

# 宍道湖底土客土地における土壌条件の変化とその生産力について

村上英行\*・沢田真之輔\*・古山光夫\*

Changes of Soil Conditions on the Paddy Field coated with Bottom Mud of Lake Shinji and its Productivity

Hideyuki MURAKAMI, Shinnosuke SAWADA and Mitsuo FURUYAMA

## 目次

I 客土前後の土壌断面形態の変化	16	III 客土土壌の生産力	24
1 客土前土壌の断面形態	16	1 客土後の水稲収量の推移	24
2 客土後の土壌断面形態の変化	16	2 土壌安定後の水稲生育の特徴	24
3 まとめ	20	3 湖底土の生産力	26
II 土壌化学性の変化	20	IV 摘 要	28
1 客土直後の土壌の理化学性	20	引用文献	29
2 客土後の化学成分の変化	22	Summary	30

1963年秋より '64年春にかけて、島根県簸川郡斐川町沖州地区において、水田83haに対し、厚さ15~35cmの宍道湖底土の客土が行なわれた。これは地盤沈下対策、ほ場間の標高差を解消して区画拡大をすること、および地力増強を目的としている。用いた湖底土は粘質で水分含量が高く、いわゆる泥状、あるいはヘドロ状をなし物理性は不良であり、客土当初は窒素過多による倒伏、また一部には塩害、酸性害もあった。しかしこれらの問題は数年後には解決され、水稲収量は顕著に増大した。著者らは客土直後からこれらの問題について現地調査、試験を5年間実施し、客土の理化学性とその変化、これに対する施肥管理およびその生産力について、二三の知見をえたので報告する。なお調査の一部は既に報告したが、とりまとめの都合上あわせてここに述べる。

本研究実施に当り懇切な御指導、御援助をいただいた当農試前次長入沢周作博士、山根忠昭主任研究員、土壌肥料科員の方々、出雲農林改良普及所安食雄吉指導員、および熱心に協力していただいた大崎強君に対し深く感謝の意を表する。

\* 土壌肥料科

## I 客土前後の土壌断面形態の変化

### 1 客土前土壌の断面形態

客土前の1955年の土壌調査によると沖州地区の大部分は強グライ土壌砂土還元型であり、一部に壤土還元型も存在する。この時の断面調査の1例を次に示す。

出東No.8

- 第1層 0~16cm 腐植を含む灰, S, 膜状, 糸状斑あり, 湿.
- 第2層 16~26cm 青灰, S, 湿.
- 第3層 26~57cm 青灰, S, 湿, 40cm付近に2~3cmの厚さで部分的にSLの層あり.
- 第4層 57~ 青灰, S, 湧水面80cm.

土性は全層Sであり、作土直下からグライ層で斑紋はない。1956, '59年に、この地区の一部に湖底土の客土が行なわれており、客土材料は砂質から粘質におよび、またその一部では混層耕も行なっており、客土前の土壌は強グライ土壌砂土および壤土還元型であった。

### 2 客土後の土壌断面形態の変化

#### 1) 客土直後の断面形態

1963年冬から '64年春にかけてサンドポンプにより宍道湖底土の客土が実施された。客土の土性はCL~LiCで客土直後は泥状あるいはヘドロ状であった。1964年5月の調査では表面3~5cmは乾燥して固くなり土色は緑灰色を呈す。その下5~10cmまでは縦に亀裂ができるが含水量は大きく、ち密度は甚だしく小、土色は暗緑灰色、斑紋はない。旧作土表面の雑草は硫化鉄で黒色に汚染していた。これは湖底土が強く還元的作用であり、この泥土で厚く表面を覆われて空気をしゃ断され、旧作土表面は稲株、雑草等の有機物が多く、ここで還元が強く発達し、しかも湖底土は海水の影響を受けており水溶性の硫酸塩を多量に含むので、この還元により硫化鉄が生成したものである。

#### 2) 水稲1作後の断面形態

水稲1作後の1964年11月の断面調査によると、表面から5~10cmには糸状、膜状の斑紋ができる。亀裂は客土層の下端にまで達するが5~10cm以下は含水量大きく、いまだ泥状で、亀裂の表面にはうすく褐色の斑紋はできるが、内部は暗緑灰色で斑紋はない。旧作土の上、客土の下には水がたまり、旧作土に残った稲株、雑草は硫化鉄で黒色に汚染している。旧作土内部の斑紋は消失しグライ層となり、新しい作土を含めて全層グライとなった。

この時の8地点の調査では客土量16~32cm、平均24cmであった。翌1965年5月の稲作前には表面からの乾燥が更に深く進行し、泥状の層は10~15cm以下となった。乾燥が進むと共に収縮してち密度は大となり、亀裂は大きくなった。表層5cmのち密度は山中式硬度計で20~25kg/cm<sup>3</sup>であった。

#### 3) 水稲2作後

水稲2作後の1966年3月になると客土は作土とその下層とに分化した。作土層はグライ斑を残しつつも酸化し、作土直下よりグライ層となった。さらに幹線排水路に近いほ場、暗渠のあるほ場等の排水条件の良い場所と、反対に排水不良の場所とでは、それぞれ特徴のある土壌断面形態が発達してきた。

排水程度の異なる3断面を次に示す。

##### i) 排水良好なる断面の例

No.2 幹線排水路沿いのほ場

- 第1層 0~14cm 腐植を含む灰(5Y<sup>5/6</sup>), CL, 膜状, 糸状, 雲状斑富む, ち密度15.
- 第2層 14~26cm 腐植を含む青灰(10GY<sup>5/6</sup>),

CL, 膜状, 管状斑あり, ち密度15, 柱状構造発達強.

第3層 26~30cm 以下旧作土, 腐植を含む灰(5Y<sup>5/6</sup>), SL, 膜状, 管状斑富む.

第4層 30~ 青灰(2.5GY<sup>5/6</sup>), SL, 管状斑あり, ち密度10, 旧作土にも水稲根は入っている.

##### ii) 排水やや不良なる断面の例

No.15 幹線排水路より約100m, 暗渠施行.

第1層 0~15cm 腐植を含む灰(5Y<sup>5/6</sup>), CL, 糸状, 膜状斑富む, ち密度16.

第2層 15~24cm 腐植を含む黒(7.5GY<sup>5/6</sup>), CL, 管状, 糸状斑あり, 柱状構造短辺約10cm, 構造の面は内部に約5mmは酸化, 内部はジピリジル反応G<sup>+2</sup>, ち密度12.

第3層 24~ 腐植を含む青灰(2.5GY<sup>5/6</sup>), SL, 管状斑ごく少, 第2層との境界は黒色に硫化鉄で汚染, 水稲根はほとんどない. 一部割れ目に沿って伸長, ジピリジル反応G<sup>+2</sup>(旧作土)

##### iii) 排水不良なる断面の例

No.19 幹線排水路より150m, 暗渠なし.

第1層 0~12cm 腐植を含む灰(5Y<sup>5/6</sup>), LiC, 膜状, 糸状, 雲状斑富む, ち密度12.

第2層 12~24cm 腐植を含む青灰(10GY<sup>5/6</sup>), LiC, 管状斑あり, ち密度10, 柱状構造発達弱, 根は一部黒色, ジピリジル反応G<sup>+2</sup>.

第3層 24~ 腐植を含む青灰(2.5GY<sup>5/6</sup>), SL, 客土との境界は黒色, 水稲根なし, (旧作土).

排水良好の断面では、前年まで存在した旧作土上部の硫化鉄による汚染は消失し、旧作土の上部数cmは酸化し斑紋に富む状態になった。こうして排水良好な断面では、亀裂の面および客土と旧作土との接触面から酸化が進行するのに対し、排水不良地では旧作土上に水がたまり、還元状態であり、旧作土上の稲株、雑草が硫化鉄で黒色に汚染しているのが、両者の著しい差異である。このことは根の伸長にも影響し、排水良好地では水稲根は旧作土にまで伸びているのに対し、排水不良地では水稲根は客土内に止まり旧作土に達していない。また客土の下部では根がしばしば黒色に汚染している。

#### 4) 水稲4作後

4作後は排水良好な断面では作土のグライ斑は消失

した。旧作土表面の酸化部位はなくなったが、旧作土内部にも斑紋が生成した。しかし排水不良なる断面では2年前との差は少ない。

前回と同一ほ場の断面調査を次に示す。

i) 排水良好な断面：No.2

第1層 0~13cm 腐植を含む灰(5Y<sub>5</sub>/2), CL, 膜状, 糸状, 雲状斑含む, ち密度10.

第2層 13~24cm 腐植を含む青灰(10GY<sub>4</sub>/1), CL, 膜状斑含む, ち密度10, シピリシル反応G<sup>+</sup>2 柱状構造発達少.

第3層 24~47cm 腐植を含む青灰(2.5GY<sub>4</sub>/1), SL, 膜状, 管状斑あり, ち密度12, シピリシル反応G<sup>+</sup>2, 水稻根中, (旧作土).

第4層 47~ 青灰(10Y<sub>4</sub>/1), S, シピリシルG<sup>+</sup>2, 水稻根疎.

ii) 排水やや不良の断面：No.15

第1層 0~15cm 腐植を含む(7.5Y<sub>4</sub>/1), CL, 膜状, 糸状斑含む, ち密度6, 下部にグライ斑あり.

第2層 15~24cm 腐植を含む青灰(5.5GY<sub>4</sub>/1), CL, 膜状, 糸状, 管状斑あり, ち密度11, シピリシル反応G<sup>+</sup>2.

第3層 24~45cm 腐植を含む青灰(7.5GY<sub>4</sub>/1), L, 膜状, うん管状斑あり, 細孔あり, ち密度16, シピリシル反応G<sup>+</sup>2 (旧作土).

第4層 45~ 青灰(10Y<sub>4</sub>/1), LS, 細孔含む, シピリシル反応G<sup>+</sup>2, 湧水面45cm, 水稻根なし.

iii) 排水不良なる断面：No.19

第1層 0~11cm 腐植を含む青灰(10Y<sub>4</sub>/1), LiC, 膜状, 管状斑含む, シピリシル反応G<sup>+</sup>2, 第2層 11~18cm 腐植を含む青灰(10GY<sub>4</sub>/1), LiC, うん管状あり, 細孔あり, ち密度14, 細孔あり, シピリシル反応G<sup>+</sup>2.

第3層 18~37cm 腐植を含む青灰(2.5GY<sub>4</sub>/1), LS, 細孔あり, ち密度12, シピリシル反応G<sup>+</sup>2, この作土の上部, 客土との境界は硫化鉄で黒色に汚染, (旧作土).

第4層 37~ 青灰(2.5GY<sub>4</sub>/1), S, ち密度17, シピリシル反応G<sup>+</sup>2, 水稻根なし, 潤, 湧水面47cm.

前回排水やや不良とした断面では、旧作土上部の硫化鉄で黒色になった層は消失し、旧作土内部にも斑紋が生成した。水稻の根は旧作土内にもよく伸長した。

これに反して排水不良の断面では旧作土上部におお黒色の層が存在し、その下には斑紋がない。旧作土内部への根の伸長は少なく、伸長した場合でもしばしば硫化鉄で黒色に汚染している。

4) 泥土の乾燥に対する深耕の効果

第1作後に、水分含量が高く膨潤し、還元のないゆるへドロ状の客土を早急に乾燥させて酸化させ、かつ潜在地力を発揮させる目的で反転耕を実施した。基準点No.2に隣接した排水条件の良好なほ場を選定し、1964年12月に39.5馬力ホイールトラクターにハフトラックを装着して2連スキで30cmの反転耕を実施した。この時の土壌断面は水稻1作後の断面調査の項で述べたと同様で、亀裂が客土下部まで達し、深さ5~10cmまでは亀裂の表面に斑紋を生じており、それ以下は含水量が多く泥状である。

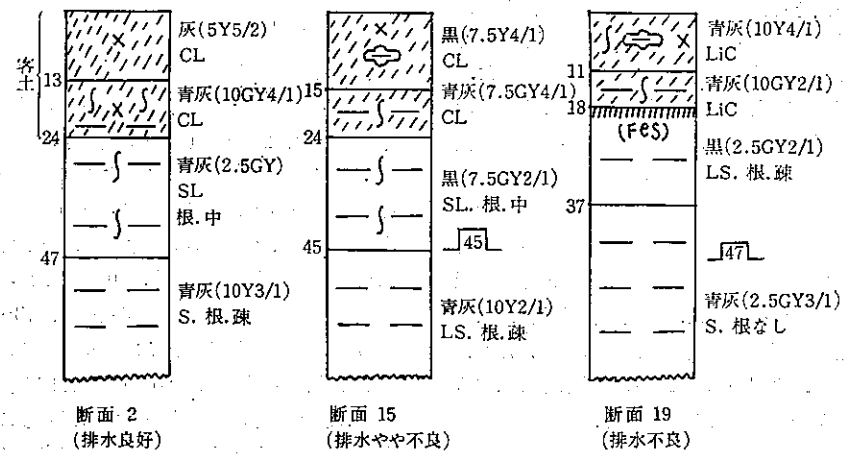
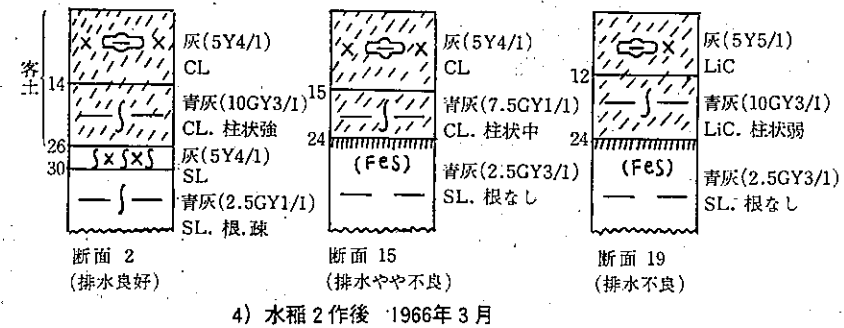
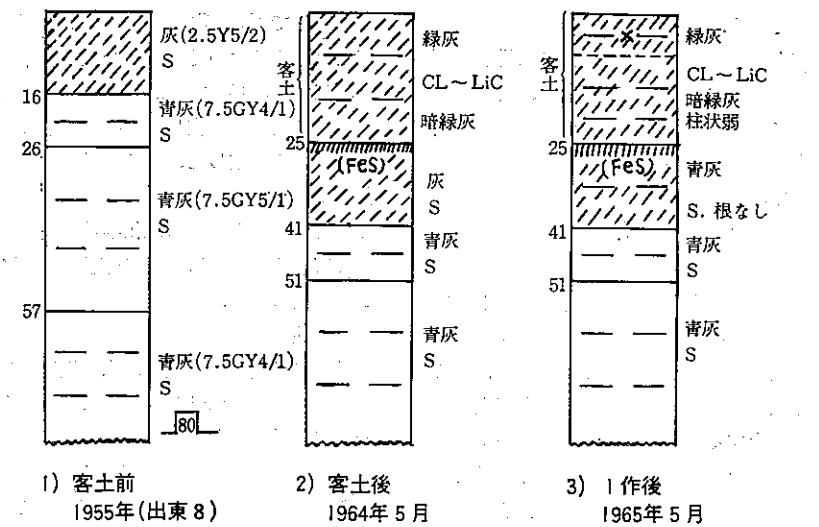
翌年5月には、反転した土塊の表面1cm程度は乾燥して鱗片状にはがれるが、内部には変化がなく緑灰色のままであり湿潤であった。また反転した土塊と土塊の間の鋤の通った跡には降雨がたまっているのに対し、無処理区では亀裂を通じて横方向への排水がなされており、泥土の乾燥に対し深耕反転の効果は無いように見られた。

第2作目終了後の調査では、普通耕区は前述の排水良好の断面と同じく、柱状構造が発達し、旧作土の上部2~3cmは酸化して褐色になっているのに対し、深耕区では耕起した32cmまでは柱状構造はできているが、普通耕区のように酸化してはいなかった。深さ別に中山式硬度計の読みを示すと次のとおりである。

	5cm	10cm	15cm	20cm	25cm	30cm	35cm
普通耕	16	15	10	9	12	11	—
深耕	11	14	13	14	7	3	8

普通耕は作土の深さ23cm、深耕区は深耕の深さ32cmで、それぞれその付近のち密度が最も小さい。最小値は普通耕区が9、深耕区が3で、普通耕区がより乾燥してち密度が大きくなっている。

著者の1人村上は先に干拓地の酸性硫酸塩土壌の畑作で土壌の乾燥酸化を進行させるために、夏期に期間をおいて数回耕転することを提案した。今回はほぼ同様の目的で深耕反転を実施したが効果はみられなかった。この原因は次のようである。断面調査によると、泥土の乾燥は、はじめに表面が乾燥すると収縮して亀裂が生成し、この亀裂の面から土壌内部の乾燥が促進される。また亀裂は降雨による表面水の横方向への排



第1図 客土前後の土壌断面柱状図

水路の役割もしている。

本試験では客土の下部が未だ泥状の間に深耕したので、いったん生成した亀裂を破壊したこと、また夏期ならば深耕反転によって表面積が広くなり、乾燥が促進されることも考えられるが、本試験では雨の多い冬期に実施したので、乾燥は進まず、雨がたまり、かえって乾燥は妨げられたと思われる。

### 3 まとめ

客土前後の土壌断面の変化を柱状図として第1図に示した。客土前は作土直下から斑紋の無いグライ層を持つ強グライ土壌砂土ないし壤土還元型であった。これにいわゆる泥状あるいはヘドロ状の宍道湖底土を15~35cmの厚さに客土すると1作後は作土を含めて全層グライとなり、旧作土上部の雑草、稲株は硫化鉄で汚染し、旧作土の斑紋は消失しグライ化した。2作後は客土は作土と2層とに分層し、作土はグライ斑のある酸化層となり、幹線排水路に近いが、あるいは暗渠のある排水の良い場合は旧作土上部の黒色の硫化鉄による汚染は消失し、旧作土上部は斑紋に富む状態となった。4作後は排水良好の場合は旧作土まで斑紋が生じたが排水不良の場合は旧作土上部の硫化鉄で黒色に汚染した層はなお存在し、その下に斑紋は存在しない。客土より9年後の1973年の調査では、旧作土上部の硫化鉄で黒色に汚染した層は消失していたが、やはり作土直下からグライ層であり、1967年以降の変化は少ない。15~35cm、平均して25cmの客土により、地盤はそれだけ上り、地盤沈下対策としてはそれだけの効果はあったが、それと同時にグライ層の位置は上り、客土前と同様に作土直下からグライの強グライ土壌であり、土壌の酸化還元性の改善は十分ではなかった。

泥状の湖底土を客土後の乾燥酸化は次のように進行する。まず表面から乾燥し、垂直な亀裂ができ、亀裂の面から土壌内部の乾燥と酸化が進行し、まずこの面で鉄が酸化して斑紋が生ずる。したがってこの亀裂を破壊するような処理は土壌の乾燥酸化を妨げるものであり、本調査で実施した、いまだ泥状の間の深耕反転はかえって乾燥酸化を妨げた。泥土の乾燥酸化には亀裂の発達と亀裂の面からの乾燥を助ける処理、たとえば表面水の排水、亀裂の内部に貯った雨水を排水するための明渠等が効果があると思われる。

## II 土壌化学性の変化

客土直後の1964年5月に客土地83haのうちより25地

点を選んでpH、Clその他の分析を行った。その後経年変化をみるためそのうち8点の基準点(№2, 7, 9, 14, 15, 19, 21, 23)を選定し、同一地点で断面調査を継続して実施し、同時に採取した試料について化学分析を実施した。この番号は前述の断面の番号と共通である。

### 1 客土直後の土壌の理化学性

1964年5月の客土直後の土壌の理化学性を第1, 2, 3表に示す。

#### 水溶性塩素

25点の試料の分析値では水溶性塩素は風乾土当り最低0.04%最大0.26%、平均0.14%を含有していた。一般にはCl 0.1%以上では障害があり、0.3%以上では障害が甚だしいとされている<sup>13)</sup>。そのため客土後の第1作では移植前に用水で除塩することをすすめた。しかし一部では場所が均平されておらず、水がかりの不良な場所では初期に塩害が発生した。しかしその後の灌水処置によってやがてこれは解消した。

第1表 客土の塩素含量と反応

	Cl (%)	可酸化性 S (mg/g)	生土 pH	インキュベーション後 pH	Y <sub>1</sub>
最大	0.26	4.9	7.6	5.3	55.5
最小	0.04	0.0	6.3	2.7	3.8
平均*	0.14	0.6	6.8	4.0	23.1**
№8	0.26	4.9	7.6	2.7	—

\* 25点平均 \*\* 12点平均

#### 可酸化性イオウ

過酸化水素を用いる迅速分析法<sup>14)</sup>で可酸化性イオウを定量した。25点中1点はSとして土壌1g当り4.6mgを含有しており水稲作に対する障害が予想された。その他は0~0.8mgで水稲作に対して害はないとしても、裏作物には障害が予想された。そこで22点の試料につき畑状態水分で30°C, 30日間インキュベーションしpHを測定した。生土のpHは6.3~7.2で中性あるいは微酸性を呈すがインキュベーション後はいずれの試料も酸性になりpHは5.1以下になった。pH3.9以下のものが13点ありpH2.7のものが1点あった。Y<sub>1</sub>も最高55.5を示した。可酸化性イオウ4.9mg/g、インキュベーション後pH2.7を示した試料は、サンドポンプの吹き口にたまった泥土である。サンド

ポンプにより吹き出されてもほ場に広がらず、初年度はほ場に拡げる時間がなくてそのままにしておかれた。直径約3m、高さ約1.5mでいどに積みあげて、農家はこれを「やま」と呼んだ。粘土含量、塩素、イオウ、全窒素、乾土効果はともに高い。

著者の一人村上は先に同じ宍道湖の一部である長江干拓予定地の泥土を調査し、下層ほど塩素、有機物、可酸化性イオウの多いことから、下層の泥土が堆積した時代には海水の影響を強く受けており、したがって硫酸根も多く、可酸化性イオウの生成も多いことを推定した。これよりみて、このいわゆるやまも、今回の客土材料のなかでは、より下層のもので、海水の影響の強い時代に堆積したものであろう。

このやまを拡げた一部の地区と、やまの周辺の水稲に酸性障害がみられた。石灰の施用と水の掛け流して

ある程度は回復したが障害が出てからの対策では十分ではなかった。2年目にはこの山はいずれも拡げたのであらかじめ石灰を施用してその障害を防ぐことはできたが、石灰の施用が十分でない一部ではやはり障害をうけた。苗代で障害をうけた場所の1例ではpH3.9、石灰を施用すると緑色の沈澱を生じ、FeSO<sub>4</sub>の存在を示した。

#### 炭素、窒素

平均して全炭素1.31%、全窒素0.127%であり、土性Cl~LiCとしては多くない。ただ風乾土を灌水保温して生成するNH<sub>4</sub>-Nは100g当り14.0mgで多い。特にイオウを多く含む前記の試料8は21.1mgで最も多かった。

#### 水溶性、置換性塩基

水溶性塩基の中ではNaが特に多い。水溶性のCl

第2表 炭素、窒素、アンモニア化成量

地点	客土量 (cm)	土性	全炭素 (%)	全窒素 (%)	NH <sub>4</sub> -N (mg/100g)	
					乾土30°C	乾土40°C
2	25	LiC	1.24	0.123	14.6	17.3
7	16	LiC	—	0.125	15.8	17.3
9	18	LiC	1.33	0.132	16.5	17.4
14	30	LiC	—	0.111	15.8	16.3
15	28	CL	—	0.086	8.8	9.7
21	25	CL	—	0.105	13.7	—
23	28	LiC	1.36	0.120	13.8	16.0
8	—	LiC	—	0.166	21.1	—
平均*	24		1.31	0.127	14.0	15.7

\* 地点8は平均より除いた。

第3表 水溶性、置換性塩基

地点	pH	水溶性塩基 (me/100g)				CEC (me)	置換性塩基 (me/100g)				塩基飽和度 (%)
		Ca	Mg	K	Na		Ca	Mg	K	Na	
2	7.2	0.4	0.5	0.2	3.9	21.6	4.9	10.8	1.2	1.9	87
3	7.1	0.4	0.7	0.2	3.4	17.5	4.7	9.9	1.1	2.6	100
9	6.9	0.3	0.8	0.2	3.4	22.0	4.9	9.9	1.2	3.5	89
14	6.8	0.3	0.7	0.1	4.0	20.1	4.6	9.0	1.1	3.8	92
15	6.9	0.3	0.9	0.2	4.6	14.6	3.8	6.4	0.6	2.0	87
23	6.6	0.4	1.2	0.2	4.5	18.6	4.8	7.9	1.0	2.6	88
平均		0.4	0.8	0.2	4.0	19.1	4.6	8.9	1.0	2.7	91

が多いことよりみて NaClとして存在するであろう。このため一部に塩害を受けたことは前述した。置換性塩基は、第3表に示すようにMgが最も多く6点の試料の平均8.9meを示した。またKよりもNaが多い。これらのことはこの泥土が海水の影響を受けていることを示す。飽和度も高く、87~100、平均して91であった。置換容量は平均19.1meでこれも高い。土性がS~SLで肥料保持力の弱いもの土壌に比較して置換容量が高くかつ置換塩基の多い湖底土は客土材料として好適である。

土性  
7点の試料の機械分析成績を第4表に示した。2点がCL、5点がLiCであった。客土前の土壌はS~SL

第4表 機械分析成績 (%)

地点	粗砂	細砂	シルト	粘土	土性
2	5.2	34.9	33.4	26.5	LiC
7	1.1	12.4	41.6	44.9	LiC
8	8.3	11.7	39.3	40.7	LiC
15	5.5	31.7	39.7	23.0	CL
23	5.4	11.7	44.1	38.8	LiC
A 試験地	22.3	23.7	29.8	24.1	CL
B 試験地	2.3	16.3	44.9	36.5	LiC

であるのに対し客土した泥土は粘土含量は2倍ないし4倍である。

2 客土後の化学成分の変化

第5表 酸度、置換塩基含量の推移

試料	pH	Y <sub>1</sub>	CEC (me)	置換塩基 (me/100g)				塩基飽和度 (%)	
				Ca	Mg	K	Na		
客土	6.8	—	19	4.6	8.9	1.0	2.7	89	
1作後	1層	5.0	—	—	—	—	—	—	
	2層	6.1	—	—	—	—	—	—	
2作後	1層	4.5	31	19	3.5	5.8	0.8	0.7	57
	2層	5.7	3	20	4.4	9.3	1.0	1.4	83
4作後	1層	4.9	—	18	6.6	4.5	0.6	0.8	69
	2層	5.3	—	18	5.8	8.1	0.9	1.0	87
旧作土	5.2	—	10	3.3	3.2	0.3	0.5	72	

注) 客土は第3表の平均値、1層は8点平均、2層は6点平均、旧作土は2点平均。

pH 第5表に示すように、1作ごとに表層からpHが低下しているが、これは可酸化性イオウの酸化によることは前述のとおりである。2作後にpHは最低になり作土の平均値4.5、Y<sub>1</sub>31にもなった。この後作にビール表が試作されたが、その一部で激しい酸性障害を受け、分析の結果pH4.4、Y<sub>1</sub>32を示した。これはいわゆるやまを上げた部分であった。4作後にpHがやや上昇したのは酸性障害を受けたために石灰を施用したことによる。

換置塩基 泥土は置換塩基含量が高く、特にMgとNaが多く、その順位はMg>Ca>Na>Kだったが、土壌の酸性化と共にMgとNaの減少が顕著で、4作後には作土でCa<Mg<Na<Kとなった。2層ではNaは減少したがその他の塩基含量は変化は少なく、順位はMg>Ca>Na、Kであった。石灰は作土、2層

第6表 炭素、窒素、アンモニア化成量の推移

試料	C (%)	N (%)	NH <sub>4</sub> -N (mg/100g)			
			原土	湿土 30°C	乾土 40°C 30°C	
客土	1.31	0.127	—	—	14.0	
1作後	1層	1.13	0.111	1.3	—	1.8
	2層	1.11	0.103	1.6	—	1.4
2作後	1層	1.34	0.173	7.1	—	11.2
	2層	1.24	0.106	—	—	4.0
4作後	1層	1.16	0.090	—	—	4.3
	2層	1.45	0.127	—	1.0	2.7
旧作土	1層	1.19	0.099	—	0.5	1.0
	2層	1.14	0.099	—	0.8	1.9

注) 客土は第2表の平均値、1層は8点平均、2層は6点平均、旧作土は2点平均。

ともやや増加したが、これは石灰類の施用による。置換塩基は作土でやや減少したとはいえ、なお旧作土よりは多く、2層も含めて、塩基状態は客土前に比べて顕著に改善された。飽和度は作土で低下し、4年後には当初の89から69まで低下したがなお高く、2層は87であって当初との差は少ない。

炭素、窒素 全炭素、全窒素はもともと多くないが、1作後減少し、作土では2作後、4作後はやや増加の傾向をとり、2層は変化はない。作土における増加は主として稲株、根によると思われる。粘土含量が多いことから、それに見合う腐植含量になり、平衡に達するまでは増加するであろう。

風乾生成アンモニアは客土直後14.0mgだったものが、1作後は作土で5.1mg、2層で4.6mgと急減した。第1作の水稲が無肥料栽培にもかかわらず甚だしい窒素過剰になったのはこの差によるであろう。この差8.9mgの窒素は土壌の仮比重を1とすれば10アル、作土10cmでは8.9kg、客土平均20~25cmとして18~22kgになる。なお前述のNo.8試料はサンドポンプの吹き口にたまった泥土から採取したが、その後も堆積したまま水稲の作付をしておらず、1作後に再び採取して第6表に示した。この試料を直接1規定塩化カリ液で浸出すると土壌100g当り7.1mgのアンモニア態窒素が定量されたが、その他の水稲を作付した試料では平均値で作土1.3mg、2層1.6mgと少なかった。このこと、および水稲第1作では泥土は湿潤状態で作付され、乾土効果が発現するほど乾燥していないことから、客土当初の風乾生成量14.0mgと1作後の5.1mgの差のとう部分当初に存在した置換性アンモニアであると推定した。その後宍道干拓地でこのことを確かめた<sup>9)</sup>。すなわち水底泥土には多量の置換性アンモニアが含まれており、干拓あるいは客土直後の窒素の肥沃度が高い原因であり、しかもこの置換性アンモニアは利用率が極めて高いこと、および水稲作付により急速に減少することが特徴である。本試験では風乾生成量

は2作後には最低になり、その後は作土から上昇の傾向を示している。この増加は稲株、水稲の根によるものであり、全窒素の動きと対応している。当初に存在した置換性アンモニアを別として、この泥土の窒素潜在地力は低いというべきであろう。

またNo.8では全窒素、原土中アンモニアに比較して風乾生成量が少ないが、これは乾燥過程で強酸性化し、湛水インキュベーション後もグライ化が不十分で、そのためアンモニアの生成量も少なかったと推定される。

可給態珪酸 今泉・吉田<sup>2)</sup>のpH4酢酸緩衝液浸出法によると、第6表に示すように、4作後の土壌では、可給態珪酸は旧作土で土壌100g当り7.5mgであるのに対し、客土では作土15.8mg、2層23.9mgと顕著に多い。また今泉・吉田はこの値が13mg以上であれば珪酸施用の効果はないとしたが、後述の栽培試験でも珪カル施用の効果はなかった。

また4作後、既に作土は2層よりも可給態珪酸が少なくなっている。久保田によると児島湾干拓地では、干拓後7~10年では土壌pHは中性付近で、pH4酢酸緩衝液可溶の可給態珪酸に層別別の差は少ないが、50~100年経過するとpHは4.8と酸性化し、作土の可給態珪酸は顕著に減少している。これについて久保田は、土壌が酸性化すると、鉄、ばん土などが活性化し、易溶性珪酸と結合すること、および酸性反応下における珪酸自身の高分子への重合によることを推定した。本地区の客土は可酸化性イオウを含有しているので、2作後に既にpH4.5まで酸性化し、しかも可酸化性イオウの酸化と同時に、イオウと結合していた鉄が遊離して活性になる。本客土でpH4酢酸緩衝液可溶の珪酸が児島湾干拓地にくらべて、急速に減少するのは、この急速な土壌の酸性化もその原因の一つであろう。

有効態リン酸 第7表に示すように、トルオーグリン酸は旧作土に比べて含量が低い。ほ場試験でも無リン酸区は3作目には収量が低下しており、本客土は

第7表 4作後の有効リン酸、可給態珪酸、遊離鉄含量

試料	有効態P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)*	可給態SiO <sub>2</sub> (mg/100g)**	リン酸吸収係数	遊離Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
作土	7.5	15.8	1,066	1.33
2層	8.4	23.9	1,004	1.08
旧作土	10.1	7.5	488	0.87

\* トルオーグ法 \*\* pH4酢酸緩衝液可溶

リン酸の肥沃度は高くはないが、しかしリン酸吸収率は1,000程度で大きくはないので、水稻に対しては普通量のリン酸施肥で十分と思われる。

III 客土土壤の生産力

1 客土後の水稻収量の推移

客土後の第1作は、一部に塩害および酸性害があっ

第8表 客土試験地5年間の収量指数の推移

処 理	1 作 目		2 作 目		3 作 目		4 作 目		5 作 目	
	A 試験地	A 試験地	B 試験地	A 試験地	B 試験地	C 試験地	D 試験地			
無 肥 料	99	84	99	—	73	—	—			
無 窒 素	99	83	106	70	70	59	—			
無 リ ン 酸	—	—	94	—	96	—	—			
無 カ リ	—	—	104	—	100	—	—			
三 要 素	100	100	100	100	100	100	100			
無窒素区収量(kg/a)	36.8	52.4	66.5	39.3	36.2	39.6	—			
最 高 収 量 (%)	37.6	65.9	66.5	57.3	57.0	69.1	70.3			

第1作の窒素過剰は客土に含まれていた置換性アンモニアによることは前述のとおりである。第2作ではは場によって窒素の肥効のあるもの、無いものがあり、その差が大きかった。A試験地では無肥料、無窒素の収量指数84、83で窒素の肥効を示しているが、B試験地ではそれぞれ99、106で肥効がみられない。これは概して客土の量の多少による傾向があり、A試験地の客土量は24cm、B試験地のそれは35cmである。

著者のうち、村上、古山<sup>9)</sup>は先に置換性アンモニアを多量に含有する泥土で水稻を栽培すると、1作ごとに表層からアンモニアが吸収によって減少しこれが下層に及びことを宍道干拓地の例について報告している。これよりみて本客土地でも客土量が多い場合には2作目には客土下部にお置換性アンモニアが幾分残っており、あるいは旧作土の有効態窒素も利用されたと推定される。

カリの肥効はみられず、リン酸の肥効は明白ではなかった。

第3作目はA、B両試験地ともに無窒素区の収量は激減し、36.2~39.3kgになった。水稻2作によって泥土に存在した置換性アンモニアは吸収しつくされたものであろう。なおこの作ではA、B両試験地ともに窒素施肥量アール当り基肥0.4kg、分けつ肥0.2kgは不

だが、塩害は掛け流し等により解消し、酸性害の面積は少なかった。しかし全般には稲作中期から生育良好となり、更に後期には窒素過剰になり、無肥料栽培にもかかわらず客土地はほとんどが倒伏した。しかし第2作以降は1作毎に安定した生育を示し、収量も上った。第1作から第5作までのほ場試験の収量を第8表に示す。

足であり、穂肥0.2kg、実肥0.2kgを施用したが穂数、一穂粒数が不足して最高収量は57.3~57.0kgにとどまった。本作ではリン酸の肥効があり、一方カリの肥効はみられなかった。

第4作目の無窒素区収量は39.6kgで前作とほぼ同様であり、客土の窒素の肥沃度は低く、ほぼこの程度で安定した。しかし十分な施肥をした場合の収量は高く、最高69.1kgを示した。客土後の土壤化学性の急激な変化は終了し、4作目、5作目は一定の施肥量一本試験では窒素アール当り1.2kg一で、安定して高い収量をあげるようになった。4作目の玄米収量は聞き取り調査によると地区平均63.2kgで客土前に比し12.6%の増収になったとしている。

2 土壤安定後の水稻生育の特徴

4作目、5作目は土壤が安定し、一定の施肥量で高い収量がえられるようになったが、その生育、収量および養分吸収には特徴があるので、例として4作目のC試験地の成績を次に述べる。

1) 試験地土壤

客土量16cm、これが作土になっている。土性LiC、第2層よりグライ層となっている強グライ土壤壤土還元型、暗渠はなく、幹線排水路より遠いので、地区内では排水やや不良の部類に入る。

2) 試験の方法および内容

施肥設計を第9表に示す。1区20m<sup>2</sup>、2連制、稲わらと無窒素区のみ一連、品種はやえほを用い、5月22日移植、栽植密度は27×18cm、m<sup>2</sup>当り22.1株、稲わら

は移植1か月前施用。窒素、リン酸、カリは塩安、重焼リン、塩加を用い、硝安入複合区はリン硝安カリ(16-10-14、16の内NH<sub>4</sub>-N:6、NO<sub>3</sub>-N:10)で追肥した。

第9表 施肥設計 (kg/a)

試 験 区	堆 肥 (わら)	珪 カ ル	N				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
			基 肥	追肥1	追肥2	追肥3			追肥4
1 無 堆 肥	—	—	0.4	0.2	—	0.3	0.3	1.0	1.4
2 標 準	150	—	0.4	0.2	—	0.3	0.3	1.0	1.4
3 堆 肥 多	300	—	0.4	0.2	—	0.3	0.3	1.0	1.4
4 わ ら	(40)	—	0.4	0.2	—	0.3	0.3	1.0	1.4
5 珪 カ ル	150	20	0.4	0.2	—	0.3	0.3	1.0	1.4
6 硝安入複合	150	20	0.4	0.4	0.4*	0.4**	0.4***	2.0	2.8
7 窒 素 増	150	—	0.6	0.2	—	0.3	0.3	1.0	1.4
8 無 窒 素	150	—	—	—	—	—	—	1.0	1.4

注) 追肥1、3、4はそれぞれ6月5日、7月19日、7月25日。リン酸は6区を除き全量基肥。カリは6区を除き基肥0.6kg、追肥は窒素と同時に同量を施用した。\*6月15日、\*\*7月24日、\*\*\*8月2日。

3) 試験結果

生育収量調査、無機成分含有率、吸収量を第10、11、12表に示す。無窒素区収量は39.6kgと低い標準区は66.8kgと高く、その他の区も66~68kgでいど概して収量は高く、処理による差は少ない。

第11表より無窒素区と標準区について窒素の利用率を求めると66.7となり一般の土壤に比べて顕著に高い。また収量よりみると施肥窒素に対する応答が高い。このことがこの客土土壤における水稻生育の特徴である。

干拓初期の、土壤が強く還元的な場合には、有機物

の施用は還元障害を助長して堆肥の施用がマイナスになるか<sup>9)</sup>、本客土地でも第2作の堆肥施用はA試験地で収量指数99、同深耕区で93、B試験地で95と堆肥の障害を示した。しかし第3作では土壤の酸化が進んだこと、窒素の肥沃度が衰えてしかも施肥量が少なかったことより、A、B両試験とも堆肥区は収量指数は105とその効果を示した。第4作の本作では、無堆肥に対し堆肥150kgでは収量は変わらず、300kgではやや増収となった。本試験地は排水やや不良であり、また本年は施肥量も不足していないので、効果は明白ではなかった。しかし障害はなくなり、また客土の窒素の肥沃度

第10表 生育収量調査 (kg/a)

試 験 区	稈 長	穂 長	穂 数	全 重	わら重	もみ重	玄米重	百分比	千粒重
	(cm)	(cm)	(本)						(g)
1 無 堆 肥	92.8	23.4	22.7	187.5	99.0	82.3	66.7	99.8	23.7
2 標 準	90.2	23.6	21.8	184.9	97.2	82.2	66.8	100.0	23.8
3 堆 肥 多	91.0	23.6	22.1	182.3	93.2	83.5	67.8	101.6	23.9
4 稲 わ ら	94.0	22.6	24.0	189.8	99.6	83.3	67.4	100.9	23.7
5 珪 カ ル	91.5	24.0	22.3	177.9	90.1	81.4	66.0	98.8	23.9
6 硝 安	97.2	23.4	23.7	200.4	109.7	84.8	69.1	103.4	24.3
7 窒 素 増	94.3	23.8	24.5	184.8	95.9	82.3	67.0	100.4	23.6
8 無 窒 素	70.5	19.0	16.2	101.6	49.0	49.3	39.6	59.3	22.6

第11表 養分含有率 (%)

試験区	SiO <sub>2</sub>		N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	わら	もみ	わら	もみ	わら	もみ	わら	もみ
1 無処理	13.3	4.7	0.59	1.25	0.21	0.54	1.85	0.26
2 標準	14.0	4.7	0.56	1.22	0.19	0.54	1.79	0.24
3 堆肥多	14.2	4.9	0.57	1.23	0.20	0.51	1.91	0.25
4 稲わら	16.6	4.9	0.52	1.25	0.14	0.62	2.09	0.28
5 珪カル	15.0	5.1	0.56	1.21	0.18	0.55	1.89	0.25
6 硝安	13.4	5.0	0.61	1.31	0.21	0.56	2.13	0.26
7 窒素増	14.1	4.9	0.56	1.24	0.20	0.57	2.02	0.26
8 無窒素	15.3	5.0	0.48	1.03	0.18	0.54	1.41	0.22

第12表 養分吸収量 (kg/a)

試験区	SiO <sub>2</sub>			N			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			K <sub>2</sub> O		
	わら	もみ	計	わら	もみ	計	わら	もみ	計	わら	もみ	計
1 無堆肥	13.1	3.8	16.9	0.58	1.03	1.61	0.21	0.44	0.65	1.83	0.21	2.04
2 標準	13.6	3.8	17.4	0.55	1.00	1.55	0.18	0.44	0.62	1.74	0.20	1.94
3 堆肥多	13.2	4.1	17.3	0.53	1.03	1.56	0.19	0.43	0.62	1.78	0.21	1.99
4 わら	16.5	4.1	20.6	0.52	1.04	1.56	0.14	0.52	0.66	2.08	0.23	2.31
5 珪カル	13.5	4.1	17.6	0.50	0.98	1.48	0.16	0.45	0.61	1.71	0.20	1.91
6 硝安	14.6	4.2	18.8	0.68	1.11	1.79	0.23	0.48	0.71	2.35	0.23	2.58
7 窒素増	13.5	4.2	17.7	0.54	1.02	1.56	0.19	0.47	0.66	1.94	0.22	2.16
8 無窒素	7.5	2.5	10.0	0.24	0.51	0.75	0.09	0.27	0.36	0.69	0.11	0.80

は顕著に低いことより、今後は堆肥の施用が必要である。なお稲わらは初期生育は抑制されたが生育中期から回復し、堆肥と同等の収量をあげ、堆肥と同様に使用できることがわかった。

珪カルの効果はなかった。珪カル、稲わら、堆肥の施用によりわらの珪酸含有率は高まっているが、それは収量には影響していない。わら中珪酸が11%以下では珪酸施用の効果は顕著であり、13%以上では効果はない<sup>2)</sup>といわれているが、本試験の無処理区は13.3%であり効果のない範囲に入る。第6表に示すように客土には可給態珪酸が多いことから当然である。これもまた客土土壌における水稻生育の特徴である。

### 3 湖底土の生産力

#### 1) 窒素施肥に対する応答

上述のように客土後は水稻の収量が顕著に増加したが、その特徴の一つは窒素の利用率が高く、窒素施肥に対する応答が高いことである。

1958年～'60年に農業技術研究所と18県が共同で実

施した水田の土壌型別地力構成要素の解析に関する研究<sup>10)</sup>および水田の生産力要因の解析に関する栄養生理学的研究<sup>12)</sup>において、柳沢・高橋<sup>12)</sup>は18県の試験地の生産力を無窒素区の収量と施肥区の収量の組み合わせで分類し、地力(無窒素区の収量)は高いが施肥の応答は低いもの、地力は低いが応答は高いもの、地力、応答ともに高いもの、共に低いもの等さまざまあるとした。本試験は島根農試も担当し、その試験地は本客土地に隣接する三分市部落であり、土壌型も客土前の土壌と同じく強グライ土壌砂土還元型であり、客土前の土壌と類似の水稻生育相を示すものと思われたので、この試験地(三分市試験地とする)と客土試験地(前項の第4作C試験地)の成績を比較して第13表に示した。

柳沢・高橋によると三分市試験地は地力は高いが施肥の応答は低い部類に入る。比較のためにこの試験で施肥の応答が最も高い石川農試のものも表に示した。

試験年次が異なり、栽培法が異なるので、絶対値を

第13表 客土試験地の窒素施肥に対する応答の特徴

	石川	三分市試験地	客土試験地
無N区収量 kg/a	28.0	46.1	39.6
標準区収量 kg/a	53.3	53.3	66.8
	(N:0.75kg)	(N:0.75kg)	(N:1.2kg)
多肥区収量 kg/a	61.8	52.8	—
	(N:1.24kg)*	(N:1.13kg)	—
無N区収量指数(対標準)	52	86	59
N施肥による増収(%) kg/a	25.3	7.2	27.2
N 0.1kg当り増収(%) kg	3.37	0.96	2.26
Nの利用率(%)	54.0	—	66.7

\*他に水酸化苦土、硫酸マンガン、平畑滓、堆肥施用、深耕。

比較することはできないが、窒素施肥に対する応答に関する傾向は比較することは可能である。三分市と客土試験地を比較すると無窒素区収量は前者が高く後者が低い、施肥区収量は逆転した。無窒素区の収量指数は三分市が86、客土試験地が59と明らかに後者が低い。施肥の適量と思われる三分市0.75kg、客土試験地1.2kgで比較すると、窒素0.1kg当りの増収量は前者が0.96kgに対し後者は2.26kgとはるかに高い。石川の成績では、この値が3.36kgと極めて高く、客土試験地はこれに近い水稻の生育をしている。

原田ら<sup>10)</sup>は窒素施肥に対する応答の高い条件は土壌の保肥性、透水性の関係において窒素の溶脱損失が少なく、かつ水稻の根系障害の起らない場合としている。保肥性は主として粘土の質と量によって支配されるが、第5表に示すように置換容量は客土前の10meから客土後は18meに増大しており、また第13表より客土試験地の窒素の利用率が66.7と高いことは、客土によって保肥性が顕著に改善されたことを裏書きしている。窒素の応答の高い条件はこの他に、窒素以外の成分、たとえば塩基類、珪酸等の供給力が高く、水稻は窒素の吸収と同時に他の成分も不足することなく吸収できることであろう。客土には前述のように苦土、カリ、珪酸が多いのでこれらの点も応答の高い条件に合っているとと思われる。

水稻の根系障害に影響する酸化還元性については、客土によってやや改善されたが、なお不十分である。客土前の土壌は作土直下より斑紋のないグライ層となっている強グライ土壌であり、遊離鉄含量は低い。客土後は遊離鉄含量は高くなり、また排水良好のほ場では、下層に斑紋が生じたとはいえ、やはり作土直下よ

りグライ層の強グライ土壌である。今後暗渠等により排水をはかる必要がある。

#### 2) 珪酸について

珪酸供給力の高いことは水田土壌生産力の重要な要因であり、一方水底泥土は一般に珪酸供給力が高く、本客土も同様である。

久保田<sup>4)</sup>は児島湾干拓地における調査、試験によって、干拓地の珪酸供給力は顕著に高いが年次の経過と共に減少する。一方玄米収量はある時期を頂点として以後経年的に漸減し、これはある年次(145年程度)までは土壌の珪酸供給力の減少により、更に古くなると珪酸と共に他の養分の減少も収量低下の要因になるとした。つまり水底泥土の水稻生産力の高い要因の一つはその珪酸供給力の高いことにあるとした。

本客土地で実施したほ場試験より堆肥、珪カルが水稻の珪酸吸収と収量に与える効果を第14表に示した。堆肥、珪カル施用によるわら中珪酸含有率の増加は明らかでなく、ただ4作目は珪酸含有率がやや増加する傾向は見られながらも、いずれの年も収量に対する効果は全く見られない。また含有率は概して高く、前述の三分市試験地の無窒素区は11.3%と低いことよりみて、客土によって珪酸供給力は顕著に増加したとみられる。

しかし第7表に示すようにpH 4酢酸緩衝液可溶の珪酸は作土では急速に減少する傾向を示している。川口ら<sup>3)</sup>は1/2規定塩酸可溶の珪酸、アルミナ、鉄の相対比によって有効珪酸の量を解釈すべきであるとしており、また酢酸緩衝液浸出を湛水土壌について実施する方法等もあり、本土壌の珪酸供給力の推移については更に検討すべき問題である。

第14表 客土地における珪酸の効果

処 理	SiO <sub>2</sub> 含有率		SiO <sub>2</sub> 吸収量 (kg/a)	玄 米 収 量 (kg/a)
	わ ら	も み		
3 作 目 (A 試験地)	無 処 理	14.5	13.7	53.6
	堆 肥	13.9	13.1	54.6
	珪 カ ル	13.9	13.3	52.8
4 作 目 (C 試験地)	無 処 理	13.3	16.9	66.7
	堆 肥	14.0	17.4	66.8
	珪 カ ル	15.0	17.6	66.0
5 作 目 (D 試験地)	無 処 理	13.2	12.0	68.7
	堆 肥	12.8	11.5	67.2
	わ ら	14.1	11.9	67.4
三分市無窒素 <sup>12)</sup>		11.3	—	—

## 3) 客土材料としての宍道湖底土

地盤沈下対策として水底泥土の客土は各地で行なわれており、また水稻生産力向上のために水底泥土を客土する場合もある。前述のようにこの客土の効果は主として保肥力の増大と、珪酸その他の塩基供給力の増加とに起因する。この点より見れば客土材料の優劣は粘土鉱物の種類とその量に支配されることになる。九州では有明海および不知火海沿岸では水稻生産力増強のため浅海性堆積物(ガタ土)の客土が行なわれており、これに関する調査、試験が多い。鬼靴<sup>11)</sup>によると有明海のガタ土は、粘土鉱物としてモンモリロナイトを主体とし、塩基置換容量が高く、塩基含量も多い。このガタ土の場合には基準収量の高い水田に対しても効果があり、アール当り2トンの客土で対照田の収量65.2 kgに対し客土田70.1 kgの収量をあげている。

宍道湖底土の粘土鉱物は藤井・安田<sup>1)</sup>によるとカオリン鉱物を主体とし、モンモリロナイトは少なく、粘土鉱物は有明海のものに比べて良質とはいえない。しかし埴質であり、湖岸西部の水田は砂質、埴質で保肥力、珪酸、塩基供給力ともに甚だしく劣るので、客土の効果は大きいといえる。また本客土は生産力の増強と共に地盤沈下対策、区画拡大も兼ねているので客土量が多く、全く異質の作土あるいは耕土を造成したことになり、その効果は多大である。しかしながら客土前の土壌と湖底土を比較するならば、客土量が多いほどその効果が大きいのは当然であるが一般の客土と同様に2トン程度でもそれだけの効果はあると思われる。

なお湖底泥土は窒素潜在地力が劣るので粗大有機物の施用が必要であり、また客土により土壌の理化学性が改善され水稻収量が向上した後は根系障害が問題となるので暗渠等による排水改良あるいは水管理に対する注意が必要となる。

## IV 摘 要

1963年に島根県簸川郡斐川町沖州地区において、地盤沈下対策、地力増強、区画拡大を目的として、83haの水田に厚さ15~35cmの宍道湖底土の客土が行なわれ、その後5年間にわたり、土壌断面、理化学性、水稻生育の推移について調査、試験を実施した。結果は次のとおりに要約される。

1. 客土前の土壌は作土直下からグライ層の強グライ土壌砂土および壤土還元型であった。客土後4作目の調査では旧作土はグライ化し、客土前と同様に作土直下からグライ層となり、暗渠のある水田および幹線排水路に近い水田は下層に斑紋を生じ、暗渠のない水田、幹線排水路より遠い水田では下層に斑紋はなくより還元的であった。その後1973年の調査でもほとんど変化がなく、地盤沈下対策としては効果はあったが、土壌の酸化還元性の改善にはそれほど効果はなかった。
2. 客土直後の泥土の乾燥と酸化は、まず表面から亀裂が生じ、亀裂の面から土壌内部の乾燥と酸化が進行する。内部が十分乾燥しない間に深耕すると亀裂を破壊して乾燥、酸化を妨げることになる。
3. 客土の一部には塩分、可酸化性イオウを含有する

ものがあり、1作目には塩害、1作目、2作目には酸性害が起った。

4. 宍道湖底土は客土前の土壌に比較し塩基置換容量が大きく、置換性塩基、可給態珪酸および遊離酸化鉄含量が高く、水田土壌としての肥沃度は顕著に秀れている。
5. 湖底土は多量の置換性アンモニアを含有しており、これが1作目の水稻の窒素過剰の原因となった。これは水稻1~2作で吸収しつくされて3作目以降の無窒素区の収量は激減し36~39kgとなった。しかし十分な施肥をした場合の収量は高く、ほ場試験では4作目、5作目は66kg程度、多い場合は70kgの収量を得た。この場合の特徴は窒素の利用率が高く、窒素施肥に対する応答が大きいことである。
6. 宍道湖底土の客土は、宍道湖西岸の砂質および埴質の水田の地力増強対策としては秀れた方法である。しかし有機物含量は低いので、堆肥、わら等の粗大有機物の施用と、暗渠等による排水改良および水管理に対する注意が必要である。

## 引用文献

- 1) 藤井紀之・安田俊一(1969)：中海宍道湖の堆積についての総合研究、粘土鉱物のAquatolysisと底質コアにみられる粘土鉱物分布。地質調査所月報 20; 222.
- 2) 今泉吉郎・吉田昌一(1958)：水田土壌の珪酸供給力に関する研究。農技研報 B 8; 261-304.
- 3) 川口桂三郎・小島懋・松尾嘉郎(1958)：水田土壌中の有効態珪酸に関する研究(第1報), N/5
- 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(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.
- 6) 村上英行(1967)：中海、宍道湖地域における酸性硫酸塩土壌の分布とその特性、酸性硫酸塩土壌の特性と改良法(第1報)。土肥誌 38; 112-116.
- 7) 村上英行(1968)：可酸化性イオウの酸化に伴う土壌無機成分の変化、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・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.
- 9) 村上英行・古山光夫・花山英夫・田村明長(1971)：水底泥土の有効態窒素。中国農研 42; 11-12.
- 10) 日本農業研究所(1961)：水田の土壌型別地力構成要素の解析に関する研究 1-352.
- 11) 鬼靴豊(1970)：浅海性堆積物(ガタ土)の客土とその意義。近代農業における土壌肥料の研究 61-66.
- 12) 柳沢宗男・高橋治助(1964)：水田の生産力要因の解析に関する栄養生理学的研究。農技研報 B 14; 41-171.
- 13) 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 1-183.

塩酸可溶珪素、アルミニウム、鉄の相対量と珪酸石灰の肥効との関係。土肥誌 28; 493-496.

### Summary

In 1963, paddy field was coated with bottom mud of Lake Shinji over 83ha, with depth 15~35cm, at Hikawa-cho, Shimane, and the transition of soil profile, chemical nature and rice growth had been studied for five years. The following results were obtained.

- 1) Soils before coating with mud had been Strong gley soil, having the gley horizon without mottles just below the surface layer. But, by coating with mud, the former plow layer was reduced, and the soils, in nine years since coating, were nearly same Sntrog gley soil as before except some profiles had mottles in subsurface layer.
- 2) With drying the surface of the mud, cracks developed perpendicularly, and followed the drying and oxidation of inner soil at the surface of the cracks. Therefore deep plowing before enough drying prevented the drying and oxidation of the mud, because it breakèd the crackes.
- 3) Some of the mud contained salt and oxidizable sulfur, so the rice growth was impeded by salt injury at 1st planting or by acid injury at 1st and 2nd planting.
- 4) Mud of Lake Shinji with high base exchange capacity, high contents of exchangeable bases, available silicate and free iron oxide are very fertile for paddy field.
- 5) High contents of exchangeable ammonium in the muds produced nitrogen excess at 1st planting, but this ammonium disappeared after one or two planting, and potential nitrogen fertility became very low. However the response of nitrogen fertilization to rice yield was very great, and brown rice yield showed 3.6~3.9 tons per ha. without nitrogen and 6.6~7.0 tons with nitrogen.
- 6) Coating the sandy or loamy paddy field at west side of Lake Shinji with the mud is very effective means for the improvement of their productivity, and as the mud contain a litte organic matter, application of farmyard manure and other rough organic matter is essential. And then, improvement of drainage by mole drain and soil water control might be important.