

東南アジアの水稲施肥に関する一考察

高 橋 英 一

はじめに

東南アジアの米生産性を施肥によって向上させようという試みは、この地域の水稲がほとんど無施肥に近い状態で栽培されている現状からみて、その効果に寄せられる期待は大きい。

しかし粗放農業の上に立っている東南アジアの稲作に、わが国の高度に発達した施肥技術を導入するにあたっては、当然のことながら種々の問題がある。

たとえば施肥の効果を上げるためには、耐肥性の大きい品種を導入してこれに十分量の肥料を施用することが望ましいが、その実施は必ずしも容易ではない。すなわちそのためにはまず解決されるべき問題として、ダム建設などによる灌排水のコントロールがあり、そのほかにも経済的障害（生産者米価と肥料価格のかねあいなど）や技術普及上の隘路など、純技術面以外の問題もある。

このような東南アジアの稲作の現状を考えると、この地域への施肥技術の導入にはつぎの二つの場面があるように思われる。

第1は灌排水を制御し得ない場面、すなわち深水の条件下でも生育し得る稈長の長い、しながら耐肥性は乏しい在来水稲に対して施肥を行ない増収をはかろうという場面である。この場合、施肥の効果を十分に発揮させることは期待しにくいけれども、粗放農業から集約農業への過渡期にある現状においては重要なことである。

第2は田面水深のコントロールが可能となり、短稈の肥料応答性の高い品種を導入した場面における施肥である。将来農業開発が進むとともにこの場面の比重は増大すると思われるが、この場合はわが国の施肥稲作に比較的近く、施肥の効果も大きいことが期待される。

つぎに施肥技術の対象としては、収量に対する影響力と適切な施用を誤った場合の危険性の両面から考えて、窒素施肥が最も重要な問題であると思われる。もちろん東南アジア地域にも極端なリン酸欠乏土壌のあることが報告されており、この地域におけるリン酸施肥の問題は将来重要性を加えるであろうが、さしあたっては、リン酸は窒素施肥に付随した限定要因となっている場合が多く、施肥の経済性の許す範囲内で施用すればよい段階ではないかと思われる。¹⁾

当研究室においては東南アジア研究センターのプロジェクトの一つとして、1966年以来タイ国中央平野部において、水稲に対する窒素施肥試験を実施中であるが、（試験担当福井捷朗、

東南アジア研究センター助手), その結果をもとに主として第1の場面における施肥技術について考察を試みることにしたい。なお以下の考察は窒素施肥の問題に限られており, また, タイ国中央平野部と条件を異にする地域については適用されない場合もあり得るので, 表題も東南アジアの水稲施肥に関する「一考察」としたことをおことわりしておく。

I 現地における施肥による増収の可能性

これまで専門家諸氏によって, 東南アジアの農民は水稲作に対してほとんど施肥を行なわないこと, そしてそれには農業的理由のほかに経済的, 社会的理由もあることが述べられている。

そこでまず現地で農民が施肥によってどれくらいの増収をあげ得るものを予察する目的で, タイ中央平野部の農家の水稲栽培の実態を調査した(表1)。その結果, 量的には十分でない

表1 タイ中央平野部の農家水田の施肥の有無と収収量
(1966調査)

調査水田 (番号)	自作・小 作の別	施 肥 の 有 無	収 収 量 tang/rai
1	小 作	有 (苗代施肥・穂肥)	50
2	自 作	有 (生育の悪いところに施肥)	40~50
3	小 作	有 (化学肥料 10 kg/rai)	40~50
4	自 作	有 (田植前後に豚糞使用, DDT使用)	30~50
5	小 作	有 (化学肥料 10 kg/rai, 移植後に生育をみながら施用, DDT使用)	40
6	自 作	有 (化学肥料 15 kg/rai, DDT使用)	35
7	自 作	有 (化学肥料 15 kg/rai)	30
8	小 作	無	15~20
9	小 作	無	16
10	小 作	無	10~15

注 1) 化学肥料は Ammophos か? rai≒16アール
収 25 tang/rai≒1石/反

2) 調査水田の所在地

1. Tasaan, 2. Banglen, 3. Ongkharak 4. Nakhon
Pathom, 5. Thonburi, 6. Singburi, 7. Bangkhen,
8. Nakhon Nayok, 9. Minburi, 10. Lopburi.

にしても施肥を行なっている農家は案外に多く(とくに自作農の場合), また無施肥の場合にくらべて収収量は明らかに高い(2倍以上)ことがみとめられた。このように現地農民自身の判断だけで十分とはいえない施肥が行なわれた場合でも明らかに効果をあげていることは, 十分かつ適切な施肥を実施すれば, 経済的にもみあうだけの増収をあげ得ることを示唆しているといえよう。

つぎに現地の低収性が収量構成要素の何に原因しているのかを知る目的で調査を行なった。その結果をまとめると表2のとおりで, 構成4要素のうち千粒重と登熟歩合にはあまり差はないが, 一穂粒数と単位面積

前ページ

1) 東南アジア地域における施肥試験でリン酸・カリの肥効の認められた事例はある。たとえばタイの Chainat 農試における高橋治助氏らによる日本稲の施肥試験(1966年)では生育日数が3カ月という短かさもあって施肥に対する応答性が高く, 窒素はもちろんリン酸の肥効もかなり明らかであり, カリの肥効も若干みとめられた。

またカンボジアの Battambang 中央農試における平野俊氏らによる日本稲(豊年早稲)の施肥試験(1965年)ではリン酸の肥効は窒素より高かったという結果が得られている。

当りの穂数には大きな差異があった。また一穂粒数と単位面積当りの穂数との間にはある程度の相補性がみとめられたので、両者の積すなわち単位面積当りの粒数を増加させるように肥培を行なうことが増収の一つの指標となるように思われた。

表2 タイ中央平野部の農家水田の収量と収量構成要素
(1966~1967調査)

収収量 kg/ha	株数 ^{**} /m ²	穂数 /株	穂数 /m ²	粒数 /穂	登熟歩 合%	千粒重 g	穂重/ ワラ重 比	調査個 所数
3000以上 (3730)*	18.1	8.3	156	143	78.0	27.4	0.64	5
2000台 (2459)	12.1	9.2	101	116	80.0	28.5	0.53	8
1000台 (1674)	13.9	7.7	98	89	76.9	27.1	0.59	10
1000以下 (985)	11.2	6.3	71	75	70.0	26.4	0.47	1
総平均 (2335)	14.0	8.2	110	109	78.0	27.6	0.58	24

* () 内は収収量の平均値

** この調査結果に関しては単位面積当り株数はかなり高い値がでているがこれについてはさらに今後の調査検討を要する。

II タイ中央平野部における施肥試験

施肥試験は Rangsit 農事試験場で圃場試験を、また Bangkok の Rice Department でポット試験を実施し、施肥量、施肥時期、栽植密度、作付時期と生育収量との関係を検討した。

1. 施肥量および施肥時期と生育収量

在来品種の Pouang Nahk 16 を供試し、30日苗を7月20日圃場に移植、種々の量の硫酸を基肥（移植前日の7月19日）、中肥（移植37日後の8月26日）、穂肥（出穂の約20日前の11月7日）の3回にわけて施用した。なお各試験区とも同量のリン酸・カリを基肥として与え（過石 P_2O_5 80 kg/ha、塩加 K_2O 80 kg/ha）、栽植密度は農家慣行の疎植（40×40 cm）とした。

表3および図1～3は結果の一部をとりまとめたものであるが、収量に対する施肥時期の影響は大で、一般に基肥の効果は低く（とくに基肥のみの場合）穂肥の効果は極めて高い。

基肥のみの場合（B, C, D）、施用Nの大部分は茎葉の生育に使用された模様で（N 60 kg/ha の場合、茎葉重増加90%に対し粒重増加9%）、多量施用してはじめて粒生産に寄与している（N 120kg/ha の場合は130%の茎葉重増加に対し40%の粒重増加）。乾物重・茎数の変遷や収量構成要素からみて、基肥の効果は分けつ最盛期にはあきらかであるが、幼穂形成期以後はあまりなくむしろ肥え切れの様相を呈しているように思われる。

中肥のみの場合（E, F, G）は基肥のみの場合にくらべて生育後期における肥効の持続性は若干大であるが（N 60 kg/ha の場合茎葉重70%増加、粒重29%増加；N 120 kg/ha の場合茎葉重95%増加、粒重54%増加）、無窒素区にくらべて穂数が増加しているのに対して一穂粒数が相殺的に減少していることから、やはり生育後期には肥え切れの傾向にあるものと思われる。

これに対して穂肥の効果は極めて大きい。すなわちわずか N 30 kg/ha の穂肥のみ（H）で

表3 施肥量および施肥時期と収量
(1966-July~1967-Jan., 疎植 (40×40cm), Rangsit 圃場試験)

試験区	施肥量 N kg/ha	籾収量 kg/ha	穂数 /m ²	籾数 /穂	登熟歩合 %	千粒重 g	穂重/ ワラ重 比	茎葉重 /株 g	地上部重 /株 g	籾増収量* kg/ha 施N kg/ha
A	0-0-0	2010	86	134	65.1	25.6	0.82	60	110	—
B	30-0-0	2160	113	129	64.8	24.8	0.89	52	99	5.0
C	60-0-0	2188	139	109	58.2	25.0	0.44	114	163	3.0
D	120-0-0	2800	149	115	63.2	25.8	0.44	138	198	6.6
E	0-30-0	2019	142	102	55.7	24.9	0.67	75	122	0.3
F	0-60-0	2588	172	101	61.0	24.6	0.60	101	161	9.6
G	0-120-0	3081	183	101	67.2	25.1	0.61	117	192	8.9
H	0-0-30	2994	118	130	70.4	26.0	1.15	59	128	32.8
I**	30-0-30	(2763)	(100)	(148)	(705)	(26.7)	(1.22)	(46)	(102)	(12.5)
J	60-0-30	3388	127	144	72.6	25.5	0.83	86	157	15.3
K	120-0-30	3575	150	129	72.4	25.4	0.61	122	196	10.4
L	0-30-30	3188	141	135	63.1	26.6	0.92	81	155	19.6
M	0-60-30	2956	178	107	63.3	24.8	0.84	79	145	10.5
N	0-120-30	3206	143	131	64.5	25.4	0.77	95	169	8.0

* 籾増収量=施肥区籾収量(kg/ha)-無N区籾収量(kg/ha)

タイ 籾 4.7 セント/kg 硫安 31.2 セント/Nkg

$$\frac{\text{籾 (セント/kg)}}{\text{硫安-N (セント/kg)}} = \frac{4.7}{31.2} = \frac{1}{6.6}$$

施肥 N1kg 当り 6.6 kg の籾増収で採算がとれる。これ以下では採算がとれない。

アンダーライン (——) (==) (===) は採算のとれる場合。

** () 内の数値は I 区の値であるが、I 区の生育に若干の異常があったので参考程度にとどめる。

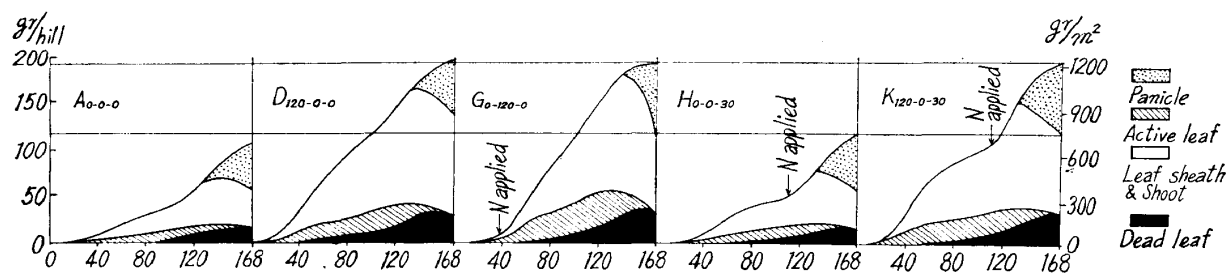


図1 施肥量、施肥時期と乾物重の変化 (早植 July~Jan.; 疎植 40×40cm)
試験区 [A] [D] [G] [H] [K]

茎葉重の増加は0であるのに対し、籾重は50%も増加しており、また一穂籾数・登熟歩合がいずれも高いことから施用Nが極めて有効に籾生産に使われたことがわかる。基肥と穂肥の組合せでは、基肥によって増加した茎数に対して相殺的にはたらく一穂籾数の減少を穂肥が防ぎ、収量性をさらに向上させている(J, K)。中肥と穂肥の組合せでは(L, M, N), 前者の場合にく

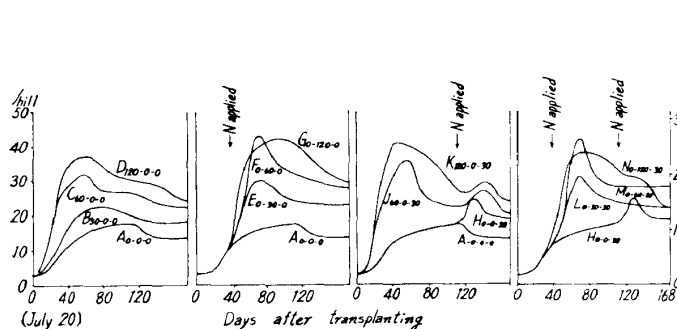


図2 施肥量、施肥時期と茎数の変化
(早植 July~Jan.; 疎植 40×40 cm)
試験区〔A〕~〔N〕

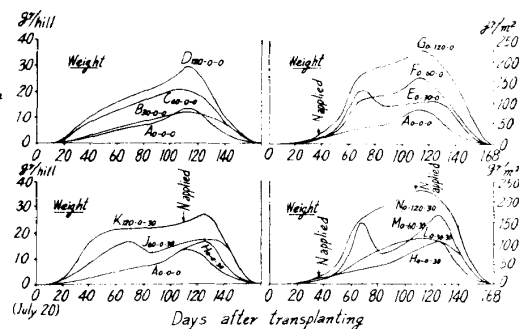


図3 施肥量、施肥時期と生葉重の変化
(早植 July~Jan.; 疎植 40×40 cm)
試験区〔A〕~〔N〕

表4 無施肥水田土壌中の可給態窒素の変動
(Rangsit および Bangkokhen 稲作試験地圃場, 1965 福井ほか)

調査時期	可 給 態 窒 素	Rangsit	Bangkokhen
May 5	NH ₃ -N gr/a (0~10cm Soil)	133	101
	NO ₃ -N gr/a (0~10cm Soil)	9	28
	植物の吸収した N gr/a	—	—
	*可給態Nの総量 N gr/a	142	129
(乾燥状態)	**乾土湛水アンモニア生成量 N mg/100gr Soil (0~3cm Soil)	8.2	5.6
Sept. 6	NH ₃ -N gr/a (0~10cm Soil)	243	209
	NO ₃ -N gr/a (0~10cm Soil)	3	2
	植物の吸収した N gr/a	109	5
	*可給態Nの総量 N gr/a	355	216
(湛水状態)	**乾土湛水アンモニア生成量 N mg/100gr Soil (0~3cm Soil)	12.3	11.4
Nov. 14	NH ₃ -N gr/a (0~10cm Soil)	181	136
	NO ₃ -N gr/a (0~10cm Soil)	—	—
	植物の吸収した N gr/a	214	134
	*可給態Nの総量 N gr/a	395	270
(湛水状態)	**乾土湛水アンモニア生成量 N mg/100gr Soil (0~3cm Soil)	12.3	8.3
水稻の生育状態	草 丈 cm	139	102
	1 株穂数	4.4	3.0
	1 株当り乾物重 gr	22.3	12.5
	地上部窒素含有率 (N%)	0.60	0.61

* 可給態Nの総量 = NH₃-N(0~10cm の層) + NO₃-N(0~10cm 層) + 植物の吸収したN (アール当り)

** 風乾土をガラス円筒中で湛水状態とし, 30°C で2週間 incubate 後, 生成した NH₃-N の量

らべて登熟歩合が劣り, そのため穂肥の効果が若干低下している。

つぎに施肥による増収の経済性を検討してみると, 現時点では施肥 N 1 kg 当り 6.6 kg の

籾増収で採算がとれると仮定すると（表3脚注参照），基肥のみの場合は経済効果はなく，中肥のみの場合も効果は少ない。経済効果の最も高かったのは H_{0-0-30} 、 $L_{0-30-30}$ 、 $J_{60-0-30}$ の3区であり，この結果から栄養生長期には少量のNを稲の生育をみながら与えて茎数を確保し，さらに少量のNを穂肥として与えて一穂籾数と登熟歩合の低下を防ぐのが最も効果的な施用法であると推察された。

以上述べてきた試験結果は試験を行なった場所と土壌的気象的諸条件を同じくする場合成立するものであることは論をまたない。とくにその窒素地力との関係は深いと思われるので，参考のために表4に供試圃場土壌の可給態窒素の変動の模様を示した。圃場試験を行なった Rangsit 土壌では風乾土湛水アンモニア生成量は約 8 mg であり，これは川口らの調査の結果²⁾ から判定すると供給力過少のグループに属するものでなく，比較的施肥その他の管理の実の上げやすい土壌のようである。

表5 〔施肥—収量〕に対する栽植密度ならびに移植時期の影響
(1966～1967, Rangsit 圃場試験)

A												
試験区	施肥量 N kg/ha	密疎 植植 c w	早晚 植植 e l	籾収量 kg/ha	穂 数 /m ²	籾 数 /穂	登熟歩合 %	千粒重 g	穂重/ ワラ重 比	茎葉重 /株 g	地上部重 /株 g	関試験 連区
O	0-0-30	c	e	2310	124	98	65.3	28.8	1.10	5.1	10.7	H
P	30-0-30	c	e	2530	146	105	62.2	26.4	0.85	8.4	15.5	I
Q	60-0-30	c	e	2760	160	103	66.4	25.5	0.56	12.9	20.2	J X
R	120-0-30	c	e	2400	142	113	60.3	24.1	0.32	20.1	26.6	K Y
S	0-0-0	w	j	2020	121	119	56.0	26.1	1.23	41.8	94	A
T	60-0-0	w	j	2230	150	107	53.5	25.5	0.94	64.5	125	C V
U	120-0-0	w	j	2310	159	140	45.6	24.7	0.68	93.1	157	DW
V	60-0-0	c	j	2530	257	63	64.4	25.3	0.78	9.9	17.6	C T
W	120-0-0	c	j	3420	297	66	64.4	25.5	0.51	15.4	23.2	D S
X	60-0-30	c	j	3280	213	78	71.5	27.6	1.15	8.6	18.5	J Q
Y	120-0-30	c	j	2480	364	57	52.8	22.2	0.42	19.6	27.9	K R

B										
試 験 区	地上部乾物重 gr/m ²		籾収量 kg/ha		穂 数 /m ²		籾 数 / 穂		登熟歩合%	
	w	c	w	c	w	c	w	c	w	c
早 0-0-30 (H,O)	806	476	2994	2310	118	124	130	98	71	65
30-0-30 (I,P)	(643)	688	(2760)	2530	(100)	146	(148)	105	(71)	62
60-0-30 (J,Q)	988	905	3388	2760	127	160	144	103	73	66
植 120-0-30 (K,R)	1233	1180	3575	2400	150	142	129	113	73	60

2) 川口桂三郎「東南アジアの水田土壌の概要と重要研究課題」本誌 p. 6, 表 2.

(表5つづき)

C

試 験 区	地上部乾物重 gr/m ²		籾収量 kg/ha		穂 数 /m ²		籾 数 / 穂		登熟歩合%	
	e	l	e	l	e	l	e	l	e	l
疎 0-0-0 (A,S)	692	592	2010	2020	86	121	134	119	65	56
植 60-0-0 (C,T)	1030	786	2188	2230	139	150	109	107	58	54
植 120-0-0 (D,U)	1250	975	2800	2310	149	159	115	140	63	46
密 60-0-30 (Q,X)	905	821	2760	3280	160	213	103	78	66	78
植 120-0-30 (R,Y)	1180	1239	2400	2480	142	364	113	57	60	57

注 1) 施肥時期

	基 肥	——	中間肥	——	穂 肥
早 植	→ July 19		Aug. 23		Nov. 7
晩 植	→ Sept. 14		—		Nov. 22

2) 生育期間

	播種	↔	移植	←	→	出 穂	←	→	収 穫
早 植	June 16		July 20			Nov. 21~Dec. 5			Dec. 26; Jan. 4
		34日		122~138日			23~31日		
晩 植	Aug. 18		Sept. 15			Dec. 6~14			Jan. 9; 14
		28日		82~90日			30~36日		

3) 栽植密度

密植区 (15×15 ^{cm}) 株数/m ² 44.4	単位面積当り株数比 密植区/疎植区≒7.1
疎植区 (40×40 ^{cm}) 株数/m ² 6.3	

また本試験の考察はいささか追肥礼賛論にすぎ、基肥の効果をもっと発揮できる方途もあるのではないかと意見もあるが、これについてはここで試みた考察の地域的適用性を明らかにすることがまず必要であり、それには今後の調査の進展をまつより仕方がない。しかしこれらの地域においては化学肥料を基肥に重点をおいて施用し、その肥効を成育後期まで効かせるという栽培法は、途中での過繁茂の問題もあって技術的にはむずかしい点が多々あるのではないと思われる。

2. 施肥の効果に対する栽植密度ならびに移植時期の影響

栽植密度の影響をみるためにかなり極端な密植 (15×15 cm) を行なった。そのほかの条件は表3の試験と同一である。

表5-A, B および図4, 6 (試験区 O, P, Q, R) はその結果の一部であるが、収量はいずれも対応する疎植区 (H, I, J, K) にくらべ劣っている。O区は籾重だけでなく単位面積当りの地上部全重も対応するH区にくらべて著しく劣っているが、これは密植により1株当りのN供給量が著しく低下したためと思われる。Q, R区では単位面積当りの穂数、地上部全重は対応するJ, K区と差はないが、一穂籾数、登熟歩合が劣り、それが収量低下となってあらわれている。これについては密植による相互遮蔽の影響を検討する必要がある。

つぎに移植時期の影響をみるために、播種ならびに移植時期を2ヵ月おくらせ、出穂までの

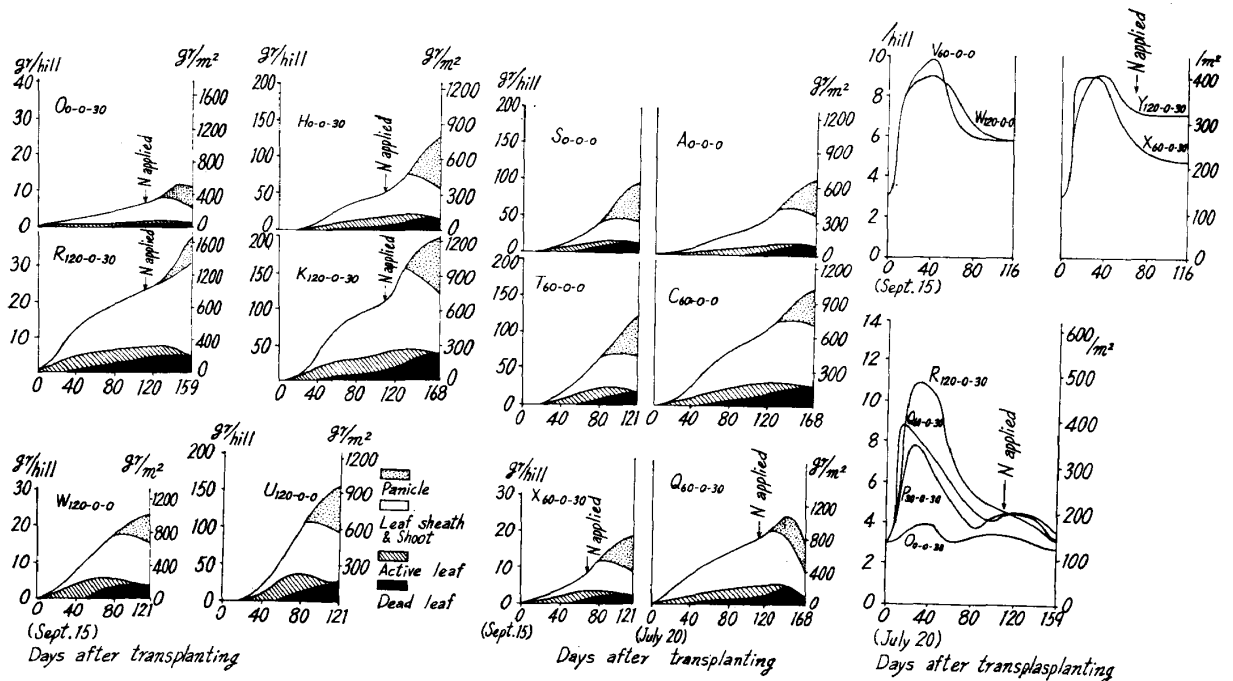


図4 〔施肥量—乾物重〕に対する
栽植密度の影響
疎植 (40×40)
〔H〕〔K〕早植, 〔U〕晩植
密植 (15×15)
〔O〕〔R〕早植, 〔W〕晩植

図5 〔施肥量—乾物重〕に対する
作付時期の影響
早植 (July~Jan.)
〔A〕〔C〕疎植, 〔Q〕密植
晩植 (Sept.~Jan.)
〔S〕〔T〕疎植, 〔X〕密植

図6 〔施肥量—茎数〕に対する
栽植密度の影響
〔Q〕~〔R〕
作付時期の影響
〔V〕~〔Y〕

期間を40~50日短縮させた場合について検討を行なった。

それらの結果の一部を表5-A, C および図4~6 (試験区S~Y) に示す。

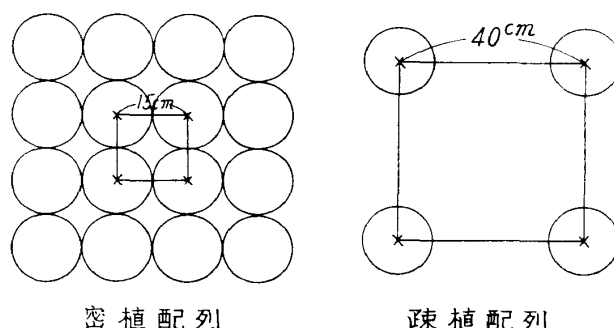
まず疎植の場合を比較すると, S, T, U 区は対応する A, C, D 区にくらべて, 単位面積当りの地上部全重の低下が目立つ。また単位面積当りの穂数や一穂粒数 (したがって全粒数) はかなりすぐれているのに登熟歩合が劣り, ために収量には差がないかあるいは劣る (U₁₂₀₋₀₋₀) という結果におわっている。このように本試験の疎植の場合には, 晩植による栄養生長期間の短縮は単位面積当りの収量に対してプラスの影響を与えていない。

これに対して密植の場合はX区とQ区とを比較すると明らかなように, 生育後期における有効茎数の減少と登熟歩合の低下が晩植によって軽減され, 高い収量をあげている。これは栄養生長期間の短縮が過繁茂となるのをおさえ, 相互遮蔽の悪影響を軽減したためであろうと推察される。

また W, D, U 区を比較するといずれも N₁₂₀₋₀₋₀ kg/ha で施肥条件がまったく同じでも栽植密度や移植時期のちがいによって, 収量 (kg/ha) に3420→2800→2310と大きなちがいがあることがわかる。この事例から, 晩植で生育日数が短縮される場合には, 栽植密度を少し大にした上で (40×40 cm という疎植よりは) 適量の施肥を行なうことが望ましいと思われる。

3. ポット試験による相互遮蔽の影響の検討

これは直径 15 cm のポットを用い、図 7 に示したようにならべ方をかえることによって密植 (15×15 cm) 疎植 (40×40 cm) の条件をつくるもので、水稲 1 個体に対する根圏土壌量は一定であり、圃場の場合のように密植によって株当りの根圏土壌が減少し、養分供給などの条件が変化するという場面はとりのぞかれるので、より直接的



×印のポットの水稲を試験の対象とした

図 7 ポットの配列

表 6 〔施肥一収量〕に対する栽植密度ならびに移植時期の影響
(1966～1967, Bangkhen ポット試験)

試験区	N 施肥量 g/株 (ポット) 基肥—穂肥	密植 c w e l 別 別	疎植 c w e l 別 別	収収量 kg/ha	収収量 g/ポット	穂 数 /株	粒数 /穂	登熟歩合 %	千粒重 g	穂重/ 茎葉重 比	茎葉重 /株	地上部重 /株
A	0.18—0.18	w	e	520	8.5	7.7	81	61.2	23.4	0.81	14.6	26.4
B	0.36—0.18	w	e	920	14.7	11.7	63	75.1	26.3	0.63	26.6	43.3
C	0.72—0.18	w	e	950	15.2	15.8	57	66.3	25.6	0.60	29.7	47.6
D	1.44—0.18	w	e	1000	16.3	22.0	53	59.4	24.2	0.47	45.6	66.8
E	0.18—0.18	c	e	3500	7.9	6.5	44	72.0	26.0	0.62	15.6	25.2
F	0.36—0.18	c	e	5950	13.4	9.7	47	71.0	25.7	0.59	26.2	41.7
G	0.72—0.18	c	e	5200	11.7	8.0	82	68.8	26.0	0.54	25.5	39.2
H	1.44—0.18	c	e	3680	8.3	5.0	101	64.0	25.4	0.61	16.1	26.0
I	0.36—0	w	l	780	12.5	10.8	59	59.2	26.4	0.80	18.8	33.8
J	0.72—0	w	l	860	13.7	17.2	63	42.8	22.9	0.50	35.5	53.1
K	1.44—0	w	l	860	13.8	18.2	64	45.9	24.3	0.47	38.4	56.6
L	0.36—0	c	l	4000	9.0	7.5	65	66.2	27.5	0.87	17.8	28.0
M	0.72—0	c	l	4080	9.2	9.5	58	63.8	26.9	0.82	25.4	38.6
N	1.44—0	c	l	1690	3.8	8.8	59	31.6	23.1	0.28	26.4	33.8

注 1) 施肥時期

	基 肥	穂 肥
早植	→ July 29	Nov. 16
晩植	→ Sept. 23	—

2) 生育期間

	播 種	移 植	出 穂	収 穫
早植	June 16	July 30	Dec. 3ごろ	Jan. 10
	45日	126日	38日	
晩植	Aug. 18	Sept. 24	Dec. 10ごろ	Jan. 17
	37日	77日	38日	

に地上部の相互遮蔽の影響を観察できるものと思われる。

表6はその結果をとりまとめたものである。

早植の場合についてみると、 40×40 cm の栽植密度ではポット当りの籾収量は施肥量に比例して増加しており、相互遮蔽による収量低下は起こっていない。これに対して極端な密植である 15×15 cm の栽植密度では、 $[0.36-0.18]$ g/株の施肥量区まではポット当りの籾収量は疎植区に比べて大差なく、また施肥量に伴って増加しているので相互遮蔽の影響はいちおうみとめられないが、 $[0.72-0.18]$ g/株以上の施肥量ではポット当りの籾収量は疎植区の $\frac{2}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ となり、また施肥量に逆比例して低下しており、明らかに相互遮蔽の悪影響がみとめられた。

もっとも本試験では、水稻個体当りの収量に対して相互遮蔽の影響が明らかでも、単位面積

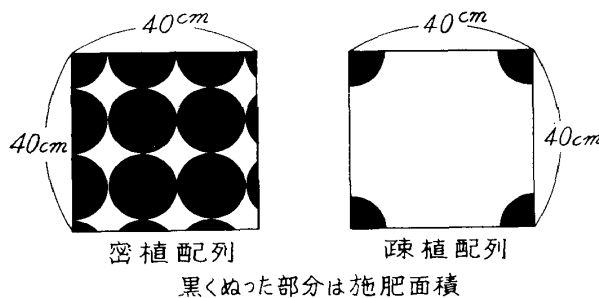


図8 ポットの配列と施肥面積の占める割合

当りの収量に換算して比較すると、密植による個体数増加の効果が上まわり、その結果密植の場合単位面積当りの収量は大となっている。またポット（株）当りの施肥量をヘクタール当りに換算すると、 0.18 N/ポット（株）の場合疎植区では 11 kgN/ha であるが、密植区では 80 kgN/ha という多量になる。これは図8に示したように施

肥面積の占める割合が著しく異なるために、単位面積当りの施肥量になおすと大きな差となる。しかもこの程度の株当りの窒素施用量では密植の場合でも相互遮蔽の影響はまだあらわれておらず、窒素増施によってなお増収が期待できる段階である。

要するに単位面積当りの収量を向上させるためには適当な栽植密度（株数）と施肥量の組合せが必要であるが、現在の極端な疎植を密植の方向へもっていく場合、これにともなってかなり多量の施肥の必要性が生じてくるとと思われる。

III お わ り に

東南アジア地域の米の生産性向上を図るためにとられるべき種々の方途の中で、施肥技術は比較的あとの段階になって導入されるべき性質のもののように思われる。すなわち、そのまゝにダム建設や用水路整備による灌排水のコントロール、耐肥性品種の導入、化学肥料の相対価格の引き下げなどの諸条件がととのわないと施肥技術の効果は十分に発揮できず、普及も困難であろう。

とはいえ過渡期における現段階では肥料応答性の乏しい在来稲に対し、高価な肥料を経済的に見合う範囲内において施用して収量向上を図らなければならない。

タイ中央平野部の農家の稲作りをしらべてみると、比較的良好な収量を上げているところで

は水稲に少量ではあるが穂肥を施用しており、また栄養生長期にも生育をみながら少量の肥料をふりこんでいるところが多い。これは1966年度の施肥試験の結果からみてまことに適切な処置であり、経験から生まれた農民の知恵に敬服せざるを得ない。

この場面における施肥のこれからの問題としては、栽植密度と植付け時期（生育日数）の組合せの上での施肥のあり方を検討し、適切な施肥の方法を確立することが必要と思われる。

付 記 東南アジア地域の水稲作に対するケイ酸肥料施用の効果について

わが国においては水稲の究極収量向上の方途としてケイ酸資材の施用が行なわれるようになってからすでに久しく、施用量も年間数十万トンの多きに上っている。これはわが国では老朽化水田が広く分布していること、また高収量を上げるため多量の窒素肥料が投与されていることがケイ酸の恒常的補給を助長していると考えられる。

東南アジア地域においても、水稲に対するケイ酸肥料の効果は一部わが国の技術者によって検討されているが（マラヤのブキメラ、フィリピンのロスバニヨス）、とくに明らかな効果はみとめられていないようである。これはこれらの試験地の土壌や河川水の可給態ケイ酸含量が豊富なことに一つの原因があるかと思われる、（フィリピンのロスバニヨス周辺土壌の可給態ケイ酸は 42 mg/100 g 土壌で極めて多い）。³⁾ しかしながら川口らの調査によれば、タイのコラート地方などケイ酸供給力の極端に乏しい土壌もかなり多いようであり、これらの地域においては水稲に対するケイ酸の肥効は期待できようし、また現在は窒素肥料をほとんどやっていないが将来窒素の施用が増加すれば耐肥性、耐病性などの方面からケイ酸質資材の投入の重要性は増してくるものと思われる。

3) *Ibid.*, p. 6, 表 1.