

ブドウ‘博多ホワイト’の渋味と可溶性タンニンとの関係

白石美樹夫・栗村光男¹⁾・平川信之・井樋昭宏²⁾
(園芸研究所)

欧州種系品種であるブドウ‘博多ホワイト’を用いて生食用果実の渋味発生に関与している可溶性タンニン(以下STと略す)について、官能による渋味の判定程度との関係、整枝法の影響、果実内分布様相について調査した。ブドウ果肉中のST含量は、搾汁した果汁中のST含量をFolin-Denis法で測定することによって推定できた。果汁ST含量に影響を及ぼす要因では樹間が有意であったのに対し、樹内(果房間)および樹間と樹内間の交互作用は有意でなかった。また、マンソン、短梢および長梢の各整枝法を比較した場合、短梢整枝法において果汁中のST含量が高い傾向が認められた。果汁ST含量と渋味官能値との間に強い相関は認められなかったが、果汁ST含量が54mg/100mL(剥皮して搾汁した場合)あるいは60mg/100mL(剥皮せずに搾汁した場合)を超えると高頻度に渋味が感知された。果実縦断面のタンニンプリントでは、果心および果皮部位で濃青黒の発色が認められたのに対し、果肉部位での発色は僅かであったことから果実内部におけるSTの分布には局在性が認められた。

[キーワード:ブドウ, 博多ホワイト, 可溶性タンニン, Folin-Denis, 渋味]

Relationship Between Astringency and Soluble Tannins in Grape Cultivar ‘HAKATA WHITE’. SHIRAIISHI Mikio, Mitsuo AWAMURA, Nobuyuki HIRAKAWA and Akihiro IBI (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent.* 21: 40-44 (2002)

For soluble tannins (ST) which contribute the astringency of table grape berries in ‘HAKATA WHITE’ (*Vitis vinifera* L.), the present study was performed to i) examine the correlation with palatability, ii) investigate the effect of training system, and iii) identify the macroscopic localization in grape berries. The ST content of the berry pulp can be estimated from that of berry juice by using Folin-Denis method. The ST content of the juice differed significantly between vines, and not differed significantly within vine and for vine × within vine interaction. The ST content of juice in grape berries were higher in the spur-pruned training system than in the “Munson” training and cane-pruned trained system. Although the correlation between the ST content in juice and palatability was not high, it seemed that one could frequently aware the astringency of the berries when the ST content in juice exceeded either 54mg/100mL (pressed-juice with peeling) or 60mg/100mL (pressed-juice without peeling). In the tannin prints for longitudinal slices of the berries, the skewed-distribution of blue-staining was found in the section of skin and central tissue in contrast to that of pulp.

[Key words: grape, ‘HAKATA WHITE’, soluble tannin, Folin-Denis, astringency]

緒言

ブドウ‘博多ホワイト’は、本県において1974年に‘Italia’に‘Rosaki’を交配して育成した交雑実生で、1992年7月にぶどう農林12号として命名登録された大粒でマスカット香を有する黄緑または黄白色の生食用品種である¹²⁾。本品種は裂果しにくく、比較的耐病性に優れる欧州種(*Vitis vinifera* L.)であるため、全国のブドウ施設栽培地帯における適応性が高く¹²⁾、特に温暖多雨地帯の西日本では‘Muscat of Alexandria’より成熟期の早い施設栽培用の有望な品種として期待される。

しかし、本品種のように欧州種を遺伝的背景とするブドウの場合、一般に果皮の剥皮性が困難なため、果実を果皮ごと食した場合に時折渋味が強く感知されることがあり^{9,12,15)}、普及・販売を推進する上で支障になることが指摘されている⁹⁾。また、上記のような渋味果の発生は、欧州種を主要な交配母本として用いる本県の施設ぶどう育種試験において考慮すべき重要な問題である。

ブドウ果実における渋味発生には、可溶性タンニンと

呼ばれるポリフェノール成分が関与するとされ^{8,9,17)}、カテキン、ガロカテキン、プロアントシアニジンなどが主成分をなしている¹⁷⁾。一方、渋味果の発生に及ぼす栽培環境の影響については、樹勢の強弱や土壌の過乾燥による根痛み⁵⁾などが要因として挙げられているが不明な点が多い。

そこで、本研究では主に‘博多ホワイト’を用いてブドウ果実の渋味発生に関与している可溶性タンニン(以下STと略す)について、官能による渋味の判定程度との関係、整枝法の影響、果実内分布様相について明らかにした。

材料および方法

試験1. 果肉STおよび果汁ST含量と渋味官能判定との関係

1997年に、場内ほ場に栽植している‘博多ホワイト’(23年生自根マンソン整枝, 6年生5BB台短梢せん定H字型整枝, 11年生5BB台長梢せん定自由整枝), ‘巨峰’(16年生5BB台長梢せん定自由整枝), ‘Italia’(7年生5BB台マンソン整枝)および‘Rosaki’(16年生5BB台短梢せん定H字型整枝)の計6樹を供試した(第1表)。

試験規模は1区1樹の無反復とし、アクリルあるいは簡易ビニル被覆による雨除け栽培を行った。'博多ホワイト'は9月3, 10, 17日に、'巨峰'は9月3日に、'Italia'および'Rosaki'は9月10日に、各品種とも1果房当たり10果粒を3果房から任意に採取した。

分析試料の調整は果肉および果汁について行った。果肉の調整では、新鮮果実(3~4果粒)について、ピンセットを用いてなるべく果肉が付着しないように果皮を剥ぎとった後、楔形に裁断した果肉試料を得た。試料約5gに80%メタノール10mLを加えてヒスコトロンで磨砕し、再度80%メタノール7mLを加えて磨砕後、9,000rpmにて5分間遠心分離して上澄を得た。さらに、残差に80%メタノール10mLを加え、ガラス棒で攪拌し、9,000rpmにて5分間遠心分離した。この操作を再度繰り返して、先に得られた上澄と一緒に集めて脱イオン水で100mLに定容して果肉試料とした。果汁の調整では、剥皮した新鮮果実(3~4果粒)をハンドジューサで搾汁し、さらに脱イオン水で10倍に希釈して果汁試料とした。

ST含量の測定は、TAIRA³⁾の方法に準じてFolin-Denis法により行った。すなわち、試料1mLを試験管に取り、脱イオン水6mLを加え、1Nフェノール試薬(Folin-Ciocalteu試薬)0.5mLを加えて攪拌した。3分後、飽和炭酸ナトリウム水溶液1.0mLを加えて攪拌し、さらに、脱イオン水1.5mLを加えて溶液全体で10mLとした。1時間以上放置した後、分光光度計で波長725nmにおける吸光度を測定し、(+)-D-カテキン換算値として果肉100g当たりmgあるいは果汁100mL当たりmgで表示した。

なお、同供試果実の成熟度の目安として、糖度(屈折糖度計示度, Brix)および酸含量(滴定酸度, 酒石酸換算値)を測定するとともに、5段階の基準(無, 極少, 少, 中, 多)を用いて3人のパネラーによる渋味の官能判定(1果粒ずつ果皮ごと試食する操作を3~4回反復する)を行った。

試験2. 果汁ST含量と渋味官能判定との関係

試験1で供試した同一樹について、1998年に'博多ホワイト'(マンソン, 短梢および長梢整枝)および'ロザリオ・ビアンコ'(長梢整枝)の計4樹を供試した。試験規模は1区1樹の無反復とし、アクリルあるいは簡易ビニル被覆による雨除け栽培を行った。'博多ホワイト'3樹および'ロザリオ・ビアンコ'は9月4日に各樹当たり5果房を任意に採取し、果汁分析および官能調査に用いた。

採取した1果房当たり、果汁分析用に5果粒を、また、官能調査用に20果粒を供試し、試験1に準じて果汁試料の調整を行った。ただし、果汁の搾汁は剥皮をせずに行い、脱イオン水による希釈率は100倍として1果粒ずつST含量の測定を行った。渋味の官能調査は試験1に準じて行ったが、本試験では評価基準において5段階のスコア(無:0, 極少:1, 少:2, 中:3, 多:4)を与えて4人のパネラーによる判定(1人当たり5果粒を試食)を行い、果汁100mLあたりST含量との相関を調査した。なお、果汁ST含量測定用に搾汁した残りの果汁に

ついて、糖度および酸含量の測定も行った。

試験3. 果実におけるSTの分布様相

試験2で供試した'博多ホワイト'自根樹について、果房当たり3~4果粒を採取した。STの分布様相の調査は、カキのタンニンプリント法³⁾に準じて行った。すなわち、0.5%塩化第2鉄を浸み込ませ乾燥させた紙に果実の縦断面を押し当て変色部位を観察した。STの存在は、鉄イオンとの複合体形成によって青黒に呈色した部分を肉眼で判定した。

結 果

試験1. 果肉STおよび果汁ST含量と渋味官能判定との関係

供試樹における果肉および果汁中のST含量、糖度および酸含量を第1表に示した。供試した果房については、短梢仕立ての'博多ホワイト'の糖度が14.5~14.6でやや低かったことを除いて、成熟度に極端な違いはなかった。ST含量について、果肉の分析値(Ymg/100g)を目的変数に、果汁の分析値(Xmg/100mL)を説明変数として回帰分析を行った結果、1%水準で有意な正の相関関係が認められた($Y = 0.674X - 4.394$, $r = 0.890$)。また、本直線回帰式から極端な偏差を示した実測値は極めて少なかった(データ散布図略)ことから、果汁の分析値から可食部である果肉の分析値を推定することは実用上問題ないと判断した。

第1表 果肉および果汁中のST(可溶性タンニン)含量、糖度、酸含量および渋味官能判定(1997年)

供試樹(整枝法) ¹⁾	樹齢(年)	採取日(月・日)	ST含量 ²⁾		糖度 酸含量 ³⁾		渋味官能判定 ⁴⁾
			果肉(mg)	果汁(mg)	(Brix)	(%)	
博多ホワイト(マンソン)	23	9. 3	32.7	54.0	17.6	0.30	無
		9.10	33.9	69.7	17.4	0.35	無~極少
		9.17	34.5	54.1	17.5	0.23	無~極少
博多ホワイト(短梢)	6	9. 3	57.0	83.1	14.5	0.59	少~中
		9.10	59.0	87.6	14.5	0.51	極少~少
		9.17	51.1	80.1	14.6	0.38	極少~少
博多ホワイト(長梢)	11	9. 3	37.0	59.7	17.5	0.44	無
		9.10	45.2	72.9	16.9	0.40	無~極少
		9.17	44.6	65.1	16.9	0.37	無~極少
Italia(マンソン)	7	9.10	29.8	66.6	16.8	0.48	無~極少
Rosaki(短梢)	16	9.10	41.3	74.4	16.7	0.44	無~極少
巨峰(長梢)	16	9. 3	20.3	32.8	18.5	0.58	無

1) マンソン整枝の博多ホワイトのみが自根で、その他の樹は5BB台木使用。

2) 果肉は100g、果汁は100mL当たりのD-(+)-カテキンとして表示。

3) 酒石酸換算値

4) 3人のパネラーによる渋味の官能判定を(無, 極少, 少, 中, 多)の5段階評価。

果汁のST含量に着目すると、'博多ホワイト'では短梢(80.1~87.6mg) > 長梢(59.7~72.9mg) > マンソン(54.0~69.7mg) 整枝の順に高くなる傾向が認められた。また、'博多ホワイト'の種子親である'Italia'(66.6)と花粉親である'Rosaki'(74.4)との関係では、マンソンおよび長梢整枝では両交配親と近似した値を示すのに対して、短梢整枝では両交配親よりも高い値であった。'巨峰'の果汁ST含量は32.8mgで'博多ホワイト'および両交配親と比べて低い値であった。

渋味官能評価(第1表)では、パネラーによって判定がやや異なったが、果汁ST含量が54mgを超えると渋味

を感知しやすくなる傾向が認められた。渋味の感知程度と果汁ST含量との関係をまとめると以下のとおりである：渋味が無いとき32.8~59.7mg；渋味が無~極少のとき54.1~74.4mg；渋味が極少~少のとき80.1~87.6mg；渋味が少~中のとき83.1mg。これらの結果は、果汁ST含量の測定によってブドウ果実における渋味判定の客観的評価が可能であることを示唆する。

試験2. 果汁ST含量と渋味官能判定との関係

果汁ST含量に影響を及ぼすと想定された要因について分散分析を行った結果、供試樹間において5%水準で有意差が認められたのに対し、樹内(果房間)および樹間と樹内間の交互作用について有意性は認められなかった(第2表)。

第2表 供試樹の果汁ST(可溶性タンニン)含量に関する分散分析(1998年)

要因	自由度	分散	F値	P値
樹間	3	2950.580	3.557	0.0382*
誤差	16	829.590		
樹内(果房間)	4	229.651	2.127	0.0876
樹間×樹内	12	99.897	0.925	0.5277
残差	64	107.964		

*: 5%水準で有意差あり。

供試樹における果汁のST含量および渋味官能判定の結果を第3表に示した。'博多ホワイト'では、統計的に有意ではないが、短梢(100.1mg) > マンソン(90.8mg) > 長梢(86.5mg) 整枝の順に果汁ST含量が高くなった。'博多ホワイト'では、有意な差異ではないが、長梢(1.98) ≥ 短梢(1.95) > マンソン(1.60) 整枝の順に渋味を強く感知した。また、'博多ホワイト'の短梢および長梢の両整枝樹における渋味官能値は'ロザリオ・ピアンゴ'(1.18)よりも有意に高かった。

第3表 供試樹の果汁ST(可溶性タンニン)含量、果汁ST(可溶性タンニン)含量および渋味官能値

供試樹(整枝法) ¹⁾	採取日 (月・日)	果汁ST含量 ²⁾ (mg/100ml)	渋味官能値 ³⁾	糖度 (Brix)	酸含量 ⁴⁾ (%)	
博多ホワイト(マンソン)	9.4	90.8ab	1.60ab	18.3	0.31	
	(短梢)	9.4	100.1a	1.95a	15.0	0.43
	(長梢)	9.4	86.5ab	1.98a	14.9	0.45
ロザリオ・ピアンゴ(長梢)	9.4	73.9b	1.18b	20.8	0.35	

1) マンソン整枝の博多ホワイトのみが自根で、その他の樹は5BB台木使用。

2) 果汁100mL当たりのD-(+)-カテキンとして表示。

3) 渋味の官能判定を(0:無, 1:極少, 2:少, 3:中, 4:多)の5段階評価で行い、4人のパネラーの平均値で表示。

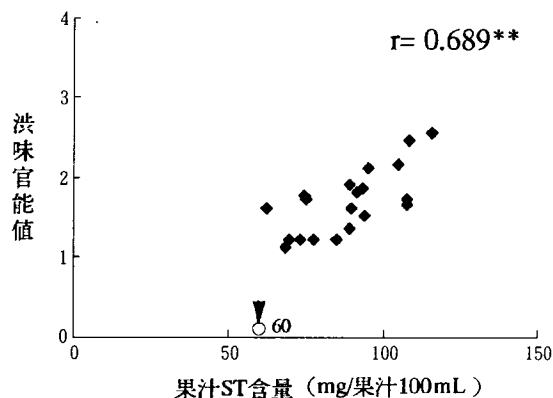
4) 酒石酸換算値

* Tukeyの多重検定により異なる文字間は5%水準で有意差あり。

果汁ST含量とパネラーの渋味官能値との関係について、第1図に示した。スピアマンの順位相関係数は0.689であり、1%水準で有意であった。データの散布相から判断すると強い相関ではなかったが、試験1と同様に果汁ST含量が高まるに伴って渋味を感知しやすい傾向は認められた。

試験3. 果実におけるSTの分布様相

'博多ホワイト'における果実縦断面のタンニンプリン

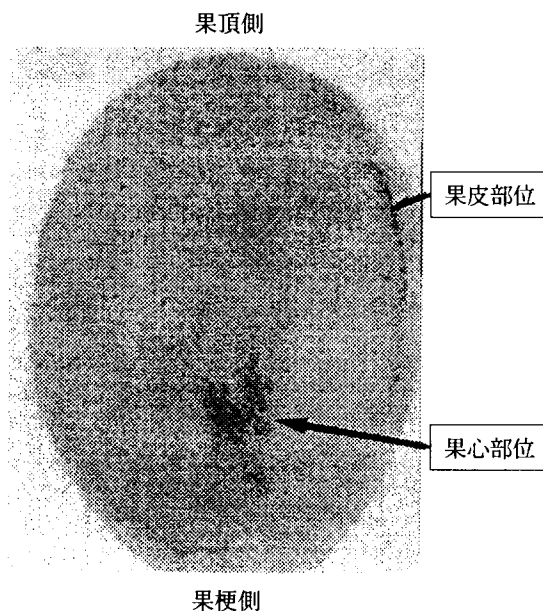


第1図 果汁ST(可溶性タンニン)含量と渋味官能値との関係

同一果房について、果汁STでは1果房当たり5粒の平均値を、官能判定では1果房当たり20粒(5粒/パネラー×4人)の平均値を算出した。1樹当たり5果房を測定し、供試した4樹('博多ホワイト'3樹、'ロザリオ・ピアンゴ'1樹)全ての測定値(n=20)をプロットした。

** : スピアマンの順位相関係数、1%水準で有意。

トでは、果心および果皮部分では強い発色が認められたのに対し、果肉部分での発色は僅かであり、果実内部におけるSTの分布には局在性が認められた(第2図)。



第2図 '博多ホワイト'における果実縦断面のタンニンプリン

※ 濃く呈色している部分がST(可溶性タンニン)の存在を示す。

考 察

渋味(astringency)とは、1種の収斂剤である渋味物質、可溶性タンニン(ST)が唾液中の糖タンパク質を不溶化させることによって唾液の粘性が減少し、口内表面の滑らかさを失わせるために起こる現象であり、厳密な意味では口内の感覚であって本当の味ではない¹⁸⁾。ブドウ果実の食味評価において、STは渋味に密接に寄与す

るとされ、欧米では“puckery: 渋い”や“tired: ぼけた”味 (taste) として表記されている¹⁷⁾。また、STは、ブドウ果皮表面および果実内部の褐変化の主要因物質であり、特に白ブドウ品種における果実外観形質の評価にも影響を及ぼすことが指摘されている⁹⁾。

STはポリフェノール化合物の1群を指す総称であり、ブドウ果実ではカテキン、エピカテキン、フラボノールなどの低分子タンニンに加えて、これら単量体相互の縮合反応によって形成されるフラボノイドダイマー、アントシアノーゲン、プロアントシアニンなどの分子量500~3,000程度の高分子タンニンが存在する。唾液中の糖タンパク質を沈殿させて実際の渋味に関与するのは高分子タンニンの方であり、低分子タンニンであるカテキンやクロロゲン酸はタンパク質との凝集性が小さいため、官能特性として苦味を呈するが渋味には寄与しない^{8,19)}。

ブドウ果実のST含量の測定には、近年、高速液体クロマトグラフィー法⁶⁾やキャピラリー電気泳動法⁴⁾なども適用されているが、試料の前処理が繁雑で育種試験における交配母本の特性評価や実生選抜の検定法として用いることは困難である。一方、本研究で用いたFolin-Denis法はフェノール性水酸基の還元力を利用して低分子から高分子タンニンまで含む総ポリフェノール量の定量が可能のため、ブドウ¹⁰⁾以外のモモ^{7,14)}、カキ¹³⁾、セイヨウナシ¹⁶⁾など渋味が問題となる果実において繁用されている。また、本法では、試料の調整が極めて容易であり、試薬が安価で分析操作が煩雑でないという利点がある。

一般の果実類において、官能による渋味の強度判定とFolin-Denis法によるST含量との間には正の強い相関がある。渋味を感知しないST含量の閾値については、モモでは果肉100g当たり38~59mg以下⁷⁾あるいは果汁100mL当たり57~68mg以下¹⁴⁾であり、カキでは果肉100g当たり26~52mg以下¹⁾である。何れにしても果実当たりのST含量が約0.06%を超えると渋味を感知する可能性が高いといえる。泉⁵⁾の報告では、ブドウ果肉中のST含量と渋味との関係を検討している。そこで、試験1で得られた回帰式によって果汁100mL当たりの換算量を算出すると、欧州種系(百分率は渋味を感知したパネラーの割合を示す)では‘ルビー・オクヤマ’39mg(65%)、‘博多ホワイト’56mg(100%)、‘福岡6号’73mg(85%)であり、一方、欧米雑種系では、‘巨峰’54mg(5%)、‘Delaware’55mg(0%)である。これらの換算値については、‘ルビー・オクヤマ’を除いて、ST含量が果汁100mL当たり54mgを超えると渋味を感知しやすくなる傾向があることは我々の結果(試験1)と一致する。泉⁵⁾は‘ルビー・オクヤマ’における強渋味果の発生要因としてロイシン、イソロイシンおよびフェニルアラニン(フェノール性水酸基由来)などのアミノ酸の寄与を指摘しているが、これら官能判定の品種間差異については、渋味に直接関与する高分子タンニンの組成の違い、すなわち個々の高分子タンニンの渋味強度が異なる可能性があることも考慮する必要がある。一方、試験2では実際の口中での咀嚼感に近づけることを想定して

剥皮せずに搾汁を行った結果、後述するように果皮部分に局在するSTの溶出分も関与してくるため、得られた果汁ST含量については剥皮して搾汁した試験1の結果とは直接の比較はできない。ただし、第1図に示したように果汁ST含量が増加するに伴って渋味を感知しやすくなる傾向は試験1と一致しており、本試験の場合、渋味を感知する閾値は果汁100mL当たり60mg以上と読み取れる。

ブドウ果実のST含量については品種間差異¹⁰⁾に加えて、変動要因として樹勢⁵⁾、収穫期^{2,5)}や土壌乾湿の程度⁵⁾などの栽培環境の影響が報告されている。

一般にブドウ樹では、台木使用の有無や整枝(せん定)法が樹勢に大きな影響を及ぼす。整枝法の選択は、普及場面において栽植密度や労力配分に直接関わる重要事項である。本試験では、‘博多ホワイト’について、果汁ST含量に与える台木使用の有無の影響は判然としなかったが、整枝法の違いでは短梢整枝樹は長梢整枝樹よりも高くなる傾向が認められた。また、当场における本品種の生育調査(第4表)によると、長梢整枝樹と比べて短梢整枝樹では新梢当たりの花穂着生数が約4割減少し、かつ、花穂長も約3割短くなることが明らかである。従って、‘博多ホワイト’における短梢整枝法の適用については、渋味果発生だけでなく収量および外観に及ぼす影響が大きいと考えられるため、今後の課題として詳細に検討する必要がある。

第4表 整枝法の違いが博多ホワイト(5BB台木)の花穂着生および花穂長に及ぼす影響(1997~1998, 2001年)

年次	整枝法	樹齡	新梢当たりの花穂着生数 ¹⁾	着生した花穂数の頻度分布				花穂長(cm)
				0	1	2	3以上	
1997	長梢	12	1.4	23	23	50	4	21.4
	短梢	6	0.9'	41	34	23	2	14.8'
1998	長梢	13	1.2	24	28	42	6	20.3
	短梢	7	0.9'	32	46	22	0	14.4'
2001	短梢	10	0.8	33	57	10	0	-

1) 1997、1998年は新梢50本の、2001年は新梢60本の平均値

* Mann-WhitneyのU検定により5%水準で有意差有り。

ブドウ果実のST含量は、果粒軟化期から成熟期にかけて減少し続ける^{2,6)}ため、未熟果の収穫は渋味果発生の一因とされる⁵⁾。本試験では‘博多ホワイト’で9月3日から17日まで1週ごとに3回測定したが、この期間の中では上記の傾向と一致しなかった。成熟度の指標とした糖度と酸含量の値から判断すると、供試した果実は何れも可食適期にあると考えられる。従って、収穫期の差異が果汁ST含量に及ぼす影響については、果実採取の時期をさらに前進させて経時的に分析を行い、上記知見との整合性について検討する必要がある。

モモ⁷⁾やセイヨウナシ¹⁶⁾果実の渋味発現には、乾燥土壌栽培下での活発なSTの生合成が大きく関与していることが明らかにされている。泉⁵⁾の検討によれば、欧州種系ブドウ‘ルビー・オクヤマ’では、成熟期の土壌水分が乾燥(pF2.14)から過乾燥(pF2.79)状態に変化したとき、果肉中のST含量(果汁ST含量換算値)は22(39)mgから44(72)mgに高まると同時に官能による渋味

感知者の割合も65%から88%まで増加したと報告している。モモ果実のST生成にはPAL(L-フェニルアラニンアンモニアラーゼ)活性が密接に関係している⁷⁾とされるが、ブドウ樹においても同様な生理学的解釈が適用できるかについては不明な点が多いため、さらに究明していく必要がある。

欧州種系ブドウ果実におけるSTは、果梗、果皮および種子の3部位中に多く含有され、これら3部位の総ST含量に占める割合は黒色系品種で96%、白色系品種で94%程度であり、果肉中のSTは何れも0.7~0.9%と極微量である^{3,6,10)}。'博多ホワイト'果実縦断面のタンニンプリントでは、果皮および果梗から果心部までの両部位においてSTの局在を示す濃青黒の呈色が認められ、上記した過去の知見と一致する。このようなSTの局在性は、果皮ごとブドウ果実を食した場合に渋味を感知することがあると報告した泉⁵⁾や武井ら¹⁵⁾の知見を裏付ける要因として興味深い。

引用文献

- 1) 千々和浩幸・林 公彦・牛島考策(2001)カキ'新秋'の無加温ハウス栽培における果実品質及び収量性. 福岡農総試研報 **20**: 66-70.
- 2) FERNANDEZ - DE - SIMON, B., T. HERNANDEZ, I. ESTRELLA and C. GOMEZ - CORDOVES (1992) Variation in phenol content in grapes during ripening: Low - molecular - weight phenols. Z. Lebensm. Unters. Forsch. **194**: 351-354.
- 3) HAWKER, J.S., M.S. BUTTROSE, A. SOEFFKY and J. V. POSSINGHAM (1972) A simple method for demonstrating macroscopically the location of polyphenolic compounds in grape berries. Vitis **11**: 189-192.
- 4) 石川祐子・朝倉利員・村松 昇・田中敬一(1997)キャピラリー電気泳動法による果実のポリフェノール類分析法の開発. 園学要旨 **66**秋 704-705.
- 5) 泉 克明(1995)ブドウ果実品質の評価基準と栽培技術上の問題. 果実品質の評価基準と栽培技術上の問題(平成7年度果樹課題別研究会資料). 農林水産省果樹試験場編: 33-42.
- 6) JORDAO, A.M., J.M. RICARDO - DA - SILVA and O. LAUREANO (2001) Evolution of proanthocyanidins in bunch stems during berry development (*Vitis vinifera* L.) Vitis **40**: 17-22.
- 7) 久保田尚浩・工藤正吾(1992)モモ果実の渋味とポリフェノール含量に及ぼす土壌乾燥の影響. 園学雑 **61**: 31-37.
- 8) MATSUO, T. and S. ITOO (1981) Comparative studies of condensed tannins from several young fruits. J. Japan. Soc. Hort. Sci. **50**: 262-269.
- 9) NELSON, K.E. (1985) Harvesting and handling California table grapes for market. ANR Publications Univ. California: 1-72.
- 10) SINGLETON, V.L. and P. ESAU (1969) Phenolic substances in grapes and wine, and their significance. Academic Press, New York and London: 134-206.
- 11) SOUQUET, J.V. CHEYNIER, F. BROSSAUD and M. MOUTOUNET (1996) Polymeric proanthocyanidins from grape skin. Phytochemistry **43**: 509-512.
- 12) 角 利昭・能塚一徳・白石真一・平川信之・山根弘康・栗山隆明・鶴 丈和・清水博之・松本亮司(1993)ブドウ新品種'博多ホワイト'の育成. 福岡農総試研報B(園芸) **12**: 43-46.
- 13) TAIRA, S. (1996) Astringency in Persimmon. Modern method of plant analysis, Vol.18 Fruit Analysis. Springer - Verlag Berlin Heidelberg: 97-109.
- 14) 高野和夫(1997)モモの果実成分と葉中成分の非破壊測定. 農業および園芸 **72**: 1007-1012.
- 15) 武井和人・青木幹雄・桜井健雄(1990)数種欧州系品種のジベレリン処理による無核化. 園学要 **59**秋: 200-201.
- 16) 歌代景一・山田 寿(1996)セイヨウナシ果実の発育中および追熟中におけるポリフェノール含量の品種間差異と台木の影響. 園学雑 **64**: 779-786.
- 17) WINKLER, A.J., J.A. COOK, W.M. KIEWER and L.A. LIDER (1974) Development and composition of grapes. General Viticulture. Univ. California Press Berkely Los Angeles London: 138-196.
- 18) 山口静子(1994)味. おいしさの科学(山野善正・山口静子編). 朝倉書店: 45-115.
- 19) 横塚弘毅(1995)ワインの品質とフェノール化合物. 日食工誌 **42**: 288-297.