

和歌山農林水技セ研報1 : 89~102, 2000

ウンシュウミカンの周年部分マルチ栽培が樹体の成長と 土壌養分の流亡抑制に及ぼす影響

横谷道雄・菅井晴雄・鯨 幸和・野見陽一郎¹

農林水産総合技術センター 果樹園芸試験場

The Effect of Year-round Part Mulching Growing 'Satsuma Mandarin' on
Tree Growth and Run-off-Repression of Soil Nutrient Element

Michio Yokotani, Haruo Sugai, Yukikazu, Kujira and Yoichiro Nomi

Fruit Tree Experiment Station

Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries

緒 言

ウンシュウミカンの高品質果実生産を目的にした高畝栽培が全国的に多くなってきている。佐伯ら(1993)、中村(1994)は高畝栽培の利点のひとつに、土壌水分の管理が容易であり、果汁の糖度が高くなることを報告している。本県でも水田転換園等の改植時には、客土を行い高畝にして極早生ウンシュウミカン等の新品種を定植する方法が増加している。改植後の幼木の間は、日照条件がよいため園地全面に雑草が繁茂して成長が旺盛となるため、草管理に多大の労力を要している。

本県のウンシュウミカン産地の69%が15度以上の急傾斜地階段園であり、ここでは高品質な果実を生産するための清耕栽培が一般的で、年間3~4回の除草剤散布が実施されている。土壌や地表面施用した肥料成分は降雨によりを流亡を招き、土壌の理化学性の悪化と池・河川等の富栄養化や汚濁の一因となっている。野地ら(1984)は樹園地の近くのため池の硝酸態窒素濃度等が林地に比べて高いことを認めている。環境庁(1993)は平成5年に新たに環境基準を告示し、硝酸態窒素およ

び亜硝酸態窒素を要監視項目に加え、水道水質(10mg/l)で基準項目になっていたものを水道水源を中心に公共水域および地下水に拡大し、水質の監視を指示した。一方、生産現場においては、現地の精農家で土壌流亡などに対して客土や流亡抑制のための有機物マルチを行っているが、近年、敷わらなどの有機物マルチ資材の確保が難しくなってきた。

そこで、シート資材を利用した周年部分マルチ栽培について、幼木園では草管理の省力化とウンシュウミカンの樹体成長及び肥料の流亡抑制効果を検討するとともに、傾斜地階段園では周年にわたる部分マルチと施肥法が樹体栄養、果実品質に及ぼす影響並びに肥料成分の流亡抑制効果を検討したので報告する。

なお、本試験は地域基幹農業技術体系化促進研究「傾斜地カンキツ園における快適・省力生産システムの開発」並びに環境保全型土壌管理対策推進の中で実施したものである。

本原稿の取りまとめにご指導頂いた和歌山県農林水産総合技術センター果樹園芸試験場富田栄一場長に対して感謝の意を表す。

¹ : 現在 : 農業大学校

材料および方法

試験1. 幼木園の防草マルチ

傾斜地の高畝ほ場を1994年の冬期に造成した。高畝は傾斜8~10度、畝巾(上部)2m、長さ16m、高さ40~50cmでテラス部は32㎡である。3月に‘日南1号’ウンシュウミカン2年生を樹間2mに定植した。

1996年6月からシートを樹冠下のみ約1㎡を開口させる(開口率25%)マルチ区を設け、対照区は裸地清耕とした。幼木園のマルチの敷設状況は第1図のとおりである。



第1図 幼木園のシートマルチ設置状況

シートの資材はシルバーポリフィルムと透湿性不織布(資材名:ペパロン)の2種類を用いた。

かん水はかん水チューブにより、夏季の干ばつ期を中心に1回20~30mm、7~10日間断で行い、マルチ区の施肥は樹冠下の無マルチ部分に行った。施用量は窒素成分で1994年1.6kg/10a(2回分施)、1995年4.4kg/10a(4回分施)、1996年10.0kg/10a(春4g、秋6kg)、1997年12kg/10a(春4.8kg、秋7.2kg、但し、シート区春2.4kg)であった。なお、供試肥料はIB複合燐加安604号(16-10-14)を用いた。

生草量は1994年~1997年の5月および8月に手で雑草を抜き取る方法で、除草作業時間は1997年の5月と8月に調査した。幼木の幹径は1994年~1997年の5月と12月に接木部から5cmのところを測定した。土壤中無機態窒素含量は1996年3、5、7、9、10、11月と1997年3、5、7、11月、

葉中窒素含有率は1996年~1997年の7、8、10、11月に、それぞれ土壌、葉を採取して、ケルダール法で分析した。収量・品質は初結実年(1996年)と結実2年目(1997年)の10月に行った。この場合、果汁の糖度は糖用屈折計で、酸含量は中和滴定法で、果皮色a値は果実の赤道部について測色色差計で測定した。

試験2. 傾斜地階段園の周年部分マルチと施肥法

場内傾斜地階段園(テラス幅2.5m)に1995年5月からテラス前部に透湿性防草シートを周年部分マルチし、1995年~1997年に施肥法および地表面管理法試験を行った。部分マルチは第2図に示すように敷設し、対照は慣行の通年裸地栽培とした。供試土壌は褐色森林土で土性はCL、レキ率54.9%、CEC16.6me、腐植含量3.25%であった。



第2図 傾斜地階段園の部分マルチの設置状況

22年生興津早生ウンシュウミカンを供試し、1区25㎡の単連制で1処理区3本を用いた。

施肥量は窒素成分で8(春)-0(夏)-12(秋)kgの年間20kg/10a(以下、8-0-12kg区)を基準に、施肥時期を変更した6(春)-4(夏)-10(秋)年間の20kg/10a(以下、6-4-10kg区)と20%削減した5(春)-3(夏)-8(秋)kgの年間16kg/10a(以下、5-3-8kg区)とした。1995年に5(春)-3(夏)-8(秋)kg区について、パーク堆肥を1996年2月に1t、1997年2月に2t施用した。施肥位置は対照の裸地区で全面に、部分マルチ区でマルチを敷設していないところに施用した。肥料は複合硝燐加安(16-8-10)を用い

た。なお、夏肥は土壤中無機態窒素含量により1996年には5-3-8kg区の裸地区で1kg、部分マルチ区で2kg、6-4-10kg区で1kg、1997年には6-4-10kg区で0.5kg減じてそれぞれ施用した。摘果は8月上旬に果径38mm以下を除去する方法で行った。

土壤中無機態窒素含量は1995年5、6、7、10、11月と1996~1997年の2、5、7、11月、葉中窒素含有率は1995年~1997年の7、8、10、11月に、それぞれ土壤、葉を採取して試験1と同様の方法で分析した。果汁の糖度、酸含量は1995年~1997年の8月下旬から収穫期の11月中下旬まで定期的に試験1と同様の方法で測定した。1果平均重は各年の11月下旬に一括収穫し求めた。

試験3. 傾斜地階段園の部分マルチと土壤表面流去水

試験2と同園において、テラス最前部に穴を掘り、そこにロートを付けたポリピンを土壤表面流去水が溜まるように設置し、雨よけの蓋をして流去水を採取した。集めた流去水を1996年および1997年の4月~11月の毎月1回測定した。この場合、NO₃-N、Kはイオンメーター、PO₄-Pは共立理化学所製β-6を用いて測定した。

調査した階段園階段園は試験2の中のN成分6(春)-4(夏)-10(秋)kg/10a区であり、使用した肥料は複合硝磷加安(16-8-10)であった。

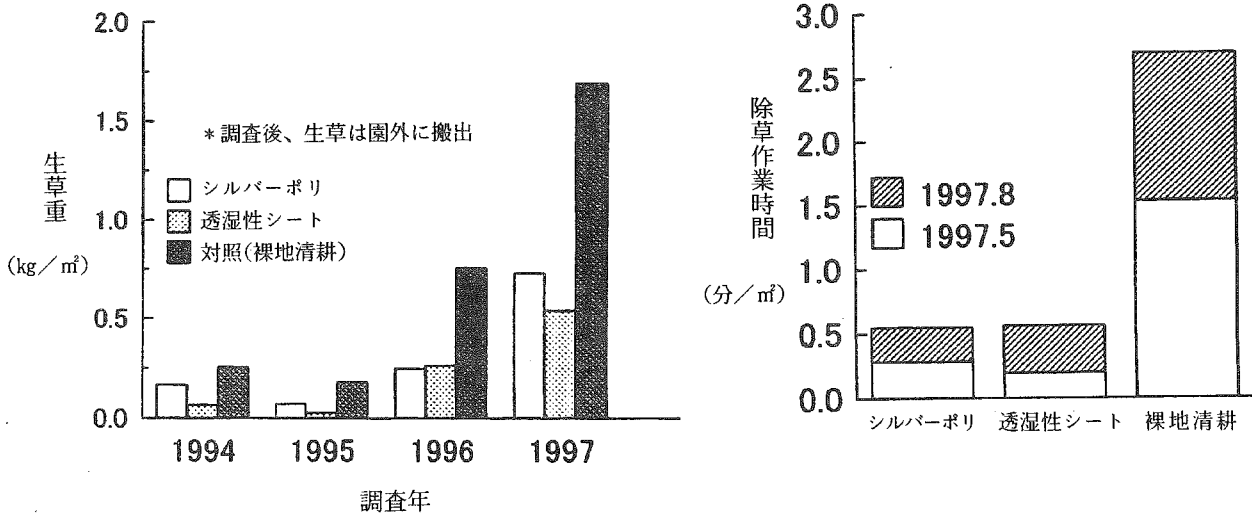
結 果

試験1. 幼木園の防草マルチ

シートマルチによる雑草の生草重および除草作業時間について、1994年~1997年に調査した結果は第3図のとおりである。雑草量は1994年、1995年には各処理区とも少なく、1997年には雑草の生育期に雨量が多かったため旺盛となった。いずれの年もシルバーポリおよび透湿性シートマルチ区では裸地区に比べて雑草量が少なく、1996年、1997年にはシート区で対照区の1/3~1/2になった。1997年に行った除草作業時間の調査では、シート区は対照区の1/5程度に軽減でき、除草作業時間が短くなった。

シートマルチによるウンシュウミカン幼木の幹径は第4図に、葉中窒素含有率の推移は第5図に示すとおりである。幹径の肥大は、1年目まで処理区間に差はなかったが、その後、シートマルチ区で優れた。葉中窒素含有率は、1996年、1997年とも対照区に比べてシートマルチ区で高く推移した。窒素含有率はシートマルチ区で適量ないしやや不足、裸地区では欠乏の状態であった。

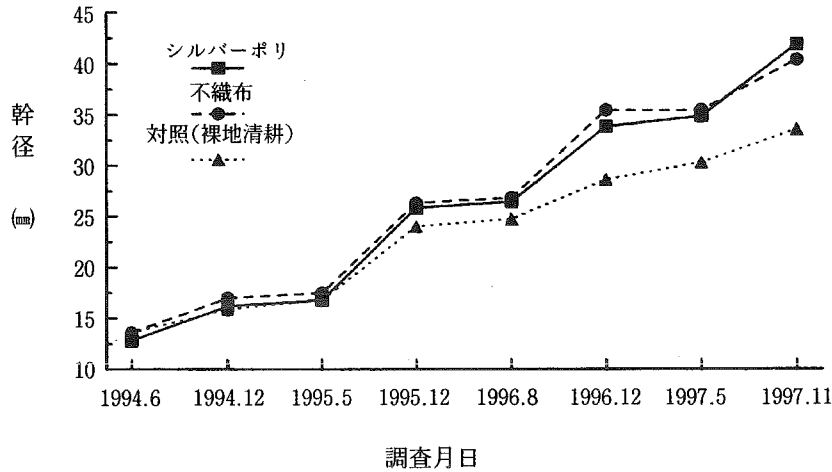
シートマルチと土壤中無機態窒素の推移は第6図である。土壤中無機態窒素は1996年~1997年にかけて対照区に比べてシート区で高く推移し、肥料成分の流亡が少なかったため、1997年の春肥を対照区の1/2に削減できた。



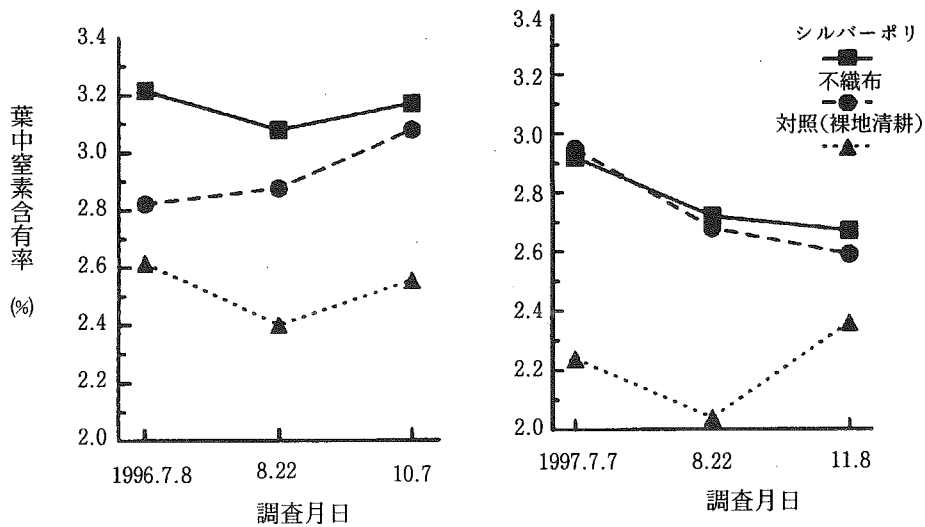
第3図 高畝園のシートマルチと生草重、除草作業時間

収量と果実品質について、結実初年と結実2年目の1996年、1997年に調査したのが第1表である。収量は対照区に比べてシートマルチ区で2年間とも多く、シートマルチ区間では差がなかった。1果平均重は1997年にシートマルチ区に比べ対照区

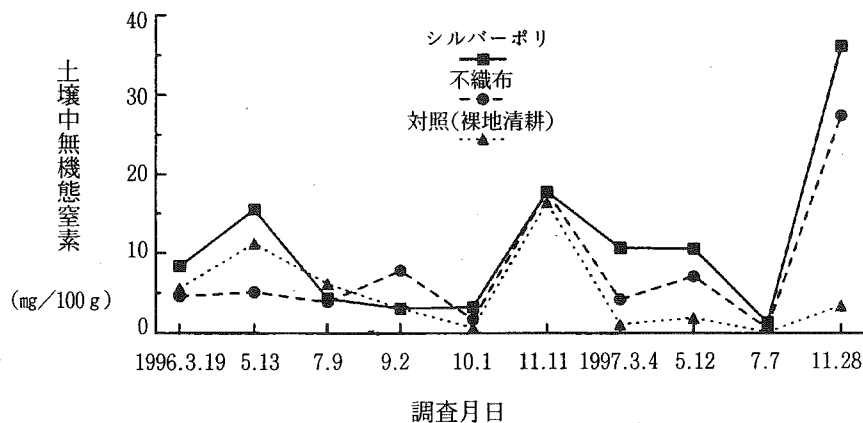
で小さかった。果実品質については1996年にシートマルチ区の果汁の糖度がやや低かったが、1997年には差がなかった。果汁の酸含量には処理区間の差がなく、果皮色a値は1997年にシルバーポリ区で高かった。



第4図 高畝園のシートマルチと幹径の変化



第5図 高畝園のシートマルチと葉中空素含有率の推移



第6図 高畝園のシートマルチと土壌中無機態窒素の推移

試験 2. 傾斜地階段園の周年部分マルチと施肥法

1995年5月～1997年11月に部分マルチと施肥法による土壤中無機態窒素を測定した結果は、第7図のとおりである。1995年には裸地区、部分マルチ区ともほぼ同じ傾向を示し、秋肥施用1か月後の11月下旬には部分マルチ区でやや高かった。1996年は各時期とも部分マルチの8-0-12kg区が

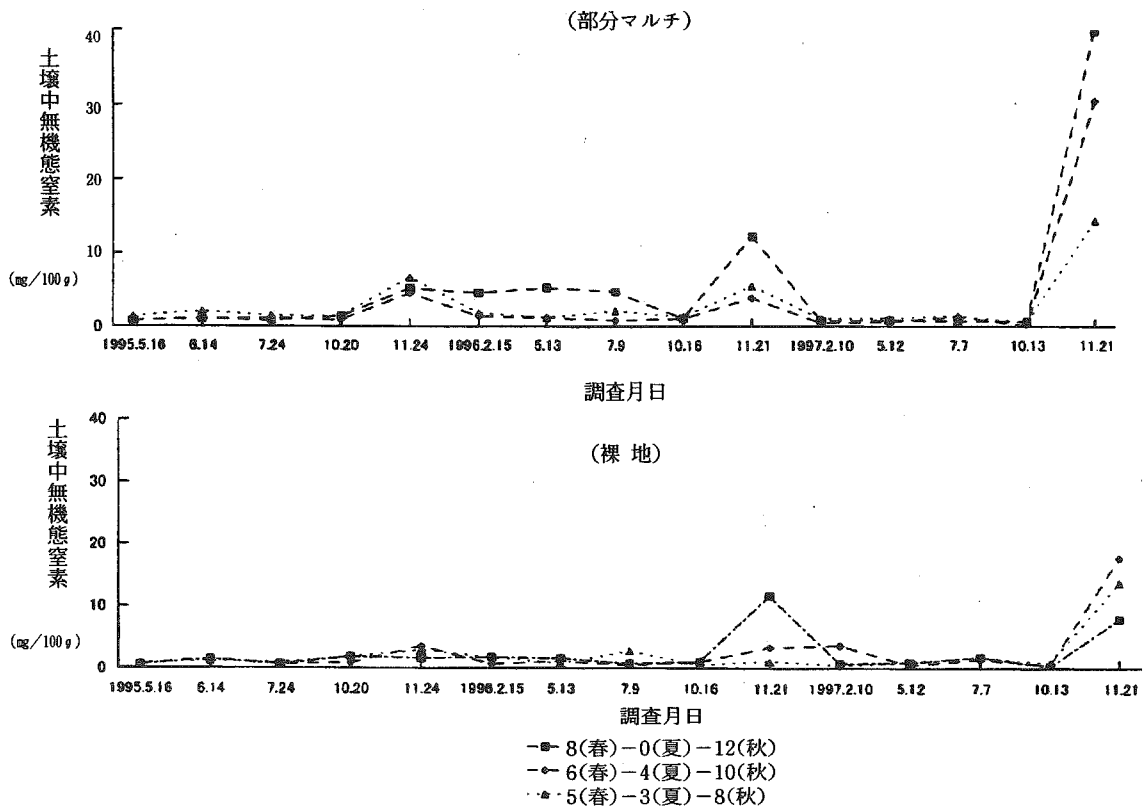
他の処理区に比べて高く推移した。1997年も裸地区、部分マルチ区ともほぼ同じ傾向を示したが、秋肥施用1か月後の11月下旬には部分マルチ区の8-0-12kg区と6-4-10kg区は裸地の同一施肥区に比べて2倍以上の高い値を示した。なお、部分マルチ区では秋肥施用量の多い区ほど、無機態窒素含量は高くなった。

第1表 高畝園のシートマルチと収量および果実品質

試験区	収量(kg/樹)		果実数		1果平均重(g)		糖度		クエン酸(%)		果皮色a値	
	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97	96	97
シルバーポリ	6.58	4.88a ²	54	44a	122	111a	9.4	9.8a	0.89	0.81a	23.9	28.2a
不織布	5.98	4.30a	44	39a	135	111a	9.7	9.6a	0.97	0.93a	24.6	25.2b
対照(裸地清耕)	3.50	1.95b	30	20b	118	95b	10.5	9.8a	1.01	0.86a	26.8	26.9ab

調査月日収量・果皮色：1996.10.23 1997.10.23糖度・クエン酸：1996.10.14 1997.10.23

² 異符号間には、ダンカンの多重検定により危険率5%レベルで有意差あり

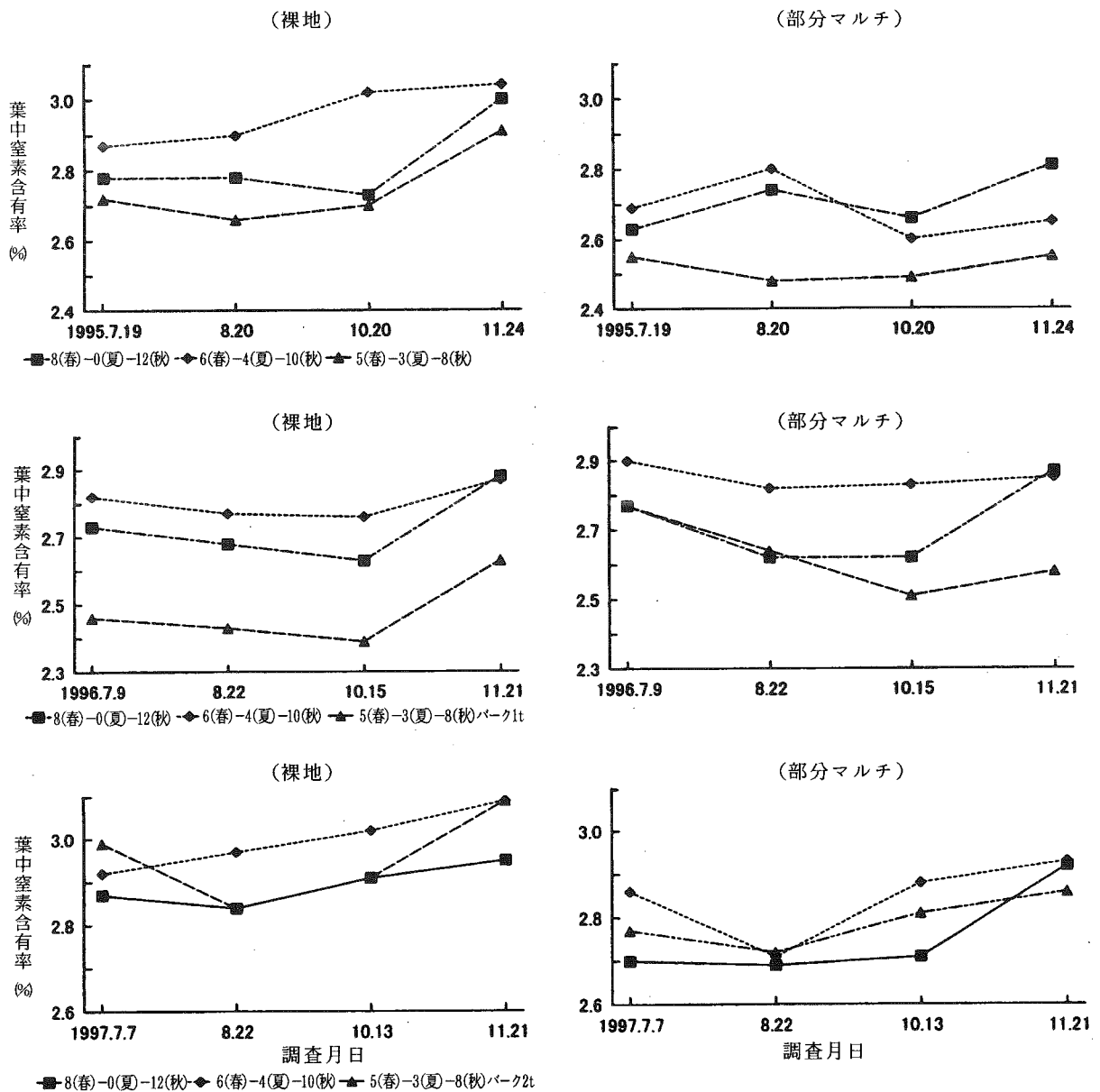


第7図 傾斜地階段園の部分マルチと土壤中無機態窒素の推移

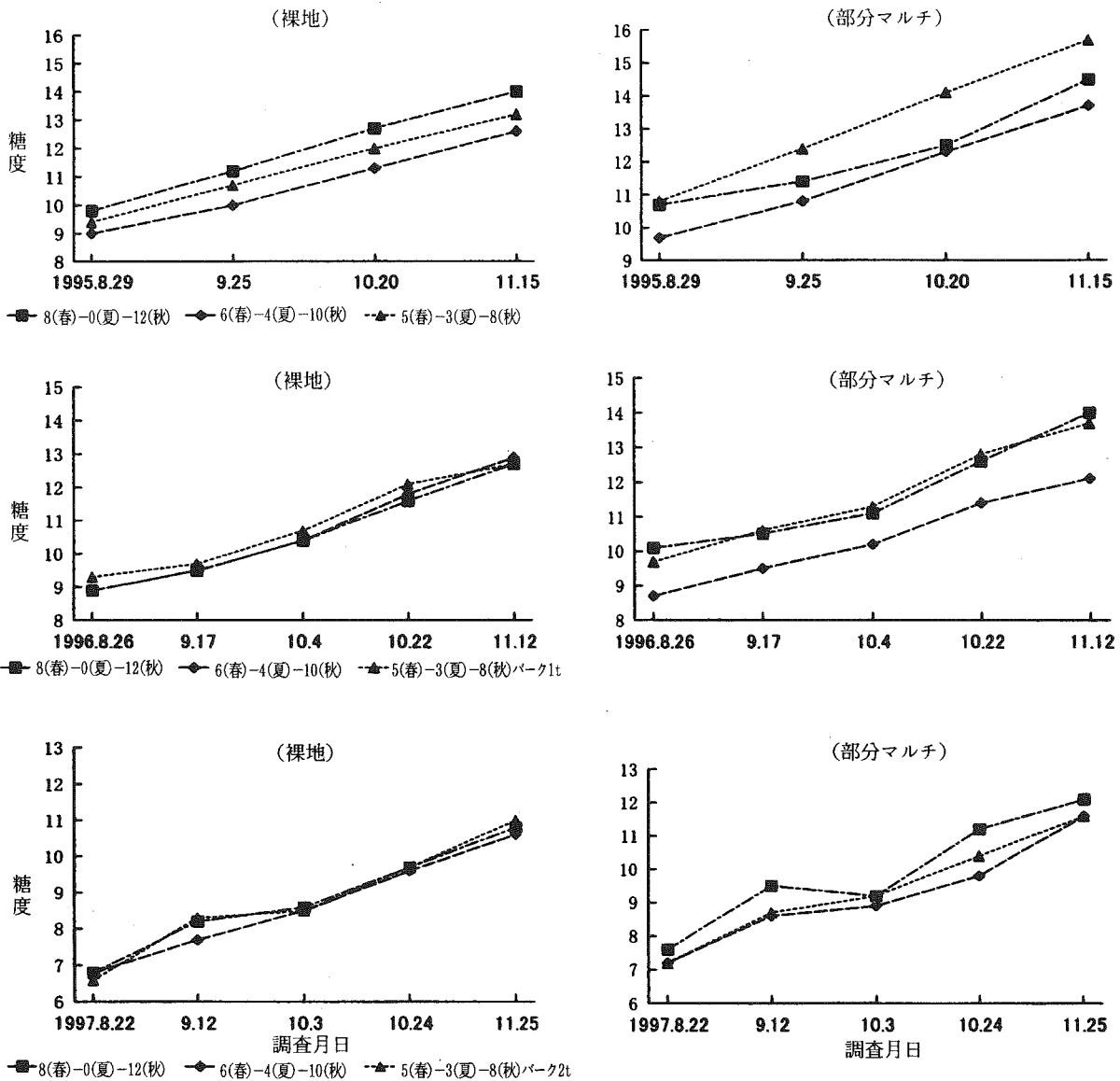
1995年～1997年の7月から11月までの葉中窒素含有率の推移は、第8図のとおりである。葉中窒素含有率は1995年、1997年には各施肥区とも部分マルチに比べて裸地区で高く、1996年には差がなかった。施肥量については3年間とも裸地区の6-4-10kg区で高く、部分マルチ区でも1996年、1997年に同様の傾向であった。

1995年～1997年の8月下旬から11月中下旬にかけて果汁の糖度を測定した結果は第9図ある。果汁の糖度は裸地区に比べて部分マルチ区で3年間

とも高い傾向であった。1995年には各時期とも糖度は裸地区で8-0-12kg区>5-3-8kg区>6-4-10kg区の順であり、部分マルチ区では5-3-8kg区>8-0-12kg区>6-4-10kg区の順であった。裸地区では1996年、1997年には処理区間の差がなかったが、部分マルチ区では1996年に6-4-10kg区で低く推移した。部分マルチ区の収穫時の糖度は年によりやや変化した。低い場合でも11%以上、高い場合には13%以上と高品質な果実であった。



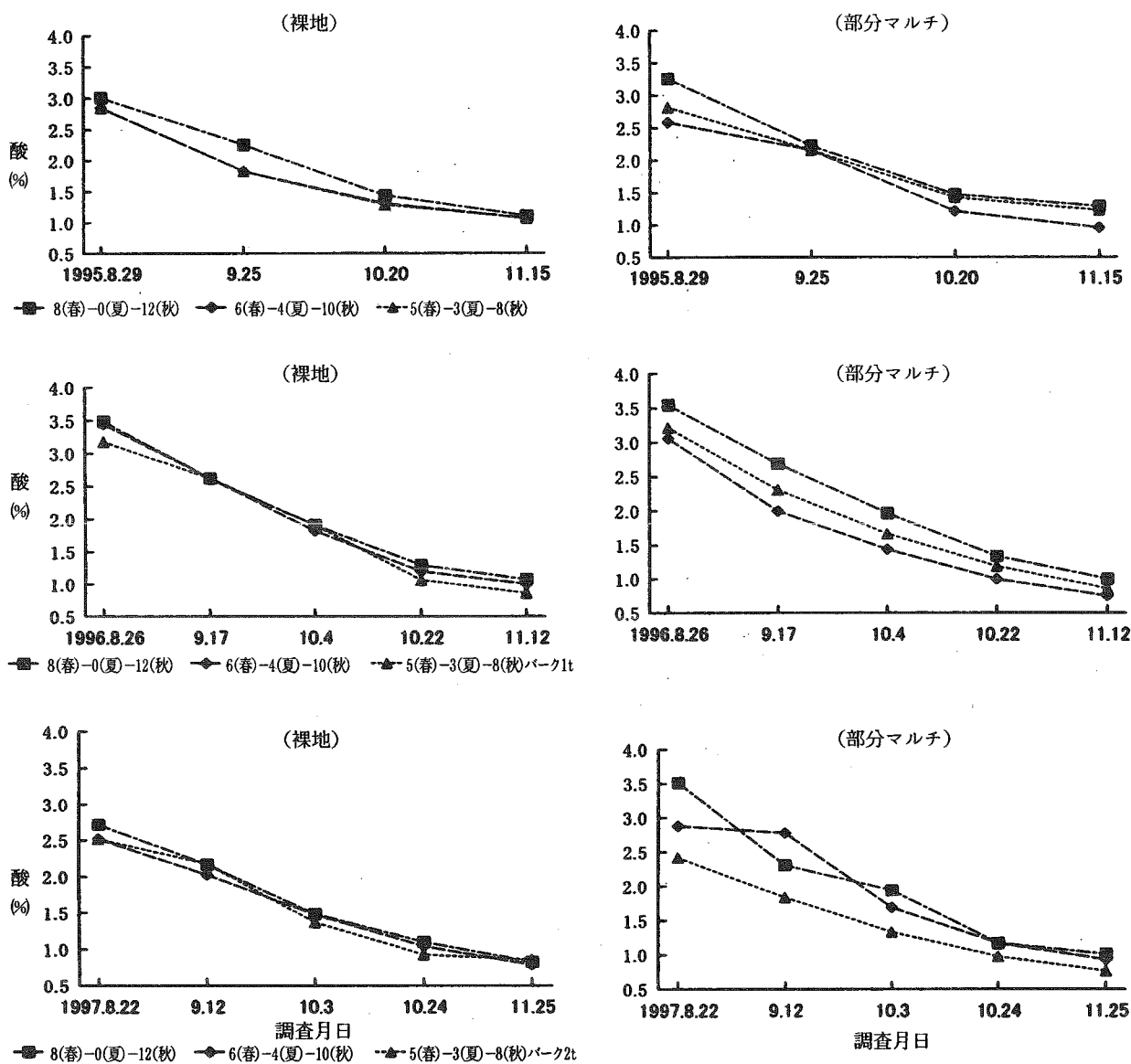
第8図 傾斜地階段園の部分マルチと葉中窒素含有率の推移



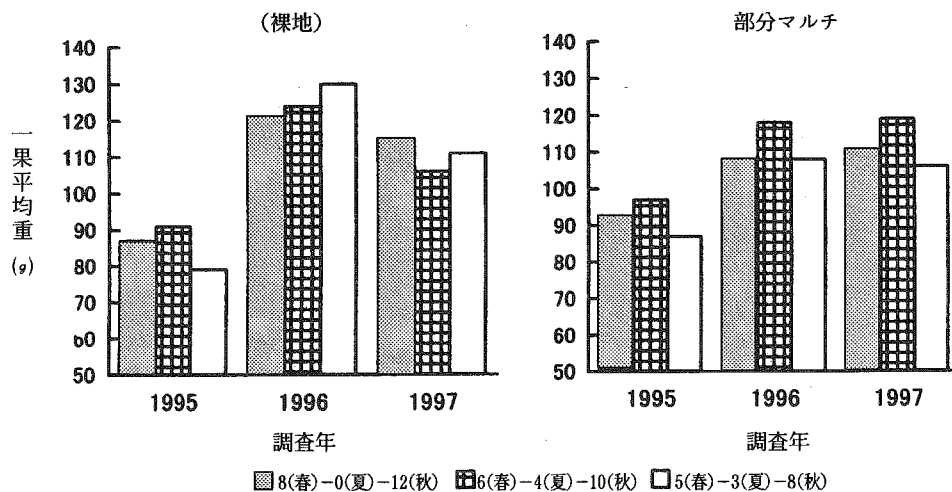
第9図 傾斜地階段園の部分マルチと果汁の糖度の推移

果汁の酸含量の推移は第10図である。果汁の酸含量は、部分マルチ区と裸地区の差はほとんどなく、裸地区、部分マルチ区とも8-0-12kg区で高く推移した。処理区間の差は1996年、1997年の部分マルチ区で大きかった。

1果平均重は、第11図に示すように、年により異なったが、部分マルチ区は3年間とも6-4-10kg区で最も大きかった。部分マルチ区と裸地区の間には一定の傾向がみられなかった。



第10図 傾斜地階段園の部分マルチと果汁の酸含量の推移



第11図 傾斜地階段園の部分マルチと1果平均重

試験3. 傾斜地階段園の部分マルチと土壤表面流去水

土壤表面流去水のNO₃-N濃度の変化は第12図である。NO₃-Nは、1996年4月から10月にかけては両処理区とも低く推移し、秋肥施用後の11月15日には裸地区で46.3ppm、部分マルチ区で13.6ppmであり、裸地区で高くなった。1997年には裸地区では夏肥施用後の6月23日に32.0ppm、秋肥施用後の11月19日に58.0ppmと高くなった。このように、NO₃-N濃度は2年間とも秋肥施用1カ月後に裸地区で高くなる傾向であり、部分マルチ区の濃度は約1/3であった。

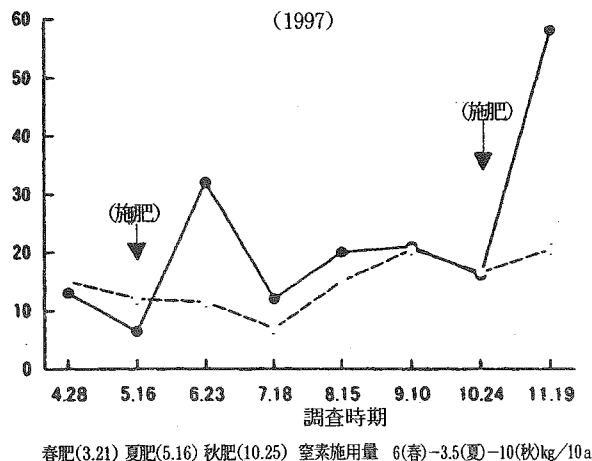
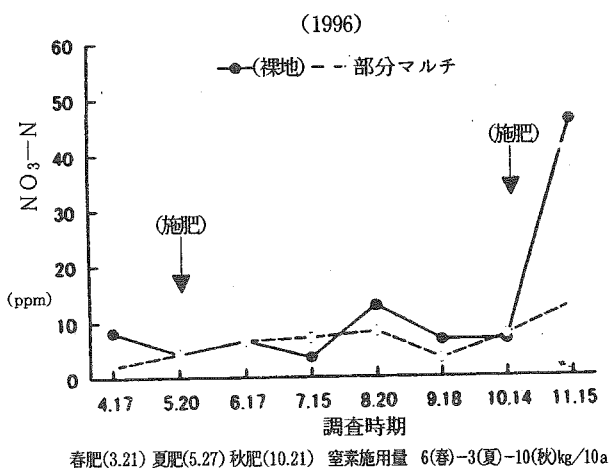
土壤表面流去水のPO₄-P濃度の変化は第13図である。PO₄-Pは1996年には8月から10月

にかけて部分マルチ区に比べて裸地区で高く、1997年にはいずれの時期も裸地区で高く推移した。特に夏肥施用後の6月23日には18.9ppmと最も高くなった。

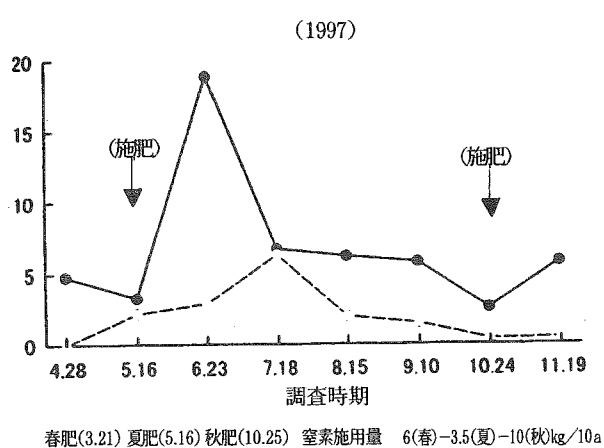
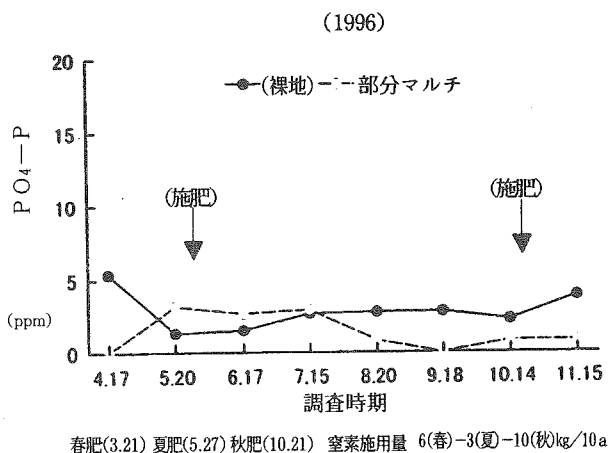
土壤表面流去水のK濃度の変化は第14図である。1996年、1997年とも部分マルチ区に比べて裸地区で高く推移し、裸地区では夏肥施用後の6月と秋肥施用後の11月に高くなった。

考 察

果樹園の土壤管理について、千葉(1982)は裸地方式、被覆方式、折衷方式に分類している。果樹園における土壤管理の相違、特に草生栽培を中心



第12図 傾斜地階段園の部分マルチと流去水のNO₃-N推移



第13図 傾斜地階段園の部分マルチと流去水のPO₄-P推移

に樹体の成育、収量等の関係について調査したものに、常緑果樹では坂本(1963)、渡辺(1972)のウンシュウミカン、森本ら(1977)の夏橙、中村ら(1989)のトサブンタン、落葉果樹では時本ら(1997)の瀬戸内地帯のモモ、ブドウ、渋川(1962)のリンゴ等の報告がある。これらの成績によると、樹の成長・収量は初期に雑草との養水分の競合により劣るものの、成木になるにつれて樹勢は回復し、収量も多くなり、品質の向上する場合もみられる。

ウンシュウミカンの草生管理は、雑草を刈り取って敷草したり、敷わら等をマルチする管理が長い間行われてきたが、除草剤の使用・普及により草管理は著しく省力化され、現在は周年裸地栽培に近い状態になっている。しかし、除草剤の連用によるカンキツの細根の減少、土壌の生物相の変化などの弊害を、森本ら(1978)、岩切(1996)は報告している。

ウンシュウミカンのシートマルチ栽培は、夏秋期の降雨の遮断によって土壌を乾燥させ、着色・糖度の向上を目的に試験が実施された(高辻,1991;河瀬ら,1993)。中谷(1994)はシートマルチ栽培ではウンシュウミカンの品質向上が主な目的であり、雑草抑制は副次的であるが、シート除去後でもしばらくは雑草の繁茂が抑制されることを認めている。しかしながら、果樹園でのシートマルチによる雑草抑制を中心とした研究は、長崎県(1999)の報告があるように果樹栽培の省力化技術開発の一環として、近年実施されはじめています。

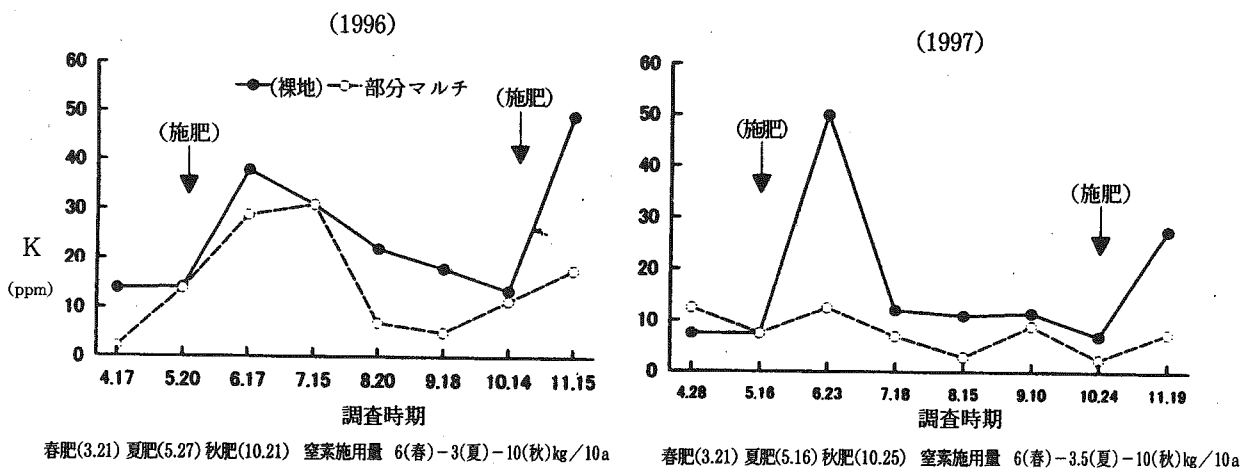
先ず本試験での高畝園におけるシートマルチと

雑草抑制効果については、樹冠下にシートマルチの開口部(開口率25%)を設けて行ったため、雑草生育が旺盛な年には、シート区の雑草量は対照区の1/3~1/2程度になった。被覆率75%なので雑草量は対照区の1/4程度になる見込みであったが、これは樹冠下の無マルチ部のみに施肥を行ったため、雑草の生育が旺盛になったものと思われる。除草作業時間は対照区に比べてシートマルチ区で1/5であったが、これはマルチ開口部のみに雑草が生育したので、除草作業が容易であったためである。

夏秋ら(1998)は除草労力軽減を目的とした周年シートマルチ栽培と被覆複合肥料の組み合わせにより、ウンシュウミカン苗木の樹冠の拡大を促進し、慣行区に比べてシートマルチ区で土壌中無機態窒素が高く推移することを報告している。

山崎ら(1988)は茶の施肥合理化試験において、通路部に有効ポリを被覆するシートマルチは、慣行の裸地に比べて土壌中無機態窒素含量が多く推移し、窒素の溶脱防止効果があることを認めている。

本試験においても、土壌中無機態窒素含量は対照区に比べてシートマルチ区で多かったことから、肥料成分の流亡の少なかったことがうかがわれた。また、シートマルチ区は1997年の春肥を対照区の1/2に削減できたことから、対照区に比べて肥料の利用率がよく、葉中窒素含有率は高く、樹体の成長は良好であった。対照区は除草時に雑草を園外に持ち出し有機物の補給を全く行わなかったことも、成長が劣った要因と思われる。



第14図 傾斜地階段園の部分マルチと流去水のK推移

シートマルチ区の幼木の収量は、対照区に比べて多かったが、これは樹体の成長が良好で着果数が多かったことによるものである。

河瀬ら(1993)、木原(1990)はウンシュウミカンマルチ栽培における果実品質、樹体への影響についてシートマルチ資材の検討を行い、高品質果実生産と樹勢低下防止には透湿性のあるシートが良いことを認めており、最近ではシルバーポリによるマルチはほとんど見られなくなった。本試験では、幼木の成長と除草効果にはシルバーポリフィルムと透湿性防草シートによる差はみられなかった。これは、雑草抑制に関しては両資材とも防草効果を有していること、根域土壤のCO₂ガス等の交換は、樹冠下を開口させているので、シルバーポリフィルムでも充分に行われたので樹体への影響が少なかったためと思われる。このように、シート資材は安価なシルバーポリフィルムでも十分であった。

ウンシュウミカンに対する夏肥の施用は、高品質果実生産のための完熟出荷やマルチ栽培による樹勢低下等の問題から、近年見直されてきている。中原ら(1985)、中間(1994)はウンシュウミカンの夏期の養分吸収が良好で、夏肥の肥効の高いことを認めている。岩本(1987)はウンシュウミカンに対する無機態窒素の施用量は果実4t/10aに対して24kg/N/10a/年を基準量としている。

本試験では傾斜地階段園の部分マルチの施肥法について検討した。部分マルチおよび裸地の土壤中無機態窒素は、5月～10月の間にはほぼ一定の傾向で低く推移した。夏肥施用後の無機態窒素含量の増加は、3年間とも認められなかったが、秋肥施用後には一時的に増加し、特にその傾向は1997年に大きかった。岩切(1976,1992)はウンシュウミカン園の土壤中無機態窒素は化学肥料施用後高く、秋肥重点施肥で11～12月に年間のピークがあることを報告しており、本試験でも同様の結果であった。

葉中窒素含有率の推移を地表面管理でみると、部分マルチ区は裸地区に比べて葉中窒素含有率の低下する年(1995年,1996年)とほとんど変わらない年(1996年)とがあった。このことは、葉面積が部分マルチ区>裸地区であること(1995,菅井ら)や樹勢が外観上部分マルチ区で優れることによるものと思われる。また、施肥法間でみると、6-

4-10kg区で高く推移する傾向であった。広部(1987)は夏肥重点施肥で葉中窒素含有率は試験期間を通して高く推移することを、中原ら(1985)は夏肥窒素の葉部への移行は春肥窒素に比べて大きいことを認め、九州地域のウンシュウミカンの窒素施肥基準の改訂の中で、夏肥の施用量は年間の20%としている。この施肥法は葉中窒素を高める効果があり、周年部分マルチ下でも菅井ら(1994～1996)の同施肥法による早生ウンシュウミカンの完熟出荷型およびマルチ出荷型施肥法試験結果と同様であった。また、施用量を20%削減した5-3-8kg区は、バーク堆肥2t/10aを併用することにより、葉中窒素含有率は基準の8-0-12kg区と同程度に推移した。

部分マルチと施肥法による果実品質をみると、果汁の糖度は、裸地区に比べて部分マルチ区で3年間とも高く推移する傾向であり、施肥法間では部分マルチの6-4-10kg区で3年間とも低く推移し、裸地区でも1995年に同様の傾向であった。果汁の酸含量は、部分マルチ区で施肥法による差がみられ、1995年、1996年には6-4-10kg区で、1997年には5-3-8kg+バーク2t区で低く推移した。新堂ら(1993)はウンシュウミカンのシートマルチ栽培での夏肥施用により果汁の糖度や酸含量が高くなることを報告している。本試験では周年部分マルチ(敷設率約50%)のため、そのような結果はみとめられなかった。

1果平均重は、部分マルチで3年間とも6-4-10kg区で大きく、新堂ら(1993)、菅井ら(1995,1996)の結果と同様であった。

これらのことから、傾斜地階段園の周年部分マルチの施肥法は、基準の窒素成分8(春)-0(夏)-12(秋)kg/10aを20%削減した5(春)-3(夏)-8(秋)kg+バーク堆肥2t/10aの組み合わせが適当と言える。

傾斜地果樹園からの流出水は、地表面流去水と浸透水に分けられ、ライシメーターを使用した試験では、土壤管理法と土壤流亡、水の流去、浸透水について報告されている。坂本ら(1963)は流去水は裸地で最も多く、草生では草の繁茂とともに少なくなり、敷わらは常に少なく、浸透水はその反対であるとしている。本試験における透湿性防草シートを階段園のテラス前部に敷設する折衷方式は、テラス前部の降雨を遮断し後部からの流去

水を抑制する方法である。部分マルチの流去水中のN, P, Kの濃度をみると, $\text{NO}_3\text{-N}$ は裸地区に比べて約1/3に抑制でき, $\text{PO}_4\text{-P}$ は8月以降低いレベルで推移し, Kは $\text{NO}_3\text{-N}$ 以上に流亡を抑制できることが明らかとなった。傾斜地果樹園からの肥料成分流出量について, 長谷(1986)は水流出量と流出水中の肥料成分濃度から肥料成分流出量を求め, N, KはCa, Mgに比べて流出する割合が高いことを認めている。渡辺(1990)はウメ栽植土壌(褐色森林土および黄色土)において, N多区で $\text{NO}_3\text{-N}$, K, Ca, Mgの溶脱量が多いことを報告している。したがって, 部分マルチの敷設によるN, Kの流亡抑制効果は大きいものとされる。また, 周年にわたる透湿性防草シートの部分マルチは除草作業に効果的であった。

摘 要

ウンシュウミカン幼木高畝園の樹冠下を開口したシートマルチと雑草抑制および樹の成長, 傾斜地園の周年透湿性防草シートマルチおよび施肥量と葉中窒素レベル, 果実品質の関係ならびに部分マルチの地表面流去水のN・P・Kの流亡抑制効果を検討した。

1. 雑草の生草重は裸地清耕区に比べてシートマルチ区で1/3~1/2になり, 除草作業時間は1/5程度に軽減できた。
2. シートマルチは幼木の幹径の成長を良好にし, 収量を多くした。
3. シートマルチは葉の窒素含有率を高め, 肥料の利用率を良好にした。
4. 傾斜地階段成木園における部分マルチの施肥法は, 樹体栄養, 果実品質からみてN成分で5(春)-3(夏)-8(秋)kg/10a+バーク堆肥2t施用が適した。
5. 傾斜地階段園の地表面流去水中のN・P・K濃度は, 裸地区に比べて部分マルチで低く推移し, 肥料成分の流亡を抑制した。

引用文献

- 岩切 徹, 中原美智男. 1976. ウンシュウミカンの施肥量と施肥の時期別配分に関する研究. 佐賀果試研報. 6 : 47-50.
- _____. 1992. ウンシュウミカンの窒素肥効と樹体栄養・果実品質に関する研究. 佐賀果試研報. 12 : 50-71.
- _____. 1996. 除草剤で土はどう変わるか. 果実日本. 51(1) : 68-70.
- 岩本数人. 1987. 土壌および施肥管理の適正化によるウンシュウミカンの生産安定に関する研究. 熊本果試特報. 1 : 1-108.
- 河瀬憲次・望岡亮介・尾形凡生・高辻豊二. 1993. 温州ミカンのシートマルチ栽培と資材開発(1). 農及園. 68 : 785-789.
- _____. 1993. 温州ミカンのシートマルチ栽培と資材開発(2). 農及園. 68 : 889-905.
- 環境庁水質保全局水質管理課監修. 1993. 硝酸性窒素による地下水汚染対策ハンドブック. 公害研究対策センター. 244.
- 木原武士. 1990. ウンシュウミカンに対するマルチ資材が果実品質と土壌中の炭酸ガス濃度に及ぼす影響. 園学雑. 59(別1) : 30-31.
- 佐伯 博. 1993. ウンシュウミカンの畝立栽培技術. 農及園. 68(2) : 59-65.
- 坂本辰馬. 1963. ウンシュウミカンの土壌並びにその管理に関する研究. 愛媛果試研報. 3 : 1-101.
- 坂本寿夫・十川 稔・白居 茂. 1963. (第1報) 土壌管理法と土壌流亡, 水の流去, 浸透について. 四国農研報. 8 : 229-237.
- 渋川潤一. 1962. りんご園土壌管理法としての草生敷草法に関する研究. 青森りんご試報. 5 : 1-100.
- 新堂高広・岩切徹. 1993. マルチ栽培ウンシュウミカンにおける夏肥の施用と秋肥の施肥時期の検討. 園学雑. 62(別2) : 86-87.
- 菅井晴雄・鯨 幸和・野見陽一郎. 1994. ウンシュウミカンの合理的な施肥法. 平成6年度常緑果樹試験研究成績概要集. 土壌肥料編. 77-86.
- _____. 1995. ウンシュウミカンの合理的な施肥法. 平成7年度常緑果樹試験研究成績概要集. 土壌肥料編. 99-104.
- _____. 1996. ウンシュウミカンの合理的な施肥法. 平成8年度常緑果樹試験研究成績概要集. 土壌肥料編. 111-118.

岩切 徹, 中原美智男. 1976. ウンシュウミカンの施肥量と施肥の時期別配分に関する研究.

- ウミカンの合理的な施肥法. 平成8年度常緑果樹試験研究成績概要集. 土壤肥料編. 103-110.
- 高辻豊二. 1991. 温州ミカンの水分制御による糖度向上技術. 農業技術. 46(9): 6-10.
- 千葉 勉. 1982. 果樹園の土壤管理と施肥技術. P.47-78. 博友社. 東京.
- 時本 巽・依田征四・深井弘義・佐藤敬雄. 1997. 瀬戸内地帯モモ, ブドウ園の土壤管理に関する研究(第1報)ブドウ成木園における草生, 敷きわら, 清耕の比較. 岡山農試研報. 2: 25-32.
- _____. 1997. 瀬戸内地帯モモ, ブドウ園の土壤管理に関する研究(第2報)土壤管理の差が果樹園用水量に及ぼす影響. 岡山農試研報. 2: 33-42.
- _____. 磯田道雄. 1997. 瀬戸内地帯モモ, ブドウ園の土壤管理に関する研究(第3報)モモ幼木園における草生, かん水が樹及び土壤に及ぼす影響. 岡山農試研報. 2: 43-50.
- 中谷宗一. 1994. 農業技術体系. 果樹編1. 施肥と土壤管理. 各種土壤管理. 技154の8-11.
- 中原美智男・岩切 徹・渋谷政夫・小山雄生・西垣 晋. 1985. アイソトープ¹⁵N利用によるウンシュウミカン成木樹のチッ素施肥法改善に関する研究. 佐賀果試特報. 3: 1-157.
- 中間和光. 1994. ミカンは夏肥重点で. P.1-180. 農文協. 東京.
- 中村光夫. 1995. 農業技術体系. 土壤施肥編5-②. 地表面管理の基本と応用. 高うね栽培(ミカン). 樹園地36の2-5.
- _____. 本田郁二. 1989. トサブントンの栽培法の確立(第1報)ナツミカン園跡地における土壤管理法の違いが樹の生育ならびに収量, 果実品質に及ぼす影響. 山口農試研報. 41: 68-74.
- 夏秋道俊・末次信行. 1998. 緩傾斜地園及び新作業型の軽労働・省力生産体制の構築(ウ)-(3)-1). 平成9年度常緑果樹試験研究成績概要集. 育種・栽培・流通利用編. 141-142. 長崎県果樹試験場ほか. 1999. 樹形改善と新作型による高品質カンキツの機械化生産体系. 九州地域基幹研究成果. 2: 129-139.
- 野地良久・高田勝重. 1984. ため池の水質におよぼす影響. 大分農技センター研報. 3. 87-95.
- 長谷嘉臣. 1986. 傾斜地果樹園からの肥料成分流出量. 果樹試報. 6: 53-64.
- 広部 誠. 1987. ワセウンシュウに対する施肥時期試験. 神奈川園試研報. 34: 1-7.
- 森本拓也・田端市朗・大畑 繁. 1977. 夏橙の土壤管理法に関する研究(第2報). 三重農技セ研報. 6: 27-34.
- 森本純平・小沢良和・中屋英治. 1978. 除草剤の連用が温州ミカンの生育に及ぼす影響. 和歌山果園試研報. 5. 34-39.
- 山崎浩司・柳井利夫・徳橋 伸. 1988. チャの施肥合理化に関する研究(第3報)マルチ及び緩効性肥料の使用効果について. 高知県農技研報. 20: 43-49.
- 渡辺毅. 1990. ウメ植栽土壤における肥料成分の動向と溶脱について. 福井園試報. 7: 31-41.
- 渡辺登志彦. 1972. 瀬戸内カンキツ園の土壤管理に関する研究(第2報)土壤管理法が樹の生長に及ぼす影響. 広島果研研報. 1: 1-9.

Summary

We examined weed inhibition, growth of trees under part mulching, and crown opening of young 'Satsuma Mandarin' trees grown on upper rows of high hillside orchards. The relationship between the nitrogen content in the leaf and the quality of fruit was also studied. Furthermore, the inhibition of the run-off of the N, P, K element in surface water from orchards treated with year-round moisture, repression of weeds by mulching, and the amount of fertilizer applied were investigated.

1. Compared with the bare areas, weed grasses decreased by $1/3$ to $1/2$ in the mulched areas, and work on the application of herbicides was reduced to $1/5$.
2. Mulching improved the growth of the diameter of the trunk of young trees, and the yield increased.
3. Mulching improved fertilizer utilization, especially the rate of nitrogen content of the leaf.
4. The suitable method of fertilization on the hillside terraced field was observed from tree nutrition and quality of fruit. The N component for 10a was 5kg in spring, 3kg in summer, and 8kg in autumn + 2t of bark compost.
5. The concentration of N, P, K in the run-off of surface water from the hillside terraced field was lower from the mulched areas than from bare areas; also the run-off of the fertilizer component was inhibited.