

# ヤマノイモ属栽培種 'イセイモ' における効率的増殖方法に関する研究

## バイオテクノロジーの実用化を目的とした低コスト化技術について\*

森 利樹\*\*・庄下 正昭\*\*\*・西口 郁夫\*\*\*\*

Methods for the rapid propagation of *Dioscorea opposita* cv. Ise-imo.

Particularly making the *in vitro* techniques fit for practical use in the field.

Toshiki MORI, Masaaki SHOKA and Ikuo NISHIGUCHI

### 緒 論

イセイモ (*Dioscorea opposita* Thunb) はヤマノイモ属に属し、兵庫県の「丹波やまのいも」や奈良県の「大和いも」と同じ塊形種のツクネイモの仲間である。「丹波やまのいも」や「大和いも」と比べ、やや小さく表皮が白い。すりおろした後放置しても褐変せず粘りが強い特性のため、ヤマノイモの中では最優秀とされている(谷山ら)<sup>10)</sup>。県の南勢部の多気町を中心に300年以上前から栽培されているが、増殖率は年間わずかに4倍程度と低く、このことが大きな問題となってきた。

近年では、いわゆるバイオテクノロジーに類する新技術に大きな発展がみられ、平野ら<sup>2)</sup>は、試験管内大量増殖法として、イセイモの腋芽を高濃度のサイトカイニンを含む固体培地で無菌的に培養することによって、2カ月間で10~15の芽を持つ多芽体を得ている。また、信森ら<sup>10)</sup>も、同様な考え方のもとで、効率的な多芽体増殖法を開発した。

しかし、これらの新しい技術は集約的でコストが高く、経済的増殖体系に組み込むためには、改善すべき点が多く残されている。

そこで、本研究では、いわゆるバイオテクノロジーに類する新技術を実用化するうえでの、コストの低減と生産される種いもの高価値化を目的として、以下に示す3つの試験を実施した。

### 1. 配布用種いもの大きさについて

栽培現地の慣行栽培では、160~250g程度の親いもを2~3分割して種いもとすることが多い。しかし、試験管内で多芽体等から育成される植物体は小さく、この大きさの親いもを得るためには、順化後3年以上を要する。試験管内で増殖したいもを農家に配布する場合には、年数をかけて大きく育成した親いもよりも、小さい段階のいもを配布する方が、コストは低くなるものと考えられる。

そこで、小さいいもを切断しないでそのまま種いもとする栽培方法(以下、丸植え栽培という)を実施する上での、種いもとしての適切な大きさについて検討した。

### 2. 組織培養後における幼植物体の栽培法

組織培養によって育成された植物体は、順化を経た後、あるいは試験管内でいもを形成してから圃場で栽培される。しかし、いずれの場合も、圃場での生育初期には植物体はきわめて小さく、実用可能な種いもとするにはさらに1年から2年を要する。バイオテク技術の経済的利用にあたっては、この期間を短縮することが課題の1つである。

また、組織培養による増殖が周年可能であるのに対して、順化後の植物は限られた季節しか栽培できない。順化後の栽培を周年化することができれば、施設と労力を年中有効に利用することができ、コスト低減につながるものと考えられる。

本研究では、秋冬期における茎葉の黄化枯死を防止し

\*本研究の一部は1990年度および1991年度の園芸学会東海支部に発表した。

\*\*現資源開発部   \*\*\*現普及農産課   \*\*\*\*現栽培部

栽培を周年化させることを目的として、順化後の幼植物の生育に及ぼす日長と温度並びに栄養条件の影響を調査した。

### 3. 不定芽由来の新生植物体を利用した大量増殖法

パレイショにおいては、種苗の生産配布体制が確立し、ウイルスフリーいもの増殖も実用化している。田中<sup>11)</sup>は、原原種・原種および採種の3段階の増殖率が年間約10倍であるとし、この段階の増殖を効率化する技術として、*ex vitro*での挿し木と*in vitro*での培養器内増殖を紹介している。さらに、これら2つの方法は、それぞれに特徴があり、利用目的や設備等により選択する必要があるとし、増殖の初期には培養器内増殖を行い後期には挿し木による急速増殖を実施するベトナムの事例を示している。

ヤマノイモ類においても、*in vitro*での増殖が多く試みられているのに対し<sup>1, 2, 6)</sup>、*ex vitro*における増殖法に関してもいくつかの報告がある。

ナガイモにおいては親いもの切断による増殖の他に、ムカゴを利用した増殖が行われている(大橋ら<sup>7)</sup>、沢田ら<sup>8)</sup>)。

イセイモを含むツクネイモ群では、通常の栽培においてムカゴをほとんど着生しないため、田中<sup>12)</sup>はつるの挿し木による増殖、さらに稲垣ら<sup>5)</sup>は、植物ホルモン処理後の挿し木を試みている。これら田中や稲垣らの方法はたいへん興味深いものであるが、ムカゴ等の形成期間を含めると種いも生産に2年間以上を要する。

一方、イセイモでは、頂芽を切除した種いもからは多数の不定芽が生じ、第1図(A)に示すように、不定芽は発芽後すみやかに新生いもと吸収根を持った新生植物体となることが知られている。

本試験では、1年間で種いもを生産できる*ex vitro*の大量増殖法の開発を目的として、この不定芽由来の新生植物体の利用を試みた。

### 材料および方法

#### 1. 配布用種いもの大きさについて

1987年4月16日に、1~74gの80個のいもを切断せずそのまま、場内圃場に株間10cmの一条植えて定植した。10月28日にそれぞれ株別に収穫し、定植したいもの重さと収穫したいもの重さの関係を調査した。

#### 2. 組織培養後における幼植物体の栽培法

##### 1) 茎葉の生育といもの肥大に及ぼす日長と温度の影響

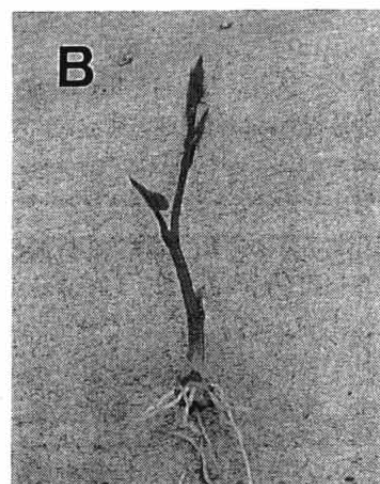
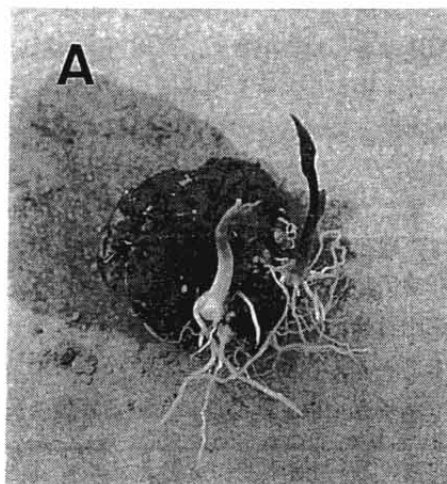
ホルモンフリーのMS培地で増殖し順化したイセイモの幼苗を、1990年9月12日に、ピートモスとパーミキュライトを容量比1:1に混合した無肥料の培土を用いて、径9cmの黒ポリポットに鉢上げした。前処理として、気温25℃、日長14時間に設定した人工気象器内で6週間栽培した。この間、住友液肥2号(N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=10:5:8)500倍液を3~4日間ごとに施用した。

高温条件を25℃、低温条件を10℃、長日条件を日長14時間、および短日条件を日長8時間とし、これらの組合せによって、高温長日区、高温短日区および低温長日区を設け、各区9株を供試した。

10月25日から、それぞれの条件に設定した人工気象器内で1カ月栽培した後、茎葉の生育状態と形成されたいもの大きさを調査した。

##### 2) 秋冬期の茎葉の黄化枯死に及ぼす糖および液肥の影響

1)と同様に培養・順化した幼苗を、8月29日から開



第1図 不定芽由来の新生植物体の発生(A)と切除した新生植物体(B)

放したガラス室内で栽培した。

試験区は、液肥灌注区（住友液肥2号500倍液）、糖灌注区（5%しょ糖液）および無処理区（水のみ）の3区とし、各区6株を供試した。

処理は3~4日ごとに実施し、それぞれ株当たり約10mlを施用した。処理開始以降、第3図の指数に基づき観察を続け、11月26日に形成されたいもの大きさを調査した。

### 3. 不定芽由来の新生植物体を利用した大量増殖法

#### 1) 親いもの重さと不定芽由来の新生植物体の発生数との関係

第3表に示した20~299gの親いもの28個を、頂芽部分を取り除き、川砂を入れたバット内に1986年2月20日に植え付けた。植え付けから3月29日までは水稲育苗器内で20~30℃で管理した。その後4月28日までは温床トンネル内で、それ以後は開放したガラス室内で栽培した。

調査は3月27日から6月30日まで10日間ごとに実施した。親いものを川砂から取り出し、親いものごと不定芽由来の新生植物体の発生数を調査し、調査した新生植物体はすべて除去した。

#### 2) 植え付けた不定芽由来の新生植物体の重さと収穫いもの重さの関係

1) において4月17日に得られた不定芽由来の新生植物体24本を第1図(B)のように切除し、開放したガラス室内の1m幅のベットの株間10cm条間10cmで定植した。定植時の新生植物体の重さとそれから得られた収穫いもの重さをそれぞれ調査した。

### 結果および考察

#### 1. 配布用種いもの大きさについて

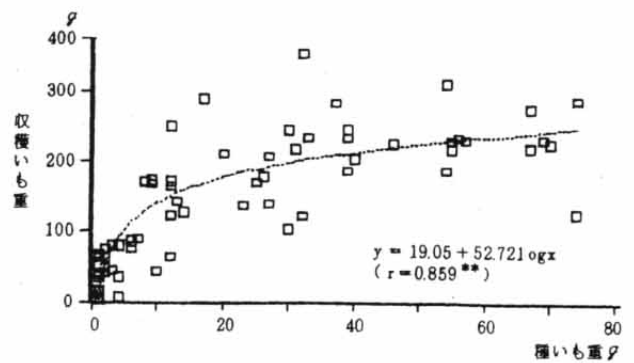
植え付けた種いもの重さ(x)と収穫されたいもの重さ(y)の関係は、第2図のとおりで、種いもの重さを対数変換したのち回帰直線を求めたところ、

$$y = 19.05 + 52.72 \log x \quad (r = 0.859^{**})$$

であった。

この式から計算すると、本試験の中において40gの種いものから得られた収穫いもの重さは、平均213.5gで、203g以上が90%を占めた。

慣行栽培が株間30cm程度であるのに対して本試験は株間10cmで実施したこと、および、産地の栽培条件は試験場の栽培条件よりも優れていることを考慮すると、本試験の結果は農家圃場での栽培よりも下方にあると考えられる。そのため農家圃場でも、種いもの重さが40g以上であれば200g以上のいものを十分に収穫できると考えられる。



第2図 定植時の種いもの重とその収穫いもの重との関係

また、池内ら<sup>4)</sup>によると、無分割の種いものを用いた場合、発芽が早く切断面からの腐敗がないため、分割した種いものよりも収量と肥大率がよかったとしている。筆者らはイセイモにおいても同様であることを確認しており、親いものを分割する場合には種いもの重さは80~100gであるが、丸植え栽培での種いものは、より小さくてもよいと考えられる。

したがって、大量増殖後に農家に配布する種いもの重さは、丸植え栽培用を想定する場合には、40g以上を目安とすることが適切であると考えられる。

### 2. 組織培養後における幼植物体の栽培法

#### 1) 茎葉の生育といもの肥大に及ぼす日長と温度の影響

高温長日区と高温短日区の間では、茎葉の生育と黄化並びにいもの肥大に関して大きな差はなかった。これに対し、低温長日区では、高温長日区と比較して、草丈が短く黄化葉数が多くなり、いもの肥大も悪かった(第1表)。

したがって、秋冬期におけるイセイモの茎葉の黄化は、低温の影響を受けているが、日長はほとんど影響していないものと考えられる。

第1表 茎葉の生育といもの肥大に及ぼす日長と温度の影響

区名	草丈	葉色	黄化葉数	いもの重さ
高温長日区	18.2cm	34.4	1.4枚	3.2g
高温短日区	17.2	34.0	1.2	3.2
低温長日区	14.1	24.0	2.3	1.1

\*葉色は、ミノルタ製グリーンメーターにより、株当たり3ヶ所を測定した平均値。

## 2) 秋冬期の茎葉の黄化枯死に及ぼす糖および液肥の影響

沢田ら<sup>9)</sup>は、*in vitro*で培養した実験から、むかごの形成には糖が必要であり、培地内のしょ糖含量が高いほど形成されるむかごは大きくなるとしている。このことから、筆者らは、しょ糖は同化産物の代替としても肥大させようと考え、地下部への5%しょ糖溶液の灌注を試みた。しかしその結果、茎葉の黄化は無処理区よりも促進され(第3図)、いもの肥大は悪くなった(第2表)。しょ糖の灌注については、肥料との混用や濃度などについてさらに検討する必要がある。

一方、液肥の灌注は、秋冬期における茎葉の黄化を遅らせる効果があり、液肥灌注区の茎葉の黄化始めは、無処理区に比べて3週間以上遅くなり、調査打ち切り時点の11月26日においても、緑を保った葉がみられた(第3図)。株当りのいもの大きさも、無処理区が4.8gであったのに対して、液肥灌注区は8.3gと大きかった(第2表)。したがって、秋冬期における施肥は、茎葉の黄化枯死を

遅らせ、いもの肥大を向上させる効果があるものと考えられる。

### 3) まとめ

1)の結果から、秋冬期に保温または加温することによって、イセイモ幼植物の茎葉の黄化枯死が防止でき生育期間を延長させることが示唆された。

さらに2)の結果から、液肥の施用は茎葉の黄化を遅延させ、しょ糖は逆に促進させてしまうことが判った。また、3%、5%および10%のブドウ糖を葉面散布した予備試験の結果でも、無処理区に比べ茎葉が黄化する傾向がみられた。一般に、秋の紅葉が葉中の同化産物および窒素の濃度と深く関連していることはよく知られている。イセイモにおいても、茎葉のC/N率が茎葉の黄化にかかわっているものと考えられる。

したがって、温度管理および肥料の施用や葉面散布といった栽培管理を組み合わせることによって、イセイモの種いも生産を周年化させることが可能であると考えられる。

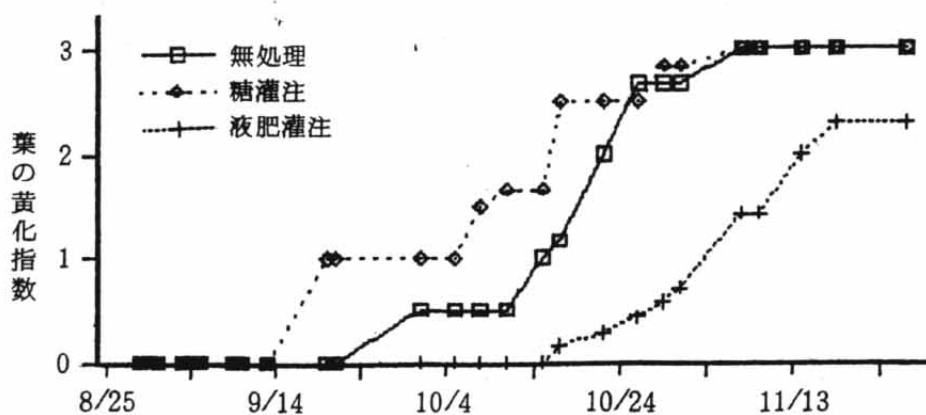
第2表 秋冬期における糖および液肥の灌注がいもの肥大に及ぼす影響

区名	平均いも重	株当たりいも重
無処理区	2.6g	4.8g
糖灌注区	1.9	3.8
液肥灌注区	5.8	8.3

### 3. 不定芽由来の幼植物体を利用した大量増殖法

#### 1) 親いもの重さと不定芽由来の新生植物体の発生数との関係

第3表は、調査期間中に得られた不定芽由来の新生植物体の数を、親いもの重さ別に示したものである。不定芽由来の新生植物体の発生数は、親いも重が大きいほど増加する傾向があったが、最も小さい50g以下の親いもでも調査期間中に平均18.8本の新生植物体が発生した。



第3図 秋冬期における茎葉の黄化枯死に及ぼす糖および液肥の影響

- \*葉の黄化指数 0：黄化葉のない株  
 1：10～20%の葉が黄化した株  
 2：50%程度の葉が黄化した株  
 3：全葉が黄化した株

第4図は不定芽由来の新生植物体の発生に関する時期別の推移をみたものである。新生植物体の発生数は5月26日以降に急激に増加した。調査終了後においても不定芽由来の新生植物体の発生は多くみられ、採取期間を長くすれば、本試験によって調査された新生植物体の数よりもさらに多くの新生植物体を得ることが可能であると考えられる。

2) 植え付けた不定芽由来の新生植物体の重さと収穫いもの重さの関係

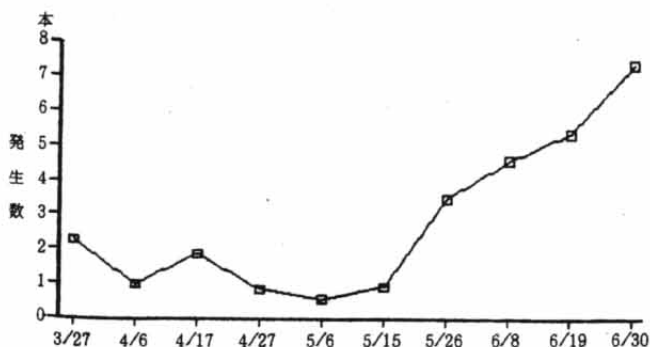
植え付け時の不定芽由来の新生植物体の重さが大きいほど、その株から収穫されたいもの重さも大きい傾向があり、最大80gのいもが得られた(第5図)。「1. 配布用種いもの大きさについて」の結果に基づくと、丸植え栽培用の種いもとして必要な重さは40g以上である。本試験では、2g以上の不定芽由来の新生植物体からはすべて40g以上のいもが収穫できた。

3) まとめ

2)において得られた収穫いものうち、40g以上のいもはわずか36%にすぎなかった。しかし、不定芽由来の新生植物体は切断せずに親いもに付けたままにしておくとしを続ける。基準以下の新生植物体は残して、基準以上に生長した植物体だけを切除して定植することによって、効率のよい種いも生産が可能であると考えられる。

第3表 親いもの重さと不定芽由来の新生植物体の発生数との関係

親いも重	供試数	新生植物体数
50g以下	6個	18.8本/個
50~100g	5	20.0
100~150g	9	32.9
150~200g	5	27.2
200g以上	3	41.0
平均		27.4



第4図 不定芽由来の新生植物体発生数の時期的推移

基準以下の新生植物体を残すことは、その影響によって不定芽の発生を抑制し、本試験結果よりも新生植物体の発生数を減少させる危険性がある。しかし本試験では、温度の上昇に伴って調査期間後半に発生数の急増がみられ、調査終了後にも多くの不定芽由来の新生植物体が発生した。このことから、採取期間を長くすることによって、十分な数の新生植物体を得ることができると考えられる。

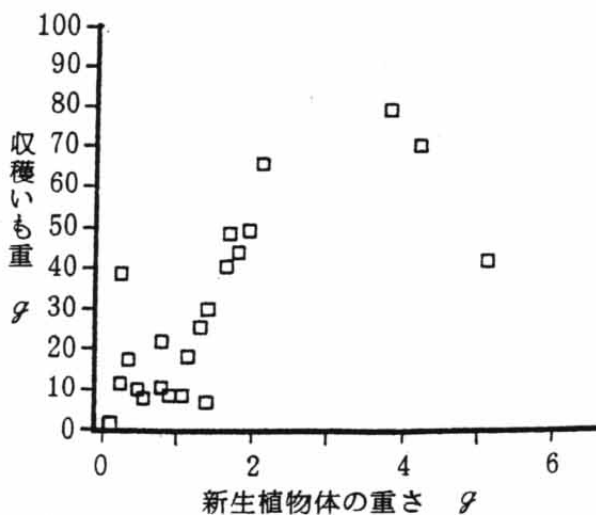
また、丹波ヤマノイモを用いた池内ら<sup>3)</sup>の試験では、萌芽が遅く生育期間が短いほどいもの肥大は悪くなった。筆者らはイセイモにおいても同様であることを確認している。このことから、定植時期が遅くなるほど生育期間が短くなり、いもの肥大は悪くなると考えられる。そのため、定植時期が遅くなるほど、定植する新生植物体はより大きく生育したものをを用いる必要がある。

以上のとおり、細部についてはいくつかの問題点が残されており、さらに検討が必要であるが、不定芽由来の新生植物体を用いることによって、効率的に増殖できることが示唆された。

4. 総合考察

栄養繁殖性作物のウイルスフリー化や試験管内大量増殖といった、いわゆるバイオテクノロジーに類する新技術については、多くの研究が実施されている。これら新技術そのものについてはかなりの成果がみられるが、経済的に実用化した作物は限られている。

イセイモにおいては、この最大の理由はこれら新技術と農家技術とのギャップが大きすぎるためであると考えられる。すなわち、農家段階では通常種いもは自家生産



第5図 植え付けた不定芽由来の新生植物体の重さとその収穫いもの重さとの関係

可能であるのに対し、新技術はあまりに集約的なためコストがかかりすぎる。このような状況で新技術が普及するためには、新技術がコスト以上に価値のあるものでなければならない。

そのため本研究では、新技術のコスト低減と新技術によって生産される種いもの高価値化を目的とした。

1においては、種いものを丸植え栽培用として供給することを検討した。これによって、種いもの生産年限が短縮されてコストが低減し、さらに、萌芽の揃いがよく切断面からの腐敗がないため増殖効率のよい種いものを供給できるものと考えられる。

2では、組織培養後の植物を周年栽培する技術開発を検討し、周年化によって生産年限の短縮並びに施設および労力利用の効率化が可能であることが示唆された。

3では、新技術によって生産される種いもの価値を保持しながら新技術よりもコストのかからない技術の開発を目的とし、不定芽由来の新生植物体を利用した増殖方法について検討した。これは、一般栽培に比べて管理面積が少なくよいため、ウイルス等の防除対策がとりやすく、また、農家技術よりはコストがかかるものの、新技術よりははるかに低コストになるものと考えられる。

以上のように、いわゆるバイオテクノロジーの実用化を目的とした3つの技術的検討を行った。だが、本研究は単に選択枝としての可能性を示唆したものであり、さらに実用化の具体的検討を行うにあたっては、増殖の実施体制を考慮する必要がある。

## 摘 要

バイオテクノロジーを利用した増殖体制を整えることを目的として、コストの低減と生産される種いもの高価値化に寄与しうる技術について検討を行った。

1. 大量増殖を実施する場合には、年数をかけて大きく育成してから分割して種いものとするよりも、小さな段階で無分割の種いものを利用するほうが適すと考えられる。そのための種いものとして必要な大きさは40g以上で、これによって商品化可能な200g以上のいものが十分に収穫可能であると考えられた。

2. 培養後のイセイモ幼植物においては、茎葉の黄化枯死に対して低温の影響はみられたが、日長はほとんど影響しなかった。

3. 培養後のイセイモ幼植物においては、秋冬期の茎葉の黄化枯死に対して、しょ糖の灌注は促進させる効果があり、液肥の施用は遅延させる効果があった。その結果、液肥を施用した区では無処理区よりも大きないものが得られた。

4. 頂芽を切除したいもから多数発生する不定芽由来の

新生植物体のうち、2g以上のいものを定植した場合、40g以上のいものが収穫でき、これを利用した*ex vitro*の大量増殖が可能であることが示唆された。

## 引用文献

- 1) 荒木肇・林祥治・田村浩之・原田隆・八鍬利郎 (1992)：ヤマトイモ未熟葉片からのいも形成に関する形態学的観察，園学雑61別2：32-33
- 2) 平野三男・立松伸夫・服部英樹・橋爪不二夫・河野満 (1992)：組織培養によるイセイモ及びワイルドライスの種苗増殖に関する研究（第1報）イセイモ多芽体及びワイルドライス不定胚の作出，三重農技研報（投稿中）
- 3) 池内康雄・大森豊・久保佳雄・高見武夫・小谷倫三 (1971)：丹波ヤマノイモの栽培に関する研究（第3報）種いも予措による萌芽の整一化について，兵庫農試研報19：77-80
- 4) 池内康雄・小林尚武 (1975)：丹羽ヤマノイモの栽培に関する研究（第4報）種いもの大きさと新しいもの肥大について，兵庫農試研報24：31-34
- 5) 稲垣昇・大和陽一・前川進・寺分元一 (1986)：やまといも (*Dioscorea opposita* Thunb) の挿し木によるむかご形成について，園学要旨昭61秋：176-177
- 6) 松原幸子・石原正利 (1988)：ヤマノイモのウイルス・フリー株の育成と栄養繁殖，岡山大学報72：19-26
- 7) 大橋透・坂入平吉・大森庄次 (1985)：ナガイモの種いも生産に関する試験，神奈川園試研報32：21-25
- 8) 沢田英吉・八鍬利郎 (1955)：長芋のムカゴ形成に関する研究（第1報）蔓の方向とムカゴ形成との関係，園学雑24（2）：85-92
- 9) 沢田英吉・八鍬利郎・今河茂 (1958)：長芋のムカゴ形成に関する研究（第2報）器官培養によるムカゴの形成について，園学雑27（4）：241-244
- 10) 信森達也・内藤恭典 (1987)：組織培養によるツクネイモの大量増殖，園学要旨昭62秋：260-261
- 11) 田中智 (1986)：バレイショの急速増殖法，農及園61（12）：1403-1408
- 12) 田中繁男 (1976)：ヤマノイモのさし木による塊茎形成について，名城大農学報12：20-23
- 13) 谷山鉄郎・山口安太郎・中森正和・大石浩 (1983)：伊勢芋の栽培に関する研究（第1報）伊勢芋の栽培とその歴史，日作東海支部研究便覧96：45-51

## 謝 辞

本報告をまとめるにあたり御校閲いただいた神戸大学  
農学部稲垣昇先生ならびに資源開発部河野満主幹研究員

および平野三男主任研究員に対し、謹んで感謝の意を表  
します。

## SUMMARY

Three examinations were carried out to cut the cost of the rapid propagation of seed tubers in Iseimo (*Dioscorea opposita* Thunb) by practical application of *in vitro* culture techniques.

## 1, Useing non-cutting seed tubers :

Eighty non-cutting seed tubers of 1-74g in weight were cultured. Between each weights of seed tubers (x) and harvest tubers (y), the high significant correlation was obtained. The weight of the harvest tubers could be estimated by the following formula ;  $y = 19.05 + 52.72 \log x$  ( $r = 0.859^{**}$ ). The harvest tubers above 200g were obtained from the seed tubers above 40g. Those were smaller than seed tubers of 80-100g provided for cutting.

## 2, Cultivation of small plants derived from tissue culture :

Under 14hr longday condition, yellowing of leaves was much influenced by 10°C low temperatue compared with 25°C. Under 25°C high temperatue, yellowing of leaves was little or no influenced by 8hr shortday condition as well as 14hr longday condition.

Yellowing of leaves in cold season came out earlier than control under the influence of the sugar application, and it came out later than control under the influence of the fertilizer application. The result was that the average weight of control, sugar applied and fertilizer applied tubers were 2.6g, 1.9g and 5.8g in order.

3, Rapid propagation by *ex vitro* techniques :

From 20-229g twenty-eight seed tubers of which the terminal buds were cutout, many adventitious buds were obtained. The number of adventitious buds increased more in proportion to the size of seed tubers. Even in the smallest class of seed tubers less than 50g, 18.8 adventitious buds were obtained on an average.

Twenty-four adventitious buds were planted at April 17. The harvest tubers increased heavier in proportion to the weight of planting adventitious buds.

Every adventitious buds above 2g produced tubers above 40g.