

リンゴの商品性向上のための貯蔵管理技術の確立

福島 住 雄

(青森県りんご試験場)

1 ま え が き

日本のリンゴは以前生産量の80%までが紅玉と国光の2品種によって占められていたが、昭和31年にまず紅玉が、次いで昭和43年に国光が価格の暴落をきたした。これを契機としてリンゴ生産各地は収益性が高く、しかも消費者の需要の多い品種への更新が急速に進められた。この品種更新によって生産が最も急激に伸びたのはデリシャス系品種であり、次いでふじが多く、地域的にはゴールデンデリシャスが主力品種となった。

果物の消費を安定し、かつ拡大するためには常に鮮度の高いものを消費者に供給することが極めて重要であるが、デリシャス系品種とゴールデンデリシャスには軟化しやすく、しかも生理障害が発生しやすい欠陥があり、また、ふじは栽培の歴史が浅く、貯蔵性について不明な点の多いことから、これらの品種についての貯蔵研究を急速に進めることが必要とされた。これに答えるために農林省からの助成により青森県りんご試験場が中核となり、岩手県園芸試験場、秋田県果樹試験場、山形県立園芸試験場、青森県畑作園芸試験場の協力を得て昭和45年から同47年までの3カ年にわたり、リンゴの商品性向上のための貯蔵管理技術についての研究を行った。

この研究の遂行にあたっては農林省農林水産技術会議事務局振興課、同東北農業試験場、同食品総合研究所、同新庄支所、同果樹試験場、同盛岡支場から多大の御指導と御助言を賜わった。ここに特記して深く謝意を表する次第である。

2 試 験 方 法

リンゴの商品性向上の貯蔵技術確立のための研究としてその内容を(1)果実鮮度保持条件の解明、(2)長期貯蔵における障害防止、(3)果実洗浄による農薬残留の排除と貯蔵性の3つに大別し、更に細別した課題について各県の協力関係をきめて研究を行った。

1 果実鮮度保持条件の解明

果実の鮮度を長く保持するためには、生産過程から流通過程にわたる各問題点についての研究が必要である。生産過程の問題としては、収穫期が食味や貯蔵性

に最も大きく影響すると考えられたので「収穫適期判定法の確立」の課題をあげ、岩手、秋田の協力により果実形質及び呼吸量との関係を、青森単独で果実成分との関係を調査した。また、古くからリンゴ栽培に使用されてきたボルドー液は省力の見地から他の薬剤に切り替えることが望ましいが、ボルドー液がリンゴの貯蔵力を強くするとの見解から容易に廃止できぬ状態であった。この点を解明し、併せて生育調節剤が貯蔵性に及ぼす影響を知るために「散布薬剤と貯蔵性」の課題を設けた。この課題のうち殺菌剤散布と果実の品質及び収穫適期との関係は秋田に、殺菌剤散布果実の貯蔵性と植物調節剤と貯蔵性については岩手、秋田から協力を得た。

流通過程においては、まず採収直後の冷却速度が問題にされていることから「冷却速度と貯蔵性」を課題として取りあげ、冷却速度と果実品質、並びに冷蔵庫管理の実態調査について、秋田の協力によって調査を行った。更に包装のいかんが貯蔵性に及ぼす影響も大きいので、「包装と貯蔵性」の課題についてプラスチック包装の試験を秋田と青森畑作園試が行った。

2 長期貯蔵における障害防止

リンゴの長期貯蔵においては生理障害と寄生菌による障害の二面が問題視されている。「生理的障害防止」の項目については岩手、秋田、山形の協力を得て各種生理障害の実態調査を行い、ゴム類似症及び各種生理障害の発生要因解明と防止については果実形質との関係を秋田、山形、貯蔵温湿度並びにガス濃度との関係は岩手、秋田、山形の3県の協力を得て試験した。「寄生菌による障害防止」の項目については障害発生実態調査、病原性の検討、分離菌の感染経路の確認、防除法の4項目について岩手、秋田、山形の協力で試験した。

3 果実洗浄における薬剤残留の排除と貯蔵性

リンゴ栽培においては、病虫害防除のため年間十数回にわたって薬剤散布が行われるが、国民保健の立場からは果実に農薬の残留のないことが望まれる。この問題解決のため「洗浄方法と残留量に関する試験」を設け、洗剤の種類による効果を比較検討した。また、洗浄方法のいかんによって貯蔵性への影響が懸念されたので「洗浄方法と貯蔵性」についても検討した。こ

の試験には洗浄機を必要としたのでマキ製作所開発による洗浄機を使用し、試験は青森が単独で実施した。

3 試験結果

1 果実鮮度保持条件の解明

1) 収穫適期判定法の確立

a 果実形質との関係

果実形質の時期的消長としては表面色の向上、地色の帯黄化、硬度の低下、糖度の増加、酸度の減少、比重の高度化、食味の向上などが認められたが、これらはそれぞれ単独に変化するものであり、一方、商品としては外観と食味の総合性を要求されるため、単一要因によって収穫適期の判定は困難であった。

デリシャス系において表面色と比重を組み合わせると貯蔵性と比較したものでは、食用に供し得る範囲内で早目に収穫したもののうち、表面色がよく比重の高いものは内部褐変が多発し、色が劣り、比重の小さいものは食味が劣った。遅めに収穫したものでは表面色がよく、比重の小さいものの貯蔵力が勝った。この試験結果では選別が困難なことから実用化し難いし、また年によって貯蔵力に相違のあることから今後の研究にまたなければならぬ面が多い。

以上のようなことから今回の試験の範囲内では、軟化防止と食味の保持の点からデリシャス系品種とふじでは満開期からの日数が収穫適期決定の一応の指標とされた。すなわち、満開から145日は収穫適期外、150～155日は3月までの貯蔵用、155～160日は2月までの貯蔵、165日は年内消費、ふじでは満開180日後が適期とされた。収穫が早いものではヤケの発生が多く、遅いものは内部褐変の多いことは従来の傾向と同一である。また、デリシャス系のゴム類似症は年によっては収穫時期に関係なく発生することから、この点については今後の研究が残された。

ゴールドデンデリシャスでは果色が貯蔵力を示す最もよい指標とされ、即売用としては7.5 Y～5 Yで硬度12ポンドくらい、糖度14%以上、酸は0.50%くらい、短期貯蔵用としては果色10 Y～7.5 Y、硬度13～14ポンド、糖分13～14%、酸度0.55%くらい、長期貯蔵用としては果色2.5 G Y～10 Y、硬度15ポンドくらい、糖分13%くらい、酸度0.60%くらいの果実が適度とされた。

今回の試験ではデリシャス系品種は60玉を中心として進められたが、大きさと貯蔵力の試験から50玉の貯蔵力が90日であるのに対して70玉では120日

で貯蔵力が1カ月長いことが立証された。また、ゴールドデンデリシャスでは黄色の進んだ大果、緑色小果が長期貯蔵に不適当なことが明らかにされた。これらの結果は、生産の増加に伴って貯蔵、販売期間の延長を必要とするデリシャス系品種の生産、選果、販売に大きな示唆を示すものである。

b 呼吸量との関係

呼吸量は海外の研究結果から成熟期を判定する最も有効な手段となることの期待においてこの研究に取りあげられた。

研究の結果スターキングデリシャスにおいて呼吸量のミニマムから10日以上経過すると食用可能期に入り、この時期を境として果実表面色、アントシアン含量、比重、屈折計示度、蜜の入り方、芳香性物質、落果の様相などが急激な変化をすることが明らかにされ、呼吸量は成熟と密接な関連のあることが推定された。しかし、呼吸量の変化はかなり不規則であり、スターキングデリシャス、ゴールドデンデリシャスともにミニマム付近が把握しにくい場合もあったことから、今回の研究の結果では実用化することはできなかった。

果心内のエチレン濃度については、濃度が1 ppm未満の増加にゴム類似症の発生が少ないという結果が得られた。この結果はゴム類似症の今後の研究の端初となるものであるが、同一日の採収果であっても濃度差が大きいことから、選別法、予算法を併せ考慮して研究を続ける必要がある。

2) 散布薬剤と貯蔵性

a 殺菌剤散布と果実品質及び収穫適期の関係

落花30日以降14～15日おきに5回にわたって、ボルドー区と有機殺菌剤区の2区を設けて散布を行った結果、果実の呼吸のマキシマムポイントにおいて呼吸量はボルドー液区が有機殺菌剤散布区に比べて少なかった。しかし、この相違によって収穫適期の差を判定することはできなかった。

屈折計示度、酸度、成熟、食味についてはふじでは差がないとみられるが、スターキングデリシャスでは県により、年により傾向が異なり、特に成熟については有機殺虫剤区が若干早まるとの見方が強い。

b 貯蔵性

貯蔵性については3県の統一的傾向が把握されなかったが、個々の県の結果からみると硬度は出庫直後ではボルドー区が勝るが時間の経過とともに差がみられなくなる。蜜の入り方には差がみられない。出庫直後

の呼吸量はボルドー散布区が少ない。果実重量の減量はボルドー散布区が少ない。ゴム類似症の発生には差がない。ヤケはボルドー区が少ない。食味はボルドー区が勝る。以上のような結果が得られているが、有機殺菌剤散布区は品質低下がボルドー液散布区より勝るような傾向がうかがわれる。

○ 植物調節剤の散布

Bナイン散布では果実がやや小さくなったが着色が早まり、収穫前の落果は少なくなった。熟期はBナイン散布によって遅延し、その程度は6月散布では10日くらい、8月散布では5～7日くらいであったが8月末から9月にかけての散布では効果がなかった。この散布によって蜜褐変やゴム類似症の発生は著しく抑制されたが収穫時期が遅れば効果がみられなかった。

3) 冷却速度と貯蔵性

スターキングデリシャスで冷蔵庫搬入後果心を 0°C に下げるまでの時間を24～160時間の範囲で検討した結果、軟化防止の点からは果心温度を 0°C に低下させるのに120時間以内がよく、理想的には72時間以内であることが望まれた。また収穫期との関連では収穫期が遅いものほど冷却速度を早めることが必要で、例えば満開156日後に収穫した果実を長期貯蔵する場合は72時間以内に 0°C に冷却することが必要とされた。しかし、ゴム類似症は冷却速度が早い場合にも、また収穫後冷蔵庫へ搬入するまでの時間が短い場合にも発生は多く、またヤケ病は収穫後冷蔵庫へ搬入するまでの時間が短い場合に発生が多かった。以上のようにデリシャス系品種ではゴム類似病や蜜からの褐変は冷却速度が早いとか、収穫後冷蔵庫搬入までの時間が短いほど多くなるので、長期貯蔵のためにはこれらの発生の素質を持たないもの、すなわち満開後150～155日に収穫した果実を収穫後できるだけ早く冷蔵庫に搬入することが望まれる。

ゴールデンデリシャスについては冷却速度が早いほど果肉が硬く保持され、貯蔵中の腐敗も少なく、理想的には採取24時間以内に果心温度を 0°C に低下させることが必要とされた。しかし、実用化し得る限度としては収穫後5日くらいの間に 3°C 以下に低下させ、更に短期間に 0°C に低下させることが適切と考えられた。

4) ポリエチレン包装と貯蔵性

秋田ではゴールデンデリシャスとスターキングデリシャスの2品種を供試して試験した結果、ポリエチレンによる包装果は普通冷蔵果に比べ3月中まで1～3

ポンド高い硬度を維持した。ポリエチレン包装貯蔵では、炭酸ガスの蓄積による果肉のガス褐変が発生する恐れがあることから、これを吸収させる目的で石灰封入量との関係を試験したが、ゴールデンデリシャスでは石灰の封入量が多いほど好結果をもたらした。スターキングデリシャスでは無封入でも発生がみられなかった。しかし、青森では石灰封入に関係なく褐変果が発生した。ポリエチレン包装においてスターキングデリシャスには異臭が発生するが、この対策としてはポリエチレン袋の厚さを 0.05mm とし、またMO、またはMOAかMOのいずれかに消石灰を加えて封入することにより防止できた。以上の結果、秋田ではポリフィルム 0.05mm に石灰100gを封入し、 0°C 貯蔵することが貯蔵力増強に有効とされたが、青森では効果が認められなかった。

2 長期貯蔵における障害防止

1) 生理障害の防止

a 生理障害の実態調査

生理障害発生程度は地域差が大きく、青森ではデリシャス系で火山灰地が沖積地より多く、山形では紅玉とスターキングデリシャスで山間地より平坦地に多いことが明らかにされた。品種別の障害の種類を各県総合した結果では、紅玉はゴム病、斑点性生理障害、蜜褐変、軟性ヤケ、スターキングデリシャスでは蜜褐変、ゴム類似症、ゴールデンデリシャスでは斑点性障害、ふじでは蜜褐変と内部褐変であった。なお、この研究期間中生理障害分類の必要から蜜褐変とゴム類似症を総称して内部褐変と呼ぶことになった。

b ゴム類似症及び各種生理障害の発生要因解明と防止

果実の形質との関係においてスターキングデリシャスでは大形果で重いもの、縦径の発育が横径のそれに近いもの、着色の濃いもの、着色面積の多いもの、比重の高いものにゴム類似症が多かったが年による相違が大きかった。紅玉でも比重の高いものにゴム病が多かったが、この品種でも年による差が大きかった。

貯蔵温度との関係ではスターキングデリシャスのゴム類似病は 0°C より高い温度($2\sim 4^{\circ}\text{C}$)、または 0° で貯蔵して貯蔵60～75日後に5日間 15°C 程度に高温処理することによって防止することができたが、果実はこの処理によって軟化した。また、蜜に起因する褐変は高温処理で防止することはできなかった。紅玉では高温貯蔵ではゴム病並びに茶果の発生が多く、低温では軟性ヤケが多かった。ふじは収穫が遅れた場合

に果心部の褐変が多かったが、収穫適期であれば0℃貯蔵で良い品質が保持された。陸奥では高温、低温ともに生理障害の発生はみられなかったが4℃では果面にしわを生じた。

湿度との関係は関係湿度75~98%の範囲では2~4℃貯蔵の場合に高湿ほどゴム類似症、蜜褐変ともに多く、0℃貯蔵年によって傾向が相違した。ヤケ病は高温では高湿区に多く、0℃では湿度による差がみられなかった。

ガス濃度との関係ではスターキングデリシヤスは炭酸ガス、酸素のいずれも $2 \pm 0.5\%$ とした場合にゴム類似症の発生が少なかった。ふじでは酸素を3%、炭酸ガスを0.5~1.0%とした場合に内部褐変がなく、食味もよかったが収穫の遅れたものでは内部褐変がみられた。

成分との関係では蜜褐変とゴム類似症は健全果より酸、グルコース、フラクトース、カラキン類、ロイコアントシアン類、アスコルビン酸が少なく、サッカロース、エタノールの直前にみられる未同定部が多い。蜜果はソルビトールが多く、ゴム類似症はアセトアルデヒド及びエタノールの少ないのが特徴であった。

2) 寄生菌による障害防止

a 実態調査

寄生菌による障害は、秋田の無袋ゴールデンデリシヤスが最も多く20%に及んだが、その他は比較的少なく、デリシヤス系が0.5~5%、国光は1~5%であった。

菌の種類は各県共通して*Penicillium*が多く、その他*Alternaria*, *Sclerotinia*, *Botrytis*, *Glomellera*, *Gloesporium*, *Macrophoma*, *Phoma*, *Fusarium*, *Rizopus*などが見出された。

b 病源性

病原性の強い菌は*Penicillium*, *Botrytis*, *Rhizopus*であった。PHとの関係では*Botrytis*, *Penicillium*, *Sphaeropsis*, *Diplodia*, *Gloesporium*, *Sclerotinia*が4.6~4.8, *Fusarium*, *Alternaria*, *Homodendrum*, *Phoma*は6.8~7.8で成育がよかった。

温度との関係では0~1℃では*Botrytis*のみが発病し、5℃ではこの他*Sclerotinia*が発病拡大し、その他の菌は10℃以上で発病した。果実への感染は菌の種類によって異なるが、一般に幼果期から成熟期に向かうに従って感染しやすくなった。

c 感染経路

果実への菌の侵入は果実、果皮の傷害、生理障害発生部位であった。また、菌はほ場に存在し、ほ場で感染することもあるが容器、果実に付着して倉庫内に持ち込まれることが確認された。心カビは開花中花器からの侵入もみられたが8月以降の彎筒の開孔に伴って侵入がみられた。

d 防除法

Alternaria や *Penicillium* はトツブジンMまたはベノミールの収穫直前の散布によってかなり抑制し得るという結果が得られた。更にベノミールで庫内消毒を行うことによって高い防除効果が認められた。

3 果実洗浄における薬剤残留の排除と貯蔵性

1) 洗浄方法と薬剤残留量に関する試験

無袋果の果面に付着した石灰は洗浄機によってかなりよく洗除された。この洗浄効果は機械のブラシによるものであって、試験に供した洗剤の効果はみられなかった。このことは今回試験の対象にした銅、スミチオンについても同様で、これらの薬剤も機械のブラシによりかなり洗除された。また、ブラシにかける前の水への浸漬時間と残留量との関係を検討したが、浸漬の長短による影響はみられなかった。

2) 洗浄方法と貯蔵性

試験初年度にあたる昭和45年は貯蔵中の腐敗果が多かった。この原因は洗浄機が開発されたばかりであり、しかも供試果が収穫後日数を経て軟化していたためと考えられる。昭和46年には洗浄機が改善され、また収穫直後の果実を供試したため、洗浄による傷害はなく、貯蔵性への影響もみられなかった。洗浄後果実にワックスを処理する試験も行ったが貯蔵性への影響はみられなかった。