

## ブドウ‘巨峰’果実の着色に及ぼす気温および日照の影響

内藤 隆次\*・山村 宏\*・村田 清美\*

Effects of Temperature and Solar Radiation after Veraison on  
Coloration of ‘Kyoho’ Grapes

Ryuji NAITO, Hiroshi YAMAMURA and Kiyomi MURATA

The effects of temperature and solar radiation for 40 days from veraison to harvest time on the coloration of ‘Kyoho’ grapes were examined using vines different in the type of growing or the altitude of growing land.

The sideless polyvinylhouse at Jinzai and Honjou and the open air vineyard at Shimane University, where bunches were harvested in late August, were highest in the mean air temperature during the period. They were followed by the polyvinylhouse at Izumo and the glasshouse at Honjou whose harvest times were late July and early August. The next was the open air vineyard at Yokota where the altitude was 350 m and bunches were harvested in early September. The lowest in the temperature was the open air vineyard at Shiojiri, Nagano where it was 889 m and they were harvested in the middle of September. As to the insolation duration during the period, the glasshouse at Honjou and the polyvinylhouse at Izumo were least among all of the places.

The open air vineyard at Shiojiri was highest in both the grade of skin color and the contents of anthocyanin in skin, whereas the glasshouse at Honjou and the polyvinylhouse at Izumo were lowest. A significant negative correlation was found between the mean value of daily mean temperature during the period in each sampling place and the grade of skin color, and also between the mean value and the content of anthocyanins in skin. However, no significant relation was found between the mean value and the content of either soluble solids or reducing sugar in juice. The content of free acids in juice tended to increase with the decrease of the mean value though the relation was not significant.

A significant negative relation was observed between the mean value of daily lowest temperatures during the period and the content of anthocyanins in skin, and also between the mean value and the content of free acids in juice. However, no significant relation was found between the mean value of daily highest temperatures during the period and each of the surveyed values on bunch quality. Further, the insolation duration during the period did not exhibit any significant relation with each of the surveyed values.

Although the compositions of anthocyanins in skin were different among the sampling places, they had no significant relation with the air temperatures or the insolation durations.

### 結 言

巨峰の着色が着色開始期<sup>1,2,3,4)</sup>以後の高温により抑制されることはよく知られており、西日本の平地の露地あるいは無加温ビニールハウス栽培では、着色が問題となることが多い。また日照も‘巨峰’の着色に大きく影響し、無加

温ビニールハウス栽培では着色開始期が6月下旬から7月上旬の梅雨期に当るので日照不足が着色の阻害要因となることが指摘されている<sup>2)</sup>。本研究の第1の目的は、作型あるいは標高の異なる地域で栽培された‘巨峰’について、収穫果の果色やその他の果実の形質を調べ、着色開始期以後の気温、日照時間との関連性を明らかにすることである。

\* 果樹園芸学研究室

ブドウの果色は果皮にアントシアニン色素が蓄積することにより行われる。品種による果色の違いは、色素の量および組成の違いにもとづくものであり、‘巨峰’の色素組成については芥田ら<sup>5,6)</sup>、白石らの報告がある。温度や日照条件が不適でブドウの着色が不良な場合、色素の蓄積量が少ないことは言うまでもないが、色素の組成も変化するかどうかに<sup>4,8,9,10,11,12)</sup>ついての研究はまだ少ない。本研究の第2の目的は、‘巨峰’についてこの点の知見を得ることである。

材料及び方法

作型あるいは標高が異なり、従って収穫日が異なること、標準的な栽培が行われていること、気温と日照時間の観測試料が得られること、などの理由で第1表に示す7箇所<sup>10,13)</sup>で栽培されている‘巨峰’を供試した。収穫日が最も早かったのは島根大学農学部附属本庄農場ガラス室

で7月25日、最も遅かったのは塩尻市の長野県中信農業試験場露地で9月18日であった。各箇所それぞれ10果房を供試した。調査の項目と方法は以下の通りである。

a. 着色度

収穫直後の果房について、農林省果樹試験場ブドウ(紫黒)用カラーチャートを用い、肉眼で調査した。

b. アントシアニン含量

各果房より10果粒ずつを無作為に選び-20℃で凍結した。凍結した果粒の頂部より直径5mmの果皮2片をボーラーで打ちぬき、1果房分20片に0.5%メタノール性塩酸を約2mlおよび少量の石英砂を加え、乳鉢で4~5分間すりつぶした後、0.5%メタノール塩酸で洗浄、ろ過して50ccに定容。これを5倍に希釈した溶液について、吸光度を535nmで測定した。アントシアニン含量は吸光度×5(希釈度)で表示した。

c. 可溶性固形物含量及び遊離酸含量

第1表 試料の採取場所および収穫日

採 取 場 所	略 称	収 穫 日 (昭和59年)
松江市島根大学本庄農場ガラス室	本庄ガラス室	7月25日
出雲市島根県農業試験場無加温ハウス	出雲ハウス	8月2日
出雲市島根大学神西農場サイドレスハウス	神西サイドレス	8月20日
松江市島根大学本庄農場サイドレスハウス	本庄サイドレス	8月27日
松江市島根大学農学部果樹園	島大	8月31日
島根県仁多郡横田町大谷ブドウ団地(標高350m)	横田	9月5日
塩尻市長野県中信農業試験場(標高889m)	長野	9月18日

第2表 試料の各採取場所における収穫前40日間の日平均、最高、最低気温(℃)

区分	時 期	採 取 場 所							
		本庄ガラス室	出雲ハウス	神西サイドレス	本庄サイドレス	島大	横田	長野	野
日平均気温	収穫前	40日~31日	24.3	24.9	28.5	27.1	26.9	25.1	24.8
	30日~21日	26.2	26.9	28.0	28.3	28.1	25.6	22.8	
日最高气温	収穫前	20日~11日	26.6	27.1	27.9	28.6	28.5	25.0	21.3
	10日~収穫日	27.9	30.9	28.8	28.1	26.7	24.1	17.6	
	平 均	26.3	27.5	28.3	28.1	27.6	25.0	21.6	
日最低气温	収穫前	40日~31日	29.1	30.4	29.6	30.5	31.7	30.5	31.1
	30日~21日	31.5	30.5	30.8	33.4	33.8	31.5	28.6	
日最低气温	収穫前	20日~11日	30.9	30.9	32.6	33.7	33.5	30.0	27.0
	10日~収穫日	32.0	33.0	34.1	32.4	31.7	28.9	21.8	
	平 均	30.9	31.2	31.8	32.5	32.7	30.3	27.1	
日最低气温	収穫前	40日~31日	20.8	19.3	24.7	23.8	23.5	20.2	19.0
	30日~21日	20.9	22.8	23.4	23.1	24.0	20.6	17.6	
日最低气温	収穫前	20日~11日	22.3	22.4	23.2	23.5	24.4	20.2	16.0
	10日~収穫日	23.7	22.9	23.4	23.9	23.4	19.9	14.4	
	平 均	21.9	21.9	23.7	23.6	23.8	20.2	16.8	

第3表 試料の各採取場所における収穫前40日間の日照時間 (hr)

時 期		採 取 場 所							
		本 ガ ラ ス 室	庄 出 雲 ハ ウ ス	神 西 サ イ ド レ ス	本 庄 サ イ ド レ ス	島 大	横 田	長 野	野
収 穫 前	40日～31日	34.2	35.5	89.5	54.4	74.1	89.9	104.6	
	30日～21日	81.9	39.7	87.6	95.7	100.3	83.8	83.1	
	20日～11日	44.1	60.3	108.7	94.2	94.5	76.6	85.7	
	10日～収穫日	49.3	64.4	101.3	69.6	79.8	76.6	47.1	
合 計		209.5	199.9	387.1	313.9	348.7	326.9	320.5	

第4表 果房の着色度，果皮中のアントシアニン含量，可溶性固形物含量，還元糖含量および遊離酸含量

試料の供試場所	本 ガ ラ ス 室	庄 出 雲 ハ ウ ス	神 西 サ イ ド レ ス	本 庄 サ イ ド レ ス	島 大	横 田	長 野
収 穫 日	7月25日	8月2日	8月20日	8月27日	8月31日	9月5日	9月18日
着 色 度	6.9	8.4	8.1	8.7	8.7	10.4	11.2
アントシアニン含量(吸光度の比数)	0.86	0.80	1.08	1.06	1.06	1.62	1.91
可溶性固形物含量(%)	17.6	18.3	20.2	19.9	17.5	19.3	17.6
還元糖含量(g/100cc)	17.4	16.1	19.0	19.6	17.3	19.2	17.3
遊離酸含量(酒石酸 g/100cc)	0.45	0.52	0.44	0.45	0.44	0.57	0.55

アントシアニン含量の分析に用いた果粒を解凍したのち，果汁をしぼり，検糖計で可溶性固形物含量を，SOMOGYI・NELSON 法により還元糖含量を，0.1 規定 NaOH 溶液を用いて遊離酸含量をそれぞれ測定した。

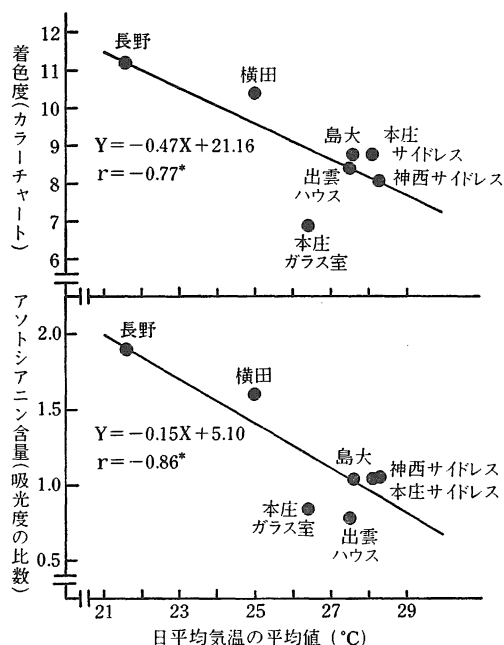
d. アントシアニン組成

凍結乾燥した果皮約 5g より 0.5% メタノール性塩酸を用いてアントシアニン色素を抽出し，減圧濃縮後，BARRITT らの方法に準じ PVP (東京化成製) カラム中を 0.5% メタノール性塩酸で流下させて精製した。この色素をセルロースプレート (20×20cm, メルク社製) に添着し，一次溶媒として水：塩酸：プロピオン酸 = 10：2：3，二次溶媒として n-ブタノール：塩酸：水 = 5：2：1 を用いて展開し，高速薄層クロマトスキャナ (島津 C S - 920 型) で主要アントシアニンの相対濃度を測定した。

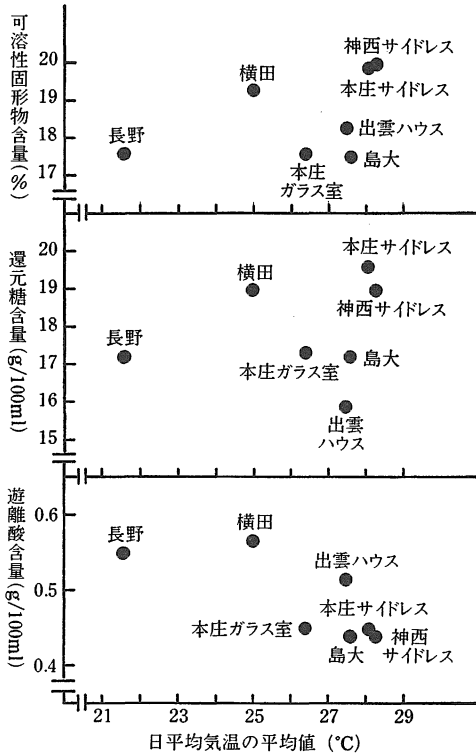
実 験 結 果

各試料採取場所における収穫前40日間 (着色開始期より収穫期までの期間) の日平均，最高，最低気温を第2表に示した。日平均気温の平均で最高を示したのは神西サイドレス (28.3℃) で，以下本庄サイドレス，島大，出雲ハウス，本庄ガラス室，横田と続き，最低の長野 (21.6℃) との間に 6.7℃ の差があった。日最高気温の平均では，最高が島大 (32.7℃)，最低が長野 (27.1℃) で両者の差は 5.6℃ であった。日最低気温の平均では，最高が島大 (23.8℃)，最低が長野 (16.8℃) で両者の

差は 7.0℃ であった。このように収穫前40日間の気温は，収穫期が8月下旬になる神西サイドレス，本庄サイドレス，島大で最も高く，7月下旬から8月上旬の本庄ガラス室，出雲ハウス，さらに9月上旬の横田と順次低くなり，9月中旬の長野で最も低かった。第3表は各場所の収穫前40日間の日照時間を示したものである。収穫期が



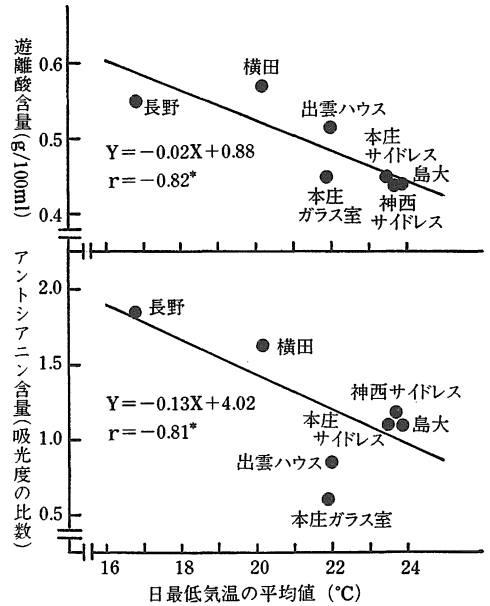
第1図 収穫前40日の日平均気温の平均値と果房の着色度，果皮中のアントシアニン含量との関係



第2図 収穫前40日の日平均気温の平均値と果汁中の可溶性固形物含量、還元糖含量、遊離酸含量との関係

8月下旬以降の神西サイドレス、本庄サイドレス、島大、横田、長野はいずれも300時間以上で、最高は神西サイドレスの387時間であった。収穫期が7月下旬から8月上旬の本庄ガラス室、出雲ハウスはこの期間の日照時間が著しく少なく、神西サイドレスの約半分であった。

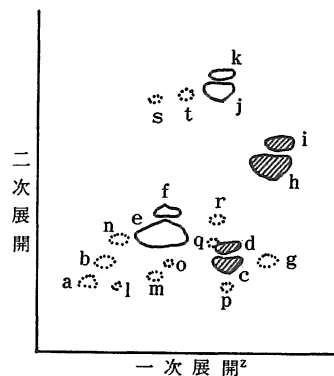
供試果房の着色度、果皮中のアントシアニン含量、可溶性固形物含量、還元糖含量、遊離酸含量は第4表に示すとおりである。着色度は最高の長野(11.2)より最低の本庄ガラス室(6.9)まで供試場所により著しい相違が認められた。アントシアニン含量も最高は長野(1.91)であったが、最低は出雲ハウス(0.80)であり、順位は着色度とかならずしも一致しなかった。また最低は最高の1/2以下であり、着色度の場合より差異が顕著であった。可溶性固形物含量では、最高の神西サイドレス(20.2%)より最低の島大(17.5%)まで2.7%の差があった。還元糖含量の最高は本庄サイドレス(19.6g/100cc)、最低は出雲ハウス(16.1g/100cc)で順位はかならずしも可溶性固形物含量とは一致しなかった。しかし、出雲ハウス、神西サイドレスを除いて可溶性固形物含量



第3図 収穫前40日の日最低気温の平均値と果皮中のアントシアニン含量、果汁中の遊離酸含量との関係

と還元糖含量の差は少なかった。遊離酸含量では、最高が横田(0.57g/100cc)、最低が神西サイドレスおよび島大(ともに0.44g/100cc)であった。

このように各調査項目において、供試場所間で相当の変異が認められたので、前述した各場所の収穫前40日間の気温および日照時間との関連性の有無を検討した。第



第4図 ‘巨峰’の果皮中のアントシアニンの薄層クロマトグラム

z 一次展開、水：塩酸：プロピオン酸=10：2：3  
二次展開、n-ブタノール：塩酸：水=5：2：1  
図中の斜線部分はUVでけい光。また、点線で示した部分は少量色素。

第5表 主要アントシアニンの組成 (%)

試料の供試場所 アントシアニンの種類 <sup>2)</sup>	本庄 ガラス室	出雲 ハウス	神西 サイドレス	西本 サイドレス	庄島 大	横田	長野	平均
Mv-DG	32.3	17.8	21.6	28.1	12.3	27.6	21.6	23.0
Pn-DG	4.3	6.0	7.3	7.3	3.7	6.0	4.8	5.6
Mv-MG	12.5	7.6	11.7	13.3	13.3	17.2	19.6	13.6
Pn-MG	3.3	2.0	4.0	4.8	4.7	5.6	5.5	4.3
Mv-DG-C	35.8	45.0	32.7	34.1	41.5	27.7	30.0	32.3
Pn-DG-C	4.1	7.1	7.7	6.3	6.5	4.2	3.0	5.6
Mv-MG-C	7.7	14.8	14.0	6.0	17.1	12.0	16.3	12.6
Pn-MG-C	0	0	1.9	0.2	1.7	0	1.8	0.8

Z. Mv : Malvidin, Pn : Peonidin, DG : Diglucoside, MG : Monoglucoside, C : クマール酸アシル化色素.

1 図および第 2 図は、この期間の日平均気温の平均値と各項目の測定値との関係を示したものである。着色度および果皮中のアントシアニン含量では、図中に示すように、有意な負の相関が認められた。可溶性固形物含量および還元糖含量と日平均気温の平均値との間には有意な関係は認められず、遊離酸含量は日平均気温が低いほど高い傾向があったが、両者の関係は有意ではなかった。次に各場所の収穫前40日間の日最高気温の平均値と各項目の測定値との関連性の有無を検討したが、いずれについても有意な関係は見出せなかった。一方、この期間の日最低気温の平均値については、第 3 図に示すように果皮中のアントシアニン含量および遊離酸含量との間に高い負の相関が認められたが、それ以外の項目との間では、有意な関係は見出せなかった。さらにこの期間中の日照時間と各項目の測定値との間には、いずれも有意な関係は認められなかった。しかし長野と横田を除く期間中の気温の差の少ない 5 地区で日照時間とアントシアニン含量との関係を見ると、日照時間が少ない本庄ガラス

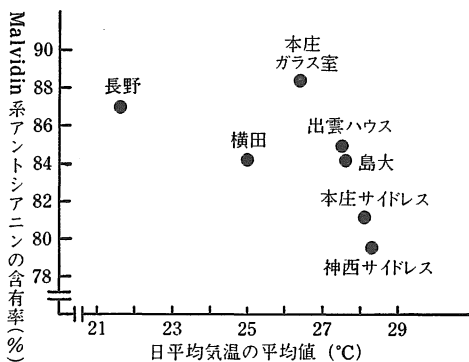
室、出雲ハウスのアントシアニン含量が0.80~0.86であるのに対し、100時間以上も多い本庄サイドレス、神西サイドレス、島大の含量は1.06~1.08と多い傾向があった。

‘巨峰’の果皮アントシアニンの薄層クロマトグラムを模式的に示したのが第 4 図である。20のスポットが識別されたが、それらのうち量的に多いのは図中に実線で示した c, d, e, f, h, i, j, k の 8 個であった。色調, R f 値, 蛍光の有無 (c, d, h, i は紫外線下<sup>5,6)</sup>で蛍光を呈する<sup>7)</sup>) より芥田ら、白石らの報告を参照して、

- c = Malvidin-3,5-diglucoside (Mv-DG),
- d = Peonidin-3,5-diglucoside (Pn-DG),
- e = Malvidin-3-monoglucoside (Mv-MG),
- f = Peonidin-3-monoglucoside (Pn-MG),
- h = Malvidin-3,5-(p-coumaroyl)-diglucoside (Mv-DG-C),
- i = Peonidin-3,5-(P-coumaroyl)-diglucoside (Pn-DG-C),
- j = Malvidin-3-(p-coumaroyl)-monoglucoside (Mv-MG-C),
- k = Peonidin-3-(p-coumaroyl)-monoglucoside (Pn-MG-C)

と推定した。これらの主要アントシアニン 8 種の組成を供試場所別に示したのが第 5 表である。全地域の平均で見ると、Mv-DG-C が32.3%と最も多く含まれ、Mv-DG 23.0%, Mv-MG 13.6%, Mv-MG-C 12.6% がこれに続き、Malvidin 系色素が全体の81.5%を占め、Peonidin 系色素はいずれも 6%以下の少量であった。

しかし、この組成は場所による変動が大きく、例えば Mv-DG-C についても最高は出雲ハウスの45.0%、最低は横田の27.7%であり、Mv-DG の場合でも最高の本



第5図 収穫前40日の日平均気温の平均値と Malvidin 系アントシアニン含有率との関係

庄ガラス室32.3%は最低の島大12.3%の3倍に近い値であった。また Mv-DG-C と Mv-DG の相対量も横田のように1:1に近いものから島大の3.4:1まで著しい相違があった。これらの変動と各場所の気温、日照時間との関係を調べたが、いずれの要因との間にもまったく関連性が認められなかった。さらに Malvidin 系色素の全体に占める割合と各場所の気温、日照時間との間にも有意な関係は認められなかったが、第5図に示すように、平均気温の低い場所ほど Malvidin 系色素の含有率が高い傾向があった。

## 考 察

ブドウの着色はいろいろな環境要因により影響されるが、それらの中でも温度の影響は大きく、高温が着色や果皮のアントシアニン形成を阻害することを認めた報告は多い。巨峰についても、岩本らは着色期の高温が着色を阻害することを認め、また苫名らは樹体温度では30℃より20℃で、果実温度では30℃~15℃の範囲で温度の低いほど果皮中のアントシアニン含量が高いことを明らかにし、とくに果実温度が果皮のアントシアニン形成に重要な役割を持つことを示唆している。本実験の結果においても着色度およびアントシアニン含量に及ぼす試料採取場所の気温の影響は明確であり、着色開始から収穫までの期間(収穫前40日間)の日平均気温の平均との間に高い有意な負の相関が認められ、さらにアントシアニン含量は日最低気温の平均との間にも有意な相関を示した。収穫期が8月下旬となる作型の島根県内の平地の栽培では、'巨峰'の良好な着色(着色度9~10)が難しいようであり、着色期間の日平均気温の平均で3.3~2.6℃、日最低気温の平均で3.6~3.4℃低い同じ県内の標高350mの横田町は、長野県塩尻市(標高889m)には及ばないとしても、着色に好適な温度条件を備えていることが明らかとなった。有吉らは巨峰の良好な着色には、この時期の夜温が20℃以下であることが望ましいと報告しており、横田町はその条件にやや近いことが日最低気温の値から推察される。なお、着色度、アントシアニン含量以外では、酸含量が気温と有意な関係を示し、期間中の日最低気温が低いほど酸は多かったが、KLIEWERも低温で生育させたブドウは高温のものに比べ酸が多くなることを報告している。

平地で'巨峰'の着色期間の気温を低くするには、ビニールハウスやガラス室を用いるのが1つの方法であり、本実験の例では、この方法で収穫期は約1箇月早くなり、着色期間の気温も1~2℃低くなったが、着色度もアントシアニン含量も予期に反しむしろ減少した。こ

の点については、着色期間が梅雨期と重なり、日照時間の少なかったことが影響しているように思われる。着色期間の日照の不足は、光合成の低下一炭水化物の不足を通じて間接的に、また果房周辺の照度の低下により直接的に着色—果皮のアントシアニン形成を阻害することが知られている。岩本らは'巨峰'で、着色開始以後の樹冠の60%遮光が顕著に着色を阻害することを認めており、本実験の出雲ハウスや本庄ガラス室の場合も、気温が低いプラスより、日照の不足によるマイナスの影響の方が大きかったと推察される。

'巨峰'の果皮のアントシアニン色素組成について、芥田らは最も多量に含まれているのは Mv-MG で約40%、続いて Mv-DG-C (20%)、Mv-DG (18%)、Pn-DG (12%)、Pn-MG (10%) の順であったとしている。内藤らも Mv-MG を最多アントシアニンと認めているが、その他の色素の順序は一致していない。本実験の結果においても、構成色素の種類はほぼ同様であったが、各地域を通じて最も多量に含まれていたのは Mv-DG-C で32.3%、次いで Mv-DG (23.0%)、Mv-MG (13.6%)、Mv-MG-C (12.6%) の順となり、各色素の相対量ではこれまでの報告と著しく異なった。また、本実験では、場所により構成色素の相対量がかなり異なったが、気温や日照条件との関連性は明らかでなかった。このように'巨峰'の果皮のアントシアニン色素の構成は安定なものではないことは確認できたが、影響した要因については不明であった。果房に直接照射する日光の強さは巨峰の果皮色素組成に顕著な影響を与えないことが報告されているが、気温、栄養条件などと色素組成との関係についてはまだ調べられていない。本実験で気温の低い場所ほど Mv 系色素の含有率が高い傾向があったことから、今後これあの要因が色素組成に及ぼす影響についてさらに詳細な検討が必要と思われる。

## 摘 要

作型あるいは標高の異なる地域で栽培された'巨峰'について、収穫前40日間(着色開始期以後収穫時まで)の気温、日照時間と収穫果の果色、果皮中のアントシアニン含量、果汁中の可溶性固形物含量、還元糖含量、および遊離酸含量、さらに果皮中のアントシアニンの組成との関係を調べた。

1. 収穫前40日間の気温は、収穫期が8月下旬となる神西サイドレス、本庄サイドレス、島大で最も高く、7月下旬から8月上旬の本庄ガラス室、出雲ハウス、さらに9月上旬の横田と順次低くなり、9月中旬の長野で最も低かった。この期間の日照時間は、本庄ガラス室およ

び出雲ハウスで最も少なく、最も多かった神西サイドレスの約半分であった。

2. 着色度、果皮中のアントシアニン含量ともに最高は長野、最低は本庄ガラス室あるいは出雲ハウスであり、収穫前40日間の各場所の日平均気温の平均値と着色度および果皮中のアントシアニン含量との間には、それぞれ高い有意な負の相関が認められた。しかし可溶性固形物含量および還元糖含量との間には有意な関係は認められず、遊離酸含量は日平均気温が低いほど高い傾向があったが両者の関係は有意ではなかった。

3. 同じ期間の各場所の日最高気温の平均値と各項目の測定値との間には、いずれも有意な関係は見出せなかった。一方、この期間の日最低気温の平均値は、果皮中のアントシアニン含量および遊離酸含量との間に高い負の相関を示したが、それ以外の項目とは有意な関係がなかった。

4. 同じ期間中の日照時間と各項目の測定値との間には、いずれも有意な関係は認められなかった。しかし気温差の少ない5場所間では、日照時間の少ない本庄ガラス室、出雲ハウスのアントシアニン含量が他場所より少ない傾向にあった。

5. 果皮中の主要アントシアニン8種類の組成を全場所の平均で見ると、Mv-DG-Cが32.3%と最も多く含まれ、Mv-DG 23.0%、Mv-MG 13.6%、Mv-MG-C 12.6%がこれに次ぎ、Malvidin 系色素が全体の81.5%を占め、Peonidin 系色素はいずれも6%以下の少量であった。これらの組成は場所による変動が大きかったが、各場所の気温、日照時間との関連性はまったく認められなかった。なお、有意ではないが、Malvidin 系色素の全体に占める割合は平均気温の低いほど高い傾向があった。

#### 謝 辞

本研究の実施に当って、長野県中信農業試験場茂原泉氏、島根県農業試験場高橋国昭氏、山本孝司氏、島根県仁多農業改良普及所矢野良治氏には、材料果実及び気象

観測資料の入手にこころよく御協力いただいた。記して感謝申し上げる次第である。

#### 引用文献

1. 有吉俊明・岡本五郎・島村和夫：園学要旨 昭53秋：467, 1978.
2. 岩本和彦・今井俊二・松本善守・黒田喜佐雄：奈良農試研報 10：19-27, 1979.
3. 川野信寿：農耕と園芸 35(6)：220-223, 1980.
4. 苫名孝・宇都宮直樹・片岡郁雄：園学誌 48(3)：261-266, 1979.
5. 芥田三郎・松富直利：日食工学誌 23(3)：101-107, 1976.
6. 芥田三郎・太田英明・箴島豊：日食工学誌 24(7)：346-349, 1977.
7. 白石真一・渡部由香：園学要旨 昭59秋：90-91, 1984.
8. 苫名孝・宇津宮直樹・片岡郁雄：園芸研究集録 9：1-5, 1979.
9. 内藤隆次：園学誌 33(3)：213-220, 1964.
10. 内藤隆次・山村宏・池上研二・大井秀一・三島啓子：島根大農研報 18：8-15, 1984.
11. KLIEWER, W. M. : J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95(6)：693-697, 1970.
12. KLIEWER, W. M. : Amer. J. Enol. Vitic. 28(2)：96-103, 1977.
13. WICKS, A. S., W. M. KLIEWER and F. JENSEN : UCD Grape and Wine Continental Symposium Proceedings : 148-150, 1980.
14. BARRITT, B. H. and L. C. TORRE : J. Amer. Soc. Hort. Sci. 100(2)：98-100, 1975.
15. KLIEWER : J. Amer. Soc. Hort. Sci. 98(2)：153-159, 1973.
16. 竹下修・沢田真之輔・高橋国昭・村上英行・多久田達雄・梶野利雄・上野良一・石井卓爾・河野良洋：島根農試研報 19：1-71, 1984.