

加工用サツマイモ育種の 成果と今後の課題

(独)農業・生物系特定産業技術研究機構 九州沖縄農業研究センター

サツマイモ育種研究室 吉永 優

はじめに

ガットのウルグアイ・ラウンド合意によるでん粉の関税化等の影響を受けて、南九州におけるでん粉原料用サツマイモの生産は厳しい情勢にある。九州農業試験場（現、九州沖縄農研センター）は、でん粉原料用の栽培を加工用などへ誘導する必要があると考え、1980年代から食品関係の研究者や実需者と連携して、加工適性の高い品種の開発に取り組んできた。その代表的な成果は高アントシアニン品種「アヤムラサキ」などの新用途向け品種の育成で、従来の焼く、蒸すといったサツマイモの利用とは全く異なる、天然色素、有色パウダー、ジュースや発酵食品などの新用途が開拓され、消費者の健康志向にマッチした製品が次々と開発されている。新用途を含めた加工用サツマイモの需要は、食の外部位、利便性や健康志向といった消費者ニーズを背景に今後も拡大が見込まれることから、加工適性の高いサツマイモの育種をより一層加速させ、消費動向に対応した新用途の創出等を図っていくことが必要である。ここでは、これまでの加工用サツマイモ育種の成果や新品種の普及状況、今後の課題などを整理してみたい。

1. 加工用育種のこれまでの取り組み

1) 「ベニハヤト」と「サツマヒカリ」

いずれも加工用品種の先駆的存在であり、鹿児島県を中心に今につながるサツマイモの加工利用に関する取り組みを活発にさせた点で重要な品種である。

「ベニハヤト」（1985年育成）は米国のカロテン品種センテナルを母体にして育成された国内初の高カロテン品種で、カロテン含量は鹿児島県の在来品種「隼人いも」の約3倍と高い。奨励品種に採用した鹿児島県では当初、青果用のほか学校給食用としての利用が試みられたが、肉質は粘質で食味が劣るため定着しなかった。一方、食品加工業界からはオレンジ色のペーストなど高カロテンの加工原料として注目されたが、肥沃地でつるばけし易く、いもの肥大が悪いことや調理後の変色が多い、貯蔵性が劣るなどの理由で加工原料としての需要も伸びなかった。現在は、鹿児島県で菓子原料として5 ha程度、三重県で干しいも用としてわずかに作付けされているにすぎない。

「サツマヒカリ」（1987年育成）は、バレイショのように甘くないサツマイモとして脚光を浴びた品種である。 β -アミラーゼ活性を欠き、調理してもマルトースが生成しないので甘みがほとんどない。したがって食味は

悪いが、加工適性としては優れた点があった。すなわち、還元糖含量が低いいため油加工しても変色が少ない、貯蔵中の糖化が少ないため製品歩留りの低下が少ない、甘くないのでバレイショのような調理加工ができる、などである。当時、精力的にサツマイモの加工食品の研究に取り組んでいた鹿児島県農産物加工研究指導センターは「サツマヒカリ」の加工適性に注目して様々な研究を実施し、蒸ししいもを乾燥させたフレック、粒状化したグラニニールなどの一次加工品の製造技術を確立した。これら一連の研究はサツマイモの新しい需要を切り開こうとした先進的な取り組みである。一次加工品のほかコロケ、フレンチフライ、チップスなど様々な製品開発も試みられた。しかし、残念ながら一次加工品については、コストや風味の点でペーストに劣ったため、現在ほとんど利用されていない。「サツマヒカリ」の栽培も現在では見られない。

2) 新用途向け品種

(1)アントシアニン系品種

サツマイモの肉色は黄から白色、紫や橙色など変化に富んでおり、このうち紫肉色はアントシアニン色素によるもので、シアニジンとペオニジンと呼ばれる2種類の色素にカフェ酸などの有機酸が結合した多種類の色素成分からなっている。1980年代半ば、赤キャベツを原料にアントシアニン色素を製造していた食用色素メーカーの三栄化学工業（現、三栄源エフ・エフ・アイ㈱）は新たな色素原料としてサツマイモに興味を示していたが、当時の品種としては色素含量の極めて低い「ナカムラサキ」（1952年育成）しかなかっ

た。ところが、これとほぼ同時期に鹿児島県山川町で「山川紫」が在来品種として発見された。「山川紫」は既存品種や遺伝資源の中でも色素含量が高く、紫キャベツ色素と似た色調や色素の安定性を持っていたことから、色素原料として有望視されたが、いもの収量性が低いことが大きな課題であった。そこで、1990年から4年間、三栄源エフ・エフ・アイ㈱と九州農業試験場（現、九州沖縄農研センター）との間で共同研究を実施し、「山川紫」と既存の優良品種との交配・選抜から色素含量が「山川紫」より約3倍高く、収量性が「高系14号」並みになった「アヤムラサキ」が育成された（平成7年）。「アヤムラサキ」の色素は色調が明るくて匂いもほとんどなく、漬物への浸透性が優れていることから、清涼飲料水、梅干しや菓子類などの着色に利用されている。

アントシアニン系サツマイモの育種と併行して、パウダーやジュースなどの新しい加工利用技術も開発された。パウダーについては、九州農業試験場（現、九州沖縄農研センター）作業システム研究室において、色素の分解を防いで効率的に生いもの乾燥を行うための最適温度条件などが解明された。また、乾燥効率や製品の色調を調査した結果、色素量が多く、乾物率が高い「アヤムラサキ」がパウダー原料として適することがわかった。1996年にはこの乾燥技術をもとにJA都城が㈱くみあい食品に乾燥プラントを設置し、「アヤムラサキ」、「サニーレッド」（後述）、「ジョイホワイト」の乾燥パウダーを実用化した。

一方、ジュースについては、(社)宮崎県JA食品開発研究所において、搾汁液の褐変防止、搾汁率の向上、飲みやすくおいしいカンシ

ヨ飲料の製品化を目指した技術開発が精力的に進められた。その結果、褐変を少なくするためのブランチング法、酵素処理と遠心分離を組み合わせた新たな搾汁技術などが開発され、宮崎特産の日向夏果汁をブレンドしたジュース「これおいも!？」が製品化された。このカンショジュースの普及に大きく貢献したのが九州農業試験場（現、九州沖縄農研センター）における機能性研究である。「アヤムラサキ」のジュースや色素がもつ健康機能性（活性酸素消去、肝機能向上、血圧上昇抑制、便通促進、抗変異源性など）を次々明らかにし、最近では、血液をサラサラにして血管老化や血液循環障害を予防する効果を実験動物で確認している。

現在、至る所で「アヤムラサキ」の加工製品を目にすることができる。「アヤムラサキ」は、日本中に紫いも旋風を巻き起こし、紫いもという新たな食材を国民に広く認知させたという意味で画期的な品種と言える。

平成13年には「アヤムラサキ」の後継品種として「ムラサキマサリ」が育成された。この品種はいもが長くなりやすいという「アヤムラサキ」の欠点を改良したものである。色素含量は「アヤムラサキ」並みで、色素原料の他、飲用酢やいも納豆の原料として利用されている。また、「ムラサキマサリ」は焼酎原料としての適性が高いことが明らかになった。いも焼酎の独特の香りは麹の種類や蒸留法などの醸造工程に加え、品種によっても異なることが知られている。宮崎県の霧島酒造(株)による醸造試験の結果から、「ムラサキマサリ」の焼酎はワイン様の香りをもつことがわかり、本品種はいも焼酎のバリエーションを広げる原料として期待されている。

(2)カロテン系品種

カロテン系サツマイモについてもパウダーやジュースなど新用途向け品種を開発するため、収量性、いもの外観、乾物率やカロテン含量などについて選抜を行った。

「ジェイレッド」（平成9年育成）は高カロテン、低乾物率で、搾汁液の褐変やいも臭が少ない初のジュース用品種である。「ジェイレッド」のジュースは宮崎県経済連から「アヤムラサキ」ジュースとセットにして販売が開始された。しかし、発売当初は話題を呼んだものの、同じβ-カロテンを含むニンジンジュースとの差別化が消費者にうまくPRできず、売れ行き不振となり、現在では生産されていない。その代わり、他の食品メーカーから「ジェイレッド」を原料の一部に用いた発酵飲料が発売されている。

「サニーレッド」（平成10年育成）は、カロテン品種としては乾物率が高く、パウダーやペーストに向く品種である。「サニーレッド」のパウダーで作ったパンや菓子は美しい橙色を呈し、食感もしっとりとして口溶けが良い。特に、パンでは老化が遅れ、日持ちが良くなる。しかし、残念ながらこうしたパウダーの特性を生かした製品化に至らなかったため、現在では「サニーレッド」の栽培はほとんどない。

(3)調理用品種

サツマイモの総菜はてんぷらや大学いもなど和食メニューが中心である。サツマイモの色素を生かしたカラフルなコロッケ、サラダ、スープ、ピューレなど洋食メニューに適する調理用品種はサツマイモの需要拡大に有効と考えられる。調理用品種としては、加工に適した形状を持ち、良食味で調理後黒変が少な

い特性などが求められる。また、ジャガイモのように幅広い料理に利用するためには、ジャガイモ並みに乾物率を下げることや甘くない特性が必要となってくる。

「アヤコマチ」(平成15年育成)は、橙肉色でいもの形や大きさの揃いがよく、曲がり等も少ないのでカット加工に適している。また、従来の橙肉色品種より調理後の変色やニンジン臭が少なく、蒸しいもの食味も良いことから、サラダなどの総菜に彩りを添える調理用として期待されている。

「九州147号」(平成17年登録予定)は、 β -アミラーゼ活性を欠き甘くない淡黄白の肉色の品種で、乾物率が低いことからコロッケやフレンチフライなどの料理に使える。当面は沖縄県読谷村でコロッケなどの総菜用に使われることになっている。

(4)茎葉利用品種

サツマイモの茎葉にはタンパク質、ビタミンやミネラルが豊富に含まれている。これまでに葉柄を夏野菜の一種として利用する「エレガントサマー」(平成8年、農業研究センター(現、作物研究所))が育成されているが、葉はほとんど食材として利用されていない。その主な理由は市販の野菜類に比べて収量が少ないこと、香りや味の点で劣っていたことがあげられる。そこで、茎葉の収量性が優れた遺伝資源の中から葉や葉柄の食べやすさに重点をおいて選抜した品種が「すいおう(翠王)」(平成14年育成)である。すいおうの葉には、ハウレンソウやシュンギクなどの葉葉に匹敵するビタミン、ミネラルが含まれており、特にカルシウム、鉄分、 β -カロテン、食物繊維が豊富なので、栄養的に優れた食材である。また、いろいろな病気の原因と

なる活性酸素の消去に有効なポリフェノールの含量も他の野菜に比べて高いので、高機能性食材としても期待されている。「すいおう」はヘルシー野菜として炒め物やキムチなどの各種料理に利用されるだけでなく、パウダーにしてパンや麺などに添加したり、青汁にしたりと幅広く利用できる。

3) その他の加工用品種

(1)蒸切干加工用

蒸切干(干しいも)は茨城県や静岡県の地域特産品であるが、近年、生産農家の高齢化に加え、中国からの安価な輸入品が増加傾向にあり、国産蒸切干の需要の確保や海外産との差別化商品の開発が重要な課題となっている。

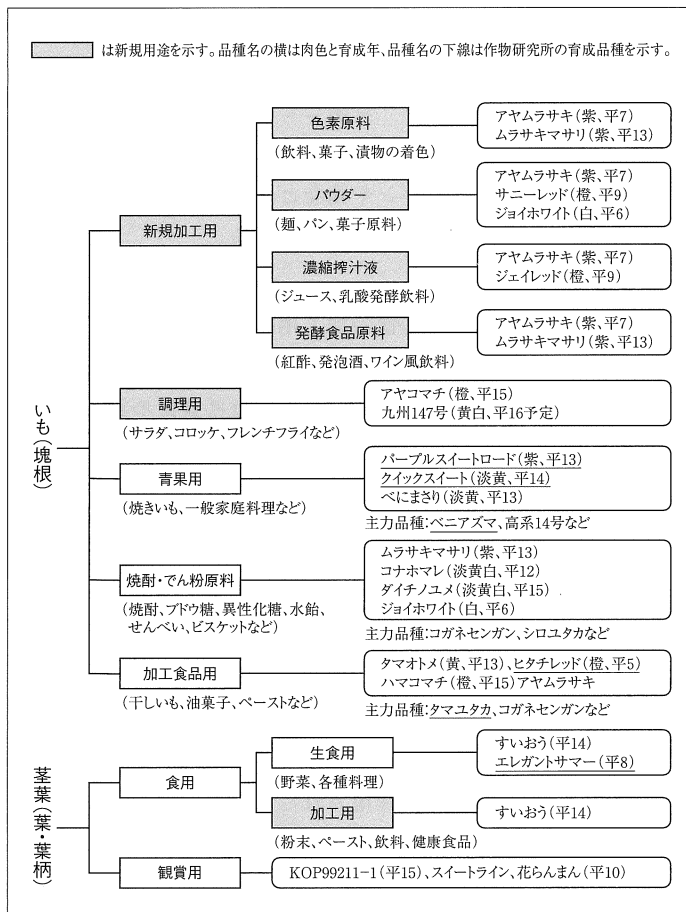
「ヒタチレッド」(平成5年、農業研究センター(現、作物研究所)育成)と「ハマコマチ」(平成15年育成)はそれぞれ茨城県と静岡県で採用された品種で、 β -カロテンを含むため、橙色のきれいな蒸切干ができる。消費者の健康志向や蒸切干製品の差別化に対応できる品種として期待されている。

「タマオトメ」(平成13年育成)は多収で、いもの外観が優れ、肉色の黄色みが強く、蒸切干製品の色が良好であったことから、茨城県で採用された。

(2)焼きいも用

近年、焼きいも用については、小さいタイプの品種が要望されている。「九州121号」(平成14年育成)は、形の揃った紡錘形の小さいものが数多く着生する品種で、皮色の紅色はやや薄いものの、肉色は淡黄色で、貯蔵中に甘みが増し、焼きいも用に適している。鹿児島県内で少しずつ栽培が広がっている。

図1. サツマイモの用途の多様化に対応した近年の育成品種



作物研究所で育成された「クイックスイート」(平成14年)は、低温糊化性でん粉というユニークなでん粉特性を持った品種で、でん粉が一般品種より約20℃低い50℃くらいで糊化するので、電子レンジ調理でも甘くなるというのが売りである。手軽に焼きいもを調理したいという消費ニーズに対応できる品種である。加工時の投入エネルギーが少ない、調理時間も短くてすむなど、今までにない加工適性も魅力である。なお、低温糊化性でん粉は糊化が均一に進むと考えられることから、糊化不足によりシロタ等の品質低下が問

題になる蒸切干用品種にも有望な特性である。

以上の新用途を含めたサツマイモの用途とそれに対応する品種を図1にまとめた。

2. 新品種の普及状況と今後の加工用育種における課題

1) 加工用サツマイモの需給動向と新品種の普及状況

新品種の普及状況を整理する前に、加工用サツマイモの需給動向をながめてみる。

平成15年度の全国のサツマイモ生産量は約94万トンで、用途別消費の内訳は生食用が約49万トン(52%)、でん粉用が20万トン(21%)、焼酎用が97,300トン(10%)、加工用が95,900トン(10%)となっている。加工用の中で最

も多いのは蒸切干用で40,900トンの消費があり、ついでかりんとうなどの菓子原料に20,250トン、焼きいもが約6,940トン、大学いも約2,110トンである。ペースト用の消費量は統計上出てきていないが、菓子原料に近い消費があるのではないと思われる。

新品種の普及状況を加工用の有色サツマイモの生産地帯である鹿児島県及び宮崎県を中心に述べる。「アヤムラサキ」は鹿児島県枕崎市、宮崎県都城市などで栽培されており、色素用に約1,400t、パウダーに約150t、ペーストやダイスに約700t程度が使われている。

ジュース用として、平成14年度に800tの利用があるが、平成15年から16年にかけての利用はない（平成17年から搾汁が開始される見込み）。紅酢などの発酵食品の原料として約30t程度が利用されている。

「ムラサキマサリ」は色素用としての栽培は少ないが、焼酎原料として都城市を中心に約500t生産されている。また、茨城県でも納豆や飲用酢の原料として数ha栽培されている。

「サニーレッド」は、橙色のパウダーの需要がないため、ほとんど生産されていない。「ジョイホワイト」は焼酎用として宮崎県内で20haほど栽培されているが、パウダー用としての生産はない。

「ジェイレッド」は平成14年度に400tがジュース用に利用されているが、平成15年から16年度にかけての利用はない。

調理用及び茎葉利用品種は普及途上にある。

2) 今後の育種の方向や課題

こうしてみると、新用途品種の需要は加工用全体からみればまだ少ない。また、現場に定着していると言えるのはアントシアニン系だけである。「アヤマラサキ」については、紫色の食材の魅力や珍しさ、アントシアニンの健康機能性が消費者に受け入れられて順調に栽培面積を伸ばしている。一方、カロテン系については普及は進んでいない。前述のように、ニンジンジュースが全盛の時に「ジェイレッド」のジュースの売りを消費者へアピールすることができなかった。乾燥パウダーについても橙色を生かした魅力ある製品の開発に至らなかった。こうした状況を打破する

ためには、マーケティング調査等により消費者ニーズを的確に把握しながら、カロテンの機能性に加えて、安全・安心な食材をアピールできる製品を開発していくことが必要ではないだろうか。これに関連した研究サイドの取り組みとして、サツマイモネコブセンチュウに強度の抵抗性を示す「ジェイレッド」とクロタラリアなどの線虫対抗植物を組み合わせ、有機栽培を行い、安全で安心な食材を色鮮やかで機能性の高い味噌やドレッシングなど発酵食品に加工するという研究プロジェクトを実施しており、関係自治体の応援をいただきながら現場への導入を図ろうとしている。

以下に用途ごとの今後の具体的な課題などをまとめてみる。

(1) 色素用

「アヤマラサキ」の天然食用色素の需要は順調に伸びているが、さらに色素の安定性が高まれば各種飲料などより多くの食品に利用できるようになり、サツマイモ色素の市場は一層広がると思われる。色素の安定性を育種的に高めるためには、色素と共存し安定性に関与しているクロロゲン酸などの含量を高めていくことが重要である。

色素生産の低コスト化のためには、色素含量と抽出効率の向上を図る必要がある。そのために搾汁の妨げとなるでん粉などの含量を低減していくことが有効である。将来的には色調のバリエーションを広げるため、色素の基本構造が異なる新たな色素成分の探索も期待される。

(2) 凍結濃縮搾汁液

凍結濃縮搾汁液は保存期間が2年と長い上、ジュースのほか健康食品や菓子などいろ

いろな食品に利用できる可能性があり、今後のサツマイモの重要な一次加工品になると思われる。

アントシアニン系については、色素用と共用できるような品種の開発を目指したい。「アヤマラサキ」より搾汁率が高く、色調が優れ、変色が少ないことが育種目標である。カロテン系については、「ジェイレッド」でほぼ目標に達したと考えるが、実需者からは「ジェイレッド」よりいもが小さくて加工時の取り扱いが容易な品種への要望がある。その他、白や黄色の肉色を生かして搾汁液の変色が少ない低でん粉系統を引き続き選抜していくことにしている。

(3) パウダー・ペースト

「アヤマラサキ」や「サニーレッド」はパウダー加工適性が優れており、今後の課題としてはこれら品種のパウダーの需要をいかに拡大していくかである。育種面での課題としては、加工適性を維持しながら収量性、栽培特性や貯蔵性の向上を図ることがあげられる。

ペースト用として特に重点的に取り組みたいのが最も需要が多い黄肉色品種の改良である。青果用との兼用が可能で、主力品種の「高系14号」より黄色が一段と鮮やかな品種の育成を目指す。

(4) 調理用

調理用品種については、最近育成された品種の普及を図りつつ、消費ニーズにマッチした製品化を企業と一体となって進めていく。その中で問題点を育種にフィードバックして

加工適性をさらに向上していくこととしている。

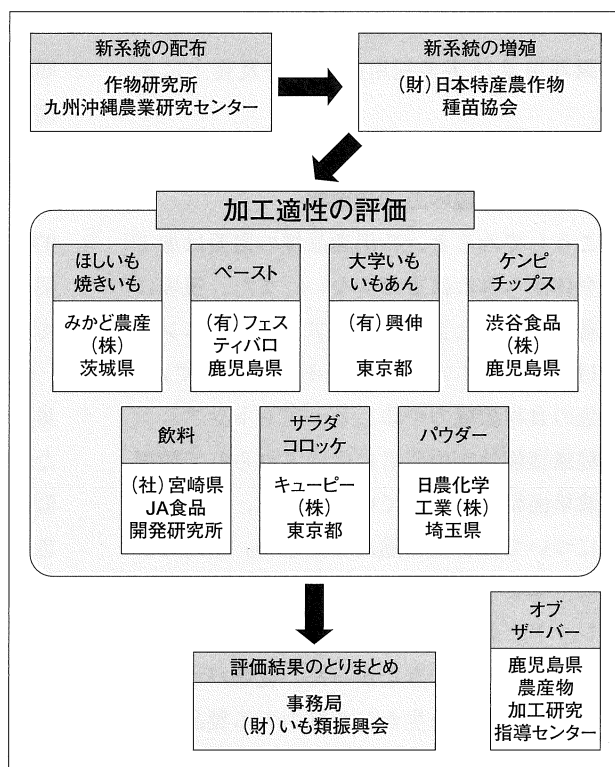
(5) 焼きいも、蒸切干用

焼きいも用としては引き続き小さい型でいもの揃いや焼きいも適性の高い系統の選抜を行う。製品歩留りが高いこと、冷めても硬くならず良食味で肉色の黄色みが強いこと、変色が少ないことなどを中心に選抜を行う。紫や橙肉色で食味がよい焼きいも用品種の育成も視野に入れている。

蒸切干用としては、製品色のバリエーションを広げるため、紫色の鮮やかな蒸切干製品が出来上がるような品種を開発する。

以上、各用途ごとに育種の方向や課題を述べたが、用途すべてに共通する目標として、

図2. かんしょ品質評価研究会の仕組み



収量性、いもの外観や揃い、貯蔵性、病害虫抵抗性があることは言うまでもない。

3) 加工用品種の育種を加速させるために

加工用品種の育成には、実需者による加工適性の客観的な評価ならびに消費ニーズの動向に関する情報が不可欠である。これまで有望系統の加工適性の評価は育成地が県の農業試験場に依頼したり、民間企業との共同研究の中で企業側に実施してもらったりしてきた。この場合、広範な用途についての適性を評価することは難しく、また、評価結果は広く外部に公表されることが少ないため、新品種の普及に向けた取り組みが特定の実需者の動向に左右されるケースもあった。

バレイショについては、すでに平成15年から農林水産省生産局特産振興課が中心となって「バレイショ加工適性研究会」が立ち上げられ、加工用途ごとに実需者が品質評価を実施して適性品種の開発の加速化を図っている。サツマイモでも昨年から同様な研究会の設立が計画され、参画企業の選定や品質評価の仕組みが検討されてきた。バレイショと異なりサツマイモは用途が幅広く、しかも中小規模の実需者が多いため、研究会の組織化に当たって農林水産省生産局特産振興課と(財)いも類振興会にはいろいろとご苦労があったと思う。こうした関係者のご協力により、平成16年7月27日に「かんしょ品質評価研究会」(図2)がスタートすることとなった。

研究会は農林水産省生産局特産振興課、育成地、実需者が相互に連携して、品種になる前の早い段階から有望系統の加工適性を実需者に評価してもらうというものである。研究会の事務局は(財)いも類振興会が担当し、評価

結果のとりまとめを指揮する。毎年、育成地は食品加工用に有望と判断した系統を(財)日本特産農作物種苗協会で増殖してもらい、実需者は7つの主要な用途について品質評価を行う。評価方法は1年目から2年目にかけてラボレベルの加工適性試験を行った後、有望系統を選抜する。特に有望と判断された系統については、最終段階として数百キロ以上の原料を用いたラインテストを実施することとしている。ちなみに、初年目は作物研究所が育成した5系統と九州沖縄農業研究センターの6系統が評価される。

育成地はこの研究会に大きな期待を寄せている。加工適性の客観的な評価は加工用品種の開発を大きく加速させてくれることは間違いない。また、評価結果の公表が実需や生産現場を刺激して、新品種の実用化に向けた取り組みがこれまでより大きな動きになるのではないかと期待する。場合によっては、普及が進んでいなかった既成品種の加工適性が見直され、改めて製品化に向けた動きが活発化するかもしれない。さらに、研究会での意見交換で得られる加工・消費動向に関する情報は育種目標の設定に大いに役立つ。この研究会に参画していただいている実需者の方々には、ぜひ研究側に対して厳しい意見や種々の情報提供をお願いしたい。

おわりに

加工用品種の開発によるサツマイモの生産振興や地域の活性化を図るには、研究、実需者、行政、生産者の相互交流や連携が鍵となる。かんしょ品質評価研究会や各種シンポジウム等を通じて、研究の輪が一層広がることを期待している。