

根域制限資材の種類と施肥量がウンシュウミカンの生育 及び果実品質に及ぼす影響

水田泰徳*・西谷延彦**

要 約

根域容量150 lの畝立て栽培における根域制限資材の種類と施肥量が、'久能温州'の生育、収量及び果実品質に及ぼす影響について検討した。

- 1 根域制限資材としてビニールフィルムを用いた場合、不織布と比べ下層土は過湿に、また表層土は乾燥しやすかった。このため、不織布区はビニール区と比べ生育や収量が優れ、果皮の着色度、酸濃度など果実品質も良好であった。
- 2 根域制限栽培における葉中窒素、リン酸、カリ含量は、慣行栽培より少ない傾向が認められた。また、1樹当たりの年間窒素施肥量を25、50及び75 gとしたところ、施肥量が多いほど生育が旺盛で収量も多くなるが、逆に果実品質は劣り、50 gが適量であった。

Effect of Materials for Rooting Zone Restriction and Amount of Applied
Fertilizer on Growth and Fruit Quality of Satsuma Mandarin Trees.

Yasunori MIZUTA, and Nobuhiko NISITANI

Summary

Through the examination of the effect of materials for rooting zone restriction and amount of applied fertilizer on growth and fruit quality of satsuma mandarin trees (cv. 'Kuno-unshu') planted on ridges with volume of 150, we found the following:

- (1) Subsoil of ridges restricted by vinyl film was difficult to drain, while the surface soil layer is easy to dry in comparison with that restricted by non-woven fabric. Growth, yield and fruit quality of satsuma mandarin trees restricted by vinyl film was inferior to that restricted by non-woven fabric.
- (2) Root-zone restrictive culture in leaf nutrient contents, such as nitrogen, phosphate and potassium, tend to be lower than the optimum level. Supply of about 50g nitrogen fertilizer per one tree in one year was regarded as the optimum level for growth and fruit quality of satsuma mandarin trees.

キーワード：ウンシュウミカン、果実品質、根域制限、施肥量

緒 言

根域制限栽培は、ウンシュウミカンの幼木期において果実品質の向上に効果が高く、密植を行えば改植後の早期成園化が可能となる¹⁾。これまで試験的に検討されたり、実用化された根域制限の様式や資材には、コンテナ(プラスチック製など)、畝立て(不織布、ポリシートなど)、植え穴(不織布)がある。しかし、これらがウンシュウミカンの生育や果実品質等へ及ぼす影響を比較した報告はほとんどない。

慣行栽培では、施肥量、特に窒素施肥量がウンシュウミカンの生育や収量、果実品質に大きく影響することが明らかにされている⁹⁾。また、高辻¹⁰⁾は土壌の乾燥程度が同じであれば、樹体栄養の充実した樹の方が大きな糖度向上効果を得ることができると指摘している。さらに、フィルムマルチ栽培や根域制限栽培は土壌乾燥による水分ストレス等のため、樹勢低下や隔年結果を生じやすいことが報告されている^{10, 12)}。したがって、根域制限栽培において高品質果実を安定的に生産するには、慣行栽培以上に施肥管理に留意する必要がある。

そこで、本試験では畝立て栽培における根域制限資材の種類と施肥量が、ウンシュウミカンの生育、果実品質

1996年8月30日受理

*淡路農業技術センター **現中央農業技術センター

等に及ぼす影響について、定植後6年間にわたって検討した。

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として実施した。

材料及び方法

本試験は、1988～1994年にかけて、兵庫県立淡路農業技術センター内の西向き緩傾斜ほ場で行った。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用いた。供試樹は久能温州で、1988年に2年生苗を各試験区に6樹ずつ、等高線上の畝に並木列植(樹列間隔1.5m、樹間1.6m)した。畝は幅1.0m、高さ0.3mで、底部に根域制限資材として不織布(旭化成製マリーエース・E5100)及びビニールフィルム(三井ビニール製0.075×185)をそれぞれ2重に埋設し、さらに側面はアゼシートにより各樹の根域容量を150に制限した。また、施肥は有機配合肥料(成分量:窒素11%,リン酸7%,カリ7%)を用い、1988年より1990年までは年間窒素成分でL(少量)区:25g, M(中量)区:50g及びH(多量)区:100g, 1991年以降はそれぞれ25, 50及び75gを3月と11月に6:4の割合で分施した。なお、1992年と1993年はすべての試験区を8月中下旬から収穫期まで透湿性シート(エーザイ生科研製イーエシート)で土壤被覆し、乾燥を促進した。樹形は畝方向の2本主枝とし、葉や果実に萎凋が認められた時点でかん水した。また、その他の管理は慣行に準じた。

根域の土壤水分は、フィルムマルチを行っていない畝の中央の深さ10～15cmの部位(各区2ヶ所)の含水比を調査するとともに、深さ15cmにおけるかん水後のpF値をテンション式土壤水分計(日本データ制御製PF-9)により測定した。幹周と樹容積(7かけ法:高さ×南北径×東西径×0.7)は12～1月に測定した。なお、本試験を行っているほ場の再整備が必要となったため、1994

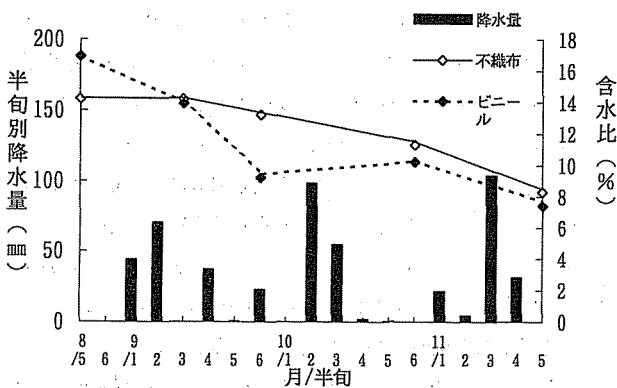


図1 降水量と土壤水分の推移(1993)

年2月には地上部の生育が平均的な1樹を各区選抜し、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。果実品質については、各樹から10～20果ずつ採取し、果実重、果皮の着色度⁵⁾とハンター値、浮皮度⁶⁾、果汁の糖度(屈折計示度)及び酸濃度(クエン酸換算)を測定した。また、1988, 1990及び1992年の9月には常法により各樹より葉を採取し、過酸化水素分解法により処理した後、窒素は水蒸気蒸留法、リン酸はバナドモリブデン酸法、カリ、カルシウム、マグネシウムは原子吸光分光光度法により測定した²⁾。

結 果

1 土壤水分

1993年の土壤水分をみると、8月下旬はビニール区が不織布区より多かったが、比較的降水量の少なかった9月下旬や10月下旬はビニール区の方が少なかった(図1)。また、かん水後はビニール区の乾燥が不織布区より速やかに進み、約20mmの降雨後には、いずれの資材区も同程度のpF値に達したが、その後は再び同様の経過を示した(図2)。

2 樹体の生育

各試験区の幹周の推移を図3に示した。不織布区では施肥量H区の幹周が終始大きく、次いで初期はL区が優れたが、1994年にはM区がL区を上回った。また、ビニール区でもH区が最も大きく、次いでM区で、L区はこれらを下回った。根域制限資材と比較すると、同じ施肥量の場合概ね不織布区の幹周がビニール区より優れた。

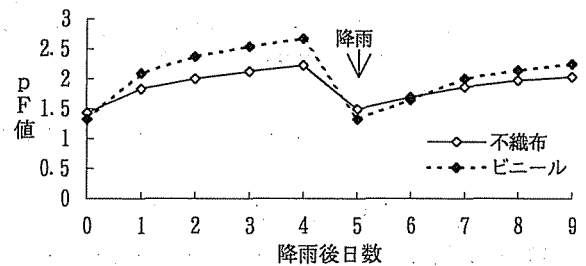


図2 降雨、かん水と土壤水分の推移(1993)

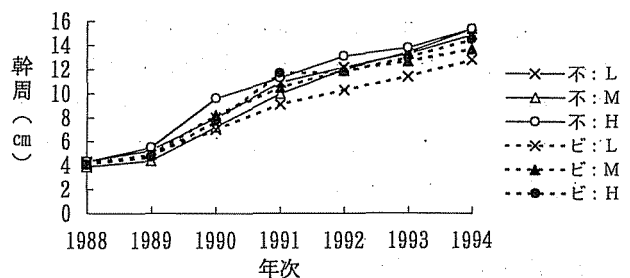


図3 幹周

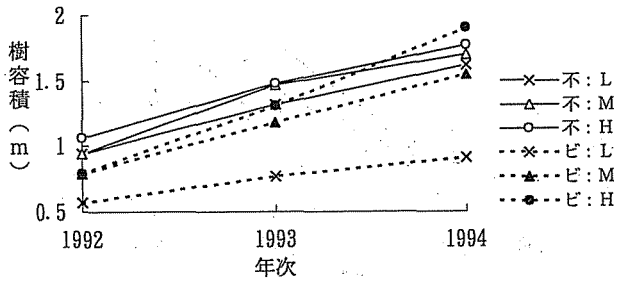


図4 樹容積

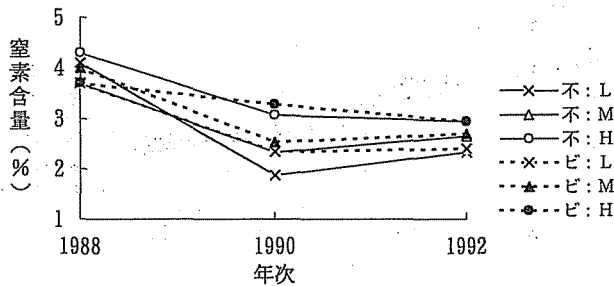


図6 葉中窒素含量

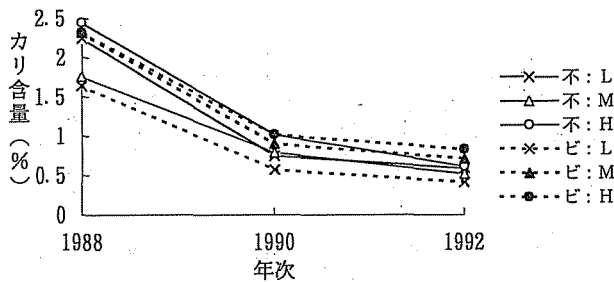


図8 葉中カリ含量

樹容積の経過を図4に示した。不織布区では施肥量が多いほど樹容積が大きい傾向がみられたが、その差は比較的小さかった。これに対し、ビニール区では大きな差異が認められ、特にL区での樹容積が小さかった。また、同じ施肥量では不織布区がビニール区より生育が優れる傾向がみられた。

次に、8年生樹の解体調査結果を図5に示した。総重量は、両資材とも施肥量が多いほど明らかに大きく、また施肥量H区を100とするといずれの資材でもM区は約70、L区は63と同程度の比率であった。各器官別重量も概ね施肥量が多くなるほど大きくなる傾向が認められた。TR比は、不織布区では施肥量が多くなるほど小さくなったが、ビニール区ではM区が大きく、一定の傾向がみられなかった。根域制限資材間の比較では、幹周や樹容積同様、同じ施肥量では不織布区の重量がビニール区より優れた。なお、いずれの樹も根域制限外への出根は確認されなかったが、ビニール区ではビニール直上部の根が黒変、腐敗しているのが観察された。また、不織布の

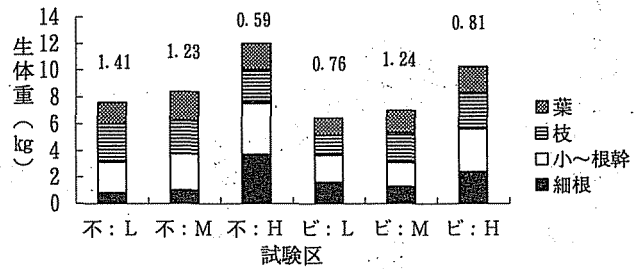


図5 8年生樹の生育状況(棒上の数値はTR比を示す)

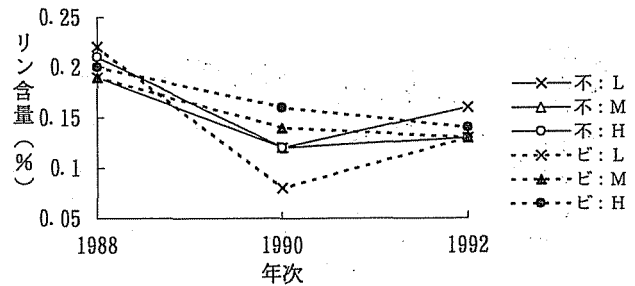


図7 葉中リン酸含量

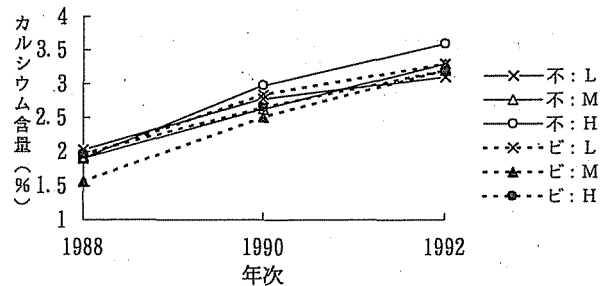


図9 葉中カルシウム含量

穿孔や劣化は認めなかったが、ビニールは黒変し、引くと破れやすくなり、明らかに劣化が認められた。

3 葉中無機成分含量

各試験区の葉中無機成分含量を図6～10に示した。窒素含量は、1988年はいずれの区も3.5%以上と高かったが、1990年以降はやや低下した。いずれの根域制限資材でも施肥量が多い区ほど窒素含量が多かったが、制限資材による差は比較的小さかった。

リン酸含量は1988年はいずれの区とも比較的高かったが、その後やや低下する傾向がみられ、制限資材や施肥量による明らかな差は認められなかった。

カリ含量は1988年はいずれの区も高かったが、その後低下した。ビニール区では施肥量が多いほど高くなる傾向がみられたが、不織布区における施肥量の影響は明らかではなかった。また、資材間の含量の差はみられなかった。

次に、カルシウム含量は窒素、リン酸、カリとは逆に1988年以降いずれの区も増加したが、施肥量や資材によ

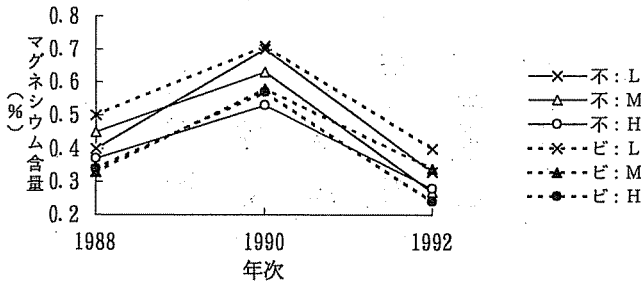


図10 葉中マグネシウム含量

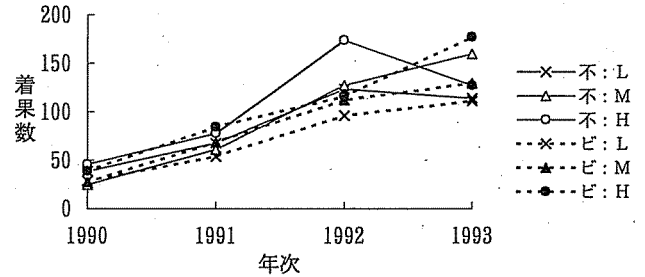


図11 1樹当たり着果数

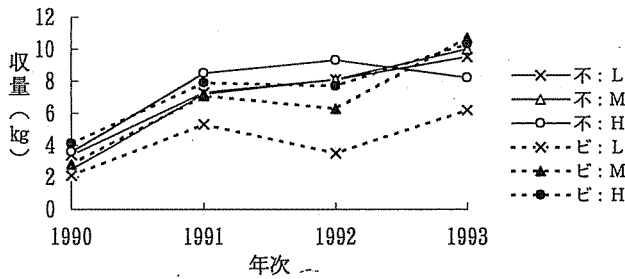


図12 1樹当たり収量

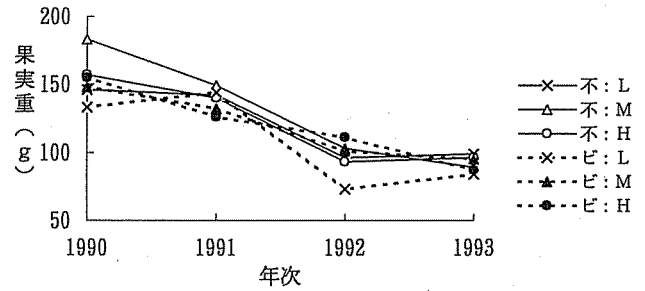


図13 1果平均重

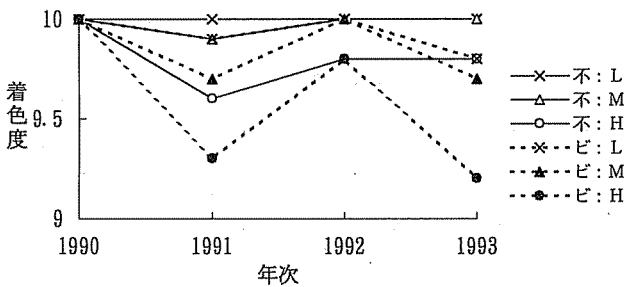


図14 果皮の着色度

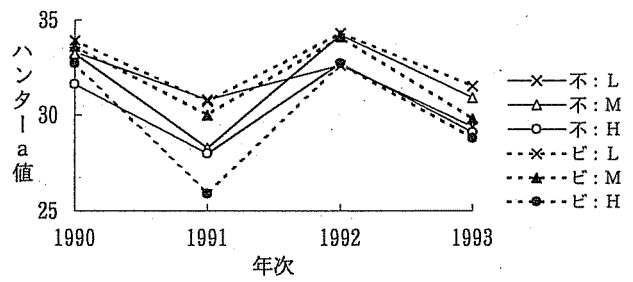


図15 果皮色(ハンターa値)

る差は明らかでなかった。

マグネシウム含量はいずれの区も1988年と比べ1990年は増加したが、1992年には1988年と同程度まで減少した。いずれの資材でも施肥量が多い区でマグネシウム含量が少ない傾向がみられた。

4 1樹当たり着果数、収量及び1果平均重

1樹当たり着果数は、概ね樹齢の経過とともに増加した(図11)。また、ビニール区では施肥量が多いほど着果数も多い傾向が認められた。

1樹当たり収量は、1991年まではいずれの区も明らかに増加したが、その後ビニール区は1992年にやや減少し、1993年には増加した(図12)。不織布区の施肥量L、M区は4年間微増傾向で、H区は1992年には微増であったが、1993年にはやや減少した。施肥量による差はビニール区で明らかで、施肥量が多いほど収量も多い傾向が認められた。不織布区では年による変動があるものの、H区の収量がやや多い傾向であった。なお、4年間の累積収量は、不織布区のL、M、H区がそれぞれ28.3kg、

27.8kg及び29.6kg、ビニール区は17.1kg、26.9kg及び30.0kgで、不織布区の施肥量による差はわずかであり、ビニール区で大きかった。また、施肥量の少ないL区でビニール区が不織布区より劣った。

1果平均重の推移を図13に示した。いずれの区も1990年から1991年にかけては概ね低下する傾向で、フィルムマルチを行った1992年以降はさらに小さくなった。ビニール区の施肥量L区がやや小さい傾向がみられるが、その他の区に明らかな差は認められなかった。

5 果実品質

収穫時の果皮の着色度及びハンターa値を図14及び15に示した。不織布区ではL区の着色度が4年間とも10と完全着色に達したが、施肥量が多いほど着色度は低下した。ビニール区も施肥量が多いほど着色度が低下し、同じ施肥量ではビニール区は不織布区に比べ着色度がやや劣る傾向が認められた。また、果皮色のハンターa値をみると、施肥量が多くなるほどa値が低下(赤みが弱くなる)する傾向が認められたが、制限資材による差は明

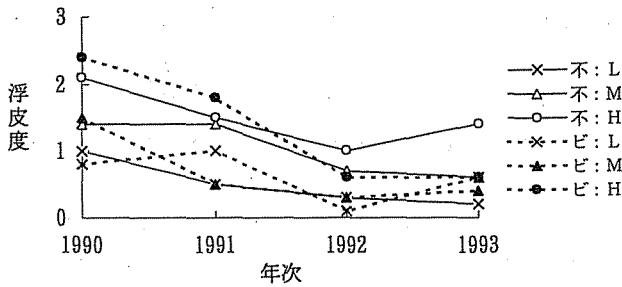


図16 浮皮度

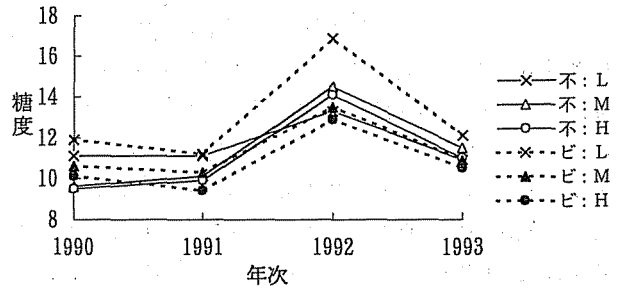


図17 果汁の糖度

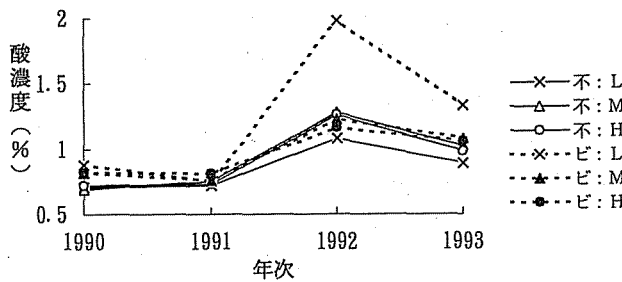


図18 果汁の酸濃度

らかではなかった。

浮皮度を図16に示した。初結果の1990年は概ね各試験区において浮皮度が最も高く、1991年にはやや低下し、さらにマルチを行った1992年以降低下する傾向が認められた。不織布区では施肥量が増加するにしたがって浮皮度も大きくなり、ビニール区でもH区は最も大きかったが、M及びL区の差は明らかでなかった。また、1992年以降施肥量が同じであれば、不織布区の浮皮度がビニール区よりやや大きい傾向が認められた。

図17に果汁の糖度を示した。いずれの区も1992年の糖度が他の年次より高かった。不織布区では1990～1991年は施肥量が少ない区ほど糖度が高かったが、その後はM区が最も高く、ついでH、L区の順であった。ビニール区では4年間とも施肥量が少ないほど糖度が高かった。根域制限資材の影響では、施肥量L区で終始ビニール区の糖度が高かったが、その他に明らかな傾向はみられなかった。

酸濃度を図18に示した。糖度と同様に1992年の酸濃度は他の年次より高く、特にビニールL区の1992年、1993年は他の区と比べ高い数値を示した。また、同じ施肥量で比較すると、概ねビニール区が不織布区よりやや高かったが、施肥量の影響は明らかではなかった。

考 察

1 根域制限資材の影響

根域制限資材として、鉢形式の場合はプラスチックポットやミカン収穫用のコンテナ、またベッドや畝形式で

は不織布やポリシート、プチシートなどが用いられている^{7, 12)}。これらはコストや耐久性だけでなく、透水性に差があり、それが土壌水分等を左右し、樹体の生育や果実品質に影響を及ぼしている。

澤野⁷⁾はベッド方式における制限資材として不織布とポリシートを比較した結果、大雨以降の含水比はポリシート区が高く推移し、不透水性の資材を用いる場合には排水対策を講じる必要があると指摘している。これに対し、透水性シートは微細な孔隙があるため遮根効果が低下しやすく、一部の根が制限外へ出た場合、品質向上効果が低下することを報告している⁷⁾。本試験では、ビニール区では直上部で過湿害と思われる根の黒変、腐敗が認められた。しかし、降雨やかん水後の土壌乾燥はビニール区が不織布区より速やかに進んだ。これは、ベッド方式では根域土壌の側面を枕木やポリシートで被覆しているのに対し、本試験の畝立て方式では、側面からも土壌水分が蒸散すること及び制限外と根域との間で土壌水分が動く¹⁴⁾ためと考えられる。このように不織布区はビニール区と比べ土壌水分含量の変化が小さいため、生育や収量がビニール区より優れるものと考えられる。また、不織布区よりビニール区の着色度が劣り、浮皮度がマルチを行った1992年以降低く、酸濃度が高い傾向がみられたのは、ビニール区の乾燥程度が強かったことが一因と推察される。なお、埋設約6年後の1994年の調査時にはいずれの資材区でも制限外への出根は認められなかったが、ビニールは黒変、劣化しており、いずれ根域制限効果が失われる可能性があった。

本試験で根域制限資材として用いたビニールも、不織布⁴⁾と同様に、無処理樹と比べて生育や収量は劣るものの、果汁の糖度など果実品質の向上効果が得られた。しかし、前述のように、根域制限栽培では透水性の不織布を用いた方が、土壌水分が比較的安定し、ウンシュウミカンの生育や果実品質も優れ、管理の面でも有利である。なお、今後は根域制限様式や容量と経済樹齢の関係等を明らかにすることが必要である。

2 施肥量の影響

ウンシュウミカンの幼木期の年間窒素施肥基準量は土壌条件等によって異なり、3年生樹で1樹当たり70~120g、4年生樹で90~150g、リン酸、カリはその半量程度とされている^{1,9)}。また、成園の基準量は10a当たり窒素が20~25kgで、リン酸とカリはその60~80%とされている例が多い。ウンシュウミカンの窒素施肥量と収量、果実品質の関係については、施肥基準量(22kg)と比較して、施肥量が多くなると収量は増加するものの糖度の低下、着色不良や浮皮の発生増が認められ、逆に施用量が基準量の3分の2程度に少なくなると収量は減少するが、果実品質は良好になり、さらに、3分の1程度になると今度は果実品質も低下することが明らかにされている⁹⁾。また、リン酸やカリのウンシュウミカンに対する肥効は窒素と比べ小さく、露地栽培においてその施用量が問題になることは少ない⁹⁾。

本試験においては、有機配合肥料(11-7-7)を用い、1樹当たり窒素施肥量を1988~1990年は25、50及び100gと設定したが、100g区で浮皮の発生等品質の低下が著しいため、1991年以降は100g区を75gに変更した。1樹当たりの施肥量は、慣行栽培と比較すると少ないが、10a当たりの栽植本数は約417本であるので、窒素施肥量は10a当たりでそれぞれ10.4、20.8及び31.2kgとなり、M区が慣行栽培における基準量にほぼ匹敵する。根域制限をおこなった本試験において、資材の種類にかかわらず施肥量が多いほど樹体の生育は旺盛であった。収量は不織布区では明らかな傾向は認められなかったが、ビニール区では施肥量が多いほど増加した。また、果皮の着色や浮皮、糖度などの果実品質は施肥量が多くなるほど低下し、概ね慣行栽培と同様の結果が得られた。根域制限栽培における窒素施肥量について、真子ら⁹⁾は青島温州と火山灰土を用いた容量70ℓのボックス栽培では、年間窒素施肥量が20gでは着葉数や収量が少なく、糖度もやや低いことから40~80gが適当と報告している。また、容量150ℓのコンテナ栽培で、青島温州に対する年間窒素施肥量を30、60及び120gとして比較したところ、収量や品質には有意な差はなかったが、葉中窒素含量から60gが適正としている⁹⁾。本試験は久能温州を用い、根域容量は150ℓとした。その結果、収量及び果実品質を考慮すればM区の50g程度が適量と考えられ、この窒素施肥量は同容量のコンテナを用いた結果とほぼ一致した。しかし、施肥量に対する反応はやや異なっており、系統や方式、土壌の違いが原因と考えられる。

本試験では、慣行栽培における栄養診断基準と比較して、葉中窒素、リン酸、カリ含量は1990年以降少なくなった。一方、カルシウムやマグネシウムはほぼ適量の範

囲内にあった。生育に大きく関与する窒素、リン酸及びカリの葉中含量が多肥区においても基準値より少ない傾向にあることは、ボックス栽培樹の樹体内成分含量が慣行より葉で少なく、枝や根で多いという報告¹⁰⁾とほぼ一致する。

このように、根域制限栽培においても慣行栽培同様、土壌管理条件や系統によって生育や果実品質に差が生じるため、それぞれの条件に適した施肥量で管理する必要がある。

引用文献

- (1) 兵庫県(1984): 果樹栽培指針(かんきつ類), 16-18
- (2) 兵庫県農林水産部(1995): 総合分析計による土壌・作物体・水耕培養液の分析法, 17-20
- (3) 真子正史(1990): カンキツのボックス栽培に関する試験(第2報)施肥量, 整枝方法がウンシュウミカンの着葉数, 収量, 果実品質に及ぼす影響: 園学雑59別1, 26-27
- (4) 水田泰徳ら(1996): 根域制限と暗きよ, フィルムマルチがウンシュウミカン幼木生育及び果実品質に及ぼす影響: 兵庫農技研報(農業)44, 69-74
- (5) 農林水産技術会議事務局振興課(1995): 特定農産物緊急技術開発事業研究成果果実編第2分冊(農林水産省), 118-119, 386-387
- (6) 農林水産省果樹試験場興津支場(1987): カンキツの調査方法(農林水産省)12
- (7) 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
- (8) 杉浦明(1991): 果樹園芸ハンドブック(養賢堂), 160-163
- (9) 高辻豊二(1987): 農業技術体系果樹編1カンキツ(農文協), 145-154
- (10) 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
- (11) 谷口哲微ら(1990): カンキツ類の施設栽培に関する研究(第7報)ボックス栽培ウンシュウミカンの根圏環境と樹体内成分の変化について: 園学雑59別2, 30-31
- (12) 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
- (13) 千葉 勉(1982): 果樹園の土壌管理と施肥技術(博友社)233-249
- (14) P. J. Kramer(1986): 水環境と植物(養賢堂)79-81