

ジベレリンとジャスモン酸を用いたウンシュウミカンの浮皮軽減

静岡県農林技術研究所 果樹研究センター 牧田好高

1. はじめに

ウンシュウミカンの浮皮は、果皮組織と果肉組織の間に空隙を生じる生理障害であり(図-1)、産地ではブクとかブクミカンとも呼ばれている。

浮皮が発生すると、果皮が物理的に弱くなり、選果や貯蔵、輸送中などに果皮に外傷を生じやすく、腐敗の発生が多くなる。また腐敗が発生しない果実でも、圧迫による果形の変形や時には破裂果を生じやすい。さらに浮皮が著しい果実では貯蔵前処理の予措が効きにくいことに加え、果肉周囲が嫌氣的になるため、貯蔵中に異味や異臭が発生するなど、貯蔵性や品質低下を生じやすい⁶⁾ことから、ウンシュウミカンの貯蔵産地では浮皮抑制は以前から大きな問題となってきた。

ウンシュウミカンでは果実の着色期以降、果実が高温や高温条件に遭遇すると、着色は進まず浮皮が発生する^{1, 2, 4)}。しかし果実の成熟が進み果

肉の生育が停止した後でも、養水分が吸収できる地温・気温・水分条件があると果実肥大が続行して浮皮になることが明らかとなっている⁴⁾。

1970年代までは、ウンシュウミカンの浮皮は九州四国など西南日本産地で発生が多く問題となっていた。これは、秋季から初冬季に高温高湿になりやすいことが原因のひとつであることが明らかとなっている¹⁾。しかし近年、気候変動の拡大とともに、これまで浮皮がそれほど問題とならなかった東日本の産地においても浮皮が多発し、そのため果実品質や貯蔵性が低下しているとの産地の声を頻繁に聞くようになった。浮皮発生程度と相関が高い果実比重により近年の傾向をみると、静岡県では果実比重の低下は近年明らかに顕著になってきている(図-2)。果実比重の値は、果実の大きさや果皮の厚さなどの影響も受けるため、果実比重の低下がすべて浮皮発生による



図-1 ウンシュウミカンの浮皮
左側：浮皮が発生した果実、右側：健全果

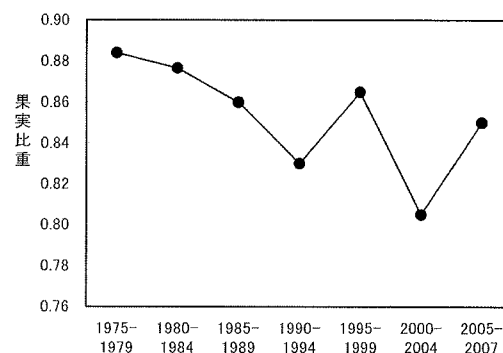


図-2 ‘青島温州’の果実比重(12月1日)の推移
静岡県農林技術研究所果樹研究センター(静岡市清水区駒越)

ものとは言えないが、産地の声などを総合すると、果実比重の低下に浮皮発生が相当部分関与していると推察される。さらに近年の浮皮多発の要因として、高品質果実生産の指向があげられる。春先の気温の上昇によりウンシュウミカンの開花期が前進化する傾向があるのに加え、高糖度の果実を生産するために、産地では従来よりも収穫時期を遅らせる傾向があることも浮皮の多発に影響していると考えられる。

IPCC³⁾の報告では、今後、気候変動の幅がより大きくなると予測されており、東日本のウンシュウミカン産地でも、秋期から初冬季に高温高湿条件になる頻度が高まると予想される。そのため、東日本の産地でも浮皮発生がより著しくなることが予想され、ウンシュウミカン産地にとり浮皮抑制技術の確立は産地の存亡にもかかわる重要な課題となりつつある。

ウンシュウミカンの浮皮軽減については、これまでも多くの研究がなされており、その成果として、すでにいくつかの浮皮軽減剤が実用化されている。ジベレリンを用いた浮皮軽減については、倉岡ら⁵⁾により初めて報告された。その後、ジベレリン研究会の依頼により全国的に試験が行われた。その結果、ジベレリンはウンシュウミカンの浮皮抑制に効果があるが、低濃度処理でも果皮に薬害や着色の遅延が問題となり実用化しなかった。そこで、リンゴの着色促

進に効果が認められていたジャスモン酸に注目し、ジベレリンとジャスモン酸(図-3)を併用した場合のウンシュウミカンの浮皮軽減効果について2001年以降検討を続けてきたのでその概要について紹介する。

2. 散布時期と散布濃度

ジャスモン酸(prohydrojasmon)とジベレリン(GA₃)の同濃度混合液剤の散布によるウンシュウミカンの浮皮抑制効果の確認と、効果的な散布時期および散布濃度を模索するため、‘青島温州’を用いて2001年～2003年の3年間試験を行った。

(1) 試験方法

2001年は処理濃度(20ppm区, 10ppm区, 5ppm区)に処理時期(10月区, 11月区)を組み合わせ、2002年と2003年は処理濃度(10ppm区, 5ppm区, 3.3ppm区)に処理時期(2002年: 9月区, 10月区, 2003年: 8月区, 9月区)をそれぞれ組み合わせて処理し、無処理と比較した。各処理について、収穫時と常温貯蔵後に浮皮発生や他の果実品質を調査した。収穫は、2001年が11月29日、2002年が12月3日、2003年が12月8日に行った。

(2) 結果(図-4, 図-5)

2001年の試験では、11月5ppm処理を除き、いずれの処理区においても浮皮発生が明らかに

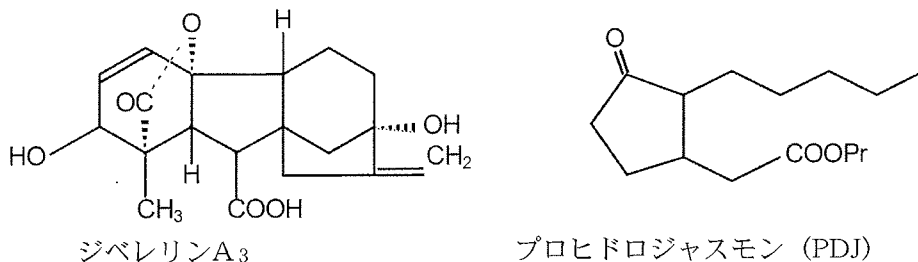
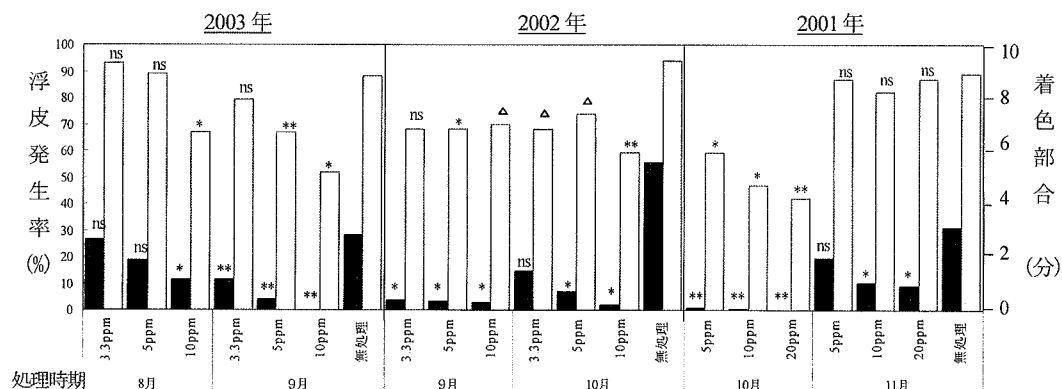
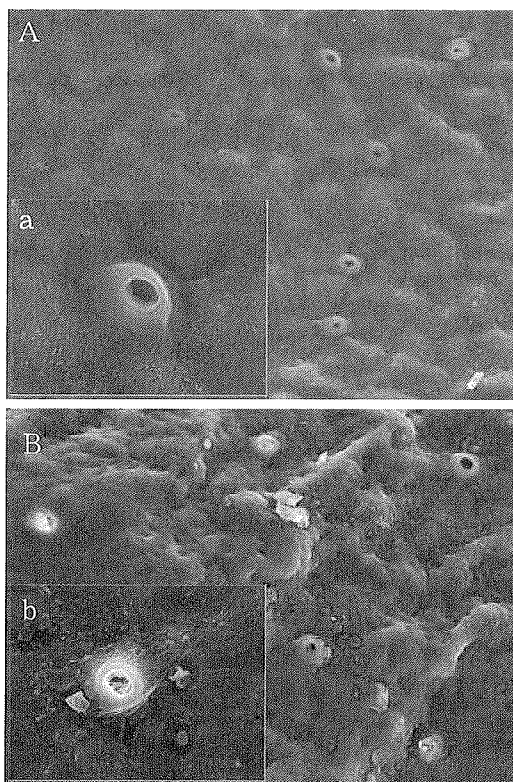


図-3 ‘ジベレリンA₃、プロヒドロジャスモン(PDJ)の化学構造式



図ー4 ジベレリン・ジャスモン酸混合液剤の処理濃度と処理時期が‘青島温州’の浮皮発生率と着色歩合に及ぼす影響(収穫時)
 ■：浮皮発生率、□：着色歩合、グラフ上の△、*、**は無処理との間のt検定により、それぞれ $P<0.1$ 、 $P<0.05$ 、 $P<0.01$ で有意な差があることを、nsは有意な差が無いことを示す。



図ー5 ジベレリン・ジャスモン酸混合液剤処理が果皮の epicuticular wax の発達に与える影響 (収穫時のSEM画像)
 A、a：9月の5ppm処理果、B、b：無処理果

抑制された。処理時期では11月処理より10月処理においてより高い浮皮抑制効果が認められた。

収穫時の果実着色歩合は、11月処理ではいずれの処理濃度においても無処理との間に差は認められなかったが、10月処理ではいずれの処理濃度においても明らかな着色の遅れが認められ、高濃度処理ほどこの傾向が強くなった。また11月処理では、すべての濃度において果皮に褐色斑点状の薬害を生じた。この薬害発生は、処理濃度が高いほど顕著であった。

2002年の試験では、10月3.3ppm処理を除き、いずれの処理区とも浮皮発生を明らかに抑制した。この効果は55日間常温貯蔵した後も保持されていた。

収穫時の果実着色歩合は、ジベレリン・ジャスモン酸混合液剤散布区では無処理区より2～3.5分低くなったが、散布時期(9月・10月)、散布濃度間(3.3ppm・5ppm・10ppm)ではいずれも一定の傾向は認められなかった。また、収穫時に無処理との間で差がみられた果実着色歩合は、55日間の常温貯蔵後においては、いずれ

の処理区とも無処理との間に顕著な差は認められなかった。また、収穫時と貯蔵後における果汁糖度と酸含量は各処理間に明らかな差は認められなかった。

2003年の試験では、8月3.3ppm処理と8月5ppm区を除いた各処理区において浮皮発生が顕著に抑制され、処理濃度が高いほど浮皮抑制効果が大きくなる傾向が認められた。9月処理では常温貯蔵後も浮皮抑制効果が持続していたが、8月処理ではいずれの処理濃度とも浮皮発生は無処理と差がみられなかった。9月処理では8月10ppm処理と9月5ppm処理、9月10ppm処理では果実の着色遅れが認められ、収穫時の果実着色歩合が明らかに低くなったが常温貯蔵後はすべての処理間で差がみられなかった。果汁の糖度は各処理間に差は認められなかったが、8月10ppm処理、9月5ppm処理と9月10ppm区では収穫時の酸含量が高くなった。

カンキツ類ではepicuticular waxの集積は成熟と関連しており、成熟が進むに従いwax集積が進むことが知られている。そこで、2003年試験の9月散布果実について、収穫時に果皮表面の状態をSEM観察した。無処理果実では果皮のepicuticular waxの発達が観察され、果皮表面にある気孔の多くがwaxに覆われていた。これに対し、ジベレリン・ジャスモン酸混合液剤処理果実では、epicuticular waxの発達が悪く、露出した気孔が多く観察された。

このように果皮着色の遅れとともにepicuticular waxの発達遅延が観察されたことなどから、ジベレリン・ジャスモン酸混合液剤処理では果皮自体の成熟を遅延させる効果があると推察される。

3年間の試験結果から、ウンシュウミカンに対するジベレリンとジャスモン酸の同濃度混合液剤処理により、果実着色がやや遅れるが、果

汁成分に大きな影響を与えることなく、浮皮を軽減できることが明らかとなった。果実着色への影響をできるだけ小さくし、浮皮を効果的に抑制するための処理条件は、9月の3.3～5ppm処理であると考えられた。

3. 地域による効果の差

浮皮は園地の環境条件によって発生状況が異なることが知られている。そこでここでは生育環境の異なる産地の栽培園における浮皮抑制効果について検討した。

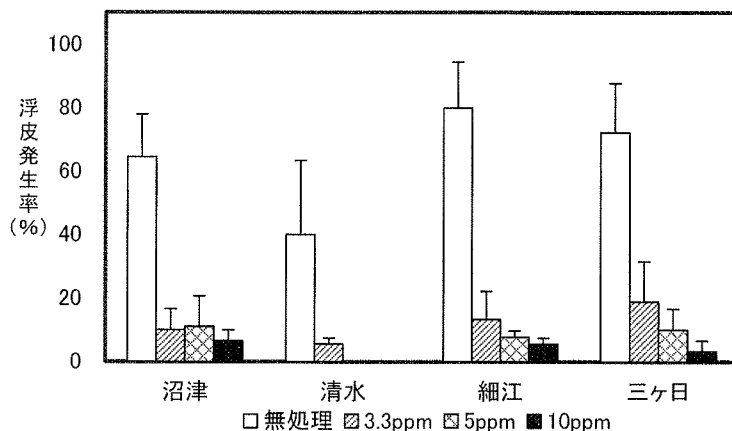
(1) 試験方法

静岡県内の栽培環境が異なる4産地（沼津市、静岡市清水、細江町、三ヶ日町）の‘青島温州’園地を供試した。供試園地のうち、沼津市の園地は通気性不織布による全面マルチ栽培園、その他の園地は通常の露地栽培園である。

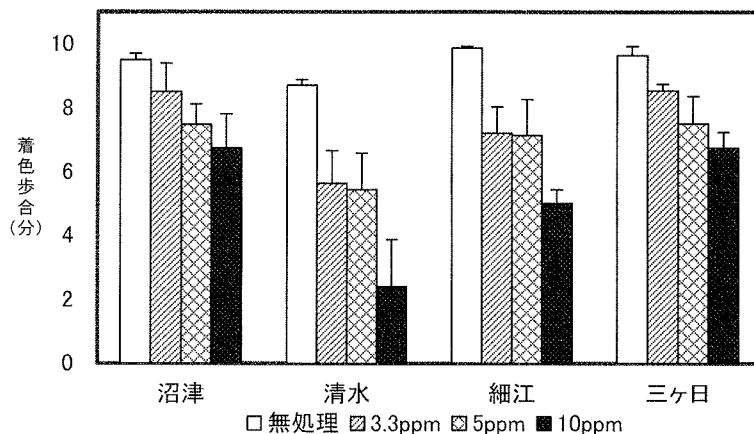
前記の試験と同様にジベレリン・ジャスモン酸同濃度混合液剤を用いた。処理は、3濃度（3.3ppm, 5ppm, 10ppm）とし無処理と比較した。また各処理は垂主枝単位の枝別に行い、1樹内にすべての処理が含まれるよう配置して3樹反復した。処理日は、沼津市が2003年9月16日、静岡市清水が同年9月12日、細江町と三ヶ日町は、同年9月11日に行った。収穫は、沼津市が2003年12月2日、静岡市清水が同年12月4日、細江町と三ヶ日町は、同年12月3日にそれぞれ行い、収穫直後に果実の浮皮、着色歩合、果実品質を調査した。さらに果実を同一貯蔵庫内で常温貯蔵し、貯蔵66日後に、浮皮、着色歩合、果実品質を調査した。

(2) 結果

収穫時の浮皮発生程度は産地による差がみられた。異なる産地においても、ジベレリン・ジャスモン酸混合液剤の処理区では、いずれの処理



図－6 ジベレリン・ジャスモン酸混合液剤処理が生育環境の異なる‘青島温州’の浮皮発生率に及ぼす影響（収穫時）
縦線は標準誤差。散布は2003年9月。



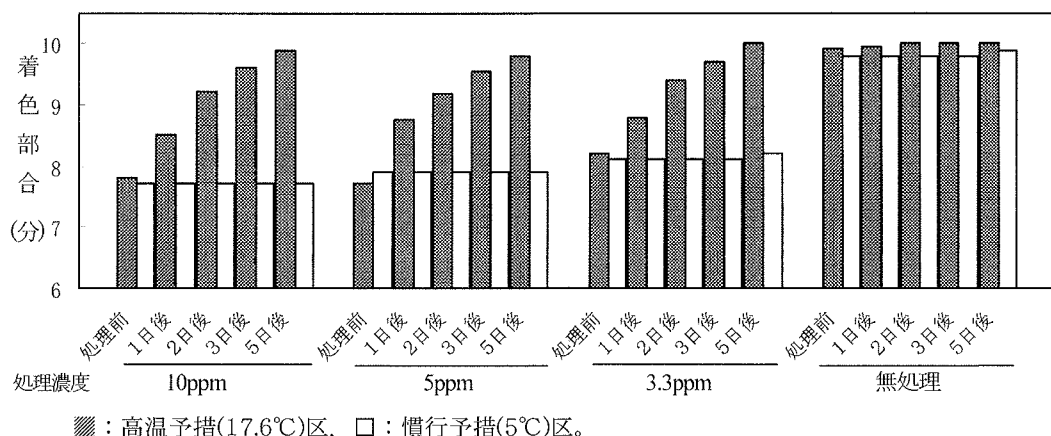
図－7 ジベレリン・ジャスモン酸混合液剤処理が生育環境の異なる‘青島温州’の果実着色歩合に及ぼす影響（収穫時）
縦線は標準誤差。散布は2003年9月。

濃度とも収穫時の浮皮発生率，浮皮指数が無処理区よりも有意に低く，高い浮皮抑制効果が認められた。また，処理濃度が高いほど浮皮抑制効果が強くなる傾向が認められた(図－6)。また，すべての産地と処理濃度において葉害発生の発生は認められなかった。

すべての産地で，収穫時の果実着色の遅れが観察され，処理濃度が高いほど果皮着色の遅れは顕著であった(図－7)。しかし，果肉歩合およ

び果汁の糖度，酸含量，糖酸比などその他の果実品質では各処理間に有意な差は認められなかった。

いずれの産地でもすべての処理区において，浮皮発生率と発生指数が常温貯蔵中に増加した。しかし，ジベレリン・ジャスモン酸混合液剤処理区の浮皮発生程度は66日間貯蔵後においても無処理区に比べて有意に低くなった。また，収穫時に認められた着色歩合の差は，66日間貯蔵



図－8 ジベレリン・ジャスモン酸混合液剤処理をしたウンシュウミカン果実の高温予措中における果実着色歩合の進行

後では差がなくなった。同様に、貯蔵後におけるその他果実品質（果肉歩合、果汁の糖度、酸含量、糖酸比）にも明らかな差は認められなかった。

以上の結果から、単年度の試験ではあるが、ジベレリン・ジャスモン酸混合液剤の9月処理は、産地が異なってもウンシュウミカンの浮皮を軽減することが明らかになった。また試験を実施した県内4産地のすべてにおいて、糖度、酸含量、糖酸比に差がなかったことから、果実品質への大きな影響はないと考えられる。

4. 高温予措による果実の着色改善

ジベレリン・ジャスモン酸混合液剤の9月処理はウンシュウミカンの浮皮を軽減するが、同時に果実の着色遅延効果も認められる。そこでここでは、果実の着色遅延について、収穫後の高温予措による着色改善効果を検討した。

(1) 試験方法

2002年に行った散布時期と散布濃度のうち、10月処理果実を用いて予措試験を行った。各処理区の果実を二分し、高温予措（予措温度の平

均が17.6℃）と慣行予措（予措温度の平均が5.0℃）を行った。予措は5日間行い、予措中の果実着色程度の変化を調査した。

(2) 結果

予措前における各処理区の平均着色歩合は、10ppm処理区と5ppm処理区が7.8分、3.3ppm区が8.2分、無処理区が9.8分であった。

慣行予措区では、すべての処理区において5日間の予措中に果実着色の進行がほとんど認められなかった。これに対し、高温予措区では、5日間の高温予措中に果実の着色が進行し、予措5日後にはすべてのジベレリン・ジャスモン酸混合液剤の処理区で果実着色歩合の平均値がほぼ10分に達した（図－8）。高温予措終了時ににおいて、果実着色歩合が10分未満の果実比率は、5ppm区が13%、10ppm処理区と3.3ppm処理区が5%、無処理区が0%であった。これらのことから、収穫時の平均果実着色歩合が8分前後では、高温予措の5日間処理により果実の着色は大きく改善されるが、果実着色歩合が10分未満の果実が5～13%残ることが判明した。

以上の結果からジベレリン・ジャスモン酸混

合液剤の秋季処理によるウンシュウミカンの果実着色の遅れは、収穫後の高温予措により改善できることが明らかとなった。

5. おわりに

近年、柑橘類の産地では、気候変動幅の拡大によると思われる異常な気象現象によりさまざまな生理障害の発生が問題となってきた。これらの生理障害のうち浮皮と水腐れの発生被害が最も大きく、対策技術の確立が求められている。ここで紹介した浮皮軽減技術は静岡県内において行ったものである。今後、生育環境や気象的条件がより異なる各県で試験を行っていただき、研究をさらに深化させ、技術的により確実なものに仕上げていただきたい。

参考文献

- 1 河瀬憲次・高原利雄・広瀬和栄・小野祐幸・吉永勝一. 1984. ウンシュウミカン果実における浮皮発現の要因と防止法に関する研究 (第1報). 果樹試報 D6, 27-40.
- 2 河瀬憲次. 1984. ウンシュウミカン果実における浮皮発現の要因と防止法に関する研究 (第2報). 果樹試報 D6, 41-56.
- 3 IPCC. 2008. Climate change and water. IPCC Technical Paper IV. 15-31.
- 4 倉岡唯行. 1962. 温州みかん果実の発育に関する組織学的研究. 愛媛大紀要. 8:105-154.
- 5 倉岡唯行・岩崎一男・門屋一臣. 1966. 温州ミカンの浮皮発現防止に関する研究 (第5報). 園芸学会昭和41年春発表要旨. 43-44.
- 6 真子正史. 1988. ウンシュウミカン果実の貯蔵性の解析, 貯蔵法の改善に関する研究. 神奈川園試研報. 37:7-13.
- 7 横尾宗敬・奥代直巳・小園照雄・岩佐俊吉・大崎守. 1963. 温州ミカンの浮皮に関する研究 (第1報). 園試報 D1, 29-44.



新刊

シリーズ食農学①

イネ・米・ごはん



佐合隆一・飯島和子・飯島朝子／著 A5判 120頁 定価2,415円(税込)

あいつぐ食品偽装問題は、ついに米にまで及んだ。生命を支える最も大切な「食」が今、危機にさらされている。消費者にとっては自分たちの食べているものの正体がわからず、不安感ばかりが募っている。今こそ「農」の立場から消費者に対して正しい基礎知識を情報として発信する必要がある。農と食をつなぐ食農学シリーズの第1弾は主食である米。イネという植物、米という穀物、そしてごはんという食物を俯瞰する。

全国農村教育協会

〒110-0016 東京都台東区台東1-27-11
TEL03-3839-9160 FAX03-3839-9172

<http://www.zennokyo.co.jp>