

Soil Physical Conditions and Plant Growth, Japan

土 壌 の 物 理 性

第 21 号

昭和45年 3 月

卷 頭 言.....	山 崎 不 二 夫.....	1
三 瀨 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.....	3
水 稻 の 畑 か ん が い 的 栽 培 に よ る 土 壌 の 諸 変 化.....	橋 本 良 材 ・ 泉 田 又 藏.....	7
粘 土 質 の 暗 き ょ 施 工 田 に お け る 排 水 (2).....	丸 田 勇.....	11
畑 地 に お け る 干 害 可 能 性 の 推 測.....	五 島 一 成.....	16
水 田 に お け る ト ラ ク タ ー の 走 行 可 能 性 と 土 壌 物 理 性 に つ い て.....	国 分 欣 一.....	21
鉞 害 復 旧 田 の 心 土 転 圧 に つ い て.....	松 井 幹 夫.....	28
牧 野 土 壌 の 物 理 性 に つ い て.....	丹 原 一 寛.....	30
土 粒 子.....	福 桜 盛 一.....	32
既 刊 (1 ~ 20 号) の 総 目 次.....		33
賛 助 会 員 紹 介.....		35
会 務 報 告.....		36
編 集 後 記.....		36

土壤物理研究会会則

- 第1条 本会は土壤物理研究会と称する。
- 第2条 本会は土壤の物理性を中心とする試験研究の発展と農業技術への貢献を図ることを目的とする。
- 第3条 本会はその目的を達成するため次の事業を行なう。
- 1 研究発表会、討論会及び見学会などの開催
 - 2 土壤の物理性 (Soil Physical Conditions and Plant Growth, Japan 会誌という) 並びにその他の印刷物の発行
 - 3 内外の研究、技術の交流及び他の学会、諸団体との協力
 - 4 その他本会の目的を達成するため必要な事業
- 第4条 本会の会員は正会員、学生会員及び賛助会員の3種とする。
- 第5条 会員は次の会費を所定の期日までに納めるものとする。
- | | | | |
|------|------|---|---------|
| 正会員 | 年 | 額 | 500円 |
| 学生会員 | " | | 300円 |
| 賛助会員 | 1日年額 | | 10,000円 |
- 第6条 本会に次の役員をおく。
- 会長1名、副会長1名、評議員、会計監事若干名及び幹事若干名。幹事以外の役員の選出は総会において行なう。幹事は会長の委嘱による。役員の任期は2年とする。但し再任をさまたげない。
- 第7条 会長は毎年1回以上総会並びに評議員会を招集する。
- 第8条 本会の経費は会費その他の収入をもってあてる。
- 第9条 本会の会務執行に必要な規定は別に定める。
- 付 本会の事務局は当分の間下記におく
- (昭和44年4月以降)
- 東京都北区西ヶ原2-1-7 (〒114)
農業技術研究所土壤物理研究室内

「土壤の物理性」投稿規定

- (1) 投稿は本会会員に限る。ただし共著者の場合また編集委員会が依頼した場合はこの限りではない。
- (2) 原稿の採否は編集委員会が決定する。編集委員会は要すれば文章の加除修正を行なう。ただし内容についてはこれを著者に依頼することがある。
- (3) 投稿には400字詰横書きの原稿用紙を用い、用語、図表等は関係学術雑誌の規定にならって執筆すること。
- 枚数は16枚程度を一応の規準とする。
- (4) 投稿は以下に示す種別にしたがい、その内容は土壤の物理性に主体をおくものとする。
- <報文> 他誌に未発表のものに限る。書き方は方法、結果、考察ならびに総括(摘要)の体裁をとり、引用文献を明らかにすること。
- <論説・総説> 土壤の物理性に主眼をおき、広い視野に立って記述したもの。
- <資料> 既に発表した報文または発表予定の内容を各分野の参考資料となるよう書き改めたもの。
- <解説> 物理性に関する諸事項の理解を計るための平易な解説ならびに研究技術の普及交換を進めるための紹介を含む。
- (5) 原稿には下記形式の送り状をつける。報文のみ初刷りは著者校正とし、印刷ずみの原稿は返さない。

発表年月日		受付年月日	
種別		原稿枚数	
表題		図表数	図枚、表枚
著者名		写真数	葉
所属		別刷	30部+部

- (6) 別刷は30部を著者に贈呈する。それ以上希望する場合は実費を申し受ける。
- 付記：投稿及び会誌編集に関する通信は下記宛のこと
- 東京都北区西ヶ原 (〒114) 農業技術研究所
土壤物理研究室内土壤物理研究会編集委員会

巻頭言

農地工学と土壌物理

山崎不二夫

巻頭言を書くようにとの事務局からの依頼を、気軽に引き受けたのが間違いのもとで、締切りが近づきペンをとって見て、改めて自分で巻頭言を書くガラでないことを痛感した。しかし、いまさらお断わりもできないので、私の専門の農地工学の分野の、この10年間の研究のうち、土壌物理に関係の深い特徴的なものを2、3紹介することで、責任を免じていただきたいと思う。

(1) 土の浸透性は、水田でも畑でも重要な性質であるから、農業土木では戦前から盛んに研究され、輝しい伝統を形成してきたが、この10年間にも多くの成果が得られている。土層を水が通過するさいのエアバインディング、浸潤とそれに続く浸透の関係、水頭勾配が1をなす特殊な毛管浸透、などについて室内実験によってまとまった知見が得られた一方、沖積平野の半湿田、洪台地上の火山灰土漏水田、扇状地の砂礫層上の浅耕土水田などで実際にどのような浸透がおこっているかが研究され、両者の結果の総合の上に、水田には排水路水位によって浸透量が左右される飽和浸透を行なうものと、排水路水位には関係なく水頭勾配1で降下する不飽和毛管浸透を行なうものと2種類あることが明かにされた。以前の浸透の研究は、土層中を横に流れる地下水の運動を対象としたものが多かったのに対し、水田を上から下へ動く降下浸透の研究が発展したことが、この10年間の浸透研究の特徴といつてよい。

(2) 火山灰土地帯の漏水田の浸透を抑制する方法として、破碎転圧工法が岩手大学の研究者によって確立された。これは、ロータベータで水田基盤をいったん砕土し、火山灰土の強固な土壌構造を破壊したのち、締め固める工法であるが、浸透の最小は締め固め最適含水比（乾燥密度を最大にする含水比）より大きい含水比で締めるときに現われる。いささか常識とちがうこの現象は、締め固めの進行に伴う土壌構造の変化の態様によって明快に説明された。この研究によって漏水田の改良のみならず、従来開田不適とされていた関東ローム台地などの開田も可能になった。

(3) 耕地の地下排水の研究は、この10年で著しい発展を示した。非自由水の多い粘性土（たとえば八郎潟干拓地のヘドロ、北海道小向の重粘土など）は暗渠を設けても水が出ないのではないかと思われるのに、実際には効果を發揮する。この疑問から出発して地下排水に演ずる亀裂の役割が究明された。そ

の結果、高 pF 水分の多い粘土質水田では、できるだけ田面を乾燥させて下層土まで亀裂を入れる必要があること、暗渠の深さは従来より浅くてよいこと、など暗渠排水実施上の貴重な指針がえられた。亀裂を究明する基礎として土の膨脹収縮の研究が進み、乾湿による体積変化の特性によって粘性土を数種の型に分けうることなどがわかってきた。亀裂の研究は引き続き盛んに行なわれているので、近い将来粘性土の種類と排水暗渠の深さや間隔との量的関係も明確になるとと思われる。

(4) 近年、農業機械化に伴い、耕地を大区画に作り直す「圃場整備」が盛んに行なわれるようになった。この場合、ブルドーザで土がねり返されて軟化し、工事が難行することが少なくない。この軟化現象はアロフェン質の火山灰土に著しいので、主として関東ロームを対象として共同研究が進められ、軟化は粘土の構造的拘束水と表面拘束水とが練り返しによって自由化し pF が低下するためにおこること、またこれを放置すると自由水の一部が粘土表面に拘束されて pF が高くなり硬化がおこること、などがわかってきた。このように、pF を媒介として土の構造・水分・強さが結びつけられ、従来は単なる保水性の指標であったが、もっと広い土の状態量としての意味をもつようになった。この関東ロームの工学的研究過程で、同じ関東ロームといっても生成年代のちがう立川ローム、武蔵野ローム、多摩ロームではその物理的工学的性質が明かに違うことがわかり、土の物理・工学とペドロジーとの結びつきの重要性が認識されたことも大きな収穫といってよい。

このほかにもあげたい研究はいろいろあるが、与えられた紙数が残り少なくなったので割愛するほかはない。しかし、土壌物理が農地工学の基礎としてきわめて重要であることは、上例からもわかっていただけだと思う。われわれはこのような成果をまとめて、先般「土壌物理」という著書を出した。農地工学の基礎としての土壌物理という性格のものであるが、他の分野の土壌物理研究者から批判をたまわれれば幸いである。

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 μ フルイ通過試料土を使用することを規定しているの

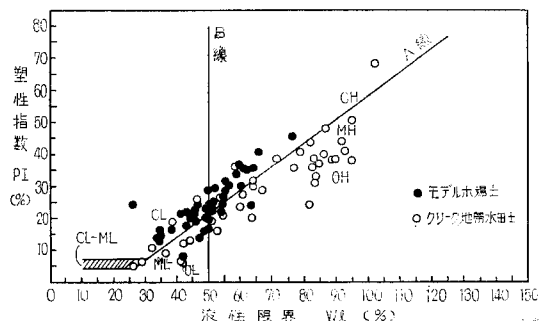


図-1 三潞沖積土の塑性図(統一分類法)

で、その通りにした。現場の土は2mmフルイを通過し、420 μ 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

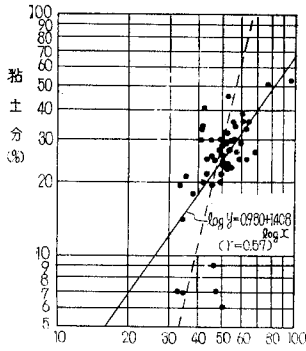


図-2 液性限界(%)

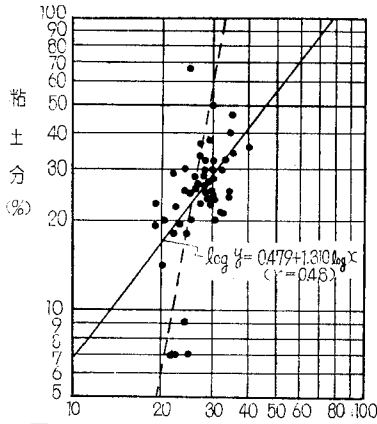


図-5 塑性限界(%)

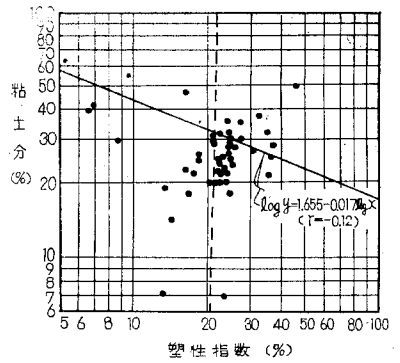


図-8

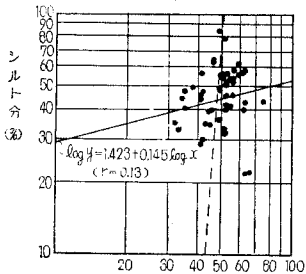


図-3 液性限界(%)

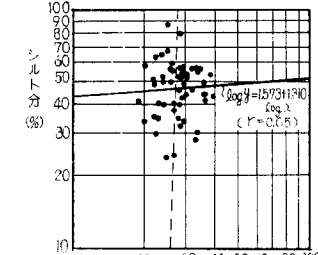


図-6 塑性限界(%)

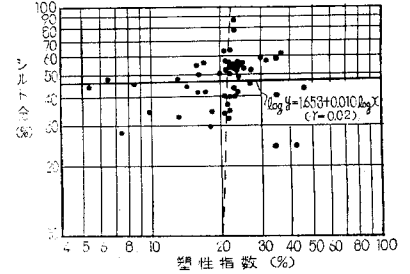


図-9

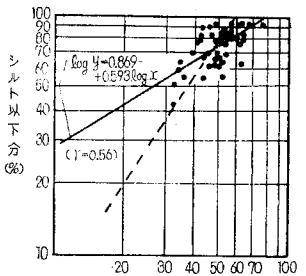


図-4 液性限界(%)

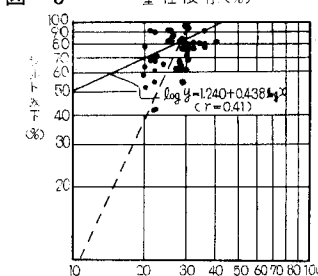


図-7 塑性限界(%)

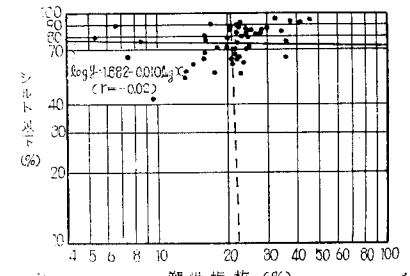


図-10

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 _L (%)	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 _{0.05} = 2.007 t _{0.01} = 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 _p (%)	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 _L (%)	粘土分 (%)	0.35	2.241	有意	LogY = 0.314 + 0.620LogX LogX = 0.943 + 0.201LogY	n = 36 t _{0.05} = 2.026 t _{0.01} = 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 _p (%)	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_L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

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

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_L 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_L 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_p, 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_L W_p 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_L W_p 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 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 _L	粘土分	r ₂ = 0.57	r ₁ >	z ₂ = 0.649	0.417	r ₁ ≧ r ₂ t _{0.05} = 1.960
	シルト以下分	r ₁ = 0.61	r ₂ ?	z ₁ = 0.708		t _{0.01} = 2.576
W _p	粘土分	r ₁ = 0.48	r ₁ >	z ₁ = 0.461	0.183	r ₁ ≧ r ₂
	シルト以下分	r ₂ = 0.41	r ₂ ?	z ₂ = 0.435		

表一 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 _L	粘土分	r ₂ = 0.35	r ₁ >	z ₂ = 0.366	2.694	r ₁ ≧ r ₂ t _{0.05} = 1.960
	シルト以下分	r ₁ = 0.67	r ₂ ?	z ₁ = 0.811		t _{0.01} = 2.576
W _p	粘土分	r ₂ = 0.52	r ₁ >	z ₂ = 0.577	1.954	r ₁ > r ₂
	シルト以下分	r ₁ = 0.72	r ₂ ?	z ₁ = 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_L 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 r₁, r₂ を定め, r₁ > r₂ ? 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_p 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_L, W_p, 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_L 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

水稻の畑かんがいの栽培による土壌の諸変化

橋 本 良 材* 泉 田 又 蔵*

I は し が き

水田を基盤整備する目的はいろいろあるが、まず第一には作物生産量の増大が挙げられ、第二には農作業機械の導入が容易となり生産性の向上が計られること、第三には田畑転換、裏作など土地の利用が自由に出来る立地条件に改善することなどが挙げられる。これらの三点が共に成り立ってこそ、はじめて基盤整備ということが完成すると考える。ところが、暗きよ、明きよなどの土木工事を施行して乾田化を計る場合、水の浸透し易い土壌では比較的速かにその効果は現われ易く、水稻の増産をはじめ土地の高度利用や機械力利用の効果をも十分發揮出来るが、粘土質水田においては若干の利点は認められるが、総合効果という点では判然としない場合が多い。

しかして、近年「重粘土地帯水田の上層改良と用排水組織に関する研究」が全国的視野から特別研究で開始され、ほ場整備技術が再検討されつつある。

筆者らも1963年より、粘土質水田の乾田化促進の対策に着眼し、一つの手段として、水稻の栽培面より土壌改良を計る方法、すなわち、水稻の畑かんがいの栽培を研究してきた。いまだ不備点が多く、なお実験を続けなければならないが、土壌改良とくに物理性の改善には有力な結果が得られたので、ここでは地下水位および土壌の諸変化に関し述べることにする。

II 水稻の畑かんがいの栽培の概要

現在、各地で畑作水稻が実施されているが、これは畑地を場としており、ここで述べる畑かんがいの栽培は水田を対象とし、しかも従前の用排水組織のもとで行なうとするものである。その耕種の概要は主として無代かき栽培(乾田直播栽培、乾田苗まき栽培)に準ずるが、ただかんがい方法を異にし、無たん水で水稻の生育に水が必要な時点でかんがいする方法を採っている。したがって実用的な収量を挙げ、しかも土壌変化が期待できるその接点とも云うべきかんがい法をあみだすことが本栽培法の要点である。

参考までに、かんがい方法と水稻の生育収量との関係

表一 水稻の生育収量

処理別	かんがいの指標	N施用量 kg/a			
		元肥	3 L	7 L	穂肥
標準かんがい	3 L期、6月下旬、7月上旬 幼穂形成期、出穂15日前、出穂期、出穂15日後に田面が湛水するまでかん水する	0.2	0.2	0.2	0.3
後期かんがい	幼穂形成期まで標準区に準じ、以降湛水する	0.2	0.2	0.2	0.3
全期かんがい	3 L期以降湛水状態に保つ	0.3	0.2		0.3
散水かんがい	3 L期以降pF 2.0を維持するよう散水する	0.2	0.4	0.4	0.3

播種期 4月28日、播種量 450g/a、条間 30cm

処理別	最高	出穂	穂長	穂数	精玄一穂	m ² 当登熟	精玄		
	茎数	期						米重	歩合
	本/m ²	月日	cm	本/m ²	kg/a	粒	100粒	%	g
標準かんがい	563	8.2	82	412	51.7	69.9	288	74.8	24.0
後期かんがい	522	8.1	79	417	52.1	66.4	277	81.3	24.5
全期かんがい	585	7.29	83	416	55.9	68.1	282	86.0	24.1
散水かんがい	466	8.3	83	388	47.6	70.8	269	71.5	23.6
移植栽培	439	7.28	84	398	57.8	81.1	323	80.1	23.3

注 1967年亀田ほ場の調査

を表一に示した。

III 水稻の畑かんがいの栽培による土壌の変化

1. 調査ほ場と土壌

表二 供試土壌の粒径分析成績(国際法)

ほ場別	層位	項目				土性
		粗砂 %	細砂 %	微砂 %	粘土 %	
横越	1層(0~14cm)	1.3	12.3	57.5	28.9	LiC
	2層(14~35cm)	0.7	9.9	62.4	27.0	LiC
亀田	1層(0~12cm)	9.9	18.3	39.6	32.2	LiC
	2層(12~32cm)	1.8	11.5	40.7	46.0	HC
	3層(32~46cm)	—	—	—	—	P
	4層(46cm以下)	0.1	13.8	58.5	27.6	SiC

* 新潟農試基盤整備課 1969. 9. 4. 受理

表-3 調査区の構成

処理区名	かん水方法	摘 要
畑かんがいの栽培田	全面かんがい	5L期より、地下水位を指標として全面にかん水する
	散水かんがい	同上の時期に散水かんがいを
	最少かんがい	5L期より、水稻がしおれ現象を呈したら散水かんがいを
たん水栽培田	無代かき	3L期よりたん水状態に保つ乾田直播栽培田
	代かき試験田	もよりの一般農家水田より選定

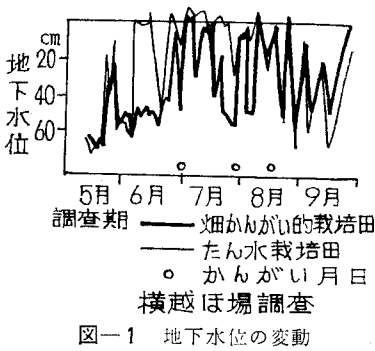


図-1 地下水位の変動

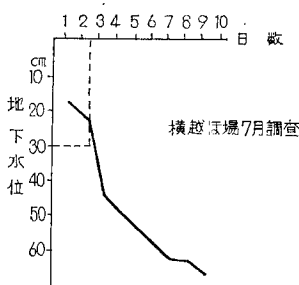


図-2 地下水位降下速度

3のように区分した。

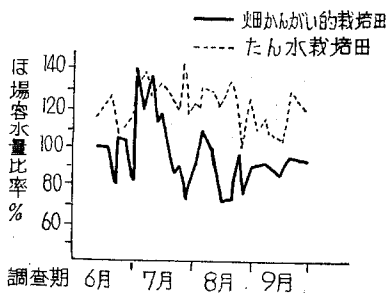


図-3 土壌水分の動き

注 1964年横越ほ場調査

横越ほ場：中蒲原郡横越村
横越 強グライ土壌強粘土還元型
亀田ほ場：中蒲原郡亀田町
鶴ノ子 泥炭質土壌強粘土型

供試土壌の粒徑組成は表-2のようである。

2. 調査区

たん水栽培田（普通移植田，乾田直播田）と畑かんがいの栽培田に大別し，畑かんがいの栽培田のかんがい処理を表-

3. 調査結果

(1) 地下水位の変化 図-1

は水稻作付期間中の地下水位の変動である。畑かんがいの栽培田の地下水位は，かん水や降雨，排水路の水位などの外的因子に対し関連をもった変化を示し，平均地下水位と最低地下水位は，いずれもたん水田より低い。図-2は無降雨，無かんがい期間に地下水位が低下する速さを示したものであるが，地下水位の低下は降下はじめに大きく，次第に緩慢な低下をたどる。この降下曲線よりみて，かんがい後地下水位が-30cmになる所要日数は，ほぼ2日である。

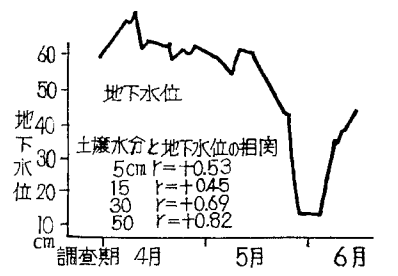
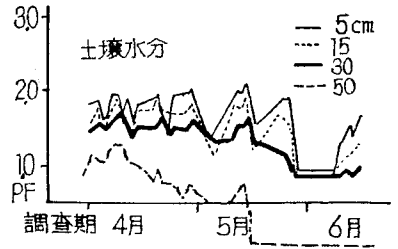


図-4 深度別土壌水分と地下水位の推移

土壌改良にはまずもって地下水排除が必須であり，地下水位の低下は，暗きよ，明きよなどの施行によっても現われるが，畑かんがいの栽培によりなお一層助長される。

(2) 土壌水分の動き 水稻を畑状態で栽培し安定多収を得るには，適切なかん水操作が必要であり，土壌水分はかんがい時期決定の一つの指標と目されている。水稻作付期間中の土壌水分の動きは図-3に示すようである。畑かんがいの栽培田の土壌水分は，かんがい，梅雨

表-4 跡地土壌の実容積

処理別	深さ	実容積		空気率 A	水分率 Mv	固相率 Sv	孔隙率 P	含水比 Mo	飽湿度 H		
		全重量 W	容積 V								
畑栽培かんがいの田	全かんがい	10	142.1	86.8	13.2	52.4	34.4	65.6	58.5	79.9	
	30	155.0	96.0	4.0	58.0	38.0	62.0	59.7	93.5		
	散水かんがい	10	146.0	90.7	9.3	55.0	35.7	64.3	60.5	85.5	
	30	157.2	98.0	2.0	57.5	40.5	59.5	57.7	96.6		
畑栽培かんがいの田	最少かんがい	10	134.5	81.5	18.5	48.4	33.1	66.9	56.3	72.3	
	30	155.0	95.4	4.6	57.4	38.0	62.0	58.2	92.6		
	たん水栽培田	たん水区	10	146.0	92.0	8.0	57.2	34.8	65.2	64.5	87.7
		30	156.3	96.9	3.1	57.7	39.2	60.8	58.5	94.9	
移植区		10	137.0	91.4	8.6	60.0	31.4	68.6	77.9	87.5	
30		164.5	99.0	1.0	57.9	41.1	58.9	54.3	98.3		
畑	10	123.9	69.4	30.7	36.3	33.0	67.0	41.6	54.3		

注 横越土壌刈取り後調査

表一五 水中に安定な土壌団粒 (%)

処理別	深さcm	篩別mm					
		5.0	2.5	2.0	1.0	0.5	0.5 >
畑かんがいの栽培田	全面かんがい	10 30	37.5 60.2	5.4 2.2	1.3 0.4	6.6 1.2	2.552.5 1.434.4
	散水かんがい	10 30	45.1 58.8	10.7 1.7	2.0 0.4	6.6 1.6	3.832.0 1.635.9
	最小かんがい	10 30	31.4 53.1	13.1 1.8	4.5 0.3	10.2 1.1	4.336.3 1.442.3
たん水移植田	10 30	45.1 50.3	1.8 0.8	0.5 0.1	2.4 0.5	2.447.9 0.547.8	
	畑	10 30	14.7 36.0	8.2 11.5	3.5 2.1	9.7 5.6	4.859.1 3.141.7

注 横越土壌の調査

表一六 かんがい水の浸透経過

月日	時刻	処理別	畑かんがいの栽培田		たん水栽培田	
			散水かんがい区	最小かんがい区	たん水	移植田
10.29	A.M. 9.30		0	0	0	0
" "	" 10.00		0	0	0	0
" "	" 10.30		0	1	0	0
" 30	P.M. 0.30		15	45	1	7
" 31	A.M. 12.00		23	82	3	15
11. 2	P.M. 3.00		34	108	10	20

注 数値は累積浸透量
横越ほ場の調査

時を除き、大体ほ場容水量(56%)内に保たれ、全体としては常に少なめに推移する。深度別土壌水分の変化と地下水位の関係は図一四に示すようであるが、深さ50cmまではいずれの深度でも地下水位が低い場合には、pF値は高く、ことに下層ほどこの相関が高い。

(3) 土壌構造の変化 土壌の三相変化を表一四に示したが、畑かんがいの栽培田は水分容積が減少して固相容積が増加する。ことに下層土において変化が著しく、気相容積は作土層で増大した。

水中に安定な土壌団粒の分布は、表一五に示すようである。畑かんがいの栽培田は水中に安定な0.5~2.5mm間の土粒が増加しており、団粒構造の造成がうかがわれる。また、かんがい量の少ないほど団粒の発達が目著であり、これらの関係は作土層で明瞭であった。

畑かんがいの栽培田におけるかんがい水の浸透経過をみたのが表一六であり、減水深の測定結果は次のようである。

表一七 耕耘時の土壌硬度 (kg/cm²)

処理別	深さcm	耕耘時の土壌硬度 (kg/cm ²)									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	
畑かんがいの栽培田		2.0	0.7	6.8	1.1	8.16	0.15	0.14	0.13	7.13	2.0
たん水栽培田		1.7	3.3	3.0	4.2	6.4	9.0	14.2	14.4	15.7	10

注 横越ほ場の調査

コーンペネトロメータ小型円形板使用

畑かんがいの栽培田: 23.2mm/day

うち、畦畔浸透7.75mm 降下浸透10.45mm 蒸散量5.0mm

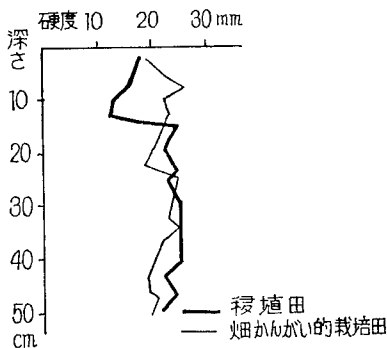
たん水田(移植田): 8.84mm/day

うち、畦畔浸透1.81mm 降下浸透2.03mm 蒸散量5.0mm

(蒸散量は北陸地方の6月~9月平均で4.9mm/day=5.0mm/dayとした。亀田ほ場調査)

畑かんがいの栽培田は降下浸透量が増加し、透水性がきわめて良好となり、透水性の向上がみられる。これは作土層における団粒構造の発達と、

下層での亀裂の発生など、土壌構造変化の集約された現象であろう。



図一五 収穫時の土壌硬度

注: 横越ほ場調査

山中式土壌硬度計2.4kgパネで測定

地表排水管理を十分に行ない、かつ、排水路水位を十分低下しても、透水係数が10⁻⁶cm/sec以下のような重粘土水田では、従来の暗きよ施行基準による深い暗きよ

試馬前 1963年4月	1年後 1963年11月	2年後 1964年11月	3年後 1965年11月
12 #	12 23 +	17 # 粒状	19 粒状
14	24 26 #	33	33
22 ○ #	33 27 #	32 23 c #	23 ○ #
35 ●		42 22 # 亀	36
25 ●	25 ● #	56 18 # 裂	45 17 # 亀
	54	57 17 # 裂	
26 ●	24 ● +	17 ● +	18 ● +

注 横越ほ場の調査

図一六 土壌断面形態変化

年次
層土の団粒
層厚反転
塊状
度

土壌硬質山中式土壌硬度計
20kgパネ
○ 反転: addipyrstyle 逆転
○ 亀裂の発生で白色
● 亀裂の発生で白色
● 亀裂の発生で白色
● 亀裂の発生で白色

反転の量
+ 有り
含有
● 含む

排水では透水性改良の効果が遅い。土層を物理的に破かいし透水性を増加させる工法、浅暗きよ、暗きよの埋め戻し、あるいは暗きよの効果を發揮させるに必要な用排水路配置、排水路断面とその維持管理法など、農業土木的見地より検討を加えられつつあるが、一面、稲作りを通じて、土壌の透水性改良が期待出来そうである。

土壌硬度の変化に関しては、表—7、図—5に示すようである。畑かんがいの栽培田の土壌硬度は大きく現われており、たん水栽培田との差は表層ほど大きく、下層へゆくにづれ小さい。また、かんがいの量の少ないほど、土壌硬度は大きい状態にある。一応、ホイール型大型トラクターで作業容易を 6 kg/cm^2 以上とすれば、畑かんがいの栽培1年後で十分な土壌硬度となり、ことに、収穫時において普通型コンバインが容易に稼動し得る地耐力に強化され得たことは、大きな特色として見てよからう。

(4) 土壌断面形態の変化 グライ層および斑鉄、土壌硬度、亀裂の発生などの経年変化を図—6に示した。グライ層は年々下層に移行し、斑鉄はそのあとを追うように深層にまで生成され、3年後には作土層は全面にわたって酸化色を呈するに至った。土壌硬度は1年後に作土層が極端に増大したが、2年後から粒状構造の発達でいくぶん小さくなっている。土壌構造変化については、2年目より下層に亀裂が生じ、作土層に粒状構造の発達が認められた。このような基盤に土層改良が実現すれば、作物の増産効果は顕著に現われ、田畑転換、裏作などの作付転換も容易に行ない得るであろう。

IV む す び

以上、調査結果を述べてきたが、このような土壌の諸変化は、田畑転換田に類似した変化とうかがわれ、粘土質土壌の水田でも、水稻の畑かんがいの栽培を行なうこ

とにより、田畑転換と同様な土壌変化が期待できると考えられる。

本研究は「水稻の畑かんがいの栽培法に関する研究」の中で行なったもので、大槻祐一、浅野孝三郎、幸田達治、金山洋の各氏との協同研究であることを附記しておく。

参 考 文 献

- 1) 農林水産技術会議事務局、新潟県農業試験場：(1963) 澁田の乾田化に伴う生産技術解明に関する研究 指定試験(土地改良区)第3号
- 2) 山崎不二夫、長谷川新一編：畑地かんがい 農文協
- 3) 愛知用水公団：(1965) 畑地における水稻作技術 公団資料No.1
- 4) 高橋 渉沢：(1956) 田畑輪換栽培における土壌の物理性について 自作記 25. 1
- 5) 農林省農業改良局、奈良県農業試験場：(1954) 田畑輪換に関する試験成績 農業改良技術資料第68号
- 6) 出井 嘉范：(1957) 水田作土の構造と水稻生育 土壌の物理性No.16
- 7) 農土試土地改良部：(1968) 重粘土地帯水田の土層改良と用排水組織に関する特別研究 成績書 農土試「重粘土」資料No.2
- 8) 北陸農試：(1968) 重粘土地帯水田の土層改良と用排水組織に関する特別研究 成績書 北陸農試「重粘土」資料No.1
- 9) 丸田勇、井利一：(1966) 重粘土水田の暗きよ施工が土壌の断面形態に及ぼす影響 新潟農試研究報告第16号
- 10) 新潟農試：(1965) 農業機械に関する試験成績

粘土質の暗きよ施工田における排水（2）

多収穫水田の排水と物理的性質

丸 田 勇*

I. はし が き

既に田淵ら²⁾⁶⁾によって粘土質の水田の排水実態は新潟県長岡市、柏崎市などで詳細に調べて、排水の機構や改良の方策に関するいくつかの事実が明らかにされた。

即ち、排水とき裂、均平、降雨条件などとの関係の重要性を指適した。そして暗きよの埋戻し溝をルーズにし、⁶⁾ 田面水の排水に都合のよい均平を行ない、なおかつ降雨条件に見合った落水を行なうことにより地耐力を高めることが可能であることを明らかにした。しかし水稲の収量との関係については未だ十分なる検討がなされなかった。そこで新潟県において、ここ2年の間に多収をあげ得た水田について排水の実態と若干の物理性について調査測定を試みたので、その結果を報告する。

II. 調査水田の概況と調査方法

1. 調査水田の概況

調査水田は西蒲原郡巻町、三島郡和島村、新潟市早潟の3カ所の水田である。区画の大きさ落水日ならびに水の管理方法、暗きよ施工年次は表一に示すとおりである。

表一 調査水田の概況

場所	区 画	田植 落水日	水の管理	暗キヨの 施工年次
西蒲原郡巻町	19×54m (10a)	5月8日 12日18日	中干し：6月22日～ 27日 中干し期以後3日に 1回落水期まで灌水	昭和36年秋
三島郡和島村	25×80m (20a)	5月8日 21日15日	中干し：7月7日～ 15日 中干し後3日に1回 落水期まで灌水	昭和42年秋
新潟市早潟	19×54m (10a)	5月8日 9日20日	6月20日から水深を 残くし23日に灌水そ のまま。7月11日ま で無灌水、その後3 日に1回落水期まで 灌水	昭和35年秋 (一部昭和 42年春)

る。水管理については中干し後いずれも常時たん水を避け、節水（一たん三落）につとめ、かつ落水日も8月中頃に行なわれている。

調査水田の収量は表二に示すとおりである。

巻町は昭和42年度米競作会の県1位であり、早潟は昭

表二 調査水田の収量 (kg/10a)

場 所	1967年	1968年	1969年	品 種
西蒲原郡巻町	785 (県1位)	*805	—	フジミノリ
三島郡和島村	—	809	*600(推定)	レイメイ
新潟市早潟	—	904 (県1位)	*700(推定)	レイメイ

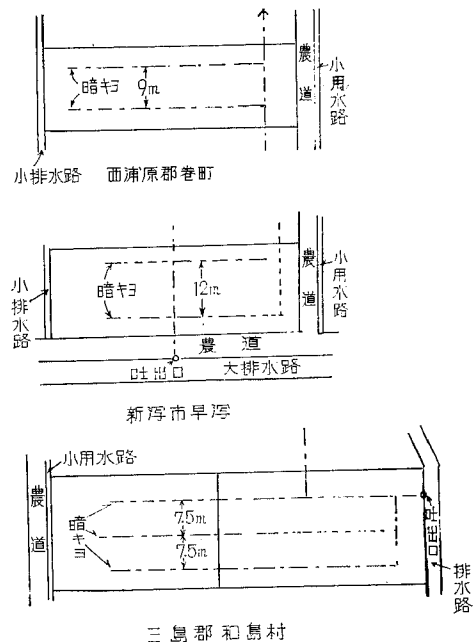
注：*印が調査年

和43年度米競作会の県1位であった。和島村は昭和43年度米競作会で県24位の水田であった。昭和43年度は県内で800kg/10a以上が20数筆も出て、本県にとっては有史以来の多収年に当る。そして、それらに用いられた品種の多くは東北系のフジミノリ、レイメイであったということも一つの特徴であった。

調査はいずれもその翌年に行なった。栽培管理などは農家の慣行で行ない、特別の指示は全く行なわなかった。

2. 調査水田の暗きよ

調査水田の暗きよは図一に示すとおりである。



図一 調査水田の平面図

* 新潟県農試 1969. 10. 31. 受理

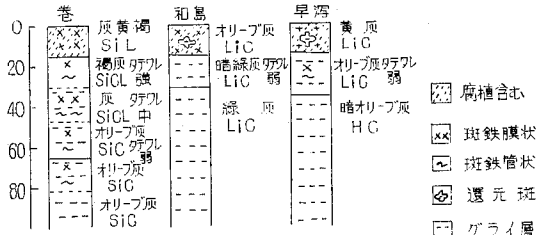


図-2 土壌柱状図

3. 調査水田の土壌断面

調査水田の土壌断面は図-2に示すとおりである。巻町はグライ土壌強粘土型、和島村は強グライ土壌強粘土還元型、早湯は強グライ土壌強粘土斑鉄型である。

4. 調査時期

調査は昭和42年が巻町で、昭和43年が和島村と早湯で、それぞれ田植後、中干し期、刈取期の3回と刈取後に土壌を採取して分析に供試した。

5. 調査項目

田植後から刈取期までは次の項目について行なった。その他にポットによる透水性の測定なども行なった。

- (1) 含水比 炉乾法(地耐力測定点と対応)
- (2) 地耐力 SR-II型の小型矩形板を用い、0~5cm, 5~15cm, 15~25cmの各層の示す最大の地耐力を1水田について8~14カ所で測定した。
- (3) 田面の高低 10m間隔の方眼でレベルを測定した。
- (4) 漏水量 漏水量迅速測定器を用いて測定した。
- (5) 土壌分析
 - ① 沈底容積：乾土20g当りについて未風乾土、風乾土のそれぞれについて測定した。
 - ② 液性、塑性限界：未風乾土、風乾土のそれぞれについて、土質試験法に従い測定した。
- (6) その他にしろかきと透水性との関係を調査するため昭和43年12月に巻町の水田で漏水量の測定を暗きよ上と暗きよ間で行なった。
- (7) しろかきと酸化還元電位ならびに分散率の関係をj知るため、新潟農試長岡ほ場の上壤と長野農試水田土壌のいずれも2mm篩別の風乾土を供試して、室内実験を行なった。

- (1) 酸化還元電位：真空管式(山中式)
- (2) 分散率：土壌分析法⁶⁾に従って測定した。
- (3) 以上の測定はたん水後0日目、5日目、10日目、15日目、20日目、25日目の5~6回測定した。

III. 調査結果

1. 田植後から刈取期

表-3 漏水量と田面の状態

項目	月日	6月7日	6月21日	6月22日	6月27日	8月17日
漏水量 (mm/日)		0	2.4	—	—	—
田面の状態		たん水	たん水	水たまり	一部に水たまり キ裂	キ裂全面 水たまりなし

西蒲原郡巻町 (1968)

表-4 漏水量と田面の状態

項目	月日	6月13日	7月11日	9月9日
漏水量 (mm/日)		0	—	—
田面の状態		たん水	たまり水 キ裂なし	全面にキ裂

三島和島村 (1969)

表-5 漏水量と田面の状態

項目	月日	6月13日	7月12日	9月12日
漏水量 (mm/日)		0	5.2	—
田面の状態		たん水	たん水	全面キ裂

新潟市早湯 (1969)

(1) 田面の状態と漏水量 田植後から刈取期までの田面の状態と漏水量は表-3~5に示した。田植後から中干し期までの間は、いずれの水田もたん水下では漏水量

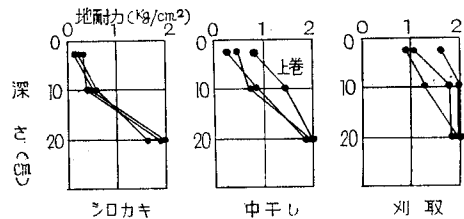


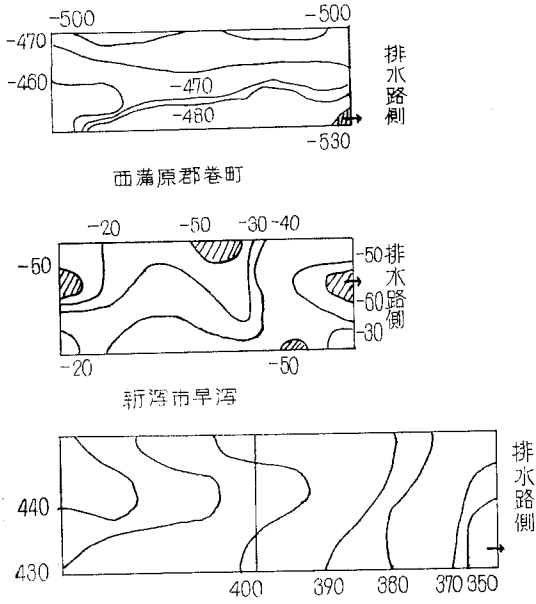
図-3 地耐力の変化

表-6 地耐力の変化

場所	西蒲原郡巻町			三島郡和島村			新潟市早湯		
月日	6月7日	6月27日	8月18日	6月13日	7月11日	9月9日	6月13日	7月12日	9月12日
深さcm									
0~5	0.25	0.79	1.62	0.15	0.25	1.09	0.27	0.46	0.90
5~15	0.46	1.41	2.00	0.54	0.83	1.80	0.51	0.77	1.27
15~25	2.00	2.00	—	1.62	1.91	1.82	1.98	2.00	2.00

表-7 含水比の変化

場所	西蒲原郡巻町			三島郡和島村			新潟市早湯		
月日	6月7日	6月27日	8月18日	6月13日	7月11日	9月9日	6月13日	7月12日	9月12日
深さcm									
0~5	98	68	56	108	95	83	115	94	87
5~15	—	—	54	—	—	66	—	—	74
15~25	—	—	45	—	—	55	—	—	72



三島郡和島村
図-4 田面の高低 (mm)

が0, もしくは数mm程度しかみとめられない。この場合いずれも暗きょは開いて測定を行なった。

中干し期の田内は、水たまりが足跡にみられる程度であった。き裂は刈取期に全面にみとめられた。なお中干し前にしろかき土を採取して、ポットにより透水性を測定したところ、透水係数の対数値は各水田とも-5~-6であった。

(2) 地耐力 地耐力の変化は図-3, 表-6に示したとおり、15~25cmの地耐力は田植後でも2kg/cm²に近く変化に乏しいが、中干し期では0~15cmが、巻町で1.4kg/cm²と大きく変化した。和島村、早潟では僅かな増加にとどまった。刈取期に至っては各水田とも0~5cmが約1.0kg/cm²以上で、5~15cmが1.2kg/cm²以上を示した。

(3) 含水比 含水比の変化は表-7に示したとおり、地耐力と対応して変化した。刈取期に各水田とも含水比90%以下になった。

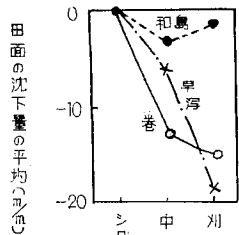


図-5 田面の沈下量の変化

(4) レベル 田面の高低については図-4に示したとおり、巻町は長辺に沿って中高になっており、和島村、早潟は排水路に向かって僅かではあるが傾斜している。しかし早潟は周囲に若干の凹部がみとめられた。だがいずれの水田も田面の均平は地表水の流

表-8 調査水田の物理的性質調査

項目	深さcm	假比重	含水比	沈底容積 (乾土20g当)			土性	粘土含量 (%)
				湿潤土 (W)	風乾土 (D)	D/W × 100		
巻町	0~15	1.07	48	33	27	82	Silt loam	4.9
	15~31	1.06	52	34	28	82	Silty Clay loam	20.0
	31~48	0.98	63	63	30	48	"	24.0
	48~66	0.73	94	36	—	—	Silty Clay	35.8
早潟	66~	0.82	85	68	—	—	"	—
和島村	0~15	0.66	79	38	27	71	Light Clay	27.4
	15~31	0.85	68	60	31	52	"	29.5
	31~	0.84	76	71	31	44	"	29.5
早潟	0~14	0.68	81	40	35	88	Light Clay	44.3
	14~35	0.75	72	56	35	63	"	44.8
	35~	0.55	108	72	35	49	Heavy Clay	49.2

表-9 調査水田のアッターベルク限界

L. L. P. L	深さ	場所			
		巻	町	和島村	早潟
液性限界 L. L	1	70%	83%	85%	
	2	76	109	99	
	3	92	105	153	
塑性限界 P. L	1	51	55	73	
	2	56	61	77	
	3	57	65	82	
液性限界 L. L	1	36%	33%	46%	
	2	41	35	45	
	3	36	43	48	
塑性限界 P. L	1	33	32	45	
	2	35	38	44	
	3	35	37	55	

出には都合のよい結果を示しているものと思われた。

つぎに田植後刈取期までに田面がどの程度沈下したかをみると、図-5に示したとおりで、巻町は中干し期に大きく沈下をしたが、早潟は中干し期よりも刈取期の沈下の方が大きかった。和島村については沈下量が小さく、かつ中干し期より刈取期に僅かであるが田面の上昇がみとめられた。

(5) 土壌の物理的性質 土壌の物理的性質は表-8, 9に示すとおりである。假比重が最低値を示したのは巻町が深さ48~66cmで、和島村が0~15cmで、早潟が35cm以下でみとめられた。沈底容積は風乾土が各層とも大差ない結果を示したのに対して湿潤土は表層に比べ下層約30cm以下で表層の約倍の容積を示した。また風乾

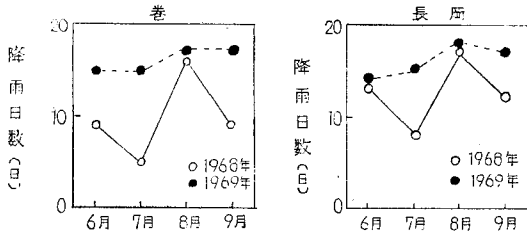


図-6 月別降雨日数

表-10 調査水田の降雨条件

場所	期 間	項 目		調査年度
		降雨日	無降雨が連続した日数	
西蒲・巻町	中 干 し 期 6月22日～27日	1	6	昭和43年
	落水から刈取 8月18日～9月5日	10	4	
三島・和島	中 干 し 期 7月7日～15日	6	2	昭和44年
	落水から刈取 8月15日～9月9日	10	6	
新潟・早潟	中 干 し 期 6月23日～7月11日	14	2	昭和44年
	落水から刈取 8月20日～9月12日	13	3	

土と湿潤土の比をみると、深さ約 30cm 以下が表層の70～90%に比べて50%以下を示した。

アッターベルク限界は湿潤土、風乾土ともにL.L, P.Lともに表層から下層へと大きくなる傾向がみとめられる。

(6) 気候 排水を考える場合、降雨条件が重要であることは既に明らかにされているが、ここでも調査水田の降雨条件を農林省新潟統計調査務所長岡試験地の資料より調べてみた。調査水田に近い長岡と巻町の月別降雨日数を昭和44年、昭和43年の両年について示すと図-6のとおりである。昭和44年は昭和43年に比べて降雨日数は

多くなっている。月の半分は降雨がある。中干し期、刈取期の降雨条件はどうなっているか、表-10に示した。中干し期では昭和43年に調査した巻町を除いて、中干し期間中の降雨は和島村が9日の内6日が降雨日で、早潟が20日の内14日が雨であった、しかも連続して無降雨であったのは2日間のみで、2日おきに雨ということである。刈取期においても落水から刈取までの間、半分は降雨日で、中干し期よりもやや良いという程度で降雨条件は極めて悪い。

IV. 調査結果

しろかきが透水性を低下させることについては既に知られていることであるが¹⁰⁾、巻町について調査年の刈取後11月9日に調査水田内の一部に暗きょ上と暗きょ間の2カ所でしろかきを行ない、たん水した。そして12月18日にたん水下の漏水量を測定した。その結果、暗きょ上が12mm/日に対して暗きょ間は2.6mm/日であった。

以上の漏水量は6月に測定した結果とは異なっている。それは12月の測定は土壌が酸化状態であるが、6月は土壌が還元状態になっていた。この両者の違いによるものか。このことを確かめるため、室内でガラス製の滲透管を用い、酸化還元電位と滲透量について実験を行った。

実験に用いた長岡土壌の粘土含量は39%であり、長野土壌の粘土含量は23%であった。

酸化還元電位と滲透量との関係は図-7に示すとおりである。

両土壌とも酸化還元電位の低下によって滲透量は減少したが、長野土壌は200mV前後で滲透量もつとも少なく、ほゞ一定になる傾向が見受けられるのに対して長岡土壌は50mV前後になってもなお滲透量の減少を示した。

以上のことから巻町における6月と12月の漏水量の違いは当然と推測される。

このような現象の1つの原因が土壌の分散率に求められないものか、酸化還元電位と分散率の関係を検討した。その結果は図-8に示すとおりである。即ち、酸化還元電位の低下とともに分散率も対応して高くなることが確かめられた。

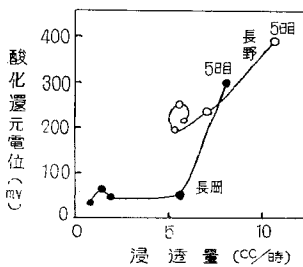


図-7 酸化還元電位と浸透量との関係

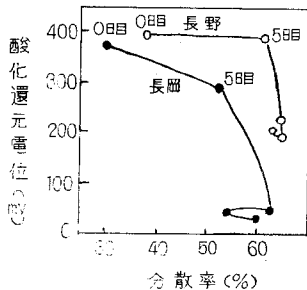


図-8 酸化還元電位と分散率との関係

V. 考 察

1. 暗きょの効果

粘土質の多収獲田の排水の実態は、たん水状態のもとで田面の状態、ポットによる透水測定、しろかきと透水のほ場調査から暗きょ上では数mm程度の僅かな透水があるかも知れな

い、しかし暗きょ間での透水は0ではないが、難かしいのではないかと推測される。

また中干しによる透水性の改良は地耐力、含水比、降雨条件などから推測するに、容易ではないと思われる。巻町についてはたまたま降雨条件に恵まれたためと思う。

落水期については、地耐力、含水比などから土壌の乾燥が十分に行ない得たと思うが、それは、落水期の降雨条件をみると連続無降雨といっても和島村が6日、早湯が3日、巻町が4日という事で、土壌の乾燥にとってかならずしも良い条件とはいえない、それでも土壌の乾燥が行ない得たのは、中干しによる事前乾燥の効果⁷⁾と均平の良さであったのではないかとと思う。

2. 酸化還元電位と透水性

しろかきと透水性については既に知られているが¹⁰⁾、酸化還元と透水性については未だ十分な知見は得られていない。ここではたまたま巻町の調査に関連して検討されたのであるが、調査結果のところでも述べたように土壌が還元化すると透水性が低下する。そして分散率は酸化還元電位に対応して、長岡土壌は50mVに、長野土壌は200mVに値が集中するように見受けられる。このことは酸化還元電位と分散率との間の相関関係が深いことを意味しているものと思う。だから土壌が還元化すると土壌の粒団が崩壊して土壌が糊状化することによって透水性が低下してくるのではないかとと思う。実際の水田においても、粘土含量の多少によるのみでなく、還元状態になることも透水性を低下させる原因になるものと思う。

3. 土壌の物理的性質

沈底容積のところでも述べたように、調査水田において、表層の風乾処理による水中沈底容積の収縮は下層の50%以下に比べて80%以上を示し、所謂乾田表層土のように連年土壌が乾燥しているためと思われる¹⁾。それは強グライ土壌であっても表層土が連年乾燥することによって多収田になり得るのではないかと推測される。このことについては既報⁹⁾の長岡ほ場においてもみとめられており、今後なお検討したい。

VI. あとがき

昭和43年度と昭和44年度に多収を得た水田の排水実態とその物理性について調査したのであるが、田植後の透水は0、もしくは数mm程度で、中干しによって透水化の程度は僅かなもので、巻町に比べ和島村・早湯の透水化は進んでいないのではないかとと思う。

しかし落水後の田面の乾燥が良く、そのことは田面の均平、中干しによる田面の沈下収縮が主な影響を与えているのではないかとと思う。

また、田面の乾燥について、風乾処理による水中沈底容積の収縮からも明らかで、強グライ土壌の水田では、田面の乾燥が多収の土壌条件と推測された。

ところで今後問題になるのは、多収田において暗きょの効果は直接立毛中の透水化にあるのか、落水後の田面の乾燥にあるのかあるいは両者にあるのか、本調査では未だ十分とはいえないので今後なお検討したい。

終りに本調査を行なうに当り御協力を戴いた担当農家の方々。新潟農試地力保全係の森田康氏、土壌肥料係の小山正一氏に厚く御礼申し上げる。

参 考 文 献

- 1) 青峰重範：暗きょ排水と乾土効果
- 2) 田淵俊雄：粘土質の水田の排水に関する研究1，農土論集18
- 3) 田淵，中野，住田，丸田：同上5，同上18
- 4) 田淵，中野，住田，丸田：同上6，同上18
- 5) 田淵，中野，近藤，松村，丸田：同上7，同上25
- 6) 丸田，井利：重粘土水田の暗きょ施工が土壌断面型態に及ぼす影響，新潟農試研究報告，16
- 7) 田淵俊雄：粘土質の田の排水を中心として，土壌物理シンポジウム，農上誌36(4)
- 8) 農林省振興局：地力保全基本調査における土壌分析法，地力保全対策資料第1号
- 9) 丸田 勇：粘土質水田の暗きょ排水，昭和42年専門別総括検討会議資料（農業土木） p.85～87 騰写刷
- 10) 山崎不二夫：シロカキの研究

畑地における干害可能性の推測

五 島 一 成*

畑地における干ばつは作物の種類による耐乾性の差、土壌、地域などによる差、河川、地下水の有無など複雑な問題がからみあうので、簡単に論ずることは出来ないが、いづらか大まかではあっても、地域別の各土壌の物理性と気象要素とを対比して、畑地の水分不足が推測出来れば、実際の作物栽培上有効ではないかと考えられる。したがって、長崎県において今までに実施された畑地土壌調査、及びその他の畑地における栽培試験成績¹⁾のなかから土壌の保水、透水性に関連のある調査項目及び試験結果を抽出して、地域別、土壌母材別に集計、整理して検討し県内畑地土壌の水分特性を明らかにし、また、地域別気象要因、特に降水量と関連させて地域別、土壌別の干害可能性の推測を試みた。さらに、県内各地での甘藷の栽培試験の収量と降水量との関係から、土壌母材及び各地域の水分特性が、作物の収量にどのように反映しているかをもあわせて検討してみた。多くの欠陥はあると思うが、あえて発表して、ご批判、ご教示をお願いする。

1. 作土の深さ

昭和40年に策定された“長崎県農業の地域分析”²⁾に準じて地理的、気象的要素から県内を図-1のように7地域に区分した。また、畑地土壌をその生成母材別に表-1のように区分して集計整理した。

畑地土壌の保水性要因として、まず作土の深さについて

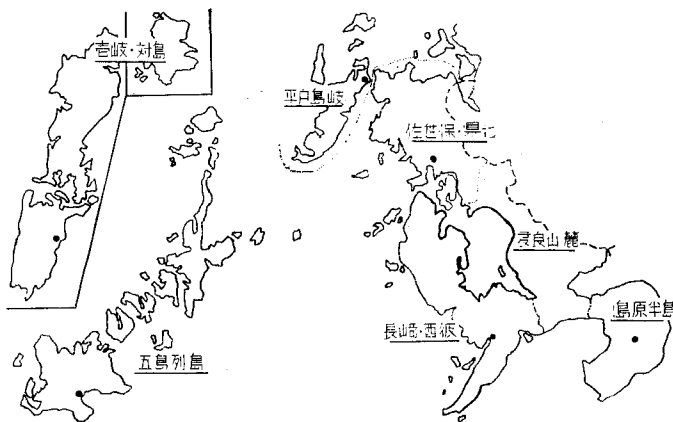


図-1 地域区分

* 長崎県総合農林センター 1969. 10. 5. 受理

表-1 長崎県の畑地土壌

地質母材	面積 (ha)	分布 割合 %	主要分布地域
玄武岩	17,241	40	長崎西彼・多良山麓・五島列島 平戸島嶼・佐世保県北・老岐
安山岩	5,840	14	長崎西彼・多良山麓・平戸島嶼 島原半島
火山成土 (火山砕屑 岩・洪積 層火山灰)	7,999	18	多良山麓・五島列島・島原半島
第三紀層	3,876	9	長崎西彼・多良山麓・佐世保県北
結晶片岩	2,907	7	長崎西彼
対州層	3,133	7	対馬
玢岩	843	2	五島列島

調査した結果を表-2に示した。地域別には、島原半島が最も深く、ついで長崎西彼地域が深い。五島列島、老岐などの離島地域は著しく浅い。土壌母材別には、火山成土、安山岩、結晶片岩などが深く、玄武岩、玢岩が浅い。

地域別平均と土壌別平均とを比較してみると、地域別に対し土壌別は平均値のひらきが小さい。また、地域別の平均値の偏差、変異係数が土壌別よりも小さく、作土の深さは、土壌母材別の差よりも地域間の差が大きい傾向がみられる。すなわち、各地域の畑地の分布、作付体系の違いによる土壌管理の差異などが、作土の深さにかなりの影響をあたえていると考えられる。そこで、地域別の作物の作付状況³⁾と、作土の深さの平均値とを対比して表-3に示した。作土の深い島原半島、及び長崎西彼の二地域と、作土の浅い五島列島、及び老岐の二地域ともに、いずれも畑地率が65%以上と他の地域に比べると高く、畑作地帯であるが、前者の作土の深い地域は比較的作付率が高く、作付作物のなかでも特に馬れいしょや、そさい類の作付割合が大きい。これに対して、後者の作土の浅い地域は、畑作地帯ではあるが比較的作付率が低く、かつ、作付作物の割合も麦、甘藷が多い。このように作土の深さは地域別の作付作物にかなり

表-2 作 土 の 深 さ (cm)

地域	長崎・西彼	多良山麓	佐世保・ 県北	島原半島	五島列島	平戸島嶼	壱岐	調査 点数	平均±S	C.V. %
玄武岩	15.0	16.2	14.8		13.3	16.3	14.7	121	14.8±2.9	19
安山岩	18.2	14.9		17.6				52	17.4±3.9	22
結晶片岩	17.0							27	17.0±4.6	26
第三紀層	17.4	13.5	16.3					34	16.0±4.5	28
火山成土		17.6		19.0	13.4			46	17.0±5.4	31
珒岩					13.1			11	13.1±2.0	15
調査点数	77	33	40	49	48	17	27	291		
平均±S	17.0±2.1	15.5±3.3	15.4±3.4	18.4±5.3	13.3±1.7	16.3±3.3	14.7±2.2			
C.V. %	12	21	22	28	12	19	15			

表-3 作物の作付割合と作土の深さ

地域	畑地 率	主要畑作物の作 付割合				作土の 深さ (平均 値) cm	
		作付率	甘 麦類	し よ れ い	ま め い	そ い	そ い
長崎・西 多良山	71.5	151.5	26.2	28.6	3.0	11.0	17.0
佐世保・ 島原半島	44.7	167.0	28.2	20.8	8.6	6.2	15.5
五平 壱岐	40.0	139.0	21.3	14.4	2.5	11.7	15.4
	66.8	180.3	37.5	26.4	3.1	5.6	18.4
	73.2	154.7	32.3	38.1	6.7	4.0	13.3
	59.6	141.5	31.5	19.3	9.5	5.9	16.3
	65.2	146.6	30.9	8.7	16.0	5.2	14.7

影響されていることが明らかである。

2. 固 相 率

現地土壌の理学的のなかで最も土壌の構造、保水、透水性などとの関連の深い因子として、実容積法による三相分布の測定値のなかから固相率を取り出して検討した。

(1) 作土の固相率(表-4) 土壌別には火山成土が最も小さく、三紀層、珒岩、結晶片岩などがかなり大きい。また、地域別には、島原半島、多良山麓の両地域が比較的小さく、長崎西彼、五島列島の両地域が大きい。

表-4 作 土 の 固 相 率 (容 積 %)

地域	長崎西彼	多良山麓	佐世保 県北	島原半島	五島列島	平戸島嶼	壱岐	調査 点数	平均±S	C.V. %
玄武岩	38.3	31.6	35.4		43.2	37.9	35.3	120	37.5±6.2	17
安山岩	40.6	34.9		30.6				57	36.8±6.0	16
結晶片岩	43.6							27	43.6±9.3	21
三紀層	43.5	37.1	38.8					35	39.4±7.3	19
火山成土		28.3		34.3	31.8			56	30.6±6.4	21
珒岩					40.4			11	40.4±5.6	14
調査点数	77	32	41	65	47	17	27	306		
平均±S	41.5±6.9	32.8±5.6	36.7±7.0	32.0±6.3	39.9±7.1	37.9±4.6	35.3±5.7			
C.V. %	17	17	19	19	18	12	16			

表-5 下 層 土 の 固 相 率 (容 積 %)

地域	長崎西彼	多良山麓	佐世保 県北	島原半島	五島列島	平戸島嶼	壱岐	調査 点数	平均±S	C.V. %
玄武岩	41.4	33.7	37.0		51.9	38.6	39.5	90	40.3±8.3	21
安山岩	42.0	36.4		26.5				49	36.8±9.7	26
結晶片岩	47.4							15	47.7±7.4	16
三紀層	49.5	39.7	45.5					26	44.8±9.8	22
火山成土		23.7		33.9	30.4			55	26.8±7.3	27
珒岩					40.4			5	40.4±6.8	17
調査点数	46	31	37	65	28	11	22	240		
平均±S	44.6±8.8	33.5±10.6	40.0±8.3	29.4±8.2	43.0±12.0	38.6±5.8	39.5±4.3			
C.V. %	20	32	21	28	28	9	11			

表一3の作付作物の割合からも明らかのように、前者は県内でも比較的畑作物の種類が多い集約畑作地帯であり、かつ土壤母材別にみると固相率の小さい火山成土、安山岩などの分布が広い。後者は甘藷、麦作地帯であり、かつ、土壤母材が固相率の大きい三紀層、結晶片岩などである。このように固相率に対しては、土壤母材の影響は勿論であるが、作土の深さと同様に栽培作物の影響もかなり大きいことがうかがえる。

(2) 下層土の固相率(表一5) ここでの下層土は、調査測定値のなかで深さ30cm以下の土層の数値をとり集計した。下層土の固相率は有効土層の深さ、土壤の保水、透水性などと密接な関連のある因子と考えられるが、土壤母材別には、安山岩、火山成土は作土と同様下層土も小さくなっており、それらの土壤では有効土層が深くかつ、保水、透水性も良好であることが推測される。特に火山成土では作土よりも下層土の固相率が小さく、下層の孔隙率が大きい。このことは、増島ら³⁾の指摘しているように、下層土が水のタンクになっており、耐乾性が大きい原因となっていると考えられる。

地域別には、長崎西彼、五島列島の各地域が最も大きく、下層土が緊密で透水不良であることを示している。

また、下層土の固相率の偏差、変異係数は作土と比べてかなり大きい。これは作土よりも下層土がより礫含量が多く、かつ地形の影響を受けているためであろう。平戸、壱岐は比較的偏差が小さいが、これは両地域ともに離島であり畑地分布の地形的変化が少ないためである。総括的にみれば下層土の固相率は、作土の固相率とは逆に地域別の平均値のふれが大きく、土壤母材別の平均値のふれがやや小さい。このことから下層土の物理性に対しては土壤母材の影響が大きく、ひいては土壤の透水性は母材によって規制される面が大きいと考えられる。

3. 土壤水の種類別分布

各pFにおける水分量(容積%)の測定値の土壤別、地域別平均値を表一6、7に示した。地力保全事業の土壤調査における有効水分の測定法⁴⁾によれば、土壤中の可動性の水分はpF0~4.0までの水分であり、pF0~1.5(動力水)、pF1.5~2.7(重力毛管水)、pF2.7~4.0(毛管水)の3種であるが、そのおのおのを土壤別、地域別に検討してみるとpF2.7~4.0の水分は土壤母材別にほぼ近似した値を示しており、母材の影響が大きい。pF0~2.7の水分は土壤母材別にみるとかなり差があるが、地域別にみると近似した量を示しており各地域の栽培作物の影響が大きいことを示している。すなわち、土壤中での水の移動は低pF側(pF0~2.7)水分量の多少に支配されるので、土壤水分の変動は母材よりも地域の富農、

表一6 土壤水分の種類(作土)

母材	地域	長崎	多良	佐世保	島原	五島	平戸	壱岐
		西彼	山麓	県北	半島	列島	島嶼	
玄武岩	pF1.5>	23.0	29.2	24.7		20.5	20.5	22.4
	1.5~2.7	4.4	3.8	4.2		2.7	2.5	4.1
	2.7~4.0	8.5	8.4	8.0		7.3	8.4	8.5
	4.0<	25.8	27.0	27.7		26.3	30.7	29.7
安山岩	pF1.5>	21.7	26.4		30.9			
	1.5~2.7	3.1	4.0		1.8			
	2.7~4.0	9.7	9.4		9.8			
	4.0<	24.9	25.3		23.2			
結晶片岩	pF1.5>	25.3						
	1.5~2.7	5.9						
	2.7~4.0	10.1						
	4.0<	15.1						
三紀層	pF1.5>	22.6	26.3	22.6				
	1.5~2.7	7.2	4.3	3.9				
	2.7~4.0	10.6	9.2	10.8				
	4.0<	16.1	23.1	23.9				
火山成土	pF1.5>		26.0		22.7	27.5		
	1.5~2.7		9.5		14.4	5.6		
	2.7~4.0		13.0		11.5	9.5		
	4.0<		23.2		20.8	25.6		
玢岩	pF1.5>					27.0		
	1.5~2.7					2.9		
	2.7~4.0					8.1		
	4.0<					21.6		

表一7 土壤水分の種類(下層土)

母材	地域	長崎	多良	佐世保	島原	五島	平戸	壱岐
		西彼	山麓	県北	半島	列島	島嶼	
玄武岩	pF1.5>	15.7	18.1	12.4		4.9	13.1	14.4
	1.5~2.7	4.8	2.2	1.6		0.1	2.3	2.1
	2.7~4.0	5.2	6.6	6.5		5.2	5.5	5.5
	4.0<	32.9	39.4	42.5		37.9	40.5	38.5
安山岩	pF1.5>	17.9	9.7		21.7			
	1.5~2.7	3.1	6.4		0.7			
	2.7~4.0	8.1	8.7		7.1			
	4.0<	28.9	38.8		36.6			
結晶片岩	pF1.5>	13.6						
	1.5~2.7	2.8						
	2.7~4.0	6.3						
	4.0<	29.9						
三紀層	pF1.5>	13.0	11.2	11.3				
	1.5~2.7	3.5	5.8	2.2				
	2.7~4.0	6.2	7.9	8.1				
	4.0<	27.8	35.4	32.9				
火山成土	pF1.5>		17.3		25.1	21.9		
	1.5~2.7		13.0		12.8	5.1		
	2.7~4.0		13.3		12.3	10.0		
	4.0<		32.7		23.3	32.6		
玢岩	pF1.5>					13.4		
	1.5~2.7					1.8		
	2.7~4.0					6.0		
	4.0<					37.4		

耕種などの影響をより多く受けることが推測出来る。

4. 有効保水量

以上の諸要因を総括して有効保水量を算出して表一8に示した。50cmの深さまでの各土層の厚さと各土層の有効水分量との積算量の合計を有効保水量とした。またpF1.5~4.0の水分量を有効水分とした。

表一8 土層50cm間の有効保水量 (mm)

母材	地域							平均値の分布範囲
	長崎西彼	多良山麓	佐世保県北	島原半島	五島列島	平戸島嶼	杵岐	
玄武岩	54.4	49.1	46.6		33.7	44.1	45.3	33.7~54.4
安山岩	60.7	73.0		45.7				45.7~73.0
結晶片岩	57.2							57.2
三紀層	62.6	68.2	58.7					58.7~68.2
火山成土		124.8		127.0	75.5			75.5~127.0
珩岩					43.2			43.2

土壌母材別にみると、玄武岩、珩岩が最も保水量が小さく、火山成土が最も大きい。

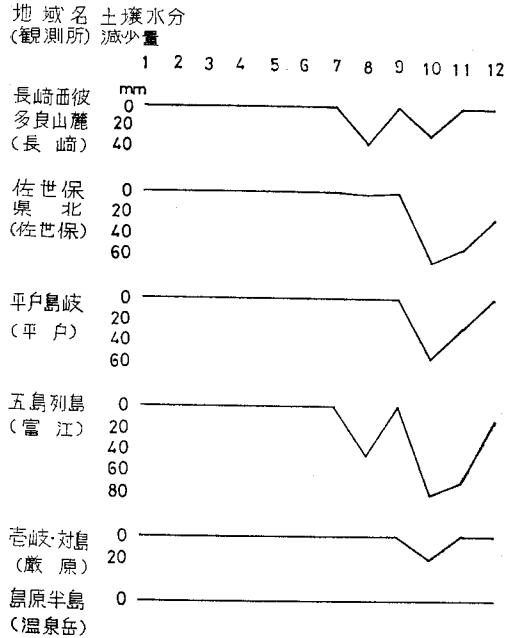
地域別には比較的保水性の小さい土壌が多く分布している五島列島、平戸島嶼、杵岐などの離島地域が保水量が小さく、多良山麓、長崎西彼地域などが保水量が大きい。

このように土壌物理性要因を総括した土壌の保水量には、地域の影響よりも土壌母材の影響が大きいが、これは前述の土壌水分の種類別分布からも明らかのように、一般に有効水分中の高pF側水分 (pF2.7~4.0) の占める割合は、低pF側水分よりも高くこの高pF側水分は、土壌の母材との関連が高いことが原因となっている。しかし、有効水分中の比較的移動性の高い水分は、前述のように地域の耕種営農の影響を強く受ける点から考えて、地域の影響は保水性の支配要因としてかなり重要性が大きい。

5. 地域別の水分収支

次に地域別の水分の変動を気象データから推定した。すなわち、月々の降水量をその土地の水の取入とし、各月の水の必要最大量を支出として差引き増、減をその土地での水の収支とした。収支の計算には降水量、蒸発量は月別平年値⁵⁾を用い、蒸発散量は種田氏の牧草での実験式⁶⁾ $e=1.4E$ (5~11月), $e=0.8E$ (11~4月), e : 月別PE, E : 蒸発計蒸発量, を用いて計算した。その結果から土壌水分の減少量の月別変化を図一2に示した。

島原半島を除き各地域ともに8~11月に土壌水分の減少がみられる。島原半島のみは、降水量が多く年間を通じて土壌水分の減少は認められない。営農面からみると



図一2 月別土壌水分の推移

10~11月は夏作の収穫期、及び冬作の耕起播種期となるため、土壌水分の減少が作物に及ぼす影響は比較的少ないと考えられる。したがって、作物への影響は8月が最も大きい。

6. 干害可能性

夏作が干害を受け易い8月の土壌水分の減少量と土壌の保水量とを対比して干害の可能性を推測してみた。

表一9 地域別の干害可能性

地域	項目	8月の土壌水分減少量 (mm)	土層50cm間の有効保水量 (mm)	干害の可能性	干害を受け易い土壌
長崎西彼		35	54.4~62.6	大	玄武岩・結晶片岩
多良山麓		35	49.1~124.8	中	玄武岩・三紀層
佐世保・県北		2	46.6~58.7	小	
島原半島		0	45.7~127.0	小	
五島列島		46	33.7~75.5	極大	玄武岩・珩岩
平戸島嶼		0	44.1	小	
杵岐		0	45.3	小	

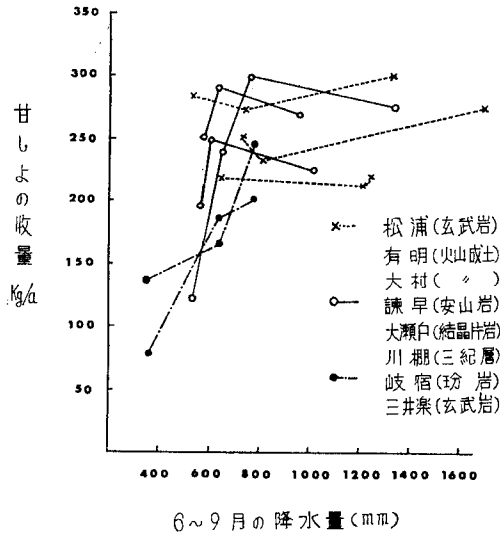
五島列島では土壌水分の減少量は46mmに対し、火山成土を除き、玄武岩、珩岩の保水量はこれよりも小さく、計算上では土壌水分は潤湿することになる。すなわち、この地域では平年の降水量でも干害の可能性をもち、土壌、気象の両面からみて常習干ばつ地であることが明らかである。

長崎西彼及び多良山麓地域では8月の水分減少量35

mm に対し、玄武岩、結晶片岩、三紀層などの土壤では、保水量に対して有効水分の減少割合が著しいので、干害の可能性をはらんでおり、畑作物に対する降水量の影響は大きいと推測される。

7. 降水量と甘藷の収量

各地域で3～4年間継続して実施した地力判定試験の成績¹⁾から、標準区の甘藷の収量と、各年次の各地の6～9月の降水量とを対比して保水性の違いが甘藷の収量にどのように影響しているかをみた。



図—3 降水量と甘しよの収量

干害可能性の極めて少ない佐世保県北地域の玄武岩(松浦試験地)、島原半島の火山成土(有明)、多良山麓の火山成土(大村)の三試験地は各年次とも降水量に関

係なくほぼ安定した収量を示している。これに対して、常習干ばつ地域の五島列島の玢岩(岐宿)、玄武岩(三井楽)の二試験地では降水量の少ない年の収量低下が著しい。また前述の分類で干害可能性大～中の長崎西彼地域の結晶片岩(大瀬戸)、多良山麓の安山岩(諫早)、三紀層(川棚)の各試験地も降水量減少に伴う収量の低下が認められる。このように、地域別、土壌別の保水性の大小、気象面からみた水分供給の多少などは良く甘藷の収量に反映している。

8. まとめ

以上の様な点から長崎県畑地での夏作における常習干ばつ地域は、土壤気象の両面からみて他の地域よりも干害可能性が著しく高く、畑作物の生産の安定、生産力増強には畑かんの設備が是非必要である。また、このような根本的的水分供給面の工事に付随して土壤の保水容量の増大対策、すなわち、深耕、有機物の増施などによる保水容量、保水能力の増大をはかるなどの土壤改良面での工夫も必要と思われる。

文 献

- 1) 長崎県総合農林センター：地力保全基本調査成績書 (1959～1967)
- 2) 長崎県総合農林センター：長崎県農業の地域分析 (1965)
- 3) 増島博：土壤の物理性 18, 11 (1968)
- 4) 農林省振興局：土壤分析法 (地力保全対策資料第1号) 54, (1964)
- 5) 気象協会：日本気候表の2 地点別月別平年値 (1931～1960), 244 (1962)
- 6) 山崎不二夫、長谷川新一編：畑地かんがい 67 (1959)

水田におけるトラクターの走行

可能性と土壌物理性について

国分 欣一*

1. はじめに

水田の農作業は、農業近代化に即応して近年急速に機械化が進んでいる。機械の能率が高度に発揮して生産性を高めるためには、圃場の区画拡大など耕地の基盤整備が必要であり、農林省では昭和40年度から10カ年計画で大規模に圃場整備事業を進めている。

一方機械の導入にあたり土壌状態の良否は直接作業の能率に影響するので、作業を開始するにあたりその可否を予知することが必要である。そのために簡易な判定方法の確立が要望されて来た。

農林省の試験研究機関では昭和39年度より42年度まで農業技術研究所、農業土木試験場、農事試験場、北海道、東北、四国、九州各地域農業試験場の農業土木、農業機械、土壌肥料関係の各分野が共同で特別研究「大型機械化に伴う水田土壌の基盤整備に関する研究」¹⁾を実施し、その一環として「トラクターの走行性と土壌物理性」に関する研究を取り上げた。

なお走行性の判定に関しては、すでに長崎²⁾の研究や田中³⁾、金須⁴⁾などの上壤測定器の開発を含めた研究がある。しかし種々の土壌について広範に取り上げたものはない。ここでは全国的に代表的な土壌群について、各地域農試がそれぞれ分担のもとに行なったものである。

その結果の概要とそれから導き出されたトラクター走行性判定基準について紹介するとともに若干の問題点について私見を加えて述べることにする。

2. 試験のねらいと方法

供試トラクターとして30～40 ps のホイール型およびクローラー型を主とし、走行装置としてはガードル、ハーフトラック、4輪駆動をも用いた。作業はボトムブライウおよびロータリを用いた水田における耕起（あらおこし）を対象とした。したがって碎土、整地などの繰返し作業や旋回などの場合は除外した。

取りまとめにあたって用いたデータは、農事試験場（昭和39～41年）、北海道、東北、四国、九州各農試（昭

和40～42年）で実施した試験結果のうちトラクター作業の耕深、作業速度が基準の適用条件の範囲内にあるものをえらんだ。取りまとめに用いた点数は、ホイール型トラクターで総数427点、クローラー型トラクターで60点になった。

測定法としての現地の土壌条件については本誌14号で解説されている農業機械化研究所製 SR-2 型土壌抵抗測定器を用いて円錐貫入抵抗、矩形板沈下量、剪断抵抗などを測定した。作業精度については耕深、耕幅、滑り率、走行部沈下量、作業速度を測定した。

3. 結果および考察

1) 取りまとめ方法

各場所における測定点数をホイール型トラクターはゴムタイヤ、ガードル付、ハーフトラック、4輪駆動に分け、それとクローラー型トラクターについて、それぞれ自走、ロータリ耕、ブライウ耕に分類して検討した。

とりあげた要因は走行部沈下量、滑り率、円錐貫入抵抗、矩形板沈下量、剪断抵抗、コンシステンシー指数である。

回帰曲線は測定値に重みをつけず全測定点を用い、測定点数が10以下の場合は原則として省略し、一次、二次、三次式、対数値の一次式などについて計算して最も寄与率の高い曲線を用いた。

回帰式 $y=a+bx$ において、ある x_i における y の出現値の範囲を次式で求め、その90%信頼区間の上・下限を点線で示した。

$$a+bx_i \pm t(n-2, \alpha) \sqrt{\left\{1 + \frac{1}{n} + \frac{(x_i - \bar{x})^2}{S(xx)}\right\} \times \frac{Se}{n-2}}$$

ここで t : 信頼限界100% (1- α) %のときの t 値

n : 測定点数

$S(xx)$: x の偏差平方和

Se : 回帰からの偏差平方和

なお対数値の一次式 $\log(y+c)=a+b \log(x+d)$ の90%信頼限界値も同様にして求めた。ここで c と d は y

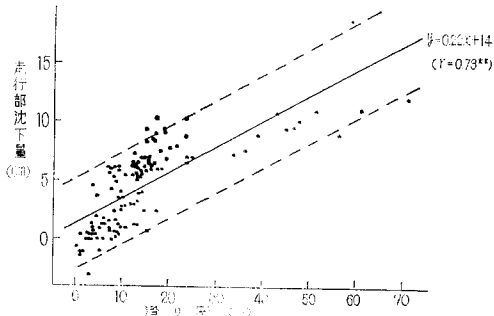
* 農林省農事試験場 1969. 11. 14. 受理

と x を正の値に変換する定数である。⁶⁾

2) トラクターの走行部沈下量と滑り率の関係

トラクターの駆動力は、車輪の沈下に関係なく車輛の条件および圃場の状態、土壌の性質などによって決まる。沈下量の大きい水田でのトラクターのけん引力は駆動力と走行抵抗の差である。走行抵抗は沈下深さに正の相関があり、自走の場合には駆動力が走行抵抗より大きいときに走行可能であって、これと逆の場合には不能になる。

ホイール型トラクターの自走時における走行部沈下量と滑り率との関係は図一のとおりであって相関係数+



図一 自走時におけるホイール型トラクターの走行部沈下量と滑り率の関係 (各農試)

0.78**でほぼ直線的関係が認められる。この場合の走行部沈下量はラグ基部を基準としているので一の場合もありうる。なお点線は90%信頼区間の上限および下限を示す。(以下同様) ホイールの場合沈下5cm以下では滑り率は20%をこえず、走行可能であるが、10cmをこえると滑り率は40%となり変動もはげしいので走行不可能に近い。滑りを10%以下におさえるためには沈下量を3cmにおさえる必要がある。ガードルを装着した場合には沈下量がさらに増大すると、滑りも増大するものと考えら

表一 走行部沈下量 (y) と滑り率 (x) の関係 (各農試)

トラクター・作業機	相関係数	回帰式
ホイール・自走	+0.78**	$y = 0.22x + 1.4$
ホイール・ロータリ	+0.69**	$y = 0.24x + 0.5$
ホイール・ブラウ	+0.46**	$y = 0.15x - 1.5$
ガードル付・自走	+0.73**	$y = 0.65x - 5.9$
ガードル付・ロータリ	+0.64*	$y = 0.31x - 1.3$
ガードル付・ブラウ	+0.40	$y = 0.42x - 3.1$
ハーフトラック・自走	+0.79**	$y = 0.59x + 0.7$
ハーフトラック・ブラウ	+0.42	$y = 0.14x + 1.4$
四輪駆動・自走	+0.82**	$y = 0.46x + 1.4$
クローラ・自走	+0.69**	$y = 0.83x + 5.4$

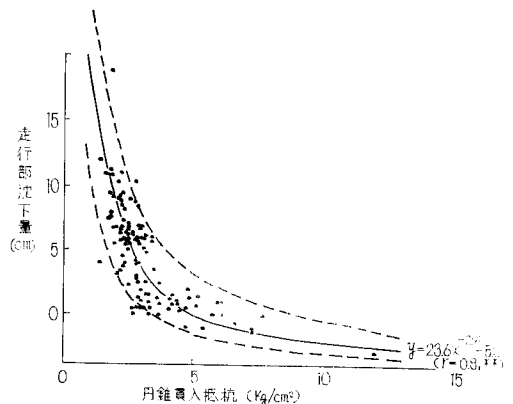
れるが、ガードルを装着することによってかなり車輪が沈下しても走行可能であることがわかる。ハーフトラック、クローラでは沈下10cmでも滑り率は10%以下であるが、四輪駆動の場合は20%まで増大し前者に比べて効果が小さい。

沈下量と滑り率の関係をトラクターの各種の足廻りおよび作業機について $y = ax + b$ なる直線であらわすと表1に示すように a の値はクローラの場合に最大で走行部の沈下による滑りの増加が少なく、ガードル、ハーフトラック、四輪駆動、ホイールの順に小さくなり、ガードルの使用による効果が非常に大きく、自走に関する限りハーフトラックと同等の効果があるものと考えられる。ロータリ耕では、自走に比較して滑り率の大きいときには走行部沈下量が小さくなり、滑り率が小さくなると逆に走行部沈下量が大きくなる。試験条件にも左右されるが、自走可能な条件であればロータリを駆動することによりホイールでの滑りを30%以内におさえることが出来、またガードルでは自走による滑り30%程度であればロータリの駆動により滑りを10%以下におさえる可能性を示すものと云えよう。

一般に自走とロータリ耕での走行部沈下量と滑り率の関係を示す直線は相交わると考えられ、ロータリ耕のほうが同一沈下量増大に対する滑りが少ないのは耕耘刃の推進力の影響によるものと考えられる。

ブラウ耕では駆動力ー走行抵抗=けん引力>作業抵抗の範囲で作業が可能である。作業速度、耕深、耕幅、土の比抵抗などの作業抵抗を規制する要因が広い範囲にわたっているため、走行部沈下量と滑り率の関係は数値のばらつきが大きい。

ガードルおよびハーフトラックではホイールに比べて沈下量の増大による滑りの増加が少ない。



図二 自走時におけるホイール型トラクターの走行部沈下量と円錐貫入抵抗の関係 (各農試)

3) トラクターの走行部沈下量と円錐貫入抵抗との関係

円錐貫入抵抗(断面積 2 cm²)とトラクター走行部沈下量との関係は負の相関があり、円錐貫入抵抗が小さくなるにつれて走行部沈下量は増大し、ある値をすぎると急激に増大する。ホイール型トラクターの自走の場合、走行部沈下量と円錐貫入抵抗の関係は図-2に示すとおりであって双曲線の関係を示す。ホイールの自走の場合沈下を5 cm以内におさえるためには2.5 kg/cm²以上でよいが、90%以上の確からしさを求めれば4 kg/cm²以上が必要であり、沈下を3 cm以下にするには3 kg/cm²以上が必要である。ハーフトラック、クローラなどでは円錐貫入抵抗はホイールよりも小さくてよい。ロータリ耕ではホイール、ガードル付、ハーフトラックのいずれの場合

表-2 走行部沈下量 (y) と円錐貫入抵抗 (x) の関係 (各農試)

トラクター・作業機	相関係数	回 帰 式
ホイール・自走	-0.81**	$y = 23.6x^{-0.91} - 5.0$
ホイール・ロータリ	-0.77**	$y = 17.8x^{-0.72} - 5.0$
ホイール・プラウ	-0.76**	$y = 25.1x^{-0.77} - 5$
ガードル付・自走	-0.74**	$y = 32.4x^{-1.44} - 5.0$
ガードル付・ロータリ	-0.62*	$y = 12.5x^{-0.75} - 5.0$
ガードル付・プラウ	-0.42	$y = 19.0x^{-0.64} - 5.0$
ハーフトラック・自走	-0.83**	$y = 16.8x^{-1.05} - 5$
ハーフトラック・ロータリ	-0.67*	$y = 17.0x^{-1.09} - 5$
ハーフトラック・プラウ	-0.97**	$y = 19.5x^{-1.21} - 5$
四輪駆動・自走	-0.81**	$y = 23.2x^{-1.50}$
クローラ・自走	-0.79**	$y = 17.3x^{-1.51}$

も自走に比べて同じか小さい程度であるが、プラウ耕では作業抵抗が一定でないため値のばらつきが大きく、特にガードルによるプラウ耕では表-2に示すように相関

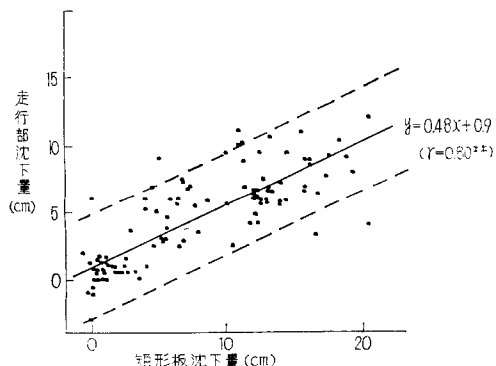


図-3 自走時におけるホイール型トラクターの走行部沈下量と矩形板沈下量の関係 (各農試)

表-3 走行部沈下量 (y) と矩形板沈下量 (x) の関係 (各農試)

トラクター・作業機	相関係数	回 帰 式
ホイール・自走	+0.80**	$y = 0.48x + 0.9$
ホイール・ロータリ	+0.71**	$y = 0.53x$
ホイール・プラウ	+0.83**	$y = 0.97x + 0.5$
ガードル付・自走	+0.69**	$y = 0.76x - 2.0$
ガードル付・ロータリ	+0.73**	$y = 0.35x - 1.7$
ガードル付・プラウ	+0.91**	$y = 0.16x$
ハーフトラック・自走	+0.83**	$y = 0.63x - 3.4$
ハーフトラック・プラウ	+0.54	$y = 0.42x + 0.2$
四輪駆動・自走	+0.60**	$y = 0.44x + 4.7$
クローラ・自走	+0.59**	$y = 0.62x + 0.1$

が見られない。そのほかの場合には極めて相関が高い。

4) トラクターの走行部沈下量と矩形板沈下量との関係

トラクターの走行部を想定すれば矩形板(または円板)は円錐よりもむしろタイヤに類似しており、この沈下量の測定値から走行部沈下量の推定も可能であろう。

自走時におけるホイール型トラクターの矩形板沈下量(長さ10cm, 幅2.5cm, 厚さ1cm)と走行部沈下量との関係は図-3に示すとおりであって、ほぼ直線的な関係が見られる。各種の足回りおよび作業機の場合は表-3に示すように特にガードル付・プラウの場合に相関が高い。またハーフトラックの自走でもかなり相関が高いことから見てこれらの作業を対象とする場合には走行部沈下量を予知しうるだろう。

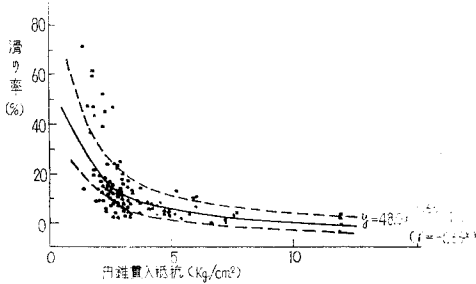
矩形板による測定には加える力、矩形板の大きさなどを変えた場合は当然えられる数値が変動するものであり、これらの数値より総合判定することによってより合理的な指標がえられることが推察される。

金須ら⁵⁾は走行部沈下量を推定するのにトラクター諸元から沈下係数を求め、次にその土壌の矩形板沈下量を測定して車輛の沈下量を推定することを試みている。また小型矩形板で30kgの荷重をかけたときの沈下量が妥当な値をうる場合が多いが、土壌条件により必ずしも適合しないとしている。Land Locomotion Laboratoryの理論¹⁾では二枚の幅の異なる矩形板を用いて沈下指数と変形係数を求め、さらにトラクターの接地幅と接地圧を知ることによって軟弱地の沈下量を算出しているが、いずれにしても矩形板の沈下量は加える圧力の増加にしたがって増大し、沈下量が大きいほど軟弱であることになるので土層の均一なことが条件である。しかし通常の乾田のように作土下に鉄の集積層などの盤層がある場合は土壌の硬さが浅いところで層位ごとに異なるのでこの矩形

板を的確に用いる場合は少ない。

5) トラクターの滑り率と円錐貫入抵抗の関係

走行部沈下量と滑り率の間に相関があり、また走行部沈下量と円錐貫入抵抗の間にも相関があるので、滑り率と円錐貫入抵抗の間にも相関のあることが予想される。



図一四 自走時におけるホイール型トラクターの滑り率と円錐貫入抵抗の関係(各農試)

表一四 滑り率(y)と円錐貫入抵抗(x)の関係(各農試)

トラクター・作業機	相関係数	回 帰 式
ホイール・自走	-0.66**	$y = 48.0x^{-0.66} - 10$
ホイール・ロータリ	-0.67**	$y = 45.1x^{-0.79} - 10.0$
ホイール・プラウ	-0.13	$y = -0.57x + 32.3$
ガードル付・自走	-0.85**	$y = 62.8x^{-1.39}$
ガードル付・ロータリ	-0.95**	$y = 51.0x^{-0.98} - 10.0$
ハーフトラック・自走	-0.74**	$y = 12.2x^{-1.45}$
ハーフトラック・プラウ	-0.79**	$y = 41.6x^{-1.37}$
四輪駆動・自走	-0.64**	$y = 31.2x^{-0.99}$
クローラ・自走	-0.66**	$y = 14.5x^{-0.59} - 5.0$

ホイール型トラクターの自走時における滑り率と円錐貫入抵抗の関係は、図一四に示すとおりであって、円錐貫入抵抗2.5kg/cm²以下になると滑り率が急激に増大し、4 kg/cm²の場合には滑り率10%以下になっている。

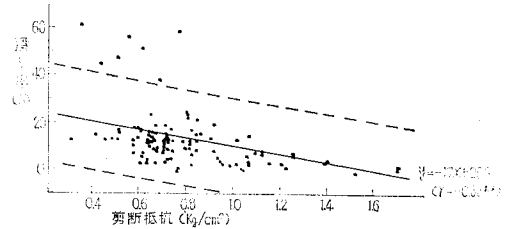
各種の足回りと作業機における滑り率と円錐貫入抵抗の関係は、表一四に示すとおりであって、ホイールのプラウ耕の場合には相関が見られないが、そのほかの場合にはかなり相関がある。

また自走とロータリでは滑り率の少ない場合に差があり、ロータリでは耕耘刃の推進力によって負の滑り率となる。滑り率を20%におさえた場合にはガードル付・自走では貫入抵抗2.5kg/cm²を必要とし、ホイールと変わらないが、ハーフトラックでは1.5kgでもかなり軟弱なところに導入しうることを示している。しかしプラウ耕では滑り率5%におさえるには5 kg/cm²を必要とする。クローラではさらに性能がよく滑り率5%でも1.5kg/cm²でよい。

6) トラクターの滑り率と剪断抵抗の関係

軟弱な土壌での滑り率は車輪と土壌の摩擦によるよりも、土壌中に圧入されたラグなどによる土壌の剪断力により多く影響されると考えられる。

自走時におけるホイール型トラクターの滑り率と剪断



図一五 自走時におけるホイール型トラクターの滑り率と剪断抵抗の関係(各農試)

表一五 滑り率(y)と剪断抵抗(x)の関係(各農試)

トラクター・作業機	相関係数	回 帰 式
ホイール・自走	-0.33	$y = -17x + 26.9$
ホイール・ロータリ	-0.48**	$y = -21x + 28.4$
ホイール・プラウ	-0.35	$y = -15x + 44.5$
ガードル付・自走	-0.38	$y = -14x + 20.4$
ガードル付・ロータリ	-0.10	$y = -2.5x + 4.2$
ガードル付・プラウ	-0.02	$y = -0.29x + 13.3$
クローラ・自走	-0.48*	$y = -19.3x + 7.8$

抵抗の関係は、図一五に示すとおりであってかなりのふれがある。

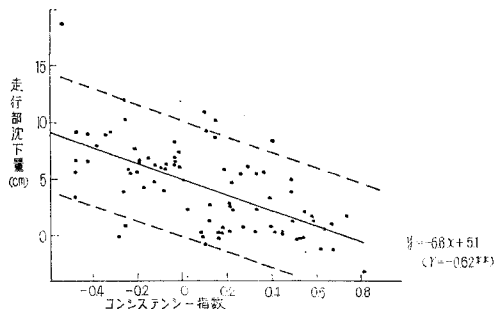
また各種足廻りおよび作業機における関係は表一五に示すように、ホイールによるロータリ作業およびクローラによる自走以外では相関が極めて低い。したがって剪断抵抗の測定によって滑り率を推定することは困難である。

7) トラクターの走行部沈下量とコンシステンシー指数(土壌水分)の関係

土壌水分は第一義的に土壌の硬さをあらわすものではないが、練り返した場合の流動や変形などの土の挙動は、土壌水分によって支配されるのでトラクターの走行性とも密接な関係をもつことが予想される。

土壌水分の多少を表現するのに通常含水比、含水率が用いられているが、これは同一土壌についてのみ用いるもので、異なった土壌間の比較には使用出来ない。そのためには pF を用いるのが妥当と思われるが、測定は必ずしも簡便ではない。簡便な方法として液性限界、塑性限界を基準にしたコンシステンシー指数⁷⁾を用いてあらわすことを試みた。

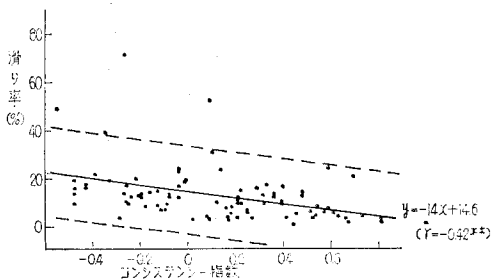
コンシステンシー指数 I_c は次の式で求められる。



図一六 自走時におけるホイール型トラクターの走行部沈下量とコンシステンシー指数の関係(各農試)

表一六 走行部沈下量(y)とコンシステンシー指数(x)の関係(各農試)

トラクター・作業機	相関係数	回帰式
ホイール・自走	-0.62**	$y = -6.8x + 5.1$
ホイール・ロータリ	-0.68**	$y = -8.0x + 5.6$
ホイール・プラウ	-0.88**	$y = -12.6x + 8.5$
ガードル付・自走	-0.25	$y = -7.5x + 4.2$
ガードル付・ロータリ	-0.60*	$y = -3.6x + 0.1$
ガードル付・プラウ	-0.35	$y = -3.1x + 3.1$
クローラ・自走	-0.15	$y = -1.5x + 7.9$



図一七 自走時におけるホイール型トラクターの滑り率とコンシステンシー指数の関係(各農試)

表一七 滑り率(y)とコンシステンシー指数(x)の関係(各農試)

トラクター・作業機	相関係数	回帰式
ホイール・自走	-0.42**	$y = -14x + 14.6$
ホイール・ロータリ	-0.51**	$y = -13x + 10.4$
ホイール・プラウ	-0.18	$y = -7.8x + 32.2$
ガードル付・自走	-0.41	$y = -12x + 15.2$
ガードル付・ロータリ	-0.02	$y = 0.18x + 2.1$
ガードル付・プラウ	-0.01	$y = 0.18x + 6.5$
クローラ・自走	-0.02	$y = -0.12x + 2.8$

$$I_c = \frac{W_L - W}{W_L - W_P}$$

W_L : 液性限界
 W : 自然含水比
 W_P : 塑性限界

自走時におけるホイール型トラクターの走行部沈下量とコンシステンシー指数の関係は図一六に示した。ほぼ直線的関係が見られるが、変動の幅はかなり大きい。

各種足回りおよび作業機における関係は表一六に示すとおりであって、ホイールによる自走、ロータリ耕、プラウ耕の場合およびガードル付・ロータリ耕の場合に走行部沈下量とコンシステンシー指数の間に相関が見られる。

8) トラクターの滑り率とコンシステンシー指数の関係

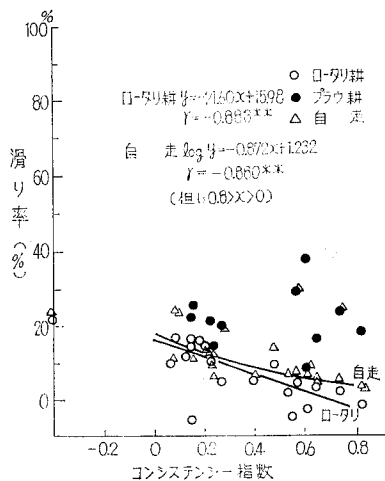
自走時におけるホイール型トラクターの滑り率とコンシステンシー指数の関係は図一七に示すとおりであって、相関は見られるが、変動の幅はかなり広い。

各種足回りおよび作業機における関係は表一七に示すとおりであって、走行部

沈下量の場合よりも相関が低く、ホイール型の自走、ロータリ、およびガードルの自走以外ではほとんど相関が見られない。

次にコンシステンシー指数の基準となる液性限界、塑性限界の測定にあたり、土のサンプルを未風乾土、風乾土のいずれを使用するかによって測定値に差異を生ずる。JIS規格では風乾土を使用することになっているが、実際の圃場における現象は未風乾の状態でおこっている訳である。

いま未風乾土と風乾土を基準にした場合の滑り率とコンシステンシー指数の関係は図一八および図一九に示すとおりであるが、ロータリ耕および自走の場合は極めて高い相関を示し、プラウ耕ではほとんど相関が見られなかった。プラウ耕の場合は土壌および機械の条件によりけん引抵抗がかなり異なるためと推定される。また風乾



図一八 未風乾土基準のコンシステンシー指数と滑り率の関係(農事試)

表—8 ト ラ ク タ ー 作 業 の 走 行 可 能 性 の 基 準

	作 業 不 可 能 範 囲			作 業 可 能 範 囲			作 業 容 易 範 囲		
	ホ イ ー ル 型		ク ロ ー ラ 型	ホ イ ー ル 型		ク ロ ー ラ 型	ホ イ ー ル 型		ク ロ ー ラ 型
	タ イ ヤ プラウ耕	ガ ー ド付	ハ ー フト ラック	ホ イ ー ル 型	ク ロ ー ラ 型	タ イ ヤ プラウ耕	ガ ー ド付	ハ ー フト ラック	ク ロ ー ラ 型
(適 用)	自 走	自 走	自 走	自 走	自 走	自 走	自 走	自 走	自 走
耕 深 (cm)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
作 業 速 度 (m/s)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
滑 り 率 (%)	20 <	40 <	20 <	5 <	5 <	20 ~ 10	20 ~ 10	40 ~ 10	—
走 行 部 沈 下 量 (cm)	12 <	10 <	12 <	12 <	12 <	12 ~ 3	12 ~ 3	10 ~ 3	—
(走 行 判 定 基 準)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
円 錐 を 用 いる 場 合 買 入 抵 抗 (kg/cm ²)	2.5	2.5	4.0	2.0	2.0	1.5	2.5 ~ 5.0	2.5 ~ 5.0	2.5 ~ 3.0
矩 形 板 を 用 いる 場 合 沈 下 量 (cm)	9.5	10.5	3.0	11.0	10.0	15.0	9.5 ~ 4.5	10.5 ~ 6.0	3.0 ~ 0
湿 潤 土 に よ る 場 合 コ ン シ テ ン シ ー 指 数	0.2	0.2	0.4	—	—	—	0.2 ~ 0.5	0.2 ~ 0.5	0.4 ~ 0.6

注 (1) 滑り率：コンブリーク路上または硬い平坦な土道を基準とする
 (2) 走行部沈下量：タイヤのラグ基部を基準とする
 (3) 円錐：頂角30°、底断面積2cm²を使用し、この買入抵抗は0~15cmの平均値で示す
 (4) 矩形板：10×2.5cmの矩形板を使用し、荷重が1.6kg/cm²での沈下量で示す
 (5) コンシテンシー指数：液性限界一過場合水比_{液性指数}で示す
 (6) 走行判定基準は円錐買入抵抗、矩形板沈下量、コンシテンシー指数のいずれかで判断する

土を用いた場合は自走、ロータリ耕とも未風乾土に比べて相関が低くなっており、このことから現地圃場における現象をあつかう場合には未風乾土を用いるのが妥当と思われる。

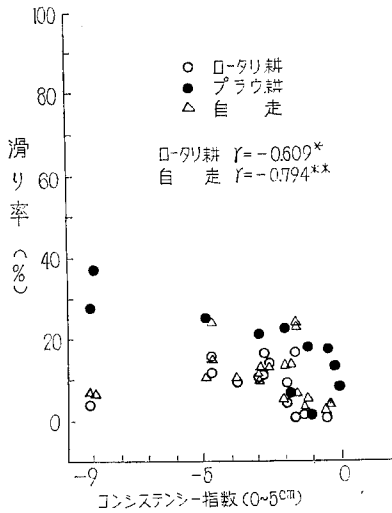


図-9 風乾土基準のコンシステンシー指数と滑り率の関係(農事試)

4. トラクターの走行性判定基準について

以上関係各場のデータを総合して検討した結果から表-8に示すようなトラクター作業の走行可能性の判定基準を作製した。

トラクター作業条件として作業速度、耕深、滑り率、走行部沈下量の適用条件を規定して、これを満足する場合の土壤条件を円錐貫入抵抗、矩形板沈下量によってあらわした。

円錐貫入抵抗については、円錐の底面積の大小によ

て測定可能範囲も異なり、軟弱なところでは底面積の大きいほうが鋭敏であるが、抵抗値の測定範囲が狭く、大型円錐(6 cm²)では8 kg/cm²付近までなので硬い部分は測定出来ず、同一円錐で広範囲に測定しうるように小型円錐(2 cm²)を用いた。

また前述のようにふれが大きいので剪断抵抗の測定は除外した。土壤水分は直接的ではないが、おおよその指標として用いた。

5. おわりに

大型トラクター作業と土壤物理性の関係と走行可能性判定基準について述べたが、実際の圃場では機械条件、作業条件、またはオペレータの熟練度などにより幅があるので、これを参考として検討して戴ければ幸である。

参考文献

- 1) 農林水産技術会議事務局：大型機械化に伴う水田土壤基盤整備に関する研究(1969)
- 2) 長崎明：水田における大型機械の走行能と土壤硬度相について、土壤の物理性9号、30~37(1963)
- 3) 田中孝：軟弱地でのトラクター通行可否判断に対する基準の確立、農機誌25(2)119~122(1963)
- 4) 田中孝：水田におけるトラクター性能判定に関する研究(第3報) ibid, 27(3)150~154(1965)
- 5) 金須ほか：乗用トラクターの走行、けん引および耕耘性能に関する研究、農業機械化研究所(1966)
- 6) 農林水産技術会議事務局監修：統計的方法、農林統計協会、52~53(1963)
- 7) 土質工学会：土質試験法、88(1964)

鉱害復旧田の心土転圧について

松 井 幹 夫*

北九州地方は北海道とともに石炭産業の中心地であり、福岡県に筑豊、粕屋及び三池炭田があり、また長崎県及び佐賀県にも炭田があって石炭採掘が行われ最盛時には300有余の大小の鉱山があり、全国生産量の50%を占めていた。

近來は石炭産業は不振を極め、殆んどの鉱山は閉山し、福岡県でも30前後の鉱山が操業しているに過ぎない。

しかし石炭採掘の結果おこる地表陥落によって農地の蒙っている鉱害被害は極めて大きく、石炭採掘が行われていない現在でも鉱害による陥落被害は進行している。これは石炭の埋蔵地域が主として水田が広く分布している平坦地であるためであり、農耕地としての効用の減耗或は全く喪失するに至っているものが多い。これに対して国家的見地から一定の方式によって鉱害農地の復旧が行なわれている。

この鉱害復旧法(臨時石炭鉱害復旧法)による農地(全体の99%は水田)の復旧が福岡県で年々300~400ha行われ、現在(昭和43年度)までに約5,100haの復旧が終っているが、未だ陥落傾斜及び水没のままになっている未復旧農地が約6,600ha残っている。

鉱害農地の復旧方法には9号工法があり、その断面は表の通りである。

鉱害復旧農地工法

農地区分	工 法	復 旧 断 面
田	1 号	繰返し作土 切跡心土
	2 号 A	繰返し作土 客入肥沃土
		客入肥沃土 客入肥沃土
	3 号 A	繰返し作土 客入瘠薄土、従来心土
		客入肥沃土 客入瘠薄土、従来心土
	4 号	客入瘠薄土 客入瘠薄土
		客入瘠薄土、従来心土 客入作土
	5 号	原作土
	6 号	そ の 他
畑	7 号 A	繰返し作土 客入瘠薄土、従来心土
	" B	客入肥沃土 客入瘠薄土、従来心土
		客入瘠薄土 客入瘠薄土、従来心土
	9 号	そ の 他

* 福岡県立農業試験場 1969. 30. 受理

9号工法のうち最も広く行われている工法は3号A工法で全体復旧面積の90%以上を占め、福岡県でも年々300ha以上が、この工法で復旧されている。心土の盛り高も10cm程度から2~3mと陥落の程度によりまちまちであるが、面積としては30cm前後のものが多い。

3号A工法の作業工程は次の順序によることが多い。

- 1) 湿地用ブルドーザ(12t)で表土を剥ぎ集積する。
- 2) ショベル系掘削機(0.25m²)で集積した表土を数カ所に積み上げる。
- 3) ダンプトラック(6t積)で山土を搬入する。
- 4) 湿地用ブルドーザ(12t)で客入した山土を均す。
- 5) インパクトローラーで転圧する。
- 6) 一輪車の手押により表土を返す。

以上の各工程で使用される重機械はいずれも2~3回往復することが多く、かなりの接地圧がかかり過重転圧となる場合が多い。

(湿地用ブルドーザ(12t)の接地圧は0.26kg/cm²)

作業に重機械が導入されることの少ない昭和34~5年頃までは、トロッコ、一輪車等人力による作業が多く、復旧された農地も心土の締りが悪く、漏水過多田(漏水の激しい田は500~2000mm/日)が多かった、したがって心土面の転圧を充分行うよう指導してきた。

近來は人不足等社会情勢の変化により殆んどの作業に重機械を使用しているため、過重転圧により湿地化する農地が多くなった。

又復旧工事の施行期日が11月から翌年5月頃までと休耕補償(工事期間耕作出来ないため、その期間の生産物補償)などの関係から期日が限られているので、多少の降雨、降雪時も工事を進めるため、土壌が多量の水分を含み、数回ねり返される状態となり一層土壌の物理性が悪化し、透水性を悪くしている。

43年度施行の工事より工事規制が設けられ、「心土上層にはち密な層が存在してはならないとし、もし過重転圧により心土上層がち密になった場合は心土上層15cm程度破碎攪乱した後適度の転圧をし、表土を返すようになっている。」しかし、実際はち密な層のまま放置されていることが多い。

現在、鉱害農地の復旧工事で最も問題とされている点は、1)良質な客入土(心土に客入する山土)の確保、2)心土の転圧の2点であり、客入土壌の確保は、土壤購入価格及び土壌運搬距離等金銭的に解決出来るが、心土

の転圧については技術的に解決しなければならない問題である。

工事関係者、被害農家も転圧について、なんらかの指標を望んでおり、筆者もこの転圧問題については実際に体験し、解決策に悩んでいる一人で、皆様の御意見をたまわりたいと筆をとった次第です。

地力保全調査法では、ち密度と土性の2要因から湛水透水性を示しており、ち密度を山中式硬度計の測定値で25以上、24～11、11以下の3段階にわけてある。

鉱害復旧田で従来の心土を盛土した場合は一般の水田土壌調査法による、ち密度を測定し、その測定値を適用出来るが、前に述べたように復旧面積の90%は心土に山赤土を客入した工事のため、次に述べたような土壌断面となりち密度の測定が出来ない場合が多い。すなわち、客入する山上によってその断面は大きく左右される。山土の上取場も種々あるが、大半は第3紀層頁岩質の山で表層50cm～1mの風化層、その下に1～2mのやや風化をうけた層が存在する場合もあるが、大半の土取場は1～2m以下は未風化の堅い層となっている場合が多い。以上のような土層を切崩し、心土に客入しているため復旧田の土壌断面には1～5cmの粗孔隙、土壌調査用の硬度計では測定できない未風化の堅い土塊、朽葉等が多く組織が均一でない。したがってち密度の測定値が一般熟田の測定値のように接近した数値でなく、0から最高値までの数値となるため、ち密度測定の意味がなく、転圧程度の判定がむづかしい。

花崗岩系の山土も心土として客入しているが、花崗岩系の山の土層断面は、風化の程度は、上層、下層によって大きな差があるが、客入された場合堅い土塊が少なく、比較的均一な断面となり、ち密度の測定値が転圧程度の判定に利用できるものも多い。

鉱害復旧田は、復旧後熟田になるまでの数年間、耕作のための超過経費及び減収補償として土壌断面調査の結果により被害農家に支払っている、そのなかに増加耕耘費も含まれている。しかし、工事規制により「湛水後において特殊な耕耘機を使用しなければ耕耘できないよう

な軟弱な層が存在してはならないと定められているため、復旧直後1mの盛土田においても、熟田で使用する耕耘機が使用できるような心土の状態であればならない。

又、前述したように心土に客入する土壌は第3紀層頁岩質、或は花崗岩系の山土であり、水田土壌としては全く新しい土壌であり、湛水によっておこる物理的な変化も、従来の心土を盛土した場合は大きな差がある。

以上、鉱害復旧農地は特殊な農地で基盤整備事業により整理された農地と異なる点を述べたが、さらに転圧についての問題点を要約すると、

1. 心土に未風化の堅い土塊が多い反面、土塊の間隙が大きい等、組織が不均一であるためち密度の測定がむづかしい。

2. 工事直後、湛水して耕耘機の使用が可能でなければならないが、透水不良で湿田になるような過重転圧になってはならない。

3. 湛水後の上層転圧の良否を、工事直後の湛水前に、しかも、水田土壌としては全く新しい山赤土を客入した心土を調査し判定してなければならない。

以上のようなことで転圧の程度の判定が非常に困難である。工事規制には「心土は適度の転圧を行うこと」となっているが、適度の転圧を判定するための測定項目、測定方法をどのようにすればよいか、

工事規制をさらに強め、心土を上層、下層に別け、上層には土塊の混じらない良質な土壌を客入し、適度の土壌水分含量の状態で行事する等の措置をとらない限り適度の転圧、適度の透水性をもった心土は造成出来ないと思われる。しかし、現在の復旧予算（工事費の最高が10a当り60万）では、このような工事規制はむづかしい。

過去復旧した農地で過重転圧が原因で湿田になった地区がかなりあり、その殆んどは、心土耕起、排水工事などの追加工事に莫大な経費を投している現状であり、心土の工事終了後、表土を返す前に心土上層の適度の転圧、適度の透水性が判定できれば……と、その測定法を検討している次第です。

牧野土壤の物理性について

丹 原 一 寛*

牧野草地は、不耕起で家畜の踏圧の影響を受けるので土壤の性質は、通常の耕地や園地とは異なった特徴をもつと考えられる。このことは牧野草地の管理方式や土壤生産力を問題とする場合、かなり重要な点となるであろうと思われる。筆者はこの点について若干の検討を行なっているが、土壤水分供給力について行なった実験結果を次のような抄録として報告する。

1. 供試土壤

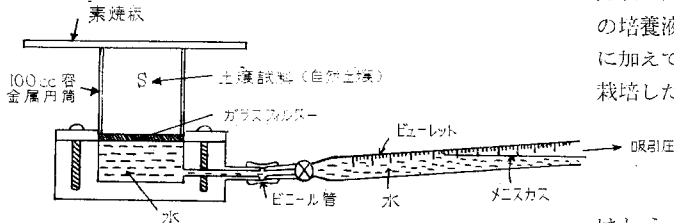
供試土壤は、愛媛県大野ガ原開拓地の通称黒音地と呼ばれる腐植質火山灰土壤で、8年間放牧地と大根栽培畑から採った。両圃場の表層2~7cm間土層を100cc容金属製円筒に、50cmおきに1個の割で15個ずつ採土し、実容積法で土壌3相構造を測定したのち、同試料を用いて以下のべる実験を行なった。放牧地土壤は固相率の大きさによって試料を2分したが、供試土壤の3相分布範囲をしめすと表一1のとおりである。

表一1 供試土壤の3相分布範囲

圃 場	固相率%	水分率%	空気率%
大 根 畑	17.5~21.0	47.1~58.3	21.9~35.4
放 牧 地 1	21.5~25.0	67.2~71.5	3.6~ 9.6
放 牧 地 2	29.0~34.4	58.4~62.6	3.6~12.1

2. 実験と結果

土壤水分供給力をどのように規定するかが問題であるが、ここでは図一1にしめすような実験を行なってindexとした。すなわち大起式土壤 pH 測定器を用い、土壤試料の水分を一定の吸引圧と平衡させたのち、試料上端に素焼板をのせ、一定の吸引圧のもとで素焼板が吸収する水量を時間ごとにビューレットで読みとり、試料の断面



図一1 実験装置 (その1)

* 愛媛県農試 1969. 9. 17. 受理

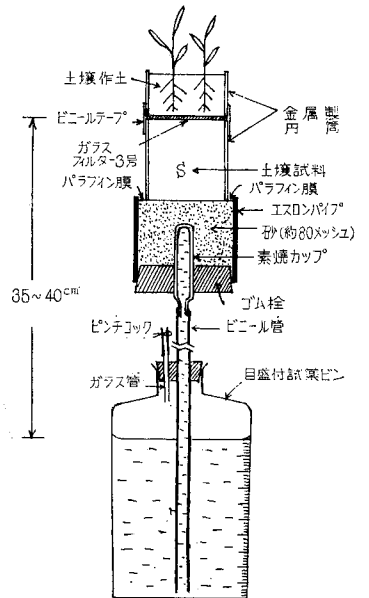
を通過する水分の速度を求め土壤試料の水分供給力とした。吸引圧は32cmと100cmについて実験を行ない、結果を表一2に掲示した。この値は、吸引圧100cmの場合の方が32cmのときよりも小さい値となっているが、土壤別にみると大根畑>放牧地1>放牧地2の順をしめし、土壤3相分布のうち固相率の大きさと関連しているようにみえる。いま作物の蒸発散量を1日5mmと仮定すると、土壤中の水分は少なくとも平均 5.79×10^{-6} cm/secの速度

表一2 土壤水分供給速度 (cm/sec)

	吸 引 圧	
	32cm	100cm
大 根 畑	$1.4 \times 10^{-6} \sim 9.6 \times 10^{-6}$	$6.4 \times 10^{-5} \sim 3.1 \times 10^{-5}$
放 牧 地 1	$5.7 \times 10^{-5} \sim 4.6 \times 10^{-5}$	$2.2 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}$
放 牧 地 2	$7.8 \times 10^{-6} \sim 4.7 \times 10^{-6}$	$2.8 \times 10^{-6} \sim 1.4 \times 10^{-6}$

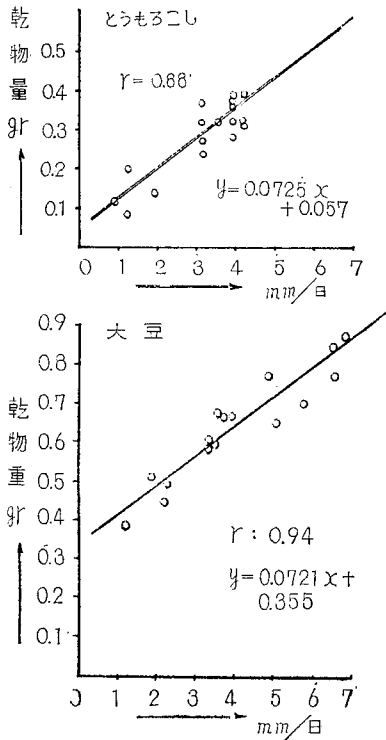
で移動することが必要であるが、放牧地2の試料は100cm吸引圧において、32cm吸引圧でもすでに一部では1日5mmの水分を供給する能力に欠けることになる。

次に図一2の実験は、目盛付試薬ビンと砂をつめたエスロンパイプをテンシオメーター用素焼カップで連結し、砂上に置いた試料の上で作物を栽培して、蒸発散によって失われる水量をカップを通じて試薬ビンから供給し、その減量を目盛で読みとるようにしたものである。土壤試料の上端には同径で高さ2.5cmの金属製円筒をつぎ足して黒音地土壤を軽く充填し、磔耕用の培養液を均等に加えて作物を栽培した。種類



図一2 実験装置 (その2)

はとうもろこし、大豆、小カ



図一三 平均蒸発散量(土壤水分供給速度)mm/日と作物の乾物収量

実験から作物の乾物収量と、ビン中の水の減量から作物の蒸発散量を求め、単位時間当たりの蒸発散量から試料の断面を通過する水分の移動速度を求め、土壤の水分供給力とした。実験の結果は表一三にしめしたが、放牧地2は放牧地1にくらべて明らかに低収であり、また大根畑にくらべても明らかに低収である。しかしガラスフィルターを挿入しなかったとうもろこし系列では大根畑>放牧地1>放牧地2の順が明確であるのに、大豆系列ではこの順が不明確で、大根畑と放牧地1はほぼ同じ収量を得ている。これらを表一1の3相分布範囲と対比すると、作物の収量は土壤の固相にしる液相にしる、あるいは気相にしるそれぞれの分布範囲との関連性についてはかならずしも明確ではない。もちろん作物の種類の間違

いの4種である。なおとうもろこしについては試料の上端に図一2にしめすようにガラスフィルターを挿入して根が試料中に伸入するのを防いだ実験も行なった。試葉ビンの水面と試料までの高さは吸水による水面低下も考慮に入れ35~40cmの範囲に調節した。この

表一三 作物の地上部収量(乾物重g)

	とうもろこし		大豆 a)	小カブ a)
	とうもろこし a)	とうもろこし b)		
大根畑	0.453	0.333	0.655	0.314
放牧地1	0.343	0.343	0.683	—
放牧地2	0.278	0.138	0.463	0.236
大根畑—				
放牧地1	***	—	—	
大根畑—				
放牧地2	***	*	**	*
差(t)				
放牧地—1	**	*	**	
放牧地2	**	*	**	

注 a) ガラスフィルター挿入せず, b) ガラスフィルター挿入—: $P>0.05$, *: $0.05\geq P>0.01$, **: $0.01>P>0.001$, ***: $0.001\geq P$.

も考慮する必要がある。

しかし図一三にしめした平均蒸発散量と乾物収量との間にはほぼ直線的な関係がみとめられ、相関係数rは0.88~0.94となっている。図一三上側の図はガラスフィルターを挿入したとうもろこし系列の成績で、この蒸発散量は土壤試料中を通過した水分の移動速度をあらわしている。また下の図の大豆系列については表一三の成績からみて収量傾向がフィルター挿入とうもろこしの場合と一致している。大豆系列にはフィルターを使用しなかったもので、試料によっては若干の根の伸入はあったがこの場合も蒸発散量は土壤水分供給力と相関が高いといつてよいであろう。

3. あとがき

以上のように土壤の水分供給力は作物の生育に大きい影響を与えているものと考えられる。この水分供給力に関与する土壤の物理的条件については、さらに検討を加えなければならないが、放牧地土壤から採土したものの試料の中に、このように水分供給力が小さく作物の収量を制限する不良な試料がみとめられることは、草地の生産力維持の上で問題となるであろう。

文 献

- 1) 美園繁: 農技研報 B. 11 (1961)

土 粒 子

世を挙げたの情報化時代とあって、農業土木の分野にもコンピューターがいよいよ本格的に導入されはじめて来た。従来個人的に利用していたものがシステムとして用いられようとする先駆けとも云えようか。しかしながらその用い方については考えねばならない点もいくつかある。

思いつくまま述べてみると、我々の利用内容はおよそ数理統計計算と数値計算の2つに大別されると云えよう。すなわち、農地工学、土地改良的な部門と水理、構造的な部門とによってその利用する内容に差が生じやすい。さらに云うなら、前者においてはその手法は本質的にOR的なものであって、数理統計計算によって多量の調査データを整理して種々の境界、最適条件を得、それによってOR計算を行なうということになり、したがって固定されたアルゴリズムは存在せず、そのための数学的モデルさえまだ確立の段階ではないというのが本当のところであろう。これに対して水理計算、構造計算にあってはアルゴリズム、手法の確立している面が非常に大きく、アーチダム、ラーメン等のトライアル・アンド・エラー法による計算の高速化、あるいは水路、パイプ、トンネル等の種々の条件を与えての自動設計などがそれである。今後この分野においては、モンテカルロ法等によるシミュレーションによった模型を用いない実験、システム工学の導入による工事管理等が考えられ、調査計画のOR的分野とのオーバーラップが期待される。

よって現在はまだ各研究者、担当者がプログラミングして自分の計算に用いている段階、すなわち、総合的なプログラムのための要素的なプログラムが蓄積されつつある段階であるともいえよう。このためにはできるだけ多数の人々が自由にプログラムを組む能力を持つことが重要なのもちろんのことで、このために農士試その他において精力的に研修が行なわれているのであるが、以

上のような全体的な立場からのプログラム開発はまだごく一部の人達によっているにすぎない。さらにその体制も専任の人がこれにあたるといったものではなくて、経常的な仕事の他にプログラムも開発しなければならないという形であり、また上記の利用内容の二面性についてもその本質的な差異に基づいたプログラム開発の姿勢あるいは両者の間の調整は、まだまだ十分なものとはいえない。筆者などもプログラムの作製、開発イコール仕事といった考え方にはなり難いし、むしろコンピューターは仕事のために使うものであってそのためのプログラムなら作るのにと反発さえおぼえる始末である。

コンピューターのハードウェア（電気、機械構造）もソフトウェア（プログラム）も全然知らなくても、端末機器の操作さえできれば中央のコンピュータと対話できるというのが情報社会の理想であろうが、それへの脱皮、すなわち総合的なシステム、プログラムの完備と利用体制の充実は、片手間にできるほど簡単な、生易しいものではないはずである。各機関との十分な連絡の上にとった無駄のない開発体制作りこそ急務ではないだろうか。

現今のように、各機関がそれぞれに異なったシステム、それも一台で十分に末端機関まで含めての事務、技術分野をカバーできるような大型のシステムを導入し、異なった手法、言語でプログラムライブラリーを作るといったやり方では、行管庁の指摘をまつまでもなく、オンライン・システムはおろか、相互利用さえ、それどころか1機関内でのスムーズな利用さえ困難なものとなり、大金出してのレンタルの手前、計算時間の消費に追われるという、文字どおりコンピューターに使われるということになってしまふからではないだろうか。

早くコンピューターを使うようになりたいものである。

（農業土木試験場土地改良部 福桜盛一）

土 壌 の 物 理 性 (1~20) 総 目 次

No.1 1959

論 説

土壌水分の問題点 ……福田 仁志… 4

負圧浸透について ……田淵 俊雄… 9

地下水流動の水文学的計算 ……金子 良…16

畑地の撒水かんがいについて ……吉良 芳夫…21

土壌処理と水蝕との関係 ……川村 秋男…25

東北地方の土壌侵蝕について ……前田 信寿…27

今後の土壌調査, 特に土性の判定について ……山中金次郎…32

資 料

アメリカにおける土壌物理性の測定法の現況 ……松尾 英俊…37

土拓地水田と土壌構造 ……久保田叔治…40

土壌の乾燥から ……坂上 行雄…42

研究室のゼミナールから ……美園 繁…44

随 想

風蝕と土壌の凝集力 ……国分 欣一…49

旱地農業と土壌物理 ……米田 茂男…51

No.2 1960

論 説

耕耘機具と土壌の物理性・力学性 ……鈴木 豪夫… 1

工学における土壌学 ……須藤 清次… 4

資 料

粒径分析法に関する考察 ……山中金次郎… 8

土壌水分測定のための電気抵抗法について ……岐部 利幸…13

実容積法による圃場水分の測定法 ……美園 繁…17

土壌の透湿度測定について ……八幡 俊雄…21

Soil tilth の測定法について ……米田 茂男…24

土壌構造とその測定法 ……齋田 大三…28

報 文

圃場における土壌物理性の測定値の偏差について
……………下村和子・美園 繁…34

No.3 1960

論 説

風蝕について ……国分 欣一… 1

資 料

水田土壌の透水性について ……松尾英俊・佐藤雄夫… 3

水田の減水深, 浸透量 ……山崎不二夫… 9

水田減水深についての一考察 ……椎名 乾治…14

火山灰水田における減水深 ……本谷 耕一…19

解 説

テンシオメーターについての覚え書き ……竹中 隆…21

報 文

耐水性構造及び仮比重の時期的変化と受蝕性に及ぼす影響
風蝕に関する土壌肥科学的研究(第4報)
……………国分欣一・根本清一…23

土壌水分条件がカリの有効性に及ぼす影響

……………木下 彰・布来秀夫…26

傾斜地の水分勾配について ……箱石 正…30

No.4 1961

綜 説

土壌水分吸引測定装置の改良について
……………石川武男・徳永光一・月籠光三… 1

資 料

傾斜地茶園の土壌保全について ……森田 昇…11

関東ローム地域における浸透と侵食について ……金子 良 15

地力変動観測施設的设计及び問題点について
……………沼尾林一郎・鈴木秀平…20
……………金井 徹・琴寄 融

報 文

土壌の固結度及び連結度について ……国分欣一・板川秀雄…

風蝕に関する土壌肥科学的研究(第5報)
……………国分欣一・板川秀雄…28

果樹園土壌管理法と土壌構造に関する一考察 ……吉良 八郎…33

No.5 1962

綜 説

水田の透水性に関する諸因子について ……富士岡義一… 1

資 料

北海道の土壌侵蝕の諸問題 ……一戸 貞光… 9

農業土木よりみた土壌侵蝕の諸問題 ……吉良 芳夫…19

フローライシメータについて ……金子 良…25

機械耕耘による畑深耕の効果 ……箱石 正…29

報 文

畑土壌に対するベントナイト, パーミュキュライ
トの施用効果 ……池宗勝三郎・川井一之…37

水田土壌の物理的性質とその浸透量の関係について
……………山崎不二夫・八幡 敏雄…43
……………田淵俊雄・外田敦・田淵公子

No.6 1962

綜 説

土壌の沈定容積について ……安富 六郎… 1

論 説

土壌の透水性に関する通則 ……山中金次郎…10

資 料

傾斜地における耕うん ……手塚右門・小中俊雄…19

作物よりみた深耕の効果 ……渡辺 和之…25

報 文

ライシメーターにおける畑土壌の2・3の実験
……………寺沢四郎・岩田進午…34

遠心法によるpF2.0の測定について ……岩田 進午…39

畑作における深耕問題 ……西瀧 高…44

No.7 1963

ベントナイトの土壌改良への利用とその効果 ……沼尾林一郎… 2

土壌侵食と土壌改良剤 ……国分 欣一…12

土壌改良剤の性状(1) 合成高分子を除く ……美園 繁…19

土壤改良剤の性状(2) 合成高分子川口桂三郎...29
 日本農業と土壤改良剤奥田 東...42
 土壤改良剤による水田および砂丘畑の改良富士岡義一...44
 Soil conditioner の園芸的利用に関する研究
 ——とくにPVAの団粒形成に対する諸条件

志佐 誠
 高野 泰吉
 樋口 春三
 中山 俊
 について55

No.8 1963

湿田土壤の物理性の特徴について後藤 定年... 1
 植生の場における地中環境
 とくに地温について上原 勝樹... 7
 蔬菜の根の通気必要度位田藤久太郎...13
 無機質土壤改良剤の効果
 ——多肥の際の畑作物の障害と関連して—— 藤沼 善亮
 鈴木 達彦...20
 林木の成長と土壤の物理性真下 育久...27

No.9 1963

みかんと土壤物理性中間 和光... 1
 桑栽培と土壤の物理性早坂 猛... 6
 土壤温度と作物の生育山田 一郎
 森脇 勉...14
 長谷川 浩
 地象環境の改善について中原 孫吉...23
 水田における大型機械の走行能と土壤硬度相について
長崎 朋...30
 大型トラクターの踏圧が畑土壤の物理性と作物の生育におよぼす影響長崎 朋
 三熊 政昭...38
 高橋 伸寿

No.10 1964

土の締固めと透水性について多田 敦... 1
 転動荷重を受けた地盤の挙動と締り佐々木次郎... 9
 干拓新田における盤層の形成過程について米田 茂男...20
 犁底盤について山田 忍...31
 畑の畜力耕起による耕盤形成と今後の問題点佐藤 清美...39

No.11~12 1965

土壤の硬度・連結度山中金次郎... 1
 土壤のコンシステンシー安富 六郎... 9
 実容積測定法美園 繁...23
 団粒分析法喜田 大三...33
 土壤孔ゲキ測定法箱石 正...47
 顕微鏡測定法田淵 公子...58
 土壤水の吸引力(pF)の測定法寺沢 四郎...69
 土壤 の 2・3 の恒数について椎名 乾治...83
 現場透水性の測定法田地野直哉...91
 室内透水性の測定法手島 三二...103

No.13 1965

土の弾性・粘性・塑性須藤 清次... 1
 土壤の易耕性木下 彰...13
 耕起法のちがいが土壤の理化学性に及ぼす影響 石井 和夫...26
 水田転換ミカン園土壤の物理性について丹原 一寛...45
 土壤水運動理論の諸系列
 ——その内容と評価——(I)田淵俊雄・中野政詩...54

No.14 1966

プラウ耕及びロータリ耕より見た畑地の易耕性に就て常松 栄... 1
 大型機械による踏圧と畑作物の生育鎌田 嘉孝... 4
 農業機械の走行可能性金須 正幸...10
 ホイール型農用トラクターのタイヤクロウラ装置
佐藤勝之郎...15
 土壤水のエネルギー概念pFの工学的検討竹中 肇...21
 土壤水分と硬き土壤類型との関連横井 肇...26

No.15 1966

水田の土壤断面と稲の生育菅野 一郎... 3
 水稻の収量と土壤断面の二・三の性質との関連 松尾 憲一... 5
 多収米水田の構造と用排水金子 良... 5
 水稻乾田直播栽培における降下浸透増島 博...12
 機械化作業と水田土壤の物理性に関する研究(1)
國分 欣一
 根本 清一...15
 増島 博
 水稻栽培の機械化における土壤物理学的諸問題 安田与七郎...19
 かん水速度と砂層の容水量小倉 裕幸...29
 八幡 敏雄
 田淵 俊雄
 中野 政詩
 矢橋 辰吾
 土壤水運動理論の諸系列(2)33

No.16 1967

水田土壤の断面形態と生産性岡本 春雄... 3
 水田土壤の硬度と水稻生育滝嶋 康夫...10
 粘土質の暗キヨ施工田における排水丸田 勇...16
 透水と水稻の生育について石原 邦...22
 水田作土の構造と水稻生育出井 嘉光...27
 深耕と水稻生育山沢 新吾...33

総 説

比表面の測定須藤 清次...39

No.17 1967

地中環境についての二、三の問題内島 善兵衛... 3
 畑地圃場整備をめぐる土壤物理の諸問題椎名 乾治...10
 粉体の物理性素木 洋...15

No.18 1968

火山灰土壤の生成と物理性松井 健... 3
 火山灰土壤の物理性と生産力増島 博...10
 火山灰土壤の水分について岩田 進午...18
 火山灰土壤の耕うんの諸問題藍 房和...27
 火山灰土壤の土工の諸問題安富 六郎...36

No.19 1968

コーン指数に関する2、3の考察について吉田 勲... 3
 放牧草地の土壤の物理性について高畑 滋... 8
 土壤空気と作物の生育森 啓郎, 小川和夫...13
 陽荷重合高分子の作用について横井 肇...20
 土壤水運動理論の諸系列(3)中村 良太...23
 土壤水運動理論の諸系列(4)田淵 俊雄...28

No.20 1969

土壤物理学研究の現状と将来米田 茂男... 3
 土壤物理学研究と農業実際面との結びつきについて
山田 忍... 7
 土壤構造について長田 昇...14
 上の力学的挙動東山 勇...19
 土 粒 子24

賛 助 会 員 紹 介

(アイウエオ順)

合 資 会 社 ウ イ ジ ン 工 業 社

所在地 東京都世田谷区玉川用賀町1-22
郵便番号 158 電話 03(700)0531
主要製品 自記水位計, 蒸発透過自記装置, その他
土壌物理試験研究用機器試作設計。

日 本 重 化 学 工 業 株 式 会 社

所在地 東京都日本橋小網町2-14
郵便番号 103
電 話 03 (667) 1331-一大代表
主要製品 化学堆肥…組合アズミン
(腐植酸苦土肥料)

大 起 理 化 工 業 株 式 会 社

所在地 本社 東京都荒川区町屋2丁目16-2
電話 03 (892)2191 代
岡部工場 埼玉県大里郡岡部町榛沢新田
土壌の物理性測定器なら何でも御相談下さい

北 炭 化 成 工 業 株 式 会 社

所在地 埼玉県戸田市市川岸1丁目1番20号
郵便番号 335
電 話 蕨 (0484) 41-2880 (代)
主要製品 農林大臣登録 腐植アンモニア肥料(フ
ミゾール) 腐植酸加里肥料(フミゾ
ールK)
その他製品 脱臭装置, 脱臭剤, 緑化工事, 食品添
加剤, 凝集剤。

帝 石 テ ル ナ イ ト 工 業 株 式 会 社

所在地 東京都渋谷区幡ヶ谷1丁目31番10号
郵便番号 151 電話 03(466)0146~9
主要製品 各種ポーリング
土木基礎工事に用 泥水調整剤・腐植酸肥料

三 井 金 属 鈹 業 株 式 会 社

所在地 東京都中央区日本橋室町2-1
郵便番号 103 電話 03(279)3411
主要製品 土壌改良剤, ネニサンソ。

電 気 化 学 工 業 株 式 会 社

所在地 東京都千代田区有楽町三信ビル
郵便番号 100 電話 03(502)5511
主要製品 石灰窒素, 防酸石灰窒素, セメント。そ
の他各種化学製品。

理 研 科 学 測 定 器 研 究 所

所在地 東京都足立区伊興町前沼1254
郵便番号 121 電話 03 (899)4874
主要製品 理研式簡易水分計…土壌および砂用
理研式簡易 PH 計…土壌, 農産品加工用
理研式人体疲労計…保健体育用
理研式海水計…魚群調査用
その他科学測定器の試作研究

天 北 化 学 株 式 会 社

所在地 東京都中央区日本橋本町4丁目1番地
(石河ビル)
郵便番号 103 電話 03 (279)2706 (代)
主要製品 有機質化学堆肥, テンポロン。

会 務 報 告 (昭和44年7月~11月)

- (1) 第4回 事務局会議 9月19日 農技研
 [出席] 美園, 横井, 本村, 前川, 足立, 粕淵, 岩田
 1. シンポジウムおよび総会の運営について(司会者, 議長の人選など)
 2. 会誌21号の進捗状況について
- (2) 第5回 事務局会議 10月20日 農技研
 [出席] 横井, 本村, 足立, 粕淵, 岩田
 1. シンポジウムおよび総会について(アルバイト・展示など)
 2. 評議員会の開催について
 3. 会誌21号の進捗状況について
- (3) 第6回 事務局会議 11月18日 農技研
 [出席] 美園, 横井, 本村, 前川, 足立, 粕淵, 岩田
 1. 評議員会の議題について(経過報告, 決算, 予算案など)
 2. 会誌23号の編集方針について
 3. シンポジウムの具体的な準備について
- (4) 評議員会 11月20日 東大農学部
 [出席] 美園繁会長, 須藤清次副会長, 八幡敏雄, 山沢新吾, 湯村義男, 寺沢二郎, 横井肇, 岩田進午評議員, 本村, 前川, 足立, 粕淵幹事
 1. 総会の議題について 経過報告, 会計報告および予算案
 2. 会誌の編集方針について
 3. 次期シンポジウムのテーマについて
- (5) 総 会 11月21日 東大農学部
 議長 増島 博氏
 1. 総過報告
 2. 会計報告ならびに承認
 3. 予算案審議ならびに承認

ここでは、評議員を選挙制にしたことによる経過報告および、物価の値上りにより、44年度予算は非常に苦しい予算であり、45年度から会費の値上げは止むをえないのではないかと報告がなされた。

土壌物理研究会 43年度決算(43.10.1~44.9.30)

I 収 入			予 算	決 算
①	繰 越	金	199,361	199,361
②	会 費	費	450,000	255,800
③	賛 助 会	費	90,000	65,000
④	出 版 物 売	上	50,000	46,820
⑤	広 告	料	60,000	65,000
⑥	雑 収	入	50,000	61,631
⑦	合 計		899,361	693,612

II 支 出

II 支 出			予 算	決 算
①	会 誌 製 作 費	費	450,000	205,000*
②	討 論 会	費	100,000	91,815
③	評 議 員 選 挙 費	費	50,000	45,710**
④	通 信 ・ 会 誌 郵 送 費	費	60,000	40,345***
⑤	文 具	費	10,000	7,895
⑥	交 通	費	10,000	4,380
⑦	賃 金	費	30,000	20,800
⑧	会 議	費	15,000	7,110
⑨	役 員 手 当	費	30,000	30,000
⑩	予 備 費	費	24,361	0
⑪	次 期 繰 越 金		120,000	240,557
⑫	合 計		899,361	693,612

* 20号卒124,7000 ** 会員名簿代金卒40,000未納
 *** 20号卒25,000

44年度予算 (44.10.1~45.9.30)

I 収 入

I 収 入			予 算	備 考
①	繰 越	金	240,557	
②	会 費	費	527,000	
③	賛 助 会	費	115,000	
④	出 版 物 売	上	50,000	
⑤	広 告	料	90,000	
⑥	雑 収	入	64,000	
			1,086,557	

II 支 出

II 支 出			予 算	備 考
①	会 誌 製 作 費	費	630,000	20, 21, 22号
②	討 論 会	費	70,000	第11回シンポジウム
③	評 議 員 選 挙 費	費	55,000	
④	通 信 ・ 会 誌 郵 送 費	費	100,000	
⑤	文 具	費	10,000	
⑥	交 通	費	10,000	
⑦	賃 金	費	45,000	
⑧	会 議	費	15,000	
⑨	役 員 手 当	費	40,000	編集監事手当を含む
⑩	予 備 費	費	60,000	
⑪	次 期 繰 越 金		51,557	
⑫	合 計		1,086,557	

編 集 後 記

前号でお約束した会誌発行の平常化には、まだほど遠い状態ではありますが、活発な投稿を頂いて、ここに21号をお届けします。本号は従来執筆者が特定のグループにかたよりがちであった本誌に、できるだけ新しい執筆者をお願いし、本誌の基盤をさらに広く深くすることをねらいとしました。ただいろいろの事情から土壌肥料分野の論文が、ほとんどなくなってしまいました。農業土木、農業機械の分野の方々の積極的な投稿をお願いします。

なお本号には10周年(20号)を一つのくぎりとし、総目次を組み入れました。また賛助会員紹介の頁(年一回の予定)も設けました。会員諸兄弟が活用して頂ければ幸いです。

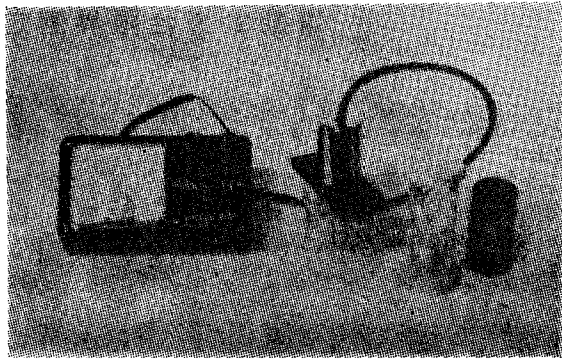
次号はシンポジウム特集を予定しており比較的順調に発行できる予定です。(前川, 本村, 横井)

理研式酸度計

PHメーター

農産加工用、醸造用、
土壌調査用、酪農用、

簡易騒音計
疲労度検査器
ルクスメーター
各種科学計器



携帯用ケース付 ¥25,000

理研科学測定器研究所

東京都足立区伊興町前沼1254

電話 (899) 4874

農林省登録腐植酸肥料

フミン酸肥料懇話会

会員メーカー (ABC順)

アツミン

東化工株式会社

東京都中央区日本橋小網町2-14 (洋糖ビル)

フミゾール

北炭化成工業株式会社

埼玉県戸田市川岸1丁目1-20

エスコン

日本水素工業株式会社

東京都千代田区有楽町1-10 (三信ビル)

テルナイト

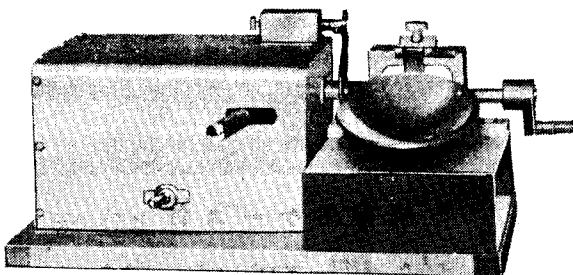
帝石テルナイト工業株式会社

東京都渋谷区幡ヶ谷1-31

丸東の土壌物理試験器

電動式液性限界測定装置 S O 2 B

本器は J I S A 1205 に準拠する液性限界試験を電動によって行なえるようにした装置です。人為的な落下速度の変動などの誤差を除去し、機械的な正確さで簡単に試験が行なえます。電動クラッチを切れば普通の手動装置としても使用できます。



営業品目

土質試験機
コンクリート・アスファルト試験機
万能圧縮材料試験機

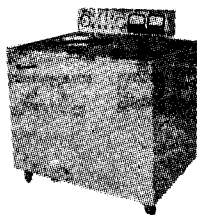
株式会社 丸東製作所

本社 東京都江東区深川白河町2の7 TEL 東京 (642) 5121(代表)
京都出張所/京都市中京区壬生西土居の内町3の1 TEL 京都(84) 7992
北海道出張所/札幌市南十条西十三丁目970 TEL 札幌 (23)-0409

PF水分測定用遠心分離機 (冷却式万能型)

マルサン50B-C.F.S.-2R

100cc土壌採取筒×4ヶ掛、PF4.0~PF4.5



寸法 高さ860×巾984×奥行684mm
重量 250kg

●仕様

最高回転数 18,500 R.P.M.
最大遠心力 35,500×G
冷凍機 750W全密閉空冷式
モーター出力 1,500VA空冷式
使用温度 +5°C~-18°C

●使用ローター

ローター NO	容 量	形 状	最高回転数 R. P. M.	PF 値
1 B	15cc×12本	角度型	18,500	4.5
6 B	50cc×6本	"	18,000	4.0
10 B R	100cc採取筒×4ヶ	水平型	10,000	4.0

●特長

- 100cc土壌採取筒にてPF4.0まで測定できます。
- ローターは水平型であるので、土壌のつまり具合即ち一定の遠心力を加えたときにおける土壌のコンパクションの状況を容易に而かも正確に測定する事ができます。
- 小容量、高遠ローター(角度型)も兼用に使用でき、PF4.5まで測定できます。
- オート・トランジスタ・メーターリレー式回転調節器でローターの回転を±100R.P.M.以内に制御する。
- 電気式ブレーキを取付。停止時間は約短に短縮され2,000R.P.M.にて自動的に解放されます。

株式会社 佐久間製作所

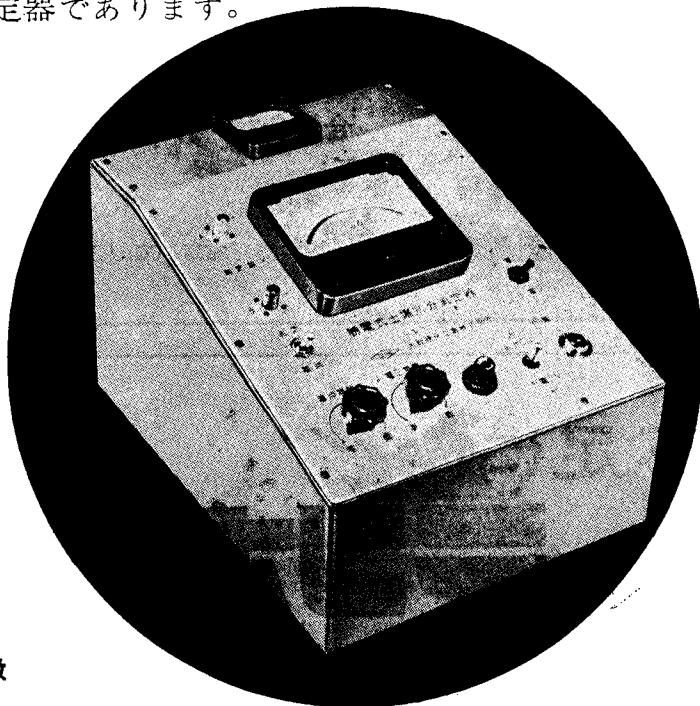
本社工場 東京都大田区南六郷3-16-27 電話(731)1257・3170、(732)0847番
神田出張所 東京都千代田区内神田3丁目2番8号 電話(251)4917・6059番
大阪アフターサービス出張所 大阪市西区江戸堀北通2の24 電話(43)4700、(66)7763、(66)1770
福岡アフターサービス出張所 福岡市天神3丁目4番13号 電話(75)0275番
札幌アフターサービス出張所 札幌市北10条西4丁目11番地フジヤ商會内 電話(71)3246番

農業技術に革新をもたらす

DIK誘電式土壤水分測定器

PATENT. p. 386877

本器は、在来の電気抵抗式、もしくは抵抗値を含めた静電容量式の水分計と全く異なり高周波誘電率のみによる土壤水分測定器で在来の水分計では得られなかったいろいろの特長をもつ全く新しい土壤水分測定器であります。



特 徴

(1) 測定範囲が大きい

あらゆる土壌に対して、飽和～風乾に至る間の水分変化が的確に測定出来る。

(3) 即応的である

埋没した感体は、直接土壌の誘電率を測定するので、測定時の水分をそのまま表示し時間的な遅れは全然ない。

(2) 水分測定値が直線的である

μA で表示される水分測定値は、圃場状態の実用的範囲において殆んど直線である。

(4) 再現性がある

測定に当って、土壌には何の物理化学的変化も与えないで、連続的にくり返し測定ができ、同時にその再現性が十分に保証されている。



大起理化工業株式会社

東京都荒川区町屋2丁目16～2
TEL 東京 (802) 2 1 9 1 (代表)

自記マノメーター

硝子ゲージ管の水柱又は水銀柱の高さを
自動的に自記します。

主要製品

土壤溶液採取装置(リチャード型)
精密自記蒸発計
簡易自記水位計
自記蒸発散位計
森式風向風速自画器
農業用微気象測定器各種
その他各種測定器設計製作

主な納入先

農業技術研究所・東海近畿農業試験場
関東東山農業試験場・九州農業試験場
各地農業試験場・各大学農学部

東京都世田ヶ谷区玉川用賀町1-22

合資会社 **ウイジン工業社**

代表社員 森 武保
技術士

電話 (03)0531

堆肥不足に

テンポロン®

タバコ・蔬菜の苗床の土作りに
果樹園の土壤を若返らせ、樹勢を快復させる地力の素

メモ

テンポロンの主成分は熟成堆肥の成分である
フミン酸カルシウムを85% (完熟堆肥の約20
倍の濃度) を含んでいます。
したがって最近の堆肥不足をおぎなうために
最も適した化学堆肥です。

代表製法特許 日本第240330号

(類似品に御注意下さい)

発売元



製造元



三菱商事株式会社

本社/東京・丸の内 電(211)0211(代表)

天北化学株式会社

本社/東京・神田 工場/北海道・幌延

電話東京(252)4304

土壤の物理性 第21号

(会 員 配 布)

1970年3月25日 発行

発 行 土 壤 物 理 研 究 会

東京都北区西ヶ原2-1-7 (〒114)

農業技術研究所土壤物理研究室内

電話 東京 (915) 0161

振替口座 東京 17794