

# 火山灰新開田における稻作改善に関する試験

## 1 はしがき

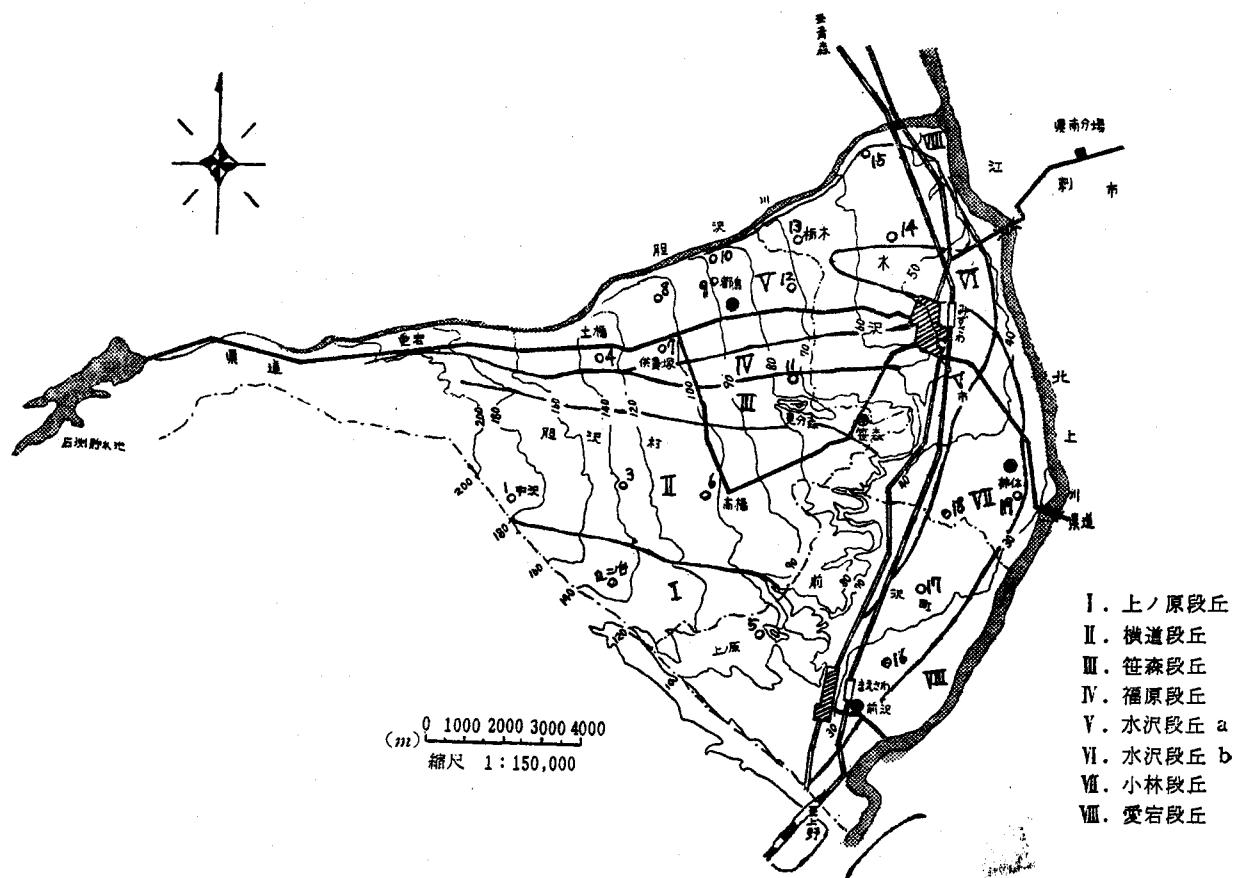
東北地方に広大に分布する腐植質火山灰土壌は、いわゆる不良土として従来その大部分は未耕地・林地或は採草地として放置されてきた。しかし、1945年以降は食糧増産の重要性から、漸次入植開墾がなされたのであるが、その利用は殆ど畠地としてであった。しかし、近年に至り、各地に多目的ダムの建設がすゝめられその完成により利水の便を得ることが出来るようになってきたため開田化計画は急速に進行し、当岩手県内でも岩手山麓地区・胆沢地区・南野原地区・和賀地区等があげられ、その面積は約 6,000haに及んでいる。

当胆沢地区においても、石淵ダムの完成によって1959年度より開田計画が実施され、約 1,000haの開田工事が進捗し、1962年度に略々完了している。

従前でも、比較的低地で灌漑水の得やすい地帯では水田化されており、開田年次の古い場合にはそれなりに稻

作は安定してはいるが、一般に漏水が激しく且つ冷水であり又耕種肥培技術も沖積地帯の技術をそのまま導入しており、根本的対策等が解明されないまゝ最近にまで至っていた。このためイモチ病の激発・倒伏・生育遅延等を伴い、低収且不安定地帯となっており、低温年では尚更その被害は著しく、冷害常習或は激甚地帯となっていたのである。従って新規開田地区でも当然これらのことことが予想されたわけで、これの対策の確立は緊急を要することは論を俟たないが、更に開田における稻作技術の改善は単に開田地の生産向上のみにとどまらず、そのまゝ冷害対策等に連なるものとして強く要請されてきたのである。

火山灰土壌はその性格において、沖積土壌とは種々の点で異なることは周知の通りであり、稻作技術としても沖積水田の技術にそのまま準拠することは極めて不当であると同時に危険であることは明かである。



地 形 概 要 図

本試験においてもこの点に留意し、土壤の特性に応じた耕種・肥培その他の管理技術の方向性を明らかにし、火山灰開田稻作の安定且積極的増収のための一助としようとするものである。

本試験の実施は当胆沢開田計画に先立ち、1955より実施したが、当時は未だ石淵ダムも未完成でこのため用水も専用水路ではなく、既存の水田より分水によって得ねばならず、用水不足その他の障害に悩まされたのであるが、こゝに6年間の成績を取纏めて報告する。

## 2 地域分布と事業の概要

本地区は当胆沢平野地形概要図に示した通りで、胆沢扇状地の西部扇頂部標高約140m～180mに亘る地域並びに西南台地（上ノ原段丘）に展開する未墾の原野、林地及び畑地凡そ1,960haを開墾し、水田910ha、畑地822haを達成しようとするもので、1956年より農林省胆沢開拓建設事業所を中心として進められてきている。開田工事は1959年より実施され 1958年度約218ha、60年度約294ha、61年度約311ha、62年度86ha、計約1,000haの工事が完了している。

本地区を構成する若柳、小山、外浦野及び胆沢の三地区中若柳、小山地区は大東亜戦争終戦後の1945年に、又外浦野地区は同48年に食糧増産緊急開拓事業として夫々代行地区に承認され入植地として指定されたが、利水計画がなかったため、専ら開畠地区として計画実施されてきた。その後新規胆沢地区計画の樹立に伴い胆沢地域開拓事業の一環として、本事業が行われたものである。即ち灌溉用水は北上川上流総合開発の一翼として先年建設省により、胆沢川上流に築造された石淵多目的ダムより流下し、県営第二発電所の鉄管路に分水施設を施し最大取水量2,232m<sup>3</sup>/Sを取り入れ、延長5,700m余の導水幹線水路により導水し、更に延長25,700m余の地区内幹線用水路に分水し灌漑しようとするもので、本工事も略々完了している。

尚本地区における土地利用区分及び入植配分計画は計画概要書（農林省胆沢開拓建設事業所発行）によれば次の如くである。

第1表 地区面積及び土地利用区分

工事施工前		工事施行後	
地目	面 積	地目	面 積
畑	649.12 ha	畑	822.54 ha
山林	574.31	水田	910.54
原野	725.26	薪炭林	2.53
その他	10.13	採草地	3.29
		宅地	28.70
		道水路等	191.22
計	1,958.82		1,958.82

本地域の地形及び地質については、『湿田の乾田化に伴う生産技術解明に関する試験』において既に明かにした通り扇頂の標高は約200m、扇端では約50mであり、西より東に向い緩い傾斜をなすと同時に、南部より北部に向い階段状に一段づつ低くなり、扇頂を同じくする5つの小扇形に分かれている。本地層の基盤は軟弱な凝灰質砂岩又は頁岩より成り、その上に段丘堆積物である円礫層（石英斑岩、石英粗面岩、珪岩等）があり、更にその上を焼石岳火山体起源と思われる複輝石安山岩を母材とする火山性堆積物（浮石質砂礫並びに火山灰）が広く覆っている。火山灰土層の堆積は、その後の開析の程度によって異なるが、一般には150～200cmに達し、西部扇頂部程厚くなっている。且表層30～40cmは腐植に頗る富む壤土～植壤土であり、その下層は黄褐色の植壤土層となっている。（比較的扇端に近い笹森では火山灰土層は約90cmとなっている。）

本地区的開田工事はすべてブルドーザーによって行われたが、一応表土を取除き下層土を均平にすると同時に床締を兼ねその上に再び表土を返すといった方法がとられた。このため従前実施されていた手掘開田やタコ掘きによる床締の場合とは異なり、かなり下層土は緊密となっている。しかし、面積的にはかなり広大であり、工事の施工方法並びに地形的な要素によってその漏水の程度には各水田毎に著しい差がみられ、減水深が10cm/日以上のものもあれば、殆んど滲透しないものもあり、これに伴って水稻の生育相も種々複雑化している。しかも灌漑水はかなり冷たく、幹線用水路水温は6月中～下旬で

第2表 入植及び配分計画

種別	戸 数	耕 地		1 戸 当 標 準 面 積			
		田 ha	畑 ha	田 ha	畑 ha	宅地 ha	計 ha
純入植地元増反計	294 1,275 1,569	384.50 526.04 910.54	463.93 358.61 822.54	2.20 0.41	0.30 0.28	0.1 —	2.60

も17~18°Cに過ぎない。このような状況は既往の開田地域ではもっと極端に現われ、水稻の生産は低収且不安定であり、冷害常習地帯とされて來たのであるが、新規開田地域においても一層このことが予想されたので、1955年より開田の綜合改善対策に関する試験を実施してきたのである。

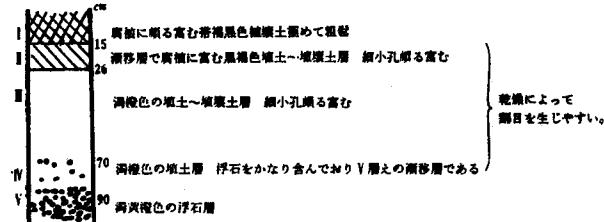
### 3 試験圃の立地条件とその沿革

本地区における土壤の堆積様式は地形概要図に示した通りであり、台地上では横道段丘～福原段丘に至る各段丘面上の未耕地・林地及び畠地の大部分は殆ど同一の堆積様式を示し、何れも火山灰土壤に属している。本試験の実施に当っては、交通その他の環境条件を考慮し、笠

森段丘の未耕地40aを開田し供試圃場とした。開田前の植生は松を主体としこれに櫟等の雜木及び笹の叢生地であった。

土壤断面並びに一般的諸性質は第1図及び第1表に示す通りである。

第1図 土 壤 断 面



第3表 粒 径 組 成

層位	粗 砂	細 砂	砂 合 計	微 砂	粘 土	粒径組成	容積重	最 大 量
I	%	%	%	%	%			
II	4.7	20.6	25.3	21.9	27.2	LiC	0.754	89.6
III	4.7	12.6	17.3	27.2	34.8	LiC	0.837	73.8
IV	2.5	13.4	15.9	29.5	30.2	LiC	0.883	69.3
V	7.1	13.5	20.6	20.9	24.2	LiC	—	—
	37.3	16.4	53.7	2.5	2.4	S	—	—

註 粒径組成は土壤を過酸化水素処理後5% モリブデン酸で処理し、更に10% NH<sub>4</sub>OHで分散せしめた。

第4表 一 般 化 学 性

層位	全炭素	全窒素	C/N	pH (H <sub>2</sub> O)	置換度 (y <sub>1</sub> )	CEC	置換性	NH <sub>3</sub> -N mg		乾効 土壤	地温 上昇 効果	吸 収 係 数	1% ク エン酸 可溶 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			
								Ca	Mg	30°C	40°C	30°C				
I	4.29	0.33	13.0	4.8	12.9	22.0	2.1	0.7	0.60	3.40	5.60	5.00	2.80	2148	707	6.62
II	2.39	0.18	12.8	5.1	9.7	14.0	2.4	1.5	0.08	2.08	3.10	3.02	2.00	2340	799	tr
III	0.71	0.08	8.8	4.7	25.0	10.1	2.1	1.0	0.00	0.00	0.44	0.44	0.00	2772	730	tr

Tamm液可溶成分(%)

層位	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	計
I	0.495	4.217	2.243	6.955
II	0.475	4.220	2.060	6.755

土壤断面にみられる通り、火山性堆積物は90cm以上もあり、且表層は腐植に頗る富む土層で粗粒であり、且下層には細小孔が多い。粒径組成についてみると火山灰土層はLiCに属し、粘土含量も多くなっているが、これは分散を容易にするために5% モリブデン酸処理を行ったためである。一般に火山灰土壤は水では中々分散し難いことは既往の多数の成績によても明らかであり、水中において指で圧碎しても中々破壊し難い耐水性団粒が形成されていることは屢々経験するところである。従って水田化した場合には漏水田となりやすいことは当然である。又化

学性についてみると所謂黒ボクとしては全炭素全窒素共にそれ程高くななく、風乾或は地温上昇に伴って放出されるN量も必ずしも特に多いとはいえないようである。この点扇頂部と扇端部ではこの腐植層の厚さ及び腐植含量には幾分差がみられるようである。因みに扇頂部の一例を示すと第5表の通りである。

しかし一般化学性についてみると、降灰年次の比較的古い火山灰であるため、酸性が強く塩基含量も極めて少い。従って塩基飽和度は極めて低い。又Tamm液可溶化ゲルはSiO<sub>2</sub>溶出量に対してAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>量は圧倒的に多く、SiO<sub>2</sub>供給能力の極めて少いことを示すと同時にAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の活性が著しいことを示しており、P吸收力も高い値を示している。又可溶態磷酸量も極めて少なく、潜在N地力を除けばあらゆる養分が欠乏した土壤といえる。

このような土壤を1955年に開田工事を施行したのであ

第5表 扇頂部土壤の一例

層位	全炭素 %	全窒素 %	C/N	pH (H <sub>2</sub> O)	置換酸度	C.E.C me	置換性		磷酸吸 収係數	乾土効果 mg
							Ca me	Mg me		
I	6.50	0.50	12.9	5.4	13.2	26.2	2.08	0.60	2036	14.7
II	5.04	0.59	8.5	5.5	19.9	26.6	1.36	0.16	2003	11.9
III	0.58	0.29	2.0	5.7	21.9	16.6	0.76	0.20	2362	11.1

るが、当時では未だ人力によるものであった。即ち表土を排除し下層を均平にしたのみで床締は行わず、再びその上に表土を置いたものである。このため漏水が激しく用水量は莫大であり、又水路の破損により生育中期以降用水不足を未たすような状態であった。そこで1956年には圃場の一部をブルドーザーによって床締を行ったのであるが、畦畔からの漏水は中々防止困難であった。このような畦畔漏水はその後の年次経過と共に漸次減少してはきたが、用水不足は依然解消されず試験の実施上種々の支障をきたした。これの解消のため種々努力したのであるが、遂に試験終了時（1961年度）まで完全には解決することができなかった。

#### 4 試験成績

##### 1 開田土壤の地力査定試験

###### 1 目的

火山灰土壤は、その理化学性において、一般沖積土壤とは著しい相異を示すので、開田に際しても、先ず三要素の施用と水稻生育との関係の概観を沖積土壤と対比し、且つ層位別に把握しようとした。

###### 2) 試験方法

###### 1 供試土壤

A 岩手農試県南分場水田土壤 表土

沖積層腐植に富む埴壤土

B 岩手県胆沢村笹森旧田土壤 表土

火山灰混入土壤腐植に富む埴壤土

C 岩手県胆沢村笹森開田土壤 第1層

火山灰土壤腐植に富む壤土

D 岩手県胆沢村笹森開田土壤 第2層

火山灰土壤腐植に富む壤土

E 岩手県胆沢村笹森開田土壤 第5層

火山浮石層

###### ii 試験の規模

pot試験 1/2,000a pot

9区 2連制

###### iii 栽培方法

供試品種 水稻 陸羽132号

pot当たり 3株 株当たり 2本植

###### iv 区名及び施肥量（第6表）

###### 3) 試験結果

###### i 生育状況

開田土壤の供試区は一般に生育が劣り、特に無磷酸区は全く分蘖せず、又無窒素区は分蘖極めて少く、草丈も伸長せず、極めて生育が劣った。三要素区は各層位土壤とも概ね同等の生育をなし、第2層及び浮石層でも漏水のない条件では第1層に劣らない生育量を示した。しかしながら隣接の旧田土壤より遙に及ばないことが知られた。なお開田第1層土壤を供試した3・4・5・6区に二化メイ虫の被害があり、その補償として7月下旬以降分蘖したために茎数に比し穂数が多くなっており、また一部葉いもち病にも罹ったため成績は幾分乱された。

第6表 区名及び施肥量

試験	区	名	施肥量 (g/pot)		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1 県南分場水田土壤	第1層	三無無要素区	1.0	1.0	1.0
2 笹森旧田土壤	同	三無無要素区	1.0	1.0	1.0
3 笹森開田土壤	同	三無無要素区	—	1.0	1.0
4 同	同	三無無要素区	1.0	—	1.0
5 同	同	三無無要素区	1.0	1.0	—
6 同	同	三無無要素区	1.0	1.0	1.0
7 同	同	三無無要素区	1.0	—	1.0
8 同	同	三無無要素区	1.0	1.0	1.0
9 同	同	三無無要素区	1.0	1.0	1.0

註 N硫安, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>過石, K<sub>2</sub>O 塩加にて夫々施用

第7表 生育・収量調査成績

区 名	生育調査					収量調査					
	7月24日		収穫期(9月22日)								
	草丈	茎数	稈長	穗長	穗数	全重	葉重	粒重	玄米重	全重 比率	
1. 県南分場土壤	三要素区	cm 71.4	本 26.8	cm 71.1	cm 16.7	本 22.0	g 199.8	g 107.3	g 92.0	g 72.1	% 270
2. 笹森旧田土壤	三要素区	cm 66.3	本 20.2	cm 73.8	cm 17.5	本 19.0	g 174.0	g 102.0	g 70.8	g 54.5	% 235
3. 笹森開田土壤	第1層無窒素区	cm 36.5	本 6.8	cm 51.9	cm 15.2	本 9.0	g 50.1	g 28.3	g 21.8	g 17.1	% 68
4. 同	無磷酸区	cm 36.2	本 4.0	cm 41.3	cm 11.7	本 4.4	g 18.3	g 12.5	g 5.0	g 4.3	% 25
5. 同	無加里区	cm 40.5	本 11.7	cm 56.3	cm 14.3	本 16.0	g 92.8	g 59.0	g 33.3	g 24.8	% 125
6. 同	三要素区	cm 42.5	本 13.5	cm 50.7	cm 14.6	本 14.2	g 74.0	g 49.0	g 24.3	g 17.9	% 100
7. 同	第2層無磷酸区	cm 37.4	本 2.7	cm 38.4	cm 12.1	本 2.3	g 9.5	g 6.8	g 2.3	g 1.8	% 13
8. 同	三要素区	cm 59.2	本 16.7	cm 66.2	cm 16.9	本 15.5	g 117.8	g 62.5	g 54.8	g 43.5	% 159
9. 同	浮石層三要素区	cm 55.8	本 17.9	cm 72.9	cm 18.5	本 17.4	g 147.0	g 77.3	g 69.8	g 52.4	% 199

## ii 収穫物調査

開田土壤の第1層では、無磷酸区の生育が最も悪く全く、分蘖せず殆ど登熟しないため不稔粒多く収量は極めて低かつた。第2層の無磷酸区は第1層のそれよりも更に生育収量が劣り、第1層・第2層とも極端な燃酸欠乏土壤であることが知られた。

次いで無窒素区の生育が悪く穗数少く低収であって、従って、窒素の肥効も大きいことが判明した。

無加里区は生育良好で三要素区以上の多収を示しているので加里の効果は余りみられない。

各層位別の土壤では、下層の第2層及び浮石層の土壤でも灌漑水が下層に移動しない条件のもとにおいては、施肥法が適切に行われれば、表土と同等以上の収量をあげることが可能であることが示された。

また開田土壤の三要素区を旧田土壤の三要素区と較べれば、その生育の初期より明かに劣り、穗数少く収量も遙に低く、従って地力は旧田より遙かに劣っていることが示されたので、これが熟田化には相当長年に亘って多量の施肥が必要であると考えられる。

更に笹森旧田土壤（火山灰混入土壤）は北上川沖積層土壤である県南分場水田土壤よりやゝ生育が劣り、殊に分蘖が少く従って穗数が少く、収量も低い。

このように笹森開田土壤は、各層位とも燃酸及び窒素に極端に欠乏した土壤であるが、施肥法さえ適切に行われば、相当の収量を挙げ得る土壤であることが知られた。

## 2 開田における水稻の合理的施肥法に関する試験

前記“地力検定試験”的結果より、火山灰開田では施肥技術の適否が水稻の生育・収量に対して重大な影響を与えることが明かとなったので、更に実際に現地圃場に

おいて検討することにした。まず各養分要素の欠陥或は施用量に重点をおき、これと水稻生育との関連をみ、火山灰開田における合理的施肥技術解明の端緒としようとした。

試験は1955年度より実施したが、当時は火山灰開田における施肥法については、体系だった研究は日が浅く殆ど不明であり、かつ当圃場は開田工事が遅延して、作付適期を遙かに経過してしまった。このため生育遅延と秋冷による登熟不良が憂慮されたので、1955年度は予備試験とし、極端な多肥は差し控え、従前の耕種規準に準拠した。この結果を基盤として1956年より1961年に亘って本試験を実施したものである。

## 1) 目的

開田における施肥の種類並に量が、水稻の生育・収量に及ぼす影響を検知し、合理的施肥技術確立の資にする。

## 1955年 [予備試験]

## 2) 試験方法

i 供試圃場 胆沢郡胆沢村小山字笹森

ii 試験の規模 1区13.2m<sup>2</sup>

3連制 乱塊法

供試面積 10a

## iii 栽培方法

供試品種 水稻 陸羽132号

栽植密度 30cm×12.1cm

m<sup>2</sup>当たり 27.3株

播挿期 6月23日

収穫期 9月29日

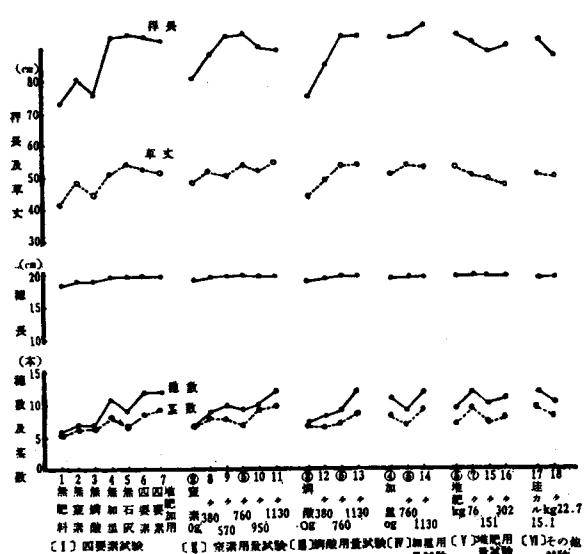
## iv 区名及び施肥量 (第8表)

## 3) 試験結果

## i 生育状況

第8表 区名及び施肥量

試験名	区名	施肥量(a当り)							堆肥	
		窒素	磷酸	カリ	石灰		炭カル	珪カル		
		硫安	過石	塩加	g	kg				
[I] 四要素試験	1 無肥料 2 無窒素 3 無磷酸 4 無カリ 5 無肥料 6 無窒素 7 無磷酸 8 無カリ 9 三要素堆肥 10 肥料 11 燃灰 12 燃酸 13 燃酸 14 加里 15 堆肥 16 堆肥 17 硅カル 18 硅カル	—	—	—	—	—	—	—	—	
[II] 室素用試験	② 無窒素 8 窒素 9 窒素 10 窒素 11 窒素 12 窒素 13 窒素 14 窒素 15 窒素 16 窒素 17 窒素 18 窒素	380 g 570 760 950 1,130	380 570 760 950 1,130	760 760 760 760 760	760 760 760 760 770	760 760 760 760 —	—	—	—	
[III] 燃酸試験	③ 無燃酸 12 燃酸 13 燃酸 14 加里 15 堆肥 16 堆肥	380 g 760 1,130	760 760 760	— 380 1,130	760 760 760	760 760 —	—	—	—	
[IV] 加量里試験	④ 無加里 15 堆肥 16 堆肥 17 硅カル 18 硅カル	760 g 1,130	760 760 760	760 760 760	— 760 1,130	— — —	—	—	—	
[V] 堆量肥試験	⑤ 無堆肥 15 堆肥 16 堆肥	76 kg 151 302	760 760 760	760 760 760	760 760 760	760 760 —	—	—	76 151 302	
[VI] 其他試験	17 硅カル 18 硅カル	15.1 kg 22.7	760 760	760 760	760 760	— —	— 22.7	15.1	—	



第2図 生育調査

火山灰土壤の開田について初年度の試験を実施したが、開田の工事が甚だしく遅延した上、粗雑であって漏

水甚だしく、水深3cmの水が1時間で減水する状態であったので、移植適期を失した遅植えと、用水不足に加えて極端な漏水による湛水不能の畠状態栽培を余儀なくされたため、正常な試験は実施することができなかった。

このような漏水田に冷水の掛け流しをすることは水口の青立ち現象を招来することは必至となるので、この害を防ぐため岩手農試遠野試験地において実証された“昼間止め水・夜間掛け流し法”をとり入れたところ、隣接の旧田では水口の青立ちが発生したにも拘らず、当開田ではかような障害はみられず、青立ちを回避することができた。

一方、かのような畠状態の栽培の結果と晚植などが重なって、生育がおくれ草丈短く分蘖少く、大暑時の茎数は10本前後の少い本数で、その後も徐々に茎数が増えたため、穂数は大暑時の茎数より多いという結果になり、極端に遅延した生育相を示した。

このような栽培条件下での水稻の生育についてみると無肥料区・無窒素区並に無磷酸区の生育が初期より極端

第9表 収量調査成績 (a当り)

試験名	区	名	藁重	精穀重	玄米重	同左比率	参考反当玄米容量
〔I〕四要素試験	1 無	肥料	kg	kg	kg	%	石
	2 無	窒素	21.0	15.7	12.5	38	0.86
	3 無	磷酸	31.2	30.7	24.6	74	1.68
	4 無	加里	29.5	20.1	15.2	46	1.05
	5 無	石灰	48.4	42.6	34.3	103	2.34
	6 四要素	灰素	41.0	41.5	33.2	100	2.25
	7 三要素堆肥加用	堆肥	47.7	41.7	32.8	99	2.25
〔II〕窒素用試験	② 無	窒素	31.2	30.7	24.6	74	1.68
	8 窒素	380g	38.5	37.4	29.4	89	2.00
	9 窒素	570	44.6	43.2	33.0	99	2.27
	⑤ 窒素	760	41.0	41.5	33.2	100	2.25
	10 窒素	950	45.7	40.2	31.9	96	2.17
	11 窒素	1,130	48.0	44.1	31.8	96	2.19
〔III〕磷酸用試験	③ 無	磷酸	29.5	20.1	15.2	46	1.05
	12 磷酸	380g	38.9	31.7	25.1	76	1.70
	⑥ 磷酸	760	41.0	41.5	33.2	100	2.25
	13 磷酸	1,130	50.7	45.8	35.7	108	2.44
〔IV〕加量里試験	④ 無	加里	48.4	42.5	34.3	103	2.34
	⑤ 加里	760g	41.0	41.5	33.2	100	2.25
	14 加里	1,130	52.9	44.8	35.2	106	2.41
〔V〕堆肥試験	⑥ 無	堆肥	41.0	41.5	33.2	100	2.25
	⑦ 堆肥	76kg	46.3	43.4	34.6	104	2.36
	15 堆肥	151	41.3	40.4	32.5	98	2.23
	16 堆肥	302	42.4	41.9	32.6	98	2.24
〔VI〕其他の試験	17 珪カル	15.1kg	47.0	42.8	33.7	102	2.30
	18 珪カル	22.7	47.4	41.0	28.4	86	2.26

に悪かった。そのうちでも特に無磷酸区の生育最も悪く、いわゆる磷酸欠乏症状を呈し、次いで無窒素区の生育が不良で窒素欠乏を未だしてきた。その他の加里・石灰・堆肥・珪カル等の区の生育は標準区と殆ど差がない、良好であった。

### ii 収量調査（第9表参照）

生育の不良であった無肥料区・無窒素区並に無磷酸区が収量においても明かに劣った。即ち生育の最も悪い無磷酸区は殆ど登熟せず、青米多く極めて不良で15kg/a余の玄米収量を示したにすぎなかった。従って無肥料区の不良の主要因は磷酸欠陥にあることは明かである。無窒素区はこれに次いで低収で、標準区の半分以下であった。加里及び石灰の欠除区は、標準区と同等の収量をあげている。

窒素の系列では、窒素 760gまでは上昇の傾向を示したが、それ以上の施用では藁重の増加にとどまり、玄米重は上らなかった。これは種々の条件を考えられるが、施用磷酸が少かったことが制限因子になったためであると考えられる。

磷酸の系列では、最高に施用した磷酸 1,130g区まで次第に玄米重は上昇の傾向をとっているので、この程度の施用量では到底不足であり、更に磷酸を増施すれば収量も亦更に上昇するものと推定され、磷酸の要求度が極めて高いことが判明した。

加里系列では、無加里区でも標準区以上の収量を示し、その効果が余りみられない、堆肥系列でも効果がみられない。

珪カル施用では増施した方が逆に減収していく傾向が判然としない。

かような結果が得られたので、次年度からはまず開田の漏水を防ぐため、床締め工事を行なって過大な日減水深を抑制するとともに、元肥の磷酸が沖積水田なみの施用量では、全く生育不良で、磷酸欠乏症状を呈しているので、これより遙に大量に増施することが必要であると共に、この磷酸増施の上に基いて窒素を更に増施する必要があることが知られた。これと同時に加里・石灰・珪カル・堆肥等については、上記の条件下で再検討することにした。

### 1956年～1961年 [本試験]

初年度に使用した圃場が整地が極めて悪く、凹凸甚だしく、かつ漏水が激しく、肥料試験に適さない条件であるので、これを放棄し、隣接地に新たにブルドーザーを使って林野から開田し、床締めと整地を行なって漏水を防止した水田を供試した。

更に初年度の肥料試験の結果に鑑み、磷酸の施肥量を大巾に增量し、窒素も増施するように設計を改善して試験を実施した。

#### 1) 試験実施年次

〔I〕四要素試験	1956年～1961年	6ヶ年
〔II〕窒素用試験	1956年～1959年	4ヶ年
〔III〕磷酸用試験	1956年～1959年	4ヶ年
〔IV〕加里用試験	1956年～1959年	4ヶ年
〔V〕堆肥用試験	1956年～1961年	6ヶ年
〔VI〕其の他の試験	1956年～1961年	6ヶ年
〔VII〕窒素・磷酸用試験	1960年～1961年	2ヶ年

#### 2) 試験方法

##### i 供試圃場 笹森開田圃場

(初年度と同一地区)

##### ii 試験の規模 1区13.2m<sup>2</sup>

3連制 乱塊法

供試面積 10a

##### iii 栽培方法

第10表 区名及び施肥量

試験名	区 名	略 称	施肥量(a当り)					
			窒素 硫安	磷 過石	酸 熔磷	加里 塩加	石 消石灰	灰 珪カル
〔I〕 四要素試験	1 無 2 無 3 無 4 無 5 無 6 無 7 四要素	肥 窒 磷 酸 里 灰 素 要 素 堆 肥 加 用	None N—O P—O K—O Ca—O N.P.K.Ca N.P.KCa堆肥	— — 1,130 1,130 1,130 1,130 1,130	— 1,130 — 1,130 1,130 1,130 1,130	— 760 — 760 760 760 760	— 760 — 760 760 760 11.3	— — — — — — —
	8 無 9 窒 10 窒 11 窒	素 素 素 素	N—0 N—380 N—760 N—1,130 N—1,510 N—1,890	— 380 760 1,130 1,510 1,890	1,130 1,130 1,130 1,130 1,130 1,130	760 760 760 760 760 760	760 760 760 760 760 760	— — — — — —
	12 無 13 無 14 無 15 無	磷 酸 酸 酸	P—0 P—380 P—1,130 P—1,890 P—2,650 P—3,780	1,130 1,130 1,130 1,130 1,130 1,130	— 230 680 450 1,050 2,280	— 150 450 760 760 1,500	760 760 760 760 760 760	— — — — — —
	16 無 17 無 18 無	加 里 肥	K—0 K—760 K—1,130	1,130 1,130 1,130	1,130 1,130 1,130	760 760 760	— 760 1,130	— — —
	17 無 18 無 19 無 20 無	堆 肥 堆 肥 堆 肥 堆 肥	堆肥—0 堆肥—113 堆肥—227 堆肥—113-Ca	1,130 1,130 1,130 1,130	1,130 1,130 1,130 1,130	760 760 760 760	760 760 760 11.3	— — — —
	21 窒 22 窒 23 窒 24 窒 25 窒 26 窒	素1,130g・磷酸1,890g 素1,510g・磷酸1,890g 素1,130g・磷酸2,650g 素1,510g・磷酸2,650g 素1,130g・磷酸3,780g 素1,510g・磷酸3,780g	N—1,130・P—1,890 N—1,510・P—1,890 N—1,130・P—2,650 N—1,510・P—2,650 N—1,130・P—3,780 N—1,510・P—3,780	1,130 1,510 1,130 1,510 1,130 1,510	1,130 1,130 1,600 1,600 2,280 2,280	760 760 1,050 1,050 1,500 1,500	760 760 760 760 760 760	— — — — — —
	21 窒 22 窒 23 窒 24 窒 25 窒 26 窒	素1,130g・磷酸1,890g 素1,510g・磷酸1,890g 素1,130g・磷酸2,650g 素1,510g・磷酸2,650g 素1,130g・磷酸3,780g 素1,510g・磷酸3,780g	N—1,130・P—1,890 N—1,510・P—1,890 N—1,130・P—2,650 N—1,510・P—2,650 N—1,130・P—3,780 N—1,510・P—3,780	1,130 1,510 1,130 1,510 1,130 1,510	1,130 1,130 1,600 1,600 2,280 2,280	760 760 1,050 1,050 1,500 1,500	760 760 760 760 760 760	— — — — — —

供試品種 1956年度 陸羽132号

1957年度以降 ササシグレ

栽植密度 24.2cm×18.2cm

m<sup>2</sup>当たり 22.7株

播種期 1956年度 6月12日

1957年度以降 5月30日

収穫期 10月上旬

管理 除草・病害虫防除等は適期に実施

## iv 区名及び施肥量(第10表参照)

註1 1956年度は標準窒素施用量はa当760g, 供試品種は陸羽132号である。1957年度以降は品種をササシグレにかえ、また窒素の標準施用量も

不足だったので增量して1,130gとした。

註2 1956年度の窒素用量試験は1,130gまである

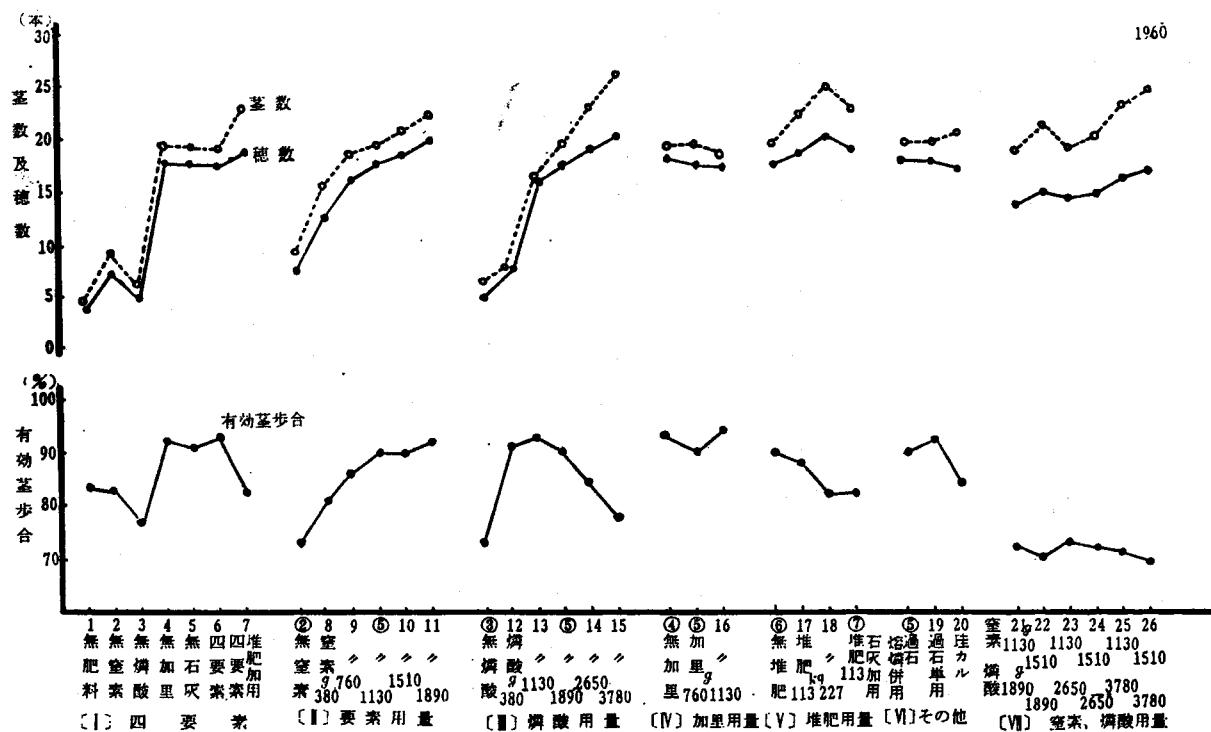
註3 窒素・磷酸用量試験は1959年度まで窒素用量試験を実施した区を供試したものである。またこの系列は1961年度は穂肥として窒素113gを追肥した。

## 3) 試験結果

第11表 水稻苗の特性

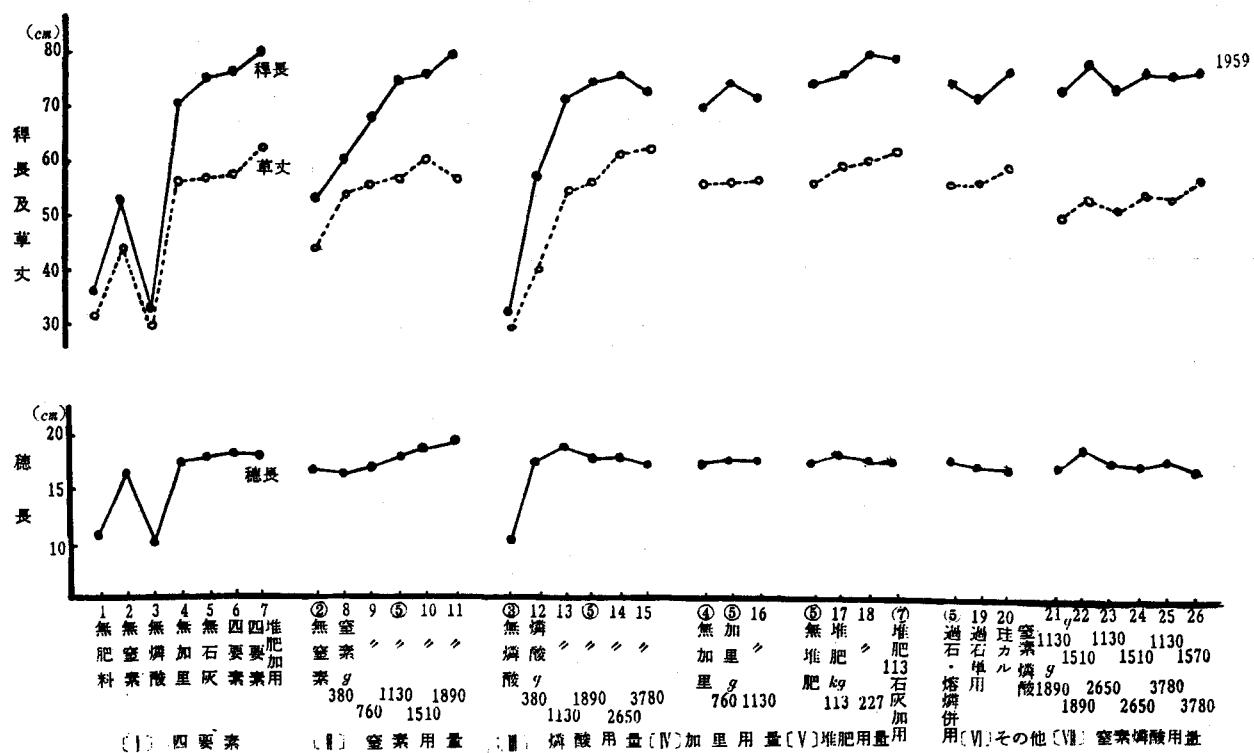
品種名	草丈	茎数	葉数	生体重	乾燥重
ササシグレ	cm 17.8	本 3.0	枚 6.5	g 10.9	g 2.0

註 20ヶ体調査

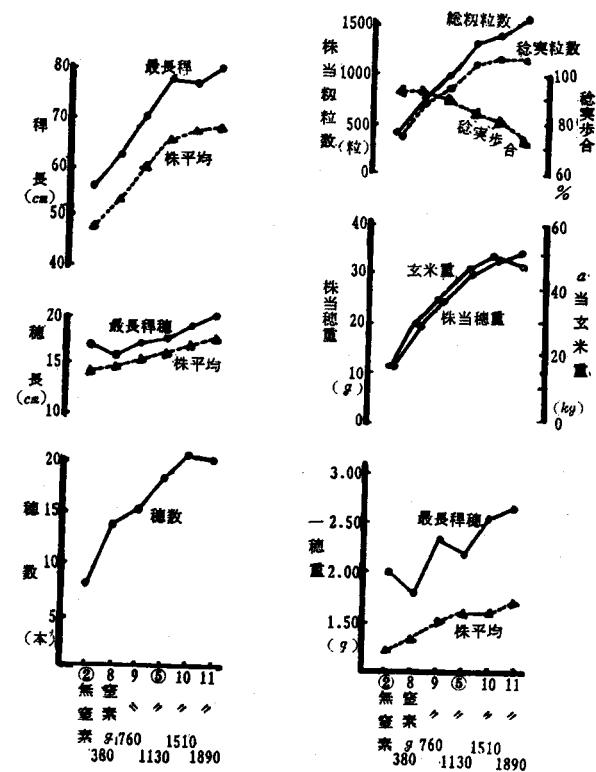
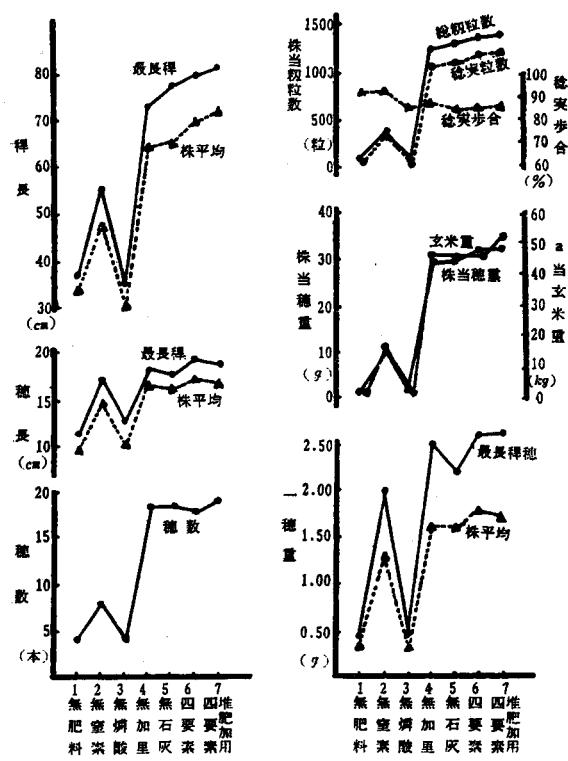
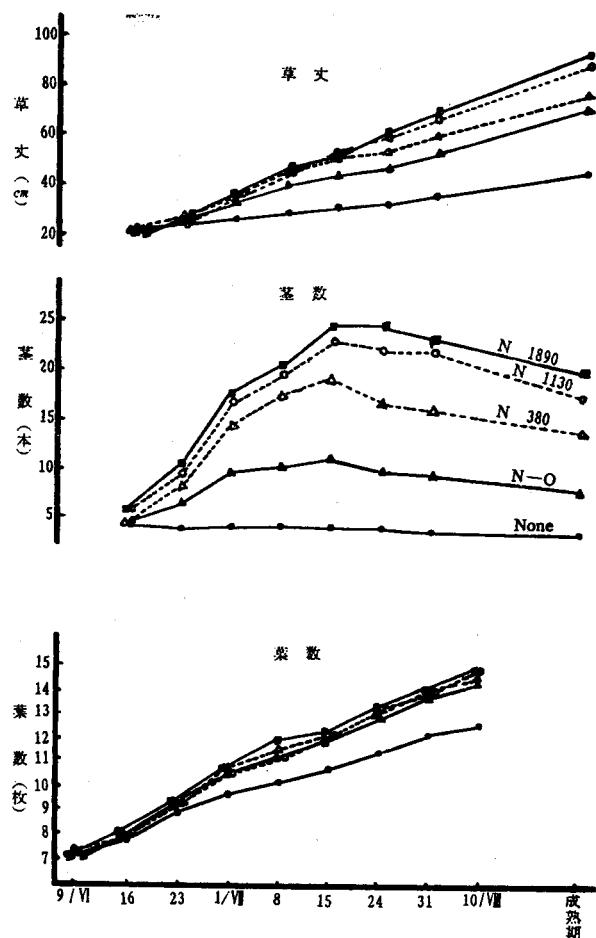
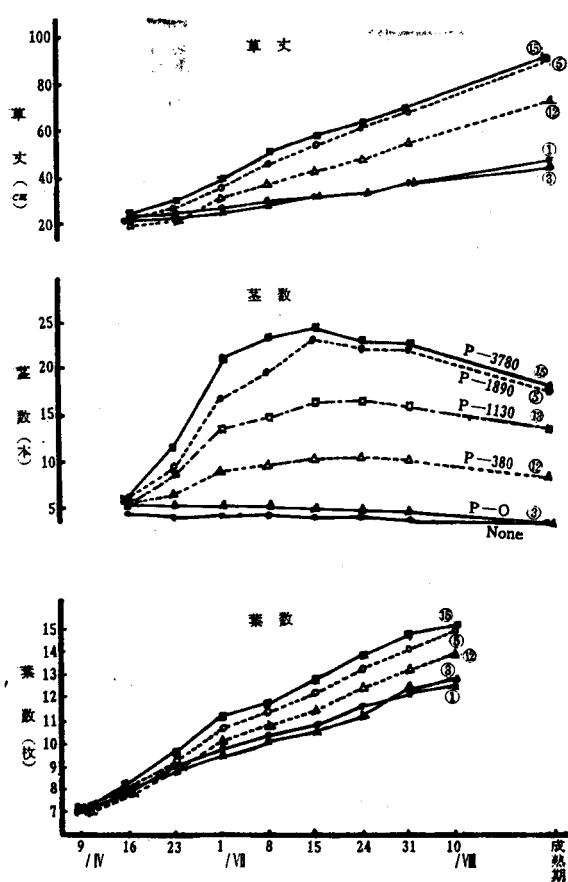


第3図 生育調査成績（その1）

その2

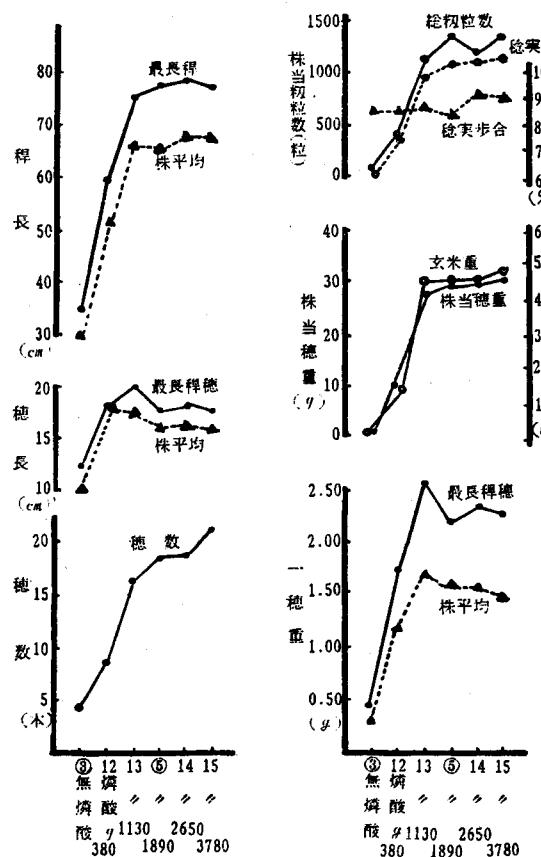


（その2）

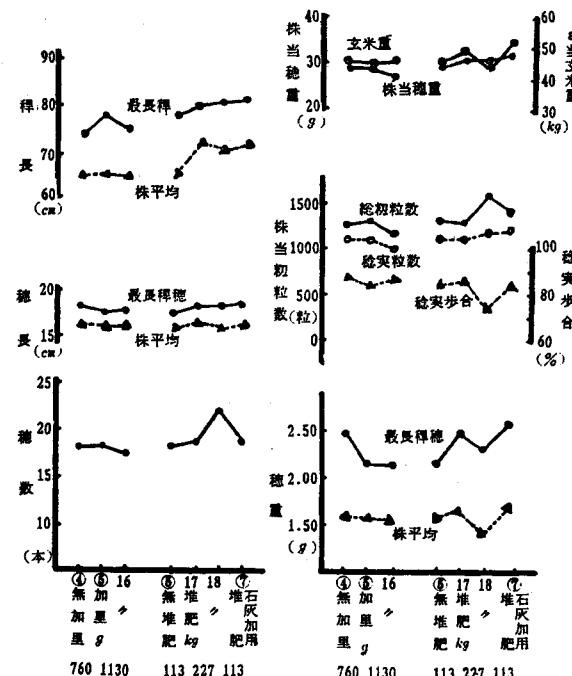


第3図 生育調査成績（その3・その4）上段

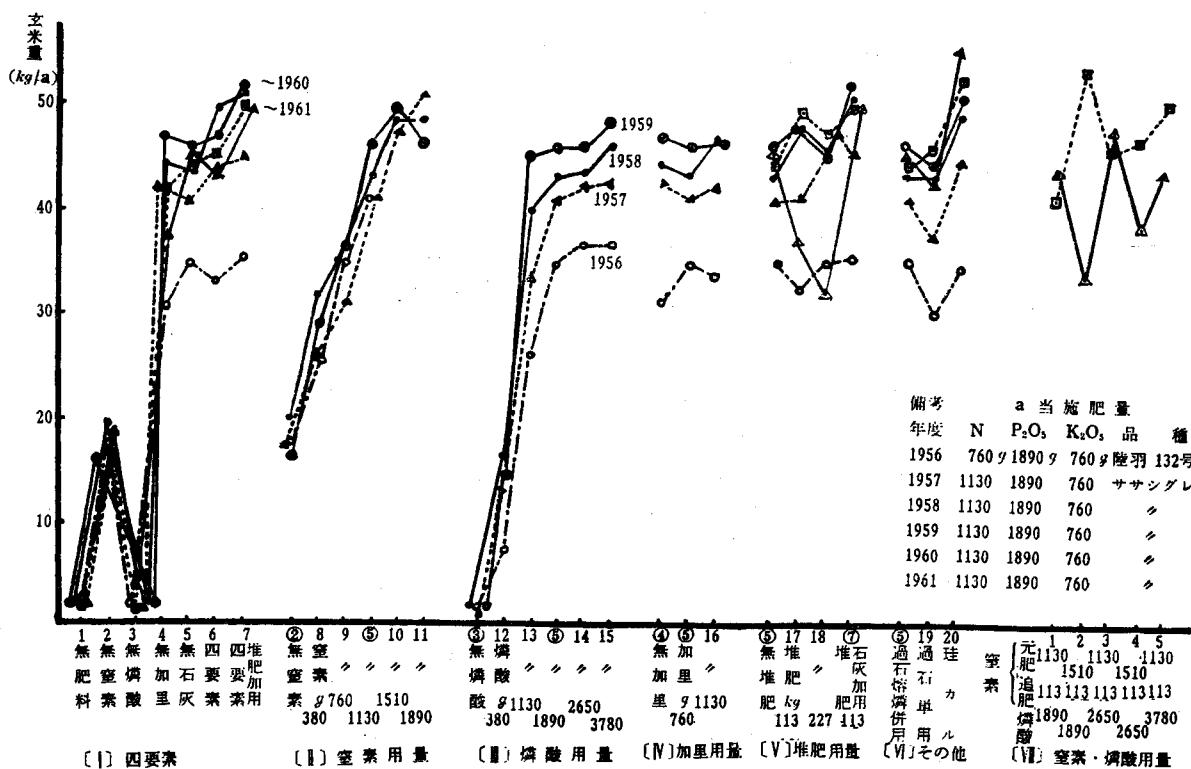
第4図 分解調査（その1・その2）下段



第4図 分解調査 その3 (磷酸用量試験)



第4図 分解調査 その4 (加里・堆肥試験)



第5図 累年の収量の傾向

第12表 収量調査成績(a当り)

その1 1956年

試験名	区分名	稟重	精糲重	玄米重	同在比率	粋重	屑米重	玄米重 1ℓ	糲千粒重	参考反当 玄米容量
〔I〕 四要素試験	1 None	kg 6.1	kg 3.4	kg 2.1	% 6	kg 0.2	kg 0.2	g 785	g 21.9	石 0.18
	2 N — 0	20.9	21.0	17.3	50	0.3	0.1	819	26.3	1.16
	3 P — 0	6.2	2.4	1.7	5	0.2	0.2	796	20.9	0.12
	4 K — 0	40.6	37.1	30.9	89	0.4	0.2	831	26.8	2.05
	5 Ca — 0	45.5	41.8	34.7	100	0.4	0.3	829	25.9	2.31
	6 NPKCa	42.7	39.3	32.7	94	0.7	0.3	827	25.7	2.18
	7 NPKCa堆肥	45.3	42.8	35.3	102	0.3	0.3	829	25.5	2.35
〔II〕 窒素用 量試験	② N — 0	20.9	21.0	17.3	50	0.3	0.1	819	26.3	1.16
	8 N — 380	33.8	30.9	25.7	74	0.2	0.2	829	26.1	1.71
	9 N — 570	36.3	34.0	28.1	81	0.6	0.3	831	25.7	1.87
	⑥ N — 760	45.5	41.8	34.7	100	0.4	0.3	829	25.9	2.31
	10 N — 950	43.5	39.1	32.4	93	0.4	0.3	827	25.6	2.16
	11 N — 1,130	47.4	49.3	40.8	117	0.9	0.4	827	25.7	2.72
	⑧ P — 0	6.2	2.4	1.7	5	0.2	0.2	796	20.9	0.12
〔III〕 磷酸用 量試験	12 P — 380	14.9	9.5	7.3	21	0.3	0.4	796	25.6	0.51
	13 P — 1,130	35.9	31.8	26.0	75	0.3	0.3	821	25.7	1.75
	⑥ P — 1,890	45.5	41.8	34.7	100	0.4	0.3	829	25.9	2.31
	14 P — 2,650	47.3	43.8	36.4	105	0.6	0.3	831	26.0	2.41
	15 P — 3,780	49.0	45.5	36.5	106	0.3	0.3	829	26.2	2.43
	④ K — 0	40.6	37.1	30.9	89	0.4	0.2	831	26.8	2.05
	⑤ K — 760	45.5	41.8	34.7	100	0.4	0.3	829	25.9	2.31
〔IV〕 加量 里試 用試 験	16 K — 1,130	42.2	40.1	33.6	97	0.2	0.2	831	25.4	2.23
	⑤ 堆肥 0	45.5	41.8	34.7	100	0.4	0.3	829	25.9	2.31
	17 堆肥 113	42.0	39.0	32.2	93	0.3	0.2	831	26.2	2.14
	18 堆肥 227	46.5	42.0	34.7	100	0.2	0.3	831	26.2	2.30
〔V〕 堆量 肥試 用試 験	⑦ 堆肥 113.Ca	45.3	42.8	35.3	102	0.3	0.3	829	25.5	2.35
	⑤ 過石・燐 19 過石 20 硅 力	45.5	41.8	34.7	100	0.4	0.3	829	25.9	2.31
	39.1	36.0	29.6	85	0.5	0.3	825	24.9	1.98	
	46.3	41.5	34.1	98	C.5	0.2	823	25.9	2.28	

その2 1957年

試験名	区分名	稟重	精糲重	玄米重	同比	左率	粋重	屑米重	玄米重 1ℓ	糲千粒重	参考反当 玄米容量
〔I〕 四要素試験	1 None	kg 3.3	kg 2.3	kg 1.7	% 4	kg 0.1	kg 0.0	g 833	g 19.6	石 0.12	
	2 N — 0	20.8	20.1	16.9	41	0.2	0.1	821	22.0	1.13	
	3 P — 0	3.4	1.7	1.3	3	0.1	0.2	833	19.0	0.09	
	4 K — 0	49.9	51.3	42.4	104	0.2	0.4	837	21.7	2.79	
	5 Ca — 0	48.8	50.5	40.8	100	0.4	0.7	833	22.0	2.70	
	6 N.P.K.Ca	49.9	53.0	43.7	107	0.2	0.7	829	22.3	2.90	
	7 NPKCa堆肥	52.3	55.2	45.0	110	0.2	0.1	831	22.4	2.98	
〔II〕 窒試 素用 量試 験	② N — 0	20.8	20.1	16.9	41	0.2	0.1	821	22.0	1.13	
	8 N — 380	32.6	31.5	25.8	63	0.2	0.2	835	22.5	1.70	
	9 N — 760	41.2	39.3	30.6	78	0.1	0.2	831	22.2	2.11	
	⑤ N — 1,130	48.8	50.5	40.8	100	0.4	0.7	833	22.0	2.70	
	10 N — 1,510	53.7	57.6	47.3	116	0.9	0.8	837	22.0	3.11	
	11 N — 1,890	57.1	61.9	50.9	124	0.9	1.1	835	22.3	3.36	
	③ P — 0	3.4	1.7	1.3	3	0.1	0.2	803	19.0	0.09	
〔III〕 磷酸用 量試 験	12 P — 380	17.0	15.8	12.8	31	0.6	0.2	810	22.6	2.08	
	13 P — 1,130	38.6	40.3	33.3	81	0.4	0.4	833	22.5	2.22	
	⑤ P — 1,890	48.8	50.5	40.8	100	0.4	0.7	833	22.0	2.70	
	14 P — 2,550	53.7	50.9	42.0	103	0.4	0.6	837	21.7	2.77	
	15 P — 3,780	57.4	51.4	42.5	104	0.2	0.4	837	21.6	2.80	

[IV]	④ K — 0	49.9	51.3	42.4	104	0.2	0.4	837	21.7	2.79
加量 里試 用驗	⑤ K — 760	48.8	50.5	40.8	100	0.4	0.7	833	22.0	2.70
	16 K — 1,130	49.1	50.0	42.1	103	0.5	0.4	831	21.6	2.79
[V]	⑤ 堆肥 0	48.8	50.5	40.8	100	0.4	0.7	833	22.0	2.70
堆量 肥試 用驗	17 堆肥 113	47.6	49.7	41.0	101	0.5	0.6	833	22.4	2.72
	18 堆肥 227	55.2	58.4	47.4	116	0.7	1.1	831	22.1	3.14
	⑦ 堆肥 113-Ca	52.3	55.2	45.0	110	0.2	0.1	831	22.4	2.98
[VI]	⑤ 過石・熔燐 其試 他驗	48.8	50.5	40.8	100	0.4	0.7	833	22.0	2.70
	19 過石・單用 珪カ	49.5	45.0	37.3	91	0.3	0.3	839	21.8	2.45
	20 珪カル	52.9	54.1	44.5	109	0.3	0.5	839	21.6	2.92

その3 1958年

試験名	区 名	糞重	精糞重	玄米重	同比率	粋重	屑米重	玄 1 l 米 重	玄 米 千粒重	参考反当 玄米容量
[I]	None	kg	kg	kg	%	kg	kg	g	g	石
四 要 素 試 驗	1 N — 0	4.7	2.8	2.1	5	0.1	0.1	800	19.6	0.13
	2 N — 380	21.4	23.9	19.5	45	0.2	0.2	812	22.7	1.32
	3 P — 0	4.6	2.2	1.7	4	0.1	0.1	800	18.8	0.11
	4 K — 0	54.8	54.3	44.2	103	1.0	0.9	807	22.0	3.03
	5 Ca — 0	53.3	53.1	43.1	100	0.8	1.1	810	21.9	2.92
	6 N.P.K.Ca	56.0	61.3	49.6	115	1.1	1.3	812	22.0	3.36
	7 N.P.K.Ca堆肥	55.6	62.5	50.9	118	1.5	1.3	818	21.8	3.42
[II]	② N — 0	21.4	23.9	19.5	45	0.2	0.2	812	22.7	1.32
窒 素 用 量 驗	8 N — 380	38.9	38.7	31.5	73	0.2	0.4	813	22.4	2.13
	9 N — 760	43.5	42.5	34.8	81	0.4	0.4	816	21.9	2.35
	⑥ N — 1,130	53.3	53.1	43.1	100	0.8	1.1	810	21.9	2.92
	10 N — 1,510	59.7	59.8	48.5	113	1.6	1.4	812	22.0	3.29
	11 N — 1,890	60.9	60.0	48.3	112	2.0	1.8	798	21.8	3.33
[III]	③ P — 0	4.6	2.2	1.7	4	0.1	0.1	800	18.8	0.11
燒 酸 用 量 驗	12 P — 380	21.9	20.2	16.0	37	0.3	0.7	780	22.0	1.13
	13 P — 1,130	45.4	48.9	39.9	93	1.0	0.8	805	22.4	2.71
	⑤ P — 1,890	53.3	53.1	43.1	100	0.8	1.1	810	21.9	2.92
	14 P — 2,650	55.2	53.6	43.5	101	0.7	1.0	818	22.1	2.93
	15 P — 3,780	58.3	55.9	45.9	106	0.7	0.7	820	21.9	3.08
[IV]	④ K — 0	54.8	54.3	44.2	103	1.0	0.9	807	22.0	3.03
加 量 里 試 用 驗	⑥ K — 760	53.3	53.1	43.1	100	0.8	1.1	810	21.9	2.92
	16 K — 1,130	55.2	56.5	46.4	108	1.2	1.0	816	22.0	3.12
[V]	⑤ 堆肥 0	53.3	53.1	43.1	100	0.8	1.1	810	21.9	2.92
堆 量 肥 試 用 驗	17 堆肥 113	58.6	59.2	47.8	111	1.6	1.5	816	21.9	3.22
	18 堆肥 227	62.0	58.2	46.0	107	2.1	2.2	806	21.4	3.13
	⑦ 堆肥 113-Ca	55.6	62.5	50.9	118	1.5	1.3	818	21.8	3.42
[VI]	⑤ 過石・熔燐 其 他 驗	53.3	53.1	43.1	100	0.8	1.1	810	21.9	2.92
	19 過石・單用 珪カ	54.5	52.3	42.9	100	0.8	0.8	818	22.1	2.88
	20 珪カル	56.7	60.0	49.0	114	0.8	0.9	810	22.0	3.33

その4 1959年

試験名	区 名	糞重	精糞重	玄米重	同比率	粋重	屑米重	玄 1 l 米 重	玄 米 千粒重	参考反当 玄米容量
[I]	None	kg	kg	kg	%	kg	kg	g	g	石
四 要 素 試 驗	1 N — 0	4.3	2.8	2.0	4	0.1	0.2	786	20.4	0.14
	2 N — 0	17.8	19.8	16.0	35	0.2	0.4	810	22.6	1.08
	3 P — 0	4.9	2.3	1.6	3	0.1	0.2	788	18.5	0.11
	4 K — 0	55.6	58.2	46.7	102	1.1	2.3	827	21.4	3.10
	5 Ca — 0	55.6	58.1	45.8	100	1.6	2.7	828	20.9	3.04
	6 N.P.C.Ca	54.5	58.8	46.8	102	0.9	2.7	829	21.3	3.10
	7 N.P.K.Ca-堆肥	62.8	65.5	51.8	113	1.8	3.1	827	20.9	3.45

[II]	窒量 素試 用驗	(2) N — 0 8 N — 380 9 N — 760 (5) N — 1,130 10 N — 1,510 11 N — 1,890	17.8 36.4 43.9 55.6 58.3 59.5	19.8 35.4 44.8 58.1 62.8 59.1	16.0 28.9 36.2 45.8 49.5 46.1	35 63 79 100 108 101	0.2 0.2 0.5 1.6 2.9 2.9	0.4 0.7 1.3 2.7 3.2 3.9	810 829 828 828 826 823	22.6 22.8 21.9 20.9 20.2 21.2	1.08 1.91 2.41 3.04 3.29 3.08
[III]	燃量 酸試 用驗	(3) P — 0 12 P — 380 13 P — 1,130 (5) P — 1,890 14 P — 2,650 15 P — 3,780	4.9 19.5 46.9 55.6 61.9 59.4	2.3 19.2 56.1 58.1 58.5 59.8	1.6 14.5 45.2 45.8 45.8 48.3	3 32 99 100 100 105	0.1 0.9 1.3 1.6 0.8 1.0	0.2 1.3 2.0 2.7 3.0 2.0	788 803 827 828 830 832	18.5 21.6 22.3 20.9 20.6 21.5	0.11 1.00 3.01 3.04 3.03 3.19
[IV]	加量 里試 用驗	(4) K — 0 (5) K — 760 16 K — 1,130	55.6 55.6 53.6	58.2 58.1 57.3	46.7 45.8 46.1	102 100 101	1.1 1.6 1.3	2.3 2.7 2.2	827 828 829	21.4 20.9 21.3	3.10 3.04 3.06
[V]	堆量 肥試 用驗	(5) 堆肥 0 17 堆肥 113 18 堆肥 227 (7) 堆肥 113-Ca	55.6 50.7 65.5 62.8	58.1 60.4 58.6 65.5	45.8 47.6 44.8 51.8	100 104 98 113	1.6 1.3 3.4 1.8	2.7 2.8 4.3 3.1	828 829 829 827	20.9 21.0 20.9 20.9	3.04 3.16 2.97 3.45
[VI]	其試 他驗	(5) 過過石・熔用 19 石 20 硅	55.6 55.0 56.4	58.1 53.9 62.7	45.8 43.3 50.5	100 95 110	1.6 0.9 1.0	2.7 2.0 2.2	828 825 829	20.9 21.1 21.6	3.04 2.88 3.35

その 5 1960年

試験名	区 名	薬 重	精穀重	玄米重	同左比率	粋 重	屑米重	玄 米 千粒重	参考反当 玄米容量		
[I]	四 要 素 試 驗	1 None 2 N — 0 3 P — 0 4 K — 0 5 Ca — 0 6 N.P.K.Ca 7 N.P.K.Ca堆肥	kg 3.6 17.8 4.2 46.1 50.6 49.5 58.9	kg 1.7 19.7 1.7 51.5 53.6 55.3 62.2	kg 1.4 16.0 1.3 42.0 44.0 45.3 49.8	% 3 36 3 95 100 103 113	kg 0.1 0.1 0.1 0.2 0.3 0.3 0.4	g 0.0 0.1 0.0 0.6 0.4 0.6 1.4	g 780 787 780 789 787 789 783	石 18.3 23.1 18.3 22.3 22.5 23.0 22.0	0.10 1.12 0.09 2.93 3.07 3.15 3.50
[V]	堆量 肥試 用驗	(5) 堆肥 0 17 堆肥 113 18 堆肥 227 (7) 堆肥 113-Ca	50.6 63.9 65.6 58.9	53.6 62.2 61.1 62.2	44.0 49.5 47.1 49.8	100 112 107 113	0.3 0.5 1.3 0.4	0.4 2.2 2.3 1.4	787 786 788 783	22.5 22.1 21.6 22.2	3.07 3.46 3.29 3.50
[VI]	其試 他驗	(5) 過過石・熔用 19 石 20 硅	50.6 53.5 62.8	53.6 56.0 64.9	44.0 45.8 52.7	100 104 120	0.3 0.6 0.2	0.4 0.7 0.8	787 785 789	22.5 21.9 22.6	3.07 3.21 3.68
[VII]	窒用 素量 燃試 酸驗	21 N-1,130P-1,890 22 N-1,510P-1,890 23 N-1,130P-2,650 24 N-1,510P-2,650 25 N-1,130P-3,780 26 N-1,510P-3,780	47.5 63.3 48.4 60.0 60.0 65.0	50.0 65.1 53.1 57.0 61.4 61.5	41.0 53.5 46.1 46.4 50.4 51.0	100 130 112 113 123 124	0.1 1.6 0.4 0.7 0.8 1.0	0.4 1.1 0.3 1.1 0.6 0.4	790 788 793 790 788 794	22.5 22.3 22.4 21.9 22.6 22.1	2.85 3.75 3.20 3.23 3.52 3.53

その 6 1961年

試験名	区 名	薬 重	精穀重	玄米重	同左比率	粋 重	屑米重	玄 米 千粒重	参考反当 玄米容量		
[I]	四 要 素 試 驗	1 None 2 N — 0 3 P — 0 4 K — 0 5 Ca — 0 6 NPKCa 7 NPKCa堆肥	kg 5.8 20.0 6.5 52.2 57.5 53.3	kg 3.6 22.9 3.7 46.7 55.7 54.7	kg 2.7 18.7 2.8 37.4 45.1 43.3	% 6 41 6 83 100 96	kg 0.1 0.1 0.2 1.3 1.7 1.7	g 0.1 0.3 0.2 1.5 1.9 1.9	g 780 812 780 814 813 814	石 19.9 23.2 19.3 21.5 22.0 22.5	0.19 1.27 0.19 2.53 3.05 2.92
		61.1	62.7	49.7	110	3.4	2.3	812	21.8	3.36	

[V]	⑤ 堆肥 0	57.5	55.7	45.1	100	1.7	1.9	813	22.0	3.05
堆量 肥試 用驗	17 堆肥 113	60.6	47.0	36.9	82	3.4	2.6	808	21.2	2.51
	18 堆肥 227	67.8	42.3	31.9	71	5.6	3.2	805	20.7	2.18
	⑦ 堆肥 113·Ca	61.1	62.7	49.7	110	3.4	2.3	818	21.8	3.36
[VI]	⑤ 過石・熔燐 其試 他驗	57.5 55.0 64.6	55.7 52.2 68.0	45.1 42.4 55.3	100 94 123	1.7 0.9 1.2	1.9 1.4 1.8	813 817 814	22.0 21.8 21.9	3.05 2.86 3.74
[VII]	21 N-1,130 P-1,890 22 N-1,510 P-1,890 23 N-1,130 P-2,650 24 N-1,510 P-2,650 25 N-1,130 P-3,780 26 N-1,510 P-3,780	51.7 59.2 56.7 66.7 60.0 69.2	53.9 41.7 59.0 47.7 53.7 52.0	43.5 33.3 47.5 38.3 43.5 41.6	96 73 105 85 96 92	1.2 4.0 1.3 2.4 2.1 3.3	1.7 1.1 2.0 2.4 2.8 2.3	818 806 812 804 812 806	22.0 21.8 21.9 21.4 21.7 21.5	2.92 2.27 3.22 2.62 2.95 2.84

### i 水稻苗の特性

水稻苗は保溫折衷代で育成した。その特性の1例をあげれば第11表のとおりである。

### ii 生育状況並に収量調査

各試験系列の生育状況並に累年収量調査の結果は第3図・第12表・第4図・第5図のとおりである。

これらを一括して各試験系列毎に考察すると。

### [I] 四要素試験

四要素試験の結果は、無磷酸区は無肥料区と同等で最も悪く、無窒素区これに次ぎ、無磷酸区≤無肥料区>無窒素区>無加里区<無石灰区<四要素区<四要素堆肥加用区の順に生育収量が優る傾向を示した。

即ち磷酸の欠乏程度が甚だしいことは、初年度(1955年)の予備試験で大凡判明していたが、無肥料区及び無磷酸区は、草丈は遅々として伸長せず、葉色は褐変し、茎数は田植時より増加せず、むしろ枯死して弱小蘖子は減少する傾向を示し、穂数は栽植時の母稈と同数という全く貧弱な生育ぶりである。出穂期は標準区より数日~十数日遅れ、漸くにして出穂するも、成熟前に既に茎葉が枯死する状態であるため登熟悪く、玄米は殆ど青米であり、収量はa当り1.5kg前後で標準区(無石灰区)の僅か3%にすぎない状態である。

次いで無窒素区が劣り、生育初期より茎葉が褪色して黄化し、窒素欠乏を来たして草丈が殆ど伸長せず、分蘖少く、従って穂数が極めて少い上に、一穂穂実粒数が少いため、極めて収量が低く、標準区の約40%内外の収量にすぎなかった。しかし稔実は良好である。

無加里区は初期より生育良好で、標準区と大差ない良い生育を示しており、殊に開田当初は良好であるが、5年目頃から次第に草丈は短小の傾向を示し、一穂穂実粒数も稍々少く、収量においても幾分減収の傾向がみられてきている。これは加里無施用で数年に亘って栽培を繰り返されたために、加里分が奪取されてきて、次第に加

里の欠乏を招来してきたためであると思われる。

四要素区(石灰加用区)は三要素区(無石灰区)に比し、穂数及び穂長が僅かに優り、一穂粒数が稍々多いため一穂重が大となり、従って株当たり穂重が優り、収量において例年や、優る傾向がみられる。

更に四要素に堆肥を加用すると初期より生育旺盛で、草丈、茎数優り、成熟期でも穂数・穂長及び平均一穂重が大となり、標準区に比し10%以上も多収を示している。しかも開田では堆肥の効果が累年顕著になってきている。

### [II] 窒素用量試験

磷酸が略々充分と考えられる条件下(磷酸1,890g)では窒素の施用量を増加するに従って生育が飛躍的によくなり、草丈・茎数共に増大し、主稈茎数も多く、登熟期の葉色の褪色の程度も少く、肥効が持続することが明らかである。そのために収量構成要素の増大がみられる。即ち有効茎歩合も高まり、稈長・穂長・穂数が大となり、平均一穂重・一穂総粒数が増加して、収量が顕著に増大してゆく傾向がみられる。しかし窒素1,510g以上の施用では、栄養生長は旺盛となるが窒素過剉気味で生育後期まで葉色は濃く、生育は遅延し、更に穂首イモチ病の被害をうけ易くなり、稔実も不良で結局収量はむしろ低下する傾向を示し、且年次によって不安定となっている。

### [III] 磷酸用量試験

初年度の予備試験並に化学分析の結果に鑑み、磷酸の施用量を大巾に増施する条件を与えて実施した。

その結果、無施用では極端に生育不良であって殆ど全く登熟せず収穫皆無の状態であり、P-380gでも無窒素区にも劣る程の貧弱な生育量であった。P-1,130gではようやく伸長するようになるが、分蘖は少ないので、穂数減による低収の型を示している。

P—1,890 g 以上で漸く正常に生育するようになり、分蘖も増加し、登熟も良化してくるが、更に磷酸を 2,650 g・3,780 g と増施するに従い、初期生育は旺盛となり、草丈、茎数及び主稈葉数の増加も著しいが、生殖生长期になるに従い無効茎が多くなるので P—1,890 g 以上では穂数が余り増加せず、稈長・穂長がむしろ短小になる傾向がみられる。これは磷酸の増施によって前半の栄養生长期に旺盛な生育をなしたため、茎葉の繁茂に伴う他要素のバランスのとれた栄養供給が続かず、特に窒素の肥切れを来し、生育後半の生殖生长期において分蘖の無効化が多くなり、穂数が増加せず、穂長も短小になったものと考えられ、分解調査の成績にみられるように磷酸多量区の稈長・穂長・一穂重・枝梗数が稍々低下しているのである。

従って P—1,890 g までは玄米重は急激に増大するが、それ以上の区では頭打ちの状態を呈し、その増加の度合は緩慢となっている。

又磷酸の多用を累年くりかえして行えば、年次を経るに従いその絶対収量が顕著に増大してゆく傾向がみられることは特異的である。更に開田当初は磷酸の少肥とされた区が、年次を経るに従い、増収の傾向を示していることは注目される。即ち、当初は磷酸少肥とされた P—1,130 g 区が収量指数で 75% ('56)・81% ('57)・93% ('58) 99%・('59) 101% ('60) と逐年増収の傾向を辿り、開田後 4~5 年で標準とほぼ同等の収量をあげるようになってきている。これは磷酸が、その継続運用によって次第に土壤に蓄積されて磷酸不足が緩和され、更に富化されてきて、水稻に有效地に利用されるためであると考えられる。

以上のように当開田土壤においては、磷酸が最も重要な要素であり、1,890 g 以上の多用が必要で、かつ数年に亘って継続する必要がある。

#### [IV] 加里用量試験

開田の当初は、加里無施用でも生育良好で標準と同等の生育・収量を示していたが、数年（凡そ 5 年位）経過すると次第に生育が劣ってきて、稈長・穂長が短小の傾向を示し、稔実も劣化し特に一穂稔実粒が少くなり、従って一穂重が小となって収量が低下してきている。

これは長年に亘って加里を施用しないため次第に収奪されてきて加里の欠乏を來したためであると考えられる。

しかし a 当り 760 g 程度施用しておれば、灌漑水等からの補給もあるので略々正常に生育し、また更に増施しても特にには顕著な効果もみられない。

#### [V] 堆肥用量試験

堆肥を施用すると初期より生育旺盛で、且つ堆肥増施ほど茎数が多くなり、穂数もやゝ多くなる。そして一穂稔実粒数が増大し、穂重が大となり、従って株当たり穂重も大で、著しく増収してくる。

これに石灰を加用すると更に収量が優る傾向がみられる。

しかし堆肥の倍量施用区では、やゝ過繁茂の状態となり、穂首イモチや倒伏等の障害により稟重は増大するが玄米収量においては必ずしも増収にはならない。

なお土壤の面からみれば、累年堆肥を施用すると湛水期間中に土壤が膨軟となり、物理性が改善され、肥効の持続性が明かにみられる。即ち堆肥の無施用区では登熟期に速かに葉色が黄化してしまうが、施用区では完熟期頃まで黄緑～淡黄緑色を呈していて稔実が良化する傾向がみられる。そしてこの場合石灰を加用した方が、より効果的である。

#### [VI] 其の他の試験

磷酸の給源として、過磷酸石灰を単用で長年に亘って栽培すれば、過石・熔磷併用に比して葉色淡く、淡黄緑色を呈し、細稈となり、収量もやゝ低いので、やはり熔磷の併用が必要である。

珪カルを施用すると、茎葉が粗剛に生育する上に草丈・茎数優り、稈長・穂長も長く、一穂重が重く、従って株当たり穂重が大で収量が著しく高く、しかも年次を経るに従い増収の度合が次第に高まってきているので、この施用は塩基の欠乏している酸性火山灰質土壤の開田には必須のものである。

#### [VII] 窒素・磷酸用量試験

過去 5 カ年間の磷酸用量試験及び窒素用量試験の結果、酸性火山灰土壤の開田では、磷酸増施によって収量の高水準を望む場合は窒素も或る限界内において増施すべきであるということが判明したので、これらを組み合せた窒素・磷酸の多施用について試験を実施した。

その結果、栄養生长期の生育においては、窒素の同一レベルでは磷酸の多施用ほど優り、又磷酸の同一レベルでは窒素の多施用ほど優る——即ち窒素・磷酸を夫々増施するほどほど比例的に生育旺盛となり、草丈・茎数が増大してゆくという傾向がみられた。しかし収量においては窒素増施区は、稟重は大であるが玄米重は余り増大せず、磷酸増施においても絶対収量はやゝ増大したが、それほど高くはならなかった。

従来の試験結果から、窒素の同一レベルでは磷酸多施ほど分蘖多く栄養生长期の生育が旺盛となって、土壤中

第13表 水 分 (新鮮物 %)

			6月11日	. 24	7. 9	. 21	8. 4	. 21	9. 7	. 17	10. 1
〔I〕 四 要 素 試 驗	1 None	L S E L S E	82.3	81.1	70.2 83.6	64.0 78.2	67.6 76.5	59.1 63.5		53.8 71.7	33.3 75.8
	2 N— 0	S E L S E L	81.7	83.6	74.1 84.6	68.1 82.2	68.4 77.5	66.0 72.7	69.0 75.2	59.1 72.3	30.0 70.5
	3 P— 0	S E L S E L	80.7	82.1	76.7 81.9	65.7 81.2	66.7 77.3	55.3 73.8	63.4 73.8	31.9 73.8	25.0 76.0
	4 K— 0	S E L S E L	80.8	84.3	75.0 89.0	69.4 83.7	70.9 75.1	68.3 73.9	70.5 80.3	64.9 80.5	66.7 77.8
	5 Ca— 0	S E L S E L	80.9	84.8	74.0 89.5	73.1 85.7	75.3 81.1	69.6 68.4	71.4 78.9	68.4 79.3	71.4 77.8
	6 NKPCa	L S E L S E	83.2	84.1	75.3 89.7	71.2 86.3	69.8 80.6	69.6 70.4	68.7 75.6	65.9 79.3	70.8 78.3
〔II〕 窒 素 用 量 試 驗	② N— 0	L S E L S E	81.7	83.6	74.1 84.6	68.1 82.2	68.4 77.5	66.0 72.7	69.0 75.2	59.1 72.3	63.2 70.5
	⑤ N— 1,130	S E L S E L	80.9	84.8	74.0 89.5	73.1 85.7	75.3 81.1	69.6 68.4	71.4 78.9	68.4 79.3	71.4 77.8
	11 N— 1,890	S E L S E L	80.5	83.7	74.5 89.8	73.1 85.2	71.8 82.3	69.7 72.4	71.0 81.6	66.0 82.2	67.6 78.4
〔III〕 磷 酸 用 量 試 驗	③ P— 0	L S E L S E	80.7	82.1	76.7 81.9	65.7 81.7	66.7 77.3	55.3 73.8		50.0 73.8	44.4 76.0
	12 P— 380	S E L S E L	81.8	82.0	71.4 83.7	70.0 85.3	66.7 82.3	61.8 73.7	66.7 75.2	58.3 74.6	66.7 76.2
	13 P— 1,130	S E L S E L	83.8	85.0	75.0 89.2	68.9 85.1	72.3 81.8	70.0 72.9	72.2 80.3	65.5 78.3	66.7 78.1
	⑤ P— 1,890	S E L S E L	80.9	84.8	74.0 89.5	73.1 85.7	75.3 81.1	69.6 68.4	71.4 78.9	68.4 79.3	71.4 77.8
	14 P— 2,650	S E L S E L	83.9	85.9	76.0 90.2	68.5 86.3	72.0 78.2	71.6 71.0	69.6 80.7	63.9 80.0	67.6 76.7
	15 P— 3,780	S E L S E L	82.3	84.5	75.5 89.7	70.6 84.5	71.4 76.5	69.4 68.9	70.4 79.1	64.7 79.3	66.7 79.9
〔IV〕 堆 肥 用 量 試 驗	⑤ 無 堆 肥	L S E	80.9	84.8	74.0 89.5	73.1 85.7	75.3 81.1	69.6 68.4	71.4 78.9	68.4 79.3	71.4 77.8
	18 堆肥22.7kg	L S E	82.4	84.3	76.0 90.2	71.3 87.1	72.2 82.6	70.7 75.6	70.7 78.4	65.8 81.5	71.4 80.7
〔V〕 其 他 試 驗	⑤ 過石熔燒併用	L S E	80.9	84.8	74.0 89.5	73.1 85.7	75.3 81.1	69.6 68.4	71.4 78.9	68.4 79.3	71.4 77.8
	19 過石單用	L S E	80.7	83.8	74.2 89.8	68.7 85.5	72.8 73.7	68.7 67.9	74.0 79.3	65.6 78.5	68.2 76.6
	20 珪 カ ル	L S E	82.1	83.6	73.8 88.9	67.9 85.8	73.6 80.4	68.5 66.3	69.4 70.4	63.9 79.7	66.7 75.0

第14表 乾物重(g/株)

			6. 11	. 24	7. 9	. 21	8. 4	. 21	9. 7	. 17	10. 1
〔I〕 四 要 素 試 驗	1 None	LSE	0.42	0.63	0.43	0.45	0.60	0.60		0.20	0.40
					0.45	0.60	1.00	1.53		1.13	1.10
	2 N—0	LSELSEL	0.49	0.88	0.70	1.50	2.40	3.20	4.50	1.80	1.40
					0.80	2.00	5.00	10.20	14.50	6.20	7.60
	3 P—0	LSELSEL	0.50	0.68	0.35	0.60	0.60	0.70	3.00	18.00	9.40
					0.53	0.70	1.00	1.77		0.23	10.20
〔II〕 窒 素 用 量 試 驗	4 K—0	LSELSEL	0.47	0.80	1.60	5.00	7.60	6.50	6.50	6.50	4.00
					1.30	5.33	16.00	17.50	15.00	14.50	14.00
	5 Ca—0	LSELSEL	0.52	1.25	2.00	4.67	6.33	8.50	20.00	25.50	25.50
					1.60	5.33	11.67	27.50	16.00	15.50	16.00
	6 NPKCa	LSELSEL	0.44	0.93	1.80	5.00	8.67	8.50	16.00	22.00	27.00
					1.60	5.67	15.00	27.50	22.00	17.00	15.00
〔III〕 磷 酸 用 量 試 驗	③ P—0	LSELSEL	0.49	0.88	0.70	1.50	2.40	3.20	4.50	1.80	1.40
					0.80	2.00	5.00	10.20	14.50	6.20	7.60
	⑤ P—1,130	LSELSEL	0.52	1.25	2.00	4.67	6.33	8.50	3.00	18.00	9.40
					1.60	5.33	11.67	27.50	16.00	15.50	16.00
	11 P—1,890	LSELSEL	0.53	0.98	2.40	4.67	9.67	10.00	4.50	16.00	22.00
					2.00	5.17	14.00	27.00	21.50	19.50	27.00
〔V〕 堆 肥 用 量 試 驗	③ P—380	LSELSEL	0.50	0.68	0.35	0.60	0.60	0.70		0.23	0.50
					0.53	0.70	1.00	1.77		1.50	1.55
	12 P—380	LSELSEL	0.53	0.68	0.80	1.20	2.00	2.90	2.00	2.00	0.80
					0.80	1.40	2.80	7.80	6.00	6.20	5.80
	13 P—1,130	LSELSEL	0.48	0.90	1.60	4.67	6.33	7.50	1.90	4.20	6.80
					1.40	5.00	10.67	22.50	14.00	13.00	11.50
〔VI〕 其 他 試 驗	⑤ P—1,890	LSELSEL	0.52	1.25	2.00	4.67	6.33	8.50	4.50	18.00	19.00
					1.60	5.33	11.67	27.50	16.00	15.50	23.50
	14 P—2,650	LSELSEL	0.42	0.95	2.40	5.67	8.67	10.50	4.50	16.00	22.00
					1.80	5.83	16.67	31.00	19.00	15.50	19.00
	15 P—3,780	LSELSEL	0.50	1.20	2.60	6.67	9.33	9.50	5.50	22.50	28.00
					2.00	7.67	19.33	29.50	21.50	15.00	33.50
〔V〕 堆 肥 用 量 試 驗	⑤ 無堆肥	LSELSEL	0.52	1.25	2.00	4.67	6.33	8.50	6.00	6.00	4.00
					1.60	5.33	11.67	27.50	16.00	15.50	16.00
〔VI〕 其 他 試 驗	18 堆肥22.7kg	LSELSEL	0.44	0.95	2.75	5.83	10.00	8.50	4.50	22.00	27.00
					1.90	6.00	16.33	24.00	23.50	15.50	4.00
〔VI〕 其 他 試 驗	⑤ 過石熔磷併用	LSELSEL	0.52	1.25	2.00	4.67	6.33	8.50	6.00	6.00	4.00
					1.60	5.33	11.67	27.50	16.00	15.50	16.00
	19 過石单用	LSELSEL	0.51	0.88	1.70	5.00	7.33	7.50	4.50	16.00	22.00
〔VI〕 其 他 試 驗					1.30	5.17	15.67	25.00	18.00	5.50	27.00
	20 珪カル	LSELSEL	0.50	0.90	2.20	5.67	8.00	8.50	4.00	25.50	14.00
					1.80	6.00	15.00	30.50	16.50	6.50	24.00
								6.00	22.00	14.50	15.00
									26.50	28.50	

の窒素が早く消耗され、肥切れとなってしまうので後半の生殖生长期の生育が、これに伴わず、有効茎歩合が低下し、穂長も短小となり、着粒数が減少し、平均一穂重が低下するため株当穂重が低下してるので、収量が上昇しなかったのであるが、これに窒素を増施することによって肥効を持続させ、生育の後半においても土壤中に窒素が適量に保持されていて肥切れしないため生殖生长期の生育が良好となり、有効茎歩合も高まり、穂数及び穂長が増大し、かつ稔実も良化し、従って株当穂重が大きくなってきて収量が増大してくるのである。

しかし、新開田の増収のための施肥技術としては、単に速効性の窒素肥料の多用のみでは、不安定であり且つその効果も少ないので、やはり堆肥や珪カル・消石灰等の塩基の併用によって安定多収の方向に改善することが必要である。

### iii 体内組成

以上の生育相を示す水稻体内の養分含量について時期別にみると

#### (a) 水 分 (第13表参照)

一般に葉身では植付後減少するが、分蘖始期には一時上昇し、その後は出穗期へと減少する。出穗後登熟過程で再び僅かながら土昇する場合もある。特にNone・P-O並にP-380gは出穗後の減少が著しく、葉が枯死してゆくことをしめしている。

分蘖期における一時的上昇は、N・P増施区程高い。

茎では分蘖最盛期の7月上旬より8月上旬にかけて漸次減少し、以後出穗期へと急激に減少するが、その後登熟過程では、かなり急激に上昇して収穫期まで持続している。分蘖最盛期はN・P増施区ほど高いが、8月上旬の伸長期から出穗期ではNone・N-O・P-O並にP-1,890g以上の区が低くなり、P-380及びP-1,130g区が高い。

穂では登熟の進行とともに減少するが、成熟期では窒素多量区・堆肥多量区・P-380g区等の生育遅延したもののが高くなっているが、逆に生育の進んだ磷酸増施区ほど低い傾向がみられる。

これを一般沖積水田と比べると、活着から乳熟期までは類似するが、糊熟期から完熟期にかけては、明かに低い。また穂では、出穗期から乳熟期にかけて一時的にむしろ沖積水田のものに比し高いが、収穫期には明かに低い傾向がある。

#### (b) 乾物重 (第14表参照)

一般に栄養生長の劣るNone・N-O・P-O並にP-380g区等は低く、逆にその旺盛な窒素及び磷酸の多

施区ほど高くなっている。特に磷酸の系列ではP-1,130g区から急激に増大している。

#### (c) N (第6図参照)

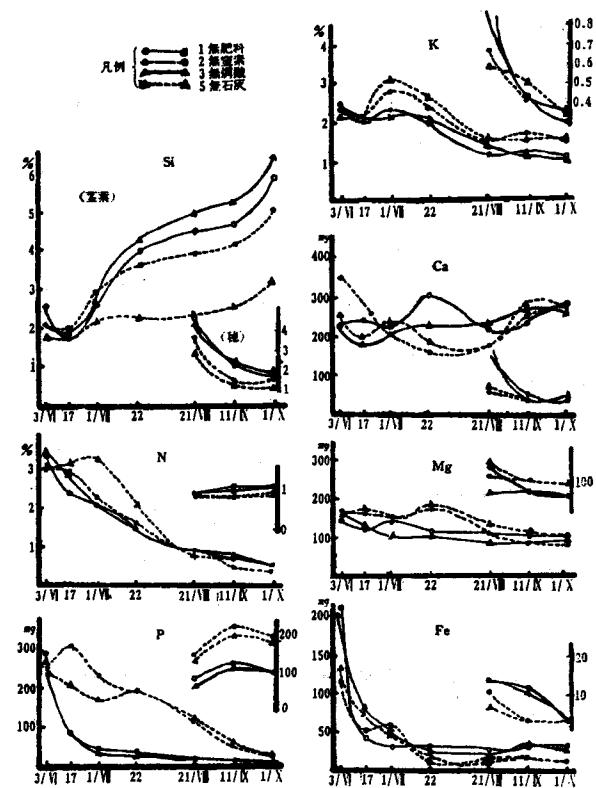
体内の窒素について各試験系列毎にみると、

[I] 四要素試験：葉身では活着後分蘖の開始と同時に一時的に窒素濃度の上昇がみられ、この高まりはN・P・K・Ca>Ca-O>K-O>N-O>P-O<Noneの順である。その後分蘖最盛期から伸長期にかけてはN-O>P-O, None区の窒素濃度は、四要素区に較べて極めて低い値を示しており、水稻体の形成能力の低いことが明かである。そして収穫期での含量は1%以下となり、もはや枯死しつつあることを示している。

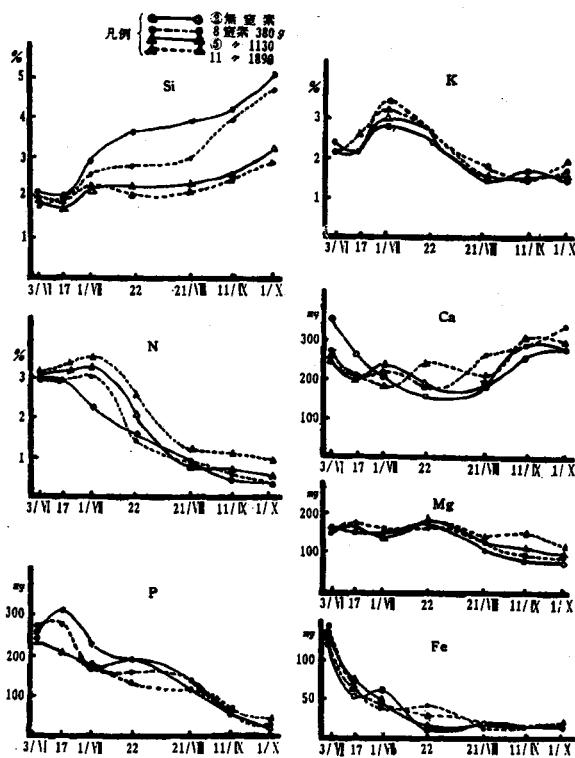
茎部では7月上旬から8月上旬にかけてNone・N-O・P-O区が他の区に比して明かに低濃度であるが、8月中旬以降はN-O区が漸次低下するのに反し、None及びP-O区は他に較べて高いレベルで経過していることは特異的であり、明かに生育遅延を示している。

[II] 窒素用量試験：窒素の系列に従って葉身・茎部共に略々全期に亘って窒素増施とともに高く経過している。しかし出穗後は区間の差は少なくなってくる。

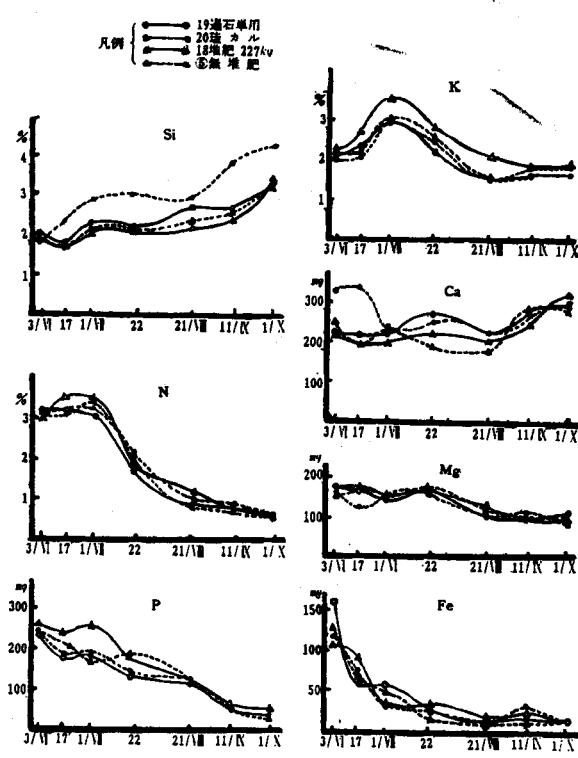
[III] 燃酸用量試験：初期濃度は燃酸増施区ほど高濃度を示すが、幼穂形成期頃から逆転して磷酸増施区ほど窒素濃度が低下している。茎では幼穂形成期まではP



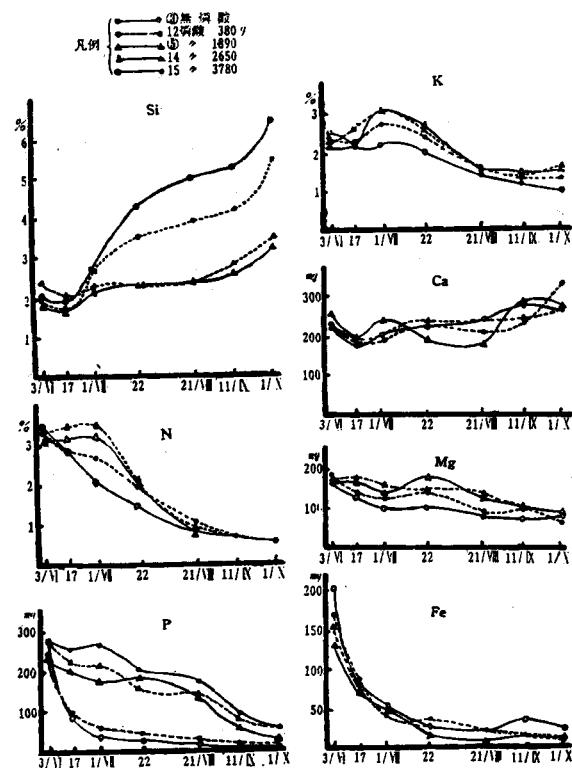
第6図 時期別養分濃度 その1 (四要素試験)



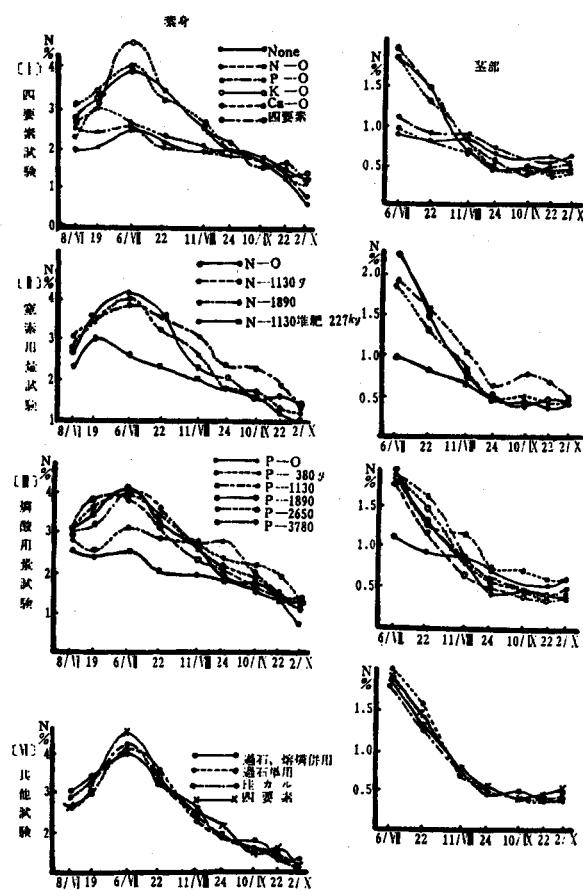
第6図 時期別養分濃度 その2(窒素用量試験)



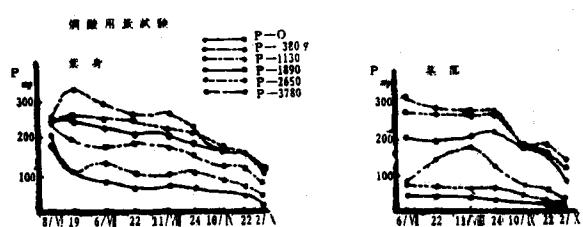
第6図 時期別養分濃度 その4(その他試験)



第6図 時期別養分濃度 その3(磷酸用量試験)



第6図 時期別養分濃度 その5(葉身莖部別N濃度)



第6図 時期別養分濃度 その6 (部位別P濃度)

—0, P—380 g区等の磷酸少肥区が低含量であるが、それ以降は相対的に高濃度で経過しており、含窒素化合物の転流が不良で茎部に蓄積されたまゝになっているものであることを示している。これらの関係は又水分と密接な関連をしめしている。

(IV) 加里用量試験：加里では区間の差が殆どなく、何れも標準と同様である。

[V] 堆肥用量試験：標準と略同様の堆移を示し、その量も近似している。たゞ特に堆肥多肥区のみは、その初期の低下の程度とその後の高まりの程度とが著しいようであって、7月上旬頃の窒素含量が比較的高濃度である。しかしその後幼穂形成期以降はあまり差がみられない。

[VI] 其他試験：過石単用・珪カル等の区ではあまり差がみられず、何れも標準と同様である。

#### (d) P

各試験系列毎にこれをみると

[I] 四要素試験：磷酸欠除区のNone及びP—0区が活着時に磷酸濃度の著しい低下を来し 100mg以下となり、その後も低下の一途を辿り全生育期間に亘って極めて低濃度に経過している。即ち出穂期頃からは20mgP以下となり、更に収穫期には10mgP以下にまで低下してしまう。磷酸が施用されている他の区は、何れも比較的高濃度で経過しているが、出穂期以降はやはりP濃度が著しく低下するようで、収穫期には30mgP内外になる。かように一般沖積水田のそれに比してかなり低濃度を示すことは特異的である。

[II] 窒素用量試験：窒素を増施するに従ってP濃度は低下する傾向がみられる。しかしN—0区以外はあまりその差は大きくなく、殊に出穂後は差が少い。

[III] 磷酸用量試験：磷酸少肥のP—0, P—380並にP—1,130区までは初期より低下の一途を辿り、その濃度の絶対量も著しく低い値を示している。そして磷酸を増施するほどP濃度は上昇を示しており、分蘖期における葉身及び茎のP濃度が初期分蘖を大きく支配しているものと推察される。

葉身ではP—1,890g区以上の多磷酸の領域では、出穂開花後、登熟期から次第に濃度の差が縮まってきており、収穫期には殆ど差がみられないが、茎部では僅少ながらなお収穫期まで磷酸多用区ほど高く経過している。そしてこの磷酸多施用の区のP濃度が、ようやく一般沖積水田の普通肥栽培における水稻のP濃度とほゞ同等ぐらいいに経過しているのである。従って相当多量の磷酸を、特に生育初期に施用しなければならないことが明かである。

[IV] 加里用量試験：窒素と同様磷酸の濃度もほゞ標準と同等に経過していて、区間の差はみられない。

[V] 堆肥用量試験：堆肥多施用区が栄養生长期のP濃度がやゝ高く経過する傾向がみられる。

[VI] 其他試験：過石単用区は僅かながら過石・熔磷酸用区に比し、磷酸含量が低く、殊に活着後分蘖期にかけてその傾向が明かである。珪カルは概ね標準と同等に経過している。

#### (e) K

[I] 四要素試験：None区はやゝ低濃度に経過する。K—0区は活着時に一時低下するが、その後は差がなく、標準区と略々同等に経過する。標準区(Ca—0区)は一般沖積水田のそれとほゞ同等であって、酸性火山灰新開田でも、かなり加里が吸収利用されていることが明かである。

[II] 窒素用量試験：分蘖最盛期以降は窒素の多施用ほど、加里濃度がやゝ高く経過する傾向がみられる。

[III] 磷酸用量試験：初期には生育の旺盛な磷酸増施区ほど高濃度を示すが、幼穂形成期の7月中旬すぎからP—0区以外は大差なくなっている。

[IV] 加里用量試験：先述せるごとく、加里欠除区は活着時に一時的に加里濃度が低下するが、その後回復し標準区との差は余りみられない。加里を増施すればK濃度もやゝ高まるようであるが、その差は僅少である。たゞし、K—0区は年次の経過に伴って、成熟期のK濃度がやゝ低下してきている。

[V] 堆肥用量試験：堆肥多量区は全生育期間を通じて顯著に加里が高く経過する。

[VI] 其他試験：過石単用区及び珪カル区は、標準区と略々同様である。

#### (f) Si

四要素試験では、生育の進行に伴い、P—0 > None > N—0 > Ca—0 の傾向が明かにみられる。窒素の増施に伴ってSiは逆に低下する傾向があり、磷酸の増施によつても体内のSi濃度の低下が著しいが、P—1,890区以上

の多施ではあまり差がなくなっている。堆肥では殆ど差がないが、多施区が後期にやゝSiが低い傾向がみられる。珪カル施用による硅酸の吸収は極めて顯著で、全区を通じても飛躍的に高濃度で経過している。

#### (g) Ca・Mg・Fe

四要素試験ではCaは各区間にあまり差がなく、Mgは出穂期まではP欠除区が低い。またFeは活着期及び幼穂形成期以降はP欠除区が明らかに高い。

窒素系列ではCaはN-0区が初期高く、後期やゝ低い。Mgは窒素増施区ほど出穂期以降に高い傾向がみられる。Feは一定の傾向がみられない。

磷酸系列ではCa及びFeには一定の傾向がみられないが、Mgは全生育期間に亘り磷酸増施に従って増大する傾向がみられるが、これは熔磷酸を併用していることとも関連があるものと思われる。

堆肥では傾向が明かでない。

珪カル区はCaがやゝ高い傾向があるが、Mg・Feは殆ど差がみられない。

#### (h) 炭水化物（第15表）

主として磷酸用量試験について検討したが、

##### イ) 全糖

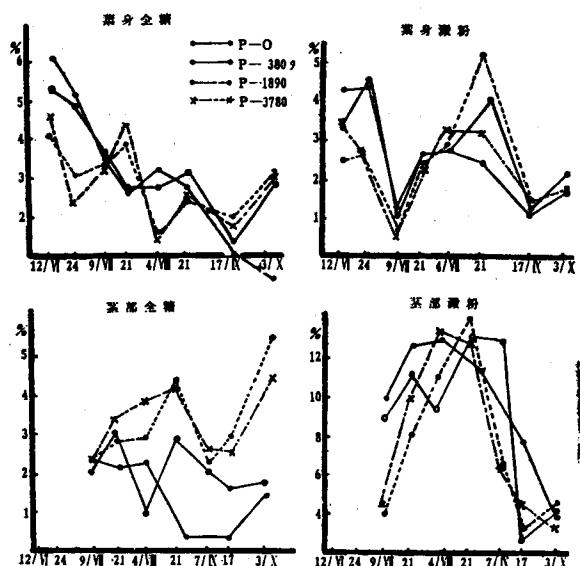
磷酸少肥のP-0・P-380の区と磷酸多肥のP-1,890以上の区とでは明かに異った様相を呈しており、葉身では分蘖期と伸長期には磷酸多量区が低く、登熟期には逆に高くなっている。茎では分蘖期以降収穫期まで高く、特に登熟期には急激に増加していく。

##### ロ) 粗澱粉

葉身では分蘖期は磷酸多量区が低いが、それ以後では幾分高く経過している。又出穂期以降は各区とも急激に減少していく、他の部位に転流して行っていることを示している。茎部では7月上旬前後の含量は、分蘖と密接な関連があるものと思われるが、分蘖の旺盛である磷酸多量区に少く、生成した澱粉が蛋白合成に使用されているのに反し、磷酸少量区では蛋白の生成が少く、このため澱粉は蓄積して多くなっている。

その後出穂期までは、磷酸多量区では漸次蓄積されてゆき、出穂後急激に穗に移行してゆくのに反し、磷酸少量区では出穂期までは余り消耗されずに蓄積のみが行われ、出穂後も初は穗への移行が緩慢で、9月中旬頃になって漸く急速に移行するようになる。

従って穗への澱粉の蓄積もこれを反映しており、P-0区は出穂した栽培母稈の3本の穗に移行せしめるだけであるにも拘らず、稔実は不良であり、僅かに分蘖した磷酸少量区でも登熟速度は遅く、稔実も亦不良である



第7図 部位別全糖、粗澱粉含量

に反し、磷酸多量区では移行速度も速かで、かつ量も多く、従って稔実は良好であり、茎部に残存する澱粉量もやゝ多量である。

#### (j) 水溶態・不溶態窒素

磷酸系列について、磷酸の不足(1,130 g)・充分(1,890 g)・多用(2,650 g)条件下における水稻体内的窒素の形態について、水溶態と不溶態とに分別した。その結果は第16表に示すとおりである。

これについてみると、分蘖期では磷酸増施区ほど水溶性N・不溶性Nは共に多くなっている。前項で述べた如くこの時期には体内の炭水化物の含量も磷酸増施区ほど低くなっている。且生育調査の結果でも分蘖が多い点よりみれば、磷酸増施によって蛋白代謝は旺盛に行われていることが知られるのである。しかし、最高分蘖期以降はこの関係は逆転し、磷酸少量区で水溶性N・不溶性N共に増加しており、この傾向は収穫期でも明瞭に認められる。これは磷酸少量区では、7月中旬以降の高温になって始めて蛋白代謝が活発に行われ、これが後期まで持続しており、形態的には生育遲延となって現れている。磷酸増施区ではこの時期以降は主として糖代謝えと変化しており、体内でも澱粉の蓄積が漸次増加している。

以上のこととは、磷酸の充分な存在は、生育初期には蛋白代謝を旺盛にしこれによって分蘖の増加をもたらすが、幼穂形成期以降は糖代謝と関連をもち、これを円滑にすることが知られるのである。

#### iv 養分吸收量（第17表）

第15表 炭水化物含量

葉身

(グルコーズ%)

区名		12/VII	24/VII	9/VIII	21/VIII	4/VIII	21/VIII	7/IX	17/IX	3/X	
全 糖	3 P — 0	6.08	5.16	3.50	2.68	2.24	—	2.82	1.12	0.41	
	12 P — 380	5.28	4.88	3.74	2.84	2.78	3.20	—	1.39	2.92	
	13 P — 1,130	4.82	3.66	4.04	4.88	1.30	1.98	—	1.95	3.72	
	5 P — 1,850	4.10	3.04	3.40	4.08	1.58	2.48	—	2.06	3.22	
	15 P — 3,780	4.60	2.38	3.38	4.42	1.46	2.58	—	1.78	3.20	
粗 澱 粉	3 P — 0	4.30	4.40	1.28	2.65	2.75	—	4.05	1.23	2.16	
	12 P — 380	3.30	4.62	1.07	2.65	2.75	2.44	—	1.16	1.69	
	13 P — 1,130	2.65	2.65	0.84	2.60	2.72	4.12	—	1.16	1.81	
	5 P — 1,850	2.50	2.70	0.70	2.50	2.85	5.20	—	1.45	1.77	
	15 P — 3,780	3.50	2.80	0.62	2.48	3.28	3.22	—	1.47	1.80	
茎部											
全 糖	1 N o n e				2.26	0.43	2.06	0.33	—	0.37	0.60
	2 N — 0				2.26	1.35	1.32	0.41	0.41	10.90	3.10
	11 N — 1,890				1.44	2.65	2.24	4.35	2.85	0.43	3.55
	13 P — 0				2.38	2.21	2.29	—	0.33	0.35	1.47
	12 P — 380				1.99	3.01	0.91	2.88	2.06	1.62	1.73
粗 澱 粉	13 P — 1,130				2.18	2.85	2.80	4.20	2.21	2.70	6.43
	5 P — 1,850				2.42	2.85	2.92	4.45	2.26	2.98	5.45
	15 P — 3,780				2.35	3.38	3.98	4.20	2.64	2.49	4.45
	1 N o n e				8.05	11.55	10.42	12.40	—	9.65	2.06
	2 N — 0				9.06	13.60	15.25	14.75	11.10	9.00	7.62
酸炭 可水 分 解 性物	11 N — 1,890				3.91	8.00	8.12	10.22	3.38	2.60	1.81
	13 P — 0				10.01	12.60	13.00	—	11.42	7.88	3.77
	12 P — 380				8.95	11.25	9.30	13.20	13.00	2.64	4.22
	13 P — 1,130				5.36	8.56	10.09	11.42	3.72	4.90	5.66
	5 P — 1,850				4.02	8.12	11.30	12.23	6.52	3.28	4.60
	15 P — 3,780				4.50	10.02	13.40	12.75	6.37	4.44	3.30
穂											
粗 澱 粉	1 N o n e				17.95	17.81	17.05	13.60	—	14.00	18.10
	2 N — 0				16.92	15.90	14.90	13.40	18.00	15.60	15.25
	11 N — 1,890				12.50	16.50	16.70	14.00	16.00	15.20	16.10
	3 P — 0				20.60	18.50	18.45	—	16.90	17.75	18.60
	12 P — 380				20.60	19.00	19.00	17.95	17.75	17.50	18.55
可水 分 解 性物	13 P — 1,130				15.35	17.25	19.00	17.30	16.90	18.10	16.50
	5 P — 1,850				14.00	17.30	17.40	13.10	16.00	17.60	16.50
	15 P — 3,780				13.50	18.10	18.50	16.40	20.02	16.50	16.50

第16表 水溶態・不溶態窒素の推移 (N mg/100 g)

区名	1/VII		22/VII		21/VIII		11/IX		1/X						
	水溶性	不溶性	水溶性	不溶性	水溶性	不溶性	水溶性	不溶性	水溶性	不溶性					
P—1,130	354	2,626	13.5	252	1,798	14.0	168	832	20.2	126	614	20.5	122	488	25.0
P—1,890	421	2,869	14.7	241	1,859	13.0	135	685	19.7	119	631	18.9	115	505	22.8
P—2,650	482	3,048	15.9	238	1,692	14.1	140	710	19.7	110	600	18.3	114	456	25.0

第17表 養 分 吸 収 量 (kg/10a)

		Si			N			P			K			
		葉	穀	計	葉	穀	計	葉	穀	計	葉	穀	計	
〔I〕 四 要 素 試 驗	1 N o n e	0	2.77	0.48	3.25	0.26	0.31	0.57	0.00	0.03	0.03	0.51	0.08	0.59
	2 N —	0	10.98	3.51	14.49	0.92	2.10	3.02	0.05	0.45	0.50	3.23	0.72	3.94
	3 P —	0	2.97	0.42	3.39	0.27	0.25	0.52	0.00	0.02	0.02	0.47	0.08	0.55
	4 K —	0	20.44	6.19	26.63	2.85	4.67	7.52	0.22	1.08	1.30	8.11	1.73	9.84
	5 Ca —	0	17.37	6.05	23.42	3.30	5.04	8.34	0.18	0.93	1.11	8.52	1.80	10.32
	6 N PKCa		20.27	6.68	26.95	2.91	5.21	8.12	0.19	1.18	1.36	10.19	2.02	12.21
〔II〕 窒 素 試 用 驗	⑤ N —	0	10.98	3.51	14.49	0.92	2.10	3.02	0.05	0.45	0.50	3.23	0.72	3.94
	8 N —	380	18.55	4.99	23.54	1.67	3.09	4.76	0.12	0.77	0.89	6.80	1.23	8.03
	② N —	1,130	17.37	6.05	23.42	3.30	5.04	8.34	0.18	0.93	1.11	8.52	1.80	10.32
	11 N —	1,890	18.27	5.46	23.73	5.84	6.42	12.26	0.21	1.09	1.30	12.36	2.40	14.76
〔III〕 磷 酸 試 用 驗	③ P —	0	2.97	0.42	3.39	0.27	0.25	0.52	0.00	0.02	0.02	0.47	0.08	0.55
	12 P —	380	12.09	3.45	15.54	1.27	2.18	3.45	0.03	0.22	0.25	3.02	0.65	3.66
	13 P —	1,130	20.06	5.38	25.44	2.76	4.89	7.65	0.12	0.69	0.81	9.17	1.61	10.78
	⑥ P —	1,890	17.37	6.05	23.42	3.30	5.04	8.34	0.18	0.93	1.11	8.52	1.80	10.32
	14 P —	2,650	19.15	5.78	24.93	3.25	4.77	8.02	0.33	1.09	1.42	9.66	1.71	11.37
	15 P —	3,780	21.62	5.92	27.54	3.32	4.97	8.29	0.37	1.17	1.54	10.66	1.84	12.50
〔IV〕 加 用 里 量	④ K —	0	20.44	6.19	26.63	2.85	4.67	7.52	0.22	1.08	1.30	8.11	1.73	9.84
	⑤ K —	760	17.37	6.05	23.42	3.30	5.04	8.34	0.18	0.93	1.11	8.52	1.80	10.32
〔V〕 堆 用 肥 量	⑤ 無 堆 肥		17.37	6.05	23.42	3.30	5.04	8.34	0.18	0.93	1.11	8.52	1.80	10.32
	18 堆 肥	22.7	21.57	6.22	27.79	4.09	5.00	9.09	0.35	1.08	1.43	11.78	2.03	13.81
〔VI〕 其 他 試 驗	⑤ 過石熔焼併用		17.37	6.05	23.42	3.30	5.04	8.34	0.18	0.93	1.11	8.52	1.80	10.32
	19 過石單用		17.87	5.64	23.51	2.99	4.55	7.54	0.23	0.99	1.22	9.10	1.72	10.82
	20 珪カル		23.58	6.48	30.06	3.28	5.22	8.50	0.24	1.05	1.28	10.48	1.92	12.40

その2 玄米 180ℓ生産に要した養分量 (kg)

		Si	N	P	K	
〔I〕 四 要 素 試 驗	1 None	24.90	4.35	0.23	4.54	
	2 N—	10.90	2.28	0.38	2.98	
	3 P—	30.80	4.75	1.84	5.00	
	4 K—	8.78	2.48	0.36	3.24	
	5 Ca—	8.02	2.85	0.38	3.53	
	6 NPKCa	8.02	2.41	0.40	3.63	
〔II〕 窒 素 試 用 驗	② N—	0	10.92	2.28	0.38	2.98
	8 N—	380	11.05	2.23	0.42	3.76
	⑥ N—	1,130	8.02	2.85	0.38	3.53
	11 N—	1,890	7.12	3.68	0.39	4.48
〔III〕 磷 酸 試 用 驗	③ P—	0	30.80	4.73	1.84	5.00
	12 P—	380	13.70	3.05	0.22	3.23
	13 P—	1,130	9.38	2.82	0.30	3.97
	⑤ P—	1,890	8.02	2.85	0.38	3.53
	14 P—	2,650	8.50	2.73	0.48	3.88
	15 P—	3,780	8.94	2.69	0.50	2.05
〔IV〕 加 用 里 量	④ K—	0	8.78	2.48	0.36	3.24
	⑤ K—	760	8.02	2.85	0.38	3.53
〔V〕 堆 用 肥 量	⑥ 無 堆 肥		8.02	2.85	0.38	3.53
	18 堆 肥	22.7	8.87	2.90	0.46	4.41
〔VI〕 其 他 試 驗	⑥ 過石熔焼併用		8.02	2.85	0.38	3.53
	19 過石單用		8.16	2.61	0.46	3.75
	20 珪カル		9.02	2.55	0.38	3.72

各要素別にみると、

## (a) Si

葉については、珪カル区が最も大で、堆肥多量区も吸収量が大である。窒素系列では窒素の増施とは逆にSi濃度が低下するので、吸収量としての差は殆どなくなっている。P系列ではやや増大する傾向がみられる。

尚 None・N—0・P—0・P—380区では極めて少い。

## (b) N

窒素系列では葉・穀ともに顕著に増大しており、P系列でも増大する傾向があるが、磷酸多肥の区ほど窒素含量が低下するため、吸収量としては多肥区は差が少い。堆肥多量区も亦窒素の吸収量が大である。

尚N—0区はNone・P—0区と共に低い。

## (c) P

P系列では葉・穀共に増大しており、N系列でも全く同一の傾向をとっている。堆肥多量区も亦大である。

P—0区及びNone区は極端に低い。

## (d) K

生育旺盛である窒素多肥・磷酸多肥の区ほどKの吸収量も亦大であり、K系列ではK—0区でもK施用区と同

第18表 累年の吸収量の変化 (kg/10a)

		N				P			
		1956	1957	1958	1959	1956	1957	1958	1959
窒素用 量試験	1 N — 0	0.79	0.45	0.57	0.33	0.03	0.03	0.03	0.03
	2 N — 380	3.52	3.21	3.02	3.09	0.38	0.45	0.50	0.56
	5 N — 1,130	4.91	4.73	4.76	4.90	0.61	0.79	0.89	1.17
	17 N — 1,890	8.58	7.98	8.34	9.13	0.86	1.04	1.11	1.55
磷酸用 量試験	3 P — 0	0.72	0.42	0.52	0.30	0.02	0.02	0.02	0.02
	12 P — 380	2.23	2.72	3.45	3.56	0.11	0.18	0.25	0.23
	13 P — 1,130	5.52	6.92	7.65	7.74	0.41	0.61	0.81	1.14
	5 P — 1,890	7.45	7.98	8.34	9.13	0.99	1.04	1.11	1.55
	14 P — 2,650	6.80	8.20	8.02	9.17	0.84	1.31	1.42	1.87
	15 P — 3,780	7.30	7.48	8.29	8.88	1.16	1.48	1.54	1.83

第19表 累年の養分吸収率の変化 (%)

		N				P			
		1956	1957	1958	1959	1956	1957	1958	1959
〔II〕 窒素試験	② N — 0	—	—	—	—	—	—	—	—
	8 N — 380	37.0	40.0	45.8	47.6	2.0	4.2	4.7	7.4
	⑤ N — 1,130	44.7	42.2	47.1	53.5	5.8	7.2	7.4	12.0
	11 N — 1,890	—	40.8	48.9	40.7	—	12.6	9.7	12.6
〔III〕 磷酸試 用験	③ P — 0	—	—	—	—	—	—	—	—
	12 P — 380	19.9	20.4	25.9	28.8	5.8	10.0	13.7	12.6
	13 P — 1,130	63.2	57.5	63.1	65.0	8.1	12.1	15.9	22.7
	⑤ P — 1,890	88.6	66.9	69.2	79.1	8.2	12.4	13.2	18.5
	14 P — 2,650	79.7	68.8	66.4	78.5	7.1	11.1	12.1	16.0
	15 P — 3,780	86.6	62.5	68.8	75.9	6.9	8.9	9.2	11.0

等によく吸収が行われており量的には差が殆どない。

#### V. 累年の吸収量の変化(第18表)

N・Pともに累年吸収量が増大する傾向がみられ、特にPにおいてその傾向が顕著である。

#### vi 累年の吸収率の変化(第19表)

N及びPは共に年次を経るに従ってその吸収量が増大する傾向があるので、従って吸収率も亦次第に向上する傾向を示している。そしてやはりPにおいてそれが著しいが、その程度は後述のごとく沖積水田のそれに比して遙かに低いレベルである。

#### vii 養分の分配率(第20表)

吸収養分の穗への分配率は各養分の系列に従って夫々特徴がみられる。

〔I〕四要素試験：None 及びP—0区では、N・K並にSiの穗への分配率が明かに低く、N—0区では反対にN及びPの分配率が高い。K—0区では標準のCa—0区と同様な傾向をとっている。かように夫々の要素の欠陥によって特徴的な分配率が示されている。

〔II〕窒素用量試験：N増施に従ってNの穗への分配率が明かに低下し、Pもやや低下する傾向がある。Kもや

やその傾向がみられるあまり差がなく、Siは一定の傾向がみられない。

〔III〕磷酸用量試験：P系列ではPの穗への分配率が低下し、特にP—2,650g区以上の増施区でその低下が著しいが、これを他の沖積水田のそれと比較するとき増施区の分配率がほゝ沖積水田なみなのであって、火山灰水田の標準区又は少肥区ではPの分配率が高い値となっている。またNもP—0区の極端な生育相を示す区を除けば、少肥より多肥の方がやゝ低く、Kも同様の傾向である。SiはP—0区が極端に低いが、その他のP系列では差がない。

〔IV〕加里用量試験；各成分ともK系列による差異は認められない。

〔V〕堆肥用量試験；堆肥を増施すると各養分とも穗への分配率が低下するが、特にN及びPにおいてその傾向が著しい。

〔VI〕其他試験；過石単用では、過石・熔燐併用よりPの穗への分配率が低下している。

また珪カル区ではSiの分配率がやゝ低く、Kもやゝ低い。

第20表 吸收養分の分配率(%)

	区名	Si		N		P		K	
		L	S	E	L	S	E	L	S
〔I〕四要素試験	1 None	85	15	45	55	11	89	86	14
	2 N—0	76	24	30	70	10	90	82	18
	3 P—0	88	12	52	48	16	84	86	14
	4 K—0	77	23	38	62	17	83	83	17
	5 Ca—0	75	25	46	60	16	84	83	17
	6 NPKCa	75	25	36	64	14	86	84	16
〔II〕窒素試験用	② N—0	76	24	30	70	10	90	82	18
	8 N—380	79	21	35	65	14	86	85	15
	⑥ N—1,130	75	25	40	60	16	84	83	17
	11 N—1,890	77	23	48	52	16	84	84	16
〔III〕燃量酸試用	③ P—0	88	12	52	48	16	84	86	14
	12 P—380	78	22	37	63	13	87	83	17
	13 P—1,130	79	21	36	64	15	85	85	15
	⑤ P—1,890	75	25	40	60	16	84	83	17
	14 P—2,650	77	23	40	60	23	77	85	15
	15 P—3,780	78	22	40	60	24	76	86	14
〔IV〕加用里量	④ K—0	77	23	38	62	17	83	83	17
	⑤ K—760	75	25	40	60	16	84	83	17
〔V〕堆肥量	⑥ 無堆肥	75	25	40	60	16	84	83	17
	18 堆肥 22.7	78	22	45	55	25	75	86	14
〔VI〕其他試験	⑤ 過石熔焼餅用	75	25	40	60	16	84	83	17
	19 過石單用	76	24	40	60	19	81	84	16
	20 珪カル	79	21	39	61	19	81	85	15

このように、養分を増施すると吸收が旺盛になり養分濃度は上昇するが、穂への移行後にもなお茎葉に充分な量だけ残っているので、分配率という相対的な値では、一般に低下する傾向をとることが多いが、概して火山灰水田では磷酸増施によって玄米の生産能率は向上し、かつ穀実も良化している。

#### viii 土壤中の養分含量の推移(第8図)

##### (a) アンモニア態窒素

$\text{NH}_3\text{-N}$ は一般に施肥後20日前後には6~8mgに低下するが、その後7月初めには土壤中よりのNの放出によって増加し、後再び急激に減少して8月に入ると3~1mgぐらいになり、徐々に消滅しながら収穫期に至る。

しかしN—0及びNone区は全期間に亘り、略々2mg以下で経過しているが、None区は後期になっても低下しないのが特徴的である。P—0区は初期は他の窒素施用区と殆ど同じであるが、後期まで吸収が行われ難いために極端に高いレベルで終始しており、殊に7月中旬以降はそれが顕著である。またP—380等の少肥区にもこの傾向がみられる。

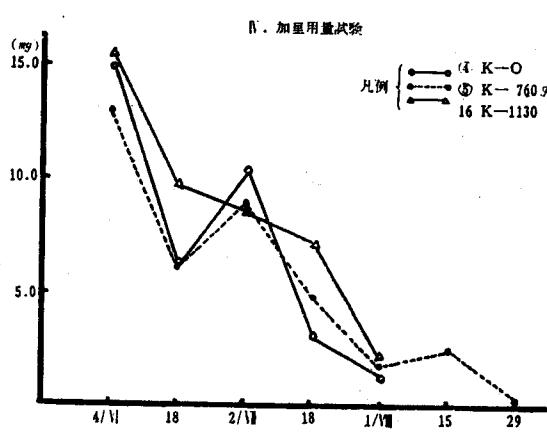
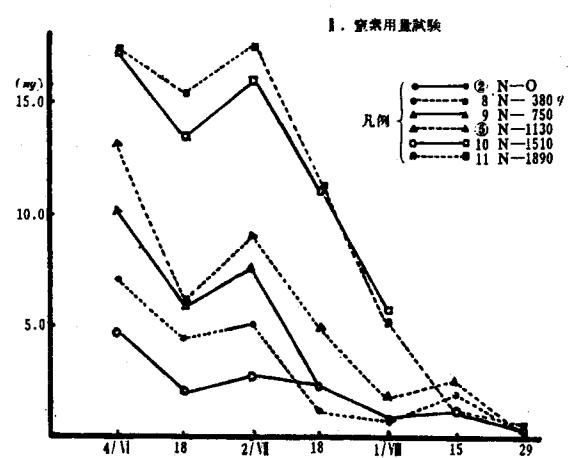
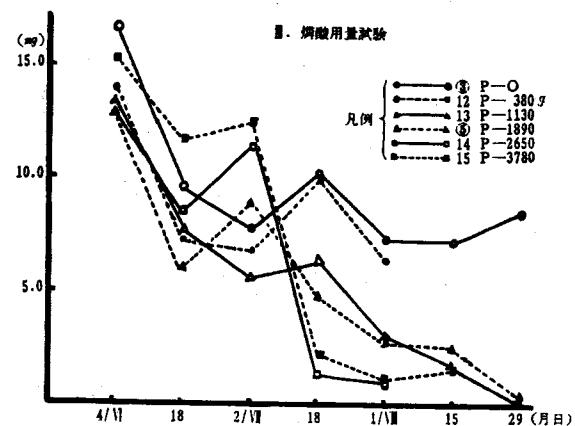
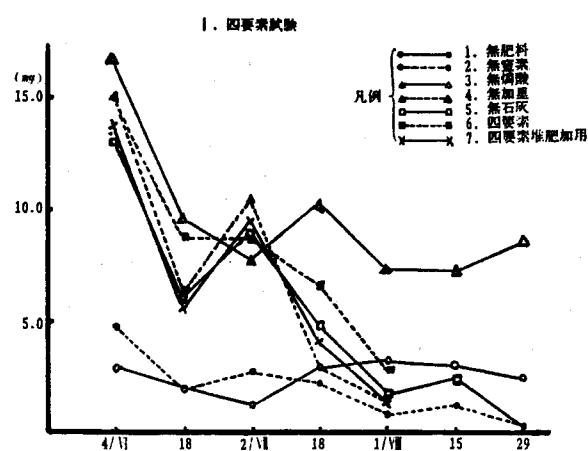
窒素の系列では、勿論窒素の高水準では明かに高く経過するが、磷酸系列の高水準では後期になるに従って逆

転して、低く経過する傾向がある。

このような土壤よりの窒素の供給の相違は、既述の水稻生育相、及びその体内養分濃度に明瞭に反映されている。

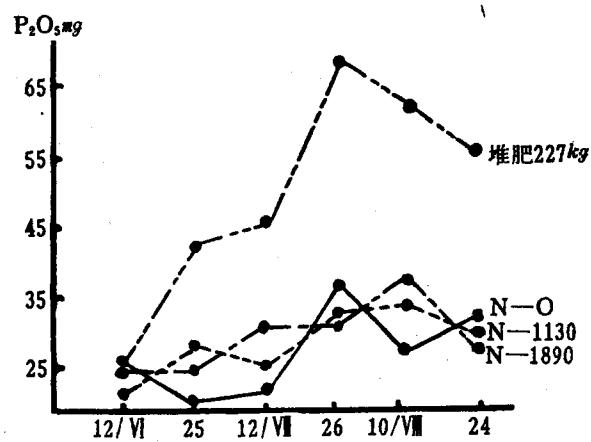
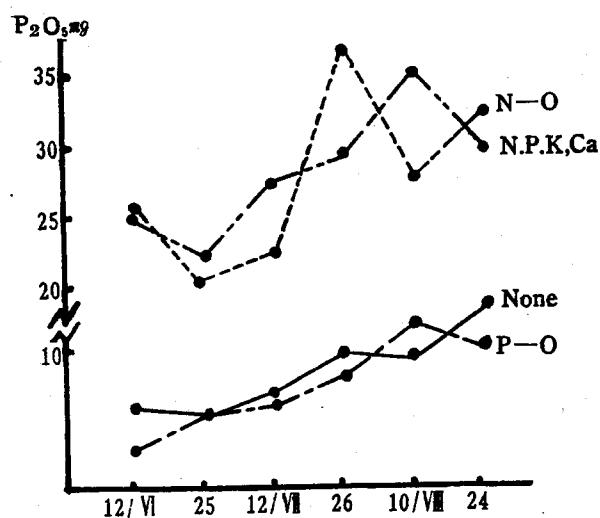
##### (b) 1%クエン酸可溶磷酸

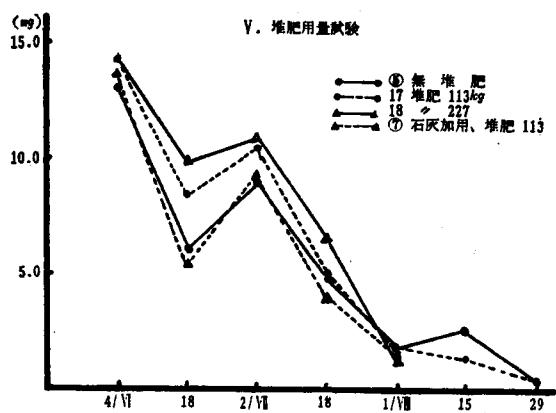
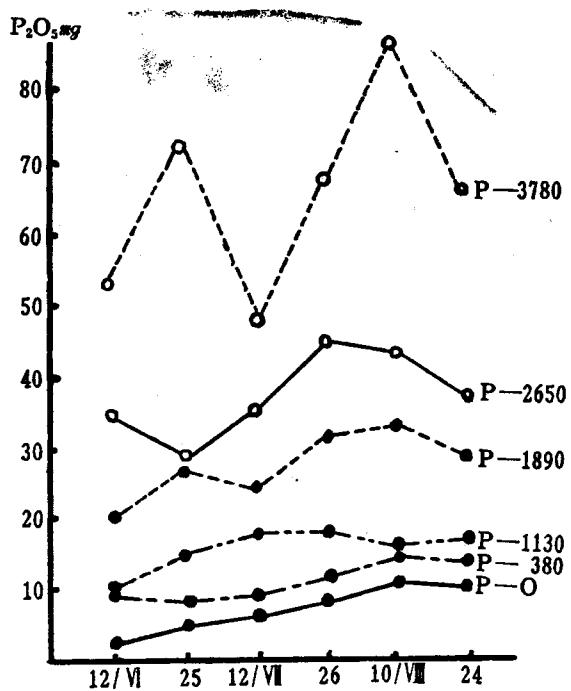
これはNone及びP—0区では当然ながら極めて低く、P系列の増大に従ってほど々全期に亘り含量が増加している。またその含量は全般的に7月中旬以降に増加する傾向がられる。このことは磷酸の溶出は、温度と密接な関係を有することを示しており、挿換期のごとき比較的低温の条件下及び一般に低温年では土壤中に可溶態の磷酸を多量に存せしめることが、その初期生育を支配するものであることを示しているもので、実際にはこのような火山灰土壤では、 $\text{P}_2\text{O}_5$ 含量が10mg以下では殆ど分蘖が行われず、15mg以上の増加によって生育は旺盛となってくることからすると、最低15mg位は存在させることが必須条件となってくるわけである。この条件は $\text{P}_2\text{O}_5$  1,890g以上の施用によって得られていることからしても、開田当初では最低 $\text{P}_2\text{O}_5$  1,890g以上の施用が必要であることは明かである。また堆肥の加用は、施用磷酸の可溶化を維持増進せしめるはたらきをもつて、この意味で



第8図 土壤中の養分含量の消長 その1  
(NH<sub>3</sub>-N)

第8図 土壤中の養分含量の消長 その2  
1%クエン酸可溶 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>



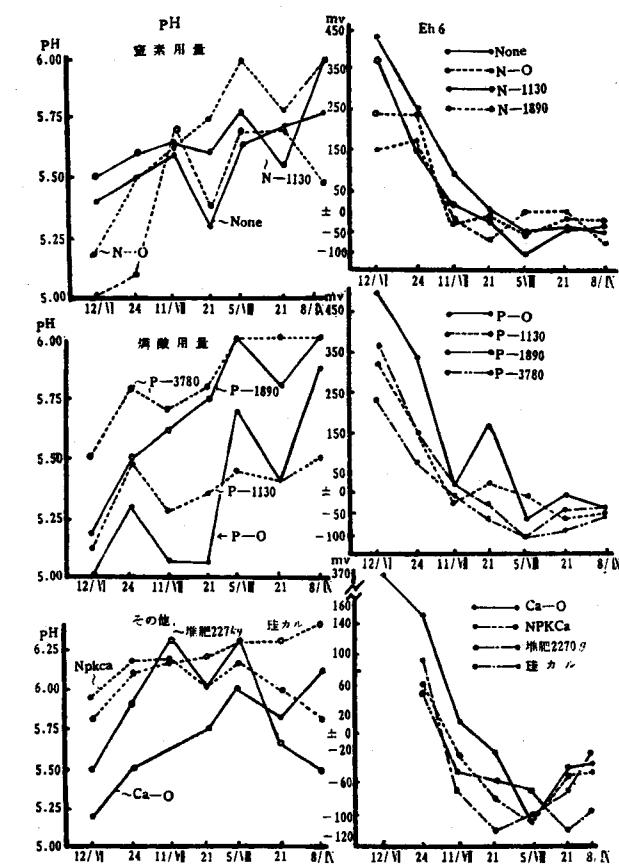


第8図 土壤中の養分含量の消長 その3  
堆肥用量試験

も極めて効果的である。

(c) pH (第9図)

pHは窒素増施区ほど初期にpHが低い傾向がみられ、磷酸増施区では反対にほど全期に亘りpHは高く経過している。



第9図 時期別 pH-Eh<sub>6</sub> の推移

また珪カル区と四要素区(石灰加用)とでは、初期は四要素区がやゝ高いが、後期では珪カル区の方が高い傾向がみられる。

(d) Eh<sub>6</sub> (第9図)

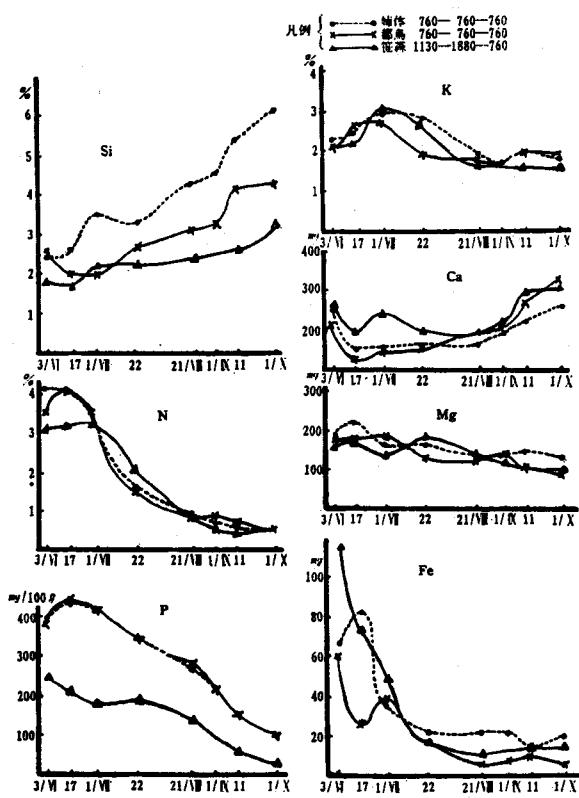
これはP用量に著しい特徴がみられる。即ち全般的にNone及びP-O区は高く経過し、磷酸の増施に伴って明かなEh<sub>6</sub>の低下がみられることである。特に6月～7月中にこの傾向が明瞭である。

このことは、土壤微生物の活動、ひいては土壤中のNH<sub>3</sub>-Nの消長とも関連をもつことが予想され、磷酸多用区での土壤中のNH<sub>3</sub>-Nの低下の原因は、微生物による固定ということも充分考えられることである。

ix 火山灰水田と沖積水田との比較

第21表 土壤タイプ別による水稻体の水分含量(新鮮物 %)

土壤タイプ別	6月3日	6月17日	7月1日	7月22日	8月21日	9月3日	9月11日	10月1日
埴質沖積水田；婧体	L S E	84.9 —	84.3 —	86.4 —	82.6 —	77.7 —	73.0 —	78.5 —
泥炭質沖積水田；都鳥	L S E	83.7 —	80.7 —	86.0 —	81.9 —	74.3 —	75.7 —	79.6 —
火山灰水田；笠森	L S E	82.0 —	80.4 —	82.8 —	83.3 —	71.9 —	74.8 —	78.8 —



第10図 土壤タイプ別による水稻体の養分濃度

以上のような特性を示している火山灰新開田は、一般的な沖積水田と如何なる相違があるかを比較してみることにする。当土地改良地区試験において試験を実施している埴質及び泥炭質の沖積水田と、この酸性火山灰水田における、水稻の養分吸収並に土壤よりの養分供給状況について比較してみると、明かな相違が認められる点が多い。（第21～23表・第10～12図参照）

#### A) 土壤タイプ別による水稻体の養分濃度

(a) 水分：各Type別土壤間にあまり差がみられない。  
 (b) Si：埴質沖積水田の姫体が最も高いレベルで経過し、泥炭質沖積水田の都鳥が之に次ぎ、火山灰新開田の笹森は最も低く経過していることが明かである。かように水稻体内のSi濃度が低いことが酸性火山灰水田の特性の一つである。  
 (c) N：各土壤とも分蘖始期に最高になり、その後生育の経過するに従い濃度としては低下していくのであるが、初期には火山灰水田は沖積水田に比し、明かに低くその後7月上旬頃からはむしろ高くなっている。これは火山灰水田の方が生育遅延の型をとるために、初期の養分吸収がおくれて低かった窒素濃度が、最高分蘖期に達している沖積水田のものより相対的に高くなってくるのである。しかし遅れて最高分蘖期に達する火山灰水田の

水稻は、8月に入り、更に出穂期を経て登熟期へと経過するに従って、地力からの窒素の放出が少い土壤条件であったため、茎葉の窒素濃度も関連して低下して来、再び沖積水田より明かに低く経過するのである。

かように火山灰水田では、初期の窒素の吸収が遅延し、いわゆる生育遅延のタイプとなり、更に登熟期には潜在窒素地力の貧困な場合には窒素切れ的現象を示したり、窒素地力の多い場合には一層生育遅延を助長して甚しくなるといった、窒素の吸収利用が沖積水田のそれとかなり異った、経過をとることが特異的である。

(d) P：埴質及び泥炭質とも沖積水田は、酸性火山灰水田に比し顕著に高いレベルで経過している。しかも標準の磷酸施用量が火山灰水田の方が沖積水田の約3倍も増施しているにも拘らず、全生育期間に亘って水稻体内の磷酸が半分以下の低濃度であることは、磷酸の吸収が極端に不良であることを示しているものである。特に播種後、活着期を経て分蘖を始める頃まで徐々にP濃度が低下していることは一般の沖積水田では認められず、火山灰水田や冷水田における特徴で、活着のため体内養分をエネルギーとして消耗したり、体外に溶出したりすることを示している。以上のように火山灰新開田は磷酸をかなり多用しても、なお生体内のP濃度が高まり難く、沖積水田のそれに較べて遙に低濃度で経過することが特異的である。

(e) K：火山灰水田でもKは割合よく吸収が行われ、初期には埴質の沖積水田である姫体のそれと殆ど同様に経過している。たゞ都鳥の泥炭質水田では活着後次第に濃度が低下していくが、この原因については不明であるが、母材が泥炭質で腐植過多土壤であることによると思われる。漏水の多い火山灰水田では、施用加里の流失が著しいものと思われ、後期には埴質沖積水田よりやゝK濃度が低下してきている。

(f) Ca：栄養生长期から出穂期にかけては、火山灰水田が高い傾向がみられるが、登熟期になるに従って差が少なくなってくる。沖積水田はやゝ低く経過しているが特に埴質の姫体では泥炭質の都鳥よりやゝ低下してくることがみられる。

(g) Mg：土壤タイプによる差は少いが、7月から8月にかけての生育の旺盛な時期に泥炭質水田がやゝ低い傾向がある。

(h) Fe : Feは土壤タイプによって明かな差異が認められる。即ち埴質の沖積水田は一般に高く経過するが、泥炭質水田では顕著に低い傾向をとる。それに対して火山灰水田では、初期やゝ濃度が大であるが急激に低下し、

第22表 その1 土壤タイプ別による養分吸収量 (kg/10a)

土壤タイプ別	Si			N			P			K		
	葉	穂	計	葉	穂	計	葉	穂	計	葉	穂	計
埴質沖積水田：姉体	38.70	9.95	48.65	3.15	5.48	8.63	0.52	1.86	2.38	11.30	2.16	13.46
泥炭質沖積水田：都鳥	27.60	7.49	35.09	3.50	5.23	8.73	0.61	1.67	2.28	12.60	1.29	13.89
火山灰水田：笹森	17.37	6.05	23.42	3.30	5.04	8.34	0.18	0.93	1.11	8.52	1.80	10.32

その2 土壤タイプ別による玄米180l生産に要した養分量 (kg)

土壤タイプ別	Si	N	P	K
埴質沖積水田：姉体	11.20	2.28	0.63	3.55
泥炭質沖積水田：都鳥	9.90	2.48	0.65	3.93
火山灰質水田：笹森	8.02	2.85	0.38	3.53

ほゞ埴質と泥炭質との中間に介在するごとき傾向を示している。

#### B) 土壤タイプ別による水稻体の養分吸収量

このような養分濃度をしめす土壤タイプ別の各地の養分吸収量をみると、概ね養分濃度と併行的な関係をもつ傾向がみられる。

即ち火山灰水田において養分濃度の低いP及びSiは、沖積水田のそれに比して極めて少い。特にPは、水稻全体としては沖積水田の半分以下という頭著に低い吸収量で、茎葉のみでは1/3以下の吸収量にすぎない。Kもやゝ低く、殊に茎葉において低い値を示している。Nについては、余り差がないようである。

一般に埴質沖積水田ではSiとPの吸収量が高く、泥炭質水田ではPは埴質水田に同等であるがSiの吸収量が劣り、酸性火山灰水田ではSiとPの吸収量が頭著に低く、Kもやゝ低く、Nは同等かやゝ劣る程度という傾向をしめしている。

従って玄米180l生産に要した養分量においても、火山灰水田はSi及びPが低い値を示しているのである。

#### C) 土壤タイプ別による吸収養分の分配率の差異

更に吸収された養分の分配率を土壤タイプ別に比較してみると、火山灰水田ではPの穂への配分が特異的に大きい値を示していることが明かである。即ち泥炭質水田

ではやゝ低く、埴質水田がそれよりやゝ大であるが共に大差ない分配率であるのに、火山灰水田では1割以上も大きい値をしめしているのである。これは火山灰水田では茎葉へ吸収されているP濃度が低いために、穂の形成及び稔実のためには、極力茎葉のPを穂部へ移行させる必要があること、及び漏水があるためその移行が良化するためと解され、従って反対に茎葉のP濃度、ひいては吸収量が極めて低い値を示すことになるのである。

Nでは土壤タイプによる差が殆どみられず、Siは概ね火山灰水田沖積水田の傾向をとり、Kは泥炭質水田の穂部への分配率が特に低く、火山灰水田はむしろ埴質沖積水田に類似した傾向をとるようである。

#### D) 土壤タイプ別による土壤中の養分濃度

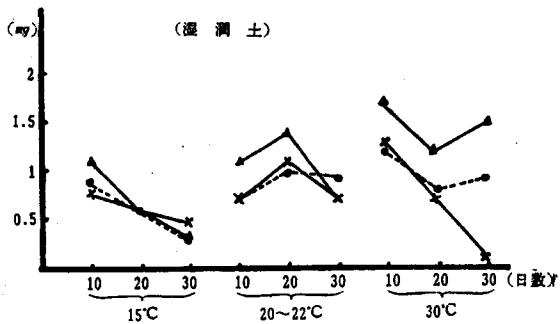
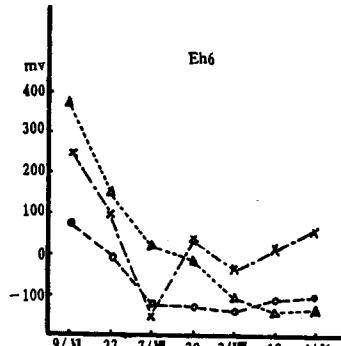
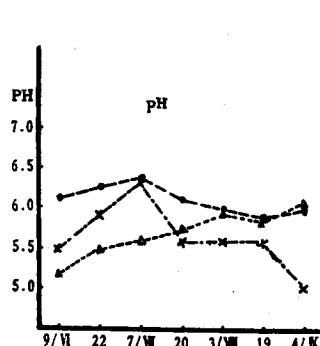
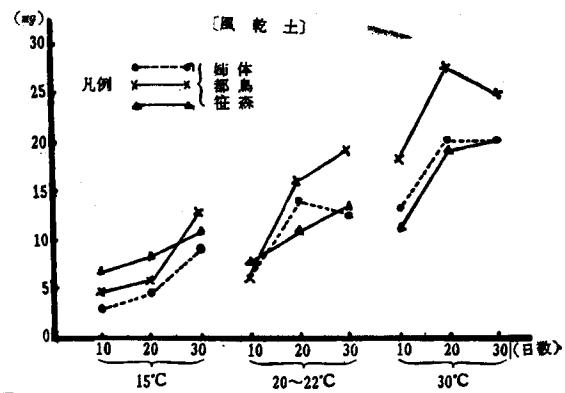
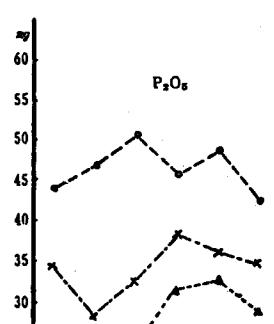
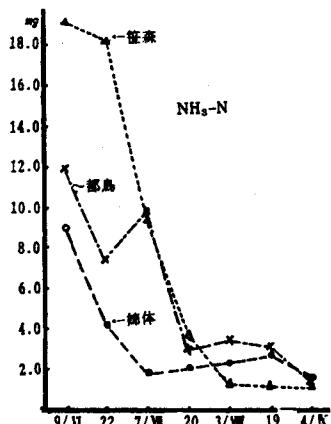
(a) NH<sub>3</sub>-N：埴質水田では終始低く経過し、また泥炭質水田では初期に高く、生育の経過に伴って急激に低下してくるが、8月の高温期に再び高くなる傾向がある。火山灰水田では初期にはやはり高く7月初めまでは余り減少しないが、その後は急速に低下してゆき、地力の窒素も少いことなどにより、8月以降は埴質水田より更に低下して最も低くなってくる。

かように生殖生长期に火山灰水田のNH<sub>3</sub>-N含量が極めて低いことは、明かに水稻生育相に反映され、登熟期の茎葉のN濃度低下を来すこととなり、収量が伸びない原因ともなっている。

(b) 1%クエン酸可溶磷酸：磷酸においては各土壤タイプ間に頭著な差異がみられる。即ち埴質水田が最も高いレベルで経過し、泥炭質水田はこれに次ぎ、かつ後期の高温になるに従って高くなってくる傾向がある。これらに較べて火山灰水田は最も低く、殊に活着期のいわゆ

第23表 土壤タイプ別による吸収養分の分配率 (%)

土壤タイプ別	Si		N		P		K	
	葉	穂	葉	穂	葉	穂	葉	穂
埴質沖積水田：姉体	80	20	37	63	22	78	85	15
泥炭質沖積水田：都鳥	79	21	40	60	27	73	91	9
火山灰水田：笹森	75	25	40	60	16	84	83	17



第11図 土壤タイプ別による土壤の化学性

る初期分蘖の頃に極めて低いことは、初期生育が抑制されることを示しているものである。その後高温になるに従って磷酸含量が高い値を示すようになるが、その絶対量は、施肥量が沖積水田より遙に多肥であるにも拘らず、なお甚だ低濃度であることが特異的である。

このように火山灰新開田では、磷酸を多用してもなお未だ土壤中の可溶態磷酸の濃度が低く、従ってそこに栽培される水稻体のP濃度も高くはなり得ず、このP低含量に起因する種々の水稻生理異常を惹起しているのである。

(c) pH：これは土壤本来のpHにも起因するので、特に湛水の初期にはその特質が反映されるため比較することの意義が薄れる怖れもあるが、概して酸性火山灰水田ではpHが低い傾向がみられ、7月頃から高温になると次第に高くなってくる。なお埴質水田では一般に高いpHで経過している。

(d) Eh<sub>6</sub>：火山灰水田は初期から中期にかけて顕著に高く、還元が進み難いことを示している。埴質沖積水田ではもっとも低く、特に中期から後期にかけて高温期間中は低い電位で経過している。泥炭質水田は7月初めまで急激に電位が低下するが、中干し後は0mv前後に戻り、その後は余り低下しないので、後期には埴質水田及

び火山灰水田よりやゝ高い傾向を示している。

(e) 無機化窒素量：何れのタイプの土壤でも、温度の上昇に伴って無機化していく窒素量が増大していく傾向があるが、特に風乾土にてその傾向が著しい。湿潤土では放出量が少ないので火山灰水田がやゝ高いがあまり差がない。

風乾土において比較的低温の15°Cの場合は日数の経過とともに無機化窒素量が上昇するが、高温の30°Cになると各タイプの土壤とも3週間目頃で既に最高に達しており、NH<sub>3</sub>-Nの放出が速かであることを示している。

概して15°Cの低温条件では埴質水田の無機化窒素量が低く、泥炭質水田は後期になるに従って増大し、火山灰水田は初期濃度が漸増するのみで、後期に至っても余り大ならない傾向がみられる。

又、20°C及び30°Cの高温条件下では、特に泥炭質沖積水田の窒素の放出量が著しく、殊に30°Cで顕著であり、埴質水田と火山灰水田とは同様な傾向をとり乍ら、泥炭質水田より低く経過している。そのうちでも火山灰水田はやゝ放出量が少い傾向がみられる。

#### 4) 要 約

上述のような結果を得られたが、これを要約すると、

① 漏水性の火山灰新開田では、磷酸が支配的因素であり、次いで窒素の肥効が高い。加里は開田当初は効果が認められず、年次の経過とともに稍々その効果がみられるようになる。

② None 区及び P—0 区は全く類似した生育経過を示し、極めて不良で且生育遅延が著しい。

このような磷酸欠乏では、初期に水分・N・P 及びK の吸収が抑制され、蓄積された澱粉は何等分蘖に利用されないが、8月以降になって茎の水分及びN濃度が増大し、茎の蓄積澱粉を消費して分蘖は僅少ながら続行されるが、磷酸のためそれも無効茎にすぎない。従って出穂期は遅延し、かつ栽植母稈のみの出穂となり、これへの養分の移行によって茎葉は完全に枯死してしまう状態である。この傾向は磷酸少肥区にもみられる。

③ 磷酸を増施するに従って体内P濃度は高まり、施用窒素の吸収同化は順調となり、磷酸少肥の場合とは全く逆に、初期生育は旺盛となり、7月上旬以降、茎・葉ともに澱粉は集積し、生育は促進され、出穂も早まり、稔実は良化する。たゞ磷酸を多施すると、分蘖最盛期（7月上旬）以降は、土壤中の  $\text{NH}_3\text{-N}$  量も低下し、生育旺盛になった水稻の後期における茎数減が著しく、従って穗数が減少するので、玄米収量の増大にはならない。

④ これに窒素を増施してやると、茎数減が割合に少くなり、有効茎歩合が向上して、穗数が増加し、ひいては増収となっている。

しかしこの場合、極端に窒素質肥料のみの多施用では生育遅延やイモチ病等の障害を起し、登熟が不良になり、不安定であるので、堆肥の増施や珪カル等の施用が必要で、地力を維持増進せしめることによる安定多収の方策をとることが必要になってくる。

⑤ 年次の経過に伴って、土壤中に磷酸の蓄積が行われ、その残効によって磷酸用量試験の少肥区の収量の増大が著しく、Pの養分吸収率も次第に向上去ることが明かである。

⑥ 堆肥・珪カル並に石灰の効果は年次の経過とともに顕著になってきており、水稻への養分供給と、土壤改良剤としての両面より、かなり大量に必要であることが明かとなった。

⑦ 酸性火山灰水田における磷酸多施用は、過石単用よりも、過石と熔燐との併用がよく、これによる塩基供給の効果は極めて大である。

⑧ しかしこれを一般の沖積水田のそれと比較すると、磷酸を遙に増施しているにも拘らず、火山灰水田で

は土壤の磷酸含量が低く経過し、特に生育初期に低いことが特徴である。従って火山灰新開田では a 当り成分として 2 kg 前後の磷酸の施用が必要であり、かつ 5~6 年は連用すべきである。

### 3. 磷酸残効試験

#### 1) 目的

磷酸の用量試験の結果、火山灰新開田では磷酸の多施用が極めて効果的であることが明かとなったので、多施用すべき年限及び土壤中に蓄積された磷酸の水稻による吸収利用の状況を知ろうとして磷酸の残効試験を実施した。

#### 2) 試験方法

i 供試圃場 笹森開田圃場

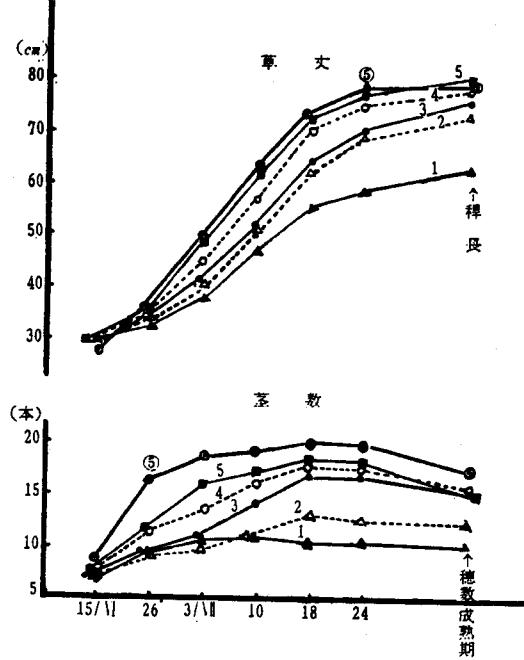
1956年より1959年まで4カ年間磷酸用量試験を実施し、夫々異なる施肥磷酸の前歴をもつ圃場

ii 試験の規模 1区13.2m<sup>2</sup> 2連制

第24表 区制及び施肥量

試験区名	施肥量(g/a)		
	窒素	磷酸	加里
	硫安	過石	塩加
1 磷酸前歴 380 g 区	1,130	380	760
2 磷酸前歴 1,130 g 区	1,130	380	760
3 磷酸前歴 1,890 g 区	1,130	380	760
4 磷酸前歴 2,650 g 区	1,130	380	760
5 磷酸前歴 3,780 g 区	1,130	380	760

註 磷酸少肥にて均一栽培とする。



第13図 生育経過

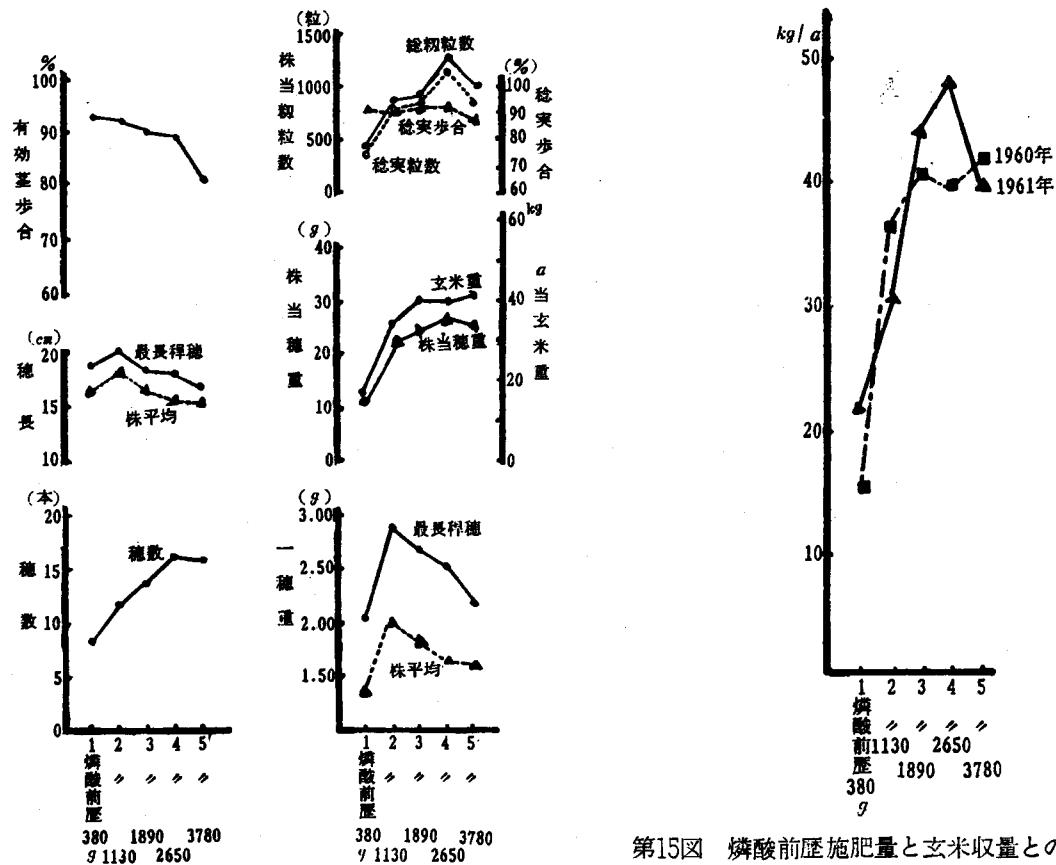
第25表 収量調査成績(あ当り)

1960年

試験区名	収量	精米重	玄米重	同左比率	粒重	屑米重	玄米1l重	千粒重	参考反当 玄米容量
	kg	kg	kg	%	kg	kg	g	g	石
1 磷酸前歴 380 g 区	17.5	18.8	15.0	37	0.1	0.2	770	22.3	1.07
2 磷酸前歴 1,130 g 区	36.7	44.6	36.4	89	0.3	0.5	771	22.9	2.60
3 磷酸前歴 1,890 g 区	41.7	49.4	40.8	100	0.3	0.5	792	22.5	2.83
4 磷酸前歴 2,650 g 区	42.5	48.4	39.6	97	0.3	0.5	781	22.4	2.78
5 磷酸前歴 3,780 g 区	49.2	51.2	41.9	103	0.4	0.5	784	22.3	2.94

1961年

試験区名	収量	精米重	玄米重	同左比率	粒重	屑米重	玄米1l重	千粒重	参考反当 玄米容量
	kg	kg	kg	%	kg	kg	g	g	石
1 磷酸前歴 380 g 区	25.9	26.9	21.9	49	0.2	0.4	812	23.5	1.48
2 磷酸前歴 1,130 g 区	36.7	46.8	30.8	69	0.8	0.7	814	23.3	2.08
3 磷酸前歴 1,890 g 区	52.5	56.2	44.6	100	1.8	2.5	810	22.0	3.03
4 磷酸前歴 2,650 g 区	50.9	60.5	48.6	109	1.5	2.2	811	21.8	3.29
5 磷酸前歴 3,780 g 区	56.7	49.8	40.0	97	3.2	2.0	811	21.3	2.71

第14図 分解調査  
(累年の傾向)

## 第14図 分解調査

## iii 区別及び施肥量

## 3) 試験結果

## i 生育・収量調査

過去4カ年間磷酸の用量試験を行なった圃場について、その施用磷酸の残効をみようとして試験を実施したもので、施用磷酸量を減じて各区380gの均一栽培として行なった。

その結果、2ヶ年ともほぼ同様の傾向を示し、磷酸の施肥前歴が多肥であるほど生育よく、草丈・茎数ひいては稈長・穂数が優り、収量においても多収であって、前歴磷酸の残効が極めて大きいことが明かとなった。

即ち前歴磷酸が少肥である1,130g区までは、草丈・茎数が著しく劣るが、前歴1,890g区以上でよく正常に生育し、特に前歴多磷酸の区ほど茎数が多くなる傾向が

第26表 累年標準区との比較

区 名	収量指數(%)	
	1960	1961
1 磷酸前歴 380g 区	34	49
2 磷酸前歴 1,130g 区	83	68
3 磷酸前歴 1,890g 区	93	99
4 磷酸前歴 2,650g 区	90	108
5 磷酸前歴 3,780g 区	95	90
*Cf 磷酸 1,890g 運用区	100	100

\* 施肥法試験の標準区

みられたが、一方分蘖の無効化するものも多く有効茎歩合が低下して穗数がやゝ減少した上、穗長が短小の傾向をとったため、株当穀粒及び穗重が前歴標準区より余り増大せず、玄米収量が向上しなかった。

しかしこれを累年磷酸 1,890g 運用区（累年標準区）と比較すると、累年磷酸 380g 区の収量指数が40%内外の甚だしい低収であるのに対して、4ヶ年 1,890g 区で5年目から 380g に減肥したものでも95%内外であることは、前歴多磷酸の残効が顕著であることを示しているものである。

## ii 体内組成

### (a) 乾物重

磷酸前歴の380g 区が最も低く、1,130g 区はこれに次ぎ、磷酸前歴 1,890g 区は栄養生长期は低いが、生殖生长期は4区・5区の多磷酸区と同等の乾物重になっている。前歴多磷酸の2,650g 区及び3,780g 区は栄養生长期の生育量が大で他の区に優る乾物重であるが、生殖生长期頃からは前歴標準区(1,890g 区)と大差ない乾物重となっており、穗の乾物重も亦同様である。

### (b) N

磷酸前歴多肥のものほど活着後の茎葉のN濃度の高まりが著しく、7月上旬頃まで高濃度に経過する。それが7月中旬以降にはきれいに逆転してしまい、前歴多磷酸

のものほどN濃度が低下してき収穫期まで経過する。これは前歴多磷酸区ほど生育旺盛であるため、土壤中の窒素を早く利用してしまうので土壤窒素が不足してくる上に、本圃場は下層土がかなり表層に混入しているので、後期の土壤窒素の供給も殆どないため、後期に吸収される量が低減し、体内のN濃度も低下するものと考えられる。

従って前歴多磷酸区の乾物重が割合に増大しないのは、土壤窒素の供給の持続性の低下が主な原因であろうと推察される。

### (c) P

これは施肥前歴の磷酸多施用のものほど全期に亘って比例的に高濃度に経過している。

即ち磷酸少肥の前歴 380g 区及び 1,130g 区は甚だしく低濃度で、7月以降は 100mgP 以下で経過し、収穫期には 20mgP 位まで低下している。また標準の前歴 1,890g 区以上では、8月上旬頃までは徐々にP濃度が高まってゆき、出穗後急激に減少するが、収穫期には約 30mgP まで低下している。磷酸多肥の前歴 2,650g 区及び 3,780g 区はP濃度が高く、施肥法試験の標準区である磷酸 1,890g 運用区に比し同等以上のP含量で経過している。

このように前歴に施肥された磷酸が、水稻生育の初期からよく吸収利用されていることが明かとなった。

### iii 土壤中の窒素・磷酸の消長

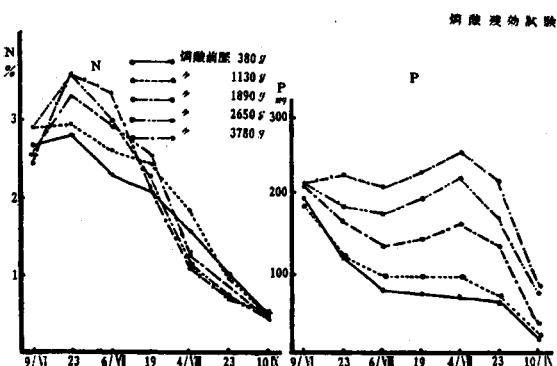
#### (a) NH<sub>3</sub>-N

肥料としての窒素施用量が同一量であるので、ほゝ地上部の生育のよい前歴多磷酸のものほど速かに窒素が吸収されるので、土壤窒素が低くなってくる傾向にある。

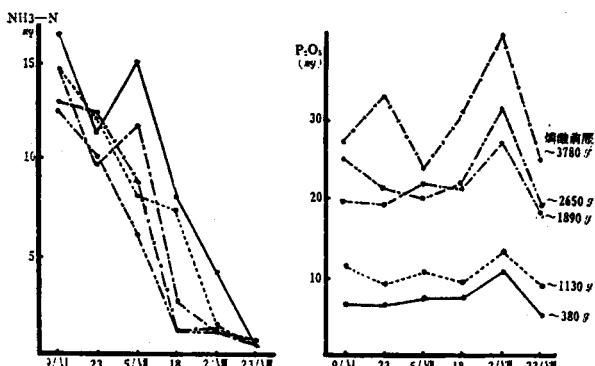
即ち前歴多磷酸の4区・5区は幼穗形成期において、既にNH<sub>3</sub>-N が 1mg 位までに低下してしまい、窒素不足の状態になっているが、前歴標準の3区では、その頃なお 3mg 位のNH<sub>3</sub>-N が存在していて、出穗・登熟に

第27表 乾物重(g/株)

区 名	9/VI	23/VI	6/VII	19/VII	4/VIII	23/VIII	3/X
1 磷酸前歴 380g 区 L S E	0.3	0.6	1.2	2.8	5.3	9.9	6.3
2 磷酸前歴 1,130g 区 L S E	0.3	0.5	1.3	4.5	12.5	9.8	8.5
3 磷酸前歴 1,890g 区 L S E	0.2	0.6	1.5	9.3	14.8	23.3	21.3
4 磷酸前歴 2,650g 区 L S E	0.2	0.9	2.5	12.0	19.5	23.5	11.5
5 磷酸前歴 3,780g 区 L S E	0.3	0.8	2.9	13.5	21.5	24.8	20.3
						5.5	15.5
							22.2



第16図 水稻体の養分濃度



第17図 土壤中の養分含量の消長

有効に利用されている。これに反し前歴少肥の1区・2区では、地上部の生育が貧弱であるために  $\text{NH}_3\text{-N}$  の吸收利用の程度も低く、同じ時期になお7~8mgの多量の  $\text{NH}_3\text{-N}$  が残存しており、これは大凡無磷酸区の  $\text{NH}_3\text{-N}$  の経過の傾向と同様である。

土壤中の窒素がかようじに経過することは、当然体内の窒素濃度にも影響を及ぼし、前述のごとく幼穂形成期以降になると前歴多磷酸のものほど、体内窒素含量の低下を来していくのであり、ひいては収量がそれほど増大しない原因ともなっているのである。

#### (d) 1%クエン酸可溶磷酸

前歴少肥の380g区は6~7mgで無磷酸区よりやゝ多い程度、1,130g区でも10mg内外で、何れも明かに磷酸不足の状態であった。前歴1,890g区は20mg前後で、累年標準の1,890g運用区よりやゝ高濃度で経過し、前歴多磷酸の2,650g区及び3,780g区が1,890g運用区と同等の磷酸含量で経過している。

かようじに施肥前歴の磷酸多施用のものほど、土壤磷酸が高濃度であることは、水稻の生育に対しても前歴磷酸の残効が初期から顕著であることを示しているものである。

そしてその磷酸含量の絶対量は前歴最多磷酸の5区が標準の1,890g運用区と同等であるのみで、他は何れも標準より低下してきており、特に生体では健全で、標準の1,890g運用区より体内P濃度が大であった前歴多磷酸の4区が、土壤では累年標準より低含量になっていることは注目すべきことで、体内P濃度は正常でも、土壤磷酸の方は既に低下しつつあり、或る含量以下になれば生体のP濃度へも影響を及ぼすようになるのである。

#### 4 要 約

① 火山灰新開田における磷酸多施は、累年運用されることによって土壤中に蓄積され、磷酸が富化していくものと思われる。そこでこの蓄積磷酸の残効をみたところ、その効果は極めて大であることが明かとなった。

② 即ち前歴多磷酸ほど初期より生育旺盛で分蘖も多く、累年標準区と同等の生育・収量を示した。また水稻体内のP濃度も高く経過し、土壤中の可溶態磷酸の含量も亦高い。しかも水稻に対しては、その生育の初期より吸収・利用されている点は注目される。

③ 磷酸を多施用すべき年限については、本試験では、4年で既に相当の残効がみられたのであるが、尚安定多収という点を考慮すれば5~6年は運用したい。その後は施用量を減じて磷酸をa当たり1.5kg~2kgにすることが可能である。

このような磷酸の施用法は、火山灰新開田の施肥技術としては勿論のこと、経済的にも有利であると考えられる。

#### 4 跡地土壤の変化

開田後における土壤の変化について、土壤断面並びに一般化等性についてみた。特にその変化は湛水の影響と、磷酸の多施用という肥培技術上の処理が跡地土壤に及ぼす影響を重点とした。

##### 1) 土壤断面

観察上では斑鐵の生成状況にのみ相異がみられ、その他の性格上には特に変化はみられない。即ち斑鐵は開田後1年目で既に表層にみられ、その殆んどが膜状のものである。又一般に漏水が著しいため土壤の割目に沿って析出し、特に犁底盤との境には水平状に出現し、且赤褐色を呈し酸化色が極めて強い。開田後3年目には2層にも同様状の斑鐵の形成がみられた。又下層の黄褐色土層も幾分“粘り”を示していくようである。

更に未耕地・開田3年目(当試験圃で多磷酸栽培を行った圃場)・開田20年目(接する農家の圃場で從来少磷酸栽培を行った圃場)並びに磷酸用量試験跡地につ

いて二三の分析を行った。

## 2) 粒径組成

開田後の年次経過に伴う粒径組成の変化をみたのであるが、年次経過に伴って砂の部分は減少し逆に微砂及び粘土分の増加が著しい。これは土壤耕起・代耕及び灌水による還元等によって、団粒の破壊と同時に未風化鉱物風化も促進され、且淘汰された結果表層では粒子が細かくなっている。

ものと思われる。

第28表 開田における跡地土壤の粒径組成 (%)

	粗砂	細砂	砂合計	微砂	粘土	粒径組成
未耕地	4.7	20.6	25.3	21.9	27.2	LiC
3年目	3.2	16.8	20.0	25.6	27.6	LiC
20年目	2.9	15.1	18.0	24.2	30.4	LiC

(註)  $H_2O_2$ 処理後、5% 蔗酸で処理し、分散を容易ならしめた。

## 3) 化学性

従来とられてきた施肥法の影響が強く現われているものと思われるが、一応開田後の年次経過に伴う変化についてみると、

① 全炭素は未耕地に比べ増加しているが、これは堆きう肥施用の効果と思われる。全窒素もこれに伴って増加している。

② pH は顕著に上昇し、置換酸度は逆に減少している。しかも開田後年数を経過したもの程下層までこの影響がみられる。

③ 磷酸吸収係数は、開田後の変化は上層では余り著しくないが下層では年次の古いものがやゝ低くなり、堆きう肥、石灰及び磷酸等の土壤改良資材の投入によって幾分改善されている。

④ 塩基置換容量は、3年目が最も高く、20年目がこれに次ぎ、未耕地が低い。これは腐植含量との関係が深い

ようである。

⑤ 置換性石灰及び苦土は、開田後顕著に増加しているが、これは施肥法特に施用磷酸の量と種類が、かなり影響しているようで3年目が高い。しかし下層では年次の古いものが石灰・苦土共に高くなっている。

⑥ 1% クエン酸可溶磷酸は、置換性塩基の場合と全く同様であり、開田後急激に増加しており、特に開田年次の古いもの程下層まで多くなっている。

⑦ 放出  $NH_3-N$ 、風乾土を  $30^{\circ}C$  に培養した場合に放出する N 量は、腐植の含量と質によるわけであるが、開田後堆厩肥を施用し、耕起したもの程下層まで高くなっている。

⑧ BRENNER の方法に準じて N の分別を行った結果は、開田後全窒素は漸次増加をみせているが、これを細分すると各 Fraction 共に増加しているが、特に NaF 及び NaOH 可溶部分の増加が著しい。逆に Na-cit の部分は幾分減少を示している。このことから推定すると、火山灰水田において堆厩肥を増投した場合には、そのかなりが Al によって固定(結合)及び腐植物質とし存在するものと思われる。

⑨ TAMM 液可溶成分についてみると  $Fe_2O_3$  が幾分下層に移動しており、年次経過と共に表層は減少し、下層ではやゝ増加している。

更に磷酸施用量による土壤の変化についてみると、

① 全炭素・全窒素共に磷酸用量によって一定の傾向はみられなかった。

② pH 置換酸度 pH は磷酸(過磷酸石灰と熔成磷酸の作用)施用によって明らかに上昇しているが、3年目と5年目では大差はない。

置換酸度も pH と同様、磷酸肥料施用の影響は顕著にみられ、施用量の増加と共に明らかに減少しており、且、年次の経過したもの程低い値を示している。

第29表 開田後の年次経過による跡地土壤の一般化学性

層位	全炭素 %	全窒素 %	pH ( $H_2O$ )	置換酸度 $y_1$	C.E.C me	置換性 Ca me	置換性 Mg me	1% クエン酸可溶 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg	NH <sub>3</sub> -N 風乾土 $30^{\circ}C$ mg	磷酸吸 收係数
								P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg	NH <sub>3</sub> -N mg	
未耕地 {	I	4.29	0.33	4.8	12.9	22.0	2.1	0.7	6.62	5.6
	II*	2.39	0.18	5.1	9.7	14.0	2.4	1.5	tr	3.1
3年目 {	I	5.72	0.36	5.4	1.4	26.5	12.1	1.6	31.84	16.1
	II	4.77	0.30	5.4	10.9	23.9	4.2	1.2	7.68	3.0
20年目 {	I	5.48	0.38	5.7	2.1	24.5	10.0	0.9	26.80	16.8
	II	4.53	0.35	5.8	1.4	23.8	9.9	1.2	15.04	10.3

註 ※黄褐色土層が一部混入

20年目は一般農家の圃場

第30表 開田における跡地土壤の窒素の分別

	NaOH		Na-P		Na-cit		Na-F	
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
未耕地	215.8	100	173.3	100	86.6	100	117.0	100
3年目	221.9	103	176.3	102	89.7	103	129.0	110
20年目	224.9	104	186.9	108	80.6	93	138.3	118

註 0.5M-NaOH

Na-P ..... 0.1Mピロ磷酸ソーダ (pH7)

Na-cit ..... 0.2Mクエン酸ソーダ (pH7)

NaF ..... 0.5M弗化ソーダ (pH7)

③ 磷酸吸収係数も施用量の増加に伴って幾分減少の傾向を示しているが、特に5年目で明瞭である。

④ 塩基置換容量は、施用量及び年次によって特に一定の傾向はみられない。

⑤ 置換性石灰・苦土 施用量の増加に伴って増加しているが、石灰は各区共に3年目以降は増加はみられないが、苦土は年次の進行と共に顕著に増加している。

⑥ 1%クエン酸可溶磷酸は施用量に伴って増加しているが、P-0~P-1130g区までの増加は少なく、1890g区以上において顕著である。

⑦ 風乾土の培養によるNの放出は区間に特に一定の傾向はみられない。

⑧ Nの分別についてみると、磷酸のかなりの施用によ

って各 fraction 共に減少の傾向を呈するが、磷酸多用区程減少の度合が著しいようである。本圃場は堆肥無施用であるためこの傾向は明瞭に現われたものと思われる。

⑨ TAMM 液可溶成分については、一定の傾向は認められなかった。

更にその他の各区の跡地土壤についてみると、

① 全炭素・全窒素及び NH<sub>3</sub>-N の放出量は、堆肥加用によってその増加が認められ、施用量の増加と共に幾分増加している。その他の各区は必ずしも一定の傾向は認められない。

② pH 及び置換酸度は、消石灰・珪カル等の石灰質肥料の効果が最も顕著である。又磷酸質肥料の施用の有無の影響も認められ、無肥料区・無磷酸区に対し、他の各区は何れも反応はやや高くなっている。

③ 置換性 Ca 及び Mg 含量は、石灰区・珪カル区が Ca・Mg 共に顕著に増加している。又磷酸質肥料の副成分としての Ca・Mg の投入によって磷酸施用区が高いが、過石単用区では石灰の増加はみられるが、Mg は当然低い値を示している。

④ 塩基置換容量は、堆肥多用区と珪カル区においてその増加が認められた。前者は腐植含量の増加によるものであるが、後者は施用硅酸とアモルファス部分との結合

第31表 開田における磷酸用量試験跡地土壤の一般化学性

年次	区名	全炭素	全窒素	pH (H <sub>2</sub> O)	置換度 y <sub>1</sub>	C.E.C.	置換性		磷酸吸 收係数	1%クニ ン酸可溶 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
							Ca	Mg		
1957	P-0g区	—	—	4.8	16.0	me	me	me	2,244	7.00
	P-380g区	—	0.27	5.2	13.1	22.0	3.4	0.9	2,120	7.84
	P-1,130g区	—	0.22	5.3	19.1	4.1	5.2	1.3	1,954	8.00
	P-1,890g区	—	0.26	5.4	8.8	22.4	5.8	1.0	2,054	15.36
	P-2,650g区	—	0.22	5.3	10.2	20.5	6.1	1.7	2,028	20.32
	P-3,780g区	—	0.27	5.3	9.2	21.2	7.1	1.8	2,192	40.60
1959	P-380g区	3.8	0.29	4.9	11.0	19.4	3.6	1.6	2,240	—
	P-1,130g区	3.8	0.27	5.0	9.4	18.7	4.7	1.8	2,295	—
	P-1,890g区	3.6	0.27	5.0	7.8	19.5	5.2	2.0	2,247	—
	P-2,650g区	3.8	0.27	5.2	6.2	19.4	5.2	2.4	2,195	—
	P-3,780g区	3.7	0.26	5.4	3.7	19.4	5.5	3.5	2,042	—

第32表 磷酸用量試験跡地土壤の窒素の分別(1959)

区名	NaOH		Na-P		Na-cit		NaF	
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
None区	185.4	100	141.4	100	80.6	150	92.7	100
P-0区	182.4	98.3	144.4	101	82.1	101	94.2	101
P-18.9区	173.3	94	136.8	97	76.0	94	86.6	94
P-37.8区	167.2	90	135.3	95	72.9	90	82.1	88

による吸着複合体の生成によるものと思われる。

⑤ 磷酸吸収係数には各区共に一定の傾向は認められない。

#### 4) 土壤有機態窒素と磷酸

土壤中の窒素の放出と関連して、磷酸の施用が土壤有機態窒素の質的変化に及ぼす影響をみようとしたものであるが、短期間に急激な変化を与えるために、磷酸添加

第33表 開田における肥料試験跡地土壤の一般化学性 (1959)

区名	全炭素	全窒素	pH (H <sub>2</sub> O)	置換酸度 y <sub>1</sub>	C.E.C.	置換性		磷酸吸 収係数	NH <sub>3</sub> -N 風乾土 30°C
						Ca	Mg		
無肥無磷無堆肥要素肥料石力	3.58 3.58 3.58 3.58 3.58 3.81 3.81 4.05 5.24 3.58 3.81	% 0.26 — 0.27 — 0.26 0.26 0.32 0.38 0.27 0.26	% 5.0 5.1 4.9 5.0 5.0 5.4 5.1 5.0 5.0 5.6	9.3 6.6 12.5 7.2 7.0 17.3 18.7 18.7 5.4 8.5 0.8 0.7	me 18.0 18.4 18.0 18.7 17.3 19.7 9.4 5.7 20.4 17.9 6.0 5.7 6.7 3.4 4.2 1.6 9.1 22.1	me 3.4 6.3 3.4 5.7 6.0 9.4 6.6 3.2 6.7 4.2 2.7 3.4 2.275 2.289 2.206 2.131 2.213 2.158 8.9 2.021	2.329 2.124 2.420 2.289 2.275 2.206 2.131 2.213 2.158 2.021	8.4 11.3 10.8 13.9 12.3 13.3 16.3 18.5 8.6 10.1	

第34表 土壤有機態窒素と磷酸 处理

区名	註
1 無添加区	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> は H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> で加用
2 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 50mg区 (P—吸収係数の約1/50)	反応は NaOH で各区同一 pH (4.8) になるように調節した。
3 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 500mg区 (P—吸収係数の約1/20)	
4 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 1,250mg区 (P—吸収係数の約1/2)	
5 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 2,500mg区 (P—吸収係数の約1)	

第35表 土壤有機態窒素と磷酸 窒素の分別

区名	NaOH		Na-P		Na-cit		Na-F		T-N	
	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%	mg	%
1 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 無添加区	229.5	100	182.4	100	114.0	100	135.3	100	330.6	100
2 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 50mg区	228.0	99	177.8	97	91.2	80	129.6	96	321.1	97
3 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 500mg区	229.5	100	179.4	98	86.6	76	132.2	98	328.7	99
4 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 1,250mg区	218.9	95	176.3	97	77.5	68	129.2	96	309.7	94
5 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 2,500mg区	215.8	94	161.1	88	73.0	64	120.1	89	307.8	93

量を多くし、且湛水—乾燥を反覆した。

供試土壤： 笹森未耕地表土

各区を 30°C の定温器中で第34表に示す処理で培養した。

湛水  $\xrightarrow{30\text{日}}$  乾燥  $\rightarrow$  湛水  $\xrightarrow{30\text{日}}$  乾燥  $\rightarrow$  畑状態  $\xrightarrow{30\text{日}}$  乾燥  $\rightarrow$  湛水

30日 乾燥。

上によって得た土壤について、Nの分別を行った結果は第35表の通りである。

磷酸施用量の増大によって、全窒素のかなり著しい減少がみられたが、特に磷酸吸収係数の約 1/2以上加用した場合に顕著であった。この内容を更に各試薬抽出液についてみると、その減少度の著しいのは NaOH では 4・5 区、Na-P では 5 区、Na-Cit では 2・3・4・5 区 NaF では 5 区となっており、何れも磷酸施用量の増加と共に減少が甚しい。

このことからみると、Na-Cit と NaOH 抽出部分の減少が特に鋭敏であるが、Na-Cit は主として Fe との結合、

NaOH はかなり腐朽物質の部分を含むものと仮定すれば、磷酸施用とこれらとの間にはかなり興味ある関連があるようである。この細部については不明であるが、乾燥後の湛水という急激な環境条件の変化によって、Fe<sup>+3</sup>  $\rightarrow$  Fe<sup>+2</sup> と変化し、可動化し、このため有機物は一部遊離してくると思われるが、この場合磷酸濃度の高い条件下ではこの有機物の分解が速かであるか、或いは Fe との結合を切るのを容易とするものであろう。又 NaF 抽出部は余り変化しない点よりすれば、Al と結合した有機物は微生物に対してかなり安定したものであることが明らかである。

### 5) 要 約

以上の経過にみられるように、火山灰土壤の開田後ににおける土壤の変化への影響はまず湛水ということがある。断面上には Fe の可動化とその再沈積が斑鐵の生成として認められるのであるが、この動きは化学性の変化とも或る程度対応するものと考えられ、主として土壤有

機物との関連が大きいようである。

しかし土壤化学性と最も密接な関係を示すのは、開田後の肥培管理と思われる。即ち堆厩肥の施用の有無及び施用量、又使用肥料の種類と量特に磷酸質肥料及び珪カル・消石灰等である。以上のこと考慮して要約すると、

① 開田後、かなりの堆肥を投入した場合には、全炭素全窒素はむしろ増加しており、可溶態磷酸及び置換性塩基類も増加している。又開田年次の古いもの程下層まで改良されている。未耕地は特に塩基に欠乏した土壤であるので、施用磷酸質肥料の種類及び量が大きく影響し、磷酸施用量の増大と共に、副成分として投入される石灰・苦土等の養分も増加している。

② しかし、磷酸吸収係数及びTAMM液可溶成分（所謂アモルファスの部分）は余り著しい変化は示していないが、Feが幾分可動化し作土での減少、下層土での増加がみられる。

③ 施用有機物は、主としてAmorphus部分（特にAl）と結合し、その活動を抑制すると考えられるが、これによって、施用磷酸の可溶化を高めていることは（第8図その2）に示した通りである。

又Feと有機物の結合は湛水及び磷酸の多施用によって、かなり弱められるようであり、これによって有機物は可分解化し、有機物無施用の場合には全窒素の低下を示している。

④ 粒径組成としては、開田後の耕耘・代耕並びに還元の影響によって、粒子の破壊と風化が促進され、砂の部分は減少し、微砂及び粘土分が増加の傾向を示している。

## 5 漏水防止に関する試験

火山灰土壤は、土性的にも、又堆積様式からも示されたとおり、透水性は極めて良好であり、新開田では特にこの性格が著しく、漏水田となっている。しかも地形的にもより高所に存在し、水源からの距離も近く、沢水の場合は勿論、貯水池利用の場合でも灌漑水は低温であり、このため冷水漏水となり火山灰水田における稻作の不良且不安定性を助長しているのである。従って火山灰水田ではこの極度の漏水性を適度に防止することが、稻作改善上絶対に欠くことの出来ない、しかも緊急を要する問題である。

従来このような水田では、この漏水防止法として、タコ掘きによる床締一これは非常に労力を要するので大面積には不可能一や、代耕き回数を増すといった方法が、とられているのであるが満足すべき条件とはなっていない

い場合が多い。最近に至り、火山灰土壤の開田化が急速に進行し、且大面積に亘て行われるようになったため、この漏水防止法の確立が早急にその解決を迫られたのである。この時に当つてベントナイトの如き2:1型の粘土の客入が提唱され、各所で研究が行われその効果が確認された。しかもベントナイトは単に漏水の防止のみならず、土壤改良剤としても有効であることが知られた<sup>1)2)3)</sup>のである。

又青刈ライ麦の鋤込みによる漏水防止も亦効果的であることは、青森県農試<sup>4)</sup>で明かとなっており、本試験の実施当時（1956～'57年）でも、既に一部の農家では実施した事例もあった。

そこで本試験においても、ベントナイトの客入・青刈ライ麦の鋤込み、及び両者の併用による漏水防止効果と水稻生育への影響をみようとして実施したものである。

### 1) 試験方法

i 供試圃場 笹森開田圃場

ii 供試客入材

群馬県産ベントナイト……200mesh乾燥品

岩手県久慈産ベントナイト…半乾燥粗粒品

青刈ライ麦……新鮮物9～12cmに細断したもの

ベントナイトは表層約12cmに混合（但1956年のみ投入）

青刈ライ麦は細断後表層に混入

iii 試験の規模 1区0.2a 3連制

供試面積 9a

iv 栽培方法

供試品種 水稻ササシグレ

栽植密度 24cm×18cm m<sup>2</sup>当22.7株 1株3本植

v 区名及び施肥量（第36表）

### 2) 試験結果

i 一般経過概要

本試験はベントナイトの客入及びベントナイトと有機物の併用によって漏水防止を目的としたものであったが、種々の障害のため、所期の目的に沿った試験の遂行は極めて困難であった。即ち用水不足と水田畦畔及び区劃畦畔からの漏水が甚だしく、このたの度々田面は乾燥し亀裂を生じ、これが逆に再灌水後の漏水量を多くしたり、又畦畔漏水のため減水深もやゝ不均一であることは免れなかった。

ii 減水深の変化

日当り減水深の測定結果は第37表に示したとおりである。

第36表 区名及び施肥量

区	名	a 当要素施用量 (g)			a 当現物施用量 (kg)				備考
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	堆肥	青刈 ライ麦	群馬ベントナイト	久慈ベントナイト	
1 標準区	堆肥 113kg区	870	945	680	—	—	—	—	N: 硫安
2 堆肥	113kg区	870	945	680	113	—	—	—	BO <sub>5</sub> : 過石・熔燒 (1:1)
3 青刈ライ麦	113kg区	870	945	680	—	113	—	—	K <sub>2</sub> O: 塩加
4 群馬ベントナイト	75kg区	870	945	680	—	—	75	—	
5 群馬ベントナイト	75kg区	870	945	680	113	—	75	—	
6 群馬ベントナイト	75kg区	870	945	680	—	113	75	—	
7 青刈ライ麦	113	870	945	680	—	—	—	75	
8 久慈ベントナイト	75kg区	870	945	680	—	—	—	189	
9 久慈ベントナイト	189kg区	870	945	680	—	—	—	300	
10 床締区	300kg区	870	945	680	—	—	—	—	

第37表 減水深の推移

	cm/日						
	6月15日	6月27日	7月5日	7月13日	7月24日	8月8日	
1 標準区	9.6	9.6	5.6	3.2	10.4	12.0	
2 堆肥	11.2	12.0	10.4	9.6	13.6	11.2	
3 青刈ライ麦	11.2	12.0	9.6	8.0	10.4	9.6	
4 群馬ベントナイト	75kg区	11.2	11.2	8.8	8.0	13.6	9.6
5 原馬ベントナイト	75kg区	11.2	12.0	8.0	6.4	12.8	9.6
6 群馬ベントナイト	75kg区	12.0	12.0	8.0	6.4	12.8	9.6
7 青刈ライ麦	113	12.0	9.6	12.0	8.8	8.8	10.4
8 久慈ベントナイト	75kg区	10.4	9.6	5.6	4.0	10.4	10.4
9 久慈ベントナイト	189kg区	10.8	9.6	5.6	2.4	12.0	10.4
10 床締区	300kg区	11.2	7.2	5.6	4.0	10.4	9.6
	8.8	8.8	4.8	1.6	9.6	11.2	

これによると各区共に初期には10cm前後でかなり漏水するが、湛水後時の経過と共に幾分低下し、7月上～中旬は略々最低を示したが、その後再び増加している。

これは7月後半以降は用水不足が特に甚だしく、このため田面が乾燥し亀裂を生じ、これによって再灌水後漏水量が増加したことによるものである。又8月以降は用水は益々不足し測定は不可能になった。

処理によっては、床締区がやや低い値を示す外は、ベントナイト及び青刈ライ麦加用による影響は殆どみられない。これは前述のとおり畦畔漏水によるためである。

以上の経過にみられるように、火山灰新開田では、その漏水防止対策としては畦畔漏水がかなり甚だしいので、作土自体の漏水防止と同時に、畦畔漏水に対して充分な注意を払う必要があることが知られた。

因みに隣接圃場において、ブルドーザーによる床締め（畦畔の漏水防止も同時に施工）した場合には、施行前の日減水深 12.0cm・鉛直渗透量日当 5.5～7.5mmのものが、施工後では日減水深1.5～2.0cm・鉛直渗透量2～3

mmに低下している。

一般的には、下層の比較的浅層より礫或は砂の出現するような土壤では床締の効果は少いが、壤土～埴壤土層の存在する土壤では床締でも漏水防止そのものにはかなり効果的である。

### iii 生育状況

(a) 大暑時における草丈及び茎数： 草丈では各区間に特に著しい変化はみられないが、茎数ではベントナイト或は有機物施用の影響がみられた。即ち堆肥或は青刈ライ麦等有機物単用によつても茎数の増加がみられるが、ベントナイトの単用によつても、その効果は著しい。又ベントナイトと有機物の併用によつても、明かに茎数の増加が認められた。尚床締区の茎数が少いのは床締による田面沈下のため深水となり、このため分蘖が抑制されたからである。

(b) 出穂期及び成熟期： 特に著しい区間差はみられないが、ベントナイトと青刈ライ麦併用区は、出穂期が僅かに遅延しており、この傾向は、1956年・'57年の両年共みられた。

第38表 生育調査成績

	草丈 (cm)	茎数 (本)	7月23日	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	9月25日			倒伏	有効茎歩合 (%)
						稈長 (cm)	穗長 (cm)	穗数 (本)		
1 標準区			60.6	16.5	8.21	10.13	77.5	19.8	14.1	ナシ
2 堆肥	113kg区		59.7	18.9	8.20	10.13	73.6	18.3	16.1	"
3 青刈ライ麦	113kg区		60.2	21.8	8.21	10.13	76.0	18.6	17.8	"
4 群馬ベントナイト	75kg区		60.1	17.8	8.20	10.13	74.3	18.1	14.3	"
5 群馬ベントナイト	75kg区		62.2	21.5	8.21	10.13	76.1	18.2	17.2	"
6 群馬ベントナイト	75kg区		58.2	21.0	8.22	10.14	76.7	18.2	16.9	"
7 青刈ライ麦	113kg区		60.9	18.1	8.21	10.14	75.4	19.7	15.0	"
8 久慈ベントナイト	75kg区		63.4	21.6	8.20	10.13	73.1	18.5	17.9	"
9 久慈ベントナイト	189kg区		61.7	18.6	8.20	10.23	77.1	19.4	15.5	"
10 久慈ベントナイト	300kg区		58.6	14.1	8.21	10.14	79.0	19.8	12.7	"
床締	区									90

(c) 穗数： 成熟期では、稈長・穗長には特に一定の傾向はみられなかつたが、穗数では処理の影響が認められた。即ち茎数増減の傾向は、略々そのまま穗数の増減となって現われている。床締区は既述のとおり、深水による茎数減が穗数減を来しているが、堆肥或は青刈ライ麦の単用でも穗数増となっている。群馬ベントナイトと有機物の併用では、有機物単用区に比べて殆ど著しい変化は来たしていないが、久慈ベントナイトでは、その客入によって何れも穗数は増加の傾向を示し、特にa当189kgの客入区が効果的である。

#### iv 収量調査

(a) 薫重： 床締区以外の処理区は、何れも標準区より高い値を示し、特に久慈ベントナイト 189kg区及び青刈ライ麦単用区が高い。

(b) 玄米重： 群馬ベントナイト・堆肥併用区；青刈ライ麦単用区・堆肥単用区 > 久慈ベントナイト 189kg・同 300kg；群馬ベントナイト・青刈ライ麦併用区 > 標準区・群馬ベントナイト 75kg・久慈ベントナイト 75kg区

>床締区の順であった。

(c) 粋重及び屑米重： 青刈ライ麦区は粋重・屑米重ともに幾分多く、群馬ベントナイトと有機物併用区で屑米がやゝ多かった。

(b) 玄米千粒重： 概して変異が少いが、群馬ベントナイトと有機物併用区がやゝ低い値を示した。

以上の経過にみられるおり、本試験はベントナイト或は青刈ライ麦の鋤込みによる漏水防止効果を目的としたのであったが用水不足と畦畔漏水のために漏水防止としての効果は確認できなかった。しかしベントナイト或は青刈ライ麦のような漏水防止資材は、単なる漏水防止資材としてのみ作用するものではなく、ベントナイトの場合には、その大きい膨潤性によって土壤を膨軟にし、活着及び初期分蘖を容易ならしめると共に、C.E.C. も大であり、施用肥料養分特に  $\text{NH}_4^+$ ・ $\text{K}^+$  の保持によって肥効を持続せしめるのである。更に火山灰土のアーファンの表面を coating してその $\oplus$ 荷電を弱め、 $\text{P}_2\text{O}_5$  の可溶化を持続せしめることも知られている。このように

第39表 収量調査成績

区別	a 当(kg)	同左		a 当		玄米 1l重 (g)	玄米 千粒重 (g)
		比 率	玄米容量 (l)	重 粋 (kg)	屑米重 (kg)		
1 標準区	50.7	55.9	44.9	100	620	0.4	0.7
2 堆肥	53.3	59.3	48.3	108	664	0.4	0.6
3 青刈ライ麦	56.7	60.1	48.8	109	668	0.9	1.2
4 群馬ベントナイト	51.0	54.1	44.0	98	605	0.2	0.5
5 群馬ベントナイト	54.8	62.4	49.4	110	686	0.3	2.0
6 群馬ベントナイト	50.7	59.0	47.3	105	653	0.6	1.5
7 青刈ライ麦	54.4	55.6	45.3	101	622	0.2	0.7
8 久慈ベントナイト	58.2	59.0	47.6	106	655	0.3	0.6
9 久慈ベントナイト	52.9	58.2	47.1	105	649	0.6	0.9
10 床締	46.5	50.7	41.2	92	564	0.7	0.7

ペントナイトの性質は、単に漏水防止にのみ効果的であるのではなく、養分の保持・有効化に対しても好影響をもたらしているのである。

青刈ライ麦の鋤込みが、漏水防止効果の高いことも知られているが、この場合には、その分解によって各種養分を供給するといった肥料的效果も大きいことは当然である。

本試験の施肥量は、a当たり窒素 870g・磷酸 945gであり、結果的には特に磷酸施用量が少かったのである。

(このことはその後も継続して実施してきた磷酸用量試験の結果明かとなったものである。)

このためペントナイト或は有機物の加用は、漏水防止効果と養分の保持或は供給の相乗効果として表現されたものと解される。

従ってペントナイト客入量も、かなり多い段階で効果がみられたのである。畦畔漏水が少い場合には、ペントナイトは10a当たり1tonの施用で、かなり効果があることは知られているが<sup>5)</sup>、本試験の結果でも750kgでは余り効果なく1~1.2ton位が有効と思われる。

又床締め区は田面沈下による深水のための生育不良並に減収であり、他の圃場で実施した結果ではかなり効果的であることが明かとなっている。但しこの場合には、前述のとおり土壤条件を考慮する必要がある。

青刈ライ麦の鋤込みは、開田当初a当たり80kg以上の施用によっては生育遅延を起した事例もあり、漏水防止面では効果的でも、養分供給面で不均衡となり易いので注意を要する。

火山灰新開田では、その極端な漏水を防止することが絶対必要なことは論を俟たないが、床締め或はペントナイト客入等によって、完全に漏水を止めてしまうことは、収量構成要素の増大をもたらす反面、収量決定要素の低下を来す場合が多く、危険であることが知られている<sup>5)</sup>。なおこれについては総合論議述べる。

### 3) 要 約

漏水の激しい火山灰新開田において、その漏水防止法として、ペントナイト（群馬県産及び岩手県久慈産）の客入、或は青刈ライ麦の施用の効果をみようとしたのであるが、用水不足と畦畔漏水のために試験の遂行上障害を來した。このため結果は幾分乱されたのであるが、要約すると次のとおりである。

① 火山灰土壤は元来粗鬆であり、且黒ボク層は特に粘着性も極めて弱い。このため畦畔は崩れ易く、しかも漏水が甚だしいので、作土自体の漏水防止と合せて、必ず畦畔漏水を防止せねばならない。

最近ではブルドーザーによる開田工事であるので、この点はかなり改善されている。

② ペントナイト多用区及び有機物加用区では、茎数增加が著しく、これに伴って穂数も増大し、玄米重では標準区（無処理区）に対し5~10%の増加を示した。これの原因については、本試験の場合には、窒素・磷酸の施用量が少なかったために、ペントナイトによる養分の保持・肥効の持続と、青刈ライ麦或は堆肥施用による養分供給量の増加が特に効果的であったと思われる。

その施用量は、ペントナイトは10a当たり1~1.2ton、青刈ライ麦は800kg位が適当と思われる。

③ 床締めも漏水防止効果は著しいが、この場合には下層の条件を考慮する必要がある。

## 6 水稲品種比較試験

### 1) 目 的

開田化に伴って、水稻品種の適応性に変化がおきるかどうかを検討しようとする。

### 2) 試験年次

1955年~1961年

### 3) 試験方法

- (1) 試験圃場面積 5a
- (2) 1区面積及び区制 1区15m<sup>2</sup> 3区制
- (3) 供試品種

第40表

品種名	年次 '55	'56	'57	'58	'59	'60	'61
ササシグレ	—	○	○	○	○	○	○
チヨウカイ	○	○○	○○	○○	○○○	○○○	○○○
農林17号	—	○○○	○○○	○○○	○○○	—	—
タレホナミ	○○○	○○○	○○○	—	—	—	—
北陸61号	○○○	○○○	○○○	—	—	—	—
陸羽132号	○○	○○	○○	—	—	—	—
奥羽223号	—	—	—	—	—	—	—
奥羽225号	○○	—	—	—	—	—	—
奥羽228号	○○○	—	—	—	—	—	—
東北63号	○○	—	—	—	—	—	—
ヤマテドリ	—	—	—	—	○○○	○○○	○○○
トワダ	—	—	—	—	—	—	—
さわのはな	—	—	—	—	○○○	○○○	○○○
オオトリ	—	—	—	—	○○○	○○○	○○○

### 4) 耕種概要

苗代様式 保温折衷苗代

播種期 4月中旬

挿挾期 5月下旬

栽植密度 24cm×18cm m<sup>2</sup>当 22.7株

### 5) 施肥量

### 4) 試験結果

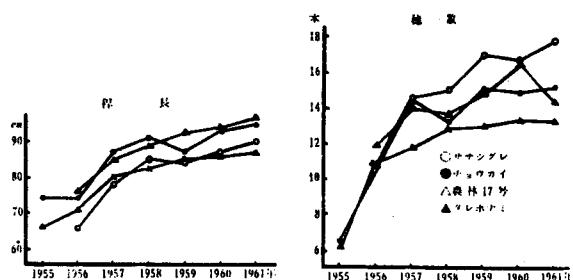
第41表 施肥量

年次	施肥量			a 当 要 素 量 (g)								a 当 施 肥 量 (kg)							
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	堆肥	硫安	石窒	過石	熔磷	塩加	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	堆肥	硫安	石窒	過石	熔磷	塩加	
1955	635	312	440	113.4	3.02	—	1.89	—	0.76	635	312	440	113.4	3.02	—	1.89	—	0.76	
1956	756	945	570	113.4	1.44	2.16	3.44	1.99	0.94	756	945	570	113.4	1.44	2.16	3.44	1.99	0.94	
1957	1,130	1,890	570	113.4	2.16	3.24	6.85	3.98	0.94	1,130	1,890	570	113.4	2.16	3.24	6.85	3.98	0.94	
1958	1,130	1,890	570	113.4	2.16	2.90	6.88	3.98	0.81	1,130	1,890	570	113.4	2.16	2.90	6.88	3.98	0.81	
1959	1,130	1,890	570	113.4	2.16	2.83	6.88	3.98	0.94	1,130	1,890	570	113.4	2.16	2.83	6.88	3.98	0.94	
1960	1,130	1,890	570	113.4	2.16	3.24	6.88	3.98	0.94	1,130	1,890	570	113.4	2.16	3.24	6.88	3.98	0.94	
1961	1,020	1,890	570	113.4	1.94	2.91	6.88	3.88	0.94	1,020	1,890	570	113.4	1.94	2.91	6.88	3.88	0.94	

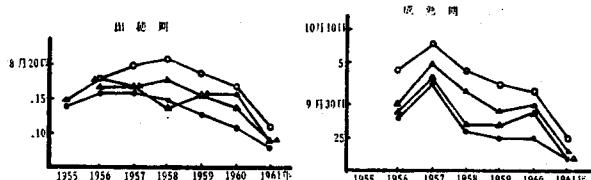
第42表 初年目の生育調査

1955年

品種名	7月14日		出穂期	成熟期	成熟時			倒伏の 多 少
	若丈 (cm)	茎数 (本)			稈長 (cm)	穗長 (cm)	穗数 (本)	
北奥羽 陸羽 チヨウカイ ヨウカイ 北陸 羽	61号	45.9	6.0	8.15	—	65.9	21.7	6.2
	22号	42.2	6.3	8.18	—	71.5	19.5	6.7
	25号	46.0	5.0	8.8	—	76.1	17.0	5.8
	22号	36.7	4.5	8.13	—	59.4	18.0	5.8
	23号	46.9	5.7	8.14	—	73.7	17.6	6.5
	132号	44.4	5.8	8.9	—	64.8	16.5	8.3



第18図 累年の生育調査（その1）



第18図 累年の生育調査（その2）

## (1) 初年目～3年目

初年目の生育状態は、良好な天候に恵まれたにもかかわらず開田工事の遅延による晚植（6月23日移植）と、施肥量を一応少肥としたこと、及び漏水等の悪条件が重なり各品種とも極めて不良であった。特に目立つものは穗数で各品種とも6本前後であり、又稈長の伸びも悪

く、生育中磷酸欠乏症状が現われ登熟時の枯上りがひどかった。

2年目には磷酸をa当945gに増施したので、各品種とも穗数が前年に比し4～5本の増加をみた。稈長は稍伸長した程度で穗数同様品種間の差は少なかった。

3年目は窒素及び磷酸を夫々a当1.13kg・1.89kgに増施したので、各品種とも生育は旺盛となり、穗数はササシグレ・チヨウカイ等は3本、他品種は1～2本と何れも前年より増加し、稈長においても10cm前後の伸長の増加をみた。出穂期は前年と変わらないが、成熟期が5日前後遅くなった。

収量関係は、初年目は生育の不良特に穗数の不足から収量は少なく、玄米重でa当15kgであった。品種別にみると北陸61号・タレホナミ・チヨウカイ等が23kgを上回った。

2年目は生育調査にみられた傾向をそのまま現し、初年目に比べて各品種ともa当10kg～15kgの增收であった。品種別では前年に統いてタレホナミ・北陸61号等がよく、農林17号・奥羽223号・及び本年より供試したササシグレ等もa当35kgを上回った。

3年目は施肥量の増施で陸羽132号を除いた各品種がa当45kg前後の収量を得た。タレホナミ・北陸61号等は本年も比較的多収であるが、他品種に比べて稔実の不良が目立った。

第43表 初年目の収量調査

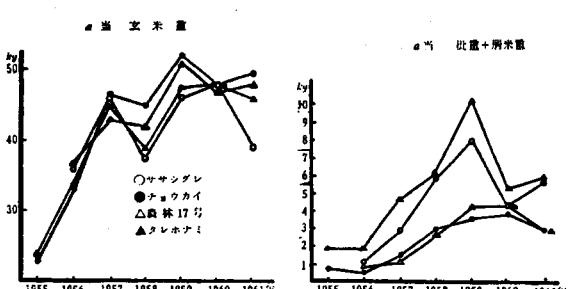
1955年

品種名	a 当 (kg)			同比率 (%)	a 当			玄米 1ℓ重 (g)	精穀千粒重 (g)	品質				
	稟重	精穀重	玄米重		玄米容量 (ℓ)	粒重 (kg)	屑米重 (kg)							
タ北奥奥チ東陸	レ陸羽羽北北羽	ホミ号号号号	ナ12222331	28.7 33.6 23.5 25.3 29.4 30.4 29.2	33.7 32.2 26.0 18.5 29.4 27.2 28.0	23.7 24.9 20.8 14.8 23.1 21.9 21.5	110 116 97 69 107 102 100	34.5 36.0 30.2 22.0 33.3 31.4 32.4	1.4 0.6 0.3 0.3 0.5 0.5 0.4	0.5 0.8 0.1 0.2 0.2 0.3 0.3	799 790 811 801 795 803 807	27.1 28.8 28.9 28.7 29.0 28.7 27.8	中下 中上 中下 上 中 中上 下下	
ヨミウカ	カ	カ	カ	63	30.4	27.2	21.9	102	31.4	0.5	0.3	803	28.7	中上
北羽	羽	羽	羽	132	29.2	28.0	21.5	100	32.4	0.4	0.3	807	27.8	下

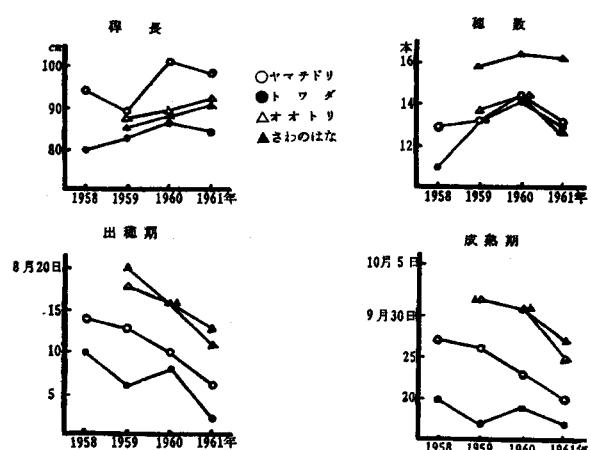
第44表 1961年の生育調査

1961年

品種名	7月18日		出穂期 (月・日)	成熟期 (月・日)	成熟時			倒伏の多少
	草丈 (cm)	茎数 (本)			稈長 (cm)	穗長 (cm)	穗数 (本)	
サシウグレ	77.9	19.9	8.11	9.25	89.8	20.1	17.8	中
チャマテワ	83.5	17.3	8.8	9.22	94.6	18.3	15.2	中
ヤマトオ	82.3	14.9	8.6	9.20	97.6	19.3	13.1	多
農林17号	78.4	14.0	8.2	9.17	84.2	19.9	12.9	中
さわのほなみ	83.0	14.3	8.11	9.25	92.1	20.7	12.7	少
タレホナミ	79.5	16.1	8.9	9.22	97.3	20.3	14.1	中
わ	76.5	19.2	8.13	9.27	90.8	19.4	16.2	中
レ	84.5	15.6	8.9	9.23	87.3	21.4	13.3	中



第19図 累年の収量調査



第20図 生育調査

1958~'61年

## (2) 4年目～最終年

4年目になると漏水量も漸次減少してきたもの、未だ掛流し灌漑を行う状態で、生育は稈長が稍伸長した程度で穂数は昨年並みに止った。7月後半から低温・寡照・多雨等の不良条件と台風の被害により稔実不良が多くなり、穂首イモチ病が若干発生し一部の品種は倒伏した。本年供試したヤマテドリは稈長が90cm以上となり倒伏がひどく、次いで奥羽223号・北陸61号等が多かった。出穂期は昨年と変わらないが成熟期は7日前後早くなっている。

5年目の生育は稈長の伸びは昨年並みであるが、穂数は各品種とも増加し良好な生育であった。出穂期・成熟期は昨年より更に早まっている。

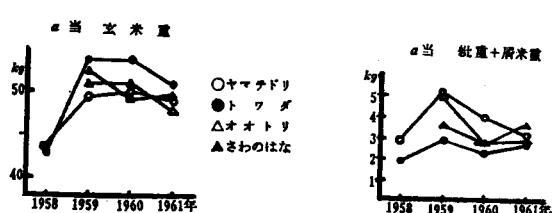
6年目 4～5ヶ年の磷酸増施の結果、磷酸の吸収増加と相俟って窒素の吸収が増大し、生育は旺盛となり本年も稈長が稍伸長した。但しその反面倒伏が多くみられヤマテドリ・ササシグレ等が著しかった。又イモチ病の発生が認められたが薬剤散布により障害は少なかった。

最終年 年次が進むに従い各品種とも生育が旺盛となり、特に稈長が伸びる傾向にあり、本年は窒素を減らしたが高温続きで稈長の伸びが著しく、台風の影響もあってヤマテドリ・ササシグレ・チヨウカイ・タレホナミ等に倒伏が多かった。出穂期・成熟期は年次を経る毎に早まってきたが本年は特に早まったのが目立った。

第45表 1961年の収量調査

1961年

品種名	a 当 (kg)			同比率 (%)	a 当			玄米 1ℓ重 (g)	玄米 千粒重 (g)	品種
	稟重	精粋重	玄米重		玄米容量 (ℓ)	粋重 (kg)	屑米重 (kg)			
ササシグレ	59.0	50.4	39.0	100	47.9	3.0	2.7	814	21.8	中下
チャウカイ	54.3	60.6	49.5	127	61.3	1.5	1.5	808	22.5	中下
ヤマテドリ	51.9	59.8	49.1	126	60.4	2.0	1.2	813	21.6	中下
トワダ	45.2	62.2	51.1	131	63.0	1.5	1.2	811	21.6	中中
オオトリ	55.7	58.2	48.3	124	58.8	2.0	0.9	822	24.4	中中
農林17号	54.3	57.8	47.9	123	58.6	2.3	1.0	818	22.1	中上
さわのはな	56.2	60.9	49.7	127	60.5	2.3	1.4	822	21.7	中上
タレホナミ	56.2	58.2	46.2	118	57.3	2.6	2.4	807	22.1	中下



第21図 収量調査

収量関係をみると、年々収量は上昇してきたが4年目に稍減収した。これは7月後半からの不良天候の影響で稔実不良や倒伏による穂発芽等の障害によるものと思われる。品種別にみるとチョウカイ・トワダ等が比較的よく、ササシグレ及び前年度まで開田焼欠地に比較的良好であったタレホナミ・北陸61号等が減収した。特にササシグレはa当10kg余の減収であった。

5年目の収量は、各品種とも例年より上回り50kg前後の収量を得た。品種別ではトワダ・チョウカイ・さわのはな等がよく、次いでオオトリ・農林17号等がよかつた。稔実状態は経年するにつれて粋重及び屑水重が増加の傾向にあり、特にタレホナミ・ササシグレ等に多く、収量もa当り50kgに満たなかった。

6年目の収量は、昨年同様トワダが最もよく、次いでオオトリ・ヤマテドリ等で、その他の品種間には差は少なく昨年並みであった。

最終年の収量はササシグレを除いて各品種とも昨年並みの収量であった。

### 5) 考察

以上の如く、開田当初の生育に現われた最も大きな特徴は、施肥量の不足、特に焼酸不足の場合各品種とも生育が著しく悪く、特に穗数の不足があげられる。又生育中焼酸欠乏症状が現われ登熟時の枯上りもひどい。

焼酸を増施した結果は各品種とも6本前後から11本前後と大巾に増加している。但し4年目以降になると穗数の増加が少なくなっている。稈長は年次を経るに従い若

干ではあるが伸長を続け、これが倒伏を助長するものゝようである。ヤマテドリ・チョウカイ・ササシグレ・タレホナミ等に倒伏が多くみられる。出穂期は4年目までは年々稍遅れ気味であったが、5年目から早まる傾向にあり、成熟期は4年目から早くなってきてている。

収量は初年目及び2年目の焼酸少量においては、生育の不良から著しい少収であったが、その中で比較的収量の多い品種に北陸61号・タレホナミル及びチョウカイ等がある。その後施肥量の増施、特に焼酸及び窒素の増施によって収量は各品種とも大巾な増収を示し、特にトワダ・チョウカイ及びオオトリ等が高収量であった。当初よかつたタレホナミ、本県南地帯で好成績を示すササシグレ等は、成熟期の遅延による稔実不良や倒伏等の障害で収量が稍々不安定である。毎年安定した収量を示すものにトワダ・チョウカイ・農林17号等があり、特にトワダは3年連続して最も多収であり、当地帯の適品種としては安定性からみてこのような早生・中生系の熟期のものを求めるべきであろう。

猶本試験においては各品種に開田地特有の赤枯の発生はなかったが、1960年胆沢開田地(約900ha)に作付されたトワダに赤枯が発生し、試験の結果からも耐赤枯性は品種間に差異があることが判明し、比較的赤枯れに強い品質良好なハツニシキに換ってきている。

トワダ； 早生、穂重型で不良環境に強く、3年連続して最多収を示したが、品質は中位、赤枯に弱い。

チョウカイ； 中生、中間型で農林17号と同様不良環境に強く生育に安定性があるが、収量は中位、品質も中位である。

タレホナミ； 晩生、穂重型、焼欠地において比較的多収であったが、焼酸増施後は倒伏及び稔実不良が多くなった。

オオトリ； 晚生、穂重型で不良環境に比較的強く多収であるが、品質は中位。

ヤマテドリ； 中生の早、穂重型、倒伏が多く収量及

び品質は中位。

ハツニシキ：本試験には供試しなかったが、その後の試験で赤枯に強い事が判った。中生の早、穂数型で耐冷性もあり品質良好であるが、倒伏に稍弱く収量は中位。

## 6) 要 約

- ① 開田当初磷酸欠乏地において比較的収量をあげたものに、タレホナミ・北陸61号等がある。
- ② 磷酸が蓄積してきた4年目頃から生育は旺盛となり、不良環境に強い品種が多収をあげており、トワダ・チヨウカイ・農林17号・オオトリ等がある。

本試験においては、開田特有の赤枯は発生しなかったが、その後開田地帯に作付されたトワダに発生し、このため耐赤枯性の比較的強いハツニシキがそれに換っている。併し収量的には更に多収の品種が望まれる。

## 7 開田における生産力向上に関する試験

### 1) 目 的

火山灰土壤の新開田では、従来の沖積地の栽培技術で律することは、種々の点で困難であることが明かとなつたので、これの生産向上のための旅肥法を中心とした耕種肥培技術を知ろうとする。

### 2) 試験実施年次

1959~1961年

### 3) 試験方法

i 供試圃場 笹森開田圃場

ii 試験の規模

1区 43.6m<sup>2</sup> 2連制

iii 栽培方法

供試品種

1959年 水稻 ササシグレ

1960年 61年 水稻 トワダ

iv 区名及び施肥量

1959年；N・P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>・K<sub>2</sub>Oを夫々1,130g・3,020g・760gとし、これを硫安、過石・熔磷、塩加で施し、更に珪カル11kg、堆肥113kg加用を規準として、主として窒素の配分及び無硫酸根肥料との比較を行なった。

1960年、'61年；第46表に示す設計で実施した。

### 4) 試験経過概要

1959年；播種時（5月27日~30日）は高温に恵まれ、活着は順調であったが、6月に入りやゝ低温で、特に第3・4・5半旬期が低かった。7月前半はやゝ好転したが7月後半~8月前半は再び不良となり、低温、日照不足に経過した。このため生育はやゝ遅れ、イモチ発生も幾分みられた。しかし8月後半は高温となり幾分回復し、且9月以降は比較的順調であったため、登熟も平年並であった。試験実施初年度でもあり漏水も著しく、減水深は10cm/doy前後であった。又灌漑水は冷水で、このため水口はかなり生育不良並に遲延の被害をうけた。このため処理による区間差よりも冷水の害が著しく、比較的水尻は良いが水口に近い区程生育不良となり、データーは幾分乱されたのであるが、一応元肥区の収量a当44.7kgに対し、各区とも増収し、特に無硫酸区、活着時窒素追肥区及び穂肥区が優り、夫々指数で116・115・113であった。

1960年；播種後6月初まではやゝ低温寡照気味で活着が遅れたが、その後は登熟期まで略々順調で、生育は旺盛且促進された。しかし本試験圃では6月下旬以降水不足を来し、このため湛水の維持は極めて困難であった。本年度は品種も穂重型のトワダに変えたため、分蘖盛期以降の水不足は穂数の確保に決定的な打撃を与えた。これが直接的に収量を規制し、各区共にa当玄米重は54.0~55.6kgとなり、区間に大差はなかったが、塩安区、施肥区及び分蘖始期窒素追肥区が幾分優った。又全

第46表 区名及び施肥量

区名	施肥量	N(g)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (g)		K <sub>2</sub> O(g)		追肥 N (g)	堆肥 (kg)	珪カル (kg)	栽植 様式 (cm)	m <sup>2</sup> 当 株数 (株)	備考
		硫安	塩安	過石	熔磷	塩加							
1 元肥区		1,020		—	1,890	1,130	760	—	113	—	24×15	27.3	10/VI 穗抽期
2 追肥(1)区		910		—	1,890	1,130	760	76	113	—	"	"	
3 追肥(2)区		910		—	1,890	1,130	760	76	113	—	"	"	
4 追肥(3)区		910		—	1,890	1,130	760	76	113	—	"	"	穗肥
5 追肥(4)密植区		910		—	1,890	1,130	760	76	113	—	18×15	36.4	
6 塩安区		—	1,020	1,890	1,130	760	—	113	—	24×15	27.3		
7 堆肥増・珪カル区		1,020		—	1,890	1,130	760	—	189	1.9	"	"	スーパー・ゴールド
8 化成肥料区		570	450(1,890)	—	1,130	760	—	—	113	—	"	"	20-20-14
9 硅カルル区		1,020	—	1,890	1,130	760	—	113	1.9	"	"	"	( )分より化成 の分を差引く
10 堆肥増施区		1,020	—	1,890	1,130	760	—	189	—	—	"	"	

一般的に収量は前年度に比し上昇した。

1961年：前述のとおり本圃場は漏水、冷水及び水不足という種々の悪条件が存在するわけであるが、まず冷水灌漑の被害を回避するために、本年度は迂回水路を設け、他水田の水尻より流出する温水を灌漑するようにした。これによって冷水灌漑はかなり回避することができた。しかし水不足は本年度も依然として解消されず、気候的にも比較的順調であったにも拘らず、穗数の確保が極めて困難であった。このため区間差も少く、考察には幾分不都合ではあるが、収量的には3ヶ年を通じて最も高く、開田地区としてはかなりの好結果を得たものと思われる。'61年度の成績を中心として以下に述べることにする。

### 5) 試験結果

#### i 生育調査

挿挾後高温に恵まれ、活着及び初期生育はほぼ順調と思われたが、6月下旬よりの水不足のため灌水が意の如くならず、その後の分蘖の増加並に維持は必ずしも良好とはいえないかった。特にNo 8・9・10の各区の灌水が不良であった。このため一般に穗数の確保が不充分であったと思われる。塩安区は前年度と同様7月中～下旬頃より葉色は濃緑化し、成熟期近くまで他区に較べやや濃く経過した。追肥(2)区は7月中頃より窒素不足の状態がやや著しく穗数も最も少かった。9月中旬に来襲した第二室戸台風によって全面倒伏は免れたが一部倒伏し、穗発芽したものもあり、又刈取時期も遅れたため、脱粒も多かった。このためデーターは幾分乱れた。

(a) 草丈：7月上旬までは各区間に大差はなかったが、7月中旬以降追肥(1)区・堆肥増珪カル区が幾分優った。逆に追肥(2)区・追肥(4)区は明らかに低かった。

(b) 穗数：追肥(2)区・追肥(4)区は草丈と同様、7月上旬頃より他区に較べて劣り、その差は生育の進行と

もに益々明瞭となった。

(c) 穗数：茎数と全く同様であった。

(d) 有効茎歩合：追肥(1)区が最も高く、追肥(2)区・追肥(4)区・堆肥増施区が低かった。他は両者の中間で区間差は少い。特に堆肥増施区が低かったのは、既述のように水不足が最も甚だしかったためである。

以上の経過よりみれば、まず第一に水不足が全般的な生育を規制したが、更に窒素供給が初期に少いものほど、並に密植区程、一株穗数の確保に影響を与えることが明かである。しかし3.3 m<sup>2</sup>当の穗数としてみれば、密植区が最も優ることになるが、追肥(2)区が最も劣り、その他の区間には大差がなかった。

#### ii 収量調査

##### A) 収量調査

(a) 穀重：堆肥増珪カル区>元肥区・追肥(1)区>塩安区・化成肥料区・珪カル区>堆肥増区・追肥(4)区>追肥(2)区・同(3)区の順であった。

(b) 玄米重：堆肥増珪カル区・元肥区>塩安区>追肥(1), (2), (3), (4)区・化成肥料区>堆肥増・区珪カル区の順であった。

(c) 粒重：追肥(1)・(2)区がやゝ多く、他は大差ない。

(d) 肩米重：追肥(1)区・元肥区及び堆肥増珪カル区がやゝ多い。

(e) 玄米1ℓ重：特に著しい差ではないが、追肥(4)区・化成肥料区がやゝ高かった。

(f) 玄米千粒重：穀実歩合は各区共に比較的高い値を示すのに反してこれは各区共に低く、21g前後を示している。これは水不足のため早期に落水したことと、刈取時期が遅れたためと思われる。

##### B) 分解調査

第47表 生育調査成績  
その1 生育経過

試験区名	草丈(cm)			稈長(cm)	茎数(本)			穗数(本)	有効茎歩合(%)
	26/VII	3/VIII	18/VIII		26/VII	3/VIII	18/VIII		
1 肥元区	44.7	60.0	82.9	85.4	12.9	15.6	14.8	12.6	81
2 追肥(1)区	45.1	60.5	84.1	86.6	13.3	15.2	14.8	13.0	86
3 追肥(2)区	44.7	58.4	78.8	82.3	12.9	14.9	13.8	11.5	77
4 追肥(3)区	45.1	60.5	80.4	85.3	13.2	15.0	14.2	12.5	83
5 追肥(4)密植区	44.2	59.6	79.3	84.6	13.8	14.3	13.4	11.0	77
6 塩安区	45.6	60.7	81.2	84.5	13.8	15.5	14.5	12.3	79
7 堆肥増・珪カル区	46.8	63.2	84.0	86.4	14.4	15.9	15.0	12.8	81
8 化成肥料区	44.7	60.9	81.7	83.6	13.5	15.2	14.0	12.6	83
9 硅力ル区	44.7	61.2	83.8	86.3	14.6	15.9	14.8	13.0	82
10 堆肥増施区	45.0	60.5	80.6	83.0	13.5	15.2	14.2	11.2	74

## その2

試験区名	7月3日		出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	成熟時			倒伏の 多 少
	草丈 (cm)	茎数 (本)			稈長 (cm)	穗長 (cm)	株当穗数 (本)	
1 元肥区	60.0	15.6	8.4	9.17	85.4	20.2	12.6	1,130 少々
2 追肥(1)区	60.5	15.2	8.4	9.17	86.6	19.8	13.0	1,170 少々
3 追肥(2)区	58.4	14.9	8.4	9.16	82.3	19.1	11.5	1,040 少々
4 追肥(3)区	60.5	15.0	8.4	9.16	85.3	20.1	12.5	1,130 少々
5 追肥(4)密植区	59.6	14.3	8.4	9.16	84.6	18.7	11.0	1,320 少々
6 塩安区	60.7	15.5	8.4	9.17	84.5	19.4	12.3	1,110 少々
7 堆肥増施・珪カル区	63.2	15.9	8.4	9.16	86.4	19.6	12.8	1,150 少々
8 化成肥料区	60.9	15.2	8.4	9.16	83.6	19.4	12.6	1,130 少々
9 硅カル区	61.2	15.9	8.4	9.16	86.3	20.1	13.0	1,170 少々
10 堆肥増施区	60.5	15.2	8.4	9.16	83.0	19.3	11.2	1,010 少々

第48表 収量調査成績

試験区名	a 当 kg			同左 比率	a 当			玄米(g)	参考反 当玄米 容量	稔実 歩合
	叢重	精糲重	玄米重		玄米 容量	糲重	屑米重			
1 元肥区	54.4	69.2	56.7	100	69.9	0.8	1.6	811	21.4	3.84%
2 追肥(1)区	54.4	68.0	55.2	97	68.2	1.1	1.8	809	20.9	3.75%
3 追肥(2)区	50.0	66.0	54.2	96	66.8	0.5	1.1	811	21.5	3.67%
4 追肥(3)区	49.4	66.9	54.4	96	67.2	1.8	1.5	809	21.3	3.69%
5 追肥(4)密植区	51.9	66.0	54.2	96	66.7	0.7	1.2	813	21.6	3.66%
6 塩安区	53.2	68.6	56.1	99	69.2	0.8	1.5	811	21.3	3.80%
7 堆肥増施珪カル区	55.7	70.4	57.2	101	70.9	0.7	1.6	809	21.2	3.90%
8 化成肥料区	53.8	65.5	53.8	95	66.2	0.6	1.3	813	21.5	3.64%
9 硅カル区	52.5	64.3	52.4	92	64.6	0.7	1.3	812	21.4	3.55%
10 堆肥増施区	51.9	64.6	53.3	94	65.9	0.9	1.1	809	21.6	3.62%

第49表 分解調査成績

試験区名	穗長(cm)		穗数 (本)	穗重(g)			株当粒数(粒)			稔実 歩合 (%)	平均一 穗粒 数(粒)
	最長 稈 穗	株平均		株当	平均 穗重	最長 稈 穗	総着粒	稔実粒	不稔粒		
1 元肥区	19.6	17.6	13.4	28.54	2.13	3.17	1,185	1,040	145	88	78
2 追肥(1)区	19.2	17.2	13.5	30.35	2.25	3.56	1,219	1,072	147	88	79
3 追肥(2)区	18.4	16.8	12.0	25.71	2.14	2.87	1,154	1,051	103	91	88
4 追肥(3)区	19.6	18.1	12.4	28.60	2.31	3.23	1,259	1,048	211	83	85
5 追肥(4)区	18.4	16.1	11.6	22.57	1.95	2.85	935	821	114	88	71
6 塩安区	19.5	17.1	12.9	28.11	2.18	3.14	1,212	1,042	170	86	81
7 堆肥増施珪カル区	18.3	17.4	12.1	27.21	2.25	2.72	1,157	1,067	90	92	88
8 化成肥料区	19.1	17.2	13.0	30.29	2.33	3.34	1,244	1,082	162	87	83
9 硅カル区	19.9	17.9	12.8	29.87	2.33	3.30	1,310	1,144	166	87	89
10 堆肥増施区	18.9	17.5	12.8	30.25	2.36	3.37	1,197	1,072	125	90	84

各区よりほゝ平均と思われる5株について調査したものである。

(a) 株当穗重： 追肥(1)区・化成肥料区及び堆肥増施区が高く、 密植区が最も低い。

(b) 平均一穗重： 密植区が最も低く、 元肥区・追肥(2)区及び塩安区が次いでやゝ低い。

(c) 総着粒数： 硅カル区が最も多く、 追肥(3)区・化成肥料区・塩安区並に追肥(1)区がこれに次ぎ、 密植区が最も少い。

(d) 稔実粒数： 硅カル区がやゝ多く、 密植区が最も

少い。他の区は殆ど類似している。

(e) 不稔粒数： 堆肥増施珪カル区及び追肥(2)区が少く、 追肥(3)区がかなり多い。

以上の分解調査の結果と収量調査の結果とは必ずしも一致しないのであるが、特にNo. 8. 9. 10の各区は水管理が不適当のため、生育にムラが著しかったためと思われる。

しかし以上の経過についてみると、穗肥によっては粒数はやゝ増加するが、不稔粒も増加しており、穗揃期追肥或は珪カル施用によっては稔実が良化しているよう

第50表 乾物重 (g/株)

その1

区名	部位	乾物重 (g/株)							
		9/VII	23/VII	6/VIII	19/VIII	4/VIII	12/VIII	23/VIII	21/IX
1 元肥区	L S	0.2	0.8	3.9	15.4	28.0	31.6	31.8	18.0
	E			1.00	1.06	1.08	5.5	16.9	29.0
2 追肥(1)区	L S	0.2	0.9	4.3	14.5	23.3	26.5	27.8	15.3
	E			1.02	1.00	1.19	6.8	15.3	27.0
3 追肥(4)区	L S	0.2	0.9	4.1	13.5	20.8	22.0	22.6	13.0
	E			1.07	0.95	0.56	5.0	14.3	20.8
4 塩安区	L S	0.2	1.0	4.0	20.5	24.3	29.8	25.0	17.5
	E			1.03	0.89	0.48	5.5	13.8	25.3
5 化成区	L S	0.2	0.8	3.9	15.5	25.3	23.8	30.8	14.8
	E			1.00	1.00	1.06	5.8	14.8	20.5

その2 1960年

区名	部位	N %							P mg								
		9/VII	23/VII	6/VIII	19/VIII	4/VIII	12/VIII	23/VIII	9/VII	23/VII	6/VIII	19/VIII	4/VIII	12/VIII	23/VIII	21/IX	
1 元肥区	L S	2.31	3.37	3.27	2.51	1.62	1.04	1.31	0.86	161	250	225	206	202	169	152	62
	E					1.00	1.06	1.08		163	146	146	180				
2 追肥(1)区	L S	2.36	3.71	3.03	2.42	1.31	1.18	1.00	0.82	173	307	246	215	203	174	154	48
	E					1.02	1.00	1.19		165	164	164	210				
5 追肥(4)区	L S	2.49	3.64	2.88	1.96	1.38	1.07	0.95	0.56	174	282	223	200	200	164	143	42
	E					1.00	0.92	1.14		146	146	148	168				
6 塩安区	L S	2.38	3.77	3.35	2.54	1.52	1.32	1.10	0.88	164	268	228	220	194	185	158	60
	E					1.04	1.08	1.15		144	144	164	178				
8 化成区	L S	2.16	3.72	3.18	2.44	1.47	1.03	0.89	0.48	157	291	210	230	215	177	158	62
	E					1.00	1.00	1.06		136	164	164	244				

その3 1961年 N%

区名	L S						E
	7/V	19/VII	29/VII	13/VIII	4/VIII	20/IX	
1 元肥区	1.28	3.16	2.90	2.15	1.11	0.59	1.07
4 追肥(3)区	1.40	2.98	2.90	2.30	1.23	0.64	1.07
5 追肥(4)区	1.27	3.20	2.92	1.67	1.04	0.51	0.95
6 塩安区	1.31	3.02	2.98	2.10	1.16	0.61	1.05
7 堆肥增珪カル区	1.37	3.12	2.85	2.09	1.11	0.53	0.98
8 化成区	1.23	2.84	2.99	1.77	1.10	0.53	0.92

註 L S ……葉、茎部

E ……穂部

ある。又密植区は穂実粒数が少く、坪当穗数では増加しても、結局平均一穂の粒数の減少が著しかつたために、穗数では補い得なかったのであるが、これは増肥によつてもっとcoverできるものと思われる。

## iii 体内養分濃度

1960年、'61年度の体内N・P濃度について分析した結果は次表の通りである。

(a) 乾物重： 各区共に初期の乾物重は極めて少く、

且その増加速度も一般沖積水田の水稻に較べて遅く、7月上旬以降より漸次その増加が顯著となっている。

元肥区は生育後期まで増大の傾向を示し、穂重も高い。追肥(1)区及び塩安区がこれに次いでいる。化成肥料区は生育中期ではかなり乾物重は増大したのであるが、出穗期以降いわゆる秋落ちの傾向となり穂重も少い。追肥(4)区・密植区の他区との生育の差は7月上旬以降明瞭に現われ、その後全生育を通じて最も低い。

(b) N： N濃度は植付後1960年では6月下旬、「61年では6月中旬頃に最高に達しているが、これは年による気温及び水温の影響によるものと思われる。その後追肥(4)区は他区より低く経過する。又化成肥料区は'60年度は硫加燐安1号、「61年度はスーパー・ゴールドを施用したのであるが、共に出穗期以降に至ってかなり下低している点は注目される。(但何れも化成肥料単用ではない)

(c) P： ほゞNが最高に達すると同時期に最高に達している。各区間には特に著しい差はないが、一般沖積水田に較べると、なおかなり低い値を示している。

## iv 土壤中の窒素・磷酸濃度

第51表 土壤中の窒素・磷酸濃度

その1 1959年

区名	NH <sub>3</sub> -N (mg/100g)							1%クエン酸可溶P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100g)					
	8/VII	19/VII	6/VIII	22/VIII	11/VIII	24/VIII	10/IX	12/VII	19/VII	10/VIII	24/VIII	14/VIII	24/VIII
1 元肥区 { 0~5 cm 5~15 cm	16.9 —	10.0 7.9	8.9 7.7	2.8 2.5	0.9 0.9	1.3 1.1	0.9 0.6	25.2 —	32.4 21.9	28.3 18.7	33.5 21.3	38.5 24.8	40.7 30.6
2 追肥区 { 0~5 cm 5~15 cm	11.5 —	11.2 5.2	9.8 6.4	2.1 2.9	1.2 0.6	1.0 1.3	0.3 0.6	26.9 —	29.2 18.9	37.2 21.7	42.2 27.6	33.6 24.1	48.9 36.6
6 塩安区 { 0~5 cm 5~15 cm	11.7 —	9.5 3.1	11.3 8.0	2.2 3.9	1.0 1.3	0.4 0.4	0.9 1.0	18.9 —	23.9 14.6	23.0 23.6	31.6 30.0	28.0 20.6	35.1 30.8

その2 1961年 土壤中のNH<sub>3</sub>-N

区名	7/VII	19/VII	29/VII	13/VIII	2/VIII	18/VIII
1 元肥区	14.02	3.48	3.70	2.12	1.52	3.01
4 追肥(3)区	11.43	5.13	4.44	2.02	1.94	2.74
5 (4)区	9.58	4.89	5.81	1.11	1.23	2.54
6 塩安区	12.20	6.78	2.22	1.85	1.79	2.31
7 堆肥増珪カル区	13.60	5.47	2.88	2.22	1.37	2.47
8 化成肥料区	13.34	5.28	2.92	1.81	1.53	3.31

(a) NH<sub>3</sub>-N: 年次によってその動きは幾分異っているが、一般に初期生育が不良な割合には、NH<sub>3</sub>-Nの減少が著しいが、これは漏水による流亡がかなり影響しているものと思われる。特に下層では7月上旬頃に最高に達しているのは、表層からの移動による集積と推定される。その後は水稻根による吸収と水による再移動によって下層でも急激に減少しているものと解される。又1961年では8月中旬に至り再び増加しているが、これは地温上昇によるNの放出であり、これは出穂期以降低温の年にはやゝもすれば危険を伴い易い。区間については特に一定の傾向は認められないが、追肥(4)区が7月中～8月上旬にかけて幾分低くなっているが、これは体内窒素濃度にも反映しており、更に形態上には粒数減となって現われている。

(b) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 各区共に経日とともに濃度は増大の傾向を示すが、全期間を通じて表層(0~5 cm)は下層(5~15 cm)に較べて高く経過しており、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>は移動し難いことを示している。従って火山灰新開田では磷酸肥料の一部は下層に施用することが必要であると思われる。尚6月中の磷酸含量は多施用の結果比較的高い濃度を維持しているが、生育が必ずしもこれに伴って良化していないのは低水地温(地温は6月下旬地下5 cmで19.0°C, 20 cmで18.5°Cであった)によるものと思われる。

## 6) 要 約

火山灰新開田における生産向上のための対策として、

磷酸を充分施用した条件下での窒素の配分・窒素の種類及び栽植密度を変えて試験をしたのであるが、1959年度では冷水・漏水の影響が著しく、1960年・'61年度灌漑水が不足のために、全般的に初期生育は不良であり、分蘖も少く、その後の茎数の維持も不良であったが、更に1961年には第二室戸台風のため倒伏・脱粒等の障害を受け、収量は予期した通りには得られなかった。このように冷水、漏水或は水不足等の因子が試験処理以前の制限因子となっているわけで、この点よりしても或る程度の漏水防止ということが火山灰新開田における前提条件となるべきものである。このため本試験においては処理間の差は著しく短縮され、各区共に略々類似の収量を示したのであるが、元肥区及び堆肥増珪カル区が例年やゝ優る傾向を示し、夫々10 a 当567kg, 572kgであった。

従って本試験の結果よりすれば、施肥法として

① 磷酸は下層にまで充分に施し、且表層には可溶性(速効性)の形態で多量に施用することが基本条件となるが

② 更に窒素は元肥重点とし、初期生育の促進によって、穗数の確保を中心とし、後期必要な場合には一部追肥とする。

③ 塩基類の補給は、特に酸性火山灰土壤では必要であり、珪カル、消石灰等の施用は欠くことは出来ない。

④ 栽植密度としては、従来よりやゝ密植が有利であり、3.3 m<sup>2</sup>当90~100株位が適当と思われる。

第52表 苗代様式及び施肥量

区名			硫安			過石	塩加	堆肥
苗代様式	育苗場所	地質	基肥	追肥				
1959年 折衷 折衷 烟苗	苗 苗 苗	笹 県 南 分 場 森 県 南 分 場 森	火 沖 積 土 火 沖 積 土 火 沖 積 土	113 113 113 113 113 113 147	— 22 22 22 22 —	284 170 170 284 170 284	45 45 45 45 45 45	1,136 1,136 1,136 1,136 1,136 1,136
1960年 折衷 折衷 烟苗	苗 苗 苗	笹 県 南 分 場 森 森						

註 施肥量は現物施肥量で、m<sup>2</sup>当たりgにて示す。

## 8 苗の素質と本田生育との関係に関する

### 試験

#### 1) 目的

苗の素質の相違が、本田での生育特に初期生育に及ぼす影響を知ろうとするものである。

#### 2) 試験方法

- i 供試圃場 笹森圃場
- ii 供試品種 水稻 ササシングレ
- iii 苗代様式及び施肥量
- iv 本田施肥量 (1959年, '60年共通)

#### 3) 試験成績

##### i 苗の特性

第53表 本田施肥量 (a当 要素量)

窒素 (硫安)	磷酸 (過石・熔磷)	加里 (塩加)	堆肥
kg	kg	kg	kg
1.0	1.9	0.8	114

第54表 その1 苗の調査

1960年

区名	草丈 cm	茎数 本	葉数 枚
折衷苗：笹森	15.8	2.2	6.1
〃 分場	16.5	2.3	6.1
烟苗：笹森	21.2	3.2	6.3

第54表その2にみられるとおり、烟苗は折衷苗に較べて、水分含量が低いこと及び乾物重が大きいことの特徴がみられる。但し、1959年の烟苗(県南分場産)は、苗代日数が長びき、このため過熟苗になったこと、及び1960年の烟苗(笹森産)はビニール除去が遅れたため、徒長気味であり、軟弱であった。体内養分的には、磷酸多施用により、磷酸濃度も高い苗が得られた。

##### ii 生育・収量調査並に分析結果

その2 苗の分析成績

区名	水分	100乾物重	Si	N	P	Ca	Mg
	%	g	%	%	mg	mg	mg
1959年 折衷苗 〃 分場	86.8	9.6	3.05	4.36	532	309	120
	84.1	15.1	2.75	4.49	522	258	87
	66.5	14.0	2.45	3.70	800	334	117
1960年 折衷苗 〃 分場	86.3	5.6	3.21	4.10	448	230	424
	87.0	6.3	2.85	4.64	454	160	147
	83.8	8.3	2.40	4.10	563	235	251

1959年 第55表 その1 生育調査成績

区名	草丈(cm)				茎数(本)				稈長 (cm)	穗長 (cm)	穗数 (本)	出穂期 (月.日)	成熟期 (月.日)
	26/VII	7/VIII	16/VIII	31/VIII	26/VII	7/VIII	16/VIII	31/VIII					
折衷苗 笹森	30.2	42.9	62.0	79.7	11.4	17.5	20.1	18.1	82.5	18.6	16.6	8. 18	9. 30
〃 分場	33.2	46.2	61.7	73.0	16.3	21.7	23.0	19.7	73.9	17.7	17.0	8. 13	9. 26
烟苗 分場	31.9	45.5	63.8	80.5	16.6	25.3	25.8	24.3	81.6	18.7	21.3	8. 18	9. 30

1960年

区名	草丈(cm)							稈長(cm)	穗長(cm)	出穂期(月日)	成熟期(月日)
	5/VII	21/VII	29/VII	7/VIII	15/VIII	22/VIII	30/VIII				
折衷苗 笹森	21.3	26.5	32.5	46.5	57.7	63.4	72.2	78.6	17.9	8.13	9.27
" 分場	22.8	27.8	33.9	49.3	60.9	69.2	76.3	80.0	18.6	8.12	9.26
畑苗 笹森	24.4	28.3	35.2	48.9	60.1	67.2	72.2	76.3	18.5	8.12	9.26

区名	茎数(本)							穗数(本)	有効茎歩合(%)	倒伏の穗首多少イモチ	穗首
	15/VII	21/VII	29/VII	7/VIII	15/VIII	22/VIII	30/VIII				
折衷苗 笹森	4.0	8.5	14.1	17.8	21.7	20.5	19.9	15.4	71	無	無
" 分場	5.6	11.9	17.9	20.1	21.8	21.1	19.6	15.9	73	"	"
畑苗 笹森	7.4	13.9	19.7	23.5	24.4	22.8	20.6	15.5	64	"	少

## その2 収量調査成績

区名	a当(kg)			同比率(%)	a当			玄米(g)	
	稟重	精叢重	玄米重		玄米容量(l)	粋重(kg)	屑米重(kg)	1l重	千粒重
1959年 折衷苗 笹森	57.9	67.4	51.8	100	62.6	2.3	4.9	828	21.7
	56.4	61.4	49.0	95	59.3	1.0	2.4	828	21.3
	60.7	68.6	54.2	104	65.5	2.6	3.6	828	21.3
1960年 折衷苗 笹森	60.0	66.3	53.6	100	68.0	0.2	0.2	788	22.4
	61.7	63.4	50.9	95	64.9	0.2	0.2	784	22.2
	55.0	57.3	45.0	84	58.0	0.3	0.2	776	21.5

## 第56表 水稻分析成績

1960年 乾物重(g/株)

	24/VII	6/VIII	19/VIII	4/VIII	23/VIII	3/X
折衷苗(笹森) { LS	0.2	3.8	14.4	28.5	32.5	20.4
E					10.8	27.5
折衷苗(分場) { LS	0.2	4.8	15.5	25.8	31.0	21.0
E					11.5	35.8
畑苗(笹森) { LS	0.2	5.1	19.5	28.5	26.0	19.0
E					10.3	32.5

## 体内N・P濃度

部位	N(%)					P(mg)				
	24/VII	6/VIII	19/VIII	23/VIII	3/X	24/VII	6/VIII	19/VIII	23/VIII	3/X
折衷苗(笹森) { LS	3.53	2.86	2.01	0.77	0.72	266	211	218	204	71
E				0.95	0.82				200	294
折衷苗(分場) { LS	3.64	3.26	2.19	0.97	0.62	275	226	222	197	74
E				1.00	0.97				204	252
畑苗(笹森) { LS	3.72	2.51	1.82	0.83	0.57	243	211	224	215	74
E				0.98	0.88				202	224

1959年度には、苗による生育の差は初期より明瞭に現われ、折衷苗(笹森)は植付後褪色して回復が進まず生育の停滞が甚しかったが、7月に入り漸く回復してきた。しかし7月中旬でも葉巾は狭く、濃緑を呈してい

た。これに反し、折衷苗(分場)及び畑苗(同)は初期生育は極めて旺盛であり、特に畑苗が著しかった。このような差は出穂期にも明瞭に現われ、笹森苗は他に較べ5日の遅延がみられた。一方分場折衷苗は、7月10日以

降褪色が著しく、その後回復せず、伸長も少く、このため後期茎数減が著しく、且穗長も短い。畑苗ではそれほど褪色はみられなかった、穗数は、畑苗>分場折衷苗>笠森折衷苗であるが、株当粒数は畑苗>笠森折衷苗>分場折衷苗であり、従って玄米重は畑苗>笠森折衷苗>分場折衷苗であった。

このような生育相の変化をもたらした原因について、体内養分面よりみると、畑苗はNがやゝ低く（苗代日数が長かったため）、Pはかなり高い。又折衷苗の分場と笠森とを比較すると、N・P濃度は殆ど差がない。しかも三者の間で著しく異なるものは、乾物重と水分であり、畑苗は折衷苗に比して水分は低く、乾物重は大である。また分場苗は笠森苗に較べ水分が低く乾物重が大である。この相異が初期生育に対して、顕著な影響を及ぼしているものと思われる。

1960年度では、灌漑水不足のため、6月下旬以降灌水は意の如く実施できず、このことはその後の生育にかなり影響を与えたが、活着期～最高分蘖期までの状態は、苗の素質による差が明瞭に現われた。

まず苗代での生育をみると、畑苗は草丈・茎数・葉数共に折衷苗に較べて明かに優っていた。また折衷苗では分場が草丈において幾分優ったのみで、他は笠森と殆ど類似していた。畑苗はビニール被覆の取外し時期が遅れたため、生育はやゝ軟弱であり、所謂純然たる畑苗的形態は示さなかった。

一方体内組成についてみると、畑苗は折衷苗に比して、水分及びSi濃度は低いが、乾物重及びP濃度は明かに高かった。また折衷苗で笠森のものは分場のに比しSi, Ca・Mg濃度は高いが、乾物重及び窒素濃度は幾分低かった。

本田での生育についてみると、畑苗は初期より生育は旺盛であり、特に茎数の増加において著しかった。しかし幼穂形成期以降は、その差は著しく縮小された。この推移は乾物重の変化にもよく現れている。その後葉イモチ病の発生がみられ、特に畑苗にその被害が多かったが、更に穂首イモチ病の発生も引き続き、これも畑苗の方が多かった。

穗数では、畑苗の後期の茎数減が著しく、このため各苗の間には殆ど差はみられなかった。登熟期間中の天候は略順調で、稔実は良好であったが、畑苗のみは穂首イモチ病の影響を受けて不稔穂の発生が多く、玄米重ではかなり減少した。

一般に稟重・玄米重共に畑苗が折衷苗に劣り、玄米重では笠森折衷苗>分場折衷苗>畑苗の順であった。笠森

苗は初期生育は稍不良であったが、後期好天候に恵まれたことがその挽回を可能にせしめたものである。

#### 4) 考 察

東北地方の火山灰水田では、屢々述べたように冷水・漏水田であることがまず問題であり、このため従来の技術では初期生育の不良と生育遅延とが、平年においても免れ得なかったのであるが、まして低温年では、一層その被害が助長されているのである。従ってこの対策として本田条件の改善も重視する一方、初期生育にかなり支配的な因子となる苗としても、その性格として

- ① 低温条件下でも速かに発根できること
- ② これによって養水分吸收をなし、分蘖を旺盛に行うこと

のような性格をもつものが当然要求される。このことについては、既に本谷<sup>5)</sup>が種々の条件下での苗の素質を究明し、これと本田生育との関連を明かにしている。

本試験においては、その一環として苗代様式と土壤タイプ（沖積土と火山灰土）の差異をみたのであるが、その結果苗代様式による差が著しく、土壤タイプの差は管理技術によってかなりcoverすることが可能である。何れも多磷酸の条件下での育成であるが、畑苗は水分含量が少く、乾物重が大で、且体内N・P等の養分含量も高い点が特徴である。

一般に低温下では、水稻の窒素・磷酸・水分の吸収が不活発であり、場合によっては逆に体内より流出することが知られており、このため植傷みが甚だしく、活着が遅れるとともに分蘖も不良であるが、これは従来の水苗代苗及び少磷酸条件での折衷苗でもみられた現象である。これに対して磷酸及び澱粉含量の高い畑苗或は折衷苗(多磷酸条件)では、活着もよく、植傷みも少く、且分蘖の発生速度も、そして発生量も多いことがみられる。

しかし畑苗は、後期の無効分蘖が多いこと、及びイモチ病に対する抵抗性の弱い点は、本田における施肥法とも関連して考慮を要する点である。

#### 5) 要 約

以上の経過よりすれば、火山灰水田における苗としては、

① 体内磷酸含量が高く、且乾物重の大きい苗であることが基本条件となるが、これは多磷酸施肥による畑苗が最も典型的なものである。

② 折衷苗でもかなりこのような性格を持たせ得るものであるが、この場合には施肥条件一特に磷酸一のみならず、その他の管理（水・酸素・Hardning等）に留意する要がある。

③ 畑苗は、一般に本田における初期生育は旺盛であるが、後期無効茎が多い。これは少窒素条件下では益々この傾向は著しい。しかし一方多窒素条件下ではイモチ病に対する抵抗性が弱いといった性格もあるので、畑苗の場合には、本田では磷酸は勿論窒素の施用量及び施用法には充分に注意を要する。

従って苗の素質によって、本田の肥培条件は当然変えねばならない。

### 9 開田に発生する“赤枯れ”について

開田が進行するに伴って問題となってきたものに“開田赤枯れ”がある。特に開田当初の水田に多く発生しているのであるが、これは一種の生理病と解され、現象的には“湿田の赤枯”とかなり類似しているようである。この原因並に根本的対策については未だ確立されていないが、2・3の調査・観察・試験結果を報告する。

#### 1) 微候と発生

水稻の先端近くよりゴマハガレ病に類似した褐色不整形の斑点を生じ、漸次増加し、葉の全面に拡った場合には銹状となり、煤けたような感じになる。甚だしい場合には生育初期より発生し、生育はとまり、新生葉のみは緑色を呈するが下位葉はすべて赤褐色の銹状と変色し、次第に枯死する。この症状は、ずりこみイモチ病の症状と似ているために、よくイモチ病と間違えることがある。

この時期の根の状態をみると、二段根・三段根を発生しており、植付時の根は黒化して腐根となっている。また上位節より出現した根も腐根を混じ、全般的に生気がない。下位節を割ってみると、節及びその周辺は黒変しており、被害の甚だしいものほど上位節まで、その変化が現われる。

これほど極端でない場合には、田植後2~3週間頃から幼穂形成期頃にかけて発生し、これが一度発生すると急速に進行し、生育は一時止まり、穗孕期~出穂期には下位葉は枯死脱落するが、上位葉には発生しないので外観的には回復したようにみえる。この場合には根は比較的発達しているが、黒根が多く、生気もない。

この赤枯れが活着後間もなく発生した場合には、出穂登熟に著しい遅延がみられるが、それ以外の場合には幾分生育は遅延するが、余り極端ではない。

実際に圃場では、大体発生は活着期~幼穂形成期にかけてであるが、ポット栽培では綠肥を多施用した場合等は、活着時と幼穂形成期~穗孕期との2回に亘って発生

する場合もある。

この赤枯れは、同一圃場でも、圃場の全面に発生することは比較的少く、局部的に発生する場合が極めて多い。また畦畔附近の水稻株には比較的発生が少い。

#### 2) 発生条件

本県では、当胆沢開拓をはじめ、西根村田頭・雲石町離野・石鳥谷町南野原・北上市飯豊・和賀町夏油・金ヶ崎町六原等の各火山灰土壤の開田地帯に発生している。

しかし非火山灰土壤地帯でも発生がみられ、小川村石畠・紫波町佐比内・同町赤沢等がそれである。

当胆沢開田地で発生した場合の諸条件を列挙すると、

- ① 耕土の深い排水不良田
- ② 品種
- ③ 未分解有機物の多用
- ④ 深植
- ⑤ 肥料不足、特に磷酸の施用量の不足
- ⑥ 冷水
- ⑦ 深水
- ⑧ 過熱不良苗の移植

等である。

#### 3) 品種間差異

赤枯れの発生には、かなり明確な品種間差異が認められる。即ち1960年に現地において実施した“水稻の品種と赤枯れ抵抗性に関する試験”的結果より、その抵抗性は強・中・弱に分けられることが明らかとなった。これを分類して示すと第57表のとおりである。

第57表 赤枯れ抵抗性の品種間差異

抵抗性	品種
強	ハツニシキ、チョウカイ、陸羽132号、尾花沢1号、アラタマモチ
中	ヤマセシラズ、サワニシキ、ミヨシ、東北75号
弱	トワダ、フジミノリ、農林17号、ヤマテドリ、び系48号、ササシグレ
極弱	ハツコウダ

胆沢開田地区においては、1960年~'61年には、基幹品種として耐冷性・早~中生種に重点をおきトワダ・ハツニシキ・チョウカイ・農林17号等を選択し、奨励したのであるが、ハツニシキ・チョウカイを除く各品種は赤枯れの発生が甚しかったので、1962年には基幹品種を主としてハツニシキに統一した結果（チョウカイは品質の点で劣るので除外），開田当年の地区でも、赤枯れの発生は極めて少く、赤枯れを回避することができたのである。

このように現段階では、品種の選択によってこの赤枯れを回避しているのであるが、根本的な原因並に対策の究明が強く要望されているのである。

そこでこれが解明の一環として、1962年度に鉢試験を行った。

#### 4) 鉢試験

##### (A) 試験方法

###### i 供試土壤

腐植質火山灰土壤 未耕地 表土

(腐植に頗る富む壤土・黒褐色)

同 未耕地 心土

(腐植を含まず 塙壌土・黄褐色)

ii 試験の規模 1/2,000 a pot 3連制

iii 供試品種 水稻 ササシグレ

iv 区名及び施肥量

v 栽培方法

挿挿 6月5日 pot 当り 2株 1株2本植

vi 管理

排水開始 6月12日

##### (B) 試験成績

###### i 赤枯れ症状発生状況(第59表参照)

観察によれば、表土では、標準区でもかなり赤枯れ斑点を発生しており、これは排水によって完全に消失している。有機物施用(イタリアンライ)区は、初期は斑点の出現はそれほどでなく、全般的な養分吸收の抑制によって生育は完全に停止し、青白い感じとなり、葉先より灰白化して枯死する。しかし生育中期以降は No.7 還

元鉄加用区と形態的には全く類似してき、両区の差を判定し難い位になる。この場合にも排水区は明かに生育は良化し、斑点も殆ど完全に消失する。

還元鉄加用区は、生育初期より錆状の斑点を発生し、典型的な“赤枯れ症状”を呈している。生育は一時停止するが、その後はずりこみイモチ病に罹った水稻の形態に良く類似しており、葉身長も短く、乱れた分蘖体系を示すようになる。排水によってこの場合にも生育は良化すると同時に、斑点は極めて少いか殆ど消失している。

アルミニウムゲル区は、作製して時間を経過したために不活性化したものと思われ、これが加用の影響は殆ど認められなかった。また磷酸少量区も生育は不良であるが、斑点の出現は標準区と大差ない。熔磷区は出現はするがその出方はかなり少く、Mg の効果も明かであった。

心土では、標準区・熔磷区共に斑点は殆ど発生せず、生育は終始極めて良好であった。三要素の略々充分な施用によって何等障害は生じていない。

有機物加用区は、生育初期は斑点も出でてはいるが、表土の場合と同様全体的に淡色で青白い感じで、葉は捲き、葉先は灰白色に枯死する。時日の経過と共に幾分回復はするが、後期は鉄加用区と類似して錆状の斑点を生じてくる。

鉄加用区は初期より錆状の斑点を生じ、典型的であり、これと有機物の併用は、より一層生育は不良となる。しかし後期に幾分恢復してきている。

###### ii 生育調査

第58表 区名及び施肥量(pot当り)

	N g	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> g	K <sub>2</sub> O g	有機物 g	還元鉄 g	Alゲル g	備 考
<b>表 土</b>							
1 標準区	1.2	5.0	2.0	—	—	—	i) N: 硫安 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : 過石 (熔磷区は熔磷) K <sub>2</sub> O: 塩加
2 準排水区	1.2	5.0	2.0	—	—	—	ii) 有機物はイタリアンライグラスの半乾物
3 熔磷区	1.2	5.0	2.0	—	—	—	iii) Alゲルは Al(OH) <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> として10g 施用
4 酸少量区	1.2	5.0	2.0	100	—	—	iv) 排水は2~3cm/日。下方の栓より排出
5 有機物加用区	1.2	5.0	2.0	—	—	—	
6 有機物加用排水区	1.2	5.0	2.0	100	—	—	
7 還元鉄区	1.2	5.0	2.0	—	20	—	
8 還元鉄排水区	1.2	5.0	2.0	—	20	—	
9 Alゲル加用区	1.2	5.0	2.0	—	—	10	
<b>心 土</b>							
1 標準区	1.2	5.0	2.0	—	—	—	
2 熔磷区	1.2	5.0	2.0	—	—	—	
3 有機物加用区	1.2	5.0	2.0	100	—	—	
4 還元鉄区	1.2	5.0	2.0	—	20	—	
5 有機物・還元鉄区	1.2	5.0	2.0	100	20	—	

第59表 赤枯れ・症状発生状況の観察

potNo	6月22日	7月7日	7月20日	8月7日
-------	-------	------	-------	------

## 表 土

1	下葉に大小不定形の斑点を生ず(++)	下葉に出ているが分け多くないので目立ない(+)	下位葉は勿論緑葉にも出現(++)	7月20日と同様 (++)
2	斑点の出方は極めて少い(±)	斑点消失・生育旺盛(±)	全然発生せず、褪色やつ甚し(-)	褪色やつ顯著(±)
3	斑点の出方は極めて少い(±)	殆ど消失して不明(±)	葉色は No.1 より濃く、斑点は少い(±)	No.1 より褪色著し、大形不定形(±)
4	No.1 と同様	No.1 と略々同様、分けつない	No.1 と同様生育不良 (++)	濃緑化し、斑点も多い(++)
5	斑点は No.1 と同様であるが、下葉は黄化して捲き、葉先は白く枯れる、全般に淡色(++)	斑点はかなり多いが葉色は回復(++)	斑点は No.1 と同様、分出げつ少い(++)	濃緑化し、分けつも旺盛であるが、斑点多く、錆状となる(++)
6	斑点は少いが、淡色で葉先は枯れる(++)	出現少く生育良(±)	No.5 より遙かに斑点少く生育良好(±)	濃緑化し、生育良好、斑点は殆どなし(±)
7	黒味の強い斑点で、輪廊は明白、不定形(++)	典型的錆状斑点を生ず、生育不良(++)	最新葉を残して錆状斑点著し(++)	7月20日と同様(++)
8	No.7 に比べ遙かに少い(++)	殆ど消失し、生育も良(±)	発生なく、生育も著しく良化(±)	斑点なく、やゝ褪色
9	殆ど変化なく、生育良好(±)	No.1 と同様(±)	No.1 と同様 (++)	No.1 と同様 (++)

## 心 土

1	斑点を生ぜず、生育良好	6月22日と同様	斑点は全然発生せず 生育も殆ど差なし	褪色甚しく 大形不定形の斑点を先ず(++)
2	殆ど発生せず、No.1 より生育やゝ劣る	生育回復 No.1 と同様		
3	下葉は狭く、且枯死が多い、斑点も出でてはいるが淡色で生育不良	葉色はやゝ回復したが、生育不良(++)	斑点も出でてはいるが少く、生育不良	生育不良、細い斑点を先ず(++)
4	黒紫色の斑点を生じ、輪廊は明白	典型的錆状(++)	No.3 より幾分生育は良いが、最新葉を残して錆状	下葉は錆状、上位葉は斑点多し(++)
5	最新葉を残して、枯死斑点も不明	6月22日と同様	生育やゝ回復	No.4 と同様

〔註 (±)は殆どなし、(++)の増加する程発生量多し〕

第60表 生育調査成績

	30 / VI		19 / VII		26 / VIII	
	草丈	茎数	草丈	茎数	草丈	茎数

## 表 土

1	標 準	水 区	cm	本	cm	本	cm
2	標 準	水 区	30.0	17.7	46.9	30.5	57.6
3	標 準	水 区	30.4	23.0	53.0	40.5	60.9
4	標 準	水 区	28.9	21.4	54.0	42.2	63.8
5	標 準	水 区	29.2	11.5	43.9	17.5	48.9
6	機 物	加 用	25.4	5.9	38.4	10.5	47.3
7	機 物	加 用	27.9	6.4	40.1	15.7	44.5
8	機 物	加 用	27.2	6.2	41.7	13.5	50.4
9	機 物	加 用	27.5	10.3	55.4	28.5	65.5
AI	鐵 排 水	區	29.1	16.2	50.7	28.8	50.9

## 心 土

1	標 燃	準 燃	水 区	32.9	20.5	59.6	43.8	71.0	42.3
2	標 燃	機 物	加 用	30.2	12.5	59.8	39.3	67.7	38.0
3	標 燃	機 物	加 用	24.8	7.5	29.0	6.0	38.8	8.5
4	標 燃	機 物	還 元 鐵	26.3	11.5	35.0	9.3	43.7	10.0
5	標 燃	機 物	還 元 鐵	18.3	2.0	33.6	4.8	41.9	7.3

### iii 出穂期調査

第61表 出穂期調査成績

		出穂始	出穂期	穂揃期
表 土				
1 標 準 区	8月16日	8月20日	8月22日	
2 標 準 排 水 区	15	19	25	
3 熔 燐 少 量 区	15	19	21	
4 磷 酸 少 量 区	18	21	24	
5 有 機 物 加 用 区	22	25	30	
6 有 機 物 加 用 排 水 区	19	24	27	
7 還 元 鉄 加 用 区	22	25	30	
8 還 元 鉄 加 用 排 水 区	15	18	20	
9 AI ゲル 加 用 区	16	19	25	

		出穂始	出穂期	穂揃期
1 標 準 区	8月16日	8月19日	8月21日	
2 熔 燐 区	17	19	22	
3 有 機 物 加 用 区	25	31	9	4
4 還 元 鉄 加 用 区	17	28	9	3
5 有 機 物 還 元 鉄 加 用 区	15	9月3日	9	7

### iv 収穫物調査

第62表 収穫物調査成績

		1 株 当		1 pot当	
		稈長	穗長	穂数	穂重
表 土					
1 標 準 区	cm	cm	本	g	g
2 標 準 排 水 区	61.7	16.9	29.2	60.9	59.9
3 熔 燐 区	61.0	17.1	27.3	58.3	62.8
4 磷 酸 少 量 区	64.5	17.2	36.5	76.5	78.3
5 有 機 物 加 用 区	60.6	17.0	22.5	41.3	46.3
6 有 機 物 加 用 排 水 区	63.4	18.4	26.0	53.8	55.8
7 還 元 鉄 区	62.1	16.2	24.0	54.5	60.3
8 還 元 鉄 排 水 区	65.8	18.5	27.5	59.0	55.5
9 AI ゲル 加 用 区	64.9	17.3	26.0	58.3	70.5

		cm	cm	本	g	g
1 標 準 区	cm	cm	本	g	g	g
2 熔 燐 区	63.1	15.4	36.3	73.8	63.3	
3 有 機 物 加 用 区	65.4	15.4	33.3	79.0	75.0	
4 還 元 鉄 区	54.3	17.3	19.3	31.5	24.3	
5 有 機 物 還 元 鉄 区	60.1	16.5	21.8	33.8	38.3	

		cm	cm	本	g	g
1 標 準 区	cm	cm	本	g	g	g
2 熔 燐 区	63.1	15.4	36.3	73.8	63.3	
3 有 機 物 加 用 区	65.4	15.4	33.3	79.0	75.0	
4 還 元 鉄 区	54.3	17.3	19.3	31.5	24.3	
5 有 機 物 還 元 鉄 区	60.1	16.5	21.8	33.8	38.3	

初期生育の抑制は有機物或は還元鉄加用、又は両者の併用区で著しいが、これらの排水区はかなり効果的である。表土と心土とでは心土において特にその抑制が甚しかった。磷酸少量区も草丈・茎数では、有機物或は還元鉄加用区に類似した推移を示すが、外観的には初期には幾分異っており、斑点の出現状況より両者の差異が明かである。

また標準区においても、排水区が初期より生育がやゝ

優る傾向を示したのは注目される。しかし排水区は後期に窒素不足を来たすために穂数は減少したが、種重ではやゝ優り、極端な肥料不足を来さない限りは、透水（排水）のあることが、初期生育並に確実に効果的であることを示している。また標準区に較べ熔燐区は、全期間を通じて生育良好であり、肥料副成分の効果の著しいことを示している。

出穂状況についてみると、初期の生育相をそのまま反映しており、有機物・還元鉄加用区が最も出穂始も穂揃いも遅れ、磷酸少量区がこれに次いで遅い。しかし生育中期の天候は極めて良好であつたため、磷酸少量区では、穂揃いが標準に比しそれ程遅延となっていない。

排水区は、何れも出穂は早まっているが、特に還元鉄加用区の排水区は、標準区と略々大差なく出穂した。

収穫期では、有機物、還元鉄加用区は、かなり生育は回復し、表土では草丈・穂数は急激に増加しているが、心土では標準区に対し、なおかなりの低下がみられる。

穂重は、表土では磷酸少量区が最も少く、有機物・還元鉄加用区がこれに次ぎ、熔燐区が最も高かった。排水区は何れもその増加が著しく、還元鉄加用排水区は標準区を遙に上回った。心土では、有機物加用区<有機物・還元鉄併用区<還元鉄加用区<標準区<熔燐区の順で、表土と同様、熔燐の効果は顕著である。また有機物或は還元鉄の加用は、何れも標準区の1/2前後で、その低下は表土に比べて極めて顕著である。

### 5) 要 約

火山灰土壤の新開田において、特にその開田当初に、水稻に“赤枯れ症状”的な発生することは、東北各地の開田地において、知られていることである。当胆沢地区の開田でも、開田当初の1960年には著しい発生がみられ、甚だしき場合には植付後間もなく発生し、このため減収の著しかった例が多かった。

所謂“赤枯れ病”は、一種の生理病として関東地方の湿田にも多く発生することは既に報告があるが<sup>(1)(2)</sup>、その徴候等よりすれば、両者は比較的類似しているようと思われる。一般に湿田に発生する赤枯れは、土壤的には、有機物の集積過多・還元・硫化水素等の阻害物質の生成、 $\text{Fe}^{+2}$ の過剰等の総合結果として出現することが知られている。更に体内代謝的にも可溶態窒素の占める割合が大きく、かつ Peroxidase の活性の著しい増加がみられている<sup>(3)</sup>。また東南アジア方面でも、葉に褐色の斑点を生ずる症状がみられ、PONNAMPERUMA<sup>(4)</sup>は  $\text{Fe}^{+2}$ の過剰によるとしている。しかし一方太田・山田<sup>(5)</sup>はセイロンにおける Bronzing disease の原因としては、

$\text{Fe}^{+2}$  よりも低  $\text{Ca}$  条件下での  $\text{Al}$  の害であるとしている等、その発生原因については種々報告されている。

本土壤の場合には  $\text{Fe}^{+2}$  の過剰とかなり密接な関係がみられたが、これも単一因子ではなくて、種々の要因が互に関連していることが予想され、今後検討したい。

何れにしても火山灰土壤の赤枯れは、排水することによって、かなり発生を抑制しうることが明かとなった。

## 5 総合考察

従来東北地方に分布する火山灰土壤の大部分は、原野或は林地として放置されてきたのであるが、1945年以降は食糧増産緊急開拓事業によって入植開墾がなされた。しかしその利用は専ら畑地としてであり、水田としては僅かに低地の水を導入しやすい地帯のみで、しかも殆どが人力による開田であった。これら地帯は標高もかなり高い位置にあることも関連して、灌漑水も冷水であり、このため平年においても水口青立、生育遅延或はイモチ病の激発等に悩まされていたのであるが、更に低温年では一層この被害が著しく、水稻生産は低収且不安定であり、冷害激甚地帯となっていたのである。しかもこれら火山灰水田の所有者は、その大部分は地元増反農家であったため、その耕種技術は沖積地帯のそれをそのまま導入していた。即ち品種は中～晚生種であり、施肥も窒素を主体としているのであるが、生育の劣勢を窒素の多用によって回復しようとしたため、生育遅延・不稔・イモチ病の発生等は一層助長されて冷害年における被害を拡大していたのである。

近年に至りこれらの火山灰地帯においても、その上流に多目的ダムの築造等の利水の便をうることによって、開田化計画が急速に進行し、東北地方において現在開田進行中のものは約14,000haであり、岩手県でも6,000haに及んでいる。当胆沢平野においても、石淵ダムの完成によって水源の確保がほぼ可能となったので、急速に開田化計画が進行し、2の事業概要に述べた計画が実施されているのである。従ってこれら地帯における稲作技術の確立は、新開田における生産安定並びに向上対策であると同時に冷害対策とも関連するものであり、これの重要性が強調されるゆえんである。

当試験は胆沢開田計画の実施に先だって、1955年より継続実施してきたものである。当胆沢平野内の高位段丘面上には、その噴出起源を西方奥羽山系中の焼石火山群にもつと推定される火山性堆積物が広く覆っており、その表層はいわゆる腐植質火山灰土壤を形成している。母材的には、複輝石安山岩を主体とするが、降灰年次が古

いために塩基の流亡が著しく、酸性が極めて強い。同時に風化ゲル中の珪酸が少く、アルミニュームが圧倒的に多い土壤となっている。従って土性的には埴土～埴壤土となっているが、表層は有機物に富み極めて軽しようであり且単に水で分散しうるような粘土分が少い。水中において指で圧迫しても中々破壊し難い耐水性団粒が多く、又粒子が沈降した場合には湛水下でも極めて固い。下層の黄褐色土層は乾燥によって亀裂を生じやすいといった性質もあり、水田としては漏水田となる性格をもつものである。養分的にも潜在窒素地力は幾分あるも、他の養分は極めて少くなっているが、これらの性格は東北地方に分布する他の腐植質酸性火山灰土のそれと全く軌を一にするものである。

火山灰新開田における諸問題については、既に本谷を中心とした研究グループによる詳細な報告もあり<sup>5)</sup>、その他各県農試による多数の成績があるが、これらも参考にして本試験の結果について考察してみたい。

### 1 要素施用量特に磷酸施用量と生育並びに養分吸収との関係

本土壤は磷酸が著しく欠乏した土壤であるため、磷酸施用の有無が水稻の生育を完全に支配しており、無肥料区と無磷酸区の生育相は全く同一である。即ち播種後養水分吸収は行われず、苗代時代に得た体内養分を消耗して生命を維持するにすぎない。従って活着はしても伸長分けつは全く行われない。7月中旬以降気温が高まるにつれて、僅かに有効化していく土壤中の養分を吸収して幾分伸長はするが、分けつは依然として進まず、しかも下葉の枯死が目立ち、出穂も遅延している。穗数も植付時の母穂と同一であり、穂が成熟する前に既に茎葉は枯れる状態で、平均一穂粒数も11～13粒と極めて貧弱であり、千粒重も著しく低く、青米多く、玄米重も10a当たり16～20kgと収穫皆無に等しい生育である。

無窒素区は、活着後幾分分けつはするが、初期より葉色は淡く、穗数・粒数共に少く、標準区の45%前後にすぎない。

無加里は過去6年間を通じて標準区と大差なく、又外観的にも加里欠乏の症状もみられず、玄米重も標準区と大差なかった。

以上の経過よりすれば、本土壤における三要素の肥効は、磷酸>窒素>加里の順であり、磷酸の供給なくしては、窒素・加里の施用は無意味であることを示している。これは一般冲積土壤のそれと趣を全く異なる点である。以上の経過にみられる通り、火山灰水田では、磷酸の施用が施肥法の基本となることが明かとなったの

で、次に磷酸施用量と水稻の生育並びに養分吸収との関係を生育時期別にみると、活着時では、そのN・P・K濃度は苗代時に比べて各区共に低下するが、磷酸施用量の少いもの程低下が著しい。これは一部体外に流出されることを示している。その後活着と同時に、これらの体内濃度は急激に上昇するが、これは磷酸施用量とほぼ平行しており、且つその時期も早まっている。逆に磷酸施用量の少い場合には、これらの濃度低下はその後も引続いており、又たとえ幾分高まってもその時期は遅延している。このことは形態的には分けつの発生と伸長に表現されてくるわけであるが、磷酸施用量の増加に伴って分けつは増加し、且つその速度も速かである。磷酸をかなり施用した条件下 ( $P_2O_5$  10a 当り 18.5kg) での窒素の増施は、その吸収同化を早め、分けつを旺盛にしている。この時期は蛋白代謝の時期であり、蛋白質の造成には、特にN・P及び水分が必要であり、これらの何れに不足しても蛋白合成は不十分であることは明かである。更に無磷酸～磷酸少量区及び低水温下では、光合成によって生成された炭水化物が利用されず、茎葉に留っているのに反し、磷酸多用区ではこれらは直ちに蛋白合成に利用され、その含量は少くなっている。東北地方の如き冷涼性気候に遭遇しやすい地方や冷水灌漑地帯では、特にこの初期生育の確保と促進が、収量構成要素としての穂数並びに低節位分けつの利用による穗重の確保と密接な関連をもつものである。従って火山灰土壤では、17°C 以下の低水温の場合は別としても、磷酸多用を基本条件として、これと窒素・カリ等の施用を兼ね合わせて初期生育の促進をはかるべきである。

分けつ期における体内の磷酸含量は、Pとして 150mg /100g 以上を必要としており、これ以下の場合には分けつは全然しないか或は緩慢である。このことは第6図に示した通りであり、P-0～P-380g 区では6月中旬のP濃度は既に 150mg より低下しており、このため分けつの発生がみられない。又 P-1,130g 区でも初期の濃度低下は著しいが、一応 150mg 以上を保っている。しかし低温年では更に低下する危険をもっているが、P-1,890g 区以上では、濃度低下もなく、P-3,789g 区では濃度上昇を示している。茎部についても略々同様の傾向がみられる。Nはこの時期には 2.5% 以上が必要なことは既に知られており、この濃度の保持が必要である。一方土壤中の 1% クエン酸可溶  $P_2O_5$  についてみると、P-0～P-380g 区では 10mg/100g 以下であり、P-1,130g 区以上では施用量の増大と共に上昇している。又  $NH_3-N$  量はほぼ 5 mg/100g 以上と考えられるの

で、この点よりすれば、乾土 100g 当可溶  $P_2O_5$  10mg 以上、 $NH_3-N$  5 mg 以上は必要である。なお灌漑水が低温の場合を考慮すれば  $P_2O_5$  は 15mg 以上は必要と思われ、これには 10a 当  $P_2O_5$  20kg 前後の施用によって得られている。又石灰、珪カル等の施用の効果は、この時期では標準区と同等乃至幾分優る程度である。堆肥の加用は、その分解による養分の供給と同時に、施用磷酸の可溶化の効果が著しく土壤中の可溶  $P_2O_5$  は初期より多く維持されており、これに伴って生育も旺盛となっている。

火山灰土壤では、施用有機物は Al と結合する可能性の強いことは第8図の土壤分析の結果で明かにしたが、これは從来知られているごとく、単に肥料的効果のみならず、磷酸の可溶化という面での効果も重要な意味をもつものである。

最高分けつ期以降は、分けつ期における各区の様相が持続されるわけであるが、この時期（7月上～中旬）には気温も上昇し、これに伴って水地温も上昇してくる。磷酸少量区では、土壤中より溶出する  $P_2O_5$  を吸収して幾分分けつを開始すると共に葉も濃くなってくる。又窒素多用或は堆肥多用区は、この時期には養分特にNの吸収は極めて旺盛となり葉色は濃緑化してくる。しかし磷酸多用区では、茎数は多いが、草丈の伸長はそれ程でなく、又葉色もやゝ淡い感じとなってくる。この時期の土壤中の窒素量は N 多・P 少量区程多く、P 多用区程減少している。従ってこの時期以降の土壤中のN量がその後の生育を規制してくるようである。

幼穂形成期頃には、一般には土壤中のN量は極小を示しており、特に磷酸多用区程少い。体内では N・K 等は急激に低下しているが、Si・Ca・Mg 等は逆に増加している。この時期以降は今までの蛋白代謝の時期から、セルローズ・リグニンの合成と変化し、形態的には幼穂の分化伸長と共に節間の伸長が著しい。磷酸少量区では依然緩慢な分けつを持続しているが、磷酸多用区では葉色は益々淡くなり、草丈の伸長も鈍くなってくる。この影響は粒数にも現われており、磷酸多用区での穂長・一穂粒数は減少している。体内では磷酸増施に伴って Ca・Mg は高くなり、且つかなりの澱粉が蓄積して、茎もやゝ太い。幼穂の発育には特に P と Mg が関与することは既に石塚<sup>11)</sup> が指摘しているが、本試験でも、この点が観られた。又この時期には体内 N は窒素多用区でも 2% を下回っており、磷酸多用区程低下している。一般冲積水田では、この時期でも 2% 以上の場合が多く、これに伴って倒伏も多いのであるが、本圃場では一般に倒伏が

少いのは、排水が良いこととN%が低いことによるものと思われる。従ってこの時期には、P・Mg・K・Ca等の吸収が旺盛であり、これの供給が必要であるが、この点磷酸多用区では過石と熔燐の併用によって、これらは十分に供給されるので有効である。又石灰或は珪カルの施用の効果は、この時期以降に主として現われている。又この時期以降はNの供給は余り多量は必要でなく、分げつの生活を維持するに足れば十分であるが、磷酸多用区では土壤中のN量はかなり少くなっている。これは生育が旺盛なため吸収量が多いのみならず、土壤微生物による固定も考えられる。この補給としてNの追肥も当然考えられるのであるが、これよりはむしろ有機物の分解によるNの、少量でしかも緩慢な供給が望まれ、この点堆肥の施用が効果的である。

上記の生育の結果が出穂期の遅速となってくるのであるが、無肥料・無磷酸及び磷酸少量区では、出穂期は明かに遅延し、磷酸多用によって早まっている。又磷酸多用区の分けつは低節位のものであるため、出穂も整一であるが、磷酸少量区では高節位のものもあり、このため出穂もやゝ不揃である。又珪カル、石灰加用区も出穂は比較的整一となるようである。

出穂期以降登熟期においては、茎葉中のN・P及び炭水化物は急速に穂へ移行するわけであるが、Si・Ca・Fe等は茎葉に留り、穂への移行は極めて少い。KとMgは両者の中間的性格を示している。従って茎葉中の濃度も、出穂後N・P・K及びMgは漸次減少するが、Ca・Siは急激に増加している。一方穂ではN・P・Mg等は急激に増加すると同時に澱粉の蓄積が伴うのであるが、磷酸多用下では、出穂後茎葉中の澱粉は急激に穂へ移行し、穂の充実を來しているが、磷酸少量下では、その移行は緩慢で且量的にも少いために、成熟期においても澱粉量は少く、千粒重も低い。

この現象は窒素多用下でも現象的には同一のものと思われる。従って早期秋冷の年程磷酸少量下での稔実は不良であり、青米が多いのであるが、磷酸多用下ではその被害を回避乃至軽減することが可能と思われる。

又石灰及び珪カルの施用は、幼穂形成期以降のセルローズ・リグニンの生成及び稔実の影響が顕著であり、これによって稔実が良化しており、結局增收をもたらしている。即ちCa・Si等は蛋白代謝にはそれ程影響はないが、セルローズ・リグニン代謝及び糖代謝と密接な関係を有することが窺われる所以である。尚小幡<sup>12)</sup>によれば、珪カルの施用は葉の光合成能力を増進し、且つ根の健全化を維持し、これによって下位葉の枯れ上りを

防止し光合成能力のある葉を後期まで保持して、稔実歩合を向上せしめることを報じている。

以上の経過にみられるように、火山灰水田では、磷酸多用が基本条件となるのであるが、これによって初期生育を旺盛にすると同時に生育を促進し、まづ体構成としての穗数の増大を期待することが出来るのであるが、幼穂形成期以降は、窒素不足を来しやすく、このため穗長・粒数の減少となり、又年によっては有効歩合も低下し、それ程增收となっていない。しかし稔実は極めて良好である。

従って収量を安定させることができ、このことは低温年における被害の軽減或は回避には極めて有効である。しかし高温年では窒素を持続させない限りは增收となつてないわけであるが、幼穂形成期前後の一時的な窒素の多用は粒数の増大をもたらす反面、節間の伸長を促し、このため倒伏、イモチ病等を招来する危険が大きい。この点有機物よりの補給は緩慢であり、しかも量的にもそれ程多くないので効果的と思われる。

又酸性火灰土壌では、石灰或は珪カル施用の効果が著しいが、この作用は主として生育中期以降の生理作用を順調にし、稔実を良化することに重点があるものと思われる。

このように磷酸は生育・収量の安定因子として作用しているのである。これと窒素を主体とした增收因子とを効果的に組合せることによって、生育相を希望する方向に可変的になしうるのであり、火山灰開田における施肥技術の基本となるべきものである。

尚施用磷酸の蓄積効果についてみると、その効果はかなり顕著である。即ち施用磷酸の前歴の多いもの程生育は旺盛となり增收しているが、固定磷酸は生育初期より水稻に利用されている点が特徴的である。 $P_2O_5$  10a 当 11.3kg 施用区も、かなり高い収量水準（標準に対する指標）を示しているが、これは全般的に絶対収量が低いことと、試験期間中比較的好天候に恵まれたためであり、更に增收或は低温年を考慮すれば、最低 $P_2O_5$  20 kg の施用を 5~6 年は継続すべきものと思われる。

## 2 漏水防止を中心とした土壤改良と生育

一般に火山灰水田は、その地形的、土壤的性格よりして漏水が激しい上に冷水灌漑せねばならない運命にあるが、このことが冷害の被害を拡大し、平年でも低収の原因となっている。従って如何にして漏水を防止し、水温を高めるかが、収量を支配する因子となっているわけで、このため従来よりタコ掘きによる床締或は迂廻水路、溜池及び田越しの水による水温上昇法が試みられ、

実施されている。近年更にペントナイトの客入や青刈ライ麦の鋤込み等による漏水防止方法がとられている。これらはすべて粒子の膨潤或は分散によって土層内の割目や穴を塞ぐことに重点があるが、最近ではブルドーザーによる床締め或は下層土の破碎（これによって毛細管を破壊する）とブルドーザーによる床締めの併用等が考究され、開田工事と同時に漏水防止工事が行われ、着々とその成果を挙げている。当胆沢地区の開田もすべてブルドーザーによる工事であるので、漏水自体はそれ程大きな問題とはなっていない。しかし浅層より礫層の出現する地帯や施工方法の不馴れ等によって局所的には漏水が激しく、その対策に苦慮している処もある。

本試験においても、床締め・ペントナイトの客入及び青刈ライ麦の鋤込み等による漏水防止法の検討を行ったのであるが、種々の原因で用水の確保が困難であり、このため生育中期以降殆ど灌水不可能であったこと、灌水可能時でも畦畔漏水は防止出来ず、これから漏出が激しかったこと、及び施肥量特に窒素・磷酸施用量が少なかったこと等の原因で成績は乱された。このため漏水防止としての効果は余り明瞭でなかったが、ペントナイトの客入や青刈ライ麦の鋤込みによって生育は良好となり、かなり増収をもたらした。漏水防止対策としてのペントナイトや青刈ライ麦の鋤込は幾多の成績<sup>1)2)3)4)</sup>よりみて極めて効果的であることは明かである。これらの投入は単に漏水を防止し、水温を上昇させるのみでなく、ペントナイトによっては養分特にNH<sub>4</sub><sup>+</sup>・K<sup>+</sup>の保持力の増大、アモルファスの表面をCoatingすることによる活性度を弱め、磷酸の可溶化を維持すると同時に土壤を膨軟にする等の効果も認められている。又青刈ライ麦の場合も、その分解による土壤粒子の分散のみならず、分解過程中に放出される種々の養分は直接水稻に利用されるわけであり、これが水稻の生産に効果の高いことは既に知られていることである。本試験の成績では、この意味でのペントナイト・青刈ライ麦或はこれらの併用の効果が著しかったものと思われる。一般に青刈ライ麦の施用は、その施用量によっては失敗した事例もあり、仲々むづかしいが、この点床締めやペントナイトは安全で且確実である。

このように漏水防止は、その方法によって差異はあるが、何れにしろ単に漏水を止め、水地温を上昇させるのみでなく、養分の保持・有効化に直接・間接影響を及ぼし、水稻の生育に好結果をもたらしているのである。

しかし、漏水を止めることは、水地温を高める反面、酸素の供給を途絶し、土壤の還元化を促進することにな

り、生育に対して不利な結果を招いていることは本谷の成績<sup>5)</sup>でも明かである。即ち漏水をほぼ完全に防止することによって、初期生育は旺盛となり且NH<sub>4</sub><sup>+</sup>の保持も良好となるため肥効は持続し、穂数・粒数等の収量構成要素の増大は極めて顕著である。従って収生産は多いが、倒伏・窒素過剰による登熟不良・生育遅延を来し、稔実が伴わず、収量比も低く、生産が上昇しないのみならず場合によっては著しい減収を示している。更に開田に屢々発生する“赤枯れ”も、多くは漏水のない、還元の著しい水田に発生しているのである。

逆に漏水田では、灌漑水が特に冷水でない限りは養分の溶脱特にNの流亡のために分けつが少く、これが穂数・粒数の減少を来し、減収となるが、稔実は極めて良好となっている。<sup>5)</sup>このことは漏水は収量構成要素の増大・確保には不利であるが、収量決定要素には有利に作用していることを意味している。一般的に幼穂形成期以降排水することは、稔実を良化することは、単に火山灰土壤のみならず、泥炭土壤や重粘地土壤でも認められるることは既に明かにしたところである。<sup>13)</sup>

以上の如く、漏水を完全に止めることは、土壤を膨軟にし、水地温を高めるといった物理性の改善と更にNH<sub>4</sub><sup>+</sup>・K<sup>+</sup>の保持、磷酸の有効化等によってその濃度も高まるが、この条件は既述の如く分けつ（蛋白代謝）には極めて有利であるが、土壤中のNH<sub>4</sub><sup>+</sup>の高濃度の持続は、蛋白代謝の持続をもたらし、幼穂形成期以降のセルローズ・リグニンの生成及び糖代謝に対しては不利な条件と思われる。従って幼穂形成期以降は、既述のSi・Ca・Fe・Mn等の体内濃度の上昇と同時に漏水（排水）による酸素の供給をはかり、体内Pの回転を良好にし、糖代謝の促進を期すべきものと思われる。しかし現実の圃場では、このような水管理は暗渠等によらねば不可能なことであり、實際には漏水をどの程度に止めるべきかが問題となってくる。本試験ではこの点は明かになしえなかつたのであるが、土壤の性格によって多少の差異はあるとしても、本谷<sup>5)</sup>は日当4cm内山<sup>14)</sup>は日当2~3cmとしており、管理上からもこの位の量は必要と思われる。

更に石灰及び珪カルの施用は、単に養分的な効果のみならず、土壤改良に果す役割は見逃しえない。酸性火山灰土におけるこれらの効果は、畑作でも明白に認められており、何れも活性のアルミニウムや鉄を抑えて磷酸の有効化を促進するものである。特に珪カルは土壤改良剤としても亦水稻の養分的にも必須にして、しかも多量に必要とするものであり、これの施用は欠くことは出来ない。

又大量の磷酸施用は一部は土壤改良剤として働いているものと思われ且その副成分として投入される石灰・苦土の土壤中の増加並びに年次経過によって下層にまでその影響を及ぼしていることは、土層改良と養分供給の両面より注目される点である。

有機物の施用も、土壤中のアルミニウムの活性を抑制することが知られ、本試験でもこの点を明かにしたが、更に漏水のない条件下での有機物の多施用は“赤枯れ”発生の原因ともなるので、これらを併せ考えると開田当初では十分に腐熟したものを使用することが効果的と思われる。

### 3 苗の素質、品種と生育

かつて東北では“苗代半作”といわれる位苗の良否が本田の生育・収量に支配的に作用していた。特に低温年では苗の良否が大きく影響してくることは当然考えられるところである。

插秧時の水地温が低く、初期生育の遅延しがちな火山灰水田においても、当然苗の素質の良否が影響することは明かである。従ってこのような地帯で要求される苗の性格としては、低温下でも速かに発根し、旺盛な分けつを行いうるようなものであるが、この要求を満すものは体内N・P等の養分濃度が高く、乾物重が大で且水分の少いような苗である。この性格をもったものとして、多磷酸条件下での畑苗であり、本試験の結果でもこのことが認められた。たゞ畑苗はイモチ病に対して弱いこと及び初期生育は旺盛であるが、後期やゝもすると無効茎が多く、このため収量的には必ずしも向上しないといった性格を示す場合もある。従って本田での肥培管理特に中後期には十分な注意を要する。折衷苗でも多磷酸条件下ではかなり畑苗的性格をもたせうるようであるが、この場合には特に管理面に注意し、ハードニングを行い、又土壤を比較的酸化的に保つようにして畑苗的性格を附与するようにすべきものと思われる。又土壤条件としてもpH 5.3~5.4程度が良いことも知られているので、開田ではこの条件で多磷酸施用の畑苗或は管理を良くした折衷苗が適している。

種類についてみると、その発芽の遅速はその所含の澱粉及び磷酸の活動の如何による所が大きいと思われるが、予備的に行った試験の結果（未発表）では、磷酸・澱粉量の少い無P区の種は、25°Cの条件下でも発芽は遅く、又成苗歩合も低く且插秧時の乾物重もやゝ低かった。このような高温条件下でも不良であるのさで、低温下では一層この傾向は助長されることは当然予想されるわけであり、この点よりしても種類としては、穏実の良い

ものを用うべきである。磷酸用量試験の結果より、P含量も高く（Pとして150mg以上）且穏実の良い種はP<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 10a 当18.9kg施用区以上で得られている点よりしても、本田における磷酸施用量は、最低この程度は必要である。今後火山灰水田でも直播（湛水直播が主体と思われるが）栽培が実施される可能性も考慮すれば、良好な種を得るという点からも磷酸多施用が必須条件となってくるのである。

尚品種についてみると、岩手県南地方の北上沖積地帯における代表的な品種であるササシグレ（晚生種、穂数型）を指標とすると、本土ではチョウカイ・農林17号・タレホナミ・トワダ・オオトリ及びサワノハナ等が連年好結果を得ている。これらの品種は開田当初の比較的種々の悪環境下でもササシグレに比べ增收している点に特徴がある。これらの品種の殆どは早生～中生種であり、生育が遅延気味の当水田では、8月20日には穗揃期に達することが望まれるわけで、品種の早晚が最も重要な因子となってくるのである。上記の品種の中でも、特にトワダが安定した好結果を示している。トワダは早生種の偏穗重型の品種で、耐肥性も強く又耐冷性もあり、この地帯には最適品種であるが、既述の“赤枯れ”に対する抵抗力が極めて弱いことと、品質が余り良くない点が問題である。当胆沢開田地区では1960年（開田当年）は基幹品種としてトワダを指定したので、その作付面積もかなり多かったのであるが、“赤枯れ”的発生が甚しく、生育収量も不良であったので、次年度からはこれに代るべき品種として、ハツニシキ（早生種、穂数型、赤枯れ抵抗性強）に全面的に切り替えられている。これによつて品質の面も改善されたのであるが、今後は更に耐冷性、耐肥性の強い強稟な中生種で、しかも品質も良いといった品種の出現が望まれるところである。

### 4 火山灰新開田における耕種肥培技術の要点

以上考察してきた如く、火山灰新開田では冷水・漏水・磷酸欠乏が水稻の生産を低収且不安定にしている要因であり、この対応策が基本条件であり且又そのまゝ冷害対策ともなりうるものである。これを考慮して耕種肥培上留意すべき点について列挙すると次の通りである。

① 漏水防止としては床締・ベントナイトの客入が最適である。ベントナイトの客入は10a 当約 1 ton位が適当であることが知られているが、価格が高い点に問題がある。この点ブルドーザーによる床締特に下層土の毛細管を破碎後の床締は、漏水防止効果も高いと同時に開田工事と併行して施工可能な点で有利である。しかしこの

漏水を完全に止めることは、用水量の節減の意味では有利であるが、水稻生理上からは不利であることは既述の通りであり、『赤枯れ』の回避或は高位の生産（10a当玄米700kg以上の生産）を期するには、日当たり3~4cmの漏水があった方が良いようである。

② 水温上昇 ①の漏水防止によってかなり低水温の被害は防止されるのであるが、尚水温が分けつ期でも20°C以下の場合には水温上昇対策を構ぜねばならない。従来よりその方法として溜池、迂回水路、ポリエチレンチューブ、O.E.D撒布等々が実施されている。夜間掛け流し、昼間止め水法は冷水田では効果の高いことが知られている。

何れにしろ、これらによって分けつ期における水温を20°C前後にまで上昇させることが必要である。

### ③ 苗代及び本田における磷酸多施用

苗としては磷酸多用の畑苗が最適であるが、肥料は酸性肥料を用い、特に過石は $\text{P}_2\text{O}_5$ 当280g前後は施用したい。磷酸多用の折衷苗でも良く、この場合には努めて土壤を酸化的にすること、ハドニングを行い徒長を防ぎ、乾物重の増大をはかるべきである。

本田では磷酸は $\text{P}_2\text{O}_5$ として10a当20kgの施用を最低として施用し且5~6年は継続すべきである。特に酸性火山灰土では過磷酸石灰と熔成磷酸を成分で半量宛の併用が効果的であり、施用法としても熔成磷酸を全層に、過磷酸石灰を表層に施用することが有利である。

窒素は元肥重点とし、初期生育の促進によって穗数の確保を中心とし、後期必要な場合には少量の追肥を行う。土壤有機物含量が少く潜在窒素の放出が余り期待出来ない場合、浅耕土では完熟堆肥の施用によって、中後期生育を確保すべきである。加里については、灌漑水からの補給もかなりあるので10a当 $\text{K}_2\text{O}$ として7.6kg程度の施用で略々十分と思われる。

④ 塩基類の補給 特に酸性火山灰土では石灰・苦土その他の各種塩基類及び有効珪酸が極端に欠乏している場合が多いので、水稻えの養分的にも亦土壤改良剤としても石灰・珪カル等の施用は欠くことは出来ない。

### ⑤ 品種及び栽植密度

品種としては耐冷性、耐病性（主としてイモチ病）・耐赤枯れ性が強く、分けつ旺盛な穂数型で、しかも出穂期の余り遅くないもの（出穂期は8月15日前後、穂前期は8月20日前後が限度である）、即ち早生種～中生種でも早いもので、品質も良いものが望まれるのであるが、現在の段階では上記の条件を満足させるような品種はない。しかし比較的適品種としてハツニシキがあげられ

る。

栽植密度としては、当然密植が有利であり、3.3m<sup>2</sup>当90~100株は必要である。

### 5 施工上の問題点について

開田工事の施工法は最近では、その面積も広大であり、全部ブルドーザーによる施工である。従って開田工事と床締が併行して行い得るという利点があり、従来の人力による開田工事に比べると遙かに良い条件の水田が得られている。しかしブルドーザーによる場合でも、現実には種々の問題点があるが、特に必要なのは、表土の均平化である。これは地形や開田前の状態（原野か、山林或は畠地か等の）が関係してくるが、更にブルドーザーの技術者の経験や技術の影響も大きい。

一般的の施工法としては、最初に表土を除外し、この時に下層土の床締が行われる。そして下層土を均平にして、その上に除外した表土を再び撒布するのであるが、この場合の下層土のならし方と表土のおき方が、可及的均平であることが望ましい。大面積について短期間で施工する場合には、とかくこれが粗雑になりがちである。このため実際水稻を植付けるまでには、尚多大の労力を必要とする場合が多く且植付後の生育も不揃で、開田初年目では、いかに既述の耕種・肥培条件で行なっても、その効果が現われ難く、生育ムラによる減収が著しい場合が多い。表土の均平化のために、作土を移動し、深くなつた所程、又漏水の完全に止った処程、同一圃場内でも赤枯れの発生が甚しいことを観察しており、この点からも均平な作土が要求される。

次に作土の厚さであるが、これは下層が礫や砂で、作土の得られない所は別としても、一般には灌水下で最低15cmは必要である。この最低15cmの作土を得るには、畠状態の作土をブルドーザーで撒布する場合には約35cm位は必要である。

畦畔漏水については、畦畔をキャタピラーで踏み固める方法やビニールで遮水壁を作る方法等がとられているが、最近、畦畔の中心部に板状に少量のペントナイトと土を混ぜたものをつき固めて遮水壁とする方法等も考究されており、漸次低廉で効果的な方法が出現してきている。従って施工については

①作土の均平化 ②最低15cmの作土の確保 ③漏水防止の程度を日減水深3~4cmとする ④畦畔漏水の完全防止が強く望まれる。

## 6 摘 要

東北地方に広大に分布する火山灰土壌は、その位置・地形並びに土壤的性格からみて、沖積土壌とは著しい相異があるが、從来火山灰水田の稻作技術は沖積地帯の技術をそのまま導入していたために、生育遲延・イモチ病の激発等のために低位生産地帯或は冷害常習地帯とされてきたのである。この低収且不安定性の原因は、その母材的因子及び堆積様式に由る所が大きい。従って火山灰水田の稻作技術は、これら土壤の特性に応じた耕種・肥培並びに土壤管理技術の確立にあり、その要点は漏水・冷水及び磷酸欠乏という点に集約されるものと思われる。冷水に対しては溜池・迂廻水路等の水温上昇施設の必要であることは当然であるが、更にベントナイトの客入や床継によって極端な漏水を防止することは、水地温を高め養分の流亡を防ぎ、初期生育を旺盛且促進せしめるものである。しかし過度の漏水防止は用水の節減並びに収量構成要素の増大には有利であるが、その反面土壤の還元や必要以上の肥効の持続を招き倒伏や赤枯れの発生等により収量決定要素の低下をもたらすものである。又施肥法としては、磷酸の多施用が基本条件であり、これと窒素・加里その他の養分が伴つてはじめて初期生育を旺盛にし、出穂を早め且稔実を良化し、低温年における生育遲延と登熟不良を防止するものであり磷酸は安定因子として作用しているのである。又磷酸の体内での生理作用は苦土の共存によって一層高められるのであり、この点過石と熔磷酸の併用は効果的であることを明かにした。しかし磷酸の多施用は、後期窒素不足を來しやすく、窒素の供給が統かない限りは収量構成要素の低下によって增收とはなっていない。一般に酸性火山灰土壌では、有効珪酸・石灰及び苦土に欠乏している場合が多

く、これの補給によって後期生育と稔実を確保すべきである。以上のような対策技術は、部分的に採り入れるのみでは、その効果は少く、総合的な技術体系として実施する必要がある。勿論現実の開田地では、このような技術以外の因子—工事遅延による植付適期の遅れ、作土の不均一性等々が、特に開田当初では生産を支配することもあるが、当胆沢地区の開田では、本研究の結果が実際に適用されており、これによって開田当初より予想以上の効果を挙げているのである。

### 引 用 文 獻

- 1) 本谷耕一, 他: 東北農試栽培二部土肥試験成績書 (1955)
- 2) 沼尾林四郎, 他: 農及園, 32, (1951)
- 3) 坪田五郎, 星静: 日土肥誌, 27, (1956)
- 4) 鳥山国士: 農及園, 33, (1958)
- 5) 本谷耕一: 東北農試研究報告, 21, (1960)
- 6) 馬場赳, 他: 日作紀, 22, (1953), 23, (1955), 25 (1956)
- 7) 山口尚夫, 他: 日作紀, 26, (1957)
- 8) 馬場赳, 他: 日作紀, 26, (1957)
- 9) F. N. PONNAMPERUMA: THE CHEMISTRY OF SUBMERGED SOIL RELATION TO THE GROWTH AND YIELD OF RICE 熊田恭一, 浅見輝男訳 (1955)
- 10) 太田, 山田: 日作紀, 31, (1962)
- 11) 石塚, 田中: 日土肥誌, 23, (1952)
- 12) 小幡宗平: 富山県農試特別報告 (1962)
- 13) 鎌田嘉孝, 他: 本誌, 本号
- 14) 内山修男: 農及園, 32, (1957)