

Soil Physical Conditions and Plant Growth, Japan

土 壌 の 物 理 性

第 29 号

昭和 49 年 7 月

プラウ耕（犁耕）競技会の審査項目と土壌物理性.....	新関三郎・渡辺兼五... 3
プラウ耕と土壌物理性.....	新関三郎・渡辺兼五... 7
八郎潟のヘドロ地盤の乾燥過程について.....	江崎 要・竹中 肇...13
鈹質土壌の物理性と茶樹の生育 ——花崗岩質茶園の調査事例——.....	川村秋男・古賀 汎・山崎清功・氏家 勉...21
除塩の基礎.....	宮本征一・長堀金造...27

「土壌の物理性」投稿則定

- 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、本規定および別に定める原稿執筆規定に従って執筆するものとする。
- 4) 枚数は 16 枚程度、図表を含めて刷り上がり 6 ページ以内を規準とする。超過ページならびに写真、図表など、特に多額の経費を要するときは実費を申し受ける。
- 5) 投稿は以下に示す種別にしたがい、その内容は土壌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」土壌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。

- 6) 原稿には下記形式の送り状をつける。報文のみ初稿りは著者校正とし、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	図表、表枚
著者名		写真数	葉
所 属		別 刷	30部+部

- 7) 印刷は 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

札幌市豊平区羊ヶ丘 1 (〒061-01)

北海道農業試験場農芸化学部

土壌肥料第 4 研究室内

土壌物理研究会編集委員会

土 壌 物 理 研 究 会

会 長 木 下 彰 副 会 長 佐 久 間 敏 雄

編 集 委 員 会

委 員 長	前 田 隆		
委 員	梅 田 安 治	石 井 和 夫	
	齋 藤 万 之 助	古 畑 哲	
	山 本 晴 雄		
編 集 幹 事	山 崎 慎 一	桜 田 純 司	

巻 頭 言

15 周年を祝う

佐久間 敏 雄

L. D. BAVER の著書 “Soil Physics” の初版が公けにされてから今年で丁度 35 年になる。この BAVER による総括が土壌物理の研究に一時代を画したものであったことは、誰しも認めるところである。しかし、この 30 年あまりの間の土壌物理研究の進展はめざましく、初版から昨年出版された第 4 版にいたる “Soil Physics” 自身の変容が物語るように、土壌物理学の内容は大変幅広く、かつ豊富になった。

一方、このような土壌物理学の展開は、好むと好まざるとにかかわらず、研究分野の細分化を招き、研究者個人への展望を困難にし、活力あふれる、創造性豊かな研究の出現をむずかしいものにしつつある。近代の科学研究では、主題の選択は研究者の興味と見通しにゆだねられている。この選択の自由は、研究にいきいきとした創造性をあたえるために不可欠のものであり、これからも心して擁護していかなければならないのはいうまでもないことである。

他方、我々が当面している問題は、たとえば環境保全にしても、異常気象によるさまざまな災害を防止する問題にしても、きわめて多面的で、専門化した視野の狭い研究では到底対応し切れない問題を含んでいる。こうした問題を解決していくためには、既成概念にとらわれない斬新な研究を推進してその成果を効果的に集積していくと同時に、ある目的に焦点を絞って各分野の研究を集中し、幅広い研究者の協力によって総合化をはかることもまた必要になってこよう。

土壌物理研究会は、BAVER の初版におくれること 20 年、今年ようやく 15 歳になったばかりであるが、学問的な基礎がためと同時に農業の実際の問題にも積極的に取り組み、土壌環境とその最適化を考えてきた最も活力にあふれた研究会であったと思う。この伝統を継承し、幅広い研究者の交流の場として、ますます発展するよう祈って止まないものである。

プラウ耕（犁耕）競技会の審査項目と土壌物理性

新 関 三 郎* 渡 辺 兼 五**

犁耕またはプラウ耕奨励の立場から日本では、明治中期以後各地で競争会が開かれたが、その起りは明治12年福岡県多々良村にて、村単位の会を催したのが最初とされている。以来、郡単位では同県粕屋郡（明治17年）、県単位は鹿児島県農会（明治33年）、地域の府県連合では関東一府七県連合を茨城県下妻町（昭和7年）で、全国規模では神奈川県足柄下郡豊川村（昭和15年）にて開催された。

以上は畜力耕の歩みであるが機械耕については、昭和34年11月全国規模で神奈川県平塚市（パワーティラー）、昭和45年11月茨城県内原（4輪トラクタ、2連へ型プラウ）が開催された。

海外、ことに西ヨーロッパでは古くから日本と同じ様にコンテスト、コンクールなど村々で催され、1953年以來は世界規模でプラウ耕大会（W. P. C=World Ploughing Contest, 第1回カナダ1953年、第18回イギリス1971年、第19回は1972年アメリカ合衆国にて行われている）を年々参加国の持ち廻りで開催している。従って、自動的に出場選手の子選の関係で、各国では全国プラウ耕競技会を開くようになりいよいよ盛んになった。

次に以上の競技会の審査項目の中、土壌物理に関係ある項目とその配点を挙げて見よう。

第1例 県単位の競争会

審査項目	配点	摘 要
作業成績	50点	
壘 状	15	壘幅の広狭及び整否、壘状の曲直、反転の良否
畦 型	15	畦の形状、大小、及び整否、枕畦の広狭整否
耕盤、耕深	20	耕深の程度、耕盤の均否
能 率	減 点	所定時間を経過するときは別に定める標準時により減点する

熊本県畜耕指導員 西田重規著 昭和12年

* 元農林省研究企画管理官

** 東京農工大学農学部〔1972.9.8受理〕

壘状は予め定めた畦幅と壘数に応じて壘の大きさが決るので、その大きさに揃えて一様に反転させ耕線が一直線になるようにきれいに起すのを良いとした。この点、現在のW. P. Cの審査にきれいということが挙げられているのと同じである。きれいか否かは見掛けの問題で、実用上意味がないという意見もあるが、農業先進国で高い収量を挙げている所では作業の精度が高く、作業跡がきれいである。将来、理化学的に解明を要する点であろう。このように重要な播種床の吟味から多少離れた農作業技術としての重みが強く、真直ぐであれば上手、曲れば下手という判定が多く、その裏付けが欲しい。能率は時間減点法で、乱暴でもサッサとやれば速く、丁寧にすると遅くなる。競技はそれでよいとしても技術としては未完成である。

耕深、耕盤は一応増収技術から割り出されている。浅耕を避け、耕盤の不整は残耕に通ずるので配点は比較的重い。

第2例 栃木県畜力利用競技大会

昭和28年11月20日

栃木県種畜場

審査項目	配点	摘 要
作業成績	70点	
すぎ込み、すぎ上げ	15	すぎ込み、すぎ上げの良否
壘の反転	20	壘の反転、壘状の整否、耕線の曲直
枕地の耕起	15	
作業の精度	20	掻込み耕の良否、耕起跡の整否
減 点		耕深の不足、時間の超過

注：(1) 審査項目は土壌物理に関係ある作業成績のみを掲げた。

(2) 掻込み耕の良否は、前作が区によって陸稲、落花生又は甘藷であってその刈株、茎葉等の残留物を集めすぎ込むことをいう。

(3) 枕地の耕起は主として両端の残耕の広さなどから判定する。

第 3 例 全国農作業技術交換大会

昭和 34 年 11 月 20, 21, 22 日
於平塚市

(1) 畜力平面耕		(2) 畜力畦立耕	
審査項目	配点	審査項目	配点
作業成績	70	作業成績	70
耕起作業	30	畦立作業	30
砕土作業	15	砕土作業	15
作条作業	15	溝浚作業	15
作業精度	10	作業精度	10
減点 時間超過 耕深		減点 時間超過 耕深	
(3) 動力平面耕		(4) 動力畦立耕	
審査項目	配点	審査項目	配点
作業成績	70	作業成績	70
耕 転	30	畦 立	40
砕 土	15	砕 土	10
作 条	15	溝 浚	10
精 度	10	精 度	10
減点 時間超過 耕深		減点 時間超過 耕深	

註：審査項目は土壤物理に係る作業成績のみを掲げる。

動力は牽引小型トラクタ、馬力に制限なく牽引駆動兼用を含めている。耕転（平面）は二段耕犁を用い畦心となるところを心割し2本の平畦を作る。耕深 15 cm、砕土は深さ 6 cm を標準とし、砕土した後に 66 cm 間隔に深さ 6 cm、溝幅 12~18 cm の作条をする。畦立は二段犁を用い1畦 14 壟、畦幅 135 cm の畦 4 本立て、耕深 12 cm を標準とする。畦の頂部を砕土してから畦溝のこぼれ土を浚いつつ成畦する。畜力耕も動力耕に準じて行う。但し1畦 18 壟とし砕土には翼状砕土機を用いる。

第 4 例 全国トラクタ耕競技大会

昭和 45 年 11 月 3~6 日
茨城県内原町

次の配点表及び作業行程区分等は W. P. C の審査に準じて日本的に改善された。口あけ 2 行程、内返し 6 行程、外返し 2 行程、溝仕上げ 2 行程計 12 行程、制限時間を 50 分とし、耕深は 23 cm を標準とする。競技圃場の枕地

ブラウ耕配点表

項目	作業行程区分				全体	計
	口あけ 終了後	内返し 終了後	外返し 終了後	溝仕上げ 終了後		
耕 幅	6		20			68
耕 深	10	20		12		
壟の状態	8	10		12	20	50
壟壁の状態		20				20
壟底の状態		20				20
中 高					20	20
直進性	6			6	50	62
刈株の埋没 すき込み すき上げの 整一さ					20	20
隣接境界の 仕上げ		20				20
作業の 完全さ	10			10		20
計	40	90	20	40	110	300

の幅等については先に農林省にて制定した「農業機械作業精度向上のための技能判定基準」の方法に準じて行われた。

第 5 例 イギリスにおける全国ブラウ耕選手権大会

1967 年 11 月 1~2 日

Herefordshire England

イギリスはブラウ耕競技が非常に盛んで、イギリスブラウ耕協会があって各種類の競技を全国選手権大会の形で夏から秋にかけて行われている。ここに掲げる事例は

審査項目	最高配点
内返し終了後の中高	40
固さまたは壟の目詰り	40
播種床（地表物の埋め込み、利用される土量）	40
整一性（直進性、外観及びすき始め、すき終り）	40
仕上げ（溝）	40
計	200

註：全壟耕，準深耕，オート種子壟耕競技

審査項目	最高配点
すき始めの半畦（口あけを含む）	20
固さまたは壟の目詰り	50
播種床の均平と整一さ、ゴミを埋没することと利用される土量	80
整一性（一般外観、直進性およびすき始めとすき終り）	50
計	200

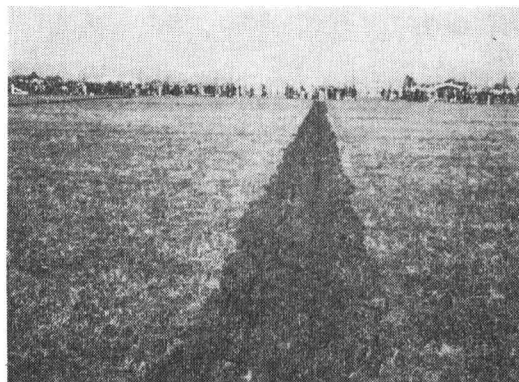
註：双用ブラウ平面耕

全壟耕，準深耕，オート（燕麦）種子蒔用の壟耕及び準深耕の双用プラウ耕について，前3種は同じ審査項目と配点，最後の双用の2種である。

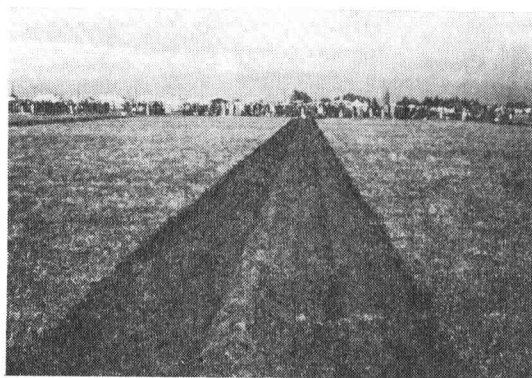
第6例 第14回世界プラウ耕競技大会

1967年5月12～13日

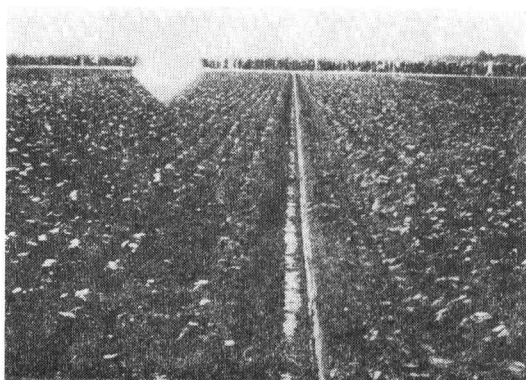
New Zealand



(1) (口あけ)



(2) (内返し, 中高)



(3) (仕上げ)

図-1

審査項目	最高配点
① 口あけ	10
② 中高	30
地表物埋没	40
播種床	40
すき始め，すき終り	10
歴状	10
③ 仕上	40
外観	20
計	200
減点	

以上の事例から審査項目と配点によってウエイトの置き方が理解できる。海外では観覧者から入場料をとるのが多く，多少ショー化しているところがあるので競技会で行われている技術は実用性とはっきり異なるという意見を持つ農家が日本を含めて世界各地にいる。しかし元来は奨励の立場から始まった伝統の歴史を有し，基本的には重要な農作業技術であるので，上記に引用された審査事例から今後追求を要する土壌物理性を引き出す資料にしていれば本望である。



プラウ耕と土壤物理性

新 関 三 郎* 渡 辺 兼 五**

I ま え が き

物理学的には土は大きさ、形状の異った多くの粒子が集合し、時には化学物質の溶液を含んだ水分で包まれたり、吸着イオンをもって包まれていることもあり、有機物、空気及び微生物等は普通に含まれている。農学的には母岩から言えば大地の表面を覆う分解岩石の上表皮、即ち表土の部分に当るが地質学的には下部の分解岩石をも含んでいる。この点農学的な土と普通の概念では異なるが下層土、底土又は心土と呼んでいる土層が固結悪変している場合に増収手段として土すきプラウを利用することは世界各地で行われ、わが国では北海道で広く実用化されている。

このように幅広い組成内容になっっている土の物理性を追求することは至難中の至難なことで、ことに残された農学上の理学的問題は、サンプルした土を一旦処理して実験室で追求できるものは少く、圃場の状態を知りたいことが多い。世界の各国ではソイル・ビンや人工圃場を設備して自然の圃場状態に接近しようと努めているが、やはりそれにも限界がある。しかし、幸にも近年漸くこの方面の研究が盛んになろうとしていることはまことに喜ぶべきである。新関が1970年に西ドイツのプラウンシュバイクにある国立農業機械研究所 (Institute für Landmaschinen der Forschungsanstalt für Landwirtschaft) に主任 W. Baader 教授を訪ねたことがあるが、同博士は「従来プラウの研究を農学的な面から進めて来たが、明年からプラウの構造機能等についてプラウ固有の物理学的面からの割り出しを、振り出しに戻って始めたい。」と述べられていた。いうまでもなく抜本的な新型のプラウの開発を意図しての話で、それには土壤物理性や力学的な基礎をもっと詰めなければならぬという考えであったと思う。

そこで筆者らは Baader 博士と同じように振り出しに戻って従来、日本及び諸外国においてどのような項目が土壤の物理性に関連して耕起作業で取り上げられていたかを先ず振り返って見たいと思う。

* 元農林省研究企画管理官

** 東京農工大学農学部 [1972. 9. 8. 受理]

II 土壤と耕器間の土壤物理性の相互作用

土壤と耕器の間には多くの相互作用があるが次に挙げる土壤の物理的特性は耕起によって変化を受けることは一般に知られている。

A 土の団粒の形状と大きさ

土塊を形成する土粒子の大きさは圃場では甚だしく異っている。一定の土粒子の集団を組織する粒子の分布は実際にはいろいろな割合で存在し、分布即ち粒度は機械分析によって定められている。

B 間隙容積すなわち土壤中の 空気の見掛け容積

間隙率は見掛け容積の百分率で表わした間隙の容積である。間隙性は土塊の組織によって変り個々の土粒子の形、構造、有機物の含量等のほかに耕器によって膨軟にしたり、固められることによっても変る。

C 細かいか粗いかの孔隙の関 係、すなわち水と空気の含有量

砂質土は空隙が大きい但し全体の空隙量は小さい。細かい組織の土は粒形成の可能性があつて、個々の粒子間又は団粒間の空隙の関係で全体の空隙量は大きい。それに有機物を含んでいるときは、さらに増大する。草地土壤では60%*まで、粘質土は砂質土より空隙量は広範囲に変わつてゐることが知られている。しかし、空隙の大きさによって大小の孔隙があることは知られているが、それぞれの量を測定することは極めて困難である。若しこれらの測定が出来るようになると、土壤中の水分の移動を知るのに大きな手助けにならう。いうまでもなく空隙量は間隙水と密接な関係にあつて、土と水分の組み合つたものの機能を解くに當つて、重力によって土中に流れ込みあらゆる空隙を充たす自由水と、土塊の中の水分は土の物理的作用に影響するところ非常に大きいので、土壤物理学の問題は殆ど土中水分の理学的な研究になると言われるほど重要である。空隙量は団粒化を妨げる耕器を

* 普通は30~50%といわれている。

使ったり、有機物施肥を減らすようなことがあれば簡単に減らされる。また普通は耕深によって孔隙量が増減することはいうまでもなく、孔隙内の水分は透水によって補給されているので、耕起によって空隙量を変化させることは土壤水の含有量に重要な意味を持つ。

D 土粒子自体を混ぜ合わせることおよび他の物質を混ぜ込むことの影響

以上の他に耕器による直接の影響として、又他の要素によっても影響をうけるが次の諸点が土壤の肥沃度及び作物の収量に影響を及ぼす土の物理性として取り上げられている。

1) 土を膨軟にする効果又は膨土率

普通、土を膨軟にした場合にその程度を前の状態に比較した率を膨土率と呼び実際の作業では耕起された土地の表面の高さを、未耕起の地表よりどれだけ高いかによって表わしている。普通、へら型プラウでは30~50%だけ高い。これは、一つは壘組(れきぐみ)と称して図式的には断面矩形の壘を45°の反転(図-1参照)に規則正しく起すから、下側に二等辺三角形の空隙ができる。また地表面は図-2の如く櫛状と称し壘条の合せ目が稜

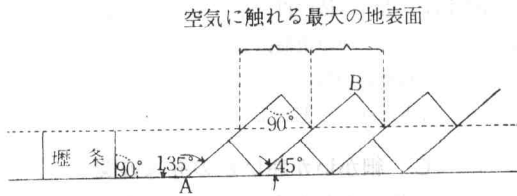


図-1 壘条の反転

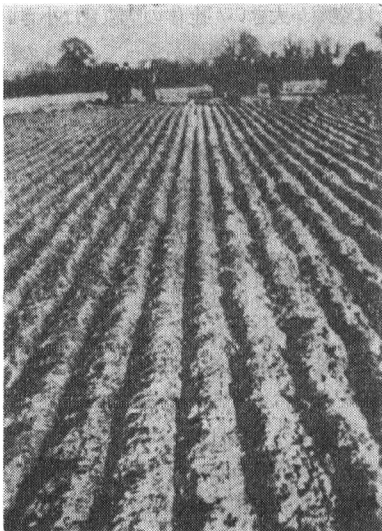


図-2 プラウ耕後の地表面(二面がよく現われている。壘は砕かれているが、形を保っている。)

となる。平坦でないからである。図-1の図式は深さ7インチ、幅11インチでAの角度は140°に作図したが135°から140°の反転角度にして空気に触れる地表面面積を最大にする。そして下部に草かゴミのマットレスのできるのを防ぎ、気水の流通をよくして腐植質に変わるのを助ける。Bの櫛状の稜は尖っても円味を帯びていてもよい。耕起中に壘が砕かれる場合は空隙は増加するが、全壘耕として壘状をそのまま翌春まで維持する起し方を冬耕と称し一般にヨーロッパに普及している。日本ではこの方法を秋耕と呼んでいる。このように膨土率は耕器の種類や耕法によって異なる。表-1, 2はへら型プラウ及び各種耕器を用いた膨土率を示す。

へら型プラウによる膨土状態はロータリ、カルチペータで出来た膨軟性よりも永続性がある。日本では水田裏作に和犁を用いて畦立耕を九州、四国及びその他関西地方に広く普及したが、壘組(れきぐみ)と称しあらかじめ定めた畦幅と耕深を土台にして、一畦を仕上げる壘数を決め、第一壘から最終壘までの順序を正確に決めていた。この点、現在行われている世界プラウ耕法と酷似している。秋季に畦立して裏作物を作り、翌春の田植前の

表-1 プラウの型式別による膨土率(%)

土 壤	壘 体	
	へら型深耕プラウ	汎用型プラウ
砂質ローム	34.5	48.5
粘 土	37.5	58.0

註：この成績は1968年 Mr. W. Feuerlein(Chairman Governing Board of World Ploughing Organization) がローデシアにて“Soil tillage in the tropics”についてシンポジウム開催の時に発表されたもので西ドイツ、ブランウンシュバイクの農業機械研究所にて実験された資料である。

表-2 種々な耕器による膨土状態の比較

土 壤	へら型プラウ	ロータリープラウ	ロータリーカルチペータ
砂質ローム	40.2% = 100	100(a) 78(b)	79
腐植質土	100		81
粘 土	100		94(c)

註：(1) (a)：犁耕速度1.4~2.5 m/sの場合
(b)：犁耕速度0.8 m/sの場合
(c)：冬季間に測定

(2) 測定方法 1 プロフィールメーター
2 空隙量
3 地表面の高さ

(3) 成績の出所は表-1と同じ

収穫期まで畦が崩れず保たれるのは、壟組がしっかりしているからである。日本の壟組は、底部が粗く、つまり全壟 (whole work と呼び砕土しない壟条のことをいう。) に近く、表層の播種床になる所は、細かに砕土している。底部の粗いのは気水の透通がよいとされしている。しかし地方によって、その効果は異なり、米国カリフォルニア大学の William Chancellor は、サクラメント川流域のカリフォルニア州米産地の水田では、底部の粗いのは過温になりやすく結果が悪いと述べていた。上表において可能な最高の数字が最適の膨軟度の値と見なされている。

2) 砕土の効果 (又は混ぜ合せ率)

砕土率は作業時の土の含有水分量によって異なる。可塑性の上限界までは与えられた外力に対し形を保持するが、下限界近くにできれば土の固さは可塑性から砕けやすさを経て脆さに変わり、そして土中水の作用によって外力の影響で形を変えることは不可能となり、最終的には土塊が外力で細片に砕けるようになる。

実作業においては砕土の抵抗は、耕起後壟が乾くほど固くなるので、耕起直後の壟がやや湿潤状態を保っている間にハロー掛けをする。

ハローに対する土の抵抗力は土塊を変形、截断又は破壊するために要する力である。農家は作業の知恵として行なっていることであるが、乾きの悪い水田の如く乾土効果をねらう場合や、粒径5 mm以下に細かに砕土するような場合は水分を収縮限界以下に乾かして強制砕土方式を採らなければ土塊は崩れない。

このように、含水量によって異なるが耕深25 cm、速度1.4 m/s でヘラ型プラウによって耕起したときの結果は表-3の如くである。

表-3 乾燥篩分け法による成績

土 壤	団 粒 の 大 き さ		
	> 80 mm (%)	< 2 mm (%)	< 5 mm (%)
砂質ローム	34.8	7.8	18.0
粘 質 土	66.2	3.2	8.0

特に決められた土を用いず、ヘラ型プラウで細かく34%砕土したときを100とした場合の成績は表-4の如くである。

直径5 mm以下の粒子の最高可能割合が播種床には最適と見なされる。表-4ではヘラ型プラウの粒子の割合が最も少く、ロータリ、カルチベータが最も高い。そして播種床には最も適当している。ロータリ、カルチベータと同じ機能を持っていると見られる日本のパワーロータリティラーが広く国内に普及している理由も同じように

表-4 砂質ロームにおける粒径5 mm以下の土粒子の割合

耕 器	土粒子の率	摘 要
へら型プラウ	100	へらによって剪断された土粒子集団は永続性がある。
デスク・ハロー	144	脆い土壌だけ。
ロータリ・プラウ	126	
ロータリ・カルチベータ	168	この式の切断作用による土粒子集団は永続性はない。良好な播種床の精度を保つ。
タイン・カルチベータ	132	
タイン・ハロー	144	先端が尖っている。
タイン・ハロー	121	先端がスプーン状。

註：(1) 測定方法：乾燥篩分け法
(2) 成績の出所は表-1と同じ

類推できる。その反面、この粒子集団に永続性がなく、従って土中の空隙量が雨、雪、霜、凍結等によって急に減少し地表面が落ち込むのが欠点である。従ってこれら自然現象に基く害を受けやすい。

3) 混ぜ合せ効果 (又は混ぜ合せ率)

耕起によって、どのように土粒子が混ぜ合せられるかは、ラジオアイソトープで数値を求められる。表-5は

表-5 混ぜ合せ効果

耕 器	土 粒 子	備 考
へら型プラウ	100	壟条間だけである
デスク・プラウ	—	脆い土壌では良好
ロータリ・プラウ	143	—
ロータリ・カルチベータ	(a) 390 (b) 750 理論的数値	(a) 全部爪 (b) 刃板のみ
タイン・カルチベータ	—	大体良好
タイン・ハロー	—	水平：混ぜ合せの目的を達す 垂直：選り出す
ロータリ・ホー	—	良 好

ヘラ型プラウとの関連において得た数値である。

混ぜる割合がどの位の数値が適当なのかはなお疑問がある。またどの種類の耕器を使えば最もよい数値を得られるかについても研究を要する。混ぜ合わせる効果についてはあらかじめ地層を調査し下層に栄養に富む層があるときは深耕プラウを用いて混層耕をすることが実用上効果が認められているが、一般に作土を深くするために心土を少しづつ耕して作土に混ぜるやり方は世界各地で認められている。また多少目的が異なるが東ドイツの東部地方の耕地の約16%は砂質土で低い収量効率と作柄の安定を高めることが決定的な経済目標になっている。この土地は保水力が非常に低く乾季に十分な水を作物に供給できないこと、心土の理化学的性質がきわめて不適で、固く詰った層化現象を起しており、酸性で栄養物が欠乏しているのがこの地方の心土の特徴である。わずかな根がこれらの層を貫通するだけであるから、表層に含まれている栄養物を摂取するだけで、ムンフェベルク穀作研究所 (Muncheberg Crop Farming Institute) の A. Kunze によれば、この地方は赤さび砂質土で約6%の粘土と沈泥、0.7%の腐植質、pHは5以下、降水量は平均550mmでしばしば干害を起している。この土地を改良する目的で図-3にあるようなプラウを同研究所とライプチヒの国立耕墾機製作所 (National Soil Tilling Equipment Makers at Leipzig) と協同で“B-185 特殊プラウ、アトホック”を考案した。これは幅50cm、深さ40~45cmの壟を反転せず横に動かし、附属している浅いプラウが横後方に後随し、表層の50%以下の深さで地表に生えている草やゴミを溝の中に写真の如く埋め込む。この方法は今までのところ繰返して何回も行う必



図-3 B-185 特殊プラウ—アトホック—

要なく、逆に繰返して毎年行った試験区では減収を示した。理化学性のあまり適当でない心土を混ぜ過ぎた結果と認められる。大規模にこの方法を導入した試験区では20%から30%の増収を示し機械の投資に要した費用は初年度の増収分で補償された(4t/ha平均ばれいしょ収量)。増収の主な原因は表層下に前にあった詰まった固い層の消失、透水性と耕やさされた心土の保水力の本質的な改善、pH値の増加、平衡状態の腐植質と栄養成分の確実な効果等が挙げられ、これまでは施された有機物の10%が腐植質として残留するに過ぎなかったが現在アトホックプラウを使って以来は30%が残留している。

日本では二段プラウは地表物のスキ込みや深耕を目的とする外に反転を助ける狙いがあった。反転は次の項に述べるが図-1の如き135°から145°の反転を狙いとするには深さと幅の割合を大体6:10に近くする必要がある。相当深耕しても前犁と後犁の二段に深さを分け、おのおのが前記の割合に近いところで耕起できるようになっている(図-4)。また混ぜ合わせる条件に天地返しの上層の上下の順序を崩さずに、壟土を碎土する構想のものがある。それは図-5に見る如く壟が反転する直前に回転ハローで強制碎土される。



図-4 二段二連プラウ



図-5 強制ロータリ・ハロー付三連プラウ

4) 反転の効果 (又は反転率)

プラウ耕において最も好ましい反転角度は、図-1の如く135°~140°である。下面に135°反転の場合は二等辺三角形の孔隙が連なり、そこに地表物等の有機物がスキ込まれる場所となる(図-6)。古くから天地返しと呼ぶのは180°反転のことで新墾の場合の「畳返し耕法」と同じである。180°反転は空隙量は最も少ない。135°反転は理論的には空隙量が最も多く且つ最も適当した値であるとこれまでされている。



図-6 草の埋込み

壟条が立ち過ぎているのは反転が弱い。90°に近くなると反転が戻ることもある。このような反転は不完全な天地返しとなり地表が露出され、草が再生し易く、土量も少ないので後作業がうまくゆかず良好な播床は作れない。

5) 均平の効果 (又は均平率)

要するに壟条が適当に平らに反転して互に密着し、相互間に空隙がなく、よく詰って稜角が正しく、図-7の如く多少丸味のある壟条の二面がよくきちんと揃って一様にあらわれているのが良い。写真では、壟は多少砕かれているが、形をよく維持している。播種床を作るか、冬耕向きの壟条にするか、しかもコネ土にするか否かにか

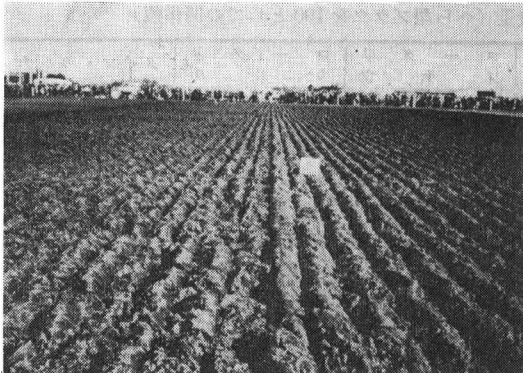


図-7 中央の合せ目が中高でない

かわらず農家はよく形の整った壟条で細かくとも粗くとも地表面が平らであることを希望する。冬耕に普通壟頂の高さが未耕地より約12cm高い場合、春には大体6cmに沈下する。西ドイツ国立農業機械研究所の H. Rid は表-6の如き成績を耕器別に報告している。また、続いて耕起による粗らさの相違について粗らさの係数を Kuipers 法で測定し表-7の結果を得ている。

表-6 各種耕器の均平成果の格付

耕 器	格付	備 考
デスクプラウ } デスクハロー }	6	若し速度が1.5 m/secより速いときは厚い土塊に斜に掛ける。
ロータリ・プラウ	—	へら型プラウに対し130%
ロータリ・カルチペータ	1	—
タイン・カルチペータ	7	小さい壟条
タイン・ハロー	3	—
タイン・ハロー	5	スプーンのような爪
タイン・ハロー	4	上と同じ爪+ロータリ・ホ
フ ロ ー ト	2	—

表-7 粗らさの係数

耕 器	粘 土 質 土 質	沈 泥 質	砂 質
へら型プラウ	48	—	29
ロータリ・プラウ	44	14	7
スピード・マシン	54	37	13
ロータリ・カルチペータ	16	5	2

註：測定法 (1) プロフィール記録計

(2) 粗らさ係数記録計・垂直針が5又は10cm毎の区間に記録。

6) 土壌の移動 (すき溝開き)

プラウ耕起は進行方向と横方向の両方向に多量の土壌を移動する。表-8に二つの異なる速度で、異なる犁体による耕起に基づく土壌の移動距離(cm)の測定値を示す。表の数値は壟条の平均移動距離を示す。速度の増加は土の移動距離に影響し準深耕プラウの方が汎用プラウより一層影響した。溝開きの幅は、前の末耕起地の表面に沿って測定できるすき開きの幅から数値が求められる。表-9に示すように溝開きの幅は速度の増加によって大きくな

り、0.5 m/s の増加毎に 5 cm の増加となっている。

普通のトラクタ・タイヤが通るのに十分な間隔をとるには、溝開きは 37 cm が適当な数値とされている。スキ幅は耕深に関連し、例えば耕深 30 cm にはスキ幅 70 cm が必要である。高速度のときはこの溝開きの幅はあまり大きくすべきではない。

表-8 異なる速度におけるプラウ耕起による土の移動距離

墾体の形式と速度	準深耕プラウ		汎用型プラウ	
	1.25 m/s	3.3 m/s	1.25 m/s	3.3 m/s
側方向移動距離	33.5 ^{cm}	76.0 ^{cm}	35.0 ^{cm}	44.5 ^{cm}
進行方向移動距離	20.0	73.5	20.0	24.5

註：成績の出所は表-1 と同じ

表-9 溝開きの幅

土 壌	1.1 m/s	3.3 m/s
砂質ローム	43 cm	70 cm
粘 土	46	73

註：成績の出所は表-1 と同じ

III 作物の収量

種々な試験の結果では、高い腐植質含量または高い粘土含量の特殊な条件の下ではヘラ型プラウはデスク及びロータリ・プラウ、ロータリ・カルチベータまたはティン・ハローによってさえも立派に置き換えられる。また多くの他の試験では一般の輪作条件の下で、あまり高くない腐植または粘土含量の土壤でヘラ型プラウは優秀であることも同様に立証されている。

プラウの代りにロータリ・カルチベータを利用した場合の試験では、ロータリ・カルチがプラウより優れていることを示している。この場合耕地に沢山の有機物が含有していることが重要である。例えばレープの後にビートを作る場合に、若しレープの残留物（茎葉根屑）を圃

場から全部取り除かれた場合は、ロータリ・カルチ区の収量はヘラ型プラウ区の収量の 90% に過ぎない。しかるにレープをスキ込んだ場合はビートの収量はヘラ型プラウ区の 106% に当り 5% 以上の増収を示している。この二つの成績の相違はヘラ型プラウは混ぜ込む率がロータリ・カルチより非常に劣っていることによると判断される。

ヘラ型プラウは有機物の少ない鉱物質土壤であまり細かい粒子の組織の土壤構造でない場合に適合する。重粘な土地では時々土塊が粗過ぎる。この種の土では細かい構造にする耕器の方が一層適合している（表-10 参照）。沢山の腐植質を含む土壤にはヘラ型プラウは利点を示さない。結局、次のような場合にプラウ耕の主な効果があると結論できる。

- 1 適当な深さに有機物をすき込む場合。その位置で好気性菌及び嫌気性菌の働きで腐植質が形成される。
- 2 永続性のある膨軟な土壤組織の中に空気を送り込む場合。このことはこねまわす土には必ず必要なこととされている。
- 3 剪断手段で土を砕く場合。ロータリ・カルチやデスクのような剪断手段よりも安定した粒子集団ができる。
- 4 同期的に深耕を必要とする場合。昭和の初期より当時の自動耕転機と畜力利用の和犁の収量に及ぼす影響について岡山、愛知等の各県農業試験場で試験されたが 5 年以内の連年継続試験では両者の間に大きな差がなく、それ以上継続する場合は 5 年に 1 回位の割合ですき起した方がよいということが常識的な結論であった。その理由は浅耕になりやすい意味が強かった。このような比較試験には両者の条件を同じにするのが普通であるから前に述べたロータリ・カルチベータは有機物を混ぜ込む場合に効果があるという特性は全く無視されていた欠点がある。

表-10 普通の土壤、輪作条件における作物収量（ヘラ型プラウを 100 としての関係値）

試験と土壤	へら型プラウ	デスク・プラウ	ロータリ プラウ	ロータリ カルチ	ティン・カルチ
砂質土ローム	100	91 88.5 77 83	99	73.6	78 (攪土) Sweep
4 年間継続					
粘 土	100		108	—	—
腐 植 質	100		—	116.1	—

註：成績の出所は表-1 と同じ

八郎瀉のヘドロ地盤の乾燥過程について

江 崎 要* 竹 中 肇**

I はじめに

八郎瀉は、東西 12 km、南北 27 km、総面積 22,024 ha の半かん湖で、琵琶湖に次ぐ日本第 2 の湖であった。

水深は最深部でも 4.5 m と非常に浅く、湖底は平坦で、大部分が肥沃な泥土で被われており、干拓に適した地形である。

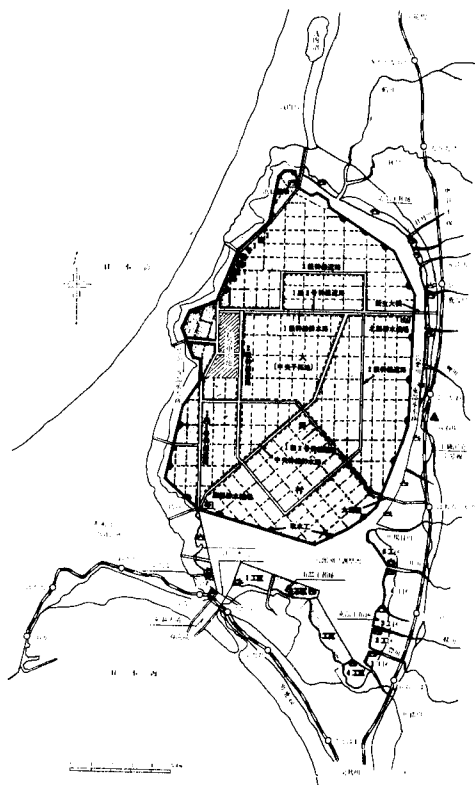


図-1 事業計画の概要図

八郎瀉 22,024 ha のうち、中央の 15,666 ha および周辺の 1,563 ha を干拓地として陸地化し、残余の水面は調整地、東部承水路、西部承水路として、洪水調節および用水源としての機能をもたせる。

調整地は船越水道に設ける防潮水門によって、外海か

* 農業土木試験場土地改良部

** 東京大学農学部 [1972. 10. 17 受理]

ら遮断され、淡水化される。

中央干拓地は延長約 52 km の堤防で囲まれ、地区内の余剰水は、南北に貫ぬかれた中央幹線排水路およびその末端の南部、北部排水機場によって排水される。

干拓された広大な土地には、60 ha を標準は場区画として、農道および用排水路が基盤目状に配置され、近代的農業が展開される。

すなわち、入植者 6 戸（入植者の配分面積は 1 戸当たり 10 ha が標準）の共同作業の形で、日本農業のモデル農村にふさわしい一貫した大型機械化営農が行なわれる。

八郎瀉干拓事業の工事着手は昭和 33 年で、昭和 38 年 11 月には、中央干拓地堤防の最終締切りが行なわれ、干陸が開始された。

翌 39 年 4 月以後、比較的標高の高い周辺部から順次陸地化され、昭和 42 年度には八郎瀉全体が干陸された。地表に現出した湖底の泥土は、ヘドロと呼ばれる非常に扱いにくい粘土である。含水比 250%~300%、間隙比 6~7、透水係数 10^{-7} cm/sec のオーダーであり、また粒度組成で、粘土分が 60%~70% をしめる地域（八郎瀉の西岸側）もあり、全国的にもあまり類例のない軟弱地盤である。しかも鋭敏比が 10 以上の値を示すので、一たん破壊すると急激に支持力を失ってしまう。

このような超軟弱地盤も、乾燥の進行とともにき裂の発生、酸化固化層の形成等、次第に耕地基盤としての条件を備えるようになり、昭和 43 年には、第 1 次入植者による大型機械化営農が開始された。

筆者らは、干陸以後八郎瀉のヘドロ地盤の経年変化、乾燥促進工法等について、検討を加え、その経過を見守ってきた。

その大略は、「八郎瀉のホ場乾燥に関する研究」（農土論集投稿中）としてまとめたが、この中からとくに地盤強度の発生、既乾燥履歴の影響等について報告する。

II 地盤強度の変化

A6 ほ場について、干陸以後、昭和 45 年までのコーン支持力経年変化（自然のまま放置した場合）を図-2 に示した。

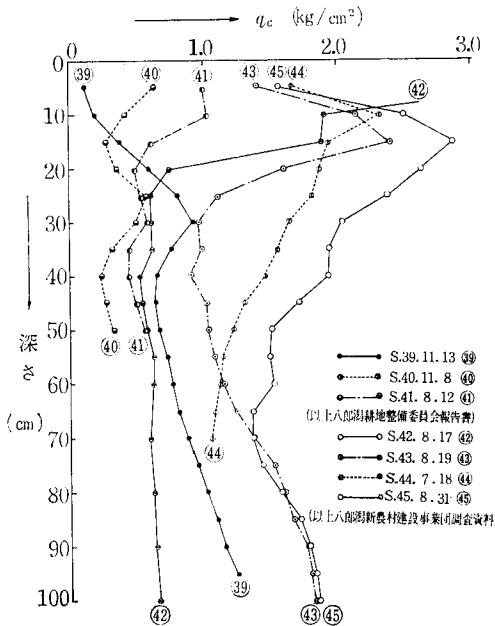


図-2 A₆ ほ場の各年度の最高コーン支持力値

ただし、コーン支持力は、コーン断面 6.45 cm²、プルビーングリング 30 kg、単管式コーンペネトrometer (ただし 42 年度のみ二重管式) によって 3 回反復測定とした。

また 42 年以後の測定値は 6 ヶ所の平均である。

なお、A₆ ほ場 (総合中心地の南側でヘドロの深さは約 10 m、また標高はほぼ -3.00 m) の地表露出は、昭和 39 年 4 月 (干陸と同時に) で、各年度ともほぼ最高の強度に達する時期の観測値を選定した。

また地盤強度の経年変化と関連して、A₆ ほ場の地下水位の経年変化、中央干拓地区内の管理水位 (中央幹線排水路水位) の状況、および総合中心地における気象記録 (月別降水量、月別平均気温) を表-1, 2, 3 に示した。

表-1 地下水位の経年変化 (A₆ ほ場)

年次	40年	41年	42年	43年	44年	45年	備考
地下水位 (cm)	10	15	22	28	32	45	地表面からの深さ、冬季を除く年間平均値

表-2 中央干拓地区内の管理水位 (中央幹線排水路水位)

年次	39年	40年	41年	42年	43年	44年	45年
水位 (m)	-3.50	-4.00	-4.50	-5.00	-5.50	-5.50	-5.50

表-3 総合中心地における気象記録

区分	年次	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月
降水量 (mm)	昭和41年	50	75	103	238	140	169	280
	42	120	33	32	91	187	226	164
	43	60	105	55	68	358	126	93
	44	157	111	60	165	174	127	101
	45	—	40	65	43	79	145	162
	船川平均*	104	98	109	148	130	192	139
平均気温 (°C)	昭和41年	8.1	13.5	17.8	20.5	24.5	19.1	14.7
	42	8.6	15.7	18.5	23.5	23.9	19.4	13.1
	43	9.0	13.8	18.4	23.1	22.7	19.1	12.1
	44	8.7	13.4	18.2	22.6	23.5	18.7	12.5
	45	—	16.1	17.9	23.0	24.2	19.6	13.7
	船川平均*	9.0	14.0	18.6	23.2	25.3	20.5	14.0

* 船川 (男鹿市) における過去 25 年間 (昭和 11 年 ~ 35 年) の平均値である。

図-2 によって、A₆ ほ場の地盤強度の経年変化の状況をたどってみよう。

干陸後 2~3 年 (39 年 ~ 41 年) の強度変化は非常に小さく、地盤強度が大きくなったとはほとんどいい難いのに対して、42 年度以後の強度増加は、非常に顕著である。

42 年度にはいると、深さ 15 cm までの表層部の強度が非常に大きくなるが、この変化も表層部だけに限定されている。

これは 20 cm 付近にシジミ貝の死滅した貝がら層が存在し、この層によって乾燥の進行が妨げられたこともその一因と考えられる。

43 年度になると、深さ 5 cm の地表面の強度は、早くも低下するが、強度の大きい層が深さ方向に拡大して、ほぼ 20 cm ~ 25 cm となる。

この地表面での強度低下は、乾燥とともに発生する亀甲状の第 1 次、第 2 次き裂の段階が終了して、細屑化の段階に進んだことを示すものであろう。

44 年度以後では、深さ 30 cm 以下の深層部における強度増加が顕著に見られるようになる。

このように、42 年を境に、地盤強度は急速に上昇するが、この意味を含水比との関連から考察した。

図-3 は、第 1 次入植ほ場 H₉ ほ場における昭和 41 年度の含水比コーン支持力の関係である。

これによると、含水比がほぼ 180 % 付近に低下するまで、ほとんど強度増加はみられないが、含水比が 180 % ~ 150 % に低下するときに強度は急激に上昇している。

このように、乾燥過程のある一時期に、地盤強度が急

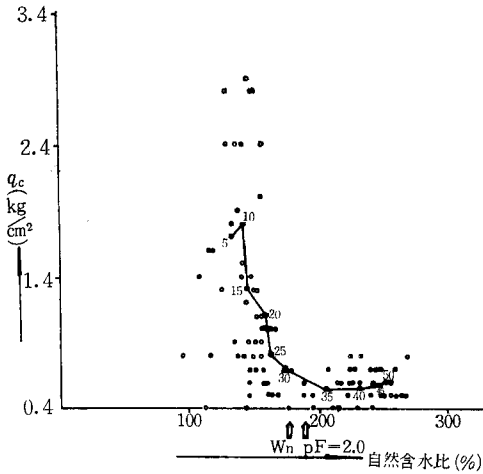


図-3 自然含水比とコーン支持力との関係
(H₉ほ場、深度5cm~50cm、昭和41年5月~11月10回測定)

激に上昇する現象は、八郎瀉全域にわたって一般的にみられる現象で、A₆ほ場の場合には約200%である。

ある特定の含水比を境に、地盤強度が急上昇する理由は次のように説明できるであろう。

一般に、水中沈積状態から、徐々に乾燥させて行なった場合、 $pF=2.0$ および液性限界が1つの力学的転移点とされている¹⁾。

このような面から、八郎瀉のA₆ほ場の場合について考察してみると、乾燥の進行とともに約300%の当初含水比から、ほぼ200%の含水比まで低下してくると、 pF では1.5~2.0の乾燥状態を経験するようになり、1つの力学的転移点に到達したと考えることができる。したがって、この含水比を境に急激な強度上昇がみられるということになるのであろう。

Ⅲ 乾燥履歴の記録

一般に、過去に経験した乾燥履歴はめいりょうに記憶されて、元の姿に完全に戻るようなことはないといわれている。

これは、高乾燥状態を経験することによって、土自体の性質が徐々に変化するためであり、過去の乾燥履歴の影響は、乾燥、湿潤を繰返すたびに、次第に強く現われるようになると思われる。

このような過去の乾燥履歴の問題を、昭和42年度A₆ほ場の定期定点観測値を基に、連続旱天時におけるコーン支持力、水分張力の変化から検討することにした。

地盤強度はいうまでもなく、降水の多少による乾燥期湿潤期に従って大きく変化するし、また長期間連続旱天

が続く乾燥期には、地盤強度も著しく増加するはずである。

昭和42年度には、連続旱天が長期間続く乾燥期が3回(第1回5月18日~6月28日、第2回7月14日~8月9日、第3回8月20日~9月1日)みられる。

この3回の乾燥期における乾燥速度の違いを知る方法として、累計蒸発量(以下単に累計蒸発量と称する)と、コーン支持力、水分張力の上昇との関係を求めることにした。

累計蒸発量とは、乾燥期の始点(かなり多量の降水後に、地表面の水分張力がほぼ0付近になったと思われる日)から起算して、その後の連続旱天日の日々の蒸発量の累計値(日雨量5%以下は連続旱天と考えたが、少量といえども降水として無視できないので、累計蒸発量から差し引いた)のことである。

この累計蒸発量とコーン支持力、水分張力の上昇との関係を、深さ5cmおよび15cmの場合について比較した結果が図-4である。

この図から、コーン支持力、水分張力ともに、過去の乾燥履歴をめいりょうに記憶していることがわかる。

深さ5cmでの水分張力変化をたどってみると、第1回乾燥期においては、累計蒸発量100%前後まで水分張力は直線的に増加して、ほぼ450cmに達するが、その後水分張力は横バイの状態に変化し、累計蒸発量130%を越えた時点で、再度上昇傾向がみられるようになり、乾燥期の末期には510cmの負圧を記録する。

第2回目の乾燥期になると、水分張力のこのような直線的増加は、第1回乾燥期よりもさらに急激で、第1回目に記録した510cmの水分張力は、わずかに累計蒸発量60%~70%で達成されてしまう。その後、水分張力はほぼ500cm前後の横バイ状態を続けた後、累計蒸発量130%を越した時点から、また水分張力の上昇傾向がみられるようになる。

このように、一たん過去に経験した乾燥状態までは、その後の乾燥期においては、前回よりもかなり小さな累計蒸発量で到達できるということが出来る。

図-5に、昭和42年度の第1回、第2回乾燥期、および昭和43年度、44年度の乾燥期について、累計蒸発量が約68%の場合の「水分張力~深さ」の関係を示したが、この図からも、明らかに事前乾燥履歴が増せば増すほど、乾燥速度は早くなるということが判明する。

このように、過去において、一たん経験したことのある乾燥状態までは、乾燥速度は非常に早くなる反面、過去に全く経験のないさらに進んだ段階の乾燥状態に突入するためには、ある程度長期間の連続旱天を必要とする

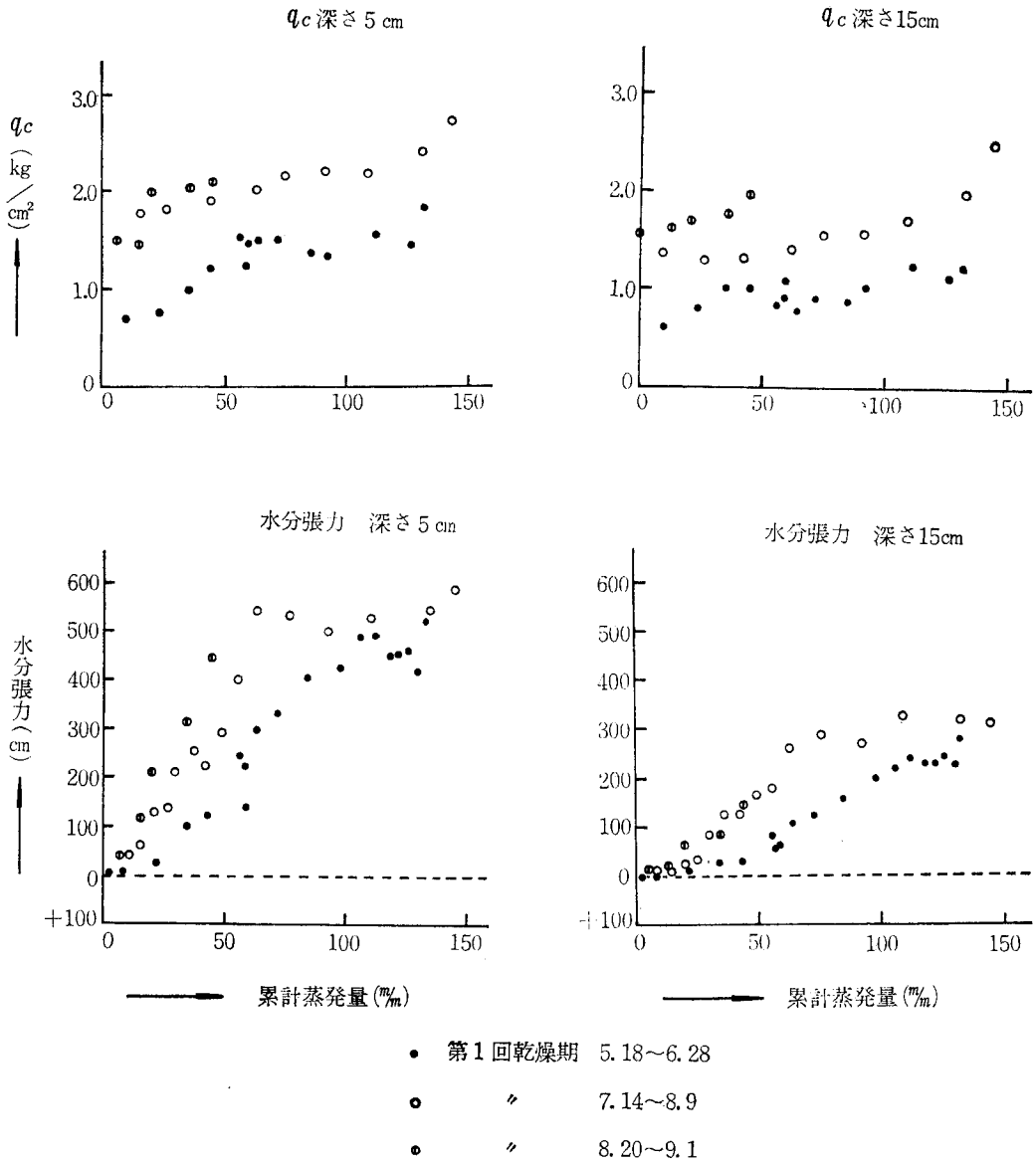


図-4 q_c , 水分張力~累計蒸発量の関係
(昭和 42 年度, A_6 は場放任区, 連続旱天時の比較)

ようである。

たとえば, 図-4 で, 深さ 5 cm のコーン支持力上昇にみられるように, かなり長期間の横バイ状態が続いた後, 乾燥期の末期, ほぼ累計蒸発量で 120%~130% を越した時点から, 急激な強度上昇が認められる。

このように, 地盤強度がある乾燥時点(水分張力)を境に, 急激に上昇する様子は, 昭和 42 年度第 1 回, 第 2

回乾燥期における A_6 は場の「コーン支持力~水分張力」の関係をまとめた図-6 を参照するとさらに明確になるであろう。

これによると, 地盤強度は深さ 5 cm の場合では 500 cm の負圧, 深さ 15 cm の場合では 300 cm の負圧を境に, 急激に上昇することがわかる。

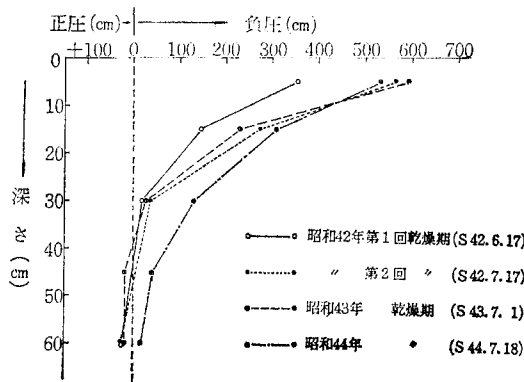


図-5 連続旱天時における水分張力の上昇状況 (A₆ほ場放任区, 累計蒸発量約68%の場合)

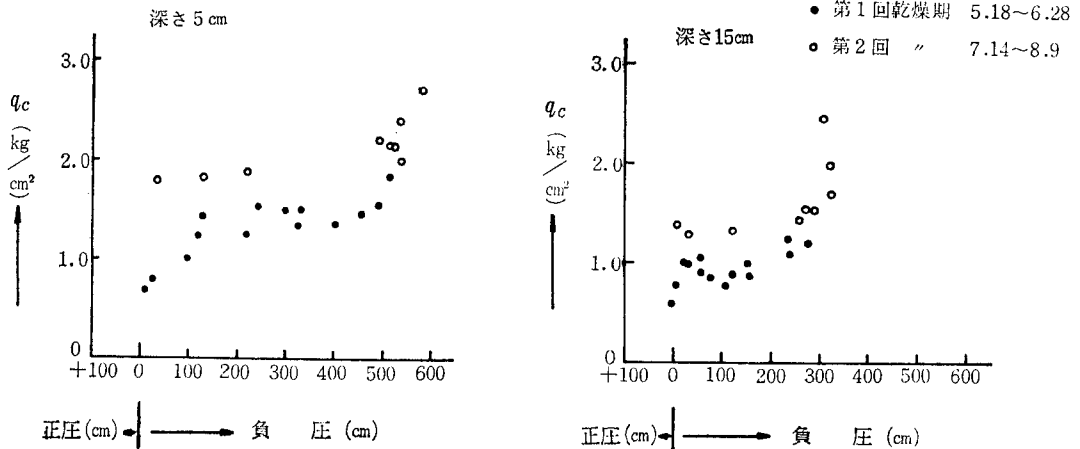


図-6 $q_c \sim$ 水分張力の関係 (昭和42年度, A₆ほ場放任区, 連続旱天時の比較)

IV 考 察

1 乾燥の進行と親水性の低下について

事前乾燥履歴の影響について述べたが、この現象はヘドロ自体の質的变化と関連した現象と考えられる。

乾燥の進行とともに、ヘドロ基盤は、表層から次第に深い層へと、ヘドロ自体の性質を変えながら土壌化が進んで行く。

この様子は、干陸後約5年の乾燥期間を経たA₆ほ場について、深度別に「pF～水分量」の関係を求めた図-7から、ある程度知ることができる。

「pF～水分量」との関係は、表層と深い層とでその位置、形もかなり異なっている。

深度30 cm, 40 cmの場合、pFの変化に対応する水分変化量は非常に大きく、またpF=2.0付近に急折点をもっているのに対して、深度20 cm以内の浅い層では、pF

の変化に対応する水分変化量の幅が非常に小さい。

これは、乾燥の進行とともに、不可逆的に親水性が低下して、次第に保水量が低下して行くこと、またpF=2.0以上の乾燥が非常に重要であることを示すものといえるであろう。

この保水量の減少は、仮比重の変化からも考察することができる。

乾燥の進行とともに、次第に、仮比重は不可逆的に増加するが、これに伴って含水比は低下する。すなわち仮比重と自然含水比との間には、次の相立関係がある。

仮比重大 → 含水比小

仮比重小 → 含水比大

これは、乾燥に伴う仮比重増加が、結果的には含水比の減少、すなわち保水量の低下をもたらすことを意味している。

このように、乾燥の進行によって、親水性が低下し、

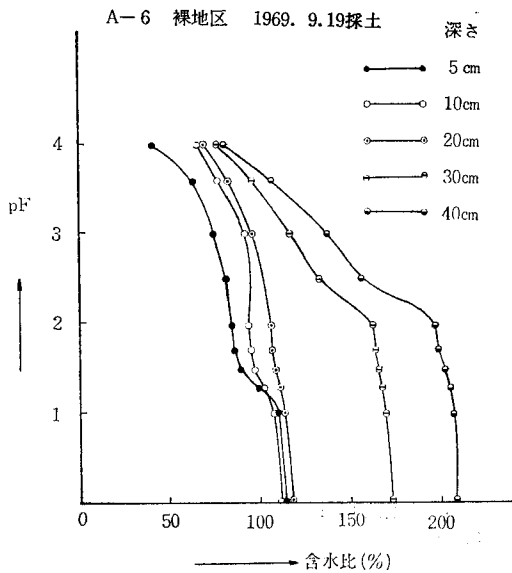


図-7 pF～水分曲線

保水量が減少するので、それだけ乾燥しやすい条件が作り出されてくると考えてもよいであろう。

このことは、干陸後2～3年の間、遅々として進まなかったは場乾燥が、昭和42年～43年を境に、急速に進行した事実とよく符号していると考えられる。

2 ヘドロ地盤における qc と pF の関係

地盤強度はある pF を境に急上昇することを示した(図-6 参照)が、この現象と関連して、qc と pF の関係について考察する。

干陸直後のヘドロはきわめて軟弱で、ほぼ理想的な塑性状態であると考えられる。

またコーン貫入時の貫入深さは、せいぜい100 cm 以内であるから、貫入時の土圧はさほど大きな影響をもたないので、実用上無視してもさしつかえない。したがって、これらの仮定条件から、コーン貫入時の土の挙動を整理すると、理論的に次式が得られる²⁾。

$$\log qc = -1.9 + pF$$

この式は、処女状態の軟質なヘドロが示す強度と水分との関係である。

この式に基づいて、比較的簡便なコーンの貫入作業によって得られる情報から、ヘドロの物理的工学的指標ともいえる pF を察知することが可能である。

初めて、乾燥状態に遭遇する処女状態のヘドロの pF と qc は、図-8 に示した直線上に位置しつつ変化して行く。

しかし、すでに述べたように、土は過去の乾燥履歴を記憶するため、一度 pF が上昇し、qc が増大した段階で、

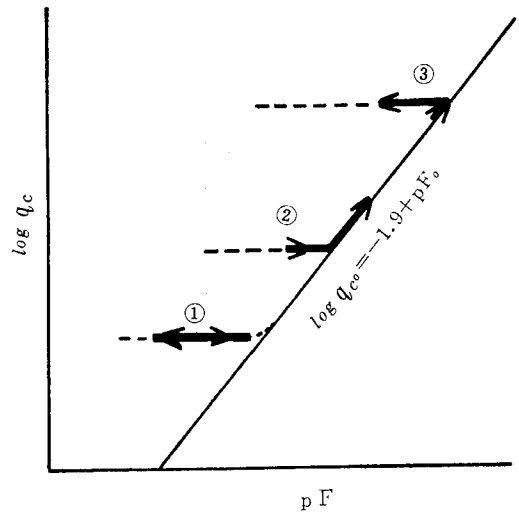


図-8 qc と pF の関係の模式図

再び湿潤化して pF が低下しても、qc の低下程度は小さい。

すなわち、土は乾燥時の内部応力の増加で、組織化され、強度が一たん発生すると、この過程を記憶していることを示す。

したがって、pF と qc の理論線からずれるときの pF₀、qc₀ の値が大きいほど、その土はきびしい乾燥履歴を受けたことを示す。

八郎瀧におけるヘドロ地盤は、天候、排水工法の実施状況、土の深度等による遅速はあっても、結局のところ図-8 に示したような変化の軌跡を辿りつつ、次第に固化して行ったものと考えられよう。

3 乾燥促進のための条件

地盤強度の経年変化と関連して、八郎瀧のような軟弱地盤を、乾燥促進させるための条件を考えてみよう。

八郎瀧のヘドロは、図-9 に示すように、自然含水比 W_n と液性限界 W_{LL} の値とがほぼ等しい。しかし、天候および排水条件(は場排水溝の有無、き裂の発達程度等)によって、土中水分はかなり変動して、自然含水比 W_n と液性限界 W_{LL} とは、おおむね次のような関係となる。

地表排水がきいていない場合、また干陸当初で天候が不順の時 $W_n \geq W_{LL}$

地表排水がきいて乾燥が進む場合、また連続干天が長く続く時 $W_n \leq W_{LL}$

すでに述べたように、液性限界は力学的転移点の1つでもあり、強度発生のためには、自然含水比が液性限界を少しでも下回ることが非常に大切である。

またこれを pF の面から考えれば、pF=2.0 程度の乾燥状態を経験することである。

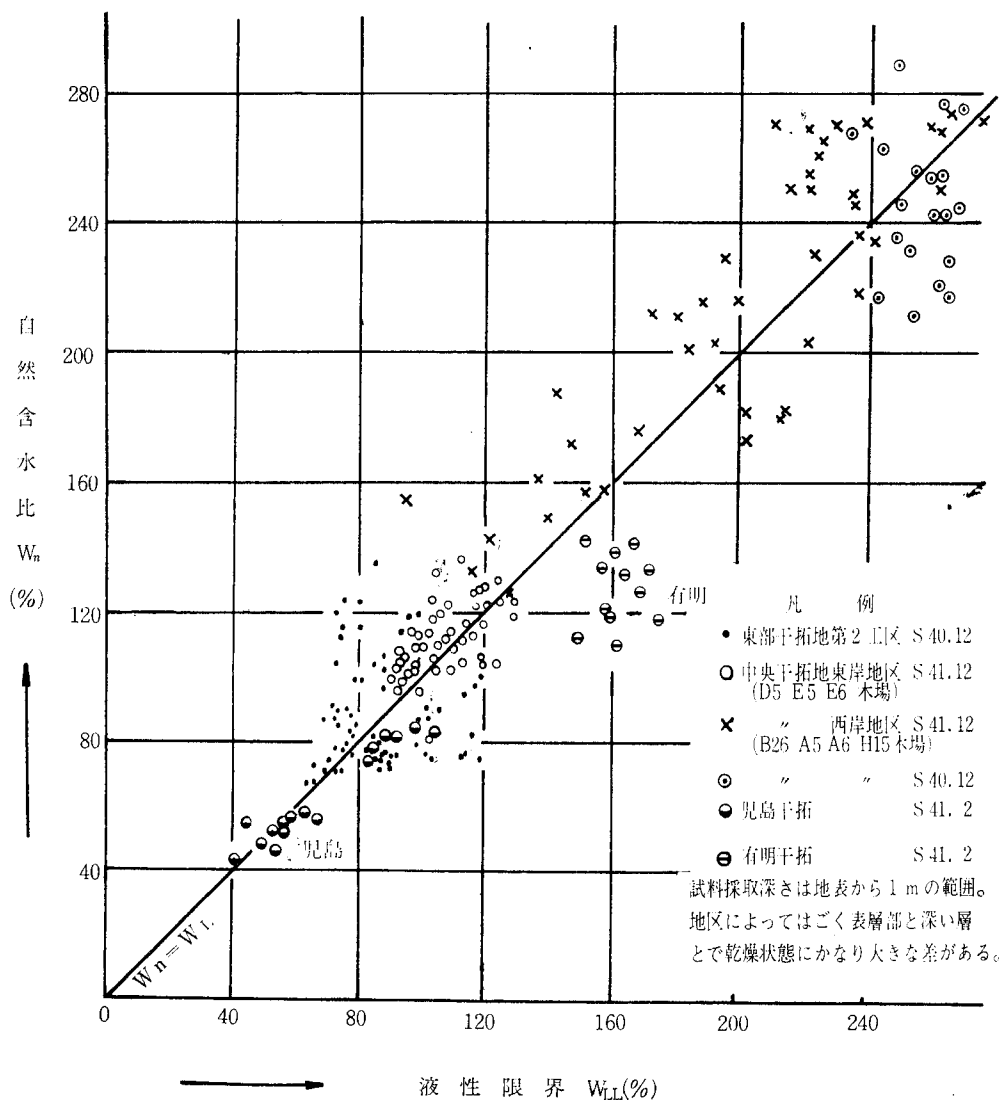


図-9 自然含水比と液性限界の関係

以上を要約すれば、次式の形で表現できるであろう。

$$W_n \leq W_{LL} \quad (\text{ここで } W_{LL} \doteq pF 2.0)$$

地盤強度を早期に発生させるためには、上記条件を満たしてやるのが非常に大切である。

このためには、天候がよいことが1つの条件である。しかし、八郎潟の場合、乾燥を急速に促進させるような有効連続干天は非常にまれか、または季節的な一時期に限定されるので、天候だけに期待するわけに行かない。

したがって、地表排水工を実施して、極力地表停滞水を排除して、乾燥が促進されるような条件を作り出しておくことが非常に大切である。

地表排水工によって、乾燥は促進され、これとともに

き裂が発生して、ヘドロ地盤の土壌化が進む。同時にこのき裂そのものが過剰水排除のための水ミチとなって、一層乾燥が促進されるということになる。

謝 辞

八郎潟のは場乾燥問題に関しては、農業土木学会内に組織された八郎潟耕地整備委員会(八幡委員長)でも、独自の調査検討が行われ、報告書が出されている。

この報文では、一部その成果も引用させていただいたと同時に、調査の過程、まとめの段階で、八幡先生をはじめ、委員会の諸先生の御討議、御示唆等、いろいろの面で御援助を賜わった点を明記し、厚く感謝申し上げます。次第です。

引用文献

- 1) 東山勇, 須藤清次: 土の力学的転移点, 一土のレオロジ的構造 (Ⅲ)一農土論集 14 号.
- 2) 新垣雅裕, 竹中肇: コーン支持力 q_c と pF との関係から見た水田土壌の挙動特性, 昭和 47 年度農業土木学会講演会, 講演要旨, p. 203~204.

鈳質土壤の物理性と茶樹の生育

—花崗岩質茶園の調査事例—

川村 秋男* 古賀 汎* 山崎 清功* 氏家 勉*

緒 言

筆者らは、先にみかん園土壤の生産力的特性について研究し、樹の生育と果実収量は細根群の伸長域の深さと対応関係があり、しかもその伸長を規定する土壤条件は基岩のほか礫土層の出現位置の深浅および仮比重で代表される下層土の物理性が水の挙動を通じて一義的な役割を果していることを明らかにした³⁾⁶⁾。しかし同じ永年生作物でも、茶園土壤についてその生育との関連性を究明した報告は必ずしも多くないようである。したがって、上記のみかん園土壤における成果が茶園土壤にも適合するかどうかを検討するとともに、茶樹の生育に好適な土壤条件を明らかにして適正な土層改良目標を設定するための手掛りを得る目的で、花崗岩質茶園土壤を対象に現地調査を行ったので、その結果を報告する。

調査園の概況

調査園は香川県三豊郡高瀬地区の3園であって、いずれも標高30~40mの丘陵地形の同一斜面に立地し、土壤は主として花崗岩の風化物を母材としているが、特に園地番号3の下層土には長石様の白色礫が多く、その主体は石英斑岩に由来するものと推定された。また、これと同一母材が園地番号2の下層土にも部分的に介在することを観察した。各園とも1966年に水田を茶園に改造したもので、園地番号1および2は同一園主によって管理されており、品種はいずれもヤブキタである。しかしその植付年次は園地番号3が1年遅れてはいるが、植付距離・間隔などは総て同様である。茶樹の生育状況および後述の土壤断面調査の実施箇所を中心とする10個体

表-1 調査園の樹体調査結果 (1972・7)

園地番号	樹 体		生 育 状 態		
	樹 齢	品 種	樹冠径	樹高	新芽長
1	6年生	ヤブキタ	155 ^{cm}	76 ^{cm}	28 ^{cm}
2	〃	〃	107	57	16
3	5年生	〃	55	33	9

* 四国農場試験場土地利用部

[1973. 6. 13 受理]



図-1 茶樹の生育状況 (上から園地番号1, 2, 3の順)

についての樹体調査結果などは、図-1ならびに表-1のとおりである。

土壌調査方法および調査結果と考察

1 土壌断面形態

(1) 調査方法

土壌断面調査は、樹体調査を行った各樹列の中間位置または株元でそれぞれ俄雨前(園地番号1)およびその直後(園地番号2~3)に試坑し、おおむね畑土壌生産力に関する研究協議会⁵⁾によって設定された基準にしたがった。

(2) 調査結果と考察

土壌断面形態は、以下に述べるとおりである。

園地番号1

第1層(0~5 cm): 腐植を含む褐(7.5 YR 4/3)で部分的に明褐(7.5 YR 5/6)、半風化および風化小半角礫ありSCL, 中度の粒状構造で部分的には細塊状構造, 細・小・中孔あり, ち密度13, 細根すこぶる富む小根あり, 粘着性中, 半乾, 層界漸変。

第2層(5~35 cm): 明褐(7.5 YR 5/6)で部分的に明橙褐(7.5 YR 6/6)、半風化および風化小半角礫ありSCL, 弱度の細粒状および細塊ならびに塊状構造, 細・小孔あり, ち密度20 cmまで17以下16, 細根富む小根あり, 粘着性中, 湿, 層界漸変。

第3層(35~60 cm): 褐(7.5 YR 4/6)、半風化および風化小半角礫ありSCL, 弱度の細塊ならびに塊状構造, 細・小孔あり, 糸状および斑状の酸化沈積物あり, ち密度17, 部分的に23, 細根あり, 粘着性中, 湿, 層界明瞭。

第4層(60~70 cm): 明橙褐(7.5 YR 6/6)、半風化および風化小半角礫ありSCL, 無構造, 細孔含む, 糸状ならびに膜状の酸化沈積物含む, ち密度19, 根なし, 粘着性中, 湿, 層界明瞭。

第5層(70 cm~): 明橙褐(7.5 YR 7/6)

園地番号2

第1層(0~8 cm): 褐(7.5 YR 4/3)で一部灰褐(7.5 YR 5/4)、半風化および風化小半角礫含むSL, 中度の粒状構造, 細・小孔含む, ち密度8, 細根富む小・中根含む, 粘着性弱, 湿, 層界漸変。

第2層(8~25 cm): 明橙褐(7.5 YR 6/6)一部は灰褐(7.5 YR 5/3)、半風化および風化小半角礫含むSL, 弱度の粒状ならびに塊状構造, 細孔あり, 糸状の酸化沈積物含む, ち密度14, 細・小根含む, 腐朽根あり, 粘着性弱, 湿, 層界漸変。

第3層(25~48 cm): 明橙褐(7.5 YR 7/6)部分的

に灰白(2.5 YR 7/0)、半風化および風化小半角礫含むSCL, 弱度の塊状構造, 細孔あり, 糸状の酸化沈積物あり, ち密度11, 30 cmまで細根あり以下なし, 粘着性弱, 湿, 層界判然。

第4層(48~65 cm): 灰褐(7.5 YR 6/4)部分的に黒褐(7.5 YR 3/1)および明褐(7.5 YR 5/8)、半風化ならびに腐朽小半角礫ありSL, 無構造, 細孔あり, ち密度22, 根なし, 粘着性弱, 湿, 層界判然。

第5層(65 cm~): 灰褐(7.5 YR 7/4)、半風化および腐朽小半角礫ありSL, 無構造, 細孔あり, ち密度11, 根なし, 粘着性弱, 潤。

園地番号3

第1層(0~15 cm): 褐灰(7.5 YR 6/2)、半風化および風化小半角礫含むSCL, 弱度の粒状ならびに塊状構造, 細・小孔富む, ち密度13, 細根含む小根あり, 腐朽根あり, 粘着性中, 湿, 層界判然。

第2層(15~37 cm): 淡褐灰(7.5 YR 7/2)明褐(7.5 YR 5/8)灰白(2.5 YR 7/0)、半風化および風化小半角礫含むSCL, 弱度の塊状構造, 細・小孔あり, 糸状ならびに膜状の酸化沈積物含む, ち密度11, 25 cmまで細根含む, 腐朽根あり, 以下根なし, 25 cmまで潤, 37 cmに湧水面あり, 粘着性中, 層界漸変。

第3層(37 cm~): 灰白(2.5 YR 7/0)、半風化および風化小半角礫含むSL, 無構造, 細孔あり, 膜状ならびに斑状の酸化沈積物含む, ち密度23, 滞水, 粘着性弱。

以上のように色相ならびに土性は、園地番号1~2の殆んど全層と園番号3の上層土がともに7.5 YRおよびSCLであるのに対し、園地番号3の下層土の全体と同じく2の下層土の一部は2.5 YR, SLである。このように下層土の色相が異なるのは、主に母材の影響によるものと思われる。酸化沈積物は、園地番号1~2では第3層からまた園地番号3は第2層から出現し、特に園地番号3は37 cmの層位に既に湧水面がみられた点は特異的である。

一方、茶樹細根の断面分布状態は、いずれの場合にも酸化沈積物が含む程度の土層で停止していることが注目される。このことを表-1の樹体調査結果と照合すると、茶樹の生育の良否と細根の伸長域の土層の厚さとはきわめて密接な関連性のあることが知られ、かつ細根の伸長は土層における水の動態を通じて酸化沈積物の多少とその出現位置の深浅によって特徴づけられることを示しているとみるべきであろう。これらのことは、みかん園土壌における調査結果⁴⁾ともよく符合している。なお、土壌ち密度と細根分布との関係は、その測定が殆んど降雨直後に行なわれたため、一般的に低い値を示し、明確で

なかった。

2 土層の仮比重および三相分布

(1) 調査方法

各断面について層位別に100 ccの円筒により2~3点ずつ採土し、真比重、仮比重および三相分布などを実容積法で測定し、特に細根の伸長下限付近における特性を明らかにしようとした。

(2) 調査結果と考察

調査結果は、表-2のとおりである。

仮比重は園地番号1が1.0~1.6、同じ2は1.2~1.7、園地番号3では1.4~1.8の範囲に分布しており後程高く、また下層位程上昇している。一方、真比重は調査園による差異が殆んどないので、この仮比重は固相率と対応関係があるため、以上のことは固相率の動向にも適合することはいうまでもない。

液相率は、調査園全体としては28~38%であり、層位間では表土が一般的に高く、下層位でも園地番号1の第4層、園地番号2の第3層下部および園地番号3では第2層下部などは比較的高い。これらは、腐植含量または酸化沈積物の出現位置などに関係するものようである。

気相率は、園地番号順にそれぞれ12~21、5~21および2~15%の範囲であって、いずれも下層位程低く、前記の仮比重あるいは固相率の分布とは逆の関係にある。

つぎに、茶樹細根の伸長域下限付近における物理量をみると、園地番号1および2では仮比重1.5、固相率57%、気相率14~15%であるのに対し、園地番号3は仮比重1.6、固相率60%、気相率9%である。これらの値は、みかん園土壌における調査結果と類似しており、土性による相違が考えられないでもない³⁾⁴⁾⁶⁾。そして、酸化沈積物が出現する層位近辺においては仮比重が高いた

表-2 土層の仮比重および三相分布 (1972)

園地番号	層位 (cm)	真比重	仮比重	三相分布 (%)					孔隙率 (%)
				礫	細土	固相	液相	気相	
1	1 0~5	2.55	1.04	5.3	35.4	40.7	38.2	21.1	59.3
	2 5~20	2.68	1.37	8.4	42.7	51.1	31.7	17.2	48.9
		2.61	1.38	7.5	45.4	52.9	30.3	16.8	47.1
	3 35~60 (35~60)*	2.67	1.51	9.2	47.3	56.5	28.9	14.6	43.5
		2.62	(1.69)	(8.4)	(56.1)	(64.5)	(30.5)	(5.0)	(35.5)
4 60~70	2.64	1.45	9.1	45.8	54.9	31.8	13.3	45.1	
5 70~100	2.63	1.59	12.9	47.6	60.5	27.5	12.0	39.5	
2	1 0~8	2.65	1.24	8.2	38.6	46.8	32.0	21.2	53.2
	2 8~25	2.67	1.53	12.1	45.3	57.4	28.1	14.5	42.6
	3 25~35	2.65	1.51	13.0	43.9	56.9	29.1	14.0	43.1
		2.64	1.64	13.1	49.1	62.2	31.5	6.3	37.8
	4 48~65	2.67	1.68	11.1	51.8	62.9	31.6	5.5	37.1
5 65~90	2.68	17.1	11.3	52.5	63.8	30.9	5.3	36.2	
3	1 0~15	2.63	1.40	14.9	38.4	53.3	32.2	14.5	46.7
	2 15~25	2.63	1.58	17.0	43.1	60.1	30.8	9.1	39.9
		2.68	1.67	23.4	39.1	62.5	34.7	2.8	37.5
3 37~55	2.69	1.80	28.4	38.4	66.8	30.2	3.0	33.2	

注 1) * 部分的に介在するち密層

2) 点線は細根分布域の下限付近の位置

め、水分過剰と気相率の低下を招き、細根の伸長発達を阻害し腐朽根の発生を促しているものとみるべきであろう。

3 孔隙分布と透水性および保水性

(1) 調査方法

孔隙解析における pF-水分と透水性ならびに保水性の測定には、層位別に各断面から 100 cc 円筒で採取した試料を直接供試した。pF 0 は三相分布の孔隙率を当て、pF 1.0~1.5 は土柱法によりそれ以外はすべて遠心法で測定し、それぞれ容積%で表わした。また、有効保水量は pF 1.5 から pF 4.0 の水分率を差引いて求め mm 単位で示し、透水係数は毛管飽水させた供試土について常法によって測定した。

(2) 調査結果と考察

調査結果は、表-3 のとおりである。

非毛管孔隙は、全般的に下層位程低いが、その程度は園地番号 3 が最も著しいのに対し、園地番号 1 は最も少なく、茶樹の生育状態と平行する関係を示している。しかも細根伸長域の下限付近における非毛管孔隙は、園地番号 1 および 2 では 13~14%、園地番号 3 が 9% であって、前述の気相率とほぼ符合する。また、これらを飽和透水係数でみると、いずれもほぼ 10^{-4} 付近に当ることが認められ、明らかに仮比重の高いことが直接の要因となり、難透水性層を形成していることを示すものである。そしてこのことは、平峯^らが洪積層土壌における生育不良茶園では不透水層が浅い層位に出現したと述べていることに関連しているものと考えられる。

つぎに、毛管孔隙については各園地とも全層を通じて pF 2.7~4.0 の孔隙分布が比較的多いが、層位による変化は必ずしも著しくはない。しかし、pF 1.5 以上相当の全毛管孔隙は、園地番号 1 の第 4 層、園地番号 2 は第 3

表-3 土層の孔隙分布と透水性ならびに保水性 (1972)

園地 番号	層 位 (cm)		pF-水 分 (Mv %)					非毛管 孔 隙 (%)	透 水 係 数 (K)	有効保水量 (mm)	
			0	1.0	1.5	2.7	4.0			層位別	全根域
1	1	0~5	59.3	47.3	41.3	33.8	22.3	18.0	2.0×10^{-3}	9.5	
	2	5~20	48.9	36.2	32.7	29.4	20.8	16.2	3.4×10^{-3}	17.9	
		20~35	47.1	36.5	32.3	27.6	19.8	14.8	7.0×10^{-3}	18.8	
	3	35~60 * (35~60)	43.5 (35.5)	32.1 (32.9)	29.9 (32.0)	26.7 (29.1)	19.4 (22.1)	13.6 (3.5)	2.0×10^{-3} (1.7×10^{-4})	26.3 (24.8)	72.5
	4	60~70	45.1	35.2	32.8	27.3	18.4	12.3	5.1×10^{-4}	14.4	
5	70~100	39.5	30.2	28.0	24.3	15.7	11.5	8.0×10^{-4}	36.9		
2	1	0~8	53.2	39.8	34.7	29.1	19.3	18.5	1.0×10^{-2}	12.3	
	2	8~25	42.6	33.8	30.2	26.4	18.6	12.4	1.0×10^{-3}	19.7	
	3	25~35	43.1	33.2	29.9	23.5	15.5	13.2	1.3×10^{-3}	14.4	39.2
		35~48	37.8	31.5	30.6	23.2	14.0	7.2	3.4×10^{-5}	21.6	
	4	48~65	37.1	33.6	31.8	25.5	16.6	5.3	1.1×10^{-5}	25.8	
5	65~90	36.2	30.5	29.3	20.6	12.1	6.9	1.3×10^{-5}	43.0		
3	1	0~15	46.7	34.5	32.5	25.4	16.0	14.2	1.7×10^{-3}	24.8	
	2	15~25	39.9	32.6	30.7	25.7	17.4	9.2	3.5×10^{-4}	13.3	38.1
		25~37	37.5	34.7	34.3	29.3	20.2	3.2	6.7×10^{-6}	16.9	
3	37~55	33.2	30.0	28.2	23.7	17.2	5.0	4.7×10^{-5}	19.8		

注) 1) * 部分的に介するち密層
2) 点線は細根分布域の下限付近の位置

層の下部、また園地番号3では第2層の下部がいずれも特に高い。この傾向は、前述の液相率の動向と同様であって、透水性低下の臨界層に相当しているばかりでなく、茶樹細根の伸長発達を規制する層位ともほぼ一致する。

細根分布域における有効保水量は、園地番号2および3の間には大差がないが、園地番号1はそれらの約2倍にもおよんでいる。

以上のように、孔隙の分布状態は仮比重あるいは固相率の高低を反映しており、茶樹の生育に密接に関係する細根の伸長発達に対するそれらの限界値は、それ自身が透水性と保水性に調和のとれた限界でもあることを示すものと理解すべきであろう。

4 土層の化学性

(1) 調査方法

前項における物理性の測定に用いた試料とは別に、各調査断面から採取した風乾細土を供試し、つぎの方法で分析した。

全炭素および全窒素……CNコーダー法

pH……硝子電極法

置換性塩基……醋酸アンモニア抽出液について原子吸光法

塩基置換容量……醋酸アンモニア液によるpeech法

(2) 調査結果と考察

調査結果は、表-4の通りである。すなわち、全炭素からみた土壤有機物および全窒素含量は、いずれも表土が高く下層位程漸減しているが、園地番号1が他の2園に比較して全般的に高い傾向がある。pH (kcl) は、全体として3.2~4.9の範囲にあるが、園地間ではおおむね園地番号3>2>1の順位であり、さらに層位では園地番号1の表土および第3層と園地番号2の第4層が、また園地番号3は全層がそれぞれ高い。

また、置換性全塩基およびその主要構成成分であるカルシウムならびにマグネシウムあるいは塩基置換容量なども園地番号1~2に比べて園地番号3がこれまた全層にわたって高く、同様な傾向はほぼ塩基飽和度または石灰飽和度などにもみられる。

石垣²⁾は、樹勢の衰弱が甚だしい茶園土壤は健全園よりも土層のpHが高いのに対し、塩基置換容量および置換性塩基含量は小さいことを報告しているが、本調査の範囲ではpHの動向に関する限りそれと一致しているけれども、後者の点ではむしろ相反した結果を示した。

要するに以上の諸点からみて茶樹の生育には、土層の化学性よりも水の動態を通じて下層土における物理性が支配的な要因になっているものと推測できるが、それを確定するためにはさらに多くの成果の集積が必要ないことはいうまでもない。

表-4 土層の化学性

園地番号	層位 (cm)	T-C (%)	T-N (%)	C/N	pH		塩基置換容量 (me/100g)	置換性塩基 (me/100g)				塩基飽和度 (%)	石灰飽和度 (%)
					H ₂ O	kcl		Ca	Mg	K	Na		
1	0~5	2.96	0.260	11.1	4.43	3.60	13.2	4.50	0.82	0.77	0.09	46.8	34.1
	5~35	0.54	0.065	8.4	3.98	3.19	10.8	1.80	0.78	0.99	0.11	34.0	16.7
	35~60	0.42	0.046	9.2	4.33	3.60	7.3	1.70	0.86	0.66	0.10	45.5	23.3
	60~70	0.24	0.024	10.0	4.22	3.45	7.8	1.30	0.70	0.36	0.13	31.9	16.7
	70~	0.20	0.020	10.0	4.20	3.50	6.9	0.85	0.41	0.21	0.09	22.7	12.3
2	0~8	2.19	0.180	12.0	4.37	3.50	14.2	3.80	0.53	0.66	0.10	35.8	26.8
	8~25	0.27	0.022	12.2	4.02	3.30	8.3	1.30	0.57	0.49	0.08	29.3	15.7
	25~48	0.12	0.012	10.0	4.30	3.40	14.5	1.48	0.74	0.42	0.10	18.9	10.2
	48~65	0.19	0.019	10.0	4.60	3.65	6.1	1.60	0.70	0.39	0.10	45.8	26.2
	65~	0.15	0.015	10.0	4.60	3.58	8.4	1.02	0.45	0.31	0.09	22.3	12.1
3	0~15	1.12	0.105	10.7	5.90	4.89	17.4	6.30	1.76	0.74	0.11	51.2	36.2
	15~37	0.55	0.046	11.9	5.30	4.00	20.0	4.60	1.55	0.43	0.13	33.5	23.0
	37~	0.11	0.010	11.0	4.80	3.62	15.7	4.25	2.37	0.41	0.15	45.7	27.1

注 1) 点線は細根分布域の下限付近の位置

2) 乾土

摘 要

この報告は、茶樹の生育に好適な土壌条件を解析し、適正の土層改良目標を明らかにしようとして、主として花崗岩の風化物に由来する現地茶園土壌について調査検討したもので、得られた結果の要点は次の通りである。

(1) 樹冠径、樹高および新芽長などからみた茶樹の生育状態が良好な園程、土壌断面における酸化沈積物の出現位置が深くて少なく、しかも細根の垂直的伸長域の土層は厚く腐朽根の発生も少ないかまたはなかった。

(2) 細根の伸長発達は、土層の pH、塩基状態などの化学性よりもむしろ下層土における物理性による支配度が優先し、粗粒質土では仮比重 1.6、固相率 60% 以上および非毛管孔隙 10% 以下の断面が浅い位置に出現する程阻害され、かつ雨水の停滞を招いて腐朽根の発生を促すことを示した。

(3) 茶樹の順調な生育には、上記の限界物理量を越えない土層が 60 cm 以上は必要であり、この条件は透水性と保水性とに調和のとれた限界でもあったと考えられた。

引用文献

- 1) 平峯重郎・池ヶ谷賢次郎 (1971): 茶業技研, 41, 20~30
- 2) 石垣幸三 (1967): 茶業技研, 35, 70~75
- 3) 川村秋男・古賀汎・山崎清功・氏家 勉 (1970): 四国農試報, 22, 1~25
- 4) 古賀汎 (1972): 四国農試報, 25, 119~232
- 5) 農林省農林水産技術会議 (1962): 畑土壌生産力に関する研究, 12~23
- 6) 農林省農林水産技術会議 (1971): 果樹園土壌生産力に関する研究 研究成果, 47, 82~94

除 塩 の 基 礎

宮 本 征 一* 長 堀 金 造**

土壌中の余剰及び有毒塩分を除去する（除塩）は、乾燥地での作物栽培上、欠かせないことである。湿潤地であるわが国に於いては、除塩の必要性は余りかえりみられていない。しかし、今後は干拓地の畑地利用の拡大に伴う塩問題、干拓地の土層改良、海岸沿いの耕地の管理、あるいはまた施肥、汚水カンガイ、排物の土中処理等に関連して一考すべき問題と思われる。本報は、除塩に関する近年の研究成果をとりまとめ、その基礎となることを解説したものである。特に、土壌物理、農業土木と関係の深い、リーチングに関する事項の解説に重点をおいている。

I 除塩の必要性を判定する要因と基準

1) 作物の生理機構への直害をさける

土壌水中の塩分濃度が高くなると浸透圧が増加する。浸透圧がある程度以上になると、作物の水分吸収機構に悪影響を及ぼし、結果として生育減退をきたす。土壌がこのような余剰の塩分を含んでいる場合、除塩が必要であるとみなされる。

土壌中の塩分濃度（又は浸透圧）に抵抗する作物の能力^{2,3,39)}は、その種類、品種によって異なるので、除塩の必要性を判定する基準も当然対象とする作物によって異なる。表1に代表的な作物の抵抗性を判定する基準²⁾をかかげている。ECeは Saturation Extract の電気伝導度^{注1)}（塩分の活動度に比例する）で、濃度を示す指標として代用している。

表にかかげる基準は、作物の生育段階、気象条件等によっても異なる。一般に、作物の抵抗性は発芽直後に最も低く、完熟期に最も高い。例えば、水稲は EC が 30 mmho/cm（海水濃度の約半分）程度でも 80% の発芽率を示すのに対し、発芽の成長は EC が 4 mmho/cm 程度で半分に減少する³²⁾。蒸発の激しい気象条件では、作物

* Dept. of Soils, Water & Engineering, Univ. of Arizona, U. S. A.

** 岡山大学農学部

注1) ECe (mmho/cm) を浸透圧 (atm) に換算するには 0.36、濃度 (meq/l 又は ppm) に換算するには、各々 10,640 を乗ずる。これらのファクターは、塩の種類、および pH によって異なるが、定温時 (25°C) の平均値で代用している³⁹⁾。

表-1 作物の塩分総濃度に対する抵抗性生育
又は収量が 10~15% 減少する時の ECe

ECe, mmho/cm	作物名
1.5~ 2	おらんだいちご, わになし, せいようやぶいちご, あんず, もも, アーモンド
2 ~ 3	(ラジノ, 赤, 白)ークロバー, いんげん, セロリ, かぶ なし, りんご, レモン, グレープフルーツ, みかん
3 ~ 5	きゅうり, まくわうり, タマネギ, にんじん, こしょう, 甘藷, さとうもろこし, レタス, カリフラワァー, キャベツ, ブロッコリ, トマト, ぶどう, オリーブ オーチャードグラス, アルファルファ
4 ~ 8	ひまわり, 米, とうもろこし, 大豆, さとうもろこし, こうりゃん, からす麦, 小麦, ライ麦, ホーレンソウ, アスパラガス, ガーデンビート
8 ~ 12	棉, さとう大根, 大麦, ローデスグラス, パーミュウダーグラス, ソルトグラス

の抵抗性は一般に低下する。前述の基準は乾燥地を対象としたもので、わが国に適用する場合安全側を与えるものと思われる。塩分が土中に不均等に分布している場合、作物の生育は根群域の平均濃度におおまかに比例する^{5,9,36)}。塩分濃度が時間について変動する条件下では、作物の生育はそれを時間について平均化したものにおおまかに比例する⁴⁾。前述の基準に及ぼす温度、特に土中湿度の影響は未だ明確でない。

作物の生理機構及び生育に悪影響を及ぼす第2の過程は、ある特定の塩分が作物中に集積する場合である。代

表的な例としては、果樹に対する $\text{Na}^{25)}$ 及び $\text{Cl}^{16)}$ 、果樹、野菜、果菜に対する $\text{B}^{5,14)}$ 及び $\text{Li}^{1,20)}$ の毒性がある。その他 Mo 、 Sc 、 Zn 、 Mn 等による毒性¹⁰⁾も報告されている。この種の塩は土中で濃度が低いと欠乏し、濃度が少し高くなると過剰に吸収され作物体中に集積する。果樹のように生育期間の長い作物は一般にこの害を受けやすい。

この種の塩の除去基準を土壌分析だけから決めることは未だ無理が多い。おおまかな目安として果樹を対象とする場合、 Na 又は Cl の土壌水中での濃度が 300~600 ppm 以上の場合^{6,16,25)}又は $\text{ESP}^{22)}$ が 2~10 以上の場合²⁾、その除去が必要であるとみなされる。他のイオン、特に Ca^{++} 、 SO_4^{--} 等が土壌水中に混在する場合、 Na の害は若干小さくなる。 B 、 Li が作物の生育に悪影響を及ぼす濃度は極めて低く、果樹を対象とする場合土壌水中に約 1~10 ppm^{2,5)}、果菜、野菜の場合 20~40 ppm 程度とみなされている。これらの要素は海水、汚水、下水、温泉、工場排水、固体排物の分解物中にひんぱんに含まれており、乾燥地に限らずこの害は潜在しているものと考えられる。

塩分が作物の生理機構及び生育に悪影響を及ぼす第三の過程は、ある種の塩分が多くなることによって他の種の養分の作物吸収、有効性が低下する場合である。例えば Na 、特に交換性 Na が増加することによって Ca の作物吸収が減退する、 H^+ 、 OH^- イオンの変動による微量要素の有効性及び吸収が制限される等がある。

2) 土壌の物理性の悪化をさける

土壌中の塩分は作物の生理機構に直害を与えるだけでなく、土壌の物理性にも影響し、結果として作物の生育、その管理に不都合を生じる。特に、 Na は土壌を分散させ粘土を膨潤させ、透水性、通気性を減退させる。また粘質土の収縮、亀裂を増加し表面クラストを形成する要因となる。他の一価イオンも Na に似た作用をするが、その程度は Na ほど激しくない。

透水性を減退させる Na の基準⁴¹⁾は、土壌の種類、かんがい水の水质によって異なる。低塩度水及び淡水を用いる場合、通常の粘土質土壌では ESP が 10 から 15 以上になると透水性が急に低下する。特に膨潤性の粘土を含む土壌では ESP がこれ以上になるとほとんど透水は望めない。収縮、亀裂、クラスト形成に対する Na の基準は未だ明確でない。

3) 土壌微生物への悪影響をさける

注2 ESP (Exchangeable Sodium Percentage)=当量単位で表わした場合の交換性 Na のカチオン交換容量に対する百分率

土壌中の微生物は有機質、肥料分の分解、大気中への CO_2 の補給、土壌の安定等に関与し、非常に重要な働きをする。塩分濃度の増加は微生物の活動を制限する。総濃度に対する抵抗性は、農作物の場合と同様にその種類によって異なる。また特定の物質、例えば重金属等は微生物の活動を著しく低下せしめる。微生物の活動を考慮した除塩の判定基準は確定していないが、必要に応じて検討すべきことである。

II 余剰塩分の除去法

1) 低塩度水によるリーチング

土壌中の余剰塩分を塩分濃度の低い水で土中から流し出す方法で、除塩法としては最も基本的な方法である。適用にあたっては、当然ながら低塩度水が豊富にあること、十分な透水性があること、および排水が可能であることが前提となる。

リーチングの方法は土地条件によってさまざまであるが、最も一般的な方法はたん水で鉛直浸透を起こし塩分を下層へ押し出す場合である。今、単純な場合として、土壌を満たしている塩水を淡水で押し出す場合を例にとる。土壌中の孔隙での水流速が全て等しく、かつ拡散による混合及び脱着がない場合、淡水はピストンのような作用をして塩水を押し出す(ピストン型置換)。従って、除塩に必要な水量は対象とする土層の孔隙容積に等しい。

一般に、土壌の孔隙の大きさ、形状は均一でなく、また連続しているとも限らないので孔隙中の水流速は均一でない。また、水流速が小さい場合、拡散による淡水と塩水の境界における混合も無視できない。従って、淡水は図 1 の曲線 B に示されるように、その前線部で塩水と混和しながら塩水を押し出す。更に、吸着されていた塩分の一部は曲線 C で示されるように、時間的にズレて淡水中へ脱着することがある。

混和置換の場合に要する除塩水量がピストン型の場合に比べてどれ程大きくなるかは、主に孔隙の幾何的性質、土層深、水流速及び土壌水分量によって決まる。孔隙がほぼ等しい砂等に於いては、ピストン型置換が実用性を妨げない範囲で当てはまる。砂壤土、壤土においては、ピストン型の場合の水量の約 1.2 倍、団粒の発達した土壌では約 1.5 倍、亀裂を有する土壌ではこれ以上になる場合がある。リーチングを始める以前に土壌が乾燥している場合、これらの値を約 1.5 倍すれば大まかな必要水量が得られる。未飽和流で除塩を行なう場合の必要水量は、飽和流の場合に比べ小さくなる。脱着混和置換の場合に要する除塩水量は、全般的に法則立てることはむず

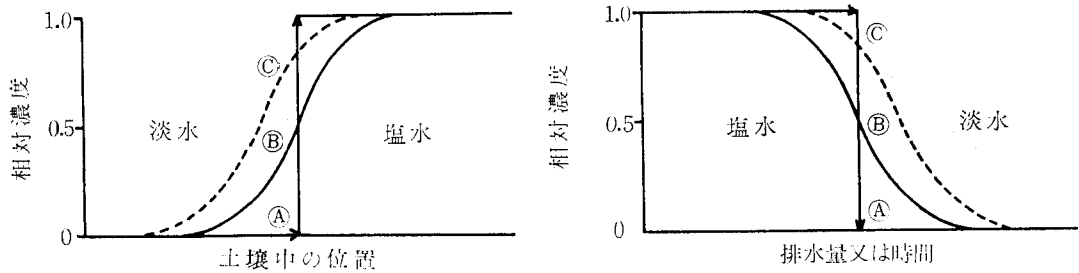


図-1 一次元流によるリーチング

A; ピストン型置換 B; 混和置換 C; 脱着混和置換

かしい。

更に正確な除塩必要水量を求めたい場合、与えられた条件の下で試験プロットまたは土柱を用いて実際にテストする必要がある。近年、この問題を数学的に取扱った報文^{11,17,18,21,30,31,40}が数多くみられる。特に Nielsen and Biggar^{29,30}の報文は、この問題を手ぎわよくまとめている。これらの報文は、除塩水量を推定するというよりも置換現象を数的に記述した意味で興味深い。

下層に不透性層が存在するような場合、あるいはまた地下水が極端に高いような場合、鉛直浸透で以って除塩することは問題が多い。このような条件下では、排水溝または暗渠を用いてそれへ塩水を流し出す方法が用いられる^{24,28,35}。排水溝、暗渠へ向う浸透水の速度は不均一であるために、除塩形態も通常不均一になる。満水した排水溝へ除塩する場合の前線の移動形態を解析した Miyamoto and Warrick²⁷の結果の一部を図2に引用する。排水溝中の水深が極めて浅い場合、前報⁴³で述べた暗渠の場合とほぼ等しい前線移動形態となる。

図は排水溝を中心にして対象な排水系の片側だけを示す。長さは排水溝間隔の半長 s で無次元化している。仮にその間隔を 10 m とすれば、排水溝の深さは 1 m、及

び $T=0.1$ の線は体積水分比を仮に 0.5 とすれば、水深 12.5 cm が土中に浸入した場合の除塩前線に相当する。前線の形態から明らかなように、排水溝の近くで急速な除塩がなされ、それから離れた所ではほとんど除塩されない。図2の右側の図に、与えた水量とそれと除塩される土層の断面積 A (s^2 で無次元化している)との関係を示す。鉛直一次元流の場合、与えた水量と A/s^2 は正比例するが、排水溝へ向う流れの場合漸次その線型関係からはずれる。与えた水量の一部は除塩の機能をはたすことなく排水溝へ流出するためである。従って、 C/C_s の曲線で示されるように、排水中の塩分濃度は急速に低下する。

排水溝、暗渠へ除塩する場合、その形態が不均一であるだけでなく、ある層の深さまで除塩するに要する水量も増加する。土層、平均 1 m までピストン型置換によって除塩するに必要な水量を表 2^{27,43}に示す。排水溝、暗渠へ除塩するに要する水量は、前述した理由により鉛直一次元流の場合の 2 倍から 8 倍を必要とする。排水溝・暗渠上部側方に不透水性の土盛をし、たん水をそれから離れた地面にのみ与える、またはその深さと間隔の比を大きくすることによって必要水深を約半分程におさえる

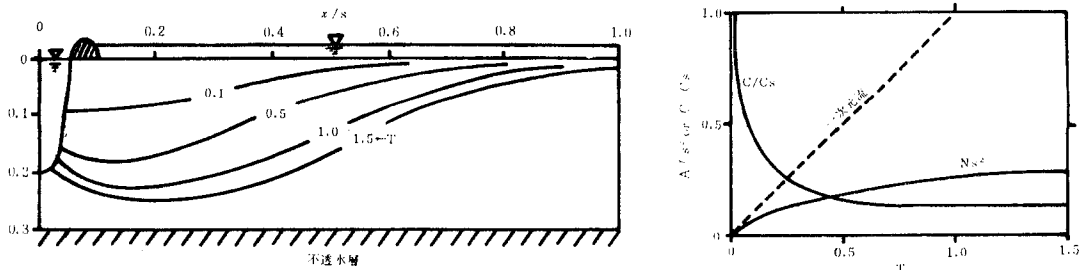


図-2 満水した排水溝へ除塩する場合の前線の移動形態

及び排水中の濃度 C の初期値 C_s に対する比

s = 排水溝間隔の半長 T = [排水溝単位長へ流入した水量]/[孔隙比 $\times s^2$]

A : 除塩された上層断面積

表-2 土層を平均1mの深さまでピストン型置換に
よって除塩するに必要な水量

$T = \frac{\text{排水溝または暗渠単位長さへ流入する水量}}{\text{[体積水分比} \times s^2]}$
 $s = \text{排水溝または暗渠間隔の半長}$ $d = \text{その深さ}$
 $a = \text{図2に示される土面土盛のy軸からの距離}$
 $h = \text{不透水性層の深さ}$

除 塩 方 式	T	必要水深* (m)
排水溝の場合		
$d/s=0.2, a/s=0.1, h/s=0.3$	3.1	3.88
$d/s=0.2, a/s=0.1, h \rightarrow \infty$	1.33	1.65
$d/s=0.2, a/s=0.3, h \rightarrow \infty$	0.60	0.75
暗渠の場合		
$d/s=0.2, a/s=0, h \rightarrow \infty$	0.89	1.11
$d/s=0.4, a/s=0, h \rightarrow \infty$	0.43	0.54
$d/s=0.2, a/s=0.3, h \rightarrow \infty$	0.49	0.61
一次元鉛直流の場合	0.40	0.50

* 暗渠または排水溝間隔 10 m, 体積水分比 0.5 の場合
ことが出来る。

リーチングに伴う高塩度水を地下水へ送り込むことは、その保全上好ましいことではない。近年乾燥地における除塩法として、未飽和流によって塩分を根群域から送り出し、地下水に至る以前に蒸発によって土中に集積させる方法が提案されている。例えば果樹を対象とする場合、樹木の近くにかんがい水を未飽和状態になるよう低流量で与え、塩分が根群域から送り出された時点で自然蒸発によって集積させる。この様な条件下における水分、及び塩分の移動形態を明確に定めることは非常に複雑な問題で現在研究途上にあると言える。

2) 高塩度水によるリーチング
前報⁴¹⁾ 13 ページを参照されたい。

3) 特殊な溶質を含む水によるリーチング

Na を多く含む土壌を低塩度水でリーチングしようとする場合、前述したように土壌の透水性が急減し、リーチングは時間的に不可能になる場合が多い。Ca⁺⁺ を含む化合物を低塩度水に投入してリーチングを行えば、その SAR^{注3)} が低下し透水性減退をきたすことなくリーチングを行なうことができる。酸性の水を用いる場合、土壌は (Ca, Mg) CO₃ を含んでいることが前提である。(Ca, Mg) CO₃ を含む土壌を、CaCl₂ または H₂SO₄ 溶液 (濃度 1% wt) の水深 10 cm で処理し、低塩度水 (EC = 0.46 mmho/cm, SAR = 15) で土層 40 cm を孔隙体積の 1.5 倍の水量でリーチングする場合の例を表 3 に示す。

注3 SAR (Sodium Adsorption Ratio)

$= \frac{[Na^+]}{\sqrt{[Ca^{++} + Mg^{++}]}}$ 濃度は meq/l で表記する。

表-3 CaCl₂, H₂SO₄; 重量濃度 1% の溶液を水深
10 cm 土壌に与えた後に、低塩度水 (EC = 0.46
mmho/cm, SAR = 15) で土層 40 cm をその孔
隙体積の 1.5 倍の水量でリーチングする場合の
例 (未発表データの一部)

	Elfrida clay loam	Gothard clay loam	Safford clay loam
リーチング以前			
ESP	2.1	16.9	25.1
ECe (mmho/cm)	3.3	2.7	9.0
リーチングに要する 時間 (日)			
低塩度水	1.4	21.0	75.0
CaCl ₂	1.1	1.0	3.2
H ₂ SO ₄	1.1	1.9	2.8
リーチング後			
低塩度水 ESP	2.5	14.5	27.0
ECe	1.5	1.3	1.0
CaCl ₂ ESP	1.3	9.9	11.8
ECe	1.3	1.5	1.5
H ₂ SO ₄ ESP	1.5	9.3	13.0
ECe	1.3	1.6	1.5

この例から解るように、ESP の高い土壌 (通常 ESP = 10~15 以上をさす) の場合、低塩度水によるリーチングは長期間を要するだけでなく ESP を十分下げることがむずかしい。CaCl₂, H₂SO₄ 溶液を流入させた後にリーチングを行えば、必要時間及び ESP を小さくすることが出来る。与えられた土壌と水の場合にどれ程の Ca⁺⁺, または H⁺ の量と濃度を与えればよいかを決定する方法は CaSO₄ の場合¹³⁾ を除いて未だ確立していない。必要量の目安をつけるには USDA Handbook 60³⁹⁾ の略算法は一助となる。

ある種の有機物を含む土壌においては、前報⁴²⁾ で紹介したように低塩度水、高塩度水に限らず水の浸入が極端に悪くなる場合がある。除塩と関連してこの問題が特に重要となるのは、家畜の排物やピートを土中に投入した後に生じる水の浸入度合の低下である。特に家畜の排物の場合それに含まれる塩分をすみやかに除去することが必要であり、浸入能の低下はしばしば塩害を生じさせる原因となる。水の表面張力を低下させる表面活性剤 (主に石油工業の副産物) を投与することによってリーチングに必要な水の浸入度を増加させることが出来る。詳しくは前報⁴²⁾ を参照されたい。

III 交換性塩基の除去法

交換性 Na を除去する方法としては、前述したように

Ca⁺⁺ または H⁺ を含む物質をリーチング水に投入する方法がある。溶解性の低い Ca の化合物、例えば CaSO₄, CaCO₃, CaS またはイオウ化合物 (S, FeSO₄) を直接土壌中に混入しても同様な結果が得られる。これに関する解説、例えば文献 39, は数多いのでここでは省略する。交換性 H⁺ を除去する方法も酸性土壌の改良と関係し、良く知られていることであるからここでは省略する。

吸着性を有する塩分（前述した有毒性塩はこれに属する）を除去する方法は大別して二つの方法がある。第一の方法は前述したリーチングによる場合である。Recue *et. al.*³³⁾ の現地実験によれば、B を除去するに要するリーチングの水量は通常余剰塩の場合の約 2 倍を必要とする。B と土粒子の相互作用は土壌の種類、pH 等によって大きく変わる¹⁹⁾ので、この水量は単一例と考えるべきである。近年、B と土粒子の相互作用を考慮したリーチングの必要水量を厳格に決定しようとする努力は数多く見られる^{34, 38)}他の有毒塩分¹⁵⁾に対するリーチングの基準はほとんど検討されていない。

吸着性塩を除去する第二の方法は、それを土中に固定化する場合である。例えば、前述した B, あるいは Mo 等は通常アルカリ性の場合に溶解し有毒な濃度に達するが、酸性側になると沈殿し溶解濃度は低下する。逆に Al を除去するために CaCO₃ 等を土中に投入する等の場合もある。

要 約

除塩に関する基礎事項、特に土壌物理、農業土と関係の深いリーチングに関する事項を中心に近年の成果をとりまとめた。

余剰溶解塩分を一次、二次元飽和流でリーチングする場合の基礎論は、ほぼ完成に近づいているように思われる。未飽和流、三次元浸透流に伴うリーチングについては今後解決しなければならない問題が多い。

交換性塩、特に交換性 Na の除去に関する研究は数多く、化学的基礎はほぼ確立しているといえる。与えられた土壌と水の条件の下で交換性 Na を最も効果的に除去する方法については、今後更に細かい研究を必要とする。Dutt¹³⁾らによって用いられている研究指向は、この問題を解決する上に非常に興味ある方法を指示している。更に、交換性 Na を除去するに用いる物質のほとんどが、近年工業排物、または副産物として生産されているので、従来まで経済的に不可能として無視されていた物質の利用を再検討する必要がある。

有毒性塩の除去に関する研究は、ほう素の場合を除き未だ不十分である。下水、工場排液、排物等の土中処理

にともなって近年この種の塩が急増していることを考えるならば、今後重点的な研究が必要である。Boast によって要約されている物質移動方程式の利用、Dutt¹²⁾, Tanji³⁸⁾らによって用いられている化学反応の数値近似法等は、この問題を解決する理論的根拠を与えるものと思われる。

除塩に関する基礎研究は、従来までの「塩抜技術」の範囲をこえ、近年急増している排物の土中処理に伴う塩の変化を明確にする方向に重点が移る可能性がある。

参 考 文 献

- 1 Aldrich, D. G., A. P. Vanselow, and G. R. Bradford. 1951. *Soil Sci.* 71 : 291—295.
- 2 Allison, L. E. 1964. *Adv. in Agronomy* 16 : 139—180.
- 3 Bernstein, L., and H. E. Hayward. 1958. *Ann. Rev. of Plant Physiology.* 9 : 25—46.
- 4 Bernstein, L., and G. A. Pearson. 1954. *Soil Sci.* 77 : 355—368.
- 5 Bingham, F. T., and M. J. Garber. 1970. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34 : 122—126.
- 6 Bingham, F. T., L. B. Fenn, and J. J. Oertli. 1968. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 32 : 249—252.
- 7 Bingham, F. T., A. L. Page and G. R. Bradford. 1964. *Soil Sci.* 98 : 4—8.
- 8 Boast, C. W. 1973. *Soil Sci.* 115 : 224—239.
- 9 Bower, C. A., G. Ogata, and J. M. Tucker. 1969. *Agronomy J.* 61 : 783—785.
- 10 Brown, J. C., J. E. Ambler, R. L. Chaney, and C. D. Foy, 1972. In "Micronutrients in Agriculture". p. 389 *Soil Sci. Soc. Amer., Inc. Madison, Wisconsin. U. S. A.*
- 11 Day, P. R., and W. M. Forsythe. 1957. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 21 : 477—480.
- 12 Dutt, G. R., M. J. Shaffer, and W. J. Moore, 1972. *Arizona Agr. Exp. Sta. Tech. Bull.* 196.
- 13 Dutt, G. R., R. W. Terkelotub, and R. S. Rauschkolb. 1972. *Soil Sci.* 114 : 93—103.
- 14 Eaton, F. M. 1944. *J. Agr. Res.* 69 : 237—277.
- 15 Ellis, B. G., and B. D. Knezek, 1972. In "Micronutrients in Agriculture" *Soil Sci. Soc. Amer., Inc. Madison, Wisconsin. U. S. A.*
- 16 Fenn, L. B., J. J. Oertli and F. T. Bingham. 1970. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* 34 : 617—620.
- 17 Fried, J. J., and M. A. Combarous. 1971. In

- “Advances in Hydrosceince.” Chow (Ed). Academic Press, New York. Vol. 7. p. 169—282.
- 18 Gardner, W. R., and R. H. Brooks. 1957. Soil Sci. 83 : 295—304.
- 19 Hatcher, J. T., and C. A. Bower. 1958. Soil Sci. 85 : 319—323.
- 20 Hilgeman, R. H., W. H. Fuller, L. F. True, G. C. Sharples, and P. F. Smith. 1970. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95 : 248—251.
- 21 Kirkham, D., and W. L. Powers. 1972. Advanced soil physics. Wiley-Interscience New York. p. 379—424.
- 22 Kubota, J., and W. H. Allaway. 1972. In “Micronutrients in Agriculture” p. 525 Soil Sci. Soc. Amer., Inc. Madison, Wisconsin. U. S. A.
- 23 Luthin, J. N., P. Fernandez, B. Maslov, J. Woerner and F. Robinson. 1969. Amer. Soc. Civil Engr. Proc. 95 : IR 1 : 117.
- 24 Lunin, J., and M. H. Gallatin. 1965. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 29 : 608—612.
- 25 Martin, J. P., and F. T. Bingham. 1954. Soil Sci. 78 : 349—360.
- 26 Miyamoto, S., and A. W. Warrick. 1973 a. Water Resources Research. In print.
- 27 Miyamoto, S., and A. W. Warrick. 1973 b. (Manuscript submitted to Soil Sci. Soc. Amer. Proc.)
- 28 Mulqueen, J. and D. Kirkham. 1972. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 36 : 3—8.
- 29 Nielsen, D. R., and J. W. Biggar. 1961. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 25 : 1—5.
- 30 Nielsen, D. R., and J. W. Biggar. 1962. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 26 : 216—221.
- 31 Oddson, J. K., J. Letey, and L. V. Weeks. 1970. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34 : 412—417.
- 32 Pearson, G. A., A. D. Ayers, and D. L. Eberhard. 1966. Soil Sci. 102 : 151—156.
- 33 Reeve, R. C., A. F. Pillsbury, and L. V. Wilcox. 1955. Hilgardia 24 : 69—91.
- 34 Rhoades, J. D., R. D. Ingvalson, and J. T. Hatcher. 1970. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 34 : 871—875.
- 35 Saddler, L. D. M., S. A. Taylor, L. S. Willardson, and J. Keller. 1965. Soil Sci. 100 : 348—355.
- 36 Shalhevet, J., and L. Bernstein. 1968. Soil Sci. 106 : 85—93.
- 37 Sung-Ho Lai, and J. J. Jurinak. 1971. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 35 : 894—898.
- 38 Tanji, K. K. 1970. Soil Sci. 110 : 44—51.
- 39 U. S. Salinity Lab. Staff. 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agricultural Handbook 60.
- 40 Warrick, A. W., J. W. Biggar and D. R. Nielsen. 1971. Water Resources 7 : 1216—1225.
- 41 宮本征一, 長期金造, 1972, 土壌の物理性, 27 : 10—14.
- 42 宮本征一, 1972, 土壌の物理性, 27 : 24—35.

28号に掲載の論文、有村玄洋氏著「北九州の赤色土の土壤微細形態的特徴——土壤動物排泄物の微細形態の二、三の理化学的性——」中の写真の部分が事務局の手落ちで脱落しておりました。著者をはじめ読者各位に大変御迷惑をおかけいたしましたことをおわびいたします。33～35ページにわたって追加掲載いたします。

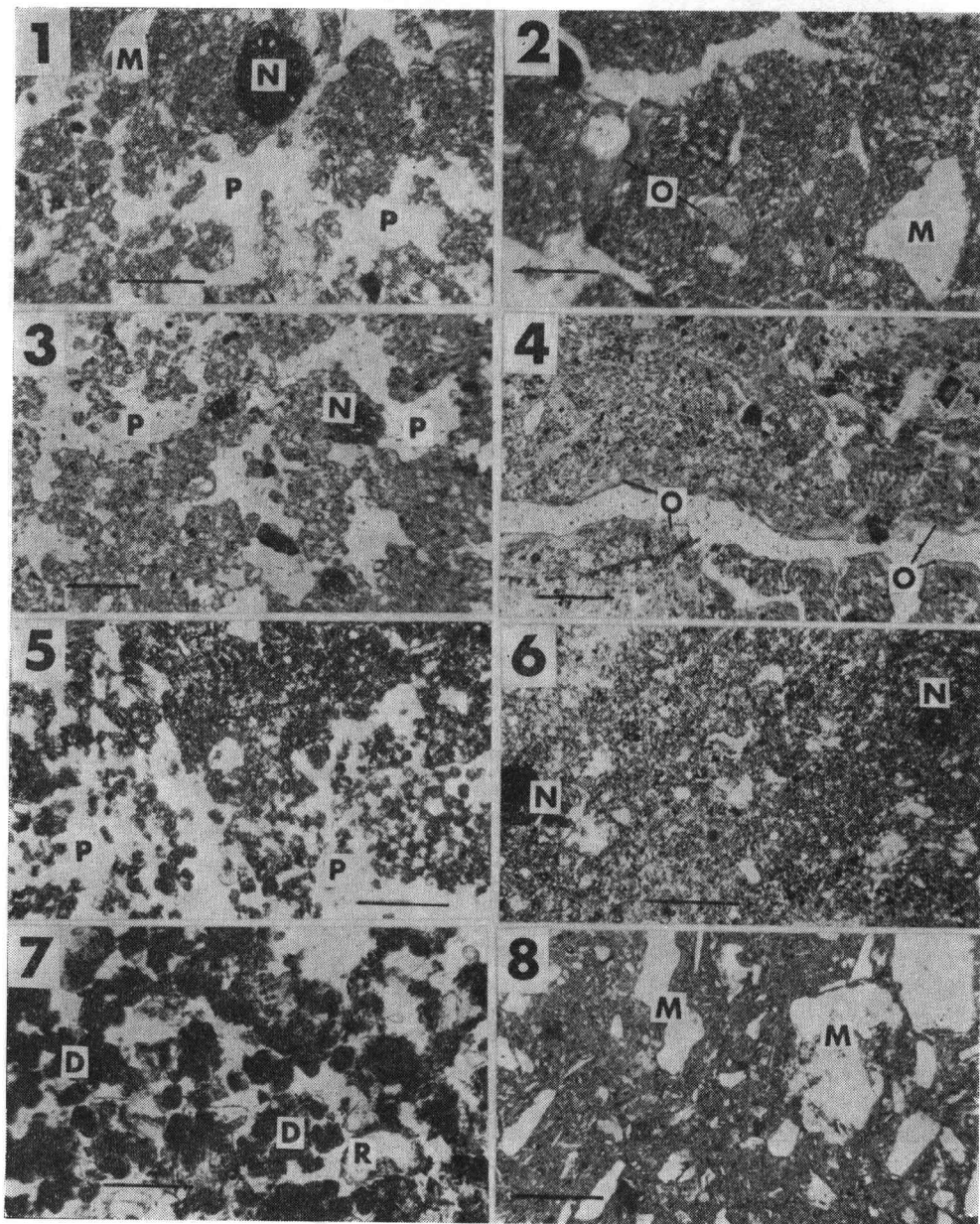


写真-1 表層(A₀A層, A層)および下層(B層)の土壤微細形態(水平方向)(スケール:0.2mm)

- No. 1 長与土壤 A₀A層; sponge fabric; P, 孔隙; N, 三・二酸化物による瘤塊
 No. 2 長与土壤 B₂₁層; porphyroskelic fabric, ちみつ; P, 孔隙; O, 定配位粘土; M, 鉱物粒
 No. 3 河内芳野土壤 A層; sponge fabric; P, 孔隙; 土壤小動物により形成された細粒状構造(左上隅)
 No. 4 河内芳野土壤 B₂₂層; porphyroskelic fabric, ちみつ; P, 孔隙; O, 定配位粘土
 No. 5 大村土壤 A層; sponge fabric; P, 孔隙; 土壤小動物により形成された細粒状構造
 No. 6 大村土壤 B₂₂層; porphyroskelic fabric, ちみつ; N, 三・二酸化物による瘤塊
 No. 7 琴海土壤 A₀A層; sponge fabric; P, 孔隙; D, 土壤小動物排泄物; R, 植物遺体細片
 No. 8 琴海土壤 B₂₁層; porphyroskelic fabric, ちみつ; M, 鉱物粒

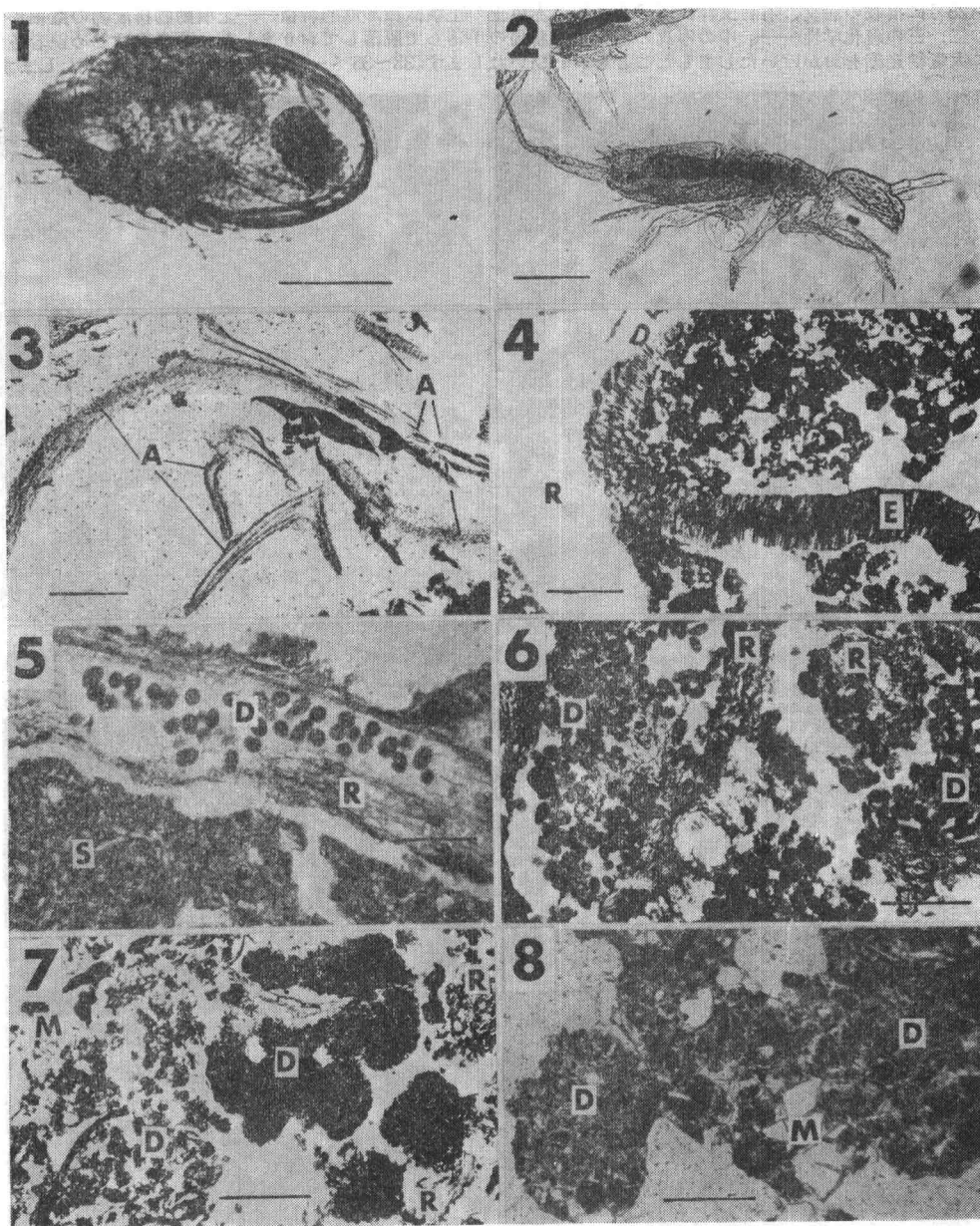


写真-2 土壤小動物およびそれらの排泄物の顕微鏡写真

- No. 1 ダニ (黒木土壤 A₀層) (スケール: 0.1 mm)
 No. 2 トビムシ (黒木土壤 A₀層) (スケール: 0.2 mm)
 No. 3 土壤小動物遗体片 (A) (黒木土壤 A₀層) (スケール: 0.2 mm)
 No. 4 ミミズ (E), ミミズにより形成された細粒状構造, R, 植物細根 (スケール: 0.4 mm)
 No. 5 植物遗体内 (R) のダニ類排泄物 (D) (長与土壤 A₀A 層), S, 土壤基質 (スケール: 1 mm)
 No. 6 植物遗体内 (R) のダニ類排泄物 (D) (黒木土壤 A₀層) (スケール: 1 mm)
 No. 7 各種土壤小動物排泄物 (D), 植物遗体片 (R) および鉱物粒 (M) (silica moder 型に類似) (黒木土壤 A₀A 層) (スケール: 1 mm)
 No. 8 土壤小動物排泄物 (D) (琴海土壤 A₀A 層) M, 鉱物粒 (スケール: 0.2 mm)

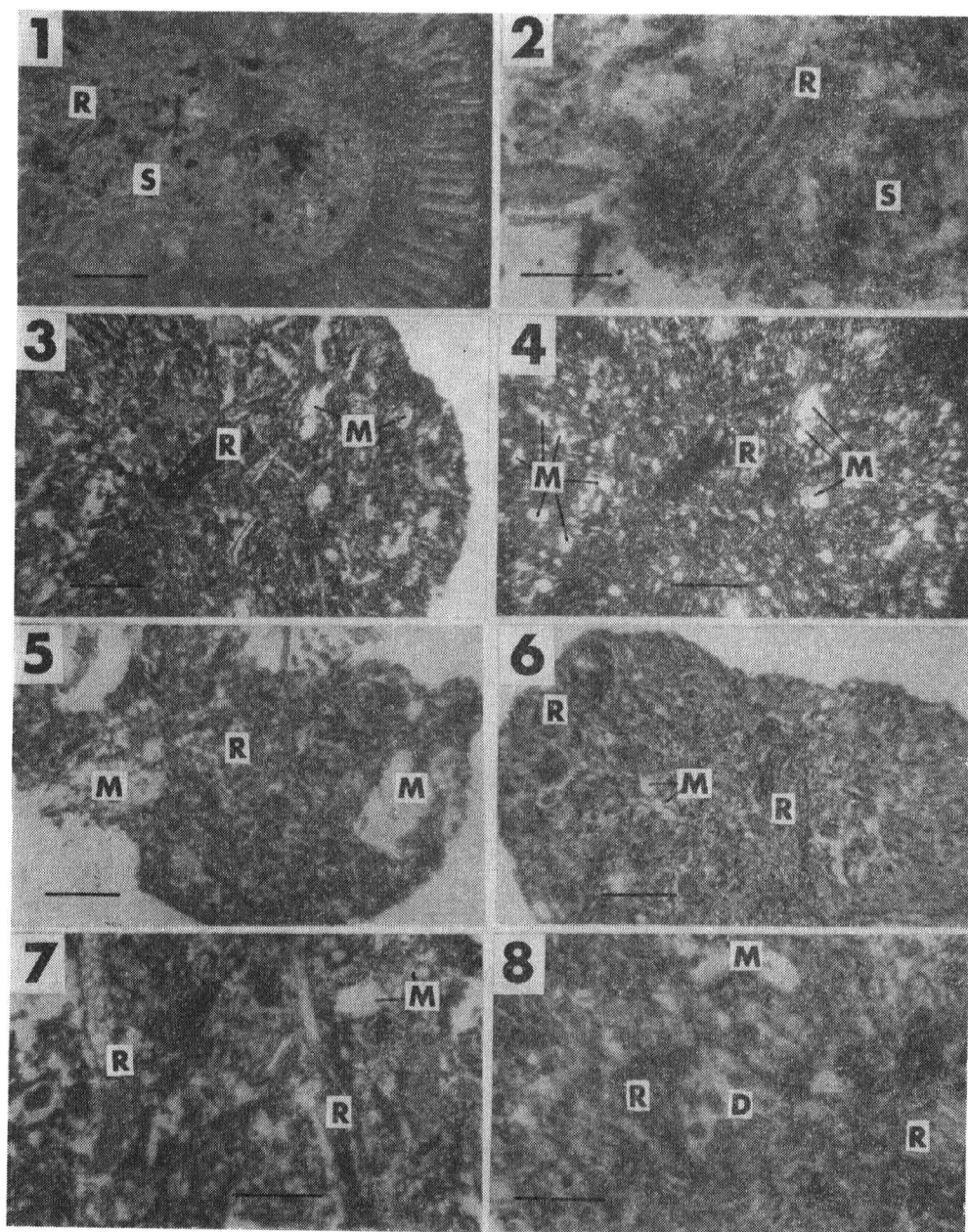


写真-3 ヒナフトミミズの腸内物質およびその排泄物の薄片写真

- No. 1 瀬高土壌 (断面 No. 7) A₀層中のヒナフトミミズの腸内物質 (反射光下); 植物遺体細片 (R) および土壌物質 (S) (スケール: 0.5 mm) (横断面)
- No. 2 同左; 拡大写真 (スケール: 0.2 mm) (横断面)
- No. 3 飼育したヒナフトミミズの排泄物; 植物遺体細片 (R) と鉱物粒 (M) (スケール: 0.5 mm)
- No. 4 同左 (十字ニコル下); 植物遺体片 (R) と鉱物粒 (M)
- No. 5 瀬高土壌 (断面 No. 7) A₀層中の粒状~小塊状排泄物 (F1, 粒径 >4mm); 植物遺体片 (R) と鉱物粒 (M) (スケール: 0.5 mm)
- No. 6 同上 (F2, 粒径 4~3 mm); R, 植物遺体細片; M, 鉱物粒 (スケール: 0.5 mm)
- No. 7 同上 (F3, 粒径 3~2 mm); R, 植物遺体片; M, 鉱物粒 (スケール: 0.2 mm)
- No. 8 同上 (F4, 粒径 2~1 mm); D, ダニ類排泄物; R, 植物遺体細片; M, 鉱物粒

会 務 報 告

(昭和48年7月6日～昭和49年6月10日)

第1回拡大幹事会

49. 1. 22 於 北農試

〔出席者〕 佐久間, 前田, 森, 千葉, 斎藤, 山本, 竹内
山崎, 吉野

〔議 題〕

- 1 経過報告：一般, 会計, 出版物に対する補助助成等
- 2 49年度第16回シンポジウムのテーマ, 講演者及び実施場所について
- 3 会誌第29号の編集予定について

第1回評議員会

49. 4. 4 於 東京農大

〔出席者〕 木下, 佐久間, 湯村, 岩田, 国分, 寺沢, 田
淵, 八幡代理中野, 川口, 中村, 根本, 山崎

〔議 題〕

- 1 一般経過報告(庶務, 会計, 編集),
15周年記念出版編集委員会より経過報告, 学術定期刊行物に対する補助助成について文部省との交渉経過報告
- 2 第16回シンポジウム
 - a 日時場所の決定
 - b テーマの決定
 - c 演題, 講演者について
 - d 運営体制について
- 3 選挙管理委員会の設置及び委員の選出
- 4 その他, 会誌に英文タイトルを併記する件

新入会員 (48. 8～49. 6. 30)

(購 読)

秋田県立農業短大図書館 010-04 秋田県南秋田郡大瀧
村官有地

琉球大学附属図書館 903 沖縄県那覇市首里当ノ蔵町3
丁目1番地

大分県農業技術センター 872-01 大分県宇佐市大字北
宇佐 65

(一 般)

大向 信平 宮城県園芸試 981-12 宮城県名取市高
館

南 信行 新潟大学 951 新潟市旭町2-5239 本間
三四郎方

荒木 浩一 野菜試 470-23 愛知県知多郡武豊町字
南中根

今井 弘樹 北大農 060 札幌市北区北9条西9丁目
宮田 義明 九大農灌がい利水工学研 812 福岡市東
区箱崎町

山村 善洋 九大農灌がい利水工学研 812 福岡市東
区箱崎町

松田啓一郎 静岡大農 420 静岡市大谷 836
宮崎 毅 東大農工科地水研 113 東京都文京区弥
生1-1-1

富田 道久 宮城県農短大 982 仙台市山田旗立1-16
退 会 者 (48. 8～49. 6. 30)

鈴木 信隆 宮崎県農試

久保田収治 四国農試

緒形 博之 東大農

川原田 元 道開発局

和田 士 宮崎県農業センター

丸山 明雄 林試東北支場

宮本 征一 U・S・A

夜久 孝 山梨県農技研

藤沼 善亮 農林省農政局

逝 去

吉田 信雄 農技研

住 所 変 更 (48. 8～49. 6. 30) 新住所のみ記載)

山崎不二夫 太陽コンサルタントK.K 156 東京都
世田谷区上北沢3-19-6

関谷 広三 259-11 神奈川県伊勢原市八幡台2丁目
6-10

野村 栄吉 北海道開発コンサルタントK.K
062 札幌市豊平区月寒東4条9丁目

安富 六郎 茨城大農 300-03 茨城県稲敷郡阿見町
今泉 諒俊 442 愛知県豊川市牧野町茶具津67の3

黒沢 謙

塩島 光州

中針 富夫

横山 運平

宮沢 篤

北沢 昭

加藤 正美

森 哲郎

宮崎県農業センター

981-12 名取市高館川上字東金剛寺1

道立天北農試 098-57 北海道枝幸郡浜
頓別町

豊田 広三 草地試山地支場 389-02 長野県北佐久
郡御代田町大字塩野

松永 俊行 太陽コンサルタントK.K 160 東京都
新宿区四谷3丁目5 不動産会館3階

西山 信一 神奈川県公害センター湖南支所

254 平塚市豊原町1-14

大野 猛郎		喜田村俊明	日専公盛岡たばこ工場 020 盛岡市緑ヶ丘2丁目13号-6
後藤 恒夫		大内 勇	宮城県園芸試 981-12 宮城県名取市高館川字東金剛寺-1
清水 寿美	鳥取農試 680-11 鳥取市橋本260	宇野 要次	330 埼玉県大宮市天沼町2-443
下田健之介		平方 康夫	熊本県農試 861-41 熊本市上の郷町才木501
西尾 雄		萩原 守	177 東京都練馬区高野台4-12-14
鈴木 正佳		上村 春美	農業土木試 254 神奈川県平塚市大原1
西村 証夫	宮城県農業センター	舟戸 一勝	316-2 和歌山県牟婁郡日置川町日置
浅野 岩夫	981-12 名取市高館川上字東金剛寺-1	安原 一哉	803 北九州市小倉区大字徳力664-2 志徳団地21棟-404
今野 喜一		赤塚 恵	農 技 研 114 東京都北区西ヶ原2-1-7
久末 勉		福田 幸雄	出水農改善 899-02 鹿児島県出水市昭和町合同庁舎内
徳留 昭一	四国農試 765 香川県善通寺生野町山南	池宗勝三郎	広島県農試 739-01 東広島市八本松町原
古賀 汎	九州農試 833 築後市和泉496	石井 和夫	東北農試 020-01 盛岡市厨川字赤平
安養寺久夫	土 木 試 254 神奈川県平塚市八幡	松井 健	地域開発コンサルタント 102 東京都千代田区4 西牧ビル
河野 広	土 木 試 254 神奈川県平塚市八幡	改 名	
石原 暁	野 菜 試 514-01 津市一身田	松尾 隆明	佐賀大学(旧姓肥後隆明)
陽 捷行	農 技 研 114 東京都北区西ヶ原		
水之江政輝	太陽コンサルタントK.K 160 東京都新宿区四ツ谷3-5		
小橋 英行	700 岡山市津島中3丁目4番9号		
窪田 開拓	㈱ジャテック 531 大阪市淀川区中津本通り3-70		
川村 秋男	781-51 高知市大津中沢乙271		

土壌の物理性(1~28)総目次

No. 1 1959

論 説

土壌水分の問題点……………福田 仁志… 4
 負圧滲透について……………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 収治…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

耕耘農具と土壌の物理性・力学性……………鎗木 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……………喜田 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 肇…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料
 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・市来秀夫…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・月館光三… 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
 地力変動観測施設の設計及び問題点に
 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料学的研究(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

畑土壌に対するペントナイト、パーミュキ
 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pF 2.0の測定について…岩田 進午…39

畑作における深耕問題……………西潟 高一…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…12

土壌改良剤の性状(1) 合成高分子を除く

……………美園 繁…19

土壌改良剤の性状(2)合成高分子……………川口桂三郎…29

日本農業と土壌改良剤……………奥田 東…42

土壌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

諸条件について……………志佐 誠・高野泰吉

樋口春三・中山 俊

No. 8 1963

湿土壌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

無機質土壌改良剤の効果

——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

林木の成長と土壌の物理性……………真下 育久…27

No. 9 1963

みかんと土壌物理性……………中間 和光… 1

桑栽培と土壌の物理性……………早坂 猛… 6

土壌温度と作物の生育……………山田一郎・森脇勉・長谷川浩…14

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壌硬度

相について……………長崎 明…30

大型トラクターの踏圧が畑土壌の物理性と

作物の生育におよぼす影響……………長崎明・三熊政昭

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

土壌の硬度・連結度……………山中金次郎… 1

土壌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

土壌孔ゲキ測定法……………箱石 正…47

顕微鏡測定法……………田淵 公子…58

土壌水の吸引力(pF)の測定法……………寺沢 四郎…69

土壌の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

土壌の易耕性……………木下 彰…13

耕起法のちがいが土壌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壌の物理性について

……………丹原 一寛…45

土壌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-

ラ装置……………佐藤勝之郎…15

土壌水のエネルギー概念 pF の工学的検

討……………竹中 肇…21

土壌水分と硬さ土壌類型との関連……………横井 肇…26

No. 15 1966

水田の土壌断面と稲の生育……………菅野 一郎… 3

水稲の収量と土壌断面の二・三の性質との

関連……………松尾 憲一… 5

多収穫水田の構造と用耕水……………金子 良… 5

水稲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壌の物理性に関する

研究(1)……………国分欣一・根本清一・増島 博…15

水稲栽培の機械化における土壌物理学的諸

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

土壌水運動理論の諸系列(2)……………八幡敏雄・田淵俊雄

中野政詩・矢橋長吾…33

No. 16 1967

水田土壌の断面形態と生産性……………岡本 春雄… 3

水田土壌の硬度と水稻生育……………滝嶋 康夫…10

粘土質の暗きょ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壌物理の諸問題
……………椎名 乾治…10

粉体の物理性……………素木 洋一…15

No. 18 1968

火山灰土壌の生成と物理性……………松井 健… 3

火山灰土壌の物理性と生産力……………増島 博…10

火山灰土壌の水分について……………岩田 進午…18

火山灰土壌の耕うんの諸問題……………藍 房和…27

火山灰土壌の土工の諸問題……………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

放牧草地の土壌の物理性について……………高畑 滋… 8

土壌空気と作物の生育……………森 啓郎・小川和夫…13

陽荷電合成高分子の作用について……………横井 肇…20

土壌水運動理論の諸系列(3) ………………中村 良太…23

土壌水運動理論の諸系列(4) ………………田淵 俊雄…28

No. 20 1969

土壌物理学研究の現状と将来……………米田 茂男… 3

土壌物理研究と農業実界面との結びつきに
ついて……………山田 忍… 7

土壌構造について……………長田 昇…14

土の力学的挙動……………東山 勇…24

土 粒 子……………24

No. 21 1970

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… 3

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… 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…21

鉱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

No. 22 1970

傾斜樹園地の機械化……………田辺 一… 3

りんご園の改良……………篠辺 三郎… 7

みかん園の造成について……………竹中 肇…13

下層土の物理的要因とミカンの生育……………古賀 汎…19

桑園土壌について……………永井 政雄…26

樹園地の気象……………中川 行雄…32

樹園地について……………33

遠心pFとその測定法 ………………須藤 清次…35

土 粒 子……………40

No. 23 1971

ピーク強度を示すセン断応力ヒズミ曲線に
ついて……………吉田 勲… 4

アメリカの土壌力学研究……………木谷 収…10

カスピ平野(イラン)ならびに後竜地区
(台湾)の土壌とカンガイ計画 ………………水之江政輝…14

最近の西欧における土壌構造と作物に関す
る研究……………久保田 徹…20

土 粒 子……………26

No. 24 1971

遠心力場における水分張力について
——遠心法についての考察——……………山本 晴雄… 3

毛管水領域(土壌溶液中)における養分の
挙動……………山崎 慎一… 7

毛管連絡切断含水量について
……………椎名乾治・野中仙三郎…14

土壌の粘弾性挙動……………吉田 力…17

土壌の付着性について
——毛管力との関係——……………秋山 豊…21

農業機械と土壌水分量の関連について…八木 茂…27

シンポジウム質疑応答と総合討論……………32

土 粒 子……………田淵 俊雄…37

No. 25 1971

車輪の接地面における圧力分布……………穂波 信雄… 3

トラクタのけん引性能と土の力学性……………田中 孝… 7

「モデルプレートによるスリップ沈下の
研究」について……………小中 俊雄…17

水稻不耕起直まき栽培と土壌物理性に
ついて……………大森 正…19

傾斜草地の土壌の物理性について
……………加甲艶照・豊田広三…24

水田土壌の構造……………斎藤万之助…28

「新时期火山性成層土における水分移動に関

「土壌物理学的研究」における土壌物理的内容…中野 政詩…33
ジャワ島の土壌の物理性とくに硬盤について……………古川 久雄…37
土 粒 子……………藤沼 善亮…47

No. 26 1972

乾燥密度増加による強度の減少について……………吉田 勲… 3
有明海北西岸の海成沖積平野における埴質水田土壌の二 三の物理的特性…鬼鞍豊・有村玄洋… 7
——シンポジウム・施設栽培における土壌物理性に関する諸問題——
野菜栽培土壌の適性判定と土壌水分管理…河森 武…14
温床床土の物理性と果菜類の生育……………高橋 和彦…33
施設栽培における土壌空気について……………梅林 正直…38
ガラス室・ビニールハウス内の温度環境とCO ₂ 環境……………内島善兵衛…47
施設栽培における灌水点……………中島田 誠…56
シンポジウム質疑応答と総合討論……………59
土壌水の物理およびその工学に関する国際シンポジウムに出席して……………岩田 進午…60
土 粒 子……………小山 雄生…62

No. 27 1972

クーロンの摩擦法則について……………林 尚孝… 3
確率・システムと毛管水分分布曲線……………田淵 俊雄… 8
水質と土壌の透水性……………宮本征一・長堀金造…10
地下水現象への土壌物理学的接近……………木村 重彦…15
マレーシア・ムダかんがい事業における水稲二期作導入と地耐力について……………八島 茂夫…20
土の濡れと撥水性……………宮本 征一…24
砂漠の国クウェートの緑化研究に従事して……………寺沢 四郎…36
土 粒 子……………水落 勁美…39

No. 28 1973

北九州の赤色土の土壌微細形態的特徴——土壌動物排泄物の微細形態と二、三の理化学性——……………有村 玄洋… 3
土壌構造と微生物の生育……………松口竜彦・石沢修一… 9
土とくに砂質の土の保水の構造……………蘭 道生・鈴木達彦… 9
土とくに砂質の土の保水の構造……………中野 政詩…15
土中水と土の物理的・力学的性質……………桑原 徹…23
力による土の変化……………須藤 清次…29
質疑応答と総合討論……………33

[お知らせ]

第16回土壌物理研究会シンポジウム

農 林 地 の 水 収 支

日 時 昭和49年11月22日 9.30~17.30
場 所 農林省農業技術研究所

講 演

林地の水収支	有 光 一 登 (林 試)
草地の水収支	梅 田 安 治 (北大農)
水田の水収支	丸 山 利 輔 (京大農)
樹園地の水収支	
1) 地形改造を実施した大規模ほ場の水収支に関する研究	長 谷 嘉 臣 (果樹試)
2) 有効土層の差異と水収支に関する研究	小 畑 仁 (果樹試現三重大農)
	関 谷 宏 三 (果樹試)
砂丘地のかんがいと水収支	矢 野 友 久 (鳥取大農)
座 長	湯 村 義 男 (野菜試)
	中 野 政 詩 (東大農)
総 合 討 論	15.30~17.30

土壌物理研究会会則

- 賛助会員以外実費の5割増
- 第1条 本会は土壌物理研究会と称する。
- 第2条 本会は土壌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 土壌の物理性 (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、購読会員の4種とする。
- 第5条 会員は次の会費を所定に期日までに納めるものとする。
- | | | |
|---------|-----|---------|
| 正 会 員 | 年 額 | 2,000 円 |
| 学 生 会 員 | 〃 | 1,500 円 |
- (大学院生を含む)
- | | | |
|-------|------|----------|
| 賛助会員 | 1口年額 | 10,000 円 |
| 購読会員 | 会誌年額 | 2,500 円 |
| 広 告 料 | 賛助会員 | 実 費 |
- 第6条 本会に次の役員をおく。任期は2年とし、選出方法は別に定める。
- (1) 会長1名、副会長1名
正会員の中から評議員会によって選出される。
 - (2) 評 議 員
イ 15名 正会員から互選される。
ロ 3名以内 会長が委嘱する。
 - (3) 会 計 監 査 2名
正会員の中から評議員会によって選出される。
 - (4) 幹 事 若干名
会長委嘱
- 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 本会に次の委員会をおく。
- (1) 選挙管理委員会
正会員の中から評議員会によって選出され、本会の評議員選挙を管理する。
 - (2) 編集委員会
正会員の中から評議員会によって選出される委員によって構成され、会誌その他の印刷物の編集に当る。
- 第9条 本会の経費は会費その他の収入をもってあてる。
- 第10条 本会の会務執行に必要な規定は別に定める。

土壤の物理性 第29号

(会 員 配 布)

1974年7月1日 発行

発 行 土 壤 物 理 研 究 会

札幌市豊平区羊ヶ丘1

北海道農業試験場内

電 話 851-9141

振替口座 小樽 19109