

# ‘川田温州’の新梢管理が結実、収量および 翌年の着花に及ぼす影響

越智洋之・井上久雄・菊地毅洋

## Effects of shoot pinching on fruit set, yield and flowering of ‘Kawada unshu’ satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.)

Hiroyuki Ochi, Hisao Inoue and Takehiro Kikuchi

### Summary

The fruit bearing in ‘Kawada-unshu’ satsuma mandarin is very unstable because of its strong tree vigor. To develop cultural techniques for stable fruit production, fruit bearing traits were examined in various vegetative shoots. Effects of shoot pinching on fruit set, yield, and flowering in the following season were also determined.

1. The long current vegetative shoots, greater than 10cm, produced higher ratios of leafy inflorescences than leafless inflorescence and much number of new shoots in the following season. The fruit set is greater in leafless inflorescence compared with leafy inflorescences on such long vegetative shoots. On the vegetative shoots with much leafy inflorescences, long new shoots were grown and physiological fruit drop was greater than leafless inflorescences.

2. The pinching of new shoots during the full bloom period, in which the shoot length was reduced to about 1/3 and 2/3, occurred shoot regrowth and promoted fruit set. There were no significant differences in harvested fruit quality such as SSC and TA content between pinching and non-treatment.

3. In the pinched trees, yield per tree volume was a little higher but the expression of flowering related gene, citrus FLOWERING LOCUS T (*CiFT*), in the vegetative shoots was lower compared with non-pinched trees in November. The decreased number of flowers in the following season was observed. As a result, it seems unlikely that pinching treatment is effective for stable fruit production in this cultivar.

**Key Words:** alternate bearing, *CiFT*

### I 緒言

‘川田温州’は、昭和48年に八幡浜市で  
‘宮川早生’の枝変わりとして発見された。

成熟期は12月上中旬で普通温州(中生種)に  
分類され、じょうのう膜は薄くて柔らかく食  
べやすい。糖度が高く、酸は低く独特の旨味  
を有している。本品種は、浮皮の発生はほと

んど見られず食味が優れていることから市場関係者から増産が期待されているが、樹勢が旺盛で隔年結果性が非常に強く、栽培が容易でないことなどが普及の妨げとなっている。特に、他品種に比べて春梢の伸長停止が遅く、葉の緑化、硬化の遅れが観察されており、このことが結実を不安定にし、隔年結果の要因になっていると考えられる。

ウンシュウミカンの隔年結果の防止には、結実量の調節が高い効果を示すことが報告されている(岩崎、1961)。結実量の多少と着花数との関係について調査した大垣ら(1963)は、不成り年後、次年の発育枝における着花は、成り年の次年に比較して顕著に多かったとしている。このようにウンシュウミカンでは、前年の結実量が翌年の着花に大きな影響を及ぼすことが知られているが、‘川田温州’では、十分と思われる着花量があった場合でも、有葉花が多いと結実が安定しないことが多い。‘川田温州’の結実安定に関する研究事例はほとんどないが、芽かき・摘心処理あるいはパクロブトラゾール処理により結実率が向上したとする報告がある(森口ら、2008)。また、摘心と結実については、樹種は異なるが、モモ‘日川白鳳’において新梢の摘心処

理が枝の総新梢長量を抑制し、生理落果が減少すると報告されており(武智ら、2009)、『川田温州’に対する効果を明らかにする必要がある。

一方、カンキツにおいて花成を制御する遺伝子が *CiFT* であることが明らかにされ(Endoら、2005)、ウンシュウミカンでは、9月から1月にかけて発育枝の *CiFT* 発現量が著しく増加することが報告されている(Nishikawaら、2007、2009)。さらに、11月から1月における隔年結果性の強い‘青島温州’発育枝の *CiFT* 発現量は、翌春の着花数と高い正の相関を示すことが報告されている(Nishikawaら、2012)。このため、収量、翌年の着花と *CiFT* の発現量との関係を把握することは、隔年結果性の強い温州系統において生産の安定を図る基礎的データになりうると考えられるが、これまで‘川田温州’では調査されていない。

そこで、川田温州’について結実率の向上により生産の安定を図ることを目的とし、結果母枝の性状と結実の関係を調査するとともに、摘心による新梢管理の違いが新梢伸長、結実、収量、翌年の着花および花成関連遺伝子の発現に及ぼす影響について検討した。

## II 材料及び方法

### 試験1 結果母枝の性状と新梢伸長、結実

#### 1) 2012年

みかん研究所内に植栽されたカラタチ台8年生‘川田温州’2樹および比較対照としてカラタチ台36年生‘南柑20号’2樹を供試した。結果母枝の長さを①2cm未満、②2~10cm、③10~20cm、④20cm以上の4段階に区分し、樹冠外周部で各区29~50本の枝にラベリングした。2012年5月9日に着花数を調査するとともに、6月4日および7月17日に

結実数、新梢長を測定した。

#### 2) 2013年

みかん研究所内に植栽されたカラタチ台9年生‘川田温州’4樹を供試した。2013年5月13日に、樹冠外周部から直花の多い結果母枝および有葉花の多い結果母枝を各樹10本ずつ選び、枝の発生角度、基部径、長さおよび着花数を調査した。6月11日および7月17日に新梢長と結実数を調査した。なお、新梢長は有葉花についても新梢に含めて表した。

### 試験2 摘心処理と新梢伸長、結実および翌年の着花

果樹研究センター（松山市下伊台町）に植栽されたカラタチ台9年生‘川田温州’12樹を供試し、発生した新梢のおよそ3分の1を摘心する区（1/3摘心区）、3分の2を摘心する区（2/3摘心区）および摘心を全くしない区（無処理区）を設けた。摘心処理は、2013年5月17日に、発生した新梢の葉3～4枚を残してそれより先の部分を切除した。各樹の樹冠外周部から20本の結果母枝を選び、5月17日、6月12日および7月22日に新梢長、結実数を調査した。12月2日に収穫し、収量および果実品質を調査した。果汁の糖度はデジタル屈折計（IPR-101α、（株）アズワン）で、果皮色は色彩色差計（CR-300、コニカミノルタ（株）、クエン酸含量は0.1N NaOH 中和滴定により測定した。2014年5月23日に上記試験区の着花数を調査するとともに12月12日に収穫し、収量などを調査した。なお、2014年は着花数がかなり少なかったため、摘

心処理を実施しなかった。

また、花成関連遺伝子 *CiFT* の発現量を測定し、翌年の着花数、収量との関係を解析した。*CiFT*発現量の調査はNishikawaら(2007)の方法に準じて行った。すなわち、2013年11月28日に各樹から樹冠赤道部の15cm程度の発育枝10本をサンプリングし、葉と茎に分離した後、直ちに凍結保存した。分析には茎を使用し、RNeasy plant mini kit(QIAGEN)を用いて、全RNAを抽出した。次に、High Capacity cDNA Reverse Transcription Kit (Applied Biosystems)を用いてcDNAを合成した後、花成関連遺伝子 (total *CiFT*) に特異的なPCRプライマーとFast SYBR (ライフテクノロジーズ)により定量PCR (7500 Fast Real-Time PCR System、ライフテクノロジーズ)を行った。2014年5月23日に、各樹から赤道部の15cm程度の結果母枝20本を選び、着花数を調査した。

### Ⅲ 結 果

#### 試験1 結果母枝の性状と新梢伸長、結実

##### 1) 2012年

結果母枝の長さ別の着花数は、‘南柑20号’に比べ‘川田温州’で少なかった。特に、‘川田温州’は、長さ10cm以上の結果母枝で直花が少なかった（図1）。結実率は、どの長さの結果母枝においても‘南柑20号’に比べ‘川田温州’で著しく低かった（図2）。新梢の伸長は、‘南柑20号’に比べ‘川田温州’で著しく旺盛であった（図3）。

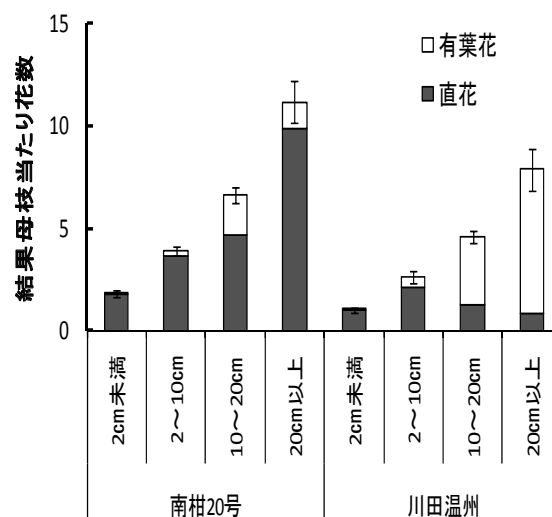


図1 ‘川田温州’および‘南柑20号’の結果母枝の長さが着花数に及ぼす影響  
注1) 2013年5月9日調査  
2) 垂線は総花数の標準誤差を示す

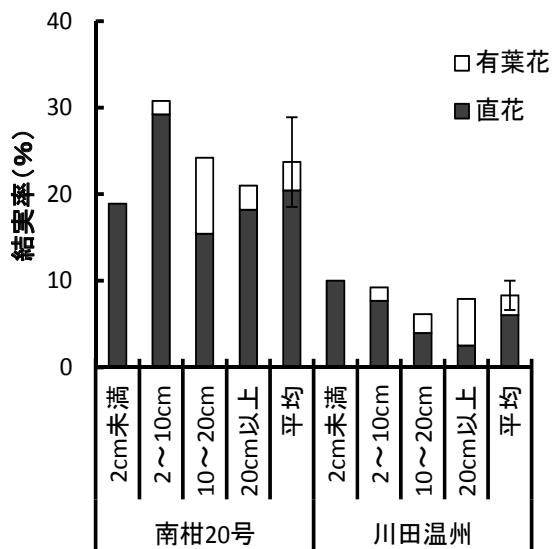


図2 結果母枝の長さが‘川田温州’及び‘南柑20号’の結実率に及ぼす影響  
 注1) 2013年7月17日調査  
 2) 垂線は総結実率の標準誤差を示す (n=4)

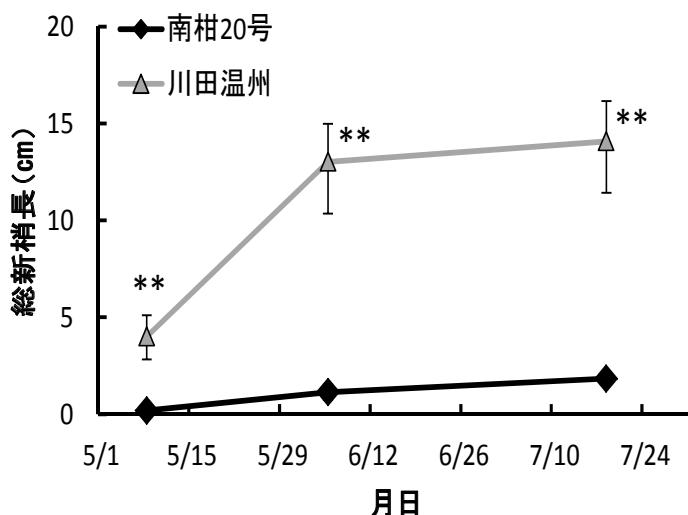


図3 ‘川田温州’および‘南柑20号’の新梢伸長  
 注1) 総新梢長は、10~20cmの結果母枝1本当たりの長さ  
 2) 垂線は標準誤差を示す (n=50)  
 3) \*\*: t検定の結果1%水準で有意差あり

2) 2013年

直花の多い結果母枝の長さは14.7 cm、有葉花の多い結果母枝では24.7 cmであった(表1)。着花数は直花の多い結果母枝で14.5個、有葉花の多い結果母枝で12.6個であった。総新梢長は、直花の多い結果母枝では新梢の発生がほとんどみられず短かった。一方、有

葉花の多い結果母枝では新梢の発生が多く長かった(図4)。結実率は、生理落果終了後(7月17日)において直花の多い結果母枝で12.6%、有葉花の多い結果母枝4.7%と前者で有意に高かった。有葉花の結実率については、試験区間に明らかな差はみられなかった。

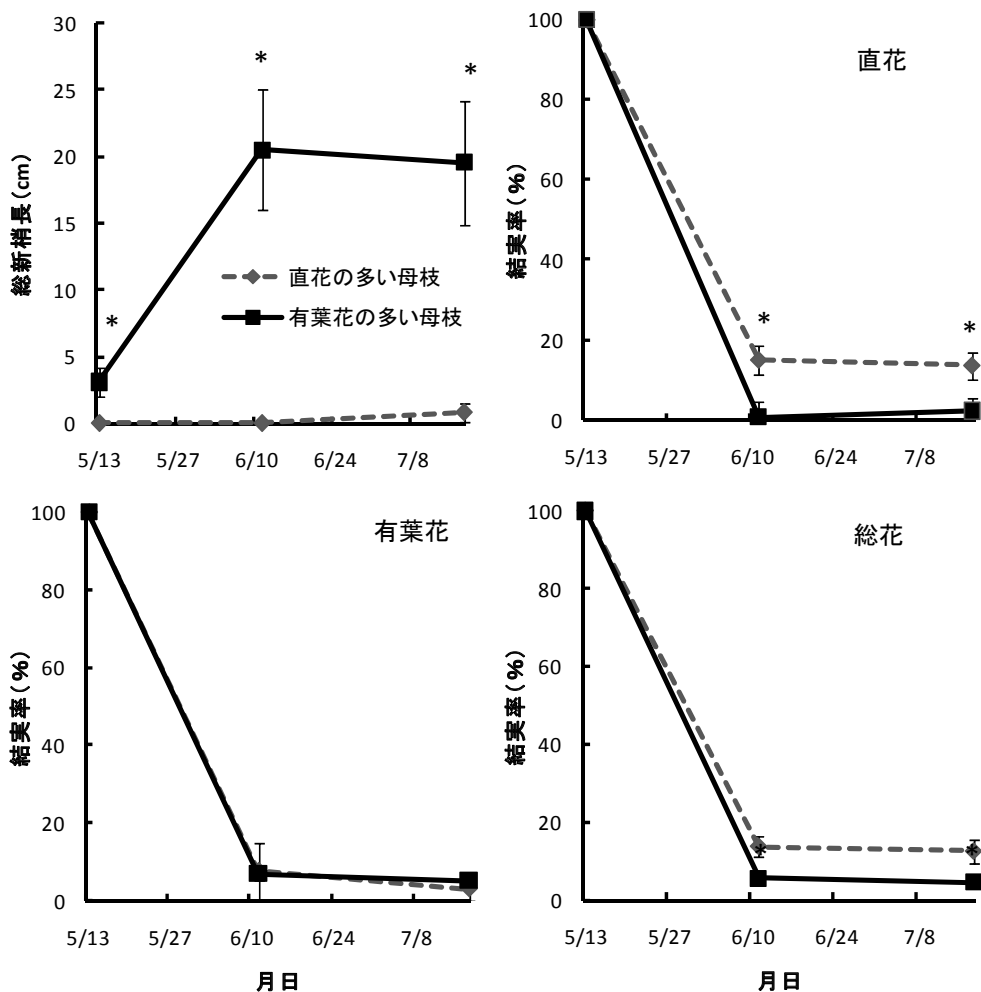


図4 結果母枝の性状と‘川田温州’の新梢長および結実率

注1) 垂線は標準誤差を示す (n=4)

2) \*: t 検定の結果 5%水準で有意差あり

## 試験 2 摘心処理と新梢伸長、結実および翌年の着花

結果母枝当たりの新梢長は、摘心をしなかった無処理区が最も長く、次いで1/3摘心区、2/3摘心区の順となった(図5)。いずれの処理区も6月中旬まで新梢が旺盛に伸び、その後緩やかとなり、枝によるばらつきは大きいものの両摘心区で伸長が抑制される傾向にあった。直花の結実率は、ばらつきはみられるものの6月12日では1/3摘心および2/3摘心区が37~38%であったのに対し、無処理区は18%と低かった。7月22日では、無処理区の

6.1%に対し、1/3摘心区が13.2%、2/3摘心区が21.8%と高かった。有葉花の結実率は、6月12日では1/3摘心区が7.3%、次いで2/3摘心区が6.5%、無処理区が5.0%であった。しかし、7月22日では、処理区間に明らかな差はみられなかった。総結実率は、7月22日では2/3摘心区で11.1%と最も高く、次いで1/3摘心区で9.5%、無処理区が6.0%であった。糖度およびクエン酸含量については、両年とも処理間に明らかな差はみられなかった(表2)。

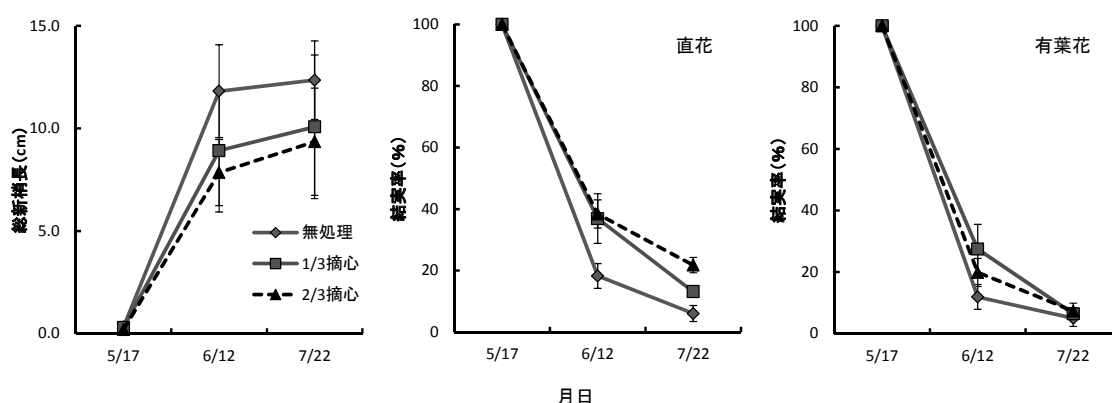


図5 摘心処理が‘川田温州’の新梢伸長、結実に及ぼす影響

注1) 総新梢長はともに結果母枝1本当たり

2) 垂線は標準誤差を示す (n=4)

表2 ‘川田温州’の摘心処理が果実品質、収量に及ぼす影響(試験2)

| 試験区   | Brix              |                   | クエン酸<br>(g/100ml) |      | 果皮色<br>a |      | 収量<br>(kg/m <sup>3</sup> ) |      |     | 果数<br>(個/m <sup>3</sup> ) |      |      | 1果重<br>(g) |      |     |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|------|----------|------|----------------------------|------|-----|---------------------------|------|------|------------|------|-----|
|       | 2013 <sup>z</sup> | 2014 <sup>y</sup> | 2013              | 2014 | 2013     | 2014 | 2013                       | 2014 | 平均  | 2013                      | 2014 | 平均   | 2013       | 2014 | 平均  |
| 無処理   | 10.3              | 11.0              | 0.56              | 0.86 | 23.6     | 27.2 | 4.8                        | 5.4  | 5.1 | 28.0                      | 35.6 | 31.8 | 173        | 161  | 167 |
| 1/3摘心 | 10.5              | 11.2              | 0.57              | 0.78 | 24.6     | 27.5 | 5.1                        | 3.6  | 4.4 | 34.2                      | 22.8 | 28.5 | 152        | 161  | 156 |
| 2/3摘心 | 10.7              | 10.9              | 0.56              | 0.89 | 23.8     | 26.9 | 6.1                        | 2.8  | 4.5 | 42.3                      | 20.0 | 31.2 | 146        | 157  | 151 |
| 有意性   | NS                | NS                | NS                | NS   | NS       | NS   | NS                         | NS   | NS  | NS                        | NS   | NS   | NS         | NS   | NS  |

注) <sup>z</sup> 2013年12月2日

<sup>y</sup> 2014年12月12日

樹冠容積当たりの収量と翌年の着花数の間には、高い負の相関がみられた(図6)。樹冠容積当たりの収量が無処理区に比べ両摘心区で多かったため、翌年の着花は摘心区で少ない傾向であった。樹冠容積当たりの収量と発育枝の *CiFT* 発現量の間には負の相関がみられた(図7)。また、発育枝の *CiFT* 発現量と翌年の着花数の間には正の相関が認められた(図8)。翌年の着花数は、個体差が大きいものの4樹の平均では無処理区で直花が多い傾向であった(表3)。また、処理翌年の収量および収穫果数は、前年の結実率の高かった2/3摘心区、1/3摘心区で少なく、2年間の平均では無処理区で多い傾向にあった(表2)。1果重については、処理年は2/3摘心区、1/3摘心区、無処理区の順に小さい傾向にあり、処理

翌年では明らかな差がみられなかった。

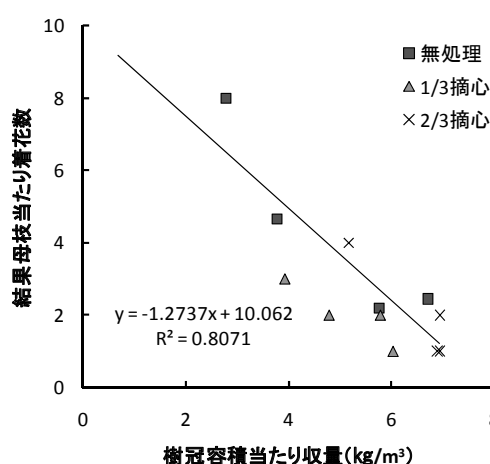


図6 樹冠容積当たりの収量と‘川田温州’翌年の着花数の関係

注) 着花数は2014年5月23日調査

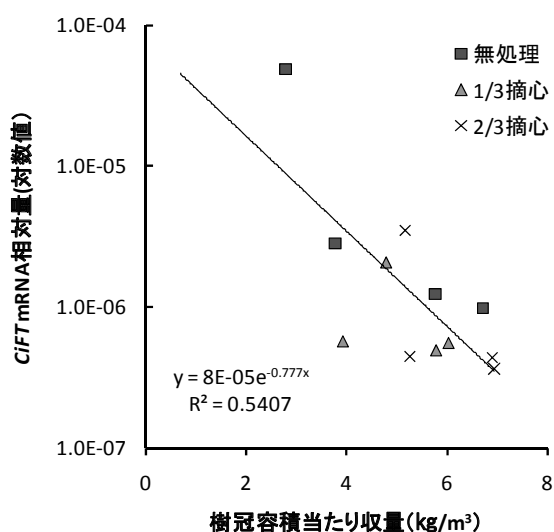


図7 樹冠容積当たりの収量と‘川田温州’と *CiFT* 発現量の関係

注) *CiFT* mRNA 相対量は 2013 年 11 月 28 日に発育枝をサンプリング

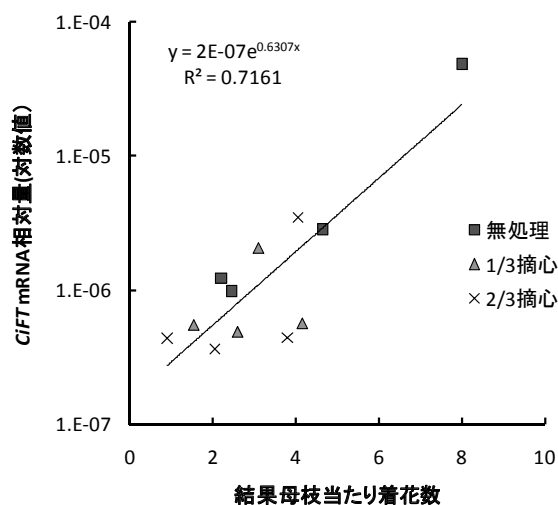


図8 処理翌年の結果母枝当たりの着花数と‘川田温州’前年の *CiFT* 発現量の関係

注) 着花数は 2014 年 5 月 23 日調査

表3 摘心処理が‘川田温州’の結果母枝当たりの花数に及ぼす影響(試験2)

| 試験区    | 処理年 <sup>z</sup>       |           |           | 翌年 <sup>y</sup> |           |           |
|--------|------------------------|-----------|-----------|-----------------|-----------|-----------|
|        | 直花                     | 有葉花       | 合計        | 直花              | 有葉花       | 合計        |
| 無処理区   | 2.3 ± 0.4 <sup>x</sup> | 3.1 ± 0.2 | 5.4 ± 0.2 | 3.3 ± 2.6       | 0.9 ± 0.9 | 4.1 ± 3.2 |
| 1/3摘心区 | 2.0 ± 0.3              | 3.3 ± 0.1 | 5.2 ± 0.2 | 1.7 ± 0.8       | 1.1 ± 0.6 | 2.9 ± 1.1 |
| 2/3摘心区 | 1.9 ± 0.2              | 4.2 ± 0.6 | 6.1 ± 0.5 | 2.0 ± 1.0       | 0.7 ± 0.6 | 2.7 ± 1.5 |

注) <sup>z</sup> 2013年5月17日調査

<sup>y</sup> 2014年5月23日調査

<sup>x</sup> 平均値±標準誤差

## IV 考察

### 試験1 結果母枝の性状と新梢伸長、結実

供試した‘川田温州’は若木であることから新梢の伸長が旺盛であることを考慮する必要があるものの、‘川田温州’は‘南柑20号’に比べ着花数が少なく、結実率が著しく低く、

新梢の伸長停止が遅れる傾向がみられた(図2、3)。特に、結果母枝長が10cmを超えると新梢は長くなり、有葉花が多かった。直花の割合は減少し、結実率は低い傾向にあった。宮川系ウンシュウにおいて、長い結果母枝と短い結果母枝の性状を比較した野間ら(1984)は、直花数については両結果母枝間で差は見

られないが、有葉花数は長い結果母枝で多かったと報告している。‘させぼ温州’では、15 cm 程度の結果母枝は、10 cm 未満のものに比べ有葉花の着生割合が高く、生理落果後の残果率が有葉花よりも直花で低いことが報告されている(高見ら、2002)。本試験の結果でも、10 cm 未満の結果母枝は直花の着生する割合が高く、10cm 以上では有葉花の着生する割合が高くなり、高見らの‘させぼ温州’の報告と同様の傾向がみられた。しかし、本試験では生理落果後の結実率が直花よりも有葉花で低く、相反する結果となった。この違いについては、‘川田温州’の長い結果母枝では有葉花の葉数が多いこと、‘南柑 20 号’に比べ2週間程度新梢が遅伸びし、緑化が遅れていたことが原因として考えられる。

‘宮内イヨ’の生理落果期間中の光合成産物の転流分配を調査した小野ら(1987)の報告では、光合成産物は5月下旬からの新根の発生によって細根への分配量が多くなり、その後新梢の発生とともに新梢への分配が増加し、果実への分配量は急激に低下するとしている。本試験の結果、‘川田温州’の新梢の伸長は6月中旬頃まで続き、その後緩やかになったことから(図3、4)、『南柑 20 号』に比べ新梢や新根と幼果との間でより強い養分競争が発生していたと推察される。

## 試験 2 摘心処理と新梢伸長、結実および翌年の着花

‘川田温州’について満開期に、樹冠赤道部に発生した新梢の約 1/3 および 2/3 を摘心処理した結果、新梢長はそれぞれ 18% および 24% 抑制された(図5)。森口ら(2008)は、‘川田温州’において芽かきと摘心処理の併用により、一次落果後の結実率が 1.7% から 7.0% に向上したと報告している。また、‘させぼ温州’では、新梢の発生が多い樹について芽かき処理を行うと結実率が向上したとの

報告がある(古川ら、2005)。さらに、パクロブトラゾールの散布処理により‘川田温州’の新梢伸長が抑制され、結実が促進したとされる(佐藤ら 2009)。本試験では、芽かきおよびパクロブトラゾール処理は行っていないが、総新梢の約 1/3 および 2/3 を摘心処理した結果、直花の結実率は無処理区の 6.1% に対し、それぞれ 13.2%、21.8% と向上した(図5)。これは、摘心処理により新梢の伸長を強制的に抑制したことで新梢と幼果間の養分競争が減少したためと考えられる。

Nishikawa ら(2012)は、‘青島温州’において、葉面積あたりの収量と 11 月から 1 月における発育枝の *CiFT* 発現量は高い負の相関を示し、この時期の発育枝の *CiFT* 発現量は、翌春の着花数と高い正の相関を示すと報告している。本試験の結果、‘川田温州’においても、11 月下旬の樹冠容積あたりの収量と発育枝の *CiFT* 発現量の間に関係がみられた(図7)。大垣ら(1963)は、尾張系普通温州の隔年結果について、成り年には大部分の1年生枝に着果し、不着果の1年生枝が激減することで翌年の着花する枝が少なく、不成り年となること、樹冠容積当たりの収量、結果数によって隔年結果性が判別できると報告している。本試験においても、樹冠容積当たりの収量の多かった樹で翌年の花数が少なく、*CiFT* 発現量も低かったことから、‘川田温州’の着花予測に利用できると考えられる。

以上のように、‘川田温州’では開花期の摘心処理により新梢の伸長が抑制され、直花の結実率が向上する傾向が示された。しかし、樹による樹容積あたりの結実量のばらつきが大きかったため、処理翌年の着花は必ずしも増加せず、生産の安定には直接つながらなかったことから、摘果時期や方法などについて今後検討する必要がある。



## V 摘要

樹勢が旺盛で結実が不安定な‘川田温州’について、結果母枝の性状と結実、新梢の摘心処理が結実、収量、翌年の着花などに及ぼす影響について検討した。

1) 長さ 10 cm 以上の結果母枝では、直花よりも有葉花の割合が高くなり、発生する新梢の数が多く、長くなった。結実率は、有葉花に比べ直花で高かった。直花の多い結果母枝からは新梢はほとんど発生しなかったが、有葉花の多い結果母枝からは長い新梢が発生した。有葉花が多く着生した結果母枝では、直花の生理落果が多い傾向にあった。

2) 開花期に、発生した新梢の約 3 分の 1 および、3 分の 2 について摘心処理を行った結果、処理後の新梢伸長は抑制され、直花の結実率が向上する傾向がみられた。糖度、酸含量など品質については明らかな差はみられなかった。摘心処理区では、樹冠容積あたりの収量がやや多くなったものの発育枝の *CiFT* 発現量は無処理区に比べて低くなり、翌年の花数が少ない傾向であった。このため、摘心処理は新梢の伸長を抑制し、直花の結実率を向上させる傾向を示すものの、処理翌年の着花は必ずしも増加せず、生産の安定には直接つながらなかった。

## VI 引用文献

Endo, T., T. Shimada, H. Fujii, Y. Kobayashi, T. Araki and M. Omura. 2005. Ectopic expression of *FT* homolog from *Citrus* confers an early flowering phenotype on trifoliate orange (*Poncirus trifoliata* L. Raf.). *Transgenic Res.* 14: 703-712.

古川 忠・林田誠剛. 2005. 「させぼ温州」の芽かきとジベレリン散布による生理落果軽減技術. *ながさき普及技術情報* 第 24:

19-20.

岩崎藤助. 1961. カンキツの隔年結果防止に関する研究. *園学雑.* 30: 103-110.

森口幸宣・萩原淳也・中地克之. 2008. 「川田温州」は芽かき・摘心処理により結実が向上する. *和歌山県研究成果情報.*

Nishikawa, F., T. Endo, T. Shimada, H. Fujii, T. Shimizu and M. Omura. 2009. Differences in seasonal expression of flowering genes between deciduous trifoliate orange and evergreen Satsuma mandarin. *Tree Physiol.* 29: 921-926.

Nishikawa, F., M. Iwasaki, H. Fukamachi, K. Nonaka, A. Imai, F. Takishita, T. Yano and T. Endo. 2012. Fruit bearing suppresses Citrus Flowering Locus T expression in vegetative shoots of Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 81: 48-53.

Nishikawa, F., T. Endo, T. Shimada, H. Fujii, T. Shimizu, M. Omura and Y. Ikoma. 2007. Increased *CiFT* abundance in the stem correlates with floral induction by low temperature in Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.). *J. Exp. Bot.* 58: 3915-3927.

野間 豊. 1984. ウンシュウミカンの着果に関する研究. *千葉大園学報.* 34: 99-103.

大垣智昭・藤田告治・伊藤秀夫. 1963. 温州みかんの隔年結果に関する研究(第 3 報). *園学雑.* 32: 13-19.

小野祐幸・内田 誠・高原利雄・岩垣 功・赤尾勝一. 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分配に及ぼす影響. *園学要旨.* 昭 62 春: 20-21.

佐藤景子・高原利雄・深町 浩・岩崎光徳. 2009. ウンシュウミカン‘川田温州’に対する台木、枝梢管理、植調剤の影響. *園学研.* 8 (別 1): 83.

高見寿隆・古川 忠. 2002. 「させぼ温州」  
の結果母枝の長さとは花及び結実性. なが  
さき普及技術情報. 21: 103-104.  
武智 渉・田村剛史・井上花織・米須清真・

住吉慶祐・田頭 亘・谷口琢也・橋本晃生  
・水谷房雄. 2009. 摘心が日川白鳳の新梢  
長と果実生長ならびに品質に及ぼす影響.  
愛媛大農農場報. 31: 1-8.