

温州ミカン園における表層及び下層土改良

(第1報) オガクズ入鶏ふんの連用と深耕が根群分布
に及ぼす影響

峯 浩昭 ・ 小田真男

I 緒 言

1960年代より農工業間の所得格差の是正をねらい、農業生産対策のなかで、需要の伸びが期待される作目について、選択的拡大の方向がうち出された。この施策に対応して本県においても、国東半島の温暖な海岸部に大規模なみかん園の新植が始まった。

本地域での開園は、1962年から1963年にかけて、山林原野をブルドーザー開墾を行い、緩傾斜山成りの樹園地を造成し、現在の県下での代表的なみかん園地帯を形成した。しかし開園が実施された地域は、地形的に山背にあたり、土壌的には安山岩を母材とした粘質土壌で有効土層は浅く、30~40cmから岩盤の出現がみられ、孔隙性・通気性に乏しい土壌である。更に造成にあたっては、大型機械による踏圧が重なって、土壌の理化学的条件は著しく不良である。

このような不良性は、十数年を経過した今日でも、10a当りの収量は2t以下という低生産状態におかれ、樹型は盆栽型で生育が抑制され、隔年結果を繰返しているのが現状である。このような背景の中で、樹園地の生産力向上をはかるため1977年より、深耕とオガクズ入鶏ふんの施用による土壌改良試験を行ってきたが、6カ年を経過したので中間的な成果を取りまとめた。

なお有機物の連用については、土壌中の塩基の過剰集

積が最近とくに問題視されており、柑橘園では施用の上限が未だ明確となっていない。したがって本報では、オガクズ入鶏ふんの連用と深耕が、温州ミカンの根群分布に及ぼす影響との関係を明らかにするため、土壌の物理性と塩基バランスの面から検討を行った。

本報告は、1981年と1983年の園芸学会九州支部第21回及び23回大会に於て発表した。研究報告の作成にあたっては、いろいろと御教示・御校閲を賜った秋田忠夫柑橘試験場長、吉浦昭二農業技術センター化学部長、並びに英文の御校閲を賜った池永正別府大学教授の方々に深甚なる謝意を表します。

II 試験方法

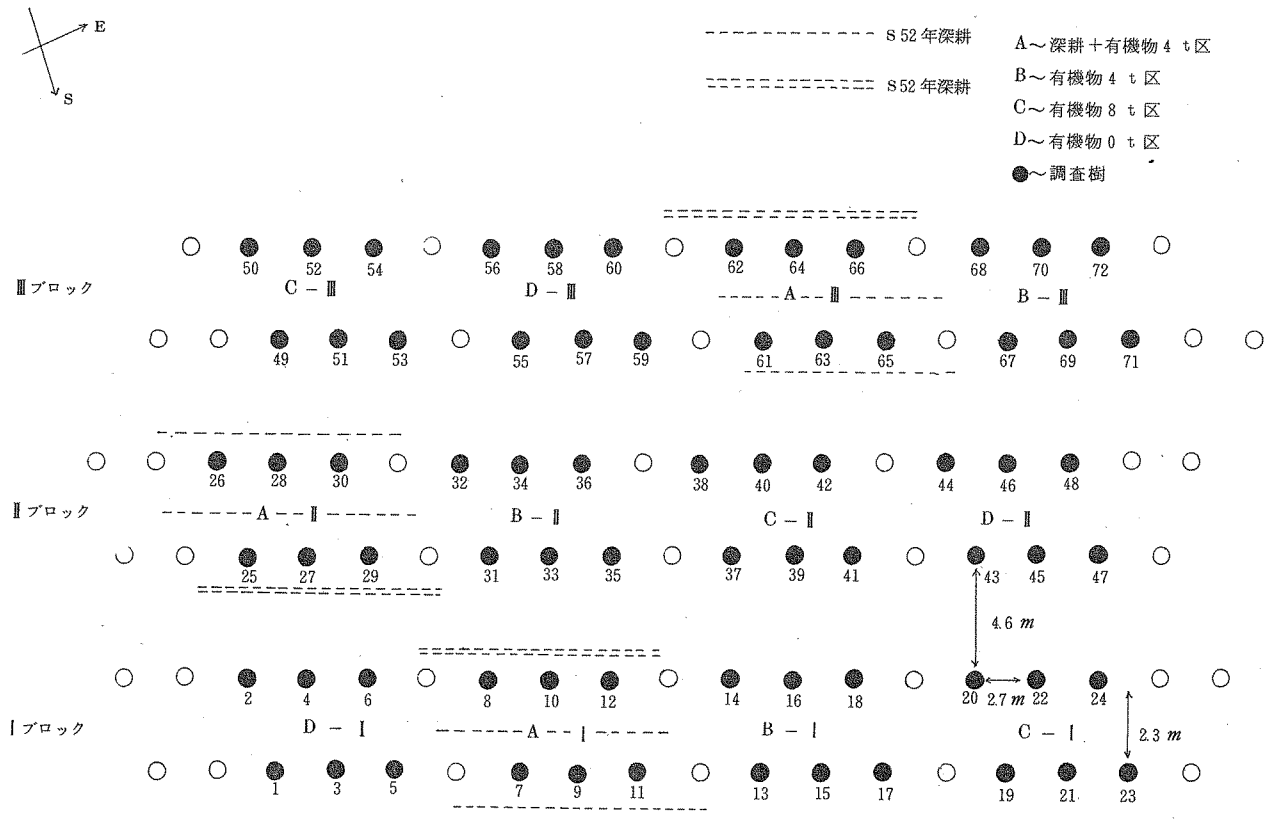
試験は、国東町小原に位置する柑橘試験場内で、1977年より実施した。試験圃は、安山岩を母材とする細粒褐色森林土壌（貝原統）で、1962~1963年にブルドーザーで開園された緩傾斜山成園10aを供試した。

供試樹は、林温州14年生（1977年当時）で1プロット当り6本、1処理当り18本、全部で72本を調査樹に使用した。

供試圃の試験開始前の土壌の化学性は第1表の通り、又試験圃全体の見取図は第1図の通りである。

第1表 供試圃土壌の化学性（処理前1976.10.25採土）

層 位	深 さ cm	pH		EC mS/cm	腐植 %	T-C %	CEC me/100g	置換性塩基			石灰飽和度 %	塩基飽和度 %	当量比		有効態 P ₂ O ₅ mg/100g
		H ₂ O	KCl					Ca	Mg	K			Ca/Mg	Mg/K	
1	10	7.35	6.00	0.063	1.20	0.697	11.7	6.21	3.34	1.327	53.1	93.0	1.86	2.52	24.9
2	30	6.00	4.75	0.076	1.12	0.649	8.7	3.49	1.92	0.392	40.1	66.7	1.82	4.90	14.3
3	50	5.50	6.30	0.078	1.04	0.602	9.4	2.88	2.13	0.332	30.6	56.8	1.35	6.42	12.6



第1図 表層及び下層土改良試験圃見取図

1 試験区及び処理方法

し1977年から次のような処理方法で試験を開始した。

試験区は第2表の通りで4処理3反覆の乱塊法配置と

第2表 試験区名

試験区名	略記	処理方法	
		表層処理	深耕処理
深耕+オガクズ入鶏ふん4t	深耕+4t	オガクズ入鶏ふん4t+中耕	60cmトレンチャー深耕剪定枝埋没
オガクズ入鶏ふん 4t	4t	オガクズ入鶏ふん4t+中耕	—
” 8t	8t	オガクズ入鶏ふん8t+中耕	—
有機物無施用	0t	中耕のみ	—

1) 表層処理法

オガクズ入鶏ふんは、毎年2~3月に施用し、中耕機で樹間を耕耘し、土と混和させた。オガクズ入鶏ふ

んの施用量の基準は、全炭素で稲ワラ2tに相当する4tを標準とし、供試した有機物は第3表の通りである。

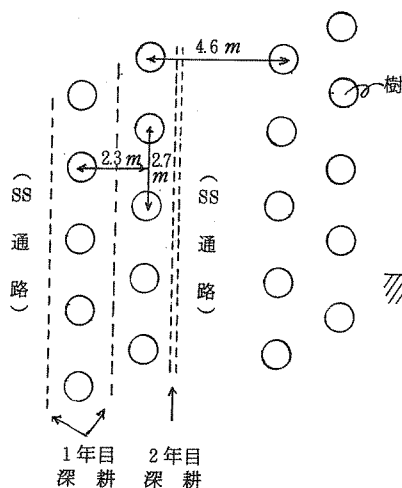
第3表 供試有機物の成分 (乾物%)

供試有機物	水分	T-C	T-N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
オガクズ入り鶏ふん	44.6%	16.6%	0.94%	17.7	2.35%	1.67%	4.97%	0.711%

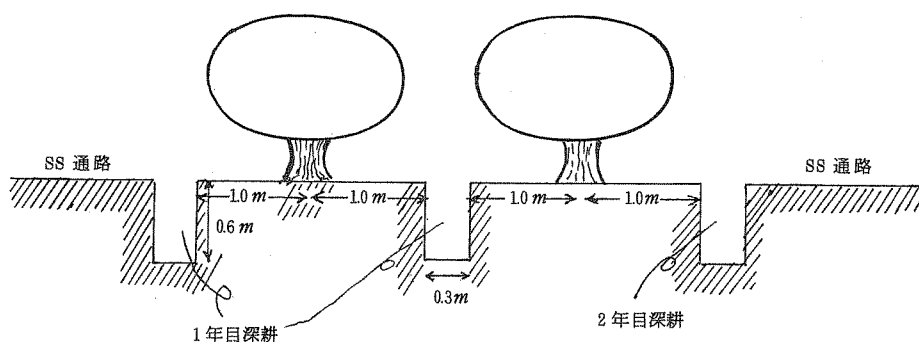
なお8t区は、1979年3月までは有機物無施用無中耕の処理であったが、この試験が同年4月から中核研究へ移管されるに及んで、8t区へ変更した。

2) 深耕処理法

1977年と1978年の3月に、トレンチャーにて深さ60cm、幅30cm、長さ11mのざんごうを第2図・第3図のように掘った。2列植栽の中央部と外側のいずれか一



第2図 深耕及び植栽平面図



第3図 深耕及び植栽断面模式図

3) 施肥法

施肥量は各試験区とも同一量を施用し、オガクズ入鶏ふんは施肥量にプラスした。年次別施肥量は第4表の通りで、肥料は硫安・過石・硫加の単肥配合とした。

2 根群調査方法

根群調査は、一般に樹体を解体し掘り上げ調査を行うのが原則であるが、試験を継続する場合にはこの方法ととられないので、本試験では掘取をせずに土壌断面の分布による根群調査を行った。

根群の調査箇所は、1979年と1981年がSS通路側を、1980年と1982年が植栽側を毎年10~11月に全処理、全ブロックについて調査した。個々の樹の調査位置は、各試

第4表 試験区の施肥経過 (10a 当り)

年次	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	備考
	kg	kg	kg	kg	
1977年	14	8	11	0	深耕区は当初、ざんごう内に石炭を
1978年	14	8	11	0	投入
1979年	18	10.8	12.6	0	
1980年	18	10.8	12.6	0	
1981年	20	12	14	0	
1982年	20	12	16	0	

方を初年目に深耕し、外側のもう一方の側を翌年深耕した。ざんごう内には剪定枝と改良資材を土と層状に混ぜながら、1プロット当り60kgを埋没した。改良資材の石灰は、石灰飽和度70%、pH6.3前後を改良目標として投入した。又りん酸は、りん酸吸収係数の5%相当量を改良目標として投入した。

験区とも根群が最も多いと思われる樹冠外周部直下で、樹幹(接木部)より1mの位置を調査した。土壌断面の根群分布は場所による不均一性を考慮して、同じ1本の樹に対して、4方位中北側と南側の2方位から調査を行った。

根群の分布調査は、幅1m、深さ1mの土壌断面を作り、その断面を10cm²框に区切り調査した。根の区分は、太根(10mm以上, lで表示), 中根(5~10mm, mで表示) 小根(2~5mm, sで表示), 細根(2mm以下, fで表示)の4種に区分し、根量の表示は、富む(卍で表示), 含む(卍で表示), 有り(+で表示), 僅少(±で表示), 無(・で表示)の5段階に区分した。

3 試料の採取及び分析法

土壌サンプルは土壌断面を層別別に採取し、土壌採土管は各層位とも2反覆して、実容積法による測定と各pF別土壌水分含量を求めた。水分恒数は、pF1.5は土柱法、pF2.7は加圧板法、pF3.8は遠心法によりそれぞれ求め、透水性は、DIK-II型、ち密度は、山中式硬度計で測定した。

土壌の化学分析は、pH(1:2.5), EC(1:5), T-Nはケルダール法、T-CはTyurin法、有効態P₂O₅は0.002N硫酸抽出法、CECはセミマイクロSchollenberger法、NH₄⁺の定量はホルムアルデヒ

ド法 (ホルモル法), 置換性塩基は I N 酢酸アンモニウム浸出液について, 原子吸光法によって測定した。

の1979年10~11月に SS 通路側を, 同じく4年半経過の1980年11月に植栽側の2方向について調査した。

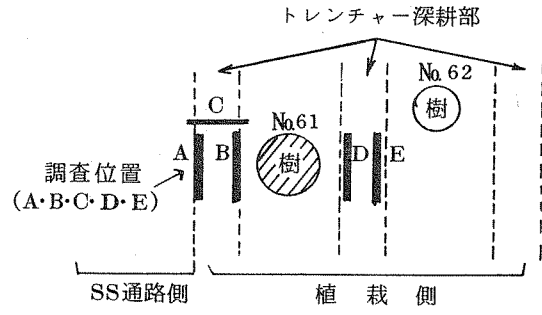
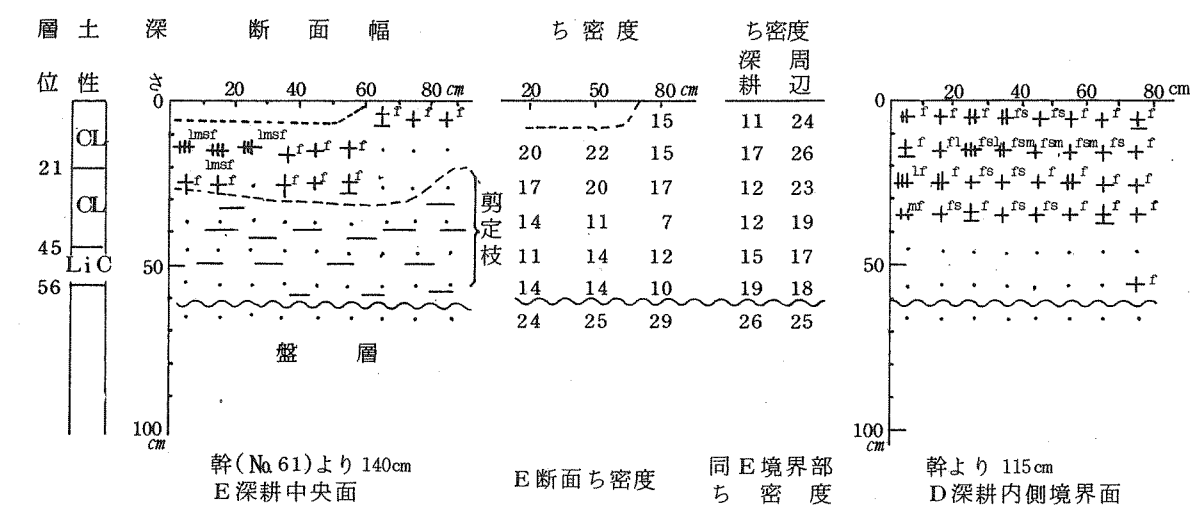
III 試験結果

1 根群分布と土壌の物理性との関係

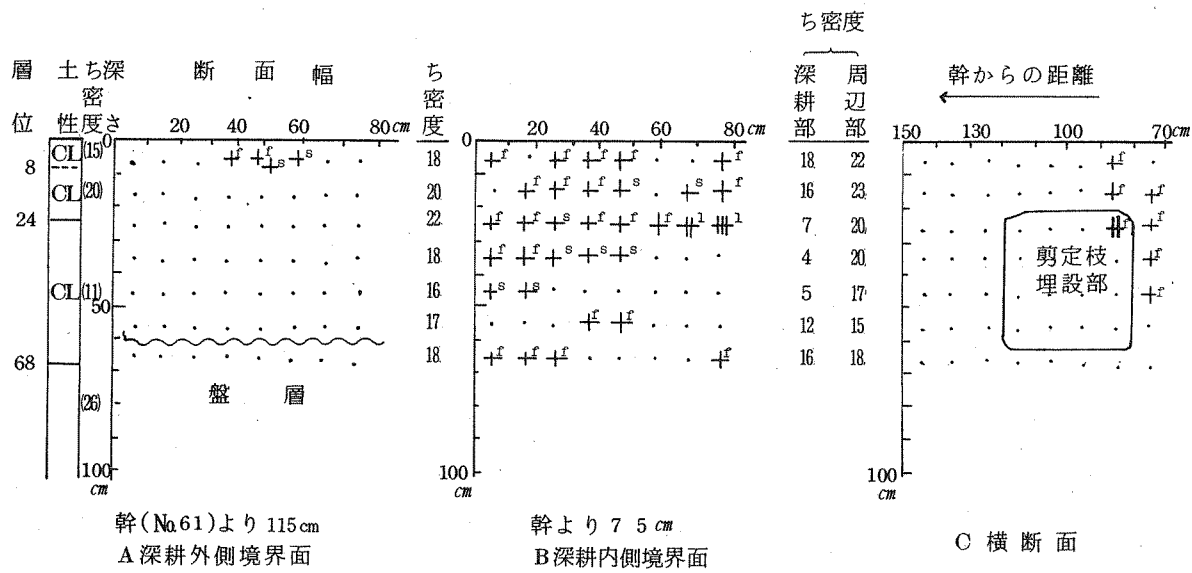
各調査樹の根群の分布調査は, 試験開始後3年半経過

1) 深耕処理と根群分布

深耕処理の根群分布を深耕+4t区の調査樹でみると第4図の通りである。調査位置模式図のB,D面(深耕部内側境界面)では, 根群がよく分布しており, 樹幹からの距離はSS通路側で75cm, 樹栽側で115cmであ



調査位置模式図
No.61樹 深耕+4t区



第4図 深耕処理と根群分布

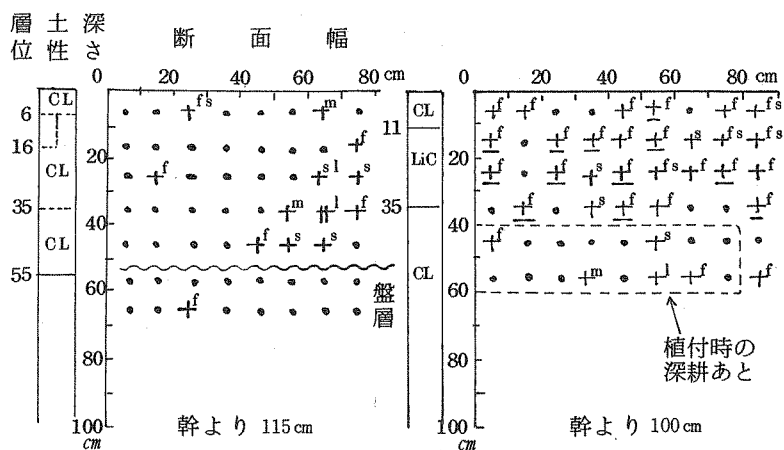
り、有効根群域の深さはそれぞれ70、60cmであった。

通路側のA面（深耕部外側境界面）では根群がほとんど伸びておらず、B面より少し深耕部へ、C断面に見られるように樹幹から90cmまで根が伸びた程度であった。

植栽側のE面（深耕部外側境界面）では、未分解の剪定枝が見られ、根群は土層の部分に伸び剪定枝埋没部には見当らなかった。深耕部の表層は3年半の経過で約18cm陥没し、剪定枝の太枝の腐朽には更に数年を要すると思われた。

(SS通路側)

(植栽側)



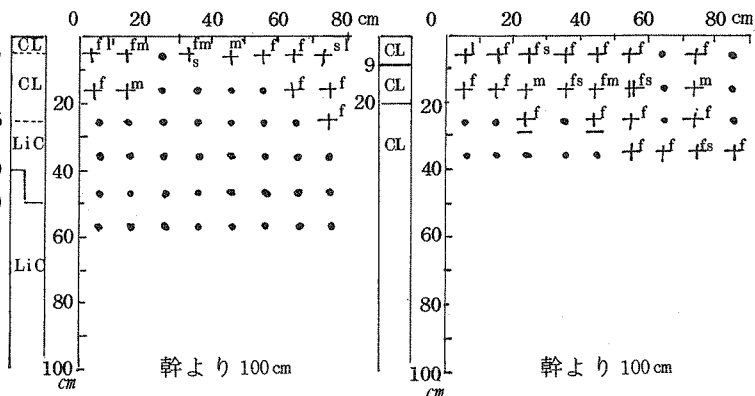
No. 6 7 樹、4 t 区

2) 表層処理と根群分布

深耕処理区と同時に調査した表層処理区（第5図）において、オガクズ入鶏ふんの4 t 施用区では、植栽側の深さ40～60cmの層の所に植付時の深耕跡が見られ、その部分の土層は膨軟であり、根群の発達は良好であった。SS通路側では50cmの層以下が盤層となり、有効土層がやや浅かった。

深耕跡が見られた所は、ブルドーザー開園後苗木の植栽にあたって永久樹のみ、たこつば深耕を行った跡である。

8 t 施用区では、1979年3月までは有機物無施用・無中耕であったことにも原因するが、根群分布が少なく、有効根群域の深さも通路側で30cm、植栽側で40cmと浅かった。0 t 区は4 t 区よりもやや少ない根群分布を示した。



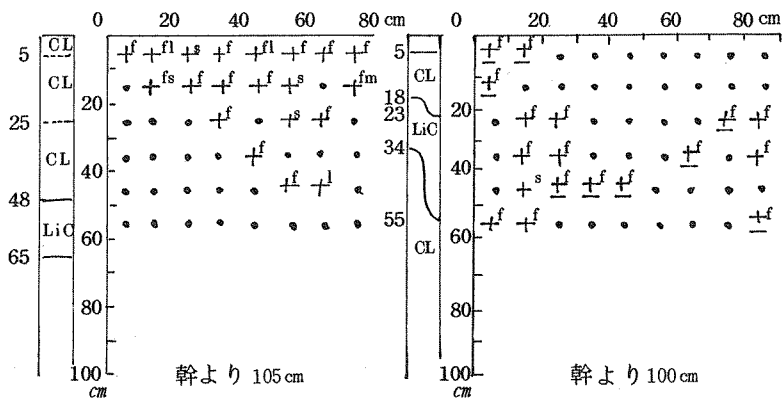
No. 4 9 樹、8 t 区
(1978年度まで有機物無施用無中耕区)

3) 根群分布と土壌の三相分布との関係

深耕及び表層処理区の土壌について、層位別の粗孔隙量と仮比重の関係を見たのが第6図である。各層位別・処理別共に粗孔隙の割合が非常に小さく、特に第2層は孔隙量が小さく、第1層に比べて著しく不良である。

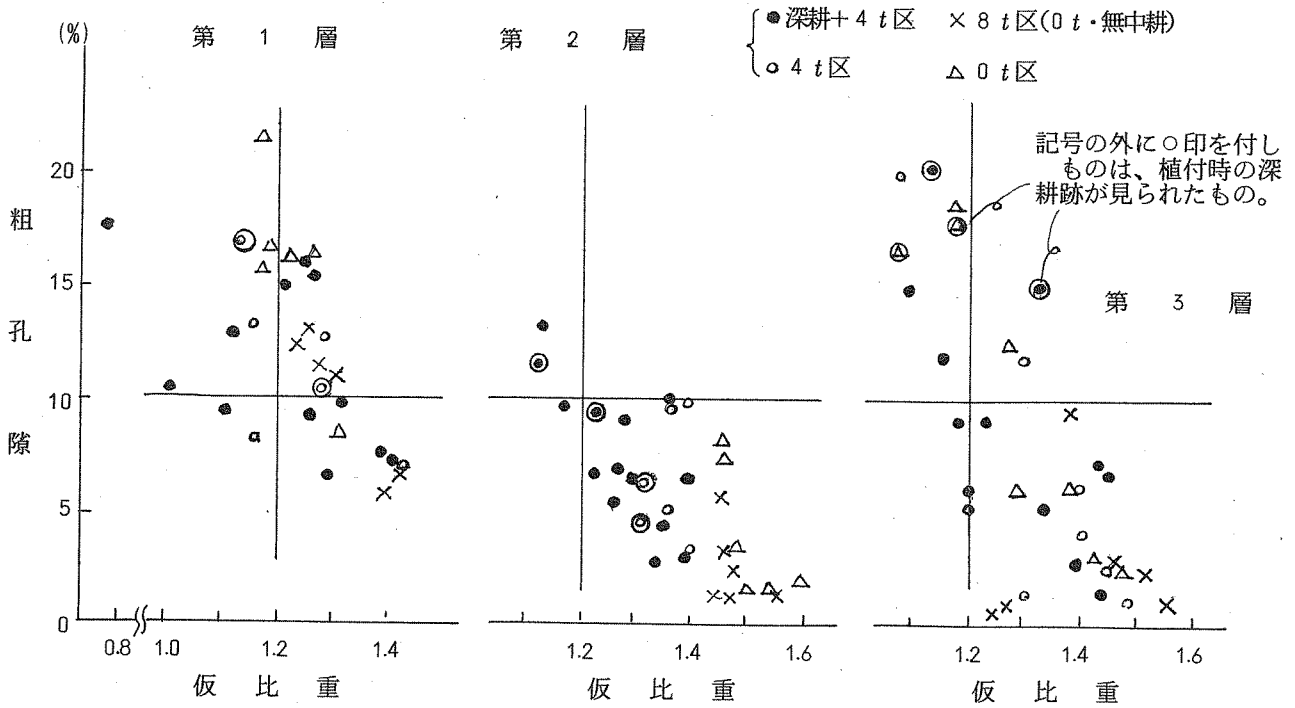
ここでいう第1層は、それぞれの場所によっても若干相違が見られるが、地上部より10cm前後までの深さ、第2層は10～30cm前後の深さ、第3層は30～50cm前後の深さを示す。

第2層以下の土壌は、仮比重がほとんど1.2以上の値を示し、粗孔隙が10%



No. 5 5 樹、0 t 区

第5図 表層処理と根群分布



第6図 処理別・深さ別・相孔隙と仮比重との関係

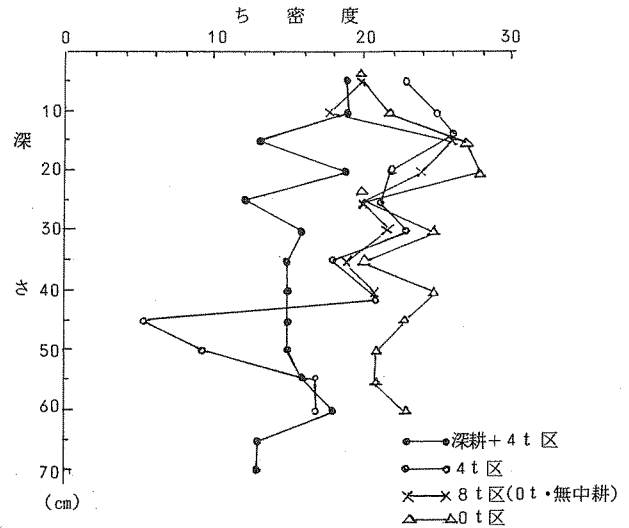
以下、固相率が50%以上を示す土壤が多かった。そして、仮比重が大きいほど粗孔隙は小さい傾向を示した。

九州における果樹園の土壤診断基準では、非火山灰土の場合、粗孔隙15%以上、仮比重0.8~1.2とされている。本試験では、粗孔隙10%以上、仮比重1.2以下をおおよその目安値として、第6図のように線を引いた。そしてこの目安値を満すものは、第1層土壤では深耕+4t区が最も多く、次いで0tと4t区が比較的多かった。第2層土壤では深耕+4t区だけであった。第3層土壤は、深耕+4t区と植付時の深耕跡がみられた0t区が多かった。

深耕及び表層処理とち密度との関係については第7図の通りで、深耕+4t区が下層土まで20以下の値を示し、深耕の効果は明らかであるのに対し、表層処理の0t区では下層までち密度が高かった。4t区での植付時の深耕跡がみられた土層域では、ち密度が特に低く、深耕効果の持続性が今なお続いていることを示している。

土壤断面における根群分布と三相分布との関係は密接な関係があり、第2ブロックの8t区 (No.37樹) と0t区 (No.43樹) を代表例として第8図に示した。

すなわち8t区・No.37樹のSS通路側の断面では、根群分布が多く、有効根群域の深さも70cmと深く、30cmの層以下の粗孔隙が20%以上と大きかったが、反対



第7図 植栽側におけるち密度の処理別比較

の植栽側の方では、根群分布が少なく、10cmの層以下の粗孔隙が10%以下と小さかった。

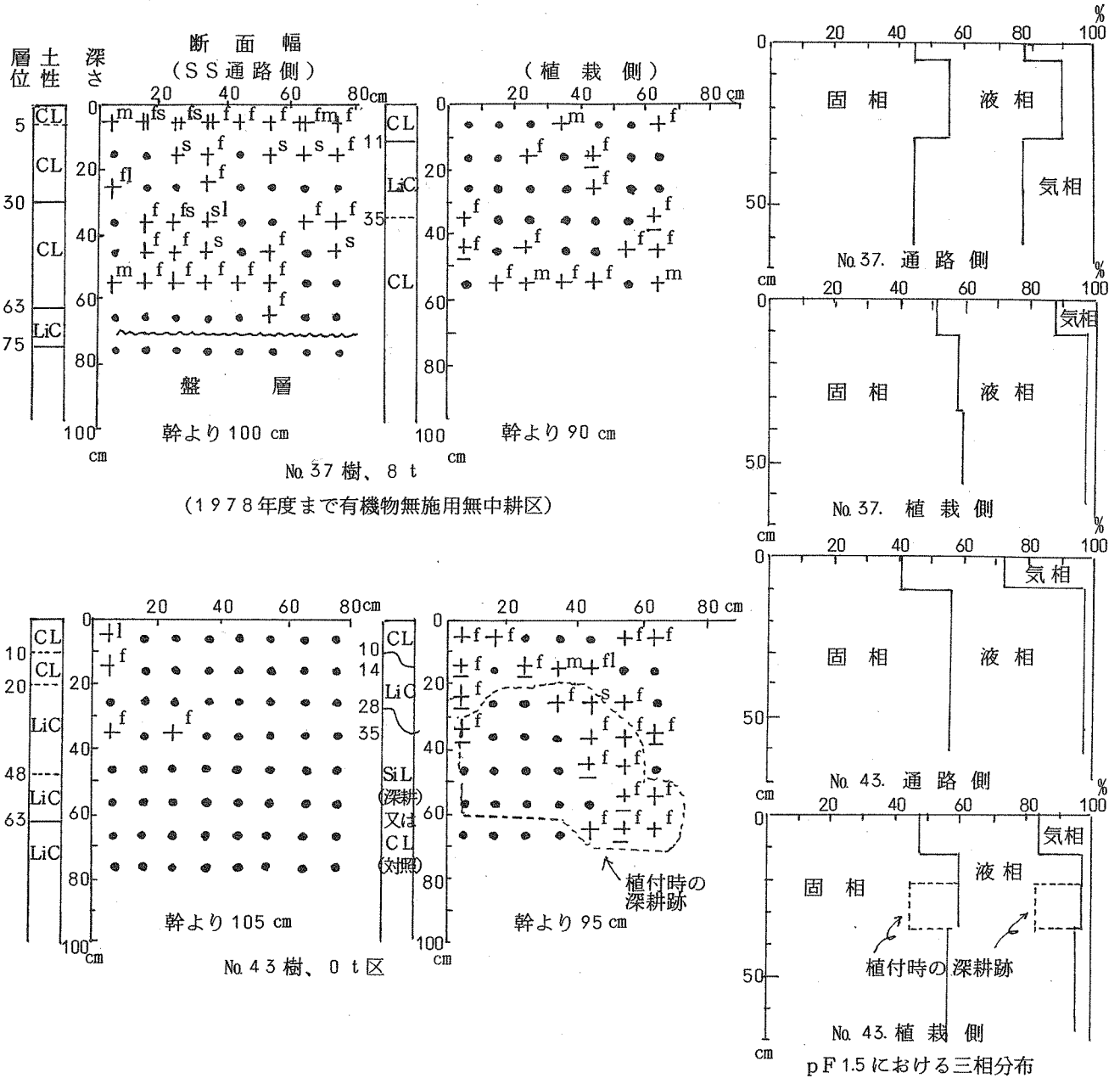
さらに0t区 No.43樹では、SS通路側で根群分布がほとんど見られず、10cmの層以下の粗孔隙が10%以下と同じく小さかった。

植栽側では、植付時の深耕跡が見られその部分は孔隙性に富み、通路側よりも根群が多かった。

このように比較的均一と考えられる1本の樹の回りの土壤についても、下層土の構造は均一でない。そし

て下層の土壤構造が良好な場合には、根群形成がよく、短期間の表層処理の影響以上に大きいことを示している。

従つて、同じ調査樹に対してバラツキを考慮して、4方位中最少限2方位から根群の断面調査を行う必要があることを確認した。



第8図 根群分布と土壤の三相分布との関係

4) 有効根群域の深さと収量との関係

収量は、基準収量を試験開始の1977年と翌年の1978年をもとにして、(1977+1978) / 2 によって算出した。1977~1980年までの4カ年の合計収量は、第5表及び第9図の通りで深耕+4 t区が最も多く、又収量のバラツキが最も小さかった。次いで4 t区が多かったがバラツキは最も大きかった。0 t区が最も収量は少なかった。

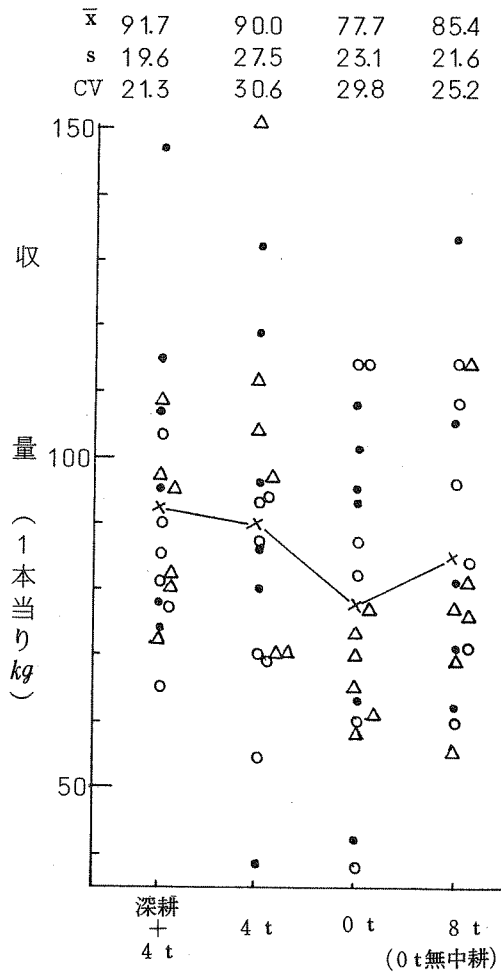
試験当初の基準収量に対する各処理区の収量の伸び

は、8 t区(1978年度まで有機物無施用・無中耕区、0 t無中耕と略記)が最もよく4.33倍で、0 t区が3.85倍で最低であった。幹周は、深耕+4 t区及び4 t区で絶対量がやや大きい傾向を示したが、伸び率では各処理とも差がなかった。樹容積は4 t区が最も大きく、次いで深耕+4 t区であった。両区とも有効土層の深い第1ブロックが特に大きく、0 t区が樹容積は最も小さかった。

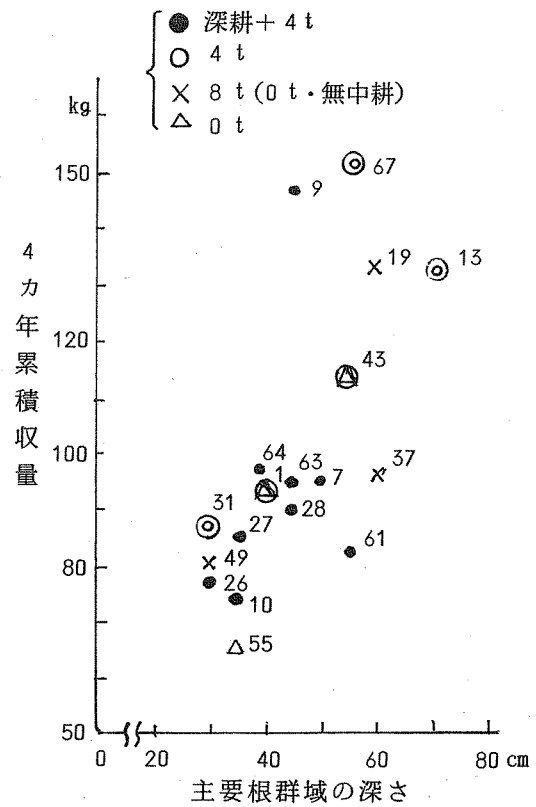
主要根群域の深さと4年間の累積収量との関係を

第5表 収量に及ぼす影響

試験区	ブロック	(1977+1978)/2		1977~1980 累積収量	幹 周			1980 樹容積
		基準収量	累積収量		1977	1980	1980/1977	
深耕 + 4 t	1	25.47kg	102.56kg	3.99	33.4cm	36.4cm	1.09	11.55m ³
	2	22.24	83.52	3.79	28.8	31.6	1.10	8.75
	3	22.25	88.93	4.04	29.3	33.5	1.14	8.44
	平均	23.32	91.67	3.94	30.5	33.9	1.11	9.58
4 t	1	20.95	91.64	4.32	32.2	35.2	1.09	11.33
	2	19.71	77.74	3.97	27.8	30.8	1.11	8.55
	3	25.02	100.76	4.01	32.1	34.8	1.08	9.28
	平均	21.89	90.05	4.10	30.7	33.6	1.09	9.72
0 t	1	20.73	83.54	3.96	28.5	30.8	1.08	9.73
	2	21.04	82.30	3.87	28.6	32.4	1.13	7.10
	3	18.14	67.22	3.71	29.2	32.2	1.10	8.41
	平均	19.97	77.70	3.85	28.7	31.8	1.11	8.41
8 t (0 t・無中耕)	1	18.96	88.46	4.82	28.6	31.6	1.10	8.92
	2	23.35	88.78	3.84	29.1	31.2	1.07	8.47
	3	18.05	78.97	4.34	29.7	33.9	1.14	9.80
	平均	20.12	85.40	4.33	29.2	32.2	1.10	9.06



第9図 4カ年累積収量



第10図 主要根群域の深さと収量との関係

第10図でみると、高収量樹ほど主要根群域が深い傾向を示しており、50cm以上の深さが必要と言える。深耕+4t区以外の高収量樹は、ほとんどが植付時の深耕が認められるもので、その効果によるものと思われる。

2 根群分布と土壌の化学性との関係

オガクズ入鶏ふんの5年間の連用は、表層に塩基の過剰、特にカリの集積をもたらし、塩基バランスの不均衡が予想されるので、根群分布と塩基バランスとの関係及び土壌の化学成分の層位別変化について検討した。

処理5年半経過後の1981年11~12月に、SS通路側の樹冠外周部直下を調査した。

1) 土壌の化学成分の層位別変化

塩基以外の化学成分の層位別変化を第11図に示す。全炭素は各処理区とも表層に多く下層に少ない傾向を示した。処理別では、50cmの層まで深耕+4t区が最も含量が高く、次いで8t区、4t区の順となり、0t区が最も低かった。深耕周辺部の土壌については、表層は深耕+4t区と同じ含量であるが、次層以下の土層では4t区や0t区と同じ傾向を示している。

全窒素も全炭素とほぼ同様な傾向を示し、深耕+4t区が50cmの層まで多く、0t区は表層から下層まで最も少なかった。

C/N比に関しては、表層はおよそ11~16、30~50cmの層ではおよそ8~15、70cmの層では10前後の値を示した。処理別では、深耕+4t区と8t区の値が50cmの層まで高く、次いで4t区となり、0t区では30~50cmの層が特に低い値を示した。

陽イオン交換容量は、深耕+4t区が表層から50cmの層にかけて高い値を示した。他の処理区では、表層は高い値となり、30cmの層以下になると10me以下の値を示すものが多かった。0t区の30~50cmの層が最も低い値を示した。有効態リン酸は表層に多く、30cmの層以下では深耕+4t区を除き、5mg/100g以下と極端に少なかった。深耕+4t区では、改良資材のようりんを深耕時に投入したため、大きな値を示しているが、深耕周辺部は、他の処理区の値と同様であった。従って、深耕+4t区を除く他の処理区では、有効態リン酸の分布状況は、表土と中・下層土との混層耕の必要性を示唆している。

pH (H₂O) は、表層は6.5前後の値を示し、30~50cmの層では、およそ5.5~7、70cmの層では5.5前後の値を示した。処理別では、深耕+4t区と深耕周辺部のpHが、下層まで高い値となった。

次に置換性塩基及び塩基当量比の層位別変化については、第12図に示した。

置換性Caは、深耕+4t区が50cmの層まで最も多く他の区では30cmの層以下で処理差が見られず、ほぼ8me以下の値を示した。

置換性Mgは、深耕+4t区の中・下層土でおよそ4~7.5meと最も多く、他の区では処理差がみられず、表層から下層までおよそ2~5meの間の数値を示した。

置換性Kは、表層では8t区が1.5meに近い値を示して最も多く、次いで4t区及び深耕+4t区の順となり0t区が0.6meで最も少なかった。30cmから50cmの層にかけては、深耕周辺部と深耕+4t区が1.1~0.7meの値を示して、他の区よりも多く、70cmの層では、ほぼ0.5me前後の値を示し処理差がみられなかった。

置換性Naの層位別変化については各処理区とも表層から下層までほぼ0.1~0.4meの値を示し、処理差がなかった。

石灰飽和度は、深耕+4t区が当初改良資材を投入したこともあって、30~50cmの層にかけて他の区よりも高い値を示し、次いで深耕周辺部で値が高く、他の区は処理差がなかった。塩基飽和度に関して、表層はすべての処理区で塩基過飽和の傾向を示した。

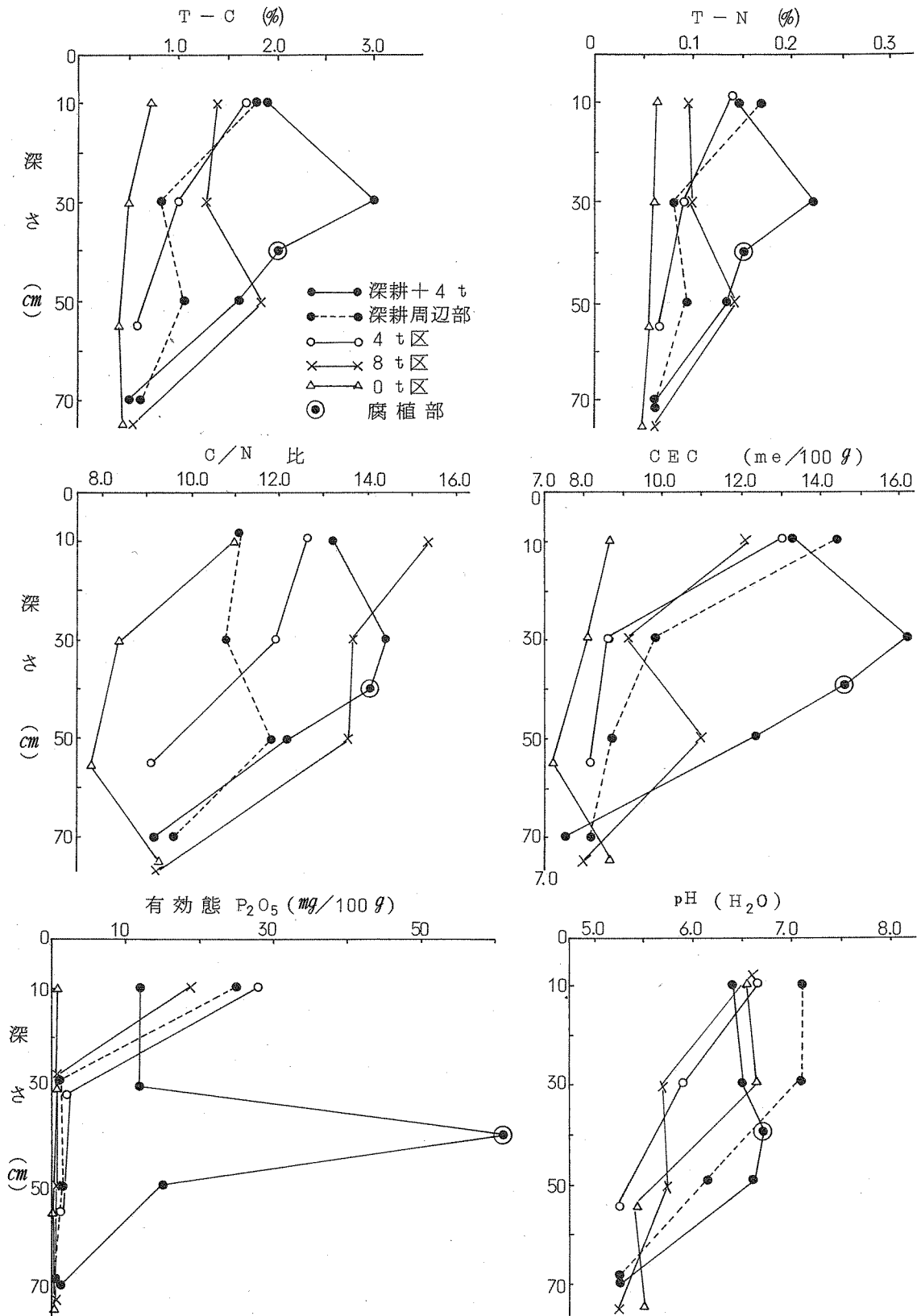
深耕+4t区は、改良資材投入の影響により下層土まで塩基飽和度が高く、他の区では、30cmの層以下で大きな処理差がみられなかった。

置換性塩基の当量比をみると、Ca/Mg比は、表層は1.5~4の値を示し、下層に移行するに従って減少し、50cmの層以下ではほぼ1.5から1前後の値を示す。処理別では、深耕+4t区と深耕周辺部が下層まで他の区よりも大きな値を示した。

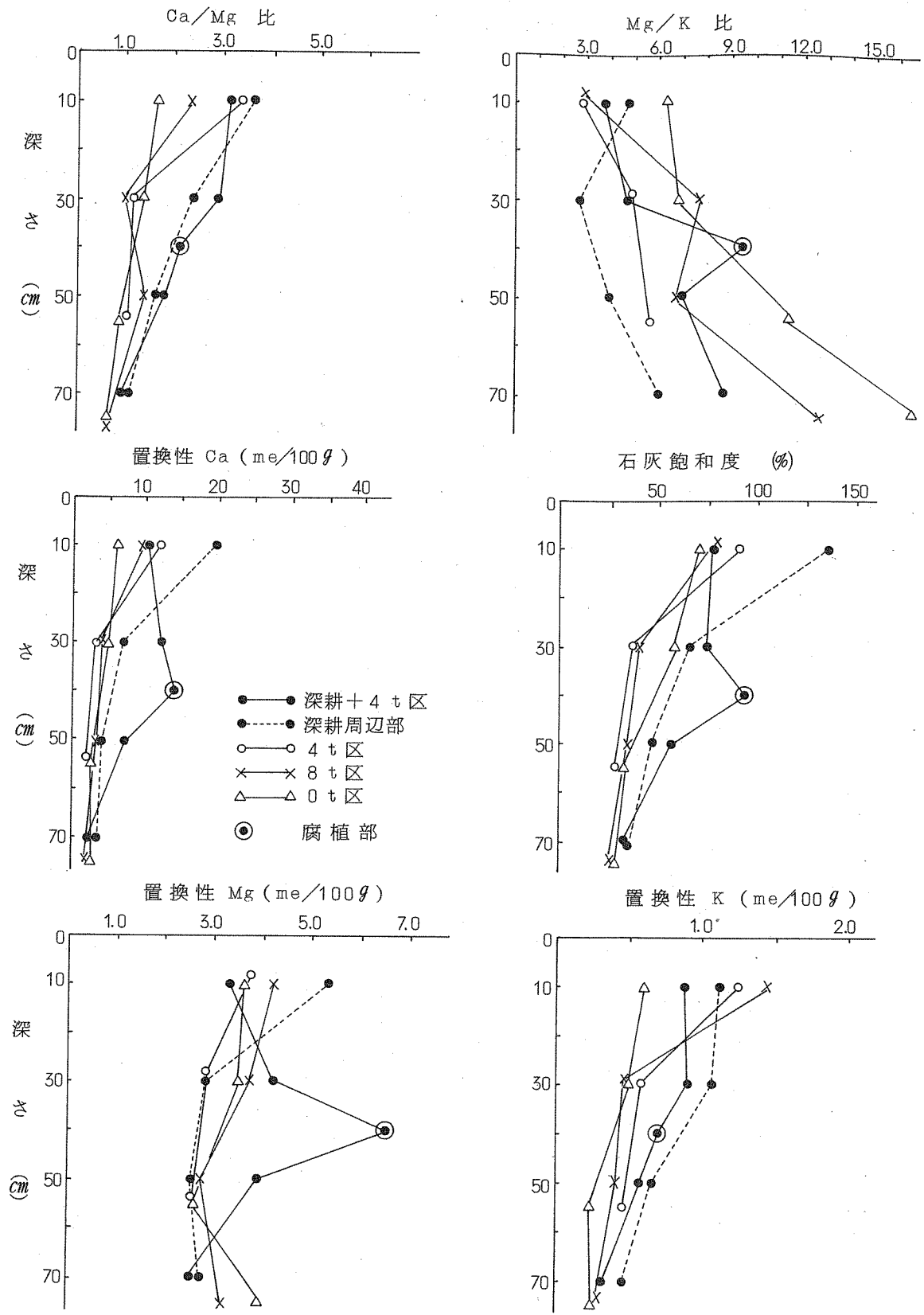
Mg/K当量比は、表層がおよそ3~6の値を示し、下層に移行するにつれてその値が大きくなった。即ち置換性Mgの割合が相対的に増大し、置換性Kの割合が減少した。処理別では、0t区に於てその傾向が最も顕著に表われた。

2) 根群分布と塩基バランスとの関係

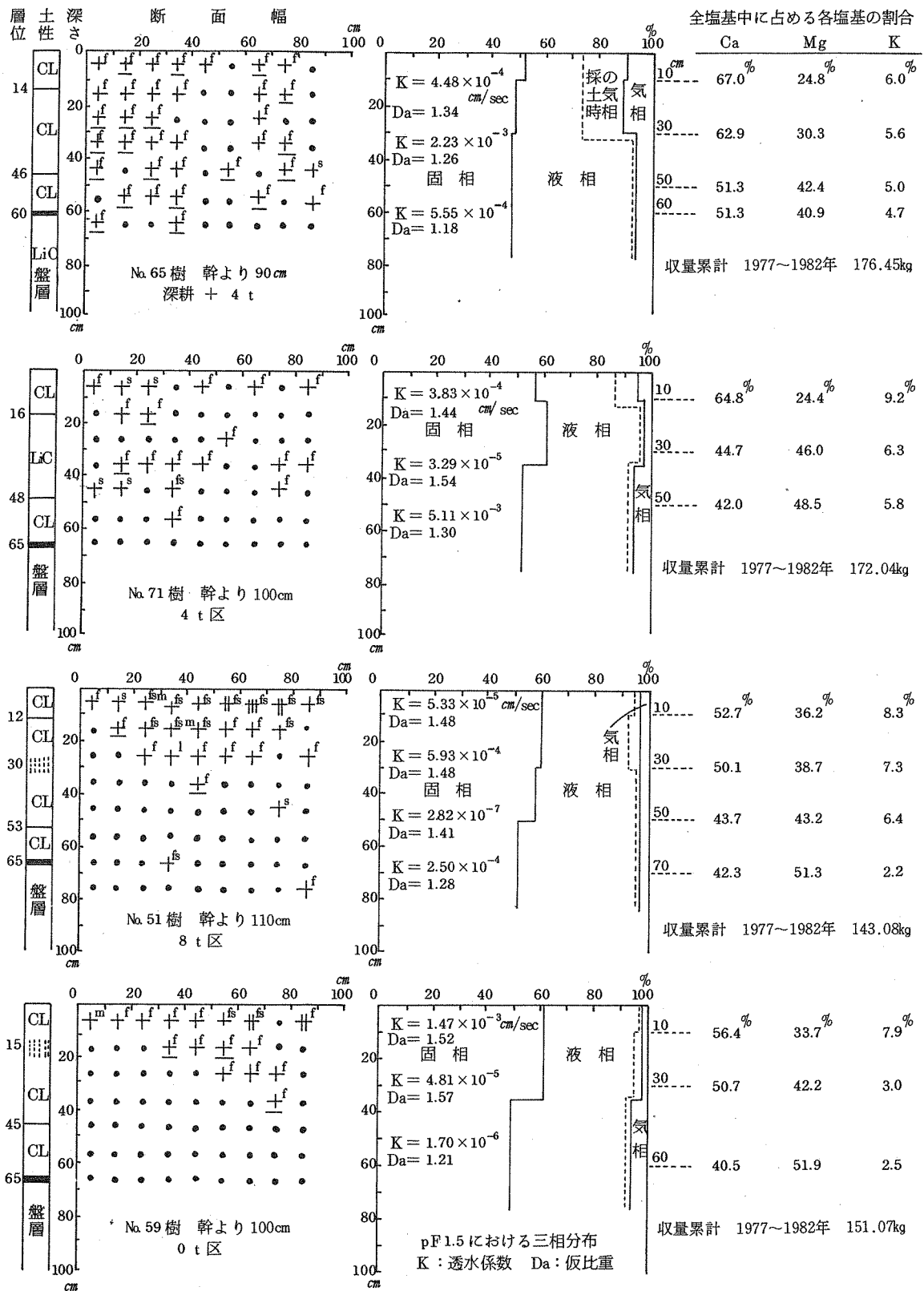
根群分布と塩基バランスとの関係について、有効土層の浅い第3ブロックの例を第13図に示した。深耕+4t区が土壌の物理性がよく、根群分布・収量共に最も良かった。他の区では、固相率が表層から30cmの層にかけて60%と大きく、気相率は非常に不良であった。そして全塩基中に占める置換CaとKの割合が表層で多く下層で少なくなり、置換性Mgの割合



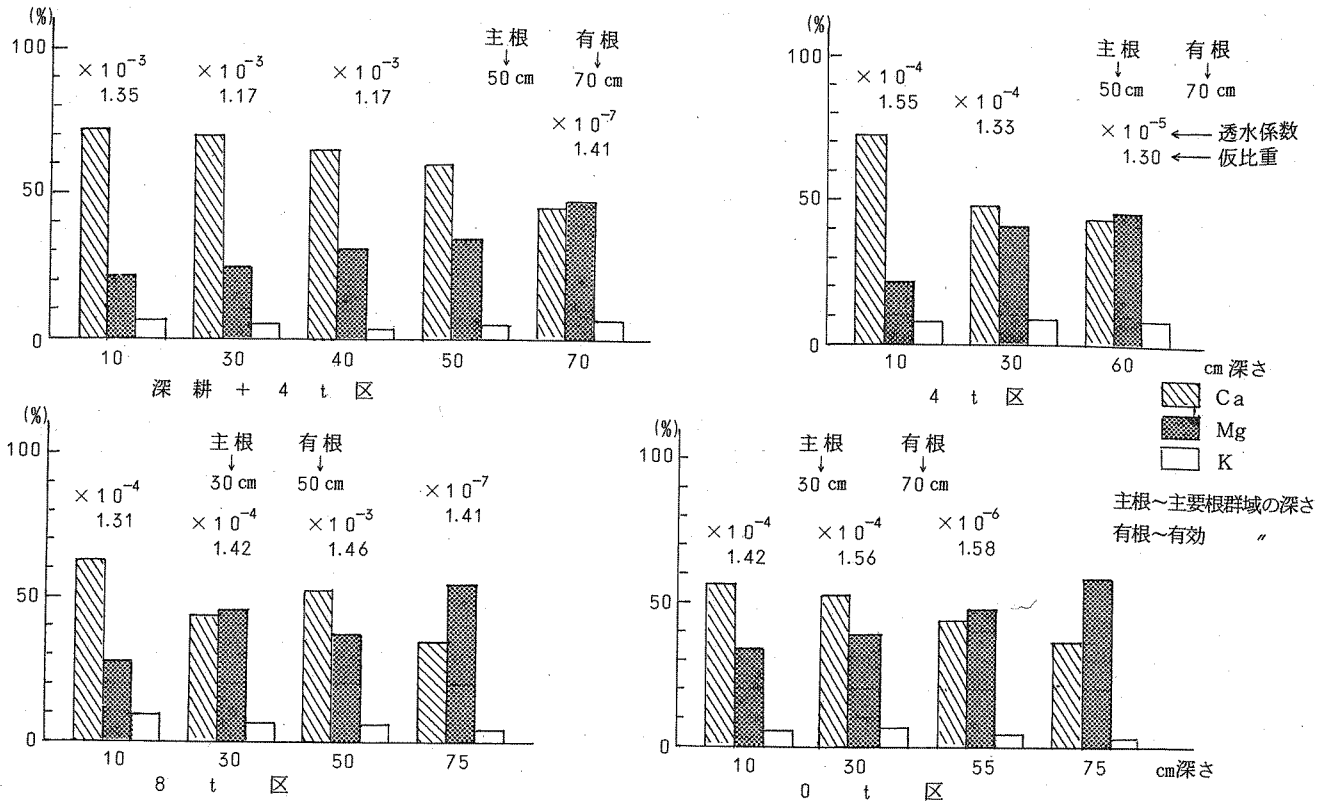
第11図 腐植及び有効態リン酸等の層位別変化



第12図 置換性塩基及び塩基当量比の層別変化



第13図 処理別根群分布と土壤の物理性及び塩基バランスの関係



第14図 全塩基中に占める各塩基の割合と根群域の深さ

は逆の傾向を示した。結果的に下層土で Ca/Mg 比が小さくなり、Mg/K 比が大きくなった。

第13図以外の例として、有効土層の深い第1ブロックの場合、根群分布の良好な部分の透水性は、各処理区とも 10^{-3} 又は 10^{-4} cm/sec を示し、 10^{-7} /sec の層では、根群分布は全然見られず、 10^{-6} cm/sec で一部わずかに見られたに過ぎない。粗孔隙が10%未満の所では、根群分布が少なかった。処理別では、深耕+4t区が最も良く分布し、次いで4t区であった。

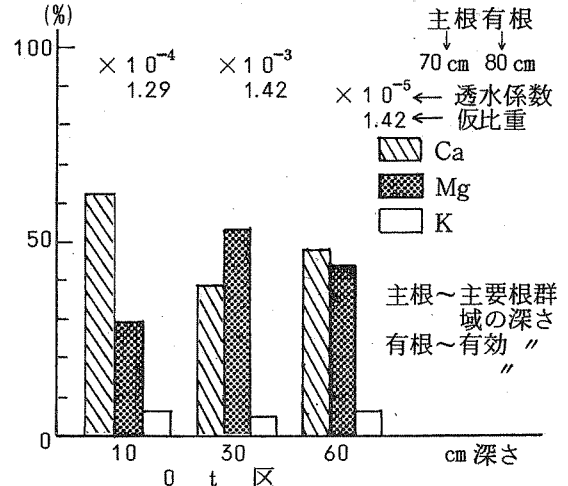
そして、全塩基中に占める各塩基の割合と根群域の深さとの関係を第14図に示した。

各処理区とも下層に移行するに従って置換性 Ca の割合が減少し、Mg の割合が相対的に増大した。そして透水性の小さい下層土ほど増大しており、透水性係数が 10^{-7} cm/sec の場合、置換性 Mg の割合は、50%をオーバーすることが多かった。

第14図の中・下層土域で、全塩基中に占める置換性 Mg の割合が、置換性 Ca の割合よりも大きくなっている所では、即ち Ca/Mg 当量比が1以下の所では、根群分布が少ないか又は見られなかった。そしてその区域では、透水性係数が 10^{-6} cm/sec、粗孔隙がおよそ7%以下の値を示した。逆に、透水性係数が大きければ Ca/Mg 当量比が1以下でも、第15図の第2ブロックの0t区の例のように、主要根群域内にはいり、根群分布が見られた。

総括的にみて、根群が少ないか又は見られない中・下層土域での土壌条件は、透水性係数が 10^{-6} cm/sec 以下、粗孔隙7%以下、仮比重1.4以上、Ca/Mg 当量比1以下、Mg/K 当量比8以上、石灰飽和度32%以下、pH (H₂O) 5.1~5.5、pH (KCl) 4.0~4.4 の値を示すものが多かった。

処理別にみて表土から下層土まで理化学性が改良されているのは、深耕+4t区であった。有機物特にオガクズ入鶏ふんの5年間の連用にもかかわらず、置換性Kの表層集積は1~1.5me程度でそれほど多くはなく、根群の異常はみられなかった。



第15図 全塩基中に占める各塩基の割合と根群域の深さ (その2)

IV 考察

低位生産園の生産力増強技術の一端として、オガクス入鶏ふんの連用と深耕による土壌改良を推進してきたが、今回は試験継続中ではあるが途中経過の成果として、温州ミカンの根群分布と土壌の物理性との関係、及び有機物連用による土壌中の塩基バランスとの関係について検討してきた。

生育・収量・品質に及ぼす影響、地上部と地下部との関係などについては、次報以後に漸次報告していきたい。

1 根群調査の方法

永年作物である果樹の根群調査にあたっては、一般に調査樹の掘取解体調査が通例(7, 8, 16, 17, 26, 37, 42)であるが、今回の調査では、継続試験の途中でありまた解体調査には多大の労力を要し、調査本数も多くは取扱えない等の理由により、調査樹をそのままにして根群分布を調査する方法を採用した。本調査法については尾形ら(17)は、ブロックによる掘取法とハンドオーガーによるボーリング法との根群分布を比較している。長ら(1)は、インタークレート用シリンダーを打ちこんで根群分布を調査しているが、採土位置を多く取る必要があることを報じている。また山本ら(41)は、温州ミカンの樹幹より1mの地点に大型のルート・ボックスを設置して、根群を観察する等の報告がみられている。

今回の調査では、1本の樹に対して1方向1断面だけでは、根群分布にバラツキが見られ、収量との関係を見るのに困難性があったため、SS通路側と植栽側との2方向から調査を行った結果、ほぼ地上部との対応関係がはっきりした。

調査樹の掘取解体については、今後間伐予定樹を対象に実施していきたい。

2 深耕処理と根群分布

温州ミカン園の深耕試験については、下層土改良として、古賀(6)の詳細な報告がある。これによると有機物施用土層は、無施用土層に比べて仮比重及び固相率が小さく透水性がよい傾向にあり、深耕による物理性の改良効果の持続には、有機物の役割が大きいことを報告している。

本試験の場合、深耕の際にざんごう内に温州ミカンの剪定枝を土と互層に埋設したが、3年半から4年前経過した時点での根群分布は、ざんごう内の中央部への伸長は少なかった。これは土と層状に剪定枝を埋設させたの

であるが、土量が少なかったものと判断される。また剪定枝の分解程度は、細枝はすでに腐朽していたが、大枝は未だ腐朽しておらず、そして大きな空間が多く見られた。深耕の内側境界面では根がよく分布していた。

これに対して小田ら(5)の調査した同じ圃場で樹皮を埋設させた所では、根がよく伸長しており、単年度に中層深耕部へ根が最高80cmも伸びた。樹皮のざんごう内への投入は、樹皮と土とがよく混和して土壌水分と孔隙性通気性が適度であったことによるものと思われるが、樹皮の量が多過ぎても細根量は減少している。

剪定枝投入の場合は土との混和も少なく、孔隙が大き過ぎて土壌水分の供給もアンバランスを生じて、細根が伸びにくかったものと思われる。腐植が進み、ざんごう内が適度な孔隙状態となれば、根群は深耕部へ伸びるものと思われる。

ざんごう内に投入する有機物の種類と量及び土との混和状態によって、根群形成は大きく相違するものと考えた。

高橋(26)は、透水性の小さい重粘リソグ園土壌においては、植穴部分は滞水することがあるから、排水処理を併用する必要がある、実用的にはトレンチャー全層改良が有利なことを報告している。本報では、土壌水分関係は別の機会にゆずることとするが、深耕+4t区の保水性は良好であった。土壌水分の過剰も心配されたが、深耕部の内側断面では下層まで根が伸びており、過湿の害よりもむしろ大孔隙により養水分供給が十分でなかったことによるものと思われた。これは、剪定枝の間の土のある層には根が伸びていることからこのことが伺えた。

有効土層の深さと地上部の生育・収量等の関係については、古賀(6)、坂本(19)、高木(24, 25)、丹原(30, 33, 36)ら多くの報告があるが、本試験でも有効土層の深さは、50cm以上必要なことを確認した。

透水性が小さく空気不足の粘質土壌では、少なくとも60cm以上のトレンチャー深耕は必要である。

又深耕した土層以外の周辺部の土層は、表層処理の場合と同じ状況を呈したので、年次計画的な深耕層の拡大の必要性を認めた。

3 表層処理と根群分布

ミカン園の表層処理に関する試験研究は多い。なかでも坂本(19)は、土壌表面を合理的に被覆する管理法が従来の清耕裸地の管理法に比べて、著しく園地土壌の生産力を高めうることを報告している。

本試験では、オガクス入鶏ふんの連用は、施用量が多くなるにつれて収量が増大し、有機物無施用区が収量が

最も低かったことは坂本の結果と同様であった。

家畜ふん尿の表層施用による効果として松本(9)は、粗孔隙の増大を、山本ら(40)は孔隙性の増大を、吉浦ら(43)は容積重、固相率の低下を報告しているが、本試験の場合のオガクズ入鶏ふんの施用は、表層の第1層土壌で粗孔隙がやや増大し効果をみせた。しかし第2層土壌以下、即ちおおむね30cmの層以下の土壌に対しては、その効果はみられなかった。

根群分布との関係については、表層処理の影響よりも下層土の影響を強く受けた。開園当初の植付時に、1本おきの永久樹についてはたこつば深耕を実施していたがこれの影響が大きかった。有機物の無施用区でも、植付時に深耕を行っていた所では無深耕の有機物施用区よりも根群分布・収量ともに優っていた。

従って、下層土の土壌構造が良好な場合には根群分布に及ぼす影響は、短期間の表層処理の影響以上に大きいと考える。

そして深耕処理と表層処理の併用は、即ち深耕+オガクズ入鶏ふん4tの連用は、各処理の中では最も良い成果をあげてきたが表層から下層まで、全層改良の結果と考えた。このことは、高木ら(24, 25)、高橋(26)、丹原ら(30, 31, 32, 33, 34, 35, 36)の結果と同様であった。

4 塩基バランスと根群分布

オガクズ入鶏ふんの連用が5年を経過しており、塩基の過剰特にカリの過剰による塩基バランスの変化が、温州ミカンの樹体に及ぼす影響について注目している。このことについて柑橘園では、弊害となる上限値が未だ明確には判明していない。本試験でのオガクズ入鶏ふん施用区での土壌中の置換性K含量は、表層で1~1.5me、下層で0.5meであり、表層は九州の診断基準値0.4~0.7meよりは多いが、極端なカリの過剰集積とは考えられない。今のところ根群及び地上部とも樹体に異常は見られない。今後の推移を注意したい。同じ例として関谷ら(22)は、牛ふんの5年間連用で、置換性K含量は、淡色黒ボク土壌の表層土で1.75~2.53me、下層土で1.33~2.05meの値を示し、土壌に蓄積するまでには至っていないことを報告している。

塩基バランスとの関係については、表土から30cm程度の深さについて議論されている場合が多い。しかし永年性作物である果樹の場合には、少なくとも主要根群域の深さまでは検討しておく必要があると考える。均一な土壌が少なく、土壌の化学性よりも物理性の影響が大きい場合が多いからである。

本試験の場合、中・下層土域でCa/Mg当量比が1

以下の所では透水係数が 10^{-6} cm/sec以下、粗孔隙が7%以下で根群分布が少ないか又は見られなかった。ところが透水係数が 10^{-3} cm/secと大きければ、Ca/Mg当量比は1以下でも根群分布は良好であった。このことは土壌の化学性の影響よりも、物理性の影響の方が大きいことを実証している。

古賀(6)は、下層土の物理性と化学性の改良に関して下層土の物理性が根の伸長を規制する場合には、化学性よりも物理性が強く生産力に関係するとし、適当な物理性の場合には、化学性を受けると報告しているが本試験の場合も同様で、土壌の物理性と塩基バランスの層別変化が根群分布に及ぼす影響は、第1要因として土壌の物理性との関係が最も強いと考えられ、塩基バランスとの関係は、2次的要因として関係があるものと考えた。

V 摘 要

低位生産園土壌に対する生産力増強技術について検討した。特にオガクズ入鶏ふんの連用と深耕が、温州ミカンの根群分布に及ぼす影響について検討した。

- 1 土壌断面の根群分布調査は、1本の樹に対して4方位中2方位、即ち2方向から調査する必要を認めた。
- 2 各処理区の土壌は、全般的に粗孔隙の割合が非常に小さく、第1層土壌に比べて第2層土壌が不良状態であった。
- 3 剪定枝の埋込による深耕処理区での根群分布は、深耕部の内側境界面付近で根がよく分布していた。
- 4 深耕+4t区が、土壌の理化学性改良と樹体反応に関して最も良い効果を示した。
- 5 深耕+4t区以外で、土壌の物理性と根群分布が良好であった所は、植付時の深耕跡が見られたものに多かった。
- 6 下層土の土壌構造が良好な場合には、根群形成に及ぼす影響は、短期間の表層処理の影響以上に大きかった。
- 7 主要根群域の深さと収量との関係では、高収量樹ほど主要根群域の深さが深い傾向を示しており、50cm以上の深さが必要と認められた。
- 8 中・下層土域で、全塩基中に占める置換性Mgの割合が置換性Caの割合よりも大きくなっているところでは、即ちCa/Mg当量比が1以下の所では根群分布が少ないか又は見られなかった。この区域では透水係数が 10^{-6} cm/sec以下、粗孔隙が7%以下であった。しかし透水係数が大きければ、Ca/Mg当量

比が1以下でも根群分布が見られた。

- 9 オガクス入鶏ふんの5年間連用後の土壌の置換性K含量は表層で1~1.5me, 下層で0.5meと小さく, Kの過剰集積とは認められず, 根群及び樹体共に異常は見られなかった。
- 10 根群が少ないか又は見られない中・下層土域での土壌条件は, 透水係数 10^{-6} cm/sec以下, 粗孔隙7%以下, 仮比重1.4以上, Ca/Mg当量比1以下, Mg/K当量比8以上, 石灰飽和度32%以下, pH(H₂O) 5.1~5.5, pH(KCl) 4.0~4.4の値を示すものが多かった。
- 11 土壌の物理性と塩基バランスの層別変化が根群分布に及ぼす影響は, 第1要因として土壌の物理性との関係が最も強いと考えられ, 塩基バランスとの関係は2次的要因として関係があるものと考えた。

文 献

- 1 長智男・山本太平(1965). かんきつ園カンガイ計画における根群分布について.
農業土木九州支部講演26回
- 2 橋元秀教・伊東祐二郎・塩崎尚郎・北島知(1977). 未熟厩肥の大量連用に関する研究. 九州農試年報, 37~43
- 3 岩切徹・松瀬政司・小野忠(1981). ミカン園における有機物施用園の実態(第1報)土壌の物理性について.
園学九州支部要旨21回, 17
- 4 岩切徹・松瀬政司(1982). ミカン園における有機物施用の成功と失敗.
農業及園芸, 57(9), 1145~1150
- 5 小田真男・峯浩昭(1983). 温州ミカン園の中層土改良(第1報)根群分布と形態について. 園学九州支部要旨23回, 14
- 6 古賀汎(1972). 温州ミカン園における下層土の物理性に関する研究.
四国農試報告, 25, 119~232
- 7 古原剛二・緒方俊雄・中尾茂夫・柴茂(1980). クリの生産力に及ぼす土壌環境について. 大分農技セ研報, 10, 21~40
- 8 前田嘉久美(1981). トレンチャー利用による茶園の深耕. 宮崎総農試研報, 15, 33~61
- 9 松本泰彦(1980). 土壌表面の乾燥に及ぼす豚糞多施用の影響. 土肥誌, 51(3), 175~178
- 10 松瀬政司・岩切徹・小野忠(1981). ミカン園における有機物施用園の実態(第2報)土壌の化学性について.
園学九州支部要旨21回, 18
- 11 峯浩昭・小田真男(1981). ミカン園における表層および下層土改良試験(第1報)土壌の物理性と根群形成効果について.
園学九州支部要旨21回, 16
- 12 峯浩昭・小田真男(1982). ミカン園における表層および下層土改良試験(第2報)深耕およびオガクス入鶏ふんの連用がミカンの収量・品質に及ぼす影響.
園学九州支部要旨22回, 24
- 13 峯浩昭・小田真男(1983). ミカン園における表層及び下層土改良試験(第3報)土壌の物理性と塩基バランスの層別変化が根群分布に及ぼす影響.
園学九州支部要旨23回, 13
- 14 中井久(1977). 夏ダイダイ園の土壌管理に関する研究(第1報)夏ダイダイ園の生長・収量果実品質葉中成分含有率に及ぼす影響.
山口農試研報, 28, 121~128
- 15 中村光夫・中井久(1983). ナツミカン園の土壌管理に関する研究(第2報)土壌管理法が土壌の理化学性に及ぼす影響.
山口農試研報, 35, 65~72
- 16 西田和男(1982). 温州ミカンの根群分布と土壌の化学性. 広島果試研報, 8, 1~11
- 17 尾形亮輔・向山公夫(1976). リンゴ樹の根群調査.
園学要旨昭51春, 16~17
- 18 Russell, R. S. (1977). Plant root systems: Their function and interaction with the soil. London
- 19 坂本辰馬(1963). 温州ミカン園の土壌ならびにその管理に関する研究.
愛媛果試研報, 3, 1~115
- 20 佐々木生雄・佐藤雄夫・井上重雄(1975). 落葉果樹の適地判定に関する研究(第2報)モモ園土壌の生産力要因解析調査.
福島園試研報, 5, 1~9
- 21 佐々木恭輔(1982). 水田転換温州ミカン園土壌に関する研究.
山口農試特研報, 27, 1~131
- 22 関谷宏之・梅宮善章・古藤実・広部誠(1983). 火山灰土壌のウンシュウミカン園における牛ふん施用試験. 果樹試報, A10, 73~90
- 23 下郡嘉勝・和田稔・波多野洋・松田儀四郎・栗野博夫(1980). クロボク温州ミカン園の土壌管理(第1

- 報) 土壤管理のちがいがミカン樹の生育・果実の収量などに及ぼした影響. 宮崎総農試研報, 14, 1~8
- 24 高木陸夫・井田勝美・矢野綱之 (1963). 温州ミカン園土壤の理化学的性質と生産力の関係. 土肥誌, 34(5), 177~180
- 25 高木陸夫・西村利幸・矢野綱之 (1963). 母材を異にする温州ミカン園の土壤の相違とその生産力との関係. 土肥誌, 34(6), 215~221
- 26 高橋市十郎 (1976). 北海道におけるリンゴ園の排水と下層土改良の効果. 農業及園芸, 51(9), 1123~1127
- 27 高橋和司・河合伸二・加藤保・今泉諒俊 (1980). 銚子畑地における下層土掘り起こし処理の効果. 愛知農総試研報, 12, 370~379
- 28 高松善博・高橋一郎・生駒皓晴 (1982). 柑橘園における土壤の物理的性質と樹勢に関する研究 (頁岩に由来する土壤について). 近畿大学農場報告, 4, 63~78
- 29 田中謙 (1976). 果樹園の土壤管理に関する研究 (第5報) リンゴ草生園の中耕に関する試験. 園学要旨昭51春, 20~21
- 30 丹原一寛・栗原肇・曾根達郎 (1964). ミカン園土壤の物理的性質と生産性について (第2報) 愛媛県瀬戸内地域の土壤の特性. 土肥誌, 35(10), 341~345
- 31 丹原一寛・栗原肇 (1964). ミカン園土壤の物理的性質と生産性について (第3報) 主に土壤の水分系について. 土肥誌, 35(10), 346~350
- 32 丹原一寛・栗原肇 (1965). ミカン園土壤の物理的性質と生産性について (第4報) 土壤の全重量と実容積との相関関係. 土肥誌, 36(8), 223~226
- 33 丹原一寛・栗原肇・大西和彦 (1966). 伊予柑園の細根の深さと収量との関係. 農業及園芸, 41(8), 1235~1236
- 34 丹原一寛・栗原肇・大西和彦 (1966). 伊予柑園の土壤の物理的性質と収獲量. 農業及園芸, 41(10), 1529~1530
- 35 丹原一寛・栗原肇 (1967). 果樹園の土壤管理が土壤の物理性に及ぼす影響 (第5報) ミカン園土壤の物理的性質と生産性について. 土肥誌, 38(5), 139~143
- 36 丹原一寛 (1969). 柑橘園土壤における物理性の改良. 農業及園芸, 44(2), 369~372
- 37 浦木松寿・安酸俊行 (1971). 火山灰土壤の土層転換がナシ樹の生育ならびに果実の収量・品質に及ぼす影響. 鳥取果試研報, 7, 1~18
- 38 和田稔・下郡嘉勝・波多野洋・栗野博夫 (1981). クロボク温州ミカン園の土壤管理 (第2報) 地表面施用の塩基の量および土壤管理法のちがいが塩基の行動に及ぼした影響 (主効果). 宮崎総農試研報, 15, 7~25
- 39 渡辺登志彦 (1968). 瀬戸内カンキツ園の土壤管理に関する研究 (第1報) 各種土壤管理法が土壤の理化学性およびカンキツの発育・収量に及ぼす影響. 広島農試報告, 28, 1~16
- 40 山本隆一郎・秋元博一 (1978). オガクズ堆肥の連年施用が畑土壤に及ぼす影響について. 大阪農技セ研報, 15, 67~76
- 41 山本弥栄・森岡節夫・真鍋礼 (1969). 温州ミカンの秋期の根群活動調査. 徳島果試研報, 2, 15~30
- 42 安酸俊行・田中章雄・浦木松寿 (1971). ナシ園のダイナマイト深耕に関する研究. 鳥取果試研報, 7, 19~29
- 43 吉浦昭二・北崎佳範 (1977). 家畜ふん尿の性質と飼料作物 (畑) への施用について. 大分県技セ研報, 7, 49~66

Topsoil and Subsoil Improvements in Satsuma Mandarin Orchard(1st Report)

Effects of Continuous Application of Sawdust-mixed Poultry

Manure and of Deep Tillage on the Distribution of Root System

Hiroaki Mine & Shinoh Koda

Summary

We have worked on the techniques of productivity increase in the soil of low-yielding orchard. In particular we have conducted researches into the effects of continuous sawdust-mix-

ed poultry manure and of deep tillage on the distribution of root system of Satsuma mandarin.

- (1) We have recognized the necessity of surveying one tree from two directions out of four in conducting research on the distribution of root system in soil profile.
- (2) The ratio of macro pore was generally very low in the soil of each treatment plot. The second horizon soil was in the worst condition as compared with the first horizon soil.
- (3) It was observed that the distribution of root system in the deep tillage plot treated by burying pruned branches was satisfactory near the border on the inner side of the treatment plot.
- (4) The deep tillage + 4t plot showed the best results in terms of the tree reaction and the improvement of physical-chemical properties of the soil.
- (5) It was at those plots where the tillage vestiges marked at planting were often observed that the physical properties of the soil and the distribution of root system were excellent besides the deep tillage + 4t plot.
- (6) When the subsoil structure was in good condition, it produced a better effect on the formation of root system than that of the short-term topsoil treatment.
- (7) As for the relation between the yield and the depth of main root system area, it has been concluded that highly yielding trees show a tendency to have deeper main root system area and therefore over a 50cm of depth is essential.
- (8) In the middle-subsoil area where the percentage of exchangeable Mg included in the total base content was larger than that of exchangeable Ca, i. e., Ca/Mg equivalent ratio was under 1, the distribution of root system was lower or not observed at all. In this area, permeability was under 10^{-6} cm/sec and macro pore was under 7%. But when the permeability was higher, the root system distribution was observed even though Ca/Mg equivalent ratio was under 1.
- (9) The percentage of exchangeable K content of the soil was rather low, i. e. 1—1.5 me in the topsoil and 0.5 me in the subsoil after the five years of application of sawdust-mixed poultry manure. It could not be affirmed that this phenomenon was caused by the excess accumulation of exchangeable K. There was nothing abnormal in both the trees and root system.
- (10) The soil condition in the middle-subsoil area where the root system was small in number or was not observed indicated the following values respectively. The permeability was under 10^{-6} cm/sec; the macro pore was under 7%; the bulk density was over 1.4; the Ca/Mg equivalent ratio was under 1; the Mg/K equivalent was over 8; the calcium saturation percentage was under 32%; pH (H₂O) was 5.1-5.5, and pH (KCl) was 4.0-4.4.
- (11) As for the effect of the physical properties of the soil and the change of base balance in respective soil horizon on the distribution of root system, the following two factors can be mentioned. One factor is the close relations with the physical properties of the soil, and the other is those with the base balance of the soil.