

クリの低温貯蔵に関する研究 (訂正版)

石井 貴*・藤田醸司**・鹿島恭子・小田喜保彦***

Studies on Chestnuts in Cold Storage (Revised Edition)

Takashi ISHII, Jouji HUIJITA, Kyoko KASHIMA and Yasuhiko ODAKI

Summary

We investigated the fruit quality of chestnuts in cold storage. The time during which the temperature of the fruit center fell to 0 °C was 25 hours in cold storage. Also, at least 7 days in cold storage was necessary for cold storage chestnuts to taste better than non-storage chestnuts. The period during which the quality of chestnuts removed from cold storage to the outside could be kept in good condition was 1 or 2 days.

Chestnuts packed in polyethylene film with the edges turned down and stored at -1 °C had less mold, less color change at the boiled fruit center, more sugar content and tasted better than chestnuts stored at 2 °C.

Moreover, those chestnuts had more sugar brix content and tasted better than chestnuts store at 0 °C. Furthermore, chestnuts that underwent hot-water treatment in 50 °C hot water for 30 minutes before 5 months cold storage had little color change.

キーワード: クリ, 低温, 貯蔵, 果肉褐変, 温湯処理

. 緒言

茨城県は、結果樹面積 4,130ha、収穫量 6,210t、産出額 21 億円 (2005 年) の国内有数の日本グリの産地である。しかし、鹿島(2004)によると、クリの収穫時期は主に 9 月上旬から 10 月下旬の約 2 ヶ月間と短いことが生産振興を妨げるひとつの要因となっており、品質の良いクリの連続的出荷を可能にする長期貯蔵技術が必要である。

これまで河野ら(1984)を始め、国内で多くのクリの貯蔵に関する研究が行われ、0 °C 程度の低温で貯蔵すると果実品質が保持されることが明らかになっている。県内では一部で先進的に低温貯蔵が行われているが、しなびやへこみ等の品質劣化が発生することも多く、その対策が求められている。

また、クリは果肉が鬼皮や渋皮に包まれていて、一見貯蔵性が優れているように思われがちであるが、乾燥に

は弱い果実である。荒木(2004)はクリを室温で放置すると、1 週間で 1 割以上の重量減少があると紹介している。低温貯蔵中ビニル袋で密封すると水分の蒸散を防止できると考えられるが、新堀ら(1986)は無孔ポリエチレン袋に密封すると異臭がしたと報告している。河野ら(1984)は、袋の開口部を密封せず折り曲げたままの包装方法 (以下ハンカチ折包装) で、1 低温貯蔵の研究を行ったが、近年山根(1996)も注目している氷温貯蔵での研究は、あまり行われていない。また、長谷川(2000)はフィルムに数ミクロンの孔を開けたガス制御フィルム等も開発されていることを紹介しているが、クリでの利用研究は少ない。

そこで、クリの低温貯蔵における果実品質を調査し、嫌気性発酵を防ぐ「密封しない包装方法」およびガス制御包装資材、さらに温湯処理後の長期貯蔵について検討し、若干の知見を得たので報告する。

* 現 茨城県農業総合センター常陸大宮地域農業改良普及センター

** 現 肥飼料検査所 *** (株) 小田喜商店

・材料および方法

試験 1 . 低温貯蔵時のクリ果肉内部温度の推移及び低温貯蔵の有無がクリ果実品質に及ぼす影響

2006 年度に現地で実際に行われている低温貯蔵でのクリの果肉内部温度の変化を把握するため、茨城県かすみがうら市の志土庫園芸農業協同組合の栗貯蔵用冷蔵庫(強制通風方式:以下すべての冷蔵庫・室は強制通風方式)に貯蔵されたクリの果肉内部、クリを包んでいる出荷用網袋内、冷蔵庫内および外気の温度を測定した。クリ果肉内部の温度は、錐で果肉中央まで穴を開け、そこに温度記録計(商品名おんどり:T&D社製)のセンサ-を刺し込んで測定した。クリは早生品種「国見」で、農家が収穫し、9月25日に農協の集出荷場で調製・規格分けし、出荷用の10kg網袋に入れた規格3Lのものを使用した。貯蔵期間は2006年9月25日から10月1日までとした。

9月25日に、同日農協に出荷された果実(0日貯蔵)すでに3日間0で貯蔵された果実(3日貯蔵)すでに7日間0で貯蔵された果実(7日貯蔵)を入手し、出庫当日(9月25日)出庫1日後、3日後、8日後の果実品質調査と官能検査を行った。出庫後は常温で保存した。果実品質は重量、比重、色相、果肉糖度(Brix%)を調査した。出荷用10kg網袋内のクリ重量を測定し、カビ発生果実のみの重量も測定した。各区10果の果実重量を測定後、水中に沈めて体積を測定して比重を求めた。色相は、色彩色差計(ミノルタ製)を用いて、クリ果実の果皮表面を測定した。果肉糖度は、ゆでグリの果肉15gと蒸留水45gを90秒間ミキサ-で混合し、屈折糖度計でろ液のBrix%を測定し、クリ果肉のみの値に補正した。

官能検査は、ゆでグりを供試し、所内職員12~15人をパネラ-として行った。果肉色、クリらしい香り、クリらしい味、甘味、肉質、総合評価の項目を主観で評価した。反復は設けなかった。

試験 2 . 低温長期貯蔵におけるクリの包装方法および加湿の効果の検討

2004年度は、茨城県旧岩間町産の早生品種「丹沢」を用い、0貯蔵を基準とし、-1貯蔵の効果を比較した。小田喜商店から入手したクリを、0.08mmポリエチレン製袋(以下PE袋)で、袋の端(口が開いている側)を折りたたんだだけのハンカチ折包装とした。

貯蔵後1~4ヶ月後に、50分ゆでたクリのBrix糖度を調査し、同時に所内職員16~17名をパネラ-として官能検査を行った。方法および評価基準等は試験1に準じた。

2005年度は、前年と同じ旧岩間町産の「丹沢」と晩生の「石鎚」の2品種で、0.03mmPE袋を用いて、ハンカチ折包装貯蔵における氷温(-1)の効果を確認するため、2区と比較検討した。クリ2kg程度をPE袋に入れ、袋の端を折りたたんでコンテナに入れ、小田喜商店の冷蔵庫(-1設定)と所内の冷蔵室(2設定)で貯蔵した。また、クリをコンテナにバラのまま4kg程度入れ、所内の冷蔵室(2設定)および加湿器を入れた所内の冷蔵室(2設定)で貯蔵した。

包装区では包装内に、無包装区ではコンテナ内に温湿度センサ-を入れて、貯蔵中の温湿度を測定した。果実品質調査は貯蔵開始時、貯蔵1、2、3、4ヶ月後に行った。水分減耗率は、貯蔵開始時のクリの重量を測定後、貯蔵後のクリの重量を測定して算出した。ゆでグリ果肉のBrix糖度は、試験1と同様の方法で測定した。糖組成はゆでグリ5gと蒸留水100mlをホモジナイザ-で90秒混合し、遠心分離した上澄み液をろ過し、ろ液を高速液体クロマトグラフィ-で測定した。ゆでグリの色相は果肉を厚さ約5mm程度につぶしたものの表面を、色彩色差計(ミノルタ製)で測定した。官能検査は、所内職員16~25人をパネラ-とし、-1のPE袋によるハンカチ折包装貯蔵区を基準として、2004年度と同様の項目で行った。

2006年度は、同じ2品種を用いて、-1の0.03mmPE袋によるハンカチ折包装貯蔵を基準とし、-1の0.04mmガス制御フィルム(商品名:スル-レックス)を使用したMA包装貯蔵、-1無包装貯蔵を2005年度と同様の方法で比較した。果実

品質は貯蔵開始時、貯蔵 1、2、4、6 ヶ月後に 2005 年度と同様の方法で調査した。貯蔵はいずれも所内の冷蔵庫（強制通風方式）で行った。

試験 3．低温長期貯蔵におけるクリの温湯処理の効果の検討

2006 年度に晩生品種の「石鎚」を用いて、果実内部褐変に対する低温長期貯蔵時の温湯処理の効果について検討した。試料は小田喜商店から 10 月 16 日（10 月 7 日頃収穫 16 日まで -1 無包装貯蔵）に入手し、所内冷蔵室に -1 PE 袋ハンカチ折包装で貯蔵し、10 月 30 日に温湯処理を行った。温湯処理はウォーターバスを用い、クリシギゾウムシ防除に利用される 50 30 分間処理と、クリ果肉内温度が 70 になった時点で温湯から引き上げる処理と、クリ果肉内部温度を 80 で 6 分間経過した後に温湯から引き上げる処理を設けた。温湯処理後は流水で 15 分間冷やし、コンテナにクリを広げて表面を乾かし、-1 で PE 袋ハンカチ折包装貯蔵とした。貯蔵 5 ヶ月後の 3 月 30 日に、試験 2 と同様の方法で果実品質調査と官能検査を行った。

・結果および考察

試験 1．低温貯蔵時のクリ果肉内部温度の推移および低温貯蔵の有無がクリ果実品質に及ぼす影響

貯蔵中のクリ果実内部の温度が、庫内平均温度の 0.7 と入庫時の果実内部温度の 15.8 の中間温度（Half cooling time）8.7 以下になるまでに入庫後 10 時間、庫内平均温度の 0.7 以下になるまでに 25 時間を要した（図 1）。河野ら（1984）は、強制通風予冷では、クリ 1.3kg を小袋に入れて冷蔵した試験では、冷蔵を開始して約 2.5 時間で中間温度に、7.5 時間で庫内温度付近に到達したと報告している。しかし、実用規模（10kg 出荷用網袋を 10 段程度積み重ねた状態）では、果実温度が庫内温度まで低下するのに丸 1 日以上時間を要することがわかった。

図 1 のとおり、出庫後のクリは急速に果実内部の温度が上昇し、5 時間程度で外気温並みになった。低温貯蔵後出庫したときの急激な果実温度の上昇については、過去にあまり報告がないが、新堀ら（1986）が 1 貯蔵では呼吸量が少ないが、20 で貯蔵すると急激な呼吸量の上昇が認められると報告している。果実温度が少し上昇すると呼吸量が多くなり、呼吸熱で果実温度が上昇する循環が起こり、出庫後急速に果実温度が高まると考えられた。

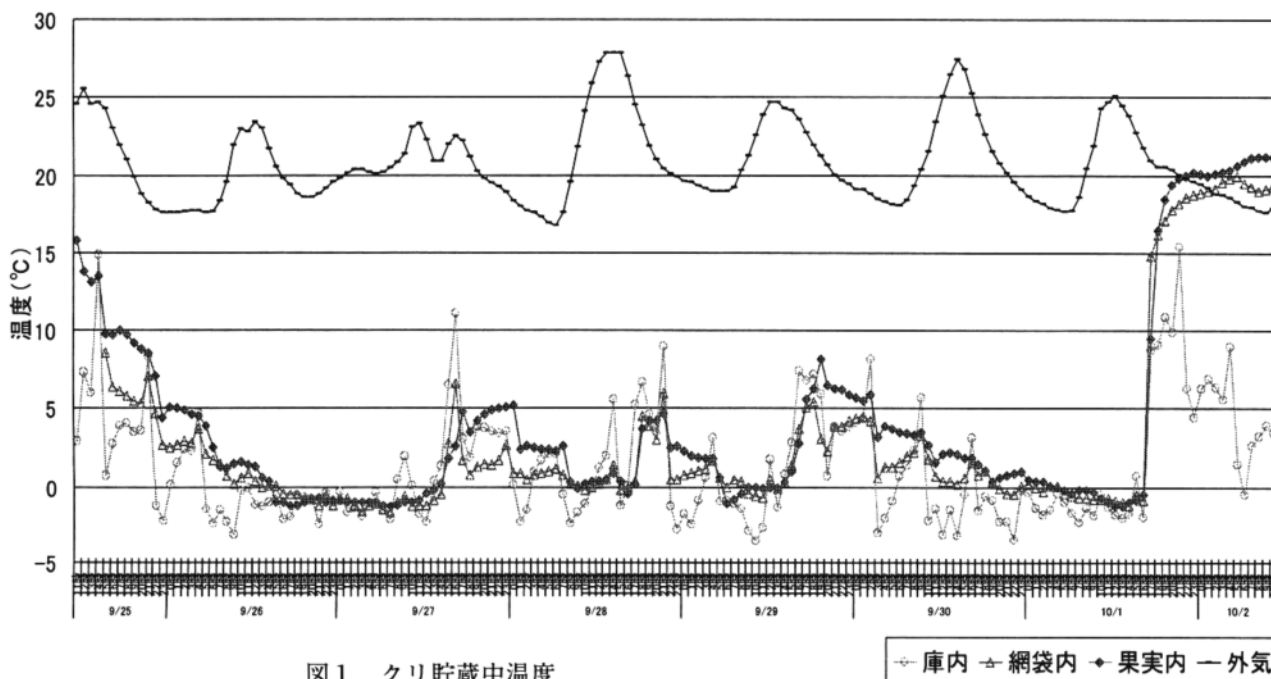


図 1 クリ貯蔵中温度

○ 庫内 □ 網袋内 △ 果実内 ◇ 外気

表1 出庫後常温保存でのクリ果実重量と比重の推移

調査区名	果実重量 (kg)				果実比重 (g/cm)			
	出庫後日数				出庫後日数			
	0日後 (9/25)	1日後 (9/26)	3日後 (9/28)	8日後 (10/3)	0日後 (9/25)	1日後 (9/26)	3日後 (9/28)	8日後 (10/3)
0日貯蔵	10.16 (100)	9.92 (98)	9.42 (93)	8.52 (84)	1.02	1.03	0.91	0.75
3日貯蔵	10.08 (100)	9.83 (98)	9.39 (93)	8.62 (86)	1.02	1.02	0.92	0.78
7日貯蔵	9.89 (100)	9.63 (97)	9.05 (92)	8.05 (81)	1.02	1.03	0.91	0.71

注) 出庫後常温保存中の平均気温 24.3℃, 平均湿度 63.7%
() 内数字は各区出庫当日を 100 としたときの割合

クリの果実品質を維持するためには、出庫後はできるだけ早く出荷すること、また保冷車で出荷するなどコールドチェーンシステムの利用が有効と考えられた。宮崎(2000年)が述べているように、収穫後速やかに予冷処理することはもちろんのこと、輸送トラック積み込みの際に長く外気に放置することは、品質低下につながるため、極力避けなければならない。

また、6日間の貯蔵期間中クリ果実内部温度が5付近まで上昇したとき(クリの搬入・搬出等で冷蔵庫を開けた時)が3回あり、0.7以下になるまでにその都度8時間以上を要している(図1)。

出庫後常温保存条件での果実重量は、出庫当日を100%とすると、出庫1日後で2~3%、出庫3日後で7~8%、出庫8日後で14~19%減少した(表1)。クリ果実比重は、出庫1日後までは出庫当日と変わらず1.02~1.03と1.00以上あったが、出庫3日後で1.00以下となった。達観でも鬼皮のつやが落ちていと認められた。さらに、出庫8日後には0.80以下にまで低下し、へこみのある果実もみられた(表1)。

このことから、10月上旬に出庫後常温に置くと、

果実品質は出庫後、1~2日程度しか保てないと考えられた。まだ気温の高い10月までは、小売店に並ぶまでの時間を考えると、クリの果実品質を保つためには、保冷車で輸送し、市場の保冷庫で保管して各小売店に販売されるコールドチェーンシステムの利用が望ましい。

鬼皮のつやを色相で測定できるかどうか検討したが、試験区間、出庫後日数の違いによる大きな差はみられなかった(デ-タ省略)。

出庫8日後のクリのカビ発生率は、低温貯蔵期間が長い程低かった(表2)。内田(1981)は、クリ果実の腐敗を起こす病原菌は、25~27付近の温度で発育が良好で、5以下の低温では劣ると報告しており、低温での貯蔵期間が最も長かった7日貯蔵で、腐敗菌の発育が最も弱まったと考えられた。

ゆでグリの糖度は、出庫時には3日、7日貯蔵区で0日貯蔵よりもわずかに高かったが、出庫8日後には、乾燥により上昇し、区間に差はみられなくなった(表2)。新堀ら(1986)、永井ら(1992)、竹田(1996)、および平田(2001)は、短期間(5~14日)の低温貯蔵でも糖含量増加が認められることを明らかにしている。本試験でもわずかであるが、

表2 出庫後常温保存のクリ果実のカビ発生率とゆでグリの果実糖度

調査名	カビ発生率 (%)	ゆでグリの果肉糖度 (Brix %)		
		0日後 (9/25)	1日後 (9/26)	8日後 (10/3)
出庫後8日後 (10/3)				
0日貯蔵	21.0	12.2	13.8	17.5
3日貯蔵	12.0	15.6	13.3	16.7
7日貯蔵	5.7	13.4	14.1	17.5

注) 出庫後常温保存中の平均気温 24.3℃の平均湿度 63.7%

表3 ゆでグリの官能評価

実施日	試験区名	果肉色	香り	味	甘味	肉質	総合評価
出庫当日 (9/25)	0日貯蔵	3.6	3.4	3.1	2.6	3.6	3.2
	3日貯蔵	4.0	3.0	2.9	2.7	3.4	3.1
	7日貯蔵	4.1	3.7	3.7	3.6	4.1	3.9
1日後 (9/26)	0日貯蔵	3.6	3.0	2.9	2.7	3.6	3.0
	3日貯蔵	3.5	3.2	3.3	3.0	3.1	3.3
	7日貯蔵	4.3	4.1	4.4	4.2	4.4	4.6
8日後 (10/3)	0日貯蔵	2.6	2.4	2.2	2.4	3.5	2.8
	3日貯蔵	2.9	3.3	3.2	3.1	3.7	3.5
	7日貯蔵	2.8	3.1	3.0	3.5	4.5	3.7

注) 4.0が普通で、数値が大きいほど良い評価。肉質は数値が大きいほど粘質

出庫当日は0日貯蔵よりも3日、7日貯蔵で高かった。ただし、その差は、常温保存で乾燥していくと見られなくなる程度であった。

出庫当日および1日後の官能検査の結果は、ほぼ同様の傾向で、7日貯蔵の香り、味、甘味が比較的良く、肉質がやや粘質で、総合評価が最も高くなった(表3)。3日貯蔵は0日貯蔵とほぼ同様の官能検査結果であった。ゆでグリの糖度は、3日貯蔵も7日貯蔵と同様に0日貯蔵よりも高かったが、食味にその差が現れなかったのは、肉質が0日貯蔵と同様に粉質であったことが影響していると推察された。出庫8日後の総合評価では、3日貯蔵と7日貯蔵とが同程度で、0日貯蔵が劣るという結果となった。

これらのことから、0付近の低温貯蔵で食味を向上させるためには、早生品種の「国見」では最低7日間の貯蔵期間が必要と考えられた。

試験2. 低温長期貯蔵におけるクリの包装方法および加湿の効果の検討

2004年度はPE袋でハンカチ折包装貯蔵したときの0と-1の温度を比較した。貯蔵後の糖度は、-1の方が0よりも貯蔵1~4ヶ月後まで常に高かった(表4)。2005年度には糖含量を測定したが、「丹沢」「石鎚」ともに、収穫直後より貯蔵1ヶ月以降4ヶ月後まで、2、-1ともに増加し、-1の方が2よりも多く推移した(図2)。その時の糖組成を見ると、ほとんどがショ糖であった(データ

省略)。永井ら(1992)は、クリを入れたPE袋の口を輪ゴムで止めた条件で、0貯蔵よりも低い-2貯蔵の方がややショ糖含量が少ないと報告している。

2004年の本試験ではショ糖含量ではなく糖度を評価したが、-1までであればデンプンから糖への転換反応が0よりも増加するのではないかと考えられた。

2と比較して、-1はカビの発生が少なく、廃棄率が少なかった(図3)。河野ら(1984)も、1、5、10で試験を行い、貯蔵温度が高いほどカビの発生が多いと報告している。本試験では温度差が3と小さいものの、同様の結果となった。「石鎚」より「丹沢」の方がカビ果の発生が多かったのは、収穫時の温度が高く、内田(1981)が報告しているカビの発育適温25~27に近いこと、カビの胞子や菌糸が多く付着し、その影響が貯蔵中に現れたためと考えられた。

表4 貯蔵温度・期間とゆでグリの糖度

貯蔵期間	貯蔵設定温度	
	0℃	-1℃
1ヶ月	14.3	15.6
2ヶ月	13.9	17.2
3ヶ月	14.4	16.8
4ヶ月	14.0	15.2

注) 品種「丹沢」ハンカチ折包装貯蔵
糖度：Brix%

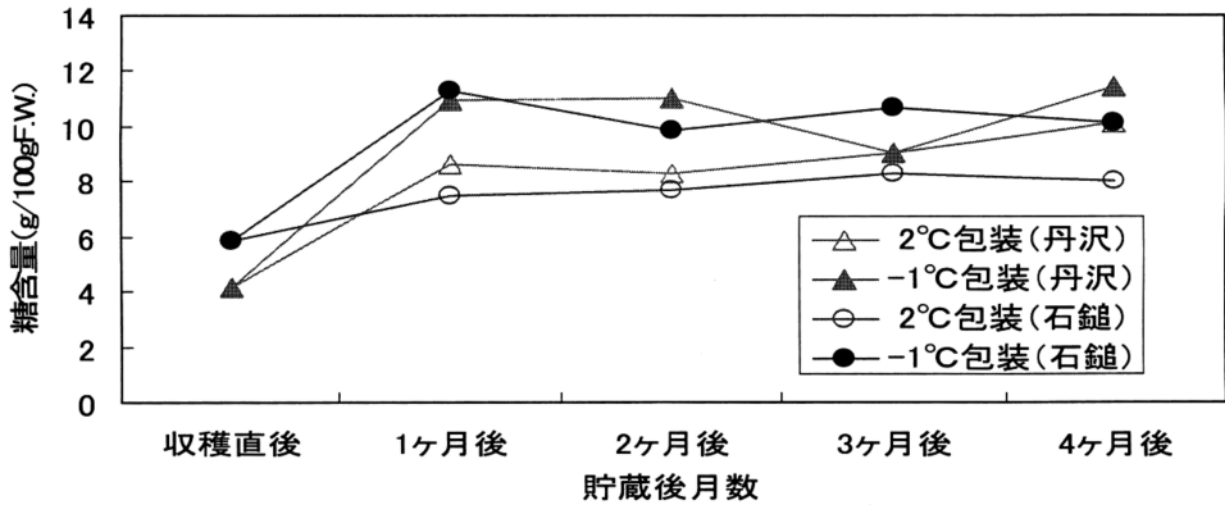


図2 ハンカチ折包装貯蔵時の温度の違いがゆでグリの糖含量に及ぼす影響 (2005)

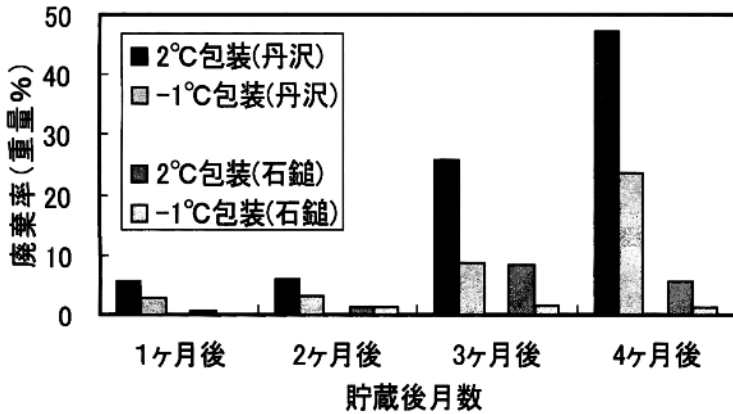


図3 クリのハンカチ折包装貯蔵におけるカビによる廃棄率の推移 (2005)

色彩色差計のa*値の推移をみると、2 貯蔵の「丹沢」では3ヶ月後に、「石鎚」では2ヶ月後に+の数値になっており、果肉が褐変してきたことを示した。-1 貯蔵の「丹沢」では3ヶ月後、「石鎚」では2ヶ月後でも0以下であった(表5)。図4は「丹

沢」の貯蔵3ヶ月後の様子で、2 では明らかに果肉内部が褐変しているのに対し、-1 では褐変していない。従って、-1 でハンカチ折包装貯蔵を行えば、添加物を処理しなくても、「丹沢」で貯蔵3ヶ月後まで、「石鎚」で貯蔵2ヶ月後まで甘露煮に利用できると考えられた。

2004年度の-1 ハンカチ折包装貯蔵のゆでグリ官能評価では、0 貯蔵と比較してクリらしい味はほぼ同等で、3、4ヶ月貯蔵の果肉色、甘味でやや優れ、肉質はやや粘質になり、総合評価は同等~ややおいしいと評価された(表6)。ただし、クリらしい香りは、貯蔵月数が経過することに評価がやや低下した。

2005年度の-1 ハンカチ折包装のゆでグリ官能評価は、2 貯蔵と比較して、「丹沢」、「石鎚」ともに果肉色、クリらしい香り、味は同等以上で、特に

表5 ハンカチ折内装貯蔵後のゆでグリの色彩色差系a*値の推移 (2005)

品 種	試験区	貯 蔵 月 数				
		開始時	1ヶ月	2ヶ月	3ヶ月	4ヶ月
丹 沢	2°C包装	-1.9	-2.2	-0.8	1.4	2.8
	-1°C包装	-1.9	-2.9	0.7	-1.4	0.3
石 鎚	2°C包装	-2.0	-0.5	0.6	1.6	2.6
	-1°C包装	-2.0	-2.0	0.0	0.5	0.7

注) 色彩色差計 a*値は、+側で数値が大きいほど赤色が強いことを示す

石井 貴ほか：クリの低温貯蔵に関する研究（訂正版）



貯蔵温度 - 1℃



貯蔵温度 2℃

図4 ハンカチ折包装3ヶ月貯蔵後の「丹沢」ゆでグリ内部の褐変の様子

表6 ハンカチ折包装貯蔵後のゆでグリの官能評価（2004）

貯蔵月数	果肉色	口に含んだ後の クリらしい香り	クリらしい味	甘味	肉質	総合評価
1ヶ月	3.8	4.4	4.5	4.7	4.4	4.8
2ヶ月	3.8	3.9	3.8	4.2	4.4	3.9
3ヶ月	5.1	3.8	3.9	4.6	4.4	4.4
4ヶ月	5.2	3.8	4.3	4.3	4.8	4.1

注) 品種「丹沢」0℃包装区を基準として、基準を4としたときの-1℃区の比較値
 (1点=基準よりかなり悪い・弱い・まずい) ← (4点=基準と同じ) → (7点=基準よりかなり良い・強い・
 おいしい) 肉質は、(1点=基準よりかなり粉質) ← (4点=基準と同じ) → (7点=基準よりかなり粘質)
 パネラー人数は、貯蔵1ヶ月後は17人、2～4ヶ月後は16人

甘味は優れ、総合評価も高かった(表7)。新堀ら(1986)は、無孔ポリブタジエン袋と有孔PE袋での密封試験で、1よりも-1貯蔵の方が、食味値が良いと報告している。本試験のハンカチ折包装貯蔵でも同様の結果がえられた。食味向上のためには、

クリの貯蔵温度として、-1がより良いと考えられた。

本試験は1袋当たり2kg程度のハンカチ折包装としたが、実用化にあたっては、10kg以上の袋での実証が必要と考えられた。

表7 ハンカチ折包装貯蔵後のゆでグリに対する-1℃を基準としたときの2℃区の官能検査結果(2005)

貯蔵後月数	品種名	果肉色	口に含んだ後の クリらしい香り	クリらしい味	甘味	肉質	総合評価
1ヶ月	丹沢	4.12	4.12	4.08	3.33	3.25	3.72
	石鎚	3.32	3.46	3.58	2.92	3.64	3.40
2ヶ月	丹沢	3.28	3.52	3.20	3.13	4.12	3.32
	石鎚	3.16	3.54	3.71	2.65	3.96	3.32
3ヶ月	丹沢	2.63	3.40	3.44	3.25	3.81	3.44
	石鎚	3.48	3.38	3.52	3.38	4.00	3.48
4ヶ月	丹沢	3.80	3.69	3.44	3.33	4.22	3.21
	石鎚	3.72	3.79	3.83	3.33	4.13	3.63

注)-1℃包装区を基準として、基準を4としたときの2℃包装区の比較値。下記のとおり1点～7点までで評価した。
 (1点=基準よりかなり悪い・弱い・まずい) ← (4点=基準と同じ) → (7点=基準よりかなり良い・強い・おいしい)
 肉質は、(1点=基準よりかなり粉質) ← (4点=基準と同じ) → (7点=基準よりかなり粘質) で評価した。

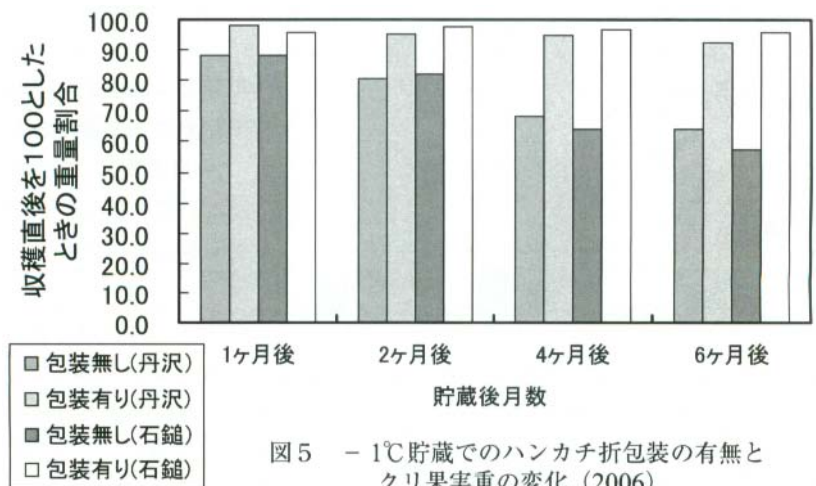


図5 -1°C貯蔵でのハンカチ折包装の有無とクリ果実重の変化 (2006)

2006年度には、-1°C貯蔵において、PE袋によるハンカチ折包装の有無と果実重の関係について検討した。「丹沢」では、ハンカチ折包装すると湿度が99%に保たれるため、果実重が貯蔵6ヶ月後でも7.5%しか減少しなかった。包装をしないと湿度が87%程度で、果実重は貯蔵1ヶ月後でも12%減少し、6ヶ月後には36%減少した。「石鎚」では、その差がさらに顕著であった(図5)。

「丹沢」の官能検査結果では、無包装ではハンカチ折包装と比較して、乾燥により甘味は高くなったが、肉質が硬くなり、果肉色、香り、味が劣り、総合評価は劣った。河野ら(1984)は、1~5でハンカチ折包装すれば、貯蔵中の果実の目減りを十分軽減できると報告している。本試験では-1°Cでも同様の効果が確認され、ハンカチ折包装は氷温でも乾燥

防止に役立つと考えられた。

2006年度は、ガス制御フィルムのMA包装資材を-1°Cで試した。「丹沢」では、貯蔵1ヶ月後に酸素濃度が6.5%まで減少し、逆に二酸化炭素濃度が17%以上と異常に増加し、アルコール臭が発生した(図6、表8)。ハンカチ折包装貯蔵は、酸素濃度が15.5~24.3%、二酸化炭素濃度が0.13%以下で推移した庫内空気と比べて、酸素濃度はあまり変わらなかったが、二酸化炭素は若干高い濃度を示し、0.57~1.85%で推移した。寺井ら(1980)は、0.04mmの無孔PE袋で1°Cで密封しても2ヶ月では問題ないことを、新堀ら(1986)は、1°Cで0.03mmのPE袋で密封すると、低酸素の影響で食味が低下するため、貯蔵限界は2ヶ月と報告している。本試験結果からは、-1°Cでは密封処理すると酸素濃度の低下と二

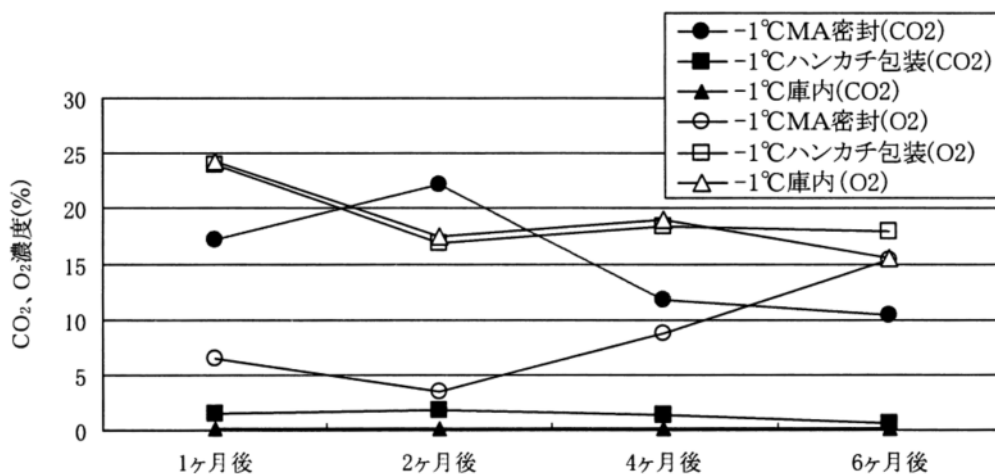


図6 クリ長期貯蔵中の二酸化炭素、酸素濃度の推移 (2006) (品種「丹沢」)

表8 貯蔵後のゆでグリの-1℃ハンカチ折包装に対する各区の官能評価（2006）

貯蔵後 月数	試験区名	果肉色	口に含んだ後の クリらしい香り	アルコール 臭等の悪臭	クリらしい味	異常な味	甘味	肉質	総合評価
1ヶ月	-1℃ MA 包装	3.29	2.50		2.65		2.64	3.43	2.73
	-1℃ 無包装	2.86	3.21		3.62		3.64	3.64	3.73
2ヶ月	-1℃ MA 包装	3.36	1.69	6.29	2.07	5.77	2.15	3.64	1.36
	-1℃ 無包装	2.93	3.07	4.07	3.00	4.46	4.07	3.29	2.64
3ヶ月	-1℃ MA 包装	ゆでた時点でアルコール臭がしたため食味せず							
	-1℃ 無包装	3.44	3.38	4.13	3.67	3.81	4.87	2.33	3.06
4ヶ月	-1℃ MA 包装	ゆでた時点でアルコール臭がしたため食味せず							
	-1℃ 無包装	2.29	3.09	4.27	2.73	4.33	5.17	1.77	2.33

注) 品種「丹沢」-1℃ハンカチ包装を基準として、基準を4としたときの各試験区の比較値。

その官能検査項目が強いという評価

(1点=基準よりかなり悪い・弱い・まずい) ~ (4点=基準と同じ) ~ (7点=基準よりかなり良い・強い・おいしい)

果肉の色、クリらしい香り、クリらしい味、甘味、総合評価は数字が大きいほど良い評価

悪臭、異常な味は数字が大きいほど悪い評価

肉質は、(1点=基準よりかなり粉質) ~ (4点=基準と同じ) ~ (7点=基準よりかなり粘質)

酸化炭素濃度の上昇のため、1ヶ月でも難しいと考えられた。なぜ、ガス制御フィルムを使用しても、より呼吸が少ないと考えられる-1℃で貯蔵可能月数が短かったかは不明である。

試験3. 低温長期貯蔵におけるクリの温湯処理の効果の検討

温湯処理時の果実内部温度は、50℃30分区分では緩やかに上昇し、浸漬後18分で50℃に到達して13分間50℃が維持された。内部70℃引上区、内部80℃6分区分では急速に上昇し、内部70℃引上区は浸漬後6分で70℃に到達し、内部80℃6分区分は浸漬後19分で80℃に到達した。いずれの区も流水で冷却する

と、緩やかに低下し、15分後には約20℃となった(図7)。

温湯処理後貯蔵5ヶ月後の生クリ果実の品質をみると、内部70℃引上区、内部80℃6分区分は全ての果実でカビが発生していた。

通常の冷蔵貯蔵では、クリ果実の胚軸部が変色して品質が劣化するという問題がある。この胚軸部が変色するとその色が透けて見え、外観品質も重要視される甘露煮加工には適さない。この胚軸部の変色の原因として、原田(1961)は集積したポリフェノールにパーオキシダゼ、チトクロームオキシダゼが作用すると報告している。また、木村ら(1995)は食品の変色にはポリフェノールオキシダゼが作用

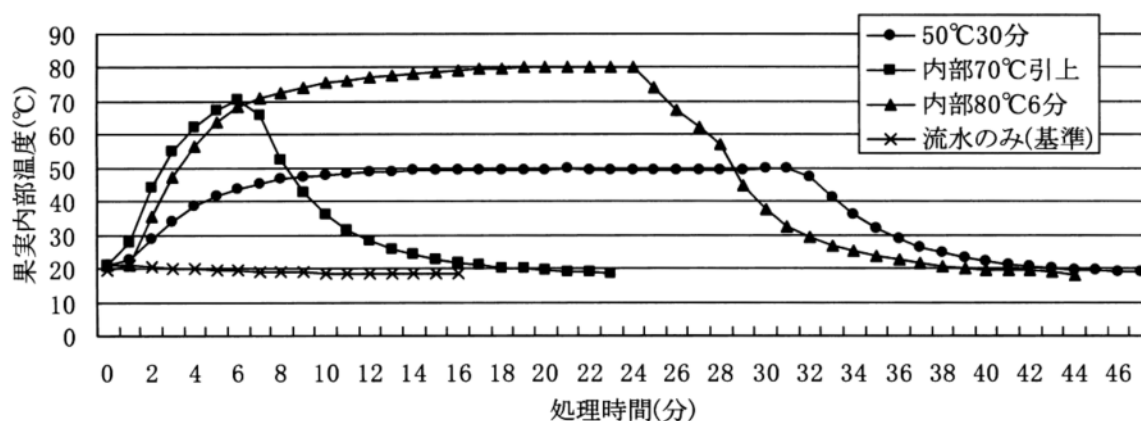


図7 温湯処理の違いとクリ果実内部温度の推移

し、それは通常 70~80 の熱で失活するとしている。また、原田(1961)はアスコルビン酸(0.1~0.2%)とクエン酸(0.25~0.5%)の混合液を処理すると変色を防止できることを明らかにしたが、消費者の安全志向の高まりから、添加物に頼らずに褐変防止する方法が必要となっている。一方、廣瀬(2001)や二井ら(2005)は、クリを温湯処理するとクリシギゾウムシを防除でき、果実品質も維持できると報告しているが、処理後の長期貯蔵に関する研究はあまり行われていない。

果肉内部の褐変には、酵素が関係しているため、その酵素の失活温度を想定して試験を行ったが、温湯処理の温度が高かったため、酵素だけでなく、クリも死に、カビが発生したと考えられた。50 30 分区分では、水分は減耗しなかったが、約 2%の流水のみ(基準)区と比べて約 13%とややカビの発生が多かった(表 9)。二井ら(2006)は、温湯処理後の乾燥が十分でない、カビの発生を助長すると指摘し

ている。ただし、50 30 分区分の貯蔵 5 ヶ月後のゆでグリ果肉の品質と官能検査結果では、流水のみ(基準区)と比較して、糖度がやや低く総合評価はやや劣った。アルコール臭や異常な味は認められなかった。50 30 分温湯処理の色相は、流水のみ(基準)と比較して、L*値は 51.8 と貯蔵開始時と同程度と高く、a*値は -1.5 と低く、b*値は 12.8 とやや高く、赤色が弱く黄色が強かった(表 9、10、図 8)。処理 5 ヶ月後でも、ゆでグリの果肉内部の褐変があまり進行していないことから、50 30 分の温湯処理で、原田(1961)の指摘した果肉褐変に関する酵素は失活していたと考えられた。廣瀬(2001)は、50 30 分の温湯処理後、26 日間の 5 貯蔵では果実品質に問題がないことを報告している。本試験の結果から、処理後充分乾燥させれば、5 ヶ月間果肉内部の褐変を防ぐことができ、甘露煮加工の原料を長期間確保するための貯蔵前処理法として有望であることが示唆された。

表 9 温湯処理後の貯蔵後の生グリ果実の品質とゆでグリ果肉の糖度と色相

貯蔵月数	試験区名	生グリ		ゆでグリ			
		水分減耗率 (%)	カビによる損失 (%)	果肉と糖度 Brix 値	L*	a*	b*
	貯蔵開始時 (0 日後)			21.0	51.4	-2.1	15.4
	① 50℃ 30 分	-3.7	12.8	18.0	51.8	-1.5	12.8
5 ヶ月 (151 日)	② 内部 70℃ 引き上げ	—	100.0	—	—	—	—
	③ 内部 80℃ 6 分	—	100.0	—	—	—	—
	④ 流水のみ (基準)	-0.4	2.2	20.2	44.0	2.3	10.6

注) 水分減耗率 = (貯蔵前重量 - 貯蔵後重量) / 貯蔵前重量 × 100

カビによる損失 = 貯蔵後カビ発生果実重量 / 貯蔵後重量 × 100

色相の L*は数値が大きい程明るいことを示す (特に 50 以上)。a*は + 側で赤色の鮮やかさ、- 側で緑色の鮮やかさを示す。b*は + 側で黄色の鮮やかさ、- 側で青色の鮮やかさを示す

表 10 温湯処理後貯蔵 5 ヶ月後のゆでグリに対する官能評価

試験区名	果肉色	口に含んだ後の クリらしい香り	アルコール 臭等の悪臭	クリらしい味	異常な味	甘味	肉質	総合評価
50℃ 30 分	4.20	3.60	2.50	3.40	2.90	3.50	3.80	3.60
流水のみ (基準)	4.20	3.90	2.50	4.00	2.50	4.10	4.70	4.50

注) 品種「石鎚」 パネラーの主観で下記のとおり 1 点~7 点まで評価

(1 点 = かなり悪い・弱い・まずい) ← (4 点 = 普通) → (7 点 = かなり良い・強い・おいしい)

果肉の色、口に含んだ後のクリらしい香り、クリらしい味、甘味、総合評価は数値が大きい程度良い評価

アルコール臭等の悪臭、異常な味は、数値が大きい程悪い評価

肉質は、(1 点 = かなり粉質) ← (4 点 = 普通) → (7 点 = かなり粘質) で評価



温湯処理 50℃ 30分



流水のみ（基準）

図8 クリ温湯処理と5ヶ月低温貯蔵後の果肉内部褐変の様子

摘要

クリの低温貯蔵における果肉内部温度の推移及び低温貯蔵の有無が果実品質に及ぼす影響を調査した結果、貯蔵後果実温が庫内温度（0 付近）まで低下するのに丸1日以上かかることがわかった。

低温貯蔵で食味の向上を図るためには、最低7日程度の貯蔵期間が必要であり、また、10月上旬に、出庫後常温保存しておく、果実品質は1~2日程度しか持たないことが明らかになった。

PE袋を用いたハンカチ折包装貯蔵において、-1貯蔵は2よりもカビ発生が少なく、ゆでたときの果肉内部褐変を遅延し、糖含量も多く官能検査も優れた。また、0貯蔵と比較しても、ゆでグリの糖度が高く官能検査結果も優れた。

兵庫県で開発した50 30分温湯処理技術は、処理後長期貯蔵しても、食味に特に影響がなく、ゆでグリの果肉内部の褐変がみられないことから、甘露煮の原料を長期間確保する貯蔵前処理として有望と考えられた。

謝辞 本試験の遂行にあたり、農業総合センターの鈴木信男専門技術員（当時）には大変お世話になりました。また、志士庫園芸農業協同組合の園城寺迪夫組合長には快く現地貯蔵庫を提供して頂きました。株式会社ダイワパックスの吉田政徳氏には包装資材の提供や選択にアドバイスを頂きました。兵庫

県立農林水産技術総合センターの二井清友氏には、温湯処理の情報提供並びにアドバイスを頂きました。ここに心より感謝申し上げます。

引用文献

- 荒木 斉 2004 . クリの作業便利帳 : p92 - 96 . 農文協 .
- 原田 昇 1961 . クリ果の貯蔵に関する研究 第3報 貯蔵したクリ果の酸化酵素およびポリフェノール系物質について . 園学雑 . 30 : p125 - 129 .
- 長谷川美典 2000 . プラスティック包装 . 果実の鮮度保持マニュアル : p49 - 53 . 流通システム研究センター
- 平田達哉・吉松敬祐 2001 . 栗（岸根）の低温貯蔵 . 山口農試研報 . 52 : p88 - 92 .
- 廣瀬敏晴 2002 . クリ果実の温湯処理によるクリシギゾウムシの防除 . 平 13 近中四成果情報 : p115 - 116 .
- 二井清友・廣瀬敏晴 2006 . 温湯浸漬処理によるクリ果実食入幼虫の防除技術と品質評価 . 平 17 近中四成果情報 . p63 - 64
- 茨城県農林水産部 2007 . 茨城の園芸 : p71 - 80 .
- 河野澄夫・小野寺武夫・早川 昭・岩元睦夫・太田英明・菅原 渉 1984 . クリの予冷と低温貯蔵 . 園学雑 . 53(2) : p194 - 201 .
- 鹿島恭子 2004 . 地域特産物の生理機能・活用便覧 .

別刷 . p110 - 113 . サイエンスフォーラム

木村 進・中林敏郎・加藤博通 1995 .食品の変色の化学 .
p71 - 75 . 光琳 .

真部孝明 2001 . クリ果実 その性質と利用 : p30 - 44 .
農文協 .

宮崎丈史 .2000 . 予冷 . 果実の鮮度保持マニュアル .p36
- 40 . 流通システム研究センター

永井耕介・堀本宗清・澤 正樹・吉川年彦 . 1992 . クリ
の低温貯蔵中における糖含量の変化 . 兵庫中央農技
研報 . 40 : p29 - 34 .

新堀二千男・日坂弘行 . 1986 . クリ果実のプラスティッ

クフィルム包装貯蔵に関する研究 . 千葉農試研報 .
27 : p81 - 87 .

竹田 功 . 1996 . 特産シリ - ズ クリ 栽培から加
工・売り方まで . P167 - 171 .

寺井弘文・下田吉夫・水野 進 . 1980 . クリ果実のフィ
ルム包装貯蔵に関する研究 . 神大農研報 . 14 : p57
- 61 .

内田和馬 . 1981 . クリ貯蔵果の腐敗原因と Tubercularia
菌の伝染経路 . 茨城園試研報 . 9 : p23 - 31 .

山根昭美 . 1996 . 氷温貯蔵の科学 . p21 - 97 . 農文協 .