

[研究報文]

‘シャルドネ’の垣根仕立てにおける株間が
果汁成分の経時的変化に及ぼす影響

山川 祥 秀

山梨大学工学部附属発酵化学研究施設 〒400 甲府市北新1-13-1

[Research Note]

Effects of Vine Spacing under Espalier Training on
Seasonal Changes in Berry Composition of
‘Chardonnay’ Grapes

Yoshihide YAMAKAWA

Experimental Vineyard, Institute of Enology and Viticulture,
Yamanashi University, Hokushin 1-13-1, Kofu 400

The effects of vine spacing and permanent branch length (1.5, 3.0, 4.0, and 6.0 m), the amount of fruit per vine (6, 12, 15 and 25 kg, respectively) and planting density (260, 130, 100 and 60 vines per 10 *are*, respectively) of an I-shaped espalier-trained (Cordon), virus-free ‘Chardonnay’ cultivar on seasonal changes in berry composition, and on changes in must composition, were investigated over 4 years from 1991 to 1994 based on the same productivity per plot (1,500 kg per 10 *are*). There were almost no differences in berry and cluster weight, the refractometric degree or titratable acidity of grape juices with seasonal changes, or in the composition of the musts with different vine spacings and amounts of fruit per vine. A comparatively high refractometric degree and low titratable acidity of musts were obtained from a vine spacing of 1.5 m (6 kg/vine, 260 vines/10 *are*). The maturity of grape berries from vines grown with a spacing of 1.5 m was higher than that of berries from espalier-

trained vines with other spacings according to the glucose/fructose and tartaric acid/malic acid values. There were, however, considerable differences in the features examined according to the meteorological conditions during the relevant periods of the four years concerned. On the basis of the above results and viticultural characteristics, vine spacings of 1.5 or 3.0 m can be recommended as suitable for espalier training in Japan. (Accepted for publication 14 July 1995)

Key words : Vine spacing, Espalier training, Berry composition, Chardonnay

ワインの品質は原料となるブドウの品質に大きく左右される。ブドウの品質は品種、栽培法、土壌および気候条件などにより影響を受ける。ブドウの同一品種を、同一の土壌および気候条件下で栽培し、高品質の果実を生産するためには、その品種に合った仕立て方、単位面積当たりの結実量、栽植密度など栽培管理の検討が必要である¹⁾。

前報において、‘甲州’および‘カベルネ・ソービニオン’を試験品種として、X型整枝平棚仕立てとI字型コルドン整枝の垣根仕立ての果汁成分の経時的变化を比較したが、単位面積当たりの結実量を同じにすれば、ブドウおよびワインの品質に大きな違いはなく、むしろ総合的な気候条件の違いによる影響の方が大きいことを報告した²⁾。

本報では、垣根栽培を採用する場合に、株間の違い、引いては主枝の長さ、一株当たりの結実量、栽植密度の違いがブドウの品質に与える影響について、実用的な資料を得る目的で試験した。ウイルスフリーのワイン用ブドウ‘シャルドネ’を試験品種として、10アール当たり1,500kgの結実量、株間を1.5, 3.0, 4.0および6.0mとしたI字型の垣根仕立てを設計して、果汁成分の経時的变化と収穫時期のマストを分析することにより、ブドウの成熟度を調査し、栽培特性を含めて実際的に株間をどの程度したら良いのか検討したので、その結果について報告する。

最近、カナダのA. G. Reynoldsらにより、垣根仕立ての型と株間(1.4, 1.8, 2.4 m)が果汁成分に及ぼす影響についての報告があり、本報告と同様に、株間の影響は少ないとしている³⁾。

実 験 方 法

1. 試験樹の仕立て法

‘シャルドネ’(*Vitis vinifera* L. cv. Chardonnay) M系統のウイルスフリー樹を試験品種とした¹⁾。山梨大学育種試験地(甲府市塚原町)を試験圃場として、1987年に苗木

(台木はウイルスフリー SO4 (*Vitis berlandieri* × *Vitis riparia*)) を株間を変えた所定の位置に植え付け、I字型の垣根仕立てとして、樹型が完成した1991年(5年生樹)から1994年(8年生樹)の4か年にわたり、株間別に果汁成分の経時的变化と収穫時期のマスト成分を比較調査した。

株間を変えたI字型垣根仕立ては、コルドン整枝を基本に、株間1.5m区は主枝を主幹の片側だけとし、株間3.0, 4.0および6.0m区は主幹を中心に左右に主枝を配し、列間はいずれも2.5mとした。10アール(縦40m, 横25m)当たり結実量1,500kgで設計すると、結果枝間隔は15~20cmとなり、一株当たり結実量と栽植密度は試験区別に以下のようになった。

株間1.5m区は、1列26株の10列260株になるように植栽し、1株当たりの結実量は6kgを目標とした。つまり、1果房200gとして1株に30~40果房、1結果枝に2着果を予定して、結果枝を2列として15~20本を配した。以下同様に、株間3.0m区は、1列13株の10列130株、1株当たりの結実量は12kg、1株に60~70果房を予定して、結果枝を2列として30~35本を配した。株間4.0m区は、1列10株の10列100株、1株当たりの結実量は15kg、1株に75~85房を予定して、結果枝を2列として38~43本を配した。株間6.0m区は、1列6株の10列60株、1株当たりの結実量は25kg、1株に125~135果房を予定して、結果枝を2列として63~68本を配した。

試験樹は、株間1.5m区は20株、株間3.0, 4.0, および6.0m区は10株を用いた。

栽培管理は、目標の結果枝数と果房数になるように芽かき、新梢の誘引や摘芯、副梢の摘除を行い、結果枝長170cm以上で20~22葉を確保するように夏期剪定を2回行い、8月下旬に果房着位近傍節の摘葉を行った。満開後できるだけ早期に全果房にロウ引き傘紙を掛け、薬剤散布は通常の防除暦に従って行った⁵⁾。

2. 果粒の採取、果汁の調整および果汁分析

前報と同様に行った²⁾。なお、収穫時のマスト分析については、分散分析を行うために各試験区ごとに3区に分け、それぞれの区からブドウを収穫、破碎搾汁してマストを得た。

結果および考察

1. 1991~1994年の気象条件

4月から10月までの気象条件を総合的にみると、調査初年度の1991年の気象条件は、平均気温は平年値を上回る月が多かったが、ブドウ成熟期の8, 9, 10月は降水量が多く、日照時間は少なく、ブドウ栽培にとっては不良年に属する年であった。2年目の1992年

は、夏期に降水量が少なく乾燥気味、日照時間が長く、ブドウ栽培にとっては良年に属する年であった。3年目の1993年は、近年稀な冷夏、日照不足の年で、稲の不作がみられたようにブドウ栽培にとっても不良年に属する年であった。4年目の1994年は、夏期は酷暑に近く、ほとんど降水が見られず、日照時間が長い年で、稲は豊作となり、ブドウ栽培にとっても良年に属する年であった。

2. 果粒の大きさの変化

‘シャルドネ’の株間を変えた試験区別の1991年から1994年までの4か年の果粒の大きさの経時的変化をみると、株間、主枝の長さ、一株当たりの結実量の違いによりほとんど差は現れず、グラフに示すことのできない差であった。

1991年においては、全試験区ともほとんど差がなく推移しており、果粒径で最大1.0mm、果粒重で最大0.2g程度のわずかな違いで推移していた。果粒の肥大生長が終わった9月中旬に比較すると、果粒径は14.3~14.5mm、果粒重は1.9~2.0gの範囲で、試験区の差は果粒径で0.2mm、果粒重で0.1gとなり、ほとんど差はなかった。1992年においては、降水量が少なく、乾燥気味の気候条件のため果粒の肥大生長が劣り、小粒であったが、全試験区ともほとんど差がなく推移していた。9月中旬に比較すると、果粒径は13.8~14.1mm、果粒重は1.8~1.9gの範囲で、試験区の差は果粒径で0.3mm、果粒重で0.1gとなり、ほとんど差はなかった。1993年においては、降水量が多かったこともあって果粒の肥大生長が促進され、大粒であったが、試験区間ではほとんど差がなく推移していた。9月中旬に比較すると、果粒径は15.3~15.6mm、果粒重は2.2~2.4gの範囲で、試験区の差は果粒径で0.3mm、果粒重で0.2gとなり、ほとんど差はなかった。1994年においては、極端な乾燥と暑さのため果粒の肥大生長が劣っていたが、全試験区ともほとんど差がなく推移していた。9月上旬に比較すると、果粒径は13.4~13.6mm、果粒重は1.7~1.9gの範囲で、試験区の差は果粒径で0.2mm、果粒重で0.2gとなり、ほとんど差はなかった。

ベレーゾーンは、いずれの試験区においても差はなく、1991年から1993年の3年間は8月上旬で、猛暑と乾燥の1994年はこれよりもやや早く7月下旬であった。

1991年9月中旬の全試験区の平均果粒径は14.4mm、平均果粒重は2.0g、1992年においてはそれぞれ14.0mm、1.9g、1993年においては15.5mm、2.3g、1994年9月上旬においては13.5mm、1.8gで、果粒径の年度差は2.0mm、果粒重の年度差は0.5gと大きいものであった。これらの結果から、果粒の大きさの変化は、株間の違いの影響よりも、むしろ総合的な気象条件の違いの影響による年度差の方が大きいものと思われた。

ワイン原料として問題にすることではないが、株間1.5m区の果粒は9月中旬を過ぎると、他の試験区の果粒にくらべ、極端に弾力を失い、柔らかくなる傾向が目についた。

3. 果汁糖度の経時的変化

‘シャルドネ’の株間を変えた試験区別の1991年から1994年までの4年間の果汁糖度の経時的変化を第1図に示した。

果汁糖度の高低は、栽培管理を含めて樹体の活力および光合成の活性の目安として重要な指標である。ブドウの果汁糖度が高いことは光合成が活発であったと同時に、光合成に付随したその他の物質の生合成も活発であったと推察され、ワインの品質も高いことが期待される。

1991年においては、全試験区で1度前後のわずかな差で経時的に推移し、9月中旬には18.0~19.0度の1度の範囲にあり、一番高い値は株間1.5m区の19.0度であった。1992年においては、天候が良かったことから順調に上昇を続け、特に9月上旬・中旬における順調な上昇により21度以上に達した。9月中旬には20.8~21.6度の0.8度の範囲にあり、一番高い値は株間1.5m区の21.6度であった。1993年においては、天候不良のため上昇はやや鈍り、8月期には試験区の違いにより上昇に差がみられたが、9月中旬には18.0~19.2度の1.2度の範囲にあり、一番高い値は株間1.5m区の19.2度であった。1994年においては、ベレーゾンがやや早まり、8月下旬・9月上旬における順調な上昇により20度以上に達した。9月上旬には21.2~20.3度の0.9度の範囲にあり、一番高い値は株間3.0m区で、わずかな差で株間1.5m区が続いていた。

4か年を通して、収穫適期と思われる9月上旬・中旬には、わずかな差であったが、一番短い株間の1.5m区が常に高い果汁糖度を、一番長い株間の6.0m区が低い果汁糖度を示す傾向がみられた。株間、主枝の長さ、一株当たりの結実量の違いによりわずかな成熟度の違いがあるものと思われた。しかし、果汁糖度は株間および主枝の長短の影響よりも、

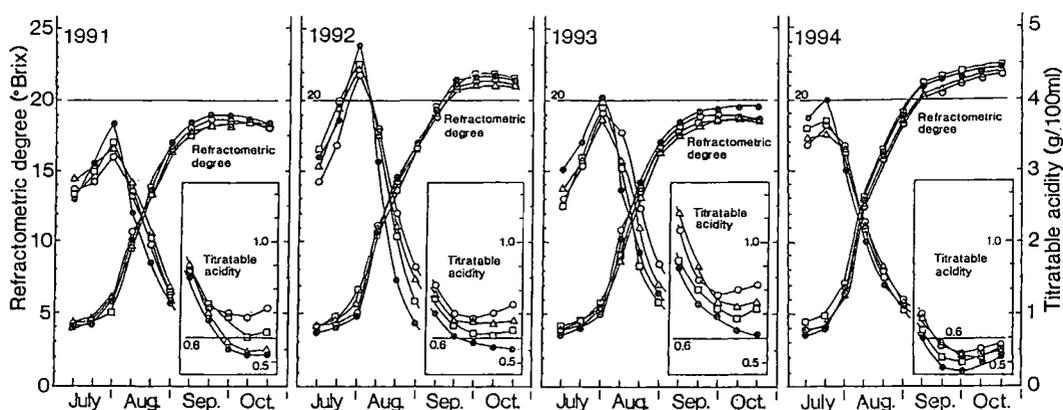


Fig. 1 Seasonal changes in refractometric degree and titratable acidity of juices of ‘Chardonnay’ grapes from vines grown with 1.5 (●), 3.0 (□), 4.0 (△) and 6.0 (○) m vine spacings by espalier training during 4 years from 1991 to 1994.

むしろ総合的な気象条件の違いの影響による年度差の方が大きく、1991年9月中旬の全試験区の平均果汁糖度は18.5度と低く、1992年のそれは21.2度と高く、1993年は18.6度と低く、1994年9月上旬は20.8度と高く、年度差は2.7度であった。

4. 果汁酸度の経時的変化

‘シャルドネ’の株間を変えた試験区別の1991年から1994年までの4か年の果汁酸度の経時的変化を第1図に示した。9月初旬から酸度の目盛りを拡大して示した。

株間1.5m区においては、年度により値の高低はあったが、全試験区の中でベレーゾン前には最大値を示し、ベレーゾン後に一番急激な減少を示した。9月期には他の試験区にくらべ一番低い酸度を示し、10月期にも減少傾向を示す年があった。一方、一番長い株間の6.0m区においては、ベレーゾン後の酸度の減少がやや鈍く、主枝の長さ、一株当たりの結実量の違いによりわずかな成熟度の違いがあるものと思われた。

1991年においては、9月中旬の全試験区の果汁酸度は0.67~0.74 g/100mlの範囲にあり、その中では株間1.5m区が一番低い酸度で、成熟が進んでいるものと思われた。1992年においては、夏期に降水量が少なく、日照時間が長かったことからベレーゾン後の8月期の酸度の減少が急で、9月中旬の全試験区の果汁酸度は0.61~0.70 g/100mlの範囲であった。この年は、株間の長い順番に高い酸度を示しており、成熟度の違いが示され、1.5m区は成熟が進み一番低い酸度を示していた。1993年においては、冷夏であったことからベレーゾン後の酸度の減少がやや鈍く、9月中旬の全試験区の果汁酸度は0.74~0.90 g/100mlの範囲と比較的高い酸度を示した。その中では1.5m区においては成熟が進み、一番低い酸度を示していた。1994年においては、極端な乾燥と猛暑のため7月下旬にはすでに下降傾向に移り、減酸の速度も早く、9月中旬には0.6 g/100ml以下まで減少し、0.48~0.58 g/100mlの範囲であった。

果汁酸度において、株間の長い6.0m区と短い1.5m区を比較すると、明らかに株間の短い1.5m区が低い酸度を示し、株間（主枝）が短いほど成熟が進むものと思われた。しかし、株間、主枝の長さの違いによる成熟度の差よりも、総合的な気象条件の違いの影響による年度差の方が大きく、1991年9月中旬の全試験区の平均果汁酸度は0.71 g/100ml、1992年のそれは0.66 g/100mlと低く、1993年は0.82 g/100mlと高く、1994年は9月上旬でも0.65 g/100ml、9月中旬には0.54 g/100mlと低く、9月中旬の年度差は0.28 g/100mlもあった。

5. 収穫時のマストの一般分析値

収穫の決定は、果汁酸度0.60 g/100ml以上を目安とし、株間、主枝の長さ、一株当たりの結実量の違いによる成熟度の違いを調査する目的もあり、株間を変えた試験区別に同

じ日に収穫することにした。1991年は晩腐病の発生のためやや早めの9月19日に、1992年は酸度の減少が急なため9月11日に、1993年は天候不順のためできるだけ収穫を遅らせるつもりであったが、晩腐病の発生のため果汁酸度は高かったが9月13日に、1994年は猛暑のために減酸が激しかったので9月10日に収穫した。

試験した4年間の収穫時におけるマストの分析値および平均果房重(10果房)を第1表に示した。

果汁糖度(Brix)についてみると、1991年においては、株間1.5m区は6.0m区と差がなかったが、株間3.0mおよび4.0m区より高かった。1992年の株間1.5m区は4.0m区と差がなかったが、株間3.0mおよび6.0m区より高く、株間3.0m区は6.0m区より高かった。また、1993年の株間4.0m区は3.0m区および6.0m区と差がなかったが、1.5m区より低かった。果汁糖度においては、株間が短い、すなわち、株当たりの結実量の少ない方が高い傾向を示し、株間1.5m区が高かった。しかしながら、年度によっては1.5m区と差のない区もあり、差があったとしても、その差はわずかなものであった。むしろ総合的な気象条件の影響による年度差の方が大きく、天候の良かった1992年と1994年が20度を越す高い果汁糖度を示していた。

グルコースおよびフラクトース量においては、全試験区の中で株間1.5m区が一番高い値を、株間6.0m区が一番低い値を示す傾向がみられたが、他の試験区の値と差のない場合もあった。ブドウ果は熟度が進むと、グルコース量に対するフラクトース量が大きくなる。すなわち、G/F値が低くなる⁹⁾。果汁糖度の一番高かった株間1.5m区のG/F値は天候の悪かった1993年を除き、全試験区の中で一番低い値になり、他の試験区にくらべ熟度が進んでいる傾向があった。また、天候の良かった1994年はG/Fの全試験区平均値が1.00と低いことから、熟度が進んでいた年であることが推察された。

pHにおいては、株間1.5m区が高く、株間6.0m区が低い傾向にあったが、他の試験区の値と差のない場合もあった。

総酸度においては、全試験区の中で株間の短い1.5m区が一番低い傾向にみられたが、はっきり差がみられたのは天候の悪かった1993年だけで、株間の長短による影響は果汁糖度ほど現れていなかった。むしろ年度差の影響の方が大きく、天候が良く、暑い年ほど低い傾向がみられた。

酒石酸量においては、株間の違い、主枝の長さの違いによる差は小さく、また気象条件の影響による年度差も小さかった。リンゴ酸量においては、酒石酸量と違い、株間の違い、主枝の長さの違いにより差があり、株間の短い1.5m区が一番低い値を示す傾向にあった。また気象条件の影響による年度差も大きく、いわゆる天候の良かった1992年と1994年は低い値を示し、天候の悪かった1993年は高い値を示していた。ブドウ果は熟度が進むと、リンゴ酸が減少し、酒石酸量に対するリンゴ酸量が小さくなる。すなわち、T/M

Table 1. Chemical composition of musts and average cluster weight from matured ‘Chardonnay’ grapes grown on vines with various vine spacings by espalier training during 4 years from 1991 to 1994.

Date of harvest	Vine spacing (m)	Total solids (°Brix)	Glucose content (w/v%)	Fructose content (w/v%)	G/F ^{a)}	pH	Total acidity (g/100ml)	Tartaric acid content (w/v%)	Malic acid content (w/v%)	T/M ^{b)}	Total nitrogen content (mg/l)	Average cluster weight (g)
Sep. 19, 1991	1.5	18.0a ^{c)}	8.61a	8.53a	1.01	3.50a	0.72a	0.83a	0.19a	4.37	332a	207ab
	3.0	17.4b	8.42a	8.07b	1.04	3.43b	0.81b	0.84a	0.25bc	3.36	286a	227c
	4.0	17.4b	8.50a	8.05b	1.06	3.47a	0.76a	0.86a	0.23b	3.74	320a	216bc
	6.0	17.8a	8.57a	8.16b	1.05	3.40b	0.82b	0.85a	0.28c	3.04	295a	202a
Sep. 11, 1992	1.5	20.7a	9.53a	9.65a	0.99	3.53a	0.67a	0.81a	0.11a	7.36	375a	193ac
	3.0	20.4b	9.50a	9.34b	1.02	3.48b	0.70a	0.83a	0.16b	5.19	360a	183ab
	4.0	20.6a	9.58a	9.30b	1.03	3.50ab	0.70a	0.81a	0.16b	5.06	420b	185abc
	6.0	20.2c	9.24b	8.30c	1.11	3.42c	0.75b	0.80a	0.14ab	5.71	364a	178b
Sep. 13, 1993	1.5	18.2a	8.82a	8.06a	1.09	3.42a	0.80a	0.83a	0.30a	2.77	325a	235ab
	3.0	17.8b	8.40b	7.92b	1.06	3.37b	0.88b	0.86ab	0.30a	2.87	280bc	243b
	4.0	17.7bc	8.20c	7.80b	1.05	3.40ab	0.91bc	0.92c	0.34b	2.71	265c	240ab
	6.0	17.6c	8.00d	7.85b	1.02	3.38b	0.92c	0.88bc	0.35b	2.51	300ab	230a
Sep. 10, 1994	1.5	21.2a	9.62a	9.82a	0.98	3.58a	0.63a	0.74a	0.18a	4.11	600a	190a
	3.0	21.2a	9.64a	9.84a	0.98	3.56ab	0.63a	0.75a	0.19a	3.95	546a	198b
	4.0	20.6b	9.52a	9.24b	1.03	3.50bc	0.64a	0.80b	0.24b	3.33	486b	215c
	6.0	20.4b	9.30b	9.21b	1.01	3.46c	0.68b	0.81b	0.23b	3.52	422c	190a
Average of vintage year												
1991		17.7a	8.53a	8.20a	1.04	3.45a	0.78a	0.85ab	0.24a	3.63	308a	213a
1992		20.5b	9.46b	9.15b	1.03	3.48a	0.71ac	0.81a	0.14b	5.83	380b	185b
1993		17.8a	8.36a	7.91a	1.06	3.39b	0.88b	0.87b	0.32c	2.72	293a	237c
1994		20.9b	9.52b	9.53c	1.00	3.53c	0.65c	0.78c	0.21a	3.71	514c	198d

^{a)} Glucose content/fructose content.

^{b)} Tartaric acid content/malic acid content.

^{c)} Means within a column by the same letter are not significantly different at the 5% level (Duncan's new multiple range test).

値が大きくなる^{7), 8)}。株間1.5m区が天候の悪かった1993年を除き、他の試験区にくらべ明らかに高い値を示しており、熟度が進んでいることが推察された。また、T/M値は年度差も大きく、天候の悪かった1993年は低い値となっていた。

窒素量においては、株間の違い、主枝の長さの違いによる一定の傾向はみられなかったが、天候の良かった1994年は高い値を示し、天候不順の1993年は低い値を示し、気象条件の影響が大きかった。

果房重においては、気象条件の影響による年度差の違いは大きく、1991年は全試験区の平均が213g、乾燥気味の1992年および1994年はそれより小房で、降水量の多かった1993年はそれより大房で、株間の違いによる一定の傾向はみられなかった。4か年共通して株間6.0m区が一番小房を示す傾向にあったが、特定の試験区との差はみられなかった。

ワインの品質においては、果汁成分の経時的変化およびマスト成分と同様に、株間の影

響はほとんどなく、むしろ総合的な気象条件の影響により左右される傾向があった⁹⁾。

単位面積当たりの結実量を適正に規制すれば、株間の違い、主枝の長さの違い、一株当たりの結実量の違いは、熟度にわずかな影響を与えていたが、果粒の肥大生長、果汁糖度および果汁酸度などには大きな影響を与える要因ではなく、実際の栽培において株間の長短にこだわる必要は少ないものと思われた。

栽培管理面と考え合わせると、甲府の気候においては品種により異なると思われるが、‘シャルドネ’においては、苗を多く必要とするが、株間1.5mから3.0m程度が徒長する強結果枝や伸長が劣り葉数不足の弱結果枝の発生が少なく、株間の長い区にくらべて主枝の更新が容易なこと、枯れたり、作業中の損傷などによる欠損株が出て、空間部が少なく収穫量に大きな損害を与えないなどの面で適正な株間と思われた。

コルドン整枝の垣根仕立ては2～5芽の短・中梢剪定で熟練を必要とせず、芽かきも間隔に注意するだけで容易で、平棚造園より施設費がかからないことなど平棚仕立てにくらべて優位な面がある。さらに、垣根仕立ては雨よけ施設およびマルチによる土壌水分調整などが簡単な方策で可能なことから、今後、仕立ての型、適正な結実量、栽培管理法の改良と省力化により、ワイン用としてさらに良質のブドウ果が収穫できるものと期待された。しかし、垣根栽培における共通の問題であるが、苗を多く必要とすること、回数が多くなる芽かき、結果枝の誘引、副梢の除去、夏期剪定など労力を必要とする面があることも感じられた。

摘 要

ウイルスフリー‘シャルドネ’を試験品種として、I字型コルドン整枝の垣根仕立てにおいて、株間および主枝の長さ(1.5, 3.0, 4.0, 6.0m)、1株当たりの結実量(それぞれの株間で6, 12, 15, 25kg)、栽植密度(それぞれの株間で260, 130, 100, 60株/10アール)の違いが、果汁成分の経時的变化と収穫時期のマスト成分に与える影響について、1991年(5年生樹)から1994年(8年生樹)の4か年にわたり調査した。

果粒の大きさ、果房の大きさ、果汁糖度、果汁酸度の経時的变化とマストの成分において、株間の違いによる差はほとんどなかったが、株間1.5m区のマストは比較的高い果汁糖度と比較的低い果汁酸度を示していた。グルコース/フラクトースおよび酒石酸/リンゴ酸値の比較から、1.5m区は他の株間区よりも熟度が進んでいることが推察された。しかしながら、これらは気象条件の違いの影響による年度差の方がはるかに大きかった。栽培管理面と考え合わせると株間1.5および3.0mが適当と思われた。

謝 辞 本研究の遂行に当たり、ブドウの栽培管理に協力下さった守屋正憲、穴水秀教両文部技官に深謝の意を表す。

引用文献

1. Jackson, D. I. and P. B. Lombard. 1993. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality-A review. *Am. J. Enol. Vitic.* 44 : 409-430.
2. 山川祥秀. 1995. ブドウ ‘甲州’ ‘カベルネ・ソービニオン’ の垣根および棚仕立てにおける果汁成分の経時的变化. *ASEV Jpn. Rep.* 6 : 13-23.
3. Reynolds, A. G., D. A. Wardle and A. P. Naylor. 1995. Impact of training system and vine spacing on vine performance and berry composition of Chancellor. *Am. J. Enol. Vitic.* 46 : 88-97.
4. 山川祥秀, 守屋正憲, 穴水秀教, 林 正雄. 1992. ‘シャルドネ’の系統選抜について. *山梨大学発研報.* 27 : 35-40.
5. 山梨県果実連. 1991. 1992. 1993. 1994. 果樹病虫害防除暦. 山梨県果樹園芸会. 山梨.
6. Kliewer, W. M. 1967. The glucose-fructose ratio of *Vitis vinifera* grapes. *Am. J. Enol. Vitic.* 18 : 33-41.
7. Kliewer, W. M. 1971. Effect of day temperature and light intensity on concentration of malic and tartaric acid in *Vitis vinifera* grapes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 96 : 372-377.
8. Peynaud, E. and A. Maurie. 1958. Synthesis of tartaric and malic acids by grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 9 : 32-36.
9. 山川祥秀. 1995. ‘シャルドネ’の垣根仕立て栽培における主枝の長さ, 1株当たりの結実量がマストとワインの品質に及ぼす影響. *醸協.* 90 : 230-232.