

野菜・花きにおけるバイオテク利用

石 内 伝 治

(野菜・茶業試験場盛岡支場)

Applied Bio-technology in Vegetables and Ornamental Plants

Denji ISHIUCHI

(Morioka Branch, National Research Institute
of Vegetables, Ornamental Plants and Tea)

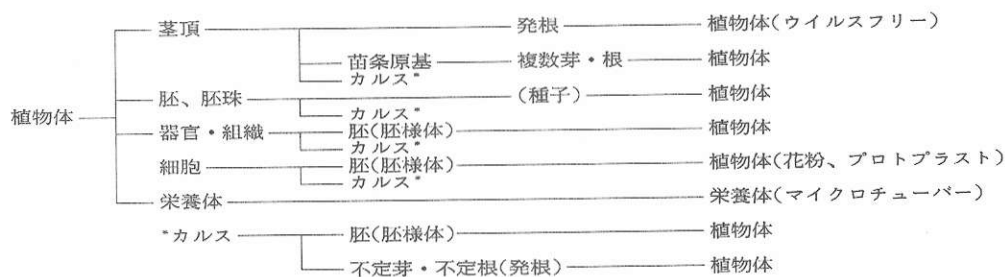
ここでは「バイオテクノロジー」を『組織、器官などの培養を中心とした植物再生技術とその利用技術』とし、野菜・花き分野における利用場面を概説し、東北地域における過去10年間の研究の主要な成果と現状、及び今後の展望と課題について述べる。

1. バイオテクノロジーの利用場面

野菜・花きの分野では組織培養の手法が比較的早くから用いられてきたが、その利用は育種と種苗生産に大別され、研究はこれを支援するための培養系確立など基礎的技術開発とその利

用技術の開発に向けられてきた。

育種技術としては、半数体の作出（葯・花粉培養）、難交雑の克服（試験管内受精）、雑種胚の生育停止の克服（胚・胚珠培養）、体細胞雑種の作出（プロトプラストを用いた細胞融合）、DNA 操作（Ti プラスミド、エレクトロポレーション）、突然変異植物の作出（細胞選抜、個体選抜）などがあり、種苗生産技術としては、健全（ウイルスフリー）種苗の生産（茎頂培養）、大量増殖（カルスからの植物体の再分化、苗条原基）、人工種子の作出（不定胚とカプセル化）、栄養体の保存（器官培養）などがある。



図—1 植物体再分化培養系モデル

現在野菜・花の分野で用いられている主要な培養系を図-1に示す。また、野菜・花における技術・研究の現状について、大澤は表-1¹³⁾のように整理している。この表からも明らかのように、生長点を有する茎頂を用いた再分化技術は多くの作物でウイルスフリー化に利用され

ているが、それ以外の系では未開発の作物が多い。しかし、現在多くの植物で培養系の確立に関する研究が民間機関も含め盛んに行われており、今後植物体再分化技術が急速に進展し、バイオテクノロジーは育種と大量増殖の分野で利用が拡大されるものと考えられる。

表-1 細胞育種技術の現状

(生物研細胞育種部 昭61.12.1現在)

作物群	作物名	培養系技術系	植物体再分化技術								細胞育種技術									
			茎頂培養系	胚培養系	薬培養系	花粉培養系	胚珠培養系	単培養系	胚形成細胞系	胚形成細胞系	プロト培養系	遺保伝存資源技術	大殖量増殖技術	ウイルスフリー技術	人工工成種子技術	試験管技術	半育種技術	細胞選抜技術	細胞融合技術	組換えDNA技術
野菜	キュウリ	◎	△	△	×	△	×	△	△	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	メロン	○	○	△	×	△	×	×	×	○	△	×	○	×	×	×	×	△	×	×
	スイカ	○	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×
	カボチャ	○	△	×	×	△	×	○	△	×	×	×	×	×	×	△	×	×	×	×
	トマト	◎	○	○	△	△	△	×	×	×	○	×	△	×	×	△	△	△	△	△
	ナス	◎	○	◎	△	×	△	○	△	○	×	×	△	×	×	×	○	△	△	×
	ピーマン	◎	○	○	×	×	△	○	×	×	△	×	△	×	×	×	○	×	×	×
	ダイコン	○	◎	×	×	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	キャベツ	◎	◎	◎	△	○	○	◎	○	○	×	×	○	×	△	△	○	△	○	△
	ハクサイ	◎	◎	◎	△	○	△	◎	○	△	×	×	△	×	×	△	○	○	○	×
	ブロッコリー	◎	○	○	△	×	△	○	△	○	×	×	○	×	×	△	○	△	△	×
	イチゴ	◎	×	△	×	×	×	×	×	×	△	○	○	◎	×	×	△	△	×	×
	タマネギ	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×
	ネギ	○	×	×	×	×	△	×	×	△	×	×	○	×	×	×	×	△	×	×
	ニンニク	◎	×	×	×	△	×	×	×	△	×	×	○	○	×	×	×	×	×	×
	アスパラガス	◎	△	○	×	×	△	△	○	△	△	△	○	○	×	×	△	△	×	△
	エンドウ	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×	×
	インゲン	○	△	△	×	△	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	ニンジン	○	×	×	×	×	◎	×	◎	◎	×	◎	×	×	△	×	×	○	△	×
	セルリー	○	×	×	×	×	◎	×	◎	○	×	◎	×	×	△	×	×	×	×	×
	レタス	◎	×	×	×	×	△	×	×	◎	×	×	○	×	△	×	×	×	×	×
花	ゴボウ	○	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	サトイモ	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	△	○	◎	◎	×	×	×	×	×	×
	ヤマノイモ	○	×	×	×	×	×	×	×	△	△	○	△	○	×	×	×	×	×	×
	ホウレンソウ	○	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	フキ	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○	×	○	○	×	×	×	×	×	×
	キク	◎	△	×	×	×	△	×	×	×	△	○	○	◎	×	×	×	×	×	×
	ツツジ	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
花	ユリ	○	◎	×	×	×	×	×	×	×	×	×	◎	◎	×	×	×	×	×	×
	チューリップ	△	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	×	×	×	×	×
	カーネーション	◎	×	×	×	△	×	×	×	×	×	○	○	◎	×	×	×	×	×	×

注. ×未開発、△報告あり、○可能、◎安定技術

2. 東北地域における主要な成果

(1) 変異の拡大

① 東北地域における6～7月出しイチゴの主要品種である‘盛岡16号’は黒斑病 (*Alternaria alternata* (Fries) Keissler) に対し特異的に罹病性で、これが本品種の欠点の一つとなっているが、高橋ら²¹⁾は秋田県立農業短期大学において(以下カッコ内は研究実施場所)茎頂組織の培養で得られたカリクロン植物の‘盛岡16号’2186株と‘宝交早生’115株について、孢子懸濁液を噴霧接種し、本病に対する抵抗性の検定を行った。その結果、抵抗性の‘宝交早生’には病徴が認められなかったが、‘盛岡16号’にも病徴が認められない抵抗性の3個体が見出された。

このことは培養による変異の誘起が病害抵抗性育種に有効であることを示唆している。なお、このケースでは元来保有していた抵抗性遺伝子の発現を促したものと考えられる。

② キクは組織培養によって染色体数が変異しやすいことが知られている。佐々木ら¹⁵⁾は‘湯沢菊’、‘華陽の桜’(2n=54)、及び‘YS’(2n=36)の茎頂をPFPを添加した培地で脱分化させたところ、染色体数が減少したカルス細

胞の割合が高くなることを観察し、また‘華陽の桜’を用いた液体培養による実験で得られた植物は、染色体数が変化した株の割合が高くなったと報告している(岩手大学)。

(2) ウイルスフリー化

① 茎頂培養によるイチゴのフリー化技術は野菜・茶業試験場盛岡支場で確立され、既に一般的技術として広く全国に定着し、多くの生産現場でフリー苗が使用されている。鈴木ら²⁰⁾は茎頂培養を数回連続して繰り返した場合のフリー株の育成率と果実生産力、ウイルス検定指標植物の特性、及び茎頂組織と培養体の長期保存法を検討し、フリー苗育成のための周辺技術確立した。すなわち、年1回5～7年間の繰り返す茎頂培養では、育成率、生育、生産力、果実品質の低下など特に問題となる所見は認められず、優良親株の選定が重要であることを明らかにするとともに、ウイルス検定植物 (*Fragaria vesca* の UC-4, UC-5) の休眠打破などその利用法を明らかにした。また、茎頂組織と培養体は0℃、2000lux、18時間照明の条件で60日間保存可能であることを明らかにした(表-2)(宮城県農業センター)。

表-2 イチゴの茎頂組織冷蔵保存後の培養結果(宮城県農業センター, 昭56)

光条件	冷蔵期間 (日)	置床数 (個)	培養日数 (日)	培 養 結 果				生存率 (%)	育成率 (%)
				枯死 (個)	生育停滞 (個)	生育不良 (個)	正常幼植物 (個)		
明 所	無処理	10	136	2	1	1	6	80.0	60.0
	10	8	125	2	0	1	5	75.0	62.5
	20	5	115	1	1	0	3	80.0	60.0
	30	7	105	1	1	3	2	85.7	28.6
	60	10	76	1	1	3	5	90.0	50.0
暗 所	10	5	125	2	0	0	3	60.0	60.0
	20	5	115	3	1	0	1	66.7	20.0
	30	5	105	1	1	0	3	80.0	60.0
	60	10	76	1	4	1	4	90.0	40.0

注. 生育不良は茎が赤く、葉も変色して馴化育成の困難な個体であり、正常幼植物は馴化育成が可能な個体である。

生存率は $(\frac{\text{置床数} - \text{枯死数}}{\text{置床数}} \times 100)$ で算出した。育成率は $(\frac{\text{正常幼植物}}{\text{置床数}} \times 100)$ で算出した。

一般に茎頂培養によってダイレクトに苗を育成する方法は1茎頂から1個体しか苗が採れず、効率的なシステムの開発が望まれている。そこで、浅利ら²⁾はイチゴにおける培養部位、培地(特にpH)、馴化法の検討を行い、茎頂組織を用いた脱分化一再分化系と、水苔への鉢上げの組合せにより、効率的にフリー苗を育成できることを明らかにした(表-3)(秋田農試)。

表-3 イチゴの茎頂培養によるカルス形成とカルスからの茎葉再分化における品種間差異(秋田農試, 昭54)

供試品種	カルス形成率(%)	茎葉再分化率(%)
盛岡 16号	75.9	74.2
宝交早生	71.4	86.7
レッド・ガントレット	85.7	77.8
幸福玉	75.0	55.6
福羽	33.0	100.0

また、城守ら⁷⁾は茎頂組織から多芽体を形成させるための培養条件を検討し、MS+BA0.5~1mg/lの寒天培地は多芽体形成に有効であり、これをホルモンフリーのMS培地に移植することによって発根させ、効率的に苗を育成で

きることを明らかにした(盛岡農高)。

② ナガイモでは、茎頂組織からのシュートと根の直接的発生が困難なことから、脱分化一再分化系が用いられているが、庭田ら¹²⁾はその最適培養条件を検討し、Linsmaier-Skoog培地を基本とし、茎頂組織をNAA 10^{-6} M+BA 10^{-5} Mの培地でカルス誘導し(表-4)、次いでカルスをNAA 2×10^{-6} M+BA 2×10^{-5} Mの培地に移植して茎葉を分化させ(表-5)、更にこれをホルモンフリー培地に移すことによって発根させる系を確立した(青森畑作園試)。

表-4 ナガイモ茎頂のカルス形成に及ぼすNAAとBAの影響(青森畑作農試, 昭58)

NAA濃度($\times 10^{-6}$ M)	BA濃度($\times 10^{-6}$ M)	供試数(本)	カルス形成率(%)
0	0	19	0
1	10	63	76.2
1	100	29	41.4
10	10	35	65.7
10	100	19	47.4
100	10	9	0
100	100	19	0

注. 調査: 置床後76~99日目

表-5 ナガイモにおけるカルスの器官分化に及ぼすNAAとBAの影響(青森畑作園試, 昭58)

NAA濃度($\times 10^{-6}$ M)	BA濃度($\times 10^{-6}$ M)	供試数(本)	カルス形成度 ^{a)}	茎葉分化数(本)	茎葉総本数(本)	根分化数(本)	備考
0	0	19	6	15	18	7	
2	0	19	44	11	14	8	※ ^{b)}
2	2	19	32	16	52	1	
2	20	20	21	16	25	0	
20	0	20	42	9	14	6	※
20	2	20	22	15	24	2	※
20	20	20	26	13	19	0	

注. 調査: 置床61日目

a) カルス形成度 = $\Sigma(n)$ n=0: カルス形成がみられない。

n=1: カルスの径が7.5mm以下

n=2: " 7.5~15mm

n=3: " 15mm以上

b) ※: 根の異常肥大, 褐変あるいはちぢれ、茎葉の脱分化がみられる。

また、平井ら⁶⁾はウイルスフリー化の効果とフリー株の特性について検定し、露地圃場へ定植した1年目には22~34%の増殖となったが、2、3年目には8~16%の増収に減少し、増収効果は年数の経過とともに低下することを確認した。また、フリー株では生育がおう盛となるため、平イモの発生が多くなることを観察し(図-2)、フリー株を利用した場合の耕種基準の見直しの必要性を指摘し、更にフリー株は1年目に15%、3年目に累計69%が再汚染されたと報告している(図-3)。

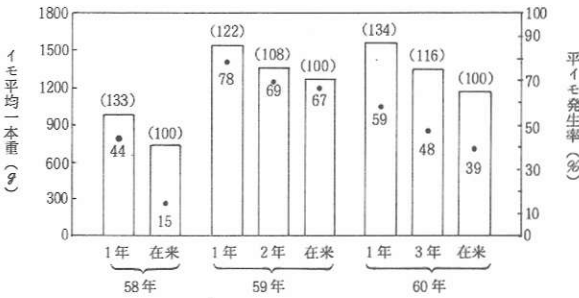


図-2 ナガイモウイルスフリー株の新生イモ重と平イモ発生率

注. 1) ・は平イモ発生率。
2) () は在来に対する収量比。
(青森畑作園試, 昭61)

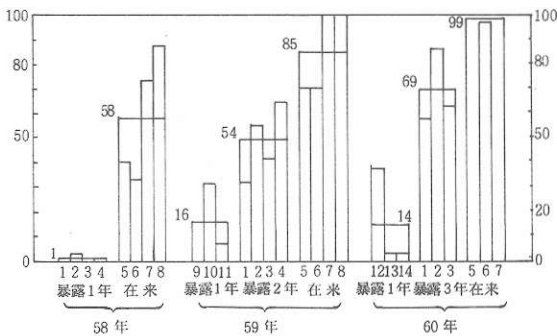


図-3 ウイルス病発病率の年次変化

注. 1) 棒の脚部の算用数字はイモの種類。
2) 図中の数字は平均値。
3) 在来は茎頂培養していない株の集団。
(青森畑作農試, 昭61)

効率的な増殖法に関して、種市ら²⁰⁾はムカゴを用いた種イモ育成法について検討し、球型又はたまご型ムカゴは奇型ムカゴより生産性が高く、また移植栽培することによって0.4 g以下の小さいムカゴでも利用できることを明らかにした。更に、松田・種市⁹⁾はくりのべ栽培によって、ムカゴの効率的生産法を確立している。

津川ら²⁰⁾は切片繁殖による種イモ育成法について、植付時の部位別切片の生産性の差異を明らかにするとともに、成イモの利用法を確立した。また、松田ら⁹⁾はさし芽による種イモ育成法を確立した(以上、青森畑作園試)。

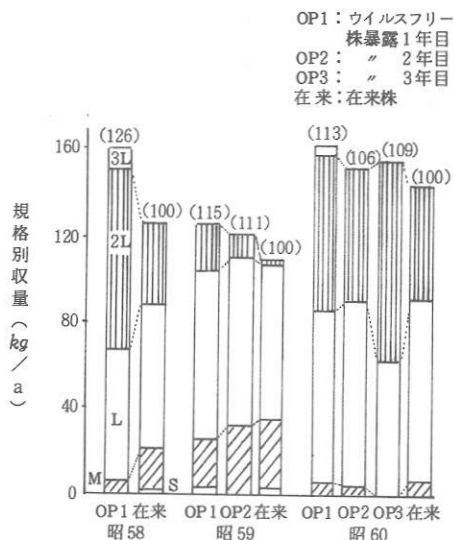
③ ニンニクでは茎頂培養(ホルモンフリー培地)によって直接シュートと根を伸長させる培養系が確立され、広く一般的にこの手法によってフリー苗が生産されている。

津川ら²⁰⁾はフリー株の生育特性と収量性について検討し、フリー株は葉が大きくて厚く、草丈が高く、生育がおう盛で抽台株率が高くなるなどの特性を明らかにし(表-6)、収量は暴露1年目で13~26%の、2年目で6~11%の増加となったと報告している(図-4)。なお、年数の経過による収量の低下はウイルス病以外によるものと考察している。また、忠ら³⁾はさらに生産力を詳細に検定し、フリー株は良質多収となり、その効果は年とともに減少するが、暴露後4~5年は継続することや、モザイク病の発現は5年目でも4%以下で、種子としても4~5年は利用できることを明らかにした(表-7)(以上、青森畑作園試)。

表一6 ニンニクウイルスフリー株の生育量と抽台率の経年変化(青森畑作園試, 昭61)

年次	区 分	草 丈 (cm)	生葉数 (枚)	葉鞘径 (mm)	抽台率 (%)	珠 芽 重 (g/株)
昭58	OP 1	80.6	9.8	18.9	57.9	1.84
	在 来	74.6	9.5	17.6	31.2	1.30
昭59	OP 1	70.3	8.7	17.9	64.9	2.89
	OP 2	67.8	8.0	16.2	61.0	2.84
	在 来	63.7	8.1	16.4	45.6	1.94
昭60	OP 1	89.7	9.6	21.4	45.7	1.80
	OP 2	89.9	8.8	19.9	37.4	1.30
	OP 3	88.5	8.7	19.7	45.0	1.60
	在 来	84.2	8.6	19.3	21.8	0.79

注. 1) 草丈・生葉数・葉鞘径は5月30日調査。
2) 抽台率は、葉鞘内及び葉鞘外抽台株率を示す。



図一4 ウイルスフリー株と在来株との収量比較(青森畑作園試, 昭61)

表一7 ウイルスフリー株のモザイク病(GMV)発病株率の経年変化(青森畑作園試, 昭63)

暴露年次	発 病 率 (%)				
	1 年	2 年	3 年	4 年	5 年
昭58	0	1.3	2.7	2.7	2.7
昭59	0.3	0.9	0.9	0.9	
昭60	0	0	0		
昭61	0	3.3			
昭62	0				

一方、佐久間ら⁴⁾は生長点近傍組織を用いた脱分化—再分化系について、RM—1962を基本培地とした場合の最適ホルモン濃度を検討し、脱分化にはNAA 0.5ppm, BA 0.1—0.5ppm, 再分化(不定芽発生)にはNAA 0.1ppm, BA 0.5ppm, 発根には基本培地のみ, がそれぞれ適していることを明らかにし、効率的なフリー株育成法を考察した(宮城原種苗センター)。

④ ミョウガはCMVによる被害が大きく、ウイルスフリー化による生産力や品質の向上が期待されている。そこで、遠藤・庄子⁴⁾は茎頂培養を試み、1/2MSを基本培地(しょ糖2%)とし、これにNAA 0.1ppmとBA 0.5ppmを添加した培地で、かなり高率に植物体を得ることができることを明らかにした(宮城園試)。

この報告ではウイルスの検定は行っていないが、フリー化の道を開いたと言えよう。

(3) 大量増殖

① リンドウは自殖弱勢のため、交雑によって集団が維持されているが、集団内の変異が大きく、実生による繁殖では生育や花色にばらつきが大きく、優良個体の維持、増殖が困難となっている。このようなことから、茎頂培養による増殖法が検討されているが、組織培養苗は次年へ個体を維持するための冬至芽の形成率が低いことが問題となっている。そこで、佐藤¹⁶⁾は冬至芽形成率に関して、系統による差異と置床時期について検討した。その結果、冬至芽形成率はササリンドウでは100%, エゾリンドウでは54%, オヤマリンドウでは0%と、系統間差異が大きいことと(表一8), 置床する植物体の生育ステージは萌芽期が適当であることを確認し(表一9), 大量増殖を行うための材料の適性を明らかにした(福島農試)。

表一 8 リンドウ組織培養苗の冬至芽形成における系統間差 (福島農試, 昭63)

系 統	冬至芽形成率
サ サ リ ン ド ウ	100 (%)
エゾリンドウ(矢巾系)	54
オヤマリンドウ(吾妻系)	0

表一 9 リンドウ組織培養苗の冬至芽形成に対する置床時期の影響 (福島農試, 昭63)

置 床 時 期	冬至芽形成率
2/21 (促成・萌芽期)	80 (%)
3/20 (促成・伸長期)	25
4/22 (露地・萌芽期)	54
5/21 (露地・伸長期)	50

② シオデは“山菜の王様”と呼ばれるほどおいしい山菜として知られているが、根株による増殖は困難であり、種子繁殖では収穫までの長期間を要し、個体間差も大きいという問題があり、生産性の高い株のクローン増殖と、収穫までの期間短縮が求められている。そこで、村山・井澤¹³⁾は組織培養による効率的な増殖法を開発するため、MS培地を基本培地として、培養部位、ホルモン濃度などを検討した。その結果、腋芽を外植体としNAA 0.1mg/ℓ, BA 0.1mg/ℓを添加した培地で直接茎葉を伸長させ、伸長した茎葉の腋芽を反復利用して茎葉を伸長させ、これをNAA 0.1mg/ℓ添加した培地に移植することによって発根させる系を確立し、効率的な増殖が可能であると報告している(山形農試)。

③ ヒメサユリは宮城、福島、山形、新潟にまたがる地域に自生する最も早咲きで、ピンク色の香りの良いユリであるが、実生繁殖では発芽率が低く、開花まで4、5年を要し、また分離による変異も危惧されることから、新しい増

殖体系の開発が望まれていた。そこで、庄子¹⁷⁾はこの問題に取組み、子球形成を核とした培養系を確立した。すなわち、茎などの器官—子球形成—{りん片—子球形成—りん片}—子球—(低温処理による休眠打破)—生育—馴化—定植の系を完成させた(宮城園試)。

(4) 培養系の確立

① 庄子ら¹⁸⁾はセリ(第2節間ランナーを利用)について、カルス誘導—不定胚形成—幼植物の系を確立した後、カルスからのプロトプラストの単離条件、カルス形成—再分化系を検討し、プロトプラスト由来の植物体を得る系を確立した。しかし、葉肉プロトプラストを用いた仙台バショウナとオニコウベナについては、カルスと不定根は形成されたものの、不定芽の形成には至らなかったとしている(宮城園試)。

② 食用ギク、レタス、シュンギクのキク科植物について、天笠・亀谷¹⁾は無菌培養植物の若令葉から調整したプロトプラストを用い、MS培地を基本として、カルス形成、再分化の条件を、特に培養基の塩濃度を中心に検討した。その結果、3植物ともプロトプラストからのカルス形成には成功したが、カルスから植物体が再分化したのはレタスのみであり、またレタスのなかでも‘赤ちり’(100%)と‘サマーグリーン’(2%)では再分化したが、‘グリーンレーク’では再分化に至らず、再分化率に大きな品種間差異があったと報告している(山形園試、東北大)。

③ リンドウにおけるプロトプラスト培養系を確立するために高畑²⁰⁾はプロトプラストの単離と培養を試みている。ここでもプロトプラストからのカルス形成と不定根の分化には成功しているが、完全な植物体を得るには至っていない(岩手大)。

(5) 遺伝資源の確保、スクリーニング

① 吉池²⁸⁾は岩手県の4か所に自生するエゾリンドウを採集し、形態及び生態的特性の自然変異を調査し、自生地によって特徴が異なること、また、同じ自生地でもかなり個体変異があ

ることを明らかにした。これらのなかで、開花日、着花節位など生態的特性は自生地の標高と関係が深いことを明らかにしている(表-10)(岩手園試)。このことは生態育種を進める場合の素材の面で特に注目される。

表-10 岩手県におけるエゾリンドウの自生地別特性(岩手園試, 昭59)

自 生 地	開花日(月/日)			草 丈(cm)			着花節数(節)			一茎当着花数(個)		
	開花始	開花終	平均開花日	最短	最長	平均	最少	最高	平均	最少	最高	平均
松尾鉦山産(900)	7/16	8/26	8/2	24.8	67.5	40.4	2	8	3.9	3	31	11.1
外山産(750)	8/9	9/11	8/21	56.0	109.0	80.5	4	10	5.9	14	66	30.2
竜ヶ森産(500)	8/28	9/18	9/9	62.0	120.0	85.4	4	9	6.0	11	71	29.7
矢巾産(300~400)	9/1	10/2	9/16	79.0	180.0	134.7	4	19	9.1	11	123	43.9

注. 自生地の()内数字は標高(m)を示す。

② 鈴木ら¹⁰⁾はハクサイとキャベツの雑種であるハ克蘭に、宮城県在来のコゼナダイコンを交配し雑種を育成した。この個体そのものは不ねであるが、3種のゲノムを有し(表-11)、バイテクを利用する育種素材として非常に興味深い(宮城園試)。

表-11 ハ克蘭、コゼナダイコン及び両者の雑種特性(宮城園試, 昭61)

種 名	葉 型	結 球 性	花 色	染色体数	ゲノム組成
ハ克蘭	倒卵型	結球性	黄色	2n=38	AACC
雑種	倒卵型	半結球性	白色	2n=28	ACR
コゼナダイコン	倒皮針型	非結球性	白色	2n=18	RR

③ 望月ら¹⁰⁾は近縁野生種も含めたトマト(*Lycopersicon*属)の糖組成について検討し、栽培トマトはグルコースとフルクトースだけしか含まれていないが、野生種の *L. peruvianum* などにはシュクロースが含まれることを確認し、組成・含量の種間・種内変異を明らかにし、高糖系統を選定した(野菜茶試盛岡支場)。

④ 藤野・高田⁵⁾はレタスのビタミンCの含量について、広くキク科野生植物も含めて調査した結果、キク科植物にはビタミンC含量に広い変異があることと、栽培レタスでもタイプによって異なることを明らかにした(野菜茶試盛岡支場)。

以上の成果は何等かの報告がなされたもの(成績概要集, 各県成績書は除いた)に限定した。また、大学の研究成果については、東北地域特有の作物についてなされた研究を選んだ。また、共通基盤的研究は極めて重要であるが、既に成書などに紹介されているため省略させていただいた。

3. 現在実施されている研究

昭和63年度の野菜及び花きの試験研究成績概要集^{26)・27)}から現在東北各県と全国で実施されているバイテク研究を、目的別、作物別、培養部位・器官・細胞別に分類したところ表-12, 13のように整理された。

表—12 野菜部門における現在実施中の研究内容（「昭和63年度野菜試験研究成績概要集（公立）」より）

目 的	東 北 地 域	全 国
育 種		ゴボウ, トマト(葎)
半 数 体		
倍 数 体		サトイモ(茎頂)
変異拡大	アブラナ, パセリ(カルス, 宮城)	エンドウ, ナガイモ(胚), ハクラン(胚軸)ワラビ(孢子), イチゴ(カルス)
細胞融合		レタス(プロトプラスト)
種 苗 生 産		ヤマイモ, ヤマトイモ*2, ショウガ, エシャレット, ネギ, ラッキョウ, ハス, サツマイモ(茎頂), ヤマトイモ(茎葉)
ウ イ ル ス フ リ ー 化		
フ リ ー 株 生 産 力 検 定	ナガイモ(青森), ニンニク(青森)	ナガイモ*3, サトイモ*3, ショウガ, サツマイモ, ラッキョウ
フ リ ー 株 繁 殖 法	ナガイモ(青森)	ナガイモ*3, サトイモ(多芽体)
フ リ ー 株 利 用 法	ナガイモ(青森)	イチゴ
フ リ ー 株 再汚染調査		フキ
大 量 増 殖		メロン, ラッキョウ, サトイモ, アスパラガス, ハス, タラ(茎頂), ツクネイモ(塊茎)
基 本 技 術 苗 条 原 基	アサツキ(茎頂, 福島)	ラッキョウ, メロン, フキ, ナガイモ*2, イセイモ, ツクネイモ, ピーマン, カンショ(茎頂)
培 養 系	アサツキ(カルス, 福島), セリ科(プロトプラスト, 宮城)	メロン, アカナス(胚軸), メロン, ワサビ(子葉), ホウレンソウ(胚軸, 子葉), ウド, タラノキ, フキ, ワラビ, メロン, ナガイモ(茎葉), ネギ(種子), カブ, ダイコン, ヤマイモ, メロン, キュウリ*2, ナス, アカナス, ナガイモ, フキ(プロトプラスト)
保 存		イチゴ*2(茎頂)
世 代 促 進		エンドウ(子房, 試験管内)

注. () 内は利用する器官・細胞の種類, 県名, *2, *3は同一の研究が複数あることを示す。

表—13 花き部門における現在実施中の研究内容（「昭和63年度花き試験研究成績概要集（公立）」より）

目 的	東 北 地 域	全 国
育 種 試験管内受精		ユリ(子房)
交 雑 胚	ユリ類(胚, 宮城)	ユリ*4(胚), シクラメン(胚)
変 異 拡 大		ペゴニア(茎葉), カーネーション(茎葉)
種 苗 生 産 ウィルス フ リ ー 化		スイセン, キク, アイリス, 洋ラン(茎頂), サボテン(茎葉, +熱処理)
フ リ ー 株 特 性 検 定		キク*3(変異の確認), 宿根カスミソウ
大 量 増 殖	リンドウ(茎頂, 岩手)	カトレア, シンビジウム, カーネーショ ン(茎頂), シクラメン(茎葉), シクラメ ン(塊茎), リンドウ(シュート先端), サ サユリ(りん片)
大 量 増 殖 利 用 技 術	リンドウ(岩手)	
基 本 技 術 苗 条 原 基		スカシユリ, ニホンスイセン, ヒオウギ, ミヤコワスレ, カーネーション, リンド ウ(茎頂)
培 養 系		スカシユリ(蒴, 花粉), ニホンスイセン, アイリス, 宿根カスミソウ, ストレチア, レギネ, ファレノプシス(茎頂), スカシ ユリ, プリムラ, カーネーション, リン ドウ, シクラメン(茎葉), ニホンスイセ ン(りん片), キク, カーネーション(プ ロトプラスト)
保 存		シクラメン(蒴), ナデシコ, キク(茎頂)

注. ()内は利用する器官・細胞の種類, 県名, * 2, * 3 は同一の研究が複数あることを示す。

これらの表で、茎葉とは茎、葉、茎+葉、茎+葉+腋芽のいずれかを示す。また、目的による分類は筆者の判断によった。例えば、課題の目標がウイルスフリー化や大量増殖、細胞融合であっても研究内容が培養系の確立にとどまっているものは培養系とした。なお、これらのなかで、苗条原基によるものは大量増殖を前提にしているので、その系の確立過程にあるものはそのまま苗条原基を目的として分類した。

4. 今後の課題と展望

(1) 変異の問題

ウイルスフリー化の手法は、脱分化を伴わない茎頂培養系と、外植体は何であれ脱分化一再分化系とに大別される。前者は1茎頂当たり1個体しか苗が得られず、効率が低い。これに対し、後者は容易に培養規模を大きくすることが可能で、大量増殖も兼ね効率的であり、近年はこれを指向した研究も多い。しかしながら、一般に増殖率が高くなると変異率も高くなるとされており、変異の危険性も増加する。このようなことから、苗条原基による増殖を目的とした研究が近年多くなってきた。なお、苗条原基では変異が少ないとされているが、このことの確認は今後に残されている。

一方、この変異を育種に積極的に利用しようとする試みがなされている。現在最も期待されていることは病害抵抗性、環境耐性などについて、細胞レベルで変異を起こさせ、選抜しようとする試みである。しかし、選抜圧のかけ方や、細胞レベルでの抵抗性と個体レベルでの抵抗性は必ずしもパラレルには発現しないことなどの問題が指摘されており、実験手法上の課題を多く抱えている。しかし、先に述べたイチゴの黒

斑病抵抗性の例は、個体レベルでの変異を期待できることを示唆している。なお、この場合でも結果として耐病性個体が得られたものであり、遺伝子の挙動に関する今後の研究の進展が注目される。一方、方向性を持った変異の作出は困難であっても、花きにおける花色や形態の変異はそれだけで価値がある場合もあり、このような場面では有効な手法となるかもしれない。

(2) 無毒種苗における再汚染の問題

多くの栄養繁殖性野菜、花きでウイルスフリー化技術が確立され、普及に移されつつあるが、原種苗から農家へ配付するまでの増殖体系の確立が重要であり、この期間での再汚染は絶対に避けなければならない。また、定植後もウイルスを保毒した植物の除去など圃場の衛生には特に留意する必要がある。一方、弱毒ウイルスの接種による防除法がトマトなどで実用化されており、ほかの作物でも利用できるようなことが望まれるが、まだ弱毒ウイルスが見出されていないものが多い。しかし、弱毒ウイルスの作出が近年可能となっており、フリー化と結びついた技術の確立が今後期待される。また、弱毒系 TMV のコートタンパク遺伝子を Ti プラスミドによってトマトに導入し、TMV 抵抗性を発現させた研究があるが、このような手法の進展が強く願われる。

(3) 最適培養系の決定

細胞選抜、細胞融合、組換え DNA、人工種子など、バイオテクノロジーを利用した育種技術の開発や大量増殖技術の開発には、培養系の確立を前提としている。野菜・花きの分野では植物の種類・品種が多く、現在多くの作物で種々の目的に対してバイオテクノロジーの応用が試みられているが、多くの場合用いる培養系は試

行錯誤で模索している状態である。そのため、系の確立に多大の時間を要している。今後研究の蓄積によって最適培養系の確立・選択が容易になることが期待される。

(4) 遺伝資源の重要性

遺伝資源は育種にとってその基である。従来利用できなかった遺伝子も近年の遺伝子操作技術の発達によってその有用遺伝子の導入が可能になってきた。しかし、新品種の開発で地方にあった在来種は急速に失われつつあり、その積極的な保存対策が必要となっている。東北地域にあっても豊富な在来種が知られており、その収集・保存に積極的に取り組む必要がある。

(5) 周辺技術の開発

植物再分化技術は開発されても、これを利用して育種技術や大量増殖技術として定着するには、多くの周辺支援技術の開発が必要である。

特に育種における遺伝資源の確保と維持、遺伝子の同定と遺伝様式の解明、従来の育種法との結合などは重要な研究課題である。また、大量増殖における馴化法と育苗法、苗の配付法については、作物ごとに技術の確立が要求される。

一方、農家に定着させるためには、青森県におけるナガイモ、ニンニクのウイルスフリー化事業で行っているように、フリー苗の育成、原

フリー株からの種イモ・球の生産方法、耕種基準の策定まで、体系的技術の確立を必要としている。

5. おわりに

野菜・花きの分野は植物においてバイオテクノロジーが最も用いられている作物であり、応用範囲も広い。本稿では細胞融合や遺伝子操作、人工種子の技術についてはほとんどふれなかった。これは、これらの技術の基礎研究が今行われているところであり、まだ多くの問題が指摘されているからである。しかしながら、今後育種及び種苗生産において強力な手法になることだけは確かであり、東北地域にあっても地域独特の作物や必要特性に合わせて利用を進めなければならない。

一方、バイオテクノロジーの進展によっても、従来からの手法が意味のないものになってしまうことはなく、農家に利用されるような品種に仕上げたり、普及に耐える技術として組み立てるためには、今までの技術の積み重ねが最終的にはものを言うことになるのではないかと考えられる。したがって、研究や技術開発にあっては、その位置付けを明確にしながら推進する必要がある。

引用文献

- 1) 天竺一美, 亀谷寿昭. 1987. キク科植物の食用ギク, レタス, シュンギクのプロトプラストからカルス形成と植物体の再分化について. 園芸学会昭和62年度春季大会研究発表要旨, p. 320—321.
- 2) 浅利幸男, 野口康子, 藤本順治, 畠山順三. 1979. イチゴウイルスフリー株の能率的増殖法について. 東北農業研究 25: 137—138.
- 3) 忠 英一, 津川秀仁, 松田幹男, 柳田雅芳, 竹村達男. 1988. 栄養繁殖性野菜のウイルスフリーに関する

- 研究. 第3報 ニンニクの生産力変化と収穫適期. 東北農業研究 41: 283—284.
- 4) 遠藤柳子, 庄子孝一. 1987. ミョウガの茎頂培養法. 東北農業研究 40: 285—286.
- 5) 藤野雅文, 高田勝也. 1988. レタス品種のビタミンC含有量. 園芸学会昭和63年度春季大会研究発表要旨. p.194—195.
- 6) 平井輝悦, 種市正夫, 松田幹男. 1986. 栄養繁殖性野菜のウイルスフリーに関する研究. 第1報 ナガイモの生育特性. 東北農業研究 39: 315—316.
- 7) 城守 寛, 石原愛也, 平賀克美, 多田章. 1988. イチゴの茎頂培養による大量増殖に関する研究. 園芸学会昭和63年度秋季大会研究発表要旨. p.760.
- 8) 松田幹男, 種市正夫. 1986. 栄養繁殖性野菜の増殖法に関する研究. 第7報 ナガイモのくりのべ栽培によるムカゴの増殖法. 東北農業研究 39: 249—250.
- 9) ———, ———, 津川秀仁. 1985. 栄養繁殖性野菜の増殖法に関する研究. 第5報 ナガイモのさし芽による増殖法. 東北農業研究 37: 245—246.
- 10) 望月龍也, 石内伝治, 伊藤喜三男. 1988. トマト野生種における糖及び有機酸含量の遺伝変異. 野菜・茶業試験場盛岡支場研究年報 2: 26—28.
- 11) 村山 徹, 井澤弘一. 1988. シオデ大量増殖のための組織培養技術の確立—好適培養部位及びNAA, BA濃度—. 東北農業研究 41: 305—306.
- 12) 庭田英子, 福士協二, 松中謙次郎. 1983. ナガイモのメリクローンの増殖. 東北農業研究 33: 255—256.
- 13) 大澤勝次. 1988. 種苗産業にかかわるバイオテクノロジーはどこまで進んでいるか. バイオテクノロジーインダストリアルマテリアル (編集委員会編). 日経技術図書. p.546—549.
- 14) 佐久間裕, 川村邦夫, 庄子孝一. 1981. ニンニクの組織培養と培養体の管理法. 東北農業研究 29: 219—220.
- 15) 佐々木力, 山村孝志, 稲葉委久, 遠藤元康. 1987. キクの組織培養における変異体の作出—特に寒地培地上でのPFP処理による染色体減数個体作出の検討—園芸学会昭和62年度秋季大会研究発表要旨. p.538—539.
- 16) 佐藤光子. 1988. 組織培養による福島県 lindow の大量増殖と新系統育成. 第1報 組織培養苗の冬至芽形成について. 園芸学会昭和63年度秋季大会研究発表要旨. p.761.
- 17) 庄子孝一. 1987. 花き (ひさめゆり) のウイルスフリー苗増殖技術の現状と課題. (東北農政局編, 東北地域バイオテクノロジー懇談会第4回種苗部会資料), p.22—25.
- 18) ———, 遠藤柳子, 鈴木誠一. 1988. 野菜のプロトプラスト培養に関する研究. 宮城県園芸試験場研究報告 7: 18—30.
- 19) 鈴木誠一, 庄子孝一, 鈴木柳子. 1986. 遠縁間交雑による品種育成—ブラシカ属とラファナス属との雑種育成. 東北農業研究 39: 251—252.
- 20) 鈴木柳子, 川村邦夫, 佐久間裕. 1985. イチゴウイルスフリー苗の育成に関する研究. 宮城県農業センター研究報告 52: 1—10.
- 21) 高橋春實, 高井隆次, 松本勤. 1988. イチゴの黒斑病抵抗性株の育成に関する研究. 第1報 茎頂組織の

- 培養によって作出したクローン個体利用による黒斑病抵抗性株の選抜. 園芸学会昭和63年度秋季大会研究発表要旨. p.759.
- 22) 高畑義人. 1987. リンドウのプロトプラストの単離と培養. 園芸学会昭和62年度秋季大会研究発表要旨. p.794.
- 23) 種市正夫, 津川秀仁, 松田石松. 1983. 栄養繁殖性野菜の増殖法に関する研究. 第1報 ナガイモのムカゴによる増殖法. 東北農業研究 33: 257—258.
- 24) 津川秀仁, 忠 英一, 松田幹男. 1986. 栄養繁殖性野菜のウイルスフリーに関する研究. 第2報 ニンニクの生育特性. 東北農業研究 39: 317—318.
- 25) ———, 種市正夫, 肥田一雄. 1984. 栄養繁殖性野菜の増殖法に関する研究. 第4報 ナガイモの切片繁殖法. 東北農業研究 35: 253—254.
- 26) 野菜・茶業試験場. 1989. 昭和63年度野菜試験研究成績概要集 (公立).
- 27) ————. 1989. 昭和63年度花き試験研究成績概要集 (公立).
- 28) 吉池貞蔵. 1984. リンドウの育種に関する研究. 第1報 エゾリンドウの自然変異. 岩手県園芸試験場研究報告 5: 103—108.