



Title	北大農場果実園の土壌物理環境
Author(s)	相馬, 尅之; SOMA, Katsuyuki; 前田, 隆 他
Citation	北海道大学農学部農場研究報告, 27, 85-98
Issue Date	1991-03-25
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/13412">https://hdl.handle.net/2115/13412</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	27_p85-98.pdf



## 北大農場果樹園の土壤物理環境

相馬 尅之・前田 隆・高氏 昇・虻川 雄介・石田 勲

(北海道大学農学部農業工学科)

今河 茂

(北海道大学農学部附属農場)

(1990年12月28日受理)

### 結 言

農地土壌の地力は、物理性、化学性（作物根への養分供給能）ならびに生物性（主として土壤微生物の活性）のバランスに依存している。これらの諸性質のうち、物理性は化学性や生物性などの発現を支配する極めて重要な性質であり、適正な圃場管理によって良好な土壤物理性を保持することは、農業生産基盤の整備の基本である。

土壌の物理的特徴の基本は、多孔質性にある。すなわち、土壌は極めて多量の間隙を有し、その間隙中に水分（一般的には種々の溶質を含む溶液である）や空気を貯溜・保持するとともに、土壌間隙はこれらの物質やエネルギーの移動空間としても機能する。とくに土壌の水分貯溜・保持機能（保水性）は、水は相変化によるエネルギー授受を通じて大気（圏）の急激な環境変化を緩和する役割を担うところから、極めて重要な物理的性質である。このような多様な機能を持つことによって、土壌（圏）は地球上のいろいろな生物の生存を支えているのである。

土壌の種々の物理的機能は、多量の間隙を有するだけではなく、いろいろな大きさの間隙を持つという多様な間隙組成の存在に依存している。すなわち土壌の多量かつ多様な間隙組成は、作物根の伸長・繁茂や養水分・空気の吸収の場を保障する膨軟性ととともに、土壌の保水性や透水性、排水性（空気の侵入を可能にする）を支配する極めて重要な物理性である。従って、良好な土壤物理性を保持するための圃場管理の目標は、如何にしてこのような間隙組成を創出し、かつ保存するかと

いう点にあり、そのためにさまざまな土壤改良や土層改良が実施されることになる。

筆者らはこれまでに、北大農場飼料畑<sup>1,2)</sup>や静内付属牧場<sup>3,4,5)</sup>、演習林籐舞試験地<sup>6)</sup>の土壤物理性を調査し、物理性の問題点を指摘するとともにその土質改善手法を提案してきた。今回は上述の視点に即して北大農場果樹園土壌の基本的な物理性を調べ、良好な土壤物理環境の整備に関わる圃場管理手法の確立に向けた基礎資料を得ようとしたものである。

### 試料および方法

#### 1. 調査地点

本論文で使用した土壤試料の採取地点ならびに試坑調査地点を Fig. 1 に示す。調査は昭和 60 年から 63 年の 4 か年に亘り、北大農場果樹園内の 9 地点で行った。

調査は例年 10 月上旬に実施し、昭和 60 年は試

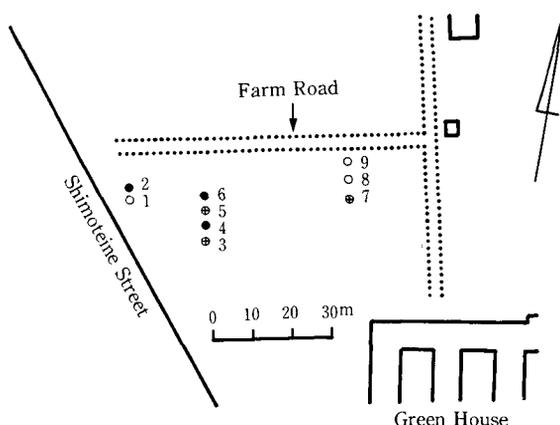


Fig. 1. Profile diagrams.

坑3, 4, 昭和61年は試坑5, 6, 昭和62年は試坑1, 2, また昭和63年は試坑7~9で行った。

本調査地点は豊平川の氾濫源に位置し, 土壌タイプは氾濫源成の沖積土壌(褐色低地土)に分類される。試坑調査に基づく層序(土壌層位の配列様式)から, 果樹園土壌の土層構成は大きく3タイプに区分され, それぞれ以下のような特徴を持っている。

すなわち,

タイプ①; 厚い腐植層を有し, A・B・C層の主層位の下部に砂層が存在するタイプ(試坑3, 5, 7)

タイプ②; 比較的厚い埋没腐植層を有し, 2回の顕著な土層分化が認められる土層配列から成るタイプ(試坑1, 8, 9)

タイプ③; 表層に比べると著しく薄い埋没腐植層が2層存在し, 顕著な土層分化が3回以上認められるタイプ(試坑2, 4, 6)

各試坑で層序を調べるとともに, 各土層の堅密度を土壌硬度計により測定し, 結果を指標硬度(貫入深mm)で表示した。また各土層から攪乱試料と不攪乱試料を採取して, 以下の試験に供試した。

## 2. 調査試験方法

### 1) 相組成

100-cm<sup>3</sup>のコアサンプラーで採取した不攪乱試料について, 含水量, 乾燥密度, 間隙量や三相分布(固相率, 液相率, 気相率の割合)などを求めた。

### 2) 透水性

100-cm<sup>3</sup>のコアサンプラーで採取した不攪乱試料を毛管飽和した後, 変水位透水試験により飽和透水係数を測定した。この飽和透水係数は土層の排水性(過剰水分の排除機能)の指標となるものである。

### 3) 保水性

100-cm<sup>3</sup>のコアサンプラーで採取した不攪乱試料を毛管飽和した後, 吸引法と遠心法を用いて水分特性曲線を求め, 各土層の有効水分保持機能の

実態を調べた。

### 4) コンシステンシー

攪乱試料の2mmフルイ通過部分を用いて液性・塑性限界を測定し, 果樹園土壌の塑性や圧縮性などを検討した。

## 結果および考察

### 1. 土層構成

前述の如く, 果樹園土壌の土層構成は概略3タイプに区分される。Fig. 2(a)~(c)にそれぞれの代表的な土壌断面を示す。

Fig. 2(a)は試坑3の土壌断面で厚い腐植層を有し, A・B・C層の主層位の下部に砂層が出現するタイプ, Fig. 2(b)は試坑1の土壌断面で比較的厚い埋没腐植層を有し, 2回の顕著な土層分化が認められるタイプ, Fig. 2(c)は試坑6の土壌断面で表層に比べると著しく薄い埋没腐植層が2層存在し, 顕著な土層分化が3回以上認められるタイプである。

Fig. 2には各土層の土壌硬度, 試料採取時の含水量・乾燥密度および間隙量(Specific Pore Volume 比間隙体積 cm<sup>3</sup>/g で表示)の値を併記した。

まず土層の膨軟性の指標である土壌硬度についてみると, タイプ②の場合は土壌硬度が全層にわたって10~20mmであり, 膨軟性に関しては良好な物理性を有しているといえる。これに対してタイプ①, ③の場合には, 表層30cm以内に土壌硬度20mm以上の堅密な土層が存在し, 踏圧による土壌圧縮の影響が伺える。

含水量は0.4~0.7g/gの範囲に, また乾燥密度は上述の堅密層が1.1g/cm<sup>3</sup>以上の比較的大きな値を示す他は0.8~1.1g/cm<sup>3</sup>の範囲に, 間隙量は0.5~0.8cm<sup>3</sup>/gの範囲にあり, 一般の沖積土壌の物理性を示している。

Fig. 3は調査地点の全土層の含水量と乾燥密度を示したものであるが, 含水量の増加に伴って乾燥密度が減少する傾向がみられ, 果樹園土壌の場合, 含水量は0.3~0.7g/g, 乾燥密度は0.8~1.2g/cm<sup>3</sup>の範囲に分布することが判る。

Fig. 3において, 表層の腐植層では乾燥密度が

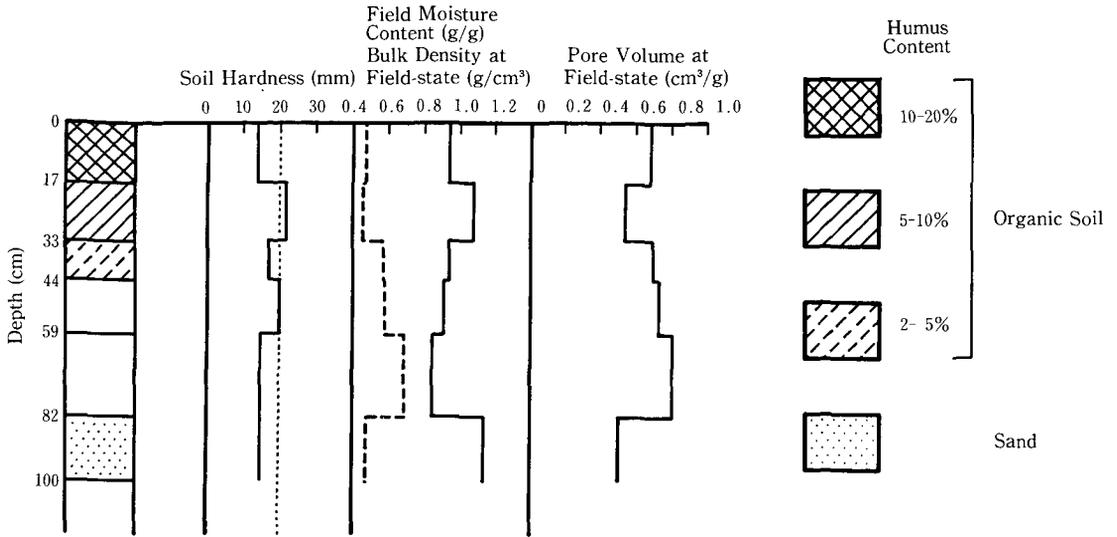


Fig. 2(a). Physical properties at field-state (Pit 3 ; Type 1).

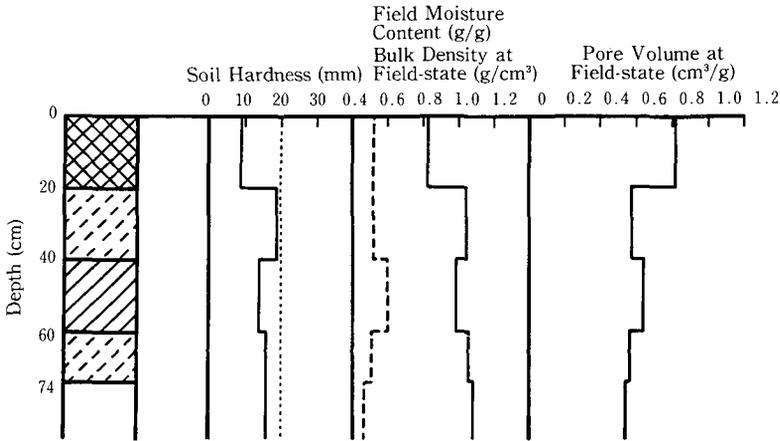


Fig. 2(b). Physical properties at field-state (Pit 1 ; Type 2).

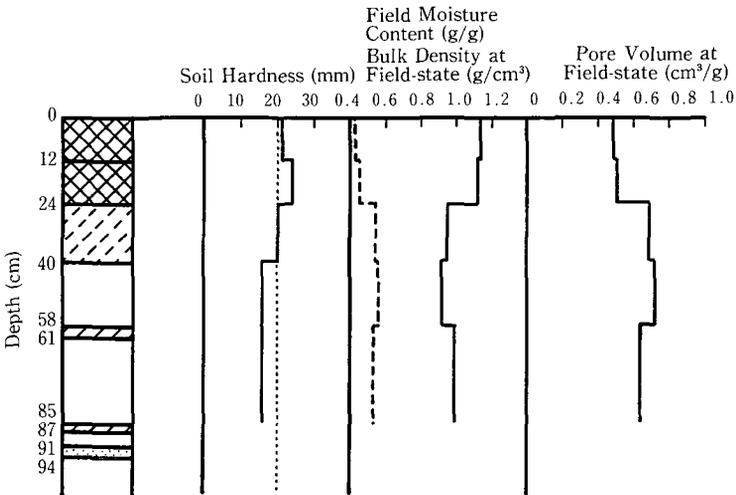
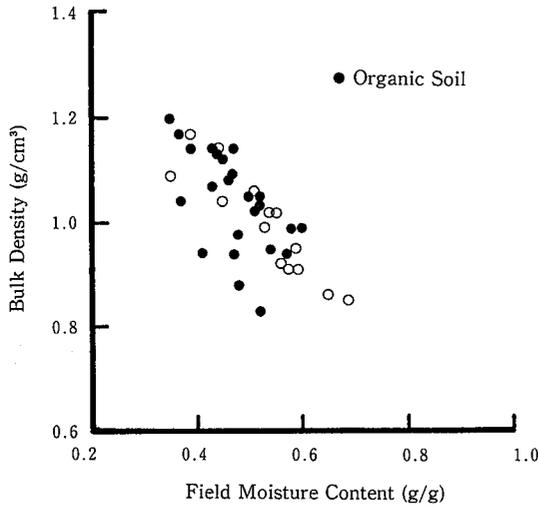


Fig. 2(c). Physical properties at field-state (Pit 6 ; Type 3).



**Fig. 3.** Relationship between field moisture content and bulk density.

1.2 g/cm<sup>3</sup>に達するものが多く認められ、土壌圧縮の進行が懸念される。

2. 相組成

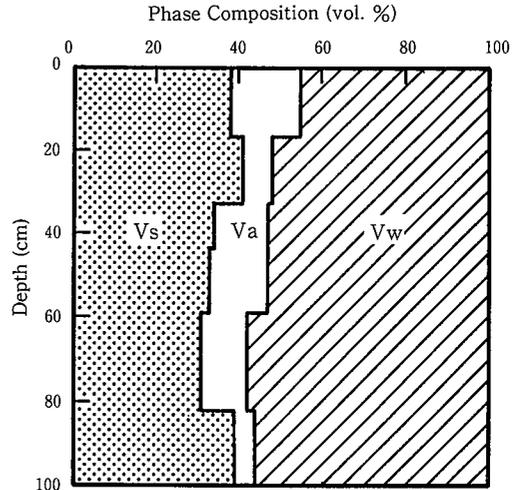
Fig. 2の試坑について、土層内の三相分布をFig. 4(a)~(c)に示す。

試坑3、6の表層に固相率40%以上の土層がみられるものの、全体として固相率は30~40%の範囲にあり物理性として問題となることはない。しかし、試坑1の最表層の気相率が20%以上である他は気相率は20%以下と小さく、空気間隙の占める割合が全体的に少ないといえる（換言すると、液相率が大き過ぎる）。とくに表層直下に気相率10%以下の土層が存在し、根の生育に少なからず悪影響を与えていることが推察される。

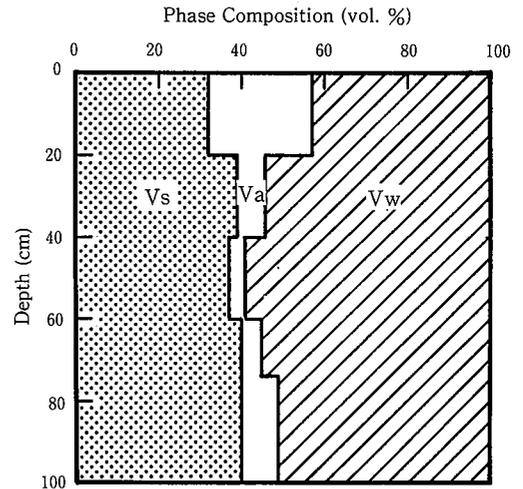
間隙中に占める土壌水分の割合を（水分）飽和度というが、Fig. 2の試坑の各土層について、間隙量と含水量の土層内分布をFig. 5(a)~(c)に示した。

すなわち沖積土壌としては比較的間隙量が多いものの、全体的には空気間隙量  $V_{p-air}$  が少なく（0.16 cm<sup>3</sup>/g以下）、（水分）飽和度  $S_r$ （間隙中に占める土壌水分の割合）が80%以上と多い。

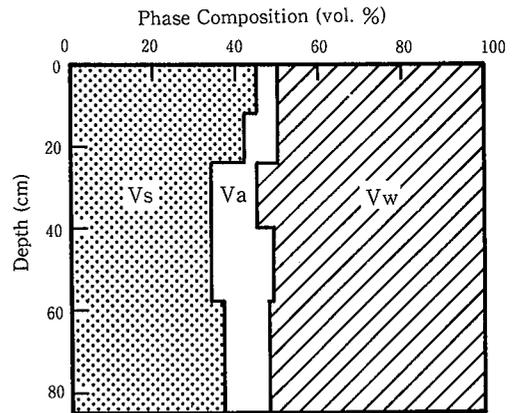
Fig. 5を単位断面積の土柱が持つ間隙量、含水量と固相の土層内分布という観点からみると



**Fig. 4(a).** Phase composition of soil profile (Pit 3; Vs, Solid; Va, Air; Vw, Water).



**Fig. 4(b).** Phase composition of soil profile (Pit 1).



**Fig. 4(c).** Phase composition of soil profile (Pit 6).

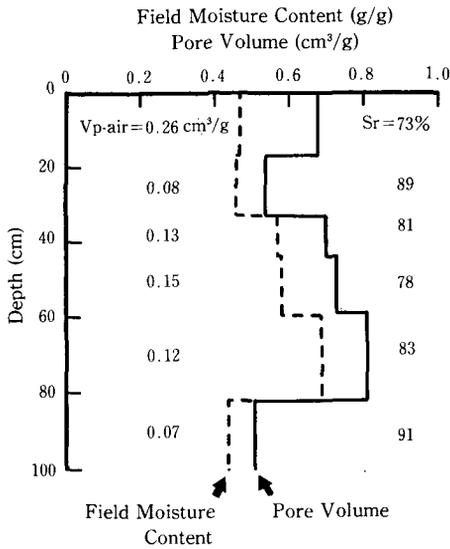


Fig. 5(a). Field moisture content and pore volume in soil profile (Pit 3; Vp-air, Air filled pore volume; Sr, Degree of water saturation).

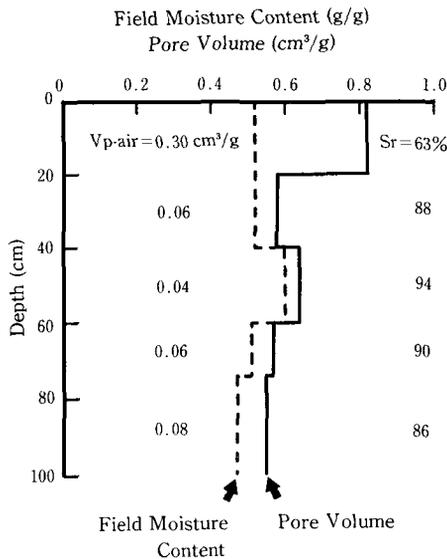


Fig. 5(b). Field moisture content and pore volume in soil profile (Pit 1).

(Fig. 6(a)~(c)), 空気間隙量が如何に少ないかが明らかである。

タイプ①, ②は中間に間隙量の少ない土層が存在するが, 全体的に間隙量が多く, しかも表層土の容気量が比較的大きい。また 60 cm 以深の下層に間隙量の多い土層が存在する。これに対して,

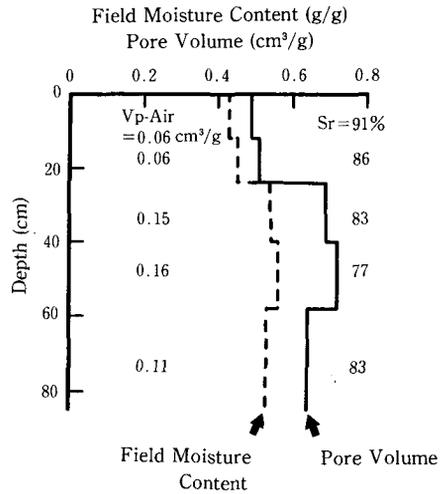


Fig. 5(c). Field moisture content and pore volume in soil profile (Pit 6).

タイプ③は表層土の間隙量および容気量が小さく, 下層土ほど間隙量および容気量が大い。またタイプ③の場合, 踏圧による土壌圧縮の影響が伺える。

ちなみに各土層断面の第2層までの土層に関してみると, 単位面積当りの空気間隙量は試坑3で33 cmの土層に対して5 cm, 試坑1では40 cmの土層に対して6 cm, 試坑6では24 cmの土層に対してわずか2 cm相当の空気間隙量しかないことになる。これは単に根の呼吸に必要な土壌空気が不足するというだけでなく, 最も微生物活動が盛んな表層土における微生物相にも重大な影響を与えることになる。さらにこの空気間隙量は次の降雨に対する受容能力をも意味し, 例えば試坑6の場合, 20 mmの降雨により表層土は飽和状態となり表面停滞水が出現しやすい環境にあることになる。

調査地点の全試坑について, 含水量と間隙量の関係を示すと Fig. 7 のようになる。

これを見ると, 一部の土層が飽和度 60~80% の範囲に分布するが, 全体的な傾向としては, 大部分が 80% 以上の領域 (Saturation Line 近傍) に存在することが判る。

### 3. 透水性

ここでは飽和透水係数による透水性の評価であ

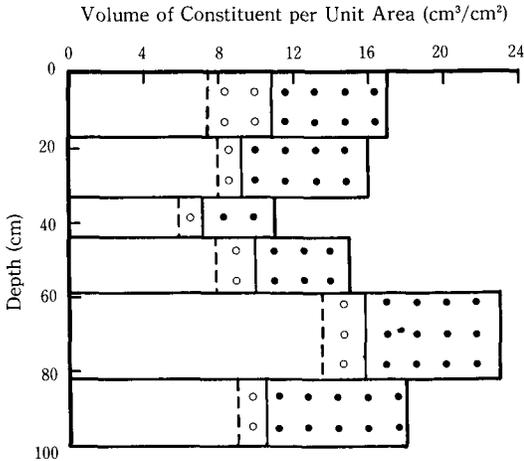


Fig. 6(a). Volume fraction of solid, water, and air per unit area of soil columns (Pit 3).

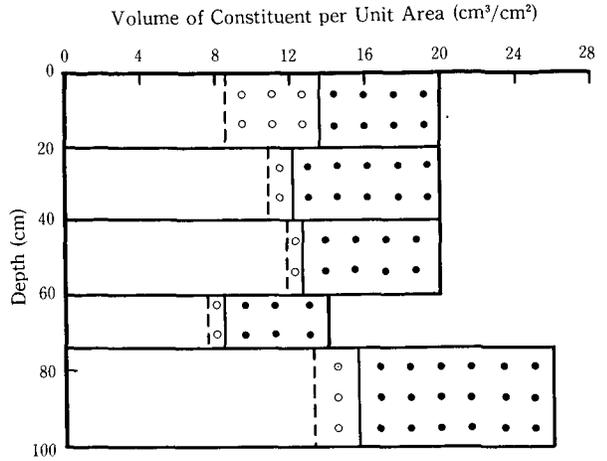


Fig. 6(b). Volume fraction of solid, water, and air per unit area of soil columns (Pit 1).

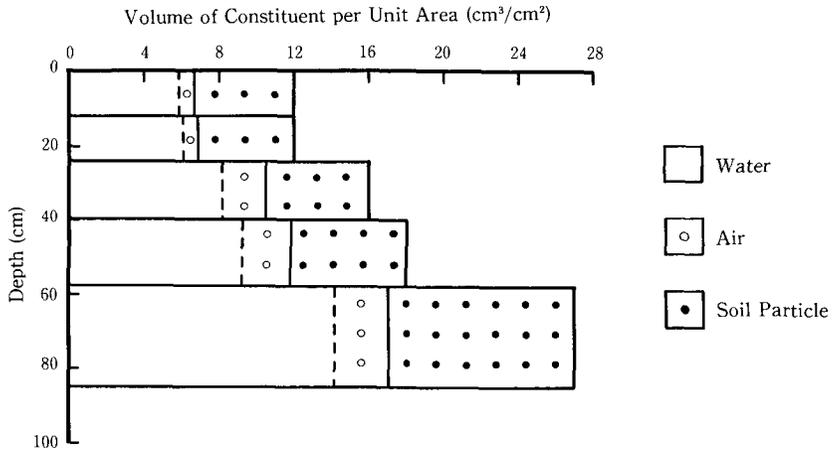


Fig. 6(c). Volume fraction of solid, water, and air per unit area of soil columns (Pit 6).

るので、下方から毛管上昇や土層内における土壤水分の再分布に関する水分移動ではなく、あくまでも重力排水による排水機能の程度がどのようなものであるかを検討するものである。

上述の試坑3, 1, 6に関して各土層の飽和透水係数を示すと Fig. 8(a)~(c)の如くなる。

Fig. 8 から土層構成のタイプ別に調査地点の排水性を評価すると、タイプ①は全層的に排水性はやや良好であるが、タイプ②は下層に排水性不良の土層が存在し、タイプ③の場合には表層に排水性不良の土層が存在する。ここで排水性の評価基

準としては、飽和透水係数が  $10^{-5}$  cm/s 以下の場合を排水性不良とみなしている。

タイプ②の場合、間隙量が比較的多いにもかかわらず飽和度が高く、土層が湿潤状態を呈する背景として、下層に存在する排水性不良の土層の影響が考えられる。一方、タイプ③の場合には表層土の間隙量が少なく、かつ排水機能を有する粗間隙が少ないことが土層全体の湿潤状態の原因として考えられる。

調査地点の全土層の排水性について、Fig. 6 で用いた単位断面積当りの空気間隙量と飽和透水係

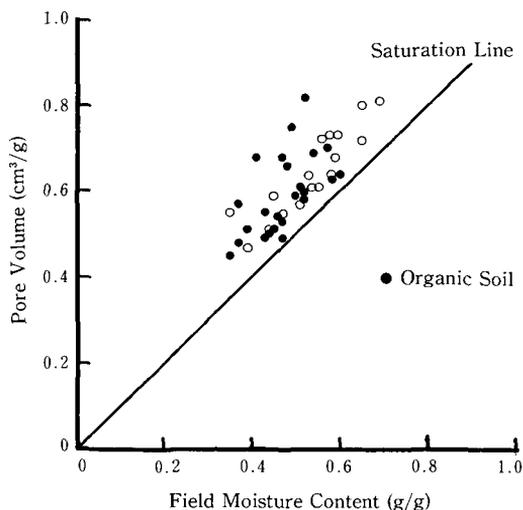


Fig. 7. Relationship between field moisture content and pore volume.

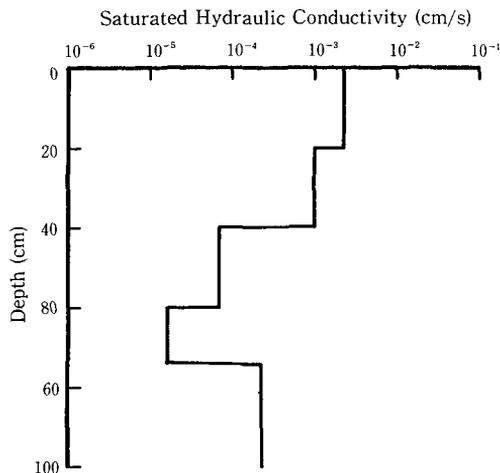


Fig. 8(b). Saturated hydraulic conductivity (Pit 1).

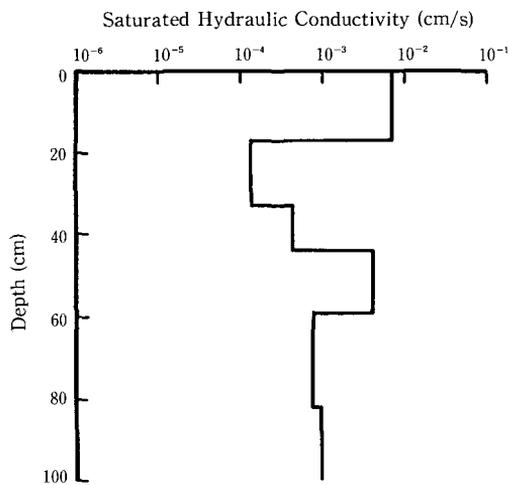


Fig. 8(a). Saturated hydraulic conductivity (Pit 3).

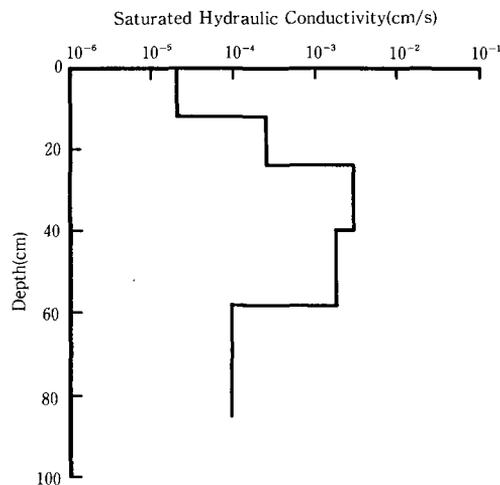


Fig. 8(c). Saturated hydraulic conductivity (Pit 6).

数の関係を Fig. 9 に示す。

ここで空気間隙量を、過剰水分が速やかに重力排水され常に空気が侵入できる間隙と仮定すると、空気間隙量により土層の排水機能の大小を推定することができる。厳密にはこの空気間隙の大きさも考慮する必要があるが、とりあえず量的な検討を行うことにする。

Fig. 9 から、空気間隙量が  $3.5 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$  以上の場合には飽和透水係数が  $10^{-3} \text{ cm/s}$  以上となり、排水性は良好であるといえる。これに対して、空気間隙量が  $0.8 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$  以下の場合には、飽和透

水係数が  $10^{-5} \text{ cm/s}$  以下となり、排水性が不良であるといえる。また空気間隙量が  $0.8 \sim 3.5 \text{ cm}^3/\text{cm}^2$  においては、飽和透水係数は  $10^{-3} \sim 10^{-5} \text{ cm/s}$  の範囲に分散するが、この空気間隙量の範囲の排水性を支配する要因は、上述の間隙の大きさであろうと予想される。

#### 4. 保水性

農地土壌の重要な物理的機能の一つである保水機能に関して、先ず種々の圧力状態で保持可能な最大水分量を表す pF 水分曲線を用いて、試坑 3、

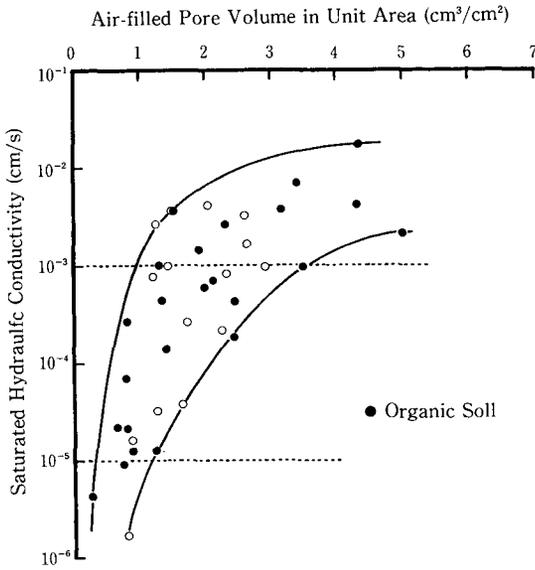


Fig. 9. Relationship between air-filled porosity in unit area of soil column and saturated hydraulic conductivity.

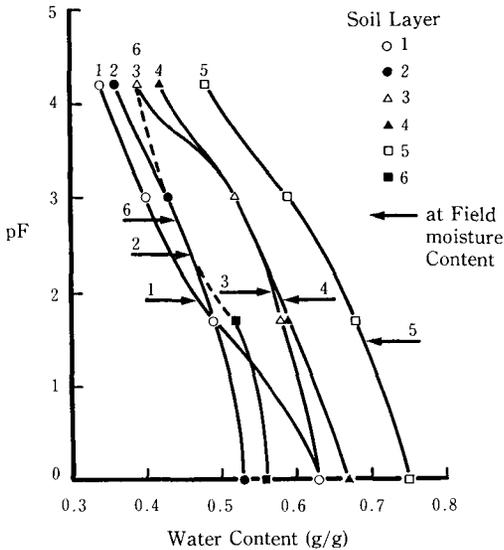


Fig. 10(a). Water retention curves (Pit 3).

1 および 6 の保水性を検討する (Fig. 10 (a)~(c)). Fig. 10 をみると、試坑 1 (土層構成タイプ②) を除くと表層土よりもむしろ下層土(とくに第 3, 4 層)の方が保水性が高いという特徴がある。とりわけ試坑 6 (土層構成タイプ③) の表層土は保水性が低く、踏圧による土壤圧縮の影響が保水性にまで及んでいることが判る。

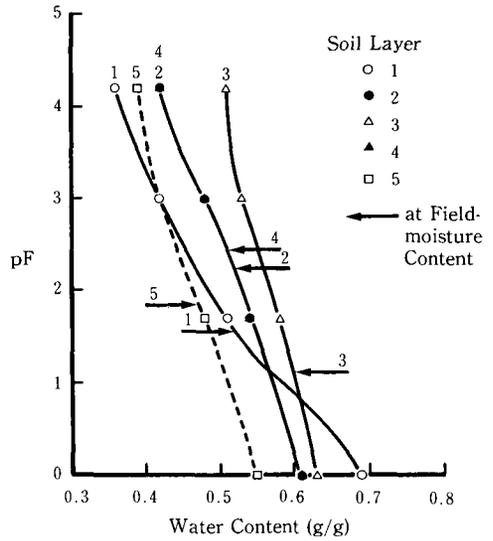


Fig. 10(b). Water retention curves (Pit 1).

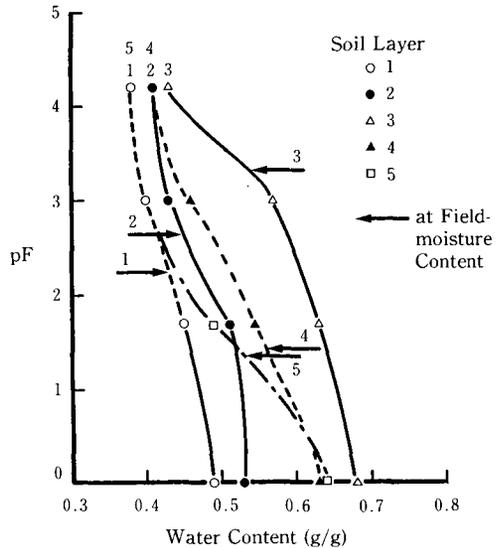


Fig. 10(c). Water retention curves (Pit 6).

pF 水分曲線を基にして、pF 1.7~pF 4.2 の圧力状態で保持される水分量 (土壤の水分状態が圃場容水量から永久萎凋点の範囲の有効水分保持量) を求めると、Fig. 11 (a)~(c) のようになる。

三相系としての土壤が保持可能な最大水分量は最大容水量 (飽和含水量) ではなく、圃場容水量である。すなわち多量の降雨直後は土壤は一時的に飽和状態となるが、土壤中の粗間隙の排水機能による過剰水分の排除に伴い空気が侵入するか

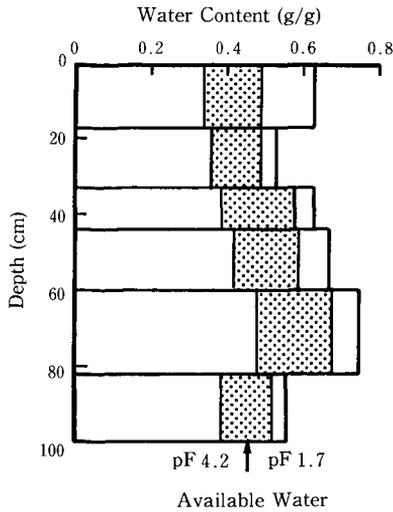


Fig. 11(a). Available water content (Pit 3).

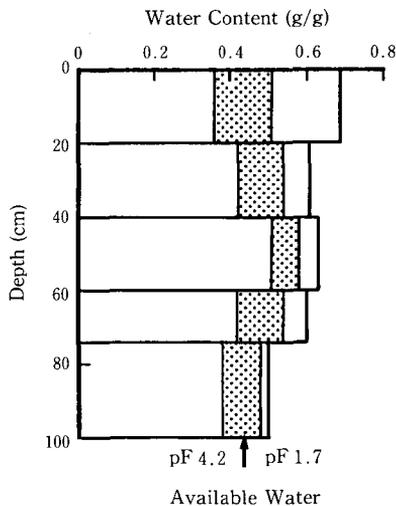


Fig. 11(b). Available water content (Pit 1).

ら、通常の農地土壤が保持する水分の最大量は飽和含水量にはなり得ないことになる。

このような観点から Fig. 11 をみると、タイプ①およびタイプ②の表層とタイプ③の第3層は比較的有効水分量が多く、圃場容水量の1/3程度を占めている。しかし、その他は沖積土壌としては圃場容水量が大きいにもかかわらず、有効水分保持能はそれ程大きくはない。しかもタイプ①、②の表層を除くと、容気量(pF 0～pF 1.7の水分を保持する間隙量に相当する)も小さく、果樹園土壤の保水性は決して良好とはいえない。

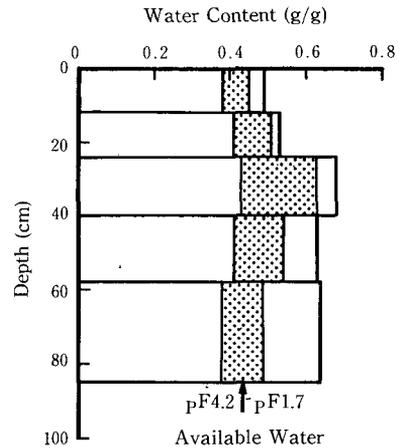


Fig. 11(c). Available water content (Pit 6).

pF 水分曲線を用いて調査地点の土壤水分状態を調べると (Fig. 12 (a)～(c))、タイプ①の場合は第2層および下層に pF 2 を越える水分状態 (畑地における根の吸水、呼吸のバランスを考慮すると pF 2～pF 3 の範囲が適正な水分状態といえる) にあるが、その他の土層は pF 2 以下で中には pF 1.7 以下のものもあり、全体として湿潤側にある。またタイプ②の場合、表層と第3層の水分状態が極めて劣悪な環境にあり、タイプ③の場合には40 cm 以深の土層は非常に湿潤な水分環境にあるといえる。

土壤の水分環境は土壤の間隙組成と密接な関係を有し、有効水分を保持する細間隙 (毛管間隙) と過剰な水分を速やかに排除し、空気の侵入を容易にする粗間隙の適正なバランスが必要とされる。これまでの検討結果によると、果樹園土壤の場合はこの間隙組成が極めて不良であり、相対的に根の吸水に関与しない pF 4.2 以上の水分を保持する微細間隙が多いことが判明した。

## 5. コンシステンシー

農地土壤の基本的な物理性として重要なものに、土壤の膨軟性がある。土壤は本来多孔質で膨軟であるがゆえに、根の伸長・繁茂が容易な空間となっている。しかし昨今の機械化農業の進展と農業機械の大型化は土壤の膨軟性を逆に土壤の圧縮性の増大に変える傾向をもたらしている。

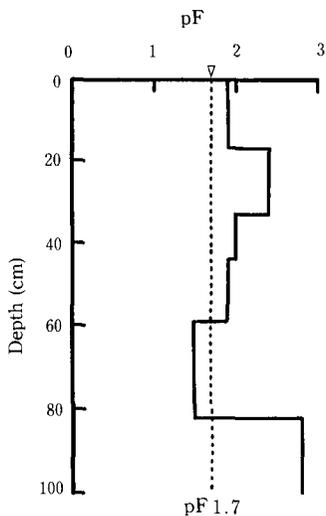


Fig. 12(a). Soil water regime (Pit 3).

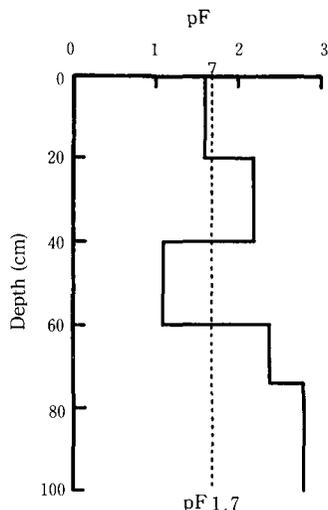


Fig. 12(b). Soil water regime (Pit 1).

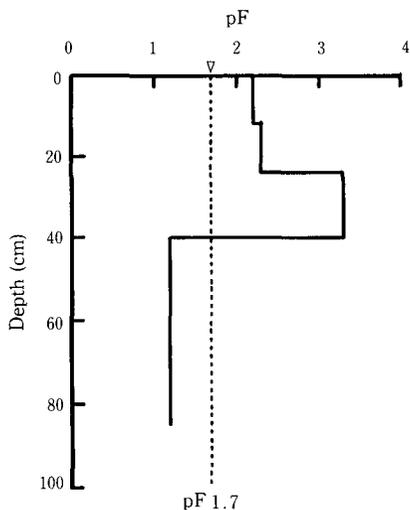


Fig. 12(c). Soil water regime (Pit 6).

土壌の圧縮性は土壌が塑性を有し、外力の作用の下で塑性変形や塑性流動を起こすためであり、この変形・流動に対する抵抗性をコンシステンシーという。

土壌のコンシステンシーは一般に塑性図上に示されるが、この塑性図は液性限界と塑性指数（液性限界-塑性限界）の関係を示したもので、土壌の圧縮性や塑性（領域）の程度が評価できる。なお砂はコンシステンシーを示さない。調査地点の土壌のコンシステンシーをみると Fig. 13 のように

なる。

塑性図上の位置から果樹園土壌のコンシステンシーを評価すると、液性限界は大部分が50%（含水比）以上で沖積土壌としては高く、圧縮性が高い土壌であるといえる。また塑性図上の位置はA線近傍にあり、高塑性の土壌である。

前述の試坑3、1および6について、液性・塑性限界と自然含水量の土層断面内変動をみると（Fig. 14 (a)~(c)）、全ての土層の自然含水量  $W_f$  は液性限界 LL と塑性限界 PL の間で相対的に塑性限界に近い方に存在する。

圃場における農業機械の走行性や易耕性の指標として用いられる土壌のコンシステンシー指数  $I_c$ （〔液性限界-自然含水量〕/塑性指数）を Fig. 15 に示す。

コンシステンシー指数が0.3以下の場合には土壌が軟らか過ぎて、機械の走行は困難と判定されるが、果樹園土壌のコンシステンシー指数はほとんどが0.3以上であり機械走行に問題はない。むしろ0.5以上の土壌が多く、相対的に堅密な土壌条件にあるといえる。これは上述の如く、果樹園土壌は塑性が高くしかも圧縮性が高いために、大型機械の走行に伴う踏圧が土壌圧縮を引起す可能性が高いことに関連している。

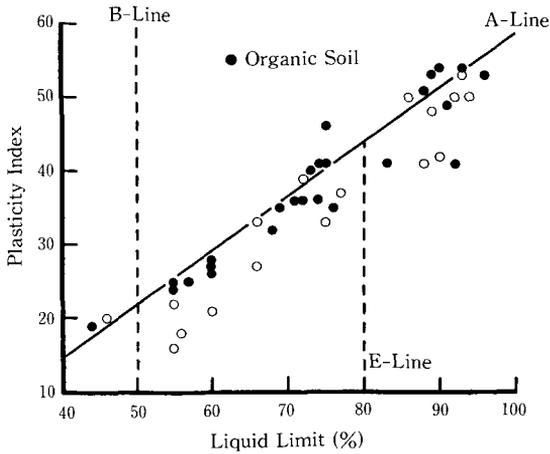


Fig. 13. Evaluation of soil consistency on the plasticity chart.

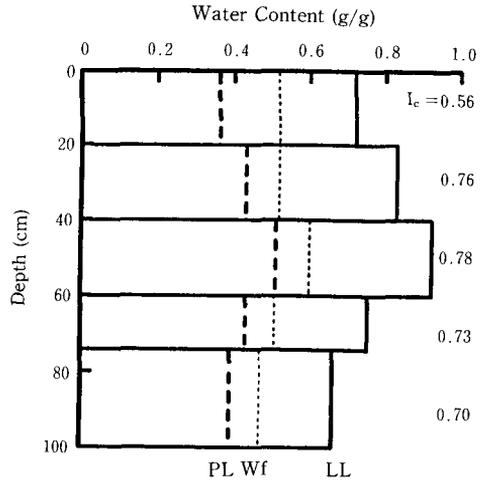


Fig. 14(b). Comparison of field moisture content with plasticity values (Pit 1).

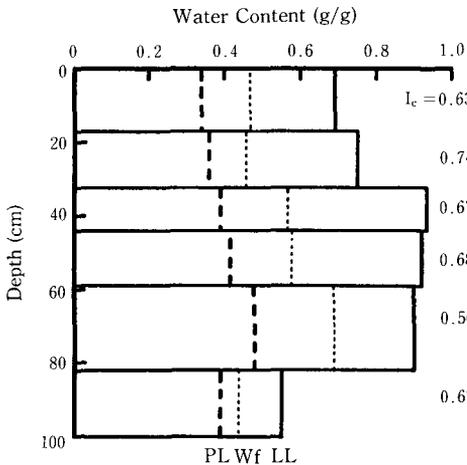


Fig. 14(a). Comparison of field moisture content with plasticity values (Pit 3 ; Wf, Field moisture content ; LL, Liquid limit ; PL, Plastic limit ; Ic, Consistency index).

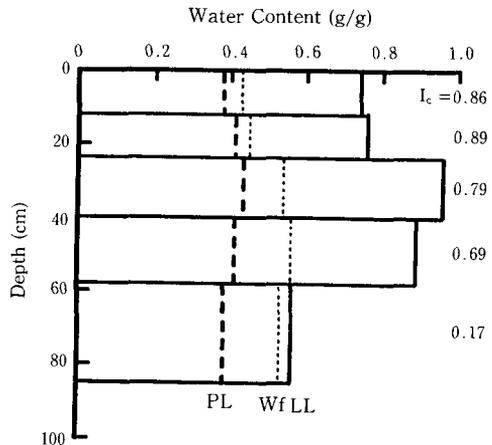


Fig. 14(c). Comparison of field moisture content with plasticity values (Pit 6).

これまでに得られた結果から、果樹園土壌の物理性の特徴と問題点をまとめると、以下のように要約される。

①膨軟性

膨軟性の指標として土壌硬度をとりあげると、全層的に膨軟な(土壌硬度 20 mm $\geq$ )土層構成タイプがみられる一方で、表層 30 cm 以内に腐植層であるにもかかわらず土壌硬度 20 mm 以上の堅

密な土層が存在する土層構成タイプがある。

これらの堅密な土層は気相率が 20%以下と小さく、とくに表層直下の土層では 10%以下となり極めて容気量が少ない(水分飽和度が高い)。

このような堅密層の形成要因としては農業機械の踏圧による土壌圧縮が考えられ、その結果、根の伸長・繁茂に少なからず悪影響を与えていると推察される。

②排水性

飽和透水係数を指標として排水性を検討すると、土層構成タイプにより表層土が排水不良な場

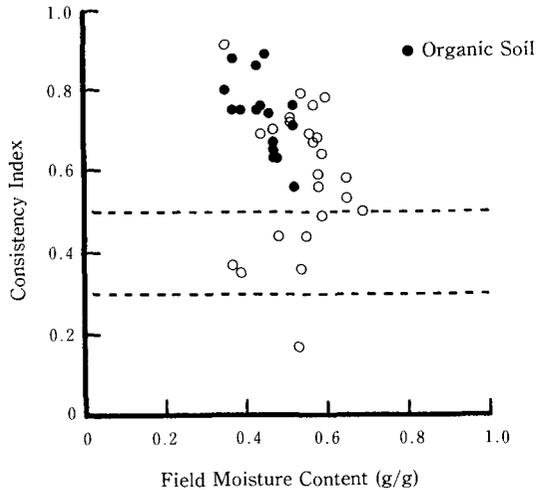


Fig. 15. Relationship between field moisture content and consistency index.

合と下層土が不良な場合とがあり、いずれの場合も土壌の空気間隙量が少なく、土層全体が湿潤状態を呈する。

表層土が排水不良な土層構成タイプでは、20 mm 程度の降雨でも表面停滞水が出現しやすい環境となっている。

### ③保水性

間隙量は比較的多いため(0.5~0.8 cm<sup>3</sup>/g)、水分貯溜能は大きいといえるが、有効水分保持能は小さい。また上述の排水性を反映して、土壌水分環境は大部分が pF 2 以下の湿潤状態にある。これは pF 4.2 以上の水分を保持する微細間隙が多いという極めて不良な間隙組成にも関連する。

### ④圧縮性

微細間隙を主体とした間隙組成と湿潤な水分環境、さらに高塑性の土壌から構成される果樹園土壌の場合、農業機械の走行に伴う踏圧が土壌圧縮(塑性変形)を引き起こしやすい。

すなわち、果樹園土壌の土質改善はまず、排水機能を有する粗間隙を多量につくり間隙組成を適正化して、排水性・保水性のバランスを確保することが肝要であるといえる。

## 摘 要

農地土壌の良好な土壌物理性(膨軟性・保水性・透水性・排水性のバランス)は地力発現の基本であり、このような土壌の物理性は土壌が多量の間隙と多様な間隙組成を有するか否かに依存している。本報告は上述の視点に基づいて北大農場果樹園の土壌物理性を調査し、物理性における問題点を整理することによって、良好な土壌物理環境を整備するための圃場管理手法の確立に向けた基礎資料を得ようとしたものである。

果樹園土壌の物理性とその問題点を整理すると、以下のように要約される。

- 1) 氾濫源成の沖積土壌を反映して、果樹園土壌の土層構成は3タイプに区分される。すなわち表層の腐植層が厚く、しかも下層に砂層が出現するタイプ①、表層の他に比較的厚い埋没腐植層が下層に出現するタイプ②、下層に薄い埋没腐植層が複数層現れるタイプ③の3タイプである。
- 2) 土壌硬度よりみた膨軟性では、タイプ②の場合、全層的に膨軟であるが(土壌硬度20 mm $\geq$ )、タイプ①、③の場合、表層30 cm 以内のしかも腐植層に土壌硬度20 mm 以上の堅密な土層が存在する。このような堅密層の出現は、農業機械の踏圧による土壌圧縮が原因と考えられる。
- 3) 相組成をみると、固相率は全体として30~40%の範囲にありとくに問題となる物理性とはいえないが、上述の堅密土層は乾燥密度や固相率がともに他の土層よりも大きい。

間隙量は沖積土壌としては比較的大きい値を示すが(0.5~0.8 cm<sup>3</sup>/g)、気相率は20%以下と全体的に小さく、とくに表層直下の土層では10%以下である。このように容気量が小さい状況は、根の呼吸作用に影響を与え、結果として根の伸長・繁茂を阻害する可能性を示唆している。

また表層土の空気間隙量がとくに少ないために、20 mm 程度の降雨でも表面停滞水が出現し

やすい土壌水分環境になっている。

4) 飽和透水係数により排水性を検討すると、土層構成のタイプにより排水性が異なり、表層土が排水不良な場合と下層土が不良な場合がある。いずれの場合にも土壌の空気間隙量が少ない傾向が認められ、土層全体が湿潤状態を呈する状況となっている。

5) 果樹園土壌の保水性の特徴は、比較的圃場含水量が多いにもかかわらず全体的に有効水分量は少なく、かつ表層土よりも下層土の方が保水性が高いことである。

しかも土層全体の水分状態は大部分が pF 2 以下の湿潤状態にある。

6) 保水性の解析結果から導かれる間隙組成についてみると、有効水分を保持する細間隙と過剰な水分を排除する粗間隙が少なく、根の吸水に関与しない pF 4.2 以上の水分を保持する微細間隙が相対的に多いという、間隙組成の不良性が認められる。それゆえ、土壌が保持すべき保水性・排水性の適正なバランスが欠如している。

7) コンシステンシーを塑性図からみると、果樹園土壌は圧縮性が大きく、高塑性の土壌である。従って、農業機械による踏圧が土壌圧縮を経年の進行させる可能性が高い。

8) 以上のことを踏まえると、果樹園土壌の土質改善としては土層の排水性の改良を実施して土壌の空気間隙量を増加させること、さらに塑性の高い表層土の圧縮を防ぐためにパーク資材のような多孔質な土層改良資材を用いた膨軟化対策が必要である。

#### 引用文献

1. 相馬尅之, 前田隆, 矢沢正士, 藤原幸彦, 高橋直秀: 北大農場試料畑土壌の土質改善に関する研究(第1報) 土壌物理性の特徴と問題点. 北大農場研報, **25**: 63-73, 1987
2. 相馬尅之, 前田隆, 矢沢正士, 藤原幸彦, 高橋直秀: 北大農場試料畑土壌の土質改善に関する研究(第2報) 土質改善法に関する一考察. 北大農場研報, **25**: 75-86, 1987
3. 田中永晴, 相馬尅之, 前田隆: 北海道大学演習林籐舞試験地の土壌物理性. 北大演習林研報, **44** (1): 1241-1258, 1987
4. 前田隆, 相馬尅之, 矢沢正士, 藤原幸彦, 鈴木慎一, 朝日田康司, 高木亮司: 付属牧場草地の土壌・土層改良に関する研究 (I) 付属牧場の採草地土壌の理化学性. 北大牧場研報, **13**: 1-18, 1987
5. 相馬尅之, 前田隆, 藤原幸彦, 鈴木慎一, 高氏昇, 朝日田康司, 近藤誠司: 付属牧場草地の土壌・土層改良に関する研究 (II) 採草地の土壌水分特性. 北大牧場研報, **14**: 1-11, 1989
6. 相馬尅之, 前田隆, 鈴木慎一, 高氏昇, 近藤誠司, 朝日田康司: 付属牧場草地の土壌・土層改良に関する研究 (III) 放牧地土壌の土層構成と水分状況. 北大牧場研報, **14**: 13-28, 1989

## Physical Condition of Orchard Soils in Experiment Farms, Hokkaido University

Katsuyuki SOMA, Takashi MAEDA, Noboru TAKAUJI,  
Yusuke ABUKAWA and Isao ISHIDA

(Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

Shigeru IMAKAWA

(Experiment Farms, Faculty of Agriculture, Hokkaido University, Sapporo 060, Japan)

(Received December 28, 1990)

### Summary

Soil is a very porous material, and retains plenty of water and air in its pores with various size and shape. Though good physical condition of a soil is the basis of its fertility, it is dependent on the soil porosity. Therefore, the aim of the soil amelioration is the stabilization of the proper porosity of the soil in the farm land.

Good physical condition of the soil consists of proper soil consistency, water retention, drainage, and structural stability.

The authors investigated the soil physical properties of the orchard in the Experiment Farms, Hokkaido University, and considered the method of soil amelioration for the good physical condition of the orchard soils.

There are three types of soil according to the arrangement of the soil layer. The hardpan of soil layer in which soil hardness is larger than 20 mm, appeared in the surface soil less than 30 cm depth among two types of soil. It is considered that this hardpan is created by soil compaction due to agricultural machinery.

The very important problem of the orchard soils is that, a few air-filled pores which affect the permeability of excess water, exist in a soil layer in spite of relatively many pores. Therefore, drainage is poor in the wet soil water regime below pF 2.

The low macroporosity is due to high plasticity of orchard soil and repeated soil compaction due to the mobility of agricultural machinery. There is, therefore, the need for amelioration by improving porosity, drainage, and lightness of soil, using a soil conditioner such as bark compost.