

植物ホルモン処理と低温貯蔵の組合せによる カボス果実の脱緑防止

秋好 広明・近泉 惣次郎・足立 康隆
村上 和夫・宮田 一史

Effect of NAA, GA₃ and BA on Extending the Storage Life of
'Kabosu' Fruit (*Citrus sphaerocarpa* hort. ex Tanaka) under
Cool Conditions

Hiroaki AKIYOSHI, Sojiro CHIKAIZUMI, Yasutaka ADACHI,
Kazuo MURAKAMI and Kazushi MIYATA

緒 言

カボスは、昔から多くの日本人に親しまれてきたユズ、ダイダイ、キズ、スダチなどと同様に、食酢として用いられるカンキツである。その産地の大分県白杵市には、推定樹令で300年の「原木」があり、県の特別保護樹木に指定され、今なお、毎年100 kgを越える果実を生産している。

カボスの栽培は、近年のウンシュウミカンの生産過剰と、消費者の嗜好の多様化による更新用のカンキツとして、農家の庭先の少量生産から一転して、樹園地化による栽培品種として増殖されつつある。昭和45年の生産量は、大分県全体でわずかに360トンであった。しかし、昭和46年以降、県及び農業団体による本格的なカボス振興政策が軌道にのり、その生産量は飛躍的に伸びている。すなわち、昭和59年度の栽培面積は572 haで、生産量も昭和45年の12倍以上の4,600トンに達した。

カボスは、徳島県の特産品であるスダチと同様に、未熟な緑色果に商品価値が認められている。しかし、果実が成熟するに従って、果皮はだんだん脱緑し、また、酸が著しく減少し、さらに、その独特の風味まで損なわれる。

果実の出荷時期は、ビニール被覆栽培の早期出荷で6月から、また、露地栽培の果実は、8月から10月初旬にかけて出荷される。しかし、常温下では、11月以降になると果皮の脱緑と減酸が進み、出荷後に果皮の緑色と鮮度を保てる期間がごく限られてしまう。したがって、この出荷及び果実の利用期間の延長を図る目的で、果実の長期低温貯蔵を行い、かなりの鮮度保持効果を挙げているが、今回は特に、10月初旬の収穫後期の果実を用いて、脱緑防止効果をもつと思われる数種の植物ホルモンで処理し、異なる貯蔵温度のもとで、果皮の脱緑や、貯蔵中の果面障害発生

の状態について調査した。

材料及び方法

供試材料は、大分県竹田市川床にある足立今朝年氏の園に栽植されている17年生カボス樹の果実で、10月1日に収穫したものである。また、一部は、松山市正円寺の、愛媛大学農学部附属農業高等学校実習地で採取した果実を使用した。ホルモン処理は、収穫後3日目の10月4日に行った。すなわち、オーキシシンとしてNAA、ジベレリンとしてGA₃、また、サイトカイニンとしてはBAを用い、処理濃度の組合せによって、NAA 100 ppm, GA₃ 10 ppm, BA 50 ppm (GA₃ I 区)、NAA 100 ppm, GA₃ 50 ppm, BA 50 ppm (GA₃ II 区)、NAA 300 ppm, GA₃ 10 ppm (GA₃ III 区)、NAA 300 ppm, GA₃ 50 ppm (GA₃ IV 区) の4区とし、減圧吸収処理と常圧浸漬処理を行った。また、果面の塗布処理では、NAA 3%, GA₃ 50 ppm, BA 50 ppm の濃度でラノリンに溶解したものをを用いた。処理した果実は、0.03mmの厚さのポリエチレン袋に包装して貯蔵に移した。減圧処理及び塗布処理区の貯蔵温度はそれぞれ、4, 8及び12℃とし、また、浸漬処理区の貯蔵温度は、4及び12℃とした。植物ホルモンの処理方法は、松本ら⁽³⁾の方法に従った。また、色調を表わすb/a値は、出庫後の12月22日、10日後の1月1日及び20日後の1月10日に測定して得た値を、渡部ら⁽⁴⁾の方法に従って平均したものである。果実の色調は、デジタルカラーメーター (TC-360OP 型 東京電色KK) を使用して測定し、また、クロロフィルの測定は、常法に従って行った。

結果及び考察

a 貯蔵温度と果皮の脱緑

果皮の色調を表すb/a値を統計的に処理した結果、8及び12℃貯蔵の果実よりも4℃貯蔵の果実で脱緑の進むことが明らかになった。

表-1 植物ホルモン処理後の貯蔵温度と果皮の脱緑度(b/a値)

測定部位 貯蔵温度	果 頂 部	赤 道 部
12℃	-2.85	-2.66 ^a
8℃	-2.96	-2.61 ^a
4℃	-2.96	-3.31 ^b

ホルモン処理はNAA 3%, GA₃ 50 ppm, BA 50 ppm をラノリンに溶解し塗布した。

記号a, bはダンカンの多重範囲検定(5%)

また、塗布処理区の貯蔵温度は4℃が最適で、8及び12℃では劣った。

果実の長期貯蔵では、温度が関係要因の中で最も重要である。邨田ら^(1,2)は、カボスを使って、保蔵温度として、1、5、10、15、20及び30℃の6区を設けて最適温度を調査し、5℃が安全な限界温度であるという結論に達した。また、北川ら^(5,6)は、スダチを使って、2、5、10、15、20及び25℃で果皮の脱緑を調査し、1~2℃の範囲で脱緑を抑制する効果の高いことを認めている。しかし、果実を低温で貯蔵すると、果面障害と腐敗果の発生が多くなるという別の問題が起こってくる。したがって、貯蔵期間中の脱緑はある程度進むが、果面の褐変や腐敗果の発生軽減を考慮した安全温度を5℃に置いている。⁽¹⁾

b 植物ホルモン処理による果皮の脱緑防止

1) 減圧処理

4℃に貯蔵した果実は、果頂部及び赤道部ともに、GA₃ II区を除き、対照区と比べて数値的に異なっていたが、統計的には処理区間で有意な差が認められなかった。しかし、8℃貯蔵果では、果頂部及び赤道部ともに、色調を表すb/a値はGA₃ II区で有意な差が認められた。また、12℃貯蔵果では、果頂部及び赤道部ともに、各処理で対照区よりも脱緑が抑制され、数値的に差が認められたが、統計的に有意ではなかった。

2) 浸漬処理

4℃貯蔵果は、果頂部及び赤道部とともに、色調を表すb/a値は、各処理間に有意な差が認められなかった。また、12℃貯蔵では、数値的にみてGA₃ II区で脱緑抑制効果が認められる。しかし、統計的に有意ではなかった。

3) 塗布処理

塗布処理した果実を、4、8及び12℃で貯蔵して、温度が脱緑及び果面障害に及ぼす影響を調査した。果頂部のb/a値については、処理区間で有意な差が認められなかった。しかし、赤道部では、統計的な有意差が認められた。(表-1)

表-2 植物ホルモン浸漬処理後の貯蔵温度と果皮の脱緑度(b/a値)

処理区	測定部位 貯蔵温度	果 頂 部		赤 道 部	
		12℃	4℃	12℃	4℃
BA NAA(K) GA ₃	50ppm 100ppm 10ppm	-3.59	-2.20	-3.51	-2.20
BA NAA(K) GA ₃	50ppm 100ppm 50ppm	-2.16	-2.37	-2.20	-2.20
NAA(K) GA ₃	300ppm 10ppm	-2.69	-1.96	-3.34	-2.08
NAA(K) GA ₃	300ppm 50ppm	-2.69	-2.28	-2.56	-2.27
対 照 区		-3.21	-2.09	-4.08	-2.07

NAA(K)はNAAのカリウム塩。

表-3 植物ホルモン減圧処理後の貯蔵温度と果皮の脱緑度(b/a値)

処理区	測定部位		果 頂 部			赤 道 部		
	貯蔵温度		12℃	8℃	4℃	12℃	8℃	4℃
BA	50ppm							
NAA(K)	100ppm		-2.15	-2.05 ^a	-2.31	-2.33	-2.09 ^a	-2.55
GA ₃	10ppm							
BA	50ppm							
NAA(K)	100ppm		-3.16	-2.53 ^b	-2.12	-3.38	-2.35 ^b	-2.13
GA ₃	50ppm							
NAA(K)	300ppm		-2.30	-2.22 ^{ab}	-2.20	-2.35	-2.13 ^a	-2.22
GA ₃	10ppm							
NAA(K)	300ppm		-3.31	-2.12 ^a	-2.17	-2.92	-2.18 ^{ab}	-2.21
GA ₃	50ppm							
対 照 区			-3.52	-2.13 ^a	-1.80	-3.38	-2.08 ^a	-2.13

記号a,ab,bは、ダンカンの多重範囲検定(5%)

減圧処理の12℃貯蔵果では、計測による数値を見ても、また、出庫後の観察によっても、果皮の黄化する傾向が見られた。また、8℃貯蔵におけるホルモン処理の影響については、果頂部及び赤道部のいずれか一方だけでも処理の差が認められる区は、GA₃Ⅱ、GA₃Ⅲ及びGA₃Ⅳ区であった。4℃貯蔵果では、数値的にも、また、出庫後の観察によっても、処理の影響は全く認められなかった。浸漬処理の4及び12℃貯蔵果も、減圧処理の場合と同様の傾向を示した。

以上の結果から、植物ホルモン処理による脱緑抑制は、8℃貯蔵の減圧処理したGA₃Ⅰ区で数値的に有効であった。また、後述するクロロフィル含量も、他の処理区に比べて高い値を示しており、脱緑抑制に効果のあったことを示している。

塗布処理では、4℃貯蔵の場合に、果皮の色調を表すb/a値が高くなっている。一般に、果皮の脱緑は、貯蔵温度が低いほど抑制されると考えられているが、この調査では、低温の4℃貯蔵果の色調は全く逆であった。

4) クロロフィル含量

貯蔵を始めた10月4日から調査終了時まで、果皮のクロロフィル含量を経時的に測定した。4、8及び12℃貯蔵のいずれについても、対照区の測定値は、他の処理区に比べ低い値を示した。貯蔵期間中のクロロフィルの分解については、処理区間及び貯蔵温度間であまり差はなかった。また、出庫後のクロロフィル含量に対しては、貯蔵温度の高低が大きく影響した。すなわち、12℃定温区では、出庫後もクロロフィルが続けて分解されたようで、調査終了時のクロロフィル含量は、生体100g当たりで4ないし1.5mgまで減少した。しかし、8℃の定温貯蔵では、各処理区ともほぼ横ばい状態となり、クロロフィルの分解が進まなかった。さらに、4℃定温では逆に、全ての処理区と対照区とともにクロロフィル含量が高まる結果となった。

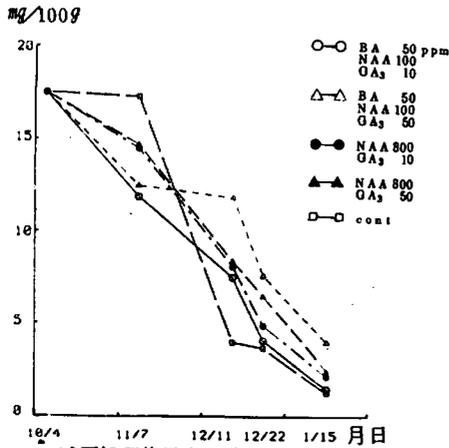


図-1 減圧処理後果皮組織中クロロフィル含量の経時的変化
12℃定温区(0.03mmポリエチレン包装)

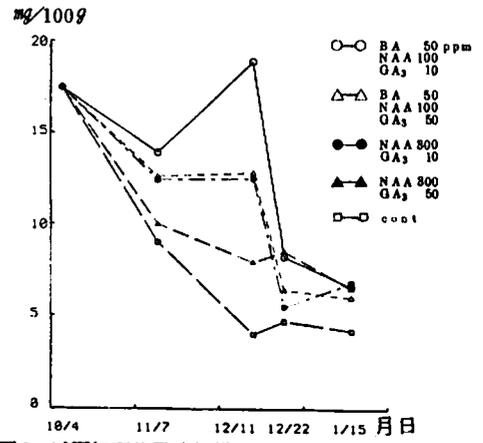


図2 減圧処理後果皮組織中クロロフィル含量の経時的変化
8℃定温区(0.03mmポリエチレン包装)

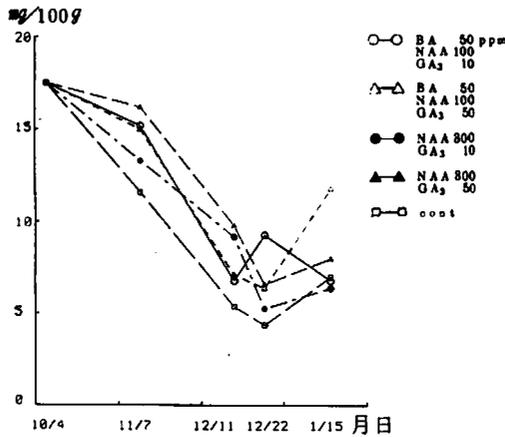


図-3 減圧処理後果皮組織中クロロフィル含量の経時的変化
4℃定温区(0.03mmポリエチレン包装)

貯蔵果実を室温に戻したときのクロロフィルの分解は、貯蔵中の温度が室温より高い場合に促進された。また、貯蔵温度と出庫後の室温との差が比較的小さいときには、クロロフィルの分解がむしろ阻害された。さらに、貯蔵温度が出庫後の室温より低いときには、クロロフィル含量が逆に増加するという特異な現象が認められた。この果実出庫以前の貯蔵温度と出庫後の室温が、クロロフィル含量に及ぼす影響については、今後更に検討する必要がある。なお、浸漬処理区のクロロフィル含量の測定値は、減圧処理のそれと同様の傾向を示した。

c 果面障害

貯蔵中に生ずる果面障害は、減圧、浸漬の両処理区とも、8及び12℃貯蔵では発生しなかった。しかし、4℃貯蔵では、30日目ごろから、果面が不定形に陥没して褐変する障害が発生し始めた。減圧及び浸漬の両処理区とも、出庫時には、浸漬処理のGA₃Ⅲ区と対照区を除き、他の全ての処理区で障害果が発生した。塗布処理での貯蔵温度差による障害果の発生は、前述の減圧及び浸漬処理の場合とは異なり、12℃貯蔵で多く、4及び8℃貯蔵では発生しなかった。

収穫した果実を、2～3か月間4℃で貯蔵しても、無処理の対照区では障害果の発生が認められなかった。しかし、その他の植物ホルモン処理では、そのほとんどの区に障害果が発生した。出庫後の果実の腐敗は、10日目ころから、GA₃1区を除く全ての区で急速に発現したが、このGA₃1区では、貯蔵2か月後に障害果が発生しただけで、以後調査終了時まで、障害果と腐敗果のいずれも発現をみなかった。

塗布処理の12℃区では、貯蔵2か月過ぎに障害果が多発した。この障害果の果皮表面には、不定形の小さな褐変が観察され、また、後には果肉までも腐敗するに至った。また、8℃貯蔵では、出庫後の腐敗果の発現が多かった。しかし、4℃で貯蔵した場合には、障害果及び腐敗果がともに全く発現しなかった。

以上の結果、減圧及び浸漬処理区において、4℃貯蔵で障害果の発生が多かったことは、生長ホルモン処理によって果皮の生理が活性化していたため、細胞内の糖濃度が低くなり、果実の耐久力が低下して、低温の害を受け易くなったものと思われる。また、塗布処理の場合には、果皮の表面全体がラノリンで覆われていたために、組織の呼吸が抑制され、果汁濃度の低下が少なく、低温に対する抵抗力が高まったものと考えられるが、なお検討を要するところである。なお、出庫後の腐敗が高温になるほど多く認められたことは、塗布処理によって果皮組織の呼吸

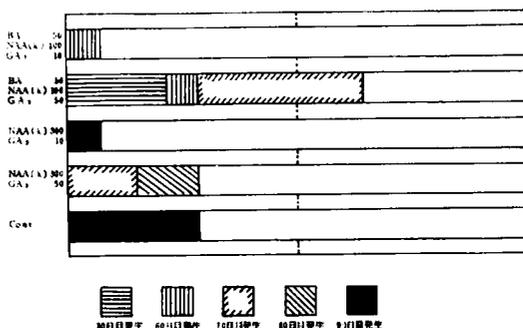


図-4 植物ホルモン浸漬処理別果面障害果の発生率 (4℃貯蔵区)

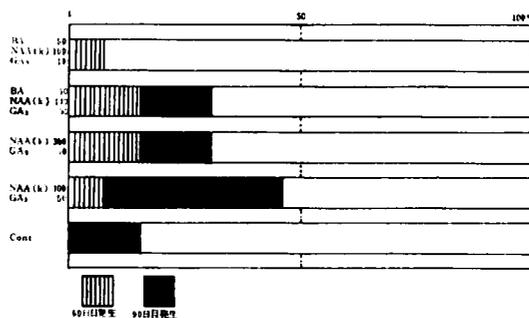


図-5 植物ホルモン減圧処理別果面障害果の発生率 (4℃貯蔵区)

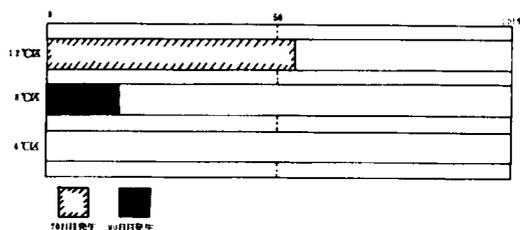


図-6 塗布処理後の貯蔵温度と果面障害果の発生率

その他の生理代謝が乱され、その結果、果皮と果肉の両方が腐敗するに至ったものと考えられる。

以上述べた結果を要約すると、今回の調査では、GA₃I区で、各貯蔵温度のいずれについても障害果や腐敗果の発生が少なく、また、脱緑抑制効果もあり、2～3か月間の貯蔵ならば、このホルモン処理によって初期の目的に近い成果を達成できるものと考えられる。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、ご指導をいただいた愛媛大学農学部柑橘学講座松本和夫教授、園芸学講座門屋一臣教授及び本学附属農場渡部潤一郎助教授に対し深く感謝の意を表す。

摘 要

1. カボスの未熟な緑色果について、脱緑を抑制すると思われる植物ホルモンで果面を処理し、その後の長期貯蔵中に認められる果色の変化と障害果の発現について調査した。
2. 長期貯蔵の場合には、温度の高低が果実の品質を左右する重要な要因となるが、ホルモンをラノリンに溶解して果面に塗布した区では、4℃貯蔵で特に脱緑が進んだ。また、減圧及び浸漬処理区では、逆に、温度が低いほど脱緑が抑制される傾向を示した。
3. 出庫後のクロロフィル含量は、12℃貯蔵区で分解が進んだが、8℃貯蔵ではむしろ分解が阻害され、さらに、4℃の場合は、果皮組織中のクロロフィル含量が逆に増加した。
4. 減圧及び浸漬処理の4℃貯蔵では、全ての処理区で果面障害果が発現し、また、出庫後に腐敗果が多く発生した。しかし、GA₃I処理区（NAA100ppm、GA₃I0ppm、BA50ppm）では、貯蔵2か月目に、果面に不定形の小さな褐斑が認められただけで、それ以後、果面障害果と腐敗果の発生は全く見られなかった。
5. 以上の結果から、カボスの脱緑を抑制する効果のある植物ホルモン処理法について考えると、b/a値とクロロフィル含量でともに有意な差が認められなかったとはいえ、長期貯蔵中の果面障害と腐敗果が発生しなかった点で総合的に判定して、GA₃I処理が当初の目的に近い結果を与えたものと考えられる。

引 用 文 献

- 1) 邨田卓夫 (1982) カボス果実の貯蔵生理に及ぼす温度の影響。園芸学会雑誌 50 (4) : 516 - 520.
- 2) 邨田卓夫, 田中邦明, 中林敏郎 (1980) カボス果実の貯蔵について。園芸学会昭和55年度秋季大会研究発表要旨 404 - 405.
- 3) 松本和夫, 近泉惣次郎, 渡部潤一郎, 秋好広明, 天野勝司, 三好清敏, 西岡守応 (1984) 植物ホルモン処理によるカンキツ果面描字法の開発。園芸学会昭和59年度春季大会研究発表要旨 394 - 395.

- 4) 渡部潤一郎, 秋好広明, 天野勝司 (1984) カンキツ果実の着色増進に関する研究。
愛媛大学農学部紀要 29 (2) : 101-111.
- 5) 北川博敏, 川田和秀, 樽谷隆之 (1978) スダチの貯蔵に関する研究 (第1報) 貯蔵
温度および包装方法。園芸学会昭和53年度春季大会研究発表要旨 466-467.
- 6) 北川博敏, 樽谷隆之 (1980) スダチの貯蔵に関する研究 (第2報) 予措および貯蔵
障害について。園芸学会昭和55年度春季大会研究発表要旨 506-507.
- 7) 佐金信治, 長谷部秀明, 音井 格, 黒上九三郎 (1983) スダチの貯蔵温度と貯蔵性。
園芸学会昭和58年度秋季大会研究発表要旨 426-427.

Summary

1. Plant growth regulators such as NAA, GA₃ and BA were applied on green 'Kabosu' fruit and changes of the rind color and occurrence of rind injury were recorded throughout the period of storage.

2. Storage temperature strongly affected the quality of the fruit. In the plots where the growth regulators in lanolin paste were applied on the fruit surface, degreening was prominent at 4°C. Hypobaric condition or soaking the fruit in the solution delayed degreening at low temperatures.

3. After storage, chlorophyll content of the rind was measured. At 12°C the chlorophyll content was lowest and at 8°C chlorophyll decomposition was slow. Further at 4°C the content was highest.

4. Rind injury was found when fruit were stored at 4°C under hypobaric conditions. Soaking the fruit in the solution containing growth regulators also induced the rind injury when fruit were stored at 4°C and many of them were later decayed. However, GA₃ treatment at 10ppm in combination with NAA and BA at concentrations of 100ppm and 50ppm respectively showed a remarkable effect on extending the storage life. In the plot slight brown spots were observed after 2 months of storage. Thereafter, neither injured fruit nor decayed fruit was observed.

5. Although statistical analysis of b/a value and of chlorophyll content showed no significant difference between the plots, it is expected that GA₃ treatment along with NAA and BA application is effective to extend the storage life of 'Kabosu' fruit under cool conditions.