

リンゴ‘シナノスイート’と‘シナノゴールド’の育成および高品質安定生産技術の開発

誌名	園芸学研究
ISSN	13472658
著者名	小松,宏光
発行元	園芸学会
巻/号	17巻3号
掲載ページ	p. 269-277
発行年月	2018年7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



リンゴ ‘シナノスイート’ と ‘シナノゴールド’ の育成 および高品質安定生産技術の開発

小松宏光*

長野県果樹試験場 382-0072 長野県須坂市小河原

Breeding of ‘Shinano Sweet’ and ‘Shinano Gold’ Apples and Development of Their Management Techniques to Stably Produce High-quality Fruits

Hiromitsu Komatsu*

Nagano Prefectural Fruit Tree Experiment Station, Suzaka, Nagano 382-0072

はじめに

我が国におけるリンゴ栽培は、明治時代に、‘国光’や‘紅玉’などの品種を欧米から導入することにより始まった。その後、日本国内でリンゴの育種が進められ、1970年代以降は、晩生種の‘ふじ’と早生種の‘つがる’を主体とする構成となった。しかし、中生種については海外からの導入品種を含めて柱となり得る品種が定着しなかったことから、優良な中生品種の開発が望まれていた。

長野県果樹試験場では1978年からリンゴ中生種の育種を開始し、1978年に交配した‘ふじ’×‘つがる’の組み合わせから‘シナノスイート’を(小松ら, 1998)、1983年に交配した‘ゴールデンデリシャス’×‘千秋’の組み合わせから‘シナノゴールド’を選抜・育成した(小松ら, 2000)。「シナノスイート」は1996年に、「シナノゴールド」は1999年にそれぞれ品種登録され、「シナノスイート」は1997年に(長野県, 1997)、「シナノゴールド」は2000年(長野県, 2000)に長野県の振興品種に認定された。以後、長野県果樹試験場では、両品種の高品質安定生産技術の開発に取り組む、「シナノスイート」については、着色が優れる栽培適地の解明、心かび病対策技術、適正着果基準などを、「シナノゴールド」については、カラーチャートを用いた収穫適期判定法、適正着果基準、鮮度保持技術などを明らかにした。

両品種は苗木の販売を長野県内に限定しなかったため、長野県のみならず全国のリンゴ産地で導入が進み、農林水産省特産果樹生産動態等調査によれば、2014年時点で、「シナノスイート」は長野県の他、青森県、秋田県、山形県など18道県で1,048 ha、「シナノゴールド」は青森県、岩手県など13県で706 ha栽培されている。「シナノスイート」の栽培面積は、「ふじ」、「つがる」、「王林」、「ジョナゴールド」

」に次いで5番目に多くなっており、平成に入って登録された品種の中では最も多い。また、「シナノゴールド」も「シナノスイート」に次ぐ栽培面積となっている。さらに、日本農業新聞による果物売れ筋期待値ランキングで、両品種とも毎年高い評価を得るとともに、台湾、香港、シンガポールなどの東アジア、東南アジアに向けた輸出でも好評を得るなど、我が国におけるリンゴ産業の振興に大きく貢献している。

園芸学会より長野県果樹試験場‘シナノスイート’‘シナノゴールド’育成・栽培グループ(7名)に対して2017年3月に園芸功労賞が受賞されたのに伴い、園芸学会編集委員会から‘シナノスイート’‘シナノゴールド’の育成とそれらの栽培技術に関する総説の執筆依頼を頂いた。そこで、本稿では両品種の育成経過と高品質安定生産技術について概説する。

‘シナノスイート’の育成と栽培特性

育成経過の概要

‘シナノスイート’を含む交雑実生は、1978年に‘ふじ’に‘つがる’を交配し、翌年この交配から97個体を育成した。これらの育成個体を1980年に矮性台木のM.26に接ぎ木して選抜を開始した。‘シナノスイート’となった個体は、1984年に初結実し、果実品質が優れることから1987年に一次選抜した。その後、貯蔵性が優れ、生理的な障害も少ないことから1991年に二次選抜した。県内5か所の生産者圃場で矮性台木樹に高接ぎした試験栽培を実施し、いずれの圃場においても果実品質が優れることが認められ、また、果実の肥大や着果状況から収量性が高いことも明らかになり、1993年に育成を完了した。1994年3月に農林水産省に品種登録を申請し、1996年8月22日に農林水産省より‘シナノスイート’として品種登録が認められた(羽生田ら, 1996)。

2017年11月16日 受付. 2017年12月31日 受理.

* Corresponding author. E-mail: komatsu-hiromitsu@pref.nagano.lg.jp

特性の概要

1. 形態的特性

主たる樹体および果実特性を第1表、果実の外観を第1図に示した。樹姿は直立と開張の中間、樹の大きさおよび樹勢は中で、樹勢は‘つがる’と比べ強い。果実の外観は円～長円、果実の大きさは380g程度で大きく、果皮の地色は黄緑、果皮を被う色は赤、色の型は縞明瞭である。果肉の色は黄、硬さおよびきめは中、蜜の多少は無～わずか、果汁の多少は多である。‘ふじ’とは、蜜の多少が無～わずかであること、成熟期が中であること、‘つがる’とはさびの多少が少であること、成熟期が中であることで、区別が認められる。

2. 生態的特性

発芽日、満開日および収穫盛日を第2表に示した。年次により差が認められるが、育成地（長野県須坂市）における発芽日は3月下旬から4月上旬、満開日は4月下旬から5月上旬で、発芽日や満開日は‘ふじ’や‘つがる’と顕著な差は認められない。但し、近年の観察では、開花日や満開日が‘ふじ’と同じかやや遅い傾向が認められている。日当たりの収穫量が最も多かった収穫盛日は10月上旬から10月中旬で、満開日から収穫盛日までの日数は160日程度で、‘ふじ’と‘つがる’のほぼ中間である。実際の栽培では収穫期が着色の状況によって決定されるので、着色

がよい地域では収穫期が早まる傾向がある。

3. 交雑和合性

交雑試験の結果を第3表に示した。両親の‘ふじ’、‘つがる’および主要品種の‘王林’とは交雑和合性であるが、自家和合性は認められない。リンゴの自家不和合性遺伝子S-RNase型はS₁S₇である（Matsumotoら、1999）。

4. 果実品質

1998年から2002年の5か年の調査結果を第4表に示した。9月下旬から10月上旬に成熟した果実を収穫して調査に供した。果実の大きさは335g、果肉硬度は57.1N、糖度は15%、リンゴ酸含量は0.26%、糖酸比は59.3であった。果汁が多く柔らかい肉質で、酸味が少なく甘味が強いく、食味が‘シナノスイート’の特徴で、甘酸適和で硬い肉質を求めているこれまでのリンゴ品種とはかなり異なっている。また、果肉硬度は低いが、果肉は粉質化しにくく、常温で3週間程度は鮮度が保持できる。

‘シナノスイート’の高品質安定生産技術

品種の育成に併せて、品種特性を生かす栽培技術や品種の欠点を克服する栽培技術の開発、遺伝的特性、生理的特性および病害に対する反応の解明などを長野県果樹試験場が主体となって取組み、2017年までに長野県の‘普及に移す農業技術’として21の研究成果を公表した。それら

第1表 ‘シナノスイート’の樹体と果実の特性

形質名	シナノスイート	ふじ	つがる
樹姿	中間	開張	中間
樹勢	中	中	弱
果実の大きさ	378g	418g	293g
果実の形	円～長円	円～長円	円～長円
果実を被う色	赤	濃赤	赤
果実を被う色の型	縞明瞭	縞明瞭	縞明瞭
酸味	弱	中	弱
蜜の多少	無～わずか	多	無～わずか
さび（梗あ）の多少	無～わずか	無～わずか	中
収穫期	中	晩	早

出典：小松ら（1998）を一部加筆

第2表 ‘シナノスイート’、‘シナノゴールド’の育成地（長野県須坂市）における生態的特性

年	発芽日（月/日）				満開日（月/日）				収穫盛日（月/日）			
	シナノスイート	シナノゴールド	ふじ	つがる	シナノスイート	シナノゴールド	ふじ	つがる	シナノスイート	シナノゴールド	ふじ	つがる
1998	3/29	3/29	3/30	3/29	4/24	4/24	4/27	4/24	10/5	9/21	11/18	8/13
1999	3/29	3/26	3/31	3/29	5/3	5/2	5/2	5/1	10/4	10/4	11/8	8/23
2000	4/10	4/7	4/10	4/7	5/8	5/10	5/10	5/10	10/11	10/6	11/8	9/1
2001	4/4	4/4	4/4	4/6	5/2	5/8	5/4	5/4	10/4	10/4	11/8	8/29
2002	3/22	3/22	3/23	3/22	4/23	4/24	4/22	4/23	10/1	10/9	11/8	8/21
平均	3/31	3/30	4/1	3/31	4/30	5/1	5/1	4/30	10/5	10/2	11/10	8/23

‘シナノスイート’、‘シナノゴールド’および‘つがる’はM.9/マルバカイドウ中間台木樹、‘ふじ’はM.26台木樹

第3表 ‘シナノスイート’の交雑和合性

組み合わせ		交雑数	結実数	結実率 (%)
種子親	花粉親			
シナノスイート	ふじ	42	42	100.0
シナノスイート	つがる	42	42	100.0
シナノスイート	王林	42	41	97.6
シナノスイート	シナノスイート	15	0	0.0
ふじ	シナノスイート	30	30	100.0
つがる	シナノスイート	30	30	100.0
王林	シナノスイート	30	30	100.0

交配日：1993年5月9, 11日, 結実調査：1993年5月24日
出典：小松ら (1998)

第4表 ‘シナノスイート’の果実品質

年	収穫日 (月/日)	1果重 (g)	果肉硬度 (N)	糖度 (°Brix)	リンゴ酸含量 (%)	糖酸比 ^z
1998	9/28	376	60.9	15.2	0.30	50.7
1999	10/ 4	334	48.5	15.0	0.27	55.6
2000	10/ 5	296	59.2	15.6	0.25	62.4
2001	10/ 4	287	64.9	14.8	0.20	74.0
2002	9/26	384	52.0	14.6	0.27	54.1
平均	10/ 1	335	57.1	15.0	0.26	59.3

M.9/マルバカイドウ中間台木樹

^z糖度 (°Brix) をリンゴ酸含量 (%) で除した値

の中から主要な成果を紹介する。

栽培適地の解明

‘シナノスイート’は果皮の着色が困難な品種であったため、商品性の高い濃い赤色の果実の生産が見込める産地を明らかにする必要があった。そのため、1995年と1996年に長野県内延べ13か所の試作圃場について、栽培地の気温と果皮の着色との関係を検討した結果、収穫前3週間の平均気温と着色との間に負の相関関係があることが明らかになった(第2図)。また、1996年に長野県内33か所の試作圃場について、栽培地の標高と果皮の着色の関係を検討した結果、長野県内の標高500m以上の地域で濃赤色の果実を安定して生産できることが明らかになった(第3図)。これらの試験により県内での栽培適地が明らかになるとともに、それぞれの栽培地における収穫適期も明らかになった(長野県, 2016e)。このことで、同時に試作が進められていたリンゴ‘秋映’と導入地域の区別が図られ、‘シナノスイート’の生産振興方針を決めるうえで有益な成果となった。

心かび病対策技術の検討

心かび病の発病は育成初期では認められていなかったが、肥培管理が行き届くようになった育成完了時には発病が目立つようになり、品種の存続に関わる大きな問題になった。市場出荷が始まった当初は、収穫後の選果段階で、果面にワックスが発生した果実、果皮の地色の黄化が

進んだ果実、果実を指で弾いた際の打音が鈍い果実などを取り除くことで、心かび病発病果実の混入による市場評価の低下を未然に防いだ。その後、心かび病が *Alternaria* spp. や *Fusarium* spp. などによること(長野県, 2016e)、開花が早い年に発病が多くなる傾向にあること(長野県, 2016e)などの知見が蓄積されるとともに、予備摘果時期を遅くするほど心かび病の発病を抑制できること(第5表, 長野県, 2005a)、早期に着色した果実を収穫前に取り除くことで収穫した果実への心かび病の果実の混入が防げること(第6表, 長野県, 2004)など、有効な心かび病対策が確立された。

適正着果基準の検討

‘シナノスイート’は大玉で、糖度が高い品種であるが、こうした品種の特徴を安定して発揮させるため適正な着果基準を検討した。1樹当たり葉数を1樹当たり着果数で除した値である葉果比と果実重(第4図)、糖度および着色指数は正の相関関係を、葉果比と1樹当たり収量は負の相関関係を示した。葉果比と翌年の花芽率との間に有意な相関関係は認められなかったが、葉果比40未満では翌年の花芽分化率の個体による差が大きく、花芽分化率が50%未満となる樹が認められた(第5図)。これらの関係から総合的に判断し、果実重300~350g、糖度14~15°の果実を生産するための着果基準を葉果比で60程度とした(長野県, 2007a)。

第5表 予備摘果時期の違いが‘シナノスイート’の収穫時の心かび病発生に及ぼす影響

年次	予備摘果の時期	調査果数	心かび病程度別果数 ^z					発病果率(%)	発病程度 ^y	果実重(g)	翌年の頂芽開花率(%)
			無	少	中	多	甚				
2003	満開10日後	471	373	15	33	44	6	20.8	12.6	428.4	83.5
	満開28日後	715	658	18	15	20	4	8.0	4.3	385.9	75.0
	満開42日後	573	536	13	13	10	1	6.5	3.2	326.9	58.5
2004	満開10日後	529	215	49	121	115	29	59.4	35.5	300.1	
	満開21日後	450	254	31	66	71	28	43.6	27.1	257.2	
	満開28日後	886	540	53	182	74	37	39.1	22.2	255.4	
	満開42日後	570	416	43	50	48	13	27.0	14.9	237.4	

^z 2003年は10月8日および2004年9月29日に収穫した果実を赤道面で切断して観察し、心室内のかびの量により、無、少：わずかに認められる、中：半分程度に認められる、多：心室全体に認められるおよび甚：果肉の腐敗が認められる、の5段階に区分した

^y 心かび病程度別に無：0、少：1、中：2、多：3、甚：4の評点を与え、 Σ (果数×評点) / (調査果数×4) × 100により算出した
出典：長野県 (2005a)

第6表 早期着色果の除去が‘シナノスイート’の収穫時の心かび病発生に及ぼす影響

試験区	収穫前除去果数	収穫果数	心かび病程度別果数 ^y					発病果率(%)	発病程度 ^x
			無	少	中	多	甚		
早期着色果除去 ^z	56	729	661	14	25	28	1	9.3	5.2
無処理	0	550	470	15	16	43	6	14.5	9.1

^z 2003年9月8、12および19日に着色が認められた果実や地色の黄化した果実を除去した

^y 10月8日に収穫した果実を赤道面で切断して観察し、心室内のかびの量により、無、少：わずかに認められる、中：半分程度に認められる、多：心室全体に認められるおよび甚：果肉の腐敗が認められる、の5段階に区分した

^x 心かび病程度別に無：0、少：1、中：2、多：3、甚：4の評点を与え、 Σ (果数×評点) / (調査果数×4) × 100により算出した
出典：長野県 (2004)

以上の他、安定した気象条件の下では人工受粉による受精可能期間が概ね開花後5日程度であること(前島ら, 2008)、摘花剤としてギ酸カルシウム剤が、摘果剤としてNAC水和剤が有効であること(長野県, 2016a)、1年生苗木に対する切り戻し、芽かきおよびベンジルアミノプリン3.0%液剤の5~10回散布処理により側枝が多数発生した2年生苗木が養成できること(長野県, 2016c)、『シナノスイート』M.9台木の2年生苗木において、長さ5cm以上50cm未満の側枝本数が概ね10本以上あることが早期多収の目安となること(長野県, 2009)、リンゴさび果病に感染した果実は輪郭がぼやけた斑入りやくすんだ着色、リンゴゆず果病に感染した果実は果面全体に凹凸と不明瞭な斑入りの病徴が発生すること(長野県, 2016d)、14種のSSRマーカーを2~3マーカーずつ5グループに分けたマルチフレックスPCR法により主要なリンゴ品種55種の中から『シナノスイート』を識別できること(長野県, 未発表)、『シナノスイート』の頂芽が花芽分化初期に達するのは7月下旬で、『ふじ』と比べ20日程度早いこと(長野県, 未発表)、休眠打破に必要な7.2°C以下の低温遭遇積算時間は1,197時間で、『つがる』と比べ200時間程度、『ふじ』と比べ50時間程度短いこと(長野県, 未発表)および7~14年生の8年間の累積窒素吸収量から算出した『シナノス

イート』M.9台木樹の1樹当たり年間窒素吸収量は35.9gで、『ふじ』の46%であること(長野県, 未発表)などの技術や知見を得た。

‘シナノゴールド’の育成と栽培特性

育成経過の概要

『シナノゴールド』を含む交雑実生は、1983年に『ゴールデンデリシャス』に『千秋』を交配し、翌年この交配から495個体を育成した。これらの育成個体を1986年に定植して選抜を開始した。『シナノゴールド』となった個体は、1992年に初結実し、果実品質が優れることから同年に一次選抜した。その後、貯蔵性が優れ、生理的な障害も少ないことから1993年に二次選抜した。県内5か所の生産者圃場で矮性台木樹に高接ぎした試験栽培を実施し、いずれの圃場においても果実品質が優れることが認められ、また、果実の肥大や着果状況から収量性が高いことも明らかになり、1995年に育成を完了した。1996年3月に農林水産省に品種登録を申請し、1999年8月11日に農林水産省より『シナノゴールド』として品種登録が認められた(臼田ら, 1999)。

特性の概要

1. 形態的特性

樹体および果実の主たる特性を第7表、果実の外観を第6図に示した。樹姿は直立と開張の中間、樹の大きさおよび樹勢は中である。節間長が短く、スパータイプ品種に似た生育を示す。果実の外観は長円、果実の大きさは330g程度でやや大きく、果皮を被う色は浅緑黄、色の型は縞不明である。果肉の色は黄、硬さおよびきめは中、蜜の多少は無〜わずか、果汁の多少は多である。‘王林’とは、果皮の色が異なること、果梗の長さが短であること、酸味が中であることで、‘ゴールデンデリシャス’とは果皮の色が異なること、果梗の長さが短であること、さびの位置がこうあであること、さびの量が少ないことで、区別が認められる。

2. 生態的特性

育成地（長野県須坂市）における発芽日、開花日および収穫盛日を第2表に示した。年次により差が認められるが、発芽日は3月下旬から4月上旬、満開日は4月下旬から5月上旬で、発芽日や満開日は‘ふじ’や‘つがる’と顕著な差は認められない。近年の観察では、開花日や満開日は‘ふじ’と比べ2〜3日遅い傾向が認められている。収穫盛日は9月下旬から10月上旬で、満開日から収穫盛日までの日数は155日程度で、‘ふじ’と‘つがる’のほぼ中間である。近年、完熟した甘味が強い果実を収穫することが重要視され、収穫期を遅くする指導がなされている。そのため、収穫期は育成当初に示された時期と比べ遅くなる傾向にあり、10月中旬から下旬になっている。

3. 交雑和合性

交雑試験の結果を第8表に示した。主要品種の‘ふじ’、‘つがる’および‘王林’とは交雑和合性である。自家交雑でも一定の結実が認められたが、種子が形成されていなかったことから、この結実は単為結果によるもので、‘シナノゴールド’は自家和合性を有していないと考えられる。リンゴの自家不和合性遺伝子 S-RNase 型は S₁S₃ である (Matsumoto ら, 1999)。

第7表 ‘シナノゴールド’の樹体と果実の特性

形質名	シナノ ゴールド	王林	ゴールデン デリシャス
樹姿	中間	直立	開張
樹勢	中	強	中
節間長	短	長	中
果実の大きさ	334 g	330 g	357 g
果実の形	長円	卵	長円錐
果実を被う色	浅緑黄	浅黄緑	明緑黄
果梗の長さ	短	中	長
酸味	中	少	中
さびの位置	こうあ	果点	全面
さびの量	少	中	中
収穫期	中	晩	中

出典：小松ら（2000）を一部加筆

4. 果実品質

1998年から2002年の5か年の結果では、収穫時期は暦日で9月下旬から10月上旬で、満開後日数で150〜155日頃であった（第9表）。果実の大きさは370g、果肉硬度は64.3N、糖度は15.7°、リンゴ酸含量は0.43%、糖酸比は36.4であった（第9表）。甘酸のバランスが良く、果肉が硬く、歯切れがよい肉質であることが‘シナノゴールド’の特徴である。果肉は粉質化しにくく、常温で3週間程度、普通冷蔵で3か月程度、鮮度が保持できる。

‘シナノゴールド’の高品質安定生産技術

‘シナノスイート’と同様に、品種特性を生かす栽培技術や品種の欠点を克服する栽培技術の開発、遺伝的特性、生理的特性および病害に対する反応の解明などを長野県果樹試験場が主体となって取組み、2017年までに長野県の‘普及に移す農業技術’として26の研究成果を公表した。それらの中から主要な成果を紹介する。

果皮色を基準とした適正収穫時期の検討

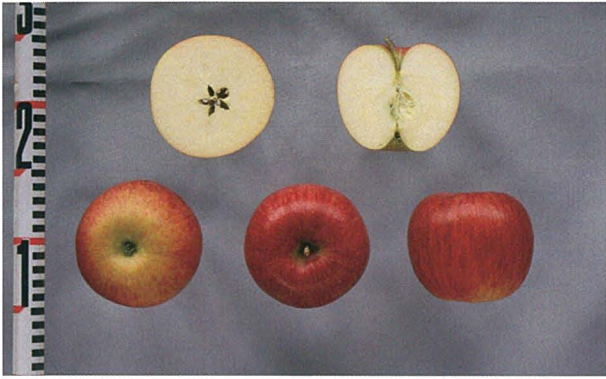
‘シナノゴールド’のように果皮が黄色の品種は、果皮

第8表 ‘シナノゴールド’の交雑和合性

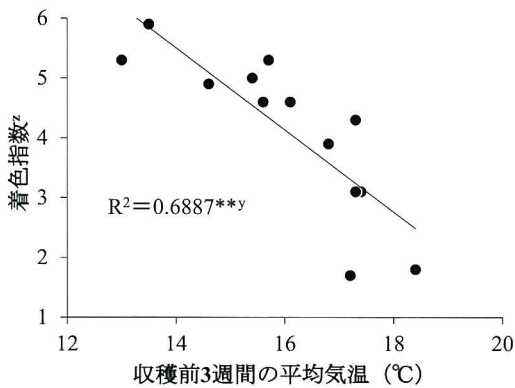
組み合わせ		1995年5月17日調査			1995年5月29日調査		
種子親	花粉親	交雑数	結実数	結実率 (%)	結実数	結実率 (%)	1果当たり 種子数
シナノゴールド	ふじ	20	20	100.0	20	100.0	6.0
シナノゴールド	つがる	20	18	90.0	18	90.0	5.8
シナノゴールド	王林	20	20	100.0	20	100.0	7.9
シナノゴールド	シナノゴールド	20	20	100.0	14	70.0	0.4
ふじ	シナノゴールド	18	18	100.0			
つがる	シナノゴールド	20	20	100.0			
王林	シナノゴールド	20	20	100.0			

交配日：1995年5月2日

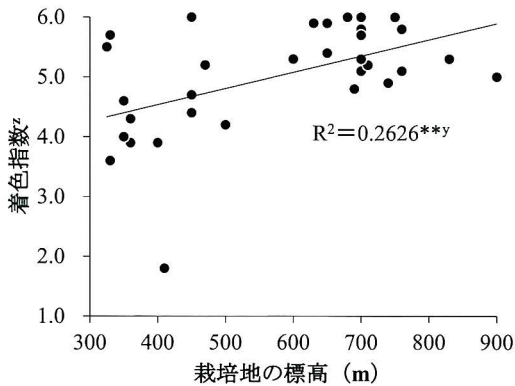
出典：小松ら（2000）



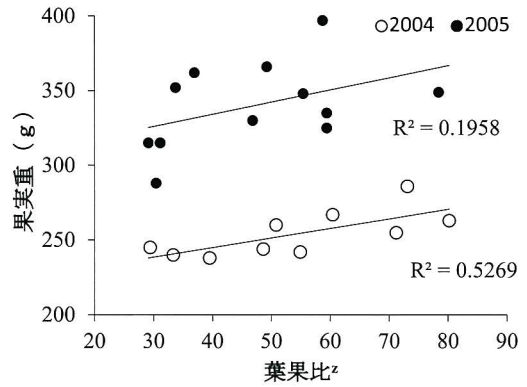
第1図 ‘シナノスイート’の果実
2017年10月10日収穫，10月24日撮影



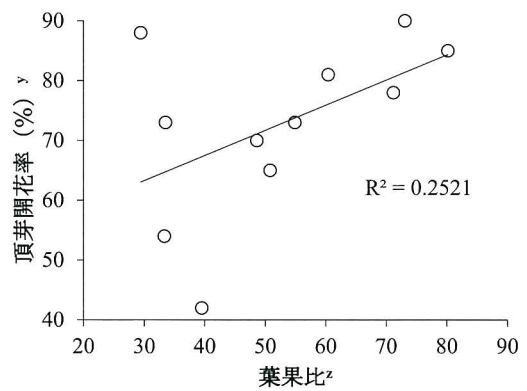
第2図 気温と‘シナノスイート’の果皮の着色との関係
1997年，1998年，県内延べ13圃場の調査結果
z 農林水産省果樹試験場りんごカラーチャート（ふじ表面色）で果実の最も着色が濃い部分を測定した
y 1%水準で有意であることを示す
出典：長野県（2016e）をもとに一部改図



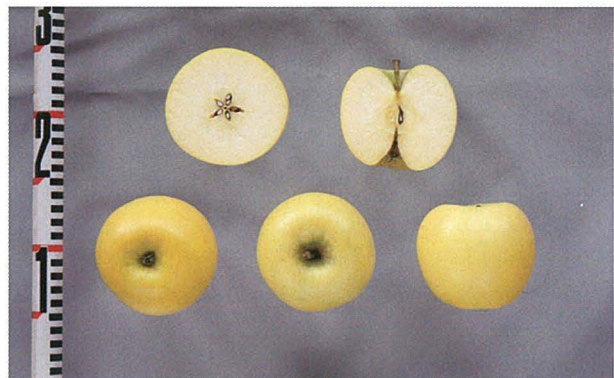
第3図 栽培地の標高と‘シナノスイート’の果皮の着色との関係
1998年，県内32圃場の調査結果
z 農林水産省果樹試験場りんごカラーチャート（ふじ表面色）で果実の最も着色が濃い部分を測定した
y 1%水準で有意であることを示す
出典：長野県（2016e）をもとに一部改図



第4図 ‘シナノスイート’矮性台木樹における葉果比と果実重との関係
z 1樹当たり葉数を1樹当たり着果数で除した値
出典：長野県（2007a）をもとに一部改図



第5図 ‘シナノスイート’矮性台木樹における前年の葉果比と頂芽開花率との関係
z 2004年における1樹当たり葉数を1樹当たり着果数で除した値
y 2005年における頂芽の開花率
出典：長野県（2007a）をもとに一部改図



第6図 ‘シナノゴールド’の果実
2017年10月20日収穫，10月24日撮影

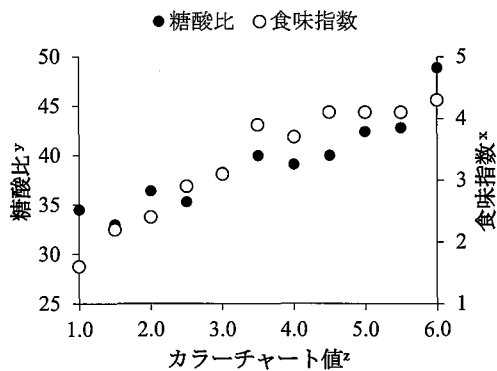
第9表 ‘シナノゴールド’ の果実品質

年	収穫日 (月/日)	満開後 日数	1果重 (g)	果肉硬度 (N)	糖度 (°Brix)	リンゴ酸含量 (%)	糖酸比 ²
1998	9/21	150	376	65.8	16.6	0.43	38.6
1999	10/ 4	155	362	59.2	15.6	0.39	40.0
2000	10/ 5	148	355	68.9	15.6	0.47	33.2
2001	10/ 4	149	362	68.9	15.8	0.49	32.2
2002	10/ 1	160	396	58.7	14.8	0.39	37.9
平均	10/ 1	152	370	64.3	15.7	0.43	36.4

M.9/マルパカイドウ中間台木樹

²糖度 (°Brix) をリンゴ酸含量 (%) で除した値

が赤色の品種と比べ総じて果皮色による収穫時期の判定が困難である。収穫時期が早すぎた果実は、酸味が強かったり、渋味を有したりして、甘酸のバランスがよい本来の食味にはならない。育成期間中から、満開後日数や果皮色が糖度、酸度、果実の成熟、食味などと関係していることが明らかになっていた。2006年に‘シナノゴールド’専用のカラーチャートを試作して改良を重ね、カラーチャートを利用した収穫適期判定技術を開発し(第7図, 小川ら, 2008; 長野県, 2008), 同時に、標高が概ね500m未満の地域では、8月21日以後の日平均気温の積算値が1,100°C以上になる頃が収穫開始の目安となることを明らかにした(長野県, 2016f)。カラーチャートによる収穫開始の目安は、長野県内の標高500m未満の地域では指数3.5以上、標高500~700mでは指数4以上、標高700m以上では指数4.5以上とした。なお、標高が高く、気温が低い地域では、果皮色の黄化に比し酸度の低下が遅いので、標高別に成熟期の目安を設定した。これにより収穫前の定期的な品質調査とカラーチャートの利用を組み合わせることで、食味がよい果実を安定して出荷できるようになり、市場や消



第7図 ‘シナノゴールド’ の果皮色と糖酸比および食味との関係

²長野県園芸作物生産振興協議会作成 ‘シナノゴールド’ カラーチャートによる測定値³屈折計示度 (°Brix) をリンゴ酸含量 (%) で除した値⁴官能評価により、極不良:1~極良:5の5段階評価とした

出典:長野県(2016f)をもとに作図

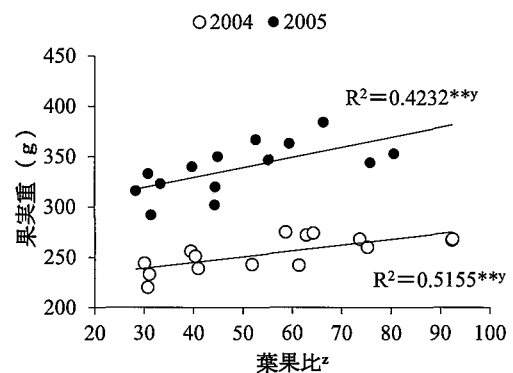
費者の評価を高めることとなった。一方で、若木や樹勢が強い樹では目安となる果皮色に達しないため収穫が遅延し、裂果の発生が多く認められた。そこで、樹の生育と果皮色との関係を検討し、早期に果皮色が黄色くなり、食味が良好な果実を生産する樹の生育状況を明らかにした(長野県, 2016f)。これにより、高品質果実生産に向けた樹体管理の目安が確立された。

適正着果基準の検討

‘シナノゴールド’においても‘シナノスイート’と同様に適正な着果基準を検討した。葉果比と果実重(第8図)、糖度および着色指数は正の相関関係を、葉果比と1樹当たり収量は負の相関関係を示した。葉果比と翌年の花芽率は明らかな相関関係は認められなかった。一方で、葉果比が小さいと翌年の果実肥大が劣ることが認められた。これらの関係から総合的に判断し、果実重300~350g、糖度14~15°の果実を生産するための着果基準を葉果比で60程度とした(長野県, 2007b)。

貯蔵技術の検討

‘シナノゴールド’はもともと貯蔵性のよい品種であったので、普通冷蔵貯蔵で3か月程度鮮度を保持できた。しかし、果実重の減量が大きくなると果皮の萎凋が発生して



第8図 ‘シナノゴールド’ 矮性台木樹における葉果比と果実重との関係

²1樹当たり葉数を1樹当たり着果数で除した値³1%水準で有意であることを示す

出典:長野県(2007b)をもとに一部改図

第10表 普通冷蔵貯蔵における‘シナノゴールド’の果実品質の変化

貯蔵日数	1果重 (g)	減量 ^z (%)	果肉硬度 (N)	糖度 (°Brix)	リンゴ酸含量 (%)	食味指数 ^y	果皮萎凋果発生率 (%)	呼吸量 ^x (ml・kg ⁻¹ ・hr)	エチレン発生量 ^x (ml・kg ⁻¹ ・hr)
0	397	-	52.9	15.7	0.35	4.8	0.0	6.1	9
30	387	2.9	48.9	14.5	0.30	4.0	0.0	13.2	252
60	378	5.8	50.3	15.0	0.30	3.3	30.9	11.1	428
90	386	7.0	48.5	14.9	0.31	2.9	42.9	9.7	474
120	384	8.1	51.2	14.5	0.30	2.5	47.6	10.5	455

2002年10月9日収穫、5°Cにて貯蔵、ガス濃度測定後に果実品質を調査

^z (貯蔵前果実重 - 貯蔵後果実重) / 貯蔵前果実重

^y 官能評価により、極不良：1～極良：5の5段階評価

^x 所定の貯蔵日数を経た果実を密閉容器に入れて20°C 24時間放置後、容器内のガス濃度を測定

出典：長野県 (2016f)

第11表 1-MCP処理が貯蔵中の‘シナノゴールド’の果実品質に及ぼす影響

調査日 (年/月/日)	貯蔵日数	果皮色 ^z		果肉硬度 (N)		糖度 (°Brix)		リンゴ酸含量 (%)		食味指数 ^y	
		1-MCP	無処理	1-MCP	無処理	1-MCP	無処理	1-MCP	無処理	1-MCP	無処理
2013/10/14	0	4.1		60.9		16.6		0.51		3.5	
2014/ 3/11	149	4.8	5.3	55.2	43.6	15.5	15.4	0.33	0.28	3.3	2.7
2014/ 4/ 4	173	4.7	5.0	55.6	45.8	15.1	15.0	0.32	0.31	3.4	2.9
2014/ 5/11	210	5.2	5.2	53.4	45.4	14.8	14.5	0.29	0.27	3.3	2.4
2014/ 6/10	240	5.2	5.3	55.6	40.5	15.2	15.1	0.26	0.21	3.1	1.4

2013年10月14日 (満開後169日) に‘シナノゴールド’ カラーチャート値3.5以上の果実を収穫、10月16日に室温下で24時間、処理濃度1ppmで1-MCPくん蒸処理、くん蒸処理後、3°C設定の加湿器付き冷蔵庫で貯蔵

^z 長野県園芸作物生産振興協議会作成‘シナノゴールド’ カラーチャートで測定、1：黄緑～6：濃黄の6段階評価

^y 官能評価により、極不良：1～極良：5の5段階評価

外観が不良となった (第10表)。そのため、貯蔵にあたっては、果実の水分保持に留意することとした (長野県, 2016f)。また、高標高地産の果実は完熟してもリンゴ酸含量が高く酸味を強く感じるが、貯蔵することでリンゴ酸含量が減少し適度な酸味となること (長野県, 2016f) や落果防止剤としてジクロロプロップ液剤を散布した果実は散布していない果実に比し果実硬度の低下が早く、貯蔵性が劣ることを明らかにした (植本ら, 2014)。さらに、果実内のエチレン生成を抑制して果実の貯蔵性を向上させる1-メチルシクロプロペン (1-MCP) で果実をくん蒸処理することにより、適期に収穫した果実は6～7か月間の鮮度保持が見込まれることも明らかにした (第11表, 長野県, 2016b)。これらの成果により、これまで長野県ではあまり取り組まれていなかった長期貯蔵による販売という新たな販売戦略が実現された。

以上の他、矮性台木樹の若木などで収穫前落果が発生する場合にはジクロロプロップ液剤が収穫前落果防止に有効であること (長野県, 2005b)、安定した気象条件の下では人工受粉による受精可能期間は概ね開花後5日程度であるが、単為結果性が強く受粉しなくても果実は結実すること (前島ら, 2008)、摘花剤としてギ酸カルシウム剤が、摘果剤としてNAC水和剤が有効であること (長野県, 2016a)、

1年生苗木に対する切り戻し、芽かきおよびベンジルアミノプリン3.0%液剤の5～10回散布処理により側枝が多数発生した2年生苗木が養成できること (長野県, 2016c)、『シナノゴールド’ JM7台木の2年生苗木において、長さ5cm以上50cm未満の側枝本数が概ね10本以上あることが早期多収の目安となること (長野県, 2009)、リンゴさび果病に感染した果実は陽光面の赤色部の斑入り、リンゴゆず果病に感染した果実は果面全体に凹凸および果皮直下の果肉のコルク化の病徴が発生すること (長野県, 2016d)、14種のSSRマーカーを2～3マーカーずつ5グループに分けたマルチフレックスPCR法により主要なリンゴ品種55種の中から‘シナノゴールド’を識別できること (長野県, 未発表)、『シナノゴールド’の頂芽が花芽分化初期に達するのは8月上旬で、‘ふじ’と比べ2週間程度早いこと (長野県, 未発表)、休眠打破に必要な7.2°C以下の低温遭遇積算時間は1,262時間で、‘つがる’と比べ150時間程度短く、‘ふじ’と同程度であること (長野県, 未発表) および7～14年生の8年間の累積窒素吸収量から算出した‘シナノゴールド’ M.9台木樹の1樹当たり年間窒素吸収量は29.1gで、‘ふじ’の37%であること (長野県, 未発表) などの技術や知見を得た。

終わりに

リンゴ‘シナノスイート’と‘シナノゴールド’の育成および高品質安定生産技術の開発は、新品種の生産振興を図るうえで育種研究と栽培研究が車の両輪の関係にあり、優秀な特性を持つ品種の育成とその品種に適合した栽培技術の開発があって初めて産業に貢献できることを明示した。これらの一連の研究に関わることができたことは研究者として深い感慨を覚える。また、両品種が今後ますます普及することを願っており、そのために、‘シナノスイート’では着色系枝変りの探索や1-MCP処理による長期貯蔵技術の開発など、‘シナノゴールド’ではより効果が高い摘花剤の探索など、今後さらに研究をすすめたい。さらに、果実品質に優れた両品種を育種素材とし、斑点落葉病、黒星病およびうどんこ病などの主要病害に対する耐病性を具えた品種が育成されることも期待する。

謝辞 本報告の取りまとめに当たり、栽培研究を担当した長野県果樹試験場玉井 浩氏、前島 勤氏、小川秀和氏、病害研究を担当した長野県農業技術課近藤賢一氏にご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表す。

引用文献

- 羽生田忠敬・臼田 彰・小松宏光・宮澤孝幸・山下裕之・飯島貞次・馬場孝幸・小池洋男・小林祐造. 1996. シナノスイート. 品種登録 5139.
- 小松宏光・臼田 彰・羽生田忠敬・小池洋男・山下裕之・宮澤孝幸. 1998. リンゴ新品種‘シナノスイート’について. 長野果樹試験場報告. 5: 9-16.
- 小松宏光・臼田 彰・羽生田忠敬・山下裕之・宮澤孝幸. 2000. リンゴ新品種‘シナノゴールド’について. 園学雑. 69 (別1): 224.
- 前島 勤・小松宏光・木原 宏. 2008. リンゴ‘ふじ’, ‘シナノスイート’, ‘シナノゴールド’の受精可能期間の確認. 園学研. 7 (別2): 135.
- Matsumoto, S., K. Kitahara, S. Komori and J. Soejima. 1999. A New S-allele in Apple, ‘S_g’, and Its Similarity to the ‘S_f’ Allele from ‘Fuji’. HortScience 34: 708-710.
- 長野県. 1997. リンゴ‘シナノスイート’は中生種として有望である. 平成8年度普及に移す農業技術. <<https://www.agries-nagano.jp/wp/wp-content/uploads/2016/10/1996-2-h11.pdf>>.
- 長野県. 2000. リンゴ‘シナノゴールド’は中生品種として有望である. 平成11年度普及に移す農業技術. <<https://www.agries-nagano.jp/wp/wp-content/uploads/2016/10/1999-2-h07.pdf>>.
- 長野県. 2004. リンゴ‘シナノスイート’は、樹上選果により収穫果の心かび果混入率を低減できる. 平成15年度普及に移す農業技術. <<https://www.agries-nagano.jp/wp/wp-content/uploads/2016/10/2003-2-h08.pdf>>.
- 長野県. 2005a. リンゴ‘シナノスイート’は予備摘果時期を遅くすることにより心かび病発生が軽減できる. 平成16年度普及に移す農業技術. <<https://www.agries-nagano.jp/wp/wp-content/uploads/2016/10/2004-2-h06.pdf>>.
- 長野県. 2005b. ストップポール液剤はりんご‘シナノゴールド’の収穫前落果防止に有効である. 平成17年度普及に移す農業技術. <<https://www.agries-nagano.jp/wp/wp-content/uploads/2016/10/2004-2-h07.pdf>>.
- 長野県. 2007a. リンゴ‘シナノスイート’の高品質果実安定生産のための適正着果基準. 平成18年度普及に移す農業技術. <<https://www.agries-nagano.jp/wp/wp-content/uploads/2016/10/2006-2-h08.pdf>>.
- 長野県. 2007b. リンゴ‘シナノゴールド’の高品質果実安定生産のための適正着果基準. 平成18年度普及に移す農業技術. <<https://www.agries-nagano.jp/wp/wp-content/uploads/2016/10/2006-2-h09.pdf>>.
- 長野県. 2008. 「シナノゴールドカラーチャート2007年」の果皮色指数は、りんご‘シナノゴールド’の熟度の把握に有効である. 平成19年度普及に移す農業技術. <<https://www.agries-nagano.jp/wp/wp-content/uploads/2016/10/2007-2-h08.pdf>>.
- 長野県. 2009. りんご新しい化栽培に適する2年生わい性台木苗木(カッツリー)は、長さ5~50cmの側枝本数が概ね10本以上のものが望ましい. 平成20年度普及に移す農業技術. <<https://www.agries-nagano.jp/wp/wp-content/uploads/2016/10/2008-2-h08.pdf>>.
- 長野県. 2016a. 第1りんご7結実確保(3)薬剤摘果の方法. p. 36-37. 長野県編. 果樹指導指針. 全農長野. 長野.
- 長野県. 2016b. 第1りんご13貯蔵(1)果実の貯蔵. p. 51-52. 長野県編. 果樹指導指針. 全農長野. 長野.
- 長野県. 2016c. 第1りんご17わい化栽培(6)苗木の養成. p. 122-131. 長野県編. 果樹指導指針. 全農長野. 長野.
- 長野県. 2016d. 第1りんご18病虫害防除(2)病害の生態と防除. p. 157-158. 長野県編. 果樹指導指針. 全農長野. 長野.
- 長野県. 2016e. 第1りんご19オリジナル品種の栽培のポイント(1)シナノスイート. p. 171-176. 長野県編. 果樹指導指針. 全農長野. 長野.
- 長野県. 2016f. 第1りんご19オリジナル品種の栽培のポイント(2)シナノゴールド. p. 176-183. 長野県編. 果樹指導指針. 全農長野. 長野.
- 榎本克樹・船橋徹郎・小川秀和・福田 勉・小松宏光. 2014. リンゴ‘シナノゴールド’における落果防止剤散布が果実の成熟と貯蔵性に及ぼす影響. 園学研. 13 (別2): 121.
- 小川秀和・玉井 浩・小野剛史・泉 克明・岡沢克彦・山西久夫. 2008. リンゴ‘シナノゴールド’の果皮色を基準とした収穫技術の開発. 園学研. 7 (別2): 140.
- 臼田 彰・小松宏光・羽生田忠敬・山下裕之・宮澤孝幸・小池洋男・小林祐造・飯島貞次・馬場孝幸. 1999. シナノゴールド. 品種登録 7328.