

温州ミカンの着果負担に関する研究第4報

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
巻/号	452
掲載ページ	p. 123-134
発行年月	1976年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



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

清水達夫*・鳥潟博高・鳥居鎮男

(名古屋大学農学部)

Studies on the Effect of Crop Load on the Composition of Satsuma Mandarin Trees

IV. Comparison of the Dry Matter Production between Bearing and Non-bearing Trees

TATSUO SHIMIZU, HIROTAKA TORIKATA and SHIZUO TORII

Faculty of Agriculture, Nagoya University, Chikusa, Nagoya

Summary

To clarify the effect of fruit load on the matter economy of satsuma mandarin trees, net production (ΔP_n), dry matter loss by death and removal (ΔL), respiration loss (ΔR) and gross production (ΔP_g) were surveyed in separate periods from April, 1972 to February, 1973 using bearing (4 fruits per plant) and non-bearing 3-year-old 'Miyagawa-wase' trees. Fruit load was regulated by hand thinning on July 15.

1) From April 5 to May 31 (from sprouting to arrested current shoot elongation): ΔP_g per plant in this period (57 days) was 41.0g, and ΔR accounted for 74 per cent of that. New organs grew vigorously accounting for 150 per cent of ΔP_n . By contrast, old organs lost considerable weight.

2) From June 1 to July 14 (from arrested current shoot elongation to fruit thinning): ΔP_g in this period (44 days) was 48.1g, and ΔR accounted for 60 per cent of that. Fruits and old organs initiated their rapid growth with retarded current shoot elongation.

3) From July 15 to September 6 (from fruit thinning to rapid fruit growth): In the bearing trees, ΔP_g in this period (54 days) was 90.7g, of which ΔR accounted for 54 per cent. Further, 37 per cent of ΔP_n was distributed to their fruit. In the non-bearing trees, ΔP_g was 127.7g, of which ΔR accounted for 52 per cent. This $\Delta R/\Delta P_g$ ratio was lowest among the non-bearing trees through the whole season. Each organ of the non-bearing trees grew more vigorously than that of the bearing trees.

4) From September 7 to November 9 (from rapid fruit growth to harvest): In the bearing trees, ΔP_g in this period (64 days) was 83.9g, of which ΔR accounted for 55 per cent. Further, 66 per cent of ΔP_n was distributed to their fruit. In the non-bearing trees, ΔP_g was 98.3g, of which ΔR accounted for 65 per cent. Further, 74 per cent of ΔP_n was distributed to underground parts because of vigorous growth of root crowns and roots.

5) From November 10, 1972 to January 11, 1973 (from harvest to arrested vegetative growth): In the bearing trees, ΔP_g in this period (63 days) was 35.3g, of which ΔR accounted for 39 per cent. In the non-bearing trees, ΔP_g was 28.1g, of which ΔR accounted for 76 per cent. This $\Delta R/\Delta P_g$ ratio was lowest among those of the bearing trees through the whole season. Since the bearing trees resumed their growth after harvest, their ΔP_n was larger than that of the non-bearing trees.

6) From January 12 to February 25 (arrested vegetative growth period): In this

1975年8月11日 受理

本報告の要旨は園芸学会1975年秋季大会で発表した。

* 現在 農林省野菜試験場

period (45 days) ΔP_g was 7.7 g in the bearing trees and 11.6 g in the non-bearing trees. In each treatment trees showed little growth and ΔR was almost equivalent to ΔP_g .

7) Annual ΔP_g of the bearing trees was 306.7 g per plant, and 29%, 9%, 5%, 29% and 28% of it were distributed to leaves, stems, trunk, underground parts and fruits, respectively. Annual ΔP_g of the non-bearing trees was 354.8 g per plant, and 29%, 13%, 5%, 46% and 7% of it were distributed to leaves, stems, trunk, underground parts and fruits (until thinning), respectively. The bearing and non-bearing trees showed approximately the same annual ΔP_n values; 131.0 g and 132.4 g per plant. Since annual $\Delta P_n/\Delta P_g$ ratios of the bearing and non-bearing trees were 0.43 and 0.37, respectively, it was found that ΔP_g of the bearing trees was utilized for ΔP_n more efficiently than that of the non-bearing trees.

緒言

前報(21)では宮川早生成樹を用いて、葉果比が増加するほど収穫期の樹体各器官の糖及びでん粉含量が増加し、特に地上部よりも地下部にこの傾向の著しいことを明らかにした。したがって着果負担の多少により、各器官に分配・蓄積される機能的炭水化物含量が著しく異なることが示されたが、この着果負担に伴う炭水化物経済のありさまをさらに詳細に知るためには、1樹の物質生産過程を解析することが必要と思われる。すなわち光合成、呼吸および生長に関連させて、貯蔵炭水化物の蓄積と消費のありさまを量的に明らかにすれば、炭水化物の器官別分配に及ぼす着果負担の影響を、より具体的に知ることができよう。そこで本報では、着果・不着果幼樹の総生産量、呼吸による乾物消費量、純生産量、離脱器官量など、物質生産に関する諸量を算出し、生産された物質の各器官への分配を量的に比較することを試みた。

材料および方法

着果樹と不着果樹の純生産量の測定には、名古屋大学農学部実験ほ場に普通の肥培管理で栽培された尺鉢植えの宮川早生3年生樹を用いた。1972年7月15日に着果区と不着果区とを設け、着果区は1樹あたり4コ着果させ、不着果区は全果実を摘除した。そして各器官の乾物重の季節変化をみるため、同年4月5日：ほう芽期、5月12日：花の満開期、6月1日：新しよの伸長のほぼ停止した時期、7月15日：生理的落果終了期(摘果期)、9月7日：果実の肥大盛期、11月10日：果実発育終了期(収穫期)、1973年1月12日および2月26日：発育停滞期の計8時期に掘り取り、解体・測定を行なった。各時期にそれぞれ20樹を供試したが、2月26日のみ材料が不足したため、10樹を用いた。掘り取りは早朝に行ない、その後直ちに果実、葉、枝、主幹部そして地下部に解体した。葉は当年生春葉と当年生夏葉に分け、それ以外はすべて旧葉とし、枝も葉と同様に分けた。地下部は根冠部と根部に分けた。それらを100°Cで30分間処

理した後70°Cで48時間乾燥し、乾物重を測定したが、9月7日と11月10日の果実は多汁のため、それぞれ4日間および10日間乾燥した。なお、各時期の旧葉、花ならびに果実の離脱・枯死量も合わせ測定したが、それ以外の器官の離脱量は考慮しなかつた。

着果樹と不着果樹の呼吸速度の測定には、翌1973年に同ほ場で、1972年度と同じ条件下で栽培された宮川早生3年生樹を用いた。各時期の測定にはそれぞれ2樹を用い、掘り取り・解体後に葉以外の器官はその切り口をラノリンで封じ、直ちに測定に入つた。呼吸速度はHartmann & Braun社製の赤外線炭酸ガス分析機(URAS-1)により暗条件で測定したCO₂量と通気量によって求めた。果実用の呼吸室としては内径7.5 cmのガラス球を、その他の器官用としては内径4.5 cm、長さ24 cmのガラス管を用い、通気量は500 ml/分とした。測定は各時期の平均気温に近い温度で行ない、後にQ₁₀が2であることを確かめて、測定値を1972年度の各月の平均気温における呼吸速度に換算し、1972年度の調査樹の呼吸速度として表わした。

以上より、各期間の乾物重の増分(ΔW)にその期間の離脱・枯死量(ΔL)を加えて純生産量(ΔP_n)を求め、さらに ΔP_n にその期間の呼吸による有機物損失量(ΔR)を加えて総生産量(ΔP_g)を求めた。すなわち、次の(1)および(2)式に示す‘つみあげ法’(5)により、本調査樹の時期別および年間の物質生産量を算出した。

$$\Delta P_n = \Delta W + \Delta L \quad (1)$$

$$\Delta P_g = \Delta P_n + \Delta R \quad (2)$$

結果と考察

1. 乾物重の季節変化

宮川早生3年生樹の各器官の乾物重の季節変化を第1図に示した。当年生春葉(以下、春葉)はほう芽後6月初旬まで著しく生長した。そして7月中旬の摘果処理後、着果樹はあまり変化を示さず、むしろ果実収穫後に増加傾向が表われたが、不着果樹は摘果後に個々の葉が充実

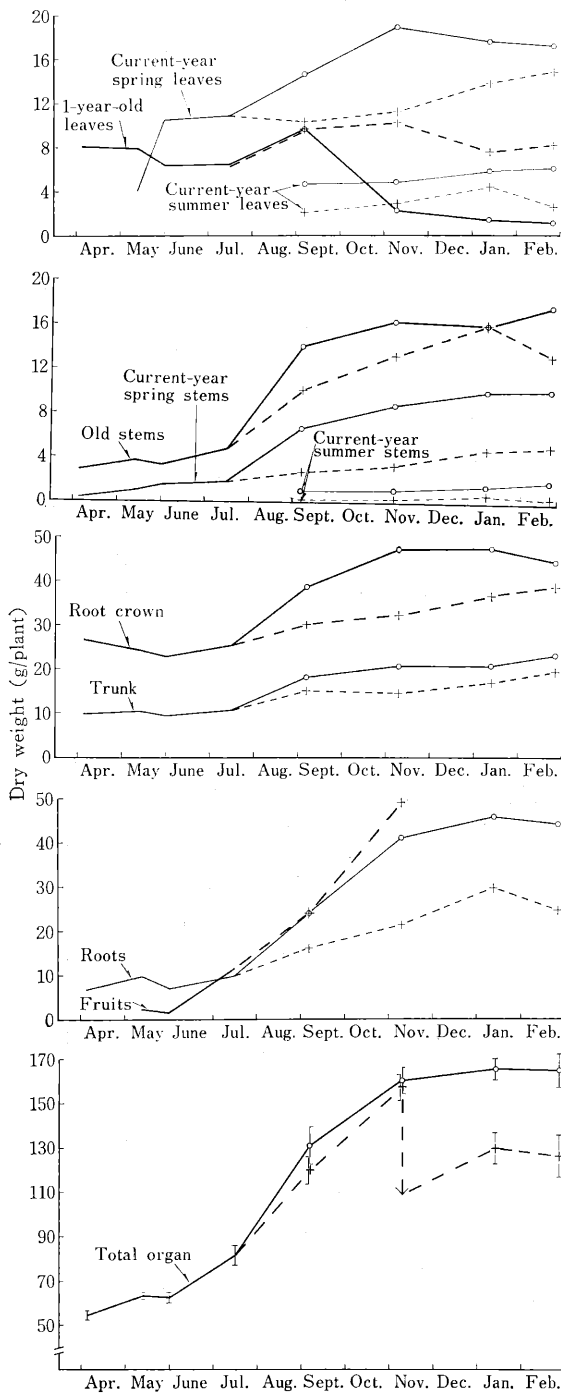


Fig. 1. Seasonal changes in dry weight of various organs of 3-year-old Miyagawa-wase trees.

- Note : 1) Crosses and open circles represent the values for the bearing and non-bearing trees, respectively.
 2) In bearing trees, four fruits were kept on each plant from July 15 to November 9, and all fruits of non-bearing trees were thinned out on July 15.
 3) Vertical lines attached show the standard deviation.

して著しく重量を増し、成熟期に相当する11月10日に最高となった。その後2月下旬までやや減少したが、着果樹をたえず上回つた。

当年生春枝（以下、春枝）では春葉のような生育初期の著しい増加は見られず、摘果後も着果樹は緩慢な増加を示し、2月下旬に最高となった。しかし不着果樹では、摘果後著しい増加がみられ、終始着果樹の約2倍の値であつた。

旧葉には2年葉は皆無であり、1年葉（1971年生春葉・夏葉）のみがみられたが、その乾物重は春葉とは対照的に、摘果期までは減少し、その後着果・不着果両樹ともかなり増加したが、9月から11月にかけて不着果樹は著しく落葉したため、着果樹を大きく下回ることになった。したがつて旧葉は他の諸器官と異なり、摘果処理により、むしろその乾物重が減少することが特徴であつた。

旧枝、主幹部、根冠部および根部は4月から7月にかけて一定ないし減少の傾向を示し、摘果後の増加はいずれの期間も不着果樹が着果樹を上回つて、収穫期まで急増し、その後緩慢となつたのに対し、着果樹では収穫期を経て、1月中旬頃まで増加する傾向がみられた。

当年生夏葉・夏枝（以下、夏葉・夏枝）は7月の摘果直後発生し、乾物重の極めて小さい器官であるが、ともに2月下旬まで不着果樹が着果樹を上回つた。

果実(花)の乾物重は満開（5月中旬）後、生理的落果のためやや減少したが、その後著しく増加し、摘果処理後の着果樹では収穫期まで指数関数的に増加した。収穫期の果実（4コ）は48.8gを示し、根冠部や根部と同じく乾物重の極めて大きい器官となつた。

以上より、1樹の乾物重の季節変化をみれば、4月初旬には54.6gであつたが、6月初旬までは新しうの伸長が盛んであるにもかかわらず、旧器官の重量の減少が伴つたため、乾物重はわずかな増加をみせただけであつた。その後果実の収穫期までは急激な増加がみられたが、9月と11月における乾物重は不着果樹が着果樹よりわずかに大きい傾向が認められ、この期間に不着果樹では、除かれた果実に相当する乾物重以上に物質生産を行なつたことも考えられた。しかし11月以後、不着果樹は2月下旬までほとんど増加しなかつたのに対し、着果樹では果実の収穫が他器官の生長を促進させるようであり、1月中旬まで乾物重がかなり増加した。そして最終掘り取り時の乾物重は着果樹が126.7g、不着果樹が165.1gであり、着果樹では実験開始時の約2.3倍、不着果樹では約3.0倍の生長を示した。

Table 1. Increment of dry weight and net production in each seasonal period of 3-year-old Miyagawa-wase trees.

Bearing tree

Sampling date	ΔW										$\Sigma \Delta W$	ΔL			$\Sigma \Delta L$	ΔP_n
	Current-year spring leaves	Current-year spring stems	Current-year summer leaves	Current-year summer stems	1-year-old leaves	Old stems	Trunk	Root crown	Roots	Fruits		1-year-old leaves	Physiological fruit drop	Fruit thinning		
Apr. 5					-0.2	0.8	0.4	-2.4	3.0	2.3	8.7	0.041	0.006		0.047	8.7
May 12	4.1	0.7			-1.5	-0.4	-1.0	-1.4	-2.6	-0.9	-0.9	0.017	2.910		2.927	2.0
June 1	6.4	0.5			0.1	1.5	1.3	2.5	2.7	10.1	18.9	0.275	0.049		0.324	19.2
Jul. 15	0.4	0.3			3.1	5.3	4.4	4.6	6.3	12.4	38.7	0.025		3.2	3.225	41.9
Sept. 7	-0.6	0.9	2.1	0.2	0.6	3.2	-0.6	2.0	5.1	24.9	37.6	0.422			0.422	38.0
Nov. 10	0.9	0.6	0.8	0.1	-2.6	2.8	2.4	4.2	8.3	-48.8	-27.7	0.312		48.8	49.112	21.4
Jan. 12	2.6	1.5	1.5	0.4	0.6	-2.8	2.4	2.2	-4.9		-3.2	3.023			3.023	-0.2
Feb. 26	1.1	0.3	-1.8	-0.3	0.6	-2.8	2.4	2.2	-4.9		-3.2	3.023			3.023	-0.2
Annual total	14.9	4.8	2.6	0.4	0.1	10.4	9.3	11.7	17.9	0	72.1	4.0	2.9	52.0	58.9	131.0
	(11.4)	(3.7)	(2.0)	(0.3)	(0)	(7.9)	(7.1)	(8.9)	(13.7)	(0)	(55.0)	(3.1)	(2.2)	(39.7)	(45.0)	(100)

Non-bearing tree

Sampling date	ΔW										$\Sigma \Delta W$	ΔL			$\Sigma \Delta L$	ΔP_n
	Current-year spring leaves	Current-year spring stems	Current-year summer leaves	Current-year summer stems	1-year-old leaves	Old stems	Trunk	Root crown	Roots	Fruits		1-year-old leaves	Physiological fruit drop	Fruit thinning		
Apr. 5					-0.2	0.8	0.4	-2.4	3.0	2.3	8.7	0.041	0.006		0.047	8.7
May 12	4.1	0.7			-1.5	-0.4	-1.0	-1.4	-2.6	-0.9	-0.9	0.017	2.910		2.927	2.0
June 1	6.4	0.5			0.1	1.5	1.3	2.5	2.7	10.1	18.9	0.275	0.049		0.324	19.2
Jul. 15	0.4	0.3			3.1	5.3	4.4	4.6	6.3	12.4	38.7	0.025		11.5	11.523	61.1
Sept. 7	3.7	4.8	4.6	1.0	3.2	9.3	7.3	13.1	14.1	-11.5	49.6	0.023			4.451	34.1
Nov. 10	4.3	2.1	0.2	0.1	-7.5	2.3	2.7	8.4	17.0		29.6	4.451			1.749	6.8
Jan. 12	-1.3	1.4	1.0	0.4	-0.8	-0.3	-0.1	0.1	4.7		5.1	1.749			1.017	0.5
Feb. 26	-0.4	0.1	0.3	0.4	-0.3	1.7	2.3	-2.9	-1.7		-0.5	1.017			1.017	0.5
Annual total	17.2	9.9	6.1	1.9	-7.0	14.9	12.9	17.4	37.2	0	110.5	7.5	2.9	11.5	21.9	132.4
	(13.0)	(7.5)	(4.6)	(1.4)	(-5.3)	(11.3)	(9.7)	(13.1)	(28.1)	(0)	(83.5)	(5.7)	(2.2)	(8.7)	(16.5)	(100)

Note: 1) ΔW , ΔL and ΔP_n mean increment of dry weight, loss of dry weight by death and removal and net production, respectively. $\Delta P_n = \Delta W + \Delta L$.

2) Values are shown in gram dry weight per plant.

3) The numbers in parentheses are the relative values expressed as per cent of annual net production per plant.

2. 純生産量とその器官別分配

第1図より各掘り取り期間中の乾物重の増分(ΔW)を求め、それにその期間の離脱・枯死量(ΔL)を加えて、時期別および年間の純生産量(ΔP_n)を算出し、それを第1表に示した。

4月5日から5月31日までは未だ本格的な物質生産力はみられず、この期間中の ΔP_n は年間の約8%にと

どまつた。この約2か月間は新しう重量の増加に伴う旧器官の重量の減少が特徴的であつた。すなわち新しう(特に春葉)が著しく生長し、果実もかなり生長し、この期間の ΔP_n の約150%がこれらに分配された。それに対し、旧器官では乾物の著しい減少がみられ、その転出量は ΔP_n の約50%に相当した。これらの結果は、この期間の新成器官の生長が旧器官の貯蔵物質に大きく

依存していることを示した。なお、5月11日までに1部の旧器官の乾物には増加がみられるが、この時期の旧器官の貯蔵器官としての役割を合わせ考えると、むしろこれらも減少傾向を示すかもしれないため、旧器官からの転出量の詳細については将来の実験に待ちたい。

6月1日から7月14日にかけては物質生産力が前期よりも増大し、 ΔPn は年間の約15%に達した。この期間には果実の肥大が始まり、 ΔPn の53%が果実に分配された。新しうへの分配は前期に比べ、著しく減少したが、旧器官には再び乾物の分配がみられ、当年の光合成産物が樹体各部に分配され始めたことを示した。

7月15日（摘果日）から9月6日までに、着果樹と不着果樹はともに年間で最高の ΔPn を示した。しかし不着果樹がこの期間に年間の約46%を生産したのに対し、着果樹は約32%であり、この差はその後生育が進むにつれて小さくなった。すなわち不着果樹では9月7日以後の生産が目立って減少し、果実収穫日までに26%、さらに1月中旬までにわずか5%を生産したのに対し、着果樹では生産力の減少が不着果樹ほど著しくなく、収穫日までに29%、1月中旬までに16%をも生産し、その頃には不着果樹とほぼ等しい累積 ΔPn を示した。

着果樹では摘果日から9月6日まで各旧器官の生長が目立ち、根部を除けば年間で最高であつた。この期間の ΔPn の57%は旧器官に分配されたため、果実への分配率は前期より減少し、37%にとどまつた。しかし9月7日から収穫日にかけて果実が著しく肥大し、この期間の ΔPn の66%が果実に分配されたため、他の器官は旧枝、根部を除けばほとんど生長がみられなかつた。収穫日から1月11日にかけて、旧葉を除く各器官に収穫後の新たな生長が目立ち、特に地下部には ΔPn の58%が分配された。

一方、不着果樹では摘果日から9月6日まで春葉と春枝の生長の復活、多量の夏葉の発生、旧器官の年最高の肥大などが重なり、着果樹に比べどの器官も生長が著しかった。特に地下部にはこの期間の ΔPn の45%が分配された。9月7日から収穫日までは春葉と根部を除くすべての器官の生長が前期よりも衰え、特に旧葉では ΔPn の9%に相当する乾物の転出がみられた。そしてこの期間の ΔPn の74%は地下部に分配された。収穫日から1月11日までは ΔPn は低い、その地下部への優先的な分配はまだ続き、約71%を占めた。

着果・不着果両樹とも、1月12日から2月25日にかけて年間で最も低い ΔPn を示した。そして本調査樹の年間の ΔPn は、着果樹が131.0g、不着果樹が132.4g

となつたため、両樹とも年間にほとんど等しい純乾物生産を行なうことが示された。

福井ら(1)や久保田ら(15)は杉山系温州幼樹の年間の生育状況を詳細に調べ、乾物重が最も速やかに増加する時期は、結実の有無を問わず、葉、枝、主幹部では夏季であり、根では秋季であること、果実はその肥大最盛期に1樹の乾物重増加量の3/4を占めることなどを見出している。また、Lenz(16)はWashington navel orangeのさし木に種々の着果処理を施し、着果数が増すほど栄養生長が著しく抑制されるが、総乾物重はどの処理樹もほぼ同じになることを見出している。これらの報告は本実験結果と極めてよく一致しているが、調査期間中の乾物生産量に葉、花、果実などの離脱・枯死量を合していないため、その生産量が厳密な意味で植物体成分となつた有機物の総量（純生産量）として表わされているとはいいがたい。本実験ではこの点に留意し、生育相を追跡したが、着果・不着果両樹とも年間の新生植物体乾物重はほとんど等しくなる結果を得た。

第1表により本調査樹の年間の ΔPn の分配率をみれば、着果樹では明らかに果実(4コ)への分配が多く、 ΔPn の約42%を占めた。そして根部に14%、春葉に11%分配され、その他の各器官の分配率は10%以下であつた。特に夏葉と夏枝への分配は極めて少なかつた。一方、不着果樹では摘果期までの果実に11%分配されたが、その後に果実への分配がないため、根部に28%分配されたのをはじめ、分配率は旧葉を除けばどの器官も着果樹を上回つた。そして不着果樹では、着果樹との果実への分配量の差にほぼ相当する物質が、摘果後の各器官への分配に新たに加わつたため、両区における年間の ΔPn はほぼ等しかつた。すなわち第1表によれば、不着果樹は年間に着果樹より地下部で25.0g、枝で11.1g、主幹部で3.6g、葉で2.2g多く、その合計は両区の果実生産量の差にほぼ等しかつた。不着果樹では、摘果により各器官に新たに分配された植物体乾物重は ΔPn の32%に相当し、それは地下部に60%、枝に26%、主

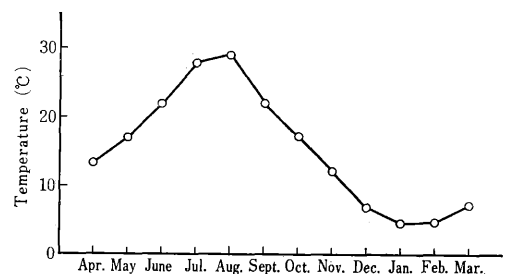


Fig. 2. Mean air temperature in the experimental field (1972).

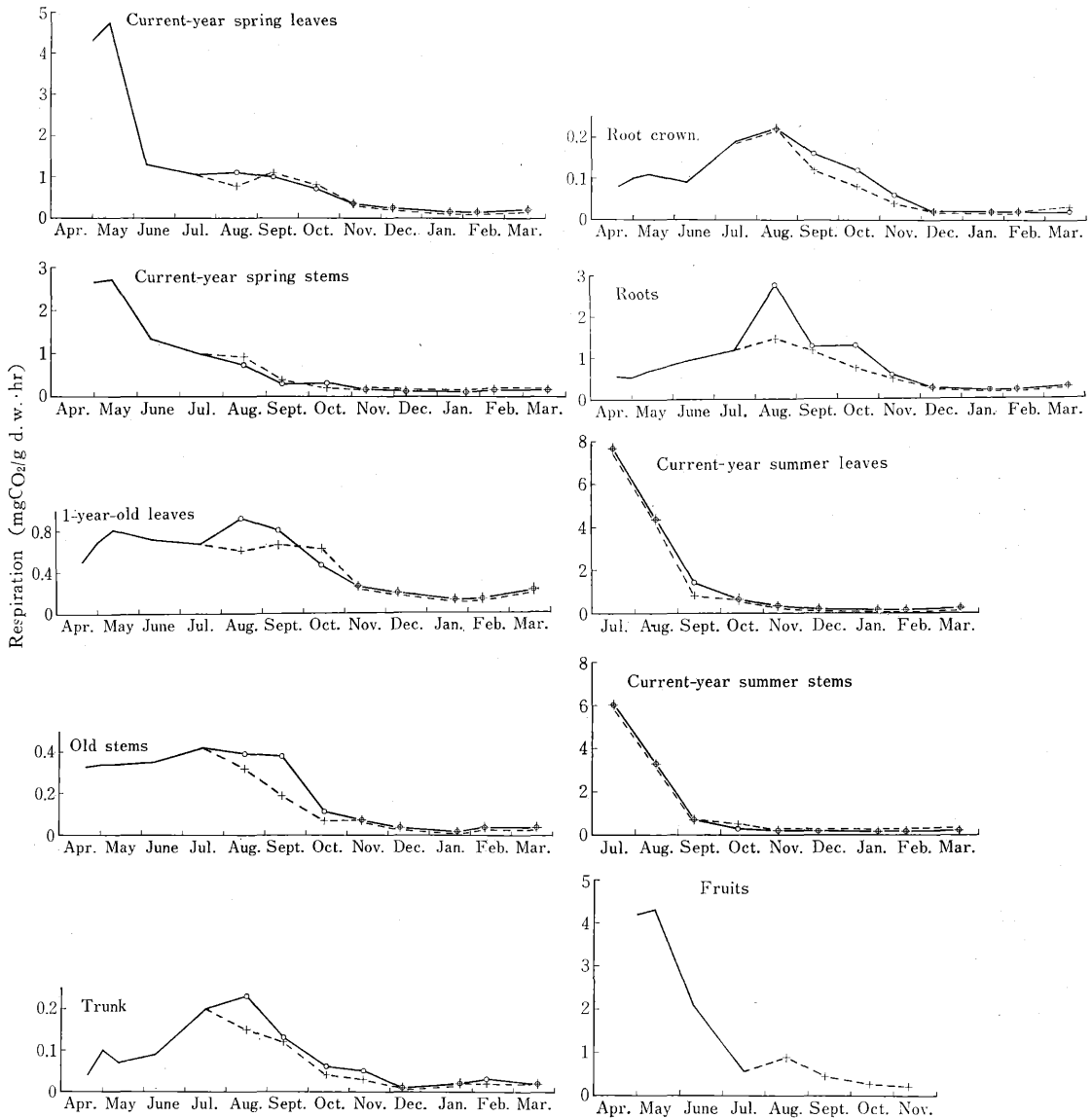


Fig. 3. Seasonal changes in respiratory activity of various organs of 3-year-old Miyagawa-wase trees at field temperature.

Note: See Fig. 1 for explanation of the signs.

幹部に 9% そして葉には 5% しか配分されていなかった。したがって着果負担が除かれた場合、葉への配分量にはほとんど変化がなく、特に旧葉では着果樹の配分量の方が勝り、春葉でも配分量そのものは極めて多いが、摘果による影響が非常に小さいことが特徴的であった。それに対し、非同化器官への影響は主幹部、枝、地下部の順に強く、本実験では特にその配量の半分以上が地下部に優先されることが示された。

3. 呼吸消費量

1972年度の実験ほ場の月平均気温を第2図に、そしてその温度下での着果樹と不着果樹の各器官の呼吸速度の季節変化を第3図に示した。春葉、春枝などの新成器官は、伸長を開始した時期に著しく呼吸を行ない、5月中旬に春葉は約 $5 \text{ mg CO}_2/\text{g d. w.} \cdot \text{hr}$ 、春枝は約 $3 \text{ mg CO}_2/\text{g d. w.} \cdot \text{hr}$ を放出し、果実(花)の呼吸もこの時期に最も盛んで、約 $4 \text{ mg CO}_2/\text{g d. w.} \cdot \text{hr}$ を放出した。夏葉、夏枝では伸長を始めた7月中旬に最高となり、それぞれ約

Table 2. Respiration loss in each seasonal period of 3-year-old Miyagawa-wase trees.

Bearing tree											
Sampling date	ΔR (g d.w./period·organ)										$\Sigma \Delta R$
	Current-year spring leaves	Current-year spring stems	Current-year summer leaves	Current-year summer stems	1-year-old leaves	Old stems	Trunk	Root crown	Roots	Fruits	
Apr. 5					2.62	0.56	0.33	1.25	2.41	2.60	15.23
May 12	4.56	0.90			1.66	0.36	0.23	0.77	1.88	1.92	15.12
June 1	7.49	0.81			2.97	1.00	0.84	2.04	5.53	6.40	28.90
Jul. 15	8.81	1.31			4.10	1.96	1.63	4.19	13.50	10.00	48.78
Sept. 7	7.68	1.50	3.94	0.28	5.14	1.21	0.83	2.63	14.42	10.97	45.86
Nov. 10	8.21	0.74	1.60	0.11	1.57	0.41	0.29	0.63	6.59		13.93
Jan. 12	3.25	0.38	0.75	0.06	0.73	0.29	0.24	0.49	3.59		7.86
Feb. 26	1.71	0.36	0.42	0.03							
Annual total	41.71	6.00	6.71	0.48	18.79	5.79	4.39	12.00	47.92	31.89	175.68
	(23.7)	(3.4)	(3.8)	(0.3)	(10.7)	(3.3)	(2.5)	(6.8)	(27.3)	(18.2)	(100)
Non-bearing tree											
Sampling date	ΔR (g d.w./period·organ)										$\Sigma \Delta R$
	Current-year spring leaves	Current-year spring stems	Current-year summer leaves	Current-year summer stems	1-year-old leaves	Old stems	Trunk	Root crown	Roots	Fruits	
Apr. 5					2.62	0.56	0.33	1.25	2.41	2.60	15.23
May 12	4.56	0.90			1.66	0.36	0.23	0.77	1.88	1.92	15.12
June 1	7.49	0.81			2.97	1.00	0.84	2.04	5.53	6.40	28.90
Jul. 15	8.81	1.31			5.35	3.01	2.27	5.08	27.22		66.57
Sept. 7	10.96	2.41	8.84	1.43	2.97	2.73	1.45	4.83	34.53		64.18
Nov. 10	11.53	1.95	3.81	0.38	0.33	0.60	0.38	1.31	12.45		21.27
Jan. 12	3.90	0.96	1.23	0.11	0.12	0.34	0.43	0.60	6.53		11.13
Feb. 26	1.50	0.94	0.55	0.12							
Annual total	48.75	9.28	14.43	2.04	16.02	8.60	5.93	15.88	90.55	10.92	222.40
	(21.9)	(4.2)	(6.5)	(0.9)	(7.2)	(3.9)	(2.7)	(7.1)	(40.7)	(4.9)	(100)

Note: 1) ΔR means respiration loss.

2) The numbers in parentheses are the relative values expressed as per cent of annual respiration loss per plant.

7.5 mg CO₂/g d. w. ·hr, 6 mg CO₂/g d. w. ·hr の放出を示した。しかしその後2か月以内にこれらの呼吸速度は著しく衰え、8月の高温時といえども初期の呼吸速度にまで回復するには至らなかった。一方、旧器官の呼吸速度はおおむね気温の変化にしたがったため、7~8月の高温期に最高となつたが、旧葉と旧枝とは4月下旬頃からすでに夏季とほぼ同程度の呼吸が始まつているのが特徴的であつた。また、摘果処理後の各器官の呼吸速度は着果樹と不着果樹との間にほとんど差がみられなかつたが、夏季に旧器官で不着果樹の方がわずかに高い傾向がうかがえた。しかし根筋は8月中旬において明らかに不

着果樹の方が高く、着果樹の約2倍を示した。

第1図の乾物重の各期間の平均値と、第3図の呼吸速度の各期間の平均値を用いて、1972年度の調査樹の各期間の呼吸消費量 (ΔR) を次式により算出した。

呼吸消費量 (g d. w./period·organ)

$$= \text{平均呼吸速度 (mg CO}_2\text{/g d. w. ·hr)} \times 24 \times \text{日数} \\ \times \text{平均乾物重} \times 0.614$$

0.614; 乾物が (C₆H₁₀O₅)_n の組成を持つと仮定した時の呼吸により放出された CO₂ の乾物重への換算係数(20)

第2表に示すように、着果・不着果両樹の ΔR はとも

Table 3. Seasonal changes in dry-matter production of 3-year-old Miyagawa-wase trees.

Bearing tree							Non-bearing tree						
Sampling date	(g d. w./period·plant)						Sampling date	(g d. w./period·plant)					
	ΔP_g	ΔR	ΔP_n	ΔW	ΔL	$\Delta R/\Delta P_g$		ΔP_g	ΔR	ΔP_n	ΔW	ΔL	$\Delta R/\Delta P_g$
Apr. 5	23.9	15.2	8.7	8.7	—	0.64	Apr. 5	23.9	15.2	8.7	8.7	—	0.64
May 12	17.1	15.1	2.0	-0.9	2.9	0.88	May 12	17.1	15.1	2.0	-0.9	2.9	0.88
June 1	48.1	28.9	19.2	18.9	0.3	0.60	June 1	48.1	28.9	19.2	18.9	0.3	0.60
Jul. 15	90.7	48.8	41.9	38.7	3.2	0.54	Jul. 15	127.7	66.6	61.1	49.6	11.5	0.52
Sept. 7	83.9	45.9	38.0	37.6	0.4	0.55	Sept. 7	98.3	64.2	34.1	29.6	4.5	0.65
Nov. 10	35.3	13.9	21.4	-27.7	49.1	0.39	Nov. 10	28.1	21.3	6.8	5.1	1.7	0.76
Jan. 12	7.7	7.9	-0.2	-3.2	3.0	1.03	Jan. 12	11.6	11.1	0.5	-0.5	1.0	0.96
Feb. 26							Feb. 26						
Annual total	306.7	175.7	131.0	72.1	58.9	0.57	Annual total	354.8	222.4	132.4	110.5	21.9	0.63

Note: ΔP_g means gross production. $\Delta P_g = \Delta P_n + \Delta R$.

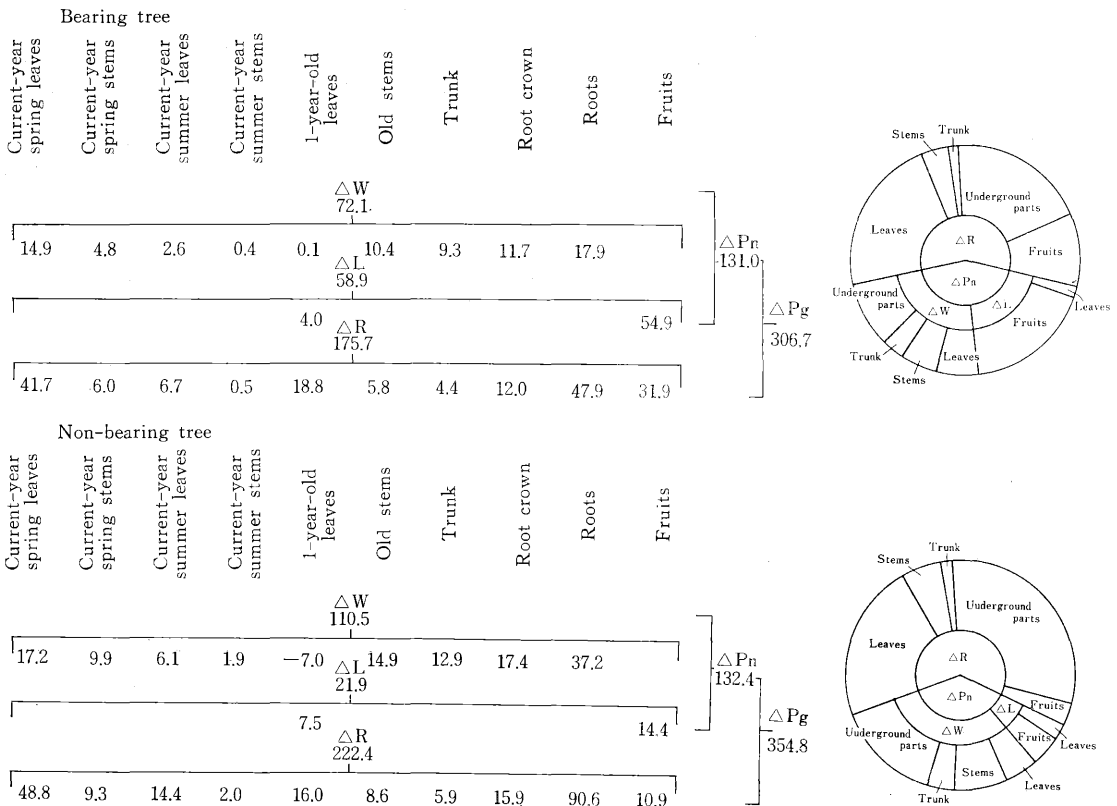


Fig. 4. Distribution of annual gross production to the component organs of 3-year-old Miyagawa-wase trees.

Note: Values are shown in gram dry weight per plant.

に摘果日から9月6日にかけて最高値を、1月12日から2月25日にかけて最低値を示した。そして1樹当りの年間の ΔR は着果樹が176g、不着果樹が222gであり、不着果樹は着果樹よりも呼吸により乾物を46g多

く損失した。先に第3図でみたように、各器官の単位乾物重当りの呼吸速度は根部以外は着果樹と不着果樹との間でほとんど差がみられず、両樹の ΔR の差は主として乾物重の差から生じたものであつた。また、摘果期以後

の果実の ΔR が比較的少なく、着果の影響が小さかつたことも、着果樹の ΔR が不着果樹よりも少かつた理由の1つであつた。この年間の ΔR は両樹ともに地上部では春葉が、地下部では根部が最も多く、乾物重の極めて大きい旧枝、主幹部そして根冠部などの材器官は少なかつた。また、着果樹の果実は年間の ΔR の約18%を占めたにとどまり、 ΔPn の分配率は最も高かつたが、 ΔR は春葉や根部より少なかつた。そして着果負担の影響は根部に最も著しく表われた。すなわち本調査樹においてその負担が除かれた場合、根部で42.6gの ΔR の増加がみられたのに対し、他の器官は ΔR の増加が極めて少なく、消費率の高かつた春葉でさえ、7.0gの増加しか示さなかつた。不着果樹の根部は、摘果後の生長が極めて著しく、乾物重が大きくなること、単位乾物重当り呼吸速度が比較的高く、特にそれが夏季には着果樹の根部の約2倍となることなどが、その ΔR の顕著な増加の理由であつた。

4. 総生産量とその器官別分配

ΔPn と ΔR との合計から、本調査樹の総生産量(ΔPg)を算出し、その季節変化を第3表に示した。また年間の ΔPg の器官別分配のありさまを第4図に示した。着果樹の年間の1樹当り ΔPg が307gとなつたのに対し、不着果樹は355gとなつた。すなわち年間に新しく合成された有機物の総量は、不着果樹が着果樹を48g上回つた。着果・不着果両樹の葉の乾物重には大差がみられないのに ΔPg が異なつたことは、不着果樹の葉の大半が光合成能力の旺盛な新葉に代つているためと思われる(15)。しかしながら不着果樹の高い ΔPg も大半が呼吸により消費され、 ΔPn は着果樹とほぼ等しくなることが示された。この結果は ΔPn と ΔR を求めた上で導かれたが、物質生産の過程としては逆に ΔPg の方が先行することになる(23)。すなわち年間の ΔPg がある割合で各器官に分配され、その一部が呼吸により消費され、残りが ΔPn に転化され、さらに各器官の ΔL が差し引かれて、結果的に生長量(ΔW)が規定される訳である。したがつて本調査の場合、不着果樹では充実した新葉によつて光合成活動が着果樹以上に行なわれるが、各器官に分配されたその産物は、除かれた果実に相当する乾物重までしか転化されず、それ以上は呼吸により消費されるため、結果的に ΔPn が着果樹とほぼ等しくなることが考えられる。また、年間の $\Delta Pn/\Delta Pg$ は着果樹が0.43、不着果樹が0.37で、果樹のなかでも果実生産力の高い温州ミカンは、林木などに比べ、総生産に対する純生産の割合が比較的高く、特に着果樹では乾物生産の効率の高いことが示された。しかし当実験は幼樹であ

るので、成木においてこの数値が林木のごとく低下するものかどうかは今後の研究課題となる。

この、 ΔPn に ΔR を加えて ΔPg を算出する試みは、園芸作物では未だなされておらず、もつばら草原や森林の多くの植物にみうけられるが(5)(22)、これらの研究は自然あるいは人工下における種々の植物群落の一次生産力を比較することを主な目的としているため、本試験のごとく ΔPg を単木単位で扱っていない。また、 ΔPn の器官別分配は多くの植物群落で明らかにされているが(5)、 ΔR の測定に相当の誤差が伴うためか(20)、得られた ΔPg をその植物の器官別分配にまで関係づけた例はあまりみられず(5)、さらには植物体の1部の人為的除去が ΔPg の分配に及ぼす影響をも扱つた例はほとんどみられない。そのため年間の総光合成産物の器官別分配を量的に扱つた資料が乏しく、その分配量に対する着果負担の影響を本結果と比較しつつ考察しがたい。

しかし、 $^{14}CO_2$ 同化処理を施し、標識光合成産物の転流方向を追跡する立場から、その器官別分布に対する着果の影響を調査した例は多い。すなわちHansen(2)(3)(4)はリンゴにおいて、Kriedemann(11)はアンズとモモにおいて ^{14}C の分布を測定し、発育盛期の果実が多く光合成産物を奪う現象をみ出し出している。柑橘類でもKriedemann(12)(13)がFrost Eureka lemon 幼樹とWashington navel orange 幼樹の葉に $^{14}CO_2$ を吸収させ、収穫期までは果実が光合成産物の強いシンクとして作用し続け、収穫後にはその作用が根に移る傾向を認めている。本山ら(19)は杉山系温州幼樹を用いて、夏期の $^{14}CO_2$ 処理25日後の比放射能は果実について細根で高く、旧葉、主幹部は低いことをみ出し出している。門屋ら(6)も早生温州幼樹で、結果量を増すほど枝や根の ^{14}C 量が低くなることを述べている。一方、久保田ら(14)(15)は杉山系温州幼樹に生育時期別に $^{14}CO_2$ 同化処理をし、未結実樹における光合成産物は合成時に生育が最も旺盛な器官に集中するが、結実樹でも果実以外の樹体各器官への分布は予想外に多く、8月には根や主幹部にも、10月には葉にも多く分布し、その時期の肥大生長および翌春の発育にそれぞれ利用されることを述べている。しかしながら、これらの研究は主に $^{14}CO_2$ 同化後、短時間内の移行を論じたものであり、器官別分配の様式とそれに及ぼす着果負担の影響に関しても、相対値により比較検討するにとどまつている。また、呼吸による光合成産物の消費は本実験で示されたように、その占める割合がはなはだしく大きいにもかかわらず、これにまで研究を広げない。その点からいえば、本実験において用いた‘つみあげ法’は、精度に関しては未だ検討の余地がある

が、年間の総光合成産物量とその器官別分配量を、そして分配された物質の呼吸による消失量を同時に絶対値で表わし得ることが利点にあげられよう。すなわち第4図によれば、本調査の着果樹では年間の ΔP_g は葉、地下部および果実にその 28~29% が分配され、枝と主幹部にはそれぞれ9および5% が分配された。果実は ΔP_n のみの分配率では各器官のうち最高であり、約 42% をも占めたが、 ΔR が葉や地下部より少ないため、 ΔP_g に占める割合は葉や地下部とほぼ等しくなつたことが特徴的であつた。一方不着果樹では、 ΔP_g は摘果期までの果実に7% しか分配されなかつたため、他の器官の分配率はすべて着果樹を上回つた。すなわち葉に 29%、枝に 13%、主幹部に 5% そして地下部に 46% 分配され、着果負担の影響は地下部に最も大きく現われることが示された。しかしすでにみたように、着果樹の ΔP_g は不着果樹の 86% であり、摘果により不着果樹の各器官に着果樹よりも多く分配された物質は、両区の果実への分配量の差に相当する物質以上であつた。それは第4図から試算すると、両区の果実への分配量の差と ΔP_g の差との合計であり、110g となつた。すなわち不着果樹では、その ΔP_g の 31% に相当する物質が摘果処理により、着果樹を上回つて各器官に分配されていた。その分配の順は根部 (62g)、夏葉 (11g)、根冠部 (10g)、春葉 (9g)、春枝 (8g)、旧枝 (7g)、主幹部 (5g) そして夏枝 (3g) となり、旧葉では分配量が着果樹よりも 6g 減少した。これらの結果より本調査の不着果樹では、摘果によつて新たに得られた総光合成産物の 65% が地下部に、16% が枝に、13% が葉に、そして 5% が主幹部に分配されることが結論づけられた。したがつて着果負担が除かれた場合、 ΔP_g の分配が地下部に優先されることは、 ΔP_n の分配傾向と同様であり、先にみた ^{14}C を用いての実験結果とも一致したが、 ΔP_g そのものが増加したため、両区の果実への分配量の差以上の物質が各器官への分配に加わつたこと、葉への分配量が主幹部を上回つたことなどが、 ΔP_n の分配のありさまと異なつた。

なお、第4図より各器官の ΔR を合計すれば、着果樹では年間の ΔP_g の 57%、不着果樹では 63% を占め、多くの林木で確かめられているごとく (5) (20)、両区とも年間の総光合成産物の半分以上を呼吸により失うことが示された。そして、さらに落葉、落果および摘果により着果樹では ΔP_g の 19% が失われたが、不着果樹では 6% のみ失われたため、結局、残存した乾物の増分 (ΔW) は不着果樹が着果樹を上回つた。すなわち ΔW は着果樹で ΔP_g の 24% (72g)、不着果樹で 31% (111

g) となつた。

さて、翌年には樹体内の貯蔵養分によつて物質再生産が行なわれることになるが、当年の着果負担が翌年の物質生産に及ぼす影響を追求するに当つては、 ΔW の機能的炭水化物を量的に比較することが必要とならう。すなわち着果樹と不着果樹の間で ΔP_g および ΔP_n に占める機能的炭水化物含量を比較すれば、各器官への光合成産物の分配に対する着果負担の影響が一層明らかになるであろう。木村 (7) (8) はオサバグサ (*Pteridophyllum racemosum*) 群落の物質生産過程を解析した結果、この群落は年間の ΔR が ΔP_g の 77% に相当すること、貯蔵炭水化物の蓄積と消費パターンから生育相が4期に大別でき、前2期間に年間の ΔP_g の約 60% が生産され、貯蔵物質の消費と新葉の展開、花茎の伸長と開花結実および消費された貯蔵物質の再充てんなど1年間の生長のサイクルをほぼ完了することを示した。同じく木村ら (9) (10) はシラビソ (*Abies*) 稚樹林で、7、8月の新芽の展開期に、旧器官においては $1m^2$ 当り 320g の炭水化物が消費されるが、このうち半分以上の 170g は旧葉から消失し、常緑葉が冬期の重要な貯蔵器官であること、秋に貯蔵物質は再び蓄積され、前年冬より 120g 増となることなどを明らかにした。また丸田 (17) (18) は 8年生ホップを用いて、炭水化物は 4~6月に地下部から地上部に移動し、7~8月は両部とも増加し、収穫後は地上部に移動すること、その年間の収支は全体としてプラスであるが、収穫量などとして体外に除去する量が多いので、マイナス繰越しとなることを認めた。前報 (21) で宮川早生 14年生樹を用いて、葉果比が増加するほど樹体各器官の炭水化物含量は増加することを述べたが、これは単なる相対値による比較検討にとどまつた。今後、光合成、呼吸、生長および貯蔵炭水化物の蓄積と消費などの諸項を明らかにし、1樹の物質収支を解析するならば、光合成産物の分配に及ぼす着果負担の影響が一層明らかになると思われる。本報の供試樹の生長に伴う炭水化物経済のありさまは次報に報告する。

摘 要

宮川早生 3年生樹を7月中旬に摘果して、着果区 (1樹当り 4コ着果) と不着果区 (1樹の全果実を除去) を設け、生育に伴う総生産量 (ΔP_g)、呼吸による乾物消費量 (ΔR)、純生産量 (ΔP_n)、離脱・枯死量 (ΔL) などを求め、各生育期間および年間の物質生産過程に及ぼす着果負担の影響を明らかにしようとした。

1. 4月5日~5月31日 (ほう芽期~新しよの伸長停止期): この期間の ΔP_g は 41.0g であり、そのうち ΔR は 74% を占めた。新成器官の生長が著しく、 ΔP_n

の約150%がこれに分配されたが、各旧器官の重量の減少も著しかった。

2. 6月1日～7月14日（新しよの伸長停止期～摘果期）：この期間の ΔP_g は48.1gであり、そのうち ΔR は60%を占めた。果実の肥大が目立ち始めた。新しよの生長は前期より衰え、旧器官が生長を始めた。

3. 7月15日～9月6日（摘果期～果実肥大盛期）：この期間の ΔP_g は着果樹が90.7g、不着果樹が127.7gであり、両区とも年最高の生産力を示した。そのうち ΔR は着果樹では54%を、不着果樹では52%を占めた。不着果樹の $\Delta R/\Delta P_g$ は年最低で、 ΔP_g が最も効率よく ΔP_n に転化された。着果樹では果実に ΔP_n の37%が分配され、各旧器官の肥大が顕著であった。不着果樹では各器官とも生長が着果樹より旺盛であった。

4. 9月7日～11月9日（果実肥大盛期～収穫期）：この期間の ΔP_g は着果樹が83.9g、不着果樹が98.3gであり、そのうち ΔR は着果樹では55%を、不着果樹では65%を占めた。着果樹では果実の肥大が著しく、 ΔP_n の66%を占めた。不着果樹では地下部の生長が著しく、 ΔP_n の74%を占めた。

5. 11月10日～1月11日（収穫期～発育停滞期）：この期間の ΔP_g は着果樹が35.3g、不着果樹が28.1gであり、そのうち ΔR は着果樹では39%を、不着果樹では76%を占めた。着果樹の $\Delta R/\Delta P_g$ は年最低であった。着果樹では収穫後の新たな生長がみられ、その ΔP_n は不着果樹を上回った。

6. 1月12日～2月25日（発育停滞期間）：この期間の ΔP_g は着果樹が7.7g、不着果樹が11.6gであり、ともに年最低であった。 $\Delta R/\Delta P_g$ は両樹とも年最高であり、 ΔP_g のほとんどが ΔR で占められ、ともに生長はほとんどみられなかった。

7. 着果樹の年間の ΔP_g は306.7gであり、葉に29%、枝に9%、主幹部に5%、地下部に29%そして果実に28%の割合で分配された。不着果樹の年間の ΔP_g は354.8gであり、葉に29%、枝に13%、主幹部に5%、地下部に46%そして摘果期までの果実に7%の割合で分配された。年間の ΔP_n は両区でほぼ等しく、着果樹が131.0g、不着果樹が132.4gであった。

謝辞 本研究を行なうにあたり、懇切な御指導をいただいた名古屋大学農学部の穂積和夫教授に深く感謝の意を表わす。

引用文献

1. 福井春雄・本山栄一・久保田収治. 1966. 瀬戸内ミカン園の施肥合理化に関する研究（第2報）温州ミカン樹幼木の器官別体内組成の周年的変化. 四国農試報. 14: 37—52.

2. HANSEN, P. 1969. ^{14}C -studies on apple trees. IV. Photosynthate consumption in fruits in relation to the leaf-fruit ratio and to the leaf-fruit position. *Physiol. Plant.* 22: 186—198.
3. ————. 1970. ^{14}C -studies on apple trees. V. Translocation of labelled compounds from leaves to fruit and their conversion within the fruit. *Physiol. Plant.* 23: 564—573.
4. ————. 1970. ^{14}C -studies on apple trees. VI. The influence of the fruit on the photosynthesis of the leaves, and the relative photosynthetic yields of fruits and leaves. *Physiol. Plant.* 23: 805—810.
5. 依田恭二. 1971. 森林の生態学. 築地書館.
6. KADOYA, K., and H. TANAKA. 1972. Studies on the translocation of photosynthates in satsuma orange. I. Effect of summer cycle shoot and bearing fruit on the translocation and distribution of ^{14}C . *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 41: 23—28.
7. KIMURA, M. 1970. Analysis of production processes of an undergrowth of subalpine *Abies* forest, *Pteridophyllum racemosum* population. I. Growth, carbohydrate economy and net production. *Bot. Mag. Tokyo* 83: 99—108.
8. ————. 1970. Analysis of production processes of an undergrowth of subalpine *Abies* forest, *Pteridophyllum racemosum* population. II. Respiration, gross production and economy of dry matter. *Bot. Mag. Tokyo* 83: 304—311.
9. ————, I. MOTOTANI and K. HOGETSU. 1968. Ecological and physiological studies on the vegetation of Mt. Shimagare. VI. Growth and dry matter production of young *Abies* stand. *Bot. Mag. Tokyo* 81: 287—296.
10. ————. 1969. Ecological and physiological studies on the vegetation of Mt. Shimagare. VII. Analysis of production processes of young *Abies* stand based on the carbohydrate economy. *Bot. Mag. Tokyo* 82: 6—19.
11. KRIEDEMANN, P. E. 1968. ^{14}C translocation patterns in peach and apricot shoots. *Aust. J. Agric. Res.* 19: 775—780.
12. ————. 1969. ^{14}C distribution in lemon plants. *J. Hort. Sci.* 44: 273—279.
13. ————. 1969. ^{14}C translocation in orange plants. *Aust. J. Agric. Res.* 20: 291—300.
14. 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7報）温州ミカン樹における ^{14}C -光合成産物の動向. I. 着果の有無が光合成産物の移行と分布に及ぼす影響. 四国農試報. 24: 27—40.
15. ————. 1972. 瀬戸内ミカン園の施肥合理化に関する研究（第8報）温州ミカン樹に

- における ^{14}C -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.
16. LENZ, F. 1967. Relationships between the vegetative and reproductive growth of Washington Navel orange cuttings (*Citrus sinensis* L. Osbeck). J. Hort. Sci. 42 : 31—39.
 17. 丸田 宏. 1975. ホップの物質生産に関する研究 (第1報) 物質収支の季節変化. 日作紀. 44 : 22—28.
 18. ———. 1975. ホップの物質生産に関する研究 (第2報) 体内成分の季節変化. 日作紀. 44 : 29—34.
 19. 本山栄一・福井春雄・久保田収治. 1966. 瀬戸内ミカン園の施肥合理化に関する研究 (第5報) 時期別光合成産物の動向およびその生産効率. 四国農試報. 14 : 91—99.
 20. 根岸賢一郎. 1970. 樹木の非同化器官の呼吸. 日林誌. 52 : 331—345.
 21. 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花数・新葉数に及ぼす影響. 園学雑. 43 : 423—429.
 22. 戸刈義次監修. 1971. 作物の光合成と物質生産. 養賢堂.
 23. 戸塚 績・木村 允. 1973. 生態学講座 9. 植物の生産過程. 共立出版.