日本原産野生ブドウの果皮中アントシアニン色素による化学的分類

望岡亮介¹・山口雅篤²・堀内昭作¹・松井弘之³・黒岡 浩¹

¹大阪府立大学農学部 593 大阪府堺市学園町 1-1

²南九州大学園芸学部 884 宮崎県児湯郡高鍋町ひばりが丘

³千葉大学園芸学部 271 千葉県松戸市松戸 648

Chemotaxonomic Classification of Native Wild Japanese Grapes by Anthocyanins in Berry Skin

Ryosuke Mochioka¹, Masaatsu Yamaguchi², Shosaku Horiuchi¹, Hiroyuki Matsui³, and Hiroshi Kurooka¹

¹College of Agriculture, University of Osaka Prefecture, Gakuen-cho, Sakai, Osaka 593

²Faculty of Horticulture, Minami-Kyushu University, Takanabe-cho, Koyu, Miyazaki 884

³Faculty of Horticulture, Chiba University, Matsudo, Chiba 271

Summary

Anthocyanins in the berry skins of 10 wild grapes (4 species, 5 varieties and 1 unidentified type) native to Japan were analyzed by HPLC. They were also compared with anthocyanins in several wild grapes native to Korea (1 species and 1 unidentified type) and Taiwan (1 unidentified type), and 3 cultivars: 'Delaware', 'Muscat Bailey A' and 'Campbell Early'.

Nineteen anthocyanins were found in the berry skins. The wild grapes contained 3 to 15 anthocyanins; those native to the southern latitudes seem to contain more anthocyanins than do those native to the northern latitudes.

Anthocyanin of peak No. 6 was not found in the cultivars, but it was present in the wild grapes.

A dendrogram, showing the phylogenetic relationships, was drawn from the pairwise comparison of matching coefficients based on anthocyanin components, and this dendrogram agreed well with the morphological taxonomy. On the basis of the dendrogram, the grapes in this study were separated into 3 groups: one in which more than 76% of anthocyanins matched, one in which 47 to 60% coincided, and one in which less than 33% matched.

V. shiragai (Shiragabudo), which some taxonomists regard as a variety of *V. amurensis*, was clearly shown to be a different species, closely allied to *V. ficifolia* var. *lobata* (Ebi-zuru). Moreover, the relationships of 3 unidentified wild grapes to some group were established by their anthocyanin components.

Our data indicate that anthocyanins in grape berry skin may prove useful for chemotaxonomic classification of wild grapes.

緒 言

植物の分類は主に種々の器官の形態的な特徴によって論じられてきた。そのため主観が入りやすく、同一種でも環境条件や発育段階等の違いにより形態が異なる場合には、異種とされたり、逆に、生理・生態的に

みると明らかに別種と考えられものでも、形態が似ているため同種とされている場合がある。

現在、日本には7種8変種の野生ブドウの自生が確認されているが(中川ら, 1991), 一部を除いてまだ十分にその類縁関係は明らかにされておらず, 研究者によっては分類結果が異なっている場合も認められる。したがって, 最近, ブドウの分類では形態的手法と合わせて生化学的手法の導入によって分類・同定を行う

1994年6月2日 受理。

本報告は, 第24回国際園芸学会議で発表した。

研究が進められている。たとえば、アイソザイム分析 (Bachmann・Blaich, 1988; Bénin ら, 1988; 大見ら, 1991; Parfitt・Arulsekhar, 1989; 嬉野ら, 1994; Weeden ら, 1988) や RFLP 分析 (Bourquin ら, 1991, 1992; Striem ら, 1990; Yamamoto ら, 1991) 等の研究がこれに当たる。

その他の化学的分類としては色素分析を用いる方法もあり、ブドウ属植物については、Ribéreau-Gayon (1974) が異なる種の果皮中のアントシアニンを調べて分類を行っている。また、Akuta ら (1977) も北海道の十勝地方に自生している野生ブドウの果皮中のアントシアニンを調べ、種の同定を試みている。しかし、日本原産野生ブドウの種間にわたるアントシアニンによる詳細な化学的分類はまだ十分に行われていない。また、今までの色素による化学的分類法は主にペーパークロマトグラフィーや薄層クロマトグラフィーを用いて行われてきたものであり、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) を用いたブドウ色素の研究は少ない。そこで本研究では、日本原産野生ブドウを中心に、一部東アジア原産の野生種を用いて、それぞれの果皮中に含まれるアントシアニン組成を HPLC により比較調査した。

材料および方法

供試材料として、第 1 表に示した大阪府立大学実験圃場栽植の 5 種、5 変種、3 未同定の野生ブドウと、対照として三つの栽培品種を用いた。ただし、'デラウェア' と 'マスカット・ベリー A' はジベレリン処理による無核果を用いた。1992 年に各ブドウ果粒の成熟時にそれぞれ 3~5 果粒を採取し、果皮片を 50% 酢酸約 10 ml に浸漬して、アントシアニンを抽出した。なお、抽出液は東洋ろ紙 No. 2 でろ過し、ろ液は 4℃ の冷蔵庫内で保存した。分析時に、抽出液をミリポアフィルター (ポアサイズ 0.2 μm) でろ過し、HPLC 分析試料とした。5 μl の試料液を分析型 HPLC (カラムオープン: L-5020, 検出器: L-4200UV-VIS Detector, ポンプ: L-6200 Intelligent pump, データ処理装置: D-2500 Chromato-Integrator, 日立) に注入してアントシアニンの分析を行った。分析条件は、山口ら (1992) の方法を一部改変し、溶媒 A (1.5% リン酸水溶液)、溶媒 B (1.5% リン酸, 20% 酢酸, 25% アセトニトリル水溶液)、流速: 1 ml $\cdot$ min $^{-1}$, 温度: 35℃, 検出波長: 520 nm, カラム: Inertsil ODS2 (本カラム: 6.0 $\times$ 250 mm, プレカラム: 6.0 $\times$ 50 mm) とした。また、グラジエント条件は、溶媒 B の濃度

Table 1. Species of wild grapes, their Japanese names and harvest dates.

Scientific name	Japanese name	Harvest date (1992)
<i>Vitis coignetiae</i> Pulliat	Yamabudou	Aug. 24
<i>Vitis amurensis</i> Rupr. ^z	Chousen Yamabudou = Manshu Yamabudou	Sep. 8
<i>Vitis flexuosa</i> Thunb.	Sankakuzuru = Gyoujanomizu	Aug. 20
<i>Vitis flexuosa</i> Thunb. var. <i>rufo-tomentosa</i> Makino	Kesankakuzuru	Sep. 6
<i>Vitis ficifolia</i> Bunge var. <i>lobata</i> (Regel) Nakai	Ebizuru	Sep. 10
<i>Vitis ficifolia</i> Bunge var. <i>izu-insularis</i> Hara	Shichitoubizuru	Aug. 25
<i>Vitis ficifolia</i> Bunge var. <i>ganebu</i> Hatusima	Ryuukyuuganebu	Sep. 28
<i>Vitis ficifolia</i> Bunge var. <i>sinuata</i> Hara	Kikubaebizuru	Oct. 12
<i>Vitis shiragai</i> Makino	Shiragabudou	Aug. 24
<i>Vitis kiusiana</i> Momiyama	Kumagawabudou	Oct. 2
<i>Vitis</i> sp. (unidentified type)	Shiohitashibudou (tentative name)	Sep. 18
<i>Vitis</i> sp. (unidentified type) ^z	Daisankakuzuru (tentative name)	Sep. 30
<i>Vitis</i> sp. (unidentified type) ^y	Taiwan kesankakuzuru (tentative name)	Aug. 27
<i>Vitis labruscana</i> Bailey	'Delaware'	Aug. 2
	'Muscat Bailey A'	Aug. 17
	'Campbell Early'	Aug. 11

^z Wild grape native to Korea.

^y Wild grape native to Taiwan.

を40分間で20%→100%とした。

得られたクロマトグラムの4つのピークは、標品のアントシアニンと保持時間を比較することによって同定した。標品のアントシアニンとしては、シアニジン 3-モノグルコシド (以下 Cy3G と略す)、デルフィニジン 3-モノグルコシド (同 Dp3G), マルビジン 3-モノグルコシド (同 Mv3G) およびペチュニジン 3-モノグルコシド (同 Pt3G) を用いた。

アントシアニン組成の差異から、野生ブドウの類縁

関係を明らかにするため、色素組成の違いによるクラスター分析を平均距離法 (UPGMA) (根井, 1990) によって行った。

結 果

ブドウ果皮中のアントシアニン組成の代表的なクロマトグラムを第1図に示した。ピーク No. 3, No. 5, No. 9 および No. 16 は、標品のアントシアニンである Dp3G, Cy3G, Pt3G および Mv3G と保持時間がそれぞれ一致した。他のピークは同定されなかったが、こ

Fig. 1. HPLC profiles of anthocyanins in berry skin of 3 wild grapes native to Japan and a cultivated variety. Peak no. 3 : delphinidin 3-monoglucoside, no. 5 : cyanidin 3-monoglucoside, no. 9 : petunidin 3-monoglucoside, no. 16 : malvidin 3-monoglucoside.

のHPLCの条件では、アントシアニンだけが検出され
ると考えた (Dallas・Laureano, 1994)。

第2表には分析結果を示した。色素の種類は、各ピークの積分値から得た総アントシアニン量の5%以上を含有するものだけに限定したところ、19種類の色素の存在が認められ、種によっては3~15種類のアントシアニンが認められた。特に、リュウキュウガネブ *V. ficifolia* var. *ganebu* のように南方に自生する野生種の色素の種類は、ヤマブドウ *V. coignetiae* およびチョウセンヤマブドウ *V. amurensis* などの北方に自生する野生種に較べて多い傾向が認められた。また、第2表に示したピーク No. 6 は三つの栽培品種では認められなかったが、供試した野生種ではすべてに確認でき、ヤマブドウ、チョウセンヤマブドウおよびサンカクヅル *V. flexuosa* のように冷涼な地域に自生する種では含有率が57%以上と高かった。供試した50%以上の野生種で確認された色素は、No. 1, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17 で、逆に特定の野生種で認められた色素は、No. 4 (リュウキュウガネブ、シラガブドウ *V. shiragai* , 仮称シオヒタシブドウ), No. 7 (ククバエビヅル *V. ficifolia* var. *sinuata* , 仮称

ダイサンカクヅル), No. 11 (サンカクヅル, キクバエビヅル, クマガワブドウ *V. kiusiana* , シオヒタシブドウ), および No. 18 (ケサンカクヅル *V. flexuosa* var. *rufo-tomentosa*) であった。

次に、第2表よりアントシアニン組成の一致率を求めたところ、第3表のような結果が得られた。さらに、これらの結果をクラスター分析したところ、第2図のようになり、従来の形態的分類と比較的類似した結果となった。さらに、第2図から三つのグループに大別することができた。すなわち、76%以上の一致がみられたのはダイサンカクヅル、仮称タイワンケサンカクヅル、シオヒタシブドウ、エビヅル、シチトウエビヅル *V. ficifolia* var. *izu-insularis* , シラガブドウおよびリュウキュウガネブであり、47~60%の一致がみられたのはククバエビヅル、クマガワブドウ、ケサンカクヅル、サンカクヅルおよびヤマブドウであり、33%以下の一致がみられたのはチョウセンヤマブドウであった。

考 察

色素を基にして植物間の類縁関係を推定するには、
(1) 各植物間にこの色素形質 (成分または成分群) が

Table 2. Percentage of anthocyanin composition in grape berry skins analyzed by HPLC ^z.

	Peak No. ^y																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Wild grape:																			
<i>Vitis coignetiae</i>			1		4	66			1	4		2			1		18		2
<i>V. amurensis</i>		2	2			81													
<i>V. flexuosa</i>		5	4		4	57			7		4						1	12	2
<i>V. flexuosa</i> var. <i>rufo-tomentosa</i>			2		1	28			3			3	2	1	4	1	38	2	8
<i>V. ficifolia</i> var. <i>lobata</i>	6	2	10		6	44		2	2	1		7	5	10			12		1
<i>V. ficifolia</i> var. <i>izu-insularis</i>	15	3	17		5	27			3	1		3	12	5	2	2	4		
<i>V. ficifolia</i> var. <i>ganebu</i>	8	4	9	8	10	28		2	4			3	4	1	3	2	9		1
<i>V. ficifolia</i> var. <i>sinuata</i>	10	5	39		13	8	9	4	3		6		1		2	1			
<i>V. shiragai</i>	11	7	5	13	15	26			2	1		3	4	2	2	2	4		
<i>V. kiusiana</i>	13	10	28		19	11		1	1		6		3	3	2		1		
<i>V. sp.</i> (tentative name; Shiohitashibudou)	6	3	2	10	15	37		2	6	1	1	4	1	1		2	2		
<i>V. sp.</i> (tentative name; Daisankakuzuru)	5	3	28		17	12	7	7	4	3		2	3	2		2	3		
<i>V. sp.</i> (tentative name; Taiwan kesankakuzuru)	5	2	24		6	36		1	8	3		3	2	2		2	3		
Cultivar:																			
'Delaware'					44			26					4	3				9	4
'Muscat Bailey A'			3		21		4	32	23				2	2	1	2	2	1	2
'Campbell Early'		6			6								12	46	6	2	7	6	

^z Absorbance at 520nm.

^y Peak No.3: delphinidin 3-monoglucoside, no.5: cyanidin 3-monoglucoside, no.9: petunidin 3-monoglucoside, no.16: malvidin 3-monoglucoside.

Table 3. Pairwise comparison of matching coefficients^z based on anthocyanin components.

Species or cultivar ^y	Camp.	M. B.	Dela.	Taiw.	Dais.	Shio.	kius.	shir.	sinu.	gane.	izu.	loba.	rufo.	flex.	amur.
<i>coig.</i>	.214	.400	.154	.467	.438	.412	.400	.533	.313	.500	.571	.571	.615	.500	.200
<i>amur.</i>	0	.071	0	.231	.214	.200	.250	.214	.250	.200	.231	.231	.154	.333	
<i>flex.</i>	.214	.400	.154	.467	.438	.500	.500	.438	.500	.500	.467	.467	.500		
<i>rufo.</i>	.538	.714	.385	.563	.529	.500	.500	.625	.412	.688	.667	.563			
<i>loba.</i>	.313	.471	.357	.857	.800	.750	.667	.688	.471	.750	.733				
<i>izu.</i>	.500	.471	.188	.857	.800	.750	.667	.928	.563	.750					
<i>gane.</i>	.438	.588	.313	.750	.706	.765	.688	.813	.588						
<i>sinu.</i>	.333	.500	.200	.563	.625	.588	.714	.529							
<i>shir.</i>	.466	.444	.176	.800	.750	.813	.635								
<i>kius.</i>	.429	.500	.286	.666	.625	.688									
<i>Shio.</i>	.353	.421	.235	.867	.813										
<i>Dais.</i>	.375	.529	.250	.928											
<i>Taiw.</i>	.400	.471	.267												
<i>Dela.</i>	.400	.500													
<i>M. B.</i>	.538														

^z $a / (a + u)$, where a is the number of matched pairs of identical anthocyanins and u is the number of unmatched anthocyanins.

^y Abbreviations: *coig.*, *Vitis coignetiae*; *amur.*, *V. amurensis*; *flex.*, *V. flexuosa*; *rufo.*, *V. flexuosa* var. *rufo-tomentosa*; *loba.*, *V. ficifolia* var. *lobata*; *izu.*, *V. ficifolia* var. *izu-insularis*; *gane.*, *V. ficifolia* var. *ganebu*; *sinu.*, *V. ficifolia* var. *sinuata*; *shir.*, *V. shiragai*; *kius.*, *V. kiusiana*; *Shio.*, *V. sp.* (tentative name Shiohitashibudo); *Dais.*, *V. sp.* (tentative name Daisankakuzuru); *Taiw.*, *V. sp.* (tentative name Taiwan kesankakuzuru); *Dela.*, 'Delaware'; *M. B.*, 'Muscat Bailey A'; *Camp.*, 'Campbell Early'.

Fig. 2. Dendrogram of berry skin anthocyanin phenotypes of wild grapes and cultivated varieties.

存在するか、(2)その色素の代わりとなる置換形質がみられるか、(3)色素構成成分の比較により植物間の類似性あるいは特異性がどの程度まで示されるか、などの諸点について考察する必要がある(石倉, 1988)。(3)については、色素構成成分のペーパーあるいは薄層クロマトグラム上の出現パターンで比較検討されてきた(Akutaら, 1977; 白石・渡部, 1985, 1994;

Shiraishiら, 1986; Shiraishi・Watanabe, 1988)。

Ribèreau-Gayon (1968) は、2種類の *V. vinifera* ('メルロー', 'カベルネ・ソービニオン') を用いて果皮中のアントシアニンを調査したところ、アントシアニンの総量は気象条件により年次変動したが、同一地域内では両品種の組成は類似していたと報告している。しかし同時に、生育温度の違いによるアントシアニン

色素形成の相違についても調べており、年平均温度の低いフランス（ボルドー地方およびモンペリエ地方）と年平均温度の高いアメリカ（カリフォルニア地方）間のように生育環境条件が大きく異なる地域間では、‘カベルネ・ソービニオン’のアントシアニン組成に著しい違いが認められ、カリフォルニアではボルドーおよびモンペリエに対してデルフィニジン、ペチュニンおよびペオニジンが半分以上に減少し、マルビジンが約 1.5 倍に増加していた。また、白石・渡部（1994）も、数種類の栽培品種を用いてブドウ果皮アントシアニン組成に対する様々な影響を調査した結果、低温条件（15℃）はアントシアニン組成に影響を及ぼすが、成熟段階を含めて、その他の環境条件はほとんど影響を及ぼさず、高温条件下でも品種特有のアントシアニン組成が示されることを明らかにしている。

このように、生育温度が低温条件であればアントシアニン組成は変動し得るが、それ以外の環境条件はさほど問題とされないようである。

大見ら（1991）は、チョウセンヤマブドウ、ヤマブドウ、シラガブドウおよびエビヅルを含むブドウ 131 品種および 5 野生種の GPI および PGM アイソザイム分析を行い、*Gpi-2* および *Pgm-2* 遺伝子座に支配される対立遺伝子に種特異性を認め、さらに、チョウセンヤマブドウと他の日本原産野生ブドウ 3 種との間には *Gpi-2* で共通の対立遺伝子が認められなかったと報告している。本実験のアントシアニン分析の結果でも、チョウセンヤマブドウは、近縁種と考えられているヤマブドウを含めて他の野生種と大きく異なり、地理的隔離の影響が大きいことをうかがわせる結果となった。

また、今まで分類上に多くの問題が残されているシラガブドウについても新たな知見が得られた。本種は岡山県のごく限られた地域に自生する野生種で、牧野（1917）により新種と発表されたが、その後、大井（1978）によりチョウセンヤマブドウの変種、すなわち *V. amurensis* Rupr. var. *shiragai* (Makino) Ohwi と記載されたものであり、この根拠となっているのは両種の葉の形態が比較的似ているためである。これに関し、中川ら（1991）は Galet（1976）の方法で葉の形態的特性を調査した場合には両種は同じグループに属する結果となったが、葉以外の器官の形態や生理・生態的な特徴の比較では両種は明らかに異なるとした。また、時本（1991）も外観的形質の多変量解析から両者は全くの別種であろうと指摘している。なお、筆者ら（望岡ら、1991）は本種と、韓国南部の光州市郊外

で発見された本種と形態的に類似したダイサンカクヅル（中川ら、1991）および中国の野生種である華東葡萄（*V. pseudoreticulata* W. T. Wang）の三者を形態的、生理・生態的に比較し、シラガブドウと華東葡萄は同種の変種で、さらに華東葡萄とダイサンカクヅルは同一種ではないかと報告した。また、李ら（1992）は、過去の変種を参考に葉の形態から東アジア原産野生ブドウを 7 グループに分類整理しているが、その中で華東葡萄はサンカクヅル群に属させてはどうかと提案している。しかし、今回のアントシアニン組成の分析結果では、シラガブドウおよびダイサンカクヅルはサンカクヅルよりもむしろエビヅルに近く、時本（1991）の見解と似た結果となった。しかし、すでに筆者ら（望岡ら、1993）は花粉の表面微細構造を比較した結果から、シラガブドウ、ダイサンカクヅルおよび華東葡萄はエビヅルのグループには属さず、サンカクヅルと同じグループに属することを明らかにしている。したがって、シラガブドウがエビヅルと近縁種であるか、サンカクヅルと近縁種であるか、あるいはエビヅルとサンカクヅルの中間的な種であるかなどについては、今回の色素分析のみでは判定できず、今後いくつかの分類法を総合して判断する必要がある。

また、他種とは形態的に極めて異なった特徴を有することが知られているクマガワブドウの分類についても今まで諸説がある。すなわち、村田（1969）は、若い茎の表面に黒い刺状の突起があることから中国の秋葡萄（*V. romaneti* Roman.）と同種であろうとし、また、城山（1983）は、中国の刺葡萄（*V. davidii* Foëx.）の新梢および葉柄上には硬くかつ鋭尖な刺が生じるところから、クマガワブドウと同種であろうとした。しかし、中川ら（1991）は、秋葡萄において枝梢上の刺が柔らかで明らかに異なることおよび葉の形態が異なることなどから、また、刺葡萄において刺の形態が異なること、葉の裏面にはクマガワブドウは綿毛を有するが刺葡萄は無毛であることおよび葉の形態に差異があることから、両者の説を疑問視し、さらに本種は九州のごく限られた地域にのみ分布していることから、中国から渡来したとも考えられるとしている。なお、本種を榎山（1989）は中国の毛葡萄（*V. quin-quangularis* Rehder）と同種、李ら（1991）はその変種であろうとしている。本研究では、残念ながら毛葡萄を入手できず比較検討できなかったが、クマガワブドウと毛葡萄の類縁関係を調査するには、本法で両者を同時に分析することが極めて有力な手段であること

が明らかとなった。

その他、未同定種であるシオヒタシブドウおよびタイワンケサンカクヅルは、今回のアントシアニン分析結果によりエビヅルに近縁種であるという結果が得られた。この内、シオヒタシブドウは鹿児島県塩浸地域で発見された(中川ら, 1991)のもので、日本で今までに同定されている野生種の中に類似種は認められていない。しかし、シチトウエビヅルと同じく副梢にも1~数果房着果する着果習性を示すこと(中川ら, 1986)、芽の休眠の深さの程度がエビヅルとクマガワブドウの中間にあること(中川, 1989)、春枝上にクマガワブドウのような短い赤い刺(絨毛)を有すること(未発表)および自生地がクマガワブドウの自生地に近いことなどから、エビヅルとクマガワブドウの自然交雑種の可能性も考えられる。今回のアントシアニン組成の結果でも、クマガワブドウと比較的一致率も高かったため、今後さらにその他の要因による化学的分析を行い、シオヒタシブドウが新種であるのか、交雑種であるのかを確認する必要がある。一方、タイワンケサンカクヅルは台湾の陽明山で採集された野生種で、葉の形はサンカクヅルに似ているが、葉の裏に茶褐色の綿毛があり、落葉がきわめて遅く、休眠性もほとんど認められず(未発表)、籾山(1935)が命名したキイルンブドウ(*V. kelungensis* Momiyama)と記載上類似点もあり、今後両者の比較調査が望まれる。

なお、松富ら(1977)が‘キャンベル・アーリー’および‘マスカット・ベリー A’のアントシアニン組成を調査した結果と本実験の結果に、構成比の違いが認められた。このような違いが環境要因によるものか、系統間差によるものかは明らかではないが、山口(1988)は、抽出溶媒に1%塩酸メタノールを用いると、脂肪酸の有機酸でアシル化されたアントシアニンが脱アシル化されることを指摘している。そのことが原因でアントシアニン組成の構成比に違いが出たとも考えられるので、今後詳細な調査が必要であろう。

以上の結果、HPLCを用いてアントシアニン分析を行ったところ、野生種は栽培品種より多くの種類のアントシアニンを含有しており、また、主要なアントシアニンは種により異なることがわかった。さらに、アントシアニン成分による分類は従来の形態的分類と比較的一致した結果を示したことから、アントシアニンは類縁関係を推定する一つの情報となり得ることが明らかとなった。最終的には形態的・生態的・生理的情報との総合的判断によって、より正確な分類手法が確

立されることが考えられる。

摘 要

日本原産野生ブドウを中心に、5種、5変種、3未同定の東アジア原産野生種と、対照として三つの栽培品種の果皮からアントシアニン色素を抽出し、HPLCを用いて色素分析した。

色素の種類は、得られたクロマトグラムと各ピークの積分値から5%以上を含有するもののみに限定した場合19種類の色素を認め、種により3~15種類のアントシアニンが確認された。特に、北方系の野生種より南方系の野生種に含有色素の種類が多い傾向が認められた。また、ピークNo.6は栽培品種では認められなかったが、野生種では供試したすべてで確認された。

アントシアニン組成の一致率によりクラスター分析を行ったところ、形態的分類と比較的似通った結果となり、本法は従来の形態的分類と併用すれば分類の精度をさらに高めることができるものと思われる。この方法で、チョウセンヤマブドウは他の野生種と明らかに区別できた。また、本種およびその変種とされているシラガブドウのアントシアニン組成には大きな差異が認められ、形態的・生理的観点と同様、別種である可能性の高いことが確認された。

引用文献

- Akuta, S., H. Ohta, Y. Sakane and Y. Osajima. 1977. Anthocyanin pigments of wild and Seibel No. 13053 grapes harvested in Tokachi. J. Food Sci. Technol. 24 : 631-636.
- Bachmann, O. and R. Blaich. 1988. Isoelectric focusing of grapevine peroxidases as a tool for ampelography. Vitis 27 : 147-155.
- Bénin, M., J. Gasquez, A. Mahfoudi and R. Bessis. 1988. Caractérisation biochimique des cépages de *Vitis vinifera* L. par électrophorèse d'isoenzymes foliaires : Essai de classification des variétés. Vitis 27 : 157-172.
- Bourquin, J. C., L. Otten and B. Walter. 1991. Identification of grapevine root-stocks by RFLP. C. R. Acad. Sci. Paris 312, III : 593-598.
- Bourquin, J. C., P. Tournier, L. Otten and B. Walter. 1992. Identification of sixteen grapevine root-stocks by RFLP and RFLP analysis of nuclear DNA extracted from the wood. Vitis 31 : 157-162.
- Dallas, C. and O. Laureano. 1994. Effect of SO₂ on the extraction of individual anthocyanins and colored matter of three Portuguese grape varieties during winemaking. Vitis 33 : 41-47.
- Galet, P. 1976. A practical ampelography. (Morton, L. T. 英訳. 1979). p. 24-47. Cornell Univ. Press.

- 石倉成行. 1988. 植物の類縁系統と化学分類. p. 378-388. 林 孝三編. 増訂・植物色素. 養賢堂. 東京.
- 李 世誠・堀内昭作・望岡亮介・山澤通子・松井弘之. 1991. 日本及び中国原産野生ブドウの比較検討. 第2報. クマガワブドウと毛葡萄の形態学的特性について. 園学雑. 60 (別1): 132-133.
- 李 世誠・堀内昭作・望岡亮介・松井弘之. 1992. 東アジア原産野生ブドウに関する諸問題(1). 農および園. 67: 1183-1188.
- 牧野富太郎. 1917. 断枝方葉 (其二). 植物研究雑誌. 1 (4): 102-106.
- 松富直利・山村益士・小林邦彦・太田英明・芥田三郎. 1977. 本邦産果実のアントシアニン色素に関する研究. 第3報. キャンベル・アーリーとマスカット・ペーリー A のアントシアニン色素. 食品工誌. 24: 279-285.
- 望岡亮介・堀内昭作・李 世誠・山澤通子・松井弘之. 1991. 日本及び中国原産野生ブドウの比較検討. 第1報. シラガブドウと華東葡萄の形態学的特性について. 園学雑. 60 (別1): 130-131.
- 望岡亮介・堀内昭作・李 世誠・松井弘之・村井泰広. 1993. 日本・韓国および中国原産野生ブドウの花の形態. 花粉誌. 39: 11-20.
- 稲山泰一. 1935. 日本には *Vitis lanata*, ROXBURGH はない. 日本生物地理学会会報 5 (3): 199-207.
- 稲山泰一. 1989. ブドウ科. p. 58-60. 佐竹義輔・原寛・亘理俊次・富成忠夫編. 日本の野生植物. 木本Ⅱ. 平凡社. 東京.
- 村田 源. 1969. 植物分類雑記 9. 植物分類・地理. 24 (1-2): 32-34.
- 中川昌一・湯田英二・堀内昭作・松井弘之. 1986. 日本原産野生ブドウの栽培利用に関する研究. (昭和 59 年度科学研究費研究成果報告書). p. 1-42.
- 中川昌一. 1989. 東亜原産の野生ブドウの収集・保存と新品種育成. (昭和 63 年度科学研究費総合研究成果報告書: 代表 林 真二). p. 10-20.
- 中川昌一・堀内昭作・松井弘之・湯田英二・山田省吾・村井泰広・小松春喜. 1991. 日本原産野生ブドウの分布ならびに葉の形態学的特性. 園学雑. 60: 31-39.
- 根井正利. 1990. 分子進化遺伝学. p. 252-256. 培風館. 東京.
- 大井次三郎. 1978. 日本植物誌. 顕花篇. p. 882. 至文堂. 東京.
- 大見千枝・若菜 章・白石眞一. 1991. アイソザイム分析によるブドウ属植物の分化に関する考察. 園学雑. 60 (別2): 62-63.
- Parfitt, D. E. and S. Arulsekhar. 1989. Inheritance and isozyme diversity for GPI and PGM among grape cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 486-491.
- Ribèreau-Gayon, P. 1968. Les composés phénoliques des végétaux. p. 225-226. Dunod. Paris.
- Ribèreau-Gayon, P. 1974. The chemistry of red wine color. p. 57-62. In: A. D. Webb (ed.). Chemistry of winemaking. American Chemical Society.
- 白石眞一・渡部由香. 1985. ブドウ果実の着色に関する研究. 第2報. Steuben, Buffalo のアントシアニン組成. 園学要旨. 昭 60 春: 449.
- Shiraishi, S. and Y. Watanabe. 1988. Anthocyanin pigments in the blue-black tetraploid grape cultivars 'Black Olimpia', 'Pione' and 'Izunishiki' (*Vitis vinifera* L. × *V. labrusca* L.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 57: 17-21.
- 白石眞一・渡部由香. 1994. 生食用ブドウの果色と果皮アントシアニンとの関係—果色育種への応用—. 九州大学農学部農場報告. 7: 1-72.
- Shiraishi, S., Y. Watanabe, H. Okubo and S. Ueno. 1986. Anthocyanin pigments of black-purple grapes related to variety 'Kyoho' (*Vitis vinifera* L. × *V. labrusca* L.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 55: 123-129.
- 城山桃夫. 1983. 果物のシルクロード. p. 84, 95-97. 八坂書房. 東京.
- Striem, M. J., P. Spiegel-Roy, G. Ben-Hayyim, J. Beckmann and D. Gidoni. 1990. Genomic DNA fingerprinting of *Vitis vinifera* by the use of multi-loci probes. Vitis 29: 223-227.
- 時本 巽. 1991. 外観的形質の多変量解析によるブドウの分類. 園学雑. 60: 613-618.
- 嬉野健次・若菜 章・久米 秀・安河内幸一・白石眞一. 1994. 日本産野生ブドウのアイソザイム変異. 園芸学会九州支部研究集録 3: 59-60.
- Weeden, N. F., B. I. Reisch and M. H. E. Martens. 1988. Genetic analysis of isozyme polymorphism in grape. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113: 765-769.
- 山口雅篤. 1988. 有機酸の結合したアントシアニンに関する研究. 第5報. アシル化アントシアニンの系統的な分析方法と野菜における検索. 園学要旨. 昭 63 秋: 364-365.
- 山口雅篤・牧 立法・遠藤元庸・稲田委久子. 1992. シアニック系のキクの品種における花色と花色素の関係. 園学雑. 61 (別2): 614-615.
- Yamamoto, N., G. Ono, K. Takashima and A. Totsuka. 1991. Restriction fragment length polymorphism of grapevine DNA with phenylammonia-lyase cDNA. Japan J. Breed. 41: 365-368.