

## 光環境の改善が‘安芸クイーン’の着色に及ぼす影響

井門健太・松本秀幸・宮田信輝・矢野 隆

### Effects of Improved Light Conditions on Coloration of ‘Aki -Queen’ Grape Berries.

Kenta Imon, Hideyuki Matsumoto, Nobuki Miyata and Takashi Yano

#### Summary

The effects of improved light conditions on skin coloration of a red table grape ‘Aki-Queen’ (*Vitis labrusca* L. × *V. vivifera* L.) were investigated. To improve the light conditions, mulching on the ground with white micro-perforated mulch sheet, silver mulch sheet and bagging bunches with light transparency fruit-bags were conducted during the berry maturation period. The degrees of color chart and anthocyanin accumulation in the berries were significantly improved by mulching with white micro-perforated mulch sheet and silver mulch sheet compared with non-mulching control. In addition, these treatments also increased Brix in berries significantly. There were no significant differences in other aspects of fruit quality. On the other hand, bagging bunches with light transparency fruit-bag slightly improved anthocyanin accumulation. The more improved skin coloration was obtained when transparency fruit-bags were combined with white micro-perforated mulch sheet.

**Key Words** : grape , light , coloration , anthocyanin

#### 緒 言

ブドウ‘安芸クイーン’(*Vitis labrusca* L. × *V. vivifera* L.)は従来の赤色系品種と比較して果粒が大きい、高糖度で食味が良い、裂果しにくい等の優れた特性があり(山根ら, 1992)、比較的栽培しやすい赤系ブドウとして各地で普及が進められている。しかし、西南暖地では成熟期の高温により果皮が着色不良になりやすく(Yamaneら, 2006)、品種本来の特性である鮮赤色果実の安定生産が難しいことが栽培上の大きな課題となっている。

注) 愛媛県農林水産部農産園芸課

ブドウ果実の果皮着色には成熟期の気温以外にも光条件、着果量、窒素施用量など様々な要因が相互に影響を及ぼすことが示されている(片岡, 2004)。ただし、果皮着色は品種によってその発現機構が大きく異なり、特に赤系ブドウは光条件と果皮着色との関係が深いことが示されている(内藤ら, 1964)。また、果皮着色には光量だけでなく、光質も大きな影響を及ぼすことが示されている(Kataokaら, 2003)。そのため、‘安芸クイーン’においても、更なる検討が必要である。

そこで、果実周辺の光環境を改善することにより、安定した果皮着色を得ることを目的

として、光反射マルチシートの敷設や光透過性の高い果実袋の設置、およびこれらの併用処理が、‘安芸クイーン’の果皮着色に及ぼす影響について検討した。

## 材料および方法

### 試験1 光反射マルチシートの敷設による光環境の改善が果皮着色と果実品質に及ぼす影響(2006~2008年)

果樹研究センター内に植栽されている14~16年生‘安芸クイーン’を供試し、2006年と2007年の7月11日から収穫期(2006年9月5日、2007年8月24日)まで、樹冠下に1.5m幅の白色透湿性マルチシート(タイベックソフト、デュポン社製)、有孔シルバーポリマルチシート(ネオポリシャイン、日立AIC社製)を敷設し、白色透湿性マルチ区とシルバーマルチ区を設けた。また、2008年は7月12日から収穫期(8月27日)まで、白色透湿性マルチシートのみを敷設し、白色透湿性マルチ区を設けた。一方、3ヶ年ともマルチシートを敷設しない対照区を設け、各試験区の果実品質を調査した。

果実品質は収穫後に果房重、1粒重、着粒数、Brix、酒石酸含量を調査した。また、果皮の着色程度は、三重県農業研究所伊賀農業研究室作成の「安芸クイーン専用カラーチャート」を使用して判定した。さらに、果皮のアントシアニン蓄積量の指標として、内径12mmのコルクボーラーで1果房あたり5粒から採取した5枚の果皮サンプルを50%酢酸溶液5mlに浸漬し、冷蔵庫で24時間静置後、抽出液の520nm吸光度(以下、アントシアニン吸光度)を測定した。

また、7月下旬から収穫期まで、各試験区の果房中心部に自記温湿度計を設置して、果実袋内の温度を測定した。

### 試験2 光透過性の高い果実袋の設置によ

### る光環境の改善が果皮着色と果実品質に及ぼす影響(2007年)

果樹研究センター内に植栽されている15年生‘安芸クイーン’を供試し、2007年6月27日に各果房について、降雨を遮断するため、飲料充填用紙資材(テトラパック：上部白色、下部銀色)で作製した直径約18cmの笠を掛けた(写真の果房上部)。その後、6月27日から収穫期(8月27日)まで、光透過率の高い不織布資材(タフベル300N、アイオン社製)で作製した網袋(写真左)、および透明微細孔フィルム袋(BIK00、ニダイキ社製；写真右)をそれぞれ設置し、網袋区およびフィルム袋区を設けた。一方、上記の笠を掛けず、一般のブドウ栽培で用いられる白色袋を設置した対照区を設けた。果実品質は収穫後に試験1と同様に調査した。

また、7月下旬から収穫期まで、各試験区の果房中心部に自記温湿度計を設置して、果実袋内の温度を測定した。



写真左 網袋の設置の様子

写真右 透明微細孔フィルム袋の設置の様子

### 試験3 白色透湿性マルチシートと光透過性の高い果実袋との併用処理による光環境の改善が果皮着色と果実品質に及ぼす影響(2007年)

2007年に試験1と試験2の併用処理の効果を検討した。果樹研究センター内に植栽されている15年生‘安芸クイーン’を供試し、試験2と同様に果房に笠掛けと果実袋の設置を行った(6月27日)。その後、7月11日に

1.5m 幅の白色透湿性マルチシートを樹冠下に収穫期(8月27日)まで敷設し、それぞれマルチ/網袋区、マルチ/フィルム袋区、マルチ/白色袋区を設けた。一方、白色透湿性マルチシートを敷設せず、白色袋のみを設置した白色袋区を設けた。果実品質は収穫後に試験1と同様に調査した。

## 結 果

### 試験1 光反射マルチシートの敷設による光環境の改善が果皮着色と果実品質に及ぼす影響(2006~2008年)

着色程度とアントシアニン吸光度は、各調査年ともマルチ区で値が高くなる傾向がみられた。2006年は7月の雨量が平年の1.7倍と多く、日照量不足や後期の果粒肥大が著しく促進されたことにより、全体的に着色不良であったが、マルチ区では着色がやや向上した(表1)。また、2007年と2008年はマルチ区で着色程度とアントシアニン吸光度の値が対

照区よりも有意に高くなった(表2、3)。

その他の果実品質については、2006年は全項目において試験区間に有意な差は認められなかった(表1)。しかし、2007年は着色が良好であったマルチ区で Brix の値が有意に高くなった(表2)。さらに、2008年は白色透湿性マルチシートのみを敷設したが、2007年と同様にマルチ区で Brix の値が有意に高くなった(表3)。しかし、2007年と2008年は共に Brix 以外の果実品質については、試験区間に有意な差は認められなかった(表2、3)。

また、果実袋内の日中における温度を比較すると、白色透湿性マルチ区とシルバーマルチ区は温度がほぼ同様に推移しており、上記の試験区は対照区よりも温度が高く推移した。一方、朝夕、夜間には試験区間で顕著な差はみられなかった(図1)。さらに、‘安芸クイーン’の着色への影響が大きいとされる7月下旬(7月20日)から8月上旬(8月10日)までの果実袋内温度について、白色透湿性マルチ区とシルバーマルチ区は、対照区よりも昼間

表1 各試験区の果実品質(2006年)

試験区	着色程度 (カラチャート)	アントシアニン吸光度 (O.D.at520nm)	果房重 (g)	着粒数	1粒重 (g)	Brix (%)	酒石酸含量 (g/100ml)
白色透湿性 マルチ区	1.9a	0.48a	526a	30.7a	17.3a	18.6a	0.47a
シルバ マルチ区	1.9a	0.51a	538a	30.3a	17.4a	18.9a	0.45a
対照区	1.5a	0.34a	521a	29.9a	17.1a	18.4a	0.45a

注) 異なる英小文字間では、Tukeyの多重検定(危険率5%)で有意差あり

表2 各試験区の果実品質(2007年)

試験区	着色程度 (カラチャート)	アントシアニン吸光度 (O.D.at520nm)	果房重 (g)	着粒数	1粒重 (g)	Brix (%)	酒石酸含量 (g/100ml)
白色透湿性 マルチ区	2.3b	0.57b	445a	34.7a	13.2a	21.6b	0.45a
シルバ マルチ区	2.5b	0.61b	449a	34.3a	13.1a	21.1b	0.47a
対照区	1.9a	0.48a	425a	34.6a	13.0a	19.9a	0.48a

注) 異なる英小文字間では、Tukeyの多重検定(危険率5%)で有意差あり

表3 各試験区の果実品質 (2008年)

試験区	着色程度 (カラチャート)	アントシアニン吸光度 (O.D.at520nm)	果房重 (g)	着粒数	1粒重 (g)	Brix (%)	酒石酸含量 (g/100ml)
白色透湿性 マルチ区	2.3	0.59	474	32.8	15.1	20.6	0.41
対照区	1.8	0.48	492	33.1	15.9	19.5	0.44
有意性			ns	ns	ns		ns

注) 有意性: t検定により1%水準で有意差あり

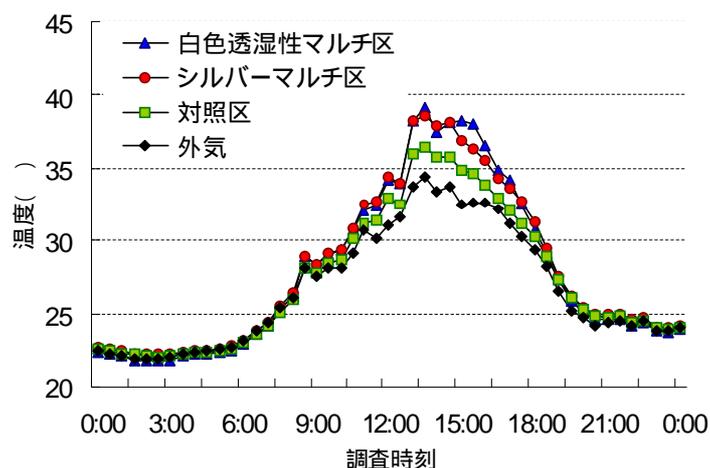


図1 外気と果実袋内の温度変化 (2006年7月30日; 晴天)

表4 各試験区の昼間と夜間における果実袋内の温度 (2006年)

試験区	果実袋内温度(昼間)			果実袋内温度(夜間)		
	平均温度	最高温度	最低温度	平均温度	最高温度	最低温度
白色透湿性 マルチ区	33.1	40.1	24.1	24.5	26.9	21.3
シルバー マルチ区	33.0	40.2	24.0	24.4	26.4	21.3
対照区	31.8	37.8	24.0	24.3	26.6	21.4
外気	31.1	34.9	24.2	24.1	26.5	21.3

注) 最高、最低温度は7月20日から8月10日までの極値

(7時から19時)の平均温度が1、最高温度が2程度高くなった。

一方、夜間(19時から翌7時)の温度には試験区間で顕著な差はみられなかった(表4)。

**試験2 光透過性の高い果実袋の設置による光環境の改善が果皮着色と果実品質に及ぼす影響(2007年)**

着色程度とアントシアニン吸光度は、網袋区とフィルム袋区で対照区よりも値がやや高くなる傾向がみられた。しかし、有意な差が認められたのは、フィルム袋区のアントシアニン吸光度のみであった。

その他の果実品質については、網袋区とフィルム袋区では対照区よりもBrixの値が有意に高くなったが、Brix以外の果実品質につ

いては、試験区間に有意な差は認められなかった(表5)。

また、果実袋内の日中における温度を比較すると、網袋区は対照区よりも日中の温度が低く推移した。網袋区の袋内温度は外気温とほぼ同様に推移しており、網袋区は換気効率が高いものと考えられた。

一方、フィルム袋区の袋内温度は対照区とほぼ同様に推移した。また、朝夕、夜間には試験区間で顕著な差はみられなかった(図2)。

さらに、‘安芸クイーン’の着色への影響が

大きいとされる7月下旬(7月20日)から8月上旬(8月10日)までの果実袋内温度について、網袋区では対照区よりも昼間(7時から19時)の平均温度が1程度低くなり、最高温度が2程度低くなった。また、フィルム袋区では対照区と比較して、昼間の温度に顕著な差はみられなかった。

一方、夜間(19時から翌7時)の温度には試験区間で顕著な差はみられなかった(表6)。

### 試験3 白色透湿性マルチシートと光透過

表5 各試験区の果実品質

試験区	着色程度 (カラチャート)	アントシアニン吸光度 (O.D.at520nm)	果房重 (g)	着粒数	1粒重 (g)	Brix (%)	酒石酸含量 (g/100ml)
網袋区	2.2a	0.52a	483a	35.1a	13.6a	20.9b	0.47a
フィルム袋区	2.3a	0.57b	474a	35.7a	13.1a	21.3b	0.46a
対照区	2.0a	0.40a	425a	34.6a	12.8a	19.9a	0.48a

注)異なる英小文字間では、Tukeyの多重検定(危険率5%)で有意差あり

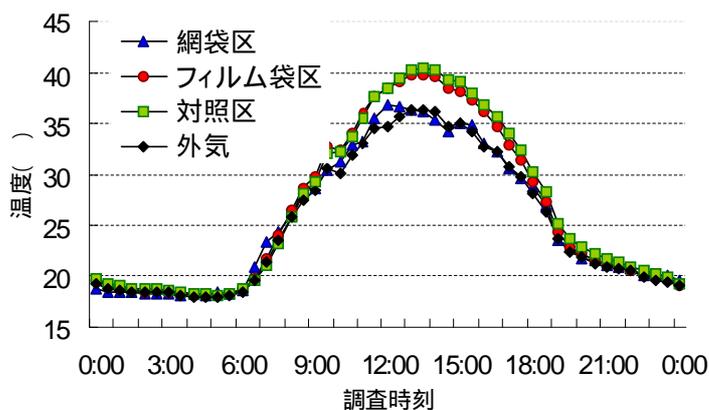


図2 外気と果実袋内の温度変化(2007年7月31日;晴天)

表6 各試験区の昼間と夜間における果実袋内の温度(2007年)

試験区	袋内温度(昼間)			袋内温度(夜間)		
	平均温度	最高温度	最低温度	平均気温	最高気温	最低気温
網袋区	30.1	39.4	21.3	22.6	27.2	18.1
フィルム袋区	31.0	40.7	21.7	22.7	27.1	18.1
対照区	30.8	41.2	21.3	22.8	27.2	18.1
外気	29.2	37.2	21.1	22.4	27.2	17.9

注)最高、最低温度は7月20日から8月10日までの極値

表7 各試験区の果実品質

試験区	着色程度 (カラーチャート)	アントシアニン吸光度 (O.D.at520nm)	果房重 (g)	着粒数	1粒重 (g)	Brix (%)	酒石酸含量 (g/100ml)
マルチ/ 網袋区	2.7b	0.67b	465a	34.8a	13.4a	21.8b	0.44a
マルチ/ フィルム袋区	2.8bc	0.70bc	462a	34.8a	13.4a	22.0b	0.43a
マルチ/ 白色袋区	2.3ab	0.57ab	448a	34.7a	13.2a	21.6b	0.45a
白色袋区	1.9a	0.46a	475a	34.7a	13.1a	20.0a	0.45a

注)異なる英小文字間では、Tukeyの多重検定(危険率5%)で有意差あり

### 性の高い果実袋との併用処理による光環境の改善が果皮着色と果実品質に及ぼす影響(2007年)

着色程度とアントシアニン吸光度は、マルチ/網袋区とマルチ/フィルム袋区で、白色袋区よりも値が有意に高くなった。さらにマルチ/フィルム袋区ではマルチ/白色袋区よりも値が有意に高くなった。その他の果実品質については、マルチ/網袋区、マルチ/フィルム袋区、およびマルチ/白色袋区では白色袋区よりもBrixの値が有意に高くなった。しかし、Brix以外の果実品質については、試験区間に有意な差は認められなかった(表7)。

## 考 察

ブドウ果実の果皮着色には成熟期の気温、光条件など様々な要因が相互に影響を及ぼすことが示されている(片岡, 2004)。ブドウの果皮着色と温度との関係について、'黒王'では果皮着色は30の恒温環境下で阻害されるが、昼温30/夜温15の変温環境下では、25の恒温環境下と同様にアントシアニンの蓄積が促進されることが示されている(森ら, 2004)。また、'安芸クイーン'の果皮着色には7月下旬から8月上旬の夜間温度の影響が大きいことが示されている(Yamaneら, 2006)。

今回の試験では、7月下旬から8月上旬に

おける果実袋内の温度について、果皮着色が向上した白色透湿性マルチ区とシルバーマルチ区では、対照区よりも昼間の果実袋内温度が高く推移したが、夜間の果実袋内温度は試験区間で顕著な差がみられなかった。また、果皮着色が向上した網袋区において、他区よりも昼間の果実周辺の温度を低く保つことが可能であったが、対照区と昼間の袋内温度に顕著な差がみられなかったフィルム袋区においても、網袋区と同程度に着色が向上した。一方、夜間の果実袋内温度は試験区間で顕著な差がみられなかった。このことから、今回の試験では、果皮着色の向上効果について、果房周辺の温度が及ぼした影響は小さく、光反射マルチシートの敷設や光透過性の高い果実袋の設置による光環境の改善が及ぼした影響が大きいと考えられる。

ブドウ栽培における光環境の重要性については比較的古くから研究されており、成熟期の果実周辺の日照量が少ないほど果皮が着色不良になりやすいこと(内藤ら, 1964)また、着色開始期から収穫期までの果実への遮光処理により、果皮着色が著しく阻害されることが示されている(内藤ら, 1965)。

さらに、同一の温度条件下では、果実周辺の光量(光強度)が大きいほど果皮着色は促進されることが示されている(Kliwer, 1970)。光量の増加により果皮着色が改善される理由

として、果実周辺の光量が増加することで光合成産物の転流量が増加するとともに、果実へのアントシアニン基質の輸送量が増加し、結果的にアントシアニンの蓄積量が増加することが指摘されている(菅谷, 2007)。

このことについて、はく皮による果実へのアンローディングを遮断する試験で、成熟期以降にアントシアニン合成基質としてのフェノール物質が葉から供給されることの重要性が示されている(Gholami, 2004)。すなわち、果皮へのアントシアニンの蓄積については、光環境の改善による果実への直接的な影響や、周辺の葉における光合成の活性化と共に、フェノール物質合成系の活性化が重要な要素であるといえる。

‘安芸クイーン’の樹冠下に有孔シルバーポリマルチシートを敷設した試験では、8月上旬の果房周辺における地面方向からの反射光の照度について、マルチシートを敷設した処理区は無処理区の約4.4倍になり、マルチシートの敷設により果房周辺の光環境が改善されることが示されている(松本ら, 2005)。そこで今回の試験では、‘安芸クイーン’の樹冠下に2種類の光反射マルチシートを7月上旬から敷設した。その結果、果皮着色が向上し、同時にBrixも上昇した。なお、今回の試験で使用した白色透湿性マルチシートは、光環境の改善のみではなく、樹体への水分ストレス付与の影響が考えられた。しかし、同時に設置した水分透過性のある有孔シルバーポリマルチシートにおいても同様の結果が得られたことから、光反射マルチシートの敷設による光環境の改善が、果実周辺の葉における光合成の活性化と共に、フェノール物質合成系の活性化を促進したことが推察された。

また、今回の試験では、ベレゾーン開始期と考えられる7月上旬から光反射マルチシートを敷設したが、特に7、8月に曇雨天が続くような気象条件下では、樹冠下の光環境を

改善するため、この時期からの敷設が有効と思われる。ただし、7月上旬から敷設する場合、除草作業やボルドー剤の散布等により、マルチ表面が汚れることで光の反射効果が低下する可能性がある。さらに、8月上旬から収穫期まで‘安芸クイーン’の樹冠下に光反射マルチシートを敷設した結果、果皮着色が向上することも示されている(村谷ら, 1995)。そのため、光環境の改善が必要な期間については、さらに調査する必要がある。

一方、果粒におけるアントシアニン蓄積について、シャーレ内に置床した‘グローコールマン’果粒を用いた試験では、青色域から紫外域に至る比較的波長の短い光がアントシアニンの蓄積に大きく影響を及ぼすことが示されている(Kataokaら, 2004)。また、リンゴにおいて、アントシアニン生合成系の遺伝子発現量がUV-Bにより活性化されることが示されている(Ubiら, 2006)。今回の試験では、光透過性の高い果実袋である網袋やフィルム袋の設置により、アントシアニンの蓄積程度がやや増加する傾向がみられた。また、これらの果実袋を設置した場合、Brixの値が有意に高くなった。このことから、‘安芸クイーン’におけるアントシアニンの蓄積に及ぼす光質の影響や、供試した果実袋の光透過特性は明らかではないが、果皮組織における生理活性が、果実周辺の光環境の改善により、促進されている可能性が示唆された。

さらに、光透過性の高い果実袋のみを設置した場合は、果皮の着色向上効果は十分ではなかったが、白色透湿性マルチシートと光透過性の高い果実袋を併用した場合は、その着色向上効果が大きくなった。このことから、他の栽培条件も考慮に入れた総合的な着色向上対策の中で、特に果皮着色が問題となりやすい品種について、これらの着色向上対策を検討する必要があると考えられる。

今回の試験で実施した果実周辺の光環境の

改善により、'安芸クイーン'における果皮の着色向上効果が認められた。しかし、西南暖地における赤系ブドウの栽培では、気温条件が着色を阻害する一つの大きな要因であることから(Yamaneら, 2006)、光反射マルチシートの敷設や光透過性の高い果実袋の設置による光環境の改善は、他の着色向上技術と併用することが重要であると考えられる。

## 摘 要

'安芸クイーン'の果皮の着色向上対策として、成熟期の果実周辺の光環境を改善することを目的として、白色透湿性マルチシートや有孔シルバーポリマルチシートの敷設、および光透過性の高い果実袋の設置を行い、その効果を検討した。

上記2種のマルチシートの敷設を行った結果、果皮の着色程度、果皮のアントシアニンの蓄積程度、およびBrixの値が無処理と比較して有意に高くなった。

また、光透過性の高い果実袋の設置を行った結果、果皮のアントシアニン蓄積程度、およびBrixの値が既存の白色袋と比較して有意に高くなった。

加えて、白色透湿性マルチシートと光透過性の高い果実袋との併用処理を行った結果、果皮着色がさらに向上した。

一方、果房重、着粒数、1粒重、および酒石酸含量は、試験区間で顕著な差がみられなかった。

## 謝 辞

「安芸クイーン専用カラーチャート」を提供していただいた三重県農業研究所伊賀農業研究室の皆様に対し、深謝の意を表します。

## 引用文献

- Gholami, M. 2004. Biosynthesis of Anthocyanins in Shiraz Berries. *Acta. Hort.* 640 : 353-360.
- Kataoka, I., A. Sugiyama, and K. Beppu. 2003. Role of Ultraviolet Radiation in Accumulation of Anthocyanin in Berries of 'Gros Colman' Grapes (*Vitis vinifera* L.). *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 72(1) : 1-6.
- 片岡郁雄. 2004. ブドウ果実の着色生理. *園芸雑.* 73(別2) : 56-57.
- Kataoka, I., K. Beppu, and T. Yanagi. 2004. Light Components Contributing to Accumulation of Anthocyanins in 'Gros Colman' Grape Berries. *Acta. Hort.* 640 : 333-339.
- Kliwer, W. M. 1970. Effect of temperature and light intensity on coloration of *Vitis vinifera* L. grapes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 95(6) : 693-697.
- 松本秀幸・宮田信輝・矢野 隆. 2005. 反射マルチの設置時期の検討. 平成17年度愛媛県立果樹試験場試験成績書 : 50-51.
- 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(別2) : 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年度近畿中国農業研究成果情報 : 325-326.
- 内藤隆次. 1964. ブドウ果実の着色に関する研究(第5報). 黒色種および赤色種の果色ならびに色素含量に及ぼす光度の影響. *園学雑.* 33(別3) : 213-219.
- 内藤隆次・許 唱範・角 利昭. 1965. ブドウ果実の着色に関する研究(第6報). マスカット・ベリーA種の果皮の着色ならびに色素形成に及ぼす光の影響. *園学雑.*

34(別3) : 145-151.

菅谷純子. 2007. 第7章 成熟,老化の生理.

1.果実の成熟機構. 6)着色機構. 園芸生理学 : 225-237.文英堂出版.東京.

Ubi, B.E., C. Honda, H. Bessho, S. Kondo, M. Wada, S. Kobayashi, and T. Moriguchi. 2006. Expression Analysis of Anthocyanin Biosynthetic Genes in Apple Shin : Effect of UV-B and Temperature. Plant. Sci. 170(3) : 487-499.

山根弘康・栗原昭夫・山田昌彦・永田賢嗣・

吉永勝一・松本亮司・岸 光夫・小澤俊治・

角 利昭・平林利郎・角谷真奈美・佐藤昭彦.

1992. ブドウ新品種 ‘安芸クイーン’. 果樹研究所試験報告 22 : 1-11.

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(6) : 458-462.