

傾斜地果樹園の実態と保全的管理

—四国地域のみかん園について—

農林水産省四国農業試験場土地利用部果樹研究室 大東 宏

はじめに

昭和30年代後半から40年代の前半にかけて、みかん増植ブームが続き、この時期、みかん園の開墾面積は著しく増加した。日本経済の急成長期でもあり、人心は“大きいことは良いことだ”、“より広く、より速く”に傾倒した。みかん園開発も手開墾時代には想像もできなかった大面積の団地が、ブルドーザーの利用で短期間に開墾造成され、団地に係わる農家は既成園の平均経営規模よりもはるかに広い面積の配分を受けて、折からの計画密植方式で団地が短期間でいっせいに定植された時代である。

瀬戸内海島嶼部や独立峰の開墾は過度に進み、本来、人間や作物の水源涵養林であった林地までも、みかん園に変貌し、以後襲来する小規模な干ばつに、みかんとともに水不足に泣くこともしばしばあり、いまは還らざる自然の回復を待つ農家も多い。さらに土砂流亡、災害、水質富栄養化など周辺環境に及ぼすみかん園開発の影響が懸念される一時期があって、現在も局部的には問題を残している。

石油ショック以後、時代志向は大きく変化し、“小型化、省資源利用”、“狭い日本そんなに急いでどこへ行く”となった。ゆったりと落ち着いた田園都市、地域の時代となり、農林水産省も重要研究問題として“地域農業複合化研究”を強く推進する時代である。

このような時代になると、これまでの物や量

に対する優先感覚から、質、調和を重んじる精神が尊重されるようになる。

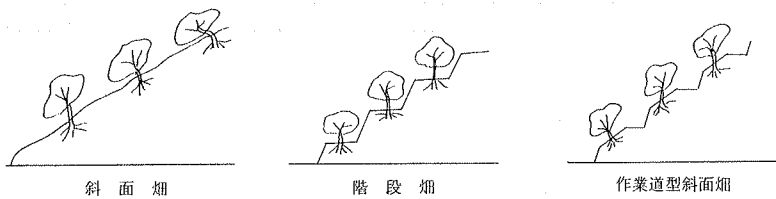
近年のみかん価格の低迷で、農家は久しく経済的苦境に置かれている。さらにこれからみかん園の減反、品種更新、改植事業などに追われることは必至で、開発優先から地道な安定した体質改善を求められる時代になりつつある。社会情勢からみても、みかん農家も地域社会に受け入れられるものをもたなければならなくなっている。地域社会における共存に不可欠な問題のひとつは、みかん栽培が環境に及ぼす影響の問題認識、寄与度とそれらに基づく保全的管理の工夫であろう。しかしいっぽう都市化への進展、開発に伴うみかん栽培を取り巻く環境の急激な変化により、みかん栽培に悪影響があらわれている事例が多いことも事実である。

ここでは農業土木の手法はさておき、栽培専門家的立場から、傾斜地果樹園の保全的栽培管理技術の一面を考えてみたい。

1. 傾斜地みかん園の実態

(1) 傾斜度、造園形態

我国のみかん園面積の半ば以上は 15° 以上の急傾斜地に立地している(第1表)。造園形態は一般に斜面畑と階段畑が多いが、一部には作業道型斜面畑もある(第1図)。例えばみかん生産量が最も多い愛媛県の造園形態別面積をみると第2表のとおり、約50%が階段畑である。



第1図 急傾斜地みかん園の造園形態

第1表 傾斜度別かんきつ栽培面積

傾斜角度	面積(ha)	割合(%)
5度以下	31,837	15.6
5～15度	68,242	33.4
15～25度	75,137	36.8
25度以上	29,058	14.2
計	204,274	100.0

注) 果樹農業振興基本方針作成調査(1974年度)

第2表 愛媛県におけるみかん園の地形別面積

地形	実面積(ha)	面積割合(%)
平地	3,070	15.2
段畑	10,093	50.0
段畑で ない		
緩傾斜地	3,451	17.1
急傾斜地	3,566	17.7
計	20,180	100.0

注) 1971年果樹基本統計調査

同県における70%以上の園は15°以上の傾斜地であるから、階段畑の大部分は15°以上の傾斜地と推定される。愛媛県は概して多照寡雨地帯であって、このような数値を示すが、瀬戸内地方を除いたほとんどのみかん地帯は、比較的雨量の多い地帯に位置するため、急傾斜地みかん園は大部分が階段畑とみることができる。

(2) 栽植密度、温州みかんの樹形特性、収量、品質

栽培管理に必要な空間はみかんの栽植方法によって決まるので、栽植様式や密度はみかんの

樹冠生態や収量、品質と密接な関係にある。全国総栽培面積の約3/4に相当する13万haのみかんの樹令別栽植密度別面積割合をみると、第3表のとおりであ

る。1974年現在における20年生以下の樹が調査対象とされているため、20年生以上では栽植密度は約100本/10a以下となるであろう。このことから我国みかん園の50%は、100本/10a以上の栽植密度と考えられる。

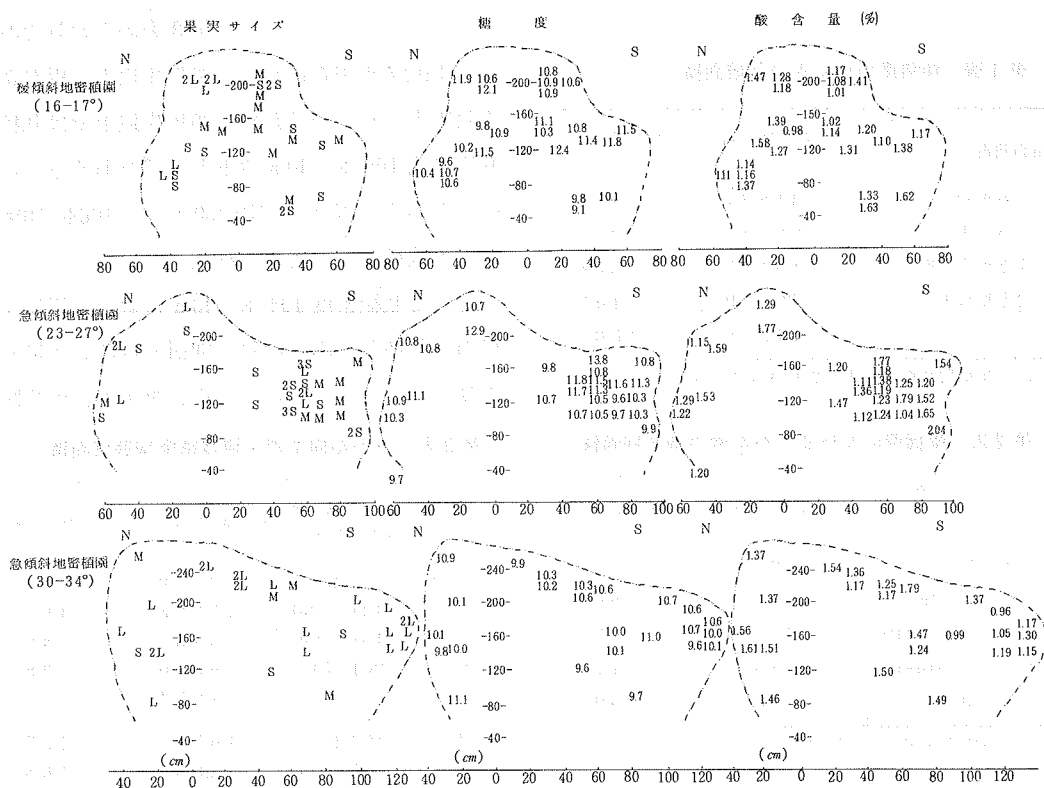
そこで栽植密度104本/10aにおける17年生杉山系普通温州園の傾斜度別樹形特性、収量および品質調査を行ったところ、第4表、第2図

第3表 みかん樹令別・栽植密度別栽培面積

樹令	栽植密度(本/10a)	栽培面積(ha)	同左比率(%)
1～5年	100本以下	3,259	2.5
"	101～150	13,228	10.1
"	151～200	6,437	4.9
"	201以上	5,030	3.8
"	計	27,954	
6～10年	100本以下	16,717	12.7
"	101～150	22,089	16.8
"	151～200	9,354	7.1
"	201以上	4,722	3.6
"	計	52,882	
11～15年	100本以下	14,792	11.3
"	101～150	12,790	9.7
"	151～200	3,817	2.9
"	201以上	1,522	1.2
"	計	32,921	
16～20年	100本以下	10,503	8.0
"	101～150	4,966	3.8
"	151～200	1,639	1.3
"	201以上	369	0.3
"	計	17,477	
合 計		131,234	100

注) 1974年2月農林省果樹花卉課調査

(四国農試, 1978)



果汁中糖度は緩傾斜園で高く、急傾斜園では低くなる傾向にあり、酸含量に関しては傾斜度との関係は明らかでない。

2. 造成に伴う環境変化

筆者らは、暖地傾斜地における大規模農地開発特に大規模な果樹園の造成によって生ずる環境変化の実態について検討し、果樹園としての生産の安定と環境保全との均衡のとれた土地利用のあり方及び果樹園の管理方式の確立のための基礎資料とする目的で以下の調査を行ったので概略紹介する。

調査対象園として、四国地域の多照寡雨地帯（香川県坂出市府中地区）と温暖多雨地帯（高知県南国市小蓮地区）の急傾斜地みかん園を選定した。香川県坂出市府中地区では、ダム建設に伴う用地買収と折からのみかん新植ブームにのって、昭和42～46年にかけて生育不良な赤松林が大規模面積で開発され、その開拓パイロットには早生温州みかん（興津早生）が158ha植付けられた。開発園のうち主として富士山型独立峰（157m）の猫山地区（栽植面積34.6ha）について調査を行った。

いっぽう高知県南国市小蓮地区の開拓パイロット（12ha）みかん園は中央に溜池を有する撈鉢状を呈した傾斜角20°の園である。

(1) 水質調査

香川県坂出市府中地区の開拓パイロットは綾川水系の中央部に設けられた府中ダム（有効貯水量800万 m^3 ）を取囲んで造成されており、大規模開発みかん園から流れ込む水が綾川水系の水質に多少影響を及ぼすことが懸念された。綾川水系の府中ダムを中心とした上流、中流（取水口）及び下流（ダム下）の水質調査の結果は第5表に示すとおりである。1973年10月19日

の調査では、P、Si、O₂以外の成分濃度は下流に向うにつれて高くなった。この傾向は無機電解質の濃度を総量的に示す電気伝導度においてかなりはっきりしている。一般に早生温州みかん成木の秋肥は、当地域では10月中旬に、10a当りN10kg、P7kg、K8kgを施用するが、その際肥料は粒状固形肥料であり、中耕によってよく土中に混入されている。施肥後の降雨によって多少流亡するが、その程度は明らかでないものの、下流に向うにつれて同水系の受けるみかん園面積が広くなり、したがってP以外の肥料成分濃度が高くなったものと考えられる。

Pは土壌固定が多いため、下方への流亡量が少なかったものと考えられる。1974年1月30日の調査では、電気伝導度は下流ほど高く、諸成分のうちCa、Mg濃度は下流に向うにつれて高くなっている。みかん園には通常、毎年2月中旬に苦土石灰を10a当り200～250kg施用する。Ca、Mgは根による吸収も多いが、降雨によって周年かなりの量が流亡するといわれている。本調査日は苦土石灰の施用後丸1年を経過しているにもかかわらず、みかん園の水系に多量に流入していることが推察される。

4月9日の調査では、電気伝導度及びN、K、Ca、Mg等の肥料成分濃度も下流に向うにつれて増大する傾向にあった。早生温州みかんの春肥施用時期は3月中下旬であり、10a当り施肥量はN8kg、P5kg、K6kgである。施肥に際しては肥料の流亡を防ぐために中耕によって土壌とよく混合しているが、花崗岩土壌は塩基置換容量が小さく、しかも急傾斜地のため塩類の流亡が多くなる傾向にあるのであろう。

5月22日と6月13日の調査では、水系の上下と電気伝導度との間には一定の傾向はなくなっていたが、N濃度は下流ほどやや高くなり、Caは逆

第5表 多照寡雨地帯の水質調査—香川県坂出市綾川水系

(四国農試, 1978)

成分 調査月日	pH	電 気 伝導度 μV	Total N (ppm)	NH ₄ -N (ppm)	NO ₃ -N (ppm)	NO ₂ -N (ppm)	S, O ₂ (ppm)	COD (ppm)	Cl (ppm)	P (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
1973. 10.19														
上 流	7.28	151	0.70	—	++	0.03	16.0	1.1	7.1	0.10	1.7	8.5	10.5	1.9
中 流	6.72	198	0.74	—	+	0.03	13.5	1.2	12.5	0.04	2.0	10.0	15.5	3.1
下 流	7.15	261	1.00	—	+	0.11	13.0	2.3	17.8	0.01	3.7	12.8	20.0	4.0
1974. 1.30														
上 流	7.22	175	0.65	0.19	+	0.02	29.5	0.7	10.6	0.07	2.5	10.0	17.0	2.8
中 流	7.15	279	1.05	0.67	++	0.03	28.3	0.6	22.2	0.08	3.6	13.8	25.5	5.6
下 流	7.05	279	0.70	0.27	±	0.01	27.9	0.4	19.5	0.01	2.7	15.2	26.5	6.0
1974. 4. 9														
上 流	6.88	100	1.80	0.09	1.00	0.03	13.5	2.1	6.2	0.05	2.0	6.2	8.5	1.5
中 流	6.85	130	2.06	0.12	1.08	0.04	11.8	2.1	8.9	0.05	2.7	7.6	11.2	2.2
下 流	6.80	194	2.59	0.25	1.45	0.09	11.2	2.4	11.5	0.02	4.6	9.0	17.5	3.9
1974. 5.22														
上 流	7.75	165	0.72	0.05	0.75	0.06	15.5	2.6	9.7	0.14	2.0	9.4	13.4	2.5
中 流	7.55	198	0.88	0.06	0.80	0.18	11.5	2.2	15.0	0.09	2.8	11.5	12.8	3.6
下 流	7.40	172	0.94	0.06	0.52	0.02	9.5	2.5	13.3	0.02	2.8	10.3	12.4	3.3
1974. 6.13														
上 流	7.90	214	1.60	0.20	0.58	0.04		1.28	16.2	0.14	2.3	11.6	18.7	3.1
中 流	7.89	222	1.40	0.00	0.48	0.03		0.72	16.2	0.09	2.5	15.3	17.1	3.8
下 流	7.50	176	1.95	0.00	0.14	0.01		1.68	13.1	0.01	2.4	8.9	14.1	3.3

に低くなった。他の成分は調査場所によるバラツキがあり、水系の上下と一定の傾向はなかった。pH は中流でやや低かったものの、概して中性に近いかそれ以上の値であり、Ca, Mg などカチオンのみかん園から水系への流亡量の多いことが示唆された。Na, Cl, Si, O₂ 等の施肥成分以外の無機物の動向に関して、Cl, Si, O₂ 濃度は概して上流で高く、Na は下流で高くなる傾向にあった。COD は概して下流が高い値を示したが、時期的な変動が大きかった。

高知県南国市小蓮地区における檜鉢状のみかん園に点在する貯水池の水質をみても、第6表のとおり園の下方ほど塩類の集積が多いことがわかる。

(2) 園地造成に伴う災害

香川県坂出市の開拓パイロット地

区は花崗岩を主とした一部安山岩に由来する土壌よりなり、土壌侵蝕を受けやすい性質があるので、この種の大規模な園地造成による災害の発生が懸念される。

本開拓パイロットは原地形をそのまま生かし、傾斜度に応じて階段あるいは山成り造成を行っているため、造成以来特に大きな災害は発生しなかったが1972年9月16～17日の四国東半分を襲った集中豪雨によって大きな災害を受けた。この豪雨は16日だけで123mmの降雨があり、

第6表 温暖多雨地帯の園内貯水池の水質調査—高知県南国市(四国農試, 1978)

成分 測定場所	pH	電 気 伝導度 (μV)	Cl (ppm)	K (ppm)	Na (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
急傾斜園上部	7.02	54	3.8	0.4	4.2	3.0	1.4
中部	7.22	62	4.0	0.7	4.2	4.5	1.7
下部	6.80	633	6.9	33.5	6.4	53.5	15.9

注) 1975. 8. 4 調査

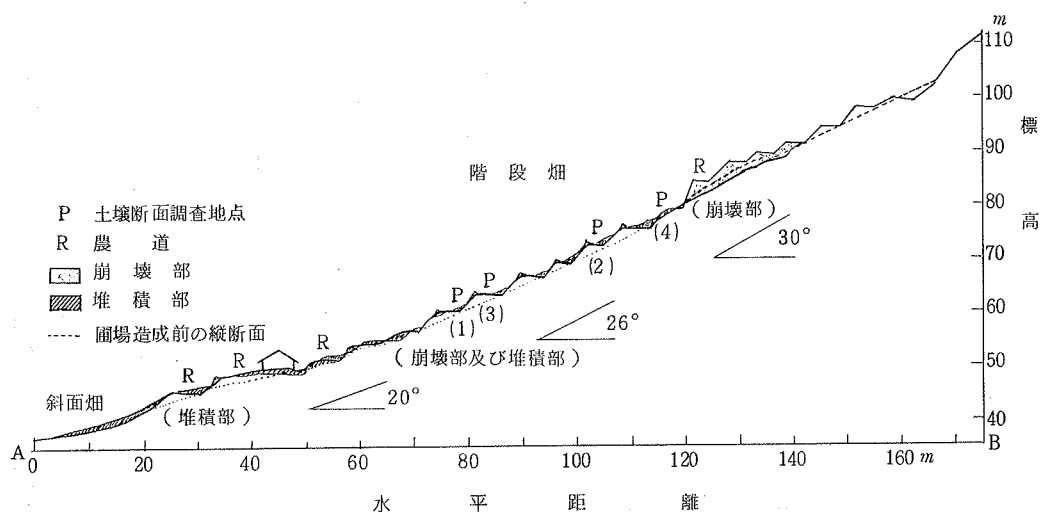
瀬戸内海地域では稀な降雨量であった。このため、園の各所で大きな崩壊を生じた。崩壊は山成り造成面の方下方向に連続的に発生しており、発生個所の多くは従来からの水脈のあった個所が多い。したがってこのような個所は造成に当り、排水及び土壌侵蝕防止について対策を必要とする。崩壊の大きい場所は、幅7～8m、長さ30～50mに及んでいる所があった。

1974年には4月8～9日に120mmの集中豪雨がかったが、土砂崩壊等の災害は発生しなかった。果樹園造成後6～7年経過しており、一応の安定を得たものと考えられた。しかし、1976年7月に襲来した台風17号によって、独立峰の南、西側の強風が当たる場所において山成り造成で切り取った法面が各所で崩壊した。この原因として、強い風雨による土砂の移動流亡は言うまでもないが、造成時に切り取った未風化花崗岩や一部の安山岩が造成後風化していたこと、さらに部分的にはあるが、法面のウィーピングラブリグラスは生長に伴って葉身が法面下方に垂れ下がって互いに覆い合うため枯死するものが多く、さらに分けつ部からの発根も少

なくなつて、根部による法面土壌の緊ばく力が弱くなつていたこと等が考えられる。法面保護の観点からすれば、ウィーピングラブリグラスよりもススキ、チガヤなどが適当と思われた。草生による法面保護策としては、地中深く根を張り、しかも草丈の短い草種を選ぶべきであろう。又そのような草種が育たない地方では生長抑制剤の検索を行う等の必要もあろう。

本地区における一部の階段畑の縦断面図をみると、第3図のとおり上部の崩壊部は、農道の直上に位置し30°以上の急斜面上に盛土されたところで、盛土と原表土の境界付近で流動的に地すべりを起こしずれたものと考えられる。そして下方の段畑では、上部からの土砂流により主として縁部の盛土部の一部が崩壊流失したものである。幹線道脇に設置されたプラスチック製の薬剤貯蔵タンクが破壊されるという大きな災害が発生した。

高知県南国市小蓮地区では、しばしば集中豪雨に見舞われている。開墾後5年経った1972年9月16～17日の集中豪雨によって南向斜面は幅15m、長さ50mにわたって土壌崩壊をみた。



第3図 斜面崩壊縦断面図－香川県坂出市府中

(四国農試, 1975)

この地域は多雨地帯でしかも重粘土壌のため、保水力がよく排水に特別の配慮が必要であることを痛感させられた。復旧対策として、石垣による法面強化を行ったが、裸地は相変らず土壌侵蝕を受けており、その対策が必要である。

(3) 雑草の生態

香川県坂出市府中地区における大規模造成果樹園内の標高、方位別の雑草生態を調査した結果は、第7表に示すとおりである。標高80mの西、南向き斜面畑では、耕作面にもウラジロ、ススキ、チガヤ、ササ等の山林雑草が多く繁茂しており、樹園地の管理上大きな問題となっている。これら雑草を枯殺する除草剤はみかん樹に対しても有害であり、また下方に流れて他作物にも障害をもたらすので、ほとんどの農家は手による抜根に多くの労力を投入している。同

じ標高でも東、北向き斜面では雑草の種類、量も少なく管理は比較的容易である。標高67m付近では、どの方位においても普通の平地畑にみられるハコベ、メヒシバ、ヨモギのような雑草であり、草量も多くなっている。標高が下がるにつれて人里でみられるよう草種が多くなり、かつて周辺林地には植生しなかった雑草が多くなっている。人手不足とみかん価格の低迷により、草刈り作業はほとんど行わず、除草剤の連年使用に頼っている現状をみると、今後、土壌の生産力の増強、水質保全の観点からこの問題が検討されなければならないであろう。しかし、みかん栽培管理において除草剤使用は不可欠なことから、近年各県の試験場において除草剤使用を前提とした土壌生産力向上のための試験が行われており、その成果が期待されている。

第7表 多照寡雨地帯の雑草生態調査—香川県坂出市

(四国農試, 1978)

方位 標高(m)	東 向		西 向		南 向		北 向	
	草 名	重 量(g)	草 名	重 量(g)	草 名	重 量(g)	草 名	重 量(g)
110	ススキ	850	ススキ	190	チガヤ	620	イヌヨモギ	18
	チガヤ	60			ヨモギ	85	ヨモギ	4
	ヨモギ	43			アキノノゲシ	3	ノイバラ	0.2
	ウラジロ	21			ヒメジオン	2		
	タチツボスミレ	6						
	ヒメジオン	0.5						
95	シバ	220	ヘクソカズラ	630	オオアレチノギク	260	メヒシバ	680
			ノイバラ	180	アキノノゲシ	23	チガヤ	390
			オカトラノオ	10	ハハコグサ	20		
			アキノノゲシ	6	チカラシバ	1.5		
					シバ	0.5		
80	ヒメジオン	7	エノコログサ	6	メヒシバ	3	なし	
			アキノノゲシ	1	アキノノゲシ	1		
65	シバ	20	イタリアンライグラス	70	エノコログサ	730	エノコログサ	1,100
			ヤマハコベ	12	チガヤ	56	ヘクソカズラ	582
					メヒシバ	20	カタバミ	2
50	ヨモギ	70	メヒシバ	1	メヒシバ	1,240	エノコログサ	2,480
			アキノノゲシ	1			ヘクソカズラ	370
							スミレ	20

注) 1m² 当り重量, 1975. 8. 7 調 査。

高知県南国市小蓮地区の場合、雑草生態は第8表のとおり、温暖多雨地帯のため雑草の種類は多い。標高の最も高い場所では山林に近いので、ウラジロ、ササ、アカマツ幼木などが植生している。標高が下がるにつれて、一般の畑にみられる雑草の種類が多くなり、その重量も増している。園の下方では土壌の肥沃化、水質富栄養化が進んでいるためであろう。このように

一団地においても雑草の種類が多様化していることから、雑草の生態系調節は困難な点も多いが、多雨地帯では土壌表面の保護法の観点からその検討を痛感する。

(4) みかん樹による大気組成改善寄与

これまでみかん園開発があたかも周辺環境に対して負い目を感じさせるような点のみをとりあげてきたような気がしてならない。

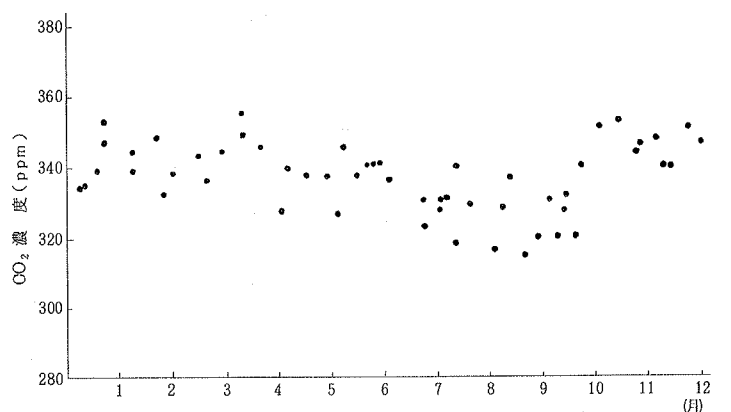
第8表 温暖多雨地帯の雑草生態調査－高知県南国市

(四国農試, 1978)

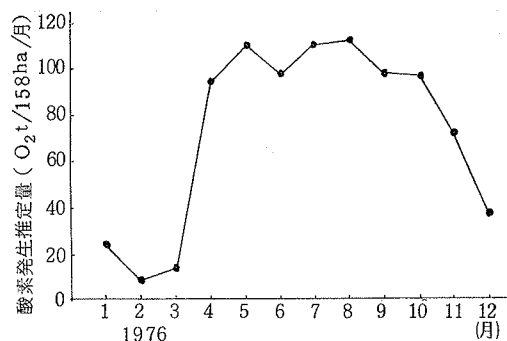
方位 標高 (m)	東 向		西 向		南 向		北 向	
	草 名	重量 (g)	草 名	重量 (g)	草 名	重量 (g)	草 名	重量 (g)
80	ウラジロ	380	ウラジロ	160	ウラジロ	558	ダボグラフ	10
	ススキ	14	ススキ	105	アカマツ	50		
			チガヤ	38	ススキモ	29		
			ササ	14	ススキ	27		
			ツツジ	1	ヘクソカズラ	20		
			ヒサカキ	0.5	ササ	7		
67	ナワシロイチゴ	480	メヒシバ	440	メヒシバ	2,450	メヒシバ	1,200
	ススキ	280	ササ	386	エノコログサ	144	エノコログサ	373
	ヘクソカズラ	140	ムラサキツユクサ	326	ヘクソカズラ	124	トコロイモ	4
	ネザサ	5	タイヌビエ	15	ササ	15		
					ツユクサ	2		
58	ヘクソカズラ	657	エノコログサ	1,215	ヘクソカズラ	315	メヒシバ	716
	メヒシバ	516	ヘクソカズラ	745	ツユクサ	230	エノコログサ	60
	クサキ	28	メヒシバ	670	メヒシバ	128	ジシバリ	50
	タイヌビエ	20	ダンドボロギク	15			ススキ	48
							ヒメクグ	18
52	ハマスゲ	270	アキノノゲシ	1,200	ムラサキツユクサ	2,240	ヘクソカズラ	1,235
	ヘクソカズラ	87	ヘクソカズラ	80	メヒシバ	848	メヒシバ	605
	メヒシバ	1	メヒシバ	50	アキノノゲシ	426	エノコログサ	200
	キュウリグサ	1	エノコログサ	23	ササ	3	ダンドボロギク	25
			ササ	17			ハマスゲ	5
			チガヤ	14				
			ボタンツツジ	5				
44	エノコログサ	1,680	ヨモギ	1,102	メヒシバ	2,400	メヒシバ	960
	メヒシバ	570	ハマクサ	56	アキノノゲシ	235	アキノノゲシ	300
	アキノノゲシ	230	ヘクソカズラ	12	ヒメムカシヨモギ	200	オオアレチノギク	297
	ヘクソカズラ	90	ムラサキツユクサ	6			ヒエ	9
	ダンドボロギク	12					エノコログサ	4
	ヒメクグ	8					ヘクソカズラ	1
	オオアレチノギク	8						

注) 1 m² 当り重量, 1975. 8. 4 調査.

香川県坂出市府中地区の場合、開拓園はもともと瘠薄花崗岩土壤に矮性化した赤松の粗植生地であった。また当地域は工場、民家の密集地帯から8~10km離れたところにあり、しかも常習的に車の渋滞する国道11号線に接近した処である。したがって、大気中炭酸ガス濃度は第4図に示すように、通常値の300ppmよりかなり高くなっている。矮性化した赤松の疎植原野に、常緑果樹を導入したことによりエバーグリーンの山と化し、景観的にも緑化が進み、炭酸ガスの吸収と代替の酸素発生量も多くなり、温州みかんは当地域における大気組成改善にいささかの寄与があると考えられるので、周年酸素発生推定量を算出すると第5図のとおりである。



第4図 大気中炭酸ガス濃度の周年変化(1976,晴天日, AM, 10 ~ 12)



第5図 傾斜地ミカン園における酸素発生推定量の周年変化 (四国農試, 1978)

冬期にはみかん樹の光合成能力は著しく劣るので、みかん園のみに限定した大気組成改善寄与は期待できないかもしれない。しかし、春から秋季にかけての酸素発生量はおどろくほど多い。周辺住民、みかん農家にとって、いささか溜飲のさがる思いであろう。

3. 保全的栽培管理

(1) 果樹自体のもつ土壤保全機能

急傾斜地で最も重要な課題の一つは、表層土の土壤保全であろう。実態調査で明らかになったとおり、アジアモンスーン地帯に入るわが国みかん地帯にあっては、寡雨地帯、多雨地帯いずれも降雨による土壤侵蝕はおどろくほど進行している。瀬戸内地帯の花崗岩土壤では台風襲来時の強い雨滴の衝撃作用によって、南西向き斜面畑の土壤侵蝕は著しいことが明らかであった。みかんの樹冠は雨滴の衝撃作用を強くしゃ断する機能をもっている。落葉果樹類ではその機能が落葉期には著しく劣るのに対し、常緑果樹では周年雨滴の衝撃しゃ断機能は変らない。とくに急傾斜地密植

みかん園では、第2図、第9図のように樹冠がいびつになっているため、耕作面、法面ともにその上部空間に樹冠が被さり、園全体の雨滴衝撃しゃ断効果は大きい。ついで地上に落下後の雨滴の掃流侵蝕が問題となるが、みかん自体にその抑止機能を期待することは無理であり、草生、敷ワラによる効果大きい。とくにかんきつ類では、土壤が台木部と穂木の接着部を覆うことは好ましくないため、むしろ根際部の土壤

を除去する作業が行なわれているほどである。第9図のとおり急傾斜地におけるみかんの根は、土壌表層・中層部に広く分布しており、この土砂崩壊いわゆる厚層侵蝕の抑止力としての機能は大きい。

根系の土壌保持力は抜根抵抗性に比例するといわれており、根群が土中に深く分布する果樹類においてその抵抗性は大きい。しかし、かんきつ類の根はとくに酸素要求量の多い果樹であり、しかも瀬戸内地帯のような土壌では花崗岩未風化土が浅いこと、土壌流亡が多いことから根群は一般に浅いのが普通である。しかし、70%の根は40~60 cmの深さにまで分布するため、その厚層侵蝕の抑止力が大きいことはいうまでもない。

一般に強風を受けるみかん園では、耕作面の土肩部に防風樹が植えられている。園地造成上その部分の土壌深度は深いため、防風垣としてのスギ、ヒノキの生長ははやい。これらの樹木は引き抜き抵抗値は高く、根群の土壌をかかえ込む力は著しく強い。

急傾斜地に栽植されているみかんや防風樹の幹、枝葉、根による降雨しゃ断もしくは侵蝕抑止力はある程度得られるにしても、これだけで十分な土壌侵蝕防止が期待できるものではない。大規模な傾斜地みかん園の造成に際しては、ブルドーザーで表土が削り取られて階段畑では法面の土肩部に押し出され、また斜面畑の場合でも園の下方にずりおろされるのが普通である。したがって、土壌の肥沃度は著しく低く、生産力は乏しい。とくに花崗岩土壌の場合、浅い心土には有機質が無いため土壌粘土は少なく、保水力は著しく劣る。そのため、耕作面に多量の有機物を投入する必要があるが、これまで敷わら、草生敷草が行われてきた。

(2) 草生と法面保護法

敷わら、敷草ともに傾斜地果樹園の土壌侵蝕対策として、草生法による土壌被覆法がある。果樹園における草生が土壌侵蝕防止効果に寄与するという報告例は多いが、その効果は一般には敷わら、敷草に比べると劣るようである。

四国農試において、17~21°の傾斜地みかん園で、周年ラジノクローバーの草生を行ったところ、土壌の孔隙量、団粒形成の増大により、通水、通気性が良好となって、容水量が増大して保水性が高まり、そのために土壌侵蝕防止効果が高まるという成果を得た。

傾斜地果樹園では、耕作面の土壌保全のほかには法面の保護も大きな課題の一つである。階段畑は原傾斜度が大きくなるほど階段高も高くなり、したがって法面面積は増加する。斜面畑は原傾斜の緩急にかかわらずほぼ100%が一応耕作面となるが、急傾斜になると耕作面は法面的性格をもつようになる。

近年の大規模な階段畑の造成法では、原地形を残さない場合が多い。階段畑の法面下部は原傾斜の原野がそのまま残されるが、上部では削り取った土で埋られ、この部分の土壌侵蝕、崩壊が多い。大規模造成園の法面には、その保護用草種の苗、種子が大量に必要なことから、ウィーピングラブグラス、オーチャドグラス、トールフェスクなどに限定され植付られている。法面における草種の土壌保持力は、ウィーピングラブグラス、ススキ、チガヤが優れているが、ウィーピングラブグラスの場合、生長が過度に進むと問題になる点は先に述べたとおりである。引き抜き抵抗力は、ススキが優るようである。しかし、一般には法面保護用の草苗、種子の入手が間に合わなかったり積石などの施工ができない場合が多く、山林野草をそのまま植生させ

土壌崩壊を抑えている。法面のススキ、チガヤなどが繁茂すると、みかん樹冠内に葉身が入り込んだり、側面の枝葉、果実の損傷を起こしたり、つる性雑草はみかん樹冠に這登って時としてみかん樹を覆いつくすこともある。また法面の上下方向や耕作面の横方向への資材、収穫果実の運搬、薬剤防除作業などに大きな支障をきたしている。ススキ、チガヤなどは法面保護には有用であっても、耕作面への侵入がはやく、みかん根との養水分競合関係からみると強害雑草である。宿根性強害雑草といわれるチガヤ、ススキも草丈を抑え耕作面への侵入を防止できれば、有用雑草として利用できるであろう。

筆者らはグリホセート（ラウンドアップ）：N-（ホスメチル）グリシン-イソプロピルアミン塩およびアロキシジメドンNa（クサガード）：2-〔1-（N-アリルオキシアミノ）-ブチリデン〕-5,5-ジメチル-4-メトキシカルボニル-シクロヘキサン-1,3-ジオンNa塩を用いてチガヤ、ススキの草丈抑制試験を行った。その効果は、第6～8図に示すとおりである。

1) グリホセート（ラウンドアップ）の効果

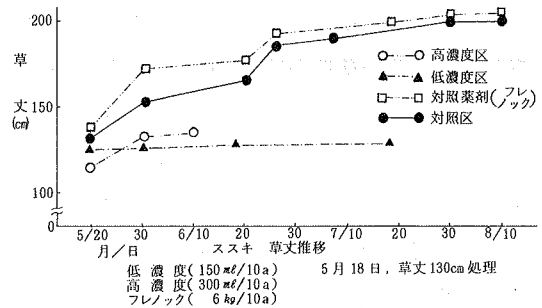
ススキの草丈が130cmのときに処理したところ、散布後数日にして葉色は退色、褐変し、地上部は枯死した。低、高濃度区ともに再生はみられなかったが、地下部は生存していた。

2) アロキシジメドンNa（クサガード）の効果

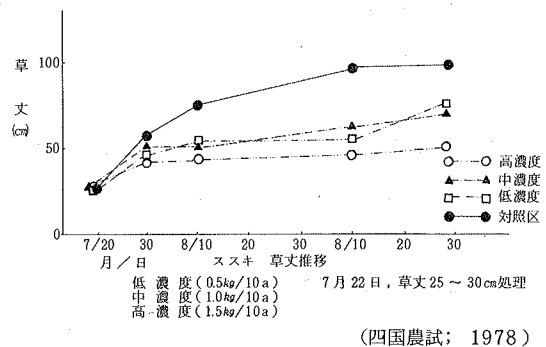
ススキの草丈25～30cmのときに処理したところ、各濃度区ともに長期にわたり抑制効果があった。チガヤの草丈15～20cmのときに処理すると、処理後30日頃から各濃度区とも葉色の褐変、枯死がみられ葉身の基部のみが生き残った。しかし低、中濃度区では23日

後から、高濃度区では45日後から再生がみられた。各濃度区とも再生後の伸長はゆるやかで、無処理区とは顕著な差がみられ、とくに高濃度区では再生も緩やかであった。

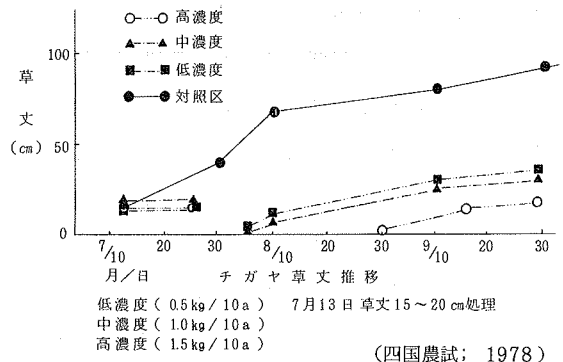
地上部の枯死および再生の状態は、第9図に



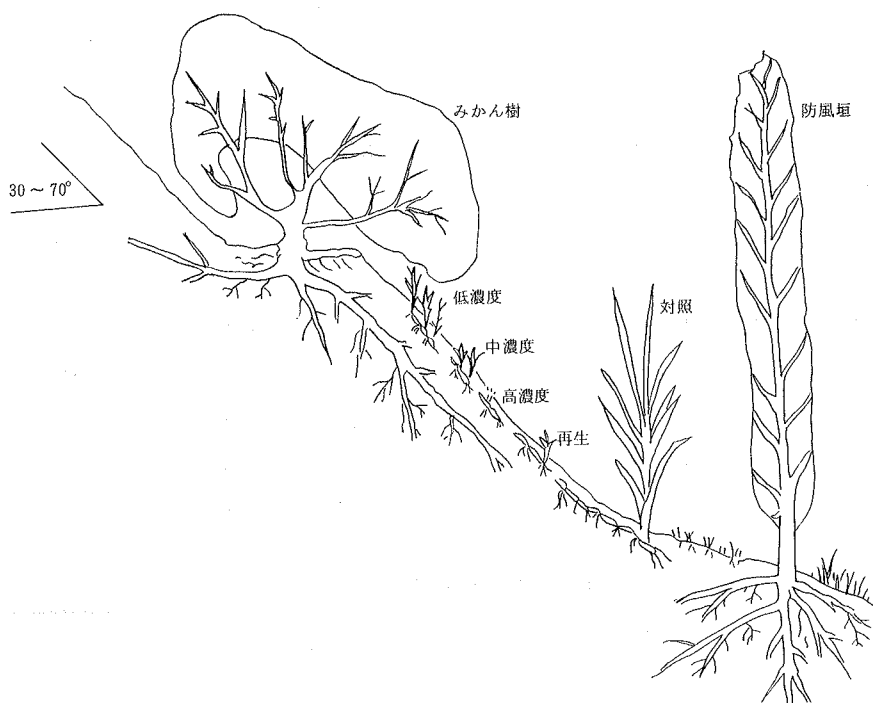
第6図 グリホセート（ラウンドアップ）による傾斜地みかん園法面のススキの草丈抑制



第7図 アロキシジメドンNa（クサガード）による急傾斜地みかん園法面のススキの草丈抑制



第8図 アロキシジメドンNa（クサガード）による傾斜地みかん園法面のチガヤの草丈抑制



(四国農試, 1978)

第9図 雑草生長抑制剤(クサガード)による傾斜地果樹園法面のチガヤの草丈抑制, 再生状態

示すとおりである。薬剤処理によって地上部が枯死しても、ススキの場合硬い茎が残存し、チガヤでは葉身の基部が生き残る場合が多く、法面が裸地状態に変化することはなかった。また地下部が生きているため、法面土壌は宿根性雑草の強い緊ばく力によって明らかに保護されているものと思われた。これまでの大規模な果樹園造成法では、法面はほとんどの場合ウーピングラブグラスの植付けによって保護されてきた。ところが、ウーピングラブグラスは生長に伴って、法面下法に葉身が垂れさがり、しばしば過繁茂によって枯死することがある。また根部が次第に地面より浮き上り、根による法面土壌の緊ばく力は、ススキ、チガヤよりも弱くなることがあったことは、これまでにふれたところである。

4. 土壌管理法とみかんの品質

敷わら、敷草による土壌侵蝕防止効果は優れており、その量や傾斜度、土質、降雨量にもよるが、概して流去水は50%以下になり、流亡土量は数%以下に低減するようである。敷わら、敷草は土壌侵蝕防止効果のみならず、土壌の理化学性の向上、果樹に対する微妙なプラス効果についてはこれまで数多くの報告例が示している。

近年、みかんの生産量は激増し、消費量との関係からみれば過剰時代に入った。量産よりも品質向上対策が重視される時代である。どのように優れた栽培管理技術でも、時代の変遷とともにその効罪が強く吟味されるのは当然であろう。

労力が豊富な時代には、敷わら・敷草法の利点をうまく使いこなせてきたが、近年の人手不

足では園に運ぶ足数が少なくなり、稲わらマルチ、敷草管理が適切でない場合が多い。そのため、農家の間では稲わら・雑草マルチはみかん品質に対してマイナス面が多いと考えられるようになってきた。

筆者らは大規模造成果樹園（香川県坂出市府中開拓パイロット 158 ha）のうち独立峰（標高 157 m）の急傾斜耕作面に栽植されている温州みかん園を対象に、清耕区（雑草を除いて周年土壌表面を裸地の状態に保つ）、雑草草生敷草区（冬～春は主としてハコベ、夏～秋はメヒシバ、エノコログサ、ヘクソカズラ、年 3 回刈取

敷草）及び稲わらマルチ区を設け、諸調査を行った。その結果は、第 9、10 表に示すとおりである。

(1) 収量；清耕区でやや収量は低いものの、処理後年数が浅いため、土壌管理法の影響はあらわれていない。愛媛果試が行った 19 年間の成果によると、裸地において収量は減少傾向を示すようである。本調査園は独立峰を呈しており、水源涵養性に乏しく、しかも花崗岩質土壌のため、早ばつ害の発生しやすい立地条件にある。そのため西、南向きの日射量の多い方位の園では土壌が乾燥気味となりやすい。草生区では夏

第 9 表 土壌管理法が温州みかんの収量、品質に及ぼす影響

（四国農試；1978）

処理区	収 量		品質；糖組成 (g/100ml)					有 機 酸 組 成 (mg/100ml)							
	個 数 (個/本)	重 量 (kg/本)	糖 度 (BX)	果 糖	ブドウ 糖	シ ョ 糖	合 計	滴 定 酸 (%)	グルタ ミン酸	グルク ロン酸	ピログル タミン酸	乳 酸	酢 酸	ピルビ ン酸	リンゴ 酸
清 耕 区	229	21.6	11.1	2.43	2.04	5.92	10.39	0.93	76.9	0.7	0.3	0.1	0.2	1.1	71.9
草 生 区	232	25.2	9.8	1.92	1.25	5.53	8.70	1.09	79.5	0.5	0.4	0.6	0.2	1.5	65.5
稲わらマルチ区	247	25.0	10.2	2.60	1.67	5.06	9.33	1.13	79.5	0.8	0.2	0.2	0.2	1.3	76.5

処理区	有 機 酸 組 成 (mg/100ml)					ア ミ ノ 酸 組 成 (μM / 100 ml)									
	クエン酸	コハク 酸	イソク エン酸	ケトー グタル酸	合 計	アスパ ラギン	グルタ ミン	アスパ ラギン酸	スレオ ニン	セ リ ン	グルタ ミン酸	プロ リン	グリ ン	アラ ニン	バリン
清 耕 区	1232.4	0.7	12.9	—	1397.2	50.7	14.2	5.8	0.7	17.2	2.4	40.1	1.9	9.9	1.1
草 生 区	1452.0	1.2	10.3	—	1611.7	35.9	18.0	2.7	0.5	16.0	1.6	19.6	2.0	5.1	0.5
稲わらマルチ区	1434.8	0.5	12.3	—	1606.3	35.0	12.6	10.0	1.1	14.9	5.0	47.4	2.2	15.2	1.5

処理区	アミノ酸組成 (μM / 100 ml)										測色		果頂部		側部		
	メチオニン	イソロイシン	ロイシン	チロシン	フェニルアラニン	γ-アミノ酪酸	リジン他	アルギニン	アンモニア	合計	着色(分)	L	a	b	L	a	b
清耕区	1.4	2.5	0.2	+++	+++	1.5	25.0	5.9	4.9	185.4	9.0	55.0	31.5	31.7	56.3	29.8	31.6
草生区	1.0	3.1	0.1	+++	+++	3.0	16.1	4.2	4.5	133.9	8.2	54.9	22.9	31.6	56.9	22.6	32.5
稲わらマルチ区	1.0	1.9	0.2	+++	+++	5.9	20.4	7.5	5.9	187.6	8.6	55.4	28.1	31.9	57.1	28.7	32.3

第 10 表 土壌管理法が温州みかんの葉内成分ならびに土壌中成分含量に及ぼす影響

（四国農試；1978）

処理区	葉 内 成 分 (%)					土 壌 中 成 分 (mg/100 g)									
	チッ素	リン酸	カ リ	カルシ ウム	マグネ シウム	チッ素 1	チッ素 2	リン酸 1	リン酸 2	カ リ 1	カ リ 2	カルシ ウム 1	カルシ ウム 2	マグネ シウム 1	マグネ シウム 2
清 耕 区	2.86	0.11	1.23	2.07	0.37	203	59	82	36	28.9	20.1	633	594	64.7	63.1
草 生 区	2.83	0.10	1.45	2.35	0.40	182	38	85	41	60.3	48.3	724	625	53.5	51.9
稲わらマルチ区	3.17	0.12	1.61	2.39	0.39	255	71	126	76	60.0	52.4	705	651	66.2	62.8

注）草生区；草生敷草，リン酸；有効態，カリ・カルシウム・マグネシウム；置換性，12月13日分析，1；深さ 5～10cm，2；深さ 20～25cm。

季乾燥時には刈取敷草により土面蒸発を防ぐため、乾燥による果実発育阻害程度は軽いものと考えられるが、清耕区では地温の上昇、土壤乾燥などにより果実肥大が抑えられたものと思われる。

(2) 品質；1) 果汁中の糖度は清耕区が高く、ついで稲わらマルチ区、草生区の順であった。糖組成では清耕区において、ブドウ糖、ショ糖含量が、稲わらマルチ区では果糖含量がそれぞれ高かった。草生区では果糖、ブドウ糖含量が著しく低かった。

2) 滴定酸は清耕区においてその含量が低く、稲わらマルチ区では高かった。有機酸組成では清耕区のクエン酸含量が明らかに低いことから、全酸含量が低下したものであるが、グルタミン酸・乳酸およびピルビン酸なども低くなっている。稲わらマルチ区では、クエン酸は明らかに多く、グルタミン酸・リンゴ酸含量の多いことも認められた。草生区では、クエン酸含量が最も高いため全酸含量が多くなり、グルタミン酸・ピルビン酸・コハク酸および乳酸含量なども高かった。

3) アミノ酸組成に関して、全アミノ酸含量は清耕区、稲わらマルチ区ともにほぼ同程度であったが、草生区では著しく低かった。とくに成熟に伴って最も顕著に増加するはずのプロリンが草生区で少ないことが注目された。

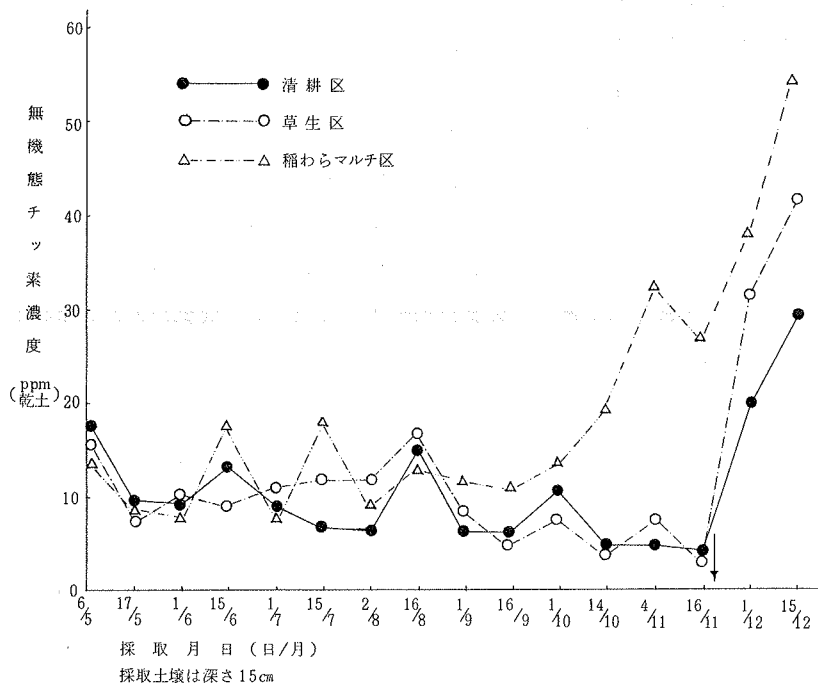
これら果汁中、糖・有機酸およびアミノ酸などのいわゆる呈味成分の組成と含量からみて、清耕区の品質が優れていることが明らかであった。すなわち中性糖のもつ甘味の強さをショ糖 1.0、果糖 1.73 およびブドウ糖 0.74 として計算し、その合計値を求めると、清耕区 11.63、草生区 9.78、稲わらマルチ区 10.80 となって、清耕区では甘味の強い果実になることが推定され

た。また温州みかんの主要酸であるクエン酸含量は、清耕区において低く、草生区および稲わらマルチ区では多く、したがって清耕区では酸含量が少なく、しかも糖度も高いことから、うまいみかんになることが推定される。いっぽうアミノ酸に関して、清耕区ではアスパラギン、プロリン含量（これらアミノ酸は成熟に伴って顕著に増加する）が高く、成熟はかなり進行しているものと推定される。

4) 着色の進行は清耕区において最も早く、稲わらマルチ区、草生区では遅れる傾向にあった。果実の着色状態を色測色差計により測色してみると、L 値（明度）は各区間に差はほとんどないが、a 値（a 値が増すにつれて赤味が強くなる）は清耕区において高く、ついで稲わらマルチ区、草生区の順であり、さらに b 値（b 値が増すにつれて黄味が強くなる）では各区間に差はなかった。このように品質要素の 1 つである果色についても清耕区が優れた。

(3) 葉内成分含量；葉内チッ素、カリ含量は稲わらマルチ区においてやや高い傾向にあった。清耕区ではチッ素、カリおよびカルシウム含量がやや低かったが、樹の生長、収量、品質に対して影響がでる程の少ない含量ではなかった。

(4) 土壌中成分含量；土壌中チッ素濃度に関して、単年度調査のため土壌管理法とその消長との関係は明らかでなかったが、稲わらマルチ区では10月頃より濃度がやや高くなった(第10図)。上層のチッ素含量は稲わらマルチ区で高く、草生区では少なかった。下層では草生区で低く、草による吸収を示すものであろう。上層のリン酸含量は稲わらマルチ区で高かったが、清耕区と草生区では差はなかった。下層では清耕区、草生区で含量が低かった。上層のカリ含量は清耕区で低いが、草生区と稲わらマルチ区では含



第10図 土壤管理法と土壤中無機態チッ素濃度

(四国農試; 1976)

量差はなかった。上、下層ともカルシウム含量に関しては土壤管理法による差は少なかった。カリ含量に関しても上、下層ともに管理法による差はなかった。

前述の実態調査の結果、河川の肥料成分濃度は、同一水系においてみかん園からの雨水集水域が広い程高くなり、また傾斜畑の下方園程、葉内および土壤中成分含量が高くなる傾向にあり、果樹園から多量の肥料成分が流亡していることが示唆された。

一般にマルチの場合、土壤中無機態チッ素、置換性カリは清耕区に比べてかなり多く、比較的良好に土壤中に保持されているといわれる。土壤管理がマルチ(敷わら)の場合に果皮の着色が遅延し、果汁の糖度が低下する傾向にあり、草生の場合には品質に及ぼす影響が一定しないのが一般的である。愛媛果試における10

数年以上にわたる長期の清耕・草生・マルチの比較試験では、マルチでは樹勢が強く、葉色濃く、収量が多く、草生もほぼマルチと同様な傾向を示すが、わずかに樹勢が弱く、葉色がうすくなっている。品質はマルチで着色がかなり遅れ、果汁中糖度が低く、酸含量が高くなる傾向がはっきりあらわれている。また同試における短

期の清耕・草生・マルチの比較試験でも、敷わらマルチ区は清耕地区に比較して着色の遅延することを認め、これは長期間継続にともなって土壤中の腐植の増大、易分解性チッ素の増加、さらには施用チッ素の効果増大などが関与すると考察し、とくにチッ素の影響が大きいものと推定している。本試験においても稲わらマルチ区で着色が遅れる傾向を認めたが、試験期間が短いため、土壤の理化学的性質が品質を大きく左右する程変化するまでには至っていないものと思われる。もちろんこの期間においても稲わらマルチ区では、清耕区や草生区より土壌水分が高く維持されているものと考えられ、このことがいくらかチッ素、その他の肥効を高め、果実の着色遅延、糖度の低下に関与しているものと推定される。しかし、その程度も葉内成分、土壤中成分含量からみて、各区の葉色、樹勢な

ど外観的には樹体の栄養条件にそれ程差異があるように思われなかった。なお徳島果試の試験では、マルチは年間10a当り4tの大量の稲わらを被覆したが、品質面では果汁の酸含量がわずかに高いだけで、他は大差は見出されていない。以上のことから大量の被覆材マルチでは、チッ素、カリの遅効き、収量の増大、果皮の着色遅延、果汁中糖度の減少を招く傾向があり、ときとして果汁の酸も増減いずれかに変化する可能性があることを示した。草生の収量および品質への影響は傾向が一定せず、土壌条件などによって変化するようである。

おわりに

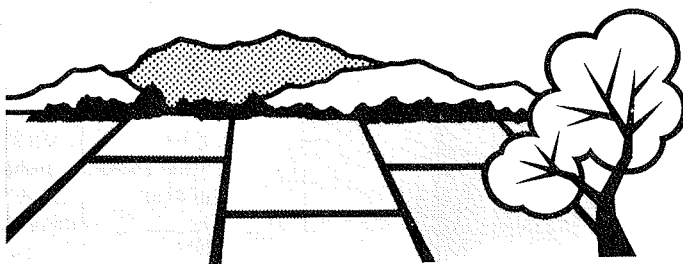
傾斜地における大規模造成果樹園の実態調査

に基づいて、その保全対策の一端を大略ふれてきた。全体を通してみて台風、集中豪雨などの襲来による大自然の災害に対して、我々のなしている栽培的保全技術はいかにも小規模であるとの感を抱かざるを得ない。

こんにちの大規模造成園において、農家ごとのあるいは1筆ごとの保全技術では、団地や地区全体の対策とはなりにくい。マクロには農業土木的工法によって、団地保全対策を講じ、各農家は、日頃、自園地の保全対策に心がけるべきであろう。

ほんの小さな蟻の通り穴が大河堤防を決壊させる如く、ちょっとした農家の手ぬかりで大規模な園地崩壊をまねいた事例も多いのである。

実力ある 水田中期除草剤



●水田の中期除草に

アピロサンはスイス国、チバガイギー・リミテッドの登録商標

アピロサン®粒剤

●広範囲の水田雑草に効果がきわめて優れた、実力のある中期除草剤です。

●水田雑草の総合防除に

ワイダー®粒剤

●1年生雑草と多年生雑草を同時に防除できる、水田雑草の総合防除剤です。

*アピロサン粒剤・ワイダー粒剤ともに、低温時に使用しても薬害の心配がなく安全です。

アピロサン・ワイダー普及会

武田薬品工業(株)・石原産業(株)
日本チバガイギー・BASFジャパン