

茨城県農業試験場特別研究報告

第 3 号

SPECIAL BULLETIN
OF THE
IBARAKI AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

No. 3

— 1977 —

茨 城 県 農 業 試 験 場

水戸市・上国井町

IBARAKI AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION
KAMIKUNII-CHO, MITO, JAPAN

茨城県農業試験場特別研究報告

第 3 号

序

霞ヶ浦周辺には約9,000ヘクタールの干拓地が存在する。これらの土壌の性格については、すでに昭和14年小林嵩氏によってあきらかにされたとおり、その土壌の不良性から、干拓地営農の推進にあたって多くの問題を提起していることはいうまでもない。

霞ヶ浦周辺干拓地土壌の改良に関する研究は、茨城県農業試験場が中心となり、昭和42年度から、低位生産地改良調査事業、ほ場整備跡地調査事業さらに高浜入干拓畑地化新技術開発調査などの一環として、とくに新規干拓造成地を対象に、その実態の究明と対策の樹立を目的として実施した研究の結果をとりまとめたものである。

内容にはさらに今後の検討を必要とし、残された問題が多いと思われるが、とりあえず、現在までの結果を報告し、ご批判を願う次第である。

本報告が、霞ヶ浦周辺干拓地営農の改善に寄与し、さらに国内干拓地営農の参考になれば幸甚である。

本研究は農試環境部平山主任研究員が中心となり実施し、とりまとめにあたったが、これらの実施ならびに結果の報告に際し、格別のご高配にあづかった農林省関東農政局ならびに茨城県農地部・農地計画課・関係農業改善普及所の関係各位に対し、深甚なる感謝の意を表する次第である。

昭和52年3月

茨城県農業試験場長

小 川 敏 雄

霞ヶ浦周辺干拓地土壌の改良に関する研究

目 次

第 1 報	新しい干拓地土壌の種類と分布および化学的特徴 平山 力. 須田清隆 [*] . 小林 登 ^{**} . 吉原 貢. 石川昌男 ^{**} ……	1
第 2 報	干陸年次の異なる 2, 3 干拓地土壌の物理的特徴 平山 力. 本村 悟 ^{***} . 石川昌男 ^{**} ……	33
第 3 報	干陸年次の異なる 2, 3 干拓地土壌の粘土鉱物 平山 力. ……	69
第 4 報	新しい干拓地に発生する水稻の生育障害と改良対策 平山 力. 小林 登 ^{**} . 石川昌男 ^{**} ……	83
第 5 報	湖底土に対する土壌改良資材の添加が土壌の物理性に およぼす影響 平山 力. 本村 悟 ^{***} . 石川昌男 ^{**} ……	115

* 現那珂地区農業改良普及所

** 現県教育普及課

*** 農林省農業技術研究所化学部

霞ヶ浦周辺干拓地土壤の改良に関する研究

第1報 新しい干拓地土壤の種類と分布およびその化学的特徴

平山 力, 須田清隆*, 小林 登**, 吉原 貢, 石川昌男**

*Improvement of the Polder Soil on Neighbouring Areas
of Lake Kasumigaura*

*Part I. Distribution of the Polder Soil and there
Chemical Properties.*

Chikara Hirayama, Kiyotaka Suda,*

*Noboru Kobayashi**, Mitugu Yoshihara,*

*Masao Ishikawa.***

* 現那珂地区農業改良普及所

** 現県教育普及課

I 緒 言

霞ヶ浦湖岸には入江が多く、その入江は浅瀬で、堤防の締切りなど工地上比較的干拓しやすいこと¹⁾もあって、古くから干拓による水田造成が行なわれてきた。霞ヶ浦周辺に分布する干拓地はこれまで43カ所、その面積は約9,000 haとされている^{2,3)}が、これらの中には延方、余郷入など最近干拓を完了したところ、さらに、高浜入など現在干拓計画の進められているところも含まれる⁴⁾(表-1, 2)

ところで、このような干拓地において、とくに干陸直後の段階で、水稻栽培を行なうと、しばしば塩、酸害の発生ならびに土壤還元、軟弱地盤など排水不良にもとづく障害により、水稻の生育、収量はきわめて不安定となる。また、最近干拓地の一部に稲作転換などで畑作物の導入が試みられているが、いずれも栽培上あるいは機械作業の面において、多くの支障をきたしているのが現状である。したがって、干拓地の耕地利用にあたっては、まずこれら土壤の実態をあきらかにし、その結果にもとづいて事前に対策を講ずることは、新規干拓地営農を安定化させる上できわめて重要である。

干拓地土壤の性質と改良に関する研究報告はこれまで数多い。とりわけ霞ヶ浦周辺干拓地土壤については、すでに小林^{2,5)}により研究され、その不良性について主として化学性の面から発生原因、機構解明がなされている。

これによれば、霞ヶ浦周辺干拓地に分布する不良土は、往時、海水の影響をうけたことから、多量の硫化物、水溶性塩類を含有し、これが土壤の酸化、還元条

表-1 県内干拓地一覽²⁾(昭和20年以前)

干 拓 地 名	所 在 地	面 積 (ha)
1 潤 沼	東茨城郡	131.29
2 石 崎	"	23.57
3 真 木 浦	那 珂 郡	130.09
4 鱒 川	鹿 島 郡	248.82
5 大 谷 池	"	31.50
6 沖 湫	"	21.04
7 広 浦	"	127.11
8 小 高	稻 敷 郡	83.42
9 汐 来	"	40.69
10 全 沖 洲	"	17.19
11 甘 田 入	"	135.92
12 島 津	"	10.33
13 境 島	"	22.65
14 野 田 奈 川	"	170.18
15 平 須 沼 第一	"	37.88
16 平 須 沼 第二	"	7.83
17 掛 馬	"	18.83
18 木 田 余	土 浦 市	87.89
19 田	"	105.59
20 土 浦 第 二	"	104.06
21 三 村	"	126.87
22 霞	"	65.71
23 沖 宿 地 先	"	10.41
24 土 浦 地 先	"	13.10
25 大宝村一町 五ヶ村	真 壁 郡	1,021.67
26 飯 沼	結 城 郡	382.87
27 長 井 戸 沼	猿 島 郡	907.18
28 釈 迦 水 海 沼	"	413.54
29 大 山 沼	"	319.01
計		4,816.24

表-2 県内干拓地一覽³⁾ (昭和20年以降)

事業の種類	干拓地名	所在地	干陸年次 (年)	面積 (ha)	作付年次
1 国営代行	浪 逆	稲敷郡汐来町	25	196	29
2 "	新 郷	古 河 市	25	80	30
3 "	本 新 島	稲敷郡東村	30	572	31
4 "	江戸崎入	" 江戸崎町	31	227	32
5 "	一 の 谷	猿島郡境町	31	90	33
6 "	高 須	稲敷郡藤代町	31	104	33
7 "	日 川	鹿島郡神栖町	37	106	—
8 "	余 郷 入	稲敷郡美浦村	40	227 (180)	43
9 "	涸 沼	東茨城郡茨城町	41	48 (48)	43
10 "	羽 賀 沼	稲敷郡江戸崎町	44	90 (90)	46
11 国 営	森 戸	猿島郡岩井町	29	559	32
12 "	延 方	稲敷郡汐来町	40	277 (224)	43
13 "	西 ノ 洲	" 桜川村	40	193 (148)	43
14 "	高 浜 入	行方郡玉造町	予定地区 (未着工)	1,453 (1,272)	
計				4,040	

()内数字, 農用地造成面積

件に反映して強酸性あるいは強塩基土壌, さらに含塩土壌のいずれかであるという。また不良土改良の面においてもこれまで若干の報告^{6~10)}がある。しかし, いずれも不良土壌の化学性の解明とその改良に重点がおかれ, 干拓地土壌の種類, 分布状況を含めてその内容を総括的にとりあげた例はみあたらない。

これから述べようとする一連の調査研究は, 以上のような観点から干拓地土壌の特性と改良対策を総合的, 立体的に検討しようとしたものである。

そこで, その手始めとして本報告では, 2~3の新規干拓地を対象として行なった土壌調査結果から, まず新しい干拓地土壌の種類とその化学的特徴をあきらかにしたので, ここではその概要について述べる。

II 調査方法

1. 対象干拓地

調査対象干拓地は, 表-2にしめしたもののうち昭和40年以降に干陸した延方, 余郷入, 西ノ洲,

羽賀沼そして濁沼干拓地で、その分布位置は図-1に示したとおりである。大部分霞ヶ浦周辺に分布する典型的な入江干拓地で、入江谷の地形を反映して、いずれも楕円形で、面積は50~280ha程度の小規模なものである。背後地は隣接する火山灰台地に続いているところが多い。

2. 土壌調査

ここでとりあげた土壌調査のねらいは、今後に予定される土地改良計画および水稲作付計画を控

えて、干陸地土壌の実態を把握するためのものであった。したがって、本調査は干陸後2年前後に実施したもので、この段階では地区により、すでにほ場整備の完了したところもあれば、当時ほ場整備中のところも含まれた。土壌調査は調査地区に対して、 $1/2,000 \sim 1/10,000$ 地形図上に方眼法により、おおむね3haに1点の割合で調査地点を定め、試穿および土壌採取を行なうと同時に、土壌の乾湿、塩の析出の状況さらに植生の分布などの観察もした。また、これらの地点の中から代表地点を選び、試坑調査を行ない土壌分類のための基礎とした。この場合の土壌分類方法は地力保全基本調査による方法に準拠し、水田土壌統設定一次案¹¹⁾にもとずいて行なった。なお調査地点は地区ごとに図-2に示した。

3. 土壌分析

土壌分析は表層0~15cmを対象としたが、延方および代表地点のように、下層まで行なったところもある。分析項目は土性、土色のほかにさしあたり水稲作付け上問題となる土壌pH、EC、Cl含量さらに可酸化性Sをとりあげ、代表土壌については一般理化学性の分析を行なった。土壌分析はつぎの方法によった。

土性：大部分手ざわりによる現地判定によったが、代表土壌は風乾細土についてピペット法により、国際法の分類にしたがって判定した。

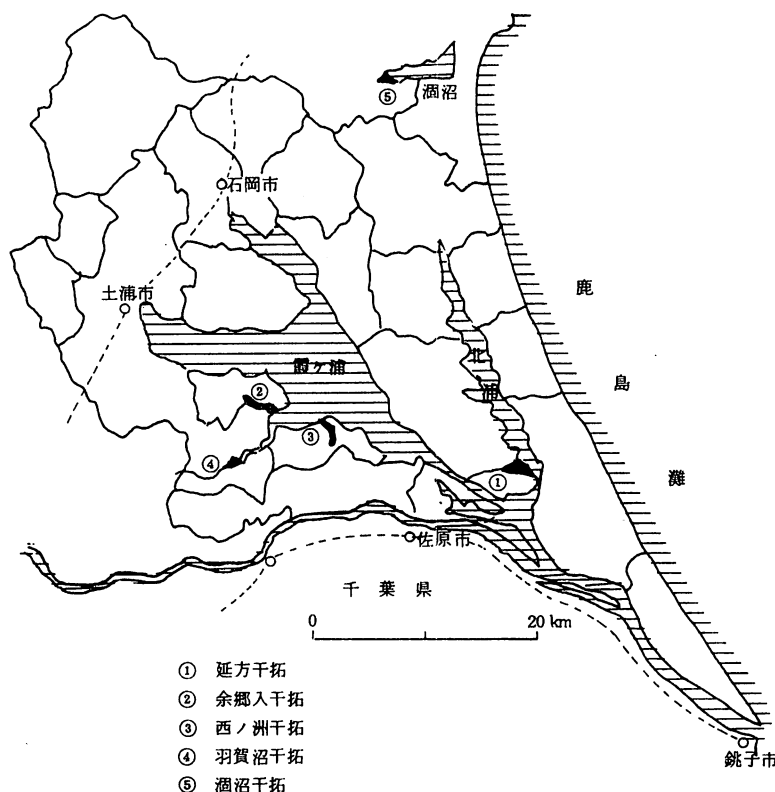
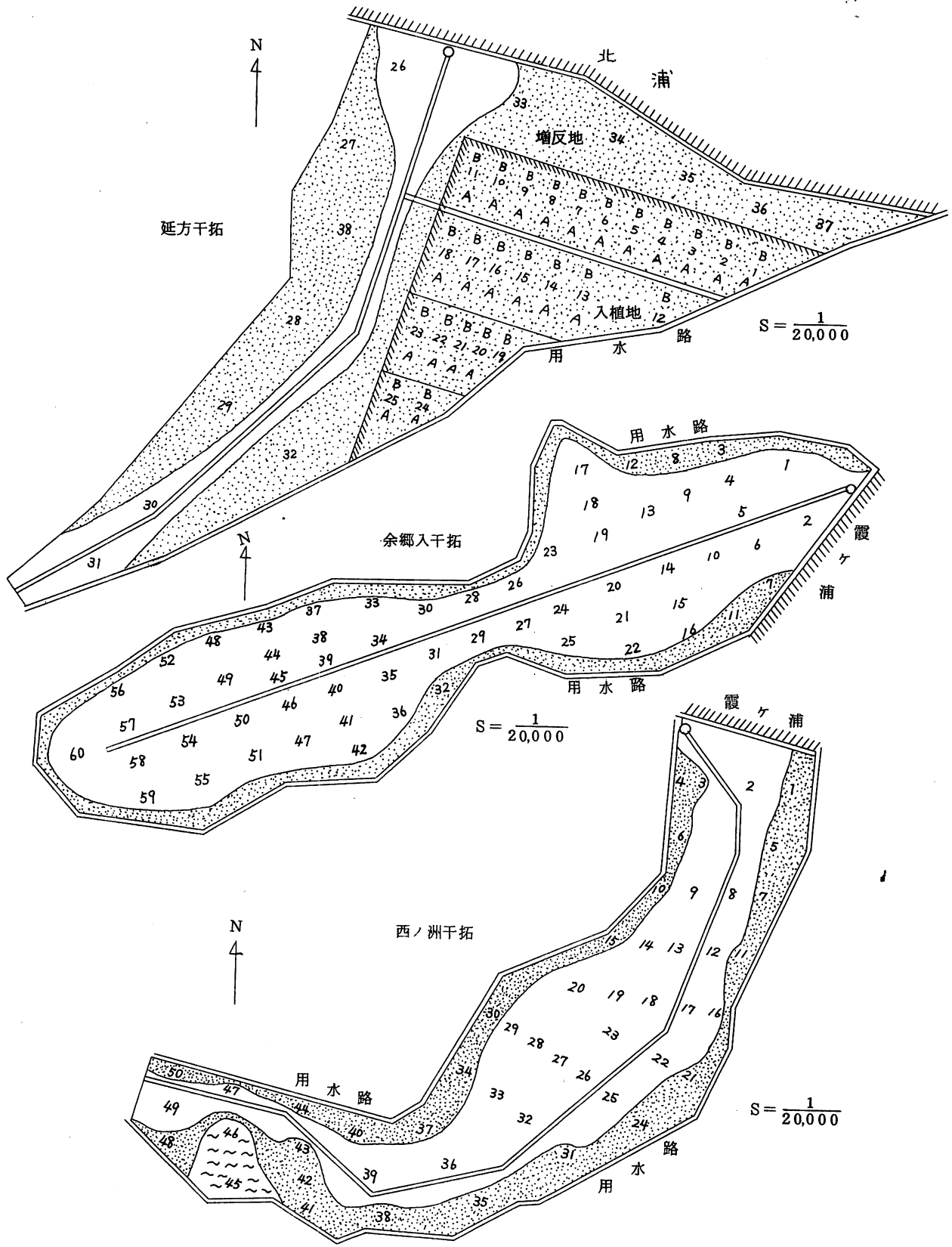


図-1 調査対象干拓地の位置



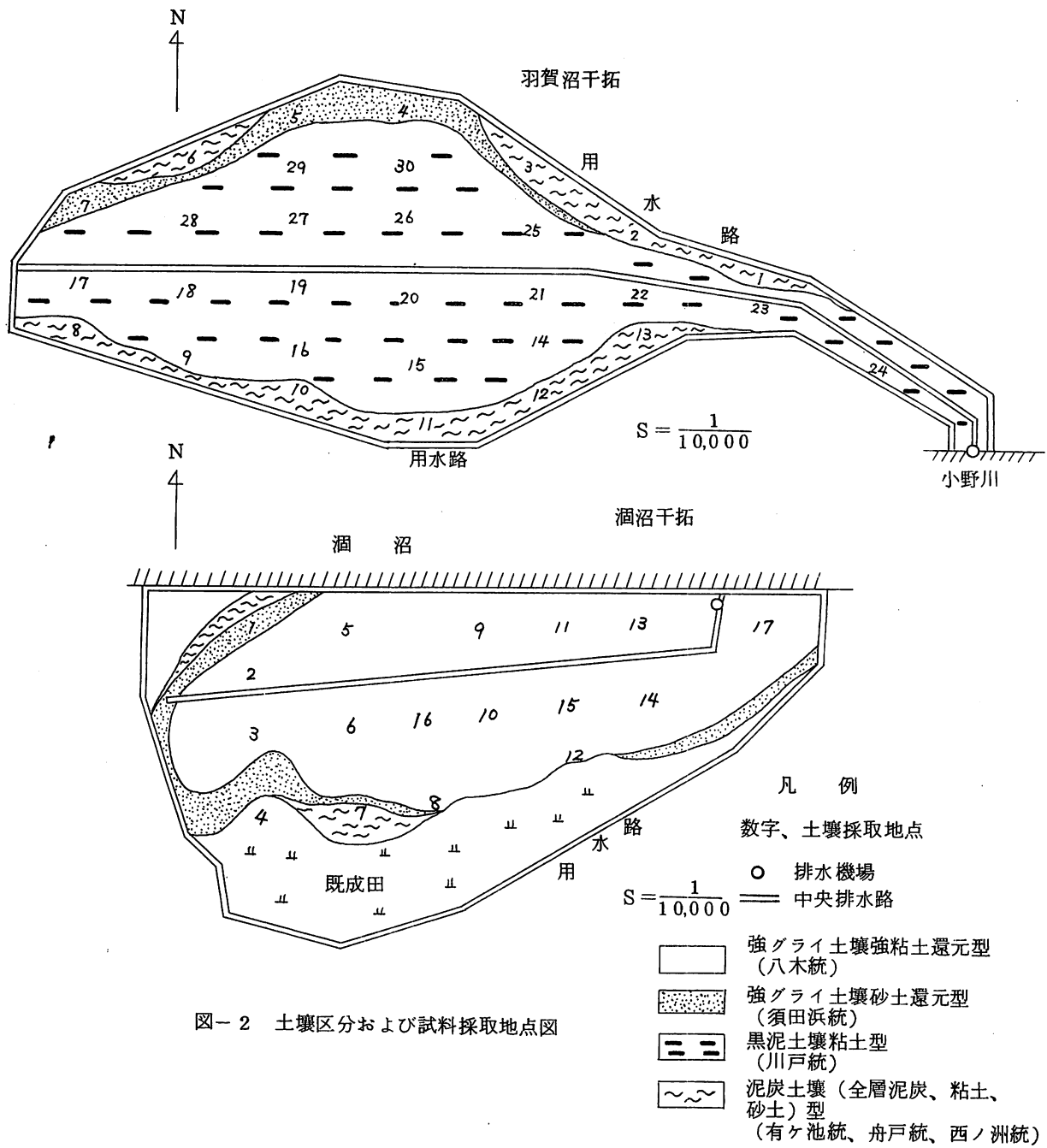


図-2 土壤区分および試料採取地点図

土色：マンセル土色帖によった。

pH：原土の水懸濁液(1:5)についてガラス電極法により測定した。

EC：原土の水懸濁液(1:5)について、東亜電波製ECメーターにより測定し、 $10^{-5}v/cm$ で表示した。

C_l：水浸出液について Mohr 法で求め、乾土あたり%で表示した。

可酸化性S：村上氏の方法¹²⁾によった。

水溶性硫酸：クロム酸バリウムによる比色法で求めた。

活性2価鉄：現地において湖底土採取後、直ちに100mlポリビンに採り、十分攪拌した後少量の土壌を予め50mlの抽出液を入れた100mlポリビン抽出し、実験室に持ち帰り、 $\alpha-\alpha'$, dipyridyl で比色定量した。抽出剤は0.2% AlCl₃, N-Na OAc 溶液によった。

一般化学性：常法によって求めた。

Ⅲ 調査結果

1. 地形、地質および土壌分布

現地土壌調査の結果は表-3に示したが、これよりも、霞ヶ浦周辺干拓地の地形、地質と土壌分布との関係についてのべる。

1) 霞ヶ浦の生成¹³⁾

霞ヶ浦は西浦と北浦の総称であるが、水産行政上では西浦だけを霞ヶ浦と呼んでいる。

霞ヶ浦は琵琶湖につぐわが国第2位の淡水湖で、面積174.5Km²、周囲142.0Km、平均水深3.8m、北浦は面積38.5Km²、周囲87.4Km、平均水深3.9mで、両湖の流域面積は約2,200Km²である。¹⁴⁾

もともと霞ヶ浦の生成は、関東構造盆地運動にもなって、沈降、隆起を重ねた海跡湖とされ、現在の湖は関東構造盆地の東辺に位置するといわれる。この周辺の地質は、いわゆる下末吉期の大海浸によって堆積された成田層(下末吉層)によって形成されている。その後、海退によって陸地が形成され、その上に関東周辺の火山活動によるローム層の堆積が行われ、さらに河川による侵蝕が進み、現在の地形が作られたものとされている。

したがって、霞ヶ浦周辺にみられる入江状地形は、この時期における河川侵蝕谷とみることができよう。河川によって運搬された土砂は、粒径の大きいものが少なく、湖底にはおもに粘土分が運積されている。粘土層の厚さは、水面中心部に向って厚く、粘土層の下は一般に砂または砂礫層、あるいは粘板岩である。湖岸一帯は帯状に砂層の分布しているのが普通であるが、この生成母材は前述の成田層に由来するものと考えられる。

2) 地形と土壌の分布

このような霞ヶ浦の成因を背景に、対象干拓地の地形と土壌の分布をみると、きわめて明瞭な規則

表-3 土壌調査結果、pHおよび塩分濃度

1. 延方干拓地(調査, 昭和42年3月)

地点番号	入植者	区分	層位	層厚 (cm)	土性	土色	pH (H ₂ O) 生土	E. C (10-50 /cm)	C _d (%)	可酸化性S (mg/乾土 100g)
延 1	吉川忠夫 (入植地)	A	I	0~15	S	暗緑灰(7.5GY 3/1)	8.5	50	0.02	-
			II	15~30	LS	" (")	8.8	50	0.02	-
		B	I	0~15	S	暗オリーブ灰(2.5GY 3/1)	8.2	105	0.05	-
			II	15~30	LS	" (")	8.6	100	0.05	-
# 2	山本五郎	A	I	0~15	S	緑黒(10GY 2/1)	8.1	110	0.05	-
			II	15~30	S	暗緑灰(10GY 2/1)	8.2	180	0.10	-
		B	I	0~15	S	黒(2.5GY 2/1)	7.6	145	0.10	-
			II	15~30	S	暗緑灰(10GY 3/1)	7.8	110	0.11	-
# 3	小谷野進	A	I	0~15	S	暗オリーブ灰(2.5GY 3/1)	7.1	55	0.02	86
			II	15~30	S	" (")	7.9	55	0.02	92
		B	I	0~15	S	オリーブ黒(5Y 3/2)	6.2	100	0.06	-
			II	15~30	S	暗オリーブ灰(2.5GY 3/1)	7.4	115	0.06	-
# 4	村井音次郎	A	I	0~15	S	" (2.5GY 4/1)	6.4	45	0.02	-
			II	15~30	S	" (2.5GY 3/1)	7.4	35	0.03	-
		B	I	0~15	LS	暗灰黄(2.5Y 4/2)	7.0	170	0.08	-
			II	15~30	S	暗緑灰(7.5GY 3/1)	7.4	135	0.06	-
# 5	橋本重雄	A	I	0~15	S	暗オリーブ灰(2.5GY 3/1)	6.8	45	0.02	-
			II	15~30	S	緑黒(7.5GY 2/1)	7.2	35	0.02	-
		B	I	0~15	S	暗灰黄(2.5Y 4/2)	5.4	195	0.11	-
			II	15~30	LS	暗緑灰(7.5GY 3/1)	5.8	155	0.06	-
# 6	細田多志雄	A	I	0~15	S	暗灰黄(2.5Y 4/2)	6.2	70	0.02	-
			II	15~30	LS	暗緑灰(7.5GY 3/1)	6.6	55	0.03	-
		B	I	0~15	S	暗灰黄(2.5Y 4/2)	5.6	100	0.04	-
			II	15~30	LS	緑黒(10GY 2/1)	5.4	130	0.05	-
# 7	松本勝利	A	I	0~15	S	暗灰黄(2.5Y 4/2)	6.4	65	0.02	-
			II	15~30	S	緑黒(7.5GY 2/1)	7.3	90	0.03	-
		B	I	0~15	S	暗灰黄(2.5Y 4/2)	6.0	80	0.02	-
			II	15~30	S	緑黒(10GY 2/1)	6.2	90	0.02	-
# 8	平磯徳次	A	I	0~15	LS	暗灰黄(2.5Y 4/2)	5.5	55	0.02	-
			II	15~30	S	緑黒(7.5GY 2/1)	7.4	70	0.02	-
		B	I	0~15	LS	暗灰黄(2.5Y 4/2)	5.6	185	0.08	-
			II	15~30	S	緑黒(10GY 2/1)	5.9	125	0.04	-
# 9	小松崎誠吉	A	I	0~15	S	暗灰黄(2.5Y 4/2)	5.8	45	0.01	-
			II	15~30	S	暗緑灰(7.5GY 3/1)	5.6	60	0.02	-
		B	I	0~15	LS	暗灰黄(2.5Y 4/2)	5.4	195	0.06	-
			II	15~30	LS	" (")	5.4	150	0.06	-
# 10	根本良雄	A	I	0~15	LS	暗オリーブ灰(2.5GY 3/1)	6.8	45	0.02	-
			II	15~30	S	黒(2.5GY 2/1)	6.8	45	0.02	-
		B	I	0~15	SL	暗灰黄(2.5Y 4/2)	5.4	170	0.06	-
			II	15~30	SL	暗オリーブ灰(2.5GY 3/1)	5.5	170	0.06	-
# 11	片寄喜誠	A	I	0~15	S	黒(2.5GY 2/1)	8.0	75	0.02	-
			II	15~30	S	暗緑灰(7.5GY 3/1)	8.8	65	0.02	-
		B	I	0~15	S	黒(2.5GY 2/1)	9.1	60	0.03	-
			II	15~30	S	" (")	9.1	80	0.03	-
# 12	辻正	A	I	0~15	S	暗オリーブ灰(2.5GY 3/1)	9.1	145	0.06	-
			II	15~30	S	黒(2.5GY 2/1)	9.2	205	0.06	-
		B	I	0~15	S	" (")	9.1	120	0.06	-
			II	15~30	S	暗オリーブ灰(2.5GY 3/1)	9.4	105	0.06	-
# 13	中村寅蔵	A	I	0~15	S	暗緑灰(7.5GY 3/1)	7.8	155	0.07	-
			II	15~30	S	暗オリーブ灰(2.5GY 3/1)	8.4	165	0.07	-
		B	I	0~15	S	暗緑灰(7.5GY 3/1)	8.8	120	0.05	-
			II	15~30	S	" (10GY 3/1)	9.2	85	0.04	-
# 14	角田勝男	A	I	0~15	S	暗オリーブ灰(2.5GY 3/1)	8.4	240	0.11	-
			II	15~30	S	黒(2.5GY 2/1)	8.0	205	0.10	-
		B	I	0~15	SL	オリーブ黒(5Y 3/2)	7.9	190	0.07	-
			II	15~30	SL	暗オリーブ灰(2.5GY 3/1)	8.1	180	0.09	-
# 15	橋本恒之	A	I	0~15	S	" (")	6.3	295	0.11	-
			II	15~30	S	黒(2.5GY 2/1)	7.0	180	0.09	-
		B	I	0~15	S	灰(5Y 4/1)	7.3	130	0.05	-
			II	15~30	S	暗緑灰(7.5GY 3/1)	7.9	100	0.03	-
# 16	山本庄太郎	A	I	0~15	S	オリーブ黒(7.5Y 3/2)	7.2	230	0.09	-
			II	15~30	LS	暗緑灰(7.5GY 3/1)	5.4	205	0.12	-
		B	I	0~15	S	灰オリーブ(7.5Y 4/2)	7.0	115	0.03	-
			II	15~30	LS	暗緑灰(7.5GY 3/1)	7.6	90	0.04	-
# 17	松崎光三	A	I	0~15	SL	暗灰黄(2.5Y 4/2)	5.4	120	0.01	-
			II	15~30	LS	緑黒(7.5GY 2/1)	6.0	170	0.03	-
		B	I	0~15	LS	" (")	7.4	125	0.02	-
			II	15~30	LS	" (")	7.6	120	0.02	-

(つづき)

地点 番号	入植者	区分	層位	層厚 (cm)	土性	土色	pH (H ₂ O) 生土	E.C (10-50 /cm)	Cl (%)	可酸化性S (mg/乾土 100g)
延 18	大川 長五郎	A	I	0~15	SL	暗 灰 黄 (2.5 Y 4/2)	6.0	65	0.02	—
			II	15~30	SL	" (")	5.8	80	0.02	—
		B	I	0~15	LS	オリブ黒 (10 Y 3/1)	6.5	65	0.02	—
			II	15~30	LS	" (")	6.2	45	0.02	—
# 19	大久保 栄	A	I	0~15	LS	" (")	7.5	70	0.10	240
			II	15~30	LS	" (")	7.7	80	0.10	270
		B	I	0~15	S	緑 黒 (7.5 GY 2/1)	8.6	235	0.12	220
			II	15~30	SL	" (")	9.0	180	0.10	295
# 20	植田 正義	A	I	0~15	SL	" (")	8.8	180	0.09	—
			II	15~30	SL	" (")	8.8	190	0.10	—
		B	I	0~15	LS	暗 緑 灰 (7.5 GY 3/1)	9.1	200	0.10	—
			II	15~30	LS	" (")	9.1	215	0.11	—
# 21	小林 千里	A	I	0~15	S	暗オリブ灰 (2.5 GY 3/1)	8.7	170	0.09	—
			II	15~30	LS	暗 緑 灰 (7.5 GY 2/1)	8.8	135	0.06	—
		B	I	0~15	S	暗オリブ灰 (2.5 GY 3/1)	8.4	205	0.10	—
			II	15~30	LS	黒 (2.5 GY 2/1)	8.7	190	0.07	—
# 22	草野 勝好	A	I	0~15	S	" (")	7.9	150	0.06	—
			II	15~30	S	暗 緑 灰 (7.5 GY 3/1)	9.2	110	0.05	—
		B	I	0~15	SL	オリブ黒 (10 GY 3/1)	6.1	180	0.04	—
			II	15~30	SL	緑 黒 (7.5 GY 2/1)	8.4	150	0.04	—
# 23	植田 茂	A	I	0~15	S	黒 (2.5 GY 2/1)	5.6	165	0.04	—
			II	15~30	S	暗 緑 灰 (7.5 GY 2/1)	7.1	145	0.04	—
		B	I	0~15	S	" (")	5.6	150	0.03	—
			II	15~30	S	緑 黒 (10 GY 2/1)	7.4	150	0.02	—
# 24	土田 利政	A	I	0~15	S	緑 黒 (7.5 GY 2/1)	8.0	120	0.04	—
			II	15~30	SL	暗オリブ灰 (2.5 GY 3/1)	8.2	165	0.07	—
		B	I	0~15	S	" (")	8.1	145	0.06	—
			II	15~30	SL	暗 緑 灰 (7.5 GY 3/1)	8.4	145	0.06	—
# 25	小林 康治	A	I	0~15	S	暗オリブ灰 (2.5 GY 3/1)	7.8	200	0.00	—
			II	15~30	SL	黒 (2.5 GY 2/1)	8.2	135	0.06	—
		B	I	0~15	S	" (")	7.0	130	0.04	—
			II	15~30	SL	緑 黒 (10 GY 2/1)	7.4	115	0.03	—
# 26	(増反)		I	0~15	LiC	暗 灰 (N 3/0)	3.6	1,345	0.22	—
			II	15~30	LiC	" (")	5.4	965	0.08	—
# 27	"		I	0~15	S	オリブ黒 (5 Y 3/1)	5.8	45	0.10	—
			II	15~30	S	" (10 Y 3/1)	5.6	60	0.07	—
# 28	"		I	0~15	S	暗 灰 (2.5 GY 3/1)	5.4	45	0.03	—
			II	15~30	S	暗 緑 灰 (2.5 GY 3/1)	5.4	40	0.03	—
# 29	"		I	0~15	S	オリブ黒 (5 Y 3/1)	6.4	65	0.02	—
			II	15~30	S	" (7.5 Y 3/1)	7.3	90	0.05	—
# 30	"		I	0~15	LiC	暗 灰 (N 3/0)	3.8	1,254	0.24	—
			II	15~30	CL	" (")	4.4	1,150	0.22	—
# 31	"		I	0~15	LiC	" (")	3.0	1,280	0.20	—
			II	15~30	LiC	" (")	4.5	1,310	0.20	—
# 32	"		I	0~15	S	オリブ黒 (7.5 Y 3/1)	6.8	45	0.04	—
			II	15~30	S	" (")	7.2	33	0.05	—
# 33	"		I	0~15	S	黒 (N 2/0)	7.1	58	0.04	—
			II	15~30	S	暗オリブ灰 (2.5 GY 3/1)	7.9	55	0.04	—
# 34	"		I	0~15	SL	黒 褐 (10 YR 2/3)	8.1	110	0.07	—
			II	15~30	LS	暗オリブ灰 (2.5 GY 3/1)	3.2	180	0.16	—
# 35	"		I	0~15	LS	灰 黄 褐 (5 YR 4/2)	9.1	145	0.10	—
			II	15~30	S	" (")	9.2	205	0.14	—
# 36	"		I	0~15	S	オリブ黒 (7.5 GY 3/1)	8.6	215	0.25	—
			II	15~30	S	暗 灰 (2.5 GY 2/1)	9.0	180	0.16	—
# 37	"		I	0~15	S	黒 (N 2/0)	8.7	150	0.10	—
			II	15~30	LS	暗 灰 (2.5 GY 3/1)	8.8	175	0.12	—
# 38	"		I	0~15	S	黒 (N 2/0)	7.0	130	0.06	—
			II	15~30	S	暗 緑 灰 (7.5 GY 3/1)	7.4	115	0.05	—

2. 余郷入干拓地 (調査・昭和43年3月)

地点番号	層位	層厚 (cm)	乾・湿	塩析の出	植生	土性	土色	pH (H ₂ O) 生土	E・C (10-50 /cm)	C _d (%)	可酸化性S (mg/乾土 100g)
余 1	I	0~15	半湿	なし	ヨシ	HC	黒 (5 Y 2/1)	4.1	785	0.04	—
" 2	"	"	"	あり	"	SCL	オリブ黒 (5 Y 3/1)	5.5	466	0.03	590
" 3	"	"	"	なし	ガマ	S	" (7.5 Y 3/1)	6.8	100	0.02	57
" 4	"	"	湿	"	ヨシ	CL	黒 (7.5 Y 2/1)	6.8	259	0.02	—
" 5	"	"	潤	"	"	HC	オリブ黒 (5 Y 3/1)	5.9	238	0.02	—
" 6	"	"	"	"	なし	LiC	黒 (10 Y 2/1)	6.7	630	0.01	—
" 7	"	"	半湿	あり	ヨシ	S	灰オリブ (5 Y 4/2)	8.7	21	0.01	—
" 8	"	"	"	なし	"	S	オリブ黒 (7.5 Y 3/2)	4.8	210	0.02	—
" 9	"	"	湿	"	"	SiC	" (7.5 Y 2/2)	5.8	292	0.03	620
" 10	"	"	潤	"	ヨシ・ヒエ	LiC	黒 (10 Y 2/1)	7.2	1,990	0.04	—
" 11	"	"	半湿	あり	ヨシ	S	オリブ黒 (10 Y 3/1)	7.0	202	0.02	—
" 12	"	"	"	なし	"	S	灰オリブ (5 Y 4/2)	6.2	229	0.01	—
" 13	"	"	潤	"	なし	LiC	黒 (N 1.5/0)	9.2	1,215	0.30	1,660
" 14	"	"	"	"	なし	LiC	オリブ黒 (5 Y 3/1)	4.8	719	0.09	—
" 15	"	"	"	"	ヨシ	SiC	黒 (7.5 Y 2/1)	6.7	944	0.13	—
" 16	"	"	"	"	"	SiC	オリブ黒 (7.5 Y 3/1)	6.1	788	0.11	—
" 17	"	"	湿	"	"	LiC	黒 (7.5 Y 2/1)	6.2	376	0.05	—
" 18	"	"	潤	"	なし	SL	" (N 1.5/0)	8.0	918	0.14	—
" 19	"	"	湿	"	"	LiC	黒 褐 (2.5 Y 3/1)	4.5	526	0.03	—
" 20	"	"	"	"	"	LiC	" (")	4.5	304	0.02	—
" 21	"	"	"	"	"	LiC	オリブ黒 (5 Y 3/1)	3.8	564	0.04	700
" 22	"	"	潤	"	"	CL	黒 (10 Y 2/1)	6.7	719	0.14	—
" 23	"	"	湿	あり	マコモ	SC	" (")	4.2	586	0.04	—
" 24	"	"	潤	なし	なし	SiC	オリブ黒 (7.5 Y 3/1)	4.0	594	0.04	2,320
" 25	"	"	湿	"	マコモ	LiC	黒 褐 (2.5 Y 2/1)	5.8	254	0.03	—
" 26	"	"	潤	"	なし	SC	黒 (7.5 Y 2/1)	7.0	263	0.03	—
" 27	"	"	湿	"	"	LiC	黒 褐 (3.5 Y 3/1)	4.4	380	0.02	700
" 28	"	"	"	"	"	CL	緑 黒 (7.5 GY 2/1)	5.8	405	0.04	664
" 29	"	"	"	あり	"	LiC	黒 (5 Y 2/1)	5.6	518	0.02	—
" 30	"	"	"	なし	"	SC	オリブ黒 (5 Y 3/1)	4.0	564	0.04	—
" 31	"	"	"	あり	"	LiC	黒 (N 2/0)	4.3	565	0.04	—
" 32	"	"	潤	"	"	SiC	オリブ黒 (7.5 Y 3/1)	6.3	112	0.01	—
" 33	"	"	湿	なし	"	SiC	黒 (N 2/0)	6.4	200	0.02	—
" 34	"	"	"	あり	"	LiC	オリブ黒 (7.5 Y 3/1)	6.9	384	0.03	570
" 35	"	"	"	なし	"	CL	黒 褐 (2.5 Y 3/2)	5.0	201	0.02	—
" 36	"	"	"	"	"	SiC	灰オリブ (5 Y 4/2)	6.0	136	0.01	—
" 37	"	"	半湿	"	"	SiC	暗 灰 黄 (2.5 Y 4/2)	4.9	215	0.01	—
" 38	"	"	"	"	"	SiC	" (N)	5.0	186	0.01	—
" 39	"	"	"	"	"	SiC	灰 (5 Y 4/1)	5.1	114	0.01	—
" 40	"	"	"	あり	"	LiC	オリブ黒 (7.5 Y 3/1)	3.5	445	0.03	—
" 41	"	"	潤	なし	"	SiC	" (")	6.7	153	0.02	—
" 42	"	"	"	"	"	LiC	緑 黒 (7.5 GY 2/1)	6.5	121	0.01	—
" 43	"	"	湿	"	"	LiC	黒 (N 2/0)	6.5	99	0.01	—
" 44	"	"	"	"	"	SC	オリブ黒 (7.5 Y 2/1)	6.2	222	0.04	—
" 45	"	"	"	"	"	CL	黒 褐 (2.5 Y 3/1)	5.0	61	0.02	—
" 46	"	"	"	あり	"	LiC	暗オリブ (2.5 GY 2/1)	3.4	621	0.02	—
" 47	"	"	潤	なし	"	SL	黒 (N 2/0)	6.5	58	0.02	—
" 48	"	"	"	"	"	SiC	" (")	7.4	103	0.02	332
" 49	"	"	湿	"	"	SiC	" (10 Y 2/1)	3.8	552	0.06	562
" 50	"	"	潤	"	"	SiC	黄 灰 (2.5 Y 4/1)	5.5	269	0.04	—
" 51	"	"	"	"	ガマ・ヨシ	SiC	オリブ黒 (5 Y 2/1)	6.7	103	0.03	—
" 52	"	"	半湿	"	ヨシ	SiC	" (7.5 Y 3/1)	5.7	187	0.02	—
" 53	"	"	"	"	ヨシ	SiC	黒 (10 Y 2/1)	3.3	200	0.02	810
" 54	"	"	"	"	なし	SiC	黒 褐 (2.5 Y 3/1)	5.7	77	0.01	—
" 55	"	"	潤	"	"	LiC	オリブ黒 (5 Y 3/1)	5.4	120	0.01	—
" 56	"	"	半湿	"	ヨシ	LiC	" (")	6.6	42	0.01	—
" 57	"	"	"	"	マコモ	LiC	黒 褐 (2.5 Y 3/1)	5.5	108	0.01	—
" 58	"	"	潤	"	ヨシ	SiC	黒 (7.5 Y 2/1)	6.6	75	0.01	—
" 59	"	"	湿	あり	マコモ	LiC	オリブ黒 (7.5 Y 3/1)	4.5	145	0.02	334
" 60	"	"	"	"	ヨシ	LiC	黒 (N 3/0)	3.6	451	0.04	—

3. 西ノ州干拓地 (調査・昭和43年3月)

地点番号	層位	層厚 (cm)	乾・湿	塩析の出	植生	土性	土色	pH (H ₂ O) 生土	E.C (10-50 /cm)	Cd (%)	可酸化性S (mg/乾土 100g)
西 1	I	0~15	湿	なし	ガマ	S	灰オリーブ(5 Y 4/2)	5.4	27	0.02	—
" 2	"	"	"	"	ヨシ	LiC	暗 灰(N 3/0)	5.9	136	0.02	—
" 3	"	"	"	"	マコモ	S	灰オリーブ(5 Y 4/2)	4.3	134	0.02	—
" 4	"	"	半湿	"	雑草	S	オリーブ黒(5 Y 3/2)	6.1	182	0.03	—
" 5	"	"	潤	"	ガマ・ヨシ	SiC	灰オリーブ(5 Y 4/2)	6.2	326	0.02	96
" 6	"	"	湿	"	雑草	S	暗 緑 黄(2.5 Y 4/2)	6.0	14	0.02	96
" 7	"	"	潤	"	ヨシ	S	オリーブ黒(10 Y 3/1)	7.3	127	0.02	—
" 8	"	"	"	"	ガマ	LiC	" (7.5 Y 3/2)	7.2	261	0.04	182
" 9	"	"	"	"	"	LiC	" (")	7.3	514	0.04	736
" 10	"	"	湿	"	なし	S	オリーブ灰(10 Y 4/2)	7.6	15	0.02	—
" 11	"	"	"	"	ヨシ	S	" (")	5.4	21	0.01	288
" 12	"	"	潤	"	ガマ	SiC	オリーブ黒(10 Y 3/2)	6.3	466	0.07	192
" 13	"	"	"	"	なし	LiC	" (")	6.5	150	0.05	—
" 14	"	"	"	"	ガマ	LiC	暗 緑 灰(10 GY 2/1)	8.3	287	0.02	—
" 15	"	"	湿	"	マコモ	S	オリーブ灰(10 Y 4/1)	5.2	42	0.01	—
" 16	"	"	潤	"	ガマ	SiC	緑 黒(7.5 GY 2/2)	7.8	1,395	0.20	—
" 17	"	"	"	"	"	LiC	暗 緑 灰(7.5 GY 4/1)	5.8	352	0.06	—
" 18	"	"	湿	"	"	LiC	" (")	5.0	578	0.06	—
" 19	"	"	潤	"	"	SC	オリーブ黒(5 Y 3/2)	5.1	191	0.02	—
" 20	"	"	"	"	"	SC	黒 (N 15/0)	8.0	142	0.03	—
" 21	"	"	"	"	"	S	暗 緑 灰(7.5 GY 3/1)	7.1	250	0.04	520
" 22	"	"	湿	"	"	LiC	灰オリーブ(7.5 Y 4/2)	6.3	686	0.09	650
" 23	"	"	"	"	"	LiC	オリーブ黒(10 Y 3/1)	5.5	232	0.04	—
" 24	"	"	"	"	ヨシ	S	オリーブ灰(10 Y 4/2)	6.4	190	0.02	—
" 25	"	"	潤	"	ガマ	SiC	オリーブ黒(10 Y 3/2)	6.6	175	0.16	1,056
" 26	"	"	湿	"	"	LiC	" (")	5.5	510	0.04	448
" 27	"	"	"	"	ガマ・雑草	SiC	" (")	4.9	434	0.02	—
" 28	"	"	"	"	ガマ	SiC	" (")	4.6	377	0.02	680
" 29	"	"	"	"	ガマ・雑草	LiC	オリーブ黒(10 Y 3/1)	4.3	462	0.03	—
" 30	"	"	"	"	なし	S	灰オリーブ(5 Y 4/2)	5.3	13	0.01	—
" 31	"	"	"	"	ガマ	L	オリーブ黒(7.5 Y 3/2)	4.2	389	0.04	—
" 32	"	"	"	"	"	SL	" (")	4.2	389	0.04	—
" 33	"	"	"	"	"	LiC	" (10 Y 3/1)	4.0	513	0.05	—
" 34	"	"	潤	"	ヨシ	LS	" (5 Y 3/2)	5.5	210	0.04	256
" 35	"	"	"	"	ガマ	SC	" (")	7.3	243	0.04	264
" 36	"	"	湿	"	マコモ	LiC	暗オリーブ灰(2.5 GY 3/1)	4.1	449	0.04	840
" 37	"	"	"	"	"	SL	オリーブ黒(5 Y 3/2)	4.9	310	0.04	256
" 38	"	"	潤	"	"	S	" (")	7.2	335	0.09	448
" 39	"	"	湿	"	雑草	LiC	黒 褐(2.5 Y 3/2)	3.9	368	0.02	292
" 40	"	"	"	"	なし	S	オリーブ黒(5 Y 3/2)	3.4	1,265	0.06	320
" 41	"	"	"	"	"	S	" (")	6.8	475	0.11	193
" 42	"	"	"	"	"	S	" (")	4.7	889	0.10	196
" 43	"	"	"	"	"	LS	灰オリーブ(5 Y 4/2)	4.2	1,100	0.06	840
" 44	"	"	"	"	ヨシ・雑草	S	" (")	4.7	129	0.02	—
" 45	"	"	"	"	ヨシ	PL	黒 (5 Y 2/1)	4.5	122	0.02	—
" 46	"	"	"	"	マコモ	PL	" (")	4.6	59	0.02	—
" 47	"	"	"	"	"	SL	オリーブ黒(5 Y 3/2)	4.4	322	0.02	—
" 48	"	"	潤	"	"	SL	" (")	4.4	585	0.04	—
" 49	"	"	湿	"	なし	SiC	" (5 Y 2/2)	4.9	326	0.02	184
" 50	"	"	"	"	なし	SiL	" (")	4.6	206	0.02	—

4. 羽賀沼干拓地(調査・昭和44年8月)

地点番号	層位	層厚 (cm)	乾・湿	塩析の出	植生	土性	土色	pH (H ₂ O) 生土	E.C (10-50 /cm)	C _l (%)	可酸化性S (mg/乾土 100g)
羽 1	I	0~15	湿	なし	ヨシ	PL	黒 (10 Y 2/1)	4.8	340	0.01	210
" 2	"	"	半湿	"	"	PL	オリーブ黒 (5 Y 3/1)	4.6	300	0.01	250
" 3	"	"	湿	"	"	PL	" (")	4.6	500	0.03	306
" 4	"	"	"	"	"	LS	暗オリーブ (7.5 Y 3/2)	5.9	53	0.02	270
" 5	"	"	"	"	"	LS	" (")	5.7	60	0.01	150
" 6	"	"	"	"	"	PL	" (")	3.4	930	0.01	510
" 7	"	"	"	"	"	LS	" (")	5.5	280	0.02	230
" 8	"	"	"	"	"	SC	黒 褐 (10 YR 3/1)	6.3	350	0.01	380
" 9	"	"	半湿	"	"	SC	" (")	3.3	1,500	0.03	737
" 10	"	"	"	"	"	CL	黒 (7.5 Y 2/1)	5.7	100	0.01	498
" 11	"	"	"	"	"	CL	" (")	3.9	125	0.01	883
" 12	"	"	"	"	マコモ	CL	黒 褐 (10 YR 3/2)	4.8	430	0.02	520
" 13	"	"	"	"	"	CL	" (")	5.0	340	0.01	430
" 14	"	"	湿	"	なし	LiC	オリーブ黒 (5 Y 2/2)	3.7	650	0.02	785
" 15	"	"	"	"	"	LiC	" (")	5.8	420	0.01	340
" 16	"	"	"	"	"	LiC	黒 (7.5 Y 2/1)	6.5	250	0.01	380
" 17	"	"	半湿	"	ヨシ	LiC	" (")	5.6	260	0.02	681
" 18	"	"	湿	"	なし	LiC	" (")	6.5	125	0.02	413
" 19	"	"	"	"	"	LiC	" (")	6.4	120	0.01	474
" 20	"	"	"	"	"	LiC	" (")	6.3	200	0.01	380
" 21	"	"	"	"	"	LiC	" (")	6.7	95	0.01	450
" 22	"	"	"	"	"	LiC	" (")	6.1	400	0.02	170
" 23	"	"	"	"	ヨシ	LiC	黒 褐 (2.5 Y 2/1)	4.9	150	0.03	883
" 24	"	"	"	"	"	LiC	黒 褐 (2.5 Y 3/1)	4.4	190	0.02	490
" 25	"	"	潤	"	なし	LiC	" (")	5.6	400	0.01	327
" 26	"	"	"	"	"	LiC	" (")	6.0	420	0.02	219
" 27	"	"	"	"	"	LiC	" (")	5.9	340	0.02	480
" 28	"	"	"	"	"	LiC	" (")	5.6	370	0.01	400
" 29	"	"	湿	"	"	LiC	" (")	5.2	285	0.01	340
" 30	"	"	"	"	"	LiC	" (")	6.5	330	0.02	280

5. 濁沼干拓地(調査・昭和43年3月)

地点番号	層位	層厚 (cm)	乾・湿	塩析の出	植生	土性	土色	pH (H ₂ O) 生土	E.C (10-50 /cm)	C _l (%)	可酸化性S (mg/乾土 100g)
濁 1	I	0~15	半湿	なし	ガマ	LiC	黒 (10 Y 2/1)	4.9	1,125	0.17	—
" 2	"	"	乾	あり	"	LS	黒 褐 (2.5 Y 3/1)	3.6	1,685	0.07	350
" 3	"	"	湿	なし	"	LiC	黒 (N 1.5/0)	6.3	1,155	0.03	—
" 4	"	"	"	"	既成田	SL	オリーブ黒 (2.5 Y 3/1)	6.2	55	0.03	128
" 5	"	"	乾(割目)	あり	なし	LiC	黒 褐 (5 Y 3/2)	5.8	865	0.07	182
" 6	"	"	"	"	"	LiC	オリーブ黒 (10 Y 3/1)	4.8	300	0.03	64
" 7	"	"	"	なし	"	LiC	黄 黒 (5 Y 3/1)	8.9	160	0.03	288
" 8	"	"	湿	"	"	S	オリーブ黒 (10 Y 3/1)	6.3	65	0.03	288
" 9	"	"	乾(割目)	あり	あり	CL	黒 (10 Y 2/1)	4.9	985	0.07	1,180
" 10	"	"	湿	なし	なし	S	" (2.5 GY 2/1)	7.6	80	0.03	64
" 11	"	"	潤	"	"	LiC	" (")	7.4	90	0.04	352
" 12	"	"	湿	"	"	SL	" (7.5 GY 2/1)	6.3	45	0.03	64
" 13	"	"	潤	"	"	CL	暗 緑 灰 (5 GY 2/1)	7.4	105	0.03	224
" 14	"	"	湿	"	"	LiC	黒 (2.5 GY 2/1)	7.1	245	0.03	96
" 15	"	"	乾(割目)	あり	あり	LiC	暗 緑 灰 (5 GY 2/1)	6.0	710	0.10	640
" 16	"	"	"	なし	なし	CL	黄 黒 (5 Y 3/1)	5.6	790	0.04	256
" 17	"	"	湿	"	"	LiC	暗 緑 灰 (7.5 GY 2/1)	6.1	125	0.01	320

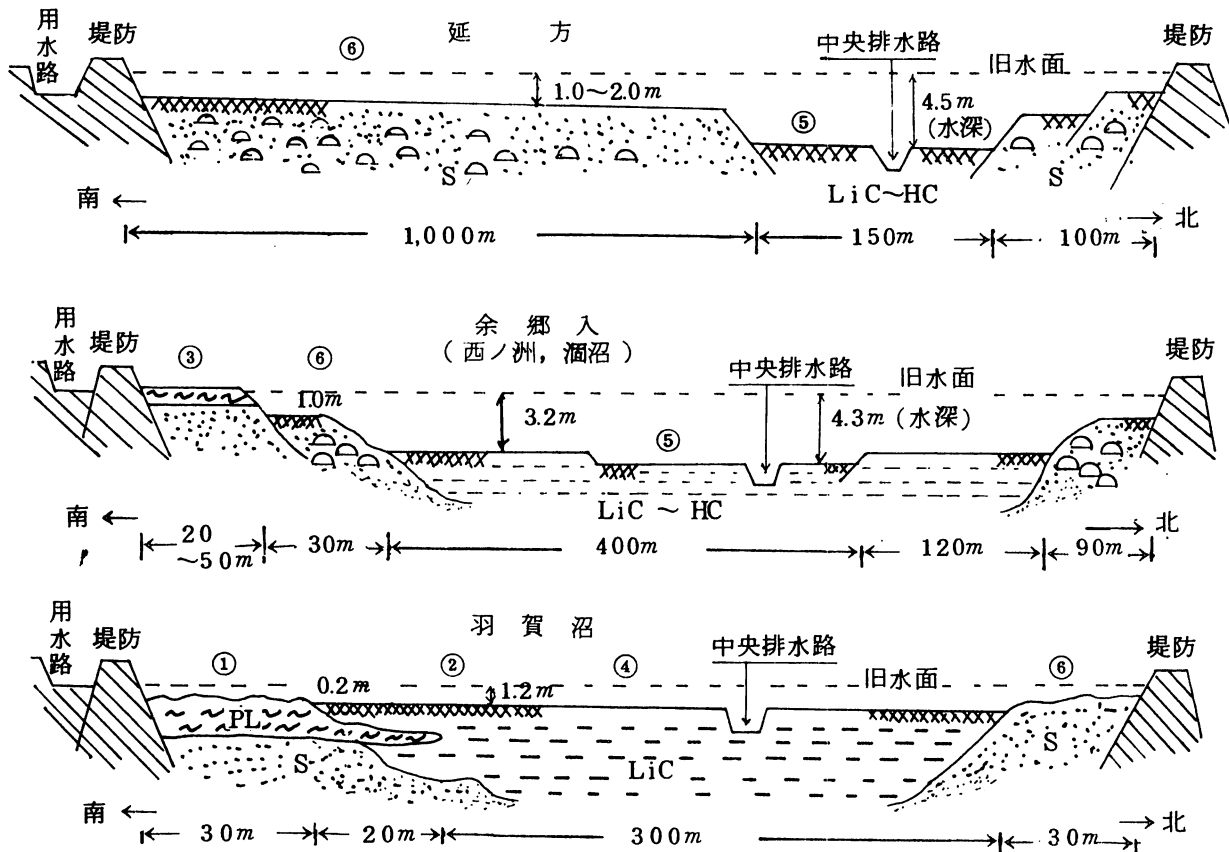
性がみられる。これをまとめてしめしたのが図-3、4および表-4、5である。これによれば、地区内の土壌はおおむね砂質土壌と粘質土壌に大別され、砂質土壌は主として周辺部の地形的に一段高いところに存在し、粘質土壌は中央部の低いところに分布している。地形的に高い砂質土壌では、比較的排水が進み、土壌もかなり乾燥しているところも多いが、一部には、外周の用水路および後背台地からの伏流水の影響で排水不良のところもみられる。一方粘質土壌では地形的に低いこともあって土壌の乾燥は進みにくく、中央排水路掘込周辺で若干土壌の脱水乾燥による班鉄構造がみられるほかは、おおむね排水不良で軟弱地盤を形成している。そしてこの傾向のとくに目立つのは砂質土壌と粘質土壌の境目である。他方周辺砂質土壌上部に泥炭土の存在がみられるところもあるが、これらはそれぞれの地区における土壌生成過程をうらづけているものといえよう。

延方干拓地：本地区は地形的にみて平坦なタイプである。調査地区の中でももっとも海岸に近い位置にあり、霞ヶ浦と利根川に挟まれた砂洲デルタに発達した入江干拓である。干陸前の水深では南部で浅く1.0～2.0 m、北部で4.5 mと極端に深く、¹⁵⁾この深さは西部旧前川河口まで帯状に続き、干陸後も低い地形となっている。すなわち、地区の大部分は平坦で土壌は砂質土壌の須田浜統に該当する強グライ土壌砂土還元型であり、表層には貝がらが混在する。また北部の狭い範囲に深い侵蝕谷地形がみられるが、分布する土壌は粘質土壌で八木統に該当する強グライ土壌強粘土還元型である。排水は粘質土壌で全般的に不良であるが、砂質土壌においてもとくに西部堤防沿いで周辺からの伏流水の影響をうけたところでは湛水カ所も散見される状況である。

余郷入（西ノ洲、涸沼）：これらは入江谷干拓地タイプである。干陸前の水深では周辺部0～1.0 m、中央部3.2～4.3 mで、干陸後周辺部堤防沿いは一段高く、これより中心部に向かって勾配 $1/100$ 内外の傾斜を有する湖盆地形となっている。^{16～18)}土壌は周辺部に須田浜統、中央部は八木統である。前述のように両者の境界はきわめて明瞭であり、ところどころ湧水カ所のみられるなど、排水はとくに悪く、軟弱地盤が多い。一方、西ノ洲、涸沼の一部では砂質土壌上部に泥炭土の西ノ洲統（泥炭土壌砂土型）の集積がみられ、とくにその分布は湧水による影響の大きいところに目立つ。

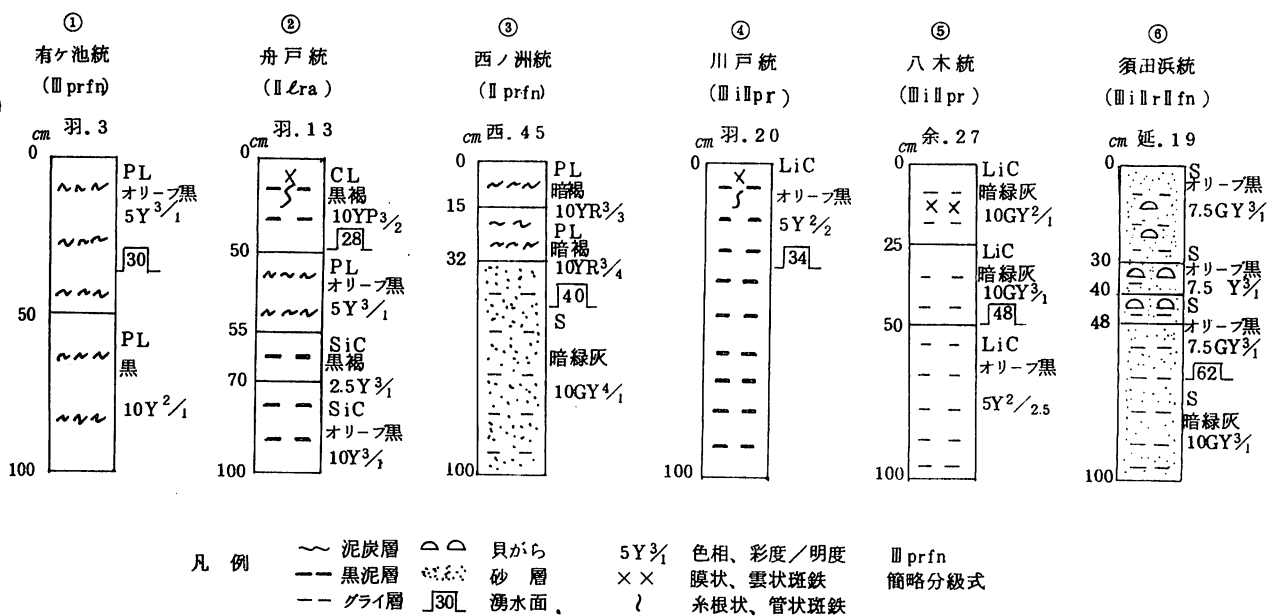
なお本地区では植生分布と地形との間に一定の規則性が認められ、周辺部の比較的乾いたところから中央部に向かってヨシ、アソ、マコモの順に分布し、そして排水の悪いところにガマの密生が観察された。

羽賀沼：図-1からみれば本地区は現在の入江より若干内陸部に位置し、稲敷台地南部に開ける小野川沖積面と境を接する。本地区は干陸前の水深1.2 mで浅く、他地区に比べて地区内の比高差の小さい¹⁹⁾ことからみれば、河川による入江谷の埋積作用がかなり進んだタイプといえる。入江砂洲と河川の運積物によって形成された周辺背後地は、常に過湿条件にあり、排水は悪く、ヨシ、マコモの密生はとくにいちじるしい。このような背景から土壌の分布をみると、周辺部に泥炭土壌の有ヶ池統（泥炭土壌全層泥炭型）、舟戸統（泥炭土壌粘土型）が分布し、中央部は黒泥土壌の川戸統（黒泥土



凡例 ~ ~ 泥炭層 △ △ 貝がら = = グライ層 ⑥ 土壌統
 . . . 砂層 = = 黒泥層 × × × × 排水不良 (伏流水、湧水)

図-3 干拓地の地形タイプと土壌分布



凡例 ~ ~ 泥炭層 △ △ 貝がら 5Y³/₁ 色相、彩度/明度 ≡ ≡ prfn 簡略分級式
 = = 黒泥層 . . . 砂層 × × 膜状、雲状斑鉄
 = = グライ層 [30] 湧水面 } 糸根状、管状斑鉄

図-4 代表土壌の断面形態柱状図

表-4 土 壤 分 類

土 壤 統 名	施肥改善土壌類型	土 壤 区 分 の 要 因						堆 積 式	母 材
		土 壤 断 面							
		グライ, 黒泥 泥炭	土 色	班 鉄	土 性		礫 層		
1 層	2 層								
有ヶ池 統	泥炭土壌全層泥炭型	全層泥炭	5 Y 3/1	なし	PL	PL	なし	水 積 (湖成)	ヨシ, マコ
舟戸 統	" 粘土型	30cm以下泥炭	10 Y 3/2	"	CL	PL	"	"	非固結水成岩 (ヨシ, マコモ含む)
西ノ洲 統	" 砂土型	30cm以下泥炭	10 YR 3/2	"	PL	S	"	"	ヨシ, マコモ 非固結水成岩
川戸 統	黒泥土壌粘土型	全層黒泥	5 Y 2/2	"	LiC	LiC	"	"	非固結水成岩
八木 統	強グライ土壌 強粘土還元型	全層グライ	10GY 2/1	"	LiC	LiC	"	"	"
須田浜 統	" 型	"	" 3/1	"	S	S	"	"	"

表-5 干 拓 地 別 土 壤 統 区 分

土 壤 統	分 布 面 積		干 拓 地 別 土 壤 統 区 分									
	ha	(%)	延 方		余 郷 入		西 ノ 洲		羽 賀 沼		澗 沼	
			ha	点 数	ha	点 数	ha	点 数	ha	点 数	ha	点 数
有ヶ池	12	1.8	-	-	-	-	-	-	12	羽 1. 2. 3. 6. (4)	-	-
舟戸	15	2.2	-	-	-	-	-	-	15	羽 10.11.12. 13. 8. (5)	-	-
西ノ洲	54	1.8	-	-	-	-	10	西 45.46.47. (3)	-	-	3	澗 7 (1)
川戸	54	7.9	-	-	-	-	-	-	54	羽 9.14.15. 29.30.16.17. 18.19.28.20. 21.22.23.24. 25.26.17. (18)	-	-
八木	304	44.3	24	延 26.30.31. (3)	150	余 1.2.4.5.6. 9.10.13.14. 15.16.17.18. 19.20.21.22. 23.24.25.26. 27.25.29.30. 31.33.34.35. 36.37.38.39. 40.41.42.43. 44.45.46.47. 48.47.50.51. 52.53.54.55. 56.57.58.59. 60. (54)	90	西 2.8.9.12. 13.14.17.18. 19.20.22.23. 25.26.27.28. 29.32.33.36. 39.49.50. (23)	-	-	42	澗 2.3.5.6.8. 12. 9.10.11. 15.13.14.18. 17. (14)
須田浜	288	42.0	200	延 1.2.3.4.5. 6.7.8.9.10. 11.12.13.14. 15.16.17.18. 19.20.21.22. 23.24.25.27. 28.29.32.33. 34.35.36.37. 38. (35)	30	余 3.8.12.7. 11.32. (6)	48	西 1.5.7.11. 21.24.31.35. 38.41.42.43. 48.50.44.40. 37.34.30.15. 10. 6. 3. 4.	9	羽 4. 5. 7. (3)	6	澗 1. 4. (2)

壤粘土型)に変化していく。

木内²⁰⁾は湖底地形と土性分布の規則性の主なる成因は、湖の水深に関係があるとし、堀内²¹⁾はその原因は湖水の波の営力であるという。すなわち、湖面を吹く風は波を生じさせ、岸にあたって侵蝕する。侵蝕によって生じた土砂は、湖岸に沿って流れる湖岸流や、下層を沖に向かって流れる反流によって、中心部の深いところに運ばれる。こうして湖岸には粒子の粗い湖棚が形成され、さらに流入河川による土砂の埋積作用により、湖盆地形が作られるとしている。さきの地形と土壌分布との関係は、おおむねこれらの成因によるものと考えられる。同時に堀内²¹⁾は湖底地形形成の中で、とくに流入河川による浸蝕谷形成の事例をあげ、この主なる原因は、流入水と湖水の溶存物質および温度差による乱泥流による侵蝕作用と説明している。延方北部にみられた谷地形はこれらの成因にもとづくものであろう。

干陸直後における干拓地土壌は、地区内の地形あるいは排水路の堀込みなど、その条件の変化で、土壌の脱水、酸化による影響を大きくうける。したがって、このような段階における土壌の分類は必ずしも適当でないと思われるが、前述のとおり、母材、断面形態の特徴から概観すれば、大部分の土壌は強グライ土壌還元型に包含される。その他、泥炭、黒泥など生成母材、土性などから区分すれば対象干拓地土壌は6土壌統に分類され、これらの土壌の分布はきわめて地形と密接な関係にあることを知った。

2. 土壌の理化学的特性

1) 土壌 pH および塩分の分布

かつて海水の影響をうけた干拓地水田において水稻を作付ける場合、まづ問題になるのは土壌反応および塩分含量である。そこでこれらの分布を調査結果からまとめてしめたのが表-6、7である。

まず土壌反応を全般的にみると、pH 5.1~7.0 の中性ないし微酸性を呈する地点がかなり多い。またこれを地区別にみると、延方では pH 7.1 以上のアルカリ性をしめす地点が 50% を占めているのに

表-6 土壌 pH の程度別分布面積

干拓地	調査 点数 (%)	4.0 >		4.1 ~ 5.0		5.1 ~ 6.0		6.1 ~ 7.0		7.1 ~ 8.0		8.0 <	
		点数 (%)	面積 (ha)	点数 (%)	面積 (ha)	点数 (%)	面積 (ha)	点数 (%)	面積 (ha)	点数 (%)	面積 (ha)	点数 (%)	面積 (ha)
延方	38 (100)	3 (8)	18	0	0	7 (18)	40	9 (24)	54	8 (21)	47	11 (29)	65
余郷入	60 (100)	9 (15)	27	11 (18)	32	15 (25)	45	21 (35)	63	3 (5)	9	1 (2)	4
西ノ洲	50 (100)	3 (6)	9	17 (35)	52	13 (25)	39	7 (14)	20	9 (18)	27	1 (2)	3
羽賀沼	30 (100)	4 (14)	12	7 (23)	21	10 (33)	30	9 (30)	27	0	0	0	0
澗沼	17 (100)	1 (6)	3	3 (18)	9	3 (18)	7	5 (29)	13	4 (23)	11	1 (6)	3

表-7 C_l含量程度別分布面積

干 拓 地	調 査 点 数 (%)	0.060 % >		0.061 ~ 0.120 %		0.121 % <	
		点 数 (%)	面 積 (ha)	点 数 (%)	面 積 (ha)	点 数 (%)	面 積 (ha)
延 方	38 (100)	19 (50)	112	14 (37)	82	5 (13)	29
余 郷 入	60 (100)	54 (90)	162	2 (3)	5	4 (7)	13
西 ノ 洲	50 (100)	43 (86)	129	5 (10)	15	2 (4)	6
羽 賀 沼	30 (100)	30 (100)	90	0	0	0	0
酒 沼	17 (100)	12 (70)	34	4 (24)	11	1 (6)	3

対し、西ノ洲では反対にpH 4.1~5.0の酸性をしめす地点が35%、さらに余郷入、羽賀沼ではすでにpH 4.0以上の強酸性化している地点が14~15%も存在している。

干拓地の土壌は脱水、酸化の進行につれて酸性化することはよく知られているが、延方でみるアルカリ性土壌は一般に排水不良地に多く、西ノ洲、余郷入でみる酸性土壌は排水良好でよく乾いている地点である。土壌の酸性化の程度については後述するが、水稻生育に対する酸性障害の発生限界はpH 4.0以下^{5,22)}とされていることからみれば、さきの酸性化をしめす地点における土壌は、水稻栽培において酸害の発生する危険性があり、石灰多投による土壌改良は必須である。

一方、塩分含量についてみると、まず延方でこれまでの干拓地における水稻塩害発生限界とされる乾土あたり塩素0.06%以上^{23,24)}の地点が50%を占めているのに対し、その他の地区では約30%に満たない。とくに内陸部に位置し早くから淡水化された羽賀沼では極端に低い。また塩分含量の高い地点は排水条件が悪く土壌反応もアルカリ性のところが多い。これらの高濃度地帯がとくに目立った延方では西部外周堤防沿いに、また西ノ洲、余郷入では砂土地帯と粘土地帯の境目にみられる湧水カ所にその分布が多かった。これらの地点では塩害の発生する危険性が十分憂慮され、表面水の排除はさることながら、明きよ、暗きよの施工など除塩対策を含めた乾燥化対策が根本的に望まれる。先進地八郎瀉における干陸前の湖底土は、塩素として0.3~0.8%含んでいた。しかし、干陸後ほ場整備を行ない、土壌の乾燥促進を計った結果、2~3年で表層のほとんどが0.06%以下に低下し、とくに水稻栽培に際して塩害の認められたところは工事による切盛部とか低湿地、湧水地に限られたという例も報告²⁵⁾されている。

2) 塩分含量と電気伝導度

土壌溶液中の塩分濃度と電気伝導度との間にはきわめて高い相関のあることは多くの研究者により報告されているが、これらの事実から、土壌水浸出液の電気伝導(E.C)によって塩類濃度と塩害と

の関係をあきらかにすることが米国において検討され²⁶⁾ 我が国でも米田²⁷⁾ 山崎ら²⁸⁾ の調査結果をはじめ多くの報告がある。本調査では1:5水浸出液のE.Cの測定を行なったが、この方法は、塩類の総合的な力価と作物におよぼす影響の判定という見地からすれば、きわめて能率的であって、最近では水稻に限らず、畑作物とくにハウス土壌の診断にも利用されている。

水稻の塩害発現の限界濃度は、水稻の栄養状態や外的条件の相違によってもかなり巾のあることが予想されるし、岩城²⁹⁾らの指摘しているように、海水全塩濃度とNaCl濃度では、塩害の発現限界濃度が異なるようであり、また下瀬³⁰⁾らが報告しているようにNaClとNa₂SO₄では、同一濃度でも塩害の程度が異なるなどもあって、塩類によって塩害の発現状態の相違も認められている。

塩素濃度とECとの関係についてみると、図-5のとおりである。これによると、砂質土壌と粘質土壌では相関係数が異なる。すなわち、水稻に塩害の発生するとされている塩素0.06%に相当する電導値は砂質土壌では $150 \text{ mho} \times 10^{-5}/\text{cm}$ であり、粘質土壌では $450 \text{ mho} \times 10^{-5}/\text{cm}$ である。これらの値は、今後の干拓地土壌などの診断指標として参考になるものと考えられる。

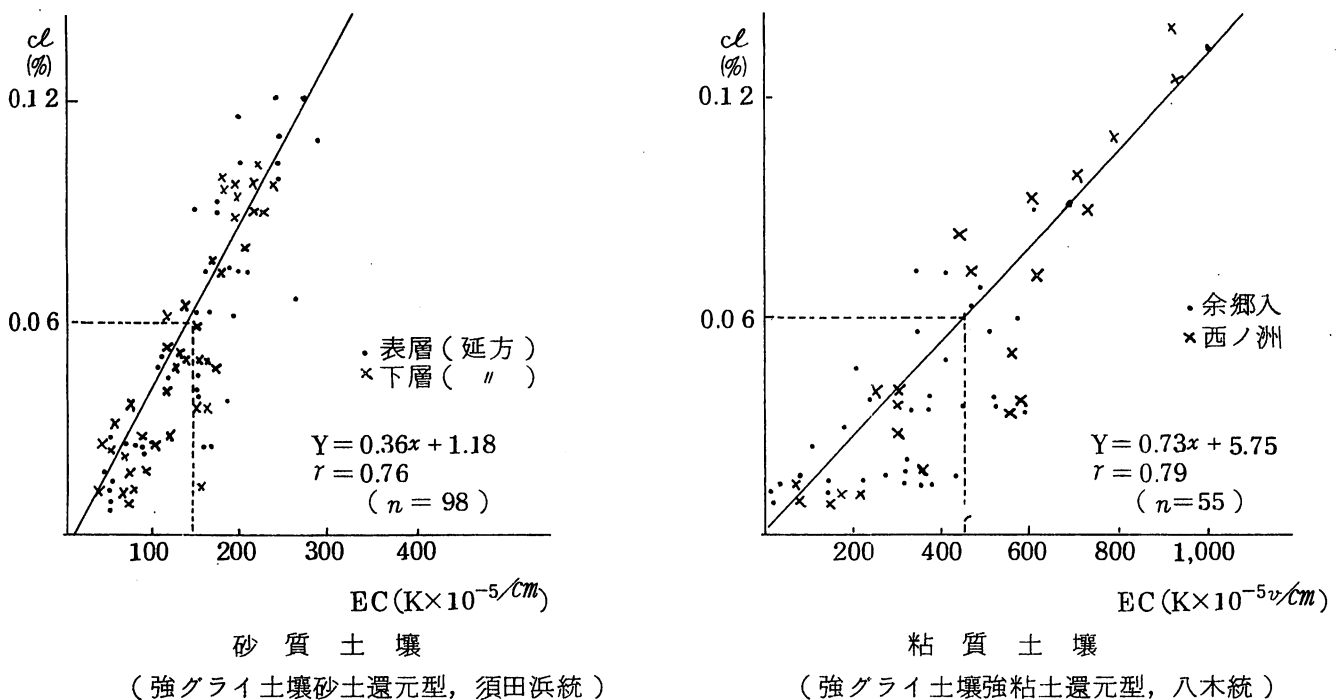


図-5 土壌中cl含量とE.Cとの関係

3) その他の要因

まず、土壌pHおよび伝導度値と土色との関係を図-6にしめした。伝導度値はpH7を境としてアルカリ側と酸性側で高い値がみられる。またこれを土色との関連で見ると、pH7以上ではGY系統(グライ色)が多くなり、pH7以下ではY系統(灰色)系統が多くなる。

つぎに土壌の可酸化性硫黄含量と土性との関係について検討したが、その結果を図-7に示す。これによると可酸化性硫黄含量は、土性が粗粒質から細粒質になるにしたがってあきらかに増加している。この事実は粘質土壌において土壌の酸性化の可能性の大きいことをうらづけている。

つづいて、現地観察の結果から、土壌pHおよび塩素含量と植生との関係について検討した。さきに湖盆形態をしめす干拓地における植生状況には一定の規則性のあることを観察したが、

図-8からこれらの分布と土壌条件との関係を見ると、ヨシは比較的乾いているところに密生しており、pHは3.0以上、塩素含量と

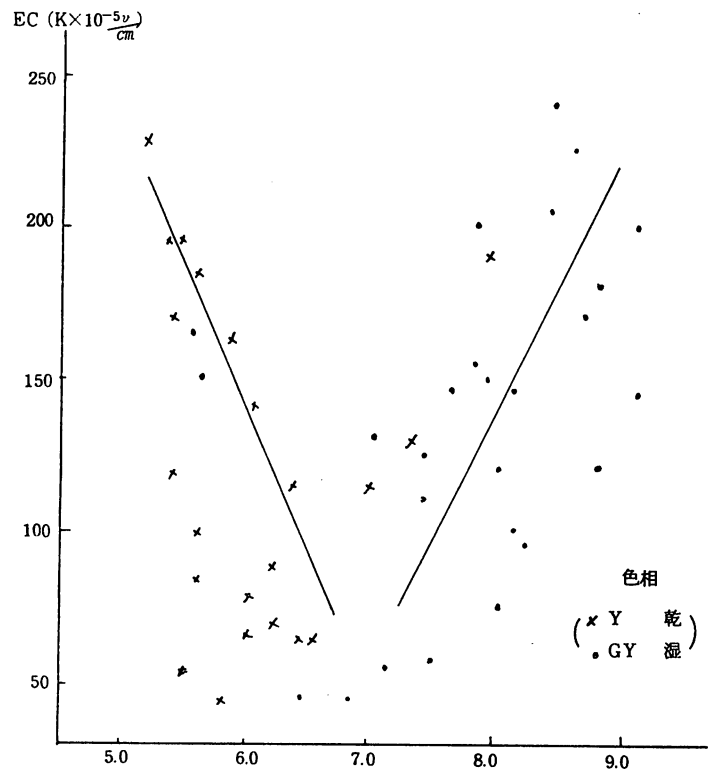


図-6 土壌pHおよびECと色相との関係

表-8 代表土壌の粒径組成

土 壤 統	地点, 層位	層 厚 (cm)	水 分 (風乾) (%)	粒 径 粗 成 (%)					土 性 (国際法)	現 容 積 重 (g/100g)	
				Co. S	F. S	T-S	Silt	Clay			
川 戸	羽. 20	I	0~15	9.5	7.4	25.3	32.7	42.0	25.1	LiC	51.0
	八 木	余. 27	I	0~25	5.4	4.2	42.2	46.5	27.5	26.0	LiC
"	西. 28	II	25~	5.9	1.4	9.7	11.1	27.0	61.9	HC	45.2
		I	0~10	5.8	4.8	13.9	18.7	39.5	41.8	LiC	48.2
"	"	II	10~	6.6	5.8	17.1	22.9	35.6	41.5	LiC	45.0
		I	0~18	3.9	7.6	41.0	48.6	22.0	29.4	LiC	84.4
須 田 浜	延. 19	II	18~40	3.0	6.6	40.8	47.4	25.2	27.4	LiC	89.7
		I	0~30	1.0	2.6	86.0	88.6	7.7	3.7	S	129.2
"	余. 7	II	30~40	2.9	2.0	92.5	94.5	1.9	3.7	S	132.5
		I	0~13	0.0	63.9	31.0	94.9	0.8	4.5	S	140.7
"	"	II	13~	2.0	76.6	20.3	96.9	0.5	2.6	S	140.5
		I	0~15	0.9	5.7	81.0	86.7	5.6	7.7	LS	146.9
"	"	II	15~27	2.9	9.9	77.5	87.4	4.7	7.7	LS	127.8

* 昭和43年度, 地, 保調査成績書による。

して0.02～0.03%のところ
 その分布が多い。ついでマコモ
 となり、ガマは一般に湿潤のと
 ころに密生しており、pH4.0以
 上からみられ、塩素含量も0.04
 ～0.06%と高いところであつた。
 また植生のみられなかつたところ
 のpHは3～9とその巾は大き
 く、塩素含量も0.05%以上のと
 ころとなつた。これらのことは
 今後の干拓地現地調査における
 塩分子測の植生的指標として参
 考になるものと考えられる。

4) 粒径組成

対象干拓地の土壤分布は前述
 のとおりであるが、これらの代
 表土壤について器械分析を行な
 った結果を表一八にしめた。

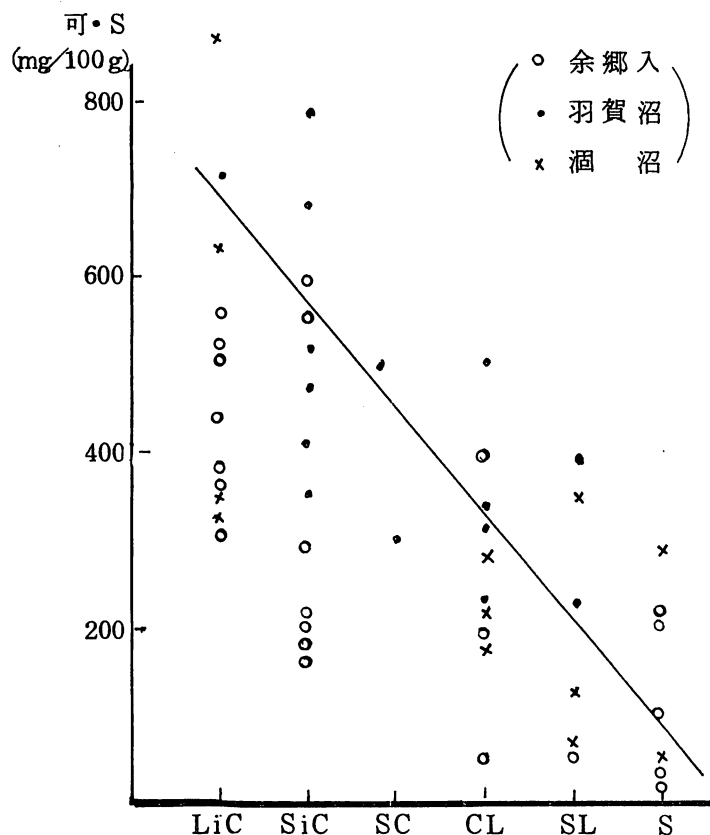
これによるともっとも分布面積
 の大きい八木統の粘土含量は30

～60%の値をしめし、国際法の土性区分ではHCあるいはLiCの強粘質土壤に該当した。また既耕地に比べてもその含量はかなり高い。一方須田浜統についてみると砂含量90%前後をしめし、おおむねSに相当した。

もともと強粘質土壤は和湿度がきわめて大きくジェリー状構造を呈し、土壤組織はきわめて密である。また乾くと硬くなり湿ると軟弱となり粘る特徴をもっている。³¹⁾したがって、実際作物を栽培するにあたっては、通気性、透水性ばかりでなく、耕起、碎土、機械作業の面でいちじるしく阻害され、これら土壤の特性に応じた改良工法が配慮されるべきことはいうまでもない。

5) 水溶性成分

表一九は土壤統別に水溶性成分をしめたものであるが、水溶性成分は各地区の土壤生成の差異および排水の難易によりことなることは当然である。したがって土壤統別に比較検討することは困難と考えられるが、ここでみた限りでは、ナトリウム、塩素含量は砂質の須田浜統に比べて粘質の八木、川戸統で少なく、硫酸含量ではこの逆の傾向がうかがわれた。また塩素/硫酸比は須田浜統で高く、さ



図一七 土壤中可酸化性S含量と土性との関係

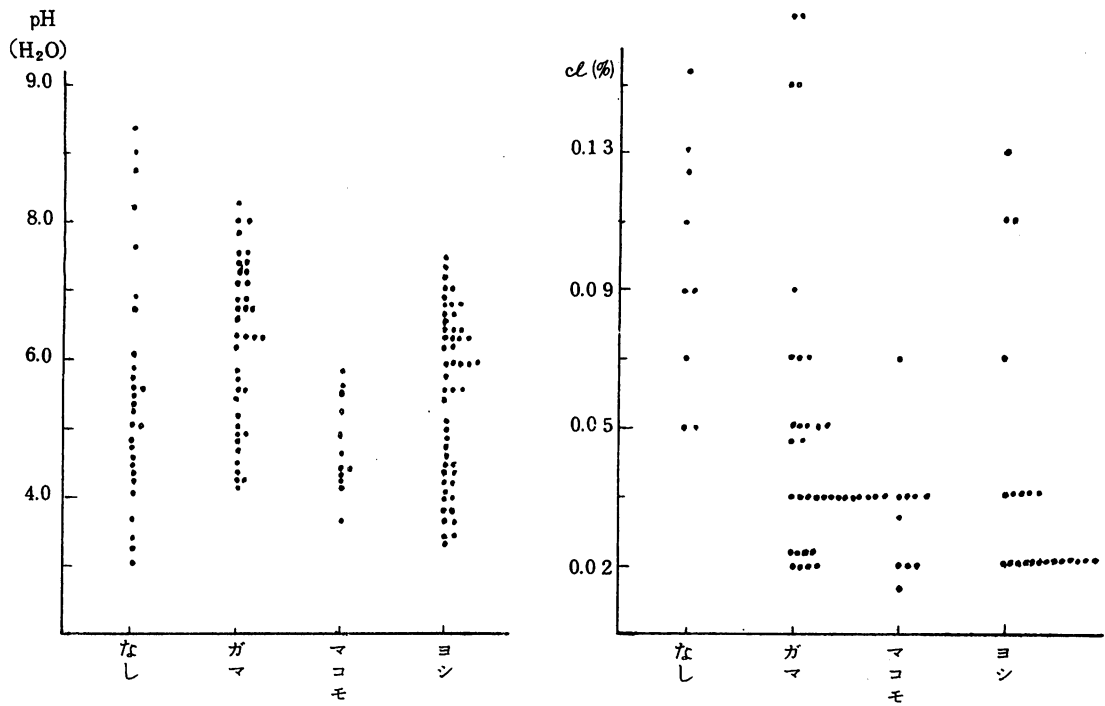


図-8 土壤pHおよびCl含量と植生との関係

表-9 水溶性成分

(乾土100gあたりm.e)

土 壤 統	地点, 層位	土 性	pH(H ₂ O)		Na	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl/SO ₄ ²⁻	
			生 土	風 乾 土					
有 池 舟 戸 西 ノ 川 洲 八 戸 木	羽・3 I	PL	5.9	5.3	0.3	0.2	3.5	0.06	
	"・13 I	CL	6.8	5.2	0.3	0.5	3.4	0.15	
	西・45 I	PL	5.5	4.2	0.3	0.3	5.1	0.55	
	羽・20 I	LiC	6.7	5.4	0.3	0.4	3.5	0.11	
	余・27 I	SiC	4.4	2.8	1.0	0.9	11.3	0.07	
	II	LiC	6.8	6.6	1.2	0.9	4.2	0.20	
	"・34 I	LiC	6.9	6.0	1.0	0.9	4.8	0.18	
	II	LiC	6.9	6.1	1.2	0.9	4.8	0.19	
	"	西・49 I	SiC	4.9	4.0	0.5	0.3	6.8	0.41
	II	LiC	6.8	5.7	0.3	0.3	5.0	0.58	
須 田 浜	"・28 I	LiC	4.6	3.0	0.5	0.3	8.8	0.32	
	II	LiC	6.5	5.0	0.5	0.3	5.3	0.53	
	酒・9 I	CL	7.4	7.0	2.2	1.1	6.8	0.16	
	延・19 I	S	8.6	7.5	6.2	5.6	3.5	1.60	
	II	S	8.6	7.4	5.3	5.9	2.7	2.16	
	"・16 I	S	7.2	7.2	3.0	2.6	3.7	0.69	
II	S	7.0	7.2	3.1	2.7	2.3	0.77		

らに、塩素とナトリウム含量が全般的に当量値をしめしていることは、これらの成分が海水の影響をうけたことをうらがきしているといえる。

6) 置換容量および置換性塩基

表-10 にしめす置換容量は泥炭土壤の有ヶ池，西ノ洲統で 20～23 me，黒泥土壤の川戸統で 25 me 程度で既耕地と大差ない。強グライ土壤粘質の八木統では 23～28 me となっており，既耕地に比べてかなり大きい。有明干拓地の泥土は 40～50 me³²⁾，中海干拓埴土では 20～30 me³³⁾，さらに米田³⁴⁾ によると児島湾干拓地埴土で 23～28 me，邑知潟 38～39 me³⁵⁾，そして八郎瀧で木内らの報告²⁰⁾ によれば 40～45 me である。以上のことからみれば，霞ヶ浦周辺干拓地に分布する粘質土壤の置換容量は全般的に低い傾向がうかがわれ，我が国では，中海干拓，児島湾干拓に類似するものといえよう。もちろん置換容量は土壤の粘土鉱物組成に反映することはいうまでもない。筆者³⁶⁾ の行な

表 - 10 置換容量，置換塩基

(乾土 100g あたり m·e)

土 壤 統	地点，層位	C·E·C	Ca	Mg	Ca/Mg	K	塩基飽和度 (%)
有ヶ池	羽・3 I	20.4	3.4	3.2	1.1	0.6	35.2
舟戸	"・13 I	25.8	6.8	1.9	3.6	0.3	34.8
西ノ洲	西・45 I	23.1	3.8	3.9	1.1	0.7	36.4
川戸	羽・20 I	25.7	6.5	1.7	3.8	0.3	33.0
" *	既耕地 (No.22) I	26.7	7.6	1.6	4.8	0.1	34.8
八木	余・27 I	26.3	2.2	2.4	0.9	0.2	18.3
	II	26.0	2.2	2.9	0.8	0.3	20.7
"	"・34 I	28.0	11.2	8.4	1.3	1.3	74.5
	II	28.4	11.3	8.1	1.4	1.4	73.3
"	西・49 I	23.4	3.2	2.6	1.2	0.7	28.3
	II	23.0	3.3	2.7	1.2	1.0	30.4
"	"・28 I	28.6	3.5	3.2	1.1	0.7	25.9
	II	28.4	3.3	3.7	0.9	0.8	27.5
"	湊・9 I	26.4	5.5	6.1	0.9	1.3	48.8
" *	既耕地 (No.121) I	16.7	5.9	2.9	2.0	0.3	54.5
	II	16.5	5.5	2.9	1.9	0.1	51.5
須田浜	延・19 I	3.9	3.9	0.8	4.9	0.2	125.8
	II	3.9	3.9	0.8	4.9	0.2	125.8
"	"・16 I	3.9	4.0	1.3	3.1	0.2	141.0
	II	3.9	4.0	1.2	3.3	0.2	138.5
" *	既耕地 (No.125) I	6.5	6.4	0.9	7.1	0.6	121.0
	II	7.5	7.2	1.5	4.8	0.7	125.0

* 昭 40, 43 年度 地保調査成績書による

ったX線回析の結果によれば、霞ヶ浦干拓地土壌の主要粘土鉱物はモンモリロナイトとカオリン鉱物で、かなりアロフェンの混入も認められている。一方、他の干拓地の例をみると、児島湾ではイライトを主体としてイライト-モンモリロナイト系が主要部分であり、³⁷⁾ 有明泥土はモンモリロナイトとイライトが多³⁸⁾いのに対し、八郎潟ではモンモリロナイト、³⁹⁾ 中海ではハロイサイト、イライトである³³⁾としている。これらのことからみて、さきの差異は粘土鉱物の種類の差にもとづくものと考えられる。

つぎに置換性塩基についてみると、マグネシウム、カリウム含量は既耕地に比べれば高い傾向にあるが、塩基飽和度では砂質の須田浜統で極端に高い。

7) 有機物含量とアンモニア化成量

腐植含量とアンモニア化成量を土壌統別にみたのが表-11である。これによると粘質土壌の八木、川戸統の腐植含量は6~11%をしめし、既耕地に比べて、高い傾向をしめし、アンモニア化成量でも同様の傾向であった。村上³³⁾らによれば腐植の含量は中海干拓湖底土で、2~5%有明干拓³²⁾では3%にみたないし、八郎潟湖底土²⁰⁾では4~6%あるという。これらと比較すれば霞ヶ浦周辺干拓地土壌の腐植含量は約2倍で、きわめて有機物に富んだ土壌であることを知った。アンモニア化成

表-11 有機物含量とアンモニア化成

土 壤 統	地点, 層位	腐 植 (%)	T-C (%)	T-N (%)	C/N	アンモニア化 成量 (30°C) (mg/100g)
有 ヶ 池	羽 . 3 I	16.80	9.60	0.64	17.8	17.4
舟 戸	" . 13 I	11.40	5.60	0.30	18.7	18.6
西 ノ 洲	西 . 45 I	18.50	10.80	0.50	21.6	16.9
川 戸	羽 . 20 I	11.40	5.60	0.55	10.2	28.5
" *	既耕地 (No. 82)	10.80	6.27	0.61	10.3	18.9
八 木	余 . 27 I	9.04	5.25	0.52	10.0	22.5
"	" . 30 I	12.05	6.99	0.61	11.5	19.9
"	西 . 49 I	5.79	3.37	0.32	10.7	19.6
"	" . 28 I	7.03	4.09	0.38	10.8	13.7
"	潤 . 9 I	9.20	5.33	0.48	11.1	15.6
"	既耕地 (No. 121)	3.70	2.22	0.21	10.6	10.9
須 田 浜	延 . 19 I	0.91	0.52	0.06	9.0	2.6
"	" . 16 I	0.93	0.48	0.06	8.0	2.3
" *	既耕地 (No. 125)	1.10	0.62	0.07	8.7	2.2

* 昭 . 40 . 43 年度, 地保調査成績書による

量の大きいことは今後の肥培管理において、窒素の有効化の多いことが予想される。したがってこの点の十分な配慮が必要と考えられる。

8) 土壌の酸性化

干拓地土壌はおおむね海水の影響をうけ、多量の硫化物を含んでいるため、乾燥過程において硫化物が硫酸還元菌の作用により硫酸を生成し、土壌が酸性化することはさきにもふれた。霞ヶ浦周辺干拓地土壌の酸性化についても、すでに小林^{2,5)}によってあきらかにされている。したがって、対象干拓地の代表土壌についても酸性化の程度を知るため畑状態でインキュベート実験を行なった。この結果を表-12にしめしたが、これによるとおおむね3カ月後にはかなりの土壌がpH2~3まで低下し、強酸性化することが認められた。この傾向はとくに粘土含量の多い八木統でいちじるしく、ついで川戸統、砂質の須田浜統ではむしろその傾向は弱かった。このことはさきの図-7からも十分うらづけられるところである。

以上のことからあきらかなように今後の脱水乾燥の促進にもなって強酸性化することが予想され、作物栽培にあたっては、石灰資材投与による土壌改良を必要とすると同時に、明、暗きょの施工により、土壌の乾燥化を計って硫化物の酸化を促し、灌がい水、雨水などによって洗脱させることが望ましい。

表-12 土 壌 の 酸 性 化

土 壤 統	地点, 層位	畑状態 Incubation による pHの経時変化 (30°C)						
		開始時	15 日	30 日	45 日	60 日	75 日	90 日
有 ヶ 池	羽 . 3 I	5.9	5.0	4.8	4.8	4.7	4.5	4.5
舟 戸	# . 13 I	6.8	6.5	6.3	5.6	5.0	4.9	4.9
西 ノ 洲	西 . 45 I	5.5	4.8	4.5	4.2	4.1	4.0	3.9
川 戸	羽 . 20 I	6.7	6.0	5.7	4.9	4.1	3.5	3.5
八 木	余 . 27 I	4.4	3.1	2.4	2.5	2.2	2.3	2.2
"	# . 34 I	6.9	6.2	5.0	4.7	4.0	4.0	4.1
"	西 . 49 I	4.9	4.5	3.5	2.7	2.5	2.5	2.5
"	# . 28 I	4.6	4.3	4.0	3.5	3.5	3.4	3.5
"	酒 . 9 I	7.4	6.5	5.9	5.4	5.2	5.0	5.0
須 田 浜	延 . 19 I	8.7	7.3	6.2	6.0	5.8	5.7	5.7
"	# . 16 I	7.2	7.0	7.0	6.9	6.7	6.8	5.7

9) 湖底土壌の活性2価鉄

干陸後の土壌の脱水、乾燥化の過程における土壌構造の生成発達には、各種化学成分のうち活性2価鉄の酸化沈積が大きく関与していることはすでに報告されている⁴⁰⁾。したがって、これらの存在形態

を把握することは、今後の土壌対策を検討する場合の重要な手がかりになるものと考えられる。このようなねらいから、ここではまず、現在干拓計画の進められている高浜入湖底土について、とくに採取時段階で活性 2 価鉄の測定を行なった。その結果を表-13 にしめた。

表-13 湖底土の Fe(II)含量

反 復	(ppm)		
	0.2% AlCl ₃ 抽出	N-Na OAc 抽出	土 壤 pH
1	9.213	9.543	
2	9.354	9.539	
3	9.397	9.450	
4	9.050	9.242	
平 均	9.254	9.444	6.60

(高浜入)

これによると、高浜入湖底土の 2 価鉄は、0.2% AlCl₃ 溶液抽出で 9.2 ppm、N-Na OAc 溶液抽出で 9.444 ppm をしめし、両者の抽出量の差はきわめて小さい。

本村⁴⁰⁾ は 0.2% AlCl₃ 溶液抽出の活性 2 価鉄と N-Na OAc 溶液抽出活性 2 価鉄の溶出量の差を主として粘土鉱物の面から考察し、1:1 型の土壌ではおおむねその溶出量の比が 10:12 ~ 13 であったとし、さらに 2:1 型およびアロフェンを主体とする土壌では 10:18 ~ 19 で N-Na OAc 溶液抽出の活性 2 価鉄の割合が多くなったと述べている。さらにまた一連の実験の中で、有機物の添加が 0.2% AlCl₃ 抽出活性 2 価鉄の生成量を増加させる事実をあきらかにした。そしてこの 2 価鉄の増加は、有機物が嫌気的な分解過程において生成した有機酸あるいはキレート化合物が、土壌中の鉄を溶解したためと考察している。高浜入湖底土は 2:1 型粘土鉱物をかなり含んでいる³⁶⁾にもかかわらず、0.2% AlCl₃ 抽出 2 価鉄量と N-Na OAc 抽出 2 価鉄量との間に大差のないのは、前述のように本土壌は有機物含量がかなり高く、有機物と結合している 2 価鉄が多いためであり、これは有明海、八郎瀧など他の干拓地土壌にみられない特徴である。このような 2 価鉄の存在形態の特性は、霞ヶ浦周辺の干拓地土壌の断面形態において、干拓初期から明瞭な鉄の酸化沈積物の観察されることから容易に推定される。

IV 論 議

以上述べた結果から、霞ヶ浦周辺干拓地土壌について、干拓地の特徴およびその特徴との関連で、摘出される生産力阻害要因について検討すると、図-9 のようにまとめてしめすことができる。

1. 干拓地の特徴

まず干拓地の特徴であるが、霞ヶ浦周辺に分布する干拓地は、もともとその生成が、関東構造盆地運動にもとづく沈降、隆起と、それにとまなり河川の浸蝕作用によって形成された入江谷地形で湖盆

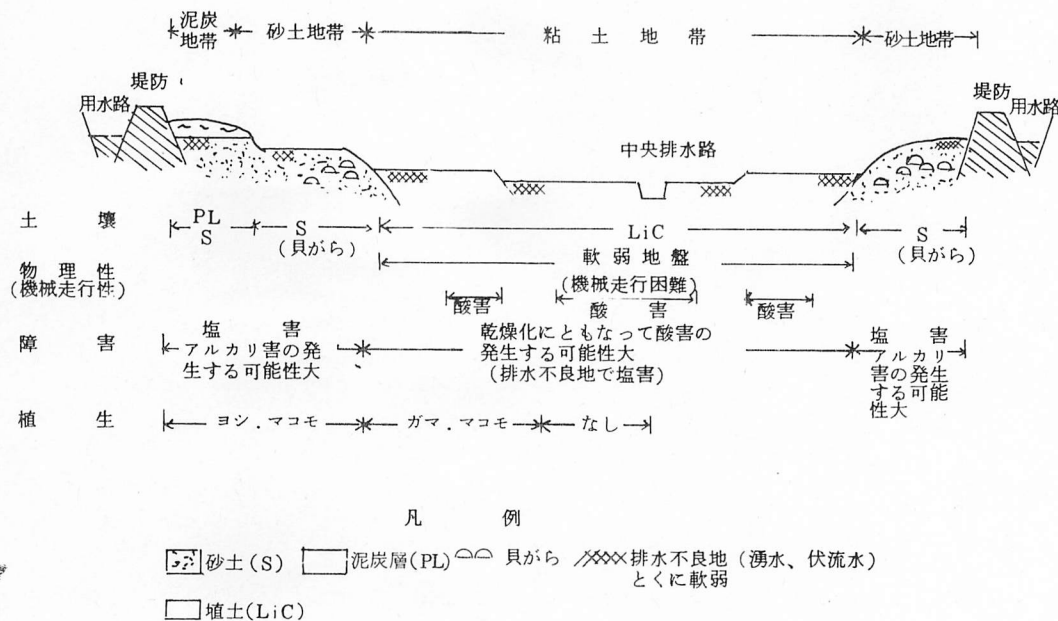


図-9 霞ヶ浦周辺干拓地の地形および土壌分布と生産力阻害要因

形態を呈するところが多く、面積的にも小さい。これを八郎瀉干拓のごとき全面干拓に比べれば、むしろ部分干拓と呼ぶことができよう。部分干拓は全面干拓に比べて技術的にも容易であり、全面干拓に比べて工事費が比較的少額ですむ利点がある。霞ヶ浦周辺で古くから干拓による水田造成の進められた理由はここにあったといっても過言ではあるまい。

一方、このような地形的な背景から埋積された土壌の分布には一定の規則性が認められる。すなわち、干拓地の土壌は、おおむね周辺部の砂土地帯と中央部の粘土地帯に大別され、前者は須田浜統（強グライ土壌砂土還元型）が、後者には八木統（強グライ土壌強粘土還元型）が主に分布している。その他土壌生成条件の異なる一部には、泥炭土壌、黒泥土壌の分布もみられるが、その分布面積はきわめて少ない。

20)

ところで干拓地の地形と土壌分布との関係については、すでに八郎瀉について木内らの報告がある。すなわち、湖底土の大部分は重粘な埴土であるが、瀉周辺に沿って砂土地帯があり、その境界はきわめて明瞭であって、埴土地帯と砂土地帯の中間に帯状の砂壤土地帯が存在するとし、これらの土壌分布は、きわめて水深との関係が深いとしている。さらに、村上⁴¹⁾らは、地中海の酸性硫酸塩土壌の分布には、地形的に規則性がみられると報告している。このような見地からすれば、土壌生成因子としての湖底の地形に、土壌粒子の運搬、堆積作用を左右し、さらに、干陸前の湖水の運動と内部滲透などにより、干拓地の土壌生成を支配する大きな要因と考えられる。霞ヶ浦周辺干拓地土壌の分布が、干拓地の地形と密接な関係にあることはさきに述べた理由によるもので、これらの事実は八郎瀉、中海干拓地の場合とおおむね符合している。

土壌の化学性については前述したとおりであるが、その中でとくに先進干拓地に比べて目立つ点をあげれば、つぎのようである。

まず土壌乾燥にもとづく強酸性化はあきらかであり、有機物含量、2価生成量は我が国の代表的な2～3干拓地に比較して高い。これに対して、塩基置換容量、塩基含量は比較的低い傾向をしめしており、塩素含量は湖奥は低く、湖入口で高い。これらの性質は霞ヶ浦周辺干拓地土壌の一つの特徴としてあげられよう。

一方、生成的にみて、火山灰台地に隣接している干拓地は、非晶質の粘土鉱物アロフェンの存在も確認されており、³⁶⁾これらの事実をあきらかに火山灰の混入を示唆するものとする。

2. 干拓地の問題点

中央部の粘土地帯は、いわゆるヘドロといわれる重粘土で、排水不良の軟弱地盤が多いが、これらの中でとくに問題となるところは、砂土地帯と粘土地帯の境目あるいは地形的な段差のみられるところである。ここは、丁度周辺部からの伏流水の湧水ヶ所と考えられることから、ところどころ、溜池状の湛水ヶ所もみられるなど、排水はきわめて不良で、地盤はとくに軟弱である。

一方、周辺部砂土地帯では、とくに堤防沿いに用水路のU字溝下部を伏流する伏流水による湧水ヶ所も散見されるが、地形的に一段高いこともあって、土壌は乾き易い条件といえる。したがって、多湿重粘なところは大型機械の導入はきわめて困難であり、明、暗きょの施工あるいはサンドアップ、山赤土の客土など、排水改良と同時に、農耕地として適正な地盤造成のための土木的な工事が要求される。

また、干拓地の湖底土は土壌の乾湿の条件により、土壌pHおよび塩分含量にかなりの変化がみられる。とくに、粘土地帯においては、今後の脱水、乾燥の促進にもなって、土壌pHは急激に低下し、作物栽培にあたっては酸性障害の発生する危険がある。同時に排水不良のところでは、土壌の硫酸物に基因して還元障害、塩害あるいは湿害などの発生も心配され、さらに堤防周辺でとくに貝がらの混在するところでは、貝がらの影響で土壌はアルカリ性を呈し、水稻栽培にあたっては亜鉛欠乏など^{10, 41)}の生育障害が発生する危険もある。

いずれにしても、干陸後初期段階において摘出される問題は、すべて当該地区の排水条件の良否にかかってくるものであり、これらの阻害因子の排除が耕地化への前提条件であり、土壌の実態に対応した適切な土壌対策が必要と考えられる。

本報告でとりあげた内容は、あくまで霞ヶ浦周辺に分布する新しい干拓地土壌について、その分布と特徴を主として化学性の面から検討したにすぎない。干拓地の土壌対策を総括的に考えるならば、単に、これらに執着することは許されず、さらに、土壌の物理的特徴、これに大きく反映する粘土鉱物組成などを明確にしておく必要がある。また、これらの性質は干陸後の年次経過にもなって、大きく変化してゆくことは当然であり、これらの追跡もまぬかれまい。

一方、作物栽培にあたっては、当然塩害、酸害そしてアルカリ害などその発生にともなう対策が要求され、安定栽培への手法が期待される。

現在、霞ヶ浦周辺では、霞ヶ浦北部入江の高浜入を干拓し、大型機械導入を前提とした畑地利用の計画が進められている。このことについてはすでに筆者らは基礎的な面での調査試験を進めているところであり、これらの結果に関しては、今後逐次報告する予定である。

V 要 約

1) 霞ヶ浦周辺に分布する2～3新規干拓地土壌を対象として、土壌の分布と化学的特徴について検討した。

2) 干拓地の土壌の分布は干拓地の地形と密接な関係にあり、一定の規則性が認められた。

3) 土壌はおおむね強グライ土壌で土性により砂質と粘質に2分される。その他黒泥、泥炭を含め土壌区分を行なうと6土壌統に分類された。

4) 土壌はいづれも海水の影響をうけており、土壌の乾湿の難易により、作物に対して酸害、塩害、アルカリ害を惹起させる可能性のあることが示唆された。

5) 霞ヶ浦周辺干拓地土壌の有機物含量と2価鉄生成量は我が国の既成干拓地土壌に比べて極端に高く、本土壌の注目すべき特徴であることを知った。

6) 埴土の置換容量、アンモニア生成量からみて、養分的にかなり肥沃であることが示唆された。

7) 干拓地の土壌分布と化学的特徴から予測される生産力阻害要因は地形との関連がきわめて深いことを知った。

謝 辞

なお、本調査は昭和42年3月～44年8月に行なったものであり、現地調査を実施するにあたり、種々ご協力をいただいた当時の農試化学部職員各位ならびに現地調査の便宜をはかって下さった江戸崎土地改良事務所関係者各位に対し、深く感謝いたします。

本研究の一部は日本土壌肥料学会において発表した。

引用文献

- 1) 斎藤(1969) : 湖沼の干拓, 古今書院
- 2) 小林(1939) : 干拓地不良土改善に関する研究, 茨城農試臨時報告第3号
- 3) 茨城県農地部(1968) : 茨城県土地改良事業 60年誌 510
- 4) 関東農政局 : 国営高浜入土地改良事業計画書(高浜入干拓)
- 5) 小林(1951) : 湖沼の干拓地の不良土壌の改良に関する研究, 農林省農地局計画部資源課
- 6) 橋元, 小坪, 丹野(1965) : 土肥誌講要 7
- 7) 小坪, 丹野, 橋元(1966) : 土肥誌講要 4
- 8) 平山, 吉原, 小林, 石川(1969) : 土肥誌講要 15
- 9) 平山, 小林, 須田, 石川(1970) : 土肥誌講要 16
- 10) 平山, 小林, 中川, 石川(1971) : 土肥誌講要 17
- 11) 農技研化学部土壌3科(1963) : 水田上水田土壌統設定(第一次案)
- 12) 村上(1961) : 土肥誌 32, 6
- 13) 真野(1965) : 地質誌 71. 155 ~ 166
- 14) 青野, 尾留川(1967) : 日本地誌研究所, 日本地誌 5, 関東地方総論, 茨城県, 栃木県
- 15) 農林省延方干拓建設事務所(1962) : 延方干拓事業概要書
- 16) 江戸崎土地改良事務所(1962) : 茨城県代行干拓余郷入地区事業概要書
- 17) 農林省西ノ洲干拓建設事業所(1963) : 農林省西ノ洲干拓建設事業計画概要書
- 18) 水戸土地改良事務所(1962) : 茨城県代行干拓建設事業潤沼地区概要書
- 19) 江戸崎土地改良事務所(1965) : 茨城県代行干拓羽賀沼地区事業概要書
- 20) 木内, 千葉, 佐藤(1959) : 東北農試研報 15
- 21) 堀内(1968) : 共立出版, 山本荘毅編, 陸水
- 22) 入沢(1957) : 低位生産地調査事業 10周年記念論文集
- 23) 熊本農試(1916) : 熊本農試業務報告
- 24) 茨城農試(1965) : 低位生産地特殊調査成績書
- 25) 秋田農試(1970) : 八郎潟中央干拓地土壌説明書(第1期土壌調査)
- 26) J. C. Wilcox (1947) : Determination of electrical conductivity of soil solution
Soil Sci. 63. 107 ~ 117
- 27) 米田(1959) : 農園 34. 1737 ~ 1741
- 28) 山崎, 寺島, 荒川(1954) : 東海近畿農試研報 1, 165 ~ 187
- 29) 岩城(1956) : 愛媛大学紀要, 6. 2 - 1, 1 ~ 156

- 30) 下瀬(1957) : 塩安協会講演記録
- 31) 農林水産技術会議事務局(1972) : 重粘土地帯水田の土層改良と用排水組織に関する研究
- 32) 九州農試(1952) : 九州農試報 1. 190
- 33) 村上・入沢(1961) : 中海干拓地土壤に関する研究. 島根農試. 研報 3.
- 34) 米田, 川田(1953) : 岡大農学術報告 2, 1
- 35) 農技研化学部, 土壤第2科(1969) 研究成績(別冊)
- 36) 平山 (1977) : 霞ヶ浦周辺干拓地土壤の改良に関する研究(第3報) 茨城農試特別研報 3.
- 37) 久保田, 大森(1953) : 岡山農試臨時報告 53.
- 38) 青峰, 東, 井ノ子(1954) : 九大農学芸誌 14.
- 39) 農技研化学部, 土壤化学第2研, 秋田農試(1957) : 八郎潟湖底土の粘土鉱物について. 研究成績
- 40) 本村(1969) : 水田土壤中における2価鉄の行動とその役割について。農技研報 B.21.1~114.
- 41) 村上(1967) : 土肥誌 38. 4
- 42) 白鳥(1972) : 千葉農試特別報告4, 千葉県の塩成干拓田に発生する亜鉛欠乏症を中心とした水稻生育障害の発現機構とその改良対策 1~48。