

Photosynthetic and transpiration rate and leaf color fluctuation in mature satsuma mandarin trees cultivated with the intentional alternate bearing system.

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 瀧下, 文孝, 内田, 誠, 平岡, 潔志 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001694

樹別隔年交互結実栽培を行ったウンシュウミカン成木における 光合成・蒸散速度と葉色の推移

瀧下文孝・内田 誠¹・平岡潔志²

Key words: ‘杉山温州’, 新旧葉比, 葉果比, SPAD 値, 細根量

目 次

I 緒 言	99	2 新葉と旧葉による光合成・蒸散速度の差異	101
II 材料及び方法	100	3 新葉の光合成・蒸散速度の季節変化	101
1 供試樹と管理方法	100	4 新葉の葉色の年次変化	102
2 新旧葉比と葉果比	100	5 細根量	103
3 光合成・蒸散速度の測定	100	IV 考 察	103
4 葉色の測定	100	V 摘 要	105
5 細根量	100	謝 辞	105
III 結 果	100	引用文献	105
1 新旧葉比と葉果比	100	Summary	107

I 緒 言

近年、気象変動の増大や労力不足による栽培管理の不徹底等に起因すると考えられるウンシュウミカンの隔年結果が増大し、収量が不安定化する傾向がある。このため、樹別隔年交互結実栽培により収量の平準化を図る対策も各地で普及しつつある^{3, 8)}。樹別隔年交互結実法は‘青島温州’や‘大津4号’など、着果量が少ないと果実が大きくなりすぎる晩生のウンシュウミカン系統の若木を中心に適用されており、剪定・摘果作業の省力化と、適正サイズ中心の果実生産を行うことが可能である。

樹別隔年交互結実栽培では2年に1回しか結実させないため、結実年には連年結実栽培の2倍の収量をあげることが期待されるが、実際には6割程度の

増加にとどまっている^{8, 12)}。このため、本栽培法における果実生産力に関しての調査や解析が必要である。果実の生産力には旧葉と新葉の割合や、それぞれの光合成・蒸散速度が関わっていると考えられるが、旧葉と新葉の比率や葉果比についての調査報告は少ない。また、光合成に関しても着果や摘果との関連では報告されているが^{6, 7, 10)}、本栽培法との関連で調査された例は見あたらない。光合成速度に影響を及ぼす要因として葉の栄養状態があげられるが、樹別隔年交互結実栽培での肥培管理に関する報告は極めて少なく⁴⁾、葉色や細根量に関する調査も限られている⁹⁾。

本試験では、樹別隔年交互結実法で栽培したウンシュウミカン樹において新旧葉比、葉果比、光合成・蒸散速度、葉色、細根量を調査し、本栽培法改善のための基礎的データを得ることを目的とした。

(平成21年8月4日受付, 平成22年1月7日受理)

次世代カンキツ生産技術研究チーム

¹ 元 近畿中国四国農業研究センター

² 現 果樹研究所

本研究はプロジェクト研究「超省力園芸」の一部として行われた。

II 材料及び方法

1 供試樹と管理方法

当センター内の傾斜約30度の花崗岩土壌に栽植された‘杉山温州’の成木9樹(樹齢20年以上)を供試し、3樹を連年区(慣行間引き摘果の連年結実区)、6本を隔年交互結実区(隔年区)とし、2000年から8年間にわたり試験を行った。隔年区は3樹ずつに分け、偶数年と奇数年に結実樹と遊休樹を設定し1年毎に交代した。隔年区の遊休樹は7月に全ての果実を人力で摘果した。ただし、最初の2年は全摘果を目的として6月初旬にエチクロゼート 100ppm + エテフォン 50ppm を樹全体に散布した。結実樹は7月から8月にかけて小玉果と傷果のみを摘果した。連年区では7月に間引き摘果を行い、9月に仕上げ摘果を行った。剪定作業は結実年に軽く、遊休年に強く、いずれも3月に行った。また、2004年と2007年に樹高切り下げ剪定を行った。その他の薬剤散布などの栽培法は慣行法に従い、施肥は N20kg/10a 相当分の化成肥料(燐硝安加里 N:P₂O₅:K₂O = 18:11:11)を春、夏、秋の3回に分けて施用した。

2 新旧葉比と葉果比

2003年の秋季に、直径約2cmの枝を1樹当たり3本選び、各区3樹について旧葉、春葉、夏葉、並びに着果数を調査した。旧葉、春葉、夏葉を合計して総葉数とし、それぞれの割合を総葉数に占める百分率で示した。葉果比は総葉数を着果数で除して算出した。

3 光合成・蒸散能力の測定

2001年と2003年の夏季から秋季に、各処理区3樹

について、着果していない発育枝の新葉(春葉)と旧葉の2ないし3枚ずつの光合成と蒸散速度を測定した。測定は早朝から午前中にかけて行った。測定に用いた携帯型光合成・蒸散測定装置(LI-6400P)には、LEDによる人工光源装置、ならびに温度調節機能が付帯している。測定は光強度 1500 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、CO₂濃度 350~400ppm、流速 500 $\mu\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$ 、葉温は季節に応じて15℃~30℃の設定で行い、いずれもほぼ設定通りの測定条件を得ることが可能であった(第1表)。

4 葉色の測定

2002年から2007年の夏季から秋季にかけて毎年2回、各処理区3樹を対象に、葉緑素計 SPAD-502 (Minolta) を用いて葉色を測定した。測定は着果していない新梢の新葉(春葉)を全方位から1樹当たり30枚無作為に選んで行い、樹ごとの平均値を算出した。有意差検定は樹ごとの平均値をもって行った。

5 細根量

2003年、2007年、並びに2008年の冬季に、すべての樹を対象として一樹につき一カ所、樹冠下の土壌を直径20cmの円筒くり抜き法で採取し、中に含まれる根を採取した。このうち直径2mm以下の細根を乾燥後、重量を測定した。

III 結果

1 新旧葉比と葉果比

(1) 新旧葉比

2003年10月の旧葉、春葉、夏葉の割合は、連年結実樹においてそれぞれ44.6%、49.8%、5.5%であったのに対し、隔年区の結実樹では52.9%、46.1%、

第1表 光合成・蒸散速度の測定条件¹⁾

測定日	葉温 (°C)	CO ₂ 濃度 ($\mu\text{mol}\cdot\text{mol}^{-1}$)	相対湿度 (%)	PARi ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)
2001.08.01	30.1	350.0	42.8	1500
2001.09.10	27.0	400.2	37.5	1500
2001.10.15	20.2	400.1	33.4	1500
2001.11.12	15.1	400.0	38.1	1500
2003.7.28 ²⁾	29.3	400.0	29.2	1500

注1) 全ての測定時の平均値

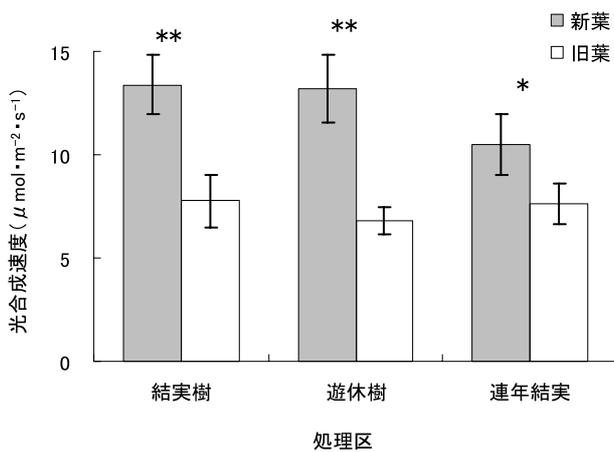
注2) 9月30日と11月18日のデータは欠測

第2表 樹別隔年交互結実法と連年結実法の旧葉，春葉，夏葉の割合と葉果比

処理区	表示	葉の種類				着果数 (個)	葉果比
		旧葉	春葉	夏葉	合計		
結実樹	実数(枚)	792b	678ns	16a	1486ns	102.7b	14.8a
遊休樹		270a	754ns	556b	1580ns	-	-
連年結実		723b	870ns	87a	1680ns	42.3a	43.3b
結実樹	割合(%)	52.9b	46.1ns	1.1a	100.0	-	-
遊休樹		17.0a	47.6ns	35.4b	100.0	-	-
連年結実		44.6b	49.8ns	5.5a	100.0	-	-

注1) 同一カラム内で異なる英文字は Fisher の検定により 5%水準で有意差あり，有意差なし (ns)

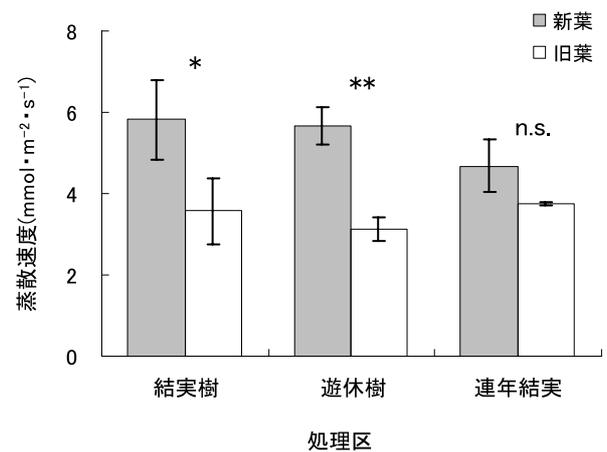
注2) 2003年10月に調査



第1図 樹別隔年交互結実法，並びに連年結実法で栽培した‘杉山温州’における新葉と旧葉の光合成速度 (2003年7月28日)

注1) 縦棒は標準誤差 (n = 3) を表す

注2) t 検定により同一処理区の新葉と旧葉の間に 1%水準 (**), 5%水準 (*) で有意差あり



第2図 樹別隔年交互結実法，並びに連年結実法で栽培した‘杉山温州’における新葉と旧葉の蒸散速度 (2003年7月28日)

注1) 縦棒は標準誤差 (n = 3) を表す

注2) t 検定により同一処理区の新葉と旧葉の間に 1%水準 (**), 5%水準 (*) で有意差あり，有意差なし (n.s.)

1.1%，遊休樹では17.0%，47.6%，35.4%であった。春葉の占める割合は各処理区間で有意な差が認められなかった。隔年区の遊休樹では他の2区に比べて旧葉の占める割合が有意に低く，夏葉の占める割合が有意に高かった。連年結実樹では旧葉723枚に対して春葉870枚で相対値が120%に達したが，隔年区の結実樹では旧葉792枚に対して春葉678枚で86%にとどまり春葉の発生がやや少ない傾向がみられた(第2表)。

(2) 葉果比

葉果比は連年区が43.3であったのに対し，隔年区の結実樹は14.8で有意に低く，果実数に対する葉数が著しく少なかった(第2表)。

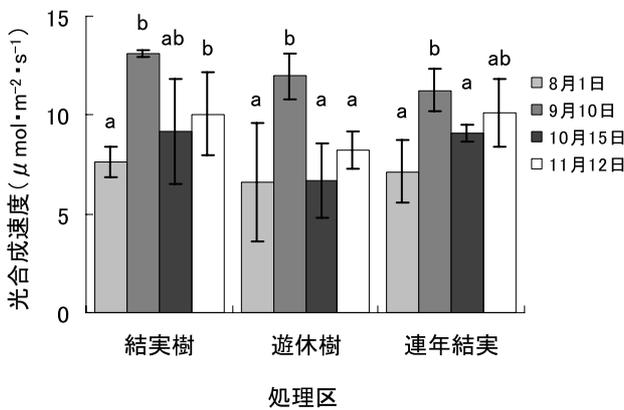
2 新葉と旧葉による光合成・蒸散速度の差異

2003年7月28日に，新葉ならびに旧葉の光合成と蒸散速度を測定した。旧葉の光合成速度の新葉に対する相対値は隔年区の結実樹が58%，遊休樹が52%，連年結実樹が73%で，いずれも旧葉が有意に低かった(第1図)。旧葉の蒸散速度の新葉に対する相対値は，結実樹が61%，遊休樹が55%，連年結実樹が80%であり，隔年区で有意差が認められた(第2図)。

3 新葉の光合成・蒸散速度の季節変化

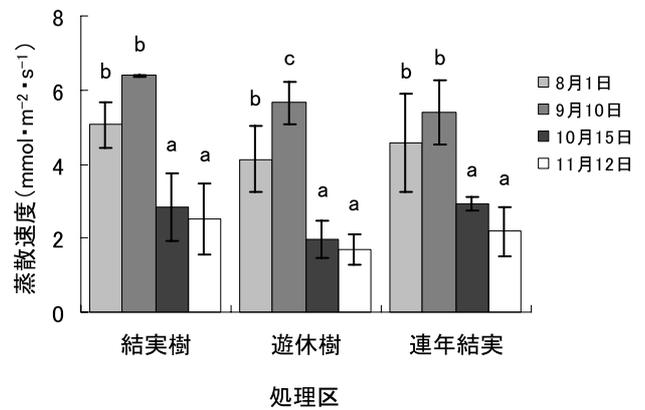
(1) 2001年

夏季から秋季にかけての，着果していない春枝の新葉の光合成速度を第3図に示した。いずれの月においても，処理区間で統計的に有意な差は認められず，測定時期による差異が大きかった。隔年区の結実樹では9月に最高値 $13.1\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ を示



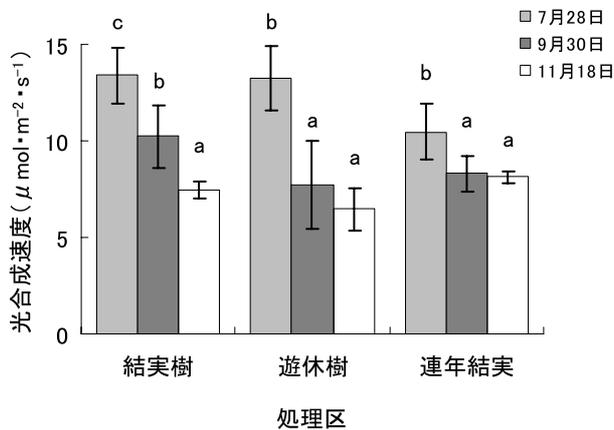
第3図 新葉の光合成速度の季節変化 (2001年)

注1) 縦棒は標準誤差 (n = 3) を表す
 注2) 同一処理区で異なる英文字は Fisher の検定 (5%水準) で有意差あり



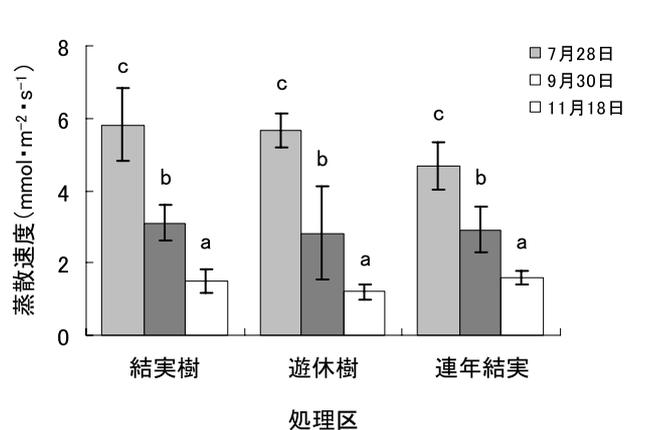
第4図 新葉の蒸散速度の季節変化 (2001年)

注1) 縦棒は標準誤差 (n = 3) を表す
 注2) 同一処理区で異なる英文字は Fisher の検定 (5%水準) で有意差あり



第5図 新葉の光合成速度の季節変化 (2003年)

注1) 縦棒は標準誤差 (n = 3) を表す
 注2) 同一処理区で異なる英文字は Fisher の検定 (5%水準) で有意差あり



第6図 新葉の蒸散速度の季節変化 (2003年)

注1) 縦棒は標準誤差 (n = 3) を表す
 注2) 同一処理区で異なる英文字は Fisher の検定 (5%水準) で有意差あり

し、8月は9月や11月よりも有意に低かった。隔年区の遊休樹でも9月に最高値を示し、他の時期は9月よりも有意に低かった。連年区でも9月に最高値を示し、8月と10月は9月よりも有意に低かった。

蒸散速度は隔年区の結実樹で9月に最高値 $6.4 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ を示し、10月と11月は8月や9月よりも有意に低かった。遊休樹でも9月に最高値を示し、8月が以下続き、10月と11月はこれらよりも有意に低かった。連年区でも8月と9月に比べて10月と11月が有意に低かった (第4図)。

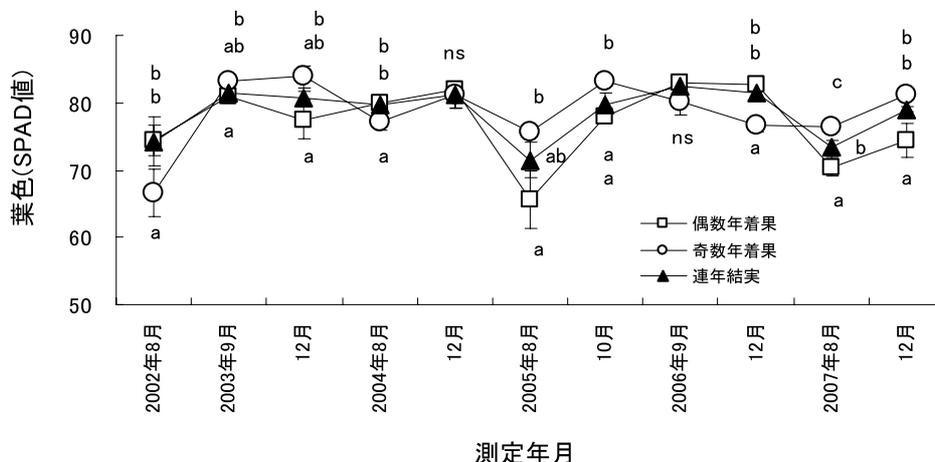
(2) 2003年

光合成速度は7月の結実樹で最高値 $13.4 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$

を示し、9月と11月は有意に低かった。遊休樹でも7月に最高値を示し、9月と11月は有意に低かった。連年区では7月が他の月よりも有意に高かった (第5図)。蒸散速度は、7月の結実樹で最高値 $5.8 \text{ mmol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ を示し、9月と11月はそれぞれ有意に低くなった。遊休樹と連年区も結実樹と同じ結果であった (第6図)。

4 新葉の葉色の年次変化

着果していない新梢の春葉における葉色 (SPAD値) の年次変化を第7図に示した。連年区では2002年, 2005年, 2007年の8月に80以下となったものの、他の時期はほぼ80以上で推移した。隔年区では、偶



第7図 樹別隔年交互結実法、並びに連年結実法で栽培した‘杉山温州’における新葉の葉色の推移

注1) 縦棒は標準誤差 (n = 3) を表す

注2) 同一調査日において異なる英文字は Fisher の検定 (5%水準) で有意差あり

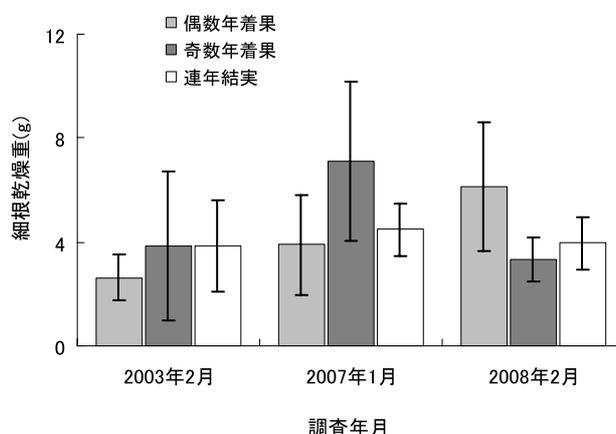
数年着果樹，奇数年着果樹ともに結実年に連年区とほぼ同じかそれよりも高い値を示し，遊休年に連年区と同じかそれよりも低い値を示した。2004年12月と2006年9月は各処理間で有意な差が認められなかった。

5 細根量

連年結実樹における細根量は2003年に3.9 g，2007年に4.5 g，2008年に4.0 gで，試験前後で大きな変動はみられなかった。樹別隔年交互結実樹は2003年の試験開始直後には連年結実樹と大きな差がなかったが，試験終了間際の冬季の調査では，遊休年の翌年に細根量が増加する傾向がみられ，奇数年着果樹が2007年に7.1 g，偶数年着果樹が2008年に6.1 gとなった (第8図)。

IV 考 察

樹別隔年交互結実栽培では2年に一度結実させるため，結実年には連年結実栽培の2倍の収量 (1樹あたり) が期待されるが，実際には1.6倍程度の収量にとどまるとの報告がある^{8, 12)}。このため，本試験では本栽培法における収量増加を目的として，果実生産力の基礎となる新葉と旧葉の割合やそれぞれの光合成・蒸散速度，新葉の葉色，細根量に関する調査を行った。



第8図 樹別隔年交互栽培樹と連年結実樹の細根乾燥重

注1) 縦棒は標準誤差 (n = 3) を表す

樹別隔年交互結実栽培では全葉に占める春葉の割合は46から48%で，連年区の50%と有意な差が認められなかったが，遊休年には旧葉が少なく夏葉が多く発生することが認められた。旧葉に対する新葉の割合は連年区で120%であったのに対し，隔年区の結実年では86%であり，新葉の発生がやや少ない傾向にあった。

隔年区において旧葉の光合成速度は新葉の6割以下，蒸散速度は6割程度で，春葉に比べて有意に低いことが認められた。新葉 (春葉) の光合成速度は隔年区と連年区で有意な差が認められなかった。最も高い光合成速度を示した時期は2001年が9月，2003年が7月であり，年によって異なる結果となっ

た。最大値を示した測定日の直前には適度の降水量が観測されており、土壌水分などの環境要因が光合成作用に影響していることが推察された。新葉の蒸散速度も処理区間で有意な差が認められず、最大値を示した時期は光合成速度と一致した。しかし、秋季の蒸散速度の低下は光合成速度の低下よりも顕著であったことから、気温の影響を強く受けたものと推察された。

ウンシュウミカンの光合成速度は温度、二酸化炭素濃度、光強度、土壌水分等環境要因により左右されるとともに、樹体の水ストレス、着果状態、葉の窒素濃度、葉齢、台木など樹体の状態によっても影響を受けることが報告されている。このうち着果状態と光合成速度との関連については、摘果が光合成速度を増加させるとの報告があるが⁷⁾、これは同一樹内の異なる着果部位で測定した結果であると考えられる。樹ごとの処理では着果が光合成速度を増加させるという報告がある¹⁰⁾。本試験において、隔年区の結果樹と遊休樹は連年区と比して光合成と蒸散速度に有意な差が認められなかったが、このことは本栽培法においても新葉の物質生産能力が十分に機能しているものと推察された。また、葉に光合成産物であるデンプンが蓄積すると光合成を阻害することが知られている⁵⁾。結果樹では葉から果実への光合成産物の転流が促進されると推察されるが、遊休樹で新梢や細根が発生しない条件では転流が進まず、光合成作用が低下することが懸念される。

ウンシュウミカンの着果量は葉果比に基づいて決定されることが多く、通常の栽培法では30枚に一果実を残すことを目安として摘果される。今回の試験において連年区の葉果比は43.3で、果実あたりの葉数と葉面積は十分に確保されていた。しかしながら、樹別隔年交互結実栽培の結果樹では葉果比が14.8で、果実あたりの着葉数と葉面積が少ないことになり、果実に転流する光合成産物が慢性的に不足している状態であることを意味する。同処理区では旧葉の占める割合が高い上に、果実あたりの葉面積も少ないことから、樹全体の物質生産能力を高く維持するためには、個々の光合成速度を高めると同時に、結実年に新葉が多く発生するような栽培管理が必要と考えられる。

樹別隔年交互結実栽培においては、通常の栽培法

での施肥量と異なり、結実年に施肥量を増加する方法と逆に遊休年に増加させる方法がある。施肥量は葉の窒素レベルに応じて決定する必要がある⁴⁾。Calabretta ら¹⁾ はバレンシアオレンジにおいて葉緑素計による SPAD 値と葉の窒素量との関係を調査し、7月から12月、特に7月から10月にかけて両者の間に高い相関関係が認められ、最適な窒素レベルに対応する SPAD 値は70から76であることを報告した。杉山ら¹¹⁾ は‘不知火’の幼木で施肥量の試験を行い、半量区で葉色 (SPAD 値) が低く、葉中窒素が低いと報告している。植松¹⁶⁾ は液肥施用のウンシュウミカンで SPAD 値により葉の栄養状態を比較した。このように SPAD 値は葉中の窒素を反映しているものと考えられる。本試験において、樹別隔年交互結実栽培において SPAD 値は結実年に高く、遊休年に低い傾向が認められた。遊休年には新葉の窒素濃度が低いと推察されたが、これは、遊休年には新葉が多く発生し、吸収された窒素分に対して希釈作用が働き、窒素濃度の低下を招いているものと考えられる。一方、結実年には SPAD 値が高く窒素濃度が高いことが推察されるが、これは発生する新葉が少なく吸収された窒素分が限られた葉に移行している結果であると推察される。樹別隔年交互結実法においても、上述したような葉色の推移を考慮しながら、結実年と遊休年の施肥量を決定する必要があると考えられた。

細根にはデンプンや窒素分が蓄積されるため^{13, 14, 15)}、細根の多少は翌年の着花や新梢の発生に大きく左右しているものと考えられる。奥田ら⁹⁾ は結実年には同化産物は果実へ多く分配され、根への分配は抑制されると報告している。池田ら²⁾ も‘はるみ’を用いて試験し、着果していない発育枝の光合成産物は主として根に蓄積されると報告している。本試験でも、細根量は結実年に少なく、遊休年に多い傾向が認められた。葉で合成された炭水化物は、結実年には果実へ多く転流され生産性に寄与するが、細根量が少なく翌年の着花等には不利と考えられる。逆に、遊休年には光合成産物が細根に多く転流し、翌年の着花等に対して有利に働くものと考えられる。

V 摘 要

傾斜約30度の花崗岩土壤に栽植された‘杉山温州’成木を供試し，樹別隔年交互結実栽培が新旧葉比，葉果比，光合成・蒸散速度，葉色，細根量に及ぼす影響を調査した．総葉数に占める春葉の割合は処理区間で差が認められなかったが，隔年区の遊休樹では旧葉の占める割合が低く，夏葉の割合が有意に高かった．葉果比は連年区の43.3に対して結実樹は14.8と有意に低かった．旧葉の光合成速度の新葉に対する相対値は，結実樹が58%，遊休樹が52%，連年結実樹が73%で，同様に旧葉の蒸散速度は新葉の61%，55%，80%の値を示した．新葉の光合成と蒸散速度は2001年と2003年ともに，各処理区間で有意な差が認められなかった．光合成・蒸散速度が最大値を示したのは2001年が9月，2003年が7月で年により異なった．新梢の葉色（SPAD 値）は隔年区の結実年で連年区と同じかそれよりも濃く，遊休年には連年区と同じかそれよりも薄い年が多かった．細根の発生は遊休樹で多い傾向にあった．

謝 辞

本論文を取りまとめるに当たりご校閲をいただいた足立礎研究管理監，並びに根角博久チーム長に感謝の意を表します．また，本研究の遂行に当り，試験材料の管理に御協力をいただいた香川基技官，松上勝利技官，大谷恭史技官，山下勝章技官，高尾二郎技官，秋山正樹技官，樋笠啓智技官，富永裕二技官，香川信次技官，岡信光技官，森江昌彦技官，岡田達典技官に，データの管理に御協力をいただいた西山章子氏に深く感謝の意を表します．

引用文献

- 1) Calabretta M.L., A. Giuffrida, A. Leonardi, and F. Intrigliolo, H. Merle and M. Agusti. SPAD utilization to determine nutritional status in orange trees. Proc. Intl. Soc. Citriculture. 2004. 571-575.
- 2) 池田裕朗・伊藤純樹 2008. カンキツ ‘はるみ’の隔年交互結実樹における光合成産物および5月に施用した窒素の各器官への分配. 園学中国支部要旨47: 7.
- 3) 宮田明義・橋本和光 2002. 交互結実法が‘青島温州’若齢樹の生育，収量および果実品質に及ぼす影響. 園学雑71: 789-795.
- 4) 中村光夫・中元勝彦・山室成一・寺沼公士 1998. 「青島温州」の強制的隔年結果栽培における施肥法. 山口農試研報49: 16-24.
- 5) Nii Naosuke. 1993. Fruiting effects on leaf characteristics, photosynthesis, and root growth in peach trees. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 62: 519-526.
- 6) 奥田 均・木原武士・岩垣 功 1995. ウンシュウミカンの着果が発育枝の光合成速度，暗呼吸速度，葉中遊離 ABA 濃度ならびに翌年の着花に及ぼす影響. 園学雑64: 9-16.
- 7) Okuda, H., T. Kihira and I. Iwagaki. 1996. Effects of fruit removal on photosynthesis, stomatal conductance and ABA level in the leaves of vegetative shoots in relation to flowering of satsuma mandarin. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 65: 15-20.
- 8) Okuda, H., T. Kihara, K. Noda, and T. Hirabayashi. 2002. Systemized alternate bearing method for mature satsuma mandarin trees. Bull. Natl. Inst. Fruit Tree Sci. 1: 61-69.
- 9) 奥田 均・野田勝二・木原武士・平林利郎 2002. 樹別交互結実させたウンシュウミカン2品種の生産樹・遊休樹の細根量，着花・新梢発生並びに葉・根中炭水化物濃度の比較. 園学雑71: 588-590.
- 10) 小野祐幸・工藤和典 1984. ウンシュウミカンの光合成作用および生産構造に関する研究：第8報 光合成速度に及ぼす二，三の生態的要因と光合成産物の転流. 四国農試報43: 75-84.
- 11) 杉山泰之・江本勇治・浜崎 櫻・鈴木晴夫・大城 晃 2008. 窒素施肥量の違いがカンキツ‘不知火’幼木の樹体生育・果実品質および葉中無機成分含有率に及ぼす影響. 園学研7: 203-208.
- 12) 高橋哲也・吉川公規・河村 精 2004. 園地別

- 交互結実法が「青島温州」の収量や果実の大きさ、果実品質に及ぼす影響。静岡柑試研報33：1-6.
- 13) 内田 誠・瀧下文孝 1999. ウンシュウミカンの着果負担が樹体養分に及ぼす影響。園学中四国支部要旨38：19.
- 14) 内田 誠・瀧下文孝・草場新之助 2003. 着果負担と夏肥施用量がウンシュウミカンの冬季及び春季の炭水化物濃度に及ぼす影響。園学中四国支部要旨42：18.
- 15) 内田 誠・瀧下文孝・草場新之助 2003. 秋肥Nの施用時期が着果負担を異にするウンシュウミカンの吸収Nの分配に及ぼす影響。園学雑72別2：107.
- 16) 植松富夫 2006. 液肥樹上散布がウンシュウミカン園の土壌特性と樹体栄養ならびに果実の収量・品質に及ぼす影響。園学研5：19-25.

Photosynthetic and transpiration rate and leaf color fluctuation in mature satsuma mandarin trees cultivated with the intentional alternate bearing system.

Fumitaka TAKISHITA, Makoto UCHIDA¹ and Kiyoshi HIRAOKA²

Summary

In mature satsuma mandarin trees, we investigated the effects of intentional alternate bearing system (IABS) on the percentage of old, spring, and summer leaves, leaf/fruit ratio, photosynthetic and transpiration rate, leaf color fluctuation, and the amount of fibrous roots. Compared with results from the conventional thinning method (CTM), the percentage of old leaves was lower and that of summer leaves was higher in the trees cultivated in the off-year with the IABS. The IABS leaf/fruit ratio was 14.8, statistically lower than that for the CTM (43.3). Compared with that of new leaves, the photosynthetic and transpiration rate of old leaves in IABS-cultivated trees was about 40% lower. There was no difference in photosynthetic and transpiration rate of new leaves among the treatments. The photosynthetic and transpiration rate of new leaves reached its maximum value in September of 2001 and July of 2003. Compared with those of the CTM, the leaves of trees cultivated with the IABS had deep greenness in the on-year and thin greenness in the off-year. The amount of fibrous roots increased after the year all fruit was thinned.