

環状はく皮処理および反射マルチ敷設がカキ ‘刀根早生’ 果実の 収穫後の軟化発生に及ぼす影響

播磨真志^{1*}・中野龍平²・稲葉昭次²・久保康隆²

¹和歌山県農林水産総合技術センター果樹試験場かき・もも研究所 649-6531 和歌山県紀の川市粉河

²岡山大学農学部 700-8530 岡山市津島中

Effect of Trunk Girdling and Mulching with Reflective Plastic Film on Postharvest Fruit Softening of ‘Tonewase’ Japanese Persimmon

Shinji Harima^{1*}, Ryohei Nakano², Akitsugu Inaba² and Yasutaka Kubo²

¹Laboratory of Persimmon and Peach, Fruit Tree Experiment Station, Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries, Kokawa, Kinokawa, Wakayama 649-6531

²Faculty of Agriculture, Okayama University, Tsushima-naka, Okayama 700-8530

Summary

Effects of trunk girdling and mulching with reflective plastic film during development on postharvest fruit softening were studied in ‘Tonewase’ Japanese persimmon for a couple of years. In addition, usefulness of packaging in an improved carton after 1-methylcyclopropene (1-MCP) treatment to suppress fruit softening was investigated. Softening of untreated fruit varied each year in severity and interval until softening. Trunk girdling stimulated fruit color development on the tree and fruit softening after harvest every year. Packaging fruit from trunk-girdled tree in the improved carton box showed a limited inhibitory effect on fruit softening in 2004 only. 1-MCP treatment after harvest markedly inhibited fruit softening. Mulching with reflective plastic film from middle August until harvest time stimulated fruit color development on the tree in all years tested. Mulching stimulated postharvest fruit softening in 2002, but not in 2003 or 2004.

Key Words : coloring, carton box, ethylene, 1-methylcyclopropene, ripening

キーワード : 着色, 段ボール箱, エチレン, 1-methylcyclopropene, 成熟

緒 言

和歌山県のカキ産地では 1980 年代半ばより早生渋ガキの ‘刀根早生’ が導入された。以来、その豊産性、早熟性、高果実品質、脱渋の容易さ等の特性が産地の生産方針と合致して生産面積が拡大し、2004 年産の販売量では県下で 23,688 トン、県内産カキの 65% を占めている (和歌山県農業協同組合連合会調べ)。このため、本品種の成熟期である 10 月上旬に収穫・出荷のピークが生じ、多量の果実が市場に出荷されることで価格の低下を招いている。

カキ果実の着色には晩夏から秋季の気温低下が大きく影

響するとされているが (中條, 1982; 鄭ら, 1990), 早生である本種では和歌山県での着色進行時期は 8 月中旬以降の晩夏から初秋期であり、この時期は年により高温で推移し、着色進行が遅延する場合がある。着色期が高温で推移する年には、市場・消費地での販売開始期が遅れ、販売初期には流通量が少ないために高価格で取引されるものの、収穫盛期には出荷が集中し、価格低下を招いている。近年、この状況と先に述べた品種の偏重が産地での生産・販売上の重要課題としてあげられており、その対策として、果実着色を促進させて収穫時期を早め、流通量が少ない時期での高価格販売と収穫ピークの分散を目指す取り組みが行われている。その取り組みの核となる技術が、環状はく皮処理、樹冠下への反射マルチの敷設および果実へた部周辺の摘葉処理であり、収穫時期の前進化には一定の成果を収めている (内芝, 2002)。

カキ果実は生理的に未熟な段階で収穫されるほど、エチレン生成能が高く早期軟化が発生し易いことが報告されている (板村, 1986; 板村ら, 1991)。環状はく皮処理や反射マルチ敷設によって着色が促進された果実は、無処理の果実

2005 年 8 月 8 日 受付. 2005 年 11 月 9 日 受理.

本研究は先端技術を活用した農林水産研究高度化事業「カキ ‘刀根早生’ 果実における水ストレス誘導エチレンの制御による軟化防止法の確立」(平成 14~16 年度) において行われたものである。

本報告の一部は園芸学会平成 17 年度春季大会において発表された。

* Corresponding author. E-mail: harima_s0001@pref.wakayama.lg.jp

に比べると着色は進行しているとしても生理的には未熟であり、収穫後の早期軟化が発生する可能性もあるが、この点についてはほとんど調査されていない。

これまで筆者らは、カキ果実の収穫後の早期軟化について、収穫後の水分ストレスにより誘導されるエチレンが果実軟化に密接に関与すること、有孔ポリ袋包装により水分ストレスを緩和すると軟化が抑制できることを見出した(中野ら, 2001)。さらに、この知見を基に、実際の流通・販売状況に適応させるため、透湿度を低下させた改良段ボール箱による軟化抑制効果の実証(播磨ら, 2002)、およびエチレン作用阻害剤の1-methylcyclopropene (1-MCP)による果実軟化抑制効果の検証(Harimaら, 2003; 中野ら, 2001)を行ってきた。

そこで本研究では、環状はく皮処理および反射マルチの敷設によって着色が促進されたカキ‘刀根早生’果実の収穫後の軟化発生様相を調査するとともに、改良段ボール箱の利用および1-MCP処理による果実軟化の抑制効果について検討した。

材料および方法

実験1：環状はく皮処理が収穫後の果実軟化に及ぼす影響

和歌山県農林水産総合技術センター果樹試験場かき・もも研究所内試験ほ場栽種の‘刀根早生’成木を供試し、環状はく皮処理を行った。

2002年から2004年の3か年、6月中旬に地上部から高さ30~50 cmの位置の主枝部への環状はく皮処理(3 cm幅、処理部への被覆無し)を実施した。なお、処理は間伐予定樹に行い、翌年は別の樹に処理を行った。

収穫は環状はく皮処理区および無処理区間の果皮色の差が明確となった時点でを行い、2002年は9月14日、2003年は9月22日、2004年は9月4日に果実を収穫した。

収穫後、果実重および果皮色を測定した。果皮色の評価は、カキ(平核無)カラーチャート(農林水産省果樹試験場監修, 山崎ら, 1981)を用いて行った。

果実の脱渋は、CTSD法(Constant Temperature Short Duration, 古田・明田川, 1981; Matsuoら, 1976)による炭酸ガス処理(>95%CO₂, 20°C, 16 h)を用いて行った。処理後、果実は20°C下で保存し、軟化の発生とエチレン生成量を調査した。果実の軟化判定は岩田ら(1969)の手法を用い、指で押すと崩壊しそうになる、または果肉の一部が水浸状になっている段階に達した時点とした。果実軟化は播磨ら(2001b)の方法に準じ、各区とも20果を供試し、5果を4グループに分け、それぞれのグループの平均値を各区の平均値とした。したがって、軟化率そのものは20果の軟化率となるが、このように処理することで標準誤差を算出した。エチレン生成量の測定には、ガスクロマトグラフィーを用いた。

実験2：改良段ボール箱適用および1-MCP処理が環状はく皮着色促進果実の軟化に及ぼす影響

2003年9月22日および2004年9月4日に環状はく皮処理により着色が促進された果実を収穫し、供試した。

収穫した果実は、実験1と同様にCTSD法による炭酸ガス処理を行った。一部の果実については、23 literポリ容器内で炭酸ガスが規定値に達した後、あらかじめ生成させておいた高濃度の1-MCP(スマートフレッシュTM, ローム・アンド・ハース・ジャパン(株))を500 ppbの濃度になるように注入して、炭酸ガスとの併用処理を行った。1-MCP無処理果実は慣行の段ボール箱または産地で軟化対策として使用(播磨ら, 2002)されている改良段ボール箱(透湿度: 200~300 g・m⁻²・24 h⁻¹, 慣行段ボール紙の1/10)に、また1-MCP処理果実は慣行段ボール箱に入れ、いずれも実験1と同様に20°C下で保存した。果実軟化の調査およびエチレン生成量の測定は実験1と同様の方法で行った。

実験3：反射マルチの敷設が収穫後の果実軟化に及ぼす影響

研究所内の試験ほ場栽種の‘刀根早生’成木を供試した。反射マルチ敷設(銀色, 有孔, 幅1.5 m×長さ5 m)には、環状はく皮処理とは別の樹を用い、2002年から2004年の3か年、8月中旬から収穫期まで行った。なお、敷設は樹冠下の列間部(間隔3 m)のみとし、主幹部の両側に行った。

調査対象果実は、反射マルチからの反射光が届くと思われる地上部から概ね高さ1.5 mまでの間に位置する果実とした。

実験1と同様に、収穫は反射マルチ敷設区および無処理区間の果皮色の差が明確となった時点でを行い、2002年は9月21日、2003年は9月27日、2004年は9月9日に果実を収穫し、果実重および果皮色を測定した。

脱渋処理、果実の保存、果実軟化の調査およびエチレン生成量の測定は実験1と同様の方法で行った。

実験4：改良段ボール箱適用および1-MCP処理が反射マルチ敷設着色促進果実の軟化に及ぼす影響

2003年9月27日および2004年9月9日に反射マルチ敷設により着色が促進された果実を収穫し、供試した。

果実の脱渋、1-MCP処理および保存方法については、実験2と同様に行った。果実軟化の調査およびエチレン生成量の測定は実験1と同様の方法で行った。

結 果

収穫果実の重量および果皮色

環状はく皮処理区の果実重および果皮色は、いずれの調査年および収穫時期とも無処理区に比べ優れ、果実重では無処理区の1.2~1.3倍、果皮色ではカラーチャート値が果頂部で1.2~1.9、果底部で0.5~1.5進んでいた(第1表)。

反射マルチ敷設区の果実重は無処理区との有意な差は認められなかったが、果皮色は無処理区よりも優れ、カラーチャート値が果頂部で0.9~1.8、果底部で0~1.0進んでい

た (第2表).

実験 1: 環状はく皮処理が収穫後の果実軟化発生に及ぼす影響

2002年9月14日収穫果実では、環状はく皮処理区で収穫

後2日以降にエチレン生成量が増加し始め、6日には0.4 $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ まで達した (第1図A). 無処理区のエチレン生成量は、環状はく皮処理区同様、収穫後2日以降に増加し始めたが、3日に0.14 $\mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ まで達した後、減

第1表 環状はく皮処理が果実重および果皮色に及ぼす影響

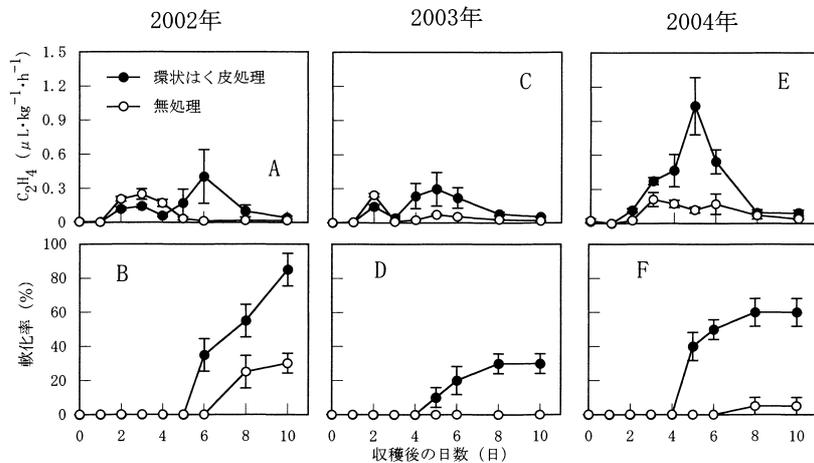
調査年	収穫時期	処理区	果実重 (g)	果皮色 (カキ (平核無) カラーチャート値)	
				果頂部	果底部
2002年	9月14日	環状はく皮処理	262.9	3.6	1.0
		無処理	220.8	1.7	0
		有意性 ^Z	*	**	*
2003年	9月22日	環状はく皮処理	240.7	3.2	1.5
		無処理	190.5	2.0	0
		有意性	**	**	**
2004年	9月4日	環状はく皮処理	185.0	2.8	0.5
		無処理	150.7	1.1	0
		有意性	**	**	*

^Z 各調査年における処理区間の比較はt検定により, n.s.; 有意差なし, *; 5%水準, **; 1%水準で有意差あり

第2表 反射マルチ敷設が果実重および果皮色に及ぼす影響

調査年	収穫時期	処理区	果実重 (g)	果皮色 (カキ (平核無) カラーチャート値)	
				果頂部	果底部
2002年	9月21日	反射マルチ敷設	217.7	4.3	1.6
		無処理	197.5	2.5	0.6
		有意性 ^Z	n.s.	**	**
2003年	9月27日	反射マルチ敷設	207.2	2.8	1.0
		無処理	195.9	1.9	0
		有意性	n.s.	**	**
2004年	9月9日	反射マルチ敷設	174.5	2.4	0
		無処理	170.0	1.5	0
		有意性	n.s.	**	n.s.

^Z 各調査年における処理区間の比較はt検定により, n.s.; 有意差なし, *; 5%水準, **; 1%水準で有意差あり



第1図 環状はく皮処理が収穫後の果実のエチレン生成量 (A, C および E) および軟化発生 (B, D および F) に及ぼす影響
図中の縦線は標準誤差を示す (n=4)

少した。軟化果実の発生は、環状はく皮処理区では収穫後5日以降に認められ、調査終了時には85%が軟化していた(第1図B)。無処理区の軟化果実の発生は収穫後8日以降に認められ、調査終了時には30%の果実が軟化していた。

2003年9月22日収穫果実のエチレン生成量は、収穫後2日に環状はく皮処理区および無処理区とも一時的にそれぞれ $0.14 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 、 $0.24 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ まで増加したものの、その後減少した。環状はく皮処理区では再び増加して5日には $0.24 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ に達したが、無処理区では調査終了時まで $0.1 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 以下で推移した(第1図C)。果実の軟化は環状はく皮処理区にのみ、収穫後5日に認められ、調査終了時には軟化率が30%にまで増加した(第1図D)。

2004年9月4日収穫果実のエチレン生成量は、いずれの区とも収穫後2日以降増加し始め、環状はく皮区で5日に $1.0 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ に達した後、減少した(第1図E)。無処理区では収穫後3日に $0.21 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ まで増加し、その後緩やかに減少した。軟化果実は、環状はく皮処理区で収穫後5日以降増加し、調査終了時には60%の軟化率に達したのに対し、無処理区の軟化率は調査終了時点で5%であった(第1図F)。

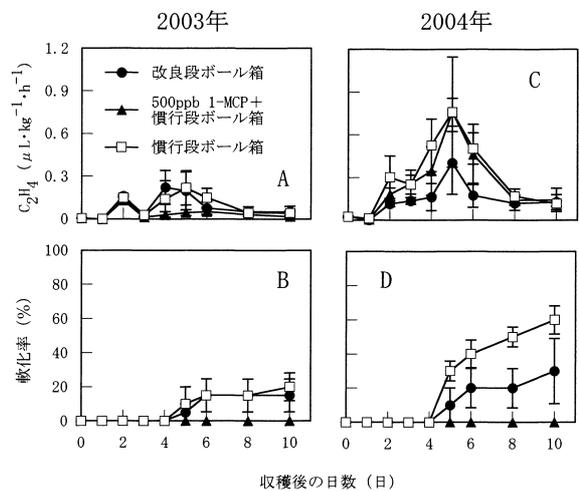
実験2：改良段ボール箱適用および1-MCP処理が環状はく皮着色促進果実の軟化に及ぼす影響

エチレン生成量は、2003年では、いずれの区とも収穫後2日以降に増加し、収穫後3日に一時的に減少した(第2図A)。その後、1-MCP処理区以外は再びエチレン生成量が増加したが、1-MCP処理区では調査終了まで検出限界付近で推移した。2004年ではエチレン生成量は、2003年同様、いずれの区とも収穫後2日以降に増加し始め、収穫後5日に慣行段ボール箱区および1-MCP処理区で $0.7 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 、改良段ボール箱区で $0.4 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ まで達した後、減少した(第2図C)。軟化果実は、2003年および2004年とも収穫後5日に慣行段ボール箱区および改良段ボール箱区で

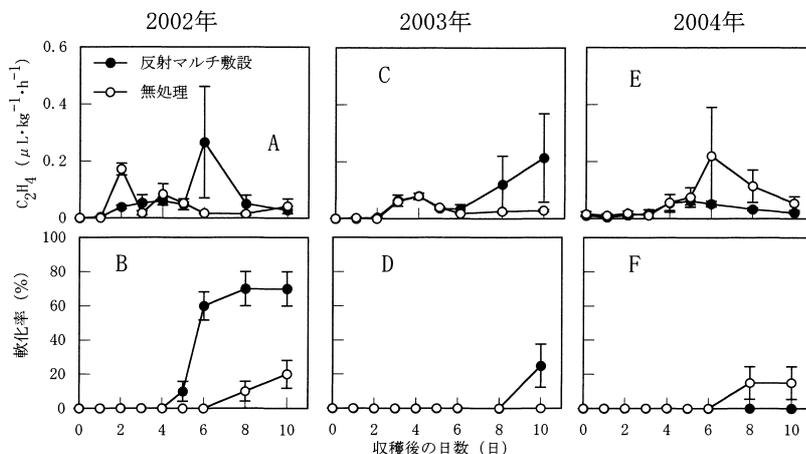
認められた。2003年ではいずれの区とも20%程度、2004年では慣行段ボール箱区で60%、改良段ボール箱区で30%の果実に軟化が発生した(第2図BおよびD)。1-MCP処理区ではいずれの年も軟化果実の発生は調査期間中認められなかった。

実験3：反射マルチの敷設が収穫後の果実軟化に及ぼす影響

2002年9月21日収穫果実のエチレン生成量は、反射マルチ敷設区では収穫後2日以降増加し、6日には $0.27 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ にまで急増した(第3図A)。無処理区では収穫後2日に一時的に $0.17 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ まで増加したが、その後減少した。軟化果実は、反射マルチ敷設区で収穫後5日以降増加し、10日には70%に達した。無処理区では収穫後8日以降増加したが、その数は少なく、10日には20%の軟化率であった(第3図B)。



第2図 改良段ボール箱適用および1-MCP処理が環状はく皮着色促進果実の収穫後のエチレン生成量(A, C)および軟化発生(B, D)に及ぼす影響
図中の縦線は標準誤差を示す(n=4)



第3図 反射マルチ敷設が収穫後の果実のエチレン生成量(A, CおよびE)および軟化発生(B, DおよびF)に及ぼす影響
図中の縦線は標準誤差を示す(n=4)

2003年9月27日収穫果実ではエチレン生成量はいずれの区とも収穫後3日以降に一時的に増加した後、減少した。無処理区では調査終了まで検出限界付近で推移したが、反射マルチ敷設区では再び増加し、収穫後10日には $0.21 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ まで急増した(第3図C)。軟化果実の発生は、反射マルチ敷設区のみ収穫後10日に認められた(第3図D)。

2004年収穫果実では、いずれの区とも収穫後3日以降に増加し始め、無処理区では6日に $0.22 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ まで急増したが、反射マルチ敷設区では調査期間中 $0.07 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 以下で推移した(第3図E)。果実軟化は無処理区のみで認められ、調査終了時の軟化率は15%であった(第3図F)。

実験4：改良段ボール箱適用および1-MCP処理が反射マルチ敷設着色促進果実の軟化に及ぼす影響

2003年および2004年とも、すべての区で調査期間中、エチレン生成量は $0.1 \mu\text{L} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 以下で推移し、軟化の発生も認められなかった(データ省略)。

考 察

果実の着色促進と軟化発生

カキ果実の着色促進の方法としては、本研究で採用した環状はく皮処理や反射マルチの敷設以外にもいくつかの方法がある。他の果樹でも効果が認められている植物生長調節剤のエスレルを収穫前のカキに樹上で散布処理した場合、収穫前には落果が、収穫後は早期に果実軟化が生じる場合がある(板村, 1985)。また、針金などによる結縛(リング)も着色の促進に効果があることが示されているが(長谷川・中島, 1991)、細い枝には処理は容易であるが、処理枝当たりの着果数は少ないため、1樹あたりの処理箇所数を多くする必要がある。処理箇所数を少なくするためには、太い枝に処理する必要があるが、太い枝は樹皮(粗皮)が発達しているため結縛処理が困難で、効果が現れない場合がある。摘葉は、収穫約14日前に果実周辺葉の2～3枚を摘除する処理であるが、早期に、過剰に摘葉すると処理当年の果実の日焼け発生、果実肥大および品質の低下のみならず、貯蔵養分の蓄積が減少することにより、翌年の新梢、果実生育が劣る(平田・黒岡, 1974)。

環状はく皮処理作業には一定の熟練を要するが、処理コストが低く、果実着色進行効果も高い(藤本・前阪, 1998)。反射マルチの敷設は着色の促進効果があり(日野ら, 1983; 平ら, 2000)、日照条件が悪い樹冠の下部に位置する果実でも着色促進が期待できるとともに、果面の汚損やネギアザミウマの加害抑制効果(森下, 2001)が認められている。

これまでカキ樹に対する環状はく皮処理に関する研究の多くは生理落果の抑制(矢野ら, 1999)、着花促進(内藤ら, 1981)および新梢伸長抑制(文室, 1997)に関するもので、処理による収穫果実のエチレン生成および軟化発生に及ぼす影響について検討した例はみられない。本研究では、環状はく皮処理(実験1)および反射マルチを敷設(実験3)

した樹の果実について、収穫後の軟化の発生とエチレン生成量を調査した。その結果、環状はく皮処理果実は収穫時点では無処理果実に比べ外観から明らかに成熟が進んでいるものの、軟化発生が無処理のものよりも早期に、かつ多量に収穫後に発生した(実験1)。ただし、環状はく皮処理を行っても収穫時期を遅らせると収穫後の軟化発生は少なくなった(データ省略)。これまでのカキ果実の収穫時期と収穫後の軟化発生についての報告では、果実重量や果皮色などの外観から判断される未熟な段階で収穫されるほど、エチレン生成能が高く、収穫後早期に軟化が発生し易いこと、逆に着色が進行し、外観から成熟したとされる段階ではエチレン生成能が低く、果実軟化の発生が遅延することが明らかとなっている(板村, 1986; 板村ら, 1991)。一方、加温ハウスによる促成栽培果実と露地栽培果実のいずれにおいても未熟な生育段階では収穫後早期に軟化する果実が多くなり、成熟が進むと軟化発生が緩慢となる時期のあることが示されている(播磨ら, 2001a; 板村ら, 1985)。ただし、加温ハウス栽培では軟化発生が減少する時期でも、露地栽培に比べると高い水準にあり、果実生育後期における施設内の高温環境が軟化の多発に影響していると推察されている。実験1は、露地条件下での調査のため被覆施設内の高温による影響は考えにくい。したがって、環状はく皮処理による樹体へのストレスが果実に生理的な変化を与えたり、ストレスに対する感受性を変化させているのかもしれない。すなわち、環状はく皮処理は師管のみを除去するものであるが、実際には導管にも一部損傷を与え、樹上で果実が水ストレスを受けている可能性もある。また、処理果は無処理果より明らかに果実肥大が促進されており(第1表)、このことも果実の生理状態に影響を与えているのかもしれない。これらの点を解明することは学術的な興味のみならず、生産面においても十分な意義があり、今後検討していく必要がある。

一方、反射マルチ敷設樹の果実は2002年の結果では環状はく皮処理と同様に早期に軟化果実が多発したが、他の調査年次では軟化の発生は少なく、年次間の変動が認められた。また、反射マルチもカキ果実の着色促進に有効であるが、収穫時期に近い環状はく皮処理区と反射マルチ敷設区の果皮色を比較すると、環状はく皮処理区に比べ反射マルチ敷設区の果皮のカラーチャート値が低い傾向にあった(第1表および第2表)。このことは着色促進方法の違い、あるいは効果の強度(程度)と収穫後の軟化発生との間に何らかの関連性のあることを示唆している。したがって、反射マルチは、環状はく皮処理のように明確な軟化発生の誘導要因とは断定できないものの、収穫後の軟化には留意する必要がある。

改良段ボール箱適用と1-MCP処理による果実軟化抑制効果

環状はく皮処理により着色が促進された果実では収穫後、早期に軟化が発生した(実験1)。この軟化を抑制するために、果実の水ストレスを緩和させる改良段ボール箱(播

磨ら, 2002) およびエチレン作用阻害剤の 1-MCP の適用を試みた。その結果, 1-MCP 無処理果実についてはいずれの年次とも, 慣行段ボール箱区(対照区)では収穫後 5 日以降に軟化果実が認められ, 調査終了時には 20~60% の果実が軟化していた。一方, 改良段ボール箱区では収穫後 5 日以降に軟化果実が認められ, 調査終了時には 20~30% の果実が軟化していた。これまで筆者らは環状はく皮処理を行っていない加温促成栽培の‘刀根早生’果実に対し, 収穫後の果実に生じる水ストレス緩和策として透湿度を低下させた段ボール箱による軟化抑制効果を示したが(播磨ら, 2002), 本実験の環状はく皮処理された果実においては, その効果はやや小さかった。環状はく皮処理された果実の軟化には, より改良性能を向上させた軟化対策用段ボール箱が必要なのかもしれない。また, 渋ガキの‘西条’でみられる水ストレスと炭酸ガスストレスによる早期果実軟化(Nakano ら, 2001) のように, 環状はく皮処理果実の軟化には複数の要因が関与している可能性があり, 今後詳細な検討が必要と思われる。

一方, 1-MCP 処理果実では, いずれの調査年とも軟化発生は認められず, 環状はく皮処理果実に対する 1-MCP の卓効が示された。この結果は, これまでの環状はく皮処理をしていない果実に対する結果(Harima ら, 2003; 中野ら, 2001) と同様であり, 1-MCP の軟化抑制効果が汎用性の高いことが実証された。今後 1-MCP の農業登録が完了すれば確実な軟化抑制法として期待される。

摘 要

環状はく皮処理および反射マルチ敷設によって着色が促進されたカキ‘刀根早生’果実の収穫後の軟化発生様相を調査するとともに, 改良段ボール箱の利用および 1-MCP 処理による果実軟化の抑制効果について複数年にわたって検討した。

無処理樹の果実での軟化発生の程度と時期は調査年次間で変動がみられた。環状はく皮処理は, いずれの調査年でも顕著に着色を促進したものの, 収穫後の果実軟化も促進した。改良段ボール箱包装は, 2004 年のみ部分的な軟化抑制効果を示したのに対し, 1-MCP 処理はいずれの年でも顕著な軟化抑制効果を示した。8 月中旬から収穫期までの反射マルチ敷設は, いずれの調査年でも果実着色を促進し, 2002 年には果実軟化も促進したが, 2003 年および 2004 年には影響しなかった。

引用文献

中條利明. 1982. 富有カキ果実の発育ならびに品質に及ぼす温度条件に関する研究. 香川大農紀要. 37: 1-63.
藤本欣司・前阪和夫. 1998. 環状はく皮がカキ‘平核無’の果実肥大及び品質に及ぼす影響. 和果試研報. 10: 11-23.
文室政彦. 1997. カキ‘刀根早生’の乾物生産および分配に

及ぼす新梢伸長初期の環状はく皮の影響. 園学雑. 66: 481-488.

古田道夫・明田川太七郎. 1981. 渋カキ(平核無)の脱渋処理法の改善. 農及園. 56: 773-778.

鄭 国華・平 智・米森敬三・杉浦 明. 1990. 温度条件の異なる地域におけるカキ果実の発育および成熟様相の相違. 園学雑. 59: 471-477.

播磨真志・中野龍平・山本貴司・小松英雄・藤本欣司・北野欣信・久保康隆・稲葉昭次・富田栄一. 2001a. カキ‘刀根早生’促成栽培果実の収穫後の軟化発生. 園学雑. 70: 251-257.

播磨真志・中野龍平・山内 勲・北野欣信・久保康隆・稲葉昭次. 2001b. 種々の保存温度下における有孔ポリエチレン包装によるハウス栽培カキ‘刀根早生’果実の軟化抑制. 日食保蔵誌. 27: 325-330.

播磨真志・中野龍平・山内 勲・久保康隆・稲葉昭次・北野欣信. 2002. カキ‘刀根早生’促成栽培果実の出荷容器の改善による軟化抑制. 園学雑. 71: 583-587.

Harima, S., R. Nakano, S. Yamauchi, Y. Kitano, Y. Yamamoto, A. Inaba and Y. Kubo. 2003. Extending shelf-life of astringent persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) fruit by 1-MCP. *Postharvest Biol. Technol.* 29: 319-324.

長谷川耕二郎・中島芳和. 1991. カキ‘西条’および‘前川次郎’の開花ならびに果実品質に及ぼす側枝結縛の影響. 園学雑. 60: 291-299.

日野 昭・門屋一臣・久保浩治. 1983. 反射シートがカキ果実の着色に及ぼす影響. 園学要旨. 昭 58 春: 64-65.

平田尚美・黒岡 浩. 1974. カキ果実の発育ならびに成熟に関する生理学的研究(第 1 報). 枝梢内の炭水化物含量および果実の肥大と品質におよぼす秋季摘葉の影響. 鳥取大農研報 26: 1-14.

板村裕之. 1985. カキ平核無果実における脱渋後の軟化に関する研究. 京都大学位論文.

板村裕之. 1986. 成熟段階の異なるカキ‘平核無’果実のアルコール脱渋に伴う軟化と呼吸量及びエチレン生成量の関係. 園学雑. 55: 89-98.

板村裕之・北村利夫・平 智・原田 久・伊藤教善・高橋芳浩・福島忠昭. 1991. カキ‘平核無’果実の軟化とエチレン生成および呼吸の関係. 園学雑. 60: 695-701.

岩田 隆・中川勝也・緒方邦安. 1969. 果実の収穫後における成熟現象と呼吸型との関係. 第 1 報. カキ果実における呼吸の climacteric の有無. 園学雑. 38: 194-201.

Matsuo, T., J. Shinohara and S. Ito. 1976. An improvement on removing astringency in persimmon fruits by carbon dioxide gas. *Agr. Biol. Chem.* 40: 215-217.

森下正彦. 2001. カキ果実を加害するネギアザミウマの発生と防除. 今月の農業. 45(9): 62-65.

内藤隆次・植田尚文・山村 宏. 1981. カキ西条の結実促進に関する研究(第 1 報). 環状はく皮, はく皮逆接,

- SADH 散布の効果. 島根大農研報. 15: 12-21.
- 中野龍平・播磨真志・久保康隆・稲葉昭次. 2001. 有孔ポリエチレン包装によるカキ‘刀根早生’ハウス促成栽培果実の軟化抑制. 園学雑. 70: 385-392.
- Nakano, R., S. Harima, E. Ogura, S. Inoue, Y. Kubo and A. Inaba. 2001. Involvement of stress-induced ethylene biosynthesis in fruit softening of ‘Saijo’ persimmon. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 70: 581-585.
- 平 智・西村 修・牧 篤史. 2000. 山形県庄内地方におけるカキ‘平核無’果実の収穫時期の変動と反射マルチ被覆による着色促進効果. 山形大紀要(農学). 13: 217-224.
- 内芝清典. 2002. 刀根早生早期収穫対策の取り組み. 和歌山の果樹. 53(2): 12-14.
- 山崎利彦・鈴木勝征・村瀬昭治・大竹 智. 1981. 果実の成熟度判定のためのカラーチャートの作成とその利用に関する研究(第2報). カキ‘平核無’のカラーチャートの色特性. 果樹試報 A. 8: 79-84.
- 矢野 隆・新開志帆・森口一志. 1999. カキ‘刀根早生’の生理落果抑制法に関する研究(第2報). 環状はく皮方法の違いが生理落果抑制, 果実形質に及ぼす影響. 愛媛果樹試研報. 13: 19-26.