

果樹研究の現状と今後の研究開発

長谷川 美典

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 (農研機構) 果樹研究所長

1. はじめに

我が国の果樹農業は、中山間地における基幹作物の一つとして重要な役割を担っており、地域農業の活性化や地域振興に大きな役割を果たしている。

昭和 36 年 (1961 年) 6 月、農業基本法が制定され、昭和 30 年代から 40 年代にかけてウンシュウミカンを中心に果樹生産が飛躍的に増大した。しかし、昭和 50 年代に入ると、国民生活の向上に伴う嗜好の多様化、輸入果実の増加などにより、国内産果実の供給過剰が顕在化した。

果樹の栽培面積は昭和 49 年の 44 万 ha をピークに年々減少し、平成 19 年には 26 万 ha にまで落ち込んでいる。特に、ウンシュウミカンはピーク時の 3 割程度にまで大きく減少している。また、果樹農家の約 6 割を 60 歳以上が占め、他産業以上に、高齢化や後継者不足が深刻化している。また、近年、地球規模の温暖化が進行する中、ウンシュウミカンの浮皮、リンゴ・ブドウの着色障害などが発生し、今後の果実生産への影響が懸念され始めている。

一方、加工品を含む果実輸入量は年々増加し、平成 19 年の輸入量は 516 万トンに達し、果実の自給率は 41% になっている。とりわけ、平成 3 年の生鮮オレンジ、平成 4 年のオレンジ果汁の輸入自由化以降、果実加工品の輸入は急増した。生鮮リンゴについては、平成 5 年のニュージーランド産リンゴの条件付き輸入解禁、翌年の米国産リンゴの輸入解禁などにより、国際的な競争がますます熾烈化し、国内果樹産業を圧迫している。

また、他方で、小泉政権時代に攻めの農政に転じ、国を挙げての農産物輸出に取り組む中、平成 14 年の台湾の WTO 加盟以降、リンゴを中心に台湾向けの果実輸出が急増し、平成 19 年においてはリンゴ、ニホンナシなどの果実輸出は約 109 億円に達しており、農産物輸出で果実が最も実績を挙げる結果となっている。

2. これまでに得られた成果

この様な果樹産業の状況変化の中、果樹研究所では果樹産業界に直接、間接を

問わず寄与できる成果を挙げ、果樹産業の維持・発展に貢献してきた。ここで、そのいくつかを紹介したい。

1) 高収益な果樹生産を可能とする高品質品種の育成

果樹研究所では、これまでに高品質で国民の嗜好に合った各種の果実を育成してきた。その代表が、「ふじ」であり、また、「幸水」、「豊水」、「清見」、「不知火（デコポン）」などである。

「ふじ」は品種を育成してから70年になるが、リンゴ栽培面積で世界のトップ品種となり、国内においても栽培面積の半分以上を占めている。「千秋」、「シナノスイート」、「こうたろう」、「きたろう」などの育種親としても利用されている優良な品種である。

「幸水」は国内のナシ栽培面積の約4割を占める主要品種で、「豊水」と合わせて国内のナシの栽培面積の6割を占めている。

「清見」は我が国で育成された最初のタンゴール（ウンシュウミカンとオレンジの交雑種）で、単胚性のため育種親に重用され、「不知火（デコポン）」、「せとか」、「はるみ」などの育種親として極めて高い評価を得ている。わが国で育成されている、みかん・タンゴール新品種の半数以上が「清見」の子孫にあたる。

クリでは、「筑波」が国内のクリ栽培面積の約3割を占める主要品種で、「秋峰」、「丹沢」、「石鎚」、「国見」などと併せて果樹研究所の育成品種で国内のクリ栽培面積の6割弱を占めている。また、近年育成した「ぽろたん」は、これまでのニホングリになかった渋皮が容易にむける画期的な早生品種である。肉質が優れ、ニホングリの特徴である大きさと風味を生かした加工用品種として期待されており、今後、急速な普及が見込まれている。

ブドウでは、「シャインマスカット」を育成した。露地で栽培できる高品質なヨーロッパ系ブドウである。果肉が硬くかみ切りやすく、マスカット香を持ち、大粒で種なし栽培できる黄緑色のブドウである。糖度が高く、酸味が少なく、栽培が容易であるため、山梨県、長野県、山形県、島根県、岡山県などで急速に導入が進んでおり、今後、全国展開が見込まれる。

これらに加え、近年では、ミカン「西南のひかり」、「津之輝」、黄色リンゴ「もりのかがやき」、赤肉で大果のウメ「露茜」、大果で食味が良い晩生の渋ガキ「太天」、なども育成しており、果樹産業の発展や国民の食生活に大きく貢献してきたと自負している。

2) 省力・安定生産技術の開発

果樹の多くは大木になるため、受粉、摘花、収穫などの作業に多大な労力

を要する。そこで、おい性にして各種作業を省力化するための様々な工夫がなされてきた。果樹研究所では、リンゴ栽培の省力化のために、挿し木発根に優れるリンゴおい性台木（JM 台）を、世界に先駆けて育成した。これまでのリンゴおい性台木は挿し木繁殖ができなかったため、苗木生産に多大なコストを必要としていたが、この問題を解決できる台木として大きなインパクトを与えた。また、おい化栽培での樹形管理法など栽培技術を開発し、この結果、脚立使用の作業時間を2割削減でき、早期多収、省力、高品質のリンゴ栽培が可能となり、リンゴ栽培面積の約3割でおい化栽培が普及している。

また、自家不和合性を持っているリンゴでは、受粉樹として、いくつかの品種を園地内に混植する必要があるが、残留農薬のポジティブリスト制を導入してからは、農薬のドリフトに配慮しなければならなくなった。そこで、「ふじ」を基本としたリンゴ単植園に適する受粉専用品種の選定、訪花昆虫を利用した効果的な結実管理法、受粉専用品種における花芽の安定着生技術などを開発し、実用化している。

ブドウの省力化技術としては、花穂整形器を開発した。花穂整形器は、花振るい防止や果房の形を整えるために不必要な支梗（小花穂）を切り取る作業であり、開花期の短期間に集中して行う、避けられない重労働である。この花穂整形作業を省力・軽労化する機器を開発し、これまでの花穂整形時間を約7割短縮できた。2社に実施許諾し、平成20年から市販品の販売を開始し、既に6,000個以上の販売実績があり、ブドウ産地への導入が進んでいる。

3) 果実の機能性成分の機能解明と高含有育種素材の開発

ミカンの大産地である静岡県の三ヶ日町で行った栄養疫学研究により、ウンシュウミカンに多く含まれる黄色の色素であるβ-クリプトキサンチンの血中濃度が高い人は、肝障害、糖尿病、骨密度低下などの生活習慣病の発病リスクが低いことを明らかにした。すなわち、『ミカンを沢山食べる人は生活習慣病になりにくい』と言うことである。また、β-クリプトキサンチンはオレンジやグレープフルーツにはほとんど含まれておらず、ウンシュウミカン特有の成分と言ってよいが、それをさらに高含有している「せとか」や「たまみ」などの新品種の開発や消費拡大に向けた食育推進活動に大きく貢献し、消費者の果実摂取の意識向上に寄与している。また、動物実験で発がん抑制などの作用を持つことが明らかとなっているオーラプテンを、果肉に高濃度で含む新品種を開発している。

4) 果樹紋羽病抑制のための技術開発

果樹の土壌病害の1つである白紋羽病は防除が非常に困難であるが、病気を起こす能力のない非病原性菌の白紋羽病菌を利用した微生物資材を開発し、これを施用することで、白紋羽病の発生を抑制できることを示した。また、化学合成農薬処理では防除が十分ではなく、環境負荷が懸念されているので、継続的に処理でき環境負荷のない、温水を用いた新たな防除技術を民間企業、県との共同プロジェクトで開発した。ニホンナシ、リンゴの温水処理樹では根部に寄生した白紋羽病菌が消失あるいは減少し、治療効果が得られることが生産現場で実証されており、簡易な処理装置の開発も行っている。

5) 気候温暖化に対応した農業生産管理技術の開発

温暖化による果樹の栽培適地移動を詳細に予測できる地図の作成を進めるとともに、開花日の変動や晩霜害の危険度を評価できる高精度なリンゴ生育ステージ予測モデルの開発を進めている。また、温暖化が進み、今まで国内では存在していなかった重大な病害虫が国内で発生する懸念が強まってきた。その1つであるカンキツグリーンング病（HLB）は、幼虫期に HLB 病原細菌を獲得したミカンキジラミで媒介力が強いなど媒介特性を明らかにした。また LAMP 法による HLB 検出技術の共同開発により、早期診断、防除指針を確立し、HLB 病診断キットを発売し、罹病樹の早期発見や媒介虫の効果的な防除により、国内の HLB の拡散防止に大きく貢献している。

6) 天敵を用いた果樹害虫の制御・管理技術の開発

環境に配慮した地球に優しい農業が叫ばれ、化学農薬に替わる生物農薬が用いられ、特に、天敵の研究が進んだ。殺虫剤による防除が困難で、国内のクリ産業に重大な損害を与えていたクリタマバチの防除のため、天敵のチュウゴクオナガバチなどを利用した生物的防除法を確立した結果、国内のクリ栽培に甚大な被害を与えていたクリタマバチ被害を減少することに成功した。

また、ミカンの木を枯らす大害虫であったヤノネカイガラムシに対して、天敵であるヤノネキイロコバチやヤノネツヤコバチを中国から導入して、ヤノネカイガラムシの防除回数を大きく減らすことができた。

7) 簡易・迅速な品種識別・産地判別技術の開発

果樹の品種、原材料や原産地の適正な表示など食の安全・安心を確保する観点から、また海外からの海賊版果実の流入や品種詐称の抑止などを目的に、信頼度の高い科学的手法により品種を判別する技術の開発が求められており、遺伝子診断や元素組成分析で正確な品種判別や品種同定、産地判別を可能としている。

ニホンナシ（約 100 品種）、モモ（約 50 品種）、リンゴ（約 80 品種）、オウトウ（約 100 品種）、ウメ（約 40 品種）、アンズ（約 20 品種）、スモモ（約 120 品種）、クリ（約 30 品種）、カンキツ（約 40 品種）などにおける DNA マーカーによる品種判別技術を開発している。品種判別の実用例として、山形県農業総合研究センター園芸試験場に技術協力を行い、同県育成のオウトウ「紅秀峰」のオーストラリアでの不法栽培の摘発に貢献している。

また、近年は、原産地表示が義務づけられ、産地判別技術も重要になってきた。ウメ、リンゴ、ニホンナシの原産地判別技術の開発に関しては、梅干し「南高」の種子中の元素組成、リンゴ「ふじ」の果梗および種子中の元素組成を用いて多変量解析することによって、国内外市場で偽装が懸念されている日本産と外国産とを判別する技術を開発した。同様の方法で、ウメ「南高」、リンゴ「ふじ」、ニホンナシ「二十世紀」の国内の主要産地の判別も可能とした。

8) 果樹 DNA 利用技術の開発

DNA を利用した技術としてはマーカー選抜がある。今までに、カラタチのカンキツトリステザウィルス抵抗性、「無核紀州」由来の無核性、ニホンナシ黒星病抵抗性、リンゴのカラムナー性と連鎖する DNA マーカーを開発した。また、カンキツ、リンゴ、ブドウ、モモ、ニホンナシの主要 5 果樹における大規模オリゴ DNA マイクロアレイを開発している。

また、カンキツの早期開花に関連する遺伝子である CiFT の機能解析研究の中から、低温によるウンシュウミカンの花成誘導時期には茎の CiFT 遺伝子発現が増大することを明らかにした。

3. 今後の研究開発の方向

以上示してきた成果を踏まえながら、今後の果樹研究開発の方向を考えてみる。すなわち、果実の自給力向上を目指し、高品質果実の安定生産を可能にするため、商品性の高い新品種の育成、低コスト安定栽培技術の開発、環境に配慮した病虫害防除技術、温暖化対策技術、ゲノム研究の高度化、果実機能性の解明などを進める必要がある。

1) 高収益な果樹生産を可能とする高品質品種の育成と省力・安定生産技術の開発

一般的には、良食味で食べやすい成熟期の異なるカンキツ、栽培性に優れ病害抵抗性、日持ち性などをもつ高品質のリンゴ、ニホンナシ、核果類、ブドウ、カキ、クリ新品種を育成する。また、果樹生産の省力化のために、わ

い性などの省力適性をもつモモ、カキ、カンキツ台木の育成を目指す。もう少し専門的な部分では、カンキツかいよう病抵抗性、モモ低低温要求性、クリ渋皮剥皮性など重要形質の遺伝様式の解明やカンキツのカロテノイド高含有系統、リンゴの黒星病・斑点落葉病複合抵抗性系統などの選抜を図る。

省力・安定生産技術では、果実・樹体の生理障害軽減、防鳥対策、摘蕾・摘果などの省力管理に関する技術を開発する。また、花芽分化条件の解明に基づく安定生産技術の開発を行うとともに、品質向上、低コスト化のための園地・樹体管理のシステム化を図る。さらに、低投入・環境保全型土壌肥料管理のための技術開発を行う。

2) 果樹害虫の総合防除体系の構築と生物多様性維持技術の開発

従来から研究を進めてきた土着天敵利用技術を核に、耕種的防除法、フェロモンなどの生物機能利用技術を組み合わせた防除体系を開発し、発生予察技術の高度化と被害解析を進め、カンキツ、リンゴ、ニホンナシなどでの殺虫剤使用量の削減を図る。また果樹の環境に配慮した栽培法に特異的に出現する生物種の解明を進め、生物多様性の維持技術を開発する。

3) 果樹の紋羽病などの難防除病害抑制のための体系化技術の開発

白紋羽病の制御技術については、対処療法的に温水処理技術を開発してきたが、今後、菌類ウイルス、拮抗微生物、非病原性菌などの微生物資材を用いた防除技術の完成度を高める。また、カンキツにせ黄斑病の病原体の解明と診断法を確立するとともに、ブドウ・リンゴ・カンキツなどのウイルスフリー苗木供給のため、ウイルス性病原体の遺伝子情報に基づいた診断技術を開発・改良し、診断法をマニュアル化する。

4) 気候温暖化などの環境変動に対応した農業生産管理技術の開発

温暖化による果実・樹体の異常や障害の発生メカニズムを解明し、温暖化適応技術を開発する。高温条件における着色管理、花芽分化や着果確保、自発休眠打破、凍霜害軽減による生産と品質安定技術の開発を行う。また、果樹園における温室効果ガスの動態や貯留能力を明らかにするとともに、貯留のための効果的な園地管理技術を開発する。

カンキツグリーンング病に関しては、伝搬機構の解明に基づく防除法の開発を進める。また、病原体や媒介昆虫の遺伝子マーカーを用いたモニタリング技術を開発する。

5) 果樹の育種素材開発のための遺伝子の機能解析及びDNA利用技術の開発

カンキツ、ニホンナシ、モモ、リンゴ、ブドウなどのゲノム配列、発現遺伝子、連鎖地図や物理地図を始めとする各種情報を活用し、高精度かつ高密

度な遺伝子マーカー情報を集積する。早期選抜マーカーや交配親評価マーカーを開発し、果実品質、複合病害抵抗性、結実性安定を目指した育種利用を進める。

多数の分離集団の育成が困難な果樹において、マイクロアレイなどを利用した網羅的解析法と比較技術を確立し、遺伝資源が保有する形質情報とゲノム情報からの有用形質選抜手法を開発することにより、育種、栽培へのゲノム情報の利用拡大を進める。

6) 果実の健康機能性の解明と高品質果実の利用・貯蔵技術の開発

栄養疫学研究において、より信頼性の高いコホート研究を行い、果実による疾病予防の機能性について実証する。果実に含まれる機能性成分の探索と高含有素材の開発を行うとともに、食べやすく健康にも有用な加工技術や食品素材の開発を行う。食味に重要な品質成分を特定し、高品質果実の安定供給技術の確立を目指して、長期貯蔵・出荷調節を可能とする果実鮮度保持技術を開発する。

4. 終わりに

果樹研究の現状と方向について述べてきたが、今後の方向についてはあまり具体的な例示が出来なかった。果樹研究は成果の例を見ても分かるように、成果が発表されてから実用化に至るまで非常に年月のかかるものが多い。今後5年、あるいは10年の計画は平成23年度から始まる第3期中期計画の中で示していきたい。評価などで縛りが多くなっている中、研究員の自主性を尊重し専門性を高めるとともに、専門性を生かして公立研究機関、大学、民間などの連携強化及び共同研究の推進を図り、国民に一層役立つ果樹研究を進めていきたい。