

## 9 6 1 9 塩性土壌の p F 水分特性とその応用に関する土地利用学的研究

助成研究者：安富 六郎(山崎農業研究所)  
共同研究者：渡辺 兼五(東京農工大学 農学部)  
東城 清秀(東京農工大学 農学部)  
軽部 重太郎(茨城大学 農学部)  
A. M. ムニール(東京農工大学 大学院生)

### I. 目的

乾燥地域の塩性土壌では土壌水分によって輸送される塩分は土粒子表面への吸着特性も異なる。透水によって土壌構造も大きく変化する。塩イオンは土粒子の分散・凝集を促し不透水性の層を形成する。このような塩性土壌の除塩には不透水層を生成しないような土壌水分管理が重要である。土壌水分の管理には p F 特性の塩分による補正評価方法が必要である。本研究では除塩のための土壌透水実験を行い、さらに乾燥地の農地的土地利用計画に資するために浸透水による除塩(リーチング)の効果について試算した。

### II. 実験方法

- ①各種濃度の塩水を含ませた土壌水の p F 曲線から植物の生育状況の観察して、塩分の作物へのストレスの状況を調べた。塩分添加による高 p F 領域の水分変化(エネルギー変化)の理論式から土壌粒子表面吸着層の厚さを推定し、見かけ吸着層の厚さを減少させることが分かった。
- ②円筒透水試験装置の上方から塩分を含まない水を一定量透水させて排水側の塩分の流出量を測定してリーチングによる除塩効果を調べた。
- ③土壌の構成粘土鉱物として塩分によるモンモリロナイトの分散・凝集効果を調べた。
- ④実験圃場において、除塩効果の推定を行った。

### III. 結果および考察

- ①コマツナ栽培によって塩分ストレスの状況の観察を行い、補正 pF と良い対応を示した。
- ②室内実験の結果、粒径が異なるが間隙率が同じ条件ではリーチング水量によって土壌から排出される塩分濃度は一定の排水量間では塩分濃度は一定濃度を保つ。しかし、ある時点から急速に塩分濃度が 0 に減少する。土壌粒径が細かになるつれ(砂→シルト→粘土)同一濃度に塩分を減少させるにはやや多いリーチング水が必要である。しかし対象土層厚に相当する水深(浸透水量)を透水(リーチング)させることによって粒径変化、土壌含有塩分濃度に関係なく 90%程度の塩分除去が可能であることを確かめた。
- ③モンモリロナイト系土壌の Na、Ca イオンによる凝集はアルカリ側で急速に生ずる。乾燥地塩類土壌地帯の多くはアルカリの強い土壌によって構成されているので不透水層の発達著しいところもある。

タイ(コンケン)のポルダー実験圃場では塩性土壌の表面には不透水層は発達しリーチングの大きな障害になっている。これは塩類による土壌の分散・凝集と関係深い。



## 9619 塩性土壌のpF水分特性とその応用に関する土地利用学的研究

助成研究者：安富 六郎 (山崎農業研究所)  
共同研究者：渡辺 兼五 (東京農工大学 農学部)  
東城 清秀 (東京農工大学 農学部)  
軽部 重太郎 (茨城大学 農学部)  
A. M. ムニール (東京農工大学 大学院生)

### I. 目的

乾燥地域には多くの砂漠と未利用地が存在する。それらの土地利用・開発の最大の問題は水資源の不足や不適性な利用による土壌の塩類化である。砂漠では開発当初には多量の塩分を含む塩性土壌であるため、周到な水利計画が必要となる。しかし、その水分必要量については、塩分の種類や濃度によって変わるために、土地利用計画における水利計画にとって情報が不足な状態にある。

土壌中水分によって輸送される塩分はその種類によって速度が異なる。また土粒子表面への分吸着特性も異にする。このために、雨水の透水過程で土壌構造に大きな変化が起こる。塩の質やその濃度によっては、塩イオンが土粒子の分散・凝集を促し、このため、土粒子系を不透水性の状態に変えらるゝと考えられる。さらに土粒子に外部から踏圧などの影響によっても構造変化が生じ、pF水分特性も著しく変わる。これらを考慮した水分管理には、難しい問題を多く含む。乾燥地では、以上のような土地利用と管理に際し、土壌の除塩に当って水分が有効に利用され、限られた水資源を活用したサステナブルな土地・水資源利用の実現が望まれている。

この研究ではこれらの除塩のための適切な方法、透水時間、塩類濃度によるpF水分特性変化について調べ、農地的土地利用のための水利と土壌管理に必要とする水利量の算定を行う。この技術を砂漠の土地利用の向上に役立たせることを目的とする。

### II. 研究方法

研究では次のように室内実験①②③と圃場④を行い、これらの結果を総合して、乾燥地における水利とその圃場管理に必要とする水量算定の方法を提案する。

- ① 土壌の塩分による作物の水分ストレスの実験から作物が耐えられる土壌塩分の濃度の実用的限界 pF を浸透圧補正によって求め、リーチングによって最小限どこまで塩分除去をする必要があるかを求める。
- ② 室内実験では砂に塩分を与えそのを用いたリーチングの塩分を淡水によるリーチングによって洗浄するにはどの程度の水量を必要とするかを実測する。
- ③ リーチングに対して不透水層の存在が問題となる。不透水層の発達には土壌粘土鉱物にたいして塩分がどの程度の分散・凝集性を持っているかによって決まる。今回は粘土鉱物としてモンモリロナイトの塩類による分散・凝集の実験を行った。

④圃場実験では圃場による栽培植生を含めた塩分動態の観測を行った。これらの理論的推定と実際の実験データを比較し、乾燥地帯の開発に必要なとする水量算定の必要条件を考察した。

### III 実験室内の実験

#### ①塩類が土壌水分の状態変化にあたる浸透圧効果についての実験

この実験は以下に続く実験②の基礎データを得るために行った。すなわち土壌の塩分による作物の水分ストレスの実験から作物が耐えられる土壌塩分の濃度の実用的限界 pF を浸透圧補正によって求め、リーチングによって塩分除去を少なくともどこまでする必要があるかを求めた。作物生育のポット試験を主した。

実験作物にはKOMATUNAを用いた。実験では土壌資料をほぼ同一な密度で充填させ、塩水によって毛管飽和させる。処理土壌は砂質ロームでありこれを NaCl 塩分を含まない灌漑水 T (1) (Ec: 0.48ds/m)をコントロールにとり塩分濃度 T (2) 0.1%(Ec:2.21ds/m), T (3) 0.3%(Ec:6.30ds/m), T (4) 0.5%(Ec:10.50ds/m)の試料調整を行った後に p F 水分曲線を求めた (Fig. 1)。

表-1 食塩濃度と Ec

試料	T (1)	T (2)	T (3)	T (4)
NaCl 塩分濃度 (%)	0	0.1	0.3	0.5
Ec ds/m	0.32	2.21	6.3	10.5

表1-2 試料の上性

粒径 mm	<2.00	<0.02	<0.002
含有重量%	74.2	16.9	8.9

表-1 で示される塩水および水の飽和土壌に対する p F と重量含水比を測定した。種々の含水比にたいする p F 値を1から4までを水頭法、遠心法、圧力メムブラン法を組み合わせ求めてきた。この際に塩分による浸透圧は電気伝導度から算出した。水分ポテンシャルに浸透圧を加算して求めた p F 曲線は Fig. 1 のようであった。これらの浸透圧を持った土壌水分のもとで、KOMATUNA の栽培を行い、そのしおれ点が浸透圧調整をしない T (1) 試料の永久しおれ点は p F 3.29 ~ 3.83 と観測された。浸透圧調整を行うと T (1) 試料は p F 4.25、T (2) では pF4.13、T (3) では pF3.92、T (4) pF3.82 と観測された。

#### ②砂質土における塩分リーチング実験

実際の圃場でもシュミレートできる透水装置を組立てを試みた (Fig. 2)。乾燥地の砂質土～粘土質土を想定し、装置内に一定規格の土を充填させ地下水位を設ける。地下水の高さは毛管水位上昇の高さを決めるので、この高さを変化させ、透水条件 (不飽和か飽和

か) の差を考慮できる次のような実験を行う。

除塩のための灌漑水量を実験的に求める。土中での塩分含有度が高い場合、全体量を土壌に残存する塩分を p F 値に換算し、その供給基準値をもとめる。ここでは塩水の土壌への残存濃度を土壌水分が飽和状態にある時の塩分量を指標とし、まず土壌含有塩分濃度を有効水分限界として 1,000ppm 濃度まで低減させるのがよいことが実験①から分かった。しかし実際の塩性土壌の飽和水分での塩分濃度には大きな開きがあるので、ここではリーチングの初期濃度を 30,000 p p m (3%) を想定した。試料への塩分添加量は土壌水分飽和させたときの塩分量の 1 / 10 (= 3,000ppm) になるまでに必要とする水量を基準として実験を行った。

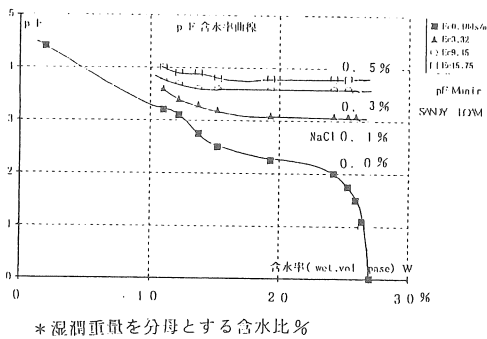


Fig. 1 NaCl 濃度をパラメータとする p F と含水比\*の関係

%程度あるから濃縮されている塩分はリーチング水によってかなり希釈されるであろう。

この実験では第一段目として高濃度領域として飽和土壌水の塩分濃度を最大 40,000ppm, および 30,000ppm, 20,000ppm としてリーチングの初期条件とした。さらに作物栽培に影響を与える領域として第二段目のリーチングとして 30,000ppm から 1/10 に落とした 3,000ppm の塩分濃度を初期条件とした。未調整の標準差 0.074mm ~ 0.1mm までを含む標準砂をふるいにかけて表 3 のような土性 A, B, C を調製した。Fig. 2 に示すようなリーチング装置を用いて実験した。

表-3 試料の充填状態

試料名	A	B	C
粒度	0.1 ~ 0.25mm	0.25 ~ 0.5mm	未調整 (0.074mm <)
孔隙率	41.11%	39.33%	39.40%

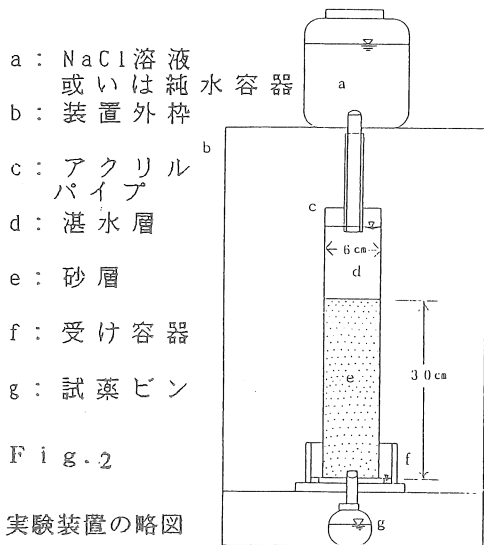
土壌は半径 3 cm 高さ 30 cm を試料砂 (標準砂) からふるい分別したあ、B, C では表-3 のようなほぼ同一な充填状態を有するように調製した。

② 上方から塩分を含まない水を一定量を流し込んだとき、一回に層内に存在する塩分の幾パーセントが除去されるかを測定する実験 (砂質土における塩分リーチング実験)。

乾燥地における塩類集積土壌から蓄積した塩類の除去方法の一つとしてリーチングについての基礎実験を行った。

乾燥地域での灌漑水には多少の塩分混入が一般的であるが、塩類集積は主に灌漑水の地下水への連結によって引き上げられる塩類の表面濃縮による。したがって表層または耕土層における集積濃度は結晶化する程度に濃縮されるが、通常土壌の間隙は 40% から 50%

(1) 粒土別によるリーチング効果の測定実験



試料は直径 6 cm 高さ 30 cm の円柱に詰められたものに上方から第一段目のリーチングとして 3 通りの塩水 40,000ppm(4%), 30,000ppm (3%), 20,000ppm(2%)を湛水深 0 cm の状態で上表面から浸透させて毛管飽和させる。リーチングさせる試料高さを 30 cm とした理由は実際の作土がほぼこの程度であることに依った。試料を塩水で飽和させた状態から上方に湛水させて下方浸透を起こさせ、その排水の EC を測定しその塩分濃度を求めた。粒径については上記 3 通りの粒径についてそれぞれの流下塩分濃度低減と透水総量との関係を求めた。浸透時間増加によって塩分濃度低減に

ついて測定した。それらの一部を Fig. 3, 4 に示した。

(2) 降下浸透水頭別によるリーチングの差はあるか

第二段目の実験条件として初期塩分含有濃度を 3,000ppm として降下浸透させるとき、透水の水圧を変化によるリーチング効果の測定を行った。すなわち、リーチング透水速度が流下塩分濃度の低減効果(リーチング効果)にどのように影響するかについて調べた。湛水深を 5 cm, 10 cm, 20 cm と 3 段階に変化させて流下塩分濃度低減の状態を測定した。その一部を Fig. 4 に示した。排水された塩分濃度が砂質の場合土壌水分とほぼ等しいと考えられることを EC 測定によって確かめた。

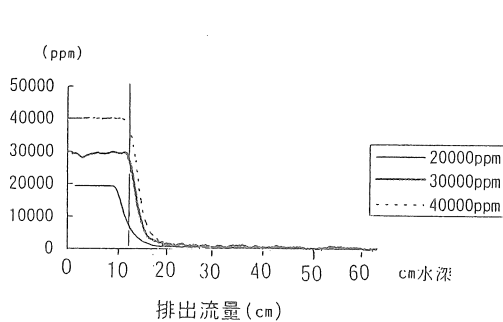


Fig. 3-1 流下塩分濃度低減と透水総量との関係 (粒径 0.1-0.25 mm)

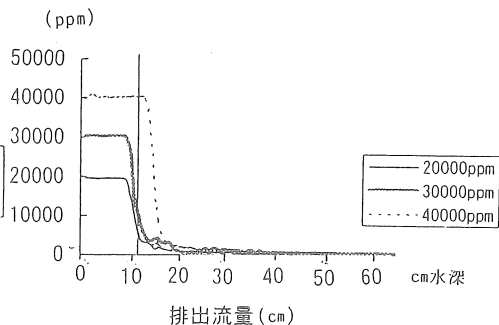


Fig. 3-2 流下塩分濃度低減と透水総量との関係 (粒径 0.25-0.5 mm)

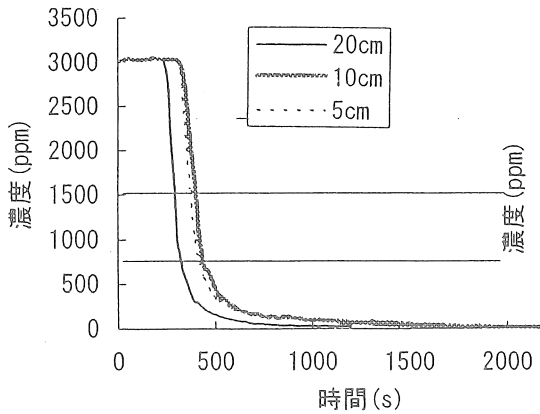


Fig. 4-1 粒径0.1-0.25mm試料の経過時間－濃度

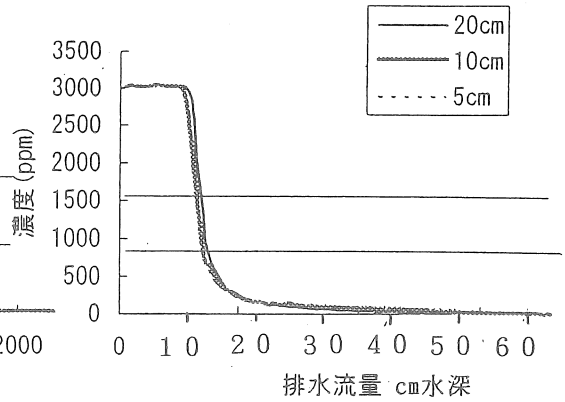


Fig. 4-2 粒径0.1-0.25mm試料の排出流量 (cm水深)－濃度

③食塩によるモンモリロナイトの分散性の実験

塩性土壌では土壌水分によって輸送される塩分は土粒子表面への吸着特性も異なる。透水によって土壌構造も大きく変化する。塩イオンは土粒子の分散・凝集を促し不透水性の層を形成する。このような塩性土壌の除塩には不透水層を生成しないような土壌水分管理が重要である。

種々の pH 条件のもとで粒子が分散の状況を Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> および Mg<sup>2+</sup> を用いてモンモリロナイト粘土鉱物への分散・凝集がどのように生ずるかについて調べた。凝集・分散の指標として限界イオン濃度 (CFC) はそれぞれの pH のもとで 2 4 時間以内に粘土凝集に必要とした電解質

濃度の最小値で表示した。試料にはモンモリロナイト濃度を 0.2g/m<sup>3</sup> サスペンション液として用いた。pH はそれぞれの塩類 (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) の酸を用いた。例えば Na<sup>+</sup> ならば NaCl の酸としての HCl である。それらの一例を Fig. 5 に示した。

④圃場での実験

タイ北部のコンゲンの塩性土壌の上性は粘土質である。試験圃場を利用して表面透水の状態を現地測定として浸透能 (Intake-rate) の測定を行った。調査時 (1997.3) は乾燥期であり地表面は塩の結晶で覆われていた。地表下 5 ~ 10 cm のところには塩分集積が多く見られ不透水層の発達が著しかった。その浸透能はおおよそ 10mm/h 以下であり、降雨時にこのような状態が続くとすれば降雨のほとんどが表面流下すると考えられた。

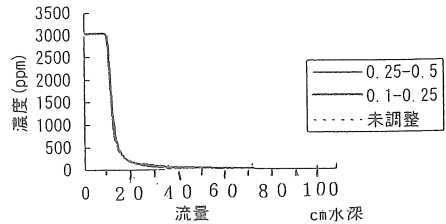


Fig. 4-3 湛水深10cmにおける排水量 (cm水深)－濃度

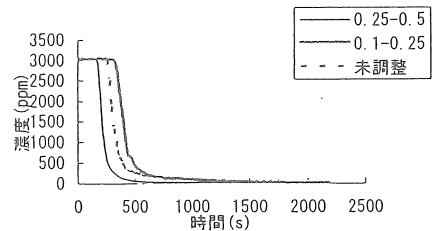


Fig. 4-4 湛水深10cmにおける経過時間－濃度

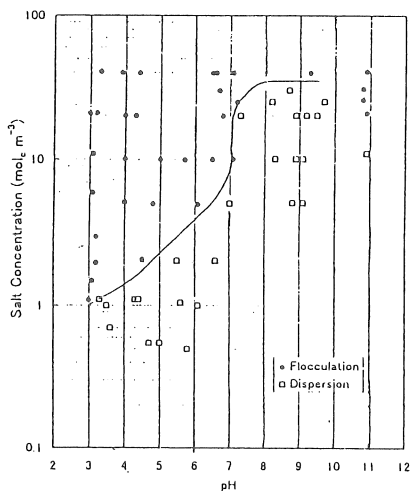


Fig. 5-1  $\text{NaNO}_3$  処理濃度と凝集・分散のpH限界

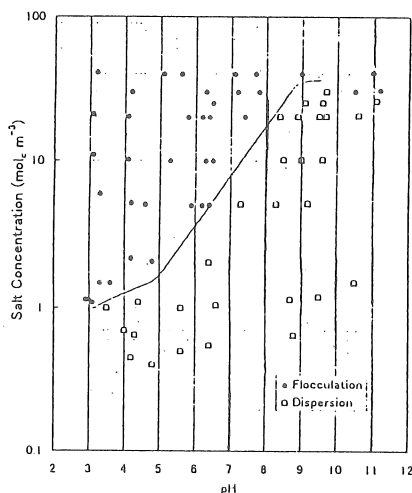


Fig. 5-2  $\text{NaCl}$  処理濃度と凝集・分散のpH限界

### III. 実験結果の考察 (個別の考察)

#### ① 塩類が土壤水分の状態変化にあたる浸透圧効果についての実験

Fig. 1 で示されるように塩分を含まないものと塩分を含むものの pF 曲線には浸透圧に相当する土壤水分ポテンシャルの修正分が含まれている。1,000ppm 塩分含量では含水比 (湿潤重量を分母) 付近では pF で約 +1 程度の上昇が見られ、有効水分領域の存在する限界状態にある。5,000ppm の塩分含量となると +1.5 の上昇が見られるので、有効水分領域外の pF 曲線となる。したがって塩分のリーチングによる排水塩分濃度は 1,000ppm 以下に低下していなければならない。

#### ② 上方から塩分を含まない水を一定量を流し込んだとき、一回に層内に存在する塩分の幾パーセントが除去されるかを測定する実験 (砂質土における塩分リーチング実験)

この実験では少なくとも初期濃度を 1/10 に減少させるための水量は、必要としたリーチング透水量を水深 cm で表示すると、粒径、透水水頭に大きな影響を受けることなくほぼ試料深さ (厚さ) 30 cm でいどの層についてはそれと同じ水深の水量でリーチングすればよい。

#### ③ 塩によるモンモリロナイトの分散性の実験結果の考察

Na の CFC (凝集限界: 限界イオン濃度) については Na-モンモリロナイトとして粒子に吸着される。カチオンを吸着した粒子はそれぞれのイオン径にしたがって挙動して土壌の間隙を充填する。各々の塩類による粒子の分散と凝集はそれぞれ異なった pH で生ずるが、酸性側では凝集、アルカリ側では分散的に作用することが分かる。したがって雨水に懸濁した土壌粒子が塩類濃度の高い、アルカリ状態の土層領域に流入すると、さらに分散する事になる。この小分散粒子が粒子間を埋め、目づまり構造を作り出すので不透水層が形成される。土壌粒子分散を受けやすいカチオンとしては  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  であり  $\text{K}^+$ ,  $\text{NH}_4^+$  は



影響が少ないことがわかった。

④圃場での実験

除塩には深耕やリーチング促進の排水口としての暗渠排水（例えばモグラ暗渠、ソダ暗渠など）施工が効果的であろう。

III. 実験結果の総合考察（論議）

①土壤水分の管理には p F 特性の塩分による補正評価方法について。

懸濁液が土壤粒子、水、空気よりなるとして、さらに粒子は半径  $r$  のきゅうじょうをしているとする乾燥した土壤粒子を水と接触させると、水はエネルギー的にもっとも安定している土壤粒子界面近傍部分に保持される。単分散土壤粒子は厚さ  $d_r$  の水和層であるとき含水量  $w_1$  は次のように現せる。

$$w_1 = 3 \cdot D_1 \cdot d_r / (D_2 \cdot r) \quad \dots \dots \dots (1)$$

ただし  $D_1$ 、 $D_2$  はそれぞれ土壤粒子の比重と水の比重である。

さらに含水量が多くなり毛管水として粒子間隙を充填するときには粒子充填の間隙率を  $n$  として、そのときの含水量  $w_2$  は

$$w_2 = D_2 (n \cdot r + 3 d_r) / \{D_1 r - n \cdot r (D_1 - D_2) + 3 D_2 d_r\} \quad \dots (2)$$

これらをもとにして理論的な曲線を描いたものが、Fig. 6-1 である。塩分を含むものについてはこの水和層のあつきがかわるが、これについては不明なので直接、塩類の浸透圧からの p F の補正をおこなう。このようにして求められる p F 曲線を Fig. 6-2 に示した。この曲線と実験から求められる p F - 含水量曲線および 1,000ppm 含有塩分の p F 曲線を破線で示した。この塩分添加曲線が p F の高い方向に移動することは見掛けは粒子径の小さい側に移動する。これは同一 p F ではより多量の水分拘束力を有することになる。

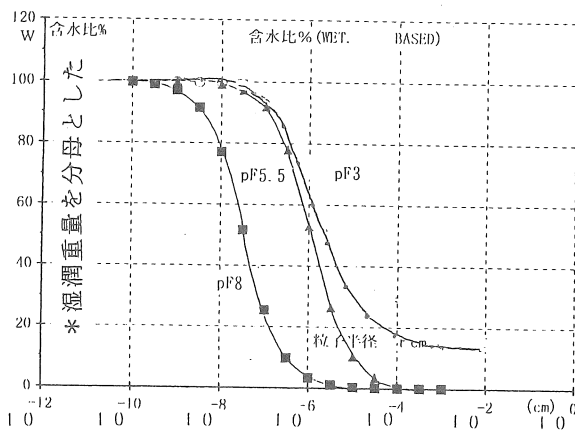


Fig. 6-1  
p F をパラメータとする含水比% \* と  
土粒子半径 r cm の関係

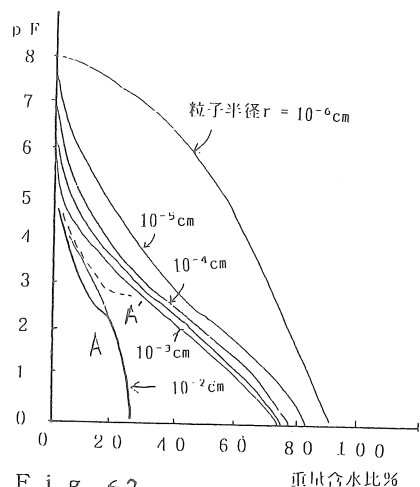


Fig. 6-2  
粒径をパラメータとし  
た p F - 含水比% \* 曲線

## ②リーチング試験について

Fig. 3.4から分かるように例えば 30,000ppm の塩分含量の砂質土壤にリーチングするとき、その 1/10 濃度にするためには水深約 15 cm の水量を加える程度で十分である。20,000ppm、40,000ppm の場合も 15 cm から 20 cm 水深水量で十分と言える。粒径によるリーチング浸透に要する時間は粒径にはほとんど関係なく約 600 秒程度で完了した。

## ③塩添加によるモンモリロナイトの凝集・分散について

モンモリロナイト粘土鉱物は土壤生成の過程で造られる第二次鉱物であり、わが国始め気温が高く、多湿なところで生成される。地下水位も高く雨期と乾期のあるようなところでは生成の可能性が高い。したがって土壤分散性の理化学性の研究がリーチング試験では大切である。この鉱物の塩分による分散・凝集は不透水層生成の大きな原因となっている。

## ④タイ、コンケンにおける圃場実験。

とくに浸透を抑制する不透水層の硬盤形成の要因について、リーチングのもっとも必要とする層に不透水層は見られる。雨水は多くは表面流となって除塩効果が著しく低下することが予測される。

## IV. まとめ

塩性土地帯は塩類が多く含まれているがその大部分が NaCl による作物への生育阻害である。塩類の浸透圧は土壤の有効水分量を大きく変える。そのために浸透圧補正が必要であることを明らかにした。

土壤水分が有効水分を持つための限界浸透圧は pF 3 以下の土壤水分が必要である。砂質土壤では有効水分保持の限界として土壤水が飽和状態で塩分濃度 1,000ppm である。したがってリーチングでは塩分濃度を 1,000ppm 以下にする必要がある。

この実験によれば、リーチング効果としては少なくとも目的とする土層厚さに相当する水深の水量以下で 1/10 の塩分濃度に低減（90%）することが分かった。このことは少なくとも砂質の場合、除塩のための水利用の計画には大きな意味を持つであろう。

砂質土壤の場合には粘土質と比べ不透水層ができにくいと思われるが、しかし、実際の土壤粒径分布は幅広くコロイド部分もあり、粘土鉱物の種類も多く目詰まりはおそらくさけられないであろう。

実際の場合にはリーチングは第一段として濃度の高い 40,000 ~ 30,000ppm のものを多少塩分を含む（< 3,000ppm）水を用いてリーチングを行って塩分濃度を 3,000ppm 程度にして、さらに第二段階として、良質のリーチング水で 300ppm 程度に低減させることがよい。この総量を生水深で換算すればほぼ透水層厚さに等しい水量を用意すれば 30,000ppm 含有塩分濃度を 300ppm 程度に低減させるに十分であろう。

## V. 今後の課題

(1) 土壌の性質の差をどうするか

作物に塩分の影響が生じないための最小灌漑水分速度を求める。これは除塩することと平行して塩分集積をさせない土壌水の管理方法が必要である。一挙に除塩する代わりに常時灌漑の都度除塩させるような灌漑方式の開発が求められるであろう。この問題にはなお、幾つかの基礎的な実験が必要である。そのもっとも大きな問題は土壌を構成している粘土鉱物の物理化学性でありその粒子表面のイオン吸着特性についての研究である。塩分の浸透圧による作物へのストレスの解消のためのリーチング効果についても粘土鉱物特性の同様な問題が存在する。

(2) 不透水層の発達をどのように防ぐか

塩分を含む砂漠の農地としての土地利用のための除塩には最小どの程度の透水性（浸透能 = intake-rate）が保たれることが必要か。さらに不透水層の形成をいかに防ぐかの研究が大切である。。

(3) 作物への塩害防止と水資源の節約には灌漑水をどのようなパターンで供給するのが良いか、さらにそのときの最小灌漑水分量の供給速度、および最小全灌漑水分量について考察は今回できなかった。

(4) 乾燥地域の土地利用における土壌インベントリー（天然資源調査目録）の一部を整理することが今後の課題であろう。

VI. 文献

- (1) M.M Munir, Rokuro TASUTOMI, Makoto KATO:Effect of Saline Irrigation Water on Soil Water Potential and Plant Water Stress. Soil Phys. Cond Plant Growth.,JapanNo.76,p23-30(1996)
- (2) I . Shainberg, J.Letey:Response of Soils to sodic and saline Condition. Hilgardia52(2), 1-57 (1984)

The application of pF-soil water moisture curve to dry-sodic soil reclamation project

Rokuro YASUTOMI (Tokyo University of Agriculture )  
Kengo WATANABE (Tokyo University of Agriculture & Technology)  
Seisyu TOJO (Tokyo University of Agriculture & Technology)  
Jutaro KARUBE (Ibaraki University )  
A. M MUNIR (Tokyo University of Agriculture & Technology)

## Summary

### I. Objectives

In arid and semi-arid region the amount of salt removed by leaching will be changed with the specific character of soil particles. Na ion promotes the dispersion-coagulation resulting impermeable layer of soil particles. The leaching of salt from sodic soil requires an optimum soil moisture management as to eliminate such a impermeable layer. Soil moisture control must be carried out by the pF value adjustment accounting for osmotic effect. In this study desalinization tests was proceeded by percolation test in laboratory and the field.

### II. Methods

(1) Observations for the water stress on the plant growth and wilting point were carried out using pF moisture curve at the several salt concentrations of soil-water. A calculation result after the adsorption model in high range of pF suggested that the thickness of adsorption layer on the particle surface was decreased.

(2) The freshwater was poured to the samples which were adjusted to have a constant porosity in the cylindrical container, then the EC of drain water was continuously measured until the EC decreased down to negligible low level.

(3) The salt effect for dispersion and coagulation of montmorillonite particles in sodic soil was measured to identify the impermeable layers grown by blocking pore spaces between soil particles.

(4) The field test of leaching was carried out.

### III. Results and discussion

(1) Plant "KOMATUNA" were used as a test plant for the determination of wilting point which was adjusted by osmotic pressure. pF at wilting point without salt was just comparable to the adjusted pF value by osmotic pressure for the wilting moisture content of sodic soil.

(2) The EC values of drain water were constant until some amount of leaching water percolated in the soils, but Ec decreased sharply to near zero after a limit amount of fresh water. Independent of porosity and texture of the soil, more than 90% desalinization efficiency by leaching can be acquired by the amount of percolation water equal to the same thickness (depth) of concerned layer.