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

山根崇嘉*・加藤淳子^a・柴山勝利^b

広島県立総合技術研究所農業技術センター果樹研究部 729-2402 東広島市安芸津町

Coloration of ‘Aki Queen’ Grapes in Different Production Areas and Improvement of Coloration by Girdling and Cluster Thinning

Takayoshi Yamane*, Junko Kato^a and Katsutoshi Shibayama^b

Fruit Tree Research Division, Agricultural Technology Research Center, Hiroshima Prefectural Technology Research Institute,
Akitsu, Higashi-hiroshima, Hiroshima 739-2402

Abstract

To clarify the relation between coloration of grape berry skins and temperature in Hiroshima, skin coloration, temperatures as well as berry characteristics and cultivation methods were measured among 7 vineyards of ‘Aki Queen’ grape (*Vitis labrusca* L. × *V. vinifera* L.), in 2001. Moreover, the effects of girdling and cluster thinning on skin color were examined in 3 vineyards where coloration was restricted, in 2005. Coloration markedly different among vineyards, with color index values (0–5 grade) between 0.2 and 4.5. Despite differences in culturing methods and vine age, there were positive relationships among total soluble solids (TSS), the duration of plant exposure to temperatures between 20 and 25°C from 8 to 21 days after the onset of coloring and the coloration. Girdling and cluster thinning increased the coloration and TSS in the vineyards where temperatures from 8 to 21 days after the onset of coloring were high. However, the effects of girdling and cluster thinning were low when shoot growth was vigorous. These findings indicate that factors other than temperatures and TSS are involved in the coloration of berry skins.

Key Words : ripening, sugar, temperature

キーワード : 温度, 成熟, 糖

緒 言

成熟期の高温がブドウの着色不良を招くことは古くから知られている(内藤・植田, 1964). 着色不良は‘安芸クイーン’(*Vitis labrusca* L. × *V. vinifera* L.)などの赤色品種で著しく, 着色不良果の商品価値は低い.

温度とブドウの着色との関係について, 成熟期における30°C以上の高温はアントシアニンの蓄積を阻害すること(Kataoka ら, 1984; Kliewer, 1970; Mori ら, 2004; 苦名ら, 1979), 樹体温だけでなく果実温も果皮のアントシアニン蓄積に重要な影響を及ぼすこと(苦名ら, 1979), 温度の影響は品種により異なること(Kliewer・Torres, 1972)が明らか

にされている. 高温でアントシアニンの蓄積が抑制されるメカニズムについて, Yamane ら(2006)は高温(30°C)は‘安芸クイーン’果皮のアブシジン酸(ABA)含量を低下させるとともに, アントシアニン生合成関連酵素遺伝子および *Myb* 様転写因子 *VvmybA1* の発現を低下させ, 着色不良に至ることを明らかにしている. *VvmybA1* は果皮色の突然変異に関与し, アントシアニンの生合成を制御している(Kobayashi ら, 2004).

しかし, 現地の着色実態と気温との関係を調査した報告は少ない. 内藤ら(1986)は‘巨峰’において, 収穫前40日間の平均気温と着色との間に負の相関を認めている. 一方, ‘安芸クイーン’の着色には着色開始後8~21日目の気温が重要で, 成熟後期の高温は着色に影響を及ぼさないことが明らかとなっている(Yamane ら, 2006; Yamane・Shibayama, 2006b). 広島県内の気温の分布は大きく, 北部ではリンゴが栽培され, 南部の瀬戸内沿岸部ではカンキツ類が栽培されている. ‘安芸クイーン’は北部から瀬戸内沿岸部までの各地で栽培されているが, 瀬戸内沿岸部では着色不良が問題となっており, 着色開始後8~21日目の気温が高く, 着色不良を引き起こしている可能性がある.

2006年10月12日 受付. 2006年12月21日 受理.

本研究の一部は(独)農業・食品産業技術総合研究機構運営費交付金プロジェクト研究No.166「作物及び家畜生産における気候温暖化の影響解明とその制御技術の開発」の助成により行われた.

* Corresponding author. E-mail: t-yamane86036@pref.hiroshima.lg.jp

^a現在: 広島県立総合技術研究所保健環境センター

^b現在: 広島県農林水産部農水産振興局

一方、環状はく皮はブドウの成熟促進に効果的であるとされており（大井上, 1930）、Peacock ら（1977）は成熟期前の環状はく皮処理が‘レッド・マラガ’の着色を向上させることを報告している。国内では‘巨峰’、‘紅瑞宝’、‘ピオーネ’において環状はく皮による着色促進効果が認められている（藤島ら, 2005; 山本ら, 1992）。また、Yamane・Shibayama（2006a）は‘安芸クイーン’において着果負担の軽減と環状はく皮処理を組み合わせると、着色向上効果が大きいことを明らかにしている。しかし、高温条件下での環状はく皮と着果負担の軽減による着色改善効果は不明である。

本研究の目的は、（1）広島県内各地において、‘安芸クイーン’の着色実態と気温との関係を明らかにすること、（2）着色不良園、特に高温地域の園において環状はく皮と着果量の軽減が着色改善に及ぼす効果を明らかにすることである。

材料および方法

実験 1. 栽培園における着色実態

広島県北部の山間部から南部の瀬戸内沿岸部までの各地で栽植されているブドウ‘安芸クイーン’（*V. labrusca* L. × *V. vinifera* L.）について 2001 年に調査を行った。調査園は第 1 表に示すように、A 園（三次市三良坂町、標高 290 m、長梢剪定、10 年生樹、5BB 台木）、B 園（三次市東酒屋町、標高 320 m、長梢剪定、4 年生樹、5BB 台木）、C 園（広島市安芸区、標高 100 m、短梢剪定、5 年生樹、5BB 台木）、D 園（広島市東区、標高 110 m、短梢剪定、根域制限栽培、3 年生樹、自根）、E 園（福山市沼隈町、標高 80 m、短梢剪定、6 年生樹、5BB 台木）、F 園（東広島市安芸津町、標高 170 m、短梢剪定、根域制限栽培、7 年生樹、SO4 台木）、および G 園（東広島市安芸津町、標高 30 m、加温栽培、短梢剪定、根域制限栽培、6 年生樹、自根）の全 7 園とした。加温栽培の G 園以外は、雨除けを目的としたトンネルによる簡易被覆栽培である。すべての園において、着粒安定、無核化および果粒肥大のためジベレリン（GA₃）12.5 mg・L⁻¹と

ホルクロルフエニユロン（CPPU）3 mg・L⁻¹を満開後 3 日および 13 日に花（果）穂に浸漬処理した。1 果房当たりの着粒数は 30～35 粒とした。

各園の発芽日、展葉日、満開日、着色開始日、および収穫日を記録するとともに、成熟期の 1 時間ごとの気温を記録した。得られた気温については、着色開始後 8～21 日目の日平均気温、日最高気温および日最低気温の平均値を求めるとともに、この期間の気温を、20℃未満、20℃以上 25℃未満、25℃以上 30℃未満、30℃以上に区分し、期間中の各温度帯の遭遇時間数を求めた。各温度帯の遭遇時間数は計測期間の日数で除し、1 日当たりの時間数とした。

着色開始後 43 日目を目安にその前後 3～4 日の間に果房を収穫した。C 園については着色開始が特に遅れたことから、酸含量の低下を目安に収穫した。平均的な生育を示す樹を各園 1～3 樹選び、合計 10 果房を果実分析に供試した。収穫果については、重さを計測した後、各房から 5 粒を選び、果粒重、果皮色、糖度および酸含量を測定した。果皮色は‘安芸クイーン’専用カラーチャート（Kondou ら, 1998）を用いて調査した。カラーチャート値は、0：ほとんど着色していない、1：着色が著しく不良、2：着色不良、3：中程度の着色、4：着色良好、5：過着色の 6 段階からなり、広島県ではカラーチャート値 3 以上を目標としている。糖度は屈折糖度計を用いて測定し、酸含量は 0.1 N・NaOH で滴定した値を酒石酸含量に換算した。

実験 2. 着色不良園における環状はく皮と着果量の軽減が着色に及ぼす影響

2005 年に温暖地域の 3 園について環状はく皮と着果量の軽減を組み合わせた処理を行った。各園の栽培方法および樹齢を第 1 表に示す。H 園（広島市東区、標高 110 m、短梢剪定、根域制限栽培、7 年生樹、自根）、I 園（福山市沼隈町、標高 80 m、短梢剪定、11 年生樹、5BB 台木）、J 園（福山市沼隈町、標高 80 m、加温栽培、短梢剪定、11 年生樹、5BB 台木）とした。H および I 園はトンネルによる簡易被覆栽培である。

実験 1 と同様に成熟期の気温を 1 時間ごとに記録し、解

Table 1 Profiles of vineyards and vines of ‘Aki Queen’ grapes used in Exp. 1 and Exp. 2 in Hiroshima.

	Vineyard	District	Altitude(m)	Pruning method ^y	Planting method	Vine age (years old)
Exp. 1 (2001)	A	Miyoshi	290	LCP	Normal	10
	B	Miyoshi	320	LCP	Normal	4
	C	Hiroshima	100	SCP	Normal	5
	D	Hiroshima	110	SCP	Restricted root-zone	3
	E	Fukuyama	80	SCP	Normal	6
	F	Higashi-hiroshima	170	SCP	Restricted root-zone	7
	G ^z	Higashi-hiroshima	30	SCP	Restricted root-zone	6
Exp. 2 (2005)	H	Hiroshima	110	SCP	Restricted root-zone	7
	I	Fukuyama	80	SCP	Normal	11
	J ^z	Fukuyama	80	SCP	Normal	11

^z Forcing culture with heating.

^y LCP, long cane pruning; SCP, short cane pruning.

析した。環状はく皮は満開後 35 日目に地上 1 m の主幹部に処理した。はく皮幅は H および I 園では 10 mm 幅、J 園では 5 mm 幅で行った。処理日は H 園で 6 月 27 日、I 園で 6 月 30 日および J 園で 5 月 18 日とした。環状はく皮処理時に摘房により着果量を調節した。着果量は各園での慣行の着果量を基準とし、11 ~ 29% 減らした区を設け、それぞれの区に環状はく皮処理を行った。すなわち、H 園においては、環状はく皮をしない無処理区 (1 m² 当たり 5.5 果房)、1 m² 当たり 4.9 果房として環状はく皮処理した区 (着果量 89% 区) および 1 m² 当たり 4.0 果房として環状はく皮処理した区 (着果量 73% 区) を設け、各区 3 樹を供試した。I 園においては、環状はく皮をしない無処理区 (1 m² 当たり 3.5 果房)、着果量を減らさずに環状はく皮処理した区 (着果量 100% 区)、1 m² 当たり 3.0 果房として環状はく皮処理した区 (着果量 86% 区) および 1 m² 当たり 2.5 果房として環状はく皮処理した区 (着果量 71% 区) を設け、各区 3 樹を供試した。J 園では、環状はく皮をしない無処理区 (1 m² 当たり 4.1 果房)、着果量を減らさずに環状はく皮処理した区 (着果量 100% 区) と 1 m² 当たり 3.1 果房として環状はく皮処理した区 (着果量 76% 区) を設け、各区 4 樹を供試した。また、環状はく皮時に葉色、新梢長、結果枝の葉面積および葉面積指数を調査した。新梢生育は各園 5 ~ 10 結果枝について調査した。葉色は基部から第 8 節目の本葉について、葉緑素計 (SPAD-502, Minolta) を用いて計測した。結果枝の葉面積については、‘安芸クイーン’の葉身長と葉面積から得た式、 $y = 1.6165x^2 - 5.3696x$ ($r^2 = 0.971$, x: 葉

身長, y: 葉面積) を用いて各葉の葉身長から算出した。葉面積指数については、結果枝葉面積と結果枝本数との積を樹冠面積で除して求めた。収穫時の果実品質は各樹より無作為に 3 ~ 5 果房を採取し、実験 1 と同様に調査した。

結 果

実験 1. 栽培園における着色実態

第 2 表に A ~ G 園の発芽日、展葉日、開花日、着色開始日および収穫日を示した。着色開始日は簡易被覆栽培ではほとんど 7 月中下旬であったが、C 園のみ 8 月 10 日と他園よりも遅かった。加温栽培の G 園は 6 月 7 日であった。収穫日は A ~ F 園では F 園が最も早く 8 月 25 日であり、B 園が最も遅く 9 月 13 日であった。G 園は 7 月 17 日であった。

第 3 表に各園の収穫時の果実形質および着果量を示した。果皮のカラーチャート値は、最も高い A 園では 4.5 とチャートの最大値に近い値となり、最も低い C 園では 0.2 とチャートの最小値に近い値となった。着果量は最も少ない B 園の 0.8 kg・m⁻² から最も多い D 園の 3.0 kg・m⁻² まで最大 3 倍程度の差があったが、着果量と着色との間に明確な関係は認められなかった。C や D 園などの着色不良園では果房重および果粒重が他園よりも大きく、糖度が低かった。栽培方法や樹齢の違いにかかわらず、糖度と着色との間には有意な正の相関が認められた。酸含量は着色との間に明確な関係はなかった。

着色にとって重要な、着色開始後 8 ~ 21 日目の気温と着色との関係を解析した結果、20 ~ 25°C に遭遇した時間と

Table 2 Dates of developmental stages of ‘Aki Queen’ vines at various vineyards in Hiroshima in 2001 (Exp. 1).

Vineyard	Bud brake	Leaf expand	Full bloom	Onset of coloring	Harvest
A	2 May	—	1 Jun.	15 Jul.	29 Aug.
B	—	3 May	3 Jun.	27 Jul.	13 Sep.
C	9 Apr.	12 Apr.	1 Jun.	10 Aug.	12 Sep.
D	7 Apr.	15 Apr.	25 May	19 Jul.	6 Sep.
E	—	25 Apr.	2 Jun.	15 Jul.	1 Sep.
F	9 Apr.	21 Apr.	1 Jun.	15 Jul.	25 Aug.
G ^z	13 Mar.	—	17 Apr.	7 Jun.	17 Jul.

^z Forcing culture with heating.

Table 3 Fruit quality and crop load of ‘Aki Queen’ vines at various vineyards in Hiroshima in 2001 (Exp. 1).

Vineyard	Berry skin color	Crop load (kg・m ⁻²)	Cluster wt. (g)	Berry wt. (g)	Total soluble solids (°Brix)	Titrateable acidity (g・100 mL ⁻¹)
A	4.5	1.3	494	13.6	18.7	0.57
B	2.1	0.8	462	13.6	18.7	0.71
C	0.2	1.7	558	19.2	16.1	0.51
D	0.4	3.0	589	15.2	17.0	0.46
E	1.2	1.2	458	13.5	18.3	0.50
F	3.2	2.7	440	13.0	18.7	0.42
G ^z	3.5	2.2	395	14.7	18.9	0.66
Correlation coefficient between coloration (<i>r</i>)	—	-0.12	-0.67	-0.61	0.82* ^y	-0.32

^z Forcing culture with heating.

^y* indicate significance at $P \leq 0.05$.

Table 4 Temperature between 8 and 21 days after the onset of coloring at various vineyards in Hiroshima in 2001 (Exp. 1).

Vineyard	Daily air temperature			Temperature distribution (h · day ⁻¹)			
	Mean	Maximum	Minimum	Under 20°C	20–25°C	25–30°C	Over 30°C
A	25.3	31.3	20.9	1.1	11.2	8.1	3.6
B	25.8	32.6	21.0	0.6	11.9	6.4	5.0
C	27.3	32.8	22.8	0.0	7.9	9.9	6.1
D	27.0	31.4	23.6	0.0	7.7	11.6	4.7
E	27.1	34.3	22.5	0.0	9.9	7.4	6.7
F	25.9	31.5	22.4	0.0	11.4	9.0	3.6
G ^z	22.5	27.4	19.7	5.4	13.4	5.0	0.1
Correlation coefficient between coloration (<i>r</i>)	–0.72	–0.52	–0.75	0.50	0.82 ^{yz}	–0.55	–0.69

^z Forcing culture with heating.^y * indicate significance at $P \leq 0.05$.**Table 5** Temperature between 8 and 21 days after the onset of coloring at various vineyards in Hiroshima in 2005 (Exp. 2).

Vineyard	Daily air temperature			Temperature distribution (h · day ⁻¹)			
	Mean	Maximum	Minimum	Under 20°C	20–25°C	25–30°C	Over 30°C
H	27.9	32.5	24.2	0.0	5.6	11.8	6.6
I	27.9	33.6	23.3	0.0	7.1	9.6	7.3
J ^z	19.8	26.9	14.2	13.4	6.0	4.5	0.1

^z Forcing culture with heating.**Table 6** Effects of girdling with different crop load levels on fruit quality at harvest in 2005 (Exp. 2).

Vineyard	Girdling treatment	Crop load levels ^y	Crop load (kg · m ⁻²)	Berry skin color	Cluster wt. (g)	Berry wt. (g)	Total soluble solids (°Brix)	Titrateable acidity (g · 100 mL ⁻¹)
H	Yes	89%	2.2b ^x	2.1ab	452a	13.7a	19.3a	0.54ab
	Yes	73%	1.8c	3.0a	454a	14.1a	19.2a	0.51b
	No	100%	2.6a	1.1b	466a	13.7a	18.4b	0.59a
I	Yes	100%	1.8a	0.5ab	537a	14.6a	18.2a	0.65a
	Yes	86%	1.5ab	0.8ab	561a	13.9a	18.8a	0.63a
	Yes	71%	1.2b	1.3a	514a	14.1a	18.7a	0.67a
	No	100%	1.9a	0.3b	587a	14.5a	17.7b	0.71a
J ^z	Yes	100%	3.1a	1.3b	735a	16.8a	13.6ab	0.80a
	Yes	76%	2.3b	2.3a	734a	16.8a	14.5a	0.80a
	No	100%	3.0a	0.6b	693a	16.8a	12.7b	0.88a

^z Forcing culture with heating.^y Crop load levels in comparison with control (not-girdled treatment in each vineyard).^x Means separated within columns of each vineyard by Tukey test ($P \leq 0.05$).

着色との間には有意な正の相関が認められた (第4表)。また、有意ではなかったが、日平均気温および日最低気温と着色との間には負の相関が認められ、着色不良のCおよびD園で日平均気温および日最低気温が高く、最も着色が進んだA園は、日平均気温および日最低気温が低かった。加温栽培のG園は、最も気温が低く、20～25°Cの遭遇時間が最も長かった。日最高気温と着色との相関は平均気温、最低気温に比べ低かった。

実験2. 着色不良園における環状はく皮と着果量の軽減が着色に及ぼす影響

温度条件の異なる着色不良園3園について、着果量を軽減し、環状はく皮処理を行った。H園は実験1で高温で

あったCおよびD園よりもさらに気温が高く、日最低気温は24°C以上となり、20～25°Cに遭遇した時間は5.6時間と著しく短かった (第5表)。I園は20～25°Cに遭遇した時間が7.1時間と、実験1の着色不良園並の高温であった。加温栽培のJ園は実験1の加温栽培のG園より気温が低かったが、20°C以下の時間が13.4時間と長く、20～25°Cの時間は6.0時間と短かった。

これらの3園において、着果量を軽減し、環状はく皮を処理した。基準とした慣行の着果量は園により異なり、H、IおよびJ園でそれぞれ2.6、1.9および3.0 kg · m⁻²であった (第6表)。着果量を軽減し、環状はく皮を行うことにより、すべての園で果皮の着色が向上した。しかし、着色向

Table 7 Shoot growth and leaf area index (LAI) of various vineyards in 2005 (Exp. 2).

Vineyard	Shoot length (cm)	Leaf area of shoot (m ²)	Leaf color	LAI
H	109b ^y	0.42a	43.7b	2.3
I	128a	0.45a	46.8a	2.5
J ^z	128ab	0.43a	46.6a	2.9

Shoot growth was measured at the time of girdling.

^z Forcing culture with heating.

^y Means separated by Tukey test ($P \leq 0.05$).

上効果は園により異なり、H園では着果量73%とし、環状はく皮処理することにより目標とするカラーチャート値3.0に達したが、I園では着果量71%とし環状はく皮処理してもカラーチャート値1.3に止まった。加温栽培のJ園も着果量76%区でカラーチャート値2.3と、3未満であった。果房重および果粒重は、いずれの園においても処理による影響はなかった。糖度も果皮色と同様の傾向を示し、着果量を減らし、環状はく皮処理することにより有意に向上した。酸含量は、H園では着果量を減らし、環状はく皮処理することにより有意に低下したが、他園では処理区間に差がなかった。J園は他園に比べ、果房重および果粒重が特に大きく、糖度が低く、酸含量が高かった。

環状はく皮処理時の新梢生育についてはH園が他園よりも新梢長が短く、葉色が薄かった(第7表)。葉面積指数はH、IおよびJ園でそれぞれ2.3、2.5および2.9であった。

考 察

1. 温度と着色との関係

本研究で調査を実施した7園では樹齢や台木、栽培方法が異なったにもかかわらず、全体としてみると着色と20～25℃の遭遇時間および糖度との間に有意な正の相関が認められた。沿岸部地域の簡易被覆栽培では20～25℃の遭遇時間が少ないために、着色が不良であったと考えられる。コイトロンを用いた実験では、‘安芸クイーン’の着色は20℃で大きく促進されることが報告されている(Yamaneら, 2006)。また、山根・柴山(2005)は果房を温度勾配培養器で温度処理した場合、‘安芸クイーン’の着色は18～24℃で促進されることを示しており、本実験の結果とほぼ一致する。沿岸部地域であっても加温栽培のG園は成熟期が早いことから、20～25℃に遭遇した時間が長く、着色が良好となったと考えられる。

日最高気温は日平均気温や日最低気温に比べ、着色との相関は低かった。日最高気温は加温栽培のG園以外ではいずれの園も30℃以上となった。30℃以上の高温は着色をほぼ完全に抑制する(Yamaneら, 2006)ことから、最高気温の高低が着色に与える影響は小さかったと考えられる。

一方、糖度と着色との相関も高かった。糖の蓄積はアントシアニンの蓄積と密接に関係しており、果皮の乾物重当たりの糖含量とアントシアニン含量との間には高い正の相

関があること(Pirie・Mullins, 1977) , ‘ピオーネ’において、着色不良樹では良好樹に比べて成熟期間を通して果実の糖含量が低く、特に成熟開始2～3週間以降の糖蓄積が劣ること(小野ら, 1993)が報告されている。また、ABA処理による着色促進は果皮中の糖含量と関係することが報告されている(Hiratsukaら, 2001; 松島ら, 1989)。近年ではショ糖がシグナル物質としてアントシアニン生合成を制御していることがモデル植物を用いた研究により明らかにされている(Solfanelliら, 2006; Tengら, 2005)。ブドウでは果実に蓄積する糖はブドウ糖および果糖が主であるが、転流形態はショ糖とされている(Swanson・El-Shinshiny, 1958)。今回の結果における糖度の上昇が、ショ糖濃度の上昇を伴っていたかどうかは不明であるが、糖は着色を決定する重要な要素であると思われる。

また本実験において気温と糖度に差が認められないA、B、F園で着色に差が認められたことは、気温と糖度以外の要因も着色に関与していることを示唆している。

以上のように‘安芸クイーン’の着色実態を調査した結果、栽培園の着色は気温の影響を強く受けるとともに、糖度にも強い影響を受けていることが明らかとなった。

2. 環状はく皮と着果量軽減の着色改善効果

環状はく皮処理と着果量の軽減による着色改善効果の程度は園により異なった。H園は着色開始後8～21日の間に20～25℃に遭遇した時間が特に短く、高温であったが、環状はく皮処理と着果量の軽減により、着色および糖度が大きく向上した。環状はく皮は着色開始時点ですでに果粒中の糖度を高めており、糖蓄積を促すことにより、着色を促進していると考えられる(山根・柴山, 2007)。

一方、J園では着果量を減らし、環状はく皮を行うことで着色は改善されたが、カラーチャート値3に達せず、満足できる結果が得られなかった。さらに、I園は20～25℃に遭遇した時間がH園よりも若干長く、糖度も18度前後と比較的高かったにも関わらず、着果量を1.2 kg・m⁻²と大幅に減らしてもカラーチャート値は1.3にしかならなかった。これらのことは、温度や糖度以外にも着色阻害要因が存在することを示唆している。

I園とJ園の新梢生育は、H園に比べ旺盛であったことから、施肥管理などの土壌管理の違いが着色に影響を及ぼしている可能性があると思われる。窒素の影響に関しては、成熟期の窒素供給を制限すると糖度が高まり、着色が促進することが報告されている(広保, 1963; Kliewer, 1977; 岡本ら, 1991)。H園は水はけのよい花崗岩土壌を培地とした根域制限栽培であり、夏期に土壌中の窒素濃度が非常に低くなる。一方、I園およびJ園は地植え樹で粘質な土壌である。このような土壌環境の違いが、H園においてI園およびJ園よりも環状はく皮による着色改善効果が優れた原因の一つかもしれない。

H～J園の葉面積指数は2.3～2.9であった。高橋(1985)は‘デラウェア’において最適葉面積指数は2よりも大き

く3に近いとしている。本実験の葉面積指数はこの範囲内であった。

また、HおよびI園では環状はく皮を幅10 mm、J園では5 mmで行った。著者らは‘安芸クイーン’の結果枝を用いた実験から、はく皮幅を5～20 mmに変えても着色改善効果はほとんど同等であることを明らかにしており(山根・柴山, 2007)、はく皮幅の違いによる影響は小さかったと考えられる。

以上のことから、高温条件下でも着果量を減らし、環状はく皮処理することにより、着色および糖度が向上したが、新梢生育の旺盛な園では、着色改善効果が小さく、気温や糖度以外にも着色阻害要因があることが示唆された。

摘 要

広島県内各地における‘安芸クイーン’の着色実態と気温との関係を明らかにするため、栽培条件の異なる7園について、ブドウ‘安芸クイーン’の着色実態を2001年に調査した。また、2005年に栽培条件の異なる着色不良園3園において環状はく皮処理および着果量の軽減による着色改善を試みた。着色は園地により大きく異なり、カラーチャート値(0～5段階)で0.2～4.5となった。樹齢や栽培方法が異なったにもかかわらず、着色と糖度および着色開始後8～21日における20～25℃に遭遇した時間との間に有意な正の相関が認められた。また、高温条件下でも着果量を減らし、環状はく皮処理することにより、着色および糖度が向上したが、新梢生育の旺盛な園では、着色改善効果が小さく、気温や糖度以外にも着色阻害要因があることが示唆された。

謝 辞 本稿の御校閲を頂いた東京大学教授、杉山信男博士に対し、深謝の意を表します。

引用文献

- 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.
- Hiratsuka, S., 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. Hort. 90: 121–130.
- 広保 正. 1963. ブドウ樹の栄養生理学的研究(第5報)窒素, リン酸, 加里, 石灰の供給時期および期間がブドウ樹の生長, 収量, 品質におよぼす影響について. 園学雑. 32: 20–26.
- Kataoka, I., Y. Kubo, A. Sugiura and T. Tomana. 1984. Effects of temperature, cluster shading and some growth regulators on L-phenylalanine ammonia-lyase activity and anthocyanin accumulation in black grapes. Mem. Coll. Agric. Kyoto Univ. 124: 35–44.
- Kliewer, W. M. 1970. Effect of day temperature and light intensity on coloration of *Vitis vinifera* L. grapes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95: 693–697.
- Kliewer, W. M. 1977. Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of Emperor grapes. Amer. J. Enol. Viticult. 28: 96–103.
- Kliewer, W. M. and R. E. Torres. 1972. Effect of controlled day and night temperatures on grape coloration. Amer. J. Enol. Viticult. 23: 71–77.
- Kobayashi, S., N. Goto-Yamamoto and H. Hirochika. 2004. Retrotransposon-induced mutations in grape skin color. Science 304: 982.
- Kondou, H., H. Itou, H. Ishikawa, Y. Motonaga, A. Hashimoto and T. Kameoka. 1998. Color chart for fruits of grape ‘Aki Queen’ by digital image processing. Agricultural Information Technology in Asia and Oceania 1998. 197–202.
- 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.
- Mori, K., S. Sugaya and H. Gemma. 2004. Regulatory mechanism of anthocyanin biosynthesis in ‘Kyoho’ grape berries grown under different temperature conditions. Environ. Control in Biol. 42: 21–30.
- 内藤隆次・植田尚文. 1964. ブドウ果実の着色に関する研究(IV) 夏期の昼間の高温がデラウェア種果実の着色及び成熟に及ぼす影響. 島根農科大研報. 13: 10–14.
- 内藤隆次・山村 宏・村田清美. 1986. ブドウ‘巨峰’果実の着色に及ぼす気温および日射の影響. 島根大農研報. 20: 1–7.
- 大井上 康. 1930. 葡萄之研究. p. 550–557. 養賢堂. 東京.
- 岡本五郎・野田雅章・今井俊治・藤原多見夫. 1991. 根域制限した‘巨峰’ブドウの生育と果実の発育に及ぼす液肥濃度の影響. 岡山大農学報. 78: 27–33.
- 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. 1993. 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.
- Peacock, W., F. Jensen, J. Else and G. Leavitt. 1977. The effects of girdling and ethephon treatments on fruit characteristics of Red Malaga. Amer. J. Enol. Viticult. 28: 228–230.
- 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. Viticult. 28: 204–209.
- Solfanelli, C., A. Poggi, E. Loreti, A. Alpi and P. Perata. 2006. Sucrose-specific induction of the anthocyanin biosynthetic pathway in Arabidopsis. Plant Physiol. 140: 637–646.
- Swanson, C. A. and E. D. H. El-Shinshiny. 1958. Translocation of sugars in the Concord grape. Plant Physiol. 33: 33–37.
- 高橋国昭. 1985. ブドウ‘デラウェア’の最適葉面積指数について. 園学雑. 54: 293–300.

- Teng, S., J. Keurentjes, L. Bentsink, M. Koornneef and S. Smeekeens. 2005. Sucrose-specific induction of anthocyanin biosynthesis in *Arabidopsis* requires the MYB75/PAP1 gene. *Plant Physiol.* 139: 1840–1852.
- 苔名 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’ の果実の着色に及ぼす樹体及び果実の環境温度の影響. *園学雑.* 48: 261–266.
- 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.
- Yamane, T., S. T. Jeong, N. Goto-Yamamoto, Y. Koshita and S. Kobayashi. 2006. Effects of temperature on anthocyanin biosynthesis in grape berry skins. *Amer. J. Enol. Viticult.* 57: 54–59.
- 山根崇嘉・柴山勝利. 2005. ブドウ ‘安芸クイーン’ における果皮の着色に対する好適温度. *園芸学会中四国支部研究発表要旨.* 44: 13.
- Yamane, T. and K. Shibayama. 2006a. Effects of trunk girdling and crop load levels on fruit quality and root elongation in ‘Aki Queen’ grapevines. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 75: 439–444.
- Yamane, T. and K. Shibayama. 2006b. 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.