

## Study on Circulation of Biomass Resources at North Sakai Area in Fukui Prefecture

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2011-08-23 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 永井, 二郎 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10098/3777">http://hdl.handle.net/10098/3777</a>

# 福井県坂井北部地区バイオマス資源循環に関する調査研究

Study on Circulation of Biomass Resources at North Sakai Area in Fukui Prefecture

永井 二郎\*  
(福井大学工学部機械工学科)

## 1. 調査研究の目的

### 1. 1 背景

我が国の近未来エネルギーシステムに関して、エネルギーセキュリティの問題や地球環境問題（特に、地球温暖化問題と京都議定書発効）を大前提として、「トリプル50」を目指す声が高まっている。その内容は、i) エネルギー有効利用率を現在の35%から50%に高め、ii) 化石燃料依存率を現在の81%から50%に低減し、iii) エネルギー自給率を現在の18%から50%に高めようとするものである。この「トリプル50」を実現するための大きな柱の一つが、バイオマスや廃棄物利用によるエネルギー資源の確保である。我が国の目標値として、バイオマスと廃棄物利用により全体のエネルギー消費の15%をまかなうことが計画されており、様々なレベルでのバイオマス有効利用の必要性が高まっている。

一方、福井県坂井地域北部（以降、坂井北部地区）に関して、農業を中心とした地域づくりの基本計画が平成15年に策定されている<sup>(1), (2)</sup>。生産的土地利用を基礎とした多目的空間利用へと丘陵地利用形態が変化しつつあることをうけて、「農業・観光・グリーンツーリズム・資源循環型社会・バイオマス」をキーワードとした総合地域づくりプランが提唱されている。この基本計画においても、資源循環型農業を目指したバイオマス利用の重要性が指摘されている。

### 1. 2 目的

以上の背景をふまえて本調査研究は、坂井北部地区でのバイオマス資源循環システムの構築の準備段階として、(I) 当地区でのバイオマス資源の種類と量の概算調査、(II) それらバイオマス資源循環方法のリストアップとコスト試算を行い、他地域でのバイオマス利用事例の調査結果と合わせて、バイオマス資源循環システムの実現性や課題を調査検討することを目的とする。

当地区のバイオマス資源循環を検討するにあたり、まずバイオマス利用の現状と課題を概観し、他地域でのバイオマス利用現状を調査する。次に、(I)の当地区でのバイオマス資源の種類と量の概算調査により、バイオマス資源の種類（農業残さ、木質系廃棄物、水産系廃棄物、食品関係廃棄物、家畜排泄物、汚泥、等）とその量を概算し、当地域のバイオマス資源のポテンシャルを確認する。(II)のこれらバイオマス資源循環方法のリストアップとコスト試算により、当地区にふさわしい方法を検討し、今後のプロジェクトの推進指針策定に資する。

(キーワード：バイオマス、坂井北部地区、資源循環、エネルギー)

---

\* Niro Nagai  
(Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, University of Fukui, Fukui, 910-8507)

## 2. バイオマス利用の概観

### 2. 1 最近の動向<sup>(3), (5), (6)</sup>

地球温暖化防止のための京都議定書の批准により、CO<sub>2</sub>排出量削減ひいては再生可能型エネルギー利用促進が重要な課題となっている。また、「電気事業者による新エネルギー等の利用に関する特別措置法（通称RPS法）」が2003年4月に施行され、電気事業は2010年までに一定量の新エネルギーの利用が義務付けられた。さらには、「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律（通称家畜排泄物法）」が2004年11月に施行され、家畜排泄物の素掘り池での貯留や野積みが禁止されることになった。このような状況を背景として、バイオマス利用のニーズが急速に高まっている。我が国のバイオマス利用に関する方針は、2002年12月に閣議決定された「バイオマス・ニッポン総合戦略」に記されており、動植物・微生物・有機性廃棄物等のバイオマスから、エネルギーや生分解素材・飼肥料等の製品を得ることと、その技術開発や実用化・産業化を図ることを目標としている（図1）。

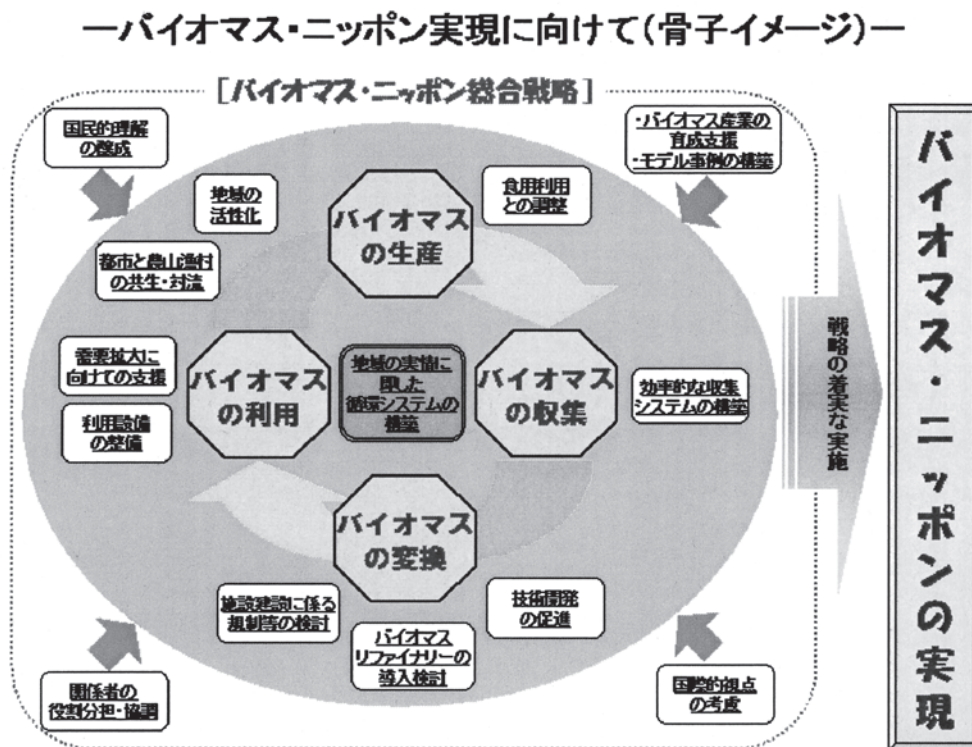


図1. バイオマス・ニッポン総合戦略のイメージ図  
(<http://www.maff.go.jp/biomass/senryaku/senryaku.htm>)

### 2. 2 バイオマスの賦存量<sup>(3), (5), (6)</sup>

全世界のバイオマス現存量の推定値は以下の通りである。

- ・農産バイオマス（穀物生産）が、約8億トン／年（炭素換算）
- ・海産植物バイオマスが、3～15億トン（炭素換算）
- ・森林樹木バイオマスが、約5000億トン（炭素換算）

→世界エネルギー消費量の約100年分に相当する。

これらのうち、エネルギーとして9億トン（炭素換算）が利用されており、全世界エネルギー消費量の1割強に相当する。

我が国のバイオマス賦存量（年間発生量）は以下の通りである。

家畜排泄物	9100万トン	→堆肥として利用（利用割合80%）
食品廃棄物	1900万トン	→飼料・肥料として利用（利用割合10%）
紙ゴミ	1400万トン	
下水汚泥	7600万トン	→建設資材・堆肥として利用（利用割合60%）
木質系廃材	610万トン	→エネルギー・肥料として利用（利用割合90%）
林地残材・建築廃材	870万トン	→エネルギー・材料として利用（利用割合40%）
稲わら・もみ殻	1300万トン	→堆肥・飼料等として利用（利用割合30%）

## 2. 3 バイオマスの種類と特長<sup>(3)</sup>

バイオマスの分類方法としては、上記のように物質の種類で区別するが、これらは大きく3つに分類されることが多い。

- 1) 廃棄物系バイオマス： 家畜排泄物、食品廃棄物、建築廃材、下水汚泥など、廃棄物として処理されているもの
- 2) 未利用バイオマス： 稲わら、もみ殻、林地残材（間伐材）など、収集コスト等の面から利用されていないもの
- 3) 資源作物： 飼料作物、でんぷん系作物など、エネルギー源や製品の原料とすることを目的とした作物

まず最初に、比較的安価な廃棄物系バイオマスの利用が進められ、その後未利用バイオマス（10年後）や資源作物（10年後）の利用が実用化されると期待されている。

これらバイオマスの特長は下記のようにまとめられる。これらの特長から、地球温暖化・持続的循環型社会の構築・農山漁村の活性化を目指してバイオマス利用が推進されている。

<長所>

- ・賦存量が多く、再生可能エネルギーであるため、石油代替効果が大きい。
- ・CO<sub>2</sub>バランスを壊さないカーボンニュートラルなクリーンエネルギーである。
- ・有機資源であり、エネルギー変換により各種燃料や化学原料となり得る。
- ・貯蔵が可能。
- ・広い地域に多く存在する。
- ・廃棄物（約4.5億トン）の約60%がバイオマスなので、廃棄物処理につながる。

<短所>

- ・化石燃料に比べてエネルギー密度が小さい。→変換効率の向上や変換コストの削減が課題となる。
- ・収集運搬コストが高い。→広く薄く存在し、水分が多く、かさばるので扱いづらい。
- ・資源作物（エネルギー作物）の生産は、食糧生産と競合する。
- ・生態系との調和を図り持続性を重視しなければ、森林生態系などの破壊につながる。

## 3. 他地域のバイオマス利用の事例

### 3.1 北海道における木質系バイオマス利用<sup>(4), (5)</sup>

木質系バイオマス利用とは、チップ・ペレットなどの固形燃料や、エタノールなどの液体燃料、あるいは木ガスなどの気体燃料に変換し、熱と電気を同時に供給（熱電併給）することである。その原料としては、林地残材（未利用の間伐材や枝葉など）、製材工場の残廃材（端材、パーク、おが粉などの工場廃材）、建築現場で発生する残廃材（建築・解体材、新築・型枠廃材などの建築

廃材)である。

北海道におけるこれら原料の年間賦存量は、およそ下記の通りである。

林地残材 1 1 6 万m<sup>3</sup>

工場廃材 1 5 7 万m<sup>3</sup>

建築廃材 5 3 万m<sup>3</sup>

問題点としては、林地残材は少量分散的であり、枝葉などは実材積が少量であるため、集積・運搬・加工コストが割高になってしまうことである。工場廃材については、そのほとんどが木材加工や製紙業が自社用木くず焚きボイラーに利用しており、未利用量は1.4万m<sup>3</sup>にすぎないことが挙げられる。建築廃材については、防腐剤などの有害成分混入の可能性があり、その取り扱いに注意が必要であることと、コストが比較的高くなることである。

北海道の木質系バイオマスエネルギー利用に関する取り組みを表1にまとめた。各市町ともに、2001年頃に取り組みがスタートし、2004年時点で約15の市町で研究会・試験的事業・構想策定事業が実施されている。しかし、いずれも実用段階には至っていないのが実情である。

一例として、足寄町の木質ペレットへの取り組み状況を取り上げる。足寄町は、人口が約8700人、面積1408km<sup>2</sup>(畑123km<sup>2</sup>、山林1105km<sup>2</sup>、原野・牧野50km<sup>2</sup>)であり、酪農の町(乳牛10000頭、肉牛15000頭)である。2・1節で述べた家畜排泄物法への対策がきっかけでバイオマス利用への取り組みがスタートした。スタート時点では、行政主導型(助成金制度等の活用)によりビジョンの策定から始まり、雪氷エネルギー利用・風力発電・

表1. 北海道における木質系バイオエネルギーの取り組み状況

美 深 町	2002 木質バイオマス資源活用促進事業(基礎調査)
下 川 町	2001 地域新エネルギービジョン策定 NEDO(～2002)
	2003 重点テーマにかかる詳細ビジョン策定調査 NEDO
	2004 チップボイラーの導入
滝 上 町	2001 木質バイオマス資源活用促進事業(基礎調査)
	2002 地域政策補助金継続調査
	2003 町内の木材関連業界により研究会設立、木質ペレットの製造開始
	2004 木質バイオマス資源活用促進事業(地域での調査、検討)
東 川 町	2004 バイオマス等未活用エネルギー調査事業 NEDO
南富良野町	2001 森林組合等を中心に木質バイオマス利用について検討
	2003 バイオマス等未活用エネルギー調査事業(南富良野町森林組合) NEDO
留辺蘂町	2004 木質バイオマス資源活用促進事業(地域での調査、検討)
北 見 市	2003 北海道内外に広く会員を募集し、研究会設立(北見工大等)
	2003 木質バイオマス資源活用促進事業(基礎調査)
鏡 戸 町	2003 町内の企業、個人等を中心に研究会設立
	2003 木質バイオマス資源活用促進事業(基礎調査)
足 寄 町	2001 木質バイオマス資源活用促進事業(基礎調査)
	2001 地域新エネルギービジョン策定 NEDO(～2002)
	2002 木質バイオマス資源利用モデル調査(道委託事業)
	2003 木質バイオマス資源活用促進事業(調査研究)
	2003 バイオマス等未活用エネルギー調査事業 NEDO
	2003 町内の木材関連業界等を中心に研究会設立
芽 室 町	2001 バイオマス等未活用エネルギー調査事業(ソフト試験)(民間会社) NEDO
碓 形 町	2004 木質バイオマス資源活用促進事業(地域での調査、検討)
えりも町	2004 木質バイオマス資源活用促進事業(地域での調査、検討)
	2004 木質バイオマス資源活用促進事業(地域での調査、検討)
札 幌 市	2003 バイオマス等未活用エネルギー調査事業 NEDO
苫小牧市	2004 民間研究会設立
室 蘭 市	2002 室蘭地域環境産業拠点形成事業
厚 沢 部 町	2001 木質バイオマス資源活用促進事業(基礎調査)
	2002 厚沢部町木質バイオマス資源活用ビジョン策定
	2003 地域新エネルギービジョン策定 NEDO
函 館 市	2004 民間研究会設立

太陽光発電等の導入が進められた。その後、ビジョン策定メンバーを中心として町民から行動が発生し、「足寄町木質ペレット研究会」が発足する。木質ペレットとは、おが粉やバーク（樹皮）をペレット状に圧縮し成型した木質固形燃料で、円筒直径が6～12mm、長さが10～25mm、含水率は10%程度であり、低位発熱量が17～19MJ/kgのものである。ペレットストーブの価格が、海外製品で45万円、国産品でも25～40万円と比較的高価なこともあり、木質ペレットの広範な普及には至っていないものの、公共施設への導入等により着実に成果を挙げつつある。

他に、滝上町では、調査研究の後「滝上木質バイオマス生産組合」が300t/年の木質ペレット製造施設を2003年に導入し、一部実用的利用が開始されている。下川町では、2004年環境省の補助事業により、温泉施設重油ボイラーを木材バーク（町内の製材工場から供給）使用ボイラーに転換している。

今後の課題としては、広くバイオマス利用全般について言えることであるが、①地域の資源量の把握、②地域のエネルギー需要量の確保、③流通システムの構築、④経済性の向上（コスト低減）、⑤普及啓発の推進、⑥燃焼機器の開発・普及、⑦新たな技術の開発、⑧関係機関の連携の強化、が挙げられる。特に木質系バイオマスについての課題としては、原料を間伐材等に求めてもなかなか調達できないことが挙げられる。なぜなら、戦後の日本の外材輸入促進政策により林業生産が不活発になっており、1960年代には1300万m<sup>3</sup>の森林伐採量を誇った北海道が、現在は350m<sup>3</sup>に落ち込んでいるからである。また、木質系バイオマスを家庭用暖房へ普及させるためには、余裕あるライフスタイルへの変更が必要であろう。化石燃料を使用する現在の暖房器具と比べて木質系バイオマスを利用するには、使用前の準備と定期的な保守点検が必要であり、北歐的なゆとりのある生活サイクルが求められる。

### 3・2 北海道における農畜産系バイオガスプラント<sup>(4),(5)</sup>

2・1で述べたとおり、2004年11月に施行された家畜排泄物法により、バイオガスプラントの建設が促進された。しかし家畜排泄物法は現状では不完全であり、根本的な解決にはならない。例えば、現法では単に雨等でふん尿が流亡あるいは地下浸透さえしなければ、家畜頭数の制限等はない。後述するようなEU諸国の状況とは異なっている。

バイオガスプラント普及に関する課題として、まず消化液の利用が挙げられる。消化液中の栄養分（特に窒素）と受入れ農地とのバランス、および消化液という液肥の散布の問題がある。液肥散布の問題とは、散布農地と貯留施設間の距離が（特に北海道では）離れていることを指す。本州では消化液の浄化施設を併設し、下水や河川放流せざるを得ないが、（後述の）京都府八木町プラントの例のようにコストが高くなってしまふ。どうしても、消化液の農業利用を促進する必要がある（例えば、熊本県鹿本町では水田での利用を検討している）。

次の課題としては、バイオガス利用に関してのもので、現在バイオガスプラントではデュアルフューエルエンジンあるいはガスエンジンと発電機の組み合わせで熱電併給するコジェネレーターのプラントが多く、ガスボイラー単独（熱利用のみ）のプラントは少ない。しかし、コジェネレーターのプラントにおいて電気を有効に利用している例は少ない。売電が容易に行えないと個別型バイオガスプラントでは余剰電力を無駄に消費することになる。熱の利用についても、全く同様に多くは無駄に捨てられている。ちなみに、RPS法により、北海道では冬期昼間電力が9.3円/kWh、夜間電力が3.8円/kWh、廃棄物発電の余剰電力が3円/kWhと定められており、売電の促進に向けて少しは前進が見られた。

バイオガスプラント利用の先進国であるEU諸国（特に北ヨーロッパ）では、①地球温暖化防止の見地から再生可能資源の利用促進を政策としている、②家畜ふん尿などの廃棄物処理に関して環境規制が厳しい、③再生可能エネルギーによる電力の買い取り優遇施策、④環境税の導入により、再生可能エネルギーが相対的に安価、⑤バイオガスプラント建設に対し、補助金や融資が

受けられやすい、といった状況であり、日本（北海道）とは大きく異なる。鮎と鞭の使い分けであり、「鮎」は電力の高価買い取りで、「鞭」は環境規制である。例えばデンマークでは、農業生産を落としても環境を守ることを優先しており、ドイツでは、再生可能エネルギーによる電力の高価・長期間買い上げを定めた法律がある（現在0.1ユーロ（13円）/kWh（今後値上りの予定）の売電価格で、家畜ふん尿等からの電力に至っては0.18ユーロ（23円）/kWhと高い）。

バイオガスプラント普及に関する補助金については、初期建設に対する手厚い補助金ではなく、発電収入やCO<sub>2</sub>削減料、廃棄物処理費がインセンティブになるような政策・補助金のあり方が望まれている。また、消化液が循環でき、一般の買電価格で売電し、その地域で使えるようなバイオガス特区の設置も考えられる。初期投資補助金は減額し、低コストのプラントを建設することを推進するわけである。

### 3・3 日本における水産系バイオマス利用<sup>(6)</sup>

我が国の漁獲量は年間4753千トンで、その内北海道だけで1413千トンにのぼる。バイオマスは2・3で述べた通り資源作物・未利用バイオマス・廃棄物バイオマスの3つに分類される。水産系の資源作物として、巨大海藻マクロシスチス（ジャイアントケルプ）（アメリカ）を海洋で高密度に養殖・圧搾機で水分除去・メタン発酵でメタンガスを取り出すものが検討されていたが、コストがガソリンの3倍以上となり実用化に至らなかった。水産系の未利用バイオマスとして海洋生物のものは、国として具体的提示は無い。水産系の廃棄物系バイオマスとしては、宮崎県宮崎市の水産物加工残渣の堆肥化、長崎県長崎市の水産生ゴミ（魚腸骨残渣）の発酵飼料化が有名である。

水産系のバイオマス利用の契機として、1996年のロンドン条約改正が挙げられる。この改正により、基本的に魚のあら（頭、骨、内臓など肉以外の臓器）など有機性廃棄物の海洋投棄が禁止された。魚のあらの海洋投棄は不可能ではないが、その許可を得るには環境影響へのモニタリングなどを通じて環境保全対策が必要となったのである。魚のあらは入荷量の45%に相当すると言われ、日本では130万トン/年にのぼる。現状では、その大部分が焼却処分されている。

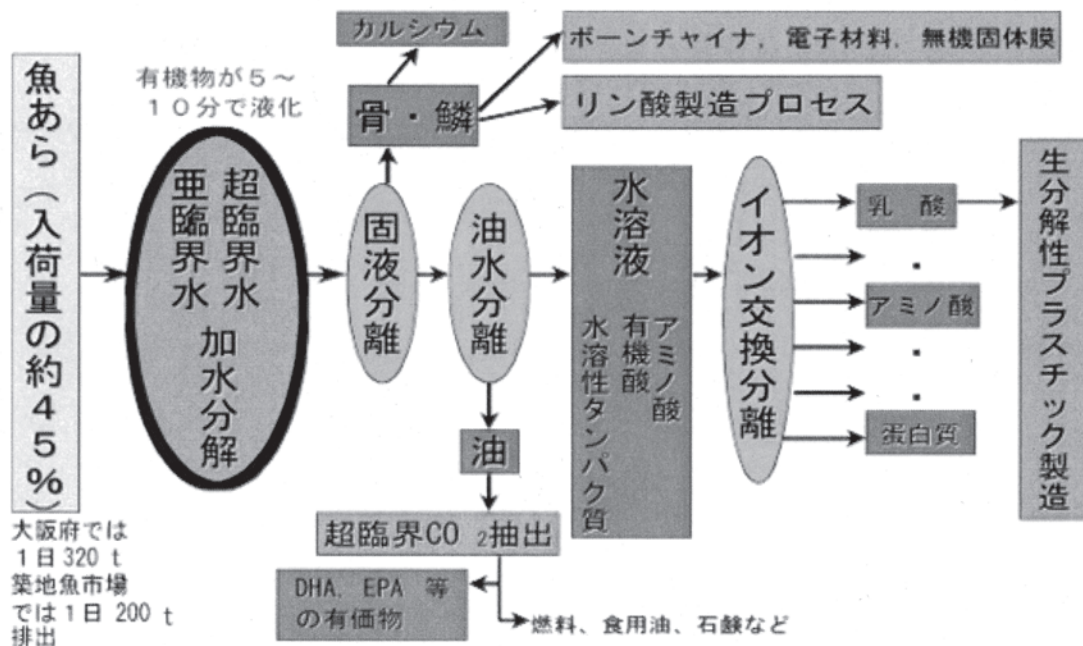


図2. 亜臨界水処理による未利用有機物の高速高度資源化と農林水産・畜産分野への応用の可能性 (<http://lin.lin.go.jp/alic/month/dome/2004/sep/chousa-1.htm>)

木質系・農畜産・水産廃棄物バイオマスの総合利用のモデルシステムの設立が必要である。

水産系バイオマスに関する有力な手法として、亜臨界水による魚あらの資源化が報告されている(図2)。超臨界水(220気圧、374℃以上)は、有機物質を二酸化炭素にかえてしまうので、有機物は資源になれないが、亜臨界水は有機物中の高分子をばらばらにし、かつ油をとかず性質を持ち合わせている。固形物のカルシウムやリンは肥料や化学薬品となり、油分はDHAやEPA等の健康食品や燃料・潤滑油となり、水溶液からとれる乳酸は生分解性プラスチックとなり、水溶液中のアミノ酸等は医薬品や食品に利用できる。今後のさらなる開発が期待されている。

### 3・4 日本における廃棄物系バイオマス利用<sup>(5)</sup>

ある物質が廃棄物であるか否かは、その時代の生活様式や産業構造など社会的条件に大きく依存しており、定義は難しい。通常、廃棄物は下記の通り、一般廃棄物と産業廃棄物とに分類されている。

- 一般廃棄物：  ごみ、粗大ごみ、燃え殻、汚泥、ふん尿、廃油、廃酸、廃アルカリ、動物の死体その他の汚物又は不要物であつて固形状又は液状のもの
- 産業廃棄物：  燃え殻、汚泥、廃油、廃酸、廃アルカリ、廃プラスチック類その他政令で定める廃棄物

このうち廃棄物系バイオマスとは、有機性汚泥、ふん尿、動物の死体、生ゴミ、紙、不要木製家具、等を指すが、バイオマスとして有効に利用されれば廃棄物に該当しなくなる。

2001年度の日本の廃棄物は、総量5.9億トンであり、その内訳は、家庭ごみ0.55億トン、家庭尿尿0.29億トン、産業廃棄物4.0億トン、バイオマス系廃棄物3.2億トンとなっており、全体の約60%がバイオマス系廃棄物である。図3は、国内の産業廃棄物量の推移を示したもので、ここ10年は総量はあまり変化していない。産業廃棄物約4億トンのうち、約2.7億トンがバイオマスに相当する廃棄物である。

廃棄物系バイオマスには多様な成分が含まれ、様々な利用法があるが、主に飼料・堆肥・エネルギーとして利用されている。

ごみ焼却場から発生する熱の利用は、1965年に廃棄物発電が開始され、2001年時点で発電施設数236、ごみ処理能力ベースで50%にごみ発電が導入されており、平均すればごみ

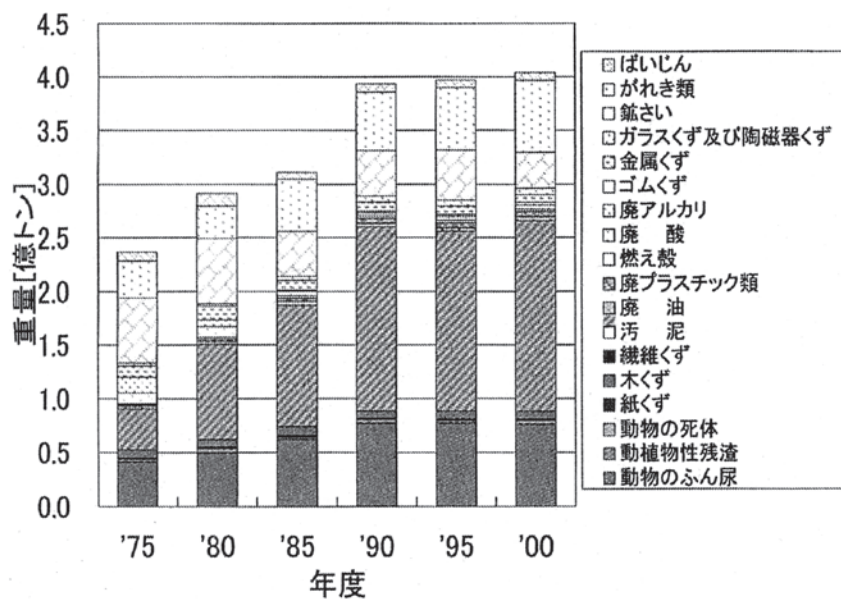


図3. 国内産業廃棄物の推移 (図中の暗い色の部分がバイオマスに相当)



の持つ熱量の10%を電力に変換している。最近ではガスタービンと合わせて高効率発電をおこなう「スーパーごみ発電」が注目されている。

尿尿を下水処理場で生物処理したものが下水汚泥である。尿尿を栄養源として成長した微生物、処理できなかった有機物、土壌などの無機物が含まれており、下水汚泥は、焼却処理とともに、嫌気性消化と呼ばれる微生物過程によるメタン発酵処理がなされてきた。全国の約1600カ所の下水処理場の約2割に消化槽が設置され、発生ガスの53%が加温用、16%が発電に使用されている。

廃棄物系バイオマス利用の課題としては、法律的な面（廃棄物とバイオマスの区別）と社会基盤整備（地域規模の熱供給システムの構築）が挙げられる。

### 3・5 山口県における森林バイオマス利用<sup>(6)</sup>

山口県の土地面積の7割を占める森林の多くは「里山」であり、薪炭が主燃料であった昔から暮らしと密接な関係にあった。人工林が森林の約43%を占め、また全国第2位の資源量を有する竹資源は、伐採後4～5年程度で再資源化が可能であることから、エネルギー資源を短期・計画的・持続的に供給できる「バイオマス・プランテーション」としての可能性も有する。山口県の森林バイオマスエネルギー活用推進プロジェクトは、2002年3月に「やまぐち森林バイオマスエネルギー・プラン」として策定されている。

森林バイオマスの地産地消プロジェクトは、大きく3つの展開方向で成り立っている（図4参照）。1つ目の石炭火力発電施設での混焼は、森林バイオマスの大ロット・先導的なエネルギー活用方法として大きなポテンシャルを有する。2つ目の中規模ガス化コージェネシステムは、電力会社への売電ではなく、中山間地域において熱・電力の集中的な利用施設に対する直接供給により、競争力を確保しようとしている。3つ目のペレット燃料は、小規模分散型熱利用ボイラーの灯油・重油代替燃料としてコスト競争力を持っている。

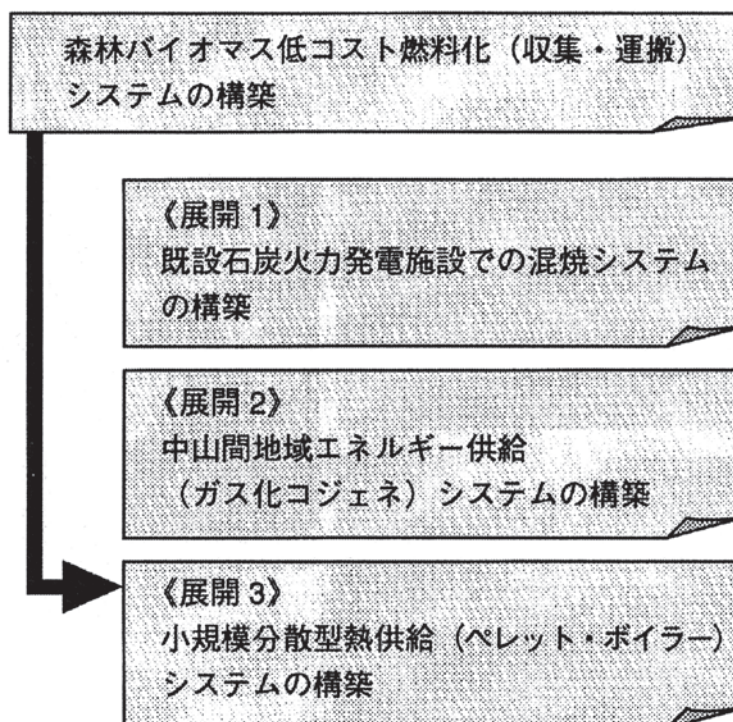


図4. 山口県のエネルギー地産地消プロジェクトの展開方向

3・6 京都府八木町での畜産廃棄物バイオマス利用<sup>(6)</sup>

1997年度と2001年度に分けて総工費17億円で完成した「八木バイオエコロジーセンター」は、家畜のふん尿等を発電・堆肥・液肥に利用する。大きくは、乳牛・豚のふん尿やおからを処理する「メタン発酵施設」と、肉牛ふん尿等や脱水ケーキを堆肥化する「堆肥施設」に大別される。

「メタン発酵施設」では、乳牛931頭、豚1,650頭のふん尿とおから10t/日を嫌気発酵し、消化過程で発生する消化ガスを使って発電を行う。さらに、発電設備から廃熱を回収し

表2. いわて木質バイオマスエネルギー利用拡大プランの概要

	項目	細目	平成18年度までの施策
Ⅰ 熱利用による展開	(1)ペレット利用の展開	① ペレットストーブによる利用拡大	公共施設への先導的導入▽家庭用ペレットストーブの開発
		②ペレットボイラーによる利用拡大	公共施設への先導的導入▽いわて型ペレットボイラーの開発▽ペレットボイラーによる消融雪システム開発と実証▽需要調査▽木質ボイラー導入方針策定
	(2)チップ利用の展開	①チップボイラーによる利用拡大	いわて型チップボイラーの開発▽利用技術の調査研究▽需要調査
	(3)利用展開に向けたベースの構築	①ペレット及びチップの供給と流通システムの整備	ペレット流通のシステム構築と需要動向を踏まえた生産施設の整備検討▽ペレットの規格及び認証施設システムの検討▽チップ供給システムの検討
		②未利用木質資源の有効活用	切捨て間伐や土場残材などの低コスト収集システムの開発▽木焚ボイラーの導入促進
(4)その他の展開	①薪による利用拡大	薪や燃焼機器の利用促進策検討	
	②木灰の利用活用	回収・処理システムの検討▽商品化を含めた灰の活用策の検討	
Ⅱ 熱電利用の検討などによる展開	(1)コージェネレーション(熱電併給)による利用可能性の検討	①自家用コージェネシステムの導入可能性調査と具体化検討 ②新たな小規模コージェネシステムの可能性検討	住田町をフィールドにした、製材工場などの自家用コージェネシステムの可能性検討と具体化検討
	(2)発電による利用可能性の検討	①木質バイオマス発電による電気事業の可能性検討(中・長期的) ②民間発電施設等における混焼による利用可能性検討(中・長期的)	
	(3)モデル地域による総合的な利用可能性の検討	①木質バイオマス活用地域モデル総合実証調査の実施と具体化検討	未利用資源を低コストで供給するシステムの構築▽住田町のバイオマスタウン形成
Ⅲ 普及・啓発活動への展開	(1)フォーラムの継続的な開催と先進国や他県との継続的な交流による情報収集と発信		フォーラムの継続的な開催▽先進国や他県との継続的な交流
	(2)「みどりのエネルギー」の普及に向けた県民活動の展開		ペレットストーブなど利用機器の需要拡大に向けた運動▽市町村と連携したセミナーの開催▽木質バイオマス利用のためのQ&A作成
	(3)環境教育を通じた普及・啓発活動の展開		林業改良普及員の活動の一環として環境教育の実践
	(4)普及拡大に向けた一元的な相談体制の展開		相談体制の整備

て、消化槽の加温や管理用建物の給湯・暖房などに使用する。一方、消化の終わった液の一部は、液肥として利用することで水処理費のコスト低減を図り、そのまま農地還元することで即効性の肥効があるので、化学肥料の縮減がなされている。

「堆肥施設」では、メタン発酵施設の残りの消化液を脱水機で固液分離した後の脱水ケーキ約12.5 t/日と、肉牛590頭、育成牛233頭のふん尿を堆肥化し、農地等に還元している。

運転実績として、家畜ふん尿の処理量は約65 t/日で安定している。内訳としては、乳牛のふん尿が最も多い(約53 t/日)。発電設備は、ガスエンジン発電機として70 kWのものが2台、80 kWのものが1台あり、これらが稼働すれば施設内の必要な電気量を確保することができ、電気負荷の小さな時間帯は売電が可能である。

収入の主なものは、家畜ふん尿処理料(20%)・おから処理料(9%)・堆肥販売料(17%)・町からの補助金(26%)となっている。例えば、乳牛1頭当たりの処理料は15,000円/年、堆肥販売料は6,000円/tである。

施設運営のランニングコストは、メタン発酵施設が63%、堆肥施設が37%とメタン発酵施設が約3分の2を占めるものの、廃棄物の処理単価は、メタン発酵施設が2,264円/t、堆肥施設が5,090円/tとなっており、メタン発酵施設の方が安価に処理できている。課題(問題)点は、脱水機を含む水処理がランニングコストの多くを占め経営を圧迫していることである。脱水および脱色の際に添加する高分子凝集剤の使用量が多く、メタン発酵施設のランニングコストの約56%がこの凝集剤費となっている。この課題克服のため、液肥利用による持続的農業の構築が進められている。

### 3・7 岩手県における木質系バイオマス利用<sup>(6)</sup>

岩手・木質バイオマス研究会は2000年7月の設立し、会員数は当初の60名から現在は200名にまで増えた。内、40%近くが県外在住者であり、団体会員にはプラントメーカーやコンサルタント・地方自治体もある。この研究会の活動成果により、2004年1月「木質バイオマスサミット in いわて」の開催にまでこぎつけ、表2に示すような木質バイオマスエネルギー利用拡大プランの策定に至っている。

## 4. 坂井北部地区のバイオマス資源(種類と量の概算)

前章で述べた他地域でのバイオマス利用状況もふまえながら、当地区(坂井北部地区:三国町、あわら市)のバイオマス資源とその資源循環方法を検討する。本章ではまず、当地区でのバイオマス資源の種類と処理量を概算し、その特徴を把握する。

### 4・1 当地区のバイオマス資源の種類と量

平成15年度農村資源リサイクル環境整備検討調査「坂井地域」資源循環方向検討調査報告書(社団法人日本農業集落排水協会)<sup>(1)</sup>にて、当地区の短期資源循環計画(平成22年度予想)が策定されている。その計画に示された数値を一部修正して、当地区のバイオマス資源の種類と量を以下の表3のように概算した。

参考資料<sup>(1)</sup>の短期資源循環計画(平成22年度予想)では、水産系廃棄物と集落汚泥等について利活用計画量を0としていたが、本報告では敢えて利活用すべきとして計画量に加算した。その理由は下記の通りである。

- ・水産系廃棄物は、現在、富山県まで運搬して処理業者に処分してもらっている状況で、過去、魚のあらの処理施設建設が地元の反対運動で止まっている。しかし、貴重なバイオマス資源を、わざわざエネルギーを使って運送し、コスト負担してまで処分していることは多大な無駄と言わざるを得ない。廃棄物として県境をまたぐことも大きな問題である。

表 3. 北部地区バイオマス資源（利活用計画量（目標：平成22年度）単位：t/年）

資源種類	内訳	利活用計画量	小計
家畜排泄物	乳牛	978	3,678
	肉牛	888	
	豚	0	
	鶏	1,812	
農業残渣	もみ殻	4,889	4,889
	稲わら、米ぬか等	0	
食品関係廃棄物	生ごみ（家庭）	2,546	2,560
	給食センター	14	
木質系廃棄物		2,180	2,180
水産系廃棄物		700	700
汚泥等	下水道汚泥	0	2,870
	集排汚泥等	2,870	
合計		16,877	

・集排汚泥については、取り扱いが難しいということであるが、人間由来の汚泥なので、現在の焼却埋め立てより積極的に利用できるとして計画量に加えた。

#### 4・2 当地区のバイオマス資源の特徴

- i) バイオマス原料として注目すべきは、もみ殻と木質系廃棄物である。これらは、ドライバイオマスでありセルロース系廃棄物である。熱分解すると良質の炭化物、酢液、ガス（発電、熱回収に利用可）が得られる。また、水分調整剤としても使える非常に重要なバイオマス原料である。当地区では、全体の約43%と処理割合が多い。ただし、もみ殻については発生量の季節変動が大きいので、貯蔵等の検討が必要である。
- ii) 家畜排泄物と集排汚泥等はいずれも動物の排泄物であり、当地区の場合、水分は60～70%と推定され、比較的処理しやすいバイオマスであるが、悪臭対策には充分配慮が必要である。
- iii) 食品関係廃棄物と水産系廃棄物は水分が80%以上と推定され、ウェットバイオマスに分類される。これらは共に塩分が高く、単独での処理では問題が発生する恐れがある。しかし、全体の20%の処理量なので、他の原料と混合することで対処が可能と判断できる。

## 5. 坂井北部地区のバイオマス資源循環方法の検討

### 5・1 資源循環方法の検討

- ・バイオマスの資源循環方法については、【メタン醗酵】、【炭化】、【堆肥化】、【飼料化】が現実的な手段である。現在までの実績から考えると、当地区のように地域全体で各種バイオマス原料を資源として捉え利活用の検討をしているケースは、我が国では非常に少ないと言える。3章で挙げたような各地の成功・失敗事例を分析し、本当に地域住民が一体となって取り組める方策が求められる。また、当地域のバイオマスの特殊性を生かし、ユニークでしかもコスト的に見合って、その上、安心できる資源循環方法を実施すべきである。
- ・我が国では、【堆肥化】が最も普及している方法であるが、日本の食料自給率は40%程度であり、60%が海外から輸入されたバイオマス原料である。このため、現在ではせっかく堆肥を作っても捌ききれないという問題が各地で起きている。もうひとつの問題は、農家自身が堆肥より化学肥料を使用してしまうという点がある。これは単に労働作業が楽であるというだけの原因である。したがって、堆肥施設にて堆肥の散布までサービスをする体制を整えるべきである。また、農家は一年単位で生計を立てており、安心して使える肥料でないと思わないという慎重さがある。しかし一方で、高品質の堆肥を求めていることも事実である。最近、欧米を中心に《炭素農業》が注目され始めている。これは、空気中の炭酸ガスを農作物が光合成により植物体として吸収し、これらを【炭化】して土壌改良材として有効利用して炭素固定し、空気中の炭酸ガスを削減するものである。地球温暖化防止に役立つばかりでなく、炭化物が土壌改良材として大変優れたものであることが認められている。特に、堆肥などとの相乗効果が確認され、我が国でも炭入り堆肥が高品質堆肥として人気を呼んでいる。その他に、堆肥施設は悪臭でのクレームが多いことも留意が必要である。
- ・【炭化】については以上の他に、醗液の回収が可能である。醗液は肥料中のリンをよく溶かして根からの吸収をよくし、SPS酵素が活性化してショ糖をつくり糖度を上昇させる働きをする。従来とは異なった高品質の農業が展開できる材料である。また、殺菌・殺虫効果や、動物の忌避材としても農業に役立たせることができる。もう一点、アンモニア等の中和脱臭剤としても利用でき、堆肥施設には大変有用な副産物と言える。炭も同様に、吸着材として脱臭に役立つ物であり、かつ炭の中のミネラル分が可溶態になっているので肥料効果も大きい。堆肥に炭や醗液を混合すると醗酵が促進されるということも確認されている。更に、炭化装置からは、廃熱が回収可能であり、堆肥の醗酵促進、水分調整、ハウスの暖房等、各方面に利用できる。
- ・以上の検討をふまえて、4・1節で述べた当地区の各種バイオマス原料の利活用計画量に応じた処理方法案を提案する。基本的には、【堆肥化】と【炭化】によって処理を行う。そのための堆肥化施設と炭化施設の併設を提案するものである。具体的には、原料の更なる調査（特に水分）が必要であるが、全体の振り分けは以下の様に推定される（詳細は図5を参照）。
  - \* 堆肥化…全体量の約50%とし、炭化以外の原料をすべて堆肥とする。原料水分は60%程度と予想される。
  - \* 炭化…もみ殻排出量の約50%と、木質系廃棄物、魚のあら、集排汚泥を全量混合して炭化する（混合した場合は醗液回収はしない）。できた炭は堆肥に混合し、高品質堆肥として販売する。醗液は農業用・脱臭用・醗酵促進用として使用する。廃熱は、原料の乾燥用・水分調整用・ハウスの暖房用等に利用する。
  - \* 全体施設の稼働は年間300日、24時間/日とし3交代勤務で週1日の休日として、雇用促進を計る。

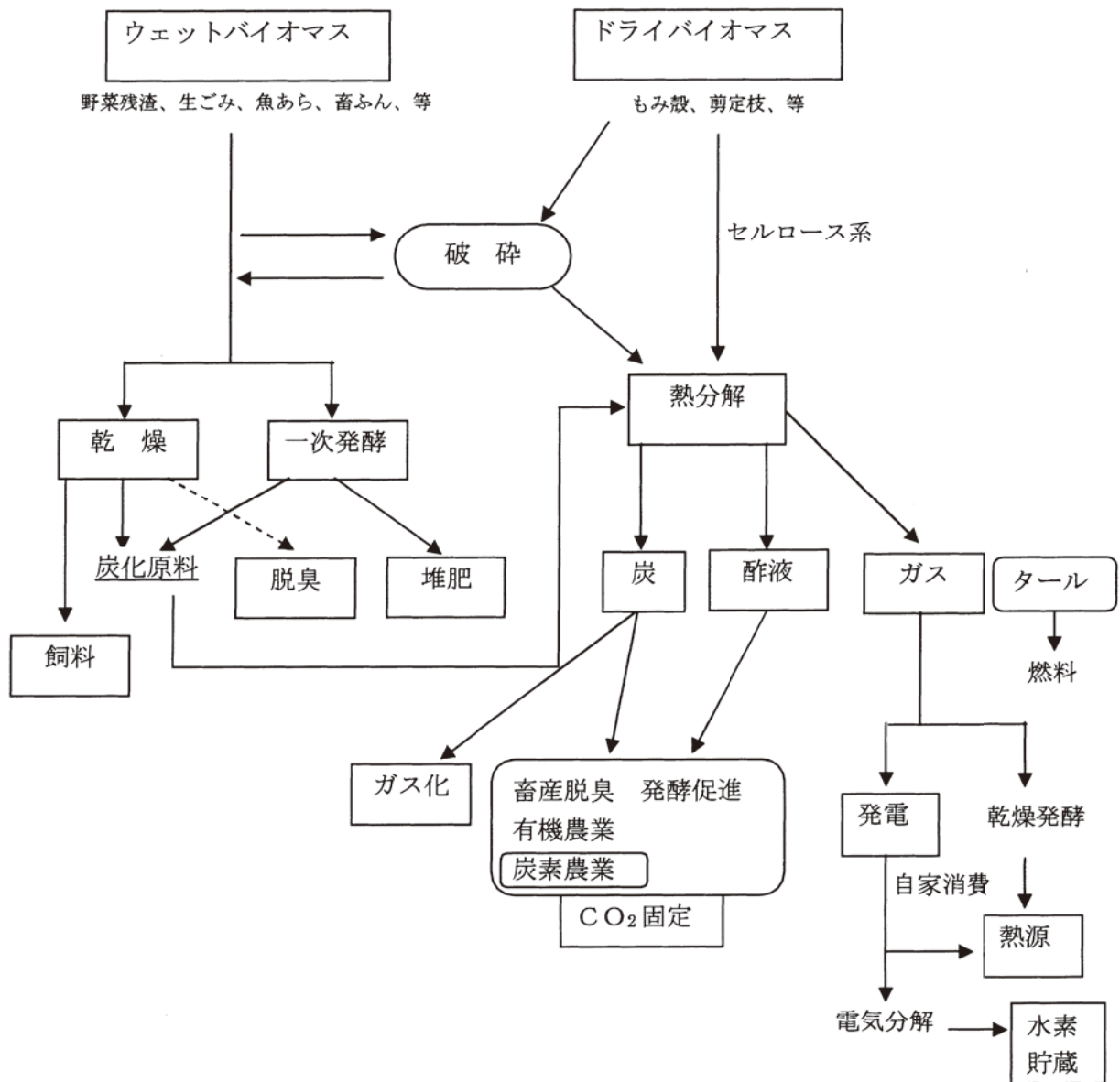


図5. 坂井北部地区のバイオマス資源循環方法の全体図

・具体的な処理量については、【堆肥化】と【炭化】への振り分け量や種類により下記の方法案(1)～(3)を提示する。

◎処理方法案(1)

【堆肥化】	処理量 t/年	水分%	
家畜排泄物	3,678	70	→ 4,200 t/年
もみ殻	2,445	15	
食品関係廃棄物	2,560	90	
小計	8,683	60	

【炭化】

もみ殻	2, 445	15	
木質系廃棄物	2, 180	30	炭化物
水産系廃棄物	700	90	→ 1, 450 t/年
汚泥等	2, 870	60	
小計	8, 195	41	
総処理量	16, 878		

◎処理方法案(2)

【堆肥化】

	処理量 t/年	水分%	
家畜排泄物	3, 678	70	
もみ殻	2, 445	15	堆肥
食品廃棄物	2, 560	90	→ 6, 000 t/年
水産系廃棄物	700	90	
汚泥等	2, 870	60	
小計	12, 253	62	

【炭化】

			炭化物
もみ殻	2, 445	15	1, 200 t/年
木質系廃棄物	2, 180	30	→ 酢液
小計	4, 625	22	340 t/年
総処理量	16, 878		

◎処理方法案(3) …水産系廃棄物と汚泥等を処理しない場合

【堆肥化】

	処理量 t/年	水分%	
家畜排泄物	3, 678	70	堆肥
もみ殻	2, 445	15	→ 4, 200 t/年
食品関係廃棄物	2, 560	90	
小計	8, 683	60	

【炭化】

			炭化物
もみ殻	2, 445	15	1, 200 t/年
木質系廃棄物	2, 180	30	→ 酢液
小計	4, 625	22	340 t/年
総処理量	13, 308		

5・2 コスト試算と検討

前節で述べたバイオマス資源循環方法のコスト試算概略を以下に記す。

単位(百万円)

・ イニシャルコスト	720
堆肥施設	80
炭化装置	280
建屋等	360
・ ランニングコスト(年間)	112
ユーティリティ	44
人件費	48
メンテナンス	20
・ 収入(年間)	275

堆肥	170
炭	45
原料（逆有償）	60
・ 利益（年間）	163
・ 償却年数	約4.4年

上のコスト計算は、あくまでも概算であり、各種条件により変動する。土地購入費・酢液販売費・廃熱回収費は計算に入れていない。ただし、ショベルローダー・堆肥散布機・破碎機は含む。

#### <検討>

- ・ 以上のコスト概算結果より明らかなように、コスト的には十分に採算の合う施設となる。問題は製品がすべて販売できるかどうかであり、そのためには堆肥の散布機等も購入し、施設が圃場の散布まで行うことがポイントである。
- ・ 炭化原料として、セルロース系のみを扱い、酢液を回収する案でも採算の合う施設となる。もみ殻排出量の50%は堆肥の水分調整用として使用するか、水産系廃棄物・汚泥等は扱わない。この場合、ガス化発電まで導入すべきと考える。この方法が最もコストの合う方式となる可能性がある。酢液が販売できれば、収入がかなり増えるからである。
- ・ 堆肥施設も、原料別に仕分けできると、コストダウンが図れる。
- ・ 炭酸ガスの固定量は年間2600t程度と予想される。もし、炭酸ガス排出権取引ができると、3,000円/tとして、7.8百万円/年となる。
- ・ 廃熱の回収量は80万kcal/hくらいが可能であり、灯油換算で89リットル/h、年間約25.6百万円相当となる。
- ・ いずれにしても、原料のチェックが必要であり、形状・水分・熱重量分析などのデータを把握することが第一であるが、当地区でのバイオマス資源循環の実用化ポテンシャルは極めて高いと言える。

#### 参考資料

本調査報告書を作成するにあたり、主に下記の資料を参考にした。

- (1) 社団法人日本農業集落排水協会、2004年3月、平成15年度農村資源リサイクル環境整備検討調査「坂井地域」資源循環方向検討調査報告書
- (2) 三国・芦原・金津丘陵地開発協議会、2003年3月、「農と文化のあるまちづくり」基本計画、
- (3) 社団法人農業土木事業協会、2004年11月、バイオマス利活用技術Q&A
- (4) NEDO北海道支部、2001年3月、北海道バイオガスエネルギー利用ガイド
- (5) 2005年2月、“【特集】北海道における自然エネルギーの現状と課題ーバイオマスを中心としてー”、日本の科学者、Vol.40, No.2
- (6) 2004年7月、“<特集>バイオマス利用の最新技術”、太陽エネルギー、Vol.30, No.4

また本研究は、平成16年度受託研究（三国・あわら丘陵地営農推進協議会の委託）により行われた。