

## 第四章 地方バイオビジネスの可能性

### 一、開花するバイオビジネス

#### 1、多様なバイオビジネスの展開

近年まで基礎研究と遺伝子源の蓄積に乏しかったわが国のバイオテクノロジー（生命工学）は、ごく短い揺籃期を経て、この数年でわが国が最も得意とする応用・実用化技術としての吸収を急速に開始した。今では、欧米諸国をして「日本のバイオ技術、恐るべし」との警戒を強めさせるまでに育った日本のバイオテクノロジーは、同時にビジネスとしても既に実用化時代を迎えつつあり、『産・産』の競争・連携、『産・学・官』の連携、『官』の支援システム構築なども一段と盛り上がっている。

これに伴って、バイオビジネスとしても開花期を迎え、この一二年に限ってみてもバイオテク利用製品の登場が相次いでいる。まずは以下の事例を一瞥してもらおう。

- ◇キリンビールとトキタ種苗が共同開発したバイオ野菜『千宝菜』は六十一年八月、その種子を発売するやたちまち売り切れた。『千宝菜』はキャベツとコマツナを胚培養技術で交配して作った新品種。形と色はコマツナに似て、味はキャベツの甘みである。その好人氣に六十二年の種子生産量を前年の約十倍に増産する計画だ。
- ◇タキイ種苗は農林水産省の協力を得て、白菜と赤キャベツを細胞融合した『バイオハ克蘭』を作出。

- ◇三菱化成工業と三菱商事の合弁会社・植物工学研究所は、イネと雑草のヒエを細胞融合した新植物『ヒネ』を作りだすことに成功。
- ◇王子製紙は、ポプラと草本性植物ケフナを細胞融合した新植物『ポケ』を開発。
- ◇鹿児島錦糸酒造は、清酒用の黄麴菌と焼酎用の麴菌を細胞融合した新種の麴菌で造った焼酎『てんからもん』を発売した。イモ焼酎特有の臭みを減らし、果実風味の軽快な甘さと日本酒特有の口当たりの良さが加わった新焼酎として人気を呼ぶ。
- バイオハクラン、ポケ、ヒネなどの実用化製品はこれからだが、千宝菜、てんからもんなどはバイオ技術が新市場を切り拓く可能性を実証した最近の好例である。
- ◇日本たばこ産業は、細胞融合で育種したタバコの新品種に対し農林水産省から種苗法による種苗登録の内定(六十二・五・十三付官報で公表)を得た。細胞融合や遺伝子組み換え操作など、バイオテクノロジーを活用した新品种で種苗登録されたのはこれがわが国で初めて。今後は、特許法か種苗法か、バイオテクノロジーにより生み出された新植物の権利保護の方法に関し、具体的検討が急がれる段階になった。
- ◇北海道・日高にある北海道大学の実験農場で、サラブレッド系の雑種馬を『借り腹』にして2頭の道産子(どさんこ)——北海道産のウマ——が続いて誕生した(六十二・五)。
- 道産子の凍結受精卵移植による成果としては初めてのもの。これによって道産子の遺伝子源保存が可能となった。

◇キリンビールは、ジャガイモの栽培種とトマトの野性種を細胞融合し、その雑種を植物体に再生することに成功。これにより、トマトの野性種が持つ青枯れ病や軟腐病、疫病などに対する耐性遺伝子をジャガイモに導入する技術的道が一步、開けたことになる。

◇湧永製菓は、朝鮮ニンジンを組織培養で不定胚を経由して増殖、植物個体に再生させることに成功（六十二・七発表）。朝鮮ニンジンはわが国で最大の消費量の生菓だが、栽培に四〜六年を要し、病気や害虫の被害も多い。組織培養による無菌苗が大量に生産可能となれば、生産量増大と価格低下に寄与する。このため現在、他にも富山県薬事研究所、武田薬品、日東電気、資生堂、住友化学、ピアス・京大などの多数のグループが市場参入にしのぎを削っている。

◇農林水産省が中心となり、六十一年秋に発足した第三セクター『生物系特定産業技術研究推進機構』は、①日立造船、新日鉄などが新設した研究開発会社『岩手バイオマス研究センター』、②キリンビール、協和醸酵などが設立したイネの大量培養システム開発会社『ナサリーテクノロジ』、③北海道および道内主要農業五団体の地元金融機関などの出資で設立した『北海道グリーンバイオ研究所』などに対し、それぞれ出資を決定。木材を利用した肉牛の粗飼料づくり、組織培養技術を使つてのイネの優良苗の開発・生産、遺伝子組み換えなどの最先端技術を応用しての耐冷性作物や微生物農薬の開発などを事業として行う。いずれもバイオテクノロジの企業化を促進するのが狙いで、国の支援体制も進んできた。

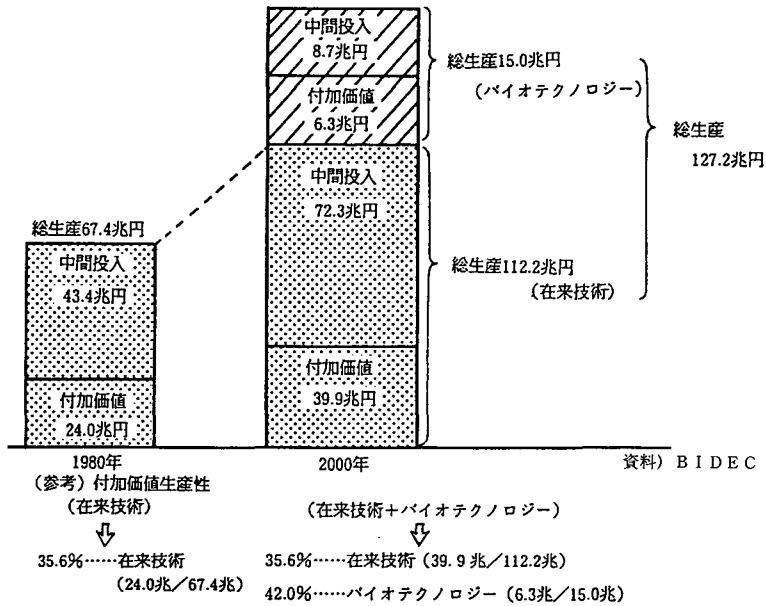
これらはいずれも、この一年余りの間に報道された具体的なバイオビジネスへの取り組み成果や動きであるが、むろん、前記の事例は氷山の一角にすぎない。ここでは触れなかった医薬・医療関係の新薬・臨床試薬などの開発、農作物や花卉栽培などの植物バイオの成果、食品バイオ、バイオ関連機器の開発・製品化等の事例は、全てを網羅するならば、それだけで優に本一冊分には達しよう。

戦後復興より高度成長期の主役として羽振りを利かせた造船、鉄鋼、石油（化学）、鉱業、紙・パルプなどの重厚長大型企業の多くも、この一二年、バイオに活路を求めて押し寄せている。全国の地方自治体も、各地の特性を生かした多様なバイオ戦略で、“地域興し”を狙う姿が目立っている。

#### バイオテクノロジーへの熱い注目

事実、バイオテクノロジー（生命工学）という言葉は近年、毎日のように新聞、テレビ、雑誌等に登場するようになった。バイオ関連のセミナーや講演会も頻繁に開かれており、バイオテクノロジーという技術に対する関心と期待は極めて高いものとなっている。バイオテクノロジーは話題としても急速に一般化し、いわば“お茶の間化”した感すらある。しかしながらマスコミに登場するバイオテクノロジーの話は、その多くが断片的であり、聞く側の人々にとってはその全体の位置づけや技術体系、さらには産業界に与えるビジネスとしてのインパクト等について十分な理解がなされないでいる場合が多い。そこで本章では、新技術としてのバイオテクノロジーの現状と可能性、それを“手段”に用いたビジネスとしての新潮流、地方産業活性化に向けた夢と課題などを中心

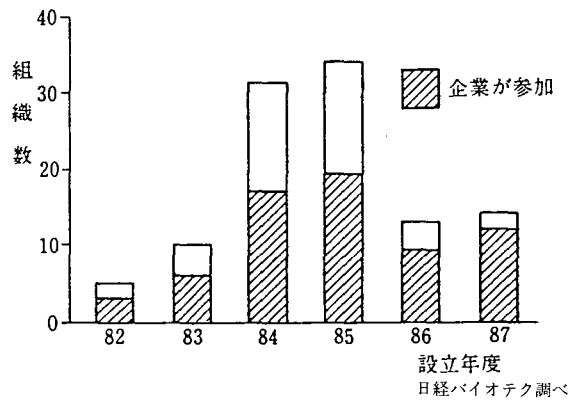
図4-1 バイオテクノロジーによる生産の規模



生命工学Ⅱバイオテクノロジーを基盤とするバイオインダストリーは、エレクトロニクスや新素材、情報・通信等のニューメディアなどと並んで、今後二十一世紀に向けての最大の産業の一つになるだろう、という予測が多い。例えば、わが国の代表的なバイオ推進民間団体である財団法人バイオインダストリー協会(B I D E C)が行った推計では、一九八〇年(昭和五十五年)当時約六十七兆円であった日本のバイオ関連産業(第一次産業からその加工分野、石油化学、基礎製品、医薬品などを含む広範囲のバイオ系産業総体)の総生産は、二十年後の西暦二〇〇〇年にはその二倍近い百二十七兆円に膨らむという。このうち、今日的意味でのバイオテクノロジー

に、できるだけ平易に解説し、これから進むべき道を探ってみる。

図4-2 バイオ推進組織の設立年度別分布



ジーによって在来技術による生産が代替されていく『バイオテクノロジーによる総生産』は、その約十二%を占める十五兆円に達するという推計だ。もつとも、こうした予想・推計はそれを行う機関や年によって変わり、例えば日本経済新聞社が行った「六十二年バイオテクノロジー研究開発動向」では、西暦二〇〇〇年時点での予想バイオ産業の市場規模は回答企業二二一社の平均が三兆七千億円とBIDECの推計値より相当控え目ではある。

しかしながらバイオテクノロジー産業への期待の大きさを裏づける点では同様とみてよいだろう。

そして今日では、バイオテクノロジーは地域産業活性化のためのキー・テクノロジーとしても位置づけられるようになった。昭和五十八、五十九年頃から起こった全国各地でのバイオ・ブームの拡がりを日経バイオ誌の調査で見ると、五十九年には全国の都道府県のうち、十の地方自治体でバイオテクノロジーの研究会を組織していたにすぎなかったのが、六十年には三十五の自治体が何らかの研究会を組織、六十一年にはそれが四十七都道府県全てに及んだ。そのうち三十五都道府県ではバイオの研究室や研究所が設置されるに至っている。懇話会、研究会などの組織の数は六十二年夏現在で百を超え、今や一自治体に複数のバイオ組織があるのは当たり前となり、

表4-1 86年4月以後に設立された主なバイオ推進組織(計画も含む)

| 自治体名 | 名 称                   | 設立時期  | 活 動 内 容        |
|------|-----------------------|-------|----------------|
| 岩手県  | バイオテックノロジー等先端技術協議会    | 86年4月 | 開発促進協議、連絡調整    |
| 山形県  | バイオテックノロジー研究会         | 86年4月 | 研究発表会、情報交換、研修  |
| 神奈川県 | 農林水産技術会議先端技術開発部会      | 86年4月 | 研究課題の規格と成果の評価  |
| 青森県  | 農林技術会議バイオテックノロジー部会    | 86年5月 | 目標設定、成果の活用方法   |
| 群馬県  | 農業関係バイオテックノロジー懇談会     | 86年6月 | 技術成果の実用化、連携    |
| 群馬県  | 農業関係バイオテックノロジー研究会     | 86年6月 | 実務者による技術情報交換   |
| 愛媛県  | 食品工業バイオテックノロジー適用化研究会  | 86年6月 | 企業の動向調査、問題点検討  |
| 岐阜県  | 農業新技術開発研究会            | 86年7月 | 効率開発促進に向け研究協議  |
| 和歌山県 | 技術開発研究会               | 86年9月 | 87年4月にバイオ研究会開催 |
| 栃木県  | バイオテックノロジー懇談会         | 87年1月 | 情報交換           |
| 千葉県  | バイオテックノロジー研究会(工業系)    | 87年2月 | 研究体制、情報収集、連絡調整 |
| 岐阜県  | 林業バイオテックノロジー開発研究会     | 87年4月 | 研究討議           |
| 長崎県  | 微生物酵素利用研究会            | 87年4月 | 年2、3回研究会       |
| 長崎県  | 細胞融合技術研究会             | 87年4月 | 研究会の原案作成等      |
| 東京都  | バイオテックノロジー研究推進委員会     | 87年5月 | 研究会の原案作成等      |
| 東京都  | 農林バイオテックノロジー研究推進会議    | 87年6月 | 研究推進と成果普及      |
| 埼玉県  | バイオテックノロジー研究会         | 87年6月 | 実習講習会・講演会      |
| 三重県  | バイオインダストリー研究会         | 87年7月 | 情報交換、共同研究      |
| 長野県  | アグリ・バイオ・ビジネス研究会       | 87年7月 | 取組み方針、苗供給体制    |
| 島根県  | 農業新技術実用化促進会議          | 87年9月 | 情報交換、連携・施策     |
| 福島県  | 農林水産バイオテックノロジー研究推進懇談会 | 87年9月 | 産業化への支援体制      |
| 富山県  | バイオ産業振興協会             | 87年中  | 連絡調整、共同研究推進    |
| 広島県  | バイオテックノロジー連絡協議会       | 87年度内 | 情報交換、技術交流      |
| 愛知県  | 受精卵移植研究会(仮称)          | 88年3月 | 情報交換、技術交流      |
| 愛知県  | 林業関係バイオテック研究会(仮称)     |       |                |

日経バイオテック調べ

むしろ組織の中身が問われる段階に入った。既に「バイオテックノロジーとは何か」という知識の啓蒙は殆ど終わり、バイオによる地域興しや企業ビジネスとしての具体的な「ネタ探し」に奔走する時代になったのである。

## 2、今なぜ、バイオテクノロジーか

生物の営みやその本来的な機能を利用する技術—バイオテクノロジー—is、このように重要な先端技術の一翼を担うようになったのであるが、そうかといってバイオテクノロジーそのものはエレクトロニクスや新素材のように、全く新しい技術という訳では決していない。われわれの祖先が、既に神話の時代から造っていた酒やワインに代表される発酵・醸造技術は、実のところ人類最初のバイオテックの一種であるし、味噌、醤油、パン、チーズなどの古くからある食品の製造も実のところ発酵作用を活用したバイオ技術の産物である。

農業についてはさらに古い技術である。約一万年前の旧石器時代の末頃と推定されている農業の起源はオリエント（西アジアとアフリカ北部を含めたアラブ諸国一帯を指す古い呼び名）であるといわれるが、そこで農耕と牧畜がほぼ同時期に始まった。そのころの農業技術は、作物や家畜、愛玩動物などの多数の品種が、主として“選抜”という操作—つまりいろいろな遺伝的形質をもつ動・植物の集まりのなかから、人間にとって利用上最良の形質を持つ動・植物を選び出し、その選抜個体の種子や子供を次世代の養成に充てる作業の繰り返し—によって、遺伝的素質の改善が図られることを基本とするものであったろう。

では何故、この一見ありふれたバイオ技術が今や改めて、産業の新しい発展や地域興しの可能性に秘めたキー・テクノロジーとして多くの注目を浴びるようになったのか。この点をまず、大雑把ではあっても正しく理解しておく必要がある。

『生物』のもっている性能や性質は、言うまでもなく遺伝子によって決定されている。言い換えると、生物の



能力は、その生物の持っている遺伝的能力を超えることはできない、という自然界の規律のもとにおかれている。したがって、例えば従来型の農業の栽培技術は、専らその植物の持つ遺伝的能力を最大限に引き出すことを中心テーマとするものであった。発酵や醸造技術も同様で、微生物のもつ機能を如何に効率良く発揮させるかということが、大きな関心テーマであった。

ところが「受け継いでいる遺伝的能力は超えることができない」という制約は、近年、急速に打ち破られるという学問的、技術的進歩が起こってきた。これが革新技術としてのバイオテクノロジー（生命工学）の成果である。

バイオテクノロジーが注目されるようになったのは、生物性質を表現する遺伝子（染色体上に並んでいる）の本体であるDNA（デオキシリボ核酸）に対し、別の、より性能のよい情報を持つ遺伝子を、何らかの方法で移植・導入し、その結果として①目的生物に新しい働きを与えることができるようになった、②その働きを最大限に引き出しうる可能性が高まった、③生物の働きを人間にとって都合のよいようにコントロールできる幅が広まった、そして④これら一群の技術が周辺の産業分野を含めて、その与えるインパクトが極めて大きなものであることが判ってきた、などにより、それが新しい産業づくりやビジネス・チャンスを作り出す手段になり得るようになったからである。

バイオテクノロジーは、植物にしろ微生物にしろ、人類との関わりが長かった割りにはその近代産業としての発達は遅かった。しかし、数十億年の進化の歴史が贈った生命、生物の仕組みの謎が現在、科学の力で盛んに解

き明かされつつあり、今まさに『生物革命』が進行中なのである。その結果、バイオテクノロジーは農林水産業や医薬・医療分野、資源エネルギー、化学、食品工業などの各分野において、その発展に新たなブレイクスルー（突破口）を切り拓く強力なインパクトになるとの認識で共通し、バイオ研究熱が地域、企業、業種の幅を広げて盛り上がってきたわけである。

#### 新しい兆候とフロンティア

ここで再度、今日の意味でのバイオテクノロジーを定義しておく、それは生物が持っている本来的な機能を最大限に利用することを基本目的としながら、そのために利用するのが好都合な機能をもつ別の遺伝子を多角的に探し出し、取り出して、何らかの方法で目的生物に導入したり、あるいは遺伝子のもつ機能を効率よく発現させることにより、何らかの産業的生産の目的を果たす手段とする「一群の技術」である、ということになるだろう。

人類初のバイオの時代からさらに時代がすすみ、一七世紀後半には、フランスのワイン製造組合が当時苦慮していたワインの変質を防ぐという問題を契機として、化学者ルイ・パスツールはアルコール発酵、乳酸発酵、食酢の製造などがそれぞれ異なる微生物の作用によることを明らかにした。これは①微生物の物質生産能力を初めて解明した、②微生物を利用する製造工程を初めて人為的に管理する道を拓いた、という点で正に微生物利用バイオの前進をもたらす礎となった。

一方、植物でも「子が親に似る」という性質がどのように伝えられるかという疑問に対し、オーストリアのメンデルは、エンドウの花の交配により、初めて遺伝的形質の伝承ルールを解明した。メンデルの偉大さは、当時はまだ遺伝子の物質的実体がDNAであるということが捉えられていなくとも、理論的にその存在を規定することができたという点であろう。この後とくに遺伝学の分野では、メンデルの方法論に従ってモデル生物の遺伝子を分析し、生命現象を詳細に解析し、それらを物理的、生化学的な方法で実証するうちに、遺伝の面から今日のバイオテクノロジーの基礎が築かれた、といえる。

さらに第一次大戦中は、火薬原料であるグリセリン、アセトンなどの開発で、発酵技術は新たな工業への発展を遂げた。第二次大戦中の日本でも、不足する航空機燃料確保のため、エタノールなどの化学品が発酵法で造られた。この発酵工業は、一九四〇年代のペニシリン（青カビが生産する抗生物質）の大量生産技術の開発で、近代的工業としての地位を得ることになった。その後、戦後はストレプトマイシン、テトラサイクリン、クロラムフェニコールといった新たな抗生物質が次々と発見され、それが微生物を使って作られるようになる。微生物利用が重要な産業技術に高まった。これが今日の「近代的バイオ産業」のはしりになるわけである。

さて一九八〇年代に入ってからバイオファイバーは、遺伝子組み換え技術を初めて応用し、増殖速度の速い大腸菌を使って大量生産したヒト・インスリン（糖尿病治療薬）が八二年秋から欧米で発表されたことにはじまる。ヒト・インスリン、ヒト・成長ホルモン、ヒト・インターフェロンなど、医療分野の有用な生理活性物質は、

従来、ヒトの生体中から極く微量にしか得られなかった。これが一九七〇年代末から微生物細胞を工場にして、大量に生産できる技術的メドが立ってきた。これらの成果は殆ど、先見性ある米国などのバイオ・ベンチャー企業の手で行われた業績である。ヒト・インスリン商品化の成功を起爆剤に米国などでは、以後、バイオ・ベンチャー企業が続々設立され、医薬分野のバイオファーバーが欧米から火の手を上げてきた。

わが国では、米国より一年遅れの八一年頃よりバイオファーバーが始まるが、当時、技術レベルは五年遅れといわれた。しかし、石の上にも三年」という諺があるとおり、その後日本の企業は三年程度猛烈な技術の導入・習得に努めた結果、今や米国にとって日本はいわば「バイオテクノロジー仮想敵国No.1」ともいえるべき水準に到達した。

また農業をはじめとする植物分野でも、バイオファーバーは米国で最初の火の手を上げた。とりわけここ数年は種子や植物に関する関心が大変な勢いになっており、『植物バイオ』なる新語が短い間にすっかり定着したほどである。例えば『シーズ・ウオー（種子戦争）』という言葉がこの数年、しばしばマスコミに登場するようになった。かつては「石油を制する者が世界を制する」と言われたのに対し、今は「種子を制する者が世界を制する」と言う言葉が米国から発せられている。かつての米国農務長官バッツは、「たんばく質は原子爆弾より強力である」という刺激的な発言をし、世界を風靡したほどである。

何故、種子がかくも重要な『戦略物資』になったのか。それは簡単にいえば、①バイオ技術の発達で、種子が持っている遺伝子情報が極めて重要、という認識が急速に広まったこと、②植物の栽培は総てDNAが根幹を決

表4-2 大会社によるアメリカ種子会社の買収例

| 買収をした企業                      | 買収されたアメリカの種子会社  |
|------------------------------|---|
| (化学)<br>Monsanto             | Hybritech Seed In'tl (Dekalb Hybrid Wheat, Jacob Harts Seed)  |
| Stauffer<br>Upjohn<br>Pfizer | Farmer Seed, RBA Inc, Prairie Valley, Blaney Farm<br>Asgrow Seed, Farmer Hybrid, O's Gold Seed<br>De Kalb, Trojan Seed, Clemense Seed, Mitchell Seed,<br>Ainsworth Seed |
| Lubrizol                     | Sigco Research, Lynnrill Seed, Agrigenetics (Jacques, Sunseedほか6社)  |
| Sandoz (ス)                   | Northrup, King, Rogers Brothers, Sluis Groot (オ)  |
| Ciba-Geigy (ス)               | Funks Seed, Louisiana Seed, Stewart Seed (カ)  |
| Rhone-Poulanc (仏)            | Seed Tech Int'l (JV)  |
| (石油)<br>ARCO                 | ARCO Seed (元Dessert Seed)   |
| Shell                        | NAPB (Rudy Patric, Agripro, Tekseed, Migro)   |
| (外国の種子会社)                    |   |
| KWS (独)                      | Coker Seed  |
| Limagrain (仏)                | Ferry Morse   |
| Van der Have(オ)              | Interstate Seed, Fargo Seed   |
| (その他)                        |   |
| George Ball                  | Peto Seedほか17社  |
| Cargill                      | P-A-G, Acco/Paymaster, Dorman   |
| Lafarge Coppee(仏)            | Harris-Moran, Celpril, Wilson Hybrid  |

(資料) L.W.テウエルズ社ほか

(注) オ=オランダ, カ=カナダ, ス=スイス

定し、DNAが変わると栽培方法や内容そのものが根本的に変わる。つまり遺伝子設計しなおすというバイオ技術は、それによつて農業や世界の食糧事情すら左右する力になる、という魅力があるからである。このため、石油メジャーなどを含めた欧米の多国籍企業が次々と有力な種苗会社を買収しはじめた。種苗会社を傘下に納めることにより、①DNA組み換えの素材となる遺伝子源情報が手に入る、②遺伝子源となる種子の流通を押さえる、③そしてノウハウを含めた人材を制覇できる、というメリットを求めていることである。

わが国の場合、後発のあせりもあつて米國を上回るバイオファーバーとなった。そこで目につくのは、種子、種苗産業への異

業種からの参入である。食品メーカー、大手化学メーカーなどを中心とする数十社がこの分野に乱入しはじめている。

このような一般的背景に加え、日本で植物バイオが非常に重視されはじめた理由を付け加えると、次のようになる。

- ① 依然として残る世界的な食糧需給の不安定事情や、近年、米国などから強まる農業自由化への外圧に対し、やはり日本独自の食糧増産のため、より生産性の高い効率的な一次産業構築の切り札として、いずれは訪れる自由化時代を迎え撃つ準備を急がなければならないこと。
- ② 農政の画期的な方向転換により、これまでは国の聖域であった米、麦などの主要農作物種子の開発・生産に民間の参入が認められるようになったこと。
- ③ バイオ技術をもって画期的な新品種の開発がなされても、それは工業製品の特許のように開発者の権利や利益が法的に十分守られ得なかったのが、種苗法の改定（六十一年）により、それがある程度守られる道が開かれてきたこと。

今日、生命原理の解明とバイオ技術としての発達が急速であるという点は、例えば進んだエレクトロニクス技術の力を借り、DNAの遺伝子情報の解読がハイスピードで行われるごとく、諸々の電子機器の発達や分子生物学の発達という「援軍」に依るところが実のところ大きい。しかし、バイオ技術の展望において、より重要で見

逃し得ない特性は、そこで発見された原理、現象がエレクトロニクス以上に直ぐに应用到に結びつく、という点であり、ここにバイオビジネスの予想のつかない発展・膨張のフロンティアがある。

## 二、バイオインダストリーの可能性

### 1、新しいバイオテクノロジーの道具だて

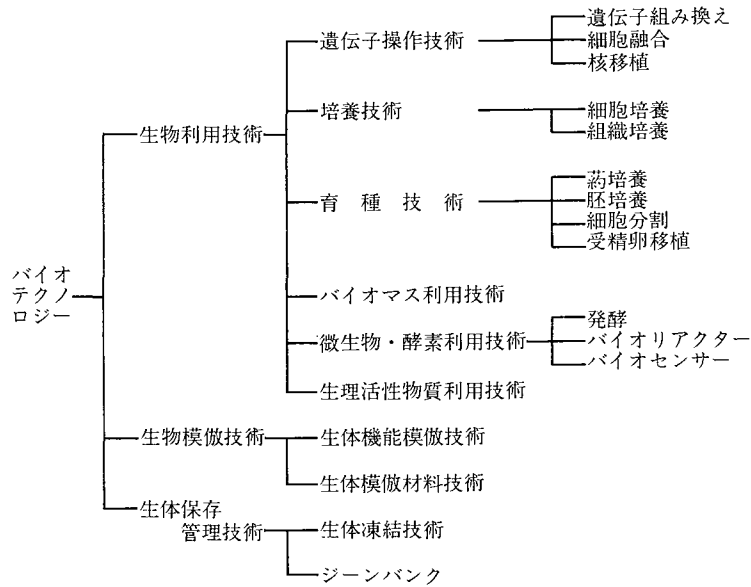
一九八〇年代に急速に開花したバイオビジネスは、その道具だてとしての技術の成熟度ではまだ浅いものがあり、今後の革新・改良に待たねばならない部分も多くある。それだけに人材と研究開発投資の投入、その産業化のためのマネジメント・システムの研究・導入等のやり方で、バイオインダストリーとしての限りない発展の可能性を秘めている。では、バイオテクノロジーとはどのような技術で構成され、それらで一体なにが出来るというのであろうか。

バイオテクノロジーの主な技術体系については図4-3に示したが、ここでは専門的な説明は省略し、とくに重要な分野についてのみ解説しておこう。

### ◇『遺伝子組み換え』で新しい遺伝情報を組み込む

元来生物は、もともと遺伝的情報として持っている機能を発現することは突然変異以外、あり得ない。これまでの技術でこれを行うには、突然変異を起こさせたり、選抜などの試行錯誤の繰り返しに依存することが多かつ

図4-3 バイオテクノロジーの技術別分類

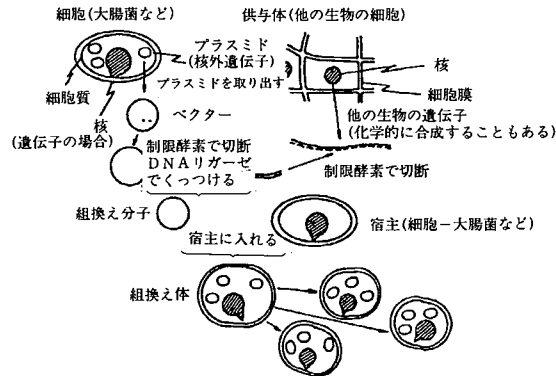


た。そこでこれをもっと効率よく行うため、動物、植物、微生物などの細胞遺伝子に、都合のよい遺伝暗号を人為的に組み込んで、有用物質をより多く生産する性質や新しい形質を持たせることはできないものであろうか。

実はこれが遺伝子組み換えや細胞融合という最新の遺伝工学技術の開発で、部分的ながらも可能となってきた。その最も中心となる技術「遺伝子組み換え（組み換えDNA技術とも言う）」では、例えば人間の体内で微量にしか作られない有用な免疫調節物質の生産遺伝子を、増殖能力に富む大腸菌などの遺伝子の一部に組み換えて、いわば大腸菌を工場として使うことでその有用物質を大量生産できるという技術である。インターフェロンやインターロイキン（抗ガン剤）、インスリン（糖尿病治療薬）、ウロキナーゼ（血栓溶解剤）などは、



図4-4 遺伝子組換え技術



【用語の説明】

**プラスミド (核外遺伝子)**—核の外の細胞質内で増殖する特別の遺伝子のことで、すべての生物の細胞内に存在するものではなく、たとえば、大腸菌、枯草菌、放射菌などの細胞内に認められている。このプラスミドはリング状のDNA分子そのものであるため、遺伝子組換えの際、ベクター (担体) として用いられる。

**酵素**—生体内で合成、分解などの反応を触媒する物質で、遺伝子組換えの際「はさみ」と「のり」の役割を果たしている。はさみとして用いられる酵素を制限酵素、のりとして用いられる酵素を連結酵素 (リガーゼ) という。

**供与体**—遺伝子組換えに用いられる遺伝子 (DNA) を提供する生物。

**宿主**—他の生物のもつ遺伝子の断片 (DNA) を受け入れて増殖させる細胞。

**ベクター (担体)**—供与体のDNAを宿主まで運搬していく担い手になるDNA。現在、大腸菌のプラスミドおよびファージ (大腸菌に感染するウイルス) が最も一般的なベクターとして用いられている。

**組換え分子**—試験管内で由来の異なったDNA (たとえば、大腸菌のプラスミドと、望みの情報をもった遺伝子の断片) をつなぎ合わせて作ったDNA分子 (リング状)。

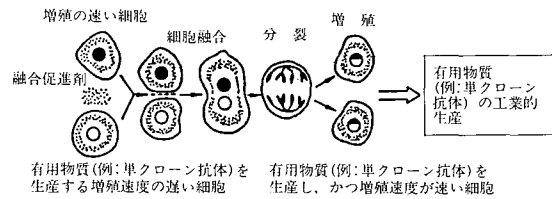
**組換え体**—遺伝子組換えによって、DNAの組換え分子を移入された生細胞。組み込まれたDNAの遺伝情報が発現すれば、この組換え体は新しい遺伝形質を持つことになる。

松田 朗：発酵と工業 Vo141 p21

この技術によって日・米・欧が激しい開発競争を繰り広げている分野である。

一九五〇年代までの遺伝学、分子生物学の発達により、①総ての生物の遺伝子はDNA (デオキシリボ核酸) と呼ばれる物質が主体であること、②DNAは四種類の塩基 (アデニンA、シトシンC、チミンT、グアニンG) がつながったものであり、その配列によって遺伝情報が担われていること、③この遺伝情報が生体内のたんぱく質の構造を決めていること、などの重大な科学的知見が得られてきた。遺伝子組み換えは、すべての生物

図4-5 細胞融合技術の原理



に共通するこれらの原理を組合せ、開発された技術である。

農業分野でも、有用遺伝子を対象植物の遺伝子に組み込むことにより、耐寒性、耐病性、耐虫性、耐雑草性といった『抵抗性植物』そのものを作ったり、作物の味や含有成分の改良、育種年限の短縮といった夢が実現する日が来るだろう。

◇ 『細胞融合』は、細胞同士の結婚で互いの利点を発揮

動植物の細胞は、一定の前処理をしたのちに、融合促進剤や電氣的なパルスを加えると、二つの細胞が一つに融合する。これによって例えば、有用な物質を生産する能力がありながら増殖速度が遅い細胞（抗体を作るリンパ球など）と、増殖力が旺盛な他の細胞（大腸菌やガン細胞）とを融合促進剤で融合すると、有用物質を生産し、かつ増殖力の大きい新型細胞を作ることが可能となる。医学の分野において現在、病気の診断や検査の有力な手段として続々実用化がすすんでいるモノクローナル抗体の開発は、この技術の大きな成果である。

高等動物の体内には、侵入した病原菌などの異物を自分の身体と区別して、排除しようとする免疫機構が備わっている。侵入者の特徴部分（抗原）に結合する免疫たんぱく（抗体）は、リンパ球（その一種のB細胞）が作り出す。しかし、B細胞は増殖能力がないため、それが生産する抗体を人為的に大量生産できない

ていた。このためB細胞と増殖の速いガン細胞を融合させ、高増殖性の抗体産生細胞（ハイブリドーマと言う）を作り出す。あとはこのハイブリドーマをうまく培養すればよい。

ある一種類のB細胞に生産させた抗体がモノクローナル抗体である。ハイブリドーマの培養で、モノクローナル抗体は大量に生産可能となったのだ。モノクローナル抗体による診断薬の開発は、大きく分けて妊娠診断、感染症診断、ガン診断の三つと言われているが、なかでもガン診断が最もホットな分野である。

一方、植物分野での細胞融合は、今のところ細胞が融合する植物が限られており、タバコとジャガイモ、トマト、一部の野菜・白菜類などである。他は何故融合しないのか、あるいは融合するものは何故融合するのか。その根本のところは、実のところ分子生物学的にもよく判っていないのが現状であり、植物の細胞融合が幅広く実用するのはなお今後に待たなければならない。

一九七八年、西ドイツの学者グループがつくったトマトとポテトの細胞融合雑種「ポマト」は実用性がなく、モデル植物にすぎない。本章の冒頭で紹介した「バイオハ克蘭」、「ボケ」、「ヒネ」なども技術的な可能性のみであり、実用化はむしろこれからである。八五年にキッコーマンと農林水産省が共同開発した「オレタチ」もオレタチとカラタチを細胞融合した雑種である。温暖な気候でのみ栽培できるオレタチに、カラタチの耐寒性を賦与するのを目標とした研究の成果である。

◇ネズミ算式に優良苗が生産できる『組織培養技術』

●植物組織のなかの病気（ウイルス）を抜く、

- 増えないもの、増えにくいものを増やす、
- 孫悟空の分身術さながらに、性質が全く同じ苗を大量に生産できる、
- 季節に関係なく育てられる、

―この四つの『魔法の杖』を持つのが『植物組織培養技術』であり、現在、最も実用化レベルに達している。とくに植物バイオの世界では、記述したとおり遺伝子組み換えや細胞融合による実用化商品が二十一世紀までの大きな課題であるのに対し、そこへのつなぎの「橋渡し技術」として、組織培養はいわば『ニューバイオの登龍門』として普及期に入っている。

最近、八百屋さんの店頭に並ぶイチゴは大きくて、形や色もよいことに気づいている人は多いだろう。サクランボ、ブドウ、リンゴ、ミカン、桃などの果樹類を含め、われわれは気づかないうちに組織培養によって生み出された農産物を食べている。一昔前は、庶民にとって高嶺の花であったカトレアなどの洋ランをはじめとする花卉類が、比較的手頃な値段のプレゼント商品に変貌したのも組織培養のおかげである。デンドロビウム、アロカシア、カスミ草、キク、ガーベラ、リンドウ、カーネーション、白孔雀、ベンジャミナ、ペペロシア、アロカシア等々の花卉や観葉植物も、組織培養によって①増殖困難、②遅い増殖速度、といった難点を克服し、急速増殖による大量生産でビジネスの旗手になっている。

では、植物の組織培養とはどのような技術なのであろう。

種子や交配で育てるのではなく、従来はさし木やランナー（地上茎、地下茎など、栄養繁殖で苗が作られる植

表4-3 ウイルスフリー化技術の浸透  
(自治体数)

| 作物名     | 開発中 | 実用化 | 計  |
|---------|-----|-----|----|
| イチゴ     | 3   | 40  | 43 |
| ブドウ     | 12  | 7*  | 19 |
| カーネーション | 6   | 12  | 18 |
| ニンニク    | 11  | 4   | 15 |
| ナガイモ    | 12  | 3   | 15 |
| サトイモ    | 13  | 2   | 15 |
| ユリ      | 7   | 5*  | 12 |
| サツマイモ   | 6   | 5   | 11 |
| 洋ラン     | 9   | 0   | 9  |
| ヤマトイモ   | 7   | 1   | 8  |
| リンゴ     | 3   | 5   | 8  |

日経バイオテク調べ

物——ジャガイモなどのイモ類、イチゴ、アスパラガス、ブドウ、カーネーションなど——は元来ウイルスに弱い。そして一度ウイルスに浸されるとその子孫まで病気が蔓延し、花や実が小さくなる、形が悪くなる、収量が減る、味が落ちるなどにより、商品価値が激減する。

しかしこうした植物も、芽の最先端にある生長点(直径〇・二ミリにも満たない)にだけは、何故かウイルスが侵入できないという性質がある。そこで生長点を切出し、必要栄養分をミックスした寒天培養地の上で無菌的に培養して苗を作ると、それは発育旺盛な無菌苗(ウイルスフリー苗)となり、商品価値がグンと高まることになる。

わが国で植物の組織培養で種苗が本格的に商品化されてまだ十数年であるが、その実用化技術は欧米より一歩進んでいる。例えば、洋ランの組織培養は、現在ではわが国第一のラン苗生産業者となった三重県の赤塚植物園が、昭和四十一年頃から研究をはじめ、四十四年頃より大量生産したパイオニアである。当時まだ十分な知識と技術をもたない地方の小さな一企業が、すばらしいチャレンジ精神でおこなった快挙である。現在では、この赤塚植物園をはじめミヨシ、第一園芸、生和園芸、河野メリクローンなどが花卉や観葉植物を中心に事業をすすめる

表 4-4

| 実用化しているウイルスフリー作物 |  |
|------------------|--|
| 野菜               | アスパラガス、イチゴ、サツマイモ、サトイモ、ナガイモ、ニンニク、ネギ、ラッキョウ |
| 果実               | ナシ、ブドウ、モモ、リンゴ、カンキツ                       |
| 花き               | アイリス、カーネーション、キク、グラジオラス、宿根カスミソウ、ダリア、ユリ    |

眼であり、農産物を原料とする食品、化学、医薬、製紙メーカーなどの多数が組織培養による種苗生産に着手している。

都道府県や各地の農協・企業などが取り組んでいる組織培養による無菌苗生産の事例も今は数多く、枚挙にいとまがない。

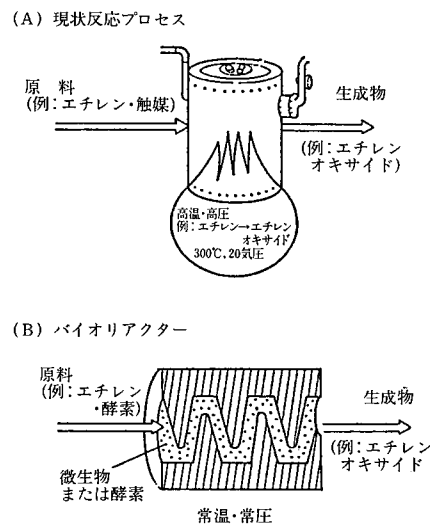
また組織培養は、単に無菌苗を大量に生産するだけの技術ではなくなってきた。それを応用しての第二世代技術も登場している。例えば京都大学農学部では、アトラジンという除草剤をタバコの細胞培養液中に加え、僅か

ており、山形県の中島天香園はリンゴ、ブドウ、サクランボなどの果樹苗の無菌的生産で、その名は全国に轟いている。

さらに異業種大手企業の参入も活発だ。本業の発酵技術を生かし、植物の種苗を微生物と同じようにタンク培養し、大量生産している協和発酵を筆頭に、キリンビール、サントリー、エスビー食品、武田薬品、住友化学等が組織培養による苗の生産に取り組んでいる。種苗とは無縁の学習図書出版会社・学研も、生物工学研究所を設立し、ワサビの育苗に参入した。

これらの企業は、ビールの原料ホップの組織培養生産やワイン用ブドウの無菌的培養の研究、コンショウ原料の増産、薬用植物の苗の大量生産で製薬原料の確保を狙うといったように、種苗の販売よりは自社の関連原料確保が主

図4-6 バイオリアクターの原理



- (A) では、たとえば エチレンの場合、約 3 割が  
燃焼し、ロスとなる。  
(B) では、耐熱、耐圧材料が不用となり設備費も  
安価となる

◇プロセス革命を起こす『バイオリアクター』

生物そのものや生体内の酵素（生体内の諸々反応の触媒の役割を果たしている）をプラントなどに組み込んで、生体と同じような常温・常圧という温和な条件で化学物質を連続生産することを可能とする技術である。通常は、微生物や酵素を樹脂などで固定化したバイオリアクターを用いるが、その中を原料の液体が流下すると、常温・常圧下でも微生物の酵素反応が起こり、目的製品を生産できるという仕組みである。従来の化学工業での触媒法では、プラント内の気圧や温度を高めて生産することが多いため、設備費やエネ

に生き残ったタバコ細胞を取り出し、育種したところ、それは除草剤にも枯れない耐農薬性植物に再生できたのである。この方法を利用して、多数の耐病性、耐農薬性の「スーパー植物」を育種できる可能性がたというこ  
とで、現在は大手化学メーカーも交えての血眼の除草剤耐性植物の開発競争が繰り広げられている。  
もちろん組織培養による育種にも若干の技術的難関が残されており、総ての植物について完成された技術であ  
るわけではなく、なおざりにできない基礎研究も残されている。

ルギー・コストが高かった。当然、生産ロットも多くなければ引き合わない。バイオリアクターは、そうした化学合成法によるネックを解消する。

バイオリアクターは、もともと田辺製薬が世界に先駆けて開発した先端技術である。同社は、医薬品や食品原料（人工甘味料）としてのアスパラギン酸を従来は発酵法で作っていた。しかし、微生物を固定化したバイオリアクターを使うことにより、生産効率がグンと上昇した。産みの親は、同社専務の千畑一郎博士である。新しい食品素材として新甘味料も話題になっている。フラクトオリゴ糖は、上から砂糖液を入れるとリアクターを通して出来るが、人体に入ると腸内菌を元気にしたり、虫歯の予防になるため、注目されている。二つのアミノ酸からなる簡単な構造で、砂糖の百八十倍の甘みがあるアスパルテームも同様だ。

また固定化微生物発酵法を用いれば、糖は三時間でアルコールに変換する。北海道立工業試験場では、バイオリアクターによるワインの連続生産試験プラントを完成し、成果を挙げた。ワイン用の優良酵母を天然高分子のアルギン酸ナトリウムで包み、それを固定化してリアクター内部に充填する。ブドウ果汁をポンプでリアクター内に流し込むと、酵母がブドウ果汁に含まれる糖をアルコールと炭酸ガスに分解し、三〜四日でリアクターからワインがでてくる仕組みである。発酵期間は三分の一に短縮され、品質の均質化も図れる。実用化のためには、香り、色、味などに今一步の改良が必要であるが、目下、この課題を詰めている。

バイオリアクターは、全国的には医薬品、食品、化学などでその応用開発研究、実用化が盛んであるが、とくに工業出荷額のなかでウエイトの高い食品工業で、この技術への夢が多い。その夢の実用化という点では、実の



ところ北海道は先発地域といわれている。

例えば、北海道糖業北見製糖所の業績がその一つである。同製糖所は、工業技術院と共同で、ビートに含まれる糖分ラフィノースを酵素メリビアーゼを使って砂糖とガラクトースに分解する手法を、世界で初めて開発した（昭和四十三年）。従来は捨てていた廃糖蜜から砂糖を回収できるようになったのである。また、異性化糖を生産している群栄化学工業砂川工場も、ブドウ糖を酵素イソメララーゼに反応させ、三時間で果糖に転換するバイオリアクターを実用化した。

いずれにしてもバイオリアクターは、①製造プロセスに革命を起こす、②新しい食品素材を、より効率的につくる、という二つの分野で大きな意義のある技術であることに注目すべきなのである。

バイオテクノロジーとしての技術には、このほかにも『バイオマス利用技術』―バイオマスとは、生態空間に存在する「生物資源総量」を指す言葉であるが、あらゆる動植物やその加工工程で出る廃棄物も総てバイオマスである。これらは直接食糧としての利用が可能であるし、有用微量成分（ビタミン、ホルモン、各種の有機化合物など）の抽出、発酵・熱分解・ガス化などによるエネルギー源、飼肥料化が可能である―や、未来のフロンティアでもある『バイオミメティクス技術』（生体模倣技術）―生体の持つ機能を人工的に模倣することにより、例えば脳の情報処理システムを利用しての半導体に代わる新しいバイオ素子の開発などを行う新技術分野―など、多くのものがある。

このような技術群が、今日的なバイオテクノロジーという意味で新しい産業―バイオインダストリーを發展させる原動力になるとみなされている。さらにバイオインダストリーの發展は、その周辺の関連機器類の發展という二次的な経済波及効果をも生み出し、全体としての市場拡大は今日のエレクトロニクス革命にも匹敵する大きな変革を社会にもたらすに違いない。

## 2、地方を綾なすバイオテクノロジー

### 『地方の時代』とバイオテクノロジー

わが国の地方自治体のバイオテクノロジー研究熱のすさまじさは既に述べたとおりであり、その研究組織数は今や百を超えたほどである。地方は「バイオビジネスの宝庫」である。農林水産業、飼肥料、酒類、味噌、醤油など、その多くの資源や生産施設は地方にあり、過去には輝かしい時代も築いてきた。新しい変革をもたらす「魔法の杖(?)」と期待されるバイオテクノロジーは、このような地方に新たな發展のカギを渡すことになっている。

とくにかつての地方開発は、高度成長時代の担い手であった。「重厚長大産業の工場の地方分散」というタイプが中心であったのに対し、現在ではテクノポリス構想やニューメディア・コミュニティ構想などのごとく、先端技術の可能性を地方資源と結びつけ、地域による、地域のための主体的開発を核とするところに特徴がある。これが『地方の時代』における新しい潮流であり、バイオテクノロジーはこうした潮流にふさわしい先端技術の一つとして迎えられている。

表4-5  
地方自治体に新しく作られたバイオ研究施設

| 自治体  | 名称(設立年月日) バイオ専従者数            |
|------|------------------------------|
| 北海道  | 中央農業試験場生物工学部(87.4.1) 9       |
|      | 新得畜産試験場畜産生物工学科(87.4.1) 6     |
| 青森県  | 生物工学研究室(87.4.1) 3            |
|      | 農業技術開発センター(88年予定) -          |
| 千葉県  | 農業試験場生物工学研究室(87.4.1) 4       |
| 山梨県  | 生物工学研究室(88.4.1予定) 2          |
| 兵庫県  | 中央農業技術センター生物工学研究所(87.4.1) 10 |
| 香川県  | 農業試験場園芸総合センター(87.4.1) 1      |
| 佐賀県  | 農業試験場バイオテクノロジー研究室(87.4.1) 2  |
| 熊本県  | 林業指導所クリーン室(87.3.31) 1        |
| 鹿児島県 | バイオテクノロジー開放試験室(87年度中) -      |
| 沖縄県  | 農業試験場バイオテクノロジー研究室(87.4.1) 4  |

事実、テクノポリス構想地域の多くがバイオテクノロジーを一つの核技術に位置づけているし、北海道のように、わが国の全国土の二十二％を有する広大な地域全体を『バイオアイランド』構想のもとにその資源と既存研究施設の優位性を伸ばそうと取り組んでいる地域もある。

そしてバイオテクノロジーの特徴として、①知的研究・開発レベルの「労働力」を多く必要とすること、②基礎的研究と産業化が密接不可分に結びついていること、③適用・応用範囲が極めて広いこと、そして④今からでも参入が容易であり、開発・発展の正念場はむしろこれからであること、などがあり、地方にとってその導入は、

- 地方の大学、研究機関との連携で、新しいタイプの研究機関、研究都市、産業を創出しうること、

- その地域の地場産業の技術改良、地場資源の再利用による新産業の創出が可能なこと、

などから期待が大きくなっている。

地方自治体のバイオテクへの取り組みでは、今や懇談会や研究会の設置という啓蒙的な「第一段階」は峠を越し、生物工学研究室の設置ブームすら収束しつつある。気になるのは、現在のところ、どこも東京指向の研究会開発に重点がおかれていて、同じような技術や製品のバイオ開発に走る傾向が見受けられることである。各地方自治体や企業にとっては、地方の独自性を生かしたユニ-

クな研究会の設定により、いかに各地の特性を生かした多様なバイオ開発を行うか、という「第二段階」に入ってきたことを十分認識すべきだという指摘が多いのが現状である。

#### 地方のバイオ戦略の旗手

地方自治体のバイオブームは昭和五十八、五十九年頃から起こった。当初は官（役所）主導で始まった組織活動も、現在は産（企業）主導の組織や活動が増えており、バイオビジネス化への拡がりが目立っている。例えば、植物組織培養による無菌苗の生産や牛の受精卵移植（受精卵細胞を分裂初期に人為的に細胞分割し、それを異なるメス牛の腹に移植することにより、「一卵性多胎児」を得る技術）のような完成度の高い技術は、第三セクターや生産者団体などの受け皿に移行しはじめている。また自治体の研究会は、農産物や発酵微生物の育種に向かっており、独自製品の開発をめざす萌芽もみられる。

地方自治体が数億円の資金を投じてバイオ研究所を新設したのは石川県の県立農業短期大学「農業生物研究所」が第一号（六十年）。つづいて秋田県立農業短期大学に「付属生物工学研究所」が完成する。このようなバイオ研究所は、六十二年度にはいってからも新たに八カ所が設置され、現在、合計五十一になっているが、今後も当面四カ所の新設が予定されている。

第三セクター設立によるバイオ取り組みも活発だ。愛知県園芸種苗センター協会（六十年）をはじめ、岡山農業開発研究所（六十一年）、北海道グリーンバイオ研究所（六十二年）、岩手県バイオマス研究センター（六十二

表4-6 農協のバイオテクノロジーへの取組み

| 自治体 | 農協                         | 作物                      | 技術、事業内容         |
|-----|----------------------------|-------------------------|-----------------|
| 北海道 | 士幌町農協                      | ミニトマト                   | 寒地バイオテック研究所設置   |
| 岩手  | 金ヶ崎町農協/金ヶ崎町                | ユリ                      | ウイルスフリー苗の作出     |
| 山形  | 酒田市袖浦農協<br>鮎川村みちのくひめゆり生産組合 | イチゴ                     | ウイルスフリー苗の作出     |
|     |                            | ミチノクヒメユリ                | ウイルスフリー苗の作出     |
| 千葉  | 県経済連(営農技術センター)             | サトイモ、サツマイモ<br>ショウガ、ミョウガ | メリクロン苗の生産       |
| 神奈川 | 三浦市農協                      | ダイコン                    | バイオテック施設で育種     |
| 新潟  | 大江山農協<br>羽茂農協              | 宿根カスミソウ、ユリ              | ウイルスフリー苗の作出     |
|     |                            | ユリ                      | ウイルスフリー苗の作出     |
| 和歌山 | 東有田農協(育苗センター)              | カーネーション                 | ウイルスフリー苗の作出     |
| 山口  | 徳佐農協                       |                         | バイオテック施設設置を予定   |
| 愛媛  | 県青果農協                      | カンキツ類                   | バイオテクノロジーによる育種  |
| 熊本  | 旭志村農協                      |                         | 受精卵移植など農業技術拠点設置 |
| 大分  | 大山町農協(大山町B10研究所)           | エノキグケ                   | 組織培養            |
|     |                            | イチゴ                     | ウイルスフリー苗の作出     |
| 鹿児島 | 県経済連(野菜・花き種苗センター)          | ユリ、サツマイモ                | ウイルスフリー苗の作出     |

※山梨県経済連はバイオテクノロジー研究チームを作り、取組みを検討中

日経バイオテック調べ

年)、長野県原種センター(六十二年)、佐賀県果樹品種育成センター(六十二年)、千里ライフサイエンス研究開発支援共同機構(設立準備中)、熊本バイオインダストリー開発研究所(検討中)などがそれぞれある。

さらに農協や生産組合自身も独自にバイオ研究施設を設置しはじめている。北海道では、富良野市が農産加工振興のため、六十一年に「種苗センター」を新設し、「ふらのワイン」原料ブドウの品種改良や大量増殖に取り組んでいる。十勝の士幌町農協も「寒地バイオテック研究所」を設置。寒冷地に適した作物を開発し、現在の大規模農法との組合せで新しい農業を進展させようと企図している。また、岩手県の金ヶ崎町農協(ユリの無菌苗作出)、山形の酒田市袖浦農協(イチゴの無菌苗)、千葉県経済連(サトイモ、ショウガ、ミョウガなどの無菌苗)、和歌山の東有田

農協（カーネーション）、愛媛県青果農協（カンキツ類のバイテク育種）、大分県大山町農協（エノキダケ、イチゴの組織培養と無菌苗）、鹿児島県経済連（ユリ、サツマイモの無菌苗）など、地元への優良種苗の供給や独自の品種改良にイニシアチブを取り、地方バイオを支える屋台骨になりつつある。

むろん地方のバイオを支える企業群も多い。「バイオアイランド」構想を掲げる北海道では、大手から中堅・中小企業までを含めて立地するバイオ関連企業（参入を企図しているものも含む）は合計三百社を下回らない。醸造、花卉栽培、乳製品、飼肥料や堆肥生産、各種健康食品、水耕栽培、プラント、泥炭利用、受精卵移植関係、魚油や煮汁といった水産廃棄物からの稀少物質回収・再利用、植物生長調節ホルモンの抽出・濃縮生産等々を手がける企業を中心に、バイオの旗手は地域に広く分布している。

#### 地方バイオのねらい目は何か

では地方バイオのねらい目、ターゲットはどのようなものにあるのであろうか。まず、全国の地方自治体を取り組む開発目標を一瞥してみよう。植物分野における筆頭は、組織培養での無菌苗の開発である。イチゴ、ブドウ、ニンニク、ナガイモ、リンゴ、カーネーションなどは各道府県で取り組むベスト・グループで、とくにイチゴ、リンゴ、カーネーションなどは無菌化の効果がはっきり現れるため、早くから研究開発が始められ、現在最も実用化が進んだ作物だ。その意味では、組織培養は今や普及率一〇〇%の日常技術とさえた。ナガイモは北海道、青森、宮城で実際に無菌苗が供給されているし、サトイモは鹿児島、大分、石川、宮城の四県で実用

表4-7 ランの研究開発に参入した主な大手企業

| 企業名                        | 事業内容  |
|----------------------------|---|
| 大阪ガス                       | 子会社テクノグリーン（86年10月設立）でランを栽培、2～3年後に出荷                   |
| 小野田セメント                    | ランを組織培養で育苗することを研究中                                    |
| カゴメ                        | 堂ヶ島洋らんセンターと提携して、ランの育苗と品種改良に86年から着手                    |
| サッポロビール                    | ランを組織培養で育苗することを研究中                                    |
| ダイエー                       | 子会社グリーンワールドで、洋ランを輸入販売                                 |
| 常石造船                       | 組織培養によるランの育苗、観光資源に活用へ                                 |
| 東京ガス                       | 水耕法でコショウランを栽培   |
| 日商岩井                       | プランテック（洋ラン生産企業十園が中心に設立）と提携、ランの鉢物を85年から通信販売            |
| ニチレイ                       | 仏 Vacherot & Lecoufle 社と提携、87年3月からランの苗の販売を開始。育種にも取り組む |
| 日本鋼管                       | 新規事業として、事業化を検討中                                       |
| 日本石油                       | 組織培養を利用した育苗、カプセル苗の商品化検討                               |
| 日本電信電話                     | 空き地や屋上を利用したランの栽培                                      |
| 日本たばこ産業                    | ランの育種が最終目標、準備としてコショウランを栽培、87年から出荷した。各地の工場でも、ランの栽培を検討  |
| <b>&lt;プランテック・グループ&gt;</b> |   |
| サントリー                      | 三浦メリクロンが中心に組織したプランテックに出資。白州工場でミニカトレアの栽培を開始            |
| 日本甜菜製糖                     | プランテック日甜を87年4月に設立。ミニカトレアを栽培、出荷中。プランテックに出資             |
| ビギ                         | 86年、御殿場にビギ・ラン研究所を設立。プランテック・グループ。ミニカトレアを栽培             |

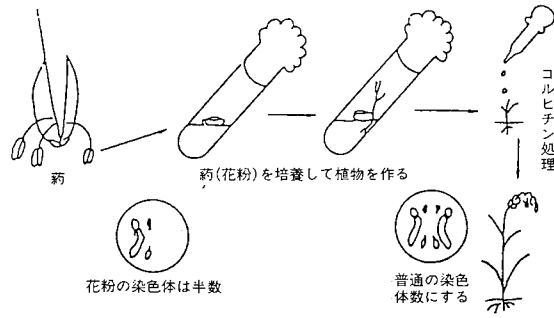
日経バイオテク調べ

化に入っている。ニンニク、アスパラも実用化は目前に迫っている。

また植物品種改良では、稲の蒔培養（おしべの先端にある花粉の入った袋（蒔）を無菌的に培養し、植物個体を還元する技術。交配育種法と異なるのは、遺伝特性を固定化できる点にある）が最も多く、北海道の上川農業試験場が蒔培養

で初めて開発した新品種（系統名・上育394号）は、六十二年二月に優良奨励品種に正式登録された。その意義は、①新品種育種までの期間が、従来の十年程度から六年へと大幅に短縮

図4-7 薬培養による作物個体の作出



された、②北海道の一つの目標である耐冷性の賦与やイモチ病耐性をもたせることに成功、などの点にある。イチゴの薬培養品種改良に取り組む地方も増加した。細胞融合でも、リンゴ（青森）、キノコ（宮城、山形、福島、栃木、埼玉など十一県）、イモ類、花卉、葉菜、ニンニク、ブドウなどがターゲットになっている。水産分野では、サクラマス、ニジマス、アユ、ウグイ、キンギョなどの雌雄転換による全雌化、性比コントロールをはじめとし、アワビ、コンブなどの増殖法が各地で研究されている。

研究開発で好成果ができれば直ちにビジネスに結びつく食品加工分野も活発だ。中心テーマは、バイオリアクターと細胞融合の二つである。

細胞融合で育種した酵母などの微生物を利用した醸造食品は、鹿児島、埼玉につづき、山口でも実用化し、静岡、新潟などでも実用化が間近となっている。とくに鹿児島河内源一郎商店は古くから焼酎種麹の開発・販売を手がけるが、同社の開発した数種の白麹菌は、わが国焼酎醸造の市場九〇%を押さえる専業メーカーである。当社は近年、細胞融合により黄麹菌と白麹菌とを細胞融合し、これまでにない新しいタイプの焼酎酵母菌を開発した。これを使って製造したのが本章の冒頭で紹介した河内商店の醸造会社・錦灘酒造から発売された「てんからもん」であ



表4-8 着々と実用化に結びつく細胞融合技術  
 ([ ]で囲んだ自治体は既に実用化)

|          |       |                                 |
|----------|-------|---------------------------------|
| 清酒用酵母    | ..... | 【埼玉】、【山口】、静岡、<br>秋田、新潟、広島、長野、島根 |
| 焼酎用酵母    | ..... | 宮崎、熊本                           |
| 焼酎用麹菌    | ..... | 【鹿児島】                           |
| 果実酒用酵母   | ..... | 大分                              |
| 味噌用酵母    | ..... | 長野、愛知                           |
| 醤油用酵母    | ..... | 愛知、香川                           |
| 調味液用酵母   | ..... | 三重                              |
| クエン酸用酵母  | ..... | 鹿児島                             |
| 柿酢       | ..... | 福島                              |
| 茶発酵飲料用酵母 | ..... | 静岡                              |
| えのき      | ..... | 佐賀                              |

日経バイオテク調べ

る。

六十二年、同社の専務から社長に就任した山元正博氏は、細胞融合でできた新麴で清酒をつくれれば、ワインのような酸味が利いた、酵素の生きた健康飲料のような清酒ができ、焼酎をつくれれば清酒の香りがある焼酎もできる」と語っている。この焼酎は、恐らくは細胞融合による世界初の大きな成功品になるものと期待されている。

山口県商工指導センターも、広島大学に留学生を送り込み、細胞融合技術を取得。酒造組合との共同で吟醸酒の生産に適した新酵母「YA・1」を開発した。萩酒造組合は、この「YA・1」で醸造し、精密濾過膜で除菌した生の吟醸酒を「吟生・はぎ」の統一ブランドで、六十二年五月に発売を開始、好評であるという。消費者の人气が高い

吟醸酒は、醸造業界のバイオ利用の恰好のターゲットになりつつある。

静岡県工業技術センターも吟醸酒用の酵母を細胞融合で育種中である。新潟県も同じ技術による清酒用酵母を多数開発し、六十二年以降に実用化する計画である。

熊本県では、他地域に先駆けて設立（昭和五十七年）したバイオテクノロジー研究推進会による産学官補助金研究が、焼酎用酵母の細胞融合で実用化間近である。熊本県工業技術センターは、熊本工業大学と国税局、熊

本県酒造組合との共同で香りの高い焼酎用酵母を細胞融合で育種した。県の米焼酎に合わせた酵母開発が狙いである。このほか大分県では果実酒酵母、長野・愛知では味噌用酵母、三重では調味液用酵母、静岡では茶発酵飲料酵母などがそれぞれ細胞融合技術の研究テーマとなっている。

一方、バイオリクターは研究開発の成果が小型プラントレベルにおいて実証されているものの、未だ実用化に結びついているものは少ない。これは生きた微生物を固定化する技術が、普遍的かつ十分に確立されていないためであり、小型実験プラントでは成功しても、実用化規模ではうまくいかないという技術的難点が残されているためだ。バイオリクターは、目下のところ製造プロセスの改良が中心の段階で、匂い、味などの改良に課題も多い。やはり実用化の鍵を握るのは、産学官の共同研究体制にあるといつてよい。栃木、愛知、大分、佐賀などでは、自治体と企業が共同でバイオリクターの開発に取り組む積極的な地域もあり、その成果が期待されている。

#### バイオアイランド北海道にみる企業事例

さてここで、企業のバイオビジネス事例研究として、北海道を舞台に繰り広げられている一端を紹介しておく。

#### ◇水産資源利用のファインケミカル

テクノポリスに地域指定を受けた函館地区で水産バイオの主導的役割を果たしているのが、日本化学飼料であ

る。北海道は水揚げ日本一の漁業都市を抱え、水揚げされるイワシなどの内臓や魚汁の量も多大である。同社は、これを活用してコレステロールや不飽和脂肪酸（EPA）などを製造する独特の精製濃縮技術を開発、所有している。かつて魚油は燃やすか捨てる以外に行き場のない、厄介者であった。内臓は家畜飼料などの生産に回されていた。その水産廃棄物から、付加価値の高い稀少物質を抽出生産するファインケミカル部門に力を入れているのが当社である。コレステロールは化粧品原料や電卓、腕時計などの液晶の原料だ。EPAは脳血栓防止効果が高く、健康食品メーカーの食品添加に使われている。同社は、このEPAを医薬品としても生産・販売する方針で、準備をすすめている。ホタテの煮汁やイカの内臓から抽出するエキスは、インスタント・ラーメンの風味材料ともされている。同社は医薬・食品バイオの有力商品の開発・生産をめざすユニークな活動で、テクノ函館の中核企業である。

◇ニシンの白子からDNA

ニシンの白子（精巢）はDNAの宝庫である。DNAは細胞増殖を活発にし、生殖機能の向上や老化防止に効き目があるし、健康食品、医薬品、化粧品業界からの引き合いがある。わが国最大のカズノコ加工産地・留萌市では、その周辺町村を含めて副産物のニシン白子が年間三百八十トン近くも排出されている。ここから十八トンのDNAが回収される計算で、その事業化に取り組む企業が山田水産研究所（札幌市）や北日本水産物（増毛町）である。北日本水産物は白子からDNAを加熱分解法で抽出する工場を地元建設し、操業中である。山田水産研究所は天野製薬（名古屋市）と共同特許をもつ酵素分解法で行っている。いずれも水産物廃棄物を宝とみなし、

付加価値の高い水産バイオに取り組む事例である。

◇北海道で全天候型農業をめざす水耕栽培

六十一年、札幌市で開かれた「さっぽろ花と緑の博覧会」に水耕栽培で育てた巨大なトマトの木が現れて、観客を仰天させたものだ。一本の木に約二千個のトマトがたわわに実っている。これを出展したのは農業用水門、橋梁、水管など水処理施設専門メーカーの北海技研工業（札幌市）である。先のトマトの木を家庭用、ハウス用に特化した水耕栽培BOOKシリーズは、二百万個以上も売れたヒット商品になった。「冬の長い北海道で、全天候型の農業をめざし、水耕栽培に進出した」という藤原社長。本業の水処理技術を集約し、小ささまざまな水耕栽培プラント、各地域にあわせた水平式、垂直式などの水耕栽培装置を三年前から研究し、開発・商品化に持ち込んだ。栽培にあたってのノウハウも蓄積した。農作物は約八〇種程度を揃え、日照時間、酵素や炭酸ガスなどの最適な生育環境を維持する分析も、コンピュータやセンサーで制御するシステムの開発でプラント改善を図った苦労の商品だ。BOOKシリーズは、全国各地への販売店契約をすすめ、西武デパート、そごう、ダイエーなどの大型店にも販路拡大を図った。海外からの引き合いも多く、アラブ連邦、中近東、東南アジアなどからも注文が舞い込んでいる。近く米国にも進出する。水耕栽培をベースにバイオビジネスに進出した同社の目標は、「メイド・イン・ホッカイドウ」を世界に売ることなのである。

◇世界初の昆布による工業化、マリンバイオ始動

北海道・伊達市が立地する内浦湾沿岸は、道内でも指折りの昆布産地。昆布はアミノ酸、アルギン酸などの食

品素材、天然調味料、健康食品原料を多大に含むことは広く知られている。石川島播磨重工業と昆布加工大手の東洋海藻、東京貿易、日東化学、東和化成などの大手プラント・化学・食品関係異業種6社の共同出資で発足（六十年十二月）した現地法人・マリンバイオは、昆布エキス、アルギン酸原料、飼料などの製造をスタートし、伊達市を舞台に展開する海洋バイオマス事業『バイオトピア二〇〇〇構想』を推進する中核企業である。昆布の一貫工業化の目論見は、世界でも初めてのことである。西暦二〇〇〇年には、昆布一貫工業化に国内で二十地域が手がけ、市場規模も三千億円になるとみられているだけに、今後、国内での追従も予想される分野の先発事業である。

◇バイオで凝固酵素量産、世界初の豆乳チーズ

健康食指向が強まるなかで、豆乳だけを原料にした純植物性チーズが世界ではじめて北海道に登場する。バイオを応用し、豆乳を固める酵素をつくる微生物の大量培養に成功したためである。生産するのは菓子メーカーの北海道日清（日清製菓の子会社で北海道銀行と設立）で、六十一年五月より北海道立工業試験場との共同で大量培養や菌改良実験を続けていたのが実ったものである。酵素の生産は、北海道糖業北見製糖所が担当する。製品は当面、米国・欧州などに輸出する考えだ。

北海道は冷涼な気候が微生物・酵素の開発やその応用研究に向いており、既に世界最大の工業用酵素メーカー、ノボ・インダストリー（デンマーク）の現地法人ノボ生化学工業（石狩町）も立地・操業しているほどである。今後も、最先端の遺伝子組み換えを含めて開発した微生物で新しい酵素の生産が期待され、新しいバイオインダ

ストーリー製品がどしどし生まれる可能性がもたれている。

◇野菜の粉末化で用途拡大、売れ行きも好調

風味、色、栄養価とも損なわれない野菜パウダーの開発で、加工業務用を中心とする通年需要が拡大しつつある。夏場の余った野菜や規格外の野菜を有効利用でき、玉ネギパウダーを使ったクッキーが、全日空の機内食にも登場。アサヒバイオ（札幌市）が開発した野菜パウダーは、予想以上の売れ行きで伸びている。いわゆる最先端バイオ技術ではないが、野菜類の新たな用途拡大は、バイオによる野菜の増産を需要面から支えるバイオ関連技術である。同社は日本製鋼所（室蘭市）と提携し、プラントの研究と普及版の開発を行い、道内の野菜主産地で粉末野菜の委託生産を開始し、現地に工場も建設する。同社が開発したマイクロ波利用の減圧真空乾燥装置は、従来の熱風乾燥と異なり、野菜固有の品質が維持される。当面はホウレンソウ、ジャガイモ、ニンジン、カボチャ、タマネギ、スイートコーンなどであるが、将来は粉末化以外の野菜の高次加工品の製造開発も行う方針でいる。

### 三、地方のバイオビジネス—その夢と課題

#### 1、バイオは産業の発展にどう貢献するか

今、世界のバイオ関係者の大きな関心は、植物へ植物へと傾いている。製薬メーカーでは、武田製薬が応用植

表4-9 植物バイオへの参入企業

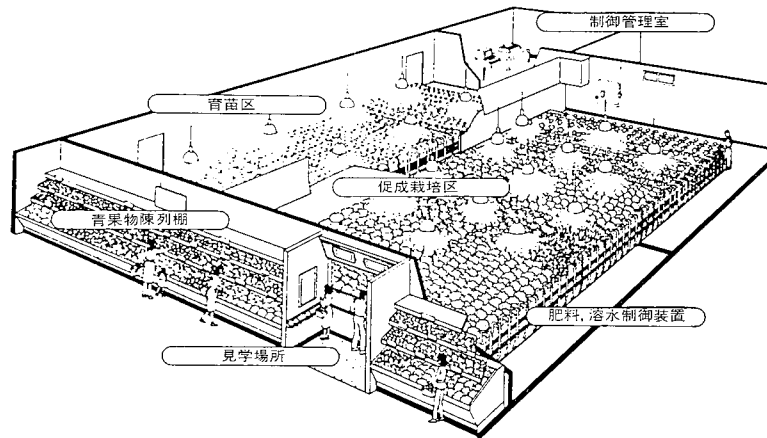
|             |        |      |     |       |
|-------------|--------|------|-----|-------|
| 〈食品〉        | 明治製菓   | 湯水製薬 | カネコ | 種苗    |
| 朝日麦酒        | 名糖産製   | 永製薬  | 河野メ | クロン   |
| 味の素         | 森永製    | 旭化   | 協和  | 種苗    |
| 伊那食品        | ヤクルト   | 鐘化   | 坂田  | 種苗    |
| エスビー食品      | ロッテ    | クラン  | 清水  | 種苗    |
| 大倉酒造        | 〈化学〉   | グゼン  | 第キ  | 園芸    |
| 大関酒造        | 花王     | 帝東   | 東海  | 種苗    |
| カネボウ食品      | 協和     | 東洋   | 東北  | 種苗    |
| カゴメ         | 三洋     | 化成   | トキ  | 種苗    |
| キッコーマン      | 新日鉄    | 化学   | 中島  | 香園    |
| 紀文          | 住友     | 化学   | 北越  | 農産    |
| キュービー       | 積水     | 化学   | 北研  | 産業    |
| 霧島食品        | 積水     | 化学   | みかど | 農場    |
| 麒麟麦酒        | 多木     | 化学   | 八江  | 農芸    |
| 合同酒造        | 大日本    | 化学   | ヤマト | 種苗    |
| サッポロビール     | トモグリー  | ケミカル | 横濱  | 緑化    |
| 清水食品        | 日本曹達   | 出光   | 渡辺  | 植水    |
| 朝日工業(西武化学)  | 日本ペイント | 住友   | 大東  | 探場    |
| タイヨー食品      | 三井石油   | 化学   | 協石  | ほか    |
| 台本製糖        | 三井東    | 化学   | 京ガ  | 〈その他〉 |
| 大日本製糖       | 三井東    | 化学   | 本   | エバ    |
| 大宝酒造        | 三井東    | 化学   | 日   | 柿原    |
| 日研フード       | 北興     | 化学   | 大   | 学     |
| 日清食品        | 〈医薬品〉  | ほか   | 富田  | 西武    |
| 日ニチレ        | アース    | 製薬   | 日東  | 百貨    |
| 日本甜菜製糖      | 白桦     | 製薬   | 日立  | 大十    |
| 日本食研        | エー     | 製薬   | 松下  | ニッ    |
| バイオテック      | 塩野     | 製薬   | 三菱  | 日本    |
| 林原生物化学      | 野義     | 製薬   | 三   | 薬品    |
| フシ製糖        | 中外     | 製薬   | み   | 開発    |
| ポッカコーポレーション | 津村     | 順天   | の   | バイオ   |
| マンズワイン      | 帝      | 製薬   | 種   | イン    |
| 三井農林        | 日      | 製薬   | 苗   | タス    |
|             |        |      | 園   | リー    |
|             |        |      |     | オキ    |
|             |        |      |     | チ     |
|             |        |      |     | 切     |
|             |        |      |     | ホ     |
|             |        |      |     | ク     |
|             |        |      |     | レ     |
|             |        |      |     | ン     |
|             |        |      |     | 農     |
|             |        |      |     | 協     |
|             |        |      |     | 伊     |
|             |        |      |     | 藤     |
|             |        |      |     | ほ     |
|             |        |      |     | か     |

(資料) 日本興業銀行調査

物研究所を充足させたほか、三共、エーザイ、アース製薬、塩野義、中外、津村順天堂など十数社が植物バイオに参入した。食品メーカー、化学、紙・パルプ、繊維、金属・鉱業・エネルギー、造船・電機・機械などの何十社もの参入には、本業の低迷によって生じた余剰人員対策として、雇用確保という新しい動機があり、他のグルー

プとは異なる事情があるのは事実である。しかし、植物バイオの本筋は、それによって農業(作物、畜産、花卉類などの生産)の将来をどう変えることができるか、というところにある。一般に、植物バイオには大きく分け

図4-8 日立製作所開発の植物工場(ダイエー・ららぽーと納入)



て三つのターゲットがある。①増殖、②物質生産(植物二次代謝物質の抽出生産)、③品種改良、である。

「増殖」は培養技術が実用化の中心であり、組織培養、水耕培養、植物工場(水耕栽培の一種)などであるが、この分野にも異業種が多数なだれこんでいる。組織培養も単なる優良苗の開発・生産だけでなく、除草耐性植物や高栄養植物の育種、小麦、大豆、稲などの復元しにくい植物の育種へ発展するだろう。

「物質生産」は、植物が二次的(副次的)に体内で生産する代謝物質(植物自身の成長・生存には必要ないが、人間には利用するのが好都合なものが多い)の抽出・生産を行うものであり、組織培養などで植物組織を大量培養し、そこから稀少代謝物質を取るものだ。ムラサキという植物の根から取るシコニンという物質は、痔やキズに効能があり、これを三井石油化学がタンクで大量培養し、カネボウからバイオロ紅として商品化したのが、現在のところ唯一の実用化成功例である。朝鮮ニンジンから取れるサポニン(殺虫剤、除草剤、殺菌剤として利用可)も同様に、組織培



養で抽出生産可能であるが、厚生省は薬事法上、これを薬として商品化を認めないという制約があり、当面、非医薬品としての実用化にとどまっている。将来は医薬品への道も開かれよう。

「品種改良」は植物バイオの最終ターゲットであり、本命だが、まだ事例が少ないのが現状である。植物の体系には「種」とその上の「属」、さらにその上の「科」があるが、一般には種と種の雑種（種間植物）は稀にしかできない。バイオ野菜の「千宝菜」は種間植物のなかで実用化された最初のものである。「バイオハクラン」、「ヒネ」（既述）なども細胞融合でつくった種間植物だが、まだ実用性がない。ましてその上の属と属との属間植物はできないが、一九七八年に西ドイツで作られたポマト（トマトとポテトを細胞融合）は唯一ともいえる属間雑種であるが、実用性のないモデル植物であることは既に述べた。

では細胞融合や遺伝子組み換えなどで、将来、どんな品種改良ができるのか。その主な狙いは、

- ①病気の害虫に強い耐病性、耐虫性、耐雑草性などの品種を作ること、
- ②気候や土壌に適応したものを作る。例えば耐寒性、耐暑性、耐塩性といった品種の開発、
- ③たんばく質の含有量の多い米、小麦をつくる、
- ④アミノ酸含有のバランスがよいトウモロコシなどの飼料作物の開発、
- ⑤油脂の含有の多い大豆、ヒマワリをつくる、
- ⑥機械収穫に適したトマトなどの野菜類を作る、
- ⑦収量の多い品種を作る、

などである。

例えば耐病性の植物を作るには、まず耐病性の遺伝子を、その病気に強い植物から取り出して、目的植物の細胞に導入する。導入した細胞を培養し、カルス（細胞塊）を経由して根、芽をださせ、植物個体に還元する、という具合である。しかし、「言うは易しく、行うは難し」である。耐病性、耐寒性などと言っても、そのような遺伝子情報が植物DNAのどこにあるのか、それを目的植物のDNAのどの位置に組み込むか、またそれを組み込むためにどのようなベクター（遺伝子を運び込む運搬体DNAを言う）があり、それをどう開発するか、という問題は現状では未解決であり、今後の大きな課題である。

#### 豊富なバイオマス利用

米国、ブラジルなどではバイオマスから得られたアルコールを自動車燃料などに利用する研究が、大規模にすすめられている。バイオマスは、太陽エネルギーを吸収して再生産され、膨大な資源量を有するほか、日本国内どここの地域でも、地域に応じた利用の可能性を秘めるものである。またバイオマスは、比較的手近なバイオテクノロジーで利用が可能な資源であり、自然環境への影響も少ない。

わが国の未利用バイオマス資源は石油換算一億トン強と言われており、稲わら、もみがら、木材廃棄物、家畜糞尿、泥炭、都市ゴミなどの未利用資源を原料として、アルコール、メタンなどの代替エネルギー、飼肥料や土壌改良剤としての利用が図れるものである。

表4-10 医薬品および医療分野におけるバイオテクノロジーの応用

|          |   |
|----------|---|
| 抗生物質     | 抗腫瘍剤、抗真菌剤   |
|          | 副作用の低減  |
| ホルモン     | インシュリン、ソマトスタチン、ヒト成長ホルモン   |
| 制ガン剤     | 腫瘍壊死因子(TNF)、インターフェロン  |
|          | ミサイル療法  |
| 免疫関連薬品   | モノクローナル抗体、インターロイキン、ワクチン(インフルエンザ、B型肝炎など)、抗アレルギー剤(免疫グロブリンE産生抑制因子など) |
| その他の薬品   | 血清アルブミン、血栓溶解剤(ウロキナーゼ)、酵素インヒビター、虫歯予防薬(ムタステイン)、細胞増殖促進因子             |
|          | 植物細胞培養によるアルカロイド等の生産   |
| 臨床検査試験   | 分析用酵素、抗原、抗体など   |
| 臨床分析装置   | 酵素センサー、微生物センサーなど  |
| 人工臓器     | 肝臓、膵臓、腸管、血管、心臓  |
| 医療情報システム | 救急医療システム、保健管理情報システム   |

モノクローナル抗体で難病克服  
 人間・動物病の診断、予防、制御にはモノクローナル抗体が有効であり、ガンやAIDS、成人病などの完全克服も近い未来の夢である。医薬・医療分野では、莫大な資金を投じて新薬開発にしのぎを削る大手メーカーがひしめくが、製薬メーカーのない地方でもモノクローナル抗体の開発・生産は比較的簡単なのである。とくに地方の医科大学では、免疫部門を中心に特定のガンなどに反応するモノクローナル抗体を発見、開発、保持しているケースがある。その場合、一般の医薬品開発生産と異なり、モノクローナル抗体は投入人員や資金、施設などが比較的小さくて済み、地方企業でも技術さえあれば抗体の培養生産が可能であり、医科大学との連携で研究成案さえあれば事業化できるテーマである。

地場資源活用 の 食品工業

全国のいずれの地域でも、酵素・微生物利用技術を核とした酒、ワイン、漬物、納豆、味噌、醤油、チーズ、ヨーグルト、パンなどの地場資源活用型の食品工業は存在する。ある調査では、食品各社の総研究開発費のうちバイオ関係が占める割合は平均三〇％ということであり、非食品各社の平均一〇％内外を遙かに上回るのが特徴

表4-11 食品主要各社のバイオ研究所の新增設の例

| 会社名      | 研究所の名称(所在地、新增設の区別)   |
|----------|----------------------|
| 雪印乳業     | 雪印生物科学研究所(栃木県、新設)    |
| 麒麟麦酒     | 原料研究所(栃木県、新設)        |
| 日清製油     | 研究所(横浜市、増設)          |
| エスビー食品   | 中央研究所(東京、新設)         |
| サッポロ・ビール | 中央研究所(焼津市、新設)        |
| 明治乳業     | ヘルスサイエンス研究所(小田原市、新設) |
| ヤクルト本社   | 中央研究所(東京、増設)         |
| 森永製菓     | 総合研究所(横浜市、新設)        |
| 日本冷蔵     | 研究所(東京、増設)           |
| 大洋漁業     | 研究所(宇都宮市、新設)         |
| 日清製粉     | 研究所(東京、増設)           |
| 明治製菓     | 研究所(川崎市、増設)          |

表4-12 食品バイオリクター開発の取り組み状況  
(自治体名のアンダーラインは企業と共同)

|         |                              |
|---------|------------------------------|
| 清酒      | 秋田、埼玉、広島                     |
| ワイン     | 長野、北海道                       |
| 果実酒     | 三重、 <u>大分</u>                |
| リンゴ酒    | 青森                           |
| 柿ワイン    | 島根                           |
| キウイワイン  | 福岡                           |
| 雑種      | 岩手                           |
| 桃酒      | 岐阜                           |
| 果実アルコール | 栃木                           |
| 酒類      | 愛知                           |
| 食酢      | 愛知、広島、山口、香川、鹿児島、沖縄           |
| 柿酢      | 福島、富山、岐阜、島根、福岡               |
| 醤油      | 鹿児島                          |
| 調味料     | 栃木、東京、 <u>愛知</u> 、 <u>佐賀</u> |
| 乳酸菌飲料   | 長野                           |
| 柿酵素で糖類  | 山梨                           |
| 食品蛋白    | 滋賀                           |
| 新発酵食品   | 東京                           |
| 液体醸造食品  | 京都                           |

(資料) 日経バイオテク

である。とくに最近  
は、ライフサイエ  
スやバイオテクノロ  
ジーとの結びつきに  
より、医・薬・食の  
複合化を標榜する新  
たな潮流も生まれ  
ている。  
清酒の製造では、  
遺伝子組み換えによ  
る麹菌の持つでんぷ

表4-13 微生物の主要な利用例

|        |  |
|--------|--|
| 発酵食品   | 酒類、みそ、しょうゆ、食酢、チーズ、ヨーグルト、パン、漬物、納豆など   |
| 有機酸    | クエン酸、イタコン酸、グルコン酸など   |
| 調味料    | グルタミン酸ナトリウム、核酸調味料  |
| 医薬品    | ビタミンB <sub>2</sub> ・B <sub>6</sub> ・B <sub>12</sub> ・C、副腎皮質ホルモン、抗生物質、アミノ酸、核酸関連物質、避妊剤、酵素製剤、制ガン剤など |
| 工業薬品   | 溶剤（エチルアルコール、ブチルアルコール、アセトン）<br>農薬（ジベレリン、プラストサイジンS、カスガマイシンなど）、多糖類など                                |
| 酵素     | アミラーゼ、プロテアーゼ、リパーゼ、セルラーゼ、ペクチナーゼ、イソメラーゼ、レンネットなど  |
| 菌体食・飼料 | SCP（シングル・セル・プロテイン）、パン酵母、食用きのこなど  |
| その他の利用 | 排水処理、サイレージ、根粒菌、バクテリアリーチング（銅、ウラン等の鉱石からの浸出）など  |

ん糖化機能を酵母に転写することで、酵母だけの清酒製造も可能であるし、従来の清酒製法を大きく変える可能性もでるだろう。全国各地の醸造関係メーカーは、それぞれの地域特性をさらに強化できるだろう。パン屋でも、細胞融合によるパン酵母の新融合菌をつくり新しい芳醇なパンづくりの成功例も挙がっている。

バイオリアクターは、現在、難点となっている匂い、味などの改良を、細胞を素子とするセンサーの研究開発で、実用化の夢が実現しよう。食品工業に対するバイオリアクターのインパクトは、ある意味では、遺伝子組み換えや細胞融合そのものより、むしろ現在の回分式反応工程を連続化していく技術である人工酵素の分野で開花していくとする見方もある。その意味では、現在、農林水産省で行われている食品分野の研究プロジェクト、すなわち

- ① 酵素機能を改良するための酵素デザイン、
- ② バイオマス変換への微生物、酵素の新利用技術の開発、
- ③ 食品工業におけるバイオリアクター・システムの開発、
- ④ 酵素機能変換技術の開発、

表4-14 実用化の始まった水産バイオ

| 魚 類   | 技術内容        | 自治体 | 実用化段階   |
|-------|-------------|-----|---------|
| サクラマス | 偽雄利用による全雌化  | 北海道 | 88年中に放流 |
| サクラマス | 偽雄利用による全雌化  | 青森  | 85年に初放流 |
| ニジマス  | 偽雄利用による全雌化  | 北海道 | 業者に配布   |
| ニジマス  | 偽雄利用による全雌化  | 長野  | 業者に試験配布 |
| ニジマス  | 染色体操作による3倍体 | 長野  | 業者に試験配布 |

などが大きな援軍になるだろう。  
 今後は地域の食品メーカーから、どのような食品が飛び出すか、それが既存の食品業界の勢力圏にどんな影響を及ぼすか、大いに注目されるであろう。

有望な畜産・水産分野

畜産では、受精卵分割・移植技術が有望だ。この技術は日本が世界一の技術として誇るべきものである。これによって牛やその他の家畜の優良種を維持でき、それを大量にかつ好きな時期に生ませることが可能である。とくに代表の北海道では、雪印乳業や農業開発公社など、受精卵移植を有料で実施する企業が存在する。これらの企業は、六十年一年間、乳牛六百十七頭、肉牛九十四頭をこの技術で産出させている。家畜の遺伝子保存では、受精卵の凍結保存技術も研究されるだろう。

ブタ、ニワトリの受精卵移植に取り組む地方も増えている。静岡県では、六十二年からSPF化（特定疾病不在化）によるブタ系統造成に着手し、そのなかで受精卵移植を活用する。今後は遺伝子レベルの解析や遺伝子組み換えを用いた新品種家畜の開発も行われよう。

水産では、二百カイリ時代以降、「獲る漁業」から「育てる漁業」への転換が進められ

表 4-15

| わが国のバイオテクノロジーの<br>アキレス腱 |               |
|-------------------------|---------------|
| 1                       | 原料問題          |
| 2                       | 研究者の供給        |
| 3                       | 基礎研究・応用研究の活性化 |
| 4                       | 産・学の連携        |
| 5                       | ベンチャーキャピタルの整備 |
| 6                       | 行政の一元化        |
| 7                       | 遺伝子源の確保・整理    |

つつある。成長ホルモンの投与、雌雄生み分け（全雌化）、クローン技術などの適用により、育てる漁業と商業価値を高める研究がなされている。ニジマス、サクラマスは全雌化技術が確立し、あとは自然環境とのバランスから実用化のタイミングを調査中である。将来は、海洋魚にも技術が波及するに違いない。つづいて実用化が近いのはアユである。静岡、和歌山ではアユの三倍体（性成熟しないため、その分、成長エネルギーが高く、身体が大きくなる）や雌化技術を確立し、実用化も近いと聞く。

## 2、今後の課題

バイオテクノロジーは農林水産業、医薬品、化学、食品からエレクトロニクスに至るまで、非常に幅広い応用分野を持っている。地域のいろいろな人達が意見交換し、異業種交流をするなかで、ユニークな発想も多く出てくるだろう。地域の条件を十分生かしたアイデアが生まれれば、それは地方のバイオビジネスとして、他が真似のできない競争力ある事業に発展するだろう。しかしながら一方で、幾つか課題も存在する。それを最後に述べておく。

◇人材の確保・育成  
は、  
いかなる事業にも、必要とする人材の種類はある。地域のバイオを伸ばすに

- ① 本来に必要な分野の技術者、研究者の確保、
- ② バイオの情報に強い人の確保、
- ③ バイオをビジネスに高める事業家、起業家の確保、  
が必要である。

バイオテクノロジーの技術としての特徴は、その国際性と速い発展スピードの二点である。バイオは、技術だけでは商品ができない。素材の遺伝子が必要だ。その遺伝子源の多くは、国内よりも海外にある。技術も未だ米・欧の開発動向に目が離せない。要は技術も遺伝子源も情報も、国際的な拡がりがあり、そこがエレクトロニクスと異なる点なのである。それらの情報を集め、評価し、必要に応じて関連技術を吸収し、扱える技術者を育成し、そして市場の動向を分析しながら事業全体をマネージする事業家、人材が必要である。

◇目的のしほりこみ

バイオビジネスを俯瞰して分かるのは、勝負を決しているのは製造技術だけでは決していない、ということだ。バイオで何を作るか、そのターゲットの置き場所が重要なのである。他人と同じことをやっているとダメであり、自分だけの穴場を作る事がポイントだ。できることならば、その地方でなければ出来ないものを狙うのが最良である。

◇本当の企業力を磨き、連携プレーを重視

バイオも他のビジネス同様、企業の総合力の勝負である。バイオテクノロジーだけに秀でていても商品はでき



ない。一つの商品を作るには、関連する多数の技術、ノウハウが調和して働くことが必要である。特許や周辺技術を含めて企業力を磨き、総合力にしなければ失敗する。しかし、すべてを求めるとは無理がある、という場合が地方企業には多い。そのための道具が、企業内の連携、産・産の連携、産学の連携、産学官の連携プレーなのである。

わが国は、過去一世紀以上にわたって既に開発された技術導入をベースにして、産業開発を遂げてきた。常に獨創性を必要とする技術の開発は、むしろ不得意であったように思われる。しかしこのような発想は、今後、バイオテクノロジーのように、これからがむしろ正念場でリスクの高い技術の開発・研究には、足かせにこそなれ、プラスでない。

その意味で二十一世紀を担う先端技術の教育には、「国際性と獨創性」を持たせた新しい教育・人材養成制度が必要であり、国や地方自治体などによる新しい教育支援も急を要する課題になってくる。

(下川 哲央)