

ブドウ果実の着色に関する研究*

第3報 デラウェア種果実の色素形成に 及ぼすジベレリン処理の影響

内藤隆次・柿木尚文* (園芸学研究室)

Ryūji NAITŌ and Naobumi KAKINOKI

Studies on the Coloration of Grapes (III) Influence of Dippings of Gibberellic Acid (G.A.) on the Pigmentation of Delaware Grapes

緒 言

近年、デラウェア種に対して、ジベレリンの開花前および開花後の果房処理が無核果の形成ならびに成熟期促進に顕著な効果を示すことが認められ、すでに実際栽培に広く利用されている。最近、一部の栽培者や市場関係者の間で、このデラウェア種のジベレリン処理果について、無処理の有核果に比べ、果色の濃厚な割に糖度が低く食味が劣るように言われている。もしこのような事実があれば、ジベレリン処理は成熟過程における糖の増加、あるいは酸の減少に比べ、着色に対してより促進的な作用を持っていることになる。

本実験はこれらの点を明らかにする目的で、デラウェア種のジベレリン処理果および無処理果の成熟過程における色素の消長について、糖度との関連性を中心にして検討を加えた。

本実験を行なうにあたり、高馬進教授より御助言を得た。記して謝意を表する。

実験材料および方法

島根農科大学附属農場果樹園のデラウェア種8年生樹に結果枝別に処理区、無処理区を設け、処理区の果房に対して5月18日および6月11日(満開日6月1日)にジベレリン協和100 ppm溶液で浸漬処理を行なった。処理果房は7月9日より8月1日までの間6回、無処理果房は7月26日より8月19日までの間6回、各時期における平均的な生育状態の4果房を選んで採取し、調査試料とした。各供試果房の先端部より果粒20ケを取り、そのうち10粒について粒別にアントシアニン含量および糖度

を測定し、さらに同じ試料について酸度の測定を行なった。残りの10粒についてクロロフィールの定量を行なった。アントシアニンの定量法は別記の通りである。糖度は屈折糖度計により測定し、酸度は0.1 N NaOHで滴定、酒石酸に換算した。クロロフィールの定量法は村山⁽¹²⁾らの方法によった。

アントシアニンの定量法

1) 試料の調製

果粒より果皮を分離し、水洗して付着した果肉組織などを取り除き、ついでろ紙で水分を取り去る。

2) 色素の抽出

果粒1ケの果皮に1%メタノール性塩酸の一定量(果色の濃淡に応じ10 ccあるいは5 cc)を加え、24時間以上放置(その間3回振とう)、その上澄液を測定に供する。

3) 抽出液の吸光度の測定

デラウェア種の果皮中のアントシアニン色素の1%メタノール性塩酸溶液の最大吸光波長は526 m μ である。したがって、抽出液の吸光度を同波長で測定した。

4) 果皮中のアントシアニン含量の算出

デラウェア種の果皮中のアントシアニン色素の1%メタノール性塩酸溶液と最大吸光波長が近似しているKMrO₄の $\frac{1}{2}$ N H₂SO₄溶液(最大吸光波長525 m μ)⁽¹¹⁾で標準検量線を作り、これにより抽出液中のアントシアニンをKMnO₄の濃度で表わす。さらにこの値より果粒1ケの果皮中のアントシアニン含量をKMnO₄の重量で算出する。一方、あらかじめ求めておいた果粒の横径より、果粒を球体とみなして表面積(4 πr^2)を計算し、これらの値よりその果粒のアントシアニン含量を果皮10 cm²当りのKMnO₄⁽³⁾の重量で表わす。

本法はHOOPER, FRANCIS⁽²⁾らがそれぞれイチゴ、

* 現在島根県併合農林改良事務所

Cranberry のアントシアニン色素を定量した方法を参考にして考案した簡易定量法で、つぎのような特徴を持っている。1) 皮部(表皮および亜表皮厚膜細胞層よりなり、色素は後者に含まれている)のみを果粒より分離して抽出を行なった。従来の果実全体を磨碎して抽出する方法に比べ、操作が簡単である。この方法で抽出は完全に行なわれるが、溶媒に加わる試料中の水分の補正が困難で、そのため多少の誤差を生ずる。2) 皮部のみに色素が含まれている果実では、果径の大小により重量当りの表面積が異なるので、果実の重量当りで示した色素含量は必ずしも果色と比例しないことを FRANCIS⁽²⁾ が指摘している。そこで本法では果径より表面積の近似値を求め、アントシアニン含量を一定表面積(10cm²)当りで表示した。3) アントシアニン含量を KMnO₄ の重量で表示した。これに関してはイチゴおよび Cranberry のアントシアニン含量を Congo Red の重量で表示した例がある。⁽²⁾⁽³⁾

実験結果

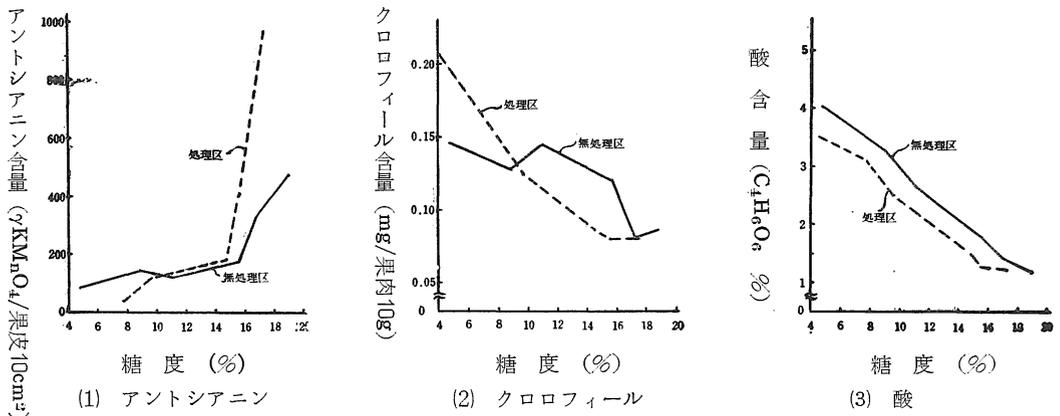
果房に対するジベレリン浸漬処理がアントシアニン、クロロフィル、糖および酸度の時期的変化に及ぼす影響を示したのが第1表である。処理果は8月1日に糖度17.3%、酸度1.22%でデラウェア種の成熟期(糖度18%以上、酸度1.0%以下)の状態に近いが、一方無処理果は8月19日に、糖度19.0%、酸度1.16%となり完熟状態と認められる。両時期のクロロフィル含量はほとんど差がなく、アントシアニン含量は処理果が著しく多い。これらの結果より処理果は約2週間以上成熟が促進されていると考えられる。なお、供試処理果房の果粒はほとんど無核であった。

つぎに第1表の値より、処理果および無処理果の糖度

の変化に対応するアントシアニン、クロロフィルおよび酸の変化を示したのが、第1図(1)~(3)である。まず糖度とアントシアニン含量の関係をみると、処理、無処理果ともに糖度が15%付近に達する頃よりアントシアニンの増加過程にはいるが、その増加率は処理果が著しく高い。その結果、収穫適期の糖度18%付近における処理果のアントシアニン含量が約1000γであるのに対し、無処理果は約400γで顕著な差異が認められる。つぎに糖度とクロロフィル含量の関係では、処理果は糖の増加に伴ってクロロフィルの急激な減少が認められ、糖度15%付近で最低の一定レベルに達する。これに対し、無処理果は糖度16%付近まで緩慢な減少を行ない、17%以

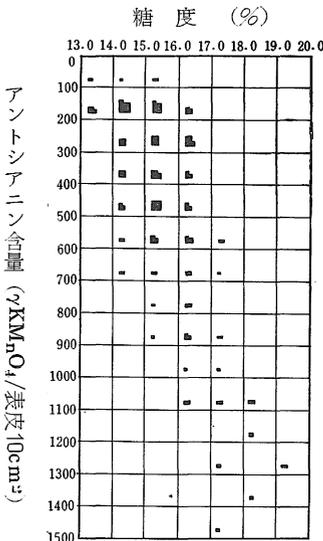
第1表 G. A. 処理が果実のアントシアニン、クロロフィル、糖および酸含量の時期別変化に及ぼす影響

区分	採取日	アントシアニン γKMnO ₄ / 果皮10cm ²	クロロフィル mg/ 果肉10g	糖 %	酸 C ₄ H ₆ O ₆ %
処 理 区	7月9日	—	0.206	4.2	3.50
	14	40	—	7.8	3.09
	19	127	0.125	9.6	2.51
	24	177	0.083	14.7	1.55
	28	408	0.084	15.5	1.28
無 処 理 区	8月1日	976	0.033	17.3	1.22
	7月26日	88	0.149	4.8	4.01
	8月1日	146	0.137	8.9	3.26
	6	118	0.145	11.1	2.66
	11	184	0.120	15.6	1.78
区	15	341	0.079	16.9	1.44
	19	474	0.080	19.0	1.16

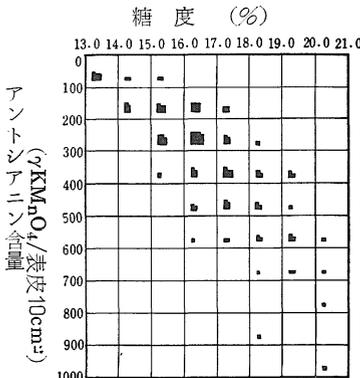


第1図 G. A. 処理が果実の糖度含量の増加に対応するアントシアニン、クロロフィルおよび酸含量の変化に及ぼす影響

上になって最低のレベルに達する。このように糖の変化に対応するクロロフィルの減少経過は両者でやや異なるが、糖度17%以上のクロロフィル含量は両者でほとんど差異がない。さらに糖度と酸度の関係を見ると、糖の増加に対応する酸の減少は処理果が常に先行し、糖度



第2図 G. A. 処理果の糖度とアントシアニン含量の相関図



第3図 無処理果の糖度とアントシアニン含量の相関図

第2表 G. A. 処理果実の糖度とアントシアニン含量の相関関係に及ぼす影響

項目	相 関 係 数	糖度に対するアントシアニン含量の回帰直線 X = 糖度 % Y = アントシアニン含量 γKMnO ₄ /果皮10cm ²
処理区	r = +0.736 ただし 0.828 > ρ > 0.604 P = 0.01	Y - 452.6 = 187.0 (X - 15.8)
無処理区	r = +0.746 ただし 0.836 > ρ > 0.617 P = 0.01	Y - 312.9 = 79.8 (X - 17.0)

ントシアニン含量の相関図を作り (第2図, 第3図), それより相関係数および回帰直線を求めて第2表に示した。相関係数は処理果+0.736, 無処理果+0.746でいずれも高い相関が認められ, この点では処理の影響は認められなかった。一方回帰係数は処理果で187.0, 無処理果で79.8であり, 処理果は無処理果に比べ, 糖の増加に対応するアントシアニンの増加率が2倍強であることが明らかにされた。

考 察

近年リンゴ, その他の果実に対し各種の植物ホルモンとくに2・4・5-T Pなどを成熟前に散布することにより着色, 成熟を促進することが認められ, これに関する報告は少なくない。BILLERBECKらはリンゴに対する2・4・5-T P散布はアントシアニン形成を促進し着色を増進するが, 可溶性固形物, 硬度などには影響を及ぼさないことを認めている。一方, 沢田らは同じくリンゴに対する2・4・5-T P散布が着色を増進するとともに, 糖の増加など熟期の促進にも効果のあることを報告している。

ブドウのデラウェア種に対するジベレリンの開花前および開花後の果房処理が無核果の形成ならびに成熟促進に顕著な効果があることは既に認められているが, 果色と果実内成分の相互関係に及ぼす同処理の影響については未だ明らかにされていない。ブドウ果実の糖度とアントシアニン含量との間に高い相関関係が存在することは前報で明らかにした。本実験のジベレリン処理果においても両者の間に高い相関性が認められた。しかし糖度当りのアントシアニン形成量は無処理果に比べ処理果は約2倍強であり, そのため可食適期の糖度18%内外の果房を比較した場合, 両者に著しい差異を生じた。それに対し, 糖の増加に対応するクロロフィル, 酸の減少経過はアントシアニンの場合ほど処理の影響を受けなかった。これらの結果は, ジベレリン処理は成熟期を促進するが, とくに着色に対する促進作用が著しいことを示している。

しかしながら, 処理果の着色開始期は7月上旬, 成熟期は7月下旬~8月上旬であるのに対し, 無処理果の着色開始期は7月下旬, 成熟期は8月中下旬であり, 両者の着色期間の気象環境には多少相違がある。ブドウ果実の着色に対して温度の影響が大きいことが認められており, とくに本邦中部以西のデラウェア種栽培においては, 高夜温が果色の発現に悪影響を及ぼす可能性があることを中川は指摘している。著者らも, 盛夏期の昼間の高温がデラウェア種のアントシアニン形成を抑制するこ

(7)とを認めた。従って、ジベレリン処理果の着色時期が2週間以上早いことは、着色作用に対して有利な温度条件にあると考えられる。また7月上中旬までは比較的降雨が多く、7月中は土壤水分が豊富にあるが、8月にはいとほとんど降雨がなく、土壤水分条件もかなり異なる。これらの点から、ジベレリン処理がとくに着色に対する促進作用を示す原因が、直接ジベレリンにあるかどうかについてはなお検討の余地があると思われる。

ブドウ果実の収穫適期は一般に果色で判断される。普通栽培のデラウェア種(有核果)の果色に対する概念でジベレリン処理果の収穫を行なえば、その糖度は15~16%ぐらいでまだ可食適期に達せず、食味が劣ることは本実験の結果より明らかである。従って品質の点から、処理果は充分に着色してから収穫することが特に必要と認められる。

摘 要

デラウェア種8年生樹のジベレリン処理を行なった果房について、同一樹の無処理の果房と比較して、成熟過程における果実の色素量と糖度との関係を調べた。処理果は7月9日より8月1日までの間、無処理果は7月26日より8月19日までの間、それぞれ6回材料を採取して分析に供試した。

1. ジベレリン処理により成熟期は約2週間促進された。

2. 処理、無処理果ともに糖度が15%内外に達するとアントシアニン含量が増加し始めるが、糖度の増加に対応するアントシアニン色素の増加率は処理果が著しく高く、その結果、成熟果の果色は処理果が著しく濃厚であった。

3. 糖度の増加に対応するクロロフィル含量および酸含量の減少経過はアントシアニンの場合ほど処理の影響を受けなかった。

引用文献

1. BILLERBECK F. W., N. W. DESROSIER and R. B. TUKEY: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 61: 175—179, 1953
2. FRANCIS F. J.: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 69: 296—301, 1957
3. HOOVER M. W. and R. A. DENNISON: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 65: 195—198, 1955
4. 岸 光夫: 農園 35: 381—384, 1960
5. 岸 光夫: 農園 36: 359—364, 1961
6. 小林 章・行永寿二郎・松永昇児・林 隆夫: 園芸学会秋季大会発表要旨: 12, 1961
7. 内藤隆次・柿木尚文: 園芸学会春季大会発表要旨: 10, 1963
8. 内藤隆次・松岡 広・後藤晴昌: 園芸学会秋季大会発表要旨: 13, 1960
9. 中川昌一: 葡萄 1960, 東京, p. 21—23
10. 沢田英吉・田村 勉・吉田竜夫・高橋正治: 園学誌 29 (4): 253—263, 1960
11. 重松恒信: 分析化学講座 1—B, 比色分析法 I 1956, 東京, p. 5—7
12. 戸荻義次: 作物試験法 1957, 東京, p. 330—332
13. WHITE D. G.: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 61: 180—184, 1953
14. 行永寿二郎・和田英雄・島崎博之: 園芸学会秋季大会発表要旨: 2, 1959

Summary

This study was made on the influence of dippings of Gibberellic acid (G.A.) applied to the flower clusters at 14 days before and 10 days after full bloom on the pigmentation of Delaware grapes.

1. G. A. treatment induced parthenocarpic development of berries and promoted the maturation by more than two weeks.

2. Anthocyanin contents of treated berries increased at much higher rate than that of non-treated berries in their ripening periods. And regression equations for anthocyanin contents and sugar contents of berries containing sugar in range 13 % to 20 % were as follows.

Dipped with G. A. : $Y - 452.6 = 187.0 (X - 15.8)$

Non treated : $Y - 312.9 = 79.8 (X - 17.0)$

X = Percentage of sugar content Y = Anthocyanin content shown by γ of $KMnO_4/10 \text{ cm}^2$ skin area

Consequently clusters dipped with G. A. had obviously deeper skin color of reddish purple at the optimum stage of sugar accumulation for picking as compared with non-treated clusters.

3. G. A. treatment had little effect on the relationships between chlorophyll and sugar contents of berries and between titratable acid and sugar contents of them.