



Title	リンゴ果実の熟度に関する研究：（第2報）貯蔵果の品質から判定した収穫適期
Author(s)	中島, 武彦; 田村, 勉; 今河, 茂
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 9(1), 10-24
Issue Date	1973-12-15
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/11850
Type	bulletin (article)
File Information	9(1)_p10-24.pdf



[Instructions for use](#)

リンゴ果実の熟度に関する研究

(第2報) 貯蔵果の品質から判定した収穫適期

中島武彦*・田村 勉・今河 茂

(北海道大学農学部果樹蔬菜園芸学教室)

Studies on apple maturity

II. The optimum harvest date determined from the quality of stored fruits

Takehiko NAKASHIMA, Tsutomu TAMURA
and Shigeru IMAKAWA

(Department of Horticulture, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

Received January, 31, 1973

緒 言

近年、CA貯蔵が普及し、この貯蔵法によって果実の品質保持は著しく良好になり、晩生種はもちろんそれ以外の品種についても翌春まで品質をあまり低下させることなく貯蔵することができるようになった。しかし、いずれの品種についても収穫時の熟度が適当でなければ貯蔵可能期間は短くなるといわれている。現状では栽培者は経験に基づいて収穫時期を決定しているのであるが、熟期は年によって著しくずれることがあるので、必ずしも適期に収穫されているとは限らない。このため貯蔵中に障害が発生したり、過熟状態(ボケ)が早期に発生したりして予想した期間だけの貯蔵ができないことがしばしばある。したがって、収穫適期の判定は貯蔵リンゴの収穫上、特に重要なものである。

次に収穫適期について述べると以下のとおりである。一般に、貯蔵性あるいは食味などから考えて最も品質の良好なる時期を収穫適期としている。斎藤⁵²⁾はこの時期より採取が早い場合にはその食味は一般に不良で、貯蔵中に水分を失うことによって果皮にしわが寄りやすくなり、国光などの品種ではビターピット(bitterpit)、貯蔵ヤケ(storage scald)などが発生しやすく、また、これと反対に採取がおそすぎる場合にもその貯蔵性は低く、紅玉その他の品種ではゴム病またはその類似病およ

びはん点病などの貯蔵障害が、発生しやすいと述べている。早期採取の果実は適熟のものより小さく、晩期採取では果実の完熟に伴う自然落果が著しく、いずれも収量は少なくなる。したがって、収穫は適期に行なうことが肝要である。斎藤⁵²⁾は『樹上において完熟に到達するわずか前に採取して貯蔵中に完熟する程度にするのが適期といえる』と述べている。しかし、わが国では収穫適期に関する実験はほとんど行なわれていない。渋川⁵⁸⁾は従来わが国において用いられている収穫適期の判定方法を批判し、次のごとく述べている。すなわち、『科学的根拠にもとづく基準があきらかにされていない。わずかに基準として信頼するにたるものとしては有袋紅玉(青森県産)は10月20日前に採取すればゴム病の発生が少なく、収穫がそれよりおくれるにしたがってゴム病の発生が増大する。したがって長期貯蔵用の有袋紅玉は10月20日前に収穫したものをできるだけ早く冷蔵することがすすめられているに過ぎない』と。また、後沢⁷²⁾は収穫適期の早晩によって食味ばかりでなく貯蔵性にも大きな影響を受けるから、収穫に当ってはそれぞれの土地にあうような各品種の収穫適期を見い出さなければならないと述べており、いずれも収穫適期判定の重要性を強調している。

わが国の主要品種について、宮下⁴³⁾は表-1に示すごとく各地方ごとの収穫時期を定めている。収穫時期は品

* 現所属：北海道立中央農業試験場

表-1 主要品種の収穫期

品 種 名	収 穫 適 期		
	長 野	青 森	札 幌
祝	8月上旬～8月下旬	8月中旬～9月上旬	8月下旬～9月中旬
旭	8月下旬～9月上旬	9月上旬～9月下旬	9月中旬～10月上旬
紅 玉	9月下旬～10月上旬	10月上旬～10月中旬	10月中旬～10月下旬
デリシャス系	9月下旬～10月上旬	10月上旬～10月中旬	10月中旬～10月下旬
ゴールドン・ デリシャス	10月上旬～10月中旬	10月下旬	10月下旬
国 光	11月上旬～11月中旬	11月上旬～11月中旬	11月上旬

(宮下揆一著 リンゴの栽培より)

表-2 主要品種の収穫期

品 種 名	満開期からの日数	青森県の収穫期	長野県の収穫期
祝	85～95日	8月中旬～9月上旬	7月下旬～8月中旬
旭	110～120日	9月上旬～9月下旬	8月下旬～9月中旬
紅 玉	140～150日	10月上旬～10月中旬	9月下旬～10月中旬
デリシャス系	140～150日	10月上旬～10月中旬	9月下旬～10月中旬
ゴールドン・ デリシャス	145～155日	10月下旬	10月上旬～10月中旬
印 度	170～180日	11月上旬～11月中旬	10月下旬～11月上旬
国 光	170～180日	11月上旬～11月中旬	11月上旬～11月中旬

(森 英男編・後沢憲志著 りんご栽培全書より)

種によって、また同一品種についても栽培地域によってかなり異なっている。しかも、研究者によっても若干の差が認められる。すなわち、後沢⁷²⁾(表-2)や熊代³²⁾によれば長野において祝は7月下旬から8月中旬、旭は8月下旬から9月中旬、紅玉とデリシャスは9月下旬から10月中旬が適期である。次に、収穫適期の幅についてはわが国ではほとんど研究が行なわれていないが、米国では収穫適期はごく短期間であり、できるだけ適期の期間中に収穫しなければならぬとされている。このことから判断すると、わが国で考えられている収穫期間は余りにも広範囲に定められているため、この期間中に収穫しても必ずしも適期に収穫されているとは限らない。また、米国においては SMOCK⁶¹⁾によって20年以上も昔に否定されたことであるにもかかわらず、わが国においてはリンゴ果実の収穫適期を判定するための方法として開花日からの日数を重要視している指導書も見られ、この分野の立ち遅れが痛切に感じられる。

そこで本研究は旭およびデリシャスについて貯蔵中の果実の品質保持程度から収穫適期を判定しようとして行

なったものである。

実験を行なうにあたって種々の御助力を願った本学余市果樹園の吉田竜夫氏ならびに三野義雄氏に対し深謝の意を表する。

実験 1: 果実(旭)の収穫適期

旭品種の収穫は北海道余市町においては9月中旬から10月上旬の間に行なわれている。しかし、一部の生産者は9月中旬以前に収穫を行なっている。この場合、果実は未熟であって食味は劣り、かつ旭特有の着色(赤色)が見られない。このため、人工着色の処理を行なっている。これは果皮の着色増進と同時に追熟を促進する^{23,36)}ことを目的とするものである。この処理を行なうと、果実は樹上より早く適食状態となるので早期の出荷が可能になり、多大の収益をもたらすが、食味は一般に悪く、貯蔵性も著しく低下する。これに反し、10月上旬以後に収穫する果実は樹上で完熟するため採取時の食味は最高である。しかし、風害によって生ずる落果または完熟によって生ずる自然落果の量は晩期の収穫ほど著しく、損

失が大きい。本学余市果樹園では9月下旬から10月上旬まで、特に収穫適期は9月25日から10月3日までと過去の経験から定めている。これらのことから果実(旭)の収穫適期は9月中旬から10月上旬までの間にあると判断し、この期間中に長期貯蔵用果実の収穫適期が存在するか否かを明らかにするため調査を行なった。

材料および方法

供試材料は北海道大学農学部附属農場余市果樹園(以後、本学余市果樹園と略す)の44年生旭2樹に結実したものである。採取は1968年9月13日[第1採取], 19日[第2採取], 25日[第3採取]および10月1日[第4採取]の6日ごと4回にわたって行なった。各時期に平均的な無傷の果実(1樹当たり約100果)を無作為に2樹から採取し、5時間以内に所定の貯蔵条件下に置いた。貯蔵条件は表-3に示すごとく普通冷蔵とCA貯蔵である。貯蔵には本学農学部果樹蔬菜園芸学教室(以後、当教室と略す)の低温室を使用した。CA貯蔵は果実をCA容器に入れ、3% O₂+3% CO₂+94% N₂の組成をもつ混合ガスを通気する方法で行なった。なお、旭のCA貯蔵の温度は38°F(約3°C)が適するという報告^{7,60,62,63}があるので、いずれの貯蔵条件についても3°Cとした。調査は各区約20果について採取直後ならびに第4採取(10月1日)から起算して70日目、120日目および170日目に行なった。なお、CA貯蔵果については170日目からAirにおき、220日目にも調査を行なった。品質の調査方法としては硬度、糖度、酸含量、アルコール含量、呼吸量および食味の測定を行なった。

表-3 貯蔵条件(旭)

略記号	ガス組成		温度 (°C)	湿度 (%)	貯蔵日数
	O ₂ %	CO ₂ %			
Air	21	0.03	3	90	170
CA	3.0	3.0	3	95	220(170からAir)

【硬度】果肉の貫入抵抗を表わすものである。すなわち、各果実について赤道上の相互の距離が相等しい4点を選び、直径が約3cmになるようにはく皮した。相対する2箇所については直径5mmの円柱状検圧針を装着したユニバーサル硬度計で、他の2箇所については直径7/16インチ(約11mm)の球面状検圧針を装着したマグネス硬度計で測定を行なった(図-1参照)。果実硬度測定用具としては現在わが国では前記のユニバーサル硬度計とマグネス硬度計の2種類が使用されている。この両

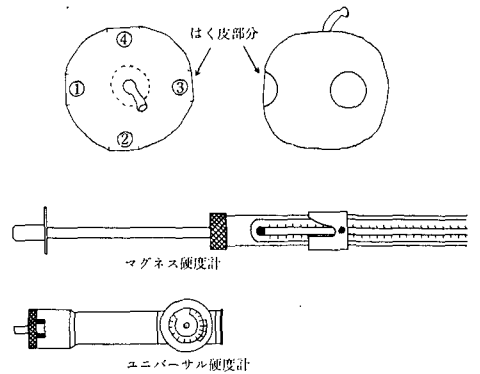


図-1 硬度の測定

者は原理的には同様のものであるが、構造上若干の差異があるので、測定の結果にも差異を生ずることが考えられる。このため本実験においては両者を使用して、どちらが使用目的に合致するかを検討しようとした。

測定後、果肉の1/4は食味官能検査に、残り3/4からは搾汁液を取って糖度、酸およびアルコール含量の測定に用いた。

【糖度】糖用屈折計の示度である。したがって、貯蔵中の糖ならびにその他の可溶性固形物の濃度を示すものである^{57,67,70}。

【酸含量】搾汁液を、フェノールフタレインを指示薬としてN/10 NaOH規定液で滴定し、リンゴ酸として搾汁液1ml中のmg量で表示した。

【アルコール含量】アルコール定量の慣行法⁵¹)を用いたが、あわの発生が著しく、蒸留が不完全になりやすかったので、この点について改良を加えた方法を用いた。

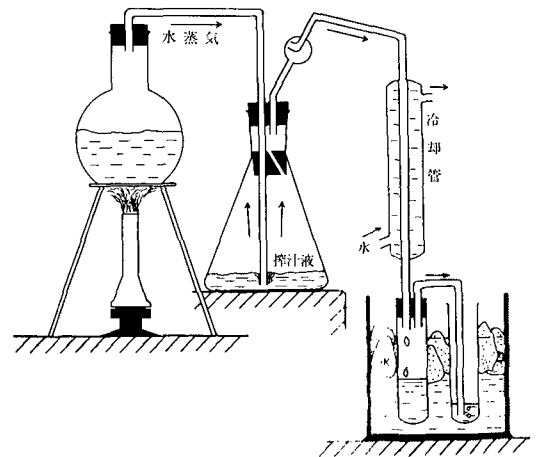


図-2 アルコール定量のための蒸留装置

すなわち、図-2に示すごとく搾汁液 50 ml について水蒸気蒸留を行ない、あわの発生および飛まつ飛散を防ぎながら蒸留液 50 ml を採集した。この蒸留液の一部を適当に希釈し、重クロム酸カリウムの還元程度を比色法によって測定し、搾汁液中の mg% 値として表示した。なお、蒸留物の主成分はエチルアルコールであり、ほかにはメチルアルコール、アセトアルデヒドなども認められるのであるが^{8,24,71)}、本文においてはアルコールとして表示した。

【呼吸量】呼吸に伴う炭酸ガスの排出量をもって表わした。測定には CLAYPOOL ら¹⁰⁾が考案した比色法を利用する通気式呼吸量測定装置に多少の改変を加えたもの^{45,46)}を用いた。前記の調査用とは別に用意した果実について採取直後から最終調査時まで継続的に呼吸量の測定を行なった。また、貯蔵中に一部の果実を用いて同温度および 20°C の Air に移したときの呼吸量についても測定を行なった。なお、CA 貯蔵中の果実については、CA 容器内の CO₂ 濃度が著しく高いので、測定誤差が生じやすいため呼吸量の測定を行なわなかった。表示単位は果実 1 kg、1 時間当りの CO₂ mg 量である。

【食味】各調査日に肉質、甘味、酸味、しぶ味および苦味について調査した。

実験結果

硬度を測定した結果は図-3(ユニバーサル硬度計によ

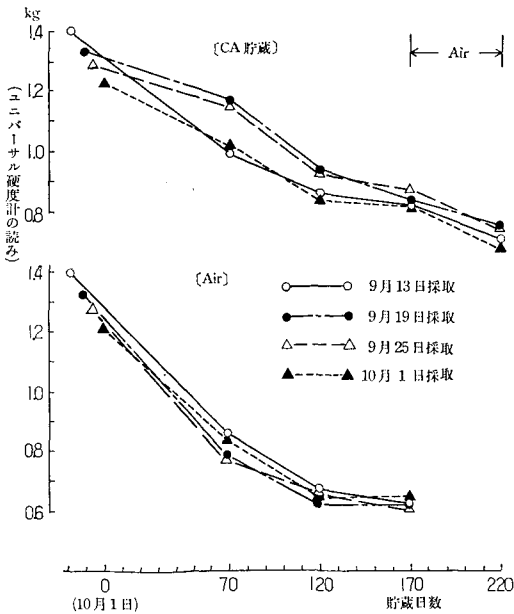


図-3 貯蔵果(旭)の硬度の減少

る測定値) および図-4(マグネス硬度計による測定値)に示すとおりである。採取時には熟度の進んだ果実ほど小さな値を示した。また、いずれの果実も貯蔵中に漸次減少したが、Air は CA の場合よりもその程度が著しかった。採取時期別に見ると、CA 貯蔵した果実のうち第 1 および第 4 採取の果実は第 2 および第 3 採取のものより小さな値を示したが、Air においてはいずれの採取

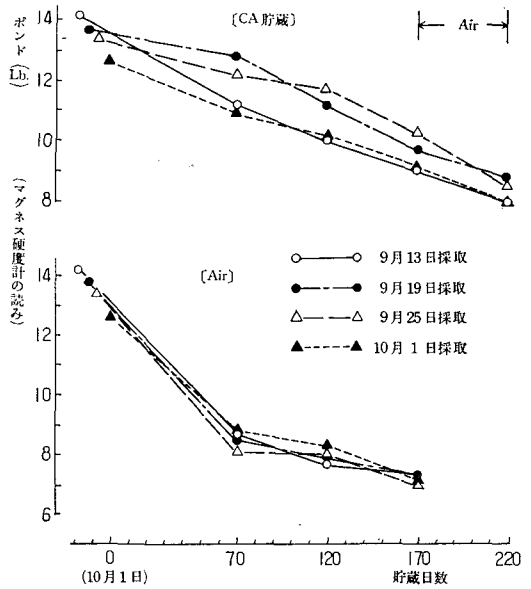


図-4 貯蔵果(旭)の硬度の減少

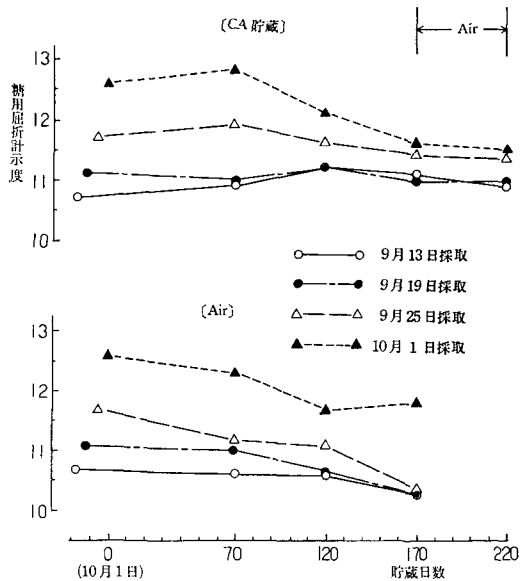


図-5 貯蔵果(旭)の糖度の変化

のものについても大きな差異は認められなかった。

糖度については図-5に示すとおりである。採取時には熟度が進んだ果実ほど大きな値を示すが、貯蔵中の増減はきわめて小さかった。CAとAirの貯蔵条件による差はほとんど認められなかった。

酸含量(図-6)は採取時には熟度の進んだ果実ほど小

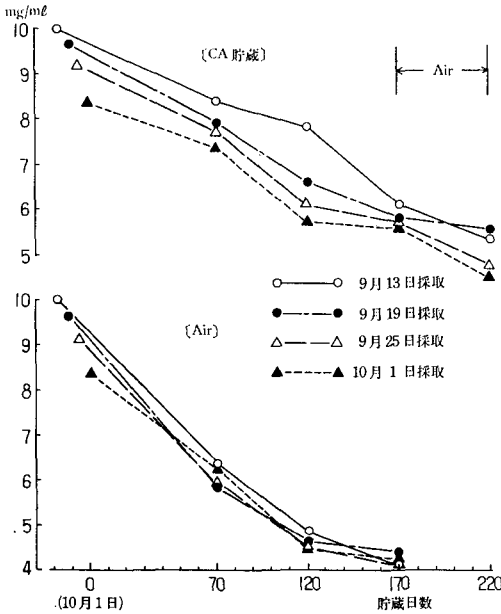


図-6 貯蔵果(旭)の酸含量の消長

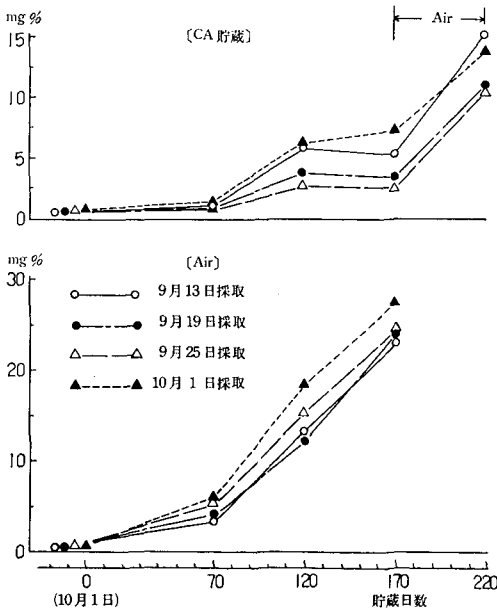


図-7 貯蔵果(旭)のアルコール含量の消長

きな値を示した。貯蔵中にその値はしだいに減少したが、その程度はCAよりAirにおいて著しかった。採取時期別に見ると、CAにおいては採取時期の早いものほど高い値を示した。また、Airについてはいずれの採取のものについても大きな差異が認められなかった。

アルコール含量(図-7)は採取時においていずれの採取の果実についてもほとんど認められなかった。しかし、貯蔵中に生成され、しだいに蓄積される傾向が見られた。CAの場合は生成が抑制され、特に170日目にはCAにおける蓄積量はAirの約1/10に過ぎなかった。採取時期別に見ると、CAの第3採取果において最も少なく、ついで第2, 第1, 第4採取果の順に多かった。Airにおいては晩期採取のものほど高い値を示した。

採取時から最終調査時まで3°C Airに貯蔵したときの呼吸量は図-8に示すとおり、貯蔵期間中に大きな変動が認められなかった。採取時期別に見ると、第4採取果が採取時から最も大きな値を示し、第3採取がこれについで、第2および第1採取果の間にはほとんど差がなかった。表-4は170日目にCA果実をAirに移し、その後2日目に測定したときの値である。採取時期による差はAirにおいて著しかったが、CAの果実についてはほとんど認められなかった。特にCAに貯蔵した果実

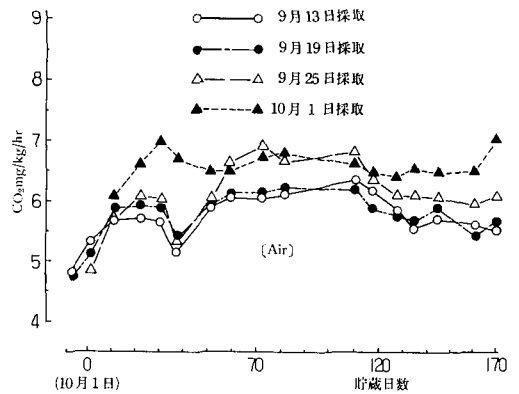


図-8 貯蔵果(旭)の呼吸量の変化(3°C)

表-4 170日目の呼吸量(旭)

	Air 貯蔵果	CA 貯蔵果
第1採取(9月13日)	5.55*	4.80
2 (9月19日)	5.70	4.75
3 (9月25日)	6.15	4.95
4 (10月1日)	7.05	5.10

* 単位 CO₂ mg/kg/hr

について採取時期による差を明らかにするため、20°CのAirに移したときの呼吸量を測定した。その結果は図-9に示すとおりである。いずれの果実も図-8および表-4の値に比べ、著しく大きな値を示した。また、昇温後日数がたつにつれて漸次減少した。採取時期別に見ると、CAの果実については第4採取果がわずかに大きな値を示したが、他の採取時期のものにはほとんど差異が認められなかった。Air果については第3採取のみについて測定を行なったが、CAの果実より常に大きな値を示し

た。また、呼吸量の変化はCA果の場合とほとんど同様であった。

食味官能試験については表-5に示すとおりである。採取時においては第1および第2採取果は肉質が硬く、酸味は強く、甘味に乏しいなど未熟果特有の味であったが、第3採取果は第1および第2採取果より食味において熟度が進んでいた。また、第4採取果は甘味が強く感じられ、酸味は若干弱くなり、第3採取のものより多汁であり、これらのことから適食状態と判断された。Airに貯蔵した果実は170日目においてしづ味、苦味および肉質のもろさが感じられ、いずれも貯蔵限界を過ぎていた。CAの果実は170日目においても良好な食味を呈していた。特に第2および第3採取の果実は貯蔵性が高く、220日目においても食味は良好であった。第4採取果は70日目に貯蔵期間中、最高の食味を呈したが、120日目以後過熟果において生ずる肉質の粉質化が見られ、食味は急速に劣化した。第1採取のものは酸味の減少、肉質の軟化が認められ、甘味に乏しく貯蔵中の食味も他の採取のものに比べて劣っていた。また、貯蔵条件について見ると、AirよりCAのほうが多汁であり、より新鮮な食味を呈していた。

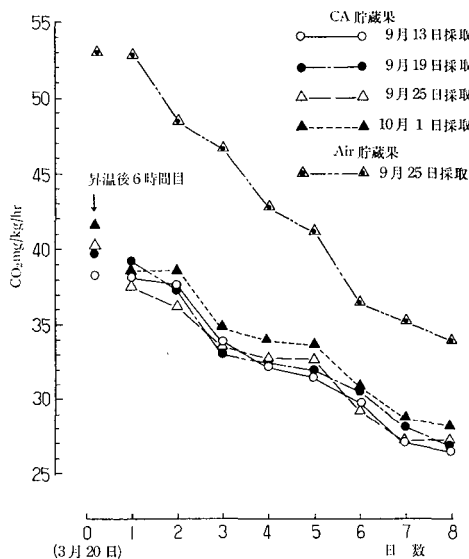


図-9 貯蔵開始後170日目から20°C Airに移したときの果実(旭)の呼吸量の変化

表-5 食味から判定した品質(旭)

	貯 蔵 日 数				
	0	70	120	170	220
(Air 貯蔵果)					
第1採取 (9月13日)	○	○	△	×	
2 (9月19日)	○	◎	○	×	
3 (9月25日)	○	◎	○	×	
4 (10月1日)	◎	◎	△	×	
(CA 貯蔵果)					
第1採取 (9月13日)		○	○	○	△
2 (9月19日)		◎	◎	○	○
3 (9月25日)		◎	◎	◎	○
4 (10月1日)		□	◎	○	△

食味の程度 □貯蔵中最高, ◎良好, ○可能
△限界, ×不適

実験 2: 果実(デリシャス)の収穫適期

デリシャス系品種の収穫は余市町において、一般に10月中旬から下旬にかけて行なっている。これ以前に収穫した果実は未熟であり、貯蔵中に食味が良好になることは望めない。一方、晩期の収穫になると熟度が進み、澱粉の糖化などによって食味は良好となるが、ミツ病の発生、貯蔵性の低下、完熟に伴う自然落果および次年度への樹体養分の蓄積不足などの不利な面も現われてくる。以上の観点からデリシャスの収穫適期を決定しようとした。CA貯蔵においても果実の商品価値を著しく低下させる果肉のかっ(褐)変(貯蔵障害)が発生することがあるのでこの点についても調査を行なった。

材料および方法

供試材料は本学余市果樹園の34年生および52年生デリシャス各1樹に結実したものである。採取は1968年10月11日[第1採取], 18日[第2採取], 25日[第3採取]および11月1日[第4採取]の7日ごと4回に分けて行なった。各時期に平均的な無傷の果実(1樹当たり約150果)を無作為に採取し、5時間以内に各貯蔵条件下において。貯蔵条件は表-6に示すとおりである。なお、52年生樹から採取した果実はCAに、34年生樹のもの

表-6 貯蔵条件(デリシャス)

略記号	ガス組成		温度 (°C)	湿度 (%)	貯蔵日数
	O ₂ %	CO ₂ %			
Air	21	0.03	1	90	150
CA	3.0	3.0	1	95	200(180から Air)

は Air に貯蔵した。CA 貯蔵は 11 月 1 日までは旭と同様に果実を CA 容器に入れ、3% O₂+3% CO₂+94% N₂ の組成をもつ混合ガスを通気した。それ以後は CA 貯蔵庫に移し、慣行法^{13,14,47,53,65,69}) によって上記のガス組成を保った。

調査は各区約 20 果について採取直後ならびに第 4 採取日から起算して 50 日目、100 日目および 150 日目に行なった。なお、CA 貯蔵については 180 日目から Air に移し、200 日目にも調査を行なった。品質の調査は硬度、糖度、酸含量、アルコール含量および呼吸量の測定、食味ならびにかっ変果の発生状況について行なった。かっ変をのぞく各調査項目については、旭の場合と同様である。

[かっ(褐)変の発生状況] 硬度測定後、果実を縦切とし、果肉または果心部周辺に肉眼で判別できる程度のかっ変が認められるものをかっ変発生果とした。

実験結果

硬度を測定した結果は図-10(ユニバーサル硬度計による測定値)および図-11(マグネス硬度計による測定値)に示すとおりである。採取時には熟度の進んだ果実

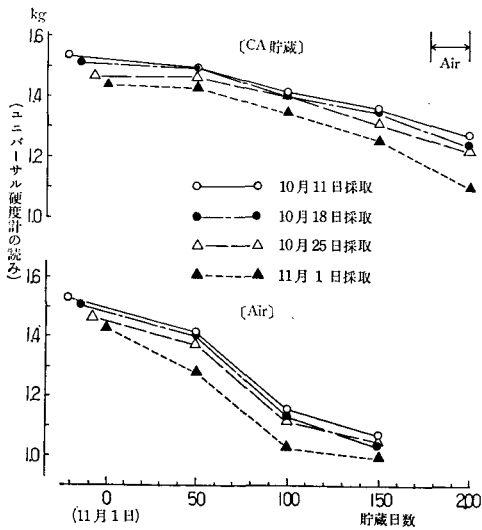


図-10 貯蔵果(デリシャス)の硬度の減少

ほど小さな値を示したが、その差は旭の場合に比べて小さかった。貯蔵条件について見ると、CA は Air より保持程度が高かった。また、採取時期別に見ると、第 4 採取の果実では他の採取のものよりいずれの貯蔵条件においても小さかったが、第 1, 第 2 および第 3 採取のものについては顕著な差異が認められなかった。

糖度については図-12に示すとおりである。採取時においては熟度の進んだものほど高い値を示したが、貯蔵中にその差ははだいに小さくなった。100 日目までいずれの果実においてもわずかに増加し、以後は徐々に減少

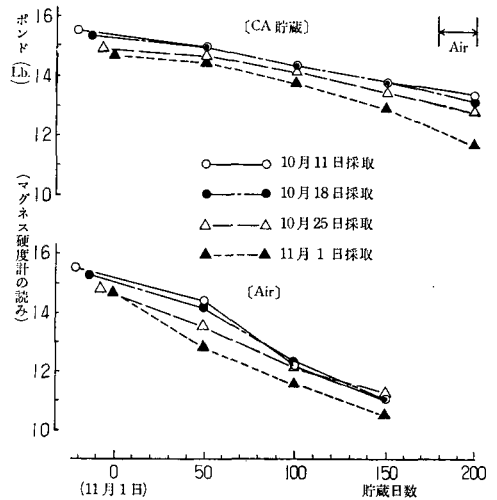


図-11 貯蔵果(デリシャス)の硬度の減少

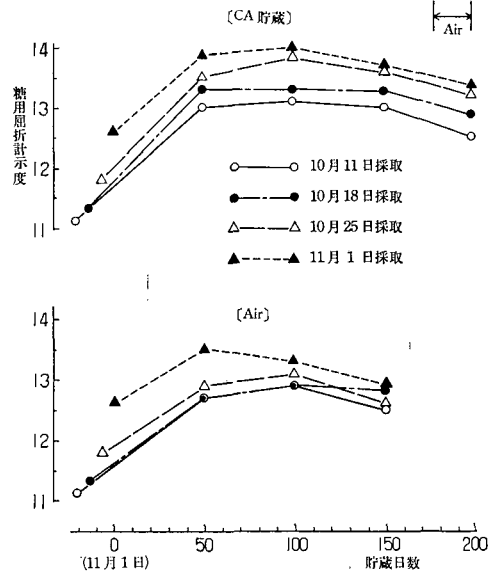


図-12 貯蔵果(デリシャス)の糖度の変化

する傾向を示した。

酸含量 (図-13) は採取時においては熟度の進んだものほど少なかったが、その差は旭の場合より小さかった。貯蔵中に採取時期による差はCAにおいては大きくなったが、Airにおいては判別できる差異は認められなかった。貯蔵条件について見ると、CAはAirより保持程度が高かった。

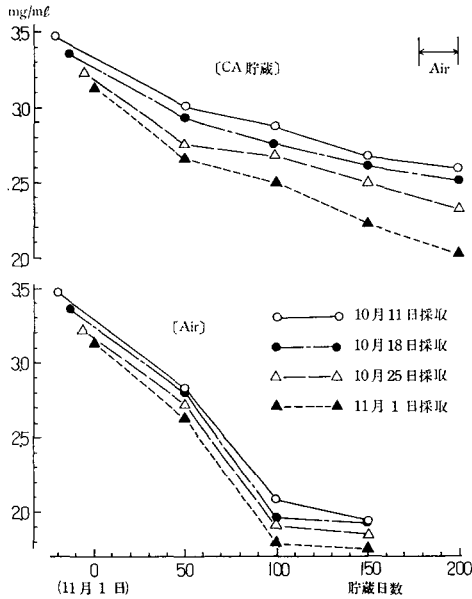


図-13 貯蔵果(デリシャス)の酸含量の消長

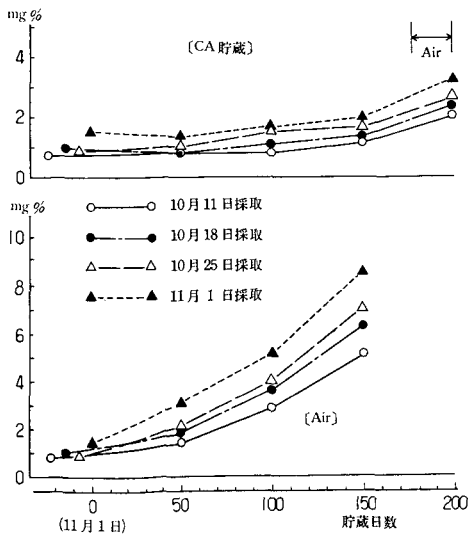


図-14 貯蔵果(デリシャス)のアルコール含量の消長

アルコール (図-14) は採取時にはいずれの採取果についてもほとんど認められなかった。貯蔵中の生成量はCAにおいてはAirより小さかった。採取時期による生成量の差は貯蔵中にしだいに明らかになった。すなわち、Airにおいて特に晩期採取の果実ほどその生成量は大きくなった。

かっ変の発生程度は表-7に示すとおりである。Airに貯蔵した果実ではいずれの採取についても認められなかった。一方、CA貯蔵果では100日目までいずれの採取についても認められなかったが、それ以後においては熟度の進んだものほど多く発生する傾向があった。特に、第3採取の200日目ならびに第4採取の150日および200日目には大部分の果実がかっ変していた。しか

表-7 かっ(褐)変果発生率(デリシャス)

	貯 蔵 日 数				
	0	50	100	150	200
(Air 貯蔵果)					
第1採取 (10月11日)	0*	0	0	0	0
2 (10月18日)	0	0	0	0	0
3 (10月25日)	0	0	0	0	0
4 (11月1日)	0	0	0	0	0
(CA 貯蔵果)					
第1採取 (10月11日)		0	0	0	0
2 (10月18日)		0	0	5	25
3 (10月25日)		0	0	40	95
4 (11月1日)		0	0	85	80

* 供試個体数 20 果

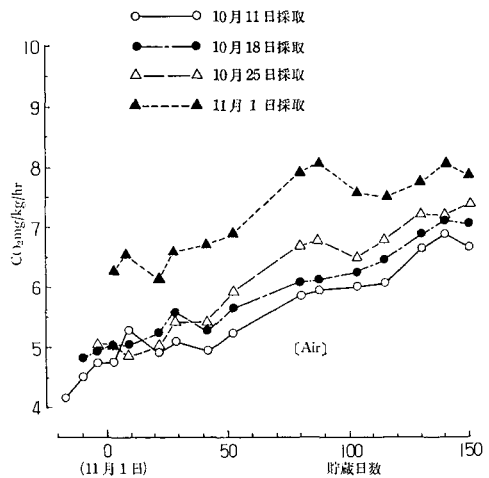


図-15 貯蔵果(デリシャス)の呼吸量の変化(1°C)

し、第1採取のものには200日目においても認められなかった。採取時から最終調査時まで1°C Airで貯蔵したときの呼吸量は図-15に示すとおりである。貯蔵期間中、大きな変動が認められなかった。採取時期別に見ると、採取時から第4採取の果実が最も大きな値を示し、第3、第2、第1採取のものがこれについだ。

また、図-16は第3採取果について100日目にCAから同温度のAirに移した果実と全期間Airに貯蔵した果実を比較したものである。CAの果実の呼吸はAirのものより小さく、しかもAirに移してから60日間は明らかな呼吸量の増加が認められなかった。次に、CAと

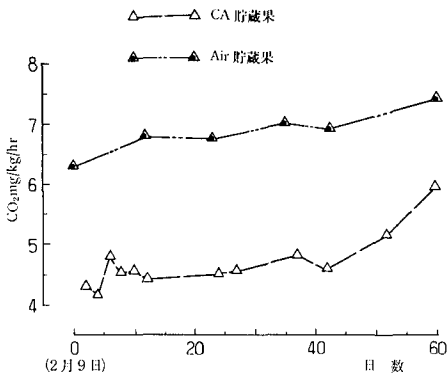


図-16 貯蔵開始後100日目から1°C Airに移したときの果実(デリシャス・10月25日採取)の呼吸量の変化

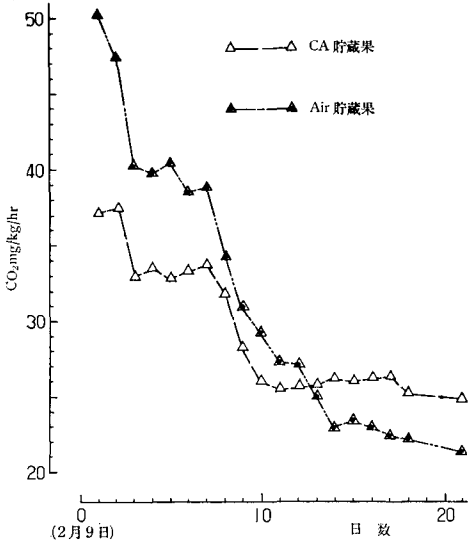


図-17 貯蔵開始後100日目から20°C Airに移したときの果実(デリシャス・10月25日採取)の呼吸量の変化

Airに貯蔵した果実について採取時期による差を明らかにするため、20°CのAirに移したときの呼吸量を測定した。図-17は100日目に果実を20°C Airに移したときの呼吸量を示したものである。両区とも昇温開始直後には呼吸量が著しく大きくなるが、その後10日目まで漸減してゆき、それ以後はほぼ一定量を示すことが認められた。この場合、CAの果実の呼吸はAirのものに比べて昇温10日目までは著しく抑制されているが、その後はAirのものより大きい値を示した。表-8は150日目に各採取の果実を同温度(1°C)のAirに移し、その後2日目に測定したときの呼吸量である。いずれも晩期採取の果実ほど大きな値を示した。特に、CA貯蔵果において第4採取のものは第1採取のものの2倍以上であった。図-18は150日目に20°C Airに移したときの呼吸量である。いずれの区についても昇温6日目までだいに減少した。CAの果実では第4採取のものは呼吸の抑制が認められず、Airのものよりも呼吸量が大きく、昇温8日目において呼吸の測定に用いた全果が著しくかっ変していた。

表-8 150日目の呼吸量(デリシャス)

	Air貯蔵果	CA貯蔵果
第1採取 (10月11日)	6.70*	3.05
2 (10月18日)	7.05	4.10
3 (10月25日)	7.35	5.05
4 (11月1日)	7.90	6.90

* 単位 CO₂ mg/kg/hr

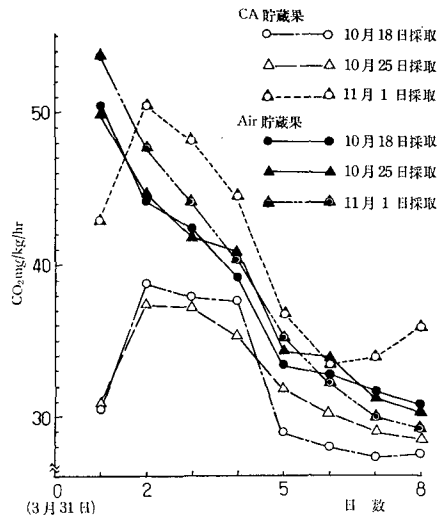


図-18 貯蔵開始後150日目から20°C Airに移したときの果実(デリシャス)の呼吸量の変化

表-9 食味から判定した品質 (デリシャス)

	貯 蔵 日 数				
	0	50	100	150	200
(Air 貯蔵果)					
第1採取 (10月11日)	○	○	○	△	
2 (10月18日)	○	◎	○	○	
3 (10月25日)	○	◎	○	○	
4 (11月1日)	◎	◎	○	△	
(CA 貯蔵果)					
第1採取 (10月11日)		○	○	○	○
2 (10月18日)		○	◎	◎	◎
3 (10月25日)		◎	◎	◎	○
4 (11月1日)		☐	◎	○	△

食味の程度 ☐最高, ◎良好, ○可能, △限界
×不適

食味は表-9に示すとおりである。採取時においては第1および第2採取の果実は硬く、甘味に乏しく、澱粉の味があって未熟に感じられた。第3採取のものは甘味に富み、多汁であり、それ以前の採取のものよりわずかに熟度が進んでいるものと思われた。第4採取のものは甘味強く、肉質もやや軟化して舌ざわりがよく、かつ多汁で食味は良好であった。Airに貯蔵した果実は果肉の軟化がCAより著しく、水分を失ってボケリング状となった。150日目にはいずれの採取のものも貯蔵の限度に達していた。一方、CA貯蔵果は200日目においてもかなり良好な食味を保持していたが、第2および第3採取のものは特に良好であった。すなわち、第1採取の果実は貯蔵中にほとんど追熟が見られず、200日目まで未熟の状態を持続した。また、第4採取のものは貯蔵50日目において食味最良であったが、以後ははだいに果肉が粉質状になり、150日目以後のものではしぶ味および舌を刺す味も一部の果実で感じられた。なお、かっ変果と健全果について食味の比較を行なった結果、軽症のものでは健全果とほとんど差異が認められなかった。一方、重症のものでは肉質がもろくなり、多汁質にも欠け、その上アルコール臭、苦味、しぶ味などを伴うものがあり、食味は著しく劣った。

考 察

果実は着生中はもちろん、採取されてのちも生理作用を営んでいる。採取果は他から養分を吸収することができないため、体内成分を消耗しながら生き続ける。した

がって、貯蔵法の良否はこの体内成分の消費速度によって決定されるといっても過言ではない。いいかえれば、良好なる貯蔵条件とは体内成分の消費が少なく、採取時とほとんど変わらない新鮮な状態が保たれているようなものである。また、同一の貯蔵条件下においても採取時期の異なる場合は貯蔵中の品質保持程度および食味の良否に差を生ずることが認められており、このことから収穫適期を判定することが可能である。

貯蔵果について収穫適期ならびに適食期を判定する試みは多くの研究者によってなされているが、ただ一つの調査項目のみによるのでは必ずしも正確に判定できるとはかぎらないので⁶⁴⁾、多くの項目から総合的に判断すべきものであろう。SMOCK⁶¹⁾(旭)、OLSENら⁵⁰⁾(ゴールデン・デリシャス)、LOTT³⁴⁾(ゴールデン・デリシャス)、COMINら¹¹⁾(Rome Beauty apple)、DEHAASら²⁰⁾(紅玉・ゴールデン・デリシャス)は硬度、糖度、酸含量、食味などから収穫適期の判定を行なっている。また、わが国でも青森県りんご試験場^{4,5,6)}(スターキング・デリシャス・ゴールデン・デリシャス)、秋田県果樹試験場^{28,29)}(ゴールデン・デリシャス)などで同様の実験が行なわれているが、これらの結果と本実験のそれとはまったく同様であった。

本実験においてはこのほかにアルコール含量および呼吸量の測定を行なっている。アルコール(主としてエチルアルコール)は呼吸作用に伴って生成される代謝産物であるから、適当な貯蔵条件において呼吸を抑制すればその生成は少なくなるものと思われる。また、呼吸量は貯蔵条件が同じであっても採取時期によって異なるものである。したがって、アルコール含量は採取時期によっても変わるものと考えられる。測定の結果、アルコール含量は硬度、酸含量および食味と負の相関があることがわかった。しかも採取時にはほとんど見い出されず。貯蔵条件による変化率は他の調査項目より大きく現われた。これらのことから、アルコール含量は貯蔵条件などの適否判定の指標として、すぐれたものと考えられる。BLANPIEDら⁸⁾は旭、デリシャスなどについてエチルアルコール含量を貯蔵条件などの良否を判定する目安として用いることができると述べている。

CA貯蔵中のリンゴ果実の呼吸量はFIDLERら¹⁷⁾、GRIFFITHら¹⁹⁾、SMOCK⁵⁹⁾、VANDOREN⁷³⁾によって測定されているが、これにはかなり特殊な装置が必要である。このため本実験においてはCA貯蔵果の呼吸量はすべて空气中(Air)に移してから測定した。前述のように100日目にCAから同温度の空气中に移した場合、

その後60日目まではほとんど呼吸量の変化が認められなかった。CA貯蔵果を空气中に移した直後の炭酸ガス排出量は図-19(旭)および図-20(旭・デリシャス)に示すとおりである。0°Cに移した場合、一時的な呼吸量の増加が起きているように見うけられる。しかし、CA貯蔵中の果実に高濃度で含まれていた炭酸ガスも同時に排出されたと考えるならば、呼吸量そのものは増加していないことになる。したがって、CA貯蔵中における低い呼吸量が空气中においても維持されているものと考えられる。同温度(0°C)の場合は48時間目、20°Cに昇温

した場合は8時間目までに一定の値になったので、その時以後の呼吸量について検討を行なった。

採取時期の異なる貯蔵果(リンゴ)の呼吸量は筆者らの知るかぎりでは、EZELLら¹⁶⁾の実験をのぞき、ほとんど調べられていない。本実験のAirにおける呼吸量の変化はEZELLらの結果(デリシャス・紅玉など)とほとんど同様であった。また、本実験ではCAからAirに移した果実についても行なったが、Airとよく似た傾向を示したことから、採取時期による差はCAの場合にも存在するものと考えられる。松本⁴⁰⁾、FIDLERら¹⁷⁾、SENNら⁵⁶⁾はリンゴ果実の昇温による呼吸量の変化を報告しているが、本実験の呼吸量の変化はこれらの結果とほとんど同様であった。

硬度は果実の熟度が進むほど、また貯蔵期間が長くなるほど小さくなることは周知のところであり、このことを利用してリンゴ、ナシなどの果実の熟度の判定を目的とした実験も行なわれている^{30,31,38,44)}。HALLER²¹⁾、三木⁴¹⁾、MAGNESSら³⁷⁾、SCHOMERら⁵⁵⁾は硬度によって貯蔵果の品質の良否を判定することができるが、果実の熟度そのものを推定することはできないと述べている。また、BRAMLAGEら⁹⁾によれば硬度は貯蔵中の品質保持の判定の日安とすることはできないと述べている。本実験の結果から硬度のみでは収穫適期判定の指標とはなりえないと考えられる。

硬度測定には、同一果実について2種類の硬度計を使用したところ、両者の値の大小関係はほぼ一定であったが、ごく一部の果実については不同であった。たとえば、CAの120日目および170日目の第1採取と第4採取などの場合である。これは測定部位による差^{35,39)}および硬度計の構造の相違によるものと考えられる。この点を明らかにするため、翌年採取の果実について測定部位による差を検討した結果、同一果実において測定部位による差が認められたが、相対する部位の平均値間にはほとんど差がなかった(表-10)。このことから2種類の硬度計による測定値の大小の入れかわりは、硬度計のヘッド(検圧針)の形状およびバネの方式(ユニバーサル硬度計は押しバネ式、マグネス硬度計は引っ張りバネ式)の相違によるものと思われる。理論的には引っ張りバネ式のマグネス硬度計のほうがより正確な値を示すものと考えられるが、上記の結果から見ると相対値としてはごく少数の場合をのぞけばほぼ一致するので、簡便性の点で有利なユニバーサル硬度計を使用してもさしつかえないと思われる。

糖度は品質を判定する指標としてはほとんど役に立た

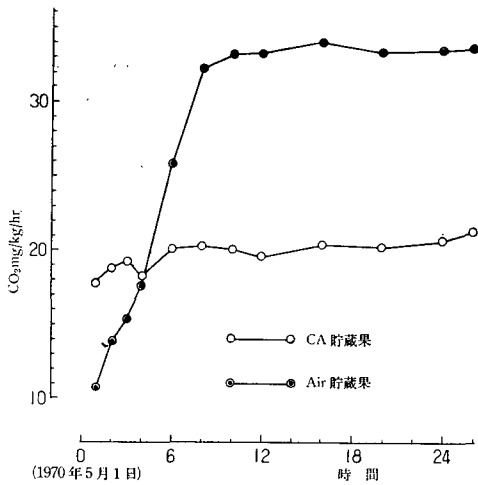


図-19 貯蔵開始後200日目から20°C Airに移したときの果実(旭・10月2日採取)の呼吸量の変化

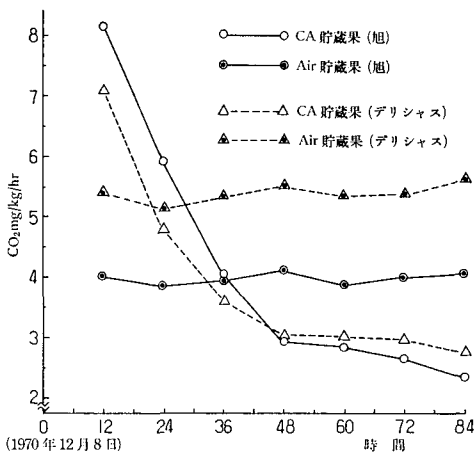


図-20 CAおよびAir貯蔵(0°C)の果実を12月8日に同温度の呼吸室(Air)に移したときの呼吸量の変化、旭(10月1日採取)、デリシャス(10月22日採取)

表-10 果実(旭)の赤道上の相互の距離が相等しい4点(A, B, C, D)についての硬度測定値と相対する2カ所の平均値間差(X-Y)

果実* No.	測定値**				平均値		差 X-Y
	A	B	C	D	$X = \frac{A+C}{2}$	$Y = \frac{B+D}{2}$	
1	10.5	10.5	11.0	10.0	10.8	10.3	+0.5
2	10.0	10.0	11.0	10.5	10.5	10.3	+0.2
3	9.5	10.0	10.0	10.0	9.8	10.0	-0.2
4	11.0	10.5	11.0	10.5	11.0	10.5	+0.5
5	11.0	10.0	10.5	10.5	10.8	10.3	+0.5
6	10.0	9.5	10.5	10.0	10.3	9.8	+0.5
7	10.0	10.0	10.5	11.0	10.3	10.5	-0.2
8	10.0	10.0	10.0	10.5	10.0	10.3	-0.3
9	10.5	11.0	11.0	11.0	10.8	11.0	-0.2
10	10.5	10.5	10.0	10.0	10.3	10.3	0
11	10.5	10.0	10.0	10.0	10.3	10.0	+0.3
12	11.0	12.0	11.5	11.5	11.3	11.8	-0.5
13	10.0	10.0	10.0	9.5	10.0	9.8	+0.2
14	10.5	10.0	10.0	10.0	10.3	10.0	+0.3
15	10.0	10.0	9.5	10.5	9.8	10.3	-0.5
16	10.0	10.0	10.0	11.5	10.0	10.8	-0.8
17	10.5	9.5	9.5	9.5	10.0	9.5	+0.5
18	10.0	10.0	10.0	11.0	10.0	10.5	-0.5
19	10.0	10.0	11.0	11.0	10.5	10.5	0
20	10.0	11.0	10.0	9.5	10.0	10.3	-0.3
平均値	10.3	10.2	10.4	10.4	10.3	10.3	—

* 余市町阿部氏果樹園の旭

** マグネス硬度計測定値(1970年11月6日)

ないものと考えられる。その理由は品質において明らかに違う CA と Air との差が小さく、またデリシャスにおいては100日目までは増加するが、以後減少することなどのためである。VANDOREN⁷⁴⁾も旭について糖度は品質保持の指標として役に立たなかったと述べている。旭においては貯蔵中の糖度の増加はほとんど認められなかったため、デリシャスにおける増加は多量に存在する澱粉が糖化したためであろう。

酸含量について見ると、岡本ら⁴⁹⁾はリンゴの食味の低下ときわめて密接な関係にあると述べている。また、杉山ら⁶⁶⁾はナシ果実について収穫時期がおそくなるほど、また冷蔵期間が長くなるほど、その保持程度は小さくなると報告している。岩田²⁶⁾(紅玉)および ALLEN ら¹⁾(Yellow Newtown apple)も貯蔵果の酸含量について実験を行なっている。本実験の結果はこれらとほぼ同様

であった。

本実験に供した果実は晩期採取のものほどミツ病が著しかったので、これがかっ変に少なからぬ影響を及ぼしたことも考えられる。しかし、Air においては最終調査時までかっ変が現われなかったため、この点についてはさらに詳しく調査しなければならぬ。また、DEWEY¹²⁾および青森県りんご試験場³⁾は必ずしもかっ変はミツ病部位から発生するとは限らないと報告している。かっ変の発生条件について見ると、三浦⁴²⁾は採取時期がおそいものほど、ALLEN ら¹⁾、FIDLER ら¹⁸⁾、青森県りんご試験場^{2,5)}などは貯蔵期間が長くなるほど被害が著しいことを報告しており、本実験においてもこれらと同様の傾向が CA 貯蔵果で見られる。沢田ら⁵⁴⁾は北海道産デリシャスについてかっ変の発生を調査した結果、Air ではまれにしか発生が認められないことを報告している。

一方、岡本⁴⁸⁾および高橋⁶⁸⁾は青森産のデリシャスを用いて同様の調査を行なった結果、Airにおいてもかなり多くのかっ変の発生が見られるが、CAよりは少ないことを報告している。本実験においては沢田らの場合とほぼ同様であった。さらに、150日目の昇温においてCAの第4採取果は昇温8日目に全部の果実がかっ変し、その間の呼吸量がAirのものより大きかったことから、かっ変と呼吸との間に何らかの関係があるものと考えられる。FIDLER¹⁷⁾は貯蔵(低温)障害の発生時に呼吸の増大が認められると述べているが、本実験における呼吸量の増加も同様の現象であると思われる。

食味テストは主観的な判定法であるが、品質の良否を総合的に判定する簡便法でもある^{15,25)}。本実験においては主として肉質、甘味および酸味について調査したが、これは客観的な判定法である硬度⁹⁾、糖度^{27,50)}および酸含量⁴⁹⁾の測定にそれぞれ対応するものと思われる。食味テストは次のような点ですぐれた方法であると認められる。すなわち、早期採取の果実においては未熟味を伴った食味であるにもかかわらず、硬度および酸含量の測定値では貯蔵中の保持が良好であり、晚期採取の果実においては肉質が粉質化(mealy)したことが食味では感じられるが、硬度の測定では区別できないのである。これらの点から考えると食味は収穫適期を判定するための一項目として必ず加えるべきであろう。三浦⁴²⁾および青森県りんご試験場^{4,5,6)}ではデリシャスについて食味を主として収穫適期を判定しているが、本実験の結果はこれらとほとんど同様であった。

LOTT³³⁾は果実の熟度をかかなり詳細に区分してはいるが、生育中の果実について熟度を判定することはきわめて困難である。HALLER²²⁾は採取するのに十分適した大きさの果実について、おもに貯蔵との関係から熟度を次の5段階に区分した。

1. Immaturity (未熟)
2. Early maturity (初熟)
3. Optimum maturity (適熟)
4. Late maturity (終熟)
5. Over maturity (過熟)

なお、収穫適期はこの熟度区分に対比すると Optimum maturity に当たると考えられる。

〔収穫適期の判定〕 旭およびデリシャスについて長期貯蔵(主としてCA)を行なうための収穫適期を判定すると以下のとおりである。

旭: 硬度は第2および第3採取のものが大きく、酸含量は早期採取のものほど多く、アルコール含量は第

3採取のものにおいて少なく、食味は第3採取のものが良好であった。このことから第3採取(9月25日)が収穫適期であったと考えられる。各採取の果実をHALLERらの熟度区分と対比してみると、第1採取果は未熟、第2採取果は初熟、第3採取果は適熟そして第4採取果は終熟にそれぞれ相当するものと思われる。

デリシャス: 早期採取のものほど硬度は大きく、酸含量は多く、アルコール含量は少なく、呼吸量は小さく、かっ変発生程度は少ない。また、食味は第2および第3採取のものが良好であった。このことから第2採取(10月18日)が収穫適期であったと考えられる。各採取の果実をHALLERらの熟度区分と対比すると、第1採取果は未熟から初熟、第2採取果は初熟から適熟、第3採取果は適熟から終熟そして第4採取果は終熟にそれぞれ相当するものと思われる。

摘 要

北海道産の旭およびデリシャスについて収穫適期を判定するための実験を行なった。収穫適期は貯蔵果の品質保持程度から推定した。旭については1968年9月13日、9月19日、9月25日および10月1日、デリシャスは10月11日、10月18日、10月25日および11月1日のそれぞれ4回にわたって採取し、これらのものに長期貯蔵用の収穫適期が存在するか否かを明らかにした。ただし、貯蔵方法はAirとCA(3% O₂+3% CO₂+94% N₂)、温度は3°C(旭)と1°C(デリシャス)、また期間は約6箇月である。

1. 旭においては硬度は9月19日および25日採取のものが大きく、糖度は大きな変化がなく、酸含量は早期採取のものほど多く、アルコール含量は9月25日のものにおいて少なく、呼吸量は晚期採取になるにつれて大きく、食味は9月25日のものが良好であった。これらのことから9月25日が、旭の収穫適期であることがわかった。

2. デリシャスにおいては早期採取のものほど硬度は大きく、酸含量は多く、アルコール含量は少なく、呼吸量は小さかった。糖度には大きな変化は認められなかったが、食味は10月18日および25日のものが良好であった。また、貯蔵障害(かっ変)はCAにおいてのみ認められ、その発生は晚期採取のものほど著しかった。このことから10月18日がデリシャスの収穫適期であることがわかった。

引用文献

- 1) ALLEN, F. W. and L. L. CLAYPOOL 1948. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **52**: 192.
- 2) 青森県りんご試験場 1962. 昭和 37 年度業務年報 27.
- 3) ————— 1965. 昭和 40 年度業務年報 37.
- 4) ————— 1966. 昭和 41 年度業務年報 43.
- 5) ————— 1967. 昭和 42 年度業務年報 56.
- 6) ————— 1968. 昭和 43 年度業務年報 50.
- 7) BLANPIED, G. D. and R. M. SMOCK 1961. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **78**: 35.
- 8) —————, ————— and L. C. FRANK 1968. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **92**: 748.
- 9) BRAMLAGE, W. J., F. W. SOUTHWICK, and P. E. FERGENSON 1966. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **89**: 40.
- 10) CLAYPOOL, L. L. and R. M. KEEFER 1942. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **40**: 177.
- 11) COMIN, D. and S. V. TING 1951. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **57**: 95.
- 12) DEWEY, D. H. 1962. XVI th International Hort. Congress —1962: 452.
- 13) 堂腰 純 1961. 農及園 **36**: 1735.
- 14) ————— 1961. 農及園 **36**: 1885.
- 15) EGGERT, F. P., E. F. MURPHY, and R. A. JOHNSON 1959. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **73**: 46.
- 16) EZELL, B. D. and F. GERHARDT 1942. J. Agr. Res. **65**: 453.
- 17) FIDLER, J. C. and C. J. NORTH 1967. J. hort. Sci. **42**: 189.
- 18) ————— and ————— 1968. J. hort. Sci. **43**: 421.
- 19) GRIFFITHS, D. G. and N. A. POTTER 1949. J. hort. Sci. **25**: 10.
- 20) DEHAAS, P. -G und L. WENNEMUTH 1964. Gartenbauwissenschaft, **29**: 213.
- 21) HALLER, M. H. 1941. U. S. Dept. Agr. Cir. **627**: 17.
- 22) ————— and J. R. MAGNESS 1944. U. S. Dept. Agr. Cir. **711**: 23.
- 23) HOFFMAN, M. B. 1937. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **35**: 212.
- 24) HULME, A. C. 1933. Ann. Rept. Food Invest. Board, London, 70.
- 25) 伊庭慶昭・伊藤三郎・西浦昌男 1968. 園芸学会昭和 43 年秋発表要旨: 300.
- 26) 岩田正利 1970. 農及園 **45**: 1281.
- 27) JOHN ST. J. S. and O. M. MORRIS 1929. J. Agr. Res. **39**: 623.
- 28) 神戸和猛登・久米靖穂 1969. 秋田県果試業務報告 **13**: 26.
- 29) —————・————— 1969. 農及園 **44**: 51.
- 30) KIDD, F. and C. WEST 1936. Ann. Rept. Food Invest. Board, London, 113.
- 31) KRUMBHOLZ, G. und N. WOLODKIEWITSH 1939. Landw. Jahrbücher, **88**: 895.
- 32) 熊代克巳 1961. 果樹栽培生理新書・リンゴ, 102, 朝倉書店.
- 33) LOTT, R. V. 1945. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **46**: 166.
- 34) ————— 1965. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **86**: 61.
- 35) MAGNESS, J. R. 1923. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **20**: 108.
- 36) ————— 1928. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **25**: 289.
- 37) ————— *et al.* 1926. U. S. Dept. Agr. Bulletin No. **1406**: 1.
- 38) 丸山和雄 1963. 果実日本 **18** (7): 42.
- 39) 増田耕作 1936. 園学雑 **7**: 137.
- 40) 松本熊市 1935. 園学雑 **6**: 222.
- 41) 三木泰治 1931. 農及園 **6**: 209.
- 42) 三浦淳平 1958. 農及園 **33**: 1517.
- 43) 宮下揆一 1962. リンゴの栽培, 155, 地球出版.
- 44) MOHSENIN, N., C. T. MORROW, and L. D. TUKEY 1962. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **81**: 70.
- 45) 中島武彦・田村 勉 1968. 北海道園芸研究談話会報 **1**: 28.
- 46) —————・—————・寿 和夫ら 1972. 農及園 **47**: 1443.
- 47) 岡本辰夫 1962. 果実日本 **17** (9): 13.
- 48) ————— 1964. 果実日本 **19** (11): 26.
- 49) —————・原田順厚・小山内たか 1966. 弘大農報 **12**: 36.
- 50) OLSEN, K. L., H. A. SCHOMER, and R. D. BARTRAM 1967. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **91**: 821.
- 51) 斎藤正行 1950. 光電比色計による臨床化学検査, 238, 南山堂.
- 52) 斎藤泰治 1952. 農学大系園芸部門, リンゴ編, 221.

養賢堂.

- 53) 沢田英吉・田村 勉・八鍬利郎・今河 茂 1968. 北海道大学農学部邦文紀要 6: 371.
- 54) —————・—————・—————・—————・原田 隆 1967. 園芸学会昭和42年秋発表要旨: 302.
- 55) SCHOMER, H. A. and K. L. OLSEN 1962. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 81: 61.
- 56) SENN, T. L. and L. E. SCOTT 1952. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 59: 319.
- 57) SHAW, J. K. 1912. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 9: 29.
- 58) 渋川潤一 1967. リンゴ栽培新書, 283, 養賢堂.
- 59) SMOCK, R. M. 1942. Bot. Gaz. 104: 178.
- 60) ————— 1947. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 50: 109.
- 61) ————— 1948. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 52: 176.
- 62) ————— 1952. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 60: 221.
- 63) ————— and G. D. BLANPIED 1963. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83: 135.
- 64) SOUTHWICK, F. W. 1954. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 63: 225.
- 65) ————— and J. W. ZAHRADNIC. University of Massachusetts, Extension Bulletin No. 322.
- 66) 杉山直儀・岩田正利・高橋和彦・崎山亮三 1963. 園学雑 32: 248.
- 67) 高田邦輔 1936. 園学雑 7: 118.
- 68) 高橋正治・吉田亜義・斎藤貞昭 1967. 園芸学会昭和42年秋発表要旨: 292.
- 69) 田村 勉 1968. 小林 章編. 果樹の良品生産技術, 321, 誠文堂新光社.
- 70) 樽谷隆之・北川博敏・馬場 稔 1967. 食品工誌 14: 292.
- 71) THOMAS, M. 1929. Ann. Applied Biol. 16: 444.
- 72) 後沢憲志 1958. 森 英男編. りんご栽培全書, 242, 朝倉書店.
- 73) VANDOREN, A. 1940. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 37: 453.
- 74) ————— 1948. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 52: 205.

Summary

Experiments were conducted to determine the optimum harvest date of 'McIntosh' and 'Delicious' apples grown in Hokkaido. This was estimated from the quality of stored fruits picked successively at short intervals. 'McIntosh' fruits were picked every 6 days from Sept. 13 till Oct. 1 and 'Delicious' every 7 days from Oct. 11 till Nov. 1 in 1968. The fruits were stored in CA (3% O₂+3% CO₂+94% N₂) or in air at 3°C ('McIntosh') or 1°C ('Delicious') for about 6 months.

Results obtained were summarized as follows:

(1) 'McIntosh': The flesh firmness value was maintained relatively well in the samples picked on Sept. 19 and 25, while no particular change was recognized in soluble solids. A higher content of titratable acid was observed in early-picked samples, conversely, the respiration rate (CO₂ output) was larger in late-picked samples. The accumulation of ethanol was less in Sept. 25-samples, which had the best eating quality after about 6 months. On the other hand, samples picked on Oct. 1 were best at picking time.

(2) 'Delicious': The decrease in flesh firmness was less in immature samples. On soluble solids no particular change was recognized. In late-picked samples the acid content was lower, the ethanol concentration was higher and the respiration rate was larger during storage. The incidence of storage disorder (internal browning) increased, when the fruits were picked at a later harvest date and stored in CA. Last-picked samples had the best eating quality at picking time, but they became mealy after about 3 months. Therefore, Oct. 18- and 25-samples were better in eating quality than others.

The results of these experiments showed that the optimum harvest date was Sept. 25 for 'McIntosh' and was Oct. 18 for 'Delicious'.