

露地における温州ミカンのポット栽培とマルチの影響

河合義隆・岡 吾郎・中西さくら・河瀬幸浩・前川豊孝

三重大学生物資源学部附属農場

Effect of Mulching and Pot Culture of Satsuma Mandarin in the Open Field

Yoshitaka KAWAI, Goro OKA, Sakura NAKANISHI, Yukihiro KAWASE and Toyotaka MAEGAWA

Experimental Farm, Faculty of Bioresources, Mie University

Summary

The following experiments were conducted in the orchard of Experimental Farm, Faculty of Bioresources, Mie University: (1) the effects of pot culture and mulching of permeable sheet during growing season on the growth of trees and fruits in satsuma mandarin and (2) the effect in treatment of no-irrigation and mulching pot with impermeable sheet for protection against rain water starting at one month before harvest time on fruit quality of satsuma mandarin.

Three systems of open field, pot and mulch (pot plus mulching) were investigated. The growth of trunk girth and the number of leaf in open field system were less than in pot and mulch system. The size and weight of fruit was in the order of mulch > pot > open field system. The coloring of fruit in open field system delayed and the width/height ratio of open field fruits was higher than other two system. The brix of fruit juice was in the order of mulch > pot > open field system. However, in each sugar, sucrose was highest in mulch system and reducing sugars, glucose and fructose, were highest in pot system. The content of citric acid was higher in mulch system than in the other two systems and that of malic acid

and oxalic acid was no difference. The inorganic content of fruit juice was no difference among three systems.

Compared between control and soil drought treatment of which pots were covered with impermeable sheet one month before harvest time and had no irrigation, there are no difference in fruit size, brix, and organic acids and inorganic ions in fruit juice. The soil drought treatment for one month couldn't cause enough to dry up the soil pot. So satsuma mandarin trees didn't have sufficient water stress.

緒 言

温州ミカンの栽培では果実の高品質化に重点が置かれている。根域制限, 降雨遮断, 排水促進などによる適度の水ストレスの付与は果実糖度の向上, 着色促進, 浮き皮発現の抑止などの効果の反面, 減酸遅延, 果実肥大の抑制などの効果がある。谷口(1994)は, 根域制限栽培での高糖果実生産には8月から9月に着葉がしおれる程度の(pF3.5程度)が必要だと報告している。一方, 川野(1988)は土壌水分管理のみに頼ると品質管理が困難で上層の細根の枯死や樹勢の衰弱を指摘している。

三重大学生物資源学部附属農場果樹園は, 第3期層の奄芸層群の泥岩と砂岩を母岩の上に立地し, 粘土質土壌で排水不良な条件である。また, 本農場の温州ミカン果実は酸味が強い傾向

にあり、糖度の高い果実の生産は難しい状況であった。ポットによる根域制限は土壤水分を制御するのに適しており、人為的な樹体の水ストレス誘導が容易である。そこで、露地で温州ミカンのポット栽培を行い、本農場のような排水不良な果樹園でも高品質果実生産ができる新しい栽培法を開発することを目的として研究を行った。

本報告では附属農場果樹園でのポット栽培並びに生育期間中透水性シートをマルチした場合と雨水を入れない為に不透水性シートをマルチして収穫前に水切りをした場合の生育及び果実の品質に及ぼす影響について述べる。

材料及び方法

三重大学生物資源学部附属農場果樹園にて、ポット栽培及びポットに透水資材をマルチをした栽培における温州ミカンの生育等を調査する実験1とポット栽培に不透水資材のマルチを併用した場合の水切りの影響を調査する実験2を実施した。

〔実験1〕

露地区、ポット区、マルチ区の3区を設け、各区に11本の「宮川早生」2年生（台木：カラタチ）を1995年3月28日に定植した。ポット区とマルチ区は土とバーク堆肥を2：1の割合で混ぜた後、内容量70ℓのサイド無孔ポット（不燃布東レアクスターB520BK）に詰めた。露地区は1ポットと同量のバーク堆肥を各々の定植穴に混ぜ込んだ。マルチ区は長繊維不織布（ラブシート、ユニチカ社製）を春先にポット上部にマルチした。ラブシートは透水性の白色の不織布で、土壤からの蒸散水分も通す。肥料は元肥に菜種粕300gと溶磷30gを、追肥として尿素10gを施し、灌水は適行行った。なお、定植1年目（1995年）は果実総てを取り除いて、どの区も無果実として、定植2年目（1996年）に生育と果実の品質調査を実施した。

生育調査として、着葉数と幹周の測定を1996年6月から半月毎に10月まで、葉緑素の測定を7月から半月毎に10月まで、土壤水分の測定を

5月から11月まで週3回行った。幹周は地面から高さ2cmの所を測定した。葉緑素の測定は葉緑素計SPAD-501（ミノルタ社）を用いて、春葉について行った。土壤水分は地表下15cmの所をテンシオメーター（竹村電機製作所、pF1.5～2.9用）で測定した。果径の測定は、8月9日から11月1日まで週1回行った。11月13日に果実を収穫し、果径、重量を測定した後、果実を半分になり、ガーゼを使って果汁を搾り、屈折糖度計（ATC-1）にて果汁の糖度は測定してからろ紙（No.5B、東洋ろ紙）でろ過した。ろ液は-20℃で保管し、適宜、解凍してミリポア社の遠心ろ過チューブ（ウルトラフリーC3HV、孔径0.45μm）を通した後、糖、無機イオン、有機酸分析を行った。

〔実験2〕

1996年4月1日に3年生の「上野早生」（台木：カラタチ）20本を実験1と同じポットに定植し、東西2列に配置した。この中から、果実の結果状況が良好な8ポットを選んで実験に供試した。10月2日にその中の4ポットに雨水が入らないようにポットの上をタイベックで覆うと同時に自動灌水装置をはずした。残りの4ポットは対照区として用いた。

土壤水分は、10月2日から5日間隔で10月27日まで6回測定した。測定は実験1に準じて行った。11月1日に果実を収穫し、果径、重量を測定した後、実験1と同様に果汁の糖、有機酸、無機成分の分析を行った。

＜糖分析＞

糖の分析は、高速液体クロマトグラフィー法で行った。装置及び分析条件は以下のようであった。

高速液体クロマトグラフ装置：システムコントローラー802-SC、送液ユニットPU-980、オンライン脱気装置DG-980-50、カラムオープン860-CO、オートサンプラー851-AS、示差屈折計830-RI、クロマトパック807-IT（以上、日本分光株式会社）

分析条件：本カラムにはFinepak SIL NH₂

(I.D.4.6 x 250mm, 日本分光株式会社), ガードカラムにはFinepak SIL NH₂-P (I.D.4.6 x 50 mm, 日本分光株式会社)を用い, 移動相はアセトニトリル:水=75:25で, 流速は1 ml/min, カラム温度は40°Cであった。試料の注入量は果汁原液20 μ lとした。

<有機酸分析>

有機酸の分析は高速液体クロマトグラフィー法で行った。装置と分析条件は以下のものであった。

高速液体クロマトグラフ装置: システムコントローラーSCL-10A, 送液ユニットLC-10Ai, オンライン脱気装置DGU-4A, カラムオープンCTO-10A, オートインジェクターSIL-10Ai, 紫外可視分光光度計検出器SPD-10AVi, クロマトパックC-R7A plus (以上, 島津製作所)

分析条件: 本カラムはShim-pack CLC-ODS (M) (I.D.4.6 x 150mm, 島津製作所), ガードカラムはShim-pack G-ODS(4) (I.D.4.0 x 10 mm, 島津製作所)を用い, 移動相は10mMリン酸バッファー (pH2.3)で, 流速は1 ml/min, カラム温度は40°Cであった。試料の注入量は, 果汁原液の10倍液20 μ lであった。

<無機イオン分析>

無機イオン分析はイオンクロマトグラフィー法で行った。装置と分析条件は以下のものであった。

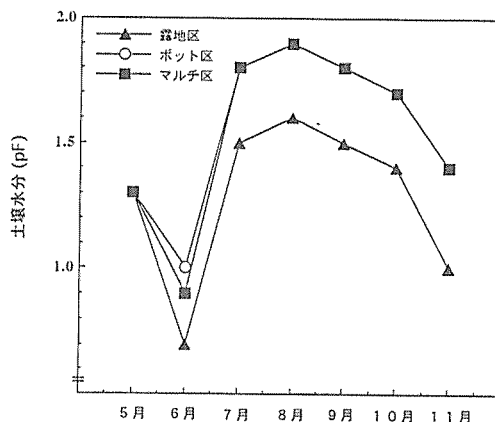
イオンクロマトグラフ装置: システムコントローラーSCL-10A, 送液ユニットLC-10Ai, オンライン脱気装置DGU-4A, カラムオープンCTO-10A, オートインジェクターSIL-10Ai, 電気伝導度検出器CDD-6A, クロマトパックC-R7A plus (以上, 島津製作所)

分析条件: 本カラムはShim-pack IC-C3 (I.D.4.6 x 100mm, 島津製作所), ガードカラムはShim-pack IC-GC3 (I.D.4.6 x 10mm, 島津製作所)を用い, 移動相は2.5mMシュウ酸二水和物で, 流速は1 ml/min, カラム温度は40°Cであった。試料の注入量は, 果汁原液の10倍液20 μ lであった。

結 果

〔実験1〕

生長期における土壌水分の変化を月で示したのが第1図である。測定開始の5月はpF1.3で露地区, ポット区, マルチ区ともに同じであった。6月は, pF値が低くなったが7月にかけて急激に高くなり, 8月を過ぎてから徐々に減少していった。ポット区とマルチ区は6月以降は, 露地区に比べ相対的に高く推移した。



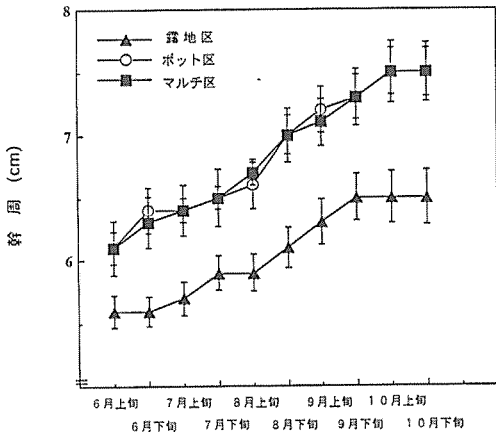
第1図 実験1における生育期間中の土壌水分の変化

温州ミカンの生育については, 幹周, 着葉数, 葉緑素を調査した。幹周は今春(1996年)の生育開始時点ですでにポット区, マルチ区の方が大きく, 今シーズンの実験期間中も幹周の生育は, ポット区とマルチ区が露地区に比べ良好であった(第2図)。幹周の増大は, 露地区では9月下旬まで見られたが, ポット区とマルチ区は10月上旬まで続いた。着葉数は, ポット区とマルチ区で6月下旬から7月上旬にかけて急激に増加した(第3図)。その後は, 9月下旬までほとんど増加しなかったが, 9月下旬から再び増加がみられた。一方, 露地区はポット区, マルチ区ほどの増加は見られなかったが期間中少しずつ増加した。葉緑素値は7月下旬から10月下旬にかけて春葉について調査したところ, 3区とも7月下旬から8月下旬にかけて葉緑素値は減少したが, 9月下旬にかけて上昇し, 10月下旬には減少した(第4図)。測定期間中の葉緑素

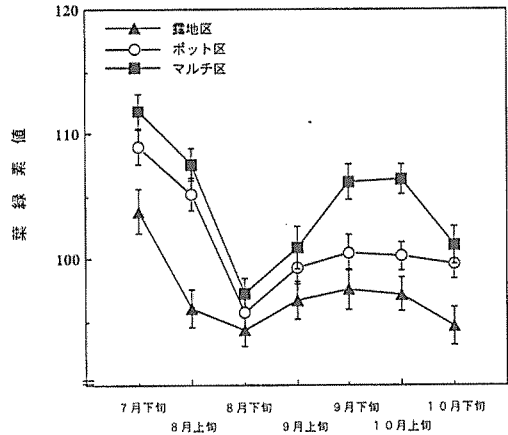
はマルチ区，ポット区，露地区の順で高かった。

果実の収穫は11月13日に行われ，この時点で露地区の果実はまだ青く，果実表面にかなりの緑色が残っていた（第5図）。一方，ポット区，マルチ区ともにオレンジ色に果実は着色しており，露地区に比較して早期に着色が見られ，果実の概観は良好であった。第1表は，収穫した果実の大きさ，重量，糖度を示している。果実の大きさは，露地区，ポット区，マルチ区の順で大きく，重量も同様な傾向であった。果実の形では，露地区はポット区とマルチ区に比べて腰高であった。ポット区とマルチ区は果実の扁平は同じとなった。果実の糖度は，マルチ区が

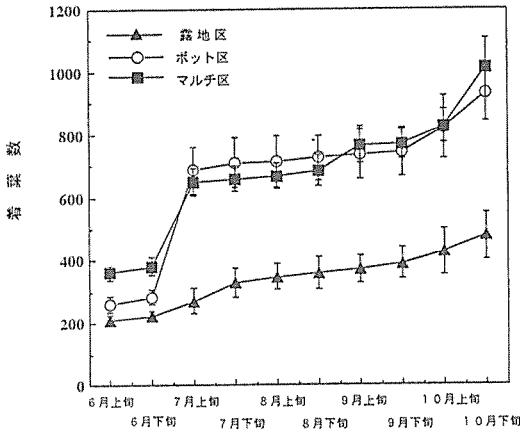
一番高く9.63で，ポット区そして露地区と続いた。第6図は収穫した果実の各区の果汁中の各種糖，有機酸，無機イオンの分析結果である。果汁の各種糖含量を見ると，シュクロースはマルチ区，ポット区，露地区の順であったが，グルコースとフラクトースはポット区，マルチ区，露地区の順であった。果汁の有機酸含量は，シュウ酸とリンゴ酸は，各区の間でそれほど差は見られなかったが，クエン酸は，マルチ区がポット区と露地区に比べ，高い含量を示した。果汁中の無機イオンについては，ナトリウム，アンモニア，カリウム，マグネシウム，カルシウムを測定したが，各区の間に差は見られなかった。



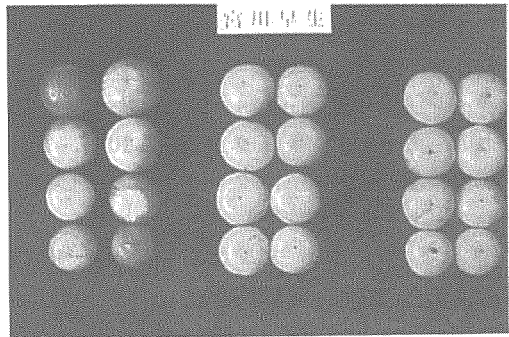
第2図 温州ミカン「宮川早生」における幹周の肥大生育



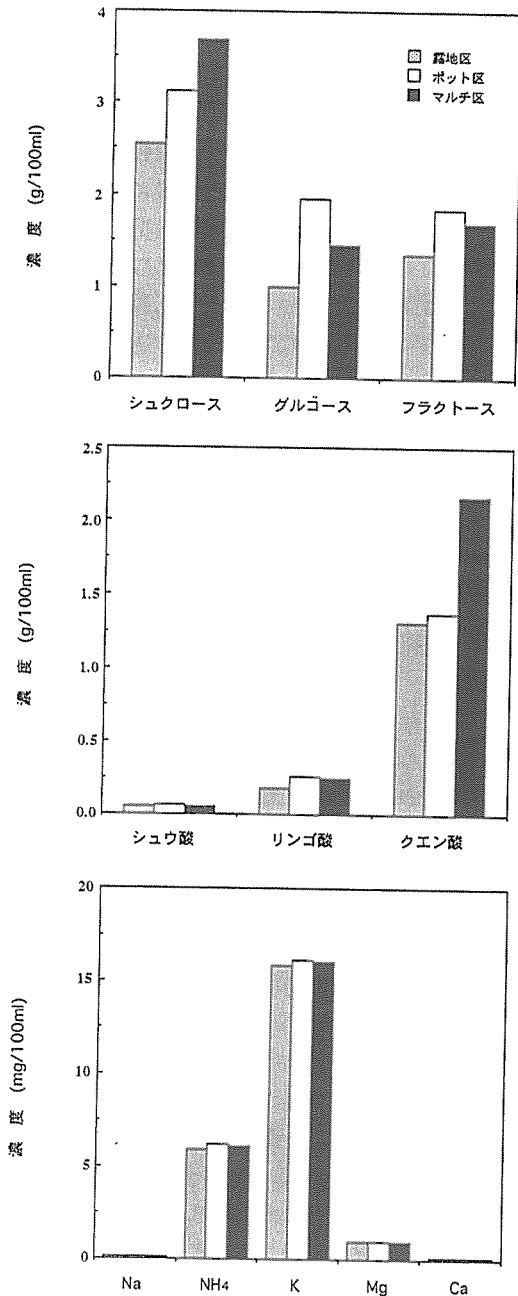
第4図 温州ミカン「宮川早生」における葉緑素の季節的変動



第3図 温州ミカン「宮川早生」における着葉数の季節的変動



第5図 温州ミカン「宮川早生」の収穫時における各区の果実の概観 (左:露地区 中央:ポット区 右:マルチ区)



第6図 実験1における温州ミカン「宮川早生」の果汁中に含まれる各種糖、有機酸、無機イオンの濃度

第1表 温州ミカン「宮川早生」の収穫時における各区の果実の横径、縦径、横径/縦径、糖度、重量

	露地区	ポット区	マルチ区
横径 (cm)	7.03±0.31 ^z	6.89±0.10	6.41±0.09
縦径 (cm)	5.79±0.18	5.19±0.08	4.81±0.06
横径/縦径	1.21±0.01	1.33±0.02	1.33±0.02
重量 (g)	145±16	128±5	102±3
糖度	8.93±0.19	9.31±0.11	9.63±0.16

Z : ±S. E.

〔実験2〕

マルチ後の水切りにより、処理区の土壌pFは10月27日には2.3までになった(第2表)。しかし、収穫まで樹には水不足による萎れはほとんど見られなかった。11月1日に果実の収穫を行った時点で、果実はすでに対照区、処理区ともに着色していた。果実の大きさ、重量にも差異は現れなかった(第3表)。糖度は処理区で高くなったが、有為な差ではなかった。果汁中の各種糖、有機酸も処理による差は見られなかった(第7図)。果汁の無機イオンも処理による差は見られなかった。アンモニウムとカリウムが、両区とも他の要素に比べて多く含まれていた。

第2表 実験2における水切り処理後の土壌pFの変化

	対照区	処理区
10月2日	1.5>	1.5>
10月7日	1.5>	1.5>
10月12日	1.5>	1.5>
10月17日	1.5>	1.6
10月22日	1.5>	1.8
10月27日	1.5>	2.3

第3表 温州ミカン「上野早生」の収穫時における各区の果実の横径、縦径、重量、糖度

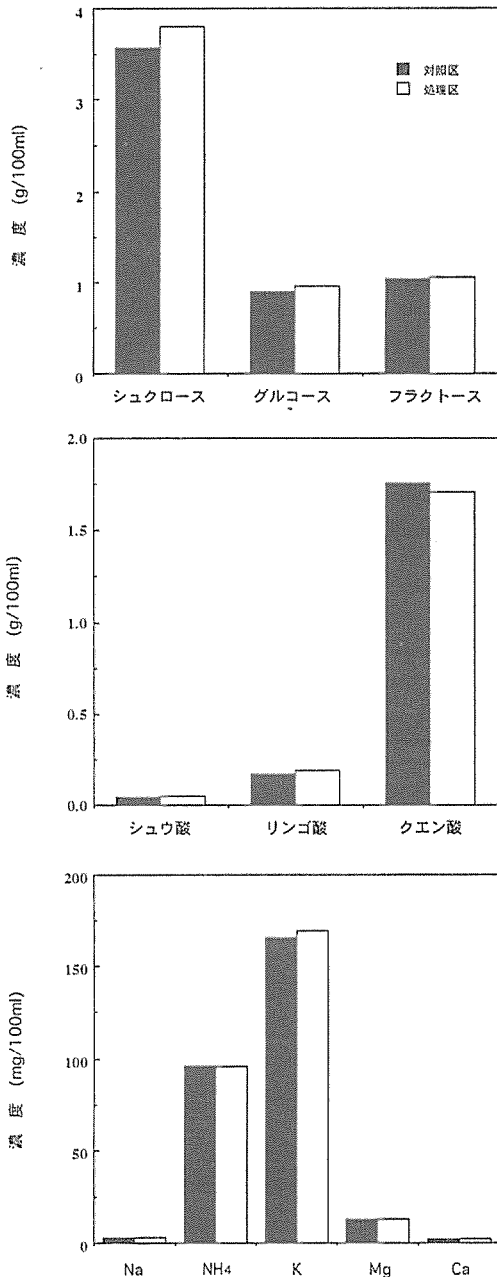
	対照区	処理区
横径 (cm)	6.61±0.14 ^z	6.50±0.15
縦径 (cm)	4.91±0.12	4.78±0.12
重量 (g)	110±6	110±7
糖度	9.10±0.14	9.35±0.17

Z : ±S. E.

考 察

ポット区とマルチ区の間には幹周と葉数において差は見られなかったが、露地区は劣っていた。小沢ら（1992）は根域制限栽培では根域土壌容積が小さいほど定植初年目の生長が小さいという結果を報告している。この様に地下部の生育が抑えられると地上部の生育も抑えられるが、今回の実験ではその様な傾向はなかった。土壌水分は露地区で多いことから、露地区の生育が相対的に劣っていたのは圃場の排水不良か肥料の効きが悪いために起こったものと考えられる。葉緑素はマルチ区が一番高くなったが、これはマルチシートが白色であったことから光の反射が影響したと推察される。

シュートの生育はポット区とマルチ区の方が良好であったが、果実の発育は露地区で良かった。また、果実の横径／縦径及び着色はポット区とマルチ区が同じであったが、露地区は腰高となり果形は悪く、着色も遅れていた。マルチ区とポット区の間ではポット区の果実がより小さく、果汁の糖度は高く、果実はマルチの影響がでたようである。果汁のシュクロース、グルコース、フラクトースの各種糖は、シュクロースではマルチ区が一番高く、グルコースとフラクトースはポット区が高くなった。向井ら（1995）は水ストレス処理により還元糖（グルコース、フラクトース）の増加を報告している。有機酸では、マルチ区のクエン酸が高くなった。谷口（1993）は根域制限栽培では水ストレス付与回数が多いほどクエン酸含量の減酸スピードが遅れると報告しており、マルチ区に使用したマルチ資材ラプシートは浸透性であるが、多量の雨が降った場合は浸透水以外はポット外に流れ出てしまうので、ポットに比べマルチ区は若干早く乾燥したと考えられる。本実験の土壌水分の測定結果は水ストレスを与えるような値でもなく、ポット区とマルチ区の間でも差が見られなかったが、実際には樹体は一時的な水ストレスを受けていたのかもしれない。ポット栽培にマルチを取り入れるには水ストレス以外にも光の影響やマルチ資材の検討は必要である。果汁中の無機イオンは処理間に大きな差はなく、



第7図 実験2における温州ミカン「上野早生」の果汁中に含まれる各種糖、有機酸、無機イオンの濃度

水ストレスやマルチにほとんど影響されなかった。

タイベックによるマルチ栽培は、高品質果実生産のためにすでにミカン園に導入されているが(松村, 1997), 収穫1ヶ月前からのタイベックを使用した不透水性マルチによる雨水の流入を抑える水切りは、果実の大きさ, 糖度, 有機酸等に有為に影響しなかった。土壌pFは10月22日の時点ではまだ圃場容水量の1.8で、収穫前の10月27日に2.3に到達した。これは、気温の低下と降雨等による季節的な要因により、ポット内の土壌水分がそれほど減少しなかったためと考えられる。水分ストレスの効果的な時期として、7, 8月と10月があげられているが(小川ら, 1991), 10月に水ストレスを与える場合は季節的な降雨を考慮に入れ早い段階からの準備が必要であり、強い水ストレスは与える場合は7, 8月の方が適している。

摘 要

三重大学生物資源学部附属農場果樹園でのポット栽培とそれに生育期間中透水性シートをマルチした場合の生育及び果実への影響と、雨水を入れない為に不透水性のシートをマルチして収穫前に約1ヶ月間水切りした場合の果実の品質に及ぼす影響を実験した。

露地区, ポット区, マルチ(ポット+マルチ)区の3区の生育を比較したところ、露地区は他の2区より幹周や葉数が少なく、生育は劣っていた。果実の大きさ, 重量は、露地区, ポット区, マルチ区の順で大であった。また、露地区の果実は色づきが遅れ、腰高となった。果実の糖度は、マルチ区, ポット区, 露地区の順で高かったが、各種糖で見るとシュクロースはマルチ区が、還元糖のグルコースとフラクトースはポット区が一番高かった。有機酸では、マルチ区のクエン酸が他の区に比べ高かったが、リンゴ酸やシュウ酸には大きな差は見られなかった。果汁中の無機イオンも3区の間には差は見られなかった。

収穫1ヶ月前にポットの上部をマルチして水切り処理をした区と対照区を比較したところ、果実の大きさ, 糖度, 有機酸, 無機イオン等に

差は見られなかった。これは、水切りしたにもかかわらずポット内の土壌の乾燥が1ヶ月で強い水ストレスを生じる程度まで到達しなかったと考えられる。

引用文献

- 1) 川野信寿. ハウスミカンの生産安定と品質向上〔5〕. 農業および園芸 63(7): 847-854 (1988)
- 2) 向井啓雄, 高木敏彦, 山本孝行, 野田勝二, 相川博志, 鈴木鉄男. 水ストレス処理をしたウンシュウミカン果実における糖代謝酵素. 園学雑 64別1: 66-67 (1995)
- 3) 小川勝利, 朝倉利員, 壽松木章, 本條均, 伊藤寿, 真子正史, 真苧谷徹. 夏期の水ストレスがウンシュウミカンの果実品質, 光合成及び樹体の呼吸に及ぼす影響. 園学雑 60別2: 20-21 (1991)
- 4) 小沢良和, 中屋英治, 森本純平, 山下重良. ウンシュウミカンの早期成園化に関する研究(第5報) 根域制限栽培における根域土壌容積と樹体の生長, 結実について. 園学雑 61別1: 64-65 (1992)
- 5) 谷口哲徹. ウンシュウミカンの根域制限栽培〔1〕. 農業および園芸 68(4): 490-496 (1993)
- 6) 谷口哲徹. 温州ミカンの根域制限栽培への取り組みと課題②. 果実日本 49(2): 46-48 (1994)
- 7) 松村久雄. カンキツのタイベックマルチ～昨年の反省と今年の方角～. 果実日本 57(7): 12-15 (1997)