

イチゴ果実のポストハーベスト品質に及ぼす収穫熱度と予冷条件の影響

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2022-06-08 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 前澤, 重禮, 秋元, 浩一 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12099/5489

イチゴ果実のポストハーベスト品質に及ぼす 収穫熟度と予冷条件の影響

前澤重禮・秋元浩一

生産流通管理学講座
(1995年7月31日受理)

Effects of Pre-cooling Conditions on Post-harvest Qualities of Strawberries with Different Maturity Levels

Shigenori MAEZAWA and Koichi AKIMOTO

Department of Production and Distribution Management
(Received July 31, 1995)

SUMMARY

The effects of pre-cooling temperature and time on the post-harvest qualities of 'Nyohou' strawberries with different maturity levels were investigated to discuss pre-cooling systems for these fruits. Maturity levels of strawberries used in the present study were designated as levels 1, 2 and 3, which correspond to color covering 50%, 80% and 100% of the fruit surface, respectively.

1. Pre-cooling treatment induced an increase in the hardness of the strawberries; the lower the pre-cooling temperature, the higher the rate of the increase. During incubation of the pre-cooled fruits at room temperature, values of hardness decreased with time, and the hardness of the pre-cooled fruits was higher than that of untreated ones. The length of pre-cooling time had little effect on the hardness. The lower the pre-cooling temperature, the higher the hardness values of level 3 fruits during incubation at room temperature.
2. Brix values of the pre-cooled fruits from levels 1 and 2 were lower than those of untreated fruits during incubation at room temperature, whereas Brix values of pre-cooled level 3 fruits were higher.
3. The values (a/b) of surface color of level 1 fruits pre-cooled for 6 hr were higher than those of untreated fruits. On the other hand, the values of fruits of every level pre-cooled at 1 or 5°C for 24 hr were lower than those of untreated fruits.
4. Taste scores increased after pre-cooling, most remarkably for level 1 fruits. Appearance scores also rose after pre-cooling treatment.

Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. (60) : 65—73, 1995

要 約

イチゴ果実のポストハーベスト品質に及ぼす予冷条件(温度, 時間)の影響を検討するため, 熟度1(果皮の着色度が50%), 2(同80%), 3(同100%)のイチゴ‘女峰’を予冷してから常温静置したときの品質の経日変化を調べた。

1. 予冷直後の硬度は全ての熟度果実において増大し, その増加割合は予冷温度が低いほど高かった。常温静置後, 予冷果の硬度は低下したが予冷果実の硬度は無処理区より高く保たれる傾向を示した。果実の硬度は予冷時間にあまり影響されなかった。予冷処理温度が低いほど常温放置後の完熟果硬度は高く維持

された。

2. 予冷処理した未熟果の常温静置後の Brix 値は無処理区より低下したが、完熟果の Brix 値は無処理区より高かった。

3. 熟度 1 (50%着色果) の果実を 6 時間予冷すると、果色値 (ハンター表色系の a/b 値) は無処理区より大きい値となり、果実の色づきに対する予冷の影響が観察された。24 時間予冷区では 1℃ 及び 5℃ 処理した果実は全ての熟度において、果色値は無処理区より低かった。

4. 全ての熟度果実において予冷処理は食味の向上をもたらし、特に、熟度 1 (50%着色果) の果実では予冷効果が大きかった。外観総合評価値に対しても予冷効果が観察された。

結 言

イチゴは商品性が高く消費量が多い果実であるが、収穫後の品質低下が早いいため鮮度保持対策が難しい果実である。これまでの鮮度保持技術の開発研究から予冷が最も効果的な鮮度保持対策の一つであることが報告され¹⁾²⁾、予冷品として有利販売されている。そのため、生産者農家の収穫現場にも予冷库が積極的に導入されると共に予冷効果を維持する低温流通システムが整備されつつある。予冷操作には鮮度保持に密接に関係する呼吸活性抑制効果³⁾⁴⁾と、果実表面を引き締める硬度低下抑制効果⁵⁾がある。収穫されたイチゴの一般的な流通過程では、約 3℃ で数時間予冷された後、選別・箱詰め・包装・荷造りされ、集荷されるまで再度予冷される⁶⁾。一方、おせ、擦れ等の原因となる硬度低下を軽減させるため、果実硬度の高い未熟果を収穫し流通過程で追熟させることが普及している。これは未熟状態で収穫したイチゴ果実を流通中に追熟させると完熟収穫果に比べて食味は劣るが⁷⁾⁸⁾、その外観は成熟果と同等になることに起因している。

近年、高鮮度保持対策として未熟果の予冷が定着しているが、実際の流通現場では単に流通過程での擦れを防止する目的で低温処理されているだけであり、予冷技術研究の成果に基づいて実施されているとはいえない。これまで、イチゴ果実の予冷条件の研究はいくつか報告されているが、予冷条件がイチゴ果実のポストハーベスト品質に及ぼす影響を熟度毎に検討した研究は少ない。さらに、現場での予冷条件は理想的コールドチェーンを想定しており、卸売市場における常温放置や運送車輛への積み込み・積み替え時の昇温などのコールドチェーンの切れ目が存在する現状の流通過程を十分考慮したものではない。そこで本研究では、種々の収穫熟度のイチゴ果実のポストハーベスト品質に及ぼす予冷条件の影響を検討するため、果実熟度及び予冷条件 (温度、時間) が予冷後に常温静置した果実の品質に及ぼす影響を調べた。

材料及び方法

1. 材 料

平成 4 年 4 月 13 日午前 9 時に岐阜県本巣郡真正町のハウスで収穫されたイチゴ‘女峰’を供試した。予冷温度が果実硬度に及ぼす影響を詳細に調べる実験には 5 月 22 日午前 7 時に収穫されたイチゴ‘女峰’を用いた。収穫した果実を岐阜県イチゴ選別標準規格表により熟度 1 から 3 の 3 階級に選果し、パック詰めした (1 パックあたり 16~20 個)。熟度 1 は果皮の 50% 着色果、2 は 80% 着色果、3 は全面着色果とし、選別・パック詰め作業は 22℃ で実施した。パック詰め後、各温度に設定されたインキュベータ (日立製 CR-41, 内容積 406 l) 内に静置し空気予冷した。予冷開始は、収穫してから約 1 時間後であった。果実の研究室への搬入時には振動を最小限に抑えた。供試果実数は各収穫熟度ごとに 12 パック (192~240 個) とした。

2. 方 法

収穫熟度 1, 2, 3 の果実について、予冷温度条件として 1, 5, 10, 15℃, 予冷時間条件として 6, 24 時間を設定した。設定した予冷時間経過後、イチゴ果実は室温 (22℃) に静置した。品質評価は収穫直後、予冷終了直後、そして、収穫時から 24, 48, 72 時間後に実施した。品質評価時刻の基準時を予冷終了時ではなく収穫時としたのは、ポストハーベスト期間を明瞭に提示するためであり、収穫後 72 時間で品質評価を終了したのは、現在の流通システムにおける流通期間を 3 日と想定したためである。予冷開始後の品温低下を連続計測したところ、少なくとも 2 時間後には設定温度に到達した。

測定した品質項目は硬度、糖度(Brix)、果色、外観、食味であった。硬度は各区10果実の赤道部各2箇所を果実ユニバーサル硬度計(貫入部は直径5mmの円柱)により測定した。糖度の目安となるBrixは、各区10果実の混合果汁について屈折糖度計で計測した。果色の評価には、ハンター表色系のa/b値を色相の指標として用いた。この測定には色差直読デジタル測色色差計を用い、各区10果実の赤道面の直径6mmについて測定した。外観検査は、着色度合、香り、がくの萎凋、表面の軟化、ツヤ、カビ発生度の評価項目から総合評価し、食味検査は、甘味、酸味、異臭、硬さ(テクスチャー)から総合評価した。これら官能検査は研究室員5人による5点評価法により、評価基準は、良い=5、普通=3、悪い=1とした。全ての品質項目の評価結果は平均値で表示した。

結果及び考察

1. 収穫時の品質

各熟度果実について、収穫直後の各品質評価値を第1表にまとめて示した。熟度の増大につれて硬度は低下、Brix値、a/b値、食味総合評価値、外観総合評価値は増大した。全面着色した熟度3の果実が全ての品質項目で優れていた。

Table 1 Quality values^w of harvested strawberries with different maturity levels

Quality	Maturity levels ^x		
	1	2	3
Hardness(kg)	0.46(0.01)	0.42(0.03)	0.34(0.02)
Brix	7.6(0.08)	7.9(0.09)	8.3(0.12)
a/b value ^y	1.24(0.04)	1.59(0.07)	2.19(0.04)
Taste score ^z	2.0(0)	4.0(0)	4.8(0.18)
Exterior score ^z	2.0(0)	3.0(0)	4.0(0)

^w) Quality values were measured immediately after harvest and averaged. Numbers in parentheses are standard deviation.

^x) Levels 1, 2 and 3 correspond to color covering 50%, 80% and 100% of fruit surface, respectively.

^y) a/b value was estimated from Hunter color values.

^z) Taste and external appearance scores were estimated by five-step estimation method.

低下、Brix値、a/b値、食味総合評価値、外観総合評価値は増大した。全面着色した熟度3の果実が全ての品質項目で優れていた。

本研究は、収穫熟度1, 2, 3のイチゴ果実について、予冷後の常温静置状態における品質に及ぼす予冷条件(温度及び時間)の影響を検討したものである。そのため以下に示す品質評価の結果は、第1表に示した収穫直後の評価値(=100とする)に対する相対値として見積もり、各収穫熟度の果実について予冷条件が品質評価値の経日変化に及ぼす影響を比較しやすくした。

2. 果実硬度

収穫直後の果実硬度は収穫熟度が未熟であるほど高い値を示した(第1表)。収穫後のイチゴを取り扱う際、最も注意しなければならないことは、選別、パック詰め時に手で与え

る表皮の損傷(おせ)と輸送中に生じる果実同士の擦過傷(擦れ)である。一般的にイチゴ生産者は3~4℃で予冷するが、イチゴ硬度に及ぼす予冷温度の影響を収穫熟度毎に詳細に調べた例はない。そこで予冷温度を0~20℃の範囲で細かく設定し、熟度1, 2, 3の果実について24時間予冷後の果実硬度を測定した(第1図)。どの熟度についても予冷温度を低く設定して低品温にした方が果実硬度は高く保たれる傾向がみられ、予冷処理による果実表面の引き締めに対する低温度効果が観察された。ただし、イチゴの凍結温度は-0.77℃であるため⁹⁾、低温度予冷による果実硬度維持を期待する場合でも、予冷库の冷却装置の温度制御精度を十分考慮して果実が凍結しないように予冷库温度を設定することが必要である。

本実験で測定した硬度は硬度計の貫入部を円柱としたため、果皮のセン断強度の指標とみなすことができ、この強度は果皮の強靱さを示すものと考えることができる。セン断強度は果実を取り扱う際の手擦れや箱内での振動による果実果皮の障害の受け易さと関係し、硬度が低いほど損傷、障害を受け易いと考えられる。万豆ら¹⁰⁾は、完全着色果実を収穫した場合、集荷時点で既に30%の果実が明らかに傷みを生じていることが観察できるとしており、外観のよい完熟果の予冷出荷に対しては細心の注意が必要と思われる。

外観から判断される軟化は水浸状軟化として現れたが、未熟果ほどその発生も遅れ、程度も小さく、果実硬度値と相関する傾向を示した。また、全ての熟度果実において水浸状軟化は低温予冷区ほど遅れて発生し、予冷による水浸状軟化の発生抑制作用が観察された。したがって、収穫後の硬度低下によって、パック詰め作業や輸送中に受ける果実の損傷が誘引する品質低下を抑制するためには、未熟な果実を低温予冷

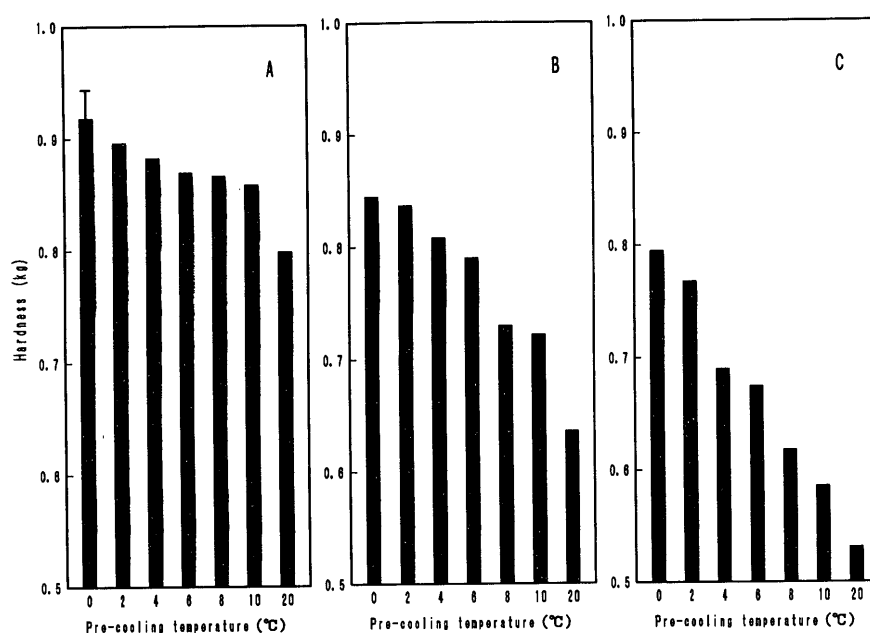


Fig.1 Effects of pre-cooling temperature on hardness of strawberry fruits with maturity 1 (A), 2 (B) or 3 (C). Hardness was measured after cooling for 24hr. The vertical bar shows confidence limit at 95% and is common to all data in this figure.

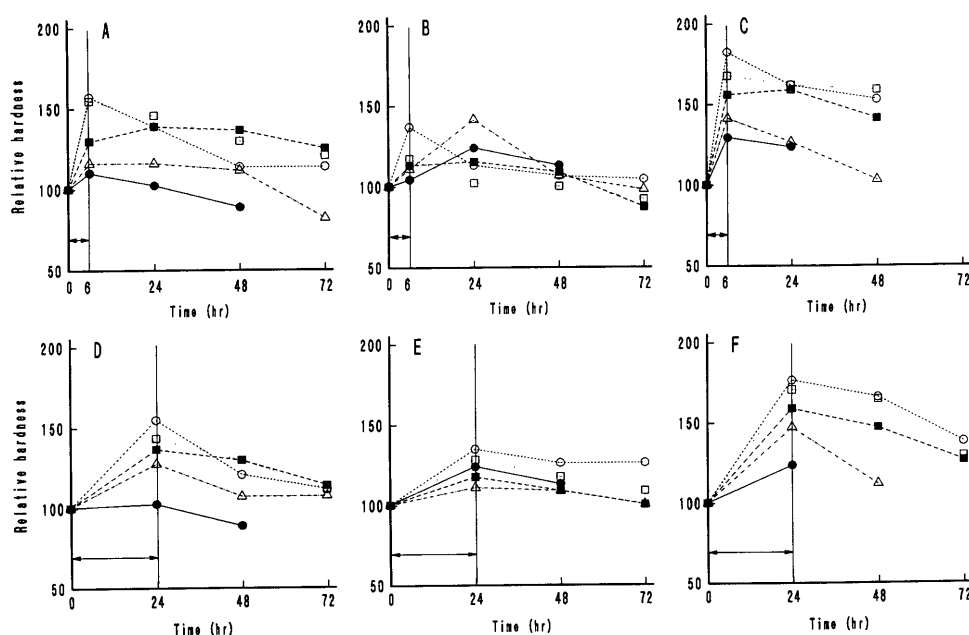


Fig.2 Changes in hardness of strawberries with maturity 1 (A, D), 2 (B, E) or 3 (C, F). Pre-cooling time was 6hr (A, B, C) or 24hr (D, E, F). Arrow shows pre-cooling period. Symbols for pre-cooling temperature; ○:1°C, □:5°C, ■:10°C, △:15°C, ●:un-cooled. Standard deviations of relative hardness for levels 1, 2 and 3 were 2.2, 7.1 and 5.9, respectively, and are common to all data.

することが良いことになる。

種々の条件（温度及び時間）で予冷した各熟度果実の硬度の経日変化を第2図に示した。6時間予冷区について、予冷直後の硬度はどの熟度果実においても無処理区より高くなった。また、未熟果（熟度1, 2）予冷区において、10, 15°C処理区では24時間後から、その他の温度処理区は予冷終了直後から硬度は

低下した。熟度3の予冷果では、処理温度が低いほど常温静置後の硬度は高く維持される傾向を示した。

24時間予冷区では、熟度2の10, 15℃区以外の温度処理区では未処理区より硬度は高い値を示した。また、熟度2, 3の果実においては、処理温度が低いほど常温静置後の果実硬度の維持が顕著である傾向を示したが、予冷時間を6時間から24時間に延長したことによる果実硬度保持効果の向上はほとんど観察されなかった。

未熟果（熟度1, 2）の硬度保持に対する予冷効果に関しては、熟度1の果実がどの処理区においても未処理区より硬度が高く維持された。また、全ての実験区で常温放置後は果実品温の上昇と共に果実硬度は徐々に低下しており、時間経過とともに障害を受け易くなると考えられる。したがって選別、パック詰め等の作業は品温が上がらないうちになるべく短時間で終了させることが望ましいと考えられる。

第2図において、収穫後48, 72時間後のデータが示されていない区があるのは果実が腐敗して測定できなかったためである。即ち、無処理区の熟度3の果実では収穫後1日目から、熟度1及び2の果実でも収穫後2日目から腐敗が進行した（以下に示す第3～6図においても同様）。

3. Brix 値

収穫直後の Brix 値は熟度3の果実が熟度1の果実より0.7だけ高くなった（第1表）。同様のことが‘宝交早生’と‘ダナー’に関して報告されており、完熟果は未熟果より糖度が0.7～1.6だけ高いとされている¹³⁾。

種々の予冷条件（温度及び時間）で予冷した各熟度果実のBrix値の経日変化を第3図に示した。無処理区の Brix 値は未熟果（熟度1, 2）では若干増加し追熟効果が観察されたが、完熟果（熟度3）では低下し、これは過熟による品質低下と考えられる。

6時間予冷区において、熟度3の果実では無処理区より Brix 値が高くなり、Brix 値の増大という予冷のプラス効果が観察された。一方、未熟果（熟度1及び2）では無処理区と比べて予冷による Brix 値の低下が観察され、未熟果の低温予冷処理は Brix という品質項目についてはマイナス効果であることが示唆された。

24時間予冷区でも6時間予冷区と同様の傾向が観察され、予冷処理が Brix 値に及ぼすプラス効果は熟度3の果実だけであり、特に、未熟果（熟度1, 2）に対する低温（1, 5℃）予冷処理はマイナス効果

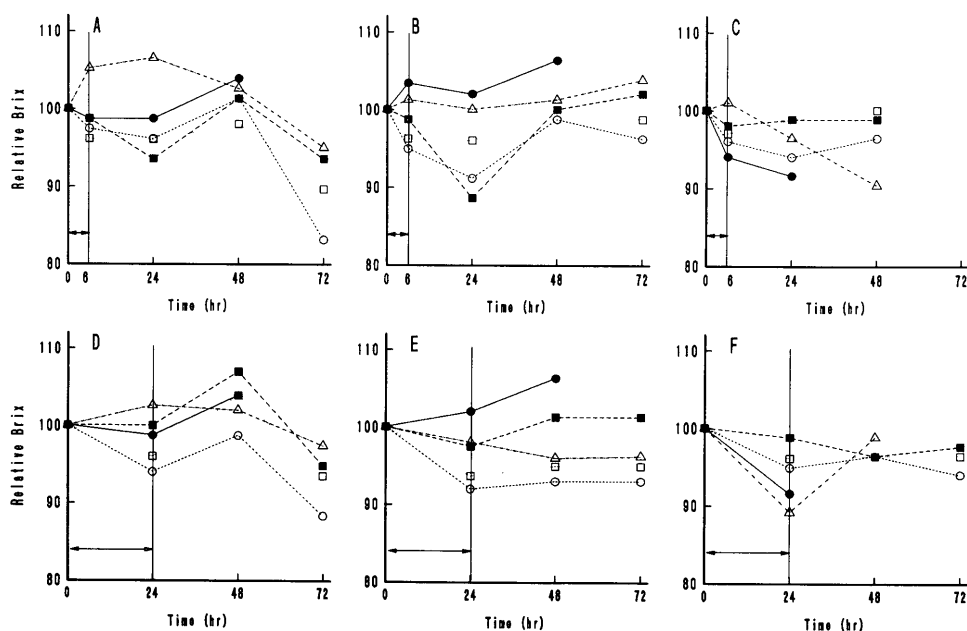


Fig.3 Changes in Brix of strawberries with maturity 1 (A, D), 2 (B, E) or 3 (C, F). Pre-cooling time was 6hr (A, B, C) or 24hr (D, E, F). Arrow shows pre-cooling period. Symbols for pre-cooling temperature; ○:1℃, □:5℃, ■:10℃, △:15℃, ●:un-cooled. Standard deviations of relative Brix for levels 1, 2 and 3 were 1.1, 1.1 and 1.4, respectively, and are common to all data.

であることがわかった。イチゴの商品価値としては外観や硬度が最も重視され、Brix 値は消費者の購買欲には直接関係しないため、ここで観察された未熟果予冷のマイナス効果は流過程では重視されないかも知れない。

熟度 1 の予冷果の Brix 値は、収穫後 48 時間から 72 時間にかけて大きく低下した。このことは熟度 1 の果実は予冷時間に関係なく収穫後約 2 日以内に消費することが適当であることを示唆している。

未熟果の全ての実験区で Brix 値が熟度 3 の初期値に及ばなかったことは、追熟果が完熟果に較べて糖度が低いこと⁷⁾⁸⁾¹¹⁾と関連していると考えられる。

4. 果色値 (a/b 値)

種々の予冷条件 (温度及び時間) で予冷した各熟度果実の a/b 値の経日変化を第 4 図に示した。全ての処理区で a/b 値は増大し、特に熟度 1 の果実における増加率は大きかった。

6 時間予冷区において、熟度 2 の 1, 5℃処理区で a/b 値は無処理区より低くなり果色変化の抑制が見られた。一般的には低温処理により a/b 値の変化は無処理区より抑えられると考えられる。しかし、熟度 1 の全温度区及び熟度 2 の 10, 15℃処理区では無処理区より増大する結果となった。この a/b 値の増加は果皮の色づきと関連するため果実品質としてはプラスの効果と考えられる。そのため、熟度 1 の 6 時間予冷区の a/b 値は全ての予冷処理区で無処理区より高い値となり、予冷処理のプラス効果とみなせる。このことと同条件での硬度上昇 (第 2 図) とを考え合わせると、熟度 1 の果実に対して予冷処理は顕著なプラス効果をもたらすという興味深い結果となった。

24 時間予冷区においては、1, 5℃の低温予冷による a/b 値の増加抑制効果が顕著に現れた。また、各熟度の果実において処理温度が低温ほど果色変化が遅くなり、この結果は、イチゴ果実の着色の進行は保管温度に大きく影響され低温条件下ほど遅れるとしている Austin ら¹²⁾の報告と一致した。

5. 食味総合評価

種々の予冷条件 (温度及び時間) で予冷した各熟度果実の食味総合評価値の経日変化を第 5 図に示した。

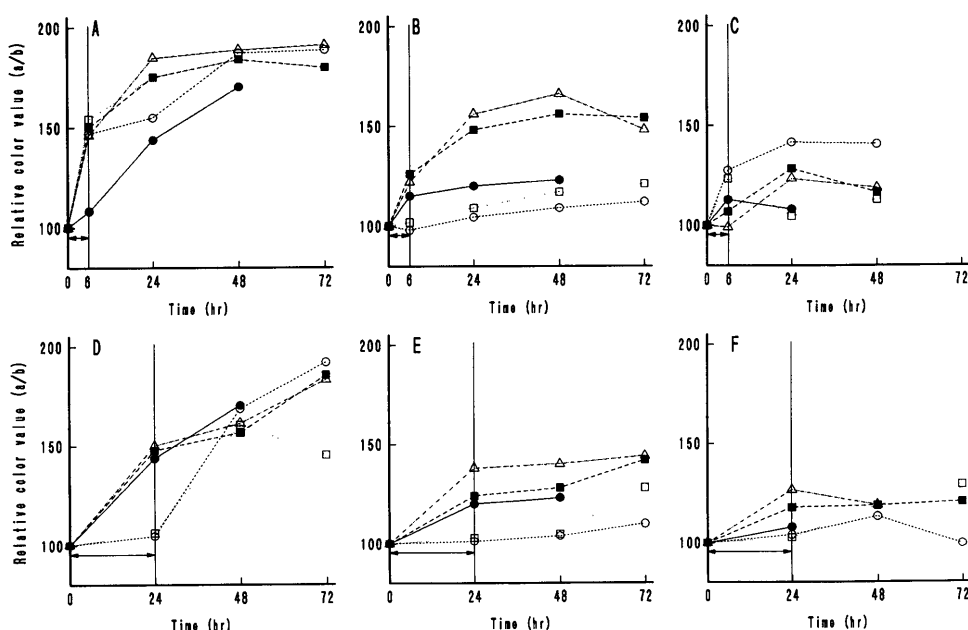


Fig.4 Changes in evaluation of color (a/b value) of strawberries with maturity 1 (A, D), 2 (B, E) or 3 (C, F). Pre-cooling time was 6hr (A, B, C) or 24hr (D, E, F). Arrow shows pre-cooling period. Symbols for pre-cooling temperature; ○:1℃, □:5℃, ■:10℃, △:15℃, ●,un-cooled. Standard deviations of relative color value for levels 1, 2 and 3 were 3.2, 4.4 and 1.8, respectively, and are common to all data.

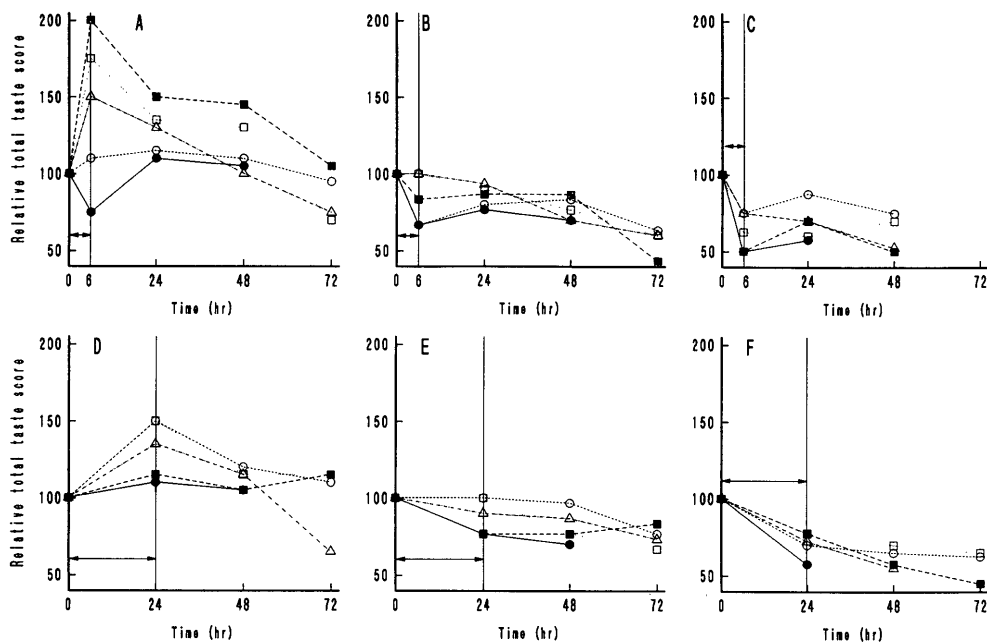


Fig.5 Changes in values of taste of strawberries with maturity 1 (A, D), 2 (B, E) or 3 (C, F). Pre-cooling time was 6hr (A, B, C) or 24hr (D, E, F). Arrow shows pre-cooling period. Symbols for pre-cooling temperature; ○:1°C, □:5°C, ■:10°C, △:15°C, ●:un-cooled. Standard deviations of relative taste score for levels 1, 2 and 3 were 0, 0 and 3.8, respectively, and are common to all data.

全ての処理条件において、予冷区の評価値は対照区よりも高くなり食味向上に対する予冷効果が観察された。特に、熟度1の果実における6時間予冷直後の評価は対照区に比べてかなり高くなった。食味評価値の増大に対する予冷効果は熟度1の果実で最も顕著に現れることがわかった。熟度3の果実は収穫直後の評価は高いが(第1表)、時間経過と共に甘味の低下による総合評価が低下した。ただし、予冷処理は食味低下の抑制に効果があった。全ての熟度果実において、無処理区より予冷区の方が24時間程度保存可能期間が延長され、熟度3の24時間予冷区では、保存可能期間が48時間も延長された。

収穫時に50～70%しか着色していない果実は、全面着色しても酸味が著しく強く繊維が多くて水分も少なく香気も不足であり、その食味は、収穫時における全面着色果にはるかに及ばないことが多くの例で示されている⁷⁾⁸⁾¹⁰⁾¹¹⁾。同様のことが本実験において観察され、樹上完熟果の食味が最もよいことが確認された。青柳・牧野¹³⁾は全面着色果(熟度3)を低温流通したものが、50%着色果(熟度1)を常温流通したもののよりおいしいとした人の割合が7割以上であったと報告している。

6. 外観総合評価

種々の予冷条件(温度及び時間)で予冷した各熟度果実の外観総合評価値の経日変化を第6図に示した。ほぼ全ての実験区で予冷果は無処理果よりも高い評価値を示した。無処理区と予冷区の評価値の差に及ぼす予冷時間の効果は24時間区の方が大きくなり、外観総合評価に対しては長時間予冷が有効であることが示唆された。また、全体的には予冷温度1°Cが外観維持に効果があると考えられた。予冷区では無処理区に比べて腐敗の抑制が観察され予冷処理が腐敗を抑制し日持ち期間の延長に大きな効果があることが認められた。特に、熟度3の果実の低温処理は大きな効果があった。

外観総合評価を下げる主原因は表面軟化と水浸状障害の発生であり、これらはカビの発生、腐敗の誘引に関連した。水浸状障害は収穫熟度が進んだ果実ほど多く発生し、24時間予冷区は6時間予冷区より遅れて発生した。着色の進行は無処理区が最も早く、低温予冷区ほど遅れる傾向が認められた。熟度1の果実では実験終了時まで着色が進んだが、熟度2、3の果実は収穫時に80%以上着色が進んでいるため実験期間中の着色評価値の増加はわずかであり、また24時間予冷区の方が6時間区より着色評価値の増加が遅れ、果色値(a/b値)の結果(第4図)と一致した。

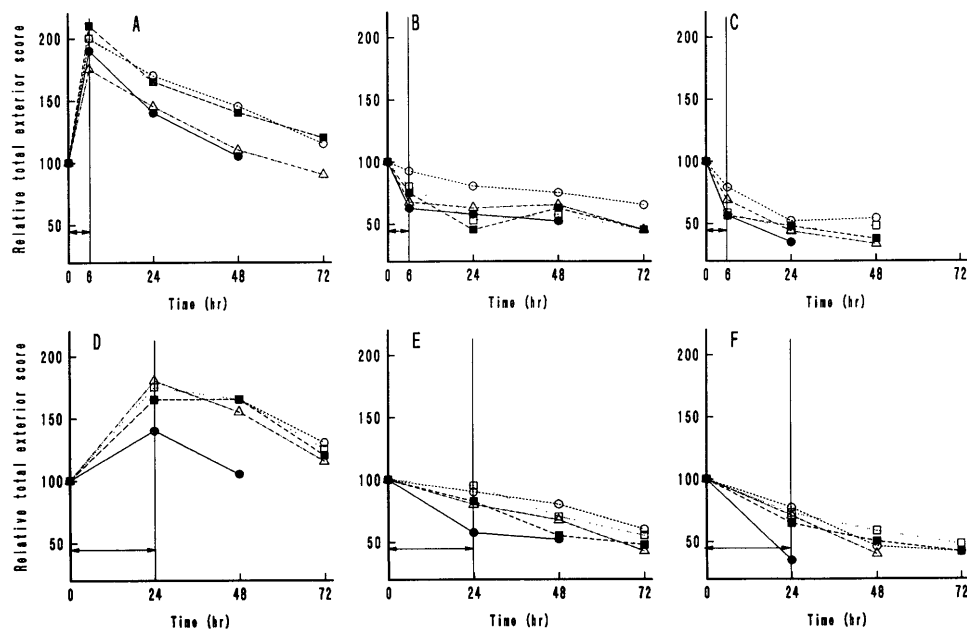


Fig.6 Changes in values of external appearance of strawberries with maturity 1 (A, D), 2 (B, E) or 3 (C, F). Pre-cooling time was 6hr (A, B, C) or 24hr (D, E, F). Arrow shows pre-cooling period. Symbols for pre-cooling temperature; ○:1°C, □:5°C, ■:10°C, △:15°C, ●:un-cooled. Standard deviations of relative external appearance score for all levels were 0, and are common to all data.

硬度の低下によって受けた障害部分からは水浸状に軟化するだけでなくカビも発生し評価を下げる大きな原因となった。収穫後のイチゴの主な病害である灰色カビ病は2°C付近の低温では抑制され、常温(25°C)では急速な生長が起こる¹⁴⁾。予冷によって果実品温をできるだけ下げればカビ発生や水浸状軟化等が抑制されると考えられ、本研究でも予冷効果が明確に認められた。

総 括

イチゴ果実は予冷処理によって果皮の強靱さが維持され果色の色づきが抑制された。予冷温度は凍結しない範囲で低い方が望ましく、予冷時間は6時間以上が好ましいが冷凍機の冷却能力の向上で短縮可能と考えられる。未熟果の予冷は、Brix値に対してはマイナス効果であったが、熟度1の果実では、硬度、果色、食味にプラス効果が見られた。収穫熟度は作業性・輸送性から考えると硬度の高い熟度1が良いが、食味・着色の進行からは、熟度2が推奨される。

謝 辞

実験の遂行にあたっては学生の成田洋一君が終始協力してくれた。ここに、記して謝意を表する。本研究の一部は、文部省科学研究費(課題番号02304018)の助成により行われた。

文 献

- 1) 中川勝也：イチゴの鮮度保持技術の最近の動向。食品流通技術。18：50-55, 1989.
- 2) 吉松敬祐：イチゴの鮮度保持技術。農業および園芸。64：533-537, 1989.
- 3) 松浦英之：予冷を中心としたイチゴの鮮度保持対策。農業技術研究。33：48-50, 1991.
- 4) 松浦英之：イチゴ予冷のポイントと1, 2の試み。施設園芸。33：48-50, 1991.
- 5) 小島孝雄：イチゴの予冷と夜冷におけるプレハブ冷蔵庫。食品流通技術。18：20-23, 1989.
- 6) 栗山隆明：イチゴの生産と鮮度保持の展望。食品流通技術。19：149-155, 1990.
- 7) 稲葉昭次・中村怜之輔：作型別ならびに追熟中のイチゴ果実の成熟様相。岡山大農学報。52：25-36, 1979.

- 8) 岩田隆：果菜類の追熟に関する諸問題〔2〕 トマト・メロン・イチゴを中心に一。農業および園芸。54：987-989, 1979.
- 9) 緒方邦安編：青果物保蔵汎論。172-173。東京，建帛社。1977.
- 10) 万豆剛一・鈴木当治・萩原貞夫・篠原捨喜：半促成イチゴの新包装での輸送試験—とくに収穫熟度と荷傷みおよび品質との関係について—。静岡農試研報。9：93-114, 1964.
- 11) Smith, W. L. Jr. & Heinze, P. H. : Effect of color development as harvest on quality of post-harvest ripened strawberries. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 72 : 207-211, 1958.
- 12) Austin, M. E., V. G. Shutak & E. P. Christopher : Color change in harvested strawberry fruits. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 75 : 382-386, 1960.
- 13) 青柳光昭・牧野朗：イチゴ果実の品質維持に対する収穫熟度と低温流通の効果。園学雑。49：583-591, 1981.
- 14) Aharoni, Y & R. Barkai-golan : Pre-harvest fungicide sprays and poly-vinylwraps to control Botrytis rot and prolong the post-harvest storage life of strawberries. J. Hort. Sci. 62 : 177-181, 1987.