

水稻에 對한 緩効性肥料 METAP의 肥効試驗 (1972)

서울 大農大	이 은 응		
作物 試驗場	안 수 봉	이 문 회	
湖南 作物 試驗場	이 주 열	송 남 현	
嶺南 作物 試驗場	권 순 목	김 칠 용	
京畿道 農村 振興院	최 병 초		
江原道 "	정 현 식	조 병 욱	
忠 北 "	이 일 주	박 창 서	
忠 南 "	고 춘 산	박 건 호	
全 南 "	경 성 채	정 환 수	
慶 北 "	이 회 덕	박 성 태	
慶 南 "	이 한 생	최 승 락	

Studies on the Controlled Release Fertilizer METAP Application on Paddy Rice (1972)

College of Agriculture, S.N.U. E.W. Lee

Crop Experiment Station, S. B. Ahn, M. H. Lee

Ho-nam Crop Experiment Station, Z. Y. Lee, N. H. Song

Yeong-nam Crop Experiment Station, S.M. Kwon, C.Y. Kim

Gyeong-gi P.O.R.D., B.C. Choe

Gang-weon P.O.R.D., H.S. Chung, B.O. Cho

Chung-buk P.O.R.D., I.J. Lee, C.S. Park

Chung-nam P.O.R.D., C.S. Ko, K.H. Park

Jeon-nam P.O.R.D., S.C. Chung, H.S. Chung

Gyeong-buk P.O.R.D., H.D. Lee, S.T. Park

Gyeong-nam P.O.R.D., H.S. Lee, S.R. Choe

SUMMARY

Experiments were carried out to study the effectiveness of METAP as a slow released fertilizer on the growth, grain yield and its components of paddy rice, and to compare its effects with those of single fertilizers in the fields of 3 Crop Experiment Stations and 7 provincial Offices of Rural Development.

The effectiveness of METAP seems to be different according to the physical and chemical characteristics of soil, the time of application, climatic conditions, variety and cultural methods.

Therefore, the experimental results obtained from the above experiment are summarized as follows:

1. When METAP was applied into sandy soil, grain yield was increased due to increase of the number of panicles, and split application of METAP was more effective than basal only. However, in the reclaimed soil, not heavily percolated soil and fertile soil, no differences were observed between METAP and single fertilizer applied plot.
2. When a rice variety, "TONGIL" which is sensitive to the low temperature and produce higher yield in the early transplanting, was not transplanted early and air temperature is relatively lower during the ripening stage, the percentage of ripened grains and 1,000 grains weight were not higher in the METAP applied plots than in the single fertilizer applied plots.

緒 言

地力の維持乃至増進을爲해서는從來 休閑, 荳科作物의 循環作, 副産物의 환원, 綠肥作物의 栽培 및 堆肥, 厩肥, 大豆粕, 魚粉 等 有機質肥料가 施用 되었다. 그러나 이것은 土地利用上 不利하고 肥料의 大量生産이 不可能 하였으며 化學工業의 發達과 植物生理學 및 土壤學의 發展으로 化學肥料가 一般化되었다.

化學肥料는 有機質肥料에 比하여 速効性이어서 一時에 分解되어 作物이 過度하게 吸收하기 쉽고, 그 持續期間이 짧으며, 浸透性에 依한 流失이 있게 됨으로 施肥方法도 變하여 肥効를 높이고 作物의 生理에 알맞은 方向으로 施肥하는 方法이 모색되어 왔다.

全層施肥나 深層施肥는 特히 湛水下에서 栽培되는 水稻의 境遇에 窒素質肥料의 脫窒作用이나 Ammonia의 飛散 및 浸透水에 依한 流失을 輕減시키고, 多量의 肥料를 施用할 때 過剩吸收의 害를 막고 可能한 限長期間 肥効를 維持시키는데 그 目的이 있다.^(1,14) 그러나 化學肥料는 根本적으로 速効性 肥料이므로 全生育期間 肥効를 維持시킬 수 없고 全層施肥나 深層肥料는 作業이 不便하므로 物理的인 方法이나 化學的인 方法으로 그 溶解를 徐徐히 시켜 速効性肥料의 短點을 補完하고자 하는 試圖가 緩効性肥料인 것이며 미국의 T. V. A. 에서開發된 S. C. U. (Sulphur Coated Urea)와 日本서 開發된 METAP(Metal Ammonia Phosphate)이 그 좋은 例이다. S. C. U.는 硫黃으로 被覆되어 있으므로 논에 施用하면 硫黃根의 發生으로 秋落의 危險이 있고, 連用할 경우 酸性化의 念慮가 있으며 生産費가 비싼 것이 缺點인데, 이들 缺點을 補完한 것이 METAP이라 한다. METAP은 金屬性分으로서는 鐵, 망간 苦土 等이 磷酸과 結合하여 물에는 難溶性이고 拘溶性이므로 肥効面으로 보면 緩効性이고 또 窒素, 磷酸, 加里와 金屬元酸을 포함하므로 施肥上의 便利, 勞動力의 절약 및 農民들의 窒素 偏重의 傾向을 막아 均衡있는 施肥를 하고 特히 砂質漏水畚, 火山灰土 및 秋落畚에서 養分流失 輕減 및 微量元素의 供給에 效果가

있다고 한다⁽¹³⁾

作物 栽培面에서 보면 多收穫을 目標로 할 때는 窒素肥料의 增施와 더불어 磷酸, 加里 等도 같이 增施하여야 하지만 農民들은 窒素偏重의 傾向이 있고 또 窒素와 磷酸은 土壤과 잘 섞어서 施肥할 때, 그 流失을 줄일 수 있으므로 基肥施用이 有利하다. 그러나 窒素를 基肥로 많이 주면 初期生育이 過渡하기 쉽고 穗數는 密植으로 確保할 수 있으므로 生育後期에 施肥하여 出穗 前後의 光合性 能力을 增加시키고 受光態勢를 좋게 하여 穀實收量을 높이는 것이 最近 多收穫의 方向이더라⁽¹²⁾ 磷酸은 湛水下에서는 土壤磷酸의 溶出이 커서 生育初期를 除하면 흔히 큰 問題가 안되지만 磷酸이 不足한 土壤이나 火山灰土 같은 磷酸固定이 甚한 土壤 및 低溫期에는 磷酸의 追肥가 效果의이므로 이런 곳에서는 遲効性인 磷酸을 基肥로 施用하면 그 流失을 줄이고 肥効를 持續시킬 수 있다.

이와 같은 理論的인 根據下에서 우리 나라 土壤에 METAP의 肥効를 檢討하고자 서울大 農大와 農村振興廳 傘下 研究機關에서 그 成分組成이 서로 다른 것을 가지고 1970~1972年 까지 3個年에 걸쳐 試驗한 바 있으며 이에 1972年의 結果를 報告하는 바이다.

아울로 本 試驗을 爲하여 支援하여 주신 大有洋行 鄭淳雄 社長께 感謝하는 바이다.

1. 材料 및 方法

本 試驗은 農村振興廳 傘下 3個 作物試驗場 및 7個 道 農村振興院에서 同一한 設計下에 實施하여 土壤과 氣象條件이 다른 狀態下에서 METAP의 效果를 單肥와 比較하고 그에 適切한 施肥時期와 施肥比率를 檢討코저 施行하였다.

試驗地別 供試品種, 土壤條件 및 栽培法은 다음 表와 같으며 栽植距離는 모두 30×15cm로 하고 (圃場配置 및 分析은 亂塊法 3反復으로 하였으며 其他는 그 地方 標準耕種法에 準하여 實施하였다.

The outline of varieties used, cultural methods and soil conditions

Item	Variety used	Seeding date	Transplanting date	Number of plants transplanted per hill	Soil Condition									
					Series	Physical characteristics	pH (1:5)	P ₂ O ₅ (ppm)	SiO ₂ (ppm)	K ⁺ (me/100gr)	Ca ⁺⁺ (")	Mg ⁺⁺ (")	C. E. C (")	O. M. (%)
Crop Experiment Station	Suwon #213	May 1	June 4	3	Sandy loam	5.0	70	—	—	—	—	—	—	1.59

Yeong nam Crop Experiment Station	Suweon # 214	May 10	June 19	3	—	Silt loam	4.8	158	—	—	48	1.3	12.4	2.6
Ho-nam Crop Experiment Station	" # 213-1	May 10	June 16	3	Joen buk	Silt "	4.6	20	—	0.12	2.2	—	8.2	—
Gyeong-gi P. O. R. D.	" # 214	April 21	June 5	—	Jiesan	Clay "	5.9	21	—	0.27	3.9	2.4	—	2.7
Gang-weon P. O. R. D.	" # 214	April 20	May 2	2	—	Silt "	5.5	144	57	0.14	2.4	0.8	7.7	2.8
Chung-buk P. O. R. D.	" # 214	April 30	June 14	—	Sinh- eung	Sandy "	5.9	36	38	—	4.6	1.8	—	2.5
Chung-nam P. O. R. D.	" # 214	May 1	June 10	—	Sac- hon	Sandy soil	—	—	—	—	—	—	—	—
Jeon-nam P. O. R. D.	" # 214	—	—	—	Opy- eng	Sandy soil	5.8	158	—	—	2.9	1.1	—	2.4
Gyeong-buk P. O. R. D.	" # 214	—	—	—	—	Silt loam	4.9	21	96	0.46	5.4	2.4	12.3	1.5
Gyeong-nam P. O. R. D.	" # 213	May 10	June 25	2	Suck- cheon	Silt "	4.9	123	—	0.19	4.4	0.4	—	2.7

施用된 METAP은 含有成分이 N-P₂O₅-K₂O— 理別 肥料種類 및 施肥時期는 다음 表와 같다.
MgO가 各各 11-11-11-4%인 것을 使用하였으며 處

Treatment(the kind and amounts of fertilizers and the time applied)

No.	Treatment	Total Amounts of fertilizers (kg/10a) N P ₂ O ₅ K ₂ O	Amounts of fertilizers applied in different growth stages				
			Basal	15 days after Transplanting	40 days before Heading	24 days before heading	10 days before heading
1	Basal only of METAP	13.2 13.2 13.2	METAP 120				
2	Basal only of single fertilizers	13.2 13.2 13.2	Urea 28.7 Double super phosphate 28.7 Potassium chloride 22.2				
3	Control	13.2 6.6 9.0	Urea 17.21 Double Super phosphate 14.35 Potassium chloride 15.0	Urea 7.175		Urea 4.305	
4	Split application of METAP	13.2 13.2 13.2	METAP 13.2		METAP 48.0		
5	Split application of single fertiliz- ers	13.2 13.2 13.2	Urea 17.21 Double super phosphate 17.21 Potassium chloride 13.2	Urea 7.175 Double super phosphate 1.148 Potassium chloride 9.0		Urea 4.305	

6	Urea 60%+METAP 40%	13.2 13.2 13.2	Urea	17.21	METAP	48.0			
7	METAP60%+Urea 30%+10%	13.2 7.92 7.92	METAP	72.0			Urea	8.6	Urea 2.87
8	METAP-Urea mixing plot	13.2 10.56 10.56	METAP	48.0			METAP		48.0
			Urea	5.78					

2. 試驗結果

가. 作物試驗場(於 水原)

生育狀況은 處理間에 差異가 없었으며 分藥의 增減에 關하여 單肥와의 差異를 그림 I에서 比較해 보던 全量基肥 處理區에서는 METAP이 最高分藥數는 적었으나 穗數는 單肥 全量基肥 處理보다 約間 높았고 有效莖比率도 높았다. 分施의 경우에는 METAP分施가 單肥分施보다 分藥數와 穗數가 다소 높았으나 그 差異는 적었고 處理間의 여러가지 形質과 收量 構成要素를 比較하던 表 1과 같다. 穗數는 尿素 60%+METAP 40% 處理가 約間 적고 1穗當 穎花數는 METAP60%+尿素 30%+10% 處理가 約間 많았을 뿐 다른것은 處理間에 差異가 없었다. 株當 穗數는 17個程度로 많은 便이나 1穗穎花數는 100~110個 程度로 떨어지지

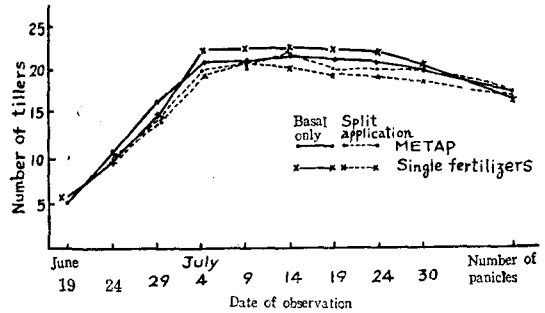


Fig. 1 Influence of METAP and single fertilizer application on the changes of number of tillers

METAP과 單肥施用이 分藥數의 變化에 미치는 影響

Table. 1 Experimental result (Crop Experiment Station)

Treatment	Item	Head-ing date	Culm-length (cm)	Pani-cle length (cm)	Num-ber of Pani-cles per hill	Number of spikelets per		Percentage of ri-pened grains (%)	Grain weight in brown rice(g/1000)	Grain yield in brown rice		Brown rough rice ratio (%)	Percentage of bearing tiller (%)	Grain / straw ratio
						pan	1000 $\frac{g}{m^2}$			(kg/10a)	Index			
1. Basal only of METAP		8.20	53.3	21.2	17.8	105	41.5	50.6	21.4	503	96	79.5	81.7	0.98
2. Basal only of single fertilizers		8.18	53.1	21.1	17.6	109	41.1	55.7	21.6	509	97	79.0	74.5	1.02
3. Control		8.20	52.5	21.7	17.3	108	41.5	58.1	21.7	523	100	78.8	84.4	10.4
4. Split application of METAP		8.19	56.5	21.8	17.8	105	41.5	55.6	20.9	487	93	78.0	80.9	0.97
5. Split application of single fertilizers		8.21	53.7	22.5	17.0	107	40.3	56.1	22.4	515	99	78.3	82.9	1.11
6. Urea 60%+METAP 40%		8.21	53.7	21.1	16.8	109	40.7	55.8	21.7	504	96	79.1	77.8	0.96
7. METAP 60%+Urea 30%+10%		8.20	54.8	22.4	17.4	115	44.4	59.3	22.7	540	103	78.8	79.8	1.06

8. METAP-Urea mixing plot	8.19	56.0	21.4	17.6	105	41.1	54.0	21.5	509	97	78.6	78.9	1.05
---------------------------	------	------	------	------	-----	------	------	------	-----	----	------	------	------

Grain yield

C. V. = 4.05

F. 0.05. = 1.74

L. S. D. = 36.23

않아 m²當穎花數가 40,000以上이 되었다. 玄米收量을 보면 METAP 60%+尿素30%+10%가 單肥慣行 處理區보다 3% 많았고 다른 處理는 慣行과 같거나 減收傾向이지만 統計的인 有意差는 없었다. 本 試驗은 地力이 比較의 좋은 砂質上에서 栽培되고 前作으로 胡麥을 栽培하여 前作의 肥効가 維持되어 緩効性 肥料로서의 METAP 效果가 認定되지 아니한 것으로 보인다.

나. 湖南 作物試驗場(於 裡里)

本 試驗은 pH가 4.6인 微砂質土壤에서 實施 되었으며 試驗結果는 表 2에서 보는 바와 같다. 玄米 收量을 보면 處理間에 有意差가 있었으나 METAP 60%+尿素30%+10% 處理區가 收量이 慣行보다 3% 增加되었다. 모든 處理가 登熟率과 1,000粒重이 높았으나 穗數

Table 2 Experimental results (Ho-nam Crop Experiment Station)

Item Treatment	Head- ing date	Culm- length (cm)	Panic- le length (cm)	Num- ber of panic- les per hill	Number of spikelets per		Percen- tage of ripened grains (%)	Grain weight in bro- wn rice (g/1000)	Grain yield in brown rice		Brown rough rice ratio (%)	Percen- tage of bear- ing tiller
					pan	1000/m ²			(kg/ 10a)	Index		
1. Basal only of METAP	8.30	49.7	20.6	12.7	100	28.1	72.3	24.0	476	102	74.1	81.0
2. Basal only of single fertilizers	8.30	49.4	20.1	12.1	120	32.3	76.1	24.7	463	99	79.7	83.0
3. Control	8.31	51.4	20.8	11.9	97	29.1	76.2	24.3	466	100	77.8	87.5
4. Split application of METAP	9.1	51.0	20.6	12.9	101	28.9	71.7	23.1	460	99	78.2	74.2
5. Split applicati- on of single fertilizers	8.30	51.7	20.5	12.0	113	30.1	72.1	24.2	457	98	77.7	79.3
6. Urea 60%+ METAP 40%	8.30	48.5	20.2	12.5	97	26.9	71.4	24.7	452	97	78.3	83.3
7. METAP-60% Urea30%+10%	8.31	51.6	21.4	12.6	102	28.6	70.5	24.5	482	103	77.4	84.6
8. METAP-Urea mixing plot	9.1	51.5	20.1	11.8	104	27.2	69.7	24.7	456	98	79.9	73.3

Grain yield

C. V.=6.5

F. 0.05=K. S

가 적었으므로 收量은 낮은 便이었고 특히 pH가 낮은 海成土이므로 根系의 障害나 養分吸收의 不均衡이 收量低下의 原因일 것으로 생각되며 71年에도 METAP의 效果가 인정되지 않았었다.

다. 嶺南 作物試驗場(於 密陽)

本 試驗은 土壤 pH가 4.8이고 粘土와 微砂가 各各

30.9%, 57.1%로 섞인 微砂質土壤中에서 施行하였으며 그 結果는 表 3에서 보는 바와 같다. 肥料를 全量基肥로 施用하면 METAP施用이 單肥보다 穗數와 1穗穎花數가 增加되어 增收되었으므로 分施區에서는 METAP과 單肥分施間에 差異가 없었다. 이것은 이와 같은 土壤條件下에서는 單肥는 流失이 甚하고 METAP은 分解가 완만하여 基肥로 施用한 것이 效果的인 것 같으며

Table 3. Experimental results(Yeong-nam Crop Experiment Station)

Treatment	Item	Hea- ding date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Number of Panicles per hill	Number of spikelets per		Percentage of ripened in brown rice (%)	Grain weight in brown rice (g/1000)	Grain yield in brown rice	
						pan	1,000/m ²			(kg/10a)	Index
1. Basal only of METAP		8.25	50.6	21.2	11.9	105	27.7	65.5	21.7	515	100
2. Basal only of single fertilizers		8.26	48.2	21.1	10.4	98	22.6	67.4	22.4	430	84
3. Control		8.25	49.6	21.8	10.9	110	22.0	66.2	22.7	514	100
4. Split application of METAP		8.25	52.3	21.0	13.7	96	29.2	65.3	22.1	544	106
5. Split application of single fertilizers		8.25	49.4	21.7	10.8	111	26.6	65.3	22.6	501	98
6. Urea 60% + METAP 40%		8.25	50.5	21.1	12.5	105	29.1	64.6	21.6	528	103
7. METAP60%+Urea 30%+10%		8.26	51.2	21.6	11.6	115	29.6	65.2	22.8	549	107
8. METAP-Urea mixing polt		8.26	52.1	20.9	13.2	94	27.5	66.3	22.3	526	102
9. Top-dressing of METAP into subsoil		8.26	52.7	21.8	13.8	99	30.3	63.5	22.5	587	114

Grain yield

C. V = 7.3

L. S. D. = 65.6

Brown/ rough rice ratio (%)	Percentage of bearing tiller (%)	Grain/ straw ratio	Root activity (r/g. F. W. hr.)	
			July 25.	Sept. 1
75.9	72.8	1.26	74	10
77.3	70.9	1.17	119	34
77.8	75.1	1.51	92	26
77.9	69.4	1.25	82	36
78.5	78.3	1.37	128	27
76.6	62.6	1.39	96	34
77.7	78.0	1.46	95	14
78.2	67.4	1.29	97	25
78.8	77.7	1.40	110	68

出穂 40日前의 METAP處理는 오히려 肥効의 發見이 늦어 分蘖의 減少나 1穗穎花數 및 登熟率의 增加에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 생각된다. 따라서 METAP을 基肥로 施用한 後 單肥를 追肥로 施用하 것이 相互缺點을 補完하여 좋은 結果가 나올 것으로 豫想되며 本 試驗에서도 METAP60%+尿素 30%+10% 處理區가 慣行보다 7% 增收되었다. 또 METAP을 基肥로 深層施肥한 後 尿素를 追肥로 주면 登熟率 이 떨어졌으나 穗數確保를 하고 生育後期까지 根活力도 維持되어 14%의 增收을 얻었다.

라. 京畿道 農村振興院(於 素砂)

試驗은 排水가 多少 不良한 壤土에서 施行하였으 며 그 結果는 表 4와 같다. 收量은 METAP全量 基肥 處理가 穗數의 增加로 慣行보다 7%增收 되었으나 單肥全量 基肥區는 最高分蘖數는 많았지만 生育後期의 肥絶에 依하여 分蘖의 減少가 커서 穗數가 적어 減收한 것 같다. 其他 處理의 收量構成要素는 慣行과 비슷하였고 71年 試驗에서 METAP과 磷酸 肥料의 效果

Table 4. Experimental results(Gyeong-giCrop Experiment Station)

Item Treatment	Heading date	Culm length (cm)	Number of Panicles per hill	Number of spikelets per		Percent- age of r- ipened g rain(%)	Grain we- ight in brown rice (g/1000)	Grain yield in brown rice		Brown/ rough rice ratio (%)
				pan	1000m ²			(cm/10a)	Index	
1. Basal only of METAP	8. 17	51.5	17.9	104	41.3	46.4	23.0	484	107	78.4
2. Basal only of single fertilizers	8. 16	48.5	13.8	106	32.5	39.4	22.8	419	92	75.4
3. Control	8. 16	45.3	14.1	98	30.7	39.6	22.8	453	100	77.9
4. Split applicati- on of METAP	8. 16	48.0	13.7	96	29.2	39.2	23.3	404	89	81.2
5. Split applicati- on of single fer- tilizers	8. 16	45.8	13.7	100	30.4	48.9	23.7	409	90	74.7
6. Urea 60%+ METAP40%	8. 16	47.0	14.9	94	31.1	42.4	23.7	452	100	77.3
7. METAP60%+ Urea 30%+10%	8. 16	46.7	13.8	105	32.2	51.6	23.0	440	97	78.8
8. METAP-Urea mixing plot	8. 16	47.4	14.2	97	30.6	38.6	23.3	431	95	76.5

Grain yield
C. V. =6.7
L. S. D. =66.3

가 현저했던 것으로 보아 지효성 인산의 효력에 依한 METAP의 효력도 豫想하였으나 그差異가 없었다. 이 것은 出穂 直後인 8月 18~19日에 集中 豪雨로 約 4時 間 冠水되고 登熟期間의 低溫으로 因하여 稔實과 登熟에 支障을 받아 登熟率이 낮았으므로 後期登熟에 中點을 둔 追肥효과는 나타나지 않고 全的으로 穗數에 依하여 收量이 決定되어진 것으로 보인다.

마' 江原道 農村振興院(於 春川)

試驗結果는 表 5에서 보는 바와 같이 METAP의 基肥施用區는 대체로 單肥施用區에 比하여 最高分蘗數가 적고 METAP의 追肥施用區는 1穗穎花數가 적었으므로 本 試驗地 條件下에서는 METAP의 肥効가 너무 늦게 나타나서 오히려 單肥보다 効果가 적은 것 같다. 特히

Table 5. Experimental result (Gang-weon Crop Experiment Station)

Item Treatment	Head- ing date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Number of panicles per hill	Number of spikelets per		Percent- age of ripened grain (%)	Grain yield in brown rice		Percent- age of bearing tiller (%)	Grain/ straw ratio
					pan	1000/m ²		(kg/ 10a)	Index		
1. Basal only of METAP	8. 15	48.7	21.0	13.1	105	30.5	75.1	719	98	66.4	1.04
2. Basal only of single fertilizers	8. 14	52.4	23.4	15.4	116	39.7	84.9	757	103	70.9	1.08
3. Control	8. 14	52.4	22.7	12.7	114	32.1	81.5	773	100	69.4	1.09
4. split application of METAP	8. 16	50.2	19.8	15.2	110	37.1	78.0	713	97	82.6	1.00
5. Split application of single fertilizers	8. 14	49.2	23.3	13.2	125	36.6	81.5	751	102	73.7	1.11

6. Urea60%+METAP 40%	8.15	48.2	21.2	14.7	98	32.0	80.8	687	93	69.6	1.05
7. METAP 60%+Urea 30%+10%	8.15	50.4	23.9	13.6	137	41.4	83.1	768	104	80.5	1.10
8. METAP-Urea mixing plot	8.15	51.5	21.1	15.7	112	39.0	87.4	754	102	92.9	0.95

Grain yield
C. V. =3.79
L. S. D. =67.88

METAP 全量 基肥處理는 單肥 全量基肥에 比하여 穗數, 1穗穎花數, 登熟率이 低下하였고 METAP 分施區와 尿素 60%+METAP 40% 處理는 1穗穎花數가 적었다. 그리고 尿素 60%+METAP 40%에서 尿素를 基肥로 주면 最高分蘗數는 21.1로서 많이 確保 하였으나 METAP의 追肥는 肥効가 늦어 分蘗의 減少를 막지 못하고 1穗穎花數도 적어 收量은 가장 낮았다. 本試驗에서는 栽植本數를 2本으로 하였으므로 分蘗에 미치는 肥料의 効果는 더 현저했던 것으로 보이며 동일한 早植에서 登熟率의 向上으로 增收되는 傾向인데 本試驗도 早植하였기 때문에 登熟이 좋아 收量은 높았다. 71年의 試驗에서는 인산 追肥와 METAP의 效果가 현저했는데 今年에 差異가 크게 나지 않은 것은 年次의 인氣候의 變化에 다른 肥効의 差異, 試驗土壤의 有効 磷

酸 含量이 144ppm으로 높아서 窒素肥料의 너무 늦은 分解와 함께 METAP의 治효성 인산의 效果가 적었던 것으로 생각된다.

바. 忠北 農村振興院(於 淸州)

本試驗은 移秧이 多少 늦었고 그 試驗結果는 表 6에서 보는 바와 같이 穗數, 登熟率 및 精玄比率이 현저히 낮아 收量이 적었고 慣行施肥보다 좋은 處理는 없었다. METAP의 全量基肥, METAP 分施區는 穗數가 크게 增加하지 않고 1穗穎花數가 적어 收量은 12~18% 減收되었으며 METAP과 尿素 混施區도 登熟比率의 減少로 收量은 慣行의 64%이어서 METAP의 效果는 오히려 單肥보다 나쁘게 나타났다.

Table 6 Experimental results

Item Treatment	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Number of panicles per hill	Number of spikelets per		Percentage of ripened grains (%)	Grain weight in brown rice (g/10a)	Grain yield in brown rice		Brown/rough rice ratio (%)	Percentage of bearing tiller (%)
					pan	1000/m ²			kg/10a	Index		
1. Basal only of METAP	8.25	57.6	18.8	12.7	94	26.5	52.5	24.0	297	88	57.3	84.7
2. Control	8.23	52.4	20.6	11.2	112	27.8	53.4	25.1	338	100	61.4	93.3
3. Split application of METAP	8.23	56.8	19.2	13.2	87	25.5	52.5	23.7	245	72	51.6	70.2
4. Split application of single fertilizers	8.23	53.8	20.8	11.3	115	28.8	58.5	24.9	335	99	58.0	86.9
5. Urea60%+METAP40%	8.22	54.0	19.5	11.1	111	27.4	62.3	24.1	325	96	60.1	84.7
6. METAP 60%+Urea30%+10%	8.23	53.3	20.5	11.9	85	22.5	59.9	24.3	329	97	56.4	100.0
7. METAP-Urea mixing plot	8.22	56.8	20.4	13.7	101	30.7	45.9	23.9	216	64	46.7	75.2

사. 忠南 農村振興院(於 儒城)
試驗結果는 表 7에서 보는 바와 같이 1穗穎花數와

登熟率은 處理間에 큰 差異가 없어 單位面積當 穎花數는 穗數에 依하여 決定된다. 穗數는 METAP分施, METAP 60%+尿素 30%+10% 및 METAP 尿素 混

Table 7 Experimental results

Item Treatment	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Number of panicles per hill	Numbr of spikelets per		Percent-Grain age of r-ght in ipened g rough rice rain(%) (g/1000)	Grain yield in rough rice		
					pan	1, 000/㎡		(kg/10a)	Index	
1. Basal only of METAP	8. 24	51. 2	20. 5	13	102	29. 4	73. 0	28. 0	664	94
2. Basal only of single fertilizers	8. 23	49. 6	21. 4	12	101	26. 9	72. 6	28. 0	651	92
3. Control	8. 23	47. 6	21. 1	14	99	30. 7	70. 3	29. 0	709	100
4. Split applicat- ion of METAP	8. 22	54. 0	21. 9	16	103	36. 6	76. 7	28. 4	738	104
5. Split application of single ferti- lizers	8. 22	49. 9	21. 2	13	98	28. 3	72. 5	29. 0	685	97
6. Urea 60% + METAP40%	8. 21	47. 2	19. 3	14	99	30. 8	70. 2	28. 0	691	98
7. METAP60% + Urea30% +10%	8. 23	49. 0	20. 4	16	101	35. 9	74. 6	29. 0	723	102
8. METAP-Urea mixing plot	8. 21	55. 5	22. 7	15	99	33. 0	71. 9	28. 0	690	97

Grain yield
F, 0. 05 = 65. 7
L. S. D. = 3. 59

區가 많아 收量도 增加하는 傾向이다. 全量基肥區는 穗數가 分施區보다 적었는데 土性이 砂質土 이었으므로 漏水가 甚하여 肥料가 流失된 것으로 생각되며 METAP 分施區가 單肥 全量基肥施用區보다 많은 것으로 보아 METAP의 完효성의 效果가 認定되는 것 같다. 特히 METAP施區와 METAP 60%+尿素 30%+10% 試驗區는 穗數가 增加한 것으로 보아 METAP의 肥効가 維持되어 最高分蘗期 以後의 分蘗의 減少가 完만한 것으로 생각된다. 1穗穎花數 1,000 粒重 및 登熟率이 높은 것은 排水가 良好하여 根系發育이 좋았던 것으로 보이며 이런 砂質土에서는 養分の

繼續의이고 均衡있는 供給이 問題로서 METAP의 效果는 현저한 것으로 생각된다.

아. 全南 農村 振興院(於 光州)

本 試驗은 排水가 極히 良好한 砂質土에서 施行하였으며 그 試驗結果는 表 8과 같다. 單肥 全量基肥區와 慣行 및 單肥 分施區間에는 穗數와 收量에 큰 差異가 없었으나 METAP 全量基肥區는 14%, 尿素 60+METAP 40% 處理區는 8%, METAP 60%+尿素30%+10% 處理區는 4%, METAP 尿素 混施區는 16%가 各各 增收 되었는데 이것은 本 試驗地가 排水가 極히

Table 8 Experimental Results

Item Treatment	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Number of panicles per hill	Grain weight in brown rice (g/ 1, 000)	Grain yield in brown rice		Brown/ rough rice ratio (%)	Percen- tage of bearing tiller (%)	Grain/ straw ratio
					(kg/10a)	Index			
1. Basal only of METAP	56. 1	21. 3	13. 9	23. 9	414	104	81. 5	96. 5	0. 84
2. Basal only of single fertilizers	53. 2	20. 6	12. 6	24. 4	400	100	80. 5	75. 4	0. 95
3. Control	55. 0	21. 2	12. 7	24. 5	399	100	81. 8	75. 1	0. 96
4. Split application of METAP	55. 1	21. 8	16. 5	23. 9	455	114	85. 8	88. 2	1. 07

5. Split application of single fertilizers	54.7	20.7	13.3	24.3	405	102	78.6	94.3	0.81
6. Urea 60%+METAP40%	57.0	21.2	14.3	23.8	432	108	80.4	100.0	1.03
7. METAP60%+Urea 30%+10%	55.6	21.3	12.5	24.5	413	104	77.8	73.6	0.89
8. METAP-Urea mixing plot	57.0	21.9	16.2	24.1	445	116	80.2	91.5	0.83

Grain yield

C. V. = 5.49

L. S. D. = 38.8

良好한 土壤으로서 물의 浸透에 依한 養分의 流失이 크지만 METAP施用時는 養分이 서서히 分解되어 流失이 적고 養分의 供給이 繼續되어 穗數의 增加로 收量이 增加된 것으로 보인다. 特히 METAP을 生育後期에 施用한 處理가 收量이 많은 것은 分蘖의 減少를 막아 有效莖比率을 높이고 穗數를 增加시켰기 때문이다. 1年 成績에서도 METAP基肥×單肥追肥가 慣行보다 9%, METAP 分施區가 13% 增收된 것으로 봐서 METAP의 効果는 현재한 土壤이라고 보여진다.

자. 慶北 農村 振興院(於, 大邱)

本 試驗은 pH가 4.9로서 比較的 낮은 K⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ 등의 含量이 많다. C, E, C는 比較的 높지만 인산

의 含量이 낮고 排水가 不良한 土壤에서 施行되었으며 그 結果는 表 9와 같다. 分施區가 全量基肥區보다 收量이 增加하지 못한 것은 排水不良과 土壤 pH가 낮아 浸透水나, 암모니아의 비산 등에 依한 窒素의 流失이 적고 C. E. C가 커서 養分 保持력이 컸기 때문인 것으로 생각되며 分施할 경우 METAP과 單肥施用間에 差異가 없었지만 全量基肥區에서는 METAP施用區가 單肥施用區보다 穗數의 增加로 收量이 增加하였다. 이것은 全量基肥로 施用하면 生育期間이 길므로 肥効가 維持되지 못하지만 分施할 때는 그 期間이 짧아 METAP의 效果가 뚜렷하지 못한 것으로 보인다. METAP과 尿素 混施區에서는 穗數의 增加로 慣行보다 7% 增收되었는데 이것은 METAP만을 基肥로 주

Table 9 Experimental results (Gyeong-buk P. O. R. D)

Item Treatment	Hea- ding date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)	Number of panicles per hill	Number of spikelets per		Percen- tage of ripened grain (%)	Grain weight in rough rice (g/ 1,000)	Grain yield in rough rice	
					pan	1,000/m ²			(kg/10a)	Index
1. Basal only of METAP	8.24	51.3	20.7	12.3	125	34.1	67.8	27.9	635	102
2. Basal only single fertilizers	8.24	52.4	20.3	11.0	130	31.7	69.4	26.9	580	93
3. Control	8.24	53.0	20.7	12.2	126	34.1	64.7	27.3	624	100
4. Split application of METAP	8.24	52.0	21.1	11.3	129	32.4	68.1	26.9	595	95
5. Split application of single fertilizers	8.24	52.4	20.6	11.0	127	31.0	63.7	26.9	574	92
6. Urea60%+METAP 40%	8.24	52.5	21.2	12.1	130	34.9	60.6	27.0	634	102
7. METAP60%+Urea 30%+10%	8.24	53.2	20.7	13.6	130	39.2	64.8	26.9	619	99
8. METAP-Urea mixing plot	8.24	52.8	21.1	13.6	129	38.9	64.3	27.5	667	107

Grain yield

C. V. = 6.2

던 分蘗增加가 완만하지만 尿素를 함께 基肥로 施用하던 分蘗數가 많고 追肥로 施用된 METAP은 繼續의 營養供給을 하여 分蘗減少를 줄이고 1,000粒重도 增加되어 增收된 것으로 보인다.

차. 慶南 農村振興院(於 晉州)

pH가 4.9인 酸性이며 排水가 若干不良한 微砂質壤土

에서 試驗하였는데 處理別 分蘗數의 추이를 보면 表 10과 같다. 即 肥料를 全量基肥로 施用할 때 METAP과 單肥의 效果를 比較하면 有效莖比率는 같았지만 施用이 오히려 最高分蘗數가 많아 穗數가 增加되었다. 그러나 METAP만이 基肥로 施用된 處理는 (METAP 分施 및 METAP 60%+尿素 40%) 最高分蘗數가 적었으며 尿素를 混施하면 效果의 이었는데 이것은 移秧

Table 10 Experimental Results

Treatment	Date				Percentage of bearing panicles
	July 12	Aug 1	Aug 31	Number of panicles	
1. Basal only of METAP	6.3	19.6	17.3	15.1	76.9
2. Basal only of single fertilizers	6.3	18.0	15.0	13.9	77.0
3. Control	5.4	16.5	15.1	13.9	84.0
4. Split application of METAP	6.1	17.4	16.7	14.4	82.6
6. Urea 60%+METAP 40%	6.4	20.7	16.9	14.9	71.9
7. METAP60% Urea30%+10%	5.9	16.8	15.5	14.2	84.4
8. METAP-Urea mixing plot	5.5	20.2	17.0	15.3	75.5

이 6月 25日로 早植을 하지 못하였고 栽植 本數가 2本으로 적었기 때문에 完효성인 METAP만으로는 分蘗增加에 充分하지 못한 것 같다.

收量과 그 構成要素別試驗結果를 表11에서 보면 穗數와 穗穎花數와는 負의 相關이 있어 單位面積當 穎花數에는 큰 差異가 없었고 登熟率도 대체로 같은 傾向

Table 11. Experimental results (Gyeong-nam P. O. R. D)

Treatment	Item	Head-ing date	Culm length (cm)	Number of panicles per hill	Number of spikelets per		Percentage of ripened grains (%)	Grain weight in brown rice (g/1,000)	Grain yield in brown rice		Brown rough rice ratio (%)	Percentage of bearing tiller (%)	Grain/straw ratio
					pan	1,000㎡			(kg/10a)	Index			
1. Basal only of METAP		8.31	50.5	15.1	108	36.2	35.6	24.2	487	101	77.5	76.9	82.7
2. Basal only of single fertilizers		8.31	4.85	13.9	117	36.1	52.5	24.8	490	102	78.2	77.0	92.8
3. Control		8.31	48.8	13.9	123	38.0	49.9	23.8	480	100	78.5	84.0	98.8
4. Split application of METAP		8.31	4.77	14.4	102	32.6	48.7	23.7	486	101	79.0	82.6	92.0
5. Urea 60%+METAP40%		8.31	49.1	14.9	99	32.7	41.0	23.4	486	101	78.4	71.9	91.3
6. METAP60%+Urea30%+10%		8.31	49.3	14.2	114	35.9	43.9	24.3	493	103	77.9	84.4	90.5
7. METAP-Urea mixing plot		8.31	51.5	15.3	106	36.0	31.0	24.4	472	98	78.6	75.5	80.7

이어서 收量은 處理間에 差異가 없었다. 71年度의 成績은 METAP 施用區가 增收하였던 것을 보면 登熟條

件이 나빠서 水稻生育의 阻害가 큰것으로 생각된다.

2. 考 察

各試驗地의 成績을 綜合해 보면 試驗地의 土性, 試驗年度에 따라 그 結果는 다르다.

土性別로 보면 砂質土인 忠南, 全南 農村振興院은 71~72年 2個年 모두 METAP 施用區가 單肥 施用區보다 增收되었으나 作試, 湖南作試. 忠北 農村振興院은 差異가 없었다. 이것은 排水가 良好한 土壤에서는 METAP 施用이 養分의 流失을 減少시켜 單肥보다 效果의 인것 같으며 透水性과 養分의 保持力에 따라 效果가 다른 것 같다. 그러나 江原, 慶南 農村振興院等에서는 해에 따라 그 效果가 다르므로 氣候나 栽培方法에 따라서도 그 效果가 다른 것 같다. 即 71年 試驗에 METAP의 收量增收 效果는 穗數增加와 더불어 登熟率과 1,000 粒重이 增加되었기 때문이나⁹⁾ 今年는 出穗 前後의 曇天과 降雨의 連續으로 氣溫이 낮았고 特히 統一은 低溫에 敏感하므로 METAP施用은 登熟에 좋은 영향을 미치지 못하고 穗數의 增加에 따라 收量이 左右된 것으로 보여진다. 特히 京畿, 忠北, 慶南 農村振興院은 그 地方의 統一 移秧適期보다 다소 늦게 移秧되어 後期低溫의 影響을 더 크게 받아 登熟率이 현저히 낮은 것 같다.

栽培的인 面으로 보면 元來 緩効性肥料의 特性을 살리기 爲해서는 基肥量을 줄이고 栽植本數의 增加나 密植으로 穗數를 確保하는 것이 有利하겠으나 本 試驗에서는 本數가 2~3本 이었으므로 METAP施用은 分蘖增加에 큰 役割을 못하고 生育後期의 分蘖減少를 막아 穗數를 增加한 것 같다. 그러므로 本 試驗에서 基肥로 METAP과 尿素를 混施하고 METAP을 追肥로 施用한 處理가 대체로 穗數가 많고 收量이 많았던 것으로 보아 그 경향이 一致함을 알 수 있다. 그리고 畚前作의 影響도 考慮할 수 있는데 作試의 境遇는 胡麥을 栽培하였으므로 前作의 肥効와 殘存有機物의 效果가 컸던 것으로 보인다.

緩効性인 磷酸과 苦土의 效果도 역시 生育後期의 不順한 氣候로 나타나지 않는 것 같다.

4. 摘 要

緩効性 肥料로서 METAP이 水稻의 生育 收量 및 그 構成要素에 미치는 影響을 檢討하고 그 效果를 單肥와 比較하고자 農村振興廳傘下 3個作物試驗場과 7個 農村振興院에서 同一한 設計下에서 一連의 試驗을

實施하였다.

METAP의 效果는 土壤의 物理, 化學의 性質, 施用 時期, 氣象條件, 品種 및 栽培法에 따라서도 다른 것 같으며 各 試驗場에서 얻은 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 砂質土에서 METAP의 施用은 穗數를 增加시켜 收量이 增加하였으며 分蘖가 全量基肥施用보다 效果가 좋았다. 그러나 海成土, 排水不良한 土壤 및 肥沃한 土壤에서는 單肥施用과 差異가 없었다.

2. 登熟에 要하는 溫度가 높고, 早植에서 多收性인 品種(統一)을 晚植하고 出穗前後에 日照가 不足하고 溫度가 낮으면 METAP施用이 登熟率 向上이나 1,000 粒重을 增加시키지 못한다.

引 用 文 獻

1. 安鶴洙, 李春寧, 柳順昊 (1968): P³²를 利用한 土壤에 있어서의 磷酸質肥料의 利用率에 對하여 原子力 論文集 第 8輯 第 1號 第 2部: 91~96
2. 作物試驗場 (1972): 窒素効率 增進試驗
3. 池泳鱗 編輯 監修(1963): 栽培學 汎論. 鄉文社
4. ————(1971): 新稿 水稻作 鄉文社
5. 趙伯顯 趙成鎮 朴天緒(1972): 新制 土壤學 鄉文社
6. ————(1972): 新制 肥料學 鄉文社
7. Ishizuka, Y(1961): Nutrition uptake at different Stages of growth, IRRI Mineral Nutrition Symposium.
8. 李殷雄 他(1970): 水稻에 對한 磷加苦土安(METAP)의 肥効試驗.
9. ————安壽奉 李鍾燦 (1971): 水稻에 對한 緩効性肥料 METAP의 肥効試驗, 韓國 作物學會誌 別冊.
10. 李春寧 (1966): 同位原素를 利用한 水稻施肥法 研究, 加里 집포지음: 99~103
11. Maeda, K (1966): Bull Kyushu Agr. Sta. 12: 119~139
12. 松浦章 (1962): 水稻의 追肥 重點施肥의 理論と 實際 農業と 園藝 37(10):1601
13. METAP Co(1971): METAP 13-13-13-4의 肥料 效果. METAP Co Tokyo Japan.
14. 監入松三郎 (1942): 日 土肥誌 16:104~106