

平成 30 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**  
**「東広島市地域内エコシステム」構築事業**  
**調査報告書**

**平成 31 年 3 月**

**（一社）日本森林技術協会**



# 目次

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 1. 背景と目的                  | 1  |
| 2. 調査対象地域                 | 3  |
| 3. 調査の実施                  | 4  |
| 3.1. 地域協議会                | 4  |
| 3.2. 川上（原料供給）             | 4  |
| 3.3. 川中（燃料製造）             | 4  |
| 3.4. 川下（エネルギー利用）          | 5  |
| 4. 調査の結果                  | 6  |
| 4.1. 地域協議会                | 6  |
| 4.1.1. 協議会の設置             | 6  |
| 4.1.2. 協議会の運営             | 7  |
| 4.1.3. 現地視察および専門家による講演    | 8  |
| 4.2. 川上（原料供給）             | 9  |
| 4.2.1. 資源賦存量              | 9  |
| 4.2.2. 利用可能量              | 18 |
| 4.3. 川中（燃料製造）             | 19 |
| 4.3.1. 燃料製造の状況と調達可能性      | 19 |
| 4.3.2. 利用燃料について           | 22 |
| 4.3.3. 新規燃料製造の検討          | 25 |
| 4.4. 川下（エネルギー利用）          | 40 |
| 4.4.1. 燃料種別とエネルギー利用機器の選択  | 40 |
| 4.4.2. エネルギー利用施設          | 42 |
| 4.4.3. 木質ボイラー導入の試算        | 43 |
| 4.4.4. 設置場所の検討            | 49 |
| 4.5. その他の調査               | 50 |
| 4.5.1. 農業利用について           | 50 |
| 4.5.2. 付加価値調査             | 52 |
| 5. 地域還元効果の把握              | 53 |
| 5.1. 地域経済効果               | 53 |
| 5.1.1. LM3 の算出            | 54 |
| 5.1.2. 雇用創出効果             | 58 |
| 5.2. CO <sub>2</sub> 削減効果 | 59 |
| 6. 総括                     | 60 |



# 1.背景と目的

## 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、燃料材の利用が拡大している一方で、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・製造コストが高くなるなどの課題が見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」（地域の関係者の連携の下、小規模な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）の構築に向けた取組を進めることが必要となってきました。

## 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 年度より実施されています。

本事業は、公募により採択された地域を対象として、「地域内エコシステム」の構築に向け、地域が行う F/S 調査（実現可能性調査）、関係者による合意形成のための協議会の運営を支援する事業です。平成 29 年度は調査対象地域として 3 地域が採択され、今年度は 10 地域が採択され、「地域内エコシステム」の全国的な普及を目的として実施しました。

東広島市において、「地域内エコシステム」の構築を目的とした F/S 調査および協議会の設置また運営を行いました。

本報告書は、広島県東広島市「東広島市地域内エコシステム」構築事業の調査結果報告書として、作成したものです。

地域内エコシステムとは、地域の関係者の連携の下、小規模な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です（図 1-1）。



図 1-1 地域内エコシステムのイメージ

## 2.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 2-1）。

東広島市の人口は187,718（平成30年12月）で、総面積は63,516ha、そのうち森林面積は39,606haで森林率は62.4％となっています。

東広島市の森林は、かつて豊かなアカマツ林で構成されていましたが、近年の松くい虫被害によりアカマツは減少し、広葉樹（コナラ・アベマキ等）に樹種転換する過程にあります。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、担い手や供給先がなく、利活用できない状態にあります。



図 2-1 対象地域の位置図

## 3.調査の実施

「地域内エコシステム」の構築を目的とした協議会を設置し、F/S調査を実施しました。F/S調査は、川上（原料供給）、川中（燃料製造）、川下（エネルギー利用）の各段階に区分して実施しました。

また、地域の関係者で連携し、地域が主体となって事業計画を策定するため、「**地域内エコシステム地域協議会（以降、「協議会」という。）**」を設置しました。

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。

### 3.1. 地域協議会

東広島市の関係者で構成される協議会を設置し、年3回の協議会を開催しました。協議会で議論した内容は、サプライチェーンの構成をはじめ、事業の方向性や調査結果等について話し合いました。

### 3.2. 川上（原料供給）

東広島市の森林資源量を把握するため、既存資料調査と現地調査を実施しました。また、木質バイオマスの利用可能量を把握するため、関係者に聞き取り調査を実施しました。

### 3.3. 川中（燃料製造）

燃料製造場所については、賀茂地方森林組合が運営する賀茂バイオマスセンターで調査を実施しました。

燃料製造については、チップを製造する場合と薪を製造する場合について調査を実施しました。



### 3.4. 川下（エネルギー利用）

エネルギーの利用先は豊栄町保健福祉センターとし、同施設を対象に木質バイオマスエネルギー利用のための設備導入の可能性についての調査を実施しました。

なお、検討する木質ボイラーは熱需要の大部分を賄い、化石燃料のボイラーをバックアップとして利用することを想定しています。

## 4.調査の結果

### 4.1. 地域協議会

#### 4.1.1. 協議会の設置

東広島市地域が主体となって持続的な事業の創出を目指すため、「地域づくり・人づくり」に重点を置いて、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以下のとおりです。

表 4-1 協議会メンバー

| 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                 |

#### 4.1.2. 協議会の運営

協議会は、平成 30 年 8 月 30 日、平成 30 年 10 月 18 日、平成 30 年 12 月 19 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 4-2 協議会の実施結果

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>【第一回協議会】</p> <p>開催日：平成 30 年 8 月 30 日</p> <p>場所：東広島市役所</p> <p>議題：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・事業内容について</li> <li>・実現可能調査の項目について</li> </ul>                                                                                                                                              |                                                                                           |
| <p>【第二回協議会】</p> <p>開催日：平成 30 年 10 月 18 日</p> <p>場所：東広島芸術文化ホールくらら</p> <p>議題：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・調査の進捗状況について</li> <li>・チップボイラー導入の検討</li> </ul> <p>◆その他</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・検討委員、専門家（黒田教授）による現地視察</li> <li>・神戸大学 黒田教授による講演「里山資源の利用で健康な森林を復活させる」</li> </ul> | <br> |
| <p>【第三回協議会】</p> <p>開催日：平成 30 年 12 月 19 日</p> <p>場所：東広島市役所</p> <p>議題：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・今年度調査結果について</li> <li>・今年度の課題と来年度に向けて</li> </ul>                                                                                                                                         |                                                                                         |

### 4.1.3. 現地視察および専門家による講演

第2回協議会では検討委員および専門家を招聘して、現地視察、協議会への参加および専門家による講演を行いました。

現地視察では、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、豊栄町保健福祉センターへ現状を確認しに行きました。特に久芳財産区では、課題となっている地域の里山整備の観点から、検討委員から貴重な意見を多数いただきました。

協議会では、専門家として招聘した神戸大学の黒田慶子教授に講演を依頼し、「里山資源の利用で健康な森林を復活させる」という演目で、一般的な里山管理から、東広島市の里山の現状についてお話をいただきました。講演には協議会メンバーの他、一般の方々の参加もあり、本事業の周知にもつながりました。



図 4-1 久芳財産区の視察



図 4-2 賀茂バイオマスセンターの視察



図 4-3 ボイラー室の視察



図 4-4 専門家による講演

## 4.2. 川上（原料供給）

### 4.2.1. 資源賦存量

はじめに、東広島市における森林資源の賦存量を把握するため、既存資料調査の結果を整理しました。次に、本事業での原料の供給元となる市内の財産区有林における現地調査結果を整理しました。また、利用可能量については関係者からの聞き取り調査の結果を整理しました。

#### （1）既存資料調査

東広島市の森林面積の割合を図 4-5 に示します。

総森林面積 39,606ha の大部分を民有林が占めています。民有林面積は 36,537ha で民有林率は 92.3%となっています。

民有林のうち、財産区有林の面積は 2,403ha、割合は 6.6%となっています。

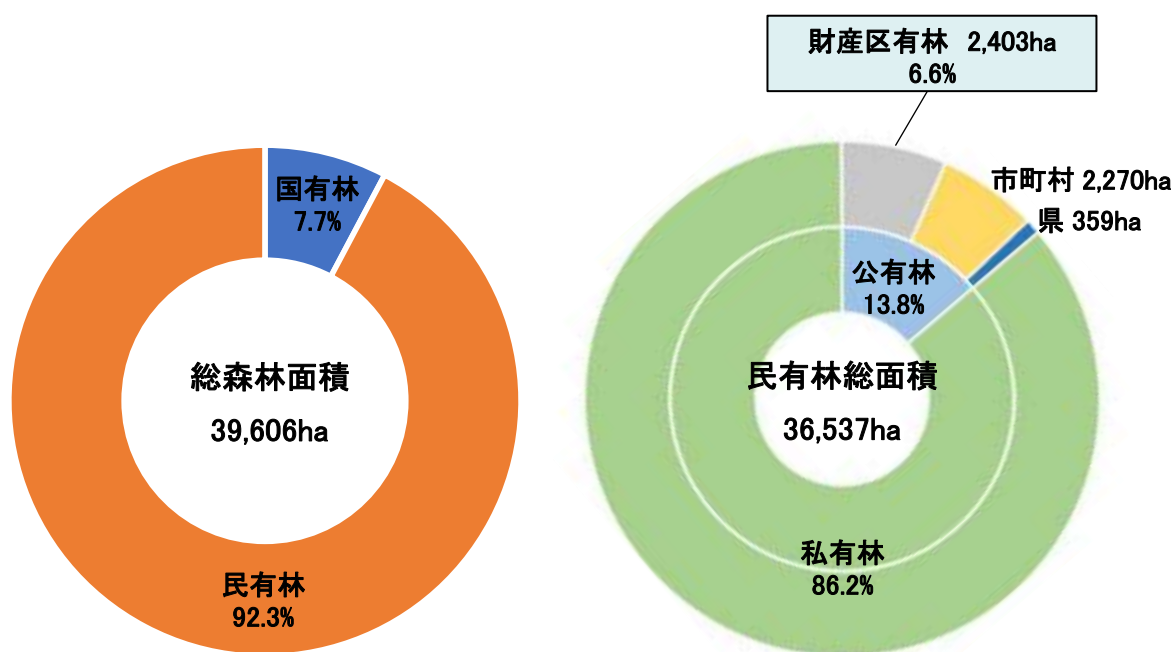


図 4-5 東広島市の森林面積の割合

出典：広島県「林務関係行政資料」（H29 年 8 月）を基に作成

民有林の資源構成を表 4-3 に示します。

民有林のうち、天然林は 83.5%となっており、その内訳は、針葉樹 58.2%、広葉樹 25.3%となっています。針葉樹のほとんど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。

表 4-3 民有林の資源構成

| 民有林 100%  |      |           |       |
|-----------|------|-----------|-------|
| 人工林 14.9% |      | 天然林 83.5% |       |
| 針葉樹       | 広葉樹  | 針葉樹       | 広葉樹   |
| 13.9%     | 1.0% | 58.2%     | 25.3% |

出典：広島県「林務関係行政資料」（H29 年 8 月）を基に作成

民有林の森林蓄積を表 4-4 に示します。

人工林の森林蓄積は、1 ha あたりおよそ 130 m<sup>3</sup>、天然林では 1 ha あたりおよそ 150 m<sup>3</sup>あることが分かりました。

表 4-4 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<br>(ha)                 | 36,537    | 5,444   | 5,068   | 376    | 30,508    | 21,268    | 9,239   |
| 蓄積<br>(m <sup>3</sup> )    | 5,164,714 | 725,964 | 708,613 | 17,351 | 4,438,750 | 3,581,844 | 856,906 |
| 材積<br>(m <sup>3</sup> /ha) | 141.36    | 133.35  | 139.82  | 46.15  | 145.49    | 168.41    | 92.75   |

出典：広島県「林務関係行政資料」（H29 年 8 月）を基に作成



## (2) 現地調査

東広島市における材積量を調べるため現地調査を行いました。現地調査は東広島市内にある久芳財産区、竹仁財産区の2箇所の財産区有林でプロット調査を実施しました（図4-7）。

プロット調査は、0.1haの円形プロットを設置し、そのプロット内の立木を対象に胸高直径および樹高の計測を行いました。また、プロットは各財産区にそれぞれ2つ設置し、プロット調査で得られたデータから材積を算出しました。材積は、計測した立木1本ごとに材積を算出し、プロット内の立木すべてを合計して算出しました。

現地調査の結果は、表4-5、表4-6、表4-7、表4-8のとおりです。

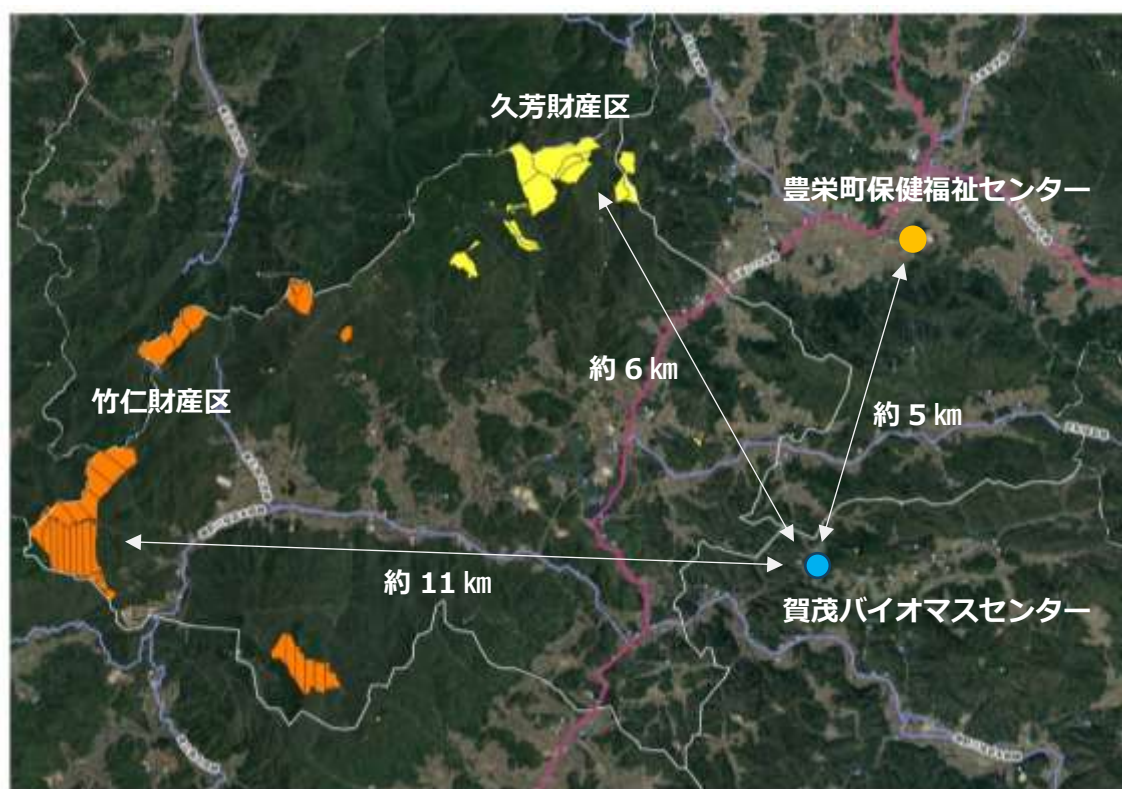


図 4-7 現地調査位置

表 4-5 現地調査結果（久芳財産区①）

| 久芳財産区①                                                                              |                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|  |                            |
| 調査年月日                                                                               | 2018 年 10 月 22 日           |
| 調査面積                                                                                | 0.1ha                      |
| 樹種                                                                                  | 広葉樹、ヒノキ                    |
| 林齢                                                                                  | —                          |
| 立木本数                                                                                | 247 本                      |
| 斜面傾斜                                                                                | 29.8°                      |
| 斜面方位                                                                                | W                          |
| 立木材積                                                                                | 267.68 m <sup>3</sup> /h a |
| 施業履歴                                                                                | —                          |



表 4-6 現地調査結果（久芳財産区②）

| 久芳財産区②                                                                              |                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|  |                            |
| 調査年月日                                                                               | 2018 年 10 月 22 日           |
| 調査面積                                                                                | 0.1ha                      |
| 樹種                                                                                  | 広葉樹、ヒノキ                    |
| 林齢                                                                                  | —                          |
| 立木本数                                                                                | 73 本                       |
| 斜面傾斜                                                                                | 38.9°                      |
| 斜面方位                                                                                | NW                         |
| 立木材積                                                                                | 247.80 m <sup>3</sup> /h a |
| 施業履歴                                                                                | —                          |

表 4-7 現地調査結果（竹仁財産区①）

| 竹仁財産区①                                                                              |                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|  |                            |
| 調査年月日                                                                               | 2018 年 10 月 22 日           |
| 調査面積                                                                                | 0.1ha                      |
| 樹種                                                                                  | 広葉樹、ヒノキ                    |
| 林齢                                                                                  | —                          |
| 立木本数                                                                                | 192 本                      |
| 斜面傾斜                                                                                | 16.9°                      |
| 斜面方位                                                                                | E                          |
| 立木材積                                                                                | 271.49 m <sup>3</sup> /h a |
| 施業履歴                                                                                | —                          |



表 4-8 現地調査結果（竹仁財産区②）

| 竹仁財産区②                                                                              |                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
|  |                            |
| 調査年月日                                                                               | 2018 年 10 月 22 日           |
| 調査面積                                                                                | 0.1ha                      |
| 樹種                                                                                  | 広葉樹                        |
| 林齢                                                                                  | —                          |
| 立木本数                                                                                | 173 本                      |
| 斜面傾斜                                                                                | 26.5°                      |
| 斜面方位                                                                                | SW                         |
| 立木材積                                                                                | 249.33 m <sup>3</sup> /h a |
| 施業履歴                                                                                | —                          |

調査結果一覧を表 4-9 に整理しました。

久芳財産区、竹仁財産区ともに 1 ha あたりの立木材積はおよそ **250～270 m<sup>3</sup>** となり、既存資料の調査結果より大きい結果となりました。

表 4-9 現地調査結果一覧

| 調査地    | 樹種   | 立木<br>本数 | 平均<br>胸高直径 | 平均<br>樹高 | 材積換算*<br>(立木材積)           |
|--------|------|----------|------------|----------|---------------------------|
| 久芳財産区① | 針広混交 | 247 本    | 12.23cm    | 8.12m    | 267.68 m <sup>3</sup> /ha |
| 久芳財産区② | 針広混交 | 73 本     | 11.27cm    | 8.31m    | 247.80 m <sup>3</sup> /ha |
| 竹仁財産区① | 針広混交 | 192 本    | 14.73cm    | 9.87m    | 271.49 m <sup>3</sup> /ha |
| 竹仁財産区② | 針広混交 | 173 本    | 14.91cm    | 9.47m    | 249.33 m <sup>3</sup> /ha |

\* 材積換算は、「里山管理を始めよう」（森林総合研究所 関西支所、2014 年）の広葉樹材積早見表より算出した。

各財産区の出現樹種の本数と材積を図 4-8 に、胸高直径の分布を図 4-9 に示します。なお、本数および材積は 1 ha あたりに換算した値となります。

出現樹種は久芳財産区で 26 種、竹仁財産区で 19 種の計 35 種となりました。

2 つの財産区での平均樹高はおよそ 8～10m、平均胸高直径はおよそ 11～15 cm となりました。立木の大部分は胸高直径 20 cm 以下となった一方、直径 30 cm を超える立木も混在していることが分かりました。

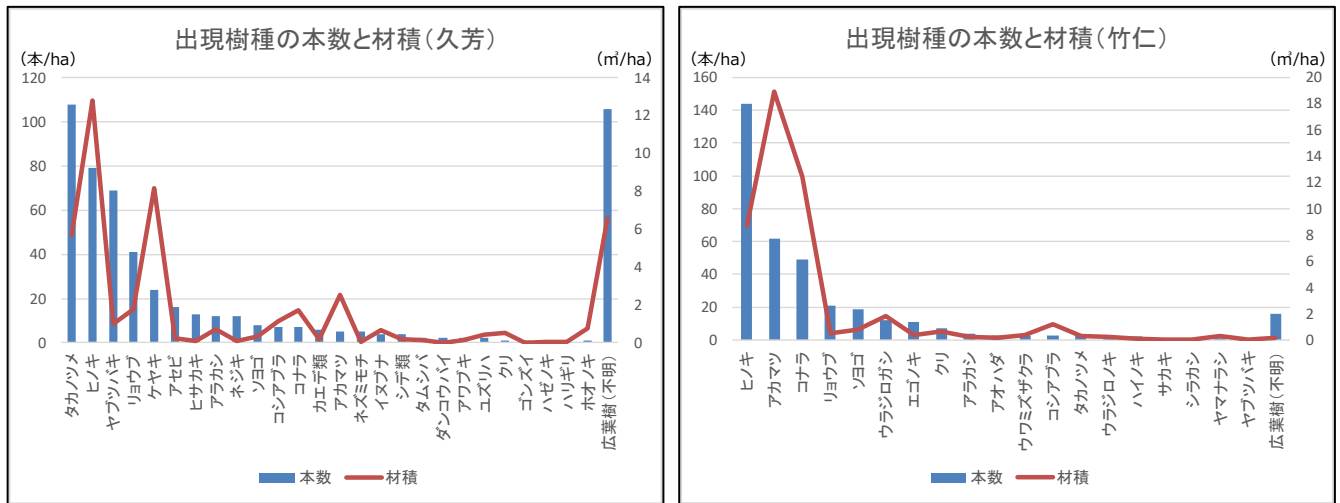


図 4-8 出現種の本数と材積（左図：久芳財産区、右図：竹仁財産区）

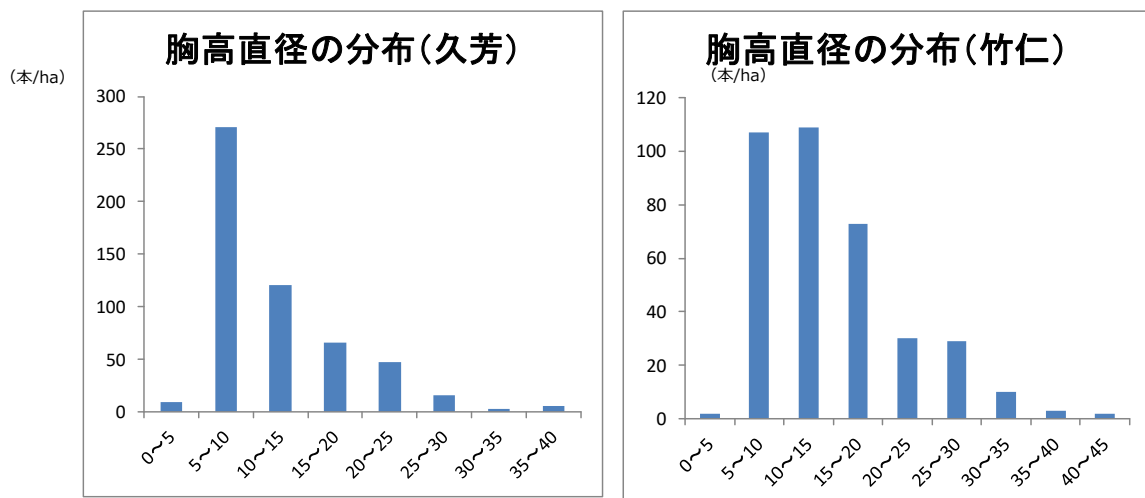


図 4-9 胸高直径の分布（左図：久芳財産区、右図：竹仁財産区）

#### 4.2.2. 利用可能量

財産区有林における広葉樹の利用可能量は、賀茂地方森林組合の過去の実績値を基に算出しました。算出の手順は次の通りです。

- 賀茂地方森林組合の実績値
  - ・ 松枯れ後の広葉樹林を伐採
    - 伐採面積：2.2ha
    - 伐出重量：231 t（水分 50%）
  - **1ha あたりの伐出量を 100 t（水分 50%）とした**
- 利用可能量の算出
  - ・ 財産区有林 2,403ha のうち 9 割が利用困難と仮定（傾斜地、林道の未整備、境界不明等）
  - **財産区有林のうち 240ha（約 1 割）が利用可能**
  - ・ コナラ・アベマキ林で 15～20 年周期、アカマツ林で 20～30 年周期で伐採更新と仮定
  - **更新年数を 30 年とする**
  - **財産区有林を 30 区画に分けるとする**

これより、**年間 8ha の伐採で約 800 t、水分 30%で 560 t の材が搬出可能**であることが分かりました。

### 4.3. 川中（燃料製造）

#### 4.3.1. 燃料製造の状況と調達可能性

東広島市内にある河内町には、事業主体である賀茂地方森林組合が運営する賀茂バイオマスセンターがあります（平成 29 年 4 月開業、同年 12 月より本格稼働）。河内町は豊栄町保健福祉センターがある豊栄町に隣接しており、両施設は直線距離で約 5 km となっています（図 4-7）。



図 4-10 賀茂バイオマスセンターの概況図



図 4-11 賀茂バイオマスセンター



賀茂バイオマスセンターにおける、現状の原料と製造している木質バイオマス燃料（チップおよび薪）の流れは図 4-12 のとおりです。

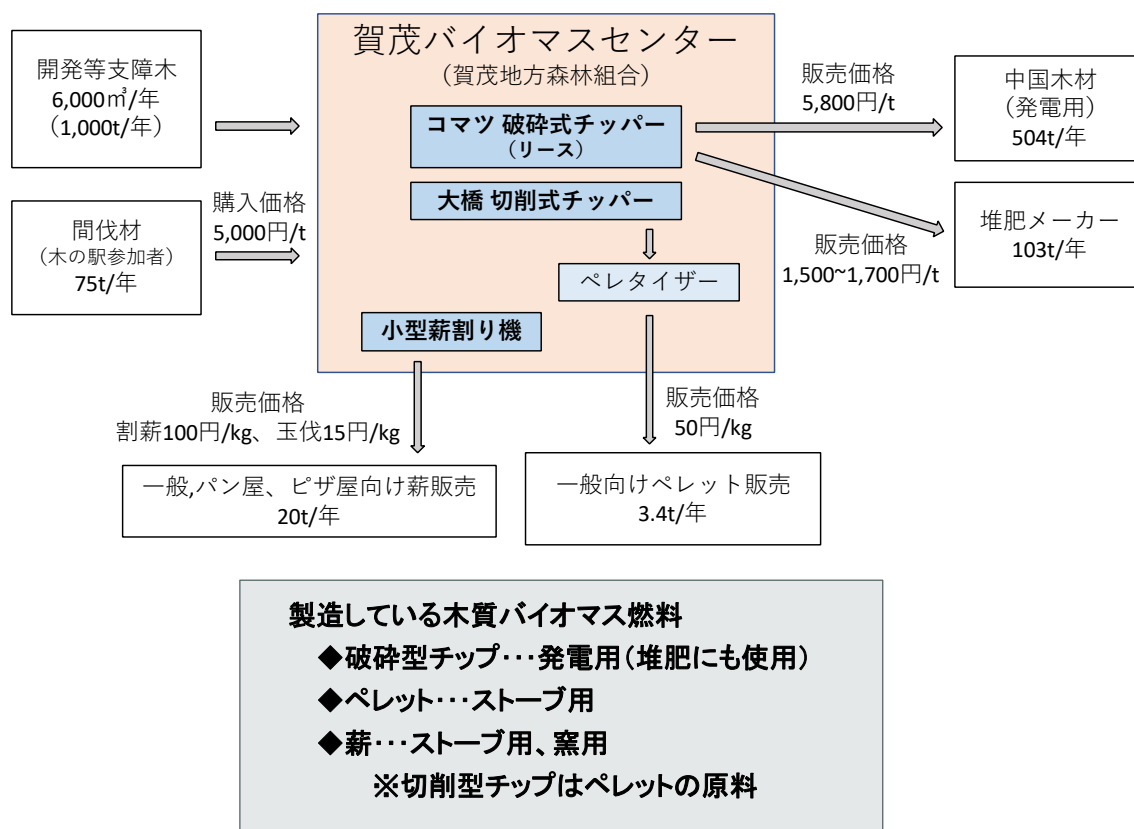


図 4-12 賀茂バイオマスセンターの現在（平成 29 年度）の木質燃料製造・供給フロー

賀茂バイオマスセンターに持ち込まれる原料は、現在のところ開発等支障木と木の駅参加者からの間伐材です。

製造している木質バイオマス燃料は破砕型チップ、ペレット、薪の3種類です。

現在は市内に燃料用チップの需要先がないため、製造した破砕型チップの大部分は隣接する呉市の中国木材株式会社の木質バイオマス発電所に供給しています。

なお、東広島市では現在、別事業で燃料用チップの需要先開拓のため、安芸津 B&G 海洋センターのプールに木質ボイラー（準乾燥チップボイラー予定）を導入する計画も進んでいます。

表 4-10 賀茂バイオマスセンターの原料受入

| 種類             | 平成 29 年度                             | 購入価格      | 相手先    | 3～5 年後見込み(年間)                             |
|----------------|--------------------------------------|-----------|--------|-------------------------------------------|
| 開発等支障木<br>(※1) | 約 6,000 m <sup>3</sup><br>(約 1,000t) | 無償        | 開発事業者等 | 10,000 m <sup>3</sup><br>(約 2,000～3,000t) |
| 間伐材等           | 75t                                  | 5,000 円/t | 木の駅参加者 | 200～300t                                  |

(※1) 枝葉を含むトラックの箱容積単位での取引となるため、比重はかなり少なくなっている。将来的には幹部の収集比率を増やす意向であるため、3～5 年後見込みは平成 29 年度よりも高めの比重で重量を想定している。

表 4-11 賀茂バイオマスセンターで販売している木質バイオマス燃料

| 種類           | 平成 29 年度 | 販売価格             | 相手先         | 3～5 年後見込み (年間) |
|--------------|----------|------------------|-------------|----------------|
| チップ (熱利用)    | なし       | 10 円/kg          | 公共施設等       | 100～300t       |
| チップ (発電用)    | 504 t    | 5,800 円/t<br>(※) | 中国木材        | 1,500～2,000t   |
| チップ (堆肥用)    | 103 t    | 約 1,500 円/t      | 堆肥業者等       | 100～300t       |
| 薪 (割薪 35 cm) | 20 t     | 100 円/kg         | ストーブ、パン・ピザ屋 | 50～100t        |
| 薪 (玉伐)       |          | 15,000 円/t       |             |                |
| ペレット         | 3.4 t    | 50 円/kg          | ストーブ        | 20～30t         |

(※) 一般材、水分約 50%ケース

#### 4.3.2. 利用燃料について

はじめに、賀茂バイオマスセンターの既存の燃料製造システムと、そこで製造しているチップと薪の性状について調査し、本事業で導入を予定している中小型の木質ボイラー（チップボイラーまたは薪ボイラー）での利用可能性について検討しました。

##### （１）賀茂バイオマスセンターの既存設備

賀茂バイオマスセンターの燃料製造のための既存の関連設備を表 4-12 に示します。

表 4-12 賀茂バイオマスセンターの既存関連設備

|            | 自社所有およびリース                                                | 東広島市から貸与                                 |
|------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| チップパー      | コマツ BR120T-1（破碎式）                                         | 大橋 GSC930DC（切削式）                         |
| 重機等        | 日立 0.45 バックホー（ハサミ）<br>住友 0.45 バックホー（グラップル）                | フォークリフト（積載 2t）                           |
| 周辺機器<br>設備 | チップストックヤード<br>トラックスケール基礎部分<br>建屋（ペレタイザー等収納）<br>小型薪割機（電動式） | トラックスケール（積載 40t）<br>ペレタイザー<br>ペレタイザー付帯設備 |

燃料製造に直接関連するチップーと薪割機の性状等は表 4-13 のとおりです。

表 4-13 既存のチップーおよび薪割機の概要

|       | コマツ BR120T-1                                                                                 | 大橋 GSC930DC                                                                                  | (メーカー名不明)                                                                                 |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| タイプ   | 破砕型チップー                                                                                      | 切削型チップー                                                                                      | 電動式小型薪割機                                                                                  |
| 仕様等   | 処理能力 10～60 m <sup>3</sup> /h<br>処理径 Max 50cm                                                 | 処理能力 Max 15 m <sup>3</sup> /h<br>処理径 Max 30cm                                                | N.A. (中古品を調達)                                                                             |
| 本体写真  |             |             |        |
| 燃料の形態 | <br>破砕型チップ | <br>切削型チップ | <br>薪 |
| 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<br>パン釜・ピザ釜向け                                                                      |

上記のチップおよび薪について、現地調査や関連メーカーへの聞き取り調査等（大橋の切削式チップーについては大型スクリーンによるチップ製造試験も実施）を行いました。

その結果、現状のシステムで製造しているチップや薪は、本事業で導入を予定している中小型の木質ボイラーの燃料としては適さないことが分かりました（表 4-14）。

表 4-14 賀茂バイオマスセンターで製造している既存燃料タイプの整理

| 燃料の形態 |     | 出荷先（用途）            | 本事業での利用可能性 |                                                       |
|-------|-----|--------------------|------------|-------------------------------------------------------|
| チップ   | 破碎型 | 中国木材（発電用）<br>堆肥業者  | ×          | 大型発電所向き                                               |
|       | 切削型 | ペレット製造用            | ×          | 細かすぎて中小型チップボイラーでは使用できない                               |
| 薪     |     | 一般薪ユーザー<br>パン屋、ピザ屋 | △          | 性能的には薪ボイラーでも利用可能だが、製造コスト的に非常に割高となり、経済性を考えると薪ボイラーには不向き |

### 4.3.3. 新規燃料製造の検討

前述の結果を踏まえ、賀茂バイオマスセンターに新たな設備を導入して切削型チップとボイラー用の薪（1m 程度の針葉樹薪）を製造するケースを検討しました。

#### （１）燃料製造場所

チップ、薪の製造において、既存の設備を最大限に有効活用して新規投資を抑えるために、燃料製造場所は賀茂バイオマスセンターとしました。

#### （２）燃料製造主体

同様の理由から、賀茂バイオマスセンター（賀茂地方森林組合）を燃料製造・販売の事業主体としました。

#### （３）燃料製造設備

後述するエネルギー利用先（豊栄町保健福祉センター）の熱需要量等の試算結果から、賀茂バイオマスセンターで生産・供給が必要な木質バイオマス燃料の量は表 4-15 のとおりです。

表 4-15 豊栄町保健福祉センターにおける木質バイオマス燃料の年間需要量

| 燃料種別           | 年間需要量 |
|----------------|-------|
| 生チップ（水分 50%）   | 153 t |
| 準乾燥チップ（水分 30%） | 104 t |
| 薪（水分 30%）      | 106 t |

一方、別事業で検討中の安芸津 B&G センターの温水プールにチップボイラーを導入する計画では、チップ 200t/年程度（生チップか準乾燥チップかは現在検討中）が必要と試算されています（豊栄町保健福祉センター分と合わせると 300t/年程度）。

一般的に、中小規模のチップボイラーの仕様を満たす品質の切削型チップを生産できるチップパーは、比較的処理径が小さい（直径 25cm 以下）タイプだと 2,000～3,000 万円（補助率 50%）、伐齢期を迎えた C 材や開発等支障木に多い直径 40cm 以上の材を処理できる大型タイプだと 5,000 万円前後（補助率 50%）と、同じ程度の処理数量でもイニシャルコストが異なります。そのためチップの製造に関しては、①原木の最大処理径



25cm 以下の小径木対応チップーと、②原木の最大処理径 40cm 以上の大径木対応チップーを導入する場合で検討しました。

### ① 切削型チップ製造のためのイニシャルコスト（小径木対応チップー）

#### ◆ 試算対象機器：Farmi

購入機器：チップー&トラクター

総額：26,100千円  
(補助率50%)

| 試算対象機器 |                              | 価格                   |
|--------|------------------------------|----------------------|
| チップー   | Farmi CH27ACC<br>(最大処理径25cm) | 6,350千円<br>(補助率50%)  |
| トラクター  | Valtra T144V<br>(定格出力155PS)  | 19,750千円<br>(補助率50%) |



図 4-13 導入を検討するシステム（小径木対応チップー）

### ② 切削型チップ製造のためのイニシャルコスト（大径木対応チップー）

#### ◆ 試算対象機器：MUS-MAX

<ケース1> -既存のグラブを使用-

購入機器：チップー&トラクター

総額：43,000千円 (補助率50%)

<ケース2> -グラブも新規購入-

購入機器：チップー&トラクター&グラブ

総額：57,000千円 (補助率50%)

| 試算対象機器 |                                              | 価格                   |
|--------|----------------------------------------------|----------------------|
| チップー   | MUS-MAX<br>WoodTerminator7<br>LZ (最大処理径50cm) | 25,000千円<br>(補助率50%) |
| トラクター  | John Deere 6130R                             | 18,000千円<br>(補助率50%) |
| グラブ    | 日本キャタピラー<br>314ECR                           | 14,000千円<br>(補助率50%) |



図 4-14 導入を検討するシステム（大径木対応チップー）

③ 木質バイラー用薪製造のためのイニシャルコスト



図 4-15 導入を検討するシステム（1m薪割機）

(4) 燃料製造コスト

上記の①～③の3パターンについて、木質バイオマス燃料の製造コストの試算を行いました。チップ製造コストについては、図 4-16 のとおり製造量を 100t/年、300t/年、1,000t/年、3,000t/年に分けて製造コストを試算しました。

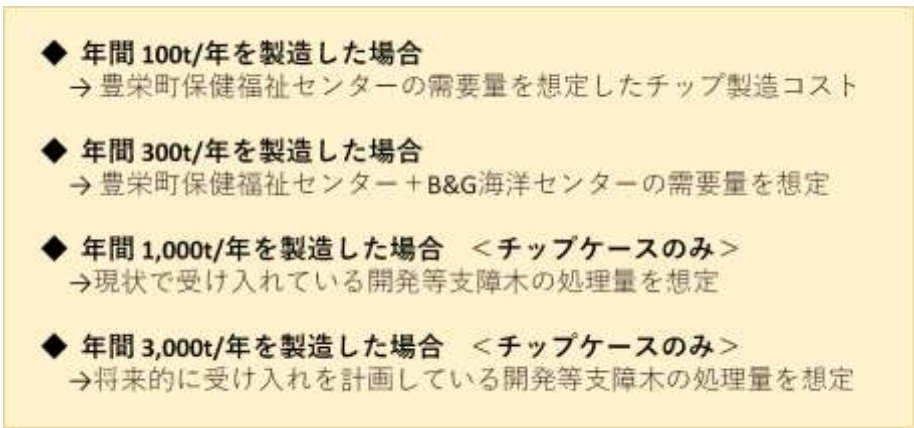


図 4-16 製造量と想定される条件

① 切削型チップの製造コスト（小径木対応チップパー導入ケース）

小径木対応チップパーを導入する場合の、切削型チップの製造コスト試算に用いる条件を表 4-16 に示します。

表 4-16 切削型チップ製造コスト試算のための前提条件 1

|                     |                                                 |                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 資本費<br>関連           | チップパー<br>&トラクター                                 | 26,100 千円…いずれも補助率 50%、減価償却年数 8 年<br>(Farmi CH27ACC : 6,350 千円)<br>(Valtra T144V : 19,750 千円)                                                                                                                       |
|                     | グラップル                                           | 0 円（既存のものを使用）                                                                                                                                                                                                      |
|                     | 維持管理費                                           | 522 千円/年（設備費合計の 2%）                                                                                                                                                                                                |
|                     | ※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で、ここでは計上していない。 |                                                                                                                                                                                                                    |
| 運転<br>維持<br>費<br>関連 | 原材料（丸太）                                         | 5,000 円/t、0 円/t の 2 パターン<br>いずれも水分 50%、比重 1.0（広葉樹とアカマツの混合）                                                                                                                                                         |
|                     | チップ                                             | 切削型、水分 35%<br>⇒水分低下で原材料（水分 50%）はチップ（水分 35%）の 1.3 倍必要<br>⇒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 40 m <sup>3</sup> /h (≒11.4t/h) × 稼働率 70% = 28 m <sup>3</sup> /h (8t/h)<br>※40 m <sup>3</sup> /h ÷ 2.8 (チップm <sup>3</sup> /丸太m <sup>3</sup> ) × 0.8 (水分 35%の原材料比重≒11.4t/h)<br>定格稼働時：6,400 t/年…8t/h×4h/日×200 日より |
|                     | 燃料単価<br>（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                                           | 8.1L/h…メーカー聞き取り調査より                                                                                                                                                                                                |
|                     | 人件費                                             | 定格稼働時：3,200 千円/年…2 名体制、時給@2,000 円                                                                                                                                                                                  |
|                     | 一般管理費                                           | 人件費の 10%                                                                                                                                                                                                           |
|                     | チップ輸送費                                          | 2.0 円/kg                                                                                                                                                                                                           |

小径木対応チップーでの切削型チップの製造コスト試算結果を表 4-17 に示します。

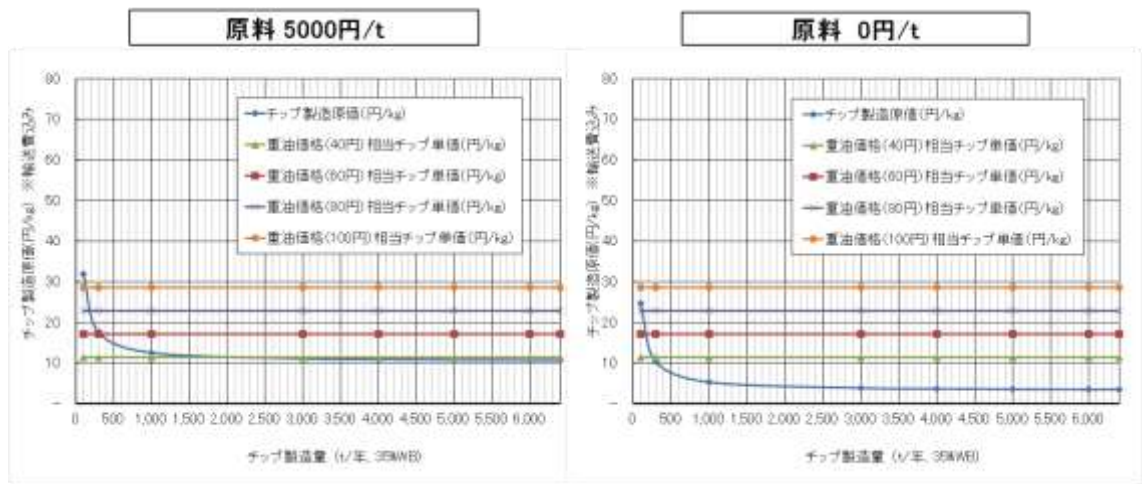
**原料費（丸太）が 5,000 円/t の場合、製造コストは 100t/年製造で 31.9 円/kg、300t/年製造で 17.6 円/kg、3,000t/年製造で 11.1 円/kg**（いずれも輸送費込み）となりました。どの製造量でも 10 円/kg 以下での供給が難しいことが分かりました。

また、製造量が 100t/年（豊栄町保険福祉センター分）のみの場合は、仮に原料費が 0 円/t（無償で入手できる開発等支障木の利用を想定）の場合でも、製造コストは 25 円/kg となりました。一方、製造量が 3,000t/年の場合は 3.9 円/kg まで下がることが分かりました。

以上より、小径木対応タイプのチップーを導入する場合には、余剰分を近隣のバイオマス発電所等に販売することを念頭において、木の駅事業や財産区有林からの原料だけでなく、無償で入手できる開発等支障木の利用を増やし、1,000t/年以上の製造量を確保できれば、10 円/kg 以下の製造が可能になると考えられます。

表 4-17 切削型チップ製造コスト試算結果 1

| 原料 5000円/t         |       |       |        |        | 原料 0円/t |       |       |       |  |
|--------------------|-------|-------|--------|--------|---------|-------|-------|-------|--|
| (チップパー稼働率)         | 2%    | 5%    | 16%    | 47%    | 2%      | 5%    | 16%   | 47%   |  |
| チップ製造量(t/年)        | 100   | 300   | 1,000  | 3,000  | 100     | 300   | 1,000 | 3,000 |  |
| 間伐材の必要量(t/年)       | 144   | 433   | 1,444  | 4,333  | 144     | 433   | 1,444 | 4,333 |  |
| 支出(以下全て単位は千円)      |       |       |        |        |         |       |       |       |  |
| 資本費関連計             | 1,632 | 1,632 | 1,632  | 1,632  | 1,632   | 1,632 | 1,632 | 1,632 |  |
| 減価償却費(建築)          | 0     | 0     | 0      | 0      | 0       | 0     | 0     | 0     |  |
| 減価償却費(機械設備)        | 1,631 | 1,631 | 1,631  | 1,631  | 1,631   | 1,631 | 1,631 | 1,631 |  |
| 運転維持費関連計           | 1,359 | 3,033 | 8,894  | 25,638 | 637     | 867   | 1,672 | 3,972 |  |
| 直接人件費              | 50    | 150   | 500    | 1,500  | 50      | 150   | 500   | 1,500 |  |
| 燃料費                | 60    | 180   | 600    | 1,800  | 60      | 180   | 600   | 1,800 |  |
| 維持管理費              | 522   | 522   | 522    | 522    | 522     | 522   | 522   | 522   |  |
| 一般管理費              | 5     | 15    | 50     | 150    | 5       | 15    | 50    | 150   |  |
| 原料調達コスト            | 722   | 2,167 | 7,222  | 21,667 | 0       | 0     | 0     | 0     |  |
| 支出計                | 2,991 | 4,665 | 10,526 | 27,270 | 2,269   | 2,499 | 3,304 | 5,604 |  |
| チップ製造原価(円/kg)      | 29.9  | 15.6  | 10.5   | 9.1    | 22.7    | 8.3   | 3.3   | 1.9   |  |
| チップ輸送費             | 2.0   | 2.0   | 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) | 31.9  | 17.6  | 12.5   | 11.1   | 24.7    | 10.3  | 5.3   | 3.9   |  |





## ② 切削型チップの製造コスト（大径木対応チップー導入ケース）

候補となるチップーを表 4-18 に示します。また、大径木対応チップーを導入する場合の、切削型チップの製造コスト試算に用いる条件を表 4-19 に示します。

表 4-18 導入候補となる大径木対応チップー

| 機種・型式                            | MUS-MAX<br>WoodTerminator7 LZ<br>& John Deere 6130R                               | LB-M515W<br>(LB-M515C)                                                            | MEGA540DLT<br>(MEGA540DL)                                                          | MEGA561DLT<br>(MEGA561DL)                                                           | HG4000TX II                                                                         | シャーク<br>EP5500R                                                                     |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 外観                               |  |  |  |  |  |  |
| チップ製造方式                          | 切削                                                                                | 切削                                                                                | 切削                                                                                 | 切削                                                                                  | 切削                                                                                  | (切削) 破砕?                                                                            |
| チップーの種類                          | 自走式                                                                               | 牽引式<br>(自走式)                                                                      | 牽引式<br>(移動式)                                                                       | 牽引式<br>(移動式)                                                                        | 自走式                                                                                 | 自走式                                                                                 |
| 最大処理径(mm)                        | 500mm                                                                             | 軟木: 500mm<br>硬木: 420mm                                                            | 軟質木: 560mm<br>硬質木: 420mm                                                           | 軟質木: 560mm<br>硬質木: 420mm                                                            | 針葉樹: 500mm<br>広葉樹: 400mm                                                            | 600mm                                                                               |
| 処理能力<br>チップ<br>m <sup>3</sup> /h | 60m <sup>3</sup> /h<br>(40~70m <sup>3</sup> /h)                                   | 120m <sup>3</sup> /h<br>※参考値                                                      | 最大120m <sup>3</sup> /h<br>※一般的には70%                                                | 最大150m <sup>3</sup> /h<br>※一般的には70%                                                 | 140m <sup>3</sup> /h                                                                | 140m <sup>3</sup> /h程度?<br>(原木49m <sup>3</sup> /h)                                  |
| 動力<br>kW                         | 75~170 PS<br>(トラクター)                                                              | 294kW                                                                             | 225kW                                                                              | 354kW                                                                               | 328kW                                                                               | 328kW                                                                               |
| 燃料消費量<br>L/h                     | 約8L/h                                                                             | 24L/h                                                                             | 約40L/h                                                                             | 約70L/h                                                                              | 60L/h                                                                               | 60L/h                                                                               |
| 設備費用概算(税別)                       | 約4,300万円<br>(トラクター含む)                                                             | 約4,200万円<br>(約4,800万円)                                                            | 約4,500万円<br>(約5,300万円)                                                             | 約5,000万円<br>(約5,700万円)                                                              | 約7,400万円                                                                            | 約6,800万円                                                                            |

検討した結果、チップーは価格と国内での実績を考慮して、MUS-MAX 社の WoodTerminator7 LZ を試算の対象としました。試算には、本機をベースとするシステムで、かつ既存のグラブールを利用するケースと、グラブールも合わせて新規購入するケースの2パターンで行いました。



表 4-19 切削型チップ製造コスト試算のための前提条件 2

|         |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                |
|---------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 資本費関連   | チップパー＆トラクター                                     | 43,000 千円……いずれも補助率 50%、減価償却年数 8 年<br>MUS-MAX WoodTerminator7 LZ : 25,000 千円 (補助率 50%)<br>John Deere 6130R : 18,000 千円 (補助率 50%)                                                                                                |
|         | グラップル                                           | <ケース 1> 0 円 (既存のものを使用)<br><ケース 2> 日本キャタピラー 314 ECR : 14,000 千円 (補助率 50%)                                                                                                                                                       |
|         | 維持管理費                                           | <ケース 1> 860 千円/年 (設備費合計の 2%)<br><ケース 2> 1,140 千円/年 (設備費合計の 2%)                                                                                                                                                                 |
|         | ※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で、ここでは計上していない。 |                                                                                                                                                                                                                                |
| 運転維持費関連 | 原材料 (丸太)                                        | 5,000 円/t、0 円/t の 2 パターン<br>いずれも水分 50%、比重 1.0 (広葉樹とアカマツの混合)                                                                                                                                                                    |
|         | チップ                                             | 切削型、水分 35%<br>⇒ 水分低下で原材料 (水分 50%) はチップ (水分 35%) の 1.3 倍必要<br>⇒ 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 60 m <sup>3</sup> /h (≒17t/h) × 稼働率 70% = 42 m <sup>3</sup> /h (12t/h)<br>※60 m <sup>3</sup> /h ÷ 2.8 (チップ m <sup>3</sup> /丸太 m <sup>3</sup> ) × 0.8 (水分 35% の原材料比重 ≒ 17t/h)<br>定格稼働時 : 9,600 t/年 …… 12t/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                                           | <ケース 1> 8.1L/h …… メーカー聞き取り調査より<br><ケース 2> 18.1L/h …… メーカー聞き取り調査より                                                                                                                                                              |
|         | 人件費                                             | 定格稼働時 : 3,200 千円/年 …… 2 名体制、時給 @2,000 円                                                                                                                                                                                        |
|         | 一般管理費                                           | 人件費の 10%                                                                                                                                                                                                                       |
| チップ輸送費  |                                                 | 2.0 円/kg                                                                                                                                                                                                                       |

大径木対応チップーでの切削型チップの製造コスト試算結果を表 4-20（ケース 1）、表 4-21（ケース 2）に示します。

#### ＜ケース 1＞ 既存のグラップルを使用

購入機器：チップー&トラクター

総額：43,000 千円（補助率 50%）

原料費（丸太）が 5,000 円/t の場合、製造コストは 100t/年製造で 46.1 円/kg、300t/年製造で 22.4 円/kg、3,000t/年製造で 11.7 円/kg（いずれも輸送費込み）となりました。いずれの場合も 10 円/kg 以下での供給が難しいことが分かりました。

また、製造量が 300t/年以下の場合、前述の小型チップーに比べるとコストは 1.5 倍程度割高となりました。一方、製造量が 3,000t/年になると、コスト差は 0.5 円/kg 程度に縮小することが分かりました。

以上より、大径木対応タイプのチップーを使って、エネルギー利用先へ 10 円/kg 以下の製造コストを実現するためには、無償で入手できる開発等支障木を活用し、1,000t/年以上の製造量を確保することが必要と考えられます。

#### ＜ケース 2＞ グラップルも新規購入

購入機器：チップー&トラクター&グラップル

総額：57,000 千円（補助率 50%）

他のケースに比べて、当然製造コストが上がるため、原料費（丸太）が 5,000 円/t の場合は、3,000t/年製造した場合でも、10 円/kg 以下での供給は困難となります。

他のケース同様に、大径木対応タイプのチップーを使って 10 円/kg 以下の製造コストを実現するためには、できるだけ無償で入手できる開発等支障木の割合を増やした上で、1,000t/年以上の製造量を確保することが必要と考えられます。

表 4-20 切削型チップ製造コスト試算結果 2

| 原料 5000円/t    |       |       |        |        | 原料 0円/t |       |       |       |  |
|---------------|-------|-------|--------|--------|---------|-------|-------|-------|--|
| (チップ稼働率)      | 1%    | 3%    | 10%    | 31%    | 1%      | 3%    | 10%   | 31%   |  |
| チップ製造量(t/年)   | 100   | 300   | 1,000  | 3,000  | 100     | 300   | 1,000 | 3,000 |  |
| 間伐材の必要量(t/年)  | 144   | 433   | 1,444  | 4,333  | 144     | 433   | 1,444 | 4,333 |  |
| 支出(以下全て単位は千円) |       |       |        |        |         |       |       |       |  |
| 資本費関連計        | 2,688 | 2,688 | 2,688  | 2,688  | 2,688   | 2,688 | 2,688 | 2,688 |  |
| 減価償却費(建築)     | 0     | 0     | 0      | 0      | 0       | 0     | 0     | 0     |  |
| 減価償却費(機械設備)   | 2,688 | 2,688 | 2,688  | 2,688  | 2,688   | 2,688 | 2,688 | 2,688 |  |
| 運転維持費関連計      | 1,718 | 3,428 | 9,422  | 26,542 | 996     | 1,262 | 2,200 | 4,876 |  |
| 直接人件費         | 34    | 100   | 334    | 1,000  | 34      | 100   | 334   | 1,000 |  |
| 燃料費           | 98    | 292   | 972    | 2,916  | 98      | 292   | 972   | 2,916 |  |
| 維持管理費         | 860   | 860   | 860    | 860    | 860     | 860   | 860   | 860   |  |
| 一般管理費         | 4     | 10    | 34     | 100    | 4       | 10    | 34    | 100   |  |
| 原料調達コスト       | 722   | 2,167 | 7,222  | 21,667 | 0       | 0     | 0     | 0     |  |
| 支出計           | 4,406 | 6,116 | 12,110 | 29,230 | 3,684   | 3,950 | 4,888 | 7,564 |  |
| チップ製造原価(円/kg) | 44.1  | 20.4  | 12.1   | 9.7    | 36.8    | 13.2  | 4.9   | 2.5   |  |
| チップ輸送費        | 2.0   | 2.0   | 2.0    | 2.0    | 2.0     | 2.0   | 2.0   | 2.0   |  |
| チップ製造原価(円/kg) | 46.1  | 22.4  | 14.1   | 11.7   | 38.8    | 15.2  | 6.9   | 4.5   |  |

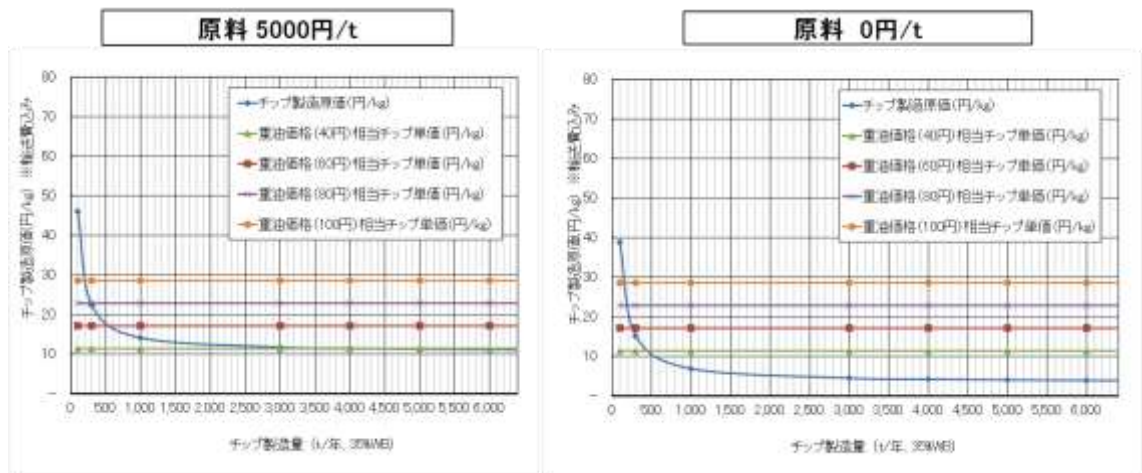
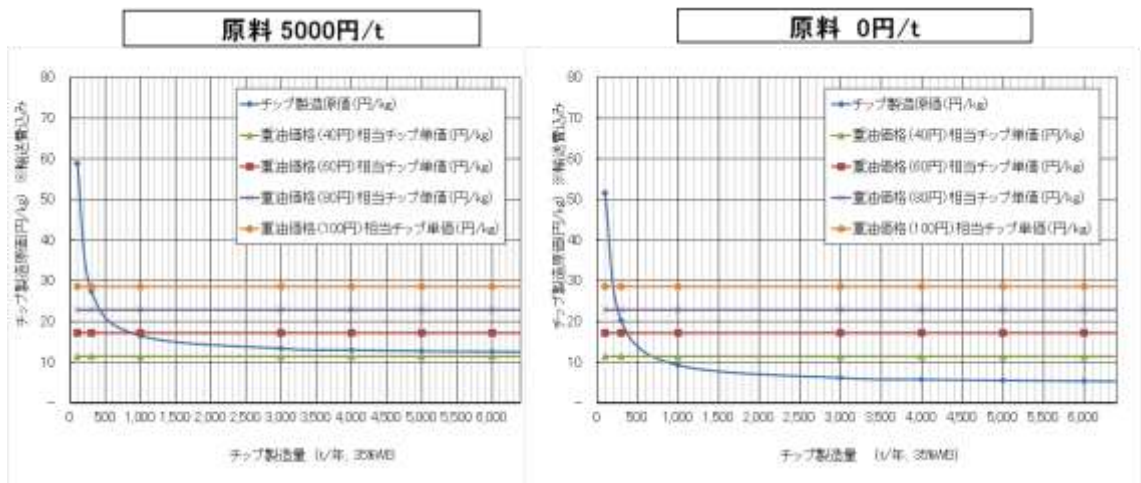


表 4-21 切削型チップ製造コスト試算結果 3

|               | 原料 5000円/t |       |        |        | 原料 0円/t |       |       |        |
|---------------|------------|-------|--------|--------|---------|-------|-------|--------|
| (チップ稼働率)      | 1%         | 3%    | 10%    | 31%    | 1%      | 3%    | 10%   | 31%    |
| チップ製造量(t/年)   | 100        | 300   | 1,000  | 3,000  | 100     | 300   | 1,000 | 3,000  |
| 間伐材の必要量(t/年)  | 144        | 433   | 1,444  | 4,333  | 144     | 433   | 1,444 | 4,333  |
| 支出(以下全て単位は千円) |            |       |        |        |         |       |       |        |
| 資本費関連計        | 3,563      | 3,563 | 3,563  | 3,563  | 3,563   | 3,563 | 3,563 | 3,563  |
| 減価償却費(建築)     | 0          | 0     | 0      | 0      | 0       | 0     | 0     | 0      |
| 減価償却費(機械設備)   | 3,563      | 3,563 | 3,563  | 3,563  | 3,563   | 3,563 | 3,563 | 3,563  |
| 運転維持費関連計      | 2,118      | 4,068 | 10,902 | 30,422 | 1,396   | 1,902 | 3,680 | 8,756  |
| 直接人件費         | 34         | 100   | 334    | 1,000  | 34      | 100   | 334   | 1,000  |
| 燃料費           | 218        | 652   | 2,172  | 6,516  | 218     | 652   | 2,172 | 6,516  |
| 維持管理費         | 1,140      | 1,140 | 1,140  | 1,140  | 1,140   | 1,140 | 1,140 | 1,140  |
| 一般管理費         | 4          | 10    | 34     | 100    | 4       | 10    | 34    | 100    |
| 原料調達コスト       | 722        | 2,167 | 7,222  | 21,667 | 0       | 0     | 0     | 0      |
| 支出計           | 5,681      | 7,631 | 14,465 | 33,985 | 4,959   | 5,465 | 7,243 | 12,319 |
| チップ製造原価(円/kg) | 56.8       | 25.4  | 14.5   | 11.3   | 49.6    | 18.2  | 7.2   | 4.1    |
| チップ輸送費        | 2.0        | 2.0   | 2.0    | 2.0    | 2.0     | 2.0   | 2.0   | 2.0    |
| チップ製造原価(円/kg) | 58.8       | 27.4  | 16.5   | 13.3   | 51.6    | 20.2  | 9.2   | 6.1    |



### ③ ボイラー用薪（1m）の製造コスト

薪割機を導入する場合の、薪の製造コスト試算に用いる条件を表 4-22 に示します。

表 4-22 薪製造コスト試算のための前提条件

|         |           |                                                                            |
|---------|-----------|----------------------------------------------------------------------------|
| 資本費関連   | 薪割機       | 1,000 千円（新宮商行等）、補助率 50%、減価償却年数 8 年                                         |
|         | （フォークリフト） | 既存のものを使用                                                                   |
|         | チェーンソー    | 300 千円（2～3 台）、補助率 0%、減価償却年数 5 年                                            |
|         | 維持管理費     | 65 千円（設備費合計の 5%）                                                           |
| 運転維持費関連 | 原材料（丸太）   | 5,000 円/ t、 3,000 円/ t、 0 円/ t の 3 パターン<br>いずれも水分 50%、比重 1.0 （広葉樹とアカマツの混合） |
|         | 薪         | 水分 30%、比重 0.7 （広葉樹とアカマツの混合）                                                |
|         | 人件費       | 8,000 円/日・人<br>※製造効率 3.0 m³/人日として薪 1 m³あたり 2,670 円                         |
|         | 薪ラック費     | 20,000 円/個…薪 1 m³収納、耐用年数 8 年、必要量：薪製造量 120 日分                               |
|         | 燃料費・消耗品費  | 500 円/m³・・・森エネ実施事業での実績値を参照                                                 |
|         | 一般管理費     | 人件費の 10%                                                                   |
| 薪の輸送費   |           | 2.5 円/kg…4t 分の薪の運搬・積卸費用として 10,000 円<br>（2t トラック×2 回 or 4t トラック×1 回）        |
| 薪の販売単価  |           | 薪製造コストの 20%相当額を粗利として加算                                                     |

薪割機での薪の製造コスト試算結果を表 4-23 に示します。

薪の製造コストは原料費 **5,000 円/t の場合、100t/年で 16.7 円、150t/年で 17.4 円**（いずれも輸送費込み）となりました。

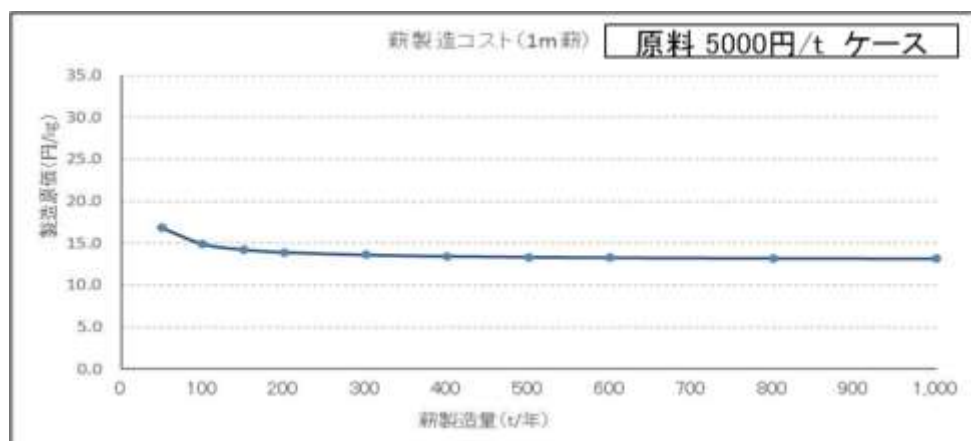
薪製造では、原料（丸太）が良質のものに限定されるため、原料費を 5,000 円/t（⇒製造コスト 15 円/kg）以下に抑えるのは難しいことが分かりました。

また、1m 薪の薪割機を導入することで、現状よりも生産性が高まる（コストが下がる）と考えられますが、その場合でもスケールメリットはあまり働かず、200～300t/年以上の生産量でも製造コストはほとんど変わらない結果となりました。



表 4-23 薪製造コスト試算結果

|                  | 原料 5000円/t |       | 原料 3,000円/t |       | 原料 0円/t |       |
|------------------|------------|-------|-------------|-------|---------|-------|
| 薪製造量(t/年)        | 100        | 150   | 100         | 150   | 100     | 150   |
| 薪製造量(生t/年)       | 140        | 210   | 140         | 210   | 140     | 210   |
| 薪(t/年)※原木換算体積    | 140        | 210   | 200         | 300   | 200     | 300   |
| 原木の必要量(t/年)      | 140        | 210   | 140         | 210   | 140     | 210   |
| 支出(以下全て単位は千円)    |            |       |             |       |         |       |
| 資本費関連計           | 194        | 194   | 194         | 194   | 194     | 194   |
| 減価償却費(機械・重機補助有り) | 63         | 63    | 63          | 63    | 63      | 63    |
| 平均固定資産税          | 6          | 6     | 6           | 6     | 6       | 6     |
| 建屋建築費            | 0          | 0     | 0           | 0     | 0       | 0     |
| 減価償却費(チェンソー)     | 60         | 60    | 60          | 60    | 60      | 60    |
| 維持管理費            | 65         | 65    | 65          | 65    | 65      | 65    |
| 運転維持費関連計         | 1,296      | 1,943 | 1,271       | 1,906 | 851     | 1,276 |
| 原料調達コスト          | 700        | 1,050 | 420         | 630   | 0       | 0     |
| 直接人件費            | 374        | 560   | 534         | 800   | 534     | 800   |
| ハンドリング資材費        | 115        | 173   | 164         | 247   | 164     | 247   |
| 燃料、消耗品費          | 70         | 105   | 100         | 150   | 100     | 150   |
| 一般管理費            | 37         | 56    | 53          | 80    | 53      | 80    |
| 支出計              | 1,490      | 2,137 | 1,465       | 2,100 | 1,045   | 1,470 |
| 薪製造コスト(円/kg)     | 14.9       | 14.2  | 14.7        | 14.0  | 10.5    | 9.8   |
| 薪輸送費             | 2.5        | 2.5   | 2.5         | 2.5   | 2.5     | 2.5   |
| 薪の供給コスト(円/kg)    | 17.4       | 16.7  | 17.2        | 16.5  | 13.0    | 12.3  |
| 薪の販売単価(円/kg)     | 20.4       | 19.6  | 20.1        | 19.3  | 15.0    | 14.3  |





## (5) 新規燃料製造のまとめ

### ➤ チップ

チップ製造における試算結果の比較を表 4-24 に示します。

100t/年製造の場合、いずれの製造パターンにおいても稼働率が数日程度で、製造コストは割高となりました。また、山側に利益を還元できるよう、原料費 5,000 円/t を前提とする場合、3,000t/年を製造してもエネルギー利用先の目標単価である 10 円/kg 以下での供給は難しい結果となりました。

製造コストでは、小径木対応チップパーを導入した場合が最も安価となりましたが、最大処理径が 25 cm のため、財産区有林から伐出された材や開発等支障木の一部が処理できないことがネックとなりそうです。

一方、製造量が 3,000t/年になると、2 種のチップパーでの製造コスト差は 0.5 円/kg 程度に縮小します。この場合、大量の開発等支障木を処理することを考慮すると、大径材対応チップパーを導入することのメリットが出てきます。

表 4-24 チップ製造の 3 パターンの試算結果比較 (原木 5,000 円/ t の場合)

| 試算対象機器                               | 総額<br>(補助率 50%) | 減価償却<br>年数 | チップ製造コスト           |                     |
|--------------------------------------|-----------------|------------|--------------------|---------------------|
|                                      |                 |            | 100t/年製造<br>(稼働日数) | 3000t/年製造<br>(稼働日数) |
| ①小径木対応チップパー<br>チップパー&トラクター           | 2,610 万円        | 8 年        | 31.9 円<br>(4 日/年)  | 11.1 円<br>(90 日/年)  |
| ②大径木対応チップパー<br>チップパー&トラクター           | 4,300 万円        | 8 年        | 46.1 円<br>(2 日/年)  | 11.7 円<br>(60 日/年)  |
| ②大径木対応チップパー<br>チップパー&トラクター<br>&グラブプル | 5,700 万円        | 8 年        | 58.8 円<br>(2 日/年)  | 13.3 円<br>(60 日/年)  |

以上より、チップ利用に関しては、本事業でのエネルギー利用先である豊栄町保健福祉センターと別事業で検討を進めている安芸津 B&G 海洋センターの需要量（合計で約 300t/年）だけでは、いずれのチップパーを導入した場合も採算性を確保するのは困難と考えられます。

一方で、今後も発生が予想され、東広島市からの処理・利活用の要望が強い**開発等支障木や、余剰チップの受け入れ先となる近隣の木質バイオマス発電所等の存在を考慮すると、1,000～3,000t/年程度のチップを製造することで、川中・川上の事業採算性を確保することは可能**であると考えられます。

事業主体となる賀茂バイオマスセンターは、開発等支障木に多い大径木に対応できる中・大型チップパーの導入が望ましいと考えています。いずれにしても、チップパーシステムの選択には、協議会での更なる検討が必要であると考えられます。

### ➤ 薪

現在、賀茂バイオマスセンターでは、製造した 35cm 薪を主に薪ストーブ用に 100 円/kg で販売しています。一方、本事業で 1m 薪を供給する場合、経済性を確保するために、1/5 程度の価格（20 円/kg、エネルギー利用先の目標価格）で販売することを想定しています。この場合、賀茂バイオマスセンターでは玉切りのみとし、それを**エネルギー利用先で薪割り・保管する体制（場所と人員）を構築することができれば、現状価格の 15 円/kg（玉切り状態で 15,000 円/t、運賃含まず）での供給は可能**であると考えられます。

以上より、豊栄町保健福祉センターに薪ボイラーを導入する場合、賀茂バイオマスセンターで薪を製造する他、エネルギー利用施設側や地元住民グループが薪割りから保管、投入まで実施できる体制（場所と人員）の構築を検討していく必要があると考えられます。

## 4.4. 川下（エネルギー利用）

### 4.4.1. 燃料種別とエネルギー利用機器の選択

本事業での検討対象となる木質バイオマス燃料と木質ボイラーの特徴を表 4-25、表 4-26 に示します。それぞれの燃料には、取り扱いやエネルギー利用機器に特徴があるため、これらの特徴をふまえて、地域の実情に沿ったエネルギー利用機器の規模や、利用機器に合った燃料を選択することが重要となります。

表 4-25 木質バイオマスの燃料の特徴

| 燃料種別   | 薪                                                                                  | 準乾燥チップ                                                                              | 生チップ                                                                                 |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| イメージ   |  |  |  |
| 形状     | ストーブ：35～50 cm<br>ボイラー：50 cm～1m                                                     | 切削チップ：1～2 cm角 方形<br>(破碎チップ：1～5 cm長)                                                 |                                                                                      |
| 水分     | 水分 30%程度                                                                           | 水分 30%程度                                                                            | 水分 50%程度                                                                             |
| 熱量     | 3,058Kcal/kg<br>(12.8MJ/kg)                                                        | 3,058Kcal/kg<br>(12.8MJ/kg)                                                         | 2,007Kcal/kg<br>(8.4MJ/kg)                                                           |
| 製造方法   | 原木を薪の長さに玉切りしたのち、薪割機で小割りにする。                                                        | 切削型のチップパーでチップ化する。水分は、原木時に乾燥させるか、チップ化後に乾燥。                                           | 生材を切削型のチップパーでチップ化する。                                                                 |
| ボイラー要件 | 薪ボイラーを使用する。                                                                        | 準乾燥チップボイラーを利用することができる。                                                              | ボイラーでの燃焼時に水分を蒸発させるため、ストーカ式などの構造を持つ比較的大型のボイラーを使用することが望ましい。                            |

表 4-26 木質ボイラーの特徴

| 機種              | 薪ボイラー<br>(短尺用/長尺用)                                                                                                                                                                                      | 準乾燥チップボイラー                                                                                                                                                        | 生チップボイラー                                                                                                                                                                    |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ボイラーの<br>構造 (例) |                                                                                                                        | <br>(株)WB エナジー HP 引用                                                            | <br>(株)トモエテクノ HP 引用                                                                      |
| 対応燃料            | 薪<br>(～約 60 cm / ～約 1m)                                                                                                                                                                                 | 準乾燥チップ                                                                                                                                                            | 湿潤チップ～生チップ                                                                                                                                                                  |
| 水分              | 30%以下                                                                                                                                                                                                   | 最大 40%                                                                                                                                                            | 最大 55%                                                                                                                                                                      |
| ボイラー規模          | ～80 kW / ～170 kW                                                                                                                                                                                        | ～300kW/台                                                                                                                                                          | 100kW～数千 kW/台                                                                                                                                                               |
| メリット            | <b>【短尺用】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>家庭用クラスの熱需要に対応。ストーブ用に流通している薪が使用可能。</li> </ul> <b>【長尺用】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>施設の暖房・給湯クラスの熱需要に対応。製造コストの安い長尺・針葉樹薪が使える。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>比較的安価。</li> <li>On-Off 運転可能。</li> <li>煙の発生が比較的少ない。</li> </ul>                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>高水分で多様な燃料を燃焼可能</li> <li>大規模需要にも対応可能</li> </ul>                                                                                       |
| デメリット           | <b>【短尺用】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>短尺の流通している薪は高い(→自給自足向き)。</li> </ul> <b>【長尺用】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>地域で新たに製造体制を作る必要がある。</li> <li>薪投入の作業負荷がかかる。</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>チップや原木の乾燥工程が必要。</li> <li>ボイラー出力は小規模。</li> <li>チップサイロを設置するため、薪ボイラーと比較すると建屋スペースが必要になることが多い(コンテナに収めて省スペース化した事例あり)。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>比較的高価</li> <li>On-Off 運転不可</li> <li>煙の発生が比較的多い</li> <li>チップサイロを設置するため、薪ボイラーと比較すると建屋スペースが必要になることが多い(コンテナに収めて省スペース化した事例あり)。</li> </ul> |

#### 4.4.2. エネルギー利用施設

本事業でエネルギー利用施設として想定している、「豊栄町保健福祉センター」の概要を表 4-27 に示します。

表 4-27 施設概要

| 項目              | 内容                                                                                         | 写真                                                                                   |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 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<br>定休日 一般入浴：第 2・第 4 日曜、<br>12/28~1/3<br>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）<br>デイサービス：約 25 人/日                                                |                                                                                      |
| 既存ボイラー<br>および用途 | 温水ボイラー 349kW×1 台<br>冷温水発生機 2 台                                                             |  |
| 燃料および単価         | A 重油 85 円/L                                                                                |                                                                                      |
| 年間燃料<br>使用量     | 50,600L（平成 29 年度実績）<br>うち 37,800L をボイラーで使用と仮定                                              |                                                                                      |
| 浴槽容量            | 一般入浴：合計 12 m <sup>3</sup><br>デイサービス浴槽：2.4 m <sup>3</sup><br>介護浴槽：合計 0.5 m <sup>3</sup>     |                                                                                      |
| 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℃<br>デイサービス：40℃                                                           |                                                                                      |

### 4.4.3. 木質ボイラー導入の試算

#### (1) 豊栄保健福祉センター

##### ① 条件設定

試算のための条件を表 4-28、表 4-29 に示します。木質バイオマス燃料の発熱量は、燃料製造の検討と同様に原料にアカマツと広葉樹を使用した場合を想定しています。

表 4-28 試算のための条件

|               |         |     |             |
|---------------|---------|-----|-------------|
| 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（うち給湯） | 37,800  | 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         | 1.4     | %   | 公共施設なので考慮せず |
| 維持管理費         | 2       | %   | 対設備費        |
| ばい煙測定費        | 100,000 | 円/年 |             |
| イニシャルコストの算出方法 | 後述のとおり  |     |             |

表 4-29 燃料の条件

| 燃料種類    | A 重油 | 薪     | 生チップ  | 準乾燥チップ | 単位      |
|---------|------|-------|-------|--------|---------|
| 発熱量     | 37.1 | 12.4  | 8.2   | 11.3   | MJ/L・kg |
| 前提の水分   | —    | 30    | 50    | 35     | %       |
| 燃料単価    | 85   | 13~20 | 10~14 | 10~20  | 円/L・kg  |
| ボイラー効率  | 85   | 80    | 80    | 85     | %       |
| 化石燃料代替率 | —    | 90    | 85    | 90     | %       |



② 導入収支シミュレーション

時間別・季節別熱需要パターンを、一般入浴の湯張りを実施する月曜、デイサービスが休業する土日、それ以外の平日の3パターン、さらに夏冬の2パターンに分けて推計した結果を以下に示します。

本施設では、熱需要の約9割を占めるベース負荷を賄うために100～200kWの木質ボイラーが必要になると考え、各メーカーのラインナップをもとに、**生チップボイラーは100kW×1台、準乾燥チップボイラーは120kW×1台、薪ボイラーは170kW×1台**でのイニシャルコストを概算で積上げ、試算しました。

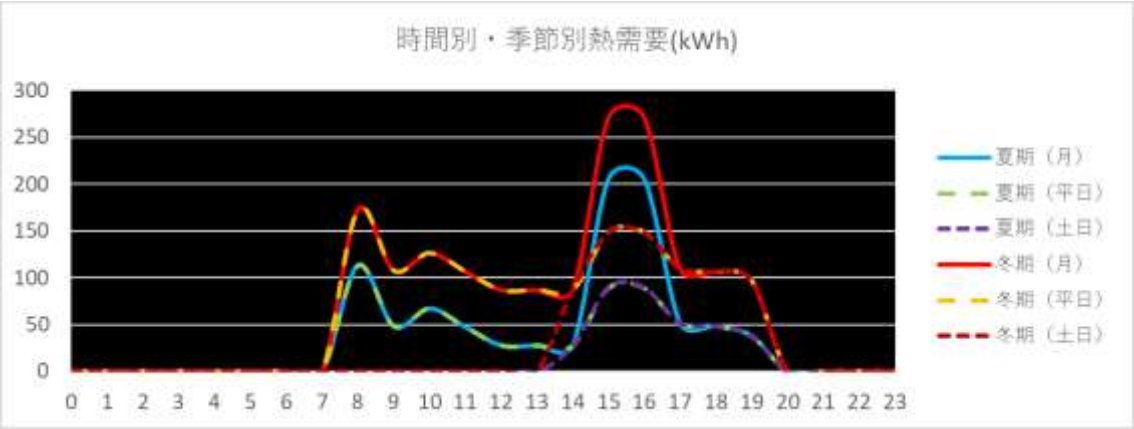


図 4-17 時間別・季節別熱需要量

イニシャルコスト（総工事費）の概算金額の内訳を表 4-30 に示します。  
イニシャルコストは**生チップボイラー**でおよそ 8,000 万円、**準乾燥チップボイラー**でおよそ 5,000 万円、**薪ボイラー**でおよそ 5,000 万円となりました。

表 4-30 木質ボイラーイニシャルコスト概算（単位：千円）

|          | 生チップ(100kW) | 準乾燥チップ(120kW) | 薪(170kW) |
|----------|-------------|---------------|----------|
| 建築工事費    | 15,000      | 15,000        | 13,000   |
| 機械設備工事費  | 45,000      | 21,000        | 23,000   |
| 電気設備工事費  | 5,000       | 4,000         | 4,000    |
| 間接工事費    | 15,000      | 10,000        | 10,000   |
| 総工事費     | 80,000      | 50,000        | 50,000   |
| kW あたり単価 | 80 万円/kW    | 42 万円/kW      | 29 万円/kW |

生チップボイラーおよび準乾燥チップボイラー導入の経済性の試算結果を表 4-31、表 4-32 に示します。

年間のランニングコスト（資本費を含む）は生チップボイラーでおよそ 630～690 万円、準乾燥チップボイラーでおよそ 410～510 万円となりました。また、それぞれの削減額はおよそ 280 万円、290 万円となりました。

いずれの場合も、投資回収年数がボイラーの法定耐用年数である 13 年より長くなると考えられます。

表 4-31 生チップボイラー導入時の経済性試算

| バイオマス燃料単価  | 円/kg | 10    | 12    | 14    |
|------------|------|-------|-------|-------|
| 燃料代替率      |      | 86%   | 86%   | 86%   |
| バイオマス燃料消費量 | t/年  | 153   | 153   | 153   |
| 化石燃料使用量    | L/年  | 5,292 | 5,292 | 5,292 |

《費用》

|              |           |      |       |       |       |
|--------------|-----------|------|-------|-------|-------|
| 資本費          | 減価償却費     | 千円/年 | 3,077 | 3,077 | 3,077 |
|              | 固定資産税（平均） | 千円/年 | 0     | 0     | 0     |
| ランニング<br>コスト | バイオマス調達費  | 千円/年 | 1,526 | 1,831 | 2,136 |
|              | 人件費       | 千円/年 | 0     | 0     | 0     |
|              | 維持管理費     | 千円/年 | 1,600 | 1,600 | 1,600 |
|              | ばい煙測定費    | 千円/年 | 100   | 100   | 100   |
| 費用合計：①       |           | 千円/年 | 6,303 | 6,608 | 6,913 |

《削減額》

|              |         |      |        |        |        |
|--------------|---------|------|--------|--------|--------|
| ランニング<br>コスト | 化石燃料削減量 | L/年  | 32,508 | 32,508 | 32,508 |
|              | 化石燃料削減額 | 千円/年 | 2,763  | 2,763  | 2,763  |
| 削減額合計：②      |         | 千円/年 | 2,763  | 2,763  | 2,763  |

《まとめ》

|             |  |      |        |        |        |
|-------------|--|------|--------|--------|--------|
| 年間収支：②－①    |  | 千円/年 | -3,540 | -3,845 | -4,150 |
| 年間収支（減価償却除） |  | 千円/年 | -463   | -768   | -1,073 |
| 投資回収年数      |  | 千円/年 | -      | -      | -      |

表 4-32 準乾燥チップボイラー導入時の経済性試算

|              |           |       |        |        |        |
|--------------|-----------|-------|--------|--------|--------|
| バイオマス燃料単価    | 円/kg      | 10    | 14     | 17     | 20     |
| 燃料代替率        |           | 91%   | 91%    | 91%    | 91%    |
| バイオマス燃料消費量   | t/年       | 104   | 104    | 104    | 104    |
| 化石燃料使用量      | L/年       | 3,402 | 3,402  | 3,402  | 3,402  |
| 《費用》         |           |       |        |        |        |
| 資本費          | 減価償却費     | 千円/年  | 1,923  | 1,923  | 1,923  |
|              | 固定資産税（平均） | 千円/年  | 0      | 0      | 0      |
| ランニング<br>コスト | バイオマス調達費  | 千円/年  | 1,042  | 1,458  | 1,771  |
|              | 人件費       | 千円/年  | 0      | 0      | 0      |
|              | 維持管理費     | 千円/年  | 1,000  | 1,000  | 1,000  |
|              | ばい煙測定費    | 千円/年  | 100    | 100    | 100    |
| 費用合計：①       |           | 千円/年  | 4,065  | 4,481  | 4,794  |
| 《削減額》        |           |       |        |        |        |
| ランニング<br>コスト | 化石燃料削減量   | L/年   | 34,398 | 34,398 | 34,398 |
|              | 化石燃料削減額   | 千円/年  | 2,924  | 2,924  | 2,924  |
| 削減額合計：②      |           | 千円/年  | 2,924  | 2,924  | 2,924  |
| 《まとめ》        |           |       |        |        |        |
| 年間収支：②－①     |           | 千円/年  | -1,141 | -1,557 | -1,870 |
| 年間収支（減価償却除）  |           | 千円/年  | 782    | 366    | 53     |
| 投資回収年数       |           | 千円/年  | 32     | 68     | 469    |
|              |           |       |        |        | -      |

薪ボイラー導入の経済性の試算結果を表 4-33 に示します。

**年間のランニングコスト（資本費を含む）はおよそ 440～510 万円**となりました。  
また、それぞれの**削減額はおよそ 290 万円**となりました。

試算では、薪投入は既存の従業員で対応するものと仮定し、人件費を計上していませんが、検討結果によって追加的に人件費を支出する必要があると判断されればコスト増となることに留意が必要です。

表 4-33 薪ボイラー導入時の経済性試算

| バイオマス燃料単価    |           | 円/kg | 13     | 17     | 20     |
|--------------|-----------|------|--------|--------|--------|
| 燃料代替率        |           |      | 90%    | 90%    | 90%    |
| バイオマス燃料消費量   |           | t/年  | 106    | 106    | 106    |
| 化石燃料使用量      |           | L/年  | 3,780  | 3,780  | 3,780  |
| 《費用》         |           |      |        |        |        |
| 資本費          | 減価償却費     | 千円/年 | 1,923  | 1,923  | 1,923  |
|              | 固定資産税（平均） | 千円/年 | 0      | 0      | 0      |
| ランニング<br>コスト | バイオマス調達費  | 千円/年 | 1,373  | 1,795  | 2,112  |
|              | 人件費       | 千円/年 | 0      | 0      | 0      |
|              | 維持管理費     | 千円/年 | 1,000  | 1,000  | 1,000  |
|              | ばい煙測定費    | 千円/年 | 100    | 100    | 100    |
| 費用合計：①       |           | 千円/年 | 4,396  | 4,818  | 5,135  |
| 《削減額》        |           |      |        |        |        |
| ランニング<br>コスト | 化石燃料削減量   | L/年  | 34,020 | 34,020 | 34,020 |
|              | 化石燃料削減額   | 千円/年 | 2,892  | 2,892  | 2,892  |
| 削減額合計：②      |           | 千円/年 | 2,892  | 2,892  | 2,892  |
| 《まとめ》        |           |      |        |        |        |
| 年間収支：②－①     |           | 千円/年 | -1,504 | -1,927 | -2,243 |
| 年間収支（減価償却除）  |           | 千円/年 | 419    | -4     | -320   |
| 投資回収年数       |           | 千円/年 | 60     | -      | -      |

以上より、今回想定した燃料種別・設備規模ならびにイニシャルコスト・燃料単価の条件下では、どの試算でも現状と比較して年間収支が赤字となり、投資回収年数はボイラーの法定耐用年数の13年を大きく上回る結果となりました。

5,000 円/t の原木価格の場合、木質バイオマス燃料単価は 10 円/kg を超えてしまいますが、**原料に開発等支障木などを併せて使用する事で燃料単価が 10 円/kg 以下になる**ことが分かりました。例えば準乾燥チップを 5 円/kg で施設に供給する場合、投資回収年数を 19 年まで短縮することが可能となります（表 4-34）。

表 4-34 準乾燥チップボイラー導入時の経済性試算（チップ 5 円/kg 想定時）

| バイオマス燃料単価    |           | 円/kg | 5      | 10     |
|--------------|-----------|------|--------|--------|
| 燃料代替率        |           |      | 91%    | 91%    |
| バイオマス燃料消費量   |           | t/年  | 104    | 104    |
| 化石燃料使用量      |           | L/年  | 3,402  | 3,402  |
| 《費用》         |           |      |        |        |
| 資本費          | 減価償却費     | 千円/年 | 1,923  | 1,923  |
|              | 固定資産税（平均） | 千円/年 | 0      | 0      |
| ランニング<br>コスト | バイオマス調達費  | 千円/年 | 521    | 1,042  |
|              | 人件費       | 千円/年 | 0      | 0      |
|              | 維持管理費     | 千円/年 | 1,000  | 1,000  |
|              | ばい煙測定費    | 千円/年 | 100    | 100    |
| 費用合計：①       |           | 千円/年 | 3,544  | 4,065  |
| 《削減額》        |           |      |        |        |
| ランニング<br>コスト | 化石燃料削減量   | L/年  | 34,398 | 34,398 |
|              | 化石燃料削減額   | 千円/年 | 2,924  | 2,924  |
| 削減額合計：②      |           | 千円/年 | 2,924  | 2,924  |
| 《まとめ》        |           |      |        |        |
| 年間収支：②－①     |           | 千円/年 | -620   | -1,141 |
| 年間収支（減価償却除）  |           | 千円/年 | 1,303  | 782    |
| 投資回収年数       |           | 千円/年 | 19     | 32     |

#### 4.4.4. 設置場所の検討

豊栄町保健福祉センターにおける木質ボイラーの設置場所として、既存ボイラー室に近く、木質バイオマス燃料を供給しやすい場所を条件として候補地を検討しました。その結果、図 4-18 に示した既存機械室周辺を候補地としました。



図 4-18 木質ボイラー設置場所案



## 4.5. その他の調査

### 4.5.1. 農業利用について

その他の木質バイオマスエネルギーの利用先の検討をするため、東広島市内の農業関係者を対象に聞き取り調査を実施しました。

その結果、現在、当地域では加温機を利用したハウス栽培を行っていないことが分かりました。

関係者からは、冬季におけるハウスの有効利用として、近隣地域ではほとんど生産されていない農作物の苗を温度管理により越冬させ、早い時期に出荷するという生産モデルを検討してみたらどうかという意見がありました。

このモデルで想定している条件を表 4-35 に示します。

関係者からの意見を踏まえ、冬季のハウスにおける苗の温度管理について、灯油加温機と木質バイオマスエネルギー加温機とを利用した場合の経済性を試算・比較しました。

表 4-35 想定している条件

| 項目    | 内容                                                                                                                     |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 作物    | <p>バジル（苗の状態越冬、次年度の収穫開始時期を早める）</p>  |
| 暖房条件  | 5～10℃（年間灯油消費量 4,000～10,000L に相当）                                                                                       |
| ハウス条件 | 7m×40m、ポリエチレンフィルム 2 層                                                                                                  |

## (1) 条件設定

木質バイオマスエネルギーを利用する加温機として、石村工業株式会社製のスーパーゴロン太を検討対象としました。

農業利用での試算のための条件を表 4-36 に示します。



図 4-19 検討機器：スーパーゴロン太（出典：石村工業 HP）

表 4-36 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                |

## (2) 導入収支シミュレーション

本条件下であれば、灯油単価が 90 円/L の場合、薪単価 20 円/kg の場合でも、灯油代  $10,000\text{L/年} \times 90\text{円/L} = 90\text{万円/年}$  に対し、薪代  $30\text{t/年} \times 20\text{円/kg} = 60\text{万円}$  となり、薪投入の人件費を考慮しない場合、燃料削減額は 30 万円/年、導入費 70 万円  $\div$  30 万円/年  $\approx$  2.3 年すなわち **3 年での投資回収を見込める**と考えられます。

冬期も作物を出荷するためには、木質ボイラーには不向きな温室内の微細な温度調整に対応することが求められますが、安価な木質バイオマス燃料を用いて、越冬に最低限必要なハウス温度環境をキープし、出荷時期を他の業者より早めることで利益を上げるという方法も、木質ボイラーの農業利用への活かし方の一つとして考えられます。

## 4.5.2. 付加価値調査

財産区有林から伐出される木材のエネルギー資源以外の利用の可能性について調べるため、三原久井木材共販所（広島県三原市）とたむろ木材カンパニー株式会社（広島県広島市）を対象に聞き取り調査を実施しました。

聞き取り調査の結果は次の通りです。

### 【三原久井木材共販所】

- 主な取扱樹種はヒノキ、スギ、マツ、雑木。
- 雑木については大部分が製紙パルプの原料として利用されているが、薪としての利用もある。建築用材としての利用はほとんどない。
- 小径の雑木はパルプ用で 2m、3m、4m、薪用では 3m、4m に玉切りしている。
- 雑木のうちアベマキは薪用に分けられている。
- ケヤキやモミなどの径の大きなものは一本ずつ競り売りしている。
- 枯れたアカマツは芯材部の径でパルプチップ用に販売している。
- 共販所の周辺で雑木専門の製材業者がほとんどいない。

### 【たむろ木材カンパニー株式会社】

- 製品に使用する材の 8 割は県産材が占めている。
- 材料となる県産材は主にクリ、ケヤキ、ヒノキ、ホオノキ、アカマツ、サクラの 6 種である。
- エンジュ、サクラのような色のある材を探している。
- 直径 20 cm、長さ 2m 位あれば材料として利用できる。
- クワ、カツラに関しては小径でも原料として利用できる。

三原久井木材共販所では、小径の原木は雑木として主に製紙パルプの原料として販売しており、木工用としての取り扱いはありません。一方で、ケヤキやモミなどの大径木は高値で取引しています。

たむろ木材カンパニー株式会社ではおもちゃの材料として主に、クリ、ケヤキ、ヒノキ、ホオノキ、アカマツ、サクラの 6 種の県産材を利用しています。現在、この他に材料として利用できる県産材を模索しており、特に有色の材の利用価値が高いことが分かりました。

## 5.地域還元効果の把握

地域における経済効果や地球温暖化防止対策の観点として、地域経済効果と CO<sub>2</sub> 排出削減量についての検討を行い地域還元効果について把握しました。

### 5.1. 地域経済効果

現在、使用している A 重油や灯油などの化石燃料を、木質バイオマスで代替した場合の地域内乗数効果（LM3）を試算しました。これまで化石燃料の購入により地域外に流失していた金額が大幅に削減され、木質バイオマス燃料費として地域に落ちる金額になります。また、木質バイオマス燃料を活用することは、地域の森林整備に繋がり、防災力の向上や CO<sub>2</sub> の削減にも繋がります。

LM3 とは…

イギリスの New Economic Foundation によって開発された、地域内乗数効果（Local Multiplier effect）概念に基づく、シンプルかつ簡易に地域の地域経済発展を検討する為の指標。具体的には、当該地域に生じた消費や投資に伴う 3 回分の取引の中で地域内循環する域内調達分や地域住民の所得を集約し、実質的にその消費や投資による域内経済への貢献度を指数化するものである。（島根県中山間地域研究センター「平成 27 年度環境経済の政策研究 低炭素・循環・自然共生の環境施策の実施による地域の経済・社会への効果の評価について 研究報告書」より）

### 5.1.1. LM3 の算出

前項までの結果をもとに、LM3（地域内乗数効果）を算出した結果を以下に示します。

試算は、豊栄町保健福祉センターに木質ボイラーを導入することを想定したものです。必要経費を燃料利用部門、燃料製造部門、生産（素材生産）部門の3部門に分け、総合的に見た地域内への還元度を表しました。

チップでの算出条件は、小径木対応のチップパーで年間3,000tのチップを製造した場合で、チップ単価を10円/kgとしました。また、エネルギー利用施設での使用量は生チップ約150t、準乾燥チップ約100tとしました。

豊栄町保健福祉センターに生チップボイラーを導入し、賀茂バイオマスセンターでチップ製造を行った場合のLM3は**2.52**となりました。同様に準乾燥チップボイラーのLM3も2.52となりました。

一方、豊栄町保健福祉センターに薪ボイラーを導入し、賀茂バイオマスセンターで薪製造を行った場合のLM3は**2.04**となりました。

チップボイラーと薪ボイラーを導入した場合を比較すると、地域内還元効果はチップボイラーを導入した場合の方が高くなる結果となりました。

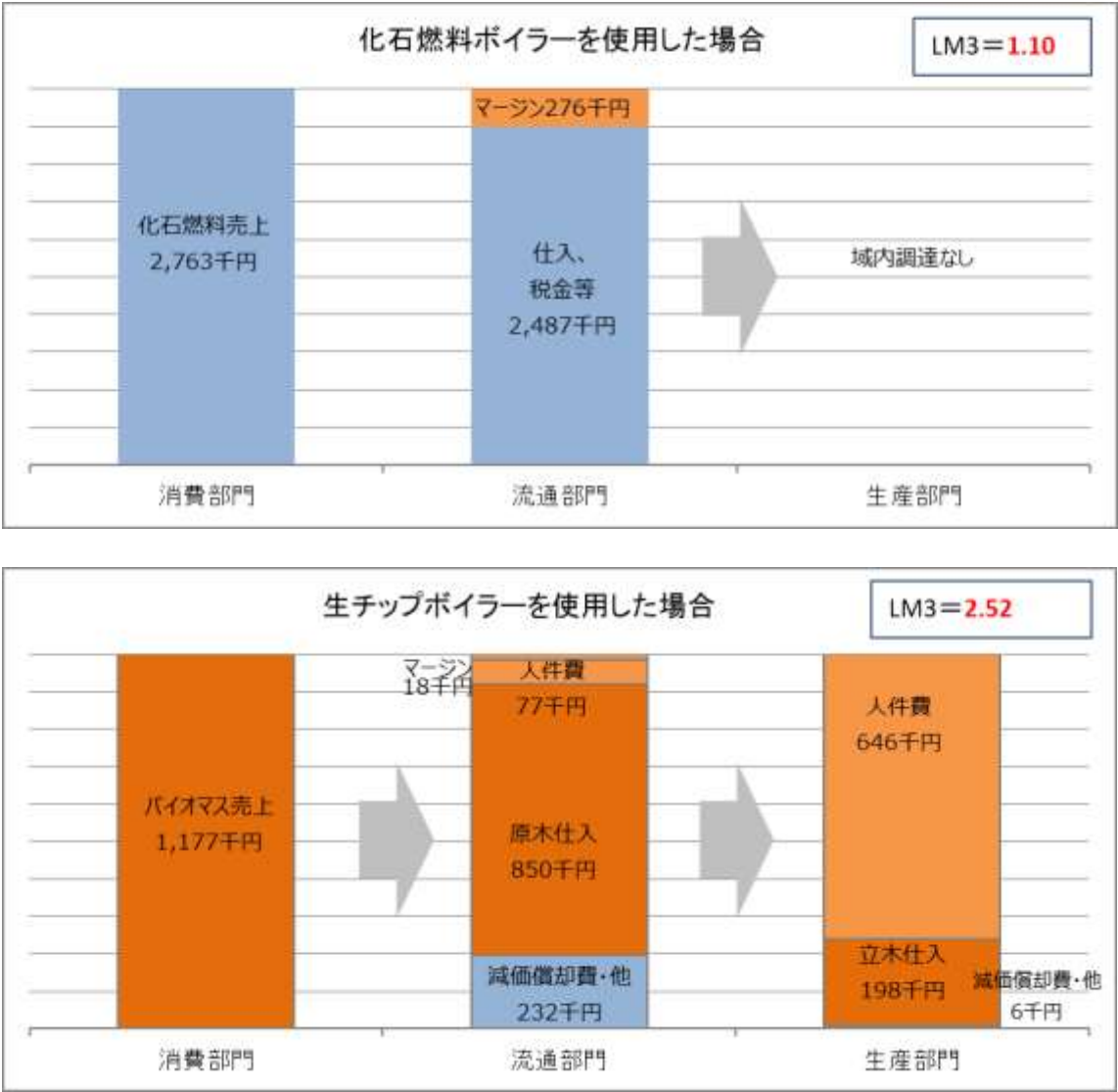


図 5-1 LM3（上図：化石燃料ボイラー、下図：生チップボイラー）



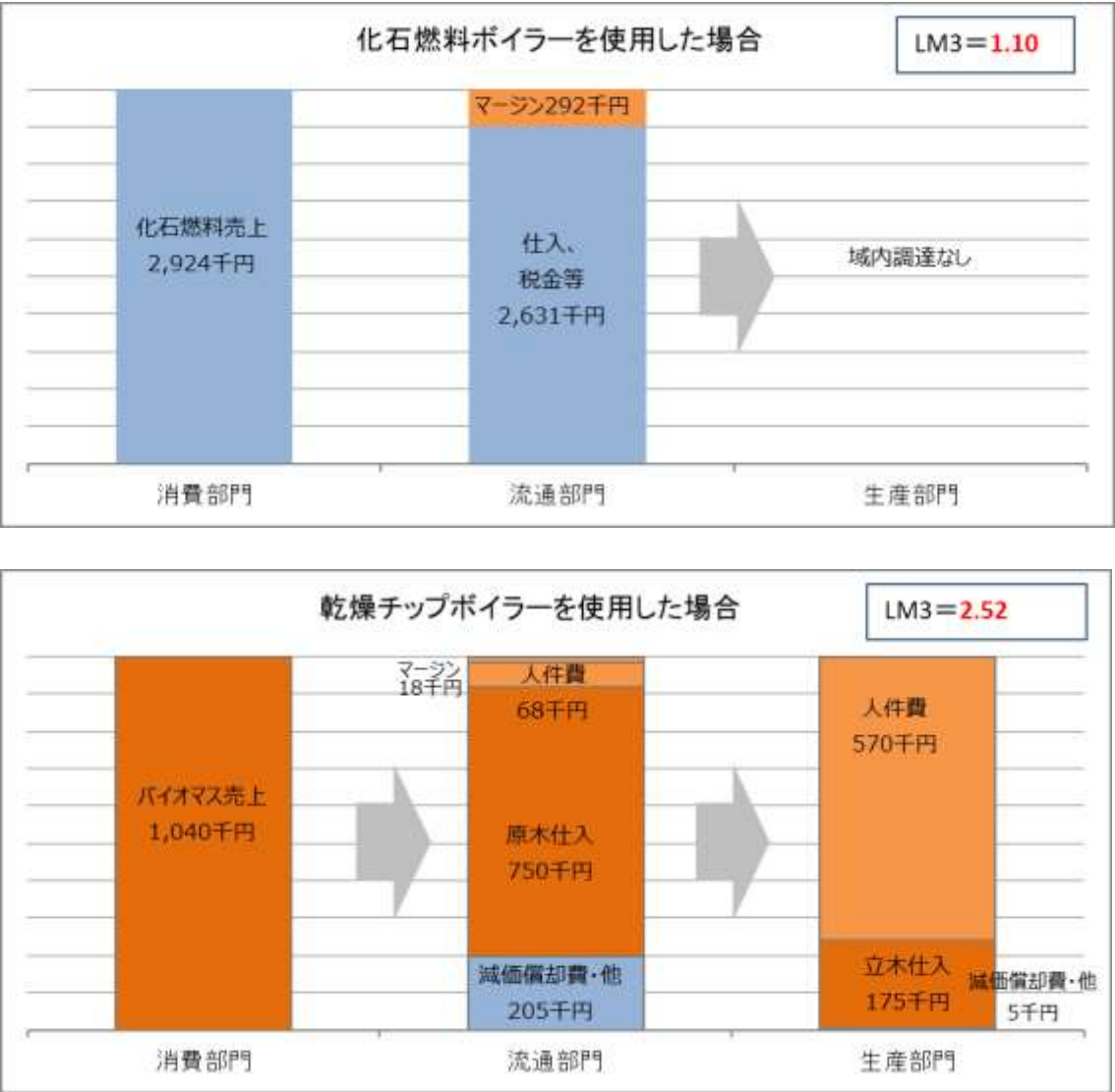


図 5-2 LM3（上図：化石燃料ボイラー、下図：準乾燥チップボイラー）

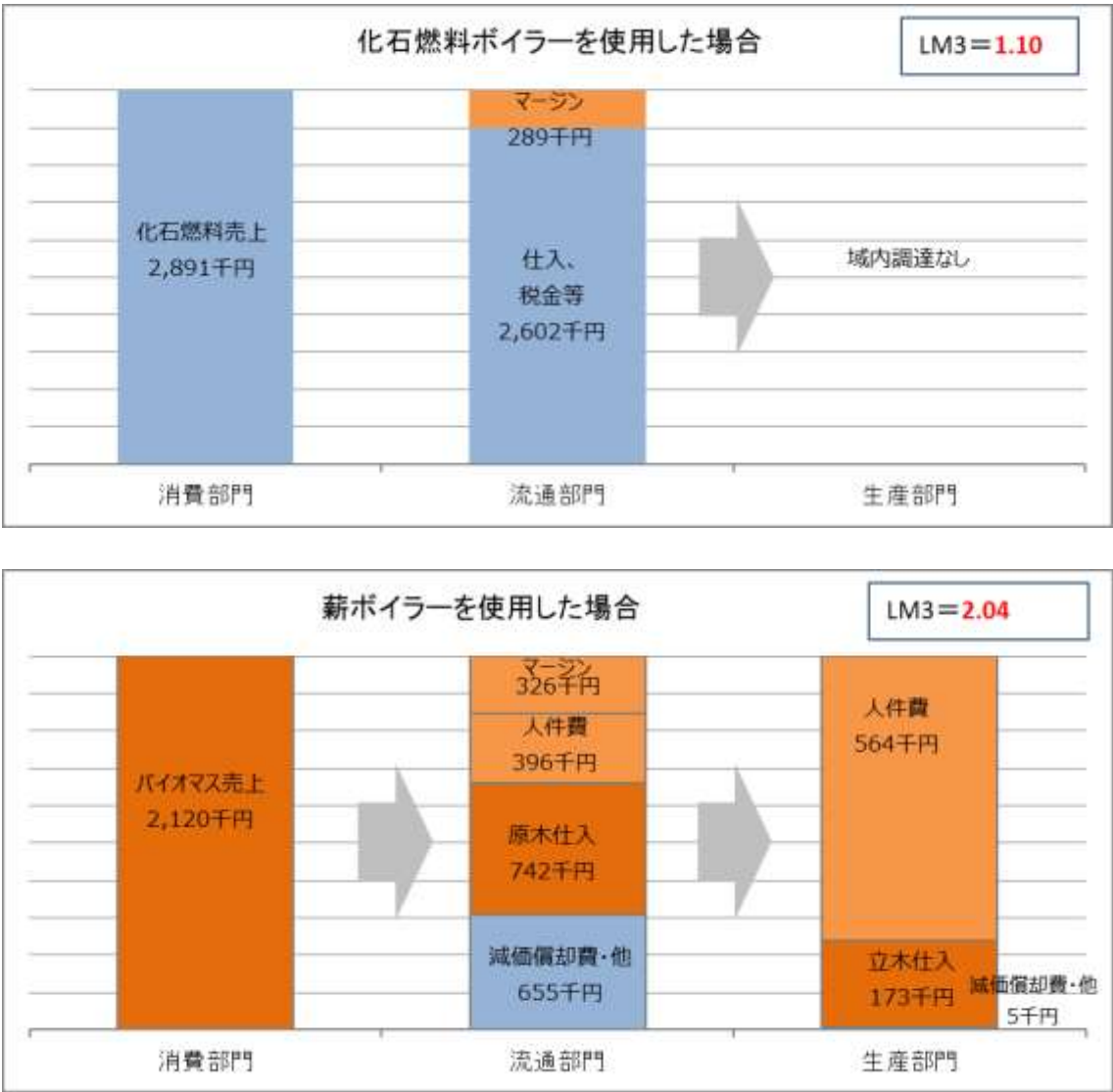


図 5-3 LM3（上図：化石燃料ボイラー、下図：薪ボイラー）

### 5.1.2. 雇用創出効果

木質バイオマス事業導入により発生すると考えられる効用創出効果は表 5-1 のとおりです。

表 5-1 雇用創出効果

| 燃料種類（製造方法）         | 想定する製造量(t/年) | 雇用延べ日数 |
|--------------------|--------------|--------|
| 生チップ（小径木対応チップパー）   | 153          | 4      |
| 生チップ（大径木対応チップパー）   | 153          | 2      |
| 準乾燥チップ（小径木対応チップパー） | 104          | 4      |
| 準乾燥チップ（大径木対応チップパー） | 104          | 2      |
| 薪                  | 106          | 50     |

※川下部分については、薪の投入人件費を考慮していないため、同様に想定していません

## 5.2. CO<sub>2</sub> 削減効果

豊栄保健福祉センターへ木質ボイラーを導入した場合の CO<sub>2</sub>削減効果について試算を行いました（表 5-2）。

年間の化石燃料削減量は 32,500～34,400 L で、CO<sub>2</sub>削減効果は年間で 90t 前後となります。

表 5-2 CO<sub>2</sub>削減効果

| ケース    | 化石燃料削減量<br>(L/年) | CO <sub>2</sub> 排出係数<br>(kg-CO <sub>2</sub> /L) | CO <sub>2</sub> 削減効果<br>(t-CO <sub>2</sub> /年) |
|--------|------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 生チップ   | 32,508           | 2.71                                            | 88                                             |
| 準乾燥チップ | 34,398           | 2.71                                            | 93                                             |
| 薪      | 34,020           | 2.71                                            | 92                                             |

## 6.総括

### 【川上】

資源賦存量と利用可能量について調査を行いました。

- 既存資料調査から、東広島市における1 haあたりの森林蓄積は人工林でおよそ130 m<sup>3</sup>、天然林でおよそ150 m<sup>3</sup>となりました。
- 現地調査から久芳財産区、竹仁財産区の2つの財産区の森林蓄積はおよそ250 m<sup>3</sup>～270 m<sup>3</sup>となり、既存資料の値より大きい結果となりました。
- 2つの財産区での出現樹種は計35種となり、立木の大部分が胸高直径20 cm以下、樹高8～10mとなった一方、直径30 cmを超える立木も混在していることが分かりました。
- 過去の伐採実績から算出した財産区有林における利用可能量は、560t/年（水分30%）であることが分かりました。

### 【川中】

燃料製造について、新規で製造を行う場合で検討を行いました。

- 賀茂バイオマスセンターが所有する既存のチップperおよび薪割機は木質ボイラー用の燃料製造には適さないことが分かりました。
- チップの製造コストは原料価格を5,000 円/tとした場合、100t/年の製造で31.9～58.8 円となりました。一方、3,000t/年の製造で災害等支障木を併せて処理する場合は10.0 円/kg以下となることが分かりました。
- 薪の製造コストは原料価格を5,000 円/tとした場合、100t/年の製造で17.4 円/kgとなりました。

### 【川下】

豊栄町保健福祉センターへの木質ボイラー導入試算を行いました。

- 豊栄町保健福祉センターの木質バイオマス燃料の年間需要量は、生チップ153t/年（水分50%）、準乾燥チップ104t/年（水分30%）、薪106t/年（水分30%）と試算されました。
- 豊栄町保健福祉センターへ導入するボイラー規模を生チップボイラーは100kW×1台、準乾燥チップボイラーは120kW×1台、薪ボイラーは170kW×1台として導入試算を行いました。

- 生チップボイラー導入のイニシャルコストはおよそ 8,000 万円、年間のランニングコスト（資本費を含む）はおよそ 630～690 万円、化石燃料の削減額はおよそ 280 万円という試算結果になりました。
- 準乾燥チップボイラー導入のイニシャルコストはおよそ 5,000 万円、年間のランニングコスト（資本費を含む）はおよそ 410～510 万円、化石燃料の削減額はおよそ 290 万円という試算結果になりました。
- 薪ボイラー導入のイニシャルコストはおよそ 5,000 万円、年間のランニングコスト（資本費を含む）はおよそ 440～510 万円、化石燃料の削減額はおよそ 280 万円という試算結果になりました。









平成 30 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

「東広島市地域内エコシステム」構築事業

調査報告書

平成 31 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