‘はるみ’の着果、果実の大きさ、糖度および葉と根のデンプン含量が 次年度の着花に及ぼす影響

武藤浩志・末松信彦・荒木勇二*・馬場富二夫・石井ちか子・
石井香奈子・稲葉善太郎・杉山和美**

静岡県農林技術研究所伊豆農業研究センター 413-0411 静岡県賀茂郡東伊豆町稲取 3012

Effects of Fruit Set, Fruit Size, Soluble Solids in Fruit Juice, and Starch Contents in Leaves and Roots on the Number of Blossoms in the Next Year in Citrus ‘Harumi’

Hiroshi MUTO, Nobuhiko SUEMATSU, Yuji ARAKI*, Fujio BABA, Chikako ISHII,
Kanaoka ISHII, Zentaro INABA and Kazumi SUGIYAMA**

*Izu Agricultural Research Center, Shizuoka Prefectural Research Institute of Agriculture and Forestry,
3012 Inatori, Higashiizu-cho, Kamo, Shizuoka 413-0411, Japan*

Abstract

We investigated the effects of fruit set, fruit size, soluble solids in fruit juice, and starch contents in leaves and roots on the number of blossoms in the next year in 11-year-old citrus ‘Harumi’ trees. A higher concentration of soluble solids in fruit juice was correlated with fewer blossoms in the next year. A higher fruit set in the prior year was significantly correlated with lower starch contents in the leaves and roots (which showed a positive correlation) and fewer blossoms in the next year. In addition, both fruit weight and fruit diameter in the prior year were positively correlated with the number of blossoms in the next year. Thus, to ensure enough blossoms in the next year, it is necessary to avoid excessive fruit set per leaf area in the prior year and to keep up the starch contents in the leaves and roots.

Keywords: fruit diameter, productivity, reserve nutrient

緒 言

‘はるみ’は、果樹試験場興津支場（現（独）果樹研究所
カンキツ研究興津拠点）において、タンゴール‘清見’を種子

親にボンカン‘F-2432’を交配して育成された¹⁾。本品種は、
糖度が高く食味が良好で、消費者の人気の高いこと²⁾から、
愛媛県、広島県、和歌山県、静岡県、愛知県などのカンキツ
産地において導入が進んでいる。

しかし、本品種は隔年結果性が非常に強い³⁻⁵⁾などの特
性が明らかになっている。久松ら⁶⁾によると、‘はるみ’では、
有葉花、直花ともに着果率が高く、全体の着果率が47.5%
と報告している。これに対し、ウンシュウミカンでは岡田・小中
原⁷⁾が様々な着果量の‘宮川早生’および‘青島温州’で
検討し、生理落果終了時に60～90%が落果することを報告
している。この場合、ウンシュウミカンの着果率は10～40%と
なる。すなわち、‘はるみ’の着果率は、ウンシュウミカンより高く

2010年 5月25日受付

2010年 9月 3日受理

Corresponding author: Hiroshi Muto

(hiroshi1_muto@pref.shizuoka.
lg.jp)

* 現在：静岡県西部農林事務所

** 現在：静岡県農林技術研究所

なりやすいと推察され、このことは樹の栄養負担につながる可能性が考えられる。

‘青島温州’も隔年結果性は強く、次年度の着花量はC-N率、窒素および炭水化物が影響するため^{8,9)}、樹体内栄養を解析することで次年度の生産性を予測する指標としている¹⁰⁻¹²⁾。

‘青島温州’以外でも‘バレンシアオレンジ’¹³⁾、マンダリン‘ウィルキング’¹⁴⁾、‘宮川早生’¹⁵⁾で樹体内栄養と生産性に関する報告がされている。しかし、‘はるみ’については、藤原・井上¹⁶⁾が高接ぎ樹や幼木を供試し、摘果による樹体内炭水化物と次年度の着花との関係を、中村・吉川⁵⁾が樹体内栄養と摘果および施肥方法の関係について報告しているにすぎない。

すなわち、‘はるみ’の安定生産技術を構築するに当たっては、樹体内栄養と着果あるいは着花との関係についてさらに詳細な検討が必要と考えられる。

そこで、本研究では‘はるみ’の当年度の着果状況が次年度の着花にどのように影響するのかを検討するとともに、樹体内栄養としてのデンプンと次年度の着花との関係について検討し、いくつかの基礎的な知見が得られたので報告する。

材料および方法

1. 供試樹および栽培管理

静岡県農林技術研究所伊豆農業研究センター（静岡県賀茂郡東伊豆町稲取）内の表層腐植質黒ボク土に植栽された11年生のカラタチ台‘はるみ’15樹を供試した（Table 1）。施肥は慣行に従い年間窒素施肥量を10 a当たり30 kgとし、年4回（3月、6月、8月、11月）施用した。摘果は2007年7月29日に主枝先端を全摘果し、その他の部分は8月27日に中心階級が残るように極端な小玉果および大玉果を中心に間引摘果した。その後、9月末日までに見落とした果実を修正摘果した。収穫は2008年1月25日に行った。2007年度の管理状況が反映されやすいよう、2008年度は無せん定とした。なお、供試した15樹のうち2樹で着果がほとんどみられず、果実の大きさを計測できなかったため、果実の大きさとの関係については、計測できた13樹で解析に用いた。

Table 1 Dimensions of trees used in this study (2007/6/20)

Tree height (cm)	Canopy diameter (cm)	Canopy volume (m ³) ^z
242 ± 13 ^y	216 ± 23	7.8 ± 1.7

^zmajor axis × minor axis × tree height × 0.7

^yMean ± SD (n = 15)

2. 当年度の着果状況と次年度の着花との関係（試験1）

着果の目安として、枝先端から約100 cmで概ね同程度の太さの枝を1樹当たり東西南北4方向から選定し、2007年10月3日に100葉当たりの着果数を算出した。次年度の着花については、達観により樹全体の着花程度を次の6水準で、2008年5月17日に調査した。概ね新葉率50%で葉花比が3～5枚に1花程度の樹を標準とし、ほとんど無し：0、極めて少：1、少：2、中：3、多：4、甚多：5とし、甚多は新葉の発生がほとんど無く、直花が多い状態である。

収穫後、1樹ごとに収量、収穫果数および供試樹の全果実の果実横径を計測するとともに、1果重を算出した。果汁の糖度は1樹10果ずつ選び手持ちの屈折糖度計PAL-1（アタゴ社）で測定した。

3. 収穫直前の葉と根のデンプン含有率と次年度の着花との関係（試験2）

樹体内デンプン含有率の測定は、根と葉について実施し、試料の採取は収穫直前に行った。根は、2008年1月10日に太さ5 mm程度の根を長さ20 cm、1樹当たり南北2方向深さ0～20 cmの位置から採取し、水で洗浄後、薄さ1～3 mmにスライスし、70℃で十分に通風乾燥させた。葉は、2008年1月11日に樹の赤道部を中心に全体から不着果の春葉を20葉採取し、2%酢酸溶液で洗浄した後、脱イオン水で洗浄し、70℃で十分に通風乾燥させた。分析は、SAMPLE MILL TI-100（CMT社）で粉砕し、ヨウ素比色法によるデンプン簡易測定法¹⁷⁾にて行った。デンプンの標準物は、溶性でんぷん（関東化学製）を用いた。

着果および次年度の着花については試験1の計測値を用いた。

結 果

1. 当年度の着果状況と次年度の着花との関係（試験1）

当年度の1果重と果実横径の関係については有意な正の相関がみられた（Fig. 1A）。100葉当たりの着果数が大きくなると果実横径は減少する傾向を示した（Fig. 1B）。当年度の1果重と糖度との関係については明確な関係は見いだせなかった（データ省略）。

当年度の100葉当たりの着果数が多くなるほど次年度の着花は減少した（Fig. 2A）。当年度の収量と次年度の着花については明確な関係は見いだせなかった（データ省略）。当年度の収穫果数が増加すると次年度の着花は減少した（Fig. 2B）。当年度の1果重が増加すると次年度の着花は増加した（Fig. 2C）。当年度の果実横径が大きくなるほど次年度の着花は増加した（Fig. 2D）。当年度糖度の高い果実が収穫された樹は、次年度の着花が減少する傾向を示した（Fig.

Fig. 1 Relationships between average fruit weight, fruit load, and fruit diameter. (** $P = 0.01$)

Fig. 2 Relationships between fruit load, fruit size, soluble solids in fruit juice, and flower index in the following season. (* $P = 0.05$, ** $P = 0.01$)

2E).

2. 収穫直前の葉と根のデンプン含有率と次年度の着花との関係 (試験 2)

100 葉当たりの着果数が増加すると葉中デンプン含有率が減少した (Fig. 3A). 同様に 100 葉当たりの着果数が増加すると根中デンプン含有率が減少した (Fig. 3B). 葉中デンプン

含有率が高いほど次年度の着花が増加した (Fig. 3C). 同様に根中デンプン含有率が高いほど次年度の着花が増加した (Fig. 3D).

このときの葉中デンプン含有率と根中デンプン含有率は正の相関を示した (Fig. 3E).

Fig. 3 Relationships of starch contents in leaves and roots with fruit set and flower index in the following season. (** $P = 0.01$)

考 察

11年生‘はるみ’では1果重が増加するほど果実横径は増加し、100葉当たりの着果数が少ないほど果実横径が増加する傾向が示された (Fig. 1A, B)。1果重と果実横径との関係については、久松ら⁶⁾もおおむね同様のことを認めている。本試験で供試した‘はるみ’は、久松ら⁶⁾と同一樹を使用しているが、樹齢は異なる。1果重と果実横径との関係については、樹齢が進んだとしても変わらないことが示された。カンキツの果実肥大の支配要因として、着果、温度、日照および土壌条件などがある¹⁸⁾。すなわち、‘はるみ’においても、

着果負担が果実肥大に影響している可能性があることから、100葉当たりの着果数が着果負担を表す指標の一つとなると考えられた。

100葉当たりの着果数および収穫果数が多くなるほど次年度の着花が減少した (Fig. 2A, B)。藤原・井上¹⁶⁾は高接ぎ4年生の‘はるみ’において着果が多いと次年度の着花が減少することを認めている。ウンシュウミカンでも、葉果比が大きく着果が少ない方が次年度の着花が増加する^{15,19,20)}。従って、ウンシュウミカンの交雑後代である‘はるみ’³⁾においても、着果数が次年度の着花の多寡に影響しているものと考えられた。

1果重および果実横径が増加するほど次年度の着花が増

加することから、1果重や果実横径を測定することで次年度の着花を予測できる可能性が見出された (Fig. 2C, D)。

また、試験1において、糖度が高いほど次年度の着花が減少する傾向が認められた (Fig. 2E)。⁶⁾ ‘青島温州’では糖度が12度を越えると次年度の着花は確保されるものの結実数および収量が減少する²¹⁾。これは着果が多いと果実全体のシンク力が増大し、果実以外の部位での貯蔵養分が低下して次年度の着花が減少すると考えられている。⁶⁾ ‘はるみ’は糖度が11～15度となり^{3,6)}、‘青島温州’より糖度が高くなりやすいため、果実全体のシンク力がより大きく樹体内の貯蔵養分が低下しやすい可能性もある。今後は、糖度と果実の大きさおよび次年度の着花との関係について、詳細な検討を加えていく必要がある。

100葉当たりの着果数が少なく、着果負担が少ないほど果実肥大が促進されることから、1果重や果実横径を計測することによって、当年度の着果負担が把握できるとともに、次年度の着花も予測できる可能性が見出された。これまで柑橘類の着果を把握するために、葉果比や樹容積当たりの着果数が広く使われてきたが、樹全体の着果を把握するには測定部位によりバラツキが生じたり、労力が掛かったりしていた。すなわち、果実重と当年度の着果負担との関係について、今後より詳細な検討を加えることで、日肥大量を定期的に計測するなど1果重や果実横径の計測による当年度の着果負担の把握および次年度の着花の予測手法が確立されれば、より簡便な予測手法として生産現場で利用でき、計画生産に寄与すると考えられる。

100葉当たりの着果数が多くなるほど葉中または根中のデンプン含量は減少し、次年度の着花は減少した (Fig. 3A, B, C, D)。久松ら⁶⁾は過度の着果負担が樹体内栄養に影響し、樹勢の低下を招くことを示唆しており、中村・吉川⁵⁾も着果負担による葉の黄化症状を認めている。藤原・井上¹⁶⁾は4年生樹において、着果負担の有無が根や枝におけるデンプン含量に影響することを認めている。⁶⁾ ‘宮川早生’では葉果比が増すにつれて収穫期の樹体内栄養、特に根のデンプン含量が増加し、次年度の着花が増加する¹⁵⁾。従って、‘はるみ’においても、ウンシュウミカンと同様に着果数が少ないほど葉や根のデンプン含量が増加し、その結果、次年度の着花が多くなりやすい状態となると考えられる。すなわち、過度の着果負担を避け、葉や根のデンプン含量を適切に保持することで次年度の着花を安定させることができる可能性がある。

なお、葉と根のデンプン含量との関係では、正の相関がみられた (Fig. 3E)。藤原・井上¹⁶⁾も葉のデンプン含量が多いと根のデンプン含量も多くなる傾向を報告している。葉は、根よりも採取する労力や樹体への影響が少ないことから、葉を分析部位に用いることでより簡便にデンプン含量が把握できる

とともに効率的に次年度の着花予測が可能となると考えられた。

これまでの‘はるみ’の報告において、久松ら⁶⁾は5～8年生、藤原・井上¹⁶⁾は4～6年生の幼木を供試している。本試験では久松らと同一の11年生樹を供試したが、果実品質や着果負担および樹体内栄養についてこれらの報告と多くの共通点が認められた。すなわち、‘はるみ’においては、11年生までの樹齢であれば、幼木とほぼ同一の生育特性を示している可能性が高い。ウンシュウミカンにおいては、6年生幼木と10年生若木および19年生成木では異なる生産構造を示し、幼木では生殖成長部分より栄養成長部分の比率が高いことが示されている²²⁾。しかし、本試験やこれまでの報告からみて、‘はるみ’は着花および着果特性などの影響により、幼木時から生殖成長に傾きやすいと考えられ、ウンシュウミカンの生産構造とは異なる可能性が高い。これらのことから‘はるみ’の安定生産技術を構築するに当たっては、ウンシュウミカンよりも幼木時から着果管理には注意する必要があると考えられた。

なお、‘はるみ’では、有葉花、直花ともに着果率が高く、このことが樹の栄養負担につながっているものと推察される。本試験では、着果数が増加すると樹体内デンプン含量が減少することから、今後、‘はるみ’の生産性を検討していく上で、着果率についての詳細な検討が必要と考えられる。

‘はるみ’は、種苗登録された1999年以降、急速に栽培面積が増加したため²³⁻²⁵⁾、生産場面では樹齢10年生前後の園地が生産樹の中心となっていると推定される。今後、さらに樹齢が進んだ樹の樹体内栄養と次年度の着花についてデータを蓄積することが‘はるみ’の安定生産技術の確立に寄与すると考えられた。

以上の結果から、‘はるみ’においては、着果過多や糖度の上昇により着果負担が高まると、葉や根のデンプン含量が減少するとともに、次年度の着花も減少することが明らかになった。すなわち、次年度の着花を安定させるためには、過度の着果負担を避け、葉や根のデンプン含量を適切に保持することが必要と考えられた。なお、分析は冬季に不着果の春葉を用いることで、より簡便にデンプン含量が把握できると考えられた。また、1果重や果実横径を測定することで次年度の着花を予測できる可能性がある。

摘 要

11年生‘はるみ’を供試して、着果、果実の大きさ、糖度および樹体内デンプン含量が次年度の着花に及ぼす影響について検討した。‘はるみ’では、果実の糖度上昇が次年度の着花に影響すること、さらには100葉当たりの着果数が多く

なると、葉や根のデンプン含量が減少し、次年度の着花も減少することが明らかとなった。すなわち、次年度の着花を安定させるためには、過度の着果負担を避け、葉や根のデンプン含量を適切に保持することが必要と考えられた。なお、葉と根のデンプン含量は正の相関関係がみられた。また、1果重および果実横径と次年度の着花は正の相関を示した。

引用文献

- 1) 吉田俊雄, 山田彬雄, 根角博久, 上野 勇, 伊藤祐司, 吉岡照高, 日高哲志, 七條寅之助, 木原武士, 富永茂人, 家城洋之. はるみ. 品種登録 7506. 1999.
- 2) 根角博久. 新品種の栽培技術—カンキツ「はるみ」. 果実日本. 58(8): 56–59. 2003.
- 3) 吉田俊雄, 山田彬雄, 根角博久, 上野 勇, 伊藤祐司, 吉岡照高, 日高哲志, 家城洋之, 七條寅之助, 木原武士, 富永茂人. カンキツ新品種「はるみ」. 果樹試報. 34: 43–52. 2000.
- 4) 池田裕朗, 伊藤純樹. カンキツ「はるみ」の7, 8月および9月の土壤乾燥が生育および着花に及ぼす栄養. 日本土壤肥料学会講演要旨集. 53: 281. 2007.
- 5) 中村明弘, 吉川公規. 「はるみ」の施肥方法及び着果部位が土壌化学性と樹体の栄養状態に及ぼす影響. 園学雑. 74(別2): 331. 2005.
- 6) 久松 奨, 小川原 斉, 稲葉元良. 「はるみ」の着花特性および果実階級と果実品質との関係. 静岡柑橘試研報. 34: 1–6. 2005.
- 7) 岡田正道, 小中原 実. ウンシュウミカンの幼果期における生理落果の波相に影響する要因. 静岡柑橘試研報. 21: 1–8. 1985.
- 8) 杉山和美, 久田秀彦, 岡田長久, 鈴木晴夫. ウンシュウミカンの隔年結果と貯蔵養分に関する研究(第1報) 青島温州幼木における冬季の炭水化物および窒素化合物の形態・存在部位. 静岡柑橘試研報. 24: 61–70. 1992.
- 9) 杉山和美, 久田秀彦, 岡田長久, 鈴木晴夫. ウンシュウミカンの隔年結果と貯蔵養分に関する研究(第2報) 異なるウンシュウミカンの栄養状態における青島温州の樹体内炭水化物及び窒素の冬季貯蔵養分. 静岡柑橘試研報. 28: 1–9. 1999.
- 10) 大城 晃, 杉山泰之, 片山晴喜, 河村 精, 久田秀彦, 岡田長久. ウンシュウミカンにおける冬季根中デンプンによる樹体栄養診断の開発. 土肥誌. 71(2): 259–262. 2000.
- 11) 岡田正道. ウンシュウミカンの生産性予測要因としての樹体養分の有効性. 園学雑. 73(2): 163–170. 2004.
- 12) 杉山泰之, 大城 晃, 濱崎 櫻, 澤野郁夫, 小原 均. ウンシュウミカン「青島温州」の樹体内デンプン含量の時期的変化と冬季の根中デンプン含量による着花量予測. 園学研. 5(3): 277–282. 2006.
- 13) Jones WW, Embleton TW, Steinacker ML, Cree CB. Carbohydrates and fruiting of 'Valencia' orange trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95(3): 380–381. 1970.
- 14) Goldschmidt EE, Golomb A. The carbohydrate balance of alternate-bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(2): 206–208. 1982.
- 15) 清水達夫, 鳥潟博高, 鳥居鎮男. ウンシュウミカンの着果負担に関する研究(第3報) 葉果比が収穫期の樹体内炭水化物含量ならびに翌春の着花数・新葉数に及ぼす影響. 園学雑. 43(4): 423–429. 1975.
- 16) 藤原文孝, 井上久雄. 「はるみ」の結実管理法の違いが隔年結果性, 炭水化物, 品質に及ぼす影響. 愛媛果樹試研報. 22: 9–16. 2008.
- 17) 杉山泰之, 大城 晃. ウンシュウミカンの栄養診断のためのヨウ素比色法によるデンプン簡易測定法. 土肥誌. 72(1): 81–84. 2001.
- 18) 門屋一臣. 農業技術体系果樹編1—Iカンキツ. 農文協, 東京. 基50–基61. 1982.
- 19) 森岡節夫. ウンシュウミカン若木の着果程度及び摘果が果実の形質, 翌年の着花などに及ぼす影響. 園学雑. 56(1): 1–8. 1987.
- 20) 澤野郁夫, 佐々木俊之, 鈴木 富. ウンシュウミカンのコンテナ栽培における葉果比が果実品質と翌年の着果に及ぼす影響. 静岡柑橘試研報. 29: 7–12. 2000.
- 21) 岡田正道, 高橋哲也. ウンシュウミカンにおける果汁の糖度と次年度生産性との関係. 園学研. 5(3): 271–276. 2006.
- 22) 小野祐幸. 立ち木仕立て果樹の葉量と生育, 収量. 平野 暁, 菊池卓郎編著, 果樹の物質生産と収量—増収技術の基礎理論—. 農文協, 東京. 83–123. 1989.
- 23) 久松 奨. 静岡県における「はるみ」の栽培現況. 52–73. 日本果樹種苗協会編著, 特産の果物—はるみ. 日本果樹種苗協会, 東京. 2003.
- 24) 中谷宗一. 広島県における「はるみ」の栽培現況. 39–51. 日本果樹種苗協会編著, 特産の果物—はるみ. 日本果樹種苗協会, 東京. 2003.
- 25) 脇 義富. 愛媛県における「はるみ」の栽培現況. 27–38. 日本果樹種苗協会編著, 特産の果物—はるみ. 日本果樹種苗協会, 東京. 2003.