

〔研究報文〕

ブドウ果汁のアミノ酸組成による品種類縁性およびアンペロ
グラフィーによる分類との相関

佐藤充克*、長尾明利、西 裕、有泉一征、八木佳明、大塚謙一
メルシャン（株）中央研究所、〒251 藤沢市城南4丁目9-1

[Research Note]

Varietal Similarity in Amino Acid Profiles of Grape Juice
and Correlation with Classification by Ampelography

Michikatsu SATO*, Akitoshi NAGAO, Yutaka NISHI, Kazuyuki ARI'IZUMI,
Yoshiaki YAGI and Ken'ichi OTSUKA

Central Research Laboratories, MERCIAN CORPORATION, 9-1, Johnan 4-
chome, Fujisawa 251, JAPAN

Varietal similarities in 22 grape varieties, mainly *Vitis vinifera* including hybrids, were examined by the amino acid profiles of the grape juice and by the code numbers of the varieties derived by ampelography. Cabernet Sauvignon and Cabernet franc, Syrah and Carignane among the red varieties, and Aligoté, Pinot blanc and Muscadet among the white varieties showed high similarity by both analyses. In the case of Japanese varieties, Muscat Bailey A (Bailey × Muscat Hamburg) and Koshu were located in relatively isolated positions among the varieties tested. Close varietal correlation was observed between the similarity in the amino acid profiles of grape juice and the code numbers of the varieties derived by ampelography. However, varieties with the same code number were not always related to varieties with similar amino acid profiles.
(Accepted for publication 24 October 1994)

Key words: Varietal similarity, Amino acid, Ampelography, Proline/arginine ratio

*Corresponding author

緒 論

ブドウ品種は古典的にその形態から分類されてきたが、その同定には専門的な熟練を要し、必ずしも容易ではない。今回我々が取り上げるアンペログラフィーによる Galet (4) の方法は、ブドウ葉の形態を数値化したものであり、比較的広く受け入れられている。しかし、ブドウの形態は生育環境に影響を受けるので、より信頼性の高い方法として、アイソザイムの電気泳動パターンによる方法 (3、6、7、9、11、12、13) あるいは最近では DNA の RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) による方法 (1、2、8、10、14) が用いられている。

ところで、ワインの酒質はブドウの品種特性、中でも果汁に含まれるアミノ酸に大きく影響される。Huang and Ough (5) は Napa Valley および Carneros のワイナリーで搾汁された果汁中の遊離アミノ酸を分析し、プロリン/アルギニン比が品種間特性を示す一つの指標になることを報告した。Huang and Ough (5) の研究に使用されたブドウ品種は6品種であり、また使用した果汁は2地域のそれぞれ異なるブドウ畑で栽培されたものであった。我々は、勝沼町の限定された土地に栽植し、同一条件にて栽培した、主として *Vitis vinifera* について、それらの果汁アミノ酸組成による品種間類似性を調べ、更に古典的アンペログラフィーによるブドウ葉の形態分類と照合して、若干の知見を得たので報告する。

材料と方法

供試材料 当社城の平試験農場に1986年に苗木を移植し、垣根栽培にて管理された各ブドウ品種 (赤11品種、白11品種) について、1品種につき5株を選択し、熟期 ('91および'92年9~10月) の果房を1株より4房ずつ、計20房を採取した。使用した赤ブドウ品種は Cabernet franc、Cabernet Sauvignon、Carignane、Gamay、Grenache、Hybrids franc、Merlot、Muscat Bailey A、Pinot noir、Syrah および Zweigeltrebe であり、白ブドウ品種は Aligoté、Chardonnay、Chenin blanc、Kerner、Koshu Muscadet、Muscadelle、Pinot blanc、Sauvignon blanc、Sémillon、および Zala Gyöngye である。ブドウ葉は '92年6月に各ブドウ樹より、1品種につき5株を任意に選択し、新梢の茎頂より10枚目前後の生長の停止した葉を1株につき5葉、計25枚採取した。

実験方法 サンプルの果粒は収穫後、房より1粒ずつ外し、中性洗剤で洗浄後水道水で水洗した。これを2%酢酸水で洗浄後、水道水、更に純水で洗浄し、表面の水をペーパー

タオルで完全に拭き取り、ハンドプレスにて搾汁した。得られた搾汁液は3000 rpm で10分間遠心し、上澄を0.45 μ m のメンブランフィルターにて濾過後、HPLC (島津製作所、LC-6A; カラム、Shim-pack ISC-07/S1504 Na; 溶離液: A) 0.2 N Na-Citrate Buffer (pH 3.2) containing 7 % ethanol、B) 0.6 N Na-Citrate in 0.2 M Borate Buffer (pH 10)、C) 0.2 M NaOH; 溶離液 A、B、C の Stepwise gradient; 検出器、島津 RF-535; o-Phthalaldehyde によるポストカラム法) にてアミノ酸分析を行った。得られたアミノ酸分析値は多変量解析ソフト (多変量解析 PC-9801 Series、日本マイコン販売) により、クラスター分析を行った。

ブドウ葉のアンペログラフィーは Galet (4) の方法に従い、葉の第1側脈 (Superior lateral vein、A) と上裂刻 (Superior sinus、SS)、第2側脈 (Inferior lateral vein、B) と下裂刻 (Inferior sinus、IS) の長さを測定し (Fig. 1)、Galet (4) のコード番号表 (Table 1) により分類した。表記方法は2桁の数字で表し、SS/A を2桁目、IS/B を1桁目に書く。即ち、2桁目の数字が大きいほど上裂刻が大きく切れ込み、1桁目の数字が大きいほど下裂刻が大きく切れ込むことを示す。コード番号は品種毎に採取した25枚の葉の測定値を平均し、コード番号表より値を求めた。

結果および考察

果汁アミノ酸組成 '91 および '92 年の9~10月に果実の完熟を見計らい、ブドウを収穫した。Table 2 に各赤ブドウ品種のブドウの収穫時期、糖度および pH を、Table 3 に白ぶどう品種の値を示す。赤品種では Syrah、白品種では Kerner、Muscadet、Sémillon の熟期が比較的早いことが分かる。

果汁アミノ酸組成は '91 および '92 年にそれぞれ測定した。Table 4 に各赤ブドウ品種の果汁アミノ酸分析値および Pro/Arg 比を、Table 5 に各白ブドウ品種の果汁アミノ

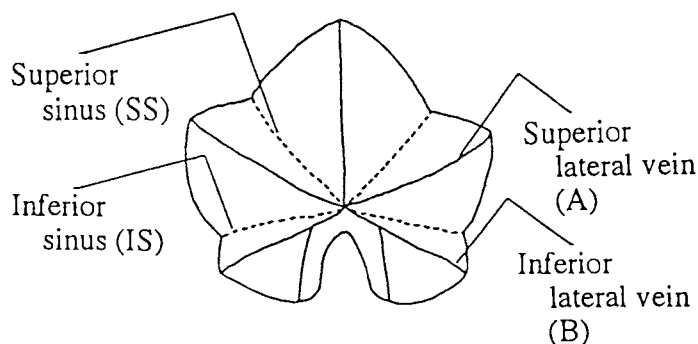


Figure 1. Outline of a vine leaf.

Table 1. Code numbers by Galet (4).

Code No.	Values of SS/A and IS/B
0	0.91-1.00
1	0.81-0.90
2	0.71-0.80
3	0.61-0.70
4	0.51-0.60
5	0.41-0.50
6	0.31-0.40
7	0.21-0.30
8	0.11-0.20
9	0.00-0.10

SS is the length of the superior sinus, IS is that of inferior sinus, A is that of superior lateral vein, and B is that of inferior lateral vein.

Table 2. Harvesting date, °Brix and pH of juices of red grape varieties.

Variety	Harvesting Date	°Brix	pH
Cabernet franc	9/17 (9/24)	21.5 (19.2)	3.37 (3.35)
Cabernet Sauvignon	9/17 (9/24)	19.1 (19.3)	3.31 (3.15)
Carignane	9/30 (10/ 8)	16.7 (15.2)	3.37 (3.17)
Gamay	9/17 (9/24)	19.1 (18.5)	3.43 (3.41)
Grenache	9/30 (10/ 1)	17.2 (18.3)	3.53 (3.21)
Hybrids franc	9/17 (10/ 8)	18.6 (15.8)	3.38 (3.13)
Merlot	9/30 (10/ 1)	20.7 (20.2)	3.48 (3.32)
Muscat Bailey A	9/17 (9/24)	18.6 (19.2)	3.47 (3.10)
Pinot noir	8/27 (9/17)	18.6 (18.0)	3.47 (3.64)
Syrah	9/ 5 (9/17)	18.8 (18.9)	3.34 (3.23)
Zweigeltrebe	9/17 (9/17)	19.6 (19.6)	3.38 (3.38)

The data are average values for grapes from 5 selected vines. Values without parentheses are for '91, and those in parentheses for '92.

酸分析値および Pro/Arg 比を示す。Table 4 および 5 に示したアミノ酸分析値において、天候の相違のためか各年毎の総アミノ酸量には差が認められたが、アミノ酸組成比は同一品種の果汁ではほぼ同様の傾向となったので、'91 および '92 年の平均値を求め、この平均値を元にクラスター分析を行った。

Table 4 より赤ブドウ品種の果汁では、Cabernet franc、Cabernet Sauvignon および Merlot のように proline が総アミノ酸中 50% 以上を占めるもの、Muscat Bailey A のように alanine を最も大量に含有するもの、あるいは Grenache のように arginine を多量含有するものなど、品種により多量蓄積するアミノ酸の異なることが判明した。

Table 3. Harvesting date, °Brix and pH of juices of white grape varieties.

Variety	Harvesting Date		°Brix	pH
Aligoté	9/16	(9/24)	17.8 (18.6)	3.58 (3.36)
Chardonnay	9/16	(9/17)	18.8 (18.1)	3.54 (3.40)
Chenin blanc	9/30	(10/ 1)	18.3 (18.2)	3.38 (3.25)
Kerner	9/ 5	(9/ 6)	22.9 (19.5)	3.53 (3.36)
Koshu	11/ 4	(10/19)	17.5 (15.7)	3.31 (3.99)
Muscadet	9/ 5	(9/17)	17.8 (19.7)	3.54 (3.32)
Muscadelle	9/16	(9/24)	19.4 (15.2)	3.74 (3.53)
Pinot blanc	9/16	(9/24)	17.5 (18.3)	3.54 (3.41)
Sauvignon blanc	9/16	(9/24)	19.4 (18.0)	3.48 (3.38)
Sémillon	9/ 5	(9/17)	19.4 (19.3)	3.48 (3.24)
Zala Gyöngye	9/16	(9/24)	18.3 (19.8)	3.48 (3.33)

The data are average values for grapes from 5 selected vines. Values without parentheses are for '91, and those in parentheses for '92.

Table 4. Amino acid composition in juices of red grape varieties (mg/L).

Amino acid	Cabernet franc	Cabernet Sauvignon	Carignane	Gamay	Grenache	Hybrids franc	Merlot	Muscat Bailey A	Pinot noir	Syrah	Zweigelt-rebe
Asp	3.5	7.0	31.4	14.8	18.2	68.4	7.5	33.2	27.4	78.9	36.6
Thr	57.7	35.4	131.9	161.8	128.7	733.1	34.5	270.2	264.2	142.4	169.4
Ser	45.1	24.1	50.2	88.7	36.7	255.4	33.6	90.8	97.0	71.4	79.9
Glu	77.8	69.5	121.6	77.5	117.4	162.8	37.2	231.2	118.9	133.1	195.2
Pro	694.6	713.6	291.9	249.2	100.8	239.1	1100.0	232.8	304.6	313.4	696.6
Gly	3.6	3.3	3.8	10.0	3.1	52.6	2.3	15.3	8.7	6.0	10.2
Ala	88.1	58.8	181.8	223.4	109.2	727.7	55.5	478.0	253.1	136.0	345.3
Cys	3.1	4.2	0.7	3.5	0.4	8.4	2.5	4.9	3.9	0.8	3.6
Val	22.5	16.3	13.5	35.8	16.4	37.6	17.8	22.1	42.3	28.0	29.4
Met	2.8	0.7	2.5	7.2	4.8	41.8	2.6	8.5	8.2	4.8	8.5
Ile	9.4	6.0	6.1	15.6	8.9	12.4	7.3	6.9	17.2	10.9	11.5
Leu	17.4	8.9	9.4	21.4	17.2	28.0	10.3	17.3	33.5	26.0	18.5
Tyr	7.6	1.0	4.7	9.7	9.9	6.8	0.7	13.3	7.2	14.7	15.4
Phe	5.1	5.0	5.1	7.6	19.3	13.1	5.1	17.5	6.9	13.7	6.6
His	19.2	8.8	16.8	35.0	20.7	29.5	9.9	14.0	36.1	29.7	25.1
Lys	2.9	0.9	3.8	3.3	4.3	5.4	2.5	2.9	9.4	5.1	4.2
Arg	229.9	79.8	397.4	159.6	501.0	538.2	59.8	366.4	755.8	511.9	296.2
Total	1291.0	1043.4	1272.6	1124.1	1117.0	2955.3	1389.1	1834.3	1994.4	1526.8	1952.2
Pro/Arg	3.0	8.9	0.7	1.6	0.2	0.4	18.4	0.6	0.4	0.6	2.4

Table 5. Amino acid composition in juices of white grape varieties (mg/L).

Amino acid	Aligoté	Chardonnay	Chenin blanc	Kerner	Koshu	Muscadelle	Muscadet	Pinot blanc	Sauvignon blanc	Sémillon	Zala Gyöngye
Asp	28.8	32.9	29.9	26.5	20.4	28.1	28.3	27.1	24.7	18.1	19.7
Thr	303.6	264.7	262.5	139.6	76.5	156.9	270.0	275.3	207.5	145.7	91.4
Ser	237.1	222.4	92.9	62.8	44.3	76.7	214.5	202.0	78.5	87.8	52.4
Glu	150.1	111.7	165.0	101.9	94.9	143.5	111.7	146.1	206.1	77.0	151.7
Pro	362.9	810.1	220.8	201.1	518.9	262.8	398.4	508.9	284.4	211.6	429.4
Gly	19.9	21.4	5.4	6.4	3.6	7.5	16.1	17.2	6.7	6.4	8.5
Ala	291.5	333.7	214.1	182.6	147.8	148.1	293.9	314.0	244.3	98.5	154.0
Cys	4.7	6.4	3.4	1.2	1.6	0.8	1.3	4.1	4.7	1.0	1.2
Val	27.7	40.0	28.5	32.3	12.4	24.8	28.7	30.0	32.0	18.2	32.5
Met	1.7	4.4	2.7	6.3	2.4	3.2	3.8	3.9	3.8	2.5	1.8
Ile	10.7	17.1	17.8	14.9	5.0	9.4	12.4	16.8	14.4	10.2	11.3
Leu	15.3	22.2	32.0	24.4	7.9	16.4	18.3	20.1	21.0	14.0	24.6
Tyr	3.8	11.8	6.3	14.3	3.6	7.6	6.8	6.4	1.8	6.6	3.5
Phe	7.4	10.4	26.1	10.8	4.4	10.9	17.1	14.7	10.3	6.6	20.1
His	29.1	38.7	25.1	34.9	9.6	47.7	25.9	34.0	38.8	19.2	22.6
Lys	5.0	4.2	5.0	6.3	1.9	4.7	6.6	7.6	6.1	5.3	4.3
Arg	373.1	255.7	526.0	369.9	229.3	473.9	376.3	472.9	582.3	502.3	309.3
Total	1872.4	2207.8	1666.2	1263.2	1184.5	1423.0	1830.1	2101.1	1767.5	1231.0	1338.3
Pro/Arg	1.0	3.2	0.4	0.5	2.3	0.6	1.1	1.1	0.5	0.4	1.4

白品種も同様、Chardonnay、Koshu では proline、Sémillon、Sauvignon blanc では arginine、Aligoté、Muscadet では threonine や alanine の含有率が高かった (Table 5)。

ブドウ果汁アミノ酸組成によるクラスター分析 Table 4 および 5 に示したアミノ酸分析結果より、品種毎にその平均値の組成比を取り群平均法にてクラスター分析を行った。Figure 2 に赤ブドウ品種のアミノ酸組成比によるデンドログラムおよび Pro/Arg 比を、Figure 3 に白ブドウ品種についてのデンドログラムおよび Pro/Arg を示す。デンドログラムに於いては、品種同士の接点が低い位置である程アミノ酸組成比が類似していることを示す。

Figure 2 より、赤ブドウ品種においては、近縁種と言われている Cabernet Sauvignon および Cabernet franc のアミノ酸組成比の類似性が高く、Carignane および Syrah もアミノ酸組成比の類似性の高いことが示された。Pro/Arg 比についてみると、Cabernet franc、Cabernet Sauvignon、Merlot の 3 品種は、他と比較して値の大きいことが分かる。Huang and Ough (5) によると、California、Napa Valley 産 Cabernet Sauvignon の Pro/Arg 比は 8.9、Pinot noir の値は 0.3 であり、今回分析値とほぼ同じ値であった。但し、Merlot については Napa Valley 産の値は 4.9 であり、我々の結果と相違が認められた。

白ブドウ品種についてみると (Fig. 3)、Aligoté、Muscadet、Pinot blanc のアミノ酸組成比が類似しており、同様に Chenin blanc と Sauvignon blanc が、更に Kerner、

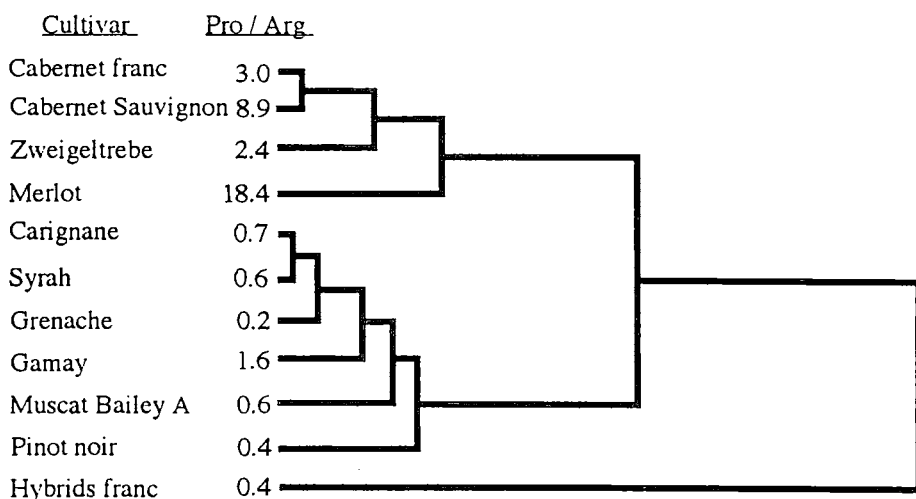


Figure 2. Dendrogram by cluster analysis of amino acid composition of juices contained in red grape varieties.

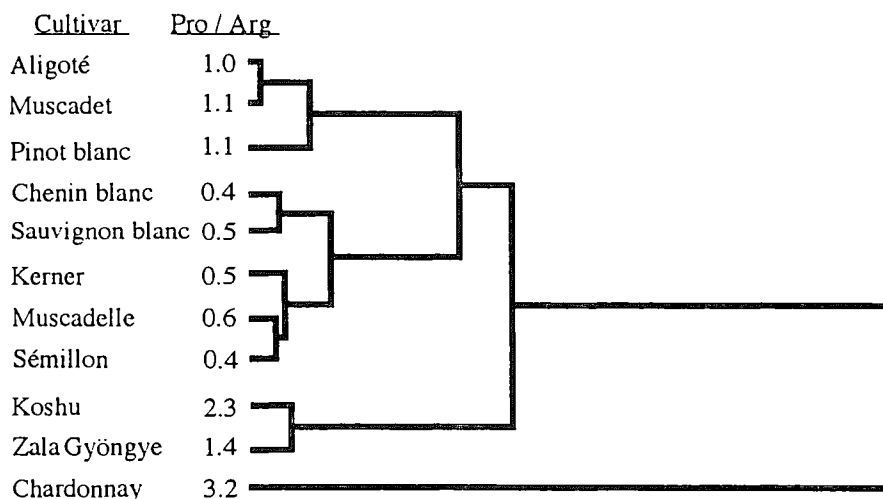


Figure 3. Dendrogram by cluster analysis of amino acid composition of juices contained in white grape varieties.

Muscadelle、Sémillon がアミノ酸組成的に類縁性の高いことが判明した。Pro/Arg比については Koshu と Chardonnay が 3 前後である以外は、全て 1 付近あるいはそれ以下であった。Huang and Ough (5) のデータによると、California、Napa Valley 産 Sauvignon blanc の Pro/Arg 比は 0.4、Chardonnay の値は 1.8 であり、今回の分析値とほぼ同様の値であった。Huang and Ough (5) がカリフォルニアで栽培したブドウの果汁について調べた値と、今回城の平試験農場で栽培したブドウの果汁について我々が測定した値が殆ど一致したことから、Pro/Arg 比が栽培地、栽培条件に関わらず、同一品種では非常に近い値を示すことが判明し、果汁の Pro/Arg 比が品種特性を示すとする Huang and Ough (5) の提言の正当性が裏付けられた。

Amperography によるブドウ葉の形態的類縁性 ブドウ果汁のクラスター分析の結果、そのアミノ酸組成から品種間の類似性が分かり、ある程度のグループ分けができた。この品種間類似性が、品種の同定法として古典的に用いられているアンペログラフィー、即ち葉の形態的特徴と一致するかどうかを調べる為、Galet (4) の方法に従って分類を行った。赤ブドウ品種についての結果を Fig. 4 に、白ブドウ品種についての結果を Fig. 5 に示す。SS/A の値が大きいほど葉上部の、IS/B の値が大きいほど葉下部の切れ込みが大きいことを示す。

Figure 4より、赤ブドウ品種では Gamay と Zweigeltrebe、Syrah と Hybrids franc、Carignane と Merlot はコード番号が同じで葉の形態が類似しており、Cabernet franc、Cabernet Sauvignon、Muscat Bailey A は SS/A、IS/B 双方の値が高く、葉の上部、下部共に葉の切れ込みの大きいことが分かる。白ブドウ品種では、Aligoté、Pinot blanc、

		IS / B					
		1	2	3	4	5	6
SS / A	1						
	2	Pinot noir					
	3		Grenache				
	4		Gamay Zweigelt- rebe		Syrah Hybrids franc		
	5				Carignane Merlot		
	6			Cabernet franc	Cabernet Sauvignon	Muscat Bailey A	

Figure 4. Code numbers by ampelography on leaves of red grape varieties.

		IS / B					
		1	2	3	4	5	6
SS / A	1	Muscadet					
	2	Aligoté Chardon- nay Koshu Pinot blanc					
	3						
	4		Zala Gyöngye Sauvignon blanc		Sémillon		
	5			Kerner Chenin blanc	Muscadelle		
	6						

Figure 5. Code numbers by ampelography on leaves of white grape varieties.

Koshu が同じコード番号21であり、Zala Gyöngye とSauvignon blanc、Kerner と Chenin blanc のコード番号がそれぞれ同じであり、葉の形態の類似性が示された (Fig. 5)。

クラスター分析と葉の形態 果汁アミノ酸組成によるクラスター分析の結果とアンペログラフィーによる葉の形態分析結果との相関性を調べた。Fig. 6 に赤ブドウ品種のクラスター分析 (Fig. 2) で類似性の高かった Cabernet franc、Cabernet Sauvignon 更に、これらに類似性のあった Zweigeltrebe および Merlot の葉の写真を示す。Cabernet franc と Cabernet Sauvignon は葉の切れ込みが大きく、楔型で葉の形態も非常に類似しているが、Zweigeltrebe および Merlot では前者とは形態的にも異なることが分かる。同様に Carignane、Syrah、Grenache および Gamay (Fig. 7) では、前2者はクラスター分析と同様葉の形態的類似性が高いが、後2者では形態的にも若干異なっていた。白ぶどう品種のクラスター分析 (Fig. 3) で類縁性の高かった Aligoté、Muscadet、Pinot blanc (Fig. 8) は何れも葉の切れ込みが小さく、円形に近い形をしており、形態的にも類似性が高かった。Chenin blanc および Sauvignon blanc (Fig. 9)、Kerner、Muscadelle、Sémillon (Fig. 10) もそれぞれ形態的にも相同性の高いことが分かる。クラスター分析で他の品種と類似性が低かった Koshu および Chardonnay (Fig. 11) については、コード番号は何れも 21 (Fig. 5) で Aligoté、Pinot blanc と同じであるが、葉の形態はかなり異なっていた。

以上、ブドウ果汁のアミノ酸組成比によるクラスター分析で類縁性の高いグループは、葉の形態分析によるアンペログラフィーに於いても高い類似性を示すことが判明した。従って、アミノ酸構成の類似性と葉の形態分析を組み合わせることにより、より確度の高い品種間類縁性を示すことのできる事が示唆された。但し、Syrah と Hybrids franc あるいは Koshu と Chardonnay のように同一のコード番号を示すものでもアミノ酸構成は大きく異なるものがあり、アンペログラフィーのみにて品種間類似性を論ずることの危険性が指摘された。

要 約

交配種を含む *Vitis vinifera* を主とするブドウ 22 品種について、果汁アミノ酸組成からのクラスター分析による品種間類縁性を求め、アンペログラフィーによるコード番号による葉の形態分析との相関を調べた。赤ブドウ品種では、Cabernet Sauvignon と Cabernet franc、Syrah と Carignane の近縁性が両分析にて示された。白ブドウ品種では Aligoté、Muscadet、Pinot blanc; Chenin blanc と Sauvignon blanc; Kerner、

Muscadelle、Sémillon が両分析で類縁性の高いことが判明した。Huang and Ough (5) の指摘した Pro/Arg 比は我々の値と良く一致し、この比が同一品種では栽培地、栽培条件に関わらず、一定の値を示すことが示され、品種特性を良く表現することが示唆された。ここに示したアミノ酸組成による品種間類似性の判定は Pro/Arg 比のみによるものより当然確度が高いと考えられるが、更に葉の形態分類も考慮することにより、一層確実なものとなることが示唆された。日本で広く栽培されている Koshu および Muscat Bailey A は、欧州系の醸造用品種とは類似性が低く、どのグループにも属さなかった。

文 献

1. Blaich, R. The analysis of restriction fragment length polymorphism as a tool for the differentiation of grape cultivars. *Riv. Vitic. Enol.* **42** : 33-5 (1989).
2. Bower, J.E., E.B. Bandman, and C.P. Meredith. DNA fingerprint characterization of some wine grape cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.* **44** : 266-74 (1993).
3. Calo, A., A. Costacurta, G. Paludetti, G. Calo, S. Arulsekhar, and D. Parfitt. The use of isozyme markers to characterize grape cultivars. *Riv. Vitic. Enol.* **1** : 15-22 (1989).
4. Galet, P. Chapter 2, Vine description: Ampelographic definitions, pp. 24-116. *In: A Practical Ampelography*, Cornell University Press, London (1979).
5. Huang, Z., and C.S. Ough. Amino acid profiles of commercial grape juices and wines. *Am. J. Enol. Vitic.* **42** : 261-7 (1991).
6. Parfitt, D.E., and S. Arulsekhar. Inheritance and isozyme diversity for GPI and PGM among grape cultivars. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* **114** : 486-791 (1989).
7. Schwennesen, J., E.A. Mielke, and W.H. Wolfe. Identification of seedless table grape cultivars and a bud sport with berry isozymes. *HortScience* **17** : 366-8 (1982).
8. Striem, M.J., P. Spiegel-Roy, G. Ben-Hayyim, J. Beckmann, and D. Gidoni. Genomic DNA fingerprinting of *Vitis vinifera* by the use of multi-locus probes. *Vitis* **29** : 223-7 (1990).
9. Subden, R.E., A. Krizus, S.C. Lougheed, and K. Carey. Isozyme characterization of *Vitis* species and some cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.* **38** : 176-81 (1987).
10. Thomas, M.R., S. Matsumoto, P. Cain, and N.S. Scott. Repetitive DNA of

grapevine: classes present and sequences suitable for cultivar identification. *Theor. Appl. Genet.* **86** : 173-80 (1993).

11. Walker, M.A. and J.M. Boursiquot. Ampelographic and isozyme data correcting the misnaming of the grape rootstock SO4 at the University of California, Davis. *Am. J. Enol. Vitic.* **43** : 261-5 (1992).

12. Wolfe, W.H. Identification of grape varieties by isozyme banding patterns. *Am. J. Enol. Vitic.* **27** : 68-73 (1976).

13. 山川祥秀、田中浩毅. アイソザイムバンディングパターンによるブドウ品種の識別. *ASEV Jpn. Rep.* **4** : 104-11 (1993).

14. Yamamoto, N., G. Ono, K. Takashima, and A. Totsuka. Restriction fragment length polymorphisms of grapevine DNA with phenylalanine ammonia-lyase cDNA. *Japan J. Breed.* **41** : 365-8 (1991).

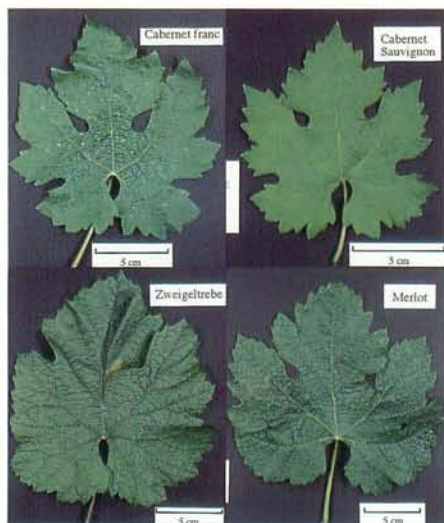


Figure 6. Leaves of Cabernet franc, Cabernet Sauvignon, Zeigertrebe and Merlot.

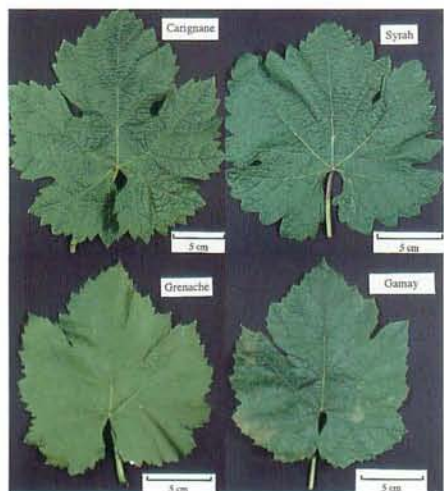


Figure 7. Leaves of Carignane, Syrah, Grenache and Gamay.

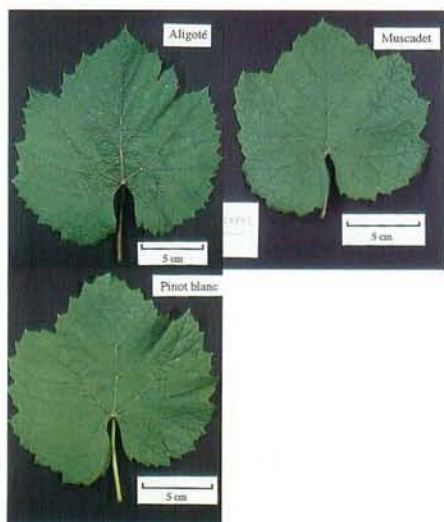


Figure 8. Leaves of Aligoté, Muscadet and Pinot blanc.

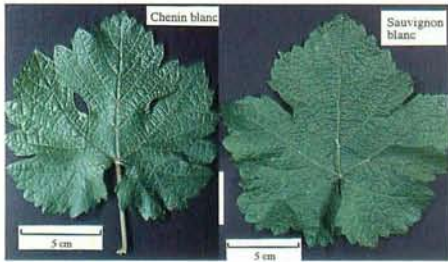


Figure 9. Leaves of Chenin blanc and Sauvignon blanc.

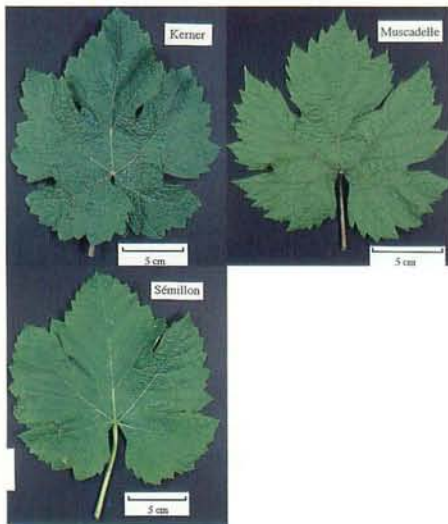


Figure 10. Leaves of Kerner, Muscadelle and Sémillon.

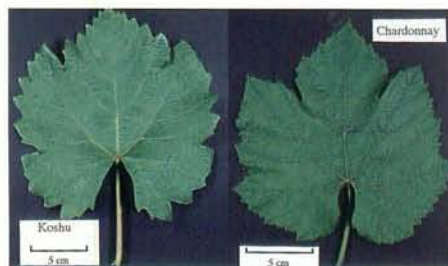


Figure 11. Leaves of Koshu and Chardonnay.