

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 (1)

本多 昇, 岡崎 光良

Studies on the Photosynthesis and Respiration in the Grape Leaves.

I. Photosynthesis (1).

Noboru HONDA, Mitsuyoshi OKAZAKI

1. Studies were made in 1964 on the effects of temperature and artificial shading on the photosynthetic activity of the grape varieties: Campbell Early, Neo Muscat, Muscat Bailey-A, Muscat of Alexandria and Gros Colman. Potted vines were placed in Koitotrons or shelter-boxes with cheese cloth under natural condition from 9 a. m. to 3 p. m., and the photosynthetic activity was expressed as increments of dry matter: mg/m²/hr.

2. Experiment I (A), with Campbell Early, using Koitotrons was carried out in June and the relative value (R.V.) of the photosynthetic activity in the vines of the four plots, i. e. Out-door: 23°C: 28°C: 33°C were estimated to be 68: 100: 75: 53. When the vine of the 23°C Plot was exposed to the temperature of 38°C in the first two hours of six hours the photosynthetic activity was extremely low. And this was the same as in the 33°C Plot under very fine weather condition.

3. Similar experiment I (B) was carried out in June and the R. V. of the photosynthetic activity in the vines of Neo Muscat of each plot, i. e. Out-door: 23°C: 28°C: 33°C, were 51: 100: 65: 46, respectively, and similarly with Muscat Bailey-A the R. V. were estimated to be 91: 100: 110: 89, respectively. It is evident that 23°C is best for Neo Muscat. With Muscat Bailey-A the mode of response to temperature varies according to a given condition, but it may be said, as a whole, that the adaptability to temperature covers rather wide range.

4. Experiment II was carried out at the beginning of August, the same as Experiment I (A), and it was estimated that the R. V. of the photosynthetic activity of the Plots, i. e. Out-door: 23°C: 33°C, are 82: 100: 88. It was found that the temperature 23°C is best for the photosynthesis even in mid-summer, but the superiority of the 23°C Plot to other plots was less evident in August than in June. This was supposed to be due to the "carrier" of the leaves being over-heated some days. Prior to treatments, under natural conditions. Of the Plots, i. e. 33°C and 15% shade, the same R. V. were estimated to be 100: 89, unexpectedly.

5. Experiment III was carried out in the middle of August using shelter-boxes with cheese cloth. The R. V. of the photosynthetic activity of the Plots, i. e. Out-door: 15% shade: 25% shade, were 100: 120: 117 as for Campbell Early. Thus the beneficial effect of moderate shading may be due to the lower leaf-temperature in the shelter boxes under some conditions. But as for Muscat of Alexandria the R. V. of the same were 100: 71: 41, on the contrary, and it may be said that this variety tolerate little of artificial shading. The data of the experiment with shelter-boxes, carried out in the late July in 1962, reveal that as for Campbell Early the R. V. of the photosynthetic activity in the Plots, i. e. Out-door: 15% shade: 25% shade: 40% shade were 100: 119: 107: 64, respectively.

6. The data of the Experiment IV, made in the late September, show that the R. V.

of the photosynthetic activity in the Out-door Plot vs. 40% shade Plot of the five varieties tested were as follows; Campbell Early 100: 71, Neo Muscat 100: 98, Muscat Bailey-A 100: 86, Muscat of Alexandria 100: 52, Gros Colman 100: 54.

7. The photosynthetic activity in the Out-door Plot of the five varieties tested show nearly the same seasonal trend, and the R. V. of the photosynthetic activity of these varieties in various seasons were nearly the same. Thus, the R. V. of the photosynthetic activity of the five varieties tested in September were as follows; Muscat of Alexandria 100: Campbell Early 77: Muscat Bailey-A and Gros Colman 63: Neo Muscat 59. The photosynthetic activity related to tolerance to artificial shading of Muscat of Alexandria, for instance, is quite contrary to that of Neo Muscat.

緒 言

岡山県下に特に多く栽培される *Campbell Early* の 10a 当り収量が戦前と較べて少ないことは一般に認められており¹⁴⁾, また早期落葉が多く, 樹が次第に衰弱してきていることも否むことが出来ない⁷⁾¹⁷⁾. これに加えて収穫期の直前に当たる 8 月上旬頃光合成能が連年著しく低下する現象が確認された⁸⁾. この一要因としての過度の葉温を防ぎまた増収をはかるための適正な葉面積指数(繁茂度)を決定することが必要であるので光合成能におよぼす温度および庇陰の影響に関して 1964 年に二, 三の実験を行なった. なお供試品種として *Muscat Bailey-A*, *Neo Muscat*, *Muscat of Alexandria* および *Gros Colman* なども用いて比較した.

I 実験材料および方法

1964年3月に1年生自根苗の *Campbell Early* および *Gros Colman*, *Hybrid Franc* 台接木苗の *Neo Muscat*, *Muscat Bailey-A* および *Muscat of Alexandria* をそれぞれ 30 cm 駄温鉢に植えて硝子室内においた. 5 月初めに露地栽培品種は戸外に出し, 他の 2 品種はビニール・ハウス内において栽培を行なった.

第 I および第 II 実験における 23°, 28° および 33°C の恒温処理はコイトロン(人工気象室)を用いた. このコイトロンは床面積 1.0m×1.0m, および機械室床面積 1.0×0.5m, 高さ 1.5m であり, スノコ状床面下方の高さ 20 cm 空間の一部に外気と通ずる小孔があり, 常時 1~2m の風が室内に環流している.

第 III, 第 IV 実験の遮光処理としてはクレモナ寒冷紗 #100 (当教室実測遮光率約 15%), #600 (同約 25%) および #314 (同約 40%) を用いて, 床面積 1.3m×1.3m, 高さ 1.5m の 4 cm 角材を用いた遮光箱を覆った.

同化作用はリーフ・パンチによる打抜き法で午前 9 時から午後 3 時までの 6 時間の見かけの同化作用を測定し, 1 時間 1m² の同化量 (mg) に換算した. 供試葉は 1 鉢 6 葉づつとし, 一葉当り各回 12 切片づつ, 1 鉢合計 72 切片とした.

同一供試鉢を 2 回用いる場合には, 前歴を考慮してその間に適当の日数をおいた. 測定時のみ処理室におき, 他は常に戸外においた. また, 測定に先だち測定 1 週間前に N を追肥し, さらに測定日の前夜および当日の朝充分に灌水を行なった. さらに供試葉に日光がほぼ同じ条件に直射することを考慮し, 打抜きを行なう 6 枚づつの葉は良く直射日光に当ることを旨とし, かつ各枝上の方位および位置について, 各区同一のえらび方をし, さらに 1 時間おきに鉢の向きを太陽光に直射されるよう回転させた.

気温および日照量の測定は午前 9 時から午後 3 時まで毎時間行なった. 日照量の測定はセレン

光電池を用い、ほぼ可視光線に合致するようにフィルターをかけて標準光源とキャリブレーションを行ない K Lux にて表示した。

II 実験結果

第 I (A) 実験：この実験は *Campbell Early* の 2 鉢づつを用いて戸外区およびコイトトロン²³の 23°, 28° および 33°C 区の 4 区について 6 月 8, 12, 27 および 30 日の 4 回行った。各ポットを連続して用いることは悪条件の前歴効果を生じることを懸念して各区のポットについて 6 月 8 日に用いたものを 27 日に、12 日に用いたものは 30 日に用いた。第 1 表に各区の測定値をあげ、それら 4 回の平均を示し、また第 2 図には 9~15 時の 1 時間毎に測定した照度 (K Lux) および 9~15 時毎時測定の気温と各区の成績を示す。

6 月 30 日の 23°C 区では実験開始後 1 時間の午前 10 時頃に機械の故障のため室温が 38°C に昇騰していることに気付いたので直ちに調節したところ 11 時頃になって 23°C に回復した。このために当日の同化量が 236.4 mg/m²/hr. と極端に低下したことは興味ある記録となった。故にこの回を除いた 23°C 区の同化量の平均は 847.1 mg

Table. 1. Exp. I (A). Effect of Temperature on the Apparent Photosynthesis. (*Campbell Early*).

Date	Plot	Apparent Photosynthate			Weather
		mg/n ² /hr.	Relative Value	Relative Value	
Jun. 8.	Out-door	660.9	100	90	Fine with cloudy
	23°C	729.2	109	100	
	28°C	669.3	101	92	
	33°C	481.6	73	66	
Jun. 12.	Out-door	590.4	100	72	Clear
	23°C	823.0	140	100	
	28°C	893.6	151	108	
	33°C	127.1	22	15	
Jun. 27.	Out-door	539.6	100	61	Over cast with cloudy.
	23°C	889.0	165	100	
	28°C	439.4	82	49	
	33°C	642.4	119	72	
Jun. 30.	Out-door	529.3	100		Fine
	23°C	236.4	45		
	28°C	544.7	101		
	33°C	547.3	103		
Mean	Out-door	580.3	100	68	
	23°C	847.1	145	100	
	28°C	636.8	110	75	
	33°C	449.6	77	53	

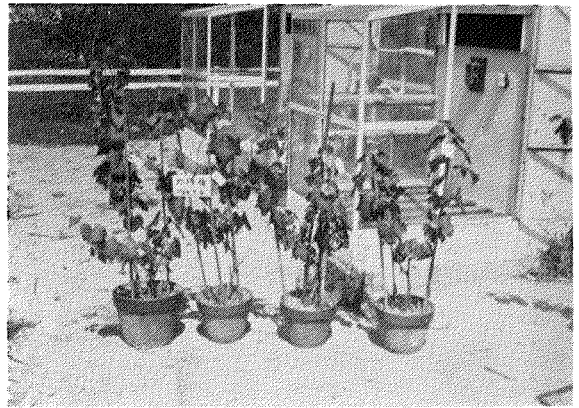


Fig. 1. Koitotron and Grape-Vine in Pot.

で、この区を100とした28° および 33°C 区の同化量の比数は 100: 75: 53 となり、明らかに 23°C が有利である。6 月 12 日は快晴で 9~15 時の間連続して 70K Lux に近い日照であったが、28°C 区で同化量が極めて高まった反面 33°C 区では異状に低下した。後者については過高温・過日照の害とも考えられるが、33°C 区の他の 3 回の成績はよく揃っている。28°C 区では 27 日は同化量が低下してい

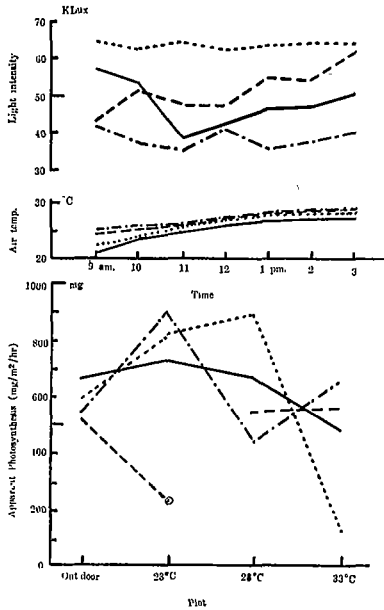


Fig. 2. Exp. I (A). Effect of Temperature on the Apparent Photosynthesis.
 Note: — Jun 8, - - - Jun 12, ····· Jun 27, — — — Jun 30.
 ⊙ = A case of this happen (See text).

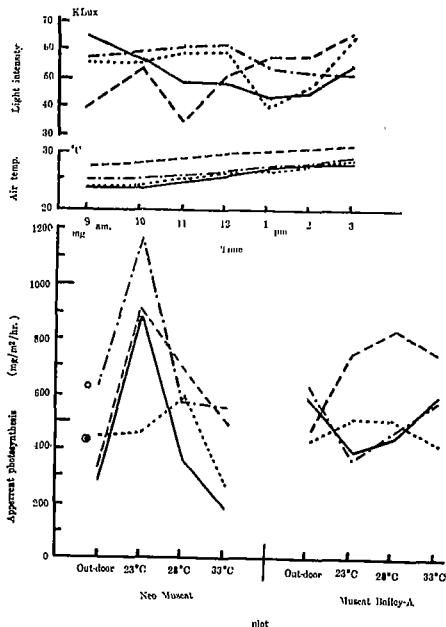


Fig. 3. Exp. I (B). Effect of Temperature on the Apparent Photosynthesis.
 Note: — Jun 15, ····· Jun 18, — — — July 1, - - - July 2.
 ⊙ Campbell Early (Jun 15), ⊕ Ibid (Jun 18)

るなど成績に乱れがあるが 23°C 区よりも光合成に不利である傾向は認めざるを得ない。

第 I (B) 実験: *Campbell Early* とならんで *Neo Muscat* および *Muscat Bailey-A* について 6月15日, 18日, 7月1日および2日の4回, 各区とも1ポットずつ, 戸外区, コイトロンを用いた 23°, 23° および 33°C 区の4区について実験を行なった. 本実験では6月15日に用いたAポットを7月1日に, また6月18日に用いたBポットを7月2日に再度実験に供した. その成績についておのおの4回の平均の同化量を第2表に, また各回の成績および日照, 気温などを第3図に示す. *Neo Muscat* の 23°C 区では4回の実験中3回とも同化量が極めて高く7月1日には 1153.7 mg/m²/hr という驚異的な数値を示している反面, 6月18日には戸外区とほとんど同程度の同化量を示していることは理解しがたいが各区とも4回の平均において 23°C 区を100と

Table 2. Exp. I (B). Effect of Temperature on the Apparent Photosynthesis.

Variety	Plot	Apparent Photosynthate			Date	Weather
		mg/m ² /hr.	Relative Value	Relative Value		
<i>Neo Muscat</i>	Out-door	431.7	100	51	Jun. 15.	Fine including cloudy
	23°C	854.4	197	100		
	28°C	555.6	129	65	July. 1.	Over cast
	33°C	388.7	90	46		
<i>Muscat Bailey-A</i>	Out-door	463.3	100	91	July. 2.	Fine with over cast
	23°C	508.1	110	100		
	28°C	561.4	121	110		
	33°C	452.2	98	89		

して戸外, 23°, 28° および 33°C 区の同化量の比較は 51 : 100 : 65 : 46 であって 23°C が好適条件であることが *Campbell Early* の場合に比してもさらに顕著である。これに反して *Muscat Bailey-A* については日照条件の比較的似た 6月15日および18日に前者は凹型カーブを, 後者は凸型カーブを示す反面, 日照条件が午前～午後に対立となっている 7月1日および2日の成績においても前者では凹型カーブを, また後者では凸型カーブを示しているように奇異に感じられる面がある。また 7月2日は戸外区を除きコイトロン内のものの同化量が異状に高い。ここで考え合せられることは前に述べたように A ポットのは凹型カーブを, B ポットのは凸型カーブを示すことは何らかの原因によって個体差が現われたとみることも出来る。そこで 4回の平均において戸外, 23°, 28° および 33°C 各区の同化量の比数は 91 : 100 : 110 : 89 であって, *Neo Muscat* とは異なり *Muscat Bailey-A* ではむしろ 28°C が好適とみるべきか, あるいはむしろ 28°C を中心として 23°~33°C の間でも光合成能に大差がないとみるべきであろう。

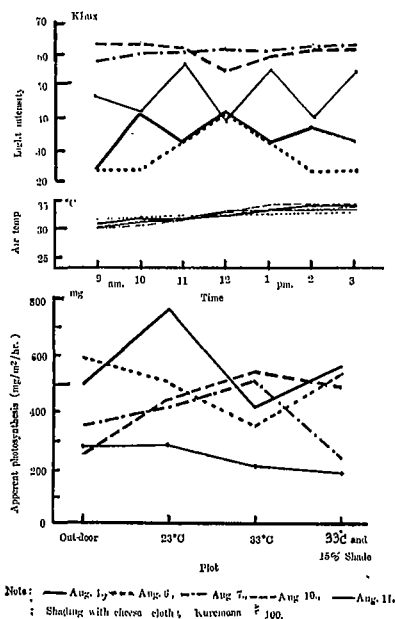
6月15日および18日には他の2品種と同様に *Campbell Early* 1ポットを用いて戸外区の同化量を調査した成績を第2図中に示してある。

第II実験：本実験は前回とは時期および植物体の生理条件の異なる8月上旬に *Campbell Early* について行なったものである。また第I(A)実験で6月12日の快晴日には 33°C 区の光合成能が低下したと思われる成績に呼応して戸外区, コイトロン 23°, 33° および 33°C のコイトロン上に遮光率 15% の白色クレモナ寒冷紗 (#100) を覆った区をもうけ各区1ポットづつを用いて実験した。各区について第1のポットは8月4日および10日に, 第2のポットは6日および11日の2回供試し, 第3のポットは7日に1回のみ供試した。5回の同化量を第3表に, また各回の気象条件および同化量を第4図に示す。

Table 3. Exp. II. Effect of Temperature and Artificial Shading on the Apparent Photosynthesis (*Campbell Early*).

Date Weather Plot	Aug. 4.	Aug. 6.	Aug. 7.	Aug. 10.	Aug. 11.	Mean
	Cloudy with overcast	Cloudy with overcast	Overcast with scatter	Clear	Cloudy with Scatter	
Out-door	501.0 ^{mg} (100) [100]	585.8 ^{mg} (100) [117]	349.4 ^{mg} (100) [70]	267.2 ^{mg} (100) [53]	274.9 ^{mg} (100) [55]	395.7 ^{mg} (100) ((82))
23°C	758.0 ^{mg} (151) [100]	498.5 ^{mg} (85) [66]	413.7 ^{mg} (118) [55]	452.2 ^{mg} (169) [60]	280.1 ^{mg} (102) [37]	480.5 ^{mg} (121) ((100))
33°C	413.7 ^{mg} (83) [100] [100]	347.0 ^{mg} (59) [84] [100]	513.9 ^{mg} (147) [124] [100]	547.3 ^{mg} (205) [132] [100]	203.0 ^{mg} (74) [49] [100]	423.0 ^{mg} (107) ((88)) [100]
33°C and 15% Shade	557.6 ^{mg} (111) [100] [135]	531.9 ^{mg} (90) [95] [153]	226.1 ^{mg} (64) [41] [44]	488.2 ^{mg} (182) [88] [89]	84.3 ^{mg} (34) [15] [42]	377.6 ^{mg} (96) ((79)) [89]

Note: Shading with Cheese Cloth Kuremona #100.



Notes: — Aug. 1, — Aug. 6, — Aug. 7, — Aug. 10, — Aug. 11.
 ··· Shading with cheesecloth, Kuremann F 100.

Fig. 4. Exp. III. Effect of Temperature and Artificial Shading on the Apparent Photosynthesis (*Campbell Early*).

この実験は本年7月20日から始まった約34日間の長い旱魃期に行なわれたもので、実験施行中の平均気温は5回とも 32.5°C ~ 33.5°C である。8月4, 6, 7, 10および11日の戸外区の同化量がおのおの 501.0 mg (100), 585.8 mg (117), 349.4 mg (70), 267.2 mg (53) および 274.9 mg (55) というように低下しているが、これは連続する高温・乾燥の気象条件による植物体の活力が次第に低下しつつあることによるとと思われる⁸⁾。この傾向は 23°C 区でもはっきりみとめられ、また戸外区、 23°C 区、 33°C および $33^{\circ}\text{C}+15\%$ 遮光区を含む4区について8月4日: 8月11日の同化量の比数の平均は $100:39$ となっている。

8月4日および6日の両日は平均気温 33° または 32.5°C であるが、晴れたりくもったりで日照度は $20\sim 40\text{ K Lux}$ にすぎないが、かえてこの時期としては光合成能が高い。この両日の戸外区に対する 23°C 区同化量の比数をみると8月4日には $100:151$ であるのに6日には $100:85$ とかえて 23°C 区の方が低いことが奇異に感じられる。ただし 33°C 区では両日もそろって 23°C 区よりも同化量がおとっているゆえにこの

の両日の平均にて戸外区、 23°C 区および 33°C 区同化量の比数は $100:118:72$ となる。ところが快晴日である8月7日および10日には戸外区の光合成能が極めて小となる反面 23°C 区および 33°C 区はそろって戸外区よりも光合成能が大である。ゆえに両日の平均において戸外区: 23°C 区: 33°C 区同化量比数は $100:144:176$ となり6月に行なった実験成績とは甚だ異なる。8月11日には日照は中程度で晴曇ながばする日であるので既報した筆者らの前回の調査⁸⁾によればむしろ光合成能は高まると思われるのに、前述のように各区の光合成能はともに低下している。以上5回の実験では葉温その他の条件によるらしく、反応の幅は広いが戸外区: 23°C 区: 33°C 区: $33^{\circ}\text{C}+15\%$ 遮光区の5回平均の同化量の比数をみると $100:121:107:96$ あるいは $82:100:88:79$ となる。

第I (A) 実験のうち6月12日の成績では 33°C 区で日照の多い場合に光合成能が低下する現象らしいものを認めたので本実験を行なったところ上記のように予期に反して 33°C 区: $33^{\circ}\text{C}+15\%$ 遮光区の同化量の比数は5回平均にて $100:89$ となった。しかも日照の少ない8月4日および6日の平均では前記両区の同化量比数は $100:143$ であるのに8月7日および10日の快晴多日照の両日の平均のそれは $100:67$ となっている。

第III実験: 筆者らはさきに *Campbell Early* の棚栽培において葉面積指数を或程度増大することが単位面積当たりの生産量を増大する一条件であることを指摘したが、さらに葉温の過度に高まるのを防ぐことおよび葉からの蒸散を少なくするためにも葉群を適度にしげらせて葉群をかこむ微細気候を緩和することが有効であるとの見解を持している。そこで、ある程度の庇陰が *Campbell Early* の見かけの光合成に如何なる影響を及ぼすかを知らうとし、同時に多日照条件下の地中海沿岸地方に起源する *Muscat of Alexandria* が示す反応とを比較しようとして本実験を行なった。

用いた白色クレモナ寒冷紗 (#100) の遮光率は 15% 、黒色のそれ (#600) の遮光率は 25% である。第5図に示すように遮光箱の下端は約 30 cm あけており、また東の側面の上端部には高さ

られるに反し, *Muscat of Alexandria* の場合には全く異なった反応を示している。第6図に示すように晴または快晴である8月18, 19両日について両品種の成績を比較すれば全く反対の反応を示している。4回の実験のうち気象条件に特色のある8月21日の成績が他の3回と全くかけはなれたものであるが, なんらかの理由はあるものと思われるので, 4回の成績の平均値をとると戸外区: 15%遮光区: 25%遮光区の同化量の比数は 100: 78: 54 となっている。

ここに興味あることは戸外区の *Campbell Early* の同化量 471.9 mg (100) に対し *Muscat of Alexandria* のそれは 603.1 mg (128) で後者の光合成能が極めて高いことであり, これに反して15%遮光区の両者の同化量はそれぞれ 564.4 mg (100) および 468.3 mg (83) と全く逆転することである。

第IV実験: 前回の実験によれば *Campbell Early* では25%程度の遮光はむしろ有利であることがわかったので, つぎに40%の遮光の影響を試験するためにねづみ色寒冷紗(クレモナ, #314)を用いて実験を行なった。ちなみに今回は遮光箱の東側上端部の隙間に対する庇板の代りに同じ幅のねづみ色寒冷紗を張った。なお前回に準じて品種間差異を知るために *Neo Muscat*, *Muscat Bailey-A*, *Muscat of Alexandria* および *Gros Colman* の5品種を供試することとし, 各区1ポットづつを用いて, 前記の遮光箱2基内に2又は3ポットづつ入れた。実験は9月14日, 17日, 29日および10月1日とし, *Gros Colman* のみ1ポットを9月14日および29日, 他のポットは9月17日および10月1日というように相当の日数をおいて再度供試した。しかして他品種については, 各区ともに別々のポットを供試した。

その成績についてみると, 第5表および第7図に示す如く, *Campbell Early* については気象条件のわるい9月14日, および10月1日には同化量が少なく, 快晴又は晴れであった9月17日および29日の同化量が多いことがわかり, かつ毎回遮光区の同化量が少なく, 戸外区100: 遮光区71 という比数を示している。ところが *Neo Muscat* については気象条件と同化量との関係は *Campbell Early* の場合のようには判然とせず, かつ4回の同化量の開きが著しいことが認められるとともに, 戸外区: 遮光区の同化量の平均比数が 100: 98 であるように, 雨陰度の大であるこ

Table 5. Exp. IV. Effect of Artificial Shading on the Apparent Photosynthesis.

Variety	Plot	Apparent Photosynthate		Date	Weather
		mg/m ² /hr.	Relative Value		
<i>Campbell Early</i>	Out-door	318.4	100	Sept. 14. 17. 29.	Cloudy with fine Fine with over cast Clear.
	40% Shade	224.9	71		
<i>Neo Muscat</i>	Out-door	242.6	100	Oct. 1.	Fine
	40% Shade	236.7	98		
<i>Muscat Bailey-A</i>	Out-door	260.0	100		
	40% Shade	222.3	86		
<i>Muscat of Alexandria</i>	Out-door	412.2	100		
	40% Shade	212.3	52		
<i>Gros Colman</i>	Out-door	259.0	100		
	40% Shade	140.7	54		

Note: Shading with Cheese Cloth, Kuremona. #314

とが判然としている。*Muscat Bailey-A* は4回の測定値の変異の幅は *Campbell Early* と同程度であり遮光の害もよく揃って現われていて, 戸外区: 遮光区の同化量の比数は 100: 86 である。

ところが *Muscat of Alexandria* では戸外区4回の実験値の変異の幅が極めて大である

とともに、9月17日には611.4 mg および10月1日には413.0 mg と光合成能が異常に高まっている反面、遮光の害が特に甚だしく両日の遮光区の同化量はおのおの254.8 mg および106.4 mg であるから遮光による同化量の減退度(%)は両日の平均にて-45%である。これに反して9月14日および29日の戸外区の同化量の低い日には遮光による同化量の減退度は両日の平均にて-22%に過ぎない。このような現象を含めた4回の平均においてこの品種の戸外区：遮光区の同化量の比数は100:52で、40%遮光の害は前記 *Campbell Early* よりも著しく大である。

Gros Colman についても戸外区の同化量の大であった2回の測定には遮光による同化量の減退度の平均が-64%で他の2回のそれは-14%であるという現象がみとめられる。しかしして4回の平均においても戸外区の同化量：遮光区のその比数は100:54である。

III. 論 議

本実験は打ち抜き法による見かけの光合成能を測定した成績ではあるが、全ポットを用い自然に近い気象条件下で6時間連続処理することによって実際栽培に近い成績を得ることが出来るから葡萄栽培について当面の参考資料となると思われ、また5回にわたる実験成績を検討するうちに日照の変化、呼吸作用、葉令または生育期その他今後検討すべき諸要因との関係を推定することが出来る。

山田¹⁷⁾によれば処理30分後の測定では充分な日照条件下(40~50 KLux)で水稻葉の真の光合成能は18.5~33.5°Cの間で大差がなく、村田¹³⁾によっても20~33°Cの範囲において1時間の短時間では稲の光合成能はほとんど影響されず1.1程度の温度係数(Q₁₀)を示すが、温度が34°Cを越えると光合成は低下を示す場合が多く、40°C以上では著しく低下する。またCHAPMAN¹⁾によれば圃場状態の馬鈴薯で1時間のCO₂吸収量からみると18~40°Cの光合成のQ₁₀はほとんど1である。

然しCURTIS, O. F. ²⁾によればいろいろな植物で25°C以上となると“Time factor”が関係してくるといふ。先に述べたように第I(A)実験の *Campbell Early* で6月の生育期には約2時間38°Cの高温にさらされると、その後の4時間23°Cになっても、前の2時間と合せた6時間の平均において、同化量が236.4 mg と極端に減少している。33°Cで終始62 KLux内外の強光を受けた6月12日には同化量が127.1 mg と極端に低下していることは山田¹⁷⁾が稲の真の光合成と温度および照度の関係について実験した結果、23°Cでは50 KLuxでも光飽和していないが、33°Cでは40 KLuxで、38°Cでは10 KLuxで飽和すること、また35°Cでは20 KLuxで飽和し40および80 KLuxとなると光合成が極めて抑制されたと報告している例と似ている現象ではないかと思われる。上記のことは高温、強光および高温+強光などによって起る“Solarization (Light inactivation)”²⁾が *Campbell Early* で現われたとみるべきかと思われる。本実験で

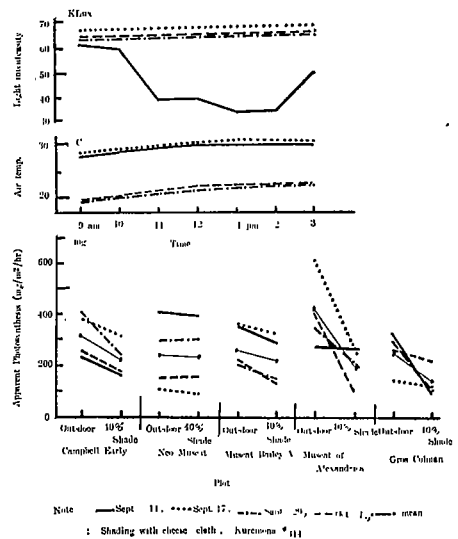


Fig. 7. Exp. IV. Effect of Artificial Shading on the Apparent Photosynthesis.

の6月中の生育期はビニール栽培での5月のそれに相当するから、この頃の33°C以上の高温は戸外区に比して益することがないばかりかむしろ害があると考えらるべきである。本実験の28°Cは適温から過高温への境目に近い温度であるので、なんらかの条件によっては促進あるいは抑制の方向に影響されるから4回の実験結果の変異の幅が広いのではなからうか。

Campbell Early については第I(A)実験で6月8, 12, 27および30日に、また *Neo Muscat* と *Muscat Bailey-A* については第I(B)実験で6月15, 18日および7月1, 2日に測定したものであるから、大体果実の第一生長期にあたる6月頃の自然の日照条件下での三品種についての見かけの光合成の適温を大体比較することが出来ると思われる。これによるとコイトロン23°, 28°および33°C区の見かけの光合成能の比数は *Campbell Early* では100:75:53, *Neo Muscat* では100:65:46であるが *Muscat Bailey-A* では100:110:89で温度に対する反応が前2品種と著しく異なっている。筆者ら¹¹⁾が別に実験中のこれら3品種の温度と呼吸作用(O₂吸入量)との関係において前2品種は25°~35°C特に25°~30°Cの間でその昂進の度が著しいが、*Muscat Bailey-A* では25°~35°Cの間で昂進の度の著しいものと、それよりも昂進の度の劣るものがあるので、これらが2つの系統ではなからうかと推定した。これが、第I(B)実験で述べたようにこの品種に個体差があるらしかつと関連するのではあるまいか。

第II実験は *Campbell Early* について6月に行なった実験を8月に繰り返したものであるから第6表に温度処理効果の時季別比較を行なってみる。先づ6月の戸外区の同化量580.3mgを100

Table 6. Comparison of the Effects of Temperature in June and August (*Campbell Early*).

Season \ Plot	Out-door	23°C	33°C
	June	580.3 ^{mg} (100)	847.1 ^{mg} (100)
August	395.7 ^{mg} (68)	480.5 ^{mg} (57)	423.0 ^{mg} (94)
June August	100 100	145 121	77 107
June August	68 82	100 100	53 88

とすると8月のその比数は68となることは筆者ら⁹⁾の既報によれば当然であるが、23°C区では同様の比数100:57であるのに33°C区では100:94である。これを別な見方からすると6月における戸外区:23°C区:33°C区の同化量の比数が100:145:77であるのに8月のそれは100:121:107であるから、8月においても23°C区が33°C区よりも好適であることにちがいないがその程度は6月の場合より劣る。これについては筆者ら¹⁰⁾の他の実験例からみると各区の供試ポットは全部連日気温33°Cよりも数度高い葉温となっているから CURTIS, O. F. らの²⁾の説くように過高温の前歴のために23°Cの適温下においても光合成能を充分に發揮することが出来

来なかったことによるものではないかと思われ、また33°C区で戸外区よりも比較的光合成能が高まったことは戸外区よりも葉温が低いことに由来する点もあるであろう。ただし8月よりも6月の方が日照が強いこと、生育時期、葉令、実験日の気象条件の差異などが関連しているので今回のデータについていちいち理論づけることは危険と思われる。

筆者ら⁹⁾は1962年7月30, 31両日に本報の第IIIおよび第IV実験と全くおなじ寒冷紗による遮光箱を用いて *Campbell Early* について実験を行なって第7表の成績を得た。すなわち両日の平均において戸外区:15%遮光区:25%遮光区:40%遮光区の同化量の比数は100:119:104:64である。前述のように今回の実験において同様3区の比数が100:120:117となり別に9月下旬に行なった第IV実験の場合戸外区:40%遮光区の同様比数が100:71となったことなど同じ結果と認めることが出来る。ただしおなじ第IV実験において *Muscat of Alexandria* での同様の比数は100:52であるように耐陰度についての品種間差異はあきらかに存在する。

田口¹⁰⁾は「多くの作物は陽生植物に属し、自然状態に近い条件で全植物体を用いて測定された

光飽和点は、トウモロコシ（筆者注：VILDIUM, A. ら, 1944）コムギ, アルファルファ, テンサイ（同：THOMAS, M. D. ら, 1937, 1950）等では全日射の50～60%である。」と述べている。原田ら³⁴⁾によれば4年生幼木の飽和光度は約 0.5 cal

であり、また8年生茶園では摘採前を除いたその他の時期には、生育状態に応じ飽和光度は 0.5～0.8 cal の間にあるという。ちなみに、田口¹⁶⁾は晴天の日の日射量は 1.2～1.5 cal. cm²/min. で、照度にして 100～120 KLux ぐらいであると述べているが筆者らの晴天日の照度は 60～70 KLux であった。

しかるに HESKETH, J. D. ら⁵⁾はトウモロコシの葉1枚を自然状態に近い同化室に入れて測定した結果、大部分の葉は晴れた日の日中の光度である 10,000 f. c. (1 f. c. = 10,764 Lux) でも光飽和しなかった。さらに同氏ら⁶⁾は落葉樹、常緑樹および多年生または1年生作物合計13種についての Net Assimilation Rate (純同化量)を調査したところトウモロコシ、ヒマワリ、サトウキビの3種のみは 1.0～1.4 cal/cm²/min. で光飽和しないが、シナグリ、タバコ、レッドクローバーなど10種は約 0.5 cal/cm²/min. で光飽和していることを知った。

本報の範囲内では *Muscat of Alexandria* と *Neo Muscat* の両品種の耐陰度に極端な差があり、またこれらを含めた供試5品種の耐陰度におのおの特性のあることが判明した。とくに *Muscat of Alexandria* は15%または25%の遮光によっても同化量が減少するのに対し、*Campbell Early* では15%は勿論、25%の遮光によってさえ戸外区(全日光区)よりも同化量が増大し、40%遮光によって同化量が減退した。

筆者ら⁸⁾¹⁰⁾の前報する如く水田地帯における *Campbell Early* の7月上中旬の光合成能を100とすると収穫直前に当る8月上中旬のそれは僅かに50%以下であり、かかる現象の要因としては土壌水分以外にも気温 33°C の時葉温が 40°C にまでも達するという事実がある。また別報⁷⁾する如く早期落葉が甚だしく年ごとに樹力の衰退を招いており、これらの原因により岡崎ら¹⁴⁾の報ずる如く岡山県農家の *Campbell Early* の 10a 当り収量は 1,074～1,672 Kg にすぎない。岸¹²⁾は主要6品種の 10a 当たり標準収量のうち *Campbell Early* と *Muscat Bailey-A* のそれを 2500 Kg としている。筆者ら⁷⁾¹⁰⁾は早期落葉を防ぎかつ 10a 当り収量を増す上から *Campbell Early* の葉面積指数(繁茂度)を 2.5～3.0 程度に保つことが有利であると指摘している。本報によって *Campbell Early* が相当庇陰に堪えることが判明したが、これは均質な庇陰が6時間一様に連続した条件によるものであるから、さらに葡萄棚の実態に即して研究すべきであって、例えば SAEKI, T. ¹⁵⁾の行なったような研究がすすめるべきである。

生産力の重要な一要因として光合成能の強弱がある。そこで本実験の各品種戸外区の同化量についてのデータ(第8表)を比較検討する。本表にみる如く *Campbell Early* の光合成能の時期的推移はよく葡萄園の実態と一致しており、また各品種の6月：9月中下旬あるいは8月中旬：9月中下旬の光合成能の推移が極めてよく似ている。また各時期における光合成能の品種間差異

Table 7. Effect of Artificial Shading on the Apparent Photosynthesis (1962). (*Campbell Early*).

Plot	Apparent Photosynthate				
	July 30.	July 31.	mean		
	mg/m ² /hr.	mg/m ² /hr.	mg/m ² /hr.	Relative Value	Relative Value
Out-door	568.9	487.8	528.0	100	85
15% Shade*	605.8	634.4	602.1	119	100
25% Shade**	585.2	515.7	550.4	104	89
40% Shade***	335.2	339.7	337.7	64	54
Weather	Fine	Cloudy with Scatter			

Note: Shading with Cheese Clothes, *= Kuremona. # 100, ** = Kuremona. # 600, *** = Kuremona. # 314.

もよく一致している。露地用3品種のうち *Campbell Early* は最も生産力の高い要因をそなえていることがわかるが、*Campbell Early*: *Neo Muscat*: *Muscat of Alexandria*: *Gros Colman* の光合成能の比数は77:59:100:63 となる。*Muscat of Alexandria* は極めて光合成能が高い反面耐陰度は弱い。これに反して *Neo Muscat* は光合成能は低いが耐陰度は極めて大であるから、別の害を招かぬ限り、棚面単位面積当りの全光合成量乃至は物質生産量を高める工夫をなすべきである。生産者の或る者は *Gros*

Table 8. Comparison of Photosynthetic Rate between Five Varieties.

Variety	June (Exp. I (A) I (B))	Aug. Early (Exp. II)	Aug. Midd. (Exp. III)	Nov. Midd and Late (Exp. IV)
<i>Campbell Early</i>	580.3 (100) ((100))	395.7 (68)	471.9 (81) [100] ((100))	318.4 (55) [67] ((100)) [77]
<i>Neo Muscat</i>	431.7 (100) ((74))			242.6 (56) ((76)) [59]
<i>Muscat Bailey-A</i>	463.3 (100) ((80))			260.0 (56) ((82)) [63]
<i>Muscat of Alexandria</i>			603.1 (100) ((128))	412.2 (68) ((129)) [100]
<i>Gros Colman</i>				259.0 ((81)) [63]

Colman は *Muscat of Alexandria* よりも作りにくいというが、この品種は光合成能と耐陰度との関連において不利な要因をもっていると思われる。

摘 要

1. *Campbell Early*, *Neo Muscat*, *Muscat Bailey-A*, *Muscat of Alexandria*, *Gros Colman* など5品種の鉢植えのものについて、1964年にコイトロンまたは寒冷紗を張った遮光箱を用い、自然の気象条件下で、温度および遮光が光合成能におよぼす影響について比較した。光合成能は9~15時の間の1時間平均、葉面積1㎡当たりの乾物増加量で示した。

2. 6月の *Campbell Early* についての第I(A)実験においてコイトロンによる23°C区の光合成能を100とした戸外区: 23°C区: 28°C区: 33°C区の比数は68:100:75:53であって、23°C区の光合成能が最も高い。23°C区で6時間中始めの2時間ぐらい38°Cの高温となった場合、または33°C区で快晴日には例外的に光合成能が低下した。

3. 同様に6月に行なった第I(B)実験によれば戸外区: 23°C区: 28°C区: 33°C区の光合成能の比数は *Neo Muscat* については51:100:64:46であり、*Muscat Bailey-A* については91:100:110:89である。上記3品種中 *Neo Muscat* が光合成について最も低温を好むことが明らかである。*Muscat Bailey-A* は何らかの条件によって異なった反応を示すが、全体としては温度に対する適応の幅が広いようである。

4. 8月上旬 *Campbell Early* で第I(A)実験と同様な第II実験を行なったところ戸外区: 23°C区: 33°C区の光合成能の比数は82:100:88であって、盛夏においても23°C区が好適であることが認められる。但し6月の成績に比べて23°C区の好適性が劣るが、このことについては供試個体が連日の高温にあって前歴によることが一原因であると推定される。予期に反して33°C区: 33°C+15%遮光区の光合成能の比数は100:89である。

5. 8月中旬寒冷紗による遮光箱を用いた第Ⅲ実験において戸外区：15%遮光区：25%遮光区の光合成能の比数は *Campbell Early* については 100：120：117 でむしろ軽度の遮光が有利であることは戸外区よりも葉温が低いことによることも考えられる。これに反し *Muscat of Alexandria* では同様3区の比数が 100：71：41 であるからこの種の耐陰度が極めて小である。

1962年に同様な実験を行なったところ戸外区：15%遮光区：25%遮光区：40%遮光区の光合成能の比数が 100：119：104：64 であった。

6. 9月中下旬に行なった第Ⅳ実験によれば *Campbell Early* については戸外区：40%遮光区の光合成能の比数は 100：71 である。他の品種の同様な比数は *Neo Muscat* 100：98, *Muscat Bailey-A* 100：86, *Muscat of Alexandria* 100：52, *Gros Colman* では 100：54 であった。

7. 5品種の戸外区の光合成能についてそれらの時期的推移および各時期における各品種間の比数について一定の傾向が認められる。9月の各品種の光合成能の比数は *Muscat of Alexandria* 100： *Campbell Early* 77： *Muscat Bailey-A* および *Gros Colman* 63： *Neo Muscat* 59 である。例えば *Muscat of Alexandria* および *Neo Muscat* はその光合成能と人工庇陰に対する耐陰度との関連において反対の特性を示している。

引用文献

- 1) CHAPMAN, H. W. & LOOMIS, W. W. (1953): *Plant Physiol.* 28 (4): 703~716.
- 2) CURTIS, O. F. & CLARK, D. G. (1950): *An Introduction to Plant Physiology.* McGraw-Hill co., New York.
- 3) 原田重雄・加納照崇・酒井慎介 (1957): *日作紀.* 26 (1): 49~50.
- 4) 原田重雄・加納照崇・酒井慎介 (1958): *日作紀.* 27 (2): 301~302.
- 5) HESKETH, J. D. & MUSGRAVE, R. B. (1962): *Crop Science.* 2: 311~315.
- 5) HESKETH, J. D. & MUSGRAVE, R. B. (1962): *Crop Science.* 2: 311~315.
- 6) HESKETH, J. D. & MUSGRAVE, R. B. (1963): *Crop Science,* 3: 107~110.
- 7) 本多 昇・岡崎光良 (1962): *岡大農学報.* 20: 37~50.
- 8) 本多 昇・岡崎光良 (1962): *岡大農学報.* 19: 37~48.
- 9) 本多 昇・岡崎光良・満原信二 (1962): *岡大農学部卒業論文.*
- 10) 本多 昇 (1964): *果実日本.* 19 (9): 1~5.
- 11) 本多昇・岡崎光良 (未発表)
- 12) 岸光夫 (1959): *葡萄栽培全書.* P. 217. 朝倉書店. 東京.
- 13) 村田吉男 (1961): *農技研報.* D. No. 9. Pp. 1~170.
- 14) 岡崎光良・那須栄一郎・羽原昭博・本多 昇 (1964): *岡大農学報.* 23: 13~22.
- 15) SAEKI, T. (1960): *Bot. Mag.* 73: 55~63. Tokyo.
- 16) 田口亮平 (1958): *作物生理学.* p. 269. 養賢堂. 東京.
- 17) 土屋長男 (1958): *葡萄栽培新説.* 第3版. p. 11. 養賢堂. 東京.
- 18) YAMADA, N., MURATA, Y., OSADA, A. & IYANCA, J. (1955): *Proc. Crop Sci. Soc. Jap.* 23: 214~222.