

## ミカン根中デンプン含有率に基づく次年着花量の予測

静岡県柑橘試験場伊豆分場

分 場 長 杉 山 和 美

### 1. はじめに

ウンシュウミカンは、消費者嗜好の多様化の中で、国内生産年間100万トン以上を維持しているが、ますますの高品質化とともに、安定生産との両立を求められている。筆者のいる静岡県は、栽培面積・生産量（シェア12%）共に全国第3位を続けているが、近年の産出額（粗生産額）は約200億円で1～2位である。

品種では、早生を除く普通温州の中でも、出荷時期が12月末から3月と遅いほうの「青島温州」が主体であり、約6割を占めている。「青島温州」は、昭和40年に奨励品種として認められ、過剰生産による価格暴落を経て、昭和50年代より盛んに改植が進んだ。「青島温州」が増えてくると、それ以前に主力であった「杉山温州」などと比べて、隔年結果性が強いことが各産地から問題として起こってきた。

現場の摘果推進とともに、静岡県柑橘試験場（以下、静岡柑橘試と略）は、摘果法の試験などについて、樹体栄養面から高品質果の安定生産が試験研究の課題としてあがってきた。「青島温州」等いわゆる高糖系ウンシュウでは、果実の糖集積能が高く、貯蔵栄養（デンプン等）を低くしてしまう可能性がある。そこで、注目されたものが、糖として果実の食味を決定し、デンプンとして蓄えられ翌年の果実生産に大きく影響を及ぼす炭水化物だった。

生産サイドからは、翌年度の生産対策を正月休み明けから検討するため、樹体栄養とくにデンプン分析を役立てたいとする要請があり、試験研究も要請に応じて11～12月の試料採取と1月判定の日程を可能にしてきた。

非破壊選果機が導入され、糖度が12以上の高品質果実が求められるようになって、着果数が安

定しないと、着果数の少ないときの大玉果や、多いときの低糖果のように、商品として評価されない果実の生産につながる。シートマルチ栽培等による水分ストレスも着花・着果を不安定にする原因になっている。よって、デンプン診断による着花量の予測は、高品質果を安定的に生産する前提としても、重要である。

### 2. どうして根のデンプンか？

古くは、C/N率により、次の着花程度が分かるという説が有力だったことがあった。他方、イスラエルのGoldschmidt (1982) は、隔年結果性が強いウィルキング・マンダリンを用いて、表年と裏年の樹体各部分の栄養分を分析した。その結果、裏年だった根にデンプンが多量に蓄えられ、表年だった根にはデンプンが少ないことを見つけていた。

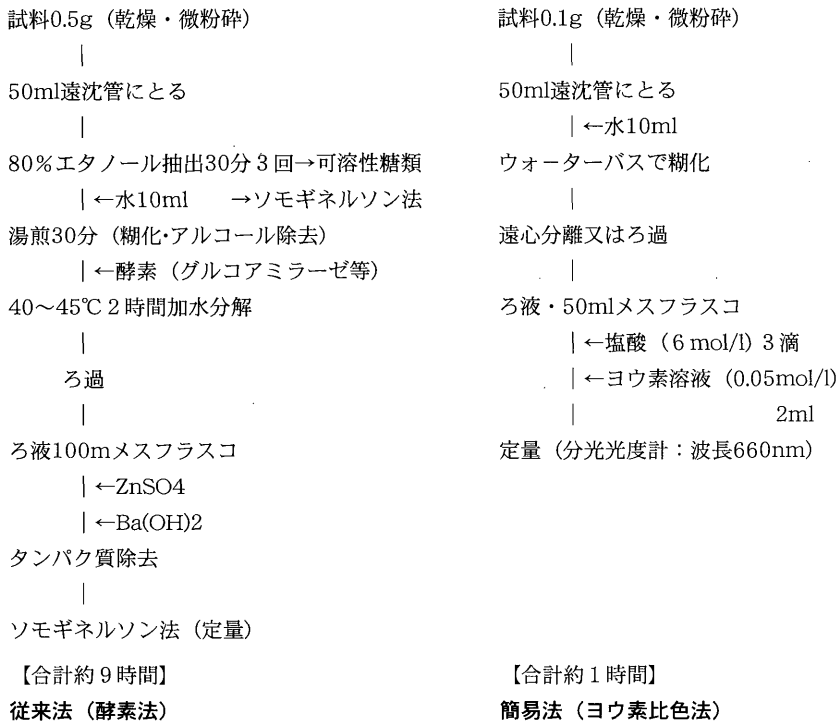
昭和59年から4年の研究期間中、静岡柑橘試では、「青島温州」1年生の苗木（杉山ら、1992）及び7年生の幼木（杉山ら、1999）を用いて、全摘果など人為的に隔年結果の状態を作り出し、冬季に樹体を解体して部分ごとに糖類とデンプン量含有率で表し、表年の樹の根の表皮部分に多くのデンプンが蓄えられることを見出した。さらに、その含有率の多少が、翌春の着花量の多少として現れることも確かめた。

同じころ、16年生「青島温州」で岡田（2004）は、太さ約5mmの根中デンプン含有率の11月または2月の測定により、翌年の着花との相関が高いことを示した。

### 3. 分析法について

前述の1984（昭和59）年から継続された研究の中で、デンプン分析法としてグルコアミラーゼ主体の酵素法で抽出し、ソモギネルソン法で定量する方法（図1左）を用いれば、遮光・全摘果等の

図1. カンキツ類樹体内のデンプン等炭水化物分析法の手順概略図



酵素法と相関が高く、同一時間で約9倍の試料数を処理できることから、生産現場での分析に適していることが示された (杉山・大城, 2001)。

#### 4. 着花予測のための診断時期と部位について

前述のように冬季の根にデンプンが蓄積されることは分かっていたが、葉にも耐寒性を高めるため糖の含有率が高まる傾向も認められ、充実した1年生の枝 (多くは春枝) に花芽が分化するため、いつのどの部分が診断に適するか検討した。

まず、場内の9年生「青島温州」を用い、2000年11月から翌年3月まで、春枝とその枝の中位葉、径5mm程度の根を採取

処理を反映する「機能性炭水化物」としてのデンプンの厳密な定量に、有効であることが示された (杉山ら, 1992)。

その後も試験研究と現場への応用が試みられ、冬季の根中デンプン含有率は、当年の着果負担を反映し、次年度の着花数との関係が深いことを示した (大城ら, 2000)。さらに、簡易迅速測定法として「デンプン比色法」(図1右)が、上記の

して、デンプン比色法によりデンプン量を定量し、翌年5月の着花状況を葉花比 (1花当たりの葉数) で表し、両者の関係を求めた。

横軸にデンプン含有率、縦軸に葉花比をとった図2~4がそれぞれ根・枝・葉のデンプン含有率と翌年の着花との関係を示している。同様に、上記の期間の3部位について、デンプン含有率の分布範囲、近似式と寄与率 (R2) を示した (表1)。

デンプン含有率は1月以降各部位共に増加し数値の幅も広がったが、寄与率は極めて低くなり関

図2. 11月の根中デンプンと葉花比 (2000~2001年)

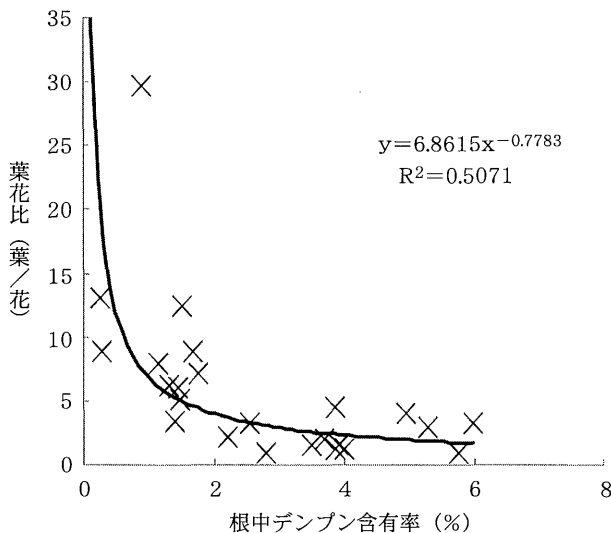


図3. 12月の根中デンプンと葉花比 (2000~2001年)

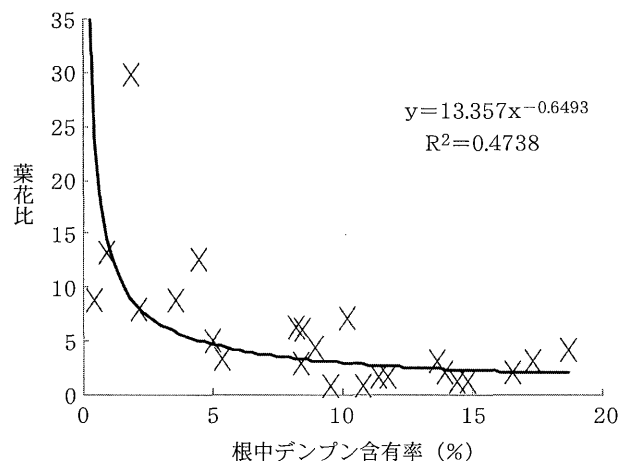
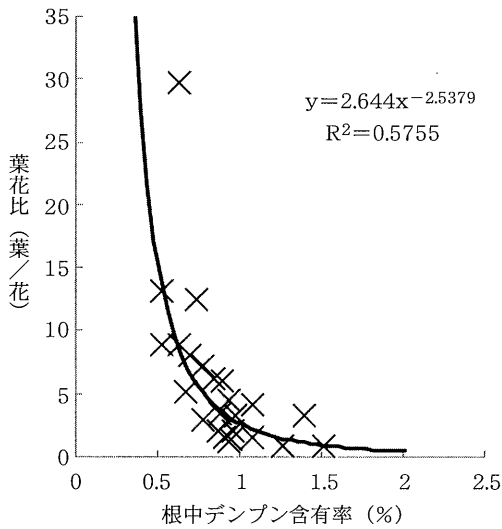


図4. 12月の葉中デンブンプンと葉花比 (2000~2001年)



係は薄く、診断には不適であった。

寄与率は、12月の葉・11月の根・12月の根の順に高かった(表1)(11月の葉が欠測)。ただし、同年次の現地(旧清水市内)の調査では、12月の根中デンブンプン含有率のほうが、同月の葉のものよりも寄与率が高かった(杉山ら, 2003)等、根中デンブンプンのほうが安定していた。また、診断するためには、12月の葉の分布範囲は狭く診断基準を設定しにくいのに対し、11・12月の根では分布範囲も比較的広く、判定に適すと思われた(図2~4)。

施肥量との関係では、年間1樹当たり

図5. 窒素施肥量の違いによる12月の根中デンブンプンと葉花比 (2000~2001年)

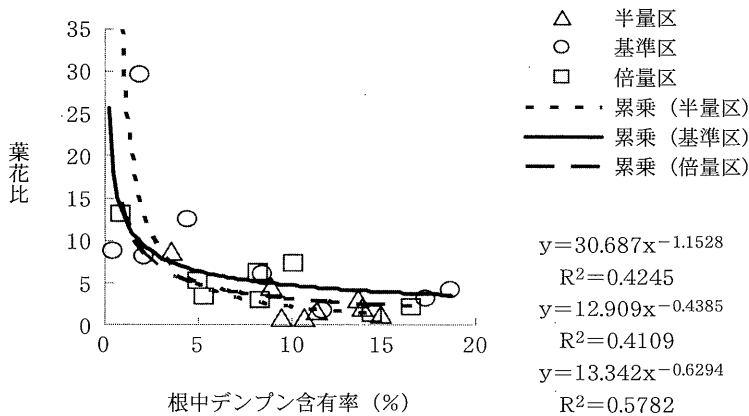


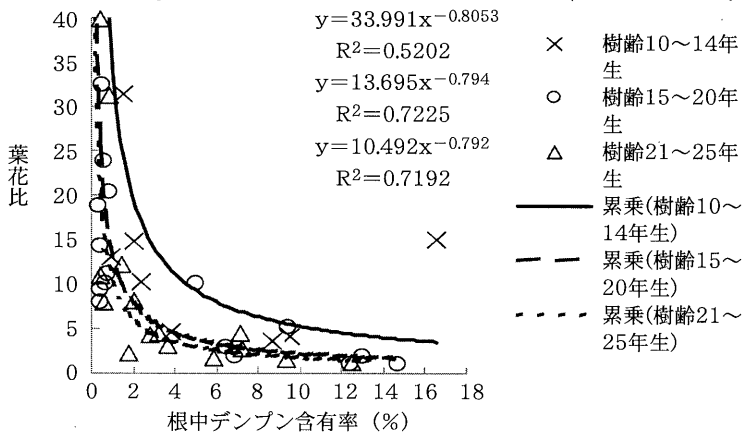
表1. 部位別・時期別デンブンプン含有率と次年度の葉花比の関係 (2000~2001年)

部位	時期	デンブンプン含有率の分布範囲 (%)	近似式	寄与率R <sup>2</sup>
根	11月	0.3~ 6.0	y=6.86x <sup>-0.7783</sup>	0.507
	12月	0.4~18.7	y=13.4x <sup>-0.6493</sup>	0.474
	1月	5.9~26.0	y=15.6x <sup>-0.5536</sup>	0.053
	2月	9.9~22.5	y=53.1x <sup>-0.9325</sup>	0.049
	3月	16.5~33.5	y=3.96x <sup>-0.0104</sup>	0.000
枝	11月	0.6~ 3.2	y=4.58x <sup>-1.1109</sup>	0.379
	12月	0.5~ 1.9	y=3.92x <sup>-1.1793</sup>	0.247
	1月	0.9~ 2.8	y=6.82x <sup>-1.1486</sup>	0.128
	2月	2.7~ 7.0	y=2.15x <sup>-0.4001</sup>	0.014
	3月	10.6~18.6	y=0.00x <sup>3.4716</sup>	0.281
葉	12月	0.5~ 1.5	y=2.64x <sup>-2.5379</sup>	0.576
	1月	0.6~ 1.9	y=4.07x <sup>0.4061</sup>	0.015
	2月	0.9~ 1.9	y=3.37x <sup>0.7474</sup>	0.029
	3月	1.9~ 4.7	y=4.34x <sup>-0.1101</sup>	0.001

窒素160g (10a当たり換算25kg) 基準に半量と2倍量の範囲では、デンブンプン含有率と翌年の着花との関係で、明瞭な違いは認められなかった(図5)。この範囲では、施用した肥料の多少によらず、診断基準を設定できることを示している。ただし、「施肥量が不足または過剰でもよい」ということではないので注意されたい。

現地(旧清水市内の第3紀および洪積土壌)9園地において、12月の根中デンブンプン含有率と翌年5月の葉花比の関係をみた。樹齢10~14年生、15~20年生、21~25年生の3段階にグループ分けした。

図 6. 市内園地における樹齢別の12月根中デンプン含有率と葉花比との関係 (2000~2001年)



すると、樹齢10~14年生の比較的若木では、同程度のデンプン含有率でも葉花比が高い(着花数が少ない)傾向を示した(図6)。これは、若木では栄養生長の方に炭水化物が分配されやすい傾向を示しており、着花数の増加に結びつかないと考えられた。また、マルチ栽培と裸地(普通)栽培とを比較すると、マルチ栽培ではデンプン含有率が概ね高くなるが、葉花比は低く(着花数は多く)はならない傾向を示すこともうかがえた(図7)。

### 5. 県内産地の代表的園地における栄養診断

静岡柑橘試は、JA静岡経済連と共同して、県内産地から20園地を選び、葉分析等の栄養診断をおこなってきた。根中デンプンの分析は平成2年産から開始され、前述のように、この診断法開発により11月下旬~12月上旬の適期採取とすばやい分析ができて、1月上旬JA技術員役員会議で発表することが可能になった。

2002年1月から、5点法(5極めて多い~0極めて少ない)による着花予測もおこなって、翌年の果実生産の基礎となる着花状況に応じた対策をいち早く開始できるようになった(図8)。

この栄養診断の過程で、隔年結果を起こしやすい園と連年結果傾向の強い園とで、冬季根中デンプン含有率の推移が異なることが分かった。すなわち、連年結果園では、低めの含有率(1~4%)を維持しており、10%前後の高い含有率を示すことはなかった(図9)(静岡柑橘試編, 2002)。したがって、11~12月の根中デンプン含有率の適正範囲を1~4%に設定した。

### おわりに

この診断法は、現在静岡柑橘試研究技監の久田秀彦氏から昭和59年に始まり、前場長で栽培研究の岡田正道氏と

図 7. 市内園地における栽培法別の12月根中デンプン含有率と葉花比との関係 (2000~2001年)

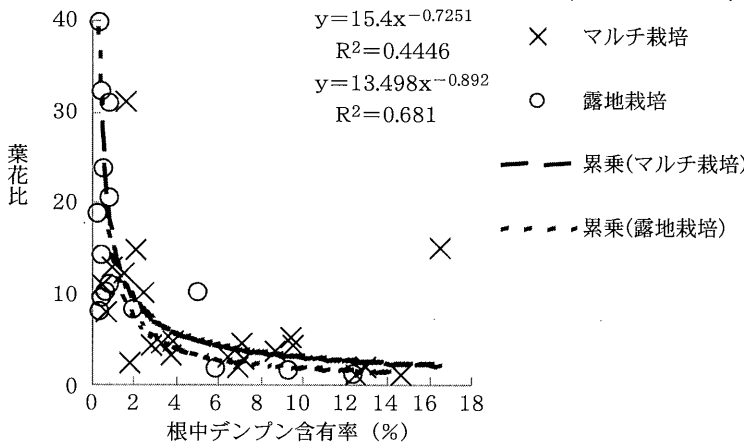


図 8. 静岡県内「青島温州」園地における冬季根中デンプン含有率と翌年の葉花比との関係 (1999~2001年) (静岡柑橘試2002)

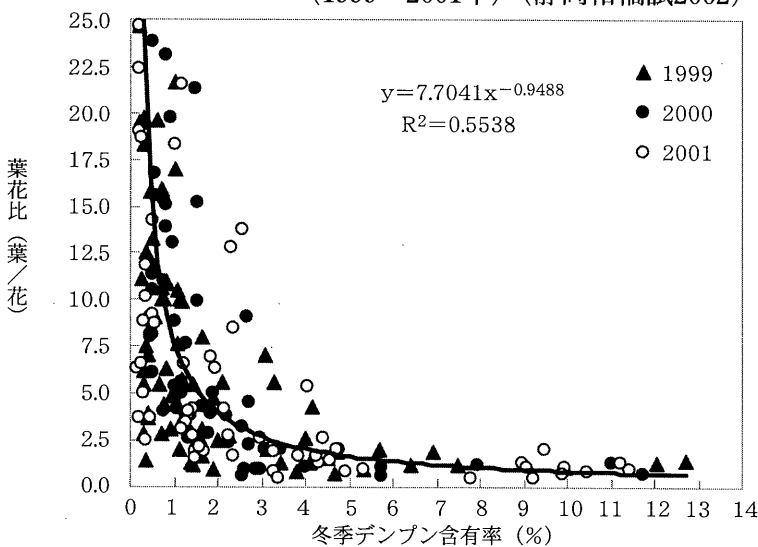
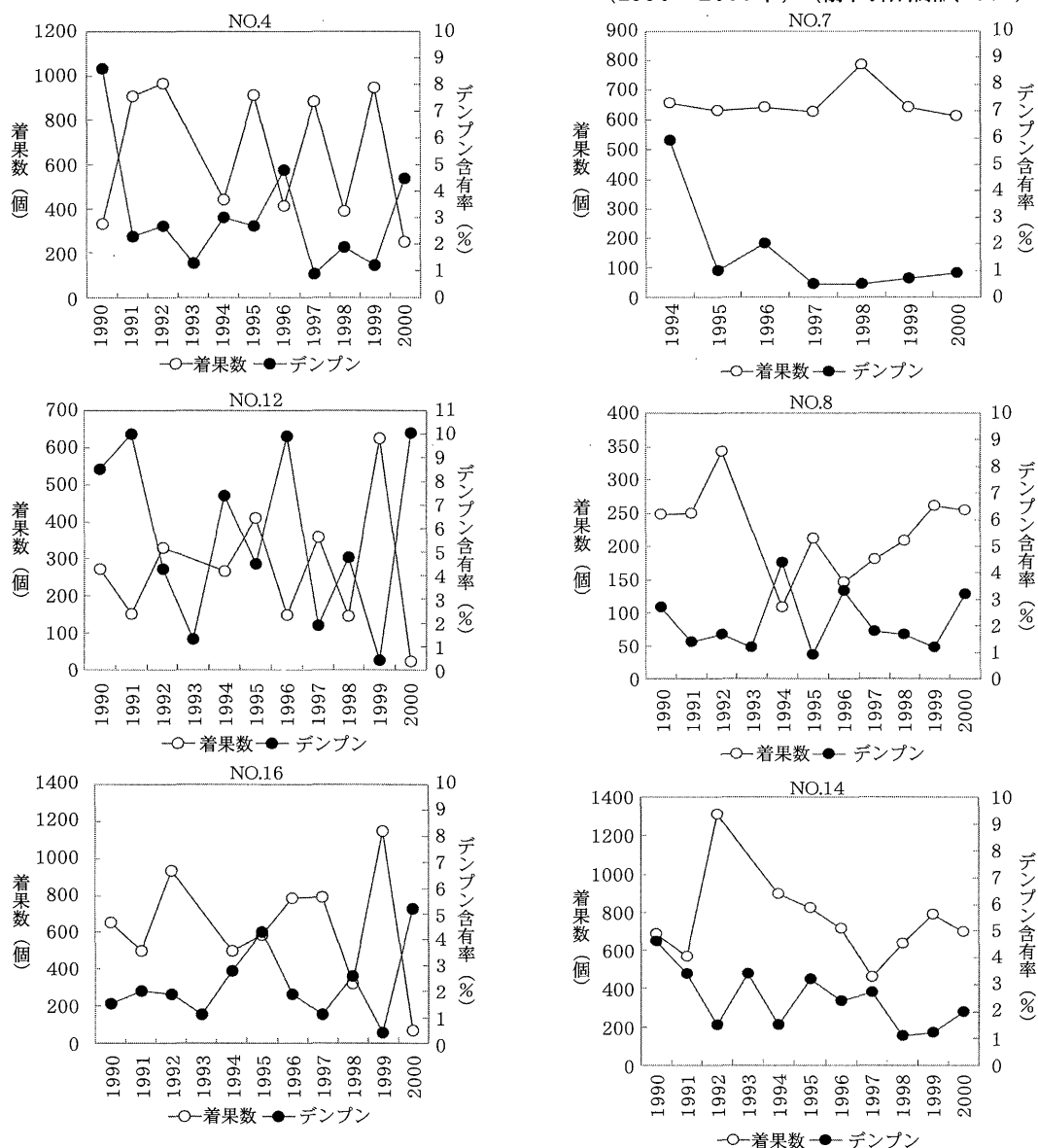


図9. 隔年結果園(左側3園No.4・12・16) 連年結果園(右側3園No.7・8・14) における1樹当たり着果数と冬季根中デンブ含有率の推移

(1990~2000年)(静岡柑橘試2002)



栄養研究室の歴代在籍者に引き継がれて開発が進んだ。その皆様のおかげがなければこの稿は書けなかった。その過程で、筆者は農水省補助事業を受けた2時期に参加することができ、主査県としての取りまとめとともに、農水省・独立行政法人や他県の専門家のご意見も聞くことができた。現地調査関係でお世話になった生産者団体の方々も含め、皆様に御礼申し上げたい。

現在も、独立行政法人中国四国農業研究センターの地域総合確立研究の一環として、近赤外線による

デンブ簡易分析法の開発が進められている。静岡経済連との現地園地の診断は、一時中断しているが、このように診断の簡易化がさらに進めば、具体的な目標を定めて再開することも考えられる。

また、産地では、診断園地を増やして、栽培指針を徹底させるためにも使える。

診断による対策としては、主に摘果とせん定であって、多数の着花が予想される年が、対策の年となり、少ない着花しか予想されない年には、効

写真1. 開花期の「青島温州」現地調査園地  
(静岡県浜松市都田)



レキ質の赤色土（洪積土壌）に、施用された堆肥と土壌流亡防止の草「ジャノヒゲ」が見える。袋は、マルチをおさえる土のう。着花量はやや少なめに見えるが十分ある。

写真2. 収穫直前の「青島温州」現地調査園地  
(静岡県浜松市三ヶ日町)



レキ質の赤色土（秩父中古生層）に、マルチ栽培。棒はマルチ巻き上げ用。石積みと「ジャノヒゲ」による土壌流亡防止がされている。

果的な対策はとりにくい。

より長期的に見れば、適正な施肥が重要である。

少ない施肥が生産性を低下させるのはもちろんだが、過剰な施肥も根を傷め、土壌を酸性化してマンガン過剰を誘発し、落葉を増やして生産性も低下する。静岡経済連との現地診断は、この点を是正するために役立ってきた。

#### 引用文献

Goldschmidt, E.E. 1982. The carbohydrate balance of alternate-bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. *J.Amer.Soc. Hort.Sci.*107:206-208.

岡田正道. 2004. 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: 163-170.

大城晃・杉山泰之・片山春喜・河村精. 2000.

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: 259-262. 静岡柑橘試編. 2002. 柑橘高品質安定生産モデル園調査成績書. 静岡経済連.

杉山和美・浜崎櫻・杉山泰之・鈴木晴夫. 2003. 施肥量を変えた「青島温州」の冬季デンプン量と翌年の着花量との関係. *園学雑*. 72 (別1): 439.

杉山和美・久田秀彦・岡田長久・鈴木晴夫. 1992. 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. *静岡柑橘試研報*24.

杉山和美・久田秀彦・岡田長久・鈴木晴夫. 1999. 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. *静岡柑橘試研報*28.

杉山泰之・大城晃. 2001. 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: 81-84.