

## [連載講座]

### ブドウ栽培における諸問題 IV.

千葉大学園芸学部 松井弘之

#### 1. 光合成と光合成産物の分配

ブドウ果粒の生長は細胞の分裂と肥大によって起こり、それらは内生植物ホルモンにより調節されていることを前回述べた。しかし、いくら植物ホルモンがリッチな状態であったとしても生長、発育の素材となる有機物が欠乏していると、果粒や新梢の生長、発育が抑制されるだけでなく、次年度の春先の新梢生長や花芽、幼果の発育にとって欠くことのできない貯蔵養分の蓄積が悪くなる。有機物生産の最も基本となるのは光合成作用であって、いかに光合成作用を最大限に発揮させるか、またいかにバランスのとれた光合成産物の分配を行なわせるかが、実際栽培における重要なポイントであり、栽培管理技術でもある。

##### 1) 葉の光合成

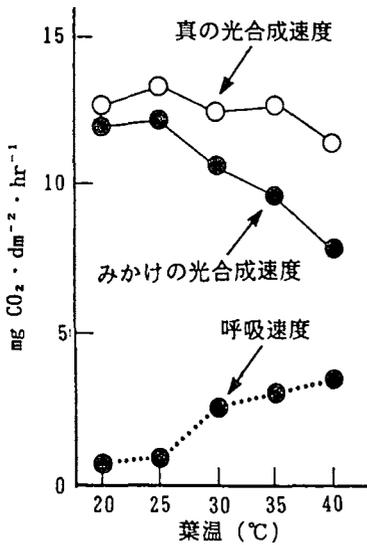
光合成作用には、光、温度、湿度、CO<sub>2</sub>濃度などの地上環境や地温、土壤水分、土質などの地下環境が直接的、間接的に関連する。特に、光は基本的条件であり、光強度、波長、照射方向、光質などが光合成速度に影響する。第1表はわが国に栽培されている主な果樹の光補償点、光飽和点、光飽和点時のCO<sub>2</sub>吸収量を示したものである。いずれも個葉または鉢植樹で測定されたものであるが、光補償点は1.0～3.0klx、光飽和点は30～42klx、光飽和点時のCO<sub>2</sub>吸収量は9.5～16.3mgCO<sub>2</sub>·dm<sup>-2</sup>·hr<sup>-1</sup>で、果樹の種類によってかなり異なっている。ブドウ‘デラウェア’では光補償点が高い割りには光飽和点、CO<sub>2</sub>吸収量ともに低い種類に属する。実際栽培で光強度が制限要因となり、栽培上問題となるのは長期間曇天が続く時と光強度が低く、日照時間の少ない1月から3月が萌芽、新梢生長、開花、結実期をむかえる加温促成栽培においてである。また、わが国のように棚栽培されている場合、新梢数が多いと葉が互いに重なり合って陰を作り、全葉面積の割りに物質生産量が少なくなることがある。安藤ら(1985)は‘巨峰’の適正LAI(葉面積指数)は1.5程度にすべきであると述べている。

第1表 各種果樹の光補償点、光飽和点及びCO<sub>2</sub> 吸収量

| 果 樹 (品 種)      | 光補償点<br>(klx) | 光飽和点<br>(klx) | CO <sub>2</sub> 吸収量*<br>(mgCO <sub>2</sub> · dm <sup>-2</sup> · hr <sup>-1</sup> ) | 研 究 者     |
|----------------|---------------|---------------|--|-----------|
| リンゴ(ふじ)        | 1.5           | 42            | 15.0   | 石井ら(1978) |
| ニホンナシ(二十世紀)    | 2.0           | 35            | 16.3   | 平田ら(1973) |
| モモ(大久保)        | 2.6           | 40            | 15.5   | 天野ら(1972) |
| ブドウ(デラウェア)     | 2.6           | 30            | 10.5   | 〃         |
| カキ(富有)         | 1.3           | 40            | 15.5   | 〃         |
| ウンシュウミカン(南柑4号) | 1.3           | 40            | 9.5  | 〃         |
| イチジク(樹井ドーフィン)  | 1.0           | 40            | 12.5   | 〃         |
| クリ(筑波)         | 3.0           | 40            | 13.0   | 〃         |

\*光飽和点時のCO<sub>2</sub> 吸収量

光合成速度に対する最適温度はブドウ‘デラウェア’で25℃、‘サルタナ’で25~30℃であり、これ以上高くなるとみかけの光合成速度が急速に低下する。

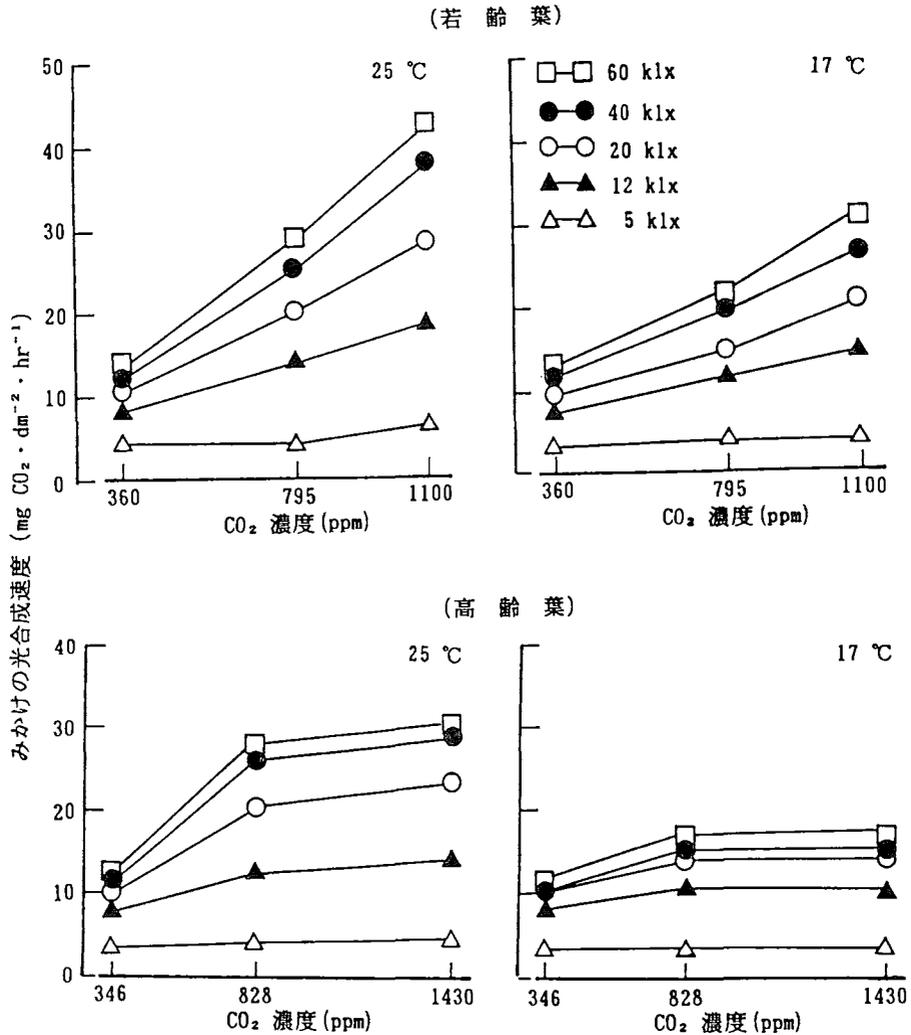


第1図 葉温がブドウ‘デラウェア’の光合成及び呼吸速度に及ぼす影響(天野ら, 1972)

この原因は暗呼吸の上昇と同時にRuDPオキシゲナーゼ/RuDPカルボキシラーゼの比が高まり、いわゆる光呼吸によるCO<sub>2</sub>の放出が多くなることも関係している(第1図)。夏季や施設栽培での春先の晴天日には、しばしば葉温が40℃以上になることがあるので、物質生産の面からも可能な限り栽培的配慮が必要である。ただし、光合成速度は環境条件以外に、品種、葉の前歴、葉齢、葉位、着果の有無などによっても大きく変化する。

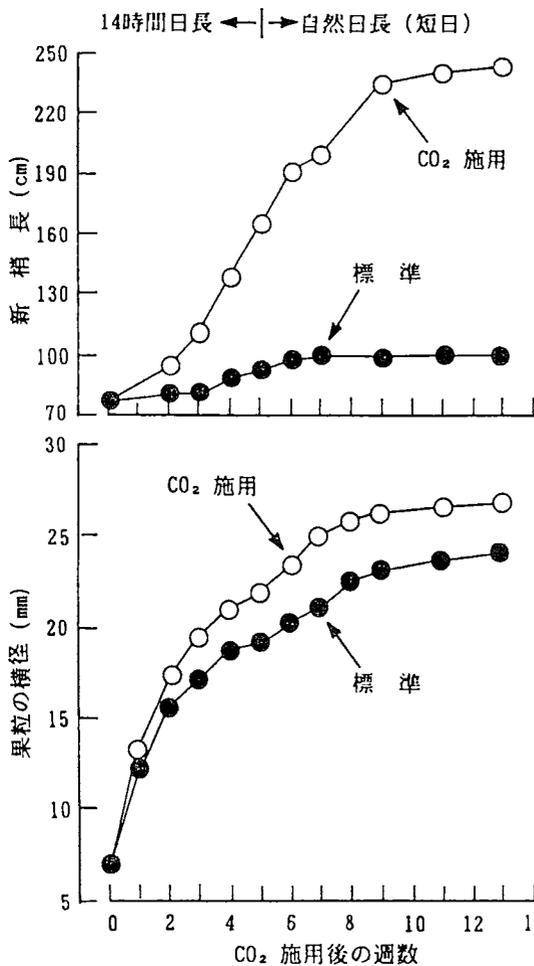
CO<sub>2</sub>濃度を高めると多くの作物で光合成速度が増大すると報告されている。ブドウにおいても黒岡(1983)は‘巨峰’を用いてCO<sub>2</sub>濃度と葉齢、温度、光強度との関係を詳細に調査した(第2図)。若齢葉(展葉開始後34~43日目)では、25℃の場合、CO<sub>2</sub>濃度が高くなるにつれて、また光強度が増すにつれて光合成速度が著しく増大し、CO<sub>2</sub>濃度1100ppm、60klxでも光飽和点に達しなかった。一方、17℃では25℃の場合と類似した傾向を示したが、光合成速度は全体的に低かった。ところが、高齢葉(展葉開始後114~120日目)の場合、25℃では、光強度が増すにともない光

合成速度が増大するが、40klx でほぼ光飽和点となり、CO<sub>2</sub> 濃度は800ppmで飽和に達した。また、17℃ではCO<sub>2</sub> 濃度を高めても光合成速度はわずかしか増大しなかった。この結果は、最適温度であればCO<sub>2</sub> の施用が有効であることを示しているが、実際には露地栽培でCO<sub>2</sub> 濃度を調節することは不可能であり、施設栽培においてのみ多収、高品質果生産に利用可能と考えられる。ただし、本多ら(1970)が‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’で示したように、高CO<sub>2</sub> 濃度になると新梢生長のみが著しく促進され、かえって果粒の生長に悪影響をもたらすことがあるので、CO<sub>2</sub> 濃度や施用時期を考慮するとともに、果粒への光合成産物の分配を促すような栽培的工夫が必要である。



第2図 CO<sub>2</sub> 濃度の差異がブドウ‘巨峰’の光合成速度に及ぼす影響 (黒岡、1983)

一方、黒岡(1983)は低温貯蔵苗木利用による‘巨峰’の周年栽培を試み一応成功したが、ただ1月から3月のブドウの端境期ころに収穫しようとする場合、



第3図 CO<sub>2</sub> 施用がブドウ '巨峰' の新梢生長及び果粒の肥大に及ぼす影響 (黒岡、1983)

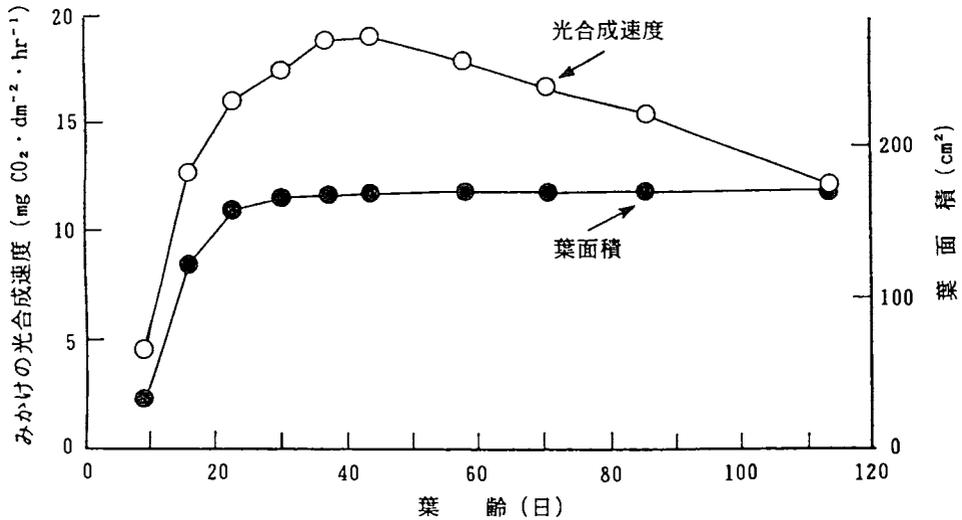
どうしても新梢の生長が悪くなり、また果粒の品質もかなり劣った。そこでCO<sub>2</sub> 施用と長日処理との組み合わせにより、これらの問題を解決しようとした。その結果、標準区の新梢生長は緩慢であり、約100cm に達したところに停止したが、CO<sub>2</sub> 施用区では、施用2週間目より新梢生長が盛んとなり、自然日長 (短日) に戻しても、さらに4週間生長が続いた。果粒の生長もCO<sub>2</sub> 施用1週間目から促進され、2週間目からは標準区と顕著な差が生じた (第3図)。第2表にCO<sub>2</sub> 施用が収穫期の果粒の品質に及ぼす影響を示したが、CO<sub>2</sub> の施用は果粒の縦径よりも横径の生長を促進し、果粒重では約36%標準区より増加した。

また、還元糖及びアントシアニン含量の増加と有機酸含量の低下が認められ、CO<sub>2</sub> 施用が有効であることを示した。

他の果樹と同様に、ブドウにおいても展葉が始まると直ちに光合成を開始する。しかし、当初は光合成速度よりも呼吸速度の方が上回っているため、みかけの光合成速度はマイナスであり、生成された光合成産物は当然他の器官に送られることなく、そこで利用され、さらに不足分は他の器官から取り込むこと

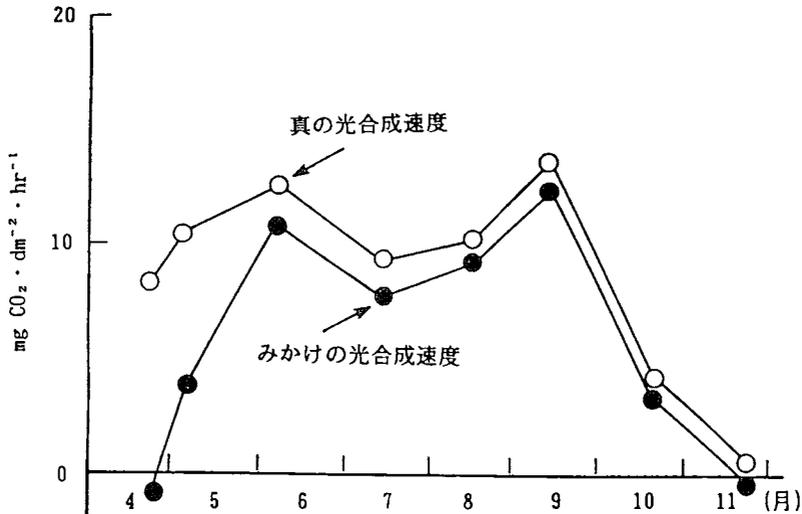
第2表 ブドウ '巨峰' の肥大期から成熟期までのCO<sub>2</sub> 施用が果実の品質に及ぼす影響 (黒岡、1983)

| 処理区                | 果粒重 (g) | 果粒径 (mm) |      | 還元糖含量 (%) | 有機酸含量 (%) | アントシアニン含量 (OD 537nm) |
|--------------------|---------|----------|------|-----------|-----------|----------------------|
|                    |         | 横径       | 縦径   |           |           |                      |
| CO <sub>2</sub> 施用 | 12.1    | 26.6     | 30.2 | 17.1      | 0.77      | 1.140                |
| 標準                 | 8.9     | 24.0     | 27.5 | 16.4      | 0.89      | 1.081                |



第4図 ブドウ '巨峰' の葉齢と光合成速度 (黒岡, 1983)  
(光強度: 40 klx, 温度: 25°C)

になる。その後、展葉期から成葉へと葉齢（葉の拡大）が進むにつれて光合成速度が急速に増大する。Kriedemannら(1970)は 'サルタナ' で、高木ら(1982)は 'マスカット・オブ・アレキサンドリア' で、黒岡(1983)は '巨峰' で葉齢と光合成速度との関係を調査したところ、展葉後光合成速度は急速に増大し、品種によって多少異なるが、葉面積が最大に達したところに光合成速度が最大値となり、その後光合成速度はゆっくりと減少する(第4図)。



第5図 ブドウ 'デラウェア' における光合成速度の季節的变化 (日野, 1974)

ブドウにおける光合成速度の季節的变化をみると、他の果樹と同様に盛夏期

にやや減少する（第5図）。このように7～8月ころ光合成速度が低下するのは、前述のように、この時期葉温が上昇するため、暗呼吸及び光呼吸が急増し、みかけの光合成速度が低下する直接的な影響と、高温により空気中の相対湿度や土壌水分が減少し、根や新梢生長が低下する間接的な影響のためではないかとKriedemenn (1968)、Thompsonら (1965)、高須賀ら (1970)、Ursinoら (1968) が報告している。すなわち、盛夏期に光合成産物の転流先である果実、新梢、幹、根などの生長が緩慢になると、葉内に光合成産物が蓄積されフィードバック阻害により光合成速度が低下するためと考えられる。

高橋ら (1983) はブドウ3品種の無着果樹を用いて多数の葉の光合成速度を比較をしたところ、その平均値は‘マスカット・ベリーA’ ( $9.85 \text{mgCO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ) > ‘巨峰’ ( $6.21 \text{mgCO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ) > ‘デラウェア’ ( $5.71 \text{mgCO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ) の順となり、品種間差異の大きいことを認めた。さらに、‘デラウェア’について着果の有無と光合成速度との関係を調査したところ、葉位によって異なるものの無着果樹の平均光合成速度が  $5.71 \text{mgCO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  であるのに対して、着果樹では  $8.07 \text{mgCO}_2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  とかなり高まり、樹体もしくはその一部が光合成産物を多量に必要とする場合には、葉の光合成速度をかなり高めることが可能なことを明らかにした。Hoadら (1977) は‘カベルネ・ソービニヨン’の着果枝と無着果枝上の葉中の植物ホルモン活性を比較したところ、結果枝から果房を摘除するとサイトカイニン活性が高まり、逆にジベレリン活性が低下することをみだし、葉の光合成速度も内生植物ホルモンによって調節されている可能性を始めて示した。

## 2) 果実の光合成

一般に、光合成器官＝葉と考えられているが、植物によっては新梢の茎、花弁、果実、巻ひげ、がく片、刺毛などでも光合成を行なっている。果実自体に光合成能力（暗固定、明固定）のあることはレモン、ネーブル・オレンジ、リンゴ、モモなどで確認されている (Allentoff 1954、Beanら 1960、Clarkら 1963、Youngら 1968、Phan 1970、石田ら 1973)。ただし、いずれも葉の光合成能力よりかなり劣っているが、有機酸合成や糖代謝など生理的に重要な働きをしていると考えられている。また、著者ら (1984) は $^{14}\text{CO}_2$ を用いてニホンナシ、モモ、イチジク、カンキツ、ブドウ、カキの明固定及び暗固定を時期別に調べたところ、明固定能力はブドウ>ウンシュウミカン>モモ>イチジク>ニホンナシ>カキの順に高かった。特に、ブドウでは幼果期と成熟期に他の果実に比較して著しく高くなることが観察され、単に幼果期の有機酸合成だけでなく、成熟期の急速な糖蓄積に関連していると考えられている。