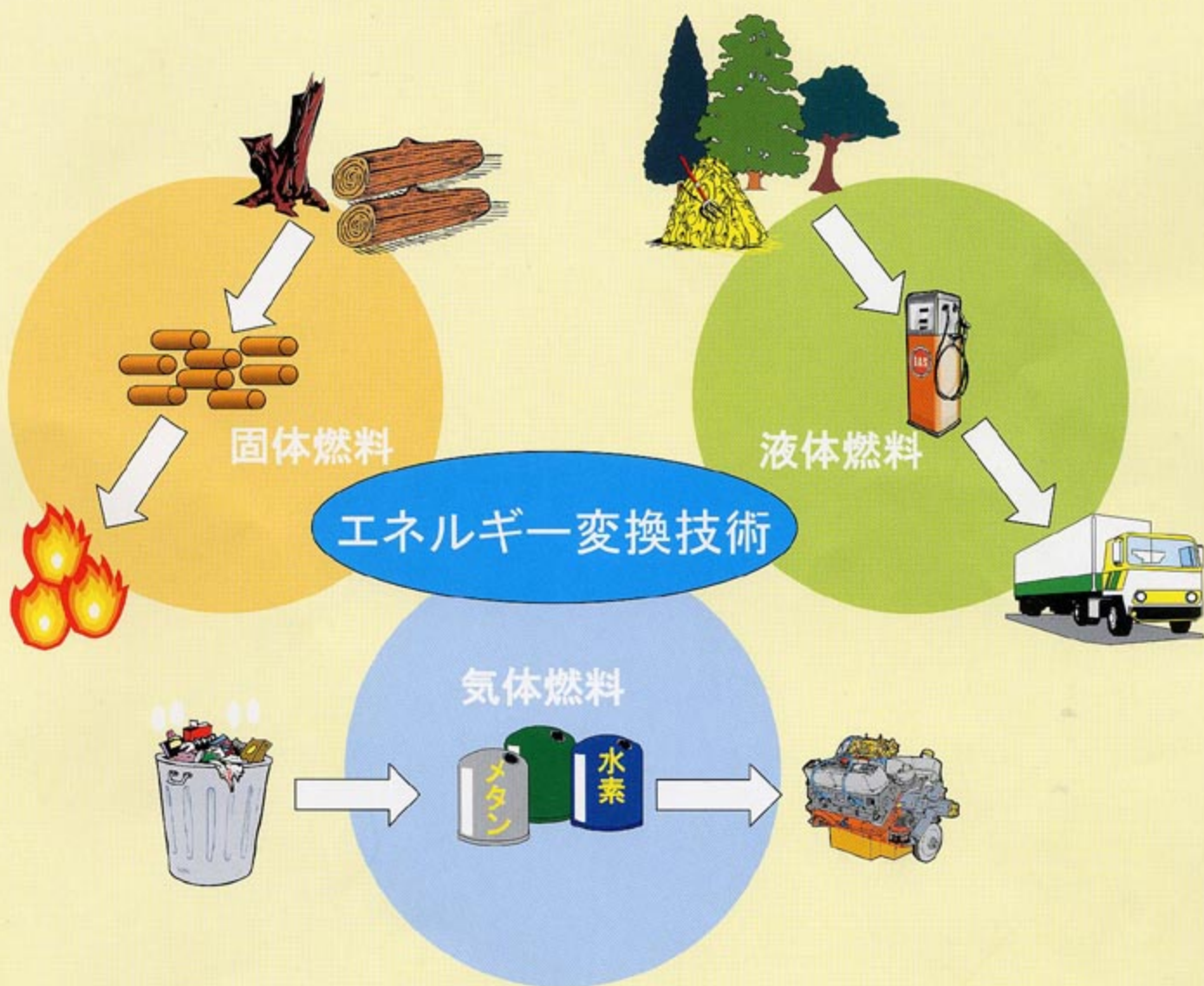


# バイオマスエネルギー利用技術の開発





# 目 次

|     |                                     |    |
|-----|-------------------------------------|----|
| I   | バイオマスを取り巻く情勢                        | 1  |
| 1.  | バイオマスエネルギーの役割                       | 1  |
|     | (1) 再生可能なエネルギー                      | 1  |
|     | (2) バイオマスによる温暖化防止                   | 1  |
| 2.  | わが国における関連施策                         | 1  |
| 3.  | 欧米におけるバイオマスエネルギー開発の取組               | 2  |
|     | (1) アメリカ                            | 2  |
|     | (2) ヨーロッパ                           | 2  |
| II  | 農林水産系バイオマス資源                        | 3  |
| 1.  | わが国の農林水産バイオマスの利用可能量                 | 4  |
|     | (1) 木質系バイオマス                        | 4  |
|     | (2) 農畜産廃棄物系バイオマス                    | 4  |
|     | (3) 食品廃棄物系バイオマス                     | 4  |
|     | <コラム①> 先進的取組事例①                     |    |
|     | 「C1化学によるガス化メタノール製造装置「農林グリーン1号機」の開発」 | 5  |
|     | (4) 水産廃棄物系バイオマス                     | 6  |
| 2.  | わが国におけるバイオマスエネルギーの利用状況              | 6  |
|     | (1) パルプ廃液(黒液)                       | 6  |
|     | (2) ペレット化                           | 6  |
|     | (3) ボイラー燃料                          | 6  |
|     | (4) 木くず発電                           | 7  |
|     | (5) メタン発酵                           | 7  |
|     | <コラム②> 先進的取組事例②                     |    |
|     | 「乾式メタン発酵による効率的メタン生成技術」              | 8  |
| III | 研究開発の成果と実用化の可能性                     | 9  |
| 1.  | 農林水産省における研究の取り組み状況と現在までの主な成果        | 9  |
|     | (1) 生産技術                            | 10 |
|     | (2) 変換利用技術                          | 10 |
| 2.  | 実用化システムの分析                          | 10 |
|     | <コラム③> 先進的取組事例③                     |    |
|     | 「炭化処理を活用したコ・ジェネレーションシステムの開発」        | 11 |
|     | <コラム④> 「エネルギー作物の可能性」                | 15 |
| IV  | 実用的なシステム化に向けた問題点と今後の研究展開            | 16 |
|     | <コラム⑤> 夢のバイオマスエネルギー技術「バイオマスによる燃料電池」 | 17 |



# I バイオマスを取り巻く情勢

## 1. バイオマスエネルギーの役割

### (1) 再生可能なエネルギー

バイオマスとは、「生物現存量」あるいは単に「生物量」と訳される生態学上の用語ですが、一般には有機系廃棄物を含めた生物量としている場合が多いようです。地球上のバイオマスは、乾燥重量にして陸地で1兆8,370億トン、海洋で約40億トンの計1兆8,410億トンが存在すると推定されています（ホイッタカー：生態学概説，1979）。バイオマス資源は約45%が炭素なので、地球上のバイオマス総量は炭素量換算で約8,300億トンとなります。これは、石油や石炭、天然ガスの確認埋蔵量8,000億トン（炭素換算）にはほぼ等しく、世界の年間エネルギー消費量約100億トン（炭素換算）の80倍に相当する莫大な量です。わが国のエネルギー事情は、石油、石炭、原子力や天然ガス等に頼っていますが、これらの埋蔵量には限りがあり、いずれ枯渇します。バイオマス資源は光合成によって継続的に再生可能な資源であるため、植林等の生産活動に伴う限り、その利用によって化石資源のように地球生態系の炭素バランスを崩すことなく（カーボンニュートラル）、再生可能なエネルギーとして利用できます。

### (2) バイオマスによる温暖化防止

CO<sub>2</sub>やメタン等の温室効果ガス濃度の上昇による地球温暖化が進行しており、このままでは人類の存続さえも危うくなるといわれています。1997年12月の気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP3）において「京都議定書」が採択され、わが国でも先の国会においてこれを承認して温室効果ガスの削減に本格的に取り組むこととなりました。これは、2008年から2012年の5年間平均でわが国は1990年を基準として6%の温室効果ガスの排出を削減するというものです。この目標を達成すべく、「エネルギー利用効率の向上」や「森林による吸収」等に加えて、「新エネルギー・再生エネルギーの利用促進」が挙げられています。

前述したように燃焼等でバイオマスから発生するCO<sub>2</sub>は、もともと光合成で大気から固定されたものであるため、大気中のCO<sub>2</sub>濃度に影響を与えません。これに対して、石油や石炭、天然ガス等の化石エネルギーの利用により、年間約60億トンの炭素がCO<sub>2</sub>として大気に放出され、大気中のCO<sub>2</sub>濃度の増加を引き起こしています。そのため、CO<sub>2</sub>排出量を削減させ、地球温

暖化をくい止めるためには、省エネルギー的な生活様式への転換はもちろんですが、①バイオマスエネルギー（バイオマスエネルギー）や物質材料生産の原料（バイオプロダクト）として利用し、化石資源の消費を低減させる、または、②バイオマスを化石化（炭素化）し、腐敗・分解により大気中にCO<sub>2</sub>として戻るサイクルを断ち切る、といった方法が有効と考えられています（提：「バイオマス利用技術の今後の展開と可能性」要旨集，2002）。現在、バイオマスのエネルギーとしての利用に最も取り組みやすい対象は、住宅建設解体材、古紙、家畜ふん尿、食品廃棄物等の有機性廃棄物系バイオマスや未利用間伐材であり、これらの積極的な利用が温暖化防止のために重要な課題となっています。

## 2. わが国における関連施策

農林水産省では、食料・農業・農村基本計画（平成12年3月閣議決定）や森林・林業基本計画（平成13年10月閣議決定）において、地球温暖化の防止、循環型社会の形成、農山漁村の活性化等に貢献するために、農林水産バイオマスのエネルギー利用の推進を行うことを明らかにしています。これに関連して、農林水産省では、食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律（食品リサイクル法：平成13年5月施行）等の施策を行っています。

資源エネルギー庁の総合資源エネルギー調査会新エネルギー部会報告書（平成13年7月）では、平成22年度には新エネルギーの一次エネルギー供給量に占める割合を現在の1%から3%程度にする長期見通しを発表しました。バイオマスエネルギーに関しては、バイオマス発電33万kW（原油換算34万kL）とバイオマス熱利用として67万KLを合わせ、原油換算で計101万kL（黒液を除く）という目標を掲げました。この数字は1999年度実績の約6倍にあたります。これを踏まえ、新エネルギー利用等の促進に関する特別措置法の対象としてバイオマスを追加し（平成14年1月施行令を改正）、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（平成14年6月公布）等を行っています。

また、地球温暖化対策推進大綱の推進を加速すること等を目的として、農林水産省や環境省等が協力して、バイオマスの総合的な利活用の促進についての具体策である「バイオマス・ニッポン総合戦略」を2002年末に策定・公表したところです。



### 3. 欧米におけるバイオマスエネルギー開発の取組

#### (1) アメリカ

アメリカでは日本の約5倍のエネルギーを消費していますが、バイオマスエネルギーが一次エネルギー供給量の2.7%を占めているバイオマスエネルギー大国です。1999年8月に、当時のクリントン大統領は大統領令13134号「バイオ製品・バイオマスエネルギーの発展と促進」を発令しました。これにより、2010年までにバイオ製品およびバイオマスエネルギーの利用を1999年の3倍とするように既存プログラムの見直しを行っています。米国のバイオマスエネルギー政策の狙いは、余剰農産物対策という農政上の基本的問題に加え、①バイオマスエネルギーの生産能力をフルに生かせば輸入石油量は半分に削減できることからエネルギー安全保障が確保できること、②バイオ燃料の使用により自動車から排出される有害物質を削減でき環境の改善が図れること、③原料としてのバイオマスの需要が増加することで農業関係企業に新しいビジネス機会や雇用をもたらす農業保護ができること、の一石三鳥の政策と捉えています（内田：わが国におけるバイオマスエネルギーの利用の展望、2001）。ちなみに、わが国ではバイオマスエネルギーの割合は一次エネルギーの0.8%であり、そのほとんどはリグニン等を多く含むパルプ廃液（黒液）の燃焼によっています。

#### (2) ヨーロッパ

ヨーロッパでは、バイオマスエネルギーに関する技術開発よりも制度面、市場面の取り組みが重要という認識があります。EUでは「97年再生可能エネルギーに関する白書」において、EUの全エネルギーに占める再生可能エネルギーの割合を、2010年までに現行の約6%から12%に倍増させるという目標を設定しています。そのうち、バイオマスは現行の3.3%（1995年）から8.5%と3倍近い数値を設定しています。

欧州のバイオマスエネルギー開発は、暖房用途の直接燃焼利用がターゲットです（写真1）。これに関しては、特に北欧諸国やドイツ、オーストリア等で活発な技術開発が行われています。燃料としては、コスト面から林業廃棄物、林地残材、麦わら等の農林業廃棄物の有効利用が優先されています。EUにおいては、多様なエネルギー作物が積極的に作付けされていますが、これは、過剰生産傾向にある農作物の解消に向けた減反政策の結果として採用されたものです。イギリ

スやスウェーデンでは、エネルギー作物としてヤナギやポプラ等の早生樹の利用が試みられ、フランス、ドイツ、オーストリア、スペイン等ではナタネ油のバイオディーゼルへの利用やビートおよび小麦等からのエタノール発酵が行われています。また、EUはバイオ燃料について、ナタネ油を原料としたRME（ナタネ油メチルエステル）等の利用により、2005年までに化石燃料の5%を代替するという目標を設定しています。（内田、2001）。こうした取組みの一方で、エネルギー作物の利用については、集約農業化に伴う新たな環境負荷の増大を懸念する意見もあります。

以上示しましたように、日本とアメリカや欧州におけるバイオマスの位置づけは異なります。欧米では、バイオマスは余剰農産物の対策の一環であるのに対して、エネルギー作物の集約的栽培が困難な日本では、有機性廃棄物の地域エネルギー化を中心とする技術開発研究が焦点となっています。表1に各国におけるバイオマスエネルギーの利用状況を示します（Energy Balances of OECD Countries, 1999）。



写真1 燃料用に栽培されているヤナギとこれを熱源として利用している発電熱供給プラント（スウェーデン）

表1 各国におけるバイオマスエネルギーの利用状況（1999年）

| 国      | 新エネルギー比率 (%) | 新エネルギーに占めるバイオマス比率 (%) | 1次エネルギー供給量のバイオマス比率 (%) |
|--------|--------------|-----------------------|------------------------|
| 日本     | 1.2          | 69.8                  | 0.8                    |
| アメリカ   | 3.2          | 85.2                  | 2.7                    |
| カナダ    | 4.4          | 100                   | 4.4                    |
| スウェーデン | 16.7         | 91.5                  | 15.3                   |
| オーストリア | 8.9          | 92.7                  | 8.3                    |
| フランス   | 4.2          | 83.2                  | 3.5                    |
| イギリス   | 0.8          | 65.7                  | 0.5                    |
| デンマーク  | 8.1          | 51.2                  | 4.2                    |

注)新エネルギーとして、バイオマス(パルプ黒液含む)の他に太陽、潮力・波力、風力、未利用熱等が含まれ、水力と地熱は含みません



## Ⅱ 農林水産系バイオマス資源

農林水産系バイオマスは、樹木や作物等の生産資源系バイオマスと、これらの未利用材や加工時に発生する廃棄物等からなる未利用・廃棄系バイオマスに区分できますが（図1）、バイオマスをエネルギー資源としてとらえた場合、原材料費をゼロとして全体のシステムを構築できる後者の方が現状では可能性が高いと考えられています。エネルギー資源として利用可能なバイオマス量に関しては、様々なデータが出されていますが、本レポートでは基本的に現段階で回収可能な未利用量および焼却棄却量と燃料等のエネルギー利用量を合わせた推定値を、主に坂の文献（坂志朗編：バイオマス・エネルギー・環境、2001）を用いて例示したいと思います。また、図2に示したように、バイオマスをエネルギーへ変換・利用する一般的な方法は、大きく分けて熱化学的変換法と生物学的変換法の2通りに分けることができます。

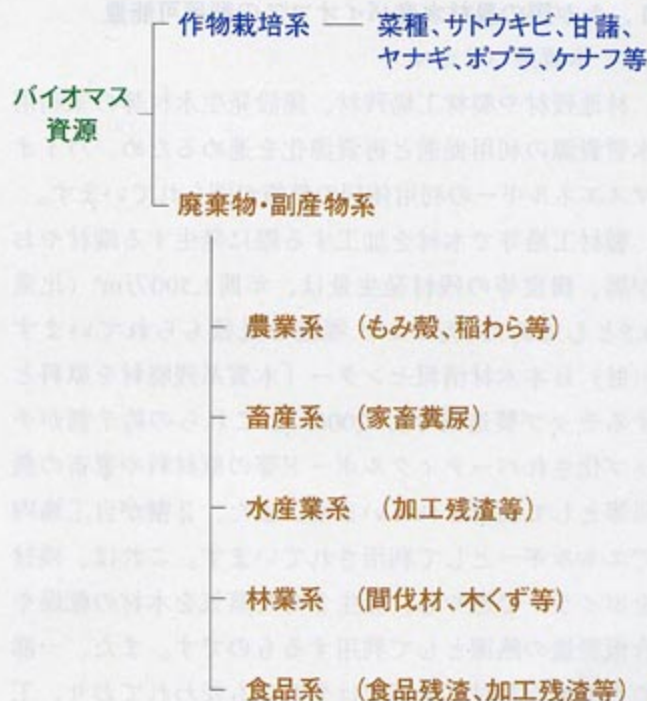


図1 農林水産業由来バイオマスエネルギー資源

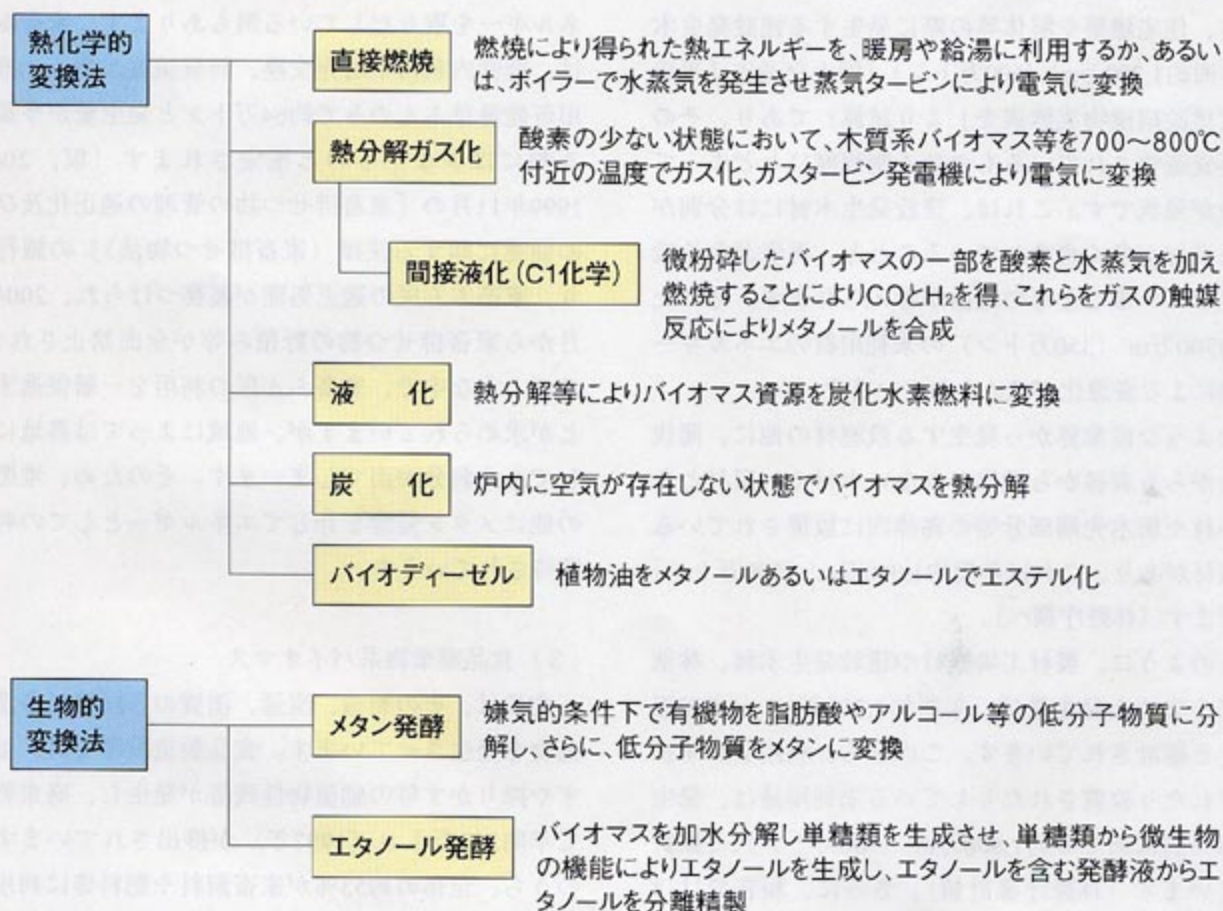


図2 バイオマスエネルギー変換技術の分類



## 1. わが国の農林水産バイオマスの利用可能量

### (1) 木質系バイオマス

林地残材や製材工場残材、建設発生木材等の未利用木質資源の利用促進と再資源化を進めるため、バイオマスエネルギーの利用体制の整備が図られています。

製材工場等で木材を加工する際に発生する端材やおが屑、樹皮等の残材発生量は、年間1,500万 $m^3$ （比重0.5として約750万トン）程度と見積もられています（（財）日本木材情報センター「木質系残廃材を原料とするチップ製造業等」, 2000）。これらの約7割がチップ化されパーティクルボード等の原材料や家畜の敷料等として利用されています。また、2割が自工場内でエネルギーとして利用されています。これは、残材をボイラーで燃やし、発生させた蒸気を木材の乾燥や合板製造の熱源として利用するものです。また、一部の大規模な製材工場等では発電にも使われており、工場内の電力を賄っています。このように、製材工場等で発生する残材の多くは様々な用途で利用されているので、新たにバイオマスエネルギーとして利用できるものは残材の10%程度と見込まれます。

一方、住宅建築や解体等の際に発生する建設発生木材は年間約1,200万 $m^3$ （600万トン）（国土交通省「平成12年度建設副産物実態調査」より試算）であり、そのうち再資源化されているものは4割程度にとどまっているのが現状です。これは、建設発生木材には分別が困難な資材が多く含まれていることと、再資源化施設が不足していること等の理由が考えられます。そのため、約700万 $m^3$ （350万トン）の未利用材のエネルギー利用等による資源化が求められています。

このような産業界から発生する残廃材の他に、間伐されながらも森林から搬出されない木材や、用材とならない枝や樹木先端部分等の森林内に放置されている林地残材があり、これは年間約1,000万 $m^3$ （500万トン）に及びます（林野庁調べ）。

以上のように、製材工場残材や建設発生木材、林地残材等を含めた発生量は、年間約3,700万 $m^3$ （1,850万トン）と推計されています。このうち、利用されずに廃棄されたり放置されたりしている未利用量は、発生量の50%弱にあたる約1,800万 $m^3$ （900万トン）と推計されています（林野庁推計値）。さらに、現在ではほとんど利用されていない里山広葉樹やササ、公園樹木や街路樹等からの剪定枝等も有用なバイオマス資源と考えられています（坂, 2001）。

### (2) 農畜産廃棄物系バイオマス

稲作において、稲わら約1,000万トンともみ殻208万トンが発生しています（坂, 2001）。稲わらは、水田へのすき込みや家畜敷料等で大部分が再利用されており、焼却処分されている約50万トンがエネルギー資源として利用可能です。もみ殻は約72%が有効利用されており、利用可能量は燃料利用および焼却されている約59万トンと推定されます。

麦わらは、1999年で年間約86.7万トンが発生していますが、その63%が堆肥交換やすき込みで利用されており、焼却処分されている約33万トンが利用可能と推定されます（坂, 2001）。

サトウキビの搾りかすであるバガスは年間約24万トン（1999年）発生しており、その他のも類の根茎作物残余、トウモロコシ残余等が年間約700万トン発生しています（坂, 2001）。

家畜ふん尿は、2001年では年間約9,100万トン発生しており、単一業種の生物系有機廃棄物としては最大規模と考えられています。その大部分は堆肥等に再利用されており、また鶏ふんについてはボイラーによりエネルギーを取りだしている例もあります。家畜ふん尿は、経営内利用や販売交換、無償譲渡が多く、推定利用可能量はふんのみで約64万トンと発生量が多量である割には少ないものと推定されます（坂, 2001）。1999年11月の「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（家畜排せつ物法）」の施行により、家畜ふん尿の適正処理が義務づけられ、2004年11月から家畜排せつ物の野積み等が全面禁止されます。このような中で、家畜ふん尿の利用を一層促進することが求められていますが、地域によっては農地に還元しても余剰分が出てしまいます。そのため、堆肥利用の他にメタン発酵を介してエネルギーとしての利用が期待されています。

### (3) 食品廃棄物系バイオマス

食品は、その製造、流通、消費の各段階で多量の廃棄物を発生させています。食品製造段階では、加工くずや搾りかす等の動植物性残渣が発生し、廃棄物として年間313万トン（1997年）が排出されています。このうち、全体の約53%が家畜飼料や肥料等に利用されており、製造段階での廃棄物は比較的高い再生利用率を示しています（坂, 2001）。一方、スーパーやコンビニ等の食品流通業やレストラン等の外食産業、一般



家庭から多量の生ゴミが排出されています。これらは、一般廃棄物として処理されていますが、排出量は事業系600万トンと家庭系1,000万トンの計約1,600万トンとなっています（坂，2001）。しかし、これら生ゴミは、腐敗しやすく、排出が少量散在であり、品質や組成の

変動が大きく水分含量が多いといった理由によって、ほとんど再生利用されておらず、焼却によって減量化された後、埋立てにより廃棄処分されています。そのため、飼料化やコンポスト化等による再生利用に向けた取り組みが課題となっています。一方、エネルギー

## コラム①

### 先進的取組事例①

#### 「C1化学によるガス化メタノール製造装置「農林グリーン1号機」の開発」

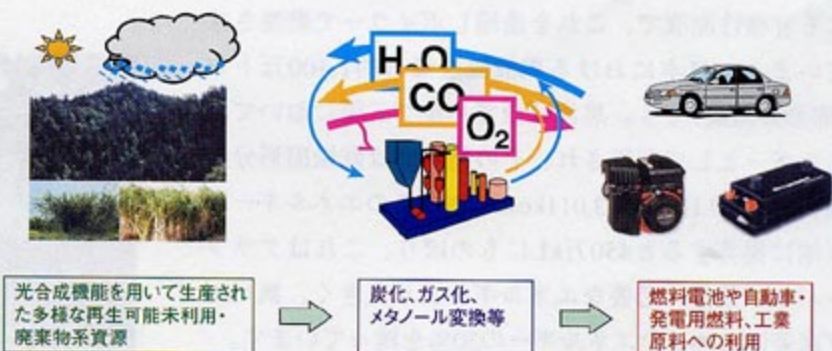
これまでバイオマスのエネルギー源としての利用技術は、直接燃焼や炭化、デンプンや糖類を原料にしたエタノール発酵に限られており、原料供給に制約を受けることがバイオマスのエネルギー化の阻害要因の一つとされてきました。また、バイオマスは炭素当たりの酸素比率が大きく、水分も多く含まれるために、発熱量が小さい低品位な燃料と位置づけられています。しかし、単位炭素あるいは改質により水素に転換した場合の単位水素当たりの発熱量は、石炭やメタン等ほとんどの炭化水素系燃料とほぼ同様であり、熱回収を工夫すればバイオマス資源は他の炭化水素系燃料と遜色ない燃料といえます。

長崎総合科学大学、独立行政法人農業技術研究機構畜産草地研究所、森林総合研究所、三菱重工（株）の共同研究により、木粉や牧草、稲わら等の様々なバイオマス粉末を粉末化しガス化することによって一酸化炭素と水素を取り出し、これから触媒を用いてメタノールを効率的に製造する技術が開発されました。メタノールは化学式 $\text{CH}_3\text{OH}$ で示されるように、炭素原子1個から成っているため、この技術はC1化学変換技術と呼ばれています。本装置の特徴は、バイオマスの種類を選ばないことと、高いエネルギー変換効率（例えば稲わらで36%、木材で56%）です。平成14年4月、長崎県の三菱重工工場内にバイオマス日処理量240kg、メタノール生産量約120kgのわが国初のガス化メタノール実用規模試験プラントが完成しました。現在、実用化のための実証試験が行われています。この研究は、農林水産技術会議事務局の「農林水産バイオリサイクル研究」プロジェクトによって推進されています。

#### 農林系バイオマスを用いた新エネルギー生産技術の開発

##### 研究の目的

- ・バイオマスを利用したメタノール製造プラントの開発
- ・バイオマスエネルギーによる地域リサイクルシステムの構築



原料となる農林系バイオマス



「農林グリーン1号機」機

メタノール生産技術の確立と試作機を用いた実証試験



メタノール



ガス化発電



資源としての食品廃棄物系バイオマスとして廃食油が年間42～56万トン程度発生していますが、再利用が難しい家庭からの廃油を除くと約30万トンと推定されます。このうち、飼料用や工業用に8割程度が再利用されているので、1993年における未利用廃食油は約4万トン程度と推定されます（坂，2001）。

#### （4）水産廃棄物系バイオマス

水産加工残渣は年間約280万トン程度発生しますが、未利用は約43万トン程度と見積もられています（坂，2001）。しかし、これをエネルギー資源として利用できるかは不明です。投棄魚は有用魚の約5倍にも及ぶというデータがあり、これによると年間2,600万トン以上の投棄魚が発生している計算になりますが、現実的には資源としての利用は困難と思われる。また、甲殻類からの含キチン廃棄物量は年間約39万トン程度発生していると推定されますが（坂，2001）、エネルギー資源としての利用は難しい状況にあります。その他、藻類やホテイアオイ等の資源については生産性の高さから注目されていますが、賦存量はまだ少ない状況です。

## 2. わが国におけるバイオマスエネルギーの利用状況

### （1）パルプ廃液（黒液）

わが国で主流となっているパルプ製造方法はクラフトパルプ法といわれるものですが、黒液はこの時発生する有機性廃液で、これを濃縮しボイラーで燃焼させています。日本における黒液発生量は約1,400万トン（固形分重量）です。黒液は全てパルプ工場においてエネルギーとして利用され、その発熱量は乾燥固形分重量1kg当たり12.6MJ（3,011kcal）です。このエネルギーを原油に換算すると450万kLにもほり、これはクラフトパルプ製造に必要なエネルギーより大きく、紙パルプ産業における全エネルギーの30%を賄っています。

### （2）ペレット化

ペレット燃料は、我が国では木質ペレット（写真2、3）や生ゴミからのRDF（ゴミ固形燃料）として利用されています。ペレットは、燃料としての運送・貯蔵のハンドリングや燃焼の制御、自動化が容易です。技術的には既に実用化されており、木質ペレットはわが国では年間約2千数百トンが生産され、比較的大規模な木質ペレット燃焼による熱利用施設も稼動しています。木質ペレットの発熱量は4,200～4,500kcal/kgであ

り、kgあたり40円前後の価格です。北欧等では60万トン以上の木質ペレットが生産されており、地域熱供給網に属していない散居集落等の主力エネルギーとして利用されています。ペレットによる熱利用は実用技術ですが、需要の地域的かつ安定的確保が普及のキーポイントです。今後、公園剪定枝やダム支障木等クリーンなバイオマス資源の併用や、わが国に適した小型、軽量、安価で扱いやすいボイラーの開発、配送コスト低減、供給の地域ネットワーク等が望まれています。

RDFは年間2,300トン程度生産されていますが、ダイオキシンの発生や異臭等の問題等が指摘され、施設の大規模化や効率化、原料の均質化等が求められています。



写真2 木質ペレット



写真3 ペレットストーブ  
（写真提供：木質バイオマス研究会）

### （3）ボイラー燃料

製材工場から排出される廃材は年間300万トン近くにもほり、これを利用する木くず焚きボイラーは全国で200基以上あり、木材乾燥や暖房等に利用されてい



ます。また、サトウキビの搾りかすであるバガスも、その90%以上が工場内のボイラー用燃料として使用されています。

#### (4) 木くず発電

木くず発電は、現在大規模な製材工場を中心に15基程が稼動していますが、発電された電力は工場内で利用されています。岡山県の集成材工場では、1998年から加工工程で生じる樹皮等をボイラー燃料として利用すると共に、復水タービンや発電機と組み合わせて発電を行っています（写真4）。蒸気熱は木材の乾燥や給湯、工場内の暖房等に使用し、電気は工場内の電力を全て賄う電熱利用できるコージェネレーション（電力を供給するとともに廃熱を回収して暖房・給湯に利用するシステム）です。木くず発電を商業化するには、売電価格の引き上げ、電気の有効利用（託送システム等）、排熱の有効利用等が課題です。

建設廃材を燃料とするバイオマス発電の例として、広島県の発電プラントメーカーが設置した施設があります。これは近隣の工場からの残材や家屋の解体材等を引き取り、2,000kWh規模の発電所を経営しているものです。家屋解体材は産業廃棄物として処理されていますが、本プラントにおいてそれらを利用することによって産業廃棄物最終処分場の負荷緩和に貢献しています。家屋解体材には防腐処理材や接着剤等が含まれているため、ダイオキシン等の有害ガスや窒素酸化物

が発生する可能性があります。今後は、これらの物質の除去あるいは排ガス処理装置の設置の必要性が生じると考えられ、また、排熱の有効利用のための安定的な熱需要の確保が必要となっています。



写真4 木くずを燃料に熱と電気をつくる「エコ発電所」のボイラー設備（岡山県勝山町）（写真提供：木質バイオマス研究会）

#### (5) メタン発酵

家畜ふん尿処理の需要の高まりから、様々なタイプのメタン発酵技術の開発が進められており、一部の地域では実用化されている例も見られます。そのひとつの京都府八木町のバイオエコロジーセンターでは、1998年よりふん尿にオカラを加え、メタン発酵した時に発生するバイオガスをガスエンジンで発電すると共に、メタン発酵残渣と肉牛のふん尿を混ぜて堆肥化する施設を稼動しています（図3、写真5）。

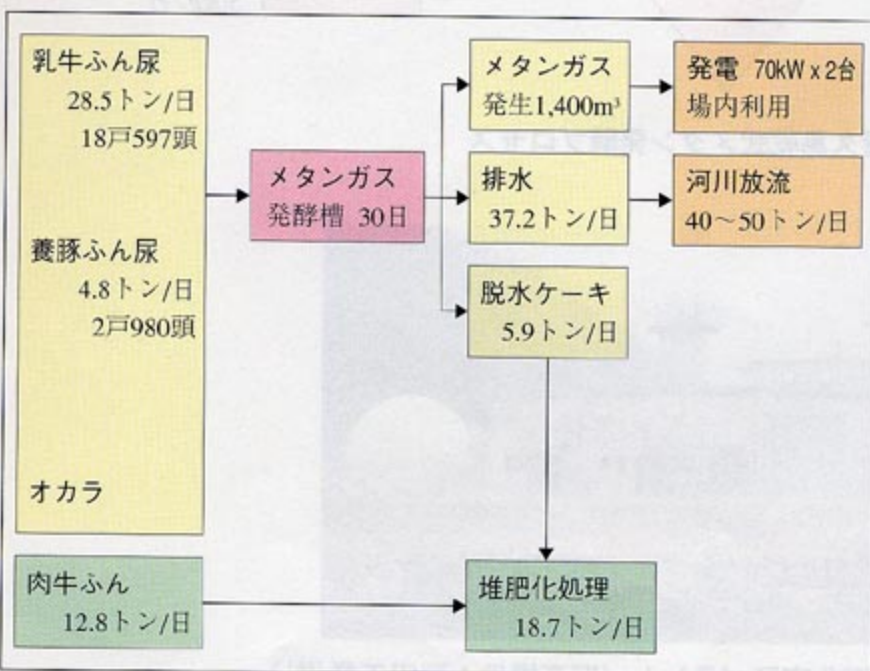


図3 家畜ふん尿のエネルギー利用事例（京都府八木町農業公社湿式メタン発酵システム）



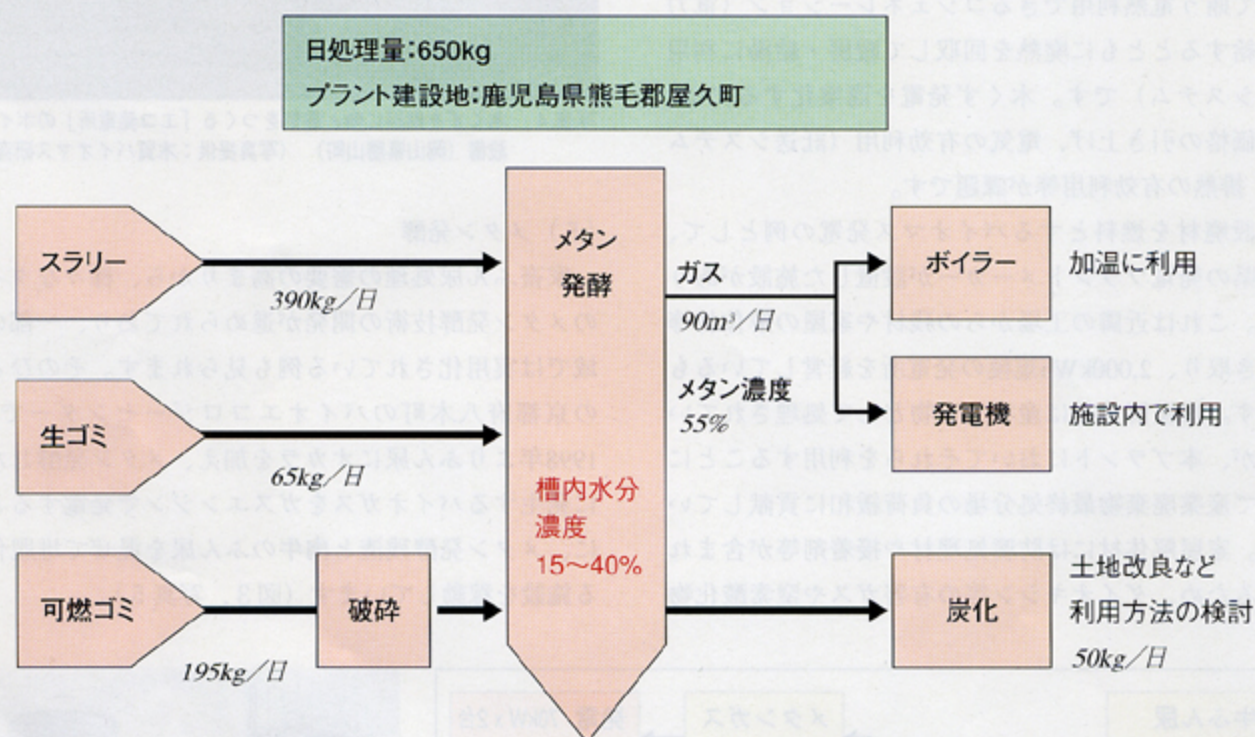
写真5 八木町農業公社湿式メタン発酵プラント（写真提供：八木町）



先進的取組事例②

「乾式メタン発酵による効率的メタン生成技術」

栗田工業（株）と独立行政法人農業技術研究機構畜産草地研究所の共同研究により、鹿児島県の屋久島において、地域内で発生する豚のふん尿スラリーと固形有機性廃棄物の乾式メタン発酵を日処理量650kgのパイロットスケールで実施しています。乾式メタン発酵は水処理プロセスがないことを最大の特徴とします。原料は、ふん尿スラリー390kg/日に生ゴミ65kg/日と破碎した可燃ゴミ195kgを混合し、槽内水分濃度15～40%でメタン発酵できるシステムにより、メタン濃度55%のメタンガスを日量90m<sup>3</sup>生成しています。メタンガスは、施設内の発電機による発電（最大2,500kWh）とボイラーの加温に利用するコ・ジェネレーション方式で効率的に利用しています。また、発酵残渣は連続高速炭化システムにより炭化して（50kg/日）土壌改良等に利用します。この研究は、農林水産技術会議事務局の「農林水産バイオリサイクル研究」プロジェクトによって推進されています。



屋久島乾式メタン発酵プロセス



有機性廃棄物資源化実証プラント（写真提供：栗田工業（株））



### Ⅲ 研究開発の成果と実用化の可能性

#### 1. 農林水産省における研究の取り組み状況と現在までの主な成果

農林水産省では、バイオマスエネルギーを含むバイ

オマスの総合的利用に関して、これまでもその時々  
の社会経済的ニーズに対応して研究開発プロジェクト  
を実施してきました。その取り組み状況を図4に示し  
ました。

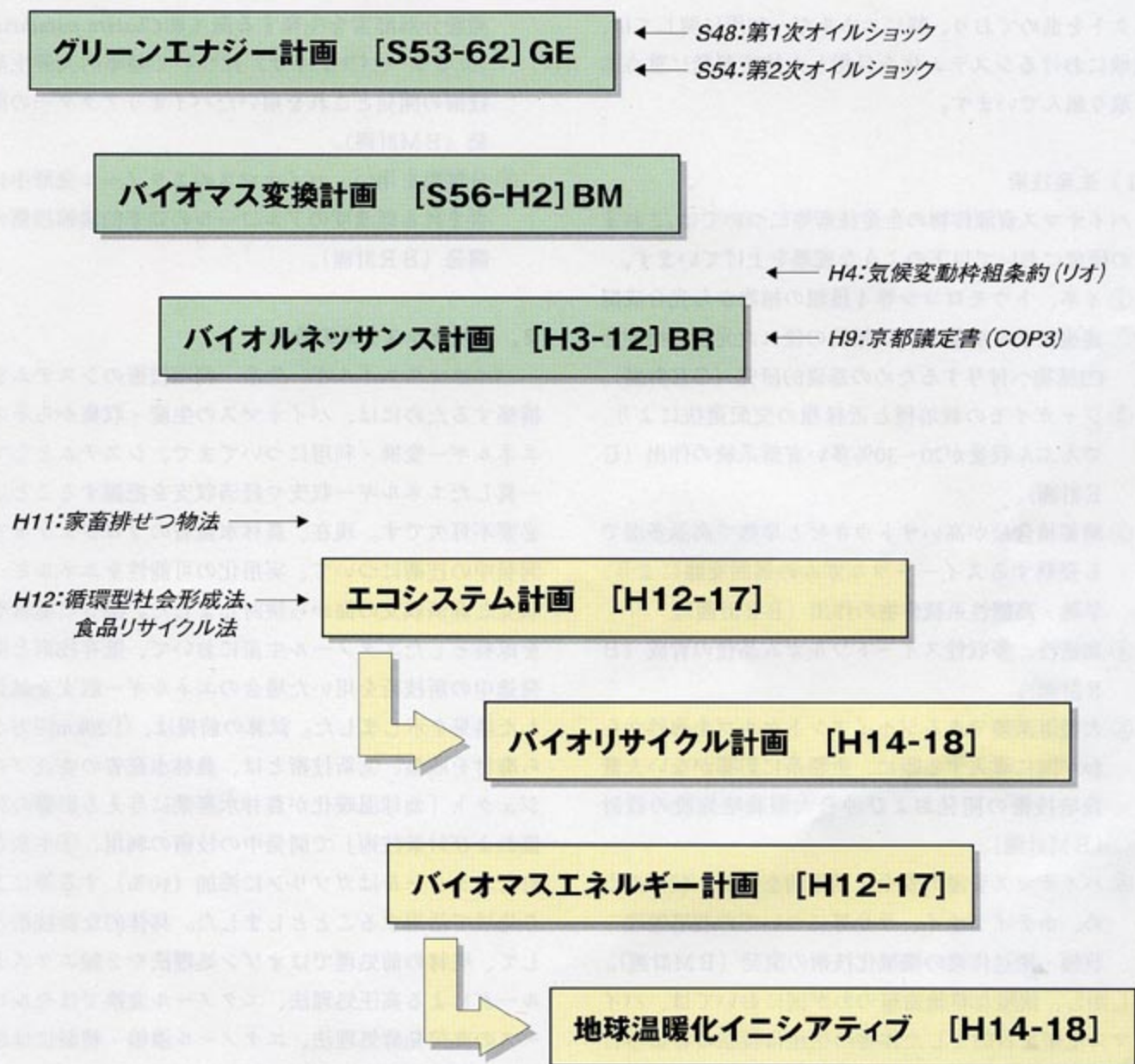


図4 バイオマス利用技術開発に関する農林水産省の取り組み

これまでの主要なプロジェクトは、「農林水産業における自然エネルギーの効率的利用に関する総合研究（グリーンエネルギー計画：GE計画、昭和53年～昭和62年）、「生物資源の効率的利用技術の開発に関する総合研究（バイオマス変換計画：BM計画、昭和56年～

平成2年）」、「新需要創出のための生物機能の開発・利用技術に関する総合研究（バイオルネッサンス計画：BR計画、平成3年～平成12年）」でした。

現在は、「21世紀を目指した農山漁村におけるエコシステム創出に関する総合研究」から移行した「農



林水産バイオリサイクル研究（バイオリサイクル計画、平成14年～平成18年）」と「農林業におけるバイオマスエネルギー実用化技術（バイオマスエネルギー計画）」から移行した「地球温暖化が農林水産業に与える影響の評価および対策技術の開発（地球温暖化イニシアティブ、平成14年～平成18年）」の2つのプロジェクトを進めており、特にエネルギー利用に関しては、地域におけるシステム化を目指した技術開発に重点的に取り組んでいます。

### (1) 生産技術

バイオマス資源作物の生産技術等については、これまでの研究において以下のような成果を上げています。

- ① イネ、トウモロコシ等4種類の植物から光合成関連遺伝子を単離し、C4植物の優れた光合成機能をC3植物へ付与するための基礎的研究（GE計画）。
- ② ジャガイモの栽培種と近縁種の交配選抜により、でんぷん収量が20～30%多い有望系統の作出（GE計画）。
- ③ 糖蓄積量が高いサトウキビと早熟で高温多湿でも登熟するスイートソルガムの属間交雑により、早熟・高糖性系統作物の作出（BR計画）。
- ④ 高糖性、多収性スイートソルガム品種の育成（BR計画）。
- ⑤ 大型海藻類であるジャイアントケルブを海外からわが国に導入する際に、生態系に影響がない大量栽培技術の開発および沖合大型栽培施設の設計（BM計画）。
- ⑥ バイオマス資源の安全・効率的な栽培・収集のため、ホテイアオイ、ササ等についての栽培管理・収穫・搬送作業の機械化技術の開発（BM計画）。

しかし、狭隘な耕地面積のわが国においては、バイオマス生産を目的とした作物の生産は現在のところ行われておりませんが、米の生産調整にともない生じている休耕田の有効活用との関連で非食用作物の生産技術の高度化が重要な課題となっています。

### (2) 変換利用技術

バイオマスエネルギーに変換・利用する技術も、上記のプロジェクトの中で開発され、以下のような成果を上げています。

- ① 籾殻の加熱により発生する可燃性ガス（水素、一酸化炭素）の発生・精製装置と燃焼利用装置の開

発（BM計画）。

- ② 家畜ふん尿を効率的にメタン発酵させるため、液化（低級脂肪酸等に分解）とガス化（メタン発酵）を別々の発酵槽で行わせる2相式メタン発酵システムの開発（BM計画）。
- ③ 生澱粉を直接糖化し発酵原料とするため必要な生澱粉分解酵素を生産する微生物 *Chalara paradoxa*（カララ・パラドキサ）について効率的な大量生産技術の開発とこれを用いたバイオリアクターの開発（BM計画）。
- ④ 分離膜を用い、バイオマスのエタノール発酵中に含まれる低濃度のアルコールの効率的濃縮技術の開発（BR計画）。

## 2. 実用化システムの分析

バイオマスエネルギー生産・利用技術のシステムを構築するためには、バイオマスの生産・収集からそのエネルギー変換・利用についてまで、システムとして一貫したエネルギー収支や経済収支を把握することは必要不可欠です。現在、農林水産省のプロジェクトで開発中の技術について、実用化の可能性をエネルギー収支と経済収支の面から検討しました。図5に廃材等を原料としたエタノール生産において、既存技術と開発途中の新技术を用いた場合のエネルギー収支を試算した結果を示しました。試算の前提は、①20km四方から廃材を収集、②新技术とは、農林水産省の委託プロジェクト「地球温暖化が農林水産業に与える影響の評価および対策技術」で開発中の技術の利用、③生産されたエタノールはガソリンに添加（10%）する等により地域で活用することとしました。具体的な新技术として、廃材の前処理ではオゾン処理法や2軸エクストルーダによる高圧処理法、エタノール変換ではセルロースの直接発酵処理法、エタノール濃縮・精製には逆浸透・浸透気化法の採用を想定しました。

その結果、1kgのエタノールを生産するために、既存技術でのエネルギー収支「(1kgのエタノールが持つエネルギー量(30MJ)) - (1kgのエタノールを生産するための必要なエネルギー量)」は-187MJ/kgですが、新技术でのエネルギー収支は7.6MJ/kgとなりました。これらの結果は、新技术の導入により、有機性廃棄物からエタノール生産のためのエネルギー収支が大きく改善されることを示しています。



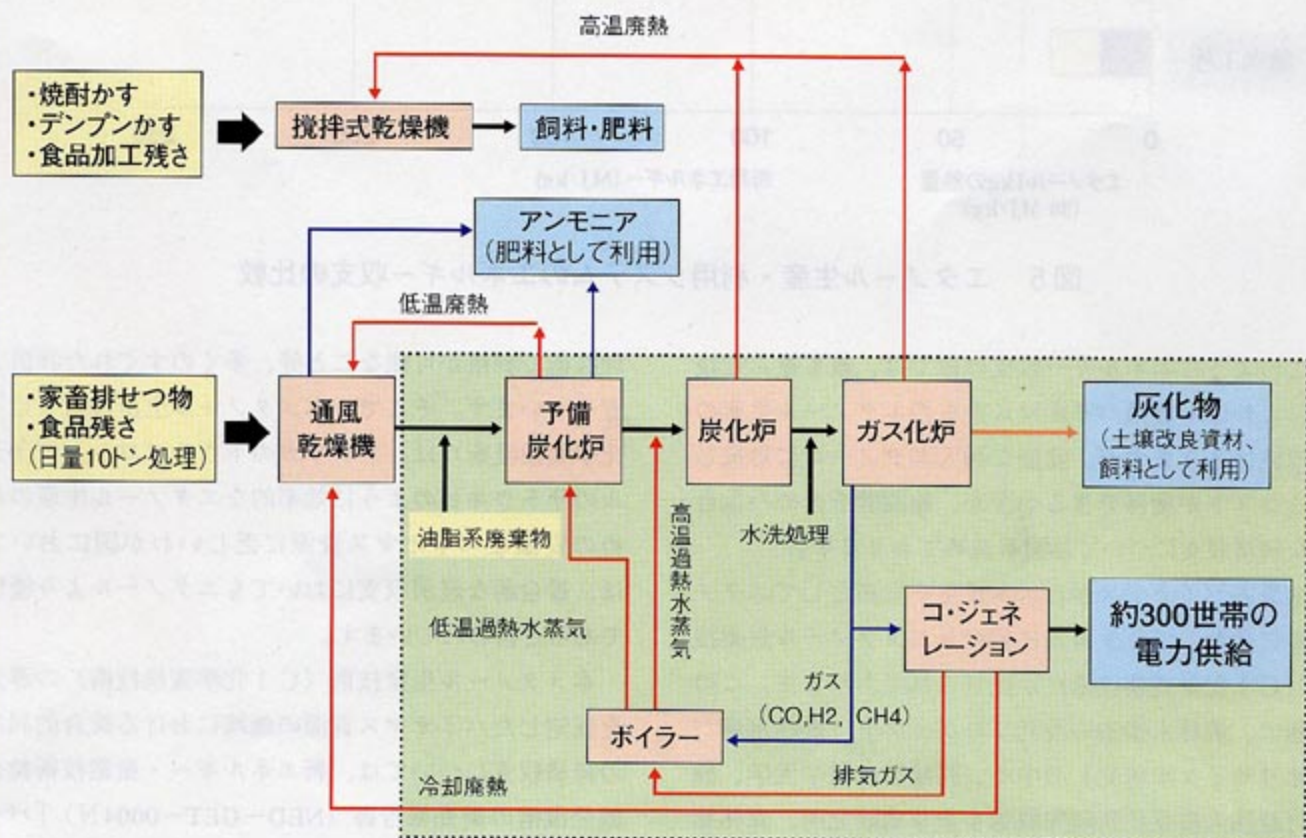
先進的取組事例③

「炭化処理を活用したコ・ジェネレーションシステムの開発」

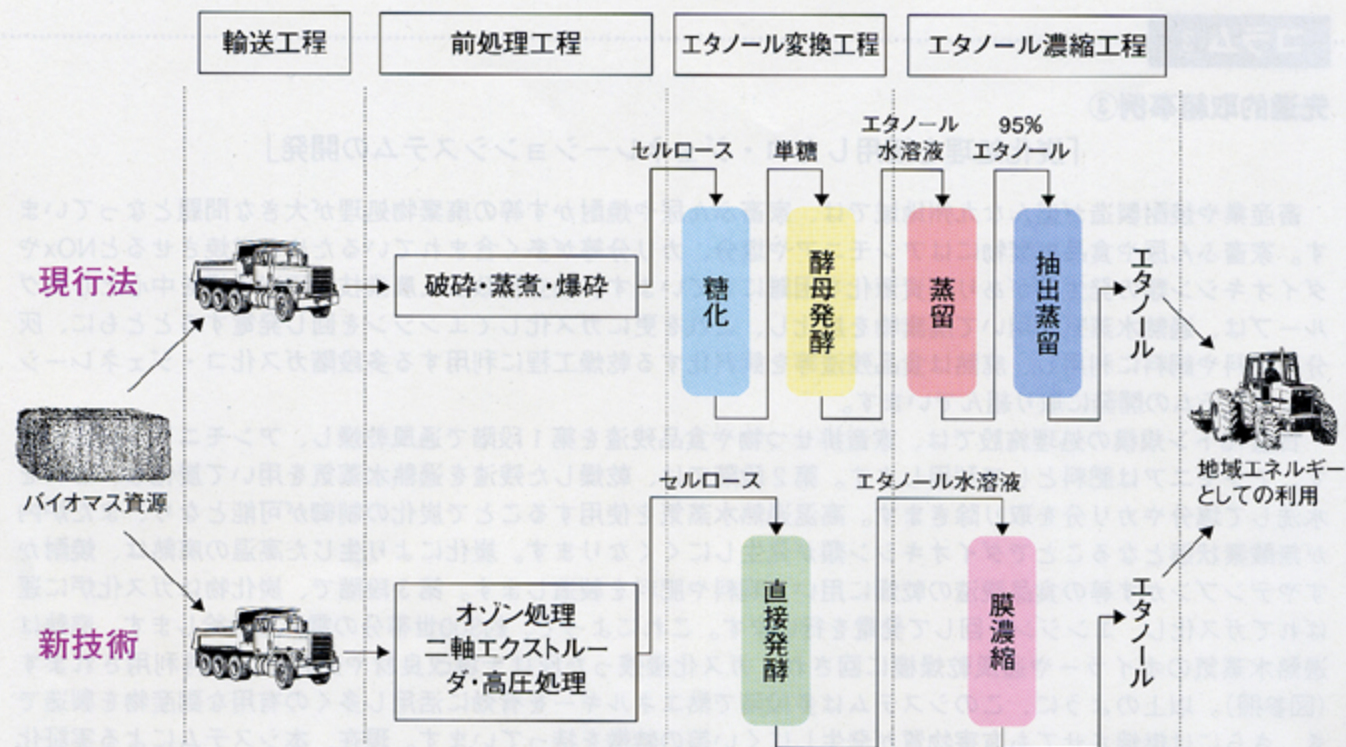
畜産業や焼酎製造が盛んな九州地域では、家畜ふん尿や焼酎かす等の廃棄物処理が大きな問題となっています。家畜ふん尿や食品廃棄物にはアンモニアや塩分、カリ分等が多く含まれているため、燃焼させるとNOxやダイオキシン類の発生等があり再資源化を困難にしています。独立行政法人農業技術研究機構を中心としたグループは、過熱水蒸気を用いて廃棄物を炭化し、これを更にガス化してエンジンを回し発電するとともに、灰分を肥料や飼料に利用し、廃熱は食品残渣等を飼料化する乾燥工程に利用する多段階ガス化コ・ジェネレーションシステムの開発に取り組んでいます。

日量10トン規模の処理施設では、家畜排せつ物や食品残渣を第1段階で通風乾燥し、アンモニアを除去します。アンモニアは肥料として利用します。第2段階では、乾燥した残渣を過熱水蒸気を用いて炭化し、これを水洗して塩分やカリ分を取り除きます。高温過熱水蒸気を使用することで炭化の制御が可能となり、また炉内が無酸素状態となることでダイオキシン類が発生しにくくなります。炭化により生じた高温の廃熱は、焼酎かすやデンプンかす等の食品残渣の乾燥に用い、飼料や肥料を製造します。第3段階で、炭化物はガス化炉に運ばれてガス化し、エンジンを回して発電を行います。これによって、約300世帯分の電力を供給します。廃熱は過熱水蒸気のボイラーや通風乾燥機に回され、ガス化後残った灰は土壌改良材や飼料として再利用されます(図参照)。以上のように、このシステムは多段階で熱エネルギーを有効に活用し多くの有用な副産物を製造でき、さらには燃焼させても有害物質が発生しにくい等の特徴を持っています。現在、本システムによる実証化プラントが建設中です。この研究は、農林水産技術会議事務局の「地球温暖化が農林水産業に与える影響の評価および対策技術の開発」プロジェクトによって推進されています。

バイオマスを用いた多段階ガス化・コジェネレーション・廃熱有効利用システムの開発







廃材等木質バイオマスから1kgのエタノールを生産するために必要なエネルギーの比較 (単位: MJ/kg)

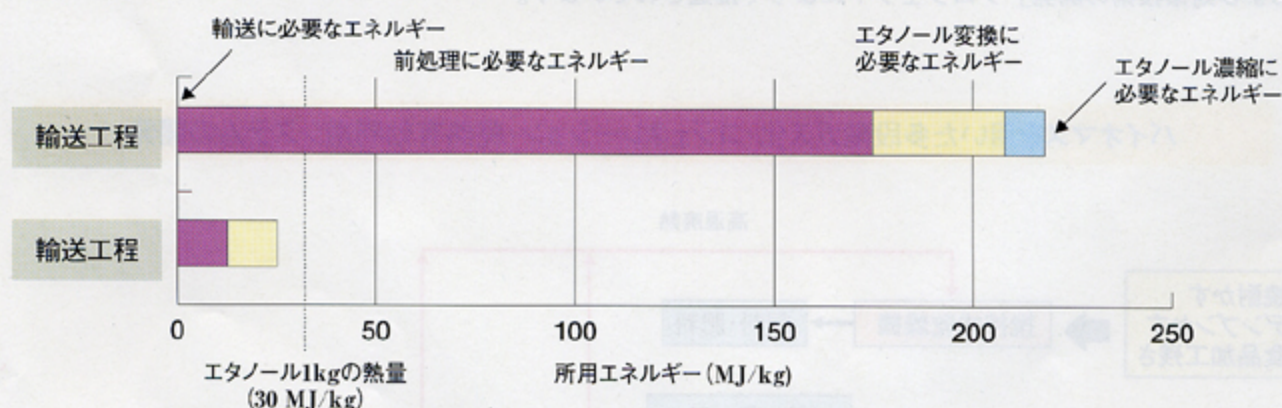


図5 エタノール生産・利用システムのエネルギー収支の比較

このようにエネルギー収支の面では、最も進んだ技術によれば木質系バイオマスからのエタノール生産の実用性はありますが、安価な輸入エタノールに対抗しうるコストが獲得できるか否か、施設費を含めた総合的な経済収支について検討も進めております。

木質系バイオマスからエネルギー生産としてエタノールに代わってコラム①で紹介したメタノール生産技術 (C1化学変換技術) が注目されております。この技術は、農林水産省の委託プロジェクト「農林水産バイオリサイクル研究」の中で、長崎総合科学大学、独立行政法人農業技術研究機構畜産草地研究所、森林総合研究所、三菱重工 (株) の共同研究により開発され、木質系バイオマスの種類を選ばないこと、簡単な前処

理技術で利用が可能なこと等、多くのすぐれた特徴を有しています。そこで、本メタノール生産技術 (C1化学変換技術) は、アメリカのトウモロコシ、ブラジルのサトウキビのように効率的なエタノール生産のための安価なバイオマス資源に乏しいわが国においては、総合的な経済収支においてもエタノールより優位であると言われております。

本メタノール生産技術 (C1化学変換技術) の導入を仮定したバイオマス資源の地域における総合的な経済収支については、新エネルギー・産業技術総合開発機構の調査報告書 (NED-GET-0004N) 「バイオマス資源を原料とするエネルギー変換技術に関する調査 (Ⅲ)」において、兵庫県青垣町を対象にバイオ



マスプラントに係わる年間経費と生産コストについての試算があります。その際のバイオマスプラントは、図6に示すように、草本および木質系バイオマスをメタノールへ変換する「メタノールプラント（C1化学

変換技術)」、メタノールプラントの廃熱を利用する「廃熱発電プラント」と畜産ふん尿と生ゴミを堆肥化する「堆肥プラント」からなります。

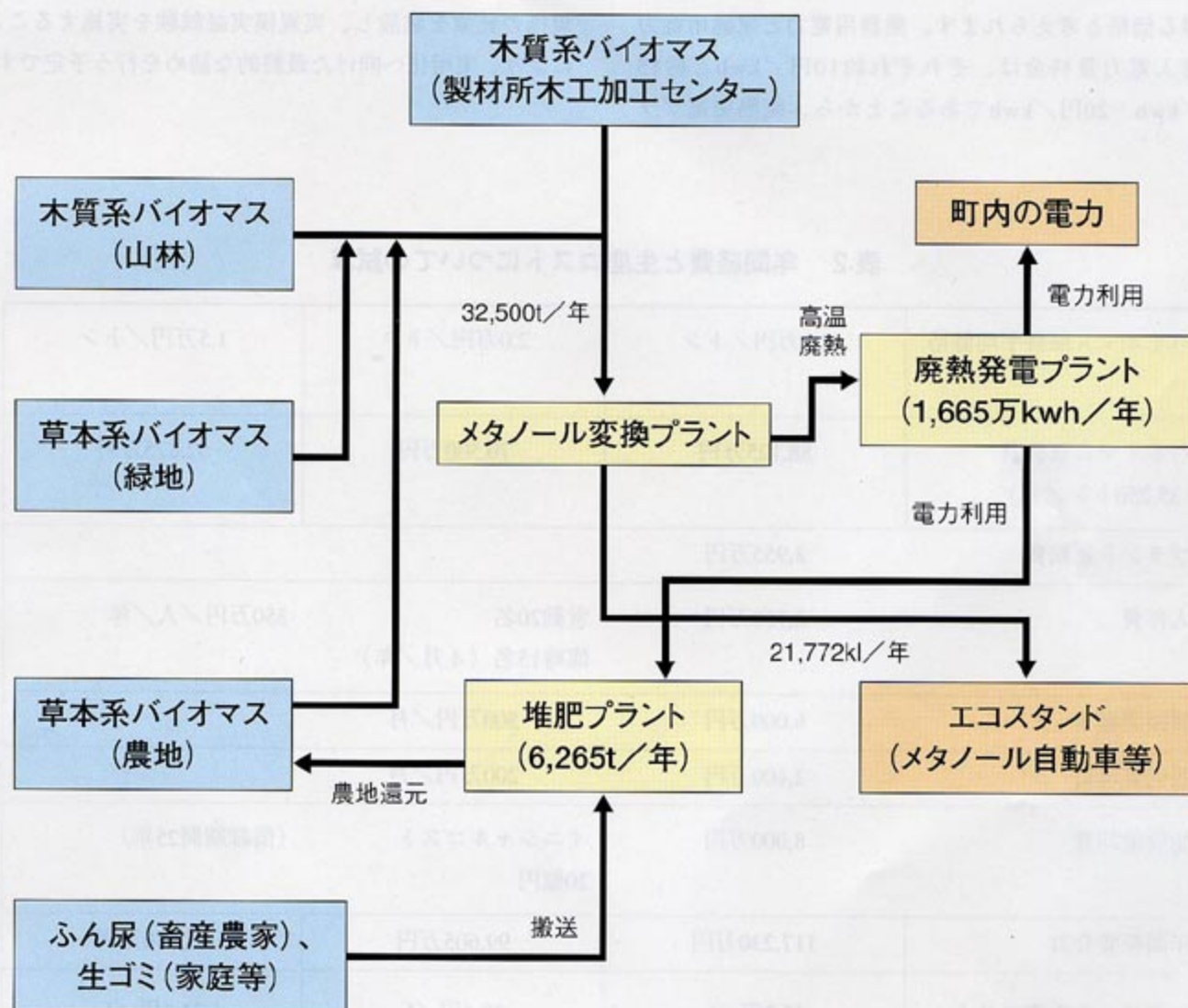


図6 兵庫県青垣町を対象にしたバイオマスプラント構想

青垣町において利用可能な草本と木質系バイオマスの総量は32,500トン/年、発電量を1,665万kwh/年、生産される堆肥を6,265トン/年と試算しています。草本・木質系バイオマスの原料費を2.5万円/トンから1.5万円/トンの3段階を想定した時のバイオマス変換に必要な経費と、推定されるメタノール生産コスト、電気生産コストとコンポスト生産コストを表2に示しました。年間のプラント運転費は、メタノール1トン

生産あたり2,300円として計算し、年間の施設償却費はイニシャルコスト20億円（メタノールプラント、堆肥プラント、廃熱発電プラント建設費等の総計）を25年で償却するものとして計算されています。草本・木質系バイオマスの原料費を、最も高い2.5万円/トンと想定した時の年間の総必要経費は117,230万円となり、総必要経費の84%がメタノール生産コスト、8%が電気生産コスト、残り8%が堆肥生産に振り分けられると



仮定すると、それぞれの生産コストは、45.2円/L、5.6円/kWhと15.01円/kgとなると試算しています。国内のメタノール流通価格は、40～48円/L、化学原料用大口価格で36～40円/Lですので、バイオマス原料価格が想定範囲内であれば、ここで試算されたバイオマス変換メタノールの価格は市場において十分競合し得る価格と考えられます。業務用電力と家庭用電力の購入電力量料金は、それぞれ約10円/kwhと約15円/kwh～20円/kwhであることから、廃熱発電プラ

ントの電気生産についても有効性が示されました。

しかし、これらの数値についてはあくまでも試算であり、エタノール生産技術とメタノール生産技術については、上述のプロジェクト「地球温暖化が農林水産業に与える影響の評価および対策技術」と「農林水産バイオリサイクル研究」においてパイロットプラント規模の装置を建設し、実規模実証試験を実施することにより、実用化へ向けた最終的な詰めを行う予定です。

表2 年間経費と生産コストについての試算

|                                    |           |                      |           |
|------------------------------------|-----------|----------------------|-----------|
| バイオマス原料平均価格                        | 2.5万円/トン  | 2.0万円/トン             | 1.5万円/トン  |
| バイオマス原料費<br>(35,250トン/年)           | 88,125万円  | 70,500万円             | 52,875万円  |
| プラント運転費                            | 3,955万円   |                      |           |
| 人件費                                | 8,750万円   | 常勤20名<br>臨時15名(4月/年) | 350万円/人/年 |
| 間接諸経費                              | 6,000万円   | 500万円/月              |           |
| 販売管理費                              | 2,400万円   | 200万円/月              |           |
| 施設償却費                              | 8,000万円   | イニシャルコスト<br>20億円     | (償却期間25年) |
| 年間経費合計                             | 117,230万円 | 99,605万円             | 81,980万円  |
| メタノール生産コスト<br>=84%<br>(21,772kl/年) | 45.2円/L   | 38.4円/L              | 31.6円/L   |
| 電気生産コスト<br>=8%<br>(1,665万kwh/年)    | 5.6円/kwh  | 4.8円/kwh             | 3.9円/kwh  |
| コンポスト生産<br>=8%<br>(6,265トン/年)      | 15.0円/kg  | 12.7円/kg             | 10.4円/kg  |



## 「エネルギー作物の可能性」

積極的にエネルギー作物を栽培し、これをバイオマスエネルギーとして利用することによって、廃棄物バイオマスに匹敵あるいはそれ以上のエネルギーが得られる可能性があります。

エネルギー作物としては、イネ科植物（多年生のネピアグラス、サトウキビ、ローズグラスや一年生のソルガム、トウモロコシ、栽培ヒエ等）、マメ科植物（アルファルファ、クローバー等）、畑作物（サツマイモ、ケナフ、テンサイ等）、木本類（ヤナギ、アカシア、シラカバ等）、藻類や水生植物（カジメ、クロレラ、ホテイアオイ等）があります。表にそれぞれの作物のバイオマス生産量を示します。草地に育つイネ科やマメ科の植物は、乾物生産量が高いだけでなく不良な生産環境や病虫害に強いという特徴があります。畑作物は、栽培環境に応じて多くの種類があります。また、ケナフやアマランサス等の外来種は、高い生産性を持っています。木本類は、ヤナギ等の早生樹が有望であり、イギリスやスウェーデンでは既にバイオマスエネルギーに利用するために栽培されています。特に、ヤナギ類は北海道でも高い生産量を示すことから、イネ科植物の生産性が低い寒冷地の休耕田や耕作放棄地に育成することでかなりの資源が期待できます。大型藻類のカジメは、イネ科植物に匹敵する成長量を示し、クロレラ等の微細藻類は粉碎の手間が不要でガス化メタノール生産に向いている、といった特徴があります。

各種エネルギー作物の生産量

| エネルギー作物      | 年間生産量<br>乾量 (ton/ha) | エネルギー作物        | 年間生産量<br>乾量 (ton/ha) |
|--------------|----------------------|----------------|----------------------|
| 多年生イネ科植物     |                      | 畑作物            |                      |
| ネピアグラス (熱帯)  | 80                   | ケナフ            | 20                   |
| サトウキビ (ハワイ)  | 64                   | サツマイモ (茨城)     | 14~20                |
| ギニアグラス (石垣)  | 40                   | テンサイ (北海道)     | 18                   |
| ローズグラス (石垣)  | 26                   | アマランサス (宮崎)    | 15                   |
| トールフェスク (熊本) | 15                   | バレイショ (北海道)    | 14                   |
| チモシー (北海道)   | 15                   | 木本類            |                      |
| 1年生イネ科植物     |                      | ナガバヤナギ (北海道)   | 21                   |
| ソルガム (長野)    | 29                   | エゾノキヌヤナギ (北海道) | 19                   |
| トウモロコシ (大分)  | 27                   | モリシマアカシア (熊本)  | 18                   |
| 栽培ヒエ         | 20                   | シラカンバ (北海道)    | 11                   |
| イネ (新潟)      | 18                   | ドロノキ (北海道)     | 8                    |
| オオムギ (栃木)    | 12                   | 藻類・水生植物        |                      |
| マメ科植物        |                      | クロレラ           | 47~77                |
| アルファルファ (愛知) | 13                   | カジメ            | 54                   |
| クローバー (岩手)   | 10                   | ホテイアオイ         | 21~29                |

(中川：21世紀をにうバイオマス新液体燃料，化学工業日報社，2002より作成)



#### IV 実用的なシステム化に向けた問題点と今後の研究展開

バイオマスの変換・利用技術の実用的なシステムを構築するにあたっては、いくつかの検討を要する問題点があります。バイオマスを変換処理する過程でエネルギーと残渣が発生しますが、これまで残渣の多くは、廃棄物として処理されてきました。しかし、より効率の良いバイオマス利用の観点から残渣をさらにエネルギー変換することが考えられます。例えば、家畜排せつ物の処理方法として嫌氣的条件でのメタン発酵があります。排せつされる家畜排せつ物をメタン発酵処理することによりエネルギーとして利用可能なメタンが発生し、その残渣としてメタン消化液が発生します。発生したメタンは、熱エネルギーや電気エネルギーとして利用されていますが、メタン消化液の処理が問題となっており、液肥としての有効利用や処理コストの低減が求められています。

化石燃料とバイオマスの性質を比較しますと、有効なバイオマスの変換・利用システムの研究開発の方向が見えてきます。化石燃料はエネルギー密度が高く、特定の地域に大きな資源量が賦存しているため大量輸送が可能であり、大規模な火力発電における利用に適しています。一方、バイオマスはエネルギー密度が低く、広く薄く分布しているため大量輸送はコストが高価となり、小規模分散型のエネルギー変換施設における利用に適しています。また、そのエネルギー利用も地域内で行い、地域内の農林業など他の経済活動と組み合わせることで、このような小規模バイオマス変換施設を安定的に経営できると考えられます。このため農林水産省が現在取り組んでいるバイオマス利用のプロジェクトは、資源の収集から変換利用までを地域内で完結する資源循環型システムの構築を想定して進めております。

CO<sub>2</sub>排出の削減が求められている中で、バイオマスエネルギーに対する期待は大きいものがあります。一方で、CO<sub>2</sub>の収支は低くなるとしても、開発された技術によりバイオマスエネルギーを生産する時に、他の環境負荷物質による汚染の危険性があります。そこで、今後のバイオマス利用技術の研究開発に当たっては、開発技術の経済性の評価に加え環境影響についての検討を行う必要があります。特に、環境影響評価に当たってはLCA（ライフサイクルアセスメント）手法を適用し、バイオマスの収集、前処理、エネルギー変換、

後処理等の全プロセスについて評価を試みる必要があります。

農山漁村では、農産廃棄物、林産廃棄物や水産加工廃棄物等の多様なバイオマスが発生していますが、必ずしも有効利用されていません。バイオマスの変換利用に関する個別技術については、実用化を目指した研究も行われていますが、地域社会においてこれらの技術を適用するための社会科学的な手法の検討が進んでいないためと考えられます。そこで、地域におけるバイオマス資源の発生量・種類や流れの把握、適切なバイオマス変換技術の選定、バイオマス変換施設規模の設定等について評価や効果予測する手法やバイオマスエネルギー利用を促すための対策が必要です。

これまで主にバイオマス資源として有機性廃棄物の利用について述べてきました。欧米のように積極的なバイオマス作物の生産を考えますと、資源作物生産に関する技術開発も重要となってきます。バイオマス原料栽培においては、化石燃料由来のエネルギー投入量を最低限にすることが必須条件となります。その栽培に関しては、堆肥等を投入したバイオマス資源の超多収をねらった栽培法や、循環型栽培と省エネルギー栽培をねらった低投入持続型栽培法が考えられ、それぞれに適した草種、栽培体系やエネルギー変換技術・利用技術の開発が望まれます。最近、汚染土壌の汚染物質を除去するために植物により積極的に汚染物質を吸収させるファイトレメデーションという技術が注目を集めています。汚染物質を吸収した植物の処理方法として、バイオマス利用が一つの方法として期待されています。また、バイオマスとしての資源作物は非食用利用のため、有用遺伝子組換え植物の利用が受け入れられやすい分野と考えられます。

これまで、農山漁村は主として食料生産の場所ととらえられてきましたが、多様なバイオマスが発生する場所でもあります。これらのバイオマスを生産するエネルギーやバイオプロダクトへ経済収支やエネルギー収支がプラスになるように変換・利用できれば、農山漁村における新しい産業の創出につながる可能性があります。



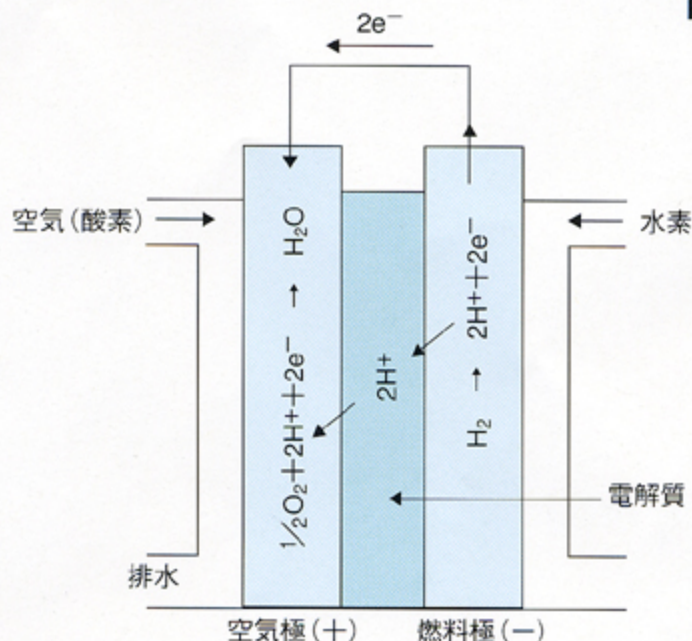
夢のバイオマスエネルギー技術「バイオマスによる燃料電池」

燃料電池とは、「電池」という言葉から乾電池やバッテリーのような電気を蓄えるものをイメージするかもしれませんが、電気を起こす発電装置のひとつです。従来の火力発電では、化石燃料をボイラで熱に変え、さらにタービンで運動エネルギーに変え、発電機で電気に変えるというプロセスを取るのに対し、燃料電池では、化学反応により直接電気にエネルギー変換します。このため、燃料電池の特徴としては、①途中のプロセスが少なく原理的に効率が高い（エネルギー効率70～80%）、②小さい容量でも高い効率を得られる、③本体に回転機がないため静かで、燃焼部分がないことから窒素酸化物(NOx)や硫黄酸化物(SOx)をほとんど排出しない。④発電時の廃熱も利用できる。このように、燃料電池は効率が高く、環境に優しいエネルギー変換デバイスとして注目されており、わが国でも2005年頃を導入段階、2010年頃を普及段階とし、2020年は導入目標（燃料電池自動車約500万台、定置用燃料電池約1,000万kW）の実現時期と位置づけています。

燃料電池の反応は、図からもわかるように水の電気分解の逆の反応で、水素と酸素を反応させて水と電気を取り出します。ですから、燃料電池には水素が必要であり、この水素供給源として再生産可能でカーボンニュートラルであるバイオマスが注目されています。バイオマスから水素を取り出す方法として、C1化学変換技術で述べた木質系バイオマスのガス化により得られる水素を利用する方法、メタノールに変換した後に取り出す方法、メタン発酵によりメタンガスから取り出す方法等があります。



燃料電池自動車試乗会（平成13年12月）  
（写真提供：内閣広報室）



燃料電池の仕組み



本レポートについてのご意見・ご感想を募集します

今後のレポート作成の参考とするため、皆様から幅広いご意見・ご感想をE-mail、ファックス、郵便等によりうけたまわっていますので、下記宛までお寄せ下さい。

住所：〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1  
 農林水産省 農林水産技術会議事務局 技術政策課企画調整班  
 (担当) 森澤、石橋

電話：03-3501-4609 (直通)

03-3507-8794 (FAX)

E-mail：www@s.affrc.go.jp

本レポートは下記からもご覧いただけます。

<URL> <http://www.s.affrc.go.jp/docs/report/report.htm>

(R1) (R2) (R3) (R4) (R5) (R6) (R7) (R8) (R9) (R10) (R11) (R12) (R13) (R14) (R15) (R16) (R17) (R18) (R19) (R20) (R21) (R22) (R23) (R24) (R25) (R26) (R27) (R28) (R29) (R30) (R31) (R32) (R33) (R34) (R35) (R36) (R37) (R38) (R39) (R40) (R41) (R42) (R43) (R44) (R45) (R46) (R47) (R48) (R49) (R50) (R51) (R52) (R53) (R54) (R55) (R56) (R57) (R58) (R59) (R60) (R61) (R62) (R63) (R64) (R65) (R66) (R67) (R68) (R69) (R70) (R71) (R72) (R73) (R74) (R75) (R76) (R77) (R78) (R79) (R80) (R81) (R82) (R83) (R84) (R85) (R86) (R87) (R88) (R89) (R90) (R91) (R92) (R93) (R94) (R95) (R96) (R97) (R98) (R99) (R100)

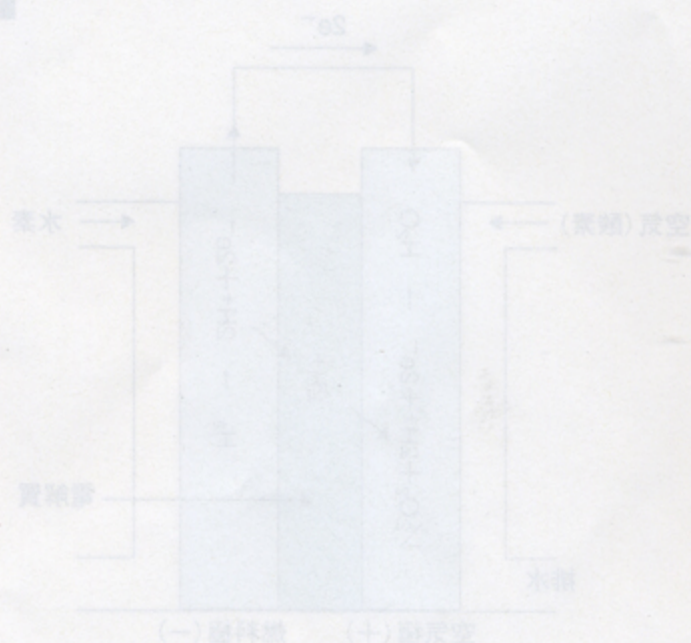


図1 曝気槽の構造



農林水産研究開発レポート No.5

「バイオマスエネルギー利用技術の開発」

2003年1月17日 発行

監　　修　農林水産省 農林水産技術会議  
編集・発行　農林水産省 農林水産技術会議事務局  
〒100-8950 東京都千代田区霞が関1-2-1  
TEL 03-3502-8111(代) FAX 03-3507-8794  
<http://www.s.affrc.go.jp>