

## 三潞沖積土の粒度組成とコンシステンシーとの相関性について

吉 田 勲\*

### 1. 概 要

筆者は福岡県三潞郡三潞町農林省農場整備モデルホ場と同町にあるクリーク地帯水田のホ場整備の調査を行ってきた。三潞ホ場は筑後川下流の沖積地帯と東側洪積台地との漸移地帯にあり、地質はやや複雑で、下流にクリーク地帯を有する。モデルホ場土は粘土、シルト質粘土ローム、およびシルト質粘土ロームを主とし、クリーク地帯水田土は粘土、シルト質粘土、シルト質粘土ロームで、土の分類では両者の間に大きい差はない。しかしクリーク地帯水田土は地元の人々に「ギチ粘土」という名で知られている透水性の低い重粘土よりなっている。本報告では両ホ場土の液性限界、塑性限界および塑性指数と粒度組成成分との相関関係を統計的に調べた。

土のコンシステンシーと粒度組成成分との関係を調べることは、土の物理的性質解明の手段として有意義であると考えられる。

### 2. 実験結果と考察

#### 1) 土 性

採土した試料を用いて、JIS法に従って土の粒度分析、比重、液性限界、塑性限界試験を行なった。その結果、モデルホ場では全体的に土粒子の比重は2.65前後、液性限界 $W_L$ は50%前後、塑性限界 $W_p$ は25~30%であった。他方クリーク地帯水田土では比重は2.65前後で、モデルホ場土のそれと大差はないが、 $W_L$ は26.3~108.0%と大きく変化し、 $W_p$ は20.6~50.4%の間にある。全体的に $W_L$ 、 $W_p$ ともに、クリーク地帯水田の方がモデルホ場土のそれよりも大きい。これは、おそらく、両ホ場土の土性の差によるものであろう。実験より得たデータ(モデルホ場土試料数 $n=53$ 、クリーク地帯水田土試料数 $n=38$ )をもとに、塑性図に $W_L$ と $W_p$ の関係を示すと図-1となる。統一分類法によるとモデルホ場土はCL~OL、クリーク地帯水田土はMH~OHにそれぞれ多く分布し、モデルホ場土はクリーク地帯水田土よりも粘性が少ないことがわ

かる。

#### 2) 粒度組成とコンシステンシーとの相関について

粒度分析より得た結果をもとに、いま粒度組成成分を粘土分、シルト分、シルト以下分(シルト分+粘土分)の三つに分け、この成分と $W_L$ 、 $W_p$ 、および塑性指数(PI)との相関関係を調べた。JIS法によると $W_L$ 、 $W_p$ 試験には420 $\mu$ フルイ通過試料土を使用することを規定しているの

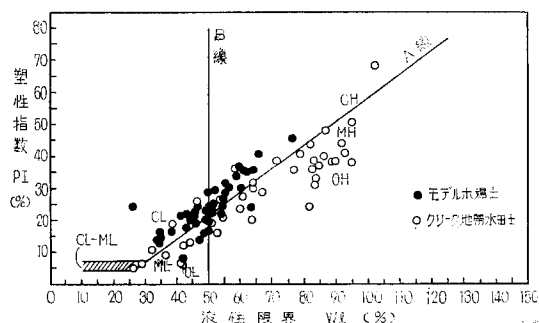


図-1 三潞沖積土の塑性図(統一分類法)

で、その通りにした。現場の土は2mmフルイを通過し、420 $\mu$ フルイを95%以上通過した。これは全試料について同様で、したがって、 $W_L$ 、 $W_p$ 試験用試料土と現場の土(粒度分析に使用した土)との粒度分布の差が $W_L$ 、 $W_p$ に大きい影響を及ぼすとは考えられない。

そこで、液性、塑性限界試験用試料土と粒度試験用土の粒度分布はほぼ等しいと考えて以下の考察を行なった。

(1) 三潞ホ場土の粒度組成とコンシステンシーの相関  
いま液性限界( $W_L$ )を横軸に、粒度組成成分(粘土分、シルト分、シルト以下分)を縦軸にとり、両辺対数紙上にプロットすると図2~4のように直線関係が認められた。 $W_L$ と粒度組成成分との回帰直線を求め、その結果を表-1に示す。表-2より粘土分と $W_L$ の相関係数最も大きく $r=0.57$ であり、次はシルト以下分の $r=0.56$ 、最小値はシルト分の $r=0.13$ であった。塑性限界、塑性指数とコンシステンシーの関係を $W_L$ の場合と同様に図示すると図-5~10となる。回帰直線、相関係数を求め表-1に記入する。塑性限界( $W_p$ )と粒度組成成分との関連

\* 九州大学農学部 1969. 5. 12. 受理

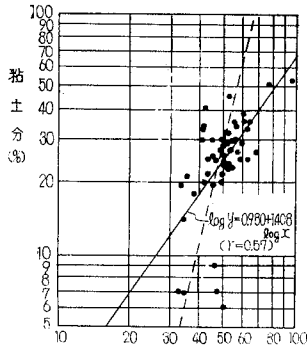


図-2 液性限界 (%)

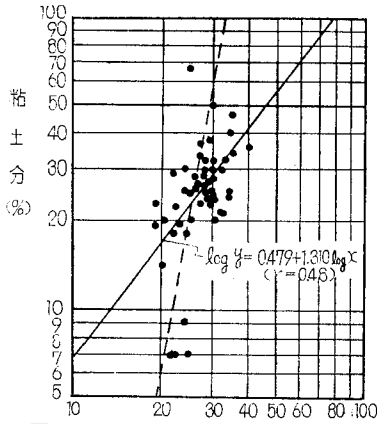


図-5 塑性限界 (%)

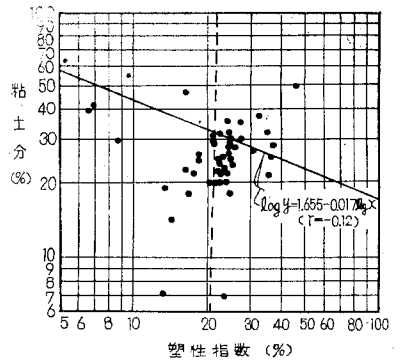


図-8

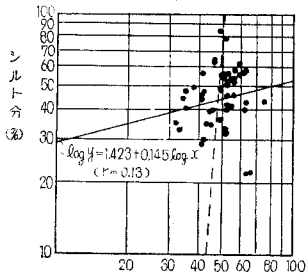


図-3 液性限界 (%)

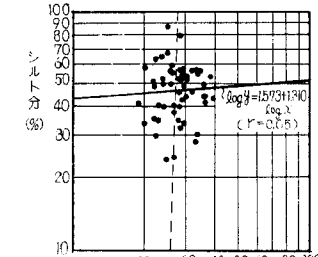


図-6 塑性限界 (%)

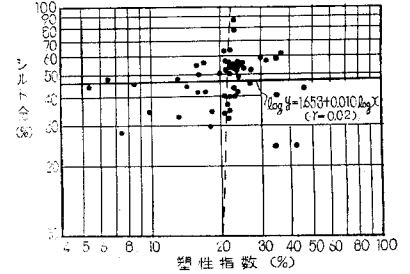


図-9

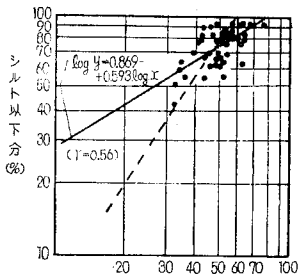


図-4 液性限界 (%)

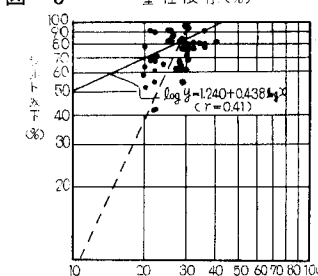


図-7 塑性限界 (%)

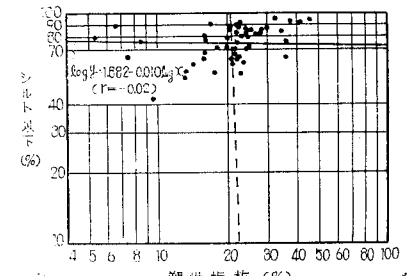


図-10

表-1 三瀨沖積土の液性限界、塑性限界、塑性指数と粒度組成成分との相関関係

X	Y	r	t	ρ=0の検定	回帰直線		備 考
					Log Y =	Log X =	
液性限界 W <sub>L</sub> (%)	粘土分 (%)	0.57	4.952	非常に有意	Log Y = -0.980 + 1.408 Log X	Log X = 1.375 + 0.225 Log Y	n = 53 t <sub>0.05</sub> = 2.007 t <sub>0.01</sub> = 2.676 (自由度 = 51)
	シルト分 (%)	0.13	0.935		Log Y = 1.423 + 0.145 Log X	Log X = 1.547 + 0.116 Log Y	
	シルト以下分 (%)	0.56	4.830	非常に有意	Log Y = 0.869 + 0.593 Log X	Log X = 0.671 + 0.545 Log Y	
塑性限界 W <sub>p</sub> (%)	粘土分 (%)	0.48	3.906	非常に有意	Log Y = -0.479 + 1.310 Log X	Log X = 1.165 + 0.177 Log Y	
	シルト分 (%)	0.05	0.357		Log Y = 1.573 + 0.065 Log X	Log X = 1.394 + 0.038 Log Y	
	シルト以下分 (%)	0.41	3.213	非常に有意	Log Y = 1.240 + 0.438 Log X	Log X = 0.714 + 0.384 Log Y	
塑性指数 (%)	粘土分 (%)	-0.12	0.864		Log Y = 1.655 - 0.017 Log X	Log X = 1.331 - 0.847 Log Y	
	シルト分 (%)	0.02	0.143		Log Y = 1.653 + 0.010 Log X	Log X = 1.270 + 0.031 Log Y	
	シルト以下分 (%)	-0.02	0.143		Log Y = 1.882 - 0.010 Log X	Log X = 1.450 - 0.064 Log Y	

r: 相関係数,  $t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2}$  n: 標本数

表一 三瀨クリーク地帯の水田土の液性限界, 塑性限界, 塑性指数と粒度組成成分との相関関係

X	Y	r	t	$\rho=0$ の検定	回 帰 直 線	備 考
液性限界 W <sub>L</sub> (%)	粘土分 (%)	0.35	2.241	有 意	LogY = 0.314 + 0.620LogX LogX = 0.943 + 0.201LogY	n = 36 t <sub>0.05</sub> = 2.026 t <sub>0.01</sub> = 2.720 (自由度 = 36)
	シルト分 (%)	0.32	2.025		LogY = 1.091 + 0.339LogX LogX = 1.335 + 0.302LogY	
	シルト以下分 (%)	0.67	5.418	非常に有意	LogY = 0.990 + 0.522LogX LogX = 0.162 + 0.844LogY	
塑性限界 W <sub>p</sub> (%)	粘土分 (%)	0.52	3.654	非常に有意	LogY = -0.258 + 1.098LogX LogX = 1.175 + 0.251LogY	
	シルト分 (%)	0.30	1.887		LogY = 1.053 + 0.416LogX LogX = 1.474 + 0.201LogY	
	シルト以下分 (%)	0.72	6.225	非常に有意	LogY = 0.853 + 0.696LogX LogX = 0.109 + 0.730LogY	
塑性指数 (%)	粘土分 (%)	-0.12	0.720		LogY = 1.445 - 0.017LogX LogX = 1.510 - 0.847LogY	
	シルト分 (%)	0.19	1.161		LogY = 1.560 + 0.097LogX LogX = 0.742 + 0.385LogY	
	シルト以下分 (%)	0.21	1.288		LogY = 1.814 + 0.078LogX LogX = 0.287 + 0.576LogY	

r: 相関係数  $t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2}$  n: 標本数

はW<sub>L</sub>の場合と同様であるが, 塑性指数(PI)は粒度組成分とは全く相関関係はなかった。

2) 相関係数の有意性 相関係数 r の有意性の検定を次式で行なう。

$$t = \frac{r}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2} \quad (1)$$

ここで, r: 相関係数 n: 試料数

(1)式より算出した t 値と t 分布表より読み取った値とを比較して

$$\left. \begin{array}{l} t > t_{0.05} \dots \dots \text{有意} \\ t > t_{0.01} \dots \dots \text{非常に有意} \end{array} \right\} \quad (2)$$

と一般に言われている。これは  $t > t_{0.01}$  だと非常に有意だと判定して  $\rho=0$  の仮定を捨てても, 危険率は 1% であると言うことを意味する。いま W<sub>L</sub> と粘土分の場合について検討するために, (1)式に  $n=53, r=0.57$  を代入し t を求めると  $t=4.952$  を得る。これは自由度 54 の場合の  $t_{0.01}=2.676$  よりも大きいので, W<sub>L</sub> と粘土分は非常に有意であると判定される。言いかえると両者間には強い相関関係がある。W<sub>p</sub>, PI についても相関係数の有意性の検定を行ない, その結果を表一に記入する。表一より, W<sub>L</sub> W<sub>p</sub> はシルト以下分と粘土分とに非常に有意な関係にある。次に W<sub>L</sub> W<sub>p</sub> にシルト以下分または粘土分のどちらがより強い相関関係にあるかを Z 変換を行なって調べた。

$$Z = \frac{1}{2} \log_e \frac{1+r}{1-r} \quad (3)$$

(3)式に相関係数 r を代入して Z を求め, この値を次式に代入して

$$t = (Z_1 - Z_2) \sqrt{\frac{n-3}{2}} \quad (4)$$

t 値を求め, 相関係数 r の有意性の検定を行なった同じ

表一 3 相関係数の検定(モデルホ場土)

粒度組成分	相関係数	仮定	Z変換	t	判定	備考
W <sub>L</sub>	粘土分	r <sub>2</sub> = 0.57	r <sub>1</sub> >	z <sub>2</sub> = 0.649	0.417	r <sub>1</sub> ≧ r <sub>2</sub> t <sub>0.05</sub> = 1.960
	シルト以下分	r <sub>1</sub> = 0.61	r <sub>2</sub> ?	z <sub>1</sub> = 0.708		t <sub>0.01</sub> = 2.576
W <sub>p</sub>	粘土分	r <sub>1</sub> = 0.48	r <sub>1</sub> >	z <sub>1</sub> = 0.461	0.183	r <sub>1</sub> ≧ r <sub>2</sub>
	シルト以下分	r <sub>2</sub> = 0.41	r <sub>2</sub> ?	z <sub>2</sub> = 0.435		

表一 4 相関係数の検定(クリーク地帯水田土)

粒度組成分	相関係数	仮定	Z変換	t	判定	備考
W <sub>L</sub>	粘土分	r <sub>2</sub> = 0.35	r <sub>1</sub> >	z <sub>2</sub> = 0.366	2.694	r <sub>1</sub> ≧ r <sub>2</sub> t <sub>0.05</sub> = 1.960
	シルト以下分	r <sub>1</sub> = 0.67	r <sub>2</sub> ?	z <sub>1</sub> = 0.811		t <sub>0.01</sub> = 2.576
W <sub>p</sub>	粘土分	r <sub>2</sub> = 0.52	r <sub>1</sub> >	z <sub>2</sub> = 0.577	1.954	r <sub>1</sub> > r <sub>2</sub>
	シルト以下分	r <sub>1</sub> = 0.72	r <sub>2</sub> ?	z <sub>1</sub> = 0.907		

≧非常に有意 >有意 ≧有意でない。

方法で, シルト以下分の r と粘土分の r とに有意差があるかどうかを調べた。

1例として, W<sub>L</sub> とシルト以下分, 粘土分の場合について記すと次のとおりである。

表一 3 のように r<sub>1</sub>, r<sub>2</sub> を定め, r<sub>1</sub> > r<sub>2</sub> ? の仮定を設け(4)式より t 値を求めると

$$t = 0.417 < t_{0.05} = 1.960$$

となり, シルト以下分の r と粘土分の r との間に有意性は認められなかった。

W<sub>p</sub> の場合についても同様な結果を得た。

3) クリーク地帯水田土の場合 (1)と同様にして, W<sub>L</sub>, W<sub>p</sub>, PI と粒度 3 組成分の相関係数を求め表一 2 に示す。その結果, W<sub>L</sub> はシルト以下分と非常に有意, 粘土分と

は有意となり、 $W_p$  はシルト以下分と粘土分とに非常に有意となったが、 $PI$ と粒度組成成分の間には全く相関関係は見られなかった。さらにZ変換を行ない、粘土分とシルト以下分の相関係数の有意性を検討すると両者間には有意性が認められ(表-4)、シルト以下分が粘土分よりも強い相関性があることがわかった。

Atterberg, Terzaghi は $W_L$ ,  $W_p$ ,  $PI$  は粘土含有量とともに増大すると述べているが本研究では土の粒度組成成分と全く関係がなく、この点はさらに検討する余地がある。

### 3. 結 語

以上のことをまとめると下記のとうりである。

	モデルホ場土	クリーク地帯水田土
$W_L$	シルト以下分、粘土分と強い相関がある。しかし両者のうち、どちらがより強い相関にあるかは不明である。	シルト以下分は非常に有意、粘土分は有意な関係にある。
$W_p$	シルト以下分、粘土分と強い相関がある。しかし両者のうち、どちらがより強い相関にあるかは不明である。	シルト以下分、粘土分ともに非常に有意な関係にあり、中でもシルト以下分と強い相関がある。
$PI$	粒度3組成成分と全く相関関係がない。	

#### 参考文献

- 1) L. D. Baver : Soil Physics p.110 Wiley Tuttle.
- 2) 寺田一彦 : 推測統計法 朝倉書店
- 3) 藤川武信他3名 : ホ場地盤の含水率と機械走行に関する研究 (土質理工学研究报告第12号) 九大農