

## 植物分野における育種技術の展望

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者	金田, 忠吉
巻/号	10巻1号
掲載ページ	p. 8-11
発行年月	1987年1月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



# 植物分野における育種技術の展望

金田 忠吉

## 1. はじめに

年が明ければ21世紀は13年後に近づいている。10年ひと昔、とはいいい古されてきた言葉であるが、近年は世情の動きが早く、技術、特にいわゆるハイテク分野では5年、更に先端分野では2～3年ぐらいがひと昔になるのではないだろうか。21世紀に向けての植物育種を語るのに、バイオテクノロジーを話の中心に据えざるを得ないが、筆者は進歩の早いこの分野に十分な情報を持たず、本稿の適切な執筆者とは思われない。無智をさらけ出しての放談として、お読み捨ていただきたい。

筆者は本誌5巻10号の「視界」に「先端技術と作物育種」と題して意見を述べたが、4年余を経た現在、バイオテクの進展はめざましいものがある反面で、これを育種に結びつけるための条件作りは、余り進んだとは思われない。それはそれとして、まずバイオテク分野における最近の成果を眺めることから始めたい。

## 2. 組織・細胞培養技術

Holmes (1948) がダリアのウイルスの無毒化に生長点の利用を考えてから40年、日本で森ら<sup>1)</sup> がサツマイモで茎頂培養を開始して30年になるが、近年はイモ類・根菜類・栄養繁殖性の花き・花木・果樹・イチゴ等に広汎に茎頂培養が利用されている。ウイルスの無毒化に止まらず、大量増殖を目的としても応用され、クワヤクヌギ、マツなどの林木についても試みられている。先頃新聞に報じられたワサビ優良品種の増殖は、従来の株分けによる方法では年に4～5倍だったものが、1か月ごとに生長点培養を  
Chukichi KANEDA: Prospects of technology in plant breeding.

重ねると、20万倍に増殖できるというものであった。バレイショは、ウイルス病により大きく減収するため、種いもの生産は無病であることを確認しながら行われているが、試験管内で茎頂培養→増殖培養→塊茎形成培養を行い、大豆ほどの大きさの小塊茎を生産する系ができた(サツポロビール)。こうした大量増殖技術は、その基本に連続して行われる継代培養がある。従って、培養の過程に変異の発生がどのように、(頻度のみならず、起った変異が後代にまんべんなく混ってゆくのか、群をなして偏在するようになっているのか等も含めて、) 起るかは種苗の質を左右する重要な問題である。

胚培養による新作物・新品種の作出のやや古い例としては、ハクランやキクの例があるが、近年も続々と賑やかに登場している。東北農試では、マメ科牧草として最も重要なシロクロバにウイルス病抵抗性を付与するために、クラクロバを支配し、受精後5日の幼胚を摘出して培養し、雑種植物を得ている<sup>2)</sup>。

この1年ほどの間に胚培養で生れた雑種はツバキ、ペラルゴニューム、キャベツ×コマツナ、ユリなどがあるが、ムギ類の育種における“一発固定化”技術としてのオオムギ野生種 *H. bulbosum* の利用は公立農試にも広く行われるようになっており、今後の育種の進展が期待される。カンキツ類の育種では、珠心胚が交雑胚に優越して生長し、雑種獲得率を著しく低くして交雑育種の阻害要因となっているが、胚培養により交雑実生獲得率は20倍近くに上昇した<sup>3)</sup>。

遠縁交雑で胚発生のごく初期に致死する組合せや、花粉の発芽や受精が妨げられる場合は子房・胚珠培養が行われ、更に受精が困難なものでは花粉や子房への放射線の照射により、雑種が得られた例がある<sup>4)</sup>。

薬培養は、半数体あるいはその自然倍加により生

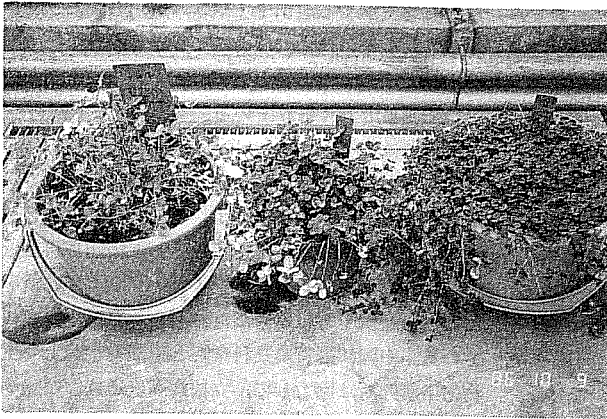


写真1 シロクローバ(右)と4nクローバ(左)  
の交雑胚培養で得たF<sub>1</sub>植物(中央)

ずる2倍体を得ることにより、固定化が一代で可能であるところから、育種の新技術として1960年代後半に登場した。はじめてイネで半数体が得られてから20年になる。中国では実用品種がいくつか誕生しているが、わが国ではいま1歩のところに来ている。固定化以外に薬培養に期待されているのは、変異誘発技術としてである。イネでは1穂粒数が2倍以上のもの、多収のインデイカ品種の脱粒性の改良や早生化などに成果を示した。しかし薬培養技術はまだ育種技術として大手を振って独り歩きできない段階にある。植物体の再分化率の低さ、アルビノ・不稔・矮性等の不良変異の発生率の高さなどが問題で、半数体の染色体倍加もまだ成功率は十分に高いとは言えない<sup>6)</sup>。北陸農試では培地組成を変えて、置床から植物体の獲得までを植えつきなしでできる一段培養法を開発し、試験管当りの緑色植物再分化率を著しく高めるのに成功している<sup>7)</sup>ので、今後が期待される。

茎頂・蒴・胚などの生殖器官に限らない、葉、茎、種子などの組織片を培養する組織培養は、林業試験場のシラカバの大量増殖技術に例をみるように、もちろん増殖に利用されるが、これまでに述べたような変異の発生が伴うことを逆手にとって、新しい有用な変異体の作出をめざすものが多い。花き・野菜などで期待が大きく、アブラナ科野菜の軟腐病抵抗性の育種を目標にしたものなどが実際に取り組まれている。最近、中国で発表された短報によると、イネでもち細菌と高濃度のアミノ酸を用いて、ヒメノモチ、公交11号、麗江新団黒谷など10品種から810個体のカルス経由再生株を得た。その中の12株

が葉いもち抵抗性であった。高アミノ酸耐性カルスから得た7品種514個体の再生株からは、アミノ酸総量で33~39%、リジン含量で19~40%高い変異体2株が得られた<sup>7)</sup>。

組織培養は植物有用成分の効率的大量生産に利用できる。整腸作用などの有効成分ベルベリンを生成する薬草オウレンの組織細胞培養は、既に年産能力10トン規模の商業生産段階に入っている(三井石油化学工業)。ペニバナから抽出される紅色色素カルタミンは、1kg当り400~600万円、乾紅花170~250kgを要するが、花芽などから誘導したカルスを液体培地に移して振とう培養し、カルタミンを生産させることが成功している(紀文)。サフランの細胞の懸濁培養液から抽出される物質が、サフランの雌しべから抽出される色素クロセチンと薄層クロマトグラフ上のスポットの位置がほぼ同じであった<sup>8)</sup>ことから、クロセチンの培養タンク内生産も近く可能になると考えられる。

### 3. 細胞融合

プロトプラストによる細胞培養系の研究が進展すると、細胞融合が試みられる。ここ1年ほどの間に一般に報道されたものとして、ハクサイと赤カンラン、トマト、ノリ、シイタケとヒラタケ、カンランとコマツナ、ジャガイモ、ニンジン、オレンジとカラタチなどがある。イネとヒエの融合体はカルス形成が報告されている。

交雑不可能、あるいは雑種不稔になるものの種間で雑種を得る方法として、細胞融合が期待されたが、得られた体細胞雑種が複2倍体として安定した生殖機構を維持するものは少く、育種素材としての利用も困難である場合が多い。栄養繁殖できる作物では結実や種子稔性に関係なく利用できることから、宿根花きや花木に挑戦している県農試もある。

Austinら(1986)はジャガイモ(4倍体)と野生種の*S. brevidens*(2倍体)の融合で得た156個体の6倍体雑種を、両親それぞれのクローン及びプロトプラスト由来クローンと圃場条件下で比較し、開花、花の異常、繁殖性などについて、融合体はプロトプラスト由来クローンよりもまさることを示した。融合体の塊茎の大きさはクローン間の変異が大きく、

一般にジャガイモより長くなった。*S. brevidens* のもつウイルス (PLRV) 抵抗性を保持していた<sup>9)</sup>。

細胞融合を直接利用するためには、一方の核を不活化するか、脱核したプロトプラスト(サイトプラスト)を用いる。超遠心による脱核は、オオムギで24,000 rpm 80分、トウモロコシで28,000 rpm 60分で、ペチュニアの19,000 rpm 90分よりも大きい遠心力が必要であった<sup>10)</sup>。

雄性不稔系統を種子親とするF<sub>1</sub>品種の開発では、戻し交雑による不稔系統の育成に少くとも3年はかかるが、不稔細胞質提供親のサイトプラストを用いた細胞融合によれば1年で育成を終えることができる。久保ら<sup>11)</sup>は*N. suaveolens*の不稔細胞質をもつタバコMSパーレー21の展開直後の葉からプロトプラストを調製し、5 kRのX線を照射したのち、無照射のつくば1号のプロトプラストと融合させ、230個体の再生植物を得た。つくば1号型のMS個体は19株で、染色体数はいずれも正常なタバコと同じ48本であった。このMSつくば1号は86年6月に種苗登録申請された。部分融合による育成はニンジンでも成功が報道された(86年8月)が、細胞質がどんな形質をもつかが実用化できるかどうかを支配する。これまでの研究成果からは、雄性不稔のほかに実用的な農業形質はほとんど知られていない。

#### 4. DNAの導入・組みかえ

組織・細胞培養による新品種育成や、細胞融合による新作物・新品種の育成が、比較的取り組みやすい反面、成果はブラックボックスから何が出てくるか分からないという状況にある。これに対して、DNAの導入あるいは組みかえによる育種は、目標とす

る形質を支配する遺伝子・DNAが明らかにされ、単離されると、技術的にはさまざまな問題があっても、遂には確実に目標とする形質を付与することが可能であると考えられている。

海外では微量注入法(マイクロインジェクション)による耐寒性ペチュニア、組みかえDNAによる除草剤耐性のタバコ・アサガオ、TMV抵抗性のタバコ、BT毒素生成遺伝子を組み込んだ鱗翅目害虫抵抗性のタバコ、エンドウ・ダイズ・ソラマメの種子たん白質遺伝子を組みこんだタバコなどが公表されている。中国江蘇省農業科学院と中国科学院上海生物化学研究所は協力して、立枯病高度抵抗性の陸地棉系統52-128のDNAを良質罹病性品種江蘇棉1号、同3号の子房胎座部位に注入し、DNA供与体52-128と同程度の抵抗性系統を得た。育成系統は早生で丈が低くなり、収量も罹病性の親より44~75%増加した。立枯病(*Fusarium oxysporum*による)抵抗性を司るDNAは $10^6 \sim 10^7$ ダルトンとされている<sup>12)</sup>。

高等植物に外来遺伝子を導入する方法として、マイクロインジェクターを用いるものがある。最近これにレーザー光(ビーム径0.5 $\mu$ のYAGレーザー)を利用して操作を簡単にし、形質発現を2桁のオーダーで高めるものが開発された。高電圧パルス式の方も機械の開発が進んでおり、「1ml当り10万個以上の細胞に1度に遺伝子を導入することが可能」と称するものが輸入発売されている。

一方、遺伝子の塩基配列を解読することも、組みかえDNA技術の進展のために欠かすことができない。この分野での技術開発も進んでおり、DNA塩基特異的切断装置、バイオテクノロジー用画像解析システム(バイオ・イメージ・アナライザ)、等々

表1 ワタの立枯病抵抗性品種と、そのDNAを導入した育成系統及び感受性品種の特性(1981~84年平均)

品 種 <sup>1)</sup>	発病指数 <sup>2)</sup>	皮棉収量 <sup>3)</sup>	草 丈(cm)	果 枝 数	果 節 数	生育日数	アミノ酸含量 <sup>4)</sup>
52-128	8.8	919.6	92.4	16.2	39.1	147	59.40
江蘇棉1号	46.5	706.3	65.9	13.8	37.5	141	56.18
系3072	14.2	1,015.1	95.4	14.2	37.2	124	59.12
江蘇棉3号	54.0	598.8	64.7	14.3	39.2	134	56.97
系3049	8.7	1,049.5	89.5	15.4	40.3	131	57.38

1) 系3072, 3049は各、江蘇棉1, 3号に52-128のDNAを導入して育成したもの。

2) 1980~85年平均。

3) 1981~85年平均kg/ha。

4) 1984年5月測定、対N量%。

が発売されるようになってきている。

## 5. これからの植物育種の展望

以上に眺めてきたように、バイオテクノロジーの進展は、一面では華々しい成果を挙げて将来に明るい期待をもたせるかのようであるが、他面では培養過程における変異の発生に対してまだ制御の方策が見出せず、見通しがきかない。その明るい感じのDNA関連についてみると、農業上重要な形質の多くものについて、遺伝子が染色体上のどこに位置するか解明されておらず、またクローニングの手がかりとなるたん白・アミノ酸との関連が直接的にはないものが圧倒的に多い。農林水産省では、とりあえずイネについて、1987年度からDNAの全塩基配列の解析にとり組むことにしているが、塩基の延々と続く並び方と農業形質の1つ1つに対応をつけるためには、何をしたらよいのであろうか。難問として残されている。

いずれにしても当分は、地道な摸索を続けながら、バイオテクノロジーを植物育種につなげるため努力しなければならない。先端技術だけが突出しても、もろもろの周辺技術が整わなければ実用化しないのは自明の理であるから。

さて育種の現場にいる人たちは、10年後にどれだけの技術の進展を予想しているのであろうか。1985年度末に行われたアンケートは技術の普及度について、未普及から広く普及まで4段階に、技術の完成度について、研究段階から実用段階まで4段階に分けて質問した。この結果はまだ最終的な形で公表されていないが、いくつかの項目について、大略の考え方をみると、イネの細胞融合による実用品種、ダイズの細胞選抜による耐湿性品種、DNA導入による施設栽培トマトのジャガイモ並みの低温耐性などについては75~83%が未普及、40~60%がまだ研究段階としている。細胞選抜によるカンランの除草剤耐性品種は可能性が高いとみられている。植物育

種におけるバイオテク利用は今“かはたれどき”といったらよからうか。すぐ目のものとして、例えば、薬培養利用はトウモロコシのF<sub>1</sub>品種育成のための自殖系の作出、カンキツ等の遺伝解析を可能にするための純系作出などに大きく貢献すると思われ、組織培養技術の活用により、マツノザイセンチュウ抵抗性の日中交雑種「和華松」の急速大量増殖を可能にすることは明らかである。

農林水産省が1986年度からスタートさせたプロジェクト研究「バイオテク育種2000年」では、21世紀初頭までにイネF<sub>1</sub>品種の人工種子、野草の赤かび病抵抗性DNAを導入したコムギ、除草剤抵抗性DNAを外来遺伝子とするダイズ、マツ・スギ材にも生育できるシイタケなどの育成を予測している。細胞培養系が確立されれば、細胞レベルでの突然変異体の選抜が、劣性遺伝子によるものも含めて、大きく進展すると見込まれる。

(農業研究センター総合研究官)

### 引用文献

- 1) 森 寛一ら (1969) 農事試研報 13 : 45~110.
- 2) 山田敏彦 (1986) 東北農試たより 38 : 5.
- 3) 日高哲志 (1986) 育種 36 (別2) : 370~373.
- 4) 新宅ユリエら (1986) 同 : 246~247. その他.
- 5) 佐々木多喜雄・新橋 登 (1984) 研究ジャーナル 7 (4) : 11~16.
- 6) 中村幸生ら (1985) 育種 35 (別1) : 70~71.
- 7) 李 朝焯ら (1986) 中国農業科学 2 : 93~94.
- 8) 山口彦之・李 恩命 (1986) 育種 36 (別2) : 232~233.
- 9) Austin, S. ら (1986) TAG 71 : 682~690.
- 10) 山口彦之・渡辺正己 (1986) 育種 36 (別2) : 224~225.
- 11) 久保友明・神代 隆 (1984) 同 34 (別1) : 56~57.
- 12) 黄 駿麒ら (1986) 中国農業科学 3 : 32~36.