九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

ブドウ'BK シードレス'の環状剥皮処理および局部冷却処理による高温条件下での着色促進

梶原, 康平
九州大学農学部附属農場果樹研究室

瀬戸, 苑子
九州大学農学部附属農場果樹研究室

酒井, かおり
九州大学大学院農学研究院資源生物科学部門農業生物科学講座農業生産生態学分野

若菜, 章
九州大学大学院農学研究院資源生物科学部門農業生物科学講座園芸学分野

https://doi.org/10.15017/1564076

出版情報：九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 71 (1), pp.1-7, 2016-02-29. 九州大学大学院農学研究院
バージョン：
権利関係：

九大農学芸誌（Sci. Bull. Fac. Agr., Kyushu Univ.）
第 71 巻　第 1 号　1-7　（2016）

ブドウ‘BKシードレス’の環状剥皮処理および局部冷却処理による高温条件下での着色促進

梶　原　康　平*・瀬　戸　苑　子
酒　井　かおり[1]・若　菜　　章[2]
九州大学農学部附属農場果樹研究室

（2015年11月10日受付，2015年11月19日受理）

Promotion of Coloration in ‘BK Seedless’ Grape (*Vitis vinifera* complex) with the Treatment of Girdling and Partial Cooling under High Temperature Condition

Kohei KAJIWARA*, Sonoko SETO, Kaori SAKAI[1] and Akira WAKANA[2]
Laboratory of Fruit Trees, University Farm, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 811-2307, Japan

緒　　言

生食果生産が中心である日本のブドウ産業では黒色系の‘キャンベルアーリー’，‘マスカットベーリーA’，‘巨峰’，‘ピオーネ’，赤色系の‘デラウェア’，‘甲斐路’，‘甲州’，緑色系の‘マスカットオブアレキサンドリア’，‘ネオマスカット’が主要品種である．ブドウ果実の等級基準には品位基準（秀，優，良）と大小基準（2L，L，M，S）が設定され，品種や果房や果粒ごとにその設定値は異なる（農林水産省農産園芸局，1997）．品位基準の秀は品種の特色を備え，着色が最も良く，熟度が適熟かつ斉一であり，粒ぞろいの良いものと定義されている．ブドウ果実の等級に果皮の着色程度が含まれているのは，通常，果皮の着色不良（着色不足）程度が果実品質（糖度，酸度，渋味など）の低下程度と比例するからである．特に，‘巨峰’や‘ピオーネ’等の黒色系および‘安芸クイーン’等の赤色系ブドウの着色不良は，糖度の低下を伴い，等級を低下させることから，生産現場で深刻な問題となっている（Yamane and Shibayama，2006；山根ら，2007；井門ら，2009；久保田・土屋，2001）．着色不良果の発生は販売価格の大幅な低下をもたらすため，克服すべき重要な課題である．

着色不良を引き起こす要因として，着果過多，早期落葉および無機養分の過剰や欠乏などの生理的要因（Kliewer，1977；Kataoka *et al*.，1982；Kingston and Epenhujisen, 1989），ウイルス病などの病理的要因（矢野，1987；野口ら，1988），さらには高温や低日射量などの環境的要因（Buttrose *et al*，1971；Kliewer，1973）があげられる（片岡，1996）．ほとんどの着色不良要因は，摘房，摘果，剪定，施肥および病害虫防除等の栽培管理で取り除くことができる．果皮の着色促進のために，環状剥皮処理（藤島ら，2005；山根ら，2007），根域制限栽培（岡本ら，1991）あるいはアブシジン酸含有肥料の散布も行われている（河瀬，2005；羽生ら，2008）．成熟期におけるブドウ果実の着色は特に温度環境によって著しい影響を受けることが知られており，着色は昼夜温ともに適度な低温にお

[1] 九州大学大学院農学研究院資源生物科学部門農業生物科学講座農業生産生態学分野
[2] 九州大学大学院農学研究院資源生物科学部門農業生物科学講座園芸学分野
[1] Laboratory of Agroecology, Department of Bioresource Sciences, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka, 811-2307, Japan
[2] Laboratory of Horticultural Science, Department of Bioresource Sciences, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka, 812-8581, Japan
* Corresponding author (E-mail: k_kouhei@farm.kyushu-u.ac.jp)

いて促進され，高温では抑制される（Winkler *et al*, 1974）．しかし，果皮着色に適した温度条件にするためには，天窓や側窓の開閉操作装置の導入，早期加温栽培による成熟期の前進化（島根県農業技術センター，2013），あるいは冷房装置による高温時のハウス内冷却等が利用されており（島根県農業技術センター，2013），コスト面での課題が残る．

九州大学で育成したブドウ品種‘BKシードレス’（若菜・酒井，2011；若菜ら，2011）は，糖度20°（Brix）以上である最適収穫期間が比較的長く，九州大学農学部附属農場果樹園（福岡県糟屋郡篠栗町）における露地栽培で9月中旬～11月中旬である．本品種は着色に光をあまり必要としない散光着色型であり，収穫開始期の成熟果の果皮は黒紫色を呈する．しかし，8月下旬～9月上旬に高温が続くと着色不良（赤熟れ）になることがある．着色不良果粒の糖度は20°以上あって食味も良好であることから，高温期に着色を促進することにより，収穫開始期を前進させ，8月下旬からの収穫が可能になると考えられる．

藤島らは（2005）‘ピオーネ’における環状剥皮処理が着色を促進して糖度を高めることから，環状剥皮処理は夏季に夜温が高く，熱帯夜（夜間の最低温度が25℃以上）が続く西南暖地におけるブドウの果実品質向上に有効であると報告している．また，平瀬ら（1999）や松田ら（2015）は，無加温ハウスで栽培した赤色品種の‘ルビーオクヤマ’,‘赤嶺’ならびに‘ルビーロマン’において，ベレゾーン期から収穫期までの夜間に果房周辺のみを冷却することにより着色が促進されたと報告している．しかしながら，果房周辺のみのスポット冷却を行うためには，樹型を変更した上でダクトやカーテンを主枝ごとに設置しなければならず，しかも冷却のための電力コストが高い．通常の経済栽培にこのような冷却法を応用するためには低コストで導入容易な方法の開発が望まれる．

本研究では，中～晩生品種であるブドウ‘BKシードレス’の高温環境下における収穫開始期の前進をはかるために，主枝の環状剥皮処理および部分冷却処理を試み，これらが果皮着色促進および果実品質向上に及ぼす効果を調査した．

本研究はJSPS科学研究費補助金奨励研究課題「ブドウ‘BKシードレス’の主枝部分冷却処理が熟期に及ぼす影響」（課題番号：25925012；代表：梶原康平）の一部として遂行した．

材 料 と 方 法

1．植物材料

九州大学農学部附属農場篠栗果樹園（福岡県糟屋郡篠栗町）内の無加温ビニルハウス（一重ビニル被覆で側面は防虫ネット被覆のみ）に植栽している，テレキ5BB台12年生および14年生‘BKシードレス’を供試した．実験を行った2011年と2013年では異なる試験樹各2本を用いた．いずれの試験樹もオールバック2本主枝短梢剪定により整枝した．短梢剪定は2芽剪定を行い，1芽目から得た新梢を結果枝として用いた．2芽目から得たすべての結果枝は開花前に芽かきを行って樹勢調整を行った．10a当たり5t程度の着果量にするため，結果枝の間隔は15cmとし，1結果枝はおよそ20葉に調整した．1結果枝当たり1花房を残して他は摘房した．すべての花房は5月中旬の満開期に小花穂7段を残しておよそ70花に整房した後，ジベレリン50ppm水溶液で花房浸漬処理を行い，満開後10日目に再びジベレリン50ppm水溶液で果房浸漬処理を行った．ジベレリン処理後の花冠や雄蕊の脱落を確認した後，摘粒することなく袋掛けを行った．5月中旬の開花期または6月上旬の袋掛け前に病虫害防除を行い，開花期には殺菌剤チオファネートメチル水和剤（1000倍）＋殺虫剤イミダクロプリド水和剤（5000倍）混合液を用い，袋掛け前には殺菌剤アゾキシストロビン水和剤（1000倍）＋殺虫剤トラロメトリン水和剤（2000倍）混合液を用いた．ハウス側面から流入する雨水および地下浸透した水を利用するため灌水は行わず，施肥も実施しなかった．

2．主枝の環状剥皮処理

2011年6月30日（満開から43日後）に2本主枝のうち1本の主枝基部を幅2cmで環状剥皮し，もう1本の主枝は無処理（対照区）とした．処理後，ビニルテープで剥皮部を完全に被覆し，カルスの形成を促進した．

3．主枝の局部冷却処理

2013年7月22日～9月20日に，主枝の中央部の幅20cm程度にチューブを巻きつけて断熱シートで被覆し，冷却水循環装置（CA-1115A,（株）東京理化器械）からチューブ内に冷却水を流して17時から翌朝8時まで主枝を局部冷却した（図1）．夏季の高温下でも地下水は16～18℃であることから（日本地下水学会ホームページ，2015），将来的には地下水を冷却水に使用することを想定して，冷却水は15℃に設定した．効果

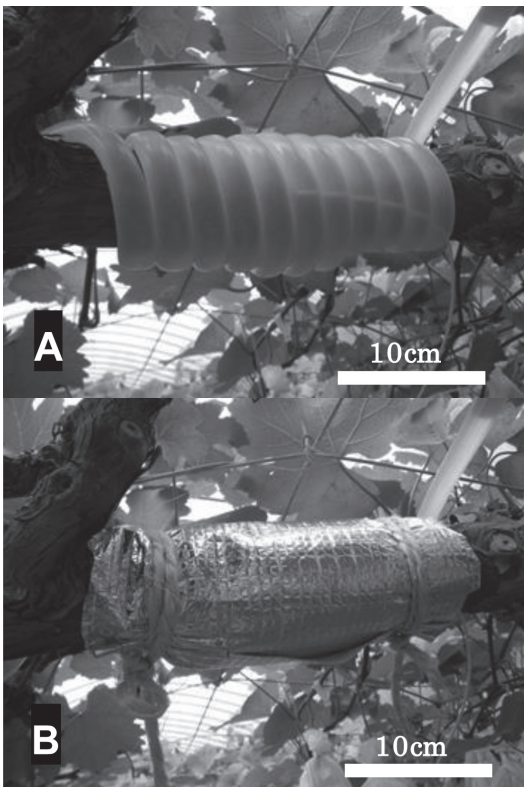

図1　主枝の局部冷却処理部位
主枝に巻きつけた冷却チューブ（A）を断熱シートで被覆（B）

を比較検討するために，2013年6月20日（満開35日後）に主枝基部を幅2cmで環状剥皮した環状剥皮区およびいずれの処理も行わない対照区を設けた．図2に示したとおり，対照区および局部冷却区1では試験樹1を供試し，環状剥皮区および局部冷却区2では試験樹2を供試した．

温度センサー（TR52i，(株)ティアンドデイ）を用いて，ハウス内の気温，冷却部の主枝表面温度および主枝内部温度を測定した．主枝表面温度の測定では，冷却部のチューブと樹皮表面との間に温度センサーを挟みこんで測定した．主枝内部温度の測定では，およそ3cmの深さまで温度センサーを挿入し，外気温の影響を防ぐため，パテで挿入部周辺を覆った．局部冷却区では（A）基部，（B）基部側冷却部近傍，（C）先端部側冷却部近傍および（D）先端部の4か所，対照区および環状剥皮区では（a）基部，（b）中央部および（c）先端部の3か所の主枝内部温度を測定した（図2）．

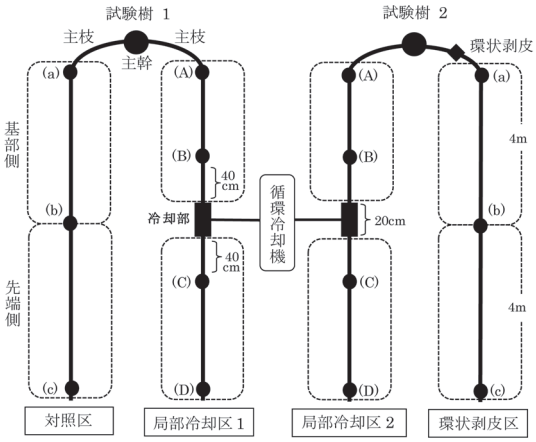

図2　主枝の局部冷却処理における温度センサー設置部位の平面図
●：主枝内に温度センサーを挿入した箇所［(A) 基部，(B) 基部側冷却部近傍 40cm，(C) 先端側冷却部近傍 40cm，(D) 先端部，(a) 基部，(b) 中央部，(c) 先端部］
◆：環状剥皮処理部位

4．果実品質調査

2011年は7月27日，8月23日および10月4日に，2013年は7月22日，8月22日および9月20日に，各処理区の果実の果皮色，糖度および酸度を調査した．果皮色の測定では，2～6果房から1果房当たり3果粒（果房の先端部・中部・肩部からそれぞれ1果粒）を供試して，分光測色計（CM-600d，(株)コニカミノルタ）を用いてL*値（明度）を測定した．糖度および酸度の測定では，2～6果房から1果房当たり1果粒を採取して，デジタル糖度計（PAL-J，(株)アタゴ）およびデジタル酸度計（PAL-AC1，(株)アタゴ）を用いて測定した．

結　　果

1．主枝の環状剥皮処理が果実品質に及ぼす影響

環状剥皮28日後の2011年7月27日において，環状剥皮区では果房全体が赤紫色であったのに対し，対照区では部分的に多少の着色が認められたものの果房全体は緑色であった（図3）．明度を示すL*値において，環状剥皮区と対照区で有意差があった（図4）．8月23日には，果房全体が環状剥皮区で黒紫色に着色したのに対し，対照区では赤紫色であり（図3），環状剥皮区と対照区でL*値に有意差がみられた（図4）．10月4

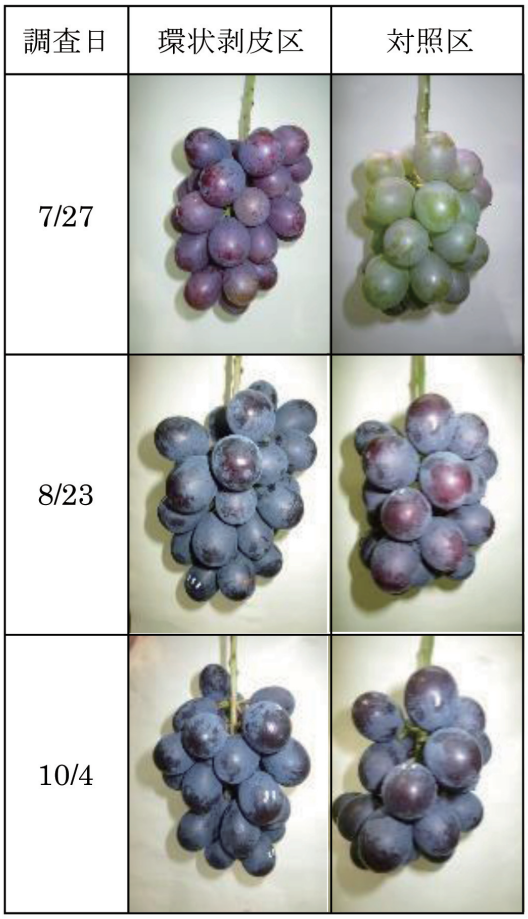

図３　環状剥皮した‘BKシードレス’の果皮色の経時的変化（2011年）

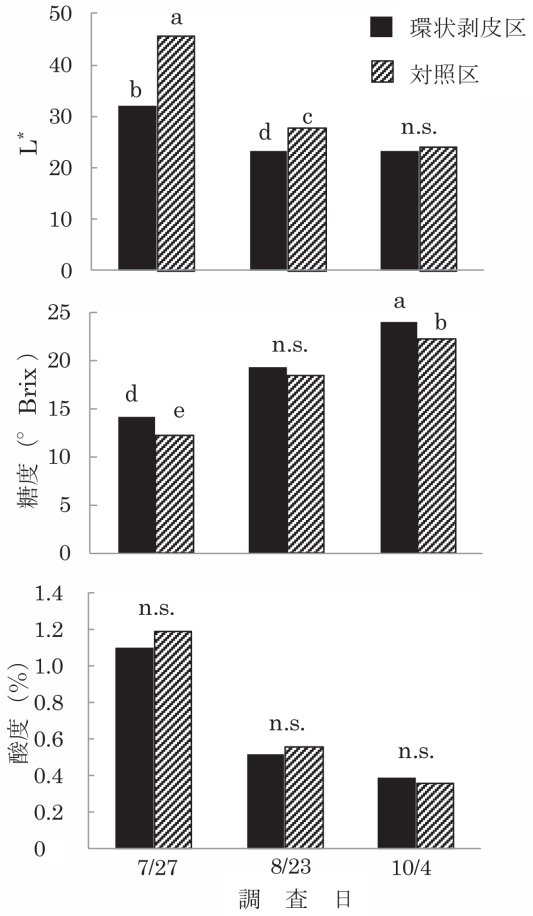

図４　主枝の環状剥皮処理が‘BKシードレス’の果皮色，糖度および酸度に及ぼす影響（2011年）
異なるアルファベットで示した数値間には有意差があり，n.s. は有意差がないことを示す（Tukey法，5%水準）．

日の果皮色には環状剥皮区と対照区で明瞭な違いは認められず，L*値にも有意差がなかった（図3，図4）．

2011年7月27日の果実の糖度は，環状剥皮区で14.2°，対照区で12.2°であり，有意差が認められた（図4）．8月23日には環状剥皮区および対照区とも糖度は18°以上あり，有意差は認められなかった．10月4日における環状剥皮区の糖度は24°に達し，対照区に比べておよそ2°高く，両区間には有意差があった．酸度には調査期間を通して環状剥皮区と対照区の間に有意差はなかった（図4）．

２．主枝の局部冷却処理が果実品質に及ぼす影響

主枝の局部冷却処理を行った全期間である2013年7月22日から9月20日の17時から翌朝8時における最高気温は34.8℃，最低気温は13.3℃，平均気温は24.7℃，冷却部主枝表面の平均温度は16.2℃であった．表1に示すとおり，基部側および先端部側の主枝内部の平均温度はそれぞれ，対照区で25.7℃および25.1℃，局部冷却区で25.6℃および24.9℃，環状剥皮区で25.3℃および25.0℃であった．すべての試験区で先端部の温度が基部の温度よりも低く，局部冷却区で0.7℃の最大温度差を示した．加えて，局部冷却部の近傍40cmでは，基部側と先端部側で1℃の温度差があった．しかし，先端部において試験区間に有意差は認められなかった．

局部冷却処理開始時の2013年7月22日において，いずれの処理区でも果房全体は緑色であったが，環状

表１　各処理区における主枝内部の温度

処理区	温度センサー設置部位	温度（℃）
局部冷却区	基部（A）	25.6 a
	基部側冷却部近傍（B）	25.7 a
	先端側冷却部近傍（C）	24.7 f
	先端部（D）	24.9 ef
環状剥皮区	基部（a）	25.3 b
	中間部（b）	25.4 bc
	先端部（c）	25.0 ef
対照区	基部（a）	25.7 ab
	中間部（b）	25.6 abc
	先端部（c）	25.1 de

アルファベットの異符号で示した数値間には5％水準有意差がある（Tukey法）

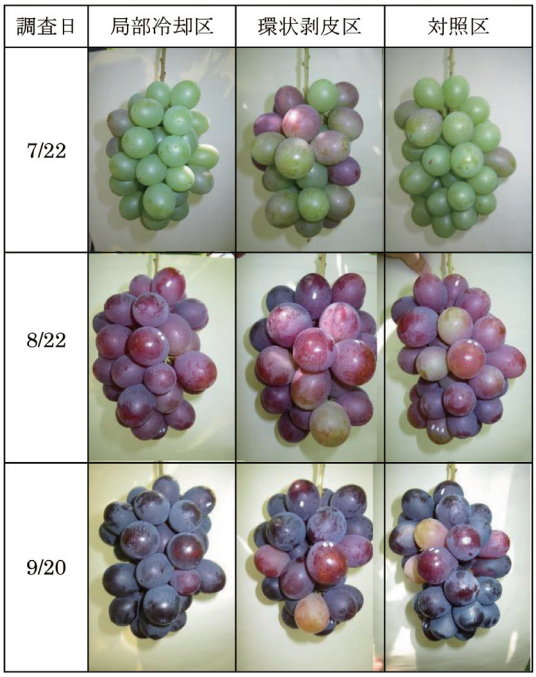

図５　局部冷却処理区および環状剥皮区における‘BKシードレス’の果皮色の経時的変化（2013年）

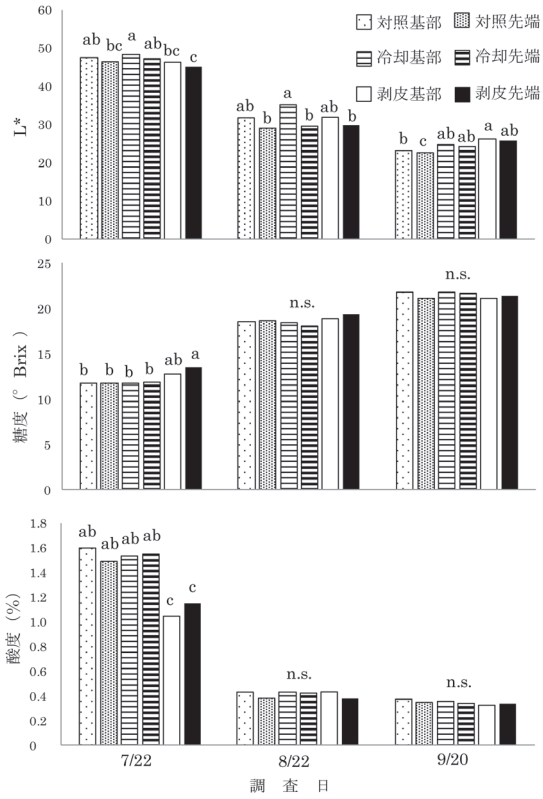

図６　主枝の局部冷却処理および環状剥皮処理が‘BKシードレス’の果皮色，糖度および酸度に及ぼす影響（2013年）
アルファベットの異符号で示した値間には5%水準で有意差がある（Tukey 法）

剥皮区の果房では部分的に着色が始まっており，主枝先端部の果房のL*値が最も低かった（図5，図6）．また，糖度は環状剥皮区の果房で高く，酸度は環状剥皮区の果房で低い傾向がみられた（図6）．8月22日には，いずれの処理区でも果房全体が赤紫色であった（図5）．L*値は主枝基部よりも主枝先端部で小さく，局部冷却区でその差は最大であった（図6）．糖度および酸度に関して試験区間に有意差はなかった．9月20日では，果房の大部分が黒紫色に着色し，L*値は対照区を除いて部位による明確な差はみられなかった（図5，図6）．糖度および酸度に関して試験区間に有意な差はなかった（図6）．

考　　察

ブドウ‘BKシードレス’の果皮着色開始前に幅2cmの環状剥皮処理を行うことにより，無処理より1か月早く収穫できる程度に果皮の着色および糖度の上昇が促進されたが，酸度の低下は認められなかった．藤島ら（2010）は，無核化処理した‘巨峰’において，環状剥皮処理が酸含量に及ぼす影響は小さいことを報告している．‘BKシードレス’においても，環状剥皮処理を行うと酸含量の低下前に着色が進む傾向があるので，収穫時期については酸度に留意する必要がある．山根ら（2007）は，赤色系ブドウ品種‘安芸クイーン’において，幅5mmの環状剥皮で十分な着色促進効果があったことを報告している．藤島ら（2010）は，‘巨峰’等の黒色系の品種では着色向上に多くのアントシアニンの蓄積が必要であることから，早期の剥皮部の癒合と治癒は果実品質向上効果を低減させると報告している．環状剥皮処理は根への養分の転流を遮り，樹勢への影響が懸念されることから（山根ら，2008），剥皮幅は着色促進効果が認められる範囲で最小限に抑えることが望ましい．今後は強樹勢の黒紫色ブドウである‘BKシードレス’の環状剥皮処理における最適な剥皮幅の検討が必要である．

果皮着色に関与する果実中のアントシアニン含量は，ブドウ樹周囲の気温にかかわらず，夜間の果房周辺部および果実温度の低下により増加することが報告されている（苫名ら，1979）．本研究では，主枝の局部冷却によって温度を低下させた樹液を果房に送ることにより，果実内部の温度を低下させ，果実の着色促進を試みた．夏季高温期の夜間に主枝の極一部を集中的に冷却することにより，先端部側の主枝内部温度がある程度低下し，果皮着色が進む傾向がみられた．しかしながら，処理区間で比較すると，局部冷却処理による明確な着色促進効果はみられず，糖度や酸度にも違いはみられなかった．局部冷却を行うと，冷却部から先端部にかけて主枝内部温度は低下したが，先端部の内部温度は対照区と有意差がなかったことから，本研究で実施した局部冷却処理の効果が及ぶ範囲は比較的狭い範囲に限られていることが示唆された．夜間における道管液の移動速度が遅く，冷却された道管液が果房に到達するまでに気温に近づいたことが推察される．主枝の大部分が冷却できる主枝冷却法を開発できれば，16～18℃の地下水を冷却水として利用することにより，果実の着色促進効果が期待できるものの，経費および労力増加の課題が残る．

本研究では，ブドウ‘BKシードレス’の夏季高温条件下での着色促進には，環状剥皮処理が効果的であり，労力および経費的にも有用であることが明らかになった．

要　　約

夏季高温期におけるブドウ‘BKシードレス’の果皮着色促進を目的として，環状剥皮処理および主枝の局部冷却処理が果実の着色および品質に及ぼす影響を調査した．環状剥皮処理では，果皮着色開始前に幅2cmの環状剥皮処理を行うことにより，1か月早く収穫できる程度に果皮着色および糖度上昇が促進された．主枝の局部冷却処理は主枝内部温度を部分的に低下させたが，その効果が及ぶ範囲は狭く，着色促進効果も限定的であった．

キ ー ワ ー ド

ブドウ‘BKシードレス’，着色促進，環状剥皮，主枝局部冷却処理

文　　献

Buttrose, M. S., C. R. Hale and W. M. Kliewer 1971 Effect of temperature on the composition of Cabernet Sauvignon berries. *Amer. J. Enol. Vitic.*, **22**：71-75

藤島宏之・松田和也・牛島孝策・矢羽田第二郎 2010 ブドウ「巨峰」の無核栽培における着色向上のための環状はく皮処理時期の拡大．福岡農総試研報，**29**：70-73

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

羽生剛・岸田史生・小西剛・松田大・西岡裕平・北島宣 2008 天然アブシジン酸含有農業資材施用によるブドウの着色改善技術の検討．京大農場報，**17**：27-29

平瀬早苗・小池明・赤井昭雄・田村收　1999　果房部分への冷却がブドウ‘赤嶺’,‘ルビーオクヤマ’の着色に及ぼす影響．徳島果研報，**27**：31-39
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．愛媛農林水研果研セ研報，**1**：43-51
Kataoka, I., A. Sugiura and T. Tomana　1982　Effect of abscisic acid and defoliation on anthocyanin accumulation in Kyoho grapes. *Vitis*, **21**：325-332
片岡郁雄　1996　着色不良．中川昌一編：日本ブドウ学．養賢堂，東京，493-502頁
河瀬憲次　2005　天然アプシジン酸でブドウの赤熱れを防ぐ．現代農業，**7**：210-213
Kingston, C. M. and C. W. Epenhujisen　1989　Influence of leaf area on fruit development and quality of Italia glasshouse table grapes. *Amer. J. Enol. Vitic.*, **40**：130-134
Kliewer, W. M.　1973　Berry composition of *Vitis vinifera* cultivars as influenced by photo- and nycto-temperatures during maturation. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **98**：153-159
Kliewer, W. M.　1977　Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of European grapes. *Amer. J. Enol. Vitic.*, **28**：96-103
久保田尚浩・土屋幹夫　2001　ブドウ果実の着色に及ぼす成熟期の紫外線照射の影響．岡山大農学報，**91**：55-60
松田賢一・杉浦裕義・薬師寺博・高野昌宏・宮川広康・早川隆宏・伊達彩香　2015　スポットトクーラーを利用した果房冷却システムによるブドウ‘ルビーロマン’の着色促進．園学研，**14**（別2）：336
日本地下水学会　2015 http://www.jagh.jp/jp/g/activities/torikichi/faq/39.html
野口保宏・野田政春・堤隆文　1988　福岡県における巨峰の優良樹と赤熱れ樹のウイルス保毒実態．九農研，**50**：114
農林水産省農産園芸局　1997　果実の全国標準規格，Ⅳぶどうの規格．農林水産省，東京，11-13頁
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
島根県農業技術センター　2013　ハウスぶどう（デラウェア）栽培指針．http://www.pref.shimane.lg.jp/nogyogijutsu/gijutsu/budou-sisin/
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）．園学雑，**48**：261-266
若菜章・酒井かおり　2011　話題の品種193 ブドウ「BKシードレス」．果実日本，**166**：8
若菜章・比良松道一・酒井かおり・花田信章・福留功・梶原康平・深見克哉　2011　三倍体無核ブドウ新品種‘BKシードレス’．園学研，**10**（別2）：88
Winkler, A. J., J. A. Cook, W. M. Kliewer and L. A. Lider　1974　*General viticulture*. Univ. California Press
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・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
山根崇嘉・浜名洋司・柴山勝利　2008　ブドウにおける環状はく皮処理部位のテープによる被覆，枝齢，位置，および師部組織の除去程度がはく皮部のゆ合と果実品質に及ぼす影響．園学研，**7**：57-63
矢野龍　1987　ウイルス病（味なし果）．農業技術体系果樹編2．農文協，東京，技331-337頁

Summary

The effects of girdling or partial cooling of scaffold branches were investigated for the improvement of berry coloration in‘BK Seedless’grape (Muscat Bailey A × Kyoho) under the high temperature condition in summer. Girdling of 2cm width carried out around veraison promoted berry coloring and increased sugar content of the berries. Partial cooling of scaffold branches with running cool water (15℃) made the temperature in the inner part fall to some extent; however, the coloring treatment did not show the significant effect on berry coloration and quality.

Key words: ‘BK Seedless’, coloring, girdling, partial cooling of scaffold branch