

奄美燐礦に関する研究 (第3報)

陸稻に対する肥効について

宇田川畏三・伊東祐二郎・鹿島健一・今別府昭義

Studies on Amami Phosphates

3. On Nutrient Values of Yoron Phosphates to Upland rice

Izō UTAGAWA, Yujiro ITŌ, Ken-ichi KASHIMA
and Akiyoshi IMABEPPU

(Laboratory of Fertilizers)

前号⁽¹⁾に引続き与論島燐礦の陸稻に対する肥効試験成績について報告する。

V 与論島燐礦の肥効

[C] 陸稻に対する肥効試験

1. 試験設計

試験規模 1/5万 Wagner's pot 試験 1区 3連制

試験区名

- | | | |
|---------------|---------------|---------------|
| (1) 無 燐 酸 | (2) 過 燐 酸 少 量 | (3) 過 燐 酸 多 量 |
| (4) アマミホス2号少量 | (5) アマミホス2号多量 | (6) アマミホス4号少量 |
| (7) アマミホス4号多量 | (8) アマミホス7号少量 | (9) アマミホス7号多量 |
| (10) 熔成燐肥少量 | (11) 熔成燐肥多量 | |

供試土壤 鹿児島県立敷根種畜場圃場下層土 (鹿児島県始良郡国分市牧ノ原)
黒色火山灰土の下層土所謂黒ニガ

前号⁽¹⁾の供試土壤と同じものであるから理化学的分析成績の記載は省略する。

1 pot 当りの施肥量は Table 1 の通りである。

Table 1. Fertilizers supplied per pot (gm)

Element	Base dressing	Top dressing	Fertilizer supplied	
N	0.50	—	Ammonium sulphate	
P ₂ O ₅	low	S. P. 0.25 (Superphosphate plot)	Phosphorous fertilizer	
		C. P. 0.25 (Other plots)	"	
	high	S. P. 0.50 (Superphosphate plot)	—	"
		C. P. 0.50 (Other plots)	—	"
K ₂ O	0.50	—	Muriate of potash	

Remarks: S. P. : Petermann's solution soluble phosphate.
C. P. : 2% citric acid soluble phosphate.

供試肥料含有成分量は Table 2 の通りである。

Table 2. Composition of fertilizers used (%)

Fertilizer	Total P ₂ O ₅	C. P.	N	K ₂ O
Amamiphos No. 2	26.45	20.47	—	—
Amamiphos No. 4	20.21	14.86	—	—
Amamiphos No. 7	18.64	11.14	—	—
Superphosphate	18.12	S. P. 16.74 W. P. 15.77	—	—
Fused phosphate	22.83	C. P. 17.29	—	—
Ammonium sulphate	—	—	21.00	—
Muriate of potash	—	—	—	61.00

Remark: W. P.: Water soluble P₂O₅.

供試作物 陸稲 農林 11 号 1 pot に付 1 株 (3 本植)

耕種概要 昭和 32 年 6 月 29 日 播種 昭和 32 年 11 月 4 日 刈取

2. 試験成績

(1) 生育調査は Table 3 の通りである。

Table 3. Plant growth

Item	Height of tops		Height of stalk Nov. 4	Tillers		Ears Nov. 4	Length of ear Nov. 4	Available tillers
	Aug. 13	Sep. 3		Aug. 13	Sep. 3			
(1) P ₂ O ₅ low level								
1. Non phosphate	36.8	75.6	58.5	6.3	7.0	5.7	17.3	81.5
2. Superphosphate	59.6	103.8	76.6	18.3	18.3	14.0	20.5	76.5
3. Amami phosphate No. 2	63.9	104.2	83.9	19.7	18.7	14.7	21.0	74.5
4. " No. 4	62.8	102.6	82.9	19.3	22.7	14.3	20.4	63.0
5. " No. 7	60.9	100.2	82.9	19.7	23.3	14.7	20.9	63.2
6. Fused phosphate	63.9	103.9	82.9	19.7	25.0	14.0	20.5	56.0
(2) P ₂ O ₅ high level								
7. Superphosphate	65.0	104.5	81.3	23.7	23.3	16.3	20.1	68.8
8. Amami phosphate No. 2	67.2	105.8	84.8	22.7	23.3	14.7	20.4	63.2
9. " No. 4	63.0	97.8	78.4	22.3	23.3	15.3	20.5	58.9
10. " No. 7	66.2	99.8	82.0	22.3	27.3	17.0	19.9	62.3
11. Fused phosphate	66.8	96.8	87.2	25.3	27.0	18.7	20.0	70.0

草丈及び稈長では各区間に殆んど相違はみられないが、磷酸多量ではアマミホス 4 号区が僅かに劣り、また磷酸少量多量を通じてアマミホス 2 号区が優れている。茎数及び穂数では磷酸少量で 9 月上旬アマミホス 4 号区・同 7 号区・熔成磷肥区等の茎数が急に増加しているが、殆んど無効分蘖に終り結局穂数では過磷酸区と大差なく有効分蘖歩合ではむしろ低下している、磷酸多量の場合

でも同様の傾向がアマミホス4号区・同7号区・熔成燐肥区等でみられるが、アマミホス7号区・熔成燐肥区では有効基数が過燐酸区よりも増加しアマミホス2号区・同4号区ではやや減少している。また穂長では燐酸少量のアマミホス2号区・同7号区がやや長く無燐酸区がやや短い、その他はこの中間で余り相違がみられない。

(2) 収量調査は Table 4 の通りである。

Table 4. Response of upland rice to Amami phosphates (gm per pot)

Plot	Item	Straw	Straw index	Grain	Grain index	Grain Straw × 100	Nutrient value
(1) P ₂ O ₅ low level							
1.	Non phosphate	11.2	30	6.0	25	53.5	—
2.	Superphosphate	37.3	100	24.2	100	65.0	100
3.	Amami phosphate No. 2	36.1	97	25.7	106	71.3	106.4
4.	" No. 4	39.1	105	27.9	115	71.5	118.3
5.	" No. 7	36.3	98	26.3	109	72.5	109.8
6.	Fused phosphate	35.9	94	25.0	103	69.7	102.6
(2) P ₂ O ₅ high level							
7.	Superphosphate	41.6	100	29.9	100	71.9	100
8.	Amami phosphate No. 2	41.9	101	29.9	100	71.4	100
9.	" No. 4	40.1	96	27.9	93	69.6	91.6
10.	" No. 7	44.6	107	31.2	104	70.0	105.4
11.	Fused phosphate	42.4	102	31.9	107	75.2	108.3

燐酸少量ではアマミホス2号区・同4号区・同7号区・熔成燐肥区等の収量は過燐酸区にまさっているが、燐酸多量では各区の間に殆んど相違がみられない。これは燐酸少量では陸稲の生育に対し燐酸が多少足らなかつたようであるが極力吸収利用されたので、アマミホスの有効程度をよく表わしている。しかし燐酸多量では燐酸が十分に供給されたので各区間の相違はみとめ難くなつたものと思われる。ただアマミホス4号区のみは燐酸少量では好成績を収めていながら燐酸多量では初期生育からやや不良で、加うるに8月下旬から9月上旬にかけて無効分蘗が発生するなど遂に不成績に終つたが、多量のアマミホス施用のため石灰過剰反応によるものではないかとも考え反応を調べたが、何れうるところはなかつた。

3. 分散分析

収量について分散分析を行い Table 5 のような成績をえた。この表から連制間には有意差はみとめられないが、肥料区間には有意差がみとめられるので更に t 検定の結果肥効の順位は次のようになった。

(1) 燐酸少量の場合 次の4肥料間には統計上の有意差はみとめられないが、アマミホス4号と過燐酸との間には有意差がみとめられアマミホス4号がやや優れていることがわかる。

アマミホス4号, 同7号, 同2号, 熔成燐肥 > 無燐酸
アマミホス7号, 同2号, 熔成燐肥・過燐酸 > 無燐酸

(2) 燐酸多量の場合 次の4肥料間には統計上の有意差はみとめられないが、熔成燐肥とアマミホス4号との間には有意差がみとめられアマミホス4号がやや劣っていることがわかる。

熔成磷肥・アマミホス7号・同2号・過磷酸 > 無磷酸
 アマミホス7号・同2号・過磷酸・アマミホス4号 > 無磷酸

Table 5. Analysis of variance

Cause of variance	Degree of freedom	Sum of square	Variance	F	Probability
(1) P ₂ O ₅ low level					
Between phosphate plots	5	1008.25	201.65	65.68	0.001 >
Between series	2	8.72	4.36	1.42	0.05 <
Error	10	30.70	3.07		
Total variance	17	1047.67			
(2) P ₂ O ₅ high level					
Between phosphate plots	5	1491.27	298.254	71.42	0.001 >
Between series	2	2.55	1.275	3.28	0.05 <
Error	10	41.76	4.176		
Total variance	17	1535.58			

4. 陸稻の窒素及び磷酸吸収量

(1) 分析用資料の採取 1区3連制の中から生育中庸なるものを選び藁稈及び籾を風乾し分析に供した。

(2) 分析法 窒素はケルダール法, 磷酸は容量法(石橋法)⁽²⁾によつた。

(3) 1 pot 当りの乾物量は Table 6 の通りである。

Table 6. Yield of straw and grain per pot (gm on dry matter)

Plot	Part	Straw	Grain
(1) P ₂ O ₅ low level			
1.	Non phosphate	11.2	6.0
2.	Superphosphate	41.2	24.2
3.	Amami phosphate No. 2	36.2	25.5
4.	" No. 4	39.0	27.0
5.	" No. 7	36.4	26.7
6.	Fused phosphate	35.5	24.3
(2) P ₂ O ₅ high level			
7.	Superphosphate	40.9	29.9
8.	Amami phosphate No. 2	40.6	27.9
9.	" No. 4	42.4	27.6
10.	" No. 7	44.6	30.5
11.	Fused phosphate	41.6	31.6

(4) 乾物中の窒素及び燐酸含量は Table 7 の通りである。

Table 7. N and P₂O₅ per cent in dry matter

Part	Plot	N		P ₂ O ₅	
		Straw	Grain	Straw	Grain
(1) P ₂ O ₅ low level					
1. Non phosphate		0.6188	1.3245	0.0518	0.2529
2. Superphosphate		0.3286	1.2976	0.0471	0.3270
3. Amami phosphate	No. 2	0.3926	1.3181	0.0429	0.3729
4. "	No. 4	0.3993	1.2675	0.0441	0.3120
5. "	No. 7	0.3728	1.3310	0.0506	0.3227
6. Fused phosphate		0.4566	1.2892	0.0501	0.3052
(2) P ₂ O ₅ high level					
7. Superphosphate		0.3562	1.3326	0.0512	0.3575
8. Amami phosphate	No. 2	0.3597	1.1937	0.0513	0.4151
9. "	No. 4	0.3377	1.1551	0.0455	0.3620
10. "	No. 7	0.3913	1.2463	0.0641	0.3794
11. Fused phosphate		0.3587	1.1737	0.0505	0.3970

この表から籾の窒素含量は燐酸少量の場合よりも燐酸多量の場合の方が過燐酸区を除き多少低くなっていることがわかる, また藁の窒素含量は燐酸少量では無燐酸区が特に高く次に熔成燐肥区で最も低いのは過燐酸区である。

籾の燐酸含量では燐酸少量多量を通じアマミホス2号区が最も高いが, 一般に窒素含量の場合とは逆に燐酸多量の場合が熔成燐肥を除き少量の場合よりも高くなっている。

(5) 1 pot 当りの窒素吸収量は Table 8 の通りである。

Table 8. Quantity of nitrogen absorbed by upland rice (mg per pot)

Plot	Part	Straw	Grain	Sum	Index	$\frac{\text{Grain}}{\text{Sum}} \times 100$
(1) P ₂ O ₅ low level						
1.	Non phosphate	62.8	69.5	132.3	33.4	52.5 %
2.	Superphosphate	121.6	275.1	396.7	100	69.3
3.	Amami phosphate No. 2	130.9	293.6	424.5	107.0	69.2
4.	" No. 4	144.0	299.0	443.0	111.0	67.5
5.	" No. 7	120.9	311.4	432.3	109.0	72.0
6.	Fused phosphate	144.1	274.4	419.5	105.7	65.5
(2) P ₂ O ₅ high level						
7.	Superphosphate	132.8	346.5	479.5	100	72.4
8.	Amami phosphate No. 2	131.8	290.4	422.2	88.1	68.9
9.	" No. 4	128.3	277.1	405.4	84.6	68.4
10.	" No. 7	154.7	334.3	489.0	102.0	68.5
11.	Fused phosphate	135.1	326.7	461.8	96.4	70.8

栽培に当つて供試土壌は酸性が相当強く地温も高くその上磷酸は枸溶性で施されているから実際に施用された磷酸全量は枸溶性磷酸量よりも 30~70% 上廻り、更に接触吸収⁽³⁾なども手助け予想以上の磷酸量が吸収されて制限因子とならなかつたものと考えられ、従つて窒素成分は十分に活用されたものと思われる。以上の理由で枸溶性磷酸含量の比較的少ないアマミホス4号区、同7号区では施用された磷酸全量は実際には多かつたので比較的多量の窒素並びに磷酸が吸収されている。但し磷酸多量のアマミホス4号区は例外で生育不良のため十分な窒素成分の利用は出来なかつた。

Table 9. Quantity of P_2O_5 absorbed by upland rice (mg per pot)

Plot	Part	Straw	Grain	Sum	Index	Grain Sum $\times 100$	P_2O_5 absorptive ratio
(1) P_2O_5 low level							
1.	Non phosphate	5.3	13.3	18.6	22	71.5%	—
2.	Superphosphate	17.4	69.3	86.7	100	80.0	27.2
3.	Amami phosphate No. 2	14.3	83.1	97.4	112	85.3	31.5
4.	" No. 4	15.9	73.6	89.5	103	82.3	28.4
5.	" No. 7	16.4	75.5	91.9	106	82.2	29.3
6.	Fused phosphate	15.8	65.0	80.8	93	80.4	24.9
(2) P_2O_5 high level							
7.	Superphosphate	19.1	93.0	112.1	100	83.0	18.7
8.	Amami phosphate No. 2	18.8	101.1	119.8	107	84.2	20.2
9.	" No. 4	17.3	86.8	104.1	93	83.5	17.1
10.	" No. 7	25.3	101.8	127.1	114	80.1	21.7
11.	Fused phosphate	19.0	110.5	129.5	115	85.3	22.2

(5) 1 pot 当りの磷酸吸収量は Table 9 の通りである。窒素吸収量の項で述べたような理由によつて磷酸は非常によく吸収利用され磷酸少量では磷酸吸収率が 30% 前後にもなつているが、これは枸溶性磷酸以外に多量の不溶性磷酸が施されているからこれが吸収されたためであろう。

5. 考察

(1) 供試土壌、気温と生育 前述したように供試土壌は酸性の火山灰土壌であるから陸稲の生育に適し、また小麦に対するアマミホスの肥効試験では気温上昇とともに肥効が現われてきたが、陸稲ではこの制約は受けていないものと考えられる。また D. E. WILLIAMS⁽¹⁾によればアマミホスのような水溶性でない磷酸は枸溶性磷酸で施した磷酸量以上に接触吸収によつて吸収されるから陸稲の生育は確かに好条件に恵まれ、アマミホスの各区は何れも生育収量ともに過磷酸区を凌駕している。

(2) 陸稲による窒素・磷酸吸収量 窒素吸収量の項で述べた理由によつて窒素は十分に吸収利用され、磷酸少量の場合アマミホス各区の窒素吸収量は特に顕著で過磷酸区を凌いでいるが、磷酸吸収量も同様に磷酸少量・多量を通じ、過磷酸区を凌いでいる。その上磷酸少量の場合は磷酸の吸収率は普通 20% 前後のものが 30% 前後になつて稀にみる好成績を示しているが、これは前述したように枸溶性磷酸以外に不溶性磷酸が多量施されているのでこれが吸収され、高くなつたものと思われる。

(3) 吸収された窒素・リン酸の茎葉から籾への移行率は Table 8, Table 9 の通りで、吸収された窒素・リン酸量は無リン酸区を除き、茎葉から籾へ夫々 65.5 ~ 72.0 %, 80.0 ~ 85.3 % 移行している。その相関係数(r)は次の通りで籾収量と極めて密接な関係を示している。

窒素移行率—籾収量	リン酸移行率—籾収量	窒素移行率—リン酸移行率
0.90	0.89	0.89

(4) 窒素吸収量・リン酸吸収量・籾収量三者間の相関係数(r)は次の通りで窒素・リン酸の吸収量の多いもの程籾収量が増加している。

窒素吸収量—籾収量	リン酸吸収量—籾収量	窒素吸収量—リン酸吸収量
0.978	0.966	0.967

6. 摘要

黒色火山灰土の下層土を供用して奄美燐礦の陸稲に対するポット試験を行つた結果次の成績をえた。

(1) 奄美燐礦は黒色火山灰土の陸稲に対しては過リン酸・熔成燐肥と同等かあるいは稍、優る肥効を示した。

(2) 次の燐酸肥効率をえた。

	アマミホス 2号	同 4号	同 7号	熔成燐肥
燐酸少量	106.4	118.3	109.8	102.6
燐酸多量	100.0	91.6	105.4	108.3

(3) 次の燐酸吸収率をえた。

	過リン酸	アマミホス 2号	同 4号	同 7号	熔成燐肥
燐酸少量	27.2	31.5	28.4	29.3	24.9
燐酸多量	18.7	20.2	17.1	21.7	21.4

本研究に当り多大の便宜を与えられた神島化学工業株式会社に対しあつく感謝する。

文 献

- 1) 宇田川・伊東・真下：鹿大農学術報告, 6, 44~52 (1957).
- 2) 石橋雅義：基礎容量分析法上巻, (1949).
- 3) JENNY, H. and OVERSTREET, R.: *Proc. Nat. Acad. Sci U. S.*, 24, 384 (1938).
- 4) TROUG, E., *Mineral Nutrient of Plants*. (1953).

Résumé

Succeeding the previous investigation, response of upland rice to Amami rock phosphates have been tested by the pot experiment on the subsoil of Shikine black volcanic ash soil and following results were obtained.

(1) Judging from growth and yield of upland rice plants, there is no statistical difference between the nutrient values of Amami rock phosphates, superphosphate and fused phosphate at 5% level.

(2) Following nutrient values were obtained.

	Amami phosphate			Fused phosphate
	No. 2	No. 4	No. 7	
P ₂ O ₅ low level	106.4	118.3	109.8	102.6
high level	100.0	91.6	105.4	108.3

(3) Following P₂O₅ absorptive ratios were obtained.

	Amami phosphate			Super-phosphate	Fused phosphate
	No. 2	No. 4	No. 7		
P ₂ O ₅ low level	31.5	28.4	29.3	27.2	24.9
high level	20.2	17.1	21.7	18.7	21.4

Those P₂O₅ absorptive ratios at low level are higher than the values obtained previously, because the total P₂O₅ quantities were more abundant than ones which were supplied at the 2% citric acid soluble P₂O₅.