

## [研究報文]

マスカット・オブ・アレキサンドリア樹の整枝法と水分ストレス  
が果実の成熟に及ぼす影響岡本五郎<sup>1</sup>・三木善博<sup>1</sup>・賈 惠娟<sup>2</sup>・野田雅章<sup>3</sup>・平野 健<sup>1</sup><sup>1</sup>岡山大学農学部 〒700-8530 岡山市津島中1-1-1<sup>2</sup>岡山大学大学院自然科学研究科 〒700-8530 岡山市津島中3-1-1<sup>3</sup>サッポロワイン(株) ワイン研究所 〒701-2214 岡山県赤磐郡東軽部1556Effects of Canopy Arrangement and Water Stress on Berry Ripening in  
Muscat of Alexandria Grapes<sup>1</sup>Goro Okamoto<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Yoshihiro Miki, <sup>2</sup>Huijuan Jia, <sup>3</sup>Masaaki Noda, and <sup>1</sup>Ken Hirano<sup>1</sup>Faculty of Agriculture, Okayama University, Tsushima-naka, Okayama, 700-8530, Japan<sup>2</sup>Graduate School of Natural Science, Okayama University, Tsushima-naka, Okayama, 700-8530, Japan<sup>3</sup>Laboratories of Enology and Viticulture, Sapporo Wines Ltd., Higashi-karube, Akasaka-cho,  
Okayama, 701-2214, Japan

Muscat of Alexandria vines for wine making were planted in root-zone restricting soil beds and arranged to have two types of shoot positioning: vertical (V) and horizontal (H). Half number of the vines with each canopy arrangement was subjected to water stress by withholding irrigation from two weeks after veraison until harvest. Vines grown under a traditional cultural system for fresh eating were also used. The level of total soluble solids (TSS) in harvested berries was considerably higher in the V vines compared to that in the H vines, while the water stress treatment affected insignificantly. Amino acids, especially PRO, GLN, VAL, THR, LEU, and SER, were markedly increased by the water stress treatment. On the other hand, the content of free-linalool, the major aroma substance in Muscat grapes, was higher in the berries of the V vines and decreased after the water stress treatment in both canopy types. The content of free-geraniol, the second major aroma constituent, was also highest in the berries of V non-stress vines. Sugar and linalool contents were lower in the berries of the vines for fresh eating. The wine produced from the berries in V vines without water stress treatment was highly evaluated in its odor, Muscat aroma, taste, and overall quality. This study revealed that a vertical shoot positioning for Muscat of Alexandria grapevines, grown under a root-zone restricted condition, improves berry ripening, but too severe water stress during the latter phase of berry maturation decreases the aroma content that characterizes the Muscat wine quality.

**Key words:** Muscat of Alexandria grape, water deficit stress, ripening, amino acids, aroma

## 緒 言

マスカット・オブ・アレキサンドリア (*Vitis vinifera* L.) (以下マスカットと略記) は、高級生食用ブドウとして、岡山県内のガラス室またはビニールハウスで、年間約1,500トンが生産されている。1886年に、岡山でマスカット栽培が始まって以来、カンデラブル整枝法、基底芽剪定や厳密な摘心、整房、摘粒の方法、あるいは加温栽培や温度管理法など、独特の栽培技術が開発されてきた。1970年代からは果粒の密着した円筒形の房形が完成され、15 gにも達する大粒の果実も出荷されている (21)。一方、カリフォルニア州やオーストラリア、アルゼン

チンなどでは、強いマスカット香をもつレイズンまたはワイン用に本品種が栽培されている (24)。岡山でも特産ワインの原料として、毎年約70トンのマスカット果実が利用されている。しかし、その多くは生食用として栽培されたものの中から、房形の悪いものなどが転用されているのが現状であり、ワイン用としての栽培法は確立されていない。

ワイン用として栽培する場合は、生食用の場合とは対照的に、果粒を小さくして、酸が低下する前に糖の蓄積を図り、アミノ酸や香気成分の濃い果実を生産することが重要である。そのためには、樹形や棚の形態を工夫するとともに、土壌水分と肥効の調節を確実に行うことが必要である。4倍体ブドウの

2001年3月31日受理

早期成園化、結実及び成熟の改善策として今井 (11) によって開発された根域制限栽培は、この目的を十分に達成するものと考えられる。すなわち、この栽培方式では、地表と隔離した盛り土の中にすべての根群があり、ノズルやチューブから必要なだけの灌水・施肥を行うことによって、樹の栄養と水分を完全にコントロールすることができる。すでに、巨峰などについて、好適土壌水分条件や液肥施用の好適濃度が明らかにされている (12, 19, 20)。

一方、ワインブドウ栽培では、果実成熟期間中に灌水制限を行って果実品質を高める試験が世界中でなされている (2, 3, 6, 14, 15, 23)。それらの中には、明らかに成熟を早め、あるいは改善する効果を示した報告もある (3, 6, 14, 15)。

本研究では、ワイン用のマスカット生産を目標として根域制限ベッドで栽培し、整枝法 (新梢の誘引方向) の相違と成熟期の水分ストレスが果実の成熟、とくに果汁成分に及ぼす影響を調査し、ワインの酒質を比較した。通常の生食用の栽培で得られた果実とそのワインとの比較も行った。

## 材料と方法

### 1. 実験材料と処理

40 L 容のコンテナで育てた 4 年生のマスカット (SO4 台) 24 樹を、1999 年 3 月に根域制限ベッドに移植して、本実験を行った。すなわち、幅 5.4 m、高さ 3.5 m (最上部)、長さ 20 m のサイドレスハウス内に防根シートを敷き、壤土：ピートモス (4:1) を高さ 30 cm、幅 60 cm に盛ったベッドを 2.5 m 間隔で設置し、コンテナから土ごと抜き取った個体を 80 cm 間隔で定植した。高さ 70 cm の位置に 2 本の母枝を左右水平に配置し、発芽期後、6～8 新梢を水平または垂直に誘引した。結実期後に、1 または 2 果房/新梢とした。ベッドの中央に設置した点滴チューブを用いて、灌水は pF2.4 で、施肥は N:60 ppm を含む大塚ハウス液肥 1 + 2 号を週に 1 回、1 樹に 3 L を与えた。ベレゾーン 2 週間後 (8 月 7 日) に、各区の半数の個体に対する灌水を中断し、他は灌水を継続した。別のフィルムハウス内で、生食用に通常の栽培をしている斜立単幹コルドン仕立て、短梢剪定方式の 4 年生樹 (2×2.7 m) を供試し、ベッド栽培の対照とした。

### 2. 土壌及び葉の水分条件、葉、果実の温度

灌水中断処理の開始日から毎日午前 9 時と正午、午後 3 時に、各区のベッドの 2 カ所に深さ 10 cm に設置した水銀柱型テンシオメーターで、土壌水分張力を読みとった。また、果房付近の葉の水分ポテンシャルをプレッシャーチャンパー法により、葉温と果実温を赤外線表面温度計 (HORIBA IT330) で、それぞれ 5 回反復で測定した。

### 3. 果実のサンプリングと果汁の分析

灌水中断処理開始日から、各区 10 果房から合計 20 果粒を 7～10 日間隔で採取し、果粒重、TSS、滴定酸、pH、を測定、8 月 28 日と 9 月 8 日に果実を収穫した。その果汁をイオン交換樹脂で精製し、糖、有機酸を GC で、アミノ酸をアミノ酸自動分析装置で分析した。また、Gunata ら (5) の方法により、モノテルペンを Amberlite XAD-2 カラムに吸着させ、フリーのものをペンタンで抽出した。残った配糖体は酢酸エチルで溶出し、塩酸で pH3 に調整した後、100℃ で 15 分間加水分解した。それらのモノテルペンを GC (島津 GC-14A) で分析した。これらの分析は 3 または 5 回反復した。生食用栽培の果実は、TSS が 17° に達した 9 月 28 日に収穫を行った。

### 4. ワインの試験醸造

各区の収穫果実約 3 kg のマストをサッポロワイン (株) 岡山ワイナリーで試験醸造した。醸造の条件は、搾汁率 60%、結晶ブドウ糖で 21° まで補糖、酒石酸：リンゴ酸 (1:1) で 0.7 g/100 mL まで補糖、スキンコンタクト；20℃ で 6 時間、発酵温度 15℃ であった。酵母は *Prise de Mousse* を用い、ドライまで発酵した。翌年の 2 月に同社のスタッフ 7 名により酒質の官能評価を行った。

### 5. 翌年の樹体生長

ベッド植えの供試樹は、落葉後の 12 月に各樹の主幹に近い位置の 1 年枝 2 本を 4～6 節で剪定し、左右に水平誘引して母枝とした。他はすべて剪除した。2000 年の発芽期 (4 月中旬) から開花期 (5 月下旬) までの間、各区の 4 樹について母枝上の腋芽の発芽と花穂の着生、新梢の生長を調査した。

## 結果

### 1. 土壌及び葉の水分ポテンシャル、葉と果実の温度

Table 1. Effect of water stress on soil and leaf water potential and vine temperature in Muscat of Alexandria grapevines planted in root-zone restricting beds <sup>z</sup>.

Vine and treatments <sup>y</sup>	Water potential		Temperature (°C)	
	Soil (-kPa)	Leaf <sup>x</sup> (-MPa)	Leaf <sup>x</sup>	Cluster
Vertical				
Stress	66.60 a <sup>w</sup>	1.41 b	40.6 b	38.9 a
Control	11.20 b	1.38 b	39.3 b	38.2 a
Horizontal				
Stress	63.00 a	2.01 a	46.8 a	35.7 b
Control	6.19 c	1.43 b	41.8 b	35.8 b

<sup>z</sup> Measured at 12 AM on fine days, August 12, 13 and 15. Averaged data are shown. p < 0.05, n = 24.

<sup>y</sup> Shoots were arranged to form a vertical or horizontal canopy. Stressed vines were stopped to be irrigated 2 weeks after veraison until harvest; control vines were irrigated continuously at pF 2.4.

<sup>x</sup> Leaves at cluster nodes.

Table 2. Effect of shoot positioning and water stress on growth and yield components in Muscat of Alexandria grapes planted in root-zone restricting soil beds.

Vines and treatment <sup>z</sup>	Avg. berry weight (g)	Avg. cluster weight (g)	No. of cluster per vine	Yield per vine (kg)
Bed system				
Vertical				
Stress	5.31 b <sup>y</sup>	258.5 c	13.1 a	3.39 b
Control	5.82 a	281.0 ab	12.6 ab	3.48 b
Horizontal				
Stress	4.88 c	271.8 b	11.9 b	3.51 b
Control	5.50 ab	296.5 a	13.4 a	3.88 a
Ordinal system	10.7	578.3	15.2	8.79

<sup>z</sup> Bed system vines were planted in root-zone restricting beds and shoots were arranged to have a vertical or horizontal canopy. Ordinal vines were grown under an usual planting system with an upward slanting canopy and irrigated regularly for table grape production. For treatment see Table 1.

<sup>y</sup> Significance, p < 0.05, n = 20 (berry and cluster weight) or (number of clusters).

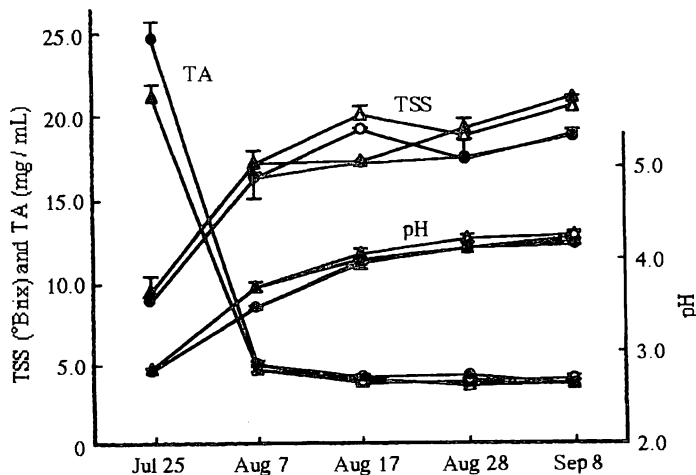


Fig. 1. Effect of canopy arrangement and water stress during ripening on TSS, titratable acidity (as tartaric acid), and pH in Muscat of Alexandria grapes grown in root restriction soil beds. Vertical bars represent SE. ○●, horizontal canopy; △▲, vertical canopy; ○△, stress; ●▲, non-stress.

Table 1は灌水中断後4~7日目(いずれも晴天日)の正午に測定した土壌と葉の水分ポテンシャル、葉と果実の温度の平均値を示したものである。灌水中断の3日後には土壌水分張力が約 pF2.8 (約 -60kPa) に達し、それ以後は pF2.8~2.9の値を示し続けた。灌水中断による葉の水ポテンシャルの変化はあまり明確でなく、処理開始1週間後の晴天日には水平誘引した灌水中断区で有意な低下が認められた。その後も中断区の葉の水ポテンシャルがとくに上昇する傾向はなかった。処理開始から1週間は葉の萎凋は見られなかったが、10日後に水平誘引樹で基部の数葉が黄変、2週間後には垂直誘引樹でも黄変し始め、それらは数日後に枯死・落葉した。果房付近の葉の温度は、どの時間帯でも水平樹の方が高く、灌水中断によって高くなる傾向であった。晴天日には水平樹の中断区で著しく上昇した。一方、

水平樹の果実は1日中葉群の下にあり、果実温は垂直樹よりも低かった。灌水中断による差はなかった。

## 2. 果実の収量構成

Table 2に示すように、果粒重は水平樹の方が垂直樹より小さい傾向であった。灌水中断区では継続区より小さく、水平樹でその差が著しかった。果房当たりの果粒数や新梢当たりの果房数はある程度人為的に調節したが、果実の収量はどの区も約3.4~3.9 kg/樹で、1ha換算では約14.6~16.4 tであった。これらの根域制限ベッド栽培の果実に比べて、生食用に栽培した果実は果粒重、果房重とも著しく大きかった。収量は1ha当たりに換算すると約17.6 tであった。

## 3. 果汁中の糖、有機酸濃度の変化

処理開始後の果汁のTSS、pH、滴定酸の変化はFig. 1のとおりである。10日後には灌水中断によってTSSの上昇が促されたが、収穫期には垂直樹は灌水中断、継続の両区とも20.7°に達したのに対し、水平樹は両区とも約18°であった。滴定酸、pHには明

らかな差はなかった。収穫期の果汁に含まれる各種の糖、有機酸を分析した結果はTable3のとおりで、水平樹では垂直樹よりもglucose含量が低く、酒石酸が高い傾向であったが、灌水中断による明らかな差はなかった。生食用栽培の果汁はglucose、fructoseとも低く、酒石酸が高かった。

Table 3. Effect of shoot positioning and water stress on juice sugar and acid contents in Muscat of Alexandria grapes planted in root-zone restricting soil beds.

Vines and treatments <sup>z</sup>	Sugar (g / 100 mL)			Acid (g / 100 mL)		
	Glucose	Fructose	Total	Malic	Tartaric	Total
Bed system						
Vertical						
Stress	9.24 a <sup>y</sup>	8.58 ab	17.8 ab	0.22	0.26 b	0.48 ab
Control	9.19 a	9.61 a	18.8 a	0.21	0.24 b	0.44 b
Horizontal						
Stress	8.48 b	8.09 b	16.6 b	0.21	0.29 ab	0.50 ab
Control	8.29 b	8.54 ab	16.8 b	0.22	0.32 a	0.54 a
Ordinal system	7.92 c	7.87 b	15.8 c	0.26	0.41 a	0.67 a

<sup>z</sup> See Table 1 and 2.

<sup>y</sup> Significance,  $p < 0.05$ ,  $n = 6$ .

Table 4. Effect of shoot positioning and water stress on juice amino acids at harvest in Muscat of Alexandria grapes planted in root-zone restricting soil beds.

Vines and treatments <sup>z</sup>	Amino acid level (mmol / L)											Total
	ARG	PRO	GABA	GLN	ALA	VAL	THR	LEU	PHE	GLU	Others <sup>y</sup>	
Bed system												
Vertical												
Stress	2409.3b <sup>x</sup>	1521.0a	734.3b	700.4a	472.0a	271.3b	236.4a	222.1a	203.7a	197.2b	618.3	7853.7a
Control	2241.8b	594.9c	679.8b	100.6b	345.2b	39.3d	54.6c	8.7c	24.1c	100.5c	240.4	4583.4b
Horizontal												
Stress	2664.5b	1088.3b	717.8b	635.8a	527.9a	347.4a	260.6a	273.3a	263.1a	227.3b	664.8	7894.5a
Control	2887.5b	432.8c	729.7b	110.6b	448.0a	71.6c	92.6b	46.8b	52.9b	183.2bc	348.8	5564.1b
Ordinal system	3197.7a	1148.7b	1027.3a	69.7c	390.3ab	137.0bc	143.3ab	159.3ab	68.0b	400.3a	1220.9	7062.5ab

<sup>z</sup> See Table 1 and 2.

<sup>y</sup> Others; ASP + ASN + MET + SER + TYR + HIS + LYS.

<sup>x</sup> Significance;  $p < 0.05$ .

Table 5. Effect of shoot positioning and water stress on free- and bound-monoterpenes in Muscat of Alexandria grapes planted in root-zone restricting soil beds.

Vines and treatments <sup>z</sup>	Linalool ( $\mu\text{g} / \text{L}$ -juice)		Nerol ( $\mu\text{g} / \text{L}$ -juice)		Geraniol ( $\mu\text{g} / \text{L}$ -juice)	
	Bound	Free	Bound	Free	Bound	Free
Bed system						
Vertical						
Stress	1943.8 a <sup>y</sup>	1074.6 ab	150.0 b	290.3 b	152.6 b	1151.9 a
Control	254.2 c	1543.8 a	444.3 a	208.9 bc	136.2 b	650.3 b
Horizontal						
Stress	1052.6 b	745.6 b	163.7 b	182.5 c	480.5 a	698.2 b
Control	215.3 c	1346.3 ab	158.7 b	234.1 b	116.5 c	603.1 b
Ordinal system	198.2 c	153.5 c	118.8 c	415.9 a	107.7 c	1129.2 a

<sup>z</sup> See Table 1 and 2.

<sup>y</sup> Significance,  $p < 0.05$ ,  $n = 3$ .

Table 6. Effect of shoot positioning and water stress on free- and bound-monoterpenes in Muscat of Alexandria grapes planted in root-zone restricting soil beds.

Vines and treatments <sup>z</sup>	Odor	Muscat aroma	Taste	Bitterness	Overall quality
Bed system					
Vertical					
Stress	2.50 ± 0.14	2.29 ± 0.49	2.50 ± 0.29	2.43 ± 0.53	2.43 ± 0.24
Control	2.64 ± 0.31	2.29 ± 0.76	2.86 ± 0.45	2.29 ± 0.76	2.64 ± 0.31
Horizontal					
Stress	2.57 ± 0.24	2.29 ± 0.76	2.79 ± 0.39	2.00 ± 0.58	2.57 ± 0.12
Control	2.57 ± 0.24	2.14 ± 0.38	2.64 ± 0.31	2.29 ± 0.49	2.57 ± 0.24
Ordinal system	2.36 ± 0.31	1.71 ± 0.76	2.71 ± 0.24	1.86 ± 0.69	2.57 ± 0.12

<sup>z</sup> Rated by skilled 7 panellers. Scores mean 0 as very weak or low; 4 as very strong or high for each factor. Data shown by the average ± SD.

<sup>y</sup> See Table 1 and 2.

#### 4. 果汁中のアミノ酸、モノテルペン濃度

いずれの整枝法とも、灌水中断によって全アミノ酸含量が著しく高まった。とくに proline、glutamine、valine、threonine、leucine、glutamic acid などには大きな差があった (Table 4)。しかし、灌水を継続した区の果汁で全アミノ酸の約半分を占める arginine は、灌水中断によっても高まらなかった。生食用栽培の果実では、果汁の全アミノ酸含量はベッド栽培の灌水継続区より高く、灌水中断区よりは低かった。とくに、arginine、 $\gamma$ -amino butyric acid、glutamic acid などがベッド栽培の果汁より高かった。フリー及び配糖体型の主要なモノテルペン含量は Table 5 のとおりである。両樹とも、linalool は灌水中断によってフリーのものが低下する傾向であったが、配糖体は著しく上昇した。nerol はフリー、配糖体ともに量的に少なく、一定の傾向がなかった。geraniol は灌水中断によって水平誘引樹の配糖体が増加し、垂直樹ではフリーのものが増加した。生食用の果汁のフリーの linalool はベッド栽培よりも著しく低く、geraniol はベッド栽培の垂直・灌水継続区と同程度であった。

#### 5. ワインの評価テスト

酒質に著しい相違は認められなかったが、香り、味、総合評価はいずれも垂直誘引樹の灌水継続区でやや高く、垂直樹の灌水中断区では苦味が強い傾向であった (Table 6)。また、生食用果実のワインはマスカット香が明らかに乏しかった。

#### 6. 翌年の新梢の初期生長

4月中旬の発芽率 (母枝上の腋芽数に対する発芽新梢数) と1新梢当たりの花穂数、5月中旬の新梢長を

調査した結果、いずれも区による有意な差はなかった。開花期における花穂の発育状態、花穂当たりの小花数にも有意な差がなかった (データ省略)。

#### 考 察

テンシオメーターの測定可能範囲は pF1.2 から 2.7 程度までとされているので、本実験の灌水中断区で pF2.8 以上に上昇しなかったことの正確さには疑問が残る。しかし、葉の水ポテンシャルも処理 1 週間後以降はほとんど低下しなかったことから、気孔の開度が低下し、蒸散による水分消費が強く抑えられる状況にまで水分ストレスが生じたと判断される。一般的に、ブドウの生育には pF2.0 ~ 2.2 が適切であり (11)、pF3 以上になると水分吸収が極めて困難になる (13)。また、葉の永久萎凋点は理論的には -14bars (pF4.2) とされている (24) が、本実験で灌水中断区は 2 週間後には新梢基部の数葉が枯れた。このような激しい水分ストレス状態を、テンシオメーターやプレッシャーチャンバー法で測定することが困難であるといえる。水平誘引樹で葉の黄化・落葉が早く、日中の葉の水ポテンシャルも低かったのは、葉群が水平に配置されているため、ほとんどの葉が太陽光線を直角に受けるためであろう。これに対して、垂直誘引樹では、最も高温になる正午前後は、新梢先端部の葉は直射光線を受けるが、それ以下の葉は日陰となって、果実付近の葉温上昇が少なかった。葉温が 40℃ を越えると、ブドウの葉の光合成速度は著しく低下する (2, 25) ことから、垂直樹で葉温上昇が少なかったことが果粒の肥大や高い糖含量を生み出したと考えられる。また、野田ら

(18) は、反射マルチによってシャルドネ果房の受光量を高めるとTSSの上昇が促進されたとしている。本実験の垂直樹では果実の受光条件が水平樹よりもはるかに優れたことも、糖蓄積を促した一因と思われる。

水平樹、垂直樹ともに、成熟期の水分ストレスによって果汁のアミノ酸が著しく高められた。Ndung'uら (16, 17) はブドウ樹に強い水分ストレスを与えると、葉が黄化・落葉する際に、葉中のタンパク質が分解して樹体各部へと転流することを明らかにした。本実験の場合も、強い水分ストレスを受けた葉から多量のアミノ酸が果実へと移行したと推察される。この場合、本品種の果汁の主要アミノ酸であるarginineは増加することがなかったことは、興味ある現象である。arginineは単独では苦味の成分であるが、ブドウの果実中において酸味を抑え、甘味を強める (8)。しかし、灌水中断区ではproline、glutamic acid、alanine、glutamine、serine など甘味や旨味を与えるアミノ酸が著しく増えたことは、糖の上昇とともに、果実を生食した場合の味を向上させると考えられる。一方、ワイン原料としてアミノ酸含量が高いことが望ましいかどうかは、一般的には明確でない。しかし、Guitartら (4) は、シャルドネ果汁のアミノ酸濃度が高い場合にfruity aromaの豊富なワインが製造されることを報告している。また、Herraizら (9) はソービニオン・ブラン果汁のアミノ酸はその発酵過程でアミノ酸エステルとなり、それがワインの重要な香味成分となることを示している。さらに、prolineは発酵過程でほとんど消費されないため、原料ブドウの含量が高いほどワインの味を高めると推察される。これらのことから、成熟後期の水分ストレスによって果汁のアミノ酸含量が高まることは、ワイン原料としてもプラス効果をもつ可能性が考えられる。なお、生食用栽培の果汁に比べると、ベッド栽培で灌水を継続した果汁のアミノ酸含量が低かった。これは、普通の生食用栽培では果粒を大きくする必要から多肥の傾向があること、本実験のベッド栽培では、成熟が早まるように液肥の施与回数を通常の半分 (週に1回) にした結果であろう。平野ら (10) が砂耕でマスカットを栽培し、60ppmの窒素を含む液肥を毎日循環させた場合には、全アミノ酸含量が約

9700nmol/mLであったことを報告している。液肥の施与回数を増やし、かつ、成熟期に水分ストレスを与えれば、果汁のアミノ酸濃度はさらに高まると推察される。

マスカットを原料にしたワインは、独特のマスカット香を豊富に有することが大きな特長である。このマスカット香は果汁に由来するものであるから、当然、収穫果実に高濃度の香気成分が含まれていなければならない。マスカット香の成分として、linaloolとgeraniolが量的にも質的にも重要である (1, 9)。本実験で成熟期に強い水分ストレスを与えた結果、いずれの樹形の場合もフリーのgeraniolは増加したが、linaloolは減少した。しかし、配糖体のlinaloolは灌水中断によって著しく高まったことから、強い水分ストレスによって配糖体からフリーへの代謝が阻害されたのかも知れない。香気成分は太陽光線の照射を長時間受けると果実からの揮発が急速になって含量が低下することが報告されている (1, 23) が、本実験で果実の露光が長時間にわたる垂直樹で、それらの成分の低下がとくに著しい傾向はなかった。

いずれにしても、垂直樹の灌水中断によって高い糖濃度とアミノ酸濃度が得られたが、フリーのlinaloolが低下する結果となり、ワインの酒質はむしろ灌水継続区の方が優れたと思われる。香気成分の低下を招かない範囲の水分ストレスの程度や与える期間について、さらに検討する必要がある。なお、生食用に栽培されたマスカット果実のフリーlinalool含量ははるかに低かった。著者ら (22) が、一般の栽培家が生食用として栽培したマスカット果実の香気成分を調査した結果と比較しても、本実験のベッド栽培の各区の方がlinalool、geraniolともにはるかに高かった。

この実験で、灌水中断区では8月の中下旬に新梢の基部のほとんどの葉が枯死したが、翌年の新梢の初期生長、結実などには全く異常がなかった。したがって、この程度の水分ストレスを与えて果実の成熟を促すことは、樹体に有害な影響を及ぼさないと考えられる。

## 摘 要

マスカット・オブ・アレキサンドリアをワイン用

に栽培する目的で根域制限ベッドに植え付け、新梢を水平または垂直誘引とし、それぞれの半数の個体にはベレゾーン2週間後から灌水を中断して水分ストレスを与えた。生食用に普通栽培されている個体も比較の対照として用いた。収穫時のTSSは垂直誘引樹で高く、灌水中断は影響しなかった。アミノ酸含量は垂直樹、水平樹とも灌水中断によって著しく高まった。マスカット香の主成分であるlinaloolは、灌水中断によって配糖体のものは増加したが、フリーのものは減少した。しかし、geraniolは垂直樹では灌水中断によって増加した。生食用に栽培された果汁は、ベッド栽培のもの比べて糖含量が低く、フリーのlinaloolも著しく低かった。試験醸造したワインの評価では、垂直誘引で灌水を継続した区のもの香りが、味、総合評価ともやや優れた。以上の結果から、ワイン用として適するマスカット果実を生産するには、根域制限ベッドに栽植して新梢を垂直に誘引するのがよい。成熟期の水分ストレスは果実の成熟を促進するが、強すぎる水分ストレスは香氣成分の蓄積を不良にする。

#### 引用文献

1. Belancic, A., E. Agosin, A. Ibacache, E. Bordeu, R. Baumes, A. Razugules, and C. Bayonove. Influence of sun exposure on the aromatic composition of Chilean Muscat grape cultivars, Moscatel de Alejandria and Moscatel roasada. *Am. J. Enol. Vitic.* 48: 181-186 (1997).
2. During, H. CO<sub>2</sub> assimilation and photorespiration of grapevine leaves: Responses to light and drought. *Vitis* 27: 199-208 (1988).
3. Ginestar, C., J. Eastham, S. Gray, and P. Iland. Use of sap-flow sensors to schedule vineyard irrigation. II. Effect of post-veraison water deficits on composition of Shiraz grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 49: 421-428 (1998).
4. Guitart, A., P. Hernandez, V. Ferreira, C. Pena, and J. Cacho. Some observations about the correlation between the amino acid content of musts and wines of Chardonnay variety and their fermentation aromas. *Am. J. Enol. Vitic.* 50: 253-258 (1999).
5. Gunata, Y. Z., C. L. Baumes, and R. E. Cordonnier. The aroma of grapes. Extraction and determination of free and glycosidically bound fractions of some grape aroma components. *J. Chromatogr.* 331: 83-90 (1985).
6. Hardie, W. J. and J. A. Considine. Response of grapes to water-deficit stress in particular stages of development. *Am. J. Enol. Vitic.* 27: 55-61 (1976).
7. Herraiz, T. and C. S. Ough. Formation of ethyl esters of amino acids by yeasts during the alcoholic fermentation of grape juice. *Am. J. Enol. Vitic.* 44: 41-48 (1993).
8. 平野 健・窪田澄子・西 敏明・岡本五郎. ブドウ果汁の食味に及ぼすアミノ酸組成の影響. *J. ASEV Jpn.* 9: 89-96 (1998).
9. 平野 健・芝原律雄・朝岡克拓・岡本五郎. ブドウ 'マスカット・オブ・アレキサンドリア' 果汁の成熟中におけるモノテルペンの変化. *園学雑.* 67: 907-911 (1998).
10. 平野 健・林 孝憲・岡本五郎. 液肥の窒素濃度がブドウ, マスカット・オブ・アレキサンドリアのアミノ酸組成と食味に及ぼす影響. *J. ASEV Jpn.* 11: 63-67 (2000).
11. 今井俊治. 密植・根域制限栽培による4倍体ブドウの早期成園化の実証. 岡山大学大学院自然科学研究科博士論文 (1991).
12. 今井俊治・藤原多見夫・田中茂穂・岡本五郎. 根域制限栽培のブドウ '巨峰' の樹体生長と果実発育に及ぼす土壌水分の影響. *生物環境調節* 29: 133-140 (1991).
13. 小林 章. 果樹環境論. 第2節 好適土壌湿度, p.209-212. 養賢堂, 東京, (1975).
14. Matthews, M. A., M. M. Anderson, and F. R. Schultz. Phenologic and growth responses to early and late season water deficits in Cabernet franc. *Vitis* 26: 147-160 (1987).
15. Matthews, M. A. and M. M. Anderson. Fruit ripening in *Vitis vinifera* L.: Response to seasonal water deficit. *Am. J. Enol. Vitic.* 39: 313-320 (1988).

16. Ndung'u, C. K., M. Shimizu, G. Okamoto, and K. Hirano. Changes in abscisic acid, carbohydrates and nitrogenous compounds of Riesling grapevines during induction of second shoots by water-deficit stress. *Environ. Control in Biol.* 34: 115-122 (1996).
17. Ndung'u, C. K., M. Shimizu, G. Okamoto, and K. Hirano. Abscisic acid, carbohydrates and nitrogen contents of Kyoho grapevines in relation to budbreak induction by water stress. *Am. J. Enol Vitic.* 48: 115-120 (1997).
18. 野田雅章・岡本五郎. 果房の受光量がブドウ 'シャルドネ' の果実成熟・ワイン品質に及ぼす影響. *J. ASEV Jpn.* 10: 137-143 (1999).
19. 岡本五郎・野田雅章・今井俊治・藤原多見夫. 根域制限した '巨峰' ブドウの生育と果実の発育に及ぼす液肥濃度の影響. *岡山大学農学報.* 78:27-33 (1991).
20. 岡本五郎・丸山暢之・平野 健. 根域制限した 'ミューラー・ツルガウ' 樹の無機養分吸収量. *ASEV Jpn. Rep.* 6: 3-11 (1995).
21. 岡本五郎. わが岡山のマスカット—風土, 人, 技術—. *岡山県経済連, 岡山* (2000).
22. Okamoto, G., K. Liao, T. Fushimi, and K. Hirano. Aromatic substances evolved from the whole berry, skin, and flesh of Muscat of Alexandria grapes. *Sci. Rep. Fac. Agri. Okayama Univ.* 90: 21-25 (2001).
23. Reynolds, A. G. and D. A. Wardle. Influence of fruit microclimate on monoterpene levels on Gewürztraminer. *Am. J. Enol. Vitic.* 40: 149-154 (1989).
24. Ryugo, K. *Fruit Culture.* 高橋文次郎他共訳「果樹の栽培と生理」II章、果樹園の管理と苗圃の技術, p.155-159. 文永堂出版, 東京 (1993).
25. 高木伸友・井上襄吉. ブドウ 'マスカット・オブ・アレキサンドリア' の果粒の生長と葉における光合成速度の季節的变化. *園学雑.* 51: 289- 292 (1982).
26. Winkler, A. J., J. A. Cook, W. M. Kliewer, and L. A. Lider. *General Viticulture*, p. 29-57. Univ. of Cal. Press, Los Angeles (1974).