

水田転換ミカン園土壌の物理性について

愛媛県農試 丹原 一 寛

I はしがき

近年、果樹園造成は水田地帯にまでおよんでいるが、愛媛県ではこれらはほとんどミカンが作付けられる計画である。これまでも水田が果樹園化された例がないではないが、それらは大部分が水利や土地の条件が水田として不向きなものが多かった。しかるに近年の傾向は、これらの土壌が主に灰褐色系、黄褐色系の地下水の低いものに限定されているとはいえ—水田として十分な生産力のある耕地が、ミカン園に転換されている。

水田土壌は、生成的要因や長期にわたる肥培様式に由来する土壌の性状が、畑地の樹園地にくらべてかなり相異すると予想される。

その意味で、問題の所在を明らかにするためには甚だ不十分であるけれども、このような転換ミカン園の土壌構造に関する若干の調査結果を取りまとめたのでここに報告する。

この土壌の3相構造に関する課題は、これからさらに広範な研究を必要としているが、これまでに農技研美園技官、川尻技官らの熱心なご指導をいただいている。厚くお礼を申し上げる次第である。

II 調査地域の概要

調査は、愛媛県伊予市で行なつた。開園計画は約100haが予定されており、そのうち約3割がミカンの植え付けを終つている。

和泉砂岩山麓の狭少な洪積層と、これに連続する沖積地帯にあり、ゆるやかに傾斜する棚田であるが、現在では水田と転換園が交錯している。転換園の一部ではブルドーザーによつて深耕が行なわれている。ミカンは定植後1～2カ年を経過したものが大部分を占める。

土壌の第1層は13～15cm、その下部に厚さ約20cm程度のち密な鉄の集積層があり、土性はいずれも壤土である。さらに下層はち密な第3層があり、土性は場所によつて壤土乃至埴土で、部分的に円礫に富んでいる。深耕は主にち密な第2層の破碎が目的とされ、ほぼ30～35cmの深さまで混層されている。これらの水田は、水稻52.0kg/aを得る乾田であつたが、施肥改善事業による調査では、灰褐色壤土マンガン型に分類され、地下水位は低い。

III 調査の方法と結果

深耕園と、その近傍の深耕処理を行なわなかつた園を1対として、土壌断面調査および試料採取を行ない、土壌の三相分布を求めた結果を第1図にしめした。調査は1964年3月から4月にわ

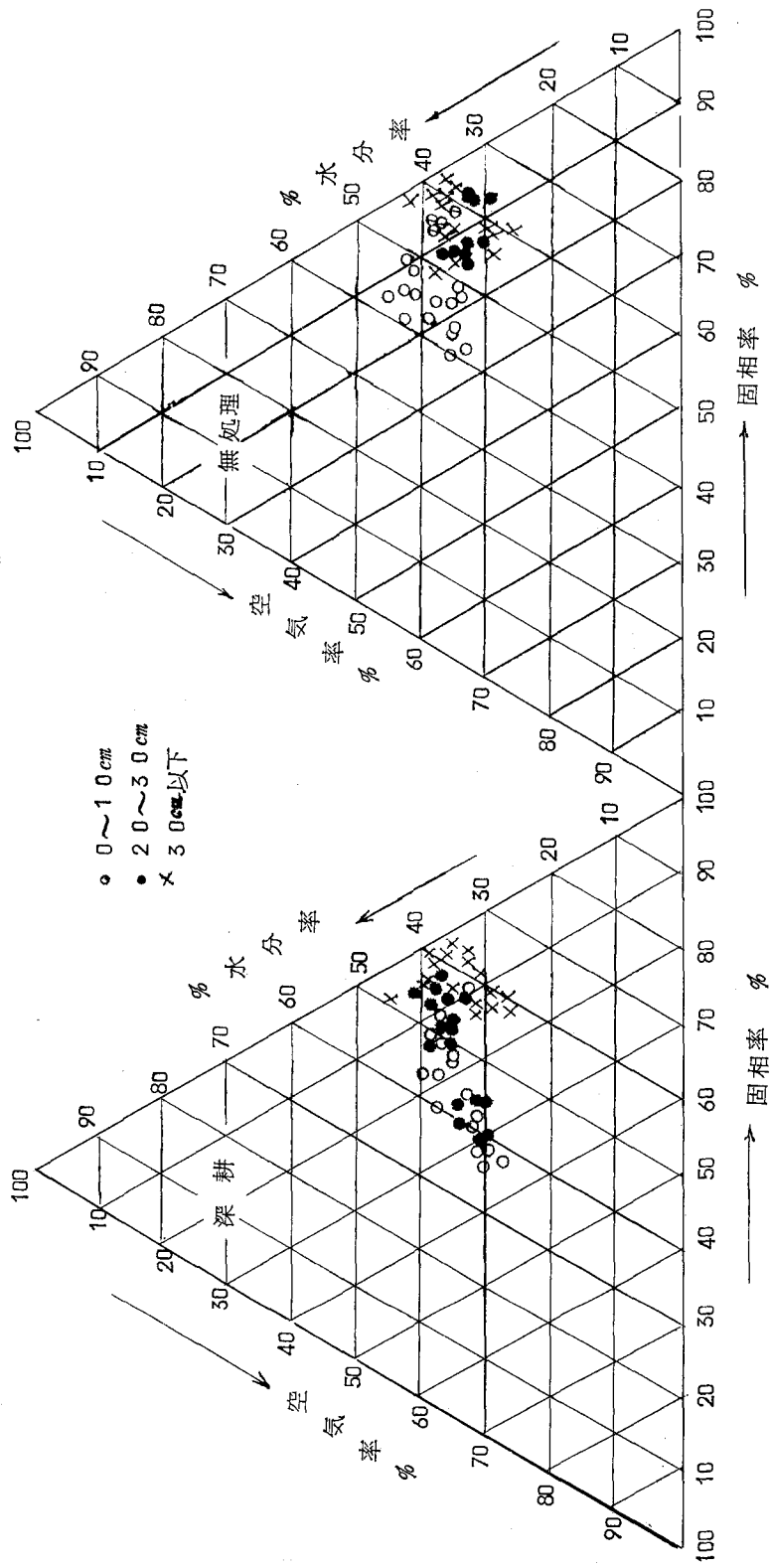
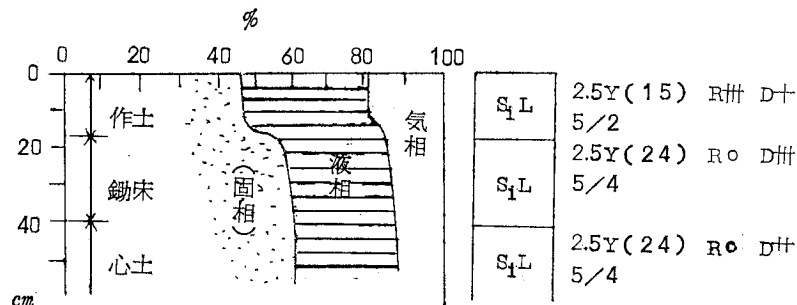


图 1 土壤の三相分布

たつて行なつたが、土壤水分はすべて吸引法により $pF1.5$ としてあらわした。およそ $0 \sim 10 \text{ cm}$, $20 \sim 30 \text{ cm}$, $30 \sim 40 \text{ cm}$ の深さから採土したが、無処理園では、それぞれ、作土、鋤床、心土に該当している。

三角座標における土壤3相のそれぞれのしめる範囲をみると、無処理園の場合、作土は固相率が $40 \sim 50 \%$ 、水分率 $33 \sim 46 \%$ 、空気率 $10 \sim 26 \%$ の範囲をとり、鋤床層では固相率が $50 \sim 63 \%$ となつていて、作土にくらべて明らかに固相の充填度が高く、水分率はほぼ $30 \sim 40 \%$ の間にあり、作土よりやや小さい範囲をとつてはいるが、作土とくらべるとかなりの部分にわたつて重なり合つている。空気率も、作土より小さく、ほぼ $14 \sim 15 \%$ となつている。

深耕園の場合は、混層が行なわれた 30 cm までの深さの土壤は、1層、2層ともに土壤3相の分布範囲が等しく、固相率では $38 \sim 58 \%$ 、水分率 $28 \sim 41 \%$ 、空気率が $3.5 \sim 5 \%$ をしめし、無処理園にくらべると、試料の大部分は固相率が小さく、空気率を増している。第1層では、深耕園が無処理園よりもいく分水分率が小さいが、第2層については無処理園、深耕園ともに水分率の占める範囲に大きい差はみられない。 30 cm 以下については、採土の場所によつて、土性の相異、円礫の存在などの影響であると考えられるが、測定値はかなり乱れている。けれども、3相の分布範囲は深耕の有無に拘らず大きい差がなく、無処理園では、鋤床層とほぼ同じ範囲に入つている。



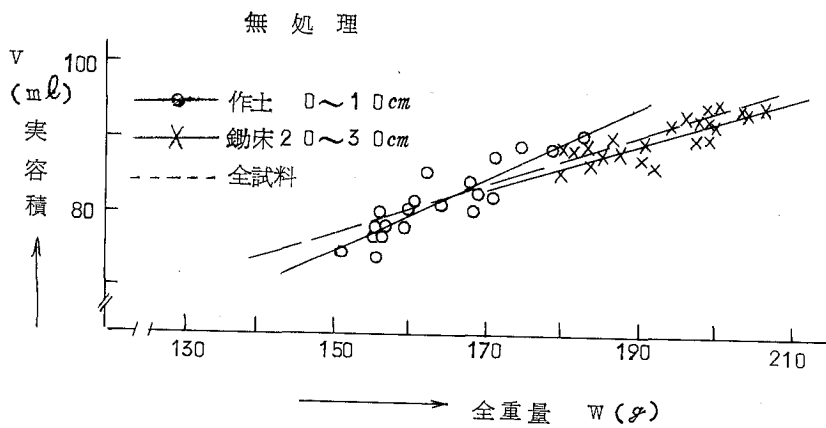
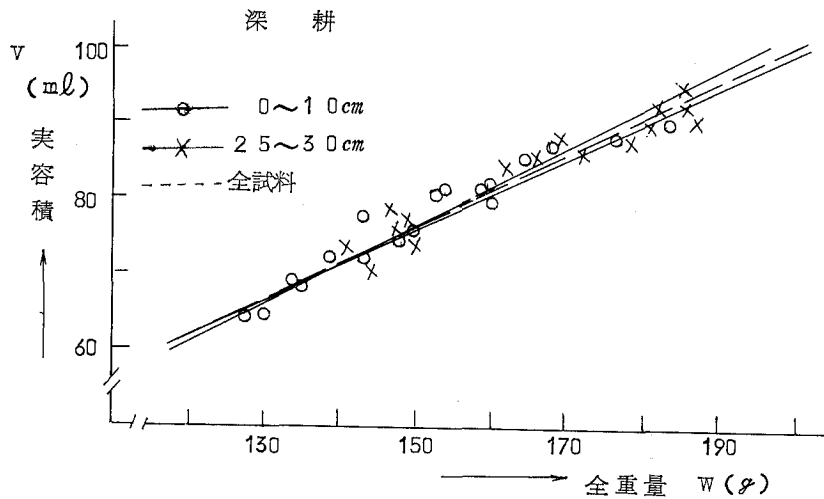
R: ミカンの根群, D: 酸化沈積物

卅... 含む, 卍... 含む, +... 僅少, ○... なし

() の数字は山中式硬度計の読み数 mm

才 2 図 土壤断面の三相分布

第2図は、これらの土壌の1例について、断面の三相分布をしめしたものである。この地域内では最も古くミカンを作付けした園で、深耕は行なっていない。作土より下層は、固相率が60%におよんでいるが、空気率は鋤床の位置で15%存在し、さらに下層では10~12%となっており、全体として水田土壌としてはかなり多くの空気量を含んでいる。また、水分率は作土が大きく、鋤床層以下で少なくなっている。現在、樹令は12年に達しており、これまでの生育経過は良い方であるが、根群分布をみると、ほとんど15cm以内の作土層のみに限られていて、直径1~2cmの中根は、作土と鋤床層の境を横方向に沿って伸長している。深耕園の根群分布の様相についてはミカンの定植後の日が浅いためまだ何ともいえないけれども、ち密な鋤床層の存在は、根の伸長に対して機械的な障害となるものとみられる。



第3図 土壌の全重量と実容積との相関

第3図は、土壤の全重量Wと実容積Vとの相関関係をしめしたが、直角座標上におけるこれらの測定値の分布は、深耕園と無処理園とで特徴的な差がみとめられる。すなわち、深耕園では、第1層、第2層ともに、W、Vの分布範囲はほぼ一致しているが、無処理園をみると、Wの値は鋤床層が作土より大きく、Vについても鋤床層が概して大きい値をとっている。統計処理の結果は、第1表に掲示したように、深耕園では表層、下層ともに相関係数rが0.97、回帰係数mの相対誤差 $\Delta m/m$ は0.13をしめし、全試料についてはrが0.98、 $\Delta m/m$ 0.08となつて、これらの相関はかなり良く、WとVとの関係は次の(1)式であらわされている。

第1表 重量-容積，固相-液相，固相-水分固相率，相関関係

		深 耕			無 処 理		
		0~10 cm	25~30 cm	全 試 料	作 土	鋤 床	全 試 料
* W V 相 関	r (相関係数)	0.97	0.97	0.98	0.90	0.86	0.94
	m (回帰係数)	0.499	0.473	0.480	0.504	0.336	0.328
	C (常数項)	1.87	5.62	4.62	4.38	29.31	31.18
	l (mの幅)	±0.064	±0.060	±0.039	±0.120	±0.091	±0.046
	$\Delta m/m$ (mの相対誤差)	0.13	0.13	0.08	0.24	0.27	0.14
** Sv Mv 相 関	r	0.42	0.47	0.47	0	0.44	0.55
	m'	0.229	0.220	0.232	-0.012	-0.362	-0.275
	C'	23.79	24.51	23.79	38.59	54.95	50.11
	l	±0.265	±0.220	±0.150	±0.514	±0.333	±0.131
	$\Delta m'/m'$	1.16	1.00	0.65	4.28	0.92	0.48
*** Sv Mv /Sv 相 関	r	0.72	0.76	0.75	0.58	0.79	0.91
	m''	-0.0116	-0.0109	-0.0109	-0.0175	-0.0160	-0.0193
	C''	1.289	1.265	1.261	1.634	1.517	1.709
	l	±0.0056	±0.0049	±0.0033	±0.0123	±0.0056	±0.0028
	$\Delta m''/m''$	0.48	0.45	0.30	0.70	0.35	0.15

* $V = mW + C$, ** $Mv = m'Sv + C'$, *** $Mv/Sv = m''Sv + C''$

$$V = mW + C \quad \text{-----} \quad (1)$$

無処理園の作土および鋤床層については、 r がそれぞれ 0.90, 0.86, $\Delta m/m$ は 0.24 以上になつて、深耕園にくらべてこの相関はかなり落ちるが、全試料については r 0.94, $\Delta m/m$ 0.14 となり、近似的にはほぼ(1)式が成立していると思われる。

(1)式の回帰係数 m の値は、土壤 3 相構造の特性をあらわすと考えられるが、深耕園の m の値は第 1 層が 0.50, 第 2 層が 0.47, 全試料では 0.48 となり、これらの誤差の幅はいずれも重なり合うために、 W , V の値は土層の別なく、ともに同じ直線に沿つて分布し、土壤の構造特性に差はないことをしめしている。

さらにまた、深耕園の m の値が 0.47 ~ 0.50 付近にあることから、これらの土壤が、いずれも固相優位の構造変化を特徴としていることが分る。第 1 図にもしめされているように、固相率の分布範囲が水分率のそれよりも広く、土壤の水分変化が固相変化に対応しない特徴をしめしている。

無処理園の場合、 m の値は作土が 0.5, 鋤床が 0.34 となつていて、かなりのひらきがみられ、その誤差巾をみると明らかに両者の間には差がある。また全試料については、 m の値は 0.33 となつて、深耕園の 0.48 にくらべても明らかな差がみられる。これらの結果は、深耕園と無処理園との間に、あるいは無処理園では土層別に、土壤の構造的特性の相異があることを示している。

土壤の全重量と実容積との関係が(1)式でしめされるとき、固相率 S_v と水分率 M_v との関係は、理論的には次の(2)式でしめされる。(1, 2)

$$M_v = m' S_v + C' \quad \text{-----} \quad (2)$$

第 1 表に、この関係を検討した結果を掲示したが、相関係数 r はいずれも 0 ~ 0.47, 回帰係数 m' の相対誤差 $\Delta m' / m'$ はきわめて大きく、また全試料についてみても、この相関はみとめられない。

しかしながら、美園氏が提唱した土壤構造量の一つである水分-固相率 $(M_v/S_v)^{1)}$ を、 S_v との相関関係でしめた場合は、第 1 表に掲示したように、相関係数 r はいずれも 0.6 以上となり、両者の関係を(3)式でしめたとき、回帰係数 m'' の絶対値は小さいが、その誤差はさらに小さくなつてゐる。

$$M_v/S_v = m'' S_v + C'' \quad \text{-----} \quad (3)$$

しかしながら、深耕園、無処理園とも土層別の $\Delta m'' / m''$ は大きく、これらの相関関係はみとめ難いけれども、全試料をみると深耕園では 0.30, 無処理園で 0.15 となり、相関はかなりよくなつてゐる。この m'' は、いずれも負となつてゐるが、絶対値は深耕園の方が明らかに小さい。

M_v/S_v の値は、表示していないが、どれも 1.0 以下となつており、土壤 3 相は水分よりも固相が卓越する構造的特性をしめているが、係数 m'' が負となつてゐるため、この傾向は固相率の増大によつて一層強められている。

また園の種類で m'' の値が異なるのは、これらの園の水分率、固相率のそれぞれの増減関係が異なっているものと考えられる。

Mv/Sv を Sv との相関関係でしめしたとき、全層を通じては、(3)式がほぼ成立しているけれども、 $Sv-Mv$ の相関がみとめられないことと合せて考えるとき、 Sv と Mv との関係が単純な1次式ではなく、2次式としてあらわされる可能性も生じてくるが、これらは今後十分な検討を必要としている。

また Mv/Sv の値は、無処理園の作土は1.1~0.7、鋤床層は0.5~0.7となつて、土層別の差が明確である。深耕園では土層の別なく0.6~1.0の間にあつて、園別にも Mv/Sv の範囲にかなりの差がみられる。

第4図はpF1.5とpF4.2との水分差を有効容水量(M_{AWC})として、固相率との相関をしめした成績である。pF4.2の水分は、pF1.5測定終了後の試料それぞれを、所定の遠心力を作用させて求めた。有効容水量の範囲は、深耕園では1層、2層とも1.4~2.4%の間にあるが、無処理園では作土1.6~2.8%、鋤床層0.8~1.8%となり、土層別にかなりの差がある。また深耕園では M_{AWC} と Sv との間の相関は全然みとめられないけれども、無処理園では相関係数0.87、回帰係数の相対誤差0.19となり、かなり相関はよくなつており、固相率の増加が保水性の減少を伴う傾向をしめしている。また深耕園では1.4%以上の有効容水量をしめすが、無処理園では、固相率5.4%付近から、それ以上の固相率の範囲では、有効容水量は1.4%以下となつている。

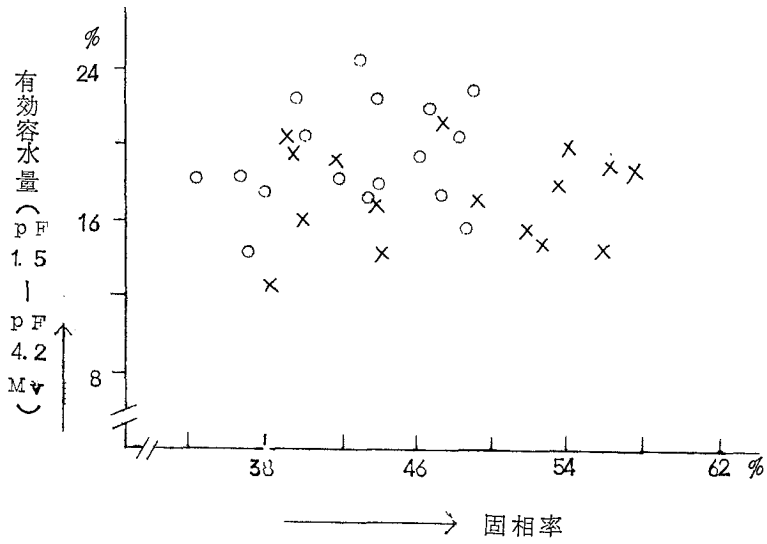
IV まとめ

以上、主に土壌の3相構造の特性について検討してみたが、水田転換のミカン園土壌は、水田期間のうちに生成したとみられる土層の分化が、作土層、鋤床層と、きわめて明瞭である。ブルドーザ-深耕は、この鋤床層破砕が目的で行なわれているが、一般的には、深耕処理は固相率を減少させ、空気率を増加させている。

土壌の全重量と実容積との相関関係では、これらの測定値が直角座標のうえでしめす分布範囲ならびに回帰直線の差から、土層別ならびに深耕、無処理の園別に、構造変化の特徴がかなり相異しているものと予想された。しかしながら、理論的には、この全重量-実容積相関から導き出せる固相率と水分率との相関は、実験の結果からは成立せず、むしろ水分-固相率と固相率との相関としてあらわされている。固相率と水分率との関係は、(2)式のような1次式ではなく、むしろ2次式としてあらわされる可能性がみられる。

このような各相関関係を通じて、これらの土壌は、いずれも固相優位の構造変化を特徴としていることがしめされ、鋤床層は固相率が大きく、空気率が少ないのみか、保水性も小さくなつている。また鋤床層の存在は第2図に例示したように、ミカンの根群分布を妨げる要因となつているものと

深 耕



無 処 理

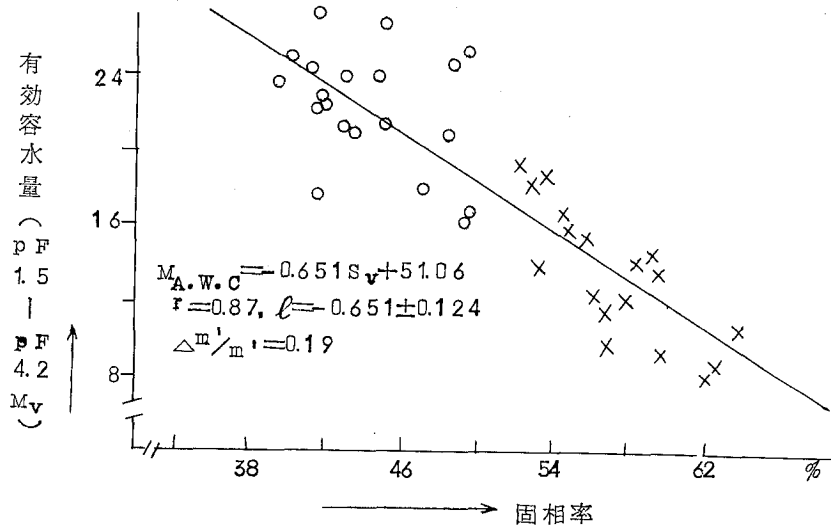


图 4 固相率 S_v と有効含水量 $M.A.W.C (M_v)$ との相関

想像されるが、このような土壤の物理性の特徴は、畑地樹園地の生育不良なミカン園土壤と、多くの点で類似している。³⁾

水田ミカン園はその地形的立地条件からみて、傾斜畑ミカン園にくらべて年間を通じての土壤水分の動態は相当に異なるものと予想される。また深耕処理によるち密な鋤床層の破碎が、根群分布、樹の生育におよぼす影響についても現在の時点ではまだ明らかでない。これらの諸点はいずれも今後の生育経過ならびに多くの調査研究を必要としていると考えられる。

引 用 文 献

- 1) 美園ら：土肥誌32. P.503.(1961), 33. P.48 (1962)
- 2) 木内ら：土肥誌35. P.33 (1964)
- 3) 丹原ら：土肥誌投稿中