

笠岡湾干拓地の土壌特性ならびに 改良に関する研究(第2報)

干陸後の土壌理化学性の経年推移

平岡正夫・坪井 勇・小西昇一・石橋英二

Studies on the Soil Properties and the Methods of Soil Improvement
in the Kasaoka Bay Polder

(2) On the Sequential Changes of Physical and Chemical Properties of
the Soils after Reclamation

Masao HIRAOKA, Isamu TSUBOI, Shōichi KONISHI and Eiji ISHIBASHI

緒 言

従来、干拓地の畑利用に関する調査研究は主に外国で、水田利用に関しては主にわが国で進められてきた。そして本県の干拓地水田については、久保田¹⁾、米田²⁾らによる児島湾干拓地を中心とした研究成果がある。しかし、干陸当初から畑地利用という事例の調査研究はわが国では少なく、古賀³⁾、村上⁴⁾らの成果がみられるに過ぎない。

筆者らは本研究の第1報²⁾で、畑作営農を前提とした笠岡湾干拓地の一般配分地を対象に、干陸8年目における土壌特性概要について報告した。その結果、一般配分地の主要土壌型である細粒グライ土に属する幅野統や保倉統では、石膏施用による除塩処理前の未墾地という条件下ではあったが、グライ層の位置は50 cm以内と高く、下層土の水分含量も極めて高く、除塩や反応調整も不完全な地点の多いことを認めた。そこでその要因解析も兼ねて、1979年に造成された試験圃場を対象に、作付け開始後7年間の土壌理化学性の経年推移を調査した結果をとりまとめたので、その概要を報告する。

本調査は、農林水産省助成の笠岡湾干拓地区畑作新技術導入調査事業の一環として設置された3 haの営農基準調査圃において行ったものである。¹⁾ ご協力いただいた井笠農業改良普及所笠岡分室の河野隆道技師(現高梁農業改良普及所)、徳田武昭主幹(現倉敷農業改良普及所総社支所)に対し深謝の意を表する。

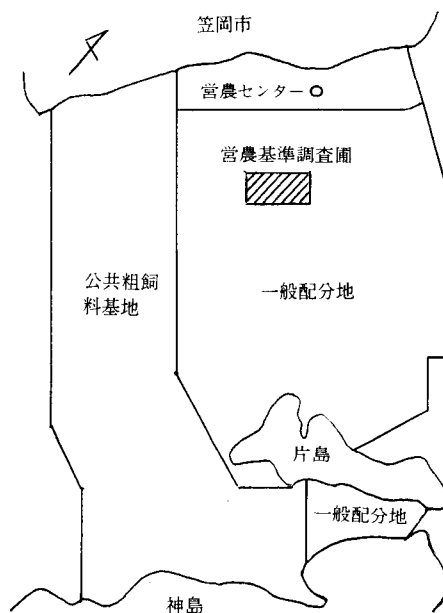
調 査 方 法

営農基準調査圃は第1図に示すとおり、1977年8月に干陸を終えた本干拓地の中心部よりやや北寄りの場所に設置され、1979年10月から試験栽培を開始した。調査圃は干陸時の標高が-3.5 mであり、1977年10月に小排水路、12月に水切溝が掘削され、1978年11月には水切溝の

位置に暗渠(間隔は2号圃が10 m、3号圃が7.5 m)が敷設された。なお1981年6月には地表水排除のため畑面傾斜1/300の圃場面修正工が施工され、各圃場とも最大切盛深8.3 cmの表土移行がなされた。

試験調査地点は第2図に示すA~Dの4地点である。A地点は暗渠間隔10 mの2号圃の中心点、B、C地点は同一圃場の耕作道側と集水溝側とともに暗渠の中間点である。D地点は暗渠間隔7.5 mの3号圃の暗渠隣接点(暗渠より約1 m地点)である。なお圃場面修正工実施後はAとD地点はほとんど切盛りなし、B地点は盛土部、C地点は切土部となった。

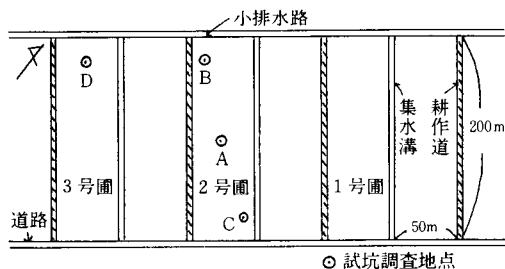
作付け開始は2号圃が1979年10月、3号圃は1981年10



第1図 営農基準調査圃位置図

月からで、供試作物は2号圃が夏作ソルガムまたはトウモロコシ、冬作イタリアンライグラス、3号圃が初年目にルーサンなど永年牧草、2年目から夏作ソルガムまたはトウモロコシ、冬作小麦であった。

試坑調査時期は毎年5月と10月で、1985年まで続けた。断面調査では層位別に色、腐植、砂礫、酸化沈積物、土性、ち密度、構造、湧水面、グライを対象として調査した。土壌分析試料は層位別に採取し、理化学性の分析測定を行った。なお分析測定法は、土壌環境基礎調査における土壌、水質及び作物体分析法（農林水産省農産課編、1979年）によった。



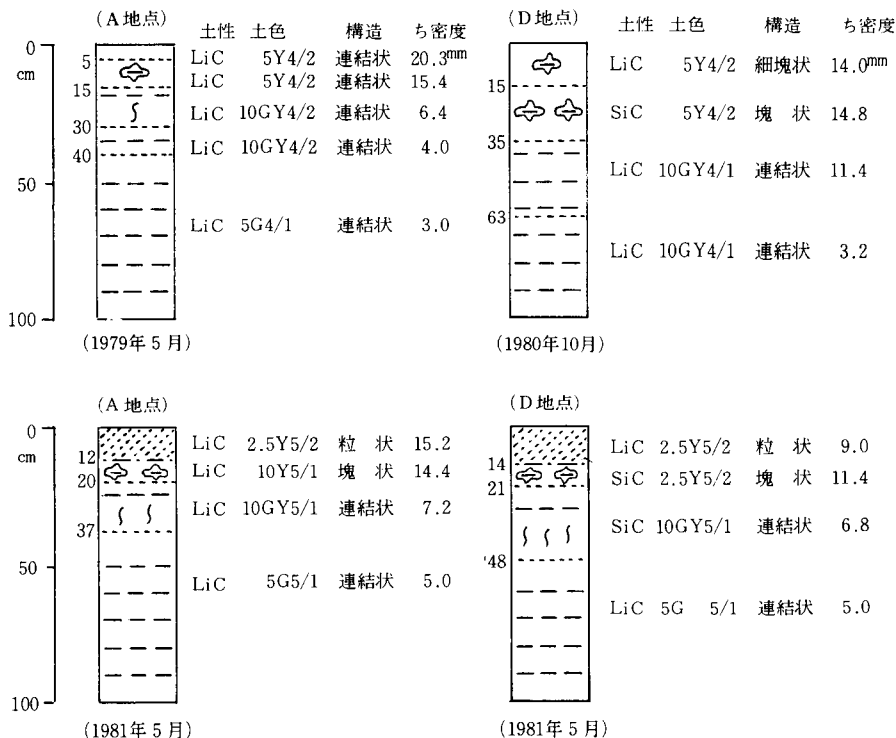
第2図 圃場および試坑調査地点配置図

調査結果ならびに考察

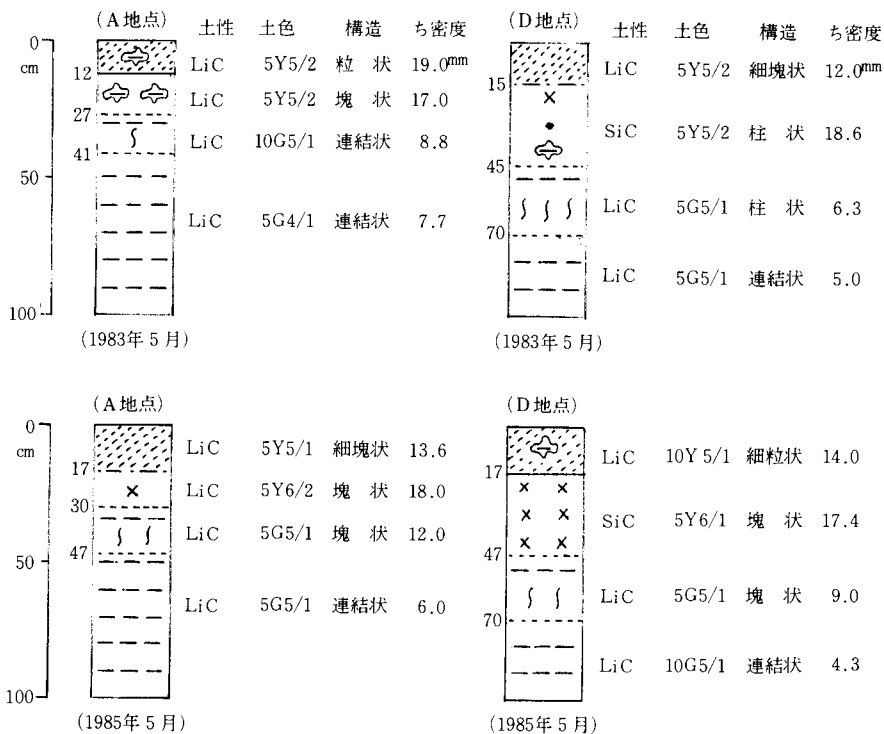
1. 土壌断面形態の経年変化

1979年に作付けを開始した2号圃の中心部でしかも暗渠の中間点のA地点と、1981年に作付けを開始した3号圃の小排水路側の暗渠隣接点のD地点について、作付け直前から7年経過時点までの土壌断面形態の経年変化を第3図に示した。また圃場面修正工施行により生じた盛土部（B地点）と切土部（C地点）についても最終調査時の断面柱状図を示した。

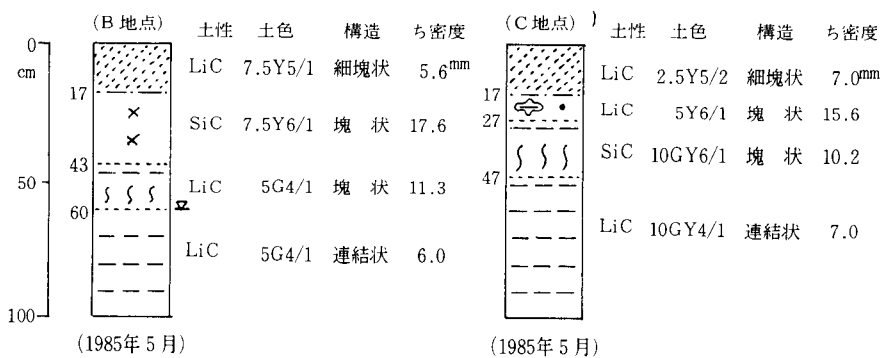
干陸3年目で作付け直前のA地点では、表層5cm程度が乾燥酸化した固結層を形成し、15cmまではグライ斑が若干認められるもののほぼ酸化していた。しかし、それ以下30cmまでの土層は亀裂に沿って斑紋が認められるのみのグライ層であり、30cm以下は暗緑灰色の完全グライ層であった。作付け3年目には腐植を含む耕起作土が形成され、酸化層は20cmまで深化したが、それ以下は僅かの亀裂をもつグライ層で構造は認められなかった。以後作付け年次が進むにつれ酸化層は漸次厚くなり、7年目には30cmに達し、構造も亀裂の深化に伴い47cmまで発達した。



第3図 土壌断面形態の経年変化



第3図 土壤断面形態の経年変化



凡例	腐植	含む(2-5%)	---	グライ	グライ層
x x	膜状斑富む	グライ			グライ斑含む
x	〃 含む	グライ			〃 あり
{ { }	管状斑富む				明瞭(3cm>)
{ }	〃 含む	腐界			判然(3-5cm)
{ }	〃 あり				漸変(5cm<)
•	Mn結核あり	▽			湧水面

第3図 土壤断面形態の経年変化

D地点では干陸4年目まで作付けを行わず放任していたため、表層35cmまでは酸化層となっていたが、その後の耕起作業や長雨により、断面形態はA地点との差を認めにくかった。しかし作付け3年目、5年目と経年的に酸化層は厚くなり、最終年にはその厚さが47cmに達し、亀裂に伴う構造の発達も70cm前後まで認められ、A地点とは明瞭な差を示した。

なお、圃場面修正工の施工により生じた盛土部のB地点と切土部のC地点の比較では、最終年の酸化層の厚さはそれぞれ43cmと27cm、構造発達の深さは60cmと47cmと同一圃場内でかなりの差が認められた。

このように、干陸後の酸化層の深化は作付け年数の経過とともに進んだが、暗渠中間点では隣接点に比較してかなり緩慢であり、普通畑土壌の基本的改善目標⁷⁾とされる作土の厚さ25cm以上、主要根群域40cmという条件にはまだ不十分なことを示している。しかし久保田⁴⁾が児島湾の干拓新田を対象に調査した結果から、開田後数年では作土層のみの酸化にとどまると報告しているのに比較すれば、畑作の場合の酸化層の深化はかなり早いといえる。

2. 土壌理化学性の経年変化

(1) 土壌の物理性

1) ち 密 度

干拓初期の各土層のち密度は土壌構造の発達程度と関連し、なかでも下層土のち密度は畑作営農における大型機械走行に必要な地耐力の指標とされている。本調査圃での層位別ち密度の測定結果は前掲の第3図に示した。

A地点では、作付け直前に表層5cmが山中式硬度計の読みで20mm程度の固結層となっていたが、15cm以下の土層では極めて低い値を示し、なかでも30cm以下の完全グライのヘドロ層では3~4mmと全く地耐力は認められなかった。しかし作付け開始とともに耕起作土は次第に膨軟化し、逆に作土下の土層は乾燥酸化に伴いち密化し、完全酸化層のち密度は18mm前後となり徐々に

ではあるが地耐力は付与された。なお一部酸化のグライ層と完全グライ層では、作付け7年目でもち密度は12mm以下と低い値で経過した。またD地点でも層位別の測定値はA地点と大差なかったが、ち密度が18mm前後の酸化層の厚さは約50cmに達しており、地耐力の付与はかなり急速に進行していた。

一般に作物根の伸長を阻害せず、しかも機械の走行に必要なち密度は14~22mmとされており、今後圃場全体としての地耐力向上を図るためには、なお一層の下層土の構造発達を促進させることが必要である。

2) 保 水 性

土壌の保水性の大小はその易効性有効水分の多少によって評価され、その関係はpF-水分曲線で表示できる。第1表に示す粒径組成をもつA、D両地点を対象に、干陸9年目の層位別pF-水分曲線を第4図に示した。

両地点の同一土層間では脱水曲線に特徴的な差異は認められなかったが、各土層間には明らかな違いが認められた。干陸時の土壌の性格が強い下層のグライ層では低pF領域で極めて高い水分率を示すのに対し、作土層ではpFの上昇に伴い急速に水分率を減じ、作土下酸化層は両者の中間的性格を示した。すなわち保水性の指標とされる易効性有効水分は、表層の酸化層と下層のグライ層とでは明らかな差が認められ、前者で3~5%、後者で8%前後を示した。

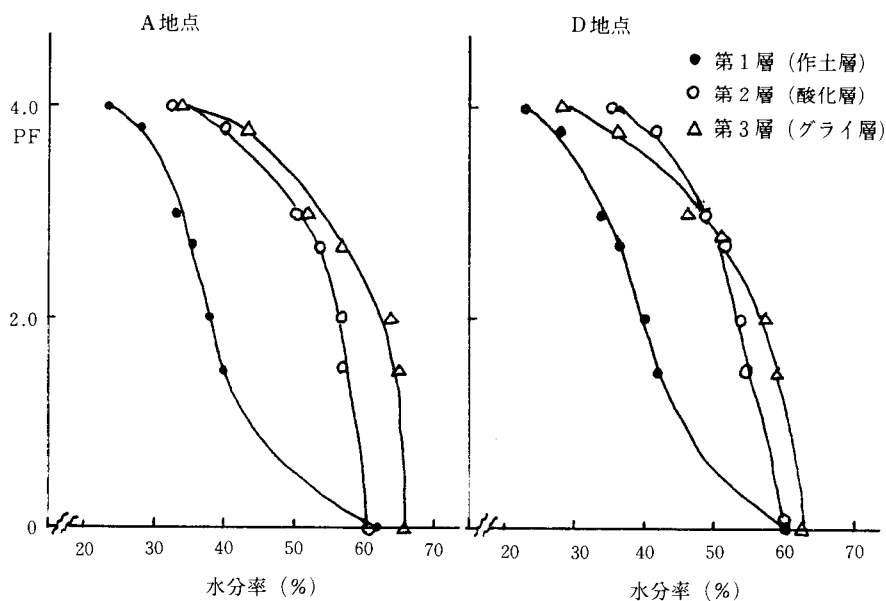
このように、干陸当初のヘドロ状グライ層は排水に伴い急速に保水性を失っていくが、その変化を脱水曲線の急折点から求めるとpF2.0前後とみなされる。これは長堀⁶⁾が干陸3年目の試料について測定した結果とほぼ一致しており、この程度以上の乾燥が下層土の構造的な排水性改善に有効なことを示唆している。

3) 三 相 分 布

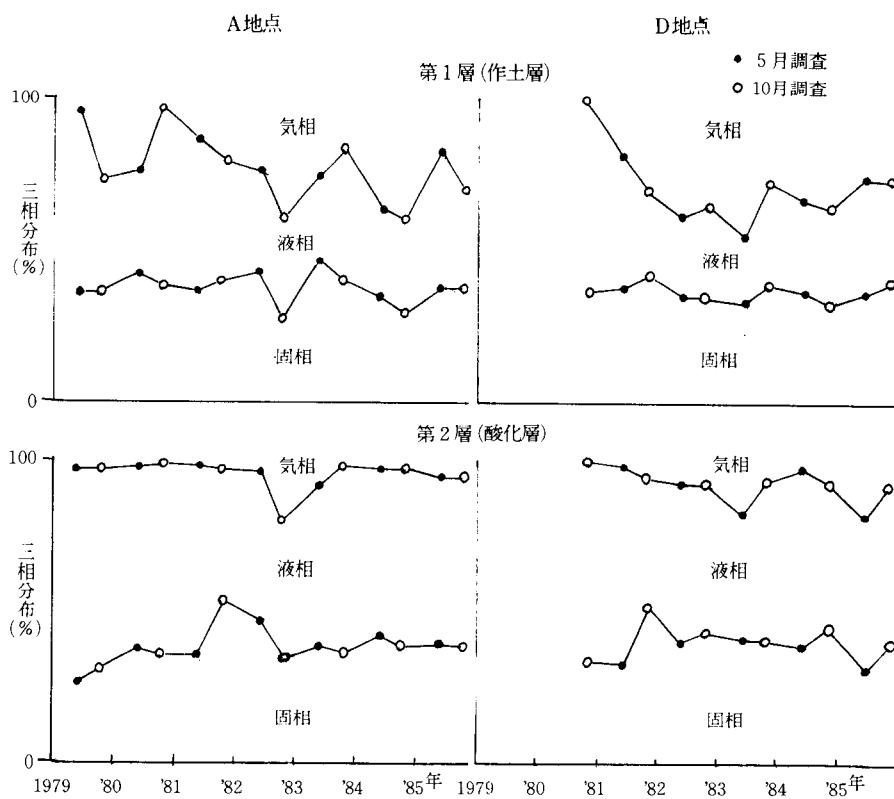
干陸当初のヘドロ状グライ層の土壌三相は、長堀⁶⁾によれば固相22%、液相78%、気相0%と報告されている。しかし、干陸後の排水に伴い漸次構造を発達させ、土壌三相や孔隙量は変化することが想定される。そこで、土

第1表 調査圃場の層位別粒径組成(1981)

採取地点	層 位	深 さ cm	粗 砂 %	細 砂 %	砂合計 %	シルト %	粘 土 %	土 性
A (2号圃)	1	0~17	0.6	16.5	17.1	38.7	44.2	LiC
	2	17~30	0.0	17.6	17.6	39.5	42.9	LiC
	3	30~47	11.6	20.2	31.8	37.7	30.5	LiC
	4	47~	14.0	19.5	33.5	36.5	30.0	LiC
D (3号圃)	1	0~17	1.8	18.2	20.0	43.7	36.3	LiC
	2	17~47	0.3	12.8	13.1	45.8	41.1	SiC
	3	47~70	11.2	23.9	35.1	37.3	27.6	LiC
	4	70~	1.6	18.2	19.8	38.7	41.5	LiC



第4図 干陸後9年目のpF-水分曲線(1985)



第5図 現地土壌三相の経年変化

第2表 土壌三相と孔隙の経年変化

採取時期	採取地点	層位	深さ cm	三相分布 %			全孔隙 %	粗孔隙 %
				固相	液相	気相		
干陸後3年 (未耕地)	A	1	0~15	35.5	59.0	5.5	64.5	—
		2	15~30	27.0	70.0	3.0	73.0	—
		3	30~	26.5	70.0	3.5	73.5	—
	D	1	0~15	37.0	63.0	0.0	63.0	—
		2	15~35	34.0	66.0	0.0	66.0	—
		3	35~65	33.0	67.0	0.0	67.0	—
干陸後6年	A	1	0~13	35.6	33.2	31.2	64.4	20.8
		2	13~24	40.2	48.0	11.8	59.8	9.9
		3	24~42	35.5	61.4	3.1	64.5	3.6
	D	1	0~14	35.2	28.4	36.4	64.8	26.6
		2	14~36	42.0	51.4	6.6	58.0	4.7
		3	36~59	32.7	66.0	1.3	67.3	1.9
干陸後9年	A	1	0~18	38.2	37.8	24.0	61.8	17.3
		2	18~29	39.2	54.9	5.9	60.8	3.9
		3	29~45	34.1	65.0	0.9	65.9	0.2
	D	1	0~19	37.9	36.6	25.5	62.1	18.4
		2	19~47	35.5	51.4	13.1	64.5	9.5
		3	47~70	36.3	58.7	5.0	63.7	4.4

壤の構造性と密接な関連をもつ作土層と作土下酸化層の現地土壌三相と、代表年次における層位別孔隙量の推移を第5図、第2表に示した。

干陸3~4年目の未耕地の三相分布は0~15cmの土層で固相率が36~37%、液相率が59~63%、気相率が0~5%であり、15~35cmの土層ではそれぞれ27~34%、66~70%、0~3%で、固相と気相が少なく液相が

多いという新干拓地特有の性格を示していた。しかし、作付け開始とともに耕起作土層の気相は増加して20~40%で推移し、作土下酸化層でも漸増の傾向を示した。なお、この傾向はA地点よりD地点で概して高かった。固相は作土層ではさほど大きな変化はみられず30~40%の範囲で推移し、作土下酸化層では圃場面修正施工直後を除けばほぼ40%前後で推移し、A、D両地点とも僅かながら漸増の傾向を示した。なお、この傾向はA地点で概して高かった。液相は未耕地土壌ではかなり高い値を示したが、作付け後は固相と気相の漸増傾向に伴い作土層、作土下酸化層とも相対的に減少した。

また第2表に干陸9年目のA、D両地点の層位別三相分布を示したが、各層位とも暗渠隣接点の液相率が低く、しかもこの傾向は下層土ほど大きかった。これらのことは、久保田⁴⁾の児島湾干拓新田の調査から、暗渠排水などによる土壌構造の発達は水分の減少に伴う土壌容積の収縮に基づくものとする報告と一致している。

次に下層土の孔隙では、作土下酸化層の全孔隙量は干陸当初の75%前後から6年目には60%前後に低下し、以後固相の増加に伴い漸減の傾向が認められた。また粗孔隙量(pF1.5における気相率)は、干陸6年目にはD地点よりA地点で高い値を示したが、9年目にはD地点が高くなり作土下酸化層で9.5%、一部酸化のグライ層で4.4%であった。一般に下層土の粗孔隙の多少は透水性良否の指標とされ、主要根群域(地表下40cm)での改善目標値⁷⁾は10%以上である。したがって暗渠隣接点ではかなり改善されつつあるが、中間点での透水性は未だ不十分といえる。

4) 透水係数

透水性のもう一つの指標とされる透水係数(K)につ

第3表 土壌透水係数(K)の経年変化

採地 取点	層 位	1982年5月		1982年10月		1983年5月		1983年10月	
		深さ cm	K cm/sec	深さ	K	深さ	K	深さ	K
A	1	0~12	1.7×10^{-3}	0~13	8.5×10^{-3}	0~12	1.6×10^{-3}	0~14	1.5×10^{-3}
	2	12~25	3.2×10^{-5}	13~23	9.7×10^{-4}	12~27	8.8×10^{-4}	14~29	2.8×10^{-6}
	3	25~45	8.7×10^{-6}	23~38	2.3×10^{-6}	27~41	3.6×10^{-4}	29~47	9.3×10^{-6}
D	1	0~17	2.3×10^{-3}	0~11	2.0×10^{-2}	0~15	4.6×10^{-3}	0~18	3.3×10^{-3}
	2	17~37	9.7×10^{-5}	11~35	4.0×10^{-4}	15~45	5.7×10^{-3}	18~40	5.7×10^{-5}
	3	37~57	4.4×10^{-5}	35~60	5.7×10^{-6}	45~70	5.0×10^{-6}	40~60	5.0×10^{-5}
		1984年5月		1984年10月		1985年5月		1985年10月	
		深さ	K	深さ	K	深さ	K	深さ	K
A	1	0~13	1.1×10^{-3}	0~17	3.5×10^{-3}	0~17	4.4×10^{-4}	0~18	9.4×10^{-3}
	2	13~24	4.6×10^{-7}	17~30	1.6×10^{-6}	17~30	4.7×10^{-4}	18~28	6.7×10^{-3}
	3	24~40	1.6×10^{-6}	30~50	1.1×10^{-5}	30~47	1.4×10^{-6}	28~43	4.1×10^{-4}
D	1	0~17	2.4×10^{-3}	0~15	3.8×10^{-3}	0~17	3.3×10^{-4}	0~20	4.8×10^{-3}
	2	17~43	1.2×10^{-6}	15~49	1.7×10^{-4}	17~47	1.5×10^{-5}	20~46	9.2×10^{-4}
	3	43~60	2.3×10^{-4}	49~85	1.4×10^{-4}	47~70	4.5×10^{-6}	46~70	4.2×10^{-5}

いて、干陸6年目から9年目までの層位別推移を第3表に示した。

耕起作土層ではA、D両地点ともほぼ $10^{-2} \sim 10^{-3}$ のK値で推移し、透水性は極めて良好であった。作土下酸化層では調査時期による変動がかなりみられるが、A地点の主要根群域で $10^{-6} \sim 10^{-7}$ の不透水層が認められたのに対して、D地点は 10^{-5} までのK値にとどまり透水性は若干優れていた。なお第3層の一部酸化のグライ層では、A、D両地点とも 10^{-6} 以下の不透水層となっている年次がかなり認められた。すなわち暗渠中間点では干陸6年目から9年目にかけて、主要根群域の透水係数が 10^{-6} 以下の場合が多く、隣接点ではほぼ 10^{-5} 以上で推移した。しかし両地点とも改善目標値とされる 10^{-4} には至っておらず、今後とも下層土の透水性向上対策が必要である。

(2) 土壌の化学性

1) pH

海面干拓地における干陸後の土壌反応の推移は、第1報²⁾でも報告したとおり酸化性イオウの含量や貝殻片の有無などに左右され様ではない。第6図はA、D両地点における土壌pHの経年変化を示したものである。

第1報²⁾に図示したとおり、本調査圃のpH(H_2O)は4～5に低下する可能性のある工区であったが、A、D両地点におけるpHの推移はかなり異っていた。すなわち、A地点の作土層と作土下酸化層では作付け3年目でpHは5前後まで急速に低下し、以後その状態で安定した推移を示した。一方D地点の作土層は作付け3年目の

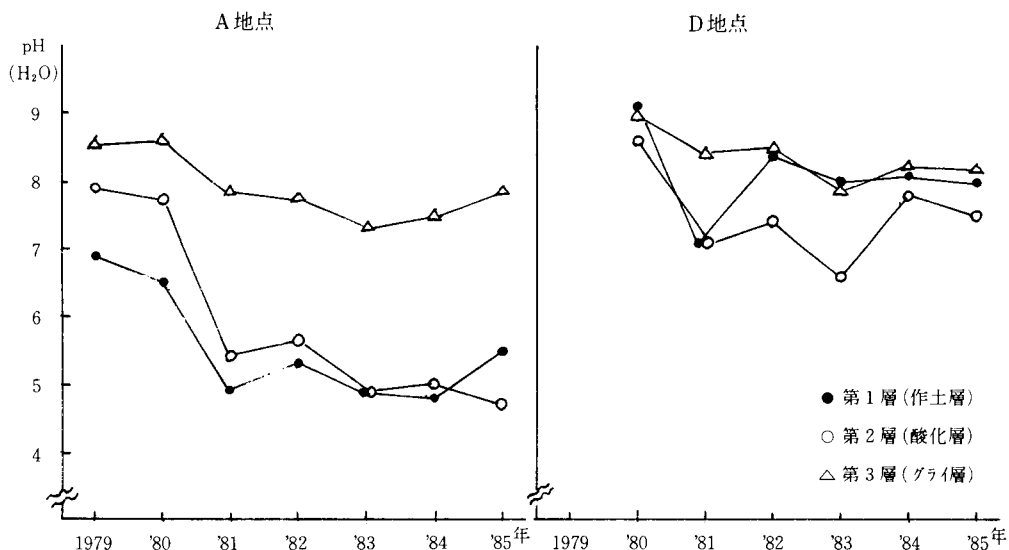
5月に6.3まで低下したが、圃場面修正工の影響で7.8に上昇し以後8前後で推移した。また作土下酸化層も作土層同様に低下したが、その後の上昇は緩慢であった。

これら土壌反応の推移の違いは、先にもふれたとおり酸化性イオウ含量の多少やその酸化の程度に加えて、貝殻片の有無とも関連しており、その経年変化の把握はかなり困難であった。したがって今後営農面で土壌診断に基づく適切な対応が不可欠である。

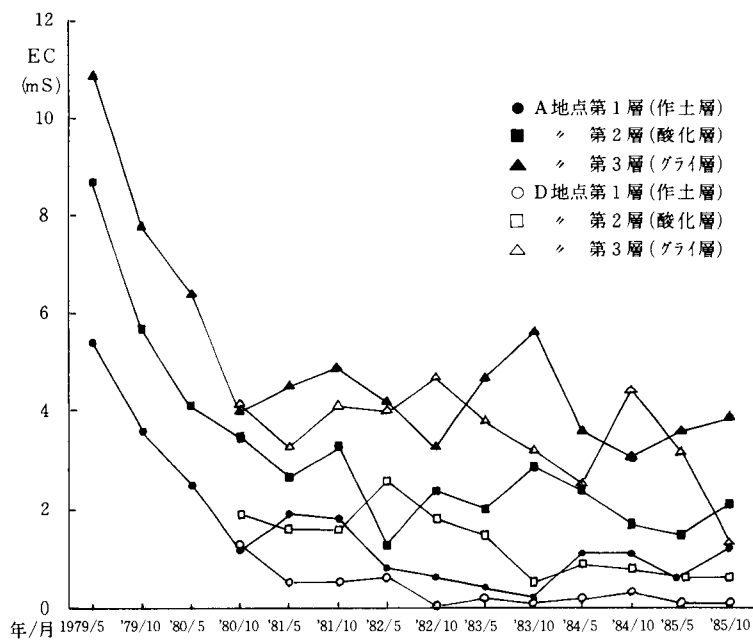
2) 塩分濃度

海面干拓地では海水の影響を受けて干陸後も土壌中に多量の塩分を含有するのが普通である。第7図と8図はA、D両地点における作付け直前から7年目までのECとCL含量の経年変化を示したものである。

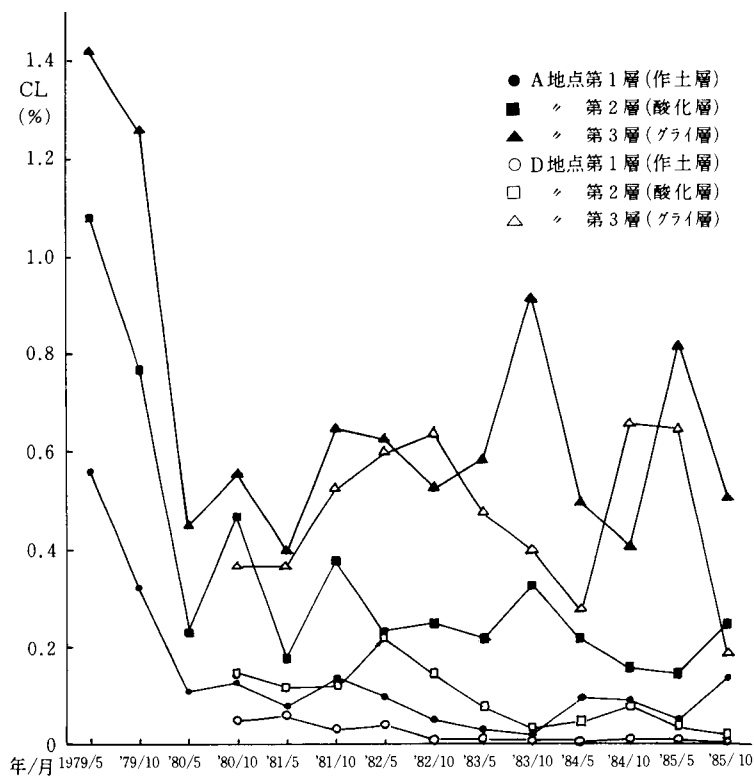
まずEC値についてみると、干陸3年目で作付け直前のA地点のグライ層では10.9mSと高塩分状態にあったが、作土層は5.4mSとかなり低下していた。そして作付け2年目には夏季の長雨に遭遇したため、自然降雨のみで全層とも急速に除塩が進行した。しかしそれ以後は耕起作土層でも乾燥年には1mS以上に上昇し、最終年の秋季調査時は1.2mSであった。また作土下酸化層は2mS、第3層の一部酸化のグライ層では4mS前後で平衡状態となり、除塩の進行はほぼ停止した。なおD地点の作土層は1mS以上に上昇した年はみられず、作土下酸化層も作付け3年目には1mS以下に低下した。しかし第3層の一部酸化のグライ層ではA地点と同様3～4mSで平衡状態を示し、暗渠の効果はグライ層まで及



第6図 土壌pH(春秋平均値)の経年変化



第7図 土壤電気伝導度の経年変化



第8図 土壤塩素含量の経年変化

んでいなかった。

つぎに土壌中のCL含量もEC値と類似した推移を示し、干陸3年目で作付け直前のA地点のグライ層では1.42%と高かったが、作土層では0.56%に低下していた。そして作付け2年目には全層とも急速に減少し、耕起作土層では0.1%前後に低下した。しかしそれ以後は耕起作土層でも乾燥年には0.1%を越す場合もみられ、作土下酸化層では0.2~0.3%で平衡状態を示し、第3層の一部酸化のグライ層ではむしろ上昇傾向が認められた。

なおD地点の耕起作土層ではほぼ0.05%以下で推移し、作土下酸化層も作付け3年目以降は0.1%以下に低下した。しかし第3層の一部酸化のグライ層ではA地点と同様かなり高い値で推移したが、最終年の秋季調査時には0.2%以下となった。

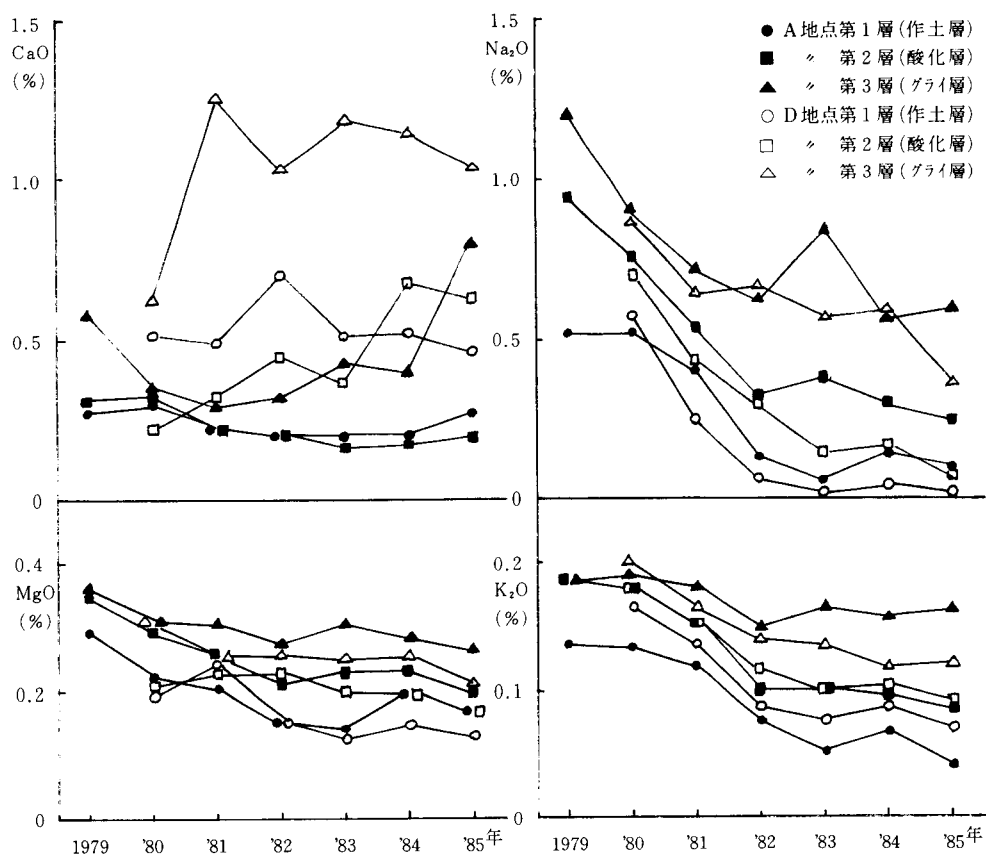
このように、暗渠隣接点の主要根群域における除塩の効果はかなり明瞭であるが、中間点では作付け3年目頃から除塩の停滞傾向が認められる。原因としては暗渠の

効果が中間点まで及ばず、そのため表土の乾燥に伴い下層から塩類が上昇することが考えられる。したがって、今後とも下層土の透水性改善による除塩促進対策が不可欠である。

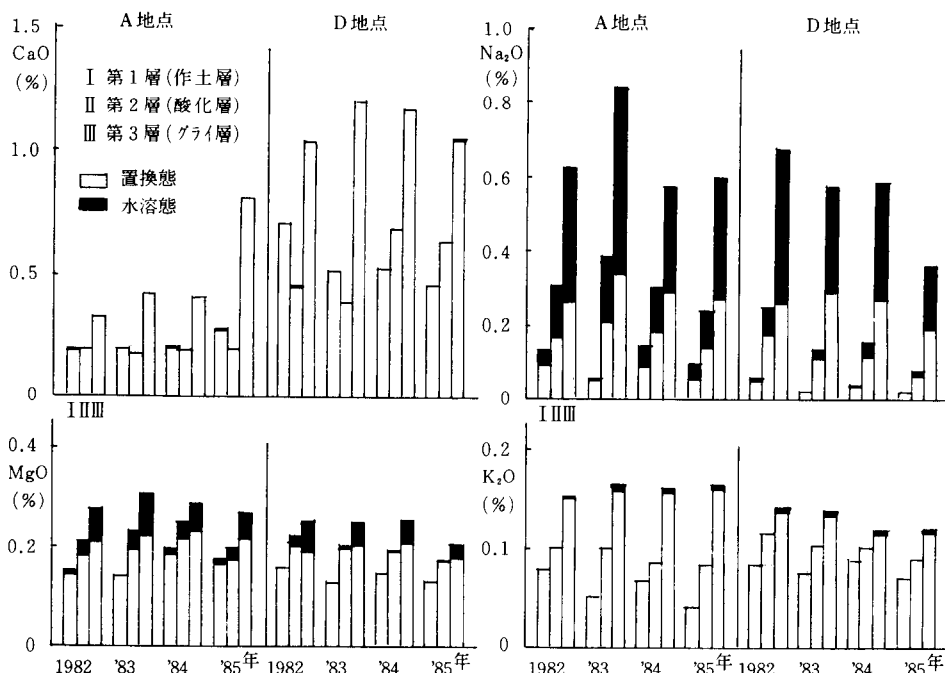
3) 塩基の含量と形態

海成干拓地の泥土堆積物には、海水の影響を受けて多量の塩基類が過飽和の状態で集積しているのが普通である。第1報²⁾の一般配分地を対象とした調査結果でも、表土の1N酢安可溶塩基の最高含量はCaO 670 mg, MgO 350 mg, K₂O 130 mg, Na₂O 730 mg/100 gであり、なかでもNa₂OとCaOが圧倒的に多い。第9図と10図は、干陸3年目の作付け直前から7年目までの塩基の含量と、作付け4年目から7年目までの塩基の形態の経年変化を示したものである。

まず塩基含量の推移をみると、A地点の耕起作土層および作土下酸化層では各塩基とも経年的減少傾向がみられ、なかでもNa₂OとK₂Oで著しかった。しかし第3層



第9図 1N 酢安可溶塩基（春秋平均値）の経年変化



第10図 土壌中の塩基形態の経年変化

のグライ層では経年変化が複雑で、CaOのように一旦減少した後再び増加するもの、Na₂Oのように平衡状態にあるもの、MgOやK₂Oのように僅かに減少傾向はみられるがほぼ平衡状態を示すものなどがみられた。

またD地点ではNa₂OやK₂Oのように各土層とも経年的減少傾向を示すもの、MgOのように耕起作土層を除き平衡状態を示すもの、CaOのように耕起作土層では平衡状態、作土下酸化層では経年的増大、第3層の一部酸化のグライ層では一旦急増後平衡状態を示すものなど様々な推移がみられた。

全体的な傾向としては、MgOとK₂Oは数値の変動が少なく全層とも漸減するのに対して、Na₂Oは経年的に急速に減少し、CaOは変動が大きいたことが認められる。その原因としては、CaOについては貝殻片の有無、Na₂Oについてはその形態、なかでも水溶態割合の高低があげられる。

つぎに各塩基の形態の推移をみると、A、D両地点でIN酢安可溶塩基の含量には差がみられるが、両地点とも水溶態のCaO、K₂Oは耕起作土層および作土下酸化層からはほぼ完全に溶脱されており、第3層の一部酸化のグライ層に若干量含まれる程度であった。これに対してNa₂O、MgOは両地点とも水溶態の含量がかなり高く、なかでもNa₂Oで水溶態の残存割合が高かった。し

かもこの傾向は下層に向けて顕著であった。

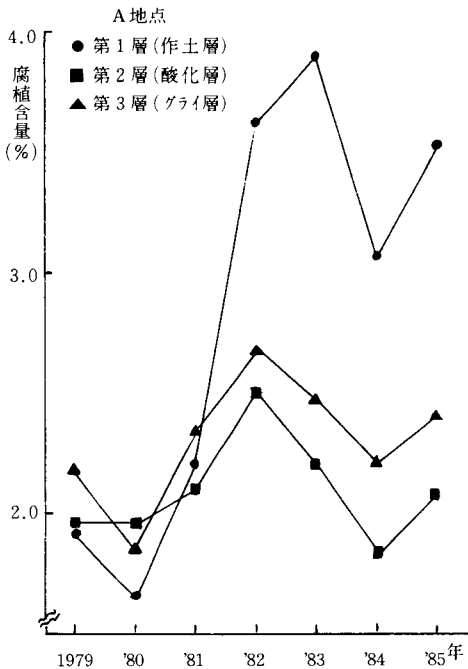
なお両地点での水溶態Na₂OとMgO含量の年次変化をみると、MgOはD地点では表層の酸化層はほぼ溶脱されており、第3層の一部酸化のグライ層でも含量割合は低かったが、A地点では経年変化が少なく特徴的な傾向も認めにくかった。Na₂Oについては、D地点の耕起作土層からはほぼ完全に溶脱されていたが、作土下酸化層にはかなりの量が残存しており、第3層の一部酸化のグライ層には水溶態と置換態とがほぼ等量程度含まれていた。これに対して、A地点では表層の酸化層で水溶態が置換態に近い含量割合をえし、D地点に比較して溶脱のおくれが目立った。

このことは土壌の塩分濃度の項でもふれたとおり、暗渠の効果が中間点まで及ばず、そのために乾燥時に下層からNa⁺やMg⁺⁺が水とともに毛管上昇していることを示唆しており、今後の営農に当っては深耕など下層土管理が必要と考えられる。

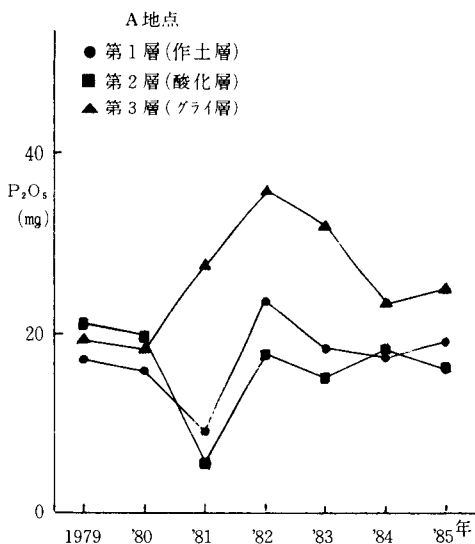
4) 粗腐植含量

海底の泥土堆積物中の有機物は分解が緩慢なため、干陸直後にはかなり高い粗腐植含量を示すのが普通である。しかし、有機物はその後の酸化分解やアルカリ溶脱により消耗する一方、作物栽培は残渣、残根による有機物の富化に寄与する。第11図はソルガムとイタリアンライグ

ラスを継続栽培した2号圃（乾燥牛ふんを毎作1t/10a連用）のうち、A地点での層位別粗腐植含量の経年変化を示したものである。



第11図 腐植含量の経年変化



第12図 有効態燐酸含量の経年変化

干陸3年目の作付け直前には全層2%前後であったが、2年目には若干減少し、3～4年目には耕起作土層で3.5%前後に増加した。作土下酸化層は2.0～2.5%の範囲で推移し、適量の有機質資材の補給と飼料作物など地力維持作物の導入により、普通畑土壌の基本的改善目標値⁷⁾とされる作土層25cmの腐植含量3%以上の維持は可能と判断される。

5) 有効態燐酸含量

上記飼料作物栽培圃場での有効態燐酸（トルオーグ P_2O_5 ）含量の経年変化は第12図のとおりである。有効態燐酸は、作付け直前には全層20mg/100g前後とかなり高い水準にあり、耕起作土層と作土下酸化層では作付け3年目の圃場面修正工の影響で一時的に減少した以外は大きな変化は認められず、15～20mgの範囲で推移した。しかし、第3層の一部酸化のグライ層では3～5年目に30mg前後の集積がみられ、以後25mg前後で推移した。このことから標準的な施肥が行われる場合には、普通畑土壌の基本的改善目標値⁷⁾とされる10mgを急速に割りこむ恐れは少ないものと判断される。

摘 要

畑作営農を前提とした笠岡湾干拓地の営農基準調査圃のうち、主に敷設間隔が10mの暗渠中間点と7.5mの暗渠隣接点について、干陸1年後の作付け直前から7年間の土壤断面形態ならびに理化学性の経年変化を調査した。

1. 作付け開始後の土壤断面形態の推移では、暗渠中間点の酸化層、亀裂、構造の発達程度は隣接点に比較してかなり遅れており、作付け7年目の酸化層の厚さは30cm程度であり、亀裂、構造の深さは50cm前後であった。しかし土壤条件の類似した干拓新田と比較すると、その発達程度はかなり早い傾向であった。
2. 土壤の物理性のうち密度は、作付け直前の未耕地の15cm以下の土層では10mm以下でほとんど地耐力を示さなかったが、作付け7年目の作土下酸化層では暗渠の中間点でも地耐力に必要な密度を示した。
3. 層位別のpF-水分曲線では、暗渠中間点と隣接点で特徴的な差は認められなかったが、両地点ともグライ層から酸化層へと変化するにつれて保水性は減少し、易効性有効水分は表層の酸化層で4%前後、下層のグライ層で8%前後であった。なおグライ層の脱水曲線の急折点はpF2前後にみられ、それ以上の乾燥が土壤構造の発達に有効なことがうかがえた。
4. 土壤三相では作土層、作土下酸化層とも固相、気相が漸増し相対的に液相は減少したが、その漸減傾向は暗渠中間点より隣接点で大きかった。なお最終調査年における作土下酸化層の粗孔隙量は、暗渠隣接点では

改善目標の10%に近かったが、中間点ではかなり低い値を示した。

5. 作土下酸化層の透水係数は、暗渠中間点では 10^{-8} ~ 10^{-7} と不透水層に近い値であったが、隣接点ではほぼ 10^{-5} まで改善していた。しかしグライ層は両地点とも 10^{-6} 以下と透水不良であった。
6. 土壌の化学性のうち pH は暗渠中間点と隣接点でかなり異なる推移を示した。グライ層は別として、中間点の作土層と作土下酸化層では作付け3年目に5前後まで急速に低下し、以後そのまま平衡した。隣接点では作付け3年目に7前後まで低下した後、作土層は上昇したが作土下酸化層は上昇が緩慢であった。このような pH の複雑な推移は酸化性イオン含量や貝殻片の多少とも関連しており、その推移の把握はかなり困難であった。
7. 作付け直前の暗渠中間点の塩分は、作土層で EC 値が5 mS, CL 含量が0.5%以上、第3層のグライ層では10 mS, 1.4%以上と高塩分状態であったが、作付け2年目には全層で除塩が急速に進行した。しかしそれ以後は作土層でも EC 値で1 mS, CL 含量で0.1%を上回る年もみられ、作土下酸化層と一部酸化のグライ層では EC 値が2 mS と 4 mS, CL 含量が0.2~0.3%と0.5~0.8%あたりで平衡状態を示し、除塩の進行はほぼ停止した。

一方、隣接点の作土層では作付け3年目以降 EC 値が0.5 mS, CL 含量が0.05%以下で推移し、作土下酸化層でも作付け5年目以降はそれぞれ1 mS, 0.1%以下となり、暗渠周辺的主要根群域での除塩効果は十分認められた。

8. 暗渠中間点の作土層と作土下酸化層の1N酢安可溶塩基類は、作付け開始後経年的に減少するがその傾向は Na_2O と K_2O で顕著であった。しかし一部酸化のグライ層では変化が複雑で、 CaO のように一旦減少後再び増加するもの、 MgO や K_2O のように僅かに減少傾向を示すもののほぼ平衡状態にあるもの、 Na_2O のように一旦減少した後平衡状態を示すものなどがみられた。

また暗渠隣接点でも、 Na_2O や K_2O のように各土層とも経年的に減少するもの、 MgO のように作土層を除き平衡状態を示すもの、 CaO のように作土層では平衡するが作土下酸化層では経年的に増加し、グライ層では一旦急増した後平衡するものなどがみられた。その原因としては貝殻片の有無や各塩基の形態などが影響しており、pH 同様その推移の把握は困難であった。

9. 作付け4年目以降の塩基の形態をみると、暗渠中間点、隣接点とも水溶態 CaO と K_2O は作土層および作土下酸化層からほぼ完全に溶脱しており、第3層の一部酸化のグライ層に若干残存する程度であった。しかし水溶態 Na_2O と MgO はかなりの量が残存しており、なかでも Na_2O の残存量が多く、しかも下層に向けてその傾向は顕著であった。

なお水溶態 Na_2O と MgO 含量の暗渠中間点と隣接点での比較では、 MgO は中間点ではほとんど減少傾向は認められなかったが、隣接点の表面酸化層ではほぼ溶脱しており、第3層のグライ層でも減少傾向が認められた。 Na_2O も隣接点の表層酸化層のみで経年的な減少傾向を認めたが、グライ層では中間点の各層と同様作付け7年目にも置換態とほぼ等量含有されており、溶脱の困難性を示した。

10. 作付け直前の粗腐植含量は全層2%前後であり、2年目に若干減少したが、適量の牛ふん施用と飼料作物の導入により作土層では3%を上回る推移を示した。

また有効態磷酸含量も作付け直前全層で20 mg/100g とかなり高い値を示し、以後作土層では特徴的な変化は認められず、標準的な肥培管理の下では改善目標値の10 mg を早急に割り込むおそれはなかった。

引用文献および資料

1. 中国四国農政局計画部 (1980~1986) 笠岡湾干拓地区営農改善技術実証調査報告書。
2. 平岡正夫・木本英昭・小野芳郎・柳井雅美・磯田道雄・沖 和生・熊代幹夫 (1989) 笠岡湾干拓地の土壌特性ならびに改良に関する研究 (第1報) 一般配分地の土壌特性。岡山農試研報, 7: 1~10。
3. 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。
4. 久保田収治 (1961) 干拓地土壌の特性と干拓後における土壌型の変遷。岡山農試臨時報告, 59: 1~300。
5. 村上英行 (1964) 干拓地畑土壌の塩分の行動。中国農研, 30: 29~30。
6. 長堀金造 (1981) ほ場乾燥工法及び除塩試験報告書 (笠岡湾干拓建設事業), 112pp。
7. 農林水産省農蚕園芸局 (1985) 地力増進法解説。地球社, 東京, 197pp。
8. 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, 岡山大農土肥教室報告 8: 1~183。