

収穫後における高温、ヘキサン、スクアレン処理が ハッサク果のこはん症発生に及ぼす影響

近 泉 惣次郎* ・ 青 木 満 博*
日 野 昭* ・ 水 谷 房 雄

Effects of High Temperature Conditioning and Surface Treatment with Hexane and Squalane on 'Kohansho' Disorder of Hassaku (*Citrus hassaku hort. ex Tanaka*) Fruit

Sojiro CHIKAIZUMI*, Mitsuhiro AOKI*, Akira HINO*
and Fusao MIZUTANI

Summary

Effects of high temperature conditioning with or without polyethylene bagging and surface treatments with hexane and squalane on the occurrence of "Kohansho," a physiological disorder of Hassaku (*Citrus hassaku hort. ex Tanaka*) fruit were investigated. Preconditioning at 35 and 40 °C for 24 or 48 hours markedly reduced the occurrence of the disorder. Particularly, the treatment at 35 °C for 24 hours was most effective. When fruit were preconditioned or bagged in polyethylene bags individually, the disorder was more effectively suppressed when treated immediately after harvest than after storage. Granulation, loss of fruit weight and fruit decay were reduced by individual bagging. There was little difference in the soluble solids content, titratable acidity or rind color between individual bagging and non-bagging. The injury development was suppressed by coating rind surface with squalane and wiping with hexane. However, visible damages, which are apparently different from those of "Kohansho," developed on the rind during the prolonged period of storage by these treatments.

緒 言

ハッサク (*Citrus hassaku hort. ex Tanaka*) の果実は、果汁が他の柑橘類に比べてやや少ないものの甘酸が相和し食味の良い晩柑類の一つである。ハッサク本来の熟期は2月から3月であるが、寒害や隔年結果などを避けるために12月中下旬に収穫される。そのため、未熟な果実を収穫し、収穫した果実は一般に常温（貯蔵庫内の温度が気温の変化によって左右される貯蔵庫）で貯蔵され、貯蔵中に成熟を促進し、食味が良好になると共に比較的柑橘類の少ない3月から5月にかけて出荷されている。

* 柑橘学研究室 (Laboratory of Citriculture)

る。ところが、常温貯蔵庫では3月以降になるとこはん症が発生し、商品価値を著しく低下させる。こはん症は低温貯蔵庫（5℃）で貯蔵している限り発生は認められない。しかし、果実を低温から常温に出庫するとこはん症が発生する。この点から山下¹⁷⁾は常温並びに低温（5℃）貯蔵中におけるハッサク果のこはん症の発生に関する実態調査を行い、貯蔵時の果実温（5℃）と出庫後の外気温の温度較差がこはん症の発生に関係しているのではないかと指摘した。その後、さらに多くの研究がなされている（秋田ら¹¹⁾、藤田・東田⁵⁾、長谷川・伊庭⁶⁾、伊庭ら⁷⁾、Kanlayanaratら^{8,9)}、川田・北川¹⁰⁾、真子¹¹⁾、Manago¹²⁾、小川ら¹⁴⁾、小川・坂井¹⁵⁾、吉松・内山¹⁸⁾）。しかし、ハッサク果のこはん症の発生メカニズムは明らかにされていない。

筆者ら⁴⁾は形態的な観察から、ハッサク果のこはん症が果皮の表皮下数（5～9）層の細胞組織の崩壊による果皮組織の部分的な陥没現象であることを明らかにした。陥没後、その部分の組織の褐変あるいは油胞組織の崩壊が認められるようになる。しかし、果皮下数層の細胞組織が崩壊する原因は明らかでない。また、サフラワー油、コーン油などの植物油をハッサク果実処理することでこはん症の発生が防止あるいは抑制された（Chikaizumiら³⁾）。さらに、ステムピッティング発生樹より収穫した果実に発生するこはん症の斑点は“くさび型”であることを明らかにした（近泉ら²⁾）。また、ポリエチレンフィルムで果実を個装することで、こはん症の発生防止あるいは抑制効果が認められている（小川ら¹⁶⁾）。

そこで本実験では、収穫後における高温処理がこはん症の発生に及ぼす影響を調査すると共に果実の品質についても二、三の調査を行った。さらに、スクアレン、ヘキサンはグレープフルーツの低温障害を抑制する働きがあることがMcDonaldら¹³⁾により報告されている。そこで、スクアレンおよび、ヘキサンをハッサク果実に処理し、こはん症の発生を抑制するかどうかについての調査を行った。

材料及び方法

実験材料には松山市東野で栽培されている10～12年生のハッサク樹の果実を用いた。

実験1. 高温およびポリエチレン個包装処理

高温として35℃および40℃の処理区を設けた。果実は1996年12月25日に収穫し、1997年2月15日まで常温で貯蔵した。なお、果実は各区とも50個の果実を用いた。35℃および40℃で48時間処理と35℃で24時間の処理区を設けた。

また、果実を厚さ0.02mmのポリエチレンフィルムの袋で包装後（以下ポリ個包装）高温処理を行った。処理後は常温貯蔵庫に入庫した。なお、高温並びにポリ個包装処理をしていない果実を対照区とした。こはん症の発生調査は処理後2週間ごとに行った。

高温およびポリ個包装処理が果実の品質に及ぼす影響についても調査した。調査には果実の減量割合、果皮色、可溶性固形物および遊離酸含量を測定した。果実の減量割合の測定には2週間ごとに各処理区当たり5個の果実を用いた。果皮色は色彩色差計（MINOLTA K.K. CR-200）を用いa、bおよびL値を測定した。可溶性固形物および遊離酸含量は2週間ごとに各処理区当たり5個の果実を用いた。可溶性固形物含量は屈折糖度計により、遊離酸含量は0.1N水酸化ナトリウムで滴定した後、クエン酸含量に換算した。さらに、高温ならびにポリ個包装処理が果実のす上がり及ぼす影響についても調査した。果実の赤道部で二等分に切り、肉眼的な観察により、す上がり程度を決定した。すなわち、す上がりのまったく認められない果実を健全、す上がりが比較的少ない果実をす上がり軽度、完全にす上がっている果実をす上がりの3段階に分類した。

実験2. 収穫後の処理時期の違いがこはん症の発生に及ぼす影響

収穫後の処理時期の違いがこはん症の発生に及ぼす影響について調査する目的で、1997年12月25日に果実を収穫した。前年度の結果から、35℃および40℃での処理時間は24時間が最適であることが分かったので、処理時間は24時間とした。また、果実をポリ個包装後35℃および40℃で24時間処理を行った区を設けた。調査に用いた果実は各区とも20個とした。

実験3. スクアレンおよびヘキサン処理がこはん症の発生に及ぼす影響

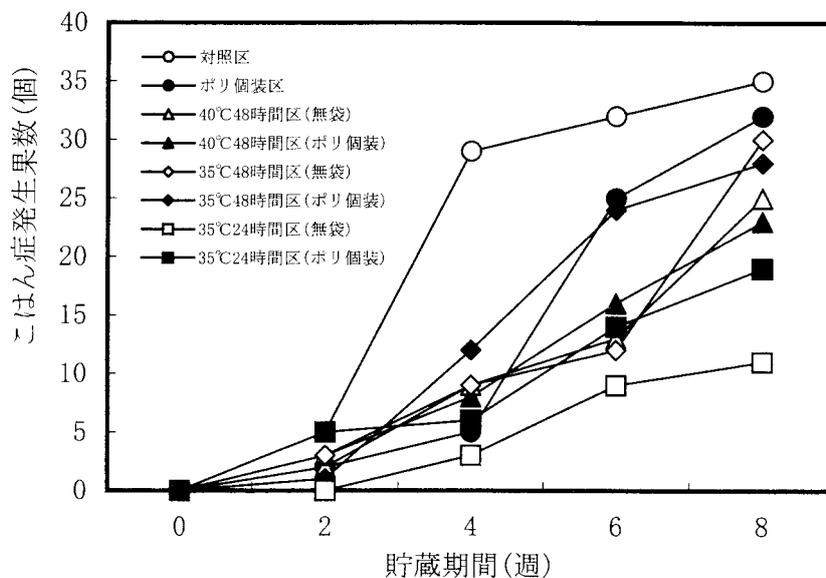
スクアレンおよびヘキサンを果面に処理し、こはん症の発生に及ぼす影響について調査した。スクアレンは果面に塗布し、ヘキサンはペーパータオルに吸収させ、そのペーパータオルで15秒間果皮表面をふいた。処理後は20℃で貯蔵しこはん症の発生について調査した。さらに、果実の減量割合についても調査した。

結 果

高温およびポリエチレン個包装処理がこはん症の発生に及ぼす影響

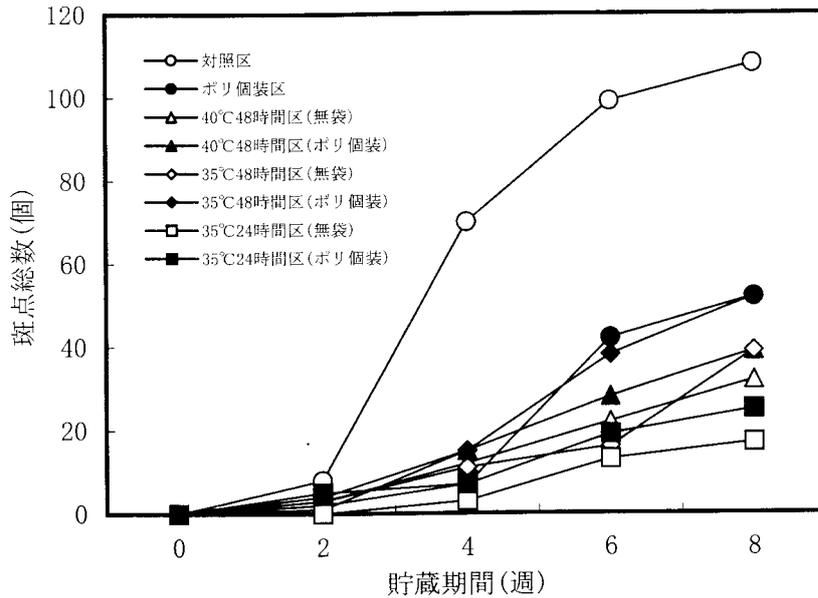
こはん症の発生は、対照区と比較して高温またはポリ個包装処理により明らかに抑制された（第1図）。対照区では貯蔵4週間後で50個中29個の果実に、8週間後では35個の果実にこはん症が発生した。最も効果のあった処理区は、35℃、24時間処理した区で、貯蔵後4週間目には3個の果実に、8週間後でもわずかに11個の果実にこはん症が発生しただけであった。ポリ個包装区でも、こはん症の発生果数は対照区のそれとあまり差は見られなかった。しかし、斑点総数は対照区の40%以下だった（第2図）。

果実の減量割合は、ポリ個包装処理により明らかに抑制された（第3図）。無袋区において、高温処理24時間で約4.0%、48時間で約5.5%減少した。8週間後では約15%の減少であった。それに対し、ポリ個包装をした処理区において、40℃48時間処理区で8週間後でもわずか3.6%しか減少しなかつ

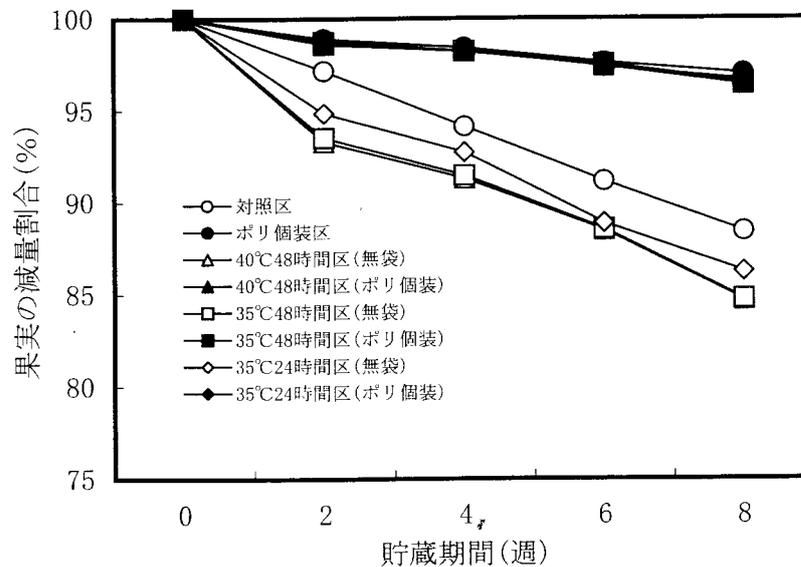


第1図 高温ならびにポリ個包装処理がこはん症の発生に及ぼす影響

注：調査果実50個



第2図 高温ならびにポリ個包装処理がこはん症の斑点発生に及ぼす影響
注：調査果実50個



第3図 高温ならびにポリ個包装処理が果実の減量割合に及ぼす影響

た。

果実のす上がりは、ポリ個包装処理によって抑制された（第1表）。ポリ個包装区では健全果が50個中40個と多かったのに対して対照区では30個と少なかった。高温処理をした区で、す上がりは多くなり、40°Cで48時間の処理をした無袋区では健全果が20個と最も少なかった。さらに、腐敗果も12個と最も多かった。また、ポリ個包装をした区では腐敗果が少ない傾向を示した。可溶性固形物含量は貯蔵開始時とほとんど差は認められなかった（第2表）。遊離酸含量は、貯蔵中に全ての処理区で減少したものの処理区間において差は認められなかった。果皮色は処理区間で顕著な差は認められなかった（第4図）。

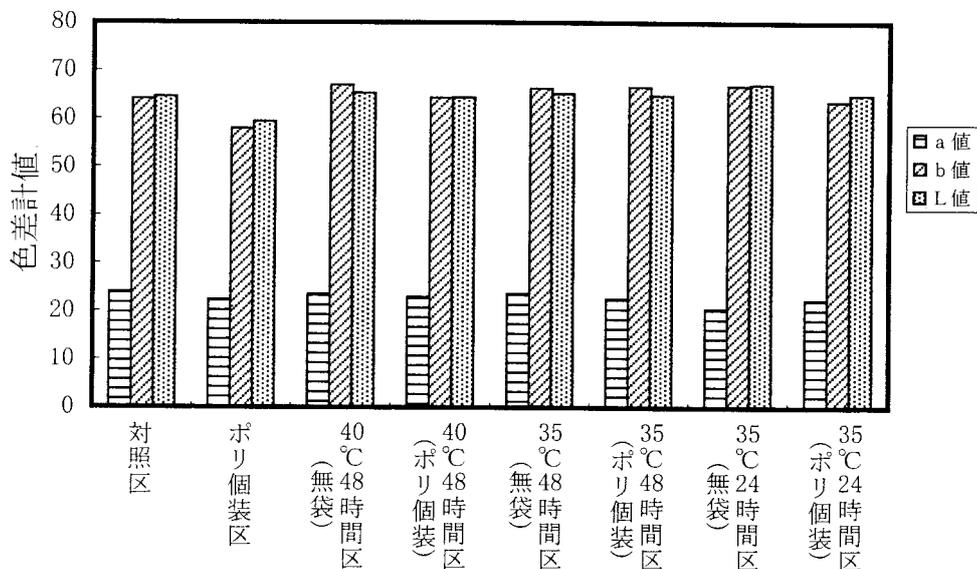
第1表 高温およびポリ個包装処理が果実のす上がり並びに腐敗に及ぼす影響

処理区	調査果数	健全	す上がり 軽度	す上がり	腐敗
対照区	50	30	8	3	9
ポリ個装区	50	40	8	0	2
40℃48時間区 (無袋)	50	20	11	7	12
40℃48時間区 (ポリ個装)	50	31	10	2	7
35℃48時間区 (無袋)	50	24	10	5	11
35℃48時間区 (ポリ個装)	50	39	9	3	2
35℃24時間区 (無袋)	50	29	9	3	9
35℃24時間区 (ポリ個装)	50	38	7	2	3

1996年12月25日に収穫し、1997年2月15日まで常温で貯蔵した果実を用いて実験を行った。

第2表 高温ならびにポリ個包装処理が可溶性固形物および滴定酸含量に及ぼす影響

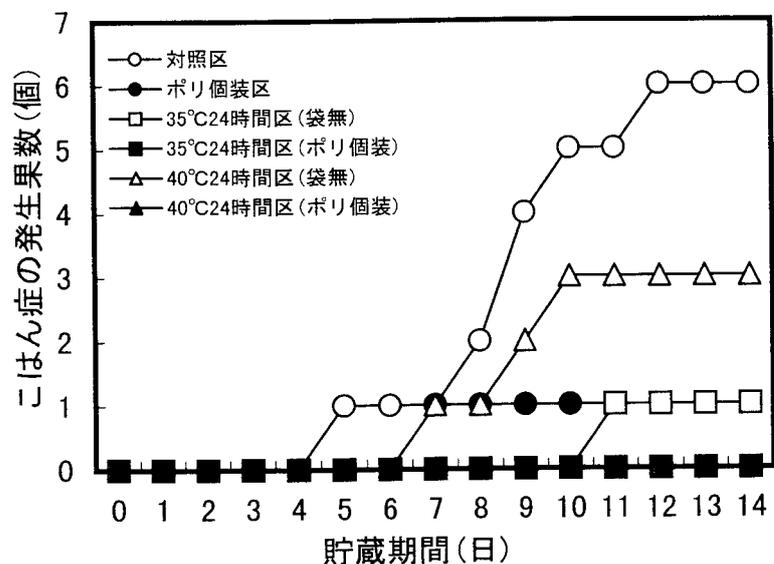
処理区	可溶性固形物含量 (%)		滴定酸含量 (%)	
	処理前	8週間後	処理前	8週間後
対照区	10.9±0.32	10.6±0.23	1.45±0.06	1.32±0.08
ポリ個装区	10.9±0.32	10.4±0.35	1.45±0.07	1.23±0.07
40℃48時間区 (無袋)	10.9±0.32	10.9±0.18	1.45±0.08	1.22±0.09
40℃48時間区 (ポリ個装)	10.9±0.32	10.7±0.27	1.45±0.09	1.25±0.11
35℃48時間区 (無袋)	10.9±0.32	11.3±0.27	1.45±0.10	1.30±0.06
35℃48時間区 (ポリ個装)	10.9±0.32	11.0±0.19	1.45±0.11	1.18±0.04
35℃24時間区 (無袋)	10.9±0.32	10.6±0.47	1.45±0.12	1.18±0.11
35℃24時間区 (ポリ個装)	10.9±0.32	10.5±0.36	1.45±0.13	1.21±0.13



第4図 高温ならびにポリ個包装処理が果実の果皮色に及ぼす影響 (処理後8週間目)

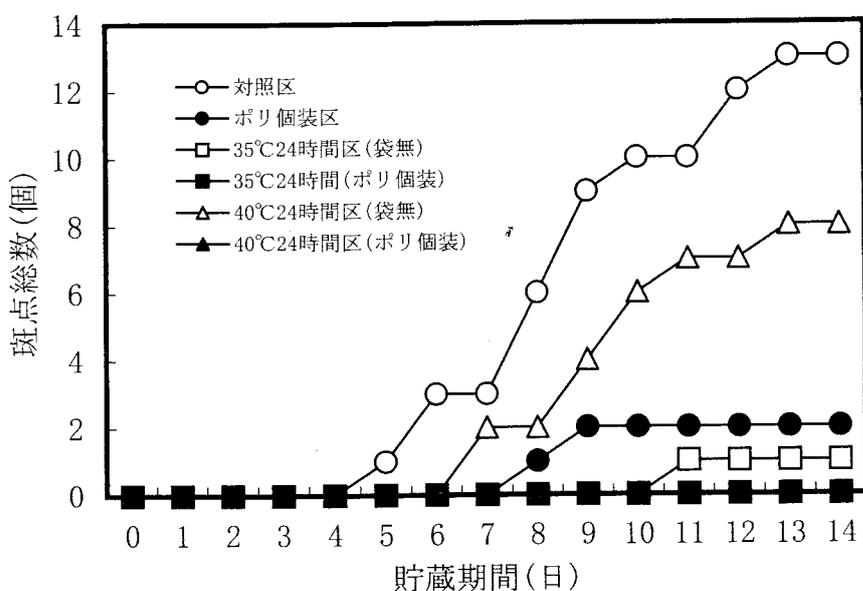
収穫後の処理時期の違いがこはん症の発生に及ぼす影響

収穫と同時に高温およびポリ個包装処理をした結果、こはん症は明らかに抑制された（第5図）。対照区では貯蔵4日目からこはん症が発生し、2週間後で20個中6個の果実に発生した。しかし、ポリ個包装区では貯蔵2週間後でもわずか1個に発生しただけだった。ポリ個包装処理をした区では2週間後でもこはん症の発生は認められなかった。また、斑点総数もポリ個包装または高温処理により明らかに抑制された（第6図）。



第5図 収穫直後における高温およびポリ個包装処理がこはん症の発生に及ぼす影響
(1997年12月25日に収穫した果実をすぐ実験に供した)

注：貯蔵温度20℃ 調査果実20個

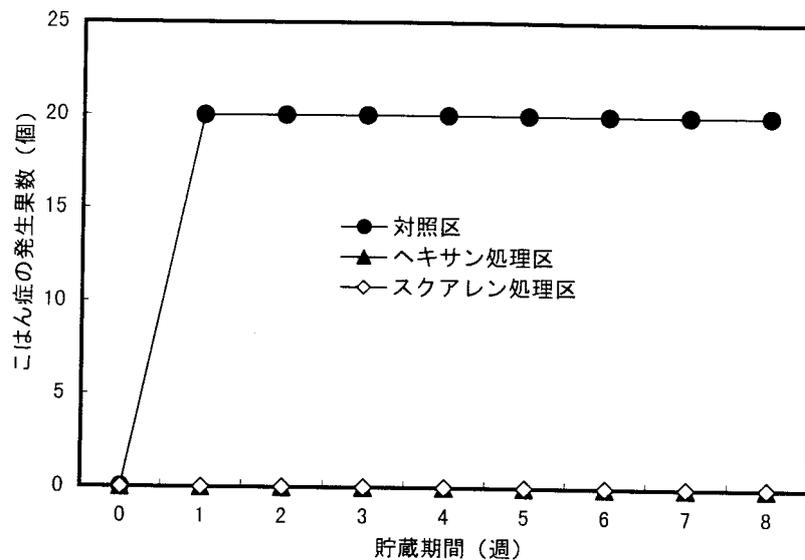


第6図 収穫直後における高温およびポリ個包装処理が斑点の発生に及ぼす影響

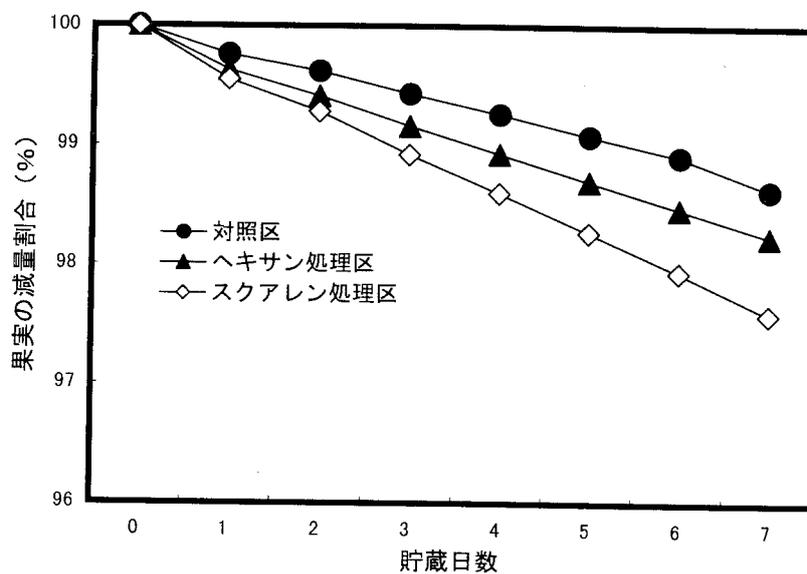
注：貯蔵温度20℃ 調査果実20個

スクアレンおよびヘキサン処理がこはん症の発生に及ぼす影響

スクアレンおよびヘキサンを果面に処理した結果、こはん症は発生しなかった（第7図）。果実の減量割合はスクアレンおよびヘキサン処理により対照区のそれよりも多かった（第8図）。



第7図 ヘキサンおよびスクアレン処理がハッサク果のこはん症の発生に及ぼす影響



第8図 ハッサク果の減量割合に及ぼすヘキサンおよびスクアレン処理の影響
注：相対湿度80%

考 察

ハッサク果実を収穫後に35℃以上の高温で処理すると、こはん症の発生が抑制された。特に、収穫後直ちに高温で処理すると、その効果は大きく、ほぼ完全に防止することができた。しかしながら、高温で処理するとこはん症の発生が抑制されるメカニズムについては今回の調査では明らかにすることができなかった。小川ら¹⁴⁾は収穫後4週間以内にポリ個包装をすることでハッサク果実のこはん症の

発生を抑制すると報告している。今回の初年度の調査では、ポリ個包装処理によってこはん症の発生を抑制することができなかった。この原因として、収穫してから約3ヶ月後にポリ個包装処理を行なったためであったと考えられる。なぜなら、次年度の実験では、収穫後直ちにポリ個包装をした結果、ポリ個包装処理区ではこはん症の発生がほとんど認められなかった(第5図)。しかし、収穫後直ちにポリ個包装を行うと、こはん症が抑制されるメカニズムについては本実験でも明らかにすることはできなかった。またポリ個包装は、包装により袋内の水蒸気量は果実からの蒸散により飽和状態になるために著しく蒸散が抑制されると考えられる。今回の実験でもポリ個包装処理により果実重量の減少およびす上がりが抑制されたのは、果実からの蒸散が抑制されたためであると考えられる(第2図)。また、腐敗果がポリ個包装区で少なかったのは、ポリ個包装により腐敗が発生しても個包装した果実だけが腐敗し、他の果実に腐敗の原因となる病原菌などが拡散されないためと考えられる。

McDonaldら¹³⁾は、グレープフルーツにおいてスクアレンおよびヘキサシレン処理は低温障害の抑制に効果があるが、その反応機構については不明であると報告している。スクアレンおよびヘキサシレンを果面に処理した結果、こはん症の発生が抑制された。しかし、スクアレンおよびヘキサシレン処理によって、こはん症とは異なった障害が発生した。

摘 要

35℃で24、48時間および40℃で48時間の高温処理、あるいはポリ個装処理によるハッサク果のこはん症の発生、す上がり、果実重量の減少、果汁中の可溶性固形物、遊離酸含量および果皮色に及ぼす影響について調査を行った。また、スクアレンおよびヘキサシレンを果面に処理して、こはん症の発生に及ぼす影響についても調査した。こはん症の発生は35℃で24時間の高温処理によって最も抑制された。す上がり、果実重量の減少および腐敗はポリ個装処理により抑制された。果皮色、可溶性固形物および遊離酸含量は処理区間での差は認められなかった。また、スクアレンおよびヘキサシレンを果面に処理した結果こはん症の発生が抑制された。しかし、貯蔵中にこはん症とは異なった薬害と思われる障害が果面に発生した。

引 用 文 献

- (1) 秋田忠夫・三股 正・佐藤瑞穂. 1983. 中晩カン類の貯蔵に関する研究. 第2報. ハッサクのこはん症発生と着果位置、植物生長調節物質、採集時期との関係. 園学要旨. 昭58秋: 416-417.
- (2) 近泉惣次郎・日野 昭・秋好広明・水谷房雄. 1997. 生育環境の相違がハッサク果のこはん症の発生に及ぼす影響. 愛媛大学農学部農場報告 18: 15-25.
- (3) Chikaizumi, S., J. Watanabe, H. Akiyoshi and F. Mizutani. 1995. Reduction of "Kohansho" disorder in stored hassaku (*Citrus hassaku hort. ex Tanaka*) fruit by vegetable oil, fatty acid and wax coating. Bull. Exp. Farm Coll. of Agr., Ehime Univ. 16: 11-17.
- (4) 近泉惣次郎・渡部潤一郎・門屋一臣・松本和夫. 1980. 柑橘果実のこはん症発生に関する形態学的観察. 中四国園学要旨. 昭55: 23.
- (5) 藤田修二・東田哲三. 1985. 低温貯蔵したハッサク果実の出庫後の変温に伴うこはん症の発生とその際の果皮化学成分及び酸化酵素活性の変化. 園学要旨. 昭60秋: 430-431.
- (6) 長谷川美典・伊庭慶昭. 1978. カンキツ類果実のこはん症に関する研究. 第1報. 発生条件と障

- 害果実の性質について. 園学要旨. 昭53秋:384-385.
- (7) 伊庭慶昭・長谷川美典・山下重良・藤本欣司・和田年裕・小川勝利・坂井 堅・音井 格・田辺弘・脇川勝美・渡部悦也・向井 武・野方俊秀・金川英明・佐藤 隆・佐藤瑞穂. 1981. ハッサクのこはん症に及ぼすTBZの影響. 園学要旨. 昭56春:438-439.
- (8) Kanlayanarat, S., C. Oogaki and H. Gemma. 1988a. Occurrence of rind-oil spot of Hassaku (*Citrus hassaku* hort. ex Tanaka) fruits stored under different temperatures and relative humidities. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 57:513-520.
- (9) Kanlayanarat, S., C. Oogaki and H. Gemma. 1988b. Biochemical and physiological characteristics as related to the occurrence of rind-oil spot in citrus Hassaku. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 57:521-528.
- (10) 川田和秀・北川博敏. 1987. ハッサクのこはん症に関する研究. 温水処理、出庫温度、出庫時エチレン処理、および出庫時期について. 園学要旨. 昭62春:460-461.
- (11) 真子正史. 1984. カンキツのこはん症対策試験. ハッサクのこはん症の発生状況について. 園学要旨. 昭59春:398-399.
- (12) Manago, M. 1988. Studies on "Kohansho": a physiological disorder of fruit rind in Hassaku (*Citrus hassaku* hort. ex Tanaka). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 57:295-303.
- (13) McDonald, R.E., T.G. McCollum and H.E. Nordby. 1993. Temperature conditioning and surface treatments of grapefruit affect expression of chilling injury and gas diffusion. J. Amer. Hort. Sci. 118:490-496.
- (14) 小川勝利・坂井 堅. 1979. 中晩生カンキツ類の貯蔵に関する研究. 第2報. ハッサク虎斑症の発生に及ぼす予措およびポリエチレン包装の影響. 広島県果樹試報 5:27-38.
- (15) 小川勝利・坂井 堅・早川泰幸. 1979. 中晩生カンキツ類の貯蔵に関する研究. 第1報. ハッサク虎斑症の発生に及ぼす各種要因の影響. 広島県果樹試報 5:17-26.
- (16) 小川勝利・坂井 堅・辰巳保夫・村田卓夫. 1975. カンキツ類の貯蔵及び果実生理に関する研究. 第1報. ハッサク果実のヤケ症状発生に伴う形態的生理的变化. 園学要旨. 昭50秋:374-375.
- (17) 山下重良. 1967. ハッサクの低温貯蔵に関する研究. 第1報. 温湿度条件と虎斑病の発生および防止について. 園学雑 36:250-258.
- (18) 吉松敬祐・内山善雄. 1980. ハッサクの虎斑症に関する研究. 第2報. 低温貯蔵果実の出庫に伴うエチレンの発生. 園学要旨. 昭55秋:388-389.