

温度制御下における 2°C の気温上昇がカンキツの生理落果に及ぼす影響

佐藤景子^{1a*}・奥田 均²・岩崎光徳¹・米本仁己^{3b}・深町 浩¹・高原利雄^{1c}

¹ 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所カンキツ研究口之津拠点 859-2501 長崎県南島原市口之津町

² 三重大学大学院生物資源学研究所附属紀伊・黒潮生命地域フィールドサイエンスセンター 514-2221 三重県津市高野尾町

³ 独立行政法人国際農林水産業研究センター熱帯・島嶼研究拠点 907-0002 沖縄県石垣市真栄里川良原

Influence of 2°C Increase under Controlled Air Temperature on Physiological Fruit Drop in *Citrus*

Keiko Sato^{1a*}, Hitoshi Okuda², Mitsunori Iwasaki¹,
Yoshimi Yonemoto^{3b}, Hiroshi Fukamachi¹ and Toshio Takahara^{1c}

¹Kuchinotsu Citrus Research Station, National Institute of Fruit Tree Science, Kuchinotsu, Minamishimabara, Nagasaki 859-2501

²Field Science Center of Kii-Kuroshio Life Area, Faculty of Bioresources, Mie University, Takanoo, Tsu, Mie 514-2221

³Tropical Agriculture Research Front, Japan International Research Center for Agricultural Sciences, Maezato-Kawarabaru, Ishigaki, Okinawa 907-0002

Abstract

We studied the influence of a 2°C increase in air temperature on physiological fruit drop in *Citrus* using a growth chamber for two months after full bloom. One room of the growth chamber was maintained at the standard temperature (control), while the other was maintained at 2°C higher than the control (+2°C treatment). The average temperature was changed every ten days. In ‘Okitsu wase’, ‘Ishiji’, ‘Shirakawa’ Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marcow.), and ‘Shiranui’ [(*Citrus unshiu* Marcow. × *C. sinensis* Osbeck) × *C. reticulata* Blanco], physiological fruit drop occurred more intensively in +2°C treatment than in the control after 10–20 days of full bloom. At the end of the experimental period, the physiological fruit drop ratio in plants receiving +2°C treatment was higher (5%) than that in controls for ‘Okitsu wase’ and ‘Ishiji’. In ‘Miyagawa wase’ and ‘Sasebo unshiu’ Satsuma mandarin, in which number of fruit was controlled by artificial fruit thinning, physiological fruit drop also occurred more intensively in plants receiving +2°C treatment than in controls after 10–20 days of full bloom. Especially in ‘Sasebo unshiu’ at the end of the experimental period, the difference in the physiological fruit drop ratio between plants receiving +2°C treatment and controls was larger (26%) than that in ‘Miyagawa wase’. In ‘Miyagawa wase’ and ‘Sasebo unshiu’ fruit diameter of plants receiving +2°C treatment was larger than that of controls. These findings suggested that with acceleration of fruit enlargement, and physiological fruit drop were both promoted by a 2°C increase in air temperature after full bloom.

Key Words : fruit enlargement, phytotron, Satsuma mandarin

キーワード : ファイトトロン, 果実肥大, ウンシュウミカン

緒言

これまでカンキツの生理落果と温度の関係については、多くの報告がある(井上・銭, 1987; 岩垣ら, 1977; Ogataら, 2002; 小野ら, 1984; 谷口, 1983; 山本ら, 1972)。生理落果期間中の日最高気温と落果率の関係について、岩垣ら

(1977), 小野ら(1984), 山本ら(1972)は30°C以上が、谷口(1983)は25°C以上が落果を助長するとしている。これらの報告では、異なる気温の温度処理区を設定し、処理区間で落果程度を評価して、上記のような結論を得ているが、その設定温度の差は5°C以上となっており、5°Cよりも小さい幅の気温上昇が生理落果に及ぼす影響を調査した事例は見あたらない。4種の気候モデルを用いた推測(農林水産省編, 2002)によると、温暖化の進行に伴い、近畿・四国・九州地域の5～9月の平均気温は1980年を基準にした場合、2030年には1.9°C上昇するとされている状況の中、5°Cよりも小さな温度差が生理落果に及ぼす影響を評価する必要が高まっていると考えられる。

そこで、ウンシュウミカン5品種と‘不知火’を用い、生理落果期間中の2°Cの平均気温上昇がカンキツの生理落果に及ぼす影響を解明することを目的として、制御環境下

2008年12月17日 受付。2009年8月25日 受理。

本研究の一部は(独)農業・食品産業技術総合研究機構運営費交付金プロジェクト研究「作物及び家畜生産における気候温暖化の影響解明とその制御技術の開発」で行い、平成20年度園芸学会秋季大会において発表した。

* Corresponding author. E-mail: satokei@affrc.go.jp

^a現在: 果樹研究所カンキツ研究興津拠点 静岡県静岡市清水区興津中町

^b現在: 神内南方系果樹研究所

^c現在: 退職

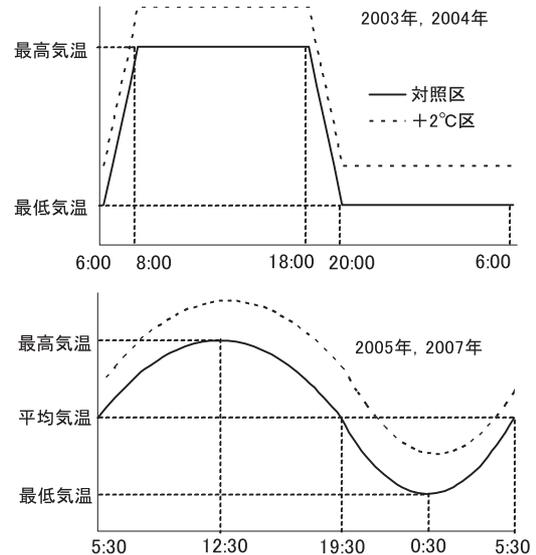
で研究を行った。

材料および方法

供試材料として、独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所カンキツ研究口之津拠点（長崎県南島原市）において、露地で鉢栽培した‘宮川早生’，‘興津早生’，‘石地’，‘させぼ温州’，‘白川’ウンシュウミカン (*Citrus unshiu* Marcow.)，および‘不知火’ [(*Citrus unshiu* Marcow. × *C. sinensis* Osbeck) × *C. reticulata* Blanco] を用いた。これらの試験年，試験実施時の樹齢，処理開始日（満開後日数），処理開始時の葉花（果）比，供試個体数は第1表に示した。鉢は樹の大きさに応じて適切な大きさのものを用いた。

2003～2005年および2007年に，鉢植樹を満開0～13日後から，匂ごとに温度を制御したファイトロン（小糸工業株式会社）の2室（1,300 mm × 1,300 mm × 1,800 mm または 2,500 mm × 2,000 mm × 2,000 mm）に搬入し，約2か月間の生理落果を調査した。2003～2005年は3～7日間隔で着果数を計測して生理落果数を調査した。2007年は樹冠下に白色ネットを張り，3～4日間隔で落果数を計測した。搬入時の葉果比（葉花比）は，2003～2005年は搬入直前に調査した旧葉，新葉を含む総葉数を総果実数で割った値とし，2007年は搬入直前に調査した旧葉を総果実数で割った値とした。なお，‘宮川早生’と‘させぼ温州’については，各樹10果ずつ，処理期間中における果実横径の推移を調査した。

ファイトロンの1室は，2003および2004年には8～18時までの10時間を口之津における最高気温で，20時～翌朝6時までの10時間を最低気温でそれぞれ一定に設定した（第1図）。6～8時（最低気温から最高気温への移行時間帯）および18～20時（最高気温から最低気温への移行時間帯）は，それぞれ2時間の間に温度を直線的に上昇または下降させた。2005および2007年は，昼の12時半を最高気温，夜の19時半を平均気温，夜中の0時半を最低気温，そして翌朝の5時半を再び平均気温に設定し，それぞれの間は滑らかなカーブを描くように推移させた（第1図）。なお，国立天文台の日の出と日の入り時刻から5～7月の長崎における昼の長さや夜の長さを算出し，平均が昼14時



第1図 設定温度の日周期（本文参照）

間，夜10時間だったことから，5時半以降の日中の14時間を日平均気温よりも気温が高く推移する高温時間帯とし，19時半以降の夜間の10時間を日平均気温よりも気温が低く推移する低温時間帯とした。また，ファイトロンの最高気温は口之津における旬平均最高気温に，最低気温は旬平均最低気温に，平均気温は旬平均気温にそれぞれ設定した。これらを対照区とする一方，処理区は対照区の気温の推移よりも，2°C高く推移するように設定し，+2°C区とした（第1図）。対照区の気温は，2003および2004年の実験では口之津における1990～2000年の11年間の平均値，2005年は1978～2004年の27年間の平均値，2007年は1978～2006年の29年間の平均値に設定した。湿度は成り行きとした。なお，2007年に‘石地’を用いた試験では，ファイトロン内の平均湿度は94%であった。

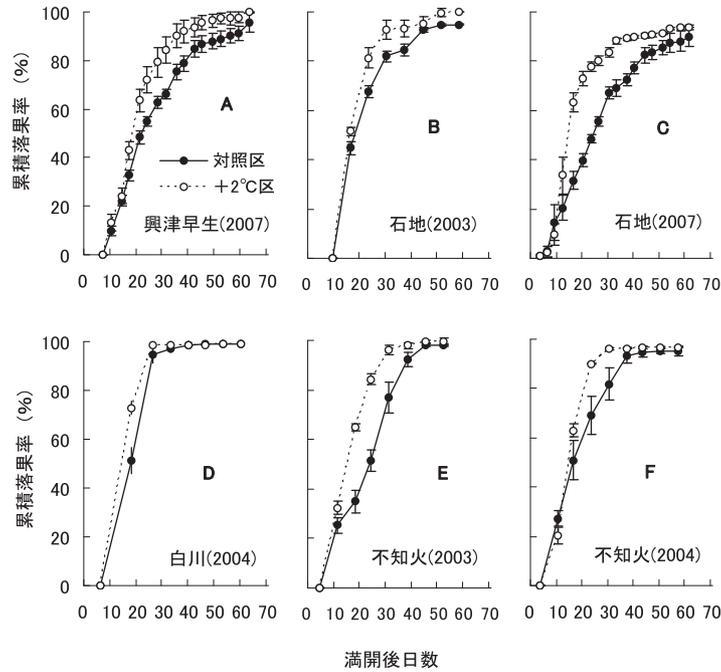
結果

1. 累積落果率の推移

2°Cの気温上昇がカンキツ類の累積落果率に及ぼす影響を第2図に示した。‘興津早生’では，累積落果率の増加

第1表 試験樹の品種名，試験年，樹齢，処理開始日，葉花（果）比および供試個体数

品種名	試験年	樹齢 (試験実施時)	処理開始日 (満開後日数)	葉花（果）比 (処理開始時)	供試個体数
興津早生	2007年	2年生	満開7日後	約0.7	各区5個体
石地	2003年	2年生	満開9日後	約0.8	各区3個体
石地	2007年	5年生	満開日	約1.5	各区3個体
白川	2004年	5年生	満開6日後	約1.2	各区2個体
不知火	2003年	2年生	満開3日後	約1.0	各区3個体
不知火	2004年	2年生	満開3日後	約7.4	各区3個体
宮川早生	2005年	2年生	満開13日後	摘果で約5	各区2個体
させぼ温州	2005年	3年生	満開13日後	摘果で約10	対照区2個体 +2°C区3個体



第2図 2°Cの気温上昇がカンキツの生理落果に及ぼす影響

- A: 縦棒は標準誤差を示す (n = 5)
- B, C, E, F: 縦棒は標準誤差を示す (n = 3)
- D: 縦棒はデータの上値と下値を示す (n = 2)

は、対照区、+2°C区ともに満開40日後頃まで急速であったが、その後緩やかとなった。+2°C区は対照区よりも満開17日後から調査終了時まで常に累積落果率が高く推移した。最終落果率は、対照区では95.6%、+2°C区では100%であった。

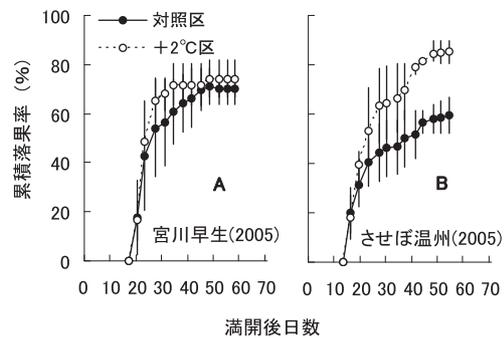
‘石地’では、2003年の累積落果率の増加は対照区、+2°C区ともに、満開30日後まで急速で、その後緩やかとなった。満開51日後には、生理落果はほぼ終了した。+2°C区は対照区よりも満開16日後から調査終了時まで常に累積落果率が高く推移した。最終落果率は対照区で94.8%、+2°C区では100%であった。2007年の累積落果率の増加は、対照区、+2°C区ともに満開30～40日後まで急速で、その後緩やかとなった。+2°C区は対照区よりも満開12日後から調査終了時まで常に累積落果率が高く推移した。最終落果率は、対照区では89.9%、+2°C区では93.8%であった。

‘白川’では、累積落果率の増加は、対照区、+2°C区ともに満開26日後まで急速で、その後、ほぼ一定になった。最終落果率は、対照区では99.1%、+2°C区では98.7%であった。

‘不知火’では、2003、2004年ともに、累積落果率の増加は、満開30日後ごろまで急速で、その後緩やかとなった。満開40～45日後には、生理落果はほぼ終了した。+2°C区は対照区よりも満開11～16日後から調査終了時まで常に累積落果率が高く推移した。最終落果率は2003年で対照区が98.2%、+2°C区が99.7%であり、2004年では対照区が95.1%、+2°C区が96.8%であった。

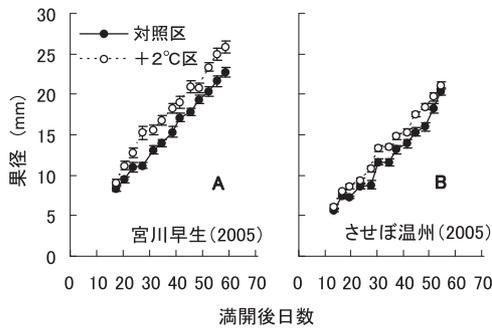
摘果を行い、着果数を制御した‘宮川早生’と‘させぼ温州’に対する2°Cの気温上昇が累積落果率に及ぼす影響を第3図に示した。‘宮川早生’では、累積落果率の増加は、対照区、+2°C区ともに満開27日後まで急速で、その後緩やかとなり、満開45～48日後以降はほぼ一定になった。最終落果率は、対照区では69.9%、+2°C区では74.2%であった。

‘させぼ温州’は、累積落果率の増加は、対照区、+2°C区ともに満開27日後まで急速で、その後、一時的に累積落果率はほぼ一定の値を示したが(満開約40日後まで)、再度上昇しはじめた。満開48日後には、生理落果はほぼ終了



第3図 2°Cの気温上昇が着果数を制限したウンシュウミカンの生理落果に及ぼす影響

- A: 縦棒はデータの上値と下値を示す (n = 2)
- B: 縦棒はデータの上値と下値を示す (●: n = 2, ○: n = 3)



第4図 2°Cの気温上昇が着果数を制限したウンシュウミカンの果実肥大に及ぼす影響

A: 縦棒は標準誤差を示す (n=20)

B: 縦棒は標準誤差を示す (●: n=20, ○: n=30)

した。+2°C区は対照区よりも満開19日後から調査終了時まで常に累積落果率が高く推移した。最終落果率は対照区で59.4%、+2°C区で85.4%であった。

2. 果実肥大の推移

‘宮川早生’、‘させぼ温州’の両品種において、+2°C区では対照区より果実の肥大が早かった(第4図)。すなわち、‘宮川早生’において、果実は満開20日後以降、+2°C区は対照区より肥大が旺盛となり、その差が徐々に大きくなり、生理落果が終了した満開58日後の最終的な果実横径の差は約3.0 mmであった。また、‘させぼ温州’では+2°C区が対照区よりも0.5～2.0 mm程度大きく推移した。

考 察

1. 2°Cの気温上昇が最終落果率に及ぼす影響

井上・銭(1987)は、発蕾期から約2か月間ファイトトロンを用いて温度処理を行い、昼夜の温度条件がウンシュウミカンの早期落果に及ぼす影響を調査した。その結果、昼温25°C/夜温25°Cの高温区では落果ピークが早く現れ、落果期間も短く、全落果率は99.2%と高くなること、一方、昼夜間いずれも20°C以下の低温区では落果のピークが現れるのが遅く、落果期間は長く、全落果率は71.4～92.9%と低くなることを示した。Ogataら(2002)は加温栽培したウンシュウミカンを用いて、開花前から生理落果終了まで昼温30°C/夜温25°Cの高温区と昼温25°C/夜温20°Cの低温区を比較し、高温区は満開から約2週間ではほとんど落果し、最終的に99%落果したが、低温区では満開後4～5週間の間に徐々に落果し、最終的な落果率は70%だったとしていた。これらの報告では、高温区で落果ピークの出現の早期化を伴いながら、最終落果率が増加していた。本研究においても、満開10～20日後頃から累積落果率は+2°C区で高い値で推移し、2°Cの気温上昇により、最終落果率は‘興津早生’と‘石地’では約5%、‘させぼ温州’では26%増加していた。しかし、落果ピークの出現時期については、+2°C区と対照区の間で明確な違いがみられなかった。このため、+2°C区で、累積落果率が高く推移し、最終

落果率が高くなった主な原因は、落果ピーク出現の早期化の関与は小さく、落果ピーク時およびその前後の落果率が+2°C区で対照区より高くなったためと考えられた。

本研究では、最高気温と最低気温をそれぞれ10時間一定温度で推移させる処理区(2003および2004年)と、最高気温(12時半)と最低気温(0時半)間の温度変化の推移を、滑らかなカーブを描くように、設定温度を順次変化させる処理区(2005および2007年)を設けており、2003および2004年と2005および2007年の試験では1日の温度設定方法が異なっている(第1図)。しかし、2003および2004年と2005および2007年の試験間で、生理落果の時期や程度は大きく変わらなかった。このため、最高気温と最低気温ではいずれの年でも平均すると約8°Cの差があるが、温度変化の設定方法は生理落果に影響を及ぼさないことが推測された。

次に、高温になることで生理落果が増加した原因であるが、まずひとつに果実と新梢の養分競合の助長が考えられる。小野ら(1987)は‘宮内イヨ’において、開花前の光合成産物の生理落果期間中の転流分配について調査し、生理落果期間中の気温が30～35°C区では開花前の光合成産物を新梢に多く転流させ、生理落果期間中の異常な高温は転流からみて栄養成長型にするとしている。本研究ではこのことを裏付けられるデータを示せなかったが、今後明らかにする必要がある。その他の原因として、生理落果に関わる離層形成にはエチレンが関わっており(Gomez-Cadenasら, 2000)、温度上昇によりエチレンの発生が促進されたことも推測される。

本研究の結果において、無摘果(花)の樹では、最終落果率が全体的に高く、実際の結実果実数も少ない傾向にあった。過度の着花は結果率や最終的な果実の結果数をかえって少なくすることがあり(岩崎, 1966)、本研究で利用した樹が着花過多の傾向があったことが最終落果率が高かった原因のひとつと考えられる。井上ら(1988)が示しているように、鉢栽培で根域が小さく制限されると、地上部・地下部の栄養生長が抑制され、着花が多くなりやすい。鉢栽培した本研究の供試樹も、根域が制限されていた状況の中で、栄養生長が抑制され着花が多くなったと考えられる。

2. 2°Cの気温上昇下における生理落果と葉花(果)比および品種特性の関係

ウンシュウミカンの生理落果は満開1か月頃まで(1次落果)と満開約1か月後頃から(2次落果)の2回、落果が旺盛となる期間が存在する(西宗, 1941)。同様に、‘ワシントンネーブル’、‘吉田ネーブル’、‘福原オレンジ’、‘ヒュウガナツ’、‘清見’の中晩性カンキツでも落果が旺盛となる期間が2回存在する(岩崎, 1966; 小野ら, 1983)。しかし、生理落果が旺盛になる時期とその程度は、表年と裏年の年次間差、気象要因、着花の多少などの生態的要因によっても著しく変化する(小野ら, 1983)。そこで、葉花比(葉果比)の異なる‘不知火’を用いて、気温が2°C上昇

した場合にどのような影響があるかを検討した。その結果、無摘果（花）の‘不知火’では、異なる葉花比の2003（葉花比約1.0）および2004年（葉花比約7.4）のいずれにおいても、満開11～16日後から落果率は+2°C区で高い値で推移するが、最終落果率はいずれの温度処理区でも95%以上となることを明らかにした。この結果は、‘不知火’では、最終落果率に及ぼす2°Cの気温上昇の影響が、着果（花）程度に左右されにくいことを示唆している。カンキツ類の生理落果は、表年のような着花量が多い場合では、1次落果が多く、2次落果は低い傾向にあり、裏年のような果実の着果量が少ない場合では、1次落果だけではなく、2次落果の落果盛期も明確に現れるとされている（小野ら, 1983）。しかし、‘不知火’については、5年間の調査によると、年次変動はあるが、一般的な傾向として、5月下旬～6月上旬にかけて1次落果のピークがあり、2次落果のピークは明瞭でないことが観察されている（河瀬, 1999）。本研究でも、葉花比の異なる2003および2004年の生理落果の推移には明瞭な違いはみられず、2次落果が少なかったことから‘不知火’は、2次落果が起こりにくく、着花程度に影響されにくい品種特性を有すると推測された。

一方、人為的に摘果を行った2005年の‘宮川早生’と‘させぼ温州’では1次落果と2次落果のいずれもが明確にみられた。西宗（1941）は、開花始めに50%の花を摘花した摘花樹は無摘花樹よりも、1次落果、2次落果の落果盛期がより明確に現れることを示しており、1次および2次落果が摘果により明確化した本研究の結果と一致している。しかし、‘させぼ温州’においては、+2°C区と対照区との最終落果率の差は26%であり、他の品種の最終落果率の差（5%）よりも著しく大きくなっていった。‘させぼ温州’は現状でも生理落果が多く結実が不安定になりやすいことが問題となっている（古川, 2007）。品種特性として新梢の発生が多く、それが生理落果の多い原因であると推測されており、温度上昇が進むことで新梢への光合成産物の転流が多くなり（小野ら, 1987）、さらに生理落果が助長される可能性がある。

3. 2°Cの気温上昇が果実肥大に及ぼす影響

井上・銭（1987）は満開後1か月の幼果の肥大は、昼温25°C/夜温25°Cの高温区で最も優れ、昼温15°C/夜温15°Cの低温区で最も劣ったと報告している。本研究における結果も井上らの報告と同様、+2°C区で果実の肥大が優れる傾向にあり、高温により果実肥大が促進された。このことは、累積落果率が+2°C区で対照区より高く推移したことで、+2°C区で早期に着果数が減少し、残った果実の肥大が促進されたことが主因と考えられる。ウンシュウミカンの極早期加温栽培では、落果もしくは摘果をするような花器が充実していない花を落花（果）させて、残った果実の肥大を促すために生理落果が起こっている最中の満開後10日目ころから温度を上げる技術がある（白石, 1989）。つまり、生理落果の初期における2°Cの気温上昇は、残るべき果実の肥大を促進す

る効果が高く、栽培上プラスに働くと考えられる。

4. 2°Cの気温上昇下における生理落果防止技術

本研究では、‘させぼ温州’を除き、2°Cの気温上昇でいずれの品種でも約5%落果が増加した。最終落果率が90%以上の場合、5%の違いは最終着果数とすれば2倍以上の大きな違いになり、収穫量にも大きな影響を及ぼすとも考えられるので、落果防止技術が必要となってくる可能性がある。現在、カンキツの落果防止技術としてはジベレリンの散布や芽かきが実用化されている。一井ら（1980）は、ウンシュウミカンにおいてジベレリンの500 ppmを6月上旬に散布を行ったところ、着果率が約18%上昇したことを報告している。また、ウンシュウミカン‘白川’において、芽かきをすることで着果率が7～20%程度向上することが明らかになっている（宮田・満田, 2002）。さらに、ジベレリンと芽かきの併用処理により、‘させぼ温州’では結実率が約16%向上している（古川, 2007）。従って、ジベレリン散布と芽かきを導入した場合、2°Cの温度上昇によって落果が約5%増加したとしても、従来の落果レベルへ回復できることが考えられる。しかし、温度上昇下におけるジベレリン散布や芽かきなどの試験事例は少なく、今後検討する必要がある。一方、Ogataら（2002）はエチレン生合成阻害剤であるアミノエトキシビニルグリシン（AVG）処理は高温条件下でも生理落果を抑制したと報告している。現在、AVGは農薬登録されていないが、気温上昇下での対策技術として今後検討を進めていく必要がある。また、‘させぼ温州’においては、2°Cの温度上昇で26%の落果率の上昇が認められたため、上記の方法の他に、さらに効果的な落果抑制技術の開発が必要と考えられた。

摘 要

ファイトトロンを用いて、満開後約2か月間を旬ごとに平均気温に設定した対照区と、常に対照区より2°C高く推移させた+2°C区を設定し、2°Cの平均気温上昇がカンキツの生理落果に及ぼす影響を調査した。‘興津早生’、‘石地’、‘白川’ウンシュウミカンおよび‘不知火’では、満開10～20日後頃から落果率は+2°C区が対照区よりも高い値で推移した。‘興津早生’、‘石地’では最終落果率も+2°C区が対照区よりも5%程度高かった。摘果により着果数を制限した‘宮川早生’、‘させぼ温州’では、無摘果（花）の他の品種と同様に、満開10～20日後頃から落果率は+2°C区が対照区よりも高い値で推移した。特に‘させぼ温州’においては、+2°C区と対照区間の最終落果率の差（26%）が、‘宮川早生’よりも大きくなった。果実横径は‘宮川早生’、‘させぼ温州’とも、+2°C区で大きく推移した。従って、満開期以降の2°Cの気温上昇は、果実肥大を促進しながら、生理落果を多くする傾向があると考えられた。

謝 辞 本論文を作成するに当たり、校閲して頂いた山田昌彦氏、生駒吉識氏に厚く感謝の意を表します。

引用文献

- 古川 忠. 2007. させぼ温州の特性と安定生産技術. 「新農政 2006」, 常緑果樹産地の再編・振興のための研究開発と展開. 平成18年度常緑果樹課題別研究会資料. p. 49-52. 果樹研究所. 茨城.
- Gomez-Cadenas, A., J. Mehouchi, F. R. Tadeo, E. Primo-Millo and M. Talon. 2000. Hormonal regulation of fruitlet abscission induced by carbohydrate shortage in citrus. *Planta* 210: 636-643.
- 一井隆夫・沢野 稔・中西テツ・井戸正二・浜田憲一. 1980. ジベレリン及びベンジルアデニン処理と温州ミカンの着果, 果実の肥大及び品質. 神大農研報. 14: 37-43.
- 井上 宏・石 雪暉・片岡郁雄. 1988. 根域制限がカラタチ台ウンシュウミカンの生長に及ぼす影響 I 鉢植えの1年生苗木について. 香川大農学報. 40: 25-30.
- 井上 宏・銭 長発. 1987. ウンシュウミカンの早期落果と昼夜の温度条件. 香川大農学報. 39: 11-19.
- 岩垣 功・広瀬和栄・鈴木邦彦. 1977. ウンシュウミカンにおけるJ455の摘果効果におよぼす温度の影響. 農及園. 52: 1527-1528.
- 岩崎藤助. 1966. 落果. 柑橘栽培法. p. 46-62. 朝倉書店. 東京.
- 河瀬憲次. 1999. 結実・着果管理. デコポンを作りこなす. P. 56-57. 農文協. 東京.
- 宮田良二・満田 実. 2002. 高糖系温州ミカン「白川」の芽かきによる着果安定技術. 九州沖縄農業研究成果情報. 17: 233-234.
- 西宗忠之. 1941. 柑橘の生理的落果に関する調査 早生温州の落果について. 園学雑. 12: 284-294.
- 農林水産省. 2002. 近年の気候変動の状況と気候変動が農作物等の生育に及ぼす影響に関する資料集. p. 20-21. 農林水産省. 東京.
- Ogata, T., T. Hirota, S. Shiozaki, S. Horiuchi, K. Kawase and M. Ohashi. 2002. Effects of aminoethoxyvinylglycine and high temperatures on fruit set and fruit characteristics of heat-cultured Satsuma mandarin. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 71: 348-354.
- 小野祐幸・広瀬和栄・高原利雄. 1983. 中晩生カンキツの生理落果に関する研究 (5). 園学要旨. 昭58秋: 28-29.
- 小野祐幸・広瀬和栄・高原利雄. 1984. 中晩生カンキツの生理落果に関する研究 (6). 九農研. 46: 253.
- 小野祐幸・内田 誠・高原利雄・岩垣 功・赤尾勝一郎. 1987. 宮内伊予柑の開花前の光合成産物が生理落果期間中の転流配分に及ぼす影響. 園学要旨. 昭62春: 20-21.
- 白石雅也. 1989. 加温ハウス栽培の実際技術. ミカンのハウス栽培. p. 66-140. 農文協. 東京.
- 谷口哲徹. 1983. カンキツの施設栽培における環境と発育生態ならびに果実品質に関する研究 (2). 静岡柑試研報. 19: 21-28.
- 山本正幸・広瀬和栄・大東 宏. 1972. カンキツの薬剤摘果に関する研究 IV 気温および標高差が 1-naphthalene-acetic acid (NAA) を散布した温州ミカンの摘果に及ぼす影響. 園芸試報 B12: 63-75.