

ジベレリン及びベンジルアデニン処理がイヨカン 果実の長期貯蔵性に及ぼす影響

渡 部 潤一郎・秋 好 広 明

Effect of Gibberellic acid(GA₃)and Benzyladenine(BA) Treatment on Storage Quality and Delaying Deterioration of Iyo(Citrus iyo hort.ex Tanaka)Fruit

Junichiro WATANABE and Hiroaki AKIYOSHI

緒 言

ウンシュウミカン市況の長期低迷から脱却するため、中晩生カンキツ、とくに、イヨカンの増植が行われた結果、果実の生産量が近年では20万トンを超えるほどになった。その中でも最も増植の著しかったのは早熟系の宮内イヨである。この果実の食味は2月から3月までが最高で、4月以降になると食味が悪変する。現在、イヨカンの新植は止まっているが、今までに栽植されたものだけで、今後生産量の増加することが予想される。このような状況のもとで、果実を有利に販売するためには、販売期間をのばす必要があり、長期貯蔵技術の確立が急務である。また、カンキツ類の長期貯蔵の成功には適正な貯蔵管理が前提となるが、貯蔵条件をめぐる問題も多い。すなわち、果実自体の生理的特性に関するものと、他の一つは貯蔵庫の環境条件に関するものである。貯蔵庫の環境条件については、これまで庫内の温度、湿度、ガス等について多くの報告がある^{2, 5, 11, 12, 14, 15, 16}。しかし、果実自身の生理的特性が貯蔵期間や貯蔵過程にある果実の品質に及ぼす影響についての報告は少ない^{6, 17}。したがって今回は、イヨカン果実の生育期間中に植物生長調節剤を散布して果実の生育条件を変え、それが貯蔵期間の延長並びに貯蔵期間中の果実の品質に及ぼす影響について調査した。また、長期貯蔵を行うため、各種の袋やラップ処理を行って、それらが果実の品質に及ぼす影響についても調査したのでここに報告する。

材料及び方法

供試果実は附属農場に栽植されている、高接後15年を経過した推定20年生の宮内イヨの樹から1990年12月18日に採取した。果実は収穫後、風通しの良いところに置き、重量%で約5%減少する程度に予措を行い、12月26日に色差計で色調を測定するとともに直ちに、袋に入れて処理を開始した。薬剤処理については、収穫前の12月5日にジベレリン(GA₃)100PPMとベンジルアデニン(BA)100PPMを散布し、12月18日に12月5日の樹上散布処理と同様の濃度で収穫後の浸漬処理を行った。

処理果数は1処理区1樹について12果を供試し、3反復した。また、被覆処理試験では4処理区を使用し、A処理区はシュパック袋（大谷石の粉末のねり込み袋）、B処理区は0.02mmの厚さのポリ袋、C処理区は旭化学工業社製のフィルムでラップした。また、D処理区は対照区として、無袋（ラップ）果に蒸散防止の目的でアルキルポリオキシエチレンアルコール（OED）の30倍液を塗布した。果実の分析は4月24日に行い、果汁及び果皮重を測定した後、直ちに搾汁して、糖度は屈折糖度計で、また、遊離酸含量は0.1NのNaOHで滴定した値をクエン酸に換算した。食味の官能試験は5名の職員が試食し、A：おいしい、B：普通、C：まずいの3段階に分けて表示した。

結 果

1. 減量、果皮水分及び腐敗

果実の減量は図-1に示すとおりである。袋及びラップを行った区では減量が極端に少なかったのに比べて対照区の裸果では24%近く減少し、萎れが著しかった。また、果実の萎れ状況を見るために果皮の水分含量を調査したのが表-1である。収穫前に植物生長調節剤の散布処理をした果実では、果実減量と同様に対照区の水分含量が極端に低く、また、被袋処理区の間ではポリ袋処理区の水分が多かった。一方、収穫後に植調剤の浸漬処理をした果実についても、対照区での水分含量が最も低く、袋及びラップ処理区で多かった。しかし、袋とラップ処理区の間には統計的に有意な差が認められなかった。

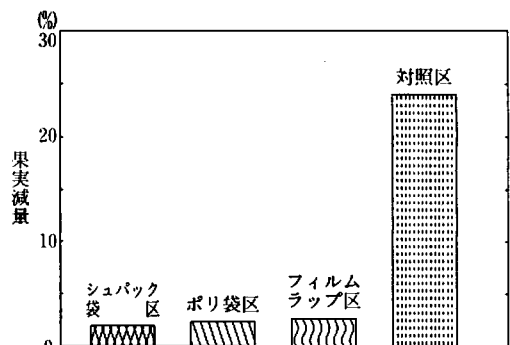


図-1 被袋及びラップ処理が果実の減量に及ぼす影響

表-1 被袋及びラップ処理が果皮の水分含量に及ぼす影響

植調剤処理	被袋処理			
	シュパック処理	ポリ袋区	フィルムラップ区	対照区
散布果実	81.13	81.83	81.47	73.99
浸漬果実	81.48	82.03	82.10	75.17

植調剤処理が果実の腐敗に及ぼす影響をみたのが図-2である。GA₃、BAなどの植調剤処理区では対照区よりも腐敗が少なく、とくに、GA₃は腐敗抑制効果が高かった。また、袋及びラップ処

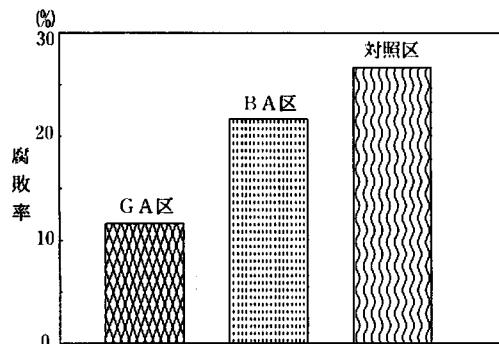


図-2 植調剤処理が果実の腐敗に及ぼす影響

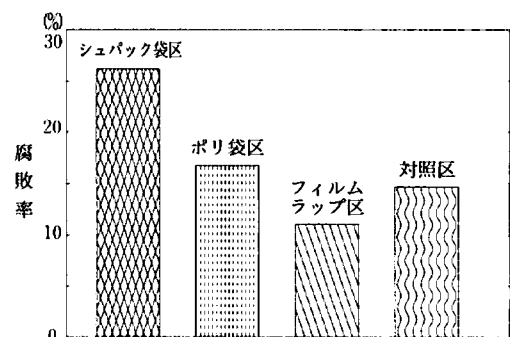


図-3 被袋及びラップ処理が果実の腐敗に及ぼす影響

理が果実の腐敗に及ぼす影響は図-3のとおりである。シュバック袋区では最も腐敗が多く、ついで、ポリ袋区であった。最も腐敗の少なかったのはラップ処理区である。

2. 果皮の着色

①植調剤処理と果皮のa値

ホルモン剤処理果実の貯蔵中のa値の変化を図-4に示した。植調剤の散布処理をした果実では、一般にBA処理区のa値が対照区に比べて低かった。3月27日のBA処理区は対照区との間に統計的に有意な差が認められた。しかし、GA₃処理区は対照区とあまり変わらなかった。また、収穫後に浸漬処理した果実(図-5)についても、散布処理と同様にBA処理区のa値が低く、1月29日より最終調査の4月24日まで、いずれも統計的に有意な差が認められた。

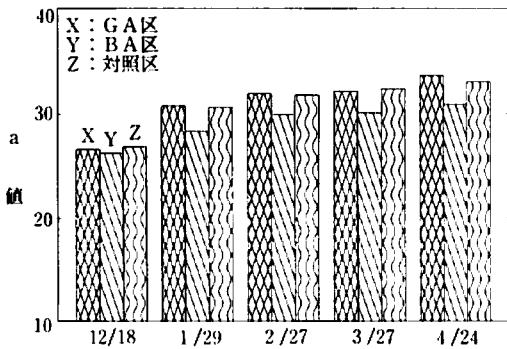


図-4 植調剤散布が果皮のa値に及ぼす影響

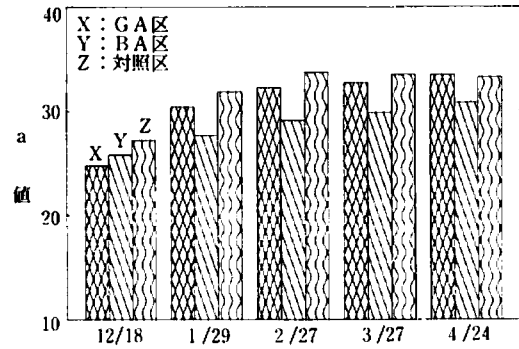


図-5 植調剤浸漬処理が果皮のa値に及ぼす影響

②植調剤処理と果皮のa/b値

植調剤処理果実の貯蔵中のa/b値の変化を表-2に示した。植調剤の散布処理をした果実は収穫時点ではGA₃処理区で低かったが、1か月後の1月29日には対照区と変わらなくなり、最終調査の4月24日まで大きな変化はなかった。しかし、BA処理区の果実のa/b値は他の処理区の果実に比べて低かった。ただ、統計的にはいずれも有意な差はみられなかった。一方、植調剤の浸漬処理をした果実では、1か月後の1月29日からBA処理区の果実が対照区の果実に比べてかなり低く、統計的にも有意な差が認められた。

表-2 植調剤処理が果皮のa/b値に及ぼす影響

処理区		月 日				
		12/18	1/29	2/27	3/27	4/24
散布処理	GA区	0.959	1.163	1.254	1.275	1.380
	BA区	0.975	1.072	1.144	1.174	1.235
	対照区	0.965	1.149	1.297	1.311	1.372
浸漬処理	GA区	0.891	1.135	1.246	1.290	1.366
	BA区	0.938	1.030	1.107	1.155	1.220
	対照区	0.975	1.190	1.319	1.331	1.339

③被袋及びラップ処理と果皮のa値

被袋及びラップ処理が果皮のa値に及ぼす影響について図-6、図-7に示した。植調剤の樹上散布果実及び収穫後に植調剤に浸漬した果実の両方とも、シュパック袋とポリ袋の処理区で着色の進み方が悪く、フィルムラップ処理区と対照区で着色が良好で、とくに、対照区の着色が著しく良好であった。ただ統計的には、樹上散布果実の4月24日調査値以外はいずれも有意な差が認められなかった。

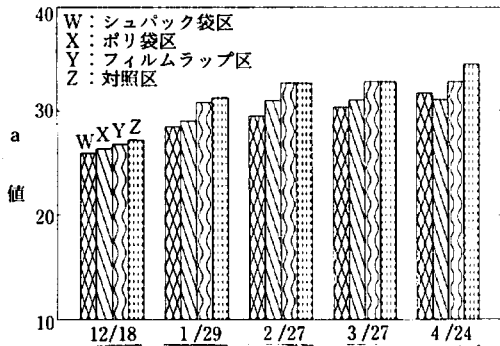


図-6 植調剤散布果に対する被袋及びフィルムラップ処理が果皮のa値に及ぼす影響

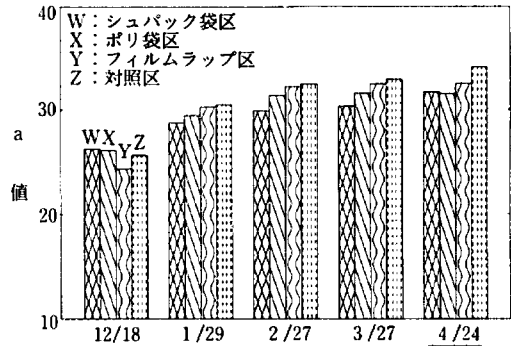


図-7 植調剤浸漬果に対する被袋及びフィルムラップ処理が果皮のa値に及ぼす影響

④被袋及びラップ処理と果皮のa/b値

被袋及びラップ処理が果皮のa/b値に及ぼす影響については表-3に示した。植調剤の樹上散布をした果実では、a値の場合と同様に、フィルムラップ処理区と対照区で高く、とくに対照区が高く、統計的にも有意な差が認められた。一方、植調剤浸漬処理果実では、最終調査の4月24日に対照区と他の3区との間に統計的に有意な差が認められた。

表-3 被袋及びラップ処理が果皮のa/b値に及ぼす影響

処理区		月 日				
		12/18	1/29	2/27	3/27	4/24
散布処理	シュパック袋区	0.947	1.038 ^a	1.107 ^a	1.163 ^a	1.256 ^a
	ポリ袋区	0.963	1.075 ^{a b}	1.190 ^{a b}	1.206 ^{a b}	1.273 ^a
	フィルムラップ区	0.966	1.174 ^{b c}	1.296 ^b	1.296 ^{a b}	1.315 ^{a b}
	対 照 区	0.989	1.224 ^c	1.334 ^b	1.348 ^b	1.471 ^b
浸漬処理	シュパック区	0.957	1.047	1.116	1.157 ^a	1.219 ^a
	ポリ袋区	0.964	1.113	1.228	1.251 ^{a b}	1.251 ^a
	フィルムラップ区	0.888	1.138	1.245	1.277 ^{a b}	1.299 ^a
	対 照 区	0.930	1.174	1.307	1.350 ^b	1.464 ^b

記号はダンカンの多重範囲検定(5%)

3. 糖含量、遊離酸含量及び甘味比

植調剤の樹上散布果に対する被袋及びラップ処理が果汁の糖含量、遊離酸含量及び甘味比に及ぼす影響について示したのが図-8である。また、植調剤浸漬果に対する被袋及びラップ処理が果汁の糖含量、遊離酸含量及び甘味比に及ぼす影響については図-9に示した。糖含量については、植調剤の樹

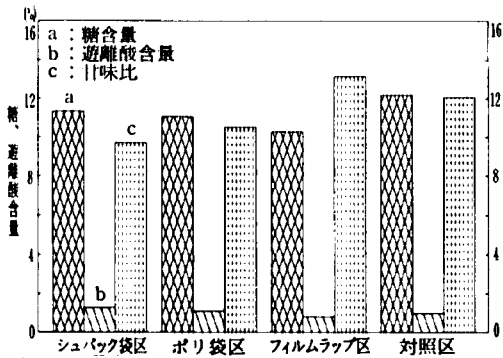


図-8 植調剤散布果に対する被袋及びラップ処理が果汁の糖含量、遊離酸含量及び甘味比に及ぼす影響

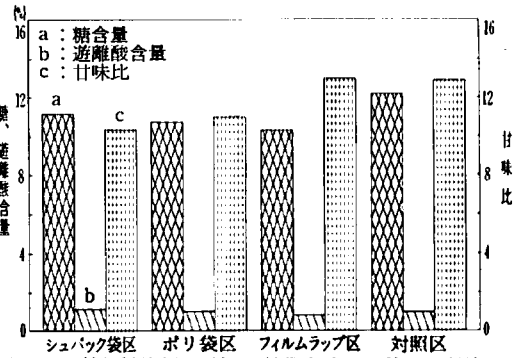


図-9 植調剤浸漬果に対する被袋及びラップ処理が果汁の糖含量、遊離酸含量及び甘味比に及ぼす影響

上散布及び浸漬処理の両方とも対照区で最も高く、他の3処理区との間には統計的にも有意な差が認められた。遊離酸含量については、樹上散布及び浸漬処理の両方ともフィルムラップ処理区が最も低く、統計的にも有意な差が認められた。遊離酸含量の最も高かったのはシュバック袋処理区であった。甘味比については、樹上散布及び浸漬処理の両方の果実がともにフィルムラップ処理区で最も高く、ついで対照区で、統計的にも他の処理区との間に有意な差が認められた。

4. 食味試験

植調剤の処理が食味に及ぼす影響を示したのが表-4である。植調剤の処理ではG A₃処理区で食味が最もよく、B A処理区では対照区の果実よりも食味がむしろ悪かった。また、植調剤処理果実を被袋及びラップ処理した結果を表-5に示した。シュバック袋で処理した果実は大変食味が良好で、ついでポリ袋処理区で、最も悪かったのはフィルムラップ処理区であった。

表-4 食味試験(1)

項目 処理区	おいしい 普通 まずい (%)		
	G A 区	91.67	8.33
B A 区	73.91	26.09	—
対 照 区	83.33	12.50	4.17

表-5 食味試験(2)

項目 処理区	おいしい 普通 まずい (%)		
	シュバック袋区	100.00	—
ポリ袋区	90.00	10.00	—
フィルムラップ区	70.37	25.93	3.70
対 照 区	75.00	25.00	—

考 察

収穫した果実を長期間貯蔵するには鮮度の問題が重要である。果実の鮮度は呼吸や蒸散によって低下する。鮮度の低下に影響を及ぼす要因としては、温度、湿度、二酸化炭素、酸素、エチレンなどがある(2, 3, 5, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16)。果実を貯蔵する場合、果実の減量もまた大変重要である。果実の減量については、果実からの水分の蒸散によるものと、腐敗によるものの両方が考えられる。果実の水分蒸散は温度が高く、湿度の低いほど多くなる。また、北川ら⁷⁾によると、腐敗は日減りの少ない条件下で多くなる。被袋及びラップ処理区は対照区に比べて極端に減量が少ないが、被袋とラップ処理区

の間ではあまり差がない。その理由は、フィルムの種類によって水蒸気の透過に多少の差があるものの、貯蔵期間が長いために、減量に差を生ずるほどの影響が無かったものと考えられる。一方、植調剤処理による果実腐敗への影響では、いずれの植調剤処理でも効果があり、とくに、GA₃処理区で腐敗が少なかった。これは、処理によって果実の老化が抑制されたために、収穫後の一定期間までは果皮が緑色を残して若々しく、老化による腐敗が少なかったことによる。また、被袋及びラップ処理区ではシュバック袋区の腐敗が多く、ラップ処理区が最も少なかった。これは、温度が高くて湿度が低くなると、減量歩合が大きくなる反面腐敗が少なくなることから¹⁴⁾、今回の調査でも北川ら⁷⁾の指摘と同様、袋内湿度が高くて減量の少ない処理区ほど腐敗が多かったことによる。

果皮水分については対照区以外はいずれも水分含量が高かった。しかし、処理区間の差はあまりなかったが、果皮の浮皮はシュバック袋区で非常に激しく、ついでポリ袋区で、ラップ処理区では浮皮が比較的少なかった。これはフィルムの種類によって水分蒸散やガスの透過性に差を生じたとも考えられるが、果皮水分等と結果が異なるので今後の検討が必要である。

植調剤の散布及び浸漬が果皮の着色に及ぼす影響は、散布及び浸漬の両方ともGA₃区は良好で、BA区は不良であった。散布処理の場合、GA₃区は収穫時点で着色がやや不良であるが、すぐに対照区と変わらなくなる。しかし、最終調査では僅かではあるが良くなっている。これは、イヨカンの場合、採取時点で多少着色が悪くても、緑色が濃くクロロフィル含量の多い果皮の方が、黄色の果皮よりも貯蔵中の着色の増進具合がよいことと、さらに、貯蔵後半における多少の果皮退色を考えると、GA₃処理区はGA₃によって老化が遅れた結果、退色も遅れたものと考えられ、それらの両面から着色が良かったものと考察される。一方、浸漬処理では果実の活性が樹上より鈍く、着色促進効果の発現に時間がかかった。

被袋処理と果皮着色の関係ではラップ処理区で比較的良好であった。機能性プラスチックフィルムで包装した果実では熟度及び老化が遅く、着色についても遅れている。それは、袋内が僅かにCA状態²⁾となって、呼吸作用が抑えられて老化が遅れることによる。また、機能性プラスチックフィルムによるエチレンの吸収等が考えられているが、しかし、この機能フィルムのエチレン吸収効果は明らかでない^{1,9)}。しかし、ラップ処理区において着色が進んだのは、ポリ袋に比べてガスの透過性が極端に悪く、袋内が一種の酸素飢餓状態で老化を促進し、着色を増したものと考えられるが、これが後述の食味に関連をもってくる。さらに、浮皮が果皮を黄化させる関係で、浮皮の激しい果実の着色が悪い。

a/b値に及ぼす影響についてはa値と同様、対照区と被袋処理区では差が認められた。また、袋処理間ではラップ処理区の着色増進がやや良好であった。

植調剤散布果に対する被袋及びラップ処理が、果汁の糖度、酸度及び甘味比に及ぼす影響については、糖度は対照区で高く、ついで、シュバック袋区であるが、これは対照区で減量による濃縮効果が現れた結果と考えられる。被袋処理ではシュバック袋区で高く、ラップ処理区で一番低い。先述したように、ラップフィルムはガスの透過性が低く、呼吸作用も抑えられて、糖酸などの呼吸基質の減少が少なかったにもかかわらずそれらの濃度の低下が大きく、さらに糖よりも酸の減少が大きかったた

めに、甘味比が数値的に大きくなった。これに関しては今後さらに調査をすすめる必要がある。一方、浸漬果実についても同様の傾向がみられた。

食味についてはBA処理区で指数が高く、GA₃処理区が良好であった。これは、GA₃処理区で果実の老化が抑制されたことが大きな原因と考えられる。また、被袋処理区ではシュパック袋区で味の変質がなく、全て良好であったが、ラップ処理区及び対照区ではやや味の変質していた。Benら⁸⁾の報告によると、個装はCO₂やエチレンの発生を減少させるが、果実内部の空気のCO₂とO₂の濃度にはあまり影響をあたえないという。また、長谷川ら¹³⁾は、CO₂濃度と異味や異臭との関係は明らかでないと言っているが、しかし、Eliahouら¹⁴⁾によると果実内部の空気の変化が果実のフレーバーと関係したと報告しており、したがって、今回の調査でラップ処理区が最も食味の悪かった原因としては、ガスの透過が不良でCO₂等により風味が悪化したものと考えられる。

以上の結果から、植調剤の樹上散布や収穫後の浸漬によってイヨカン果実の長期貯蔵を図る場合、収穫後の浸漬よりも樹上散布の方が効果が高く、また、腐敗についても植調剤の散布によって減少している。着色については、BAは悪いがGA₃は良好で、対照区とあまり変わらない程度であり、食味についても良好である。したがって、GA₃の樹上散布による貯蔵期間延長の実用化は十分可能性がある。ただ、100PPMの濃度のGA₃散布で、条件によっては薬害を生ずることがあるので、今後、濃度や散布時期などについて検討することが必要である。

摘 要

イヨカンを長期間貯蔵するため、植調剤の樹上散布や収穫果の浸漬処理を行い、同時に各種の機能性フィルム袋で包んで比較試験を行った。

1. 減量は対照区で大きく、また、植調剤処理と袋の種類では差がなかった。腐敗抑制には植調剤処理の効果が高い。被袋処理ではフィルムラップ区で腐敗が少なく、シュパック袋区で多かった。
2. 着色については、GA₃処理区が良好で、BA処理区は不良であった。被袋処理ではフィルムラップ区が良好で、シュパック袋区とポリ袋区では遅れた。
3. 糖含量、遊離酸含量と甘味比については植調剤散布の影響はみられなかった。また、被袋処理ではフィルムラップ区で糖含量と遊離酸含量が低く、甘味比は高かった。しかし、食味は最も悪く、GA₃散布区が良好であった。
4. 以上の結果からGA₃の樹上散布によるイヨカンの長期貯蔵は可能であるが、薬害などの点もあり、今後散布時期及び濃度について検討する必要がある。

引 用 文 献

- 1) 伊東三郎編。果実の化学。朝倉書店、1991。
- 2) 伊庭慶昭、福田博之、垣内典夫、荒木忠治。果実の成熟と貯蔵。養賢堂、1985。
- 3) 上田茂登子、吉田保治。エチレン除去剤に関する研究。園学雑。第60巻。別冊2：620-621。
- 4) Eliahou Cohen, Yavin Shalom and Ida Rosenberger Postharvest Ethanol Buildup and off-

- flavor in "Murcott" Tangerine Fruits, J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(5) : 775-778. 1990.
- 5) 小野祐幸、広瀬和栄、高原利雄。中晩生カンキツの貯蔵に関する研究。第1報貯蔵温度の違いによる呼吸速度の経時的变化。園芸学会昭和59年度秋期大会研究発表要旨。412-413。
 - 6) 川野信寿、小原 誠、柴 茂、財前富一。宮内伊予柑の品質向上に関する研究(第4報)成熟期の温度および樹上の着色。園芸学会昭和59年度九州支部発表要旨。15。
 - 7) 北川博敏、足立修三、樽谷隆之。ナツダイダイの貯蔵・包装及び品質改善に関する研究(第4報)アマナツの貯蔵における包装の効果。園芸学会昭和45年度秋期大会研究発表要旨。276-277。
 - 8) S. Ben-Yehoshua, Ilana Kobiler, and B. Shapiro Some Physiological Effects of Delaying Deterioration of Citrus by Individual Seal Packaging in High Density Polyethylene Film. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104(6) : 868-872. 1979.
 - 9) 青果物予冷貯蔵施設協議会編。園芸農産物の鮮度保持。農林統計協会。1991。
 - 10) 苦名 孝。果実の生理。養賢堂。1970。
 - 11) 西山富久、船上和喜、石田善一。甘夏柑の貯蔵に関する研究(第2報)貯蔵温度が貯蔵性に及ぼす影響。園芸学会昭和58年度秋期大会研究発表要旨。412-413。
 - 12) 長谷川美典、伊庭慶昭。カンキツ類の貯蔵に及ぼす温度の影響(第4報)ウンシュウミカン、レモン、甘夏の酸の変化とバラツキ。園芸学会昭和58年度秋期大会研究発表要旨。404-405。
 - 13) —————、—————。各種フィルム包装がカンキツ果実に及ぼす影響。園芸学会昭和56年度春季大会研究発表要旨。446-447。
 - 14) 日野 昭、李 三玉、川原 茂、門屋一臣。ポリエチレン包装、ワックス処理及び温度がイヨカン果実の貯蔵に及ぼす影響。愛媛大学農学部紀要。34(2) : 327-336。
 - 15) 牧田好高、高橋哲也。ウンシュウミカンの予措温度条件と貯蔵果の品質。園芸学会昭和61年度秋季大会研究発表要旨。498-499。
 - 16) 溝口俊幸、辰巳保夫、邨田卓夫。貯蔵中のカンキツ果実の生理化学的变化に及ぼす温度の影響。園芸学会昭和58年度秋期大会研究発表要旨。498-499。
 - 17) 山田彬雄、高原利雄、村松 昇。秋冬期の遮光と宮内伊予柑の果実品質との関係。園芸学会平成元年度九州支部発表要旨。16。

Summary

Two kinds of growth regulators GA₃ and BA were tested in order to extend storage life of lyo fruit. The growth regulators were sprayed on the tree before harvest or harvested fruit were soaked in their solutions. Thereafter the fruit were sealed in films or packaged in a film bag and stored.

Weight loss of the control fruit was the most conspicuous while in the plot of GA₃ or BA treatment, almost no difference in weight loss was observed. Fruit decaying was also slight in those plots.

Those fruit wrapped by polyethylene film decayed only a little. The fruit packaged in a bag whose inner surface was painted with a kind of zeolite from the Ohtani stone severely decayed.

Coloring was enhanced by GA₃ treatment but BA depressed fruit coloring. The fruit sealed in film promoted coloring. However, coloring was poor when the fruit was packaged in a film bag.

Sugar content of the juice as well as the acidity showed almost no difference among the plots of GA₃ and BA application. Sealing of the fruit resulted in low sugar and acid content. Sugar to acid ratio became high. Taste of the fruit which were sealed by the film was inferior. That of GA₃ treated fruit was excellent.

From the results it was concluded that GA₃ spraying on the tree before harvesting was effective to extend storage life of lyo fruit. However chemical injury was often observed on the rind surface after spraying. Thus the concentration of GA₃ as well as the time of spraying should be further examined.