

フキ・サトイモの大量増殖と変異性

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者	森下, 正博
巻/号	43巻2号
掲載ページ	p. 73-76
発行年月	1988年2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



フキ・サトイモの大量増殖と変異性

森下正博

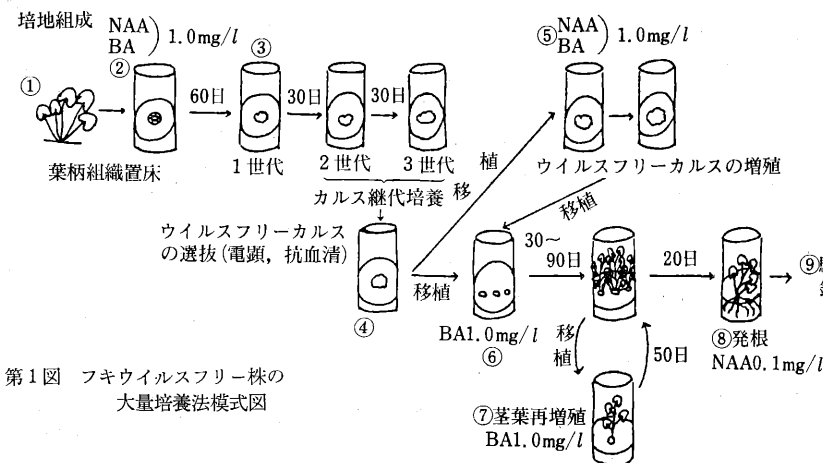
はじめに

栄養繁殖性野菜では、ウイルスまたは土壌伝染性病害の汚染のため生産力が低下し、問題となっている。イチゴ、ナガイモ、ニンニク、ラッキョウ、アスパラガス、ユリなどの野菜で、組織培養法を利用したウイルスフリー株等の優良種苗の大量増殖については、現在も精力的に研究が進められている。大阪府においても、昭和49年よりフキとサトイモについて同様の研究を行ってきた。フキではカルス培養による大量増殖、サトイモでは茎頂培養によるウイルスフリー株の育成、再分化個体の変異および生産性等について、以下述べてみる。

1. 大量増殖

1) フキ 愛知早生ブキの茎頂培養^{4,10)}ではMS基礎培地にBA(ベンジルアデニン)を0.1~2.0mg/l添加した培地で茎葉が分化する。しかしフキの茎頂は地下茎の先端にあるため、強度の殺菌をしても雑菌の混入により、その成功率は約38%にすぎなかった。

カルス培養では茎頂、葉柄、雌小花、花茎からのカルス形成およびカルスからの茎葉、根分化条件¹¹⁾を明らかにし、第1図のような大量増殖法を確立した。培養器官についてはいつでも供試できる葉柄が望ましく、葉柄



第1図 フキウイルスフリー株の大量培養法模式図

組織よりカルス経路で再分化した植物体から更にカルス付きの茎葉を切りとり継代培養すると約30日で、カルスからの茎葉再分化および茎葉の生長が活発になり、フキの大量増殖が可能となった。また葉身²⁰⁾からの茎葉再分化および葉肉細胞からのプロトプラスト単離・培養²⁴⁾・茎葉再分化³⁰⁾ができ、フキにおいては各器官、細胞からの植物体再生が可能となった。しかし、培養する時期および器官の違いなどにより、ホルモンなど、培養液組成を変える必要があると考えられた。また山ブキや水ブキの一部の系統で、葉柄のカルス培養により植物体の再生¹⁸⁾を可能にしており、今後、秋田ブキ、野生ブキ等の培養条件も明らかになるものとする。

2) サトイモ 茎頂培養では多くの報告^{3,5,9)}があり、培養される品種は石川早生をはじめ、中生蓮葉芋、唐芋、大吉、大和等たくさんある。基本的培地をMSまたはLSを用い、サイトカニン¹⁹⁾を0.1~1mg/lの濃度で添加すると茎葉分化する。大澤ら^{22,23)}は茎頂あるいは茎頂近傍組織を培養し、カルス形成させ、これらカルスを液体振とう培養すると茎葉が大量増殖できることを明らかにした。またこの培養法は、一部の“Bubia”“Singapore”の2品種を除き、ハツ頭等5品種で大量増殖が可能であるとしている。長田²⁰⁾は石川早生で茎頂培養した再分化個体から、芋を付けた幼芽を継代培養し増殖する、塊茎分割培養法を確立した。Nymanら²¹⁾は“UCI Runner”という品種の茎頂由来カルスより耐塩性の植物を育成している。このように茎頂培養およびカルス培養等で茎葉の再分化および大量増殖が可能となっているが、プロトプラスト培養についてはプロトプラストの単離、培養^{21,24)}およびコロニー形成²⁵⁾までが可能になっている。

2. ウイルスフリー化と再感染の影響

1) フキ フキに感染するウイルスは4種類あり²⁷⁾,

Masahiro MORISHITA: Micropropagation and Variation of Regenerants in Butterbur and Taro. 農業技術 43 (2), 1988.

そのうち問題になるものは CMV, BuMV (フキモザイクウイルス), ArMV (アラビシモザイクウイルス) と言われている。一般に在来株はウイルスに汚染されており, BuMV と CMV の混合感染したものが, 75%, BuMV に単独感染したものが25%であった。CMV はカルス培養1世代で無毒化した, BuMV については3世代で11%¹¹⁾, 5世代で0%²⁹⁾, また ArMV は5世代でも25%のウイルス保毒率となった。このようにウイルスの種類により, カルスの培養回数で無毒化率が異なった。そのため第1図のようにカルスを2~3回継代後, 電子顕微鏡などで検定しウイルスフリーカルスを選抜し, その後の茎葉分化に供した。培養株では馴化後1作で約48%¹¹⁾がウイルスに再感染していた。ウイルスフリー株の生産性については, 後述するように再分化個体に変異していたので, 在来株の生産力に対するウイルスフリー化だけの差を明らかにすることはできなかった。

2) サトイモ サトイモに感染するウイルス²⁶⁾はDMV (サトイモモザイクウイルス) と CMV がある。茎頂培養後代を検定したところ, すべてウイルスフリー株であった。石川早生のウイルスフリー株の特徴¹³⁾は着生するイモ数が多いことと, 在来株の平均収量1.1kg/株に比べて1.2kg/株とほとんど差はなかったが, このため1個芋重が小さくなる傾向^{15, 28)}であった。培養した系統間で差が大きく79~144%に収量が変動していた。

ウイルスフリー株の年次別の収量変動^{15, 16)}をみたところ, 第2図のようになった。ウイルスフリー株を普通栽培して種芋を繰り返した場合, 3年目で約22%, 5年目では100%の個体がDMVに再感染¹³⁾した。特に汚染圃場に栽培した場合は1年目でも約77%の高い再感染率となった。ウイルスフリー株がDMVに再感染した時の病徴は, 一作目ではイナズマ状のモザイク症状が葉に激

しく現れたが, 同じ株の次世代目では, よく観察しないと見落す程に軽微なモザイク症状となった。

ウイルスフリー株の生産力は2か年は約9%ほど収量は高くなったが, その後はウイルスの再感染により収量が低下した。またウイルスフリー株が初年度ウイルスに再感染すると, 正常株の約48%に収量が減少した。しかしこれら再感染株も次年度では約87%の収量に回復し, 5年目では在来系統と同程度の収量となった。松本ら⁹⁾は石川早生丸の組織培養株の場合, 網室内で隔離栽培している限り収量の減少は認められないが, 一般栽培した場合は急激に収量は減少し, 4年目からは明らかな差はないとしている。これらのことより, 現在あるサトイモの生産力は, 一定の環境下では安定しているものと思われ, 一時的に何らかの負の要因が除去されても, 再びその環境圧が加われば元の安定した状態に復元するものと思われた。

3. 再分化個体の変異性

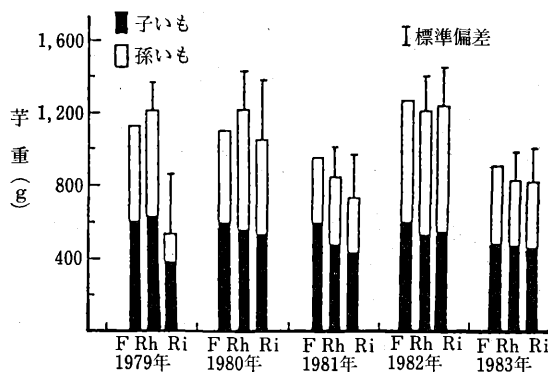
1) フキ カルス培養の後代のため, 葉型, 葉柄の色, 形と毛茸の多少, 地下茎の形状など各種の形質で親植物の愛知早生とは異なった表現型^{12, 14, 17)}を示した。また我国のフキの一部についてパーオキシダーゼアイソザイムのパターンを分析¹⁹⁾したところ, 12本のバンドが検出できた。栽培種である愛知早生ブキ, 水ブキなどは導入系統により, そのパターンは少しずつ異なったが, 第1表の1.2のように一定の遺伝的幅をもった安定性のある集

第1表 我国のフキのパーオキシダーゼアイソザイムの変異 (1987)

1. 愛知早生ブキタイプ

系統番号	性	アイソザイム番号											
		(-) 40	30	20	10	0	10	20	30	40	50	60	70mm (+)
1	F	1											
2	F	1											
3	F		1	2	2	1							
4	F		1										
5	F	2		1	1	1							
6	F												
7	F												
8	F	1		1	1								
9	F												
10	F	1	1	1	1								
11	F												
12	F												
13	F												
14	F												
15	F												
16	F												
17	F												
18	F	2		1									
19	F		1	2									

1~3: 栽培種, 4: 野生
5~20: 再分化個体, F: 雌株, M: 雑株



F: 在来株 Rh: ウイルスフリー株 Ri: ウイルス再感染株
第2図 ウイルスフリー株収量の年次変化

団と考えられた。一方、山ブキでは同表3.のようにそのパターンは異なっており、12番目のバンドに活性のあるものが3系統、また一極側に活性がなく、バンド9, 10, 11のみに活性のある系統もあり、形態的差異と並びこれらアイソザイムパターンも系統により大きく異なっていた。愛知早生ブキのA-1系統よりのカルス培養後代である愛知早生タイプのNo. 5からNo. 20までを山ブキタイプの系統と比較してみると、親植物とよく似たパターンを示すNo. 15, 16の系統、山ブキタイプのNo. 6と同じパターンになっているNo. 11と17の系統とか、再分化系統間でその様相は異なった。これらのことはカルス培養により生じた形態的変異が遺伝的な差異であったものと推定された。今津ら¹⁾は愛知早生ブキが3倍体であり、その起源が、野生の2倍体の正常な配偶子と非還元性配偶子の接合によってでき、その中で生育の旺盛な株が現在にまで残っているのではないかと推定している。今後フキの培養に関する研究が進み、プロトプラストあるいは

2. 水ブキタイプ

系統番号	性	アイソザイム番号											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	F								3	4	3		
2	M			1		2		5	6	6	6		
3	M					1			4	6	6		
4	F					2	4	4	4	4	4		
5	F								4	6	4		
6	M					2	4	5	6	6	5		
7	M							5	6	6	6		
8	F					1		3	4	4	4		
9	F					2	4	5	6	6	6		
10	F			1				2	4	4	2		
11	F							1	3	4	3		
12	M					1		2	3	6	8		

2.5, 11: 栽培種, その他: 野生, 雑株: 不稔, 雌株: 稔性は不明

3. 山ブキ, 秋田ブキタイプ

系統番号	性	アイソザイム番号											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	M				2	1	1		1	5	6	7	
2	F								2	4	4	4	
3	M							3	3	4	6	6	
4	M							2	2	4	4	4	
5	M*							2	2	3	6	2	
6	F									5	6	6	
7	F				1	1		4	4	6	7	8	2
8	M						2	2	2	4	6	7	
9	F				2	3	2		3	4	5	3	
10	F		3	2	2	2		2		4	6	6	
11	M*							1		3	6	8	
12	M							1		3	6	8	
13	F				1	1	1		6	7	7	6	
14	M							1	2	5	5	5	
15	F							1	1	3	4	4	
16	F							1	2	2	3	4	4
17	F							2	2	3	4	5	5
18	F							1	1	1	2	4	4
19	M*		1	2	1			2	5	6	7	7	6
20	F, M*				1			2	4	4	5	5	5
21	F							2	2	4	6	6	6
22	F							1	6	5	6	6	6
23	M		1		1			3	4	4	5	6	6
24	F				1				1	4	6		
25	M		1	1	3	1	2		1	5	6	6	

1~25: 野生, 1~24: 山ブキタイプ, 25: 秋田ブキタイプ
M*: 可稔, M: 不稔

カルスからの再分化個体やプロトプラストの融合などで数多くの植物体が育成され、アイソザイム等の分析を行うことにより、フキの遺伝子解析が進むとともに、栽培種の起源なども将来明らかになるものと考えられる。

2) サトイモ 茎頂培養では一般に突然変異は起こりにくいとされているが、石川早生では黒軸株^{3, 13, 20)}、ジャガイモのようなストローンを形成するもの³⁾、イモの形が長い^{8, 15)}など数多くの突然変異個体が出現している。長田²⁰⁾は石川早生の茎頂培養で黒軸株が出現し、培養個体群間の差が大きく0~23%の頻度となるが、変異株の発生の少ない個体群を選抜すれば突然変異が抑制できるとしている。大澤ら²³⁾の行った液体振とう培養による大量増殖個体での変異の有無は、そのうち明らかにされると思われるが、いずれにしてもイチゴ等に比べサトイモは変異の生じやすい種類と思われた。最近ではナガイモの茎頂培養株後代でひら芋の発生が観察されたりしており、茎頂培養といえども、変異のおこりやすい植物にあっては培養系統別に生産力等の検定を行い、優良系統を選抜、増殖しなければならないと考える。

おわりに

大量増殖は前述のように親と同一の遺伝子型の個体を大量に複製することである。そのためには生長点を固体培地上で培養し、適当なホルモン条件下で頂芽優性をなくし、多数の芽条を分化させ、それをくり返すか、また液体振とう培養する方法があるとされている。サトイモでは液体振とう培養や塊茎分割培養で大量増殖は可能となっているが、茎頂培養の後代でも突然変異個体が出現しており、変異の生じない培養条件の究明が残されている。

またウイルスフリー株についても、ウイルスの再感染により収量が減少すること、種芋の分割育苗法⁷⁾を利用して増殖率が近いことなどを考慮に入れると、ウイルスフリー株の高生産性を維持するためにはトマトで利用されている弱毒ウイルス利用技術の研究開発も他の栄養繁殖性野菜と同様、サトイモでも必要と考える。

フキのカルス培養で変異個体が出現したが、今後プロトプラスト培養など数多くの再分化個体が育成され、変異の有無についても検討され、サトイモと同様親と同一遺伝子型個体の大量増殖が可能かどうか明らかになるものと思われる。

フキとサトイモではこのように各種の培養法の利用が可能であり、さらにこれら培養系の一部に突然変異誘起処理などを行い、遺伝的変異を増大することができれば、フキやサトイモの新しい品種も将来夢ではないと思

われる。

(大阪府農林技術センター栽培部主任研究員)

引用文献

- 1) 今津 正・藤下典之 (1962) 園学雑 31 : 293~302
- 2) 岩本 嗣・嘉儀 隆 (1986) 大農技資 447 : 7~9
- 3) 軽部 稔・市 和人・宝満正治 (1983) 園学会春季研究要旨 459
- 4) 松原幸子・益田忠雄 (1980) 岡山大農学报 56 : 21~28
- 5) 松本美枝子 (1981) 砺波園芸分場報告 16 : 37~47
- 6) — (1982) 富山野菜花き試成績書 21~22
- 7) — (1984) 園学会秋季研究要旨 268
- 8) 松本美枝子 (1985) 昭59年度富山農試・野菜花き試場・野菜試験成績書 41~46
- 9) 森下正博・山田貴義 (1978) 大阪農技セ研報 15 : 9~12
- 10) 森下正博・山田貴義 (1979) 近畿作育談話会報 24 : 25~30
- 11) — . — (1980) 大阪農技セ研報 17 : 1~6
- 12) — . — (1981) — 18 : 9~18
- 13) — . — (1981) — 18 : 19~26
- 14) Morishita, M. & Yamada, K. (1982) Proc, 5th. Intl. Cong. Plant Tissue & Cell Culture. Tokyo 783~784
- 15) — (1984) 大阪農技セ研報 21 : 11~16
- 16) Morishita, M., Yamada, K. (1984) International Symp. Plant tissue and cell culture, application to crop improvement. Olomouc, Czechoslovakia Proceedings. 555~556
- 17) Morishita, M. (1986) Biotechnology in Agricultural and Forestry Vol. 2: Crops I (ed. Y. P. S. Bajai) 421~428
- 18) 森下正博 (1986) 大農技資 438 : 15
- 19) — (1987) 近畿作育研究 32 : 9~16
- 20) 長田龍太郎 (1985) 園学会春季研究要旨 532
- 21) Nyman, L. P. et al (1981) IFS Provisional report No. 11 : 340~352, 421~436
- 22) 大澤勝次ら (1981) 野菜試報 A, 9 : 1~46
- 23) — (1984) 野菜試育種部年報 11 : 4~8
- 24) — (1984) 野菜試報 A, 12 : 9~28
- 25) 高柳兼治ら (1985) 野菜試育種部年報 12 : 9~12
- 26) 田中 寛ら (1981) 大阪農技セ研報 18 : 27~36
- 27) 栃原比呂志・田村 実 (1976) 日植病 42 : 533~539
- 28) 浦底和男・宮路龍典 (1981) 昭55年度鹿兒島農試・大隅支場野菜試験成績書 (春・夏作) 44~53
- 29) 矢部和則ら (1986) 愛知農総試研報 18 : 102~109
- 30) Yabe, K. et al (1986) Japan J. Breed 36 : 131~137

「農林漁業現地情報」〈通巻195~196号〉

—農林水産省統計情報部発行—

○「赤酒」醸造用の赤米を生産(奈良・橿原市) 県農業試験場では天平時代に主食とされていた「あかまい」を酒醸造用として栽培試験を行っている。この品種は兵庫県で改良していた品種を母本として、これに赤米10数種を交配し育成したもので、県工業試験場でこの赤米を使ってピンク色の“古代酒”づくりに成功し、特許出願した。これは、赤米をまず熱い湯に漬けて色素抽出液を取り、これを別の赤米を醸造するさい仕込み水として使い、できあがった原酒に間接光を当てることで美しいピンク色に変える独特の製法である。

○「ステビア」を転作作物に(福井・大野市) 同市新河原生産組合では、従来からさといも・葉たばこの集団転作に成果を上げてきたが、葉たばこは輸入ものに押され、さといも栽培にも限度があることから、ステビアの導入に踏み切ったもので、62年に香川県からステビアの苗木18万本を買い入れ、4月に挿し穂、5月上旬に3haの転作田に定植した。収穫は9月上旬から1mほどに生長したステビアを刈り取り、葉たばこ乾燥場を使い40~60℃で1日乾燥した葉を岡山県の加工会社に出荷した。10a当り約320kgの収量で、1kg当り730円で契約しているため採算的にも期待できる。

○「どくだみ」を水田転作作物として導入(鳥取・鳥取市) 全日本菜農組合連合会では、抗菌性、殺菌性が強く薬草として需要の多いどくだみを水田の転作作物と

して普及を計画している。栽培方法は、稲刈り後の水田にたい肥などの基肥を施用し、幅50cm、高さ20cm程度の畦を立てて10cmほどに切った根を植えつけ、その後除草剤を散布するだけでほとんど手間がかからない。収穫は7月と10月の2回で、10a当り500kg(乾燥重量)の収量が見込まれる。どくだみは、近年健康ブームに乗って効用が見直され、品薄状態が続いており、通常1kg当り500円程度で取引されていることから、10a当り粗収益は25万円程度が見込まれ期待されている。

○ワインの原料「どくだみ」を試作(鹿兒島・東町)

東町では、山梨県の山梨薬研KKと委託契約を結び、どくだみの栽培と搾汁の一次加工を始めた。これは、同製薬会社が5年前にどくだみワインを開発し、原料は主に千葉、静岡、栃木県から仕入れていたが、収穫期が6~8月と短く原料が不足がちなことから南国産に注目したもので、試作の結果①4月から9月まで収穫できる、②生育条件が良く収量が多い、③品質が良い等の結果がえられた。収益性は10a当り20~30万円と高く、栽培も容易であることから水田転作作物として期待している。

○「信州大そば」を転作作物として試作(新潟・松之山町) この信州大そばは、信州大学農学部で、在来種に突然変異を起こさせ、通常2倍体の染色体を4倍体にし、在来種より1.5倍の大粒種に改良したものである。特徴は、①吸肥力が強く、草丈が伸びて大型となる。②脱粒しにくい。③霜に強い。④生育期間が長いなどで、また収量は10a当り100kg程度あり、栽培も容易なことから試作結果に期待を寄せている。