

[研 究 報 文]

白色反射シートのカーテン処理によるブドウの着色促進効果

松本敏一^{1*}・桜井尚史²・古田賢次郎¹・井上嶺之¹・門脇正行¹・松本真悟¹・秋廣高志¹

¹島根大学生物資源科学部 〒690-8504 松江市西川津町 1060

²丸和バイオケミカル(株) 〒101-0041 千代田区神田須田町 2-5-2

Effects of Curtain Treatment of White Reflection Sheet on Improving the Coloration of Grape Berries

Toshikazu MATSUMOTO¹, Naofumi SAKURAI², Kenjiro FURUTA¹, Mineyuki INOUE¹, Masayuki KADOWAKI¹, Shingo MATSUMOTO¹ and Takashi AKIHIRO¹

¹Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, Nishikawatsu, Matsue, Shimane 690-8504

²Maruwa Biochemical Co. Ltd., Kandasuda, Chiyoda, Tokyo 101-0041

Curtain treatment with white reflection sheets applied to both sides of the main stem significantly improved the color of grape berries and increased anthocyanin content in grape skins when compared to controls. The acidity and some amino acids contents were also lower when comparing to controls at different distances between the main stem and the sheets (90 – 120 cm) showed no significant differences. This study suggests that the curtain treatment of both sides using white reflection sheets appears to effectively improve grape berry quality for viticulture.

Key words: curtain treatment, fruit quality, grape, skin color, white reflection sheet

緒 言

近年、地球規模の温暖化による農業面への影響が深刻な問題となっている。果樹類に関しては、杉浦ら(2007)が日本各地の果樹関係公設試験研究機関に対する調査を行った結果、多くの果樹で生育異常があったと報告している。特に影響が深刻な果樹のひとつにブドウが挙げられ、昼夜の温度差が少なくなった平野部では赤色系、黒色系ブドウの着色不足による品質低下が現場での大きな問題となっている。それに対する栽培面での対策として、環状はく皮(藤島ら 2005, Yamane and Shibayama 2006, 山根ら 2007, 山本ら 1992)、アブシジン酸処理(Hiratsukaら 2001, Kataokaら 1982, 北村ら 2007, 松井ら 1992)および反射マルチの敷設(井門ら 2009, 村谷ら 1997, 西川ら 2011, 野田・岡本

1999)などが試みられている。これらのうち、反射シートによるマルチ敷設はブドウ樹周辺の光環境が改善することにより、果実の着色が促進されるとされ(井門ら 2009)、簡易で有効なブドウの着色促進処理法である。本研究で用いた白色反射シート(商品名:デュポンタイベック)はポリエチレン製の不織布で、通常マルチに用いられているアルミ蒸着シートより光の反射率が高いことから農作物の生育に有効で、さらに害虫防除にも効果があるとされ、ブドウでは着色促進効果が報告されている(井門ら 2009, 西川ら 2011)。しかし、白色反射シートは他のマルチ資材より高価であるうえに、マルチとして圃場に敷設すると雨天や作業などによりシート表面が土などで汚れて効果が低下したり、スピードプレーヤーなどの走行や脚立による作業などで破損しやすいことが普及上の問題であった。そこで、本研究ではこれらの問題を解決するため、白色反射シートを本来の使用法であるマルチ方式ではなく、棚から吊

*Corresponding author (email: tmatsumoto@life.shimane-u.ac.jp) 2013年3月15日受理

るすカーテン方式によるブドウの着色促進効果を検討した。また、カーテン処理によるブドウの内部品質に及ぼす影響についても分析による確認を行った。

材料と方法

1. 白色反射シートの処理方法

島根大学生物資源科学部附属本庄総合農場(松江市)で植栽されている短梢剪定一文字整枝によるトンネルメッシュ栽培のブドウ‘伊豆錦’(*Vitis labruscana* BAILEY)(実験開始時7年生)を用い、2か年にわたって以下の実験を行った。ベレゾーン期に当たる2010年7月7日および2011年7月13日に白色反射シート(商品名:デュポンタイベック700AG、150cm幅、丸和バイオケミカル株式会社)を圃場内に設置した。処理方法は、Fig.1で示すとおり、一文字整枝の主枝と平行に設置されているトンネルメッシュハウスの棚線(主枝より約20cm上)に文房具用ダブルクリップ(KOKUYO、口幅25mm)を用いて約1m間隔でシート上部を固定した。シートのカーテンを主枝の両側に設置する区を主枝からの距離によって次の3区とした。両側A区(BS-A)は、主枝に平行に東西両側とも主枝との間隔が120cmの位置でシートをカーテン状に垂らした(Fig.2)。両側B区(BS-B)は、同様に西側は主枝から120cmの間隔で東側は90cm、両側C区(BS-C)は両側とも90cmとした。また、カーテン処理片側90cmのみの区(SS)も設け、主枝の東側のみ主枝から90cmの位置に設置した。果房が着生する高さである主枝の30cm下における光環境を大まかに把握するため、各処理区での上向きの光およびカーテンからの距離(120、90cm)とマルチ区、無処理区での横向きの光をデジタル照度計ANA-F11(東京光電社製)を用いて測定した。調査は、2011年7月13日の晴天、無風時であった午前11時からの約20分間、各処理区ともほぼ均等間隔で12か所について行った。なお、Thimijan and Heins (1983)の方法に準じて、測定した照度を54で除した値を光量子束密度の換算値として表した。また、対照区として、通常のマルチ区(M:主枝の真下に敷設)および無処理区(Cont)を設けた。両年とも各処理区について2樹を供試した。

2. 果実の品質調査

果実の品質調査は、2010年8月31日および2011年9月5日に収穫して実施した。1樹当たりで平均的な3果房、計6果房を選び、果実の品質調査に供試した。調査項目は、果房重、1房当たりの果粒数と平均果粒重およびカラーチャート(日本園芸農業協同組合連合会製)による果皮色とした。なお、果房重については、2010年の調査では樹当たり平均的な大きさの3果房、すなわち各処理区で計6果房を選んだが、2011年では各処理区で計20果房について調査を行った。果皮のカラーチャート値については、両年とも6果房からそれぞれ3果粒ずつ無作為に選んだ計18果粒を赤道面で調査した。

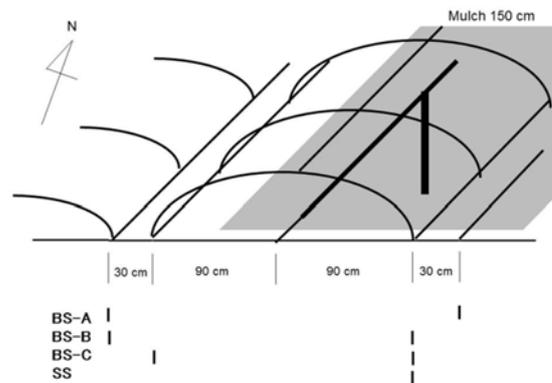


Fig.1 Curtain treatment with white reflection sheet in tunnel multi cultivation of ‘Izunishiki’ grape. BS-A: Both sides-A, BS-B: Both sides-B, BS-C: Both sides-C, SS: Single side, M: Mulch.



Fig. 2 Curtain treatment with white reflection sheet for grape cultivation.

果汁の分析では、両年とも各処理区で6果房からそれぞれ1果粒ずつ無作為に選んだ計6果粒について、糖度は屈折糖度計による Brix 値で、酸度は0.1 N の NaOH で中和滴定した値を酒石酸換算値として表した。また、遊離アミノ酸の分析は、以下の方法で行った。果汁中に含まれるタンパク質を各サンプル果汁の10倍量の8%トリクロロ酢酸で除去した後、0.22 μm のフィルターを用いてろ過した。この前処理済み試料を AccQ- Tag Ultra Derivatization Kit (Waters)を用いて誘導化し、超高速液体クロマトグラフィーおよび質量分析器(UPLC-Xevo TQ MS、Waters 製)を用いて分析を行った。

果皮のアントシアニン分析は、Kataoka ら(1982)の方法に準じて行った。コルクボーラーで1 cm²に切り出した果皮切片の新鮮重を計測後に真空凍結乾燥して粉砕し、1%塩酸メタノールを10 mL 加え、2°Cの暗所で1晩抽出した。これを25 mL に定容した後、分光光度計を用いて530 nm の波長で吸光度を測定し、果皮の新鮮重100 mg 当たりのアントシアニン含量の相対量として表した。

結果

白色シート処理区における光環境を把握するため主枝下30 cm における上向きおよび横向きの光量を計測した(Table 1)。上向きの光量子束密度は、両側 A、B、C 区とも200 μmol m⁻² s⁻¹前後となり、最も高いマルチ区の半分程度であったが無処理区の2倍以上であった。また、片側区では142 μmol m⁻² s⁻¹と無処理区よりやや高かった。一方、横向きの光では、カーテンからの距離が120 cm で475 μmol m⁻² s⁻¹と最も高くなり、ついで90 cm の353 μmol m⁻² s⁻¹となり、マルチ区と無処理区の273 μmol m⁻² s⁻¹を大きく上回った。ブドウ果実の品質調査では、Table 2 に示すように果房重は2010年で処理区間において若干の有意差が見られたが、2011年では認められなかった。また、果粒数、果粒重および糖度においても、両調査年とも各処理区間で有意な差はなかった。各処理区間での果房の着色程度は、ばらつきは見られたが両側 A、B および C 区の着色が優れ、無処理の着色が劣っている傾向があった(Table 2、Fig.3)。これをカラーチャートにより数値化し、2か年で比較したところ、両調査年とも白色反射シートカー

Table 1 Photon flux density from the upper and the side by curtain treatment of white reflection sheet

Photon flux density from the upper		
Treatments ^z	(μmol m ⁻² s ⁻¹ ± SE)	
BS-A (120 cm, 120 cm)	227.6 ± 7.0	a ^y
BS-B (120 cm, 90 cm)	245.3 ± 20.0	a
BS-C (90 cm, 90 cm)	185.5 ± 15.7	ab
SS (90 cm)	142.3 ± 7.1	bc
M	413.6 ± 18.3	d
Cont	97.5 ± 4.8	c

Photon flux density from the side		
Distance from the curtain	(μmol m ⁻² s ⁻¹ ± SE)	
120 cm	475.3 ± 20.9	a
90 cm	353.4 ± 30.2	b
M	273.1 ± 13.1	c
Cont	273.1 ± 15.4	c

BS-A: Both sides-A, BS-B: Both sides-B, BS-C: Both sides-C, SS: Single side, M: Mulch, Cont: Control, ^zSee Fig.1

^yValues followed by different letters are significantly different at P<0.05 by Tukey's multiple range test (n=12).

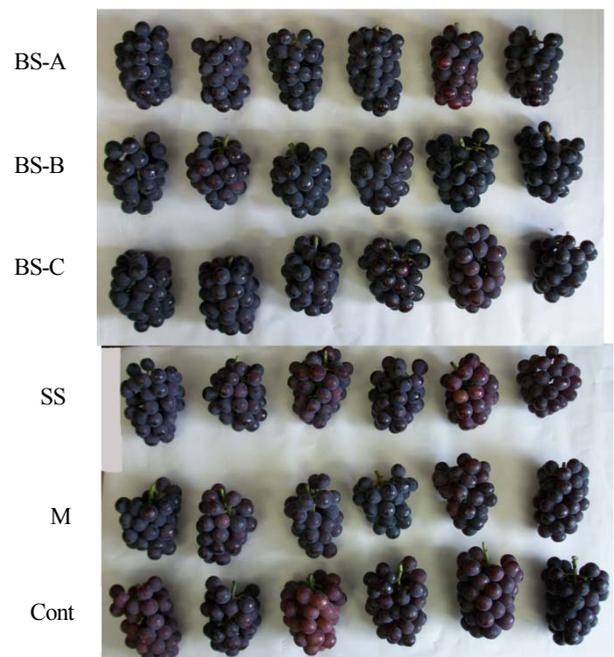


Fig. 3 Effect of curtain treatment on the color of 'Izumishiki'.

テンの両側設置区である A、B および C の3 処理区間では大きな差は認められなかったが、マルチ区、無処理区より着色が良好となる傾向がみられた。特にカーテンと主枝との間隔が広い両側 A 区では調査した両年ともに着色程度が有意に高かった(Table 2)。次に、果

汁における酸度を比較したところ、両側 A、B および C 区では 0.30-0.36% と無処理区の 0.46% より有意に低かった(Fig.4)。

また、片側区とマルチ区では両側 A 区より有意に高くなったが、両側 B、C 区とは有意な差はなかった。果皮アントシアニン含量では、両側 A、B 区が無処理区より有意に高かった(Fig.5)。果汁中の遊離アミノ酸分析を行った結果、測定した 17 種類のアミノ酸の多くで無処理区が高く、両側 A 区が低い傾向が認められた(Fig.6: 一部データ省略)。そのうち、アスパラギン酸、

ートによるマルチ処理等の方法が試みられている。環状はく皮については、‘巨峰’、‘紅瑞宝’ (山本ら 1992)、‘ピオーネ’ (藤島ら 2005)、‘安芸クイーン’ (山根ら 2007) で果皮色、糖度ともに高くなったと報告されており、この方法は果粒中の糖含量を高めることで果色を促進すると報告されている(山根・柴山 2007)。また、植物成長調節剤であるアブシジン酸の散布も着色促進に有効であり(Hiratsuka ら 2001, Kataoka ら 1982, 北村ら 2007, 松井ら 1992, 松島ら 1989, 山根・柴山 2007)、Ban ら(2003)はその作用機序はアントシアニン生合成酵素の遺伝子発現が着色に関連していると述べている。マルチなどによる樹への光環境の改善による

Table 2 Effects of curtain treatment with white reflection sheet on ‘Izunishiki’ grape characteristics.

Year	Treatment	Cluster(g)	No. of berry	Berry(g)	Skin color ²	Brix (%)
2010	BS-A	528.0 ab ¹	41.2 a	12.4 a	7.5 a	20.1 a
	BS-B	510.8 b	34.3 a	14.4 a	7.5 a	20.1 a
	BS-C	519.0 b	38.7 a	13.4 a	7.4 a	19.9 a
	SS	530.5 ab	35.7 a	14.3 a	6.2 b	18.8 a
	M	495.0 b	34.5 a	13.8 a	6.6 bc	19.6 a
	Cont	584.8 a	40.8 a	13.0 a	5.8 bd	18.8 a
2011	BS-A	577.2 a	34.2 a	15.9 a	8.5 a	20.5 a
	BS-B	564.2 a	34.7 a	15.8 a	7.3 ab	19.2 a
	BS-C	544.5 a	36.2 a	14.7 a	7.3 ab	19.8 a
	SS	631.1 a	34.3 a	17.2 a	7.0 ab	19.4 a
	M	619.1 a	38.7 a	15.4 a	6.8 b	19.3 a
	Cont	569.6 a	36.3 a	15.5 a	6.3 b	20.0 a

BS-A: Both sides-A, BS-B: Both sides-B, BS-C: Both sides-C, SS: Single side

M: Mulch, Cont: Control, ¹Cluster, ²Color chart value. ³Values followed by different letters are significantly different at P<0.05 by Tukey's multiple range test. (Cluster: n=6 in 2010, n=20 in 2011, Skin color: n=18, Other: n=6).

グルタミン酸およびアラニンについては、無処理区が両側 A、B および C 区より有意に高く、特にアルギニンでは両側 A 区の 6.2 倍であった。

考察

高温によるブドウの着色障害に関する研究は古くから数多く行われており、苫名ら(1979)は、‘デラウェア’の樹体を高温下で生育させると果実着色が抑制され低温下では促進されこと、森ら(2004)は、‘巨峰’の枝変わり品種である‘黒王’を用いた果実着色の実験で、昼温 30°C の場合、夜温が 15°C と比べて 30°C で着色程度が著しく低下することを報告している。また、苫名ら(1979)は、果実中のアントシアニン含量は果房周辺温度が 30°C より 15°C で増加し、夜温も低温になると増加すると述べている。このように、ブドウの着色には昼夜温差が必要と言われるが、近年の地球温暖化の影響で西南暖地の 8 月では夜温があまり下がらないため、環状はく皮処理、成長調節剤処理および反射シ

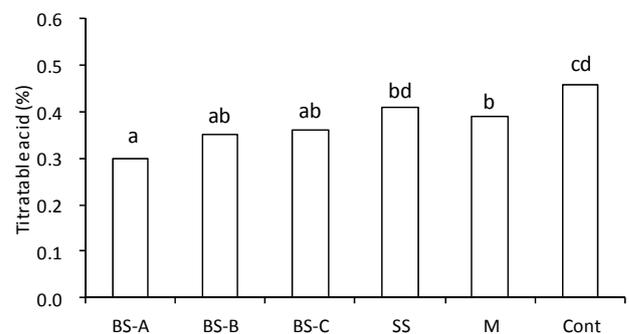


Fig. 4 Titratable acidity in grape juice obtained from grapes grown by curtain treatment with white reflection sheet. BS-A: Both sides-A, BS-B: Both sides-B, BS-C: Both sides-C, SS: Single side, M: Mulch, Cont: Control. Titratable acidity was converted into the value of tartaric acid. Values followed by different letters are significantly different at p<0.05 by Tukey's multiple range test (n=6).

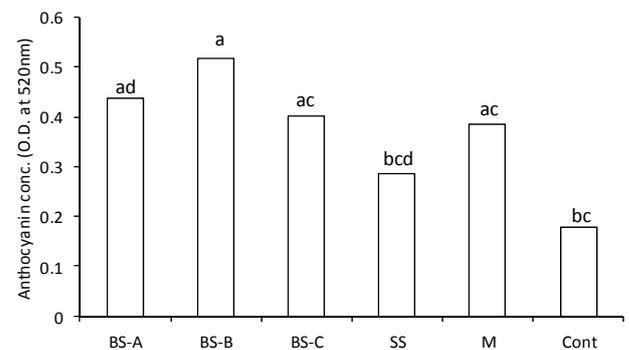


Fig. 5 Anthocyanin concentration in grape skin obtained by curtain treatment with white reflection sheet. BS-A: Both sides-A, BS-B: Both sides-B, BS-C: Both sides-C, SS: Single side, M: Mulch, Cont: Control. Values followed by different letters are significantly different at p<0.05 by Tukey's multiple range test (n=18).

着色促進も報告されているが、これは果面に当たる光量が増えることによる果皮アントシアニン含量の増加

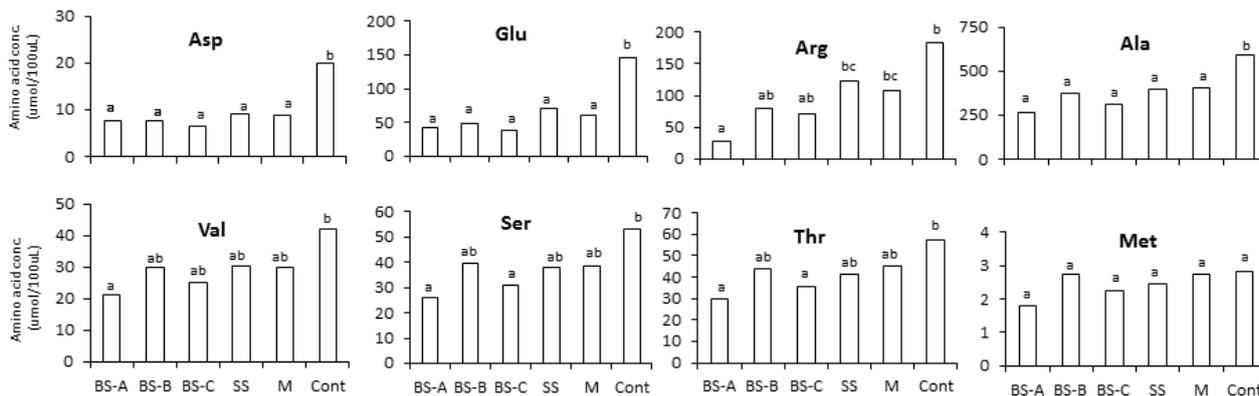


Fig. 6 Amino acids concentration of grape juice by the curtain treatment of white reflection sheet. BS-A: Both sides-A, BS-B: Both sides-B, BS-C: Both sides-C, SS: Single side, M: Mulch, Cont: Control. Values followed by different letters are significantly different at $p < 0.05$ by Tukey's multiple range test ($n=6$). Asp: Aspartic acid, Glu: Glutamic acid, Arg: Arginine, Ala: Alanine, Val: Valine, Ser: Serine, Thr: Threonine, Met: Methionine.

(内藤 1966)および糖の蓄積によるアントシアニン含量の増加(Pirie and Mullins 1977)などが要因であると考えられる。本実験では、収穫時まで有袋であったため、後者の光合成促進による糖の増加が着色促進に関係していると推察される。

本実験では、白色マルチシートのカーテン処理により光環境の改善することで果実の着色促進が認められたが、アスパラギン酸、グルタミン酸およびアラニンの3種類のアミノ酸ではその含量が低下した(Fig.5)。これらのアミノ酸は、酸味や甘味などに関与し、その弁別閾(ヒトが濃度の相違を感知する境界の刺激変化量)は10~20%と言われる(二宮 1968)。上記3種類のアミノ酸含量の低下率は50~70%であったため処理区間で味覚に影響する可能性も考えられたが、実際にはそれらの差は味覚では感じられなかった(データなし)。二宮(1968)が行った弁別閾実験は各アミノ酸単独の水溶液での調査であったのに対し、本実験では糖や有機酸等が多量に含まれるブドウ果汁であったため、この程度のアミノ酸含量の差は味覚にほとんど影響しなかったと推察される。ここで、アミノ酸含量が低下した要因を考察すると、野田・岡本(1999)は、アルミ蒸着シートを敷設した‘シャルドネ’で果実のアミノ酸含量は25%遮光区で無処理区より高くなったと報告している。この結果は、光強度が高すぎると逆にアミノ酸含量が低下する可能性を示唆している。一方、橋永・伊藤(1990)は、キンカンとポンカン果肉の中性アミノ酸の多くは成熟に伴って減少する傾向を見出し、稲葉

ら(1980)は、トマト果実は熟度の進展とともにセリン区分のアミノ酸とγアミノ酪酸は漸減する傾向があると報告している。これらのように、アミノ酸含量低下には熟度も関係している可能性も考えられる。いずれにしても、本研究では白色反射シート処理によるブドウ果粒中のアミノ酸含量低下の要因を明らかにできなかった。今後は葉内窒素含量の測定やアミノ酸-アントシアニン代謝系などの詳細な基礎データ解析によるメカニズム解明を検討していきたい。

以上のように、白色反射シートのカーテンを主枝の両側に処理することで光環境が大きく改善し、ブドウ果皮の着色向上などの果実品質向上効果が明らかとなった。なお、カーテンと主枝の間隔を90と120cmで効果を比較したが、着色程度では顕著な差は認められなかった。したがって、主枝との間隔が90cm以上であれば反射シートによるブドウ樹の光環境が改善されることで着色促進効果が期待できると判断される。さらに、カーテン処理ではシートを地面に敷設していないことから汚れや破損しにくくなり、耐用年数も伸びるという利点もある。例えば、本実験で用いたトンネルメッシュで約10a(33m×30m)の栽培面積を想定した場合、棚が15列となり、各列の長さが30mであるため、反射シートは各棚下に敷設するマルチ被覆、各棚の片方に吊るすカーテン方式とも合計450m必要となる。本実験で用いた反射シート(タイベックシート)の一般的な価格は150cm幅で100m巻が約17,000円であるので、10aあたりでマルチ被覆、カーテン方式

とも合計 76,500 円となる。マルチ被覆では、作業や泥水によるシート表面の汚損やスピードスプレーヤーなどの走行や脚立による作業などでシートの破損が生じやすいという問題点がある。一方、カーテン方式では、薬剤散布時は柵線にシートを束ねることで表面の汚れは特に問題とならず、上記の汚損等が少ないことで 6 年程度は使用可能と考えられることから、減価償却は年間 12,400 円と試算される。マルチ被覆では、カーテン方式と同程度の光反射効果を期待する場合、2~3 年で更新が必要であることから、減価償却は年間 381,133 ~247,800 円と試算される。

このように、白色反射シートのカーテン処理はブドウの着色促進だけでなく、コスト面でも有効な方法であると考えられる。しかし、シートを直線的にカーテン状に垂らす必要があることから、一文字型、H 字型、WH 型の短梢剪定や垣根仕立て等の主枝が平行に配置される整枝法では処理が可能であるが、長梢剪定などの自然形整枝には適さない。今後は、長梢栽培やカキなどの他果樹にも応用できる処理方法を検討したい。

要 約

白色反射シートのカーテン方式でのブドウ着色促進効果を検討した。白色反射シートカーテンの両側設置区である両側 A 区(主枝との間隔が両側とも 120 cm の位置)、B 区(120 cm と 90 cm)および C 区(両側とも 90 cm)の着色が無処理区より優れていた。カラーチャート値では、両側 A、B および C の 3 処理区間では有意差は認められなかったが、無処理区より着色が良好となった。また、シート両側処理区では無処理区より酸度が低くなり、いくつかのアミノ酸含量でも低くなった。

以上のことから、反射シートの両側カーテン処理は、ブドウの着色向上、果実の品質向上に効果があることが明らかとなった。

文 献

Ban, T., M. Ishimaru, S. Kobayashi, S. Shiozaki, N. Goto-Yamamoto and S. Horiuchi. 2003. Abscisic acid and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid affect the expression of anthocyanin biosynthetic pathway genes in 'Kyoho' grape

berries. *J. Hort. Sci. Biotech.* 78: 586-589.

藤島宏之・白石美樹夫・下村昌二・堀江裕一郎. 2005. 環状はく皮処理がブドウ 'ピオーネ' の果実品質に及ぼす影響. *園学研.* 4: 313-318.

橋永文男・伊藤三郎. 1990. キンカンとポンカン果実の成熟および貯蔵中の遊離アミノ酸含量とエセホン処理の影響. *鹿大農報.* 40: 37-42.

Hiratsuka, H., H. Onodera, Y. Kawai, T. Kubo, H. Itoh and R. Wada. 2001. ABA and sugar effects on anthocyanin formation in grape berry cultured in vitro. *Sci. Hortic.* 90: 121-130.

井門健太・松本秀幸・宮田信輝・矢野 隆. 2009. 光環境の改善が '安芸クイーン' の着色に及ぼす影響. *愛媛農水研果研セ研報.* 1: 43-51.

稲葉昭次・山本 努・伊東卓爾・中村怜之輔. 1980. トマト果実の樹上成熟および追熟中の遊離アミノ酸と可溶性ヌクレオチド含量の変化. *園学雑.* 49: 435-441.

Kataoka, I., A. Sugiura, N. Utsunomiya and T. Tomana. 1982. Effects of abscisic acid and defoliation on anthocyanin accumulation in Kyoho grapes (*Vitis vinifera* L. × *V. labruscana* Bailey). *Vitis* 21: 325-332.

北村八祥・中山真義・近藤宏哉・西川 豊・腰岡政二・平塚 伸. 2007. ブドウ '安芸クイーン' 果皮の着色促進および深色化に及ぼす アブシジン酸の時期別処理の影響. *園学研.* 6: 271-275.

松井弘之・奥村外与彦・金子真美子. 1992. ブドウ 'デラウェア' 果粒の糖蓄積に及ぼすオーキシン、アブシジン酸の影響. *千葉大園学報.* 45: 39-44.

松島二良・平塚 伸・谷口典生・輪田竜治・須崎徳高. 1989. ABA 処理したブドウ 'オリンピック' の果皮中におけるアントシアニンおよび糖の変動. *園学雑.* 58: 551-555.

森 健太郎・菅谷純子・弦間 洋. 2004. ブドウ '黒王' の成熟期における温度が果実の着色およびアントシアニン関連酵素活性に及ぼす影響. *園学研.* 3: 209-214.

村谷恵子・小野俊朗・依田征四. 1997. ブドウ(安芸クイーン)の着色向上に対する果房遮光と反射マルチの効果. *平成 10 年度近畿中国成果情報.* 325-326.

- 内藤隆次. 1966. ブドウ果実の着色に関する研究(第7報) 果皮中の Anthocyanin および Leucoanthocyanin の消長に及ぼす光度の影響. 園学雑. 35: 225-232.
- 二宮恒彦. 1968. アミノ酸の呈味に関する研究. 調理科学. 1: 185-197.
- 西川 豊・富森聡子・輪田健二・近藤宏哉. 2011. 栽培条件の違いがブドウ果皮中のレスベラトロール含量に及ぼす影響. 園学研. 10: 249-253.
- 野田雅章・岡本五郎. 1999. 果房の受光量がブドウ‘シャルドネ’の果実成熟・ワイン品質に及ぼす影響. 日本ワイン・ブドウ学会誌. 10: 137-143.
- Pirie, A., and M.G.Mullins. 1977. Interrelationships of sugars, anthocyanins, total phenols and dry weight in the skin of grape berries during ripening. Amer. J. Enol. Vitic. 28: 204-209.
- 杉浦俊彦・黒田治之・杉浦裕義. 2007. 温暖化がわが国の果樹生育に及ぼしている影響の現状. 園学研. 6: 257-263.
- Thimijan, W.T. and R.D. Heins. 1983. Photometric, radiometric, and quantum light units of measure: A review of procedures for interconversion. HortSci. 18: 818-822.
- 苫名 孝・宇都宮直樹・片岡郁雄. 1979. 樹上果実の成熟に及ぼす温度環境の影響(第2報)ブドウ‘巨峰’果実の着色に及ぼす樹体および果実の環境温度の影響. 園学雑. 48: 261-266.
- Yamane, T. and K. Shibayama. 2006. Effects of changes in the sensitivity to temperature on skin coloration in ‘Aki Queen’ grape berries. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 75: 458-462.
- 山根崇嘉・柴山勝利. 2007. ブドウ結果枝における環状はく皮処理の時期, 幅および果粒数が果皮の着色に及ぼす影響. 園学研. 6: 233-239.
- 山根崇嘉・加藤淳子・柴山勝利. 2007. ブドウ‘安芸クイーン’の着色実態および環状はく皮と着果量の軽減による着色改善. 園学研. 6: 441-447.
- 山本孝司・高橋国昭・高田 光. 1992. 環状はく皮によるブドウの品質向上技術. 近畿中国農研. 83: 38-42.