バイオマスと

バイオテクノロジー

~その期待と不安~ チッソ旭肥料(株)技術顧問

潮田常三

1 まえがき

オイルショックで石油代替エネルギーとして俄然脚光を浴び、世人の注目を集めたバイオマス(生物資源)がここえきて大分影が薄れて、バイオテクノロジー(遺伝工子学)がこれにとって替った観がある。バイオテクノロジーによる生物資源の開発利用に関して、このたび(57年9月)農林水産省から今後の展望と期待が報告されたが、この間のまことにめまぐるしい様想の移り変りには、とまどいを禁じえない。なかには期待が大きすぎるの余り、『バイオテクノロジー研究は産業の将来に革新を招来……窒素工業が最も早く、大きなインパクトを受ける。』(Chemical Weekは: 193)年10月8日号)というようなセンセーショナルなニュースとなって、期待(農業側)と不安(工業側)が交錯しているところがある。また一方ではバイオテクノロジーは万能ではないので、過大評価は慎しむべきであるという批判もでている。

エネルギー資源としてのバイオマスの考え方と、注目を浴びているバイオテクノロジーと窒素肥料との確執について少しく述べてみたい。

2 エネルギー源としてのバイオマスの考え方

世界がオイルショックをうけてグローバルな規模でこの問題が研究され、討議されてきたが、エネルギー資源としてのパイオマス生産は食糧生産と競合する場合が多く、また一般のエネルギーの自給度合とも深く関係するので、色々な制約をうけることとなる。そしてこれが可能となるところ(国)は食糧とエネルギーの自給率の高いところ(国)か、(第1図参照)もしくはエネルギー自給率は低くても、食糧自給度の高いところである。日本や英国、西独、イタリヤなど両方とも自給率の低い国では実施は困難で、企業としてペイしない場合が多い。

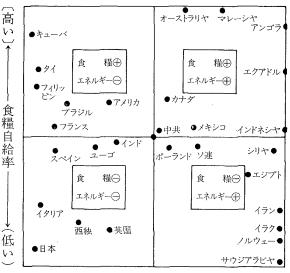
以上が現在までにえられたバイオマスエネルギー利用 の考え方の、大方の結論のようである。

しかし農畜水産業や都市の有機質の廃物のようなバイオマスは、これらを発酵させてえられるメタンガスをエネルギー源として利用する場合には、採算的にもペイする。その場合も、ローカルのエネルギーとしての利用という制限をうけるようである。

3 バイオテクノロジーと窒素固定

第1図 食糧エネルギーの自給率からみた国わけ

(低い)←──エネルギー自給率──→[高い]



SRI (USA) 資料 (1979) より。

現在バイオテクノロジーと称する手法としては、遺伝子組換え(組換えDNA技術)、細胞融合、細胞大量培養バイオリアクター、バイオマス変換業の技術があるが、これらを駆使してイネ、ムギ、トウモロコシ等に空中の窒素を固定する能力を人工的に附変して、窒素肥料のいらない作物を創り出そうという研究が、世界的に行われている。

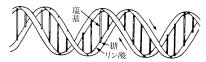
そこで窒素固定能力のない作物にこれを与える方法であるが、現在2つの方法が考えられている。その一つは作物自身の遺伝子(DNA:デオキシリボ核酸)の構造(第2図参照)を変える法すなわち遺伝子組換の方法を利用して、細胞に窒素固定能力を変える方法がある。

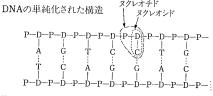
しかしこの方法には幾つかの弱点がある。その第1は現在の遺伝子(DNA)組換え技術はせいぜい細菌のような単細胞を取扱える段階であって,作物のような高等値物になると更に高度の技術を要するので,これを実現する方法がまだ整っておらないし,近い未来においても実現が困難視されている。その第2は窒素固定に要するエネルギーコストの関係が殆んどわかっていないことである。元来,窒素分子 N_2 の各原子間の三重結合($N \equiv N$)を切るのに多量のエネルギーを必要とするのであるが,このエネルギーは細胞内で与えられるか,アンモニヤ合成プラント内で与えられかのちがいで,何れにしても大量のエネルギーを要するものであろう。ちなみにアンモニヤ合成塔で加えられるエネルギーとしては400~650 $^{\circ}$ の高温と100~1,000気圧の高圧である。

しかしながら生体内の生体触媒は化学工場での合成触

第2図 遺伝子 (DNA) の構造

DNAの らせん構造





D = デオキシリボース P = リン酸 T = チミン A = アデニン C = シトシンG = グアニン

媒とは機能が比較にならぬくらい高率であり、合成のメカニズムにも別なカテゴリーがあるというような仮定をたてれば、大量でないエネルギーでもこと足りることにはなるが。

何れにしても作物自体が窒素を固定するとなると,少 なからざるエネルギー量の消費を伴なうから、このエネ ルギーは作物が同化作用で貯えた炭水化物等を消費して 賄なわなければならない。このことは作物の収穫量の減 少につながる。こう考えてくると安価な窒素肥料を筋減 するために, 附加価値の高い作物の収穫物量を犠牲にす ることは得策ではないということに気付く。そうだとす れば、窒素固定能力はあるが、その固定効率が非常によ くない現在のマメ科植物の根粒菌を、バイオテクノロジ カルに窒素固定能力をアップさせる研究の方が、先では なかろうか? もう少し言わせて頂ければ、目下意気消 沈のアンモニヤ合成工業は、この際その原点のハーバー ボッシュの精神にたちかえって、はじめから、基礎研究 (特に触媒の)から再出発して、バイオにまけない革新 技術を打出すべきである。その方がむしろ手っ取い早い かも知れない。

次にもう一つの窒素固定付与のやり方としては、作物 には共生している細菌があるから、作物自体にはふれず その共生菌に固定能力をもつ細菌のゲノムを移植する法 がある。

いわゆる nif (窒素固定)遺伝子が既に単離されているから、この nif を組入れてやればよい。

これが成功の確率は高そうであるが、この技術にも重大な環境汚染の問題がからんでくる。土壌や水中の細菌が窒素固定を旺にやり出して、アンモニヤがふえだしたら、その時の公害のひどさは、今日の比ではないからである。

4 遺伝子操作と育種

これまでの育種方法は、主として交雑を主体として新 しい形質の組合せをねらったものと、突然変異や倍数性 利用のような新らしい変異を求めるものとがあるが、その限界は目的とする形質が既に別の作物に存在して、しかも有性生殖によって導入できる場合に限られたり、変異の方向性がえられず、作物として固定させるのがむづかしい等の制約をうける。これに対して、細胞融合を主体として新らしいバイオテクノロジーによる育種は、これらの制約をいっきにとり払らって、これまでに無かった形質をもたせることができると期待されるに至った。(種属の異ったポテトとトマトから『ポマト』という地上部はトマトで地下部がポテトという、全く新しい植物が創られたことは全りにも有名な話。)

とに角これらの期待が実現されれば莫大な利益がもた らされるが、しかし、これが直ちに優秀で実用化できる 品種育種につながるとは限らないし、 つながらないこと の方がはるかに多い。そのわけを"コシヒカリ"の例に ついて述べると、コシヒカリという水稲が農林100号と して誕生(登録)したのが昭和31年で、今日、農林276 号という水稲品種が登録される までに 20 年以上が 経過 し,この間176種類の優良品種が次々と誕生(登録)し たことになる。このように、コシヒカリにとって替るべ き品種が多数でてきたのに, なぜコシヒカリだけがとい うことになるが, ひとつの品種が定着するこめには栽培 や収穫量、品質等の条件以外に、社会的要因が実用化の 重要なきめ手となるからである。コシヒカリは栽培(農 家)の側からみれば、上等な品種とはいえない。(倒伏し やすく、 栽培が容易とはいかず、[収量も多くはない)、 しかし味が良いという長所と銘柄米という流通段階(米 穀業者) に対して絶妙な有利性を提供するので, 今日の 盛大な普及をみたわけである。

これが品種育種のむづかしさであり、品種育成とはそ ういうものなのであろう。

5 おわりに

バイオマスのエネルギー利用にしても、バイオテクノロジーの育種えの応用にしても、大きな期待があると共に、不安が伴なうのは当然である。しかし実現の可能性は既に把握されたところが大きいのであるから、早くその恩恵に預かりたいものである。 "作物はむづかしい 相手。時間のかかるもの"ということを十分心得えて、折角手にしたバイオテクノロジーの可能性は、何んとしても実現にこぎつけたい。またバイオマスもエネルギー資源としては(燃料用の樹木は別として)今のところその廃棄物の利用的存在というような状態にあるが、バイオテクノロジーの進展によっては、また息きをふきかえして、エネルギー資源として再び脚光を浴びる日がくるであろう。それまでは、バイオテクノロジーまちの冬眠というところである。