

## 根域制限と暗きょ, フィルムマルチがウンシュウミカン幼木の 生育及び果実品質に及ぼす影響

水田泰徳\*・西谷延彦\*\*

### 要 約

根域制限, 暗きょの設置及びマルチ処理が, 畝に定植したウンシュウミカン幼木の生育と果実品質に及ぼす影響について検討した。

- 1 地上部の生育は, 根域制限により抑制されたが, 地下部の生育, 特に細根量は無処理より根域制限区で多くなった。
- 2 1樹当たりの収量は, いずれの区とも根域制限により少なくなり, さらにマルチ処理を行うとより少なくなった。しかし, 暗きょを加えた区の収量はそれほど減少しなかった。
- 3 根域制限により糖度は1以上高くなり, さらにマルチ処理を行うと1以上高くなった。また, 暗きょを加えると酸濃度が約0.1%低下した。

### Effects of Rooting Zone Restriction, Underdrainage and Plastic Film Mulch on Growth and Fruit Quality of Young Satsuma Mandarin Trees.

Yasuniri MIZUTA and Nobuhiko NISITANI

### Summary

The effects of rooting zone restriction, underdrainage and plastic film mulch on growth and fruit quality of satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.) planted on ridges were examined.

- (1) Rooting zone restriction inhibited top growth, but promoted underground growth.
- (2) Young tree yield was reduced by rooting zone restriction. Underdrainage increased satsuma mandarin in root-zone restrictive cultures, but film mulch reduced it.
- (3) Rooting zone restriction increased the refractometer index and citric acid concentration. Film mulch enhanced the refractometer index of fruit juice in root-zone restrictive cultures, while underdrainage reduced citric acid.

キーワード: ウンシュウミカン, 幼木, 果実品質, 根域制限, 暗きょ, マルチ

### 緒 言

果実消費の高品質指向に対応して, 本県のウンシュウミカン産地では, 栽培管理面での改善とともに, 優良品種, 系統への更新をすすめている。カンキツの更新には, 高接ぎと改植が行われている。高接ぎによる更新は, 改植と比べて生産性の早期回復という面では有利である。しかし, 産地では30年生を越える老木園が多く, 高接ぎ更新後の生産が不安定となりがちである。また, 近年作業性の改善や高品質果実生産に適した園地改造の必要性も高まっており, 改植による更新が望まれている。一般に, カンキツの改植には1年生苗が利用されている。

しかし, カンキツは他の果樹と比較して年間の生長量が少ないため, 生産量の回復に要する年数が長く, また幼木期は一般に果実品質が劣る。

改植後の早期多収を図るには, 栽植密度を高めることや大苗を定植すること, さらにいかに早期に着花(着果)量を増加させるか等が重要である。他方, 果実品質を高める方法としては, 夏秋期の土壤水分制御の効果が高い<sup>8)</sup>。

そこで, 本試験では, ウンシュウミカンの着花量の増加や果実品質の向上に有効である根域制限<sup>1)</sup>等の処理を行い, 定植後6年間にわたって, 樹体の生育と収量, 果実品質について調査した。

なお, 本試験は1990年から4年間農林水産省の特定農産物緊急技術開発事業により実施した。

1995年8月31日受理

\* 淡路農業技術センター \*\* 現中央農業技術センター

材料及び方法

試験は1988~1993年に渡り、淡路農業技術センター内の西向き緩傾斜ほ場で行い、培養土として第三紀層(植壤土)の土壤にマサ土を30%程度混和した用土を使用した。供試樹は久能温州で、1988年に2年生苗を各試験区5樹ずつ、等高線上(南北方向)の畝に並木植え(樹列間隔1.5m、樹間1.6m)した(表1)。畝は幅1.0m、高さ0.3mで、底部に不織布(旭化成製マリーエース・E5100)を2重に敷くことにより根域を制限した。暗きょ設置区は、畝中央の不織布の下に溝(幅、深さとも約20cm)を掘り、碎石とともにコルゲート管(φ=50mm)を埋設した(図1)。また、マルチ処理はアルミ蒸着ポリシート(日立エーアイシー製ネオポリシャイン)または透湿性シート(デュボン製タイベック)を用い、8月から11月の収穫期まで行った。

施肥は有機配合肥料(N:P:K=11-7-7)を用い、年間窒素成分で1樹当たり50gを、3月と11月に分施し、かん水は葉と果実に萎凋が認められた時点で実施した。樹形は畝方向の2本主枝とし、その他の管理は慣行に準

表1 試験区の構成

試験区	根域制限	暗きょ	マルチ
根暗マ	○	○	○
根暗	○	○	—
根マ	○	—	○
根	○	—	—
無処理	—	—	—

注) 根: 根域制限, 暗: 暗きょ, マ: マルチ, ○: 処理を実施したことを示す

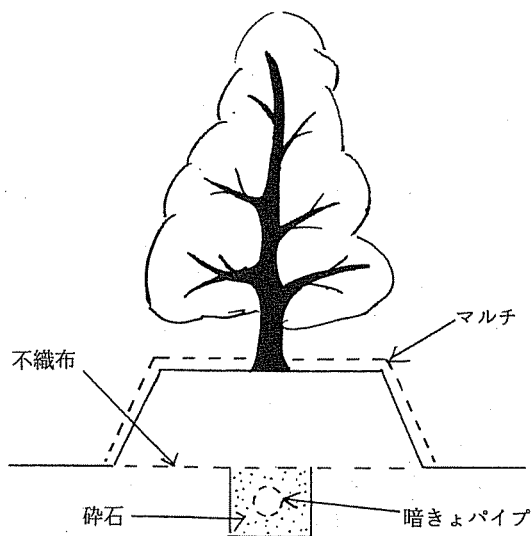


図1 各処理の模式図

じて行った。

土壌水分は、畝中央の深さ10~15cmの部位(各区2ヶ所)における含水比とともに、深さ15cmにおける降雨(54.5mm)後のpF値をテンション式土壌水分計(日本データ制御製PF-9)により測定した。樹体の生育状況は、幹周と樹容積(7かけ法)を12~1月に測定し、1994年2月には各区において地上部の生育が平均的な1樹について解体調査を実施した。収量と果実品質は毎年11月下旬に調査した。果実品質は、各樹から10~20果ずつを採取し、果実重、果皮色のハンター値、浮皮の程度<sup>4)</sup>、果汁の糖度(屈折計示度)及び酸濃度を測定した。

結 果

1 土壌水分

果実品質に大きく影響する8月から収穫期の土壌水分を20~30日ごとに調査し、結果を図2に示した。マルチ処理を行った根域制限+暗きょ+マルチ区と根域制限+マルチ区では、被覆後の土壌水分が降雨の影響を受けず、収穫期まで徐々に減少した。しかし、不織布による根域制限のみの区と暗きょを加えた根域制限+暗きょ区と無処理区との間に一定の傾向はなかった。次に、不織布と暗きょが土壌水分に及ぼす影響を図3に示した。2日間で約55mmの降雨後2日目までは、試験区間の差は大きくなかったが、3日後からは根域制限+暗きょ区の土壌乾燥が進み、さらに6日後からは根域制限区も無処理区より乾燥する傾向が認められた。

2 樹体の生育

図4、5に樹体の生育状況を示した。幹周の肥大は、定植3年目の1990年には根域制限+暗きょ+マルチ区が最も旺盛で、他の試験区間に差はなかった。しかし、4年目以降根域制限+暗きょ+マルチ区の肥大は鈍くなり、かわって無処理区と根域制限区の肥大が良好になった。樹容積は、1991年以降無処理区が大きくなり、1993年には3m近くまで拡大した。これに対し、根域制限+

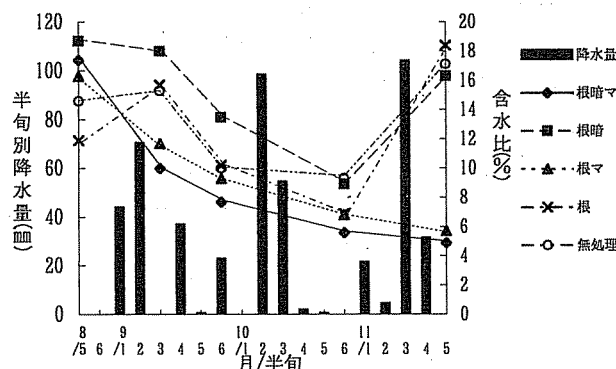


図2 降水量と土壌水分の推移(1993)

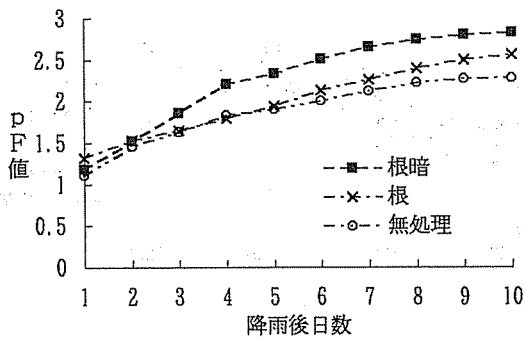


図3 降雨後の土壌水分の推移 (1993)

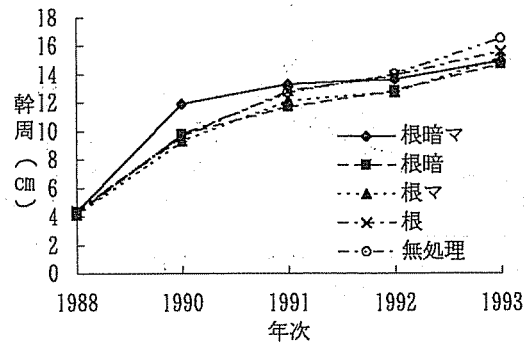


図4 幹周の推移

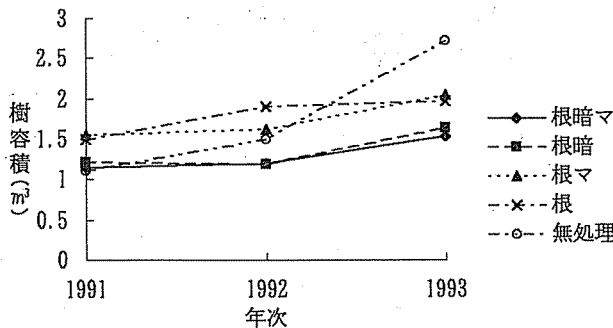


図5 樹容積の推移

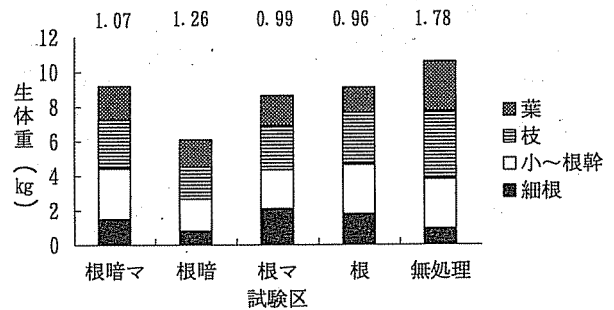


図6 8年生樹の生育状況  
棒上の数字はTR比を示す

暗きょ+マルチ区と根域制限+暗きょ区は樹冠の拡大が最も抑制され、1993年には無処理区の樹容積の約60%となった。また、根域制限+マルチ区と根域制限区も抑制傾向で、1993年には無処理区の75%程度にとどまった。

1994年に行った解体調査の結果を図6に示した。根域制限区は、いずれも不織布の損傷は認められず、根の分布範囲は畝部分に制限され、密度が高かった。これに対し、無処理区では、根が畝間にも伸長し、広く分布していた。地上部重は根域制限区では無処理の70%程度に減少したが、逆に細根重は約2倍となり、小～根幹重は無処理区と差がなかったため、地下部重は無処理区より増加した。根域制限下の各区を比較すると、マルチ処理の影響は明らかではなかったが、暗きょ設置区では細根量がかなり少ない傾向がみられた。したがって、TR比は無処理と比較して根域制限区で小さくなり、その中では根域制限+暗きょ+マルチ区と根域制限+暗きょ区はやや大きかった。

### 3 1樹当たり着果数、収量及び果実重

着果数の推移を図7に示した。結実1年目の1990年は根域制限+暗きょ区の着果数が最も多く、根域制限区はいずれも無処理と同等以上の着果数であった。1991

年も同様の傾向で、試験区間の差は比較的小さかった。1992年の着果数はいずれの区も大幅に増加し、根域制限区が最も多くなり、次いで根域制限+マルチ区、根域制限+暗きょ区、無処理区、根域制限+暗きょ+マルチ区の順であった。しかし、1993年は無処理区と根域制限+暗きょ+マルチ区の着果数は前年と大差がなく、他の区と比べて多かった。4年間の平均着果数は、根域制限区と根域制限+暗きょ区はそれぞれ104.7、101.5と無処理区の95.2と比べやや多かったが、根域制限+マルチ区と根域制限+暗きょ+マルチ区は78.3、89.6とやや少なかった。

図8に各試験区の1樹当たり収量の推移を示した。結実初年における収量は、根域制限+暗きょ区が約6kgと最も多く、次いで根域制限+暗きょ+マルチ区で、いずれも無処理区より多かった。しかし、根域制限+マルチ区及び根域制限区は無処理区より少なかった。結実2年目以降、無処理区の収量は順調に増加し、4年目には初年の約2.5倍に達した。根域制限区及び根域制限+マルチ区も2年目以降増加傾向がみられ、3年目の収量は8~9kgと多くなったが、翌年は少なくなり、経年の増加量も無処理区より少ない傾向が認められた。根域制限+暗きょ区及び根域制限+暗きょ+マルチ区は、無処

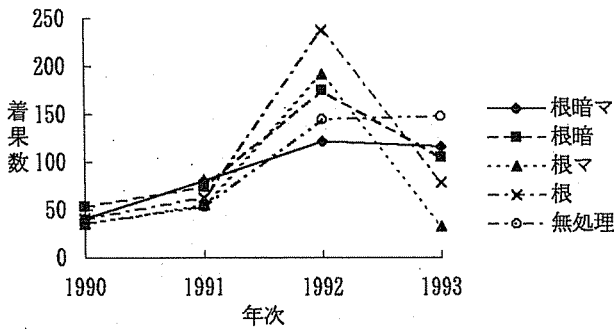


図7 1樹当たり着果数

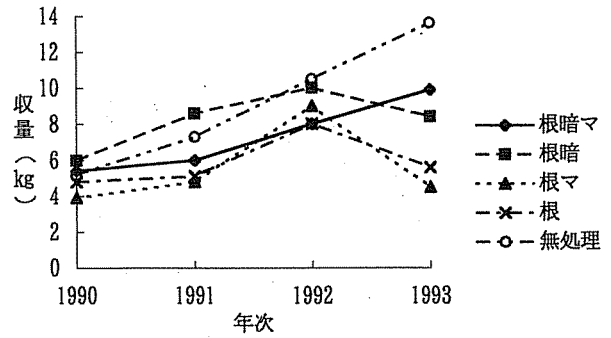


図8 1樹当たり収量

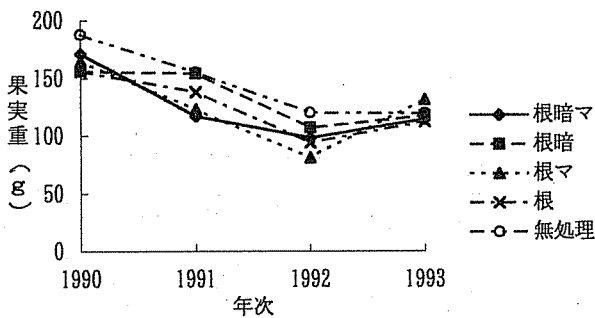


図9 果実重

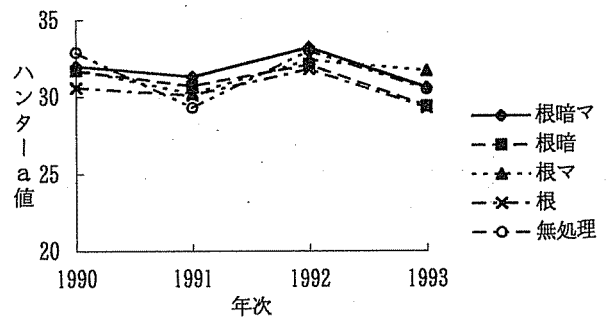


図10 果皮色(ハンターa値)

理区と比較して収量の増加程度は劣るが、根域制限区や根域制限+マルチ区より増加量は多かった。結実開始後の4年間の平均収量は、無処理区の9.2 kgが最も多く、次いで根域制限+暗きょ区(8.3 kg)、根域制限+暗きょ+マルチ区(7.3 kg)、根域制限区(5.9 kg)、根域制限+マルチ区(5.6 kg)の順であった。

収穫時の果実重を図9に示した。無処理区の結実初年目は約190 gと著しく大きく、樹齢の経過とともに小さくなり3、4年目は約120 gとなった。根域制限区は初年目は約160 gで、無処理区と同様に次第に小さくなる傾向が認められ、4年間の平均値も125 gと無処理の146 gより20 g程度小さかった。不織布による根域制限に暗きょやマルチ処理を加えた他の試験区も根域制限区と同様の傾向を示した。

4 果実品質

(1) 果皮色および浮皮程度

収穫時の果実はいずれの年、試験区ともほぼ完全着色に達していたため、果皮色の調査結果はハンターa値で図10に示した。根域制限区の中なかでは、マルチ処理区のa値がわずかに高い傾向がみられたが、無処理区を含め4年間の変動の幅も平均値の処理間の差も比較的小さく、明らかな傾向はなかった。

次に、4年間の浮皮程度を図11に示した。無処理区では、結実1、2年目は中程度の浮皮となり、その後軽

くなる傾向となったが、4年目でも軽程度以上の浮皮となった。これに対し、根域制限+マルチ区は1年目は無処理区同様中程度であったが、2年目以降は1以下となり、4年間の平均値も1以下と浮皮の発生が最も軽減された。また、他の根域制限区も似た傾向を示し、4年間の平均は約1であった。

(2) 果汁の糖度および酸濃度

果汁の糖度を図12に示した。無処理区の1、2年目は約9.5で、3年目は約11と高くなったが、4年間の平均値は10.0であった。根域制限区では、1年目は無処理区と差はほとんどなかったが、2年目以降は12前後の糖度を示し、4年間でも無処理と比べ1.5高くなった。不織布に暗きょやマルチ処理を加えた区の年次変動も同様の傾向であったが、マルチ処理を加えた根域制限+暗きょ+マルチ区や根域制限+マルチ区はさらに1以上糖度が高まった。

果汁の酸濃度の推移を図13に示した。無処理区の酸濃度は1年目は約0.9%で、4年間の平均でも同程度であった。根域制限区では、1、2年目は無処理よりやや高い程度であったが、3、4年目は差が大きくなり、4年間の平均では無処理より0.2%近く高い1.07%であった。根域制限+マルチ区はさらに高く、1.2%の酸濃度を示した。これに対し、根域制限+暗きょ区は、4年間の平均値でも0.96%と無処理よりやや高い程度で、

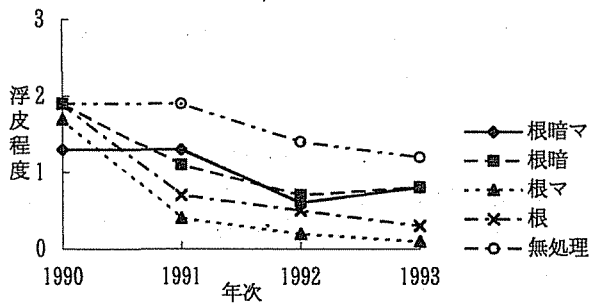


図11 浮皮程度

無(果皮と果肉が密着): 0, 軽(果梗部周辺のみ分離): 1, 中(果梗部~赤道部まで分離): 2, 甚(ほぼ全面で分離): 3

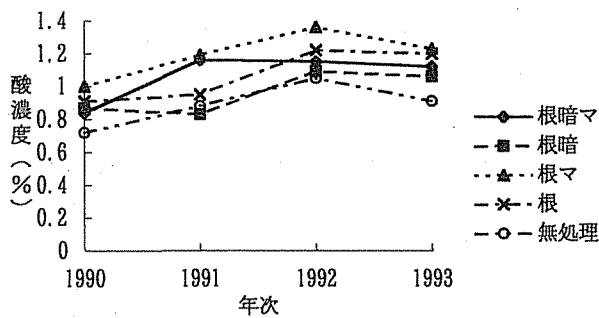


図13 果汁の酸濃度

根域制限区より低かった。また、根域制限+暗きょ+マルチ区は根域制限+暗きょ区および根域制限+マルチ区の中間の傾向を示し、4年間の平均は根域制限区と同程度の1.07%であり、4年間の変動もわずかであった。

### 考 察

一般的に、カンキツの幼木期は栄養生長が優っており、果実の品質が低下しやすい。特に、久能温州は樹勢が強く、また大果となりやすく、糖度の低下、浮皮などを生じやすい<sup>3)</sup>。ウンシュウミカンの果実品質には、夏秋期の降雨量が大きく影響しており、降雨の影響を回避するマルチ栽培などが普及している<sup>2, 8)</sup>。

本試験では、不織布による根域制限や暗きょの設置、夏秋期のマルチ処理により、根群域土壌の乾燥の促進と維持を図った。その結果、土壌乾燥の促進効果は暗きょの設置と不織布による根域制限で認められたが、その程度はいずれもそれほど大きくなかった。暗きょについては、栗山<sup>1)</sup>や田中<sup>9)</sup>が報告しているように、降雨の影響を受けやすく、また余剰な水分の排除は可能であっても、ウンシュウミカン果汁の増糖に明らかにつながる程度の土壌乾燥効果は期待できないと考えられる。また、根域が制限されていても降雨による影響をなくすることはできない。これに対して、本研究のマルチ処理は土壌

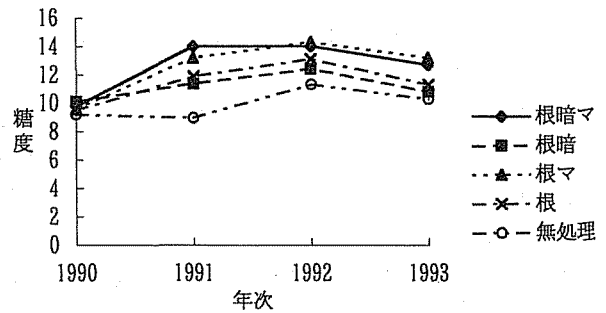


図12 果汁の糖度

乾燥の維持と促進効果<sup>2)</sup>が確認され、根域制限栽培においても有効な土壌水分制御技術であることが明らかである。

樹体の生育は、本試験で根域制限により抑制されており、澤野<sup>9)</sup>が報告しているように、土壌乾燥の促進による水ストレスが樹体に与えられたものといえる。さらに、暗きょを設置した区では生育が抑制されたが、1990年までは幹周が抑制されていないこと、また他の根域制限区と比較して着果数や収量がこれらの区で多かったことから、暗きょ設置区では結実が促進されたため、樹冠の拡大が抑制されたものと考えられる。1993年には、供試樹の解体調査を行った。根域制限により地上部の生育は抑制されたが、地下部、特に細根量は増加する傾向が認められた。同様の傾向は、谷口ら<sup>10)</sup>の不織布を用いた植え穴式の根域制限栽培においても認められている。水ストレスが樹体の呼吸速度に及ぼす影響について小川ら<sup>13)</sup>は、乾燥樹では他の器官と比較して根の呼吸速度が最も抑制されることを報告している。また、澤野ら<sup>5)</sup>は葉の水ポテンシャル $\psi_{max}$ が約 $-5\text{MPa}$ に達すると、その後のかん水により樹体の水ストレスが軽減されても、光合成能の低下とともに細根活性の低下が認められると報告している。これらのことから、樹体は水ストレス等に対応して地上部と地下部の生長割合を変えたものと推察される。

土壌水分と着花量の関係について鈴木ら<sup>7)</sup>は、7、8月及び9、10月の断水処理によって翌年の着花量が増加することを認めている。また、根域制限栽培におけるウンシュウミカンの生態的特性について谷口<sup>11)</sup>は、着花や結実開始樹齢は慣行栽培より早くなるが、着葉数の増加の頭打ちにともない、収量も早期に限界に達し、その後は隔年結果性が強まると述べている。本試験でも、結実開始1~2年目の着果数は無処理と比較してやや多く、3年目も根域制限区等で多かった。しかし、4年目の着果数はいずれの根域制限区も無処理区より少なく、4年間の平均値では根域制限+暗きょ+マルチ区や根域

制限+マルチ区は無処理区より少なくなった。収量についてもほぼ同様の傾向が認められ、本試験における根域制限栽培でも、土壤乾燥によって結実当初の着果は無処理と比べ促進されるが、樹齢を経るにしたがって樹体の生育が抑制され、着果数や収量の伸びも早期に抑えられるものと考えられる。

果実品質では、根域制限処理により果汁の糖度の上昇、浮皮の抑制などの品質向上効果が認められた。ただ、年次によっては根域制限のみや暗きょの設置では糖度の上昇程度の小さいこともあり、前述のように生育期間中の降雨の影響を受けたものと考えられる。しかし、マルチ処理を併用すると、土壤の乾燥が維持され、高い品質向上効果が期待できる。酸濃度は、根域制限により概ね高まる傾向が認められ、土壤乾燥の影響と考えられる。しかし、暗きょの併設により酸濃度が減少する傾向が認められた。本試験では調査を行っていないが、暗きょの設置により土壤中の気相が増加し<sup>9)</sup>、酸素濃度が高くなったことにより果汁の糖度の増加や酸濃度の減少などの品質向上効果<sup>10)</sup>が得られたものと推察される。

以上のように、本試験で用いた畝立て方式による根域制限は、久能温州の幼木期における果実品質の向上に有効である。また、根域制限下のマルチ処理は糖度の高位安定化に効果が高く、暗きょの併設は収量の増加と酸濃度減少の効果が期待できる。慣行の栽培方法と比較すると、本方式はかん水設備や作業の必要性が高まるが、特に水田転換園等排水不良地における高品質化に有効と考えられる。なお、本試験の場合10a当たり約400本の栽植本数で、試算によれば結実当初より2~3tの収量となり、収量面でも早期成園化が図れる。また、本栽培方式に要した資材費(10a当たり、不織布約30万円、暗きょ約14万円、マルチ約11万円、灌水設備約33万円)と収量からみると、根域制限+暗きょ+マルチ区と根域制限+暗きょ区は平均販売価格が無処理区より100円/kg程度高ければ、4年間で資材費の回収が可能である。労賃等その他の経費も考慮する必要があるが、果実品質からみると販売単価の100円程度の上乗せは可能と考えられる。

なお、本試験は幼木期の結果であり、さらに樹齢が経過した場合の生育や収量、品質の状況や作業性への影響、

また作業性の向上等に適した栽植方法、経済性の検討などが必要である。

#### 引用文献

- (1) 栗山隆明(1988): ウンシュウミカン果実の品質改善に関する研究: 福岡農総試特別報告 2
- (2) 水田泰徳ら(1995): フィルムマルチ及びエチクロゼートがウンシュウミカンの果実品質に及ぼす影響: 兵庫農技研報(農業) 43, 107-114
- (3) 西浦昌男ら(1972): カンキツ新品種 '久能温州' と '瀬戸温州' について: 園芸試験場報告 B12, 1-12
- (4) 農林水産省果樹試験場興津支場(1987): カンキツの調査方法 12
- (5) 澤野郁夫ら(1992): ウンシュウミカンの根域制限栽培に関する研究(第5報) 水ストレスの強度の違いが樹体生育と果実品質に及ぼす影響: 園学雑 61別2, 68-69
- (6) 澤野郁夫(1993): ウンシュウミカン栽培における2, 3の方式と問題点: 園芸学会平成5年度秋季大会シンポジウム講演要旨 13-25
- (7) 鈴木鉄男ら(1968): カンキツ幼樹の生育と結実に及ぼす時期別土壤乾燥処理の影響: 園学雑 36(4), 17-26
- (8) 高辻豊二(1993): 根域制限栽培と樹体生理: 園芸学会平成5年度秋季大会シンポジウム講演要旨, 1-12
- (9) 田中 守(1971): 水田転換園ミカンの栽培技術(2): 農及園 46(8), 45~48
- (10) 谷口哲微ら(1992): カンキツ類の施設栽培に関する研究(第8報) 不織布利用根域制限栽培ウンシュウミカンの発育, 品質, 収量: 園学雑 61別2, 70-71
- (11) 谷口哲微(1993): ウンシュウミカンの根域制限栽培(1): 農及園 68(4), 56-62
- (12) 千葉 勉(1982): 果樹園の土壤管理と施肥技術(博友社) 221-222
- (13) 小川勝利ら(1991): 夏季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