

ジベレリンとプロヒドロジャスモンの混合散布による 晩生ウンシュウミカンの浮皮軽減技術

農業・食品産業技術総合研究機構 果樹研究所 カンキツ研究領域 生駒吉識

1. 浮皮の発生状況

浮皮とは、果皮と果肉が分離する現象が激しくなった状態を示し、この生理障害が発生した果実では、貯蔵・輸送中に腐敗しやすい、味が淡泊になるなどの問題がある（写真－1）。

その発生程度は段階的であり、果梗部付近など一部の部分で浮皮となる場合には発生程度が「軽」、果梗部から赤道部付近の範囲などの果実の半分程度の部分で浮皮となる場合には発生程度が「中」、果実全体で浮皮となる場合には発生程度が「甚」と評価されている（農林水産省果樹試験場興津支場, 1987）。発生程度が「軽」の場合は、販売面で大きな問題となりにくい、が「中」～「甚」になると、出荷後の腐敗が多くなる、段ボールの中で果実が変形するなどの問題が起りやすくなるため、これらの果実の多くは、農家での選果の段階で加工用などに選別されることが多い。



写真－1 浮皮果（左）と正常果（右）

浮皮の発生は古くから問題とされてきた。さらに、近年、温暖化の進行が浮皮発生を助長しているという調査結果が報告されるようになった。杉浦ら（2004）は、温暖化が現時点で果樹生産にどのような影響を及ぼしているのかについて、全国規模のアンケート調査を実施し、カンキツに対する温暖化の影響として、ハウスミカンの花芽分化の遅延、着色不良、生理落果の助長などのほかに、果実に発生する生理障害として、浮皮や水腐れ果の発生を指摘している。また、農林水産省生産局は、平成19年6月21日に「品目別地球温暖化レポート」を策定し、ウンシュウミカンに対する温暖化の影響と今後の対応方針について公表している。このレポートにおいては、今後の対応方針として、特に、浮皮などの果実生理障害について、「発生機構の解明ならびに既存の栽培管理手法と被害発生の関係解明」が重要であることを指摘している。

浮皮は、温度が一定の場合には湿度が高いほど、湿度が一定の場合には温度が高いほど発生しやすいことが示されており（河瀬, 1984a）、温暖化が一層進むと、浮皮の発生がさらに助長される懸念がある。また、浮皮は果実の熟度が進むと激しくなるため、果実の糖度上昇をねらって、収穫時期を遅くする栽培方法も、浮皮助長の一因となっていると考えられる。

ここでは、浮皮の発生軽減技術を概説し、特

に、平成22年2月に農薬登録され、実用化されたジベレリンとプロヒドロジャスモンの混合散布によるウンシュウミカンの浮皮軽減技術を中心に紹介する。

2. 浮皮軽減技術の概要

浮皮は、窒素が多いと発生が助長される（鳥潟ら，1955；河瀬，1984b）。このため、果実成熟時の窒素の肥効を小さくする肥培管理が重要となり、例えば、夏肥を少なくする、夏肥の施用後に降雨がない場合には、夏肥の遅効きを避けるために灌水を行うなどの工夫が有効と考えられる。

また、浮皮は、樹冠の上部や表層で発生しやすいため、樹冠上部摘果（高木ら，2009）、樹冠表層摘果（北園，2007）などの摘果法の改善により、浮皮を軽減できることも明らかにされている。さらに、通常の時期よりも摘果時期を遅くすることで着果負担による樹体ストレスを増大させて浮皮を軽減する後期重点摘果（井上ら，2005）も有効である。

これらの栽培管理技術のほかに、浮皮軽減に利用可能な農薬が第1表のとおり登録されている。炭酸カルシウム水和剤や塩化カルシウム・硫酸カルシウム水溶剤は、含有されるカルシウムが果皮の細胞の接着を強固にする作用や果実からの水分の蒸散を促進する作用（樹上予措作用）などを発揮し、浮皮を軽減できる（河瀬，1984c；牧田，1998）。エチクロゼート乳剤は、植物ホルモンのオーキシン活性を有する農薬で、同種の活性を有する農薬の中で、唯一浮皮軽減作用を示す。ジベレリン（GA）とプロヒドロジャスモン液剤（PDJ）は、それぞれが植物ホルモン活性を有しており、平成22年2月に、これらの薬剤が農薬登録され、使用時に混合して散布する新

しい浮皮軽減技術が実用化された。

3. GAとPDJの混合散布技術の開発経過とその特徴

GAによる浮皮軽減技術については、古くから検討されてきた。倉岡ら（1967）は、ウンシュウミカンに対して、GAを10、25、50、100ppmの濃度で10月下旬から11月中旬にかけて3回散布し、無散布よりも浮皮の発生が軽減できることを示した。しかし、果皮に褐色の葉斑が生じるなどの葉害のために実用化できなかった。

このようなジベレリンの葉害を回避できるようになったのは2000年以降で、静岡県牧田ら（2004）は、PDJと混合してGAを散布することで、浮皮軽減効果を保ちつつ、GAの処理濃度を低下でき、褐色の葉斑の発生のような葉害を回避できることを明らかにし、実用化の可能性を示した。具体的には、2001年～2003年にかけての試験で、9月に3.3～5ppmの濃度（GAとPDJを同じ濃度で混合）で散布することが有望であるとした。

このような結果を踏まえ、平成15年度以降、財団法人日本植物調節剤研究協会による果樹関係除草剤・生育調節剤試験において、GA（3.3～5ppm）とPDJ（25～50ppm）を混合して散布する浮皮軽減技術の作用性や適用性が検証された。その結果、同処理による浮皮軽減効果が実用化可能と判定され、表-1のとおり使用可能となった。

この処理の浮皮軽減効果は高く、品種や年次にかかわらず安定的である（表-2）。著者らも、同様の処理条件で、中生や早生ウンシュウミカンに、GA・PDJ混合散布を複数年実施したが、いずれの場合でも安定的に浮皮軽減効果を認めた。しかし、処理にともなって、着色が遅延する

表－１ ウンシュウミカンにおいて登録されている浮皮軽減用の農薬

農薬の種類	農薬の名称	使用方法
炭酸カルシウム水和剤	クレフノン	・100倍 ・収穫1か月前から収穫直前までの間に1回散布
塩化カルシウム・硫酸カルシウム水溶剤	セルバイン	・300倍 ・生理落果終了から着色期までに20～30日間隔で2～3回散布
エチクロゼート乳剤	フィガロン乳剤	・2000～3000倍 ・1回目：蜜尻期、2回目：蜜尻期の2週間後の2回散布
ジベレリン ^注 とプロヒドロジャスモン液剤の混用	ジベレリンとジャスモメート液剤を混用	・ジベレリン水溶剤又は液剤の3.3～5ppmとプロヒドロジャスモン液剤の1000～2000倍を混用 ・収穫予定日の3か月前（但し、収穫45日前まで）に1回散布

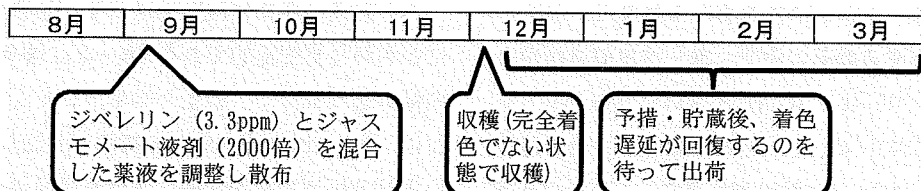
注）農薬の種類として、ジベレリンには、水溶剤と液剤がある。

表－２ ジベレリンとプロヒドロジャスモンの混合散布の特徴

浮皮軽減効果	浮皮軽減効果は高く、品種や年次にかかわらず安定的な作用を示す。
散布にともなう副作用	着色が遅延するほか、果頂部に緑斑（涙滴斑）が残る場合がある。
使用できる温州ミカンの作型	十分に着色させることが可能な、貯蔵用・樹上完熟用温州ミカンに限定される。

傾向があり、慣行の収穫期に収穫して、貯蔵せずに出荷するタイプの温州ミカンには現時点では使用することは推奨できない。このため、樹上完熟や貯蔵ミカンのように、着色するのをゆっくり待つことができる作型に使用が限定される。

散布濃度は、GAについては3.3～5ppm、PDJについては25～50ppm（ジャスモメート液剤を1000～2000倍に希釈した濃度）で使用するが、図－1のとおり、実際の使用場面では、GAが3.3ppm、PDJが25ppmの低濃度の組み合わせが推奨されている（高橋，2010）。また、散布



図－１ 貯蔵用温州ミカン（品種：青島温州）における参考例

時期は、収穫の3か月前で、青島温州では9月上旬が推奨されている（高橋，2010）。

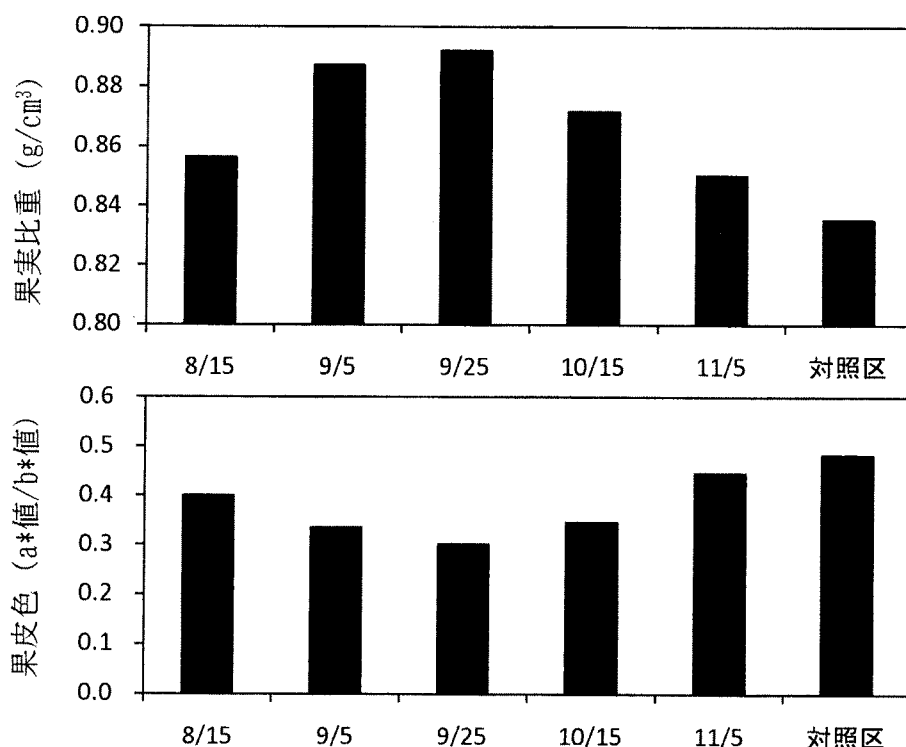
4. GA・PDJ混合散布の散布時期の影響

著者らは、8～11月にかけて時期別にGA・PDJ混合散布を行い、適期に収穫して、果実比重（浮皮程度の指標で、この値が小さいほど浮皮程度が大となる）と a^*/b^* （果皮の着色度の指標で、この値が大きいほど着色がよい）を測定した（図－2）。

その結果、9月25日散布をピークとして、9月5日から10月15日の間の散布で浮皮軽減効果が高く、それに伴う着色遅延も顕著になる傾

向にあることがわかった。一方、それより早い時期や遅い時期に散布した場合には、浮皮軽減効果が劣る反面、着色遅延は緩和される傾向にあった。

このように、散布時期は、浮皮軽減や着色遅延に影響する。なお、GA・PDJ混合散布技術では、散布時期として9月上旬散布が推奨されているが（図－1）、この時期を推奨したねらいは、最も浮皮軽減効果の高い9月下旬に散布すると、着色が遅延しすぎるため、やや効果の劣る9月上旬に散布して、着色遅延を軽減するためと考えられる。また、散布濃度については、GAが3.3ppm、PDJが25ppmの低濃度の組み合わせ



図－2 ジベレリン（GA）とプロヒドロジャスモン（PDJ）の混合散布時期の影響
 注1）8月15日、9月5日、9月25日、10月15日、11月5日にGA(5ppm)とPDJ(50ppm)を混合して散布。対照区は無散布。
 注2）12月1日に収穫後、果実比重と色差計で a^* 値及び b^* 値を測定。
 注3）農研機構果樹研究所の結果。

が推奨されているのは、散布濃度を低濃度にする、浮皮軽減効果とともに着色遅延が小さくなる傾向にあることから、散布時期の推奨の場合と同様に、浮皮軽減効果がやや低くなることを考慮しつつ、著しい着色遅延を避けるねらいがあると考えられる。

5. GA・PDJ混合散布の作用と着果量との関係

GA・PDJ混合散布の効果と着果程度との関係は、図-3のとおりである(澤野, 2010; 高橋, 2010)。結実量を調整した樹体(多:105個/

m², 中:81個/m², 少:47個/m²)を用いて収穫時の12月と貯蔵中の1および3月に浮皮度(浮皮無を0, 軽を1, 中を2, 甚を3とした4段階評価)と果皮色(色差計を用いてa*値を測定。a*値が高いほど赤色が濃い)を測定した。

その結果、結実量の多少にかかわらず、貯蔵後の1および3月でも、GA・PDJ混合散布による浮皮軽減効果は継続すること、収穫時に見られた果皮の着色遅延は、貯蔵後にはほとんどなくなることが明らかとなった。

尚、散布によって糖度が低下する場合があります、

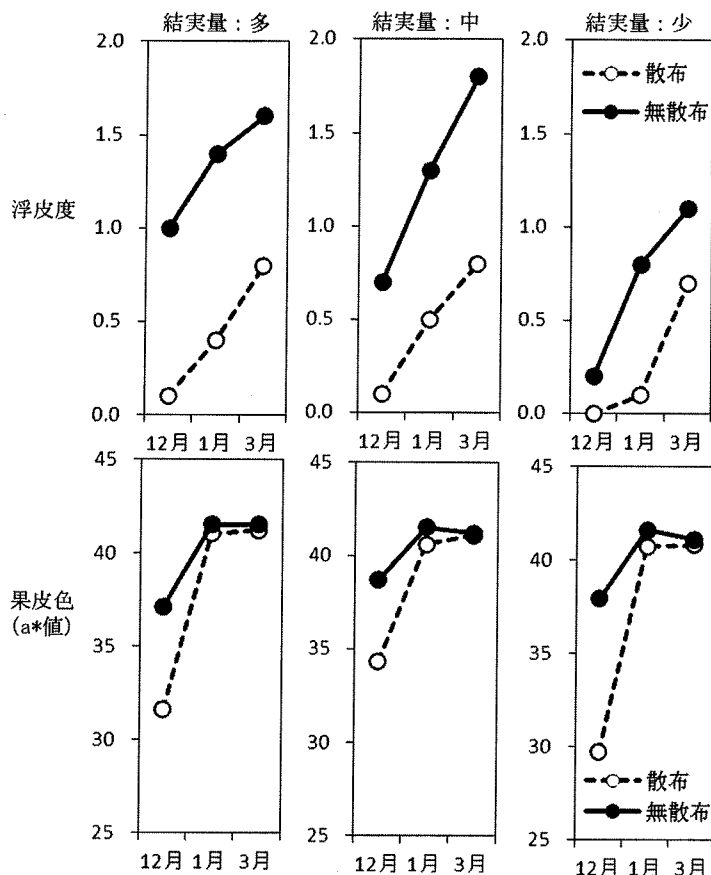


図-3 青島温州の浮皮と果皮色に及ぼすジベレリン (3.3ppm) とプロヒドロジャスモン (25ppm) の混合散布の影響

注1) 12月の収穫時と、1月及び3月の貯蔵時に浮皮度と色差計でa*値を調査。

浮皮度は、浮皮無しを0、軽を1、中を2、甚を3として達観で評価。

注2) 静岡県農林技術研究所果樹研究センターの結果。

結実量が多い場合には、その影響が大きいことが指摘されている。また、結実量が少ない場合には、他の結実量の場合に比べて、無散布でも浮皮が軽微であったため、散布による浮皮軽減効果のメリットは、他の結実量の場合に比べて小さくなった（図－3）。以上のことから、本技術の使用に際しては、適切な結実量に摘果しておくことが、前提条件として重要となると考えられる。

6. GA・PDJ混合散布の作用とシートマルチとの関係

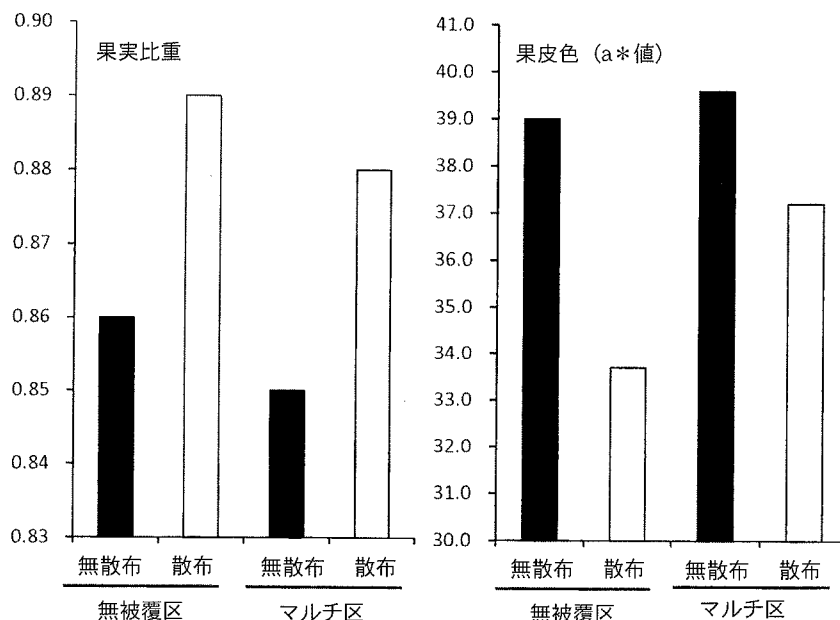
GA・PDJ混合散布の効果とマルチシートによる被覆との関係は図－4のとおりである（澤野, 2010；高橋, 2010）。透湿性のマルチシートを土壤に被覆する条件（マルチ区）と被覆しない

条件（無被覆区）を設定し、GA・PDJ混合散布の作用性を比較した。

その結果、マルチシートを被覆した場合でも、GA・PDJ混合散布は、無散布よりも果実比重が高くなり、浮皮軽減効果を発揮することが明らかとなった。さらに、無散布と散布区の果皮色（ a^* 値）の差は、無被覆の場合よりもマルチシートを被覆した場合の方が小さくなったことから、GA・PDJ混合散布による着色遅延は、マルチシートの被覆により緩和されることが明らかとなった。

7. GA・PDJ混合散布に要する薬剤の購入コスト

現在使用量の多い浮皮軽減農薬（フィガロン乳剤及びセルバイン）とGA・PDJ混合散布に要する薬剤の購入金額を比較した。いずれの薬剤



図－4 マルチシートの被覆の有無がジベレリン（3.3ppm）とプロヒドロジャスモン（25ppm）の混合散布の作用性に及ぼす影響

注1）青島温州を植栽した園地にマルチシートを8月に被覆。11月26日収穫時に浮皮度と色差計で a^* 値を調査。浮皮程度は果実比重によって評価し、比重が重いほど軽度、比重が軽いほど甚大。

注2）静岡県農林技術研究所果樹研究センターの結果。

も1回の散布量を400L/10aとして算出した。また、散布法は、GA・PDJ混合散布では、それぞれ3.3ppm、25ppmに希釈し1回散布した場合、フィガロン乳剤では、3000倍に希釈し2回散布した場合、セルバインでは、300倍に希釈し3回散布した場合を想定し算出した。GA・PDJ混合散布は、薬剤購入コストがフィガロン乳剤より安い、セルバインよりも高いという欠点を有する(図-5)。しかし、散布回数が1回と少なく、さらに、年次や品種が変わっても効果が安定している。このため、貯蔵用・樹上完熟用の温州ミカンでの使用に限定されるが、散布回数が少なく省力的で、セルバインよりも効果が安定しているため、GA・PDJ混合散布は、浮皮軽減には使用しやすいと考えられる。

なお、図-5の薬剤購入費用の試算は、どの薬剤も10a当たり400Lの散布を行うことを条件として試算した(樹体全体に散布することを

想定)。しかし、GA・PDJ混合散布は、葉に葉液がかからなくても効果を発揮し、果実散布でよい、1本の樹体の中で、結実させる部位とさせない部位を分けて栽培する技術(枝別全摘果や樹冠上部摘果などによる)を用いた場合などには、結実部だけに散布すればよく、散布量を少なくすることが可能である。散布量をおおよそ半減させた場合(200L/10a)には、セルバインの購入費用とほとんど変わらなくなり、GA・PDJの購入費用は大きな欠点にならない場合があると考えられる。

8. GA・PDJ混合散布の利用実態と今後の可能性

農薬登録(平成22年2月)されて間もないため、現時点では利用実績は多くなく、平成22年の散布実績は、現場での試験的レベルにとどまった。平成22年に散布した一部の産地からは、表年で収穫作業が追いつかない時に、無散

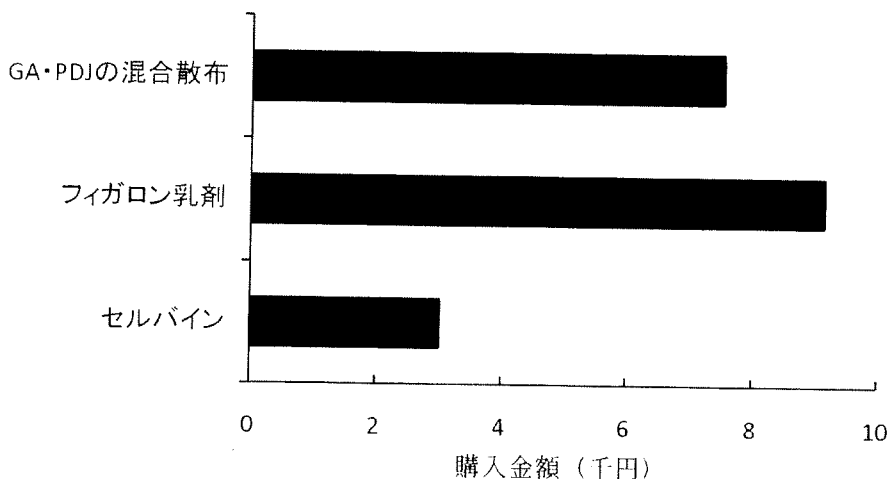


図-5 浮皮軽減に有効な薬剤の購入費用の試算(10a当たり)

注1) いずれの薬剤も1回の散布量を400L/10aとした。

注2) ジベレリン(GA)・ブロヒドロジャスモン(PDJ)混合散布はそれぞれ3.3ppm、25ppmに希釈し、1回散布した場合。

注3) フィガロン乳剤は、3000倍に希釈し、2回散布した場合。

注4) セルバインは、300倍に希釈し、3回散布した場合。

注5) 薬剤単価は、年次、地域、購入店などにより異なるため、購入金額には若干の変動がある。

布園とGA・PDJ混合散布園をうまく組み合わせれば、無散布園では通常の時期に収穫し、散布園では収穫を遅らせても浮皮になりにくい（およそ2週間程度収穫を遅延）ため、GA・PDJ混合散布は収穫労力の分散に有効であるという見方が寄せられている。

また、現在農業登録されているGA・PDJ混合散布の散布濃度・時期については、「貯蔵ミカン」や、早生温州ミカンなどを通常の時期よりも長く樹上に着生させて完熟させる「樹上完熟」の作型における浮皮軽減を念頭に設定したものであり、貯蔵や樹上完熟せずに慣行の時期に収穫後すぐに出荷する早生・中生のウンシュウミカンの浮皮軽減には使用しにくい。前述のとおり、GA・PDJ混合散布は、浮皮軽減にともなって、着色を遅延させるため、貯蔵や樹上完熟しない場合には、着色遅延が問題になりやすいからである。和歌山県の中生の主力品種である「向山温州」、愛媛県の中生の主力品種である「南柑20号」は浮皮になりやすいため、GA・PDJ混合散布のこれらの品種への適用性の解明や散布濃度・時期の改良を行い、貯蔵や樹上完熟させなくてもこれらの品種に使用可能なGA・PDJ混合散布に関する技術開発が必要と考えられる。

ここでは、GA・PDJ混合散布の浮皮軽減効果について紹介してきたが、現在、ジベレリン単用で農業登録されてきた花芽抑制による樹勢維持、早期落果防止、水腐れ軽減についても、PDJ

と混合して散布する方法が試験されている。今後、浮皮軽減以外のこれらの場面でもGA・PDJ混合散布の実用化が期待される。

引用文献

- 1) 井上久雄ら. 2005. 平成16年度近畿中国四国農業研究成果情報. 359-360.
- 2) 河瀬憲次. 1984a. 果樹試験場報告D. 6,41-56.
- 3) 河瀬憲次. 1984b. 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. 京都大学学位論文. 29-65.
- 4) 河瀬憲次. 1984c. 果樹試験場報告D. 6,57-76.
- 5) 北園邦弥. 2007. 農業研究成果情報（熊本県農林水産部発行）. No.328.
- 6) 倉岡唯行ら. 1967. 園芸学会発表要旨（昭24春）. 36-37.
- 7) 牧田好高. 1998. 果実日本. 53（3）,24-27.
- 8) 牧田好高ら. 2004. 園芸学会雑誌. 73（別2）,106.
- 9) 農林水産省果樹試験場興津支場. 1987. カンキツの調査方法. 12.
- 10) 澤野郁夫. 2010. 園芸学研究. 9（別1）,54.
- 11) 杉浦俊彦ら. 2004. 平成16年度果樹研究成果情報. 25-26.
- 12) 高木信雄ら. 2009. 愛媛県農林水産研究所果樹研究センター研究報告. 1,1-8.
- 13) 高橋哲也. 2010. 柑橘. 62（8）,12-16.
- 14) 鳥潟博高ら. 1955. 園芸学研究集録. 7,42-48.