

## 中海干拓地区における作物栽培の実証的研究

常松 定信\*・西川 省造\*・川島 慶夫\*\*

Demonstrative Studies on the Culture of Crop Plants in the Reclaimed  
Land Area at Lake Nakaumi

Sadanobu TSUNEMATSU, Shozō NISHIKAWA and Yoshio KAWASHIMA

### 目 次

はじめに	57	Ⅲ 作物栽培に関する試験	67
I 土地基盤の造成に関する試験	58	1 水稻乾田直播栽培について	68
1 試験地ほ場の造成	58	2 飼料作物栽培について	72
2 地下水位の変動について	59	3 ビール麦栽培について	73
3 明渠の効果について	59	4 機械作業について	74
4 暗渠の効果について	60	Ⅳ 総合考察	76
Ⅱ 土壌の年次変化に関する試験	62	摘 要	78
1 土壌の物理性について	62	引用および参考文献	79
2 土壌の化学性について	64	Summary	80
3 土壌硬度について	66		

### はじめに

干拓事業は明治以降の「救農土木事業」、戦時中の「食糧増産対策事業」、戦後の「緊急開拓事業」などの名目のもとに社会政策や経済政策の手段として、国の経済あるいは社会状況の不安定な場合、または食糧の危機が表面化したような時に高く評価されるが、安定期には抑制される性格をもっている。昭和30年以降の日本経済は著しい躍進をとげ、農業もまた戦前をはるかに上回る安定的水準に到達したが、他産業との格差は開く一方となり新しい農業の方向づけの緊急性がさげられた。この段階では将来の農業生産物の需給の面からみれば、既耕地の改良で十分であって、新しい耕地の造成に対しては否定的な意見が多く、今日の稲生産調整施策にもその一端がみられるようである。しかしながら、今後の干拓事業の占める新しい地位とか意義については、長期的展望に立った総合開発的な土地造成、農業の構造改善、就業構造問題などの面から考究する必要がある。

さて、中海の干拓については治水または淡水化などと関連して古くから検討されてきたが、う余曲折を経てようやく昭和43年12月に本工事に着工され、50年完成を以てして着着と進行中である。この新しい土地利用については現在いろいろの論議をよんでいるが、当初は新しい農政に立脚した農業開発が主目的であった。

この事業の当初計画では大区画ほ場田畑輪換方式による大規模酪農経営を目指し、高度な大型機械化農業が企図されていた。この計画を実施するに当って、国の委託により島根県では近傍類似の島田干拓地にモデル試験ほ場を設置して、新しい干拓地でのほ場整備方式を柱とした田畑輪換栽培方式による機械化栽培の実証的な検討を昭和39年～44年の6か年間にわたって行ってきた。ここに干陸初期からの土壌の年次変化を中心とした諸問題と実際の作物栽培についての結果をとりまとめて報告し、今後の新しい干拓地における営農計画上の参考に資するものである。

この調査試験のうち、田畑輪換基準ほ試験（気象、

\* 種芸科

\*\* 現島根県農林水産部農業改良課

土壌の化学性と硬度、機械作業、栽培試験など)については農林省中国四国農政局計画部資源課の、またほ場試験(土壌の物理性、地耐力、用水量、地下水位など)については農林省中海干拓事務所の委託によった。

この調査試験を実施するにあたり、農林省中国四国農政局計画部資源課ならびに同中海干拓事務所の関係係官、島根県農林部旧中海干拓課、耕地課、農業改良課の関係各位には終始御指導と御援助を賜わった。また島根県農事試験場万代然一元場長、渡部一真前場長、入沢周作前次長には特別の配慮と激励をいただき、同高野総十良農機具科長、村上英行土壌肥料科長には絶えず御指導と御協力をいただいた。ここに衷心より感謝の意を表する。

1 中海干拓の当初計画の概要

中海・宍道湖の淡水化計画は昭和初年の大橋川しゅんせつによって、塩水が宍道湖に逆流して沿岸既耕地が用水源を失った時に端を発している。以後、治水・漁業・観光などの面から実現をみなかったが、昭和26年の国土開発法にもとづく「大山出雲特定地域」に指定されるに至りようやく具体化した。

計画によれば中海に2,800haの大規模干拓を行ない、あわせて中海・宍道湖の残水域15,000haを淡水化して、沿岸既耕地約4,800haの農業用水を確保して、新しい農政に立脚した山陰農業のモデル地域を創設しようという遠大なものであった。この事業の主目的は当初農業開発であったが、昭和41年11月の中海地区新産業都市指定と相まって、後進的なこの地域の総合的開発の拠点として期待されている。

事業計画は中海に5地区を設けて島根県側の本庄、揖屋、安来の3地区はポンプ排水による干拓地、鳥取県側の彦名、弓浜の2地区は埋め立てによる干拓地が造成される予定である。

2 試験地の概要

位置：島根県安来市門生町地先、島田埋め立て干拓地第2工区

干陸年次：昭和37年3月

調査年次：昭和39年～44年の6年間

規模：ほ場面積3.4ha、1区48a(200×24m)の田区が6枚と素材試験田区。

栽培方式：田畑輪換栽培(水田4年、畑2年の6年輪作)。

土地条件：ほ場田面は西から東へ1/1,200～1/1,500

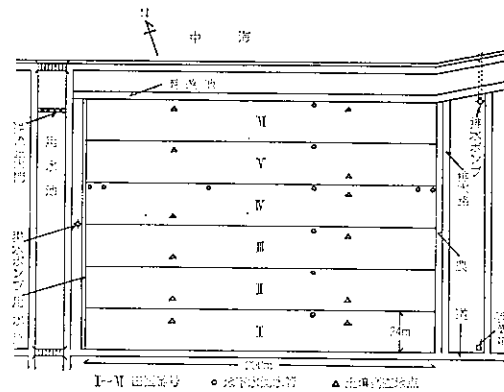
の緩勾配を有し、標高はほぼ40cm。地下水位は冬～春に低いが夏～秋は高く、排水のごく不良な重粘土である。

気象条件：年平均気温14.6℃、年合計雨量は1,850mm、年合計日照時数1,945hr(いずれも米子測候所の平年値による)である。

I 土地基盤の造成に関する試験

農用地として干陸された土地はなによりもまず安定した生産力を持ち、かつ大型機械導入に必要な地耐力を持った土地基盤を造成することが必要である。実際の試験地ほ場造成にあたって、初年目の昭和39年春(干陸3年目)は田面が低く常時たん水するような部分は人間の歩行さえも困難な状態であった。ここでは試験地ほ場造成の概要と、それともなう干陸初期の軟弱地盤強化法について若干の成果をのべる。

1 試験地ほ場の造成



第1図 試験地ほ場配置

試験地の創設に当り昭和38年にまず3.4haの干陸地にトラクター進入道路と排水路を造成し、39年に長辺200m、短辺24mの細長い区画で1区48aのほ場を6枚つくり、畦畔には止水壁としてビニールフィルム(深さ70cm)を埋設した。

用水はほ場の西側を南から北の中海に向かって流れる川をせきとめて用水池とした。ほ場の西側の短辺沿いに用水路としてU字管(φ250mm)を設置し、これに用水をポンプアップして、ほ場の長辺方向に沿って1/1,200～1/1,500の緩勾配をもたせた田面へ溢流させるボーダーかんがい方式を採用した。水のかけ方は干陸初期の除塩過程を除いては、用水路から溢流した水先がほ場の長辺(かんがい距離)の3/4(ほぼ150m

附近)に達したところに揚水を停止する方法をとり、かんがいひん度は生育時期、降雨量などによってきめた。また排水路末端には水位を自動的に調節できる排水機を40年に設置し、排水は機械的に域外に排除した。

作付開始初年目の昭和39年と翌40年には各田区の中央に明渠(上幅50、下幅20、深さ30cm)を1本掘削して、掛け流しによる除塩とか有害物の除去のみならず、排水を促すことによって土壌構造の発達、地耐力の増強を図った。40年冬から41年春にかけて各田区の長辺方向にほぼ11m間隔に2本の暗渠を設置し、42年春にはこの内の2田区についてそれぞれ3本の暗渠(田区の中央と両側の畦畔沿い)を増設して間隔を5.5mとした。

2 地下水位の変動について

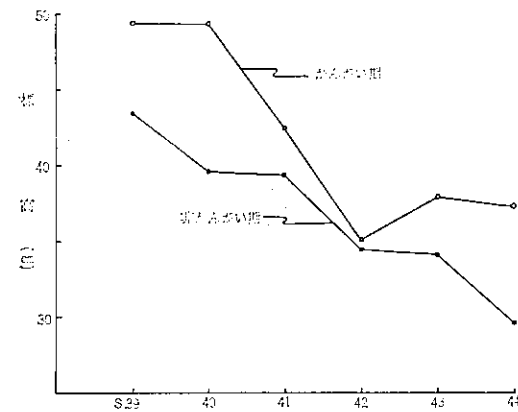
地下水位の動向をは握することは、土壌の乾燥を促進する方法の検討や、作物を栽培する上からも重要なことである。

ア) 調査方法

第1図に示した場所に長さ2mのストレナー付き鉄製パイプを設置して、毎日1回フロート付きのものさしで測定し、標高に換算して示した。

イ) 調査結果および考察

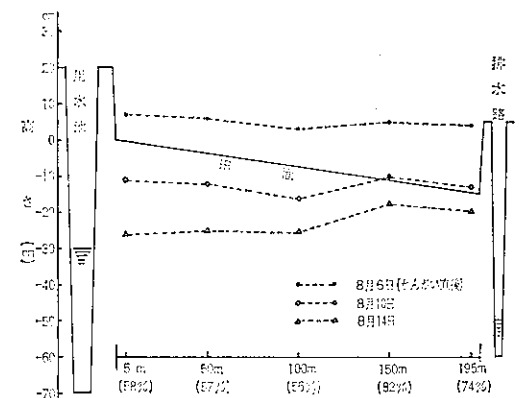
地下水位は標高にしてほぼ40cm(田面下約10cm)辺りを中心に動き、年間を通じて最高は6～9月のかんがい期(ほぼ田面平)であり、非かんがい期は比較的低く変動も小さかったが、最低は4～5月の乾燥期で田面下20～30cmであった。第2図にみられるように地下水位は年々低下する傾向が明らかである。(42～



第2図 地下水位の年次変化

43年が高いのは周辺干拓地の作付開始にともない、この排水が試験地内に流入して排水不良となったことによる)。しかしながら、田面の沈下量も別の調査結果によれば昭和40～43年の3か年で平均8.8cmであって、実際の地下水位の低下状況は図にあらわれたほどではない。

第3図は昭和43年の水稻作付田区での地下水位の想



第3図 地下水面の想定図 ( )内の%は43年8月13日測定のと土層の含水比を示す

定図であり、1/1,300の田面勾配をもつこのようなほ場では、地下水面の動向からもわかるように、かんがいの土壌ならびに作物におよぼす影響は用水路側と排水路側とでかなり様相を異にした。

一般に地下水位の高い干拓地では、かんがい水をしめるだけ抑え、地表面の余剰水はすみやかに排除して乾燥を促進し、亀裂の発達を促すことによって地下水位を下げるのが重要であるといえる。このためにも、かん排水施設の完備が重要となる。

なお、貝がら堆積層の地下水位は年間を通じて常に高く、土壌は表層までグライ化しており、土壌の乾燥・収縮による地盤沈下も小さく、概して田面が高かった。このため水稻の栽培に当たっても水がかりが不良なため塩類が集積して、pHも高く生育は著しく劣った。

3 明渠の効果について

ア) 調査方法

昭和39年に上幅100cm下幅30cm、深さ40cmの断面の明渠を間隔3.5m、7m、14mの3段階に分けて掘削し、耕うん処理も組入れて調査した。40年には明渠の

断面が乾燥によって崩壊したので、その部分を再掘削して調査を続行した。

イ) 調査結果および考察

明渠の掘削によって、壁面はもとより明渠からやや

離れた地点においても亀裂や斑紋の発達が見られ、それらの発達も明渠に近いほど、また明渠間隔が狭いほど顕著になる傾向にあった。

土壌の変化(第1表)を物理性についてみると、明

第1表 明渠と土壌の物理化学性

土層の深さ (cm)	明渠間隔 (m)	物理性				化学性			
		固相 (cc)	液相 (cc)	気相 (cc)	含水比 (%)	Y <sub>1</sub>	水性溶酸	CI (%)	
0~5	3.5	26.4	35.7	38.0	13.1	63.9	16.2	0.01	
	7.0	28.9	33.4	37.7	11.6	36.3	13.6	0.00	
	14.0	30.0	37.1	30.2	12.7	63.8	15.6	0.01	
	無処理	29.1	52.6	20.4	18.1	49.7	12.5	0.01	
5~10	3.5	24.9	48.4	16.8	19.4	95.3	54.8	0.02	
	7.0	30.1	47.8	22.1	15.9	99.0	46.0	0.01	
	14.0	28.5	62.5	9.5	21.9	107.4	57.7	0.01	
	無処理	28.5	66.0	5.6	23.2	39.2	14.4	0.02	
10~15	3.5	26.0	68.4	5.5	26.3	73.5	43.5	0.05	
	7.0	25.0	48.2	26.8	19.3	64.7	30.6	0.02	
	14.0	25.9	57.4	16.8	22.2	93.8	47.4	0.02	
	無処理	27.3	62.2	10.6	22.8	42.2	12.6	0.02	
20~25	3.5	25.9	67.9	6.3	26.2	0.8	0.3	0.21	
	7.0	24.2	73.5	2.3	30.3	19.0	11.8	0.12	
	14.0	24.8	65.0	10.2	26.2	63.3	32.5	0.04	
	無処理	26.3	71.7	2.1	27.2	40.1	3.5	0.07	

注) 無耕うん区について41年3月調査

渠の掘削によって表層10cm程度までの土壌水分は明らかに低下し、気相が高まること認められた。化学性については明渠間隔に一定の傾向はないが、表層下10~15cmの深さまでは置換酸度および水溶性酸がともに著しく多く、土壌の酸化が促進されており、表層0~5cmの水溶性酸がかなり低下しているのは雨水などによる溶脱が大きかったものと考えられる。また塩素含量は明渠間隔が3.5m, 7mの区において20~25cm層に多く、亀裂の発達が顕著であったことから下層への溶脱蓄積が多かったものと推察される。

土壌硬度(地耐力)は明渠近くで若干高まるが、その範囲は狭く、土壌水分とか地盤の高低の影響が大きく、また耕うん処理も表層の土壌改良には有効であったが、地耐力に対する影響は小さかった。

干拓地の亀裂の発達した土地条件で常時排水を行なっておれば、明渠の排水効果は広範囲におよぶと考え

られ、明渠間隔は10m程度でも十分といえよう。

4 暗渠の効果について

ア) 調査方法

昭和40年の冬作物栽培のために排水溝を掘削して、亀裂の発達、土層の分化を促進しておいて、41年春にこの溝を上流端で田面下40cm, 下流末端で60cmの深さに再掘削(吸水管勾配は田面も含めてほぼ1/500)して乾燥をまち、暗渠を1田区当り2本(11m間隔)ずつ敷設した。42年春にはこの2田区について各々3本増設して暗渠間隔を5.5mとした。吸水管材料はフィルター付の塩ビ管(φ55と60mm)が主で、他に四つ割り竹の周囲をヨシでくるんだものなどを用いた。吸水管はほ場の長辺200mに沿って敷設し、直接排水路に開口し、ゴム栓に穴をあけて排出量を調節した。44年秋には5m間隔に吸水管の不等沈下量をレベリングした。また素材試験田区では41年に暗渠間隔2.5m, 5

m, 10mの3区を設けて適正な間隔を知ろうとした。

なお暗渠に関する地下水位の測水管は塩ビ管(φ80mm)に穴をあけたものを用いた。

イ) 調査結果および考察

昭和43年9月に水溶性白色ビニール塗料を用いて、土層内の水みちを観察した。第4図は左上辺に白色塗料が流し込んであるが、塗料は右下辺に向かって傾斜しながら流下して、ものさしの下端にある暗渠の吸水管に向っている状況がよく分る。また暗渠から離れた位置からの水の移動は第5図のように、土壌構造の発達



第4図 土層内の水みち (a)



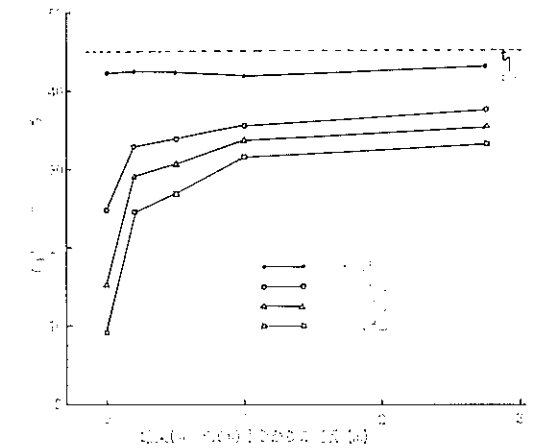
第5図 土層内の水みち (b)

した表層の褐色部と下層の未分化の灰色部の境界域に白色塗料の貯留がみられる。田面水はこのように亀裂を通して白色を呈する部位まで降下し横に移動していくものと推察された。

暗渠の影響を土壌の物理性からみると、暗渠直上は埋め戻しの影響もあって下層に至るまで気相が液相に比べて大きい。暗渠から離れるにつれて気相は液相

よりも小さくなる。この傾向は含水比についても同様で、土層内の亀裂の発達程度を要付けるものである。

次に暗渠と地下水位との関係を43年9月に暗渠間隔5.5mのほ場で調査した結果は第6図のとおりである。この図は9月24, 25日に合計88mmの降雨をみると



第6図 暗渠排水に伴う地下水位の変化

きの地下水位の低下状況であり、その後3日間は降雨が無かった。

地下水位は降雨後に急速に低下するが、その低下度は暗渠直上が最も大きく、これから遠ざかるにつれて小さくなり、1m以上の地点では大きな差がみられなかった。同様な調査を排水のごく良好な素材試験田区において、暗渠間隔2.5, 5, 10mについて行なったところ同一の傾向が得られ、間隔が狭いほど水位の低下が早く、低下度も大きいことが認められた(第2表)。

第2表 暗渠間隔の差異による地下水位の変化 (標高 cm)

月日	間隔			降雨量 (mm)
	2.5m	5m	10m	
9. 13				34.2
14	25.3	28.5	30.7	17.5
15				0.2
16	17.3	19.3	20.5	0
17	11.6	10.9	15.9	0
18	6.7	7.6	12.4	0

注) 地下水位は4点平均値

暗渠と土壌硬度については、暗渠に近いほど、また暗渠間隔の狭いほど硬度が大きくなることが認められ

第3表 暗渠間隔と土壌硬度

深さ <i>cm</i>	間隔 2.5 <i>m</i>		間隔 5.0 <i>m</i>			間隔 10 <i>m</i>			
	位置		0	1.25	2.5	位置			
	0	1.2				0	1.25	2.5	5.0
5	27.8	20.2	18.7	19.0	16.8	22.0	17.4	16.1	14.5
15	20.1	15.7	19.0	14.0	14.6	18.0	13.9	16.4	13.4
25	16.7	13.5	18.2	13.3	12.3	14.1	11.0	10.3	9.7
35	19.2	12.7	15.8	9.0	9.3	17.0	7.1	7.8	8.5
45	12.3	8.6	12.1	6.7	4.9	9.8	5.1	4.7	—

注) 位置は暗渠中心からの距離 (*m*)

た(第3表).しかしながら,硬度で表現する暗渠の直接的影響範囲は明渠と同様に狭く局所的である.これらのことから場の硬度を高めるには,土壌の乾燥にともなう亀裂の生成を促し,排水を促進するような一連の操作を総合的に実施することが必要である.

暗渠の排水能力については,吸水管の末端に水道メーターを設置して測定した.敷設直後は25 *m*<sup>3</sup>/日/10 *a* (3 *l*/sec/*ha*)以上であったが,以後は急速に低下して8~9 *m*<sup>3</sup>/日/10 *a*でほぼ安定し,1 *l*/sec/*ha*程度の排水能力を維持しているとみられた.しかしながら,暗渠によっては排水の極めて不良なものが見られたので,吸水管の不等沈下量を調査した結果,とくに貝がらの堆積層においては他の部分より地盤沈下量が小さく,吸水管は敷設当時に比べその位置がかなり乱れて,排水能力を低下させていることが明らかとなった.

干陸初期の泥土の中へ暗渠を敷設しても,亀裂による水の移動は少なく,かつ不等沈下をおこし易いことから,干陸初期は明渠によってまず地表水を排除して土壌の透水性を高めることから始めるのが得策と考えられる.暗渠の施工についても,その方法,効果,効果の持続性についてはなお検討しなければならない.

II 土壌の年次変化に関する試験

干陸後の土壌の性質を明らかにし,その変化の過程を追跡して,作物栽培上重要な土壌の理化学的改善上から土壌管理のあり方ならびに大型機械導入上必要な地耐力(土壌硬度)などについて調査し,基礎資料を得る.

1 土壌の物理性について

ア) 調査方法

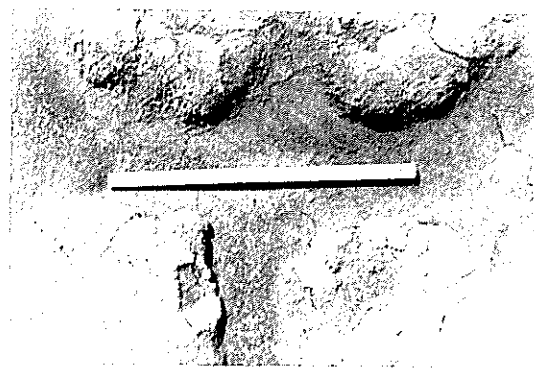
土壌の断面形態の変化については第1図に示した1土壌調査地点で毎年夏作の前後(春と秋)に試坑を行ない,実容積についてもこれと同場所・時期に0,5,10,20,30,40*cm*の6層の深さごとに各々2点ずつ採取して実容積法に準じて行なった.

イ) 調査結果および考察

(a) 土壌の構造

昭和39年春(干陸3年目)作付前未耕地の土壌表面は第7図のとおりである.土壌表面は乾澁をくり返すことにより固結した泥土は小土塊となり,この小土塊は乾燥・脱水・収縮により生じた大亀裂を埋め,おうとつのある地表面を形成する.

また,この時期の土壌断面についてみると(第8図),表層0~5*cm*は大亀裂の土塊に更に多数の小亀裂を生じ風化の影響がいちじるしい.次の5~10*cm*層では小亀裂が幾分あらかくなっているが,10*cm*以下の層は大亀裂のみであり,小土塊の流入が若干認められる程度である.23*cm*以下の層では亀裂が全く認められなかった.一般にこの時期の大亀裂は深いものでも30*cm*



第7図 土壌表面(干陸後3年目)

位までであり,小亀裂は表層10~15*cm*まで認められ,斑紋は亀裂面に25*cm*内外の深さまでであった.

土壌構造の年次変動について,土層分化は徐々に進行して,年年上位層が少しずつ厚くなり,とくに2~3層において著しく,4層においては土壌硬度を除いてほとんど変化はみられなかった.作土層は毎年耕うんとか作物の作付けによる結果,酸化斑紋の生成が顕著であった.土塊の形状は1層では塊状→小塊状→粒状,2層では塊状→小塊状の変化がみられ,3層以下は無構造で年次を経過するにしたがって亀裂が発達し,とくに3層は顕著であった.土色および斑紋について,1層ではほぼ暗褐色~黒褐色を呈し,膜状や糸状の斑紋が年次を経るとともに非常に多くなり,2層以下の土色は暗黄灰色でほとんど変わらず,膜状・糸状の斑紋は徐々にふえていった.

(b) 土壌の物理性

土壌は第4表の組成にみられるように,含塩性泥土できわめて重粘であった.

土壌の真比重は2.54程度とみられ,仮比重は下層



第8図 土壌断面(干陸後3年目)

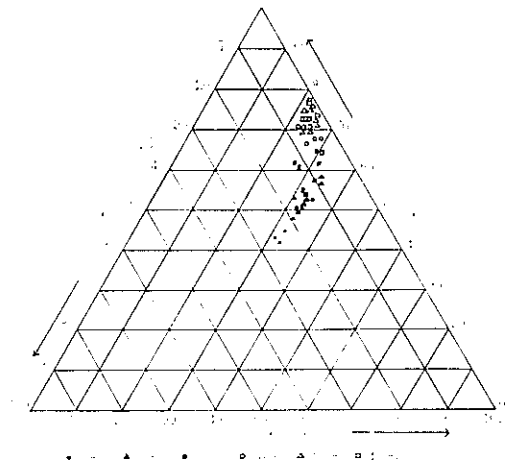
第4表 土壌の機械的組成

2 ~ 0.2 <i>mm</i> Coarse Sand	0.2 ~ 0.02 <i>mm</i> Fine Sand	0.02 ~ 0.002 <i>mm</i> Silt	0.002 <i>mm</i> 以下 Clay
0.42 %	14.40 %	39.85 %	45.34 %

が小さく(0.5~0.6),表層に向って著しい増大(0.7~0.8)がみられ,年次とともにやや大きくなる傾向がみられた.とくに10~15*cm*層の増加度が大きく,初期には表層と下層との中間程度であったが,次第に表層の性状に近くなり,土層の分化発達の進行が認められた.含水比も層位によって大きな差がみられ原土に近い下層上では120~140%にも達したが,表層10*cm*位までは55~75%と低くなっている.

土壌の三相構造を三角図表にとってみると第9図のように,液相の占める割合が最も大きく40~80%であり,気相は小さく1~25%の範囲で両者とも表層部の変異が非常に大きかった.しかし,固相は25~35%で変異は小さく,ことに表層土は30~35%の線上に集中して分布した.

このように表層と下層とでは土壌の物理性に相違がみられ,表層土は作物の栽培上問題は少ないと思われるが,下層土は飽水度が極めて高く透水性が不良で,



第9図 土壌の三相分布

地盤支持力の低下を招く大きな要因とみなされた。

なお、減水深については緩勾配を有するほ場のためたん水が不可能で、測定は困難であったが、39~40年の結果によれば日減水深は15~26mm、垂直浸透量は1.6~1.8mm程度であった。したがって葉水面蒸発以外の減水はほとんど亀裂からの横浸透であるとみられた。

2 土壌の化学性について

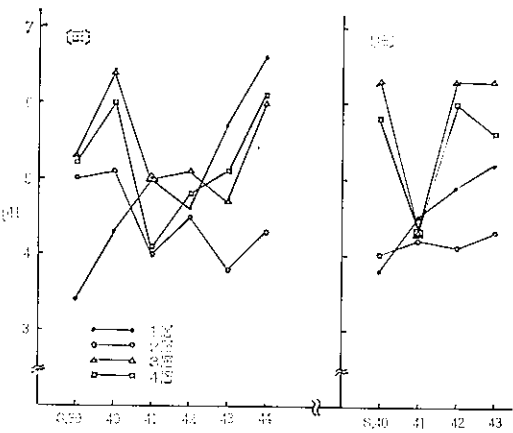
ア) 調査方法

試料の採取は土壌の物理性の項と同一場所・時期に層位別に行ない、風乾細土について調査した。調査項目と方法は次のとおりである。

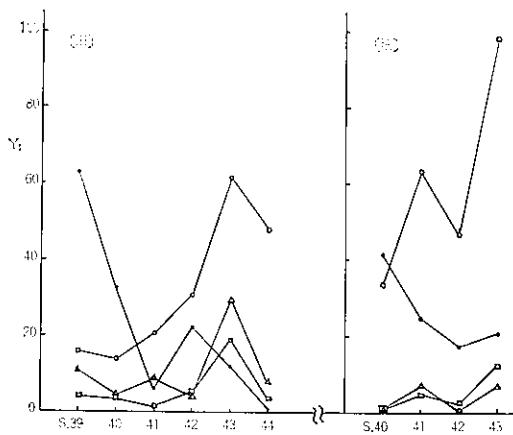
pH：ガラス電極法（水懸濁液1：2.5）

置換酸度、水溶性酸：常法による

可酸化性硫黄：過酸化水素による半定量法<sup>6)</sup>



第10図 pHの年次変化



第11図 Y1の年次変化

塩素：Mohr法

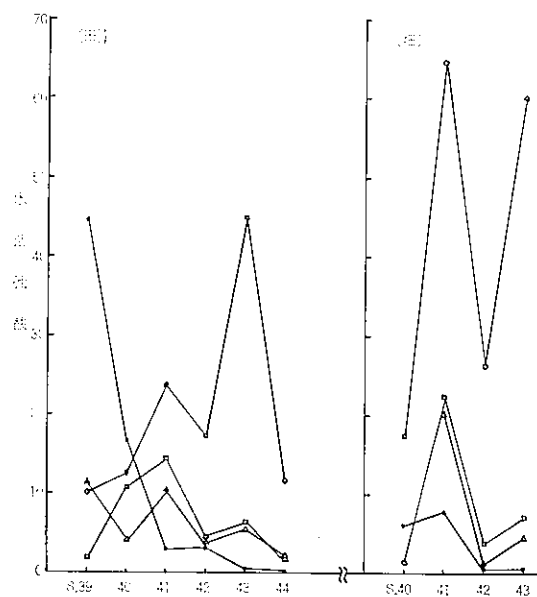
陽イオン置換容量：N 酢酸アンモニウム置換法  
置換性カルシウム、マグネシウム：EDTA 滴定法  
置換性カリウム、ナトリウム：蛍光光度法

イ) 調査結果および考察

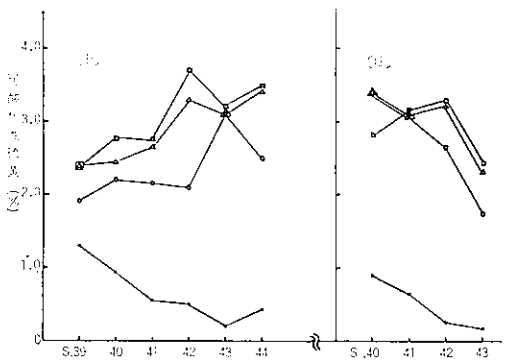
(a) 土壌の化学性

調査は毎年春と秋の2回行なったが、ここでは春（夏作前）の土壌の化学性についての年次変化を田畑別ならびに層位別に第10図~16図に示した。

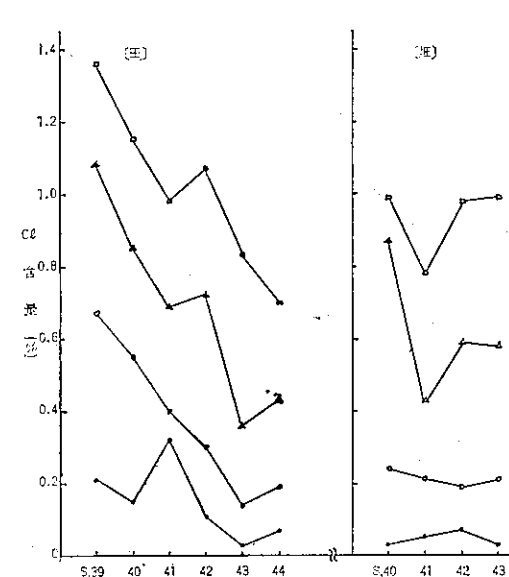
pHについてみると、第10図のごとく1層は土壌初期の3程度から徐々に上昇して7あたりまで達してい



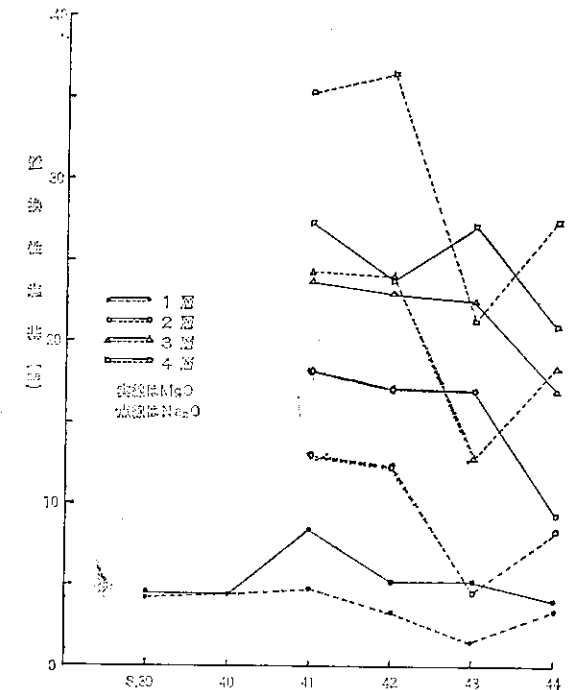
第12図 水溶性酸の年次変化



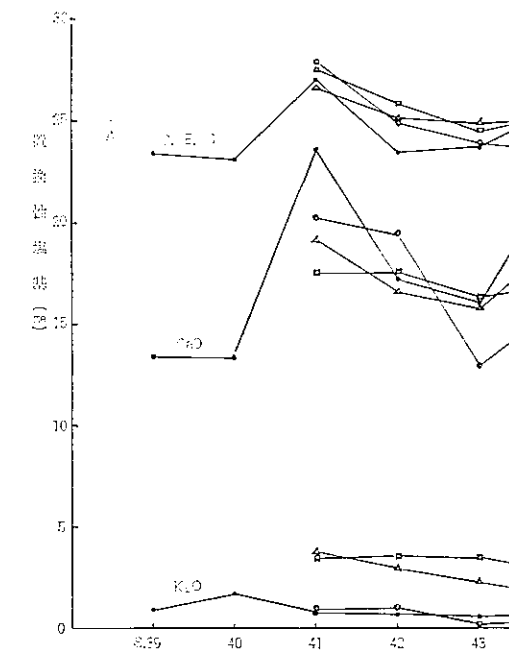
第13図 可酸化性硫黄の年次変化



第14図 土壌塩分の年次変化



第16図 置換性塩基(2)の年次変化



第15図 置換容量、置換性塩基(1)の年次変化

るが、2層は4程度で極めて低く経過している。3層と4層は6~7の範囲で変化はほとんどみられなかった。また1層については畑が水田に比して低く経過

した。

置換酸度を水田について層位別にみると1層では初期に相当高いが、間もなく急激に低下するところが2層は徐々に高まって各層位の中で最高となり、3~4層はおおむね低く経過した。畑は水田とやや様相を異にし、酸化が促進される結果として初期より置換酸度はかなり高く、とくに2層が異常に高く推移した。水溶性酸の変化は置換酸度とほぼ同じ傾向であった。

可酸化性硫黄の含有率を層位別にみると、1層では年々低下してその率も極めて小さく、その低下傾向は水田よりも畑が顕著であった。しかし、2層は著しく高く原土に近い値を示した。3~4層はほとんど原土そのものといってよく、未酸化の状態にあるといえよう。

以上のことから、酸度の変化について1層は耕うんとか石灰の施用や明渠・暗渠排水などの土壌管理ならびに水管理によってすみやかに酸の除去が行なわれ、土壌改善の効果が明らかに認められた。しかし、2層は酸化が相当に進んでいるにもかかわらず、酸の溶脱が十分でないため強い酸性状態を呈し、とく

に畑においてこの傾向が強かった。3~4層は酸化が比較的緩慢なため干陸初期の原土に近い状態で変化にとぼしかった。

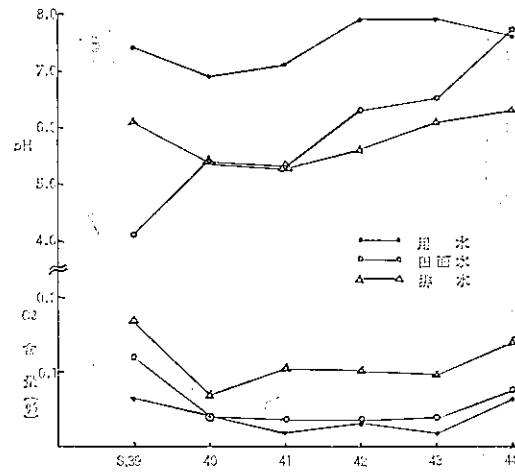
土壌塩分についてみると、塩素含量は層位間に著しい変動がみられ、表層が少なく下層ほど多かった。なお、水田は各層とも漸減傾向にあったが、畑ではほとんど変らなかった。

次に陽イオン置換容量はほぼ 25 me/100g 程度であり、この値は他の干拓地に比較して小さく、粘土鉱物の種類の違いによって考えられている<sup>9)</sup>。置換性塩基は下層土ほどナトリウム、マグネシウム、カリウムに富み、作土層は石灰の施用の影響もあってカルシウムが著しく増大した。置換性ナトリウム、マグネシウムの含有量が多いことは海成干拓地土壌の特徴で塩害を助長するばかりでなく、とくに、ナトリウムは土壌の物理性を不良にする要因にもなっており、このような塩基は石灰などの施用により、すみやかにカルシウムと置換することが必要である。

(b) 水質

稲作期間中の用水、田面水、排水について pH、塩素を調査した結果を第17図に示した。用水は中海に注ぐ川をせき止めて用水源としたが、作付初年目の昭和39年には逆流止水樋門が完備しておらず、とくに初期は使用にたえないような塩素濃度であった。40年以降の塩素濃度は低下したが、一般に用水が不足して早ばつ時にはしばしば塩素濃度が高まった。pHも海水の影響をうけて7~8と終始高く経過しており、水稻栽培のかんがい用水としては水量の不足ばかりでなく、水質上からも好ましいものではなかった。

田面水について、39年は pH が低く、塩素含量も高



第17図 稲作期間中の用水・田面水・排水の pH・Cl の変化

かったが、その後 pH はやや上昇し、塩素濃度はかなり低下して経過した。排水水は排水路または暗渠から排出された水について調査したが、pH は 5~6 でやや酸性を呈し、塩素濃度 0.1~0.17% でかなり高く除塩の進行を物語っている。

3 土壌硬度について

ア) 調査方法

ほ場の地耐力の指標として広く用いられているコーンペネトロメーター(底面積6.45cm<sup>2</sup>の30度角のコーン)で調査した。コーンペネトロメーターでは深さ 0~100cm について 5cm ごとの値を、各田区ともに用水路から25m 間隔に各地点で4か所、合計36か所を夏作の前後(春と秋)2回にわたって測定した。

イ) 調査結果および考察

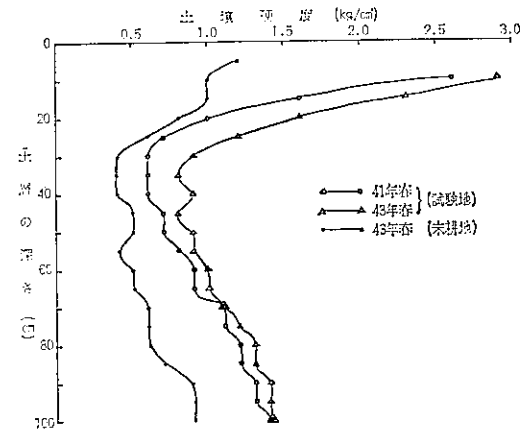
第5表に干陸(37年3月)後の土地管理の相違が地

第5表 土地管理の相違と土壌硬度 (コーンペネトロメーター: kg/cm<sup>2</sup>)

土壌の深さ cm	常時排水地帯	無冠水地帯	夏季冠水地帯	39・40年畑作	39・40年水稻作
5	5.1	4.3	2.2	2.9	3.4
10	3.2	2.0	1.3	3.7	2.6
15	1.9	0.7	0.5	3.0	1.3
20	1.5	0.4	0.3	1.6	0.7
25	0.7	0.4	0.3	1.0	0.5
30	0.6	0.4	0.3	0.6	0.4
35	0.5	0.5	0.3	0.5	0.4
40	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4
45	0.5	0.5	0.4	0.6	0.4
50	0.6	0.6	0.4	0.6	0.5

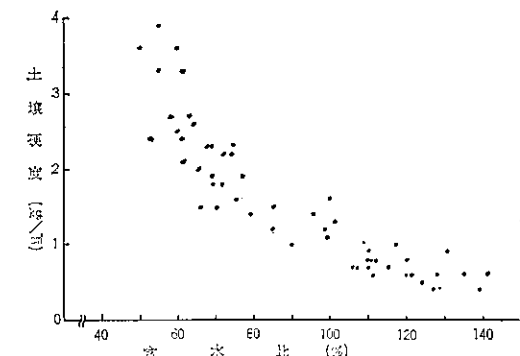
耐力におよぼす影響について、40年秋に調査した結果を示した。これによると、畑作>常時排水(明渠)>水稻作(乾田直播栽培)>無冠水(放任)>夏季冠水(放任)の順で地耐力に変化が認められ、干陸後の畑作および常時排水することの効果は極めて大きい。また、ボーダーかんがい方式による水稻作もかなり有効で放任にくらべ明らかに優った。

次に土壌硬度の年次変化を垂直分布についてみた結果は第18図のとおりである。硬度は地表面から深さ



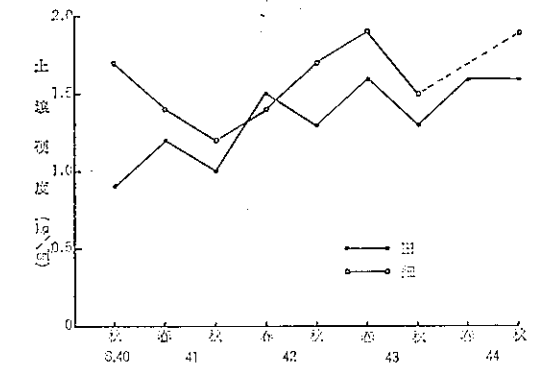
第18図 土壌硬度の垂直分布 (コーンペネトロメーターによる)

30cm 位にかけて急激に低下し、30~50cm の層位が最も小さく、50~100cm にかけてやや大きくなる傾向がみられた。この下層がやや高まるのは吹き上げによる理め立てが2回にわたってなされた工事上の理由によるものである。作物の作付と土壌管理により年次を経過するにしたがって土壌硬度は明らかに大きくなるが、



第19図 土壌硬度と含水比

放任状態におかれた場合は周辺未耕地のごとく垂直分布の型は同一であるが、その値はきわめて小さく地盤の強化は遅い。土壌硬度は含水比と負の相関があって、含水比の変異が大きい表層 5cm までを除き、10~30cm の深さの平均値で土壌硬度の年次変化を示すと第20図のとおりである。田畑ともに年々土壌硬度の高まることは明らかであり、水田にくらべ畑がやや高く経過していることが認められる。



第20図 土壌硬度の年次変化(コーンペネトロメーターによる深さ10~30cmの平均値)

以上のように干陸初期は含水比が極めて高く、地表面が乾燥・収縮することにより亀裂が入って表層は漸次硬度を増していくが、自然状態で放置しておいても、これ以下の層は変化にとぼしく、依然として軟弱なまま経過していることがよく分る。そこで明渠などの掘削とか耕うんや石灰の施用などの土壌管理やかん排水などの水管理、その他の処置によって、理化学性が改善されるとともに、土壌硬度も表層から徐々に増大して下層にまで影響をおよぼしていくとみられた。

Ⅲ 作物栽培に関する試験

干拓地當農の当初計画にしたがいモデルほ場を設置し、これまでのべてきたようなほ場整備方式をとり、田畑輪換による大区画ほ場での機械化栽培を実証的に行ない、作物の生産性ならびに栽培技術などについて検討した。

作付計画は中海干拓事業計画で策定されたもので、田畑輪換方式にもとづく機械化酪農経営を前提として、下記の A~F の 6 基本型式に分けられ、水田 4 年に対して畑 2 年の 6 年輪作によって組立てられている。栽培試験はほぼこれに準じて行なった。

- A: 水稻 (極早生) →エンバク・ベッチ  
 B: 水稻 (早生) →イタリアン・レンゲ  
 C: 水稻 (早生) →イタリアン・レンゲ  
 D: 水稻 (早生) →ビール麦  
 E: 青刈トウモロコシ・ダイズ→飼料カブ  
 F: 牧草 (イタリアン・オーチャード・ラジノクロバ・レッドクローバの4種混播)

計画の基本作業体系は大型機械化が前提とされていたが、本試験は干陸後の年次も浅く、これまでのべてきたような土地造成や土壌改良などほ場整備を同時に進めていかざるを得なかったために、試験の主目的は干陸初期の過渡的段階における対応技術の究明においた。したがって試験開始期の作業はほとんど人力または小型機械に依存し、その後漸次ほ場の整備が進むにつれて大型機械の導入も可能となった。

### 1 水稻乾田直播栽培について

#### ア) 調査方法

供試品種: フジミノリ, 近畿33号, 日本晴, ヤマビコが主体

播種期: 5月上~下旬が主体 (冬作物との組合せの関係上6月上~中旬もある)

播種量: 0.75~1.10kg/a

播種方法: 25~30cmの条播 (一部に散播)。42年まで小型ティラー, 43年以降は大型トラクターによる。

炭カル施用量: 初年目の作付前に200kg/a, 以後毎年の夏作前後に酸度を測定して平均10~20kg/a位ずつ追加, 6年間合計で350~400kg/aを施用した。

施肥量: 元肥によりん40~60kg/a, 化成肥料(14-17-13) 20~35kg/a, 入水期追肥尿素1~1.5kg/a, 穂肥NK化成(16-0-20) 25~35kg/a程度を用いた。

入水期: 播種後30~40日頃からやや遅くなった。

用水量: 39~42年は20.1~11.7mm/日, 43~44年は10.0~4.8mm/日

雑草防除: DCPA 乳剤1~2回が主体であった。

病虫害防除: ニカメイチュウ, いもち病防除がほとんどであった。

#### イ) 調査結果および考察

##### (a) 水稻品種

耐塩性品種としては従来農林18号や旭系統などの品種があげられているが<sup>2)</sup>, 品種の選択にあたっては当

該地域での適応性が高く、最適期に出穂できる品種ということになり、これに計画された作付方式を考慮すると、一部極早生種を含む早生~中生種が対象となる。さらに大型機械化直播栽培にあつては、耐倒伏性の強いことも重視される場所である。

極早生~中生種を用いて5年間品種試験を行なったが、供試ほ場はかんがい設備がなく、ほとんど無かんがい栽培の状態では収量はごく低くかった。このような栽培条件でも極早生ではフジミノリ, 早生では近畿33号, 日本晴, 中生ではヤマビコがやはり多収で好適品種とみられた (結果省略)。

##### (b) 播種期および播種量

乾田直播の播種適期は当然最適出穂期から割り出すべきもので、当地方の播種適期は5月上~中旬とされている。しかしながら計画された作付方式によれば全田区に冬作物が栽培されており、水稻の播種期はこの冬作物の収穫期と競合してこれに制約される。この点が最も問題となるところで、冬作物の収量がある程度確保しようとすれば (例えばイタリアン・レンゲでは1回刈りで5月中~下旬頃になる) 水稻の播種は適期より10~15日は遅くなることは避けたい。ことにビール麦跡地での水稻の播種は6月上~中旬となり、気象条件は悪化して機械作業も容易でなく実用的にはこの体系は成り立ちがたいものとなろう。

第6表は素材試験田区での無かんがい栽培による結果であるが、フジミノリでは収量水準はやや低いが晩播きによる減収度が小さく、逆に近畿33号・ヤマビコにあつては6月以降の播種では減収度が大きかった。作物および品種の組合せからみて、水稻の短期栽培用品種についてもなお検討の余地があろう。

##### (c) 出芽および苗立

大区画ほ場であるがために均平が不十分であり、また作付2年目頃までは土壌の物理性が劣悪なことから砕土も悪く、さらに酸害・塩害などの影響もあって初期の出芽率は40~60%と劣った。砕土が十分でないことのため種もみは土粒子と密着せず吸水が十分行なわれず、発芽不能とか発芽遅延を引きおこすものが大部分を占めた。このために砕土能率を高めるとともに鎮圧が重要となる。このような場合播種後に1~2回用水をかけ流しすることにより、乾燥固結した土塊を崩れかきさせて、種もみと土粒子を密着させることは除塩を兼ね効果的であるが、その場合田面水が停滞するこ

第6表 播種期別玄米収量比

品種	年次	播種期					
		4月25日 (%)	5月5日 (kg/a)	5月15日 (%)	5月25日 (%)	6月5日 (%)	6月15日 (%)
フジミノリ	39	—	6.6	117	129	118	91
	40	80	45.1	89	94	87	76
	41	101	26.8	120	83	75	111
	42	73	20.0	151	155	136	122
近畿33号	39	—	19.5	96	100	81	41
	40	96	48.0	91	90	63	50
	41	104	35.9	108	86	—	84
	42	103	34.0	116	108	84	78
ヤマビコ	39	—	16.4	107	152	89	56
	40	102	50.0	90	86	63	48
	41	96	33.7	77	91	68	55
	42	94	36.0	97	87	85	62
	43	121	35.2	120	123	102	84

注) 5月5日の玄米収量 (kg/a) に対する比率

となくすみやかに排除できることが必要である。

イタリアン・レンゲ跡地は耕うん砕土は比較的良く、出芽苗立ちも良好であったが、エンバク・ベッチ跡地の土壌は水分が過多で乾燥をまつ余裕もなく、砕土が不十分であり出芽歩合は概して低かった。

##### (d) 施肥

干陸初期より窒素の肥効はきわめて高く磷酸の肥効も大きい、加里は初期には比較的多量に土壌に含まれているので肥効は小さいといわれている<sup>3)</sup>。栽培様式が乾田直播であること、かんがい方法がボーダー法によることから窒素は普通田に比して、硝酸化成が旺盛で流亡しやすいとみられる。したがって、窒素の肥料形態としては緩効性肥料が望ましく、施肥法としても追肥重点の分施肥が効果が高かった。ただ例年初期生育が劣って十分な生育量が確保できなかったが、これはイタリアンなどの残根の分解促進により窒素飢餓の状態になっているためとみられ、元肥および生育初期の追肥にも十分留意する必要がある。窒素追肥は塩害を軽減する効果もあるといわれており<sup>1,2)</sup>、干陸初期はこのような面からも施肥法を考慮しなければならない。

##### (e) 水管理

作付けを開始した昭和39年はかんがいの主体を除塩におき、生育初期の6月21日~7月6日は日中常時掛け流し、それ以後は午前中落水して午後かんがいをする方法をとり降雨日を除いてほとんど毎日かんがいを行った。このためにかんがい水量は最も多かった。作土層の除塩はかんがいにより比較的早く行ないうるが、かんがい初期には水先の塩素濃度が相当高まるので30~60分間の掛け流しをすること、また田面水の塩素濃度の上昇もかなり早いので、できるだけ早くこれを更新することを必要とした。40年はやや少なかったがやはり塩害・酸害の回避上かんがいひん度を高める必要はあった。

41~42年は土壌条件もやや安定したため、地盤の強化ならびに過剰生育抑制のためかんがい水量および回数ともやや制限した。43~44年は周辺ほ場の整備に伴い、排水が試験地内に流入するようになったため、排水状況が極めて不良となりしばしば滞水状態が続いた。このため用水量はごく少なくなった (第7表)。また44年は出穂期前後に旱天が続き用水不足となり塩害を助長した。

かんがい方法としてはたん水法も一方法であるが、本地区の土壌の特性および大型機械化農業を前提とした

第7表 稲作期間の日平均用水量 (mm) の年次変動

品 種 群	年 次 項 目	39	40	41	42	43	44
		極 早 生	かん水量 14.8	10.3	7.5	8.0	6.0
	有効雨量	5.3	6.5	5.1	5.3	4.0	—
	合 計	20.1	16.8	12.6	13.3	10.0	—
早 生	かん水量	8.3	7.0	7.0	8.2	3.8	0.5
	有効雨量	6.8	7.5	4.7	5.4	4.4	4.3
	合 計	15.1	14.5	11.7	13.6	8.2	4.8

注) 極早生種：フジミノリ 早生種：近畿33号, 日本晴  
有効雨量：(5<~<80mm) × 80%

場合の地耐力強化の面から掛け流しなどで過剰な水は積極的に排除されねばならない。このようなかんがい法を取った場合土壌は強酸性化を呈してくるが、水田では初期に積極的に酸化を進め、また畑では耕うん放置して石灰などで反応を矯正することが短期間に熟田畑化する上で得策とされている<sup>7,8)</sup>。試験地で実際に行なったボーダーかんがい法はこれら地耐力の強化、土壌の酸化促進、反応物質の溶解洗浄などを助長するにきわめて有効であった。また、現在管路方式の有用性が認められ広く採用される傾向がみられ、将来かん水操作の省力化の要請度が高まるにつれて、選隔操作によるかん水の集中制御方式も予想されるという<sup>10)</sup>。このような点も考慮して将来の当干拓地における水稲栽培の場合、自然勾配を利用したボーダーかんがい方式がまず考えられよう。

(f) 雑草防除

干陸初期の草種は21種類のものほが、昭和39年春の作付前の植生はヨシが散生し、ヒエ(イヌビエ、ケイヌビエなど)、アレチノギク、ヒエガエリ、マツヨイグサなどが稀生する程度であった。ヨシの繁殖力は旺盛で以後の1年で周辺の干拓地はほぼ全面がヨシにおおわれた。ヨシはその植生を利用して、干陸地の初期段階で下層まで根を拡げて土壌水分を吸収させ、土壌構造の発達を促し、地耐力を強化することを目的として、その種子を播種することも有効とされている。ヨシの地下茎はロータリー耕により細断して、高温たん水水下におけば再生不能となり比較的容易に絶滅しうるものである。

これに対してヒエは急速に増加して、一度種子を飛散させるとかんがい水によってほぼ全面に拡がり、発

生期間も長くなって、除草に多大の資材と労力を必要とした。播種直後の DCMU → 出芽直前の MCC → ヒエ1~2葉期の DCPA → 生育中期の MCP の体系でもなお除草効果は十分でなく、また DCPA の薬害もかなり認められ水稲の初期生育停滞の一因をなした。

干陸後作物の作付け当初は比較的雑草密度が低いのでその時期から雑草防除を徹底すれば、ヒエの防除もさほど困難ではなからう。ただ緩勾配を有する大区画水田では全面たん水はできないのでたん水による抑草は不可能で、発生も長期にわたり、除草剤も粒剤の使用ができないなどの理由で普通田と同一には考えられない面もある。

田畑輪換による優占雑草の変化は認められるが、田畑は畦畔1つ隔てただけであって水田から畑への水の横移動が大きく、畑は絶えず湿潤状態でヒエも相当に発生・繁茂して雑草防除面からみた輪換効果は認めがたかった。

(g) 生育および収量

干陸初期の水稲生育の阻害要因は多岐にわたるが、その多くは土壌環境が劣悪なことから派生していることはすでにのべたところで、塩害・酸害ならびに土壌の物理性の不良から易耕性がきわめて劣ることなどがあげられる。このような不良環境もこれまでのべたような土壌管理、整備に伴って、徐々に改良され水稲の生育も次第に正常化していった。

干陸初期における直播水稲の生育相の特徴は発芽の遅延と初期生育が著しく緩慢なことで、このため分けつの発生は遅く、高次分けつが多くなり穂数不足、穂揃不良によって面積当りのもみ数が十分に確保できなかった点にある。分けつ数の多いものほど穂当りの枝

梗数、もみ数が多いことから、個体間の生育差が収量面へかなり影響すると考えられ、生育の統一化を図るために砕土、均平および播種法、畑期間の水管理、施肥法などの対応技術が重要となってくる。

阻害要因の主体である塩害と酸害については、比較的根系の浅い水稲では表層10~15cm程度までの土層の除塩で生育は十分可能であり、良質の用水が豊富に確保できるならば問題は少ない。大区画水田での除塩の過程は初期は多量の水による掛け流しが有効であり、初年目では用水路側5mまでと反対の排水路側の

生育が良かったが、2年目では用水路側25~50mと排水路側50m位がやや生育、収量ともに良くなる傾向がうかがえた。用水路側は除塩の進行が早く、塩分濃度が低かったこと、また排水路側はたん水の効果を物語っているとみられた。しかし、年々この差は小さくなり、かんがい距離の差よりも田面の高低、土壌条件などによる収量変動がより大きくなった。

なお39年と40年に田区の中央に掘削した除塩溝の生育、収量におよぼす影響については第8表にみられるように除塩溝に近い部分は入水期頃から生育が旺盛

第8表 除塩溝の効果

(40年Ⅱ田区：近畿33号)

溝中心からの距離	項	生 育			収 量				
		稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	わら重 (kg/a)	籾重 (kg/a)	玄米重 (kg/a)	同左比率 (%)	玄米千粒重 (g)
0.9 m	m	79	16.1	510	80	69.7	54.5	100	23.1
1.8		76	16.0	520	61	55.9	44.7	82	22.5
4.5		71	15.0	492	59	51.1	40.6	74	23.3
7.8		70	14.6	425	59	51.3	41.3	76	23.4

で、溝の中心から1.8m位まではその効果は顕著で分けつも早く草丈も大きかった。収量については溝の中心から0.9mの位置で54kg/aときわめて高いが、これより離れるにしたがって低下して4.5m附近ではほとんど除塩の効果は認められず、除塩の程度に対応した結果となった。

ほ場に広範囲に分布している貝がら堆積層での水稲の生育はきわめて不良で、生育初期に枯死するものが多く、生き残った個体も生育は停滞して収量もきわめて低かった。このような地帯は地盤の沈下がほとんど

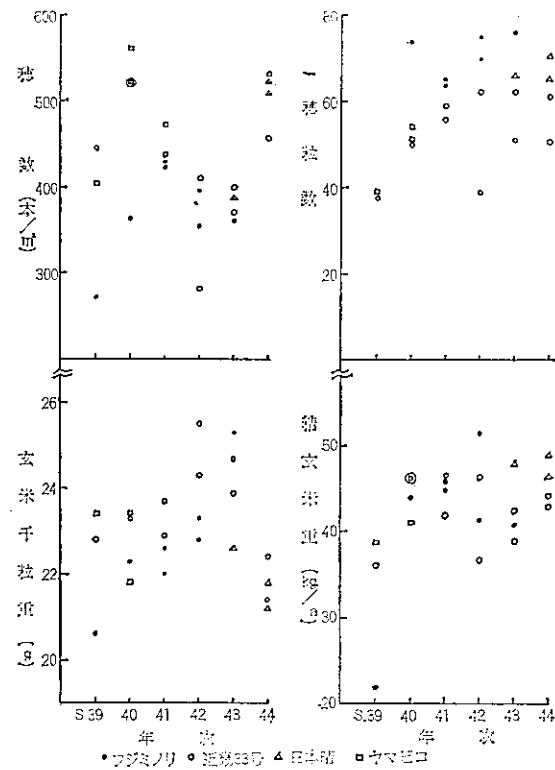
ないため周囲に比して高く表層には塩類が集積しやすく、また地下水位が高いため土壌はグライ化して亀裂にとぼしく、pHもおおむね高く経過しており、水稲は出芽しても次第に黄化して枯死した。今後の干陸地にもこのような貝がら集積層は広範囲に分布するとみられるので土と置き換えれば問題ないが、そのほかの改善方法も検討する必要がある。

収量およびその構成要素の年次変化は第9表と第21図に示したが、39年を除いて45~50kg/aの玄米収量をあげており、単位面積当りのもみ数と玄米千粒重を

第9表 年次別水稲玄米収量 (kg/a)

年 次	年 次					
	39	40	41	42	43	44
Ⅰ	38.8	41.1	—	—	42.3	42.8
Ⅱ	36.0	46.2	—	—	40.9	44.1
Ⅲ	21.8	44.0	46.6	46.3	—	—
Ⅳ	—	—	41.9	36.6	39.0	46.4
Ⅴ	—	—	46.3	51.4	47.9	49.0 *
Ⅵ	—	46.2	44.9	41.3	—	—
平 均	32.2	44.4	44.9	43.9	42.5	45.6

注) \* 稚苗機械移植, 他は乾田直播栽培



第21図 水稲収量と構成要素の年次変動

今少し高めうるならば50~55kg/aの収量を期待できる。ただこのための前提条件としては、これまでのへてきた最適土地条件の造成の他に、良質で豊富な用水を確保できること、ならびに前作物との組合せの改善を図る必要がある。

2 飼料作物栽培について

ア) 調査方法  
耕種概要については第10表のとおりである。

イ) 調査結果および考察  
干陸初期の如土壌は乾湿交互の変動が大きい。ため、亀裂の生成が容易で表層土の塩類は比較的すみやかに溶脱する。しかしながら下層からの塩類の上昇もまた多いので、排水設備を完備し、地下水位を下げ塩類の表層への上昇集積を防止することがまず第1に必要である。さらにまた本土壌は多量の硫化物を含有しており、如状態では容易に酸性化して、作物栽培上の大きな障害となる。このためには可酸化性硫黄の中和に見合う量の石灰を施用しておき、反応の矯正につとめなければならぬ<sup>7,8)</sup>。この土壌が強酸性化すると、磷酸が難溶化し、加里や苦土などの塩類の流亡を助長しやすいといわれ<sup>9)</sup>、石灰の施用に加えてとくに磷酸の肥効が高いようである。

第10表 飼料作物の耕種概要

供試作物	播種期	播種量 (kg/a)	播種法	施肥量 (kg/a)		
				N	P	K
イタリアン・レンゲ	9月下旬~10月中旬	各々 0.2	水稲立毛散播 (含一部耕起)	1.0~2.1	0.3~1.5	0.2~0.5
エンバク・ベッチ	10月上旬	各々 0.4	30cm条播	1.1~1.6	0.6~1.5	0.4~0.5
飼料カブ	9月中旬	0.01	60cm条播または120cm広幅畦散播	1.5~1.9	1.2~2.1	1.5
牧草(4種)	9月中~下旬	イタリアン 0.07 オーチャード 0.10 ラジノクロバ 0.16 レッドクロバ 0.16	全面散播	1.6~2.8	2.0~2.4	0.5~1.0
青刈トウモロコシ・ダイズ	5月中~6月下旬	トウモロコシ 0.5~1.4 ダイズ 0.3~1.2	60cm条播または散播	1.0~1.2	0.8~1.3	0.5~0.7

冬期間における飼料作物の栽培は、土壌の改善がある程度達成できて、地表水の排除がほぼ完全に行なわれるならば、イタリアンライグラスのような耐湿性の高い作物はほぼ正常に生育できる。しかしレンゲはほとんど枯死する。したがって、さらに多収を望むと

か、耐湿性の弱い作物にあっては地表水の排除とともに地下水位を下げるが必要となってくる。地下水位は地表下1m位まで自由に調節できるようになるのがのぞましく、当面は排水溝などを掘削したうねたて栽培形式が妥当と考えられる。

このように阻害要因の多い栽培条件下での年次別飼料作物の収量は第11表のとおりで、生草収量は作付2

年目からかなり上ってきてはいるが、年次間の変動が非常に大きく、安定栽培のためにはなお土壌条件の改

第11表 年次別飼料作物収量 (生草重 kg/a)

年次	39	40	41	42	43	44
イタリアンライグラス	94.4	421.3	748.9	452.0	202.5	—
エンバク	269.2	418.2	461.3	430.8	425.0	—
ベッチ	—	—	294.8	532.8	—	—
飼料カブ	—	—	294.8	532.8	—	—
牧草(4種混播)	308.3	681.0	739.4	558.5	886.7	—
青刈トウモロコシ	76.5	—	265.4	323.2	65.0	(湿害で枯死)

善が必要とみられた。このため干陸初期如作物栽培には前処理として耕うん、砕土、除塩が必要であると同時に地下水位を低くし、亀裂の発達を促し、地下浸透を良好して排水にとくに留意することが重要と考えられる。

播種期：11月上~下旬  
播種量：0.8~1.2kg/a  
播種法：25cm条播または散播  
施肥量：N1.1~1.8, P0.5~0.6, K0.3~1.0kg/a

3 ビール麦栽培について

ア) 調査方法  
供試品種：交Aが主体

イ) 調査結果および考察  
作付け初年目のビール麦の生育と酸度の変化については第12表のとおりである。発芽はほぼ良好であったが、12月上旬頃から貝がらの混入した部分と、そうで

第12表 ビール麦の生育と酸度 (39年)

調査日	2月11日				3月25日				6月9日					
	分げ数	草丈 (cm)	pH	Y <sub>1</sub>	分げ数	草丈 (cm)	pH	Y <sub>1</sub>	稈長 (cm)	穂長 (cm)	pH	Y <sub>1</sub>		
成熟期	枯	死	1.4	7.4	4.2	34.6	2.0	6	3.6	44.5	—	—	3.4	53.1
分	稈長 50cm 以下		2.0	8.0	4.4	23.4	4.1	9	4.0	26.1	39	4.5	4.3	28.8
期	〃 50~80cm		2.3	8.9	4.4	14.6	4.8	10	4.9	21.2	61	5.3	4.3	38.5
分	〃 80~90cm		2.9	10.3	4.9	11.4	6.0	12	5.1	19.3	85	5.6	5.1	11.9
分	〃 90cm 以上		3.3	12.1	6.5	5.5	6.6	12	6.3	5.0	100	5.6	5.7	11.3

ない部分との間に生育差がみられるようになり、12月下旬になると後者の部分は徐々に酸性害の様相を呈し、生育が進むにつれて被害程度は拡大して相当面積が枯死した。しかしながら貝がらの混入部分では最高40kg/aの子実重をあげた。このように冬期間でもかなり酸性化が認められる(とくに表層数cm)ような干陸初期の土壌に対する炭カル施用量は可酸化性硫黄も考慮して適量を決定し施用する必要がある。

るならば、生育はほぼ正常でかなりの収量を上げうる(第13表)。しかしながら、ビール麦の今後の栽培は

第13表 年次別ビール麦収量

年次	39	40	41	42	43
子実重(kg/a)	37.8	28.3	45.6	48.5	34.5

麦類の栽培は飼料作物と同様に、干陸初期においてもある程度除塩が進み土壌酸度の反応矯正が行なわれ

ある程度まとまった大区画のは場で省力多収を意図したドリル播、全面全層播などの機械化栽培が考えら

れ、このような場合に水稻栽培地の排水が十分でなければ導入が困難である。一方麦の登熟期は雨が少なく土壌は乾燥気味で温度も上昇し本土壌の特性からして、酸害のみならず塩害もあらわれやすいので干陸初期には除塩に対する配慮も必要である。

#### 4 機械作業について

##### (a) 耕うんによる砕土状況

水稻の直播栽培にあっては当然のことながら、発芽

の良否に最も影響の大きい砕土は入念に行なわれねばならない。この砕土精度は2cm以下の土塊70%以上を目標とする。干陸当初のヘドロは乾燥すると固結して容易に破砕できないが、乾湿をくり返して風化が進み、ナトリウムが溶脱すると乾燥した土塊は容易に破けて細粒化してくる。

第14表は水稻播種時の耕うんによる砕土状況を示したもので、機械の導入経過と関連しこれを説明する。

第14表 耕うんによる砕土状況 (水稻播種時) (%)

年次	前作物名	暗渠からの位置	供試機械	耕耘回数	粒 径 (cm)							
					<0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~4.0	4.0~10.0	10.0<2.0以下	
39	裸地	—	テイラー	1	19.8	7.6	13.9	26.3	32.4	41.3		
			ク	2	22.6	15.2	22.1	27.7	12.4	59.9		
			ク	3	29.5	18.4	24.9	24.2	3.2	72.8		
40	エンバク イタリアン	—	テイラー	2	21.1	22.4	35.0	12.9	8.6	78.5		
			トラクター	1	36.8	28.1	26.2	6.4	2.5	91.1		
41	エンバク イタリアン	—	トラクター	1	4.8	13.6	10.8	27.1	43.8	29.2		
			ク	2	19.0	16.4	11.9	23.6	29.3	47.3		
43	エンバク	0	トラクター	2	41.4	21.0	14.0	6.3	8.6	8.7	0.0	82.7
		1.0	ク	2	15.0	23.9	11.0	9.0	12.2	22.0	6.9	58.9
		2.8	ク	2	17.9	14.1	12.8	11.6	10.6	9.9	23.1	56.4
		5.5	ク	2	20.8	15.1	13.8	8.5	12.1	9.5	20.2	48.2
		牧草	0	ク	3	47.5	20.9	12.4	8.1	5.1	2.7	3.3
	1.0	ク	3	38.2	20.9	13.9	7.3	7.3	11.2	1.2	80.3	
	2.8	ク	3	28.4	22.3	15.4	10.4	5.2	14.0	4.3	76.5	

注) トラクター：デビットブラウン 35 pS, ハーフトラック装着, ロータリー  
テイラー：サトー TC 60, ロータリー

まず昭和39年は地盤が軟弱で、小型機械(テイラー)によってロータリー耕うんを行なった。このため耕深は10cm程度と浅かったが、土壌の乾燥固結がはなはだしく、耕うんを3回繰返してようやく播種できる状況であった。40年春になるとイタリアン・レンゲ跡地はイタリアンの根が地表面をネット状に被って、テイラーでの耕うんは不可能であり、また地耐力もやや大きくなったので大型トラクターを導入した。直進耕うんは可能で砕土も1回の耕うんでかなり良くなったが、回りは相当に困難で排水路側は農道上で行なわざるを得なかった。しかし、この年秋の水稻跡地では大型トラクターの使用は未だ不可能であった。

41年にはじめて春、秋ともに全田区に大型トラクターの導入が可能となったが、やはり回りはやや困難であり、同一は場の2回耕うんは畑の牧草跡地以外では不可能であった。牧草跡地は残根密度が高く、またイ

タリアンの再生防止のため1回目は3~5cmのむく表層部分を削り取り、2回目に15cm程度に深く耕うんすることにより残根を土中にすき込むことができた。このためイタリアンの再生はかなり防止できたが、イタリアンの残根によって形成された偽土塊がやはり多く砕土は良いとはいえなかった。エンバク・ベッチ跡地も青刈直後の土壌は相当多湿で水稻の播種を急ぐことから、土壌の乾燥をまつ余裕もなく、このため砕土は概して不良となることが多かった。

42年以降は土壌の物理性もかなり改善されて土壌の乾燥条件さえよければ同一は場での2~3回反復して耕うんすることも可能となり、耕うん能率はその精度とともに高まった。この頃より暗渠の影響も徐々にあらわれはじめ、暗渠周辺の土壌は乾燥が促進されており、1回の耕うんでも砕土は非常に良かった。しかしながら、畑における牧草栽培跡地の耕うん精度にはお

よばなかった。

43年と44年の水稻作では石灰散布→耕うん→砕土→播種まで大型トラクターによる一貫作業ができるようになり、作業精度もかなり高かった。

##### (b) 耕うん能率

大型機械を導入して作業を進める場合、その機械の作業能率はは場条件、作物栽培条件あるいは機械利用条件などによって異なる。とくに一区画が大きいほど作業効率が高まることはいうまでもなく、同一面積であれば短辺に比して長辺が長いほど有利となり、長辺の長さの最小値は150mとされている<sup>10)</sup>。しかしながら、適正なは場区画は機械作業能率の面のみならず、水施用の面からも考慮されねばならない。

試験地におけるロータリー耕うん作業効率の実測結

果は大型トラクターで0.2~0.12ha/時であって作業量としてはやや低いようであるが、軟弱地盤でしかもすべてに前作物が入った制限因子の多い条件下での値としては妥当なものといえよう。

##### (c) トラクターの走行性

干拓地のような軟弱地盤においては機械の走行上多くの問題点をもっており、その究明は導入機械の選定、作業体系の確立ならびには場基盤整備などの指針として重要である。

試験地における機械導入の経過は先にのべたが、43年にトラクターの走行性について地耐力を異にするとみられる現地3か所(内1か所は試験地)を選んで若干の調査を行なった(第15表)。土壌三相中液相の占める割合および含水比は門生>試験地>島田の順で気

第15表 トラクター走行試験は場の土壌条件

所場	項	山中式 貫入深 (mm)	コーンペネト ロメーター		SR-II型 円錐貫入抵抗 kg/cm <sup>2</sup>	小型矩形板 沈下深 cm		内部摩 擦角 (°)	凝集力 (kg/cm <sup>2</sup> )	外部 摩擦角 (°)	付着力 (kg/cm <sup>2</sup> )	含水比 (%)	
			読み	硬度 (kg/cm <sup>2</sup> )		小型	大型						
門生		10.9	17.3	1.0	1.98	1.08	12.5	14.3	26.5	0.065	10.0	0	83.2
試験地		17.5	36.3	2.2	3.06	2.14	0.7	1.1	33.5	0.075	13.5	0	71.5
島田		17.3	44.7	2.7	3.44	2.54	0.5	0.9	33.5	0.080	9.5	0.020	65.6

相や容気度は全く逆の傾向であった。また地盤の支持力については山中式、コーンペネトロメーター、SR-II型ともに同様の傾向が得られ、島田>試験地>門生の順に硬度が高かった。

このようなは場で YD-140 (14 pS)、デビットブラウン (35 pS) の中・大型トラクターを実際に走行させたところ、門生では両トラクターともに走行は全く不可能であったが、試験地と島田では走行部の沈下量も3cm程度でほとんど問題なく、走行ならびにロータリーによる耕うん作業も容易であった。一般にいわれているようにトラクターの走行性が一次的には土壌水分の影響がもっとも支配的であることは明らかであり、0~15cmの深さの平均含水比を60%位にまで引き下げることが望ましいとみられた。

##### (d) 降雨特性

第16表の降雨特性は月別の値を示したものであるが、山陰地方特有の気象条件をよく現わしている。す

なわち、3月頃から徐々に降雨日数が減少して、4月~6月にかけては雨が少なく安定した時期である。しかし、6月下旬~7月中旬にかけての梅雨期は多雨で、20mm以上の降雨日もこの頃に集中してみられる。7月下旬~8月上旬は年間を通じて最も降雨が少なく、以後8月末まではほぼ安定するが、9月上旬~10月上旬は台風などもありやや安定を欠き小雨がしばしばある。

10月中旬~下旬の降雨は比較的少なく、11月は0.1~5.0mm程度の降雨が多くなり、12月~翌年の2月頃までは降雪の影響もあって降雨ひん度が年間を通じて最も高くなる。

したがって、土壌の乾燥は梅雨期を除いて3月中旬から8月下旬にかけて実施できるので、この期間に明渠による地表水の排除はもちろん、暗渠によって地下排水につとめ土壌に亀裂を発生させ、乾燥に留意すべきである。

第16表 降雨特性

(米子測候所資料)

項	日 降 雨 階 級 (mm)				総降雨 日 数	同 左 ひん度	連続無降雨日数(回)	
	0.0 以 下	0.1 } 5.0	5.1 } 20.0	20.1 以 上			2~3日	4日以上
1	81	205	138	26	369	82	4	1
2	119	191	114	26	331	73	15	0
3	197	149	93	21	253	56	35	8
4	228	115	85	21	222	49	41	10
5	261	94	63	32	189	42	41	16
6	259	92	53	46	191	42	38	14
7	235	99	60	56	215	48	23	16
8	285	93	44	28	165	37	48	19
9	215	105	70	60	235	52	35	8
10	235	120	63	32	215	48	49	6
11	203	154	74	19	247	55	30	7
12	169	221	111	24	356	68	17	3

注) 昭和30年~44年の15年間合計日数および回数

また機械作業の集中時期は主として春の4月中旬~6月中旬と、秋は9月中旬~11月中旬である。これらの時期における前作物の収穫作業と後作物の播種作業を行なうにあたり最も大きな影響をおよぼすのは降雨であり、とくに晴天がある程度連続することが重要である。これによって作物の収穫作業の効率を高め、品質の向上を図るとともに土壌の乾燥が促進され、機械の導入条件も拡大され作業効率も高まるものである。

しかしながら、無降雨日数が4日以上連続するのは4月~6月の3か月間で2.7回(2日~3日連続する場合は8回)、9月~11月の3か月間1.4回(2日~3日連続する場合は7.6回)と意外に少ない。したがって大型機械化も経営的見地からみれば、機械の稼働日数が天候条件によって規制されるので、規模を拡大するにはできるだけ機械の効率を高めることによってこれに対応するしかないであろう。

#### IV 総合考察

中海干拓事業の当初計画においては、大区画ほ場を造成して田畑輪換方式にもとづく機械化酪農経営が考えられていた。田畑輪換方式が営農技術上高く評価され、土地利用方式としてもすぐれているが<sup>11)</sup>、新しく干陸される干拓地にあってはまず立地条件の整備が重要である。とくに含塩干拓地土壌の理化学性はきわめて劣悪で、土壌改善が土地生産力の向上にもつ意義は

大きい。

#### 1 干陸初期における土壌改善と作物栽培

##### 1) 土壌の物理性の改善

干陸初期の粘着性の高い土壌は物理性がきわめて不良で、易耕性は劣悪である。このような土壌の土層改良法としては、水稲の畑地かんがいの栽培法(ボーダーかんがい法による無たん水栽培)とか田畑輪換、乾田直播のような節水栽培が効果的で、ほかに間断かんがい、中干しの強化などの水管理法があげられる。しかし、このような耕種的方法で改良できる土層の深さには限度があり、作物の生産力ならびに地耐力を高めるといふ根本的改善策は機械的に土壌構造をほぐして、水みちをつける方法によらなければならない。この方法には本試験で実施して、その改善効果が高いとみられた干陸初期の明渠の掘削とか、さらに乾燥程度が進んだ時点での暗渠の施工のほか弾丸暗渠とか田面の部分耕起法などがあげられる。干陸初期の軟弱な土壌条件でこれらの施工法にはなお問題も多いが、その効果は明白で亀裂の発生により土壌構造が発達し、地下水位は低下し、土壌硬度も大きくなって作物の正常な生育が期待でき、大型機械の導入も漸次可能となる。

また、土壌改善の化学的方法としては、干陸初期に石灰などの施用によって土壌の置換性ナトリウムをカルシウムに置き換えることが必要であり、さらに生物

的方法としてヨシの草生とか牧草の栽培などはその根の作用で土壌構造の発達を促し有効である。

#### 2) 含塩干拓地土壌の過剰塩類の除去

作物の生育収量は表層土の含塩量に左右され、除塩作業によって塩分は明らかに低下する。表層土壌の塩素含量(対乾土)がおおむね水稲にあつては0.08%、畑作物では0.03%に低下することによってその生産力はほぼ安定する。除塩方法としては、まず排水施設の完備が先決で少なくとも田面下1mの範囲の水を自由にコントロールできる排水路と施設がほしい。この排水路に向って明渠とか暗渠を開口して地表水はもちろん、地下水位をすみやかに排除することが必要である。なお畑作とくに夏期の畑作は地下水位が高く、表層の乾燥に伴う塩類の上昇で濃度障害のおそれがきわめて大きく、栽培技術上に多くの問題点が残されている。

#### 3) 酸性土壌の改善

前述のような排水操作によって土壌改善を図れば、塩質酸性型とよばれるこの土壌に多量に含有される可酸化性硫黄は好気的条件下で強酸性化し、pHの低下に伴い、有害物の生成と養分の欠乏を引きおこし、作物の生育は著しい障害をうける。可酸化性硫黄の酸化を抑制するようなたん水状態での水稲栽培はある程度の生育をとげ、収量をあげることは知られているが<sup>8,9)</sup>、安定した高い収量を維持し、すみやかに大型機械の導入を図ろうとするならば、初期に積極的に酸化を促進することが望ましい。酸化した後は石灰で土壌反応を矯正し、難溶化しやすい磷酸の増施を行なうことによって作物の栽培は安定し、高い収量水準が期待できる。

畑作にあつては、改良しがたい下層土の影響で酸害ならびに塩害を水田より以上に助長されやすく、対象とする作物の選択には十分留意するとともに、干陸初期にできるだけ土壌中の可酸化性硫黄を酸化溶解して除去することが大切である。このためにも排水施設を完備したうえでの畑かん体制の確立が望まれるところである。

#### 2 田畑輪換栽培技術について

事業計画によれば、その経営形態は機械化水田酪農が考えられており、2:1型田畑輪換体系にもとづいて水稲・ビール麦・飼料作物による作付体系が計画されている。本調査の目的の1つにこの作付計画の実用性の可否を検討することも含まれていた。

しかし、輪換効果を検討するに当って、ほ場を仕切る畦畔にそれぞれ埋設したビニール止水壁では不十分で、畑は隣接する水田の影響を年々強くうけるようになり、また調査の後半は周辺の耕地の排水まで流入してほ場は滞水しやすくなった。これらの理由により輪換効果の究明は困難であった。ただ畑で牧草とかトウモロコシなどを栽培することで明らかに土層分化の発達が促進され地耐力が増強して、作物生産力の向上、大型機械の導入に効果が認められたのは事実である。

ところで、作付体系上の主体となる水稲の栽培は乾田直播方式がとられており、また全区に冬作が計画されている。畑では一部に多年生牧草が入れられているが、一年生飼料作物の場合は夏・冬の周年栽培が計画され土地の高度利用が図られている。しかし、乾田直播の場合は組合せる冬作物の種類およびその品種によって相互に競合しあい、作物の収量性向上に対する安定を欠き、また機械作業は短期間に終えることを要求され作業効率ならびに作業精度の低下を招くなど制約がきわめて大きい。

水稲の直播栽培における当地方の播種適期はおおむね5月上旬~中旬とされており許容適期幅があるとはいえ、冬作物の青刈を主体とした飼料作物(主にイタリアン)でもある程度の収量をあげるとすれば、刈取は5月中旬~下旬となり、水稲の播種は適期よりかなり遅れることになる。さらに、子実を対象とするビール麦にあつては、栽培品種により成熟期が早いか遅いかによって跡地水稲の直播栽培の可否が決まる。したがって、一般に栽培されているビール麦の中晩生~晩生品種の利用はほとんどできない。早生種には良い品種がないのが現状であり、中生種も年による熟期の変動が大きく、作付体系上安定を欠くおそれが多い。このようなことから、水稲直播→ビール麦という作付体系の実施はきわめて困難である。

#### 3 大区画ほ場における作物栽培について

試験ほ場の区画の大きさは中海干拓計画にもとづくほ場の短辺200mをとって、これを長辺となし短辺は24mの1区48aとした。また干拓予定地の大部分は自然勾配が1/400~1/500であるところから、これを利用した緩勾配のほ場造成が計画されており、この試験ほ場も1/1,200~1/1,500の緩勾配をもたせ、かんがいはボーダー方式を採った。

このような大区画ほ場での作物栽培は耕種および管理作業とも能率的に実施できたが整地・均平はやや困難

であった。整地・均平の不整はかんがい排水に支障をきたし、除塩の効果を低下させることによって塩害を助長するとともに、排水不良は跡地の機械導入をいちじるしく困難にした。ことに機械化乾田直播栽培にあっては、出芽・苗立ちの良否がその後の生育に大きく影響することから砕土・整地・均平をとくに重視する必要がある。

砕土の精度は2cm以下の土塊70%以上を目標と考えたい。また均平は水の流下パターンに影響し、地盤の高いところでは塩類が周囲に集積するおそれが大きく、逆に低い部分では滞水して発芽不良がおこりやすい。したがって均平は一般にいわれている±5cm以内の精度に保つことが必要である。なお水の流下パターンの良否はかんがい方向の一辺(長辺)に対する他辺(短辺)の長さ、つまりかんがい幅によって左右される<sup>10)</sup>。この場合かんがい区画幅としては水稻で20m内外を、また畑地では10m内外を限度と考え区画幅は狭めることによって短辺方向の均平は容易となり整地の効率が高まる。

なお、かんがい方法として大区画田の緩傾斜を有するほ場で大型機械化による田畑輪換栽培を考える場合、干拓地土壌の改良など諸要求に対応するためにはボーダーかんがい法が最適とみられた。

#### 4 大型機械化作業について

大区画ほ場で能率的な機械化栽培を実現することは営農上きわめて望ましいことであるが、機械化栽培を可能にする条件はきびしく、とくに干拓地のような軟弱地盤では困難が多い。大型機械の導入は一般に高い生産力の基盤の上にたってはじめてその成果が期待でき、この高い生産力基盤の整備強化が営農に先立ってまず必要なことである。

高い生産力をあげうる土地条件として、これまでのべたように、一つには土層の改善があげられる。土層は適度の透水構造を保持し、水管理の機能を十分果しうるもので、作物の根系活動の場である土層はできるだけ厚いことが望ましく、土壌の構造や易耕性など物理性の改善がなされなければならない。二つには水管理の面から用排水組織のあり方が最も重要なポイントとなる。その最大の条件は良質で豊富な用水が確保できることと、排水路の水位を任意に田面下1mの範囲で操作できることの2点にまとめられる。

現行機械で作業上最も問題となるのは、機械化を一番必要とする春秋の収穫・作付時期の気象条件との関

係であって作業可能日数は意外と少ない。したがって、現行の大型・小型機械化を体系づけるとすれば機械の作業能力・負担面積・稼動日数の三者の均衡が図られねばならない。しかし、多くの場合稼動日数がネックとなり機械化を阻害する大きな要因となっているのが現況であり、今後なお検討を要する問題点は多い。

試験地における機械の導入経過は先にのべたように、小型機で干陸後3年目、大型機で4～5年目からそれぞれ可動できる状態になった。しかし、大型機械の可動条件は表層15cm程度までの土壌含水比の多少によるところが大きく、これを少なくとも平均60%以下に引き下げることが必要と考えられた。

### 摘 要

中海干拓当初計画における大区画ほ場田畑輪換方式による機械化酪農経営の実施に当って、その計画にもとづくモデルほ場を設置し、必要なほ場整備、とくにかんがい排水および作物の生産性、栽培技術体系、大型機械導入などについて実証的に検討し、その計画の妥当性と改善すべき問題点を明らかにしようとした。調査は昭和39年～44年の6か年にわたり、島田干拓第2工区(安来市門生町地先)で実施したが、その概要は次のとおりである。

#### 1 土地基盤の造成について

1) 干陸後3年目の干拓地にはほ場整備計画に準じて1/1,200～1/1,500の緩勾配をもった試験ほ場(長辺200m×短辺24m=48a)を6枚造成した。土壌はヘドロと称する含塩性泥土で、粘着性が高く物理性の劣悪なものであった。

2) 地下水位の最高は6～9月のかんがい期、最低は4～5月の乾燥期であって、年々低下の傾向にあったが、過剰なかんがいを制限し常時排水して、地下水位を下げるのが土壌構造の発達に有効であった。

3) 干陸初期に明渠を掘削することは、その壁面はもとより、これより離れた地点でも亀裂や斑紋の発達が顕著で、土壌水分は減少し土壌の酸化が促進された。明渠の効果はその間隔が狭いほど高いが、常時排水の状態であれば10m程度の範囲にまでおよぶものとみられた。

4) 乾燥が進んだ時点では暗渠の敷設が有効であった。透水性が小さく、重粘な下層土は暗渠への水みちである亀裂を明渠などによって十分に発達させた後の

施工でなければならぬ。

#### 2 土壌の年次変化について

1) 土層の構造は徐々に分化発達していくが、15～20cmの層位を境界として表層と下層で大きな相違がみられ、表層の土壌は作物栽培上問題は少ないが、下層土は飽水度が高く(含水比120～140%)、透水性がきわめて不良で地盤支持力を低下させているとみられた。

2) 土壌は可酸化性硫黄を多量に含み、干陸後に強酸性を呈した。1層(作土層)にあっては耕うん、石灰の施用、排水などの土壌管理および水管理により土壌改善の効果が顕著であり、2層は酸化が相当進み、とくに畑において著しかった。

3) 土壌の塩分は表層に少なく、下層ほど多く、水田では漸減傾向にあるが畑ではほとんど変らなかつた。水稻栽培の場合にはボーダー方式による掛け流しかんがいで、作土層の塩分は比較的容易に溶脱洗浄できたが、下層土の塩分含量は依然として高く塩害発生危険性はつねにあった。

4) 置換性塩基は下層土ほどナトリウム、マグネシウム、カリウムに富み、塩害を助長するのみならず、土壌の物理性不良の要因ともなっているが、作土層は石灰の施用によりこのような塩基はカルシウムに置換して、土壌の改善効果が明らかとなった。

5) 土壌硬度は含水比と負の相関があり、地表面の乾燥・脱水・収縮により表層は漸次硬度を増していくが、20cm以下の下層土は適切な土壌管理とか、かん排水操作がなされねば、依然として軟弱なままで経過し大型機械の導入は困難である。

#### 3 作物栽培について

1) 営農計画によれば、田畑輪換方式にもとづき水田4年、畑2年の6年輪作によって組立てられており、水稻と飼料作物を主体とした6型式の作付体系が策定されている。

2) 干陸初期における乾田直播水稻の生育の特徴は発芽遅延と初期生長が著しく緩慢なことで、これは酸害、塩害ならびに土壌の物理性の不良によるものであった。

3) かんがいはボーダー方式をとったが、これは地耐力の強化、土壌の酸化促進、反応物質の溶解洗浄などの一連の操作を行なう上にきわめて有効であった。しかし大区画であるため整地、均平が困難であり、生育収量の変動がやや大きかった。

4) 干陸初期より窒素、リン酸の肥効は大きかったが乾田直播でボーダーかんがいのよることから窒素は硝酸化成が旺盛で流亡しやすく、元肥には緩効性肥料が望ましく、また追肥分施肥が効果が高かった。

5) 水稻の玄米収量は作付け2年目から40～50kg/aをあげたが、さらに土地条件が整備され、良質で豊富な用水が確保されるならば、50～55kg/aの収量は容易に期待できる。

6) 冬作物の栽培は地表水の排除がほぼ完全に行なわれるならば、障害は比較的少ないとみられた。しかし干陸初期の夏の畑作にあっては、前処理として耕耘、砕土、除塩が必要で、地下水位を下げ塩類の表層への上昇集積を防止するとともに土壌の酸性化に留意する必要があった。

7) 土地の高度利用を図り、作付体系の主体を水稻乾田直播とする場合、組合せる冬作物の種類・品種によって相互に競合しあい、作物の収量性向上に対する安定を欠き、機械作業も制約をうけた。

#### 4 機械作業について

1) 干陸後3年目から小型機械、4～5年目から大型機械の導入が可能であったが、大型機械の可動条件は表層15cmまでの土壌含水比に左右され、これを少なくとも平均60%以下に引き下げることが必要とみなされた。

2) 春と秋の収穫ならびに播種時期における大型機械の稼動日数は、山陰地方の降雨条件によって規制されるので、機械の効率を高めることによって、大規模経営に対処するしかないと考えられた。

### 引用および参考文献

- 1) 岩城鹿十郎(1956)：水稻の塩害に関する研究。愛媛大紀要 2：1—156。
- 2) 加峯実(1952)：新干拓地に於ける水稻栽培の要訣。農及園 27：451—454。
- 3) 木原唯幸ら(1969)：有明干拓地における干陸初期水田土壌の塩分の推移が水稻の生育におよぼす影響について。佐賀農試研報 6：69—102。
- 4) 古賀汎(1964)：初期干拓地土壌に関する研究。佐賀農試研報 5：1—53。
- 5) 三宅旅順(1954)：生態を主とした児島湾干拓地の稲作。農及園 29：194—198。
- 6) 村上英行(1961)：過酸化水素による干拓地土壌中の可酸化性イオウの半定量法。土肥誌 32：276

- 279.
- 7) 村上英行 (1968) : 酸性硫酸塩土壌の特性と改良法 (第4報). 土肥誌 39 : 194—198.
- 8) 村上英行 (1968) : 酸性硫酸塩土壌の特性と改良法 (第5報). 土肥誌 39 : 514—519.
- 9) 村上英行・入沢周作 (1961) : 中海干拓地土壌に関する研究. 島根農試研報 3 ; 1—53.
- 10) 農林省中国四国農政局 (1971) : 中海干拓地区田畑輪換基準は調査報告書. 1—178.
- 11) 齊藤光夫 (1961) : 田畑輪換栽培. 農文協, 1—254 pp.
- 12) 米田茂男 (1964) : 本邦干拓地土壌の生成論的ならびに立地学的研究. 農林省中国四国農政局 ; 1—183 pp.
- 13) 吉野三男・江副誠一 (1952) : 有明干拓地の除塩法試験. 農及園 27 : 1137—1138.

### Summary

In the reclamation plan for the agricultural utilization of Lake Nakaumi, the first farm management programing had an object of an agricultural mechanized dairy farm system by a large scale field paddy-upland rotation system.

Therefore, we established the model fields in it, and demonstrative studies had to fully provide conditions of fields, especially irrigation and drainage, crop yield capacity, crop cultivation system and possibility of utilization with a big agricultural machines.

We should corroborate to the adequacy for the first reclaimed land plan and research to some problems in it.

This studies had enforced at Shimada reclaimed 2nd area (Chisaki Kadoo Chō, Yasugi City, Shimane Pref.), during six years until 1969 from 1964.

The results were summarized as follows.

1. Constriction of the crop fields bases
  - 1) The six study fields were established, after three years from reclaimed land establishment, 1/1,200~1/1,500 slightly incline, a long side 200m × a short side 24m, 48a. Soil was named "Hedoro", it was a salt containing loam soil, had a highly stickness and poor physical characters.
  - 2) In the fields, the highest ground water level was during June~September and the lowest its was during April~May, their periods were always agreement with the irrigation season and the drainage season. Ground water level had a tendency toward down annuary and had down by draining at all times, thus, soil structure was improved validity.
  - 3) By the trenching of ground surface, early period of reclaimed land, ground water decreased and soil was accelerated to oxidative. So the ground opened in fissures and had developed speckles in trench side surface, respectively, even far distance points from trench. Effects of trench drainage was higher as narrow intervals and if it was going to continual drainage, it's effects came up to about 10m from trench sides.
  - 4) At the advanced draining period, subsurface drainage was effectively. But in

the case of heavy subsoil with poor water permeability, after soil fissures as ground water passage way made up enough by the surface trench drainages etc., had needed of the surface drainage.

### 2. Annual changes in soil

- 1) Soil structures developed gradually, but surface soil and subsurface soil was different with 15~20cm border of soil horizon. Surface soil had not barrier problems for crop cultivation, but subsurface soil had high degree of saturation water (water containing ratio in soil, 120~140%), and decreased maintenance power of the ground for exceedingly lower water permeability.
  - 2) Soil had containing a lot of peroxide sulforate materials and after reclaimed land established, soil showed a strog acidity. The 1st layer soil (warked soil) had improved remarkably with soil managements, plowing and stamping, calcium manuring, drainage etc., and with irrigation and drainage water managements. The 2nd layer soil (subsoil) had respectably proceeding with oxidation, especiaiy upland soil in it.
  - 3) Saline contents in worked soil were less than in subsoil, and in paddy fields, saline contents decreased respectably, but in upland fields, saline contents did not practically changed as constant. In the case of rice cultivation, saline materials in worked soil were solubed easily with continuous fallow irrigation by the border irrigation system, but in 2nd layer (subsoil), saline contents were as it was. Therefore, in the upland soil had some fear of the saline injury to crop plants.
  - 4) In subsoil exchangeable cations,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  were more rich and their cations promoted saline injury as the factors of poor physical characters with subsoil. In worked soil, their cations was rapidly exchanged with calcium containing materials manuring and soil amendment were apparently.
  - 5) There were a negative coefficient between soil hardness and amount of containing water ratio in soil. In worked soil, gradually increased of soil hardness by water evaporation of soil surface, contraction of soil surface etc. In subsoil, of which down 20cm from soil surface, if there were not a suitable irrigation and drainage management and soil management, soil softness was remained unexchange as ever its. Therefore big agricultural machine had not used in their fields.
- ### 3. Affects of crop plant cultivation
- 1) Crop plant cultivation systems was programed by that used both crops, rice plant and forage crops, their systems was constructed as paddy-upland rotation system that rotated as six years rotation for 4 years paddy with 2 years uplaud field.
  - 2) In early period of the reclaimed fields, growth characteristics of direct seeding

on drained paddy fields were that seed germination delayed and early growing of plants was extremely slow-moving. Thus were depended to soil acidity, saline injury and poor physical characters of soil etc.

- 3) It was used to the border system as irrigation method. This system was apparently effectiveness to the solidification of soil tolerance power, the promotion of soil oxidation, the liquefaction and cleaning of soil containing materials. But for big division fields, rice plant growth and yields was respectably altered for that was troublesome with ground making and ground leveling.
  - 4) From early reclaimed period, effect of nitrogenous and phosphorus fertilizers were apparently. But in the direct seeding on drained paddy, nitrogenous fertilizers were easy leaching by strong nitrification. Therefore basal dressing fertilization must use with mobilized fertilizers and also must employ split application of fertilization for high its effects.
  - 5) Even in 2nd year of rice cultivation, rice yields was 40~50kg/a, but if it take to good ground conditions and secure to a lot of irrigation water with good quality, rice yields should take enough 50-55kg/a.
  - 6) If the surface water of the ground had drained as completely, the winter crops cultivation had not a wet injury respectively. But, in the summer crops cultivation for early reclaimed period, for crop cultivation had needed with plowing, stamping of soil and with the exception of saline materials, and we had recognized that there were as made to decline the ground water level as prevent to accumulation of soil containing saline materials and made to oxidation of soil.
  - 7) In the case of main crop cultivation system with the direct seeding on the drained paddy field as more utilization of arable land, some combinations of winter crops were competed another kinds of crops and different varieties. So the capacity of crop yields lacked of stability and restricted for the mechanization work.
4. Works with agricultural machines
- 1) Small agricultural machines were utilized after 3 years from reclaimed land establishment, and big agricultural machines were introduced to possibly after 4~5 years from reclaimed. The work conditions of big machines restricted for soil water contents. Thus soil water contents of 1st layer was needed to down lower about mean value 60%.
  - 2) The working days of big agricultural machines at spring and autumn, as crop yield season and sowing season, limited to rain fall condition of "San-in District." Thus, we concluded that the more capacity and higher efficiency agricultural management system due to a large scale farm by the useful big agricultural machines.