

## 培養幼植物体レベルにおける特性検定及び選抜技術の開発

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者	轟, 篤
巻/号	46巻10号
掲載ページ	p. 479-483
発行年月	1991年10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



# 培養幼植物体レベルにおける特性検定及び選抜技術の開発

—バイオテクノロジーを利用したサトイモの新しい育種技術—

轟 篤

## 1. はじめに

宮崎県におけるサトイモの作付面積は、2,862ha (1989年)で、全国的にみても第2位を占める重要な野菜である。現在、県内で作付されている主要な品種は、早生品種の石川早生および晩生のえぐ芋であるが、石川早生は乾燥に弱く、えぐ芋は芋の形状不良のため品種改良が求められている。また、周年出荷の面からは極早生品種および中生品種の育成が望まれている。

しかし、サトイモの主要品種は3倍体で交雑が困難なことや自然突然変異が起こりにくいことから、品種改良はほとんど行われていない。

このため、培養幼植物体での変異の誘発をはじめとするバイオテクノロジー手法を用いた新品種育成技術について研究を行った。

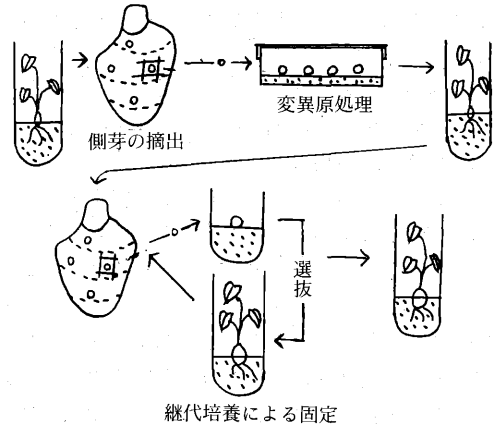
その結果、①MNU (メチルニトロソウレア)、コルヒチンその他による遺伝的変異の作出、②側芽の継代培養による変異個体の安定化促進、③培養幼植物体レベルでの葉柄長や早晩生の選抜、④培養幼植物体レベルでの耐乾燥性の選抜、⑤培養幼植物体レベルでの子芋の丸形系統の選抜、という一連のサトイモ育種技術の組立を試みたので、紹介する。

この研究は、地域バイオテクノロジー研究開発促進事業で行ったものであるが、育種現場での参考になれば幸いである。

## 2. 研究の方法

試験には、莖頂培養により育成したサトイモの試験管内培養幼植物体に形成された側芽を供試した。側芽への変異処理、継代培養による特性の安定化、有用変異個体の選抜について、第1図により行った。

なお、培養にはサトイモ増殖培地 (MS培地 + 0.5mg/l NAA + 10mg/l アデニン + 3% ショ糖 + 0.8% 寒天) を用い、25°C、約3,000lux、24時間照明の条件で培養を



第1図 培養系を用いたサトイモの変異拡大と選抜、固定の方法

行った。

## 3. 遺伝的変異の拡大

供試品種は、石川早生、えぐ芋、八つ頭、筍芋、M-1 (宮崎農試育成系統)を用い、幼植物体の側芽に対して変異原としてコルヒチン、MNU、紫外線処理によって変異の拡大を図った。

### 1) コルヒチン処理

各品種の側芽10個を、コルヒチン50、100、500mg/l 添加したサトイモ増殖液体培地で3、10、20日間処理した。処理に対する生存率には、品種間に差がみられ、八つ頭が最も強く、筍芋、えぐ芋、石川早生の順であった。一方、葉柄のわい化の程度は石川早生が最も大きく、筍芋、八つ頭、えぐ芋の順であった。生存率、変異の幅からみた各品種のコルヒチン処理法は、八つ頭は500mg/l・3日間、筍芋、えぐ芋、石川早生は50~100mg/l・10~20日間処理が適当であった。なお、これらの処理個体は圃場においても変異が確認された。

### 2) MNU 処理

各品種の側芽15個をMNU濃度5、10mMで40、80分間処理・洗浄後、サトイモ増殖培地に移植し、2週間暗培養、その後明培養した。各処理に対する生存率は石川早生が最も高く、えぐ芋、M-1の順であった。処理濃度が濃くなるほど、また処理時間が長くなるほ

Atsushi TODOROKI: Development of *in vitro* Techniques for Testing and Selecting Specific Characters Using Cultured Plantlets.—New Breeding Method of Taro Using Biotechnology. 農業技術 46(10), 1991.

ど葉柄長および芋が小さくなる傾向がみられた。変異の幅は10mM、40分間処理が最も大きく、処理方法としては優れていた。

### 3) 紫外線処理

各品種の側芽50個を、クリーンベンチ内の15W紫外線灯から約80cmの距離で、20分及び30分間照射した。各処理とも遺伝的変異が確認されたが、その幅は小さかった。

### 4) 脱分化・再分化

MS培地を用いて脱分化・再分化の試験を行った。供試した培養幼植物体の茎頂、球茎表皮、葉身、葉柄、根からいずれもカルスが得られたが、茎頂由来のカルスの生育が最も良かった。また、茎頂からのカルスの誘導には2,4-Dが最も優れていた。2,4-D 2.0mg/l添加培地で誘導したカルスから、BA 2.0mg/lを添加した培地で再分化、さらにNAA 0.2mg/lを添加した培地で発根させ植物体の再生を試みた。その結果、えぐ芋からのみ多数の個体が得られた。再分化個体は圃場でも葉柄長・芋の形状等に大きな変異がみられたが、親品種に優るものは得られなかった。

なお、サトイモの茎頂培養個体への変異原処理による突然変異育種法については、佐賀県および佐賀大学が特許出願中なので、その結果が注目される。

## 3. 突然変異個体の早期固定法

突然変異処理をした1側芽由来の個体群には、様々な変異が現れるが、圃場での選抜を繰り返すと系統内の揃いが良くなることが認められた(以下、このことを仮に「固定」という)。この結果をもとに、幼植物体の側芽を継代培養することにより変異を固定する方法を検討した。

MNU処理した石川早生について、4~5カ月毎に葉柄長、葉柄色、芋横径、芋形状による選抜および継代培養を行い、次代で何種類に分離するか培養世代毎のばらつき程度を調査した。

各形質とも世代が進むにつれて形質は安定し、ほぼ4回の継代培養でかなりの程度固定することがわかった。しかし、各形質によって固定までに要する世代数には差がみられた。すなわち、芋の横径および芋の形状は固定しやすく3世代でほぼ固定するのに対し、葉柄長は4世代目でもややバラついた。コルヒチン処理した石川早生、えぐ芋、八つ頭、筍芋でも同様の傾向であった。

この方法によれば、圃場では大面積を使ってしかも

4年間をも要する固定が、試験管内で16カ月(4カ月×4回)で行えることが明らかとなった。

## 4. 幼植物体での形態的特性による選抜

### 1) 在来品種を用いた選抜形質の検討

#### 〔圃場栽培における特性〕

在来品種石川早生、親責、早生蓮葉、愛知早生、えぐ芋について、葉柄長・葉数の生育経過、発芽の難易、収量の時期的変化、芋の形状、収穫時の根重等について5年間調査した。

圃場栽培における葉柄長は早生品種が短かったが、その生育経過をみると品種、年次を問わず8月上~中旬にピークに達した。それ以降も新葉は展開するが、徐々に短くなった。特に、早生群は短くなる程度(枯れ上がり)が大きかった。葉数の年次間差はほとんどなく、遺伝性が強いと考えられたが、早晩生との関係は認められなかった。

収穫物についてみると、親芋重および親芋重歩合は、主に親芋を食用に供する親芋タイプの品種が大きかった。収量の時期的変化の調査では、早生種は9月上旬に芋の肥大は停止するが、晩生種は11月中旬まで肥大がみられた。芋の形状を表す芋形指数(芋の縦径/横径)は、品種間差が大きく、年次間相関も高く遺伝性が高いものと思われた。

#### 〔幼植物体レベルと圃場レベルでの特性の相関〕

培養幼植物体を試験管内で4カ月培養し、その後特性調査を行って圃場での特性との相関関係をみた。その結果、幼植物体レベルで葉柄長の短い品種は圃場においても葉柄長が短く早生性で、幼植物体レベルで芋の大きい品種は親芋の小さい子芋タイプで、しかも子芋の丸い、商品価値の高いものであった。

以上の結果から、幼植物体レベルで選抜する際の形態的特性としては、葉柄長および芋の大きさを選抜形質として用いることが望ましいといえた。

### 2) 変異個体群からの形態的特性による選抜法

変異個体群を用いて、上述の選抜法の有効性について検討した。材料は石川早生に紫外線処理後、6回継代培養して選抜・固定させたものを用いた。幼植物体レベルで芋の大きい2系統および中程度の4系統をポット栽培し、培養幼植物体とポット栽培との特性の比較を行った(第1表)。

幼植物の葉柄長が長い系統は、ポット栽培においても葉柄長が長く、親芋重、収穫時の根重が重かった。また、幼植物体で芋の大きいものはポット栽培で葉柄

長が短く、親芋重および収穫時の根重が軽い傾向にあった。このことは、幼植物体レベルで葉柄が短く芋の大きい個体を選抜すれば、圃場において葉柄が短く親芋が小さい子芋タイプで、収穫時の根量の少ない早生個体が選抜できることを示しており、在来品種を用いた試験と一致した。

第1表 サトイモの紫外線による変異系統の培養幼植物体レベルと圃場レベルでの特性比較

幼植物体レベル				圃場レベル						
葉柄長 (cm)	芋横径 (cm)	芋重 (g)	芋の大小	葉柄長 (cm)	親芋重 (g)	子芋			根重 (g)	
						全重 (g)	個数	1個重 (g)		
9.6	1.06	1.01	5.0	61	31	156	8	19.5	1.34	3.2
17.2	0.79	0.48	3.0	76	78	5	1	4.7	1.35	50.0
18.5	0.78	0.51	3.0	79	130	7	4	1.7	0.97	28.0
8.9	1.10	1.02	5.0	63	19	98	7	14.0	2.14	2.4
18.0	0.76	0.45	3.0	72	66	2	1	2.0	1.01	47.0
14.9	0.72	0.43	3.0	73	98	4	2	2.0	0.97	36.0

注) 芋の大小: 5(大)~3(中)~1(小)

なお、幼植物体で芋の小さい系統は、ポット栽培での子芋の生育が極端に不良であった。

えぐ芋に紫外線処理した別の試験では、幼植物体の芋の大きさと、ポット栽培における子芋の芋形指数との間に有意な負の相関がみられ、幼植物体で芋の大きい個体を選抜すれば、ポット栽培で子芋の丸い個体が得られる可能性が示唆された。

以上の結果から、継代培養で固定をはかりながら、芋の小さい系統を淘汰して行けば、効率的な育種が行えるものと考えられる。ただし、前項で有望とみた葉柄長による選抜は、この結果からは不安定であり、葉柄は伸びやすく選抜適期幅が小さいことから選抜性質としては適さなかった。

### 5. ジベレリン処理による子芋の丸芋個体の選抜

サトイモの商品性は、子芋や孫芋の形状に左右されるため、ジベレリン処理により幼植物体に子芋を形成させ、その形成率および芋形指数による丸芋個体の選抜法を検討した。

#### 1) 在来品種での特性比較

石川早生およびその変異系統で芋の丸い中野早生の幼植物体の側芽を、サトイモ増殖培地で45日間培養後、ジベレリン 5 mg/l 添加したサトイモ増殖培地で32日間培養し、試験管内の球茎に子芋を形成させ子芋形成率・芋形について調査した。

球茎の子芋形成率は石川早生が80%、中野早生が90

%で差が認められなかったが、芋形指数では石川早生が3.24、中野早生が1.72で中野早生が丸かった。なお、ジベレリンを含まない区では子芋は形成されなかった。圃場においても中野早生の子芋の方が丸いことから、幼植物体レベルでのジベレリン処理による丸芋個体選抜の可能性が示唆された。

#### 2) 変異個体群を用いた丸芋個体の選抜の効果

コルヒチン処理後継代培養により選抜・固定させた3系統と原品種・石川早生について、ジベレリン処理により子芋を形成させ、幼植物体の特性と圃場での特性を調査した(第2表)。圃場特性は、幼植物体を鉢上げ後圃場に栽培し、芋形指数、丸芋率(芋形指数が1.5未満の個体率)について調査した。

幼植物体レベルおよび圃場での子芋・孫芋の芋形指数、丸芋率は第2表のとおりである。幼植物体での芋形指数と、圃場での子芋の丸芋形成率および芋形指数とは同じ傾向を示した。孫芋はさらに丸芋率が高くなり芋も丸くなるという傾向がみられた。

これらの結果から、幼植物体でジベレリン処理によって形成させた子芋の形状での選抜は有効と思われた。

第2表 幼植物体での丸芋の選抜効果

品種名 系統名	幼植物体の特性		圃場での特性			
	子芋形 成率	芋形 指数	子芋		孫芋	
			丸芋率	芋形指数	丸芋率	芋形指数
CI5-9	100	1.15	100	0.94	100	0.88
CI5-30	100	1.54	30	1.70	60	1.44
CI5-64	75	1.36	90	1.16	100	1.20
石川早生	80	3.12	60	1.44	100	1.20

注) CI5-9, CI5-64は選抜個体

### 6. 幼植物体での耐乾燥性個体の選抜法

サトイモは乾燥に弱く、宮崎県においてもしばしば大きな被害を受けている。そこで、幼植物体レベルでの耐乾燥性系統の選抜法を検討した。

在来の7品種を用いて、NaCl 添加培地およびマンニトール添加培地での生育阻害程度を調査した結果、一般に耐乾燥性が強いといわれているえぐ芋や筍芋は塩耐性が強い傾向を示した。また、石川早生およびえぐ芋を用いたポットでの水分制限試験でも、幼植物体の塩耐性試験と同様の結果であった。

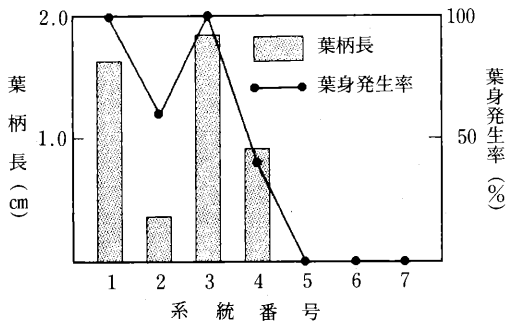
以上により、培養幼植物体レベルでの塩添加培地による耐乾燥性の選抜が有効であると思われた。

## 7. 耐乾燥性で丸芋特性を持つ系統の選抜

幼植物体レベルで耐乾燥性および丸芋の両特性を合わせ持つ系統の選抜の可能性を検討した。

### 1) 変異個体群からの塩耐性個体の選抜

MNU処理した石川早生の幼植物体の側芽を、NaCl 0.1M添加したサトイモ増殖培地で選抜し、生存個体の草勢を回復させるためNaCl 0.05M添加培地で培養する方法を3回繰り返し、塩耐性が強いと思われる4系統を選抜・固定させた。これらの系統と石川早生を0.1M NaCl添加培地で2カ月間培養後の生育を比較すると、選抜系統は4系統とも葉柄長が1cm前後伸びたのに比較し、石川早生は全く伸びず、明らかに差がみられた(第2図)、また、発根率、根長でも明らかな差がみられた。



第2図 NaClによる選抜効果

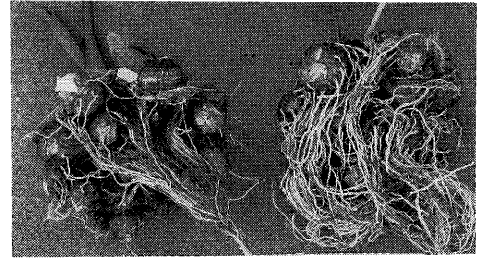
NaCl 0.1Mでの生育状況 1~4 選抜系統, 5~7 石川早生

### 2) 塩耐性丸芋系統の選抜および耐乾燥性の検討

塩添加培地で選抜・固定した4系統について、ジベレリン処理により子芋を形成させ、丸芋系統を選抜した。

この塩耐性丸芋の選抜系統と石川早生を鉢上げ後、1/2,000 a ワグネルポットに定植し、灌水量調節による耐乾燥性試験を行った。灌水量調節は、定植後35日目(葉数が5~6枚)より収穫までの約3.5カ月間行った。テンシオメーターのpF値が2.0~2.3を適湿区、2.5~2.7を乾燥区とし、1日3回測定して土壌のpF-水分曲線から灌水量を調節した。収穫後、芋の形状について調査した。

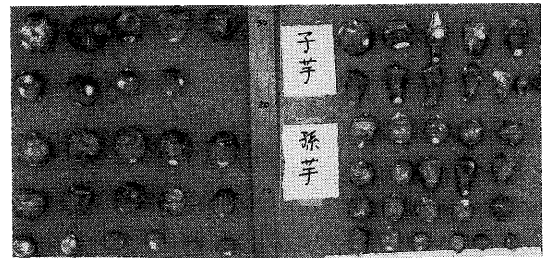
地上部の生育経過は、出葉数には差が認められなかったが、葉柄長は選抜系統で適湿区に対する乾燥区の落ち込みが小さく、乾燥処理の影響が少なかった。収穫物の比較では、親芋重、子芋数および子芋重は選抜系統が優った。根量は適湿区では両系統間に差が認められなかったが、乾燥区では選抜系統が明らかに多か



石川早生 選抜系統  
第3図 乾燥区での収穫時の根量比較

った(第3図)。

以上の結果から、選抜系統が石川早生より耐乾燥性が強いと思われた。



選抜系統 石川早生  
第4図 適湿区での芋の形状比較

ポット内で形成された芋の形状比較を行った結果、幼植物体での選抜系統は子芋・孫芋とも丸芋率は100%で、芋形指数も1.0と小さく芋形は概して丸かった。一方、石川早生の丸芋率および芋形指数は子芋で約50%-1.65、孫芋で約96%-1.23で、選抜系統に比較して長かった(第4図)。

これらの結果から、幼植物体レベルでの塩添加培地およびジベレリン処理による選抜で、耐乾燥性と丸芋の複数形質について選抜の有効性が示唆された。

## 8. おわりに

以上、サトイモのバイオ育種技術に関する検討結果について述べてきたが、育種は限られた面積でいかに多くの材料を扱い、いかに効率よく淘汰・選抜を行うかが成功のポイントである。

サトイモは3倍体品種が多く、交雑育種が困難であるため自然突然変異もおこりにくい。したがって、「突然変異の誘起技術」を開発し、栽培上の問題となる乾燥について「耐乾燥性」の選抜法として塩耐性選抜技術を開発した。また、商品性の問題である「丸芋系統の選抜技術」として、ジベレリン処理による丸芋選抜技術を開発し、「世代促進中の効率的淘汰法」と

しては芋の大きい個体の選抜の有効性が明らかとなった。育種のモデルとして、次のような方法を組立てた。

- 1) 育種目標の設定
- 2) 在来品種からの優良個体の選抜
- 3) 在来優良個体への変異処理
- 4) 継代培養による選抜および固定
  - (1) 早生または子芋タイプを育種目標とする場合、芋の大きい系統の選抜を繰り返す。
  - (2) 耐乾燥性系統の選抜は、塩添加培地で継代培養を行う。
- 5) ジベレリン処理による丸芋系統の選抜

#### 6) 圃場での選抜

これらはあくまで基礎技術であり、これを利用して新品種を育成してはじめて成果として評価される性質のものである。今後は、育種事業としてこの技術を利用した「サトイモの新品種育成」に取り組む予定である。

最後に、本研究を行うにあたって農林水産省農業生物資源研究所細胞育種部および宮崎県総合農業試験場野菜花き部の各位の適切な助言とご指導を賜った。ここに深謝の意を表する。

(宮崎県総合農業試験場生物工学科長)

### ◇駐日英国大使館広報新聞から◇

**小型農業用機械の自動潤滑システム** 第91/327号 (1991年6月10日) 自動潤滑システムの多くはコストが高いため、これまで小型農業用機械は手作業で行われてきたが、開発されたこの新システムは駆動チェーンやベアリングに正確な量の潤滑油が注がれるようになっているので、機械の寿命が伸び、故障の回数が減ることになる。ポンプを使って最高30コのベアリングと10コの駆動チェーンに注油するもので、5段階の流量率から選ぶことができ、一回の注油量も0~1mlで調節可能である。取付けが簡単で、通常のエンジン潤滑油を利用できる。

**鮮度のない果物の販売をストップ** 第91/349号(1991年5月29日) 輸送中の果物が出すガスを分析して果物の状態を判断できるクレジットカード大のセンサーを、英国ブリストル・ポリテクニクの研究者を中心にしたプロジェクトチームで開発するものである。1組のこのようなセンサーは、複数のガスのレベルと同時に、コンテナの設定温度など果物の状態を左右するパラメーターも記録する。提案されているセンサーでは、完全な収穫物の電子記録を供給するように、果物の摘み取りから出荷までの場所と日付、船積みと荷降ろしの各々の港名、そして流通経路の詳細にわたる果物の全記録さえも入力できるものである。

「この研究は、可能性としてセラミックスやポリマーあるいは染料等の特殊素材製造に発展するものである。これらの素材は、電気伝導率を変化させる特定のガスや蒸気を発生する果物コンテナ内の気体の変化を的確に感知できるだけでなく、マイクロチップ製造プロセスとも互換性がなくてはならない。この分野の集中的な研究から、数多くの革新的な生産プロセスの

特許が期待できる」と同プロジェクトの主任は語っている。

さらに、同プロジェクトでは生産者から店頭のもの物の流過程の完全プリントアウトを顧客が得られるように、小売店などへの到着時にコンピューターを介してセンサーがリードアウトできるためのソフトウェアを開発中である。

**より優れたトラクターを求めて** 第91/363号(1991年5月31日) イングランド東部の研究所で農業用トラクターのために開発された内蔵サスペンション付きラバー・トラック・システムは優れた牽引力、軽量、タールマカダム舗装の道路を最高時速24kmで走れる能力などの利点を備えており、同程度のパワーを持つホイール・トラクターにくらべて作業効率は約20%も向上するといわれている。

トラクターと牽引荷物の重さは振動ボギー上にある四つのグランド・ローラーとサブフレームに取りつけられたリア・アイドラーによって支えられるが、このサブフレームは並列連動サスペンション・システム、調節可能なエア・スプリング、ツイン水圧ダンパーなどによってトラクターのメインフレームに取りつけられている。ローラーとサブフレームが動くと、フロント・アイドラーが動いてトラックの張力を維持するようになっている。

従来のタイヤにくらべると、このシステムは地面に接している面積が約2倍もあり、作業効率も優れている。トラック装置は従来の後輪の高さより低いので、そのスペースを有効利用して運転室を広くしたりすることができる。

問合せ先: 102 東京都千代田区一番町1 英国大使館広報部 (03-3265-6340)