分光特性の異なるランプでの長日処理がブドウ‘ピオーネ’の新梢生長に及ぼす影響

久保田尚浩・上原健一*

岡山大学農学部 700-8530 岡山市津島中1-1-1

Effect of Long-day Treatment with Lamps of Different Spectral Characteristics on Shoot Growth of Potted ‘Pione’ Grapevines

Naohiro Kubota and Kenichi Uehara

Faculty of Agriculture, Okayama University, Tsushima-naka, Okayama 700-8530

Summary

The effect of long-day treatment with five lamps of different spectral characteristics on shoot growth of one-year-old own-rooted ‘Pione’ grapevines was investigated. Photon flux density (PFD) in each wavelength of physiologically active radiation (300–800 nm), red light (R, 600–700 nm), and far-red light (FR, 700–800 nm) emitted from the following five lamps: silica, blue-light, white-light, homolux (for plant growing) and red-light were determined. All lamps were lit just before sunset and daylength was prolonged to 16 hr for 11 weeks as from mid-August. Shoot elongation, number of nodes and leaf area per shoot, were significantly larger in vines exposed to lamps of homolux, red-light and silica as compared to the control vines, which were grown under natural daylength. Shoot growth of vines exposed to the white-light lamp was intermediate between those exposed to homolux and natural daylength, whereas in vines exposed to the blue-light lamp grew almost as well as the control vines. PFD ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) within the wavelength of red light of homolux, red-light and silica lamps were 0.157, 0.506 and 0.703, respectively. Nevertheless, these 3 lamps promoted shoot growth. PFD of red light emitted from the white-light and homolux lamps was almost the same, but white-light lamp had no peak at 660nm. R/FR (600–700 nm/700–800 nm) photon flux ratios also differed among the lamps, ranging from 0.50 to 19.46. Based on the results, the relationship between shoot growth of grapevines and spectral characteristics of each lamp is discussed in Japanese.

Key Words: grapevine, long-day treatment, R/FR, shoot growth, spectra of lamps.

緒 言

東南アジアや中南米などの熱帯あるいは亜熱帯地域では、同じブドウ樹から1年に2度(または3度)果実を収穫する、いわゆる二期作(または三期作)が広く行われている(Araujo, 1994; Yaacob・Subhadrabandhu, 1995). 中川(1972)が、インドと台湾におけるブドウ二期作の実態を紹介し、施設栽培の発達したわが国でのブドウの二期作あるいは周年栽培の可能性を示唆して以来、わが国でもいくつかの研究機関でその試みが行われたが(Kurookaら, 1979; 島村・久保田, 1978), 実際栽培に普及するには至らなかった. ところが、近年不時出荷による増収や施設の稼働率を高めるため、‘ピオーネ’や‘巨峰’を用いて、農家レベルでその取り組みが行われるようになった(久保田, 1993; 前田ら, 1992a). しかし、わが国

のような温帯地域でのブドウの二期作に関する研究は極めて少なく、その技術確立には解決すべき多くの課題がある.

その一つは日長で、熱帯あるいは亜熱帯の低緯度地帯とわが国のような高緯度地帯とでは、年間を通した日長条件に大きな違いがある. 例えば、タイのバンコク周辺では日長が1年を通して11~12時間であるが、大阪では夏季には14時間以上あるのに対し、冬季には10時間以下になる(杉浦, 1996). このため、わが国でブドウの二期作を行う場合、冬季には短日条件下で生育することになる. しかし、短日条件ではブドウ樹の新梢生長が劣り、果実生産に十分な葉数や葉面積を確保できないことが指摘されている(前田ら, 1992b, 1992c).

ブドウ樹の生育と日長との関係については、Alleweldt(1963), Buttrose(1969), Fennel・Hoover(1991), Sugiuraら(1975), Wolpert・Howell(1986)などによって検討され、品種によって反応性が異なることが明らかにされている. 例えば、Sugiuraら(1975)は、米国系の‘デラウエ

1999年9月22日 受付. 2000年1月5日 受理.

*現在: 農林水産省農産園芸局

ア'は日長に大きく影響され、短日条件(8時間)では長日条件(16時間)に比べて新梢生長や花房分化が著しく劣るのに対し、欧州系の'マスカット・オブ・アレキサンドリア'は日長よりも温度に対する依存性が強いことを報告している。また、近年島津ら(1995)や山本ら(1996)は短日期におけるブドウ栽培では、マルチハロゲンランプやメタルハライドランプによる補光処理が新梢生長の促進、果実収量の増加などに有効であるとしている。しかし、ブドウ樹の生育に及ぼす日長の影響は用いるランプの種類、すなわち分光特性の違いによって異なると考えられるが(久保田ら, 1993), この点に注目して調査した報告は極めて少ない。

本研究は、ブドウの施設栽培に適した電照技術の開発を目的としたもので、ここではその基礎資料を得るために、分光特性の異なるランプでの長日処理がブドウ'ピオーネ'の新梢生長に及ぼす影響を調査した。

材料および方法

1. ランプの分光特性

実験には、第1表に示した市販の5種類のランプ、シリカ電球(日立製)、青色光ランプ、昼白色ランプ、植物育成用ランプ、赤色光ランプ(いずれも松下電器製)を用いた。これらを暗黒にした屋内で点灯し、その真下2mの位置で、生理的有効放射域である300~800nmの光量子束密度(Photon Flux Density, 以下PFDと略称)を、波長別光エネルギー分析装置(ライカ, LI-1800)で5nmごとに測定した。各ランプとも300~800nm, 600~700nm(赤色光波長域)、および700~800nm(遠赤色光波長域)の各波長域におけるPFD($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)を求めた後、村上ら(1991)の方法に準じ赤色光波長域のPFDと遠赤色光波長域のPFDの割合、すなわち光量子束比(以下、R/FR比と略称)を算出した。

2. 長日処理の影響

自根の鉢植え1年生'ピオーネ'を供試し、1995年8月3日に3芽を残して剪定した後、発芽を促すために切り口

を除く枝全体に1.4%シアナミドを噴霧した。発芽後、新梢長の平均的な36個体を選び、ビニルハウス内(9月28日以降は20℃以上に加温)で長日処理を行った。すなわち、分光特性を調査した上述の5種類のランプを地上2mの位置に設置し、発芽直後の8月18日から11月3日までの11週間、日没時から点灯して日長を16時間に保った。処理期間中は、自然日長の変化に伴って電照時間を変え、16時間日長を維持した。対照として無電照区を設け、各区とも6個体ずつ処理した。なお、300~800nmのPFDが高かったシリカ電球については、黒色の寒冷紗1枚でランプを覆い、光強度を約50%に抑えて処理した。

処理開始後、経時的に新梢の長さ、節数、基部径、および全ての葉の最大幅を測定した。葉幅長からは小野ら(1993a)が作成した'ピオーネ'葉面積の算出式より葉面積を求めた。処理開始直後に個体当たり5gの化成肥料(UF化成, N:P:K=16:10:14)を施与し、また適宜灌水した。各個体とも、新梢については無摘心、副梢については1葉摘心を繰り返した。

結 果

1. ランプの分光特性

各々のランプの分光特性を第1図、各波長域のPFDとR/FR比を第1表に示した。赤色光ランプのPFDは600~700nmで極めて高く、660nmにピークを示し、それ以外の波長域で低かった。このため、R/FR比は19.46と供試したランプの中では最も高かった。一方、シリカ電球のPFDは、300~400nmでは極めて低く、400~800nmでは波長が長くなるにつれて高くなった。このため、R/FR比は0.63と著しく低かった。植物育成用ランプの場合、435, 545および660nmにPFDのピークがある一方、700~800nmでは極めて低く、R/FR比(10.47)は赤色光ランプに次いで高かった。昼白色ランプでは、435と545nmにPFDのピークがみられたが、植物育成用ランプとは異なり660nmにはピークを示さなかった。しかし、600~660nmでは各波長のPFDがほぼ一定で、また

Table 1. Photon flux density (PFD) in physiologically active radiation (300–800nm), red light (R, 600–700nm), and far-red light (FR, 700–800nm) and R/FR photon flux ratio in lamps used for the experiment.

Lamps	Model	PFD ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{S}^{-1}$) ^z			R/FR ^y
		Range of wavelength (nm)			
		300–800	600–700	700–800	
Silica	Lw100V95W	2.216	0.703	1.120	0.63
Blue–light	FL20S • B–F	0.307	0.025	0.050	0.50
White–light	FL10N–EDL	0.462	0.153	0.063	2.43
Homolux	FL10PG	0.344	0.157	0.015	10.47
Red–light	FL20S • R–F	0.570	0.506	0.026	19.46

^z PFD was measured at a distance of 2m from the light source.

^y PFD (600–700nm)/PFD (700–800nm).

Fig. 1. Characteristic spectra of 5 lamps used for the experiment.

600~700 nmでは植物育成用ランプとほぼ同じであった。ところが、700~800 nmのPFDが高いため、R/FR比は2.43と植物育成用ランプよりも低かった。青色光ランプは、PFDが435 nmにピークを示す一方、600~700 nmで極めて低く、このため供試したランプの中では最も低いR/FR比(0.50)であった。

2. 長日処理の影響

新梢伸長は、処理開始2週間後以降無電照と青色光ランプ区で劣った(第2図)。この両区と昼白色ランプ区では処理開始後4週間で伸長がほぼ停止したのに対し、これ以外の処理区ではその後も伸長し続けた。処理終了時の新梢長は植物育成用ランプ、赤色光ランプおよびシリカ電球区で有意に優れ、昼白色ランプ区がこれに次ぎ、青色光ランプ区と無電照区では最も劣った(第2表)。

節数は、新梢伸長よりも約2週間遅れて処理区間での差が明確になった(第3図)。処理終了時の節数はシリカ電球、植物育成用ランプおよび赤色光ランプ区で有意に多

Fig. 2. Effect of long-day treatment with 5 lamps of different spectral characteristics on shoot elongation of potted 'Pione' grapevines. Vertical bars are the SE (n=6).

く、一方昼白色ランプ、青色光ランプおよび無電照区で少なかった(第2表)。

処理終了時の平均節間長は、植物育成用ランプと昼白

Table 2. Effect of long-day treatment with 5 lamps of different spectral characteristics on shoot growth of potted 'Pione' grapevines^z.

Treatment	Shoot length (cm)	No. of nodes	Mean length of internode (cm)	Area per leaf (cm ²)	Diameter of the first node (mm)
Silica	90.8a ^y	25.3a	3.7ab	71.0b	5.4a
Blue-light	53.2c	15.5b	3.4bc	89.1ab	5.2a
White-light	74.4b	18.0b	4.1a	95.1a	5.5a
Homolux	102.3a	24.7a	4.1a	79.4b	5.1a
Red-light	94.7a	24.5a	3.9ab	70.2b	5.1a
Control ^x	46.8c	16.0b	3.0c	70.0b	4.1b

^z Measured at the end of treatment (November 3, 1995).^y Mean separation within columns by Duncan's multiple range test ($p=0.05$).^x Vines were grown under natural day-length. **Fig. 3.** Effect of long-day treatment with 5 lamps of different spectral characteristics on the number of nodes per shoot in potted 'Pione' grapevines. Vertical bars are the SE (n=6).

色ランプ区で最も長く、赤色光ランプとシリカ電球区がこれに次ぎ、青色光ランプと無電照区で短くなった(第2表)。

新梢当たり葉面積は、処理開始5週間後以降に処理区間差が大きく現れ、処理終了時には植物育成用ランプ区で最も大きく、シリカ電球、赤色光ランプおよび昼白色ランプ区がこれに次ぎ、青色光ランプと無電照区で小さくなった(第4図)。しかし、処理終了時における1葉当たりの面積は、昼白色ランプと青色光ランプ区で他の処理区よりも有意に大きかった(第2表)。

新梢基部径は、処理開始5週間後以降、無電照区で小さく推移した(データ省略)。処理終了時の基部径も無電照区で細くなったが、ランプの種類間では差がなかった(第2表)。

考 察

本実験において、新梢伸長、展葉数および新梢当たり葉面積からみた'ピオーネ'の新梢生長は植物育成用ランプ、赤色光ランプおよびシリカ電球で最も優れ、昼白色ランプがこれらに次いだ。一方、青色光ランプの新梢生

Fig. 4. Effect of long-day treatment with 5 lamps of different spectral characteristics on leaf area per shoot of potted 'Pione' grapevines. Vertical bars are the SE (n=6).

長は無電照と大差なかった。新梢伸長は節数と節間長の増加によってもたらされるが、昼白色ランプでは節間長が長いにも関わらず新梢長が短かったことから、本実験での優れた新梢伸長には節数の増加が大きく関係したと考えられる。処理方法が異なるものの、小野ら(1993b)も二期作の'ピオーネ'で本実験と類似の結果を得ている。すなわち、二期目の秋冬季に5種類のランプで暗期中断処理(午後11時から午前1時までの2時間)を行ったところ、シリカ電球、植物育成用ランプおよび赤色光ランプでは青色光ランプに比べて葉数がおそくまで増加し続けた。新梢生長の優れたこれら3つのランプでは、生長の劣った青色光ランプに比べて、赤色光波長域のPFDが高かった。また、赤色光ランプは赤色光波長域以外の分光が認められなかった。このことから、ブドウ新梢の生長促進には赤色光波長域の光が重要であると考えられた。

ところが、昼白色ランプにおける赤色光波長域のPFD($0.153 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)は植物育成用ランプ(0.157)とほとんど同じであったが、新梢生長は植物育成用ランプと無電照のほぼ中間であった。両者の分光特性を詳細に比較すると、植物育成用ランプ、昼白色ランプともに435と

545 nmに PFDのピークがあったが、前者では 660 nm 付近にもピークを示したのに対し、昼白色ランプでは 600~660 nm にかけてほぼ一定の PFDであった。660 nm にピークをもつ赤色光ランプの照射で植物育成用ランプと同様に新梢生長が優れたことと合わせて考えると、ブドウの新梢生長には赤色光波長域の中でも特に 660 nm 付近の光が有効に作用しているとみられる。なお、新梢生長の劣った昼白色ランプと青色光ランプでは、節間が長く、平均葉面積が大きかったが、これが光質の直接的な影響によるものか否かについては明らかでない。

このように、ブドウ新梢の生長促進には 660 nm を中心とする赤色光波長域の光が有効と考えられたが、成・高野 (1997) はキュウリで異なった結果を得ている。すなわち、キュウリ苗を赤色光ランプと青色光ランプで日の出前に 2 時間補光したところ、後者では前者に比べて葉面積や新鮮重が有意に増加した。さらに両氏 (1997) は、青色光ランプでの優れた生長は単位葉面積当たりの気孔数の増加に伴う光合成速度の増大によるものであるとしている。また、青色光が気孔開閉にも深く関係していることはよく知られているが (Hsiao・Allaway, 1973; Mansfield・Meidner, 1966), 上述したような相反する結果が供試材料の違いによるのか、あるいは処理方法の違いによるのかは明らかでない。

本実験において、新梢生長の優れた植物育成用ランプ、赤色光ランプおよびシリカ電球における赤色光波長域の PFD はそれぞれ 0.157, 0.506 および 0.703 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ とランプによって大きく異なった。しかし、新梢伸長にはほとんど差がなかった。本実験では、シリカ電球 (95W) 以外は 10W または 20W のランプを使用し、できるだけ光量を揃えて処理した (シリカ電球については黒色寒冷紗でランプを覆い、光強度を約 50% に抑えて処理)。このことは、長日処理によるブドウ新梢の生長促進には、10W 程度のランプから発せられる弱い光でも十分であることを示唆している。前田ら (1992b) も、実際栽培の二期作の 'ピオーネ' について、光強度の弱い植物育成用ランプでも光強度の強いメタルハライドランプと同等の生長促進効果が得られることを報告している。

本実験では、R/FR 比が大きく異なる 5 種類のランプで長日処理を行ったが、R/FR 比の低いシリカ電球 (0.63) と高い赤色光ランプ (19.46) との間には新梢生長にほとんど差がなかった。自然光の R/FR 比は通常 1.0~1.2 であるが、ブドウ群落内では 0.1 程度にまで低下するとされている (Smart, 1985)。また、植物は R/FR 比が 1.0~1.2 よりも大きい場合には矮化するのに対し、小さい場合には旺盛に生長するとされている (相賀ら, 1994; 崔ら, 1995; 村上ら, 1991, 1995)。すなわち、村上ら (1991, 1995) は、R/FR 比を 4 段階 (0.63~6.78) に変えた光条件下でヒマワリを生育させたところ、R/FR 比が低いほど旺盛な伸長を示した。しかし、上述したように本実験においてシ

リカ電球と赤色光ランプでは、R/FR 比が著しく異なったものの新梢伸長には差がなかった。このような違いが生じた原因として、村上ら (1991, 1995) は 1 日中同じ光条件を維持したのに対し、本実験では長日処理を行った時間だけ各々のランプの R/FR 比に維持されたに過ぎないことが考えられる。また、本実験では光補償点よりもはるかに弱い光を照射した (300~800 nm で最大 2.216 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) のに対し、村上ら (1991) は強い光 (400~700 nm で 200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) を照射したことが考えられる。光合成を促進するような強い光条件においては、日長反応を制御しているフィトクローム系とは別の機構 (シュルギン, 1976), あるいは日長反応とは異なるフィトクローム系の作用機構 (ゴールストン, 1972) が働くと考えられている。

ところで、ブドウの新梢生長に及ぼす長日処理の効果は、処理を行う時期すなわち自然日長の違いによって異なることが考えられるが、上原 (1997) は鉢植えの 'ピオーネ' を用いて二期作を行い、1 作目と 2 作目では長日処理の効果にほとんど差がないことを認めている。すなわち、1 作目 (12 月 27 日から 17 週間) と 2 作目 (8 月 28 日から 13 週間) に植物育成用ランプで日長を 16 時間に保ったところ、いずれの作型でも新梢生長が自然日長区よりも著しく優れ、時期による差はほとんど見られなかった。

以上の結果から、ブドウ 'ピオーネ' の新梢生長に及ぼす長日処理の影響は、ランプの種類すなわち分光特性によって大きく異なることが明らかとなった。その生長促進には赤色光波長域である 600~700 nm, 特に 660 nm 付近の PFD が高いほど有効と考えられた。ブドウ樹の生育に対する長日処理のより効果的な方法や条件についてはさらに検討を重ねる必要がある。

摘 要

5 種類のランプ (シリカ, 青色光, 昼白色, 植物育成用, 赤色光) について、分光特性をみるとともに、ブドウ 'ピオーネ' の新梢生長に及ぼす長日処理 (日没時からの電照による 16 時間日長で 11 週間) の影響を調査した。新梢長、葉数および新梢当たり葉面積からみた新梢生長は、植物育成用ランプ、赤色光ランプおよびシリカ電球で優れた。青色光ランプの新梢生長は無電照と大差なかった。新梢生長の優れた植物育成用ランプ、赤色光ランプおよびシリカ電球における赤色光波長域 (600~700 nm) の PFD ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) はそれぞれ 0.157, 0.506 および 0.703 とランプ間で異なった。また、赤色光波長域と遠赤色光波長域 (700~800 nm) の R/FR 比もランプによって大きく異なった。昼白色ランプの新梢生長は植物育成用ランプと無電照の間であった。昼白色ランプにおける赤色光波長域の PFD は植物育成用ランプのものと大差はなかったが、前者では 660 nm 付近にピークを示さなかった。これらの結果から、ブドウの新梢生長とランプの分

光特性との関係を考察した。

引用文献

- 相賀一郎・村上克介・崔 海信・清田 信. 1994. 光に対する植物の生理, 生態反応. 日本植物工場学会公開シンポジウム講演予稿集 (植物生産における人工照明技術の基礎と応用). SHITA REPORT No.8: 24-34.
- Alleweldt, G. 1963. Die Umweltabhängigkeit des vegetativen Wachstums, der Wachstumsruhe und der Blütenbildung von Reben (*Vitis-Species*)(1) Die photoperiodischen Wachstumsreaktionen. *Vitis* 4: 11-41.
- Araujo, F. A. 1994. Table grape production in tropical America. p.31-37. In: J.M.Rantz (ed.). Proceedings of the international symposium on table grape production. Amer. Soc. Enol. Vitic., Davis, CA.
- Buttrose, M.S. 1969. Vegetative growth of grapevine varieties under controlled temperature and light intensity. *Vitis* 8: 280-285.
- 崔 海信・村上克介・清田 信・相賀一郎. 1995. 自然光の赤色光/遠赤色光量子束比を変化させる植物成長制御用被覆材の開発 (2) ヒマワリおよびキャベツ実生の伸長および成長におよぼす効果. 生物環境調節 33: 37-42.
- Fennell, A. and E. Hoover. 1991. Photoperiod influences growth, bud dormancy, and cold acclimation in *Vitis labruscana* and *V. riparia*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 270-273.
- ゴールストン. 1972. 植物の生長制御 (増田芳雄・神阪盛一郎訳). p.1-44. 丸善. 東京.
- Hsiao, T. C. and W. G. Allaway. 1973. Action spectra for guard cell Rb^{+} uptake and stomatal opening in *Vicia faba*. *Plant Physiol.* 51: 82-88.
- 久保田尚浩. 1993. ブドウ 'ピオーネ' の二期作. 今月の農業 37(7): 96-101.
- 久保田尚浩・片山友孝・前田 明. 1993. ブドウ 'ピオーネ' における二期作の事例 (とくに新梢と果実の生長に及ぼす電照の効果について). 農及園. 68: 610-614.
- Kurooka, H., E. Yuda and S. Nakagawa. 1979. A study for all the year round shipping of fresh grapes through controlled systematic cultural conditions. *Environ. Control in Biol.* 17: 130-134.
- 前田 明・片山友孝・久保田尚浩. 1992a. ブドウ 'ピオーネ' の二期作に関する研究 (第1報) 施設ならびに栽培の概要. 園学雑. 61(別2): 178-179.
- 前田 明・片山友孝・久保田尚浩. 1992b. ブドウ 'ピオーネ' の二期作に関する研究 (第2報) 作期による新梢生長の違い. 園学雑. 61(別2): 180-181.
- 前田 明・片山友孝・久保田尚浩. 1992c. ブドウ 'ピオーネ' の二期作に関する研究 (第3報) 作期による果実発育の違い. 園学雑. 61(別2): 182-183.
- Mansfield, T. A. and H. Meidner. 1966. Stomatal opening in light of different wavelength: Effects of blue light independent of carbon dioxide concentration. *J. Exp. Bot.* 17: 510-521.
- 村上克介・洞口公俊・森田政明・相賀一郎. 1991. 遠赤色光付加照射によるヒマワリ幼植物の伸長成長制御. 生物環境調節 29: 73-79.
- 村上克介・崔 海信・清田 信・相賀一郎. 1995. 光質環境調節による施設栽培植物の形態制御. 照明学会誌 79: 149-154.
- 中川昌一. 1972. ブドウの促成栽培と周年栽培への提言 (インドと台湾のブドウ栽培をみて). 農及園. 47: 875-879.
- 小野俊朗・平松竜一・久保田尚浩・依田征四・高木伸友・島村和夫. 1993a. 果実着色の異なるブドウ 'ピオーネ' の新梢生長および果実発育の様相. 園学雑 61: 779-787.
- 小野俊朗・依田征四・高木伸友. 1993b. 各種ランプによる電照がブドウ 'ピオーネ' の二期作目の新梢生長に及ぼす影響. 園学中四支部要旨. 62: 6.
- 島村和夫・久保田尚浩. 1978. ブドウ, Muscat of Alexandria の2番枝上の花穂発育に及ぼす気温と地温の影響. 岡山大学農学報. 51:23-30.
- 島津忠昭・山西久夫・今川昌平・小池洋男. 1995. ブドウ施設栽培における補光処理が生育及び果実品質に及ぼす影響. 長野県園芸研究会要旨. 26: 33-34.
- シュルギン. 1976. 太陽光と植物 (内嶋善兵衛訳). p.25-45. 東大出版会. 東京.
- Smart, R. E. 1985. Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review. *Amer. J. Enol. Vitic.* 36: 230-239.
- 杉浦 明. 1996. 栄養生長と生殖生長. 光. p.158-167. 中川昌一編著. 日本ブドウ学. 養賢堂. 東京.
- Sugiura, A., N. Utsunomiya and A. Kobayashi. 1975. Effects of day-length and temperature on growth and bunch differentiation of grapevines. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 43: 387-392.
- 成 日慶・高野泰吉. 1997. 日の出前の青色光と赤色光補光がキュウリ苗の生育と生理反応に及ぼす影響. 生物環境調節 35: 261-265.
- 上原健一. 1997. ブドウの新梢生長と花芽形成に及ぼす長日処理の効果. 岡山大学農学研究科修士論文.
- Wolpert, J. A. and G. S. Howell. 1986. Effect of night interruption on cold acclimation of potted 'Concord' grapevines. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111: 16-20.
- Yaacob, O. and S. Subhadrabandhu. 1995. The production of economic fruits in south-east Asia. p.269-274. Oxford Univ. Press, Kuala Lumpur.
- 山本孝司・小豆沢 斉・岡本 敏. 1996. ブドウ数品種における補光処理が新梢の生育と果実品質に及ぼす影響. 園学雑. 65(別2): 254-255.