

ブドウの適正収量に関する研究

高橋 国昭

Studies on the Optimum Fruit Load in Grapevines

Kuniaki TAKAHASHI

第I章 緒 言

単位土地面積当たりの収量増加は、栽培面積の増加と共に作物生産を増加させる二大要因である。果樹栽培では品質の要素が重要だといえ、収量の増加は栽培研究における永遠の追求目標である。とりわけ果樹棚や施設に多くの投資を必要とするブドウ栽培にとっては、その必要性が強い。

我が国のブドウにおける10a当たりの収量は、統計から⁸²⁾3年ごとの移動平均を計算してみると、1942~1944年の1,017kgから、1945~1947年には792kgに低下するが、その後急激に増加し1960~1962年には1,351kgと最高になり、以後若干の増減はあるものの、ほぼ1,250kg程度で横ばい状態が続いている。このように我が国におけるブドウの10a当たり収量は20年来増加せず、現在の栽培方法では収量が限界に達していることを示している。このような現実を反映してか、ブドウの収量が低い原因を、我が国で主流を占める平棚栽培の受光体勢に求める意見があり^{47, 96, 142)}、また、立ち木仕立ての収量が多かったとする報告もある⁹⁾。

浅見⁶⁾によれば、ブドウの棚栽培は多くは本邦と中国で行われているが、中央アジアが起源であろうとし、イタリアやアメリカなどでも見られるという。また、川上⁴¹⁾は、“甲州”のように大木になるものは棚仕立てでなければならないとして、独特な棚の考案例をあげている。さらに、土屋¹³⁴⁾は、ブドウの仕立て方は国や地方で異なり、株作り、垣根作り、棚作りの3種に大別できるとし、地面全体をくまなく覆うようになったのは、明治31年(1898)に勝沼町の若尾勘五郎によって鉄線棚が考案されてからであろうとし、棚仕立ては風害に強く、土地を最もよく利用できるなどの利点とともに、最も多収を望めるとしている。統計⁸³⁾から本

邦の1981年における各種果樹の10a当たりの収量を計算すると、ミカンが2,202kg、リンゴが1,815kg、ナシが2,677kg、モモが1,592kg、カキは976kgであるのに対し、ブドウは1,119kgであり、カキに次いで低い。しかし、同じ棚作りのナシは立ち木仕立てのどの果樹より多く、岸本⁵²⁾や河崎ら⁴³⁾のナシにおける実験では、いずれも立ち木仕立てより棚仕立ての方が多収であったとしている。このようにみると、ブドウの収量が低い理由を棚作りのみに求めるには無理があるように思われる。実際の栽培家の報告では、平棚栽培のブドウでも土屋¹³⁵⁾は“甲州”で4,000kg/10aの収量を上げ得るとし、田中¹²⁶⁾は“キャンベル・アーリー”で3,000kg/10aは容易であるとしている。

ところが、ブドウの適正収量に関する報告は棚仕立て以外も含めかなりみられるが^{3, 9, 18, 26, 27, 28, 32, 38, 47, 49, 50, 68, 81, 84, 87, 95, 99, 122, 131)}、その適正値はまちまちであり、2,000kg/10aを越える報告はきわめて少ない。以上のように、ブドウの収量を巡る問題は単に、仕立て方の相違だけでなく、もっと基本的な問題を含んでいるように思われる。

たとえば、収量が低いという時の収量はいわゆる果実生産力を意味しているが、種類の異なった果樹の果実生産力を収量で比較するのは妥当でないように思う。イネの平均収量は約500kg/10aであるが、ブドウよりイネの収量が少ないなどという議論はなされない。それは、収量の実態が形態学的にみて果実と種子という異なった器官であるからだけでなく、その乾物率が明らかに異なることが分かっているからである。村田⁷²⁾は、作物の生産力には広義と狭義の二つの意味があり、広義には一般の生物と同様、単位面積、一定期間当た

りの純生産量を意味し、狭義の場合は種実やいもなど収量として収穫の対象になる部分のみを指し、前者は乾物生産力、後者は収量生産力とも呼ばれるとしている。すなわち、収量は乾物生産力の一部であり、収量生産力もその乾物率が違えば乾物重で比較するのが妥当であろう。このように考えて行くと、平野¹⁵⁾も強調しているように、ブドウの収量の問題も物質生産をベースに生態学的な観点からの解析が必要のように思う。そのような観点から収量の問題について検討した報告は、ミカンではFISHLERら¹⁰⁾、平野・森岡¹⁴⁾、小野ら^{89, 90, 91)}、清水ら^{104, 105, 106)}、薬師寺¹³⁹⁾、ナシでは小豆沢・伊藤⁷⁾、平田ら¹⁶⁾、河崎ら⁴³⁾、岸本⁵²⁾、カキでは岸本⁵²⁾、新居⁷⁹⁾、クリでは荒木⁵⁾などがある。また、ブドウでも安藤ら³⁾、平田¹⁷⁾、藤原ら^{26, 27)}、稲部³⁰⁾、金原ら⁵⁰⁾、西沢⁸¹⁾、大野⁸⁴⁾、SHAULIS^{98, 99)}、SMART¹⁰⁷⁾、高木¹¹³⁾、鳥潟ら¹³¹⁾、WEAVER¹³⁸⁾などの報告があるが、まだ解明すべき点が多いように思われる。

著者は、これらの点を解析するため、主として平棚栽培のブドウを対象として、乾物生産力や果実生産力及び葉面積指数と果実分配率と収量との関係などについて一連の調査や実験を行い、すでに若干の報告を行っている^{117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124)}。本稿では、これまでの研究結果を総合し、生態学的に考えられるブドウの適正収量の意味について考えを述べ、着果基準の指標化を試みた。本稿がブドウ栽培技術の進歩にいささかなりとも役立てば幸いである。

以下、第Ⅱ章では、主として積み上げ法による調査結果について述べ、ブドウの持つ乾物生産力と果実生産力について概観し、第Ⅲ章では葉面積の簡易測定法と葉面積の季節変化の問題に言及し、第Ⅳ章では新梢と樹における物質生産の季節変化について述べ、第Ⅴ章は最適葉面積指数の問題を、第Ⅵ章は着果量と果実

品質に関する実証試験の結果について述べ、第Ⅶ章は多収園の実態について述べる。そして、第Ⅷ章において適正な収量の基準値の計算を試みることにしたい。

本研究の実施に当たって、島根県立農業大学校長竹下修博士及び島根県農業試験場元場長上野良一氏からは研究推進上の便宜と有益なご助言を賜った。

本論文の作成に当たっては、前京都大学教授苫名孝博士から御指導と御校閲を賜り、島根大学教授内藤隆次博士からは終始懇切な御指導と御教示を賜り、そして鳥取大学教授林真二博士からは激励と御教示を賜った。また、島根県農業試験場元場長尾添茂博士、元山梨県果樹試験場場長岸光夫博士からは研究上の助言と激励を賜った。ここに、心から深く感謝申し上げる。

島根県農業試験場果樹科主任研究員小豆沢育氏、同山本孝司氏、同今岡昭氏、同研究員倉橋孝夫氏、島根県農林水産部課長補佐宮川煦氏及び同専門技術員藤田武夫氏には研究上多くの協力をいただき、島根県農業試験場生物工学科長山田員人博士、同水田作科主任研究員安原宏宣氏並びに島根県立農業大学校技師有馬儀信博士からも教えられることが多かった。また、島根県立農業大学校果樹科長倉中将光氏及び島根県農業試験場果樹科主任研究員河野良洋氏を始めとする、同科の職員や元職員並びに旧浜田分場の職員各位からもご援助をいただいた。更に、山梨県ブドウ研究家土屋長男氏及び出雲市浜町中島清二郎氏、安来市中津町高橋千市氏を始めとする農家の方々には、貴重な研究材料の提供と調査の協力をいただいた。これらの方々に深く感謝の意を表するものである。

なお、本研究の一部は農林水産省総合助成試験費補助金によって行われた。ここに記して感謝の意を表する。

第Ⅱ章 園の乾物生産力と果実生産力

植物の最大の特徴は、太陽のエネルギーを利用して根から吸収した養水分と空気中の炭酸ガスから葉で物質を生産することにある。ブドウも同様で、水を除けば果実はもとより樹体は量的に葉で作られた炭水化物に由来する物質で構成されている。したがって、ブドウの収量についての検討は、まずブドウの持つ乾物生産力の解析から行う必要がある。しかも、収量は園として意義づけられるべきであるから、孤立木としての生産力でなく個体群としてのそれを明らかにしなければならない⁴⁸⁾。

植物の生産力を物質生産に基づいて解析する方法を確立したのは、BOYSEM-JENSEN⁸⁾であると言われているが、我が国でもMONSIとSAEKI⁶⁹⁾による古典的な研究を始め、森林や一般の作物において業績が積み上げられている^{36, 37, 40, 42, 45, 46, 51, 72, 73, 93, 94, 102, 109, 111,}

^{112, 125, 136)}。ところが、果樹においては根まで掘りあげ、園としての生産力を検討しているのは小豆沢・伊藤⁷⁾の報告以外にはほとんどみられない。本章は、これまで部分的に発表した^{118, 119, 122)}ものも含めブドウの持つ乾物生産力はどれくらいなのか、あるいは乾物生産力は生態学的に見て何に規定されているのかなどについて検討する。また、生態学的見地から^{46, 94)}、作型や品種などにこだわらず調査可能な園より樹齢の異なった多数の試料木を選び、それに一部実験によるものを加えて解析した。

第1節 試験方法

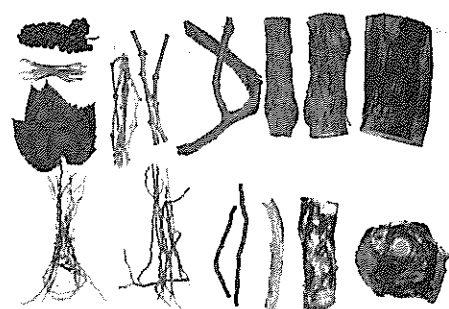
調査は1978年から1982年にかけて行ったものであり、調査園及び調査樹の概要は第1表のとおりである。調査樹No 1と2は、直径30cmの素焼鉢を38.5㎡内に228

第1表 乾物生産力の調査を行ったブドウ園およびブドウ樹の概要

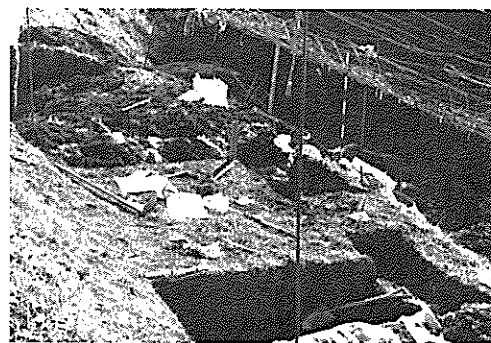
No	品種名	台木名	作 型	場 所	調査年月日	調査樹数	樹 齢	樹冠占有面積	着果量	備 考
							年	㎡/樹	kg	
1	デラウェア	自 根	露 地	出雲市芦渡町	1979.10.29	4	1	0.16	0	30cm素焼鉢育成
2	巨 峰	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
3	デラウェア	8 B	雨よけ	簸川郡大社町	1979.2.2	2	2	15.30	400	砂 質 壤 土
4	巨 峰	自 根	〃	出雲市芦渡町	1979.10.29		〃	1.00	1,210	砂 質 壤 土
5	デラウェア	8 B	〃	簸川郡大社町	1979.8.7	1	3	22.00	1,500	砂 質 壤 土
6	巨 峰	自 根	無加温	出雲市芦渡町	1980.10.1	4	〃	1.57	4,180	砂 質 壤 土
7	デラウェア	不 明	〃	簸川郡斐川町	1979.7.27	1	4	41.31	1,500	砂 質 壤 土
8	巨 峰	自 根	〃	出雲市芦渡町	1981.9.18	7	〃	4.69	1,180	砂 質 壤 土
9	〃	〃	〃	〃	1982.10.21	20	〃	1.67	4,837	ドラム缶半切鉢育成
10	デラウェア	不 明	〃	簸川郡斐川町	1980.7.24	1	5	63.80	1,700	砂 質 壤 土
11	巨 峰	自 根	露 地	安来市中津町	1978.10.6	〃	〃	75.00	800	〃
12	〃	5 B B	無加温	出雲市浜町	1979.9.18	3	6	45.87	1,700	壤 土
13	デラウェア	5 C	加 温	〃	1981.7.21	2	9	44.18	2,000	砂 質 壤 土
14	〃	不 明	〃	簸川郡斐川町	1981.7.17	1	2	51.02	1,200	〃
15	〃	8 B	無加温	簸川郡大社町	1981.7.31	〃	14	42.53	1,500	〃
16	〃	3309	露 地	安来市中津町	1979.1.12	〃	18	94.37	3,000	砂 質 壤 土
17	巨 峰	8 B	〃	浜田市長沢町	1979.10.17	〃	〃	138.30	1,570	〃
18	デラウェア	不 明	無加温	簸川郡斐川町	1979.9.12	〃	21	67.94	1,250	砂 質 壤 土
19	〃	〃	加 温	簸川郡大社町	1981.7.8	〃	24	45.50	1,050	〃
20	〃	〃	無加温	簸川郡斐川町	1981.8.10	〃	25	63.30	1,200	〃
平 均						3.2	9.1	41.00	1,589	
標準偏差						4.4	8.1	36.80	1,205	

個並べ、それらの鉢にブドウ苗を植え付けて栽培した。No. 4, 6, 8については、あらかじめ直径30cm素焼鉢で1年間育成した“巨峰”の自根樹を、1m間隔で60㎡の圃場に植え付けて栽培したもので、No. 4は植え付け当年の結果であり、No. 6は翌年、No. 8は翌々年の調査結果である。ただし、No. 6は窒素肥料を多く施し、結実した果房はすべて残し、枝葉は繁茂するにまかせた。No. 9は33㎡のガラス室内にドラム缶半切鉢で育成した“巨峰”の自根樹を20鉢持ち込み、芽かきや摘房などの樹体管理を一切行わないで栽培した（カラー図版19～20）。その他の調査樹は島根県農業試験場のブドウ圃場、あるいは営利栽培されている農家の成園からその圃を代表すると思われる樹を選んだ。

品種は“巨峰”とジベレリン処理の無核“デラウェア”（以下“デラウェア”）で、作型は加温ハウス栽培、無加温ハウス栽培、雨よけ栽培（フィルムを天井部分のみに被覆し側面は解放状態で栽培する作型）及び露



第1図 掘り取り調査における器官の分類。上段は地上部で、左上から果房、葉柄、葉身、次いで、当年枝、結果母枝、側枝、垂主枝、主枝、幹、下段は地下部で、左から新根、細根、小根、中根、大根、根幹（1981. 8. 28）



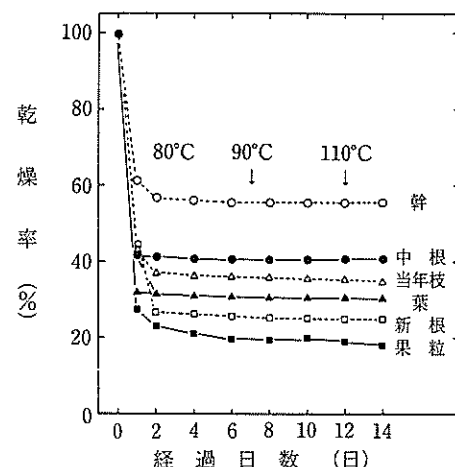
第2図 調査樹No.17の根の調査状況（1979.11. 6）

地栽培であった。

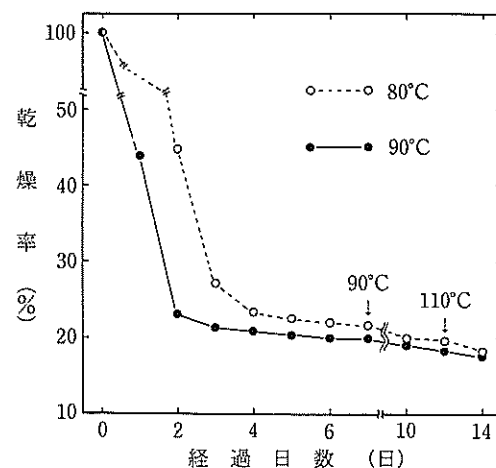
収量はNo. 4, 6, 8, 9, 17については全量を測定したが、No. 10, 12～16, 18, 20は着房数と成熟期におけるサンプルの平均房重から推定した。その他は聞き取りによるものである。

樹冠占有面積はNo. 1～9, 12においては栽植密度から計算し、その他は樹冠先端部における調査樹の結果母枝と、隣接樹の結果母枝の中間点の投影図から三角法で算出した。

地上部は葉（葉柄を含む）、当年枝（新梢の茎の部分）、結果母枝、側枝、垂主枝、主枝、幹、に分類して生体重を測定した（第1図）。地下部は掘りあげて水洗



第3図 定温乾燥器による無加温ハウス栽培“デラウェア”の器官別乾燥率の日変化（1981）



第4図 乾燥器の温度が無加温ハウス栽培“デラウェア”成熟果粒の乾燥率に及ぼす影響（1981）

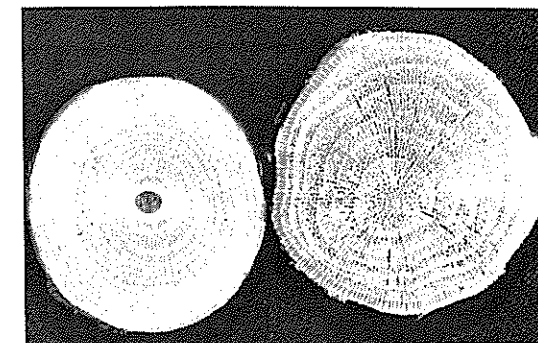
したのち、大根（3cm以上）、中根（3～1cm）、小根（1～0.4cm）、細根（0.4cm）、新根（0.4cm以下の根のうち手で容易にちぎれるもの）に分類して生体重を測定した（第2図）。それぞれの一部を資料としてポリエチレンの袋に密封し、1℃の冷蔵庫に貯蔵した。そして逐次取り出して葉面積、乾物率及び年輪などを測定した。

乾燥は定温通風乾燥器で行った。第3図は無加温ハウス栽培“デラウェア”の器官別乾物率の日変化について示し、第4図には乾燥温度が果粒の乾燥率に及ぼす影響について示した。果粒以外の器官は80℃の乾燥温度では2～3日でほぼ定量になったが、成熟した果粒は定量になるまでには長期間を要し、90℃で長期間乾燥したところ、炭化に似た状態が生じた。そこで、果粒はビーカーに入れ90℃で1週間乾燥した重さを乾燥重とみなし、その他の器官は細く切ってハトロン紙袋に入れ、90℃と110℃で乾燥を繰り返しながら、定量になるまで乾燥した。用いた試料は100～300gで、重さは感量0.01gの電子天びんで測定した。

葉面積は緑葉面積計（林電工製AAC-400）で測定した。

現存量は分類した器官あるいは部分の生体重に乾物率を乗じて計算した。純生産は果実、葉、当年枝、新根の乾物重に、旧器官の当年生長部分の乾物重及び脱落物の乾物重を加えて計算した。収量が聞き取り調査によるものは推定乾物率を17%として計算したが、その根拠は次のとおりである。島根県におけるブドウの共同販売率は極めて高く、また出荷規格は糖度18度以上と極めて厳しい。供試圃はいずれも共同出荷100%であったので、ほとんどが糖度18度であったと考えられた。これまでの調査から成熟期におけるブドウ果粒の乾物率は、屈折計示度より1%程度ひくい場合が多かったことから、この値を用いることにした。また、聞き取りによる収量も共同出荷しているため、信頼性は高いと思われる。

旧枝、旧根の当年生長部分の乾物重は、新旧師部及び木部の乾物率が同じであると仮定して、それぞれの断面積比に乾物率を乗じて計算した。新旧師部及び木部の断面積比は分類した旧枝、旧根の平均的な太さの部分における断面の長径、短径の年輪から計算した。ブドウの旧枝と旧根の年輪は、第5図のようになり明りょうであり、年輪幅の測定は比較的容易であった（カラー図版1, 2, 3）。掘り取り調査が落葉前の場合には、落葉や切り取られた果実及び枝葉など明らか



第5図 側枝（左）と根（右）の年輪 根では旧師部の脱落が遅いためか師部の厚さが厚い（1979. 1. 18）

に調査樹のものと認められるものは採取して乾物重に加えた。落葉期に調査したものは、あらかじめ夏季に調査しておいた新梢の長さ、葉及び当年枝の乾物重との回帰式からそれらの乾物重を計算した。また、累積葉面積指数（以後累積LAIと表す）は落葉を加えた総葉面積を樹冠占有面積で除して計算した。

第2節 試験結果

第1表に示したように調査樹の樹齢は1～25年で平均9.1年であり、品種、台木、作型はまちまちであった。樹冠占有面積は0.16～138.30㎡であり、10a当たりの着果量は0～4,837kg、平均1,589kgであった。

枝の長さ、累積LAIについては第2表のとおりである。平均新梢長は54～409cmで、平均147cmであり、10a当たりの総新梢長は6,619～39,640mで、平均14,663mであった。また、新梢の長さ別の比率では、100cm以下が46.5%、101～200cmが30.1%、201～300cmが14.6%であり、301～1,000cmは8.8%であった。10a当たりにおける旧枝の長さは364～4,114mで、平均2,389mであり、新梢を含む総枝長は6,983～26,227m、平均16,417mであった。10a当たりの最大総枝長が最大総新梢長より短いのは、最大総新梢長を示した個体（No.18）の旧枝長を欠測したためである。総枝長に占める旧枝の比率は5.2～28.2%で平均15.2%であり、平均新梢長との間には1%水準で負の有意な相関（ -0.635 ）がみられた。

1樹当たりの生体重、器官別乾物率、10a当たりにおける現存量と純生産及び純生産に占める器官別の分配率は第3表のとおりである。1樹当たりの生体重は0.6～755.7kgで、平均207.8kgであり、器官別の生体重

第2表 枝の長さ比率および累積LAI

No	1		年 枝					累積 ^γ L A I	旧枝長	旧枝比率	総枝長	
	平均長	総 長	長	さ ^z	別	の	比					率
			0-100	101-200	201-300	301-1,000	合計					
	cm	cm	%	%	%	%	%		m	%	m	
1	198	12,352	0.0	100.0	0.0	0.0	100	5.33	1,871	13.2	14,223	
2	207	12,913	0.0	0.0	100.0	0.0	100	4.64	2,308	15.2	15,221	
3	409	6,619	8.3	20.8	12.5	58.4	100	2.33	364	5.2	6,983	
4	63	7,064	80.0	12.1	7.9	0.0	100	2.49	1,513	17.6	16,267	
5	152	16,267	47.0	28.0	11.0	14.0	100	3.43	1,103	6.4	17,370	
6	103	20,807	68.8	17.2	6.3	7.7	100	5.52	2,274	9.9	23,081	
7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	70	6,980	81.2	15.1	2.8	0.9	100	1.53	—	—	—	
9	119	16,125	62.9	17.9	10.4	8.8	100	5.10	3,313	17.0	19,438	
10	146	10,900	20.8	48.1	21.6	9.5	100	3.56	1,889	14.8	12,789	
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12	71	11,550	79.8	18.0	1.5	0.7	100	2.53	1,833	13.7	13,383	
13	90	15,184	68.4	26.5	4.9	0.2	100	3.13	3,072	16.8	18,256	
14	103	12,277	58.0	34.6	7.2	0.2	100	2.05	2,864	18.9	15,141	
15	163	13,502	27.8	41.8	22.4	8.0	100	3.39	2,237	14.2	15,739	
16	90	9,241	69.8	28.3	1.9	0.0	100	2.91	3,184	25.6	12,425	
17	54	10,463	87.6	11.3	0.8	0.3	100	2.77	4,114	28.2	14,577	
18	238	39,640	33.7	29.9	11.3	25.1	100	7.67	—	—	—	
19	178	19,309	14.9	52.7	25.3	7.1	100	3.26	2,245	10.4	21,554	
20	183	22,194	27.5	39.4	15.8	17.3	100	2.92	4,033	15.4	26,227	
平均	147	14,633	46.5	30.1	14.6	8.8	100	3.59	2,389	15.2	16,417	
標準偏差	85	7,718	30.1	22.2	22.6	14.3	100	1.52	1,009	6.0	4,615	

^α 単位はcm^γ 累積葉面積指数とは落葉を加えた総葉面積を樹冠占有面積で除した値

では果実が67.9kgで最も多く、次いで旧枝であり、旧根、葉、当年枝と続き、新根は4.9kgで最も少なかった。また、地上部の重さは166.4kgで全体の約80%であった。

器官別の乾物率は旧枝が53.0%で最も高く、当年枝、旧根が41.2~40.3%でこれに次ぎ、葉、新根、の順であり、果実は17.0%と最も低かった。

10a当たりの現存量は746.7~2,769.9kgで、平均1,527.9kgであった。器官別では旧枝が423.4kgで最も多く、果実、葉、旧根などが276.5~262.6kgでこれに次ぎ、当年枝は202.1kgであり、新根は98.5kgと最も少なかった。

第6図はNo13, 14, 16, 18, 20樹における旧枝、旧根の新旧師部と新旧木部の断面積比率の平均である。

旧木部は枝、根ともに年齢が古いほど、あるいは太いほど比率が高かった。それに対し、新木部、新師部及び旧師部の比率は、反対に年齢が古いほど、あるいは太い程低かった。旧師部では幹の比率が極端に低いが、これは枯死した樹皮をはぎとる習慣によるものと考えられる。また、旧根側において旧師部の比率が高いのは、旧師部が枯死しても脱落しないので、腐敗消滅するまで残っているためである。

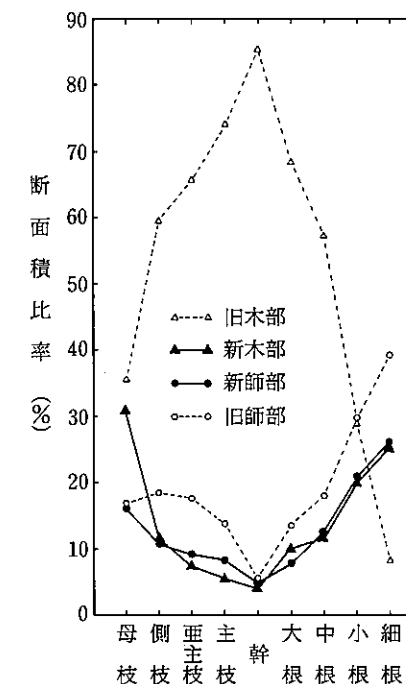
樹齢と10a当たりの現存量及び旧器官重との関係は第7図のとおりで、樹齢を独立変数(X)に、現存量を従属変数(Y₁)にして回帰を求めると式1が、旧器官重を従属変数(Y₂)にすると式2が得られた。

$$Y_1 = 54.5X + 1,035$$

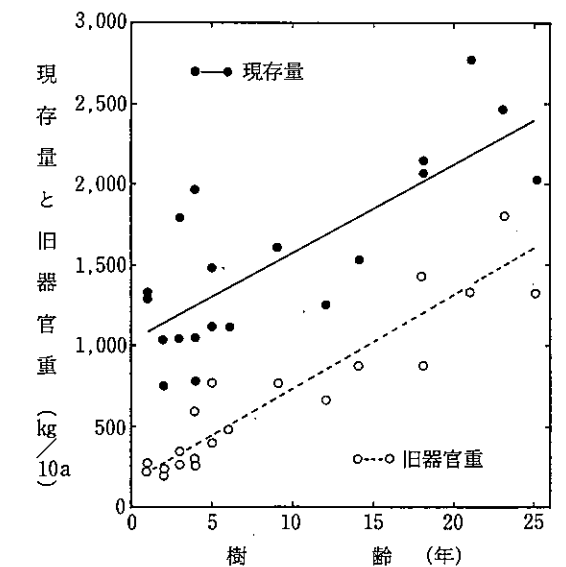
$$r = 0.781^{**} \quad \cdots \cdots \text{式1}$$

第3表 1樹当たりの生体重、器官別乾物重および10a当たりの現存量、純生産、分配率

		地 上 部					地 下 部			
		果 実		葉		当年枝 ^α	旧 枝	小 計	旧 根	新 根
		最 高	最 低	最 高	最 低					
1 樹当たり生体重 (kg)	最 高	283.1	119.1	79.2	261.9	613.2	137.1	18.0	146.1	755.7
	最 低	0.0	0.2	0.1	0.1	0.4	0.0	0.1	0.2	0.6
	平 均	67.9	31.8	19.3	47.4	166.4	36.5	4.9	41.4	207.8
	標準偏差	73.7	32.2	21.2	64.4	171.2	42.8	4.8	46.1	214.7
器 官 別 乾 物 率 (%)	最 高	19.0	39.4	54.3	57.0	43.1	49.1	43.2	46.4	42.4
	最 低	14.0	23.8	33.8	47.2	21.4	34.4	17.6	24.9	22.8
	平 均	17.0	31.1	41.2	53.0	31.2	40.3	29.2	35.3	31.8
	標準偏差	1.3	3.5	5.6	2.7	5.5	4.7	7.0	5.3	5.1
現 存 量 (kg/10a)	最 高	677.2	606.2	541.7	1,136.7	2,326.7	670.9	429.8	697.8	2,769.9
	最 低	0.0	137.2	71.9	90.9	549.2	66.3	22.8	110.4	746.7
	平 均	276.5	262.6	202.1	423.4	1,164.6	264.8	98.5	363.3	1,527.9
	標準偏差	181.3	113.9	106.5	330.9	451.6	178.4	120.4	171.7	562.6
純 生 産 (kg/10a)	最 高	677.2	606.2	541.7	218.7	1,531.1	173.9	429.8	518.3	1,713.4
	最 低	0.0	137.2	71.9	42.2	459.9	43.0	22.8	68.9	652.3
	平 均	276.5	262.6	202.1	105.3	841.5	105.2	98.5	203.7	1,045.2
	標準偏差	181.3	113.9	106.5	51.0	271.3	34.9	120.4	115.9	300.5
純生産の分配率 (%)	最 高	48.9	35.4	35.3	21.5	92.4	17.8	35.8	43.2	
	最 低	0.0	16.8	8.6	3.5	56.8	4.9	2.4	7.9	
	平 均	26.7	24.7	19.1	10.0	80.5	10.7	8.9	19.5	
	標準偏差	14.0	5.3	7.1	4.8	9.5	4.0	10.3	9.5	

^α 当年枝とは新梢の茎の部分

第6図 枝、根の種類と新旧組織の断面積比率との関係 調査樹 No13, 14, 15, 16, 18, 20の平均値 (1981)



第7図 ブドウ樹の樹齢と10a当たりの現存量及び旧器官重との関係 (1981)

$$Y_2 = 57.9X + 164$$

$$r = 0.950^{**} \quad \cdots \cdots \text{式 2}$$

($Y_1 - Y_2$)が果実、葉、当年枝、新根にあたるわけであり、樹齢とともに現存量が増加するのは主として旧器官の増加によるものであることがわかる。

次に、10a当たりの純生産は第3表のように652.3kg～1,713.4kgで、平均1,045.2kgであった。器官別では果実が276.5kgで最も多く、次いで葉が262.6kg、当年枝が202.1kg、旧枝が105.3kg、旧根が105.2kgで、新根は98.5kgと最も少なかった。果実乾物重の最大値は677.2kgであったが、これは全く摘房しないで放任したものであり、正常に成熟したものでは568.8kgが最高であった。

光合成器官である葉と純生産との関係は第8図のとおりである。10a当たりの純生産を従属変数(Y)に、葉乾物重(X_1)と累積LAI(X_2)を独立変数にして回帰を求めたのが式3、4であり、極大値を持つ2次式がよく当てはまるようである。

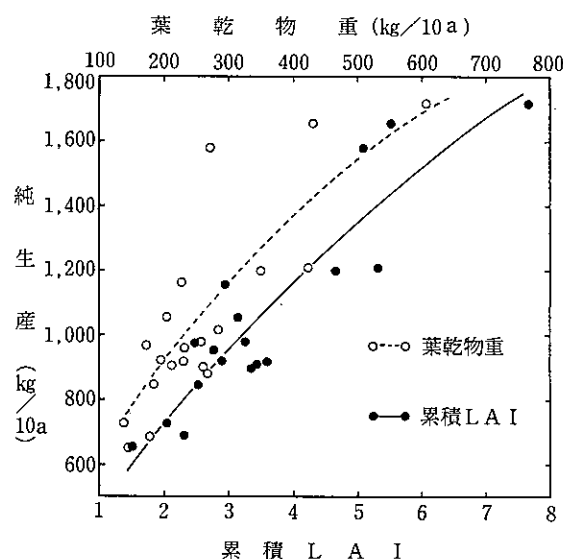
$$Y = 291 + 3.4X_1 - 0.0018X_1^2$$

$$R = 0.823 \quad \cdots \cdots \text{式 3}$$

$$Y = 254 + 257X_2 - 7.87X_2^2$$

$$R = 0.907 \quad \cdots \cdots \text{式 4}$$

式3、4は単位葉面積当たりの乾物重が一定であれば平行となるはずであるが、園によって振れがあるため完全な平行とはならなかった。本調査の結果では累



第8図 ブドウ樹における10a当たりの葉乾物重及び累積LAIと純生産との関係 (1981)

積LAIの方が、葉乾物重よりも純生産との関係が強いように思われた。

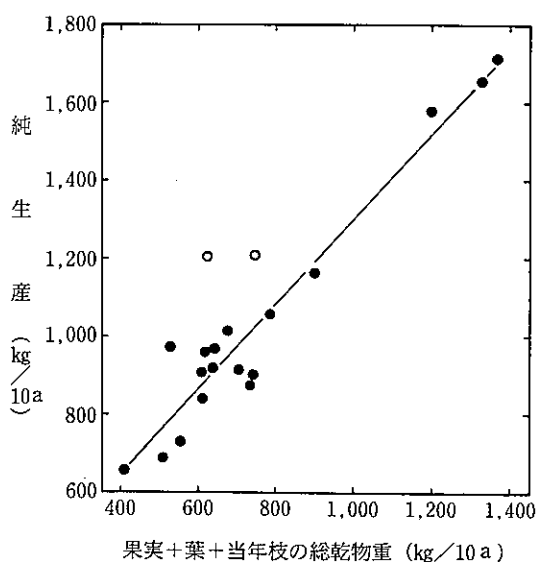
10a当たりにおける果実、葉、当年枝の乾物重の合計値(X)と純生産(Y)との関係を示したのが第9図である。素焼鉢栽培の未結果樹を除いた結果樹について、両者間で高い相関があり、式5のような直線回帰が得られた。本式は単位面積当たりの果実、葉、当年枝の合計乾物重から純生産を推定するのに利用できると考えられる。

$$Y = 1.1X + 203$$

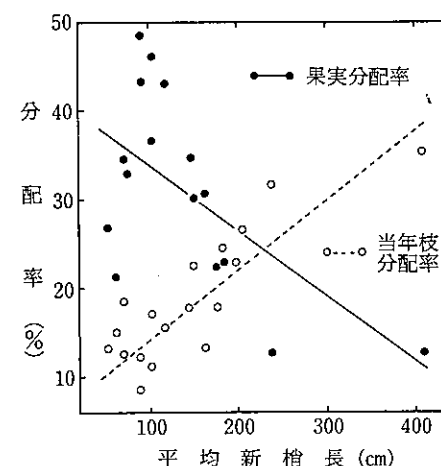
$$r = 0.966^{**} \quad \cdots \cdots \text{式 5}$$

純生産に占める各器官の割合(分配率)は、第3表のように果実が26.7%で最も高く、次いで葉が24.7%であり、当年枝、旧根、旧枝と続き、新根は8.9%で最も低かった。しかし、新根の分配率は2.4～35.8%と幅があり、標準偏差も果実に次いで大きかった。このことは、新根の完全な掘り取りが難しいことも影響していると思われ、実際の新根の量はもっと多いと推察される。地上部の分配率は約80%であったが、その内果実、葉及び当年枝だけで約70%を占めた。

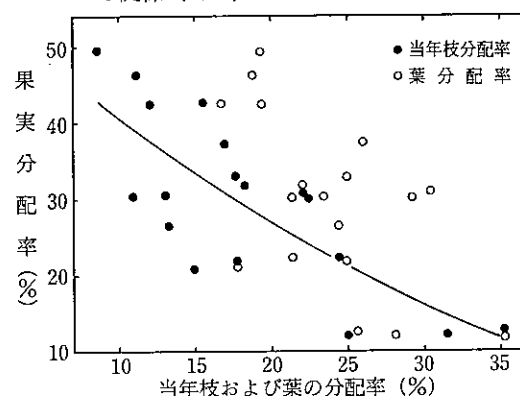
平均新梢長(X)と果実生産及び当年枝の分配率との関係は第10図のとおりであり、果実分配率(Y_1)の間には負の、当年枝分配率(Y_2)の間には正の有意な相関がみられた(式6、7)。



第9図 果実+葉+当年枝の総乾物重と純生産との関係² 白丸は1年生不結果樹であり、回帰直線はこれを除いたものである (1981)



第10図 平均新梢長と果実分配率及び当年枝分配率との関係 (1981)



第11図 当年枝分配率及び葉分配率と果実分配率との関係 (1981)

$$Y_1 = 41.01 - 0.074X$$

$$r = 0.598^{**} \quad \cdots \cdots \text{式 6}$$

$$Y_2 = 7.95 + 0.073X$$

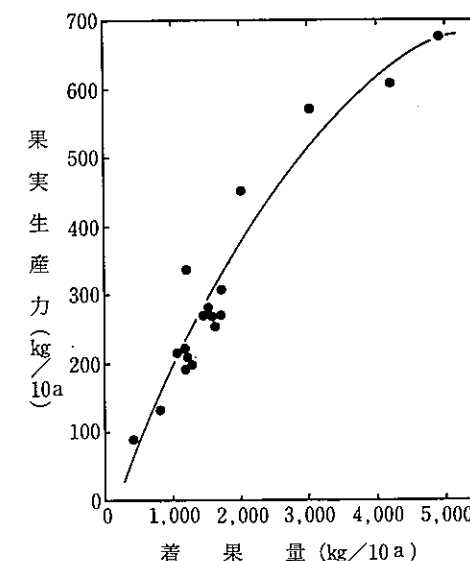
$$r = 0.858^{**} \quad \cdots \cdots \text{式 7}$$

次に、当年枝分配率及び葉分配率と果実分配率との関係を示したのが第11図である。当年枝分配率(X)と果実分配率(Y)の間には式8のような負の相関がみられた。葉分配率($R = 0.590$)の間にも相関はみられるが、当年枝に比べるとその関係は低いようである。

$$Y = 57.2 - 1.8X + 0.014X^2$$

$$R = 0.771 \quad \cdots \cdots \text{式 8}$$

第12図は10a当たりの着果量と果実乾物生産力との関係をみたものである。その間には式9のような関係がみられ、着果量(X)が増加するにつれて果実乾物生産力(Y)は増加するものの、極大値をもつ2次曲線がよく当てはまるようである。



第12図 着果量と果実生産力との関係 (1981)

$$Y = -39.0 + 0.246X - 0.00002X^2$$

$$R = 0.965 \quad \cdots \cdots \text{式 9}$$

第3節 考 察

植物の生長を物質生産に基づいて解析する方法を確立したのは、BOYSEM-JENSEN⁸⁾であるが、本章の初めに述べたとおり我が国においてもMONSIとSAEKI⁶⁹⁾以来、物質生産に関する研究は森林や作物の生産力を解析するため、各方面で進められている^{36, 37, 40, 42, 45, 46, 51, 72, 73, 93, 94, 101, 102, 109, 111, 112, 125, 136)}、また、果樹においてもようやく近年になって、これらの方法が取り入れられるようになった^{5, 7, 14, 17, 18, 24, 25, 52, 79, 91, 104, 105, 106, 113, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 131, 139)}。本章は積み上げ法によってブドウ一般の乾物生産力及び果実生産力ほどの程度か、また、それを基本的に規定しているのは何かなどについて明らかにしようとしたものである。

村田ら⁷²⁾は、作物の生産力には乾物生産力と収量生産力の広狭二つの意味があるとしているが、果樹栽培という収量は村田の収量生産力に相当すると考えられる。このような意味での最大の収量を果樹栽培で得ようとするれば、できるだけ多く結実させ摘果しないままに放任するのがよいであろう。実際、本研究の結果でも、結実したすべてを着果させたままにした場合には5t/10aに近い収量が得られた。しかし、品質は極めて低くほとんどが商品価値のないものであった。本

第4表 単 相 関 表

項 目	樹 齡	生体重 /本	生体重 /10 a	新梢長 /本	新梢長 /10 a	樹冠占 有面積	着果量 /10 a	累 積 L A I	現存量 /10 a
生体重/本	0.745**								
生体重/10 a	0.425	0.250							
新梢長/本	-0.033	-0.204	0.234						
新梢長/10 a	0.494*	0.241	0.592**	0.203					
樹冠占有面積	0.663**	0.966**	0.184	-0.219	-0.163				
着果量/10 a	0.014	0.048	0.718**	-0.430	0.131	-0.013			
累積 L A I	0.017	0.013	0.614**	0.260	0.761**	-0.144	0.205		
現存量/10 a	0.781**	0.629**	0.834**	-0.051	0.719**	0.474*	0.320	0.537*	
旧器官重/10 a	0.950**	0.784**	0.519*	-0.072	0.467	0.704**	0.066	0.076	0.856**
葉乾物重	0.039	0.061	0.466*	0.274	0.750**	-0.069	0.039	0.956**	0.498*
果実乾物重	0.110	0.143	0.676**	-0.475*	0.098	0.086	0.960**	0.085	0.323
当年枝乾物重	0.024	0.039	0.337	0.538*	0.770**	-0.144	0.084	0.860**	0.408
旧器官乾物重	0.690**	0.701**	0.507*	-0.122	0.460	0.670**	0.154	0.169	0.746**
結果枝乾物重	0.102	0.109	0.811**	0.011	0.707**	-0.029	0.651**	0.841**	0.607**
新器官乾物重	-0.096	-0.111	0.738**	0.024	0.593**	-0.354	0.505*	0.900**	0.487*
純生産	0.059	0.048	0.828**	0.001	0.662**	-0.116	0.525*	0.904**	0.637**
果実分配率	0.162	0.204	0.315	-0.598**	-0.150	0.220	0.724**	-0.343	0.067
葉分配率	-0.107	-0.018	0.135	0.515*	0.470*	-0.073	0.464*	0.643**	0.073
当年枝分配率	-0.126	-0.184	0.219	0.858**	0.399	-0.174	-0.453*	0.447	-0.037
旧器官分配率	0.536*	0.555*	0.113	-0.089	-0.125	0.640**	-0.200	-0.491*	0.216

* 純生産と果実乾物重との相関係数は、果実乾物重が0の場合を除くと0.603**となる。

章では、単位土地面積、単位時間内の純生産としての乾物生産力と、果実乾物生産力に焦点を絞って検討したい。

さて、物質生産の観点からすれば、果実乾物生産力は乾物生産力と果実分配率によって規定されと考えられる。そこで、まずブドウの乾物生産力の問題から検討したい。本調査ではブドウの乾物生産力、すなわち10 a 当たり年間の純生産は1,045.2±300.5kgであり、最高が1,713.4kgであった。果樹の乾物生産力を根まで掘りあげて調査した例は、小豆沢⁷⁾が行った二十世紀ナシの報告があるが、10 a 当たりの純生産は726～1,419kgであり、ブドウとほぼ似た値を示している。我が国の森林樹木の純生産については数多くの報告がみられるが^{37, 40, 45, 51, 73, 94, 106, 109)}、KIRA⁵¹⁾のまとめによると、316か所の森林の純生産は暖温帯常緑広葉樹林が2,035±721kgで最も多く、温帯針葉樹林、亜寒帯針葉樹林が続き、冷温帯落葉広葉樹林が874±347kgで最も少ないとしている。また、村田⁷²⁾によれば、我が国の森林、草地、耕地のha当たり年間純生産は大部分が

10～20 t の範囲内にあるとしている。以上のことから、ブドウの乾物生産力は森林樹木や他の作物などとあまり大きな違いはないように思われる。

しかし、個々のブドウ園では乾物生産力に明らかな差がみられるが、その原因は何であろうか。純生産と関係がありそうな項目との単相関を計算してみた(第4表)。有意性がみられたものは、累積 L A I (0.904**), 以下いずれも10 a の値で、葉乾物重(0.817**), 当年枝乾物重(0.706**), 着果量(0.525**), 現存量(0.637**), 主体重(0.828**), 新梢長(0.662**) などであった。これらすべて単位土地面積当たりの生長量に関係があるものばかりであり、特に累積 L A I と10 a 当たりの葉乾物重が最も重要な要因のように思われる。何故ならば、相関係数の値も大きく、さらにはMONSI, SAEKI⁶⁹⁾が述べているように、植物の物質生産は基本的には葉の光合成に依存しているからである。

果実(X_1)、葉(X_2)、当年枝(X_3)と純生産(Y)との重回帰を結果樹の数値から計算すると式10が得られ、

旧器官 重/10 a	葉 乾物重	果実 乾物重	当年枝 乾物重	旧器官 乾物重	結果枝 乾物重	新器官 乾物重	純生産	果実 分配率	葉 分配率	当年枝 分配率
0.093										
0.136	-0.069									
0.052	0.903**	-0.215								
0.838**	0.168	0.141	0.190							
0.159	0.757**	0.578**	0.654**	0.221						
-0.035	0.805**	0.391	0.702**	0.040	0.910**					
0.150	0.817**	0.412*	0.706**	0.244	0.932**	0.976**				
0.118	-0.446*	0.860**	-0.518**	0.020	0.167	-0.071	-0.062			
-0.081	0.752**	-0.549*	0.715**	-0.025	0.238	0.279	0.264	-0.693**		
-0.138	0.491*	-0.565**	0.759**	-0.069	0.133	0.162	0.140	-0.732**	0.239	
0.632**	-0.425	-0.151	-0.383	0.733**	-0.446	-0.648**	0.244	0.058	0.230	-0.163

各要因 X_1 , X_2 , X_3 との偏相関係数はそれぞれ、0.887**, 0.519*, 0.513* であった。これによると、3 器官はほぼ同じように純生産に寄与しており、着果量も純生産を高める重要な要素であると考えられる。これらのことから、ブドウの乾物生産力は着果量が多く、しかも枝葉が繁茂するような状態で高くなるといえそうである。

$$Y = 1.12X_1 + 1.11X_2 + 1.03X_3$$

$$R_2 = 0.967 \quad \dots\dots \text{式10}$$

清水ら¹⁰⁵⁾は3年生“温州”において、着果樹と不着果樹の1樹当たりにおける年間の純生産が同じであったと報告している。本調査においても、直径30cm鉢育成の不着果樹の純生産は同一 L A I の着果樹よりむしろ高かったことを考えると、Sink としてのある器官がなくなると他の器官がSink となり、全体の純生産を減らさないような補償作用が働くのかもしれない。

次に、果実乾物生産力(果実乾物重)について検討したい。果実乾物生産力との相関が正で有意な項目は、10 a 当たりの着果量(0.960**)と生体重(0.676**)及び結果樹の純生産(0.630**)であり、負で有意な項

目は1樹当たりの総新梢長(-0.475**)であった。このことは、果実生産力を高めるには、当然のことながら結実が良くなければならないことを示している。同時に、生長がおう盛で純生産が多くなければならないものの、新梢の生長がおう盛に過ぎることは果実乾物生産力にとってマイナスであることを示唆している。

果実乾物生産力が乾物生産力と果実分配率によって規定されたとすれば、乾物生産力が同じであっても果実分配率を高めることによって果実乾物生産力は高まる。第10図で明らかなように果実分配率は平均新梢長に逆比例する。その理由は第11図で明らかなように、生育がおう盛になればなるほど物質が新梢、特に当年枝に分配され、その分だけ果実への分配が少なくなるからであろう。

以上検討してきたことをまとめると、ブドウの乾物生産力は基本的には累積 L A I に規定され、枝葉が過繁茂の状態になるほど高い。この乾物生産力は厳密に比較すれば、品種や台木あるいは樹齢や作型などで異なるかもしれない。しかし、本調査の結果からすれば、全生育期間の乾物生産力はそれらの差を越えて累積 L

AIに依存しているようにみえる。ちなみに、島根県では約530haのブドウ栽培面積のうち80%以上が施設化され、超早期加温栽培から露地栽培まで作型が多様化し、出荷は4月中旬から9月中旬まで行われている。ところが、10a当たりの出荷量は無理な栽培をすることで、最も少ないだろうと考え易い加温ハウス栽培が最も多く、次いで無加温ハウス栽培であり、露地栽培が最も少ない。ブドウの乾物生産力は光の強さや風、水分あるいは温度などの環境条件に規定されるだけでなく、樹体内栄養や葉の受光態勢などブドウ樹自体の働きにも強く規定されている。したがって、品種や作型の乾物生産力を比較しようとすれば、本調査とは異なった方法が必要であり、第VI章で検討する。

一方着果量も乾物生産力に強く関与しており、着果量が多いほど乾物生産力は高くなるから、結実がよいほど乾物生産力は高い。したがって、結実が良好でありながら、枝葉がおう盛に生長するような状態で乾物生産力は高くなると考えられる。一方果実分配率は新梢の長さが短いほど高いので、果実生産力を高め得る樹相としては、発芽後の初期生長はおう盛であるが、結実は良く結実後早期に新梢が生長停止するような姿が想定される。この問題はVII章において詳しく検討する。

次に、非同化器官を含む現存量について検討する。森林の場合¹⁰²⁾と異なりブドウ栽培において、非同化器官の増加によって、呼吸量が同化量を上回るなど到底考えられないが、非同化器官の増加は乾物生産力や果実乾物生産力にとって、マイナスに働く可能性がある。本調査における現存量は10a当たり1,528±563kgであり、最高でも2,770kgであった。TADAKI¹¹²⁾のまとめによれば、米国西部の*Sequoia sempervirens*林が10a当たり230t、*Pseudotsuga menziesii*林が160tで、これまで調査された地球上の最大値であり、我が国の最大値は山形県の金山杉林の125tであったという。これは生育中の森林であり、四手井¹⁰²⁾のいう極限林ではない。それにもかかわらず、ブドウの最大現存量の41～83倍である。旧器官のみに限ればブドウのそれは、688.2±509.3kgで最高でも1,807kgである。ちなみに、純生産と現存量あるいは旧器官重との単相関を計算すると、旧器官重との間には有意性がなく、現存量との間には1%水準で有意な相関が見られた(0.637**)。第6図に示したように、枝齢や根齢が古くなるにつれ旧木部の比率は高まる。また、第7図のように10a当たりの現存量は樹齢とともに多くなるが(式1)、その

増加は基本的には旧器官重によって規定されていた(式2)。したがって、樹齢が古くなり旧器官重が増加すれば当然呼吸量は増えるが、この程度の旧器官重では乾物生産力を減らす程の呼吸量には達しないと考えるのが妥当であろう。このように、ブドウ園の現存量が森林に比べて低いのは、これら森林に比べて樹齢が若く、栽植密度も疎く旧器官重が少ないことと、せん定などによって旧器官の増加が抑えられているためと考えられる。しかし、実際栽培においては樹齢が古くなると収量が減少するのが普通である。このことからして、樹齢が古くなるにつれて増加する旧器官は、果実生産にとってマイナス要因と考えるのが妥当であろう。

第4節 摘 要

ブドウの乾物生産力と果実乾物生産力を物質生産の観点で解析するため、1978年から1982年にかけて、鉢栽培や農家栽培園の“巨峰”とジベレリン処理無核“デラウェア”63本を積み上げ法によって調査した。

1. 調査樹の樹齢は1～25年で平均9.1年であり、1樹当たりの生体重は0.6～755.7kg、平均207.8kgであった。10a当たりの着果量は1,589±1,205kg、累積LAI(落葉を加えた総葉面積を樹冠占有面積で除した値)は3.59±1.52であった。
2. 10a当たりの年間純生産は1,045.2±300.5kgであり、1年生作物や常緑樹林などよりやや低く、落葉広葉樹林よりやや高かった。純生産は累積LAIとの間に高い相関がみられ、 $Y=254+257X-7.87X^2$ の二項曲線がよくあてはまった。また、結実樹の純生産は着果量及び果実、葉、当年枝を合わせた乾物重とも正の高い相関がみられるところから、ブドウの乾物生産力は着果量が多いほど、そして枝葉の生長がおう盛なほど高くなると考えられた。
3. 果実乾物生産力は純生産が多くなるにつれて多くなるが、同じ乾物生産力であれば新梢が短いほど果実分配率が高くなるため果実乾物生産力は高かった。また、果実分配率と当年枝分配率との間には高い負の相関がみられた。
4. 10a当たりの現存量は1,527.9±562.9kgであり、樹齢とともに増加した。そして増加したのは旧器官重であった。また、現存量の最高値は2,769.9kgであったが、森林に比べ41～83分の1に過ぎず、純生産とは正の有意な相関がみられたところから、本調査程度の現存量では生産力にとってマイナスになるほどの呼吸量に達していないと考えられる。

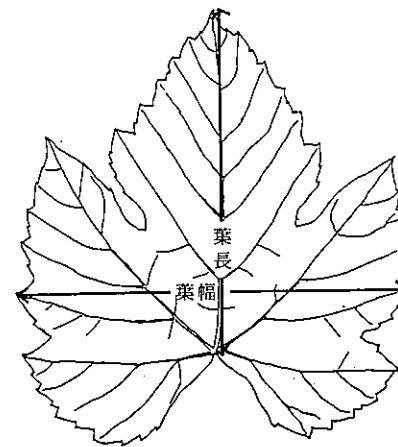
第III章 葉面積の推定法及び葉面積の季節変化

ブドウの果実生産力は乾物生産力の一部であり、乾物生産力は第II章でも述べたように葉に大きく依存している。したがって、ブドウの生産力を検討するうえで葉の光合成能力とともに、その面積をできるだけ正確に知ることが必要である。果樹の葉面積を葉長や葉幅から推定する方法については、鈴木¹¹⁰⁾、平野¹¹³⁾などの報告があり、ブドウは著者ら¹¹⁸⁾の他、時本・依田¹²⁷⁾、SEPULVEDAR⁹⁷⁾の報告がある。本章では、個葉と新梢の葉面積の簡易測定法、葉位と面積の関係、新梢の長さとの葉面積の関係、個葉および新梢の葉面積の拡大などについて検討する。

第1節 個葉面積の簡易測定法

1. 試験方法

供試園は出雲市芦渡町の島根県農業試験場のブドウ園であり、面積は東西、南北それぞれ50mの25aで、栽植密度は44本/10aであった。この園は1975年から1976年にかけて複雑な地形を大規模に改造したもので、傾斜は北西向きに東西4度、南北1度である。土性は細粒黄色土で、母材は固結水成岩の残積であり、排水は不良でやせている。主として防風のためビニロン製透明寒冷しゃF3,000番(1.25mm目)による網掛け栽培を行ったが、一般の管理は慣行に従って行った。以後、島根県農業試験場で行った実験の土壌条件は同じである。

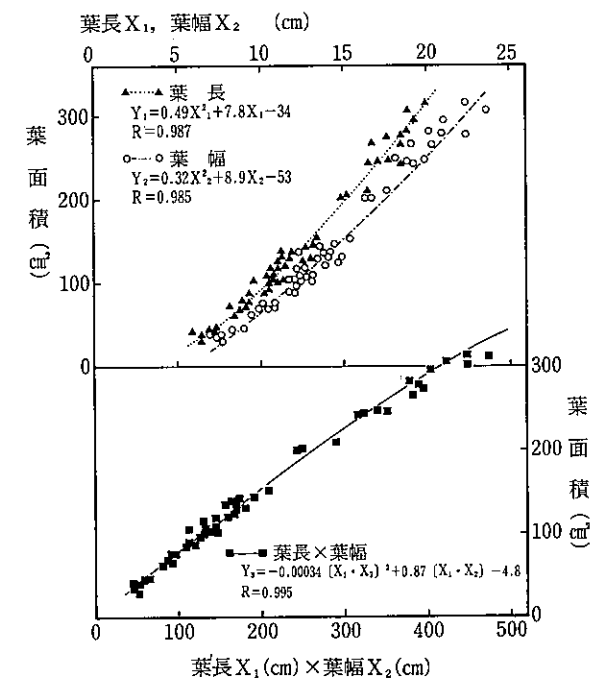


第13図 個葉の測定位置

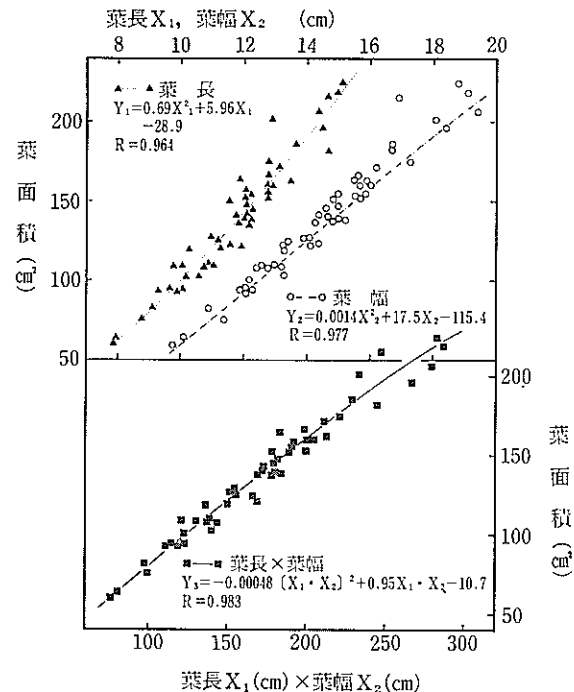
1978年9月12日に、2年生の“デラウェア”と“巨峰”(いずれも8B台)の葉50枚にマジックインキで一連番号をつけた。そして、野外において5人の測定者がそれぞれ葉長と葉幅を、正確さと速さに留意しつつ測定した。測定終了後、総ての葉を持ち帰り、卓上で再び正確に葉長と葉幅を測定した後、緑葉面積計(林電工製AAC-400)で葉面積を測定した。卓上における測定値を正確なものとして、葉長、葉幅と葉面積との回帰式を計算した。この回帰式から測定者ごとの野外測定値から推定葉面積を計算し、実際の葉面積との誤差を計算した。なお、ここで言う葉長、葉幅は第13図に示したとおりで、葉脈基点から葉の先端までの長さが葉長であり、葉幅は最も幅の広い部分の長さとした。

2. 試験結果

第14、15図に、室内において測定した“デラウェア”個葉と“巨峰”個葉の葉長(X_1)、葉幅(X_2)、葉長×葉幅($X_1 \times X_2$)と葉面積(Y)との関係を示した。葉面積は葉長、葉幅及び葉長×葉幅のいずれとも高い相関があり、相関指数はいずれも0.96以上であった。相



第14図 網掛け栽培“デラウェア”個葉の葉長、葉幅及び葉長×葉幅と葉面積との関係(1978)



第15図 網掛け栽培“巨峰”個葉の葉長、葉幅及び葉長×葉幅と葉面積との関係 (1978)

第5表 網掛け栽培“デラウェア”と“巨峰”個葉50枚における葉長、葉幅の野外測定値から計算した推定葉面積の誤差 (1978)

品種	項目	測定者					平均	標準偏差
		A	B	C	D	E		
デラウェア	推定葉面積 (cm ²)	7,261	7,339	7,325	7,432	7,333	7,338	61.2
	誤差 (cm ²)	46	124	110	217	118	123	
	同百分率 (%)	0.6	1.7	1.5	3.0	1.6	1.7	0.86
デラウェア	推定葉面積 (cm ²)	7,114	6,509	6,918	7,616	7,529	7,138	454.4
	誤差 (cm ²)	-101	-706	-297	401	314	-77.8	
	同百分率 (%)	-1.4	-9.8	-4.1	5.6	4.4	-3.3	5.27
デラウェア	推定葉面積 (cm ²)	7,183	6,915	7,118	7,523	7,426	7,223	244.0
	誤差 (cm ²)	-32	-300	-97	308	211	18.0	
	同百分率 (%)	-0.4	-4.2	-1.3	4.3	2.9	0.3	3.39
巨峰	推定葉面積 (cm ²)	6,939	6,983	7,098	7,217	7,044	7,056	108.2
	誤差 (cm ²)	-4	40	155	274	101	113.2	
	同百分率 (%)	-0.1	0.6	2.1	3.8	1.4	1.6	1.50
巨峰	推定葉面積 (cm ²)	6,534	6,758	6,381	6,549	6,984	6,641	233.9
	誤差 (cm ²)	-409	-185	-562	-394	41	-301.8	
	同百分率 (%)	-5.7	-2.6	-7.8	-5.5	0.6	-4.2	3.26
巨峰	推定葉面積 (cm ²)	6,729	6,868	6,722	6,868	7,022	6,842	123.4
	誤差 (cm ²)	-214	-75	-221	-75	79	-101.2	
	同百分率 (%)	-3.0	-1.0	-3.1	-1.0	1.1	-1.4	1.73

関指数は両品種とも葉長×葉幅が最も高く、次いで、“巨峰”では葉幅が高かったが、“デラウェア”では葉長と葉幅の差はみられなかった。

第5表は、野外における葉長、葉幅の測定値から測定者ごとに推定葉面積を計算したものと、葉面積計で測定した葉面積との誤差及びその百分率である。両品種とも葉長からの推定値誤差のふれが最も小さく、次いで、葉長×葉幅であり、葉幅からの推定値誤差のふれが最も大きかった。室内測定値に対する野外測定値の誤差は、葉長が1.46～1.64%で葉幅の3.32～3.82%より明らかに小さく、この違いが推定葉面積の誤差に反映したものであろう。

以上のように、葉長及び葉幅から葉面積を推定するには、測定が室内で正確に行われた場合には葉長×葉幅または葉幅からがよい。しかし、野外の測定値から推定する場合には葉長の方がより正確であると考えられる。

第2節 品種、作型、着葉位置と個葉面積の簡易測定法

第16図は無加温ハウス栽培における“デラウェア”と“巨峰”の元葉、第5葉、先端及び副梢第1葉と露地栽培の第5葉である。同じ樹の同じ新梢の葉であるにもかかわらず、かなり形が違っている。また、第17図は各種品種の第5葉であるが、品種によって葉の形は随分違っている。第1節で検討したように、葉長や葉幅から個々の葉面積はかなり正確に推定できるが、葉の形が違えば回帰係数や回帰定数に違いがあると思われる。そこで、本節ではこれらの問題を検討する。

1. 試験方法

調査は1985年7月2日から10日にかけて、島根県農業試験場のブドウ園において行った。新梢上の葉位と個葉面積の関係をみるため、無加温ハウス栽培の9年生“デラウェア”(8B台)と“巨峰”(8B台)各1樹から20本の新梢を選び、それぞれの元葉、第5葉、先端葉、副梢第1葉を採取した。また、品種の違いと個葉面積との関係をみるために、無加温ハウス栽培における9年生“デラウェア”(自根)と“巨峰”(8B台)および8年生“カッタ・クルガン”(無毛テレキ台)および5年生“マリオ”(SO4台)各1樹から、第5葉をそれぞれ20枚ずつ採取した。さらに、作型と個葉面積の関係をみるため、露地栽培における9年生“デラウェア”(8B台)と“巨峰”(8B台)各3樹から第5葉をそれぞれ20枚ずつ採取した。

それらの葉長と葉幅(第13図)を測定した後、緑葉面積計(林電工製AAC-400)で面積を測定した。

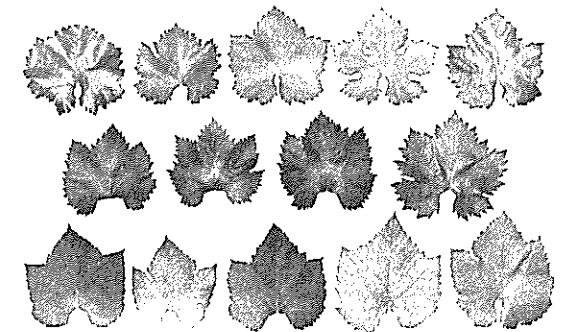
ハウスの構造は“デラウェア”が間口4m、柱間隔3m、棟高3.3m、軒高2.2mの鉄パイプアーチ型連棟で、ハウス全体の幅は40m、奥行きは50mで塩化ビニールフィルムを被覆した。“巨峰”のハウスは間口23.5m、奥行き50m、棟高4.7m、軒高2.4mの両屋根式で、ポリエチレンフィルムを被覆した。その他の品種は間口10m、棟高3.4mの片屋根式連棟で、ポリエチレンフィルムを被覆した。以後、島根県農業試験場におけるハウス栽培の実験は同様なハウス内で行った。

2. 試験結果

第6表は無加温ハウス栽培における“デラウェア”と“巨峰”の元葉、第5葉、先端葉及び副梢第1葉の葉長と葉幅及び葉面積の平均値、標準偏差と変動係数を示したものである。葉長は両品種とも第5葉が最も長く、その他は“デラウェア”の元葉が特に短かった



第16図 着葉位置と葉の形態 下1段目は露地栽培“デラウェア”の第5葉、2段目左から無加温ハウス栽培“デラウェア”の元葉、第5葉、先端葉、副梢第1葉、3段目左から無加温ハウス栽培“巨峰”の元葉、第5葉、先端葉、副梢第1葉、上段露地栽培“巨峰”の第5葉 (1985.7.10)



第17図 ハウス栽培各種品種の第5葉の形態 上段左から“カッタ・クルガン”、“イタリア”、“マリオ”、“ネオ・マスカット”、中段左から“巨峰”、“竜宝”、“ブラック・オリンピア”、“甲斐路”、下段左から“デラウェア”、露地栽培“デラウェア”、“レッド・パール”、露地栽培“キャンベル・アーリー”、“マスカット・ベリーA” (1982.9.1)

のを除きほぼ似た傾向を示した。葉面積は“巨峰”では葉長×葉幅と良く似た傾向を示したものの、“デラウェア”では第5葉に次いで大きかったのは副梢第1葉で、先端葉がそれに続き、元葉は最も小さかった。それぞれの変動係数をみると、“デラウェア”では葉長、葉幅、葉面積のいずれにおいても元葉が最も大きく、次いで副梢第1葉で、第5葉が最も小さかった。“巨峰”では先端葉が最も大きく、元葉がこれに次ぎ、第5葉は“デラウェア”と同様最も小さかった。

第7表は第6表に示した“デラウェア”の葉長、葉幅及び葉長×葉幅と葉面積との回帰係数と回帰定数及

第6表 無加温ハウス栽培“デラウェア”と“巨峰”の元葉、第5葉、先端葉、副梢第1葉における葉長、葉幅及び葉面積の平均値、標準偏差、変動係数 (1985)

品 種	葉 位	葉 長			葉 幅			葉 面 積		
		平均値	標準偏差	変動係数	平均値	標準偏差	変動係数	平均値	標準偏差	変動係数
		cm		%	cm		%	cm ²		%
デ	元 葉	4.4	1.1	23.9	5.9	1.4	23.9	26.7	13.2	49.4
ラ	第 5 葉	12.1	1.1	9.0	14.0	1.2	8.5	130.7	20.3	15.5
ウ	先 端 葉	7.1	1.0	13.6	8.2	1.0	11.7	44.1	10.3	23.4
エ	副梢第1葉	7.8	1.3	16.0	9.0	1.4	15.7	60.1	17.3	28.5
ア	平 均	7.9	1.1	15.8	9.3	1.3	15.0	65.4	15.3	29.2
巨	元 葉	6.4	1.3	20.2	9.3	1.9	19.9	63.7	23.7	37.2
峰	第 5 葉	13.6	1.6	11.9	16.0	1.4	8.7	204.5	32.4	15.9
	先 端 葉	7.7	2.0	25.9	9.7	2.6	27.0	68.7	36.2	52.7
	副梢第1葉	6.6	1.1	15.9	9.2	1.6	16.9	59.9	18.4	30.7
	平 均	8.6	1.5	18.5	11.1	1.9	18.1	99.2	27.7	34.1

第7表 無加温ハウス栽培“デラウェア”の元葉、第5葉、先端葉、副梢第1葉における葉長、葉幅及び葉長×葉幅と葉面積の回帰係数、回帰定数、相関係数、相関指数² (1985)

葉 位	Y = a X + b			Y = a X ² + b X + c			
	a	b	r	a	b	c	R
元 葉	12.3	-27.2	0.975	1.93	-6.2	14.4	0.983
第 5 葉	16.3	-66.1	0.873	-1.93	63.5	-352.2	0.881
先 端 葉	12.7	-45.2	0.986	0.16	9.5	-30.5	0.987
副梢第1葉	17.9	-74.8	0.901	1.02	0.5	-3.1	0.906
平 均	14.8	-53.3	0.934	3.00	16.8	-92.9	0.939
元 葉	9.4	-28.0	0.991	0.420	3.90	-11.2	0.993
第 5 葉	15.5	-87.2	0.912	0.827	-7.23	68.3	0.916
先 端 葉	12.4	-56.9	0.975	-0.008	12.63	-57.9	0.975
副梢第1葉	14.0	-64.6	0.987	0.434	4.63	-16.9	0.992
平 均	12.8	-59.2	0.966	0.418	3.48	-4.4	0.969
葉長×葉幅	0.98	0.04	0.995	0.00134	0.89	1.3	0.995
第 5 葉	0.71	9.64	0.959	0.00007	0.96	11.6	0.959
先 端 葉	0.58	10.79	0.977	-0.00160	1.03	-10.1	0.991
副梢第1葉	0.89	-3.00	0.986	0.00199	0.50	13.8	0.990
平 均	0.79	4.37	0.979	0.00045	0.78	4.2	0.984

² Yは葉面積、Xは葉長、葉幅または葉長×葉幅

第8表 無加温ハウス栽培“巨峰”の元葉、第5葉、先端葉、副梢第1葉における葉長、葉幅および葉長×葉幅と葉面積の回帰係数、回帰定数、相関係数、相関指数² (1985)

葉 位	Y = a X + b			Y = a X ² + b X + c			
	a	b	r	a	b	c	R
元 葉	16.9	-44.6	0.925	2.50	-12.6	38.0	0.957
第 5 葉	17.7	-67.0	0.971	1.41	-4.9	17.2	0.987
先 端 葉	16.2	-15.4	0.806	-1.07	42.9	-178.1	0.812
副梢第1葉	16.0	-46.1	0.912	-1.27	32.6	-99.2	0.915
平 均	16.7	-43.3	0.904	0.39	14.5	-55.5	0.918
元 葉	12.5	-52.3	0.973	0.438	4.35	-16.2	0.977
第 5 葉	13.6	-62.6	0.979	0.674	-0.17	2.8	0.990
先 端 葉	18.3	-87.2	0.785	-0.211	24.91	-138.9	0.785
副梢第1葉	11.6	-46.9	0.980	0.345	5.41	-19.9	0.981
平 均	14.0	-62.3	0.929	0.312	8.63	-43.1	0.933
葉長×葉幅	1.02	0.74	0.981	0.00116	0.87	4.8	0.982
第 5 葉	0.87	-0.27	0.993	0.00063	0.75	4.3	0.993
先 端 葉	0.82	26.40	0.929	0.00137	0.27	78.3	0.931
副梢第1葉	0.92	2.2	0.965	-0.00265	1.25	-7.1	0.966
平 均	0.91	8.3	0.967	0.00013	0.79	20.1	0.968

² Yは葉面積、Xは葉長、葉幅または葉長×葉幅

第9表 無加温ハウス栽培ブドウ4品種の第5葉における葉長、葉幅、及び葉面積の平均値、標準偏差、変動係数 (1985)

品 種	葉 長			葉 幅			葉 面 積		
	平均値	標準偏差	変動係数	平均値	標準偏差	変動係数	平均値	標準偏差	変動係数
	cm		%	cm		%	cm ²		%
デラウェア	12.1	1.1	9.0	14.0	1.2	8.5	130.7	20.3	15.5
巨 峰	13.6	1.6	11.9	16.0	1.4	8.7	204.5	32.4	15.9
カッタ・クルガン	12.1	1.6	13.2	17.3	2.4	13.6	237.4	62.1	26.2
マ リ オ	14.5	2.0	13.8	18.9	2.3	12.0	232.6	61.7	26.5
平 均	13.1	1.6	12.0	16.6	1.8	10.7	201.3	44.1	21.0

第10表 無加温ハウス栽培ブドウ4品種の第5葉における葉長、葉幅、葉長×葉幅と葉面積との回帰係数、回帰定数及び相関係数、相関指数² (1985)

品 種	Y = a X + b			Y = a X ² + b X + c			
	a	b	r	a	b	c	R
デラウェア	16.3	-66.1	0.873	-1.93	63.5	-352.2	0.881
巨 峰	17.7	-67.0	0.971	1.41	-4.9	17.2	0.987
カッタ・クルガン	36.1	-200.2	0.928	0.93	14.3	-75.7	0.929
マ リ オ	27.6	-168.7	0.895	2.30	-34.9	243.7	0.914
平 均	24.4	-125.5	0.917	0.68	9.5	-41.8	0.928
デラウェア	15.5	-87.2	0.912	0.827	-7.23	68.3	0.916
巨 峰	13.6	-62.6	0.979	0.674	-0.17	2.8	0.990
カッタ・クルガン	25.5	-204.1	0.962	0.604	5.14	-36.4	0.964
マ リ オ	25.1	-240.6	0.925	0.960	-10.09	76.9	0.931
平 均	19.9	-148.6	0.945	0.766	-3.09	27.9	0.950
葉長×葉幅	0.71	9.64	0.959	0.00007	0.69	11.6	0.959
巨 峰	0.87	-0.27	0.993	0.00063	0.75	4.3	0.993
カッタ・クルガン	1.14	-6.57	0.974	0.00024	1.24	-16.2	0.974
マ リ オ	0.91	-19.54	0.955	0.00150	0.12	77.5	0.967
平 均	0.91	-4.19	0.970	0.00054	0.70	19.3	0.973

² Yは葉面積、Xは葉長、葉幅または葉長×葉幅

また、相関係数と相関指数は“デラウェア”より小さい傾向がみられたものの、大部分は0.9以上であった。そして、葉位によるそれらの値の違いはおおよそ“デラウェア”に類似した。

第9表には無加温ハウス栽培の“デラウェア”、“巨峰”、“カット・クルガン”及び“マリオ”における第5葉の葉長、葉幅、葉面積の平均値と標準偏差及び変動係数について示した。葉長では“マリオ”と“巨峰”が、葉幅では“マリオ”と“カット・クルガン”が長く、葉面積では“マリオ”と“カット・クルガン”が大きかった。変動係数はいずれの項目においても“デ

ラウェア”と“巨峰”が小さく、“カット・クルガン”と“マリオ”が大きかった。

第10表は第9表における各品種の葉長、葉幅及び葉長×葉幅と葉面積との回帰係数、回帰定数及び相関係数、相関指数を示したものである。“デラウェア”及び“巨峰”の葉位と葉面積の場合と同様に、相関係数、相関指数はほとんどが0.9以上と大きいものの、回帰係数、回帰定数は葉長、葉幅、葉長×葉幅いずれの場合も変動幅が大きかった。

第11表は“デラウェア”と“巨峰”のハウス栽培と露地栽培における第5葉の葉長、葉幅及び葉面積の平

第11表 ハウスおよび露地栽培の“デラウェア”と“巨峰”の第5葉における葉長、葉幅および葉面積の平均値、標準偏差および変動係数 (1985)

品 種		葉 長			葉 幅			葉 面 積		
		平均値	標準偏差	変動係数	平均値	標準偏差	変動係数	平均値	標準偏差	変動係数
露 地 平 均	デラウェア	11.8	1.5	12.5	13.5	1.7	12.1	116.0	24.3	21.0
	巨 峰	12.0	1.2	9.9	14.6	1.5	10.1	159.1	26.8	16.8
	平 均	11.9	1.4	11.7	14.1	1.6	11.1	137.6	25.6	18.9
ハ ウ ス 平 均	デラウェア	12.1	1.1	9.0	14.0	1.2	8.5	130.7	20.3	15.5
	巨 峰	13.6	1.6	11.9	16.0	1.4	8.7	204.5	32.4	15.9
	平 均	12.9	1.4	10.5	15.0	1.3	8.6	167.8	26.4	15.7

第12表 ハウスおよび露地栽培の“デラウェア”と“巨峰”の第5葉における葉長、葉幅および葉長×葉幅と葉面積の回帰係数、回帰定数、相関係数、相関指数² (1985)

品 種		Y = a X + b			Y = a X ² + b X + c			
		a	b	r	a	b	c	R
葉 地 平 均	デラウェア	14.6	-55.0	0.882	0.85	-6.0	67.5	0.889
	巨 峰	19.4	-74.8	0.867	-0.17	23.6	-99.8	0.867
	平 均	17.0	-64.9	0.875	0.34	8.8	-16.2	0.878
ハ ウ ス 平 均	デラウェア	16.3	-66.1	0.873	-1.93	63.5	-352.2	0.881
	巨 峰	17.7	-67.0	0.971	1.41	-4.9	17.2	0.987
	平 均	17.0	-66.6	0.922	-0.26	29.3	-167.5	0.934
葉 地 平 均	デラウェア	12.6	-59.2	0.872	-1.122	45.28	-293.7	0.884
	巨 峰	15.7	-69.2	0.859	0.187	10.25	-30.4	0.859
	平 均	14.2	-64.0	0.866	-0.468	27.77	-162.1	0.872
ハ ウ ス 平 均	デラウェア	15.5	-87.2	0.912	0.827	-7.23	68.3	0.916
	巨 峰	13.6	-62.6	0.979	0.674	-0.17	2.8	0.990
	平 均	14.6	-74.9	0.946	0.751	-3.7	35.6	0.953
葉 長 × 葉 幅	デラウェア	0.61	15.89	0.953	-0.00052	0.80	-0.3	0.954
	巨 峰	0.78	21.44	0.940	-0.00220	1.58	-48.9	0.946
	平 均	0.69	18.67	0.947	-0.00136	1.19	-25.9	0.950
ハ ウ ス 平 均	デラウェア	0.71	9.64	0.959	0.00007	0.69	11.6	0.959
	巨 峰	0.87	-0.27	0.993	0.00063	0.75	4.3	0.993
	平 均	0.79	4.69	0.976	0.00035	0.72	8.0	0.976

² Yは葉面積、Xは葉長、葉幅または葉長×葉幅

均値と標準偏差及び変動係数について示したものである。平均値の比較では作型や項目に関係なく“巨峰”が“デラウェア”より大きかった。作型別ではハウスがいずれの項目においても露地栽培より大きかった。変動係数は露地栽培ではいずれの項目においても“巨峰”が小さかったが、ハウス栽培では余り差がみられなかった。

第12表はハウス栽培と露地栽培の“デラウェア”と“巨峰”における第5葉の葉長、葉幅及び葉長×葉幅と葉面積との回帰係数、回帰定数及び相関係数と相関指数について示したものである。

1次回帰における回帰係数と回帰定数は葉長と葉幅では作型による差はあまりみられないが、品種間では差がみられ、特に葉長×葉幅では差が大きかった。また、2次回帰では回帰係数、回帰定数とも一定の傾向はみられなかった。相関係数と相関指数はこれまでと同様に、葉長×葉幅で大きく、葉幅、葉長の順であった。作型別の相関係数では露地栽培がハウス栽培に比べて小さかった。しかし、その値はいずれも0.85以上であった。

以上のように、ブドウ個葉の葉長、葉幅と葉面積の間には高い相関があり、前節と同様、葉長×葉幅から計算するのが最も適当と考えられる。しかしながら、その関係は品種や作型などによって異なるのみならず、新梢上の着葉位置によっても異なることが明らかである。したがって、より正確な推定値を必要とする時には、品種、作型及び葉位などを考慮に入れて計算する必要があるだろう。

第3節 新梢の長さとの関係

第1、2節では葉長や葉幅が個々の葉の面積と高い相関があり、着生状態で葉面積を推定するのに葉長や葉幅を測定するのは有効であると述べた。本節では新梢の長さとその葉面積との関係について述べる。

1. 新梢の長さとの関係、本葉面積及び総葉数、総葉面積との関係

1) 試験方法

1978年7月18日に島根県農業試験場の無加温ハウス栽培“デラウェア”の新梢を30本採取して、その長さ、本葉及び副葉の葉数と面積を測定した。

2) 試験結果

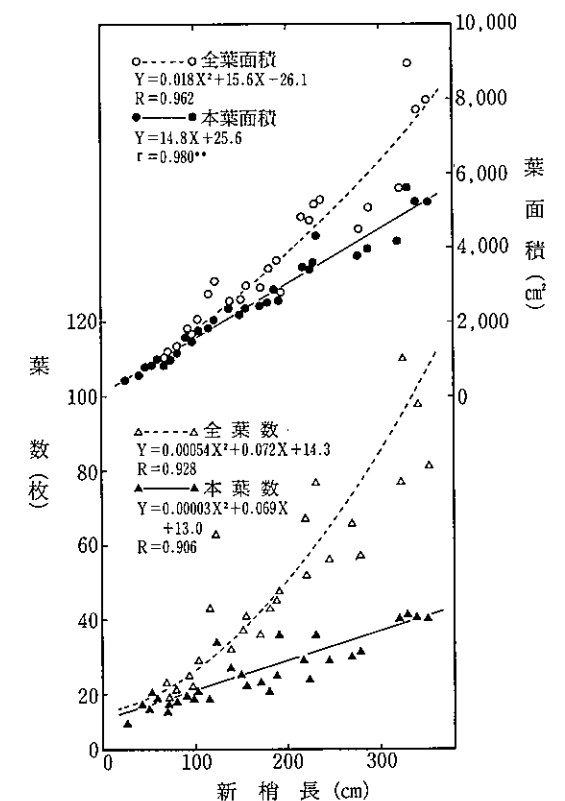
第18図には、新梢の長さとの関係を示した。本葉数、総葉数、本葉面積および総葉面積とも新梢の長さに比例して増

加しているが、増加の傾向は異なった。本葉の数と面積は、新梢長との間に直線的な関係がみられ、相関係数は0.96以上と高かった。一方、副葉を含めた総葉数と総葉面積は新梢長との間に、2次関数的な関係がみられ、相関指数は0.9以上と高かった。このことから、新梢の葉面積は新梢長から推定できるが、本葉だけあるいは副葉の発生が少ない場合の葉面積の推定には一次回帰式を、副葉の発生が多い場合には二次回帰式の適用が望ましいといえよう。

2. 品種の違いと葉面積

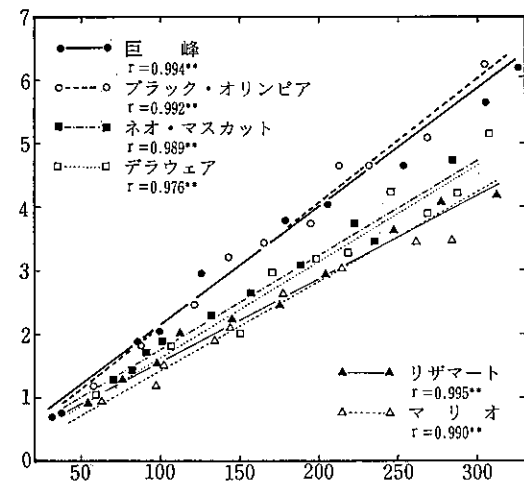
1) 試験方法

第17図に示したように、ブドウの葉は品種によってかなり異なる。このことから、新梢の長さとの関係は、品種によって異なることが予想される。そこで、1982年8月31日に、島根県農業試験場の雨よけ栽培（フィルムを天井部分のみに被覆し側面は解放状態で栽培する作型）のブドウ各品種から約10本の新梢を採取し、その長さとの関係と本葉の面積を測定した。供試品種は6年生の“巨峰”（自根），“ブラック・オリンピア”



第18図 無加温ハウス栽培“デラウェア”の新梢の長さとの関係 (1978)

(自根)，“ネオ・マスカット”(1202台)，“デラウェア”(自根)，“リザマート”(自根)，“甲斐路”(8 B 台)，“キャンベル・アーリー”(自根)，“カット・クルガン”(無毛テレキ台)及び3年生の“マリオ”(SO 4 台)であった。



第19図 雨よけ栽培ブドウ6品種における新梢長と本葉面積との関係 (1982)

第13表 作型の相違が“デラウェア”の新梢1m当たりにおける本葉数、全葉数、本葉面積及び全葉面積に及ぼす影響、新梢長と葉面積との回帰係数、回帰定数、相関係数、相関指数² (1983)

作型	新梢長	葉 数		面 積		Y = aX + b			Y = aX² + bX + c			R
		本葉	全葉	本葉	全葉	a	b	r	a	b	c	
露地	71	27.6	53.1	1,670	2,442	17.9	-80.7	0.950	0.023	14.3	47.0	0.951
	80	23.4	41.0	1,595	2,130	15.0	71.3	0.961	-0.040	22.6	-241.0	0.964
	84	23.9	46.8	1,645	2,272	14.1	195.0	0.941	-0.021	17.7	45.9	0.942
	104	21.1	40.2	1,613	2,247	13.9	262.7	0.984	-0.020	19.3	-73.0	0.988
	101	24.4	45.7	1,650	2,311	16.0	52.8	0.979	-0.008	17.7	-27.0	0.979
平均	88	24.1	45.6	1,635	2,281	15.4	100.2	0.963	-0.013	18.3	-49.6	0.965
無加温	117	13.8	28.6	1,546	2,322	12.4	350.6	0.908	-0.043	25.5	-517	0.924
	91	14.8	24.7	1,424	1,834	12.9	125.7	0.893	0.002	12.5	145	0.893
	123	13.9	23.3	1,450	1,937	12.9	192.4	0.962	0.018	8.0	477	0.963
	121	13.9	30.5	1,307	2,139	10.3	332.3	0.953	-0.034	19.1	-156	0.964
	149	13.8	28.0	1,150	1,690	9.3	333.7	0.941	-0.018	16.1	-200	0.954
平均	120	14.0	27.0	1,375	1,984	11.6	266.9	0.931	-0.015	16.2	-50	0.940
加温	94	14.3	21.7	1,243	1,502	11.3	109.4	0.893	-0.049	20.7	-308	0.899
	110	13.8	27.3	1,336	1,876	14.6	-128.3	0.976	0.020	9.2	187	0.980
	169	10.9	22.7	1,265	2,104	9.0	618.9	0.797	-0.040	23.4	-594	0.808
	110	13.5	19.2	1,304	1,569	12.2	100.2	0.941	0.011	9.5	248	0.942
	107	13.7	25.8	1,231	1,793	12.3	1.3	0.969	-0.008	14.3	-109	0.970
平均	118	13.2	23.3	1,276	1,769	11.9	140.3	0.915	-0.013	15.4	-115	0.920

² Yは葉面積、Xは新梢の長さ

2) 試験結果

第19図には6品種における新梢長と本葉面積との関係を示した。いずれの品種においても、新梢長と本葉の面積との間には高い相関があり、供試本数が10本と少ないにもかかわらず、相関係数は0.97以上であった。図が複雑になるために除いたが、“甲斐路”(0.982)，“キャンベル・アーリー”(0.991)，“カット・クルガン”(0.993)の各品種の相関係数も同様に高かった。回帰係数は図示しなかったが、品種間に差がみられ、“巨峰”、“ブラック・オリンピア”、“キャンベル・アーリー”、“甲斐路”及び“カット・クルガン”は17.2～19.6と大きく、その他は13.2～15.1で小さかった。

以上のことから、新梢の長さからその葉面積を推定する場合には、品種ごとに回帰式を作ってから計算するのが最も好ましいが、やむを得ない場合は似たような回帰係数を持つ品種のものを適用すべきであろう。

3. 作型と葉面積

1) 試験方法

新梢の長さとその葉面積との関係が、作型によって異なるかどうかを明らかにするため、1983年の6月から8月にかけて調査を行った。供試園は島根県各地から、露地栽培、無加温ハウス栽培及び加温ハウス栽培の“デラウェア”園をそれぞれ5園ずつ選定した。各

園から標準的な3樹を選び、各樹から5本ずつの新梢を採取した。そして、新梢長、本葉及び副梢葉の枚数と葉面積を測定した。

2) 試験結果

第13表は“デラウェア”の作型別における平均新梢長と、新梢1mあたりの葉数、葉面積及び新梢長を独立変数に、葉面積を従属変数にした回帰係数、回帰定数、相関係数、相関指数などを示したものである。平均新梢長は露地栽培が88cmで最も短く、ハウス栽培は加温、無加温とも約120cmで差はみられなかった。新梢長1m当たりの葉数は本葉数、総葉数とも露地栽培がハウス栽培より明らかに多かった。また、葉面積でも本葉面積、総葉面積とも露地栽培が大きく、次いで、無加温ハウス栽培であり、加温ハウス栽培は最も小さかった。

次に、新梢の長さとの関係であるが、相関係数、相関指数はこれまでと同様いずれの作型でも極めて高かった。回帰係数や回帰定数は無加温ハウス栽培と加温ハウス栽培との間にはそう大きな差はないが、露地栽培とハウス栽培とはかなり違いがみられた。

以上の結果から、新梢の長さから葉面積を推定する場合には、同一品種であっても露地栽培とハウス栽培では別々の回帰式を用いる必要があると思われる。

4. 新梢上のある節位までの長さとの関係

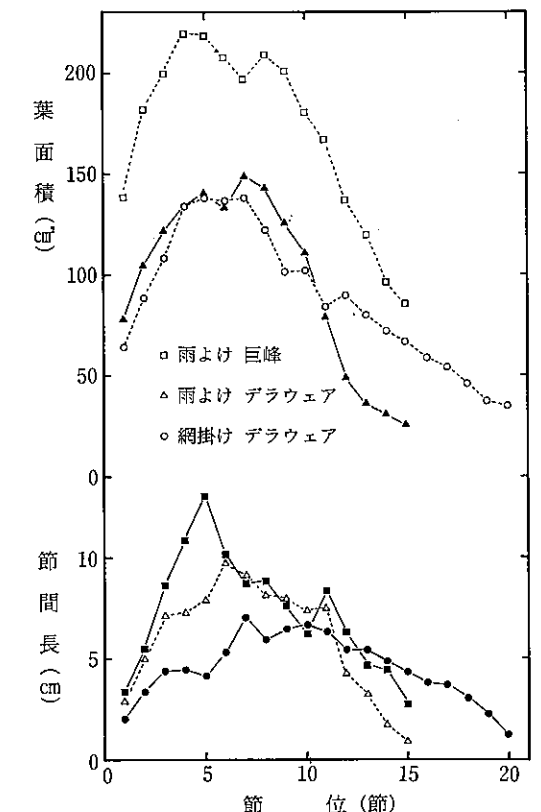
ブドウでは新梢の先端を摘心したり、新梢の途中から剪定することはめずらしいことではない。そのような場合にも、新梢の葉面積は、その長さに比例するかどうかを検討した。

1) 試験方法

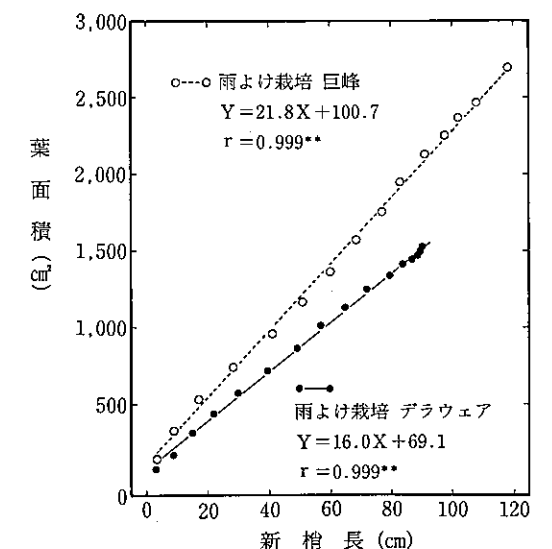
節間長とその直上位葉の面積との関係を明らかにするため、1983年10月13日に島根県農業試験場の網掛け栽培7年生“デラウェア”(8 B 台)と、雨よけ栽培の7年生“デラウェア”(自根)及び“巨峰”(自根)各1樹から10本ずつの新梢を採取して、節間長とその直上位葉の面積を測定した。

2) 試験結果

第20図は節間長とその直上位葉の面積を葉位ごとに平均して表したものである。節間長と対応する直上位葉の面積の間には比例関係がみられ、短い節間長の直上位葉の面積は小さく、長い節間長の直上位葉の面積は大きい傾向がみられた。また、雨よけ栽培の“巨峰”の節間長は4、5節間を除けば“デラウェア”の節間長と余り大きな違いがみられない。ところが、葉面積はいずれの葉位でも“巨峰”の方が明らかに大き



第20図 ブドウの新梢における節間長と対応する直上位葉の面積 (1983)



第21図 雨よけ栽培“デラウェア”と“巨峰”の新梢における、ある節位までの新梢長とその節位までの葉面積との関係 (1983)

かった。同じ“デラウェア”では12節までの葉面積は雨よけ栽培と網掛け栽培の差がみられないが、その間の節間長は雨よけ栽培のほうが長かった。

第21図は、雨よけ栽培の“デラウェア”及び“巨峰”における新梢の、ある節位までの新梢長とその節位までの葉面積との関係について表した。新梢のある節位までの長さ、そこまでの葉面積との関係はいずれの品種においても直線的な関係が極めて強かった。そして、ある節位までの長さを独立変数に、そこまでの葉面積を従属変数にして回帰式を計算すると一次回帰式がよくあてはまり、相関係数はいずれの場合も0.999以上と極めて高かった。

以上のように、葉面積は着葉位置によって大きな差があるにもかかわらず、新梢のある節位までの長さ、そこまでの葉の面積との間には、極めて高い相関関係がある。したがって、新梢の葉面積は摘心や夏季せん定の有無に関係なく、その長さから推定することが可能であると考えられる。

第4節 個葉面積の季節変化

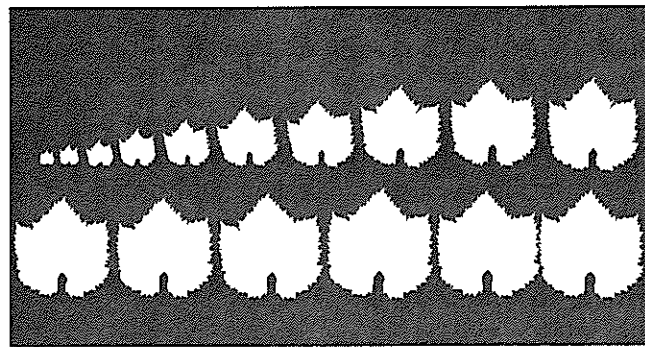
1. 試験方法

実験1 直径30cmの素焼鉢で育成した自根の“デラウェア”と“巨峰”を4芽にせん定し、1976年3月4日にアクリルハウス内に運び栽培した。4月16日から5月15日にかけて、1cm方眼の印を付けた硬質のクリヤーケースに第6葉をはさみ、2日間隔で写真に写した。そして、等倍に引きのぼしてから印画紙をカッターで葉の形に切り、葉長と葉幅に相当する部分の長さを測定した後、緑葉面積計で面積を測定した。同時に、新梢のすべての葉について葉幅を葉位ごとに測定した。

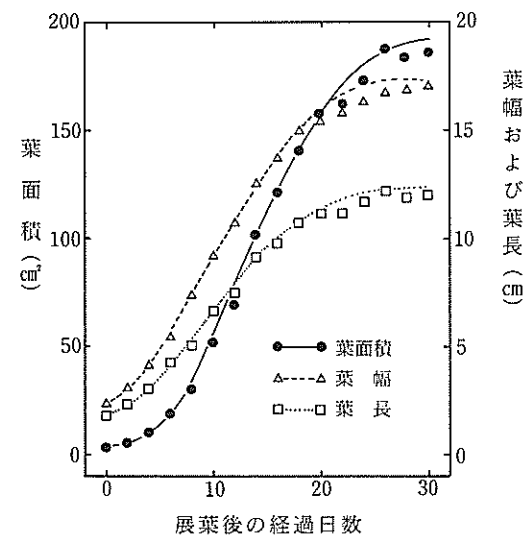
実験2 島根県農業試験場の雨よけ栽培における3年生“巨峰”（自根）の新梢2本を供試し、1978年4月25日から6月18日までの全葉の葉長と葉幅を約10日間隔で測定した。調査終了後に全葉を採取して葉長と葉幅および葉面積を測定し、葉長×葉幅と葉面積との回帰式を求めた。この回帰式により調査日ごとの葉長及び葉幅の測定値から葉面積を推定した。

2. 試験結果

実験1 第22図は切り抜いた“巨峰”第6葉の印画紙の写真を、第23図には葉長と葉幅および葉面積の変化を示した。葉長、葉幅及び葉面積はいずれもS字状



第22図 雨よけ栽培“巨峰”の第6葉の生長、2日間隔で撮影したもので左上が展葉始め、右下は30日後（1977）

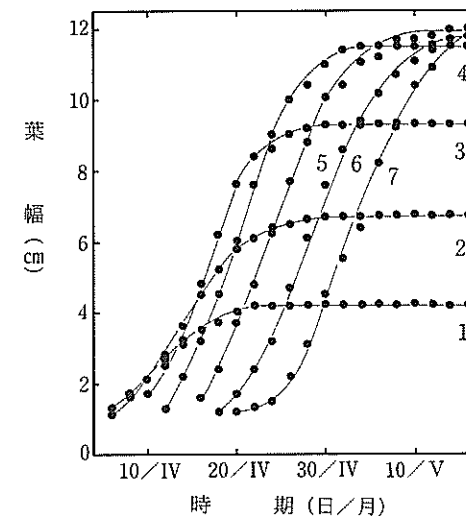


第23図 雨よけ栽培“巨峰”第6葉の葉長、葉幅および面積の季節変化（1976.4.16～5.15）

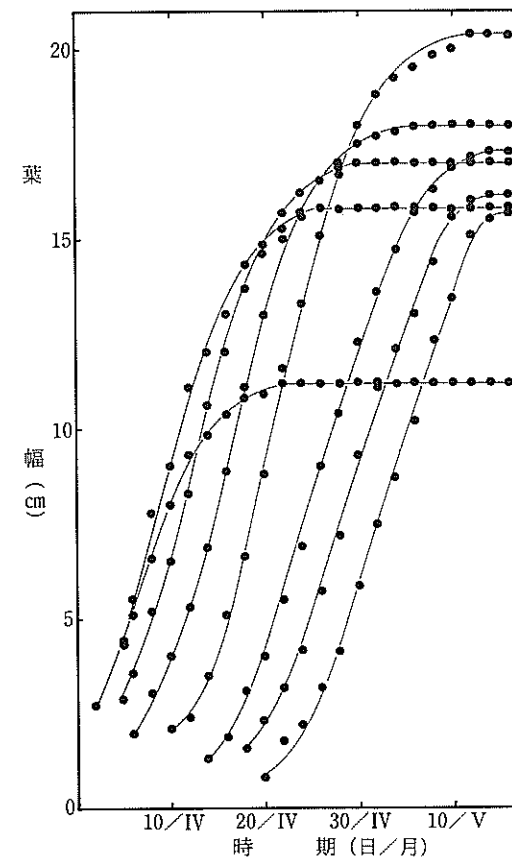
曲線を描いて生長し、展葉してからほぼ30日で生長を終えたが、葉幅は葉長よりおう盛に生長した。

第24、25図はそれぞれ“デラウェア”と“巨峰”の新梢の基部から7～8葉目までの葉幅の季節変化を示したものである。いずれもS字状曲線を描いて生長し、基部から1～2葉は2週間程度、6～7葉は1か月程度で面積の拡大が終了した。

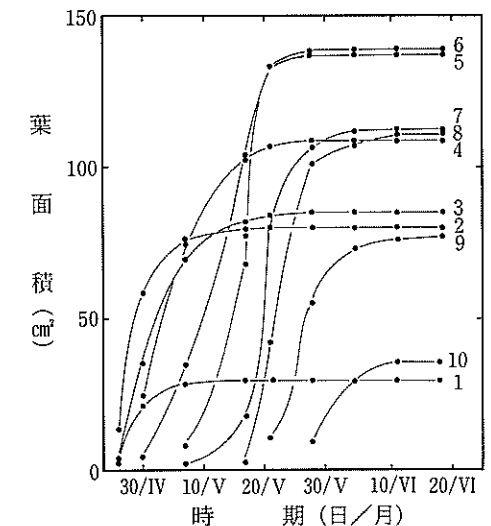
実験2 第26、27図は雨よけ栽培“巨峰”における新梢の葉位ごとに、葉面積の季節変化を示したものである。第26図は48cmで伸長を停止した新梢で、第27図は85cmで伸長を停止した新梢である。鉢栽培の場合と同様、いずれもS字状曲線を描いて生長し、新梢基部に近い葉ほど葉面積の拡大が速く、成葉になるのも速



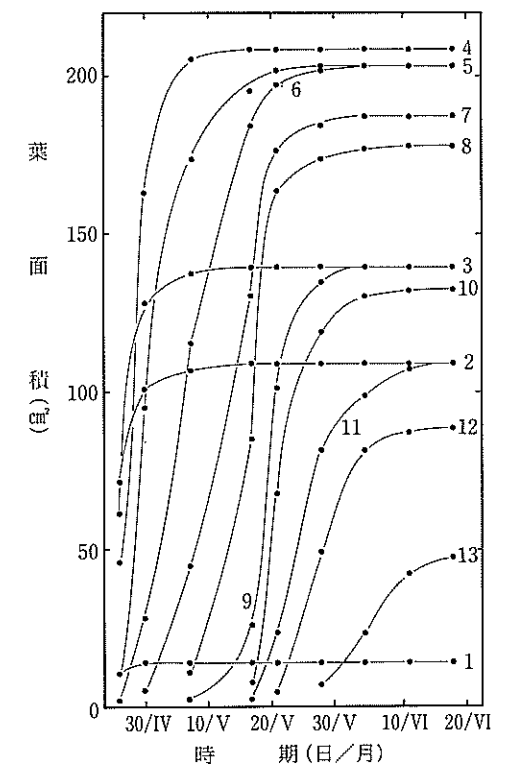
第24図 雨よけ鉢栽培“デラウェア”の新梢における葉位別葉幅の季節変化、図中の数字は葉位を表す（1976）



第25図 雨よけ鉢栽培“巨峰”の新梢における葉位別葉幅の季節変化、図中の数字は葉位を表す（1976）



第26図 雨よけ栽培“巨峰”の新梢における葉位別葉面積の季節変化 新梢の長さは48cmで5月21日に伸長を停止した。図中の数字は葉位を示す（1978）



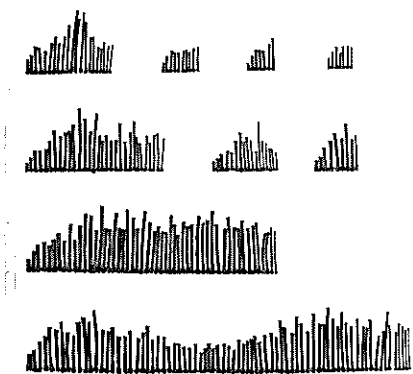
第27図 雨よけ栽培“巨峰”の新梢における葉位別葉面積の季節変化 新梢は長さ85cmで5月28日に伸長を停止した。図中の数字は葉位を示す（1978）

かった。成葉の大きさは葉位が大きくなるにつれて大きくなり、4～6葉が最も大きくそれを過ぎると小さくなって先端葉は元葉に次いで小さかった。また、新梢の伸長が停止しても葉面積の拡大は続いたが、伸長停止後20日には終了した。

以上のように、個葉は初めは緩やかに、そして急速に拡大し、再び緩やかになって停止するS字状曲線を描いて生長した。また、葉はその着葉位置によって生長の速度に違いがあり、新梢基部ほど速い傾向が強かった。

第5節 新梢の生長と葉面積の季節変化

第28図は“デラウェア”の新梢を節ごとに基部から順番に並べて示したものである。ブドウの新梢は変動しながら生長している。本節では新梢の葉面積の拡大がどのように行われているかについて述べる。



第28図 “デラウェア”の結果母枝 左から右に向けて1節ごとに並べた。長さ上段左から153, 45, 30, 28cm, 上から2段目左より230, 90, 55cm, 上から3段目480cm, 下段603cm(1978)

1. 新梢の勢いと葉面積の季節変化

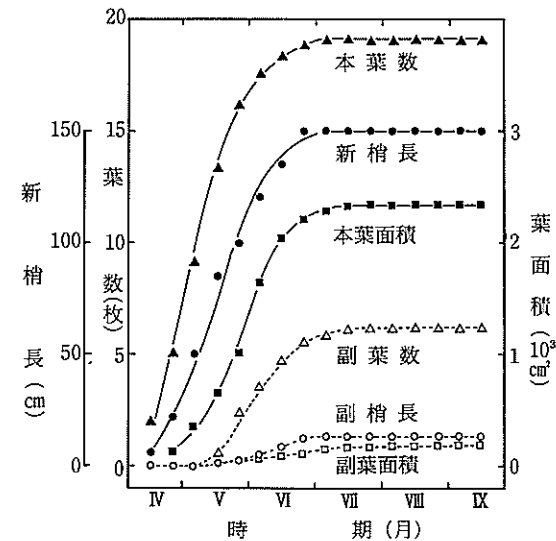
1) 試験方法

実験1 1982年に雨よけ栽培の6年生“デラウェア”と“巨峰”(いずれも自根)各2樹から、生育中庸な新梢と強勢な新梢をそれぞれ5本ずつ10日間隔で採取した。そして、新梢の長さ、葉数、葉面積を測定した。

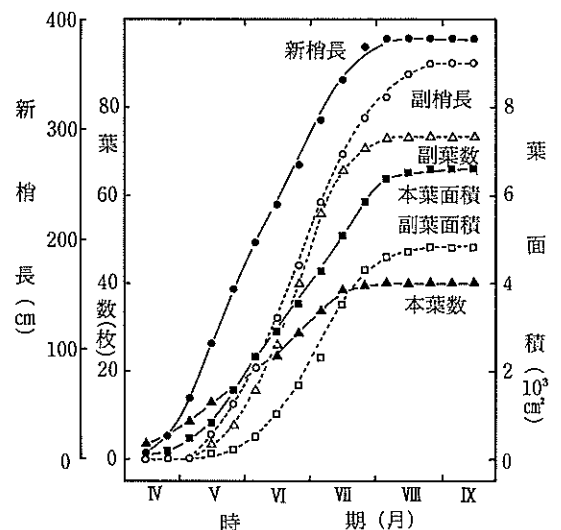
実験2 1979年に無加温ハウス栽培の3年生“デラウェア”(自根)樹を供試し、20本の新梢の葉長と葉幅を3～6日間隔で測定した。

2) 試験結果

実験1 第29～32図は雨よけ栽培“デラウェア”と



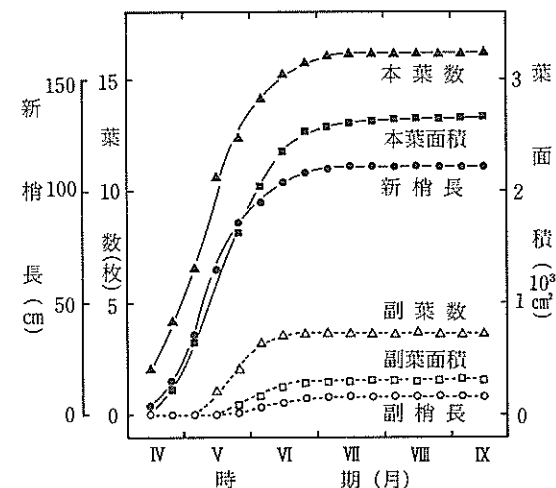
第29図 雨よけ栽培“デラウェア”における中庸な新梢の生長(1982)



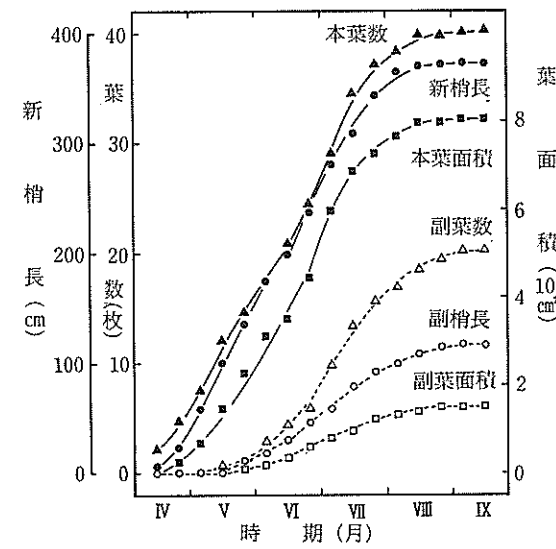
第30図 雨よけ栽培“デラウェア”における強勢な新梢の生長(1982)

“巨峰”における新梢の長さ、本葉と副梢葉の数及び葉面積の季節変化について示したものである。新梢長、葉数、葉面積は、いずれもS字状曲線を描いて増加した。副梢の生長は新梢より約20日遅れて始まった。また、新梢、副梢を問わず長さや葉数の増加が先行し、葉面積はやや遅れて増加した。

本調査における“デラウェア”の果粒軟化期は6月30日、成熟期は7月25日であった。中庸な新梢の葉面積の拡大は本葉が6月下旬、副梢葉が7月中旬に終了



第31図 雨よけ栽培“巨峰”における中庸な新梢の生長(1982)



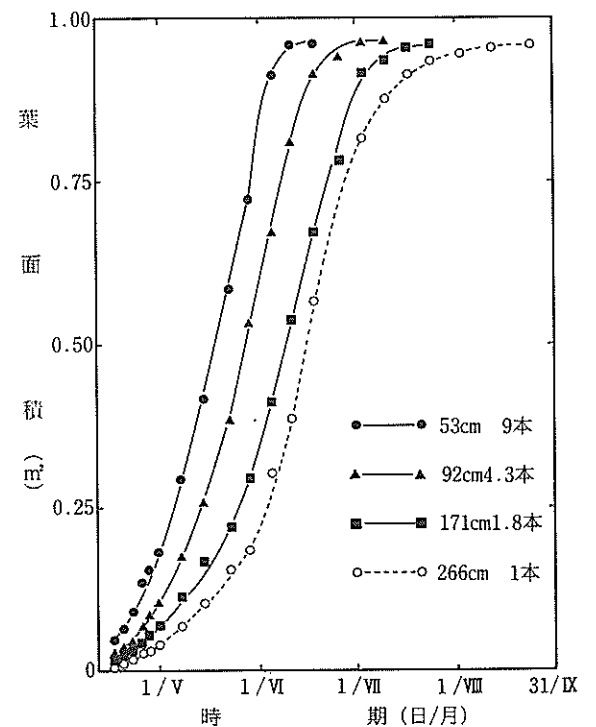
第32図 雨よけ栽培“巨峰”における強勢な新梢の生長(1982)

したが、副梢の葉面積は極めて小さいので、実質的な葉面積の拡大は6月下旬の果粒軟化期には終了したと考えてよい。一方強勢な新梢では本葉面積、副梢葉面積ともに、成熟期以後の8月中旬まで増加した。

“巨峰”の果粒軟化期は7月20日、成熟期は8月20日であった。中庸な新梢の葉面積の拡大は副梢葉が6月下旬、本葉が7月中旬で、いずれも果粒軟化期までに終了した。一方、強勢な新梢では本葉及び副梢葉の面積はいずれも成熟期以後の9月中旬まで増加した。

実験2 葉長×葉幅と個葉面積との回帰式から調査日ごとに1新梢当たりの推定葉面積を計算した。そして、生長停止時の長さで新梢を4グループに分け、その葉面積の変化を示したのが第33図である。ただしこの図では、比較を容易にするため短い枝は長さに応じて本数を増やし、各グループの拡大終了時の葉面積が1m²となるよう53cmでは9本、92cmでは4.3本、171cmでは1.8本というように計算して表した。短い新梢ほど葉面積の拡大は速く、拡大終了日は各グループ間で約15～20日の差があった。

したがって、本数さえ確保出来るならば、短い新梢の方が葉面積を速く確保することができる。



第33図 雨よけ栽培“デラウェア”における約1m²の葉面積に達するのに必要な新梢の長さごとの本数と葉面積の季節変化(1979)

2. 多次生長枝の葉面積の季節変化

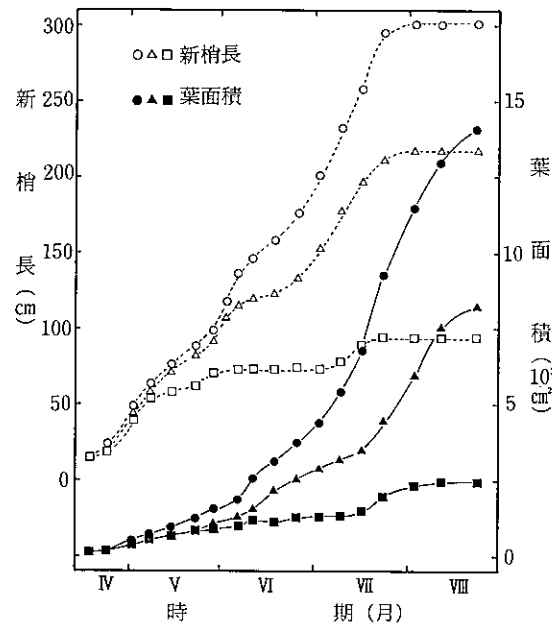
1) 試験方法

1979年4月17日より8月23日にかけて、島根県農業試験場の無加温ハウス栽培3年生“巨峰”(8B台)樹から3本の新梢を選び、1週間間隔で全葉の葉長と葉幅を調査した。9月19日に葉50枚を採取して、葉長、葉幅と葉面積を測定し、葉長×葉幅と葉面積との回帰

式を作って、調査時の葉面積を推定した。

2) 試験結果

第34図には新梢の長さ、葉面積の季節変化を示した。供試樹は灌水施設の配管工事のため、3月に著しく根を切られ、それが主な原因と考えられるが、長さに関係なくいずれの新梢も明らかに3次の生長を行った。そして、前項実験1と同様に新梢の伸長が先行し、葉面積はやや遅れて拡大した。



第34図 無加温ハウス栽培“巨峰”の多次生長枝における新梢の長さ、葉面積の季節変化 (1979)

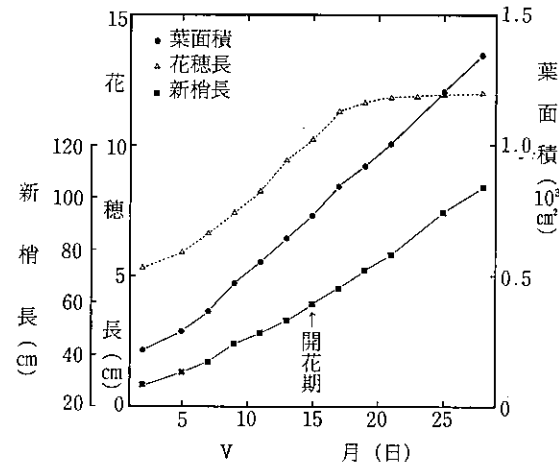
3. 開花期前後における新梢と果穂の長さ及び葉面積の変化

1) 試験方法

1978年に雲市雨よけ栽培3年生“デラウェア”と“巨峰”(いずれも自根)樹を各1本ずつ供試した。各品種とも3本の新梢について、新梢長、花穂長及び葉長と葉幅を、開花期前後の5月2日から28日まで2日間隔で測定した。

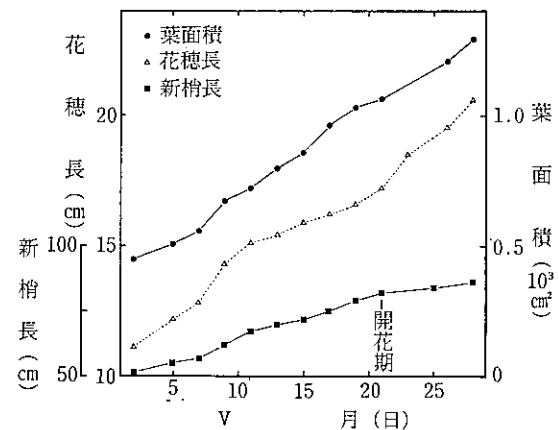
2) 試験結果

第35図には開花期の新梢長が約60cmの“デラウェア”の中庸な新梢における新梢長、果穂長及び葉面積の変化を示した。新梢の生長は開花1週間前ごろ一時的に鈍化したものの、5日前にはやや急になり開花期の約10日間は緩やかであった。葉面積は、ほぼ直線的に増加したが、果穂の伸長は開花後約5日で停止した。



第35図 雨よけ栽培“デラウェア”の開花期前後における新梢及び花穂の長さ、葉面積の変化 (1978)

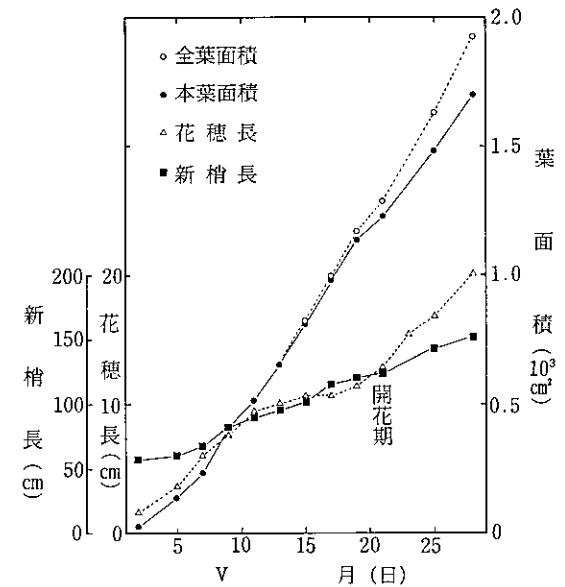
第36図には“巨峰”の弱勢な新梢の長さ、果穂長と葉面積の変化について示した。新梢長の増加は開花期直前にやや大きくなり、開花後は極めて緩やかになったが、増加の速度は全体的に緩やかであった。葉面積もほぼ同様な傾向であったが、果穂の伸びは開花後の10日間は緩やかで、開花後増加した。



第36図 雨よけ栽培“巨峰”の開花期前後における弱勢な新梢及び花穂の長さ、葉面積の変化 (1978)

第37図には“巨峰”の強勢な新梢の長さ、果穂長および葉面積の変化について示した。果穂の長さは弱勢な新梢と同じパターンで生長したが、新梢の伸長は開花期には停滞したものの、その後著しく増加した。葉

面積の増加は弱勢な新梢に比べて著しく、副梢葉の展葉は開花1週間前ごろから始まり、開花後に増加が著しくなった。



第37図 雨よけ栽培“巨峰”の開花期前後における強勢な新梢及び花穂の長さ、葉面積の変化 (1978)

第6節 考 察

植物は主として葉で物質生産を行う。第II章で明らかにしたように、ブドウの乾物生産力は葉の量に強く規定されている。また、葉は光を効率よく受け止めるため、平板状で重量当たりの面積が広い。したがって、ブドウの乾物生産力を解析するには、葉面積の変化を知る必要がある。植物の葉層には厚さがあり、土地面積に対する葉面積の比率を葉面積指数(LAI)と呼び、乾物生産力を解析する重要な指標となっている。このLAIを知るためにも葉面積の正確で、迅速な測定法が必要である。

果樹の個葉面積測定法としては、葉長または葉幅から推定する方法を鈴木¹¹⁰⁾、平野¹³⁾が、ブドウではSEPULVEDAR⁹⁷⁾や時本・依田¹²⁷⁾が報告しているが、現在では電子機器の発達によりブドウのように複雑な形をした葉でも、正確にしかも迅速に測定できるようになった。したがって、採取した葉の面積は面積計で直接測定する方が、はるかに正確で早い。しかし、野外などで着葉したままの面積を知りたい場合には、葉長

または葉幅から推定する方法が必要となろう。今までになされたいずれの報告でも、葉長、葉幅及び葉長×葉幅と個葉面積との間には高い相関があるとしており、本章の結果もこれと一致した。第1節でも明らかにし、またこれまでの報告にある通り個葉面積は、葉長×葉幅から葉面積を推定するのが最も誤差が少ない。しかし、これは葉長や葉幅が正確に測定された場合のことであって、野外の着葉状態では、葉長の方が明らかに測定誤差が少なく葉面積の推定値の誤差も少ない。したがって、野外における個葉面積の測定には葉長を用いるのがよいと考えられる。

本章では回帰式を一次と二次共に示し、いずれも相関が高かった。しかし、第14、15図からわかるように、葉長×葉幅から推定する場合には一次式がよく、葉長あるいは葉幅から推定する場合は二次式を用いるのが妥当であろう。

着葉位置や品種あるいは作型と個葉面積などについての報告はみられないが、第2節で明らかにしたように、これらの間にはかなりの違いがある。葉の大きさの変動係数では第5葉は小さいので供試葉数は少なくてもよいが、元葉や先端葉及び副梢第1葉などは変動が大きいため、やや多目に測定する必要がある。また、葉長や葉幅と葉面積との関係を見ると、着葉位置や品種、作型などで回帰係数や回帰定数かなり異なったが、これは葉の形の違いによるように思われる。したがって、個葉の面積を葉長や葉幅から推定する場合には、それらのことを考慮に入れて作った回帰式を用いるべきであろう。

川島・平野¹⁴⁾によれば、イネのLAIは、1茎平均の葉面積から株当たりの葉面積を計算し、1㎡当たりの株数を乗じて計算するという。平棚栽培のブドウのLAIは単位棚面積(正確にはその水平値)当たりの葉面積であるから、棚面における一定の枠面積内の葉を総て採葉してその面積を測定すればよい。また、採葉しないで測定するには、枠内の総葉数を数え、1葉の平均面積を乗じて計算すればよいことになる。しかし、実際はブドウ棚面にむらがあり、狭い面積での測定は誤差が大きくなる恐れがある。広い面積の葉数を調査しようとするれば時間がかかるのみならず、葉が重なっているため数えにくい。そこで、新梢の密度と新梢の葉面積から計算する方法が考えられる。第3節で明らかにしたように新梢の葉面積はその長さで極めて高い相関があるから、ブドウ棚面に10㎡程度の枠を作り、その中から発生している新梢の数を数え、そ

の長さを測定する。ハウス栽培では柱で囲まれた範囲を測定してもよい。そして、1 圃から15～20本の新梢を採取し、その長さと葉面積との回帰式を作る。この式から測定した新梢ごとに葉面積を推定して枠内の葉面積を計算する。その値を枠の面積で除してLAIの推定値を算出する。新梢長と葉面積との高い相関関係は第3節4項で明らかにしたように、摘心や夏季せん定したものでも当てはまる。この方法は能率がよいので、本報告のLAIは主としてこの方法を用いて測定した。

次に、葉面積の季節変化について検討したい。第4、5節で明らかにしたように、個葉及び新梢の面積はS字状曲線を描いて拡大した。岡本⁸⁵⁾は、“マスカット・オブ・アレキサンドリア”の新梢の第1～3葉は、展葉10～14日で生長を終了し、果穂付近の葉は20～25日かかり、概して大きい葉は拡大期間が長いと報告している。本章の結果もこれと良く一致した。第1～3葉は観察によっても展葉後の拡大が速く、停止も早い。これらの葉の生長は貯蔵養分から自家栄養に切替わる時期に当たっているためかもしれない。

生育期間中における単位葉面積当たりの光合成能力が一定であれば、必要葉面積の確保が早いほど物質生産には好ましい。ブドウは蔓生の植物であり、果樹の中でも新梢は最も長くしかも遅くまで生長する性質がある。そのため、第4節に述べたように生育の状況によっては開花期に葉面積の拡大を終了する新梢もあれば、落葉期近くまで生長し続けるものもある。第II章で明らかにしたように、新梢の生長がおう盛なほど乾物生産力は増加するが、果実分配率は低下する。したがって、必要葉面積を早期に確保し果実生産を高めるためには新梢の密度を高め、しかも早期に新梢の生長が停止するような栽培管理が望ましい。

第7節 摘 要

野外において葉長及び葉幅からブドウの個葉面積を、そして新梢の長さからその葉面積をそれぞれ推定する方法について検討し、さらに個葉及び新梢の葉面積の

季節変化について調査した。

1. 個葉の面積は葉長、葉幅、葉長×葉幅のいずれとも高い相関があり、葉長、葉幅とは二次回帰式が、そして葉長×葉幅とは一次回帰式がよく当てはまった。また、着葉状態で野外の測定値から葉面積を推定する場合には、葉長から算出した方が誤差の変動は少なかった。
2. 個葉の形は品種、作型及び着葉位置によって著しく異なり、葉長、葉幅との回帰式における回帰係数や回帰定数にかなり差がみられた。このことから、個葉面積を推定するための回帰式は、品種、作型及び着葉位置などを考慮に入れて作成するのがよいと考えられた。
3. 新梢の長さとその葉面積との間には高い相関関係がみられ、本葉面積との間には一次式が、副梢を含めた総葉面積との間には二次式がよく当てはまった。また、新梢上の節位までの長さとそのまでの葉面積との間にも高い相関がみられたことから、新梢の葉面積は摘心や夏季せん定の有無にかかわらず、その長さから推定できると考えられた。ただし、その場合も品種や作型によって回帰係数や回帰定数にはかなりの差があるので、個葉の場合と同様な配慮が必要である。
4. 個葉の面積はS字状曲線を描いて拡大し、“巨峰”の第6葉は展葉後約30日で拡大を終了した。また、新梢の基部の葉ほど面積の増加は早く終了した。葉が展葉してから、生長を終了するまでの期間は基部1～2葉が2週間程度、6～7葉が約1か月、そして9葉より先の葉は2週間～20日であった。
5. 新梢の葉面積は新梢長や葉数より、やや遅れて増加した。短い新梢ほど葉面積の拡大が終了するのは早く、“巨峰”の長い新梢の葉面積は収穫後まで増加した。

以上のことから、圃の葉面積を早く確保するには、初期生長はおう盛であるにもかかわらず、早期に伸長を停止する新梢の密度を高めるような栽培方法が必要であると考えられた。

第IV章 物質生産の季節変化

第II章ではブドウ樹の単位土地面積当たり年間の乾物生産力は、基本的には単位土地面積当たりの葉の量、すなわち累積葉面積指数(LAI)に規定されていることについて述べたが、LAIは時間の経過に伴って変化している。第III章では、ブドウの物質生産の工場とも言うべき葉の増加について、主としてその面積を対象として検討し、通常、個葉や新梢の葉面積はS字状曲線を描いて増加し、伸長を早期に停止する新梢ほど葉面積の拡大は速いことを明らかにした。

ブドウは永年生であるから、初期の生長は樹体内の貯蔵養分を消費しながら行われ、養分転換期を経て新しい葉による拡大再生産が行われて、再び樹体内に貯蔵養分を蓄積し1年の生育を終了するとされている。果樹の物質生産がどのような過程で行われているかについては、ブドウ^{24, 25)}、ナシ¹¹⁾、カキ⁷⁹⁾、ミカン^{34, 62, 63, 105, 106)}などで報告がある。しかし、清水ら^{105, 106)}の温州ミカンに関するものを除き、樹体を掘りあげた調査は見当たらない。著者^{120, 121)}は、鉢栽培の“巨峰”と栽培圃のジベレリン処理無核“デラウェア”について、簡単な報告を行ったが、本章では、それらを含めブドウの養分転換期や物質生産の季節変化などについて検討する。

第1節 新梢における物質生産の季節変化

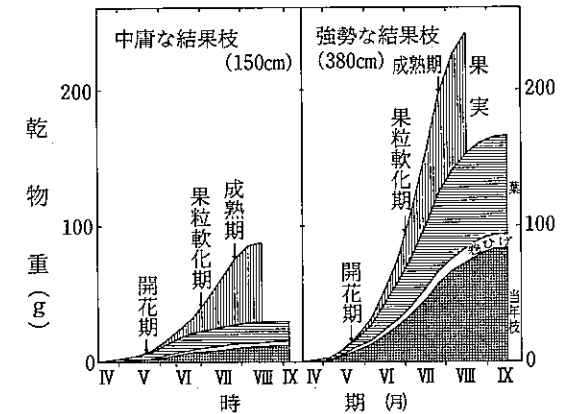
1. 試験方法

第III章、第5節、1、実験1、に用いた結果枝を葉、当年枝、果実、巻きひげに分類し、乾燥してその重さを測定した。

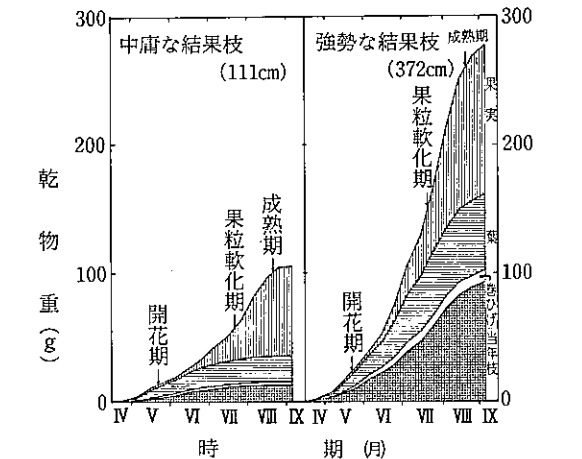
2. 試験結果

第38図は“デラウェア”、第39図は“巨峰”の新梢における器官別乾物重の季節変化を表したものである。両品種のいずれの結果枝とも、総ての器官の乾物重はS字状曲線を描いて増加した。器官別にみると、生育初期は葉の乾物重の増加が顕著であり、次いで、当年枝の増加が続いた。果実乾物重は果粒肥大第1期以後に増加が急となるが、特に果粒軟化期以後の増加が著しかった。収穫期以後では当年枝のみ増加がみられ、その傾向は強勢な枝で顕著であった。

結果枝乾物重全体に占める果実の比率は中庸な結果枝では65%以上と極めて高かったが、強勢な結果枝では40%前後と低かった。特に、生育後期における器官



第38図 雨よけ栽培“デラウェア”の結果枝における器官別乾物重の季節変化 (1982)



第39図 雨よけ栽培“巨峰”の結果枝における器官別乾物重の季節変化 (1982)

別の乾物重の変化をみると、中庸枝では果実と競合するものはないが、強勢枝では当年枝が強く競合しているように思われる。

第2節 幼木“巨峰”の養分転換期

1. 試験方法

供試樹は直径30cmの素焼鉢で1年間育成した2年生の“巨峰”(自根)であり、1980年4月15日より7月4日にかけて実験を行った。供試樹は側壁を解放したガラス室内で栽培し、発芽期(4月15日)、5葉期(5月

8日), 開花前期(5月26日), 開花後期(5月31日), 結実期(6月20日), 果粒肥大期(7月4日)の6回に分けて, 5鉢ずつ掘りあげ第II章の方法に準じて解体調査した。除芽は5月1日と7日の2回行い, 2新梢に制限し, かいた芽は乾物重に加えた。

個体をそろえるため, 実験前に次のような処置を取った。供試樹の結果母枝の長さ(l)及び第5節間の長径(a)と短径(b)を測定し, 体積(V)を次式から計算した。

$$V = l \pi ((a + b) / 4)^2$$

そして, 各区の体積の合計値がほぼ等しくなるように組み合わせた。結果母枝は5芽でせん定した。純同化率(NAR)は, その期間の純生産を積算葉面積で除して求めた。積算葉面積は発芽から調査日までの経過日数をXとし, 調査時の葉面積をYとして求めた回帰式を用い, 期間ごとに積分した。

2. 試験結果

第14表には器官別乾物率の季節変化を示した。果実

第14表 無加温鉢栽培2年生“巨峰”における器官別乾物率の季節変化(1980)

時 期	果実	葉	当年枝	旧枝	根
発 芽 前	日/月 15/IV	% 0.0	% 0.0	% 0.0	% 46.5
5 葉 期	8/V	8.4	16.9	9.2	41.2
開 花 前 期	26/V	13.8	14.3	11.5	37.2
開 花 後 期	31/V	9.6	14.6	12.2	36.2
結 実 期	20/VI	6.3	18.3	17.2	35.9
果粒肥大期	4/VII	6.3	19.1	20.8	37.0

第15表 無加温鉢栽培2年生“巨峰”における1樹当たりの器官別乾物重, 乾物増加量, 積算葉面積およびNARの季節変化

時 期	日/月	乾 物 重					乾 物 増加量	積 算 葉面積	NAR
		果実	葉	当年枝	旧枝	根			
発 芽 前	15/IV	g 0.00	g 0.00	g 0.00	g 28.02	g 69.18	g 97.20	g —13.77	g/m ² /day —21.06
5 葉 期	8/V	0.06	2.09	1.99	26.66	52.63	83.43	23.73	4.92
開 花 前 期	26/V	0.95	14.09	13.44	25.64	53.04	107.16	7.14	3.78
開 花 後 期	31/V	0.51	18.39	17.56	29.30	48.54	114.30	48.94	3.16
結 実 期	20/VI	0.88	46.79	34.32	28.13	53.12	163.24	46.85	2.58
果粒肥大期	4/VII	4.76	59.36	48.90	32.35	65.07	210.09		

は開花前期に上昇したもののその後急激に低下した。葉は五葉期から開花期にやや低下したものの, それ以後は生育が進むにつれて高まった。これら新生器官に対し, 旧枝と根は発芽前が最も高く発芽後生育が進むにつれて低下し, 結実期に最低となり果粒肥大期にはやや高くなった。

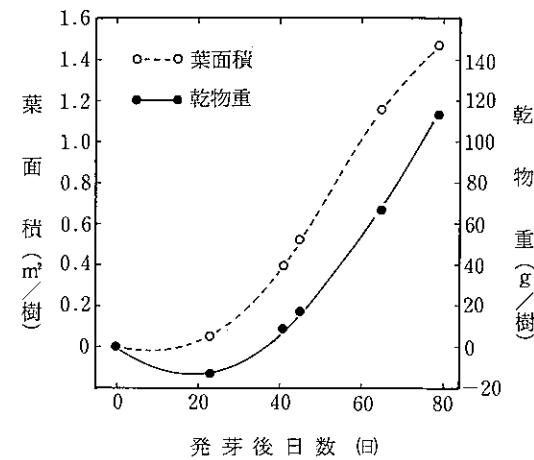
第15表は1樹当たりの器官別乾物重と乾物増加量及び積算葉面積とNARの季節変化を示したものである。果実, 葉, 当年枝の新生器官はいずれも生育が進むにつれて増加した。本調査の期間内では葉の増加が最も多く, 次いで当年枝であり, 果実は最も少なかった。これに対し, 旧枝と根は生育が進むにつれて減少し, 旧枝は5月26日に, 根は5月31日に最低となり, その後増加に転じた。新生器官の増加と旧枝及び根の減少を含めて, 1樹当たりの乾物増加量を計算すると, 5葉期には13.77gのマイナスであったが, その後は増加した。

調査期間ごとのNARは発芽後から5月8日にかけてはマイナスであったが, 5月8日から26日にかけては4.92g/m²/dayと最も高く, 生育が進むにつれて低下し, 6月20日から7月4日にかけては2.58g/m²/dayであった。

第40図は1樹当たりの葉面積と乾物量から2次回帰式を計算し, それに基づいて曲線を描いたものである。この曲線からは1樹当たりの乾物重が最低となったのは, 発芽後約20日ごろであった。

以上の結果, 本実験に用いた鉢栽培

の2年生“巨峰”の物質生産収支からみた養分転換期は展葉5枚期ごろであると推定された。



第40図 無加温鉢栽培2年生“巨峰”の1樹当たり葉面積と乾物重の季節変化(1980)

第3節 若木“巨峰”における物質生産の季節変化

1. 試験方法

供試樹はドラム缶半切鉢育成の3年生“巨峰”(自根)であり32本を用いた。露地状態で栽培し, 一般の管理は慣行に従って行った。

幹には棚下50cmの位置に白ペンキで印をつけ, 10日前後の間隔で幹周を測定した。1回に4樹ずつ7回にわたって掘りあげて調査した。掘りあげ時期は, 1979年1月15日(発芽前), 5月17日(8葉期), 6月8日(開花期), 6月28日(果粒肥大第1期), 7月23日(果粒軟化期), 8月27日(成熟期), 10月22日(落葉期)であった。

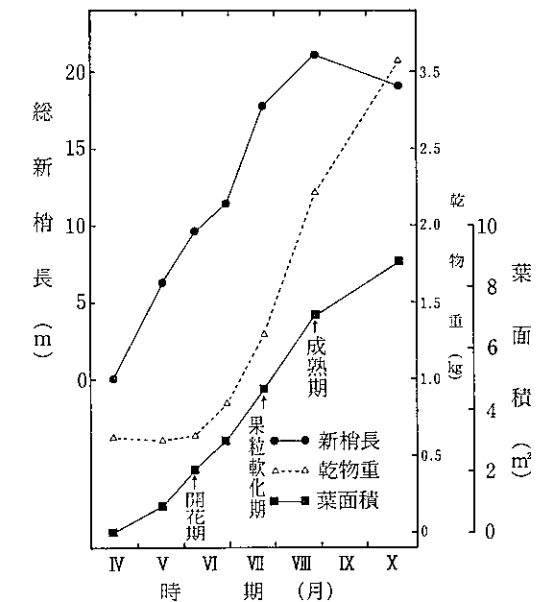
生育途中でかいた芽や摘み取った花穂, 果実あるいは落葉などは拾って乾物重に加えた。旧枝, 旧根の乾物率は新旧の節部と木部に分けて測定した。また, 根はドラム缶半切鉢から抜き取り, 水洗して採取した。成熟期以後に掘り取った区の果実は, 8月27日に総て収穫して調査した。糖度は屈折糖度計で測定し, その示度で表し, 遊離酸は0.1規定のNaOHで滴定し, 果汁100g中の酒石酸g数に換算して示した。果色は農林水産省果樹試験場基準カラーチャートの値で表した。その他の調査は第II章に準じて行った。

生育期ごとのNARはその生育期間の乾物増加重を

積算葉面積で除して計算した。積算葉面積は調査時期ごとの葉面積の平均値に, その期間の日数を乗じて算出した。

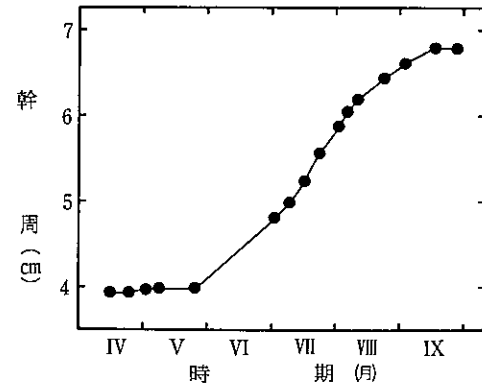
2. 試験結果

第41図は1樹当たりの総新梢長と葉面積及び乾物重の季節変化を表したものである。ただし, 図に示した発芽前は実際の掘り取り日ではなく, 発芽直前の4月15日として表した。それは, 休眠期の生育には変化がほとんどないと考えられ, 生育の変化を表すのには, この方法がよいと考えたからである。以下, 第43・44図, 18表は同様に表わした。総新梢長及び葉面積はS字状曲線に似た季節変化を示した。総新梢長が10月22日に減少しているのは個体の誤差である。乾物重は開花期まではほとんど増加せず, 果粒肥大第1期から増加が明らかとなり, 果粒軟化期から成熟期に至る期間の増加が最も著しく, その後やや緩やかになったものの, 引き続き増加した。



第41図 露地鉢栽培3年生“巨峰”の1樹当たりにおける総新梢長, 葉面積及び乾物重の季節変化(1979)

第42図は幹周の変化について示したものである。5月下旬まではほとんど肥大がみられなかったが, 6月以降急速に肥大し9月中旬に停止した。最も肥大が著しかったのは7月上旬から8月上旬の期間であった。以上のように, 総新梢長と葉面積が先行して増加し,



第42図 露地鉢栽培3年生“巨峰”における幹周の季節変化 (1979)

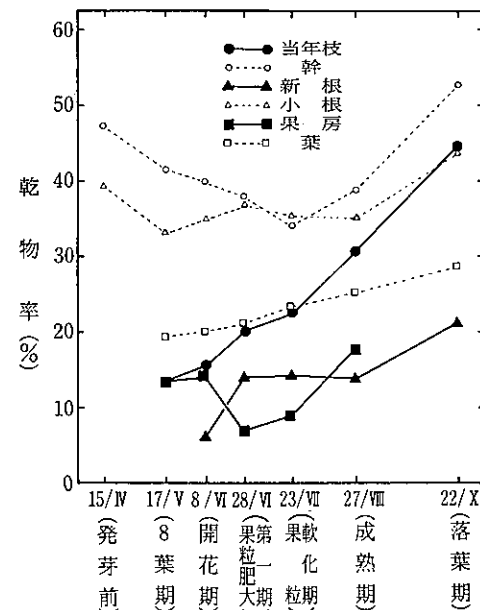
幹周と乾物重は約1か月半程遅れて増加した。

第16表は8月27日以降掘り取った供試樹の果実品質について示したものである。1粒重は9g台でやや軽かったものの、果色や糖度、遊離酸などに問題はなく通常の品質であった。

第43図には器官別乾物率の季節変化について示した。葉と当年枝は程度に差はあるものの、生育が進むにつれて乾物率は高くなった。果実は開花期以後低下し、

6月28日に最低となり、その後成熟期まで上昇した。新根は開花期からみられたが、このときの乾物率が最も低く、開花20日後からしばらく横ばいで、落葉期が最も高かった。幹は生育が進むにつれて低下し、果粒軟化期に最低となり、それ以後上昇して落葉期には休眠期の乾物率までに回復した。小根は幹と同様に生育が始まると低下し、休眠期には元の乾物率に回復したが、開花期から成熟期までは横ばい状態が続いた。

第17表は成熟期以後に掘り取った供試樹の結果母枝、幹及び小根の新旧の師部と木部の乾物率である。いずれの器官、組織とも生育が進むにつれて乾物率は上昇している。落葉期の乾物率は旧師部を除けば組織間の差が小さくなった。結果母枝と幹における師部の乾物率が落葉期に異常に高いのは、この部分の寿命が来て枯死したからである。逆に落葉期における小根の旧師部の乾物率が異常に低くなったのは、同じくこの部分が枯死し腐敗し始めたからであろう



第43図 露地鉢栽培3年生“巨峰”における器官物乾物率の季節変化 (1979)

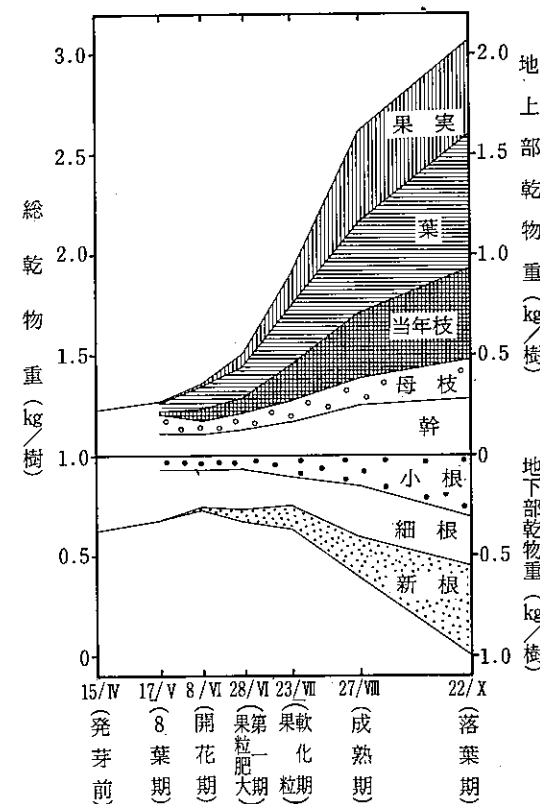
第16表 露地鉢栽培3年生“巨峰”における8月27日以後に掘り取った供試樹の果実品質 (1979)

掘り取り 予定日	房重	1粒重	果色 ²	屈折計 示度	遊離酸
日/月	g	g		%	g/ml
成熟期 27/VIII	233.3	9.01	9.0	17.5	0.59
落葉期 22/X	244.8	9.05	9.8	17.4	0.64
平均	239.1	9.03	9.4	17.5	0.62

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第17表 露地鉢栽培3年生“巨峰”の旧枝、旧根における新旧組織別乾物率の季節変化 (1979)

区分	掘り取り 日	旧師部	新師部	新木部	旧木部
	日/月	%	%	%	%
母枝	成熟期 27/VIII	49.9	30.1	45.3	43.8
	落葉期 22/X	73.1	49.0	55.0	49.5
幹	成熟期 27/VIII	34.9	27.2	41.8	46.5
	落葉期 22/X	56.6	49.8	56.0	53.8
小根	成熟期 27/VIII	27.4	27.8	43.4	49.5
	落葉期 22/X	32.6	47.6	53.0	54.0



第44図 露地鉢栽培3年生“巨峰”の1樹当たりにおける器官別乾物重の季節変化 (1979)

(カラー図版4)。

第44図は器官別の乾物重の季節変化について示したものである。新生器官の乾物重は発芽後生育が進むにつれて増加し、果実を除けば落葉期まで増加が続き、増加の模様はS字曲線状であった。一方旧器官の乾物重は発芽後減少し、開花期を最低に増加に転じ落葉期まで増加したが、発芽前の乾物重に回復したのは果粒軟化期であった。乾物重の増加が大きかった時期は、果実が果粒軟化期から成熟期まで、葉は8葉期から開花期まで、当年枝は8葉期から成熟期まで、新根は開花20日後から果粒軟化期までと成熟期から落葉期まで、旧枝は果粒軟化期から成熟期まで、旧根は成熟期以後であった。

第18表は各生育期間ごとにおける1樹当たりの乾物増加量、積算葉面積及びNARである。1樹当たりの

乾物増加量は休眠期から8葉期にかけては12g減少したが、開花期には増加に転じ、それ以後落葉期まで増加した。NARは休眠期から8葉期まではマイナスであったが、8葉期から開花期までは0.94 g/m²/dayとプラスになったものの、その値は低かった。開花期から成熟期までは4 g/m²/day以上となり成熟期以後は2 g/m²/day以下に低下した。NARが最も大きかったのは開花20日後から成熟期にかけてであり、約4.5 g/m²/dayであった。

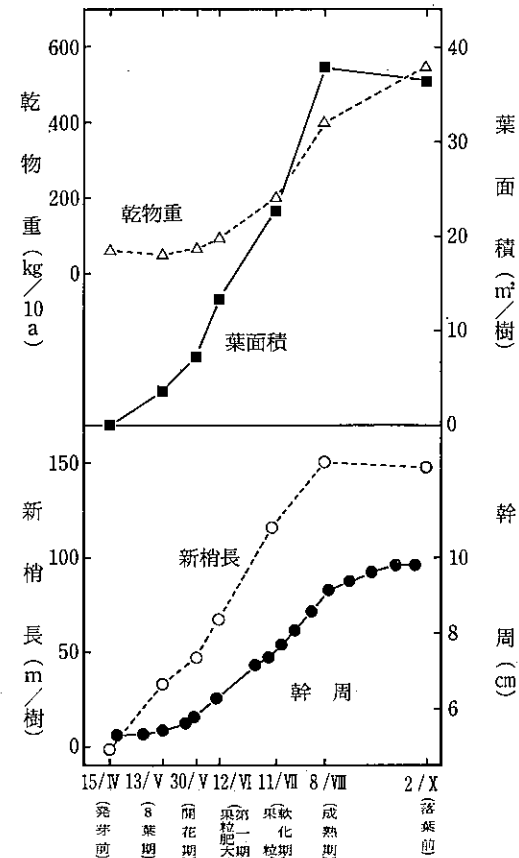
第4節 若木“デラウェア”における物質生産の季節変化

1. 試験方法

供試園は第III章、第1節と同じであり、供試樹は3年生の“デラウェア”(“テレキ5C”または“グローアル”台)で、32本を用いた。1978年12月26日のせん定前に、供試樹の結果母枝の長さや芽数を総て測定した。そして、1区当たりの供試樹数を4本として、結果母枝の総長が出来るだけ同じになるように区を設定した。掘りあげ時期は、1979年2月7日(発芽前)、5月13日(8葉期)、5月30日(開花期)、6月12日(ジベレリン後処理期)、7月11日(果粒軟化期)、8月8日(成熟期)、10月2日(落葉期)、1980年1月10日(休眠期)の8回であった。幹には樹下1mの位置に白ペンキでしるしをつけ、10日前後の間隔で幹周を測定した。樹冠占有面積は発芽前の樹形の投影図を作成しておき、掘り取り時の平均新梢長をもとに計算した。成熟期以後の掘り取り予定区は、8月8日に総ての果実を収穫して調査した。糖度は屈折糖度計で測定しその示度で表し、遊離酸は0.1規定のNaOHで滴定し、果汁100ml中の酒石酸g数で表した。果色は農林水産省果樹試験場基準カラーチャートの値で表した。その他掘り取り調査などは第II章に準じて行った。

第18表 露地鉢栽培3年生“巨峰”の1樹当たりにおける各生育期間ごとの乾物増加量、積算葉面積およびNAR (1979)

生育期	期間	乾物増加量	積算葉面積	NAR
	日/月	g	m ²	g/m ² /day
休眠期-8葉期	15/IV-17/V	-12.0	13.4	-0.90
8葉期-開花期	17/V-8/VI	30.2	32.0	0.94
開花期-開花20日後	8/VI-28/VI	206.0	50.5	4.08
開花20日後-果粒軟化期	28/VI-23/VII	445.1	98.0	4.54
果粒軟化期-成熟期	23/VII-27/VIII	934.0	208.8	4.47
成熟期-落葉期直前	27/VIII-22/X	849.1	445.5	1.91



第45図 露地栽培3年生“デラウェア”における幹周、1樹当たりの総新梢長、葉面積及び10a当たりの乾物重の季節変化 (1979)

生育期ごとのNARはその生育期間の乾物増加量を積算葉面積で除して計算した。

2. 試験結果

第45図は幹周、1樹当たりの総新梢長と葉面積及び10a当たりの乾物重の季節変化を表したものである。

ただし、発芽前の期日は

第3節と同様4月15日として示した。幹周は5月下旬まではほとんど増加しなかったが、6月以後急速に増加し9月下旬に停止した。増加が最も著しかったのは7月上旬から8月上旬の期間で前節の“巨峰”と同様な傾向であった。総新梢長は発

芽から成熟期まで急激に増加した。葉面積の増加は生育初期には緩やかであったが、開花期から成熟期までの増加は著しかった。乾物重は開花期まではほとんど増加せず、ジベレリン後処理から著しく増加し始め、落葉期まで続いたが、増加が最も著しかったのは果粒軟化期から成熟期までであった。

以上、第3節の“巨峰”と同様に、総新梢長と葉面積が先行して増加し、幹周と乾物重は約1か月半程遅れて増加した。

第19表は8月8日以後掘り取った供試樹の果実品質である。1果房重は約100gでやや小さかったが、1粒重は約1.4g、果色6、屈折計示度約21度、遊離酸約0.7g/100mlであり、“デラウェア”の果実品質として特に問題はなく通常の品質であった。

第46図には器官別乾物率の季節変化について示した。葉と当年枝は程度に差はあるものの、生育が進むにつれて乾物率は高くなった。果実は開花期以後低下し、果粒軟化期に最低となり、その後成熟期には上昇した。新根は8葉期から成熟期まではほぼ横ばいが続き、休眠期にかけて上昇した。幹と小根は発育が進むにつれて低下し、果粒軟化期または成熟期に最低となり、それ以後上昇して休眠期には実験前の乾物率にほぼ回復した。

第20表は果粒軟化期以後に掘り取った供試樹の結果母枝、幹及び中根の新旧の師部と木部の乾物率を示したものである。中根の旧師部を除けば、いずれの器官、組織とも生育が進むにつれて乾物率は高くなり、休眠期には旧師部を除いた組織間における乾物率の差は少なくなった。結果母枝と幹の旧師部の乾物率が落葉期以後異常に高く、逆に、落葉期における小根の旧師部の乾物率が異常に低いのは前節の“巨峰”と同じく、この部分が枯死し乾燥または腐敗し始めたからである。

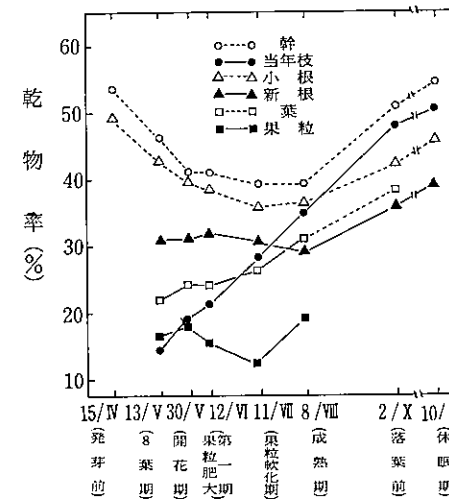
第21表は1樹当たりの純生産とその器官別分配率に

第19表 露地栽培3年生“デラウェア”における収穫期以後に掘り取った供試樹の果実品質 (1979)

掘り取り日	房数	房長	1房重	1粒重	果色 ²	屈折計示度	遊離酸
日/月		cm	g	g		%	g/ml
成熟期 8/VIII	143.4	12.0	105.1	1.49	5.8	20.4	0.68
落葉期 2/X	161.5	11.3	91.5	1.43	5.9	20.6	0.84
休眠期 10/I	123.3	12.2	99.6	1.19	6.4	21.2	0.62
平均	142.7	11.8	98.7	1.37	6.0	20.7	0.71

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

ついて生育期別に示したものである。1樹当たりの純生産は休眠期から8葉期までは減少したが、それ以後



第46図 露地栽培3年生“デラウェア”における器官別乾物率の季節変化 (1979)

第20表 露地栽培3年生“デラウェア”の旧枝、旧根における新旧組織別乾物率の変化 (1979)

器官	掘り取り時期	旧師部	新師部	新木部	旧木部
	日/月	%	%	%	%
結果母枝	果粒軟化期 11/VII	27.2	—	38.5	50.5
	成熟期 8/VIII	32.6	29.9	47.5	51.5
	落葉期 2/X	70.5	50.3	54.2	53.5
	休眠期 10/I	80.0	54.0	54.1	52.9
幹	果粒軟化期 11/VII	—	—	—	—
	成熟期 8/VIII	32.2	26.6	39.5	50.6
	落葉期 2/X	56.3	48.1	52.4	53.3
	休眠期 10/I	71.6	53.6	55.5	55.7
中根	果粒軟化期 11/VII	36.0	25.1	37.9	50.9
	成熟期 8/VIII	37.8	27.1	37.1	50.6
	落葉期 2/X	35.6	43.5	49.1	50.5
	休眠期 10/I	38.7	49.9	51.3	50.8

第21表 露地栽培3年生“デラウェア”における純生産と器官別分配率の季節変化 (1979)

生育期	期間	1樹当たり純生産	器官別分配率	果実	葉	当年枝	旧枝	旧根	新根
	日/月	g/本	%	%	%	%	%	%	%
休眠期—8葉期	7/II—13/V	-77.9	-38.4	-183.7	-114.9	95.2	354.9	-13.1	
8葉期—開花期	13/V—30/V	234.0	19.1	76.8	31.7	-40.0	-26.1	38.5	
開花期—GA後処理期	30/V—12/VI	793.8	6.4	35.3	27.3	13.0	10.9	7.1	
GA後処理期—果粒軟化期	12/VI—11/VII	2,356.2	43.2	26.4	16.2	10.3	3.5	0.4	
果粒軟化期—成熟期	11/VII—8/VIII	4,441.2	35.3	27.1	15.5	10.5	8.9	2.7	
成熟期—落葉直前	8/VIII—2/X	3,665.6	0.0	24.6	11.3	8.7	32.3	23.1	
全期間		11,412.9	23.7	29.2	16.3	8.5	12.4	9.9	

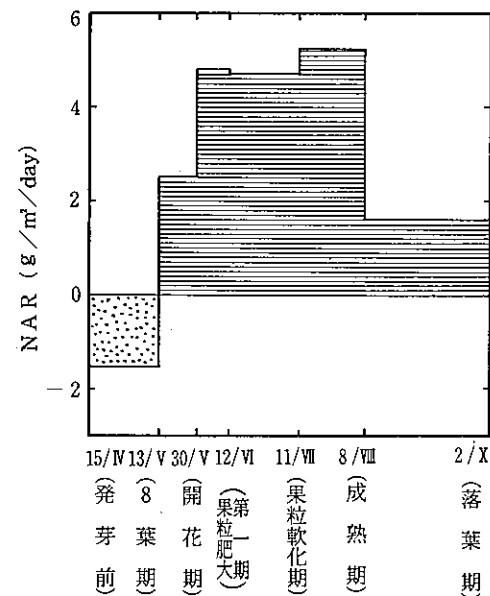
は落葉期まで増加した。また、増加の割合を期間ごとにみると、年間純生産の40%近くは果粒軟化期から成熟期までに生産され、次いで成熟期から落葉期までであり、ジベレリン後処理期から果粒軟化期、開花期からジベレリン後処理期、8葉期から開花期の順であった。

器官別の分配率は休眠期から8葉期の間では旧器官がプラス、新器官がマイナスとなっているが、このように新器官の分配率がマイナスになったのは、この期間の純生産がマイナスのためであり純生産に分配率を乗ずればプラスとなる。8葉期から開花期にかけては葉に最も多く分配され、次いで新根や当年枝であり、旧器官は依然としてマイナスであった。開花期からジベレリン後処理期の間でも葉に最も多く分配され、次いで、当年枝であった。ジベレリン後処理期から果粒軟化期の間では果実に最も多く分配され、次いで、葉であり当年枝、旧枝と続き、果粒軟化期から成熟期でも同様であった。成熟期から落葉期の間では旧根に最も多く分配され、葉、新根がこれに続いた。1年間

では葉に約30%が分配され、次いで、果実が23.7%であり、当年枝、旧根、新根、旧枝の順であった。

第47図は掘り取り時期別のNARである。休眠期から8葉期まではマイナスであり、その後プラスに転じたが、開花期から成熟期の間が5g/m²/day前後と最も高かった。生育期間ごとのNARは、前節の“巨峰”の場合とは多少異なったが、1年間の増減の推移はよく似ていた。

すなわち、NARは休眠期から8葉期の間はマイナスであるが、8葉期からプラスに転じ、開花期から成熟



第47図 露地栽培3年生“デラウェア”におけるNARの季節変化(1979)

期にかけて最も高くなり、落葉期にかけて低下した。

第5節 考 察

結果枝の乾物重は長い、短いを問わずS字状曲線を描いて増加したが、新居⁷⁹⁾は、カキで同様な傾向を認めている。本調査の場合、150cm以下で生長を停止した結果枝に比べ、約400cmの結果枝は果実乾物重の比率が低く、反対に当年枝の比率が高かった。このことは、第II章で明らかにしたように、果実分配率は新梢の長さに反比例することと一致する。また、同じく第II章で述べたように、結果枝の乾物重(果実、葉、当年枝乾物重)は年間純生産の約70%に相当するから、結果枝を適度な長さで止めることは果実生産力を高める上で極めて有効な手段になると考えられる。

林・脇坂¹¹⁾は枝梢内のデンプン含量の消長から、二十世紀ナシの養分転換期を例年で5月上旬ころであるとしているが、養分転換期を樹全体の物質生産の収支から判断するのも一つの方法であろう。

島地¹⁰³⁾によれば、茎や根の二次木部は、機械的支持、養水分通導及び養分貯蔵の三つの機能をはたし、養分の貯蔵は柔細胞と呼ばれる生きた辺材部で行われるという。著者の観察によれば生きていた節にも養分は貯蔵される(カラー図版1~3)。ブドウのような永年生作物は、旧器官に貯蔵した養分を消費して新芽

や新根の生長を始める。ところが、貯蔵養分から新器官へ転形する時にエネルギーの損失があり、木村・戸塚⁴⁵⁾によれば、炭水化物からの転形率は0.5~0.6であろうという。生長開始後における樹体乾物重の減少は新しい器官、特に葉における物質生産の速度が転形によるエネルギーロスと基礎呼吸によるエネルギーの消費を上回った時に停まり、以後は増加に転ずる。このように樹体の乾物重がマイナスからプラスに転じた時を、物質生産収支からみた養分転換期と考えてよいかもしれない。

細井²⁵⁾は、“デラウェア”の休眠枝さしの実験において、さし木40日後に新芽の伸長を認め、60日後までさし穂全体の乾物重が減少したと報告している。さし木後60日は新芽の伸長開始後20日に当たり、第2節の幼木“巨峰”の結果と一致する。さらに、第3、4節の若木の“デラウェア”と“巨峰”の場合にも、8葉期には樹体の乾物重が減少していたことも合わせて考えると、ブドウの養分転換期は展葉5~6枚期ではないかと思われる。ところが、清水^{105, 106)}は、3年生“宮川早生温州”を時期を追って掘りあげて調査したところ、旧枝、旧根及び旧葉の乾物重は5月一杯減少し、新器官への貯蔵養分の供給が行われたとしているが、樹全体の乾物重が減少したとは報告していない。“温州”ミカンは常緑樹であるから樹体の乾物重が減少しないのかもしれない。

KADOYA³⁴⁾は、1年生“温州”ミカンに¹⁴Cを施用し、光合成産物の転流を調べ、夏枝はSinkとして多くの¹⁴Cが集積し、夏枝を除くと地下部への集積が増加したと報告している。また、久保田・本山^{62, 63)}は、3年生“温州”に¹⁴Cを処理してその動きを調べ、光合成産物は生長の最も盛な部分に多く分配されるとして、一般的には果実>葉>枝>根であり、転流を規制するものとして通導組織、距離などの物理性の強いものもあると報告している。本調査では、これらを肯定する結果が多かった。

清水¹⁰⁶⁾は、3年生“温州”ミカンの機能態炭水化物の季節変化を算出して、1年間の生育を3相に分類している。第1相は、萌芽(4月5日)から新梢停止期(5月3日)までで、貯蔵炭水化物が旧器官から新器官へ供給される時期、第2相は新梢停止期から生育停滞期(1月11日)までで、着果不着果樹ともに物質生産は著しく、炭水化物の蓄積は各器官で行われ、その量は全純生産の10~16%となった。第3相は生育停滞期から2月25日までで物質の生産はみられなかつ

た。本調査の結果から、ブドウの生育段階を分類するとすれば次のように考えられる。発芽から展葉5~6枚までは消費再生産の時期であり、旧器官から新器官へ貯蔵物質が分配され、主として葉の増加に利用される。次いで拡大再生産の時期に入り、旧器官を含め量的な生長は極めておう盛となるが、開花期前後の生長は一時停滞する。開花期から成熟期までが果実生長期であるが、結実が決定する開花後20日後ごろから成熟期に向けて果実に最も多くの物質が分配される。収穫後は量的な生長は衰え、総ての器官で乾物率が高くなるような質的な生長に転換し、貯蔵された物質が多くなるにつれて物質生産は衰え落葉期を迎える。本章の結果では若木のため果実生長期はもとより、収穫期後も量的な生長がみられたが、成木の場合には量的な生長は根を除いて収穫期前に停止する。

次にNARについて検討したい。菅ら¹⁰⁹⁾は11種の林木についてNARの推定を行っており、カンパ類は4.25~5.05 g/m²/dayであったとしている。また、SHAULIS⁹⁸⁾は、ブドウ“コンコード”のNARについて、7月5日~9月10日は4.4 g/m²/day、9月11日~10月12日は2.6 g/m²/dayであったと報告しているが、本調査の値はこれらと大きく異なっていない。これらの報告を考慮しつつ第2~4節の結果を総合すると、NARは幼葉の比率が高い生育初期で低く、成葉の比率が高くなると高くなるが、樹全体の生長がおう盛でしかも果実の生長の最も盛な果粒肥大第1期から成熟期にかけてが最も高くなり、収穫後は各器官の乾物率が高くなるにつれて低下すると考えられる。

武田・玖村¹²⁵⁾はイネにおいて、生育初期には速やかに葉面積を拡大させ、中期、後期には過繁茂をさけ、

さらには後期では単位葉面積当たりの同化能力を低下させぬ栽培法が、乾物生産を増大させる要諦であるとしているが、ブドウの栽培にもあてはまるように思う。

第6節 摘 要

ブドウの物質生産の過程を明らかにするため、1979年から1982年にかけて“デラウェア”と“巨峰”の結果枝及び樹を時期を追って採取あるいは掘り取って調査した。

- 150cm程度で生長が停止した結果枝は、400cm近く伸びた結果枝に比べ果実乾物重の比率が高く、当年枝乾物重の比率は低かった。
- 直径30cm素焼鉢育成の幼木“巨峰”樹の1樹当たりの乾物重は、発芽後20日の5葉展葉期に最低になったことから、このころが物質生産収支からみた養分転換期と考えられた。
- ドラム缶半切鉢育成の3年生“巨峰”及び圃場の3年生“デラウェア”では、発芽後新梢の生長が先行し、葉面積はやや遅れて拡大し、1樹当たりの乾物重増加や幹の肥大は約1か月半遅れて始まった。物質の分配では、発芽後旧器官から新器官へ物質が分配され、葉への分配が先行し次いで当年枝であり、果粒肥大第1期から成熟期にかけては果実に最も多く分配された。収穫後は根への分配が増加するとともに、総ての器官の乾物率を高めるよう分配された。
- NARは物質生産収支からみた養分転換期まではマイナスを示したが、その後プラスとなり開花期から成熟期では4~5.5 g/m²/dayと最も高く、収穫後は2 g/m²/day以下に低下した。

第V章 最適葉面積指数

我が国のブドウは主として平棚で栽培されているので、棚面の明暗により樹冠の混み具合を判別しやすい、また、ブドウ栽培が“甲州”という直光着色品種から出発したため、棚面の明るさは栽培技術の重要なポイントとされている。

植物の物質生産は主として葉で行われているから、物質生産の速度は葉面積と単位葉面積当たりの光合成速度に比例する。ところが、葉は太陽のエネルギーを効率良く受けるため、層を作って重なっているのが普通である。葉が重なれば単位葉面積当たりの受光量は減少し、その光合成速度も減少する。そのため、植物には単位土地面積当たりの物質生産効率を最高にする、最適な葉面積指数（LAI）があるとされ⁶⁹⁾、各種作物において検討されており^{132, 133)}、果樹においてもLAIを考慮した報告が行われるようになった^{3, 5, 16, 18, 33, 52, 58, 67, 68, 81, 88, 92, 98, 127, 131, 139)}。

ブドウのLAIについては、土屋¹³⁴⁾が長年の栽培経験に基づき、地面に投影された葉影の程度によって棚面の適度な明るさを品種ごとに示したが、LAIの調査は行っていない。小林⁵⁴⁾は葉で庇陰されたブドウの葉の同化量は、そうでない葉に比べて27%であったとしており、吉田¹⁴¹⁾は“デラウェア”のLAIの限界は2.3程度であるとしている。著者¹²²⁾は、1981年に平棚栽培の最適LAIは3程度であると提唱したが、その後この問題をめぐって若干の論議がされるようになった^{3, 16, 30, 50)}。本章では、庇陰された個葉と結果枝の光合成特性及び側枝や鉢樹のLAIと生産力との関係から最適LAIについて検討する。

第1節 個葉の光合成特性

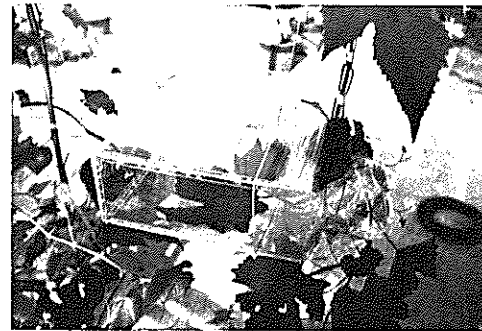
1. 試験方法

実験1 供試樹は露地で栽培した直径30cm素焼鉢育成の2年生自根“デラウェア”で、実験はガラス室内で行った。光合成量は着生個葉をアクリル樹脂製同化箱に入れ(第48図)、赤外線分析装置により通気法で測定した。同化箱の大きさは20×20×4cmであり、周囲に温度調節用の流水槽を設けた。通気量は毎分3ℓとし、温度は熱電対温度計で、日射量はネオ日射計で測定した。

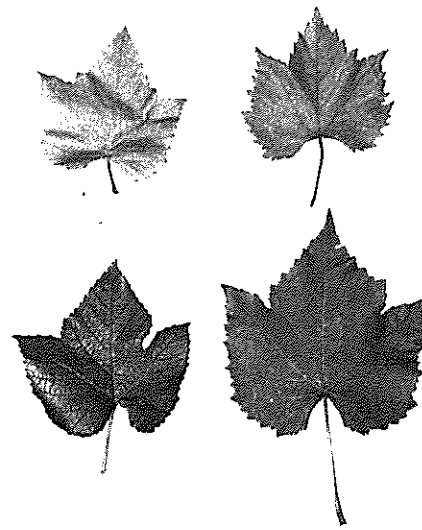
実験は1982年7月15日の晴天日及び16日の曇天日に行った。CO₂吸収量、温度、日射量は30分間隔で測定し

た。供試葉は36枚展葉時の16枚目であった。

実験2 供試樹はガラス室内において、陽葉の状態とLAIが約3のブドウ樹冠下において陰葉状態で栽培した、直径30cm素焼鉢育成の2年生自根“デラウェア”であった(第49図)。方法は実験1に準じたが、庇陰状態での光合成速度の測定は、同化箱の上を陽葉状態で栽培した“デラウェア”の葉で覆って行った(カラー図版5)。実験は1983年の5月13日(晴天)、5月14日(雨～曇天)、7月6日(雨～曇天)に行った。



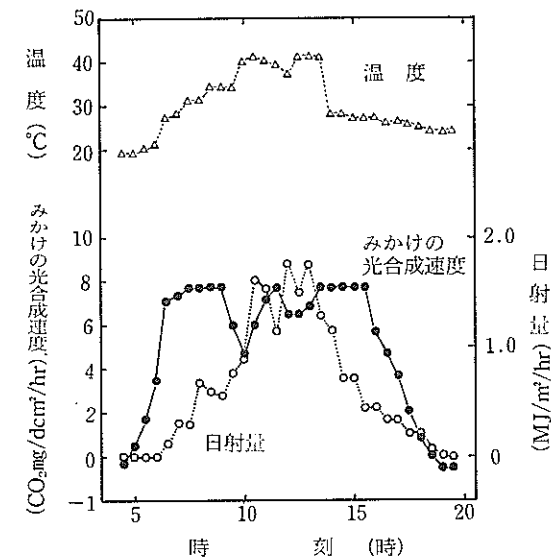
第48図 個葉の光合成速度の測定装置 (1982. 5. 11)



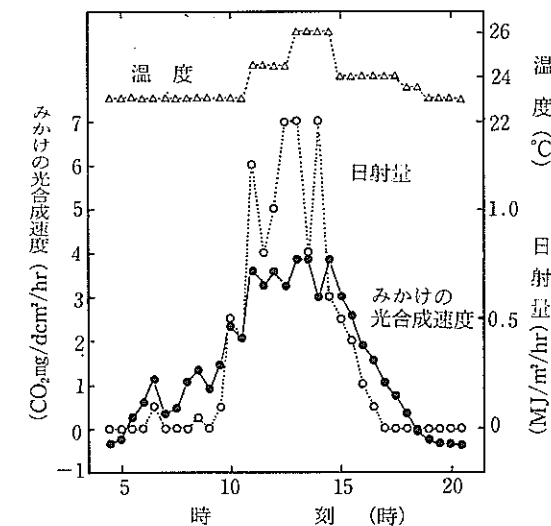
第49図 庇陰状態で光合成を測定するのに用いた“デラウェア”の陽葉(左)と陰葉(右) (1982. 7. 31)

2. 試験結果

実験1 第50図は晴天日における見掛けの光合成速度と気温及び日射量を示したものである。見掛けの光合成速度は日の出とともに急速に増加し、6時半にはほぼ飽和状態となり、9時半から13時にかけて増減を繰り返す、16時より減少し19時に0となった。日射量



第50図 晴天日における日射量、温度及び“デラウェア”個葉の見掛けの光合成速度の時間変化 (1982)



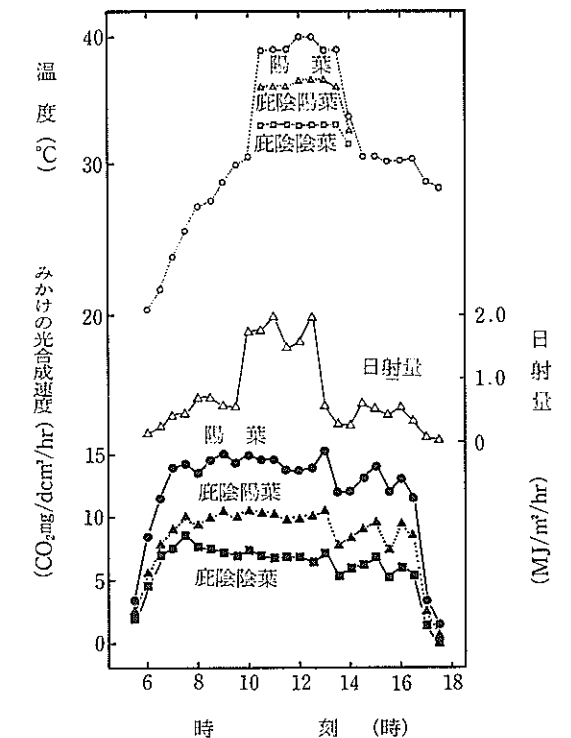
第51図 曇天日における日射量、温度及び“デラウェア”個葉の見掛けの光合成速度の時間変化 (1982)

との関係では0.4MJ/m²/hr程度で光飽和となったが、約1.0MJ/m²/hrを越えると光合成速度はむしろ減少した。しかし、日射量が1.0MJ/m²/hrを越えると気温が35度以上になっているところから、光合成速度の減少は温度に原因があるかもしれない。

第51図は曇天の日における見掛けの光合成速度と気温及び日射量を示したものである。光合成速度は日射量に比例して増減した。晴天日と比較すると全体で光合成速度が低く、最高でもCO₂ 4 mg/d cm²/hrであり晴天の8 mg/d cm²/hrより明らかに低かった。気温は23～26度の範囲であった。

実験2 第52図は陽葉及び庇陰された陽葉と陰葉の晴天日における光合成速度、日射量、気温について示したものである。光合成速度は実験1と似た傾向を示したが、光飽和状態における見掛けの光合成速度は陽葉が15 mg/d cm²/hrで最も高く、次いで庇陰陽葉で、庇陰陰葉は7 mg/d cm²/hrと陽葉の約半分であった。

第53図は晴天日と同様な実験を雨天～曇天日に繰り返した結果である。実験1と同様いずれも日射量に比



第52図 庇陰が晴天日における“デラウェア”陽葉、陰葉の見掛けの光合成速度に及ぼす影響 (1983)

例して見掛けの光合成速度は増加したが、各区の光合成速度の順序は晴天日の場合と同じであった。

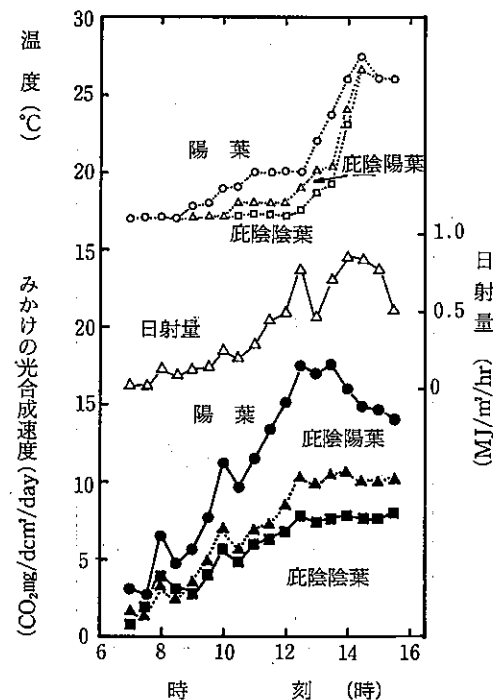
第54図は直射光下において陽葉と陰葉を11時から13時30分の間庇陰した場合における、見掛けの光合成速度と気温及び日射量について示したものである。庇陰することによって、日射量、気温とも一時的に低下したが、庇陰された陽葉の見掛けの光合成速度も同様に低下した。しかし、庇陰された陰葉の見掛けの光合成速度は低下しなかった。

第2節 庇陰下における結果枝の純同化率 (NAR)

1. 雨よけ栽培“デラウェア”における庇陰された結果枝のNAR

1) 試験方法

まず本節に共通した方法について述べる。結実が明らかになったころ、すなわち、“デラウェア”ではジベレリン後処理期直後、“巨峰”では開花後20日ごろに結果枝の基部を幅1.5cmにわたって環状はく皮し、対照区はブドウ棚上に誘引し庇陰区は棚下に誘引した。そし



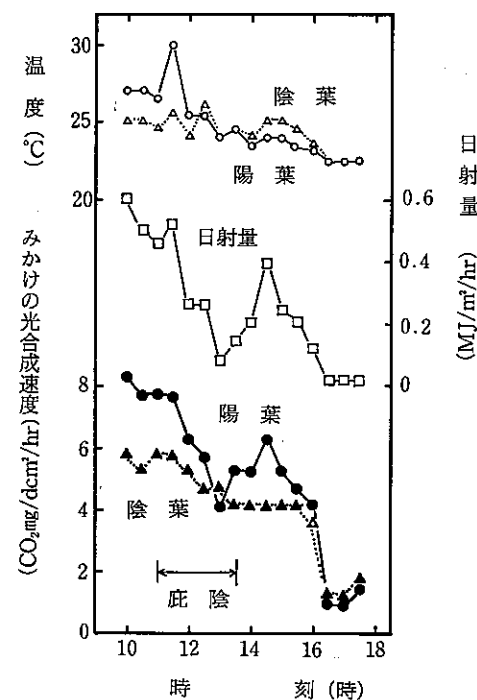
第53図 庇陰が曇雨天日における“デラウェア”陽葉、陰葉の見掛けの光合成速度に及ぼす影響 (1983)

て、成熟期にはく皮部より切り取り、新梢長、葉面積、器官別乾物重や乾物率及び果実の品質などを調査した。

純生産は成熟期の乾物重から、はく皮処理時の推定乾物重を差し引いて計算し、NARは純生産を実験期間の積算葉面積で除して算出した。積算葉面積ははく皮時と終了時の平均葉面積に実験期間の日数を乗じて算出した。はく皮処理時の葉面積や乾物重は、供試樹の結果枝の中から供試枝に類似した枝を15~20本採取し、その長さ、葉面積及び器官別の乾物重との回帰式を計算しておき、その式から推定した。この回帰式の相関係数や相関指数は第VI章で述べるように極めて高い有意性を示した。

供試樹のLAIはブドウ棚10m²の枠内における新梢の長さ、本数から計算した。新梢の長さとその葉面積との間には第III章、第3節で述べたように極めて高い有意な相関がある。

供試樹は島根県農業試験場の雨よけ栽培（フィルムを天井部分のみに被覆し、側面は解放状態で栽培する作型）の3年生“デラウェア”（8B台）5樹で、1979年6月25日に環状はく皮処理を行い、7月31日にはく



第54図 一時的な庇陰が“デラウェア”陽葉、陰葉の見掛けの光合成速度に及ぼす影響と温度、日射量の時間変化 (1983)

皮部より採取して解体調査した。供試結果枝数は各樹各5本ずつであった。

2) 試験結果

第22表は環状はく皮処理時の6月25日と実験終了時の7月31日における新梢長と葉面積及び果色、1粒重、粒乾物率及び1粒当たりの葉面積について示したものである。対照区の新梢長が実験終了時には、処理時より15%増加しているのに対し、庇陰区は逆に22%減少した。これは新梢先端部が枯死脱落したためである。1粒当たりの葉面積は対照区の8.42cm²に対し、庇陰区は10.41cm²と大きいにもかかわらず、果色、1粒重、粒乾物率ともに明らかに劣った。

第23表は1結果枝当たりの純生産と器官別の分配率、NAR及びLAIを示したものである。1結果枝当たりの純生産は対照区に比べて庇陰区は約6分の1と少なかったが、マイナスにはならなかった。器官別の分

配率では両区とも果実が最も高く、葉、当年枝の順であったが、庇陰区における果実分配率の高さと当年枝分配率の低さが目立った。庇陰区のNARは1.52 g/m²/dayで、対照区の約3分の1であった。なお庇陰樹のLAIは約2であった。

2. 無加温ハウス栽培“デラウェア”における庇陰された結果枝のNAR

1) 試験方法

供試樹は島根県農業試験場の無加温ハウス栽培の4年生“デラウェア”（8B台）3樹で、1980年の5月27日に環状はく皮処理を行い、7月23日と30日に切り取って解体調査した。供試結果枝数は各樹各区10本ずつであった。

2) 試験結果

第24表は処理開始時と終了時の結果枝長と葉面積及び果実の諸形質について示したものである。雨よけ裁

第22表 雨よけ栽培“デラウェア”における基部を環状はく皮した結果枝の庇陰が長さ、葉面積、果実の諸形質に及ぼす影響 (1979)

試験区	結果枝長		葉面積		果色*	1粒重	粒乾率	1粒当たり葉面積
	25/VI	31/VII	25/VI	31/VII				
対照区	106(100)	122(115)	1,210(100)	2,581(213)	6.2	1.47	18.1	8.42
庇陰区	94(100)	73(78)	919(100)	1,258(137)	1.4	0.92	10.9	10.41

* 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第23表 雨よけ栽培“デラウェア”における基部を環状なく皮した結果枝の庇陰が純生産および器官別分配率、NARにおよぼす影響と庇陰樹のLAI (1979)

試験区	分配率			純生産	NAR	庇陰樹のLAI
	果実	葉	当年枝			
対照区	71.3	18.3	10.4	59.22	4.75	
庇陰区	87.2	10.8	2.0	11.18	1.52	2.04

第24表 無加温ハウス栽培“デラウェア”における基部を環状はく皮した結果枝の庇陰が結果枝長と葉面積および果実の諸形質に及ぼす影響 (1980)

試験区	結果枝長		葉面積		果色*	1粒重	屈折示度	遊離酸	1粒当たり葉面積 [†]
	27/V	30/VII	27/V	30/VII					
対照区	107(100)	208(194)	1,329(100)	4,410(329)	5.6	1.76	18.1	0.79	10.60
庇陰区	97(100)	89(92)	1,165(100)	1,284(110)	2.0	1.15	12.3	0.85	7.13

* 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

[†] 1粒当たりの葉面積は5月27日と7月30日の平均葉面積を粒数で除して求めた。

培“デラウェア”と同様に、庇陰区の新梢長は減少し、葉面積はやや増加したものの、対照区に比較して増加率は著しく小さかった。

果実の品質については庇陰区は対照区に比較して果色が淡く、1粒重が軽く、屈折計示度が低く、遊離酸は高かった。

第25表は1結果枝当たりの純生産とその器官別分配率、NAR及び庇陰樹のLAIについて示したものである。LAIは本節1の雨よけ栽培“デラウェア”とほぼ同じであったが、1結果枝当たりの純生産とNARはやや高く、対照区が5.90 g/m²/day、庇陰区は1.86 g/m²/dayであった。分配率は庇陰区の葉と当年枝でマイナスとなり、果実で100%を越えたが、対照区ではそのようなことはなかった。

第55図は対照区の結果枝の長さとの関係及びNARの果実に相当する部分との関係について示したものである。結果枝の長さとの関係には全く相関が見られないが、結果枝の長さとの関係にはマイナスの相関がみら

れた。

このことから、結果枝が長くなればなるほど、単位葉面積当たりの果実生産能力は低下するものと考えられる。

3. 雨よけ栽培“巨峰”における庇陰された結果枝のNAR

1) 試験方法

供試樹は出雲市浜町中島清二郎氏の雨よけ栽培における6年生“巨峰”(8B台)1樹で、本章第4節の巨峰の実験と平行して行った。1978年6月1日にはく皮処理を行い、7月31日と8月3日にはく皮部より切り取って解体調査した。供試結果枝数は各区7本であった。

本実験のみ庇陰処理の方法は他と異なり、結果母枝先端より発生した2本の結果枝の一方を対照区、他方を庇陰区として枝を重ね、対応する葉を重ねてホッチキスで止めた。その他の方法は他の実験と同じである。

2) 試験結果

第26表は房長、1房重、1粒重、果色、屈折計示度、

第25表 無加温ハウス栽培“デラウェア”における基部を環状はく皮した結果枝の庇陰が純生産、器官別分配率、NARに及ぼす影響と庇陰樹のLAI (1980)

試験区	分配率			純生産	NAR	庇陰樹のLAI
	果実	葉	当年枝			
対照区	%	%	%	g/本	g/m ² /day	
対照区	61.5	20.9	17.6	96.30	5.90	
庇陰区	104.9	-2.3	-2.6	13.74	1.86	2.0

第26表 雨よけ栽培“巨峰”における基部を環状はく皮した結果枝の庇陰が果実の諸形質に及ぼす影響 (1978)

試験区	房長	1房重	1粒重	果色 ²	屈折計示度	遊離酸	1粒当たり葉面積
	cm	g	g		%	g/100ml	cm ² /粒
対照区	14.6	330.3	11.8	7.5	16.3	0.68	81.7
庇陰区	11.6	213.3	12.6	6.0	14.2	0.63	103.7

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第27表 雨よけ栽培“巨峰”における基部を環状はく皮した結果枝の庇陰が長さ、葉面積、純生産、分配率およびNARと器官別乾物率に及ぼす影響 (1978)

試験区	結果枝長	葉面積	分配率			純生産	NAR	乾物率		
			当年枝	葉	果実			当年枝	葉	果粒
	cm	cm ²	%	%	%	g/本	g/m ² /day	%	%	%
対照区	111.9	2,223	10.7	7.9	81.4	67.26	5.17	28.5	30.5	17.3
庇陰区	87.3	1,761	10.1	2.4	87.5	30.85	2.85	27.6	26.5	14.4

当年枝では差が少なかった。

NARは対照区が5.17 g/m²/dayで雨よけ栽培“デラウェア”より高く、無加温ハウス栽培“デラウェア”より低かった。庇陰区は2.85 g/m²/dayでこれまでの中では最も高かった。

4. 無加温ハウス栽培“巨峰”における庇陰された結果枝のNAR (1)

1) 試験方法

供試樹は島根県農業試験場の無加温ハウス栽培3年生“巨峰”(HF台)5本で、1979年6月25日にはく皮処理を行い、8月17日に採取して解体調査した。供試結果枝数は各樹各区とも5本ずつであった。

2) 試験結果

第28表には果色、1粒重、粒乾物率及び1粒当たりの葉面積、1結果枝当たりの純生産とその分配率及びNARとLAIについて示した。果色、1粒重、粒乾物率ともに庇陰区が対照区より劣り、1粒当たりの葉面積は対照区がやや大きかった(カラー図版6)。庇陰区は対照区に比較して、純生産は少なく、NARは小さく、果実分配率は高く、葉や当年枝分配率は低かった。庇陰樹のLAIは2を越えていたが、庇陰区のNARはこれまでの実験では雨よけ栽培“巨峰”に次いで高く2.67 g/m²/dayであった。

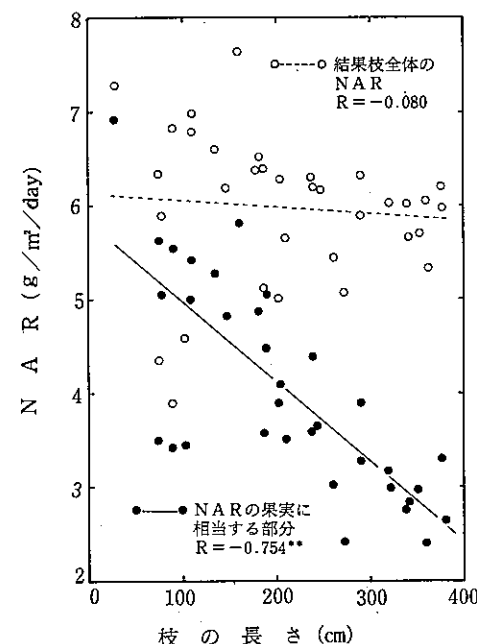
5. 無加温ハウス栽培“巨峰”における庇陰された結果枝のNAR (2)

1) 試験方法

供試樹は島根県農業試験場の無加温ハウス栽培の4年生“巨峰”(8B台)3樹で、1981年6月15日にはく皮処理を行い、8月31日に採取して解体調査した。供試結果枝数は各樹各区10本ずつであった。

2) 試験結果

第29表は1粒重、果色、屈折計示度、遊離酸含量、葉面積及び庇陰樹のLAIを示したものである。処理時の1粒当たりの葉面積は両区ほぼ同じであったが、



第55図 無加温ハウス栽培“デラウェア”の対照区における新梢の長さとの関係 (1980)

遊離酸および1粒当たりの葉面積について示したものである。実験1、2と同様に庇陰区は対照区に比べ、房長が短く、1房重が軽く、果色が淡く、屈折計示度が低かったが、1粒重は重く、遊離酸は低かった。これは他の実験より庇陰区の葉の庇陰の程度が少なかったためではないかと思われる。

第27表は新梢長、葉面積、1結果枝当たりの純生産とその器官別分配率、NAR及び器官別乾物率について示したものである。傾向は1、2とよく似ており、庇陰区は対照区に比べ、新梢長、葉面積、純生産及びNARで劣った。また、果実の分配率が対照区より高いのも前実験と同様であった。器官別の乾物率については、葉と果実では対照区が明らかに高かったものの、

第28表 無加温ハウス栽培“巨峰”における基部を環状はく皮した結果枝の庇陰が果実の諸形質、葉面積、純生産、器官別分配率、NARに及ぼす影響と庇陰樹のLAI (1979)

試験区	果実の諸形質			1粒当たり葉面積	分配率			純生産	NAR	庇陰樹のLAI
	果色 ²	1粒重	粒乾率		果実	葉	当年枝			
		g	%	cm ² /粒	%	%	%	g/本	g/m ² /day	
対照区	9.0	7.7	18.3	77.9	56.5	21.9	21.6	66.60	5.02	
庇陰区	6.0	6.7	14.8	71.7	90.5	4.6	4.9	21.04	2.67	2.29

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第29表 無加温ハウス栽培“巨峰”における基部を環状はく皮した結果枝の庇陰が果実品質に及ぼす影響および1粒当たりの葉面積と庇陰樹のL A I (1981)

試 験 区	果 実 の 品 質				葉 面 積		庇陰樹の L A I
	1粒重	果色 ²	屈折計示度	遊離酸	15／VI	31／VII	
対 照 区	g 9.9		% 14.9	g／100ml 0.71	cm ² ／粒 58.0	cm ² ／粒 84.6	
庇 陰 区	7.3	3.2	10.1	0.90	57.7	51.9	2.1

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第30表 無加温ハウス栽培“巨峰”における基部を環状はく皮した結果枝の庇陰が純生産および器官別分配率、N A Rに及ぼす影響と庇陰樹のL A I (1981)

試 験 区	分 配 率					純 生 産	N A R
	果 粒	穂 梗	葉 身	葉 柄	当 年 枝		
対 照 区	% 61.8	% 1.6	% 18.2	% 2.1	% 16.3	g／本 65.49	g／m ² /day 3.70
庇 陰 区	101.8	2.7	−3.0	1.0	−2.5	17.76	1.36

終了時には庇陰区では小さくなり、対照区では大きくなった。その他の項目はこれまでの結果とほぼ同じであった。

第30表は1結果枝当たりの純生産とその器官別分配率及びN A Rについて示したものである。これまでの実験と条件はよく似ているにもかかわらず対照区、庇陰区ともにN A Rはこれまでの実験より1〜2 g／m²／dayも低かった(カラー図版7)。その原因ははっきりしないが、前年が冷夏長雨の年でありブドウ園の排水が不良のため樹勢が衰弱気味であったことによるかもしれない。

第3節 庇陰下における鉢樹のN A R

1. 庇陰下における“デラウェア”樹のN A R

1) 試験方法

本実験は1981年の3月上旬から8月中旬にかけて、塩化ビニルフィルムを被覆した無加温ハウスで行った。供試樹はドラム缶半切鉢で育成した自根の3年生“デラウェア”で、無加温ハウス内において開花約20日後の6月10日まで同一条件で栽培した。そして、対照区の5鉢はそのまま栽培を続け、庇陰区の20鉢は翌11日に5年生“デラウェア”ブドウ園の棚下へ移動し、棚下約30cmの位置に設けた別の棚に誘引して栽培した(第56図)。5鉢は実験前の乾物重を測定するために掘りあげた。6月13日に収穫時着果量が葉面積1 m²当たり約1,500 gとなるように摘果した。棚上、棚下の照度

は7月18日の11〜12時に東芝製光電池照度計SPI-5型で測定した。庇陰区の供試樹上における庇陰樹のL A Iは8月25日に測定した。L A Iの測定は8月25日に各供試樹ごとに、庇陰樹の樹冠10 m²内から発生している新梢全部の長さを測定した後、20本の新梢を採取して長さと葉面積との回帰式を作って計算した。

対照区は8月6日に、庇陰区は8月18日にそれぞれ掘りあげて器官別の乾物重や葉面積などを測定した。そして、この乾物重から実験開始時の乾物重を器官ごとに減じて、実験期間の純生産を計算した。供試樹ごとのN A Rは、実験期間の純生産を積算葉面積で除して算出した。積算葉面積は実験開始時と終了時の葉面積の平均値を乗じて求めた。実験開始時の推定葉面積



第56図 庇陰の状況、上は庇陰樹“デラウェア”樹冠で、下は供試樹(1981.7.27)

は、6月10日に掘り上げた供試樹の測定値から新梢長と葉面積との回帰式を作り計算した。実験開始時および終了時に掘りあげた個体の葉面積は林電工製の緑葉面積計AAC-400で全葉を測定した。

乾物重は器官ごとの生体重にそれぞれの乾物率を乗じて計算した。乾物率は約100 gのサンプルを90℃の通風乾燥器で定量になるまで乾燥してから測定した。ただし、果実の乾物重は90℃で10日間乾燥した後の重さとした。

2) 試験結果

第31表に供試樹の生育状態とその果実の品質を示した。1樹当たりの葉面積は対照区が庇陰区より15%大きかったが、1枚当たりの葉面積は逆に庇陰区が対照区より27%も大きかった。1葉当たりの乾物重はほぼ同じであったが、葉面積1 m²当たりの乾物重は対照区が庇陰区より26%も重かった。収穫期における平均新梢長は130 cm程度でほとんど差がなかったが、1樹当たりの総新梢長は庇陰区が対照区に比べやや短かった。果実の品質は当然のことながら庇陰区の方が明らかに劣った(カラー図版8)。

実験開始時と収穫期における器官ごとの乾物重を第32表に示した。1樹当たりの総乾物重についてみると、対照区は実験前に比べ216%と倍増したが、庇陰区は実験前の134%にとどまった。そして、実験期間中における1樹当たりの乾物増加量(純生産)は対照区が1,470

gであったのに比べ、庇陰区は432 gで対照区の約30%に過ぎなかった。次に純生産の各器官への分配率をみると、両区とも果実への分配率ももっとも高く対照区が72.2%、庇陰区は83.5%であり、次いで葉、当年枝、旧枝の順で、根ではマイナスを示した。

N A Rと照度は第33表に示したとおりである。庇陰区のN A Rは0.748 g／m²／dayで対照区の24%に過ぎなかった。照度は野外が97.7 klxで対照区の棚上が80 klx、棚下は15.4 klxであった。一方庇陰区の照度は棚上が4.5 klxで棚下は1.2 klxであった。この時の庇陰樹のL A Iは2.4であった。勿論、これらの値はいずれも平均値であり、場所あるいは個体によりかなりの変異があった。例えば、庇陰樹のL A Iは方法の項で述べたように、各供試樹ごとにその直上10 m²の部分について求めたものであり、0.8〜5.0の変異を示した。そ

第33表 庇陰が無加温ハウス鉢栽培“デラウェア”樹のN A Rと棚上、棚下照度に及ぼす影響²(1981)

試 験 区	N A R	照 度	
		棚 上	棚 下
対 照 区	g／m ² /day 3.084	klx 80.0	klx 15.4
庇 陰 区	0.748	4.5	1.2

² 庇陰樹の平均L A Iは2.4

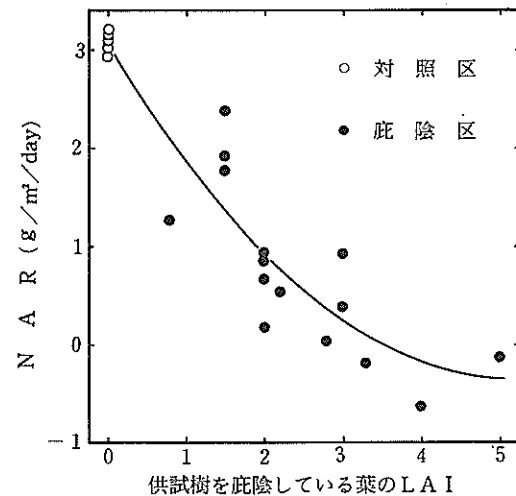
第31表 庇陰が無加温ハウス鉢栽培“デラウェア”樹の生育および果実生産の諸形質に及ぼす影響(1981)

試 験 区	葉 面 積		葉 乾 重		新 梢 長		1房重	1粒重	果色 ²	屈折計示度	遊離酸
	1樹当たり	1葉当たり	1葉当たり	m ² 当たり	平均	合計					
対 照 区	m ² 9.59	cm ² 52.4	mg 245	g 47.7	cm 133.5	cm 4,347	g 54.2	g 1.03	5.8	% 21.6	g/100ml 0.39
庇 陰 区	8.37	66.4	252	38.0	129.6	4,061	47.3	0.73	3.3	17.1	0.55

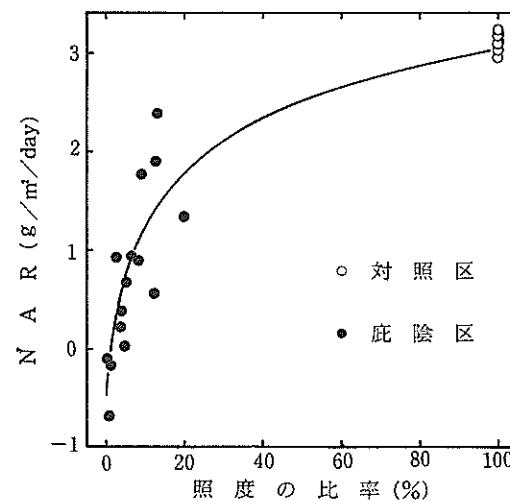
² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第32表 庇陰が無加温ハウス鉢栽培“デラウェア”樹の器官別乾物重と分配率に及ぼす影響(1981)

器	官	処 理 時 乾 物 重	収 穫 時						增加割合 庇陰区 対照区×100
			対 照 区			庇 陰 区			
			乾 物 重	増 加 量	分 配 率	乾 物 重	増 加 量	分 配 率	
果 当 旧 合	葉 年 枝 枝 根 計	g	g	g	%	g	g	%	%
		101.1	1,163.0	1,061.9	72.2	462.0	360.9	83.5	34.0
		279.3	496.6	217.3	14.8	363.0	83.7	19.4	38.5
		168.0	288.0	120.0	8.2	237.9	69.9	16.2	58.3
		287.4	378.3	90.9	6.2	301.2	13.8	3.2	15.2
		428.3	408.4	−19.9	−1.4	331.9	−96.4	−22.3	−484.4
		1,264.1	2,734.3	1,470.2	100.0	1,696.0	431.9	100.0	



第57図 各供試樹直上10m²における庇陰樹のLAIと各供試樹のNARとの関係(1981)



第58図 各供試樹の棚上相対照度²と各樹のNARとの関係 ²庇陰樹の棚上照度に対する各供試樹の棚上照度の比率で、1981年7月18日午前11時の快晴時における野外照度80klxの時に測定

第34表 庇陰が無加温ハウス鉢栽培“巨峰”の純生産と器官別分配率およびNARに及ぼす影響(1981)

試験区	分配率						純生産	NAR
	果実	葉	当年枝	旧枝	旧根	新根		
対照区	%	%	%	%	%	%	g	g/m²/day
	49.7	10.7	10.5	10.8	8.1	10.2	2,081.5	4.02
庇陰区	57.1	19.1	23.3	7.7	-2.7	-4.5	932.9	1.34

ここで各供試樹のNARとそれぞれについて求めた庇陰樹のLAIとの相関を検討した(第57図)。供試樹のNARは庇陰樹のLAIに逆比例して低下し、庇陰樹のLAIをX、供試樹のNARをYとして回帰を求めると式1になる。

$$Y = 0.126X^2 - 1.33X + 3.01$$

$$R = 0.941 \quad \text{式1}$$

また、各供試樹のNARと、各樹の棚上相対照度との関係を第58図に示した。ただし、相対照度は庇陰樹の棚上照度に対する各供試樹の棚上照度の比率で示した。NARをY、照度の比率をXとして回帰を求めると式2となった。

$$Y = 0.707 \ell n(x) - 0.41$$

$$F(0.01, 1-18) = 8.29 < 126.96 \quad \text{式2}$$

なお、本実験を行った4月15日から7月7日までの日平均日射量は野外が340cal/m²/day、ハウス内が218cal/m²/dayであった。

2. 庇陰下における“巨峰”樹のNAR

1) 試験方法

供試樹はドラム缶半切鉢育成の3年生“巨峰”(自根)12鉢で、方法は前の実験に準じて行った。1981年6月17日より9月8日まで(対照区は8月22日まで)、島根県農業試験場の無加温ハウス栽培5年生の“巨峰”樹冠下で栽培した。

2) 試験結果

第34表は1樹当たりの純生産と器官別分配率及びNARを示したものである。庇陰区の1樹当たりの純生産は対照区の約45%であった。器官別の分配率は対照区では果実が約50%で最も高く、次いで、葉、当年枝、旧枝、新根が10%台で旧枝が最も低かった。庇陰区では果実の分配率が約60%と高く、次いで、当年枝で葉、旧枝と続き、旧根や新根ではマイナスを示した。また、対照区のNARは4.02g/m²/dayで“デラウェア”より約1g/m²/day高かった。庇陰区のNARは対照区の約3分の1であった。なお、庇陰樹のLAIは2.0~2.5であった。

第35表 庇陰が無加温ハウス鉢栽培“巨峰”の果実の諸形質に及ぼす影響(1981)

試験区	1房重	1粒重	果色 ²	屈折計示度	遊離酸
	g	g		%	g/100ml
対照区	176.6	12.0	8.9	16.4	0.56
庇陰区	153.5	9.7	5.0	11.9	0.66

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値



第59図 露地栽培“デラウェア”の側枝におけるはく皮部、左が垂主枝側(1978.8.9)

果実の品質については第35表に示したとおりで、1房重、1粒重、果色、屈折計示度及び遊離酸含量はいずれも庇陰区が劣った(カラー図版9)。

第4節 露地栽培“デラウェア”と雨よけ栽培“巨峰”における側枝のLAIがNAR及び個体群生長速度(CGR)に及ぼす影響

1. 試験方法

供試樹の内“デラウェア”は露地栽培18年生樹(8B台)で4樹を用い、第VII章第1節の供試園における樹単位の果実生産力を調査したものと同じであった。1978年の6月14日に各樹から1本の側枝を選び、基部を幅4~5cmに環状はく皮し(第59図)、全新梢の長さを測定した。8月9日に側枝を垂主枝の分岐部で切り取って、葉面積や果実品質及び器官別の乾物重などを測定した。

純生産は8月9日の乾物重から6月14日の推定乾物重を差し引いて計算し、NARは純生産を葉面積で除して求め、CGRはNARにLAIを乗じて算出した。LAIは1樹当たりの葉面積を樹冠占有面積で除して求めたが、その方法は第VII章第1節と同様であった。6月14日の乾物重の推定は、6月14日に側枝を採取して測定した新梢長、葉面積、器官別乾物率などから計

算した。旧枝の乾物増加量は、実験期間に肥大した木部及び節部から計算した。

“巨峰”の供試園は出雲市浜町中島清二郎氏の水田転換した22aの雨よけ栽培の園であった。周囲は水田に囲まれており、地下水位は30cm程度と極めて高かった。樹齢は6年生(420A台)であり、10a当たりの栽植本数は22本で成園状態であ

った。ハウスの構造は間口4m柱間隔3mの鉄パイプアーチ型連棟で、南北棟であった。ビニル被覆は3月上旬で、開花期は5月6日であり、成熟期は8月上旬であった。供試樹には生育がやや良好と思われる2樹を選び、それぞれ4本の側枝を供試した。側枝は着果量を4段階に変えて2反復した。側枝基部の環状はく皮は1978年の6月1日に行い、8月3日に基部より切り取り解体調査した。着果量の調節は6月3日に行い、LAIはハウスの柱で囲まれた12m²の枠内から発生している新梢数と、その平均新梢長から計算した。その他の調査は露地栽培“デラウェア”に準じて行った。

2. 試験結果

露地栽培“デラウェア”の成熟期における着果量と露地栽培“デラウェア”と無加温ハウス栽培“巨峰”における果実の品質については第36表に示したとおりである。露地栽培“デラウェア”の成熟期における葉面積1m²当たりの着果量は1,091gであり、樹冠占有面積1m²当たりのそれは2,904gであった。

果実の品質において、“デラウェア”は1房重が約145g、1粒重が1.64g、果色6.1、屈折計示度19.3度と極めて優れていた。また“巨峰”では、1房重が約350g、1粒重が13g、屈折計示度が18.3度、遊離酸含量が0.57g/100ccであり、果色こそ8.9でやや淡かったが品質は非常に優れていた。

第37表は1側枝当たりの純生産とその器官別分配率、LAI、NAR、CGRなどについて示したものである。1側枝当たりの純生産は、“デラウェア”が3,054.1g、“巨峰”は1,401.7gであった。器官別の分配率ではいずれの品種でも果実が最も高かった。それに次いで分配率の高い器官は“デラウェア”が葉、“巨峰”が旧枝であった。LAIは“デラウェア”が2.7で“巨峰”より約0.5高かったが、NARはほとんど差がみられなかった。したがって、CGRは“デラウェア”が12.63g/m²/dayで、“巨峰”より約2g/m²/day高かった。

第36表 露地栽培“デラウェア”及び無加温ハウス栽培“巨峰”の基部を環状はく皮した側枝における着果量と果実品質 (1978)

品 種	着 果 量		果 実 品 質					
	葉面積当たり	樹冠面積当たり	房 長	房 重	1粒重	果色 ²	屈折計示度	遊離酸
露地デラウェア	g/m ² 1,091	g/m ² 2,904	cm 12.5	g 144.7	g 1.64	6.1	19.3	g/100ml 0.62
無加温巨峰			14.7	346.8	13.10	8.9	18.3	0.57

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第37表 露地栽培“デラウェア”及び雨よけ栽培“巨峰”の基部を環状はく皮した側枝における純生産、器官別分配率、LAI、NARおよびCGR (1978)

試 験 区	分 配 率				側枝純生産	L A I	N A R	C G R
	旧 枝	当年枝	葉	果 実				
露 地 デ ラ ウ ェ ア	% 11.2	% 1.6	% 13.1	% 74.1	g/本 3,054.1	2.7	g/m ² /day 4.80	g/m ² /day 12.63
無 加 温 巨 峰	22.5	7.8	8.6	61.1	1,401.7	2.2	4.74	10.73

第5節 鉢樹のLAIと着果量がNAR及びCGRに及ぼす影響

1. 試験方法

本実験は1982年3月1日から7月5日にかけて行った。供試樹はドラム缶半切鉢で育成した4年生“デラウェア”で、1区当たり4鉢を供試した。試験区はLAIを2と3に、棚面積1m²当たりの着果量をそれぞれ1.5、2.0、2.5kgに設定した。ただし、LAI2設定区においては鉢数が少ないため2.5kg区を設ける事ができなかった。また、LAI3設定区の1鉢は成熟直前に生育異常を示したので調査より外した。供試樹はガラス室へ3月1日移動して加温栽培を行った。これまでの実験から、ブドウをドラム缶半切鉢で栽培すると、その葉面積は8m²前後にとどまることが分かっていたので、約33m²のガラス室にLAI3設定区は12鉢、2設定区は8鉢を入れて栽培した。

同じような条件で栽培しておいた5鉢を4月19日に掘り上げて、開花期の器官別乾物重や葉面積などを測定した。7月5日には残りの全樹を掘り上げて、器官別の乾物重や葉面積および果実品質などを測定した。生育途中に脱落した花冠、巻きひげあるいは摘み取った新梢や花房などは可能な限り集めて乾燥重に加えた。萌芽期は3月19日、展葉期は3月22日、ジベレリン前期処理は4月9～13日、後期処理は5月4日であった。室内の最低温度は15～20℃としたが、ジベレ

リン前期処理までは15℃にした。

NARとCGRは開花期から成熟期までの値である。NARは4月19日から7月5日までにおける1樹ごとの純生産を、その期間の積算葉面積で除して計算した。積算葉面積(ΣL)は収穫(7月5日)25日前に葉面積の拡大が終わったと仮定し、4月19日の葉面積をA、7月5日の葉面積をBとして

$$\Sigma L = (77-25) \{ (A+B) \div 2 \} + 25B \\ = 26A + 51B$$

から計算した。

CGRはLAI2および3設定区ごとの純生産の合計値をガラス室の面積と実験期間の日数で除して計算した。

日射量と照度は6月30日の午前8時から翌7月1日の午前9時にかけて測定した。日射量は英弘精機製のネオ日射計MS-42型を棚下50cmに設置して測定した。また、照度は東芝製光電池照度計SPI-5型で棚上30cm、棚下50cmの位置を1時間おきに測定した。

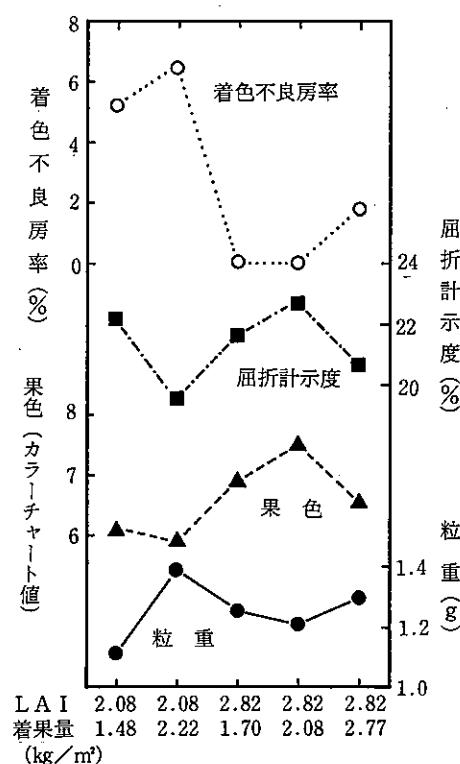
葉面積と乾物率の測定は第4節に準じて行った。

2. 試験結果

1樹当たりの芽数は42～43、副芽を含めた発芽率は111～119%、新梢数は30本で区間には差が見られなかった。なお収穫期のLAIはLAI-2区が2.08、LAI-3区は2.82であった。また、着果量も設定値1.5、2.0、2.5kg/m²とは多少異なったので、実験結果の処理区名は両区とも実測値を用いた。例えば、LAI

I-2、着果量1.5/m²に設定した区はLAI2.08、着果量1.48kg/m²(以下2.08-1.48区と表す)と示した。

1粒重、果色、屈折計示度及び着色不良房率を第60図に示した。1粒重は2.08-1.48区が1.17gでもっとも小さく、2.08-2.22区が1.39gでもっとも大きかった。果色はLAI-2.08区の方が2.82区より明らかに淡く、特に2.08-2.22区は淡かった。屈折計示度はいずれの区も19度以上と高かったが、その中では2.08-2.22区と2.82-2.77区がやや低かった。着色不良房率はLAI-2.08区のほうが明らかに多く、LAI-2.82区では着果量2.77kg/m²だけに着色不良が発生したもののその率は極めて低かった(カラー図版10)。



第60図 加温ハウス鉢栽培“デラウェア”におけるLAIと着果量の相違が果実の諸性質に及ぼす影響

第38表は開花期から成熟期までにおけるNARとCGRを示したものである。NARは2.82-1.70区が3.60g/m²/dayとやや低かったが、その他の区は4.16～4.42g/m²/dayであり、あまり差が見られなかった。

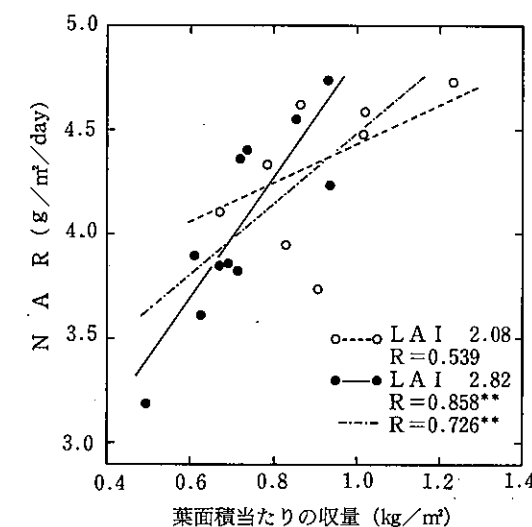
CGRはLAI-2.82区が9.55g/m²/dayで2.08

第38表 加温ハウス鉢栽培“デラウェア”におけるLAIと着果量の違いがNARとCGRに及ぼす影響 (1982)

L A I	着 果 量	N A R	C G R
	kg/m ²	g/m ² /day	g/m ² /day
2.08	1.48 2.22	4.42 4.16	6.89 (100)
2.82	1.70 2.08 2.77	3.60 4.25 4.25	9.55 (139)

区より39%も大きかった。

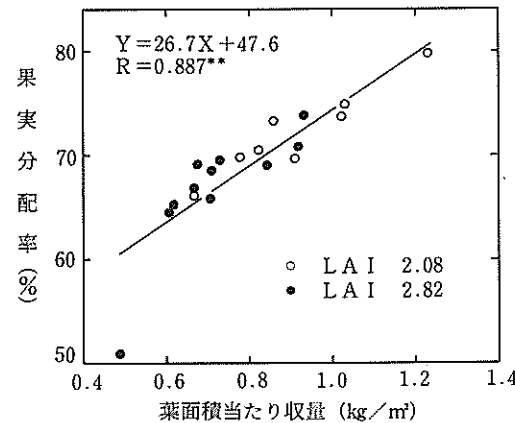
第61図は1樹ごとに葉面積1m²当たりにおける収量とNARとの関係を示したものである。LAI-2.08区は個体が少ないため有意性を示さなかったが、2.82区は1%水準で有意であった。また、LAIを無視した場合でも1%水準で有意であった。



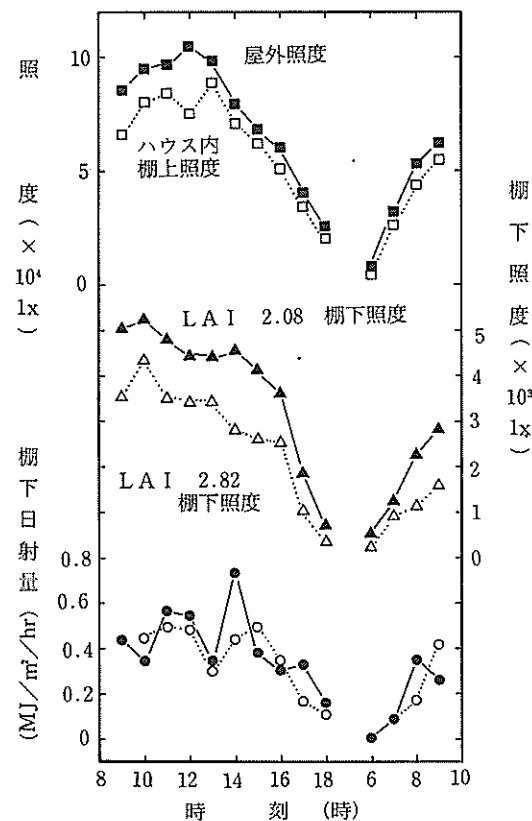
第61図 加温ハウス鉢栽培“デラウェア”の成熟期における単位葉面積当たりの収量とNARとの関係で、破線はLAIを無視した場合(1982)

第62図は成熟期における葉面積1m²当たりの収量と、開花期から成熟期までの純生産に占める果実の分配率との関係を、個体ごとの値で示したものである。これによると、変異の大きい1個体を除き極めて高い有意な相関が見られた。

第63図は供試樹の棚上、棚下の照度と棚下の日射量の時間変化を示したものである。野外照度及び棚上照



第62図 加温ハウス鉢栽培“デラウェア”の成熟期における単位葉面積当たりの収量と開花期から成熟期までの純生産に占める果実分配率との関係(1982)



第63図 加温ハウス鉢栽培“デラウェア”におけるLAIが、棚下の照度と日射量に及ぼす影響(日射量は黒丸がLAI 2.08の棚下、白丸はLAI 2.82の棚下の値; 1982. 6. 30～7. 1)

度に対する棚下照度の比率は、1日の平均値でLAI 2.08区が5.0%, 6.0%であり, LAI 2.82区は3.3%, 4.0%であった(カラー図版15～18)。そして、棚下照度は両区とも野外照度にほぼ比例して変化した。12時前後では低下する傾向を示した。また、LAIが2.82区の棚下照度は2.08区より約1,000lx低かった。しかし、棚下の日射量ではLAIの違いによる影響は明らかでなかった。

第6節 考 察

植物の太陽エネルギー利用率の理論的限界値は6.7%程度であるが、作物の利用率は全生育期間の平均値で1%程度に過ぎないとされている⁷¹⁾。したがって、作物の太陽エネルギー利用効率を高める余地は十分にあり、ブドウの果実生産力をも高めるための太陽エネルギー効率の高い栽培法の改善は可能と思われる。

個体群生長速度(CGR), すなわち単位土地面積当たりの物質生産速度は、単位葉面積当たりの光合成速度(NAR)とLAIで決まる¹³²⁾。そこでまず、個葉の光合成特性から検討を始めた。

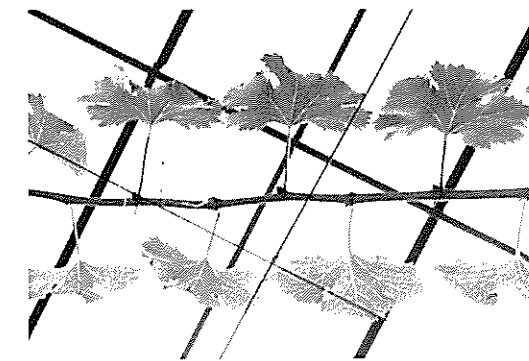
ブドウの光合成特性に関しては、天野ら¹⁾、本多・岡崎^{21, 22, 23)}、小林⁵⁴⁾、KRIEDEMANN^{59, 60, 61)}、高木・井上¹¹³⁾などの報告がある。これらの報告における光補償点や光飽和点は必ずしも一致していないが、大まかにみると、補償点は1,000lx前後、飽和点は20～30klxである。第1節の結果では0.4MJ/m²/hr程度で光飽和となったが、これを照度に換算すると約25klxとなるので、これまでの報告の結果とほぼ一致する。また、温度が30℃を越えると光合成速度は低下し、35℃を越えると著しく低下することも多くの報告があるが^{1, 22, 23, 61)}、第1節の結果も良く似ていた。このことは最上層の葉が利用できる光の量は、晴天日の日射量の3分の1程度ということになり、葉の重なりのないLAI 1は光の利用率が極めて低いと考えられる。しかし、葉は特定の波長の光をよく吸収する⁷⁰⁾から、葉によって庇陰された葉の光合成速度についても検討する必要がある。

小林⁵⁴⁾は、葉で庇陰されたブドウの葉の乾物増加量は、直射光にさらされた葉の27%であったと報告している。第1節はガス法によってこれを再検討したものであるが、小林の報告のように、庇陰された葉のみかけの光合成速度は低下したが、そうでない葉と比較して陽葉では70%程度、陰葉でも50%程度であり、小林の報告した数値より大きかった。また、KRIEDEMANN⁶¹⁾

及び石井・長井³¹⁾は、陰葉は、陽葉に比べ光合成能力が低く、光飽和点、光補償点も低いと報告しているが、本実験においても陰葉は直射光下、庇陰下のいずれの場合でも陽葉より光合成能力は低かった。しかし、日射量の少ない状態における陰葉の光合成能力は高いようであった。鳥山¹³²⁾は、作物群落の受光態勢の改善について、LAIが大きくなると葉は小型で、上層は垂直に下層は水平の混合型がよいとしている。ブドウの葉をよく観察すると、直射光が当たる最上層の葉は第64～65図のように垂直方向にあるいは下垂しているが、日陰の葉は水平である。以上のように陰葉はそれなりの役割を持っており、陽葉が利用できない光を利用し個体群としての物質生産を高めている。したがって、単位葉面積当たりの光合成能力が低いからといって、陰葉の果たしている役割を見落としてはならないように思う。



第64図 無加温ハウス栽培“デラウェア”における樹冠最上層の葉の受光体勢(1979. 7. 5)



第65図 “巨峰”陽葉の受光体勢(1982. 8. 4)

以上是个葉の光合成特性について検討してきたが、ブドウは個体群としての園の状態で栽培されているか

ら、葉の集合度をあらわすLAIと光合成速度の関係を明らかにする必要がある。

わが国でも近年になって、平棚栽培ブドウのLAIを測定する例がみられるようになった^{3, 18, 30, 50, 68, 81, 98, 127, 131, 141)}。光沢ら⁶⁸⁾は“キャンベル・アーリー”のLAIは1.64～5.55、時本・依田¹²⁷⁾は、2～2.5のものが多かったとしている。また、鳥嶋ら¹³¹⁾は、1.09～3.59ではLAIの高い園が高収量をあげていたと報告している。

わが国のブドウの園の最適LAIについては、吉田¹⁴¹⁾、稲部³⁰⁾、金原⁵⁰⁾、安藤³⁾の報告がある。吉田¹⁴¹⁾は、“デラウェア”のLAIが2.3程度になると棚下の葉が黄変落葉していたとし、この程度のLAIが限界としている。稲部³⁰⁾は、LAI 3.2の平棚栽培“デラウェア”の樹冠下へ基部を環状はく皮した結果枝を誘引し、その果実品質から最適LAIを露地栽培が3、ハウス無加温栽培で2程度と推定しているが、物質生産の収支は測定していない。金原⁵⁰⁾は、“巨峰”園の実体を調査し、多収園のLAIは生育初期から高かったが、LAIを1.9～2.3に調節した実験では、LAIの低いほうの果実品質が優れたとしているものの、多収をめざすには3程度が良いであろうとしている。また、安藤³⁾は、“巨峰”の主枝単位にLAIを変えた実験で、1.5がよかったとしているが、着果量をLAIに比例させているためLAIの高い区の果実品質が悪くなっていることについて検討していない。その他、LAIについて西沢⁸¹⁾は“巨峰”が2.0、柴¹⁰⁰⁾も同じく2までならよいとしている。以上のようにブドウの最適LAIについては、必ずしも一致していないが、適正値を2以下に考えている人が多い。

最適LAIの概念は、植物の物質生産を高める上で、太陽エネルギーをもっとも効率良く受ける葉の重なりがあると考えられるところから生じた⁶⁹⁾。このような観点からすれば、ブドウの最適LAIはまずその物質生産収支、即ち、単位土地面積当たり一定期間の純生産(CGR),あるいは、単位葉面積当たり一定期間の純生産(NAR)などで判断すべきであろう。しかし果樹栽培の目的は植物的な意味での生産力をもめることではなく、高品質の果実を継続して多収することである。したがって、ブドウの最適LAIの検討は、物質生産収支に加えて果実生産の量と質の両面から行う必要がある。

結果枝の基部を環状はく皮してブドウ棚下に誘引した実験は、稲部³⁰⁾も行い果実の品質から適正な着果量

について試算しているが、物質生産収支は検討していない。第2節において、棚下に誘引した結果枝のNARは平均してみると、 $2.05 \text{ g/m}^2/\text{day}$ で、対照区の $4.61 \text{ g/m}^2/\text{day}$ より明らかに低かった。本実験に供試したブドウ園のLAIが2程度であったから、庇陰区の結果枝はLAI 3程度の葉層の最下層に相当するにもかかわらず、その最上層に相当する対照区の結果枝の葉の42%の純生産を行っていた。したがって、物質生産収支の面からみた最適LAIは2よりは大きいと考えるのが妥当であろう。

第3節は、“デラウェア”ブドウ園内の棚下へ持ち込んだ鉢栽培の“デラウェア”の果粒肥大第1期から成熟期における物質生産収支から、最適LAIを推定しようとしたものである。式1から庇陰区の供試樹のNARが0になる庇陰樹のLAIを計算すると3.2となる。即ち、LAIが3.2を過ぎると下葉の物質生産は0となるわけであるから、3.2が最適LAIということになるが、式1に用いたLAIの値は、実験終了直後8月25日に測定したものである。実験を開始した6月10日における同じ位置のLAIは、新梢の長さから推定すると、平均して0.4程度低かったと考えられる。以上の結果から、物質生産の観点からみた平棚栽培におけるハウス無加温栽培“デラウェア”の最適LAIは第2節と同様、2より大きく3に近いと考えてよさそうである。この時の供試樹の棚上照度、すなわち、庇陰樹の棚下照度を式2から計算すると、庇陰樹の棚上照度の約2%となった。

以上はブドウ樹を庇陰して実験した結果であるが、実際のブドウはそのような状態では栽培されない。そこで農家のブドウ園において側枝の基部を環状はく皮することによって、他との物質の転流を断ち、LAIとNAR、CGRの関係をみたのが第4節であり、鉢植えの供試樹の密度を変えることによって、LAIを変えるとともに着果量を変え、NARとCGRおよび果実の品質について検討したのが第5節である。

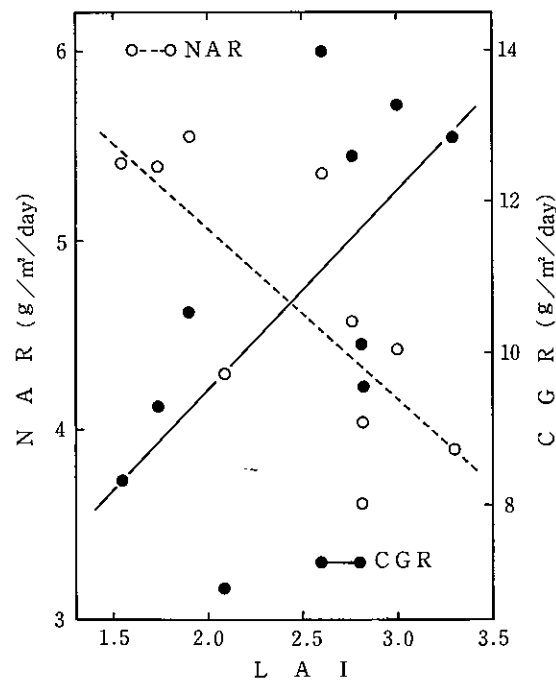
ブドウの生育中期におけるNARについてはSHAULIS・SMART⁹⁸⁾が、“コンコード”では $4.4 \text{ g/m}^2/\text{day}$ であったと報告しているが、第3～5節の結果を平均するとLAI 2.45でNARは $4.65 \text{ g/m}^2/\text{day}$ となりほぼ一致した。LAIが高くなれば葉相互の庇陰の割合が高まり、単位葉面積当たりの光合成機能は低下するとされている¹³³⁾。同様な事実は本実験でも認められ、第3～5節からLAIをX、NARをYとして回帰式を計算すると次式を得られ、1%水準で有意で

あった。(第66図)。

$$Y = 6.85 - 0.9X \quad r = -0.745^{**} \quad \text{式11}$$

この式からLAIが2, 3, 4, 5の場合におけるNARを計算するとそれぞれ、5.10, 4.15, 3.25, 2.35 $\text{g/m}^2/\text{day}$ となりLAIに反比例してNARは低下した。

ところが、第5節の実験ではLAI-2.08区に比べ2.82区のNARは平均すれば約5%低いものの、LAIの違いによる差が少なかった。NARは開花期から成熟期までの平均値である。開花期のLAIはLAI 2設定区が0.69で、3設定区が1.12と推定されることから、葉相互による庇陰の影響が少ない実験初期における両区のNARには違いがないと思われる。140cm程度で生長を停止する“デラウェア”の新梢は、果粒軟化期(収穫約25日前)には葉面積の拡大を終える(第III章、第5節)。本実験の平均新梢長は95～113cmであったから、果粒軟化期には成熟期のLAIに達していたと考えられる。したがって、LAI-2.82区は2.08区よりかなり早い時点で葉相互による庇陰の影響があったと考えられる。それにもかかわらずNARに差がなかったことについては、葉相互の庇陰以外の要因の影響を考えざるをえない。ブドウ個葉の光合成速度は気温が30～35℃になると急激に低下するといわれている



第66図 LAIとNAR及びCGRとの関係 (1982)

1, 21, 22, 23, 61, 123) 本実験における収穫25日前(果粒軟化期)から収穫期までの平均最高気温は棚下では28.9℃であった。このことから、棚上の気温が30℃以上になっていたことは容易に推察され、これがため、光合成適温を越えた葉の比率が高いLAI-2.08区でNARが低下したのではないかとと思われる。以上の推定が正しいとすれば、棚上の気温の上昇が激しいハウス栽培などでは、ある程度LAIを高めるのが良いかもしれない。NARに差が無ければ、NARとLAIの積であるCGRはLAIが高いほど高くなる。本実験ではLAI 2.82は2.08の136%に相当するが、LAI-2.82区のCGRは2.08区の139%でほぼ同じであった。このことから、物質生産の観点からすれば普通加温ハウス栽培“デラウェア”の最適LAIは、前述の無加温ハウス栽培の場合と同様2より3に近いと考えられる。

次に、果実生産について検討したい。ブドウ果粒内に蓄積される光合成産物は果粒軟化期以後急激に増加する¹²⁴⁾。したがって、果実の収量と品質を高めるには、果粒軟化期から成熟期までのCGRを高めるとともに、果実分配率も高めなければならない。第5節によれば、単位葉面積当たりの着果量が多いほど果実分配率が高くなった。一方果実品質の点についてみると、1粒重はLAIや着果量との間に一定の関係が見られなかったが、果色はLAI-2.82区が2.08区より明らかによかった。また、糖度はいずれも19%以上と高かったものの、着色不良果房の発生率はLAI-2.08区が高く、特に着果量2.22区では着果過多の様相を呈した。これに対し、LAI-2.82区では着果量 2.77 kg/m^2 こそ着色不良果房がわずかにみられたものの、LAI-2.08区と同等の着果量では全く認められなかった。

以上の結果から、物質生産の観点のみでなく果実の収量と品質の点からみてもブドウ“デラウェア”の最適LAIは2より3に近いと考えられる。

次に一般的に生産力は単位土地面積当たりであらわすので、ブドウのCGRについて検討したい。ブドウのCGRに関する報告は見当たらないが、宇田川¹³⁶⁾は、植物個体群の生産力からCGRをサトウキビ $10 \text{ g/m}^2/\text{day}$ 、イネ $14 \sim 19 \text{ g/m}^2/\text{day}$ 、ダイズ $7 \sim 17 \text{ g/m}^2/\text{day}$ 、コムギとブナが $7 \text{ g/m}^2/\text{day}$ と計算し、津野・藤瀬¹³³⁾はカンショの最適LAIは3.18であるとし、その時のCGRは $16.3 \text{ g/m}^2/\text{day}$ であったとしている。第4～6節の実験ではLAIが1.54～3.3、平均2.45であり、CGRは $6.89 \sim 13.96 \text{ g/m}^2/\text{day}$ 、平均 $10.73 \text{ g/m}^2/\text{day}$ であった。宇田川¹³⁶⁾の値は全生

育期間の計算であり、津野・藤瀬¹³³⁾の値は生育盛期のものであり、単純には比較できないが本実験の数値は、これとそんなに掛け離れた値ではないと思われる。また、LAIをX、CGRをYとして回帰を計算すると、次式が得られ5%水準で有意であった。

$$Y = 4.32 + 2.6X \quad r = 0.666^{*} \quad \text{式12}$$

この式からLAI 3と2におけるCGRの差を計算すると、 $2.69 \text{ g/m}^2/\text{day}$ になる。“デラウェア”の果粒軟化期から成熟期までが25日かかり、その間約10%の糖が上昇するとすれば1日0.25%の上昇速度になる。上記のCGRの総てが果実に分配されたと仮定すれば、 $(2.69 \text{ g/m}^2/\text{day} \div 0.0025 \text{ g} = 1,072 \text{ g/m}^2/\text{day})$ のような計算で、10a当たり約1tの果実に供給される糖の日供給量に相当する。このように、物質生産の観点からすれば、ある程度LAIが高いほうがよいことになるが、内藤⁷⁴⁾や松井ら⁶⁷⁾などの報告にあるように、光は果実の品質に直接的な影響を及ぼす作用もあるため、むやみにLAIを高めることはできない。

またSMART¹⁰⁷⁾は“コンコード”で、葉は光環境に応じて姿勢を変えることを認めているが、受光量が多い葉は立つか下垂し、受光面積を少なめるような反応を示し(第64図、65図)、日陰の葉は水平となる。したがって、葉影はLAIに直線的には比例しないし(カラー図版13～20)、同じLAIであっても時期や天候あるいは時間によって変化する。武田・玖村¹²⁵⁾は、最適LAIは日射量の従属関数であるとしているように、最適LAIは固定した値ではない。PALMER⁹²⁾はリンゴのヘッジローにおいて、樹高や畝間、株間との光阻害のコンピュータモデルを試み、一定の結論を得ているが、JACKSON³³⁾はそれらと生産力との関係の理論化をコンピュータで試み結論を得ていない。いずれは、これらの関係の理論的なモデルが確立されるであろうが、そのためにはもっと多くの実験例が必要であろう。しかし、これまで検討してきたことに加え、TADAKI^{111,112)}の森林の値、岸本⁵²⁾のナシ、カキの値及び小池⁵⁸⁾のリンゴの値などを考慮すれば、ブドウの最適LAIが2～3程度の範囲にあるとするのは間違いではないと思われる。

ただし、ブドウは永年生作物であるから、最終的な結論を得るには長期間にわたる実験や栽培者による実践が必要と思われる。また作型が違えばこの値が多少変わる可能性があるが、甲州のような直光着色品種では着色の観点からも検討する必要がある。

第7節 摘 要

平棚栽培におけるブドウの最適LAIを明らかにするため、庇陰された個葉の光合成速度をガス法で実験し、棚下に誘引した結果枝のNARも測定した。また、5年生“デラウェア”園の棚下に鉢植えの3年生“デラウェア”を持ち込んで、果粒肥大第1期から成熟期までのNARを、そして側枝のNAR、CGRを測定した。さらに、ガラス室において鉢植えの4年生“デラウェア”の密度(LAI)と着果量を変えて、果実の諸形質に及ぼす影響を調べるとともに、NARとCGRを測定した。

1. 個葉の光合成速度は日射量とともに高まったが、晴天日においては光飽和になった。葉で庇陰すると光合成速度は低下したが、陰葉の低下は小さかった。
2. 結果枝の基部を開花2週間～20日後に環状はく皮して棚下に誘引し、成熟期までの期間におけるNARを測定した。対照区のNARは平均で3.70～5.90 g/m²/dayであったのに対し、庇陰区は1.36～2.85 g/m²/dayと対照区の40%程度と少なかったが、庇陰樹のLAIが2程度であったことを考慮すれば、物質生産収支からするLAIは3程度がよいと考えられた。
3. 各供試樹を庇陰しているブドウ樹のLAI(X)と庇陰された供試樹のNAR(Y)との間には $Y = 0.126X^2 - 1.33X + 3.01$ の関係が見られた。この式からNARが0になる庇陰樹のLAIを計算すると

3.2になるが、LAIの測定値が実験終了直後のものであった処から、平棚栽培の無加温ハウス“デラウェア”における物質生産の見地からの最低LAIは3よりやや低い処になると考えられた。

4. 露地栽培“デラウェア”と無加温ハウス栽培“巨峰”における側枝の基部を環状はく皮して、開花2週間後から収穫期までのNARとCGRを測定した。露地栽培“デラウェア”のLAIは2.7で、巨峰より約0.5高かったが、NARにはほとんど差がみられなかったため、CGRはLAIの高い“デラウェア”が12.63 g/m²/dayと“巨峰”より約2 g/m²/day高かった。
5. ガラス室内における鉢植えの“デラウェア”の密度を変えた実験では、LAIが2.08と2.82と異なってもNARに大きな差は見られなかった。したがって、CGRはLAIの高いLAI-2.82区の方が9.55 g/m²/dayとLAI-2.08区より39%高かった。樹単位のNARはその着果量が多くなるにつれて大きくなる傾向が強かった。またLAI-2.08区では、着果量が1.48kg/m²を越えると着色不良果が発生したが、2.82区では着果量が2.77kg/m²であってもほとんどが正常に成熟した。

以上の結果から平棚栽培の加温ハウス“デラウェア”における最適LAIは、収量や品質の点を考慮に入れたとしても2より大きく、むしろ3に近いと考えられた。

第Ⅵ章 着果量と果実の品質

果樹では着果基準の指標として葉果比が用いられる場合が多い^{10, 14, 16, 39, 80, 104)}。これまで検討したことから、平棚栽培のブドウにおける着果量は純同化率(NAR)の低下を来さない程度の葉面積指数(LAI)の場合には、葉果比と同じ概念で葉面積当たりで決めるのがよいと考えられる。しかし、NARが影響を受ける程度にLAIが高い場合には、個体群生長速度(CGR)や果実分配率及び着色などの質的な条件を加味した着果基準でなければならない。

ブドウでの着果基準については、佐藤⁹⁵⁾の“デラウェア”に関する報告を始め、安藤³⁾、藤原・小松²⁷⁾、片野³⁸⁾、木村・河淵⁴⁹⁾、松井⁶⁶⁾、大野⁸⁴⁾、WEAVER¹³⁸⁾などの報告があるが、結論は必ずしも一致していない。その原因には、LAIの配慮が不足していたり、LAIが高くなれば単位葉面積当たりの担果力は当然低下するにもかかわらず、その点の配慮が欠けていたりするように思われる。そこで、本章では適正な収量は何によって判断すればよいのかを検討し、葉面積当たりの物質生産力と果実の物質要求量との関係を、作型を考慮しながら分析する。そして、NARが影響を受けない程度のLAIの園、すなわち樹冠拡大中の園における着果量と品質の関係を明らかにし、さらにLAIの高い園における着果量についても検討する。

第1節 果実生長の季節変化

1. 試験方法

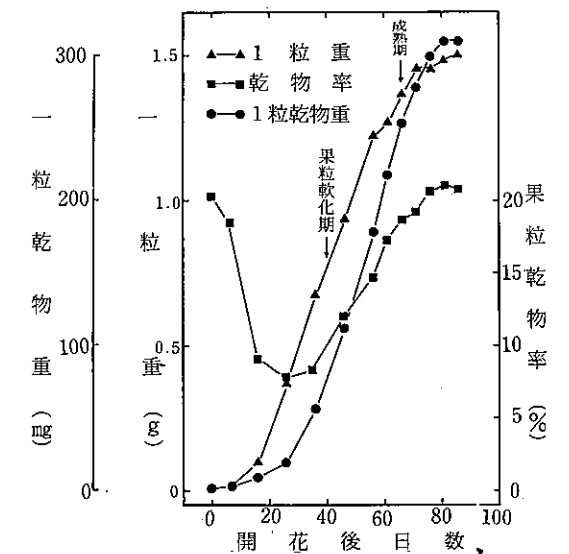
島根県農業試験場の雨よけ栽培6年生の“デラウェア”と“巨峰”(いずれも自根)各1樹を供試し、果粒を“デラウェア”は200粒、“巨峰”は50粒採取し、1粒重、糖度、乾物率、1粒乾物重などを測定した。採取の時期は1982年の5月15日から9月13日までで、5日間隔で行った。

また、“巨峰”では別に着房数を約2倍にした樹を用い、同様に果粒を採取して調査した。

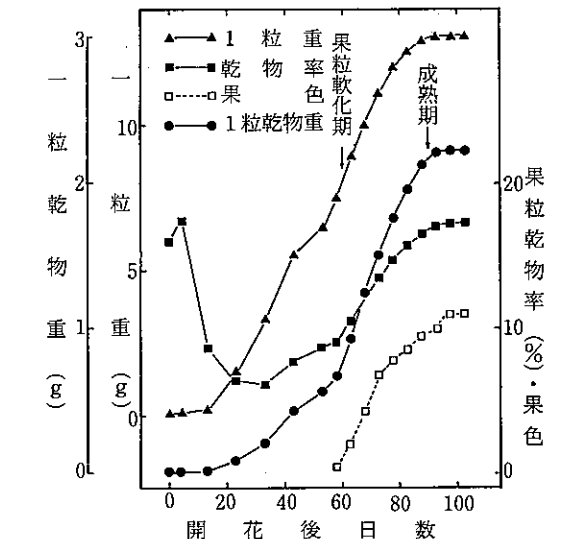
2. 試験結果

“デラウェア”における開花期から成熟期までの果粒の生長については第67図に示した。1粒重は開花後約20日から急激に増加し、果粒軟化期にもほとんど停滞がみられず、成熟直前まで急激な増加が続いた。果粒乾物率は開花期には20%と高かったものが、その後急激に低下し、開花後20日ごろには8%台になり、そ

の後は成熟期にむけて上昇した。次に、1粒乾物重は1粒重とよく似た曲線を描いて増加したものの、増加が急激になったのは1粒重より20日近く遅く、果粒軟



第67図 雨よけ栽培“デラウェア”における開花後の1粒重、1粒乾物重、乾物率の季節変化(1982)



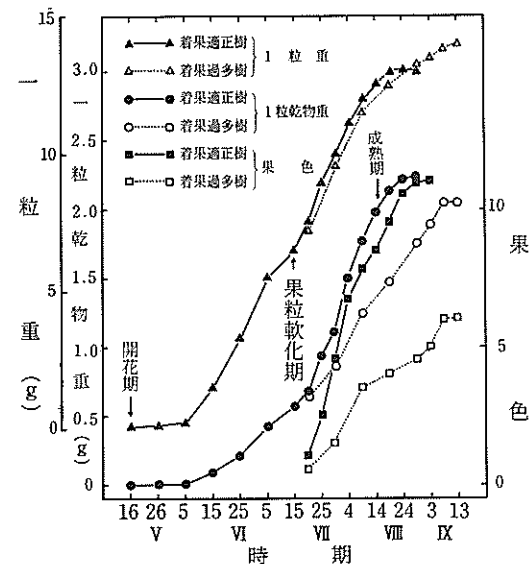
第68図 雨よけ栽培“巨峰”における開花後の1粒重、1粒乾物重、乾物率及び果色²⁾の季節変化(1982) ²⁾農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

化期からであった。

第68図は“巨峰”における開花期から成熟期までの果粒の生長及び果色の変化を表したものである。1粒重、果粒乾物率、1粒乾物重は“デラウェア”と同様な曲線を描いて増加したが、その傾斜角度は緩やかであった。また、“デラウェア”と比べると果粒肥大第2期が明りょうに認められた。果色は初期に急速に上昇し成熟期にはほぼ10になった。

次に、着果過多樹の果粒の生長と果色の変化については第69図に示したとおりである。1粒重は着果過多樹と着果適正樹との間に差はみられなかったが、1粒乾物重は果粒軟化期までは着果適正樹の正常な果粒と変わらなかったものの、その後における増加の速度は明らかに遅かった。正常な果粒の1粒乾物重は成熟期に約2gとなったが、着果過多樹のそれは約20日遅れて、ほぼ同じ重さになった。ところが、着果適正樹における果色は着色初めから約25日で出荷規格を十分に満たす10に到達したが、着果過多樹の果色は2か月後になっても“デラウェア”程度の6以上にはならなかった。

以上のように、ブドウの生体重は果粒肥大第1期から急激に増加するが、乾物重の増加は果粒軟化期から顕著となる。したがって、果粒の物質要求量は特に果



第69図 雨よけ栽培“巨峰”の着果適正樹と着果過多樹における開花後の1粒重、1粒乾物重及び果色¹⁾の季節変化(1982) ²⁾農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

粒軟化期から大きくなるといえよう。

第2節 結果枝における単位葉面積当たりの着果量が果実の品質に及ぼす影響

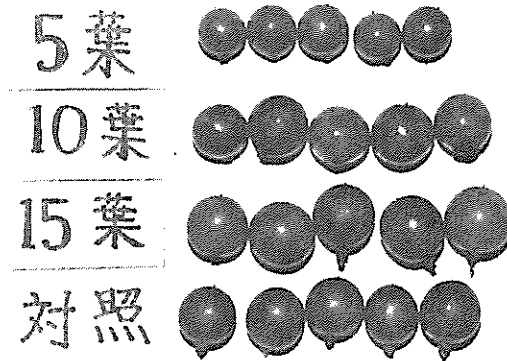
1. “デラウェア”の結果枝における単位葉面積当たりの着果量が果実の品質に及ぼす影響

1) 試験方法

供試樹は浜田市長沢町の、島根県農業試験場元浜田分場における露地栽培の7年生“デラウェア”(無毛テレキ台)1樹であり、実験は1975年6月21日から8月8日にかけて行った。開花後約20日の6月21日と果粒軟化期の7月7日に結果枝の基部を環状はく皮して葉数を5, 10, 15枚に制限し、各結果枝には2房残して摘房した。対照区としてははく皮処理をしない区を設けた。各区の供試結果枝数は6月21日処理と対照区が10本、7月7日処理が5本であった。成熟期の8月8日にははく皮部から切り取って解体調査した。葉面積は葉を複写機でコピーして切り抜き、その重さから求めた。

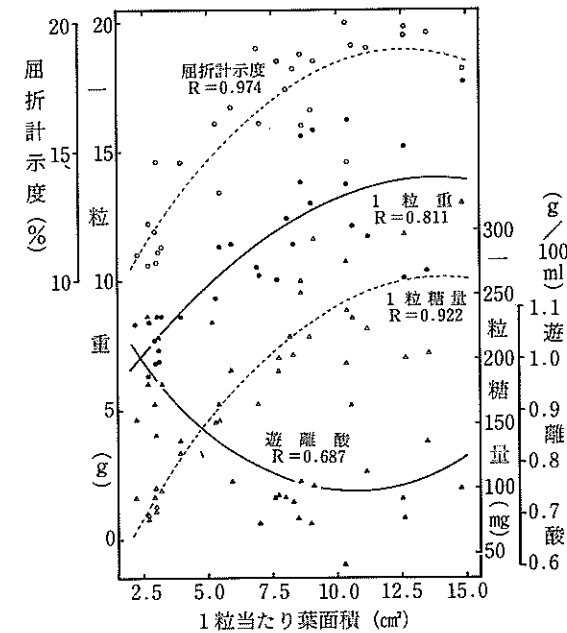
2) 試験結果

第70図は6月21日に環状はく皮した結果枝の、8月1日における各区の果粒の大きさを比較したものであるが、葉数が多いほど大きく、15葉区は対照区よりも大きかった。



第70図 露地栽培“デラウェア”の6月21日に基部を環状はく皮した結果枝における葉数が“デラウェア”果粒の大きさに及ぼす影響 (1975. 8. 1)

第71図は、6月21日処理区の成熟期における結果枝ごとの、1果粒当たりの葉面積と屈折計示度、1粒重、1粒糖量及び遊離酸含量の関係について示したものである。屈折計示度、1粒重及び1粒糖量ともに、1果



第71図 露地栽培“デラウェア”の6月21日に基部を環状はく皮した結果枝における1粒当たりの葉面積と屈折計示度、1粒重、1粒糖量及び遊離酸との関係(1975)

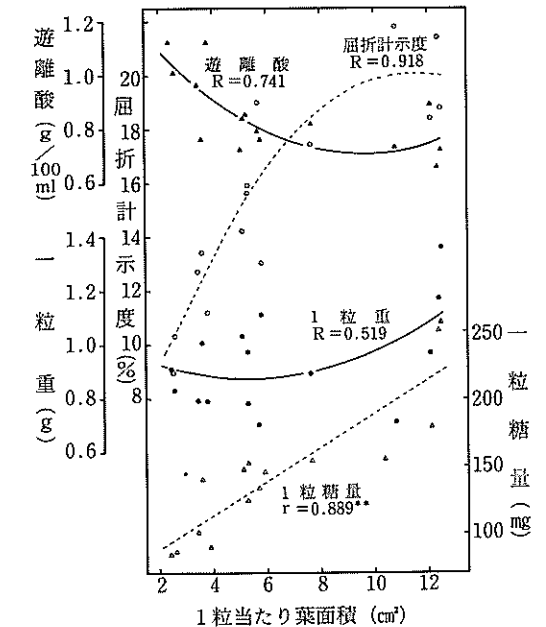
粒当たりの葉面積が多くなるにつれて多くなったが、その値には上限があるようであった。遊離酸含量はそれらとは逆の傾向があり、1果粒当たりの葉面積が多くなるに従って低くなったが、その値には下限があるようであった。また、1粒当たりの葉面積と各項目との間には図に示したような高い相関がみられた(カラー図版11)。

第72図は7月7日処理の、前図と同様な諸関係について示したものである。屈折計示度と遊離酸含量は6月21日処理とよく似た傾向を示したが、1粒重と1粒糖量ではやや傾向が異なった。すなわち、1粒重は葉面積の増加に比較して余り増加せず、1粒糖量は直線的に増加して上限値が見られなかった。また、相関指数は1粒重が0.519でやや低かった他は、0.74以上と高かった。

2. “巨峰”の結果枝における単位葉面積当たりの着果量が果実の品質に及ぼす影響(1)

1) 試験方法

供試樹は14年生“巨峰”(8B台)1樹で、場所は1と同じであり、方法は1に準じて行った。環状はく皮の時期は結実期の1975年6月23日と果粒軟化期直前の

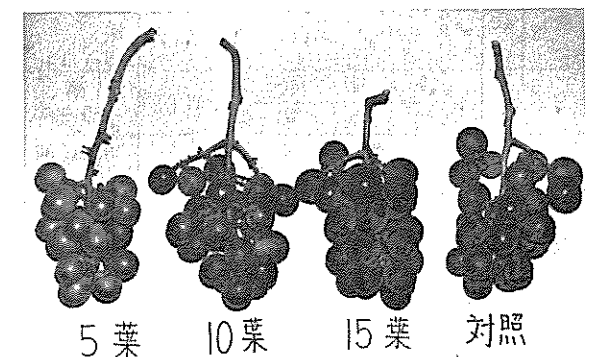


第72図 露地栽培“デラウェア”の7月7日に基部を環状はく皮した結果枝における1粒当たりの葉面積と屈折計示度、1粒重、1粒糖量及び遊離酸との関係(1975)

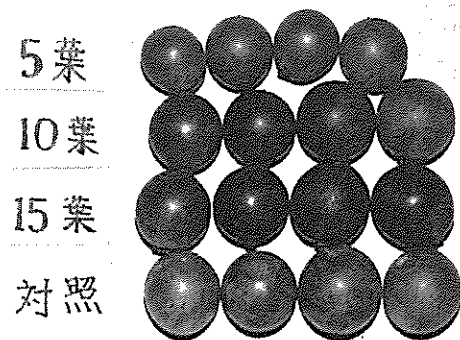
7月7日であった。供試結果枝数は6月23日処理が7本で、7月7日は5本であった。成熟期の8月8日にははく皮部より切り取って解体調査した。

2) 試験結果

6月23日に環状はく皮処理を行った結果枝における果房と果粒の状態は、第73、74図のとおりである。5



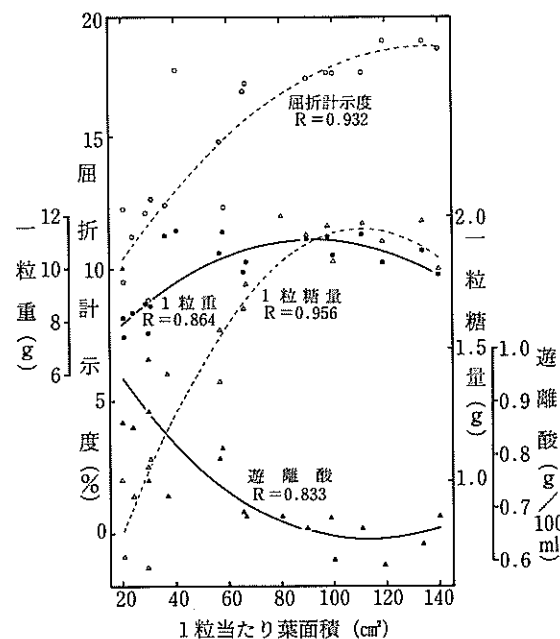
第73図 露地栽培“巨峰”の6月23日に基部を環状はく皮した結果枝における葉数が果房の大きさと果色に及ぼす影響(1975. 8. 17)



第74図 露地栽培“巨峰”の6月23日に基部を環状はく皮した結果枝における葉数が果粒の大きさに及ぼす影響 (1975. 8. 1)

葉区の果房及び果粒が明らかに小さかったのを除き大きな差はみられなかったが、果色は葉数の多い区ほど濃かった。

第75図は6月23日処理区の成熟期における結果枝ごとの、1果粒当たりの葉面積と屈折計示度、1粒重、1粒糖量及び遊離酸含量の関係について示したものである。屈折計示度と1粒糖量及び1粒重は1果粒当た

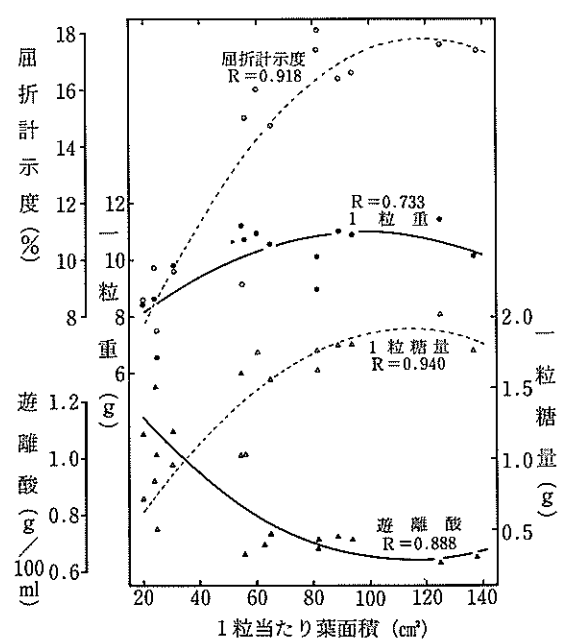


第75図 露地栽培“巨峰”の6月23日に基部を環状はく皮した結果枝における1粒当たりの葉面積と屈折計示度、1粒重、1粒糖量及び遊離酸との関係 (1975)

りの葉面積の増加につれて増加し、上限に達した後減少する傾向を示し、遊離酸含量は逆に1果粒当たりの葉面積が増加するにつれて減少し、下限に達した後上昇するような傾向を示した。ただし、上限に達する1果粒当たりの葉面積は項目によって異なり、1粒重の場合がもっとも小さく、次いで、1粒糖量で、屈折計示度はもっとも大きかった。また、各項目の相関指数はいずれも0.8以上で高かった。

7月7日処理の結果は第76図に示したとおりである。1粒当たりの葉面積と各項目との関係は、6月23日の時とよく似た傾向を示したが、1粒当たりの糖量は明らかに一頂曲線であった。

1及び2の結果から、1果粒当たりの葉面積が増加すればするほど、逆に葉面積当たりの着果量が減少すればするほど、屈折計示度は高くなり、1粒重は重くなるから、1粒当たりの糖量は増加する。しかし、一定の値を過ぎると増加は止まるか減少する。一方、遊離酸含量は着果量が減少するにつれて減少するが、一定値に達した後横ばいとなった。また、“デラウェア”では果粒軟化期以後の1粒重は着果量にあまり影響されないようであり、“巨峰”でも同様の傾向があっ



第76図 露地栽培“巨峰”の7月7日に基部を環状はく皮した結果枝における1粒当たりの葉面積と屈折計示度、1粒重、1粒糖量及び遊離酸との関係 (1975)

た。

3. “巨峰”の結果枝における単位葉面積当たりの着果量が果実の品質に及ぼす影響 (2)

1) 試験方法

島根県農業試験場における露地栽培の3年生“巨峰”(8B台)を3樹供試し、各樹より5本の結果枝を供試した。1979年の6月29日に供試枝の基部を環状はく皮し、葉面積1㎡当たり成熟期の予想果房重で500g、1,000g、1,500g、2,000g、2,500gとなるように着果を調節した。その時の供試枝の葉面積は、類似した結果枝を15本採取して作った枝の長さとの回帰式から計算した。葉面積の測定は緑葉面積計で行った。成熟期の8月17日にはく皮部より切り取り解体調査した。

2) 試験結果

第39表には着果量と環状はく皮処理時及び成熟期の新梢長と葉面積について示した。成熟期の新梢長は総ての区において処理時より長くなったが、葉面積1㎡当たりの着果量が271粒までは差がみられず、それ以上では着果量が多いほど伸び率は小さかった。葉面積の増加率は着果量が358粒/㎡までは着果量が多いほど高い傾向にあったが、481粒/㎡は明らかに低かった。

第40表は果実品質を示したものである。果色と屈折計示度は着果量が多くなるにつれて減少する傾向がみられたが、1粒重は86粒/㎡が明らかに重かった以外は差が見られなかった。遊離酸含量は着果量が増えるにつれて増加する傾向がうかがわれるものの、その傾向はやや不明りょうであった(カラー図版12)。

第41表は1結果枝当たりの純生産と器官別の分配率及びNARである。1結果枝当たりの純生産は着果量が多くなるにつれて多くなり、358粒/㎡で最高を示し、着果量が最も多い481粒/㎡区ではそれより少なかった。器官別の分配率についてみると、果実は着果量が多い区ほど多かったが、葉と当年枝は反対に少なかった。特に、最も着果量の多い区において、当年枝と葉の分配率が低く、

これが1結果枝当たりの純生産を少なめた重要な原因と思われる。NARは着果量が多くなるほど多くなり、平

均で6.72g/㎡/dayであった。

第42表は単位葉面積当たりの着果量と新梢長、葉面積、総乾物重、果色、1粒重、屈折計示度及び遊離酸含量との単相関を示したものである。5%水準で有意なのは果色と屈折計示度だけであった。

次に、1粒当たりの葉面積と果実分配率との関係を

第39表 露地栽培“巨峰”における基部を環状はく皮した結果枝の着果量が結果枝長と葉面積に及ぼす影響 (1979)

葉面積当たり着果量	結果枝長			葉面積		
	26/VI	17/VIII	増加比	26/VI	27/VIII	増加比
粒/㎡	cm	cm	%	cm ²	cm ²	%
86	77.0	147.8	192	973	3,865	397
174	93.6	170.2	182	1,148	4,897	427
271	95.4	187.4	196	1,169	5,028	430
358	94.4	165.6	176	1,157	5,381	465
481	86.6	125.4	144	1,070	3,227	302
平均	89.4	159.3	178	1,103	4,480	404

第40表 露地栽培“巨峰”における基部を環状はく皮した結果枝の着果量が果実品質に及ぼす影響 (1979)

葉面積当たり着果量	果色 ²	1粒重	屈折計示度	遊離酸
粒/㎡		g	%	g/100ml
86	9.4	9.2	18.2	0.70
174	8.0	8.7	17.2	0.67
271	7.2	8.4	16.2	0.75
358	7.5	8.3	16.4	0.75
481	6.5	8.5	15.5	0.77
平均	7.7	8.6	16.7	0.73

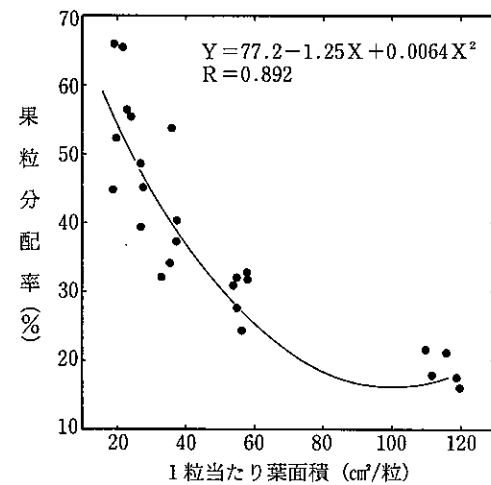
² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第41表 露地栽培“巨峰”における基部を環状はく皮した結果枝の着果量が純生産、分配率およびNARに及ぼす影響 (1979)

葉面積当たり着果量	純生産	分配率			NAR
		果実	葉	当年枝	
粒/㎡	g/本	%	%	%	g/㎡/day
86	63.4	23.5	39.2	37.3	5.13
174	96.2	35.7	32.4	31.9	6.15
271	107.1	46.4	26.5	27.1	6.81
358	121.5	51.8	25.3	23.0	7.43
481	98.9	69.9	16.8	13.2	8.10
平均	85.6	45.5	28.0	26.5	6.72

第42表 露地栽培“巨峰”における6月26日に基部を環状はく皮した結果枝の各項目と単位葉面積当たり着粒数との単相関 (1979)

	新梢長	葉面積	総乾物重	果色	1粒重	屈折計示度	遊離酸
着粒数/葉面積㎡	-0.369	-0.299	0.294	-0.504*	-0.307	-0.455*	0.371



第77図 3年生露地栽培“巨峰”における基部を環状はく皮した結果枝の着果量が果実分配率に及ぼす影響 (1979)

結果枝ごとに図にプロットしたのが第77図である。1粒当たりの葉面積が増えるにつれて果実分配率が低下するが、この関係には2次曲線が当てはまり、相関指数は0.892と高かった。

以上の結果、葉面積に対する着果量が増加すると、結果枝の純生産は増加するが一定値を過ぎると減少する。その原因は、着果量が多すぎると新梢の生長が抑制され、葉面積が拡大しないため1新梢当たりの光合成能力が低下するからであろう。

第3節 鉢樹における着果量が果実の品質に及ぼす影響

1. “デラウェア”における着果量が果実の品質に及ぼす影響

1) 試験方法

供試樹はドラム缶半切鉢で育成した5年生“デラウェア”(自根)24鉢を、66m²のガラス室内において、1983年3月10日から無加温状態で栽培した。開花後32日に生育のそろった20鉢を選び、着果量を葉面積1m²当たり、1.4, 1.7, 2.0, 2.3, 2.6kgの5段階に調節した。果粒軟化期から5日または10日間隔で1樹当たり、50房から1粒ずつを採取して粒重、果色、屈折計示度及び遊離酸含量を測定した。

2) 試験結果

1樹当たりの収量と葉面積、葉面積当たり及び樹冠占有面積当たりの収量とLAIは第43表に示したとおりである。収穫期における樹冠占有面積当たりの収量は、約1.4kg/m²～2.6kg/m²であり、LAIは1.75であった。

第44表には果実の品質について示した。房重、粒重及び遊離酸含量は着果量との間に一定の傾向が認められなかったが、着果量が多くなると果色は淡くなった。屈折計示度は着果量1.4kg/m²が25.3%と最も高く、1.7～2.3kg/m²はほぼ同じで、これに次ぎ、2.6kg/m²は19.0%で最も低かった。また、着果過多によると思われる着色不良房は2.3kg/m²以上の着果量で発生した(カラー図版21)。

第45表は平均の新梢長と登熟割合及び乾物率について示した。新梢長は着果量との間に一定の関係がみられなかったが、登熟割合と乾物率は着果量の最も多い2.6kg/m²で低かった。

第78図は各樹の1日当たりにおける糖の上昇速度と果色の上昇速度との関係を示したものである。1%水準で高い有意な相関がみられた。糖の上昇速度の大きい樹は果色の上昇速度も大きかった。

第79図では着果量の違いが果色の上昇に及ぼす影響

第43表 無加温ハウス栽培“デラウェア”における単位葉面積当たりの着果量が葉面積および樹冠占有面積と収量に及ぼす影響 (1983)

試験区	1鉢当たり		LAI	葉面積当たり収量	樹冠占有面積当たり収量
	収量	葉面積			
	kg/m²	kg	m²	kg/m²	kg/m²
1.4	3.738	4.838	1.75	0.776	1.359
1.7	4.502	5.389		0.855	1.637
2.0	5.406	4.656		1.206	1.966
2.3	6.557	5.043		1.302	2.384
2.6	7.235	4.510		1.611	2.631

第44表 無加温ハウス栽培“デラウェア”における単位葉面積当たりの着果量が果実の品質に及ぼす影響 (1983)

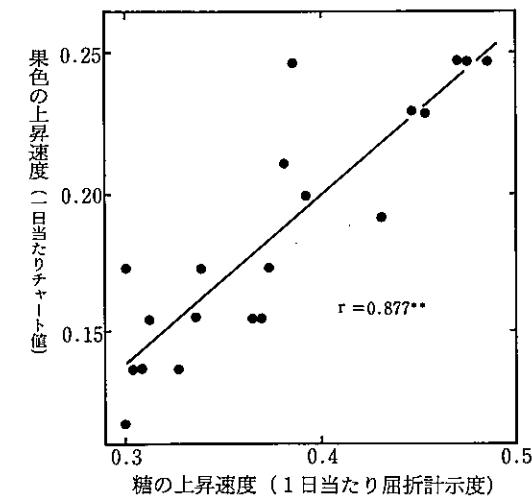
試験区	房重	1粒重	果色 ²	屈折計示度	遊離酸	着色不良房率
	kg/m²	g	g	%	g/100ml	%
1.4	64.8	0.96	6.6	25.3	0.33	0.0
1.7	66.6	0.93	6.0	22.1	0.31	0.0
2.0	71.2	0.96	6.2	22.2	0.33	0.0
2.3	70.8	0.94	5.2	22.0	0.31	10.1
2.6	72.5	0.93	4.6	19.0	0.34	19.5

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

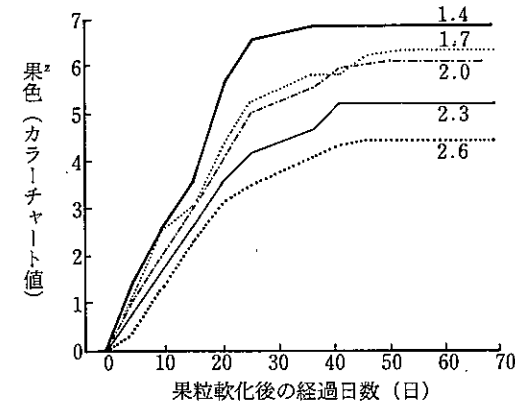
第45表 無加温ハウス栽培“デラウェア”の着果量が新梢長と登熟割合および乾物率に及ぼす影響 (1983)

葉面積当たり着果量	平均新梢長	平均登熟長	登熟割合	乾物率 ²
kg/m²	cm	cm	%	%
1.4	75.1	56.8	75.5	52.62
1.7	79.6	61.9	77.4	52.57
2.0	69.7	52.1	74.2	53.22
2.3	75.4	56.6	75.4	52.47
2.6	68.8	46.8	68.0	51.39

² 第1節から5節までの登熟部分



第78図 無加温ハウス栽培“デラウェア”の果粒内糖度の上昇速度と果色の上昇速度との関係 (1983)



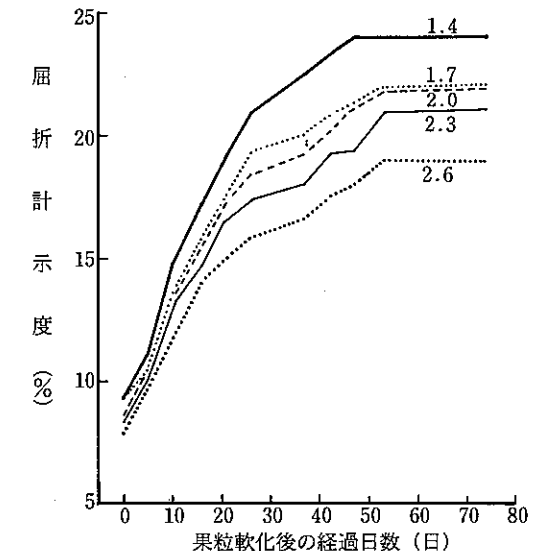
第79図 無加温ハウス栽培“デラウェア”の着果量が果色の上昇速度に及ぼす影響 図中の数字は葉面積当たりの着果量kg/m² ²農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値 (1983)

について示した。いずれの着果量においても、果粒軟化期以後日数が経過するにつれて果色は上昇しているが、その速度は着果量が少ないほど速かった。また、いずれの着果量でも、ある日数を経過すると果色の上昇が停止したが、商品価値のある果色5以上に達したのは着果量が2.0kg/m²以下の区であった。

第80図は、屈折計示度の上昇状態について示したものである。果色と同様に、日数の経過につれて上昇するが、一定の期間を過ぎると停止した。

しかし、遅くなったとは言え2.6kg/m²においても出荷規格の18度には到達した。

以上のように、糖度の上昇は着果量が多くても果実を樹に長く着けて置くことによって遅くまで続くが、果色の進行は早期に停止し、停止時の値は着色初期における糖の上昇速度と比例関係にあるように思われる。



第80図 無加温ハウス栽培“デラウェア”の着果量が糖の上昇速度に及ぼす影響 図中の数字は葉面積当たりの着果量kg/m² (1983)

2. “巨峰”における果粒軟化期直前の着果量が果実の品質に及ぼす影響

1) 試験方法

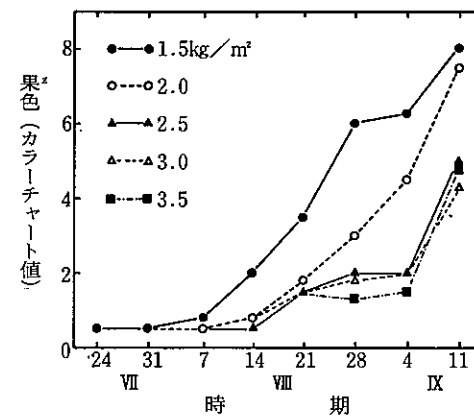
1980年に露地栽培のドラム缶半切鉢育成の3年生“巨峰”(自根)を8本供試し、果粒軟化期直前の7月24日に成熟期を想定した着果量を葉面積1m²当たり、1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5kgに調節した。着果量はこれまでの実験で行ったように、推定葉面積から1粒重が

10gになると仮定して計算した。1週間間隔で1房から1粒ずつ採取して、果色、果粒重、屈折計示度及び遊離酸含量を測定した。

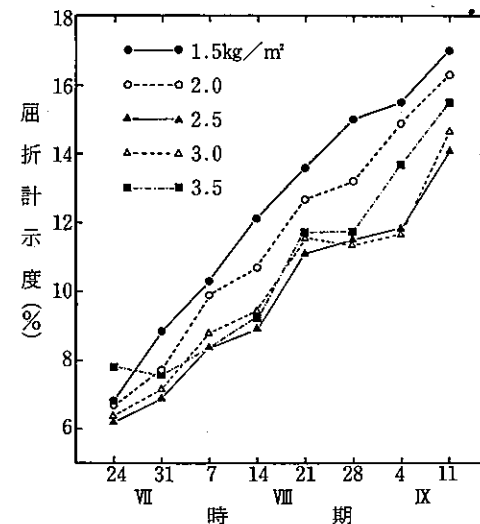
2) 試験結果

第81図は着果量が果色の上昇に及ぼす影響について示した。いずれの着果量においても時期の経過とともに果色は上昇したが、1.5、2.0kg/m²は約8までになったものの、それより着果量が多い区では5程度すなわち“デラウェア”程度の色にしかならなかった。

第82図は着果量と糖の上昇との関係について示した。果色に比べるといずれの着果量でも順調に上昇したが、



第81図 露地栽培“巨峰”における果粒軟化期直前の着果量が果色の上昇に及ぼす影響 (1980)
*農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値



第82図 露地栽培“巨峰”における果粒軟化期直前の着果量が糖の上昇に及ぼす影響 (1980)

着果量の多い区ほど上昇の速度は遅い傾向がみられた。

着果量と果色及び糖の上昇との関係から“巨峰”においても、成熟期の果色は果粒軟化期以後の糖の上昇速度と比例関係にあると考えられた。なお、果色及び屈折計示度の値からみて、本実験の着果量は総ての区で多すぎ、適正着果量の上限値は1.5kg/m²より少ない処にあるようであった。

第4節 作型の相違が結果枝の乾物生産力と果実生産力に及ぼす影響

1. 露地栽培“デラウェア”における結果枝の乾物生産力と果実生産力

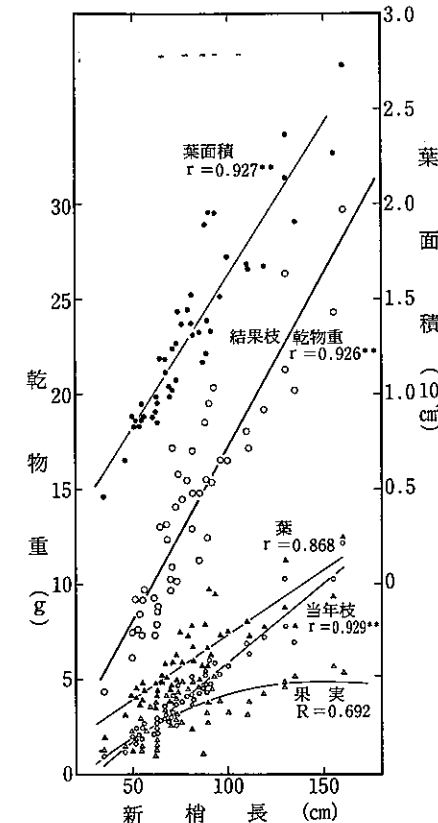
1) 試験方法

供試園と供試樹は第Ⅶ章第1節と同じで、実験は1978年に行った。芽かきは5月16日に、ジベレリン前期処理は翌日の17日に行ったが、途中から雨になり20日に再処理を行った。満開期は5月26～27日、ジベレリン後処理期は6月8～9日であった。6月14日に結果枝基部を約1.5cm幅に環状はく皮した。供試樹数は4本で、処理結果枝数は各樹10本の合計40本であった。はく皮処理時に結果枝20本を採取して、葉面積と器官別の乾物重を測定し、結果枝長とそれらとの回帰式を計算して、処理時における結果枝の葉面積や器官別の乾物重を推定した。8月9日にははく皮部より切り取って、果実の品質や器官別の乾物重及び葉面積などを測定した。8月9日の葉面積や器官別の乾物重から6月14日の推定値を差し引いて、それらの実験期間における純生産を計算した。

2) 試験結果

第83図は処理時における結果枝の長さとその葉面積及び器官別の乾物重との関係について示したものである。果実との相関指数が0.692とやや低い他は0.86以上と高かった。この関係から回帰式を計算し、それに基づいて処理結果枝の処理時の長さから、葉面積や器官ごとの乾物重の推定値を計算した。ただし、処理時の果実乾物重は、収穫時の果粒数に処理時の1粒乾物重を乗じ、それに果梗の平均乾物重を加えて計算した。第46表は処理時と収穫時の新梢長、節数及び葉面積である。新梢長は平均して108cmから142cmと約30%、節数は約40%増加したに過ぎなかったが、葉面積は1,678cm²から3,422cm²へと2倍以上になった。

第47表は果実の品質について示したものであるが、平均で1房重が約165g、1粒重が1.35g、果色5.6、屈折計示度19.5などであり、中には着果過多による品



第83図 露地栽培“デラウェア”の6月14日に基部を環状はく皮した結果枝における新梢長と葉面積、葉、当年枝、果実、結果枝の乾物重との関係 (1978)

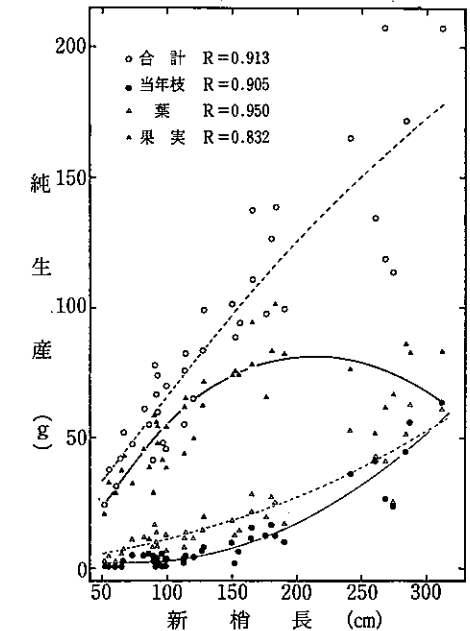
第46表 露地栽培“デラウェア”における基部を環状はく皮した結果枝の新梢長、節数、葉面積 (1978)

	新梢長		節数		葉面積	
	14/VI	9/VIII	14/VI	9/VIII	14/VI	9/VIII
平均値	108	142	18	25	1,678	3,422
標準偏差	35	73	2	8	595	2,170

第47表 露地栽培“デラウェア”における基部を環状はく皮した結果枝の果実品質 (1979)

	房長	1房重	1粒重	果色 ²	屈折計示度	遊離酸
	g	g	g		%	g/100ml
平均値	14.0	164.9	1.35	5.6	19.5	0.56
標準偏差	1.6	41.1	0.23	1.5	1.8	0.05

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値



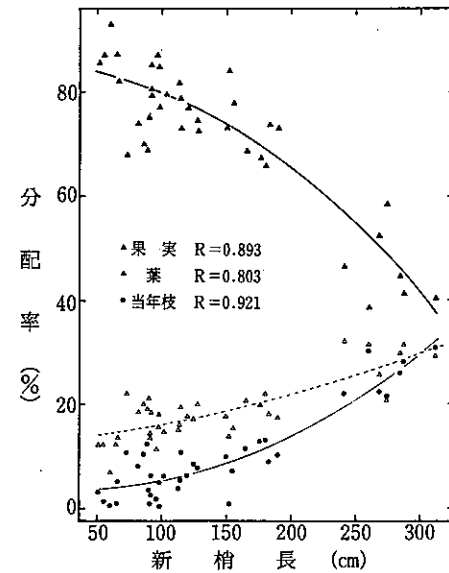
第84図 露地栽培“デラウェア”の基部を環状はく皮した結果枝における新梢長と6月14日～8月9日に生産された器官別純生産、結果枝純生産との関係 (1978)

質不良のものもあったが、ほとんどは非常に優れたものであった。

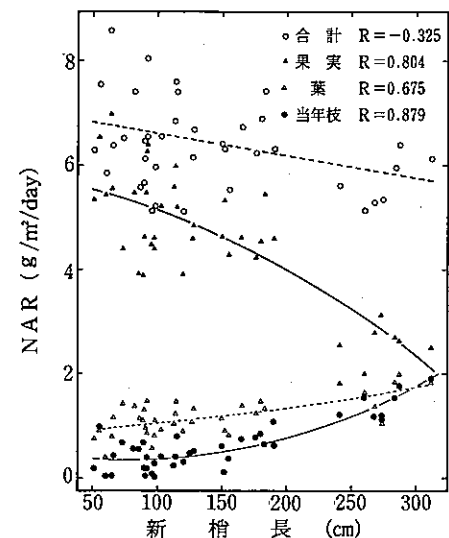
第84図は結果枝の長さを実験期間における器官ごとの純生産との関係について示したが、相関指数はいずれも0.8以上で高かった。結果枝の純生産は長さが長いほど多い傾向がみられ、その関係は直線に近かった。果実は極大値を持つ2次曲線を描き、その最大値は200cm前後の長さに対応した。葉と当年枝は長さに応じて多くなる2次曲線を描き、特に当年枝は増加の率が高かった。

第85図は結果枝の長さを実験期間の純生産に占める器官別分配率との関係について示したものである。果実分配率は長さに反比例して低下し、反対に葉や当年枝は増加した。いずれの項目とも、相関指数は0.8以上であった。

次に、結果枝の長さとそのNAR及びNARに占める器官の重さの関係について示したのが第86図である。結果枝のNARは長さが長くなるにつれ低下する傾向がみら

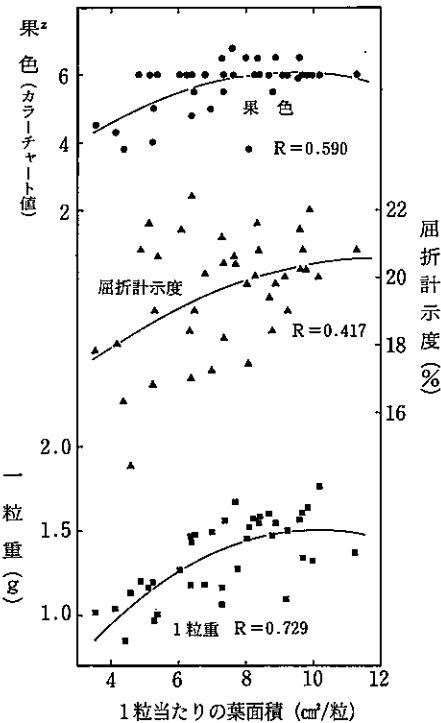


第85図 露地栽培“デラウェア”の基部を環状はく皮した結果枝における新梢長と6月14日～8月9日の純生産の器官別分配率との関係(1978)



第86図 露地栽培“デラウェア”の基部を環状はく皮した結果枝における新梢長と6月14日～8月9日に生産された結果枝NARと器官別割合との関係(1978)

れるものの、相関指数は-0.325と低かった。器官別で見ると分配率の場合と同様、新梢が長くなるにつれて果実相当分は低下し、葉と当年枝は増加した。その中では果実と当年枝の相関指数が高かった。



第87図 露地栽培“デラウェア”の基部を環状はく皮した結果枝における6月14日の1粒当たりの葉面積と収穫期の1粒重、糖度及び果色との関係 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値(1978)

第87図には1粒当たりの葉面積と果実品質との関係を表した。いずれも1粒当たりの葉面積が増えるにつれて増加したが、相関指数は果色と屈折計示度では低く、1粒重では高かった。

2. 雨よけ栽培“巨峰”における結果枝の乾物生産力と果実生産力

1) 試験方法

供試園及び供試樹は第V章、第4節の巨峰と同じである。1978年6月2日に結実が良好な結果枝46本の基部を、幅1.5cmに環状はく皮し、1粒当たりの葉面積が50～80cm²となるように粒数または葉数を調節した。葉面積は同日採取した15本の結果枝による回帰式から推定した。供試枝の葉が出来るだけ他の葉陰にならないように注意しながら結果枝を誘引した。7月31日に41本、8月3日に5本をはく皮部より切り取り果実品質や器官別の乾物重などを測定した。

2) 試験結果

第48表は2次伸長した結果枝としなかった結果枝の

処理時と成熟期における、1粒当たりの葉面積と成熟期の果実品質について示したものである。1粒当たりの葉面積は処理時から成熟時にかけて多くなり、2次伸長しなかった枝の場合には86.8cm²から132.9cm²にまで53%の増加であったのに対し、2次伸長した枝は92%増加して、173.6cm²になった。果実の品質については、1房重、1粒重及び遊離酸含量では、ほとんど差がみられなかったが、果色と屈折計示度は2次伸長した枝がやや劣った。

第49表は結果枝の純生産と器官別の割合及びNARである。1結果枝当たりの純生産は2次伸長した枝が多かったが、果実への分配は低く葉や当年枝への分配が多かった。NARはほとんど差がなかったことから、2次伸長した部分の葉によって作られた物質は、主としてその部分の葉や当年枝へ分配されたと考えられる。

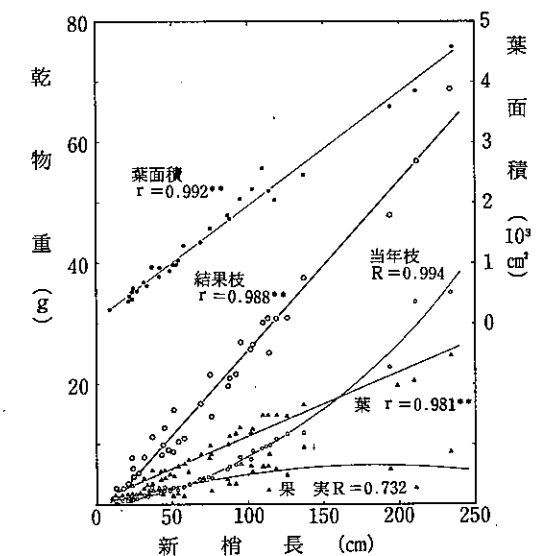
第88図は6月2日における新梢長とその葉面積及び結果枝総乾物重、当年枝乾物重、葉乾物重、果実乾物重との関係について示したものである。果実の相関指数が0.732である他、いずれも0.9以上と高かった。前節と同様にこれらから、回帰式を作り処理時の器官ごとの乾物重や葉面積の推定を行った。

第89図は結果枝の長さとの関係である。前節の“デラウェア”と同様に果実は極大値をもつ一頂曲線を描き、葉と当年枝は幾何級数的に増加する2次曲線を描いた。結果枝全体ではほぼ直線的に増加した。相関指数は果実が0.801であった他は0.9以上と高かった。

第90図は6月2日から7月31日までの純生産における器官ごとの分配率である。果実は結果枝の長さが増

すにつれ急速に低下したが、当年枝はそれと対照的に増加した。葉はほぼ直線的に増加した。いずれの項目の相関指数も約0.9以上であった。

次に、結果枝のNAR及びその果実と当年枝の部分との関係については第91図に示したとおりである。結果枝と果実はマイナスの、当年枝はプラスの高い相関関係がみられ、結果枝が長いほど結果枝と果実のNARは少なくなり、当年枝のNARは多くなった。



第88図 雨よけ栽培“巨峰”の6月14日に基部を環状はく皮した結果枝における新梢長と葉面積及び葉、当年枝、果実、結果枝の乾物重との関係(1978)

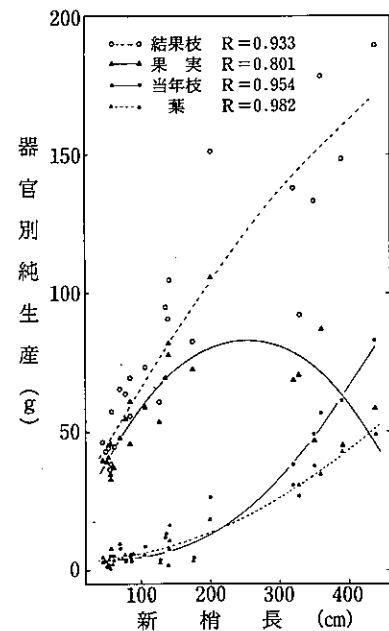
第48表 雨よけ栽培“巨峰”の基部を環状はく皮した結果枝における1粒当たり葉面積と果実品質(1978)

試 験 区	1粒当たり葉面積		1房重	果 実 品 質			
	1/VI	3/VIII		1粒重	果色 ²	屈折計示度	遊離酸
	cm²	cm²	g	g		%	g/100ml
2次伸張した結果枝	90.4	173.6	326.6	12.0	8.5	18.3	0.64
2次伸張しなかった結果枝	86.8	132.9	326.5	11.8	8.2	17.5	0.66

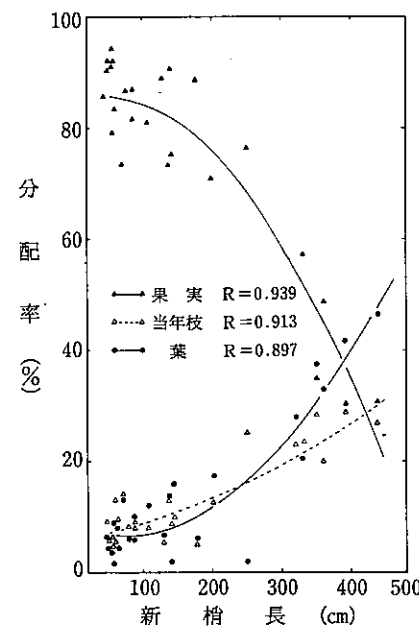
² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第49表 雨よけ栽培“巨峰”の基部を環状はく皮した結果枝における純生産と器官別分配率並びにNAR(1978)

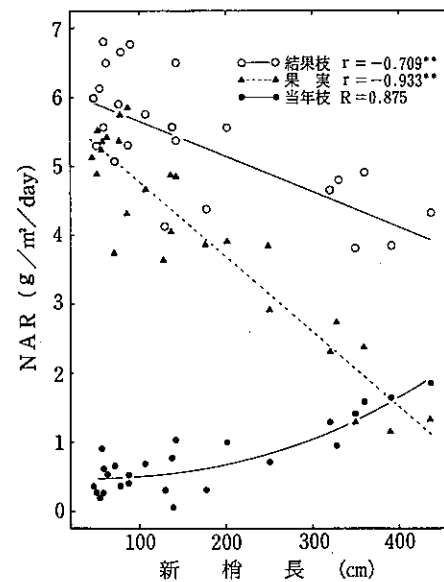
試 験 区	器 官 別 分 配 率			結果枝純生産	N A R
	果 実	葉	当 年 枝		
	%	%	%	g/本	g/m²/day
2次伸張した結果枝	57.4	20.8	21.8	113.2	5.36
2次伸張しなかった結果枝	73.4	12.8	13.8	89.3	5.33



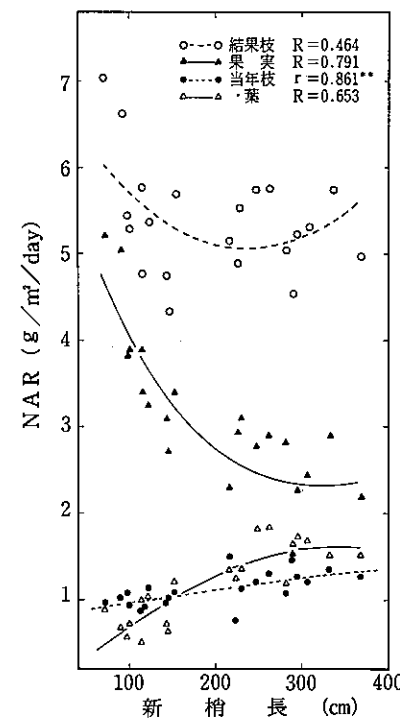
第89図 雨よけ栽培“巨峰”の基部を環状はく皮した結果枝における新梢長と6月2日～7月31日に生産された器官別純生産、結果枝純生産との関係 (1978)



第90図 雨よけ栽培“巨峰”の基部を環状はく皮した結果枝における新梢長と6月2日～7月31日の純生産の器官別分配率との関係



第91図 雨よけ栽培“巨峰”の基部を環状はく皮し、2次伸長しなかった結果枝における新梢長と6月2日～7月31日に生産された結果枝NARと器官別割合との関係 (1978)



第92図 雨よけ栽培“巨峰”の基部を環状はく皮し、2次伸長した結果枝における新梢長と6月2日～7月31日に生産された結果枝と器官別NARとの関係 (1978)

第92図は2次伸長した結果枝のNARである。結果枝のNARは長さとの関係が低く、果実NARは長さが長くなるにつれて低下したが、250cm前後で横ばいとなった。結果枝長200cm前後まではNARの葉の部分の増加が著しいが、それより長くなると増加はみられなかった。

3. 早期加温ハウス栽培“デラウェア”における結果枝の乾物生産力と果実生産力

1) 試験方法

供試園は島根県農業試験場大社試験地の早期加温ハウス栽培の7年生“デラウェア”(8B台)3樹であった。ハウスの構造は間口4mの鉄パイプのアーチ型連棟で、面積は10aであり、土壌は砂土であった。1977年12月に10倍の石灰窒素浸出液を散布し、1978年1月上旬ビニルを被覆し、1月17日から加温を開始した。夜温は20時まで18°C、20～6時は10°Cに設定した。樹冠周辺から棚面が空いている方向へ出ている結果枝を、各樹から10本選んで3月31日に基部を環状はく皮し、5月29日にはく皮より切り取って調査した。その他はこれまでの方法に準じた。

2) 試験結果

第50表は果実の品質について示したものである。採取時期がやや早かったため、遊離酸含量が高く、また供試樹の内1樹はジベレリン処理の失敗から有核果が混入したため、果色と屈折計示度がやや低かったほかは良好な状態であった。

第93図は結果枝長と果実及び当年枝分配率の関係で

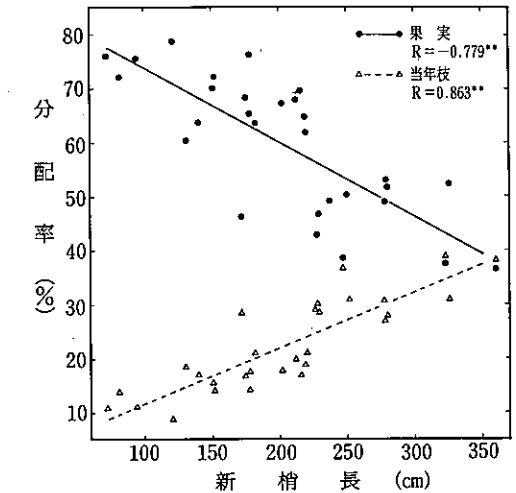
第50表 早期加温ハウス栽培“デラウェア”の基部を環状はく皮した結果枝における果実の品質 (1978)

房長	房重	1粒重	果色 ²	屈折計示度	遊離酸
cm	g	g		%	g/100ml
13.0	130.3	1.39	4.9	18.5	1.03

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第51表 早期加温ハウス栽培“デラウェア”の基部を環状はく皮した結果枝における新梢長、葉面積、純生産、器官別分配率およびNAR (1978)

期	間	新梢長	葉面積	分配率			純生産	NAR
				果実	葉	当年枝		
		cm/本	cm²/本	%	%	%	g/本	g/m²/day
31/Ⅲ(実験開始期)～28/Ⅳ		108	1,753	41.4	30.5	28.1	29.9	4.15
28/Ⅳ(果粒軟化期)～29/Ⅴ		163	3,470	62.4	13.9	23.7	67.9	5.84
31/Ⅲ～29/Ⅴ(成熟期)		201	4,592	56.0	19.0	25.0	97.8	5.18



第93図 早期加温ハウス栽培“デラウェア”の基部を環状はく皮した結果枝における新梢長と3月31日～5月29日の純生産に占める果実及び当年枝分配率との関係 (1978)

あるが、果実分配率は結果枝が長くなるにつれて直線的に低くなり、当年枝分配率は対照的に増加した。相関係数はいずれも0.77以上で高かった。

第51表は処理時から果粒軟化期まで、果粒軟化期から成熟期まで、そして処理時から成熟期までの生育や純生産とその器官ごとの分配率及びNARについて示した。新梢長、葉面積とも成熟期まで増加した。結果枝当たりの純生産は実験開始時から果粒軟化期までの1か月間に約30gであったが、その後成熟期までの1か月は約70gと2倍以上であった。器官別の分配率では、実験開始から果粒軟化期までは果実にもっとも多く分配されているものの、葉や当年枝にもかなり分配された。しかし、果粒軟化期以後は葉の分配が著しく減少し、果実の分配が増えた。NARは果粒軟化期以後の方が、その前より40%高く5.84g/m²/dayであった。

第52表 超早期加温ハウス栽培の鉢植え“デラウェア”と“巨峰”における基部を環状はく皮した結果枝の新梢長、葉面積²、果実品質および着果量(1979)

品 種	結 果 枝		果 実		品 質		着 果 量	
	新梢長	葉面積	1房重	1粒重	果色 ³	屈折計示度	遊離酸	／葉面積
	cm	cm ²	g	g		%	g/100ml	g/m ²
デラウェア	38.0	936	184	1.4	5.2	18.2	1.07	1,960
巨 峰	67.7	2,025	287	8.7	8.7	17.5	0.95	1,434

² 葉面積は3月14日の推定値と5月10日平均

³ 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第53表 超早期加温ハウス栽培の鉢植え“デラウェア”と“巨峰”における基部を環状はく皮した結果枝の純生産と器官別分配率およびNAR(1979)

品 種	分 配 率			純生産	NAR
	果 実	葉	当年枝		
	%	%	%	g/本	g/m ² /day
デラウェア	89.2	8.4	2.4	31.8	5.75
巨 峰	79.0	13.9	5.1	67.6	4.81

4. 超早期加温による鉢栽培の“デラウェア”と“巨峰”における結果枝の乾物生産力と果実生産力

1) 試験方法

ドラム缶半切鉢育成の3年生“デラウェア”と“巨峰”(いずれも自根)樹各2本を供試した。1978年12月26日に8倍の石灰窒素浸出液を散布して、1979年1月5日からガラス室内で加温栽培を行った。温度管理は昼温30°C、夜温15°Cを基準にし、“デラウェア”のジベレリン前期処理の2月17～18日は24～10°Cとし、“巨峰”の開花期の2月24日は30～20°Cとした。3月12日に1樹当たり“デラウェア”では10本、“巨峰”では7本の結果枝基部をはく皮し、葉面積に対する着果量を2,000 g/m²に調節した。“デラウェア”は1月10日に、“巨峰”は25日にはく皮部より切り取って、果実品質や器官ごとの乾物重を調査した。その他はこれまでの実験に準じて行った。

2) 試験結果

第52表には結果枝の生育と果実の品質について示した。葉面積1 m²当たりの収量は“デラウェア”が約2 kg、“巨峰”は約1.4 kgであった。果実の品質では、“巨峰”の1粒重がやや小さかったこと及び遊離酸含量が高かったのを除き、果色や屈折計示度は良好であった。

第53表は結果枝の純生産とその器官ごとの分配率及びNARである。1本当たりの純生産は“巨峰”が“デラウェア”の2倍以上の67.6 gであった。分配率では“巨峰”の果実分配率が“デラウェア”より低く、葉や当年枝においては高かったが、これは“巨峰”にお

ける葉面積当たりの着果量が“デラウェア”より少なかったためと推察される。NARについて“デラウェア”は5.75 g/m²/dayで、露地栽培の“デラウェア”よりも小さ

かったが、無加温ハウス栽培の“巨峰”や早期加温ハウス栽培の“デラウェア”より大きかった。

“巨峰”のNARは4.81 g/m²/dayで、無加温ハウス栽培より小さかった。

5. 超早期加温栽培“デラウェア”における結果枝の乾物生産力と果実生産力

1) 試験方法

供試園は出雲市浜町中島清二郎氏の13年生“デラウェア”園で、面積は24 a、土壌は砂土、被覆経過年数は10年であった。ビニル被覆は1977年12月16日、加温開始は12月20日、ジベレリン前期処理は2月3日から2月末まで、ジベレリン後処理期は3月22～25日であった。

標準的な生育の樹4本を選び、3月24日に各樹15本の結果枝の基部を環状はく皮し、着果量は葉面積1 m²当たり90粒程度に調節した。3月24日と4月17日(果粒軟化期)に処理枝の長さとし全葉長を測定した後、各樹から3本の結果枝を採取し、その長さとし葉面積、器官別の乾物重などを測定した。5月22日に結果枝をはく皮部より切り取り、葉面積や器官ごとの乾物重や果実品質などを測定した。各樹の棚面に1か所ずつ2×2 mの枠を作り、3月23日、4月17日及び5月22日に枠内の全葉数を数えた。そして、同時期に採取して測定した葉の面積からLAIを計算した。4月22日の快晴日に棚下の照度を測定した。照度の測定は東芝製SPI-5型で行った。

2) 試験結果

供試園の10 a当たりの収量は約1 tで、平均房重は98.3 gであった。第54表は新梢長と葉面積及びLAIについて示したものであるが、新梢長、葉面積ともに成熟期の5月22日まで増加し、実験開始時に比べて長さは172%、葉面積は204%になった。LAIは実験開始時における3月23日の1.36から、果粒軟化期の4月17日には2.29となり、成熟期には2.58となった。なお、LAIの状態を写真で示したのが第94図である。果粒軟化期を過ぎた4月22日の快晴日の午前10時30分にお

第54表 超早期加温ハウス栽培“デラウェア”における基部を環状はく皮した結果枝の新梢長、葉面積及びLAI(1978)

月	日	新 梢 長	葉 面 積	L A I
		cm	cm ²	
23/Ⅲ	(環状はく皮日)	78(100)	1,564(100)	1.36(100)
17/Ⅳ	(果粒軟化期)	122(156)	2,860(183)	2.29(168)
22/Ⅴ	(成熟期)	134(172)	3,190(204)	2.58(190)



第94—1図 超早期加温ハウス栽培“デラウェア”園における樹冠の明るさの変化。3月25日(LAI 1.36)



第94—2図 4月17日(LAI 2.29)

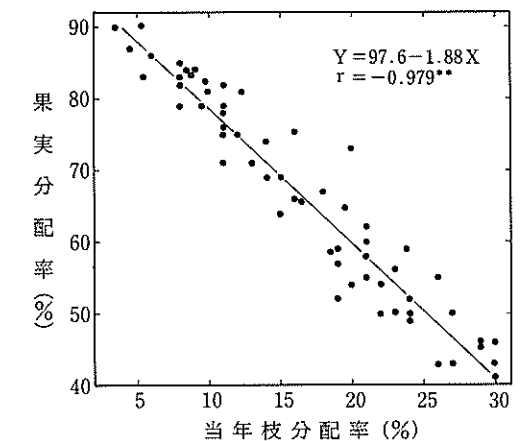


第94—3図 5月15日(LAI 2.58)

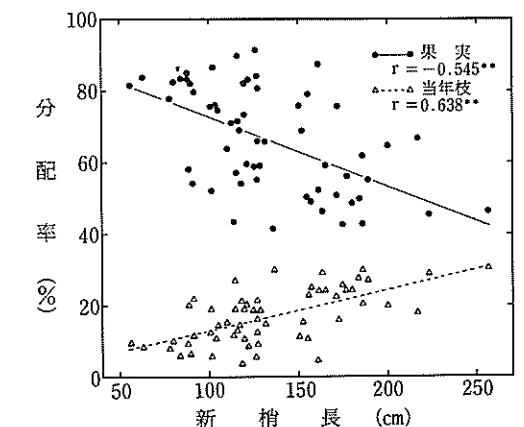
ける照度は、野外が80,000 lx、棚上60,000 lx、棚下8,250 lxであった。

第55表は果実の品質について示したが、1粒重がやや軽く、屈折計示度が低く、遊離酸含量が高かった。これは、結果枝の採取時期が早かったため、果実がやや未熟状態であったからと思われる。

第56表は結果枝当たりの純生産とその分配率及びNARについて示したものである。純生産は3月23日から4月17日までに16.73 g増加したのに比



第95図 超早期加温ハウス栽培“デラウェア”の基部を環状はく皮した結果枝における3月23日～5月22日間の純生産に占める果実分配率及び当年枝分配率との関係(1978)



第96図 超早期加温ハウス栽培“デラウェア”の基部を環状はく皮した結果枝における新梢長と3月23日～5月22日間の純生産に占める果実分配率及び当年枝分配率との関係(1978)

べ、4月17日から5月22日には80%多い29.98gの増加であった。器官ごとの分配率をみると、いずれの時期においても果実分配率が高かったが、果粒軟化期以後の方がより高かった。葉や当年枝の分配率を時期別に比較すれば、果粒軟化期以前の方が高かった。NARは全期間で $2.58\text{ g/m}^2/\text{day}$ 、実験開始時から果粒軟化期までが $3.04\text{ g/m}^2/\text{day}$ 、果粒軟化期以後から成熟期までが $2.89\text{ g/m}^2/\text{day}$ で、いずれもこれまでの実験の中では最低であった。なお、果粒軟化期から成熟期までのNARがそれ以前より小さかったのは、LAIが高まったことによる庇陰の影響と思われる。

第95図は3月23日から5月22日までの純生産に占める果実と当年枝の分配率の関係である。これらの間にはマイナスの高い有意な関係がみられ、当年枝分配率が高いほど果実分配率は低かった。

第96図は新梢長と果実分配率及び当年枝分配率との関係を示したものである。これらの間には高い有意な関係がみられ、長い新梢ほど果実分配率は低下し、当年枝分配率は高まった。

第55表 超早期加温ハウス栽培“デラウェア”における基部を環状はく皮した結果枝の果実品質 (1978)

房 長	房 重	1 粒 重	果 色 ²	屈折計示度	遊離酸
cm	g	g		%	g/100ml
11.9	104.1	1.21	6.8	16.0	0.98

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第56表 超早期加温ハウス栽培“デラウェア”における基部を環状はく皮した結果枝の純生産と器官別分配率及びNAR (1978)

期 間	分 配 率			純生産	NAR
	果 実	葉	当年枝		
	%	%	%	g/本	g/m ² /day
23/Ⅲ(環状はく皮日)~17/Ⅳ	50.9	27.8	21.3	16.73	3.04
17/Ⅳ(果粒軟化期)~22/Ⅴ	70.2	12.8	17.0	29.98	2.89
23/Ⅴ~22/Ⅴ(成熟期)	63.2	18.3	18.5	46.70	2.92

第57表 無加温ハウス栽培5年生“デラウェア”における着果量が果実の品質に及ぼす影響と1樹当たりの葉面積 (1981)

試験区	収量/1樹当た		果 実 品 質			
	葉面積	り葉面積	房 重	1 粒 重	果 色 ²	屈折計示度
	kg/m ²	m ²	g	g	%	g/100ml
少量区	0.68	39.8	112.7	1.27	6.0	20.2
中量区	0.98	51.0	102.8	1.29	5.0	18.5
多量区	1.24	34.1	79.4	1.06	4.8	19.3

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第5節 樹冠拡大期における着果量が果実の品質に及ぼす影響

1. 無加温ハウス栽培“デラウェア”の着果量が果実品質に及ぼす影響

1) 試験方法

供試樹は島根県農業試験場の無加温ハウス栽培の5年生“デラウェア”(自根)であった。1981年5月25日(満開20日後)における葉面積1m²当たりの成熟期を想定した着果量が、1.0、1.5、2.0kgとなるように着果調節した。供試本数は1区当たり4本であった。1m²の葉面積は約5mの新梢に相当するとして、着果調節時の葉面積を新梢の長さから計算した。果粒軟化期以後の日照が極めて少なかったため、1.5、2.0kg/m²区は6月25日に再摘房した。その他の管理は慣行にしたがって行った。

2) 試験結果

第57表には収量、葉面積及び果実の品質を各区の平均値で示した。収穫期における葉面積1m²当たりの収量は少量区が0.68kg/m²、中量区が0.98kg/m²、多量区は1.24kg/m²であった。収穫期は一応果色と糖度で決めたが少量区が7月27日で最も早く、中量区は8月3日、多量区は8月6日であり、着果量が多い区ほど遅れた。房重、果色は着果量が多いほど劣ったが、1粒重は多量区では劣ったものの少量区と中量区の差はみられなかった。屈折計示度はいずれも18度以上であった。この年の6月下旬の日照は極めて少なく、そ

れが主な原因と思われるが、成熟期は平年に比べ約10日遅れた。以上の結果、この実験の適正な着果量の上限値は、収穫時の葉面積1m²当たり1kg以下にあると考えられた。

2. 果粒軟化期における着果調節が“巨峰”の果実品質に及ぼす影響

1) 試験方法

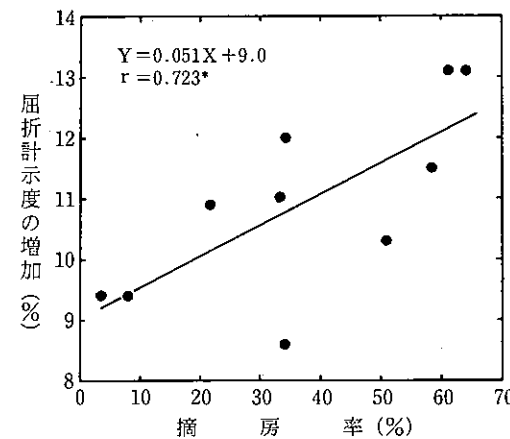
供試樹は島根県農業試験場の露地栽培3年生“巨峰”(自根)で10本であった。1981年7月15日の果粒軟化期に摘房率を変えて摘房した。果粒軟化期には全新梢長と摘房率を、9月1日の成熟期には全新梢長を測定し、両時期とも1樹当たり5~10房

について品質を調査した。

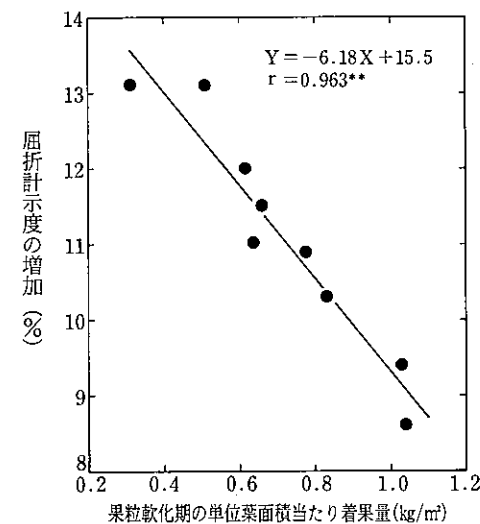
2) 試験結果

第97図は摘房率と屈折計示度との関係を示したものである。摘房率が高い樹ほど屈折計示度も高く、その間には5%で有意な関係がみられた。

次に、果粒軟化期における葉面積1m²当たりの着果量と果粒軟化期から成熟期までに増加した屈折計示度との関係を第98図に示した。その間には0.963と極め



第97図 露地栽培3年生“巨峰”の果粒軟化期における摘房率が果粒軟化期から成熟期までの屈折計示度の増加に及ぼす影響 (1981)



第98図 露地栽培3年生“巨峰”の果粒軟化期における単位葉面積当たりの着果量が果粒軟化期から成熟期までの屈折計示度の増加に及ぼす影響 (1981)

て高い有意な関係がみられ、果粒軟化期の着果量が少ないほど糖の増加が多かったことを示している。仮に成熟期における糖度の期待値を17度とし、果粒軟化期の糖度を平均値の6.3%とすれば、この間に10.7%の糖度の増加が必要である。第98図の回帰式に基づき、この値から果粒軟化期における成熟期を想定した適正着果量の上限値を推定すると、葉面積1m²当たり0.78kgとなる。

3. 無加温ハウス栽培“巨峰”の着果量が果実の品質に及ぼす影響 (1)

1) 試験方法

供試樹は島根県農業試験場における3年生を移植して3年目の“巨峰”(自根)で、12本を用いた。1979年6月15日(開花後30日)に葉面積1m²当たりにおける成熟期を想定した着果量が、1.0、1.5、2.0kgとなるように摘房して、それぞれを少、中、多量区とし、1区の供試本数は4本であった。6月15日と9月3日に全新梢長と樹冠占有面積を測定した後、20本の結果枝を採取して長さ、葉面積を測定した。樹冠占有面積は樹冠周囲の新梢の中間点以内として、投影法で測定した。成熟期には1樹当たり10房の品質を調査した。

2) 試験結果

第58表は摘房時の6月15日と成熟期の9月3日における平均新梢長と1樹当たりの葉面積及び9月3日のLAIと樹冠占有面積である。9月3日の新梢長は着果量の多い区が短かった。また、6月15日から9月3日までの新梢長の増加比は着果量の多い区が少なかった。葉面積も同様で、着果量が多い区ほど増加の割合は少なかった。LAIは1.2程度と低く、区による差もほとんどみられなかった。

収穫期における果実の品質と葉面積当たりの着果量は第59表に示した通りである。収穫期は着果量が少ないほど早く、少量区と多量区とは13日の差があった。果色と1粒重は少量区と中量区との差は少なく多量区は劣った。屈折計示度は少量区が高く、その他の区はやや低かった。遊離酸含量は着果量が多い区ほど少なかったが、これは着果量が多い区ほど調査の期日が遅かったためと思われる。成熟期の葉面積1m²当たりの着果量は少量区が0.628kg、中量区が1.003kg、多量区が1.619kgであったことから、葉面積当たりの適正着果量は成熟期の早さを考慮に入れば、0.6kg/m²、考慮しなければ1kg/m²程度と考えられる。

第60表は登熟枝長率、登熟枝の乾物率及び翌年の1新梢当たりの花穂数である。着果量が多い区ほど登熟

枝長率と登熟枝乾物率は低く、1新梢当たりの花穂数は少なかった。

4. 無加温ハウス栽培“巨峰”の着果量が果実の品質に及ぼす影響(2)

1) 試験方法

本実験は前節の実験の翌年に行い、供試樹は3年生を移植して4年目である。1区5〜7本を用い、成熟期を想定した着果量を満開20日後における葉面積1㎡当たり、1.0、1.5、2.0kgとなるように摘房した。その他は前節に準じた。

第58表 無加温ハウス栽培3年生“巨峰”における着果量が新梢の長さ、葉面積に及ぼす影響と収穫時のL A Iと樹冠占有面積(1979)

試験区	新 梢 長			葉 面 積			L A I	樹冠面積
	15/VI	3/IX	増加比	15/VI	3/IX	増加比		
	cm	cm		m ²	m ²			m ²
少量区	53.5	83.2	1.56	12.9	19.8	1.53	1.22	16.8
中量区	51.3	79.0	1.54	12.8	17.6	1.37	1.24	13.9
多量区	48.7	58.9	1.21	17.3	19.5	1.12	1.24	15.4

第59表 無加温ハウス栽培3年生“巨峰”における着果量が果実の品質に及ぼす影響(1979)

試験区	収穫期	果 実 品 質					1,000㎡当たり収量	
		果色 ²	1房重	1粒重	屈折計示度	遊離酸	／葉面積	／樹冠面積
	日/月		g	g	%	g/100ml	kg	kg
少量区	15/VIII	9.3	306.7	11.0	17.1	0.60	628	783
中量区	22/VIII	9.2	273.3	10.7	16.2	0.54	1,003	1,210
多量区	28/VIII	8.0	285.5	9.9	16.3	0.46	1,619	1,953

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第60表 無加温ハウス栽培3年生“巨峰”における着果量が登熟枝長率、登熟枝乾物率および翌年の花穂数に及ぼす影響(1979)

試験区	登熟枝長率	登熟枝乾物率	1新梢当たり花穂数率				
			0	1	2	3	4
	%	%	%	%	%	%	%
少量区	63.7	47.0	2.5	11.5	65.7	20.1	0.2
中量区	54.8	46.2	15.7	11.1	50.3	22.4	0.5
多量区	48.7	44.6	17.7	20.3	50.6	11.4	0.0

第61表 無加温ハウス栽培4年生“巨峰”の満開20日後における着果量が新梢長、登熟枝長率、収穫期及び果実の品質に及ぼす影響(1980)

試験区	収量／葉面積	長さ	登熟枝長率	果 実 品 質				
				収穫期	果色 ²	1房重	1粒重	屈折計示度
	kg/m ²	cm	%	日/月		g	g	%
少量区	1.23	54.7	48.7	12/IX	7.7	342	12.7	16.6
中量区	1.48	55.8	48.0	16/IX	8.0	327	12.3	17.3
多量区	1.59	56.7	58.7	19/IX	6.6	281	10.8	16.4

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

2) 試験結果

第61表に成熟期における収量、新梢長、登熟枝長率及び果実の品質を示した。葉面積1㎡当たりの収量は少量区が1.23kg、中量区が1.48kgであり多量区は1.59kgであった。前年の実験と比較して収穫期が約20日遅れたためもあって、1房重や1粒重はむしろ優れたが、果色は劣ったことから、本実験の着果量は少量区も含めて多すぎたようである。

新梢の長さは55〜57cmで区間に差はみられなかったが、登熟枝長率は多量区がやや高かった。収穫期は着果量が多い区ほど遅い傾向がみられ、果色、1房重及び1粒重は少量区と中量区の差はみられなかったが、多量区は劣った。屈折計示度と遊離酸含量は区による差がみられなかった。

第6節 成園状態におけるL A Iと着果量が果実品質に及ぼす影響

1. 雨よけ栽培“デラウェア”のL A Iと着果量の相違が果実品質に及ぼす影響

1) 試験方法

供試樹は島根県農業試験場における雨よけ栽培の6年生“デラウェア”(自根)で、1区3本の合計12本を用いた。1982年6月2日(満開18日後)にL A Iを2と3に、着果量を1.3と1.8kg/㎡に設定して組み合わせた。L A Iは目測で加減し、途中で伸びる新梢や副梢はせん定した。樹冠占有面積は投影法で測定し、葉面積は収穫直後に全葉を採取して、一定量の葉の葉面積と重さを測定して換算した。

2) 試験結果

第62表は7月22日の成熟期におけるL A I、収量及び果実の品質などについて示した。L A Iは設定値とはやや異なり1.82〜2.61であった。収量は樹冠占有面積当たりで1.35〜1.92kg/㎡であり、葉面積当たりでは0.59〜0.82kg/㎡であった。果実の品質は区による差がみられず、いずれも出荷規格以上で優れていた。以上の結果から、L A I 2程度では樹冠占有面積当たりの着果量が1.65kg/㎡まで、L A I 2.5程度では1.9kg/㎡までは少なくとも適正着果の範囲内であると考えられる。

2. 無加温ハウス栽培“巨峰”におけるL A Iと着果量の相違が果実品質に及ぼす影響

1) 試験方法

供試樹は島根県農業試験場における無加温ハウス裁

第62表 雨よけ栽培6年生“デラウェア”におけるL A Iと着果量の相違が果実の品質に及ぼす影響と収穫期の1樹当たり樹冠占有面積(1982)

試験区 ²	L A I	収 量		樹冠面積	果 実 品 質				
		／樹冠	／葉面積		房 重	1粒重	果色 ²	屈折計示度	遊離酸
		kg/m ²	kg/m ²	m ²	g	g		%	g/100ml
I	1.82	1.35	0.74	28.9	123	1.37	6.7	19.7	0.73
II	2.03	1.65	0.82	27.7	114	1.40	6.3	19.1	0.81
III	2.53	1.49	0.59	27.5	135	1.41	6.7	19.2	0.80
IV	2.61	1.92	0.74	28.4	125	1.36	6.7	18.5	0.70

² 試験区はL A Iと着果量を組み合わせて構成

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

第63表 無加温ハウス栽培6年生“巨峰”における着果量が新梢長と登熟割合に及ぼす影響(1982)

葉面積当たり着果量	7/VI		19/VIII		14/X	
	新 梢 長		新 梢 長	登 熟 率	新 梢 長	登 熟 率
kg/m ²	cm		cm	%	cm	%
0.5	58.9		70.0	45.3	70.4	69.9
0.7	59.2		76.3	39.3	77.1	68.9
1.0	57.0		71.2	39.2	71.0	63.6
1.3	63.6		80.0	33.3	103.4	62.9
平 均	59.7		74.7	39.3	80.5	66.3

第64表 無加温ハウス栽培6年生“巨峰”における着果量が果実の品質に及ぼす影響(1982)

葉面積当たり着果量	樹冠面積	L A I	収 量		収 穫 期	果 実 品 質				
			／葉面積	／樹冠面積		房 重	1粒重	果色 ²	屈折計示度	遊離酸
kg/m ²	m ²		kg/m ²	kg/m ²	日/月	g	g		%	g/100ml
0.5	11.8	1.62	0.395	0.641	9/VIII	314	12.4	9.7	17.6	0.53
0.7	11.7	1.58	0.704	1.066	19/VIII	310	11.8	8.7	17.6	0.36
1.0	11.7	1.63	1.007	1.583	22/VIII	324	12.0	7.9	17.5	0.38
1.3	12.7	1.35	1.228	1.744	27/VIII	319	12.0	7.2	16.3	0.42
平 均	12.0	1.55	0.834	1.259	19/VIII	317	12.1	8.4	17.3	0.42

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

培の6年生“巨峰”(自根)で、1区3本の合計12本用いた。1982年6月7日(満開25日後)に、成熟期を想定した単位葉面積当たりの着果量が、0.5、0.7、1.0、1.3kg/m²となるように摘果した。着果量の計算やその他の方法はこれまでの実験に準じた。

2) 試験結果

第63表は、新梢の長さや登熟率である。新梢長は着果量の最も多い1.3kg/m²区において収穫期以後の2次伸長がみられた以外には、区間で特に変化はなかった。登熟率は着果量が少ない区ほど高い傾向がみられた。

第64表はL A I、収量及び果実の品質などについて示した。L A Iは1.35～1.63で極めて低く、葉面積当たりの着果量は0.395～1.228kg/m²で、平均0.834kg/m²であった。房重、1粒重は差がみられなかったが、屈折計示度では1.3kg/m²が低く、果色は着果量が多い区ほど淡かった。

以上の結果L A Iが1.5前後の成園における適正収量の上限値は葉面積当たりで0.7kg/m²、樹冠占有面積当たりで1.0kg/m²程度と考えられた。

第7節 考 察

ブドウ栽培の目的は果実生産にある。ブドウの果粒の発育に関してはNAKAGAWA・NANJO^{76, 77)}の詳しい報告があり、“デラウェア”の果粒肥大第3期には果粒重量の急激な増加が認められ、その期間は40日であったとしている。しかし、供試された“デラウェア”は有核であり、現在広く普及しているジベレリンによる無核の果粒とは異なるが、無核化によって成熟期が約20日早まることを考慮に入れると、第1節の果粒肥大第3期が25日であったのはうなずける値ではないかと思われる。また高木・井上¹¹³⁾は“マスカット・オブ・アレキサンドリア”の果粒の発育を調査し、果房体積はダブルシグモイド曲線で増加したが、物質蓄積量はシングルシグモイドに近く、生長割合は果粒肥大第3期が72%で圧倒的に多かったとしている。

本実験結果に基づいて果実1tを生産するために必要な1日当たりの乾物重を計算してみた。第1節の“デラウェア”では、開花期から成熟期までが70日で、その間1粒重は275mg増加したから、1日1粒当たり3.9mg増加したことになる。成熟期の1粒重が1.5gになると仮定すると、1tの果実は約67万粒になるから、開花期から成熟期までを平均すると、1tの果実は1日に2.6kgの物質を必要とする。しかし、果実が物質

を最も必要とするのは果粒肥大第3期であるから、この時期の物質要求量を同様に計算すると、1tの果実は1日当たり4.7kgの物質を必要とすることになる。“巨峰”について1粒重が10gになると仮定して同様な計算をすると、果実1tを生産するには開花期から成熟期までは1日2.4kgの物質が必要となり、果粒軟化期から成熟期までは4.9kgの物質が必要である。開花期から成熟期までの期間は、“デラウェア”が70日で“巨峰”の90日より短いため、この間の果実1t当たり1日の物質要求量は“デラウェア”が2.6kgで、“巨峰”の2.4kgよりやや多い。ところが、果粒軟化期から成熟期までの物質要求量は“巨峰”の方が4.9kgで、“デラウェア”の4.7kgよりやや多かった。このことは“巨峰”の果実生産力が“デラウェア”に比べて低い原因の一つではないかと思われる。

次に、果粒当たりの葉面積と果実品質について検討する。従来、果実と葉数との関係についての報告はみられるが^{66, 138)}、葉面積との検討は見当たらない。第2節の結果から露地栽培“デラウェア”の果粒当たりの必要葉面積は12～13cm²であり、これを果実1tに換算すると800～900m²となる。また、“巨峰”では1果粒当たりの必要葉面積は1粒重では90cm²、糖度では120～130cm²である。この値から計算すると成熟期の1粒重の目標を10gとして、果実1tを生産するのには1,200～1,300m²の葉面積が必要になる。この値は第2節2、3のいずれもほぼ同じであるが、結果枝単位の値である。したがって、実際の栽培では果実以外の器官にも物質は分配されなければならない、必要葉面積はもっと多くなると考えられる。また、果実生産を高めるには、果実の分配を増やすことが必要であり、新梢の長さが問題となる。第II章並びに本章第4節で明らかにしたように果実分配率は新梢長に反比例し、その相関係数は有意であった。

第3節において、果粒軟化期から成熟期にかけての着果量と果実品質の関係から、“デラウェア”、“巨峰”ともに、果実品質の具体的指標である粒重、糖度、酸、果色のうち、葉面積を最も多く必要とするのは、果色のようにであった。第1節の“巨峰”における着果過多の果粒の場合も、同様な傾向があった。すなわち、粒重、糖度及び酸が規定の規格に達するような果粒当たりの葉面積であっても、果色は規定の値にはならない。したがって、“デラウェア”と“巨峰”の適正な着果量を判断する品質の指標は、着色不良が問題となりやすい地域では粒重や糖度及び酸ではなく果色でなければ

ならないと思われる。ブドウの着色に関して内藤⁷⁴⁾は、着色果歩合は可溶性固形物含量が9～14%までの間で、その含量に比例的に増加し14%になるとすべて着色したと述べ、糖と着色との間に関係があることを明らかにしたが、本章の結果もこれを肯定するものであった。もち論、ブドウの着色は小林ら^{56, 57)}や苦名ら^{128, 129)}などの報告にあるように、樹体温度あるいは果実温度に強く影響され、その生理的な作用も明らかにされつつある。また、内藤⁷⁴⁾、松井⁶⁷⁾の報告にあるように、光の直接作用もある。しかし、Antocyaninの基質は糖であるから⁷⁴⁾、Antocyaninの形成は果粒内に転流する糖の量にも規定されると考えてよさそうである。ただし、白色品種や着色が容易な黒色品種などでは、適正着果量を判定するための指標は糖度がよいかもしれない。

第4節は作型ごとの生産力について検討しようとした。実験例が少ないので第V章第2節の対照区のN A Rを加えて検討すると、“デラウェア”の圃場における結果枝のN A Rは、露地栽培が6.49g/m²/dayでもっとも大きく、次いで、無加温ハウス栽培が6.05g/m²/day、早期加温ハウス栽培5.22g/m²/day、雨よけ栽培が4.75g/m²/day、超早期加温ハウス栽培1.93g/m²/dayであり、雨よけ栽培の例を除き早い作型程小さい傾向が見られた。ただし、超早期加温ハウス栽培圃場のL A Iは他の作型にくらべ0.5以上も高く、処理枝の庇陰の度が高かったことから、N A Rの値はより低くなったように思われる。次に、“巨峰”では露地栽培が6.84g/m²/dayでもっとも大きく、次いで雨よけ栽培が4.75～5.17g/m²/dayであり、無加温ハウス栽培は3.70～5.02g/m²/dayで最も小さかった。しかし、1979年にガラス室内においてドラム缶半切鉢で行った超早期加温栽培の結果枝のN A Rは、“デラウェア”が5.75g/m²/day、“巨峰”が3.80g/m²/dayとかなり大きな値を示した。氷高¹⁹⁾の報告では、島根県大田市における光合成有効日射量は12～2月2.49～2.68MJ/m²/dayで最も少なく、3月が3.7MJ/m²/dayとやや多くなり、4～9月は6.94～7.83MJ/m²/dayで多いという。ブドウの生産力は光のみに規定されている訳ではないが、最も重要な条件であるだろう。したがって、日射量の季節変化は年によって変動するものの、適正な着果量は作型によって変わるのではないかとと思われる。

藤原・小松²⁷⁾は“キャンベル・アーリー”で、大野⁸⁴⁾は“デラウェア”で、主枝単位に葉果比の実験を行っ

ているが、著者ら^{115, 116)}が報告したように、果粒への糖の転流は主枝間でも行われており、また、環状はく皮によって転流を断つと他の器官への分配が行われなくなるだけ、果実への分配が多くなるなど、適正着果量の検討にはいずれも問題があるろう。樹単位か園における報告では、安藤ら³⁾は露地栽培と無加温ハウス栽培の“巨峰”の最適L A Iは1.5で、その時の適正収量は950kg/10aであるとしている。岩本ら³²⁾は無加温ハウス栽培の改良マンソン仕立て“巨峰”における適正な葉果比は、1葉当たり1.5～2.0粒であるとしているがL A Iは示していない。片野³⁸⁾は、“ネオ・マスカット”において3年間実験を行い、適正着果量は長梢剪定で2,000kg/10a、短梢剪定では2,000kg/10a以下としているが、3か年の実際収量は長梢剪定が約1,800kg/10aで、短梢剪定は1,300kg/10aである。この実験ではL A Iの検討は行っていないが、1977年の新梢長と密度から新梢1m当たりの葉面積が0.25m²として、L A Iを計算すると、長梢剪定が1.01～1.70、短梢剪定が0.72～1.30となり、L A Iが不足していたのではないかとと思われる。木村・河淵⁴⁹⁾は雨よけ栽培“巨峰”の着果量は1.7t/10aでは着色がよかったが、2.1t/10aは不良であったとしている。この場合もL A Iは調査していないが、新梢長と密度から1.4～1.6の範囲と推定され、1.7t/10aの収量は限界値ではないかと思われる。第5節の結果を総合すると、樹冠拡大期における適正着果量の上限値は葉面積当たりで1kg/m²以下にありそうであり、露地栽培のジベレリン処理“デラウェア”が0.8～1.0kg/m²、“巨峰”は0.6～0.8kg/m²程度で、無加温ハウス栽培はそれよりやや少なめがよいだろう。

第6節の結果からは棚面が枝葉で完全に覆われた成園状態におけるブドウ園の収量は明確化できなかったが、第V章第5節の結果と合わせて検討すれば、適正な収量はL A Iによって異なると考えるのが妥当のようであり、この問題は第VIII章で詳しく論ずるつもりである。また、奥田ら⁸⁷⁾は、12月上旬加温開始の“デラウェア”の収量は776.3kg/10aで、無加温ハウス栽培の2,078.3kg/10aや露地栽培の2,168.6kg/10aより明らかに少なかったとしている。島根県の作型別の収量でも、超早期加温栽培の収量は低く、800kg/10a程度であることを考慮すれば、超早期加温栽培の適正収量は奥田らの報告した値が当てはまるかもしれない。木村⁴⁸⁾が報告しているように、平棚栽培のブドウ園では周辺作用が考えられ、園としての適正収量の検討は

一定の面積をもつブドウ園において行う必要があろう。

第8節 摘 要

果粒の発育を乾物重の動きから解析し、適正収量を判断する指標及び作型を考慮に入れた葉面積当たりのNARについて検討した。また、樹冠拡大中と成園状態のブドウ園における適正収量についても検討した。

1. “デラウェア”と“巨峰”の果粒乾物重は果粒軟化期から急激に増加し、1粒、1日当たりの増加量は“デラウェア”が7mg、“巨峰”は49mgであった。この値から果実1tが必要とするこの期間の物質の量を計算すると、1日当たり“デラウェア”が4.7kg、“巨峰”は4.9kgとなった。
2. 結果枝の基部を果粒肥大第1期に環状はく皮して、1果粒当たりの必要葉面積について検討したところ、“デラウェア”では12~13cm²、“巨峰”は120~130cm²であり、果実生産1tに対してはそれぞれ800~900m²、1,200~1,300m²必要であった。
3. 鉢栽培により着果量と果実品質との関係を検討し

た結果、品質の指標のうちでは着色が最も着果量の影響を受けやすいことが示され、“デラウェア”と“巨峰”においては適正収量を着色で判断するのがよいと思われた。

4. 作型ごとのNARを第V章第3節の対照区の値とともに検討したところ、露地栽培の“デラウェア”が6.49g/m²/day、雨よけ栽培~無加温ハウス栽培が4.75~6.05g/m²/day、早期加温栽培が5.22g/m²/day、超早期加温栽培は1.93g/m²/dayであった。そして、“巨峰”は露地栽培が6.84g/m²/day、雨よけ栽培~無加温ハウス栽培が3.70~5.02g/m²/dayであり、NARは“デラウェア”の雨よけ栽培の例を除き作型が早いほど少ない傾向であった。
5. 樹冠拡大中における葉面積あたりの適正収量の上限値は露地栽培の“デラウェア”が1.0~0.8kg/m²、“巨峰”が0.6~0.8kg/m²程度と考えられた。
6. 成園状態のブドウ園の適正収量はLAIを考慮して決めるのがよいと考えられた。

第Ⅶ章 多収園の実態

第V章における鉢栽培の“デラウェア”では、収量が2.8kg/m²であっても十分な品質が得られたが、第VI章に供試したブドウ園では1.8kg/m²が最高であった。また、これまで行われた報告^{3, 32, 49, 50)}においても、2.0t/10a以上の収量を得た例はほとんどない。しかし、実際のブドウ園ではもっと多くの収量があるといわれている^{47, 50, 64, 99, 126, 131, 135, 137)}。これまで述べてきたことから、ブドウの高品質高生産樹相の指標は次のように考えられる。新梢は発芽後勢いよく生長するにもかかわらず、開花期にはやや鈍化し、結実は良好である。そして、開花後しばらくして生長が停止し、葉面積の拡大は果粒軟化期までにLAIが3程度に達して終了する。これを別の角度からみれば、十分な樹体内養分を貯蔵した樹を適度にせん定することによって、初期の生長はおう盛でありながら、遅伸びしないで無駄のない生長をさせることが出来るように思われる。

そこで本章では、以上のような観点から実験的栽培した“デラウェア”成木園の結果及び毎年多収量を上げている“甲州”園の実態¹³⁵⁾について述べる。

第1節 露地栽培“デラウェア”多収園の実態

1. 試験方法

供試園は安来市中津町における高橋千市氏の露地栽培18年生“デラウェア”園(3,309台)21aであった。この園は飯梨川土手の西に位置し、1960年に水田から転換されたものである(第99図)。飯梨川が天井川のため地下水は40~50cmと高く、土壌は沖積砂壤土である。



第99図 露地栽培“デラウェア”多収園の遠望
(1977. 8. 18)

1961年に栽植し1976年までは慣行法によって栽培を行ったが、1977年から芽かきを少なめ、特に1978年及び1979年の2か年は全園で無芽かき栽培を行った。

各年の収穫期と収量は農家の出荷伝票及び自家販売控えを調査して計算した。

1978年には供試園から4樹を選び、樹単位に果実生産力を調査した。その内2樹は無芽かきとし、残りの2樹は芽かきを行った。無芽かきの樹の弱勢枝はジベレリン前期処理の前に花穂を取り除いた。芽かきは5月16日に行った。ジベレリン前期処理は5月17日で、満開は5月26~27日、ジベレリン後処理は6月8~9日であった。4樹の棚面にはポリエチレンひもによる10m²の枠を設け、その中から発生している新梢の数と、全新梢長を5月16日、6月14日、7月24日及び8月9日に測定した。最終摘房は6月14日に行い、10m²枠内に残す房数は150程度とした。8月9日に各樹から20房を採取して、品質を調査した。園の面積は三角測量で測り、調査樹の樹冠占有面積は第II章と同様な方法で測定した。

1977年、1979年、1980年の新梢長は収穫期に4樹から1樹当たり50~100本について測定し、各樹1ヶ所10m²枠内の新梢数を調査した。LAIは新梢長と葉面積との回帰式及び新梢の密度から計算した。また、1979年と1980年の果実品質は、1978年の樹単位果実生産力調査に供試した樹から10房採取して調査した。

2. 試験結果

第65表はほぼ成園になった1976年から1980年までの



第100図 露地栽培“デラウェア”多収園におけるジベレリン前期処理期ごろの新梢。右端のスケールは50cm (1978. 5. 16)

10 a 当たり年次収量である。収量は1970年を除き1,000 kg以上であり、年によって多い少ないはあるものの14年の平均が1,634kgであったから、普通の園と考えると良いと思われる。1977年から不担果枝を積極的に利用し始め、特に1978年から2年間は無芽かき栽培としたが、この間の収量は2,000kg以上であった（カラー図版22, 23）。

第66表には1978年における新梢の長さの分布を時期ごとに示した。ジベレリン後処理直後の6月14日にはほとんどの新梢が生長を停止しているのが特徴的であ

る。芽かきをしなかったため50cm以下の短い新梢の比率が高いが、第100図にみられるように、新梢の長さの割には葉が大きく、また、慣行栽培で残すような新梢はジベレリン前期処理期に50cm以上になっていた。

第67表は樹単位の果実生産力調査におけるL A Iと棚下の照度について示した。新梢数は無芽かき樹が300本/10㎡以上であり、芽かき樹はその半分程度であった。L A Iは無芽かき樹では5月7日に1を越え、ジベレリン後処理直後6月14日には2.67～2.91となり、果粒軟化期には3を越えて最高値になった。無芽かき

第65表 露地栽培“デラウェア”多収園における10 a 当たりの年次別収量

年次	収穫期	秀			優			格 外	合 計
		L L	L	M	L L	L	M		
年	日/月	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
1967	29/Ⅶ-25/Ⅷ	1,102	147	10	52	82	17	55	1,465
1968	31/Ⅶ-28/Ⅷ	1,169	101	0	120	102	0	149	1,641
1969	24/Ⅶ-16/Ⅷ	472	437	93	0	63	101	6	1,172
1970	29/Ⅶ-20/Ⅷ	335	153	63	0	63	78	122	814
1971	24/Ⅶ-6/Ⅷ	583	118	152	0	32	168	30	1,083
1972	2/Ⅶ-26/Ⅷ	861	325	88	0	11	8	60	1,353
1973	28/Ⅶ-25/Ⅷ	547	458	91	0	16	62	40	1,214
1974	27/Ⅶ-22/Ⅷ	1,303	46	9	128	135	11	315	1,947
1975	6/Ⅶ-2/Ⅸ	1,476	71	8	67	365	8	97	2,092
1976	3/Ⅶ-24/Ⅷ	522	253	27	6	148	37	112	1,109
1977	3/Ⅶ-29/Ⅷ	1,185	—	0	740	141	8	43	2,119
1978	3/Ⅶ-31/Ⅷ	1,402	373	2	165	288	12	169	2,444
1979	6/Ⅶ-30/Ⅷ	1,870	288	0	85	69	3	32	2,347
1980	5/Ⅶ-30/Ⅷ	826	724	0	0	517	20	25	2,112
平均	31/Ⅶ-25/Ⅷ	975	250	39	97	145	38	90	1,634

第66表 露地栽培“デラウェア”多収園における新梢の長さ別比率の季節変化（1987）

時 期	調査本数	新 梢 の 長 さ 別 階 級 値（cm）						
		25以下	26-50	51-75	76-100	101-125	126-150	151-250
日/月	本	%	%	%	%	%	%	%
16/Ⅴ	263	21.3	66.5	12.2	0	0	0	0
14/Ⅵ	367	8.2	18.8	39.2	20.2	9.5	3.0	1.1
24/Ⅶ	400	6.3	18.5	42.3	21.0	7.2	2.5	2.2
9/Ⅷ	361	7.5	17.2	41.5	20.8	8.0	2.5	2.5

第67表 露地栽培“デラウェア”多収園におけるL A Iの季節変化と棚下照度（1978）

試 験 区	新梢数	L A I				棚 下 の 明 る さ ²			
		7/Ⅴ	14/Ⅵ	24/Ⅶ	9/Ⅸ	11 時	12 時		
無芽かき区	322	1.11	2.79	3.16	3.14	lx 3,025	% 4.1	lx 5,520	% 4.4
芽 か き 区	153	0.70	1.87	2.32	2.26	10,080	13.6	20,450	16.1
平 均	238	0.90	2.33	2.74	2.70	6,553	8.9	12,985	10.3

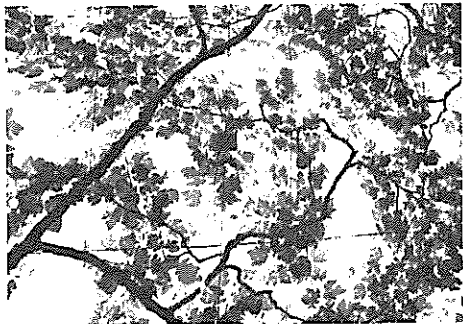
² 野外照度は8月9日の11時が74.2klx、12時が127.2klxであった。



第101図 露地栽培“デラウェア”多収園における無芽かき栽培樹の状況（1978）



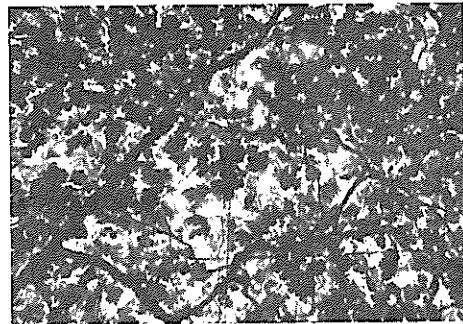
第102図 露地栽培“デラウェア”多収園における芽かき栽培樹の状況（1978）



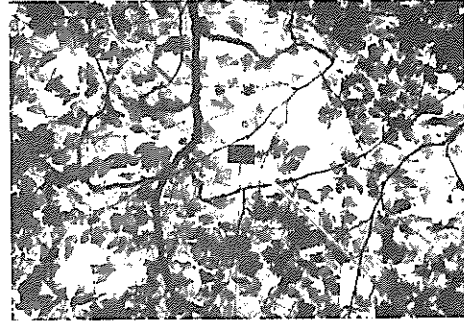
第101-2図 5月16日



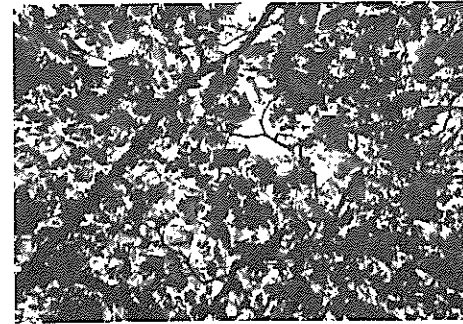
第102-2図 5月16日



第101-3図 6月14日（L A I 2.99）



第102-3図 6月14日（L A I 1.93）



第101-4図 7月24日（L A I 3.11）



第102-4図 7月24日（L A I 2.63）

樹と芽かき樹の棚面の状態は第101, 102図のとおりであり、無芽かき樹に対し芽かき樹は、各時期ともL A Iが0.5~1.0低かった。8月9日における野外照度は午前11時が74.2klx, 12時は127.2klxであったが、棚下の照度は野外照度に対する比率で、無芽かき樹が3.6~4.5%, 芽かき樹は7.8~20.8%であった。

第68表は調査樹の樹冠占有面積、着房数、1房重及び収量などについて示したものである。樹冠占有面積は83.2~104.74m²、平均93.2m²であったから、10a当たりの栽植本数に換算すれば約11本になる。1樹当たりの着房数は平均1,927房、1房重は1樹が112.0gでやや小さかったものの、平均では148.8gと大きかった。樹冠占有面積1,000m²当たりの換算収量は、1樹が2,298kgであった他、3,000kg前後であった。その年の園全体の平均収量は2,444kg/10aであったから、収量の極めて少ない衰弱樹が数本あったことを考えると、供試樹の収量が3,000kg/10aと計算されたのは信頼できる値と思われる。

第69表は1977年から1980年までの平均新梢長、10a当たりの新梢数と収量、L A Iと果実品質である。平均新梢長は53.8~66.8cmと短く、新梢数は20,400~32,200本と多く、L A Iは2.69~3.16であった。果実品質は1977年を欠測したので3か年の結果であるが、房重は145g以上、1粒重は1.58g以上で優れていた。

第68表 露地栽培“デラウェア”多収園の1樹当たりにおける樹冠占有面積、着房数、1房重および収量(1978)

試験区	樹冠占有面積 m ²	着房数	1房重 g	樹冠面積1,000m ² 当たり	
				房数	収量 kg
無芽かき区	96.4	1,974	160.5	20,561	3,294
芽かき区	89.9	1,881	137.1	20,884	2,873
平均	93.2	1,928	148.8	20,773	3,084

第69表 露地栽培“デラウェア”多収園における無芽かき栽培樹の新梢長、L A Iと10a当たりの新梢数、収量および果実品質(1978)

年次	新梢長 cm	10a当たり		L A I	果実品質				
		新梢数	収量 kg		房重 g	1粒重 g	果色 ²	屈折計示度 %	遊離酸 g/100ml
1977	66.8	20,400	2,119	2.69	—	—	—	—	—
1978	58.9	32,200	2,444	3.16	145	1.58	6.1	19.3	0.62
1979	53.8	31,600	2,347	3.05	181	1.75	6.1	19.3	0.60
1980	61.4	26,400	2,112	3.13	183	1.73	3.7	17.0	0.51

² 農林水産省果樹試験場基準カラーチャート値

しかし、1980年は冷夏長雨の影響で、日照不足と排水不良が原因と思われるが、果色は淡く、糖度はやや低かった。ちなみに、第II章のNo16は本園の樹であるが、純生産は1,156kg/10aでそれに占める果実分配率は49.2%と高く、当年枝分配率は8.6%で少なかった。

以上の結果から、新梢の密度を高め早期に伸長を停止させて、生育初期からL A Iを高めることによって、果実生産力を高めることは可能と思われる。しかし、1978年から3年間実施した無芽かき栽培は、確かに果実生産力を高めるものの、“デラウェア”では実用的ではない。その理由は、“デラウェア”は1結果枝当たりの花穂数が多く、しかも短い枝にも着くので、これを除くのに多大な労働力が必要となるからである。

第2節 “甲州”多収園の実態

1. 試験方法

供試園は山梨県東山梨郡勝沼町の土屋長男氏の露地栽培“甲州”園である。調査は1982年10月10日及び1984年9月27日に行った。1982年には28年生樹2本の樹冠占有面積と新梢本数及び房数を測定した。1樹当たり10m²の枠を3か所設け、新梢長、登熟長及び節数を測定した。そして、房の着いた15本の結果枝を採取して、果実の品質や葉面積、長さ、器官ごとの乾物重などを測定した。樹冠占有面積は第II章と同様な方法で測り、L A Iは新梢長と葉面積との回帰式から計算した1樹当たりの葉面積を、樹冠占有面積で除して算出した。

1984年は寒波で1樹が枯死したため、残った1樹を調査した。調査の方法は1982年に準じた。

2. 試験結果

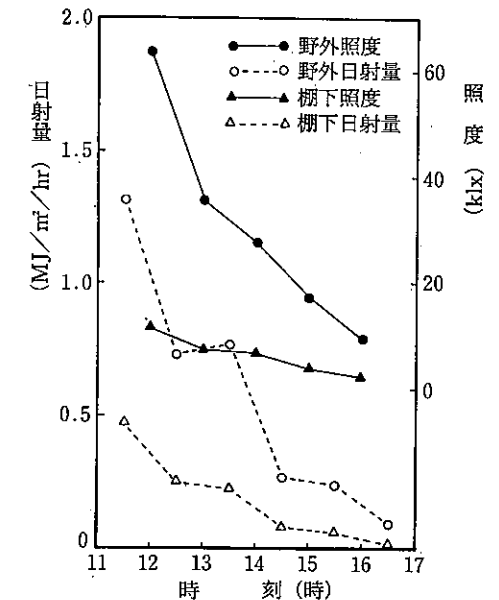
第70表は樹冠占有面積や新梢長など、樹の生育に関する調査結果で、1982年は2樹の平均であり、1984年は1樹の値である。樹冠占有面積は333~391m²であり、10a当たりの栽植本数に換算すれば3本以下となり、非常に大きかった。結果母枝は長さが約50cm、芽数は8~9で、年次の差はほとんどみられなかった。新梢の長さが58.7~55.7cm、節数は15.7~14.4と短かったが、登熟した長さは、平均30cm以上であり、新梢が短い割には登熟がよかった。10a当たりの新梢数は1982年が10,850本、1984年は12,820本と多かったが、L A Iは1.6~1.7であり、棚面は大変明るかった(カラー図版13, 14)。

第103図は1982年における野外及び棚下の照度と日射量を示したものである。野外に対する棚下の比率は、日射量が32%であり照度は21%であった。

第71表は収量と果実品質について示した(カラー図版24)。10a当たりの着房数は約8,000であり、収量は約3,000kgと推定された。1房重は約390gで、1粒重は約5g

であった。屈折計示度は約16%, 遊離酸含量は0.47~0.60g/100mlであった。

あった。園主によれば、1982年の秋は異常天候で、日照が少なく、例年にないほど果粒肥大が悪かったという。事実、付近のブドウ園を含め、ベト病やさび病が多発しており、台風10号の被害が生々しい状態であった。また、1984年の調査は“甲州”の成熟直前であり、果実は十分に成熟していなかったことは、遊離酸含量からも分かる。これらのことから類推すれば、例年における10a当たりの収量はもう少し多いかもしれないが、4,000kgを超えるのは難しいのではないかと思われた。



第103図 “甲州”多収園における棚上と棚下の照度と日射量(1982)

第70表 露地栽培“甲州”多収園における樹冠占有面積、結果母枝および新梢の長さ、10a当たりの新梢数、着房率、L A I

年次	樹冠占有面積 m ²	結果母枝		新梢			10a当たり 新梢数 本	着房率 %	L A I
		長さ cm	芽数	登熟長 cm	全長 cm	節数			
1982	391	48.9	8.9	31.5	58.7	15.7	10,850	74	1.62
1984	333	48.0	8.2	33.9	55.7	14.4	12,820	69	1.68

第71表 露地栽培“甲州”多収園における10a当たりの房数、収量および果実の品質

年次	10a当たり			果実の品質			
	房数	収量 kg	房長 cm	1房重 g	1粒重 g	屈折計示度 %	遊離酸 g/100ml
1982	7,765	3,015	17.9	388	4.7	16.3	0.47
1984	7,901	3,097	20.1	392	5.0	16.5	0.60

第72表 “甲州”多収園の10a当たりにおける結果枝の器官別乾物重

年次	果粒	穂梗	葉	当年枝	合計
年	kg	kg	kg	kg	kg
1982	536.1	34.9	160.6	99.5	831.0
1984	441.2	28.4	168.9	83.5	722.0

第72表は結果枝の器官ごとの乾物重であるが、果実

がもっとも多く、次いで葉であり、当年枝、果梗と続いた。1982年と1984年では葉と当年枝の差はほとんどみられないものの、果粒と穂梗は1984年が明らかに低いのは、果実が十分に熟していなかったためと考えられる。第II章式5を用い、結果枝乾物重から純生産を計算すると1982年が1,117kg、1984年が997kgとなった。この値から計算すると、果実分配率はそれぞれ48.0%、44.3%と高く、当年枝分配率は8.9%、7.4%で低かった。この傾向は第1節の結果とよく似ていた。なお、調査時以後も葉や当年枝の乾物率は高くなるので、年間の純生産はこれよりやや多いと思われる。

第3節 考 察

ブドウの目標収量については多くの人が述べているが^{2, 47, 64, 75, 78, 100, 126, 135, 137, 142)}、その値は“デラウェア”の1,600kg/10a⁶⁴⁾から“甲州”の4,000kg/10a¹³⁵⁾までの幅がある。しかし、第2節で明らかにしたように多収園の収量は3,000kg/10aに過ぎなかった。また、園の収量を調査した報告では、鳥潟¹³¹⁾が、青森の“キャンベル・アーリー”の棒仕立てにおいてLAI 3.6で、収量は3,980kg/10aであったとしているが、精度が13.4%と低く、これが適正な収量といえるかどうかは疑問に思われる。また、SHAULIS⁹⁹⁾はGDC整枝によって2.0t/10aを実現したといい、HUNTER²⁸⁾は7年生“De Chaunac”において3.27t/10aの収量があったが、“デラウェア”では1.2t/10aだったとしている。これらのことから、ブドウの収量は農林統計の1,250kg/10aはもち論のこと、多くの人が主張している目標値を実現する可能性はあると考えられる。その方策について検討していきたい。

これまでの論議で明らかにしたように、ブドウの収量は果粒軟化期から成熟期までの期間における、単位土地面積1日当たりの純生産(CGR)と果実分配率によって決まる。本章の結果では、ブドウの最高収量は3,000kg/10aであった。この収量を乾物で表すと“デラウェア”が570kgで、“甲州”は441~536kgになる。

“デラウェア”の果粒乾物重が果粒軟化期から急激に増加することは、第VI章第1節で述べたとおりである。1tの果実が1日に必要とする物質の量は4.7kgであるから、3tの果実は1日10a当たり14.1kgの物質を必要とすることになる。したがって、第V章第4節の側枝における果粒肥大第1期から成熟期までのCGRの平均12.63g/m²/dayはもとより、最高値の

13.91g/m²/dayよりも大きい。しかし、果粒軟化期以後のCGRは第IV章第4節の結果から類推すれば、恐らくこれより高いと思われる。また第V章第6節のLAI 2.82区のCGRは9.55g/m²/dayであったが、果粒1tが1日に必要とする物質の量は開花期から成熟期までなら2.6kgであるから、果実3tは1日に7.8kgの物質に相当するのでCGRの82%となり物質生産の収支は合う。しかし、3,000kg/10aは限界に近いものと推察される。

次に、“甲州”の検討に入りたい。NAKAGAWA・NANJO⁷⁷⁾によれば、“甲州”の果粒肥大第3期は51日であったとしている。果粒乾物重の3分の2が果粒肥大第3期に増えたとすれば、1982年の値で357kg/10aとなり1日10a当たりの果粒乾物重は7.00kgとなる。“甲州”のCGRの値については報告がないが、仮に“デラウェア”や“巨峰”の露地栽培と同等の物質生産力があるとすれば、式12から8.74g/m²/dayと計算され、物質生産収支からみて3,000kg/10aの収量は可能といえそうである。しかし、収量が4,000kg/10aの場合について物質生産の収支を計算してみると、果実の物質要求量は9.33g/m²/dayで、CGRを上回ることになる。また、CGRが9.33g/m²/dayとなるLAIを式12から計算すると1.93になり、着色を問題にしなければ、4,000kg/10aの収量は実現できるかもしれない。

本章に供試した多収園のブドウの際立った特徴は、新梢の形態である。すなわち、新梢は短く、太さは基部から果房着生位置までは太いが、それから先は細くなっており当年枝分配率は10%以下と低い。葉は小形で厚みがあり、その乾物重は当年枝の乾物量を100とすると“デラウェア”で227、“甲州”では161~202と極めて高かった。

第4節 摘 要

ブドウの収量を高めるためには葉面積の早期確保、早期停止がよいと考え、露地栽培の“デラウェア”で、無芽かき栽培の実験を行った。また、“甲州”で多収を実現している、土屋長男氏の園を1982年と1984年の2回にわたって調査した。

1. 露地栽培“デラウェア”園における無芽かき栽培後の収量は、2,112~2,444kg/10aでそれまでに比べて明らかに多かった。LAIは2.69~3.16、平均3.01であったが、新梢の長さは60cm前後で短く、本数は20,400~32,200本/10aと多かった。また、1978

年における調査樹の樹冠占有面積当たりにおける平均収量は3,083kg/10aであった。これは、開花期から成熟期までのCGRの8.0g/m²/dayに相当したが、第V章第4節の側枝のCGRより小さかった。2. “甲州”の収量は目標とされている4,000kg/10aは無かったものの、2か年とも約3,000kg/10aで

あった。これは、CGRの7.00g/m²/dayに相当するが、“デラウェア”や“巨峰”の露地栽培と同等の物質生産能力があると仮定したCGRの8.74g/m²/dayより小さかった。年間の純生産の推定値は1982年が1,117kg/10a、1984年が997kg/10aであった。

第Ⅷ章 総 合 考 察

果樹の収量は一般の作物と同様に人間が必要とする部分、すなわち果実の生重を意味するが、果樹栽培では収量の持つニュアンスが少し違うように思われる。イネやムギでは栽培途中に株を間引いたり、あるいは穂を間引くなどの管理は行わない。しかし、果樹では果実はおろか花、枝、葉などを間引いたり、切り落とすのは栽培管理の常識であり、必須作業でさえある。その理由は、そうしなければ商品価値のある果実が採れないからである。すなわち、果樹栽培で収量という場合には、『商品価値のある果実』の生体重という意味が含まれているように思われる。したがって、適正収量とは高品質の果実を適期に連年安定的に生産できることを前提とした生果重とすべきであろう。

ブドウにおける品質の具体的な指標は糖度、酸、果色、1粒重、1房重、房じまり、果粉、食味、障害の有無などである。この中で、物質生産の観点からみて重要な指標は、糖度、果色、1粒重及び食味であろう。房重や房じまりは結実の善し悪しという、物質の量よりも樹体内生理のような質的な影響を強く受けるし、その他の指標は気象条件や栽培管理などに左右されるからである。第Ⅵ章第2節で明らかにしたように、果実の品質は1粒当たりの葉面積が多いほど優れ、特に果色と糖度が影響を受けた。それに比べ、1粒重は第Ⅴ章第2節や第Ⅵ章第2～6節において明らかにしたように、着果過多の状態でも増加した。一般に他の果樹では、着果数が多すぎると果実が小さくなるのが普通であるのに比べ、ブドウではそのような傾向は少ないようである。また、第Ⅵ章で検討したように、“デラウェア”と“巨峰”では他の品種に比べて果色の上昇と葉面積の関係が最も密接であるから、“デラウェア”と“巨峰”の適正収量を判定する品質の指標としては着色が最も適当であるように思われる。ただし、着色の良好な地域や品種あるいは着色を必要としない品種などでは、糖度や酸を指標にするのがよいかもしれない。

ブドウの適正収量は品質という概念を含むとはいえ、果実はブドウの物質生産の一部であることに変わりはない。本報告では、品種や作型の差異にこだわらずブドウの乾物生産力について考察し、そこに法則性があることを明らかにした。しかし、第Ⅴ章や第Ⅵ章における結果枝のNARは、早い作型ほど小さい傾向がみ

られたが、この矛盾をどう考えるべきであろうか。奥田ら⁸⁷⁾の報告にもあるとおり、12月から加温を始める作型(超早期加温ハウス栽培)の“デラウェア”は収量が露地栽培の半分程度しかない。しかし、収穫期後著しく2次伸長し、放任すれば過繁茂となる。このような現象から類推すれば、生育の開始時期を早める程、単位土地面積・時間当たりの乾物生産力は低下する。しかし、生育が早まっただけ生育期間が長くなるので、一生育期間における乾物生産力にあまり差がなかったのではなからうか。

次に、品種の問題についてであるが、“甲州”の結果枝乾物重から式5によって、純生産を推定すると、 $1,117 \sim 997 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ になるが、式4からLAI 1.7における純生産を計算すると $668 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ となり、その値には大きな開きがある。このことは、“甲州”における単位葉面積・時間当たりの物質生産力が“デラウェア”や“巨峰”より大きいことを示唆している。“甲州”は強いSinkとしての果実が遅くまでついているため、9月以後における葉の物質生産力の低下が少ないのではなからうか。もしこの推定が正しいとすれば、成熟期の違う品種における累積LAIと純生産との回帰係数や回帰定数にはかなりの違いがあるかもしれない。第Ⅱ章の結果において大きな矛盾がなかったのは、“デラウェア”と“巨峰”という成熟期の差が少ない品種を選んだからかもしれない。

ブドウの収量が純生産と果実分配率によって決まり、純生産が累積LAIによって規定されているとすれば、収量を高めるためにはできるだけ早く最適なLAIになるような栽培管理が必要である。第Ⅴ章で明らかにしたように、ジベレリン処理“デラウェア”と“巨峰”における最適LAIは品質を考慮に入れても2より3に近かった。したがって、ブドウの適正収量は最適LAIまではLAIに比例して増加し、最適LAIを越えると低下すると考えるのが妥当のように思われる。しかし、LAIの最適値は日射量にも影響されると考えられるので、作型や品種によって最適LAIの値は若干異なるであろう。

さて、それではブドウの適正収量の限界値はどれくらいであろうか。これまでの結果をもとに“デラウェア”と“巨峰”について最高収量の上限値を試算してみた。まず、第Ⅱ章の式4から累積LAIが3の時の

純生産を計算すると 945 kg となる。果実分配率を50%、果実乾物率を18%と仮定して、収量を計算すると $2,650$ となる。また、第Ⅱ章の果実乾物重の値 $276.5 \pm 181.3 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ から糖度18度(乾物率18%と仮定)の果実に換算すると $1,536 \pm 1,007 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ になり、最高は約 $2,500 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ となる。さらに、第Ⅴ章第5節のLAI 2.82区では $2.77 \text{ kg} / \text{m}^2$ でも着色不良はほとんどみられなかったことから、加温ハウス栽培“デラウェア”の適正収量の限界値は、周辺効果⁴⁸⁾を差し引いて考えても $2,000 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ を越えると思われる。第Ⅵ章第1節の結果から計算した、果粒軟化期から成熟期にいたる果実1t当たり1日の物質要求量は、“デラウェア”が $4.7 \text{ kg} / \text{m}^2$ 、“巨峰”は $4.9 \text{ kg} / \text{m}^2$ であった。この値をもとに第Ⅴ章第5節の側枝のCGR全部が果実に分配されたとして収量を計算すると次のようになる。“デラウェア”のCGRは $12.63 \text{ kg} / \text{m}^2 / \text{day}$ であったから収量は $2,690 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ となり、“巨峰”ではCGRが $10.73 \text{ kg} / \text{m}^2 / \text{day}$ であったから $2,190 \text{ kg}$ と計算される。第Ⅶ章の“デラウェア”園では、樹冠占有面積当たり $3,000 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ 以上の収量があったものの、園全体の平均では最高 $2,444 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ であった。以上のような数値から類推して、“デラウェア”及び“巨峰”の適正収量の限界は、園内における個体差のばらつきを考慮して $2,500 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ 程度ではないかと考えられる。ただし、その時のLAIは3前後と想定される。

次に“甲州”については第Ⅶ章に示したようにLAI 1.7で $3,000 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ の収量があった。第Ⅵ章の結果からすれば、“デラウェア”、“巨峰”では、LAI 1.7で $3,000 / 10 \text{ a}$ もの果実を正常に成熟させるなど考えられない。例えば、“デラウェア”と“巨峰”のLAIと純生産との回帰式である式4から、LAI 1.7における純生産を推定すると $668 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ となり、“甲州”園の結果枝全体の乾物重より低い。このことは、第Ⅱ章で検討した関係式は“甲州”には当てはまらないことを意味し、LAIと純生産あるいは適正収量との関係は成熟期の早晚によっても規定されるようである。開花期から成熟するまでの期間は“デラウェア”が70～80日であるのに対し、“甲州”は130～140日と長い。ため、低いLAIであっても多収となるのであろう。鳥山¹³²⁾はSink能力の高い器官は分配率が高いとして、分配率の上限をイネ38%、コムギ36%、サツマイモなどのいも類が63～80%であるとしている。ブドウの果実分配率の上限がどの程度かは分からないが、永年生作物であることから、翌年の貯蔵養分蓄積の重要性を

考えると、上記“甲州”や“デラウェア”の50%に近い果実分配率はほぼ限界ではないかと思われる。とすれば、“甲州”の収量を更に高めるには、LAIを高める必要があるかもしれない。

次に、ブドウの収量が他の果樹に比べて低いという見方^{47, 96, 142)}が妥当であるか否かについて検討する。果実収量は開花期から成熟期までにおける1日当たりの果実への物質分配量の積分値とも解される。このような見地から果樹の種類間における収量を1日当たりの果実乾物重で比較してみたい。本報告の結果から“デラウェア”の収量 $1,500 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ を、開花から成熟までの期間1日当たりの乾物重に換算すると $3.6 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ となる。著者の調査によれば(未発表)、果実乾物率は“温州”ミカンが13.4%、ナシ“二十世紀”が10.9%、リンゴ“スターキング”が11.6%、カキ“富有”15.9%であった。それらの開花から成熟までの日数はそれぞれ190日、130日、160日、170日程度であるから、開花から成熟までにおける1日当たりの果実乾物重が、“デラウェア”の収量 $1,500 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ と同じだったとすると、ミカン“温州” $5,104 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ 、“二十世紀” $4,294 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ 、“スターキング” $4,966 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ 、“富有” $3,849 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ になる。この値は各果樹における収量としては決して低い値ではない。以上のように、物質生産の観点からみれば、平棚栽培におけるブドウの収量は低いとはいえない。葉師寺¹³⁹⁾は“温州”ミカンにおいて、 $4,000 \text{ kg} / 10 \text{ a}$ の収量を上げるには100万枚の葉が必要となり、樹冠の交差は $\pm 50 \text{ cm}$ となると報告しているが、樹間にはまだ空きがある。樹冠を真円として樹冠が触れ合うときの樹間の空き面積は理論的に21.5%であるから、立ち木仕立ての果樹においてはそこに注がれる太陽エネルギーを無駄にしていることになる。これに対し、平棚栽培は土地を樹冠で埋めつくすことが可能であり、園に注ぐ太陽エネルギーを最も効率よく利用できる方法であろう。

さて、次には着果調節の具体的な指標について試算してみたい。実際のブドウ園においては、通常の結実状態ならば摘房による着果調節が必要である。ブドウ果粒は果粒軟化期から急激に物質を必要とするから、摘房は果粒軟化期までに終わるべきであり、新梢の生長は葉面積の拡大も含めて終了していることが望ましい。果粒軟化期以後になっても伸びる新梢は果実生産の上からマイナスであるから、そのような新梢はすべて夏季せん定によって伸ばさないようにするのがよい。そのような考えを前提として適正収量の指標を作っ

第73表 露地栽培“デラウェア”の10a 当たりにおける着果量の基準

平均 新梢長	10m ² 枠 内 の 新 梢 数 (本)							
	80	100	120	140	160	180	200	220
cm	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
80	1,163	1,302	1,438	1,573	1,705	1,835	1,963	2,100
100	1,228	1,406	1,546	1,701	1,851	2,000		
120	1,281	1,478	1,634	1,805	1,969			
140	1,311	1,524	1,689	1,875				
160	1,324	1,545	1,717					

みた。ブドウの乾物生産力はL A I に比例し、L A I は新梢長とその密度で決まり、果実分配率は新梢長に反比例する。これらの関係から適正収量の基準を試算したのが第73表である。計算方法は、新梢長1 m 当たりの葉面積（島根県における“デラウェア”の実態調査結果の値1,700cm²/m を用いた）から新梢長と密度ごとのL A I を計算し、その値を式4 に代入して純生産を計算し、第II章の調査園の内、“デラウェア”だけの新梢長（X）と果実分配率（Y）から作った式13から果実乾物重を計算し、果実乾物率（0.18）で除して算出したものである。

$$Y = 50.16 - 0.114X \quad r = 0.883^{**} \quad \text{式13}$$

この表は限られた実験例から試算したものである。したがって、このような方法が実際の“デラウェア”ブドウ園に適合するか否かは、農家の実践を経なければ検証されないだろう。しかし、これまでの考えより多少なりとも論理的ではないかと思う。また、この表の数値は前述した適正収量の限界値からすればかなり低い。実際のブドウ園は樹による個体差が大きく、また、

土壌条件や灌水装置の有無などによって、同じ樹相であっても果実生産力に差が生ずるであろうから、この程度の値が実際栽培の基準としては無難かもしれない。また、この表は日射量の多い時に成熟するような作型を想定しているが、“デラウェア”の作型は12月上旬から加温し4月中旬から出荷する超早期加温栽培から、8月中旬に出荷する露地栽培まで多様化している。第VI章で検討したように、作型が早まるほどN A R は低下した。したがって、作型によって収量の適正値を変える必要があると考えられる。

以上、本研究で得られた結果から、“デラウェア”の適正な収量の指標を新梢長とその密度によって試算し、作型ごとの収量の比率も試算してみた。本来ならば、もっと実験を深めてから行うべきかもしれないが、現場に役立つ研究が強調される今日、敢えて試みた次第である。今後、他の品種や作型における実験例が積み重ねられ、より確かな基準が確立されることを願うものである。

第IX章 総 合 摘 要

ブドウの適正収量について検討するため、第II章では主として積み上げ法によるブドウの乾物生産力と果実生産力について概観し、第III章では葉面積の簡易測定法と葉面積の拡大の問題を、第IV章では新梢と樹の物質生産の過程について、第V章は最適葉面積指数の問題を、第VI章は着果量と果実品質の関係を、そして第VII章は多収園の実態について述べ、最後に第VIII章において適正収量の指標を試算した。

1. ブドウ園の乾物生産力と果実生産力

ブドウの乾物生産力と果実乾物生産力を物質生産の観点で解析するため、1978年から1982年にかけて、鉢栽培や農家栽培園の“巨峰”とジベレリン処理無核“デラウェア”63本を積み上げ法によって調査した。

1) 調査樹の樹齢は1～25年で平均9.1年であり、1樹当たりの生体重は0.6～755.7kg、平均207.8kgであった。10a 当たりの着果量は、1,589±1,205kg、累積L A I（落葉を加えた総葉面積を樹冠占有面積で除した値）は3.59±1.52であった。

2) 10a 当たりの年間純生産は1,045.2±300.5kgであり、累積L A I との間に高い相関がみられ

$$Y = 254 + 257X - 7.87X^2$$

の一回曲線がよくあてはまった。また、結実樹の純生産は果実、葉、当年枝を合わせた乾物重とも正の高い相関がみられるところから、ブドウの乾物生産力は着果量が多いほど、そして枝葉の生長がおう盛なほど高くなると考えられた。

3) 果実乾物生産力は純生産に比例した。果実分配率は新梢の長さから反比例し、果実分配率と当年枝分配率との間には高い負の相関がみられた。

2. 葉面積の推定法及び葉面積の季節変化

野外において葉長及び葉幅からブドウの個葉面積を、そして新梢の長さからその葉面積をそれぞれ推定する方法について検討し、個葉及び新梢の面積の拡大の状況を調査した。

1) 個葉の面積は葉長、葉幅のいずれとも高い相関があるが、野外の測定値から葉面積を推定する場合には、葉長からの方が誤差の変動が少なかった。

2) 個葉の形は品種、作型及び着葉位置によって著しく異なり、葉長、葉幅との回帰式における回帰係数や回帰定数にかなりな差がみられた。このことから、個葉面積を推定するための回帰式は、品種、作型及び

着葉位置などを考慮に入れて作成することがよいと考えられた。

3) 新梢の長さとその葉面積との間には、摘心や夏季せん定の有無にかかわらず高い相関がみられ、新梢の葉面積はその長さから推定できると考えられた。ただし、品種や作型によって回帰係数や回帰定数にはかなりな差があるので、個葉の場合と同様な配慮が必要である。

4) 個葉の面積はS 字状曲線を描いて拡大するが、新梢の基部の葉ほど面積の増加は早く、展葉後生長を終えるまでの期間は基部1～2 葉が2 週間程度、6～7 葉が約1 か月であった。

5) 短い新梢ほど葉面積の拡大を終了するのが早いところから、園の葉面積を早く確保するには、初期生長はおう盛で早期に伸長を停止するような新梢の密度を高めるのがよいと考えられた。

3. 物質生産の季節変化

ブドウの物質生産の季節変化過程を明らかにするため、1979年から1982年にかけて“デラウェア”と“巨峰”の結果枝及び樹を、時期を追って採取あるいは掘り取って調査した。

1) 150cm程度で生長が停止した結果枝は、400cm近く伸びた結果枝に比べ全乾物重に対する果実乾物重の比率が高く、当年枝乾物重の比率は低かった。

2) 直径30cm鉢育成の幼木“巨峰”樹の1樹当たりの乾物重は、発芽後20日の5 葉展葉期に最低になったことから、この時期が物質生産の収支からみた養分転換期と考えられた。

3) ドラム缶半切鉢育成の3年生“巨峰”及び圃場の3年生“デラウェア”では、発芽後新梢の伸長が先行し、葉面積はやや遅れて拡大し、1樹当たりの乾物重増加や幹の肥大は約1 か月半遅れて始まった。物質の分配では、発芽後旧器官から新生器官へ物質が分配され、葉への分配が先行し次いで当年枝であり、果粒肥大第1 期から成熟期にかけては果実に最も多く分配された。収穫後は根への分配が増加するとともに、総ての器官の乾物率を高めるよう分配された。

N A R は養分転換期まではマイナスを示したが、その後プラスとなり開花期から成熟期の間では4～5.5 g/m²/day と最も高く、収穫後落葉期の間は2 g/m²/day 以下に低下した。

4. 最適葉面積指数

平棚栽培におけるブドウの最適LAIを明らかにするため、庇陰された個葉の光合成速度をガス法で実験し、棚下に誘引した結果枝のNARも測定した。また、5年生“デラウェア”園の棚下に鉢植えの3年生“デラウェア”を持ち込んで、果実肥大第1期から成熟期までのNARを測定し、基部を環状はく皮した側枝のNAR、CGRも測定した。さらに、ガラス室において鉢植えの4年生“デラウェア”の密度(LAI)と着果量を変えて、果実の諸形質に及ぼす影響を調べるとともに、NARとCGRを測定した。

1) 個葉の光合成速度は日射量とともに高まったが、晴天日においては光飽和になった。葉で庇陰しても光合成速度は庇陰しない葉の50～70%あった。

2) 結果枝の基部を開花2週間～20日後に環状はく皮して棚下に誘引し、成熟期までの期間におけるNARを測定した。対照区のNARは平均で3.70～5.90 g/m²/dayであったのにたいし、庇陰区は対照区の40%程度と少なかったが、庇陰樹のLAIが2程度であったことを考慮すれば、物質生産収支の観点に基づく最適LAIは3程度と考えられた。

3) ドラム缶半切鉢の“デラウェア”を、同じ“デラウェア”の成園内に持ち込みNARを測定した結果、平棚栽培の無加温ハウス“デラウェア”における物質生産収支の見地からの最適LAIは3よりやや低い処にあると考えられた。

4) 露地栽培“デラウェア”と無加温ハウス栽培“巨峰”における側枝の基部を環状はく皮して、開花2週間後から収穫期までのNARとCGRを測定した。露地栽培“デラウェア”では平均値で、LAIは2.7であり、NARは4.80 g/m²/day、CGRは12.63 g/m²/dayであった。また、無加温ハウス栽培“巨峰”では平均値で、LAIが2.21、NARは4.74 g/m²/day、CGRは10.73 g/m²/dayであった。いずれの場合もLAIが高い区のNARは低く、反対にCGRは高い傾向がみられた。

5) ドラム缶半切鉢育成の“デラウェア”の密度を変えて、加温栽培におけるLAIと着果量の関係を検討した。LAIが2.08と2.82とではNARに大きな差はなく、CGRはLAIの高いLAI-2.82区のほうが高かった。LAI-2.08区では、着果量が1.5kg/m²を越えると着色不良果が発生したが、2.82区では着果量が2.8kg/m²であってもほとんどが正常に成熟した。

以上の結果から平棚栽培の無加温及び加温ハウス裁

培“デラウェア”における収量及び品質の点を考慮に入れた最適LAIは、2より大きくむしろ3に近いと考えられた。

5. 着果量と果実品質

果粒の発育を乾物重の動きから解析し、適正収量を判断する指標について検討した。また、作型を考慮しつつ結果枝のNARについても検討した。さらに、樹冠拡大中と成園状態のブドウ園における適正収量についても検討した。

1) “デラウェア”と“巨峰”の果粒乾物重は果粒軟化期から急激に増加し、1粒、1日当たりの乾物増加量から計算した果実1tを生産するのに必要な1日当たり物質量は、“デラウェア”が4.7kg、“巨峰”は4.9kgとなった。

2) 結果枝の基部を果粒肥大第1期に環状はく皮して、1果粒当たりの必要葉面積について検討した結果より、果実1tを生産するのに“デラウェア”では800～900m²/10a、“巨峰”は1,200～1,300m²/10aの葉面積が必要ことがわかった。

3) 鉢栽培により着果量と果実品質との関係を検討した結果、品質の指標のなかでは着色が最も着果量の影響を受けやすく、着色不良の発生し易い地域の“デラウェア”と“巨峰”の適正収量は着色で判断するのがよいと思われた。

4) 作型ごとのNARを第V章第3節の対照区の値とともに検討したところ、露地栽培の“デラウェア”が6.49 g/m²/day、雨よけ栽培～無加温ハウス栽培が4.75～6.05 g/m²/day、早期加温栽培が5.22 g/m²/day、超早期加温栽培は1.93 g/m²/dayであった。そして、“巨峰”は露地栽培が6.84 g/m²/day、雨よけ栽培～無加温ハウス栽培が3.70～5.17 g/m²/dayであり、作型の早いものが少ない傾向であった。

5) 樹冠拡大中における単位葉面積あたりの適正収量は露地栽培の“デラウェア”が1.0～0.8kg/m²、“巨峰”が0.6～0.8kg/m²程度と考えられたが、成園状態のブドウ園の適正収量はLAIを考慮して決めるのがよいと考えられた。

6. 多収園の実態

1) ブドウの収量を高めるために、露地栽培の“デラウェア”で、無芽かき栽培の実験を行ったところ、無芽かき栽培後の収量は、2,112～2,444kg/10aでそれまでに比べ明らかに多かった。LAIは2.69～3.16、平均3.01であったが、新梢の長さは60cm前後で短く、本数は20,400～32,200本/10aと多かった。また、1978

年における調査樹の樹冠占有面積当たりにおける平均収量は3,083kg/10aであった。これは、CGRの11.7 g/m²/dayに相当したが、第V章第5節の側枝のCGRより小さかった。

2) 土屋長男氏の“甲州”園の収量は2か年とも約3,000kg/10aであった。これは、CGRの7.00 g/m²/dayに相当するが、“デラウェア”や“巨峰”の露地栽培と同等の物質生産能力があると仮定したCGRの8.74 g/m²/dayより小さかった。

7. 適正収量における指標の試算

ブドウ果実の物質要求量は果粒軟化期から急増するので、この時期以後の新梢生長は果実生産力にとってマイナスに働くと考え、この時期における新梢長とその密度から適正収量を決めるのがよいと考えた。そして、樹冠拡大中でLAIがNARに影響を及ぼさない程度の場合には、着果量は新梢の長さを基準に決めるのがよいと考えられた。

また、成園の場合には新梢の長さと密度から純生産を、新梢長から果実乾物重を計算し、果実乾物率で除して適正収量の指標を試算した。

引用文献

1. 天野勝司・日野 昭・大東 宏・倉岡唯行(1972): 果樹の光合成作用に関する研究(第1報) 環境条件が光合成速度に及ぼす影響. 園学雑 41:144-150.
2. 雨宮 毅(1981): 各品種の栽培上の特性. ブドウ. 農業技術体系果樹編 2. 基. 農文協, p.95-120.
3. 安藤栄寿・佐藤孝宣・新野 清(1985): ブドウ(巨峰)のハウス栽培に関する研究. 山形園試研報 4:18-25.
4. 荒垣憲一・深井尚也・駒林和夫・高橋幸夫(1983): ブドウ巨峰の樹相診断と窒素施肥技術に関する研究. 山形園試研報 2:33-58.
5. 荒木 斉(1981): クリの結実に関する生理生態的研究. 兵農総セ特別研報; 1-92.
6. 浅見与七(1951): 果樹栽培汎論(剪定及び摘果編) 養賢堂, p.39-41.
7. 小豆沢 斉・伊藤武義(1983): 二十世紀ナシの乾物生産と養分吸収. 島根農試研報 18:31-47.
8. BOYSEN-JENSEN, P. (1932): Die Stoffproduktion der Pflanzen. G. Fischer, Jena, p.1-108.
9. 土居新一(1980): 施設ブドウ立木仕立整枝に関する研究. 香川農試研報 32:81-85.
10. FISHLER, M. E., E. GOLDSCHMIDT and S. P. MONSELISE (1983): Leaf area and fruit size on girdled grapefruit branches. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108:218-221.
11. 林 真二・脇坂幸雄(1956): 二十世紀梨の貯蔵養分並びに養分転換期. 農及園 31:332-335.
12. 日野 昭・天野勝司・沢村泰則・佐々木専治・倉岡唯行(1974): 果樹の光合成作用に関する研究(第2報) 光合成速度の季節変化. 園学雑 43:209-214.
13. 平野 暁・森岡節夫・中井滋郎・岩田正久(1969): カンキツの葉面積の測定法(第1報) 1枚の葉の葉面積の推定. 千葉暖地園試報 1:11-15.
14. 平野 暁・森岡節夫(1975): カンキツの養果程度と樹の生長および収量との関係(第1報) 宮川早生幼木における果実収量と葉の物質生産力. 園学雑 44:99-106.
15. 平野 暁(1984): 果樹における物質生産研究の方法論: 園学シンポ要旨. 昭59秋; 49-59.
16. 平田克明・秋元稔万・小林英郎(1980): 日本梨幸水, 新水の品種特性及び生産力増強に関する研究. 広島果試研報 6:19-24.
17. 平田克明(1983): 種なし果実生産(デラウェア, マスカット・ベリーA)の樹相診断. 園学シンポ要旨. 昭58秋; 17-29.
18. 平田克明(1985): 開発果樹園(ブドウ・モモ)の生産性向上技術〔6〕ピオーネの好適樹相と良品生産技術. 農及園 60:310-316.
19. 永高信雄(1985): 中国地方における太陽放射特性(4)山陽及び山陰の各種日射の比較. 近畿中国農研 69:3-9.
20. 北条良夫(1978): 物質生産過程における Source と Sink との関係. 講座 光合成と光合成産物の転流 1. 農業技術 33:309-316.
21. 本多 昇・岡崎光良(1962): 水田地帯のキャンベル種葡萄の光合成能の季節的推移. 岡山大学農学報 19:37-48.
22. 本多 昇・岡崎光良(1965): 葡萄葉の光合成および呼吸作用に関する研究(第1報) 光合成作用について. 岡山大学農学報 25:11-23.
23. 本多 昇・岡崎光良(1970): ブドウ葉の光合成および呼吸作用に関する研究. II. 光合成作用について(2). 岡山大学農学報 36:27-34.
24. 細井寅三・町田英夫・黒河内 等(1971): さし木中におけるさし穂内栄養成分の動向(第1報) ブドウ休眠枝ざしにおける乾物および無機要素の分布. 園学雑 40:10-14.
25. 細井寅三・町田英夫・吉田利一(1972): さし木中における穂内栄養成分の動向(第2報) ブドウ休眠枝ざしにおける窒素ならびに炭水化物の変化. 園学雑 41:127-132.
26. 藤原多見夫(1978): ブドウ樹の適正結実量に関する要因の解析(第1報) 結実量の多少と樹体の反応. 広島果試研報 4:29-36.
27. 藤原多見夫・小松繁俊(1979): ブドウ樹の適正結実量に関する要因の解析(第2報) 葉数および結果量の多少と果実品質の関係. 広島果試研報 5:61-68.
28. HUNTER, D. M., J. WIEBE and O. A. BRADT (1985): Influence of spacing on fruit yields and

- quality of grape cultivars differing in vine vigor. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 110:590-596.
29. INABA, A., M. ISHIDA and Y. SOBAJIMA (1976): Changes in endogenous hormone concentrations during berry development in relation to the ripening of delaware grapes. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 45:245-252.
30. 稲部善博(1984): ハウスブドウ園の葉面積指数と棚面下の光線透過率および果実品質との関係. 農業気象北陸支部会誌 9:57-62.
31. 石井現相・長井晃四郎(1980): 通気及び日射条件がリンゴ個葉光合成能に及ぼす影響. 果樹試報 C 7:63-74.
32. 岩本和彦・今井俊治・松本善守・黒田喜佐雄(1967): 巨峰の着色障害に関する研究. 奈良県農業試験場研究報告 10:19-27.
33. JACKSON, J. E. (1980): Theory of light interception by orchards and modelling approach to optimizing orchard design. Acta. Hort. 114:69-79.
34. 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.
35. KADOYA, K. (1972): Studies on the translocation of photosynthates in Satsuma Mandarin. II. Effect of foot environmental conditions on the translocation of ^{14}C . J. Japan. Soc. Hort. Sci. 41:361-366.
36. 菊住 昇(1979): 樹木根系図説. 誠文堂新光社, p.27-463.
37. KARIZUMI, N. (1977): Root biomass. Primary productivity of japanese forests. JIBP Synthesis. 16:45-52.
38. 片野芳秀(1978): ブドウ大粒種の品質向上試験(第1報) ネオ・マスカットの適正着果量に関する試験. 神奈川園試研報 25:32-38.
39. 川口正英(1931): 日本梨における葉面積と果実の発育に就いて(2)〔附〕環状はく皮による果実の影響(予報). 農及園 6:757-766.
40. 河原輝彦・只木良也・竹内郁雄・佐藤 明・樋口国雄・加茂皓一(1979): プナ天然林とヒノキ人工林の物質生産とその循環. 日生態会誌 29:387-395.
41. 川上善兵衛(1983): 葡萄提要. 明治農書全集. 農文協 17:301-465.
42. 川那辺三郎・四手井綱英(1963): ヤマハンノキの庇陰効果について. 日林学会講演集 第74回:169-170.
43. 河崎 進・小竹 碯・沢辺治之(1977): ニホンナシの立ち木仕立てに関する研究. 富士農試研報 8:85-90.
44. 川島長治・平野哲也(1983): 水稻における葉面積指数(LAI)の簡易測定法. 農及園 58:905-908.
45. 木村 允・戸塚 績(1973): 植物の生産過程. 生態学講座 9. 共立出版, p.85.
46. 木村 允(1976): 陸上植物群落の生産測定法. 生態学研究法講座 8. 共立出版, p.56-112.
47. 木村順一郎(1976): 青森県ぶどう栽培技術. 青森県ぶどう協会, p.3-13.
48. 木村光雄(1942): 葡萄園における周辺作用(予報). 農及園 17:10-16.
49. 木村伸人・河淵明夫(1982): ブドウ巨峰の簡易被覆栽培に関する研究. 愛知農総試研報 14:218-224.
50. 金原敏治・河淵明夫・岡田詔男(1982): ブドウ巨峰の生産安定に関する研究(第1報) 枝梢管理の相違が収量と品質に及ぼす影響. 愛知総農試研報 14:211-217.
51. KIRA, T. (1977): Production rates. Primary productivity of japanese forests. JIBP Synthesis. 16:101-114.
52. 岸本 修(1978): カキとナシにおける摘果とせん定の適正度に関する研究. 宇都宮大学農学部学術報告特輯 33:1-78.
53. 小林 章(1942): 葡萄の葉の同化・呼吸並びに転移作用に就いて(第4報) 地上部における摘葉・環状はく皮・遮光・補温の処理及び天候(晴曇)が根群の活動に及ぼす影響. 園学雑 13:32-73.
54. 小林 章(1943): 日光強度が葡萄の葉の同化作用と根群並びに枝梢の活動に及ぼす影響. 園学雑 14:198-211.
55. 小林 章・吉村不二男(1953): 遮光が果樹の苗木の生育に及ぼす影響. 園芸学研究集録 6:p.64-68.
56. 小林 章・行永寿二郎・板野 徹(1965): ブドウの温度条件に関する研究(第3報) 成熟期の夜温が

- Delaware の熟期と品質に及ぼす影響. 園学雑 34 : 26-32.
57. KOBAYASHI, A., T. FUKUSHIMA, N. NII and K. HARADA (1967) : Studies on the thermal conditions of grapes. VI. Effects of day and night temperatures on yield and quality of Delaware grapes. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 36 : 373-379.
58. 小池洋男(1984) : リンゴわい性木樹の収量に関する諸要因. 園学シンポ要旨, 昭59秋; 13-26.
59. KRIEDEMANN, P. E. (1968) : Photosynthesis in vine leaves as a function of light intensity, temperature and leaf age. Vitis. 7 : 213-220.
60. KRIEDEMANN, P. E., W. M. KLIEWER and J. M. HARRIS (1970) : Leaf age and photosynthesis in Vitis Vinifera L. Vitis. 9 : 97-104.
61. KRIEDEMANN, P. E. (1971) : Effects of irradiance, temperature, and leaf water potential on photosynthesis of vine leaves. Photosynthetica 5 : 6-15.
62. 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)温州ミカンにおける¹⁴C-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.
63. 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)温州ミカンにおける¹⁴C-光合成産物の動向. II. 生育段階などがその期の光合成の移行と分布に及ぼす影響. 四国農試報 24 : 41-71.
64. 工藤正志(1981) : デラウェア 露地栽培 X型長梢剪定. ブドウ. 農業技術大系果樹編2. 精農家のブドウ栽培技術. 山形・工藤. 農文協, p.1-11.
65. 黒田喜佐雄・岩本和彦・松本善守・福長信吾(1979) : 巨峰の畦立密植栽培に適する台木および整枝法. 奈良農試研報 10 : 10-18.
66. 松井弘之・湯田英二・中川昌一(1979) : ブドウ“デラウェア”果実の成熟生理に関する研究(第1報)果粒中の糖蓄積に及ぼす新梢上の葉数及び果粒中の多糖類, 有機酸の変化. 園学雑 48 : 9-18.
67. 松井弘之・湯田英二・中川昌一・米村敬三(1980) : ブドウ“デラウェア”果実の成熟生理に関する研究(第2報)果実に対する光度が糖・有機酸含量に及ぼす影響並びに果実での炭酸ガス固定. 園学雑 48 : 405-412.
68. 光沢敬五・松延 運・正田耕二(1971) : ブドウの計画密植に関する試験. 福岡農試研報 9 : 55-58.
69. MONSI, M. und T. SAEKI (1953) : Über den lichtfaktor in den pflanzengesellschaften und seine bedeutung für die stoffproduktion. J. Journ. Bot. 14 : 22-52.
70. 村田吉男(1954) : 植物葉による光の吸収. 農及園 29 : 1,361-1,364.
71. 村田吉男(1973) : エネルギー問題における光合成. 科学 43 : 639-641.
72. 村田吉男(1976) : 作物生産と栽培環境. 村田吉男・玖村敦彦・石井龍一編著. 作物の光合成と生態. 農文協, p.147-196.
73. 村田吉男(1980) : 陸上植物の光合成と生産力. 宮地重遠・村田吉男編著. 光合成と物質生産. 理工学社, p.388-510.
74. 内藤隆次(1966) : ブドウ果実の着色に関する研究. 特に光度との関係について. 京都大学学位論文, p.1-81.
75. 中田隆人(1970) : ブドウ・巨峰のつくり方. 農文協, p.46-49.
76. NAKAGAWA, S. and Y. NANJO (1965) : A morphological study of Delaware grape berries. Jour. Jap. Soc. Hort. Sci. 34 : 86-95.
77. NAKAGAWA, S. and Y. NANJO (1966) : Comparative morphology of the grape berry in three cultivars. Jour. Jap. Soc. Hort. Sci. 35 : 117-126.
78. 中川昌一(1978) : 果樹園芸原論. 養賢堂, p.419.
79. 新居直祐(1980) : カキ“富有”樹の新しょうと葉の発育過程について 特に葉の組織系発達との関係. 園学雑 49 : 149-159.
80. 新津 宏・梶浦 実(1933) : 桃の葉面積と果実との関係. 園学雑 4 : 81-88.
81. 西沢勇男(1980) : ブドウ「巨峰」の栽植密度と収量・品質. 農業技術 35 : 77-79.
82. 農林水産省統計情報部(1942-1981) : 農林水産統計表. 第22-57次. 農林統計協会.
83. 農林水産省統計情報部園芸統計課監修(1983) : ポケット園芸統計. 農林統計協会.
84. 大野俊雄(1953) : 葡萄の結果調節について. 農及園 34 : 35-39.
85. 岡本五郎(1981) : 年間の生育過程. ブドウ. 農業技術大系果樹編2. 基. 農文協, p.31-37.

86. 岡崎光良・那須栄一郎・羽原昭博・本多 昇(1964) : 葉分析によるキャンベル・アーリーおよびマスカット・ベリーAの適正栄養度の判定. 岡山大学農学部学術報告 23 : 13-22.
87. 奥田義二・段 正幸・西尾隆吉(1977) : ブドウのハウス促成栽培に関する研究〔1〕12月上旬加温の成熟期と収量について. 大阪農技セ研報 14 : 61-66.
88. 小野祐幸・工藤和典・大東 宏(1978) : 温州ミカンの光合成作用および生産構造に関する研究(第1報)環境要因が光合成速度に及ぼす影響について. 四国農試報 31 : 147-158.
89. 小野祐幸・工藤和典・大東 宏(1978) : 温州ミカンの光合成作用および生産構造に関する研究(第2報)圃場における環境要因が成木の光合成速度に及ぼす影響について. 四国農試報 32 : 1-12.
90. 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.
91. 小野祐幸(1984) : 果樹の物質生産と収量問題. 園学シンポ講演要旨 昭59秋; 1-11.
92. PALMER, J. W. (1980) : Computed effects of spacing on light interception and distribution within hedgerow trees in relation to productivity. Acta Hort. 144 : 80-88.
93. 佐伯敏郎(1965) : 植物の“生長解析”. 植物学雑誌 78. 別冊 p.111-119.
94. 佐藤大七郎(1973) : 陸上植物群落の物質生産 Ia 生態学講座 5a 共立出版, p.18-41.
95. 佐藤公一(1946) : 葡萄の葉数と結果との関係. 農及園 21 : 295-296.
96. 佐藤幹男(1978) : ブドウ栽培における「改良マンソン仕立て」とは. 農及園 52 : 1,147-1,150.
97. SEPULVEDAR, G. R. and W. M. KLIEWER (1983) : Estimation of leaf area of two grapevine cultivars (Vitis vinifera L.) Using laminae linear measurements and fresh weight. Am. J. Enol. Vitic. 34 : 221-226.
98. SHAULIS, N. and R. SMART (1974) : Grapevine canopies: management, microclimate and yield responses. XIXth Internat. Hortic. Congress. p.255-263.
99. SHAULIS, N. J. (1980) : Responses of grapevines and grapes to spacing of and within canopies. Univ. Calif. Davis. grape and wine centennial Sympojum Proc. p.353-361.
100. 柴 寿(1982) : 巨峰の生育診断と栽培. 農文協, p.106-122.
101. 四手井綱英(1958) : 葉重量と葉面積との関係. 日林学会講演集 第68回; 209-210.
102. 四手井綱英(1976) : 森の生態学. 講談社, p.107.
103. 島地 謙(1976) : 樹木の生長. 島地 謙・須藤彰司・原田 浩編著. 木材の組織. 森北出版, p.17-27.
104. 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合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.
105. 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 45 : 123-134.
106. 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合物経済について. 園学雑 46 : 465-478.
107. SMART, R. E., N. J. SHAULIS and E. R. LEMON (1982) : The effect of Concord vineyard microclimate on yield. I. The effects of pruning, training, and shoot positioning on radiation microclimate. Am. J. Enol. Vitic. 33 : 99-108.
108. 須藤彰司(1976) : 木材の外観. 島地 謙・須藤彰司・原田 浩編著. 木材の組織. 森北出版, p.102-110.
109. 菅 誠・四手井綱英・堤 利夫・須崎紘一(1963) : 常緑広葉樹林の生産力について(2)(シイ林について). 日林学会講演集 第74回; 171-172.
110. 鈴木鉄夫(1964) : 果樹葉面積の概算法に関する検討. 農及園 39 : 1,985-1,986.
111. 只木良也(1963) : 森林の生産構造に関する研究(IV)林分および単木の葉量についての若干の考察. 日林誌 45 : 249-256.
112. TADAKI, Y. (1977) : Forest Biomass. Primary productivity of Japanese forests. JIBP synthesis. 16 : 39-64.
113. 高木伸友・井上真吉(1982) : ブドウ“マスカット”

- ト・オブ・アレキサンドリア”の果粒の生長と葉における光合成速度の季節変化. 園学雑 51:286-292.
114. 高橋国昭・倉中将光・宮川 照・竹下 修(1976):ブドウの生育に及ぼす風の影響と防風方法に関する研究. 島根農試研報 14:39-83.
115. 高橋国昭・沢田真之輔(1976):ハウスデラウェアブドウの着色障害に関する研究(第2報)果粒内への糖の転流について. 園学要旨 昭51春;72-73.
116. 高橋国昭(1978):ハウスデラウェアブドウの着色障害に関する研究(第2報)ブドウ果粒内への糖の転流について. 園学要旨 昭53春;88-89.
117. 高橋国昭(1978):ブドウの平棚栽培における高生産枝管理法に関する研究(第1報)デラウェアと巨峰の新梢単位における果実生産について. 園学要旨 昭53秋;72-73.
118. 高橋国昭(1979):ブドウの平棚栽培における高生産枝管理法に関する研究(第2報)露地デラウェアの乾物と果実生産について. 園学要旨 昭54春;84-85.
119. 高橋国昭・山本孝司(1980):ブドウの光合成生産と分配に関する研究(第1報)デラウェアと巨峰における純生産と分配. 園学要旨 昭55春;124-125.
120. 高橋国昭(1980):ブドウの光合成生産と分配に関する研究(第2報)デラウェアと巨峰の乾物重と乾物率の推移. 園学要旨 昭55秋;8-9.
121. 高橋国昭・山本孝司(1981):ブドウの光合成生産と分配に関する研究(第3報)巨峰の純同化率について. 園学要旨 昭56秋;441.
122. 高橋国昭(1981):樹相と収量構成. ブドウ. 農業技術体系果樹編2. 技. 農文協, p.62-88.
123. 高橋国昭・倉橋孝夫(1983):ブドウ個葉の光合成特性. 園学要旨 昭58春;120-121.
124. 高橋国昭(1983):ブドウの適正葉面積指数. 園学シンポ要旨 昭58秋;7-17.
125. 武田友四郎・玖村敦彦(1959):水稻における収量成立過程の解析(第6報)物質生産における最適葉面積指数とその意義について. 日作紀 29:31-33.
126. 田中 肇(1981):キャンベル・露地栽培・X型極長梢剪定・大木仕立て. ブドウ. 農業技術大系果樹編2. 精農家のブドウ栽培技術. 新潟・田中. 農文協, p.1-8.
127. 時本 異・依田征四(1977):モモ・ブドウ園の蒸発散量に関する研究(第1報)モモ・ブドウの葉面蒸散量. 岡山農試研報 3:43-50.
128. 苔名 孝・宇都宮直樹・片岡郁雄(1979):樹上果実の成熟に及ぼす温度環境の影響(第2報)ブドウ“巨峰”果実の着色に及ぼす樹体および果実の環境温度の影響. 園学雑 48:261-266.
129. 苔名 孝・宇都宮直樹・片岡郁雄(1979):樹上果実の成熟に及ぼす温度環境の影響 ブドウ“デラウェア”果実の成熟に及ぼす樹体および果実の環境温度の影響. 園芸学研究収録 9:1-5.
130. 鳥潟博高(1979):果樹作におけるエネルギー問題. 農及園 54:163-168.
131. 鳥潟博高・手塚修文・鳥居鎮男・新見善行・小山吉夫・福田千恵子・浅田武典・卜蔵健治(1979):ブドウの着果負担と仕立方による光の利用について. 生物環境調節 17:1-9.
132. 鳥山国土(1979):高収性品種と収量限界. 農及園 54:133-138.
133. 津野幸人・藤瀬一馬(1962):甘藷の乾物生産に関する研究(第2報)群落の乾物生産と乾物生産構造. 日作紀 31:285-288.
134. 土屋長男(1957):葡萄栽培新説. 養賢堂, p.258-263.
135. 土屋長男(1981):甲州. 露地栽培. X型長梢剪定. ブドウ. 農業技術大系果樹編2. 精農家のブドウ栽培技術. 山梨・土屋. 農文協, p.1-12.
136. 宇田川武俊(1972):耕地の生態系の構造と機能. 耕地の生態学. 築地書館, p.138-140.
137. 渡辺松之函(1981):高尾. 露地栽培. ハウス栽培. X型長梢剪定. ブドウ. 農業技術大系果樹編2. 精農家のブドウ栽培技術. 福島・渡辺. 農文協, p.1-15.
138. WEAVER, R. J (1963): Effect of leaf to fruit ratio on fruit quality and shoot development in 'Carignane' and 'Zinfandel' wine grapes. Amer. J. Enol. 14:1-12.
139. 薬師寺清司(1970):温州ミカンの栽植密度に関する研究. 計画密植の基礎理論. 愛媛果試研報 第6号;1-86.
140. YAMAKURA, T., H. SAITOU and T. SHIDEI (1972): Production and structure of under-ground part of Hinoki (Chamaecyparis obtusa) Stand (I) Estimation of root production by means of root

- analysis. Jour. Jap. For. Soc. 54:118-125.
141. 吉田賢治(1983):ブドウ栽培の実際. 農文協, p.36-37.
142. 吉原千代司・平田克明(1978):これからのブドウ栽培—経営と技術—. 家の光協会, p.12.

Studies on the Optimum Fruit Load in Grapevines

by

Kuniaki TAKAHASHI

Summary

Increase of yield per unit ground area and increase of growing area are the two major factors for increase of the total fruit crop yield, and increase of the yield is an eternal research target as well as quality improvement. The average yield of grapes per 10 a in Japan, however, has remained at the same level of about 1,250 kg for last 20 years, indicating a limit of the yield with the present way of cultivation. Although various ways and means have been tried to improve the yield, any novel method taking the place of the conventional way has not been found yet.

The grapevine converts the solar energy into productive energy in the leaves utilizing water and nutrients from the roots and CO₂ gas from the air. Some of the productive energy is eventually used to produce fruits which can be consumed by humans. In the present study, the optimum yield of grapes was studied from the view point of the matter production established by Boysen-Jensen.

1. Dry matter (DM) productivity and fruit productivity in grapery

To study the productivities of DM and fruit in grapery from the view of the matter production, 63 vines of 'Kyoho' and GA treated seedless 'Delaware' grown in pots or grapery were tested for a period from 1978 to 1982 according to the summation method.

1) Vines examined were 1~25-years-old, 9.1 years on an average, and fresh weight per vine was 0.6~755.7 kg, 207.8 kg on an average. Crop load per 10 a was $1,589 \pm 1,205$ kg, and accumulated leaf area index (LAI, the area of total leaves including those already defoliated divided by crown area) was 3.59 ± 1.52 .

2) Annual net production per 10 a (Y) was $1,045.2 \pm 300.5$ kg, showing a high correlation with accumulated LAI (X), well corresponding with the one peak curve of $Y = 254 + 257X - 7.87X^2$. Since the net production of fruit bearing vines was also directly proportional to total dry weight of fruits, leaves and current shoots, the DM productivity of grapevines should be higher with more crop load and more vigorous growth of shoots and leaves.

3) The productivity of fruit as expressed by dry weight was proportional to the net production, and the rate of DM distribution to fruits was inversely proportional to the length of current shoots. A highly negative correlation was noted between the rate and the rate of DM distribution to current shoots.

2. Estimation of leaf area and its seasonal change

Method to estimate the area of a single leaf from the length and width of the leaf and also to estimate total leaf area of a shoot from the length of the shoot were studied, and the enlargement patterns in the areas of a single leaf and of all leaves on a shoot were investigated.

1) The area of a single leaf was highly correlated with both length and width of the leaf. When the leaf area was estimated using these 2 values in the field, however, less errors were observed using the leaf length.

2) The shape of a leaf markedly differed by cultivar, growing type or leaf position, and fairly large differences were noted in the coefficient and constant of the regression formulas for length and width of leaf.

Thus, it would be better to estimate the leaf area individually using regression formula established for each cultivar, growing type and leaf position.

3) Since a high correlation has been observed between the length of current shoot and the leaf area regardless of topping and summer pruning, the leaf area of current shoot can be estimated from the length of current shoot. To obtain accurate estimate, however, it is necessary to have respective regression formulas corresponding to cultivar and growing type because of large variation in the coefficients and constants of regressions.

4) The area of a single leaf increased in a S curve fashion, in which the period of increase was shorter as the leaf position was closer to the base of current shoot. The period from leafing to completion of the growth was about 2 weeks at the base and about 1 month at 6~7th leaves.

5) A shorter current shoot completes enlargement of the leaf area faster. To obtain the leaf area of graperies earlier, therefore, it is recommended to increase the density of the current shoots which grow vigorously at the initial stage and complete their growth earlier.

3. Seasonal change of matter production

Fruit bearing shoots and vines of 'Delaware' and 'Kyoho' were gathered or dug out at proper intervals in the growing season from 1979 to 1982 to investigate the seasonal changes of matter production.

1) The fruit bearing shoot stopping its growth at about 150 cm showed the higher ratio of DM weight of fruits and the lower ratio of DM weight of current shoots to the total DM weight in comparison to the shoot growing as long as 400 cm.

2) As the DM weight of a young vine of 'Kyoho' cultured in a pot 30 cm in diameter reached the lowest level at 20 days after budding having 5 leaves, this stage was considered to be the nutrient transition time in view of the balance of matter production.

3) As to the 3-year-old 'Kyoho' vine cultured in a pot of half cut drum and the 3-year-old 'Delaware' vine grown in open air field, the elongation of current shoot after budding was followed by the increase of leaf area, and about a month and half later, the increase of DM weight per vine and the thickening growth of trunk started. From the time of budding to flowering the matter was redistributed from the old organ to the new organ, first to leaves followed by current shoots. The matter distribution to fruits occurred mostly from the first stage of berry growth to the maturing stage. The matter distribution to the roots occurred after bunches being harvested. Net assimilation rate (NAR) was negative until the nutrient transition stage, then turned positive. The peak, 4~4.5 g/m²/day occurred at the stages from flowering to maturing, then the level lowered to less than 2 g/m²/day after harvesting.

4. Optimum leaf area index

To clarify the optimum LAI of grapevines trained on the pergola system, the photosynthetic rate of shaded leaf was measured by a gas method, and NAR of the fruit bearing shoots led in below the pergola were examined. Furthermore, 3-year-old 'Delaware' vines grown in pots were placed under the foliage of 5-year-old 'Delaware' vines, and NAR from the first stage of berry growth to the maturing stage as well as crop growth rate (CGR) of the current shoots, the bases of which were girdled, were measured. Using 4-year-old potted 'Delaware' vines grown in a greenhouse, the influence of difference in LAI and crop load on various characteristics of bunches, and on NAR and CGR were studied.

1) photosynthetic rate of a leaf improved as the amount of solar radiation increased, and it became light saturated on fair days. The rate of a leaf shaded with other leaves was 50~70 % of an unshaded leaf.

2) Fruit bearing shoots, the bases of which were girdled at 2 weeks to 20 days after bloom, were led in below the pergola, and NAR in the period up to the maturing stage was measured. While NAR in the control plot was 3.70~5.90 g/m²/day, NAR in the shaded plot was less than the control, being about 40 %. Considering

LAI of the shading vine being about 2, the optimum LAI based on the view point of matter production was suggested to be about 3.

3) The 'Delaware' vines cultured in pots of half-cut drum were placed under the pergola (foliage) of adult 'Delaware' vines, and NAR was measured from the first stage of berry growth to the maturing stage. The result indicated that the optimum LAI of 'Delaware' vines trained on the pergola in an unheated house of plastic film should be little lower than 3, based on the view point of matter production.

4) The bases of bearing shoots of 'Delaware' vines grown in open air field and those of 'Kyoho' vines grown in an unheated plastic house were girdled, and NAR and CGR were measured from 2 weeks after bloom to the maturing stage. 'Delaware' vines showed LAI at 2.7, NAR at 4.80 g/m²/day, and CGR at 12.63 g/m²/day on an average. Furthermore, the 'Kyoho' vines showed LAI at 2.21, NAR at 4.74 g/m²/day and CGR at 10.73 g/m²/day. A trend was noted in every case that in the plot with high LAI, NAR was low, and CGR was high.

5) Changing density of 'Delaware' vines grown in pots of half-cut drum, the relationship between LAI and crop load was studied. No marked difference was noted in NAR between the plots with LAI at 2.08 and 2.28, while CGR was higher in the plot with LAI at 2.82. In the plot with LAI at 2.08, bunch color was inferior when crop load exceeded 1.5 kg/m², but in the plot with LAI at 2.82, nearly all bunches matured normally even when crop load was as high as 2.8 kg/m².

From the above results, it seems that the optimum LAI for both yield and quality is larger than 2 and close to 3 in 'Delaware' vines trained on the pergola in the unheated plastic house.

5. Crop load and fruit quality

The changes of DM weight in growing grape berry and an index useful for determining the optimum yield were studied. NAR of the fruit bearing shoots was also studied in consideration of growing types. In addition, the optimum yields in the graperies of young and adult vines were investigated.

1) The DM weight of a berry increased rapidly from the veraison in either 'Delaware' or 'Kyoho'. The matter weight required to produce 1 ton of fruit calculated from daily gain of DM of a berry was 4.7 kg/day for 'Delaware' and 4.9 kg/day for 'Kyoho'.

2) Using fruit bearing shoots, the bases of which were girdled at the first stage of berry growth, the leaf area required to support the growth of a berry was studied. It was calculated on the basis of the result that the leaf area required to produce 1 ton of fruit was 800~900 m² for 'Delaware' and 1,200~1,300 m² for 'Kyoho'.

3) The result of a study on the relationship between crop load and bunch quality using vines grown in pots indicated that among indices of the quality, coloring was most sensitive to crop load. Therefore, the optimum yield of 'Delaware' and 'Kyoho' vines grown in the area where they are liable to suffer from inferior coloring, should be determined by the degree of coloring.

4) NARs of 'Delaware' vines from the first stage of berry growth to the maturing stage were 6.49 g/m²/day when grown in open air field, 4.75~6.05 g/m²/day in sideless or unheated plastic house, 5.22 g/m²/day in early heated plastic house, and 1.93 g/m²/day in super early heated plastic house, while those of 'Kyoho' vines were 6.84 g/m²/day in open air field, and 3.70~5.17 g/m²/day in sideless or unheated plastic house. These results indicated less NAR for the earlier growing type.

5) The optimum crop load per leaf area in the open air graperies of young vines was estimated to be 1.0~0.8 kg/m² for 'Delaware' and 0.6~0.8 kg/m² for 'Kyoho'. On the other hand, the optimum crop load in the graperies of adult vines should be determined on the basis of LAI.

6. Actual state of high yielding vineyards

1) To improve the yield of grapes, non disbudding growing of 'Delaware' vines was tried in open air field. The yield was 2,112~2,444 kg/10a which was apparently higher than before. LAI was 2.69~3.16, 3.01 on an

average. The current shoots were short, being about 60 cm on an average, but the number of shoots was large, being 20,400~32,200/10a. The mean yield estimated by the crown area of the vines studied in 1978 was 3,083 kg/10a. It was equivalent to 11.7 kg/m²/day of CGR.

2) The yield of the high yielding 'Koshu' grapery in Yamanashi was about 3,000 kg/10a in consecutive 2 years. It was equivalent to 7.00 g/m²/day of CGR, which was less than the CGR, 8.74 g/m²/day calculated on the assumption that the level of matter production in 'Koshu' vines grown in open air field was similar to that in 'Delaware' or 'Kyoho' vines.

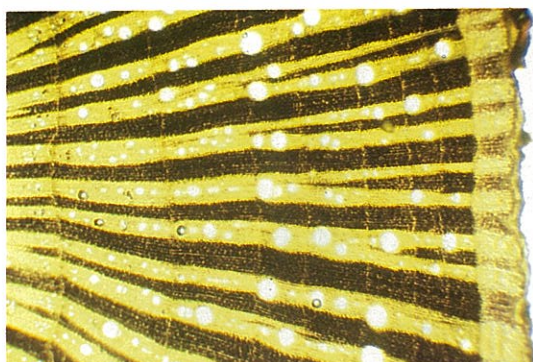
7. Index of optimum crop load

The matter requirement of grapes increases rapidly from the veraison. The growth of current shoot after that stage is likely to act negative to fruit productivity. In the grapery of young vines wherein LAI does not give effect on NAR, therefore, the crop load would be better to be determined by the length of current shoots at the veraison, which was very closely related with their leaf area.

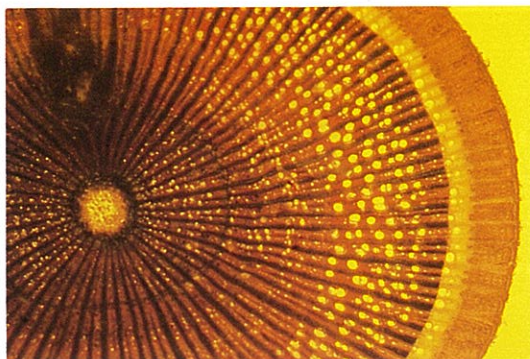
The optimum crop load in the grapery of adult vines whose crowns completely covered the pergola would be better to be calculated from the mean length of current shoots and their density, because the length and density of the current shoots regulate LAI and net production, and the length is inversely proportional to the rate of DM distribution to fruits.

The optimum crop loads per 10a of GA treated seedless 'Delaware' grapery of adult vines, which corresponded to the mean lengths and densities of current shoots, were calculated on the basis of above point of view.

カ ラ ー 図 版



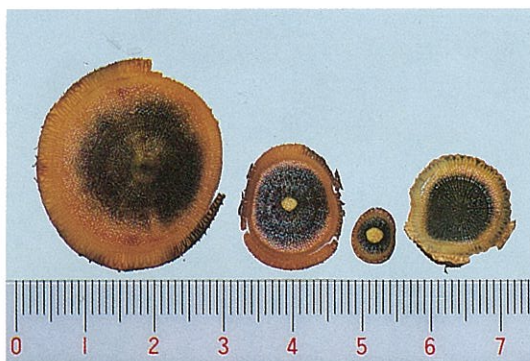
1. ヨード・ヨードカリ液で染色した“デラウェア”側枝における断面の顕微鏡写真 休眠期におけるもので木部には8本の年輪が見られ、黒く染まっているのは澱粉粒である。師部にも澱粉粒のあるのが見える（1979. 2. 4）。



2. 第Ⅳ章第4節の3年生露地栽培“デラウェア”におけるヨード・ヨードカリで染色した幹の横断面の顕微鏡写真 開花期の状態、新しい木部と師部の生長が始まっている（1979. 5. 30）。



3. 第Ⅳ章第4節の3年生露地栽培“デラウェア”におけるヨード・ヨードカリで染色した中根の横断面 果粒軟化期のもので木部の旧組織の部分には澱粉の蓄積が多く、当年生長部分には少ない。前年の師部は生きているがそれより古い2次師部はほとんど脱落し僅かに残っているのがみられる（1979. 7. 17）。



4. 第Ⅳ章第4節の3年生“デラウェア”におけるヨード・ヨードカリによって染色した成熟期の幹、結果母枝、当年枝、中根の横断面。黒く染まった部分は澱粉粒である。幹や結果母枝では前年に生長した2次師部が脱落し始めているのがみられ、根では一昨年の2次師部が脱落しかけている（1979. 9. 4）。



5. 第Ⅴ章第1節の実験において、庇陰された着生個葉の光合成速度を測定した装置（1982. 7. 6）。



6. 第Ⅴ章第2節4 無加温ハウス栽培“巨峰”における庇陰された結果枝の果房（上）と対照区の果房（下）（1979. 8. 17）。

カ ラ ー 図 版



7. 第V章第2節5 無加温ハウス栽培“巨峰”における庇陰された結果枝の果房（下）と対照区の果房（上）（1980. 8. 31）。



8. 第V章第3節1 庇陰下において栽培した“デラウェア”樹の果房 左より対照区、以下それぞれLAIが1, LAIが2, LAIが3程度の庇陰樹下における庇陰区の果房（1981. 8. 19）。



9. 第V章第3節2 庇陰下において栽培した鉢植え“巨峰”の果房（右下）と対照区の果房（上）及び庇陰樹の果房（左下）（1981. 9. 12）。



10. 第V章第5節におけるLAIと着果量を変えた鉢樹の果房 上左はLAIが2.08で、着果量が1.48 kg/m²の区、上右は2.08 - 2.22区、下左は2.82 - 1.70区、下中は2.82 - 2.08区、下右は2.82 - 2.77区の果房（1982. 6. 30）。



11. 第VI章第2節1において葉面積当たりの着果量を変えた“デラウェア”の結果枝の果房（1975. 8. 8）。



12. 第VI章第2節3において葉面積当たりの着果量を変えた“巨峰”の結果枝の果房 左より、着果量がそれぞれ、86, 174, 271, 358, 481粒/m²（1979. 8. 18）。

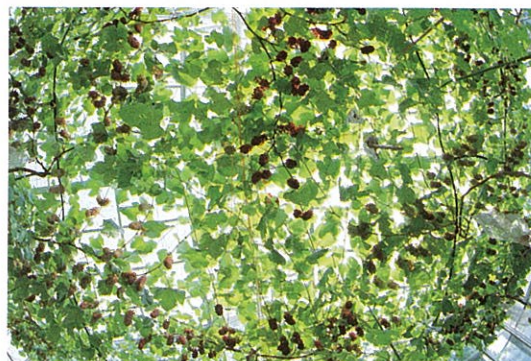
カ ラ ー 図 版



13. 第V章第6節考察, 第VII章第2節 “甲州”多収園におけるLAIが1.68の樹冠の明るさ（1984. 9. 27）。



14. 第V章第6節考察, 第VII章第2節 “甲州”多収園におけるLAIが1.68の樹冠の葉影（1984. 9. 27）。



15. 第V章第6節考察, 第5節 LAIと着果量を変えて実験した鉢樹におけるLAIが2.08区の樹冠の明るさ（1982. 6. 21）。



16. 第V章第6節考察, 第5節 LAIと着果量を変えて実験した鉢樹におけるLAIが2.08区の樹冠の葉影（1982. 7. 30）。



17. 第V章第6節考察, 第5節 LAIと着果量を変えて実験した鉢樹におけるLAIが2.82区の樹冠の明るさ（1982. 6. 21）。



18. 第V章第6節考察, 第5節 LAIと着果量を変えて実験した鉢樹におけるLAIが2.82区の樹冠の葉影（1982. 7. 30）。

カ ラ ー 図 版



19. 第V章第5節考察 “巨峰”におけるLAIが4の樹冠の明るさで、第II章の供試樹No.9（1982. 6. 8）。



20. 第V章第6節考察 “巨峰”におけるLAIが4の樹冠の葉影で、第II章の供試樹No.9（1982. 6. 30）。



21. 第VII章第3節1 着果量を変えた鉢樹“デラウェア”における果房 葉面積当たりの着果量は左よりそれぞれ、1.4, 1.7, 2.0, 2.3, 2.6 kg/m²（1983. 7. 11）。



22. 第VII章第1節 露地栽培“デラウェア”多収園における果房の着生状態（1978. 7. 24）。



23. 第VII章第1節 露地栽培“デラウェア”多収園の果房（1979. 8. 16）。



24. 第VII章第2節 “甲州”多収園における果房の着生状態（1984. 9. 27）。