

G-2 中央アジア塩類集積土壌の回復技術の確立に関する研究

(3) 導入作物の研究

研究代表者 国際農林水産業研究センター海外情報部 松井 重雄

(委託先) 佐賀大学農学部 和佐野 喜久生

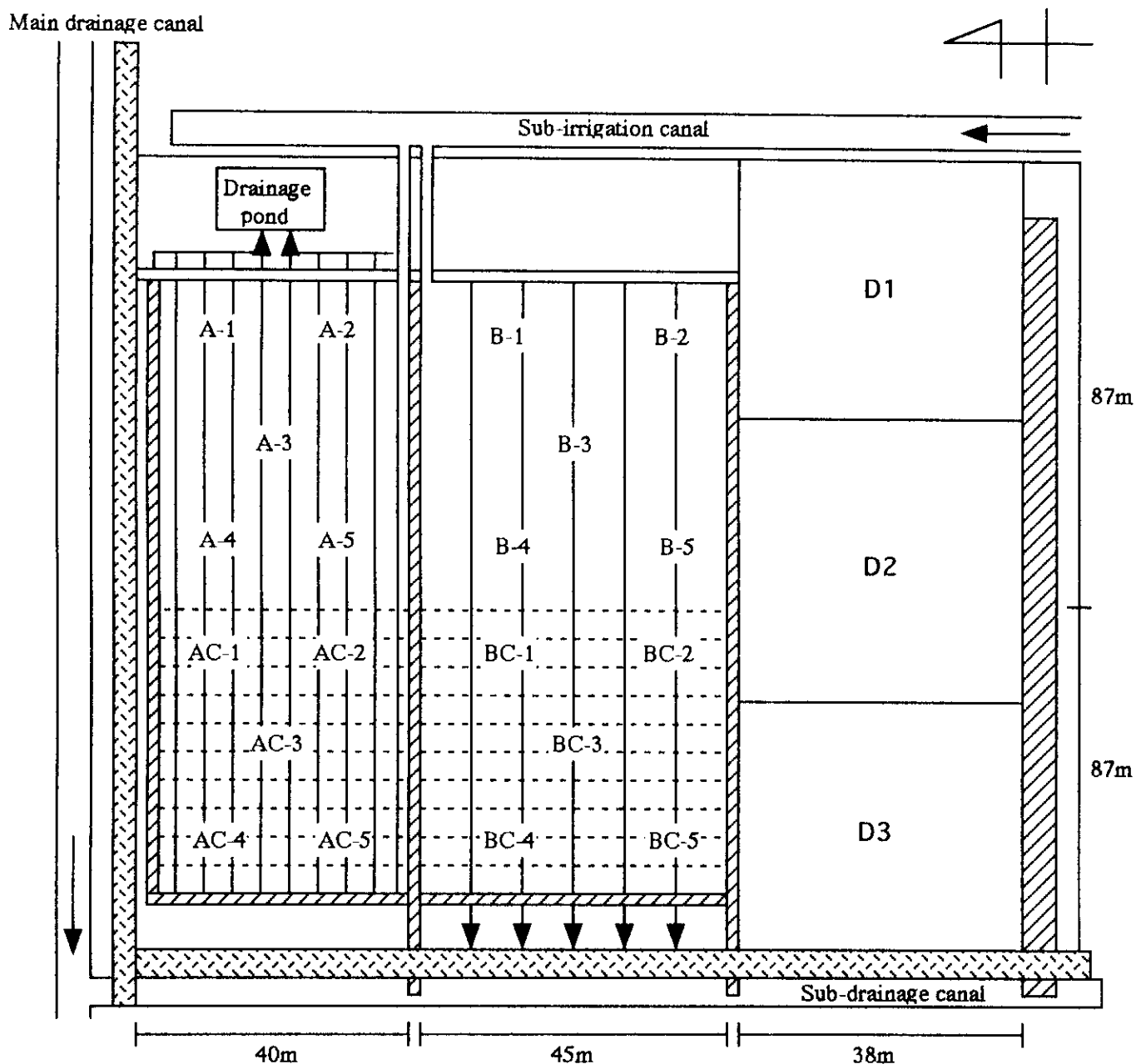
平成8-10年度合計予算額 20,743 千円
(平成10年度予算額 6,803 千円)

[要旨] 本研究は、シルダリア川下流域に位置するシャメイノフ・コルホーズ内の高塩類土壌集積による一廃棄圃場を対象として、土地改良と耐塩性作物の導入を計りながら廃棄圃場を再生・復活させることを目的として行った。平成8年度は、前年度に決定した現地試験地の廃棄圃場に暗渠パイプの埋設工事が予定されたので、カザフ国内及び隣国のキルギスタンとウズベキスタンの農業事情、塩類集積及び水環境についての情報収集を行い、さらに、クズリオルダ農業生態研究所の協力研究者と実験実施計画の検討を行った。平成9年度は、シートパイプ暗渠埋設工事及び実験圃場の造営工事(圃場の土壌流失・破壊箇所の修復・均平化、明渠排水溝、境界溝、家畜防護柵、灌漑水路・水門の整備・補強など)を大成建設とクボタ工業の協力で完了した。さらに、イネ用育苗箱で数種の作物を供試し、作物の耐塩性の比較及び土壌のリーチング効果を確認した。帰国後は寒天培地上でのイネ品種の耐塩性の比較試験を行った。平成10年度は、本研究プロジェクトの10年度での打ち切りと申請予算額の半減が宣告されたことから、本研究計画の大幅変更を迫られることになった。しかし、本研究の目的遂行と9年度に実験圃場造営に投資された予算を考え、試験規模の大幅縮小はしないことにした。ただし、経費削減のため実験期間の短縮(開始を2カ月遅らす)、作物の栽培・耐塩性試験は可能な一定期間での比較試験とすることにした。結果は、イネについては試験目的を達成できなかったが、他の畑作物はすべて期待以上の試験成績を得ることができた。調査研究の分担は、供試作物の生育調査及び地下水・土壌分析は佐賀大学が分担し、作物の収量調査は現地の協力研究者が担当した。なお、協力研究者の報告は翻訳が未了であるので、今回は佐賀大学の調査結果の一部を報告した。10年度の研究成果は、カザフ共和国で初めて高塩類集積による廃棄圃場を再生させ作物栽培に成功したことであろう。脱塩処理、畝間灌漑、作物・品種の選定、肥培管理などを適切に行うことによって、不毛の廃棄圃場が再び生産性豊かな農場に変わることになるのである。

[キーワード] カザフ共和国、耐塩性、作物栽培、塩類集積土壌、畝間灌漑、暗渠

1. 序

中央アジア北部に位置するカザフスタン共和国のほぼ中央、アムダリア・シルダリア両河川の中・下流域及びアラル海周辺地域の土壌は、過剰な灌漑と排水不良によって過度な塩類集積が生じ、農耕地の荒廃・廃棄が急速に進行している。本研究班が現地試験地として選択したシルダリア川下流・クジルオルダ地域の水稲栽培地帯も典型的な塩類集積問題を抱えているが、すでに多くが報告さ



A; Sheet-pipe underdrainage (0.45m depth)

B; Pipe underdrainage (1.5m depth)

C; Mole darainage (0.45m depth)

D; Screening for salinity tolerance of crops and wild plants

D1; Dried D2; Control D3; Water logged

Fig. 1 Field layout of drainage treatments and soil sampling sites

れていることから改めて記述はしない。現地は、多くの調査団・調査報告書にはいささか辟易している感があり、多少なりの具体的な行動・手助けを望んでいるようである。幸いにして、本研究班は「塩類集積土壌の回復技術の確立」という具体的な目標を掲げていたが、いきなりの研究打ち切りは甚だ残念である。あと2年の継続があれば、何らかの具体的な回復技術を提案できたと思う。

ただ、本研究課題の遂行に際してに労を惜しまぬ真摯な研究協力あるいは支援を頂いた下記の諸氏に心からの謝意を表して序に代えることにしたい。

クジルオルダ農業生態研究所：メイルマノフ氏(所長、牧草)、バキロフ氏(稲育種)、シェルマガンベトフ氏(栽培技術)、ジャマンティコーコ氏(土壌)、ヴィルゲルム氏(植物生態)、気象庁支所：アルマトフ氏。シャメイノフ農場長。佐賀大学の2学生(博士課程1年の惣慶嘉君、学部4年生の江口真佑美さん)。カザフ共和国気象庁のシャーマン長官及びチャイキナ女史。大成建設の佐野拓氏・前田浩之助氏、クボタ工業の平賀義彦氏他4氏、タチバナ通商の林登喜子氏、佐賀大学の大島建三氏。

2. 研究目的

本研究は、シルダリア川下流域に位置するシャメイノフ・コルホーズ内の高塩類集積による一廃棄圃場を対象として、土壌環境の改良と耐塩性作物の導入を図り、廃棄圃場圃場の再生・復活させるための新技術を確立することが目的である。土壌環境の改良には2種の暗渠排水パイプ埋設工事による地下水上昇の制御を行い、作物導入の栽培試験には多くの異なる作物・品種を供試することにした。これらの環境制御及び栽培試験には、圃場内及びその周辺域の水・土壌環境の変化・要因分析を併行し、本試験は最低3年の反復を行うことを前提として計画する。なお、コルホーズの周辺圃場の輪作計画では平成10年度はアルファルファ、平成11年度には水稻栽培が計画されていることから、この両年次によって地下水位が顕著に異なる条件下(塩類の集積度が変わる)での栽培試験が可能になる。特に、地下45cm及び150cmに埋設された2種の暗渠パイプの処理効果は、地下水位が上昇する11年度にその実験が可能となる。このような地下水位の大きな年次変化、さらには畝間灌漑による2次的塩類集積の年次的累積効果、作物の連作障害、新たな輪作体系の構築、有機物施用による土壌改良、また気象の年次間変化など、大きな年次的環境変化と新たな試行が塩類集積と作物栽培に及ぼす影響の検証を行う。

3. 研究方法

供試作物・品種は、コムギ(*Triticum aestivum*)、オオムギ(*Hordeum vulgare*)、エンバク(*Avena sativa*)、サフラワー(*Carthamus tinctorius*)、ビート(*Beta vulgaris*)、ソルガム(*Sorghum bicolor*, 2品種)、スーダングラス(*Sorghum sudanese*)、トウモロコシ(*Zea mays*)、アマランサス(*Amaranthus* spp.)、アルファルファ(*Medicago sativa*)、スイートクローバー(*Melilotus* spp.)及びイネ(*Oryza sativa*, 3品種)の12種・15品種である。実験圃場の暗渠処理区は図1にその概略を示した。播種はリーチング後の6月29日から7月2日に行い、イネ、アルファルファ及びスイートクローバーは平地に、他は平畝(80cm幅、15cm高)及び山形畝(底幅100cm, 40cm高)に2条播き(株間は作物に応じて2cm、10cm、30cm)とし、1プロット長は3m(A圃場)と4m(B圃場)の4回反復とした。施肥はN、P₂O₅をそれぞれ120kg/haを全量基肥とした。畝間灌漑の期日は図3に示したが、7月前半は2-3日間隔で、7月下旬からは1-2週間間隔で灌水した。表2に示した供試作物の形質調査は、ムギ類、ソルガム(2品種)、スーダングラス及びトウモロコシについては、稈長(CL)、穂長(PL)、1株穂数(NP)及びプロット残存株数(NH)を、ビートは葉身の長・幅・長/幅比及び残存株数、アマランサスは草丈、穂長及び残存株数、サフラワーは草丈及び残存株数、アルファルファ、スイートクローバー及びイネについては

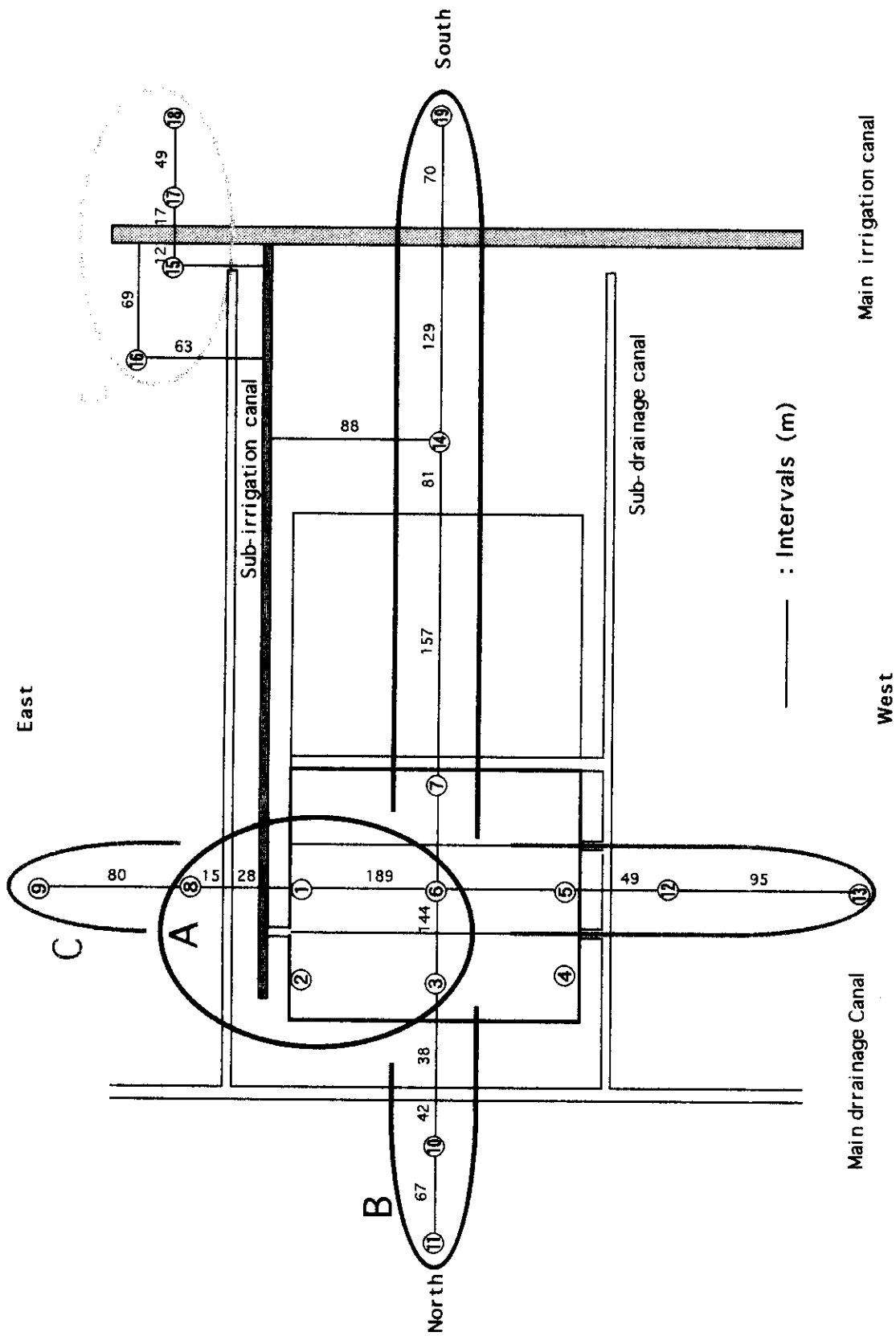


Fig. 2 Observation sites shown in circled number for measuring groundwater levels and water quality in and around the experiment field

本報告では省略した。

暗渠処理区(図1)の概略は以下のようである。

約2.5ha(174m x 144m)の実験圃場(佐賀大圃場)は東西方向に3分割し、北側のA, AC区画(A圃場)は地下45cmに直径5cmのシートパイプ(排水口は東側の貯溜池に開く)を4m間隔で、中央のB, BC区画(B圃場)は地下150cmに直径10cmの有穴塩ビパイプ(排水口は西側の副排水路に開口)を10m間隔でそれぞれ埋設した。圃場西側半分(AC及びBC区画)は、地下45cmに両暗渠パイプと直行して南北方向に弾丸暗渠(それぞれの明渠に開口)を走らせた。圃場周辺の状況は、北側の道路を隔てて最大幅13m、最大深1.8mの幹線排水路が西に向かって流れ、圃場東側には幅2mの副用水路と幅5mの副排水路(図2)があり、西側には幅5mの副排水路があり、副排水路はそれぞれ幹線排水路に連結している。南側のD区画は野生の耐塩性植物の比較試験区で、D1区は乾燥区(盛土)、D2区は対照区、D3区は湛水区(掘り下げ)とした。ペントナイト処理区は図中のBC4及びBC5地点になる。なお、それぞれの暗渠処理区の境界は最大幅2.5m、深さ1.0mの明渠(排水溝)で区画した。図中のA1からBC5までは土壌特性の調査地点を示している。D区画の右側(南)の溝は鳥取大圃場(2.5ha、同様の暗渠パイプを埋設)との境界溝になる。

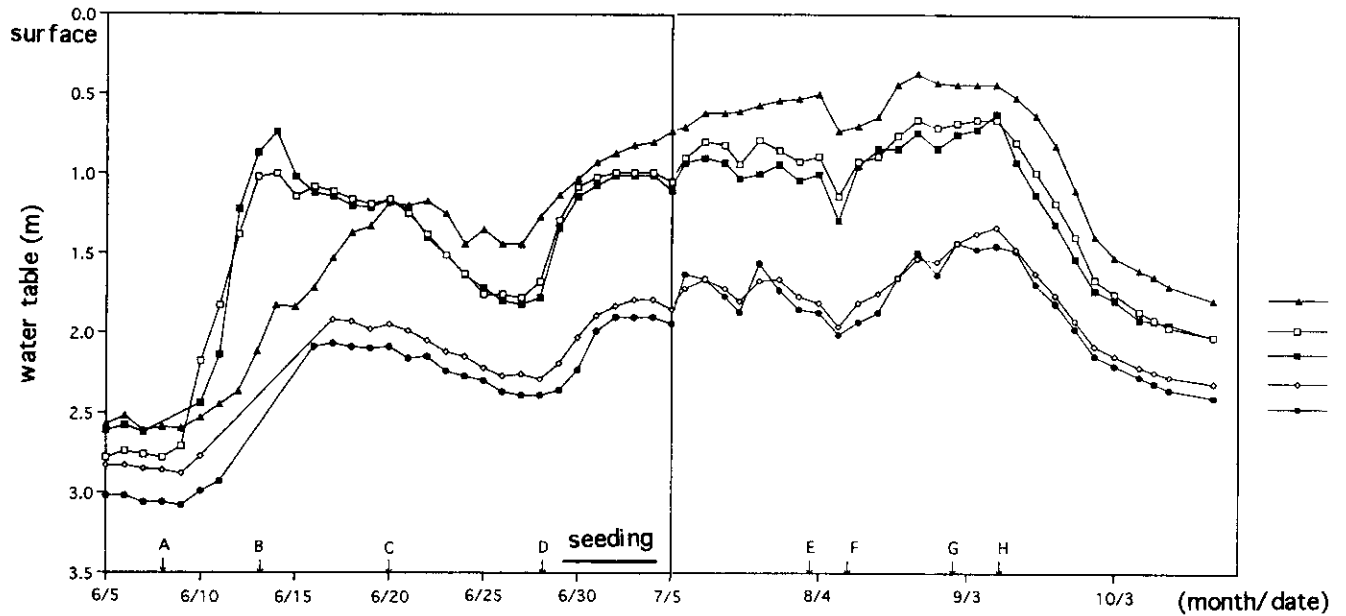
図2は、圃場内及び圃場・灌排水路周辺域の地下水の水質及び水位の経時的变化を調べた調査地点(マル囲みの数字)を示し、場所的特性によってA、B、C、Dの4群に分類した。A群は圃場内を含む副用・排水路周辺の5地点、B群は圃場中央を通る南北方向の5地点、C群は圃場を東西方向に通る4地点、及びD群は幹線用水路周辺の4地点になる。それぞれの地点間の距離(m)はそれぞれの間に記された数字で示している。

地下水位の調査は、内径42mmの塩ビ管(3.5m長、下端1mは直径5mmの穴を5cm間隔で80個開け、フメン布で覆った)を地下3.0 2.5mまで挿入した。地下水の調査は6月5日から10月23日までの間、水位は1日毎に、地下水のEC_w及びpHは2日毎に、午前中のほぼ同時刻に測定した。EC及びpHの測定には、ECメーター(TOA製CM-30V)及びpHメーター(TOA製HM-20S)を使用した。なお、土壌のEC_e及びpHの測定は表2に示したような層位別に土壌を採取し、帰国後に飽和土壌抽出法によって行った。

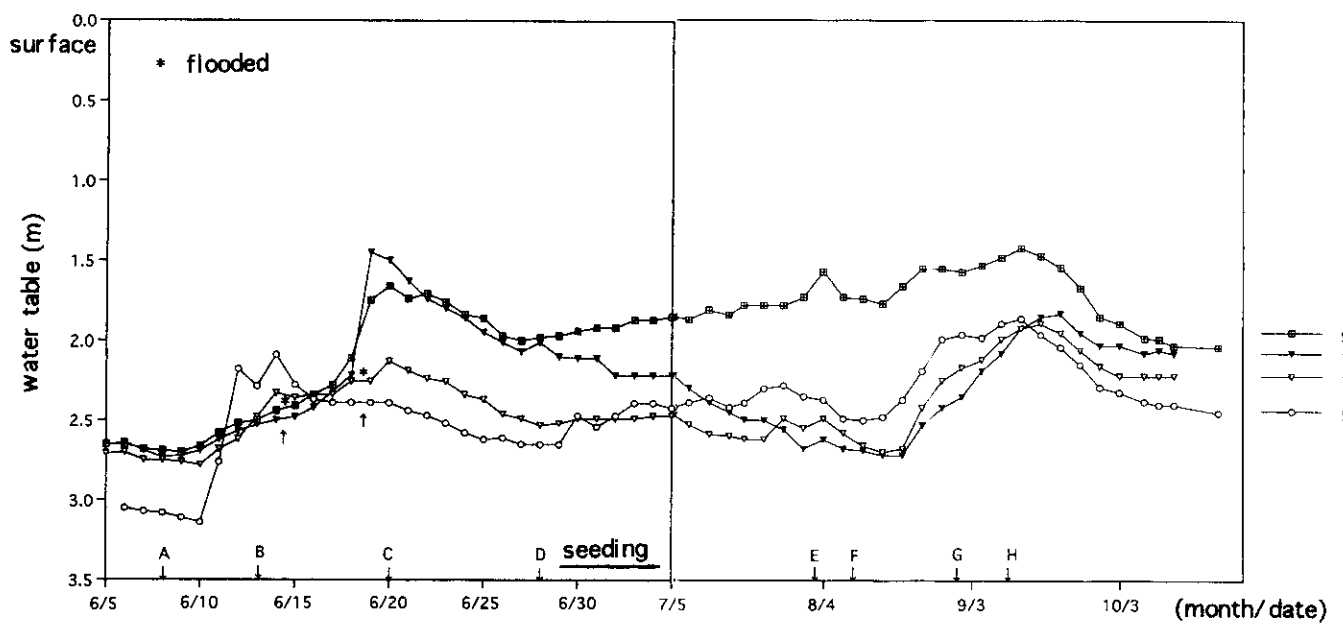
4. 結果・考察

図3 1及び図3 2は、図2に示した19地点の地下水位の経時的变化(播種の前後で、横軸の月日のスケールは異なる)を示した。まず、グループAの5地点では、用水路に近い圃場内の1,2番はリーチングのための導水開始によって、地下水位は地下2.5mから0.5 1.0mまで1週間で上昇し、圃場内中央の3,6番(リーチングでの満水時は接近できず調査不能となった)は地下3m近くから2m前後まで上昇した。圃場外の副排水路横の8番は2週間ほどで徐々に1,2番の水位まで上昇した。6月20日には副給水路の水門を閉鎖しているが、水位の下降は圃場内の1,2番が最も敏感に反応し、3,6番は緩やかに下降した。播種前に灌水を再開したが、圃場内の1,2番と3,6番は1mほどの水位差を保持しながらほぼ同様な水位変動を示した。ただ、圃場外の8番の水位は、副排水路が湛水したことから地下0.5mに達する高い地下水位を保持し続けた。次に、圃場を東西に横断するグループCの4地点(用水路から遠い)は、用水路からは最も遠い9,13番の水位が6月20日前後に急上昇しているが、これは幹線用水路からの漏水した回り水が付近一帯に湛水したことによるものである。播種後の7月から9月中旬までは、9番は幹線用水路の影響を受け続けるが、他の3地点は2.5m前後まで下降し、その後の畝間灌漑によって70 80cmの水位上昇がみられた。以上のように、圃場内の地下水位は用水路周辺以外は1.5mの暗渠排水管よりさらに低い水位で推移したことが分かる。

Group A



Group C



A ; water supplies to irrigation canal

A-B; leaching

C ; water discharge from irrigation canal

D ; water supplies to irrigation canal

E ; water discharge from irrigation canal

F ; water supplies to irrigation canal

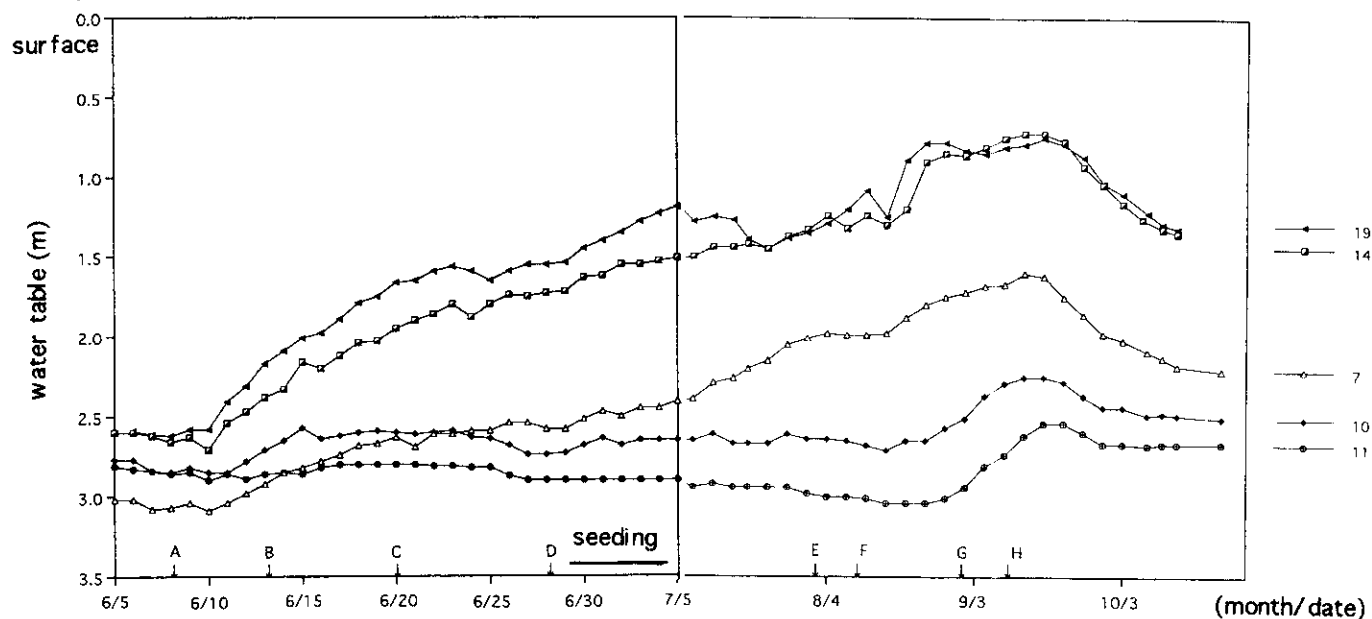
G ; irrigated

H ; water discharge from irrigation canal

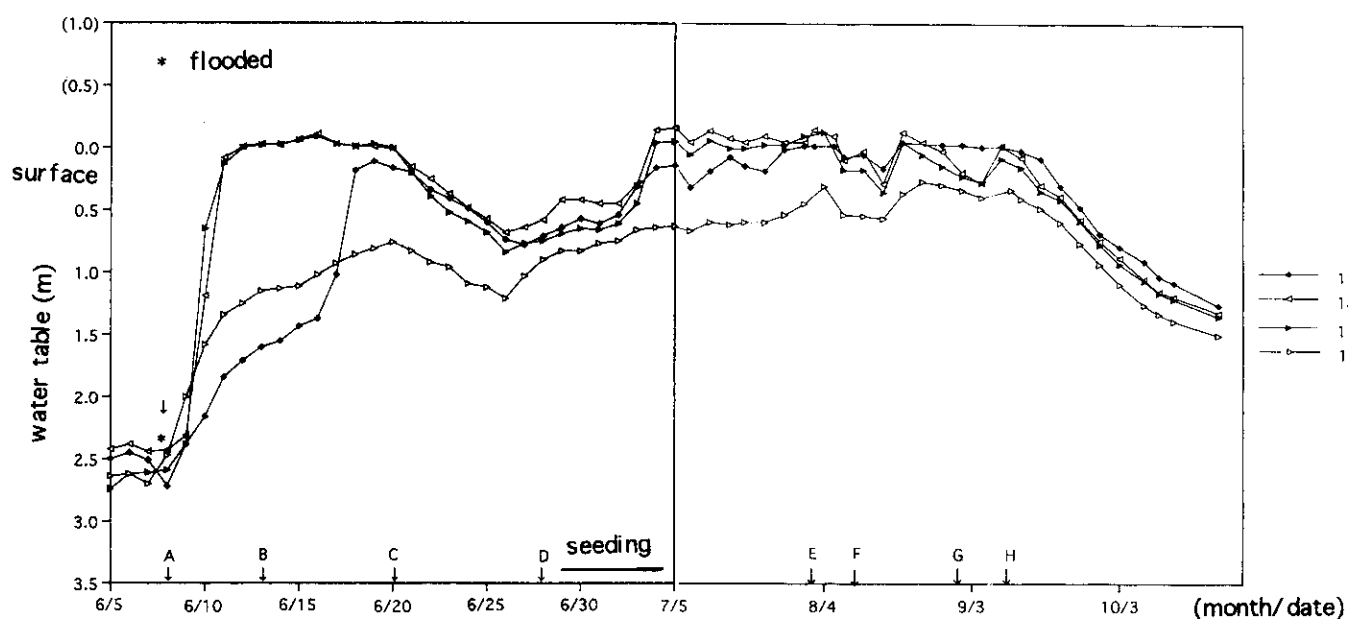
Fig. 3-1 Time-course changes of water table in and around the experiment fields under irrigated conditions

(number ; observation site number shown in Fig. 2)

Group B



Group D



A ; water supplies to irrigation canal
A-B; leaching
C ; water discharge from irrigation canal
D ; water supplies to irrigation canal

E ; water discharge from irrigation canal
F ; water supplies to irrigation canal
G ; irrigated
H ; water discharge from irrigation canal

Fig. 3-2 Time-course changes of water table in and around the experiment fields under irrigated conditions

(number ; observation site number shown in Fig. 2)

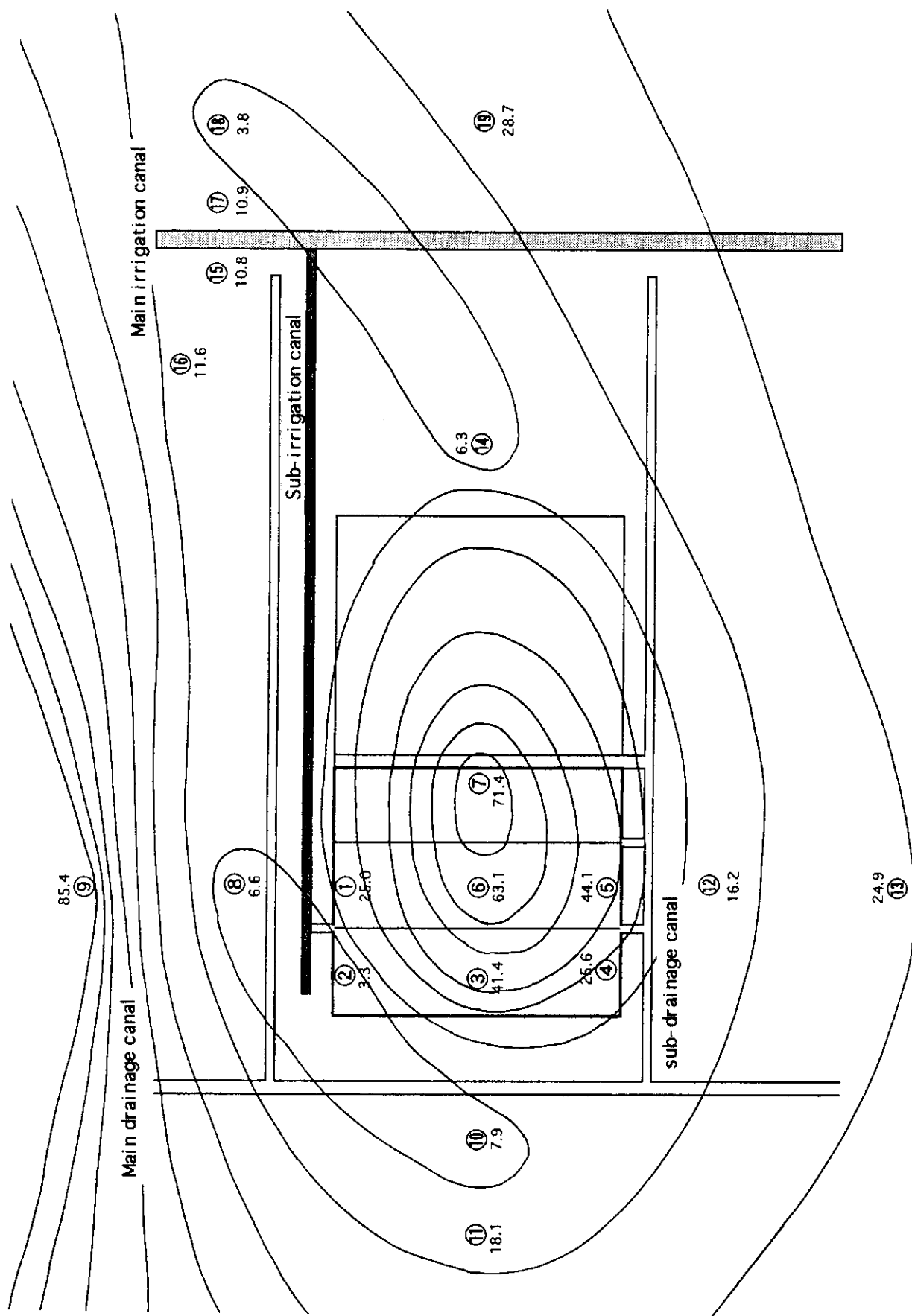


Fig. 4 Distribution of isosalinity-line EC(dS/m) in the field and around the experimental site

図3 2に示したグループBの5地点は、幹線・副用水路に近い14、19番が用水路に導水が始まった6月初旬から9月中旬の水門閉鎖まで徐々に水位を上げ、最高は地下60-70cmまで上昇した。一方、幹線排水路横の10、11番は9月初めまでは給水の影響は全く見られず、地下3.0-2.7mほどの深い地下水位を維持したが、9月中旬にやや水位の上昇がみられた。また、圃場内の無灌漑区(D2)の7番は、非常にゆっくりではあるが、副用水路と畝間灌漑の影響を受けて水位が上昇していった。グループDの4地点は幹線用水路近く南北両側に位置するが、やや地形的な差の影響も受けながら、いずれの(60-70mの間隔がある地点も含めて)水位も幹線用水路の影響で地下50cmから0cm(湛水状態)まで上昇した。

図4は、上記の調査地点の地下水のEC_w値の平均値(異常値を除いた全期間の平均値)の分布から、圃場内及びその周辺域のEC_w値の等濃度線を直感的に描いたものである。調査地点は全体に平均しては分布していないが、2枚の廃棄圃場が高濃度の塩類水を集積した状況を呈していることが分かる。また、幹線排水路横の10、11番は地下水位が3.0-2.7mの野生地であるが、EC_w値(7.9-18.1dS/m)は圃場西側のアルファルファ畑よりも低い値を示している。この10番から2、8番に連続する帯状域は、14、18番域と同じようにEC_w値(3.3-7.9dS/m)が最も低い地下水が同じ方向性を示しながら流れているようである。ただ、このような状況が他の廃棄圃場周辺でも同様に見られるかどうかは分からないが、廃棄圃場の成因を分析するには有用な情報源になると考えられる。

表1には、図1に示した土壌調査地点の層位別のEC_e及びpH値を、リーチング前後及び収穫前に調査した結果を示した。リーチング前(6月6日)の上部地層(0-20cm)の全体的EC_e値の分布は調査地点によって顕著に異なり、A圃場東端のA-1やB圃場西端のBC-5が最も低く(平均で10dS/m以下)、A圃場中央のAC-2やB圃場中央のB-5が最高値(平均で60dS/m前後)を示した。層位別のEC_e値は上層ほど塩類濃度は高くなり、塩類集積がより上層の土壌に生じていることが分かるが、5-10cm層位の上下で濃度は顕著に変化している。リーチング後(6月20日)のEC_e値は、B-5地点以外はほとんどが10dS/m以下に下がっているが、部分的にやや高濃度の層位もみられる。なお、B-5地点のEC_e値が極端に高い値を示しているが、土性の差か均平度の不良によるものであろう。全体的には、リーチングによって表層以下のEC_e値4-6dS/m程度に低下し、塩類感受性が特に高い作物以外は生育できる程度まで脱塩されたことが分かる。pHはわずかに低下し、すべてが8.0前後に平均化された。栽培1カ月後(収穫前)のEC_e値は、20-25cmの層位(上層部は分析中)ではB-5地点以外は3.4-9.1dS/mの範囲に収まり、4カ月間の畝間灌漑で急激に塩類集積が進むことはなかったようである。B-5地点は灌漑によってEC_e値は逆に低下していた。

表2は、表1に示した土壌調査地点での作物の生育状況を示したものである。データはまだ解析中であるが、注目すべきことは、供試作物それぞれの異なる8地点間の形質の変異幅の大きさである。例えば、コムギの稈長はA-1の80cmからBC-2の50cmまで、プロット当たりの残存株数はA-1の102株からB-5の26株までのように、場所による生育の良否の差が甚だ顕著である。このことは、圃場内の場所による塩類集積度あるいは土性の違いの大きさを表していることになるのである。なお、A圃場とB圃場ではプロット当たりの栽植個体(株)数は異なり、後者は前者の約30%増になっている。A圃場の栽植株数は、ムギ類は150株、ソルガム、スーダングラス、トウモロコシが20株、アマランサスは300株、サフラワーとビートが60株である。

作物の種類による耐塩性の差異は、最優良区を基準(対照区はない)とした稈長あるいは草丈(生育後期の耐塩性)及び残存株率(発芽性と生育前期の耐塩性)のプロット間の平均値及びその変

Table 1 . Changes of soil salinity(E_{Ce}),pH before(6 Jun),after(20 Jun) leaching and of harvesting(8 Oct)

Plot No. (depth) ^a	E _{Ce} (dS/m)		pH			E _{Ce}		pH	
	6 Jun	20 Jun	6 Jun	20 Jun		8 Oct		8 Oct	
A -1(0)	15.7	3.3	8.0	7.9	A -1(20)	6.9		7.8	
A -1(2)	10.4	3.5	8.0	7.9	A -1(60)	4.3		7.9	
A -1(5)	7.4	6.7	8.0	7.9					
A -1(10)	4.2	3.2	7.9	7.9					
A -1(15)	4.2	3.1	7.9	7.8					
A -5(0)	48.8	10.1	8.2	7.9	A -5(20)	8.3		7.9	
A -5(2)	21.6	5.9	7.9	7.9	A -5(60)	4.7		7.7	
A -5(5)	6.2	9.3	8.0	7.9					
A -5(10)	6.5	14.6	8.0	7.9					
A -5(15)	4.4	18.9	7.9	7.7					
AC-2(0)	110.1	23.7	8.6	8.1	AC-2(20)	9.1		8.0	
AC-2(2)	86.3	5.7	8.3	8.1	AC-2(60)	17.8		7.7	
AC-2(5)	14.9	5.9	8.0	8.0					
AC-2(10)	16.9	7.1	8.0	8.0					
AC-2(15)	21.8	8.0	8.1	7.8					
AC-4(0)	11.5	7.3	8.1	8.1	AC-4(20)	3.8		7.7	
AC-4(2)	24.0	4.3	8.2	8.1	AC-4(60)	4.7		7.8	
AC-4(5)	11.6	5.3	8.1	8.1					
AC-4(10)	10.3	9.2	8.1	8.1					
AC-4(15)	10.3	6.8	8.1	8.1					
B -1(0)	34.4	8.2	8.3	7.8	B -1(20)	8.8		7.9	
B -1(2)	18.5	4.0	8.1	7.9	B -1(60)	10.5		7.8	
B -1(5)	5.4	4.2	8.1	7.9					
B -1(10)	4.6	4.3	7.9	7.9					
B -1(15)	5.6	5.2	7.7	7.9					
B -5(0)	144.1	97.4	8.3	7.9	B -5(20)	22.9		7.7	
B -5(2)	104.7	44.7	8.2	7.8	B -5(60)	65.5		7.6	
B -5(5)	54.2	56.2	8.0	7.9					
B -5(10)	37.2	58.3	8.0	7.8					
B -5(15)	38.1	48.6	8.0	7.7					
BC-2(0)	24.4	8.3	8.0	7.9	BC-2(20)	3.4		7.9	
BC-2(2)	10.3	3.7	8.0	8.0	BC-2(60)	4.2		7.8	
BC-2(5)	9.5	3.8	8.0	8.0					
BC-2(10)	7.5	4.9	7.9	7.9					
BC-2(15)	7.1	5.1	7.9	7.8					
BC-5(0)	8.6	9.9	8.1	8.0	BC-5(20)	6.2		8.0	
BC-5(2)	11.3	4.1	8.1	8.1	BC-5(60)	23.2		7.5	
BC-5(5)	5.7	4.5	8.1	8.1					
BC-5(10)	6.4	4.6	8.1	8.0					
BC-5(15)	6.9	4.6	8.0	7.9					

^a (0);0-2cm, (2);2-5cm, (5);5-10cm, (10);10-15cm, (15);15-20cm, (20);20-25cm, (60);60-65cm

Table 2–1 Means for some agronomic characters in the soil surveyed plots of the crops planted

Plot No.	Wheat				Oat				Barley			
	CL	PL	NP	NH	CL	PL	NP	NH	CL	PL	NP	NH
A -1	80	8.6	9.6	102	59	18.5	7.6	74	43	8.0	7.1	71
A -5	67	8.2	8.0	84	53	18.3	6.7	65	44	8.9	7.0	42
AC-2	51	8.3	6.0	66	32	13.0	4.5	10	38	7.2	4.7	19
AC-4	69	8.9	8.6	71	51	17.7	6.6	68	41	8.7	7.3	24
B -1	62	8.0	5.8	81	48	16.6	5.7	89	40	7.6	7.0	58
B -5	51	11.0	7.1	26	49	19.1	4.1	35	33	7.7	5.3	16
BC-2	50	8.2	4.8	41	44	16.0	5.5	63	38	8.2	4.9	26
BC-5	68	9.8	7.3	101	47	19.0	6.9	40	41	8.7	6.3	28

Table 2–2

	Grain sorghum				Sweet sorghum				Sudangrass			
	CL	PL	NP	NH	CL	PL	NP	NH	CL	PL	NP	NH
A -1	218	19.8	4.4	15	97	27.6	3.9	4	240	36	10.8	4
A -5	162	19.8	3.5	10	86	24.3	3.6	4	166	34	5.5	3
AC-2	155	17.4	2.5	9	81	21.9	2.6	2	133	31	4.2	5
AC-4	182	19.5	3.6	8	87	24.7	2.7	3	206	32	8.2	3
B -1	177	18.7	2.5	23	98	25.3	3.2	7	184	33	3.8	10
B -5	130	18.3	2.4	3	77	41.7	4.3	1	45	24	1.0	1
BC-2	147	19.8	2.1	12	71	23.7	1.8	2	141	32	1.6	3
BC-5	170	19.8	2.6	11	85	25.2	2.5	4	182	33	4.0	3

Table 2–3

Plot No.	Beet				Maize				Amaranth			Safflower	
	BL	WL	R	NH	CL	PL	NP	NH	CL	PL	NH	PH	NH
A -1	39	13.3	2.9	14	135	41	1.6	4	57	30	178	74	71
A -5	40	14.2	2.8	17	128	29	1.5	2	51	25	159	51	53
AC-2	28	11.2	2.5	7	89	29	1.0	1	36	26	42	36	19
AC-4	46	15.4	3.0	20	104	33	1.3	5	55	37	71	58	26
B -1	40	14.6	2.7	11	96	34	1.2	5	49	23	280	51	82
B -5	45	19.2	2.3	1	116	43	1.0	1	49	24	19	22	42
BC-2	36	15.6	2.4	5	80	28	1.0	3	45	26	32	29	40
BC-5	30	10.9	2.6	3	85	30	1.0	2	70	39	80	39	31

CL;culm length(cm), PL;panicle length(cm), NP;number of panicles per hill,
NH;number of hills per plot, PH;plant height,BL;leaf blade length(cm),
WL;leaf blade width(cm), R;length/width ratio

異の幅・大きさを比較することで推測できる。稈長(草丈)の最優良区の平均値(cm)は、コムギ(88)、エンバク(66)、オオムギ(80)、サフラワー(78)、グレインソルガム(231)、スイートソルガム(110)、スーダングラス(250)、トウモロコシ(171)、アマランサス(90)、ビート(葉長:62)のようである。供試作物の耐塩性については、作物の形質・収量調査のデータはほとんどが解析中であるので、結論的な考察・解釈は今後別に報告することにする。

図5から図8までの写真は、現地試験の経過を示すものであり、多くの人の協力と支援によって将来に夢を託しながら、信頼し合い友好的に実験が進められたことを理解してもらえらると思う。

5. 本研究により得られた成果

現在、多くの調査結果は解析中であり、研究成果のすべてを詳述することはできないが、最大の成果は20年以上も廃棄された高塩類集積圃場が再生・復活され、作物が立派に育ったとであろう。このことには、シャーマン長官、マイルマノフ所長及びシャメイノフ農場長の各氏がいずれも現地圃場で心からの賛辞を与えてくれた。さらに、約6カ月間にわたる試験圃場内及びその周辺域の地下水の水位、水質の経時的変動、及び土壌の層位別特性(本報告では省略)を調査し、これらの環境要因と12種の作物の生育・耐塩性との関係を調査・研究できたことは、本研究の大きな成果として挙げられるであろう(報告は作成中である)。研究以外の別な成果として、佐賀大学の2学生の働きぶりがシャメイノフ農場長によって、現地の労働者・青年達の見本として称賛されたことである。また、現地の研究所の研究員とも変わらぬ友好・協力関係が保たれ、多くの謝辞も受けた。本国での研究報告書の作成も大事であるが、先ずは現地の人との信頼・友好関係を築くことが、将来の農業生産・地球環境問題の解決に発展していくものと信じている。

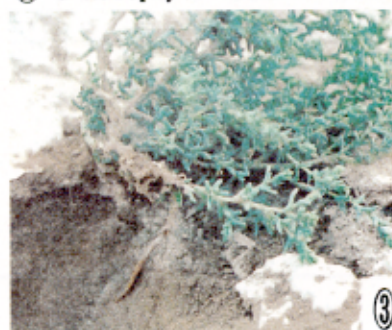
① A-field salt-accumulated in 1995



② thickly crusted salts



③ a halophyte Tamarix



④ re-salinized soils

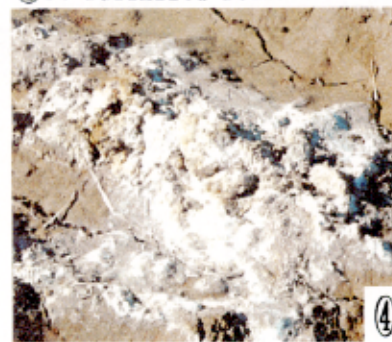


Fig.5 Experiment fields salinized

① Sluicing for water supply adjustment



①

② Watered field and open drainage ditch



②

③ With field workers



③

④ Fully supplied water for leaching



④

⑤ Field just after leaching



⑤

⑥ Broken dike due to water-flow through a mole drainage hole



⑥

⑦ Water flowing through the hole



⑦

⑧ Soil erosion due to leaching



⑧

⑨ Infiltrated dike soils



⑨

⑩ Soils after leaching



⑩

Fig.6 Experiment field at leaching

① Crops at A-block in the best growth



③ Sorghum



② Melilotus spp. growing at A-block



④ Wheat

⑤ No crops standing at re-salinized plots



⑤

⑥ Highly salt-accumulated ridge



⑥

⑦ Wheat heavily damaged by salinization



⑦

Fig.7 Crops at flowering stages

① Preparation for sowing



② After pre-seeding irrigation



③ Two weeks after seeded



⑥ Director Shamen in a Melilotus plot



⑦ With members and coworkers



⑨ Sunset at Syr Darya



⑧ Snaps before saying farewell to field



Fig.8 At sowing and harvesting