

# ウンシュウミカンの根域制限栽培における土壌容積と生育、収量および果実品質との関係

誌名	静岡県柑橘試験場研究報告
ISSN	04886828
著者名	澤野,郁夫 山崎,俊弘 杉山,和美 谷口,哲微
発行元	静岡県柑橘試験場
巻/号	27号
掲載ページ	p. 1-6
発行年月	1998年3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



# ウンシュウミカンの根域制限栽培における 土壌容積と生育、収量および果実品質との関係

澤野郁夫・山崎俊弘\*・杉山和美\*\*・谷口哲微\*\*\*

Relationship between Confined Soil Volume and Growth, Yield and Fruit Quality  
on Root Confinement Culture of Satsuma Mandarin cv. 'Aoshima Unshu'

Ikuo SAWANO, Toshihiro YAMAZAKI, Kazumi SUGIYAMA  
and Tetsumi TANIGUCHI

## I 緒 言

近年、ウンシュウミカン栽培には、果実品質の向上とともに作業の省力化を図る技術が要求されている。多くの栽培技術の中でも、根域制限栽培はこの2つの目的を同時に達成できる可能性がある。谷口・大野(1988)は、70ℓ前後の容器を用いた根域制限の方法で、果汁の糖度が高く、樹体がわい化することを明らかにしている。

一方、根域制限における土壌容積の影響を調査した報告は、観葉植物(Biran・Eliassaf, 1980; Keeverら, 1985)、リンゴ(渡辺, 1935)、ウンシュウミカン(井上ら, 1988)でみられる。いずれの報告でも、容積が小さいほど樹体の生育は抑制されることが明らかにされている。

しかしながら、ウンシュウミカンにおいて、土壌容積と収量および果実品質との関係を明らかにした報告はみられない。樹体の生育を含めて、これらの関係を総合的に考察することは、実際の栽培では重要と考えられる。そこで、根域制限栽培における土壌容積が、これらの生育特性に及ぼす影響を検討することにした。

## II 材料および方法

深さを30cm、幅を50cmにし、長さを27、50、

100および200cmに変えた植え穴に、それぞれ40、75、150および300ℓの土壌容積の区を設置し(図1)、対照として根域を制限しない無制限区を設けた。根域制限用の資材には、澤野ら(1995)が選抜した厚さ0.50mmの黒色のポリエステル製不織布を用いた。根域内の土壌には、パークたい肥を約30%混入した淡色黒ボク土(未耕土)を用いた。無制限区は300ℓ区と同じ大きさの植え穴を掘り、この用土に入れ替えた。

樹別処理の4反復とし、静岡県柑橘試験場内の階段畑は場の1列に、2mの樹間距離で、1990年4月に3年生のカラタチ台'青島温州'を定植した。施肥量は年間の窒素成分で1樹当たり20g(1990年)、30g(1991年)、45g(1992年以降)を施用した。樹体管理は無せん定とし、樹形はトレリス誘引による垣根仕立てとした。調査は定植後の6年間について行った。

幹周、樹高および葉数については11月に調査し、幹周は接ぎ木部より2cm上の部位の値で示した。

着果数は8月に調査し、調査後、葉果比が30になるように間引き摘果を行った。収穫は12月中旬に行い、果実品質は平均的な大きさの果実を1樹当たり5個選り調査した。果汁はガーゼで搾り、糖度は屈折糖度計値で表示した。滴定酸度は0.156Mの水酸化ナトリウム溶液で滴定し、クエン酸換算値で表示

本報告の一部は、農林水産省特定農産物緊急技術開発事業の助成金によって行われた。

\* 現在：静岡県高等農業学園 \*\* 現在：静岡県東部農林事務所 \*\*\* 元西遠分場長

した。

かん水は、定植年は葉がしおれないように均一にかん水し、定植2年目からは、セラミックス土壌水分計（藤原製作所製 pF 2.5~3.9用）を地表下15cmの部位に各区1~2本設置し、pF 3.4前後を目安に、葉のしおれを確認して行った。かん水量は土壌容積10ℓ当たり水1ℓとした。

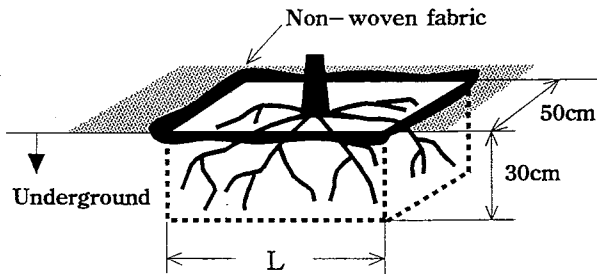


Fig. 1. Schematic details of root confinement culture using a non-woven fabric. The length (L) was 27, 50, 100, and 200 cm in confined soil volumes 40, 75, 150, and 300 liters, respectively.

### III 結 果

#### 1. 生育

幹周は土壌容積が小さい区ほど小さく、樹齢の増加につれてこの傾向はより明確になった。葉数は幹周と同様の傾向にあったが、幹周が年々増加したのに対し、葉数は各根域制限区で上限値に達する傾向

にあった。この時の樹齢は、40ℓ区が5年生（1992年）、75ℓ区が6年生（1993年）、150ℓ区と300ℓ区が7年生（1994年）で、土壌容積が小さい区ほど低い傾向にあった（図2）。

#### 2. 着果および収量

1樹当たりの着果数は、1990年（3年生）には40ℓ区が、1991年（4年生）には75ℓ区が多い傾向にあり、1992年（5年生）以降では容積が小さい区ほど少なかった（表1）。

1樹当たりの収量は、着果数と同様の傾向にあった。40ℓ区の収量の変化は、隔年結果の傾向がみられた（表2）。

#### 3. 果実品質

糖度は、1992年（5年生）までは土壌容積が小さい区ほど高い傾向にあった。1993年（6年生）以降は、この土壌容積と糖度との関係が、1992年までと比べて明確ではなかった。1993年は150ℓ以下の区で、1995年に根域を制限したすべての区で、ほぼ等しい傾向にあった（表3）。

クエン酸濃度は、1991年（4年生）と1992年（5年生）では土壌容積が小さい区ほど高い傾向にあった。1993年（6年生）以降は、容積とクエン酸濃度との関係が明確ではなかった（表4）。

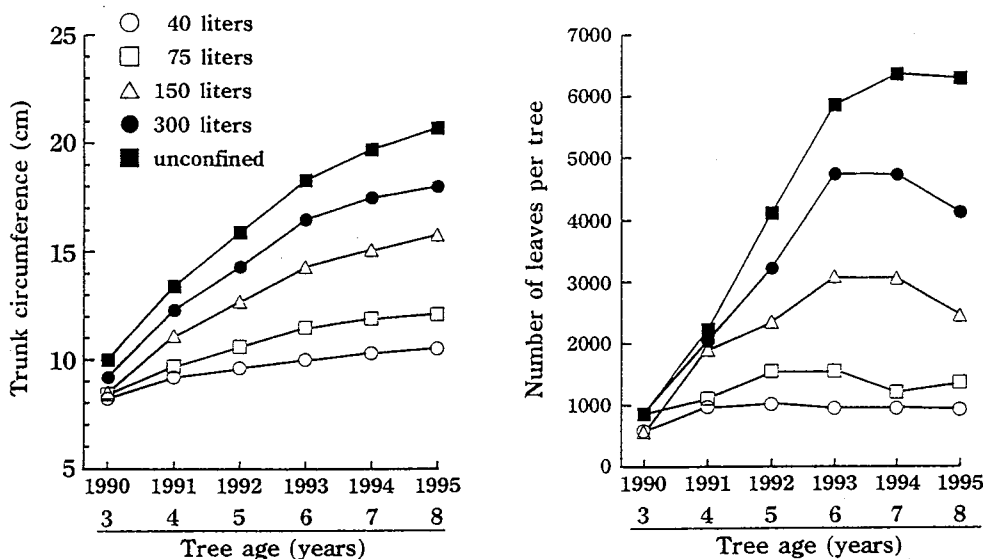


Fig. 2. Effect of soil volume on trunk circumference (left) and the number of leaves per tree (right) on root confinement culture of satsuma mandarin (cv. 'Aoshima Unshu').

Table 1. Effect of soil volume on the number of fruit set per tree on root confinement culture of satsuma mandarin (cv. 'Aoshima Unshu').

Confined soil volume(liters)	1990 (3 <sup>z</sup> )	1991 (4)	1992 (5)	1993 (6)	1994 (7)	1995 (8)
40	9a <sup>y</sup>	4ab	76c	1b	13b	6 b
75	2a	10a	109bc	68ab	34b	30 b
150	1a	1b	140abc	122a	151a	84ab
300	4a	2b	188a	115a	208a	105ab
Unconfined	7a	3a	168ab	153a	218a	146a

<sup>z</sup> Tree age (years).

<sup>y</sup> Mean separation within columns by Ryan's multiple range test, 5% level.

Table 2. Effect of soil volume on yield per tree (kg) on root confinement culture of satsuma mandarin (cv. 'Aoshima Unshu').

Confined soil volume(liters)	1990 (3 <sup>z</sup> )	1991 (4)	1992 (5)	1993 (6)	1994 (7)	1995 (8)	Total
40	1.3a <sup>y</sup>	0.9ab	1.8d	0.1c	1.9c	0.7b	6.8c
75	0.3a	2.5a	3.7cd	4.1c	4.4cd	3.4b	18.4c
150	0.2a	0.2b	6.3c	8.2bc	10.0bc	7.3ab	32.2bc
300	0.4a	0.4b	10.0b	13.5ab	16.7a	12.4ab	53.3b
Unconfined	0.7a	0.8ab	14.7a	20.2a	22.1a	19.0a	77.5a

<sup>z</sup> Tree age (years).

<sup>y</sup> Mean separation within columns by Ryan's multiple range test, 5% level.

Table 3. Effect of soil volume on Brix of the fruits on root confinement culture of satsuma mandarin (cv. 'Aoshima Unshu').

Confined soil volume(liters)	1990 (3 <sup>z</sup> )	1991 (4)	1992 (5)	1993 (6)	1994 (7)	1995 (8)
40	12.0±0.5 <sup>y</sup>	13.1±1.0	16.8±0.2	13.0 <sup>x</sup>	12.7±0.6	13.8 <sup>x</sup>
75	10.9±0.8	12.4±0.6	16.2±0.3	13.0±0.2	13.2±0.4	13.8±0.1
150	8.2±0.4	10.5±0.8	15.0±0.5	13.0±0.4	13.0±0.5	13.4±0.1
300	9.4±1.0	10.0 <sup>x</sup>	13.0±0.7	12.0±0.2	12.1±0.3	13.8±0.1
Unconfined	9.5±0.6	9.0±0.2	11.1±0.4	10.6±0.3	10.8±0.3	12.3±0.4

<sup>z</sup> Tree age (year).

<sup>y</sup> Mean ± S.E.

<sup>x</sup> n = 1

 Table 4. Effect of soil volume on acidity<sup>z</sup> (%) of the fruits on root confinement culture of satsuma mandarin (cv. 'Aoshima Unshu').

Confined soil volume(liters)	1990 (3 <sup>y</sup> )	1991 (4)	1992 (5)	1993 (6)	1994 (7)	1995 (8)
40	0.96±0.05 <sup>x</sup>	1.23±0.10	1.48±0.04	0.90 <sup>w</sup>	0.88±0.08	1.24 <sup>w</sup>
75	0.80±0.02	0.95±0.14	1.41±0.05	1.13±0.07	1.00±0.04	1.04±0.12
150	0.80±0.03	0.74±0.01	1.21±0.11	0.99±0.11	0.80±0.02	1.03±0.04
300	0.80±0.07	0.65 <sup>w</sup>	0.97±0.06	0.95±0.03	0.83±0.06	1.07±0.07
Unconfined	0.81±0.02	0.78±0.09	0.81±0.04	0.85±0.03	0.70±0.05	0.97±0.05

<sup>z</sup> Estimated as citric acid.

<sup>y</sup> Tree age(year).

<sup>x</sup> Mean±S.E.

<sup>w</sup> n = 1

## 4. 土壌 pF 値

土壌 pF 値の変化については、8 月および 9 月の降雨がない期間の平均的な結果を図 3 に示した。なお、無制限区の 1991 年、1992 年および 1993 年は、かん水開始点まで達しなかったため、降雨後の値とした。pF 3.4 前後のかん水開始点に達するまでの日数でみると、土壌容積が小さい区ほど短い傾向にあった。1991 年と 1995 年のかん水開始点に達するまでの日数を比較すると、75 l、150 l および 300 l 区では

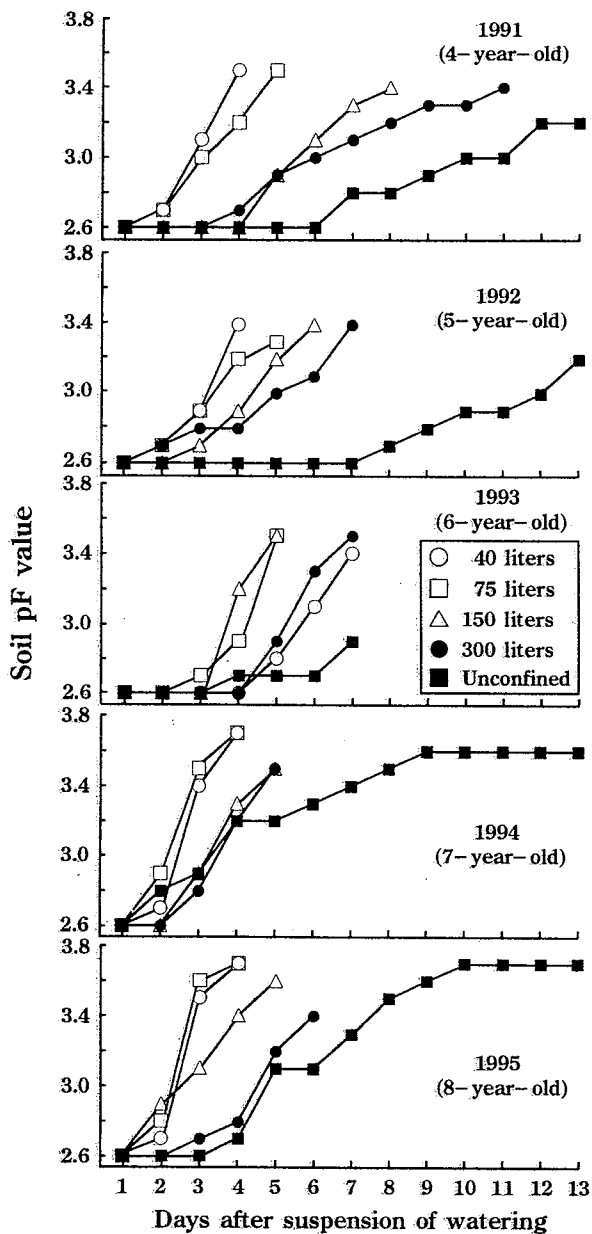


Fig. 3. Changes with time in soil pF values of ceramic moisture meter after watering was suspended.

短くなり、この短縮の程度は、容積が大きいほど大きかった。

## IV 考 察

根域制限栽培樹の着果性については、谷口・大野 (1988) は、定植年および 2 年目の 1 樹当たりの着果数が根域を制限しない樹よりも多いことを報告している。本報でも、定植年は 40 l 区、定植 2 年目は 75 l 区が多い傾向にあった。しかし、6 年間の累積収量では、土壌容積が小さい区ほど少なく、単位土地面積当たりの収量を確保するためには、土壌容積が小さい区ほど栽植本数を多くする必要があった。

ウンシュウミカンの根域制限における土壌容積と樹体の生育については、容積が小さくなるにつれて抑制されることが明らかにされている (井上ら、1988; 山崎ら、1990)。本報でも、同様の結果が得られた。さらに、樹齢が進むにつれて、この傾向はより明確になり、1 樹当たりの葉数は上限に達した。

土壌容積と果実品質との関係については、定植 3 年目までは、容積が小さいほど果汁の糖度およびクエン酸濃度が高いことが明らかになった。一方、8 月または 9 月の土壌乾燥についても、定植 3 年目までは容積が小さいほど土壌乾燥の進行が早くなった。ウンシュウミカンでは、夏秋季の土壌乾燥が果汁の糖度およびクエン酸濃度を高めることが知られている (鈴木、1971; 富田・東、1969)。そのため、根域制限内の土壌水分が、果実品質に影響を与えたと考えられる。

しかし、定植 4 年目以降では、土壌容積と糖度およびクエン酸濃度との関係が、定植 3 年目までと比較して明確ではなくなった。また、土壌容積と土壌乾燥との関係も同様の傾向にあった。この原因として、葉数の増加にともない蒸散量が増加したこと、制限内の根の密度が増加したことが推察される。

以上のことから、土壌容積が小さいほど果汁の糖度およびクエン酸濃度が高いが、いずれの容積でも 1 樹当たりの葉数が上限に達した後は、容積が果実品質に与える影響は小さいと結論された。

本試験のかん水開始点を pF 3.4 前後とした。この値に設定した理由として、果汁の糖度を高めるために土壌乾燥が必要であったこと、pF 3.4 前後で葉

や果実のしおれが確認できたこと、さらに高須賀・玉井(1970)が各生理作用の変曲点として指摘したpF 3.3付近とはほぼ一致したことによる。しかし、Tiltら(1987)は、観葉植物について、同じ大きさのコンテナでは、含水量が多いほど地上部の乾物重が増加したことを報告している。したがって、異なるかん水開始点での検討も必要である。

根域制限外への発根を制限した側面について調査した結果、調査最終年の1995年に、長さ10cm以下の細根が、16本中7本の供試樹に最も多いもので3本観察された。澤野ら(1995)は、根域制限外への細根の発根が生育および果実品質に与える影響を調査した。その結果、数本程度の発根では、樹体のわい化や果実品質への影響が小さいが、発根率がおよそ30%になると、生育の抑制がみられず、果実品質が向上しないことを報告している。したがって、本試験の発根が生育や果実品質に及ぼす影響は小さいと考えられた。

## V 摘 要

ウンシュウミカンの不織布を用いた根域制限栽培において、土壌容積(40、75、150、300ℓ)と樹体の生育特性との関係を6年間調査した。

1. 幹周は土壌容積が小さいほど小さく、葉数は容積が小さいほど少なかった。この傾向は、樹齢の増加にとともにより明確になった。幹周は年々増加したが、葉数はどの容積も上限値に達する傾向があった。この時の樹齢は容積が小さいほど小さかった。
2. 1樹当たりの収量は、土壌容積が小さいほど少なかった。40ℓの土壌容積では、隔年結果がみられた。
3. 定植後3年間の果汁の糖度およびクエン酸濃度は、土壌容積が小さいほど高かった。土壌水分は、土壌容積が小さいほど減少した。しかし、定植4年目以降は、これらの関係が明確ではなかった。1樹当たりの葉数が上限値に達すると、土壌容積が果汁の糖度およびクエン酸濃度に与える影響は小さいと考えられた。

謝 辞 本研究を遂行するにあたり、ご協力をいただいた静岡県柑橘試験場栽培研究室の諸氏、資材を提供していただいた東レ株式会社に感謝の意を

表します。

## 引 用 文 献

1. Biran, I. and A. Eliassaf. 1980. The effect of container size and aeration conditions on growth of roots and canopy of woody plants. *Scientia Hortic.* 12: 385-394.
2. 井上 宏・石 雪暉・片岡郁雄. 1988. 根域制限がカラタチ台ウンシュウミカンの生長に及ぼす影響. I. 鉢植えの1年生苗木について. *香川大農学報.* 40: 25-30.
3. Keever, G. J., G. S. Cobb and R. B. Reed. 1985. Effects of container dimension and volume on growth of three woody ornamentals. *HortScience.* 20: 276-278.
4. 澤野郁夫・山崎俊弘・杉山和美・谷口哲微. 1995. ウンシュウミカンの根域制限栽培のための透水性資材の選抜. *静岡柑試研報.* 26: 31-38.
5. 鈴木鉄男. 1971. 温州ミカンの水分管理に関する研究—土壌および樹体の水分低下度と給水との関係—. *静岡大学農学部園芸研究報告.* 4: 1-80.
6. 谷口哲微・大野文征. 1988. カンキツ類の施設栽培に関する研究. (第6報) 根域制限BOX栽培温州ミカンの発育生態品質特性. *園学要旨.* 昭63秋: 42-43.
7. 高須賀端夫・玉井虎太郎. 1970. 用水管理面からみたカンキツの諸生理作用と土壌水分との関係. とくにかん水開始土壌水分について. *園学要旨.* 昭45春: 78-79.
8. Tilt, K. M., T. E. Bilderback and W. C. Fonteno. 1987. Particle size and container size effects on growth of three ornamental species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112: 981-984.
9. 富田栄一・東 史郎. 1969. 温州ミカンの生育に及ぼす土壌水分の影響. *和歌山果試研報.* 2: 33-59.
10. 山崎俊弘・澤野郁夫・杉山和美・谷口哲微. 1990. ウンシュウミカンの根域制限栽培に関する

る研究. (第1報) 根域制限法の違いが樹体の生育、着花に及ぼす影響. 園学雑. 59 (別2) : 22-23.

11. 渡辺柳蔵. 1935. 苹果樹各部比率の変化に関する一考察. 園学雑. 6 : 26-34.

---

## Relationship between Confined Soil Volume and Growth, Yield and Fruit Quality on Root Confinement Culture of Satsuma Mandarin cv. 'Aoshima Unshu'

Ikuo SAWANO, Toshihiro YAMAZAKI, Kazumi SUGIYAMA  
and Tetsumi TANIGUCHI

### Summary

Growth characteristics of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) trees in confined soil volume (40,75,150 and 300 liters) using a non-woven fabric were studied for six years.

1. Trunk circumference and number of leaves per tree decreased as the soil volume was further reduced. This was evident in older trees. Number of leaves per tree had a tendency to reach the maximum value in each soil volume, while trunk circumference increased with tree age. This age was lower in smaller soil volume.

2. The smaller soil volume resulted in reduced fruit yield per tree. The trees grown in confined soil volume of 40 liters were biennial in bearing fruit.

3. Sugar and acid content in the juice increased and soil moisture decreased as the soil volume was further reduced for three years after planting. However, these relationships were not so evident in older trees. We conclude that, when the number of leaves per tree reaches the maximum value, the confined soil volume has little effect on sugar and acid content in the juice.