

マイクロチューバー（MT）の新たな展開と課題

株式会社ジェーピーシー
取締役 R&D 担当

おおにし
大西

のぼる
鼻

1. 背景

組織培養の無菌環境下で形成される極小のジャガイモ塊茎であるマイクロチューバー（以下、MT）は、そのサイズ（0.3～3 g）や生産コストの面から種々のハンディを有する一方、最大の特長である極めて高い増殖効率や病虫害管理の容易さから、20年以上に渡り実用的に利用されて来ている。これまでは、独自の培養技術からなる生産/利用体系を確立したキリンググループが活動の中心であったが、現在、徐々にではあるが利用場面が拡大している。丁度10年前の本誌に当時の状況を纏めて寄稿した。本稿では、弊社での取組みを中心に、キリンググループ以外での最近の動きと今後の展望について紹介させて頂く。

2. MTの生産技術

キリンググループのMT生産体系の内容は、本誌（No.110 p12）、生物工学誌（第96巻 p552）、Plant Biotechnology 誌（第37巻 p233）に詳述されている。特徴となっている要素技術は、（1）培養植物体の上部（培養槽の気相部）にMTを形成させる基本培養法、（2）大量且つフレキシブルな生産を可能とする袋型培養槽、（3）作業効率を高めるための作業サポート機器、

（4）MTの特性に応じた圃場での栽培法である。

通常の液体培養法ではMTは液相と気相の境界部（培地面付近）にのみ形成され、培養槽の空間が十分に利用できない。（1）の基本培養法においては、培地面付近だけでなく植物体上部にもMTが多数形成される。常法では行われない培養槽気相部への通気が、その特徴的な形態を誘導する。気相部への通気で湿度が低下し、蒸散が促進されることで培地の栄養分が植物体上部に移行した結果と考えられる。（2）の袋型培養槽は、MTの実生産に不可欠で代替物のない要素技術となっている。約30年前に開発された同培養槽は、安価、軽量でエアレーションチューブ接続用のポートを有し、5リットル程度の培地を保持して自立できる。また保管にもスペースを要しない等、通常の培養槽に比して多くの利点を有している。そのため、初期投資を含めてコストを低減した生産及び生産量の柔軟な調整が可能である。取扱いに専門知識を要さず作業の安全性が高い点も、生産管理上で重要なポイントとなっている。（3）の培養作業等の作業効率を高めるサポート機器も、生産体系の構成要素として必須である。単位培養槽のMT形成効率を高めるだけで

は生産コストの低減は限定的となる。袋型培養槽に使用する多量の培地をオートクレーブで滅菌することは実用上不可能であるため、簡易なろ過滅菌装置が先ず開発された。コスト、信頼性、再利用性、取扱い性等から選定されたフィルター/ハウジングと、簡便な送液ポンプ/配管で構成されている。また、MTの収穫、選別、計数、植付けの作業についても、夫々既存機器をベースに専用機が製作された。(4)のMTの圃場での基本的な栽培法は、北海道、青森県、鹿児島県を中心に全国各地の公的研究機関、JA、農業組合法人、生産者、大学等の多くの関係者と協働の上で設定された。MTサイズ、催芽状態、栽植密度、植付け時期、覆土の厚さ、施肥条件、培土法、被覆材の効果、生育期間、病虫害防除他の要素が検討対象であった。それらMTの生育特性の特徴や栽培のポイントは、論文や栽培体系として発表されている。

1999年にMTは原原種としての使用が試験的に認可された。その後キリングループが直接ジャガイモ事業を展開していた2010年までの約10年間で、200万個以上のMT及び1万tに近いMTからの種いも生産が行われた。また同事業を通じて、新品種の普及の促進や新たな遺伝資源の確保にもMTが有効な手段であることも確認された。

3. MT技術の新たな展開

この数年、上記要素技術(特に(1)、(2)、(3))が段階的にキリングroup外に移管され、新たな展開が進展している。技術の移管先は、農研機構種苗管理センター(北海道中央農場)、弊社(株式会社ジェーピー

シー)、大学等である。種苗管理センターとキリン社の間では、2014年にMTの基本培養法について、2019年には袋型培養槽について実施許諾契約が締結され、キリン社のMT用の袋型培養槽が初めてグループ外に導出された(2019年キリン社ニュースリリース https://www.kirinholdings.com/jp/newsroom/release/2019/0529_02.html、他)。同センターでは、2015年に国内で初めて確認されたジャガイモシロシストセンチュウ(Gp)対策の一環として抵抗性品種等の緊急増殖プロジェクトが実行され、原原種の元いもであるミニチューバーの生産施設・設備が大幅に増強された。同方式において、起点種苗としてのMTの可能性が年月をかけて検討/評価され、現在ミニチューバー生産への利用が段階的に進んでいる。

4. 株式会社ジェーピーシーの取組み (<https://www.jpoto.co.jp/>)

弊社は、優れたジャガイモ品種の普及を通じて食の安全と美味しさを提供するという夢を持ち、日本の農業と豊かな食生活に貢献することを目指している。その目標に向け、メインとなる種いも関連事業の基盤強化と拡充を進めると共に、将来への重要な事業戦略の1つとして、海外で育成された品種の導入を進めている。設定したクライテリアで選定した海外の品種を輸入し、MTを起点に品種の初期評価を行い、普及への可能性が得られた品種について種苗管理センターに受入れを申請、原原種として生産・配布する流れである(図)。

(1) 海外品種の選定：ドイツのユーロプラント社を品種の導入先としている。加

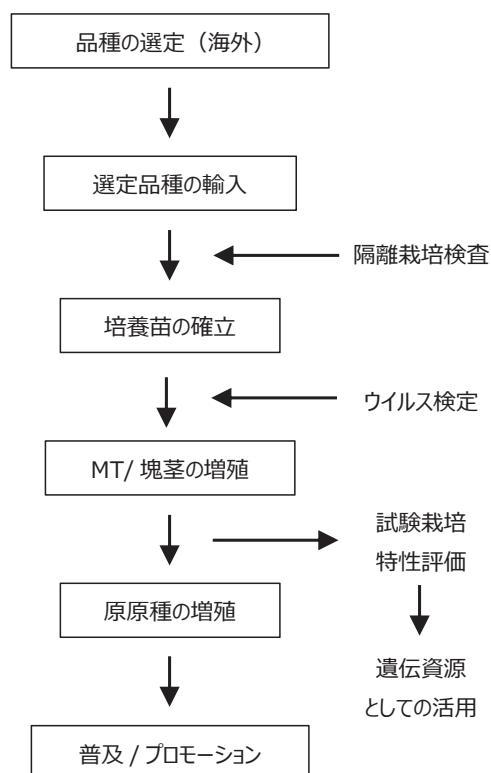


図 海外品種の導入/展開の流れ

工食品用を中心に、生食用、でん粉用も対象とし、ジャガイモシストセンチュウ（Gr）抵抗性を品種選定の必須条件としている。同社の品種群においては、かなり強いGp抵抗性を有する品種もある。同特性を代表例として、各用途の基本要件（食味、澱粉価、低糖化性、早晩性、他）を満たしつつより特徴的な品種の導入を念頭に置いている。現在はコロナ禍で中断しているが、導入品種の検討においては、栽培状況や加工適性について現地調査を行い、品種特性を詳しく把握する他、より効果的な導入に向け日本のニーズを直接伝えることにも努めている。もちろん、導入品種の展開には国内育成品種とは別次元のリスクがある。そのため一連の取組みにおいては、導入計画の策定を慎重に行うと共に、試験栽培等で

の評価/判断を迅速に進め、関係機関への影響が最小となる様に心がけている。ヨーロッパで育成された品種は日本ではより晩生の傾向を示すことが多いが、近年は早生性を重視した育種も進んでおりその成果にも期待している。

（２）MTによる増殖：日本への品種導入後、農林水産省横浜植物防疫所での隔離栽培検査を経て得られた塊茎から培養苗を作出する。主要なジャガイモウイルス検定を経て培養母本を確立した後、MT作製を行う。一連のプロセスは、株式会社ベルディ（<https://verde-agribio.co.jp>）と協働で実施している。同社は日本最大規模の植物組織培養会社であり、多様な技術、経験、ノウハウを保有している。袋型培養槽についても既に実用利用されており、現在更なる改

善も進んでいる。各工程の期間短縮の工夫も継続的に行われており、現在では植物防疫所から塊茎が到着した後1年程度で、初回栽培用のMTが準備できる様になっている。初期のMT増殖計画は、各分野のユーザーや関係機関との検討を含めて策定する。通常は試験栽培用塊茎の確保に必要な一定量のMTを作製するが、有望度が高いと判断され高いニーズが見込まれる品種については、場合によっては原原種としてのMT生産を行う。

(3) 試験栽培、評価：日本のジャガイモ生産地の気候条件、栽培体系はヨーロッパと異なる点も多いため、日本での品種特性の把握を作物毎に慎重に行う必要がある。関係法令に則り、MTを栽培して調査用の塊茎を確保し、同塊茎を用いた試験栽培を、自社農場に加え公的研究機関、JA、民間会社等に依頼して実施する。試験栽培を複数年に渡り継続し、国内での基本的な品種特性を把握して行く。経験上日欧で差異が出やすい熟期、収量性、塊茎の内部品質、ストロン離れの傾向等について注視している。病害抵抗性については、特にGr及びGpの抵抗性程度を日本の試験法でも判定頂くことを重視している。食味や加工適性は各分野のユーザーと共に評価することとしている。

(4) 種苗管理センターへの受入れの申請：それら初期の試験栽培にて一定レベルの評価が確認できた品種について、種苗管理センターへ増殖の受入れを申請する。諸要件が検討され受け入れの可否判断がなされる。並行実施される自社の栽培試験で品種の実用性評価を拡大し、普及の可能性に目途がついた品種については道県を通じて

原原種の生産・配布が申請される。

これらは一民間企業の事業戦略ではあるが、本取組みを通じ、より多様な選択肢を各場面で提供すると共に、Gp抵抗性を代表例に、現在国内には無いまたは由来の異なる新たな遺伝資源を提供することで、事業推進と並行して日本のジャガイモ生産の更なる発展へ寄与したく考えている。

5. 今後の課題と展望

技術移管時の再現性の程度は多様な条件に影響される。移管先の固有の環境も重要要素となる。今回の弊社/ベルディ社への移管時にも幾つかの課題が発生したが、環境に応じた工夫や対応によりその課題も1つ1つ克服されつつある。移管先夫々の主業務がある中、短期集中的な資源投入よりも日々の観察からの対応の積み重ねの方が、目標レベルへの到達に有効である場合が多い。またそれら地道な成果の蓄積が、ある時点で新しい知見/技術に昇華することも実感している。今後もベルディ社他の協働先と共に、MT品質、MT作製効率、各培養工程でのコンタミ率、品種間差等の改善を継続的に進めて行くことが重要である。

MTの栽培法は、上述の通り基本的な条件/手法は過去に設定されているが、より安定した栽培体系に向けた取組みも必要である。MTは初期生育が緩慢であるため、萌芽～培土時期の生育性、作業性の改善を第一の検討ポイントと考えている。逆に、生育後半の茎葉繁茂は旺盛になりやすい特徴を有しているため、目的に応じた肥培管理にも新たな可能性があると考えている。また機械による植付けも以前より行われて

いるが、規模に応じた標準化も必要となる（基本機種、改造法、等）。これまでは、MT生産を通じた事業場面で問題となる様な形質変異は確認されていないが、培養変異の発生の可能性は常に存在するため、その点のチェック法も品質管理の重要要素となる。

一方、MTによる増殖はあくまで技術/手段であり、お客様への新たな価値の提供を実現しなければ意味がない。上記技術課題への対応が、その目標に効率的に繋がる様に進めなければならない。2021年の近年まれにみる北海道各地でのジャガイモの不作は、弊社の事業も直撃した。気候温暖化が強く連想される大課題において、一民間企業としては無力感を感じざるを得ない

が、ジャガイモ産業に関わる組織として役割を見出して行きたく強く思っている。日常の事業を確実に進め拡大し、日々のニーズ（お客様、ユーザー、関係機関）に常に新たな視点を持って対応して行くと共に、MT技術の一層の高度化を通じて品種導入/評価/普及のサイクルの確度を高めていくことがその役割であると考えている。MTの利用は、段階を踏みながらであるが今後も進展が期待される。技術の移管先が更に増えることも考えられる。MT技術を活用するそれら機関相互の連携も、将来の新たな流れの端緒となるかも知れない。その際に中心の一機関となれる様に実力の強化に努めて行きたく考えている。

□寄稿のお願い□

一般財団法人いも類振興会では、サツマイモ、ジャガイモなどいも類の振興と消費拡大を図る一助として、「いも類振興情報」（季刊）を発行しています。いも類に関する総説、調査・研究、産地情報、海外情報、商品情報、料理、文化などの寄稿をお願いします。原稿の執筆要領は、下記のとおりです。

1. 原稿はパソコンのワープロ・ソフトを用いて作成し、E-mailの添付ファイルで送付下さい。なお、手書き原稿でもかまいません。
2. 編集の都合上、OSはWindows、使用ソフトは次のものを使用下さい。
本文はWord（一太郎、テキストも可）。図表などはWord、Excel、PowerPoint。
3. 掲載1回分の頁数（1頁で約1,200字）は、図表・写真を含めて概ね6頁以内となります。
4. 編集の都合上、原稿の一部を割愛、修正する場合がありますので、予めご了承下さい。掲載原稿には、規定の原稿料と掲載誌を若干部お送りします。
5. 原稿の送付先

〒107-0052 東京都港区赤坂6-10-41 ヴィップ赤坂303 一般財団法人 いも類振興会
E-mail: imoshin@fancy.ocn.ne.jp TEL: 03-3588-1040 FAX: 03-3588-1225