洋ナシバートレットの追熟について(第1報)

追熟温度と冷蔵処理の影響

杉山直儀・岩田正利・高橋和彦・崎山亮三

(東京大学農学部)

T. SUGIYAMA, M. IWATA, K. TAKAHASHI and R. SAKIYAMA:

On after-ripening of Bartlett pear. I.

Effects of temporary cold storage and ripening temperature

Summary

In Tokyo, it is generally difficult to get Bartlett pears of high quality, if ripened at room temperature. This investigation was carried out to find a solution of this difficulty, by temporary cold storage or by keeping fruits at various temperatures for after-ripening.

Bartlett pears picked from late August to middle of September on three dates in 1962, and on two dates in 1963 in Yamagata prefecture, were transported to the laboratory. In addition to these fruits, one lot of fruits was brought from Nagano prefecture in 1963. On arrival, some of the fruits were after-ripened at a room temperature (higher than 25°C excepting later several days), 20° and 15°C, while the remaining fruits were kept in a cold room at 4°C for one and two weeks, before removing them to the rooms of above mentioned temperatures.

Fruits after-ripened at room temperature generally ripened later than those kept at 20°C, and were not uniform in ripeness. Percentage of loss due to rot was also high in these fruits. The ripe fruits were poor in their appearance, flavor and texture, while those ripened at 20°C were good. The result revealed that room temperature was too high for

the proper ripening of Bartlett pears, and in turn deteriorated the quality of ripe fruits.

Fruits stored at 4°C for one or two weeks before after-ripening ripened quickly and uniformly, and the resulting fruits were good in their appearance and flavor. Even those after-ripened at room temperature after the cold storage had much better appearance and flavor than those ripened at room temperature without cold storage. Fruit rot was also almost controlled by the temporary cold storage.

Refractive index of fruit juice was hardly affected by either temporary cold storage or after-ripening temperature. Acid content was decreased by cold storage, and longer the storage period, more the reduction in acidity.

Signs of internal breakdown were found in the fruits picked late and stored for two weeks in cold room.

It was suggested that Bartlett pears should be kept at 20°C or lower for after-ripening, or stored in cold room for one to two weeks before ripening, to get fruits of high quality in Tokyo or localities having similar climatic conditions to Tokyo.

I. 緒 言

洋ナシは多くの果実と異なり、収穫後追熟を必要とするため、収穫の適期や追熟の条件に問題があり、わが国ではまだこれらの点がじゅうぶん解明されていないために、その取り扱いや販売の面で制約があり、青果としての消費も伸びなやんでいる状態である。

バートレット (Bartlett) は現在わが国の洋ナシの大部分を占め、主産地である山形県や長野県などからは、おもに 8 月下旬から 9 月上旬にかけて出荷されているが、室温で追熟されたものは品質が不良であるとされ、実際市場では一部入荷したものを冷蔵庫に入れ、数日か

ら半月くらい冷蔵した後、取り出して販売しており、この処理を市場では果実を「しめる」と称し、ある期間冷蔵することにより品質が向上するものとされている。

洋ナシの追熟について外国で行なわれた試験は少ないが^(4,5)、わが国とは条件が異なる点が多く、また上記のような冷蔵処理についての研究は見当たらない。それで追熟の温度や冷蔵期間をかえた場合に、追熟の過程や熟果の品質にどのような影響が現われるかを知るために 2 か年にわたって次に報告するような実験を行なった。

謝辞：本実験に用いた材料を 2 か年にわたって多数御高配いただいた山形県農業試験場置賜分場長鈴木寅雄技師ならびに 38 年度産の材料を御提供いただいた長野県下伊那郡飯島町桃沢匡勝氏に深く感謝の意を表する。ま

1963 年 11 月 28 日受理

本論文の要旨は昭和 38 年度ならびに昭和 39 年度園芸学会において発表

たこの試験に御協力いただいた方々および
実験結果の統計処理に御援助いただいた畑
村教授に併せて謝意を表する。

II. 1962年の実験

1. 材料および方法

材料としては、山形県農業試験場置賜分
場の12年生自然整枝(立木仕立)の3本
から収穫した果実を用いた。本年は夏期高
温のため、熟期がおくれ9月5日ごろが採
収の適期と判定されたので、9月5日と、
その前後の8月29日および9月10日の3
回に採取し、果実は毎回樹ごとに区別を
つけ、新聞紙1重、ダンボール箱づめとし(上下に木毛を
つめる)、日通扱いで実験室に送られた。果実には輸
送中の障害は全く認められなかった。

到着後1樹より5果ずつ、計15果について、色お
よび硬さを測定したが、その結果は第1表のとおりで
ある。色はMAGNESS ら⁽⁴⁾の標準色により、硬さの測定は
佐藤製作所製の硬度計を用い、皮つきのまま1果につき
4か所ずつ測定して、その平均を求めた。

第1表 試験開始前の果実の色および硬さ

	収穫日	測定日	色*	硬さ	1果 平均重
	月 日	月 日		kg	g
第1回	8.29	9. 3	2.0	2.97	167
第2回	9. 5	9.11	2.3	2.96	162
第3回	9.10	9.15	2.7	3.70	162

注 1) MAGNESS ら⁽⁴⁾の標準色により、濃緑色の
ものを1、黄色のものを4とし、その中間の
ものを2, 3とした。

2) 色と硬さは15果の平均

同表でわかるように、色は収穫期のおそいものほど黄
色味をおびていたが、硬度は第3回のものが特に高かつ
た。このことは後に述べる追熟所要日数の大であつたこ
とと関連があるように思われる。

果実は5区に分け、追熟中の温度条件をかえて処理を
行なつた。1区の果実数は各樹から10個ずつを選び、
計30個からなっている。

処理各区の追熟中の温度条件は次のとおりである。

(1) 無冷蔵室温区 コンクリート建物内の実験室中
においたもので、温度の推移は第1図に示すとおりで
ある。この年の実験期間中の気温は異常に高く、したが
つて実験室内の温度も例年に比べて著しく高かつた。ま
た、コンクリート建物内のため、昼夜の温度差がきわめ
て小さいのが特徴である。

(2) 無冷蔵 20℃ 区 追熟適温と予想された 20℃
の恒温室内においたもの。

第1図 室温の推移と無冷蔵室温区および2週間冷蔵室温
区の追熟期間

(3) 冷蔵1週間 20℃ 区 市場の冷蔵庫の温度に近い
4℃の冷蔵室に1週間入れた後、20℃の恒温室に移
して追熟させたもの。

(4) 冷蔵2週間 20℃ 区 4℃の冷蔵室で2週間冷
蔵後、20℃の恒温室に移して追熟したもの。

(5) 冷蔵2週間室温区 4℃で2週間冷蔵後、室温
で追熟したもの(このときの室温は第1図参照)。

果実は木箱に入れ、上を木毛でおおつておいた。完
熟の時期は、果実の外観、触感、香気などから判定して、
大部分の果実が適熟になつたと思われた日とした。区に
よつては成熟の進み方にばらつきのみられるものもあつ
たが、この点は成績に付記しておくこととした。

適熟期に達した区は、果実の外観、病害果の数を調
べ、病害果、虫害果(シンクイムシによるもの)および
果肉の著しく軟化したものを除いた後、残り全部を半切
し、果皮、心を除き、果肉部分を搾汁し、その汁液につ
いて、屈折計の示度(可溶性固形物)を読み、また酸含
量を測定した。屈折計示度は携帯用の Hand refractometer
によつて測定し、酸は搾汁を一定量(5~10 ml)と
り、蒸留水を加えて希釈し、フェノールフタレインを指
示薬として N/10 NaOH で滴定し、果汁 10 ml を中和
するに要する N/10 NaOH の ml 数で表わした(リンゴ
酸として表示する場合は $6.7 \text{ mg} \times x$ から算出すること
ができる。ただし x は上記の NaOH の ml 数である)。

果実の残り半分については実験者がそれぞれ試食して
評点をつけた。この評点の基準は実験者に共通なもの
はきめにくいので、各自それぞれの基準を用いることに
した。味については評価はかなり一致したが、肉質につ
いては評価は困難であつた。なぜならば、試食は熟度の差
の影響や、熟度が不齊な場合には果実によるばらつき
のため、正確な決定ができにくいためである。したが
つて数値的評価がとれないため概評に止まつているが、な
おパネルテストの方法についてはさらに検討の必要が認

第2表 冷蔵期間および追熟温度を異にした場合の追熟所要日数、
追熟中の腐敗、および熟果の外観

第1回 収穫8月29日 処理開始9月3日

処 理	適熟期	追熟所 要日数	腐敗 果数	成熟の 斉一さ	外 観
無 冷 蔵 室 温 区	9.15 ^{月 日}	12 ^日	3	不斉一	不鮮明な黄色で、褐色の すじがはいる
" 20℃ 区	9.10	7		斉 一	鮮 明 な 黄 色
1 週間冷蔵 20℃ 区	9.15	7+5	1	斉 一	"
2 週間冷蔵 20℃ 区	9.20	14+3		斉 一	"
" 室温区	9.20	14+3		やや不 斉	鮮明さやや劣る

第2回 収穫9月5日 処理開始9月11日

無 冷 蔵 室 温 区	9.22	11	17	不斉一	不鮮明な黄色で、褐色の すじがはいる
" 20℃ 区	9.17	6		斉 一	鮮 明 な 黄 色
1 週間冷蔵 20℃ 区	9.24	7+6		斉 一	"
2 週間冷蔵 20℃ 区	9.28	14+3		斉 一	"
" 室温区	9.28	14+3		やや不 斉	やや不鮮明な黄色、肩部 に緑色残る

第3回 収穫9月10日 処理開始9月15日

無 冷 蔵 室 温 区	9.28	13	6	やや不 斉	やや不鮮明な黄色、わず かに褐色のすじがはいる
" 20℃ 区	9.25	10		斉 一	鮮 明 な 黄 色
1 週間冷蔵 20℃ 区	9.29	7+7		斉 一	"
2 週間冷蔵 20℃ 区	10. 4	14+5		斉 一	"
" 室温区	10. 4	14+5		斉 一	" , 肩部に緑色の残 るものがある

1区 30果

められた。

2. 実験結果

a. 追熟に要した日数 処理開始から果実が適熟
になるまでに要した日数は第2表に示すとおりである。

無冷蔵 20℃ 区は、第1回が7日、第2回が6日、第
3回が10日となつてゐる。ところがこれより高温だつ
た室温区では所要日数が多くなつており、それぞれ12
日、11日、13日であつた。なお、20℃ 区では果実が斉
一に成熟したのに比べて、室温区では試食の結果からも
確かめられたが、果実によつて成熟の進んだものと遅れ
たものがあり、ばらつきが大きかつた。

冷蔵した区の果実は、冷蔵期間中には果皮は黄色味を
ますけれども、果肉の軟化はおこらない。しかし、20℃
あるいは室温にうつすと、急激に成熟が進み、1週間冷
蔵後 20℃ で追熟した区は5~7日、2週間冷蔵 20℃ 区
は3~5日で適熟となつた。2週間冷蔵室温区も 20℃ と
ほとんど同時期に成熟し、熟期のばらつきは無冷蔵に比
べるとかなり少なかつた。

収穫期別に成熟までの所要日数をみると、第2回収穫
のものが第1回よりやや短くなつてゐるが、第3回のも

のは全般に第1, 2回のものに比べて若
干長くなつてゐる。処理前の硬度と所要
日数とを対比すると、両者の間には関係
があるように推測される。

b. 追熟中の腐敗 無冷蔵室温区は
毎回腐敗果の発生がみられ、ことに第2
回収穫のものは30果中17の腐敗果を
出した(第2表)。病果は最初表面に赤
褐色の斑点を生じ、それがしだいに拡大
して、表面がいくらか凹入し、また赤褐
色の粘液様のものが表面に現われるこ
ともあつた。室温区では追熟の末期に病斑
が拡大することが多かつた。なお本病は
病徴からみて松本⁽⁶⁾が炭疽病としている
ものに相当するようである。

c. 外 観 果実の色は成熟するにつ
れて緑色から黄色に変化し、20℃ で追
熟した区は完熟した際、完全に緑色がぬ
けて鮮明な黄色となつた。しかし、無冷
蔵で室温で追熟した区は、完熟しても鮮
明な黄色とならず、褐色をおびたくすん
だ色となり、また表面のかすかなかすり
傷が褐変して褐色のすじが多く認めら
れ、外観は不良であつた。2週間冷蔵後
室温で追熟した区は大体よく着色した

が、肩のところにわずかに緑色が残る傾向があつた。し
かし、無冷蔵のものに比べればはるかに外観は良好であ
つた。

d. 可溶性固形物含量 可溶性固形物の測定結果
は第3表に示すとおりである。

処理の影響としては、無冷蔵室温区に比べて、2週間
冷蔵したものがいくらか含量が低い傾向がみられたが、
全般的に差異はわずかであつた。

なお、第2回収穫の果実が全般的に含量が低い傾向が
みられた。

e. 酸含量 酸含量については第4表に示すとおりで
ある。

収穫期についてみると、収穫期がおくれるほど酸含量
が低下している。また、無冷蔵のものに比べて1週間冷
蔵のものが低く、さらに2週間冷蔵のものが低くなつて
おり、冷蔵期間が長くなるほど酸含量の低下する傾向が
認められた。室温と 20℃ との間の差はめりようでは
ない。

f. 味、肉質 味については、無冷蔵 20℃ 区がすぐ
れ、同室温区は劣つてゐた。それは後者では酸味を感じ

第3表 果汁の可溶性固形物含量（屈折計示度）

処 理	第1回	第2回	第3回
無 冷 蔵 室 温 区	11.5	10.4	10.5
" 20℃ 区	10.6	10.1	10.6
1 週 間 冷 蔵 20℃ 区	11.1	10.2	10.5
2 週 間 冷 蔵 20℃ 区	10.9	10.2	10.3
" 室 温 区	10.6	9.8	10.3

分散分析表

	自由度	平方和	平均平方	F
収 穫 期	2	4.6697	2.3349	22.64**
樹	2	0.4391	0.2196	2.13
追 熟 条 件	4	1.6520	0.4130	4.03*
収 穫 期×樹	4	1.3396	0.3349	3.25
収穫期×追熟条件	8	1.2747	0.1593	1.54
追熟条件×樹	8	0.3920	0.0490	0.47
誤 差	16	1.6493	0.1031	
全 体	44	11.4164		

平均値

収穫期	第1回	第2回	第3回	LSD
	10.92	10.13	10.47	5% 0.249 1% 0.342
追熟条件	無 冷 蔵 室 温 区	無 冷 蔵 20℃ 区	1 週 間 冷 蔵 20℃ 区	5% 0.321 1% 0.442
	10.82	10.50	10.57	
	2 週 間 冷 蔵 室 温 区	2 週 間 冷 蔵 20℃ 区		
	10.23	10.43		

るものが多かったことと、一種の渋味のようなものが感じられたことが原因ではないかと思われる。1週間冷蔵20℃区は無冷蔵20℃区よりまさり、味としては最も良好に感じられた。2週間冷蔵は1週間冷蔵のものよりやや劣り、この場合20℃区と室温区との間にはほとんど差は認められなかった。

収穫期に関しては、第2回のものが全般に味がやや淡白で評点は低かった。

肉質については実験者により評点が異なり、めいりような結果は得られなかったが、ほぼ味と同様な傾向が得られ、無冷蔵室温区は成熟がやや不齊一で、また適熟のものでも肉質があらく感じられた。

III. 1963年の実験

1. 材料および方法 前年と同様、山形県農業試験場置賜分場の3本から収穫した果実を用いた。本年は熟期が早かったので、第1回は適期の8月27日、第2回はそれより9日おくらせて9月5日に採収し、新聞紙1重包みでダンボール箱につめ、実験室に送られた。

本年はその他に、長野県下伊那郡飯島町桃沢匡勝氏園

第4表 果汁の酸含量

処 理	第1回	第2回	第3回
無 冷 蔵 室 温 区	5.99	4.62	4.86
" 20℃ 区	6.05	4.93	4.68
1 週 間 冷 蔵 20℃ 区	5.72	4.51	4.25
2 週 間 冷 蔵 20℃ 区	4.83	4.52	3.99
" 室 温 区	4.78	4.55	3.82

分散分析表

	自由度	平方和	平均平方	F
収 穫 期	2	10.6956	5.3478	64.20**
樹	2	0.7485	0.3743	4.49*
追 熟 条 件	4	5.3970	1.3493	16.20**
収 穫 期×樹	4	0.9386	0.2347	2.82
収穫期×追熟条件	8	1.9748	0.2469	2.96*
追熟条件×樹	8	1.2399	0.1550	1.86
誤 差	16	1.3322	0.0833	
全 体	44	22.3266		

平均値

収穫期	第1回	第2回	第3回	LSD
	5.47	4.62	4.32	5% 0.223 1% 0.307
追熟条件	無 冷 蔵 室 温 区	無 冷 蔵 20℃ 区	1 週 間 冷 蔵 20℃ 区	5% 0.288 1% 0.397
	5.16	5.22	4.82	
	2 週 間 冷 蔵 室 温 区	2 週 間 冷 蔵 20℃ 区		
	4.39	4.45		

産のものを、同氏の御好意で供試することができた。果実は8月22日に収穫され、包装紙2重包み、木箱づめで、8月26日に実験室に到着した。

到着後、直ちに果実を選別し、各材料ごとに10果ずつ色、硬さを測定したが、その結果は第5表のとおりである。

第5表 試験開始前の果実の色および硬さ

材 料	収 穫 日	測 定 日	色	硬 さ	1果平均重
	月 日	月 日		kg	g
長 野	8.22	8.26	1.6	3.04	210
山形 I	8.27	8.30	1.6	3.61	169
山形 II	9. 5	9. 9	1.5	2.96	175

色と硬さは10果の平均、他は第1表注参照

果実は1区20果ずつとし、冷蔵期間および追熟中の温度をかえた次の9区に分けて処理を行なった。

冷蔵については

無 冷 蔵 冷蔵することなく、ただちに所定の追熟温度で追熟したもの。

冷 蔵 1 週 間 冷蔵室の温度は実験開始の最初の3日

間は 1.5°C、次の 1 日は -1.5°C と低かつたが、それ以後は前年と同様 4°C に保たれた。この冷蔵庫に 1 週間冷蔵した後、所定の温度に移し追熟を行なったもの。

冷蔵 2 週間 同じく 2 週間冷蔵後、所定の温度で追熟したもの。

追熟温度は次の 3 とおりである。

室温区 コンクリート建物内の実験室においたもので、実験期間中の温度の推移は第 2 図のとおりである。本年は気温の低下が前年より早かつたため、9 月にはいつてからの室温は前年に比べて全般的に低くなっている。

20°C 区 恒温室においた。

15°C 区 恒温室におき、15°C を目標としたが、温度の調節がややふじゆうぶんで、実験期間の前半は 1~2°C 高目のことが多く、後半は 1~2°C 低目になることが多かつた。

冷蔵期間と追熟温度の組み合わせで、9 区の試験区が作られたわけである。

果実はダンボール箱につめ、上下に木毛をしき、ふたをしておいた。

果実の調査方法は前年と同様である。

2. 実験結果

a. 追熟に要した日数 処理開始から果実が適熟になるまでに要した日数は第 6 表に示すとおりである。

無冷蔵の場合は、20°C 区が追熟所

第 6 表 冷蔵期間と追熟温度が追熟所要日数、追熟中の腐敗および熟果の外観に及ぼす影響

長野産 8 月 26 日処理開始

処 理	適熟期 月 日	追熟所要 日数	腐敗 果数	成熟の 一 斉	外 観
無 冷蔵室温区	9. 5	10	8	やや不斉一	褐色がかつた黄色で褐色のすじがはいる
" 20°C 区	9. 4	9	1	一 斉	鮮明な黄色
" 15°C 区	9. 7	12		やや不斉一	"
1 週間冷蔵室温区	9.10	7+8	6	一 斉	やや褐色がかつた黄色
" 20°C 区	9.10	7+8	5	"	鮮明な黄色
" 15°C 区	9.11	7+9	1	"	"
2 週間冷蔵室温区	9.12	14+3	1	"	ややうすい黄色
" 20°C 区	9.13	14+4	1	"	鮮明な黄色
" 15°C 区	9.14	14+5	1	"	"

山形産 第 1 回 8 月 30 日処理開始

無 冷蔵室温区	9. 9	10	10	不斉一	褐色がかつた黄色で褐色のすじがはいる
" 20°C 区	9. 7	8		一 斉	鮮明な黄色、褐色のすじが少しはいる
" 15°C 区	9. 9	10		やや不斉一	"
1 週間冷蔵室温区	9.11	7+5		一 斉	鮮明な黄色
" 20°C 区	9.10	7+4		"	"
" 15°C 区	9.12	7+6		"	"
2 週間冷蔵室温区	9.16	14+3		"	"
" 20°C 区	9.16	14+3		"	"
" 15°C 区	9.17	14+4		"	"

山形産 第 2 回 9 月 9 日処理開始

無 冷蔵室温区	9.16	7	1	一 斉	鮮明な黄色
" 20°C 区	9.16	7		"	"
" 15°C 区	9.17	8	1	"	"
1 週間冷蔵室温区	9.20	7+4		"	"
" 20°C 区	9.21	7+5		"	"
" 15°C 区	9.23	7+7	2	"	"
2 週間冷蔵室温区	9.26	14+3		"	"
" 20°C 区	9.26	14+3	1	"	"
" 15°C 区	9.28	14+5		"	"

1 区 20 果

第 2 図 室温の推移および無冷蔵室温区、1 週間冷蔵室温区、および 2 週間冷蔵室温区の追熟期間

要日数が短く、7~9日を要している。室温区は 1~2 日おけて適熟に達したが、山形Ⅱではほぼ同時期に適熟となつた。また室温区のおくれた場合にはいくらか成熟が不斉一であつた。1962 年と比べて 20°C 区と室温区との差の少ないのは、1963 年の室温が前年よりも全般的に低目だつたためと考えられる。

15°C 区は 20°C 区よりも 1~3 日追熟に多くの日数を要しており、斉一さもやや劣るようであつた。

1 週間および 2 週間冷蔵した区は無冷蔵に比べて追熟に要する日数が短縮され、その程度は 2 週間冷蔵したものの方が著しく、20°C

区および室温区では最短3日で成熟している。また、この場合 20℃ 区と室温区ではほとんど差がなく、場合によつては室温区の方がやや早く成熟して、無冷蔵と逆になったこともある。15℃ 区は 20℃ 区より 1~2 日おくれで成熟期に達している。

長野産の冷蔵1週間区の追熟所要日数があまり短くなかなかつたのは、冷蔵初期の温度がかなり低かつたためではないかと思われる。

b. 追熟中の腐敗 無冷蔵室温区には前年と同じく腐敗果の発生が認められ、ことに長野産、山形Ⅰではその割合が高かつた。また、長野産のものには冷蔵1週間の室温区および 20℃ 区にも軽微ながら同様の病果の発生があつた。病斑からみて大部分が前年同様炭疽病によるものと認められる。

このほか果面が黒褐色となり白色の胞子を生じ、*Penicillium* 菌によると認められる腐敗果が少数発生した。これは冷蔵したものにも発生したが、被害果の数は少なかつた。

山形産の果実の2週間冷蔵 20℃ 区および室温区では、成熟時に尻の部分が軟化し、切断してみると維管束や心に近い果肉の部分に変色を起しているものが認められた。被害果は山形Ⅱ 2週間冷蔵室温区に多かつた。試験区以外の果実で一部 3~4 週間冷蔵したものを追熟後調べてみると、この障害は顕著となり、食用に耐えない程度に達するものがあつた。これは寄生性の病害ではなく、生理障害によるもので Internal breakdown に相当するものと認められる。

c. 外観 無冷蔵室温区の長野産および山形Ⅰは成熟時の果皮の色は褐色をおび鮮明さをかき、表面のかすかなぎざあとが褐色化し、外観は不良であつた。長野産冷蔵1週間室温区もやや外観が劣つた。

冷蔵した区は冷蔵期間中に着色が進んでおり、取り出して追熟した後鮮明な黄色にさがり、はだは美しく、一般に外観のすぐれたものが得られた。

d. 可溶性固形物含量 果汁の可溶性固形物を屈折計によつてはかつた結果は第7表のとおりである。

統計的に顕著な差の認められたのは、長野産と山形産の間であつて、前者の平均は 12.1、山形産はⅠ、Ⅱともに 10.9 で、1.2 の差があつた。

処理については、冷蔵期間の影響は認められず、追熟温度の影響は、室温区が 15℃ 区より高いが、その差はわずかであつた。

結局、成熟果の糖分含量は、材料によるもので、冷蔵期間や追熟温度の影響は、この実験の範囲ではほとんど認められないといつてよからう。

第7表 果汁の可溶性固形物含量(屈折計示度)

処 理	長 野	山 形 Ⅰ	山 形 Ⅱ
無 冷 蔵 室 温 区	12.3	11.0	11.2
" 20℃ 区	12.1	10.9	10.9
" 15℃ 区	12.1	10.7	10.9
1 週間冷蔵室温区	12.3	11.1	11.3
" 20℃ 区	11.7	10.9	11.0
" 15℃ 区	12.2	11.0	10.9
2 週間冷蔵室温区	12.0	11.0	10.9
" 20℃ 区	12.3	11.1	10.8
" 15℃ 区	12.1	10.8	10.6

分散分析表

	自由度	平方和	平均平方	F
産 地	1	8.3230	8.3230	633.02**
収穫期 (山形)	1	0	0	0
冷 蔵 期 間	2	0.0363	0.0182	1.38
追 熟 温 度	2	0.1985	0.0993	7.55**
材料×冷蔵期間	4	0.0815	0.0204	1.55
材料×追熟温度	4	0.1570	0.0393	2.99
冷蔵期間×追熟温度	4	0.2015	0.0504	3.83
誤 差	8	0.1052	0.0132	
全 体	26	9.1030		

平均値

材 料	長 野 12.12	山 形 Ⅰ 10.94	山 形 Ⅱ 10.94	LSD 5% 0.125 1% 0.181
冷蔵期間	無 冷 蔵 11.35	1 週間冷蔵 11.38	2 週間冷蔵 11.29	
追熟温度	室 温 区 11.46	20℃ 区 11.30	15℃ 区 11.26	

e. 酸含量 成熟果の果汁の酸含量の測定結果は第8表のとおりである。

同表から明らかなように、酸含量には種々の要因が影響している。

第1に産地による差があり、また山形産でも収穫期による差が認められ、第1回採取果よりも第2回採取果の方が低くなっている。

次に冷蔵期間の影響も顕著で、無冷蔵、1週間冷蔵、2週間冷蔵の順に、冷蔵期間が長くなるほど酸含量は低下している。

追熟温度の影響もあるが、無冷蔵、1週間冷蔵の場合は、室温区、20℃ 区、15℃ 区の順に追熟温度が低いほど含量は少ないが、冷蔵2週間に限り、室温区が最低となつており、やや複雑である。

このように酸含量には種々の要因が影響するため、最も高い区と最も低い区との間の差は大きく、約 40% の

第8表 果汁の酸含量

処 理	長 野	山 形 I	山 形 II
無 冷 蔵 室 温 区	6.26	7.03	5.57
" 20°C 区	6.25	6.36	5.51
" 15°C 区	5.99	5.35	4.85
1 週間冷蔵室温区	6.22	6.45	5.12
" 20°C 区	5.70	5.48	4.95
" 15°C 区	5.87	5.19	4.59
2 週間冷蔵室温区	5.63	4.58	4.17
" 20°C 区	5.92	5.01	4.41
" 15°C 区	5.71	4.97	4.35

分散分析表

	自由度	平方和	平均平方	F
産 地	1	3.2071	3.2071	53.72**
収穫期 (山形)	1	2.6450	2.6450	44.30**
冷 蔵 期 間	2	3.9662	1.9831	33.22**
追 熟 温 度	2	0.9917	0.4959	8.31*
材料×冷蔵期間	4	0.3986	0.0998	1.67
材料×追熟温度	4	0.7648	0.1912	3.20
冷蔵期間×追熟温度	4	1.2758	0.3185	5.34*
誤 差	8	0.4773	0.0597	
全 体	26	13.7265		

平均値

材 料	長 野	山 形 I	山 形 II	
	5.95	5.60	4.84	
冷蔵期間	無 冷 蔵 5.91	1 週間冷蔵 5.51	2 週間冷蔵 4.97	LSD 5% 0.265 1% 0.386
追熟温度	室 温 区 5.67	20°C 区 5.54	15°C 区 5.21	
	室 温 区	20°C 区	15°C 区	
無冷蔵	6.29	6.04	5.40	
1週間冷蔵	5.93	5.36	5.22	5% 0.443
2週間冷蔵	4.79	5.11	5.01	1% 0.644

ひらきがあり、味にも影響することが考えられる。

f. 味、肉質 試食の結果感じられたことは次のとおりである。

まず、味についてめいりような差は長野産のものが山形産のものに比べて甘味がまさっていたことである。果汁の可溶性固形物含量が前者で平均 1.2 だけ高かったことと対応するものと思われる。

処理の影響としては、山形 I の無冷蔵室温区が酸味が強く感じられた。これも同区が酸含量が高かったことと対応しているようである。山形 II の 2 週間冷蔵の各区の評点がいずれも低かったが、その理由は何か正常な味に

欠けていたためであつて、糖分、酸以外の要因によるものらしい。

肉質についての判定は適確な表現はむづかしいが、概括的にみると次のとおりである。

長野産無冷蔵のものでは 20°C 区がすぐれ、室温区はわずかに劣っており、15°C 区は熟期がやや不齊一だったためか評点が低かった。

冷蔵したものは全般的に無冷蔵に比べ肉質はすぐれ、なめらかで多汁なものが多く、供試したものの中でもつともすぐれていた。

山形 I では無冷蔵の中で 20°C 区がすぐれ、室温区は劣り、15°C 区も熟度の不齊一のためか評点は悪かった。

1 週間および 2 週間冷蔵の各区は無冷蔵 20°C 区とほぼ同じ程度で、相互の間にはほとんど差が認められなかった。ただ 2 週間冷蔵 15°C 区がやや評点が低かったが、適期よりやや早く試食したため、まだ少し硬いものが多かったためようである。

山形 II では、他と異なり、無冷蔵室温区は 20°C 区との間に差が認められず、1 週間冷蔵の各区との間にも差がなく、肉質は良好と認められた。

2 週間冷蔵の各区では、軟化した果実とまだ硬い果実とが混在し、熟果の肉質も不良で、成熟過程が正常でないようで、評点はいずれも低かった。

IV. 考 察

1. 無冷蔵の場合の追熟温度

2 年の実験結果から、無冷蔵の場合には室温区は 20°C 区に比べて追熟に要する日数が長く、成熟も不齊一であり、またその間に多くの腐敗果を出している。また、成熟した果実の外観も鮮明な黄色とはならず、やや褐色をおび、かすかな傷が褐変して外観は不良であつた。味も時として酸味が強く感じられ、肉質も良好とはいえなかつた。実験期間中の室温は第 1, 2 図に示したとおり、おおむね 25~30°C の間を上下しており、ことに高温であつた 1962 年は平均気温が高かつたが、この年の方が 1963 年に比べて室温区と 20°C 区との差が大きかつた。このような点から室温区の成績の悪かつた原因は、パートレットの追熟温度としては高温にすぎたためと考えられる⁽⁹⁾。

室温は外気温の影響をうけ、年によつて変るけれども、パートレットの出荷期である 8 月下旬から 9 月上旬にかけては、東京付近あるいは中部以西ではまだ残暑があり、室温も 25°C をこえることが多いのであつて、追熟適温を得ることは困難なことと思われる。従来パートレットの青果としての消費は、冷涼な北海道や東北地方では比較的多いにもかかわらず、関東地方や特に関西以

西では普及をみなかったのは、パートレットが送られても腐敗などの消耗が多く、かつよい品質の熟果が得られなかったためではないかと思われる。したがって大消費地での普及をはかるためには、追熟温度についての配慮を必要とするであろう。

20℃で追熟すれば、消耗も少なく、外観、品質もほぼ満足できる熟果が得られることは、試験結果からも明らかであり、また15℃でも、20℃より成熟までにやや日数を要し、成熟も20℃ほど斉一にならないが、外観、品質ともにより果実が得られた。松田⁽⁷⁾によれば10℃でも品質のすぐれた熟果を得られるという。このように20℃前後あるいはそれ以下10℃までの温度であれば腐敗のおそれも少なく、外観、品質の満足できる熟果が得られるのであるが、大量に処理することになると現在のところ適当な施設が見当たらない。ただバナナの追熟は17.8℃から20℃くらいの温度で行なわれており、もしその追熟室が利用できれば、パートレットの追熟には好適な温度条件が得られるのではないかと考えられる。

2. 冷蔵の効果

従来外国で行なわれたパートレットの冷蔵に関する試験は、出荷時期の調節を目的とするもので、わが国で一部行なわれているような、品質改善を目的とするものではないようである。しかし、本実験の結果によると、1～2週間の冷蔵の効果としては次の点が挙げられる。

第一に、冷蔵室からとり出して追熟させた場合に、追熟所要日数が短縮され、また成熟が斉一に行なわれ、腐敗果の発生も少なくなる。外観も良好で、味、肉質ともに概して良好なものが得られる。特に興味のあるのは、冷蔵後室温で追熟しても、20℃と比べてほとんど同色のないものが得られることである。このことは温度調節の施設をもたない現在の流通経路をとる場合に有効な処理と考えられる。

冷蔵期間中にも、果色や硬度的変化が徐々に起つており、成熟の過程は進行しているものと認められる。呼吸量を測定してみると（未発表）、冷蔵したものは追熟中の呼吸量の上昇が急激で Climacteric peak にすみやかに達しており、外観からみた変化と一致している。なお室温区の呼吸の Climacteric は20℃区のような明確な山を示さないようである。

冷蔵によつて味がよくなる場合があるけれども、実験結果の示すとおり、可溶性固形物含量は実験の範囲内では増加を認めることはできなかった。一方、酸含量は冷蔵期間が長くなるほど明らかに減少を示している。したがって無冷蔵の場合で酸が多すぎるようなときに、冷蔵によつて酸味が緩和され、甘味が増すように感じられる

ものと思われる。

3. 追熟中の腐敗

追熟中に発生した病害については、その菌の種類、罹病の過程、発病の条件などに関しては病理学的研究が必要で、現在のところ詳細は分らないが、無冷蔵室温区に多発した炭疽様の病害について、1, 2考察をつけ加えておきたい。

この病害は本実験ばかりでなく、市場においてもしばしば発生して問題となっており、パートレットの取り扱い上注意すべき病害のようである。この病害は主として無冷蔵室温区に発生し、無冷蔵でも低温で追熟した区や冷蔵した区には発生がきわめて少なかった。処理前には1果ずつ調べて、もし発病しているものがあれば取り除いたはずであるから、この実験では発病は追熟中に起つているわけである。実験期間中の観察によると、病斑の拡大は追熟後期に著しいようであつた。無冷蔵室温区に多かつたところからみると、おそらく本病の発病は高温の下で促進されるのではないかと考えられる。冷蔵したものの室温追熟区で発病しなかつたのは、冷蔵期間中は低温のため発病せず、室温にうつした後は追熟期間が短縮されたため、発病にじゅうぶんの期間がなかつたためではなからうか。一方、無冷蔵室温区では、高温の場合ほど成熟がおくれ、発病に最も好適な条件が得られたためと思われる。おそらく実用的には追熟を20℃以下の低温で行なうか、あるいは冷蔵処理によつて本病による腐敗は防止できるものと思われる⁽¹⁾。

4. 収穫期について

収穫期についてはすでにわが国でも2, 3報告があり^(2, 3, 6)、収穫期がおそくなるほど果実の熟度は進み、追熟所要日数が短くなるのが原則であるが、1962年第3回収穫の区のように、かえつて追熟所要日数の長くかつたものもあつた。これは果実を収穫する際の材料の採り方にもよるものと思われるが、この実験では収穫の適期を明確にいうことはできない。1963年の山形の第2回収穫の果実のように、収穫期のおそいもので、室温区と20℃区との差がほとんどなくなる場合のできるのは、収穫期がおそくなるほど果実の熟度が進み、また気温もしだいに低くなつてくるためであろう。

5. Breakdown

1963年山形産第2回収穫の2週間冷蔵室温および20℃区では、先に述べたように Breakdown の発生が認められた。同第1回収穫のものでも3週間冷蔵したものには Breakdown が認められている。松田⁽⁷⁾は同じく山形産のパートレットを2℃に冷蔵したところ、30日冷蔵でこの発生を認め、60日が冷蔵の限度であろうとして

いる。Breakdown は心部や維管束の部分に変色し、へたに近い部分から果肉が軟化し、食味も不良となり、著しく品質が低下する。Breakdown の発生は冷蔵温度の高いほど、また果実の熟度の進んだものほど発生が早いから、もし長期の冷蔵を行なうのが目的であれば、冷蔵温度を下げ、熟度の進まないものを貯蔵する必要がある。冷蔵が長期にわたる場合には、この生理障害の発生前に追熟することが必要である。

V. 摘 要

パートレットの 1, 2 週間の冷蔵および追熟温度が、成熟所要日数および熟果の外観、品質などにどのような影響を与えるかについて、2 か年にわたって実験を行なった。材料は山形県農業試験場置賜分場産のものを 1962 年には 3 回、1963 年には 2 回にわたって収穫した果実を用い、さらに 1963 年には長野県伊那産のものを加えた。その主な成績は次のとおりである。

1. 無冷蔵の場合は、20°C では追熟がすみやかに行なわれ、熟度も斉一で、果皮もあざやかな黄色となった。室温で追熟した区は、成熟がおくれ、しかも不斉一で、病害の発生も多くみられ、果皮は不鮮明な黄色で、褐色のすじがみられ、外観も劣った。15°C で追熟した区は外観、品質とも 20°C 区に劣らないが、成熟に要する日数はやや長く、成熟もやや不斉一であった。

2. 4°C に 1 週間あるいは 2 週間冷蔵した後追熟した果実は、冷蔵期間が長いほど追熟所要日数が短縮され、熟度は斉一となり、熟果の外観もよく、病害の発生も少なかった。

3. 果汁の可溶性固形物含量は、ほとんど処理の影響をうけなかった。一方、酸含量は収穫期のおそいものほど、また冷蔵期間が長くなるものほど減少した。追熟温度の影響はめいりようではなかった。

4. 試食の結果、味については、1 週間冷蔵後追熟した区が全般的にすぐれ、無冷蔵では室温区が劣る場合が多かった。2 週間冷蔵のものは時に味の劣る場合がみられた。肉質についてもほぼ同様な傾向がみられ、無冷蔵室温区の劣る場合があつた。

5. パートレットの出荷時期は、気温がその追熟温度としては高すぎることが多いから、20°C 前後あるいはそれ以外の冷涼な温度で追熟させることが必要と認められた。

6. 1~2 週間の冷蔵を行なつた後、追熟させると、熟期をそろえ、腐敗を少なくし、外観、品質を保つため有効なことが認められた。

7. 熟度の進んだ果実を 4°C に 2 週間以上冷蔵すると、Breakdown の発生がみられた。

8. 無冷蔵室温区に発生が多い炭疽病とみられる腐敗果の発生は、20°C またはそれ以下の温度で追熟するか、1 週間以上の冷蔵を行なうことによつて発生がおさえられることが認められた。

9. 東京あるいはそれと似た温度条件のところでパートレットを追熟する場合には、20°C 前後あるいはそれ以下の温度におくか、あるいは室温で追熟する前に 1~2 週間程度の冷蔵を行なうことが望ましい。

引用文献

1. ANDERSON, H.W. 1956. Diseases of fruit crops. McGraw Hill Co. p. 64-72.
2. 蛭田 正. 1935. 洋梨パートレットの採収時期とその諸性質. 農業の満洲 7 (6) : 1-15.
3. 数見栄次郎・小鷹正之・小曾戸和夫. 1956. 洋梨パートレットの採収期別加工適性について. 農産技研誌. 3 : 66-68.
4. MAGNESS, J.R. 1920. Investigations on the ripening and storage of Bartlett pears. J. Agr. Res. 19 (10) : 473-500.
5. ———, H.C. DIEHL and F.W. ALLEN. 1929. Investigations on the handling of Bartlett pears from Pacific coast districts. U.S.D.A. Tech. Bull. 140.
6. 丸山和雄. 1963. 洋ナシの時期別硬度と採収適期. 果実日本 18 (7) : 42-45.
7. 松田好祐. 1963. 洋ナシの追熟. 果実日本 18 (9) : 57-59.
8. 松本熊市. 1947. 果実及蔬菜貯蔵の研究. 養賢堂.
9. OVERHOLSER, E.L. and R.H. TAYLOR. 1920. Ripening of pears and apples as modified by extreme temperatures. Bot. Gaz. 69 : 273-296.