

水稻のりん酸代謝に及ぼすけい酸の影響

西原典則・恒吉利彦・中村 博
稻永醇二・宇田川畏三

The Affects of Silicon on Phosphorus Metabolism in Rice Plant

Tsunenori NISHIHARA, Toshihiko TSUNEYOSHI, Hiroshi NAKAMURA,
Shunji INANAGA and Izo UTAGAWA

(*Laboratory of Fertilizers*)

I. 緒 言

けい酸は多くの植物体中にみられ、なかんずく禾本科植物体中には比較的多量に存在するが、現在のところ作物の必須元素としては認められていない。けい酸の植物体内における生理作用についてはまだほとんど明らかにされていないが、その理由は完全なけい酸欠除植物の培養が困難であることや、植物体中から生理的に重要な意義をもったけい素化合物を分離することができないことなどによると思われる。しかしながらけい酸が水稻の生育に好影響を与え、穀実を良好にし、玄米収量の増大をもたらし、また病虫害に対する抵抗性を増大せしめることは古くから知られている。奥田ら¹⁰⁾は水稻のけい酸欠除栽培を行ない、けい酸含量 0.063% (SiO_2) の植物体を得たが、水稻は病虫害には全くおかされなかったにもかかわらず生育は抑制され、穀実収量は激減した。

植物のりん酸およびけい酸の吸収に及ぼすけい酸およびりん酸の影響については、多くの研究が行なわれているが³⁾、植物体内におけるけい酸とりん酸の相互作用についてはまだ不明の点が多い。奥田ら¹¹⁾が水稻について行なった試験の結果によると、けい酸添加は水稻に吸収されたりん酸の穀実形成における利用率を増大したが、水稻の生理に対してけい酸がりん酸の狭義の生理的代替をする可能性は認められなかった。宇田川ら¹⁴⁾は水稻体内における無機成分の穗への転流に及ぼすけい酸の影響について検討し、けい酸の添加によって水稻体内におけるりん酸の穗への移行を促進することを認めた。著者らは水稻を用い、りん酸の供給量を少量、中量、多量の 3 段階とした場合のけい酸添加の有無が、水稻の生育・収量・りん酸吸収および水稻体内のりん酸代謝に及ぼす影響について検討したので報告する。

II. 試 験 方 法

水稻農林 18 号を用い、昭和 42 年 5 月 29 日に穀殻を除いて播種し、けい酸を欠除した培養液で育苗した。6 月 27 日に試験区を構成し、7 月 12 日にホーロー引ポットに 1 本植で定植した。試験区の構成は第 1 表の通りである。1 区の連数は定植当初は 12 連とし、生育の各時期に 4 連ずつを抜き取った。培養液の基本組成は第 2 表に示した通りである。6 月 27 日から 7 月 11 日まで基本培養液濃度の 1/4 とし、9 月 12 日以降は基本培養液組成より N 成分を除いた。ただしりん酸およびけい酸の濃度は全期を通じて一定にした。各ポッ

Table 1. Experimental design

Silicon	Phosphorus	Sign	Phosphorus concentration ($\text{P}_2\text{O}_5 \text{ ppm}$)
Adding	Low	+Si, Lp	2.5
	Middle	+Si, Mp	20
	High	+Si, Hp	50
No adding	Low	-Si, Lp	2.5
	Middle	-Si, Mp	20
	High	-Si, Hp	50

Table 2. Component of the nutrient solution

Elements	Concentration (ppm)	Chemical forms
$\text{NH}_4\text{-N}$	10	NH_4NO_3
$\text{NO}_3\text{-N}$	10	"
P_2O_5	2.5, 20, 50	NaH_2PO_4
K_2O	15	KCl
CaO	10	CaCl_2
MgO	10	MgSO_4
Fe	1.0	Fe-EDTA
Mn	0.3	MnSO_4
B	0.1	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$
Mo	0.01	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$
Zn	0.01	ZnSO_4
Cu	0.01	CuSO_4
SiO_2	100	$x\text{SiO}_2 \cdot y\text{H}_2\text{O}$

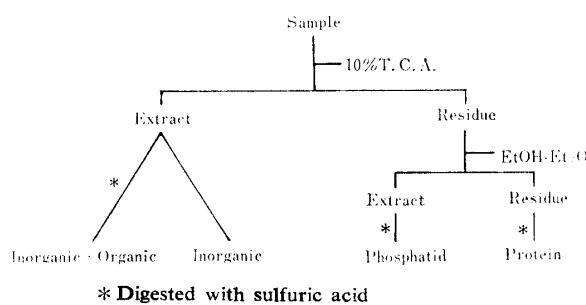


Fig. 1. Procedure for fractionating phosphorus in rice plants to several forms

トの培養液の容量は 6 l で、培養液は 3 日ないし 6 日ごとに更新し、更新の際に培養液の pH を 5.6 に調整した。けい酸はけい酸ナトリウムをアンバーライト IR 120 樹脂にとおし H_2SiO_3 として用いた。なお培養に脱塩水を用いたが、脱塩水中のけい酸濃度は 0.2 ppm 以下であった。試料採取は 8 月 8 日（最高分げつ期）、9 月 18 日（乳熟期）および 10 月 21 日（成熟期）に行なった。各時期に採取した水稻は穂、上位葉（未展開葉を含めて 3 枚）、下位葉（上位葉以外の葉）、枯れ葉、葉鞘、茎および根に分け、速やかに乾燥した。なお穂は松島⁸⁾ の方法により比重 1.06 以上を精粋とし、それ以下を粋とした。各試料は粉碎したのち分析に供した。水稻体中のりん酸の形態別分画は Schneider¹³⁾ の方法に基づき第 1 図に示した方法で行ない、りん酸の定量は Allen 法⁹⁾ によった。

III. 試験結果

1. 生育量

生育状況を概観すると、生育の初期はけい酸添加の有無およびりん酸供給量の違いによる差はほとんど認められなかった。しかし根長はりん酸供給量の増加に伴い、短くなる傾向が認められた。8 月下旬より $-Si$ 区が $+Si$ 区に比して下葉の枯れ上がりが激しくなった。出穂期は $+Si$ 区が 9 月 8 日、 $-Si$ 区が 9 月 10 日であった。また $-Si$ 区において粒に褐色の斑点が著しく生じた。

草丈および茎数の推移は第 2 図に示した通りである。まず草丈についてみると、りん酸供給量の多少にかかわらず、 $+Si$ 区が $-Si$ 区に比して大であり、また $+Si$ 区および $-Si$ 区において生育の前期は Lp 区、Mp 区および Hp 区のいずれも大差なかったが、出穂期後において Lp 区は Mp 区および Hp 区に比して小であった。次に茎数および穂数についてみると、Lp 区および Mp 区においては $+Si$ 区と $-Si$ 区はほぼ同

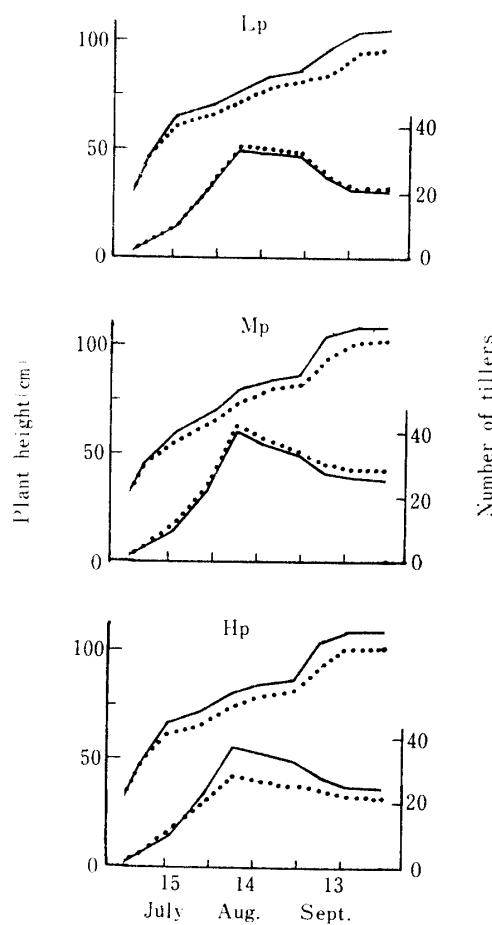


Fig. 2. Growth of rice plants

— +Si -Si

じであったが、Hp 区においては $-Si$ 区が $+Si$ 区に比して明らかに小であった。穂数についてみると、Lp 区においては $+Si$ 区と $-Si$ 区はほぼ同じであったが、Mp 区においては $+Si$ 区が $-Si$ 区に比して小であり、Hp 区においては $+Si$ 区が $-Si$ 区に比して大であった。りん酸供給量と茎数および穂数との関係についてみると、 $+Si$ 区において Mp 区と Hp 区はほぼ同じであり、Lp 区はそれらに比して小であった。 $-Si$ 区においては Mp 区が最も大で、Hp 区がこれに次ぎ、Lp 区が最も小であった。

成熟期における水稻の収量構成要素、精粋重、茎葉重および根重について示すと第 3 表の通りである。

1 穗粋数についてみると、Lp 区、Mp 区および Hp 区のいずれにおいても $+Si$ 区が $-Si$ 区に比して大であった。 $+Si$ 区では Lp 区、Mp 区および Hp 区の間に差がみられなかったが、 $-Si$ 区では Hp 区が最も大で、Mp 区がこれに次ぎ、Lp 区が最も小であった。

次に 1 株粋数についてみると、いずれのりん酸濃度においても $+Si$ 区が $-Si$ 区に比して大であった。

Table 3. Yield

		Number of spikelet	Rate of fully ripened grains		Mature grain**		Weight of* 1,000 grains	Weight of** leaf & stem	Weight of** root
			Ear	Plant × 100	%	Index			
Lp	+Si	86	18.6	74	100	30.9	100	23.1	47.9
	-Si	70	15.4	34	46	11.1	36	21.2	41.0
Mp	+Si	86	22.4	71	100	33.9	100	21.3	53.7
	-Si	76	21.3	36	50	15.3	45	20.0	49.1
Hp	+Si	87	21.8	55	100	24.3	100	20.3	57.6
	-Si	79	17.4	13	24	4.4	18	19.6	45.9

Remarks : * Brown rice

** Oven dry weight

+Si 区において Mp 区および Hp 区はほぼ同じで、 Lp 区はこれらに比して明らかに小であった。 -Si 区において Mp 区が最も大であり、 Hp 区がこれに次ぎ、 Lp 区が最も小であった。

登熟歩合についてみると、第3表より明らかなようにいずれのりん酸濃度においても、 +Si 区が -Si 区に比して著しく大であった。 +Si 区および -Si 区のいずれにおいても、 Lp 区および Mp 区は大差がなかったが、 Hp 区はこれらに比して明らかに小であった。

玄米千粒重についてみると、りん酸供給量の多少にかかわらず +Si 区が -Si 区に比してわずかに大であった。 +Si 区および -Si 区のいずれにおいても、 Lp 区が最も大で、 Mp 区がこれに次ぎ、 Hp 区が最も小であった。

精粋重についてみると、りん酸供給量の多少にかかわらず +Si 区が -Si 区に比して著しく大であった。 +Si 区および -Si 区のいずれにおいても、 Mp 区が最も大で、 Lp 区がこれに次ぎ、 Hp 区が最も小であった。

茎葉重についてみると、りん酸供給量の多少にかかわらず +Si 区が -Si 区に比して大であり、その差は Hp 区が最も大で、 Mp 区がこれに次ぎ、 Lp 区が最も小であった。 +Si 区においては、 Hp 区が最も大で、 Mp 区がこれに次ぎ、 Lp 区が最も小であったが、 -Si 区においては、 Mp 区が最も大で、 Lp 区および Hp 区はほぼ同じであった。

根重についてみると、 Lp 区においては +Si 区が -Si 区に比して小であったが、 Mp 区および Hp 区においては +Si 区が -Si 区に比して大であった。 +Si 区において Mp 区が最も大で、 Lp 区および Hp 区はほぼ同じであった。 -Si 区においては、りん酸供給量の増加に伴い根重は減少した。

2. 水稻体内的りん酸

(1) 全りん酸含有率

水稻体各部位の全りん酸含有率を示すと第4表の通りである。各時期についてりん酸含有率をみると、いずれもりん酸添加量の大なる区が含有率は大であった。まず8月8日において、 Lp 区では +Si 区は上位葉が最も大で、以下下位葉、根および葉鞘の順であった。 -Si 区は上位葉、葉鞘、下位葉および根の順であった。 Mp 区では +Si 区および -Si 区のいずれも下位葉が最も大で、根が最も小であった。 Hp 区では +Si 区および -Si 区のいずれも下位葉が最も大で、以下上位葉、葉鞘および根の順であった。 9月18日において、 Lp 区では +Si 区の枯れ葉および -Si 区の枯れ葉および根のりん酸含有率が小であった以外はいずれの部位も大差なかった。 Mp 区では +Si 区および -Si 区のいずれも枯れ葉が最も大で、以下下位葉、葉鞘、茎、上位葉、穂および根の順であった。 Hp 区では +Si 区は下位葉および枯れ葉が、 -Si 区は枯れ葉、下位葉および葉鞘が他の部位に比して大であり、穂および根が小であった。 10月21日において、 Lp 区では +Si 区および -Si 区のいずれも粋および粋が他の部位に比して明らかに大であった。 Mp 区では +Si 区および -Si 区のいずれも、下位葉が最も大で、根が最も小であった。 Hp 区では +Si 区および -Si 区のいずれも、上位葉および下位葉が他の部位に比して明らかに大であり、根が最も小であった。

水稻体の各部位についてけい酸添加の影響および時期的变化をみると次の通りである。

穂 9月18日において、 Lp 区は +Si 区と -Si 区がほぼ同じであり、 Mp 区および Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であった。 10月21日において、精粋のりん酸含有率は、 Lp 区では +Si 区が -Si 区に比して小であったが、 Mp 区では +Si 区と -Si 区は

Table 4. Total phosphorus in each part of rice plants ($P_2O_5\%$)

			Aug. 8			Sept. 18			Oct. 21		
			Lp	Mp	Hp	Lp	Mp	Hp	Lp	Mp	Hp
Ear	Mature	+Si -Si				0.40 0.39	0.80 0.55	0.82 0.57	0.52 0.60	0.94 0.92	1.26 1.04
	Immature	+Si -Si							0.56 0.68	1.10 1.09	1.14 1.23
Upper leaf-blade		+Si -Si	0.58 0.53	1.35 1.45	3.03 3.23	0.47 0.43	0.95 0.85	2.08 2.07	0.28 0.16	1.11 0.80	2.65 3.06
Lower leaf-blade	Live	+Si -Si	0.35 0.39	2.03 2.70	5.37 7.00	0.43 0.28	1.56 1.37	3.59 3.89	0.30 0.12	1.22 1.37	2.55 2.73
	Dead	+Si -Si				0.12 0.11	1.68 1.67	3.28 3.94			
Leaf sheath		+Si -Si	0.21 0.41	1.34 1.56	2.31 2.60	0.52 0.21	1.40 0.85	2.25 3.67	0.15 0.17	0.83 1.07	1.48 1.92
Stem		+Si -Si				0.35 0.30	1.12 1.14	1.91 2.76	0.33 0.24	1.17 1.12	1.90 1.75
Root		+Si -Si	0.32 0.28	1.16 1.07	1.62 1.74	0.47 0.15	0.61 0.48	0.81 1.05	0.26 0.17	0.63 0.33	0.67 0.52
Whole		+Si -Si	0.34 0.41	1.40 1.64	2.85 3.32	0.39 0.24	1.12 0.97	2.02 2.23	0.35 0.32	0.96 1.00	1.57 1.73

ほぼ同じで、Hp 区では +Si 区が -Si 区に比して大であった。粋のりん酸含有率は Lp 区および Hp 区では +Si 区が -Si 区に比して小であり、Mp 区では +Si 区と -Si 区はほぼ同じであった。時期的変化についてみると、いずれも 9 月 18 日に比して 10 月 21 日のりん酸含有率が大であった。

上位葉 8 月 8 日において、Lp 区は +Si 区が -Si 区に比してわずかに大であったが、Mp 区および Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。9 月 18 日においては Lp 区および Mp 区は +Si 区が -Si 区に比してわずかに大であったが、Hp 区では +Si 区と -Si 区はほぼ同じであった。10 月 21 日において、Lp 区および Mp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であったが、Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。時期的変化についてみると、Lp 区においては、生育が進むに伴いりん酸含有率が低下した。Mp 区においては 8 月 8 日より 9 月 18 日まで低下し、その後ほとんど変化しなかった。Hp 区においては 8 月 8 日より 9 月 18 日まで減少し、その後増加した。

下位葉および枯れ葉 8 月 8 日において各りん酸区とも +Si 区が -Si 区に比して小であった。9 月 18 日において、下位葉についてみると、Lp 区および Mp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であったが、Hp 区

は +Si 区が -Si 区に比して小であった。次に枯れ葉についてみると、Lp 区および Mp 区は +Si 区と -Si 区がほぼ同じであったが、Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。10 月 21 日において Lp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であったが、Mp 区および Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。時期的変化についてみると、いずれの区も生育に伴い減少したが、減少割合はりん酸供給量が大なるほど大であった。

葉鞘 8 月 8 日において各りん酸区とも、+Si 区が -Si 区に比して小であった。9 月 18 日において、Lp 区および Mp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であったが、Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。10 月 21 日においては各りん酸区とも +Si 区が -Si 区に比して小であった。時期的変化についてみると、Lp 区の -Si 区および Hp 区の +Si 区は生育に伴ってりん酸含有率が減少した。Lp 区および Mp 区の +Si 区および Hp 区の -Si 区は 8 月 8 日から 9 月 18 日まで増加し、その後減少した。Mp 区の -Si 区は 8 月 8 日から 9 月 18 日まで減少し、その後増加した。

茎 9 月 18 日において Lp 区および Mp 区は +Si 区と -Si 区がほぼ同じであったが、Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して明らかに小であった。10 月 21 日にお

いて Lp 区および Hp 区は +Si 区が -Si 区に比してわずかに大であり、 Mp 区は +Si 区と -Si 区がほぼ同じであった。時期的変化についてみると、 Hp 区の -Si 区において 9 月 18 日から 10 月 21 日まで減少したほかは、各りん酸区とも 9 月 18 日から 10 月 21 日までりん酸含有率の変動はほとんどなかった。

根 8 月 8 日および 9 月 18 日において、 Lp 区および Mp 区では +Si 区が -Si 区に比して大であり、 Hp 区では +Si 区が -Si 区に比して小であった。10 月 21 日においては各りん酸区とも、 +Si 区が -Si 区に比して大であった。時期的変化についてみると、 Lp 区において +Si 区は 8 月 8 日から 9 月 18 日まで増加し、その後減少したが、 -Si 区は 8 月 8 日から 9 月 18 日まで減少し、その後ほとんど変化しなかった。Mp 区および Hp 区は +Si 区、 -Si 区とともに生育に伴って含有率は減少した。

全水稻体 8 月 8 日において各りん酸区とも +Si 区が -Si 区に比して小であった。9 月 18 日において、 Lp 区および Mp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であったが、 Hp 区では +Si 区が -Si 区に比して小であった。10 月 21 日において、 Lp 区および Mp 区は +Si 区と -Si 区はほぼ同じであったが、 Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。時期的変化についてみると、 Lp 区の +Si 区は生育に伴りん酸含有率はほとんど変化しなかった。Lp 区の -Si 区は 8 月 8 日より 9 月 18 日まで減少し、その後わずか

に増加した。Mp 区の +Si 区、 Hp 区の +Si 区および -Si 区は生育に伴い減少した。Mp 区の -Si 区は 8 月 8 日から 9 月 18 日まで減少し、その後は変化しなかった。

(2) 全りん酸含有量

生育各期における水稻体の部位別全りん酸含有量を示すと第 5 表の通りである。

穂 9 月 18 日および 10 月 21 日において、 Lp 区、 Mp 区および Hp 区のいずれも +Si 区は -Si 区に比して大であった。9 月 18 日において +Si 区および -Si 区のいずれも Mp 区が最も大で、 Hp 区がこれに次ぎ、 Lp 区が最も小であった。10 月 21 日において +Si 区では Hp 区が最も大で、 Mp 区がこれに次ぎ、 Lp 区が最も小であったが、 -Si 区は Mp 区が最も大で、 Hp 区がこれに次ぎ、 Lp 区が最も小であった。

上位葉 8 月 8 日および 10 月 21 日の Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であったが、その他の各りん酸区は各生育時期において +Si 区が -Si 区に比して大であった。けい酸添加の有無にかかわらず各生育時期において Hp 区が最も大で、 Mp 区がこれに次ぎ、 Lp 区が最も小であった。生育に伴うりん酸含有量の変化についてみると、 +Si 区および -Si 区のいずれにおいても、 Lp 区および Mp 区では生育の進むにしたがいりん酸含有量が減少する傾向がみられたが、 Hp 区においては 8 月 8 日より 9 月 18 日まで減少し、そ

Table 5. The amount of phosphorus absorbed in each part of rice plants (P_2O_5 mg)

		Aug. 8			Sept. 18			Oct. 21		
		Lp	Mp	Hp	Lp	Mp	Hp	Lp	Mp	Hp
Ear	+Si -Si				53.3 34.6	131.8 68.8	109.0 51.6	214.7 168.8	424.5 339.7	471.5 293.0
Upper leaf-blade	+Si -Si	39.4 35.2	110.8 105.5	233.1 248.6	25.5 22.0	67.3 63.8	137.3 128.5	15.0 7.0	68.0 47.0	177.8 207.8
Lower leaf-blade	+Si -Si	15.5 14.8	79.2 135.1	279.4 328.9	51.0 33.5	288.0 353.0	783.5 832.6	35.4 14.3	159.6 171.1	377.4 311.0
Leaf sheath	+Si -Si	23.4 42.5	167.6 204.9	309.4 301.9	93.8 30.9	273.0 158.6	388.9 525.0	28.6 29.0	177.0 214.0	345.6 345.6
Stem	+Si -Si				58.3 41.3	192.5 187.4	269.7 333.8	38.5 20.0	152.0 120.0	241.6 169.8
Root	+Si -Si	20.5 16.8	60.3 56.9	95.8 90.5	66.6 20.4	93.9 76.5	125.1 120.6	31.0 23.0	80.0 33.0	79.6 47.6
Whole	+Si -Si	98.8 109.3	417.9 502.4	917.7 970.0	348.5 182.7	1046.5 908.1	1813.5 1992.1	363.4 262.3	1061.1 925.0	1693.5 1374.6

の後増加した。

下位葉および枯れ葉 8月8日および9月18日のMp区およびHp区、および10月21日のMp区においては+Si区が-Si区に比して小であったが、その他の区においては+Si区が-Si区に比して大であった。けい酸添加の有無にかかわらず各生育時期においてHp区が最も大で、Mp区がこれに次ぎ、Lp区が最も小であった。生育に伴うりん酸含有量の変化についてみると、いずれの区も8月8日より9月18日まで増加し、その後10月21日まで減少した。

葉鞘 8月8日においてLp区およびMp区は、+Si区が-Si区に比して小であったが、Hp区は+Si区が-Si区に比してやや大であった。9月18日においてLp区およびMp区は+Si区が-Si区に比して明らかに大であったが、Hp区は+Si区が-Si区に比して小であった。10月21日においてLp区およびHp区では+Si区と-Si区はほぼ同じであったが、Mp区は+Si区が-Si区に比して小であった。+Si区および-Si区のいずれにおいても、各生育時期においてHp区が最も大で、Mp区がこれに次ぎ、Lp区が最も小であった。生育に伴うりん酸含有量の変化についてみると、+Si区では各りん酸区とも8月8日から9月18日まで増加し、その後10月21日まで減少した。-Si区ではHp区は8月8日から9月18日まで増加し、10月21日には減少したが、Mp区は8月8日から9月18日まで減少し、その後10月21日まで増加し、Lp区は8月8日から10月21日まで減少した。

茎 9月18日のHp区を除いて、いずれも+Si区が-Si区に比して大であった。けい酸添加の有無にかかわらず各生育時期においてHp区が最も大で、Mp区がこれに次ぎ、Lp区が最も小であった。各区とも9月18日から10月21日までりん酸含有量は減少した。

根 生育各時期において各りん酸区とも+Si区が-Si区に比して大であった。+Si区および-Si区のいずれにおいても、8月8日および9月18日にはHp区が最も大で、Mp区がこれに次ぎ、Lp区が最も小であり、10月21日の-Si区においても同様の傾向がみられたが、10月21日の+Si区においてHp区とMp区はほぼ同じで、Lp区はそれより明らかに小であった。生育に伴うりん酸含有量の変化についてみ

ると、Lp区の-Si区においては8月8日から10月21日まで漸次増加したが、その他の区においては8月8日から9月18日まで増加し、10月21日には減少した。

全水稻体 8月8日においてLp区、Mp区およびHp区のいずれも+Si区が-Si区に比して小であった。9月18日においてLp区およびMp区は、+Si区が-Si区に比して大であったが、Hp区では+Si区が-Si区に比して小であった。10月21日においては各りん酸区とも+Si区が-Si区に比して大であった。生育各期において、+Si区および-Si区のいずれもりん酸供給量の増加に伴うりん酸含有量は大となった。生育に伴うりん酸含有量の変化についてみると、けい酸添加の有無にかかわらずHp区は8月8日から9月18日まで増加し、10月21日には減少したが、Mp区およびLp区はいずれも生育に伴うりん酸含有量が増加した。

(3) 全りん酸の分配率

生育各期における水稻体りん酸含有量に対する水稻体各部位のりん酸含有量の割合を示すと第2図の通りである。

穂 9月18日および10月21日において、Lp区は+Si区が-Si区に比して小であったが、Mp区およびHp区は+Si区が-Si区に比して大であった。また両時期とも+Si区および-Si区とともに、Lp区が最も大で、Mp区がこれに次ぎ、Hp区が最も小であった。

葉身 8月8日および10月21日において、Lp区は+Si区が-Si区に比して大であったが、Mp区およびHp区は+Si区が-Si区に比してわずかに小であった。9月18日においてLp区およびMp区は+Si区が-Si区に比して小であったが、Hp区は+Si区と-Si区はほぼ同じであった。8月8日において、+Si区ではHp区とLp区はほぼ同じで、Mp区はそれより小であったが、-Si区ではりん酸供給量の大きい区ほど分配率が大であった。9月18日および10月21日においては、+Si区および-Si区のいずれもりん酸供給量の大きい区ほど大であった。各りん酸区は+Si区および-Si区のいずれも生育が進むにしたがい漸次分配率は減少したが、その減少割合はりん酸供給量の小さい区ほど大であった。

葉鞘 各りん酸区とも8月8日において+Si区が

—Si 区に比して小であったが、9月18日においては +Si 区が—Si 区に比して大であった。10月21日において Lp 区および Mp 区は +Si 区が—Si 区に比して小であったが、Hp 区は +Si 区が—Si 区に比して大であった。+Si 区の Mp 区および Hp 区、—Si 区の Lp 区および Hp 区においては、生育が進むについたがい減少の傾向を示したが、+Si 区の Lp 区は8月8日から9月18日まで増加し、その後減少した。また—Si 区の Mp 区は8月8日から9月18日まで減少し、10月21日は増加を示した。+Si 区において8月8日は Mp 区が最も大で、Lp 区がこれに次ぎ、Hp 区が最も小であった。9月18日には Lp 区と Mp 区はほぼ同じで、Hp 区はそれより小であった。10月21日には Hp 区が最も大で、Mp 区がこれに次ぎ、Lp 区が最も小であった。—Si 区において8月8日には Mp 区と Lp 区はほぼ同じで、Hp 区はそれより小であったが、9月18日には Hp 区が最も大で、Mp 区と Lp 区はほぼ同じであった。10月21日には Hp 区と Mp 区はほぼ同じで、Lp 区はそれより小であった。

茎 9月18日において各りん酸区とも +Si 区が—Si 区に比して小であったが、10月21日には各りん酸区とも +Si 区が—Si 区に比して大であった。けい酸添加の有無にかかわらず各りん酸区とも 9月18日から10月21日まで減少したが、減少の割合はりん酸供給量が小さいほど大であった。+Si 区において9月18日には Mp 区が最も大で、Lp 区がこれに次ぎ、Hp 区が最も小であった。10月21日には Mp 区と Hp 区はほぼ同じで、Lp 区はそれより小であった。—Si 区において9月18日には Lp 区が最も大で、Mp 区がこれに次ぎ、Hp 区が最も小であったが、10月21日には Mp 区と Hp 区はほぼ同じで、Lp 区はそれより小であった。

根 8月8日における Lp 区および Mp 区、9月18日における Lp 区および 10月21日における Mp 区では、+Si 区が—Si 区に比して大であったが、その他の区においては +Si 区と—Si 区はほぼ同じであった。けい酸添加の有無にかかわらず各生育時期においてりん酸供給量の大きいほど大であった。また各りん酸区とも生育の進むについたがい分配率は減少した。

(4) 形態別りん酸含有率

生育各期における水稻体各部位の形態別りん酸含有率は第6表に示した通りである。

a. 無機態りん酸

8月8日において Lp 区の +Si 区は上位葉が最も

大で、下位葉、根および葉鞘の順に小であった。Mp 区の—Si 区は下位葉、葉鞘、上位葉および根の順に小であったが、その他の区ではいずれも下位葉が最も大で、上位葉、葉鞘および根の順に小であった。9月18日において Lp 区では +Si 区は下位葉が最も大で、枯れ葉が最も小であったが、—Si 区は穂および上位葉が最も大で、枯れ葉が最も小であった。Mp 区では +Si 区は下位葉、—Si 区は枯れ葉が最も大で、+Si 区および—Si 区のいずれも根および穂は、他の部位に比して著しく小であった。Hp 区では +Si 区および—Si 区のいずれも下位葉が最も大で、以下枯れ葉、葉鞘、上位葉、茎、根および穂の順に小であった。10月21日において Lp 区では +Si 区および—Si 区のいずれも、上位葉および茎が他の部位に比して大であった。Mp 区では +Si 区は茎、—Si 区は下位葉が最も大であり、+Si 区および—Si 区のいずれも粒が最も小であった。Hp 区では +Si 区および—Si 区のいずれも、上位葉および下位葉が他の部位に比して大であり、根、粒および粒は小であった。各採取時期ともけい酸添加の有無にかかわらず、Hp 区、Mp 区および Lp 区の順に無機態りん酸含有率は小となつた。

各部位についてみると、次の通りである。

穂 9月18日において各りん酸区とも +Si 区が—Si 区に比して大であった。10月21日において各りん酸区とも +Si 区と—Si 区の間に大差はなかった。いずれの区も9月18日から10月21日まで減少した。

上位葉 8月8日において Lp 区および Mp 区では +Si 区が—Si 区に比して大であったが、Hp 区では +Si 区が—Si 区に比して小であった。9月18日においては各りん酸区とも +Si 区が—Si 区に比して大であった。10月21日において Lp 区および Mp 区では +Si 区が—Si 区に比して大であったが、Hp 区では +Si 区が—Si 区に比して小であった。生育経過に伴う変化についてみると、Lp 区および Mp 区は生育の進むにつれて減少したが、Hp 区は8月8日から9月18日まで減少し、その後増加した。

下位葉および枯れ葉 8月8日において Lp 区および Mp 区では、+Si 区が—Si 区に比して大であったが、Hp 区では +Si 区が—Si 区に比して小であった。9月18日において Lp 区および Mp 区の下位葉は +Si 区が—Si 区に比して大であったが、Hp 区は +Si 区と—Si 区がほぼ同じであった。枯れ葉についてみると、Lp 区では +Si 区が—Si 区に比して大であったが、Mp 区および Hp 区では +Si 区と—Si 区はほぼ

Table 6. Contents of various forms of phosphorus in each part of rice plants ($P_2O_5 \%$)

a. Inorganic phosphorus

			Aug. 8			Sept. 18			Oct. 21		
			Lp	Mp	Hp	Lp	Mp	Hp	Lp	Mp	Hp
Ear	Mature	+Si -Si				0.19 0.18	0.33 0.25	0.48 0.36	0.03 0.05	0.06 0.07	0.11 0.14
	Immature	+Si -Si							0.06 0.06	0.17 0.14	0.19 0.22
Upper leaf-blade		+Si -Si	0.29 0.18	1.13 0.94	2.55 2.62	0.19 0.18	0.86 0.65	1.88 1.71	0.10 0.08	0.86 0.62	2.37 2.53
Lower leaf-blade	Live	+Si -Si	0.24 0.20	1.86 1.82	5.12 5.69	0.21 0.15	1.40 1.13	3.25 3.31	0.04 0.04	0.79 1.10	2.31 2.13
	Dead	+Si -Si				0.06 0.02	1.29 1.30	2.84 2.83			
Leaf sheath		+Si -Si	0.12 0.16	1.11 1.11	1.91 2.05	0.17 0.11	1.22 0.71	1.93 1.90	0.05 0.07	0.61 0.84	1.18 1.75
Stem		+Si -Si				0.17 0.15	0.89 1.00	1.43 1.32	0.08 0.12	0.94 0.95	1.64 1.30
Root		+Si -Si	0.17 0.14	0.77 0.61	1.20 1.18	0.09 0.05	0.43 0.31	0.62 0.69	0.03 0.04	0.27 0.15	0.27 0.29

b. Organic phosphorus

			Aug. 8			Sept. 18			Oct. 21		
			Lp	Mp	Hp	Lp	Mp	Hp	Lp	Mp	Hp
Ear	Mature	+Si -Si				0.04 0.07	0.24 0.14	0.16 0.14	0.35 0.42	0.67 0.67	0.97 0.71
	Immature	+Si -Si							0.35 0.47	0.68 0.78	0.70 0.83
Upper leaf-blade		+Si -Si	0.10 0.07	0.05 0.22	0.21 0.20	0.13 0.03	0.04 0.03	0.00 0.08	0.06 0.02	0.06 0.04	0.00 0.12
Lower leaf-blade	Live	+Si -Si	0.03 0.08	0.00 0.57	0.00 0.54	0.07 0.05	0.00 0.03	0.00 0.13	0.09 0.02	0.06 0.08	0.00 0.17
	Dead	+Si -Si				0.01 0.02	0.00 0.02	0.00 0.47			
Leaf sheath		+Si -Si	0.01 0.08	0.03 0.20	0.06 0.10	0.13 0.03	0.00 0.03	0.00 1.48	0.04 0.05	0.00 0.04	0.00 0.01
Stem		+Si -Si				0.04 0.05	0.05 0.03	0.25 1.24	0.05 0.06	0.00 0.02	0.06 0.13
Root		+Si -Si	0.04 0.03	0.08 0.23	0.06 0.13	0.18 0.03	0.02 0.01	0.00 0.11	0.05 0.05	0.07 0.03	0.08 0.07

c. Phosphatid phosphorus

			Aug. 8			Sept. 18			Oct. 21		
			Lp	Mp	Hp	Lp	Mp	Hp	Lp	Mp	Hp
Ear	Mature	+Si -Si				0.10 0.10	0.12 0.07	0.12 0.09	0.04 0.04	0.09 0.05	0.05 0.04
	Immature	+Si -Si							0.05 0.04	0.10 0.05	0.12 0.06
Upper leaf-blade		+Si -Si	0.11 0.09	0.13 0.11	0.18 0.27	0.09 0.11	0.01 0.08	0.14 0.16	0.06 0.03	0.11 0.09	0.17 0.32
Lower leaf-blade	Live	+Si -Si	0.04 0.05	0.11 0.23	0.19 0.60	0.08 0.03	0.14 0.14	0.26 0.35	0.14 0.02	0.31 0.11	0.19 0.31
	Dead	+Si -Si				0.01 0.02	0.18 0.28	0.28 0.51			
Leaf sheath		+Si -Si	0.06 0.11	0.17 0.20	0.28 0.38	0.11 0.03	0.14 0.09	0.19 0.24	0.04 0.02	0.19 0.13	0.27 0.12
Stem		+Si -Si				0.08 0.07	0.11 0.07	0.13 0.16	0.06 0.03	0.11 0.11	0.13 0.26
Root		+Si -Si	0.07 0.09	0.22 0.15	0.28 0.28	0.06 0.03	0.12 0.10	0.12 0.17	0.08 0.03	0.12 0.07	0.12 0.09

d. Protein phosphorus

			Aug. 8			Sept. 18			Oct. 21		
			Lp	Mp	Hp	Lp	Mp	Hp	Lp	Mp	Hp
Ear	Mature	+Si -Si				0.06 0.04	0.11 0.09	0.06 0.08	0.10 0.09	0.12 0.12	0.12 0.14
	Immature	+Si -Si							0.10 0.10	0.16 0.12	0.13 0.13
Upper leaf-blade		+Si -Si	0.07 0.19	0.05 0.18	0.08 0.15	0.06 0.11	0.03 0.09	0.05 0.12	0.07 0.03	0.09 0.05	0.12 0.09
Lower leaf-blade	Live	+Si -Si	0.05 0.07	0.06 0.09	0.07 0.17	0.06 0.05	0.02 0.07	0.08 0.11	0.03 0.04	0.06 0.08	0.05 0.12
	Dead	+Si -Si				0.04 0.04	0.22 0.08	0.16 0.13			
Leaf sheath		+Si -Si	0.02 0.07	0.04 0.05	0.07 0.07	0.12 0.04	0.04 0.03	0.13 0.06	0.03 0.03	0.03 0.06	0.03 0.05
Stem		+Si -Si				0.05 0.03	0.07 0.04	0.11 0.05	0.15 0.03	0.13 0.04	0.08 0.06
Root		+Si -Si	0.03 0.03	0.10 0.08	0.09 0.14	0.13 0.04	0.05 0.06	0.07 0.08	0.09 0.05	0.17 0.08	0.20 0.08

同じであった。10月21日において、Lp区では+Si区と-Si区は同じであったが、Mp区では+Si区が-Si区に比して小であり、Hp区では+Si区が-Si区に比して大であった。次に生育経過に伴う変化についてみると、いずれの区も生育が進むにつれて減少し、その割合はりん酸供給量の小さい区が大であった。

葉鞘 8月8日においてLp区およびHp区では+Si区が-Si区に比して小であったが、Mp区では+Si区と-Si区は同じであった。9月18日においてLp区およびMp区では、+Si区が-Si区に比して大であったが、Hp区では+Si区と-Si区はほぼ同じであった。10月21日において各りん酸区とも+Si区が-Si区に比して小であった。生育経過に伴う変化についてみると、+Si区はいずれも8月8日から9月18日までわずかに増加し、その後減少した。-Si区においてLp区およびHp区は生育に伴って減少したが、Mp区は8月8日から9月18日まで減少し、その後増加した。

茎 9月18日においてLp区およびHp区では、+Si区と-Si区がほぼ同じであったが、Mp区では+Si区が-Si区に比して小であった。10月21日においてLp区では+Si区が-Si区に比して小であったが、Hp区では+Si区が-Si区に比して大であり、Mp区では+Si区と-Si区はほぼ同じであった。生育経過に伴う変化についてみると、Lp区では9月18日から10月21日まで減少した。Mp区およびHp区の+Si区では9月18日から10月21日までわずかに増加し、-Si区ではわずかに減少した。

根 8月8日、9月18日および10月21日において、いずれもMp区では+Si区が-Si区に比して大であったが、Lp区およびHp区では+Si区と-Si区はほぼ同じであった。またいずれの区も生育が進むにつれて減少した。

b. 有機態りん酸

8月8日において、Lp区の+Si区では上位葉が他の部位に比して著しく大であり、-Si区では葉鞘、下位葉および上位葉はほぼ同じで、根はこれらより小さかった。Mp区の+Si区では根が最も大であったが、-Si区では下位葉が他の部位に比して著しく大であった。Hp区の+Si区は上位葉が他の部位に比して大であり、-Si区では下位葉が最も大であった。9月18日においてLp区の+Si区は根、上位葉、葉鞘、下位葉、穂、茎および枯れ葉の順に小となったが、-Si区ではいずれの部位も大差なかった。Mp区

では+Si区および-Si区のいずれも穂の含有率が他の部位に比して著しく大であった。Hp区の+Si区では茎および穂以外の部位には、有機態りん酸が検出されなかったが、-Si区では葉鞘および茎に多量に見出され、その他の部位にも存在した。10月21日においては各りん酸区とも、粒および粋が他の部位に比して著しく大であった。りん酸供給量と各部位における有機態りん酸含有率との間には一定の傾向はみられなかった。

各部位についてみると次の通りである。

穂 9月18日においてLp区では+Si区が-Si区に比して小であったが、Mp区およびHp区では+Si区が-Si区に比して大であった。10月21日においてLp区およびMp区では粒および粋は+Si区が-Si区に比して小であった。Hp区では粒は+Si区が-Si区に比して大であったが、粋は+Si区が-Si区に比して小であった。生育経過に伴う変化についてみると、各区とも9月18日から10月21日まで増加した。

上位葉 8月8日においてLp区は+Si区が-Si区に比して大であり、Mp区は+Si区が-Si区に比して小であり、Hp区は+Si区と-Si区がほぼ同じであった。9月18日および10月21日において、Lp区およびMp区は+Si区が-Si区に比して大であったが、Hp区は+Si区に有機態りん酸が検出されなかった。生育に伴う変化についてみると、Mp区およびHp区の-Si区およびHp区の+Si区は8月8日から9月18日まで急激に減少した。

下位葉および枯れ葉 8月8日において各りん酸区とも+Si区が-Si区に比して小であり、9月18日においてLp区は+Si区が-Si区に比して大であったが、Mp区およびHp区は+Si区が-Si区に比して小であった。10月21日においてLp区は+Si区が-Si区に比して大であったが、Mp区およびHp区は+Si区が-Si区に比して小であった。生育経過に伴う変化についてみると、Lp区では+Si区は生育に伴って増加し、-Si区は減少する傾向を示した。Mp区およびHp区の-Si区では8月8日から9月18日までに著しく減少した。

葉鞘 8月8日において各りん酸区とも+Si区が-Si区に比して小であった。9月18日においてLp区では+Si区が-Si区に比して大であったが、Mp区およびHp区では+Si区に有機態りん酸が検出されなかった。10月21日において各りん酸区とも+Si区が-Si区に比して小であった。

茎 9月18日においてLp区は+Si区と-Si区は

ほぼ同じであったが、Mp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であり、Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。10月21日では各りん酸区とも +Si 区が -Si 区に比して小であった。9月18日から10月21日まで Lp 区ではわずかに増加したが、Mp 区および Hp 区ではいずれも減少した。

根 8月8日において Lp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であったが、Mp 区および Hp 区では +Si 区が -Si 区に比して小であった。9月18日において Lp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であったが、Mp 区は +Si 区と -Si 区がほぼ同じであり、Hp 区は +Si 区に有機態りん酸が検出されなかった。10月21日において Lp 区および Hp 区では +Si 区と -Si 区はほぼ同じであったが、Mp 区では +Si 区が -Si 区に比して大であった。生育経過に伴う変化については一定の傾向がみられなかった。

c. 脂質態りん酸

8月8日において Lp 区の +Si 区では上位葉が最も大で、下位葉が最も小であったが、-Si 区では葉鞘が最も大で、下位葉が最も小であった。Mp 区の +Si 区では根が最も大で、下位葉が最も小であったが、-Si 区では下位葉が最も大で、上位葉が最も小であった。Hp 区の +Si 区では葉鞘および根が同じで、下位葉および上位葉はそれより小であったが、-Si 区では下位葉が他の部位に比して著しく大であった。9月18日において Lp 区では +Si 区は葉鞘および穂が他の部位に比して大で、枯れ葉が最も小であったが、-Si 区は上位葉および穂が他の部位に比して明らかに大であった。Mp 区の +Si 区では枯れ葉が最も大で、上位葉が最も小であったが、-Si 区では枯れ葉が他の部位に比して明らかに大であった。Hp 区の +Si 区では枯れ葉および下位葉が他の部位に比して大であったが、-Si 区では枯れ葉が最も大で、下位葉がこれに次ぎ、穂が最も小であった。10月21日においては Lp 区の +Si 区では下位葉が他の部位に比して大であったが、-Si 区ではいずれの部位も大差なかった。Mp 区の +Si 区では下位葉が他の部位に比して明らかに大であったが、-Si 区では葉鞘が他の部位に比して大であった。Hp 区の +Si 区では葉鞘が最も大で、穂が最も小であったが、-Si 区では上位葉および下位葉が他の部位に比して大であり、穂、粉および根が小であった。いずれの時期においてもりん酸供給量の増加に伴い、穂以外の各部位の脂質態りん酸含有率が増加した。

各部位についてみると次の通りである。

穂 9月18日において Lp 区は +Si 区と -Si 区がほぼ同じであったが、Mp 区および Hp 区では +Si 区が -Si 区に比して大であった。10月21日において、穂については Mp 区では +Si 区が -Si 区に比して大であったが、Lp 区および Hp 区では +Si 区と -Si 区はほぼ同じであった。粉については各りん酸区とも +Si 区が -Si 区に比して大であった。各りん酸区とも 9月18日から10月21日まで含有率は減少した。

上位葉 8月8日において Lp 区および Mp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であったが、Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。9月18日において各りん酸区とも +Si 区が -Si 区に比して小であった。10月21日において Lp 区および Mp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であったが、Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。生育に伴う変化についてみると、Lp 区では +Si 区および -Si 区のいずれも生育が進むにしたがい減少する傾向がみられたが、Mp 区および Hp 区では 8月8日から9月18日まで減少し、その後増加を示した。

下位葉および枯れ葉 8月8日において各りん酸区とも +Si 区が -Si 区に比して小であった。9月18日において、下位葉は Lp 区では +Si 区が -Si 区に比して大であったが、Mp 区では +Si 区と -Si 区がほぼ同じであり、Hp 区では +Si 区が -Si 区に比して小であった。枯れ葉は各りん酸区とも +Si 区が -Si 区に比して小であった。10月21日において Lp 区および Mp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であったが、Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。生育に伴う変化についてみると、+Si 区では生育が進むにつれて増加し、-Si 区では減少する傾向がみられた。

葉鞘 8月8日において各りん酸区とも、+Si 区が -Si 区に比して小であった。9月18日において Lp 区および Mp 区は +Si 区が -Si に比して大であったが、Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。10月21日においては各りん酸区とも +Si 区が -Si 区に比して大であった。生育に伴う変化についてみると、Lp 区では -Si 区は 8月8日から9月18日まで増加しその後減少したが、-Si 区は生育が進むにしたがい減少した。Mp 区では 8月8日から9月18日まで減少しその後増加した。Hp 区では +Si 区は 8月8日から9月18日まで減少しその後増加したが、-Si 区では各りん酸区とも生育が進むにしたがい減少した。

茎 9月18日において Lp 区および Mp 区は, +Si 区が -Si 区に比して大であったが, Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。10月21日において Lp 区は +Si 区が -Si に比して大であり, Mp 区は +Si 区と -Si 区がほぼ同じであったが, Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。8月8日から9月18日まで Lp 区の +Si 区および -Si 区では減少し, Mp 区および Hp 区の +Si 区では変化がなかったが, -Si 区では増加した。

根 8月8日において Lp 区では +Si 区が -Si 区に比してわずかに小であったが, Mp 区では +Si 区が -Si 区に比して大であり, Hp 区は +Si 区と -Si 区がほぼ同じであった。9月18日において Lp 区および Mp 区は +Si 区が -Si 区に比してわずかに大であったが, Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。10月21日において各りん酸区とも +Si 区が -Si 区に比して大であった。生育に伴う変化についてみると, +Si 区において Lp 区は各時期の間に大きな増減がなかった。Mp 区および Hp 区では8月8日から9月18日まで減少したが, その後変化しなかった。-Si 区において各りん酸区とも生育が進むにしたがい減少した。

d. 蛋白態りん酸

8月8日において Lp 区の +Si 区では上位葉が最も大で, 葉鞘が最も小であったが, -Si 区では上位葉が最も大で, 根が最も小であった。Mp 区の +Si 区では根が最も大であったが, その他の部位は大差なかった。-Si 区は上位葉が最も大で, 葉鞘が最も小であった。Hp 区の +Si 区はいずれの部位も大差なかったが, -Si 区では葉鞘が他の部位に比して小であった。9月18日において Lp 区の +Si 区では根および葉鞘, -Si 区では上位葉が, 他の部位に比して大であったが, Mp 区の +Si 区では枯れ葉が最も大で, 穂がこれに次ぎ, 下位葉が最も小であった。Mp 区の -Si 区では穂, 上位葉および枯れ葉が他の部位に比して大であった。Hp 区の +Si 区では枯れ葉が最も大で, 上位葉が最も小であったが, -Si 区では上位葉, 下位葉および枯れ葉が他の部位に比して大であった。10月21日において, Lp 区の +Si 区では茎が最も大で, 下位葉および葉鞘が最も小であったが, -Si 区では粋および粋が他の部位に比して大であった。Mp 区の +Si 区では根および粋が他の部位に比して大で, 葉鞘が最も小であったが, -Si 区では粋および粋が他の部位に比して大であった。Hp 区の +Si 区では根が最も大で, 葉鞘が最も小であったが, -Si 区では

粋, 粽および下位葉が他の部位に比して大であった。りん酸供給量と各生育時期における蛋白態りん酸含有率との間に一定の傾向はみられなかった。

水稻体各部位の形態別りん酸含有率についてみると, 次の通りである。

穂 9月18日において, Lp 区および Mp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であったが, Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。10月21日において Lp 区の粋および粋, Mp 区の粋および Hp 区の粋は +Si 区と -Si 区がほぼ同じであり, Mp 区の粋は +Si 区が -Si 区に比して大であったが, Hp 区の粋は +Si 区が -Si 区に比して小であった。各りん酸区とも 9月18日から 10月21日までりん酸含有率は増加した。

上位葉 8月8日および9月18日において各りん酸区とも, +Si 区が -Si 区に比して小であった。10月21日においては各りん酸区とも +Si 区が -Si 区に比して大であった。生育経過に伴う変化についてみると, いずれも 8月8日から9月18日まで減少したが, その後 +Si 区は増加し, -Si 区は減少を示した。

下位葉および枯れ葉 8月8日において各りん酸区とも, +Si 区は -Si 区に比して小であった。9月18日において Lp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であり, Mp 区および Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。枯れ葉は Lp 区では +Si 区が -Si 区に比して小であり, Mp 区および Hp 区では +Si 区が -Si 区に比して大であった。10月21日において各りん酸区とも, +Si 区が -Si 区に比して小であった。生育経過に伴う変化についてみると, Lp 区の -Si 区, Mp 区の +Si 区および -Si 区, および Hp 区の -Si 区は8月8日から9月18日まで減少したが, 他の区は増加を示した。Lp 区の +Si 区および -Si 区および Hp 区の +Si 区は9月18日から10月21日まで減少したが, 他の区は増加を示した。

葉鞘 8月8日において Lp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であり, Mp 区および Hp においては +Si 区と -Si 区がほぼ同じであった。9月18日においては各りん酸区とも, +Si 区が -Si 区に比して大であった。10月21日において各りん酸区とも, +Si 区が -Si 区に比してわずかに小であった。生育経過に伴う変化についてみると, +Si 区はいずれも 8月8日から9月18日まで増加し, その後減少したが, -Si 区は8月8日から9月18日まで減少し, その後 Lp 区および Hp 区では変化せず, Mp 区では増加を示した。

茎 9月18日および10月21日において各りん酸

区とも +Si 区が -Si 区に比して大であった。Lp 区および Mp 区の +Si 区では 9 月 18 日から 10 月 21 日まで増加し、Hp 区の +Si 区は減少したが、その他の区ではほとんど変化がみられなかった。

根 8 月 8 日において Lp 区は +Si 区と -Si 区が同じで、Mp 区は +Si 区が -Si 区に比してわずかに大であったが、Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して小であった。9 月 18 日において Lp 区は +Si 区が -Si 区に比して大であったが、Mp 区および Hp 区は +Si 区が -Si 区に比してわずかに小であった。10 月 21 日において各りん酸区とも、+Si 区が -Si 区に比して大であった。生育経過に伴う変化についてみると、Lp 区では 8 月 8 日から 9 月 18 日まで増加したが、Mp 区および Hp 区では減少を示した。Lp 区の +Si 区では 9 月 18 日から 10 月 21 日まで減少したが、Mp 区および Hp 区の +Si 区では増加し、その他の区ではほとんど変化がみられなかった。

(5) 形態別りん酸の含有割合

生育各期における水稻体各部位の形態別りん酸に対する割合を示すと、第 4 図の通りである。

穂 9 月 18 日にはいずれの区も、無機態の割合が最も大であり、とくに Hp 区は全りん酸の約 60 %が無機態であった。Lp 区では +Si 区が -Si 区に比して有機態が小で、無機態および蛋白態が大であったが、Mp 区および Hp 区は +Si 区が -Si 区に比して有機態が大で、無機態および蛋白態が小であった。10 月 21 日にはいずれの区も有機態が著しく大となり、無機態が著しく減少した。Lp 区および Mp 区では +Si 区が -Si 区に比して有機態が小で、脂質態が大であったが、Hp 区では +Si 区が -Si に比して有機態が大で、蛋白態が小であった。+Si 区はりん酸供給量の増加に伴い有機態がわずかに増加し、蛋白態が減少した。-Si 区では有機態は Mp 区が最も大で、Lp 区および Hp 区はほぼ同じであった。

上位葉 生育各期において無機態りん酸の割合は、りん酸供給量の増加に伴い増加の傾向を示した。生育経過に伴う形態別りん酸含有割合の変化についてみると、Lp 区において -Si 区では生育が進むにしたがい無機態が増加し、蛋白態が減少したが、+Si 区では無機態が減少し、蛋白態が増加の傾向を示した。Mp 区において -Si 区では生育が進むにしたがい無機態が増加し、蛋白態が減少する傾向を示したが、+Si 区では無機態が 8 月 8 日から 9 月 18 日まで増加し、10 月 21 日には減少した。Hp 区においては各形態別りん酸の割合の変化は小さかった。次に各時期の形態

別りん酸含有割合についてみると、8 月 8 日には Lp 区の -Si 区で無機態と蛋白態がほぼ同じであった以外は、いずれの区も無機態が最も大で、とくに Mp 区の +Si 区および Hp 区は全りん酸の 80 %以上が無機態であった。Lp 区および Mp 区では +Si 区が -Si 区に比して無機態が大で、蛋白態が小であった。9 月 18 日には Lp 区はいずれも無機態が最も大で、+Si 区および -Si 区において無機態が約 40 %を示したが、Mp 区および Hp 区の -Si 区は約 80 %を示し、+Si 区は約 90 %であった。Lp 区、Mp 区および Hp 区のいずれにおいても、蛋白態は +Si 区が -Si 区に比して小であった。10 月 21 日にはいずれの区も無機態が最も大で、Lp 区において +Si 区は 35 %を示し、-Si 区は 50 %であったが、Mp 区においてはいずれも 75 %を示し、Hp 区において +Si 区は 90 %、-Si 区は 80 %であった。蛋白態は Lp 区および Hp 区において +Si 区が -Si 区に比して大であった。有機態は Lp 区において +Si 区が -Si 区に比して大であったが、Hp 区においては +Si 区が -Si 区に比して小であった。

下位葉 10 月 21 日の Lp 区を除き、いずれの区においても無機態が最も大であり、概してりん酸供給量の増加に伴い無機態の占める割合が増加する傾向がみられた。生育経過に伴う形態別りん酸含有割合の変化についてみると、Lp 区において -Si 区では 9 月 18 日から 10 月 21 日まで無機態が減少し、蛋白態および脂質態が増加した。有機態は生育に伴いわずかに減少した。+Si 区では生育に伴い無機態が減少し、脂質態および有機態が増加したが、蛋白態の変化はわずかであった。Mp 区において -Si 区では 8 月 8 日から 9 月 18 日まで無機態が増加し、有機態が減少した。+Si 区では 9 月 18 日から 10 月 21 日まで無機態が減少し、脂質態が増加した。Hp 区においては生育に伴う形態別りん酸含有割合の変動は小さかった。次に生育時期別にみると、8 月 8 日において無機態は Lp 区の -Si 区では 50 %であったが、Lp 区の +Si 区および Mp 区の -Si 区は約 70 %、Mp 区の -Si 区は 80 %を示し、Mp 区および Hp 区の +Si 区は 90 %以上であった。Lp 区における有機態および蛋白態、Mp 区および Hp 区における有機態および脂質態は、+Si 区が -Si 区に比して明らかに小であった。9 月 18 日において無機態は Lp 区では 50 %であったが、Mp 区および Hp 区の -Si 区は 80 %以上を示し、+Si 区は 90 %であった。Lp 区では脂質態は +Si 区が -Si 区に比して大であったが、蛋白態は +Si 区が -Si 区に

比して小であった。Mp 区の蛋白態および Hp 区の有機態は +Si 区が -Si 区に比して小であった。10月21 日において Lp 区の +Si 区では脂質態が最も大で、有機態がこれに次ぎ、無機態は約 10 % であったが、 -Si 区では蛋白態が最も大であり、無機態が 30 % でこれに次いだ。Mp 区の +Si 区は無機態が 65 % を占め、脂質態が 25 % でこれに次いだ。Mp 区および Hp 区の -Si 区は 80 %、Hp 区の +Si 区は 90 % が無機態であった。Lp 区では無機態および蛋白態は +Si 区が -Si 区に比して小であったが、有機態および脂質態は +Si 区が -Si 区に比して大であった。また Mp 区では脂質態は +Si 区が -Si 区に比して明らかに大であった。

葉鞘 生育各期においていずれの区も、無機態が最も大であったが、無機態の占める割合は Mp 区および Hp 区に比して Lp 区が明らかに小であった。生育経過に伴う形態別りん酸含有割合の変化についてみると、Lp 区において +Si 区では 8 月 8 日から 9 月 18 日まで無機態が減少し、有機態および蛋白態が増加したが、 -Si 区では 8 月 8 日から 9 月 18 日まで無機態が増加し、脂質態が減少した。その後無機態は減少し、有機態は増加した。Mp 区における +Si 区および -Si 区、Hp 区における +Si 区は生育経過に伴う形態別りん酸含有割合の変動が小さかった。Hp 区の -Si 区では 8 月 8 日から 9 月 18 日まで無機態および脂質態が減少し、有機態が増加したが、その後無機態が増加し、有機態が減少した。生育時期別にみると、8 月 8 日において Lp 区では +Si 区が -Si 区に比して無機態が大で、有機態および蛋白態が小であった。Mp 区では +Si 区が -Si 区に比して無機態が大で、有機態が小であった。Hp 区では +Si 区と -Si 区はほぼ同じであった。9 月 18 日において Lp 区では +Si 区が -Si 区に比して無機態が小で、有機態および脂質態が大であった。Mp 区では +Si 区と -Si 区はほぼ同じであった。Hp 区では +Si 区が -Si 区に比して無機態が大で、有機態が小であった。10 月 21 日において Lp 区では各りん酸区とも +Si 区が -Si 区に比して無機態が小で、脂質態が大であった。

茎 9 月 18 日における Hp 区の -Si 区および 10 月 21 日における Lp 区の +Si 区を除いて、いずれも無機態の占める割合が最も大であった。生育経過に伴う形態別りん酸含有割合の変化についてみると、Lp 区において +Si 区では 9 月 18 日から 10 月 21 日まで無機態が減少し、蛋白態が増加したが、 -Si 区では有機態が増加し、脂質態が減少した。Mp 区の +Si 区

および -Si 区のいずれも生育経過に伴う形態別りん酸含有割合の変動は少なかった。Hp 区において +Si 区では 9 月 18 日から 10 月 21 日まで無機態が増加し、有機態が減少したが、 -Si 区では無機態および脂質態が増加し、有機態が減少した。生育時期別にみると、9 月 18 日において Lp 区および Mp 区では +Si 区と -Si 区との間に、大差がなかった。Hp 区では +Si 区が -Si 区に比して無機態が大で、有機態が小であった。10 月 21 日において Lp 区では +Si 区が -Si 区に比して無機態および有機態が小で、蛋白態が大であった。Mp 区では +Si 区が -Si 区に比して蛋白態が大であった。Hp 区では +Si 区が -Si 区に比して無機態が大で、脂質態が小であった。

根 9 月 18 日および 10 月 21 日における Lp 区を除いていずれも無機態の占める割合が最も大であった。生育経過に伴う形態別りん酸含有割合の変化についてみると、Lp 区において +Si 区では生育に伴い無機態が減少し、蛋白態が増加した。また 8 月 8 日から 9 月 18 日まで有機態は増加し、脂質態は減少したが、その後は有機態が減少し、脂質態が増加した。 -Si 区では生育に伴い無機態および脂質態が減少し、蛋白態および有機態が増加した。Mp 区において +Si 区および -Si 区は 8 月 8 日から 9 月 18 日まで無機態がわずかに増加し、有機態が減少したが、その後蛋白態および有機態が増加し、無機態が減少した。Hp 区において +Si 区および -Si 区は 9 月 18 日から 10 月 21 日まで無機態が減少し、蛋白態および有機態が増加した。生育時期別にみると、8 月 8 日において Lp 区および Mp 区では +Si 区と -Si 区の間に大差がなかったが、Mp 区では +Si 区が -Si 区に比して無機態が大で、有機態が小であった。9 月 18 日において Lp 区では +Si 区が -Si 区に比して無機態が小で、有機態が大であった。Mp 区では +Si 区と -Si 区の間に大差がなかった。Hp 区では +Si 区が -Si 区に比して無機態が大で、有機態が小であった。10 月 21 日においては Lp 区では +Si 区が -Si 区に比して脂質態が大で、有機態および無機態が小であった。Mp 区では +Si 区と -Si 区の間に大差がなかった。Hp 区では +Si 区が -Si 区に比して蛋白態が大で、無機態が小であった。

IV. 考 察

植物の生育に対するけい酸の影響に関して從来多くの観察があるが、一般に水稻に対してけい酸を欠除すると生育が悪く、登熟歩合が低下するといわれてい

る³⁾。また作物に対するりん酸とけい酸の相互作用についての研究においては、土壤を介してのこれらの養分の吸収に関するものが多く、作物体内における両者の関係についてはまだ十分明らかではない。Butke-witsch ら²⁾は小麦に対するコロイドけい酸の添加がりん酸の吸収を促進することを認め、Islam ら⁷⁾は水稻について検討し、けい酸の添加が水稻体内りん酸含量を高めることを報告している。Brenchley¹⁾は Silicate の形のけい酸が大麦の体内におけるりん酸の作用を助けると述べている。Rothbuhr ら¹²⁾は Silicate が小麦体内のりん酸の代謝と深い関係のあることを認めたが、奥田ら¹¹⁾はけい酸が水稻体内においてりん酸の代替作用をすることを確認することはできなかった。よって著者らは水稻体内のりん酸代謝に及ぼすけい酸の影響について知るために、水耕栽培試験を行なった。試験の規模は第1表に示した通り、りん酸供給量を少量 (Lp)、中量 (Mp) および多量 (Hp) の3段階とし、そのおののについてけい酸添加区 (+Si) およびけい酸欠除区 (-Si) を設けた。試験に用いた培養液の基本組成は第2表の通りであり、水稻の生育に応じて適宜培養液の濃度を変えた。培養には脱塩水を用いたが脱塩水中には 0.2 ppm の SiO₂ を含んでいた。また栽培はガラス室および網室で行なったので、塵埃から来るけい酸を防ぐことは出来なかつた。したがつて -Si 区は厳密な無けい酸区ということは出来ないが、水稻体は粒にけい酸欠乏特有の褐色斑点⁵⁾が生じ、また成熟期における Mp 区の葉身中の SiO₂ 含量が +Si 区は 8.31 % で、-Si 区は 0.77 % であったことから、けい酸欠乏水稻と見なしうると思われる。

水稻体の生育量の推移は第2図に示した通りである。まず草丈についてみると、りん酸供給量の多少による差異はみられなかつたが、Lp 区、Mp 区および Hp 区のいずれにおいても生育の初期より +Si 区が -Si 区に比して大であった。Hp 区の -Si 区のみは 7 月下旬より下葉の枯れ上がりや葉先の褐変が著しかつた。次に茎数についてみると、Lp 区においては +Si 区と -Si 区はほぼ同じ推移を示したが、Mp 区においては最高分げつ期頃より +Si 区が -Si 区に比して小であり、Hp 区においては逆に +Si 区が -Si 区に比して大であった。これらの差異は穂数にもみられ、Lp 区においては +Si 区と -Si 区はほぼ同じであったが、Mp 区においては +Si 区が -Si 区に比して小であり、Hp 区においては +Si 区が -Si 区に比して大であった。りん酸供給量と穂数との関係について

みると、+Si 区においては Hp 区と Mp 区はほぼ同じで、Lp 区はそれより小であったが、-Si 区においては Mp 区が最も大で、Hp 区と Lp 区はほぼ同じであった。以上の結果から草丈に対してはけい酸添加の影響が大きく、りん酸供給量の差異による影響は小さいものと考えられる。一方茎数および穂数に対してはりん酸供給量の影響がかなり大きく、+Si 区ではりん酸供給量の不足の影響がみられ、-Si 区ではりん酸供給量の不足および過剰の影響があらわれたが、このことは水稻の分けつに対するりん酸過剰の影響がけい酸の添加により軽減されたことを示しているものと考えられる。

成熟期における収量構成要素および粒重、わら重および根重についてみると第3表の通りである。まず収量構成要素についてみると、1 穗粒数はりん酸供給量の多少にかかわらず、+Si 区が -Si 区より約 15 % 大であった。また +Si 区においてはりん酸供給量の違いにより 1 穗粒数に差異はみられなかつたが、-Si 区においては Lp 区が Mp 区および Hp 区に比して小であった。これらのこととは 1 穗粒数がけい酸欠除によって減少し、それがりん酸不足によってさらに助長されることを示しているものと思われる。登熟歩合はりん酸供給量の多少にかかわらず +Si 区が -Si 区に比して大であり、またけい酸添加の有無にかかわらず Lp 区と Mp 区はほぼ同じで、Hp 区はそれらに比して著しく小であった。いま各りん酸レベルにおいて +Si 区に対する -Si 区の比率をみると、Lp 区および Mp 区においては約 50 % を示したが、Hp 区においては 24 % であった。これらのことから登熟歩合はけい酸の欠除およびりん酸の過剰によって低下するものと考えられる。千粒重は +Si 区が -Si 区に比してわずかに大であった。次に精粒重についてみると、りん酸供給量の多少にかかわらず +Si 区が -Si 区に比して大であった。また +Si 区および -Si 区のそれぞれについて Mp 区が最も大で、Lp 区がこれに次ぎ、Hp 区が最も小であった。このような収量低下の原因は Lp 区では生育前半に決定される穂数および 1 穗粒数の減少であり、Hp 区では生育後半に決定される登熟歩合、千粒重の減少であった。Lp 区、Mp 区および Hp 区における +Si 区に対する -Si 区の比率はそれぞれ 36 %、45 % および 18 % であった。このことからけい酸の欠除は精粒重を低下させ、りん酸の過・不足はその低下をさらに激化させるものと考えられる。この試験においてはりん酸過剰の影響がりん酸不足の場合より大であった。わら重についてみると、りん

酸供給量の多少にかかわらず +Si 区が -Si 区に比して大であったが、 +Si 区と -Si 区との差は精粋重の場合に比して小さかった。

水稻体各部位における全りん酸含有率について示すと 第4表の通りである。まず生育に伴う各部位の全りん酸含有率の変化についてみると、穂では登熟にいたがってりん酸含有率が増加し、 Lp 区の上位葉は減少したが、その他の部位では一定の傾向はみられなかった。各生育時期についてみると、8月8日には Lp 区においては上位葉のりん酸含有率が他の部位に比して大であったが、 Mp 区および Hp 区においては下位葉が他の部位に比して大であった。すなわちこの時期においてりん酸供給量の少ない場合に、上位葉のりん酸濃度が大であったことは少量のりん酸を最も有効に用いようとする水稻の対応であり、りん酸供給量の過剰な場合に、とくに下位葉のりん酸含有率が大であるのは、所謂過剰吸収の結果であると考えられる⁶⁾。水稻体各部位におけるりん酸含有率はりん酸供給量が大となるほど大であったが、しかし穂における Lp 区と Hp 区のりん酸含有率の差は他の部位に比して小であった。このことは石塚ら⁶⁾の結果と同じである。水稻体全体のりん酸含有率は8月8日においては各りん酸区とも、 +Si 区が -Si 区に比して小であったが、10月21日には両者の間に大差は認められなかった。

次に水稻体各部位における全りん酸含有量について

みると第5表の通りである。水稻全体において8月8日には各りん酸区とも +Si 区が -Si 区より小であったが、9月18日および10月21日には +Si 区が -Si 区より大であった。りん酸は水稻体内において移動しやすいが、りん酸の穂への移動は、けい酸の添加によって促進される¹¹⁾¹⁴⁾ので、出穂後のりん酸の吸収もけい酸の添加によって増進されたものと考えられる。また +Si 区が -Si 区に比して穂数および精粋重が大であったが、このことも出穂後における +Si 区のりん酸含有量が -Si 区に比して大であった原因であると思われる。なお Hp 区において9月18日から10月21日の間にりん酸含有量が減少したが、これは Hp 区がとくに下葉の枯れ上がりが著しく、それが水稻体から脱落したためと思われる。

全りん酸の水稻体各部への分配率（水稻全体のりん酸含有量に対する各部位りん酸含有量の割合）を示すと第3図の通りである。9月18日および10月21日における穂の分配率はけい酸添加の有無にかかわらずりん酸供給量が小となるほど増加した。このことはりん酸供給量の低下に伴いりん酸の子実生産への関与が大となることを示しているものと思われる。また Mp 区および Hp 区の穂の分配率は +Si 区が -Si 区に比して大であった。これはけい酸の添加がりん酸の穂への転流を促進したためと考えられる¹⁴⁾。しかしながら Lp 区においては +Si 区が -Si 区に比して小であ

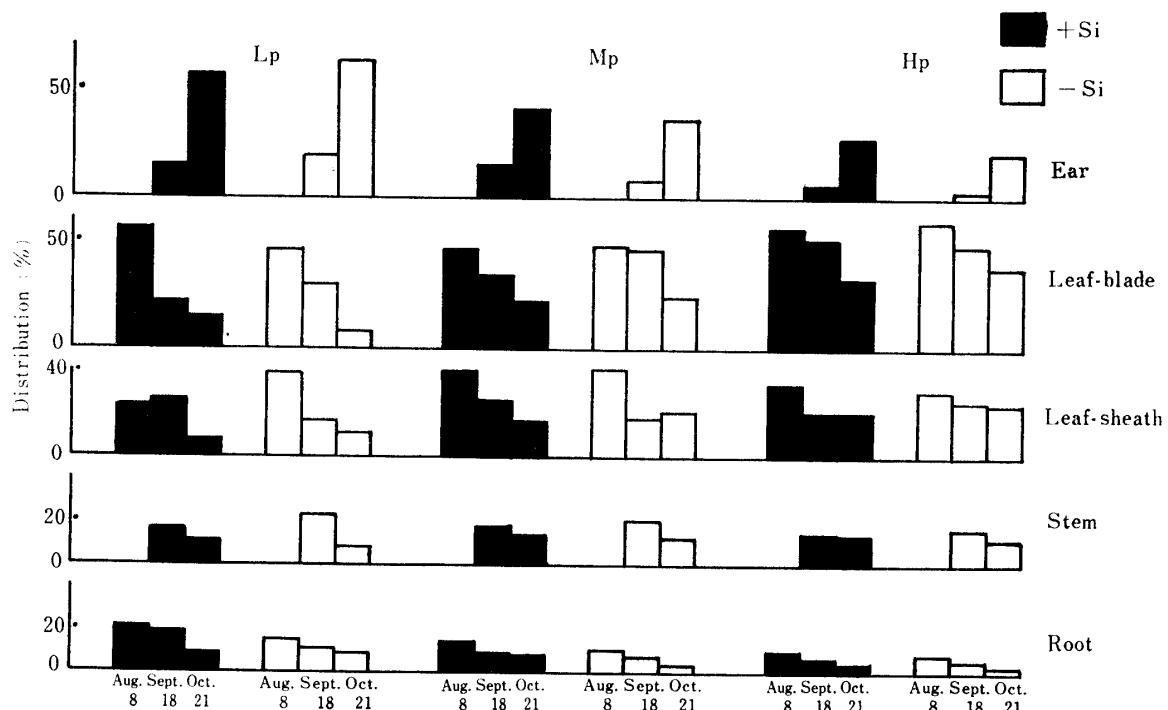


Fig. 3. The distribution of phosphorus absorbed in each part of rice plants

った。このことは Lp 区の -Si 区の全りん酸含有量が著しく少なかったためではないかと思われる。

水稻体各部位における形態別りん酸含有率は第 6 表の通りである。本試験においてりん酸を無機態、有機態、脂質態および蛋白態に分画したが、有機態りん酸にはフイチン、糖エステルおよびその他の低分子有機化合物が含まれ、蛋白態りん酸は核蛋白などの高分子りん酸化合物が主体であると思われる。まず無機態りん酸含有率についてみると、Mp 区および Hp 区は葉身が最も大であったが、Lp 区はいずれの部位も大差なかった。けい酸添加の有無と無機態りん酸含有率との間に一定の関係はみられなかった。次に有機態りん酸含有率についてみると、10月 21 日において精穀および粋が他の部位に比して著しく大であったほかは、一定の傾向はみられなかった。脂質態りん酸含有率は Hp 区の葉身において +Si 区が -Si 区に比して小であった。蛋白態りん酸含有率は各区間に著しい差異はみられなかった。水稻体各部位の無機態りん酸、成熟期における穂の有機態りん酸および穂以外の各部位の脂質態りん酸含有率はりん酸添加量の増加に伴い増加した。しかし水稻体各部位の蛋白態りん酸および成熟期における穂以外の各部位の有機態りん酸含有率とりん酸供給量との間に一定の関係は認められなかった。

水稻体各部位における形態別りん酸の含有割合を示

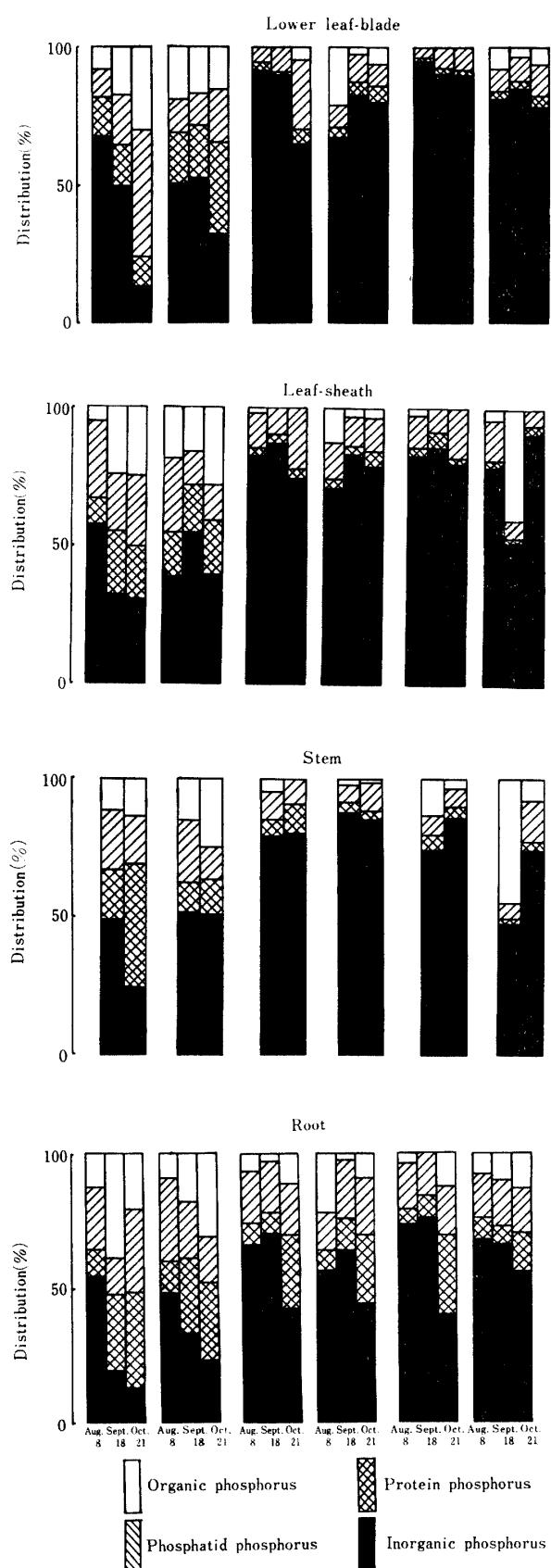
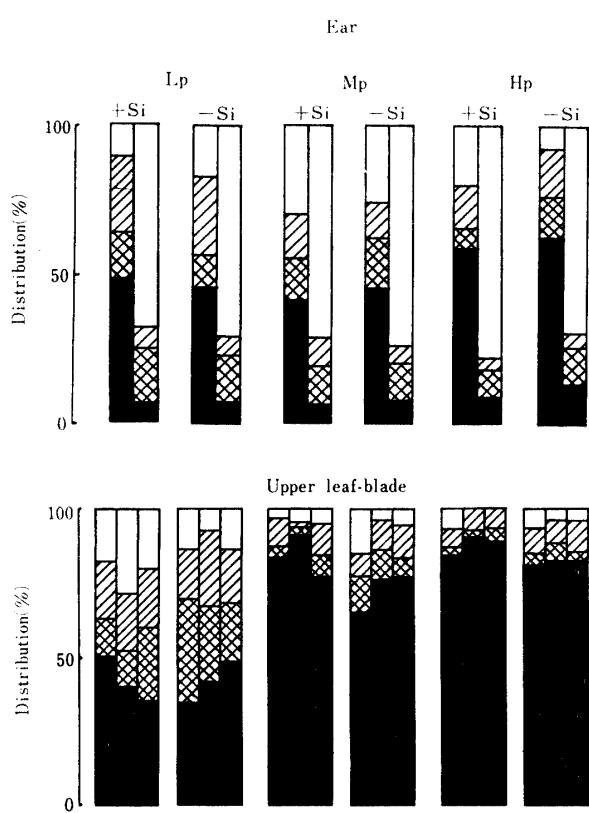


Fig. 4. The distribution of various forms of phosphorus in each part of rice plants

すと第4図の通りである。まず穂についてみると、いずれも9月18日から10月21日まで有機態りん酸が著しく増加した。成熟期における有機態りん酸は+Si区ではりん酸供給量の増加に伴い増加した。りん酸供給量の多い場合に穂においてフィチン態が増加することは、藤原ら⁴⁾および石塚ら⁶⁾も認めている。成熟期における有機態りん酸は-Si区ではMp区が最も大で、Lp区とHp区はほぼ同じであった。Hp区の-Si区は登熟歩合が著しく小であり、またりん酸の穂への移行が抑えられたが、これが穂における有機態りん酸の含有割合を低下させたものと思われる。

次に穂以外の部位についてみると、いずれもMp区およびHp区においては無機態りん酸の占める割合が最も大であった。Lp区の無機態りん酸の含有割合はいずれの部位においてもHp区およびMp区に比して明らかに小であった。このことはLp区におけるりん酸の穂への転流速度がMp区およびHp区に比して大であることを示しているものと考えられる。またりん酸供給量の多い場合に吸収されたりん酸は穂以外の部位において、無機態りん酸の形で集積するものと思われる。成熟期のLp区において穂以外の各部位の無機態りん酸含有割合は+Si区が-Si区に比して小であった。このことはりん酸供給量が不足の場合にけい酸の添加が水稻体内におけるりん酸の転流を助長することを示しているものと思われる。

V. 摘 要

りん酸供給量を変えて水稻を栽培し、生育、収量および体内の形態別りん酸に及ぼすけい酸の影響を知るため、水耕栽培試験を行なった。得られた結果は次の通りである。

1. けい酸添加区(+Si区)はけい酸欠除区(-Si区)に比して、水稻の草丈、1穂粒数、登熟歩合および千粒重が大であり、両区の差はとくに登熟歩合において大であった。分けつ数および穂数はりん酸少量区(Lp区)においては+Si区と-Si区がほぼ同じであり、りん酸中量区(Mp区)においては+Si区が-Si区に比して小であり、りん酸多量区(Hp区)においては+Si区が-Si区に比して大であった。精粋重は各りん酸レベルにおいて+Si区が-Si区に比して著しく大であった。

2. 分けつ数および穂数は+Si区において、Lp区はMp区に比して小であり、Mp区とHp区はほぼ同じであった。-Si区においてLp区はHp区とほぼ同じであり、Mp区はそれらに比して大であった。登

熟歩合はHp区がMp区およびLp区に比して著しく小であった。千粒重はりん酸の供給量の増加にしたがい小となった。精粋重はMp区が最も大で、Lp区がこれに次ぎ、Hp区が最も小であった。

3. 全りん酸含有率は8月8日(最高分けつ期)において、Lp区では上位葉、Mp区およびHp区においては下位葉が他の部位に比して大であった。8月8日において+Si区の全りん酸含有率は-Si区に比して小であったが、10月21日(成熟期)においては両者の間に差はみられなかった。

4. 水稻体各部位における全りん酸含有率は、りん酸供給量の増加に伴い増加したが、穂においてはLp区とHp区の差が他の部位に比して明らかに小であった。

5. 成熟期における全りん酸分配率は穂においてりん酸供給量の低下に伴い増加した。またMp区およびHp区では+Si区が-Si区に比して大であった。

6. 形態別りん酸含有割合は穂においては有機態りん酸が最も大であり、その他の部位においてはMp区およびHp区では無機態りん酸が最も大であった。

7. Lp区の水稻体各部位における無機態りん酸含有割合はMp区およびHp区に比して明らかに小であった。また成熟期のLp区における穂以外の各部位の無機態りん酸含有割合は、+Si区が-Si区に比して小であった。

引 用 文 献

- 1) BRENCHLEY, W. E., MASKELL, E. J. and WARINGTON, K.: *Annals of Applied Biology*, **14**, 45~82 (1927)
- 2) BUTKEWITSCH, W. S. and BUTKEWITSCH, W. W.: *Biochem. Z.*, **161**, 468~487 (1925)
- 3) FIDANOVSKI, F.: *Z. Pflanzenähr. u. Bodenk.*: **120**, 191~207 (1968)
- 4) 藤原彰夫・三橋信郎:農学, **2**, 523~529 (1948)
- 5) 石橋一:福岡農試, 作物の生育に対する珪酸の影響, 113 (1952)
- 6) 石塚喜明・山中明:土肥誌, **22**, 7~12 (1951)
- 7) ISLAM, A. and SAHA, R. C.: *Plant and Soil*, **30**, 446~458 (1969)
- 8) 松島省三:稲作の理論と技術, 143~144, 齋賀堂 (1966)
- 9) 中村道徳:日本農芸化学会誌, **24**, 1~5 (1950)
- 10) 奥田東・高橋英一:土肥誌, **32**, 481~488 (1961)
- 11) 奥田東・高橋英一:土肥誌, **33**, 65~69 (1962)
- 12) ROTHEBUHR, L. and SCOTT, F.: *Biochem. J.*, **65**, 241~245 (1957)
- 13) SCHNEIDER, W. C.: *J. Biol. Chem.*, **161**, 293~303 (1945)
- 14) 宇田川畏三・鹿島健一:鹿児島農業報告, **13**, 116~135 (1963)

Summary

The rice seedlings were grown in the culture solutions with and without silicon in which three levels of phosphorus were contained as shown in Table 2. At the three growth stages (Aug. 8; maximum tiller-number stage, Sept. 18; ripening stage, Oct. 21; mature stage), the rice plants were separated into several parts, and then various forms of phosphorus in each part of rice plants were analysed according to the method in Table 3. The results obtained are as follows:

1. In the rice plants supplied with silicon (+Si plants) plant height, number of spikelets per ear, weight of 1,000 mature grains, and especially the percentage of fully ripened grains and weight of mature grains were ascertained to be larger than those in the silicon deficient rice plants (-Si plants).

2. +Si plants had equal number of the tillers and the ears to -Si plants at the low phosphorus level (Lp), and had smaller one than that in -Si plants at the middle phosphorus level (Mp), while they had larger one than that in -Si plants at the high phosphorus level (Hp).

3. The relative orders of number of the tillers and the ears of rice plants were $Lp < Mp = Hp$ in +Si plots, and $Lp = Mp > Hp$ in -Si plots. In both +Si and -Si plots, the weights of 1,000 mature grains were decreased as the level of phosphorus supply increased, and the relative order of the weights of mature grains was as follows; $Mp > Lp > Hp$.

4. At the maximum tiller-number stage, the content of total phosphorus was highest in the upper leaves of Lp plants, and in the lower leaves of Mp and Hp plants. The total phosphorus contents of +Si plants were higher than those of -Si plants at the maximum tiller-number stage, and were approximately equal to those of -Si plants at the mature stage.

5. The total phosphorus contents in each part of the rice plants were increased with phosphorus supply, and the difference of the total phosphorus contents in ear between Lp plants and Hp ones was considerably smaller than in any other parts of rice plants.

6. The rate of total phosphorus distributed to ear increased as phosphorus supply decreased, and at the mature stage it was higher in +Si plants than in -Si ones both at Mp and Hp.

7. The ear accumulated mainly organic phosphorus at every phosphorus level, and the other part of rice plants accumulated mainly inorganic phosphorus at Mp and Hp.

8. Lp plants had the rate of distribution of inorganic phosphorus in each part lower than Mp and Hp plants. At Lp, +Si plants had the rate of distribution of inorganic phosphorus in each part except ear, which was lower than that in -Si plants at the mature stage.