

[研究報文]

ヤマブドウ (*Vitis coignetiae* Pulliat) 果実の成熟に及ぼす
葉数の影響と果汁の成分的特徴植木啓司¹・青木秀之²・岡本五郎²・平野 健²¹岡山大学大学院自然科学研究科 〒700-8530 岡山市中3-1-1²岡山大学農学部 〒700-8530 岡山市中1-1-1Effect of Leaf Number on Berry Ripening and Characterization of
Juice Composition in *Vitis coignetiae* Pulliat Grapevines¹Keiji UEKI, ²Hideyuki AOKI, ²Goro OKAMOTO, and ²Ken HIRANO¹Graduate School of Natural Science, Okayama University,
Tsushima-naka, Okayama, 700-8530, Japan²Faculty of Agriculture, Okayama University, Tsushima-naka, Okayama,
700-8530, Japan

The effect of leaf number per shoot on berry growth and ripening in *Vitis coignetiae* Pulliat, a wild grape species domesticated in Japan, was investigated. Fourteen-year-old vines, trained on a vertical trellis system in the Hiruzen region of Okayama Prefecture, were used for this investigation. Two weeks before veraison, shoots bearing two clusters each were pinched to have 2, 4, 7 or 10 apical leaves after the second cluster. The stem base was girdled to inhibit mutual translocation of photosynthates between shoots. Berry growth in shoots having 2 leaves was significantly retarded compared to that of berries on shoots with 4, 7, or 10 leaves. However, juice TSS, pH, and titratable acidity were not significantly affected. Anthocyanin accumulation was greatest in berries on shoots with 2 or 4 leaves, hypothesized to be caused by improved light exposure of the clusters. The major amino acids GLU, GLN, and ARG were also highest in berries on shoots with 2 leaves. When compared with three red wine cultivars (*V. vinifera*) - Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, and Pinot noir - the berry juice of *V. coignetiae* was characterized by high contents of fructose, tartaric acid, and total phenols. Several amino acids such as GLU, GLN, and GABA were much higher in *V. coignetiae* berry juice, although the PRO and total amino acid levels were lower. The skin anthocyanin content was approximately 2 to 4 times higher in *V. coignetiae* berries than in *V. vinifera* cultivars.

Key words: *Vitis coignetiae*, berry ripening, high acidity, anthocyanins, polyphenols

緒言

日本の野生ブドウは7種8変種が確認されているが、その内でヤマブドウ (*Vitis coignetiae* Pulliat) は国内の数カ所で経済栽培されている。ヤマブドウは韓国、中国、極東ロシアには分布していないが、北海道に隣接する南千島やサハリンではその自生が確認されている(2)。ヤマブドウが経済栽培されるようになったのは、北海道池田町で1970年代に野生ブドウを原料にした「十勝ワイン」が生産され、特徴のある風味で好評となったのが、大きなきっかけである。この野生ブドウは、*Vitis amurensis* Rupr.とされているが、*V. coignetiae*の1系統または1変種(タケシマヤマブドウ)とする説もある(12)。いずれにしても、池田町での村お

こし事業の成功によって、ヤマブドウの利用、栽培化が加速された。現在、ヤマブドウの主な栽培県は山形県(56.7 ha)、岩手県(36.1 ha)、岡山県(10.5 ha)である。1997年産の生産量は全体で約320 tで、そのほとんどがワインとジュースに利用されている。

岡山県の最北端に位置する川上村では、ヤマブドウは標高400 m付近から自生しており、昔からヤマブドウジュースを飲むと体の調子が良くなると言われて愛飲されていた。同村では、1978年からヤマブドウを栽培に移し、2000年度の実産量は約30 tで、すべてワインやジュースなどの加工原料である。

これまでに、ヤマブドウの植物学的特性についての報告(11, 14, 20)や、育種利用についての研究(22, 23)がなされているが、栽培の改善を目指し

2001年8月30日受理

た研究は乏しかった。しかし、1990年以降、川上村のヤマブドウ栽培園において、結実安定のための基礎研究として、花器の特性や結実過程についての調査(4, 5)や、受粉機構と人工授粉の効果についての研究がなされてきた(6, 7, 18)。しかし、果実の成熟や品質に関する研究は、まだほとんどなされていない。

本研究では、ワイン原料として適するヤマブドウ果実を生産するための基礎研究として、果実の発育、成熟に必要な葉面積、あるいは適切な葉果比を知ることが目的として、ヤマブドウ樹の結果枝上の葉数が果汁成分及び果皮のアントシアニンに及ぼす影響を調査した。また、ヤマブドウ果汁の成分的特性を明らかにするために、代表的な赤ワイン用の3品種の果汁成分、果皮のアントシアニンとの比較を行った。

材料と方法

1) 供試樹

岡山県真庭郡川上村明連地区の経済園(20a)で栽培されている垣根仕立てのヤマブドウ(14年生、自根)1樹を供試した。樹は水平コルドン2段仕立てで、1段目のワイヤーは地上から0.95 m、2段目のワイヤーは高さ1.5 mに設置されている。南北にそれぞれ8.2 m、5.5 mのコルドンが形成されており、列間は2.5 mである。毎年、冬に2~4芽を残す短梢剪定をし、そこから発生する新梢は誘引せず、自然に斜め下に伸びている。園内には、授粉樹として雌株約10樹に1樹の割合で雄株が混植されている。人工授粉は行わず、主として昆虫による放任授粉に任せているが、結実は良好で、1果房に約40~60果粒が着粒している。

2) 処理区の設定

8月2日(ベレゾーン14日前)に、上段のコルドンから標準的な大きさの2果房を着けた36本の結果枝を選定し、房先の葉数が2、4、7、10枚になるように摘心した(各区8~11結果枝)。いずれの結果枝も、結果枝間の養分移動を防ぐために、基部の第1節と第2節の間に幅1 cmの環状剥皮を施した。摘心後、先端部から副梢が生長する結果枝もあったが、それらは旺盛に伸びることはなく、50~100 cm²の葉が2、3枚形成される程度であった。これ

らの副梢に対する摘心は行わなかった。

3) 葉面積の測定と葉果比

成熟期にランダムにサンプリングした100葉について、その主脈長と葉面積計(林電工AAM-8)で実測した葉面積の値から関係式、 $y = 0.7732x^2 + 4.5814x - 20.94$ (y: 葉面積, x: 主脈長, $r^2 = 0.9821$)を求めた。各区の結果枝の全葉の主脈長を計測し、上の式に代入して葉面積を求めた。収穫期(10月27日)に各区の全果房を収穫して果房重を測定し、各処理区ごとの葉果比を求めた。

4) 果粒のサンプリングと成分分析

8月29日から10月27日まで、2週間おきに各区の全果房から2果粒ずつを採取し、ランダムに選んだ各区10果粒について粒重を計測した後、各果粒を縦に半切した。その片方から個別に果汁を絞り、屈折糖度計(ATAGO Hand Refractometer)で可溶性固形物含量(TSS)を、pHメーター(HORIBA COMPACT pH METER)でpHを測定した。他の果粒も半切し、片方の2、3個ずつをまとめてガーゼで果汁を採取した。その1 mLに脱塩水20 mLを加えた後、0.1 N-NaOHで中和滴定し、酒石酸に換算して滴定酸含量を求めた。各区10回反復した。残りの半切した果粒は、直ちに-20℃で凍結保存した。これらの赤道面から、直径4 mmのコルクボーラーで果皮ディスクを切り取り、ディスク5枚に1% HCl-MeOHを20 mL加え、室温で3時間振とうしてアントシアニンを抽出し、分光光度計で535 nmの吸光度を測定した。分析は3回反復した。

5) 赤ワイン専用品種との比較

サッポロワイン(株)ワイン研究所(赤磐郡赤坂町東軽部)内のブドウ園で栽植中のカベルネ・フラン、カベルネ・ソービニオン、ピノ・ノワール(いずれもSO4台、それぞれ15年生、7年生、10年生)を供試した。各樹とも無袋栽培で、着果レベルは約1 t/10 aであった。カベルネ・フランとピノ・ノワールの果実は2000年9月4日に、カベルネ・ソービニオンは9月15日に、それぞれ平均的な5~7果房を収穫し、直ちに-30℃で凍結保存した。これらの赤ワイン専用品種との比較のために、川上村明連地区で平棚栽培されている17年生のヤマブドウ1樹(着果レベルは0.8 t/10 a)から10月27日に平均的な5果房を収穫し、供試した。

糖、有機酸の個別定量のために、各品種の果実約100 gを解凍し、種子を除いた後、皮付きの果肉をホモジナイズして、果汁を得た。その2 mLに3%のpentaerithritolを加え、イオン交換樹脂 Amberlite CG-120 (H⁺)

カラムに通した。脱塩水による溶出液の1部を凍結乾燥してからTMS化し、GC (SHIMADZU GC-14A)で分析した。アミノ酸分析には、果汁0.5 mLを用い、10% TCAで除タンパク後、Diethyl Etherで洗浄し、孔径0.45 μmのフィルターを通し、その100 μLを用いてアミノ酸自動分析計 (日本電子 JLC-300)で個別定量を行った。総フェノール含量の測定には、果汁1 mLに10倍に希釈したフェノール試薬5 mLと7.5% NaCO₃ 4 mLを加え、4℃で1時間反応させた後、分光光度計 (Beckman DU 530)で760 nmの吸光度を測定した。没食子酸に換算して、総フェノール含量とした。

アントシアニン組成の分析には、凍結している果粒からピンセットで皮を採取し、濾紙で水分を除いてから液体窒素を加えて再凍結し、乳鉢で磨砕した。その1 gに1% HCl-MeOHを10 mL加えて4℃で1時間抽出後、遠心分離した。この抽出過程を2回繰り返した後、孔径0.45 μmのフィルターを通し、その100 μLを高速液体クロマトグラフィー (JASCO)で分析した。分析条件は、佐藤ら (21)の方法に従い、ピークの同定はNagelら (13)のデータを参考にした。

結果と考察

1. 葉面積、収量構成

収穫期における各区の葉面積、果粒重、果粒数、収量、葉果比などはTable 1のとおりである。多くの結果枝では、果房は基部から第4、5節位に着生しており、第5節までの合計葉面積は約400~600 cm²であった。各区の葉面積は、この基部の葉面積に、房先の2枚、4枚、7枚、10枚分の葉面積を加えた値である。果粒重は2枚区でやや小さかった。結果枝当たりの果房重 (収量)は、2枚区と4枚区で7、

Table 1. Effect of apical leaf number on leaf area per shoot and berry production in *Vitis coignetiae* grapevines.

Treatment ^z (No. of leaves)	Leaf area (cm ² / shoot)	Berry wt. (g)	Harvested berries (g / shoot)	Leaf / crop ratio (m ² / kg)
2	1,116 b ^y	1.06 b	132.8 b	0.84 b
4	1,612 ab	1.14 ab	136.2 b	1.18 ab
7	2,555 a	1.19 a	166.1 a	1.54 a
10	3,063 a	1.23 a	169.4 a	1.81 a

^z The numbers of leaves attached to the apical part of shoots were modified by shoot pinching 2 weeks before veraison.

^y Duncan's multiple range test (p<0.01)

10枚区よりも低い値となった。各区の葉面積と収量から算出した葉果比は、2枚区で約0.8 m²/kg、4枚区では約1.2 m²/kg、7、10枚区ではそれぞれ1.5、1.8 m²/kgであった。一般的に、ブドウの果実が十分に成熟するために必要な葉果比は、生食用品種のマスカット・オブ・アレキサンドリアやピオーネで0.9~1 m²/kg (16)、1層の垣根仕立てのワインブドウでは0.8~1.2 m²/kg (10)とされている。これらのことから、2枚区ではやや葉面積不足であり、4枚以上の区では適切あるいはそれ以上の果実当たりの葉面積であったと考えられる。

2. 果粒の生長、果汁の糖及び酸の変化、アミノ酸含量

8月下旬から収穫期 (10月27日)までの果粒重の変化をFig. 1に示す。4、7、10枚区では、10月上旬

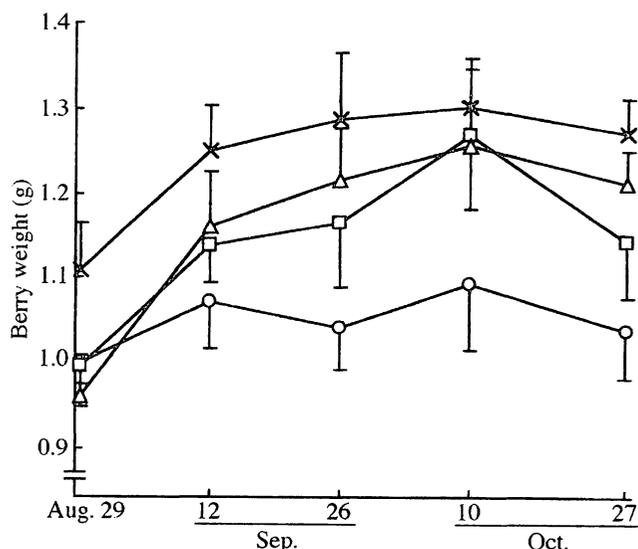


Fig. 1. Effect of number of apical leaves on berry growth in *Vitis coignetiae* grapevines. Shoots were pinched 14 days before veraison at 2 (○), 4 (□), 7 (△), or 10 (×) leaves after the second cluster. Vertical bars represent the mean values ± SE for 10 berries.

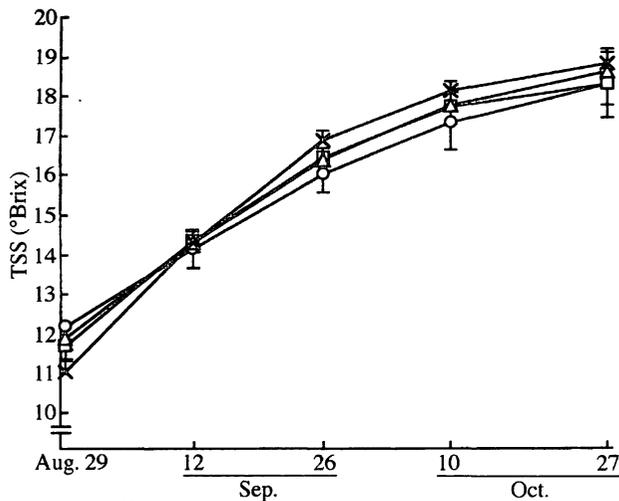


Fig. 2. Effect of number of apical leaves on juice TSS in *Vitis coignetiae* grapevines. Shoots were pinched 14 days before veraison at 2 (○), 4 (□), 7 (△), or 10 (×) leaves after the second cluster. Vertical bars represent the mean values±SE for 10 berries.

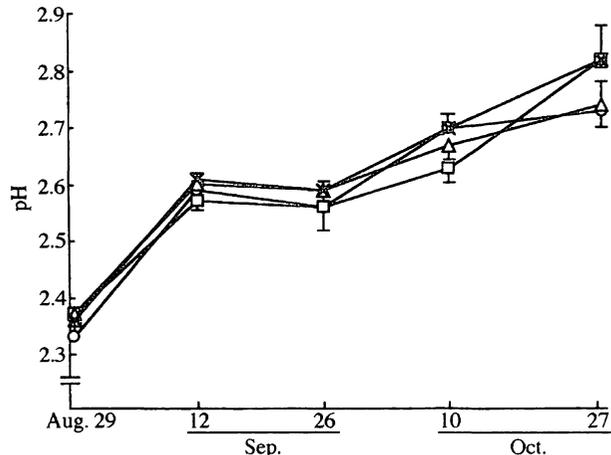


Fig. 3. Effect of number of apical leaves on juice pH in *Vitis coignetiae* grapevines. Shoots were pinched 14 days before veraison at 2 (○), 4 (□), 7 (△), or 10 (×) leaves after the second cluster. Vertical bars represent the mean values±SE for 10 berries.

旬までは明らかな果粒重の増加が見られたのに対して、2枚区では調査期間中、ほとんど果粒の肥大が認められなかった。2枚区では、果実当たりの葉面積が不足であったために果粒肥大が抑制されたと考えられる。

2枚区では、果汁の可溶性固形物 (TSS) の蓄積が9月下旬から10月上旬にかけてやや不活発であったが、収穫期には他の区との差はなかった (Fig. 2)。果汁のpHの増加、適定酸含量の減少には一定の傾向がみられなかった (Fig. 3, 4)。葉果比が低くなると、果実に対する葉の光合成産物の分配が低下して、糖の蓄積が劣ることは当然の結果であり、

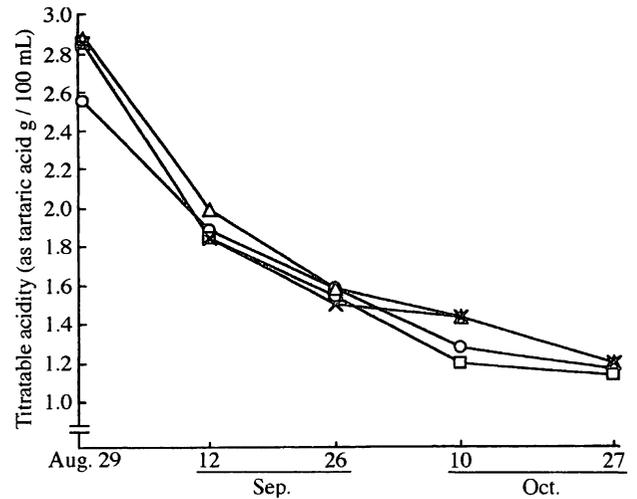


Fig. 4. Effect of number of apical leaves on juice acidity in *Vitis coignetiae* grapevines. Shoots were pinched 14 days before veraison at 2 (○), 4 (□), 7 (△), or 10 (×) leaves after the second cluster. Vertical bars represent the mean values±SE for 10 measurements.

それを示した報告も多い (9, 15, 16)。しかし、本実験のヤマブドウでは、果粒の肥大不良からみて明らかに葉面積不足と思われる2枚区において、糖蓄積がほとんど劣ることがなかったことは、非常に興味ある事実である。

収穫期の果汁中から20種類のアミノ酸が分析されたが、アラニン、 γ -アミノ酪酸、プロリン、アルギニンが主成分であった。全アミノ酸含量は葉数が少ない区ほど高い傾向であった (Table 2)。とくに、2枚区ではアスパラギン酸、スレオニン、セリン、グルタミン酸、グルタミン含量が他の区より有意に高く、バリンとロイシンは2、4枚区で他の区より高かった。ブドウの結果枝上の葉面積や葉果比と果汁中のアミノ酸含量との関係を調査した報告はいくつか見られる。例えば、Kliwerら(8)はTokayブドウについて、葉面積の不足によって数種のアミノ酸含量が有意に低下したことを示しており、平野ら(1)はピオーネの結果枝上の葉面積を4000 cm²から1000 cm²まで4段階に削減すると、グルタミンやプロリン、アルギニン、セリンなどの主要なアミノ酸含量が低下することを示している。本実験のヤマブドウの場合、なぜ葉数の少ない区ほど収穫期の果汁中のアミノ酸含量が高かったかは不明である。糖含量には区による差がなかったように、成熟期のヤマブドウ果実はこれらの物質に対するシンクの力が非常に強く、この程度の葉面積不足では蓄積不良にならず、むしろ先端部の葉数が少ないために、より

Table 2. Effect of apical leaf number on juice amino acid contents (mmol / L) at harvest in *Vitis coignetiae* grapevines.

Treatment ^z (No. of leaves)	SER	GLU	GLN	ALA	GABA	ARG	PRO	Others ^y	Total
2	0.9 a *	1.5 a	2.2 a	3.1	2.1	1.1 a	1.7	2.1	15.0
4	0.7 b	1.2 b	1.2 b	2.4	2.4	0.8 b	1.9	1.3	12.1
7	0.7 b	1.3 b	0.9 b	2.6	2.1	0.9 ab	2.1	1.1	11.9
10	0.7 b	1.3 b	0.8 b	2.6	2.0	1.0 ab	1.6	1.1	11.2

^z Refer to Table 1.

^y ASP + THR + VAL + ASN + GLY + CYS + TYR + PHE + HIS + LYS.

* Duncan's multiple range test ($p < 0.01$).

多くのアミノ酸が果実に分配されたのかも知れない。

3. 果皮のアントシアニン含量の変化

果皮中のアントシアニン含量は、8、9月には区による明らかな差がないが、10月上旬には2枚区と4枚区で7枚区、10枚区よりやや高い傾向であった (Fig. 5)。その後はどの区でもアントシアニン含量がやや減少し、10月下旬の収穫期には、4枚区で他の区よりもやや高かった。このような葉数の少ない区で着色が促進されたのは、葉の削減によって果房の受光条件が改善されたことが関与していると思われる。しかし、そのような摘葉による効果は、通常、成熟後期に処理した場合に認められるものであって、一般的には、着果過多あるいは葉面積の制限によってアントシアニン蓄積は著しく不良になる (9, 10, 15)。小野ら (19) はピオーネの着果量調節をベレゾーン当日までに行うと、果粒の乾物重の蓄積が促進されるとともに、着色が明らかに改善されることを示している。本実験では葉数調節をベレ

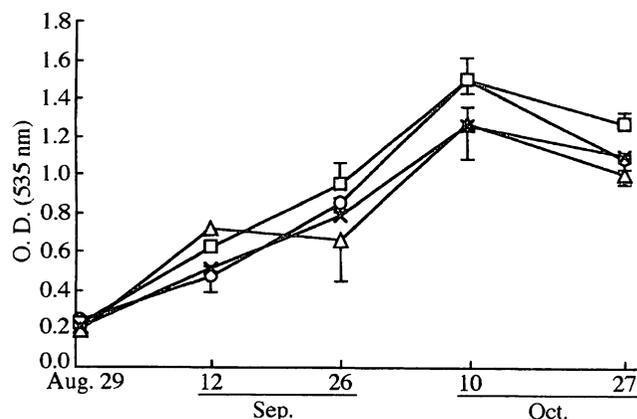


Fig. 5. Effect of number of apical leaves on skin anthocyanin content in *Vitis coignetiae* grapevines. Shoots were pinched 14 days before veraison at 2 (○), 4 (□), 7 (△), or 10 (×) leaves after the second cluster. Vertical bars represent the mean value \pm SE of 3 measurements.

ゾーンの13日前に行ったので、2枚区ではこの時期以降は着果過多の状態にあったと言える。それにもかかわらず、この区で着色が劣ることはなかったことは、すでに糖やアミノ酸の蓄積についても考察したように、ヤマブドウ果実の成熟を進める力が非常に強いことを示すものであろう。なお、本実験では同一樹上に葉数の異なる4区を設定したので、結果枝間での養分移動を防ぐ目的で、各結果枝の基部を環状剥皮した。環状剥皮は一般的に果実の生長や成熟を促進・改善することが知られている (24)。このことが、葉面積の少ない2枚区でも糖蓄積や着色が良好であったことに貢献している可能性が考えられる。しかし、同時に別のヤマブドウ園で、環状剥皮しない6樹について着果レベルと果実の成熟を関係进行调查したところ、高着果レベルの樹 (葉果比; $0.96 \text{ m}^2/\text{kg}$) では、それより着果量が少ない樹より果粒の生長がやや劣ったが、糖蓄積や着色は全く劣ることがなかった (未発表)。この結果からも、葉数不足でも果実の成熟が不良になりにくいヤマブドウの特性がうかがえる。

4. 赤ワイン専用品種との比較

代表的な赤ワイン専用品種であるカベルネ・ソービニオン、カベルネ・フラン、ピノ・ノワールの果汁成分と比較すると、ヤマブドウの果実は、完熟状態になれば糖含量はそれら専用品種と変わらない濃度に達し、とくにフラクトースの割合が高いのが特徴である (Table 3)。一方、有機酸が特に多く、酒石酸を1.5%も含む点で特異なブドウと言える。総フェノール含量はワイン専用品種の約1.5倍、果皮のアントシアニン含量は2~4倍であった。全アミノ酸含量はカベルネ・ソービニオン、カベルネ・フランよりも低く、ピノ・ノワールと同程度であった。

Table 3. Comparison of juice constituents and skin anthocyanin in *Vitis coignetiae* and *V. vinifera* grape berries.

Species and cultivar	Berry wt. (g)	Juice ^z							Skin Anthocyanins (OD 535)
		TSS	pH	Fructose	Glucose	Tartaric acid	Malic acid	Total phenol (ppm)	
<i>Vitis coignetiae</i>	1.14 b ^y	19.2	2.8 b	9.23 a	8.61 b	1.52 a	0.55 a	393.8 a	1.16 a
<i>Vitis vinifera</i>									
Cabernet Sauvignon	1.19 b	19.5	4.2 a	8.56 bc	9.30 ab	0.27 b	0.18 b	285.8 ab	0.44 b
Cabernet Franc	1.50 a	20.4	4.0 a	8.90 b	9.72 a	0.25 b	0.24 b	265.3 b	0.50 b
Pinot noir	1.63 a	20.0	4.2 a	8.26 c	10.10 a	0.29 b	0.44 ab	236.9 b	0.29 b

^z Skin and flesh of berries were homogenized after removing seeds.^y Duncan's multiple range test ($p < 0.01$).Table 4. Comparison of juice amino acid contents (mmol / L) in *Vitis coignetiae* and *V. vinifera* grape berries.

Species and cultivar	SER	GLU	GLN	ALA	GABA	ARG	PRO	Others ^z	Total
<i>Vitis coignetiae</i>	0.8 a ^y	1.3 a	1.3 a	2.7 a	2.2 a	1.1 a	1.8 c	1.6	12.5 b
<i>Vitis vinifera</i>									
Cabernet Sauvignon	0.4 b	0.5 c	0.1 c	0.6 b	1.4 b	0.8 b	20.5 a	1.1	23.9 a
Cabernet Franc	0.3 b	0.4 c	0.2 bc	0.8 b	1.0 c	0.9 ab	17.3 a	1.0	21.6 a
Pinot noir	0.8 a	0.8 b	0.3 b	2.5 a	1.6 ab	1.0 ab	3.7 b	2.6	15.5 b

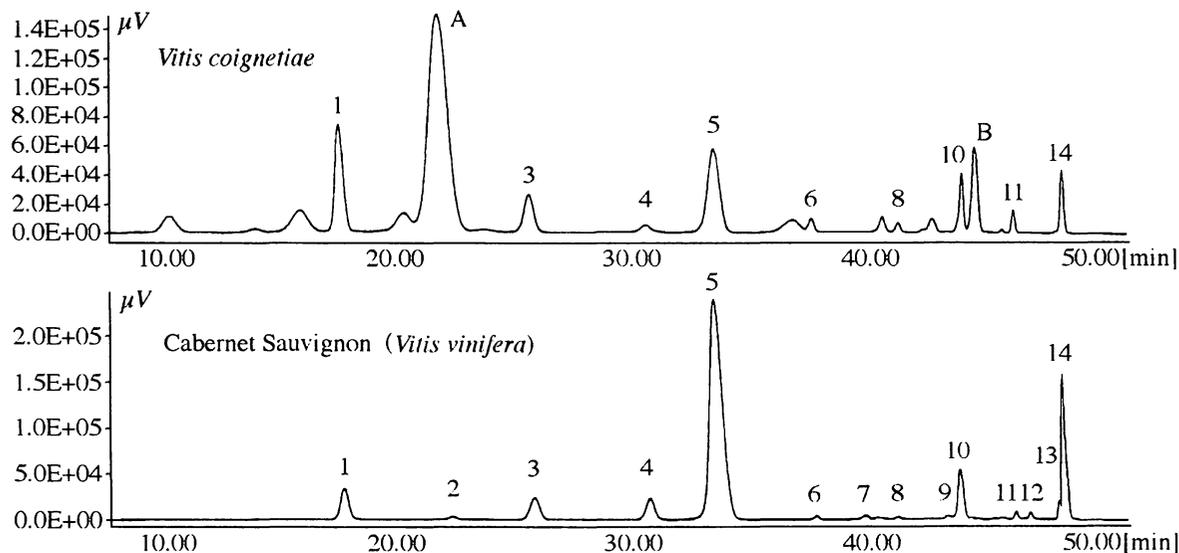
^z ASP + THR + VAL + ASN + GLY + CYS + TYR + PHE + HIS + LYS.^y Duncan's multiple range test ($p < 0.01$).

Fig. 6. HPLC separation of anthocyanins from berry skins of *Vitis coignetiae* and Cabernet Sauvignon (*V. vinifera*) grapevines. Peak 1, Dp-3-Gl; 2, Cy-3-Gl; 3, Pt-3-Gl; 4, Pn-3-Gl; 5, Mv-3-Gl; 6, Dp-3-Gl-Ac; 7, Cy-3-Gl-Ac; 8, Pt-3-Gl-Ac; 9, Pn-3-Gl-Ac; 10, Mv-3-Gl-Ac; 11, Mv-3-Gl-Caf; 12, Pt-3-Gl-Coum; 13, Pn-3-Gl-Coum; 14, Mv-3-Gl-Coum. Peaks A and B are unknown anthocyanins. Dp, delphinidin; Cy, cyanidin; Pt, petunidin; Pn, peonidin; Mv, malvidin; Gl, monoglucoside; Ac, acetate; Coum, coumarate; Caf, caffeate.

主要アミノ酸はプロリン、 γ -アミノ酪酸、アラニンなどで、この点では専用品種と共通するが、グルタミン酸、グルタミン、 γ -アミノ酪酸はヤマブドウの方が多く、プロリンが少ない (Table 4)。このよ

うなアミノ酸組成の相違が発酵過程やワインの味にどのように影響するかは、今後、調査・検討が必要である。

果皮中のアントシアニンをHPLC分析した結果、

カベルネ・ソービニオンにはほとんど存在しない2つの高いピーク(A及びB)が検出された(Fig. 6)。ヤマブドウ果汁のアントシアニン成分については、五十嵐(3)が分析を行っており、その主成分はマルビジン-3,5-ジグルコシドとマルビジン-3-グルコシドであるとしている。本実験の分析結果はそれらとは一致しない可能性が高く、正確な同定試験が必要である。

要 約

ヤマブドウ(*Vitis coignetiae* Pulliat)は、日本国内で経済栽培されている野生ブドウである。岡山県北部の蒜山地方で、垣根仕立てで栽培されている14年生樹を供試し、ベレゾーン約2週間前に、2果房を着けた結果枝の第2果房より先の葉数を2、4、7、10枚になるように摘心して、果実の生長と成熟を比較した。また、果汁成分と果皮のアントシアニンについて、代表的な赤ワイン専用品種と比較した。房先の葉数を2枚に制限(収穫期の葉果比; 約0.8 m²/kg)すると、果粒肥大が抑制されたが、果汁の糖、アミノ酸、果皮のアントシアニン蓄積は4枚以上の区より劣ることはなく、むしろアミノ酸とアントシアニン含量は2枚区で最も高かった。この結果から、ヤマブドウ果実は果粒肥大が抑制されるほどの葉面積不足であっても、果実の成熟を進める能力が非常に高いと推察される。カベルネ・ソービニオンなどの赤ワイン専用品種と比較して、ヤマブドウは完熟すれば糖含量は同程度になり、フラクトース、酒石酸、総フェノール含量が高いことが特徴である。また、全アミノ酸、プロリン含量はやや低いが、グルタミン酸、グルタミン、 γ -アミノ酪酸は高かった。さらに、果皮のアントシアニン含量も著しく高く、専用品種の2~4倍であった。

文 献

1. 平野 健・村上正明・岡本五郎. 結果枝上の葉面積がブドウ‘ピオーネ’の無核果の成熟に及ぼす影響. ASEV Jpn. Rep. 5: 27-34 (1994).
2. Horikawa, Y. Atlas of the Japanese Flora I. p. 208. Gakken Co. Ltd., Tokyo (1972).
3. 五十嵐喜治. IVブドウの一般成分と機能性, 地域農産物の品質・機能性成分(津志田藤二郎ほ

か編), p. 291. サイエンスフォーラム, 東京(2000).

4. Kimura, P. H., G. Okamoto, and K. Hirano. Flower types, pollen morphology and berry set in *Vitis coignetiae* Pulliat. Amer. J. Enol. Vitic. 48: 323-327 (1998).
5. Kimura, P. H., G. Okamoto and K. Hirano. 1998. The mode of pollination and stigma receptivity in *Vitis coignetiae* Pulliat. Am. J. Enol. Vitic. 49: 1-5 (1998).
6. Kimura, P. H., G. Okamoto and K. Hirano. 1998. Artificial pollination in *Vitis coignetiae* Pulliat. Vitis 37: 83-86 (1998).
7. Kimura, P. H. 1998. Factors affecting berry production in *Vitis coignetiae* Pulliat: Flower characteristics, shoot fruitfulness and pollination biology. Ph. D. Thesis, Okayama Univ., Okayama, Japan (1998).
8. Kliewer, W. M. and C. S. Ough. The effect of leaf area and crop level on the concentration of amino acids and total nitrogen in ‘Thompson Seedless’ grapes. Vitis 9: 196-206 (1970).
9. Kliewer, W. M. and R. J. Weaver. The effect of crop level and leaf area on growth, composition and coloration of ‘Tokay’ grapes. Am. J. Enol. 22: 172-177 (1971).
10. Kliewer, W. M. and N. K. Dokoozlian. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: Influence on fruit composition and wine quality. Proc. ASEV 50th Ann. Meet. : 285-295 (2001).
11. 望岡亮介・李世誠・堀内昭作・山澤通子・松井弘之. 日本及び中国原産野生ブドウの比較検討(第1報). 園学雑60別1: 130-131 (1991).
12. 望岡亮介. 栽培の基礎, ヤマブドウ. 農業技術体系果樹編, 第7巻, 追補. 第4号, p. 1-17. 農山漁村文化協会, 東京 (1999).
13. Nagel, C. W. and L. W. Wulf. Changes in the anthocyanins, flavonoids and hydroxycinnamic acid esters during fermentation and aging of Merlot and Cabernet Sauvignon. Am. J. Enol. Vitic. 30: 111-116 (1979).

14. 岡部正彦・後藤奈美・望岡亮介・橋爪克己・戸塚 昭・梅田紀彦・堀内昭作. 日本原産生ブドウのリボゾームRNA遺伝子 (rDNA) のRFLP. 園学雑63別1 : 76-77 (1994).
15. 岡本五郎. 2 葉果比と果実の成熟. 農業技術体系果樹編, 第2巻ブドウ, 基礎編, p. 78-79. 農山漁村文化協会, 東京 (1981).
16. 岡本五郎・平野 健・谷本英治・丸山暢之. ベッド栽培した2年生ミュラー・ツルガウ (*Vitis vinifera* L.) の果実の収量と品質. ASEV Jpn. Rep. 4: 2-8 (1993).
17. 岡山県農林部. 果樹栽培指針. p. 64, 142. 岡山県. 岡山 (1994).
18. 小村健二. ヤマブドウの人工授粉に関する研究. 岡山大学農学部卒業論文 (1998).
19. 小野俊朗. 着果量調節は確実に. 果樹 (岡山県経済連) 45 (7): 8-9 (1991).
20. 李世誠・堀内昭作・望岡亮介・山澤通子・松井弘之. 日本及び中国原産野生ブドウの比較検討 (第2報). 園学雑60別1 : 132-133 (1991).
21. 佐藤充克・鈴木由美子・矢内隆章・生駒 元・高松秀和・花牟礼研一. ブルーベリーのアントシアニン組成とブルーベリー・ワインの生理効果. J. ASEV Jpn. 11: 74-79 (2000).
22. 時本 巽. 野生ブドウ育種への利用に関する研究 (第8報) 形質間の相関(1). 園学雑58別2 : 128-129 (1989).
23. 時本 巽. 野生ブドウ育種への利用に関する研究 (第9報). 性, 果皮の色, 耐病性の遺伝. 園学雑59別2 : 182-183 (1990).
24. Winkler, A. J., J. A. Cook, W. M. Kliewer and L. A. Lider. General Viticulture. p. 345-361. University of California Press, Berkeley (1974).