

異なる光，温度条件下で生育したブドウ品種の光合成速度、蒸散速度、気孔拡散伝導度及び水利用効率の変化

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/10.15017/23578>

出版情報：九州大學農學部學藝雜誌. 51 (1/2), pp.33-38, 1996-11. 九州大學農學部
バージョン：
権利関係：

異なる光，温度条件下で生育したブドウ品種の光合成速度，蒸散速度，気孔拡散伝導度及び水利用効率の変化

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)

Changes in the Photosynthetic Rate, Transpiration Rate, Stomatal Conductivity and Water Use Efficiency of *Vitis* Varieties Grown under Different Temperature and Light Conditions

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

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

緒 言

わが国の西南部で栽培されるブドウには、高温多湿による病虫害の発生が多い。これに対し比較的降雨量の少ない北日本に栽培されるブドウは、病虫害の発生が少ないためにある程度健全に育つものの、積算温度の不足により果実の品質が十分に発揮できなると言われている(小林, 1970; 中川, 1983)。その対策としては栽培地域の気候条件に適する優良な新品種の育成が挙げられる。また、既存品種の生育障害を軽減するような施設栽培の利用も増加している。

多くの植物において、異なった生育条件下で生育させると、その生理や形態が異なることが報告されている(Falis *et al.*, 1982; Kappel and Flore, 1983; Nobel, 1976)。ブドウ施設栽培における気象環境の変動は、樹体や果実の発育過程に影響を及ぼすことが知られている。しかし、ブドウ樹の生理、生態に関する知見については多くは得られていない。

本研究では、施設栽培品種の選択及び施設栽培に関するブドウ品種特性に関わる基礎資料を得るために、人工照明下で生育したブドウ属植物の光合成速度、蒸散速度、気孔拡散伝導度、水利用効率の反応について調査を行なった。

材料および方法

供試した品種は、欧米雑種の 'Yates', 'Steuben', 'Niagara', 'めぐみ' で、全て鉢植えの自根苗 1 年生幼木であった。材料は、1983年 8 月に基部 2~3 芽まで切り返し、人工照明グロースキャビネットに搬入した。同年 10 月上旬に光合成速度、蒸散速度、気孔拡散伝導度、水利用効率の変化を調査した。

人工照明グロースキャビネットの設定条件は以下のとおりとした。

(人工照明グロースキャビネット)

Growth chamber	Temperature (°C)	Relative humidity (%RH)	Day-length (hrs)	Light intensity (klx)
GL-3	15	70	12	10
GL-1	20	70	12	10
GL-2	20	70	12	25
GM-1	25	70	12	10
GM-2	25	70	12	25
GM-3	30	70	12	10
GH-1	30	70	12	25
GH-2	35	70	12	25

結 果

A. 生育中の温度と光強度との関係

人工照明グロースキャビネットの20℃, 10klx 及び20℃, 25klx 条件下で生育させた 'Yates' (Fig. 1) と 'Steuben' (Fig. 2) はともに20℃, 10klx 低照度区のほうが暗呼吸速度が高く, 光補償点が低かった. 両品種の光合成速度は生育温度を問わず, ともに光強度の上昇につれて高くなり, 20~30klx の間でそれぞれの光飽和点に達した後, ほぼ一定の値を示した. 光合成速度は 'Yates' においては20℃, 25klx より20℃, 10klx のほうが高かったが, 'Steuben' においては逆に20℃, 25klx のほうが高かった (Fig. 1A, Fig. 2A).

両品種の蒸散速度及び気孔拡散伝導度は, ともに20℃, 10klx 低照度区のほうが高く, 水利用効率は逆に20℃, 25klx 高照度区のほうが高かった (Fig. 1B, Fig. 2B). また, 両品種の蒸散速度, 気孔拡散伝導

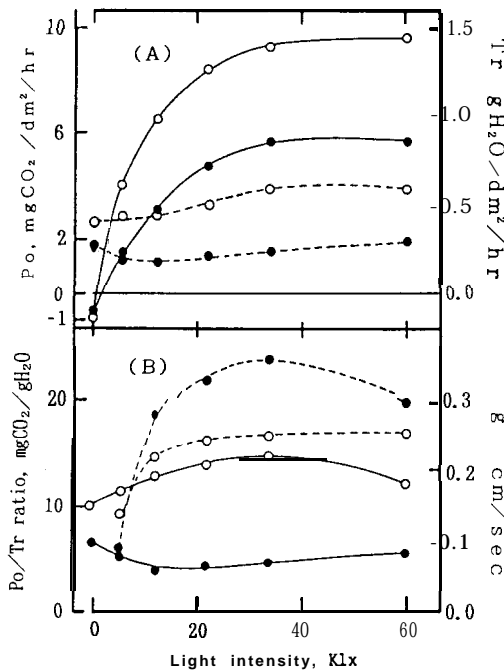


Fig. 1.

leaf apparent photosynthesis (P_o : —) (Tr) transpiration (----). (B): stomatal conductance (g : —) and water-use efficiency (P_o/Tr ratio: ----) in *Vitis* 'Yates', grown under 20℃/10klx (○) and 20℃/25klx (●).

度は20℃, 25klx 処理区では光強度の上昇につれてともに一時的に低下し, 照度20klx 以上になるとやや回復する現象がみられた.

人工照明グロースキャビネット30℃, 10klx 及び30℃, 25klx 条件下で生育させた 'Niagara' (Fig. 3) 及び 'Steuben' (Fig. 4) ではともに30℃, 10klx 処理区のほうが暗呼吸速度が高かった. 'Niagara' の光合成速度は30℃, 25klx より30℃, 10klx のほうが高かったが, 'Steuben' では逆に30℃, 25klx 処理区のほうが高かった.

蒸散速度, 気孔拡散伝導度は, 両品種ともに30℃, 10klx のほうが30℃, 25klx 処理区より高かったが, それらの差は 'Niagara' より 'Steuben' のほうが小さかった. 水利用効率は, 両品種ともに20klx 前後で最大値に達した後, 照度の上昇につれてやや低下した. また水利用効率の値は両品種ともに30℃, 25klx 処理区のほうが大きかった.

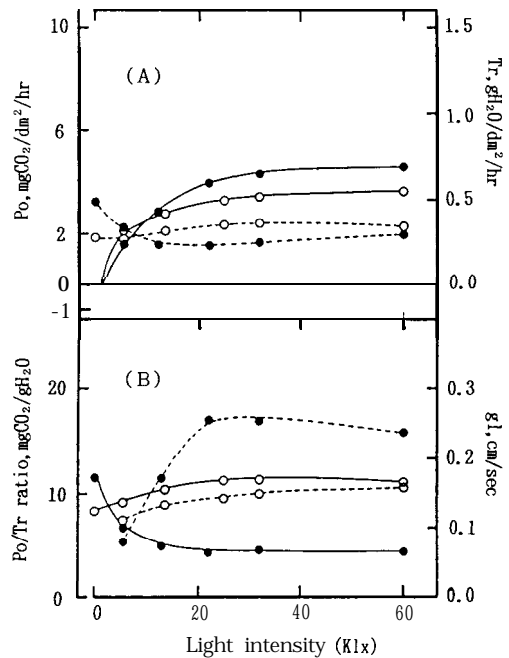


Fig. 2. Influence of light intensity on (A): leaf apparent photosynthesis (P_o : —) and transpiration (Tr :----). (B): stomatal conductance (g : —) and water-use efficiency (P_o/Tr ratio: ----) in *Vitis* 'Steuben', grown under 20℃/10klx (○) and 20℃/25klx (●).

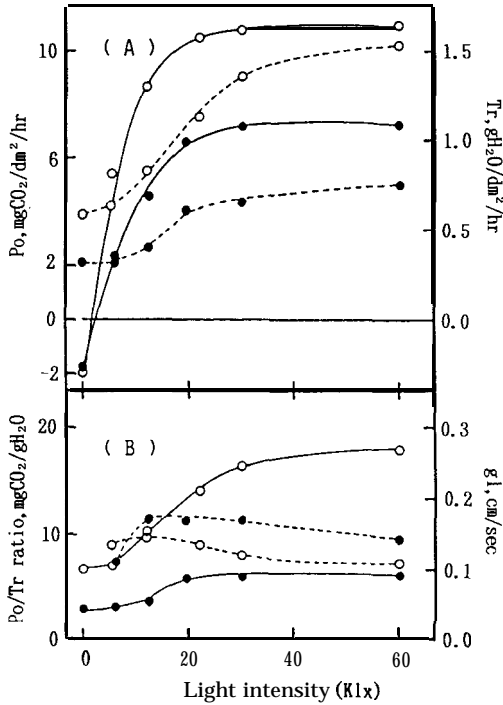


Fig. 3. Influence of light intensity on (A): leaf apparent photosynthesis (P_o : —) and transpiration (Tr : ----). (B): stomatal conductance (gl : —) and water-use efficiency (P_o/Tr ratio : ----) in *Vitis* 'Niagara', grown under 30°C/10klx (○) and 30°C/25klx (●).

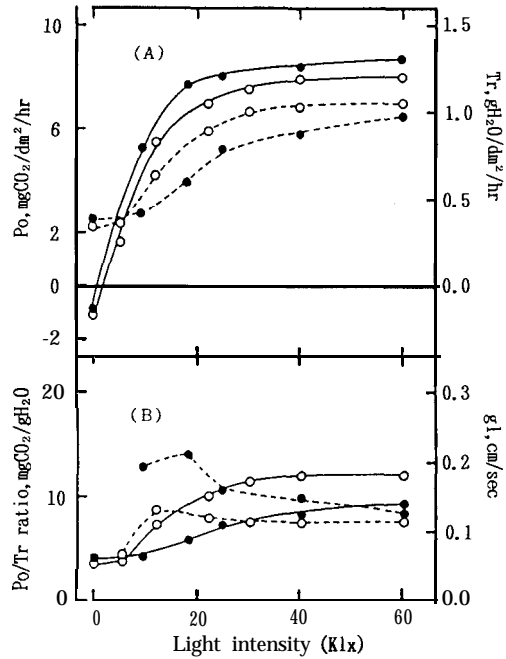


Fig. 4. Influence of light intensity on (A): leaf apparent photosynthesis (P_o : —) and transpiration (Tr : ----). (B): stomatal conductance (gl : —) and water-use efficiency (P_o/Tr ratio : ----) in *Vitis* 'Steuben', grown under 30°C/10klx (○) and 30°C/25klx (●).

B. 生育中の光強度と温度との関係

10klx, 20°C及び10klx, 30°C条件下で生育させた 'めぐみ' (Fig. 5) 及び 'Steuben' (Fig. 6) における暗呼吸速度, 光補償点の値はともに10klx, 20°C処理区のほうが低かった。両品種の光合成速度は, ともに光強度の上昇につれて高まり, 10klx, 20°Cよりも10klx, 30°C処理区のほうが高かった。

60klxにおける両品種の蒸散速度, 気孔拡散伝導度の値はともに10klx, 30°C処理区のほうが高かった。25klx, 20°C及び25klx, 30°C条件下で生育させた 'Niagara' (Fig. 7) 及び 'Steuben' (Fig. 8) における暗呼吸速度, 光補償点の値はともに25klx, 20°C処理区のほうが低かった。光合成速度は両品種ともに25klx, 30°Cのほうが高かった。

両品種の蒸散速度及び気孔拡散伝導度は, ともに25klx, 30°Cのほうが高く, 25klx, 20°C処理区では,

光強度の上昇につれて一時的に低下し, 光強度 20klx前後を越えるとやや回復した。両品種の水利用効率は, ともに25klx, 20°Cのほうが高かった。

考 察

植物の生理ならびに生態反応は, 生育環境の光あるいは温度条件に対応して変化することが知られている (Boardman, 1977; 稲田, 1984)。一般に弱光条件下で生育した植物の光補償点は低くなる。本研究では, 同一温度であれば, 弱光生育区のほうが光補償点は低いことが多くのブドウ品種で認められた。この光補償点の低下は, 弱光を有効に利用し, 光合成産物を蓄積するのに有利に作用すると考えられる。

生育中の光強度の違いによる光合成速度の変化は, 種の原生地によって異なっている。一般に陰地で生育する系統は, 強光より弱光条件下のほうが, 光合成速

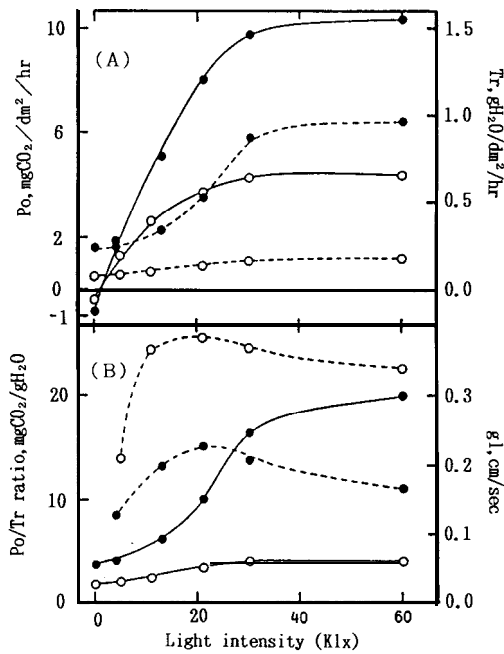


Fig. 5. Influence of light intensity on (A): leaf apparent photosynthesis (Po : —) and transpiration (Tr :----). (B): stomatal conductance (gl : —) and water-use efficiency (Po/Tr ratio: ----) in *Vitis* 'Megumi', grown under 10klx/20 °C (○) and 10klx/30 °C (●).

度が高く、陽地で生育する系統は逆の現象を示す(稲田, 1984)。本研究に用いた 'Yates' 及び 'Niagara' の光合成速度は10klx 低照度区のほうが高かったのに対し、'Steuben' では10klx 低照度区のほうが低かった。このことから 'Yates' と 'Niagara' の原生地の光強度は 'Steuben' より小さいと考えられる。

Crookston *et al.* (1975) は遮光条件下で生育したインゲンマメ (*Phaseolus vulgaris* L.) では、光合成速度とともに蒸散速度も低下することを見だし、この低下は、細胞間隙内拡散抵抗及び気孔拡散抵抗の変化に関連すると報告している。ブドウ樹では弱光条件下で生育させたほうが気孔拡散伝導度の値は大であった。このため大気中から葉の内部への二酸化炭素の拡散も容易になり光合成に有利な状態を維持できると考えられる。一方、気孔拡散伝導度が大きくなると植物体内から大気への水分放出も容易となる。このことが強光より弱光条件下で生育させたほうが蒸散速

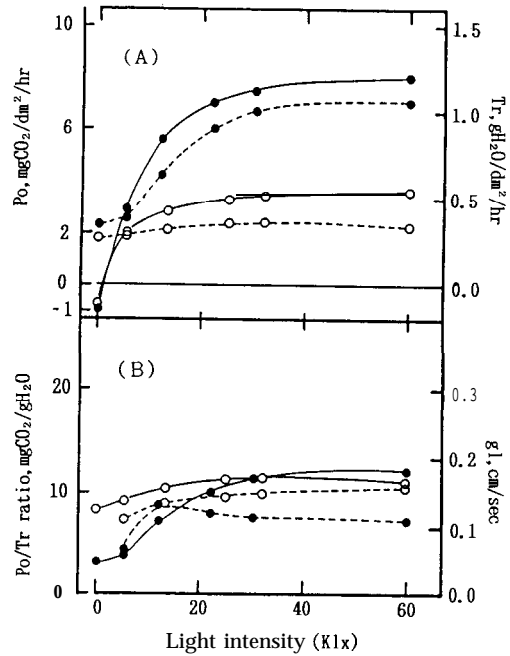


Fig. 6. Influence of light intensity on (A): leaf apparent photosynthesis (Po : —) and transpiration (Tr :----). (B): stomatal conductance (gl : —) and water-use efficiency (Po/Tr ratio: ----) in *Vitis* 'Steuben', grown under 10klx/20 °C (○) and 10klx/30 °C (●).

度が高く、水利用効率が低くなる原因であると考えられる。同一強光条件下では低温よりも高温で生育させたブドウ樹の光合成速度のほうが高いことが認められたが、これは低温(20°C)よりむしろ高温(30°C)のほうがブドウ樹の生育適温に近いことから、光合成作用に関する代謝体系が30°C下で活発化することが原因であろうと思われる。

制御環境下における本研究では、低温より高温条件下で生育させたほうがブドウ樹の光合成速度、暗呼吸速度、光補償点、蒸散速度は高い結果となった。これは高温に順応したブドウ樹では根の吸水活動が低下し、水ストレスの起きる限界温度が高くなること、ついで高温に馴化されたブドウ樹の気孔は高温条件下でもその活動を盛んに行なうことができることに起因すると推察される。

高温条件下で生育させると気孔拡散伝導度は高くなるために、蒸散速度も低温度生育区より高くなり、その結果水利用効率が逆に低くなったものと思われる。

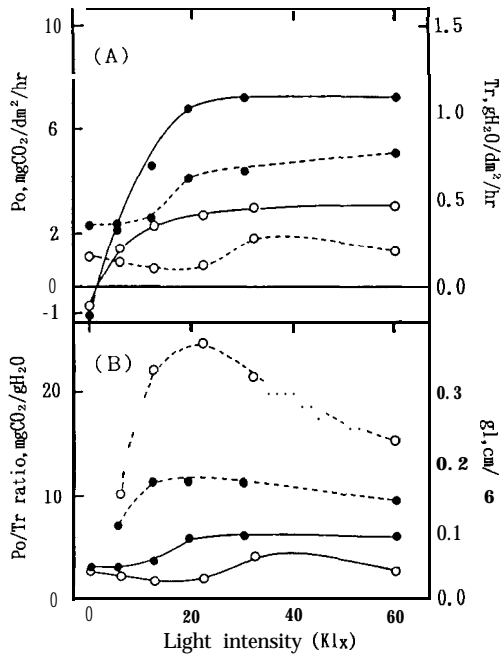


Fig. 7. Influence of light intensity on (A): leaf apparent photosynthesis (Po: —) and transpiration (Tr: ----). (B): stomatal conductance (gl: —) and water-use efficiency (Po/Tr ratio: ----) in *Vitis* 'Niagara', grown under 10klx/20°C (○) and 25klx/20°C (●).

摘 要

生育中の光条件にかかわらず、光合成速度及び水利用効率は20~35klxまで、光強度の上昇に伴って高くなった。蒸散速度及び気孔拡散伝導度は、低温高照度処理区(20°C, 25klx)で生育させると、低下する傾向があったが、それ以外の処理区では光強度の上昇につれて高くなった。

同一生育温度条件下では、低照度区のほうが暗呼吸速度、蒸散速度及び気孔拡散伝導度の値は高く、水利用効率は逆に低かった。光合成速度は品種によって異なり、一定の傾向は認められなかった。光補償点、光飽和点は弱光下で生育させたほうが低くなるのが多数の品種で認められた。これらのことから、陰葉は比較的弱光を有利に利用できるが、耐乾性は弱くなるものと思われる。同一の生育光条件下では、高温処理区のほうが光合成速度、光補償点、暗呼吸速度、蒸散速度および気孔拡散伝導度の値は高く、水利用効率は逆

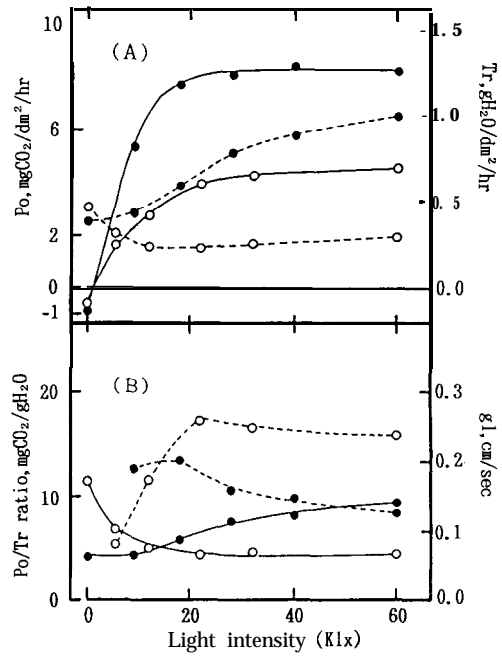


Fig. 8. Influence of light intensity on (A): leaf apparent photosynthesis (Po: —) and transpiration (Tr: ----). (B): stomatal conductance (gl: —) and water-use efficiency (Po/Tr ratio: ----) in *Vitis* 'Steuben', grown under 25klx/20°C (○) and 30klx/20°C (●).

に低かった。従って長期間高温に曝されると生理反応は活発になるが、耐乾性は弱くなるものと思われる。

文 献

- Boardman, N. K. 1977 Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Ann. Rev. Plant. Physiol.*, 28: 355-377
- Crookston, R. K., K. Treharne, J. P. Ludford and J. L. Ozbun 1975 Response of beans to shading. *Crop Sci.*, 15: 412-416
- Falis, B. S., A. J. Lewis and J. A. Barden 1982 Light acclimatization potential of *Ficus benjamina*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 107: 762-766
- 稲田勝美 1984 光と植物生育—光選択利用の基礎と応用—。養賢堂、東京
- Kappel, F. and J. F. Flore 1983 Effect of shade on photosynthesis, specific leaf weight, leaf chlorophyll content, and morphology of young peach trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 108: 541-544

小林 章 1970 ブドウ園芸. 養賢堂, 東京
中川昌一 1983 施設果樹の栽培. 施設園芸学. 朝倉
書店, 東京

Nobel, P. S. 1976 Photosynthetic rates of sun
versus shade leaves of *Hypopyis emoryi*
Torr. *Plant Physiol.*, 58: 218-223

Summary

Regardless of light conditions during the growth of grapevines, up to 20-35klx, their photosynthetic rate and water-use efficiency increased as light intensity increased. The transpiration rate and stomatal conductivity decreased under low temperature and high illumination (20°C, 25klx), but otherwise, they increased as light intensity increased.

Under the same temperature, if treated with low illumination, the dark respiration rate, transpiration rate and stomatal conductivity were high, but the water-use efficiency was low. The photosynthetic rate varied considerably depending on the varieties.

Light compensation and saturation points of many varieties were lower than those under low light condition. Therefore, even though shade leaves can use a relatively low light, their drought resistance seems to be weaker. Under the same light condition, if treated with high temperature, the photosynthetic rate, light compensation point, dark respiration rate, transpiration rate and stomatal conductivity were high, but corresponding decrease of the water-use efficiency was observed. Therefore, when exposed to high temperature for long period, the physiological responses of grapevines would be vigorous, but their drought resistance seems to become weaker.