

埋込み方式,盛土方式で根域制限栽培したブドウ‘ピオーネ’ 樹の生育と果実発育の比較

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者名	王,世平 岡本,五郎 平野,健
発行元	園藝學會
巻/号	66巻2号
巻号補足	
掲載ページ	p. 253-259
発行年月	1997年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



埋込み方式、盛土方式で根域制限栽培したブドウ ‘ピオーネ’樹の生育と果実発育の比較

王 世平¹・岡本五郎²・平野 健²

¹ 岡山大学大学院自然科学研究科 700 岡山市津島中 3-1-1

² 岡山大学農学部 700 岡山市津島中 1-1-1

Vine Growth and Fruit Development of 'Pione' Grapes Planted in Root-Restricted Buried and Raised Beds

Shiping Wang¹, Goro Okamoto² and Ken Hirano²

¹The Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University, Okayama 700

²Faculty of Agriculture, Okayama University, Okayama 700

Summary

The buried and raised soil bed systems which restrict root volume were compared for their effects on root environment, vine growth, and fruit development of 'Pione' grapes. In the buried beds, the soil and roots were enveloped with a polyester sheet that allowed free movement of moisture but which roots did not penetrate. In the raised beds, the root zones were sub-divided into two types: 1) isolated at the ground level with a plastic sheet, and 2) non-isolated.

The characteristics and / or advantages of the buried bed system over those of the raised bed system are: a) the soil temperature was 0.8 to 1.7 °C higher from April to June; b) soil moisture changed slower so that it required less frequent irrigation; c) new primary and secondary roots were longer and their peroxidase activity was higher; d) leaf nitrogen and chlorophyll contents were higher; e) photosynthetic rate of leaves was faster during anthesis and berry set; f) shoot growth was more vigorous, and g) growth of berries, development of skin coloration, accumulation of total soluble solids content (TSS), and decrease in acid content were hastened.

The above findings indicate that the buried bed system is suitable for dry regions because it promoted better vine growth and berry quality and required less frequent irrigation compared with the raised bed system.

緒 言

‘ピオーネ’や‘巨峰’などの4倍体ブドウを根域制限で栽培すると、花振るいや無核小粒果の混入などの結実不良が改善されるだけでなく、果粒の着色や糖の蓄積なども良好になる(今井ら, 1987; 1990; 1991; 岡本・今井, 1989)。これは、根域を一定の範囲内に制限するので、生育ステージに応じた適切な養水分管理を行うことが可能であるとともに、根が適度の水分ストレスを頻繁に受けるためと考えられる。ブドウ以外では、ウンシュウミカン(矢羽田ら, 1995)、リンゴ(Bar-Yosefら, 1988)、モモ(Erezら, 1992)、イチ

ジク(松浦ら, 1992)などについても根域制限の効果が認められている。現在、実施されている根域制限の多くは、盛土やボックスなど、地表上に根域の土壌を置くものである。この方式は、根が根域外に伸び出ることがない点で有利であるが、高温期には土壌水分の減少が急激となり、寒冷地では冬季に根域の土壌が凍結する危険性が高い。従って中国・寧夏のように、夏季が高温乾燥で、冬は厳寒となる地域(王ら, 1996)でブドウの根域制限栽培を行うには、何らかの改善が必要である。本研究では、不織布を素材とした防根シートを利用し、根域を地表下に埋め込む方式を採用し、根域内の地温と土壌水分の変化を調査するとともに、樹体の生育や葉の光合成速度、果実の発育などを盛土

方式の場合と比較した。

材料および方法

岡山大学農学部(岡山市津島)の実験圃場で、トンネル被覆下で栽培中の5年生‘ピオーネ’(SO4台, H型整枝, 短梢剪定, 樹冠面積16 m²)4樹を用いた。そのうちの2樹は、1.0×1.2 m, 深さ0.25 mの植え穴の側面と底面を二重の防根シート(ユニチカ製, BDK ラブシート)で仕切り, 3001の土壌(長年無施肥の砂壤土: ピートモス=4:1)で植え付けた。また, 他の2樹は, 地表に敷いた二重の防根シートの上に同量の土壌で高さ0.25 mの盛土とし, 植え付けた。なお, 1樹の盛土は, 防根シートの下に厚さ2 mmのビニールシートを敷き, 地表下の水分から隔離した(第1図)。施肥として, 大塚ハウス液肥1号(NO₃-N: 8.2%, NH₄-H: 1.5%, P: 8.0%, K: 27.0%, Mg: 4.0%, Mn: 0.1%, B: 0.1%, EDTA-Fe: 0.18%, EDTA-Cu: 0.002%, Zn: 0.006%, Mo: 0.002%)と同2号(NO₃-N: 11.0%)を3:2で混合し, 発芽期から硬核期(7月10日)まではN: 60 ppmとなるように, その後はその3分の1の濃度に調整し, 週2回, 各樹に151を与えた。灌水は, 今井ら(1991)の示した方式に従い, 深さ20 cmの根域に設置したテンシオメーターを指標とし, 発芽期から開花期(6月5日)までpF 2.2(−15.5 kPa)で, 開花期からベレーゾン(7月20日)までpF 1.5(−3.1 kPa)で, その後は再びpF 2.2(−15.5 kPa)で行った。かん水量は, ほぼベッド底部の防根シートまで到達するように6月末までは各樹に151, その後201を与えた。また, 開花期と硬核期(7月8日)に各樹の新梢と副梢の数および葉数をそろえた。摘房や摘粒などの栽培管理は慣行法に従った。収穫は8月29日に行ったが, 一部の果房は9月20日まで樹上に残した。

発芽期から深さ10, 20 cmの地温と土壌の水分ポテ

ンシャルを連続測定した。参考として, 同じ実験圃場内の地植えの‘ピオーネ’園(根域無制限)についても同様の測定を行った。5月31日, 6月20日, 7月20日および8月13日にベッドの周囲よりに1辺が20 cmの正方形の穴を底部まで掘り, その中に含まれる新根の形態を観察するとともに, 新根の先端部約5 cmをサンプリングして, α -ナフチルアミン法によりパーオキシダーゼ活性を測定した。同じ時期に第4葉(果房着生節葉)と第7葉について分光光度法でクロロフィルa, bの含量を, CNコーダーでNを, バナドモリブデン酸法(黄)でPを, 原子吸光光度法でK, Ca, Mgを分析した。また, プレッシャーチャンバー法で葉の水ポテンシャルを, 光合成蒸散測定装置SPB-H4(島津製作所製)で気孔コンダクタンスと光合成速度を測定した。ベレーゾンから毎週20果粒をサンプリングし, 果粒重, 果汁の全可溶性固形物(TSS)と滴定酸の含量を測定し, 果皮ディスクを1%塩酸メタノールで抽出後, 535 nmの吸光度を測定して果皮のアントシアニン濃度とした。

結 果

1. 土壌水分と地温の変化

満開期から7月中旬にかけて, 深さ10 cmの土壌水分の日変化は, 埋込み区の方が盛土区および盛土・隔離区より緩やかであった(第2図A)。深さ20 cmの土壌水分の変化も同じ傾向であった(データ省略)。しかし, 7月中旬以後は, 埋込み区でも深さ10 cmの土壌の水分ポテンシャルは, 盛土方式の2区と同様に急速に低下した(第2図B)。一方, 地植え園の土壌水分の変動は, いずれの時期でも深さ10 cm, 20 cmとも小さかった。

深さ10 cmでの月別の平均地温は, 埋込み区では4月: 17.1 °C, 5月: 20.7 °C, 6月: 23.4 °C, 7月: 27.9 °C, 8月: 29.6 °Cであった。これに比べて盛土区と盛

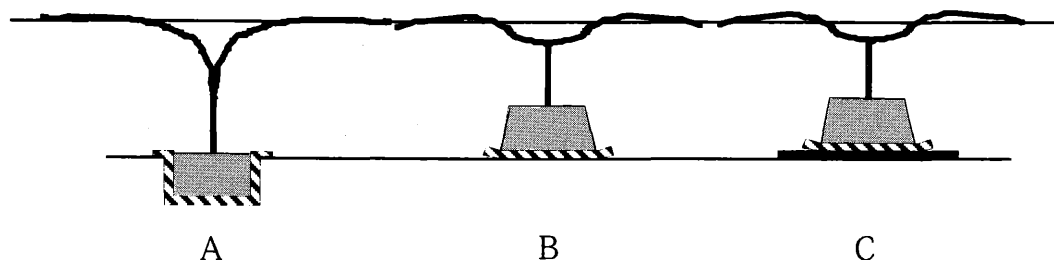


Fig. 1. Diagrammatic illustration of the three planting systems, (A) buried, (B) raised, and (C) raised and isolated bed.

■ Root zone, ▨ Polyester sheet, ■ Plastic sheet.

土・隔離区では、4月にはそれぞれ1.6℃、1.7℃、5月には1.2℃、1.1℃、6月には1.3℃、0.8℃低かった。7、8月にはあまり差がなかった。深さ20 cmでも同様の傾向であった。

2. 新根の形態と活性

5～8月のいずれの時期でも、埋込み区の1次新根は盛土方式の2区より長く、太い傾向であった(第3図, 第1表)。1次新根から分岐した2次新根も、埋込み区の方が長かったが、分岐の密度(1次新根1 cm当りの2次新根数)は低い傾向であった。盛土区と盛土・隔離区の間にはほとんど差がなかった。新根のパーオキシダーゼ活性は、開花、結実期には埋込み区で高かったが、その後は有意な差はなかった(第4図)。

3. 新梢の生育

開花期における新梢長と第4葉の主脈長には、各区間で差がなかったが、その後の新梢、副梢の生長は埋込み区の方がやや旺盛となり、成熟期(8月5日)に

は、新梢、副梢とも埋込み区の方が他の2区より長く、副梢葉の数も多かった(第2表)。第4葉のクロロフィル含量は、開花期には埋込み区でやや高い傾向であったが、成熟期には差がなかった。第7葉におけるクロロフィル含量も同じ傾向であった(データ省略)。

開花期の第4葉の全窒素含量は、埋込み区(2.8%対乾重)が盛土方式(2区とも2.2%)より高かったが、その後は差がなかった。他の無機成分含量には各区間に差がなかった(データ省略)。

4. 葉の光合成速度、気孔コンダクタンスおよび水分ポテンシャル

開花期と結実期における第4葉の光合成速度は、埋込み区で高い傾向であった(第5図)。ベレゾンと成熟期には第7葉の光合成が活発となったが、区間に有意な差はなかった。葉の気孔コンダクタンスと水分ポテンシャルには、一定の傾向がなかった(データ省略)。

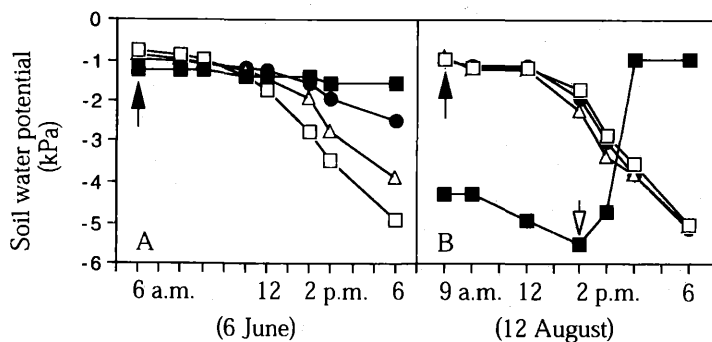


Fig. 2. Daily changes in soil moisture at 10 cm depth during anthesis (A) and ripening (B) stages.

●: Buried, □: Raised, △: Raised and isolated,
■: Usual vineyard (not restricted), ↑: Irrigation, ↓: Rain.

Table 1. Comparison of new root growth between 'Pione' grapes planted in buried and raised beds^z.

Bed type	Primary root					Secondary root					
	Length (cm)			Diameter ^y (mm)		No. per cm of primary root			Length (cm)		
	Anthesis	Set	Ripe	Set	Ripe	Anthesis	Set	Ripe	Anthesis	Set	Ripe
Buried	14.9a ^x	23.2a	28.4a	1.52	1.24a	1.8b	3.3b	2.8	1.8a	2.3a	2.7a
Raised	9.0b	14.0b	14.5b	1.30	0.80b	3.4a	4.4a	3.6	1.1b	1.5b	1.7b
Raised and isolated	8.3b	10.5b	16.6b	1.46	0.63b	2.7ab	4.7a	4.1	1.1b	1.8b	1.3b

^z Measured at anthesis (31 May), berry set (20 June), and berry ripening (13 August) stages.

^y Measured at 3 cm from the root apex.

^x Significant difference by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$) for values within a column.

5. 結実と果実の発育

着粒率は埋込み区の方がやや高い傾向であったが、有意な差がなかった（第3表）。どの区でも果粒の96%以上が有核であった。1果粒当りの種子数、1樹当りの収量も区による差はなかった。

ベレゾーン以後の果粒重、アントシアニン、TSSおよび滴定酸の変化を第6図に示す。果粒重の増加は、ベレゾーン後の約3週間は埋込み区で速かったが、8月29日の収穫時には区間の差はなかった。果皮のアントシアニンの蓄積は、埋込み区では盛土方式の2区より急速に進み、収穫時にも明らかに高かった。盛土・隔離区では盛土区より着色がやや劣る傾向であった。しかし、盛土の2区でも、果房を樹に残しておくとう着色が徐々に進み、9月20日には、埋込み区と同じ程

度になった（データ省略）。果汁のBrixの上昇と滴定酸の減少は埋込み区で速かったが、収穫時には3区ともほとんど同じであった。

考 察

一般の栽培方法では、‘ピオーネ’や‘巨峰’は花振るいしやすく、摘心をすると無核の小粒が増加する（Naito・Kawashima, 1980; 中田, 1966; 岡本ら, 1989）。しかし、本研究で行った‘ピオーネ’の根域制限栽培では、埋込みおよび盛土方式のいずれでも、着粒率が約30%と比較的高く、果粒の96%以上が有核果であった。‘ピオーネ’の結実改善に対する根域制限の効果は、今井ら（1987; 1990）と岡本・今井（1989）も報告している。

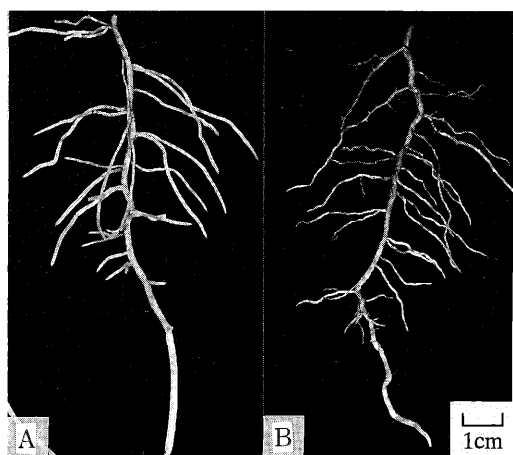


Fig. 3. Forms of new root of 'Pione' grapes planted in buried (A) and raised (B) beds. Photographs were taken at the berry set stage.

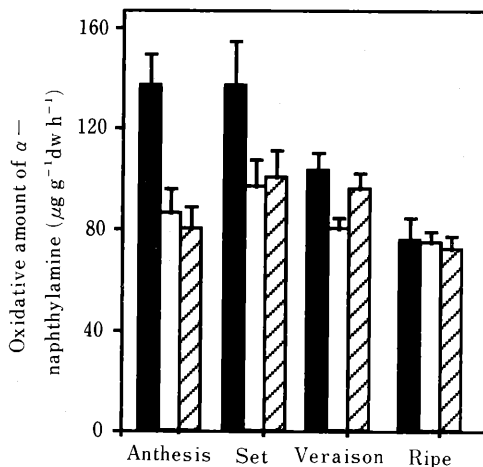


Fig. 4. Peroxidase activity of new root of 'Pione' grapes planted in buried and raised beds. Vertical bars show SD. ■: Buried, □: Raised, ▨: Raised and isolated.

Table 2. Comparison of shoot growth and leaf chlorophyll content between 'Pione' grapes planted in buried and raised beds.

Bed type	Primary shoot length (cm)		Leaf size and chlorophyll ^z				Lateral shoot ^y	
			Midrib length (cm)	Chlorophyll (g/100g FW)			Total length per primary shoot	No. of leaves per primary shoot
	Anthesis	Ripe		Anthesis	Ripe	Harvest		
Buried	113.2	186.8a ^x	16.7	0.22a	0.33	0.20	58.8a	9.8a
Raised	119.7	166.0b	16.0	0.19b	0.30	0.23	14.9c	3.1c
Raised and isolated	116.7	157.3b	17.0	0.20ab	0.31	0.23	27.9b	4.6c

^z Measured for the 4th leaf of primary shoot.

^y Measured at berry ripening (5 August) stage.

^x Significant difference by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$) for values within a column.

一方、開花期後の葉の光合成速度や新梢と副梢の生長、果実の成熟は、盛土方式よりも埋込み方式で明らかに優れた。このような効果をもたらした原因の一つとして、埋込み方式では4~6月に地温が約0.8~1.7℃高く推移したことが考えられる。これは、盛土方式では、夜間の根域土壌からの放熱が埋込み区より速やかであったためであろう。Kliwer (1975) はブドウ 'Cabernet Sauvignon' の根域温度を11~35℃に調節した結果、地温の高い区では、新梢が長く、葉数および葉面積が多かったことを報告し、久保田ら(1987)は、'マスカット・オブ・アレキサンドリア'の地下部加温によって、新根の発生および代謝が活発となることを報告している。本実験でも、地温の高い埋込み区では、新根の生育や活性が活発であり、葉の

N含量や光合成速度が高い傾向が認められた。新根や葉の働きを高めたもう一つの原因として、埋込み区では土壌水分の変動が盛土方式より緩やかで、水分ストレスを受けることが少なかったことも挙げられる。

これらの結果として、盛土方式に比べれば埋込み区では成熟期における葉数、特に副梢の葉面積が多くなり、このことが果実の成熟を良好にしたと考えられる。Hirano ら (1994) は、'巨峰'の成熟後期には副梢葉の光合成活性が本梢葉よりも高く、果実の成熟に対する貢献が大きいことを報告している。また、成熟期の8月上旬以降は、埋込み区でも深さ10 cmでは土壌水分の変化が急速となり、この位置に分布する細根は頻繁な水分ストレスを受けることになった。今井ら(1991)は'巨峰'について、Hardie・Considine (1976) は、'Cabernet franc'について、成熟期の水分ストレスは果粒の着色を促進し、果汁の糖含量を高めることを報告している。

盛土方式と埋込み方式では、かん水後根域の水分変動が異なり、新根の長さや太さ、分岐密度などが異なった。岡本(1985)は、pF 2.3とpF 1.5で育てたマスカットの1年生苗について同様の現象がみられたことを報告している。しかし、このような根の形態上の相違によって、根の養水分吸収や根内の栄養分、ホルモンの合成などがどのように異なるかは、まだ不明であり、さらに研究すべきである。

盛土方式の2区を比較すると地温はほとんど変わらなかったが、土壌水分条件、特に深さ20 cmでの土壌水分の変動は盛土・隔離の方が小さかった。これは、盛土の底部にビニールシートを敷いたために、かん水した水分が地下へ浸透せず、底部に滞留したためと考えられる。

本実験では各区とも同じ土壌水分ポテンシャルでかん水を行ったが、4~8月の合計かん水回数は、埋込み区では48回で、盛土区より15回、盛土・隔離区より10回少なかった。このように、埋込み方式ではか

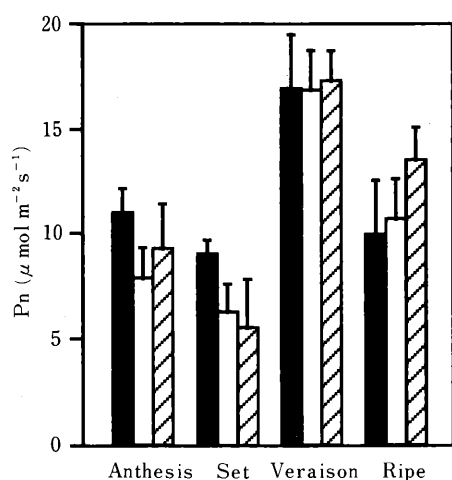


Fig. 5. Net photosynthesis (Pn) of leaves of 'Pione' grapes planted in buried and raised beds. Measurements were taken on 4th leaf during anthesis and set, and on 7th leaf during veraison and berry ripening. Vertical bars show SD.

■: Buried, □: Raised, ▨: Raised and isolated.

Table 3. Comparison of berry set and yield components between 'Pione' grapes planted in buried and raised bed².

Bed type	No. of berries per cluster	Set percent (%)	Seeded berry (%)	No. of seeds per berry	Avg. berry weight (g)	Yield (kg/vine)
Buried	55.4 ± 12.6	32.5 ± 7.2	97.3 ± 6.1	1.3 ± 0.5	13.9 ± 1.3	10.3
Raised	43.2 ± 6.0	27.4 ± 6.1	97.1 ± 5.2	1.3 ± 0.4	13.7 ± 0.7	10.1
Raised and isolated	50.8 ± 5.7	30.2 ± 5.5	96.4 ± 5.1	1.2 ± 0.4	13.6 ± 2.0	10.4

² Berry thinning was done to retain ca. 35 berries/cluster after berry set.

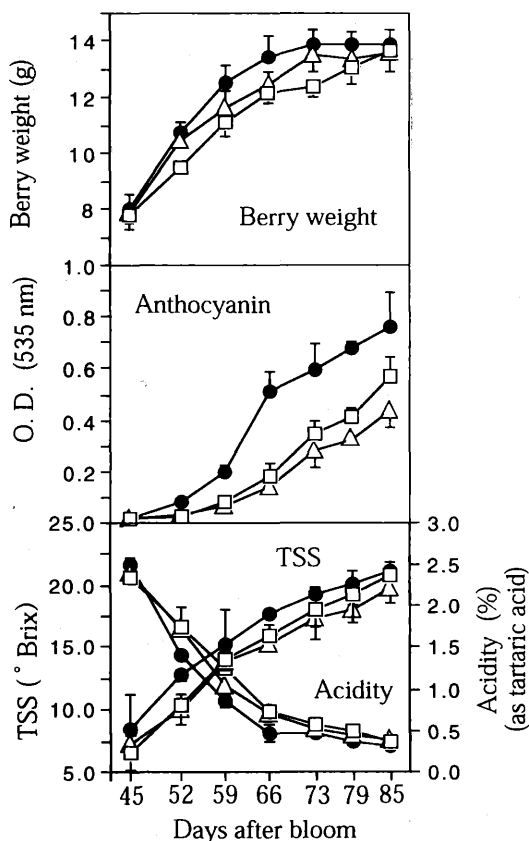


Fig. 6. Berry growth, accumulation of skin anthocyanins and juice TSS, and decrease of titratable acids of 'Pioneer' grapes planted in buried and raised beds. Vertical bars show SD.

●: Buried, □: Raised, △: Raised and isolated.

ん水が節減されるから、乾燥地のブドウ園の経営においては経済的である。さらに、埋込み方式では冬季の凍害を回避するため地上部を地中に埋めることも容易である。従って、中国・寧夏のような夏季が乾燥で、冬季が厳寒である地域では、ブドウの生産安定、品質向上を図るには埋込み方式の根域制限栽培が適すると考えられる。

摘 要

ブドウ「ピオーネ」の根域制限栽培で、根域を地表下に埋め込む方式と、地上に盛土する方式について、地温、土壤水分および樹体の生長、果実の發育を比較した。なお、盛土方式では、盛土の下部をビニールシートで地面と隔離する区としない区を設けた。

埋込み方式では、4～6月の地温が盛土方式より0.8～1.7℃高かった。また、土壤水分の変動が小さく、

灌水回数は盛土・隔離区の約83%、盛土区の約76%と少なかった。埋込み区の樹では、1次および2次新根が盛土の2区より長く、新根のパーオキシダーゼ活性も高かった。開花結実期の葉の窒素含量とクロロフィル含量は埋込み区の方が高く、葉の光合成速度も高かった。その後成熟期までの新梢、副梢の生長は盛土区では不活発であったが、埋込み区では緩やかに持続した。結実は各区とも良好で、果粒の肥大、果皮の着色、果汁のTSSの蓄積と滴定酸の低下は、埋込み区の方が速く進行した。

以上のように、盛土方式と比べ、埋込み方式の根域制限栽培では根域水分が安定で、かん水回数が少なく、樹体の生育や果実の成熟も良好である。従って、乾燥地域でのブドウの栽培により適合すると考えられる。

引用文献

- Bar-Yosef, B., S. Schwartz, T. Markovitch, B. Lucas and R. Assaf. 1988. Effect of root volume, and nitrate solution concentration on growth, fruit yield and temporal N and water uptake rates by apple trees. *Plant and Soil*. 107: 49-56.
- Erez, A., Y. Ran and B. Bar-Yosef. 1992. The effect of restricted root volume on the development, yield and dry-matter partitioning in young fruiting peach trees. *Acta Hort.* 322: 199-219.
- Hardie, W. J. and J. A. Considine. 1976. Response of grapes to water-deficit stress in particular stages of development. *Am. J. Enol. Vitic.* 27: 55-61.
- Hirano, K., M. Noda, S. Hasegawa and G. Okamoto. 1994. Contribution of lateral and primary leaves to the development and quality of 'Kyoho' grape berry. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 63: 515-521.
- 今井俊治・岡本五郎・遠藤融郎. 1987. 密植・根域制限による4倍体ブドウの早期成園化と結実安定. 広島果樹試研報. 12: 1-9.
- 今井俊治・志俣政夫・古井シゲ子・藤原多見夫. 1990. 根域制限下におけるブドウ「巨峰」の樹体生長と果実生産. 近畿中国農研. 79: 44-79.
- 今井俊治・藤原多見夫・田中茂穂・岡本五郎. 1991. 根域制限栽培のブドウ「巨峰」の樹体生長と果実發育に及ぼす土壤水分の影響. 生物環境調節. 29: 133-140.
- Kliwer, W. M. 1975. Effect of root temperature on budbreak, shoot growth, and fruit-set of 'Cabernet Sauvignon' grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 26: 82-89.
- 久保田尚浩・江川俊之・島村和夫. 1987. 加温時期の異なるブドウ「マスカット・オブ・アレキサンドリア」の根の生長及びその活性に及ぼす地温の影響. 園学雑. 56: 280-286.

- Naito, R. and T. Kawashima. 1980. Promotion of berry set in grapes by growth retardants. IV. Comparison of SADH cluster dipping, shoot pinching and flower thinning with regards to their effects on berry set in Kyoho grape. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 49 : 297-310.
- 中田隆人. 1966. ブドウ巨峰の花振るい防止法. 農及び園. 41 : 1781-1783.
- 松浦克彦・浜田憲一・荒木 育. 1992. 根域制限栽培におけるイチジクの生長および果実品質に及ぼす影響. 園学雑. 61 (別2) : 170-171.
- 岡本五郎. 1985. 形態・生理・機能. p. 50-51. 農文協編. ブドウ. 農山漁村文化協会. 東京.
- 岡本五郎・今井俊治. 1989. 根域制限によるブドウ‘ピオーネ’の有核果の着粒増加. 岡山大学農学部学術報告. 74 : 15-20.
- 岡本五郎・山本恭子・島村和夫. 1989. ‘巨峰’を含む数種の4倍体ブドウにおける無核果混入の品種間差異に関する研究. 園学雑. 53 : 251-258.
- 王 世平・劉 効義・岡本五郎. 1996. 中国・寧夏のブドウ‘巨峰’の良好な有核結実, 胚珠發育と花粉管成長. 園学雑. 65 : 27-32.
- 矢羽田第二郎・大庭義材・桑原 実・松本和紀. 1995. 施設栽培で根域制限を行ったワセウンシュウの着果量が樹体の水分ストレス, 果実の品質, 収量ならびに花芽分化に及ぼす影響. 園学雑. 63 : 745-752.