

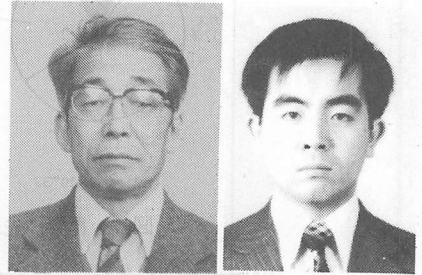
■ 展 望 ■

# バイオマスエネルギー利用の条件

## Conditions of Energy from Biomass

久保田 宏\*  
Hiroshi Kubota

松田 智\*\*  
Satoshi Matsuda



\* \*\*

### 1. はじめに

化石燃料代替エネルギー源としてのバイオマスは、再生可能であるだけでなく、有用な気体あるいは液体燃料に変換し得るという大きな特長を持っている。然しながら、地球の表層部に広く分散して存在するバイオマスを集めて、果してどれだけのエネルギーを現在の文明社会に提供し得るであろうか。

著者ら<sup>1)</sup>は先に、このバイオマスのエネルギー変換問題について概観し、利用できるエネルギーが一般に楽観的に予測されているよりも遙かに小さく推定される事実を指摘した。同時にまた、バイオマスのエネルギー変換の結果としてもたらされる社会的・経済的影響、環境へのインパクトなど、予め十分検討されなければならない要因が極めて多いことも強調した。

ここでは、地球上において現在も人口の半分以上が生活のためのエネルギーの大半をバイオマスに依存している事実を指摘するとともに、これら発展途上国も含めた現代社会におけるバイオマスエネルギー開発利用の条件について展望する。

### 2. 人類の生存を支えてきたバイオマス燃料

食糧としてのバイオマスが人類の生存にとって不可欠であることは言うに及ばないが、約50万年前に人類はバイオマスを火としてエネルギー変換利用する方法を見出した。人類はこの火を使って猛獣から身を守り、暖をとった。そのエネルギーは食糧の加工や保存にも利用されるようになり、更に約1万年前には、火を使って耕地を作る原始焼畑農業が始まった。

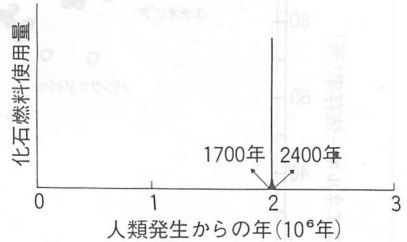


図-1 人類の歴史における化石燃料利用の時代<sup>2)</sup>

文明の発展とともにエネルギー源としてのバイオマス、特に木の利用量が増大し、イギリスやフランスでは、16世紀には既に森林資源の枯渇が始まった。木は家庭用燃料としてだけでなく、木炭として金属の製錬に、木灰として石鹼の製造に、また造船や建築用材として広く利用された。

ヨーロッパにおける森林の破滅を救ったのは言うまでもなく化石燃料であった。主として大都市での家庭用に、薪に比べれば安いけれど煤が多くて不便な燃料として使われた石炭が、工業や輸送機関の動力源としても用いられるようになったのは今から約200年前であった。現代文明を支えているエネルギー源の大部分は化石燃料であるが、この化石燃料の時代は、人類の長い歴史の中でみればその僅か0.001%程度のほんの一瞬間に過ぎない。図-1には、この事実を端的に表現したPimentelら<sup>2)</sup>によるイラストを示した。

ところで、この化石燃料の時代に、今なお地球上の人類の半数以上がその生活のエネルギーの大半をバイオマスに依存している事実が指摘されなければならない。図-2にはHallら<sup>3)</sup>による世界のエネルギー供給の実態を図示した。発展途上国においては、43%という高いバイオマスエネルギーへの依存率が示されている。これらの国では、特に人口の70%を占める地方住民にとってはバイオマスが唯一のエネルギー源である。

\* 東京工業大学資源化学研究所教授・資源循環研究施設長  
〒227 横浜市緑区長津田4259

\*\* 東京工業大学大学院総合理工学研究科化学環境工学専攻博士課程

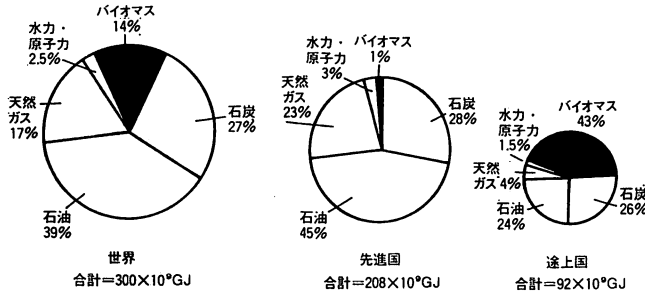


図-2 世界、先進国、途上国別エネルギー供給の分布図<sup>3)</sup>

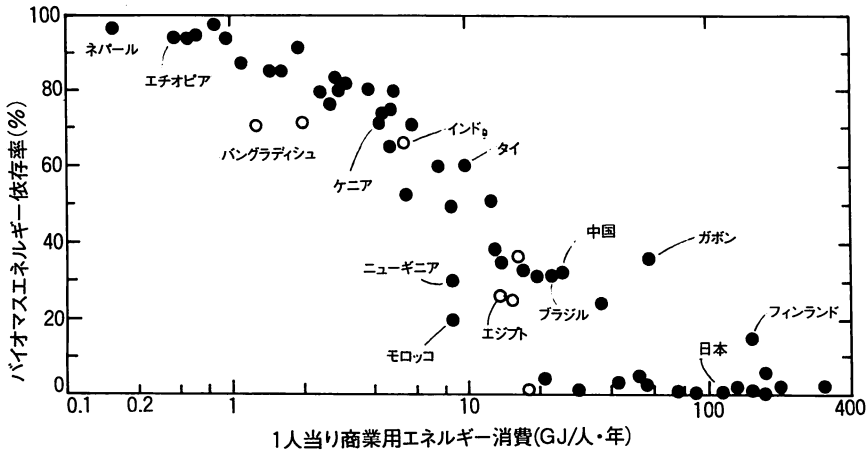


図-3 各国のバイオマスエネルギー依存率と1人当り商業用エネルギー消費、白丸は薪炭以外のバイオマス依存率の大きい国

バイオマスのエネルギー利用の様式は、国により大きな開きがある。同一国内でも地域により、住民の収入の違いにより、また季節によっても差がある。バイオマスエネルギー利用の最大の比率を占めるのは調理および暖房用である。地方住民には薪が最も多く利用されているが、都会では木炭が主役である。多くの国では都会への木炭供給業者が大きな利益を得ている反面、低収入層が無料で手に入る燃料木を求める為に、都会周辺では森や灌木林が消えさせている。

木や木炭をエネルギー源として利用できない地域では穀物遺体が用いられるが、その利用には季節的な制約があるだけでなく、動物の飼料としての用途とも競合する。インドやバングラディッシュの一部で家畜糞が主要な燃料源になっていることは周知の通りであるが、西サハラやアンデス山地なども含めて、家畜糞を家庭用燃料の一部として利用している人口は5億とも10億とも言われている<sup>3)</sup>。

バイオマス燃料の大部分は非商業ベースで利用されており、その使用量の正確な推定は極めて困難である

が、そのエネルギー換算値は途上国の地方住民で15 GJ /人・年、都市住民で8 GJ /人・年、全体の平均で13.1 GJ /人・年と推定されている<sup>3)</sup>。途上国においても化石燃料等商業用エネルギー消費は国により大きな差があるが、バイオマス燃料使用量は比較的一定値を示す。図-3には各国の全エネルギー消費中のバイオマスエネルギー消費の比率をバイオマスエネルギー依存率として、その国の1人当りの商業用エネルギー消費量<sup>4)</sup>に対してプロットしてみた。

### 3. バイオマス純生産量分布とその利用可能性

植物による光合成総量から呼吸量を差引いた量がバイオマスの純生産量と呼ばれている。この純生産量から、枯死量及び動物による被食量を差引いたものが現存バイオマスの増加量である。

地球上の全バイオマス純生産量のエネルギー換算値は、現在人類が消費している化石燃料エネルギーの約10倍と推定されている。然しながら、化石燃料と違いバイオマスは地球上に広く希薄に分布しており、しか

も食糧、繊維、用材などとして既に多量に利用されている。バイオマスのエネルギー利用を考える為には、

表1 世界地域別面積当たり、人口当たりバイオマス純生産量<sup>5)</sup>

地域	バイオマス純生産量	
	面積当たり(t/ha・年)	人口当たり(t/人・年)
アジア	4.7	5.5
アフリカ	4.4	25.2
ヨーロッパ	5.8	5.8
北・中央 アメリカ	4.1	27.2
南アメリカ	8.1	62.8
オセアニア	6.2	259.7
ソ連	3.8	32.8
世界	5.0	15.6

注) アジア、ヨーロッパは、ソ連を除いた値

表2 森林および耕地におけるバイオマス利用率<sup>5)</sup>

地域	利用率 (%)		
	森林* <sup>1</sup>	耕地・樹園地* <sup>2</sup>	バイオマス全体* <sup>3</sup>
アジア	3.8	26.6	7.4
アフリカ	1.6	8.8	1.5
ヨーロッパ	6.2	22.5	10.9
北・中央 アメリカ	2.8	23.5	5.3
南アメリカ	0.7	15.5	1.2
オセアニア	0.5	14.4	0.7
ソ連	1.9	19.6	4.1
世界	2.1	21.0	3.8

\*1 FAO統計の木材生産量を森林バイオマスの純生産量で割った値

\*2 全農産物収穫量を耕地・樹園地のバイオマス純生産量で割った値

\*3 木材と農産物生産量の合計を草地を含む全バイオマス生産量で割った値

表3 バイオマスエネルギー開発可能性の判定条件<sup>5)</sup>

ランク	判定条件* <sup>1</sup>	備考
S	$R_1^{*2} > 300\%$ , $F^{*3} < 1\%$	バイオマス燃料の輸出も可能と考えられる
A	$300\% \geq R_1 > 100\%$ , $3\% > F \geq 1\%$	高いバイオマスエネルギー依存率が期待できる
B	$100\% \geq R_1 > 30\%$ , $5\% > F \geq 3\%$	一定量のエネルギーが得られる可能性あり
C	$30\% \geq R_1 > 10\%$ , $10\% > F \geq 5\%$	エネルギー供給に多少の効果が期待できる
D	$10\% \geq R_1$ , $20\% > F \geq 10\%$	バイオマスエネルギーへ期待がかけられない
E	$F \geq 20\%$	生態系の破壊防止が先決

\*1 2種の条件でランクを求め、低い方のランクを採用

\*2  $R' = E_1 / C'$ , ただし  $E_1 = P \times 0.1$  (利用率)  $\times 1$  (発熱量)  $\times 0.55$  (直接燃焼のエネルギー収率)  $\times 10^6$  GJ/年, P: 草地を除くバイオマス純生産量の総量 ( $10^6$  t/年) C': 総エネルギー消費 ( $10^6$  GJ/年) ただし1人当りのエネルギー消費が世界平均に満たない国は、将来のエネルギー消費の伸びを見込んで補正した

\*3  $F = W/P_F$ , ただし, W: 木材全伐採量 ( $10^5$  t/年),  $P_F$ : 森林バイオマス純生産量 ( $10^6$  t/年)

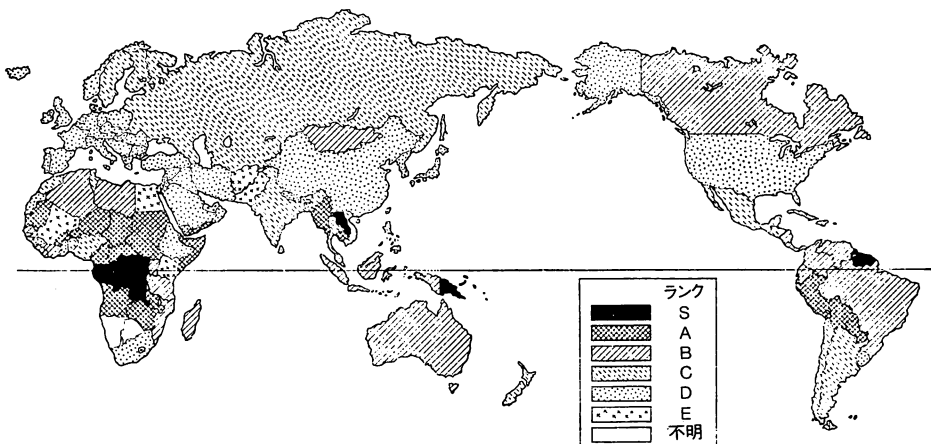


図-4 各国別バイオマスエネルギーの利用可能性ランク図<sup>5)</sup>, ランク付けの判定基準は表3に示した

地球上のバイオマスの純生産量の分布を知り、これを基準にして現状のバイオマス利用量及び化石燃料消費量と比較して、その利用可能性が検討されなければならない。

各国の気象条件及び土地利用状況から概算した、国別の地上部バイオマス純生産量の値が松田ら<sup>5)</sup>により報告されている。表1には、その地域別の分布を面積当りおよび人口当りで示した。大きな地域別で見ると、面積当りでは南アメリカがやや大きな値を示す程度で、他はそれ程大きな差はないが、人口当りでは非常に大きな差が見られる。国別で見ると、面積当り純生産量の大きくないカナダ、モンゴル、オーストラリアなどで高い人口当りの生産量が目立つ反面、面積当りの生産量の大きい東南アジアの諸国が、人口当りで見ると必ずしも豊かとは言えないことも示されている。

表2には、森林及び耕地における木材及び農産物の生産量を、それぞれのバイオマス純生産量の値で割って求めた利用率の値を示した。森林バイオマス利用率についてみればヨーロッパでの高い利用率が目立つ。耕地及び樹園地では、アフリカでのやや低い値を除いては、利用率は平均化している。

バイオマスエネルギーの潜在的利用可能量が、バイオマス純生産量に対してどれくらいの比率を占めるかを推定することは極めて困難であるが、草地を除いた森林、樹園地及び耕地について、各国一律に純生産量の10%が利用可能であると仮定して、国別の潜在バイオマスエネルギーの開発可能性が検討されている。表3に示した判定条件に従って、各国のランク付けを行った結果を図4に示した。この図から判定Cランク以下の国が地球上の大半を占めることが判る。判定S及びAランクの国々は、1人当りのエネルギー消費レベルが小さく、人口当りのバイオマス量の大きいアフリカ、南アメリカの赤道付近の国々に限られる。アフリカではガボンを除いて、S及びAランクの国々での現在の人口当りのエネルギー消費は世界平均の1/3以下で、エネルギーの大半を薪炭に依存している国々である。この図に示された結果は、バイオマスエネルギーの最大限利用を見積った場合の値であることに留意する必要を強調しておく。

#### 4. 森林バイオマスのエネルギー利用

森林バイオマスの純生産量は、地球上の全バイオマス純生産量の約60%を占めており、バイオマスのエネルギー利用を考えると、最大の潜在力を持つのは森

林である。表2に示したように純生産量に対する比率として示した世界平均の森林利用率は2%余りで、決して大きくはないが、人口当りの純バイオマス生産量の小さい発展途上国では10%以上の森林利用率を示す国が多数見られる。勿論これらの国々での木材生産量<sup>6)</sup>の大部分は薪炭材で占められている。

現在、世界中で毎年 $11 \times 10^6$  haの森林が消滅しつつあると言われている。これは地球上の全森林面積の1.2%に相当する。既に今世紀に入ってから東南アジアでは63%、西アフリカでは78%の森林が失われ、今世紀末迄には西アフリカに残っている28%の森林は総て消滅するとも言われている<sup>7)</sup>。森林バイオマスのエネルギー利用を考えるには、森林生態系の破壊を防止しながらその利用率を高める森林管理の方法がまず確立されなければならない。

発展途上国での薪の燃焼の際のエネルギー効率が非常に低いことにも問題がある。例えば石を3つ集めて作った原始的かまどでは燃焼効率は僅か3%、都市部で通常使用されているストーブで8~10%とされている。ストーブの改良によって、燃焼効率を25%上げることができるが、その普及の最大の障害はストーブの価格であるとされている<sup>8)</sup>。木炭も都市部での便利な燃料として用いられている。木炭の燃焼効率は薪に比べ2~3倍良いとされているが、薪から木炭を製造する際のエネルギー収率は僅か20~25%に過ぎない。木炭製造の際に排出される分解ガスを木炭製造地の地域エネルギーに変換しながら、都市での使用と輸送に便利な木炭を製造する総合的システムを作ることも検討されている<sup>8)</sup>。然しながら途上国でのこのような新技術の導入には、資金不足、技術レベルの低さのほかに、新しい技術が富める者には有利でも、無料の薪に依存していた低所得層の生活を更に苦しくする矛盾を含むなど政治・社会的な問題を含んでいる<sup>9)</sup>。

薪炭材の収穫を目的とした植林は、純生産量の小さい途上国では当然重要な課題になっているが、米国やECなどの先進諸国でも一部実用化試験が行われている。現在食糧生産過剰に悩んでいる後者の国々では、休耕地や未利用地を利用して成長力の大きい燃料木の栽培が試みられている<sup>8)</sup>。

用材生産比率の大きな国においては、用材生産の際の林地残材や用材生産のための森林管理に伴って産出される間伐材の燃料としての利用が森林バイオマスのエネルギー利用の有効な方法である。これらは枝条を主としている為、そのままでは燃料としての利用、輸

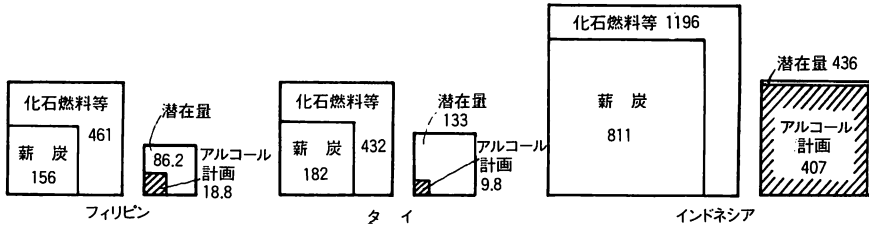


図-5 東南アジア各国の計画アルコールエネルギーと化石燃料等エネルギーなどとの比較。図中の数値のエネルギー単位10<sup>6</sup>GJ/年

化石燃料等：石油，天然ガス，石炭，水力等の1次エネルギー国内消費量，1978年の値

薪炭：FAOデータの薪炭材生産量，1978年の値に6.4 GJ/m<sup>3</sup>を乗じて求めた

アルコール計画：95%アルコールの低位発熱量20.5 GJ/klとして換算

潜在量：各国の土地利用区分でその他（未利用可耕地他）と分類されている面積の1/5が耕作可能とし，さとうきびを植えて2.67 kl/ha・年の収量でアルコールが得られるとしたときの値

送に極めて不便であるから，粉碎し，ペレット化して利用する為の装置の開発が要望される。然し我が国のような国民所得の大きい先進国では林地残材や間伐材の収集コストが大きく，これら資源のエネルギー化利用の妨げになっている。

木材の糖化を経てのエタノールの製造や，ガス化を経てのメタノール合成など森林資源の液体燃料化は，技術的にはともかく，経済的に工業規模で成立し得る見込みはない。

### 5. エネルギー生産農業の可能性

農業生産物からのエタノール燃料化に対しては，それが正味で正のエネルギーを生み出すことにならないのではないかの疑問から，産出/投入エネルギー比μの試算が何人かの研究者によって試みられている。著者ら<sup>9)</sup>のまとめたところでは，農業における投入エネルギーの少ないブラジルのような途上国において，さとうきびを原料として，バガスをエタノール製造工場でのエネルギー源とした場合においてのみμ>3となり，それ以外の場合にはμ≤1となる事が示されている。

然し，たとえμ<1であっても，液体燃料としてのエタノールがエネルギー換算したガソリンよりも安ければ，石油代替燃料としてのエタノール生産の意味がある。我が国と特に関係の深い東南アジア諸国での国家アルコール計画を対象とした松田ら<sup>9)</sup>によるケーススタディは，バイオマスエネルギーシステムに対する総合的評価の数少ないものの一つであろう。

フィリピンの国家計画でのエネルギー基準のエタノールの単価は25.6円/10<sup>3</sup>kcalで，これは現在の日本での製油所利益を含んだガソリン価格の約2.5倍，米国のガ

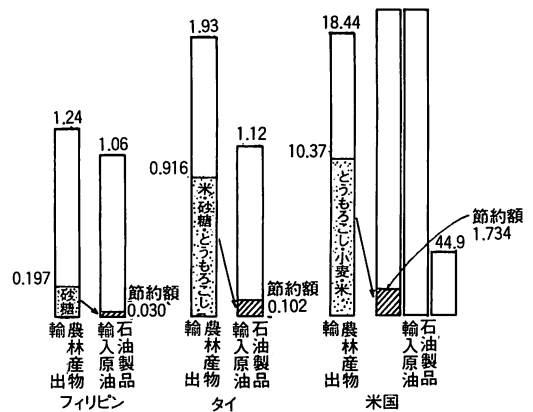


図-6 各国農産物，原油，石油製品貿易収支と輸出穀類・砂糖のエタノール変換に伴う原油輸入節約額。1978年実績。単位10<sup>9</sup>ドル。輸入節約額は穀類・砂糖をエタノール変換したとき，産出エタノールの保有エネルギーと同一保有エネルギーの石油輸入が節約できるとしてその金額を求めた。ただし，1klエタノールが0.52klの石油とエネルギーで等価とし，石油輸入価格86.7ドル/kl（1978年平均原油価格）とした

ソリン価格の約3倍である。しかもその約3/4が原料さとうきびの価格である。このさとうきび生産農民の所得は僅か11.5万円/年と見積られており，安い農民労働力を前提とした国家計画と言える。

図-5には，各国の計画アルコールエネルギー量を，現在の化石燃料や薪炭エネルギー消費と比較して示した。1人当たり化石エネルギー消費が世界平均の約1/5と少ないこれらの国においてさえ，得られるエタノールエネルギーの絶対量が如何に小さいかが判る。

図-6にはフィリピン，タイにおけるアルコール原料となり得る農作物の輸出金額と，それらをアルコール

化したと仮定した時の価格、すなわち石油輸入節約金額を、石油輸入金額と比較して示した。参考として米国での同様の値も示した。これらの国々において貿易収支を支えている余剰農作物が、エタノール化により著しくその経済的価値を失ってしまうことがはっきりと示されている。

フィリピンでは、当初1985年迄に25工場で54.5万klのエタノール生産が計画されていたが、1981年始めに世界銀行調査団によるエタノール計画への大規模投資の5年間延期の勧告もあり、その後1986年迄に9工場で18万klと大幅に計画が縮小されている<sup>10)</sup>。

Sheppardら<sup>8)</sup>は化石燃料に比べて生産量の少ない余剰食糧は、燃料に変換するよりも、より経済的価値の大きい化学工業原料として利用すべきであると主張している。

## 6. ローカルエネルギーとしてのバイオガス

中国では現在、730万個の発酵槽から20億 $\text{m}^3$ のバイオガスが製造されている。発酵槽の大部分は農家の個別に設けられた8~10 $\text{m}^3$ の小型のものである。中国農村の生活用燃料は、その80%が葉や乾草で、その使用量は年間 $4 \times 10^8 \text{t}$ にもものぼるといわれ<sup>11)</sup>、そのエネルギー換算値は同国の化石燃料消費の1/4にも達する。中国は化石燃料資源に恵まれた国であるとは言え、これらは工業用に優先使用されており、また資源の偏在が輸送費を大きくしている。将来とも農民の生活エネルギーをバイオマスに依存しなければならない状態が続くものと予想されている。バイオガス発生総量のエネルギー換算値は $8.4 \times 10^{12} \text{kcal/年}$ で、中国の現状の全エネルギー消費の約1/800に過ぎないとは言え、バイオガスの利用の今後の一層の進展が期待されている。

中国においてメタン発酵が広く実用化されている背景には、まず発酵槽価格の低廉があげられる。槽自体も煉瓦による手造りで、一戸用の発酵槽の建設費は1万円以下である。発酵原料としては、人畜糞尿のほか植物の茎や葉も用いられており、発酵槽からの廃液は全量有機肥料として人力により土壌還元されている。

然しながら、発展途上国におけるバイオガスの普及にもかなりの制約条件がある。低廉であるとは言っても発酵槽の建設には一定の投資が必要で、インドではそれが普及の障害の一つになっている。十分な原料が得られるかどうかも問題で、インドにおけるバイオガス普及地域の農民は、他地域に比べ遙かに広い土地と多くの家畜を有することが知られている<sup>3)</sup>。

我が国においても、ローカルエネルギーとしての主として畜糞尿を原料としたバイオガス利用の可能性が多数の自治体により検討されている。これら報告書では共通して、バイオガス利用の経済的困難性が指摘されている。理由の第一には発酵設備の高価格があげられる。発酵槽からの廃液処理装置にも発酵槽とほぼ同程度の投資が強いられる。発酵槽の加温の為に発生ガスの1/2近くが消費されるという地理的な悪条件に加えて、発生ガスの適当な利用先が少ないことも指摘されなければならない。途上国において、電気のない地域でバイオガスが照明や動力を提供しているとは全く異なった我が国の農村の事情がその背景にあることを忘れてはならない。

## 7. 廃棄物のエネルギー変換利用

し尿、下水汚泥、畜糞尿など多量の水分を含んだ有機系廃棄物を原料としてエネルギーを得るには、バイオガスへの変換が最も有利であろう。然しながら、こ

表4 畜糞尿メタン発酵のエネルギー収率試算例

対 象	方 法	エ ネ ル ギ ー 収 率*(%)		
		発生ガスの見掛け収率	運転エネルギーのみ考慮した場合	含設備建設エネルギー
酪農・牛糞尿 (牛17頭)	尿分離土壌還元	26.3	4.5	-0.3
多頭飼育豚糞尿 (豚2,000頭)	糞尿混合処理 + 廃液処理	52.5	11.7	-7.1
多頭飼育豚糞搾汁液 (豚2,000頭)	尿分離土壌還元・ 搾りかすコンポスト	70.8 (27.1)**	22.5 (8.6)**	17.1 (6.5)**

\* 原料中有機物の発熱量17.6MJ/kg、発生ガスエネルギー23.0MJ/Nm<sup>3</sup>、設備の全エネルギー集中度80.8kJ/円、設備償却20年などとして試算（詳細は別に発表予定）

\*\*カッコ内は原料糞に対するエネルギー収率の値

表5 多頭飼育養豚場での糞尿処理・処分の方式と費用(計算基準：成豚2,000頭)

方式	具体的方法	費用* (千円/頭・年)	特長と問題点
メタン発酵 (糞尿混合処理)	水希釈・中温発酵・廃液 活性汚泥処理	15.6	設備費大, 発生ガス利益小, 処理水中N大
コンポスト化 (野積み方式)	水分調整後屋根付堆肥舎 に100日滞留	2.3	
コンポスト化 (機械化方式)	水分調整後コンポスト槽 に14日滞留	5.1	製品コンポスト売価が水分調整材購入費をカバーするかどうかプロセスの経済性を左右
水希釈活性 汚泥処理	30倍水希釈・余剰汚泥コ ンポスト化	17.9	
尿分離・糞搾汁 液メタン発酵	尿, 発酵廃液土壌還元・ 搾りかすコンポスト化	8.0	分離尿および廃液の処分が可能が前提, これらの処分費が経済性を左右
尿分離・糞コ ンポスト化	水分調整なしに糞を野積 みコンポスト化	4.6	
糞尿直接土壌還元	無処理	(7.3)	処分費用のみが支配因子

\*設備費は20年元利均等償却仮定, 水分調整材:0.8万円/t, 電力費20円/KWH, コンポスト売価5千円/m<sup>3</sup>, メタンガス売価62円/m<sup>3</sup>, 糞尿等土壌還元費4千円/m<sup>3</sup>等を仮定して算出(詳細は別に報告の予定)

れらを原料とするメタン発酵プロセスにおいては, 発酵槽の加温, 発酵廃液の処理の為にエネルギー消費, 及び発酵槽, 廃水処理装置建設のエネルギーまで含めたエネルギー収率(発生ガスのエネルギーからこれら全投入エネルギーを差引いた正味エネルギーを原料保有エネルギーで割った値)は表4に例を示したようにほぼゼロに近いが, 場合により負となり, エネルギー生産の意味がなくなってしまうことが指摘されている<sup>12)</sup>。

従って, 有機質廃棄物のバイオガス変換は, 処理・処分しなければならぬ廃棄物の量を減少させると同時に副生バイオガスを有効利用することによって, 結果的に処理・処分費用を少なくする方法の一つとしての位置づけをすべきである。すなわち, バイオガス変換以外の他の処理・処分の方式と並列にその経済性が検討されるべきである。

表5には, 豚の多頭飼育における糞尿処理・処分費用の試算例を示した。発酵槽廃液の処理・処分が非常にコスト高になることが指摘されるべきである。糞尿を直接或いはメタン発酵後の廃液を安価に土壌還元できない現実があるとしたら, 廃棄物処理・処分の費用を無視して大型化の利益のみを追求してきた多頭飼育方式自体に矛盾があると言ってよいだろう。

原料に希釈水を加えてメタン発酵を行う在来法では, 発酵廃液は廃水処理によってBODは除去されるが, 廃液中の窒素, リンの大半は処理水中に流出し, 放流先の富栄養化の原因となるだけでなく, 原料畜糞尿に含まれるこれら栄養の流失に伴う経済的損失を招く

表6 畜糞尿の肥効成分からみた化学肥料代替換算価格(千円/t-含水物)

種類	牛	豚	採卵鶏	ブロイラー
換算価格*	2.1	2.9	11.6	12.9

\*現在の化学肥料価格から, N:180円/kg, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:240円/kg, K<sub>2</sub>O:130円/kgとして換算した

ことにも注意する必要がある。因みに, 畜糞尿に含まれるN, P, Kの3栄養素の経済的価値を化学肥料の価格から求めて換算したときの畜糞尿の価格を求めてみると表6のようになる。畜糞尿の土壌還元には, この他に有機質の土壌改良効果も加わる。

8. おわりに

化石燃料の枯渇が言われるが, それはまだかなり先のことであろう。然しその価格は着実に上昇する。より安価で安定したエネルギー源を期待するのは当然である。然し, 上記で見たようにバイオマスは化石燃料代替としては決して豊富でもなく, 安価でもないことに留意すべきである。バイオマスのエネルギー化利用は, 現在でも森林生態系の破壊をもたらす。環境に大きなインパクトを与えている。食糧生産の過剰が言われているが, これはあくまでも地域的なものであり, 長い目で見れば一時的な現象に過ぎない。今世紀末には60億に達すると言われる地球上の人類が, そう遠くない将来, 重大な食糧危機に遭遇するであろうことは確実である<sup>2)</sup>。

バイオマスのエネルギー化利用への問題には, より

広い視野と、将来への見通しの上に立った厳しい評価がなされるべきであることを強調したい。

本展望記事を書くに当り、Pimentel<sup>2)</sup>、Hall<sup>3)</sup>の優れた著書の記述を多数引用させていただいた。また先のECのバイオマスエネルギー会議<sup>8)</sup>での見聞も随所に引用させていただいたことを特に付記する。

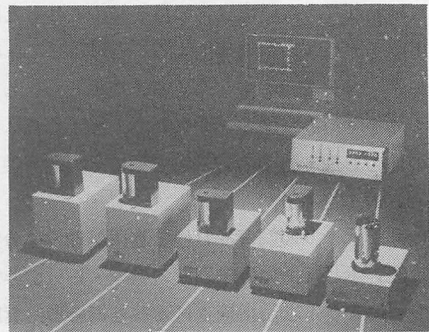
#### 引用文献

- 1) 松田智, 久保田宏; エネルギー・資源, 2, 7 (1981)
- 2) Pimentel, D. and M. Pimentel; Food, Energy and Society, Arnold, 1979
- 3) Hall, D.O., Barnard, G.W. and P.A. Moss; Biomass for Energy in the Developing Countries, Pergamon Press, 1982
- 4) United Nations; World Energy Supplies 1973-1978, United Nations Publication, 1979
- 5) 松田智, 久保田宏, 岩城英夫; 科学, 52, 735 (1982)
- 6) FAO; Yearbook of Forest Product 1979 (1980)
- 7) The Economist, 284, No. 7253, p. 87, Sept, 4, 1982
- 8) 2nd EC Conference on Energy from Biomass, Sept. 1982, Berlin
- 9) 松田智, 久保田宏; 化学経済, 29, No. 3, 2 (1982)
- 10) アジア経済研究所; フィリピンのアルコガス(ガスホール)計画に関する共同調査, 1982
- 11) 謝志恒; 中国画報, No. 365, 134 (1982)
- 12) 久保田宏, 松田智; "最新のメタン発酵技術", 化学工学協会関西支部他共催セミナー資料, (1982) p. 4

### 新製品ニュース

### 低価格の熱分析システムを開発—真空理工—

日本真空技術グループの熱測定・制御システムメーカーである真空理工(社長前園明一氏, 本社横浜市緑区白山町300 TEL. 045-931-2221)は2月6日モジュール構造の熱分析システム「50シリーズ」を開発, 受注活動を開始した。従来のシステムより40%程度安い普及タイプで, 中小企業向けや, 製造ライン向けとして売りこみ初年度に約1億円以上の売上を予定している。今日, 複合材料やニューセラミックス, アモルファス材料の開発など, 複合熱分析システムを必要とする分野が拡大しているが, 新シリーズは, 基本ユニットの「TA-50」(114万円)をベースに, 熱天秤「TG 50」(93万円), 示差熱分析計「DT 50」(62万5000円), 熱機械試験機「TM 50」(128万1000円), 熱膨張計「DL 50」(95万円), 示差走査熱量計「SC 50」(108万5000円), の5つの試料系ヘッドをモジュール化し任意に組み合わせることが可能。その他熱分析データ処理装置「DPS-



3」(200万円, ソフトは別売)も用意される。

同社では低価格化の実現について, ①高集積半導体デバイスの使用を進めた ②システムをモジュール化し量産化が可能となった ③基本機能だけを追求した, などの企業努力をあげている。

出荷は「TA 50」および「TG 50」が4月から, あとは8月までに順次出荷するという。