

‘不知火’ 幼木の着果数の違いが樹体成長, 果実品質 および ^{13}C 光合成産物の分配に及ぼす影響

近泉惣次郎*・中村 隆志*・水谷 房雄*

Sojiro CHIKAIZUMI*, Takashi NAKAMURA* and Fusao MIZUTANI*: Effects of Crop Loads on Tree Growth, Nutrient Content, Fruit Quality and Distribution of ^{13}C -photosynthates in Young ‘Shiranuhi’ [Kiyomi tangor (*Citrus unshiu* Marc. × *C. sinensis* Osb.) × *C. reticulata* Blanco] Trees

Abstract

Effects of crop loads on tree growth, content of nutrients in shoots and roots, and fruit quality were investigated using potted three-year-old citrus cultivar ‘Shiranuhi’ [Kiyomi tangor (*Citrus unshiu* Marc. × *C. sinensis* Osb.) × Nakano No. 3 Ponkan (*C. reticulata* Blanco)] trees grafted on trifoliolate orange rootstocks. The trees were assigned to four different crop loads of 0, 1, 2 and 3 fruit per tree by fruit thinning. The increasing crop loads reduced the total tree growth, especially fine roots in terms of fresh and dry weight. Starch content was greatly affected by crop loads. The increasing crop loads resulted in the sharp decline in the root starch content. Distribution patterns of ^{13}C -photosynthates in four-year-old ‘Shiranuhi’ trees were investigated in November. As the crop loads increased, the amount of ^{13}C from leaves partitioned into fruit was increased, whereas the amount into roots was reduced. Greater crop loads tended to decrease both fruit size and fruit weight, and increase free acid content in fruit. The number of flowers in the next year was reduced with the increasing crop loads.

Key Words : flowering in the following year, dry matter production, mineral content, root starch content

キーワード : 乾物生産, 無機成分含量, 根のデンプン含量, 翌年の着花数

緒 言

永年生の木本作物であるカンキツ類を栽培する上では, 樹体成長を維持しながら連年安定した果実の生産量を確保することが最も重要である. ところがカンキツ類では着花量が年によって大きく変動し, 果実の成り年と不成り年を交互に繰り返す隔年結果と呼ばれる現象が発生する (片岡, 2002). 隔年結果性の問題を解決するため, 樹体の生理的あるいは栄養的な面からこの発生原因についての研究がなされてきている (岩崎, 1960a, b; 大垣ら, 1963, 1965, 1968; 清水ら, 1978). これらの研究では, 隔年結果の原因は樹冠内の着果枝と不着果枝の割合が不均衡になるためであると述べている. さらに, 伊東ら (1976, 1978) は隔年結果の原因を着果枝と不着果枝の割合だけでなく, 着果負担の影響が大きいと考え, ウンシュウミカンの担

果能力の違いが樹の成長や果実の発育, 形質, 収量あるいは次年度の着花などに与える影響について明らかにしている. また, 森岡 (1987, 1988) はウンシュウミカン成木の着果程度が果実の大きさと形質および次年度の着花・着果に及ぼす影響について報告している. 武藤ら (2010) は11年生カラタチ台の‘はるみ’について, 杉山ら (2006) は14年生カラタチ台‘青島温州’について着果負担が根のデンプン含量に及ぼす効果を調査して, 着果負担が大きくなると根のデンプン含量が減少し, 翌年の着花数が減少することを報告している. 一方, 日野・近泉 (2003) や近泉ら (2004, 2005) は, ポット植えの2および3年生の‘宮内イヨ’および2年生の‘宮川早生’について調査し, 着果数が1個増すごとの樹体成長への影響を明らかにするとともに, 根量と根のデンプン含量の多少が次年度の樹体成長と着花・着果数に及ぼす影響について明らかにしている. さらに, 樹の栄養成長と生殖成長のバランスが取れているかどうかの判定に, 地下部の根量とデンプン含量の多少が重要であることを示している. そこで, 本研究では‘不知火’に対しても同様の手

2011年4月1日受領

2011年7月15日受理

*愛媛大学農学部柑橘学教育分野

法を用いて、着果数の違いが樹体成長、養分含量、果実品質、次年度の着花数に及ぼす影響について調査した。さらに、 ^{13}C をトレーサーとして用いて光合成産物の転流・分配に及ぼす影響についての実験も行った。

材料および方法

1. 植物材料

1998年3月25日に、カラタチ台‘不知火’の3年生樹を10号素焼鉢に植え付け、実験に供した。培養土は花崗岩土壌と腐葉土を1対1の割合に混合したものを用いた。栽培条件は全処理区とも同様とし、雨天日以外はほぼ毎日灌水を行った。施肥は4~10月まで、毎月20日に1鉢当たり窒素(N)、リン(P)およびカリウム(K)各0.5g施用した。1998年8月1日に摘果処理を行い、果実をすべて摘果した樹を無果区(対照区)とし、1、2および3個着けた処理区を設けた。各処理区とも3樹の反復とした。

次に、1999年4月13日に、前年度実験に供試しなかったカラタチ台‘不知火’の4年生樹を10号素焼鉢に植え替えた。なお、培養土、栽培条件および施肥は3年生樹と同様とした。これらを、着果数の違いが光合成産物の転流・分配に及ぼす影響を明らかにするための実験に供した。なお、 $^{13}\text{CO}_2$ をトレーサーとして用いた。果実をすべて摘果した樹を無果区(対照区)として設けるとともに1、2、3および4個着けた処理区を設けた。各処理区とも2樹の反復とした。

2. 樹体成長の調査

1999年3月8日に供試樹を掘り上げ水洗いした後、果実、旧葉(前年葉+春葉)、夏秋葉、枝(主幹部含む)、太根(直径5mm以上で主根部も含む)、中根(直径2~5mm)および細根(直径2mm以下)の各器官別に解体した。次いで、各器官の新鮮重を測定し、果実と葉以外は通風乾燥機を用いて80℃で48時間乾燥した後、乾物重を測定した。葉は面積を測定した後に、同様に通風乾燥機を用い80℃で48時間乾燥した。

3. デンプンおよび無機成分含量の測定

粉碎機を用いて乾燥した各器官を粉碎し、デンプンおよび無機成分含量の測定に供した。枝と葉については、当年伸長した春枝とそれに着生している葉について分析をした。デンプン含量の定量は、乾物1gに7.8Nの過塩素酸を加えてデンプンを抽出、抽出液にヨウ素ヨードカリ液を加え発色させ、620nmの吸光度を測定するCarter・Neubert(1954)の方法を用いて行った。窒素含量の定量はN-Cアナライザー(NC-80:住友化学工業社製)を用い、酸素循環燃焼方式で行った。リン含量は試料を灰化後、モリブデンイエローで発色させ、分光光度計(Z-6000,日立製作所社製)

を用いて定量した。カリウム、カルシウムおよびマグネシウムの定量は原子吸光分光分析法(U-1100:日立製作所社製)で行った。

4. 収穫果実の品質調査

収穫後、すぐに果実の横径、縦径、果実重、果肉歩合、果皮色を測定した。果実の赤道面をナイフで切断した後、果汁を絞り取り、可溶性固形物含量と滴定酸含量を測定した。可溶性固形物含量は屈折糖度計を用いて測定しBrix(%)で表した。遊離酸含量は果汁2mLを0.1Nの水酸化ナトリウムで中和滴定し、クエン酸%に換算した。果皮色は色彩色差計(CR-200:ミノルタカメラ株式会社製)を用いて果実の赤道部におけるa*値を測定した。果汁中の糖組成はガスクロマトグラフを用いて測定した。果汁約1mLを1.5mLのマイクロチューブに取り、10,000回転で10分間遠心分離を行った後、上澄み液2μLをリアクティブバイエルにとり、通風乾燥機で乾燥した。乾燥試料をピリジン1mLに溶解した。これに、ヘキサメチルジシラザン0.2mLとトリメチルクロロシラン0.1mLを加えてよく振った後、室温に1時間放置して糖をTMS化し、その2μLをとってガスクロマトグラフ(GC-14A:島津製作所社製)に注入して分析した。標品の糖についてもTMS化して、絶対検量線法で、ピーク面積を比較して糖含量を求めた。ガスクロマトグラフの測定条件は次の通りである。検出器:FID(水素炎イオン化検出器);カラム:ガラスカラム(3.2mm i.d. × 2m);充填剤:SE 52 5% Chromosorb WAW DMCS;カラム温度:125℃→275℃ 昇温5℃/分;検出器および注入口温度:275℃;N₂流量:60mL/分;H₂流量:30mL/分;空気流量:25mL/分。

5. $^{13}\text{CO}_2$ 処理方法と光合成産物の分配率の調査

1999年11月9日に樹体の地上部分を透明なビニール袋で密封して、ビニールチューブを袋に2箇所接続し、ビニールチューブにはエアポンプと100mLの三角フラスコを直列につないで、空気が循環するようにした。99 atom%Ba¹³CO₃ 6gを2gずつ3つに分け、1時間ごとに三角フラスコに入れ、10mLの50%乳酸を注入して経時的に $^{13}\text{CO}_2$ を発生させ、9時から12時までの3時間同化処理を行った。同化処理中はビニール袋内の温度上昇を防ぐために、ビニール袋の上部から水をシャワー状に噴射した。個体は11月13日に全樹を掘り上げ、器官別に解体し、乾燥した後に粉碎機で粉碎した。同様な処理を11月10日にも行い、同11月14日に個体のサンプリングを行って、2反復とした。粉碎した試料1mgを ^{13}C アナライザー(EX-130型:日本分光社製)により、各器官の ^{13}C 濃度を測定した。

6. 翌年の着花数の調査

1999年5月7日に1樹あたりの着花数を調査した。

結 果

1. 着果数の違いが各器官の1年間の成長に及ぼす影響

‘不知火’の着果数の違いが1年間の成長量に及ぼす影響を果実以外の樹体新鮮重と総果実重に分けて調査した結果を表1に示す。無果区の樹体新鮮重は330gであったが、1、2及び3果区でそれぞれ261g、256g、251gであった(表1)。果実の総重量は1、2および3果区でそれぞれ223g、299gおよび365gであった(表1)。また、総果実重/樹体新鮮重の比をとってみると、1果区は0.85であり、2と3果区はそれぞれ1.17と1.45であった。次に、新鮮重と乾物重について各器官別に調査した結果、葉の重量については新鮮重と乾物重ともに処理による大きな違いはなかった(図1, 2)。枝、太根、中根および細根の新鮮重量は着果数の増加に伴い低下した(図1)。また、乾物重も新鮮重と同様の傾向を示した(図2)。着果区におけ

表1 解体持の各処理区における果実以外の樹体新鮮重と総果実重

処理区	樹体新鮮重 (g)	総果実重 (g)	総果実重/樹体新鮮重
無果区	330±40 ^z		
1果区	261±26	223±21	0.85
2果区	256±35	299±9	1.17
3果区	251±16	365±9	1.45

^z平均値±標準誤差

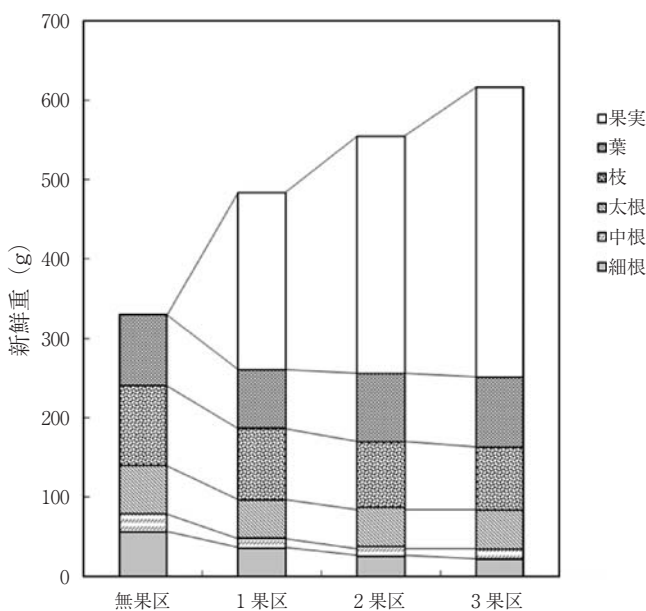


図1 ‘不知火’の着果数の違いが部位別の新鮮重に及ぼす影響

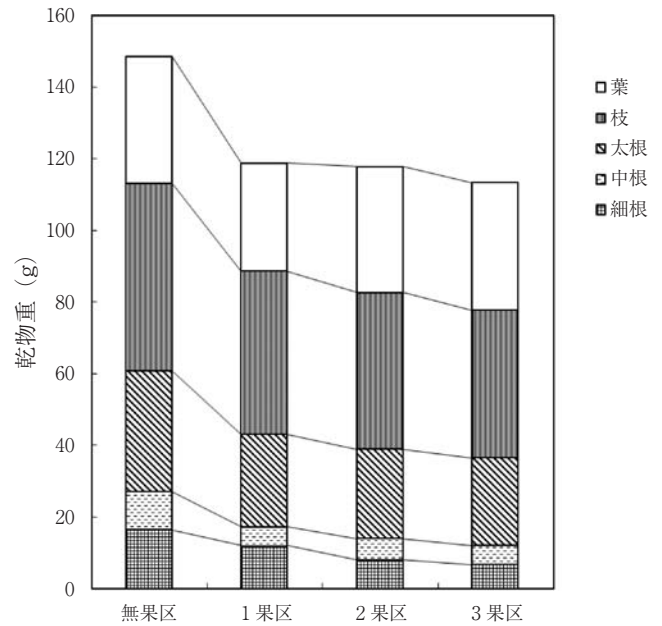


図2 ‘不知火’の着果数の違いが果実以外の部位別乾物重に及ぼす影響

る地下部の重量は無果区よりも低下したが、特に細根の新鮮重についてみると、無果区は57.0g (100%)であったが、1、2および3果区はそれぞれ35.9g (63%), 25.8g (45%) および22.1g (39%)であった(図1)。乾物重も無果区では16.6g (100%)であったが、1、2および3果区はそれぞれ12.0g (72%), 8.1g (50%) および6.7g (40%)と着果数が多くなるほど低下した(図2)。

次に、旧葉、新葉全てについて、全葉数、全葉面積および1葉当たりの葉面積を調査したところ、これらに処理による差は見られなかった(表2)。

表2 ‘不知火’の着果数の違いと葉数および葉面積

処理区	葉数 (枚)	葉面積 (cm ²)	1葉平均葉面積 (cm ²)
無果区	296	2,384	8.1
1果区	289	2,108	7.3
2果区	355	2,909	8.2
3果区	299	2,544	8.6
有意性 ^z	n.s.	n.s.	n.s.

^zn.s.は有意差なし (Tukey-Kramer Test) (n=3)

2. 着果数の違いが各器官のデンプンおよび無機成分含量に及ぼす影響

着果数の違いが各器官のデンプン含量に及ぼす影響について調査した結果を図3に示す。地下部の細根、中根および太根では着果数が増すほどデンプン含量が低下した。細根のデンプン含量についてみると、無果区は11.5%であったが、1、2および3果区はそれぞれ

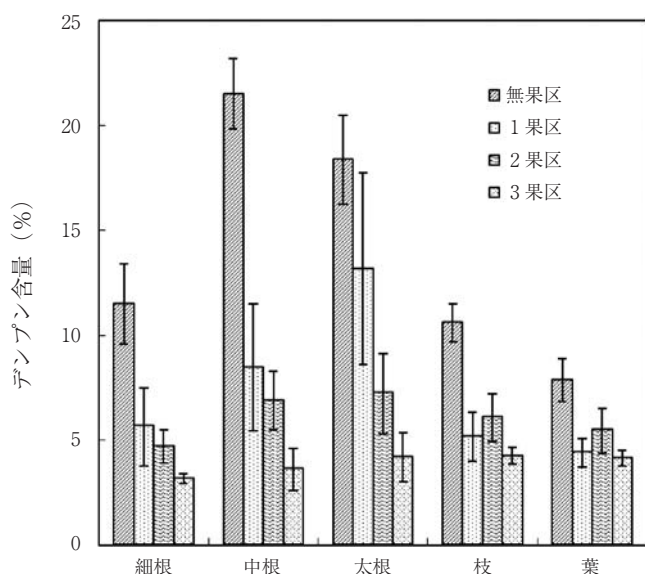


図3 ‘不知火’の着果数の違いが各器官のデンプン含量に及ぼす影響（注：図中の縦バーは標準誤差を示す）

れ5.6%, 4.7%および3.1%であった。中根および太根のデンプン含量も細根のそれと同様に着果数が増すほど低下した。いっぽう、地上部のデンプン含量では、枝と葉のデンプン含量は無果区より着果区が低下していたが、着果区間では大きな差は見られなかった（図3）。

次に、着果数の違いが各器官の無機成分含量に及ぼす影響について調査した結果を表3に示す。部位別にそれぞれの含量についてみると、窒素は葉と細根では着果数が多くなるにつれて含量が減少する傾向が見られた。リンとカリウム含量は葉と枝で着果量が大きくなると減少する傾向が見られた。いっぽう、カルシウム含量は葉で着果量が大きくなると増加する傾向にあった。

3. 着果数の違いが果実の品質に及ぼす影響

着果数の違いが果実の品質に及ぼす影響について調査した結果、着果数が増すに伴って横径、縦径および果実重は小さくなったが、果肉歩合、可溶性固形物含量、滴定酸含量および果皮色（a*値）には着果数の違

表3 ‘不知火’の着果数の違いと各部位の無機成分含量

部位	処理区	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
葉	無果区	2.25 ^{az}	0.35 ^b	1.83 ^b	1.04 ^a	0.23 ^a
	1果区	2.17 ^a	0.30 ^{ab}	1.24 ^a	1.87 ^b	0.21 ^a
	2果区	1.98 ^a	0.20 ^a	0.97 ^a	1.76 ^b	0.22 ^a
	3果区	1.85 ^a	0.23 ^{ab}	0.87 ^a	2.04 ^b	0.25 ^a
枝	無果区	1.13 ^b	0.16 ^b	1.13 ^b	0.67 ^a	0.12 ^a
	1果区	0.86 ^{ab}	0.14 ^{ab}	0.73 ^a	0.81 ^a	0.15 ^a
	2果区	0.78 ^{ab}	0.10 ^a	0.49 ^a	0.85 ^a	0.15 ^a
	3果区	0.71 ^a	0.10 ^a	0.57 ^a	0.80 ^a	0.16 ^a
太根	無果区	0.71 ^a	0.09 ^b	0.57 ^a	0.33 ^a	0.07 ^a
	1果区	0.71 ^a	0.08 ^{ab}	0.64 ^a	0.40 ^a	0.09 ^{ab}
	2果区	0.67 ^a	0.06 ^a	0.64 ^a	0.43 ^a	0.08 ^{ab}
	3果区	0.71 ^a	0.07 ^a	0.66 ^a	0.45 ^a	0.11 ^b
中根	無果区	1.41 ^a	0.13 ^a	0.51 ^a	0.32 ^a	0.11 ^a
	1果区	1.36 ^a	0.13 ^a	0.60 ^a	0.48 ^a	0.14 ^a
	2果区	1.11 ^a	0.10 ^a	0.63 ^a	0.47 ^a	0.13 ^a
	3果区	1.15 ^a	0.11 ^a	0.84 ^a	0.59 ^b	0.14 ^a
細根	無果区	2.35 ^a	0.25 ^a	1.16 ^a	0.27 ^a	0.14 ^a
	1果区	2.34 ^a	0.23 ^a	1.13 ^a	0.39 ^{ab}	0.19 ^a
	2果区	1.76 ^a	0.31 ^a	1.44 ^a	0.71 ^b	0.16 ^a
	3果区	1.88 ^a	0.26 ^a	1.27 ^a	0.54 ^{ab}	0.17 ^a

^zそれぞれの部位における無機成分含量について、Tukeyの多重比較検定により、異なる符号間には5%の危険率で有意差があることを示す。

表4 ‘不知火’の着果数の違いと果実品質

処理区	葉果比	横径 (cm)	縦径 (cm)	1果重 (g)	果肉歩合 (%)	可溶性固形物含量 (%)	滴定酸含量 (クエン酸%)	果皮色 (a*値)
1果区	289	7.98 ^{az}	7.48 ^a	223 ^a	74.0 ^a	17.27 ^a	1.24 ^a	26.82 ^a
2果区	178	6.82 ^b	6.36 ^b	150 ^b	74.6 ^a	16.76 ^a	1.57 ^a	26.41 ^a
3果区	97	6.34 ^c	5.92 ^b	122 ^b	75.0 ^a	16.79 ^a	1.70 ^a	25.65 ^a

^zそれぞれの項目の処理間について、Tukeyの多重比較検定により、異なる符号間には5%の危険率で有意差があることを示す。

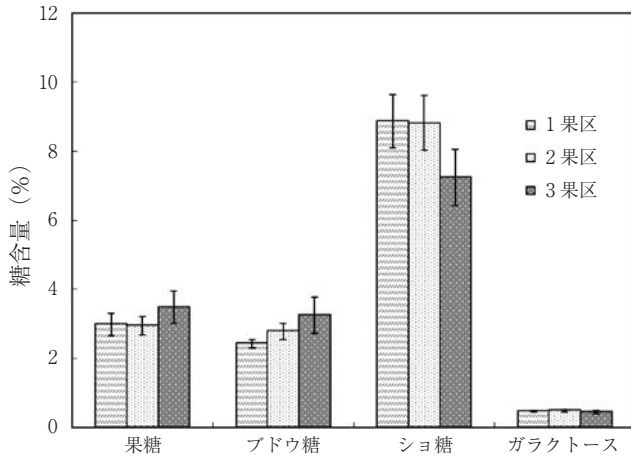


図4 ‘不知火’の着果数の違いが果汁中の糖含量に及ぼす影響（注：図中の縦バーは標準誤差を示す）

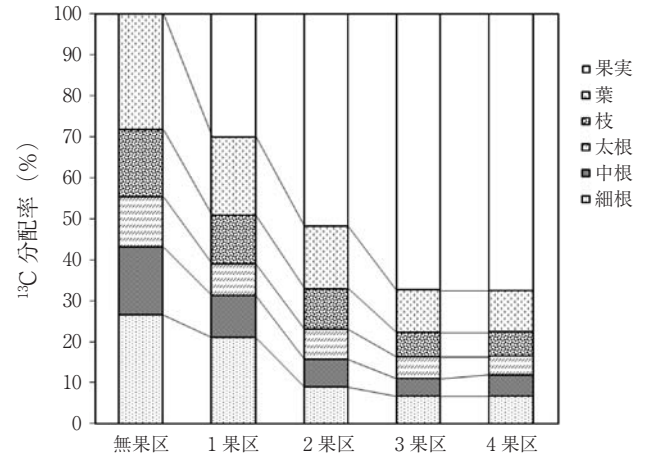


図6 ‘不知火’の着果数の違いが光合成産物の分配率に及ぼす影響

いによる差は見られなかった（表4）。次に、着果数の違いが果汁中の糖組成に及ぼす影響について調査した結果、着果数が最も多い3果区で、1、2果区に比べて、還元糖である果糖、ブドウ糖含量が高く、非還元糖のショ糖が低い傾向が見られた（図4）。

4. 着果数の違いが ^{13}C 光合成産物の分配に及ぼす影響

着果数の違いが各器官の ^{13}C 光合成産物の分配量に及ぼす影響について調査した結果、光合成産物は果実に多く分配されていたことが明らかとなった。しかし、果実に分配されたものを除くと、樹体各部位への分配量は1果区が最も多く、次いで無果区、2果区、3果

区および4果区の順となった（図5）。着果数が増すにつれて果実以外の器官への分配率が減少し、特に、着果数が増すほど葉と細根への分配率が大きく減少した（図6）。

5. 着果数の違いが翌年の着花数に及ぼす影響

着果数の違いが翌年の着花数に及ぼす影響について調査した結果、無果区は1,018（100%）花であったが、1および2果区ではそれぞれ364（36%）および148（15%）花と着果数が増すほど著しく花数が減少した（図7）。

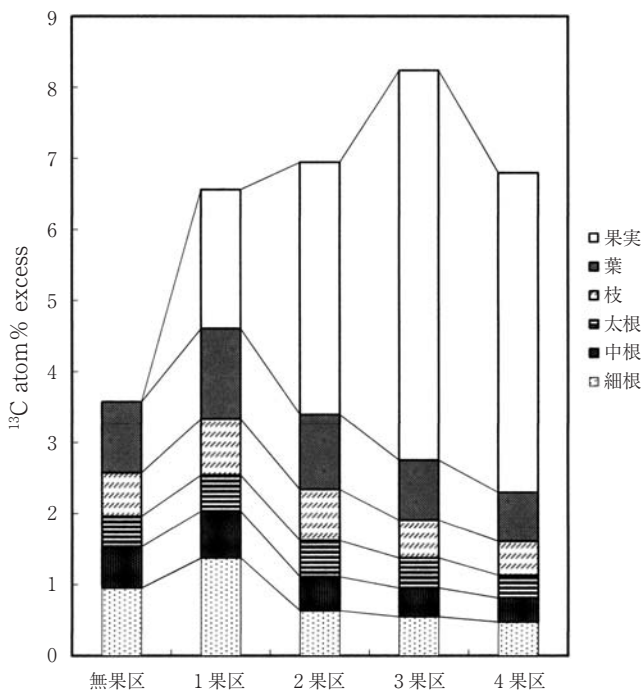


図5 ‘不知火’の着果数の違いが光合成産物の分配量に及ぼす影響

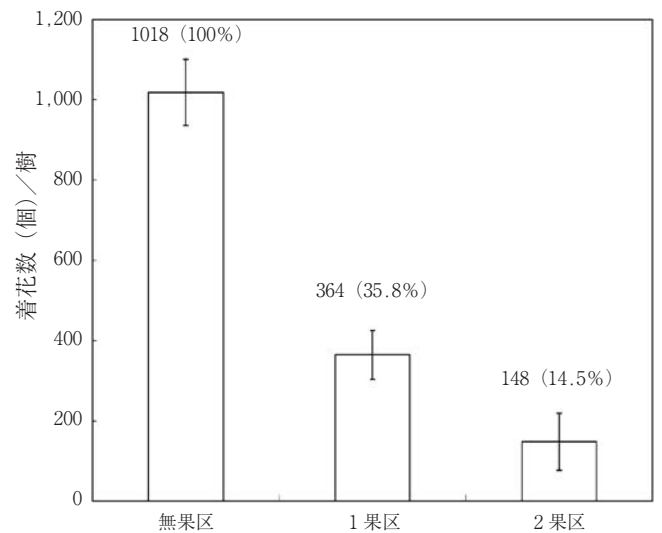


図7 着果数の違いが次年度の着花数に及ぼす影響（注：図中の縦バーは標準誤差を示す）

考 察

‘不知火’の3年生樹を用いて、着果数を変えた着果負担が1年間の樹体成長、養分含量、果実品質、 ^{13}C を用いて光合成産物の分配・転流並びに翌年の着花数に及ぼす影響について調査した。樹体の新鮮重と乾物重は、着果数が増すほど葉以外の枝および根のいずれの器官でも低下したが、細根量と中根量が著しく低下し、着果負担は地上部よりも地下部の根の成長に大きな影響を及ぼしていることが明らかであった。これらの結果は、近泉ら(2004, 2005)の2年生および3年生の‘宮内イヨ’を用いた試験結果や加美ら(1998)の‘不知火’の報告と似ている。着果数の増加に伴い、光合成産物が果実に多く分配された結果、特に地下部の成長が減少したものと考えられる(図5)。

次に、着果数の違いが各器官のデンプンおよび無機成分含量に及ぼす影響について調査したが、デンプン含量は着果数が増すほど地上部の器官より地下部の器官で極端に減少した。この結果は多くの研究結果と一致する(Goldschmidt・Golomb, 1982; 岡田, 2004; 大城ら, 1989, 2000; 杉山ら, 2003)。また、着果負担が多くなるほど地下部のデンプン含量が著しく少なくなり、着果負担は根の成長だけでなくデンプン含量に大きな影響を及ぼしていることが明らかである。炭水化物の蓄積量の多少が次年度の樹体成長あるいは着花・着果数の多少に強く影響しているが、炭水化物の中でも特に根部のデンプン含量の多少が最も強く影響していると考えられる(近泉ら, 2004, 2005; 加美ら, 1998; 森岡, 1987, 1988; 伊東ら, 1976, 1978; 清水ら, 1975; 大垣ら, 1968)。それゆえ、樹の栄養成長と生殖成長のバランスがとれているかの判断には地下部の根量とデンプン含量の多少が最も重要となる。

いっぽう、窒素、リン酸、カリ、カルシウムおよびマグネシウムは、地上部および地下部のいずれも適正範囲内にあった。着果数が増加するにつれ、葉では窒素とカリがやや減少し、カルシウムが少し増加する傾向が見られた(表3)。杉山ら(2003)は‘青島温州’を用いて、11年間継続して葉の無機成分含量について調査した結果、窒素、リン酸およびカリは適正範囲内にあり、カルシウムとマグネシウムは適正範囲内の下限で推移し、適正範囲内を下回る年もあったと述べている。これらのことから、適正な施肥管理下であれば、着果数の違いが樹体の無機成分含量に大きな影響を及ぼすことはないと考えられる。

次に、果実の品質についてみると、1樹当たりの着果数が多くなるほど平均果実重は減少した。一般に

‘不知火’の果実重は200~280gであるが、1果区では223の適正な大きさであり、2および3果区では149.6gと121.8gで小さかった。この原因として、1果当たりの葉数が1、2および3果区でそれぞれ289, 178および97枚であり、果実重には葉果比が影響を及ぼしているものと考えられる(表4)。また、2および3果区では‘不知火’特有の果梗部のネックが消失したが、その原因は不明である。さらに、果汁中の糖組成についてみると、3果区が1および2果区に比べて果糖やブドウ糖の含量が高く、ショ糖含量はわずかに減少していた。Kano(2004)はスイカ果実では、小さな細胞が多い果実ではショ糖含量が減少し、果糖やブドウ糖含量が増加すると述べている。本研究の3果区では果実のサイズが小さくなっており(表4)、細胞の大きさも小さくなったため、同じような効果が現れたのかも知れない。

^{13}C 光合成産物の各器官への分配率からみると、無着果区では地下部に分配される養分が、着果区では果実に分配されるために地下部の成長が抑制されることが分かった。久保田・本山(1972)はウンシュウミカンを用いて、 ^{14}C 光合成産物の動向について調査した結果、夏季には果実肥大と栄養成長に、秋季には着果樹では果実に、不着果樹では根に分配されると述べている。‘不知火’でも久保田・本山(1972)の結果と同様に、果実の‘シンク’作用が強く、着果数が増すと樹体内の貯蔵養分や光合成産物が果実に奪われ、その結果、樹体の成長、特に地下部の成長が抑制されたものと思われる。

着果数の違いが翌年の着花数に及ぼす影響をみると、着果数が増すほど着花数が極端に減少した。この結果はウンシュウミカンを用いて、着果数の違いが翌年の着花に及ぼす影響について調査した(清水ら, 1975, 1976; 伊東ら, 1976, 1978; 岩崎, 1960b)結果と同様であった。翌年の着花数の多少と根部のデンプン含量との間には高い相関があることが明らかにされている(Goldschmidt・Golomb, 1982; 岡田, 2004; 大城ら, 1989, 2000; 杉山ら, 2003, 2006)。

以上のように、本研究では3年生の‘不知火’での着果数が1個増すごとに樹体成長や器官別の養分含量および果実品質に及ぼす影響について調査し、隔年結果を防止するためには栄養成長と生殖成長のバランスが重要であることを再確認するとともに、着果数の増加によって最も影響を受けるのは地下部の根量やデンプン含量であることを明らかにすることができた。また、次年度の着花数は着果数が増すにつれて減少することを明らかにした。今後は着果数の多少がジベレリン、サイトカイニンおよびアブシジン酸などの内生植

物ホルモンに及ぼす影響について調査する必要があると思われる。

摘 要

‘不知火’の3年生樹を用い、着果数の違いが樹体成長、樹体養分および果実品質に及ぼす影響について調査した。1樹当たりの着果数は摘果により無果(対照区)、1、2および3果の処理区を設けた。着果数が増すほど、樹体の新鮮重および乾物重は減少し、特に細根量の減少が著しかった。デンプン含量も着果数が増すほど全器官で減少したが、特に地下部のデンプン含量の減少が著しかった。‘不知火’の4年生樹を用い、¹³C 光合成産物の各器官への分配率を調査したが、光合成産物は着果数が増加するほど果実に多く分配され、その分地下部への分配率が減少した。着果数が増すほど果実は小さくなり酸含量は高くなる傾向にあった。次年度の着花数は着果数が増すにつれて減少した。

引用文献

- Carter, G. H. and A. M. Neubert (1954) Rapid determination of starch in apples. *J. Agr. Food Chem.*, 2: 1070–1072.
- 近泉惣次郎・日野 昭・水谷房雄 (2004) 着果数の違いが‘宮内’イヨの樹体生長に及ぼす影響。愛媛大学農学部農場報告, 26: 9–16.
- 近泉惣次郎・日野 昭・水谷房雄 (2005) 3年生樹の‘宮内’イヨの着果数の違いが樹体生長と果実品質に及ぼす影響。愛媛大学農学部農場報告, 27: 19–25.
- Goldschmidt, E. E. and A. Golomb (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.
- 日野 昭・近泉惣次郎 (2003) 宮川早生の着果負担が樹体生長、樹体養分および果実品質に及ぼす影響。園学雑誌, 72 (別2): 106.
- 伊東秀夫・井上弘明・森谷睦男 (1976) 温州ミカンの担果能力に関する研究。(第1報) 花着に関する研究—特に有葉花と無葉花(直花)の発現について。園学雑誌, 45: 217–224.
- 伊東秀夫・井上弘明・森谷睦男 (1978) 温州ミカンの担果能力に関する研究(第2報) 落果波相の解析。園学雑誌, 47: 7–15.
- 岩崎藤助 (1960a) カンキツの隔年結果防止に関する研究(第4報) 摘果が隔年結果の防止に及ぼす影響。園学雑誌, 30: 103–110.
- 岩崎藤助 (1960b) カンキツの隔年結果防止に関する研究(第5報) 果実の採取時期の早晚が着花ならびに新梢の発生に及ぼす影響。園学雑誌, 30: 197–202.
- 加美 豊・井上久雄・藤原文孝 (1998) ハウス栽培におけるカンキツ‘不知火’の着果及び炭酸ガス施用が樹体生長に及ぼす影響。園学雑誌, 67 (別2): 193.
- Kano, Y. (2004) Effects of mechanical restriction of fruit enlargement on cell size and sucrose accumulation in melon fruits (*Cucumis melo* L.). *Acta Hort.*, 662: 369–371.
- 片岡郁雄 (2002) 花芽形成と開花・結実. pp.157–176. 水谷房雄編著. 最新果樹園芸学, 朝倉書店, 東京.
- 久保田収治・本山栄一 (1972) 瀬戸内ミカン園の施肥合理化に関する研究(第8報) ウンシュウミカン樹における¹⁴C 光合成産物の動向. II. 生育段階などがその期の光合成産物の移行と分布に及ぼす影響. 四国農試報, 24: 41–71.
- 森岡節夫 (1987) 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。園学雑誌, 56: 1–8.
- 森岡節夫 (1988) ウンシュウミカン成木の着果程度及び摘果が果実の大きさ及び形質、翌年の着果などに及ぼす影響。園学雑誌, 57: 351–359.
- 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 (2010) ‘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。植物環境工学, 22: 181–186.
- 大垣智昭・藤田克治・伊東秀夫 (1965) 温州ミカンの隔年結果に関する研究(第5報) 摘花果および収穫時期と花成について。園学雑誌, 34: 1–8.
- 大垣智昭・藤田克治・伊東秀夫 (1963) 温州ミカンの隔年結果に関する研究(第3報) 温州ミカン園の隔年結果状態、その収量構成ならびに結実と翌春の着花率、結果枝率について。園学雑誌, 32: 13–19.
- 大垣智昭・藤田克治・伊東秀夫 (1968) 温州ミカンの隔年結果に関する研究(第8報) 摘果、施肥、せん定の組み合わせによる隔年結果防止効果。園学雑誌, 37: 312–318.
- 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。園学雑誌, 73: 163–170.
- 大城 晃・杉山和美・黒柳栄一・鈴木晴夫・岡田長久・井口 功 (1989) ウンシュウミカンにおける着果性の異なる樹の冬期の樹体内成分について。園学雑誌, 58 (別2): 100–101.
- 大城 晃・杉山泰之・片山晴喜・河村 精・久田秀彦・岡田長久 (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.
- 清水達夫・鳥潟博高・鳥居鎮男 (1975) 温州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果数に及ぼす影響。園学雑誌, 43: 423–429.
- 清水達夫・鳥潟博高・鳥居鎮男 (1976) 温州ミカンの着果負担に関する研究(第4報) 着果樹と不着果樹の物質生産過程について。園学雑誌, 45: 123–134.
- 清水達夫・鳥潟博高・鳥居鎮男 (1978) 温州ミカンの着果負担に関する研究(第5報) 着果樹と不着果樹の炭水化物経済について。園学雑誌, 46: 465–478.
- 杉山泰之・大城 晃・濱崎 櫻・澤野郁夫・小原 均 (2006) 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: 277–282.
- 杉山泰之・吉川公規・濱崎 櫻・久田秀彦・大城 晃 (2003) ウンシュウミカンの樹体栄養状態の推移と隔年結果性との関係。土肥誌, 74: 215–218.