

# **木質バイオマス利用事業 可能性調査報告書**

**平成17年 3月**

**山形県最上総合支庁  
NPOバイオマスもがみの会**

# 目 次

序章 前提条件の整理 .....	1
0 1 本調査の背景と位置付け .....	1
0-1-1 本調査の背景 .....	1
0-1-2 アクションプランにおける本調査の位置付け .....	1
0 2 木質バイオマスの定義と本調査の範囲 .....	3
0-2-1 木質バイオマスとは .....	3
0-2-2 本調査の範囲 .....	3
 第 1 章 山形県における木質バイオマスの取り組み概況 .....	5
1 1 県全体での取り組み状況 .....	5
1 2 最上地域における取り組み状況 .....	6
 第 2 章 最上地域周辺における木質バイオマスの利用実態と利用可能性 に関する現地調査結果と課題の整理 .....	7
2 1 木質バイオマスの利用実態事例 .....	7
2-1-1 製材所残材 .....	7
2-1-2 間伐材 .....	8
2-1-3 広葉樹材 .....	8
2-1-4 林地残材 .....	9
2-1-5 その他 .....	9
2 2 木質バイオマスのエネルギー利用の可能性 .....	11
2 3 市町村の取り組み状況 .....	17
2-3-1 新庄市 .....	17
2-3-2 金山町 .....	17
2-3-3 最上町 .....	17
2-3-4 鮎川村 .....	18
2-3-5 立川町 .....	18
2-3-6 岩手県衣川村 .....	18
2 4 最上地域における木質バイオマス利用の課題整理 .....	19
 第 3 章 木質バイオマスのエネルギー変換技術と利用形態 .....	21
3 1 現在利用されている未利用木質バイオマス資源 .....	21
3 2 木質バイオマスのエネルギー変換技術と利用形態 .....	21
3-2-1 エネルギー資源としての木質バイオマスの種類と特性 .....	21
3-2-2 エネルギーの変換手法 .....	23
3-2-3 木質バイオマスのエネルギー変換コスト .....	24
3-2-4 木質バイオマス燃焼炉の種類と事例 .....	25

第4章 先進事例の調査	29
4-1 山形県立川町	29
4-2 岩手県衣川村	30
4-3 岩手県工業技術センター	31
第5章 最上地域における収集可能な木質バイオマス量	33
5-1 現状における収集可能な木質バイオマス量	33
5-2 最上地域内における木質バイオマス発生量の傾向	35
第6章 木質バイオマス利用可能施設の検討とシミュレーション	37
6-1 グリーンバレー神室の温泉施設の場合	37
6-2 大規模園芸施設の場合	42
6-3 大規模きのこ生産施設の場合	44
第7章 木質バイオマスの循環システムフロー	47
7-1 木質バイオマス利用の基本的考え方	47
7-2 木質バイオマス活用による資源循環システムの提案	49
第8章 導入効果の試算	53
8-1 最上地域における森林の適正管理の促進	53
8-2 最上地域の地域活性化への効果	54
8-3 地域コミュニティの復活	54
第9章 実現に向けた今後の取り組み	55

## 資料編

1. 事例調査票（取材記録）
2. 木質チップボイラの機種に関する参考資料
3. 民間における木質チップボイラのケーススタディ
4. 活用可能な補助制度

## 序 章 前提条件の整理

### 0 1 本調査の背景と位置付け

#### 0-1-1 本調査の背景

山形県では平成16年3月に「山形県バイオマス総合利用ビジョン」～バイオマスによる新たな社会形成のための指針～が策定された。このビジョンは平成10年3月に策定された「山形県新エネルギービジョン」にバイオマスが新エネルギーとして正式に位置付けられていなかったこと、平成14年12月の「バイオマス・ニッポン総合戦略」が閣議決定したことなどを受け、その追加的ビジョンとして策定されたものである。

また、木質バイオマスに関しては「山形県木質バイオマス資源活用計画」が平成16年3月に県農林水産部森林課によってまとめられている。

一方、最上地域においては、林業の盛んな地域であることから、製材工場での端材やバーク、チップなどのリサイクル利用をはじめとして、NPOや研究機関等で木質バイオマスに関する先進的な取り組みが行われてきた。

そこで、平成15年度に最上総合支庁内の研究会によって「もがみ木質バイオマス高度利用アクションプラン」が策定され、その中で5つの具体的なアクションプランが示された。その提言を受けて府内に研究者や民間の実践者を加えた「木質バイオマス高度利用検討委員会」が設置され、それぞれのアクションプランが具体的な実行に移されつつある。

本調査は、その中のアクション5「その他バイオマス利用検討及びテスト販売」に含まれるチップボイラの導入検討を中心に、最上地域及び周辺における木質バイオマスの利用実態を調査し、今後の導入システムの検討など、その有効利用の可能性を探るものである。

#### 0-1-2 アクションプランにおける本調査の位置付け

本調査は、前述のように現在最上支庁で進められている「もがみ木質バイオマス高度利用アクションプラン」の一部を担うものである。

このアクションプラン及び本調査の位置付けを明確にするために、図0-1にそれぞれの関係性と現在進められている具体的な推進方向を示す。

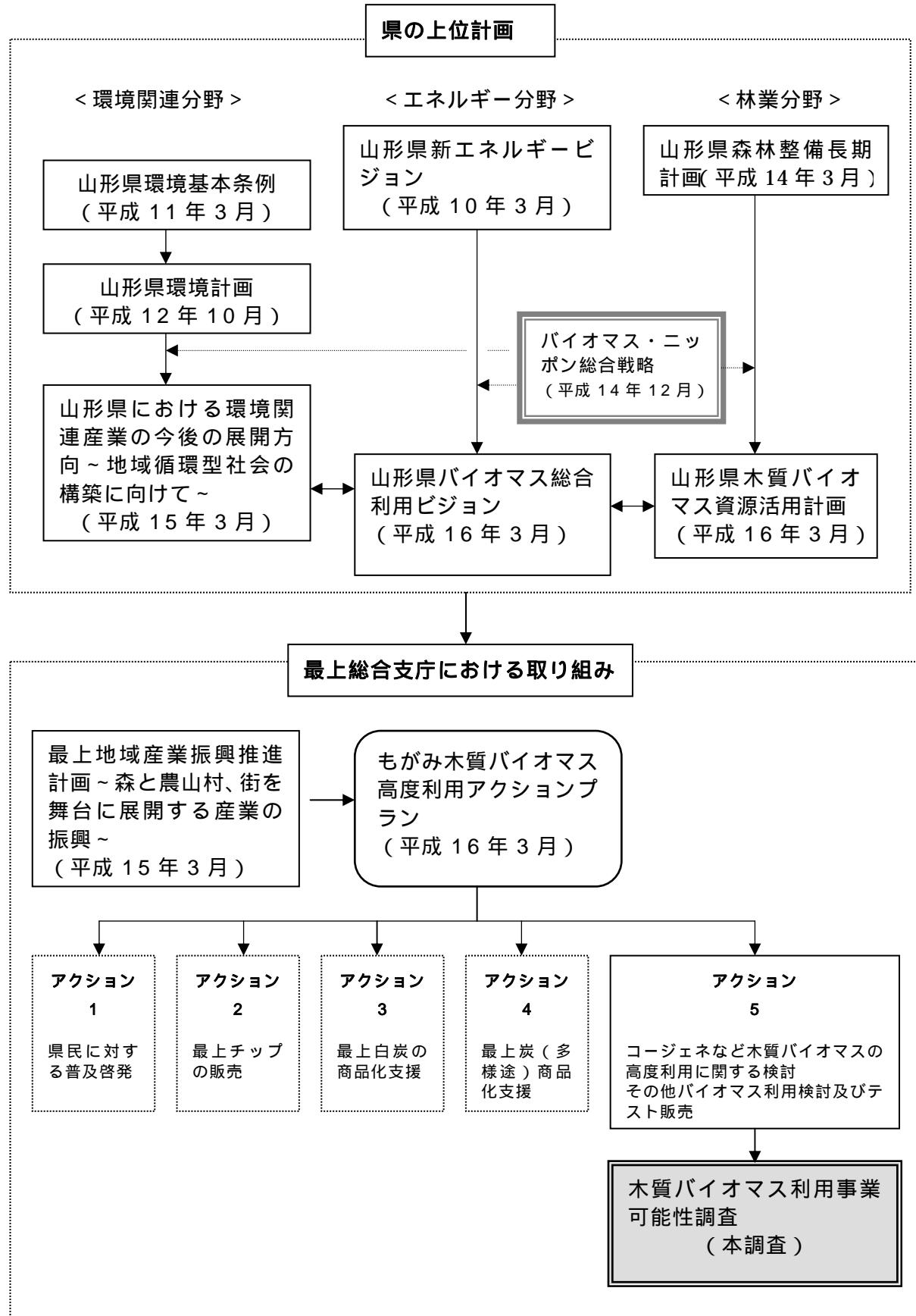


図 0-1 本調査の位置付けと上位及び関連計画

## 0 2 木質バイオマスの定義と本調査の範囲

### 0-2-1 木質バイオマスとは

バイオマスとは、生物資源（bio）の量(mass)を表すことばであり、石油資源を含まない「再生可能な生物由来の有機性資源」である。その中で、木材からなるバイオマスのことを「木質バイオマス」と呼ぶ。

木質バイオマスには、建築用材や加工用木材、紙パルプ、薪や炭などの現在資源として利用されているもののほか、樹木の伐採や造材の時に発生した枝葉などの林地残材、製材工場などから発生する端材やおが屑、街路樹の剪定枝、ダムに集まる流木、住宅の解体材などのように放置あるいは廃棄物として処理されている多くの未利用の木質バイオマスがある。

### 0-2-2 本調査の範囲

本調査では、最上支庁管内における木質バイオマスを対象とし、特に未利用の木質バイオマスのエネルギー利用に関する利用可能性を中心に検討するものである。

また、木質バイオマスの利用拡大によって、林業の持続的経営や森林の適切な保全と活用に必要な維持管理作業が促進され、地域の新しい産業おこしにもつながるような利活用システムの検討も含めて行うものである。



# 第1章 山形県における木質バイオマスの取り組み概要

## 1 1 県全体での取り組み状況

本県における木質バイオマスについては、素材や燃料として、古くからさまざまなかたちで利用されてきたが、近年ではマテリアル利用として、製材所の残材等を利用したパーティクルボードの製造や間伐材を利用した土木資材の製造が行われている。

また、住宅の建設廃木材等から木炭を製造し、住宅用床下調湿材や土壤改良資材等として商品化したり、バーク堆肥の製造、製紙原料や畜産敷材等に用いるチップや乾燥バークの製造などが行われている。

エネルギー利用としては、ペレット製造や製材所内での木屑焚きボイラによる熱利用といったといった取り組みがみられる他、立川町の（株）立川 CS センターでは、NEDO との平成 15 年度共同研究として「木質バイオマス・ガスコーチェネ設備実証試験事業」が採択された。

これは、製材所の端材等の木質バイオマスをガス化し、汚泥炭化装置の補助燃料として利用するとともに、ガス発電装置により得られる電力と熱を計画中の微生物資材の生産設備に供給するもので、平成 16 年度から実証試験を開始する予定となっている。

県内における利用事例を表 1-1 に示す。

表 1-1 木質バイオマスの利用事例（山形県バイオマス総合ビジョン H16.3 山形県文化環境部）

利用形態	団体名・事業所名	所在地	利用するバイオマス	主要製品形態
マテリアル	東北ホモボード工業( 株 )	米沢市	製材所端材等	パーティクルボード
	( 有 ) 匠まさの	金山町	間伐材	木製舗装材、水質浄化装置
	東北カーボン( 株 )	山辺町	建設廃木材	炭化( 床下調湿材等 ) チップ
	五十嵐特殊建設( 株 )	村山氏	根株・伐採木	バーク堆肥
	( 株 ) アールテック	寒河江市	建設廃木材	炭化( 土壤改良材等 ) チップ
エネルギー	グリーン渡会( 株 )	櫛引町	間伐材・河川支障木	ペレット
	( 協 ) 山形ウッドエネルギー	寒河江市	製材所端材等	ペレット
	( 株 ) 庄司製材所	真室川町	製材所端材等	事業所内熱利用
	( 株 ) 立川 CS センター	立川町	木質系チップ	発電、熱利用

## 1 2 最上地域における取り組み状況

平成 16 年 7 月現在における最上総合支庁管内でのバイオマスに関する取り組み状況は以下の図のとおりとなっている。

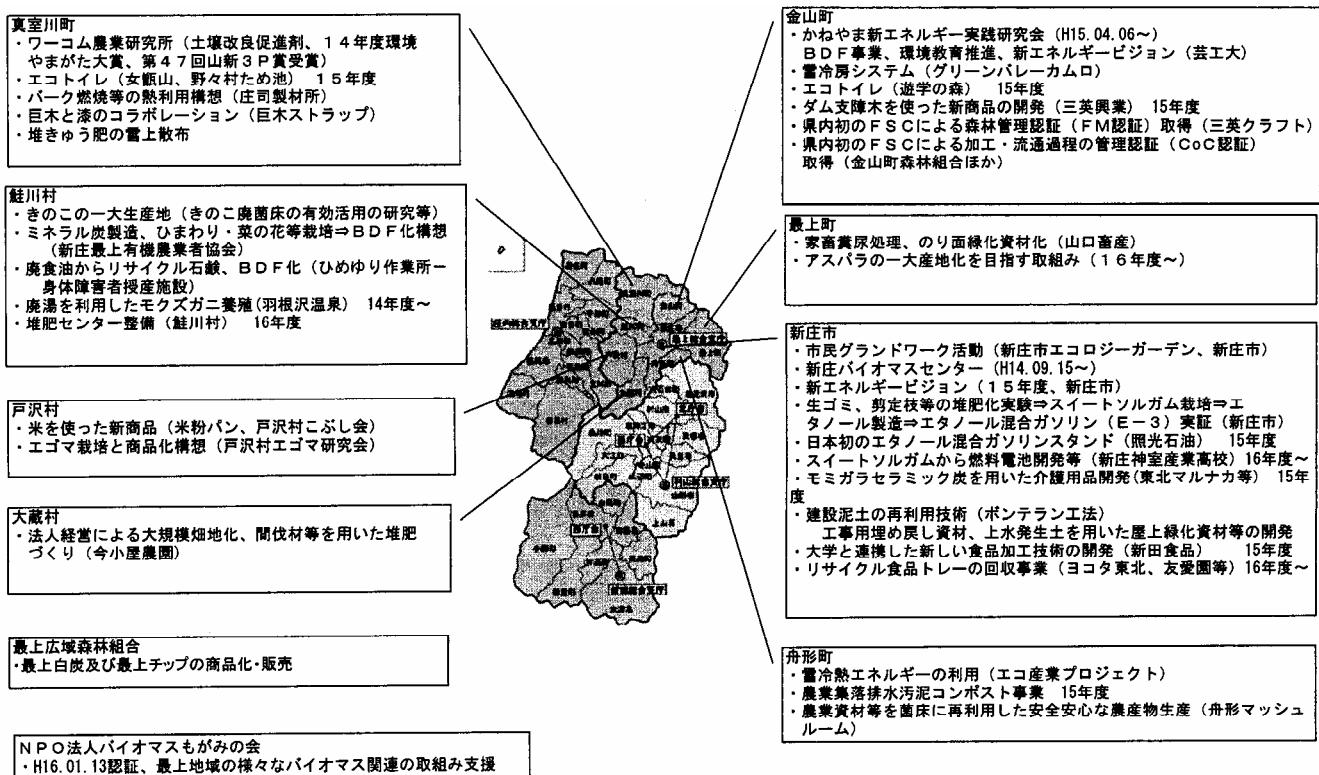


図 1-1 最上地域のバイオマス等資源循環の取り組み  
( 山形県最上総合支庁産業経済部 )

これらのうち、木質バイオマスに関する取り組みのみを以下の表に整理する。

表 1-2 最上地域における木質バイオマスの取り組み事例

利用形態	団体名・事業所名	所在地	利用するバイオマス	主要製品形態
マテリアル	(有) 匠まさの	金山町	間伐材	木製舗装材、水質浄化装置
	高源農産	大蔵村	間伐材等	堆肥づくり
	最上広域森林組合	広域圏	チップ	最上白炭、最上チップの商品化
エネルギー	(株) 庄司製材所	真室川町	製材所端材、バーク等	事業所内熱利用

## 第2章 最上地域周辺における木質バイオマスの利用実態と利用可能性に関する現地事例調査結果及び課題の整理

### 2-1 木質バイオマスの利用実態事例

#### 2-1-1 製材所残材

##### 1) 株式会社庄司製材所

最上地域には、国産材製材の大手である庄司製材所（山形県真室川町）があり、独自の樹皮脱水乾燥設備や木屑焚きボイラなどにより製材廃棄物や残材を一切出さない「完全リサイクル」で資源の有効活用を図っている。現在は自社の製品の乾燥に用いる熱利用のみであるが、熱エネルギーにはまだ余剰能力がある。

現在7つの工場で山形県産材の杉丸太を中心に1日約170m<sup>3</sup>を挽き、残材から約180 m<sup>3</sup>/日のチップを生産している。このチップの大半が製紙用に引き取られるが、製材工場の乾燥用ボイラの熱源としても利用している。

またボイラの余剰蒸気で発電も可能であるが、設備投資に多大な費用がかかるため、その活用はまだ行っていない。そのためエネルギーの利用率としては30%程度であろうということであった。

また、端材から芋煮用の薪の生産も行われており、「地元の資源を生かし、地元との共存を目指す」という会社の経営理念に合った活動を行っている。



◀ 右手前がバークホッパー、その向こうが樹皮脱水設備

同社の庄司社長のアイデアを受けてクボタが製作した日本初の樹皮脱水乾燥システムである。

60 m<sup>3</sup>/日の粉碎された乾燥樹皮を生産し、JAを通して家畜農家の敷料として出荷している。

同社では、製材廃棄物を全て工場内で資源化して木材資源の有効活用を図るシステムが確立している。今後余剰エネルギーの再利用等の課題はあるものの、設備投資が可能になれば発電システムの導入も可能である。一切の補助を受けないのでここまで先進的取り組みは特筆すべきものがある。

将来的に、このシステムが地域の木質バイオマス循環の核として展開できる大きな可能性を有していると言える。



← 自社製材工場から出る木屑を燃焼させる木屑ボイラ

このボイラは端材、チップ、バークなどの木質燃料全てに対応している特注のボイラで、この熱源を製品やバークなどの乾燥に活用している。

### 2-1-2 間伐材

山形県では、平成 14 年 3 月に策定された「山形県森林整備計画」で、平成 17 年度には 3,200ha、平成 22 年度には 3,500ha の間伐を実施することを目標としている。

しかし、現状では市場価格が低いため間伐を行っても林地内に放置される場合が多い（最上地域では他地域より少ないと想え 45% が放置されている）。

搬出された間伐材の利用方法は梢丸太や杭木などの素材として 96%（県全体平均）が消費され、チップや燃料としての利用は僅かであるため、木質バイオマス資源利用施設事例からは除外したが、今後はこの分野での利用拡大がカギとなる。

### 2-1-3 広葉樹材

新庄市の井上林業では菌床シイタケ用のチップを、ナラ類を中心とする落葉広葉樹を原料として 14 m<sup>3</sup>/日の生産を行っている。



← 菌床シイタケ用のチッパー

投入口は間伐材程度が入るものでやや小型の破碎機である。



◀ 製紙用チップより細かく粉碎できるもので  
これとオガ粉を 7 : 3 程度に混合して菌床に利用される

本施設は容量は小さいが、コナラやミズナラなど落葉広葉樹を原料にするため、かつての薪炭林であった里山の手入れに近い管理作業との連携が期待される。

#### 2-1-4 建築廃木材

新庄市にある株式会社 KTT は、廃棄物処理の会社であるが、建築廃木材については分別したものののみを受け入れ、塗料など化学物質の含まれていない建築解体材と、山林からの未利用木質資源をチップ化して販売している。

建築廃木材は主にマルチング材に、山林からの木材は堆肥用に利用されている。

チッパーは  $400 \text{ m}^3/\text{日}$  の能力があり、牽引による移動も可能であるため、マツクイムシによる被害木を現地でチップ化できるという特徴も有している。

現在堆肥用チップは、後述する玉川大学新庄バイオマスセンターにほとんど出荷しており、そこで有機性廃棄物と混合して堆肥化されている。



◀ チップ化される前の建築廃木材  
課題は入荷量が日によってバラツキが大きいことである



▲ 山林からの未利用木質資源



▲ チッパーからベルトコンベアで大型ダンプカーに積み込まれる

#### 2-1-5 林地残材

林地残材については、運搬費の問題でほとんど利用されていないのが現状である。

しかし、前項の株式会社 TKK では上の写真のように、災害や林道建設などで発生したものを中心に堆肥用にチップ化して利用されている。

いずれにしても、林地残材だけで常に定量の資源を確保するには運搬費の関係で困難な状況となっている。

#### 2-1-6 その他

##### 1) 玉川大学新庄バイオマスセンター

玉川大学は新庄市と協定を結び、新庄市エコロジーガーデン内に「玉川大学学術研究所新庄バイオマスセンター」を開設した。

この協定は、新庄市と玉川大学が新しい時代の要請に応え、バイオマス資源の総合的な利活用に関する研究を、市民と連携しながら進めていくことを目的にしている。

現在は木質バイオマスの堆肥化と、エネルギー作物としてのスイートソルガムからエタノールを抽出する研究を行っている。

循環型社会のモデルとして有機性廃棄物から土づくりを行い、その土でエネルギー作物を生産し、その作物からバイオ・エネルギーを抽出することを目指している。

現在、有機性廃棄物とチップを使って作られた堆肥は、扱いやすい粒状となっていて臭いもほとんど無く、地域の人たちからも大変好評である。



◀ 新庄市エコロジーガーデン内に開設された、玉川大学新庄バイオマスセンター

平成 16 年度から新庄市バイオマス推進室がこの建物内に併設されている。

## 2 2 木質バイオマスのエネルギー利用の可能性

エネルギー利用の可能性調査対象として、地域内でエネルギー需要の大きい施設園芸関連業種及び公共的な施設を選び、現地視察とヒアリング調査を行った結果を以下に示す。

### 1) 熊谷園芸

現在鮭川村に 2ヶ所の生産施設を有し、主要なバラの生産温室の延べ床面積は 19,800 m<sup>2</sup>に及んでいる。

現在の主要なエネルギー源は A 重油のヒーターである。温度や散水、施肥の管理はほとんど自動化されており、熱源のヒーターは年間約 6 ヶ月間稼動している状況である。

熱源に利用されている A 重油は、年間約 30,000 千円かかっており、電気代は約 2,500 千円程度とのことであった。

この主要熱源をチップボイラに変更する場合の可能性をヒアリングした結果、以下のような課題があることが明らかになった。

寒冷時期だけでなく除湿にも利用するため、自動制御による着火と消火が簡単にできないと対応が難しい。

チップボイラの価格とその後の原料代がトータルで A 重油のものより安いこと。



◀ 平成 15 年に新しく増設された立派な 5 棟のハウス

1 棟の面積は約 2,400 m<sup>2</sup>、1 棟毎に 128,000 K cal の重油ヒーターが 2 基備えられている。

### A 重油ヒーター ▶

管理室から全自動制御システムとなっている



## 2) 栗田園芸

新庄市に生産ハウスと直販店のある栗田園芸は、シクラメンとカーネーションが主力商品で、販売先は関東の量販店向けが中心である。温室の面積は約 5,000 m<sup>2</sup>で、加温装置は灯油ヒーター 100,000 Kcal 1 基、50,000Kcal 5 基の計 6 基 350,000Kcal である。

灯油ヒーターは最も普及しているため導入時のイニシャルコストが安く、管理も容易ということである。また、年間の灯油代は全体で 500 万円弱かかっている。

チップボイラの利用可能性については、経済的メリットの他、ストックヤードの確保や灰の処理、除湿への迅速対応などが解決される必要がある。灯油ヒーターの便利さに慣れてしまっているため、なかなか切り替えが難しいのではということであった。



← 約 2,300 m<sup>2</sup>あるパイプ連棟式のハウス

独自の雪処理システムで屋根雪の融雪を行っている。

最盛期を迎えた小鉢シクラメンの生産。

100,000 K cal の灯油ヒーター →

メンテナンスもほとんど必要ない。



### 3) 農事組合法人オーケファーム

鮭川村にあるオーケファームは菌床ナメコを320万本/年生産する。生産ラインはかなり自動化が進んでいる。

施設内の熱源は菌床の殺菌用加温に3基のA重油ボイラを、暖房に灯油ヒーターを使用している。

エネルギー使用量としては、殺菌用や暖房用の重油や灯油よりも、保冷用の電力の方が大きいということであった。

現状では木質チップボイラへの変更可能性は、加温用だけでは現実的ではないと思われる。しかし、冷暖房のできるシステム構築であれば利用価値がでてくると思われる。



最終段階の収穫と袋詰のライン

菌床は1回採りで廃棄されるため肥料として再利用される。

118 で5~6時間の殺菌用に使われるA重油ボイラ →



#### 4) 最上きのこ出荷組合

最上町にある最上きのこ出荷組合は、4人の菌床しいたけ栽培農家の出荷組合で年間約9万本の菌床を生産している。

菌床は約7割がチップで3割がオガ粉である。廃菌床は自家用の水田に肥料として鋤き込んでリサイクルされている。

熱源に関してはビニールハウスで約30,000本の菌床シイタケを出荷している生産農家で、A重油の温風ボイラ(73,000Kcal)2基と灯油ヒーター1基を使用。約100万円/年の燃料費がかかっているとのことであった。

利用規模があまり大きくなく、コストが製品にダイレクトに響いてくることから、木質チップボイラの導入は、イニシャルコストがかなり低減できれば可能性があると思われる。

個々の農家の現状でみると、温度の制御システムが自動化されておらず、自動化の進んでいる大規模な花卉園芸業者より導入の可能性があると思われる。

また、現状として菌床の原料にチップを購入しており、ボイラの燃料確保と合わせることにて、運搬コストの低減化や購入先のチップの扱い量の拡大によるコストダウンなども考えられる。



◀ ビニールハウスで  
培養されている菌床  
シイタケ

A重油ボイラ →  
出荷額に対する燃料費  
の比率は結構高い。



## 5) 株式会社縁の起

株式会社縁の起は、鮭川村で菌床エノキの生産を行っており、年間生産量は 750t に及ぶ。生産の過程で 1 日 13 m<sup>3</sup>の廃菌床が発生している。

現在この廃菌床の処理が課題となっており、H17 年度から熱分解によるガス化を行い、発電によるコーディネーションシステムを構築するための FS 調査が計画されている。

エノキの生産過程では、菌床の殺菌用の熱エネルギーと、生育期間中 60 日弱の低温空調が必要である。

そのため加熱用の重油ボイラと空調用エアコンの電力を使用している。

現在、夏場は約 180 万円/月、冬場で約 100 万円/月の電気代がかかっているとのことであった。

特に空調はストップすると短時間で製品がダメになるため、落雷による停電が最も心配なことであった。自家発電と買電の併用になれば、そのリスクもかなり解消されると思われる。



▲ 保冷室内で生育中のエノキタケ



▲ 出荷のための梱包作業

## 6) グリーンバレー神室の温泉施設ホットハウスカムロ

ホットハウスカムロは、金山町のレクリエーションエリアであるグリーンバレー神室の拠点施設であるシェーネスハイム金山に付帯する温泉施設である。シェーネスハイム金山は滞在型温泉付ホテルとして JR 東日本グループが経営しており、周辺にスキー場、テニスコート、キャンプ場、パラグライダー練習場、森林学習館、温泉施設等があるミニリゾート地である。

この中の温泉施設ホットハウスカムロは、A 重油焚きのボイラが温泉水加温用に使用されており、設置から 12 年以上が経過している。

現在のボイラの出力は 600,000Kcal/h で、年間の重油消費量は約 110 KI となっている。

隣接する森林交流センターには冬季の積雪を利用した雪冷房システムが稼動しており、今後木質バイオマスエネルギーを利用することになれば、地域の特性を活かした自然のエネルギー活用としての先進事例として期待できる。



▲ シェーネスハイム金山



▲ A 重油ボイラ  
設置後 12 年以上経過し、更  
新時期に来ている。



◀ 温泉施設  
源泉を加温して給湯している。

## 7) 金山町森林組合

金山町森林組合は、現在製材品の乾燥のために重油ボイラを使用しているが、そろそろ更新時期にきており、森林組合では木質チップボイラの導入を検討している。

現在端材等の処理は、チップ業者に無料で引き取ってもらっている状況である。

したがって、そのチップを有効に活用できるボイラの導入によって、燃料費の節約が期待されるところであるが、導入のための初期投資の規模が課題となっているようである。



▲ 乾燥室の状況( 現在は長さ 4m もの  
まで処理が可能 )



▲ 現在使用中の A 重油ボイラ  
(出力は最大 215,600kcal)

## 2 3 市町村の取り組み状況

木質バイオマスに関する最上地域及び周辺市町村の取り組みについて取材した結果を事例として以下に述べる。

### 2-3-1 新庄市

新庄市は平成 16 年 7 月に産・官・学・民で構成される「新庄市バイオマス利活用推進協議会」を庁内（担当部局・農林課バイオマス推進室）に設置し、現在はバイオマスタウン構想の策定を目指している。

また、玉川大学学術研究所新庄バイオマスセンターが立地することから、同センターでの研究テーマに関連する堆肥化施設や燃料作物の栽培によるバイオエタノール製造施設等の整備も目指しており、木質バイオマスのエネルギー利用に関する目立った取り組みはないようである。

### 2-3-2 金山町

金山町は土地面積の 75% を山林が占めており、民有林から生産されるスギ材は「金山スギ」と呼ばれる上質な木材で町の特産となっている。

また、地域の特性と地域資源、地域の技術を生かしたまちづくりとして、町のスギ材による在来工法の木造住宅で美しい街並みを形成しようとする「街並みづくり百年運動」が推進されてきた。

木質バイオマスの利活用は、まさに地域の特性を活かすだけでなく、環境負荷の低減や地場産業の活性化、雇用の拡大、新しい技術の開発などに大きな潜在的可能性を持つものとして期待が高まっている。

平成 16 年 3 月には、かねやま新エネルギー実践研究会と東北芸術工科大学の共同による「バイオマス金山構想」調査報告書がまとめられた。

これによって金山町のバイオマス資源の現状や賦存量、エネルギー需要量などが明らかにされ、森林のバイオマス資源を活かした「森に暖められるまちづくり構想」が提案されている。

現在はまだ具体的な取り組みに至っていないが、地域の特性やまちづくりへのこれまでの取り組みから考えても、金山スギの生産から活用、そして物質循環のサイクルを完成させることによって、まさに森に生かされ森に暖められる町が実現できるであろう。

### 2-3-3 最上町

最上町は、平成 16 年 11 月に庁内関連各課と農業関連団体から構成される「最上町環境保全型農業検討委員会」を設置（担当部局は農林課）し、バイオマス資源の堆肥化をはかり、農地へ循環利用の推進を行っている。

#### 2-3-4 鮎川村

鮎川村では、平成 15 年 5 月に庁内関連各課と農業関連団体、消費者の団体等からなる「鮎川村環境農業推進協議会」を設置（担当は産業建設課環境農業推進室）し、バイオマス資源の堆肥化による農地への活用の推進を図っている。

#### 2-3-5 立川町

立川町は、11 基の発電用風車が設置され、町全体の 57% に相当する電力量を有している。2010 年までには、発電用風車 5 基分に相当する 600Kw の電力量を節約することによって、自然エネルギー 100% のまちづくりを目指している。

町では「エコグリーンタウン立川構想」を策定して自然に優しい「循環」と「共生」の地域づくりを目指している。

立川町の特筆すべきことは、自然エネルギーに対する先進的取り組みと同時に、省エネルギーを推進するために「町民節電所」を立ち上げ、町民に対して省エネへの啓発も積極的に行っていることである。木質バイオマスについては、製材の端材や間伐材の利用、柿団地や緑化木の剪定枝葉などの活用を考えているが、現在公共ではペレットストーブ 2 台を利用している程度。ペレットは隣町の櫛引町の業者から入れている。

民間では立川 CS センターが、NEDO と共同で木質チップからガスを発生させてコーディネの実証試験を行っている（4-1 参照）。

本町では 30 団体から構成される「立川町環境まちづくり推進ネットワーク」が組織され、町全体で「環境」と「共生」のまちづくりに取り組んでいる。

#### 2-3-6 岩手県衣川町

衣川村では、平成 11 年度に「新エネルギービジョン」の作成を行い、平成 13 年度には NEDO の事業で「木質バイオマスガス化発電の実現可能性調査」を行なっている。そして、平成 16 年度には木質バイオマスガス化発電炉と木質チップボイラが稼動をはじめている。

木質バイオマスへの取り組みが盛んな岩手県にあっても、衣川村は早くから取り組みを行っており、新しい技術に積極的チャレンジしている。

最終目的は森林資源の有効活用による林業の活性化と地域振興を目指しており、官主導ではあるが、先進技術の研究に対する熱意が伺える。

## 2 4 最上地域における木質バイオマス利用の課題整理

これまでの木質バイオマスの利用実態事例調査から、今後の利用可能性を広げていくための課題を、エネルギー利用の場合を表 2-1 に、マテリアル利用の場合を表 2-2 に整理して示す。

表 2-1 最上地域における木質バイオマスのエネルギー利用の現状と課題の整理

木質バイオマスの種類		現状と課題
項目	分類	
1) 製材所残材	製材端材	<ul style="list-style-type: none"> <li>庄司製材所では、端材やバークも含めて燃焼できる木屑ボイラをメーカーと共に開発して所有している。</li> <li>バイオマス資源を燃焼前に加工する工程でエネルギーを使うのは、運用上極力減らすべきで、端材のまま、しかも含水率の多少にこだわらないボイラが最も効率が良い。しかし、燃料の運搬や、投入方法、ストックヤードに課題があるため、その場合は発生現地に近い場所での設置が中心となる。</li> </ul>
	チップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>チップボイラやヒーターは、着火と消火、温度調節にタイムラグが大きく、現状では用途や利用方法が限定される。</li> <li>最上管内ではチップのエネルギー利用ははないが、立川 CS センターでは二次破碎を行なったオガ粉に近いチップをバイオガス発生炉に使っている。現在はスギ材のみで、他の樹種やバラツキのある粒形でも利用可能かどうかは未確認である。</li> <li>バイオマス燃料としてのチップは、運搬やストックヤード、燃焼炉の価格などから一般家庭での利用は難しい。</li> <li>ペレットと較べて燃料価格の安さと前処理にエネルギーをあまり使わないチップボイラは、原料が豊富な当地域にとって最も可能性の高いシステムであるが、今後、燃焼炉そのものの価格の低廉化が求められる。</li> </ul>
	バーク	<ul style="list-style-type: none"> <li>庄司製材所が開発したバーク乾燥設備では、バークを家畜の敷藁に利用できるまでになっている。これまでのノウハウの蓄積は大きく、今後地域の木質バイオマスの利用に関して、設備についても、そのシステム構築においても中心的役割を果たすことが可能である。採算ベースに乗れば自社開発システムのリースなどが可能になっている。</li> <li>一般的にはボイラにバークチップが混じると、含水率が高く燃焼効率が低下することや、バークに含まれるアルカリ金属類による燃焼炉の耐久性の低下、残灰が多いことなどの課題がある。</li> </ul>
2) 間伐材		<ul style="list-style-type: none"> <li>現在のところエネルギー利用の事例はほとんど無い。</li> <li>今後、スギ人工林の間伐による育成管理を推進するためには、これまでの素材利用に加えて、チップ化したバイオマスエネルギー原料等として利用することが考えられる。原料の安定供給のためには、間伐材は有効で、現地での切捨てを減らして循環させることが可能となる。</li> <li>今後は運搬費の低減など経済性の検討が必要である。</li> </ul>
3) 広葉樹材		<ul style="list-style-type: none"> <li>現在は薪や炭の生産が小規模に行われている程度である。</li> <li>落葉広葉樹材は昔から薪炭や柴として一般家庭で利用され、しかも前処理に電気や化石燃料等のエネルギーが不要である。したがって、落葉広葉樹は、薪ストーブとして一般家庭用の熱源として利用するのが最も効果的である。</li> <li>そのためには効率が良く耐久性のある、デザインの優れた薪ストーブの普及が望まれる。</li> <li>炭も同様、最上炭、最上白炭のブランド化を目指す。</li> </ul>

4) 林地残材		<ul style="list-style-type: none"> <li>未利用間伐材を除く林地残材は、現在のところエネルギー利用の事例はほとんど無い。</li> <li>採取地林地土壤の有機分の減少につながり、生態系の物質循環のバランスがくずれる恐れがある。</li> <li>搬出のために経費が多くかかり採算性が悪い。</li> </ul>
5) ダム支障木		<ul style="list-style-type: none"> <li>積極的利活用は現状では行われていない。</li> <li>他県では、ペレット化してエネルギー利用をしているケースはあるが、本地域ではチップ化して他の安定的に供給可能なチップと混合して利用する方向が考えられる。</li> </ul>
5) 建築廃材	チップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築廃木材には接着剤や塗料に化学物質が含まれるものも多く、よほどきちんと分別しないと熱源として燃焼させることはできない。新庄市の(有) KTT では、分別した建築廃木材からマルチング用のチップを生産しており、現状ではエネルギー源以外の利用方法が中心である。</li> </ul>
6) その他	マツクイムシ被害木	<ul style="list-style-type: none"> <li>現地から移動することが禁じられているため、被害木の発生した場所で処理する必要がある。(有) KTT では、移動式チッパーを有しており、現地での作業を可能にしている。</li> <li>現在は林地でのマルチング用に敷き込まれている程度であるが、燃料としての利用は可能と考えられる(チッパー粉碎後のマツノマダラカミキリの移動による被害拡大の可能性はほとんどないという報告<sup>1)</sup>はある)。</li> </ul>

1:「茨城県林業試験場研究報告 第338号」1986 岸 洋一

表 2-2 最上地域における木質バイオマスのマテリアル利用の現状と課題の整理

木質バイオマスの種類		現状と課題
項目	分類	
1) 製材所残材	製材端材	<ul style="list-style-type: none"> <li>マテリアル利用はほとんど行われていないが、いも煮用の薪として時期になるとスーパーなどに出荷している事例がある。</li> </ul>
	チップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>パルプの原料として引き取られるが、採算性はあまり良くない。</li> <li>今後、残材の性質に合わせてエネルギー利用、パルプ利用、菌床利用に区分して利用することが必要。</li> </ul>
	おが屑	<ul style="list-style-type: none"> <li>スギのおが屑はエノキタケの菌床として利用されている。</li> <li>その他家畜敷料や堆肥に利用</li> </ul>
	バーク	<ul style="list-style-type: none"> <li>庄司製材所の場合、乾燥後粉碎して家畜の敷料として再利用されているが、一般的には廃棄物として処理されている場合が多い。</li> </ul>
2) 間伐材		<ul style="list-style-type: none"> <li>土木用資材等に利用されているが、価格が安価というわけではないため、政策的な公共優先の利用に留まっている。</li> </ul>
3) 広葉樹材	チップ オガ粉	<ul style="list-style-type: none"> <li>ナメコやシイタケの菌床として利用されている。この場合は広葉樹の種類がある程度限定されるため、この目的のために広葉樹の選択と伐採作業からかかる必要がある。</li> <li>ダム流木等の利用もできるが、樹種の判別が難しい。</li> </ul>
4) 林地残材		<ul style="list-style-type: none"> <li>収集手間と運搬費がかかるため、現在はほとんど利用されていない。</li> </ul>
5) 建築廃材	チップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>マルチング用の敷材として出荷されている例はあるが、事前の廃材の選別が必要である。</li> </ul>
6) その他	ダム支障木や災害被害木	<ul style="list-style-type: none"> <li>現在、新庄バイオマスセンターでは土壤改良用の堆肥づくりの原料としてチップ化されて利用されている。</li> <li>発生量が予測できないことの課題がある他、特に災害被害木の根には土砂が付着しているためチップ化の前に処理が必要となる。</li> </ul>

## 第3章 木質バイオマスのエネルギー変換技術と利用形態

### 3 1 現在利用されている未利用木質バイオマス資源

一般的にエネルギー利用として扱われる未利用木質バイオマス資源には、製材所の端材やおが屑、樹皮、間伐材や林地残材、剪定枝葉、建築廃木材、ダム流木などがある。

その他にもマツクイムシ被害木や災害時の流木等があるが、これらは量的な予測ができず、常時発生するものでもないため、安定的資源として組み込むのは困難である。

第2章での最上周辺における利用状況の調査からは、これらのうち製材所の端材やおが屑、樹皮、建築廃木材、災害時の流木などに関する事例が確認できた。しかし、これらは全てがエネルギー利用に供されているわけではなく、利用されていたのは製材所の端材や樹皮、あるいはそれらを原料とするチップであった。

他の未利用資源については、チップ化してマルチング材や土壤改良材、菌床原料などとして利用されている。

したがって、現状における最上地域での木質バイオマスのエネルギー利用は、薪や炭を除くと製材所の残材に限られていると言える。

### 3 2 木質バイオマスのエネルギー変換技術と利用形態

本調査は主に木質バイオマスのエネルギー利用を中心に、その利用可能性を検討するものである。具体的な検討の前に、エネルギー資源としての木質バイオマスの種類やその特質、熱エネルギーへの変換技術などを整理しておく。

#### 3-2-1 エネルギー資源としての木質バイオマスの種類と特性

本来は、木材を原料とする古紙やパルプ廃液等の二次資源も含まれるが、ここでは、直接森林から発生する一次資源を中心として、それらの未利用部分や廃棄物としての木質バイオマスを対象として表3-1に整理する。

表3-1 エネルギー資源としての木質バイオマスの種類と特性

木質バイオマスの種類	特 性		資源としてのコスト	
	プラス面	マイナス面	低・無償	有償・高
スギ間伐材	<ul style="list-style-type: none"><li>・利用を図ることによって、人工林の間伐が促進され、森林の維持管理向上につながる。</li><li>・持続的利用が可能。</li><li>・発生量が多く供給量が予測できる。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・搬出に経費がかかる場合が多い。</li><li>・含水率が高い。</li></ul>		
広葉樹材	<ul style="list-style-type: none"><li>・里山の復元に貢献できる。</li><li>・持続的利用が可能。</li><li>・菌床やパルプ原料等として他用途にも利用可能。</li><li>・発生量が多く供給量が予測できる。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・搬出に経費がかかる場合が多い。</li><li>・含水率が高い。</li></ul>		

林地残材	<ul style="list-style-type: none"> <li>伐採に伴って必ず発生するので発生量がある程度予測できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>葉の部分には微量であるがアルカリ金属類を含むため木質部の場合より炉内の腐食をやや生じやすい。</li> <li>搬出に経費がかかる場合が多い。</li> <li>搬出量によっては、森林の物質循環のバランスが崩れる可能性がある(林地土壤の劣化や表土流出など)。</li> <li>含水率が高い。</li> </ul>		
製材所端材	<ul style="list-style-type: none"> <li>問題となる化学物質をほとんど含まない。</li> <li>含水率が低い。</li> <li>エネルギー利用の実績が多く、技術的にも確立されている。</li> <li>残灰分が少ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>そのままでは材料の大きさがまちまちで投入時の自動化に支障となる。</li> </ul>		
製材所おが屑	<ul style="list-style-type: none"> <li>問題となる化学物質をほとんど含まない。</li> <li>2次加工が容易</li> <li>ペレットとして利用しやすい。</li> <li>残灰分が少ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特になし。</li> </ul>		
樹皮	<ul style="list-style-type: none"> <li>資源として無料か逆有償となる場合が多い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>微量であるがアルカリ金属類を含むため、木質部の場合より炉内の腐食をやや生じやすい。</li> <li>含水率が高い。</li> <li>残灰分が多い。</li> </ul>		
剪定枝条	<ul style="list-style-type: none"> <li>資源として逆有償となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>残留農薬の有無の確認が必要。</li> <li>発生する時期が限られる。</li> </ul>		
ダム流木 災害時流木	<ul style="list-style-type: none"> <li>資源として無料か逆有償となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土砂を含む場合が多い。</li> <li>供給時期と供給量にバラツキが大きい。</li> </ul>		
建築廃木材	<ul style="list-style-type: none"> <li>リサイクルによって廃棄物量が減少。</li> <li>資源として逆有償となる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>リサイクル利用可能な資源を厳密に分別しないと部材によって問題となる化学物質を含む場合がある。</li> <li>供給時期と供給量にバラツキが大きい。</li> </ul>		

これらの現状から、木質バイオマスの利用可能性をどの視点を最も優先して考えるかによって、資源の選定方法が異なる。つまり、地域全体のバイオマス資源の循環システムを構築して将来的に持続可能な地域づくりを目指す場合と、経済性やリスクの回避に重点をおく場合とでは、バイオマス資源や変換設備の選び方が異なる。

本調査では、地域特性を十分活かした循環モデルの構築を優先しながら、その中で経済性やリスクの回避を検討することとしたい。

### 3-2-2 エネルギーの変換手法

木質バイオマスのエネルギー変換手法は、歴史的には直接燃焼と炭化が主流であった。

現在では図3-1のように、熱化学的变化と生物化学的变化からガス化や液体燃料化を含めて多様な変換技術が確立されている。

これらの変換手法のうち、本調

査では、ボイラ等の燃料として直接燃焼と固形化後の燃焼をその手法として扱い、それ以外の手法については参考事例として取り上げるにとどめた。

しかし、循環システムの構築においては、マテリアル利用を含めて多様な利活用の組合せが考えられるため、そのシステムに関わる手法やエネルギー形態についてはその項で概要検討を行った。

#### 1) 熱科学的変換

熱化学的変換の代表的なものは直接燃焼で、昔から使われてきた薪ストーブ等による熱エネルギーの利用である。

これは、燃焼させる前段階でのエネルギー消費やCO<sub>2</sub>の排出が少ない。したがって、一般家庭等の小規模な暖房に適している。

しかし、規模の大きな施設や、地域レベルで利用する場合には、燃焼設備の大きさや燃料となる薪の確保、薪の投入に入手がかかりすぎる（自動化できない）などの問題があって難しい。そこで、製材所の端材や樹皮、間伐材等をチップ化あるいはペレット化することによって燃焼しやすくし、しかも自動化が可能となって規模の大きな熱源や蒸気あるいはガス化による発電などが可能となる。

今回の調査においては、庄司製材所の木屑焚きボイラや、立川CSセンターのガス化コーディネーション設備が挙げられる。

#### 2) 生物化学的変換

発酵によるエネルギーの抽出に代表される生物化学的変換技術は、メタン発酵では有機性汚泥や食品廃棄物が中心で、エタノール発酵ではトウモロコシやサトウキビなど、いわゆるエネルギー作物を原料とする場合がほとんどで、木質バイオマスを利用する例は現在ではほとんどが試用段階で、実用段階のものは見られない。

本調査でも、玉川大学バイオマスセンターでは、サトウキビの一種であるスイート・ソルガムからエタノールを抽出し、ガソリンやディーゼルと混合して利用する研究が行われている。

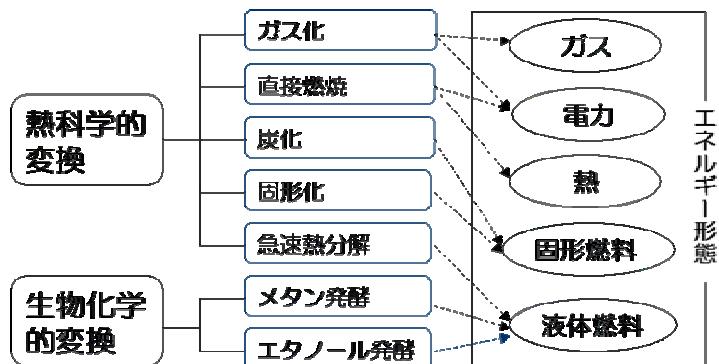


図 3-1 木質バイオマスのエネルギー変換技術と変換後の形態

（出典「木質バイオマスのエネルギー変換技術と利用形態」青柳聰史：森林科学 40 2004.2）

### 3-2-3 木質バイオマスのエネルギー変換コスト

例えば、木質バイオマス利用の先進地である欧米では、直接燃焼発電による熱電併給と既設石炭火力での混焼が主流となっている。

図3-2はドイツにおけるバイオマスエネルギーを熱・電力価格にして一般売電価格と比較したものであるが、熱電併給プラントの電力だけでは、売電価格を上回ってしまう。

しかし、石炭火力に混焼することによって十分採算がとれるところに来ている。また熱源としてのペレットやチップでは電力より低コストに抑えられている。

この例は、北欧の規模の大きな施設の場合であり、当地域ですぐ適応できるものではない。

一方、図3-3は岩手県林業技術センターが調査した木質バイオマスの熱量単価である。

これによると電気よりは安価であるだけでなく、ペレットは灯油と、チップはA重油と競争が可能なところまでできている。特に最近の石油価格の上昇では木質バイオマスの方が優位に立つかも知れない。

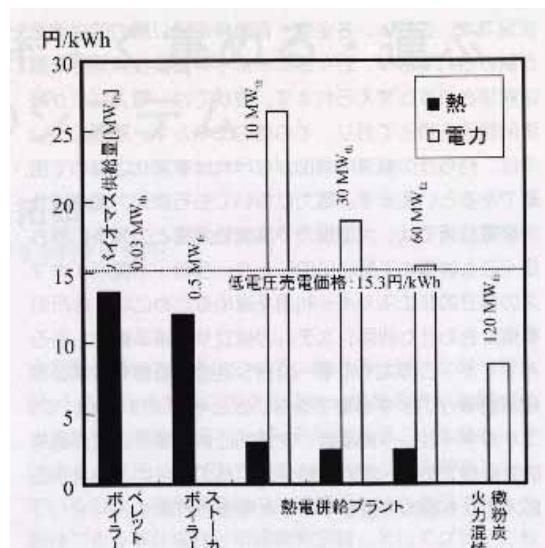


図3-2 木質バイオマス直接燃焼による熱・電力価格 (Leible,2002)

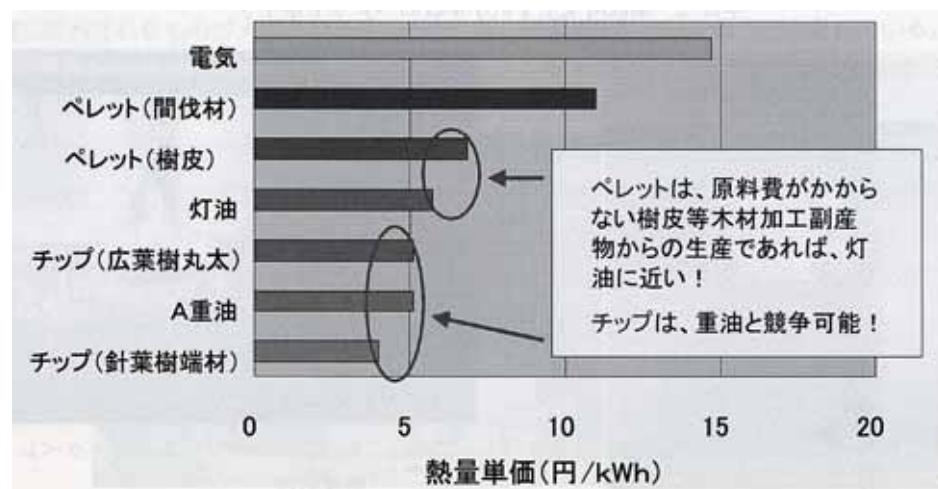


図3-3 燃料の熱量単価比較 (平成14年12月 岩手県林業技術センター)  
(出典「木質バイオマスの地域利用の現状」多田野 修: 森林科学 40 2004.2)

表 3-2 は燃料別(低位)発熱量と燃費を燃料の種類ごとに比較した例である。この例では、チップの価格によっては重油よりもかなり安くなっているものもある。

表 3-2 燃料別(低位)発熱量と燃費の比較

(出典: 株式会社トモエテクノのパンフレットより)

	価格*	低位発熱量**	KWh当り	エアコン COP=2.5 の場合
チップ(ケース1)	10円/絶乾kg	4.4KWh/絶乾kg	2.27円	
チップ(ケース2)	14円/絶乾kg	4.4KWh/絶乾kg	3.18円	
チップ(ケース3)	22円/絶乾kg	4.4KWh/絶乾kg	5.00円	
ペレット	25円/kg	4.6kwh/kg	5.43円	
LPG 228.6円/m3	22,200kcal/Nm3	8.86円		
灯油	47.1円/リットル	8,216kcal/リットル	4.91円	
特A重油	33.7円/リットル	8,772kcal/リットル	3.30円	
A重油	35.2円/リットル	8,772kcal/リットル	3.45円	
軽油	80.0円/リットル	8,610kcal/リットル	7.99円	KWh当り
電気(業務用・昼間)			13.65円	5.6円
電気(業務用・ピーク時)			15.90円	6.4円
電気(業務用・夜間)			6.05円	2.4円

\* チップは樹皮を含んだスギ、ヒノキおよびそれらの混合チップや広葉樹などで、各地でのヒアリング等から設定した。ケース1～3までを表示。

\* ベレットの価格は、岩手県林業技術センターからの資料によった。

\* LPG、灯油、特A重油、A重油の価格は休暇村サービス資料全国平均によった。

\* 電気は東京電力の料金体系に準じた。

\* \* チップとペレットの低位発熱量はそれぞれ含水率100%、10%から計算。(別表参照)

\* \* その他の低位発熱量は規格による。

(注) エアコンのCOPとは、エアコンが空気熱を利用することから、動力に使う電力は実際の電力から取れる熱エネルギーの1/2.5ですむということである。

### 3-2-4 木質バイオマス燃焼炉の種類と事例

#### 1) 木質バイオマス燃焼炉の種類

バイオマスの燃焼炉の形式は表 3-2 に示すように大きく分けて 4 種類あり、木質バイオマスを燃料にする場合は全て対応が可能となっている。

燃焼効率は燃料となる木質バイオマスの含水率によって大きく変化し、含水率が高くなると発熱量が大きく低下する傾向にある。その低下率は図 3-4 に示すように 30% を越えると発熱量は半分以下となる。

表 3-3 燃焼炉の形式と特徴(出典「バイオマスハンドブック」社団法人日本エネルギー学会)

	炉形式	固定床炉	移動床炉 (ストーカ)	流動床炉	ロータリーキルン
焼却物	固定バイオマス	○	○	○	○
	生ごみ	○	○	○	○
	汚泥・スラッジ	△	×	○	○
	特 徴	小型、簡易焼却に最適	大型廃棄物、木質系に適する	燃焼速度は速い	燃焼速度は遅い

木質バイオマスの燃焼炉としては移動床炉(ストーカ炉)が比較的多く用いられるようになっており、木材自動供給・自動灰出し装置のフローシートを図3-5に示す。

## 2) 生成熱の利用

燃焼による木質バイオマスのエネルギーは、加熱や加温器として暖房や乾燥に利用される他、ガスや液体燃料の抽出、発電などに利用されている。

最も一般的なものは、木材工業における木材の乾燥工程での利用であるが、最近は岩手県などでペレットストーブとして一般家庭用にも開発が進んでいる。

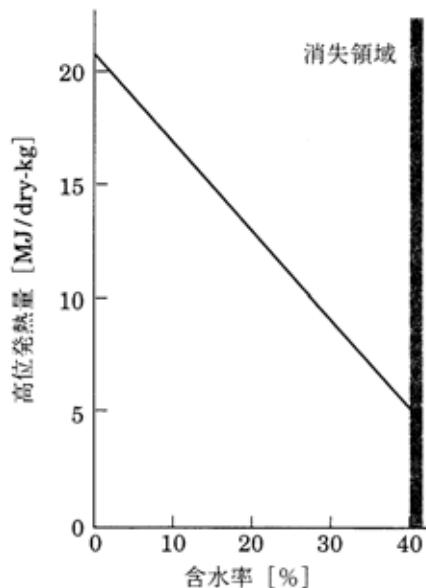


図 3-4 木質系の含水率と発熱量

(出典「バイオマス(下)」柴田和雄、大谷 収 編: 学会出版センター)

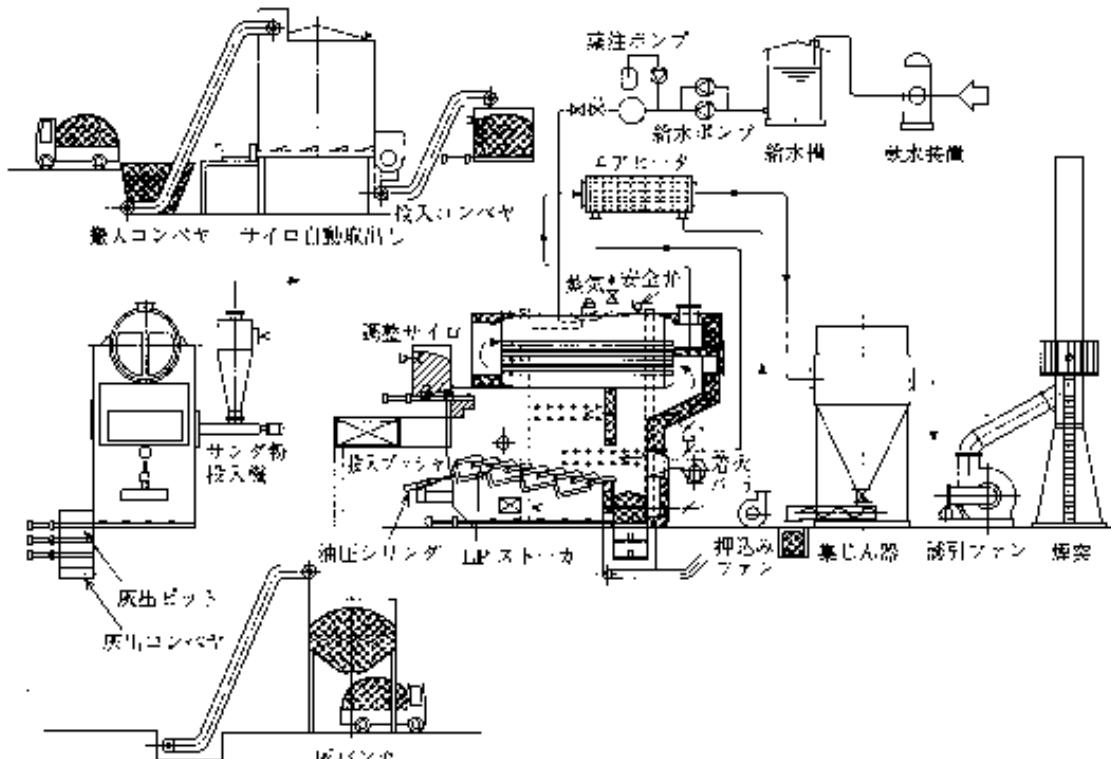


図 3-5 燃焼装置フローシート

(出典「バイオマスハンドブック」社団法人日本エネルギー学会)

## 2) 木質バイオマスの燃焼炉の事例

ここでは、木質バイオマスを利用した燃焼炉として、製材端材、チップ、バーク焚きのヒーター・ボイラを中心にして、現在製品として入手可能なものを事例として以下に示す。

表 3-2 木質バイオマス燃焼炉及び発電設備の事例

種類	会社名	型式	出力・能力	価格 (設置費含む)	備考
ボイラー	(株)トモエテクノ	UTSL シリーズ	30 ~ 150kW	575 ~ 865 万円	チップ (L 6cm まで) / ペレット対応 発電や冷房が可能
		UTSR シリーズ	100 ~ 450kW (5,000 kW までの仕様あり)	1,390 ~ 3,030 万円	高含水チップ (L8cm まで) 対応 (含水率 150% まで燃焼可能) 発電や冷房が可能
	(株)タカハシキカン	KT-C 型	定格換算蒸発量 600 ~ 18000 kg/h	1,000 万 ~ 2 億円	湿り鋸屑、樹皮、高分子工場廃棄物 発電や冷房が可能
		KT-S 型	最大相当蒸発量 300 ~ 1500 kg/h	800 ~ 2,500 万円	樹皮、木端、RDF 等 発電や冷房が可能
		KT-OR 型	温水出力 10 ~ 200 万 Kcal/h	800 ~ 3,000 万円	廃材 発電や冷房が可能
		KT-HR 型 (反転燃焼ボイラー)	蒸発量 500 ~ 5000 kg/h	1,000 ~ 5,000 万円	鋸屑、サンダー微分、樹皮、木端、紙屑、纖維屑、PP 屑、印刷屑 発電や冷房が可能
		KT-OF 型	温水取得量 1080 ~ 2880L/h	500 ~ 800 万円	ペレット、チップ(自動投入の場合は 20mm 以下)等 (自動投入装置付はプラス 100 万円) 発電や冷房が可能
	(株)リックス	木屑ボイラー			木屑
蒸気 & ガス化発電	中外炉工業(株)		210kg/h 発電量 176 kW (うち設備内消費 40 kW)	約 3.5 億円	チップ、おが粉、樹皮、竹、剪定枝、粒殻 含水率 16% 以下
	(株)プランテック	バーチカル炉バイオマス発電装置	発熱量 3000 kcal/kg 発電量 1500 kW	約 20 億円	木屑、間伐材、一般廃棄物、産業廃棄物、医療系廃棄物
	(株)タカハシキカン	KT-SRF		3,700 ~ 5,700 万円	発電装置付木屑ボイラー
	(株)千代田情報システム	バイオマス・パワー・システム	蒸気タービン	8,100 万円	廃材、間伐材、RPF
	西島エンジニアリング(株)	木質バイオマス乾溜かん発電コジェネシステム			チップ 立川 CS センターで実証試験中
	新興プランテック(株)	GROW MEET システム		5,000 万円 ~	一般廃棄物
	(株)朝田商会				木屑等廃棄物

炭化	(株)タカハシキカン	KT 木質チップ・バーク鋸屑連続炭化装置	最大炭化量 180~500 kg/h	3,000~8,000 万円	チップ、樹皮、鋸屑 (本体のみ価格)
	エイコ-システムズ(株)	ローリー-カル式 バッチ式炭化装置			
	(株)宮本製作所	連続炭化装置	処理能力 9~12 m <sup>3</sup> /h 炭化量はこの 10~20%		

## 第4章 先進事例の調査

### 4—1 山形県立川町（株式会社立川シーエンスセンタ・）

立川町では、近郊の製材所からの木チップ（杉の端材をチップ化したもの）を原料としてガス化し、発生したバイオマス・ガスを同センター内の汚泥炭化装置の補助燃料として利用するとともに、バイオマス・ガスによる発電で得られた電力を施設内の動力や照明に用いている。

また、廃熱を回収して得た温水を施設の暖房や同センターで生産している土壌改良微生物資材「TCS ばくたん」の乾燥に利用している。

ガス・コーチェネによる発電量は現在 50Kw であるが、そのうち 22Kw を木チップの乾燥や、オガ粉化のための前処理のエネルギーに消費している。平成 15 年から NEDO の実証試験事業として採択され、現在共同の実証試験が行われている。

実証試験の設備の構成は以下の通りである。



図 4-1 立川センターのバイオマス・コーチェネ実証試験設備の構成フロー（トリシマ木質バイオマス・ガスコジエネシステム：株式会社西島製作所パンフレットより）



搬入されたチップは前処理施設（オガ粉製造機）を通ってガス発生炉へ投入される。

現在は、原料となるチップは 100% スギ材であるが、焼却炉への投入前に二次破碎を行って粒度の調整を行っている。将来的にはマツクイの被害木や剪定枝も行うようにしたいということであった。

#### 4 - 2 岩手県衣川村（黒滝温泉・国民宿舎衣川荘）

衣川村では、様々な木質バイオマスが取り組まれている。代表的なものとして、黒滝温泉のガス化発電施設、衣川荘の木質チップボイラが挙げられる。

黒滝温泉のガス化発電施設は、ウッドチップを熱分解（部分分解）し、発生する可燃性ガスをエンジンで燃焼させて発電している。出力は30数Kwで、7~8Kwはこの設備自体で使用している。設備が性能通りなら、これで通常のエネルギー費を8割に削減できる計算となる。その削減分を利用し、価格の高い間伐材を燃料として購入することで、森林管理との連携を検討している。現在ウッドチップは製材所残材を利用している。

また、黒滝温泉のガス化発電設備の建て屋内に併設されている水素生産ガス化炉（実験プラント）は、運転始動時に50Kw、温度が上がったあとには20Kwを消費する。設備自体の消費量が大きく、ここで発生する水素を燃焼して電気をつくるには向きでない、水素ガス生産・販売を目的とすることを視野に入れている。

国民宿舎衣川荘のチップボイラは、以前の設備でのランニングコスト相当分を業者に支払うことで、業者がチップボイラの設備からチップ確保まで請け負っている。

これにより、村としては新たな設置コストや負荷はかかるべからず、低リスクでチップボイラを導入・運用している。



↑ 黒滝温泉ガス化発電設備



↑ 水素生産ガス化炉（実験プラント／黒滝温泉）



↑ 国民宿舎衣川荘（写真右チップボイラ）



↑ 衣川荘のチップボイラ

#### 4 - 3 岩手県工業技術センター

岩手県工業技術センターは、県内中小企業の技術的支援を行うために、研究開発、技術相談、依頼試験、設備開放、情報提供を行う岩手県の試験研究機関である。

現在、所員 69 名の内 54 名が研究員（内 15 名が博士）である。

岩手県と岩手県内企業で共同開発している木質チップは、平成 17 年に発売を予定しており、同じく共同開発のペレットボイラは翌 18 年に発売予定である。

現在は既に実績のあるペレットストーブの利用拡大にも力を入れている。

岩手県としては、100Kw を境にそれ以上の出力はウッドチップで、それ以下の出力はペレットを考えており、今後 400Kw（保育園用）程度のチップボイラを普及させて行く予定とのことであった。

基本的には、チップボイラは秋口に火をつけたら春まで消さない方針で、安定時用のチップボイラと、ピーク時用の化石燃料バックアップボイラを組み合わせて使用する、つまりチップボイラができるだけフルで使い、足りないときのみバックアップを使うシステムである。

チップボイラは出力を下げたときが危険で、そのときに含水率の高いものが入ってしまうと火が消えてしまうため、含水率が高いものは受け入れないようにしていく必要がある。今は製紙用のチップを分けてもらっている状態だが、いずれはボイラ用のチップ作ってもらうまでにしていきたいとのことであった。

ウッドチップに関しては、まだ流通整備の動きはないが、岩手県には、近くにチップ工場が結構多くあるので、あまり心配されていない。



↑ いわて型チップボイラ : 30 ~ 100Kw 本体説明図  
(「木質バイオマスフォーラム 2005」) 資料 / 作成 : 岩手県工業技術センターより)



← いわて型ペレットストーブ  
当センターで共同開発された実用化  
されているペレットストーブ

ペレット・薪併用ストーブ →  
南部鉄を使用したペレットと薪が  
焚けるストーブ、料理用にも使える  
配慮がしてある



## 第5章 最上地域における収集可能な木質バイオマス量

### 5-1 現状における収集可能な木質バイオマス量

平成16年3月に山形県文化環境部がまとめた「山形県バイオマス総合利用ビジョン」から山形県の収集可能な木質バイオマス量を表5-1に、最上総合支庁森林整備課が平成16年度に行った、主要製材業者等に対するアンケート調査の結果から、最上地域の木質バイオマスの利用実態を表5-2に示す。

表5-1 山形県の収集可能な木質バイオマス量

単位		山形県域			備考
		発生量	既利用	未利用	
3-1	製材所残材	m3/年	110,873	86,924(78%)	23,949(22%)
3-2	間伐材	m3/年	40,356	18,731(46%)	21,625(54%)
3-3	広葉樹材				
3-4	林地残材	m3/年	201,426	20,092(10%)	181,337(90%)
3-5	果樹剪定枝	t/年	39,456	0(0%)	39,456(100%)
3-6	河川支障木	m3/年	5,552	1,809(33%)	3,743(67%)
3-7	建設発生木材	t/年	91,389	29,554(32%)	61,835(68%)
3-8	公園剪定枝 <sup>1</sup>	m3/年	796		

1：山形県総合運動公園の確認分のみ

出典：山形県文化環境部『山形県バイオマス総合利用ビジョン資料編』H16.3発行

表5-2 最上地域における木質バイオマスの利用実態

単位：m3/年

利用先	利用部位	間伐材	背板・端材	挽きくず	樹皮	その他	合計
利用材の量		18,315	12,210	7,137	5,203	0	42,864
利用内訳	建築・土木用資材 チップ化 飼料 きのこ培地 ボイラ等の燃料	18,315	12,210	3,040 4,097	2,229 2,974		18,315 12,210 5,260 4,097 2,974
未利用材の量		8,975	0	0	2,304	783	12,062
合計		27,290	12,210	7,137	7,506	783	54,926

出典：最上総合支庁平成16年度「主要製材業者等に対するアンケート調査より」

この結果から見ると、製材所の残材は山形県全体で、80%近くが、最上地域ではほぼ100%が既に利用されている。したがって、製材所残材に関しては、今後、より高付加価値なものへの利用促進が望まれ、未利用材の利用促進については、製材所残材以外の木質バイオマス資源が主な対象と考えられる。

一方、落葉広葉樹材に関するデータは少なく、平成 16 年度の（株）北越フォレスト新庄工場における広葉樹出荷実績を参考に、その傾向を以下に示す。

#### 落葉広葉樹の集荷状況

平成 16 年度の集荷量は約 28,000m<sup>3</sup>、そのうち最上地区からの集荷量は約 10,600 m<sup>3</sup>で、全体の約 38%である。

また、県内と県外の比率では、約 82%（約 23,000m<sup>3</sup>）が県内からの集荷で、残りは秋田県であった。

#### 出荷の状況

集荷した材の約 16%（約 4,400m<sup>3</sup>）が原木のまま売却され、残り約 23,700m<sup>3</sup>が工場内でチップ化されて、そのほとんどがパルプ用チップとして出荷されている。

#### 落葉広葉樹の種類

集荷される落葉広葉樹の種類は、ナラ類、サクラ類、ブナ、トチノキなどで、一部は建築用材や、家具用材、シイタケの原木等にも利用されている。

この落葉広葉樹材の集出荷のバランスはほぼ均衡しており、年間出荷量は、表 5-1 の山形県全体の間伐材の既利用量を約 10,000m<sup>3</sup>ほど上回っている。

その他、薪や炭、菌床等に利用される落葉広葉樹の集出荷量もあり、最上地域では落葉広葉樹の集出荷量もかなり多いと考えられる。

## 5-2 最上地域における木質バイオマス発生量の傾向

調査結果から、最上地域の収集可能な木質バイオマス発生量に関する傾向と課題を以下に整理する。

1) 製材所残材：利用率が他と比べて突出して大きい。また発生量も大きい。今後の課題としては、パルプ原料以外の需要の拡大が挙げられ、パルプ用チップより高く販売できることがポイントである。

2) 間伐材：収集及び利用状況について製材所残材と林地残材の中間として考えられる。課題も同様で、未利用分が林地放置の場合は、林地残材と似た状況にある。

やはりこれも、「物理的な困難さによる放置の判断」と「コスト計算による放置の判断」のバランスを再考し、その現状を把握した上で収集対策と需要拡大対策の検討をする必要がある。

また、製材所に残る間伐材もあるが、これについては、一次的ストック状態の場合が多いと考えられ、余剰間伐材をチップ化して販売するケースは今の所ほとんど無い。

したがって今後、新たに間伐率を高めるきっかけとして、間伐材の需要と価格が安定するような需要の掘り起こしと集材システムの研究が必要である。

3) 林地残材：発生量が大きく、未利用率も高い。課題は収集の困難さにあると考えられるが、「物理的に収集が困難である」場合と「比較的収集は容易であるがコストがあわないので収集しない」という場合の整理が必要である。

後者の場合は、需要の拡大などで対応できる可能性が大きい。また、前者の場合は、森林内の有機物の收支バランスから考えても、未収集のままでも問題はないと考えられる。

4) 広葉樹：既存報告書にはデータがないため、全体としての状況は確認できないが、平成16年度に山形県最上総合支庁森林整備課が行なった主要製材業者等に対するアンケート調査の資料からは、前項で述べたように最上管内では約1万m<sup>3</sup>の落葉広葉樹材が収集され、そのうち約16%が原木で販売され、残りはほとんどパルプ用チップとして出荷されている。

今後の課題としては、エネルギー利用などの地域内循環が可能な需要の掘り起こしや、里山の管理として有効な収集方法の確立などの研究が必要である。

5) 果樹剪定枝：発生量が小さく、他地域に比べても非常に小さい値である。しかしながら未利用率が100%とあり、検討の余地はある。

6) 河川支障木：発生量は小さいものの、河川管理上、回収が必ず行われるものであり、利用しなければただ焼却処分されるだけのものとなる点では無視できない。

河川から回収された後に、乾燥や根がらみの土石などの分離が課題であり、その前処理工程の省力化が課題である。

7) 建築・建設発生材：建築・建設発生材の未利用率の高さは、収集の問題だけで

なく、材料の品質の問題がある。つまり、燃焼させても安全な無垢の材と、有害物質を発生させる恐れのある処理・加工材等との分別が難しいこと、あるいは手間がかかることによるためと考えられる。

しかし、建築・建設発生材は一般的に廃棄物として逆有償で扱われるため、多少の手間をかけても分別作業は可能と考えられる。

今後これらの発生材が、逆有償あるいは低価格のエネルギー資源として、間伐材などとの混焼による価格格差の低減につながるならば、間伐材の活用用途の拡大にも寄与できる。

## 第6章 木質バイオマス利用可能施設の検討とシミュレーション

木質バイオマス利用のうち、エネルギー利用に関して最上地域では、原料の発生、調達、運搬等の条件から考えて、木質チップボイラの導入が最も現実的であり、既に製材所での実績もある。

本章 6-1 では原料としての賦存量や利用可能性等に関する調査が、かねやま新エネルギー実践研究会と東北芸術工科大学三浦研究室によって「バイオマス金山構想調査」としてまとめられているため、具体的な導入施設の検討については金山町をケーススタディとして取り上げることとする。

また、最上地域内におけるエネルギー消費の大きい産業として、大規模施設園芸やきのこ生産業が挙げられる。現地調査の結果をもとに、それらの施設での可能性を本章 6-2、6-3 で検討する。

### 6-1 グリーンバレー神室の温泉施設（ホットハウスカムロ）の場合

まず、町内の公共的施設の中でエネルギー消費量の大きな施設を「バイオマス金山構想調査」から抽出してみると、表 6-1 に示す町立病院、ホットハウスカムロ、シェーネスハイム金山（ホテル部分）が上位 3 施設となっている。

表 6-1 金山町における公共施設等のエネルギー消費量の多い施設ベスト 3

施設名	エネルギー消費量 (GJ/年)				
	電気	LPG	重油	灯油	合計
町立病院	1,635	145	3,988	119	5,887
ホットハウスカムロ	656	0	4,190	214	5,059
シェーネスハイム金山	809	2,309	0	584	3,702

（出典：「バイオマス金山構想調査報告書」かねやま新エネルギー実践研究会、東北芸術工科大学三浦研究室より）

このうちの 2 施設はグリーンバレー神室地内にあり、特にホットハウスカムロは町内で最大の重油消費施設となっている。

「バイオマス金山構想調査」では、グリーンバレー神室エリアの他の施設も含めて施設全体を対象とした地域プロジェクトとして熱供給プラントを新設した場合の、エネルギー需要量と木質バイオマスの必要量が算定されている。

長期的には、それが最も効率が良い方法であるが、シェーネスハイム金山では LPG のコーチェネシステムが稼動（7 年目）しており、短期的に変更するのは難しいと考えられる。

一方、ホットハウスカムロの重油ボイラは設置後 12 年が経過し、更新の時期にきていることから、この施設をまず実証試験を兼ねたチップボイラ導入の具体的かつ短期的な検討事例として取り上げることとする。

さらに順次全体の施設での利用を目指した拡張が可能なシステムを併せて検討するものである。

### 1) 短期的な導入検討

ホットハウスカムロの重油ボイラを、木質チップ焚きボイラに変更する場合、具体的な検討項目として、エネルギー需要量、チップの必要量、機種変更のための工事範囲及び費用、燃料の供給先及び供給方法、木質チップボイラの導入費及び維持管理費等に関する検討が必要となる。

そこで、現在と同等の重油ボイラと入れ替えた場合と、木質チップボイラを導入した場合の比較検討を以下の表に取りまとめた。

表 6-2 重油ボイラと木質チップボイラの比較検討

検討項目	重油ボイラ	木質チップボイラ
1. 設置場所や配管系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状の場所での入れ替えが可能</li> <li>・配管はそのまま使用可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現在の重油ボイラの設置場所では面積が小さく設置不可能。新たな設置場所と建屋が必要。</li> <li>・設置場所から現在の場所までの配管が新たに必要。</li> </ul>
2. 燃料の供給方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・これまで通りの給油口からの供給が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新たにチップ用サイロと自動供給装置等の設備が必要</li> </ul>
3. 環境への影響	<ul style="list-style-type: none"> <li>・化石燃料の燃焼による CO<sub>2</sub> の増加</li> <li>・燃焼によって硫黄酸化物や窒素酸化物が発生する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バイオマス循環による CO<sub>2</sub> 削減効果（カーボンニュートラル）</li> <li>・燃焼時による硫黄酸化物や窒素酸化物等の有害物質の発生が少ない。</li> <li>・残灰が発生するため、その処理が必要。</li> </ul>
4. 地域の産業との関係	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ほとんど無関係</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地域の産業と結びついた未利用バイオマスの資源化が図れる。</li> <li>・チップの需要が、スギ人工林や落葉広葉樹の里山の管理等を促進し、持続的林業の発展につながる可能性がある。</li> </ul>
5. 導入経費	<ul style="list-style-type: none"> <li>・約 7,000 千円 (配管改修、取替え費用含む材工とも)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・約 40,000 千円 (建屋、サイロ、自動供給装置含む材工とも)</li> </ul>
6. ランニングコスト	<ul style="list-style-type: none"> <li>・約 4,785 千円/1年間 [H15 年度実績 110kL を 43.5 円/L(建設物価 H17/1)で換算]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・約 2,130 千円/1年間 (1,420m<sup>3</sup>/年・バイオマス金山構想調査-として、チップ単価 1,500 円/m<sup>3</sup> とすると)</li> <li>・約 4,174 千円/年 (チップ単価を山形県設計単価 2,940 円/m<sup>3</sup> とすると)</li> </ul>
7. その他	<ul style="list-style-type: none"> <li>・木質バイオマスより単位重量、容積当たりの発熱量が高い。</li> <li>・資源に限りがあり、再生産できない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・単位重量、容積当たりの発熱量が小さい。(ストックヤードが必要)</li> <li>・再生産による持続的利用が可能</li> </ul>

この比較検討によると、現段階における木質チップボイラの導入は、ランニングコストが重油と比較して安価となるものの、イニシャルコストが5倍以上かかることから、単純な経済比較からだけで導入可否を判断することは難しい。

しかし、化石燃料の将来不安や、環境への配慮、地域産業の特性に由来する未利用資源の活用、森林の適正管理への波及効果などから考えて、まず、公共施設での実証試験として段階的に取り組むことが重要と考えられる。

今後需要が増えれば、イニシャルコストは当然低減し、初期投資の差も小さくなることが予測される。

そこでまず第1段階としてホットハイムカム口に木質チップボイラを導入した場合のシステム案を以下に示す。

ホットハウスカム口の温泉加温用既存ボイラの設置場所に木質チップボイラを設置することはスペースの問題で不可能であるため、新たにボイラ室を設けた上で一部配管を改修する必要がある。

その場合、既存ボイラはそのままバックアップ用に残し、木質チップボイラ、あるいはチップ供給のトラブル時に使用可能な状態にしておくことが望ましい。

ただし、既存のボイラの耐用年数から考えて、いずれ入れ替えが必要であるが、その場合は現在の出力より小さいもので対応可能となる。

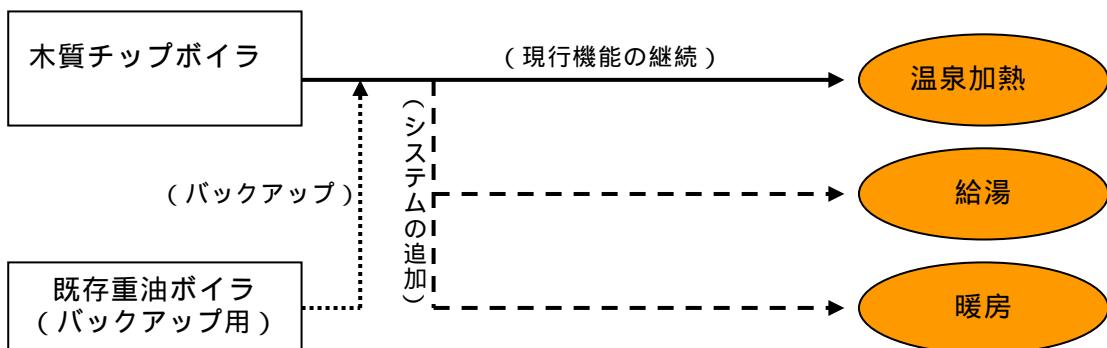


図 6-1 ホットハウスカム口の木質チップボイラのシステム図

これまでの温泉水の加温だけでなく、暖房や給湯にも木質チップボイラを活用する場合は、システムの追加による暖房配管の新設と給湯の配管の改修が新たに必要となる。また暖房機は吸収冷凍機を加えることにより冷房も可能であるが、将来的に他の施設のシステムと共通となるよう、その時点で検討する方が良いと思われる。

例えば、将来的に発電によるコーチェネを主体とする場合は、吸収冷凍機とは異なる系統となるため、将来構想が確定しない状況では、暖房は現状のまとめる方が無駄な投資がなく効率的である。

## 2) 長期的な導入検討

バイオマス金山構想調査においても検討されたように、エネルギー需要の多い施設のあるグリーンバレー神室エリア内に木質バイオマス利用の熱供給やコーチェネシステムを導入することは「木の町」の公共施設が先導的に地元の木質バイオマス資源利用をアピールするのに効果的であるだけでなく、バイオマス資源の循環利用と森林の管理を連動させる実証試験としても有効である。

そこで、1)で検討したホットハウスカムロの熱源として木質チップボイラを導入したと仮定して、その後のシェーネスハイム金山や森林交流センターなど周辺施設全体のエネルギー利用に関するシステムを以下に検討する。

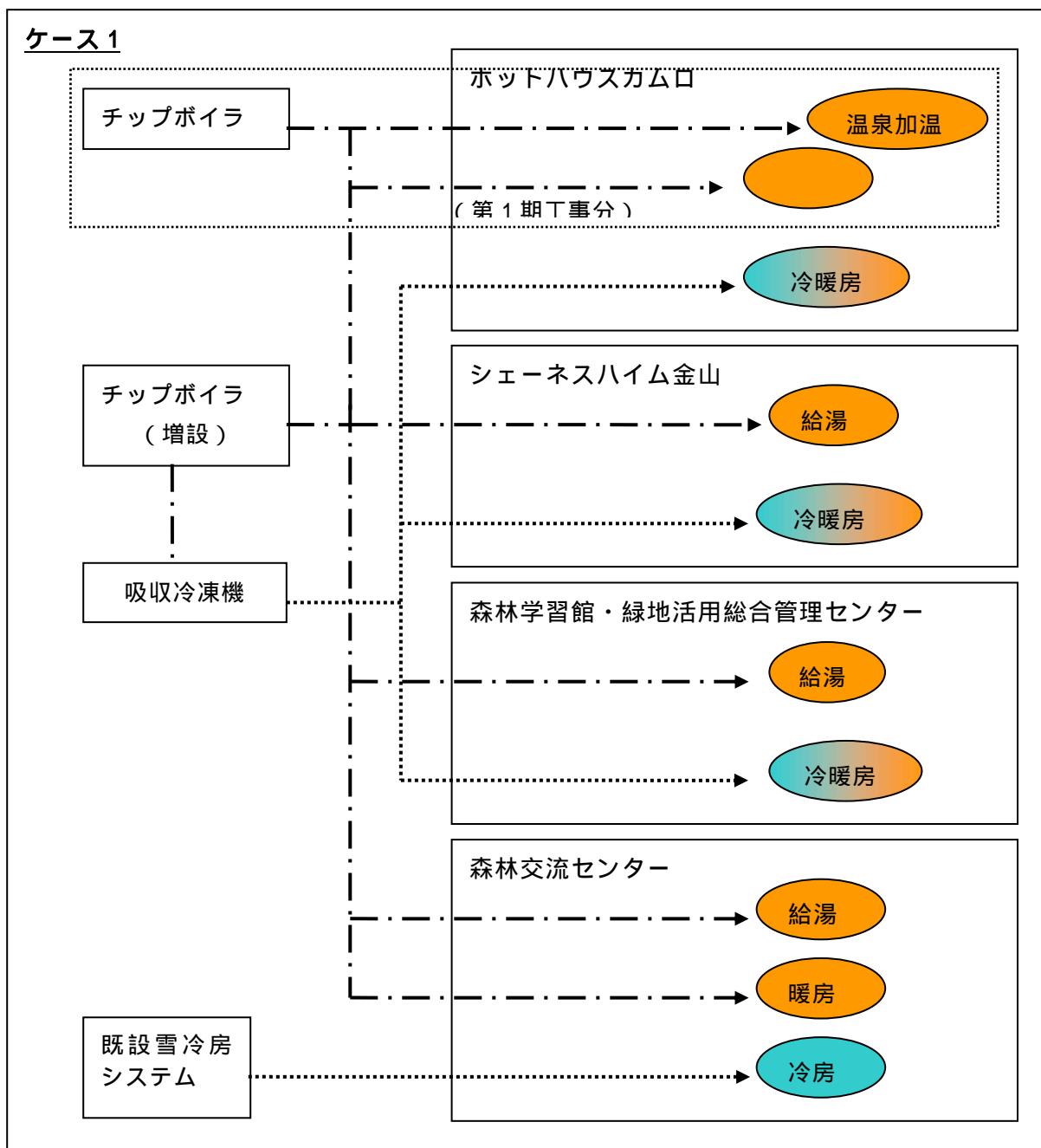


図 6-2 長期的なシステム図（ケース 1）

**ケース 2**

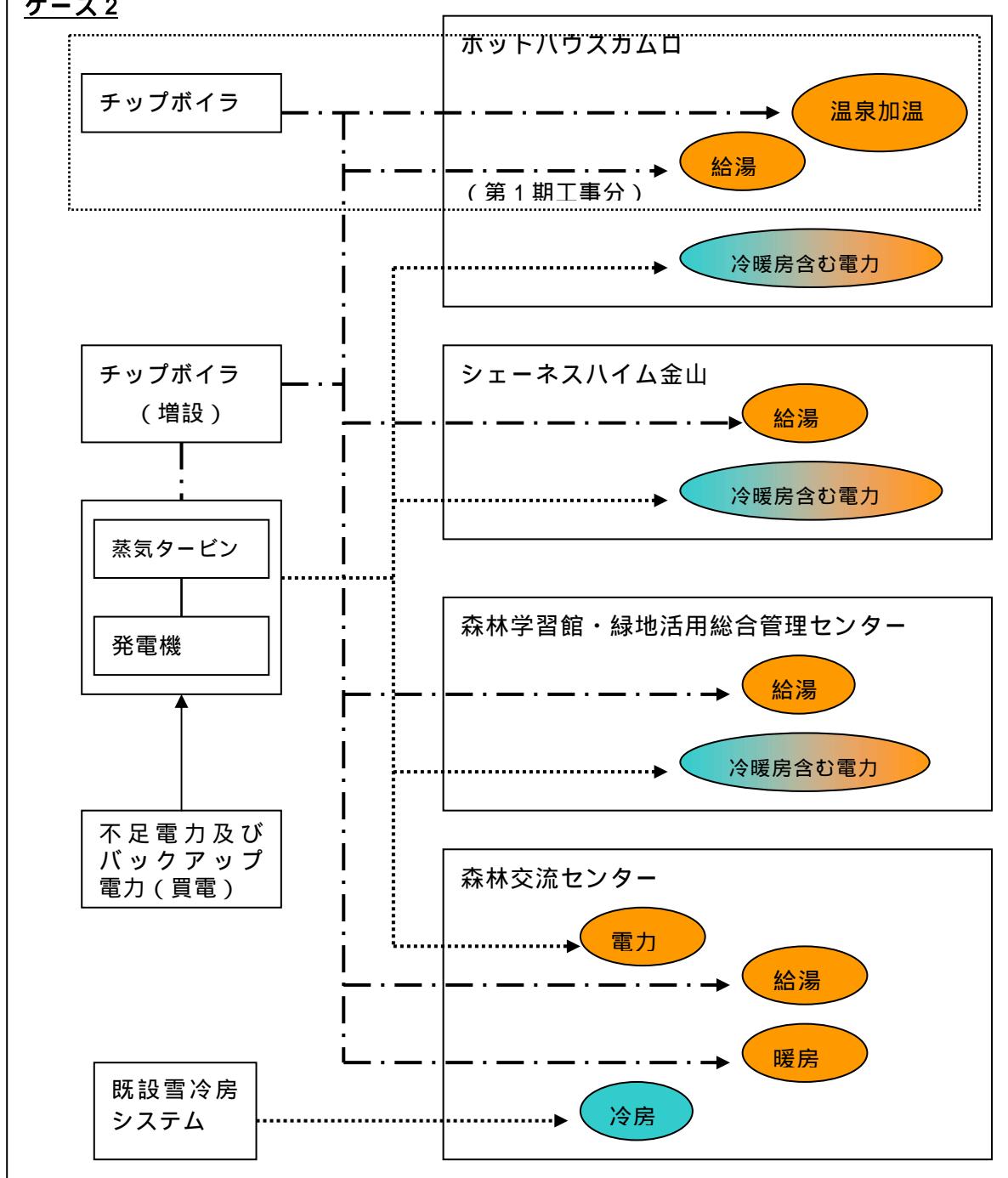


図 6-3 長期的なシステム図 (ケース 2)

ケース1は、新たに木質チップボイラを増設し、全体施設の給湯と暖房を行う他、吸収冷凍機により冷房を行う。ケース2は、増設した木質ボイラによって蒸気タービンで発電を行い、施設内に電力を供給するシステムである。

それぞれの概略の得失については、以下の表にまとめて示す。

表 6-3 長期的導入検討案の得失比較

比較項目	ケース1	ケース2
機能	冷暖房、給湯が可能	冷暖房、給湯が可能
現設備との関係	施設内の新たな配管と機器の取り付けが必要	電力によるエアコンの室内機と配管はそのまま使用できる
イニシャルコスト	機種によってバラツキがあるが発電設備より一般的に安価	機種によってバラツキがあるが吸収冷凍機より一般的に高価
ランニングコスト	現状では発電より熱効率が高く割安	現状の発電効率では吸収冷凍機より割高
バックアップ設備	重油ボイラ等の代替設備が必要となる	買電で容易に対応できる
その他	施設内設備が新たに必要となる	現状で冷暖房に電気を使っている場合には施設内の設備費が不要となる

いずれにしても長期的なケースは、可能性としては考えられるが、現段階での設備導入としては、あまり現実的ではなく今後の検討課題である。

### 3) 雪室の利用促進

現在、森林交流センターでは雪室による冷房が行なわれている。これまで、木質バイオマスの利用可能性ということで、グリーンバレー神室の施設について、冷暖房を一括した木質チップボイラによる熱源利用として検討してきた。

しかし、最上地域の特性を最も効果的に生かした自然エネルギーとしては、現地に実績もある雪を加えた冷熱利用の可能性検討も重要である。

今後、冷房と暖房を切り離し、冷房は雪エネルギー、暖房は木質バイオマスのエネルギーとして分けて考えることが必要と考えられる。

グリーンバレー神室の善施設の雪冷房には、かなり大面積の敷地が必要となるが、当エリアは面積も広く、雪室施設の用地も雪の量も問題はない。

しがって、自然エネルギーを有効に利用している先進事例として、グリーンバレー神室は、将来の可能性が大きいと考えられる。

## 6-2 大規模施設園芸の場合

最上地域内における民間施設として、重油消費量の多い大規模園芸施設の温室用重油ヒーターを、チップボイラに入れ替えた場合を想定したシステムを以下に検討する。

想定した施設は、管内の大手施設園芸業者の大規模温室（約2,400 m<sup>2</sup>）を対象として検討を行った。

以下にチップボイラ導入の課題と対応策を整理する。

表 6-4 大規模温室におけるチップボイラ導入の課題と対応策

項目	チップボイラ導入の課題	対応策
出力の設定	出力を絞って運転するのはロスが大きい	ピーク需要に合わせた出力でなく、平常時の最大頻度出力程度に設定し、不足時のみ既存の重油ボイラで対応する。
温度コントロール	微妙な温度コントロールは難しい	必要とするコントロール幅の温度域はバックアップを兼ねた重油ボイラで対応する。 ボイラの火力で調整しないで、熱交換器をつけて温水の温度で調整する。
設置コスト	重油焚きの数倍のコストを要する	設置に関する公的支援措置や制度の充実。
ストックヤード・運搬等	容積率が大で運搬効率が悪く、ストック場所が必要	サイロ投入までの供給と運搬を、W・S・D業者（第7章参照）に委託することで対応できる。

この検討結果から、大規模温室に木質チップボイラを導入する場合は、現状では木質チップボイラ単独では出力の設定や温度コントロールに課題があるため、重油ボイラを微調整やバックアップ用に併設するシステムが望ましいと考えられる。

従って、新規に設置する場合は約150kWの木質チップボイラが1基と120,000～130,000kcalの重油ボイラが1基の組合せとなり、既存の温室では、2基ある重油ボイラのうち1基を木質チップボイラに変更する形となる。（以下、比較については同じ条件とするため、重油ボイラも温水式ボイラで試算した。）

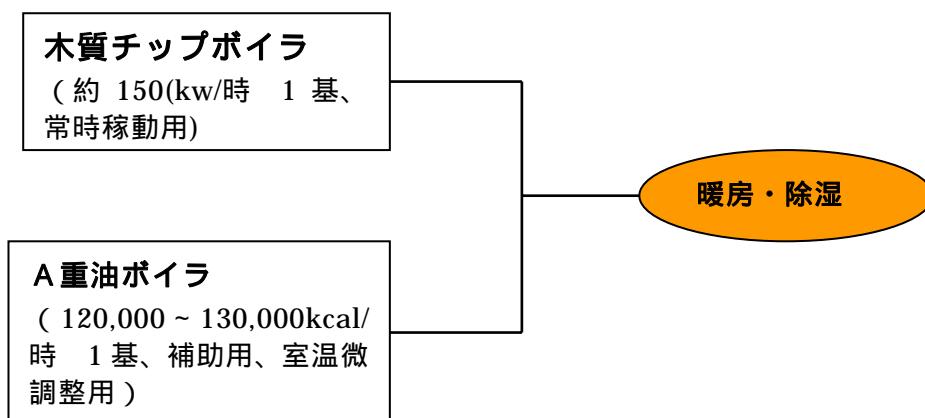


図 6-4 大規模施設園芸用暖房システムの例

この場合の経済比較の試算は、表 6-5 に示す通りである。この結果からは、チップ価格が 1,500 円/m<sup>3</sup> 程度の場合、トータルでは 20 年以上利用するとイニシャルコストの回収が可能となる。経済比較では、課題はやはり木質チップボイラのイニシャルコストといえよう。

しかし、今後の普及に伴う価格の低減化や、環境的な寄与を配慮した行政の支援措置等が得られれば、利用拡大の可能性はかなり大きいといえる。

表 6-5 重油ボイラと木質チップボイラの経費検討

検討項目	重油ボイラ	木質チップボイラ
導入経費	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ A 重油ボイラ（木質チップボイラとの比較のため、同程度の 116KW/h、100,000Kcal/h のもので比較）</li> <li>・ 煙突、タンク、防油堤、オイルタンク、放熱管、配管等含む概算工事費：約 9,000 千円</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 木質チップボイラ（小型国産チップボイラ 100KW/h）</li> <li>・ サイロ、自動供給装置、放熱管、配管等設置費含む概算工事費：約 15,000 千円、</li> </ul>
ランニングコスト ( 詳細な試算結果 は資料編 3 に示す )	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1,193 千円/年 ( 43.5 円/L で計算：建設物価 H17 年 1 月の山形県 A 重油単価 )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 933 千円/年 ( 1,500 円/m<sup>3</sup> で計算 )</li> </ul>

### 6-3 大規模きのこ生産施設の場合

最上地域における大規模なきのこ生産施設は、主にナメコやエノキタケの生産である。きのこの生産はオガ粉を原材料とする菌床で生産が行なわれている。使用エネルギーとしては、殺菌用のボイラと暖房用のヒーターが加熱エネルギーで、生産ラインの主要な位置を占めるのは保冷用の冷熱エネルギーである。

全体では保冷用の電気量が最も多く、木質チップボイラの導入は、加温だけではメリットがないことが現地調査によても明らかになった。さらに、現状における課題として、多量に出る廃菌床の処理の問題が挙げられた。現在は堆肥用に利用されているものの、全量までには至っていない。

そこで、この廃菌床を燃料として活用した、バイオマス発電の計画が動き始めており、今年度鮭川村の（株）縁の起では、NEDOへのFS調査の申請も行なわれている。

具体的には、廃菌床を中心としたバイオマスを原料としたガス化発電プラントをめざしており、将来的には発生する水素の販売も視野に入れている。

バイオマスによる発電は、少しずつ事例が出てきており、一般的には小規模発電はガス化発電、大規模発電には蒸気タービン発電が有効とされている。

従って、エネルギーの需要動向、燃料の確保、発電規模等から考えて、このガス化発電は当地域の大規模きのこ生産者に共通して導入可能なシステムと考えられる。今後のFS調査結果に期待したい。

類似事例としては、先進事例調査で視察を行った立川町の（株）立川CSセンターが、バイオマスガス化発電の実証試験を現在行っている。（第4章 先進事例調査参照）

以下に（株）縁の起が計画しているガス化発電と廃菌床の利用循環システムとガス化発電の一般的なフロー図の事例を示す。

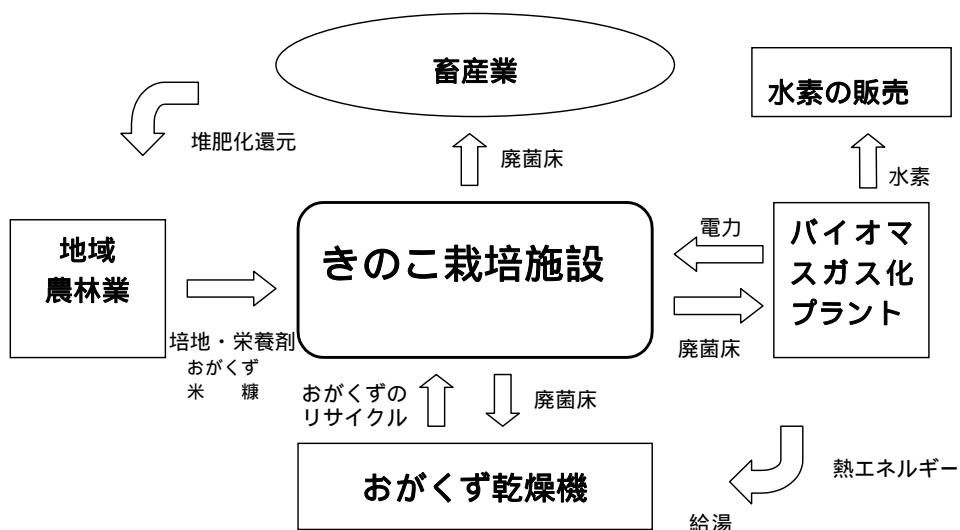


図 6-5 ガス化発電と廃菌床の利用循環システム

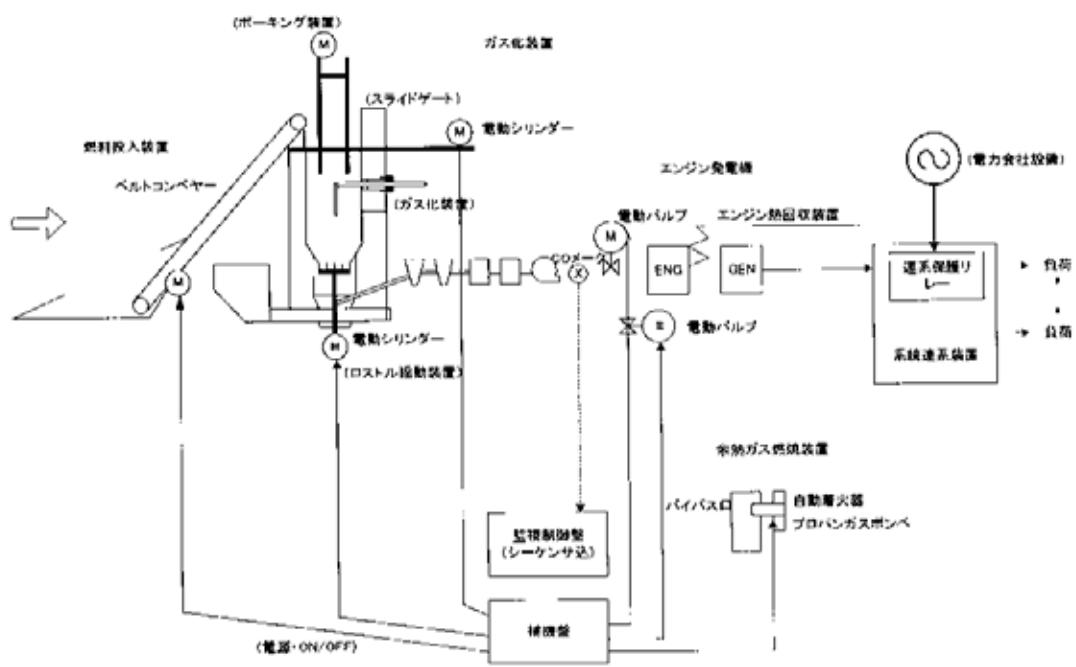


図 6-6 バイオマスガス化発電の一般的フロー図

(出典:「バイオマスエネルギー導入ガイドブック」NEDO 新エネルギー・産業技術総合開発機構)

## 第7章 木質バイオマスの循環システムフロー

### 7-1 最上地域における木質バイオマス利用の基本的考え方と活用の提案

#### 7-1-1 木質バイオマス利用の基本的考え方

現在の木質バイオマスのエネルギー利用に関する取り組みを大別してみると、大きくは次の4つのパターンが見えてくる。

- 1) 未利用の木質資源を、化石燃料以外の新しいエネルギーとして利用する取組み
- 2) 持続可能な循環型社会の構築やCO<sub>2</sub>の削減を目指した取組み
- 3) 木質バイオマスの需要喚起による森林の維持管理推進への効果を期待する取組み
- 4) 木質バイオマス利用による起業化や、地域の活性化に結びつけようとする取組み  
一般には、どれか一つの目的のみで取り組まれているのではなく、どれかを優先しつつも、その全てを含む場合が多い。

本調査における木質バイオマスの利活用に関しても、これらの4つの目的は当然含まれるものであるが、本調査では特に、「除間伐材等を木質バイオマスとして利用する道筋をつけることによって、森林の健全な管理を促し、優良材の生産を可能にし、地場産業である林業の活性化が可能な森林を育て、また、人にも生き物にも心地よい多様な里山の環境を復元すること」を目指している。

#### 7-1-2 森林への関わりと木質バイオマス利用

7-1-1の考え方を実践するためには、訪れて気分の良い森林の整備や、木質バイオマスを、効率よく搬出し、利用する手法が必要となる。

そこで、例えば以下のような多様な活動や事業の組合せで、地域の活性化につながる手法を検討することが必要である。

- 1) 木質バイオマスを搬出する新たな林道を、これから時代に期待されるフォレストツーリズムや森林セラピー拠点として整備するのにあわせて供用し、森林の景観整備をするのにあわせて除間伐を持続的に行なっていく。さらに保養・宿泊施設の整備とともに、森の案内人の育成など、森に生かされる最上地域にふさわしい森林整備を総合的に目指すことが望ましい。

さらに地域の新鮮で安心・安全な農産物による食の提供で、食事療法を加えるなど、工夫次第で多様な切り口を総合化することによって相乗効果を生むことが可能である。

- 2) 雪を利用してソリで伐採木や粗朶などを搬出する昔ながらの運材方法を、早春のイベントとして定着させ、さらに夏には筏による最上川下りなどのイベントを加えるなど、地域住民だけでなく、都会の人たちも呼べる森のイベントに育て、ボランティアによる林地残材の搬出を可能にするシステムをつくる。

- 3) ボランティアには、フォレストツーリズムの体験として、保養・宿泊施設を利用できる地域通貨を支払い、改めて家族や友人とともに再訪してもらえる仕組みをつくる。

など、森林への関わりを地域住民やボランティア、行政、学校など、それぞれが最も発揮しやすい分野で協力しあうこと、そのための木質バイオマス利用を切り口としたシステムを構築することが求められる。

## 7-2 木質バイオマス活用による資源循環システムの提案

これまでの検討結果を踏まえて、木質バイオマスの資源活用フロー図を図 7-1 に示す。

この資源活用フロー図のコンセプトは、かねやま新エネルギー実践研究会と東北芸工大学の三浦研究室の共同研究として昨年まとめられた「バイオマス金山構想」の冒頭に掲げられている「森に暖められるまちづくり」のコンセプトにフォレストツーリズムや森林セラピーなどの視点を加え、「森に癒され、森に暖められる『もがみ』の暮らし」とした。

このフローは、最上地域の森林から発生した主伐材を含めた木質バイオマスを、無駄にすることなく利用するためのフロー、及び持続的にその資源を得ることができる森林を育成管理していくための産・官・学・民のかかわり方の提案を含んでいる。

この図は木質バイオマスが生産されてから利用と再資源化のフローを示したものであるが、提案のポイントは大きく 3 つある。

一つは、最初の「最上地域の森林」とのかかわりの部分にあり、持続的な林業経営を行なう生産者と、豊な森林環境を総合的に利用する場を整備する行政と、里山の保全に関わる地域住民や NPO 等が、それぞれの立場で行なう活動が総合化されて、最上地域の森林の魅力を高め、木質バイオマスの持続的な供給が行なわれるサブシステムである。

もう一つは、木質バイオマスの利用部分のサブシステムで詳細は図 7-2 に示すように、最上地域の未利用の木質バイオマスを一括に集めて一旦ストックし、需要に応じた加工を行なって出荷、配送する「ウッド・ストック・デリバリー（W・S・D）事業」の展開である。ここでは、単に収集と加工、発送を行なうだけでなく、例えば木質チップボイラのリースやメンテナンス、需給の調整、木質バイオマス資源に関する情報の収集・発信など、木質バイオマスの IN と OUT をコントロールし、資源管理情報の拠点的役割も有するサブシステムである。

最後は、木質チップボイラや薪、炭などを利用する地域住民や企業、NPO などが、資源としての木質材料を、定められた方法で、里山の管理活動を行なう一環として森林に関わることで収穫を得るという、最初のサブシステムに戻っていくものである。

特に木質チップボイラを地域単位の暖房に利用することによって、地域コミュニティの復活も期待できる。

これらのシステムは一気にできるものではないが、木質バイオマスだけを切り離すことなく、常に森の総合利用を考えながら、多様な活動のサブシステムをまわしてゆくことが重要である。

## 森に癒され、森に暖められる「もがみ」の暮らし

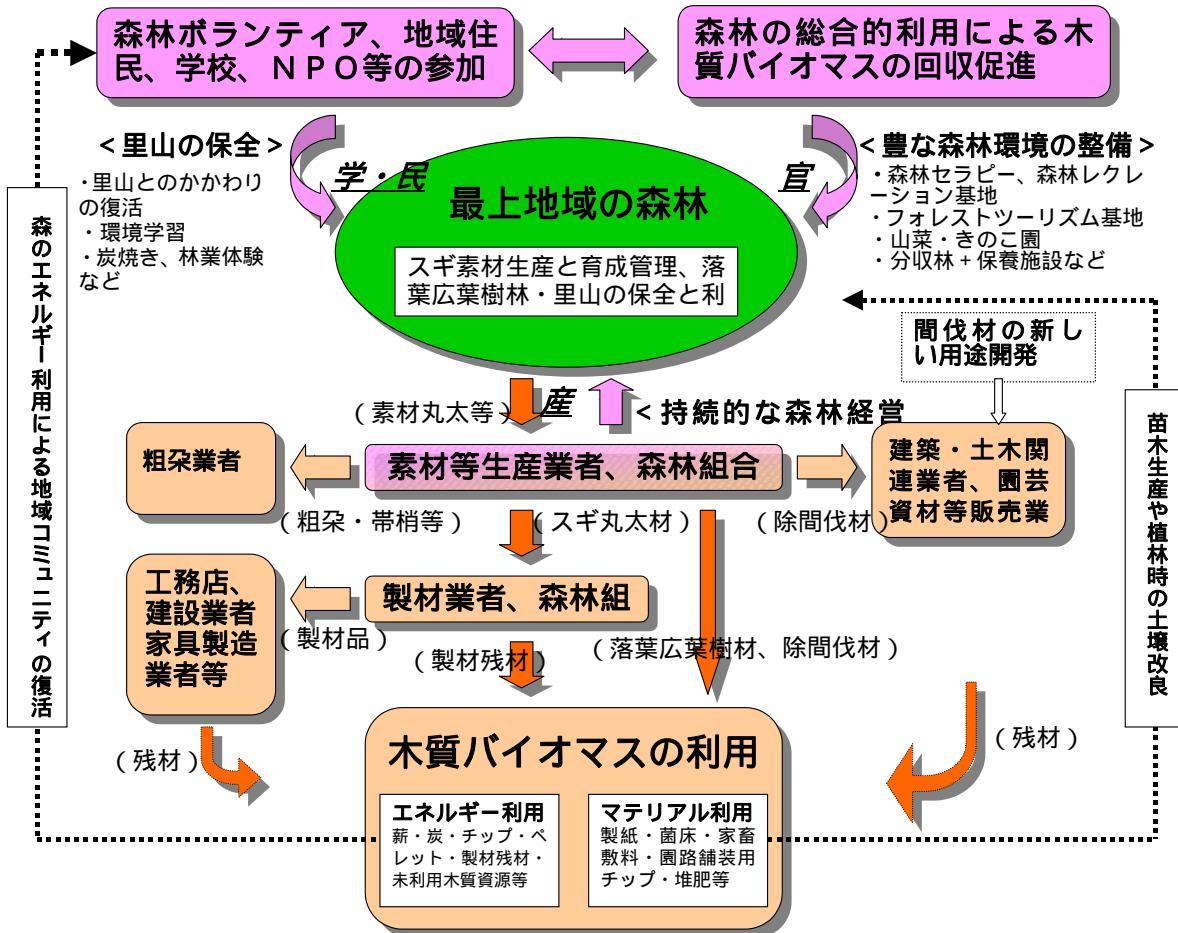


図 7-1 木質バイオマス資源活用のフロー図

ここで、今後木質バイオマスの利用拡大において重要なサブシステムとなる、ウッド・ストック・デリバリーの役割について述べる。

まず、木質バイオマス資源のIN側として最も一般的に考えられるものは、森林組合や製材所等からの製材残材や端材、おが屑などがある。その他に、未利用間伐材やチップ生産業者からの余剰チップや樹皮等の廃材などがあり、リサイクル可能な建築廃木材等が、産業廃棄物業者から入ってくるなど、多様な木質バイオマスを一括して収集する。

一方 OUT 側では、それを各種の用途に合わせた加工や処理を行なって、エネルギー利用としては薪、ウッドチップ、ペレットなどのストーブやボイラ用に、マテリアル利用としてパルプ用チップ、菌床用オガ粉、家畜敷料などに販売される。

そして、これらのサイクルをスムーズに循環させるために、地域全体の需給バランスを調整するだけでなく、木利用拡大のために木質チップボイラや薪ストーブ、ペレットストーブ等の機器のリースやメンテナンスを行なうなど、木質バイオマスのコン

トロールセンター的な役割を果たすものである。

この事業は、関連事業者が協同組合のような組織を作ったり、新たな地域産業として起業したり、最初のサブシステムとソフト展開も含めた NPO の活動として取り組んだり、また、それらの事業体が得意な部分を受け持つネットワークを構築するなど、最上地域の有する潜在的な可能性は大きいと考えられる。

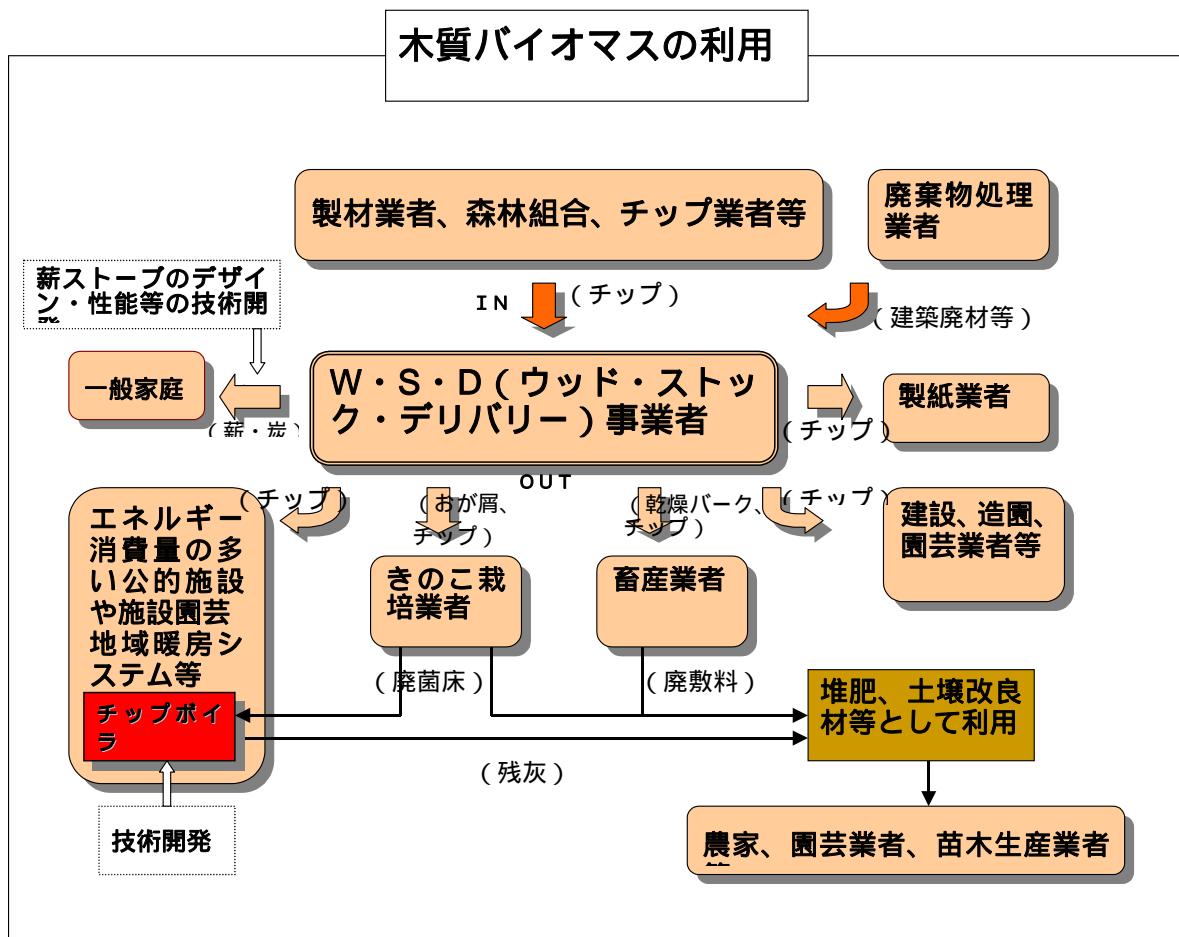


図 7-2 木質バイオマス利用のフロー図

## 第8章 導入効果と今後の可能性

木質バイオマスの活用に関する効果については、持続可能な社会の構築や、カーボンニュートラルによる CO<sub>2</sub> 削減効果、再生産可能な代替エネルギーなどとして一般的に広く評価されており、定量的なデータも示されている。

ここでは、一般論としての評価を改めて行なうことは避け、最上地域における具体的な効果に視点を絞って検討を行った。

### 8 1 最上地域における森林の適正管理の促進

木質チップの利用促進が、最上地域の森林の維持管理上どのような影響を与えるのかについて十分調査を行なう必要がある。

つまり、木質チップボイラの燃料とするために、伐採しやすい場所から木を切り出してくることになってしまっては、新たな問題を生じることになる。木質チップボイラ利用の目的は、先ずは未利用バイオマスの有効利用を基本としており、そのための森林の適正管理の推進に効果が求められる。

逆の言い方をすると、継続的に森林の適正管理を行なうためには、その維持管理費用が出せる収入が必要であり、その収入源の一つとして、木質バイオマス利用への期待があるわけである。

現在のところは、間伐材を木質バイオマスとして、単独で燃料として利用するには、供給側の原価から価格設定すれば、需要側では他の燃料より高くつき、需要側の採算性のある価格設定では、供給側は間伐 자체が赤字になってしまう、という状況にある。

しかし、緊急に間伐を必要とする森林面積は山形県全体で約 40,000 ha あり（平成 16 年度山形県森林行政の概要）早急な対策が求められている。その意味でも間伐は待ったなしの緊急を要する課題であり、木質バイオマスへの利用は、その打開策の一つとして期待が寄せられている。

当分の間は、間伐材のエネルギー利用については、製材残材等との混焼によるコストダウンを図るような方法が必要であるが、森林の持続的利用を図るために、用材生産や木質バイオマスの利用の他に、総合的な森林の保全と利活用計画が定められ、定量的な根拠や利用のガイドラインが示される必要がある。

一方、放置されている里山を中心とする落葉広葉樹林では、本章 8-3 で述べる地域暖房を契機として、持続的な里山管理と地域コミュニティが復活するよう、施策的誘導も含めて、今後検討が求められる分野である。

例えば「やまがた公益の森構想」の推進と連携して、（仮称）「やまがた公益の森づくり支援センター」の事業として取り組むなどの方法が考えられる。

里山の管理には、長年つちかわれてきた山に対する作法と、守らなければならない掟があり、これが地域文化として継承されることが、日本の循環型社会や環境問題を考える上で、重要なことであり、「森に癒され、森に暖められるもがみの暮らし」の理念を実践するための共通認識でありたい。

## 8 2 最上地域の地域活性化への効果

林業、製材業、きのこ産業等の森林に由来する産業が、最上地域の産業特性であり、また生活文化も森林とのかかわりの中から生まれてきたものが多い。

最上地域のアイデンティティは、まさに森林との共生であったと考えられる。現在においても森林とのかかわりは深く、その恩恵を受けた産業が多い。

しかし、これまで資源もお金も産業としての縦のフローに沿って流れるのが一般的で、森林資源を活用する地域産業全体におけるネットワーク化や総合化は、まだ一部に留まっていると言える。

例えば循環システム（図 7-1）で提案している W・S・D 事業などは、木質チップに留まらず、未利用な森林資源や木質バイオマスの再利用など、関連産業をネットワーク化しながら総合的に森林資源の持続的な循環利用を図り、木質バイオマスの利用技術の開発やストック、地産地消の実践、地域の森林情報の収集など、新しい起業や、多様な人材の活用に貢献できる要素を有している。

つまり、ある目的をもって伐採された森林資源の余剰部分を有効に利用し、価値あるものとして商品化すること、そしてその商品が売れ続けるためのしきけやシステムづくりを行なうこと、それらが結果的に循環型社会や CO<sub>2</sub> の削減等の効果に結びつくようになることが重要である。

さらに、美しく維持管理された最上地域の森林資源そのものを活用したフォレストツーリズムなど、地域外の都市との交流による活性化も、森林資源の商品化の一つとして大いに期待できる要素である。

## 8 3 地域コミュニティの復活

燃料革命や化学肥料の普及、集落内における公共サービスの飛躍的向上などによって、里山とのかかわりや、道普請や除雪などにおける地域コミュニティの果たしてきた役割が急激に薄れ、現在では地域コミュニティにおける協働作業や相互扶助の関係が崩壊し始めている。地域コミュニティが果たしてきた役割は、それだけでなく災害時の自主防災機能や地域固有の祭り、民俗文化の継承、子供たちの教育などに果たしてきた役割は大きい。

今、木質バイオマスの利用という面で、木質チップボイラを資源の調達が容易な山村地域で、地域暖房という形で導入することは将来的に可能であると考えられる。

この導入効果は、地域資源の有効利用や環境対策などの他、木質チップボイラの燃料調達に際して、一部購入はするとしても、昔里山から薪炭材や柴を採取していた時代のように、地域の人たちが協力して山に入り、里山との関係を復活して、かつての多様で景観的にも優れた里山を復元すると同時に、地域の協働体制を復活し、地域暖房の維持管理を目的としたコミュニティが形成される効果が考えられる。

加えるならば、雪を利用した地域冷房も組み入れて、自然エネルギーを生かしたコミュニティの創造が、これからの中上地域の暮らし方の一つの望ましい先進事例をつくることにつながる可能性がある。

## 第9章 実現に向けた今後の取り組み

本調査における市町村や関連事業所、NPO等へのヒアリングや現地視察から、最上地域での木質バイオマスの取り組みが非常に積極的であることが明らかとなった。

特にその取り組みは、木質バイオマスに限らず、最上の地域特性を生かしたバイオマス全般にわたっており、他の先進事例に見られる官主導やメーカー主導型ではない行政、民間業界、NPO、研究機関など幅広くバランスの取れた活動が展開されている。

したがって、一般住民にもバイオマスの言葉が浸透しており、今後は具体的な実証モデルをいくつか立ち上げることによって、一挙にバイオマス活用の進展を見ることが予想される。

その場合に、取り組みの優先順序としては、まず現在未利用となっている木質バイオマスを対象にすることになるが、今後重要なことは生産地である森林の持続的経営との互恵関係をいかに構築していくかにある。

その方法の一つとして考えられるのは、森林の維持管理を熟知した人、あるいは組織が、木質バイオマスの需給関係事業（例えばウッド・ストック・デリバリー事業）に関わることが必要と考えられる。

また、最上地域は木質バイオマスに限らず、多様なバイオマス利用に関する研究や、実践が行なわれており、今後、雪エネルギーの利用なども含めて総合的な取り組みが可能な基盤が整いつつある。

以下に、短期と中長期に分けて今後必要な取り組みや課題について整理する。

表9-1 木質バイオマスへの今後の取り組みと課題

時期	取り組み	課題・影響
短期的	1) 公的施設における木質チップボイラの導入実証試験  2) 一般家庭では木質チップだけでなく、薪の焚けるストーブの導入促進  3) 最上地域における森林の持続的利用のための維持管理と木質バイオマス利活用の具体的手法の確立	1) NEDO等の支援や、自治体の予算措置 チップの安定供給先との連携体制  2) デリバリーシステムの確立 ストックヤードが課題 薪の積まれた街並み景観の演出 使いたくなるデザインや耐久性の確保 火災や地震に対する安全性の確保  3) 廃業や高齢化の進む林業の新しい方向性が必要

	<p>4) エネルギー消費の大きい民間施設での木質チップボイラの導入促進</p> <p>5) 健全で美しい最上地域の森林を持続的に保全し、活用していくためのガイドラインの策定</p>	<p>4) 木質チップボイラの低価格化と、導入のための支援策</p> <p>4) 森林の維持管理手法だけを対象とするのではなく、潜在的な機能や価値を最大限に発揮できるようするための関わり方のシステムが必要（環境問題やバイオマスの問題は、そのためのきっかけとなる）</p>
中長期的	<p>1) 木質バイオマスの流通システムの確立</p> <p>2) 持続的林業経営や里山の復元活動等による、健全で美しい最上地域の森林の実現</p>	<p>1) ウッド・ストック・デリバリー事業の立ち上げ（関連事業者の協力関係　例えば協同組合等による共同事業として起業）</p> <p>2) 産・官・民の協力体制が重要であると同時に、それぞれの中での連携が重要 (特に官側の担当窓口は、環境、林業、農業、商業、観光、建設など多岐にわたる連携が求められる。換言すると、うまく連携ができた場合には好影響の範囲が無限に広がる可能性があるといえる)</p>