

茨城県農業試験場研究報告

第 1 2 号

BULLETIN
OF THE
IBARAKI AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION

No. 1 2

— 1 9 7 2 —

茨 城 県 農 業 試 験 場

水戸市・上国井町

IBARAKI AGRICULTURAL EXPERIMENT STATION
KAMIKUNII-CHO, MITO, JAPAN

正 誤 表

頁	行	誤	正
1	上から 2	浅野 信幸	浅野 伸幸
5	第3図 収量順位 15行	ワカサギ	ワカクサ
11	第4表 下から 3	多肥 0.7Kg/a	多播 0.7Kg/a
17	第12表 波崎の穂数幼穂形成期の項	390	390*
20	第14表 題名	施肥料	施肥量
22	第17表 題名	種肥の	穂肥の
23	第18表	実施の	実肥の
24	第20表 7月7日草丈5葉期多施の項	54.8**	54.8*
29	右下から 16	6.5Kg/100g	6.5mg/100g
65	第6表	N	$\frac{N}{\%}$
76	左上から 7	350~360m	350~520m
96	第11表	3/3 10.15 10.15 3株 3株	3/3 10.15 3株
103	右上から 19	早植栽培の約 $\frac{1}{3}$ 位	早植栽培は早期栽培の約 $\frac{1}{3}$ 位
116	右上から 2	早期栽培	早植栽培
123	右上から 2	高い防除効	高い防除
123	右上から 3	連続して防	連続して
裏表紙	下から 1	Tgo Tōakano	Tōgo Takano

茨城県農業試験場研究報告 第12号 目次

1. 畑水稻の栽培法に関する研究 酒井 一・石原正敏・伏谷勇次郎・浅野伸幸 (1)
2. 土壤養分状態の改善が水稻の生育，収量におよぼす影響
..... 石川 実・小山田勉・石川昌男(37)
3. 圃場整備水田における地力差解消に関する研究
..... 小林 登・平山 力・石川昌男(55)
4. 山地土壤の草地適性分級 石川昌男・石川 実(75)
5. 茨城県におけるイネ黄萎病の発生生態と防除
..... 小森 昇・高野十吾・岩本静之・君崎喜之助(85)

畑水稻の栽培法に関する研究

酒井 一・石原正敏・伏谷勇次郎・浅野信幸^{*}

畑水稻栽培において積極的に増収をはかり安定化をねらうためには、品種の選定とその特性の把握ならびに窒素の施肥法を確立することが必須の条件である。そこで、これらについて1966年から1970年にわたり場内ほ場および現地ほ場で検討した。

その結果、品種では岡岡3号、ミョウジョウ、トドロキワセなどが強稈で耐いもち病性、多収性の品種として認められた。またこれらの品種はその生育特性から、ミョウジョウ型、フジミノリ型、オカミノリ型に類別された。なお畑においては、生育量の大きいオカミノリ型が有利であり、さらに耐倒伏性と高い登熟力を兼備した品種の育成が必要であることがわかった。

栽植様式は狭畦の30 cmが穂数を確保し易く、高収量が期待できる。この場合の播種量は 0.6 Kg/a が適当と推定された。

また、窒素の施肥量は、基肥 0.8 Kg/a 、5～6葉期 0.6 Kg/a 、幼穂形成期 $0.4 \sim 0.6 \text{ Kg/a}$ 、出穂期 0.2 Kg/a が適量と考えられ、5～6葉期に窒素ならびにリン酸の体内濃度を高め、早期に優勢分げつを確保できれば高収量を得ることができる。

なお深耕の効果は、土壌中の有効態リン酸 6.5 mg/100g 以上の土壌で顕著にあらわれ、根の下層の分布割合が高まり、養分吸収量が増加することが明らかになった。

目 次

I 緒 論

I 緒 論	1	茨城県における畑地かんがい面積は、1953年頃から
II 品種に関する試験	2	漸増し1965年には5,400 haに達したが、この間おもな
1 品種および系統の畑かん栽培適応性		対象作物として陸稲を栽培してきた。
検定試験	2	しかし、陸稲は畑地かんがいのように適水分で栽培す
2 品種の播種量および窒素施肥量に対		る場合、窒素の増施とあいまって伸びすぎ、倒伏しやす
する反応について	8	くなる。そのため収量に限界があり、積極的な増収を目
III 畑水稻の施肥法に関する試験	15	的とする畑地かんがいは、必ずしも適応しない面がある。
1 窒素ならびにリン酸が畑水稻の生育		さらに品質・食味においても難点が多い。これに反し、
収量におよぼす影響	15	水稻は密植適応性、耐倒伏性、ならびに耐肥性が強く品
2 窒素の施肥量に関する試験	19	質・食味もすぐれているなどの利点から、陸稲にかわっ
3 播種量が異なる場合の窒素の施肥法		て水稻の畑栽培が行なわれるようになった。
に関する試験	23	畑地かんがい面積が急激に増加した1965年ごろは、
4 深耕の効果ならびに基肥窒素の施肥		当時の水稻多収穫栽培の気運もあって水稻の畑栽培はい
量に関する試験	25	ちじるしく普及した。しかし、品種や栽培法については
5 畑水稻の特性について	29	十分検討されていなかったため、収量では陸稲におとる
IV 論 義	32	例もしばしばみうけられた。そのため畑地かんがいによ
V 摘 要	35	る水稻の栽培法の確立が強く要請されるにいたった。

* 現在茨城県農業大学校

このような背景から、筆者らは1966年以降、畑地かんがいによる水稲(以下畑水稲という)の栽培法を確立するため、品種の選定とその特性の解明、ならびに施肥法について研究を進めてきた。なお検討を要する点もあるが、一応の成果を得たので報告する。

本研究は茨城県農試化学部、育種部、および作物部の3部共同で実施し、品種に関する試験は石原が、また施肥法に関する試験は酒井、伏谷、浅野がそれぞれ分担した。

II 品種に関する試験

水田と栽培環境がいちじるしく異なる畑地かんがい栽培(以下畑かん栽培と略称する)では、水田作水稲として優良な品種がそのまま畑水稲として適応するとは限らず、むしろそのような例はきわめて少ない。

そこで畑水稲としてとくに要求される特性を明らかにし、適品種の選定を行ない、また筆者らは畑水稲育成にたずさわる関係から母本の探索をも兼ねて、1967~1969年の3カ年にわたり品種および系統の畑かん栽培適応性について窒素施肥量および播種量を変えて検討を加えた。

1 品種および系統の畑かん栽培適応性検定試験

1967年に従来の試験結果から比較的畑かん適応性が高いと考えられる水稲4、陸稲1および水陸稲交雑によ

り畑水稲として育成されつつある11系統、計16品種系統の畑かん適応性について窒素施肥量を変えて検討した。また1968年に水稲系統適応性検定試験供試系統中から、熟期¹⁾⁹⁾およびいもち耐病性¹⁾²⁾³⁾⁸⁾¹⁶⁾などに重点をおき16品種系統を選出し、陸稲3品種を加え計19品種系統(以下品種と略称する)について同様の検定を行なった。

1) 試験方法

兩年とも4月17日播種、畦幅30cm、播種量0.6kg/aの条播、施肥量は下記に示すように窒素施肥量で1967年は3水準、1968年は2水準とした。

試験規模は1967年は1区4.5㎡3連制、1968年は1区2.7㎡2連制。かん水は4日間断40mmのスプリンクラーかん水、ただし降雨があった時は差し引いてかん水、7月下旬~9月中旬まで、兩年とも8回かん水。病害虫防除は兩年とも、穂いもち2回、紋枯病1回、ニカメイチュウ2回をそれぞれ所定の防除方法で実施した。

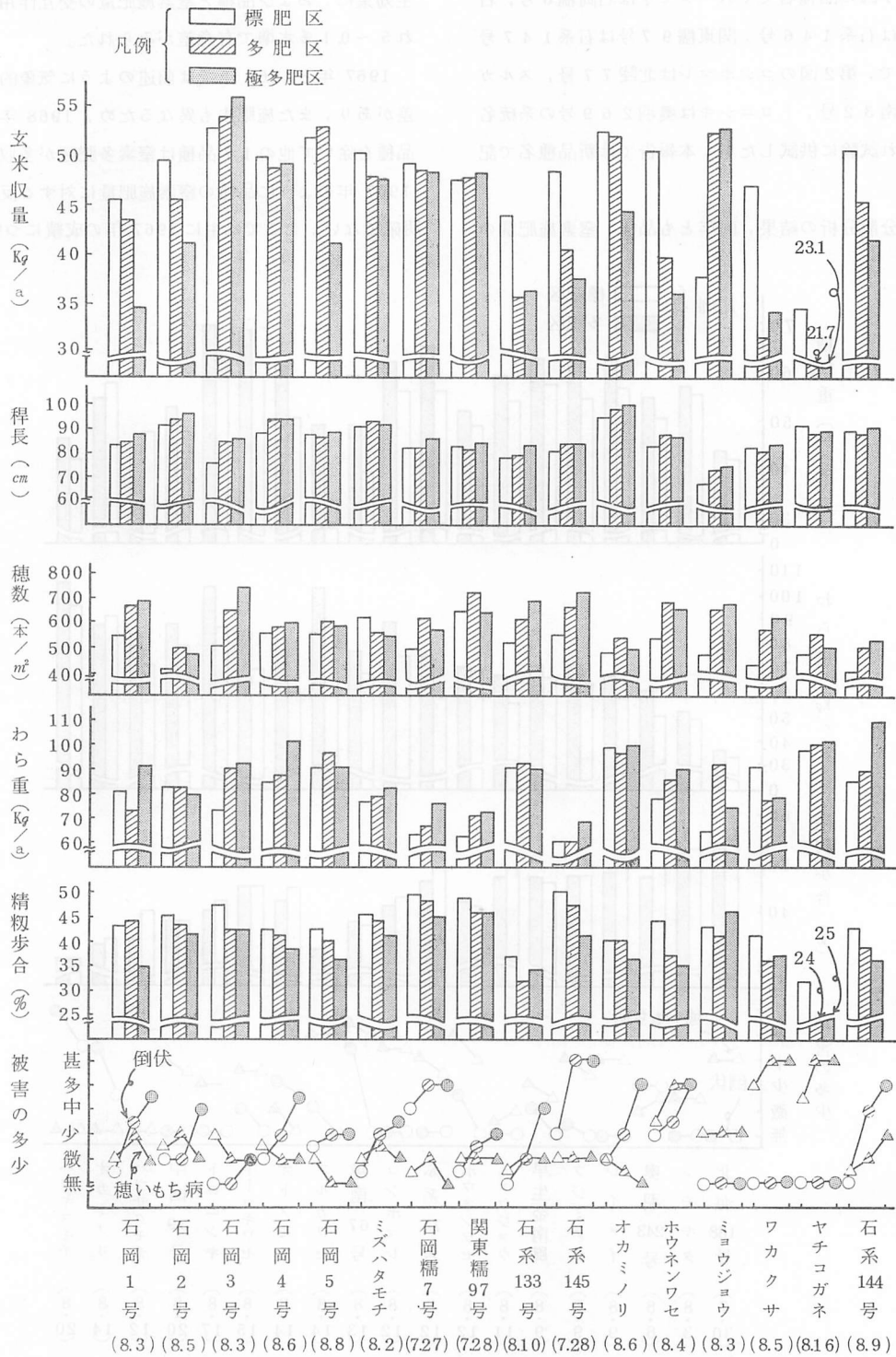
なお、品種に関する試験はすべて場内ほ場で実施した。

2) 試験結果および考察

1967年は平年より気温高く日照時数も多く、生育は旺盛でかつ早まり、出穂期は平年より平均10日前後促進された。それに反して1968年は気温は平年より低目に経過し、生殖生長時の日照時数少なく、一般に低収となった。兩年の生育概況と収量および被害の多少は第1図および第2図に示すとおりである。

a 当たり施肥量 (kg)		上段は1967年, 下段は1968年		
区名	成分名	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
		(基肥 + 5葉期追肥 + 幼穂形成期追肥)	(基肥)	(基肥 + 出穂期追肥)
標肥区		0.4 + 0.6 + 0.4	1.5	1.0 + 0.2
		0.6 + 0.4 + 0.4	1.5	1.0 + 0.2
多肥区		0.5 + 0.8 + 0.5	1.5	1.0 + 0.2
		0.6 + 0.6 + 0.6	1.5	1.0 + 0.2
極多肥区		0.6 + 1.0 + 0.6	1.5	1.0 + 0.2

畑水稲の栽培法に関する研究



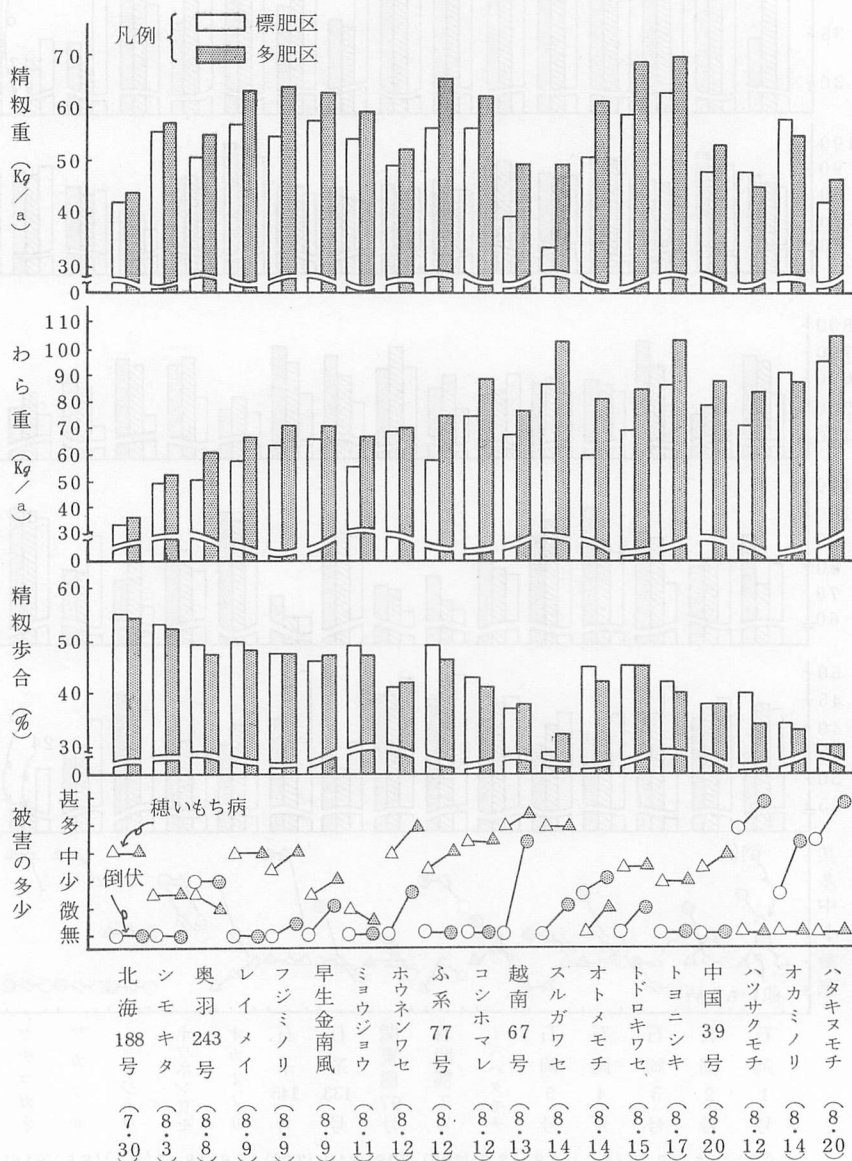
第1図 品種および系統の窒素施肥量に対する反応 (1967年)

なお第1図の品種名でミズハタモチは石岡糯6号, 石岡糯7号は石系146号, 関東糯97号は石系147号の系統名で, 第2図のコシホマレは北陸77号, スルガワセは西南32号, トヨニシキは奥羽269号の系統名でそれぞれ試験に供試したが, 本報告では新品種名で記述する。

収量の分散分析の結果, 両年も品種, 窒素施肥量の

主効果に, および品種と窒素施肥量の交互作用にそれぞれ5~0.1%水準で有意差がみられた。

1967年と1968年では前述のように気象的に大きな差があり, また施肥法も異なるため, 1968年は陸稲2品種を除いて他の17品種は窒素多肥区が多収となり, 1967年のように品種の窒素施肥量に対する反応の差が明確でない。ここでは主に1967年の成績について記述



注) ()内は各々の平均出穂月日をしめす

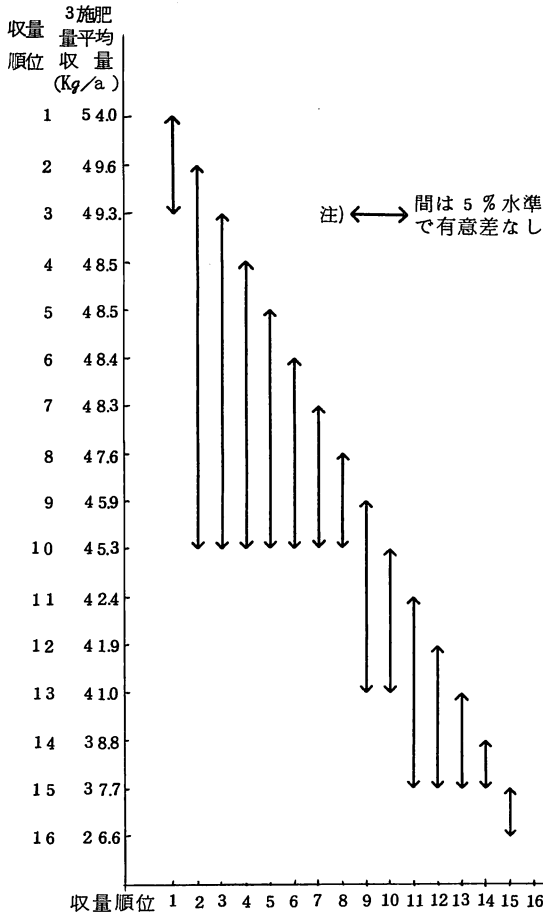
第2図 水・陸稲畑灌適応性検定試験結果 (1968年)

畑水稲の栽培法に関する研究

し1968年の結果については論義の項でとりまとめる。

1967年の窒素施肥量3水準の平均玄米収量の有意差は第3図に示すとおりであるが、第1図に示すように窒

著に増収に結びつく傾向を示すものもあるが、単独形質の増減と収量の結びつきが明らかでない品種が多く、それらの品種は倒伏やいもち病の多発がみられ、各形質を増大させる増肥は過剰施肥となっている。



石岡3号、石岡4号、石岡5号、石岡1号、石岡2号、石系144号、石系145号、石系133号、石系13号、石系1号、石系2号、石系3号、石系4号、石系5号、石系6号、石系7号、石系8号、石系9号、石系10号、石系11号、石系12号、石系13号、石系14号、石系15号、石系16号

第3図 収量の品種間差 (1967年) (Duncanの範囲検定法による)

素施肥量の増加にともなう玄米収量の動きに大きな差があり、窒素増肥が増収に結びつく品種、あるいは減収する品種があり、またその程度に差がみられ、平均収量の高い品種が必ずしも窒素増肥で多収を示すとは限らない。

次に品種別に収量と諸形質との相関関係をもとめ第1表とした。品種によってはある形質を増大させることが顕

第1表 品種別の形質と玄米収量の相関々係 (n=9, 1967年)

品種名	形質	稈長	穂長	穂数	わら重
石岡3号	0.541	-0.700*	0.513	0.714*	
ミヨウジョウ	0.766*	-0.418	0.899*	0.636°	
関東糯97号	0.409	0.200	0.096	0.833*	
石岡4号	0.121	0.343	-0.500	0.380	
石岡糯7号	-0.378	-0.371	-0.050	0.385	
ミズハタモチ	0.474	0.024	-0.093	-0.095	
オカミノリ	-0.352	0.126	0.286	0.681*	
石岡5号	-0.175	0.341	0.203	0.559	
石系144号	-0.496	0.312	-0.567	-0.045	
石岡2号	-0.213	0.396	-0.429	0.101	
石系145号	-0.586	-0.355	-0.840*	-0.464	
石岡1号	-0.197	0.788*	-0.403	-0.158	
ハウネンワセ	0.028	-0.053	-0.038	-0.478	
石系133号	0.655°	0.397	-0.620°	0.277	
ワカクサ	0.294	0.918*	-0.798*	0.818*	
ヤチコガネ	0.595°	0.441	-0.175	-0.276	

注) *印: 5%水準, °印: 10%水準で各々有意であることを示す。

第1図、第3図および第1表から供試品種の耐肥性を推定すると第2表に示すように類別でき、各群の共通特性は下記のとおりである。

i群: 短稈で耐倒伏性に優れる。草型は穂数型に近く、生育量は比較的小さい。いもち病耐病性は葉、穂ともかなり強く、通常の栽培では多発のおそれは少ない。なおミヨウジョウは3施肥水準の平均収量では多収のグループに該当しないが、生育量確保の困難な標肥区を除き、増肥区では高い収量水準を得た。これらのことから生育量確保の容易な肥沃地や多肥条件では当然i群に類別されると考えられるのでi群とした。また関東糯97号は

第2表 品種の耐肥性と収量性 (1967年)

耐肥性	収量性		
	多収 (48kg/a以上)	中収 (48~40kg/a)	少収 (40kg/a以下)
大	i 石岡3号 ミョウジョウ 関東糯97号		
中	ii 石岡4号 石岡糯7号 ミズハタモチ		
小	iii オカミノリ	石系144号 石岡2号	石系133号 ワカクサ
		iv 石系145号	v 石岡1号 ヤチコガネ ホウネンワセ
			石岡5号

注1 耐肥性大：窒素増施が増収に結びつく傾向を示すもの。

中：窒素増施は減収の傾向を示すが動きの小さいもの

小：窒素増施は減収の傾向を示し、動きの大きいもの

注2 収量水準は窒素施肥量3水準の平均値である。

増肥により増収の傾向を示すが、増収割合が小さく、極多肥区でも50kg/aの収量水準に達することはなく、石岡3号およびミョウジョウより収量性はやや低い品種と考えられる。また葉の枯れ上がりが早く、登熟不良になるおそれもあり、高橋ら¹³⁾のいう耐肥性の小さい品種は一般に生育後期の葉の枯れ上がりが早いということを考えあわせるとii群に類別することも考えられる。

以上の品種は玄米収量とわら重との相関係が高く、わら重(生育量)が増せば収量も増す関係にあり、短稈強稈品種であるから、稈を伸ばし、穂数を多くすることが多収を得る条件である。逆に生育量確保の困難なやせ地や少肥条件のもとでは低収となりやすいことを示しており、これらの品種はその特性から肥沃地や多肥栽培用品種であるといえる。

ii群：草型は中間型～やや穂重型で、葉、穂いもち耐病性はi群と同様に強い。耐倒伏性にやや難点があり、増肥にともない倒伏が多発し、また粒着がやや密で、不稔や登熟不良がみられ、増肥が増収に結びつかなかった。

なお、草状的には石岡糯7号はi群型で、石岡4号およびミズハタモチは後述のiii群型である。

玄米収量と諸形質の間に単独形質としては有意な相関々係は認められなかった。

iii群：多肥の施肥水準までは収量も増加し、その収量水準も50kg/a以上と高く、i群と同等かそれ以上の多収性を示すが、極多肥区では生育量の増大に稈の強度や耐病性がともなわず、倒伏および紋枯病が早期に多発し、著しく減収した。これら品種は稈の伸びが良く、生育量が大きい登熟の良い品種であるので、倒伏のおそれの少ないやせ地や少肥栽培ではi、ii群の品種より容易に安定多収を得ることができよう。

収量と形質の間には、わら重の増大が多収に結びつく傾向がみられるが、極多肥区では前述のように比較的早期に倒伏や紋枯病が多発し、わら重の低下をまねき減収しており、i群の品種とは異なり単なるわら重(生育量)の増大による増収は“頭打ち現象”がみられる。

iv群：標肥区が最多収であり、i、ii、iii群のものとは大差ない収量性を示すものもあるが、増肥にともない収量低下が著しく、平均収量は劣った。その原因は耐倒伏性に劣ることで、さらにホウネンワセはいもち耐病性に難点があり、穂いもちの多発による被害が大きい。

収量と諸形質間の相関々係をみると、長稈化、穂数増および生育量増は減収につながり、長穂化は増収につながる傾向がある。すなわち繁茂量が大きいと倒伏や穂いもちの多発により著しい減収を示すもので、本試験の窒素施肥水準はこれら品種にとって高すぎ、耐倒伏性と耐病性からみて過繁茂状態の生育相にあったと考えられる。したがって適窒素水準は標肥区よりさらに低いところであると推定されるが、石系145号、石岡1号、ホウネンワセなど生育量が比較的少ない品種は、少肥段階では生育量が過少となり多収は期待できない。一方、やや長稈穂重型に近い、生育量の大きい石岡2号と石系144号は少肥およびやせ地での適応性は大きいと考えられ、iii群の品種に類似した特性をもつ品種である。

v群：水稻2品種は穂いもち耐病性がiv群のホウネンワセよりさらに劣り、石系133号は倒伏と紋枯病が多発し低収となった。増肥によってこれら被害の発生は

著しく助長された。

収量と形質との相関々係から、穂数をやゝ抑へ、過繁茂にならないような栽培法(少肥少播)が適すると考えられるが、耐病性や耐倒伏性に著しい欠点を有する品種は、畑水稲として安定性に乏しく、不適と考えるべきであろう。

以上のように5群に類別したが、このなかでもっとも耐病性にすぐれた多収性品種として石岡3号およびミョウジョウが確認された。この2品種は葉は比較的短く、立ち、過繁茂になりにくい草姿をもち、角田¹⁵⁾のいう多肥向品種とほぼ一致し、その強稈性と耐病性強の特性と相まって、さらに長稈化、多穂化により生育量増大をはかれば、より増収を得る可能性が示されている(第1表)しかし穂数はすでに700本/m²前後確保されており、島田¹²⁾は水田の直播栽培のミョウジョウで穂数450本/m²前後に収量の“頭打ち”を認めており、水田と畑の違いがあるにしても、これ以上の穂数増は小穂化、登熟歩合の低下、あるいは病害虫の発生や倒伏をまねき、作柄は不安定となり増収に結びつけることは困難であると推察される。これら品種のより増収栽培は、早期に強勢分けつを確保し、稈を太く、長くし、出穂前生育量の確保をはかり、穂を大きくすることであると考えられる。そのためには、基肥および5葉期前後の追肥の施肥法とその量の検討がこれからの課題であろう。

iii群の石岡5号、オカミノリおよびiv群の石岡2号、石系144号などは耐病性は前記品種に劣るが、いずれも生育量大きく、やせ地など生育量確保の困難な条件では石岡3号やミョウジョウより多収を上げ得ることが系統適応性検定試験や、他の試験などから認められており、本試験の標肥区または多肥区での収量水準は前記2品種の収量水準と大差ないことから、極肥沃地を除きこれら品種を栽培することも作柄安定多収の有力な一方法であろう。ミズハタモチ、石岡4号なども極端な多収は望めないが、多少栽培条件が不良な地帯でも安定した収量が得られるであろう。

1968年は極早生～中晩生種まで熟期の幅を広げて検定した(第2図)。ミョウジョウより多収を得たものはレイメイ、フジミノリ、早生金南風、ふ系77号、コシ

ホマレ、オトメモチ、トドロキワセ、およびトヨニシキの9品種である。これら品種はいずれも強稈性で水稲としてはいもち病耐病性にすぐれた品種に限られる。

しかし畑かん栽培は水田よりもち病が発生しやすく1)2)3)5)8)16)、上記品種でもかなり被害を受けたものもあり(第2図)、多収ではあったけれども、年次、場所により十分その防除に留意する必要がある。さらに、安定多収のためには高度のいもち病耐病性を附与すべきと考えられる。

精籾歩合は早生種ほど高く、晩生種ほど低い傾向がある(1967年も同様)。地上部重に占める籾重の割合であるから高いことが望ましいが、一般に早生種は生育量が小さく、したがって少収である。精籾歩合に関し海野¹⁶⁾は畑水稲として適応性の高いものはこの値が大きいと指摘しているが、和田¹⁷⁾は水田作水稲で、炭水化物の転流の良否、登熟の良否および収量の指標とはなりにくいとしている。本試験でも施肥量を増すに従い生育量は増大するが、精籾歩合の低下がみられ、ある値(品種によって異なる)以下になると、倒伏やいもち病などの被害がみられる。このようなことから精籾歩合は一定水準の収量を確保した段階で、さらに生育量増加による増収への可能性があるかどうかの1指標とみるべきであろうと考えられる。トヨニシキは供試品種中最多収であったが、精籾歩合は4.2～4.0%と低く、他の多収品種と異なり、生育量の増大により増収を期待し得る可能性は低く、この収量水準は一応の限界とみるべきであろう。

3) 小 括

1967～1968年の2カ年の畑かん栽培適応性検定試験に、のべ30品種を供試しつぎの結果を得た。

(1) 耐倒伏性、いもち病耐病性にすぐれた多収性品種として、石岡3号、ミョウジョウ、トドロキワセ、トヨニシキ、早生金南風、オトメモチの6品種が確認された。なおこの他にレイメイ、フジミノリ、ふ系77号、コシホマレなども多収性と認められたが、圃場における穂いもちの発生程度と葉いもち特性検定試験結果から、いもち病耐病性にやや難点があり、栽培条件や年次によっては多発の危険がある。

(2) 上記品種より耐倒伏性が劣り、耐病性は小さいが、

極肥沃地および同多肥栽培以外では上記品種に劣らない安定した収量を得ることができる、いわゆる“作り易い”品種として、ミズハタモチ、石岡4号、石岡5号、オカミノリ(陸稲)の4品種が確認された。

2 品種の播種量および窒素施肥量に対する反応について

1の試験結果から耐肥性にすぐれ多収性をもつ品種と認められたミョウジョウおよび石岡3号と、耐肥性、収量性はやや劣るが、現在畑水稲として関東地方でもっとも広く栽培されているハウネンワセ、および糯品種のなかで有望なミズハタモチの4品種について、さらに播種量と窒素施肥量の多少が生育収量におよぼす影響について1968~1969年に検討した。なお4品種ともほぼ同熟期である。

1) 試験方法

播種量および窒素施肥量とその配分による試験区の構成は次表のとおりで、リン酸 1.5 kg/a (全量基肥)、カリ 1.4 kg/a (基肥 1.0 kg/a、出穂期追肥 0.4 kg/a)は2カ年共通した。

試験規模は1区 4.5 m²の3連制。

播種期は1968年は4月19日、1969年は4月16日。かん水は4日間断40mmをスプリンクラーによりかん水し、降雨量は差引いた。1968年は7月26日~9月1日まで計5回、1969年は7月22日~8月28日まで計8回のかん水を行なった。病虫害防除は兩年とも葉いもち1、穂いもち2、紋枯病1、ニカメイチュウ防除3回をそれぞれ所定の方法により実施した。

播種量と窒素施肥量の
組合せによる試験区の構成

区 名	試 験 年 次
標播 5 葉 期 少 肥	1968
” 標 肥	” 1969
” 幼 形 期 多 肥	” ”
” 5 葉 期 多 肥	” ”
” 5 葉, 幼 形 期 多 肥	” ”
多播 5 葉 期 少 肥	1968
” 標 肥	” 1969
” 幼 形 期 多 肥	” ”
” 5 葉 期 多 肥	” ”
” 5 葉, 幼 形 期 多 肥	” ”
極多播 5 葉 期 少 肥	1968
” 標 肥	”
” 幼 形 期 多 肥	”

注1 標播は 0.5 kg/a、多播は 0.7 kg/a、極多播は 0.9 kg/a 播種

2 施肥時期は基肥、5葉期、幼穂形成期の3回とし、それぞれのa当たり施肥量(Kg)は次のようである。

5 葉 期 少 肥 = 0.6 + 0.4 + 0.4
 標 肥 = 0.6 + 0.6 + 0.4
 幼 形 期 多 肥 = 0.6 + 0.6 + 0.6
 5 葉 期 多 肥 = 0.6 + 0.9 + 0.4
 5 葉, 幼 形 期 多 肥 = 0.6 + 0.9 + 0.6

2) 試験結果および考察

玄米収量および各形質の測定値の分散分析結果は第3表に示すとおりである。

(i) 収量について

播種量と窒素施肥量の多少による収量の変化を品種別にまとめると第4図に示すとおりである。品種別では2ヶ年を通じミョウジョウが最多収で石岡3号がこれに次ぎ、ハウネンワセ、ミズハタモチは低収であった。

収量の年次間差をみるとミョウジョウとハウネンワセは大きく、水稲と陸稲の交雑により育成された石岡3号とミズハタモチは明らかに小さい。これに関し海野ら¹⁶⁾は水稲は陸稲より環境条件の影響を受けやすいことを指摘しており、この反応の違いは石岡3号とミズハタモチ

畑水稲の栽培法に関する研究

が陸稲的な特性を持つことを示す1例と考えられる。

播種量間には有意な差はないが、窒素施肥量（以下施肥量と略称する）と播種量間にやや危険率が高い有意な差がみられ、少肥の場合は標播が良く、多肥にともない多播あるいは極多播の効果があらわれる。しかしミョウジュウは5葉期多肥の場合は標播区が多収となった。

これは5葉期多肥の標播区と多播区で穂数の差はほとんどなく、多播区は短稈小穂であることから、多播の5葉期多肥は分けつ数過多となり、無効分けつを多くした結果、有効茎も弱小化したものと推察される。

追肥量とその時期の収量におよぼす効果は兩年とも有意な差があり、また品種によっても差がある。一般に5

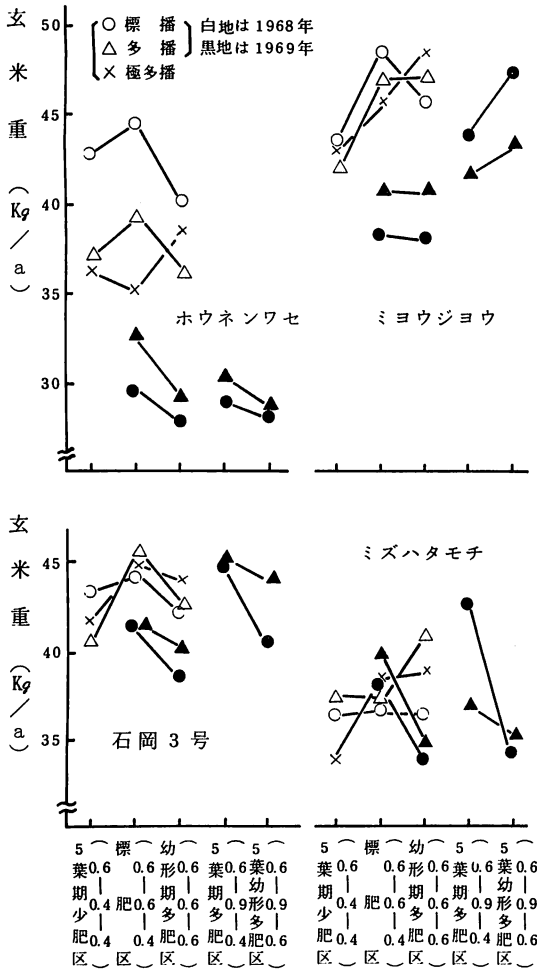
第3表 各形質分散分析結果（F値とその有意性）

要因 形質	品 種 (n=4)	N 施肥量 (n=3 n=4)	播 種 量 (n=3 n=2)	品 種 × 品 種		播 種 量 × 播 種 量	品 種 × 播 種 量	品 種 × 播 種 量 × N 施肥量
				N 施肥量	播 種 量			
玄米収量	38.24 *	5.56 *	1.44	1.23	2.56 *	1.71°	—	—
	114.46 *	9.32 *	1.23	3.08 *	1.52	2.14°	1.35	—
稈 長	10.54 *	1.07	—	—	1.57°	1.40	—	—
	100.30 *	4.04 *	—	1.95°	—	3.18 *	—	—
穂 長	2.299 *	1.62	6.25 *	—	—	1.40	—	—
	2.943 *	4.71 *	5.57 *	2.29 *	1.55	—	1.84°	—
穂 数	15.01 *	—	14.17 *	—	—	—	—	—
	5.21 *	1.34	2.96°	8.12 *	3.70 *	—	1.18	—
わら重	13.61 *	6.79 *	6.05 *	—	1.18	—	—	—
	37.73 *	9.87 *	3.26°	2.05 *	—	1.55	1.25	—
精籾歩合	4.758 *	1.50	10.75 *	1.25	—	1.71°	—	—
	149.78 *	—	—	1.17	—	2.14°	—	—
玄 米 千粒重	101.58 *	3.02	1.39	3.39 *	—	—	—	—
	95.75 *	1.45	—	1.31	—	1.03	1.01	—
登熟歩合	14.774 *	—	4.67 *	—	4.15 *	—	1.19	—
	164.82 *	1.17	13.81 *	2.40 *	2.23°	2.49°	1.14	—
倒伏指数	36.28 *	5.10 *	5.07 *	1.95°	—	—	1.47°	—
稈 基 重	61.41 *	4.16 *	52.28 *	13.44 *	1.02	5.06 *	1.15	—

注1. 各行上段は1968年，下段は1969年度を示す。

2. F値の有肩°印：5～20%水準で有意，同*印：5%以下の危険率で有意。

3. 倒伏指数，稈基重は1969年度成績。



第4図 播種量と窒素施肥量が収量におよぼす影響

葉期追肥の効果は、 $0.4 \text{ Kg/a} < 0.6 \text{ Kg/a} < 0.9 \text{ Kg/a}$ の傾向があるが、ハウネンワセは 0.9 Kg/a は過剰追肥で、ミズハタモチも多播の場合は過剰追肥の傾向がある。この2品種は葉がやや長く大きく、過繁茂になりやすい生育相をとり、5葉期多肥によって生育量を増大させ、光合成能力の低下と呼吸消費量の増大とあいまって乾物生産を減少させ¹⁴⁾減収したものと考えられる。またこれら2品種は下葉の枯れ上りや、紋枯病発生も比較的多く、繁茂量増大はこれら被害を助長したと考えられる。

幼穂形成期多肥は一般に過剰追肥の傾向があるが、ミヨウジョウは5葉期多肥とあいまって肥効高く、他の3品種とは明らかに異なる施肥反応を示した。これに関し長谷川²⁾は収量を構成する炭水化物の総量のうち、水稲

は出穂後同化によるものが多く、陸稲は出穂前同化によるものが大きく、その違いは出穂後の同化能力が水稲は高く、陸稲は低いためであるとしている。石岡3号やミズハタモチは出穂後同化能力の低下で、多量施肥された窒素を同化、生産に利用しきれず、過剰吸収による種々のマイナス要因が発生し減収したと考えられ、同化特性からは陸稲的であると推定される。なお、ハウネンワセについては穂いもちの多発が最大の減収原因である。

つぎに品種別にそれぞれ上位収量を得た播種量と施肥法は第4表に示すとおりである。

ミヨウジョウのような極短稈で生育量が少ない品種でも極多播の効果は明らかでなく、他の品種では過剰播種量となっている。これらのことから特殊な場合(極肥沃地および同やせ地など)を除き慣行の $0.5 \sim 0.7 \text{ Kg/a}$ 播種が適当であると推定できるが、さらに 0.5 Kg/a 播種以下の薄播きも検討する必要がある。とくに、ミズハタモチやハウネンワセなどのように耐倒伏性や穂いもち耐病性に難点のある品種は、多播密植ほどこれら被害を助長するので慣行播種量以下の薄播きで安定した収量を得ることが得策と考えられる。

(2) その他の性質について

稈長は品種間にもみ兩年とも有意な差があり、ミズハタモチが最長稈で、石岡3号、ハウネンワセ、ミヨウジョウの順である。施肥量の増加による長稈化は1969年のみ明らかで、5葉期多肥で長稈化し、幼穂形成期多肥は水稲2品種に長稈化を認めた。

穂長は品種間と播種量間に差があり、水稲は短かく、多播ほど短穂化し、幼穂形成期多肥は長穂化の傾向を示した。穂数は多播ほど増加するが、 $30 \sim 40\%$ 播種量増に対し、穂数増は 10% 弱である。また増肥に対する穂数増は海野¹⁶⁾の指摘と同様、水稲が顕著である。多播の場合は幼穂形成期多肥が穂数増に顕著に有効であった。このことから、やせ地ほど追肥に重点をおかないと多播だけでは穂数確保が困難なばかりか、穂数減少や弱小茎しか得られず減収しやすくなるのが推察される。

精糲歩合は1の試験で述べたように、多肥密植による生育量増大をはかり、より増収への期待度を示す1指標と考えられるが、ミヨウジョウが最も高く、播種量や施肥

量の多少による変動も小さい。これと対照的にハウネンワセは低く、穂いもちの多発によるもので、多播多肥ほど低い。

(3) 収量と各形質の相関々係について

各品種における播種量および施肥量の多少によって影響を受けた収量構成要素と収量の相関々係を第5表とした。

品種および年次共通にわら重の増加は増収に結びつく傾向がある(1968年のハウネンワセを除く)。その他ミズハタモチは長稈化、千粒重増大が増収につながる傾向がみられる。他の品種は2カ年共通に収量と密接な関係がある単独形質の動きはみられなかった。

品種別のわら重と玄米収量の関係は第5図に示すとおりである。回帰式より、わら重と収量の結びつきは、1968年より1969年が強く、わら重の増大がより効果的に増収に結びつく傾向が認められた。品種ではミズハタモチがわら重と収量の結びつきは最も強いが、わら重の増大に対する収量の伸びは最も小さく、ミョウジョウはわら重と収量の結びつきはミズハタモチよりやや弱い、わら重の増大に対する収量の伸びは最も大きい。石岡3号のわら重と収量の結びつきは、ミョウジョウと

第5表 玄米収量と各形質の相関々係

品種 形質	品種			
	ハウネンワセ	ミョウジョウ	石岡3号	ミズハタモチ
稈長	0.216	0.216	0.066	0.506*
	-0.195	0.333	0.100	0.578*
穂長	0.220	0.216	0.046	0.572*
	0.004	-0.103	-0.319	-0.345°
穂数	-0.261	0.378°	0.161	0.256
	0.135	-0.038	0.216	0.386
わら重	-0.005	0.641*	0.604*	0.771*
	0.558*	0.836*	0.921*	0.927*
玄米 千粒重	0.543*	0.570*	0.118	0.344°
	-0.053	-0.107	0.077	0.417*
登熟 歩合	0.114	0.333°	-0.028	-0.096
	0.223	0.026	-0.489*	0.153

- 注) 1. 播種量および窒素施肥量こみ
 2. 上段 1968年 n=27
 下段 1969年 n=24
 3. *印: 5%水準で有意, °印: 10%水準で有意

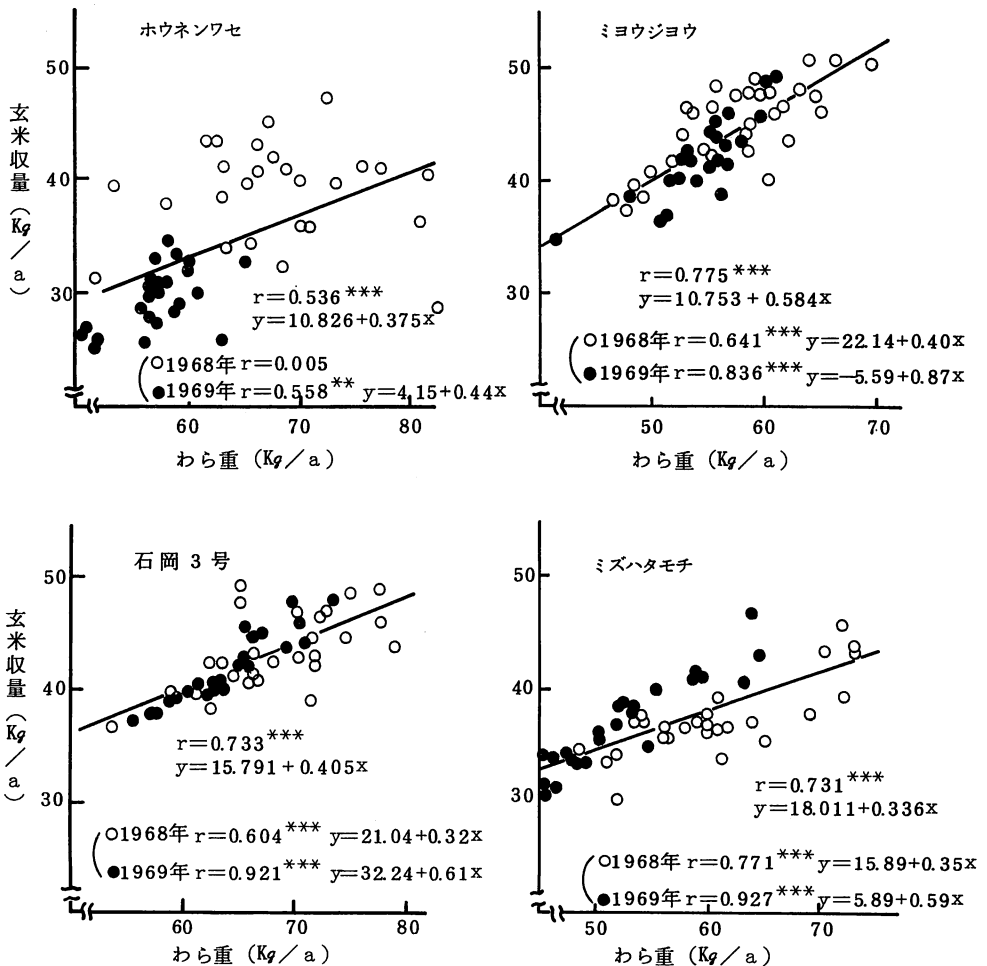
第4表 品種別上位収量の播種量と窒素施肥法

品種	年次	収量 順位		1 位		2 位	
		1968	標播	標肥	(44.3)	標播	5葉期少肥
ハウネンワセ	1969	多播	標肥	(32.9)	多播	5葉期多肥	(30.8)
	ミョウジョウ	1968	標播	標肥	(48.5)	多播	幼形期多肥
1969		極多播	幼形期多肥	()	標播	5葉期多肥	(43.8)
石岡3号	1968	標播	標肥	(45.7)	極多播	標肥	(44.1)
	1969	多播	5葉期多肥	(45.0)	標播	5葉期多肥	(44.7)
ミズハタモチ	1968	多播	幼形期多肥	(41.0)	極多播	幼形期多肥	(38.8)
	1969	標播	5葉期多肥	(42.9)	多播	標肥	(40.0)

- 注) 1. 標播 0.5kg/a, 多肥 0.7kg/a, 極多播 0.9kg/a
 2. 標肥とは基肥 0.6kg/a, 5葉期 0.6kg/a, 幼形期 0.4kg/a
 3. ()内は a 当たり玄米収量

ミズハタモチの中間的關係である。ホウネンワセは他の3品種と異なり、わら重の増大による増収は“頭打ち”の現象がみられ、穂いもちや、倒伏などの規制要因の解決がなければ、生育量増大による増収は限界と推定される。ミズハタモチについてもわら重の増加に対する収量増の割合は低く、倒伏にやや弱く、登熟にやや問題のある品種なので、生育量増大による増収よりも、登熟を

高めるような施肥方法の改善によって増収を期待すべきであろう。ミョウジョウ、石岡3号については生育量を大きくすることによって、さらに多収を得る可能性は極めて高いことが第5図より推定される。しかし、単なる多肥密植だけでは一定量以上の生育量確保は前述のとおり困難で、ミョウジョウのみが、窒素吸収および同化能力の限界が本試験の極多肥以上の高い施肥水準にある



注 有意性 { * 5%水準 } をあらわす
 { ** 1% " }
 { *** 0.1% " }

第5図 品種別わら重と玄米収量との関係

畑水稲の栽培法に関する研究

と考えられるが多肥による生育量の伸びは鈍化している。この解決のためには、施肥方法およびその配分などの今後の研究にまたねばならない。

つぎに、このように収量と高い相関々係にあるわら重と、稈長、穂数の大小がどのような関係にあるかを検討したものを第6表に示す。

第6表 稈長、穂数とわら重の相関々係 (r 値)
1968年 n=27 1969年 n=24

品種名	年次	稈長とわら重	穂数とわら重
ハウネ	1968	0.248	0.070
	1969	0.302	0.373°
ンワセ	計	0.615*** $y=28.77+1.14x$	0.389** $y=34.84+0.06x$
	1968	0.126	0.696***
ミヨウ	1969	0.409*	0.164
	計	0.490*** $y=9.39+0.67x$	0.348* $y=35.52+0.05x$
石岡	1968	0.331°	0.144
	1969	0.180	0.069
3号	計	0.306* $y=26.19+0.50x$	0.184
	1968	0.780***	0.234
ミズハ	1969	0.558***	0.238
	計	0.775*** $y=-75.31+1.61x$	0.199

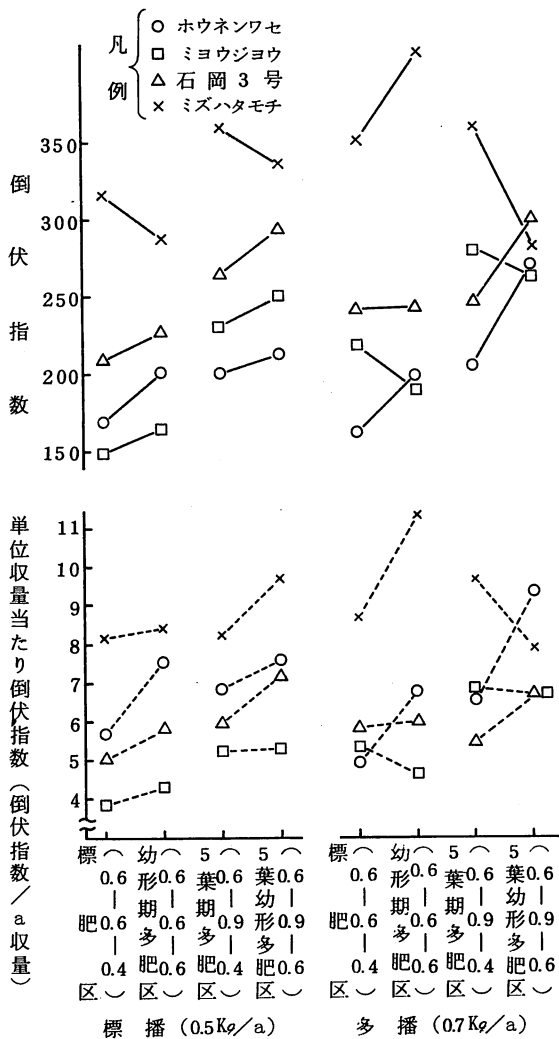
注1 ○ : 10%水準 * : 5%水準
** : 1%水準 *** : 0.1%水準
で各々有意であることを示す。

各品種とも稈長とわら重の間に正の相関々係が認められたが、穂数とわら重の相関々係は水稲2品種のみに認められた。

以上のように生育量を大きくすることによって、本試

験の収量水準よりさらに高い収量水準を得る可能性が示唆され、そのためには穂数の増加よりも、稈を伸ばすことが重要であることが認められた。穂数は前述のように水田直播栽培のミヨウジョウで450本/m²前後で収量の“頭打ち”が認められており¹²⁾本試験の場合も、品種によってやや異なるがほぼ400~500本/m²で“頭打ち”の傾向があり、播種量のもっとも少ない0.5Kg/a播種区でも、ほぼ400本/m²以上の穂数確保が容易であった。このような理由により、播種量増の効果がでなかったと推定される。

(4) 倒伏に関する形質について



第6図 倒伏指数および単位収量当たり倒伏指数の変化

多収を得るには、稈を伸ばし、生育量を大きくしなければならぬが、その場合に倒伏の危険がでてくる。倒伏にはころび倒伏と挫折倒伏の2種あるが、1969年に成熟期の挫折倒伏について検討し、倒伏指数^{10) 11)}を算出し、品種別に播種量と施肥量の影響をみたものを第6図に示す。

分散分析の結果、品種、播種量、施肥量間に有意差が認められ、品種と施肥量の交互作用も危険率20%水準で有意差がみられた。

品種はミズハタモチがもっとも耐倒伏性劣り、ホウネンワセは従来の概念と異なり、もっとも耐倒伏性にすぐれる値を示した。本試験のホウネンワセの場合は、穂いもちの多発により地上部重が軽くなっているためである。品種間の耐倒伏性を比較する時は、「モーメント(地上部重×長さ)/挫折重=倒伏指数」が必ずしも適当とは言いがたく、後述する「モーメント/挫折重=単位収量当りの倒伏指数」の比較によるほうが妥当と考えられる。

頼古ら¹³⁾は水田水稻で倒伏指数が200をこえたと倒伏の危険が大きいとしているが、本試験では200~300になってもほとんど倒伏が起らない。この相違は明らかではないが、畑の場合、N₅節間の伸長はほとんどなく、N₄節間も0~1cmの伸びで、水田より下位節間がつまっております。また直播と移植、条播と株植、土壌水分の違いなどによる稈の太さ、稈壁の厚さ、稈質の変化、1稈当りの地上部重の相違などが関連しているものと考えられるが、今後の研究でさらに明らかにする必要がある。

つぎに倒伏指数とそれを構成する要素との関係についてみると第7表のとおりである。

モーメント(地上部重×高さ)とは石岡3号がやや弱い相関々係があるだけで、各品種とも挫折重とより強い相関々係がみられた。また挫折重と稈基重(地表より10cm間の稈重)の間にも強い相関々係があり、下位節間を、太く充実させることが耐倒伏性を増す重要なポイントであることが明らかとなった。また、頼古ら¹¹⁾も、稈の太さと挫折重が正の相関々係(長径と $r = 0.611^{**}$ 、短径と $r = 0.803^{**}$)があることを指摘しており、倒伏に関しても早期強勢分けつの確保の重要性が認められる。

第7表 倒伏に関する形質と倒伏指数の相関々係(n=24)

品 種	倒 伏 指 数 と		挫 折 重 と	
	モーメント	挫 折 重	稈 基 重	稈 基 重
ホウネンワセ	-0.273	-0.772***	-0.463*	0.608**
ミョウジョウ	0.339	-0.797***	-0.651***	0.718***
石岡3号	0.435*	-0.782***	-0.577**	0.792***
ミズハタモチ	0.312	-0.752***	-0.527**	0.629***

なお、品種間比較の場合は前記理由により、単位収量当りの倒伏指数を求め比較すると(第6図下方)、ミョウジョウがもっとも耐倒伏性にすぐれ、石岡3号がこれにつぎ、ホウネンワセ、ミズハタモチの順で、従来の観察結果とほぼ一致した。ミョウジョウと石岡3号の倒伏指数は、播種量や施肥量が変わっても動きが比較的小さく、耐倒伏性にすぐれる品種であることが明らかとなった。

また、単位収量当りの倒伏指数でみても多肥や多播になるにしたがい、倒伏しやすくなる傾向が1~2の例外を除いて認められた。

3) 小 括

1968~1969年の2カ年に、播種量と窒素施肥量の違いが、品種の生育収量に与える影響を検討し、つぎの結果を得た。

(1) 多肥密播適応性はミョウジョウがもっとも高く、石岡3号がこれにつぎ、ホウネンワセとミズハタモチは劣った。

(2) 生育量を増大することによって、さらに増収の可能性はあるが、生育量の増大と収量の伸びの関係を回帰係数より推定するとミョウジョウがもっとも効率よく結びついており、石岡3号がこれにつぎ、ホウネンワセ、ミズハタモチの順であった。また生育量増大には、一定数の穂数(400~500本/m²)が確保されれば、穂数増よりも、稈を伸ばすことが有利に働く。

(3) 稈長、穂数の増大と単位収量当りの倒伏指数との関係をみると、収量は同じでも倒伏しやすくなる。しかし、品種によってその動きは異なり、ミョウジョウ、

畑水稲の栽培法に関する研究

石岡3号などは施肥量および播種量が増減してもその動きは比較的小さい。

(4) 増肥により長稈化をはかり、生育量増大をねらうには早期強勢分けつの確保が重要となり、それには基肥および5葉期前後の追肥に重点をおくべきである。穂数は0.5 Kg/a播種でも、ほぼ400本/m²以上確保されているから、通常の播種量は0.5~0.7 Kg/aで十分で、それ以上の多播はマイナス面が多い。

Ⅲ 畑水稲の施肥法に関する試験

水稲は窒素多施の条件下で、その特性をより発揮できるように品種改良が行なわれてきた。そのため、畑土壌のように硝酸化成が迅速に行なわれ、降雨によってたえず窒素の溶脱をうける土壌に水稲を栽培する場合は、窒素の施肥法の確立がもっとも重要な課題になる。

さらに、畑水稲は根の下層への伸長が悪く干害をうけやすいことを長谷川²⁾は報告している。このことは水分の利用効率を悪くするばかりでなく、窒素をはじめ多くの無機成分の利用効率を低下させていることにもつながるので、根の垂直分布をさらに深めることも畑水稲の増収法と考えられる。

このような観点から、畑水稲の栽培法確立の一環として、1966~1970年の5カ年、1) 各種土壌における窒素の施肥法、2) 土壌改良(深耕など)による根の深根化の2点について検討をくわえた。

1 窒素ならびにリン酸が畑水稲の生育収量におよぼす影響

すでに、畑水稲に対する窒素の追肥は、5~6葉期ならびに幼穂形成期に高い効果のあることを明らかにした¹⁸⁾。しかし、基肥量を一定にして追肥時期を検討したため、基肥に対する反応や、交互作用については不明な点のこされている。したがって本試験においては、さらに基肥量をかえて追肥量との交互作用を明らかにしようとした。なお、本県における畑水稲はリン酸欠乏の火山灰土壌に栽培される場合が多いので、リン酸の適量についてもあわせて検討した。

1) 試験方法

(i) 試験地の所在地ならびに土壌の化学性

試験地の所在地ならびに土壌型については第8表に、またその化学性については第9表に示した。

第8表 試験地の所在地と土壌型

試験地名	所在地	土 壤 型	示性分級式
谷 和 原	筑波郡谷和原村	火山灰土壌褐色型宮ヶ崎統1土壌区	III(w) f II n e
美 野 里	東茨城郡美野里村中郷	火山灰土壌黒褐色型宮ヶ崎統2土壌区	III f n II(w) e
石 下	結城郡石下町馬場	" " 大原統	II(w) II f n e
波 崎	鹿島郡波崎町矢田部	沖積土壌海成粗粒型東山統1土壌区	III(w) II f n

第9表 試験地土壌(作土)化学性

試験地	pH (KCl)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	C/N	置換容量 (me)	置換性塩基(me)		石灰飽和 度(%)	リン酸吸 収係数	有効態リン 酸(mg/100g)
						CaO	MgO			
谷和原	5.85	4.05	0.37	11.0	2.03	1.04	0.41	53.0	2550	1.4
美野里	5.15	5.80	0.53	10.9	2.50	9.1	0.22	37.0	2450	4.2
石下	4.60	3.66	0.43	8.5	2.20	7.5	0.32	35.0	1750	15.0
波崎	3.80	1.47	0.13	11.3	7.2	0.5	1.40	26.4	350	9.7

(2) 試験区の構成ならびに栽培法の概要
 試験区は要因分析法¹⁹⁾にしたがい、本試験で明らかにしようとしたリン酸の施肥量、窒素の基肥、5葉期、および幼穂形成期の施肥量の4要因をそれぞれ2水準とし、

L₁₆直交表にわりつけ構成した。その内容と施肥量は第10表のとおりである。

品種は石岡1号(関東74号)を供試し、各試験地とも4月26日~28日のあいだに畦幅30cm、株間5cm

第10表 試験区の構成および施肥量

区名	項目	N (Kg/a)				P ₂ O ₅ (Kg/a)	K ₂ O (Kg/a)	堆肥 (Kg/a)
		基肥	5葉期	幼穂形成期	合計			
リン酸少量	2-4-4	0.2	0.4	0.4	1.0	1.0	1.2	80
	2-4-6	"	"	0.6	1.2	"	"	"
	2-6-4	"	0.6	0.4	1.2	"	"	"
	2-6-6	"	"	0.6	1.4	"	"	"
	4-4-4	0.4	0.4	0.4	1.2	"	"	"
	4-4-6	"	"	0.6	1.4	"	"	"
	4-6-4	"	0.6	0.4	1.4	"	"	"
	4-6-6	"	"	0.6	1.6	"	"	"
リン酸多量	2-4-4	0.2	0.4	0.4	1.0	2.0	"	"
	2-4-6	"	"	0.6	1.2	"	"	"
	2-6-4	"	0.6	0.4	1.2	"	"	"
	2-6-6	"	"	0.6	1.4	"	"	"
	4-4-4	0.4	0.4	0.4	1.2	"	"	"
	4-4-6	"	"	0.6	1.4	"	"	"
	4-6-4	"	0.6	0.4	1.4	"	"	"
	4-6-6	"	"	0.6	1.6	"	"	"

第11表 作業概要

作業名	作業月日			
	谷和原	美野里	石下	波崎
施肥播種	4月28日	4月26日	4月27日	4月27日
PCP散布	4.29	4.29	4.28	4.28
間引補植	5.31	5.30	6.12	5.30
DCPA乳剤散布	6.6	6.6	6.6	6.6
第1回(5葉期)追肥	6.9	6.15	6.13	6.10
第2回(幼形期)追肥	7.14	7.12	7.11	7.14
かん水	7.26~8.25	7.26~8.24	7.30~8.25	7.22~9.1
	3日40mm	5日40mm	5日30mm	4日35mm
収穫	9.26	9.26	9.16	9.21

畑 水 稲 の 栽 培 法 に 関 す る 研 究

に播種し、間引きまたは補植によって1株2本立てになるようにつとめた。播種後の管理は試験地の慣行にしたがったが、その大要は第11表のとおりである。なお、試験区の面積は10m²とし単連で実施した。

2) 試験結果および考察

各試験地における玄米収量ならびに収量構成要素に対する要因効果は、第12表に示すとおりである。

(1) 窒素の効果

① 主 効 果

玄米収量ならびに収量構成要素におよぼす主効果を、試験地別にみると次のようになる。

谷和原試験地：玄米収量に対する窒素増施の効果は、基肥および5葉期に有意差がみとめられ、基肥増施は11%、5葉期増肥は8%の増収であった。また収量構成要

素の面では、穂数のみ基肥ならびに5葉期の増施効果に有意差がみとめられた。したがって基肥ならびに5葉期の増施による増収は、おもに穂数増によるものと考えられる。

美野里試験地：玄米収量に対する増施効果は、谷和原試験地と同様に基肥および5葉期に有意差がみとめられ、その効果も同程度であった。しかし、収量構成要素では1穂稔実粒数に対して、基肥と5葉期の増施効果に有意差がみとめられた。このことは基肥ならびに5葉期の増施によって、初期の優勢な低節位分けつを確保した結果もたらされたものと推定される。

石下試験地：玄米収量に対する窒素増施の効果は、5葉期ならびに幼穂形成期に有意差がみとめられ、後期の追肥効果の高い傾向を示した。また収量構成要素では、

第 12 表 玄米収量ならびに収量構成要素におよぼす要因効果

要 因	水 準		谷 和 原				美 野 里				石 下				波 崎	
	(Kg/a)	(Kg/a)	玄米重	穂 数	1穂稔	千粒重	玄米重	穂 数	1穂稔	千粒重	玄米重	穂 数	1穂稔	千粒重	玄米重	穂 数
			(Kg/a)	(本/m ²)	実粒数	(g)	(Kg/a)	(本/m ²)	実粒数	(g)	(Kg/a)	(本/m ²)	実粒数	(g)	(Kg/a)	(本/m ²)
基 肥 (A)	0.2	26.3*	349*	44.7	17.6	33.9*	427	43.8*	18.6	30.9	472	35.8	18.7	28.0*	393*	
	0.4	29.1	397	41.2	17.9	39.1	418	51.0	18.5	31.9	478	36.5	18.7	32.4	413	
主 5葉期 (B)	0.4	26.7 [△]	353 [△]	43.7	17.7	34.7 [△]	416	46.1 [△]	18.5	30.2*	472	35.0 [△]	18.7	27.5*	389**	
	0.6	28.7	394	42.2	17.7	38.4	429	49.0	18.6	32.6	477	37.2	18.7	32.9	416	
幼 穂 形成期 (C)	0.4	27.2	363	43.5	17.8	35.7	410	47.4	18.6	30.0*	478	34.7*	18.4	30.5	390	
	0.6	28.1	384	42.5	17.6	37.3	435	47.8	18.5	32.8	471	37.5	18.9	30.0	416	
リ ン 酸 (D)	1.0	25.6*	355*	37.2*	17.7	34.4*	398 [△]	47.1	18.7	30.5	454	36.0	19.0	29.5	400	
	2.0	29.9	392	48.7	17.8	38.7	447	48.4	18.4	32.4	495	36.2	18.3	30.9	406	
交 互 作 用	A × B															
	A × C						*			*						
	A × D					*										
	B × C															
	B × D															
C × D																

注) ** 1%, * 5%, △ 10%水準有意

1 穂稔実粒数に対する5葉期および幼穂形成期の増施肥効果に有意差がみとめられ、他試験地と異なった傾向を示した。その要因として、7月上旬から中旬にかけていちじるしく繁茂した雑草による窒素の収奪が考えられる。

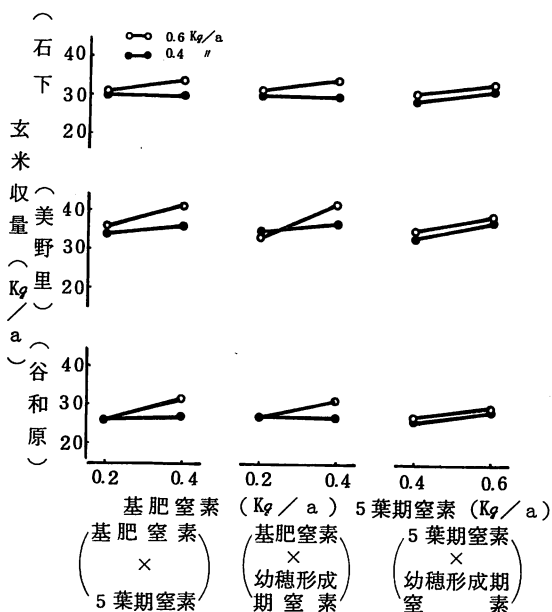
波崎試験地：本試験地における窒素増施肥の効果は、谷和原ならびに美野里試験地と同様、基肥ならびに5葉期追肥に有意差がみとめられた。その効果は基肥増施肥で16%、5葉期増施肥で20%あり、3試験地のうちもっとも高かった。このことは本試験地が砂土のため、窒素の流亡が激しかったことによるものと考えられる。なお、本試験地は収量構成要素のうち、穂稔実粒数などの調査を欠いたが、穂数に対する基肥ならびに5葉期の増施肥効果の高かったことからみて、おもな増収要因は穂数増にあったものと推察される。

以上のように窒素に対する反応は、試験地によって異なる傾向を示した。しかし、石下試験地以外は、いずれも基肥および5葉期の窒素増施肥が初期茎数に影響し、その結果が玄米収量に反映している。このことからみると、畑水稻に対する窒素の施肥法は、初期の増施肥によって優勢な低節位分けつ確保をはかることが当面の課題と思われる。水田水稻の5葉期ごろまでは、健苗育成を前提に周到な苗代管理の行なわれていることと対比しても、畑水稻の5葉期前後の肥培の重要であることは十分推察できる。

② 交互作用

波崎試験地は一部ウンカの害によって生育がみだされたため、交互作用の検討ができなかった。そのため谷和原、美野里、および石下試験地について統計処理を行なった。その結果、玄米収量については、美野里試験地の基肥×幼穂形成期に有意差がみとめられたのみで、その他については統計的に有意差はみとめられなかったが、その傾向をみると第7図のように、基肥×5葉期は各試験地とも基肥を増施肥した場合、5葉期の増肥効果の期待できる傾向を示した。また基肥×幼穂形成期の場合も同じ傾向であった。このようにいずれも相乗的效果としてあらわれたのは、基肥窒素の施肥量が少なかったことに起因するものと考えられる。したがって畑水稻の窒素の適量は、さらに基肥を増施肥した段階で検討しなければ

らない。



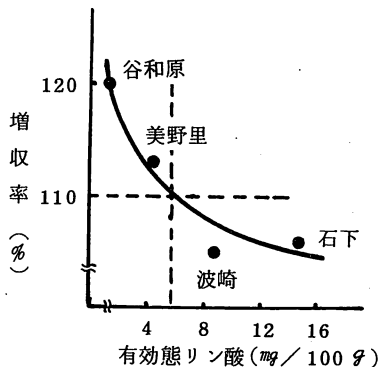
第7図 各期の窒素施肥量の交互作用

(2) リン酸の効果

① 主効果

玄米収量に対するリン酸の増施肥効果は、谷和原ならびに美野里試験地では有意差がみとめられた。しかし、その他の試験地ではみとめられなかった。収量構成要素の面では、穂数に対する増施肥効果がみとめられ、リン酸はおもに穂数増に貢献することを示した。

リン酸の増施肥効果を第8表の土壌中の有効リン酸(トルオーグ法)の含有量からみると第8図のような関係が得られる。すなわち、リン酸の増施肥効果に有意差のあった谷和原および美野里試験地は、有効リン酸が6 mg/100g



第8図 有効態リン酸とリン酸増肥による増収率

以下であるのに反し、効果のなかった石下、波崎試験地は6mg/100g以上である。このことから畑水稲に対するリン酸の施肥量を推定すると、有効リン酸6mg/100g以上の土壌では1.0Kg/a程度、これ以下の土壌では2.0Kg/aとなる。

② 窒素との交互作用

波崎試験地は前にのべた理由から、交互作用の検討はできなかった。谷和原、美野里、および石下試験地について統計処理を行なったが、いずれも有意差はみとめられなかった。しかし、その傾向は第9図に示すように、リン酸×基肥窒素については、リン酸の増施効果のあった谷和原および美野里試験地の場合、相乗効果のあ

る傾向を示した。なお、5葉期および幼穂形成期の窒素追肥との交互作用はほとんどみとめられなかった。したがってリン酸の増施効果は、おもに基肥窒素の吸収促進にあるものと考えられる。

3) 小 括

窒素ならびにリン酸に対する畑水稲の感応を4種の土壌について検討した結果、次のことが得られた。

(1) 畑水稲に対する窒素増施の効果は基肥および5葉期追肥で大きく、これらを増施して優劣な低節位分けつの確保をはかることがのぞましい。

(2) リン酸増施の効果は土壌中の有効態リン酸6mg/100g以下の土壌で大きく、施肥量は有効態リン酸6mg/100g以上の場合は1.0Kg/a程度、これ以下の場合は2.0Kg/a以上と推定された。

2 窒素の施肥量に関する試験

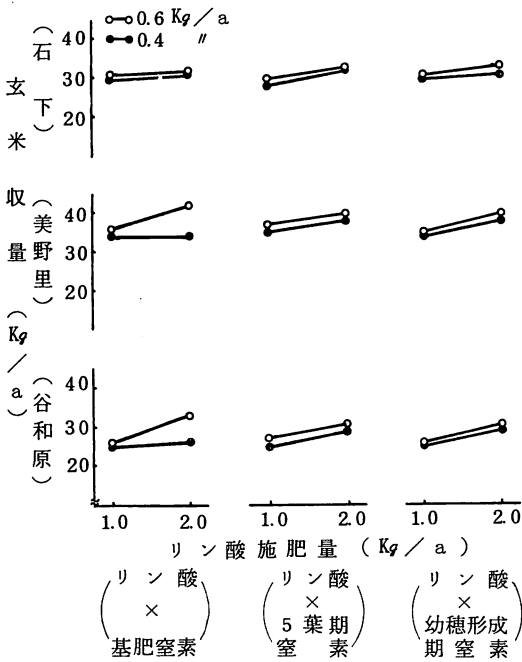
本試験は基肥窒素の施肥量と水準数を増加して、5葉期以降の窒素の追肥適量を明らかにしようとした。試験は1967年から1969年の3カ年にわたり実施したが、この間品種の選抜試験をも並行して行なった。その結果、畑水稲の優良品種として梗群ではミョウジョウを、糯群ではミズハタモチを選定したので、本報告は両品種を供試した1969年の成績を中心に報告する。

1) 試験方法

(1) 試験場所ならびに土壌の化学性

試験は農試ほ場(水戸市上国井町)の火山灰土壌黒色型(ⅢfnⅡ(W)θ)で実施した。その化学性は第13表のとおりである。

(2) 試験区の構成ならびに栽培法の概要



第9図 リン酸施肥量と窒素施肥量との交互作用

第13表 供試土壌の化学性

深 さ (cm)	pH (KCL)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	C/N	置換容量 (me)	置換性塩基 (me)			石灰飽和 度 (%)	リン酸 吸収係数	有効態リン 酸 (mg/100g)
						CaO	MgO	K ₂ O			
0~10	5.0	6.15	0.57	10.9	28.2	4.7	1.1	0.5	16.7	2,403	2.5
10~20	5.8	6.33	0.55	11.6	29.2	5.0	0.4	0.2	17.2	2,454	1.5
20~30	4.4	5.85	0.50	11.7	28.6	7.8	0.6	0.2	27.1	2,690	tr

基肥を4水準に、5葉期、幼穂形成期、ならびに出穂期の追肥をそれぞれ2水準とし、L₁₆直交表にわりつけ試験区を構成した。その内容と施肥量は第14表のとおりである。

品種はミョウジョウおよびミズハタモチを供試し、4月21日に畦幅30cmとして、0.6Kg/aの播種量で条播した。播種後の管理は試験場の耕種基準にしたがった。なお、試験区面積は10m²とし単連で実施した。

2) 試験結果および考察

玄米収量ならびに収量構成要素におよぼす要因効果は第15表に示すとおりである。

第15表の玄米収量におよぼす要因効果を中心に、1969年以前に実施した結果をもあわせて各時期の施肥量を検討すると次のとおりである。

(1) 基肥と5葉期の追肥量

基肥は前にのべたように、5葉期または幼穂形成期の

追肥と交互作用があるので、それぞれの適量は交互作用から推定することが望ましいものと考えられる。

基肥と5葉期追肥の交互作用は、ミョウジョウの場合は有意差はみとめられなかったが、ミズハタモチの場合は明らかにみとめられた。これを図示すると第10図のようになるので、両品種とも基肥0.8Kg/a、5葉期追肥0.6Kg/aが適量と推定される。しかし、1967年における適量は第11図のように、基肥0.6Kg/a、5葉期追肥0.4Kg/aであり、1969年にくらべ少なかった。

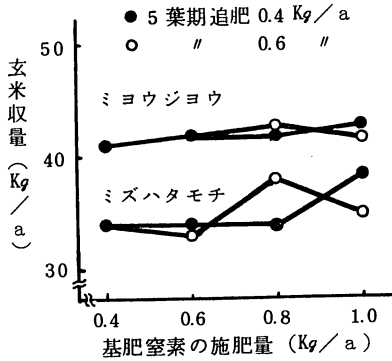
このように施肥適量は年次によって異なる結果を示した。その理由として品種(1967年は窒素に対する感応の高いハウネンワセを供試した)の差異も考えられるが、第16表のように5葉期における基肥窒素の残存量は、根群の80~90%が分布する表層の場合、1969年は4.2mg/100gであったのにくらべ、1967年は13.2mg/100gと約3倍あったことからみて、この影響も大きか

第14表 試験区の構成および施肥料

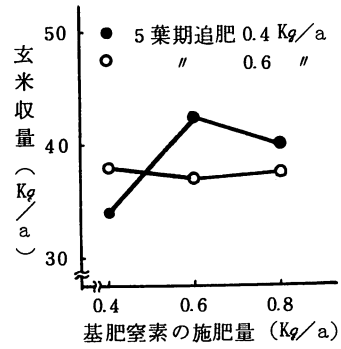
区名	項目	N (Kg/a)					合計	P ₂ O ₅ K ₂ O (Kg/a)	
		基肥	5葉期	幼穂形成期	出穂期			基肥	幼穂形成期
4-4-4-0		0.4	0.4	0.4	0	1.2	1.5	0.8	0.4
4-4-6-2		"	"	0.6	0.2	1.6	"	"	"
4-6-4-2		"	0.6	0.4	"	"	"	"	"
4-6-6-0		"	"	0.6	0	"	"	"	"
6-4-4-2		0.6	0.4	0.4	0.2	"	"	"	"
6-4-6-0		"	"	0.6	0	"	"	"	"
6-6-4-0		"	0.6	0.4	"	"	"	"	"
6-6-6-2		"	"	0.6	0.2	2.0	"	"	"
8-4-4-2		0.8	0.4	0.4	"	1.8	"	"	"
8-4-6-0		"	"	0.6	0	"	"	"	"
8-6-4-0		"	0.6	0.4	"	"	"	"	"
8-6-6-2		"	"	0.6	0.2	2.2	"	"	"
10-4-4-0		1.0	0.4	0.4	0	1.8	"	"	"
10-4-6-2		"	"	0.6	0.2	2.2	"	"	"
10-6-4-2		"	0.6	0.4	"	"	"	"	"
10-6-6-0		"	"	0.6	0	"	"	"	"

注) 1) リン酸は上記施肥量以外に土壌改良剤としてa当たり20Kgのようりんを各区共通に施用した。
2) 追肥は5葉期6月9日、幼穂形成期7月23日、出穂期8月14日にそれぞれ実施した。

畑水稲の栽培法に関する研究



第10図 基肥と5葉期追肥の交互作用 (1969)



第11図 基肥と5葉期追肥の交互作用 (1967)

第15表 玄米収量ならびに収量構成要素におよぼす要因効果

要因	水準 (Kg/a)	ミヨウジヨウ					ミズハタモチ				
		玄米重 (Kg/a)	穂数 (本/m ²)	1穂着粒数	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)	玄米重 (Kg/a)	穂数 (本/m ²)	1穂着粒数	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)
主 基 肥 (A)	0.4	40.9	453	57.3*	84.3	20.2	34.0*	452	68.7	63.0	19.9
	0.6	41.8	480	50.0	84.3	20.3	33.2	445	54.7	58.1	19.5
	0.8	43.1	462	57.4	85.4	20.3	34.8	463	63.9	61.4	19.5
	1.0	41.9	468	60.1	87.5	19.8	36.8	458	68.3	58.9	19.7
効 5 葉 期 (B)	0.4	41.9	450	56.9	85.1	20.3	35.1	465	69.4	59.4	19.6
	0.6	41.9	471	55.5	86.1	20.1	34.1	444	65.7	61.2	19.7
幼 形 期 (C)	0.4	40.6**	455	56.8	86.4	20.1	34.6	453	70.1*	59.2	19.6
	0.6	43.2	467	55.5	84.8	20.2	34.7	456	65.1	61.2	19.7
果 出 穂 期 (D)	0	41.2*	459	55.0	85.7	20.2	33.2**	457	67.7	61.0	19.6
	0.2	42.6	462	57.4	85.5	20.1	36.1	452	67.4	59.6	19.7
交 互 作 用	A × B						*				
	A × C	*	△							*	
	B × C				*						
	C × D										

注) ** 1%, * 5%, △ 10% 水準有意

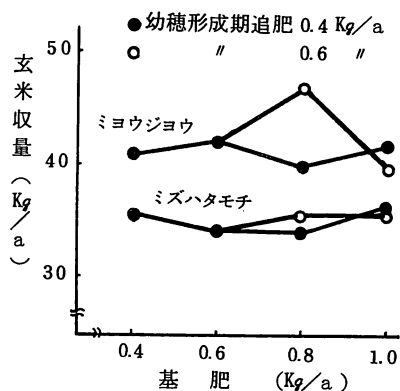
ったものと考えられる。なお、基肥窒素の残存量は降水量に影響されることはすでに明らかにされている。^{20) 21)} 本試験の場合も第16表のように1967年は、播種から5葉期までの降水量が96.4mmと平年の約 $\frac{1}{2}$ であり、降水量の影響したことがうかがえる。

このように5葉期の追肥適量は、基肥の残存量、すなわち播種から5葉期までの降水量に影響される傾向がみられる。しかし、基肥の施用前にその後の降水量を予測することは困難なので、基肥を0.6~0.8Kg/aと決め、5葉期の追肥量は、播種から5葉期間の降水量の多少によって増減する施肥法がのぞましいものと考えられる。

(2) 幼穂形成期の追肥量と時期

基肥と幼穂形成期追肥の交互作用は、ミヨウジョウの場合、有意差はみとめられたが、ミズハタモチの場合はみとめられなかった。基肥×幼穂形成期追肥を図示すると第12図のようになり、ミヨウジョウの施肥適量は基肥0.8Kg/a、幼穂形成期追肥0.6Kg/aと推定される。またミズハタモチの場合は、前に推定した基肥量から幼穂形成期追肥の適量を推定すると0.4Kg/a程度とみられる。このようにミズハタモチとミヨウジョウでは施肥に対する反応が若干異なる傾向を示した。すなわちミズハタモチは基肥と5~6葉期の増施効果が高く、ミヨウジョウはむしろ基肥と幼穂形成期の増施効果が高い。この理由は品種試験でのべたように、ミズハタモチの生理的特性がより陸稲的であることにもとづくものと考えられる。

なお、穂肥の追肥時期については、1968年にも上国



第12図 基肥と幼穂形成期追肥との交互作用 (1969)

第17表 穂肥の施用時期と玄米収量

試験地	試験年次	品 種	穂肥の施用時期	玄米重 (Kg/a)
上国井	1968	石岡3号	出穂35日前	35.7
			" 25日前	36.6
	1968	ミヨウジョウ	出穂35日前	35.4*
			" 25日前	38.5
旭	1968	石岡3号	出穂35日前	42.2*
			" 25日前	43.0

* 5%水準有意

第16表 5葉期における基肥窒素の残存量と降水量との関係

年次 項 目 深 さ (cm)	1967				1969			
	N 残 存 量 (mg/100g)			降 水 量 (mm)	N 残 存 量 (mg/100g)			降 水 量 (mm)
	NH ₃ -N	NO ₃ -N	合 計		NH ₃ -N	NO ₃ -N	合 計	
25~7.5	tr	13.5	13.5	96.4	tr	4.2	4.2	224.5
7.5~12.5	"	4.8	4.8		"	12.2	12.2	
17.5~22.5	"	tr	tr		0.7	4.3	5.0	
27.5~32.5	"	"	"		tr	2.2	2.2	

注) 基肥窒素0.6Kg/a施用区を測定した。降水量は播種から5葉期までの合計を示した。

井ならびに旭試験地で、石岡3号とミョウジョウを供試して検討した。その結果は第17表に示すように、両品種とも出穂前25日に追肥適期のあることがみとめられた。

(3) 出穂期の追肥

出穂期の追肥効果は第15表に示すように、両品種とも主効果には有意差がみとめられたが、交互作用にはみとめられなかった。出穂期の追肥効果については、1968年にも石岡3号について検討し、第18表のように有意差がみとめられ、出穂期の追肥は年次や品種が異なっても効果の高いことを示した。

第18表 実肥の施肥量と玄米収量

試験年次	品 種	実施の施肥量 (Kg/a)	玄 米 重 (Kg/a)
1968	石岡3号	0.0	34.5*
		0.2	35.3
1969	ミョウジョウ	0.0	41.2*
		0.2	42.6
	ミズハタモチ	0.0	33.2*
		0.2	36.1

* 5%水準有意

出穂期の追肥量は0.2 Kg/a以上についての検討を行なわなかったが、畑水稲の出穂期以降の窒素の吸収量からみると、ほぼ0.2 Kg/a程度と推定される。

3) 小 括

畑水稲に対する窒素の施肥法を1967~1969年の3カ年にわたり検討し、次の結果を得た。

(1) 基肥ならびに5~6葉期の追肥適量は、基肥0.8 Kg/a、5~6葉期0.6 Kg/aと推定された。しかし、極端に降雨量の少なかった1967年は基肥0.6 Kg/a、5~6葉期0.4 Kg/aが適量であった。

(2) 穂肥はミョウジョウ0.6 Kg/a、ミズハタモチ0.4 Kg/a、また実肥は0.2 Kg/aが適量と推定された。なお、穂肥の追肥時期は出穂前25日に追肥適期のあることがみとめられた。

3 播種量が異なる場合の窒素の施肥法に関する試験

有効穂数を早期に確保し、一穂粒数、登熟歩合などの収量構成要素の向上をはかるため、播種量の多少に、基肥および5葉期の窒素量を組合せて1970年に検討をくわえた。

1) 試験方法

(1) 試験区の構成

試験区は播種量を0.3 Kg/a、0.6 Kg/a、0.9 Kg/aの3水準とし、各播種量に第19表に示す処理を組合せて構成した。なお、リン酸は全量基肥で1.5 Kg/aを、カリは基肥に0.8 Kg/a、幼穂形成期に0.4 Kg/aを施用した。試験規模は1区5.4 m²、3連制でSplit-split plot配列とした。

第19表 窒素施肥量およびその配分

処 理	基 肥	5 葉 期 追 肥	幼穂形成 期 追 肥	計
5葉期多施	0.4	0.6	0.4	1.4
	0.4	0.8	0.4	1.6
	0.4	1.0	0.4	1.8
基肥多施	0.6	0.4	0.4	1.4
	0.8	0.4	0.4	1.6
	1.0	0.4	0.4	1.8

注) 施肥量はa当たりKgで示した。

5葉期追肥は6月9日

幼穂形成期追肥は7月18日

(2) 耕種概要

場内ほ場に供試品種ミズハタモチを4月14日に畦幅30cmで条播した。かん水はスプリンクラーにより4日間断40mmを原則とし、7月23日から9月4日までの間に計11回行なった。なお、出穂期は8月9日であった。

2) 試験結果および考察

(1) 生 育

各区の生育について要因分析を行なった結果は第20表に示すとおりである。

草丈は各生育期とも播種量間に有意差がみとめられ、最も播種量の多い0.9 Kg/a播が終始低い値で経過した。この影響は稈長にもみとめられ、密播によって短稈化の傾向がうかがわれる。なお、施肥法では生育期全般を通じて基肥多施が有意であり、各播種量とも基肥+5葉期の施肥量1.2 Kg/a以上が、草丈、稈長の伸長に効果の高い傾向を示した。

茎数は生育初期から播種量間に有意差がみとめられ、明らかに播種量の増加にしたがって増加した。この影響は穂数にまで反映した。また茎数、穂数におよぼす窒素の施肥法は、基肥多施が有意に作用し、明らかに穂数確保には基肥多施が有利である。この場合の基肥量は、基肥+5葉期の施肥量からみて0.8 Kg/a程度と推定される。

(2) 収量および収量構成要素

各区の収量および収量構成要素の要因分析の結果は第21表のとおりである。

玄米収量に対する要因効果をみると、施肥法ならびに基肥+5葉期の施肥量に有意差がみとめられ、施肥法では基肥多施が、施肥量では1.2 Kg/a以上が明らかに収量が高い。基肥多施は5葉期多施に比較し、播種量の多少を問わず7~8%の安定した増収効果を示した。一方、

播種量には有意差がみとめられなかったが、0.6 Kg/a播の収量がいずれの施肥量でも高い傾向にあったことからみて、適播種量はほぼ0.6 Kg/aと推定される。

さらに、収量構成要素に対する要因効果をみるとつぎのようになる。

① 播種量について：一穂粒数ならびに登熟歩合に対する播種量の影響は大きく、いずれも播種量とは反比例の関係を示した。しかし、千粒重に対する影響はほとんどみとめられない。このことは、適播種量は穂数、一穂粒数ならびに登熟歩合の交互作用によって決定されることを示唆するものと考えられる。

② 施肥法ならびに施肥量について：一穂粒数、登熟歩合ならびに千粒重のいずれにも、施肥量ならびに基肥+5葉期の施肥量間に有意差はみとめられず、穂数に最も大きく関与している。

畑水稻における栽植様式については、長谷川²²⁾らが多収をあげるためには栄養生長量の増大が必要であり、そのためには狭い畦が管理作業に支障のない限り有利であると報告している。また筆者らの試験²³⁾においても、45 cm、60 cmの広畦に比較し、30 cmが穂数確保に最も有利である結果を得ているので、本試験は30 cmを最

第20表 生育の要因分析

要 因	6月20日		7月7日		成熟期 (9月14日)			
	草 丈 cm	茎 数 本/m ²	草 丈 cm	茎 数 本/m ²	稈 数 cm	穂 長 cm	穂 数 本/m ²	
播 種 量	0.3 Kg/a	29.3**	349*	54.9*	407 [△]	82	20.8	385*
	0.6 "	29.2	445	55.7	463	83	20.2	454
	0.9 "	28.0	483	54.3	509	81	20.3	475
施 肥 法	5葉期多施	27.6**	386**	54.8**	440**	81**	20.7 [△]	426 [△]
	基肥多施	30.1	468	60.0	482	84	20.3	453
基肥+5葉 期の施肥量	1.0 Kg/a	28.0**	390	51.9*	425	80**	20.6	405*
	1.2 "	29.3	450	57.2	483	84	20.4	460
	1.4 "	29.2	437	55.8	470	84	20.4	452

注) **は1% *は5% △は5~20%で有意交互作用には有意差が認められない。

畑水稲の栽培法に関する研究

適畦幅として、播種量と施肥法との関連を検討した。

本試験の場合、播種量を少なくすると、やや長稈化し、一穂粒数ならびに登熟歩合も高くなり、概して生殖生長は旺盛になる傾向を示した。しかし既往の成績²⁴⁾と比較すると、畑での一穂粒数および登熟歩合は本試験の0.3 Kg/a播きの結果、90粒、70%前後がほぼ限界と思われる。また前述の品種試験の項で、畑水稲は同一品種を水田に栽培したものと比較すると、短稈、小穂であり、一穂粒数、登熟歩合ならびに千粒重が低く生殖生長の劣ることを指摘した。

このことから畑では種々の条件をあてはめても、これら形質および一穂粒数、登熟歩合が水田栽培の水準に達することは困難と考えられる。この反面、穂数は畑でも播種量ならびに基肥の増加によって容易に確保できるので、この不利な要素を穂数で補う栽培法が当面の課題と推察される。このような観点から穂数確保に必要な播種量を一穂粒数ならびに登熟歩合との関連から推定すると、ほぼ0.6 Kg/aとみることができる。またこの場合の基肥は0.8 Kg/a程度となり、これまでの試験結果とほぼ一致している。なお、この場合の玄米収量は45±4 Kg/aである。

3) 小 括

本試験で得られた結果はつぎのとおりである。

(1) 播種量0.3 Kg/aと0.6 Kg/aおよび0.9 Kg/aとの間には茎数、穂数および一穂粒数、登熟歩合に明らかな差があるが、玄米収量には差がなかった。

(2) 基肥に多施することは、初期生育を良好にし、穂数の確保、わら収量の増大に有効である。

(3) 基肥+5葉期の施肥量が1.0 Kg/aでは生育が劣り穂数、わら収量が不足するため1.2 Kg/a以上を必要とする。この場合の基肥量は0.8 Kg/aと推定される。

4 深耕の効果ならびに基肥窒素の施肥量に関する試験

作物の根の伸長は種々の要因によって阻害されるが、なかでも土壌硬度は大きく影響する要因とされている。これについて、山中式硬度計で山本²⁵⁾は24.0mm、鎌田²⁶⁾は21.0mmから根の伸長の阻害されることをみとめている。

本県の畑土壌は作土下の硬度はこれらの値をこえ、さらに養分はいちじるしく瘠薄であることが従来の調査結果によって明らかにされている。したがって、(1)深耕な

第21表 収量および収量構成要素の要因分析

要 因	収 量		収 量 構 成 要 素				
	わ ら Kg/a	玄 米 Kg/a	穂 数 本/m ²	1穂粒数	登熟歩合 %	千粒重 g	
播 種 量	0.3 Kg/a	64.5	43.1	385*	89.5*	72.3*	20.5
	0.6 "	65.6	44.3	454	78.3	66.2	20.5
	0.9 "	67.3	43.0	475	70.5	63.5	20.5
施 肥 法	5葉期多施	63.7*	41.8**	426 [△]	79.0	66.5	20.6
	基肥多施	67.5	45.2	453	80.0	68.0	20.5
基肥+5葉 期の施肥量	1.0 Kg/a	61.0*	41.8 [△]	405*	78.5	69.5	20.5
	1.2 "	69.5	44.6	460	80.0	65.5	20.6
	1.4 "	66.8	44.0	452	79.5	66.7	20.5

注) **は1% *は5% △は5~20%で有意
交互作用には有意差が認められない。

畑水稲の栽培法に関する研究

らびに堆肥施用による畑水稲の根の深根化と生育収量との関係、(2)このような条件をあたえた場合の基肥窒素の施肥量、の2点を1969年に生産力の異なる3種の火山灰土壌において検討した。

1) 試験方法

(1) 試験場所ならびに供試土壌の化学性

試験場所はさきと調査によって生産力を異にするとところを選定した。その場所と土壌型は第22表のとおりである。またその化学性は第23表に示した。

(2) 試験区の構成ならびに栽培法の概要

試験区は深耕、堆肥、および基肥窒素の3要因をそれぞれ2水準としL₈直交表にわりつけ構成した。その内容と施肥量は第24表のとおりである。

各試験地ともミョウジョウを供試品種とし、4月21～23日の範囲内に畦幅30cmとして、0.6kg/aの播種量で条播した。その後の管理は各試験地の慣行にしたがった。なお、試験区の面積は12m²とし、2連制で実施した。

2) 試験結果および考察

(1) 玄米収量ならびに収量構成要素

各試験地の玄米収量ならびに収量構成要素に対する要因効果は、第25表に示した。

玄米収量に対する主効果は、上国井試験地の場合、各要因とも有意差はみとめられなかったが、旭および井貝試験地では深耕の効果のみ有意差がみとめられた。深耕による期待収量は旭試験地で49.7 ± 2.5 kg/a、また井貝試験地では54.8 ± 4.8 kg/aと推定される。

なお、交互作用については3試験地とも有意差のみとめられた要因はなかった。しかし、堆肥は連年施用によってはじめて効果のあらわれる場合もあるので、さらに試験を継続して結論をだすべきである。

収量構成要素に対する要因効果は、3試験地とも1穂稔実粒数には深耕の効果に有意差がみとめられた。1穂稔実粒数に対する深耕の効果は大きい、上国井試験地の場合は、深耕による穂数減に相殺されて結果的には増収につながらなかった。

(2) 深耕と根の垂直分布

0～40cm間の根の垂直分布を最高分けつ期、幼穂形

第22表 試験地の所在地と土壌型

生産力区分	試験地名	所在地	土壌型	示性分級式
下	上国井	水戸市上国井町農試ほ場	火山灰土壌黒色型	ⅢfnⅡ(w)e
中	旭	鹿島郡旭村常盤	" 黒褐色型	Ⅲ(w)Ⅱfne
上	井貝	行方郡麻生町井貝	" 褐色型	Ⅲ(w)Ⅱfe

第23表 供試土壌の化学的性質

試験地名	深さ (cm)	pH (KCL)	全炭素 (%)	全窒素 (%)	C/N	置換性塩基 (me)			リン酸 吸収 係数	有効態 リン酸 (mg/100g)	有効態 珪酸 (mg/100g)	
						CaO	MgO	K ₂ O				
上国井	0～10	4.55	4.25	0.41	10.4	3.25	0.40	0.47	22.9	2,170	2.5	25.0
	15～25	4.70	4.61	0.37	12.5	3.79	0.51	0.40	—	2,180	1.5	37.0
旭	0～10	5.52	3.56	0.43	8.3	11.90	0.83	1.47	22.5	2,160	6.5	31.0
	15～25	5.08	3.56	0.28	10.0	7.73	0.42	1.43	—	2,225	8.0	30.0
井貝	0～10	5.15	2.31	0.35	6.6	6.47	0.53	1.63	16.9	2,180	9.0	34.0
	15～25	5.15	2.13	0.34	6.3	6.58	0.39	1.83	17.8	2,130	9.5	43.0

畑水稻の栽培法に関する研究

成期ならびに収穫期にそれぞれモノリス法で調査した。その結果から根の下層への伸長、すなわち10~40cm間に分布する根の割合(乾物%)におよぼす深耕の影響をみると、第13図のようになる。10~40cm間の根の分布割合は深耕の効果のみとめられた旭および井貝試験地

の場合、普通耕区にくらべ深耕区は最高分けつ期から収穫期にいたるまで高い値で経過し、深耕の効果の少なかった上国井試験地ではこのような傾向はほとんどみとめられなかった。

さらにこの分布割合は各生育期とも、上国井試験地

第24表 試験区名および施肥量

区名	項目	N (Kg/a)				P ₂ O ₅ (Kg/a)	K ₂ O (Kg/a)			
		基肥	5葉期	幼穂形成期	合計		基肥	幼穂形成期	合計	堆肥
普通耕	無堆肥 窒素少区	0.6	0.6	0.4	1.6	1.5	0.8	0.4	0	
	無堆肥 窒素多区	1.0	"	"	2.0	"	"	"	"	
	堆肥 窒素少区	0.6	"	"	1.6	"	"	"	300	
	堆肥 窒素多区	1.0	"	"	2.0	"	"	"	"	
深耕	無堆肥 窒素少区	0.6	"	"	1.6	"	"	"	0	
	無堆肥 窒素多区	1.0	"	"	2.0	"	"	"	"	
	堆肥 窒素少区	0.6	"	"	1.6	"	"	"	300	
	堆肥 窒素多区	1.0	"	"	2.0	"	"	"	"	

- 注) 1) ようりん20Kg/aを土壤改良剤として各区共通に施用した。
 2) 深耕はブラウで30cm/c、普通耕はロータリー耕で15cm/c耕起した。
 3) 5葉期、幼穂形成期の追肥は上国井試験地、6月9日、7月23日、旭試験地6月10日、7月22日、井貝試験地6月10日、7月31日それぞれ実施した。

第25表 玄米収量ならびに収量構成要素におよぼす要因効果

要因	試験地	項目	上国井				旭				井貝			
			玄米重	穂数	1穂稔	千粒重	玄米重	穂数	1穂稔	千粒重	玄米重	穂数	1穂稔	千粒重
			(Kg/a)	(本/m ²)	実粒数	(g)	(Kg/a)	(本/m ²)	実粒数	(g)	(Kg/a)	(本/m ²)	実粒数	(g)
主	耕深	普通耕	40.5	501	40.9*	19.8	45.1**	570	39.4*	20.3	51.6*	651	40.5*	19.7
		深耕	42.0	475	44.2	20.1	49.7	562	43.6	20.1	54.8	650	42.1	19.8
効	堆肥	0	40.4	479	42.4	19.9	46.3	541	41.7	20.4	54.4	659	41.0	19.8
		300	42.2	497	42.7	20.0	48.5	592	41.3	20.0	52.0	643	41.6	19.7
果	基肥	0.6	40.4	475	42.2	20.2	46.1	554	41.7	20.3	53.8	625	42.5*	19.8
		窒素	1.0	42.1	501	42.9	19.7	48.7	579	41.3	20.1	52.6	677	40.0

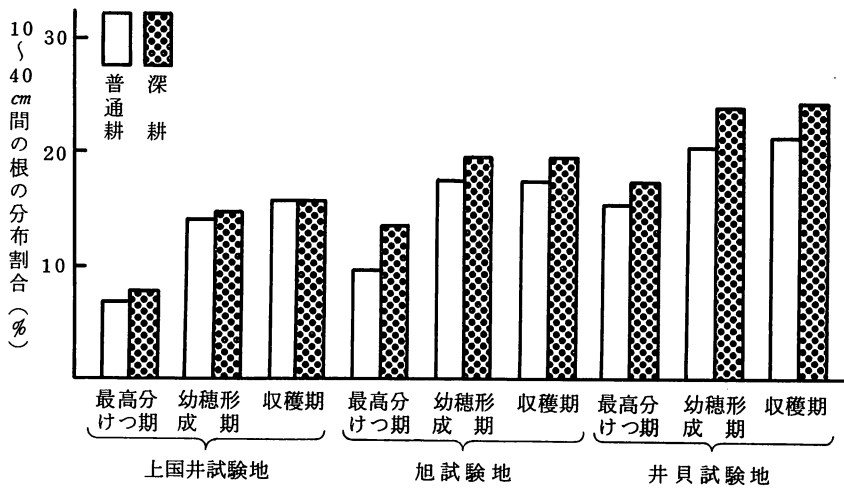
** 1%, * 5%, 水準有意 交互作用には有意差は認められなかった。

く旭試験地く井貝試験地の順位を示し、各試験地の収量水準とも一致していることから、畑水稻の収量は根の垂直分布と密接な関係にあることが示唆された。

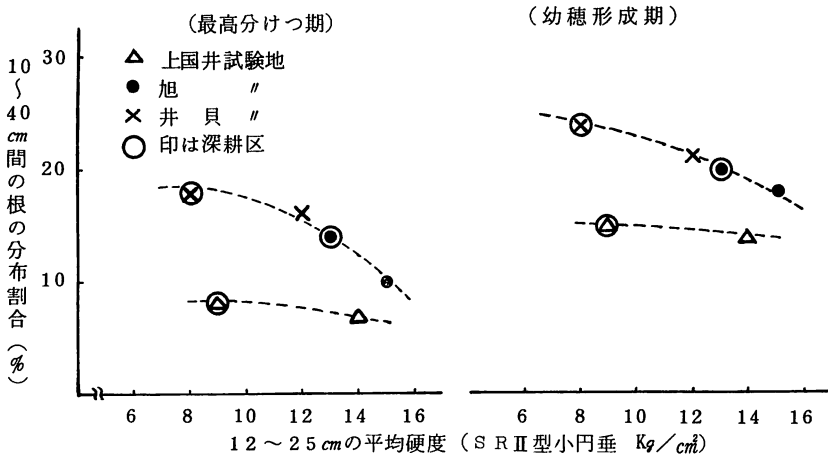
根の調査と並行して土壌の硬度をSR II型の小円垂で測定したが、とくに深耕によって硬度の低下した15~25 cmの平均硬度と根の垂直分布(10~40 cm間の分布割合)との関係をみると第14図のようになる。すなわち10~40 cm間に分布する根の割合は、旭ならびに井貝試験地では土壌硬度の低下にしたがって増加しており、

根の伸長は硬度がSR II型小円垂で12 Kg/cm²(山中式硬度計では18~19 mm)以上になると阻害されることがうかがえる。

しかし、上国井試験地の場合は土壌硬度が低下しても、根の分布割合はわずかに増加したにすぎない。このことは、畑水稻の水分消費型はリン酸に影響される²⁷⁾こと、ならびに上国井試験地の有効態リン酸(第23表)は極端に少なかったことなどからみて、リン酸不足が根の伸長を悪くしたものと推察される。



第13図 根の垂直分布におよぼす深耕の影響

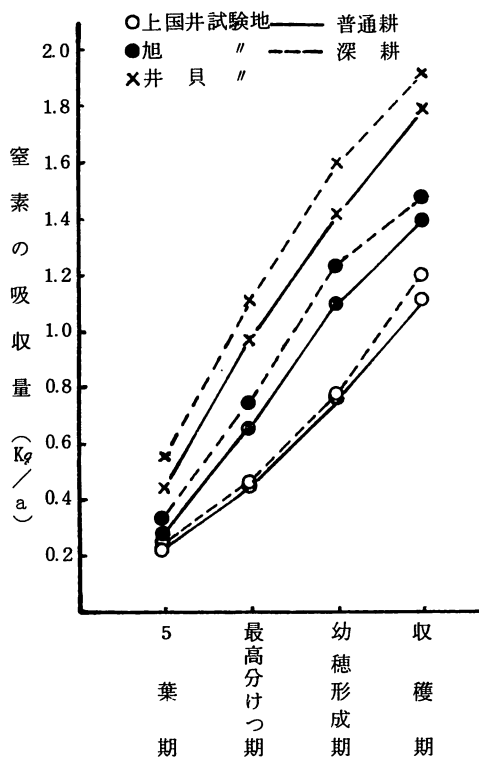


第14図 土壌硬度と根の分布

(3) 深耕と窒素吸収量

作物体による窒素の吸収量を第15図に、またリン酸の吸収量を第16図に示した。

窒素の吸収量は旭および井貝試験地の場合、5葉期から収穫期まで深耕区は普通耕区より高い値で経過し、深耕によって窒素の吸収が旺盛になることを示した。しかし、上国井試験地では、幼穂形成期以降わずかに高まる程度であった。



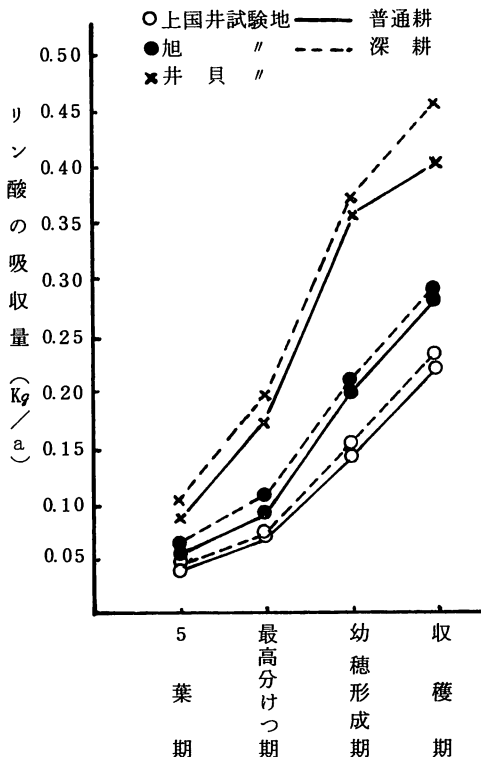
第15図 窒素の吸収量

またリン酸の吸収量も5葉期から幼穂形成期までは窒素と同じ傾向を示した。しかし、その他の養分については、一定の傾向はみとめられなかった。

以上のことから、旭および井貝試験地で深耕の効果のみとめられた理由は、児玉²⁸⁾・海野²⁹⁾ものべているように、根の下層への伸長によって根圏を拡大し、養分の吸収を旺盛にしたためと思われる。

3) 小 括

畑水稻に対する深耕の効果を検討し、次の結果を得た。



第16図 リン酸の吸収量

(1) 畑水稻に対する深耕の効果は、0~25 cmの土壌中の有効態リン酸が6.5 Kg/100g以上の土壌ではみとめられた。

(2) 畑水稻の根の伸長は、作土の硬度がSR II型の小円垂で12 Kg/cm²(山中式硬度計で18~19 mm)以上になると抑制された。

(3) 深耕によって根の下層への分布割合は高まり、養分(窒素ならびにリン酸)の吸収量は増加した。

(4) 深耕を行なっても基肥窒素量0.6 Kg/aと1.0 Kg/aでは収量に差がなかった。また堆肥の多施肥効果はみとめられなかったが、これについてはさらに継続試験によって明らかにする必要がある。

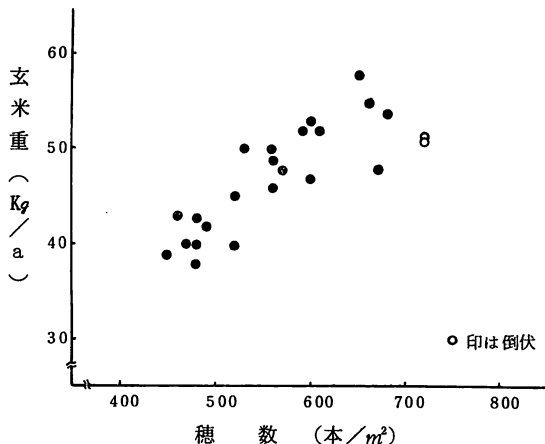
5 畑水稻の特性について

畑水稻に対する窒素の施肥法ならびに深耕の効果については、そのつど考察をくわえてきたので、ここでは生産力を異にする3試験地で実施した深耕の効果ならびに基肥窒素の施肥量に関する試験を対象に、ミョウジョウ

を例にとって多収をあげるための収量構成要素とそれに関与する要因について考察する。

1) 玄米収量と収量構成要素

穂数と玄米収量との関係は第17図のように高い相関を示し、穂数650本/m²まで玄米収量はほぼ直線的に増加し、そのときの玄米収量は58Kg/a程度である。しかし穂数がこれ以上になると倒伏しやすくなる。



第17図 穂数と玄米重との関係

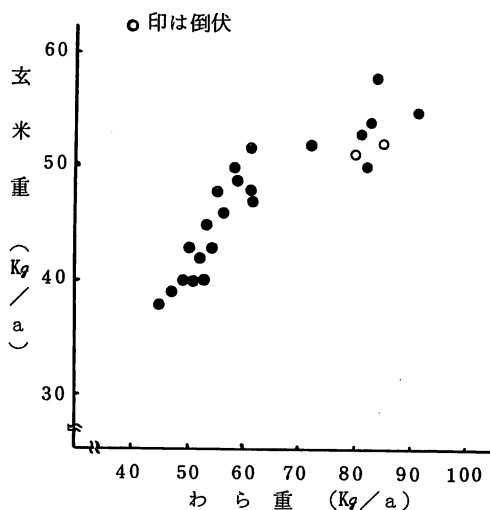
また1穂稔実粒数は玄米収量との相関はみとめられるが、40~45粒の範囲内のため穂数の少ない場合は、稔実粒数による飛躍的な増収は期待できない。しかし穂数を610本/m²以上確保できる条件では、稔実粒数を45粒以上つけることによって、60Kg/aの玄米収量を期待できる。

さらにわら重と玄米収量は第18図に示すように、玄米収量が55Kg/aまでは高い相関がみとめられる。これらのことから、玄米収量に貢献する要因の順位は、穂数 ≧ わら重 > 1穂稔実粒数となり、畑水稻の収量は穂数に依存する度合の大きいことがうかがわれる。

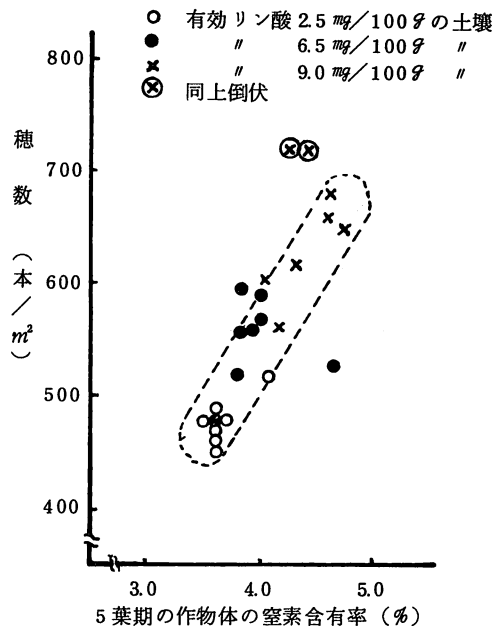
2) 穂数におよぼす窒素ならびにリン酸の影響

穂数におよぼす作物体の養分濃度は、5葉期における窒素ならびにリン酸がもっとも大きく影響する(第19、20図)。穂数を650本/m²確保するためには、5葉期における窒素は4.5%、またリン酸は0.8%を必要とする。

なお、5葉期における作物体の窒素濃度は、基肥窒素をa当たり0.6Kgと1.0Kgの2水準を設けたにもかかわらず、土壌中の有効態リン酸の多い土壌が高い値を示し



第18図 わら重と玄米重との関係

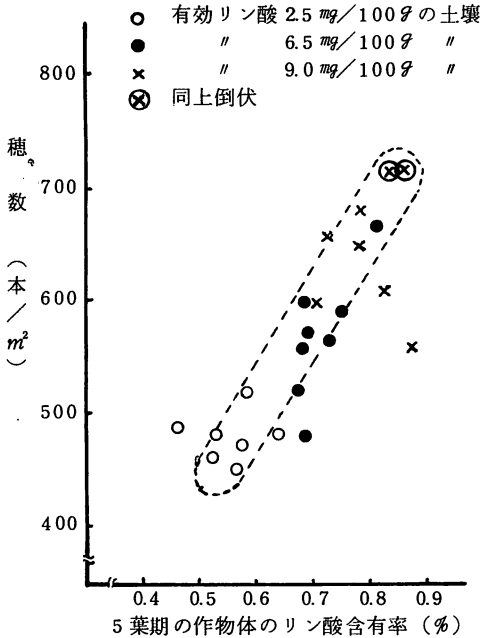


第19図 5葉期の作物体の窒素含有率と穂数との関係

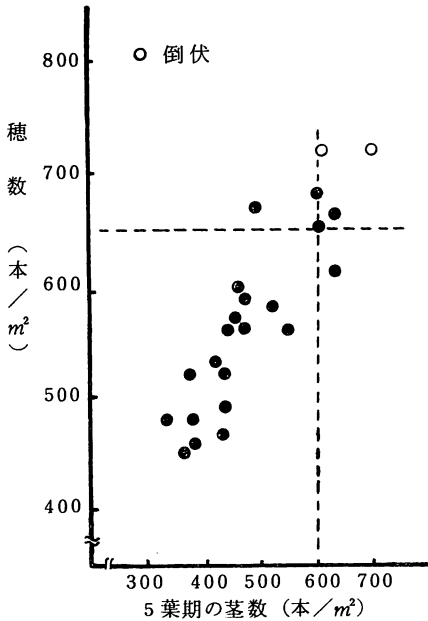
ている。

畑水稻の穂数は第21図のように、5葉期にすでに80~90%が決定されるので穂数650本/m²を確保するためには、この時期に600本/m²程度の茎数を必要とする。この場合、600本/m²以上の茎数になると倒伏のひん

は高くなるので、前に5葉期の追肥量を降雨量によって増減することをのべたが、この時期の茎数によって5葉期の追肥量を判定することもひとつの方法と考えられる。



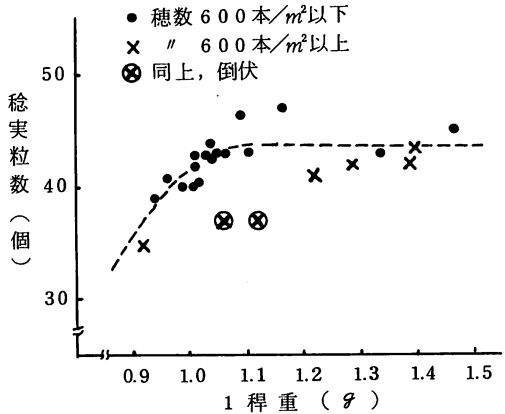
第20図 5葉期の作物体のリン酸含有率と穂数との関係



第21図 5葉期の茎数と穂数との関係

3) わら重と1穂総実粒数

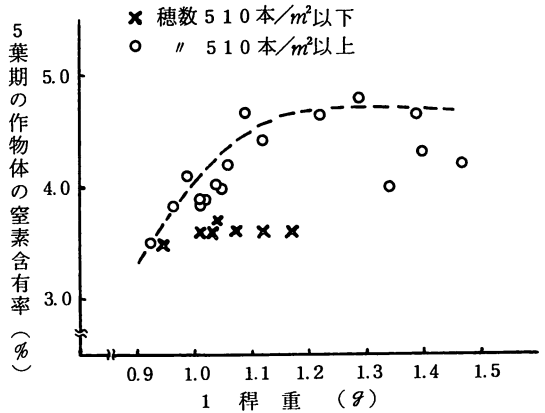
わら重は穂数と1稈重で構成されるが、このうち1稈重については、石川³⁰⁾は乾田直播水稲について1穂着粒数と正相関にあることを明らかにしている。本試験の場合も第22図に示すように、1稈重1.1g以下では1穂総実粒数は直線的に減少している。したがって1稈重1.1g以上が穂実粒数確保の一つの条件とみることができよう。



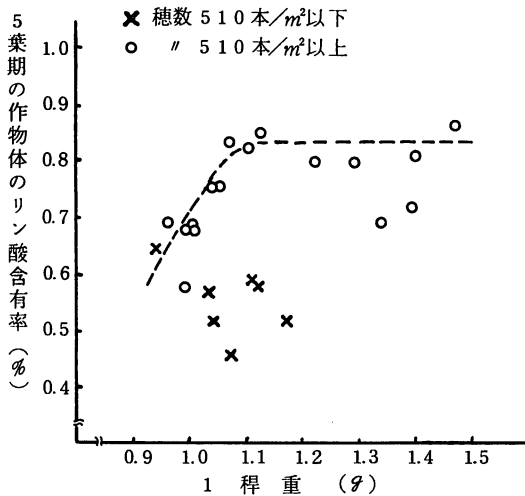
第22図 1稈重と穂実粒数との関係

4) 1稈重におよぼす窒素ならびにリン酸の影響

前にのべたように、穂数を600本/m²以上確保し、さらに1穂総実粒数を4.5粒以上つけることが増収の条件であることがわかったので、つぎに穂実粒数と密接な関係にある1稈重におよぼす作物体の養分濃度について検討をくわえた。その結果は第23、24図のように、5葉期における作物体の窒素ならびにリン酸の濃度も



第23図 1稈重と5葉期の作物体の窒素含有率との関係



第24図 1稈重と5葉期の作物体リン酸含有率との関係

とも大きく影響しており、それ以外の時期の窒素ならびにリン酸の濃度はあまり関係していないようである。1稈重を1.1g以上にするには、5葉期における作物体の窒素濃度を4.5%以上に、またリン酸濃度を0.8%に保つ必要がある。この濃度は穂数確保に必要な濃度とも一致している。したがって畑水稻は生育の極く初期に、窒素ならびにリン酸の体内濃度を高め、早期に優勢な分けつを十分確保できれば、以後の凋落を防止する肥培管理によって相当の収量を得ることができるものと推察される。

以上、畑水稻の多収を得るために必要な要因を解析し、5葉期における作物体の窒素ならびにリン酸濃度を高めることが、畑水稻の基本的な増収技術であることを明らかにした。

しかし、本試験の場合は土壌改良剤としてようリン20kg/aを施用し、さらに推定適量のリン酸を施用したにもかかわらず、5葉期における作物体のリン酸濃度は土壌中の有効態リン酸の多少に支配されている。したがって5葉期のリン酸濃度を高めるためには、土壌中の有効態リン酸を少なくとも6.5mg/100g以上に富化させることが肝要である。

IV 論 義

1 品種について

畑水稻に関する研究は海野ら¹⁶⁾をはじめとし多数あるが、品種に関する報告は少ない。試験結果および考察でのべたように、水田と畑では要求される特性の重要度が異なるので、畑水稻を選定する場合特に考慮すべき点と、今後の畑水稻の具備すべき特性について論議を進める。

1) 畑水稻の具備すべき一般特性

熟期：阿部ら¹⁾、長谷川²⁾らは同時播種で水田より3~6日出穂が遅れるとしているが、保護育苗が一般化している現在の水田栽培は早播きされるので、畑栽培の実際の出穂期は15~20日以上遅くなる。海野ら¹⁶⁾は東北地方の品種が関東地方の畑水稻として熟期的に適合するとしており、本試験の結果もほぼ同様な傾向を得た。具体的には、その地帯の極早生水稻は畑水稻としては中生種、中生種は晩生種となる関係にある。一方、収量からみた畑水稻の適出穂期は関東地方で8月中旬といわれ¹⁾⁹⁾、晩生種は年次変動が大きく安定性に欠けるから畑水稻としての適応性は小さいと考えなければならない。

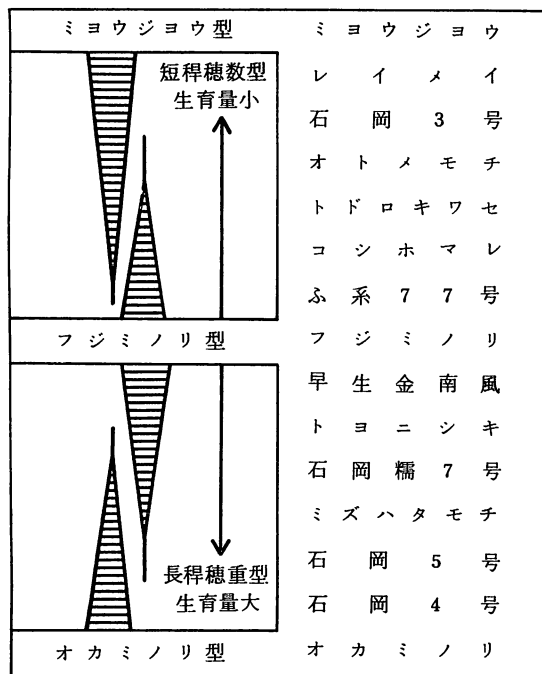
いもち病耐病性：畑かん栽培は水田栽培より稲体内の窒素含量が多く¹⁾²⁾¹⁶⁾、ケイ酸含量については減少¹⁶⁾、増加¹⁾²⁾の両方の報告があるが、同時に長谷川²⁾は多肥条件ではケイ酸含量が低下することを認めており、上述の窒素含量増大との関係から、比率的にケイ酸含量の不足することも考えられる。また、単位面積当たりの栽植個体数が多いため、うっ閉しやすい。以上のような諸条件が重なり、いもち病は水田より多発しやすく、多くの報告も同様な結果を報告している¹⁾²⁾³⁾⁵⁾⁸⁾¹⁶⁾。したがって水稻の基準で、強~極強の耐病性をもつのであれば、多肥多播の畑かん栽培で安定多収を得ることはむずかしい。

強稈性、直播適応性：水田より畑は短穂化しやすく、穂数増で補わないと水田と同等の収量は得られない。穂数確保には水田の3~4倍の栽植個体数(0.5~0.6kg/a播種)がとられるため、稈は細く、また下部の通風が不良となり、“ムレ”を起し²⁾⁴⁾、下葉の黄変、紋枯病の多発をまねき、倒伏しやすくなる。これを克服するには、強稈で、葉が比較的短かく立ち、過繁茂になりにく

い草姿をもつ品種が望ましい。これら特性は、水田水稲の直播適応性の大きな品種にみいだせる。

2) 畑水稲品種の生育型

畑かん栽培適応性検定試験の結果、適応性が大きいと認められた品種をその生育型から類別すると第25図のようになり、これらが大別すると3つの群が想定される。



- 注) 1. 石岡糯7号は草状的にはミョウジョウ型であるが施肥反応からオカミノリ型に近いものとした。
 2. トヨニシキは生育量大きいためフジミノリよりオカミノリに近いものとした。

第25図 畑水稲生育型類別

1群はミョウジョウに代表されるもので、極短稈強稈、葉はやや短かく立ち、受光態勢良く、生育量小さく過繁茂になりにくい草姿をもつ。その特性から、そ菜跡などの肥沃地や極多肥栽培に適するが、少肥栽培や、やせ地では生育量の確保が困難で低収となりやすい。

2群はフジミノリに代表され、水稲のなかでは長稈穂重型に属し、生育量比較的大きい。肥沃地や多肥栽培向き品種であり、前記1群のものよりやや条件の劣る畑に適すると考えられる。

3群はオカミノリ（陸稲）に代表されるもので、長稈穂重型、繁茂量大大きく、出穂前生育量の確保により多収

を得るもので、多肥栽培や肥沃地など栽培条件の良い場合は倒伏のおそれがある。多収性は1, 2群のものよりやや劣るが、栽培条件がやや不良でも、ある程度の多収性を発揮する。

実際栽培にあたっては、これらの品種を栽培条件によって適宜使い分けすることが、安定多収を得る第1条件であろう。

3) 今後の畑水稲品種の望ましい生育型

畑水稲として具備すべき一般特性はほぼ明らかとなり、畑適応性の高い品種もみいだされたが、今後の新しい畑水稲品種の生育型を想定する時に、ミョウジョウ型が望ましいか、あるいはオカミノリ型が望ましいか、論議の分れる点であろう。

現時点で両者の安定多収をはばんでいる原因を考えると、ミョウジョウ型のもは生育量の確保がむずかしいということであり、そのため多播多肥されるが、これら栽培法は気象条件や地力などの環境条件により影響を受けやすく⁷⁾、生育量確保には不安定さが残る。さらに多播多肥による病虫害の多発などの二次的な障害もできやすい。

オカミノリ型は逆に、気象条件や地力によっては生育量が過大となりやすく、稈の強度がともなわないため倒伏することにある。

一方、水田と畑の生育の違いは、形態的には畑は穂が小さく、1穂着粒数少なく、生育量も少ない傾向がある。生理的には長谷川²⁾は、畑水稲の炭水化物蓄積量は出穂前蓄積量におうところが大きく、出穂後単位葉面積当たりの同化能力は水田の5.0%程度に低下しており、乾物生産量に対する収量の比率が低いことを認めている。このような畑栽培の稲の生育特性と、多肥多播だけでは生育量の確保がむずかしいことを考えあわせると、生育量確保が容易で、かつ大きい品種が有利と推定される。オカミノリ型に近いもので、登熟力（出穂後の同化能力の向上）と耐倒伏性を付与した品種が、今後の畑水稲新品種育成の目標として想定される。

2 施肥法について

畑水稲に対する窒素の施肥法について、西山³¹⁾、吉野

21)らは窒素の溶脱の激しい畑地では、数回に分施することがのぞましい施肥法であることを提唱している。本試験においては窒素の溶脱に対応する追肥時期として、5～6葉期が重要な時期であることをみとめた。この時期は畑水稻の養分吸収量からみると、窒素、リン酸とも急激に増大しはじめる時期であり、また土壌中の窒素が梅雨によって激しく溶脱されるのもこの時期からである。したがって5～6葉期は生理的にも、土壌中の窒素の動態からも追肥時期の一つのポイントとみることができる。

さらに、幼穂形成期ならびに出穂期の追肥も、年次や品種ならびに土壌条件のいかんにかかわらず効果の-highいことがみとめられた。この理由は幼穂形成期以後も窒素の吸収が重要な意義をもっていることと、幼穂形成期以降の干ばつ期には、多量のかん水(4日間断30～40mm)によって窒素が溶脱されることに起因するものと考えられる。このように養分吸収量と土壌中における窒素の動態から畑水稻の追肥時期をみると、5～6葉期、幼穂形成期ならびに出穂期が妥当な時期と思われる。なお、これらの追肥時期における施肥量を基肥との交互作用からみると、まれにみるからつゆの年をのぞけば、おおむね基肥0.8Kg/a、5～6葉期0.6Kg/a、幼穂形成期0.6Kg/a(但しミズハタモチのような水陸交雑種は0.4Kg/a)、出穂期0.2Kg/aに適量があるものと推定された。

施肥法に関する試験を進める過程で、基肥ならびに各期の追肥に対する収量構成要素の反応をも検討したが、とくに注目されることは、穂肥の量や時期をかえても、さらにうすまきにして窒素の施肥法をかえても、着粒数、登熟歩合ならびに千粒重が、同一品種を場内水田に栽培した既往の成績と比較すると、その水準に達し得なかったことである。この現象は品種試験においてもみとめられ、また横井³²⁾、吉野²¹⁾、阿部¹⁾らも水田、畑両条件における生育相の比較からも同様のことをみとめている。これらの諸結果は水田水稻と畑水稻の後期における同化能力の差異にもとづくものと考えられるので、現在の品種を用いるかぎり、畑地では種々の条件を与えても、水田栽培と同程度の着粒数、登熟歩合、千粒重を得ることはきわめて困難なものと推察される。この反面、穂数は初期の優劣な分けつを確保することによって容易に確保

できる特性を示していることから、畑水稻に対する施肥法は、比較的容易に確保できる穂数によって生殖生長の劣勢を補う方法が施肥法確立の当面の目標とみることができよう。

穂数確保には種々の要因が考えられるが、本試験においては、前にも述べたように、窒素以外に、土壌中の有効態リン酸を6.5mg/100g以上に富化させ、5～6葉期における体内のリン酸濃度を0.8%以上で経過させることを一つの条件として指摘された。また播種量の増加は穂数確保には有利であるが、播種量0.6Kg/a以上になると個体間の競合によって、着粒数や登熟歩合を低下させ、むしろ減収の傾向さえみられるので、0.6Kg/aまきが限界と思われる。

これまでのことは主に畑水稻の生理的特性からみた施肥法の要点であるが、生態的特性としては前にのべたように、降雨またはかん水による窒素の溶脱が、根群分布が浅いという特性²⁾とあいまって窒素の利用率の低下を促進していることを見のがすことはできない。筆者らはこのような欠点を補うために深耕による根の深根化をはかり、作土下まで有効態リン酸の豊富な土壌では、0～25cm間の土壌の硬度をSR II型小円錐で12Kg/cm²(山中式硬度計で18～19mm)以下に低下させることによって、根の垂直分布が深まり、最高分けつ期から幼穂形成期へかけて窒素の吸収量の高まることをみとめた。このように深耕によって土層を膨脹にすることは、根圏を拡大し窒素の利用率を高めるのみならずこれ以外の無機成分や水分の利用を高め、さらに児玉³³⁾が指摘しているように、容気率の増加にともなう通気の改善が、作物根の機能を高めることも加わるので、深耕は作物栽培上有利な方法とみることができる。

しかし、深耕は一般に瘠薄な下層土を作土中に混入させるため、土壌の養分濃度は薄くなり、養分的にはマイナスに作用する場合が多い。とくに火山灰土壌の下層土はばん土性が強く、リン酸吸収係数も高いため、リン酸の不可給化が考えられるので、リン酸に対する依存度の高い畑水稻にとっては、リン酸の対策が一つの重要な点となろう。また下層土の化学性によってはさらに微量元素の対策も必要になるものと思われる³⁴⁾。筆者らは畑水稻栽培にお

畑水稲の栽培法に関する研究

ける窒素の施肥法と土壌条件について一つの方向を示した。しかし、ここに示した窒素の追肥量では、まれにみるからつゆの年やそ菜跡のような肥沃地では倒伏をまねく場合もあるので、具体的にはその気象ならびに土壌条件の配慮が必要である。

なお、本研究を進めるにあたりご指導、ご助言をいただいた前経営部長、故鈴木竜彦博士、化学部長石川昌男博士、前作物部長（原茨城県園芸試験場長）山木鉄司氏、前育種部長（現九州農試作物第2部作物第2研究室長）小野敏忠氏、育種部長小野信一氏に、また試験にご協力をいただいた農試職員、本田宏一技師、小山田勉技師、海老原康子技師（現八州化学）、ならびに育種研究室、畑作研究室の各位に深く謝意を表する。

V 摘 要

畑水稲の栽培法を確立するため、品種の選定ならびに施肥法を1966～1970年の5年間にわたり検討し次の結果を得た。

1. 水稲品種が畑かん栽培に適し安定した収量を得るためには、熟期はその地帯の極早生品種以上の早いものであること、穂もち病に強いこと、極強稈であることなどが必須特性であることが明らかになった。

2. 以上のような諸特性をみだし畑かん栽培で多収をあげ適応性が大きいとみとめられる品種はミヨウジヨウをはじめ十数品種みとめられた。それらは各々異なる生育型をもち適栽培条件は異なるが大別すると3つの型に類別できる。ミヨウジヨウに代表される群は極多肥、極肥沃地に適し、フジミノリに代表される群は地力中庸～肥沃地において標準肥～多肥栽培向き、オカミノリ（陸稲）に代表される群はやせ地～地力中庸な地帯でそれぞれ特性を発揮し、より安定多収が期待できる。

3. 施肥窒素の吸収同化から水稲型（生育後期まで窒素を吸収同化し穂へ転流させることができる）と陸稲型（生育前期の窒素吸収同化にたよる割合が多く後期追肥の効果劣る）があり、水、陸交雑育成による品種はほぼ陸稲的であるとみとめられた。また品種によって施肥量とその配分をかえる必要のあることがみとめられた。

4. 水田にくらべ生育量確保の困難な畑かん栽培で安

定多収を望むには、オカミノリ型に近い生育量の大きいものが有利となり、さらに水稲のもつ耐倒伏性（稈のしなやかさ）、登熟力（出穂後の同化能力がおとろえない）を付与した品種の育成が急務と考えられる。

5. うね幅は収量ならびに管理作業からみて30cmが適当と推定された。また播種量は0.6kg/a以上になると個体間の競合によって、着粒数や登熟歩合が低下し、むしろ減収の傾向を示した。

6. 畑水稲に対する窒素の施肥量は、まれにみるからつゆの年をのぞけば、おおむね基肥0.8kg/a、5～6葉期0.6kg/a、幼穂形成期0.6kg/a（但しミズハタモチのような水陸交雑種は0.4kg/a）、出穂期0.2kg/aが適量と推定された。

7. 畑水稲は5～6葉期に、窒素ならびにリン酸の体内濃度を高め、早期に優勢な分けつを十分確保できれば、以後の凋落を防止する肥培管理によって相当の収量を得ることができるものと推察された。この場合体内のリン酸濃度を高めるためには、土壌中の有効態リン酸を6.5mg/100g以上にする必要がある。

8. 土壌中の有効態リン酸が豊富な土壌(6.5mg/100g以上)では、深耕によって根の下層への分布割合が高まり、養分吸収量も増加し増収した。

9. 畑水稲の根の伸長は、作土の硬度がSR II型の小円垂で1.2kg/cm²（山中式硬度計で18～19mm）以上になると抑制された。

参 考 文 献

- 1) 阿部祥治・小野敏忠：水陸稲の畑灌適応性について 茨城農試研報 9, 16～22 (1968)
- 2) 長谷川新一：水稲の畑栽培に関する研究 農事試験報 1, 109～156 (1962)
- 3) 長谷川新一・竹村義一・中山兼徳：畑作水稲の栽培法に関する研究 日作紀 29-1, 19～22 (1961)
- 4) 林政衛・鈴木幸三郎・屋敷隆士：水稲の畑栽培法に関する研究 千葉農試研報 7, 1～19 (1967)
- 5) 黒崎正美：陸稲のかんがい栽培と稲熱病 農及園 31-3, 476～477 (1956)
- 6) 近藤源吉：畑地灌がいによる水稲および陸稲栽培

法 農及園 34-7, 1077~1080(1959)

- 7) 近藤頼巳: 水稻に於ける栽植密度の増加に就て 農及園 19-7, 667~674(1944)
- 8) 目黒猛夫: 畑灌がい栽培に適する稲の品種 農及園 31-6, 791~795(1956)
- 9) 小野敏忠・稲毛正雄: 水稻品種の畑かんがい栽培における生態型に関する研究 茨城農試研報 5, 47~56(1963)
- 10) 瀬古秀生・佐本啓智・鈴木嘉一郎: 水稻の倒伏におよぼす二, 三栽培条件の影響(I) 日作紀 26-2, 90~92(1957)
- 11) 瀬古秀生・佐本啓智・鈴木嘉一郎: 水稻の倒伏におよぼす二, 三栽培条件の影響(II) 日作紀 28-2, 173~176(1958)
- 12) 島田裕之・坂本尙・緑川寛二・祝迫親志・佐藤修・丹野貢・林田多賀夫・萩谷俊雄・広木光男・坪存: 茨城県における水稻の乾田直播栽培に関する研究 茨城農試研報 10, 109~162(1969)
- 13) 高橋保夫・岩田岩保・馬場尙: 水稻品種の耐肥性と窒素及び炭水化物代謝との関係 日作紀 28-1, 22~24(1959)
- 14) 武田友四郎: 水稻の密植問題と増収限界〔I〕 農及園 36-4, 627~632(1961)
- 15) 角田重三郎: 稲の形態と機能(松尾孝嶺編) 第4編 形態と機能からみた“多収性品種” 農業技術協会, 180~195(1960)
- 16) 海野佐一・飯塚俊介・野中富士夫・湯山博方: 畑地かんがいにおける水稻の栽培技術的研究 第1報 畑地かんがいにおける水稻品種の適応性について, 第2報 栽培条件による水陸稲の生育相および生理的特性の差異 日作紀 27-3, 349~353(1959)
- 17) 和田源七: モミワラ比を中心とした光合成産物の配分 農業技術 26-11, 25~29(1971)
- 18) 茨城農試環境部: 畑かん栽培における窒素の施用法に関する試験(畑水稻), 畑かんがい試験成績書 13~15(1962)
- 19) 磯部邦夫: 直交表の使い方(基礎編) 日本規格協会(1963)
- 20) 鈴木竜彦: 大豆の増収に関する土壤肥学的研究 農林水産技術会議編, 指定試験13号 6(1965)
- 21) 吉野実・野口純隆: 南九州の火山灰土壤畑における作物の栄養生理に関する研究, 農林水産技術会議編, 指定試験15号, 65(1967)
- 22) 長谷川新一・竹内義一・中山兼徳: 畑作水稻の栽培法に関する研究. うね幅および播種期に対する適応性について, 日作紀, 29(1), 19~22(1950)
- 23) 茨城農試作物部: 畑水稻の省力安定栽培法に関する試験 畑作栽培試験成績書 13~17(1968)
- 24) 茨城農試育種部: 畑水稻の増収性に関する試験, 陸稲新品種育成基礎試験成績書 21~40(1970)
- 25) 山本毅: 大型機械を使つての地力の増進法, 農園 39 1565(1964)
- 26) 鎌田嘉孝: 大型機械による踏圧と畑作物の生育, 土壤の物理性 14, 4(1966)
- 27) 茨城農試環境部: 要水量決定に関する試験(1), 畑土壤の有効水分域について, 畑地かんがい試験成績書, 5~9(1967)
- 28) 児玉敏夫: 畑作改良講座(錦織, 森編) 75, 朝倉書店(1959)
- 29) 海野佐一・西山信一: 畑作改善における深耕(土層改良)とかんがいの効果, 農園 37 1287(1962)
- 30) 石川昌男・平井弘義・岡田敏: 乾田直播水稻に対する施肥法(第1報), 播種密度, 播種様式が異なる場合の窒素の施肥時期および施肥量について, 富山農試研報 1 81(1966)
- 31) 西山信一・高橋基: 畑地かんがい早期水稻に対する窒素施肥法に関する試験, 畑かん研究集録 VI 235(1961)
- 32) 横井肇・市来小太郎・今井富蔵: 畑地かんがいにおける施肥法の改良に関する研究・第1報 鉾質土壤における畑作水稻窒素, リン酸適量試験, 東近農試研報, 栽培第2部 3 33~43(1962)
- 34) 児玉敏夫・渡辺和之・鈴木信治・芦沢利彰・白井恵治: 畑深耕に関する研究, 第II報 下層土の改良と作物の生産収量との関係, 農事試研報 9, 69(1965)
- 35) 川俣稔・高島三郎: 火山灰土壤における畑作物の稔実障害に関する研究(1), 冬作物の稔実障害の原因と対策について, 栃木農試研報 7, 39(1963)

土壤養分状態の改善が水稻の生育，収量に およぼす影響

石川 実・小山田勉・石川昌男

土壤の養分状態が不良な3種の水田を対象に，その不良性を改善した場合の効果を，施肥改善との関連で検討した。その結果，高萩（灰色土壤壤土型）では珪酸，鉄資材の効果が，上国井（黒色土壤壤土火山腐植型）ではリン酸資材の効果が高く，経済効果も認められた。脇川（強グライ土壤砂土型）では養分状態の改善効果は少なく，施肥改善の効果が大きかった。

I 緒 言

茨城県内には約110,000haの水田が分布する。これまでに約68%の水田について土壤調査¹⁾²⁾が完了し，土地生産性の向上を阻害している要因を明らかにしてきた。その結果，県内に分布する水田のうち，土壤肥沃度の面に問題があって，低位生産田となっているものが約12,000ha存在するものと推定される。³⁾

その不良性を軽減することにより，土壤の生産力をどの程度増大させうるかを，施肥改善との関連で土壤型別に検討し，今後の土壤改良対策推進上の指針を得ようとした。

本試験は農林省の企画による地力保全基本調査事業対策効果確認試験として，昭和43年から45年にかけて実施したものである。

II 試験方法

1 試験地

試験地は，高萩市下手綱町（高萩試験地），稲敷郡東村脇川（脇川試験地）および水戸市上国井町（上国井試験地）の3カ所に設置した。

高萩試験地は花崗岩を主な母材とする灰色土壤壤土型（桜川統）に属し，関根川流域の扇状地で，茨城県内では老朽化水田に属している。

脇川試験地は利根川流域の低湿地にサンドアップにより造成された水田で，グライ土壤砂土型（須田浜統）に属する。

上国井試験地は火山灰台地上の水田で，開田後の年数

は浅い，火山灰を母材とする水田で，黒色土壤壤土火山腐植型（国田統）に分類される。開田後3年目に試験地に供した。

以上の3試験地の理化学的性質および灌漑水質を第1表に，土壤断面形態を第2表に示す。

高萩試験地：作土の土性は砂質がかっており，作土中の各種成分含量は乏しい。なかでも，珪酸，鉄，マンガンは少なく，第2層以下に溶脱集積している。灌漑水質は県内河川平均値に対して各成分とも少ない。減水深は比較的小さく，20mm程度である。

脇川試験地：表層40cm間は砂土である。砂土の性質を反映して置換容量は小さく，各成分も少ない。灌漑水質は多くの成分について高い傾向が認められる。減水深は入水時にはきわめて大きい，周辺の地下水位の上昇にともなつて減少し，その後においてはほとんど認められないほどである。

上国井試験地：火山灰土壤の性質を反映して，リン酸吸収係数は高く，有効態リン酸に乏しい。また，作土の腐植含量は10%以上で高いが，アンモニアの生成量は少ない。塩基飽和度も低いことが認められる。灌漑水質は珪酸がやや多い。減水深はやや大きく40mm前後である。

2 試験設計

1) 試験区の構成

試験区の構成は3試験地とも共通としたが，土壤改良資材および施肥量は第3表に示すように，それぞれの土壤条件を考慮して作成した。

2) 改良資材の算出

施用量の算出に当たっては、土壌改良目標値⁴⁾を満すまでの施用量としたが、珪酸については目標収量を上げた場合、水稻体によって収奪される量をも考慮して決定した。

それぞれの試験地における算出基礎を示せば第4表の

とおりである。

なお、資材の施用により土壌pHが適正な範囲をこえないように配慮したため、不足成分量は必ずしもすべてを満していないが、主な制限因子と考えられるものについては改善をはかった。

第1表 理化学的性質および灌漑水質
理 学 的 性 質

試験層 試験地 名 位	深 さ cm	礫 %	水分 %	腐植 %	細 土 無 機 物 中 %					土 性	容積重 g	
					粗 砂	細 砂	砂合計	微 砂	粘 土			
高 萩	1	0 - 12	0	0.9	4.3	52.6	26.3	78.9	10.6	10.5	SL	103
	2	12 - 47	0	6.0	3.5	29.7	32.5	62.2	23.2	14.6	L	
	3	47 - 61	0	2.0	1.6	42.8	38.3	81.1	10.3	8.6	SL	
脇 川	1	0 - 12	0	0.8	0.5	61.2	33.9	95.1	4.7	0.2	S	142
	2	12 - 41	0	1.9	0.3	74.1	22.1	96.2	0	3.8	S	
	3	41 - 65	0	5.9	10.0	5.0	15.2	20.2	27.1	52.7	HC	
上 国 井	1	0 - 14	0	8.9	11.0	32.4	20.5	52.8	24.1	23.1	CL	84.0
	2	14 - 30	0	10.0	9.1	35.1	33.9	69.0	23.0	8.0	SL	
	3	30 - 45	0	11.9	5.2	40.5	48.9	89.4	7.0	3.6	LS	
	4	45-100	0	10.9	1.4	41.6	42.4	84.0	10.0	6.0	SL	

化 学 的 性 質

(乾土100g)

試験層 試験地 名 位	pH (H ₂ O)	有 機 物			CEC me	置 換 性 塩 基			塩 基 飽和度	P ₂ O ₅		易 還 元 性		有 効 SiO ₂ mg	NH ₄ 生成量 mg	
		T-C	T-N	C/N		CaO mg	MgO mg	K ₂ O mg		吸 収 係 数	有 効 態 mg	Fe ₂ O ₃ %	MnO mg			
高 萩	1	5.1	2.50	0.24	10.4	8.0	9.28	16.7	9.4	53.8	767	124	0.44	10.1	4.2	9.0
	2	6.0	2.18	0.14	15.5	12.3	193.2	28.0	4.7	76.4	1,170	5.2	0.53	23.3	25.5	-
	3	6.0	0.93	0.06	15.5	7.7	106.4	18.0	4.7	62.4	734	9.4	0.27	47.0	21.2	-
脇 川	1	5.7	0.27	0.03	9.1	5.3	53.7	35.8	28.2	81.1	-	-	-	-	11.2	0.9
	2	6.5	0.20	0.03	6.8	4.3	64.4	26.0	18.8	93.0	-	-	-	-	17.8	-
	3	6.0	6.14	0.46	14.4	23.2	263.2	140.0	28.2	73.2	-	-	-	-	47.0	-
上 国 井	1	5.5	6.39	0.45	14.2	22.2	91.0	23.0	14.1	21.2	2,464	0.8	1.35	29.8	67.0	5.6
	2	5.8	5.29	0.36	14.7	22.0	226.8	12.0	4.7	40.0	2,728	tr	1.45	22.2	69.0	-
	3	6.2	2.99	0.27	11.1	22.4	324.8	18.0	4.2	56.3	2,926	tr	2.15	12.2	167.0	-

土壤養分状態の改善が水稻の生育，収量におよぼす影響

試験地	河川名	灌 漑 水 質									
		CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	CO ₂	SO ₃	Cl	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅
高 萩	大北川	7.1	1.5	4.8	1.04	10.2	2.0	1.2	18.3	0.05	0
脇 川	利根川	18.6	5.5	7.5	1.76	12.6	16.8	5.3	23.0	0.21	0.01
上国井	那珂川	12.8	3.2	8.1	1.40	11.1	9.6	3.8	23.7	0.16	0.02
県内河川平均		11.0	3.1	7.6	1.27	12.4	7.9	6.6	20.8	0.80	0.01

第 2 表 土 壤 断 面 形 態
高 萩

第 1 層	0~12 cm	土色はオリブ黒（5Y3/1）；腐植含むC o S L，膜状，雲状斑あり程度；細円礫あり；無構造で割目なし；密度4で疎；可そ性，粘着性中；透水性大；調査時の湿り潤，ジピリジル反応なし，下層との層界水平でやや明瞭。
第 2 層	12~47 cm	土色はオリブ黒~黒（7.5Y2.5/1）；腐植含むL；斑紋結核なし；礫，構造，割目なし，細~小孔あり；密度13で中；可そ性，粘着性，透水性中；調査時の湿り湿，ジピリジル反応なし，下層との層界漸変。
第 3 層	47~61 cm	土色はオリブ黒（7.5Y3/1）；腐植有りS L；斑紋結核なし，礫，構造，割目なし，細~小孔あり；密度12で中；可そ性，粘着性，透水性中，調査時の湿り湿；ジピリジル反応なし；湧水面60 cm，下層との層界水平で明瞭。
第 4 層	61~	土色は灰オリブ（7.5Y5/2）；腐植有りL S；斑紋結核なし；礫，構造，割目なし，可そ性，粘着性小；透水性小；調査時の湿り潤，ジピリジル反応なし；雲母含む。
脇 川		
第 1 層	0~12 cm	腐植あり程度；土色は暗灰黄色（2.5Y4/2）；土性はS；雲状斑含む；礫なし，単粒状構造，密度8で疎；可そ，粘着性弱；透水性大；調査時の湿り湿；下層との層界水平でやや明瞭。
第 2 層	12~41 cm	腐植あり程度；土色は黄灰色（2.5Y4/1）で暗緑灰色（10GY3/1）の還元斑含む；土性はS；雲状斑あり；礫なし，単粒状構造，密度12中；可そ，粘着性弱；透水性大；調査時の湿り湿；ジピリジル反応即時鮮明；下層との層界水平明瞭。
第 3 層	41~65 cm	腐植とむ；土色は黒色（2.5GY2/1）；土性はH C；雲管状斑紋あり；礫なし，無構造，密度12で中，可そ，粘着性大；透水性大；調査時の湿り湿；ジピリジル反応即時鮮明；下層との層界水平やや明瞭。
第 4 層	65~	腐植あり程度；土色は暗緑灰色（10GY4/1）；土性はS L，無構造，密度16で中；可そ粘着性中，調査時の湿り潤。

茨城県農業試験場研究報告 第12号 (1972)

上 国 井

第1層	0~14 ^{cm}	腐植に頗る富む黒色(10YR2/1);土性はCL;無構造;斑紋結核なし;密度20で中;可そ,粘着性中;透水性中;調査時の湿り湿;下層との層界水平やや明瞭。
第2層	14~30	腐植にとむ黒色(10YR2/1);土性はSL;弱度の盤状構造;斑紋結核なし;細~小孔あり;密度27で密;可そ,粘着性中;透水性中;調査時の湿り湿;下層との層界水平明瞭。
第3層	30~45	腐植含む暗褐色(10YR3/4);土性はLS;無構造;斑紋結核なし;密度23で中;可そ,粘着性中;透水性中;調査時の湿り湿;今市浮石および七本桜浮石混入;下層との層界漸変。
第4層	45~	腐植あり,褐色(10YR4/6);土性はFSL;弱度の塊状構造;斑紋結核なし;細孔あり;ち密度21で中;可そ,粘着性中;調査時の湿り湿。

第3表 試験区の構成
高 萩

(Kg/10a)

区名	項目	三要素成分量						改良資材		
		N				P ₂ O ₅		珪カル	転炉さい	
		元肥	追肥1	追肥2	追肥3	元肥	元肥			追肥2
慣行区		6.0	0	1.5	1.5	8.0	6.0	2.0	0	0
養分状態改善区		6.0	0	1.5	1.5	8.0	6.0	2.0	460	0
同上・元肥重点区		10.0	0	4.0	2.0	8.0	6.0	2.0	460	0
同上・追肥重点区		6.0	2.0	4.0	2.0	8.0	6.0	2.0	460	0
総合改善区		6.0	2.0	4.0	2.0	8.0	6.0	2.0	0	9.95

脇 川

区名	項目	三要素成分量						改良資材			
		N				P ₂ O ₅		珪カル	大谷石粉		
		元肥	追肥1	追肥2	追肥3	追肥4	元肥			元肥	追肥3
慣行区		8.0	2.0	0 (2.0)	1.0 (2.0)	2.0	10.0	6.0	2.0	0	0
養分状態改善区		8.0	2.0	0 (2.0)	1.0 (2.0)	2.0	10.0	6.0	2.0	430	0
同上・元肥重点区		10.0	0	2.0	2.0 (4.0)	2.0 (0)	10.0	6.0	2.0	430	0
同上・追肥重点区		6.0	2.0	4.0 (2.0)	2.0 (4.0)	2.0	10.0	6.0	2.0	430	0
総合改善区		10.0	0	2.0	2.0 (4.0)	2.0 (0)	10.0	6.0	2.0	430	2,000

土壤養分状態の改善が水稻の生育，収量におよぼす影響

上 国 井

区 名	項 目	三 要 素 成 分 量							改 良 資 材		
		N				P ₂ O ₅		K ₂ O		熔リン	堆肥
		元肥	追肥1	追肥2	追肥3	元肥	元肥	追肥2	追肥3		
慣行区		6.0	1.5	1.5	1.5	16.0	6.0	2.0	2.0	0	0
養分状態改善区		6.0	1.5	1.5	1.5	16.0	6.0	2.0	2.0	310	0
同上・元肥重点区		10.0	0	4.0	0	16.0	10.0	4.0	0	310	0
同上・追肥重点区		6.0	2.0	4.0	2.0	16.0	10.0	4.0	0	310	0
総合改善区		10.0 (6.0)	0 (2.0)	4.0	0 (2.0)	16.0	10.0	4.0	0	310	1,500

備考：()は43年度

第4表 改良資材の算出基準
高 萩

成分	項 目	供試土	改良目標	土壤改良必要量		玄米600Kg	改良に必要な	資材(現物)投入量	
		(A)	(B)	(B)-(A)	成分量(C)	当たり吸収	な成分量	Kg/10a	
		mg/100g		mg/100g	Kg/10a	Kg/10a	(C)+(D)	珪カル	転炉さい
石 灰		928	200	107	132	4.0	136	(219)	(375)
苦 土		16.7	25	8	99	3.2	102	(11)	(48)
珪 酸		4.2	15	11	14	110	124	460	995
遊 離 鉄		0.64%	1.5%	860				(5)	(290)
マンガン								(3)	(23)

脇 川

成分	項 目	供試土	改良目標	土壤改良必要量		玄米600Kg	改良に必要な	資材(現物)投入量	
		(A)	(B)	(B)-(A)	成分量(C)	当たり吸収	な成分量	Kg/10a	
		mg/100g		mg/100g	Kg/10a	Kg/10a	(C)+(D)	珪カル	大谷石粉
石 灰		53.7	200	145	204	4.0	208	(206)	(65)
苦 土		35.8	25					(10)	
珪 酸		11.2	15	4	6	110	116	430	
遊 離 鉄									
塩基置換容量									2,000

上 国 井

成分	項目	供試土 (A) mg/100g	改良目標 (B)	土壌改良必要量		玄米600Kg 当たり吸収 量 (D) Kg/10a	改良に必要 な成分量 (C)+(D)	資材(現物)投入量 Kg/10a	
				(B)-(A)	成分量(C)			ようりん	堆肥
				mg/100g	mg/100g				
石	灰	91.0	200	109	92	3.3	95.3	(93)	
苦	土	23.0	25	2	2	2.7	4.7	(47)	
リ	ン酸	0.8				5.7		(62)	
リン酸吸収係数		2,464	3%相当量					310	1,500

- 備考：1. は現物施用量を示し、()はを施用することにより随時的に投入される成分量
 2. 珪カル：SiO₂ 27.08%, CaO 47.71%, MgO 2.37%, Fe₂O₃ 0.97%, MnO 0.54%
 3. 転炉さい：SiO₂ 12.45%, CaO 37.72%, MgO 4.82%, Fe₂O₃ 29.29%, MnO 2.31%
 4. ようりん：P₂O₅ 20.0%, CaO 30.0%, MgO 15.0%

3) 栽培法の概要
 試験地別の供試品種および栽植密度など耕種法の概要
 は第5表に示すとおりである。

水稻体の有機物分解除去：過塩素酸による湿式灰化法

SiO₂：重量法

N：Kjeldahl法

P₂O₅：Ammonium-Vanadate法

K₂O：炎光法

CaO, MgO, Fe₂O₃, MnO：原子吸光法

3 試料の分析法

土壌は地力保全基本調査における土壌分析法⁵⁾に準じて行ない、水稻体の分析はつぎの方法による。

第5表 栽培法の概要

項目	試験地 年次	高 萩			脇 川			上 国 井		
		43	44	45	43	44	45	43	44	45
品 種		ハツヒノデ			トドロキ			ハツヒノデ		
移 植 期		16/V	16/V	15/V	11/V	9/V	10/V	15/V	15/V	15/V
栽 植 密 度		30cm×15cm			30cm×15cm			30cm×15cm		
植 付 本 数		2本/株			3本/株			2本/株		
収 穫 期		10/IX	9/IX	9/IX	22/VIII	19/VIII	26/VIII	2/IX	1/IX	28/VIII
元 肥		15/V	15/V	14/V	10/V	8/V	9/V	14/V	14/V	14/V
施 追 肥 1		4/VI	30/V	5/VI	21/V	22/V	20/V	11/VI	2/VI	2/VI
2		12/VII	16/VII	13/VII	12/VI	5/VI	11/VI	9/VII	15/VII	7/VII
肥 3		12/VIII	7/VIII	6/VIII	25/VI	27/VI	1/VII	1/VIII	4/VIII	1/VIII
4					16/VII	17/VII	30/VII			
改 珪カル		27/V			2/V					
良 転炉さい		"								
資 ようりん								6/V		
材 大谷石粉					2/V					
堆 肥								6/V	14/IV	15/IV

Ⅲ 試験結果

1 高萩試験地

1) 生育調査

3カ年の調査結果は第6表に示す。

本表からもみられるように，3カ年ともほぼ同様な傾向がうかがわれた。区間において観察された主な概要はつぎのとおりである。

(1) 土壤養分状態を改善したのみ(養分状態改善区)でも草丈，稈長，莖数，穂数および穂長は慣行区にまさることが認められた。

(2) 土壤養分状態の改善と同時に施肥改善を併用することにより，生育はさらに良好となったが，窒素元肥重点区はやや軟弱な生育を示し，穂いもち病の発生が多かった。

(3) 総合改善区はきわめて良好な生育を示し，有効茎歩合の高い傾向がうかがわれた。

(4) 本地域一帯に特徴的にみられるごまはがれ病についてみると，第7表に示すように養分状態を改善した各

第7表 成熟期におけるごまはがれ病斑数 (43年)

区 名	項 目	葉位および病斑数	
		止 葉	次 葉
慣 行 区		1.2	1 2.8
養分状態改善区		1.0	5.2
同上・元肥重点区		1.6	7.0
同上・追肥重点区		1.2	9.2
総合改善区		0	3.4

第6表 生 育 調 査

区 名	項 目	年 次	収 穫 期			有効茎歩合	ごまはがれ病	穂いもち
			稈 長	穂 長	穂 数			
慣 行 区		43	63.0cm	16.5cm	22.8本	74	多	無
		44	65.8	16.7	23.7	72	多	中
		45	78.8	16.1	19.8	74	多	無
養分状態改善区		43	67.0	17.2	23.0	80	中	無
		44	65.9	16.5	22.2	76	中	中
		45	82.2	17.0	20.8	78	中	無
同上・元肥重点区		43	72.3	17.5	26.9	77	中	多
		44	68.7	16.9	23.3	84	中	多
		45	87.4	17.8	23.4	79	中	多
同上・追肥重点区		43	68.8	17.6	24.0	78	中	中
		44	69.4	17.4	23.3	79	中	やや多
		45	83.0	17.0	20.5	81	中	やや多
総合改善区		43	70.0	18.1	24.4	80	少	中
		44	70.7	17.0	23.0	82	少	少
		45	85.8	17.3	22.0	80	少	無

区(以下、改良区と総称する)では著るしく減少した。
なかでも、総合改善区において顕著であった。

2) 収量調査

3カ年の収量調査結果は第8表に示す。これらの結果を概観するとつぎのとおりである

(1) わら 改良区は慣行区にまさる収量を示して施用効果は高く、また残効も認められた。なかでも窒素元肥重点区は3カ年とも最も高い収量を示した。

(2) 精粗および玄米 改良区は3カ年とも約10%以上の高い収量を示し、慣行区にまさることが認められた。ことに、総合改善区では20%以上増収していることが特徴的である。

施肥改善併用区間では、窒素元肥重点区よりも追肥重点区において高い収量を示し、元肥重点区は穂いもち病の多発生に起因する屑米の増加が著るしく、わら収量の

み増加して玄米収量は減少した。なお、追肥重点区は養分状態改善区と大差のない収量を示した。

(3) 千粒重 改良区は慣行区に比して高い傾向がうかがわれた。

(4) 1穂稔実粒数 改良区は慣行区にまさることが認められ、増収の一因となっている。

3) 養分吸収

生育時期別の分析結果は第9表に示す。

N:生育の前半では窒素施用量にほぼ比例して濃度の高い傾向が認められる。以後、各区における濃度は低下するが、元肥重点区は終始高い濃度を示しており、軟弱な生育を呈したことを裏書きしている。

MgO:収穫期のわらにおいて、元肥重点および総合改善の両区がやや高い濃度を示す以外、差異はほとんど認められない。

第8表 収 量 調 査

Kg/10a

区 名	年 次	わ ら		精粗重	玄 米			屑米重	もみ/わら	1穂稔 実粒数
		重 量	指 数		重 量	指 数	千粒重 _g			
慣 行 区	43	581	100	551	440	100	21.8	14.7	0.95	73
	44	560	100	517	382	100	20.5	17.4	0.92	36
	45	575	100	438	379	100	19.1	11.0	0.76	46
養分状態改善区	43	692	119	642	515	117	22.0	14.6	0.93	76
	44	590	105	567	448	117	21.0	19.4	0.96	44
	45	609	106	466	407	107	19.8	10.0	0.77	46
同上・元肥重点区	43	878	151	625	488	111	21.6	24.6	0.71	66
	44	627	112	537	418	109	21.0	23.6	0.86	40
	45	733	127	490	427	112	17.8	18.0	0.67	48
同上・追肥重点区	43	728	125	650	521	118	21.5	16.7	0.89	65
	44	590	105	559	432	113	21.4	19.2	0.95	40
	45	658	114	505	435	115	19.0	10.5	0.77	52
総合改善区	43	845	145	704	561	127	21.0	20.3	0.83	77
	44	582	104	596	460	123	21.7	20.1	1.02	43
	45	663	116	546	475	125	19.3	11.0	0.82	55

土壤養分状態の改善が水稻の生育、収量におよぼす影響

SiO₂ : 改良区は生育の初期より高い濃度を示し、終始、慣行区にまさることが認められる。

Fe₂O₃ : 区間の差異は認められない。

MnO : 改良区はいずれの時期においても、慣行区にまさる濃度が認められる。なかでも、総合改善区では著しく高い濃度を示している。

4) 跡地土壤

跡地土壤の分析成績は第 10 表に示す。

pH(H₂O) : 慣行区では経年的に低下する傾向を示すが、改良区における変化はほとんど認められない。

CaO : pH の場合とほぼ同様な傾向が認められる。

MgO : 慣行区ではほとんど変化しないが、改良区ではやや減少する傾向がうかがわれる。

SiO₂ : 改良区は経年的に減少し、3年目においては慣行区と大差のないことが認められる。

5) 小 括

改良区は生育の初期より茎葉中の珪酸濃度は高まり、同時に茎数、穂数が増加して高い玄米収量を示した。ことに、総合改善区では茎葉中の珪酸濃度とともにマンガ

ン濃度も高く、20%以上の増収が認められて、もっとも良好であった。

跡地土壤中の各成分は改良資材の施用によりいちじるしく富化されたが、経年的に減少し、珪酸では3年目に至ると慣行区と大差のないことが認められた。

2 脇川試験地

1) 生育調査

生育調査は第 11 表に示す。主な特徴はつぎのとおりである。

(1) 43年の場合、追肥重点区を除く他の改良区は慣行区に比して良好な生育を示した。なかでも、元肥重点および総合改善の両区は良好であった。しかし、改良区は生育の後半に至ってやや窒素不足の様相が観察され、穂数では慣行区に劣ることが認められた。

(2) 前年には生育の後半に窒素不足が認められたので、44年以後は施肥設計の一部を改めて行なった。その結果、生育の後半における窒素不足は改善された。

区間の生育は前年と同様の傾向を示し、元肥重点区お

第 9 表 体内成分濃度の推移 (44年)

(乾物%; Fe₂O₃, MnO ppm)

月日 項目	6月19日					7月16日					9月9日																			
	茎		葉			茎		葉			わ					ら					も					み				
区名	N	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	N	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	N	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	N	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	N	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	N	MgO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO
慣行区	3.89	0.27	3.8	720	146	2.39	0.17	4.1	440	128	0.82	0.33	7.3	548	376	1.42	0.22	2.1	100	66										
養分状態改善区	3.89	0.26	5.1	765	258	2.25	0.18	5.8	321	257	0.82	0.32	9.1	194	419	1.39	0.16	2.8	55	66										
同上・元肥重点区	4.13	0.26	5.2	986	247	2.47	0.17	5.6	287	214	0.88	0.48	8.7	505	452	1.44	0.19	3.2	144	66										
同上・追肥重点区	4.01	0.25	5.1	572	258	2.39	0.19	6.1	268	204	0.79	0.34	9.5	473	312	1.44	0.14	2.3	110	55										
総合改善区	4.01	0.27	4.8	723	616	2.43	0.19	6.5	311	514	1.02	0.50	8.9	548	828	1.44	0.24	3.2	220	89										

第 10 表 跡地土壤分析

(乾土100g当たり)

項目 年次	pH(H ₂ O)		CaO(mg)		SiO ₂ (mg)		Fe ₂ O ₃ (%)		MnO(mg)	
	43	45	43	45	43	45	43	45	43	45
慣行区	5.6	4.9	88.4	70.6	7.4	10.5	0.27	0.51	8.2	9.0
養分状態改善区	5.4	5.4	144.8	135.6	41.6	15.7	0.42	0.51	20.4	16.5
総合改善区	5.6	5.7	176.8	175.9	43.4	15.3	0.47	0.61	92.0	23.0

第11表 生育調査

区名	項目 年次	収穫期			有効茎 歩合
		稈長	穂長	穂数	
		cm	cm	本	
慣行区	43	89.2	19.8	18.4	80
	44	81.2	19.1	15.7	80
	45	81.3	15.8	18.2	70
養分状態改善区	43	93.8	19.5	17.9	74
	44	83.5	19.3	16.7	74
	45	73.6	15.5	18.8	83
同上・元肥重点区	43	93.2	19.5	17.2	69
	44	87.7	19.8	17.2	74
	45	77.2	15.2	20.4	89
同上・追肥重点区	43	89.7	20.0	17.2	77
	44	84.0	19.0	14.3	66
	45	73.6	16.2	17.4	79
総合改善区	43	95.3	19.8	17.6	70
	44	88.8	19.4	16.6	73
	45	80.0	15.5	21.1	79

よび総合改善区で良好であった。しかし、この両区は44年の場合、7月上旬の冷涼な気温による稔実障害を受け、不稔粒の多い穂が散見された。

(3) 各区とも生育むらの生じやすいことが認められた。また、6月下旬頃より作土の土色は還元色を呈し、水稻根の一部は地表面上に露出していることが観察された。

2) 収量調査

3カ年の収量調査結果は第12表に示す。これらの結果について概観するとつぎのとおりである。

(1) わら いずれの年次においても、改良区は慣行区にまさる収量が認められた。ことに生育の良好であった元肥重点および総合改善の両区は収量の高いことがうかがわれた。

(2) 精籾および玄米 施肥設計の一部を変更した44年以降においては、元肥重点区および総合改善区は高い収量が認められた。なかでも総合改善区は10%近い増

収を示した。一方、養分状態改善区は慣行区と大差なく、また追肥重点区はやや劣る収量を示した。

(3) 千粒重 44年の冷涼な気温により稔実に影響を受けた元肥重点区および総合改善区でやや低い以外は、区間の差は認められなかった。

(4) 1穂稔実粒数 改良区は慣行区に比して粒数の少ない傾向を示し、元肥重点区ではことに少ないことがうかがわれた。

3) 養分吸収

各成分の含有率を示すと第13表のとおりである。

N：元肥窒素施用量の多い元肥重点区および総合改善区は、他の区に比して終始高い濃度が認められる。

CaOおよびMgO：区間の差異はほとんど認められない。

SiO₂：元肥重点区はやや低い濃度が認められる。その他の区においては大差のない濃度を示している。

4) 跡地土壌

初年目および3年目の跡地土壌分析結果を第14表に示す。

第14表 跡地土壌分析 (乾土100g)

区名	項目 年次	pH(H ₂ O)		CEC(me)		SiO ₂ (mg)	
		43	45	43	45	43	45
		慣行区	5.8	5.6	5.3	5.0	11.7
養分状態改善区	6.1	5.9	—	—	40.8	20.4	
総合改善区	6.3	5.9	5.7	5.8	45.1	21.2	

pH(H₂O)：区間の差異はほとんど認められない。

CEC：大谷石粉の施用により僅少なが高まる傾向がうかがわれる。

SiO₂：改良区ではいちじるしく増加していることが認められるが、経年的に減少し、3年目においてはほぼ半減した。

5) 小括

元肥重点区および総合改善区は良好な生育を示したが、43年の場合は生育後期における窒素不足により、玄米収量は慣行区と大差なかった。施肥設計の一部を変更した44年以降においては、さきの両区は高い収量を示して慣行区にまさり、なかでも総合改善区では約10%の

土壤養分状態の改善が水稻の生育，収量におよぼす影響

増収が認められた。

資材の施用により跡地土壤中の珪酸含量はいちじるしく富化し，3年目においても，なお高い残存量が認められた。しかし，改良区における茎葉中の珪酸濃度はほと

んど増加せず，元肥重点区ではやや低い傾向がうかがわれた。また，大谷石粉の施用により置換容量が僅かに高まる傾向がうかがわれた。

第 12 表 収 量 調 査 (Kg/10a)

区 名	年次	わ ら		精粗重	玄 米			屑米重	もみ/わら	1穂総 実粒数
		重量	指数		重量	指数	千粒重 _g			
慣 行 区	43	614	100	724	592	100	19.8	3.6	1.18	91
	44	640	100	533	433	100	20.1	5.6	0.83	64
	45	695	100	540	472	100	20.8	2.0	0.78	57
養分状態改善区	43	645	105	716	598	101	19.9	5.3	1.11	89
	44	683	107	564	453	105	20.0	5.1	0.83	63
	45	695	100	526	469	99	21.0	2.1	0.76	55
同上・元肥重点区	43	604	98	748	607	103	20.0	7.8	1.24	77
	44	750	117	559	453	105	19.7	5.7	0.76	62
	45	789	114	582	501	106	20.9	4.0	0.74	54
同上・追肥重点区	43	639	104	708	578	98	20.4	2.9	1.11	92
	44	680	106	520	420	97	20.2	5.1	0.77	67
	45	699	101	516	459	97	20.8	1.7	0.74	53
総合改善区	43	657	107	742	604	102	20.7	7.2	1.15	80
	44	788	123	578	470	109	19.6	6.0	0.73	67
	45	803	115	599	515	109	20.6	6.9	0.75	55

第 13 表 体 内 成 分 濃 度 の 推 移 (45年) (乾物%)

区 名	月 日																			
	6月11日				7月2日				7月28日				8月26日							
	茎		葉		茎		葉		茎		葉		わ		ら		も		み	
	N	CaO	MgO	SiO ₂	N	CaO	MgO	SiO ₂	N	CaO	MgO	SiO ₂	N	CaO	MgO	SiO ₂	N	CaO	MgO	SiO ₂
慣 行 区	3.98	0.19	—	5.3	1.96	0.18	0.24	7.2	0.99	0.24	0.24	7.4	0.53	0.37	0.29	9.8	1.45	0.09	0.20	3.4
養分状態改善区	3.84	0.23	—	5.3	1.92	0.18	0.21	6.7	1.06	0.20	0.20	7.3	0.50	0.44	0.26	10.2	1.33	0.03	0.20	3.0
同上・元肥重点区	4.33	0.21	—	5.3	2.01	0.21	0.24	6.2	1.06	0.21	0.21	5.7	0.64	0.40	0.27	8.1	1.39	0.07	0.21	3.2
同上・追肥重点区	3.60	0.23	—	5.3	1.92	0.21	0.24	8.0	1.13	0.23	0.23	7.7	0.60	0.39	0.26	9.3	1.31	0.07	0.20	3.0
総合改善区	3.89	0.23	—	4.9	1.83	0.19	0.24	6.9	1.17	0.26	0.26	7.1	0.61	0.49	0.30	9.4	1.48	0.03	0.19	3.2

3 上国井試験地

1) 生育調査

生育調査結果は第15表に示すとおりである。本表か

第15表 生育調査

区名	項目 年次	収穫期			有効歩	赤枯病
		稈長	穂長	穂数		
慣行区		cm	cm	本		
	43	65.7	18.3	14.7	63	少
	44	71.8	17.5	17.7	93	少
養分状態改善区	45	82.1	17.4	12.6	89	無
	43	66.4	19.0	16.5	67	無
	44	72.3	18.6	19.0	80	無
同上・元肥重点区	45	89.4	17.5	16.0	88	無
	43	68.2	19.3	20.9	72	無
	44	76.0	19.7	23.5	89	無
同上・追肥重点区	45	92.9	18.1	17.1	88	無
	43	65.4	19.8	16.9	65	無
	44	71.5	18.7	19.2	85	無
総合改善区	45	85.5	17.8	14.2	93	無
	43	68.7	19.4	19.1	71	無
	44	76.8	19.2	22.1	85	無
	45	90.3	17.6	15.6	94	無

らも明らかなように3カ年ともほぼ同様の傾向が認められた。主な特徴はつぎのとおりである。

- (1) 改良区の茎数は生育の初期より増加し、慣行区にまさることが認められた。この傾向は成熟期の穂数でもみられ、また穂長においても増大することが認められた。
- (2) ことに元肥重点区は良好な生育を示し、茎数および穂数の増加と同時に、草丈および稈長も増大して終始他の区にまさることが認められた。
- (3) 総合改善区は初期生育のやや遅延する傾向がうかがわれた。
- (4) 慣行区は43および44の両年に、6月中旬頃より赤枯病が若干観察された。

2) 収量調査

3ヶ年の収量調査結果は第16表に示す。これらの結果を通覧するとつぎのとおりである。

- (1) わら 年次により多少の変動がみられるが元肥重点区および総合改善区で高い収量を示し、ついで追肥重点区、養分状態改善区、慣行区の順位で収量の低下する傾向がうかがわれた。
- (2) 精籾および玄米 改良区は慣行区に比して高い収量を示した。改良区間では、わらの場合とほぼ同様の傾向が認められた。
- (3) 千粒重 区間の差異はほとんど認められなかった。
- (4) 一穂総実粒数 区間に大差は認められなかった。

3) 養分吸収

各成分の含有率は第17表に示す。
N：元肥窒素施用量の多い元肥重点区および総合改善区は、他の区に比してやや高い濃度で推移していることが認められた。

P₂O₅：改良区は初期より高い濃度を示し、慣行区に比して終始高濃度で経過していることが認められる。

K₂OおよびMgO：区間に一定の傾向は認められない。

4) 跡地土壌

跡地土壌の分析結果は第18表に示す。

pH(H₂O)：区間の差異はほとんど認められなかった。

P₂O₅：慣行区は経年的に増加する傾向を示すが、改良区では減少し、3年目に至っては慣行区と大差のないことが認められた。

CaOおよびMgO：改良区は経年的に減少するがその程度は小さく、なお残存量の多いことが認められた。

5) 小括

改良区は生育の初期より茎葉中のリン酸濃度は高まり、茎数、穂数および穂長の増加が認められて高い玄米収量を示した。なかでも元肥重点区および総合改善区では3カ年とも20%以上の増収が認められた。

慣行区は43および44の両年に、6月中旬頃より赤枯病の発生が認められたが、改良区では発生しなかった。

跡地土壌中の各成分は資材の施用により富化されたが、経年的に減少する傾向を示した。一方、慣行区のリン酸含量は経年的に富化する傾向が認められて、3年目にお

土壤養分状態の改善が水稻の生育、収量におよぼす影響

いては改良区との差異はほとんど認められなかった。

茨城県には約 1,500 ha 存在する。この種の水田においては、本来、珪酸に乏しいとされているが、本土壤の場合も珪酸含量は著るしく乏しいことが認められる。

Ⅳ 考 察

1 改善の効果

1) 高萩試験地

本土壤の属する花崗岩を母材とした灰色土壤壤土型は、

したがって、本試験における土壤養分状態の改善は珪酸の富化を主眼とし、副次的に鉄およびマンガンの富化

第 16 表 収 量 調 査 (Kg/10a)

区 名	年 次	わ ら		精 粗 重	玄 米			屑 米 重	もみ/わら	1 穂 総 実 粒 数
		重 量	指 数		重 量	指 数	千 粒 重			
慣 行 区	43	432	100	516	418	100	24.1	2.3	1.20	85
	44	510	100	483	363	100	23.0	21.2	0.95	41
	45	524	100	426	302	100	20.8	4.5	0.81	53
養分状態改善区	43	428	99	579	472	113	24.6	2.5	1.35	89
	44	540	106	578	430	118	23.2	18.3	1.07	45
	45	672	128	513	419	139	21.0	12.8	0.76	58
同上・追肥重点区	43	491	114	693	555	133	23.7	3.1	1.41	74
	44	615	121	696	442	122	22.6	27.2	1.13	39
	45	708	135	538	433	143	20.3	21.8	0.76	58
同上・追肥重点区	43	479	111	602	485	116	24.2	9.0	1.25	81
	44	555	109	535	395	108	23.2	23.4	0.96	41
	45	624	119	436	354	117	21.6	5.1	0.70	53
総合改善区	43	527	122	644	516	123	23.9	10.7	1.22	83
	44	600	118	656	454	125	22.7	28.8	1.09	42
	45	678	129	479	378	125	19.8	20.3	0.71	57

第 17 表 体内成分濃度の推移 (45年) (乾物%)

区 名	月 日		6 月 2 日				6 月 20 日				7 月 7 日				8 月 28 日					
	項 目	N	茎		葉		N	茎		葉		N	茎		葉		わ ら		も み	
			P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	P ₂ O ₅		K ₂ O	MgO	P ₂ O ₅	K ₂ O		MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
慣 行 区	3.36	0.38	2.2	0.18	0.18	3.92	4.5	0.22	2.23	0.42	3.2	0.18	0.56	0.08	1.5	0.20	1.19	0.40	0.2	0.18
養分状態改善区	3.20	0.41	2.2	0.17	0.17	4.39	4.5	0.32	2.12	0.46	3.3	0.18	0.53	0.08	1.8	0.23	1.27	0.67	0.2	0.21
同上・元肥重点区	3.89	0.57	3.7	0.22	0.22	4.44	4.5	0.23	2.44	0.47	4.1	0.20	0.49	0.17	1.7	0.24	1.16	0.35	0.2	0.20
同上・追肥重点区	3.66	0.47	2.8	0.20	0.20	4.35	4.1	0.23	1.99	0.44	3.4	0.18	0.61	0.13	1.6	0.22	1.31	0.48	0.2	0.21
総合改善区	3.82	0.54	3.3	0.22	0.22	4.37	4.6	0.23	2.36	0.44	3.6	0.19	0.56	0.11	1.7	0.23	1.26	0.45	0.2	0.22

第18表 跡地土壌分析

(乾土100g)

区名	項目		P ₂ O ₅ (mg)		CaO (mg)		MgO (mg)		
	年次	pH (H ₂ O)		43	45	43	45	43	45
		43	45						
慣行区		5.9	5.7	1.0	3.4	122.1	114.7	20.4	18.4
養分状態改善区		5.9	5.9	5.3	3.9	199.3	178.9	55.5	28.7
総合改善区		6.3	5.9	—	3.4	234.7	182.4	55.5	30.1

をはかった。この場合の珪酸施用の基準は第4表に示したように、土壌中の珪酸含量を15mg/100gにまで高め、さらに目標収量を10アール当たり600Kgとして、その収量を得た場合に水稻体によって収奪される珪酸110Kgを加算して施用量とした。珪酸質資材は珪カルおよび転炉さいを用いて検討した。

水稻に対する珪酸質資材の施用効果については、これまでも数多くの試験研究が行なわれており、多くの場合にその効果が認められている。その場合の増収要因としては、穂数の増加、一穂稔実粒数の増加、耐病性、耐肥性などがあげられている。⁶⁾⁷⁾

本試験においても、珪カルあるいは転炉さいの施用により、生育の初期から茎葉中の珪酸濃度は高まることが認められ、同時に穂数および稔実粒数が増加して高い収量が認められた。なかでも総合改善区は20%以上の増収を示した。

一方、本地域一帯に特徴的にみられるごまはがれ病の発生と土壌養分状態改善との関係を見ると、珪カルの施用により著しく減少したが、転炉さい施用の場合はさらに少ないことが認められた。

照井氏⁸⁾はごまはがれ病対策としてマンガンを施用した結果、著るしく減少したと報告している。また、馬場氏⁹⁾はマンガンを欠除した場合水稻の生育を不良にし、本病の発生を増大させること、およびマンガンの添加が硫化水素の障害軽減に役立つことを指摘している。

総合改善区が高い収量を示したのは、茎葉中の珪酸濃度の増加とともに、マンガンの濃度も高いことが認められ、これらがごまはがれ病の防除に大きく関与し、ひいては高い増収をもたらしたものと考えられる。また、収

穫期における根色は大部分が淡褐色を呈し、他の区の灰白色よりも健全であるように観察された。

これらの結果よりすれば、本地域の土壌に対しては珪カルよりも鉄およびマンガンを付随的に富化させる転炉さいがより適しているといえよう。

養分状態改善と同時に施肥改善を行なった場合、生育は良好となったが玄米収量におよぼす効果は明瞭でなかった。ことに元肥重点区では穂いもち病の多発生を招来するなど、珪酸質資材の施用による窒素レスポンスの増大は認められなかった。

持続効果についてみると、珪カルおよび転炉さいのいずれの場合も高い持続性が認められた。しかし、3年目の跡地土壌中の珪酸含量は慣行区のそれと大差のないことが認められ、4年目には再び施用する必要があると考えられる。

なお、目標収量を600Kg/10aとしたが、最高収量は561Kgにとどまった。これについては、水管理および病害防除の不徹底などがあげられよう。

2) 脇川試験地

サンドアップによる造成田で、グライ土壌砂土型に属する。この種の水田は利根川流域および霞ヶ浦周辺に多く、約1,000ha分布する。

本土壌は砂土であるために、保肥力が小さく、また石灰および珪酸に乏しい。したがって、本試験地では保肥力の増大とともに珪酸の富化を主目的として、副次的に石灰の補給を行なった。保肥力の増大には坪田氏¹⁰⁾によって効果の認められている大谷石粉を、珪酸の富化には珪カルを用いて検討した。珪カルの施用基準は高萩の場合と同様である。

土壤養分状態の改善が水稻の生育、収量におよぼす影響

養分状態改善区は珪カルの施用により土壤中の珪酸含量は著しく高まり、穂数も増加する傾向がうかがわれたが、玄米収量におよぼす影響は小さく、わら収量のみ増加した。これに対して、養分状態の改善とともに施肥改善を行なった元肥重点区および総合改善区では穂数の増加とともに玄米収量も高まることが認められた。

一般に、この種の砂質土壌に対する珪酸の施用効果は高いとされているが、上記の結果からも明かなように、その効果はあまり明瞭でなかった。また、茎葉中の珪酸濃度はほとんど増加せず、吸収量においても慣行区と大差のないことが認められた。このことについて若干検討してみる。

土壌が還元になると、硫化水素や酪酸などが発生しやすくなり、これらの発生により水稻根の活力は低下し、珪酸の吸収が抑制¹¹⁾¹²⁾されることはよく知られている。山崎氏¹³⁾は土壤還元を、 Eh_6 が200 mV以下の場合には強還元、200~300 mVでは弱還元とし、300 mV以上の場合には酸化状態と規定している。また、窒素の施用量を増加すると、水稻体の珪酸含量は低下することはしばしば認められる⁷⁾とされている。

本試験の場合、土壤還元による吸収阻害あるいは窒素増施による濃度低下にもとづくか否かは明らかでないが、6月下旬における土壤の酸化還元電位は第19表に示すように200 mV以下であり、作土層の土色も還元的な状態にあることが認められた。また、水稻根の一部は地表面上に露出していることが観察された。さらに、わら中の窒素濃度と珪酸含量との間には負の相関のあることがうかがわれ、おそらく、この両者による吸収阻害と推察される。

第19表 土 壤 Eh
(4.4.6.27測定)

区 分	項 目	Eh ₆
		mv
慣 行 区		1 5 0
養 分 状 態 改 善 区		1 5 7
同 上 ・ 元 肥 重 点 区		1 4 4
同 上 ・ 追 肥 重 点 区		1 3 6
綜 合 改 善 区		1 3 8

施肥改善の効果についてみると、追肥重点区よりも元肥重点区が高い収量を示した。後者の窒素濃度は常に高濃度に維持されており、ことに初期生育の濃度が高いことが認められた。これが分けつの促進と穂数の確保に関与し、増収となったものと考えられる。

橋元氏ら¹⁴⁾は砂丘地土壌のビニール水田において、700 Kg/10 a 以上の高い収量を得ている。この場合の増収の要因として、土壤還元防止と窒素の効率的な供給にあるとしている。

本区における収量は茨城県の平均収量よりはるかに高いものであり、施肥改善のみでも高い効果が期待できるといえよう。

しかし、珪カルの施用とともに大谷石粉を施用した総合改善区を前述の元肥重点区と比較してみると、前者において収量は高く、また茎葉中の珪酸濃度も高まる傾向がうかがわれた。このことは、本土壌のような砂土では保肥力を高めて、効率のよい窒素の供給をはかる機能の強化が肝要であることを示唆していると考えられる。

さらに高い収量を安定して得るためには、十分な珪酸資材の施用が必要になると考えられるが、そのためには、珪酸の吸収を阻害する要因を除去することにより施用効果は発揮されると思われる。

3) 上国井試験地

茨城県内には陸田と呼ばれる水田は約6,000 haあるが、その大半は火山灰台地上に分布している。

火山灰土壌の性質を反映して、有効リン酸に乏しい。これを富化することを主目的とし、付随的に石灰および苦土の補給を行なって塩基飽和度の増大をはかった。この場合の施用基準はリン酸吸収係数の3%相当量とし、熔リンを施用した。

火山灰水田に対する施肥リン酸増施の効果については、すでに多くの成果が報告されており、その場合の増収の要因は初期生育の分けつ促進による穂数の確保にあるとしている。¹⁵⁾¹⁶⁾

本試験では土壤改良の見地から、リン酸多施用の効果について検討した。その結果、養分状態改善区は生育の初期から分けつが増加し、茎葉中のリン酸濃度も高まり、

穂数が増加して顕著な増収を示した。

本谷氏¹⁶⁾は東北地方の火山灰土壌に対するリン酸多施用の効果について検討し、初期生育の分けつを促進する体内リン酸濃度は0.45%以上であるとしている。また、中野氏ら¹⁷⁾は0.6%以下では葉身の巾が狭く、分けつの劣ることを認めている。そして、この濃度を確保するにはTruog法では6mg/100gが必要であると報告している。

本試験においても、前述のごとく改良区における作物体中のリン酸濃度は高まることが認められた。しかし、中野氏らの指摘するように0.6%以上にはならなかったが、本谷氏の値にはほぼ高まることが認められた。この場合の土壌中のリン酸含量を中野氏らの報告より算出してみると、約4mg/100gに相当することが認められた。また、跡地土壌中のリン酸含量もこれとほぼ一致することがうかがわれた。

火山灰土壌の陸田では、開田当初に赤枯病が発生する場合が多い。本試験でも慣行区に発生した。中野氏ら¹⁸⁾は火山灰開田地に対するリン酸多施用により、赤枯病の発生が著しく減少したと報告している。本試験の場合、リン酸多施用による増収の一因には赤枯病発生の抑制も関与していると考えられる。

施肥改善を行なった場合、とくに元肥重点区でもっとも高い収量を示した。

本谷氏¹⁶⁾はリン酸多施用の場合は体内の有機酸が少なく、窒素の吸収利用が低下すること、また十分に窒素の供給がない限り、リン酸の多施用だけでは収量の増大

を期待することはできないと報告している。

本区が高い収量を示したのは、初期生育が他の区より促進されていることから、窒素とリン酸の相助効果によるものと考えられる。

陸田では開田後の年数が経つにつれて、地力窒素の発現は急速に低下することが認められている。¹⁵⁾¹⁷⁾地力窒素の恒久的な維持増進を意図して、リン酸多施用とともに堆肥を施用した総合改善区は元肥重点区につぐ増収を示したが、初期生育の遅延する傾向が認められた。この原因は明らかでないが、施用した堆肥は野積みのもので、そのうえ、やや未熟であったことから、窒素飢餓的な原因もあるように推察される。

持続効果についてみると、3年目においても増収を示し、持続効果の高いことが認められた。

2 経済効果

土壌養分状態改善の効果は前述のとおり高いことが認められた。改善に用いた資材の施用量は従来の施肥量の観念よりすればはるかに多量であり、しかも一時に施用するので経済的な観点からも十分に検討される必要がある。

各試験地別にさきの収量結果にもとづいて試算した結果を示せば第20表のとおりである。この場合の算出基礎は1968年度における政府買上げ玄米価格(3等米)とし、肥料および改良資材は1968年肥料要覧¹⁹⁾にもとづいた。ただし、大谷石粉については現地到着価格(4,200円/t)とし、堆肥は考慮しなかった。

第20表 経 済 効 果
高 萩

区 名	経 費				増 収 益			
	43	44	45	計	43	44	45	計
慣 行 区	0	0	0	0	0	0	0	0
養分状態改善区	3,080	0	0	3,080	6,895	8,773	3,729	18,397
同上・元肥重点区	4,030	483	483	4,996	2,354	4,305	6,034	12,693
同上・追肥重点区	4,030	483	483	4,996	6,743	6,167	6,965	19,875
総 合 改 善 区	7,620	483	483	8,586	8,103	11,221	12,285	31,609

土壤養分状態の改善が水稻の生育、収量におよぼす影響

上 国 井

区 名	項 目		経 費		増 収 益			
	年 次	所	要	計	43	44	45	計
慣 行 区	0	0	0	0	0	0	0	0
養分状態改善区	5,430	0	0	5,430	1,752	8,911	15,561	26,224
同上・元肥重点区	5,884	490	490	6,864	1,233	10,017	16,933	39,287
同上・追肥重点区	5,884	490	490	6,864	3,027	3,766	6,426	13,219
総 合 改 善 区	5,884	490	490	6,864	7,150	11,613	9,618	28,381

協 川

区 名	項 目		経 費		増 収 益			
	年 次	所	要	計	43	44	45	計
慣 行 区	0	0	0	0	0	0	0	0
養分状態改善区	2,281	0	0	2,281	-1,483	2,660	0	1,177
同上・元肥重点区	2,281	285	285	2,851	-286	2,375	3,572	5,661
同上・追肥重点区	2,281	285	285	2,851	-4,143	-2,014	-2,299	-8,456
総 合 改 善 区	10,681	285	285	11,251	-8,736	4,636	5,434	1,334

本表からも明らかなように、多くの場合に高い収益が認められた。

資材施用効果の高かった高萩および上国井の両試験地は、初年目よりいずれの区においても収益増となり資材費をうまわまっている。なかでも、高萩の総合改善区および上国井の元肥重点区では年間平均10,000円/10a以上の収益増となり、経済効果はきわめて高かった。協川の場合は元肥重点区が3カ年合計で約6,000円の収益増を示した程度で、経済効果は小さかった。

土壌改良は単に収量の増加のみでなく、それが農業経営上採算のとれるものでなければならぬことは当然であるが、耕地の恒久的な保全にも十分配慮しながら、より高い収益を追求する必要があると考える。

謝 辞

本試験を実施するに当たり、前高萩農業改良普及所、現銚田地区同所長伊師左武郎氏ならびに美野里地区農業改良普及所主幹須田清隆氏には多大なご協力とご指導を賜ったことに対し深く感謝の意を表す。また、現地ほ

場試験の調査および化学分析の一部を分担された平山力技師、中川悦男技師に厚くお礼を申し上げる。

V 摘 要

土壌の養分状態が不良な水田を対象に、その不良性を軽減した場合の効果を、施肥改善との関連で土壌型別に検討した。得られた結果はつぎのとおりである。

1 高萩試験地（灰色土壌壤土型、桜川統）

1) 養分状態改善の効果は高く、また持続効果も認められた。資材の種類では珪カルよりも転炉さいが良好であった。

2) 施肥改善の効果は明らかでなく、元肥重点区では穂いもち病の多発生を招来した。

3) 資材の施用によりごまはがれ病の発生は減少した。ことに転炉さい施用の場合に顕著であった。

4) 改良区は初年目より資材費をうまわまる収益が認められ、経済効果は高かった。

2 脇川試験地(グライ土壌砂土型, 須田浜統)

- 1) 養分状態改善の効果はあまり認められず, 施肥改善の効果が認められた。この場合, 元肥重点区が良好であった。
- 2) 保肥力を増大させることにより, さらに増収する傾向が認められた。
- 3) 以上のような結果から, 経済効果は小さかった。

3 上国井試験地(黒色土壌壤土火山腐植型, 国田統)

- 1) 養分状態改善の効果は高く, また持続効果も認められた。
- 2) 施肥改善の併用により, さらに高い効果が認められた。とくに, 元肥重点区が高い増収を示した。
- 3) 堆肥の併用により初期生育がやや遅延する傾向を示した。
- 4) 慣行区では赤粘病の発生をみたが, 改良区では認められなかった。
- 5) 改良区は初年目より資材費をうまわる収益が認められ, 経済効果は高かった。

文 献

- 1) 茨城県農試化学部: 施肥改善調査成績書(1953~1960)
- 2) 茨城県農試化学部: 地力保全基本調査成績書(1964~1970)
- 3) 茨城農試化学部: 地力保全基本調査, 土壌統の要因別集計表 未発表(1967~1969)
- 4) 地力保全対策要綱: 農林省農政局(1961)
- 5) 土壌分析法: 農林省振興局(1959)
- 6) 富山農試報: 10(1959)
- 7) 山崎伝: 微量要素と多量要素 196~222 博友社
- 8) 照井陸奥生: 植物防疫 7.190 (1953)
- 9) 馬場越: 農技研報 D7 1~157(1958)
- 10) 坪田五郎 鶴見晏伺 小川昭夫: 栃木農試研報 779~88(1963)
- 11) 山根一郎 宇佐美昭宜 池田邦郎 大向信平: 東北農試研報 10 134~147(1956)
- 12) 三井進午 熊沢喜久雄 石原達夫: 土肥誌 2445~50(1953)
- 13) 山崎欣多: 富山農試研報 1 1-105(1960)
- 14) 橋元秀教 長谷川文男 吉原貢: 茨城農試研報 561~74(1963)
- 15) 丹野貢 緑川覚二 橋元秀教: 茨城農試研報 967~114(1968)
- 16) 本谷耕一: 東北農試研報 21 69~109(1961)
- 17) 中野政行 橋本俊一 土山豊: 栃木農試研報 1419~31(1970)
- 18) 中野政行 印南悟郎 土山豊: 栃木農試研報 111~12(1967)
- 19) 肥料要覧: 農林統計協会発行(1968)

圃場整備水田における地力差解消に関する研究

小林 登・平山 力・石川 昌 男

圃場整備にともない土壌の移動量が多い場合、切土部分では養分の不足、盛土部分では養分の過剰などによって水稻の生育むらが著しく、その適切な対策が望まれている。

本研究は圃場整備によって生じた切土部分と盛土部分の地力差が著るしく大きい沖積土水田および火山灰土水田において、地力差解消対策を確立しようとしたものである。得られた結果はつぎのとおりである。

切土部分においては生育、収量とも窒素の増施にともない直線的に上昇し、最高収量は沖積土水田では60Kg/a以上、火山灰土水田では50Kg/a以上の収量を得たが、その場合の窒素施肥量は1.6Kg/aであった。また、火山灰土水田における堆肥多施用の効果は高くアール当たり500Kgを施用することによって、生育の良好な盛土部分とほぼ同等の収量が得られた。

また、盛土部分においても生育、収量とも窒素の増施にともなって上昇し、沖積土水田ではアール当たり0.6～0.8Kg、火山灰土水田では1.4Kg施用において最高収量に達したが、両者とも無窒素との差異は少なかった。

I 緒 言

近年、農業構造改善事業の一環として各地で水田の圃場整備が進められている。茨城県における圃場整備の進捗状況は県営、団体営、構造改善事業を含めて、昭和42年以後毎年約3,000haずつ実施されている。¹⁾

圃場整備は従来の小区画圃場を拡大し、機械力を導入して労働生産性の向上をはかると同時に、土地生産性の向上および土地の高度利用をはかろうとするものである。しかしながら、このような大規模圃場整備の工事においては、土壌の移動や攪乱がはなはだしく、そのため地力差の不均一、田面の不均平、砂礫層の混入または露出が生じやすい。また、工事用大型機械による耕盤のち密化と、それにとまなう透水の不良化なども問題になっている。^{2～9)} さらに、茨城県においては利根川、霞ヶ浦周辺における浚渫土の客入による塩害、酸害の発生など種々の問題がある。^{3) 8)}

本報告は、これらの問題のうち、圃場整備によつて生産性を低下させる原因となっている地力差について、土壌肥料的に解消する方法を検討したものである。

なお、本報告の一部は日本土壌肥科学会関東支部講演

会^{10,11)}において報告したが、ここに今までに得た結果を一括して報告する。

II 供試水田の概要

世喜試験地

1) 試験地の位置および概要

沖積土水田における現地試験は、那珂郡大宮町小倉の世喜圃場整備施行地区において実施した。

本地区の圃場整備施行前における状況は、棚田で区画が小さく、また、用排水路、農道も不備で作業能率は著しく低い状況であったが、昭和39年から圃場整備を行ない、長辺80m、短辺25mの20アール割とし、短辺には用排水路および農道を設けた。ただし、一部地形的な関係から基準外の区画もある。

試験を実施した圃場は、表土処理が行なわれていないので、土壌の移動により同一区画内において、水稻の生育に明らかな差異が認められた切土65cmおよび盛土60cmのところである。なお、試験は圃場整備後2年目から実施したが、圃場整備後第1作の収量は切土部分で32.0Kg/a、盛土部分では62.3Kg/aであった。

2) 試験地の土壌条件

多賀山脈の西縁部にあたる山塊と久慈川にはさまれた久慈川流域で、標高26m, 勾配1/500以内である。

土壌の母材は粘板岩質の非固結水成岩からなり、堆積様式は水積である。土壌統は佐賀統(農林省第1次案)に属し、灰色土壌強粘土マンガン型である。土壌生産力可能性簡略分級式を示すと、切土部分はⅢPnIIr, 盛土部分ではIIpnr である。

試験地の土壌断面および土壌の理化学性を示すと、第1図および第1表のとおりである。

切土部分は盛土部分に比較すると、腐植、全窒素は約1/2以下となり、乾土効果も約1/3である。また、有効態リン酸(Truog法)の含量も低いことが認められた。しかし、置換容量および遊離酸化鉄は盛土部分と大差なく、有効態珪酸の含量では切土部分が多かった。

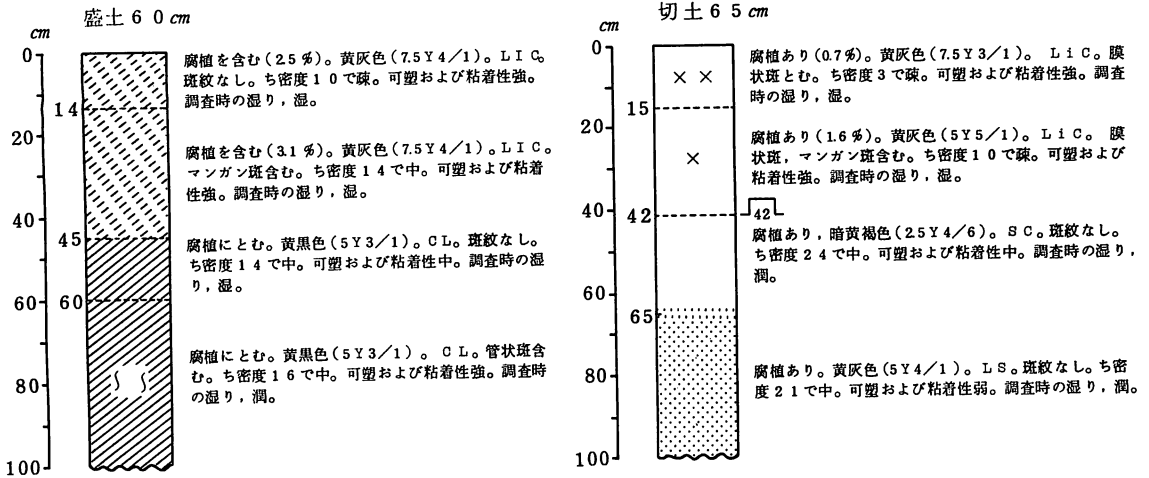
次に透水係数についてみると、切土部分の透水係数は、表層から 10^{-5} cm/sec 以下で、全層にわたり透水性の非常に低い土壌である。一方、盛土部分の透水性は表層から次第に低くなる傾向があり、45cm以下は 10^{-5} cm/sec で透水性の低い土壌である。

上泉試験地

1) 試験地の位置および概要

火山灰土水田における現地試験は、東茨城郡常北町那珂西の上泉圃場整備施行地区で実施した。

本地区の圃場整備施行前の状況は、島畑が点在し、区画も小さく農道も狭少で、作業能率は著しく低かったが、昭和41年度に圃場整備を行ない、長辺100m, 短辺30mの30アール割とした。その際、島畑を整理したため土



	腐植	とむ(10~5%)
	腐植	含む(5~2%)
	酸化沈積物	膜状斑
	酸化沈積物	とむ(50~20%)
	酸化沈積物	含む(20~2%)
	酸化沈積物	管状斑
	酸化沈積物	含む(20~2%)
	砂	層
	層	明瞭および画然(平坦)
	層	判然(平坦)
	界	漸変
	湧水面	数字は湧水面の深さ(cm)

灰色土壌強粘土マンガン型

第1図 世喜試験地 土壌断面柱状図

圃場整備水田における地力差解消に関する研究

壤の移動のはなはだしところもある。

試験地は台地寄りの、土壤の移動がはなはだしかったところで、同一区画において水稻の生育に明らかな差異の認められた切土30cm、盛土30cmのところにおいて、圃場整備後2年目に試験を実施した。なお、圃場整備後第1作目の水稻収量は、切土部分で27.1Kg/a、盛土部分では44.2Kg/aであった。

2) 試験地の土壤条件

試験地の標高は20m、勾配1/700以内であり、土壤の母材は非固結火成岩からなり、堆積様式は風積である。土壤統は国田統に属し、黒色土壤壤土火山腐植型である。

土壤生産力可能性簡略分級式を示すと、切土部分ではIII n II t f、盛土部分ではIII n II fである。

試験地の土壤断面および理化学性を示すと、第2図および第2表のとおりである。

切土部分では盛土部分に比較して、腐植、全窒素において約1/3以下で低く、また、有効態リン酸、乾土効果などにおいても低いことが認められた。しかし、置換容量、置換性石灰、置換性苦土、置換性加里、リン酸吸収係数などは切土部分と盛土部分の差異は認められなかった。また、この土壤の化学性の特徴は、リン酸吸収係数が2,000近くで大きく、有効態リン酸のすこぶる少ない

第1表 世喜試験地 土壤の理化学性

1) 土壤の理化学性

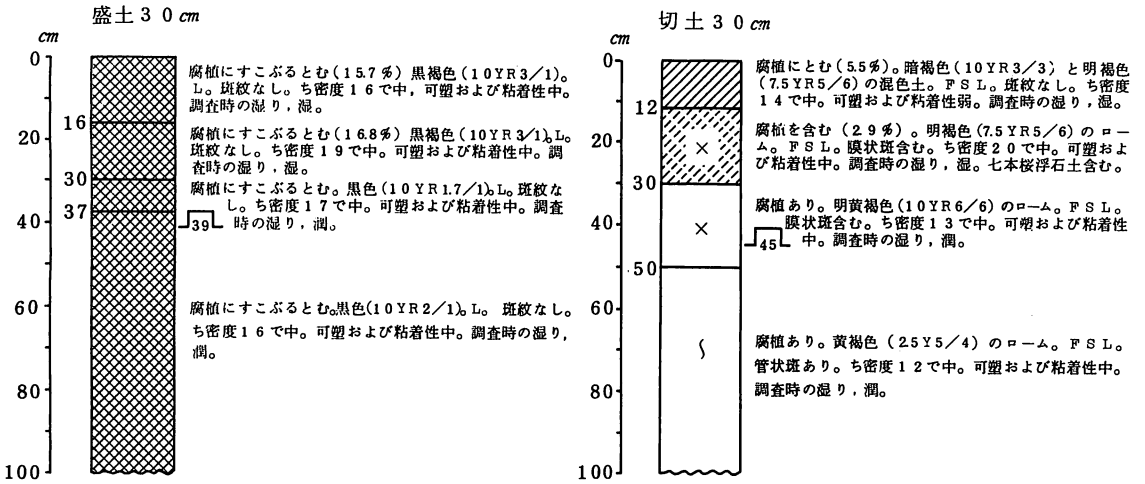
系層 列位	深さ cm	粒 径 組 成					土 性	現 地 容積重 g/100cc	土 壤 三 相				孔 隙 率 %	透 水 系 数 cm/sec
		粗 砂 %	細 砂 %	砂 合 計 %	シルト %	粘 土 %			固 相 %	水 分 %	空 気 %			
盛 土	1 0~14	5.4	36.1	41.5	27.6	30.9	LiC	99.1	38.4	55.7	5.9	61.6	13~27 × 10 ⁻³	
	2 14~45	6.0	36.7	42.7	28.2	29.1	LiC	116.8	44.1	51.6	4.3	55.9	34~64 × 10 ⁻⁴	
	3 45~60	—	—	—	—	—	(CL)	104.0	39.9	54.7	5.4	60.1	60~84 × 10 ⁻⁵	
	4 60~	—	—	—	—	—	(CL)	123.8	45.4	53.3	1.3	54.6	—	
切 土	1 0~15	11.1	31.7	42.8	28.6	28.6	LiC	103.8	38.0	57.4	4.6	62.0	1.0~1.2 × 10 ⁻⁵	
	2 15~42	4.0	35.6	39.6	20.1	40.3	LiC	123.8	45.5	51.4	3.3	54.5	8.0~9.0 × 10 ⁻⁶	
	3 42~65	—	—	—	—	—	(SC)	—	—	—	—	—	13~18 × 10 ⁻⁵	
	4 65~	—	—	—	—	—	(LS)	—	—	—	—	—	—	

2) 土壤の化学性

(乾土100g当たり)

系層 列位	深さ cm	pH (H ₂ O)	T-N %	T-C %	C/N	腐植 %	CEC me	石 灰 飽 和 度 %	置 換 性			有 効 態		NH ₃ -N生成量		乾土NH ₃ -N遊離 効果 %	遊離 化率 %	鐵 酸 化 鉄 %
									CaO mg	MgO mg	K ₂ O mg	P ₂ O ₅ mg	SiO ₂ mg	潤土 30℃ mg	風乾土 30℃ mg			
盛 土	1 0~14	6.2	0.15	1.47	9.9	2.5	27.0	5.48	41.41	126.0	132	0.6	200	1.0	5.3	4.3	2.9	1.6
	2 14~45	6.3	0.20	1.82	9.2	3.1	28.7	5.78	46.48	100.0	169	—	15.2	—	—	—	—	—
切 土	1 0~15	6.6	0.09	0.40	4.4	0.7	24.5	6.78	46.48	148.0	188	0.4	25.2	1.2	2.7	1.5	1.7	1.3
	2 15~42	6.7	0.06	0.91	14.5	1.6	23.7	6.37	42.2.8	162.0	182	—	24.2	—	—	—	—	—

(昭和41年1月12日 採土)



	腐植	すこぶるとむ (10%以上)	
		とむ (10~5%)	
		含む (5~2%)	
	酸沈積物	膜状斑	含む (20~2%)
		管状斑	あり (2%以下)
	層界	明瞭および画然(平坦)	
	湧水面	数字は湧水面の深さ(cm)	

黒色土壤壤土火山腐植型

第2図 上泉試験地 土壤断面柱状図

第2表 上泉試験地 土壤の理化学性

1) 土壤の理化学性

系層 列位	深さ cm	粒 径 組 成					土 性	現 地 容 積 重 g/100cc	土 壤 三 相			孔 隙 率 %	透 水 係 数 cm/sec
		粗 砂 %	細 砂 %	砂 合 計 %	シルト %	粘 土 %			固 相 %	水 分 %	空 気 %		
盛 土	1 0~16	3.14	19.0	50.4	37.0	12.6	L	78.3	30.4	58.5	11.1	69.6	13~29 × 10 ⁻⁴
	2 16~30	3.45	20.5	55.0	33.7	11.3	L	82.9	21.7	74.8	3.5	78.3	71~83 × 10 ⁻⁵
	3 30~37	—	—	—	—	—	(L)	80.2	31.3	67.2	1.5	68.7	36~45 × 10 ⁻⁴
	4 37~	—	—	—	—	—	(L)	—	—	—	—	—	—
切 土	1 0~12	28.0	49.2	77.2	21.7	1.1	FSL	61.7	23.3	72.7	4.0	76.7	24~26 × 10 ⁻⁴
	2 12~30	6.9	50.9	57.8	31.1	11.1	FSL	70.5	26.0	71.0	3.0	74.0	41~52 × 10 ⁻⁴
	3 30~50	—	—	—	—	—	(FSL)	91.3	33.6	63.3	3.1	66.4	80~100 × 10 ⁻⁶
	4 50~	—	—	—	—	—	(FSL)	—	—	—	—	—	—

(昭和43年4月23日 採土)

圃場整備水田における地力差解消に関する研究

2) 土壌の化学性

(乾土100g当たり)

系層 列位	深さ cm	pH (H ₂ O)	T-N %	T-C %	C/N	腐植 %	CEC me	石灰 飽和度 %	置換性			P ₂ O ₅ 吸収 係数	有効態		NH ₃ -N生成量		乾土 効果 mg	NH ₃ -N遊離 成率 %	遊離 酸化鉄 %
									CaO mg	MgO mg	K ₂ O mg		P ₂ O ₅ mg	SiO ₂ mg	湿润土 30℃ mg	風乾土 30℃ mg			
盛土	1 0~16	6.0	0.34	9.09	37.4	15.7	27.4	35.0	251.7	34.4	6.2	1.925	0.2	10.36	2.0	4.8	2.8	0.8	1.0
	2 16~30	5.8	0.36	9.73	27.0	16.8	23.3	44.6	290.3	27.8	7.0	1.969	—	—	—	—	—	—	—
切土	1 0~12	6.4	0.13	3.18	2.45	5.5	2.42	2.98	201.2	35.1	6.3	1.933	tr	16.49	0.6	1.0	0.4	0.3	2.0
	2 12~30	6.9	0.08	1.69	2.11	2.9	2.31	3.98	259.1	55.5	13.7	1.676	—	—	—	—	—	—	—

(昭和43年4月23日 採土)

土壌であり、火山灰土壌の性質がよくあらわれている。

次に透水係数をみると、切土部分は地表下30cmまでは10⁻⁴ cm/secで透湿度は低い。また、30cm以下のローム層の部分は10⁻⁶ cm/secを示し、透湿度は非常に低い。一方、盛土部分では全層にわたり10⁻⁴ cm/secから10⁻⁵ cm/secの範囲であり、透湿度の低い土壌である。

なお、切土部分では表層から明褐色のローム層が混入している。

III 試験方法および結果

世喜試験地

1) 試験の方法

試験期間は昭和41年から43年までの3カ年間実施し、初年目は窒素の施用適量、切土部分における有機物および深耕の効果について検討した。2年目においては熔リン、珪カル施用の効果も検討した。また、3年目は窒素の追肥に重点をおいた施用適量を把握した。試験設計を示すと、第3表のとおりである。

供試作物は水稻、品種は3カ年とも中生新千本をもちいた。試験規模は1区0.1アール(3m×3.3m)の2連制で実施した。

移植期は初年目は5月13日、2年目は5月12日および3年目は5月10日である。栽植密度は3カ年とも3.3m²当たり72株(15cm×30cm)、1株2本植である。収穫期は初年目は9月28日、2年目は9月16日、3年目は10月1日である。

2) 試験結果

(1) 生育状況

初年目、2年目および3年目の生育を示すと、第4表のとおりである。

初年目および2年目

両年度とも切土部分においては窒素の増施にともない葉色が濃く、草丈、分けつなどがまさり窒素1.4Kg区が最も良好であった。また、堆肥倍量施用および深耕区においても、窒素1.4Kg区と同じく良好であったが、生わら施用の効果は明瞭でなかった。また、2年目に施用した熔リン、珪カルによる土壌改良の効果も認められなかった。

時期別に分けつ状況を見ると、切土部分は窒素の増施によつて茎数は増加するが、7月中旬以後になって凋落が著しく、有効茎歩合が低い。このことは切土部分の特徴ともいえる。

盛土部分においても、窒素の増施にともない、葉色が濃く、草丈、分けつなどがまさったが、無窒素区と窒素0.8Kg区の差は、切土部分に比較して小さいことがうかがわれた。また、登熟期は切土部分よりもおくれた。

倒伏は切土部分、盛土部分とも認められなかった。また、盛土部分において初年目に窒素アール当たり0.4Kg以上施用区にわずかの白葉枯病が発生した。

3年目

3年目は前年までの試験において、窒素の基肥を多施用したところは無効茎数が多かったので、基肥をアール当たり0.6Kgに減量し、減量した分を追肥として施用し

1) 初年目

系区 列番	区名	三要素分量						現物施用量		
		N			P ₂ O ₅		K ₂ O		堆肥	生わら
		基肥	第1回追肥	第2回追肥	基肥	基肥	追肥			
1	N - 0 Kg区	0	0	0	0.8	0.5	0.2	0	0	
盛 2	N - 0.2 #区	0.2	0	0	0.8	0.5	0.2	0	0	
3	N - 0.4 #区	0.4	0	0	0.8	0.5	0.2	0	0	
土 4	N - 0.6 #区	0.6	0	0	0.8	0.5	0.2	0	0	
5	N - 0.8 #区	0.8	0	0	0.8	0.5	0.2	0	0	
6	N - 0 #区	0	0	0	0.8	0.5	0.2	75	0	
7	N - 0.6 #区	0.6	0	0	0.8	0.5	0.2	75	0	
切 8	N - 1.2 #区	0.8	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	75	0	
9	N - 1.4 #区	1.2	0	0.2	0.8	0.5	0.2	75	0	
土 10	堆肥倍量区	0.8	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	150	0	
11	生わら施用区	0.8	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	0	75	
12	深耕堆肥倍量区	0.8	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	150	0	

- 注) 1. 生わらは田植直前に施用した。
 2. 深耕は基肥施用前に25cm耕起した。
 3. 供試肥料は、N；塩安(25%)，P₂O₅；過リン酸石灰(20%)，K₂O；塩化加里(60%)を施用した。(2年目，3年目とも同じ)
 4. 基肥は代かき直前に施用した。(2年目，3年目とも同じ)
 5. N第1回追肥は6月24日，N第2回追肥およびK₂O追肥は7月25日に施用した。

2) 2年目

系区 列番	区名	三要素分量						現物施用量				
		N			P ₂ O ₅		K ₂ O		堆肥	生わら	溶リン	珪カル
		基肥	第1回追肥	第2回追肥	基肥	基肥	追肥					
1	N - 0 Kg区	0	0	0	0.8	0.5	0.2	0	0	0	0	
盛 2	N - 0.2 #区	0.2	0	0	0.8	0.5	0.2	0	0	0	0	
3	N - 0.4 #区	0.4	0	0	0.8	0.5	0.2	0	0	0	0	
土 4	N - 0.6 #区	0.6	0	0	0.8	0.5	0.2	0	0	0	0	
5	N - 0.8 #区	0.8	0	0	0.8	0.5	0.2	0	0	0	0	
6	土改・N0.6 #区	0.6	0	0	0.8	0.5	0.2	0	0	40	15	
7	N - 0 #区	0	0	0	0.8	0.5	0.2	75	0	0	0	
8	N - 0.6 #区	0.6	0	0	0.8	0.5	0.2	75	0	0	0	
9	N - 1.2 #区	0.8	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	75	0	0	0	
切 10	N - 1.4 #区	1.2	0	0.2	0.8	0.5	0.2	75	0	0	0	
11	堆肥倍量区	0.8	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	150	0	0	0	
12	生わら施用区	0.8	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	0	75	0	0	
13	深耕堆肥倍量区	0.8	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	150	0	0	0	
土 14	土改・N-1.2Kg区	0.8	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	75	0	40	15	
15	土改・堆肥倍量区	0.8	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	150	0	40	15	
16	土改生わら施用区	0.8	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	0	75	40	15	
17	土改・深耕堆肥倍量区	0.8	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	150	0	40	15	

- 注) 1. 生わらは昭和41年10月に施用した。
 2. 深耕は初年目に実施した。
 3. N第1回追肥は6月22日，N第2回追肥およびK₂Oは7月29日に施用した。

圃場整備水田における地力差解消に関する研究

3) 3年目

(Kg/a)

系区	区名	三要素成分量								堆肥
		N				P ₂ O ₅		K ₂ O		
		基肥	第1回追肥	第2回追肥	第3回追肥	基肥	基肥	追肥	追肥	
盛土	1	N - 0 Kg区	0	0	0	0	0.8	0.5	0.2	0
	2	N - 0.6 #区	0.6	0	0	0	0.8	0.5	0.2	0
	3	N - 0.8 #区	0.6	0	0.2	0	0.8	0.5	0.2	0
	4	N - 1.2 #区	0.6	0.2	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	0
	5	N - 1.4 #区	0.6	0.2	0.4	0.2	0.8	0.5	0.2	0
切土	6	N - 0 #区	0	0	0	0	0.8	0.5	0.2	7.5
	7	N - 0.8 #区	0.6	0	0.2	0	0.8	0.5	0.2	7.5
	8	N - 1.2 #区	0.6	0.2	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	7.5
	9	N - 1.6 #区	0.6	0.4	0.4	0.2	0.8	0.5	0.2	7.5
	10	堆肥倍量区	0.6	0.2	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	15.0
	11	深耕堆肥倍量区	0.6	0.2	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	15.0

注) 1. 深耕は初年目を実施した。

2. N第1回追肥は6月7日, N第2回追肥およびK₂O追肥は7月19日, N第3回追肥は8月14日に施用した。

1) 初年目

第4表 世喜試験地 水稻の生育

系区	区名	6月26日		7月25日		9月28日(成熟期)			
		草丈 cm	茎数 本/株	草丈 cm	茎数 本/株	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/株	
盛土	1	N - 0 Kg区	33.7	16.0	62.4	16.4	70.7	20.5	11.4
	2	N - 0.2 #区	34.0	18.0	66.3	18.1	75.5	19.6	15.5
	3	N - 0.4 #区	36.3	23.2	68.3	22.2	75.2	19.5	16.3
	4	N - 0.6 #区	38.6	27.9	75.3	24.3	79.7	19.4	18.4
	5	N - 0.8 #区	38.2	30.2	72.4	23.8	84.4	19.6	21.2
切土	6	N - 0 #区	29.1	6.8	48.3	7.7	52.3	16.3	5.8
	7	N - 0.6 #区	35.5	25.1	61.5	21.6	66.9	16.6	12.5
	8	N - 1.2 #区	38.3	31.0	69.0	23.1	71.0	18.2	16.6
	9	N - 1.4 #区	40.4	37.4	74.6	23.2	75.4	18.0	19.8
	10	堆肥倍量区	35.7	26.9	69.2	23.9	74.4	18.3	18.1
	11	生わら施用区	30.8	20.0	63.9	20.9	69.6	18.2	15.9
	12	深耕堆肥倍量区	36.4	30.8	72.8	24.4	76.7	17.2	20.4

注) 1. 白葉枯病は, 盛土系列の3, 4, 5区においてわずかに発生した。

2. 倒伏は, 盛土系列, 切土系列とも認められなかった。

3. 登熟期は, 切土系列より盛土系列がおくれた。

茨城県農業試験場研究報告 第12号(1972)

2) 2年目

系区	区名	6月9日		7月29日		9月16日(成熟期)		
		草丈 cm	茎数 本/株	草丈 cm	茎数 本/株	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/株
盛土	1 N-0 Kg区	34.8	6.5	74.3	7.4	66.0	20.0	7.0
	2 N-0.2 #区	35.6	13.5	79.4	12.3	63.7	20.7	10.6
	3 N-0.4 #区	40.0	18.4	84.7	15.0	69.6	20.4	14.2
	4 N-0.6 #区	41.0	22.6	86.2	21.4	70.7	18.7	18.2
	5 N-0.8 #区	41.2	26.4	85.1	21.4	71.6	18.9	19.2
	6 土改・N-0.6 #区	40.6	23.8	86.8	19.5	70.6	19.4	18.1
切土	7 N-0 #区	31.9	10.0	68.7	8.9	50.4	16.4	7.0
	8 N-0.6 #区	37.3	34.4	77.6	21.1	69.5	16.7	18.8
	9 N-1.2 #区	39.6	38.1	87.5	22.8	73.2	17.2	19.6
	10 N-1.4 #区	39.3	39.1	85.3	24.6	74.9	16.7	21.3
	11 堆肥倍量区	39.2	30.0	84.3	21.2	72.7	17.4	19.4
	12 生わら施用区	37.9	28.3	81.9	19.4	71.9	17.2	19.5
	13 深耕堆肥倍量区	40.3	29.8	85.1	24.3	73.2	16.9	18.7
	14 土改・N-1.2 Kg区	40.7	29.0	83.1	20.4	75.0	17.7	18.2
	15 土改・堆肥倍量区	38.5	34.0	82.3	25.9	73.9	17.3	21.1
	16 土改・生わら施用区	32.8	22.5	76.6	24.1	71.2	18.1	17.4
	17 土改・深耕堆肥倍量区	39.6	31.9	77.6	19.2	70.8	17.2	19.4

- 注) 1. 病害虫は、全区とも認められなかった。
 2. 倒伏は、全区とも認められなかった。
 3. 登熟期は、切土系列より盛土系列がおくれた。

3) 3年目

系区	区名	6月7日		7月12日		10月1日(成熟期)		
		草丈 cm	茎数 本/株	草丈 cm	茎数 本/株	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/株
盛土	1 N-0 Kg区	30.6	5.7	52.8	10.1	67.2	20.1	10.1
	2 N-0.6 #区	34.9	13.2	61.5	24.7	68.8	19.5	12.4
	3 N-0.8 #区	35.6	10.6	64.0	22.2	78.1	20.2	15.9
	4 N-1.2 #区	35.3	10.7	64.7	23.0	77.4	20.3	19.2
	5 N-1.4 #区	35.3	13.9	63.5	23.2	76.1	20.5	17.1
切土	6 N-0 #区	28.7	12.0	53.0	19.2	63.3	18.1	11.0
	7 N-0.8 #区	32.2	15.7	62.3	27.2	73.0	19.1	15.7
	8 N-1.2 #区	32.5	13.3	65.8	28.9	73.0	18.9	16.9
	9 N-1.6 #区	33.0	16.8	68.2	30.6	79.1	19.1	23.2
	10 堆肥倍量区	32.1	17.0	65.0	31.7	71.4	17.8	16.5
	11 深耕堆肥倍量区	33.4	14.9	62.8	28.8	72.7	18.8	17.5

- 注) 1. 白葉枯病は、盛土系列の4,5区においてはなほだしく発生した。また、1.2区および切土系列においてもわずかに発生した。
 2. 倒伏は、盛土系列、切土系列とも認められなかった。
 3. 登熟期は、切土系列より盛土系列がおくれた。

圃場整備水田における地力差解消に関する研究

たが、その結果、切土部分、盛土部分とも、有効茎歩合が高くなり穂数も増加した。

しかしながら、盛土部分において8月中旬からは白葉枯病が発生し、収穫期においては、とくに窒素の多施用区ほど被害が著しかった。また、切土部分においても白葉枯病が若干発生したが被害はほとんど認められなかった。その他の病虫害の発生および倒伏は認められなかった。

(2) 収 量

収量の結果は、第5表のとおりである。

初年目および2年目

初年目および2年目はほぼ同じ傾向を示し、同一施肥量の場合、切土部分の収量は、盛土部分に比較して著しく低かった。

盛土部分では窒素0.6Kg区で玄米収量は最高に達した。これに対し、切土部分では窒素増施にともなう、わら重、玄米重とも直線的に上昇し、窒素1.4Kg区でも収量の頭打ちは認められず、窒素の適量は1.4Kg/a以上にあることがうかがわれた。また、窒素1.4Kg施用区でも盛土部分の0.6Kg施用区にはおよばなかった。

堆肥倍量、生わら施用および深耕などの効果は、これらの処理を施さない区よりわずかに勝る程度であった。また、2年目における熔リン、珪カル施用による土壌改良の効果も明らかでなかった。

3年目

窒素の追肥に重点をおいた施用適量試験においては、切土部分で最高収量を得た区の窒素施肥量はアール当たり1.6Kgであった。

盛土部分では白葉枯病の発生によって正常な収量が得られず、とくに窒素の多施用区ほど発生が著しかった。

なお、3カ年を通してみると、切土部分の無窒素区は次第に収量が増加する傾向にあり、3年目では初年目の2倍以上になっている。

(3) 養分吸収

水稻体の時期別養分吸収状況、窒素吸収量および施用窒素の利用率を3年目について示すと、第6表および第7表のとおりである。

分けつ最盛期の水稻体の窒素、リン酸、加里、珪酸の

各濃度は、盛土部分より切土部分の方が高かったが、最高分けつ期以後においては窒素、リン酸および加里は、切土部分より盛土部分が高い傾向にあった。その他珪酸、苦土、鉄およびマンガンなどは切土部分、盛土部分の差異は認められなかった。

窒素の利用率は切土部分が67%、盛土部分では13%で切土部分はすこぶる高かった。

(4) 跡地土壌の化学性

(i) 土壌養分の推移

試験地の土壌養分の推移を示すと、第8表のとおりである。

腐植は、作付前において切土部分は1%以下ですこぶる少なかったが、1作後から漸次増加した。また、盛土部分では、腐植の経年変化はほとんど認められなかった。

全窒素においても、切土部分は0.1%以下で盛土部分より少なかったが、漸次増加する傾向が認められた。また、盛土部分においては、作付後やゝ減少する傾向が認められた。

風乾土のアンモニア態窒素生成量については、1作後から3作後まで切土部分は盛土部分の約1/2であった。なお、アンモニア態窒素生成量は年次による変化が大きかった。

乾土効果についても1作後から3作後まで、切土部分は盛土部分の約1/2であった。なお、2作後までは漸次増加する傾向を示したが、3作後においては切土部分、盛土部分とも低下し、年次による一定の傾向は認められなかった。

有効態リン酸(Truog法)については、切土部分と盛土部分の差異が僅少で、かつ、切土部分、盛土部分とも有効態リン酸は欠乏状態にあった。

有効態珪酸については、切土部分は盛土部分より多量に含んでおり、切土部分、盛土部分とも水稻の生育には十分であることがうかがわれた。

置換性石灰および置換性苦土はいずれも、切土部分が盛土部分より多量に含んでおり、かつ、切土部分、盛土部分とも1作後から3作後においては、漸次減少する傾向がうかがわれた。

(ii) 水稻生育中の酸化還元電位

第5表 世喜試験地 水稲収量 (Kg/a)

年系区 次列番	区名	わら		精もみ重	玄米			秕	屑米	もみ/わら
		重量	比		重量	比	千粒重 _g			
初盛土	1 N-0Kg区	57.0	70	51.9	44.1	78	20.0	0.5	0.1	0.91
	2 N-0.2#区	63.8	74	59.2	49.5	90	20.7	0.6	0.3	0.93
	3 N-0.4#区	70.5	87	66.3	54.9	98	20.3	0.6	0.5	0.94
	4 N-0.6#区	81.0	100	59.1	56.2	100	21.0	0.7	0.5	0.73
	5 N-0.8#区	75.0	93	69.9	55.8	99	20.4	1.2	1.4	0.93
年切目土	6 N-0#区	16.5	20	17.4	14.3	25	21.6	0.1	0.1	1.06
	7 N-0.6#区	49.5	61	35.3	28.8	51	21.7	0.4	0.1	0.72
	8 N-1.2#区	75.8	94	51.4	42.1	75	21.8	0.7	0.3	0.68
	9 N-1.4#区	81.0	100	64.3	53.5	95	21.0	0.7	0.4	0.72
	10 堆肥倍量区	72.8	90	55.8	46.3	82	21.1	0.8	0.3	0.70
	11 生わら施用区	58.5	72	52.8	43.0	77	21.1	0.6	0.4	0.90
12 深耕堆肥倍量区	82.1	101	60.9	50.5	90	21.2	0.6	0.4	0.75	
2盛土	1 N-0Kg区	32.8	42	40.1	31.4	52	23.4	0.2	0.4	1.22
	2 N-0.2#区	43.4	55	50.2	40.2	68	23.6	0.1	0.2	1.16
	3 N-0.4#区	53.3	74	60.2	50.3	86	24.1	0.2	0.3	1.03
	4 N-0.6#区	79.1	100	70.9	58.8	100	23.9	0.2	0.2	0.90
	5 N-0.8#区	89.9	114	74.4	62.0	105	22.9	0.5	0.6	0.83
	6 土改・N-0.6#区	72.3	92	69.5	56.8	97	23.5	0.4	0.3	0.96
年切目土	7 N-0#区	21.2	27	22.6	17.6	30	22.9	0.1	0	1.07
	8 N-0.6#区	79.1	100	46.6	38.0	65	24.4	0.2	0.1	0.59
	9 N-1.2#区	91.6	116	61.6	50.7	86	23.4	0.2	0.1	0.67
	10 N-1.4#区	111.9	142	62.3	51.6	88	23.5	0.2	0.1	0.56
	11 堆肥倍量区	92.6	117	63.4	55.5	89	23.8	0.1	0.1	0.69
	12 生わら施用区	90.7	115	64.4	52.6	90	23.9	0.1	0.1	0.71
	13 深耕堆肥倍量区	93.2	118	63.8	52.7	90	24.1	0.2	0.1	0.69
	14 土改・N-1.4Kg区	79.1	100	60.8	49.8	85	23.8	0.2	0.2	0.77
	15 土改・堆肥倍量区	71.4	90	61.0	50.7	86	23.4	0.1	0.1	0.86
	16 土改・生わら施用区	70.4	89	56.5	46.1	78	24.0	0.2	0.1	0.80
	17 土改・深耕堆肥倍量区	89.7	113	57.2	45.9	78	24.0	0.5	0.2	0.64
3盛土	1 N-0Kg区	53.3	60	54.8	44.6	92	22.8	0.2	0.6	1.03
	2 N-0.6#区	72.7	82	60.0	49.2	102	23.0	0.5	0.4	0.83
	3 N-0.8#区	89.1	100	61.5	48.3	100	21.7	1.5	1.3	0.70
	4 N-1.2#区	73.5	83	49.4	38.8	80	21.1	2.1	1.4	0.75
	5 N-1.4#区	86.3	97	58.3	46.0	95	21.3	2.0	1.3	0.69
年切目土	6 N-0#区	51.2	58	40.7	33.8	70	23.4	0.1	0.2	0.80
	7 N-0.8#区	97.2	109	63.8	52.2	108	23.5	0.4	0.6	0.66
	8 N-1.2#区	96.5	108	71.2	58.1	120	22.9	0.4	0.7	0.74
	9 N-1.6#区	109.1	123	77.2	63.5	132	23.1	0.6	0.7	0.71
	10 堆肥倍量区	97.4	109	71.3	59.0	122	23.4	0.3	0.5	0.74
	11 深耕堆肥倍量区	92.8	104	69.1	57.3	119	23.1	0.4	0.3	0.75

圃場整備水田における地力差解消に関する研究
第6表 世喜試験地 水稲体内成分濃度の推移（3年目）

（乾物当たり）

調査月日	系列	区番	区名	N	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	SiO ₂ %	MgO %	Fe ₂ O ₃ ppm	MnO ppm
6. 7	盛 土	4	N-1.2Kg区	3.61	0.92	4.02	6.45	—	—	—
		8	N-1.2#区	3.66	1.26	4.59	7.34	—	—	—
7. 16	盛 土	1	N-0#区	1.41	0.59	3.52	10.19	—	—	—
		4	N-1.2#区	1.58	0.80	3.46	8.90	—	—	—
	切 土	6	N-0#区	1.24	0.61	3.65	10.20	—	—	—
		8	N-1.2#区	1.30	0.43	3.11	11.27	—	—	—
8. 19	盛 土	1	N-0#区	1.10	—	—	—	—	—	—
		4	N-1.2#区	1.15	0.54	2.56	11.29	0.18	712	747
	切 土	6	N-0#区	0.80	—	—	—	—	—	—
		8	N-1.2#区	1.00	0.45	2.22	12.67	0.23	704	704
10.1 (成熟期)	茎	1	N-0#区	0.97	—	—	—	—	—	—
		4	N-1.2#区	0.99	0.48	3.02	15.61	0.15	551	585
	葉	6	N-0#区	0.57	—	—	—	—	—	—
		8	N-1.2#区	0.61	0.27	2.57	15.10	0.17	549	971
	子	1	N-0#区	1.40	—	—	—	—	—	—
		4	N-1.2#区	1.49	0.56	0.52	3.11	0.16	—	80
実	6	N-0#区	1.06	—	—	—	—	—	—	
	8	N-1.2#区	1.15	0.44	0.31	2.50	0.10	—	57	

第7表 世喜試験地 水稲体窒素吸収量および窒素の利用率（3年目）

（Kg/10a）

系列	区番	区名	わ			ら			N 吸収量 合計	N 利用率 %
			重量	N 濃度 %	N 吸収量	重量	N 濃度 %	N 吸収量		
盛 土	1	N-0Kg区	469.4	0.97	4.55	471.6	1.40	6.60	11.15	—
	4	N-1.2#区	640.0	0.99	6.34	425.3	1.49	6.34	12.68	12.8
切 土	6	N-0#区	451.4	0.57	2.54	352.0	1.06	3.73	6.30	—
	8	N-1.2#区	845.6	0.61	5.16	619.4	1.15	7.12	12.28	66.5

注) N-0区；無窒素，N-1.2区；窒素12Kg/10a施用

水稻生育中の酸化還元電位の測定値を示すと、第9表のとおりである。

酸化還元電位は、分けつ最盛期においては切土部分、盛土部分とも E_{h_6} 190 mv 前後で差異が少なかったが、最高分けつ期以後においては、切土部分は盛土部分より還元が強くなる傾向が認められた。

上泉試験地

1) 試験の方法

試験は昭和43年に実施し、切土部分については、リン酸が生育の制限因子になることが予想されたので、溶

第9表 世喜試験地
水稻生育中の酸化還元電位(3年目)

系区	調査	E_{h_6} *	pH	地温	水温	気温	
列番	月日	mv		℃	℃	℃	
盛土	4	6.7	186.0	6.1	25	29	27.5
		7.12	217.7	6.8	24	27	28
		8.14	157.5	6.8	23	24	29
切土	8	6.7	196.0	6.4	25	29	27.5
		7.12	141.7	6.6	24	27	28
		8.14	47.5	7.2	23	24	29

注) ※ 標準水素電極に対する電位

第8表 世喜試験地 土壤養分の推移 (乾土100g当たり)

年次	系区層	深さ	T-N	T-C	腐植	置換性		有効態		NH ₃ -N生成量		乾土効果		
						CaO	MgO	P ₂ O ₅	SiO ₂	湿润土	風乾土			
						mg	mg	mg	mg	30℃	30℃			
前付	盛土	1	0~14	0.15	1.47	2.5	414.4	126.0	0.6	2.00	1.0	5.3	4.3	
		2	14~45	0.20	1.82	3.1	464.8	100.0	-	15.2	-	-	-	
	切土	1	0~15	0.09	0.40	0.7	464.8	148.0	0.4	25.2	1.2	2.7	1.5	
		2	15~42	0.06	0.91	1.6	422.8	162.0	-	24.2	-	-	-	
1作	盛土	4	1	0~14	0.14	1.33	2.3	350.0	79.0	0.5	2.26	0.2	5.5	5.3
		2	14~45	0.16	1.63	2.8	370.0	105.0	-	-	-	-	-	
	切土	7	1	0~15	0.11	0.87	1.5	430.0	119.0	0.6	4.17	0.4	3.3	2.9
		2	15~42	0.10	0.70	1.2	489.0	119.0	-	-	-	-	-	
2作	盛土	4	1	0~14	0.14	1.39	2.4	329.0	6.15	0.5	1.60	1.4	9.6	8.2
		2	14~45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	切土	8	1	0~15	0.12	1.10	1.9	452.0	99.2	0.5	3.20	1.6	5.3	3.7
		2	15~42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3作	盛土	4	1	0~14	0.09	1.45	2.5	325.9	71.7	0.7	3.13	0.8	3.5	2.7
		2	14~45	0.09	1.45	2.5	413.5	97.6	-	4.41	-	-	-	
	切土	8	1	0~15	0.12	1.04	1.8	409.5	114.1	0.6	4.48	1.1	1.9	0.8
		2	15~42	0.05	0.52	0.9	312.9	130.1	-	4.34	-	-	-	

圃場整備水田における地力差解消に関する研究

リンを多施した上で、窒素の施用適量および堆肥多施用の効果を明らかにしようとした。試験設計は、第10表のとおりである。

供試作物は水稻、品種は中生新千本をもちいた。試験規模は1区0.1アール(3m×3.3m)の2連制である。

5月16日に移植し、栽植密度は3.3㎡当たり72本(15cm×30cm)、1株2本植とした。収穫は10月8日に行なった。

2) 試験結果

(1) 生育状況

生育状況を示すと、第11表のとおりである。

植付後から活着期まで低温にみまわれ切土部分、盛土部分とも活着が遅れたが、6月になって気象が回復し、その後は順調な生育を示した。

切土部分においては窒素の増施にともない葉色が濃く、旺盛な生育を示した。とくに堆肥500Kg区の生育は一段と良好であった。

しかし、切土部分は盛土部分に比較して、7月中旬に

なって急に茎数の増加がみられたが、これらは無効茎になるものが多く、有効茎歩合が低かった。このことが切土部分の特徴といえよう。

盛土部分においても、窒素の増施にともない、葉色が濃く、草丈、分けつなどがまさったが、無窒素区と窒素1.4Kg区の差異は、切土部分に比較して僅少であった。また、成熟期は切土部分より約5日おくれた。

なお、切土部分、盛土部分とも、倒伏は認められず、白葉枯病および葉いもち病がわずかに発生したが、収量にはほとんど影響はなかった。

(2) 収量

収量は、第12表のとおりである。

切土部分においては、窒素の増施にともなって、わら重、玄米重とも直線的に上昇し、窒素適量はアール当たり1.6Kg以上にあることが認められた。また、堆肥多施用の効果は高く、盛土部分とほぼ同等の収量が得られた。

盛土部分においても、窒素の増施にともない、わずかにわら、玄米とも増収したが、無窒素との差異は少なか

第10表 上泉試験地の試験設計

(Kg/a)

系区 列番	区名	三要素成分量								現物施用量	
		N				P ₂ O ₅		K ₂ O		熔リン	堆肥
		基肥	第1回肥	第2回肥	第3回肥	基肥	基肥	追肥			
盛土	1 N-0Kg区	0	0	0	0	0.8	0.5	0.2	0	0	
	2 N-1.0"区	0.8	0	0.2	0	0.8	0.5	0.2	0	0	
	3 N-1.4"区	0.8	0.2	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	0	0	
切土	4 N-0"区	0	0	0	0	0.8	0.5	0.2	25	0	
	5 N-1.0"区	0.8	0	0.2	0	0.8	0.5	0.2	25	0	
	6 N-1.4"区	0.8	0.2	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	25	0	
	7 N-1.6"区	0.8	0.2	0.4	0.2	0.8	0.5	0.2	25	0	
	8 堆肥500"区	0.8	0.2	0.2	0.2	0.8	0.5	0.2	25	500	

- 注) 1. 供試肥料は、N; 塩安(25%), P₂O₅; 過リン酸石灰(20%), K₂O; 塩化加里(60%), 熔リン(17%)を施用した。
 2. 基肥は代かき直前に施用した。
 3. N第1回施肥は6月8日、N第2回追肥およびK₂O追肥は7月25日、N第3回追肥8月25日に施用した。

った。

(3) 養分吸収

水稲体の時期別養分吸収状況、窒素吸収量および施用窒素の利用率を示すと、第13表および第14表のとおりである。

時期別養分吸収を各々の成分についてみると次のとおりである。

窒素：生育の初期においては、盛土部分に比較して切

土部分が高い濃度を示したが、最高分けつ期以後は、濃度の低下の著しいことが認められた。この傾向は葉色、有効茎歩合の低下などによく符合している。

リン酸：窒素の場合とほぼ同様の傾向がうかがわれた。

加里：切土部分と盛土部分の差異は明瞭でなかった。

珪酸：全生育期間をとおして、切土部分において高い傾向がうかがわれた。

窒素の利用率については、切土部分は盛土部分より高

第11表 上泉試験地 水稲の生育

系区	列番	区名	6月8日		7月12日		10月8日(成熟期)		
			草丈 cm	茎数 本/株	草丈 cm	茎数 本/株	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/株
盛土	1	N-0Kg区	31.6	5.0	51.1	18.9	73.1	20.6	15.8
	2	N-1.0#区	31.3	5.2	56.7	22.7	78.0	19.6	19.5
	3	N-1.4#区	31.5	4.1	63.2	26.8	85.8	21.4	25.1
切土	4	N-0#区	31.4	5.1	45.6	16.5	63.3	17.0	7.9
	5	N-1.0#区	31.0	4.5	53.7	27.2	71.3	18.5	17.2
	6	N-1.4#区	34.0	6.0	58.8	29.6	78.2	19.3	20.7
	7	N-1.6#区	33.0	5.3	56.8	30.2	75.4	20.4	21.3
	8	堆肥500#区	31.6	5.9	65.1	39.9	88.3	19.8	26.5

- 注) 1. 白葉枯病および葉いもち病は、盛土系列、切土系列ともわずかに発生した。
 2. 倒伏は、盛土系列、切土系列とも認められなかった。
 3. 登熟期は、切土系列より盛土系列が約5日おくれた。

第12表 上泉試験地 水稲収量 (Kg/a)

系区	列番	区名	わら			玄米			枇	屑米	もみ/わら
			重量	比	精もち重	重量	比	千粒重 g			
盛土	1	N-0Kg区	64.7	86	70.7	57.8	100	24	0.4	0.9	1.09
	2	N-1.0#区	75.6	100	70.7	58.1	100	24	0.4	0.8	0.94
	3	N-1.4#区	85.4	113	60.4	60.9	105	23	0.8	1.4	0.71
切土	4	N-0Kg区	14.1	19	25.1	20.4	35	2.3	0.2	0.3	1.77
	5	N-1.0#区	50.8	67	58.0	47.0	81	2.5	0.3	0.6	1.14
	6	N-1.4#区	95.8	127	60.7	49.7	86	2.4	0.4	0.5	0.63
	7	N-1.6#区	88.4	117	65.2	52.9	91	2.4	0.4	0.7	0.74
	8	堆肥500#区	106.3	141	73.6	58.0	100	2.3	0.7	1.6	0.69

圃場整備水田における地力差解消に関する研究
第13表 上泉試験地 水稲体内成分濃度の推移

調査月日	系列	区番	区名	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	SiO ₂ %	MgO %	Fe ₂ O ₃ ppm	MnO ppm	
6. 8	盛土	1	N-0Kg区	4.17	—	—	—	—	—	—	
		3	N-1.4#区	3.71	—	—	—	—	—	—	
	切土	4	N-0#区	4.57	—	—	—	—	—	—	
		6	N-1.4#区	4.63	—	—	—	—	—	—	
7. 12	盛土	1	N-0#区	2.29	0.51	4.14	11.89	—	—	—	
		3	N-1.4#区	2.69	0.41	4.57	10.48	—	—	—	
	切土	4	N-0#区	1.37	0.58	3.73	12.23	—	—	—	
		6	N-1.4#区	2.11	0.57	4.27	11.94	—	—	—	
8. 20	盛土	1	N-0#区	1.19	—	—	—	—	—	—	
		3	N-1.4#区	1.36	0.47	2.66	11.32	0.22	516	606	
	切土	4	N-0#区	0.72	—	—	—	—	—	—	
		6	N-1.4#区	0.72	0.45	2.28	12.60	0.24	617	516	
10.8 (成熟期)	莖	盛土	1	N-0#区	0.92	—	—	—	—	—	—
			3	N-1.4#区	0.74	0.21	2.02	17.00	0.20	336	561
	葉	切土	4	N-0#区	0.50	—	—	—	—	—	—
			6	N-1.4#区	0.50	0.18	2.00	18.10	0.16	112	—
	子	盛土	1	N-0#区	1.34	—	—	—	—	—	—
			3	N-1.4#区	1.32	0.53	0.34	3.24	0.14	57	46
	実	切土	4	N-0#区	1.07	—	—	—	—	—	—
			6	N-1.4#区	1.05	0.45	0.38	4.23	0.18	91	80

第14表 上泉試験地 水稲体窒素吸収量および窒素の利用率 (Kg/10a)

系列	区番	区名	わ			も			N 吸収量 合計	N 利用率 %
			重量	N 濃度 %	N 吸収量	重量	N 濃度 %	N 吸収量		
盛土	1	N-0Kg区	581.7	0.92	5.35	497.3	1.34	6.66	1201	—
	3	N-1.4#区	761.3	0.74	5.63	530.4	1.32	7.00	1263	4.4
切土	4	N-0#区	127.2	0.50	0.64	180.3	1.07	1.93	257	—
	6	N-1.4#区	856.1	0.50	4.28	437.1	1.05	4.59	8.87	45.0

い利用率を示し、切土部分では窒素の施用効果の低いことが認められた。

(4) 水稲生育中のアンモニア態窒素の消長

水稲生育中のアンモニア態窒素の消長を示すと、第15表のとおりである。

切土部分でのアンモニア態窒素は早期から減少しているが、盛土部分では7月中旬においても、切土部分の約2倍の量が残存していた。

(5) 跡地土壌の化学性

水稲刈取後における切土部分および盛土部分の土壌の

第15表 上泉試験地 水稲生育中のNH₃の動向 (mg/乾土100g)

系区	列番	区名	調査時期	
			6. 8	7. 16
盛土	1	N-0Kg区	4.4	4.7
	3	N-1.4#区	10.0	5.0
切土	4	N-0#区	2.4	2.2
	6	N-1.4#区	2.2	3.1

化学性を示すと、第16表のとおりである。

切土部分では作付前に比較して、全窒素、全炭素、腐植、置換性石灰、置換性苦土、置換性加里、珪酸、有効態リン酸などの増加が認められたが、全窒素、全炭素、腐植などの増加は代かきなどによる土壌の移動も原因しているものと思われる。また、有効態リン酸の増加は、熔リンの施用によるものと考えられる。

IV 考 察

世喜試験地

圃場整備によって、土壌の移動のはなはだしいところにおいて、窒素の用量試験を行なった結果、切土部分では窒素の増施にともなって、収量は直線的に上昇し、窒素アール当たり1.6Kg以上(盛土部分の約2倍)施用すると、盛土部分とほぼ同様の収量をあげることができた。したがって切土部分への窒素の多施用によって、窒素的地力の欠乏をかなり解消ができることが認められた。

また、窒素の施用方法については、基肥を多施用すると、無効基数が増加する様相がみられたので、基肥を必

第16表 上泉試験地 跡地土壌の化学性 (乾土100g当たり)

系区層	列番位	深さ cm	pH (H ₂ O)	T-N %	T-C %	C/N	腐植 %	CEC me	石灰 飽和度 %	置換性			P ₂ O ₅ 吸収 系数	有効態		NH ₃ -生成量		乾土NH ₃ -N 効果化率 %		
										CaO mg	MgO mg	K ₂ O mg		P ₂ O ₅ mg	SiO ₂ mg	湿潤土 30°C mg	風乾土 30°C mg			
盛土	1	0~16	6.2	0.37	9.76	26.4	16.8	27.0	38.5	284.8	34.7	8.3	2.029	tr	107.0	2.4	4.8	2.4	0.6	
	2	16~30	6.2	0.38	10.63	28.0	18.3	24.7	38.1	262.7	33.8	6.8	1.879	-	-	-	-	-		
土	3	1	0~16	6.1	0.35	9.10	26.0	15.7	25.5	37.3	263.5	34.4	12.3	1.954	tr	102.1	1.0	4.8	3.8	1.1
	2	16~30	6.0	0.38	10.14	26.7	17.5	13.6	78.7	301.0	28.3	7.8	1.976	-	-	-	-	-		
切	4	1	0~12	6.6	0.33	7.27	22.0	12.5	29.7	46.5	388.5	42.0	21.3	2.222	0.2	170.5	-	-	-	-
	2	12~30	6.2	0.24	6.45	26.9	11.1	24.9	34.1	238.8	48.6	9.8	2.158	-	-	-	-	-		
6	1	0~12	6.3	0.28	5.77	20.6	9.9	25.1	46.6	309.3	78.4	10.7	2.244	0.1	176.7	1.4	1.5	0.1	0.04	
	2	12~30	6.1	0.24	5.89	24.5	10.1	29.1	27.5	223.7	49.5	7.8	2.077	-	-	-	-	-		
土	8	1	0~12	6.5	0.24	5.56	23.2	9.6	24.9	65.5	453.0	66.0	20.7	2.083	0.3	168.0	-	-	-	-
	2	12~30	6.4	0.22	4.39	19.5	7.6	23.9	38.1	255.4	48.2	10.3	1.987	-	-	-	-	-		

(昭和43年12月18日 採土)

要最少限に減量し、追肥で施用すると、無効茎数が減少し、稔実歩合も高くなり増収した。

土壌中の有効態リン酸 (Truog 法) の欠乏が分析の結果認められたので、溶リンを多施用したが、その効果は認められず、施肥リンでほぼ十分であったと考えられる。

また、溶リンの多施用と同じに珪カルを施用したが、その効果は認められなかった。珪酸の施用効果は、高遠ら¹²⁾によって明らかにされているとおり、土壌中の有効態珪酸含量は乾土 100g 中 30mg、水稻茎葉中の珪酸含有率 1.5% 以下の場合には珪酸施用の効果が大いものと考えられているが、本試験地土壌中の珪酸含量および水稻茎葉中の珪酸含有率はほぼ基準値を示しており、したがって施用効果が少なかったものと考えられる。

堆肥施用による切土部分の地力差解消にはアール当たり 150Kg 程度の施用ではあまり効果が期待できないことがうかがわれた。水稻に対する堆肥の効果は原田¹³⁾によって指摘されているように、多量の堆肥を連用した場合、累積効果の高いことが認められている。したがって、本試験においては施用量の少ないこと、連用年数の少ないことなどによって堆肥の効果が得られなかったものと思われる。

生わら施用においては、田植直前に施用した場合、効果は認められなかったが、秋季の施用によって効果がわずかに認められた。生わらを田植直前に施用すると、土壌の還元化が激しく、そのため水稻根に還元障害が他の区より著しく認められ、これが生わらの効果を減殺したものと思われた。しかし、湯村¹⁴⁾によって指摘されていると同様に、生わらを施用することによって、耕起などの作業が容易になることがうかがわれ、固結しやすい強粘質の切土部分では、秋季に生わらを施用することが望ましいと思われる。

深耕の効果は、初年目においてわずかに認められたが、2年目、3年目では明瞭でなかった。深耕は、鈴木¹⁵⁾によって指摘されているように、下層土に集積した鉄、マンガンなどの成分が作土から鋤床へ、さらに心土へ集積した場合、作土に混入することによって効果が得られるが、本試験地では鉄、マンガンの鋤床への集積の影響が少ないため、深耕の効果が得られなかったものと考えら

れる。

なお、切土部分、盛土部分とも土壌の透水性が悪化し、常に湛水状態にあり、水稻根の還元障害を起す様相が認められた。久津那^{4,5)}が指摘しているように、圃場整備田では一般に透水性が悪化するため、中干処理、表面排水などによって土壌の乾燥を積極的に実施し透水性をよくすることが望ましい。

上泉試験地

圃場整備によって、土壌の移動がはなはだしい火山灰土水田において、窒素の用量試験を行なった結果、切土部分では窒素の増施にともなって、収量は直線的に上昇した。すなわち、窒素アール当たり 1.6Kg 以上施用することにより、玄米 50Kg/a 以上の収量をあげた。さらに堆肥をアール当たり 500Kg 施用することによって、盛土部分とほぼ同等の収量をあげることができた。したがって窒素および堆肥の多施用によって、窒素的地力の欠乏を補うことができると考えられる。

火山灰土壌は、リン酸吸収係数が高く、有効態リン酸の欠乏土壌¹⁶⁾であることはすでに認められているが、本試験地の切土部分においてはローム層の混入もあって、極めてリン酸が欠乏していることが認められたので、溶リンをアール当たり 25Kg 施用した上で試験を実施した。したがって本試験では溶リンの施用試験は省略した。なお、火山灰土新開田における溶リンの施用効果は、アール当たり 30Kg 施用によって、約 10% 増収することが明らかにされている。¹⁷⁾

切土部分への堆肥多施用においては、成熟期的水稻根に灰黒色の腐敗根が 60% 以上も認められ、水稻根に還元障害が著しかったので、完熟堆肥の早期施用および中干処理、表面排水などによって土壌の乾燥を積極的に実施し透水性をよくすることによって、さらに増収するものと考えられた。

謝 辞

本研究の遂行に当たり終始激励をいただいた茨城県農業試験場有賀武典場長、前化学部長橋元秀教博士、茨城県農林水産部技佐飯田栄氏に深く感謝の意を表す。ま

た、現地圃場試験の調査に際し協力をいただいた大宮地区および常北地区農業改良普及所、農地部農地計画課および大宮町役場経済課の関係職員、現地圃場担当農家の大宮町小倉 故大串勇之介氏、常北町那珂西 森島源次郎氏、試験設計、調査および化学分析などの労を煩わした現美野里地区農業改良普及所主幹須田清隆氏、技術連絡室長吉原貢氏、化学部職員一同に対し厚くお礼申し上げる。

摘 要

圃場整備の実施にともない土壌の移動によって地力差の著しい沖積土水田および火山灰土水田における地力差解消対策について、土壌肥料的に検討し、次の結果を得た。

1 沖積土水田(世喜試験地)

1) 切土部分においては生育、収量とも窒素の増施にともない直線的に上昇し、初年目、2年目においては、窒素をアール当たり1.4 Kg施用し、玄米50 Kg以上の収量を収めた。また、3年目においては、窒素1.6 Kgを追肥に重点をおいて施用し、玄米60 Kg以上の収量を得た。

2) 盛土部分においても窒素の増施にともない生育、収量とも上昇し、窒素をアール当たり0.8 Kg施用において最高収量に達し、玄米60 Kg以上を得た。けれども無窒素との差異は少なかった。

3) 切土部分における堆肥施用および深耕の効果はわずかに認められた。生わら施用の効果も、秋季施用によってわずかに認められた。また、熔リン、珪カル施用による効果は明らかでなかった。

4) 3カ年を通してみると、切土部分の無窒素区は次第に収量が増加する傾向にあり、3年目では2倍以上になった。

2 火山灰土水田(上泉試験地)

1) 切土部分では生育、収量とも窒素の増施にともなって直線的に上昇し、窒素の施用適量はアール当たり1.6 Kg以上であり、そのときの玄米収量は50 Kg以上であった。

2) 切土部分における堆肥多施用の効果は高く、アール

当たり500 Kgを施用することによって、生育の良好な盛土部分とほぼ同等の収量が得られた。

3) 盛土部分では無窒素区の玄米収量はアール当たり58 Kgで、窒素を1.4 Kg施用しても玄米収量は61 Kgであり無窒素区との差異は少なかった。

参 考 文 献

- 1) 茨城県農地部農地計画課の資料による(1969)
- 2) 河野利雄・川田 登・印南悟朗：区画整理跡地に関する研究(第1報)土肥講演要旨集, 9,(1963)
- 3) 川田 登・土山 豊：区画整理跡地に関する研究(第2報)土肥講演要旨集, 12,(1966)
- 4) 久津那浩三：水田基盤整備の問題点 農業および園芸, 44, 7(1969)
- 5) 久津那浩三：水田基盤整備の現状と問題点 近代農業における土壌肥料の研究 1, 日本土壌肥科学会編, 養賢堂, 7~11(1970)
- 6) 茨城農試：昭和41年度 圃場整備地区土壌対策調査成績書(1966)
- 7) 茨城農試：昭和42年度 圃場整備地区土壌対策調査成績書(1967)
- 8) 茨城農試：昭和43年度 圃場整備地区土壌対策調査成績書(1968)
- 9) 茨城農試：昭和44年度 圃場整備地区土壌対策調査成績書(1969)
- 10) 小林 登・平山 力・石川昌男：圃場整備田におけるむらができ解消対策について(第1報)無機質水田の場合 土肥講演要旨集, 15,(1969)
- 11) 小林 登・平山 力・石川昌男：圃場整備田におけるむらでき解消対策について(第2報)火山灰土水田の場合 土肥講演要旨集, 17,(1971)
- 12) 高遠 宏・伏谷勇次郎・小林 登・石川昌男：茨城県における水田土壌の珪酸供給力および水稲に対する珪酸の施用効果に関する研究 茨城農試研究報告, 10,(1969)
- 13) 原田登五郎：農林省振興局研究部監修, 土壌肥料全編, 養賢堂, 419(1967)
- 14) 湯村義男：土壌の物理性に及ぼす有機物施用の影

圃場整備水田における地力差解消に関する研究

響 近代農業における土壌肥料の研究 1, 日本
土壌肥料学会編, 養賢堂, 39~43 (1970)

水田における磷酸の肥効に関する研究 茨城農試研
究報告, 9, (1968)

15) 鈴木新一: 農林省振興局研究部監修, 土壌肥料全編,
養賢堂, 297~322 (1967)

17) 茨城農試: 昭和43年度 土壌肥料試験成績書
47 (1968)

16) 丹野 貢・緑川覚二・橋元秀教: 茨城県下の火山灰