温州ミカン葉のクロロフィル含量に関する研究

清水達夫・鳥潟博高

(名古屋大学農学部)

Studies on the Chlorophyll Content of Satsuma Orange Leaves

Tatsuo SHIMIZU and Hirotaka TORIKATA

Faculty of Agriculture, Nagoya University, Chikusa, Nagoya

Summary

There are few reports that leaf color is related to physiological conditions of Satsuma orange trees. The present paper deals with relationship between chlorophyll content and strains of Satsuma orange trees, seasonal change of its content, and effects of light intensity and nitrogen on its content.

The chlorophyll content of Usami was 15 mg per g dried weight, this strain contained the highest of the strains in this experiment. Sugiyama, Hayashi, Silverhill, Ishikawa, Yakushizi, Aoshima, Katayama, Miyagawa-wase and Okitsu-wase were 7~9 mg, these strains were moderate. The strains of Ōiwa No.5 and Zyūman were 5 mg, these strains contained the lowest of them.

Satsuma orange trees had less chlorophyll content in the early season (January to June) than the late season (July to December) in the leaves. The leaves, exposed to sunlight in all seasons, had less chlorophyll content than shaded leaves on the same tree.

The chlorophyll content in exposed leaves decreased in winter, but this phenomenon was obviously stopped by enveloping with straw-mats or cheese cloth on the tree.

The more amount of nitrogen was fertilized to trees, the more contents of nitrogen and chlorophyll were increased. And there was a high positive correlation ($r=+0.95$) between total nitrogen and chlorophyll content in the leaves. But when the total nitrogen content exceeded 3.5 percent in the leaves, chlorophyll content did not increase.

緒 言

ミカン栽培の合理化のためには長期的かつ多面的視野から、施肥、灌水、整枝および剪定などの技術が改善されなければならないが、そのためにはミカン樹の同化、転流および蓄積にわたる一連の生理生態的研究を一層深める必要がある。温州ミカンはその特徴の一つとして葉が常緑性であり、2年以上にわたって生命を維持し、常時機能をもっているから、まずミカン葉の光合成機能の詳細な研究が必要となる。しかしそれ以前に光合成能力の単位としてのクロロフィルに関する一連の研究が必要と思われる。その一つとして、生理的に見た場合、葉色に季節的变化が認められ、また1樹冠内でも各所に葉色の

差があり、特に耐寒性といわれる系統では極端に葉色が濃い傾向が見られるから、クロロフィル含量が光合成能力の制限要因となつていないのではないかと考えられ、他方、栽培的に見た場合には、葉色が比較的種々の内外的要因に鋭感に反応するから、著者らは葉色を診断することにより、ミカン葉に起つている生理状態を診断し、その結果を栽培にまで応用できないかと考えたのである。従つて今回は温州ミカンの生理に関する基礎的一知見を得るため、クロロフィル含量の定量に重点を置き、次の実験を行なつた。

1. 温州ミカンのうち、広く栽培されている系統間のクロロフィル含量の差異を調べた。
2. クロロフィル含量の季節的变化を調べた。それには葉令ならびに陽葉、陰葉の立場から追跡し、1樹冠内の分布にも留意した。

1971年8月20日 受理

本研究の一部は昭和45年秋季園芸学会大会において発表した。

3. クロロフィル含量とそれに影響をおよぼす要因との関係を追求した。実際栽培的にみて、受光量と窒素施肥量とが葉色の濃淡を大きく左右するように思われるから、受光量が影響する冬期間のこも掛け、そして窒素施肥量の差にもとづくそれぞれの葉内窒素量とクロロフィル含量との関係を調べた。

材 料 お よ び 方 法

材 料

クロロフィル含量の系統間差異を調べる実験では、農林省園芸試験場興津支場に普通に肥培管理されている普通温州の大岩5号、杉山、林、シルバーヒル、石川、薬師寺、十万、青島、宇佐美および片山、そして早生温州の宮川早生および興津早生を供した。1970年生不着果枝の春葉を1971年2月15日に1系統あたり30枚採葉した。

クロロフィル含量の季節的变化を調べる実験では、愛知県農業総合試験場内海試験地の普通に肥培管理されている13年生大岩5号を用い、1968年12月から1年間に1967年生春葉、同夏葉、1968年生春葉および1969年生春葉を陽葉と陰葉に分け、クロロフィル含量を定量した。陽葉としては地上より1.5m付近の終日光のあたつている樹冠南面の葉を供し、陰葉としては樹冠北面で地上より0.3~0.5m付近の葉を採取した。1樹より10枚採り、10樹の平均を含量の値とした。

クロロフィル含量に影響をおよぼす要因のうち、受光量に関する実験は静岡県引佐郡三ヶ日町の河西信太郎氏の栽培園で、9年生杉山温州を供し、1968年12月から1969年3月まで寒冷しやおよびこもなど冬期の防寒風おおい下で、1968年生春葉を用いてクロロフィル含量の変化を調べた。寒冷しやおよびこもをそれぞれ3樹ずつに掛け、標準として自然光にあてた3樹を対応させた。そして各樹より10枚採葉した。

さらに名古屋大学農学部実験は場で、1969年3月から9月まで鉢植えの3年生宮川早生を上記載培園と同じ照度になるように寒冷しやでしや光処理して、両者の関係を1969年生春葉を用いて追求した。受光量の多い区を強区(晴天日に自然光)とし、しや光により中区(約10 klux) および弱区(約2 klux)とした。各区5鉢を用い、1鉢あたり10枚採葉した。

葉内窒素量とクロロフィル含量とに関する実験は1968年11月より1969年12月まで名古屋大学農学部実験は場で、鉢植えの3年生宮川早生を供し、これを窒素施肥量多区、中区および少区に分け、年間1鉢あたりそれぞれ窒素を20.0g、10.0gおよび2.5g(硫酸にして年間に多区95g、中区48g、少区12g)与えた。磷酸は各区とも1鉢あたり6.0g(過磷酸石灰にして34.0g)、加

里は6.0g(塩化カリ10.0g)、苦土5.0g(硫酸マグネシウム20.0g)与えた。なお窒素は年5回、その他は年3回に分施した。実験には各区5鉢を用い、1鉢あたり10葉採取した。

定 量 方 法

クロロフィルの定量には簡便法から精密な方法まで多数あるが、本実験では多数個体を取り扱い、かつ操作を簡単にする目的のため Arnon の方法(1)を用いた。すなわち試料を80% アセトン内で磨砕してクロロフィルを抽出し、分光光度計により645mμと663mμの波長における吸光度を測定し、Arnonの同時方程式に代入して含量を算出した。

葉内全窒素の分析は semimicro-Kjeldahl 法(18)によつて行なつた。

実 験 結 果

ク ロ ロ フ ィ ル 含 量 の 系 統 間 差 異

愛知および静岡両県で広く栽培されている普通温州10系統と早生温州2系統のクロロフィル含量を比較した結果を第1表に示した。供試した系統のうち大岩5号および十万は約5mgで最も含量が少なく、宇佐美は約15mgで最も高かつた。またその他の系統は7~9mgであつた。従来、耐寒性があるといわれていた系統の葉色は極端に濃いと観察されていたが、本実験に使用した耐寒性系統である宇佐美、青島および片山のクロロフィル含量は宇佐美のみに多く、青島および片山は他系統と同程度であり、耐寒性系統のクロロフィル含量は必ずしも多いとはいえない。

ク ロ ロ フ ィ ル 含 量 の 季 節 的 変 化

季節的变化を追跡するにさきだつて、陽葉と陰葉との

Table 1. Chlorophyll content in the leaves among the various strains of Satsuma orange.

Strains	Total chlorophyll (mg/g of dry wt.)	Chlorophyll a	Chlorophyll b
Ōiwa No.5	5.350	3.648	1.702
Sugiyama	9.047	7.570	1.476
Hayasi	9.279	7.073	2.206
Silverhill	8.732	7.594	1.138
Ishikawa	9.413	7.411	2.001
Yakushizi	9.255	7.768	1.486
Zyūman	4.930	3.273	1.657
Aoshima	6.827	5.898	0.929
Usami	15.230	12.623	2.607
Katayama	7.784	6.854	0.930
Miyagawa-wase	8.908	7.530	1.378
Okitsu-wase	9.209	8.007	1.201

クロロフィル含量に差があるかを調べた。年間の照度は陽葉部分で晴天日に 60~90 klux, 曇り日に 5.5~25 klux であったが, 陰葉部分では晴, 曇りともに 1~2.5 klux であり, 陰葉は光の強度に関しては晴雨にあまり関係なく, 年間ほぼ一定した光環境内に生育していると考えられた。総クロロフィル含量を 1969 年 1 月に,

1968 年生春葉を用いて比較した結果を第 2 表に示した。陰葉は陽葉より新鮮重で約 1 mg, 乾物重で約 2.7 mg 多くクロロフィルを含んでいた。

つぎに, クロロフィル含量の季節的变化を追跡した。第 1 図には各令葉の陽葉の, 第 2 図には陰葉の総クロロフィル量の季節的变化を示した。総括的に述べると, ミ

Table 2. Chlorophyll content in sun and shade leaves of Ōiwa No.5.

	Sun leaves			Shade leaves			Significance of difference between means		
	Total chlorophyll	Chlorophyll <i>a</i>	Chlorophyll <i>b</i>	Total chlorophyll	Chlorophyll <i>a</i>	Chlorophyll <i>b</i>	Total chlorophyll	Chlorophyll <i>a</i>	Chlorophyll <i>b</i>
mg/g of fresh wt.	2.429	1.840	0.589	3.499	2.844	0.655	**	**	*
mg/g of dry wt.	5.316	4.028	1.288	8.020	6.518	1.502	*	**	**

*, ** Significant at 5% and 1% level, respectively.

Fig. 1. Seasonal change of chlorophyll content in sun leaves of Ōiwa No.5.

N. B. ■—■ 1967 spring leaves. ▲·····▲ 1967 summer leaves.
●——● 1968 spring leaves. ○---○ 1969 spring leaves.

Fig. 2. Seasonal change of chlorophyll content in shade leaves of Ōiwa No.5.

N. B. ■—■ 1967 spring leaves. ▲·····▲ 1967 summer leaves.
●——● 1968 spring leaves. ○---○ 1969 spring leaves.

カン葉のクロロフィル含量には明らかに季節的变化がある。各令葉は含量を異にしているが、同じ傾向の季節的变化を示し、陽葉と陰葉とで含量を比較すると、各令葉とも明らかに陰葉の方が多い。すなわち、各令葉とも年間の上半期(1~6月)のクロロフィル量は一定ないしやや下り、下半期(7~12月)はかなり増加する傾向を示した。大幅に変化する境が陽葉では6月上旬、陰葉では少しおくれ7月上旬に現われた。この時期はちょうど新旧葉の交代期であり、葉令が2年目の1967年生春葉が生理落葉を行ない、代わりに新しく生じた1969年生春葉が盛んに展開している時であつた。従つてこの新旧葉交代期を上半期から下半期へのクロロフィル含量増加傾向に転ずる境としての目安にしてよいと思われる。葉令別にみると、季節的变化の傾向はすべて同じパターンに見えるが、大体出葉後1年目を経過したきわめて生理活動の盛んと思われる1968年生春葉が最もクロロフィル含量が多く、特に陽葉にこの傾向が著しかった。しかし、新旧葉交代期以後は新しく生じた1969年生春葉が次第にクロロフィルを増し、8月頃には1968年生春葉の含量を追い越し、翌年には陽、陰ともに1969年生春葉が最も多量のクロロフィルを含むことになる。2年葉の1967年生春葉、夏葉ではクロロフィル含量に大差なく、春葉は6月上旬から7月下旬にかけて急激にクロロフィルを失ない落葉したが、夏葉は実験を終えるまで着葉していた。各令葉の陽と陰の含量をくらべると、陰が陽より新鮮重1gあたり約0.5mg、乾物重1gあたり1~2mg多い状態を保ちながら、陽、陰ともに上半期から下半期へとその含量を増していくことが推察された。

環境要因とクロロフィル含量との関係

受光量とクロロフィル含量について 冬期の寒害防止用に行なわれるこもおよび寒冷しやの被ふくによる葉内クロロフィル含量の変化を追跡した。愛知県や静岡県などではミカンの寒害防止用に12月下旬から3月中~下旬までの期間に通称こも掛けが行なわれるが、この処理を行なうと樹冠内照度が著しく減少する。この処理期間中の晴天日午後2時の照度を測定すると、自然光は陽葉側で60~70 klux、陰葉側で1~2 kluxであつた。しかし寒冷しや掛けを行なうと陽葉で10~20 klux、陰葉で1~2 kluxとなり、さらにこも掛けを行なうと、陽葉で1~2 klux、陰葉で0.3~0.4 kluxとなり、著しい照度の減少がみられた。この光条件下での葉内クロロフィルの変化を測定した結果を第3および4図に示した。寒冷しやおよびこもで処理した葉のクロロフィル含量は陽葉および陰葉ともほとんど変化を示さないが、無処理の陽葉は1月に入ってから急激に減少し、そのまま

Fig. 3. Changes of chlorophyll content in sun leaves of Sugiyama Unshū covered with straw-mats or cheese cloth for protection from the cold wind.

N. B. — Standard (not covered)
 --- Cheese cloth
 Straw-mats

Fig. 4. Changes of chlorophyll content in shade leaves of Sugiyama Unshū covered with straw-mats or cheese cloth for protection from the cold wind.

N. B. — Standard (not covered)
 --- Cheese cloth
 Straw-mats

処理を終える時まで続いている。ちょうどこの時期はクロロフィル含量の季節的变化のパターンで示したように、含量が減少していく年間の上半期に入つた時期である。従つて本来ならば無処理の陽葉のような変化を示す

Table 3. Effect of light intensity on the chlorophyll content of Miyagawa-wase.

	Total chlorophyll /g (f. w.)	Total chlorophyll /g (d. w.)
High	2.084 ^{mg}	5.216
Medium	3.049	9.765
Low	3.192	11.104
L. S. D. (0.05 0.01)	0.3805 0.5503	1.1092 1.6041

と思われるが、処理樹の葉は被ふくによつてほとんど変化せず一定の含量を保持していることになる。他の植物ではすでに光不足の状態がクロロフィル含量をある程度まで増加させることが明らかとされており(17)、被ふくされることによつて樹冠内部の温度が無処理にくらべて高くなることも関係づけると、結論的にはミカン葉でもこの掛けによつてクロロフィル含量が増すことになると思われた。

以上の結果から、光の強度がクロロフィル量に大きく関与する一要因と考えられたため、春葉の発生直前に寒冷しやで上記防寒おい園と同条件を作り、強区（晴天日に自然光）、中区（10 klux）および弱区（2 klux）とし、完全に葉が展開を終えた9月にクロロフィル量を調べた。その結果を第3表に示した。これによれば強区と中および弱区との間には含量にかなりの差を認めたが、中区と弱区との間ではあまり差がなかったから、冬期のこも掛け処理は葉中のクロロフィルの分解を防いでいると考えられ、さらに、10 klux 以下では、こもでも寒冷しやでもこの効果には大差がないと思われた。

葉内窒素量とクロロフィル含量について

鉢植えの宮川早生3年生を供して、年間燐酸、加里、苦土の施肥量を一定にして、窒素量を多、中および少区にそれぞれ 20、10 および 2.5 g とえた場合、処理開始

Fig. 5. Relationship between total nitrogen and chlorophyll content in the leaves of Miyagawa-wase.

Table 4. Analysis of variance of chlorophyll content.

Variation	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	F	Sig.
Treatment	2	70.60	35.30	126.07	**
Replication	4	2.04	0.51	1.82	N. S.
Error	8	2.27	0.28		
Total	14	74.91			

	Mean	
Low	1.939	**
Medium	6.734	
High	6.318	
		N. S.

** Significant at 1% level.

Table 5. Analysis of variance of nitrogen in the leaves.

Variation	Degree of freedom	Sum of square	Mean square	F	Sig.
Treatment	2	15.31	7.66	383.0	**
Replication	4	0.86	0.22	11.0	**
Error	8	0.19	0.02		
Total	14	16.36			

	Mean	
Low	1.553	**
Medium	2.887	
High	4.024	
		**

** Significant at 1% level.

後6ヶ月頃から葉色にちがいが現われ、1年後に葉内全窒素量と総クロロフィル含量との関係を調べた結果、第5図のようになった。クロロフィル含量および窒素含量について処理と反覆の間の分散分析を行なった結果は第4表および第5表のようになった。これによるとクロロフィルについては少区対中区、少区対多区の間で1%水準で有意差があつたが中区対多区の間では有意差は認められなかった。さらに葉内窒素含量については各区の間で1%水準の有意差が認められた。また少区および中区10鉢における葉内窒素含量とクロロフィル含量の間には $r=+0.95$ のきわめて高い相関関係があることがわかつた。しかし、年間 20 g とえた多区では施肥量に比例して葉内全窒素量が乾物百分率にして 3.5~4.5% ときわめて多く含まれたのに対し、クロロフィルは少および中区にくらべてほとんど増加しておらず、ミカン葉においては両者の間に相関関係は存在しても、ある限度までであることがわかつた。佐藤ら(10, 11)は、温州ミカン葉の窒素適量は 2.8~2.9% であり、欠乏と認められる含量は 2.6% 以下、過剰障害は 3.5~4.0% で表われるとしている。従つて本実験の窒素多肥区における窒素含量はすでに過剰とみなされ、そこにおいてはクロロフィル

量はほとんど増加しないことになる。それゆえ結論的には、ミカン葉では葉内窒素量が増加するにつれてクロロフィルも増すが限度があり、直線的な関係を示さなくなるのは 3.5% 付近からであると思われる。

考 察

温州ミカン葉の葉色を代表するクロロフィル含量に関して、本実験から種々のことがわかった。すなわち代表的系統の含量の具体的数値が明らかとなり、2年余の着葉期間に季節的変化が認められた。また同じ1樹内でも陽葉、陰葉による違い、葉令による違いがみられた。さらに受光量、窒素施肥量と含量との間に広い範囲で相関性が認められた。

笠永、門司(6)は成熟した葉のクロロフィル含量を測り、草本で $2\sim 7\times 10^{-2}$ mg/cm²、落葉広葉樹で $3\sim 8\times 10^{-2}$ mg/cm²、常緑広葉樹で $5\sim 10\times 10^{-2}$ mg/cm² という結果を得ている。本実験における温州ミカン葉の含量を面積あたりに換算すると陽葉 $5\sim 8\times 10^{-2}$ mg/cm²、陰葉 $6\sim 9\times 10^{-2}$ mg/cm² となり、笠永らの常緑広葉樹の結果とはほぼ一致する。さらに品種系統による葉色について考察すると、今日温州ミカンの栽培限界地方では耐寒性系統が要求されており、この杓条系統の選抜が行なわれている。また一般に緑色の濃いものが耐寒性が強いといわれている。しかし同じ常緑広葉樹であるチャの耐寒性の研究(15)によると、耐寒性は葉の糖含量、水溶性蛋白(特に葉緑体中の水溶性蛋白)およびクロロプラストの体積などとの関係が深く、耐寒性のある品種は全蛋白質に対する葉緑体水溶性蛋白の比率が多く、葉緑体中の不溶性蛋白は低温に関係が少なく、しかもその含量については品種間差異はない。また葉緑体を取りまく細胞内の環境が耐寒性にとって大切であるといわれている。温州ミカンで緑色が濃いことはクロロプラストが多いことにも通じるが、単にクロロプラストが多くても直接耐寒性が強いとはいわれない。本実験では耐寒性系統である宇佐美のみが高いクロロフィル含量を示したが、他の耐寒性系統の青島および片山は通常含量を示したことは上記のことと関連しているものと思われる。

次にクロロフィル含量の周期的変動について考察すると、Stålfelt(7)はドイツウヒヤヨーロッパアカマツの針葉ではクロロフィル a と b との含量に年周期があつて冬と夏に極大、春と秋に極小を示し、9月現われる秋の極小値が色素量の最低値(冬の極大値より約30%低い)であると述べている。さらに Henrici(7)は南アフリカの禾本類を研究して、クロロフィルには年周期ばかりか日周期すら存在することを述べている。高原と川名(16)もアキタスギとヨシノスギのクロロフィル含量の季節的

変化を調べた結果、ともに含量は5月に最低で10月に最高となるとしている。本実験の温州ミカンでも5~6月に最低、10~11月に最高の含量を示し、高原らのスギとはほぼ似ていた。従つて同じ常緑樹でも樹種の違いにより、葉内クロロフィル量の季節的变化に種々の周期性の存在することがうかがえる。その周期はさまざまな要因が複合しあつて現われるものと思われるが、その内で何が最も強く影響するか、さらにこの周期が葉の生理機能やミカン樹の生育相といかなる関係を持つかが問題となつてくる。結局、クロロフィル量を定量して葉色を診断することから、葉色で葉の機能を診断する方向が開けてくる。

窒素肥料を多く施せばミカン葉の緑色が濃くなることは多くの栽培家の常識である。Shear and Horsfall(13)はリンゴの葉色の濃淡と葉内窒素量との相関関係を明らかにし、窒素含量数値表をつけた標準色図(color chart)を作り、葉分析を簡略化して間接的に葉内窒素含量を知を試みている。本実験では葉色の濃淡が窒素含量と深く関係し、特に全窒素量3.5%まではクロロフィル量ときわめて高い相関のあることが判明した。従つて極端に多量の窒素を含まない限り、ミカン葉においても標準色図による葉内全窒素量の推定は可能と考えられるが、1樹冠内における採葉の条件が規定されなければならない。すなわち陽葉と陰葉とを同時に color chart に含めると、問題はきわめて複雑となる。佐藤の温州ミカンの葉分析の結果(9)をみると、葉内窒素の季節的変化ならびに葉令による窒素の違いは確かに本実験のクロロフィル量の季節的变化や葉令による違いと全く同様で、両者には密接な関係があると考えられるが、同氏の報告によると、樹冠の側面、内部、頂部における窒素量は新、旧両葉とも内部のものが最も低くなつていく。一方、本実験により樹冠内部の陰性の要素を含んだ葉のクロロフィル量は陽葉より多かつた。この点は逆の関係である。それゆえクロロフィル量と全窒素量との間に相関性はあつても、クロロフィルの形成を支配する窒素の形態にかなりの相違があるのではないと思われる(2,3)。従つてクロロフィルを主とした標準色図を作成するためには少なくとも1樹冠内の陽葉部と陰葉部の葉内窒素量の分布とクロロフィル量との相関関係を樹令区分ごとに明らかにし、それぞれの標準色図を作成せねばならない。

なお、葉色の濃淡と窒素に関し、一般に春の新梢葉の色が完成する時期は年により差があり、前年秋はなほだしく豊産であつたり、春先に寒害による落葉が著しかつたりすると濃色になるのがおくれるといわれる。このことと新梢の完成に必要な初期の窒素は旧葉からの転流が

主をなしているとの久保田らの説(5)をあわせ考えると、体内の貯蔵性の窒素含量が葉色の季節的变化にも大きく関与しているものと思われる。

光合成とクロロフィルとの密接な関係から、光合成能力の多少を説明する尺度として当然クロロフィル量の多少が考えられる。本報はミカン葉のクロロフィル量の定量のみを行なつたが、光合成能力とクロロフィル含量との比例的関係は必ずしも認められていないと思われる。佐伯ら(8)が落葉性のケヤキと常緑性のトベラヤスダジイを用いて、年間の光合成変化とクロロフィルの変化を調べた結果、確かに両者が一致していることを認めている。一方、和田ら(19, 20)が *Nicotiana tabacum* のクロロフィル含量の異なる4品種を用いて両者の生育にともなう相関を調べた結果、品種により両者の消長の一致しないものがあつた。Šesták(12)は fodder cabbage と sugar beet を用いて、同化は総クロロフィル量よりもクロロフィル *a* 量に高い相関を見出した。田崎ら(17)は栽培桑において、若い葉では同化量とクロロフィル含量との間には比例関係が認められたが、老葉ではクロロフィル含量は多いのに全光下でも純同化量は低く、1.2～5.8 klux の光量不足下に入れると本実験のミカン葉と同様に、クロロフィル量は一時的に増大するが、以後減少し、最大同化量も正常葉の半分にすぎず、完全に陰葉としての光飽和を示すという。Smillie(14)は pea において、光合成の消長はクロロフィル量よりも photosynthetic pyridine nucleotide reductase (PPNR) や ribulose 1, 5-diphosphate carboxylase などの光合成酵素の消長と密接に関係していることを報告している。さらに Gabrielsen(4)は *Sambucus canadensis* var. *aurea* (クロロフィル 0.21 mg/100cm²) から *Populus canadensis* (8.7 mg/100cm²) までクロロフィルの多くなる順に 17 種の植物を使つてクロロフィル量と光合成との関係を調べたところ、4～5 mg/100cm² のクロロフィル量で光合成は飽和に達した。温州ミカンを含め、多くの植物がこれ以上の含量を有するから、若葉、老葉でない限り、クロロフィル量が同化の制限的因子になることはないと考えられる。従つてクロロフィル含量と光合成能の間には必ずしも比例関係があるとは考えられず、今後光合成能を対象として研究を進める場合には、機能体としてのクロロプラストおよびクロロフィル *a*, *b*, カロチン、蛋白質(酵素)などをあわせ考える必要があると思われる。

摘 要

温州ミカンの葉色から樹体の生理状態を知りうるための基礎的知見を得るために、本報では葉内クロロフィル

量の系統間差異、季節的变化、および葉色に影響をおよぼす要因である受光量ならびに葉内窒素量とクロロフィル含量との関係について調査した結果を報告する。

1. 温州ミカン葉のクロロフィル含量の系統間差異をみると、供試系統のうち宇佐美は15 mg/g (乾燥重)、杉山、林、シルバーヒル、石川、薬師寺、青島、片山、宮川早生および興津早生は 7～9 mg、大岩5号と十万は 5 mg 含んでいた。

2. ミカン葉のクロロフィル含量は年間の上半期(1～6月)に少なく、下半期(7～12月)に多い。減少から増加に向かう時期は春葉の展開完了期頃である。1樹内におけるクロロフィル量の分布にはかなり特異性があり、枝梢の令が進むにつれて葉中のクロロフィルは減少し、年間を通じて陽葉の含量が陰葉より常に少ない。

3. 冬期の晴天日に自然光が陽葉側 60～70 klux、陰葉側 1～2 klux となるのに対し、防寒風用に寒冷しやを掛けると、陽葉側 10～20 klux、陰葉側 1～2 klux となり、さらにこもを掛けると陽葉側 1～2 klux、陰葉側 0.3～0.4 klux となり、著しく照度を減じた。クロロフィル量は無処理の陽葉が1か月で急激に減少したのに対し、防寒風処理では処理期間中減少しなかつた。

4. 葉内全窒素量とクロロフィル量との関係を追求した結果、窒素量に対応してクロロフィル量は増加の傾向にある。年間窒素 20 g 与えた多区では葉内全窒素量が 3.5～4.5%ときわめて多く含まれたのに対し、クロロフィルは 10 g 与えた中区にくらべてほとんど増加していない。従つて本結果からでは全窒素量が約 3.5% 以上になるとクロロフィル量は増加しないことが推察された。

謝 辞 本研究を行なうにあたり、懇切な御指導をいただいた高野泰吉助教授、加古舜治助手、鳥居鎮男技官、ならびに材料を提供して下さいた愛知農総試内海試験地の鈴木鉄男主任研究員、農林省園芸試験場興津支場の西浦昌男果樹第一研究室長、静岡県引佐郡三ヶ日町の河西信太郎氏に深く感謝の意を表わす。

引用文献

1. ARNON, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. *Plant Physiol.* 24: 1—15.
2. DONALD, W. K. 1961. Correlation of a soluble leaf protein with chlorophyll accumulation. *J. Biol. Chem.* 237: 3287—3291.
3. DORNER, R. W., A. KAHN, and S. G. WILDMAN. 1957. The proteins of green leaves. *J. Biol. Chem.* 229: 945—952.
4. GABRIELSEN, E. K. 1948. Effects of different chlorophyll concentrations on photosynthesis in foliage leaves. *Physiol. Plant.* 1: 5—37.
5. 福井春雄・本山栄一・久保田収治. 1966. 瀬戸内ミカン園の施肥合理化に関する研究. 四国農試報. 14: 1—115.

6. KASANAGA, H., and M. MONSI. 1954. On the light-transmission of leaves, and its meaning for the production of matter in plant communities. *Japn. J. Bot.* 14 : 304—324.
7. ルンデゴルド. 1964. 植物実験生態学, 岩波書店 (東京).
8. SAEKI, T., and N. NOMOTO. 1958. On the seasonal change of photosynthetic activity of some deciduous and evergreen broadleaf trees. *Bot. Mag. (Tokyo)* 71 : 235—241.
9. 佐藤公一・石原正義・若林壮一. 1952. 果樹葉分析に関する研究. (第1報) 葉分析に関する基礎的研究. *農技研報*. E1 : 3—28.
10. ———・—————・—————・原田良平. 1952. 同. (第2報) 温州ミカン園の葉分析調査. 同誌. E1 : 29—42.
11. ———・—————・原田良平. 1952. 同. (第4報) 和梨および温州ミカンの養分欠乏症. 同誌. E1 : 60—72.
12. ŠESTÁK, Z. 1965. Limitation for finding a linear relationship between chlorophyll content and photosynthetic activity. *Biol. Plant.* 8 : 336—346.
13. SHEAR, G. M., and F. HORSFALL. 1948. Color as an index of nitrogen content of leaves of York and Stayman apples. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 52 : 57.
14. SMILLIE, R. M. 1962. Photosynthetic and respiratory activities of growing pea leaves. *Plant Physiol.* 37 : 716—721.
15. 杉山範子. 1969. チャの耐凍性の品種間差異に関する研究. 名古屋大学農学部学位論文.
16. 高原未基・川名 明. 1955. スギの2つの品種の葉内クロロフィル量. *日林誌*. 37 : 428—431.
17. 田崎忠良・牛島忠広. 1960. 栽培グワのクロロフィル含量と炭酸同化能力. *日蚕雑*. 29 : 327—333.
18. 戸刈義次ら編. 1957. 植物無機成分分析法. 作物試験法. pp. 279—283. 農業技術協会.
19. WADA, Y., S. WATANABE, and S. KURODA. 1967. Changes in the photosynthetic activities and chlorophyll contents of growing Tobacco leaves. *Bot. Mag. (Tokyo)* 80 : 123—129.
20. ———. 1968. Changes of photosynthetic and respiratory activities and of chlorophyll content in growing leaves of some Tobacco varieties. *Bot. Mag. (Tokyo)* 81 : 25—32.