

令和2年度木材需要の創出・輸出力強化対策のうち「地域内エコシステム」構築事業

長崎県雲仙市
「地域内エコシステム」モデル構築事業
報告書



令和3年3月

(一社) 日本森林技術協会
(株) 森のエネルギー研究所

目次

1. 背景と目的.....	1
1.1 事業の背景.....	1
1.2 事業の目的.....	1
1.3 対象地域.....	3
1.3.1 対象地域の概要.....	3
1.3.2 地域における事業の位置づけ・目的.....	4
2. 実施内容.....	5
3. 実施項目.....	6
3.1 地域協議会の設置・運営.....	6
3.1.1 協議会の設置.....	6
3.1.2 協議会の運営.....	7
3.2 サプライチェーン.....	9
3.3 燃料供給に関する取組.....	10
3.3.1 既存資料調査.....	10
3.3.2 ヒアリング調査.....	15
3.3.3 今後の森林整備方策について.....	18
3.4 燃料製造に関する取組.....	19
3.5 木質バイオマスエネルギー利用に関する取組.....	20
3.5.1 施設概要.....	20
3.5.2 熱需要の把握.....	22
3.5.3 事業性試算.....	24
3.5.4 今後の検討事項.....	28
4. 総括.....	31

1. 背景と目的

1.1 事業の背景

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

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

1.2 事業の目的

「地域内エコシステム」モデル構築事業（以下、本事業という。）は、林野庁補助事業「令和 2 年度木材需要の創出・輸出力強化対策のうち「地域内エコシステム」構築事業」のひとつとして実施されました。

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

本報告書は、長崎県雲仙市「地域内エコシステム」モデル構築事業の報告書として作成したものです。

「地域内エコシステム」とは

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

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

「地域内エコシステム」の考え方

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



図 1-1 「地域内エコシステム」構築のイメージ

1.3 対象地域

1.3.1 対象地域の概要

本事業では、地域内エコシステムモデル構築事業の採択地域である長崎県雲仙市を支援対象地域としました（図 1-2）。

長崎県雲仙市は、島原半島の北西部に雲仙普賢岳を取り巻くように位置し、北岸は有明海、西岸は橋湾に面しています。雲仙山系の険しい山地と、それに連なる丘陵地、及び海岸沿いに広がる平野部からなり、温暖多雨の気候に恵まれています。人口は 42,695 人（令和 3 年 2 月末現在）で、総面積は 21,431ha、そのうち森林面積は 10,158ha と約 49%を山林で占めています（令和元年 島原半島森林・林業の概要）。雲仙市は、第 3 次産業の割合が高いものの、第 1 次産業の割合が県平均の 3 倍と高く、県下有数の農業地帯です。また、雲仙温泉小浜温泉を有しており、未利用温泉を利用した温泉バイナリー発電所が平成 27 年より稼働しています。



図 1-2 長崎県雲仙市の位置

1.3.2 地域における事業の位置づけ・目的

(1) 位置づけ

雲仙市では、平成 30 年度から「第 2 次雲仙市総合計画」を策定し、「持続可能で経営効率の高い林業」を推進しています。その中で、販路拡大を図るため、公共事業における市内産材の利用を促進するほか、木質バイオマス利用など新たな販路拡大へ向けて、平成 27 年度より島原半島三市で、管内の未利用資源をエネルギー活用する「島原半島エコプロジェクト」に取り組んでおり、平成 27、28 年度に「島原半島木質バイオマス等利活用事業化計画」として、賦存量・利用可能量・需要調査・施設導入可能性検討について調査を行い、積極的な木質バイオマス利用推進に取り組んでいます。

(2) 目的

島原半島地域における持続可能な林業経営の推進に向けた取組の 1 つとして、市内（半島内）の公共施設において、間伐材等で製造したチップを使用するバイオマスボイラーを導入し、半島外へ出荷されている木材のうち、バイオマス材の市内（半島内）における有効利用を図ることを目的としています。

本事業では導入候補施設であるし尿処理施設「雲仙市環境センター」へのチップボイラーの導入を主軸に検討を行いました。雲仙市環境センターでは、令和元年度に小型 CHP（熱電併給機器）による熱供給を民間事業者が設置・運営して行う ESCO 事業型で公募を行っていました。しかし、CHP 型での応募が無く、代わりにバイオマスボイラーによる熱供給が提案されたため、本事業にてバイオマスボイラーでの ESCO 事業が可能か、条件整理と体制整備を行うこととしています。また、平成 27～28 年度に長崎県が行った間伐材を用いた切削チップによるバイオマスボイラーの農業用施設への実証事業では、設備投資や運用面でのコストが高く、有利性が認められなかった経緯がありました。そこで本事業では間伐材由来の木材だけでなく、建築廃棄物由来など安価な材も併用する形で事業性の確保ができないか検証を行いました。

2. 実施内容

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

（1）地域協議会の設置・運営

「木質利用推進協議会」として、「バイオマスボイラーの導入検討」と「林業振興に資する取組検討」の大きく2つの軸に分けて検討を行いました。

（2）サプライチェーン

雲仙市環境センターへチップを供給するサプライチェーンを目的に、燃料供給・燃料製造・エネルギー利用の一貫した体制が築けるか調査と協議会を踏まえて整理しました。

（3）燃料供給に関する取組

森林組合へ現状の生産状況についてヒアリング調査を行ったほか、地域の林業振興に関わる取り組みについても協議会にて議論を行いました。

（4）燃料製造に関する取組

チップを製造している民間事業者2社へヒアリングを行い、現状の生産体制、供給余力などを整理しました。

（5）木質バイオマスエネルギー利用に関する取組

雲仙市環境センターへのバイオマスボイラーの導入事業性を確認し、ESCO事業として今後実施を検討するにあたって課題を整理しました。

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. 実施項目

3.1 地域協議会の設置・運営

3.1.1 協議会の設置

地域が主体となって、事業計画を策定また持続的な事業創出を目指していくため、「地域づくり・人づくり」に重点を置いて、地域また近隣地域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 地域協議会のメンバー

区分	所属先	
委員	雲仙森林組合	
	市内チップ製造業者 2社	市内民間事業者
	市内林業関係者 5団体 (個人及び会社、生産森林組合等)	市内民間事業者
	長崎県島原振興局林務課	オブザーバー
事務局	雲仙市農林水産部農林課	申請者
	〃 環境水道部環境政策課	
	雲仙市環境センター	熱利用施設
	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

雲仙市では計3回協議会を実施しました。

第1回協議会では、事業の実施内容を確認しました。導入候補施設である雲仙市環境センターでの事業体制を整理することが主眼でしたが、協議会にて林業振興に資する取組検討が必要ではないかと議論になり、第2回目以降、「バイオマスボイラーの導入検討」と「林業振興に資する取組検討」の2つの協議会に分けて行い、「木質利用推進協議会」として検討を進めることとなりました。

第2回協議会では、ボイラーの導入については、雲仙市環境センターの導入事業性の確認を行い、事業者公募に向けた議論を行いました。林業振興については、地域内の林業関係者から今の雲仙市が抱える林業の課題について意見交換を実施しました。

第3回協議会では、ボイラーの導入については、ボイラーの導入・運用を公募による民間事業者が実施する予定であるため、その公募条件をどのように設定すべきか、意見交換が行われました。林業振興については、第2回の課題意見を整理し、市及び島原振興局の事業として今後取り組みを強化できる点について提案があり、その内容について議論を行いました。

【林業振興に資する取り組みの検討における主な意見】

- ✓ 川上側の課題整理
 - ・若手の担い手確保（新規参入増加）
 - ・事業者連携の強化
 - ・他業種参入者の林業スキル向上（教育の強化）
 - ・路網整備等の作業の効率化に向けた環境づくり

具体案

- ① 若手の育成…小・中学生、高校生への環境教育の実施
- ② 他業種参入者の育成…安全管理教育の実施
FJV（フォレスト・ジョイントベンチャー）の取組支援
- ③ 現場指導者の育成 ・林業普及指導員や林業技師等有資格者の増加を支援

表 3-2 木質利用推進協議会の実施内容

実施内容	写真
<p>第1回協議会</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実施内容の確認 	
<p>第2回協議会</p> <ul style="list-style-type: none"> ○バイオマスボイラーの導入について <ul style="list-style-type: none"> ・雲仙市環境センターの導入事業性報告 ・事業者公募に向けた議論 ○林業振興について <ul style="list-style-type: none"> ・地域林業の課題意見交換 	
<p>第3回協議会</p> <ul style="list-style-type: none"> ○バイオマスボイラーの導入について <ul style="list-style-type: none"> ・公募に対する意見交換 ○林業振興について <ul style="list-style-type: none"> ・課題整理 ・市の林業振興に向けた取組の提示・意見交換 	

3.2 サプライチェーン

雲仙市の事業体制と、市の支援体制を整理したサプライチェーンは以下のようになっています（図 3-1）。原木の供給は雲仙森林組合を筆頭に市内の林業事業体を想定しています。現状、バイオマス材は全て他市に出荷されており、運搬コストや地域内循環ができていない点が課題となっていました。これらの一部を市内のチップ製造事業者にてチップ化し、雲仙市環境センターにて活用する体制を検討しています。バイオマスボイラーの設置・運用は公募によって選定された民間事業者により行われる予定であり、供給された熱量に応じた代金を支払う仕組みを想定しています。

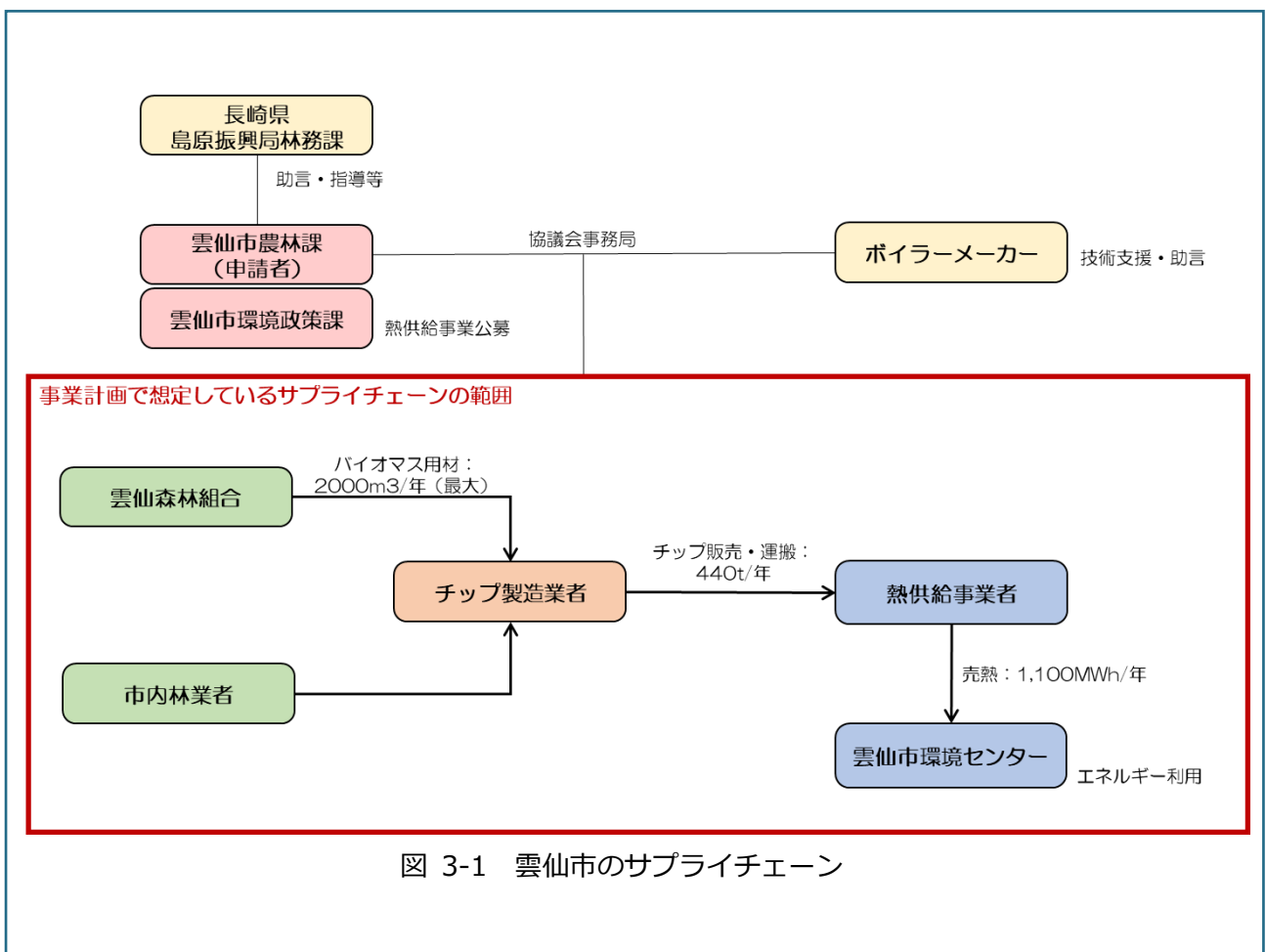


図 3-1 雲仙市のサプライチェーン

3.3 燃料供給に関する取組

3.3.1 既存資料調査

既存資料をもとに、雲仙市における森林の基本情報の整理および資源賦存量の把握と森林資源の利用可能性の算出を行いました。

◆ 森林面積と蓄積

雲仙市の森林面積と森林率を表 3-3 に示します。

土地面積 21,431ha のうち、森林面積は 10,402ha で森林率は 48.5%となっております。また、森林のうち民有林面積は 6,625ha で民有林率は 63.7%となっております。

表 3-3 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 (%)
21,431	10,402	48.5	3,777	36.3	6,625	63.7

※令和元年度の長崎県の森林・林業統計

雲仙市における私有林のうち、竹林や無立木地等を除いた人天別針広別の森林面積を図3-2に示します。

人工林の面積割合は約7割で、大部分を針葉樹林が占めています。一方、天然林の面積割合は約3割で、大部分を広葉樹林が占めています。

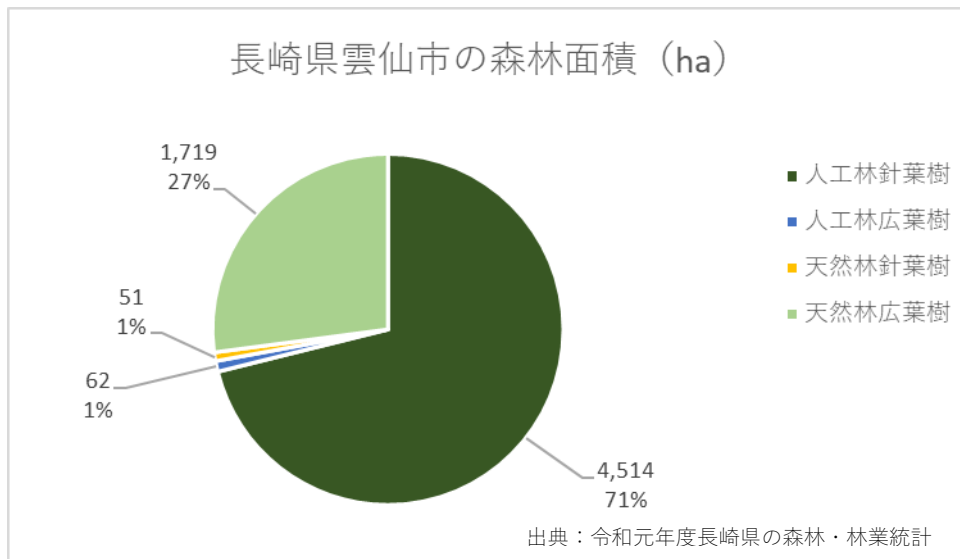


図 3-2 私有林の林種別面積

民有林における森林蓄積を図 3-3、表 3-2 に示します。森林蓄積は約 210 万 m^3 で、そのうちの約 9 割を人工林が占めています。

人工林の森林蓄積は約 180 万 m^3 でそのほとんどは針葉樹です。一方、天然林の森林蓄積は約 24 万 m^3 で大部分を広葉樹が占めています。

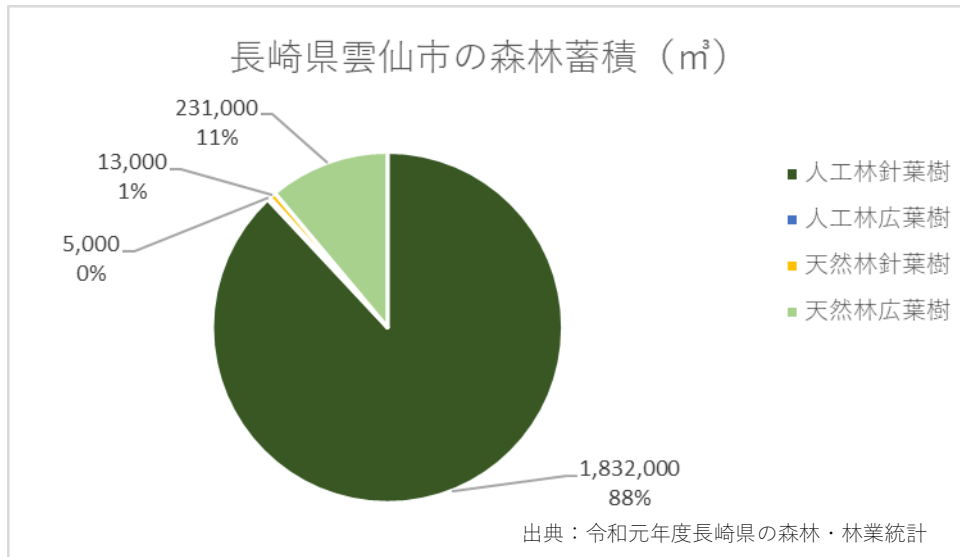


図 3-3 民有林における森林蓄積

表 3-4 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 (ha)	6,346	4,576	4,514	62	1,770	51	1,719
蓄積 (千 m^3)	2,081,000	1,837,000	1,832,000	5,000	244,000	13,000	231,000
材積 (m³/ha)	327.9	401.4	405.8	80.6	137.8	254.9	134.3

民有林における人工林針葉樹の樹種別蓄積を図 3-4 に示します。樹種別蓄積では、ヒノキが約 6 割、スギが約 4 割を占めています。

また、民有林の人工林針葉樹齢級別面積を図 3-5 に示します。齢級構成は 11～12 齢級が最も多くなっています。

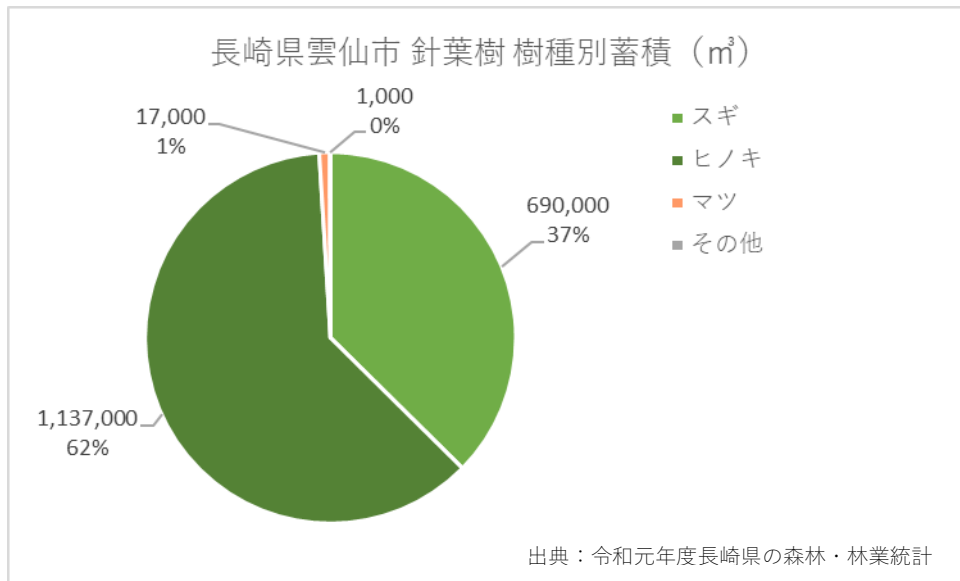


図 3-4 民有林における人工林針葉樹樹種別蓄積

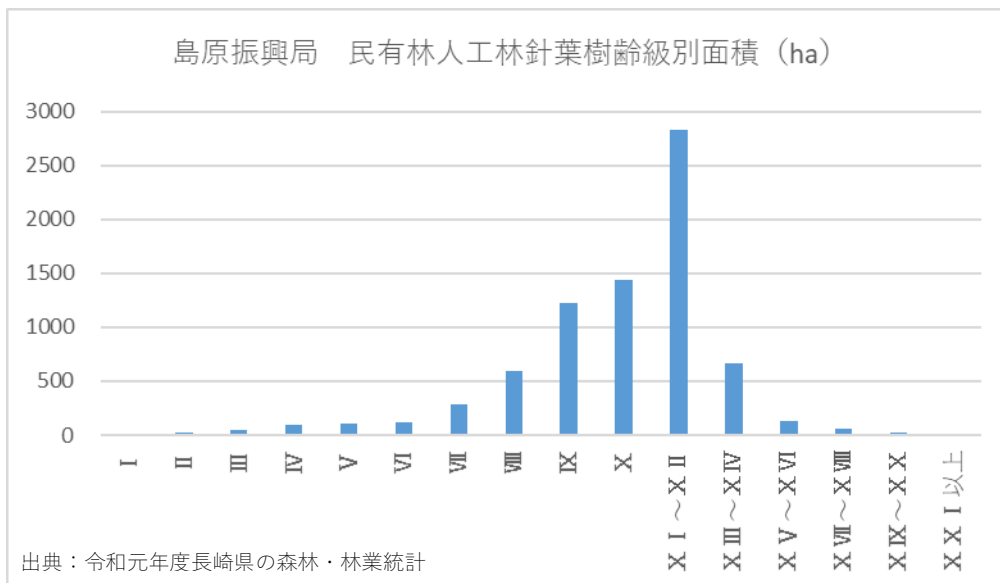


図 3-5 島原振興局の民有林における人工林齢級別面積

◆ 林道延長から推計した利用可能量

地域森林計画書に記載されている開設林道延長及び利用区域面積から利用可能量を検討しました。

令和2年度長崎南部地域森林計画書に基づき、雲仙市の民有林に開設が計画されている林道延長に対する利用区域面積を用いて利用可能量を算出しました。さらに利用可能蓄積について、伐採歩留りを0.85、C材発生割合を0.3として利用可能なC材量を推計しました。

表3-5に林道延長から推計した利用可能量を示します。本地域における利用可能なC材量は、およそ9千m³となりました。

表 3-5 林道延長から推計した利用可能量

地域名	開設林道延長 (m)	利用区域面積 (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 量 (m ³)
長崎県雲仙市	3,000	109	6,346	0.0172	2,081,000	35,793	9,127

出典：令和2年度長崎南部地域森林計画書

※利用可能C材量 = 利用可能蓄積 (m³) × 0.85 (歩留り) × 0.3 (C材発生割合) とした。

3.3.2 ヒアリング調査

バイオマス燃料の原料となる材の供給について、雲仙森林組合にヒアリングを行い、現状と将来の見通しについて話を聞きました。

【ヒアリング結果】

- 日時：令和2年10月21日 13:30～15:30
- 場所：雲仙森林組合
- 出席者：雲仙森林組合 内田武志組合長、
長崎県島原振興局農林水産部林務課 堀口竜男係長、本田幸弘主任技師
雲仙市農林水産部農林課 岩下真也参事補、
森のエネルギー研究所 竹田、日本森林技術協会 大輪、安間

1. 組合概況

- ・職員数：5名（組合長除く）総務2名、事業3名
- ・森林整備・林産：9名（森林整備と林産事業は一緒に実施している）。
- ・製材：4名
- ・職員の平均年齢は50歳代、昭和49年に合併

2. 管内概況

- ・雲仙市、島原市、南島原市の森林を管轄している。
- ・面積9,389ha（うち雲仙市有林は1,200ha）
- ・組合員数：4,023名（大多数が農家）
- ・年間700～800名くらい組合員の調査実施。今年で終了予定。
- ・県による皆伐後の植栽の要件が少花粉のコンテナ苗の使用となっている。現在生産が間に合っていないため、皆伐がほとんど行われていない。
- ・皆伐再造林は平江名生産森林組合所有林で試験的に2ha程度実施した。
- ・雲仙市の地籍調査は90%以上進んでいる。
- ・樹種別の面積はヒノキが多く約3,000ha、スギは約1,000ha。

3. 素材生産量

	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度
森林整備面積 (ha)	72	99	88
うち搬出間伐面積 (ha)	57	45	59
素材生産量 (m ³)	4,200	5,000	5,800
切り捨て間伐面積 (ha)	2	41	12

※森林整備面積には下刈り等も含む

4. CD材

- ・約 4 割が CD 材。そのうち、海外（中国）向けが 1 割弱、バイオマス向けが 9 割。
- ・バイオマス向けは大村市にある長崎山陽に販売。
- ・根曲がり材もバイオマス向けになる。

5. 製材所

- ・年間の素材生産量：630 m³（原木換算で約 1,400 m³）
- ・販売先：韓国と集成材工場がメイン、地元工務店及び一部は木材市場に販売。
- ・14 cm の丸太が 10.5 cm の角材となり、一番歩留りが良い。
- ・最大径 90 cm までは製材可能。
- ・端材は畜産用おが粉として製造している。販売先は島原半島内。
- ・伊万里への丸太運搬とバイオマス材の丸太運搬は運送業者へ依頼。

6. 林業機械

所有する林業機械

- ・グラップル：0.25×3 台、0.45×1 台
- ・プロセッサ：0.45×1 台
- ・フォワーダとフェラバンチャはリースで対応。

7. 施業方法

3～4 名で 1 組になって作業を実施。

伐倒	木寄せ	造材	搬出
チェーンソー	グラップル	プロセッサ	フォワーダ

8. 路網開設状況

	平成 29 年度	平成 30 年度	令和元年度
路網整備延長 (m)	5,900	6,700	16,200

- ・路網密度については、150～200m/ha が理想であると考えているが、地形的な理由で長くなってしまう場合もある。
- ・年間でおおよそ 10 kmの路網整備をしている。

9. 今後の展開

- ・課題としては人材不足がある。施業する場所は森林経営計画地及び市との施業委託もあり、場所はあるが人手が足りない。

10. その他

- ・地域内エコシステム事業への原木供給可能性は、価格面で折り合えば問題なく供給可能。
- ・獣害については、シカはいないがイノシシが多い。
- ・異業種からの参入について、災害の発生を懸念している。そういう意味で安全教育プログラム等は必要である。
- ・高校生を対象とした将来の人材育成のための環境教育に取り組んでいる。

以上のように、森林組合は本地域の地域内エコシステムへの原木供給を可能としております。職員及び森林作業員の高齢化が進む中、将来的な人材育成のため、高校生を対象とした環境教育に積極的に取り組んでいます。

3.3.3 今後の森林整備方策について

地域協議会では地域の林業振興について話し合いました。

話し合いの中で、地域の林業における課題として「人材確保」、「教育強化」、「路網整備」の3つが出てきました。

長崎県島原振興局が中心となって実施している新たな取り組みとしてFJV（フォレスト・ジョイントベンチャー）があります。この取り組みは森林組合が実施する森林管理において様々な認定事業体と連携を図る仕組みです。業務内容に応じて林業以外の事業体がそれぞれの専門分野を活かすことで作業の効率化を図り、人材不足の解決にもつながる仕組みです。

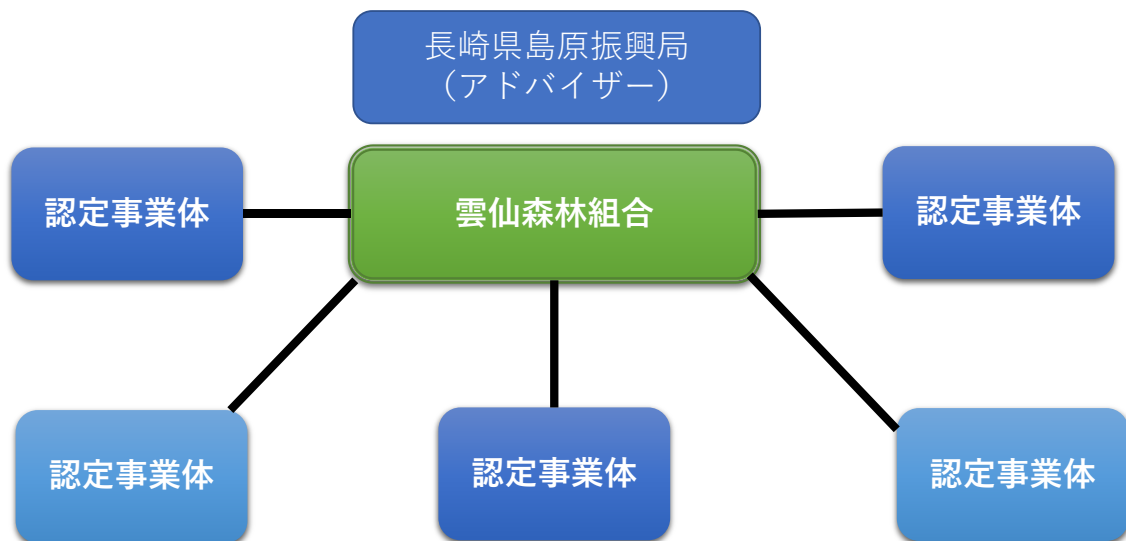


図 3-6 FJV の体制図

3.4 燃料製造に関する取組

雲仙市内における燃料製造は主に2社で行われており、本事業ではその製造量や製造体制、販売先などをヒアリングしました。雲仙市内では2社で少なくとも5,000t/年以上のチップが流通していることが分かり、燃料供給体制の構築は十分な検討が可能であることを確認しました。

また、間伐材等森林整備に基づき生産された材の使用を想定しているため、その燃料製造には原木を保管・乾燥させておく土場の確保も必要になると考えられます。現状の候補地としては図3-7に示す市の所有地（グラウンド）が挙げられます。利用頻度が低く、面積も2500㎡（50m×50m）以上あるため、十分な敷地面積となります。仮に間伐材等森林整備に基づき生産された材を用いたチップを220t使用した場合、原木体積はおよそ430㎡となります（ヒノキ容積重を0.51t/㎡（水分30%）とした場合。チップ使用量などの詳細は「3.5 木質バイオマスエネルギー利用に関する取組」参照）。高さを2mで原木をはい積みした場合には原木の専有面積は215㎡になるため、作業用地を考慮しても十分な面積であるため、候補地として今後も検討を進めます。



図 3-7 土場候補地（国土地理院地図より作成）

3.5 木質バイオマスエネルギー利用に関する取組

3.5.1 施設概要

雲仙市環境センターは雲仙市国見町に所在する市営のし尿処理施設です。市内のし尿処理だけでなく、それを乾燥させてペレットにし、農業用肥料として販売を行っています。このペレット製造に向けたし尿の乾燥処理に温風を使用しており、重油の温水ボイラーが稼働しています。年間約 13 万 L、1,300 万円ほどの重油が使用されており、その削減が求められています。稼働は 24 時間行っており、8 時～16 時の日中は低負荷運転、16 時～翌朝 8 時の夜間は高負荷運転で乾燥処理が行われています。

表 3-6 雲仙市環境センター運営状況

項目	内容
施設名称	雲仙市環境センター
住所	長崎県雲仙市国見町神代己 10
事業内容	し尿処理、肥料用ペレット製造
重油ボイラー	三浦工業社製 温水ボイラー 233kW×2 基 76kW×1 基
重油使用量	129,165L (平成 30 年～令和元年度平均)
重油単価	101 円/L (令和元年度平均価格)
稼働時間	24 時間 (8 時 30 分～16 時 : 低負荷運転 16 時～8 時 30 分 : 高負荷運転)



写真 3-1 施設外観



写真 3-2 温水ボイラー・し尿処理槽

3.5.2 熱需要の把握

雲仙市環境センターへのボイラー導入条件を整理するため、熱需要の把握を行いました。重油の月別使用量は図 3-8 の通りです。平均で 11,000L/月の重油使用量となりますが、夏季冬季での変動が大きく、最も使用量の少ない8月で 6,500L/月、最も多い1月で 14,000L/月と、倍以上の差があることが分かりました。よって夏季・冬季で熱需要が大きく変動することを加味した運用体制を考慮する必要があります。

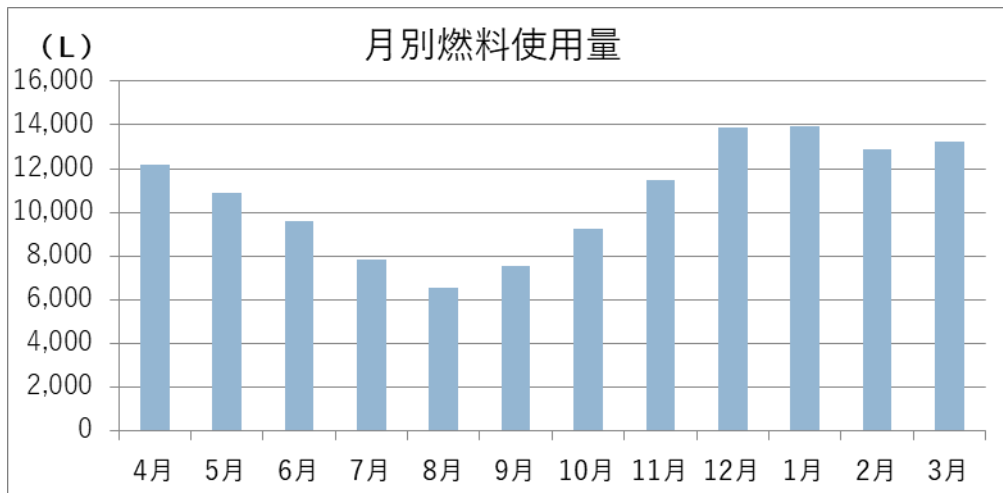


図 3-8 月別重油使用量

1日の熱需要推移を図 3-9 に示します。24 時間稼働していますが、日中は低負荷運転、夜間は高負荷運転であるため、その負荷傾向を把握する必要があります。そこで低負荷時の燃料使用量と高負荷時の燃料使用量をモニタリングしました（令和 2 年度 9 月下旬～10 月中旬の 1 ヶ月間実施）。その結果、およそ 8:2（高負荷運転：低負荷運転）の割合で燃料使用されていることが判明したため、結果に反映させています。

夏季（5 月～10 月想定）は低負荷時で約 60kW、高負荷時で約 130kW 程度の熱需要が発生しているの見込まれます。冬季（11 月～4 月想定）は低負荷時で約 100kW、高負荷時で 190kW の熱需要の発生が見込まれます（これらは平均値であり、一時的に熱需要が変動するなどの可能性があります）。

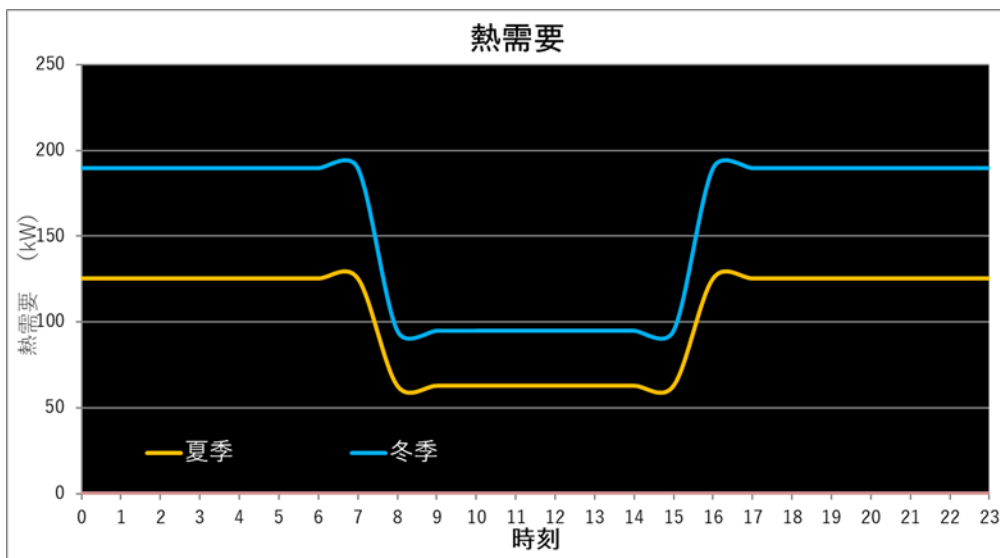


図 3-9 雲仙市環境センター 時間別熱需要の推移

3.5.3 事業性試算

熱需要の把握内容に基づき、ボイラー規模の選定と事業性試算を行いました。試算条件を表 3-7～表 3-9 に整理します。

化石燃料はA重油で令和元年度の平均価格より試算を行います。バイオマスボイラーについては、効率を80%としました。より熱効率の良いボイラーも多数ありますが、導入する設備は民間事業者選定後に決定され、現時点では未決定のため、低めの代替率で試算しています。チップの条件は水分35%、価格を7円/kgとしました。これは間伐材等森林整備に基づき生産された材と、建築廃材など安価な材をおよそ1:1で混合させる想定で設定しています。森林組合とチップ製造事業者から燃料材の価格をヒアリングし、地域山林から出る材は土場で乾燥させて水分を低減させたうえでチップ化することを想定しています。バイオマスボイラーのランニングコストは表 3-9 のように設定しており、減価償却費はボイラーの建屋とボイラーの諸設備でそれぞれ法定耐用年数を基に減価償却費を計算し、償却期間の平均金額を計上しました。固定資産税は平均金額として事業費の1.4%としました。消耗部品などの交換やメンテナンス費を加味した維持管理費は事業費の2.0%としました。ばい煙測定費は一般的な金額として年間10万円かかるものとし、人件費は民間事業者の運用体制によって大きく変わるため、現状の試算ではコストに含めない形で試算しました。

表 3-7 試算条件（既存燃料情報）

項目	内容
使用燃料	A 重油
低位発熱量	37.1MJ/L (10.3kWh/L)
CO2 排出係数	2.71kg/L
価格	101 円/L

表 3-8 試算条件（バイオマス情報）

項目	内容
ボイラー効率	80%
チップ水分	35%
チップ発熱量	11.7MJ/kg
価格	7 円/kg

表 3-9 試算条件（ランニングコスト）

項目	内容
減価償却費	建物：減価償却年数 31 年 ボイラー設備：減価償却年数 15 年 ※償却期間の平均額を計上
固定資産税	事業費の 1.4%
バイオマス調達費	チップ使用量×チップ単価
維持管理費	事業費の 2.0%
ばい煙測定費	100,000 円/年
人件費	0 円

試算条件から出力規模別に経済性を試算した結果、200kW の出力規模が最も良好な経済性となりました（表 3-10）。事業費は合計で概算 7,000 万円が計上され、補助事業等を活用した場合には 1/2 の補助率を想定して計算しています。チップの使用量は約 440t/年になると見込まれています。ランニングコストの合計は 707 万円が計上され、この金額は ESCO 事業者が負担するボイラー運用コスト分と想定されます（人件費を除く）。対して A 重油の削減金額は 1,305 万円となり、ランニングコストと差し引くと、598 万円の導入利益（年間収支）となります。この収支金額を基に投資回数年数を計算すると 50% の導入補助有りでは 4.4 年となり、5 年で投資回数可能となります。よって ESCO 事業を検討するには十分な事業性があると分かりました。しかし、この収支には ESCO 事業者の利益が計上されていないため、ESCO 事業として行う際にはその検討が必要となります（熱供給単価については「3.5.4 今後の検討事項」にて後述）。

また、チップ価格が変動した場合の収支変化（感度分析）を行った結果が図 3-10 になります。チップ価格の採算分岐点は 20 円/kg となり、現状は間伐材森林整備に基づき生産された材を 50%用いる仮定で 7 円/kg となっていますが、その割合を増やす余地はあるものと考えられます。

表 3-10 試算結果（雲仙市環境センター）

バイオマス 燃料条件	価格	円/kg	7
	水分	%	35
導入ボイラー 規模	出力	kW	200
	化石燃料代替率	%	100
事業費	補助前	千円	69,921
	補助後(50%)	千円	34,961
バイオマス燃料消費量		t/年	440
ランニング コスト	減価償却費	千円/年	1,969
	固定資産税	千円/年	517
	バイオマス調達費	千円/年	3,082
	人件費	千円/年	0
	維持管理費	千円/年	1,398
ばい煙測定費		千円/年	100
費用合計：①		千円/年	7,066
化石燃料	化石燃料削減量	L/年	129,165
	化石燃料削減額：②	千円/年	13,046
年間収支(②－①)		千円/年	5,980
CO2排出削減量		t-CO2	350
投資回収年数	補助無	年	8.8
	補助有	年	4.4

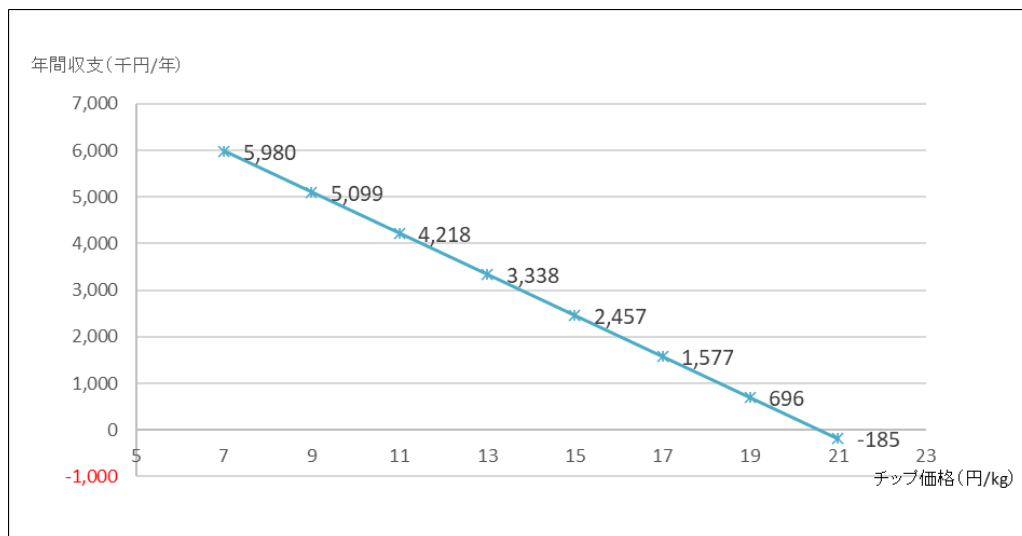


図 3-10 感度分析

3.5.4 今後の検討事項

(1) 破碎チップの利用可能性

本事業では破碎チップの利用を想定していますが、破碎チップは形状が不均一であることによりボイラー炉内に入るまでの搬送過程や燃焼においてトラブルを起こす可能性があります。そこでボイラー会社にヒアリングを行い、破碎チップの利用可否とその推奨品質を情報収集しました。回答が得られたボイラー会社 2 社の回答は表 3-11 のようになります。

回答が得られた 2 社共通でチップの最大長が規定以下であることが重要視されました。小型のバイオマスボイラーではスクリュウコンベアを用いてボイラー炉内へ搬送することが一般的です。規定サイズ以上のチップはそのスクリュウ搬送を阻害する要因となるだけでなく、スクリュウコンベアへチップが流入する入り口に引っ掛かり、ブリッジと呼ばれる詰まりを作る恐れがあります。これらを防ぐことが重要との回答が得られました。またボイラー次第でダストやバーク（樹皮）の混入も燃焼の妨げとなる恐れがあるため、ふるいがけなどを行って規定サイズ以上のチップ混入を防ぎ、導入するボイラーの仕様に合わせてチップ製造が安定稼働には重要といえます。

表 3-11 破碎チップ利用可否に関する回答

ボイラー会社	A 社	B 社
推奨サイズ	最大長 50mm 以下	最大長 80mm 以下 (太さ 20mm×10mm 程度)
ダストの有無	チップ化の際に生じる量は問題なし	取り除く必要あり
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・オーバーサイズが生じるとスクリュウコンベアの入りでブリッジを作る可能性が高い。 ・チップのふるいがけを行うことが望ましい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ダスト、バークの混入は搬送だけでなく、燃焼が安定しない可能性が高い

(2) 熱供給単価

前節表 3-10 に示す通り、ESCO 事業として民間事業者にて実施するには熱供給単価を設定する必要があります。仮に表 3-10 における年間収支 598 万円のうち、50%を民間事業者の利益、50%を市の燃料費削減額とした場合、299 万円がそれぞれに按分される形になります。市は熱量に応じて熱供給代金を民間事業者に支払う想定であるため、利益を含んだそのコスト合計は表 3-12 に示す 1,006 万円となります。今回の試算では 412 万 MJ の熱量を供給する想定であるため、供給熱量当たりの単価としては約 2.44 円/MJ となります。

表 3-12 熱供給単価の試算例

項目	条件
民間事業者利益 (a)	表 3-10 年間収支の 50% (2,990 千円/年)
バイオマスボイラーのランニングコスト (b)	7,066 千円/年
事業者利益を含むコスト合計 (a+b=c)	10,056 千円/年
バイオマスボイラーによる熱供給量 (d)	4,121,123MJ/年 (1,144,756kWh/年)
熱供給単価 (c/d)	約 2.44 円/MJ (約 8.78 円/kWh)

また、熱供給量の把握としてはバイオマスボイラーから発生した温水について熱交換器を通じて往復する際の送り管・還り管に熱量計を設置しておき、熱供給量を測定する方法が考えられます。より簡易な把握方法としては、基準値を定めて置き、チップの納品量で算出するなどの方法も考えられるため、選定された民間事業者と市が納得できる事業体制を検討することが重要となります (図 3-11)。

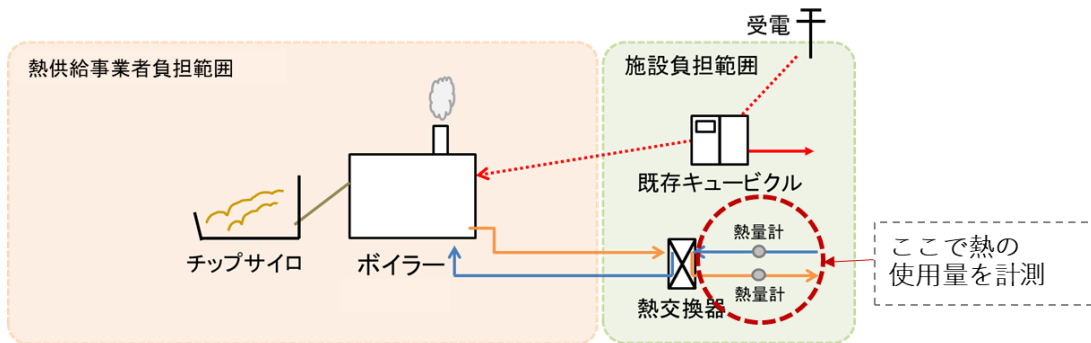


図 3-11 熱供給量の把握方法 (イメージ)

4. 総括

雲仙市では、雲仙市環境センターをバイオマスボイラーの導入候補施設とし、林業振興に資するバイオマスエネルギーの活用が可能か、民間事業者による熱供給事業が可能かについて主に検討しました。結果として間伐材等の森林整備に基づき生産された材だけでなく、安価に入手可能な材との併用を検討することにより、バイオマスボイラーを導入した際の利益は民間事業者の熱供給事業が検討可能な結果であると分かりました。今後の検討としては破砕チップの利用体制の構築、熱供給事業としての詳細な条件整理が必要であると考えられます。どちらも民間事業者が選定されたうえで双方のニーズを満たす事業体制の構築が肝要であるため、次年度以降もその体制整備に向けた検討が引き続き行われることとなりました。

また、林業振興に向けた取組も地域内の事業者から明確な課題意識があり、路網整備など早急に解決すべき課題が多くあることが明らかになっています。今後も事業者間での連携や市の支援体制を充実させ、効果的な森林整備に向けた議論を続けていくこととなりました。

令和2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

長崎県雲仙市
「地域内エコシステム」モデル構築事業
報告書

令和3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