

## 筑後川下流域の重粘性土壌の物理性に関する研究

— ギチ土の物理的性質と微細構造について —

村上 康 則\*

Studies on the physical properties of the heavy clayey paddy soils in the lower basin of the Chikugo river.

— Physical properties and Micromorphological observations on the Gichi-Soil. —

Yasunori MURAKAMI

The Agricultural Experiment Station of Fukuoka Prefecture

## 1 はじめに

北部九州の主要水田地帯である筑後平野は筑後川を中心とした流域で古くから九州の穀倉地帯であり、近年は花木、施設園芸（ナス、トマト、キュウリ、イチゴ、電照菊）の伸びは著しいものがある。

筑後川総合開発の一環として昭和51年国営事業の計画確定を契機として筑後川下流域土地改良事業は福岡、佐賀県に跨る約55,000haの水田になされようとしている。この下流域の土壌はモンモリロナイトを主とする粘土鉱物よりなる粘質～強粘質の灰色低地土とグライ土よりなっている。これらの埴質水田土壌および有明海泥土の諸性質については、多くの報告がなされている<sup>1)~8)</sup>。この灰色低地土の下層にはギチ土と呼ばれる粘土含量50%以上の粘土の層があるが排水は比較的良好である。本報ではこのような重粘な土壌が下層にありながら排水が比較的良好であるのはギチ土にある孔隙と無数にあるクリークの働きではないかと考え検討した結果、若干の成果を得たのでその結果を報告する。

## 2 研究方法

## 1) 供試土壌の説明

(1) 土壌断面 当地域の土壌断面の標準型は次の通りである。

Apg 作土層 灰(5 Y4/1) LiC ち密度14mm<sup>注)</sup>

A12g 鋤床層 オリーブ黒(5 Y3/2)～灰5 Y4/1) LiC ち密度20mm

B 2 im 中間層 暗灰黄(2.5 Y4/2) LiC ち密度20mm

II ABim 暗色層 オリーブ黒(5 Y3/2) SiC～HC ち密度19mm

II B 2 lm 灰オリーブ(5 Y4/2) HC ち密度14～10mm

(下層になるほどち密度は小さくなる)

上記の層序が標準であるが、クリークの構築や中間層を日本瓦の原料として採土したため、中間層、暗色層がなく作土直下からギチ土層がでる場合がある。今回の試験に供した土壌断面は次の通りである。

Apg 0～11cm 灰(5 Y4/1) LiC

A12g 11～19cm 灰(5 Y4/1) LiC

II Bim 19cm以下 灰オリーブ(5 Y4/2) HC

供試土壌としてII Bim層を地表面より25cmおよび50cmの部分より100cc採土管に地表面に鉛直(タテ)および水平(ヨコ)に採土した。また同付近より一般分析用として乱塊土を採土した。

(2) ギチ土について ギチ土の名前の由来は「ギチギチする」＝「粘りが強い」という意味である。ほとんどが粘土と微砂よりなり土性はHC(重埴土)、塩基置換容量は大きく粘着性は大である。有機物はほとんど含まれておらず主要粘土鉱物はモンモリロナイトである。このギチ土は浅い場合は作土直下に、普通地表より50cm前後より出現する。分布は筑後川東岸の標高2～5mの地域の大部分で生成年代は紀元前5000～800年と推定される<sup>1)2)7)9)</sup>。

## 2) 分析方法

(1) 三相分布：乾熱法

(2) 土性：ピペット法

(3) 液性限界：JIS A1205の方法

(4) 塑性限界：JIS A1206の方法

(5) pF—水分率：土柱法、吸引法、遠心法、蒸気圧法

\* 福岡県立農業試験場  
注) 山中式硬度計にて測定

で測定

(6) 透水係数：変水位法による透水性測定装置を用いた。

(7) 土壤薄片作成法：100cc 採土管で採土したものを24~48時間室内で風乾し、一辺が1.5cmの立方体となるよう整形し、さらに4~5日間風乾した。その後2日40℃電気恒温器で乾燥させた。浸漬装置は松井<sup>10)</sup>の方法を習い内径15cmの減圧用デシケーターの測口からマンメーター、耐圧びん、真空ポンプと真空耐圧ゴム管で連結した。

浸漬用容器は缶づめの空缶を用い試料を一度に5~6個入れた。薄片の浸漬、固化は河井<sup>11)</sup>の方法に準じて行なった。浸漬剤はポリライトF G 104, 100ml, モノステロール100mlを加え攪拌後ペースト状過酸化ベンゾイル(BPO)を1.0~1.2gを加えてよく攪拌したものをを用いた。試料を入れた固化容器を減圧用デシケーターに入れ、浸漬剤を分液ロートに入れてから真空ポンプで30分間吸引減圧した。コックを開いて少しづつ樹脂を容器に入れ試料の上部まで樹脂が入ったら樹脂を入れるのを止め吸引を続ける。20~25時間吸引後発泡が少なくなったら樹脂を試料の上2cmでいどまで加える。(常温では固化しないので夜は吸引を止めても良い)30分間吸引後40~50℃で恒温乾燥器で固化させる。固化するまで2~5日かかる。固化を急ぎ温度を上げると樹脂に亀裂が入るので十分時間をかける。固化後100~110℃で30~60分間加熱し、完全に樹脂を硬化させる。岩石切断器を用い裁断する。裁断の際に使う水で樹脂の浸入が不完全な部分の粘土が膨潤するので、厚めに裁断し研磨して薄くした方が良かった。カーボラダム(#320, #500)およびアラダム(#1000)で研磨した。研磨—洗浄の際、水は使わずケロシンを用いた。研磨、洗浄後セメダインハイパーを用いてスライドグラス(カバーガラス)へ固定した。気泡の浸入を防ぐため、固定するまで(約15分)両手で保持する方法が最も良かった。なお研磨—洗浄—固定までは一連の操作で行った方が粘土の膨潤が起らず、また気泡も入らなかった。出来上がった薄片は万能投影器(10~20倍)と鉱物顕微鏡によって微細孔隙を観察し、写真撮影を行った。

### 3 結果と考察

#### 1) 物理的諸性質

供試した土壤の物理的諸性質は表—1~表—3のとおりであった。仮比重は上層(地表面より25~30cm)で、0.96下層(地表面より50~55cm)で0.90であった。

固相は下層の方が少なく孔隙率は下層の方が大であった。また孔隙のほとんどが液相で気相が少なかった。粗

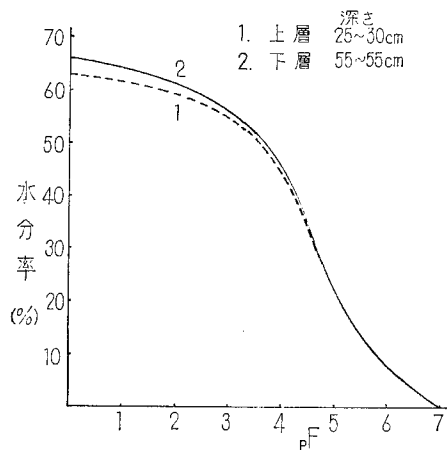
表—1 三相分布と粗孔隙

層位	深さ cm	仮比重 g/cm <sup>3</sup>	真比重 g/cm <sup>3</sup>	三相分布%			孔隙率 %	粗孔隙 pF 0~1.5 %
				固相	液相	気相		
上部	25~30	0.96	2.61	36.8	60.9	2.3	63.2	3.8
下部	30~35	0.90	2.62	34.4	64.6	1.0	65.6	5.2

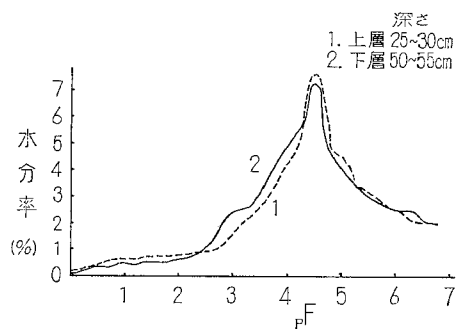
孔隙(pF 0~1.5)>量は上層、下層とも少なかった。粒径組成は粘土および微砂が大部分で粘土+微砂含量が90%以上であった。レキはほとんど含まれておらず粗砂+細砂で5%でいどであった。pF測定結果は図—1, 図—2のとおりである。ギチ土の水の大半は非自由水(pF 4.2以上)で重力水(pF 0~1.7), 易効性有効水分(pF 1.7~3.0)はともに少ない事がわかった。

#### 2) 透水係数

試料は地表面に対して鉛直および水平になるよう100cc採土管に採り透水性を変水位法で測定した。その結果は第4表のとおりである。地表面に対して鉛直となるよう採土した場合上層で $10^{-4}$ ~ $10^{-6}$ , 下層で $10^{-4}$ ~ $10^{-7}$ と



図—1



図—2

表一 2 粒径分布

層位	礫 %	粗砂 %	細砂 %	微砂 %	粘土 %	土性
上部	0	2.6	1.6	42.5	53.3	HC
下部	0	4.3	1.2	42.7	51.8	HC

表一 3 アッターベルグ限界

層位	液性限界	塑性限界	塑性指数
上部	86.5	40.5	45.5
下部	85.0	40.7	44.3

表一 4 変水位法による透水係数  
K 20 (cm/sec)

試料番号	土壌断面に対して平行		土壌断面に対して垂直	
	上部	下部	上部	下部
1	$8.5 \times 10^{-7}$	$4.4 \times 10^{-7}$	$6.8 \times 10^{-8}$	$9.8 \times 10^{-8}$
2	$2.7 \times 10^{-4}$	$2.4 \times 10^{-5}$	$9.8 \times 10^{-8}$	$1.8 \times 10^{-7}$
3	$2.6 \times 10^{-6}$	$1.0 \times 10^{-4}$	$7.8 \times 10^{-8}$	$9.3 \times 10^{-8}$
4	$1.6 \times 10^{-6}$	$1.8 \times 10^{-5}$		
5	$3.6 \times 10^{-5}$	$8.3 \times 10^{-5}$		
6	$4.8 \times 10^{-5}$	$2.5 \times 10^{-7}$		
7	$4.9 \times 10^{-4}$	$3.1 \times 10^{-7}$		

巾がある。それに対して水平になるよう採土した場合は上層、下層とも $10^{-7}$ で安定している。この事は土壌断面にそって認められる孔隙が水浸透に大きな役割を果していると考えて良いであろう。

3) 土壌薄片の観察結果

写真 1, 4 に示したものが土壌薄片を作る前の土塊であり, 2, 3 は土壌薄片が地表面に対して水平, 5, 6 は鉛直の時の写真である。写真 1, 4 は実物よりもやや小さく, 2, 5 の写真の倍率は約 20 倍, 5, 6 は約 54 倍である。写真 1, 4 は直接撮影し, 2, 5 は薄片を引伸し機にかけ写真としたものである。3, 6 は鉱物顕微鏡(直交ニコル)で撮影したものである。地表面に対して水平な場合はほぼ円型の孔隙が多く認められ, ほとんどの孔隙の周囲は酸化鉄の集積が認められる。また鉛直の場合孔隙は 5, 6 でみられるように縦長くなり土壌断面にそって孔隙がある様子がはっきり覚る。非毛管孔隙の直径を 0.05mm 以上と考えると孔隙の数はかなり多くその一部が水の通路として働いていると考えると, 2) で示した地表面に鉛直の場合の透水係数のふれは理解できる。

4 総合討議

以上取まとめてみるとギチ土と呼ばれる重粘土が下層に存在する事で, 排水不良となり湿田化もしくはグライ層の存在が考えられるがギチ土の存在するこの地帯の水田は予想以上に乾田化している。この理由として考えられるのは 1) ギチ土層自体は重粘土であるが孔隙に富み, この層自体は排水不良ではない事。2) 一筆当たりの圃場面積が狭い事。3) この地帯に多いクレークが冬期間排水路として働き圃場の乾田化に役立っている事等が考えられる。今回の研究では主として 1) の点について検討した。変水位法による透水係数の測定の結果, 地表面に鉛直に採土した場合, 透水係数は  $10^{-4} \sim 10^{-7}$  で水平に採土した場合  $10^{-7}$  で透水性は地表面に鉛直の方が良かった。また薄片の観察結果から非毛管孔隙として考えられる孔隙は地表面に鉛直なものが多くこれが水の通路として役立っていると考えられる。このような自然状態のギチ土は排水不良の原因となっていないが, 一度攪乱されたギチ土は重粘土そのものの不良性がでてくるものと考えられる。また基盤整備において過重転圧が加えられた場合, 前記のような孔隙がこわれ排水不良となる恐れがある。またクレークの統廃合によって今まであった水みちが断たれたり, 破壊される事で透水性の低下が推察される。以上の結果からギチ土の存在する地帯で基盤整備を行う場合次の点について配りよする必要があると考える。

- 1) 工事が少なくなるよう設計する。
- 2) 大型機械の導入をさける。
- 3) 含水比の大きい状態での工事をさける。

5 要約

ギチ土と呼ばれる重粘性土壌の物理的性質と孔隙の微細形態の観察の結果は次の通りであった。

- 1) ギチ土は粒径が非常に細かく粘土が 50% 以上で粘土+微砂で 90% を超えており粘着性が大きい。
- 2) pF 水分率測定の結果から, 非自由水が多く, 易効性有効水分, 重力水が少ない事がわかった。
- 3) 透水係数は地表面に鉛直に採土した場合  $10^{-4} \sim 10^{-7}$  と幅があるが水平に採土した場合  $10^{-7}$  で一定であった。
- 4) 土壌薄片の観察結果から 0.05mm 以上の大小の孔隙が多数認められた。地表面に水平な薄片では円形の孔隙が認められるのに対し, 鉛直の薄片ではヒモ状の孔隙が随所に認められる。このような土壌の方向による孔隙分布の違いは, 透水性の変動幅に影響している事が推察された。

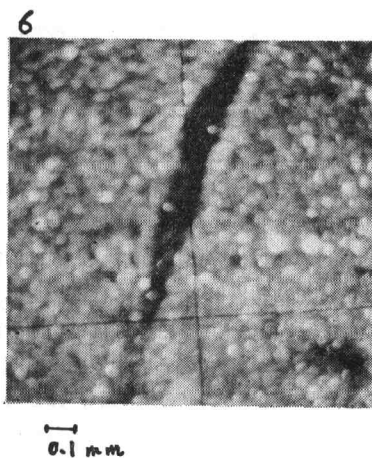
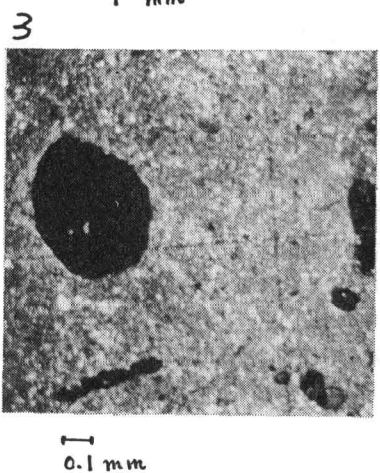
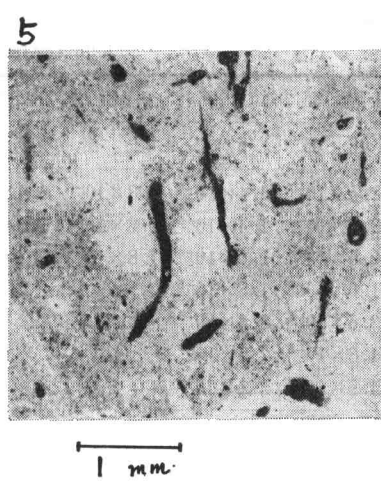
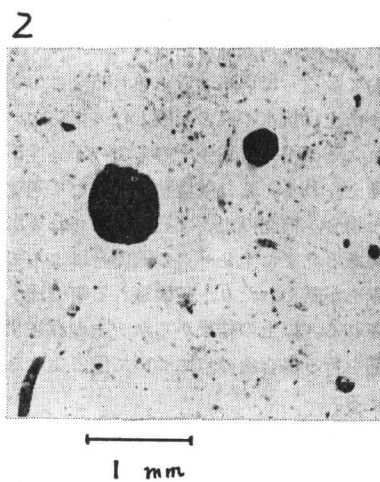
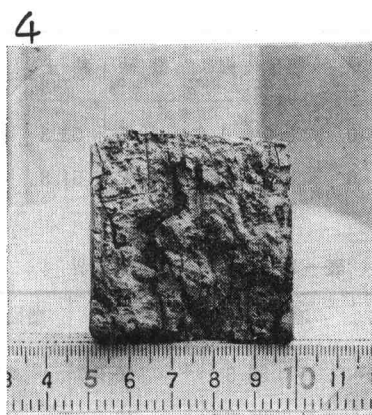
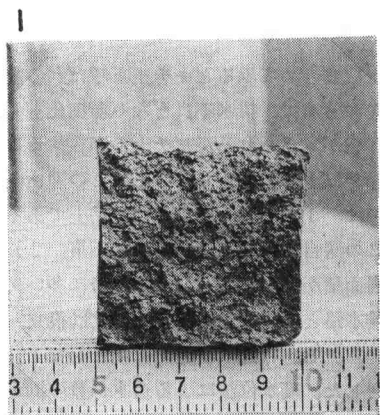


写真 1 ギチ土の未攪乱土，地表面に水平  
 写真 2 同薄片の投影写真×20  
 写真 3 同薄片の顕微鏡写真×54

写真 4 ギチ土の未攪乱土，地表面に鉛直  
 写真 5 同薄片の投影写真×20  
 写真 6 同薄片の顕微鏡写真×54

謝辞 本研究を行なうにあたって、御指導と御援助を頂いた農技研土壌物理研究室、寺沢四郎室長、岩田進午主任研究官に謝意を申し上げます。また薄片作成の際、御教示頂いた河井宗示室長、三上正則主任研究官に謝意を申し上げます。

#### 引用文献

- 1) 青峰重範・和田光史 (1954) 有明海沖積水田土壌の粘土鉱物, 九大農学芸雑誌, 14, 377~386
- 2) 青峰重範・東俊雄・井の子昭夫 (1954) 有明海泥土の粘土鉱物, 九大農学芸雑誌, 14, 387~398
- 3) 有村玄洋・鬼鞍豊 (1971) 有明海北部および西部沿岸地域の埴質水田土壌の二・三の物理的性質と土壌微細形態的観察 九州農試報告, 16, 63~184
- 4) 松井正徳・土山健次郎・下川博通・久保田忠一 (1969) 筑後クレーク地帯の土壌 (第3報) 深さ5 mまでの硫化物の含量とその分布, 九州農業研究, No. 31, 131~132
- 5) 鬼鞍豊・有村玄洋 (1970) 大型機械化に伴う水田土壌の基盤整備—主として有明海周辺における海成沖積平野の埴質水田について—, 土肥誌, 41, 205~212
- 6) 松井正徳・下川博通・土山健次郎・久保田忠一・村上康則 (1974) クレーク統廃合に伴う圃場整備田における土壌の変化と水稲の生育, 福岡農試報告, 12, 28~33
- 7) 松井正徳・下川博通・村上康則 (1975) 筑後川下流水田における暗色層のC—14年代測定, 福岡農試概要書, 昭和50年9月, 35~36
- 8) 下川博通・久保田忠一・村上康則 (1978) 基盤整備による土壌の変化ならびに生産力向上に関する研究—ゴチ土を作土とした場合の作物栽培試験—福岡農試夏作試験成績書, 昭和53年3月, 106~118
- 9) 福岡県筑後川水系農用地開発事務所 (1977) 筑後川下流地の土水について
- 10) 松井健 (1967) 北海道の重粘性土壌の微細形態学的研究 I—試料の固化方法について—資源科研彙報, 67, 10~16
- 11) 河井宗示 (1975) 土壌物理性測定法, 養賢堂, 90~96