

ニホングリの側枝年齢の差異と収量, 果実品質及び光合成能力との関係

多比良和生・本條 均*・檜山 博也**

キーワード: ニホングリ, コウゴウセイ, ソクシネンレイ, シュウリョウ, カジツヒンシツ

Relationship between branch age, and yield, quality and photosynthetic characteristics in Japanese Chestnut.

KAZUO TAHIRA, Hitoshi HONJO, and Hironari HIYAMA

Summary

The Relationship between branch age, and yield, quality and photosynthetic characteristics in Japanese Chestnut were investigated.

1. Leaf color on one-year-old lateral branches and two-year-old lateral branches was more intense than on four-year-old lateral and five-year-old lateral branches.
2. Leaf chlorophyll content in Japanese chestnut 'Tukuba' and 'Ishituti' on one-year-old lateral and two-year-old lateral branches were higher than on other lateral branches.
3. The photosynthetic rate was maximum toward the end of June. From there on up to October, the photosynthetic rate of one-year-old lateral branches continued to remain higher than that of older branches. This parameter would thus appear closely related to leaf color and chlorophyll content.
4. Average yields in Japanese chestnut 'Tukuba' and 'Ishituti' on one-year-old lateral branches and two-year-old lateral branches exceeded those on other lateral branches.
5. Large size nut rates exceeding 3L on one-year lateral branches and two-year lateral branches were greater than those on other lateral branches.
6. Nut color on one-year lateral and two-year lateral branches was more intense than on four-year lateral branches and five-year-old lateral branches.
7. It would thus follow that yield, quality and photosynthetic rate in Japanese chestnut 'Tukuba' and 'Ishituti' are related to lateral branch age.

Average yields and quality (large size nut rate over 3L) on one-year lateral and two-year lateral branches were higher than on other lateral branches.

The photosynthetic rate of one-year-old lateral branches remained higher up to October.

Yield and quality (large size nut rate over 3L) may thus be closely related to photosynthetic activity.

* 農林水産省果樹試験場

**現 茨城県農業総合センター

I 緒 言

クリ樹における光合成特性についての報告(2, 5)は少なく、ほ場条件下で連続的に検討した例は見あたらない。

クリ栽培の目的である果実は、葉によって太陽エネルギーから転換された光合成産物の一部である。樹体のあらゆる器官の生長・維持も光合成作用に依存しているといえる。それ故、太陽エネルギーの有効利用や物質生産の面からの解明が必要と考えられる。

しかし、クリでは他の果樹に比較し物質生産的な観点からの研究は少なく、体系的なものとなっていないのが現状である。

また、物質生産の基本となる光合成についてもクリの分野での研究は十分に行われていない。

以上のことから、クリの高品質安定多収栽培のために、太陽エネルギーの有効利用の観点から検討を加える必要性が強く認識された。そこで、本研究は側枝年齢構成の異なるクリ樹を比較して、側枝年齢の差異と収量、果実品質及び光合成能力との関係について検討した。

なお、本研究は農林水産省依頼研究員事業により農林水産省果樹試験場栽培部気象研究室において行われたことを付記する。気象研究室杉浦俊彦氏、農林水産省依頼研究員島根県農業試験場・倉橋孝夫氏及び三重県農業技術センター・輪田健二氏には多忙な折り御指導・御協力を賜った。現地調査にあたり、供試園主である大橋氏に膨大な御協力を賜った。さらに、調査にあたり取手地区農業改良普及所・田中仁士氏、茨城県園芸試験場・高野俊雄氏・故池田恵氏の御協力を賜った。心より深甚の謝意を表すものである。

II 材料及び方法

茨城県新治郡出島村六倉の現地圃場を供試した。供試園は、火山灰土壌でクリ3代目の園である。

供試樹としてクリの13年生の‘筑波’及び‘石鎚’を用いた。1991年2月、側枝年齢が1~2年生の枝で構成されている樹(以下‘1~2年生樹’とする)及び4~5年生の枝で主に構成されている樹(以下‘4~5年生樹’とする)の2区を設け、各区3樹を供試した。

1~2年生樹は、結果母枝数を1㎡当たり5本程度に制限した。また、原則として一度着陸した母枝はせん定時に切り落とし、若い発育枝を中心に結果母枝として残した。

4~5年生樹は、軽く間引きする程度にせん定した。果実の結実部位は樹冠表面から1mくらいで、樹冠内部に結果母枝が確保できなかった。結果母枝数は樹全体で1~2年生樹とほぼ同一になるように調節した。

栽植距離は4.5m×4.5mであり、10a当たり48本の栽植密度である。‘筑波’と‘石鎚’を定植した混植園である。

1. 葉の形質

葉の形質として葉色、葉面積及び葉厚を測定した。葉色は葉緑素計(ミノルタSPAD-501)及び色彩差計(ミノルタCR-200)により、葉面積は葉面積計(LICOR-3100)により、葉厚は葉厚計(FUJIHIRA ATG-100)により測定した。

また、葉中クロロフィル含量は、80%アセトン抽出(Arnonの方法)法により測定した。

2. 光合成の測定

光合成の測定は携帯用光合成・蒸散測定装置(ADC LCA2/SPB-H2A)を用いた。測定条件は空気流量:350ml/minとした。気温、葉温、光量子密度は測定時環境のままであった。光合成の測定はいずれも晴天日の午前中に行った。測定所要時間

は1点につき約20～30秒で計測できた。供試樹は1～2年生樹、4～5年生樹ともに3樹を用い、‘筑波’ ‘石鎚’の2品種において10葉ずつ、1991年6月から10月まで測定した。供試葉は葉齢をそろえるために1991年5月30日に展葉したばかりの葉に印をつけた。

なお本装置での光合成の測定値は見かけの光合成速度である。

3. 側枝年齢の差異と収量・果実品質及び果色との関係の検討

収量調査は2～3日おきに各樹毎に行い各区3樹の平均値をもって1樹当たりの収量とした。収穫した果実はすべてを選別し、健全果と障害果に分けた。健全果について規格を果実の直径が39mm以上を3L、35mm以上39mm未満を2L、32mm以上35mm未満をL、29mm以上32mm未満をM、26mm以上29mm未満をSとして重量比で表した。また、健全果で規格2Lの果実100果について、塩水選で比重を測定し、粉質で食味の良いとされる比重1.06以上のものを果数比で表した。一果重は健全果の

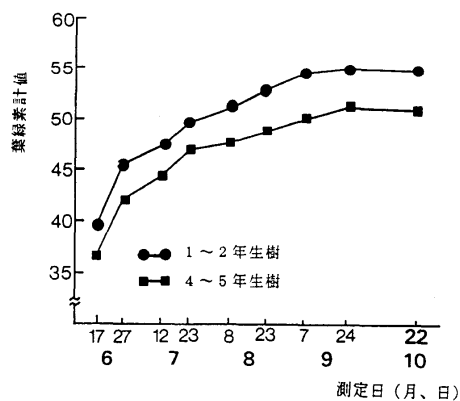
平均果重である。果色は、収穫直後に色彩色差計（ミノルタCR-200）で各区20果測定した。

III 結 果

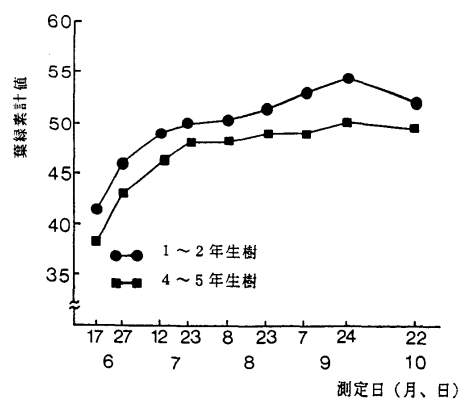
1. 葉の形質

1) 葉 色

1～2年生樹と4～5年生樹の葉色を葉緑素計（ミノルタSPAD-501）で測定すると、展葉20日後にすでに両者で差がみられ、‘筑波’で2.7、‘石鎚’で3.2の計測値の差がみられた。葉色の変化をみると、両品種ともに展葉118日後（9月24日）まで葉緑素計値が大きくなり緑色は濃くなった。1～2年生樹と4～5年生樹では展葉118日後‘筑波’ ‘石鎚’の両品種で各々3.6、3.5の計測値の差がみられた。試験期間中は、両品種ともに展葉20日後の時点での値の差が維持されたまま、計測値が増大していった。（第1図）（第2図）



第1図 クリ（筑波）の葉色の季節変化



第2図 クリ（石鎚）の葉色の季節変化

色彩色差計（ミノルタCR-200）による測定結果では、L値（明度）は4～5年生樹の値が‘筑波’で1.47、‘石鎚’で2.34大きく、4～5年生樹の

方が緑色が淡いことを示した。a値（-aが大きいほど緑色）をみると4～5年生樹の方が‘筑波’で1.15、‘石鎚’で1.73絶対値が大きかった。b

値 (+b が大きいほど黄色) をみると 4~5 年生樹の方が '筑波' で 1.97, '石鎚' で 2.43 大きく、その結果、4~5 年生樹の葉は黄色がかかった緑色であり、1~2 年生樹の葉は青色がかかった緑色であることを示していた。 $\Delta E^* a b$ 値は、'筑波' で 2.71 (感知しえるほどに異なる), '石鎚' で 3.79 (著しく異なる) であり、外観からでも明らかに緑色の色相が異なることを示していた。(第 1 表)

第 1 表 側枝年齢の差異と葉色との関係

処理区	品種	葉緑素計値(8/23)	L	a	b	$\Delta E^* a b$
1~2 年生樹	筑波	52.7	30.74	-5.30	6.91	2.71
	石鎚	51.7	30.65	-6.07	7.18	3.79
4~5 年生樹	筑波	48.8	32.21	-6.45	8.88	0.00
	石鎚	48.8	32.99	-7.80	9.61	0.00

(注) 色差 ($\Delta E^* a b$) = $\sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$
 色差 ($\Delta E^* a b$) の基準は、慣行区の平均 (L, a, b) 値を用いた。

色差の程度の評価	$\Delta E^* a b$
きわめてわずかに異なる (trace)	0 ~ 0.5
わずかに異なる (slight)	0.5 ~ 1.5
感知しえるほどに異なる (noticeable)	1.5 ~ 3.0
著しく異なる (appreciable)	3.0 ~ 6.0
きわめて著しく異なる (much)	6.0 ~ 12.0
別の色系になる (very much)	12.0 以上

2) 葉面積及び葉厚
 葉厚は 1~2 年生樹の '筑波' で 0.51mm, 同じく '石鎚' で 0.51mm で、4~5 年生樹より '筑波' で 0.04mm 厚く、'石鎚' では 0.06mm 厚かった。(第 2 表)

第 2 表 側枝年齢の差異と葉面積及び葉厚との関係

処理区	品種	葉面積 (cm ²)	葉厚 (mm)
1~2 年生樹	筑波	74.1	0.51
	石鎚	72.2	0.51
4~5 年生樹	筑波	58.2	0.47
	石鎚	73.9	0.45

3) 葉中クロロフィル含量 1～2年生樹は，クロロフィルaが多く，クロロフィル含量（クロロフィルa+クロロフィルb）は，1～2年生樹の方がやや多かった。

第3表 側枝年齢の差異とクロロフィル含量との関係

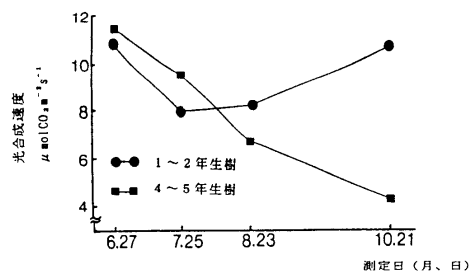
処理区	品種	クロロフィル含量 (mg/gFW)			
		a + b	a	b	a / b
1～2年生樹	石鎚	1.45	1.04	0.41	2.54
4～5年生樹	石鎚	1.38	0.88	0.50	1.74

2. 光合成

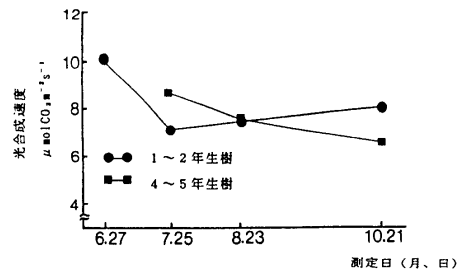
1) 光合成速度

光合成速度は，両品種ともに展葉57日後（7月25日）までは4～5年生樹の方が高かった。展葉86日後（8月23日）になると‘筑波’では1～2年生樹が逆に高くなり，‘石鎚’は同じレベルに

なった。展葉145日後（10月21日）になると両品種とも4～5年生樹の光合成速度は著しく低下した。それに対して，1～2年生樹の光合成速度は一定の比較的高いレベルを維持していた。（第3図）（第4図）



第3図 クリ‘筑波’の光合成速度の季節変化



第4図 クリ‘石鎚’の光合成速度の季節変化

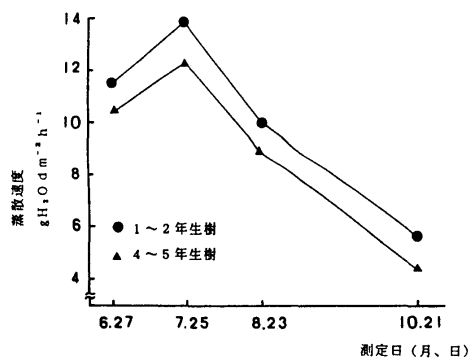
2) 蒸散速度

‘筑波’の蒸散速度は，1～2年生樹の方が常に1.1～1.6高く推移し，展葉57日後（7月25日）をピークにその後減少した。‘石鎚’の蒸散速度は，展葉57日後（7月25日）は4～5年生樹の方が高いが，展葉86日後（8月23日）以降は1～2年生樹の方が高く推移した。‘石鎚’では，葉齡

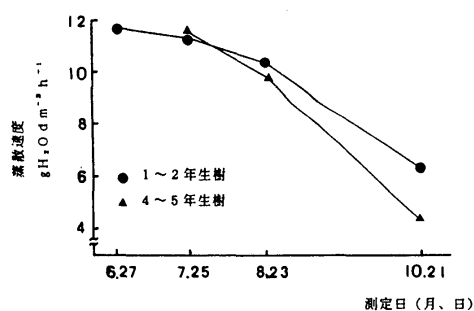
が若いほど高かった。（第5図）（第6図）

3) 気孔コンダクタンス

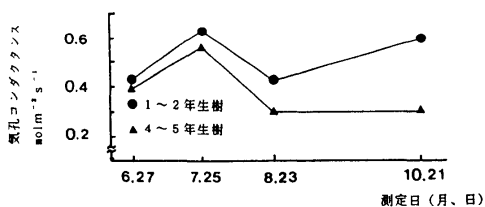
気孔コンダクタンス（気孔伝導度）は，両品種ともに増減はあるものの1～2年生樹が遅くまで高い値を示した。（第7図）（第8図）



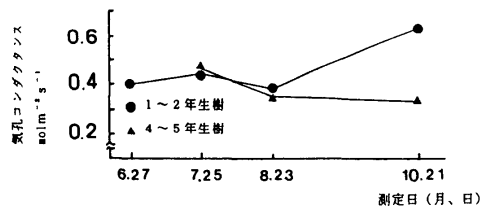
第5図 クリ '筑波' の蒸散速度の季節変化



第6図 クリ '石鎚' の蒸散速度の季節変化



第7図 クリ '筑波' の気孔コンダクタンスの季節変化



第8図 クリ '石鎚' の気孔コンダクタンスの季節変化

3. 側枝年齢の差異と収量・果実品質及び果色との関係の検討

1) 収量

10a当たりの換算収量は1~2年生樹の'筑波'で211kg, 同じく'石鎚'で254kgで, 4~5年生樹より'筑波'で53kg, '石鎚'で14kg多かった。(第4表)

2) 果実品質

一果平均重は1~2年生樹の'筑波'・'石鎚'でそれぞれ26.1g・34.7gで, 4~5年生樹より'筑波'で2.1g・'石鎚'で12.7g重く大きかった。(第4表)

規格別割合は3L果率が, 1~2年生樹の'筑波'・'石鎚'でそれぞれ43.7%・64.4%で, 4~5年生樹より'筑波'で19.1%・'石鎚'で40.8%高く, 側枝年齢を若くすると大果になった。

(第5表)

比重1.06以上の割合は, '筑波'では4~5年生樹の方が14.4%高く, '石鎚'では逆に1~2年生樹の方が2.4%高かった。(第5表)

3) 果色

果色は1~2年生樹の方が濃く, しかも光沢があった。色彩色差計(ミノルタCR-200)による測定結果では, L値(明度)は4~5年生樹の値が'石鎚'で0.78大きく, 4~5年生樹の方が茶色が淡いことを示した。a値(+aが大きいほど赤色)に差がほとんどなく, b値(+bが大きいほど黄色)の差が大きく, 4~5年生樹の果実は黄色味が強い傾向であった。ΔE*a b値は, 2.2~7.5と(感知しえるほど異なる)~(きわめて著しく異なる)であった。(第6表)

第4表 側枝年齢の差異と収量との関係

処理区	品種	10 a 当たり 1 樹		10a 当たり 換算収量	平均 果重
		栽植本数	当たり 収量		
1～2年生樹	筑波	4 8	4.4kg	211kg	26.1g
	石鎚	4 8	5.3	254	34.7
4～5年生樹	筑波	4 8	3.3	158	24.0
	石鎚	4 8	5.0	240	22.0

第5表 側枝年齢の差異と果実品質との関係

処理区	品種	10 a 当たり 栽植 本数	規格 (重量%)					比重 (%)	
			3 L	2 L	L	M	S	1.06未満	1.06以上
1～2年生樹	筑波	4 8	43.7	46.9	9.4			71.4	28.6
	石鎚	4 8	64.4	25.8	9.2	0.5		61.7	38.3
4～5年生樹	筑波	4 8	24.6	50.1	18.6	6.3	0.4	57.0	43.0
	石鎚	4 8	23.6	45.0	23.9	6.5	0.9	64.1	35.9

第6表 側枝年齢の差異と果色との関係

処理区	品種	果 色 (1 0 / 4)				果 色 (1 0 / 1 4)			
		L	a	b	$\Delta E^* a b$	L	a	b	$\Delta E^* a b$
1～2年生樹	石鎚	31.78	+16.75	+14.36	2.2	30.70	+15.15	+11.16	7.5
4～5年生樹	石鎚	32.56	+16.33	+15.42		35.31	+15.34	+16.65	

$$(注) \text{色差 } (\Delta E^* a b) = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

色差 ($\Delta E^* a b$) の基準は、慣行区の平均 (L, a, b) 値を用いた。

($\Delta E^* a b$) 値1.5～3.0は感知しえるほど異なる。6.0～12.0はきわめて著しく異なる。

IV 考 察

茨城県のクリ園の多くは土地管理対策として植栽されたものが多く、ニホングリ栽培面積は全国1位(1991年, 5430ha)であるが、収穫以外の栽培管理をできる限り行わない放任栽培に近い栽培方法になっている。この栽培方法では、樹齢が約10年以上になると収量並びに大果率が低下し、単位面積当たりの収益が極端に少なくなる。渡辺

(12)らは開心自然形に類似した樹形に整枝した‘筑波’の収量を樹齢4年生~22年生まで調査した結果、樹齢12年生をピークにその後減少したと報告している。これらの樹の特徴は、側枝の年齢が進むに従って、つなぎ竿のようにになっている場合が多い。

近年、放任栽培の短所を改善するため、クリを他の果樹同様に考え、整枝・せん定を加え、ある程度集約的に栽培する方法をとるようになった。

檜山(4)は、主枝・亜主枝から発生した発育枝(1年枝)を結果母枝に利用し、大果率が高く、光沢のあるクリ生産法を検討した。その場合一度結実した結果母枝はせん除し、常に一年枝のみで結果部を構成することで樹勢を強く維持し、果実肥大が優れ、10a当たり収量250~300kgで3L果70%以上の生産事例を報告している。

そこで、本研究では側枝年齢構成の異なるクリ樹を比較して、側枝年齢の差異と収量、果実品質及び光合成能力との関係について検討した。特に1年枝の積極的な利用で連年安定収量と高品質(特に大果率が高い)果実を生産している樹が年間を通じて光合成がどのように行われているかを明らかにするため、葉の形質と光合成特性を中心に解析を試みたものである。

ニホングリ‘筑波’及び‘石鎚’の側枝年齢の差異と収量及び果実肥大の関係をみると、側枝年齢構成の新しい1~2年生樹で収量が多く、果実

肥大が良好であった。ニホングリの収量構成要素は雌花数・生理落果数(生理落果率)・一穂当たり含果数・一果重である。ニホングリの収量は他の果樹で実施する摘果等の着果制限を行わないため、結果母枝数や結果母枝の形質に強く影響を受ける。

荒木(1)らは更新せん定が強くなるほど樹冠内の葉量が多くなり、葉材比が大きくなり、収量が多く果実肥大が良好になったと報告している。

佐久間(9)らは結果母枝の形質が雌花着生・収量・一果重に及ぼす影響について検討し、結果母枝の長さや太さの影響が大きいことを報告している。さらに側枝年齢の影響も示唆し、側枝年齢が古くなると結果母枝が短く・細くなる傾向があり、発芽点は先へ先へと上昇し、基部の枝は裸となり、葉量の割には材積が増加し、葉材比が低下して樹勢が低下し、新梢伸長が悪くなったと報告している。

これらの点と本研究での結果を総合すると、側枝年齢構成を新しくすることで優良な形質とされる太くて長い結果母枝が確保され、その結果葉材比が高まり収量及び果実肥大が良好になったものと推察された。

また、佐久間(10)らは果実肥大と収量の間接的な関係を検討し、果実肥大は収量と負の相関が高いことを報告している。しかし、本研究での結果では1~2年生樹は収量が多く、しかも果実肥大が良好であった。4~5年生樹の‘筑波’は収量が少ないにも関わらず果実肥大が劣ったがクリタマバチによる被害の影響が原因の一つに考えられた。佐久間(9)らは古い側枝はクリタマバチの寄生が多くなり、特に下垂した日当たりの悪い枝に着生した果実は実炭そ病の被害が多かったと報告している。本研究でも同様の結果となった。

ニホングリにおける側枝年齢の差異と果実品質(比重)の関係をみると、1~2年生樹と4~5

年生樹で一定の傾向がみられなかった。比重はニホングリの果実品質と相関が高く、比重1.06以上の果実は粉質で食味がよいとされる。佐久間(10)らは収量が多いと比重が低下する傾向があると報告している。また、生産者の中には1年枝を利用することで味が悪くなったと言う人がいる。このことについては今後さらに検討する必要があると思われた。

ニホングリにおける側枝年齢の差異と光合成特性の関係をみると、両品種ともに1～2年生樹が4～5年生樹に比べ光合成速度が長い期間一定の比較的高いレベルを維持した。クリ樹における光合成特性についての報告は少ない。鴨田(5)らは、ニホングリ「筑波」の切り枝を利用して穂果及び果実周辺部の葉の光合成特性について検討している。また、日野(2)らは、鉢植えのニホングリ「筑波」を利用して光合成速度の季節的变化を測定している。これらはいずれも室内実験で光合成速度を測定した報告で、ほ場条件下で連続的に検討した例は見あたらない。

森永(6)らはウンシュウミカンの施設栽培と露地栽培を比較検討し、施設栽培が連年収量が高く、しかも品質的にもすぐれた果実が生産される理由を施設栽培樹では、葉の光合成速度そのものが向上するのではなく、施設条件下での好適環境などによる光合成期間が長く維持されることが特徴であり、そのために年間の総光合成産物が大きく増加することが高収量の大きな要因であると報告している。これらの点と本研究での結果を総合すると、1～2年生樹では光合成期間が長く、個葉での光合成が高く保持されたことで年間の総光合成量が4～5年生樹より高くなったと推論された。

葉齢(展葉後日数)と光合成速度の関係をみると、4～5年生樹は「筑波」「石鎚」両品種ともに葉齢が若いほど光合成速度が高い傾向がみられ

た。一方、1～2年生樹は葉齢が若い展葉後29日(6月27日)に光合成速度が最も高く、その後両品種ともに展葉57日後(7月25日)に一時低下するがその後またやや上昇傾向がみられた。特に、1～2年生樹の光合成速度は4～5年生樹よりも8月下旬以降高く推移した。

本條(3)らは、ガラス室栽培ブドウ「巨峰」の光合成特性について検討し、純光合成速度が最大となる葉齢は展葉後30～40日であったと報告している。また、高木(11)らは無加温のガラス室で栽培した「マスカット・オブ・アレキサンドリア」の第1果房葉とそれより3節先端側の葉の光合成速度を落葉期まで測定し、展葉後1か月で純光合成速度は最大になり、梅雨期(展葉後2か月)に一時、純光合成速度は最大時の40%にまで低下するが、7月には最大時の約7割で推移し、それ以降8月から純光合成速度は低下して落葉直前には負の値を示したと報告している。これらのブドウでの報告と本研究での結果を総合するとニホングリ「筑波」及び「石鎚」でも展葉後30日前後の葉齢が光合成速度が最大になる時期ではないかと推察された。なお、1991年は6月から10月にかけて晴れの日が少なく計画通りに光合成速度を測定できなかった。測定日間隔がもう少し短いと光合成速度が最大となる時期もよりはっきりしたと思われる。

ニホングリにおける側枝年齢の差異と葉色及びクロロフィル含量の関係をみると、両品種ともに1～2年生樹が4～5年生樹に比べ葉色が濃く、葉緑素計示度が常に高く推移しクロロフィル含量が多かった。葉色と葉のクロロフィル含量は密接な関係があり、ニホンナシ・ブドウ・カンキツ類では葉色による栄養診断法について報告されている。中嶋(7)らはニホンナシの葉色を葉緑素計で測定し、葉色の葉緑素計示度は葉中クロロフィル含量と相関が高く、葉中窒素とも相関が高いこ

とを報告している。また、色彩色差計との関係では緑色を表わすa値と正の相関を示したことを報告している。

クロロフィルの測定は8月下旬の1回だけであったが、ニホングリにおいても葉色とクロロフィル含量とは相関が高いものと推察された。1～2年生樹で高い光合成速度を維持した要因の一つとして、この葉の形質の違いが考えられる。

以上の結果から、1～2年生樹は4～5年生樹に比べ収量が高く、しかも果実の3L果率が高かった。このことは、側枝年齢が若いほど果実生産力が高いものと考えられた。また、1～2年生樹の葉は葉色が濃く、クロロフィル含量が多く、光合成速度が長い期間一定の比較的高いレベルを維持した。このことが、生産性を高める原因の一つとして示唆された。

V 摘 要

ニホングリの側枝年齢の差異と収量、果実品質及び光合成能力との関係について検討した。

1. 葉色は、両品種ともに側枝年齢構成が新しい1～2年生樹で濃かった。
2. クロロフィル含量は、1～2年生樹が4～5年生樹よりも多かった。
3. 光合成速度は、展葉後約30日（6月下旬）に最大となった。その時期から10月まで1～2年生樹の光合成速度は長い期間比較的高いレベルを維持した。光合成速度は葉色とクロロフィル含量と密接な関係があると思われた。
4. 収量は両品種ともに1～2年生樹が4～5年生樹よりも多かった。
5. 大果率（3L果率）は両品種ともに1～2年生樹が4～5年生樹よりも高かった。
6. 果色（石鎚）は1～2年生樹が4～5年生樹よりも濃く、光沢があった。

7. 以上のことから、ニホングリ‘筑波’及び‘石鎚’の収量・果実品質・光合成速度は側枝年齢と関係があった。1～2年生樹の収量及び品質（果実の3L率）は4～5年生樹より多く、1～2年生樹の光合成速度は10月まで比較的高いレベルを維持した。収量及び品質（果実の3L率）は光合成速度と関係しているものと思われた。

引用文献

1. 荒木斉・中岡利郎. 1982. クリの更新せん定の強さが樹の生育、収量及び平均果重などに及ぼす影響. 園学雑 51:278-285
2. 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）. 光合成速度の季節的变化. 園学雑 43(3):209-214
3. 本條均・鴨田福也・朝倉利具. 1989. ガラス室栽培ブドウ‘巨峰’の光合成特性. 果樹試報 A. 16:65-82
4. 猪崎政敏監修. 1987. 徒長枝利用による落葉果樹の整枝せん定. 誠文堂新光社
5. 鴨田福也・本條均・久保敏郎. 1984. クリの光合成特性. 園学要旨. 昭59春 82-83
6. 森永邦久・池田富喜夫. 1991. 施設栽培ウンシュウミカンの光合成特性と果実生産力. 園学雑 60(1):61-69
7. 中嶋靖之・許斐健治・藤田彰・伊東嘉明・松井正徳. 1988年. ニホンナシの栄養診断（第2報）. 葉色による栄養診断. 福岡農総試研報 B-7:35-40
8. 佐久間文雄・渡辺幸夫. 1989. クリの生育・成熟・収量予測に関する研究（第1報）. クリの生育・収量・品質に及ぼす気象要因の影響. 茨城園試研報 14:49-77
9. 佐久間文雄・多比良和生・保坂光良・石塚由

- 之・渡辺幸夫 1990. クリの低樹高整枝せん定に関する研究（第2報）. 結果母枝の形質並びに密度が収量・果実肥大に及ぼす影響. 茨城園試研報. 15. 1-26
10. 佐久間文雄・檜山博也・石塚由之・市村尚・渡辺幸夫 1991. クリの低樹高整枝せん定に関する研究（第3報）. 栽植密度の差異が生育・収量・品質に及ぼす影響. 茨城園試研報. 16. 1-18
11. 高木伸友・井上襄吉. 1982. ブドウ‘マスケット・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的变化. 園学雑誌. 51. 286-292
12. 渡辺幸夫・山本正幸・佐久間文雄・霞正一・足立元三・辛島紀男・土井憲・飯島克信・星野正和・檜山博也・早乙女琢磨・市村尚. 1987. 茨城県における果樹の品種生態に関する研究（第2報）. クリ，ブドウ，カキ，ウメの品種生態について. 茨城園試研報. 13. 31-65