

## 果樹育種研究の推進方向

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者	土屋, 七郎
巻/号	14巻5号
掲載ページ	p. 12-18
発行年月	1991年5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



## 果樹育種研究の推進方向

土屋 七郎

国際化時代に対応する果樹育種研究の推進方向として、リンゴを例として2つの柱について検討した。その第1は高品質品種の育成で、品質を支配する形質ごとにその育種目標値を設定し、これを効率的に達成するための手法について触れ、リンゴを特徴づける優良形質の総合体としての高度な品質を備えた品種の育成と多様化による消費ニーズへの対応が不可欠であると考察した。

第2の柱は、低コスト化（省力適性）品種の育成である。ここでは、樹姿（わい性・スパータイプ品種）、わい性台木、病虫害抵抗性、自家結実性、自家摘果性、散光着色性等の改善を図り、15～20年先の10 a 当たり所要労力を、育種的対応だけで150時間未満、収量を5～6 t とする目標を掲げた。

さらに、これらの目標が達成できたとしても、我が国リンゴ栽培の国際的優位性を確保するためには、規模の拡大と高品質果実低コスト生産技術の駆使を図ることが極めて重要であることを強調した。

## はじめに

平成元年度の我が国果実生産量は5,054千 t で、昭和60年の90.5%である。一方、生果輸入量は1,531千 t (177,174百万円) で昭和60年の27.2% (3.2%) 増となっている。さらに、食用ナッツ、乾燥果実、缶詰類、ジャム、ジュース、その他加工果実の輸入量は16%～91%の増加を示しており、その傾向は低価格果実・加工品の急激な増大を特徴とする。また、国内産果実と競合する果実的野菜（すいか、いちご、露地・温室メロン等）の生産量は昭和60年以降

約1,400千 t を維持し、高品質化傾向が一段と高まっているのが実情である。

このような状況のもとで、我が国果樹産業の国内的、国際的優位性を確保し、自立経営農家の安定的な発展を期するためには、高品質果実の低コスト安定多収生産技術の確立以外にはなく、これが我が国果樹研究の命題として、従来に増す研究の強化が求められるところと考えられる。ここでは、この目的を達成するための育種面からの研究推進方向をリンゴを例として考えてみることにしたい。

## 1. 我が国果樹産業に対する育種の貢献と今後の課題

環境条件への適応性、国民の嗜好性充足を主

目的とした我が国の国公立、民間の果樹育種は、昭和20年以降多数の品種を生み、国内果樹産業の発展に大きく貢献してきた。リンゴでは明治4年以降約100年に亘った海外導入品種への依存体質が、昭和43年を機とする急激な品種更新によって大幅な変更を来し、平成元年度の生産量では、'ふじ'、'つがる'に代表される国内育成品種が80%以上を占め、国際的に極めて特異的な品種構成を示すに至っている。このような傾向はカンキツ、モモ、ナシ、ブドウ、オウトウ等においても同様であるが、一方で、それぞれの樹種、品種における高品質・完熟果実の生産・供給技術の開発が国民の嗜好の充足に果たした役割は極めて大きなものがある。

リンゴでは海外からの生果輸入が近いものと予想されるが、それぞれの国の現主要品種が輸入される限りにおいては、我が国消費者の嗜好を満たすものとは思えない。しかし、我が国の育種成果に対する国際的な評価も高く、国外におけるこれら品種の栽培が急激に増大している。さらに、我が国の消費者の嗜好を満たし得る品質を備えた果実の輸出を主体とする栽培法をとることも当然予想され、その段階での打撃は極めて大きなものになることは想像に難くない。

従って、育種的には、より高度な品質を備えた品種、あるいは新規需要を喚起するに足る特徴的な高品質品種と低コスト生産の可能な品種の効率的育成が今後の課題と言える。

## 2. 果樹育種の推進方向

### (1) 高品質品種の育成

果樹の品質の支配形質は極めて多いが、リンゴにおける高品質果実とは、糖度が高く適度な酸味を有し、かつ肉質が滑らかで果汁も多く、芳香があつて鮮度の高いものといえる。

さらに、多数の果樹の中にあつて、リンゴは、収穫期、食味、芳香、日持ち性、果色、果形等多くの形質において極めて変異性に富んでいる

が、最大の特徴は食味の多様性と爽快さ並びに周年出荷の可能な貯蔵力にあるといつてよい。

現在、我が国で主要品種の座を占めるに至った国内育成品種の多くは、これらの要件をある程度満たした、いわゆる高品質品種とされ、'ふじ'においては、国内リンゴ生産量の約50%(50万t)を占めている。

また、'ふじ'の国外における生産動向をみると、すでに韓国では全生産量の65%前後、ブラジルでは38%前後の生産があるとされ、その総生産量はすでに100万tを越す世界第3~4位にランクされる品種となっている。これに加えてアメリカでの評価も極めて高く、その栽植面積は1万haを越すものと見られるが、1995年以降は、デリシャス系品種に替って大幅に増殖され、アメリカのリンゴ産業界を席捲するとの見方すら出ている(1989年10月25日付け、Wall Street Journal)。

ただし、'ふじ'を含めた国内育成品種の最大の難点は、甘味が勝り、酸味が少ないために食後の爽快感にやや欠け、特にその傾向は長期貯蔵果実において顕著であり、さらに、果実が大きすぎることや高級性を印象付ける香りの欠落も見逃せない。

一方、果樹の育種では、特定の成分を意図的に高める成分育種的な手法は用いてきていないが、常に味覚、嗜好を充足する品種、すなわち高品質品種の育成に努めて来たことから、結果的には成分育種的な色彩が極めて強いものとなっている。このことは、リンゴの糖組成にも強く現われており、我が国で主要品種の地位を確保したものにあつては、上品な味覚を与えるフルクトースの比率が圧倒的に高く、これとグルコースの和は、シュークロースの約2倍前後となっている(表1)。

しかしながら、今後の育種においては、糖・酸の代謝、果実の成熟・老化機構等の基礎的知見に基づいて、これらを制御する遺伝子を明らかにし、その効率的利用による高品質品種の育成をさらに積極的に進める必要があるものと思

表 1 リンゴ既存品種の糖組成

品 種 名	取 獲 日	糖 度		ブドウ糖		ソルビトール		果 糖
		%	%	%	%	%	%	
さ ん さ	9/11	12.59	3.56(28.3)	2.11(16.8)	*	6.92(54.9)		
つ が る	9/18	9.65	3.20(33.1)	1.79(18.6)	*	4.66(48.3)		
旭	9/20	9.55	1.35(14.2)	2.25(23.6)	*	5.94(62.2)		
あ か ね	9/20	9.38	1.30(13.8)	2.28(24.2)	*	5.81(61.9)		
い わ か み	9/29	8.85	1.58(17.9)	2.30(26.0)	*	4.97(56.1)		
ひ め か み	10/ 3	13.10	3.73(28.5)	3.46(26.4)	0.60( 4.6)	5.31(40.5)		
千 秋	10/ 6	12.47	1.62(13.0)	4.28(34.4)	*	6.57(52.7)		
は つ あ き	10/25	11.37	2.78(24.5)	2.83(24.9)	*	5.75(50.6)		
紅 玉	10/25	12.71	1.50(11.8)	3.85(30.3)	0.86( 6.8)	6.49(51.1)		
4	11/ 2	12.97	4.58(35.4)	2.32(17.9)	*	6.06(46.8)		
陸 奥	11/ 2	13.10	2.50(19.1)	3.14(23.9)	0.78( 6.0)	6.68(51.0)		
ふ じ	11/ 2	13.49	3.33(24.7)	3.16(23.4)	1.02( 7.6)	5.98(44.4)		
Belfleur d'Hiver	11/ 2	12.33	1.87(15.2)	2.98(24.2)	1.10( 8.9)	6.38(51.7)		
Granny Smith	11/ 2	11.94	1.38(11.6)	4.48(37.6)	*	6.07(50.9)		
Pairmain de Clark	11/ 2	12.56	1.89(15.0)	3.63(28.9)	1.08( 8.6)	5.95(47.4)		

注) 高速液体クロマトグラフによる分析値、\*印は検出されず。( ) 内は構成比を示す。

表 2 高品質品種育成における目標

目標形質	目 標 値	目標達成に必要な研究項目
高糖度	早生 13%以上 中・晩生 15%以上	糖代謝の解明と制御遺伝子の導入
適酸度	0.5g±0.1/100ml程度	有機酸代謝の解明と制御遺伝子の導入
糖酸比	早生 25前後 中・晩生 30前後	
減酸速度	中・晩生 遅 長期貯蔵品種 出荷期0.4g/100ml程度保持	
高肉質	硬～中, 緻密, 多汁	
日持ち性	極早生品種 1週間程度 早生 2～3週間 中生 3ヵ月以上 晩生 4ヵ月以上 (貯蔵果実は出荷期最低131b保持)	難粉質化一果肉軟化機構の解明と制御遺伝子の導入
芳香	多様性	フレーバー特性, 遺伝様式の解明
機能性	高食物繊維, 高アスコルビン酸 高ソルビトール	品種特性の解明。糖・有機酸代謝の解明と制御遺伝子導入
大きさ	250g～300g(最高350g)	
果色	多様性	
形状	多様性 (選果機使用を考慮し円形を中心とする)	
果皮	平滑, 適度な厚さ (丸かじりを想定した適度な厚さ。 輸送性との調和)	

われる。

当面の育種の目標は表2に示すとおりであるが、これらの到達目標のかなりの部分はすでに

達成されており、したがって、その目標値は最低限確保されるべき要件と考えたほうがよく、むしろこれらの要件を満たした多様な品種の育

成が望まれるところである。

## (2) 低コスト化(省力適性)品種の育成

我が国の中部から北海道に至るリンゴ主産地の気象(温度)、土壌条件は、リンゴの栽培に比較的好適したものであることは、産業の発展経緯からみても明らかである。しかしながら、生育期間中の高温、多雨、多湿条件は病害虫の発生を助長し、これらを含めた環境要因からは、我が国が必ずしもリンゴ栽培に最適の環境条件を備えているとはいえない。

すなわち、アメリカやカナダの西海岸の諸州(カリフォルニア、ワシントン、オレゴン、ブリティッシュ・コロンビア州等)は典型的な灌水農業の地であるが、ここでは、主要品種であるデリシャス系の品種が、年間4~5回の薬剤散布で病害虫を十分防除できるのに対し、我が国で同一品種を栽培した場合、この回数では商品価値を有する果実の生産が不可能であり、さらに、各種主幹病害虫により樹体に著しい障害が現われたり枯死に至るものも少なくない。これを回避するためには農薬や天敵、天敵微生物、拮抗菌、生理活性物質(性フェロモン等)等の生物的防除技術を活用した効率的な栽培管理が不可欠である。

これに要する資材費、防除費は相対的にみると必ずしも大きくはないが、高温、曇天・多雨一少日照一下での高品質果実の生産のためには、整枝・剪定、摘花(果)、着色管理等の樹体管理に多大の労力を要し、所要労働時間は、アメリカの2倍前後に達しているのが実状である。

今後、農村における労働力の確保はますます逼迫の度を加え、労賃の高騰も目に見えている。さらに、労働の質的低下の招来も否めない。このような状況の下では、労力の多投に基づく最高級果実の生産による相対的な低コスト化には限界がある。

したがって、我が国におけるリンゴ栽培の方向としては、現在の高品質性を維持するか、あるいはこれに勝る高品質果実の生産を達成しつつ、現状の70~50%の労力投入で可能とするよ

うな技術体系を組み立てるとともに、自立経営の可能な果樹園経営のための規模拡大が必須条件となる。

これには、リンゴ(果樹共通)栽培において労働ピークとなっている管理作業の軽減可能な品種の育成という育種的な対応が強く求められるところである。

すなわち、リンゴでは収穫・調製、授粉・摘果(花)、着色手入れ、剪定、(袋掛け・除袋)に多大の労力を費やしているが、これを助長しているのが樹体の大きさであり、樹勢の強さである。したがって、基本的には、樹姿改良によるわい性品種の育成、わい性台木の育成・利用による作業性の高い樹体を作ることが重要となる。これによって、受光態勢も改善され、高糖度で食味、着色の優れた高品質果実の生産も容易となり、諸管理作業の労力も大幅に削減することが可能になるものと考えられる。

さらに、授粉、摘果(花)、着色手入れ等の労力削減のためには、自家結実性、自家摘果性、散光着色性等を備えた品種の育成を進める必要がある。

なお、病害虫防除の所要経費・労力はさほど高くはないにしても、我が国環境条件の下では、耐病虫性品種の育成が、自然生態系の保全、農業者の健康保持、消費者の危惧解消のためにも、最重要課題であることは論をまたない。

これら諸形質については、その遺伝的背景の不明なものもあるが、すでに改善を図っている形質も多く、目標の達成は必ずしも難しくはないと考えられる。

現在取り組んでいる研究課題を含めた低コスト化(省力適性)品種の育成に係わる研究の推進方向を示すと表3のとおりである。

## (3) 育種技術の開発

リンゴでは交雑実生が結実を開始するまでに7~8年を要し、1次選抜、系統適応性検定試験(2次選抜)を含めた品種育成のための期間は少なくとも15年程度となっている。

表3 省力適性品種・台木育種の目標と手段

1. 品種育成	
1) 耐病性品種の育成	抵抗性多数品種の利用
斑点落葉病	single・polygene 支配抵抗性品種の利用
黒星病	'旭'・'あかね'及びその後代品種の利用
赤星病等	抵抗性野生種の利用
ふらん病	
2) 自家結実性品種の育成	'恵'・'Ambri'・'Cooper's Early'等の利用
3) 自家摘果性品種の育成	'あかね'の自家摘果機構の解明と利用
4) 散光着色性品種の育成	'Starking Delicious'枝変り品種・'盛岡50号'等の利用
5) 葉摘み不要性品種の育成	果叢葉立性品種の利用
6) わい性品種の育成	a) 短果枝型わい性品種'Wijack'とその後代品種の利用 b) 枝垂性野生種'Red Jade'とその後代選抜系統の利用
7) 早期結実性品種の育成	早期結実性栽培品種、野生種の利用
8) 多収性品種の育成	(樹姿改良) a) わい性短果枝型品種'Wijack'の利用一前出 b) 短果枝着生性(Spur type)品種の利用
2. 台木育種	
1) わい性台木の育成	(目標わい化性：わい性～半わい性) (獲得目標形質：挿木発根性、接木親和性、耐水性、耐干性、耐寒性、土壌病害虫抵抗性、早期結実性、根の安定性、自立性(支柱不要性)、サッカー不発生性) a) M系わい性台木、 <i>M. prunifolia</i> 、 <i>M. sieboldii</i> の利用 b) 'リンゴ台木盛岡1号～10号'の適応性解明(系適実施中) c) M系、 <i>M. prunifolia</i> 、 <i>M. sieboldii</i> 雑種F <sub>2</sub> 世代の選抜 d) アポミクシス、雄性不稔性利用による種子繁殖性わい性台木の育成( <i>M. scheideckerii</i> 、M. 9、M. 27、'Wickson'の利用)
3. 育種技術の改善	
1) 育種年限の短縮	a) Juvenilityの解明と制御技術の開発
2) 組織培養等生物工学的育種技術の開発	a) 茎頂培養等組織培養技術の開発 b) 細胞融合等の技術開発と育種素材の作出
3) 染色体操作技術の開発	と育種素材の作出
4) 遺伝子操作技術の開発	a) 遺伝子の単離、導入技術の開発 b) 遺伝子発現機構の解明

さらに、他殖性で雑種性が高く、諸形質の遺伝に関して不明の点が多い。このような事情から、多数の交雑実生を養成し、優良個体を選抜する手法が採られているが、実際には樹体が極めて大きくなることから、取り扱える実生数は、育種圃場面積の制約から、自ずから限定される。

これらを克服し、リンゴ育種の効率化を図ることが研究推進上の大きな課題となる。

育種年限の短縮に関しては、従来から、その手法の開発に努め、現状での最善策として、最わい性台木M. 27への接木による結実の促進が図られている。さらに、現在、特別研究として「幼若性(Juvenility)の解明と制御技術の確立」に取り組んでいるところであり、幼若性の人為的な制御が可能となれば、比較的小さな樹体での選抜が実施できることから、取り扱える実生数もかなり増大し得るものと考えられる。なお、今後は野生種等の実生で認められる早期着花性や野生種、栽培品種に認められる腋花芽着生性等を取り込んだ早期結実性育種素材を準備して

いくことも欠かせない。

高度雑種性の解消については、近年その存在が明らかにされ育種素材としても活用されつつある自殖性品種の積極的な利用が望まれるところであり、早期結実性ととの組み合わせによって世代促進が図られれば、交雑によっても純系に近い育種素材の育成が可能となる。さらに、蒴・花粉培養による純系の育成が急務であることは言うまでもない。

育種年限の短縮、育種母本の純系化が達成できたとしても、リンゴの永年生木本作物としての育種上の隘路が全面的に解消される筈はなく、より効率的な育種を進めるためには生物工学的育種技術の開発が不可欠となる。

染色体・遺伝子操作技術の開発による病害虫抵抗性、わい化性、自家結実性、自家摘果性、高光合成能、窒素固定能の付与や果実形質支配遺伝子の付与が可能となれば、リンゴ育種の効率化は飛躍的に増すものと考えられ、ひいては高品質果実の低コスト安定生産に寄与するところが大きい。これを可能とするためには、支

配遺伝子の確認、遺伝子の単離、導入、発現機構の解明等、基礎的技術の積み上げが不可欠である。

現在、リングでは遺伝子導入の基礎技術として、アグロバクテリウムを用いた形質転換個体の作出まで進んでいるが、すべてが今後に残された課題であり、研究態勢の整備と精力的な研究の推進が求められるところである。

### 3. 高品質品種、省力適性品種育成目標

#### (1) 高品質品種育成目標値

果樹においては高品質性とともにも多様性が極めて強く求められていることは、先に述べたとおりである。

現在、我が国リング栽培における品種構成上の問題点は、早生、晩生ともに、それぞれ‘つがる’、‘ふじ’の単一品種に依存しており、かつ、その比率が異常に高い（それぞれ約15%、50%）ことと、中生に品種構成上の柱となるべき品種が欠落していることである。

早生品種に関しては、すでに‘さんざ’が育成され（果樹試盛岡支場）、現在、急速に増殖が進められていることから、今後‘つがる’のシェアを分けあい、消費者ニーズの充足を可能にするものと考えられる。

晩生品種については、現在のところ‘ふじ’を凌駕する品種は育成されていない。しかし、その生産比率が余りに高く、しかも10月中旬から翌年8月まで、ほぼ10カ月わたって市場を独占しているのは異常事態とも言うべきで、消費者の購買意欲の減退は当然であり、販売価格の低落、生産者の収益減退が現実のものとなっている。

しかし、今後とも‘ふじ’に匹敵する品種はそう簡単に育成できるものとは思われないことから、その有利性、永続性を確保するためには生産量を削減する以外にはない。

柱となる高品質品種の欠落する中生については、当面、最新中生品種の適地適作に徹し、多

様性で特徴づける以外に対応措置がないものと思われる。

このような状況から、盛岡支場における当面の目標は、‘ふじ’と併存し得る高品質晩生品種の育成と、中生の柱になり得る優良品種の育成、ならびに7月下旬から8月上旬に成熟する極早生優良品種の育成に置いている。このうち中生に関しては8系統を選抜し、系適試験に供試しているところである。

#### (2) 早期結実、わい性品種（台木）利用による結実促進、収量目標

結実開始樹齢、盛果期到達樹齢は、現行より1～2年早め、それぞれ2～3年、5～6年とすることを目標とする。これによって果樹園経営における初期投下資本の早期償還を可能にするとともに、メドー・オーチャード・システム等ショートサイクル栽培様式を達成し、果樹園経営を有利に展開する。

さらに、盛果期の収量については、現行の25%～50%増、5～6 tを目標とする。

#### (3) 省力適性品種育成による労力削減目標（10 a 当たり）

昭和63年度統計によると、リング栽培の10 a 当たり所要労力は、わい化栽培で平均261時間、マルバカイドウを台木とする普通栽培で約307時間となっているが、果樹農業振興方針による平成12年目標はわい化栽培、普通栽培で、それぞれ151時間、177時間である。これは現在開発されている栽培技術や開発途中の技術を駆使することで十分達成できると考えられる目標値である。

省力適性品種の育成を目標とした育種面だけからの労力削減目標—現行の果実品質を維持し、かつ、より高い品質の果実生産を図ることを前提とする—については、目標達成年を15～20年先として検討し、表4に掲げた。

なお、摘果（花）については、自家摘果性の付与に目途がつかないため、現行の摘果剤利用方式の徹底を基礎としている。

この数値は果樹農業振興方針におけるわい化

表4 省力適性品種・台木育成によるリンゴ栽培所要労力削減目標

作業項目	目標値 (hr)	現行労働時間(63年,ふじ)	
		わい化(hr)	普通(hr)
剪定	8.0	30.5	27.4
薬剤散布	1.0	1.9	6.2
受粉摘果	0	76.6	75.2
受粉	0	19.2 <sup>a</sup>	25.6 <sup>a</sup>
摘果	25.0 <sup>b</sup>	33.6 <sup>a</sup>	48.0 <sup>a</sup>
袋掛け除袋	0	6.2	55.2
収穫調製	80.0	113.3	117.6
支柱立・除去	0	6.0 <sup>a</sup>	10.0 <sup>a</sup>
着色手入れ	0	28.5 <sup>a</sup>	37.6 <sup>a</sup>
その他	30.0	32.4	25.2
計	144.0	260.9	306.8

注) 1. 現行所要労働時間は農水省生産費調査による。

a: 昭和57年。福島県果樹試験による。

b: 摘果剤利用による。現行の約25%現として試算。

2. 果樹農業振興方針による平成12年目標はわい化栽培、普通栽培で、それぞれ151時間(4.0 t)、177時間(3.6 t)である。

栽培の目標値をほぼ育種の対応で達成しようとするものであり、これに栽培技術による削減の可能性を考慮すると、10 a 当たり100時間以下となり、アメリカの現行所要労力を下回ることになる。

## おわりに

昭和57年の福島県果樹試験によるわい化栽培所要労働時間は169.8時間で、現行の260.9時間とは大幅な差異がある。わい化栽培における果実品質は普通栽培より遙かに優れ商品化率も高いが、付加価値(外観の商品価値)を高めるために、本来的には労力削減の可能性の高い管理作業に時間をかけているのが実状である。これには、我が国のリンゴ園経営が極めて小規模で、自家労働力を経費としてはみなさず、より高い粗収入を求めていることを反映している。しかし一方ではわい化栽培を活用した専業農家の規模拡大は着実に進んでいる。わい化栽培比率の最も高い岩手県(56%)では4~5haの農

家も多数みられ、粗収入4000万円以上を求める例も少なくない。

国際化時代にあつて、我が国リンゴ産業の進むべき道は高級化以外にないとされるが、いかに消費者の階層分化が顕著であるとはいえ、異常に高い果実は消費者の求めるところではなく、現在の最高価格が上限とみなさざるを得ない。従つて0.5~1.0haの小規模経営では平均単価500円(生産者手取り)を達成したとしても、粗収入は1000~2000万円(反収4tとして)であり、収益率40~50%とすれば(労働力の逼迫、賃金高騰で収益率はさらに低下)自立経営も困難である。

消費者の大多数が、その高品質性から妥当とみなし得る適正な高価格果実、すなわち、輸入果実より国内産果実をより強く求めるような高品質品種の効率的な育成と、経営の安定化が期し得る低コスト栽培技術の確立が急務と考えられる。

(果樹試験場 育種部長)