

## ブドウ栽培品種の光合成速度に及ぼす温度の影響

白石, 眞一  
九州大学農学部果樹生産学研究室

熊, 同銓  
九州大学農学部果樹生産学研究室

白石, 美樹夫  
九州大学農学部果樹生産学研究室

北崎, 真紀子  
九州大学農学部果樹生産学研究室

<https://doi.org/10.15017/23575>

---

出版情報：九州大學農學部學藝雜誌. 51 (1/2), pp.9-16, 1996-11. 九州大學農學部  
バージョン：  
権利関係：

## ブドウ栽培品種の光合成速度に及ぼす温度の影響

白石 眞一・熊 同 銓  
白石 美樹夫・北 崎 真紀子

九州大学農学部果樹生産学研究室

(1996年7月31日受理)

### Effects of Temperature on the Photosynthetic Rate of Grape Cultivars

Shin-ichi SHIRAISHI, Tung Chuan HSIUNG,  
Mikio SHIRAISHI and Makiko KITAZAKI

Fruit Science Laboratory, Faculty of Agriculture,  
Kyushu University, Fukuoka 811-23

#### 緒 言

温度はブドウの乾物生産量と直接的な関係があり、ひいては樹勢、果実の収量や品質に強く影響を及ぼすことが知られている (Buttrose, 1968)。近年ブドウの栽培地及び栽培体系に関する温度条件の資料を得るために、乾物生産量の基礎となる光合成速度に及ぼす温度の影響について、栽培品種を中心に研究が行われている (Alleweldt *et al.*, 1982)。Berry and Björkman (1980) は光合成速度に及ぼす温度の影響は、同一種の植物においても原生地により違いがあると報告しているが、ブドウにおいてこのような原生地の異なる品種の光合成速度と温度との関係に関する研究は見当たらない。

そこで本研究では、分布地域が異なる二倍体品種、四倍体品種、台木品種を供試し、温度に対する光合成速度、蒸散速度、気孔拡散伝導度、水利用効率、細胞間隙内二酸化炭素濃度の差異及び葉の形態との関係について調査を行った。

#### 材料及び方法

本研究に用いた材料は、欧州種 'Chasselas rose', '牛ない', 'Rizamat', 'ネオ・マスカット', 'めぐみ', 'Italia' の6品種、欧米雑種 'Portland', 'Catawba', 'Scarlet', 'Isabella', 'Dattier', 'Niagara', 'DK-151' の8品種、全て鉢植えの自根苗3

年のものを1985年3月無加温ガラス温室に入れ、標準的な栽培管理を行った。同年6月中旬島津 SPB-Z 型光合成測定装置を用い、光照度40klx 下、同化箱内温度15℃、20℃、25℃、30℃、35℃における見かけの光合成速度、蒸散速度、気孔拡散伝導度、細胞間隙内二酸化炭素濃度及び水利用効率を調査した。

生体重及び乾物重は常法で測定した。気孔長及び気孔密度の測定は陰刻法で行った。葉緑素含量の測定は、Holden (1965) の方法に従った。即ち、測定するブドウ葉を石英砂ならびに試料酸度を中性に維持するために加えた適量の炭酸カルシウムとともに磨碎し、磨碎物の緑色が無くなるまでメチルアルコールを加え抽出した。得られた濾過液を定量的に希釈し、分光光度計 (日立124型) を用い、665nm 及び650nm における吸光度を測定した。測定値は Holden (1965) の計算式を用いて、単位葉面積当たりの葉緑素濃度に換算した。

#### 結 果

欧州種および欧米雑種の光合成速度に及ぼす温度の影響についての結果は以下のとおりである。

全ての欧州系品種は、同化箱内温度25℃で最大の光合成速度を示した (Table 1)。最大光合成速度の値は 'ネオ・マスカット' の16.9mgCO<sub>2</sub>/dm<sup>2</sup>/hr が最大で、他の品種では10~14mgCO<sub>2</sub>/dm<sup>2</sup>/hr の間であった。各品種の最大光合成速度値を100とし、それぞれ

Table 1. Effect of temperature on leaf apparent photosynthesis ( $\text{mgCO}_2/\text{dm}^2/\text{hr}$ ), transpiration ( $\text{gH}_2\text{O}/\text{dm}^2/\text{hr}$ ) and stomata conductance ( $\text{cm}/\text{sec}$ ) in *Vitis* cultivars.

Cultivars (Chamber temp. °C)	Leaf apparent photosynthesis					Transpiration					Stomata conductance				
	15	20	25	30	35	15	20	25	30	35	15	20	25	30	35
(A) : <i>V. vinifera</i>															
Chasselas rose	10.95	12.65	12.90	9.51	7.12	0.41	0.90	0.85	0.88	0.80	0.36	0.55	0.26	0.17	0.10
Nyunai	9.13	9.47	10.24	8.23	6.30	0.36	1.03	0.69	0.71	0.79	0.27	0.73	0.19	0.12	0.09
Rizamat	6.21	9.86	10.68	10.10	8.18	0.24	0.47	0.59	0.77	0.80	0.14	0.20	0.15	0.13	0.09
Neo Muscat	7.89	13.15	16.90	16.49	14.18	0.37	0.52	0.85	0.85	1.23	0.36	0.27	0.29	0.28	0.21
Megumi	7.96	10.21	12.04	11.50	8.46	0.31	0.43	0.67	0.88	0.90	0.24	0.20	0.21	0.16	0.11
Italia	8.30	12.43	13.96	13.03	10.86	0.41	0.64	0.85	1.19	1.30	0.34	0.35	0.29	0.27	0.20
(B) : American hybrid															
Portland	13.00	15.01	15.97	12.90	10.51	0.61	1.05	1.11	1.08	1.18	0.71	0.77	0.40	0.24	0.18
Catawba	13.38	15.91	17.06	14.63	11.80	0.68	1.07	0.91	1.06	1.28	0.50	0.93	0.33	0.23	0.20
Delaware	11.39	16.09	16.29	14.62	12.59	0.64	1.36	1.12	1.39	1.62	0.48	1.04	0.35	0.32	0.25
Scarlet	13.54	15.09	14.83	14.25	12.39	0.50	1.04	1.17	1.40	1.68	0.42	1.36	0.41	0.32	0.28
Isabella	12.07	14.60	16.20	12.02	6.07	0.34	0.65	0.71	0.70	0.54	0.28	0.42	0.21	0.13	0.06
Dattier	10.76	15.69	18.90	19.32	16.02	0.36	0.64	1.05	1.54	1.83	0.33	0.35	0.38	0.39	0.30
Niagara	11.80	13.74	14.20	13.35	6.76	0.45	0.56	0.75	0.86	0.72	0.33	0.26	0.22	0.17	0.09
DK-151	7.43	9.23	10.08	9.60	8.52	0.39	0.55	0.54	0.89	0.99	0.44	0.29	0.16	0.19	0.15

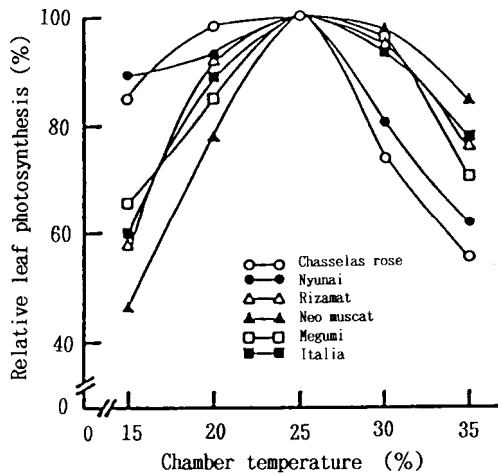


Fig. 1. Differences in the relative values of apparent photosynthesis in *Vitis vinifera* cultivars.

の光合成速度の相対値を Fig. 1 に示した。15°C 条件下において、'Chasselas rose' および '牛ない' は最大光合成速度値の85%を維持できたが、25°C を越えると光合成速度は他の品種に比べ急激に低下した。一方、'Rizamat'、'ネオ・マスカット'、'めぐみ' および 'Italia' では15°C 条件下における光合成速度の値は低かったが、30°C 条件下でもなお最大値の約95%

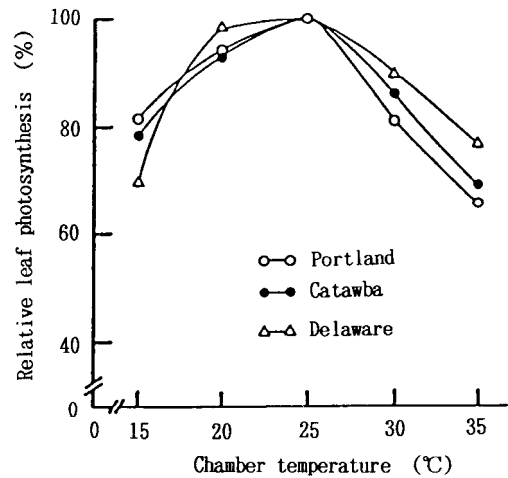


Fig. 2. Differences in the relative values of apparent photosynthesis in American hybrid cultivars.

の光合成速度を維持した。

欧米雑種群の8品種のうち 'Portland'、'Catawba' と 'Delaware' の米国北部原産の3品種は、25°C で最大光合成速度値を示し、またこの3品種はともに 'ネオ・マスカット' を除く他の欧州種群品種の最大光合成速度値より高い値を示した (Table 1)。温度上昇に伴う光合成速度の低下率は 'Portland' が

Table 2. Effect of temperature on water-use efficiency ( $\text{mgCO}_2/\text{gH}_2\text{O}$ ) and intercellular  $\text{CO}_2$  concentration (ppm) in *Vitis* cultivars.

Cultivar (Chamber temp. °C)	Water-use efficiency					Intercellular $\text{CO}_2$ concentration				
	15	20	25	30	35	15	20	25	30	35
(A): <i>V. vinifera</i>										
Chasselas rose	26.90	14.00	15.12	10.78	8.91	282.1	293.3	249.4	238.5	217.7
Nyunai	25.65	9.19	14.76	11.66	7.98	275.1	309.3	241.8	215.8	216.2
Rizamat	25.93	21.16	17.98	13.15	10.30	260.9	250.2	212.4	205.9	183.6
Neo Muscat	21.43	25.16	19.88	13.41	9.97	294.4	250.6	236.5	236.6	222.1
Megumi	25.87	24.02	17.92	13.00	9.36	277.5	248.7	239.7	212.6	203.9
Italia	20.16	19.49	16.43	10.93	8.37	291.3	273.5	251.9	253.5	242.6
(B): American hybrid										
Portland	21.34	14.25	14.42	11.95	8.95	300.6	298.9	266.1	243.1	233.7
Catawba	19.62	14.94	18.76	13.76	9.21	231.0	302.6	247.8	230.2	233.4
Delaware	17.78	11.80	14.52	10.53	7.76	291.7	305.1	256.5	255.6	250.3
Scarlet	27.13	14.55	12.67	10.20	7.39	287.7	312.3	271.9	258.3	258.3
Isabella	35.33	22.39	22.95	17.29	11.34	261.9	274.5	208.8	184.3	175.8
Dattier	29.94	24.59	18.05	12.53	8.77	277.4	257.5	251.0	250.5	245.5
Niagara	26.40	24.39	18.91	13.18	9.37	275.2	243.7	22.87	201.3	208.8
DK-151	19.30	16.87	18.56	10.83	8.92	302.7	279.3	229.4	249.2	235.7

Table 3. Leaf morphological characteristics of *Vitis* cultivars.

Cultivars	Leaf thickness ( $\times 10^{-2}$ cm)	Special leaf weight ( $\times 10^{-3}$ mg/cm)	Dry weight (%)	Chlorophyll content (mg/dm <sup>2</sup> )	Stomata density (1 mm <sup>2</sup> )	Length of stomata ( $\mu$ m)
(A): <i>V. vinifera</i>						
Chasselas rose	1.48	3.29	22.25	4.45	182.1	26.5
Nyunai	1.29	2.59	20.09	4.09	183.3	27.8
Rizamat	1.27	2.38	18.79	4.08	193.8	27.0
Neo Muscat	1.56	3.67	23.49	4.42	165.9	26.5
Megumi	1.56	3.61	23.05	4.73	187.7	27.5
Italia	1.54	3.34	21.67	4.21	194.4	26.8
(B): American hybrid						
Portland	1.53	3.36	21.92	4.38	176.5	21.9
Catawba	1.24	2.42	19.57	4.76	184.3	25.2
Delaware	1.36	3.41	25.13	4.28	234.5	25.2
Scarlet	1.36	3.37	24.75	5.14	210.3	26.4
Isabella	1.37	2.90	21.23	4.12	214.4	24.0
Dattier	1.49	3.28	22.11	4.30	167.2	26.4
Niagara	1.41	3.62	25.61	5.08	158.5	22.0
DK-151	1.47	3.20	21.77	3.46	165.9	25.7

最も大で、次いで 'Catawba', 'Delaware' の順であった。

二倍体欧米雑種の 'Isabella', 'Niagara' 及び 'DK-151' は25°Cで最大光合成速度を示した。'Scarlet' では20°Cを越えると温度上昇に伴って光合成速度が徐々に低下したが、30°Cにおいてなお最大値の95

%を維持した。'Dattier' では30°Cで最大値に達し、35°Cにおける光合成速度の低下の割合は、'Scarlet' および 'DK-151' とほぼ同様であった。

同様な方法で計算した栽培品種における光合成適温域を Fig. 2 に示した。欧州種群品種の中で、古くから北海道、東北地方でも栽培されていたワイン用品種

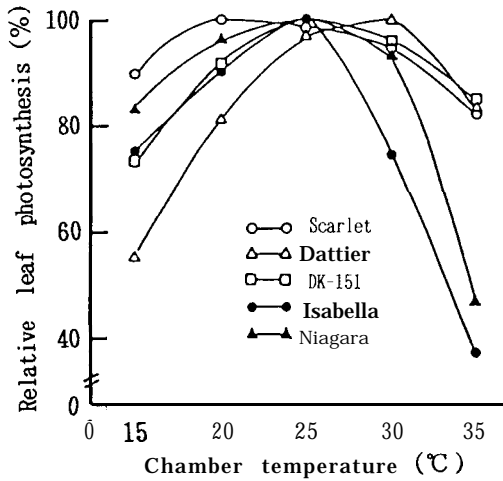


Fig. 3. Differences in the relative values of apparent photosynthesis in hybrids (*Vitis vinifera* × *V. labrusca*).

‘Chasselas rose’ および中国北部における栽培品種‘牛ない’の適温域はやや低温側であったが、他の欧州種群品種の適温域は米国種群の品種と比較すると、いくぶん高温側であった。

二倍体欧米雑種の中では‘Scarlet’および‘Niagara’の光合成適温域は最も広く、逆に‘Isabella’では最も狭かった。また、‘Isabella’を除いて他の欧米雑種は米国北部の3品種よりもその適温域が高温側にあった。

多くの栽培品種において温度上昇につれて蒸散速度が増加し、同化箱内温度35°Cで最大値に達したが (Table 1)、『牛ない』および‘Chasselas rose’では20°Cで、‘Isabella’では25°Cで、‘Niagara’では30°Cで最大値に達した。その後、温度が高くなるにつれて蒸散速度はやや低下した。

気孔拡散伝導度については、二倍体欧米雑種の‘Dattier’のみが30°Cで最大値を示した (Table 1)。他の品種ではいずれも15~20°Cの間で最大値に達した後、温度上昇につれて低下した。全ての品種の水利用効率率は15~20°Cで最大の値であり、温度上昇に伴って低下した (Table 2)。細胞間隙内二酸化炭素濃度も同様に15~20°Cの間で最大値を示した (Table 2)。

Table 3に示すように、欧州種群品種の‘牛ない’および‘Rizamat’では、葉の厚さ、単位葉面積当たりの乾物量、乾物率および葉緑素含量のいずれの値も他の欧州種群品種より低かった。米国北部の3品種

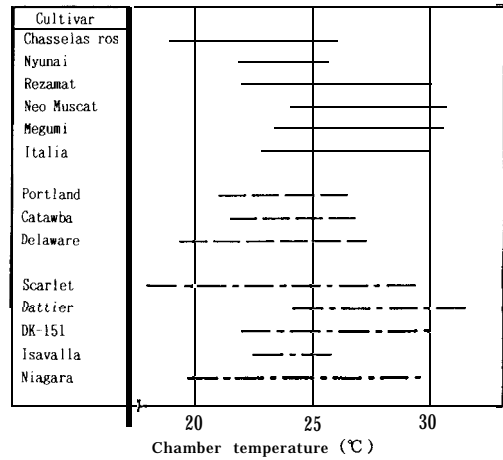


Fig. 4. Characteristics of temperature range showing more than 95% photosynthesis ability of the maximum in 14 grape cultivars.

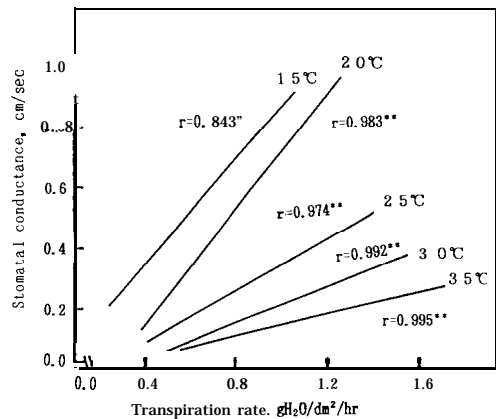


Fig. 5. Relationship between transpiration and stomata conductance in grape cultivars at 15°C to 35°C.

の中で‘Catawba’では、葉の厚さ、単位葉面積当たりの乾物重および乾物率はともに低かったが、葉緑素含量は逆に他の二倍体欧米雑種の中では‘Isabella’の単位葉面積当たりの乾物重、乾物率の値がやや低かった。気孔密度は欧州種の‘ネオ・マスカット’、二倍体欧米雑種の‘DK-151’および‘Dattier’の166/mm<sup>2</sup>から米国北部の‘Delaware’の230mm<sup>2</sup>の間で、気孔長は‘Portland’と‘Niagara’の22μmから‘牛ない’の28μmの間であった。欧州種群品種

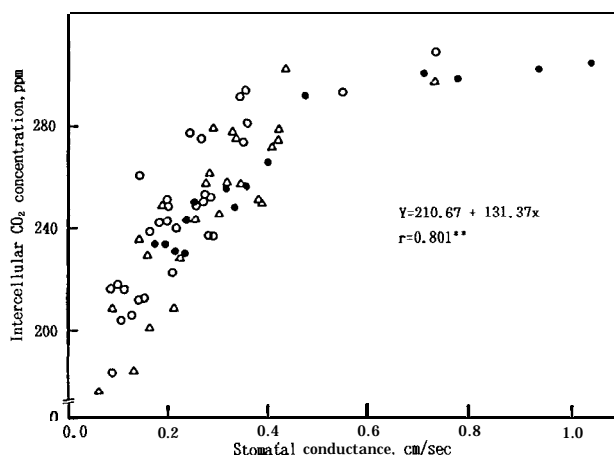


Fig. 6. Relationship between stomata conductance and intercellular  $\text{CO}_2$  concentration in grape cultivars; *V. vinifera* (○), American hybrid (●) and Species hybrid (△).

は欧米雑種群よりやや長い気孔長を有していた。

葉の形態については品種により差異が見られたが、品種群間には顕著な差は認められなかった。また、光合成速度、蒸散速度、気孔拡散伝導度、細胞間隙内二酸化炭素濃度および水利用効率と葉の形態との間での相関関係も認められなかった。Fig. 3 に示したように、光合成速度と蒸散速度との間には、25℃以上の温度では1%の有意差があり回帰直線の傾きは温度が高いほど大きくなった。しかしながら、15℃および20℃条件下においては両者の相関は無かった。

光合成速度と気孔拡散伝導度との間にも同様に、25℃以上の温度条件下では1%の有意差があった (Fig. 4)。回帰直線の傾きは、3つの温度区ともほぼ同様であったが、高温ほど相関係数の値が高いことが認められた。蒸散速度と気孔拡散伝導度との間には、いずれの温度区においても1%レベルで有意な差が認められ、正の相関を示し、回帰直線の傾きは温度の上昇につれて小さくなる傾向があった (Fig. 5)。気孔拡散伝導度と細胞間隙内二酸化炭素濃度との関係は、Fig. 6 に示すようにいずれの温度区においても、1%レベルで有意な差が認められ正の相関があった。

## 考 察

本研究に供試した全ての品種において、光合成速度は温度の上昇に伴って高まり、20~30℃の間で最大光合成速度を示した後再び低下する傾向が見られた。ま

た、ブドウの乾物生産量も20~30℃の間で大となることから、ブドウの光合成適温は生育適温と近似的関係があると考えられる。

多くの植物の場合、光合成反応における最適温度、最低および最高限界温度はそれらの原生地の温度環境を強く反映することが知られている (Berry and Björkman, 1980; Fitter and Hay, 1981)。ブドウ栽培品種の中で、やや乾燥温暖なアジア西部、地中海沿岸諸国などを原生地として発達した欧州種群品種では、米国東部の原生種を中心に育成された米国雑種群品種より萌芽期、開花期、収穫期における温度要求量は高いと言われている。本研究でも同様に、多くの欧州種群品種の光合成適温は米国雑種群より高温側であったが、同じ欧州種群品種の中でも冷涼な地域に栽培される品種の光合成適温域はやや低温側にあることが認められた。このことは、これらの品種群が長期間にわたり人為的に選抜された結果、栽培地域の環境条件に適する温度の要求量を持つ品種になったことを示しているものと考えられ、品種レベルにおいても光合成などの温度要求量にはかなりの違いが生じているものと思われる。

二倍体欧米雑種において、葉の形態が欧州系に近い 'Dattier' の光合成適温域はかなり高温側であり、米国雑種群の形態が濃い 'Isabella' はやや低温側であったが、大部分の品種では葉の形態と光合成適温域との間に直接的な関係は見られなかった。これらのことは、

ブドウが遺伝的に高度のヘテロ性となっていることと関係しているものと思われ、品種間の交雑を行なった場合、後代の光合成特性には変異が存在することを示唆している。

台木は主に土壌適応性および病害虫の抵抗性の面から選抜されたものが多いが、品種によって、穂木の樹勢、結実などに違いが生じることが知られている（植原，1981）。

ブドウの蒸散作用では温度が最も重要な制限因子であるが（Alleweldt and Rühl, 1982），土壌含水量が異なると温度の蒸散作用に及ぼす影響も異なると言われている（Beran, 1982）。本研究では適当な灌水を行って、土壌含水量を常に高い状態に維持し調査を行った。この結果、殆どの種及び品種の蒸散速度は温度上昇に伴って高まった。Beran（1982）は土壌含水量が十分な場合には蒸散速度と温度との間に正の関係があるとの報告をしている。本研究でも同様な結果が得られた。一方、35℃高温条件下では一部の品種の蒸散速度はやや低下する傾向があったが、これは地温の上昇により根の吸水活動が著しく低下したか、あるいは高温によって気孔開度が低下したことによるものと思われる。

一般に、温度上昇に伴う光合成速度の増加よりも蒸散速度の増加の割合が高かった。これは高温条件下ほど水利用率が低くなるのが原因であると考えられる。気孔は光強度、温度、湿度および二酸化炭素濃度の変化に対し敏感であることが知られている（Sheriff, 1979）。温度上昇に伴って気孔の開度は低くなることが知られている（Dowes, 1970）。Sheriff（1979）は陽光、高温条件下における気孔の閉塞は、気孔開度に対する二酸化炭素の作用および水ストレスのフィードバック機構により間接的に引き起こされると報告している。Schulze *et al.*（1975）は蒸散作用が増加すると葉内水ストレスも高まり、その結果気孔開度が低下すると報告している。これらのことから、高温条件下におけるブドウの気孔拡散伝導度の低下は、その蒸散速度の促進および細胞間隙内二酸化炭素濃度の低下と密接な関連があると考えられる。

二倍体栽培品種では、同化箱内温度25℃以上の温度で光合成速度と蒸散速度および気孔拡散伝導度などの間に1%レベルで正の相関があった。気孔拡散伝導度と蒸散速度および細胞間隙内二酸化炭素濃度との間には、いずれの温度条件下においても高い正の相関がみられた。特に、高温になるほど光合成速度と気孔拡散伝導度との間には密接な関係があった。同一温度条件

において、気孔拡散伝導度が大きい品種では外気から葉の内部への二酸化炭素の拡散も大きいので、細胞間隙内二酸化炭素濃度が高くなるものと思われる。従って、気孔拡散伝導度が大きい品種は、小さい品種よりも光合成作用には有利な条件を持つものと考えられる。

しかしながら、高温下で気孔拡散伝導度が高い品種では、光合成速度とともに蒸散速度の値も高かった。高温条件下では蒸散で失われる水分の根からの補給が間にあわず（石原，1983），蒸散速度が高い種および品種ほど、ストレス現象はより激しくなると考えられる。縣ら（1983）は厳しい水分環境におかれた場合、蒸散速度および気孔拡散伝導度が小さい作物ほど、体内水分状態を維持するには有利であると報告している。ブドウにおいても、蒸散速度は品種の耐乾性に関連していると言われている（コズマ，1969）。

さらに、高温条件下で光合成速度、蒸散速度および気孔拡散伝導度が大きい品種では、水利用率はむしろやや低下する傾向があった。また、このような品種の光合成適温域は必ずしも高温側にあるとは限らなかった。これらのことから、ブドウの耐暑性の強弱は、高温条件下における光合成速度の大小のみから判断することは危険である。蒸散速度、気孔拡散伝導度および水利用率の変化も含めて検討する必要があると思われる。

一般に、葉緑素または窒素の含量が多く、単位葉面積当たりの乾物重または乾物率が大きく葉面積が小さい、または葉が厚いほど光合成速度も高いと言われている（Sasahara, 1984; Gosiewski *et al.*, 1982; 稲田, 1984）。本研究ではブドウの種、品種により葉の形質、形態がかなり多様であることが認められた。しかし、光合成速度が高い二倍体栽培品種の中で、‘ネオ・マスカット’では葉の厚さ、単位葉面積当たりの乾物重がともに大きかったが、‘Catawba’では葉の厚さ、単位葉面積当たりの乾物重乾物率の値が小さく、葉緑素含量が高い傾向であった。また、‘Dattier’ではこれらの葉の形質、形態が中間の値を示した。一方、光合成速度が低い品種のうち、‘牛ない’及び‘Rizamat’では葉の厚さ、単位葉面積当たりの乾物重、乾物率及び葉緑素含量が小さい傾向が見られたが、‘DK-151’では葉緑素含量のみがかなり小さい値を示した。即ち、光合成速度に及ぼす葉の形態、形質への影響については種、品種間に一定の傾向がなかった。Sasahara（1984）は、ダイズの高光合成品種群は単位葉面積当たりの同化細胞表面積が大きく、かつ細胞表面積当たりの窒素または葉緑素含量が少ない品種群とそれとは

逆の品種群とに2分することができるかと報告している。このことから、植物の光合成速度に及ぼす葉の形態の影響は、様々な形態要因の組合せによって異なると考えられる。また、蒸散速度、気孔拡散伝導度、細胞間隙内二酸化炭素濃度及び水利用効率と葉の各形態要因との間にも直接的な関係が認められなかった。このことも同様に葉の形態の組合せによって影響が異なることを意味している。

ブドウ属植物の気孔は、葉の裏面にのみ分布している (During, 1980) と報告されているが、本研究の観察でも同様であった。二倍体種及び品種において、気孔密度は140~300/mm<sup>2</sup>、気孔長は22~28μmの間であった。

本研究において、ブドウ属植物の品種による気孔形態の差異と光合成との間には直接的な関係は認められなかった。気孔の大小及び密度は、栽培環境、葉令、葉面上の分布によって変化することが知られている。これらのことから、光合成と気孔との関係においては、単に外部形態や密度よりもむしろ環境に対する気孔の生理反応のほうが重要であると思われる。

## 摘 要

最大光合成速度を示す同化箱内温度は品種によって異なるが、ほぼ20~30℃の間であった。これより低い、または高い温度条件下での光合成速度は顕著に低下した。ほとんどの品種の蒸散速度は温度上昇に伴って高くなり30~35℃の間で最大値を示した。気孔拡散伝導度、細胞間隙内二酸化炭素濃度及び水利用効率は、15~20℃で最大値に達した後、温度上昇に伴って低下した。

欧州種の栽培品種の光合成適温域は、冷涼な地域に栽培される 'Chasselas rose' 及び '牛ない' を除き、アメリカ種群品種より高温側であった。このことは栽培地域の温度条件に応じて選抜してきた結果、同じ類縁関係をもつ品種でも温度要求量には違いが生じたことを示唆している。一方、多くのアメリカ種群栽培品種の光合成適温域は低温側であったが、同化箱内温度35℃では 'ネオ・マスカット' 及び 'Italia' を除く欧州種群の品種より光合成速度の値が大であった。従って、高温条件下で光合成速度が高い品種の光合成適温域が必ずしも高温側であるとは限らない。

葉の厚さ、単位葉面積当たりの乾物重、乾物率、葉緑素含量、気孔長及び気孔密度の値は品種により多様であった。光合成速度、蒸散速度、気孔拡散伝導度、細胞間隙内二酸化炭素濃度及び水利用効率と、これら

葉の形態との間には密接な関連は認められなかった。

## 文 献

- Alleweldt, G., R. Eibach and E. Rühl 1982 Investigation on gas exchange in grapevine. I Influence of temperature, leaf age and daytime on net photosynthesis and transpiration. *Vitis*, 22 : 93-100
- Alleweldt, G. and E. Rühl 1982 Investigation on gas exchange in grapevine. II Influence of extended soil drought on performance of several grapevine varieties. *Vitis*, 21 : 313-324
- Beran, N. 1982 Transpiration of the grapevine (*Vitis vinifera*) as a function of leaf temperature with special regard to the soil water content. *Wein-Wiss.*, 37 : 291-309
- Berry, J. and Bjorkman 1980 Photosynthetic response and adaptation to temperature in higher plant. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 31 : 491-543
- Dowes, R. W. 1970 Effect of light intensity and leaf temperature on photosynthesis and transpiration in wheat and sorghum. *Aust. J. Biol. Sci.*, 23 : 775-782
- Fitter, A. H. and K. M. Hay 1981 *Environmental Physiology of Plants*. Academic Press, London
- Gosiewski, W. H., J. M. Nilwik and J. Bierhuizen 1982 The influence of temperature on photosynthesis of different tomato genotypes. *Scientia Hort.*, 16 : 109-115
- Holden, M. 1965 Chlorophylls. In "Chemistry and Biochemistry of plant pigments." ed. by T. W. Goodwin, Academic Press, London and New York. pp.461-485
- 稲田勝美 1984 光と植物生育. 養賢堂, 東京
- 石原 邦 1983 高等植物における水ストレスと光合成. 日本植物生理学会シンポジウム要旨. 44頁
- 桑栄美子訳 1969 コズマ：ブドウ栽培の基礎理論. 誠文堂新光社, 東京
- Sasahara, T. 1984 Varietal variations in leaf anatomy as related to photosynthesis in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Japan. J. Breed.*, 34 : 295-303
- Schulze, E. D., O. Lange, L. Evenari, M. L. Kappen and U. Buschbom 1975 The role of air humidity and leaf temperature in controlling stomatal resistance of *Prunus armeniaca* L. under desert conditions. I. A simulation of the daily course of stomatal resistance. *Oecologia.*, 17 : 159-170



Sheriff, D. W. 1979 Stomatal aperture and the sensing of the environment by guard cells. *Plant Cell Envir.*, 2: 15-22

植原宣紘 1981 品種生態と栽培. 農業技術大系果樹編(2)ブドウ農村漁村文化協会, 東京, 123-130 頁

## Summary

The temperature at which the highest photosynthetic rate of grapevine varieties was obtained was at a range of 20-30°C, though the optimum temperature varied depending on the varieties. The photosynthetic rate obviously declined at lower or higher temperature than that.

The evapotranspiration (ET) rates of the varieties generally increased as temperature increased, and the rate was the highest between 30-35°C. Stomatal conductivity, CO<sub>2</sub> concentration inside cell spaces and water-use efficiency reached the maximum at 15-20°C. Thereafter, they decreased as temperature increased.

The photosynthetically optimum temperature zone of the European cultivars, except for 'Chasselas rose' and 'Nyunai' which are cultivated in cool regions, was of higher one than that of the American cultivars. That might be the result of the selection conducted for the cultivars under the temperature conditions in the cultivated areas. Therefore, it is possible that the varieties having the same family relationship have different temperature requirements. On the other hand, the photosynthetically optimum temperature zone of many American cultivars was of low one. At 35°C, their photosynthetic rate was higher than that of the European cultivars except for 'Neo Muscat' and 'Italia'. Therefore, the photosynthetically optimum temperature zone of the varieties that have high photosynthetic rate at high temperature was not always of high one.