について、当初予定していた伐採・搬出試験の実施が困難になったことから、過去の施業データ（通常皆伐）を用いて伐採から搬出、販売までの損益を算出しました。また、施業データをもとに、他の施業方法について施業のシミュレーションを行い、これらを比較・検討しました。

① 通常皆伐

賀茂地方森林組合による通常皆伐の実績値を表 3-9 に示します。通常皆伐で 3.5ha を施業し、収量は 430 t となりました。そのうち幹 200 t は木材パルプ用に原木販売し、枝葉等 230 t はチップ化して販売しました。

表 3-9 賀茂地方森林組合の通常皆伐の実績値

伐採面積	収量	搬出期間
3.5ha	430 t (幹 : 200 t) (枝葉等 : 230 t)	約 3 カ月



通常皆伐を行った施業現場

② 帯状小面積皆伐 + 有用樹別途収穫

通常皆伐との比較対象として、表 3-9 の実績値をもとに、帯状小面積皆伐での伐採・搬出のシミュレーションを行いました。帯状小面積皆伐は林内微気象や地表の安定性、生物の多様性などの森林の公益的機能に対して影響の少ない伐採方法と考えられています。また、天然更新による植生の多様性の回復に一定の効果があるとされており、市内財産区有林の森林整備においても有効であると考えられます。なお、帯状小面積皆伐では収益性確保のために、伐採木から選別した有用樹を別途収穫、販売する想定です。

シミュレーションにあたっての諸条件を以下に示します。

帯状小面積皆伐では林縁・道沿いの伐採であるため、グラップルは 1 台とし、フォワーダーはなしとしました。また、有用樹の運搬用としてユニック付きトラックを想定しました。

◆ 帯状小面積皆伐 + 有用樹別途収穫の諸条件

- ✓ 1,400m の林縁・道路沿いを奥行 25m で皆伐（3.5ha）、収量は 430 t
- ✓ 人件費数量は通常皆伐の 1.25 倍
- ✓ 使用機械
通常皆伐：チェーンソー、グラップル（2 台）、フォワーダー、ダンプ
帯状小面積皆伐：チェーンソー、グラップル、フォワーダー、ダンプ、ユニック付トラック
- ✓ 有用樹割合は幹の 10%
- ✓ 有用樹伐採・集材・運搬を 5 日（伐採 2 人 + 集材運搬 1 人）とした
- ✓ 有用樹は 15,000 円/t で販売

③ 通常皆伐と帯状小面積皆伐 + 有用樹別途収穫との比較

通常皆伐の伐採・搬出の算出結果とシミュレーションの結果を表 3-10 に示します。

表 3-10 賀茂地方森林組合の通常皆伐の実績値（単位:円）

費 目		通常皆伐	帯状小面積皆伐 + 有用樹種別途収穫
費用	人件費	2,250,000	2,875,000
	機械代	1,077,100	566,688
	バイオマスセ ンター	804,860	804,860
	費用計	4,131,960	4,246,548
収入	木材パルプ	1,380,000	1,242,000
	木材チップ	2,760,000	2,760,000
	有用材		300,000
	収入計	4,140,000	4,302,000
損 益		8,040	55,452

通常皆伐では、3.5ha の施業で約 8 千円の収益となりました。一方、帯状小面積皆伐では約 5 万 5 千円の収益となりました。

帯状小面積皆伐では、人件費がかさむ一方で、機械代が削減できること、有用樹販売の収益があることで通常皆伐より収益が上がる結果となりました。

なお、原木生産コストは通常皆伐で 7,700 円/ t、帯状小面積皆伐で 8,000 円/ t となりました（表 3-11）。

表 3-11 原木生産コスト

通常皆伐	7,700円/t
帯状小面積皆伐	8,000円/t

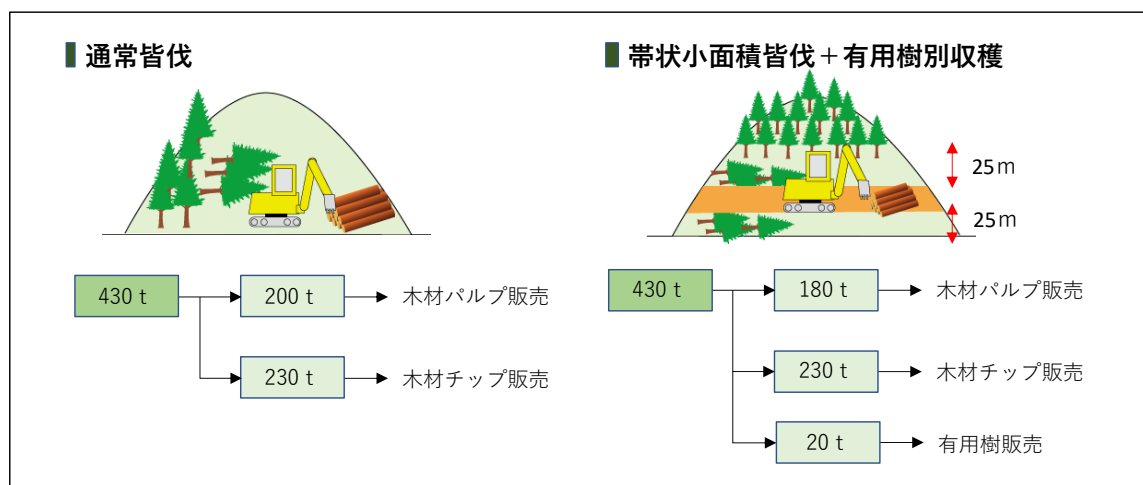


図 3-8 施業のイメージ

④ 小括

財産区有林での伐出シミュレーションでは通常皆伐に比べ、わずかですが収益の確保が見込まれました。今後、財産区有林の森林整備を進めていくうえで、収益の確保および増収が課題となります。また、本事業では、生産した原木の一部を地域内で熱利用することを検討しており、そのためには木材チップ販売と有用樹販売による収益の確保が必要となります（図 3-9）。

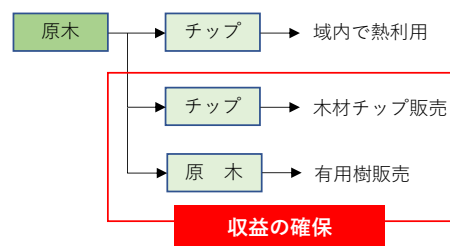


図 3-9 収益確保のイメージ

昨年度、広島県林業技術センターと賀茂地方森林組合の協力のもと、たむろ木材カンパニー株式会社（広島市）は市内民有里山林で伐採された木材を使用し、おもちゃを製作しました。用材とした木材はアベマキ、コシアブラ、ソヨゴの3種で、伐採後に半年間自然乾燥させたのち使用しました。製作したおもちゃは今後、木育としての活用を予定しております。

昨年度実施したプロット調査結果を表 3-12 に示します。竹仁財産区における調査では20種程度の樹種が確認され、樹高は8～10m、胸高直径11～15cmとなりました。また、市内財産区有林には調査で確認された樹種以外にも多くの広葉樹が自生しており、多くの樹種が有効利用できる可能性を秘めています。これら広葉樹の利用にあたっては、乾燥・加工といった技術的な課題があり、精度を必要とするモノづくりにおいては技術開発に多くの時間を要することが想像されます。しかしながら、比較的取り組みやすいおもちゃの製作は、市内森林整備の促進にとどまらず、広葉樹未利用材の活用モデルとして全国的普及につながるものと考えられます。

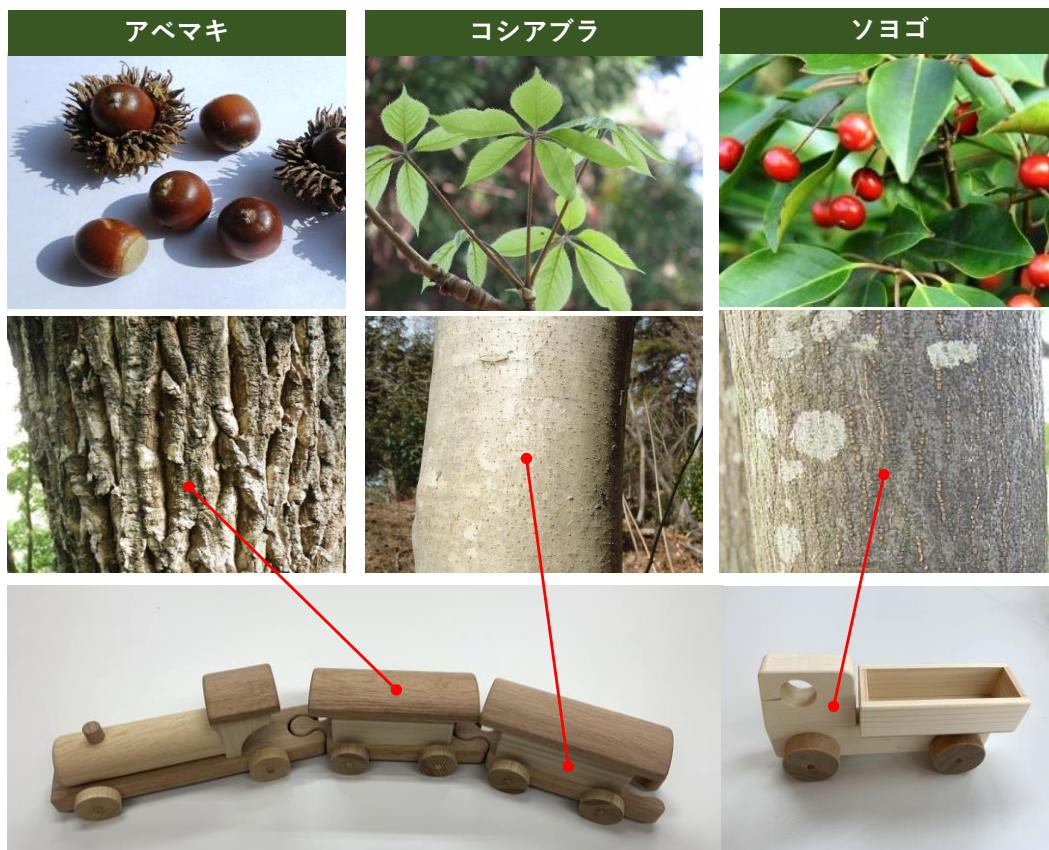


図 3-10 たむろ木材カンパニー株式会社が製作した木のおもちゃ

表 3-12 昨年度プロット調査

竹仁財産区① プロット調査結果 (ha換算)

樹種	本数	平均胸高直径(cm)	平均樹高(m)	材積(ha)	材積割合
アカマツ	420	22.7	13.5	131.1	48.3%
ウラジログシ	20	14.6	8.3	2.0	0.7%
エゴノキ	30	8.4	4.8	1.0	0.4%
クリ	30	13.2	9.8	2.9	1.1%
広葉樹(不明)	160	6.5	3.7	2.4	0.9%
コシアブラ	30	26.2	16.7	13.1	4.8%
コナラ	190	19.9	11.0	45.1	16.6%
サカキ	10	5.3	6.5	0.1	0.0%
ソヨゴ	70	6.2	4.7	0.9	0.3%
タカノツメ	30	17.1	9.8	4.7	1.7%
ハイノキ	10	6.8	8.9	0.2	0.1%
ヒノキ	750	13.3	10.5	64.8	23.9%
ヤブツバキ	10	5.5	3.1	0.1	0.0%
リョウブ	160	6.9	4.9	3.2	1.2%

竹仁財産区② プロット調査結果 (ha換算)

樹種	本数	平均胸高直径(cm)	平均樹高(m)	材積(ha)	材積割合
アオハダ	30	13.4	7.7	2.5	1.0%
アカマツ	200	23.5	11.4	58.1	23.3%
アラカシ	40	12.0	9.4	2.9	1.2%
ウラジログシ	100	18.3	11.0	20.0	8.0%
ウラジロノキ	20	18.0	10.3	3.5	1.4%
ウワミズザクラ	30	17.7	10.1	4.9	2.0%
エゴノキ	70	11.0	6.5	3.9	1.6%
カキノキ	10	9.8	7.4	0.4	0.2%
クリ	40	16.4	9.4	5.6	2.3%
コナラ	300	23.3	12.9	106.0	42.5%
シラカシ	10	7.4	7.5	0.2	0.1%
ソヨゴ	120	13.4	8.0	10.2	4.1%
ハイノキ	10	13.7	7.8	0.9	0.3%
ヒノキ	690	9.1	7.9	22.8	9.1%
ヤマナラシ	10	24.7	14.1	3.5	1.4%
リョウブ	50	13.0	8.1	3.9	1.6%

3.2.3 川中の実現可能性調査

(1) 川中の検討事項

賀茂地方森林組合が運営する賀茂バイオマスセンター（東広島市河内町）において、チップを製造する場合の検討を行いました。

昨年度は薪およびチップの製造体制について検討していましたが、今年度は賀茂バイオマスセンターで最も製造量の多いチップの製造について、引き続き検討を行いました。

(2) 地域における燃料製造の状況

賀茂バイオマスセンターの木質燃料の製造・供給フローを図 3-11 に示します。

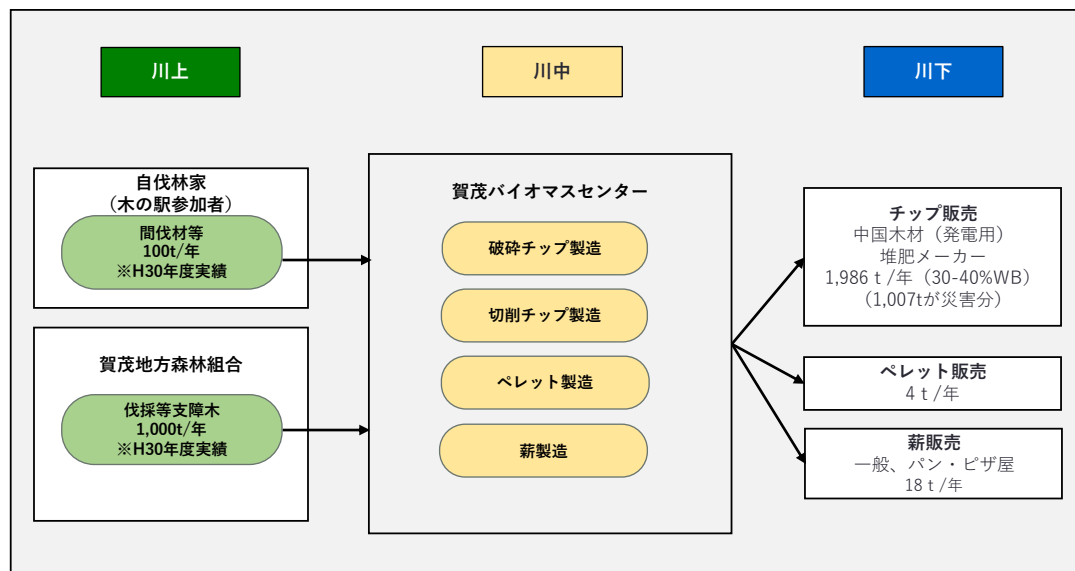


図 3-11 賀茂バイオマスセンターの木質燃料の製造・供給フロー

① 販売されている燃料状況

賀茂バイオマスセンターで製造される燃料は薪・チップ・ペレットの3種類です。それぞれの販売量は、薪が約 18t、チップが約 2,000t、ペレットが約 4t となっており、チップの製造量が燃料製造事業の大半を占めています（平成 30 年度実績）。薪は薪ストーブユーザーやパン・ピザなどの飲食店で使用されています。ペレットはストーブユーザーが主な販売先となります。チップはたい肥製造業者向けとバイオマス発電所向けに供給されています。チップはその大半が近隣市町村向けの供給となっているため、本事業を通じて市外だけではなく、市内への供給体制の強化を目指しています。



【開業】平成29年4月1日（木の駅の木材買取開始は同年12月1日）

図 3-12 賀茂バイオマスセンター敷地

表 3-13 バイオマス燃料販売状況（平成 30 年度）

燃料種類	販売量	価格	供給先
薪	18t	100 円/kg (割薪 35cm)	ストーブユーザー ピザ・パン等飲食店
チップ	1986t	5,800 円/t (発電用※) 1,500 円/t (たい肥用※)	バイオマス発電所 たい肥製造業者
ペレット	4t	50 円/kg	ストーブユーザー

※平均価格、水分 40～50%（発電用は未利用材、一般木質バイオマス、一般廃棄物区分材を出荷）

② 燃料製造状況

燃料の原料は主に公共工事や土砂災害などにより発生する支障木、木の駅を通して発生する間伐材が挙げられます。平成 30 年度の賀茂バイオマスセンターにおける処理量は支障木が約 2,000t、間伐材が約 100t となっています。支障木は工事や災害の発生状況に依存するため、年度ごとに発生量が大きく異なります（平成 29 年度支障木発生量は約 1000t）。間伐材は平成 29 年度より始まった木の駅プロジェクトにより集められており、市内山林の整備促進にも貢献しています。平成 30 年度時点で出荷量が 100t を超え、令和元年度も順調に出荷量を伸ばしています。

表 3-14 バイオマス原料発生状況（平成 30 年度）

原料種類	発生量	購入価格	発生由来
支障木等	1986t	逆有償(※)	公共工事等 土砂災害等
間伐材等	104t	5,000 円/t	木の駅プロジェクト

※ 引き取り価格は条件により異なる

現在の賀茂バイオマスセンターにある主な燃料製造設備は表 3-15 のとおりです。薪の製造は電動式の薪割機を使用しており、薪ストーブ・飲食店向けに生産されています。その生産量は 18t/年であり、今後増産をする場合には、エンジン式の生産能力の高い薪割機の導入が好ましいと考えられます（昨年度検討）。また、増産には人員不足が大きな課題となっています。

チップは破碎型のチップパーにより製造されています。処理能力が最大 60 m³/h と賀茂バイオマスセンターの設備の中では最も生産能力のある設備であり、発電所向けチップを中心に 2,000t/年ほど製造されています。投入径は最大 50cm であるものの、比較的径の大きな丸太などはスムーズに投入できないため、重機で小割にする前処理を必要としていることが作業負担の増加になっています。

ペレットは切削型チップパーにより製造された切削チップとペレタイザーを用いて 4t/年ほど製造されています。このチップパーは切削チップを製造することができますが、そのチップサイズはペレット製造用のため非常に小さく、小型のチップボイラーで利用するには不向きです。

表 3-15 賀茂バイオマスセンターの既存設備

	コマツ BR120T-1	大橋 GSC930DC	和コーポレーション KT-170PRO
タイプ	破砕型チップパー	切削型チップパー	電動式小型薪割機
仕様等	処理能力 10～60 m³/h 処理径 Max 50cm	処理能力 Max 15 m³/h 処理径 Max 30cm	N.A. (中古品を調達)
本体写真			
チップ形状			
現在の用途	燃料用(中国木材の発電所向け)、堆肥用	ペレット原料製造用	薪ストーブ向け パン釜・ピザ釜向け

③ バイオマスエネルギー利用に向けた課題

東広島市における木質バイオマスエネルギー利用の課題としては、

- 小型チップボイラー対応可能なチップ製造が困難であること
- 今後出材が見込まれる大径木の処理が困難であること

上記の2点が挙げられます。

現状の設備では破砕チップまたはサイズの小さい切削チップの製造を行っています。破砕チップは形状が不均一であるため、一般に小型のチップボイラーと相性が悪く、サイズの小さい切削チップも小型チップボイラーと規格が適合しません。そのため、小型チップボイラーに好ましい切削チップを製造できるチップパーの導入が必要となります。また、東広島市では、市内の財産区有林を中心に、広葉樹林の施業とその材を市内で活用する体制作りを検討しています。その中で、有用樹としての活用が難しい材はエネルギー利用としてチップ化されることが予想されます。その際に径が40cm級の大径木の発生が見込まれており、そのような丸太を処理できるチップパーの導入が求められています。

(3) 新規燃料製造の検討

① 今年度の検討事項

昨年度の燃料製造の検討では、バイオマスボイラーに適応する燃料製造のため、切削チップ（小型チップ・大型チップ2種類）と薪について検討しました（表 3-16）。

今年度は東広島市の課題を踏まえ、チップ製造の検討を実施します。昨年度も大径木対応チップを検討していますが、「(2) ③バイオマスエネルギー利用にむけた課題」で前述した課題に対応可能なチップであること、コスト削減に寄与することを目的に昨年度よりも詳細に更なる検討を実施します。

なお、薪の製造については、製造人員などの運用体制の検討が重要であると考えられたため、製造設備の検討は実施していません（「3.2.4 川下の実現可能性調査」において市内の薪利用の将来展望について記述しています）。

表 3-16 燃料製造コスト（昨年度結果）

試算対象機器	総額 (補助率 50%)	減価償却 年数	製造コスト (円/kg)	
			100t/年製造 (稼働日数)	3000t/年製造 (稼働日数)
小径木対応チップ チップ & トラクター	2,610 万円	8 年	31.9 円 (4 日/年)	11.1 円 (90 日/年)
大径木対応チップ チップ & トラクター	4,300 万円	8 年	46.1 円 (2 日/年)	11.7 円 (60 日/年)
エンジン式薪割機 チェーンソー	160 万円(※)	8 年	14.9 円	—

※ 薪割機 1 台・チェーンソー 2 台分の想定価格を記載

② 新規燃料製造設備

燃料製造設備は、本事業の条件に合うチップとして、日本フォレスト社の LOG BUSTER(型式：LB-M515C)を検討しました。切削チップを製造でき、径が 40cm 級の材であっても対応可能なチップとなります。こちらのチップについて見積を取得して導入費用を算出した結果、51,200 千円となりました（補助金無）。昨年度検討した同程度の規模のチップは 86,000 千円（補助金無）で想定していたため、30,000 千円程度の削減が見込めることが分かりました。

	導入費	51,200千円(税抜)
	全長	6,160mm
	全幅	2,490mm
	全高（運搬時）	3,200mm
	総重量	11,200kg
	エンジン出力	309kW(415HP)
	ドラムサイズ	Φ914mm×W838mm
	参考処理能力	～150m ³ /時
	最大処理径（軟木） （硬木）	500mm 400mm
	ナイフ枚数	6枚

日本フォレスト社 LOG BUSTER(LB-M515C)

図 3-13 今年度検討する燃料製造設備

③ 製造コスト

製造コストの試算にあたり、表 3-17 に条件を整理しました。

チップのイニシャルコストは 15%の補助金を得られる仮定で設定しました。昨年度は 50%の補助金を想定していましたが、令和元年度から補助率に変更があったためです。維持管理費はチップの刃など消耗する部品代を指しています。メーカーの資料を参考に 3,000 円/h 要すると設定しました。原料の丸太は、本事業の市内広葉樹林施業における伐出シミュレーション結果に基づき、帯状小面積皆伐実施時、通常皆伐実施時の 2 種の試算結果を原料のコストに設定しました。また、伐出コスト試算を基に今後コスト低減を図っていくとして、5,000 円/t の場合も含め、合計 3 種の原料コストを用いて試算を行いました。また、チップの製造能力は、メーカー記載値に対して安全率を設定して試算しました。これは、メーカー記載値は絶え間なく設備が稼働している際の最大能力を示している場合が多く、実際の運用では時間のロスが考えられるためです。今回はチップ製造能力の 2/3 程度発揮されると仮定して試算しました。

表 3-17 チップ製造コスト試算条件

資本費関連	チップパー	日本フォレスト社 LOG BUSTER LB-M515C 43,520千円 …… 補助率15%、減価償却年数8年
	維持管理費	3,000円/h (メーカー算定値)
	※チップ保管庫、建屋、トラックスケール等は既存のものを使用する前提のため未計上	
運転維持費関連	原材料 (丸太)	・ 8,000円/t (帯状小面積皆伐実施時の試算) ・ 7,700円/t (通常皆伐実施時の試算) ・ 5,000円/t (コスト低減時) 計3種の原材料費で試算 いずれも水分50%wb、比重1.0 (広葉樹想定)
	チップ	切削型、水分35% ⇒ 水分低下で原材料 (50%wb) はチップ (35%) の1.3倍必要 ⇒ 更にチップ化時の原料ロスを10%とみる
	チップ製造能力	定格 100m ³ /h (≒29t/h) × 稼働率 60% = 60m ³ /h (17t/h) 定格稼働時: 13,600t/年 …… 17t/h×4h/日×200日より
	燃料単価 (軽油)	120円/L (広島県2017~2018年の平均的小売価格より)
	燃料消費量	50L/h …… おおよそ推定値
	人件費	時給@2,000円、2名体制を想定
	一般管理費	直接人件費の10%
	保守点検費	350千円/年 …… チッパー及び他重機の想定値
	チップ輸送費	2.0円/kg

チップ製造コストの試算結果を表 3-18、表 3-19、

表 3-20 に示します。

表 3-18 から順に原料 8,000 円/t 時、7,700 円/t 時、5,000 円/t 時のコストを示しています。また、チップ製造量次第で製造コストが大きく変わるため、500t/年製造時から 5,000 t/年製造時までのコストを示しています。

原料 8,000 円/t 時では、500t/年の製造時の製造原価は 23.8 円/kg (運賃抜)、3,000t 製造時では 14.2 円/kg (運賃抜)、5,000t/年製造時では 13.4 円/kg (運賃抜) となり、原料 7,700 円/t の場合は原料 8,000 円/t と比べおよそ 0.4 円/kg コストが下がった結果となっています。これらは本事業の伐出シミュレーション結果を用いたものですが、大幅にコストがかかる結果となったため、チップ製造コストも同様に非常に高い結果となっています。チップを 3,000t/年程度製造できたとしても、このチップ価格でチップボイラーの採算性を取ることは非常に難しいため、原料のコスト低減が求められます。原料 5,000 円/t になると、500t/年の製造時では 19.5 円/kg (運賃抜)、3,000t 製造時では 9.8 円/kg (運賃

抜)、5,000t 製造時では 9.1 円/kg (運賃抜) となり、チップ製造原価が 10 円/kg を下回ることが可能となってきます。

表 3-18 チップ製造コスト (原料 8,000 円/t 時)

	原材料 8,000円/t 時					
チップ製造量(t/年)	500	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
間伐材の必要量 (t/年)	722	1,444	2,889	4,333	5,778	7,222
稼働時間(h/年)	33	65	130	195	260	325
稼働日数(日/年)	8	16	33	49	65	81

◆支出 (以下全て単位は千円/年)

減価償却費(15%補助)	5,440	5,440	5,440	5,440	5,440	5,440
運転維持費関連計	6,476	12,602	24,853	37,104	49,355	61,606
直接人件費	130	260	520	780	1,040	1,300
燃料費	195	390	780	1,170	1,560	1,950
維持管理費	360	370	389	409	428	448
一般管理費	13	26	52	78	104	130
原料調達コスト	5,778	11,556	23,112	34,667	46,223	57,778
支出計	11,916	18,042	30,293	42,544	54,795	67,046

◆チップ製造原価

チップ供給量 (製造量-原料乾燥利用分) (t /年)	500	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
チップ製造原価 (円/kg)	23.8	18.0	15.1	14.2	13.7	13.4

(輸送費込みの場合)

チップ輸送費(円/kg)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
チップ製造原価 (円/kg：輸送費込)	25.8	20.0	17.1	16.2	15.7	15.4

表 3-19 チップ製造コスト（原料 7,700 円/t 時）

	原材料 7,700円/t 時					
チップ製造量(t/年)	500	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
間伐材の必要量 (t/年)	722	1,444	2,889	4,333	5,778	7,222
稼働時間(h/年)	33	65	130	195	260	325
稼働日数(日/年)	8	16	33	49	65	81

◆支出（以下全て単位は千円/年）

減価償却費(15%補助)	5,440	5,440	5,440	5,440	5,440	5,440
運転維持費関連計	6,260	12,169	23,986	35,804	47,621	59,440
直接人件費	130	260	520	780	1,040	1,300
燃料費	195	390	780	1,170	1,560	1,950
維持管理費	360	370	389	409	428	448
一般管理費	13	26	52	78	104	130
原料調達コスト	5,562	11,123	22,245	33,367	44,489	55,612
支出計	11,700	17,609	29,426	41,244	53,061	64,880

◆チップ製造原価

チップ供給量	500	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
チップ製造原価（円/kg）	23.4	17.6	14.7	13.7	13.3	13.0

（輸送費込みの場合）

チップ輸送費(円/kg)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
チップ製造原価（円/kg：輸送費込）	25.4	19.6	16.7	15.7	15.3	15.0

表 3-20 チップ製造コスト（原料 5,000 円/t 時）

	原材料 5,000円/t 時					
チップ製造量(t/年)	500	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
間伐材の必要量 (t/年)	722	1,444	2,889	4,333	5,778	7,222
稼働時間(h/年)	33	65	130	195	260	325
稼働日数(日/年)	8	16	33	49	65	81

◆支出（以下全て単位は千円/年）

減価償却費(15%補助)	5,440	5,440	5,440	5,440	5,440	5,440
運転維持費関連計	4,310	8,269	16,186	24,104	32,021	39,940
直接人件費	130	260	520	780	1,040	1,300
燃料費	195	390	780	1,170	1,560	1,950
維持管理費	360	370	389	409	428	448
一般管理費	13	26	52	78	104	130
原料調達コスト	3,612	7,223	14,445	21,667	28,889	36,112
支出計	9,750	13,709	21,626	29,544	37,461	45,380

◆チップ製造原価

チップ供給量	500	1,000	2,000	3,000	4,000	5,000
チップ製造原価（円/kg）	19.5	13.7	10.8	9.8	9.4	9.1

（輸送費込みの場合）

チップ輸送費(円/kg)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
チップ製造原価（円/kg：輸送費込）	21.5	15.7	12.8	11.8	11.4	11.1

続いて、チップ製造コストとチップ製造量との関係を図 3-14 に示します。

今回検討したチップパーは 10,000t/年以上の製造が可能なチップパーであるため、可能な限り稼働率を増やすことがチップコスト低減において重要となります。製造量が増えるほどコストは削減されますが、製造量が増えるほどそのコスト削減額は少なくなります。およそ 3,000t/年までは 1,000t/年製造量が増加すると 1 円/kg 以上のコスト削減が見込めますが、それ以降は製造コストの削減額は 0.5 円/kg 以下となり、緩やかな減少となっています。また、平成 30 年度の支障木等処理量は約 2,000t/年であり、将来的に市内の広葉樹林から出材されることも加味すると、およそ 3,000t/年を目標にチップ製造を行うことが、新規チップパーの導入には望ましいと考えられます。

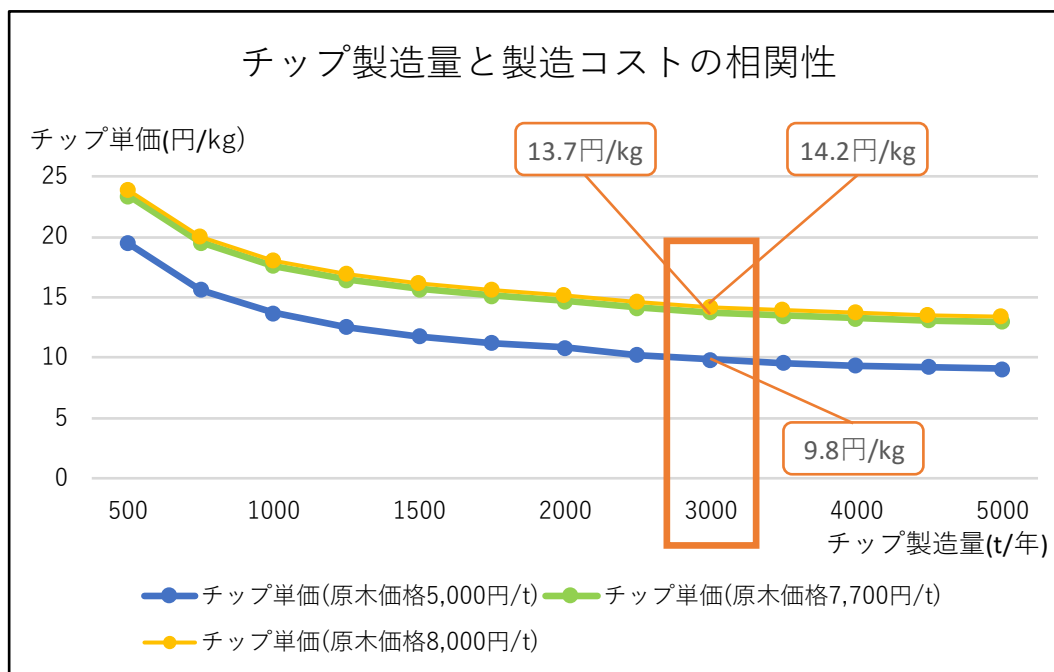


図 3-14 チップ製造量と製造コストの相関性

④ 小括

本事業において検討したチップパーは賀茂バイオマスセンターの破碎型チップパーと同等以上の製造能力を有しています。そのため、このチップパーは小型チップボイラーに切削チップを供給する目的のみの運用では十分な費用対効果を見込むことは難しくなります。コスト面と東広島市の現状を考慮するとチップ製造量は3,000t/年を目安にすることが好ましく、現在稼働している破碎型チップパーに代わり、今後の主たるチップパーとして運用していくことが最適な運用方法と考えられます。

また、原料 5,000 円/t、製造量 3,000t/年の時点でチップ製造原価が 10 円/kg（運賃抜）を下回る試算結果であるため、伐出コストをいかに低減させるかが重要であると考えられます。

⑤ 原木乾燥土場の検討

供給するチップは水分を 35%まで低減させることを想定しているため、一定期間原木を乾燥させることが必要となります。現在の賀茂バイオマスセンターでは原木乾燥を行う土地の余裕がないため、新たな土場を検討しました（図 3-15）。

土場候補地は賀茂バイオマスセンターから 100m 程度の近隣地で約 4,842m²の休耕田となります。土場の広さとしては十分であり、活用検討が進められています。

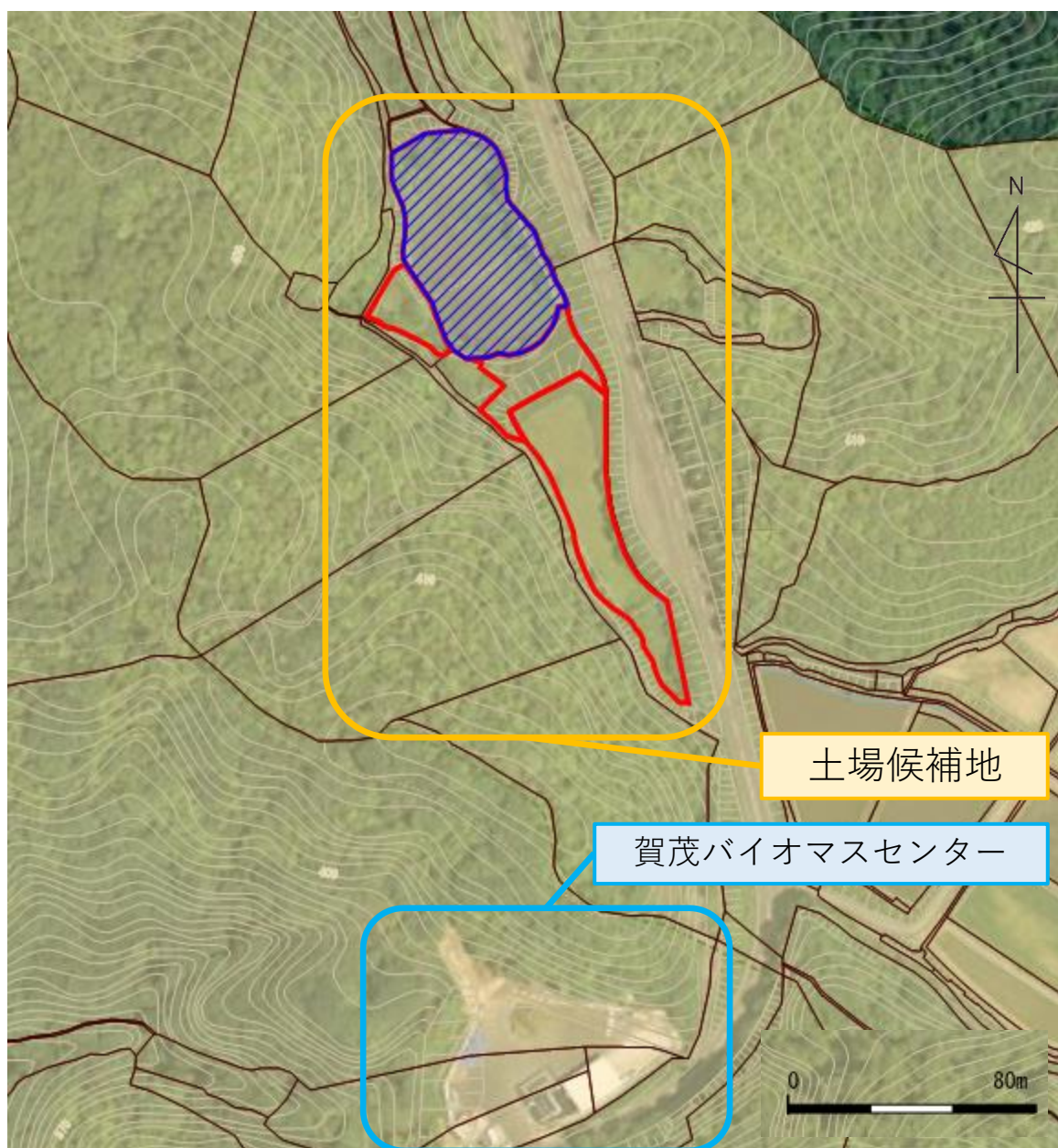


図 3-15 土場候補地

3.2.4 川下の実現可能性調査

(1) 川下の検討事項

エネルギー利用については、下記の2点を検討しました。

- 豊栄保健福祉センターへのバイオマスボイラー導入について
- 東広島市における木質バイオマス利用の将来像について

豊栄保健福祉センターへの導入は昨年度に検討を行っていますが、施設の運営状況が変化したため、再度事業性試算を実施しました。木質バイオマス利用の全体像は市内での今後の木質バイオマス利用方針についての考察を実施しました。

(2) バイオマスボイラー導入検討

① 豊栄保健福祉センターの概要

本事業のエネルギー利用施設としては、「豊栄保健福祉センター」を想定しています。

豊栄保健福祉センターはデイサービス用浴槽と施設利用者以外も使用できる一般入浴用浴槽の2種類が主なエネルギー利用対象となっています。しかし、今年度において利用者が少ないことから一般入浴用浴槽が廃止されることとなりました。これにより大きく熱需要が変化すると考えられたため、昨年度にも検討を行いました。今年度に一般入浴用浴槽の利用分を除いた導入検討を再度実施します。

豊栄保健福祉センターの概要は以下のとおりです。



施設外観



一般入浴用浴槽

表 3-21 施設概要

項目	内容
施設名称	豊栄町保健福祉センター
住所	東広島市豊栄町乃美 2841-1
営業時間	平日 8:30~20:00 休日 17:00~20:00 定休日 一般入浴：第 2 及び第 4 日曜、12/28~1/3 デイサービス：土日祝日、12/28~1/3
入浴者数	一般入浴：3,729 人（平成 29 年度実績） デイサービス：約 25 人/日

表 3-22 設備概要

項目	内容	ボイラー写真
既存ボイラー 及び用途	温水ボイラー 349kW×1 台 冷温水発生機 2 台	
燃料及び単価	A 重油 85 円/L	
年間燃料使用量	50,600L（平成 29 年度実績） ※R1 年度末より一般入浴用浴槽廃止に伴い、9,000L をデイサービス使用量と仮定（詳細は後述）	
浴槽容量	一般入浴：合計 12 m ³ デイサービス浴槽：2.4 m ³ 介護浴槽：合計 0.5 m ³	
上水温度	井戸水を使用、15℃と仮定	
浴槽温度	一般入浴：夏期 41℃、冬期 42℃ デイサービス：40℃	

② バイオマスボイラー導入条件設定

試算条件を表 3-23 に、燃料条件を表 3-24 に示します。

熱需要は主に浴槽への給湯と空調に発生しており、年間 50,600L（平成 29 年度）の A 重油を使用しています。そのうち 37,800L は浴槽への給湯に使用されていると仮定し、昨年度導入を検討しました。今年度はそのうち、デイサービス用浴槽（介護浴槽を含む）の使用量を推計する必要があります。推計は浴槽体積および入浴者数などを考慮して按分を行い、デイサービス用浴槽には A 重油が 9,000L 使用されていると仮定しました。一般入浴用浴槽は浴槽体積が大きく、継続して熱需要が発生していますが、デイサービス用浴槽は浴槽体積が小さく、短時間しか利用されないため、熱需要は小さいものと考えられました。

表 3-23 試算条件

年間燃料使用量	50,600 L/年	平成 29 年度実績値
年間燃料使用量 (うちデイサービス利用分)	9,000 L/年	推計値
ボイラー導入補助率	50%	導入半額補助を想定
減価償却年数	13 年	法定耐用年数
固定資産税	0 %	公共施設のため非考慮
維持管理費	2 %	イニシャルコストに対して
ばい煙測定費	100,000 円/年	

表 3-24 燃料条件

燃料種類	単位	A 重油	薪	準乾燥チップ
発熱量	MJ/L or kg	37.1	12.4	11.3
前提の水分	%	—	30	35
燃料単価	円/L or kg	85	0~20	0~16
ボイラー効率	%	85	80	85

③ バイオマスボイラー導入事業性評価

条件設定を基に熱需要の推移を図 3-16 に、導入費の概算を表 3-25 に示します。

熱需要は、夏季冬季に分けて 2 種類の熱需要パターンを想定しました。デイサービスは平日の午前中のみ利用されるため、浴槽に給湯する朝方の熱需要が高く、その後は利用人数に応じたシャワー利用により、一時的な熱需要が発生すると考えられます。

この熱需要に対して、バイオマスボイラーの出力規模は 50kW に設定しました。短い時間で高い熱需要が発生していますが、熱需要の大半を賄う規模でボイラーを導入すると、導入費が非常に高額となり、それに見合う化石燃料削減費を計上することは困難です。そのため、導入経済性が最も良い規模として 50kW を最適規模としました。化石燃料の代替率は 6 割程度を想定しています。

チップボイラーは 20,000 千円、薪ボイラーは 15,000 千円のイニシャルコストを要すると概算されました。チップボイラーはチップ保管のためのサイロ施工費が必要となるため、薪ボイラーよりも高額となることが予想されます。

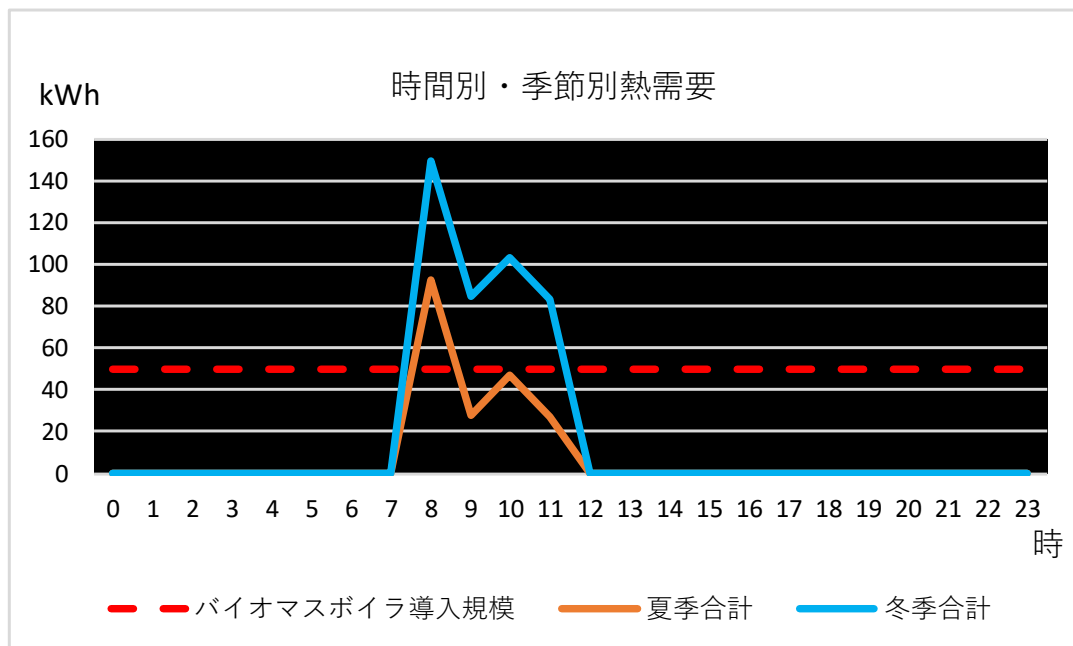


図 3-16 時間別・季節別熱需要

表 3-25 バイオマスボイラー導入費概算

ボイラー種類	チップボイラー	薪ボイラー
導入規模	50kW	50kW
イニシャルコスト	20,000 千円	15,000 千円
ボイラー効率	85%	80%
化石燃料代替率	58%	58%

続いて、チップボイラーおよび薪ボイラー導入時の経済性試算を表 3-26、表 3-27 に示します。今年度の燃料製造はチップのみ検討しましたが、昨年度から薪の利用も検討しているため、薪ボイラーにおける試算も同様に試算しました。

バイオマス燃料単価ごとの事業性を試算し、チップは原料 5,000 円/t 時における製造量 500t/年・3,000t/年・5,000t/年時の製造コストを参考に設定しました。薪は昨年度の検討と同条件で試算しています。また、両者ともバイオマス燃料単価が 0 円/kg 時の試算も実施しました。賀茂バイオマスセンターの従業員を想定しているため、人件費は未計上で試算しています。

チップボイラーの場合、チップ単価が 0 円/kg であっても年間収支が赤字となり、経済性のあるチップボイラーの導入は困難であることが予想されます。

薪ボイラーの場合、イニシャルコストがチップボイラーよりも安価であるため、事業性はチップボイラーよりも向上しました。ですが、薪の製造コストを加えると赤字収支となるため、チップボイラーと同様に経済性のある導入は困難であることが予想されます。

表 3-26 チップボイラー（準乾燥）導入時の事業性試算

バイオマス燃料単価	円/kg	20	10	9	0
燃料代替率	%	58	58	58	58
バイオマス燃料消費量	t/年	15	15	15	15
化石燃料使用量	L/年	3,780	3,780	3,780	3,780

《費用》

資本費	減価償却費	千円/年	667	667	667	667
	固定資産税(平均)	千円/年	0	0	0	0
ランニングコスト	バイオマス調達費	千円/年	305	153	137	0
	人件費	千円/年	0	0	0	0
	維持管理費	千円/年	400	400	400	400
	ばい煙測定費	千円/年	100	100	100	100
費用合計：①		千円/年	1,472	1,319	1,304	1,167

《削減額》

ランニングコスト	化石燃料削減量	L/年	5,220	5,220	5,220	5,220
	化石燃料削減額	千円/年	444	444	444	444
削減額合計：②		千円/年	444	444	444	444

《まとめ》

年間収支：②－①	千円/年	-1,028	-876	-860	-723
年間収支（減価償却除）	千円/年	-362	-209	-194	-56
投資回収年数	年	-	-	-	-
CO2排出削減効果	t-CO2	14	14	14	14

表 3-27 新ボイラー導入時の事業性試算

バイオマス燃料単価	円/kg	20	17	15	0
燃料代替率	%	58	58	58	58
バイオマス燃料消費量	t/年	16	16	16	16
化石燃料使用量	L/年	3,780	3,780	3,780	3,780

《費用》

資本費	減価償却費	千円/年	500	500	500	500
	固定資産税(平均)	千円/年	0	0	0	0
ランニング コスト	バイオマス調達費	千円/年	324	275	243	0
	人件費	千円/年	0	0	0	0
	維持管理費	千円/年	300	300	300	300
	ばい煙測定費	千円/年	100	100	100	100
費用合計：①		千円/年	1,224	1,175	1,143	900

《削減額》

ランニング コスト	化石燃料削減量	L/年	5,220	5,220	5,220	5,220
	化石燃料削減額	千円/年	444	444	444	444
削減額合計：②		千円/年	444	444	444	444

《まとめ》

年間収支：②－①	千円/年	-780	-731	-699	-456
年間収支（減価償却除）	千円/年	-280	-232	-199	44
投資回収年数	年	-	-	-	172
CO2排出削減効果	t-CO2	14	14	14	14

④ 設置場所の検討

設置場所は昨年度と同様に、既存ボイラー室に近く、バイオマス燃料の供給がしやすいことを条件に、図 3-17 に示す位置を想定しています。



図 3-17 バイオマスボイラー設置場所（案）

⑤ 小括

結果として、豊栄保健福祉センターへのチップボイラーの導入で経済性を確保することは非常に困難であると分かりました。現在の運用状況では化石燃料使用量が9,000L/年と大幅に減少しているため、チップ単価が0円/kgであっても年間収支は赤字になると試算されました。薪ボイラーの方がチップボイラーよりも収益性はあると考えられますが、薪ボイラーはチップボイラーよりも薪の投入などに人手を要し、今回の検討ではその運用人件費を計上していません。豊栄保健福祉センター職員の作業負担の増加は現実的ではないと考えられるため、薪の投入人員の確保が課題となります。また、薪の製造人員も不足しているため、併せて薪の利用体制を検討する必要があると考えられます。

バイオマスボイラーの導入のメリットは、経済性の観点のみではなく、それ以外の効果も評価する必要があると考えられます。具体的にはCO₂排出削減効果が挙げられ、バイオマスボイラーの導入によって14t-CO₂/年の削減が見込まれます。また、定量的な評価は難しいものの、市内の広葉樹林の整備に貢献することによる獣害被害の低減、土砂災害防止効果の向上などが挙げられ、多面的な効果が予想されます。これらを加味した導入検討を進める必要があると思われます。

(3) 東広島市における木質バイオマス利用の将来像

① 豊栄地区における薪の利用について

東広島市豊栄町周辺（以下、豊栄地区と呼称）では薪の農業利用について検討しています。昨年度、ビニールハウスの加温に産業用薪ストーブを導入した場合の事業性を試算した結果、薪が 20 円/kg であっても 3 年以内に投資回収可能な結果となりました。



図 3-18 スーパーゴロン太（出典：石村工業 HP）

表 3-28 試算条件

項目	内容
導入費	70 万円※本体、煙突代
薪投入量	最大 230kg/回
灯油代替量	10,000L（ハウス 10℃保温想定）
薪消費量換算	30t/年
燃料価格設定	灯油 90 円/L 薪 20 円/kg

今年度は豊栄地区の中での薪の製造・供給体制の構築について議論されました。地区内から出る未利用材を廃校で薪に加工、供給することにより、地区の里山管理の促進と、高齢者の健康づくりに貢献する仕組み作りを目指しています。また地元企業により農業ハウスだけではなく、鶏舎の新設も予定されており、これらの需要先に対して薪ストーブの導入と薪の製造体制が検討されています。

賀茂バイオマスセンターにてボイラー用の薪を供給する際は、小割の薪を増産する体制構築が課題となっていました。しかし、農業利用にて検討している産業用薪ストーブであれば小割の薪でなくても利用可能であるため、豊栄地区内での供給体制を整えながら薪の不足時には賀茂バイオマスセンターから供給するなどの体制が考えられます。

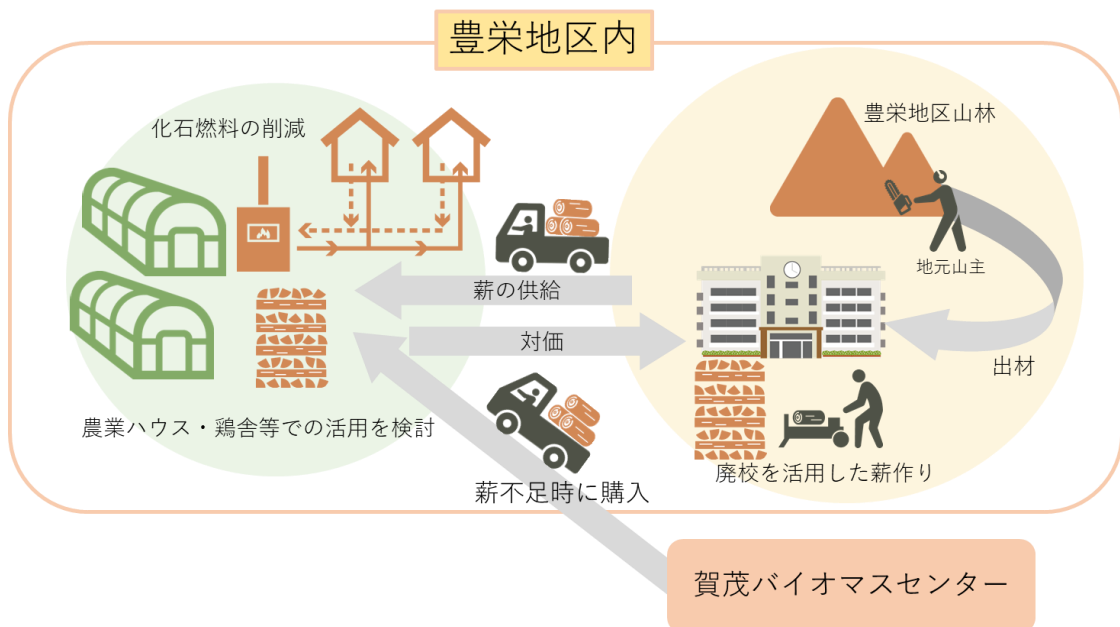


図 3-19 豊栄地区における薪の農業利用検討（イメージ）

② 東広島市における木質バイオマス利用の将来像について

今年度検討した内容から今後の東広島市における木質バイオマス利用の将来像のイメージを図 3-20 に示しました。

このイメージ図について、本事業では豊栄保健福祉センターをエネルギー利用施設の対象としましたが、市内には他にも「黒瀬屋内プール」「安芸津 B&G 海洋センター」などの熱需要施設があり、本調査と並行して木質バイオマスを活用した設備の導入を検討しています。豊栄保健福祉センターでは準乾燥チップを用いた熱利用とそれに適する新規チップパーの導入を検討しました。準乾燥チップの製造・供給体制を構築するのであれば、複数施設に同様の燃料を供給することで事業性の向上を図れます。よって市内の各熱需要施設に準乾燥チップを用いたバイオマスボイラーの熱利用を実施すると仮定した場合の供給体制と使用量を図示しました。豊栄保健福祉センターのみの利用であればチップ使用量は 15t/年と賀茂バイオマスセンターの製造量からは非常に少ない使用量となりますが、黒瀬屋内プールでは 390t/年、安芸津 B&G 海洋センターでは 235t/年程度の使用量が見込まれます。合計でチップの使用量は 640t/年となるため、市内で準乾燥チップを製造・利用していくには各需要施設でチップを活用できる体制とすることが好ましいと考えられます。

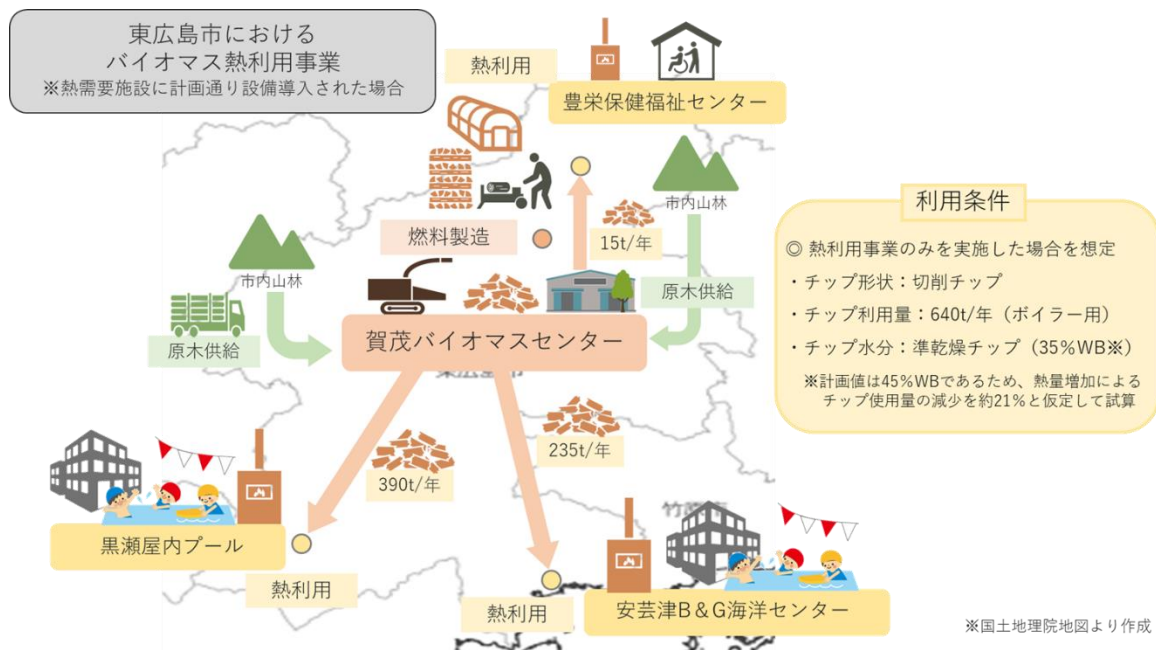


図 3-20 木質バイオマス利用の将来像（イメージ）

4. 総括

4.1 まとめ

東広島市は「地域内エコシステム」の構築で木質エネルギー利用による市内財産区有林の森林整備と地域の活性化を目指しています。

今年度、川上では、財産区有林での伐出シミュレーションを行い、通常皆伐と環境負荷の少ない帯状小面積皆伐を比較、検討しました。その結果、帯状小面積皆伐では人件費がかかる一方、機械代の節約につながり、併せて伐採木から選別した有用樹を販売することで、わずかですが収益の確保が見込まれました。そのため、川上においては入念な伐採計画と有用樹の開発・販路の確保により、持ち出しのない森林整備が可能であることが示唆されました。

川中では、昨年度に引き続き、バイオマスセンターへ導入するチップパーについての検討を行いました。新規にチップボイラーを導入した場合、小型チップボイラーへの供給のみを目的とする運用では十分な費用対効果を見込むことは難しいことが分かりました。また、仮にチップ製造単価を 10 円/kg と設定した場合、原料 5,000 円/ t、製造量 3,000 t /年が目安となることが分かりました。

川下では、昨年度に引き続き豊栄保健福祉センターにおけるボイラー導入を検討しました。今年度、当センターの事業縮小の決定を受け、木質バイオマスボイラー導入の再検討を行った結果、チップ単価が 0 円/kg でも年間収支は赤字となり、ボイラー導入による経済性の確保は難しいことがわかりました。

以上より、豊栄保健福祉センターの事業縮小に伴い、同センターへのチップボイラー導入は現状として難しくなりました。また、各段階での課題は残るものの、東広島市の「地域内エコシステム」構築のためには、原料の低減とチップ製造量の確保が大きな課題であることが分かりました。

サプライチェーンの実施主体である賀茂地方森林組合は川中において賀茂バイオマスセンターを運営しています。バイオマスセンターでは年間 1,000～2,000 t の支障木を逆有償で受け入れており、製造したチップはバイオマス発電所を主として販売しています。そのため、「地域内エコシステム」構築にあたっては、バイオマスセンターの運営システムの一部に本事業で検討しているシステムを組み込むことで経済的なスケールメリットを得ることができ、この連携が必要不可欠であると考えられます。

コスト高となった財産区有林からの原料（8,000 円/ t）も、バイオマスセンターで支障木と併せて処理することで、原料は平均単価で 5,000 円/ t に近づけることができると考えられます。また、製造量についても、現在の販売ルートを確保しながら、複数のエネルギー利用先を創出できれば 3,000 t /年弱の確保が可能であると考えられます。

そのため、川下側の豊栄保健福祉センターへバイオマスボイラーの導入については、併せて市内で検討している他の 2 施設への導入を図ることが必要であると考えられます。そして、3 施設が燃料供給体制等を共有するといった連携とすることで事業の集約化につながり、事業性の向上を図ることができると考えられます。

4.2 課題の整理

以下、今後の課題について整理しました。

【全体の課題】

- ・森林づくりビジョンの策定
- ・人材の育成（人材不足）

【今後に向けて】

東広島型の新しい里山再生のビジョン作成

里山資源マイスターの養成
森林技術者の育成

【川上の課題】

- ・原木生産コストの削減
- ・有用樹の発掘（付加価値化）
- ・伐採後の造林、利用

財産区有林での実証モデル

木育と連携

森林環境譲与税等の活用

【川中の課題】

- ・チップパー導入コストの低減
- ・効率的な運用体制の検討

チップパー導入に向けて選定

賀茂 BC での効率的なオペレーションの検証
工事支障木（産廃系）の材との組み合わせ

【川下の課題】

- ・ボイラー導入事業性の改善
- ・豊栄地区住民主体の薪作り体制の構築

他の熱利用施設の検討

東広島型の地域内エコシステムの構築

令和元年度木材需要の創出・輸出力強化対策事業のうち「地域内エコシステム」構築事業

広島県東広島市
「地域内エコシステム」構築事業
調査報告書

令和2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

〒205-0001 東京都羽村市小作台1-4-21KTD キョーワビル小作台3F
TEL 042-578-5130 FAX 042-578-5131