

1-6 水稻登熟期の落水時期と土壤水分が収量に及ぼす影響

小林 広美・Sutjipto Partohardjono・E. Kosman

(1) 緒言

インドネシアにおける大豆作は水田において水稻作の前後に作付される面積が多い。このような作付体系においては、水稻の落水時期を早め、後作畑作物の播種条件を有利にすることが考えられる。Sutjiptoら³⁾はムアラ試験地において水稻の落水時期の影響を検討したが、登熟期に降雨が多く落水時期による収量の差は認められなかった。そこで、この試験においてはポットを用いて落水時期とその後の土壤水分を変えて水稻収量への影響を検討するとともに、その影響の品種間差異について検討した。また、降水量の少ないシンガマルタ試験地において圃場試験も併せて実施した。

(2) 材料と方法

1) ポット試験

試験は1982年にボゴールの栽培部グリーンハウスにおいて実施した。品種はIR36(早生種)、Krueng Aceh(中生種)、Cisadane(晩生種)の3品種を用いた。5月27日に22日苗を2000分の1aワグネルポットに1株3本ずつ移植した。ポットは出穂期まで戸外に置き、出穂期にグリーンハウス内に搬入した。施肥量は元肥に窒素30Kg/ha、リン酸とカリを各60Kg/ha施用し、移植後21日目と幼穂形成期に窒素を各30Kg/ha施用した。

落水は、成熟期まで灌水したものを標準区とし、落水時期を出穂後10日目または20日目とし、さらにその後の土壤水分を低水分(乾土比25%)または高水分(同35%)に保った。

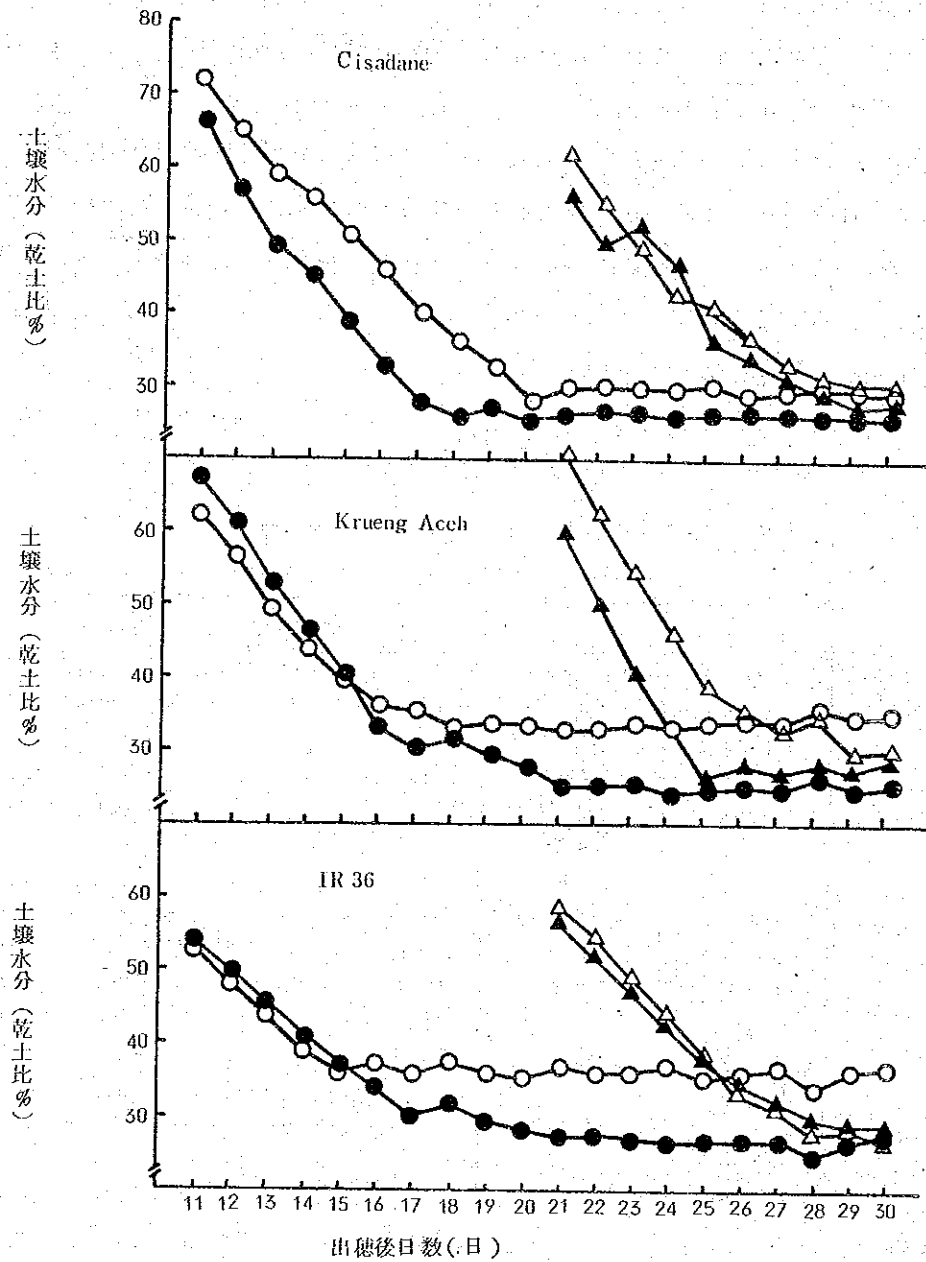
2) 圃場試験

圃場試験は1981年にシンガマルタ試験地において実施した。品種はSemeruを用い、7月1日に20日間育苗した苗を1株3本ずつ20×20cmの栽植密度で移植した。ha当たり施肥量は元肥に窒素30Kg、リン酸とカリ各60Kgを施用し、移植後21日目と幼穂形成期に窒素を各30Kg施用した。

試験区は落水時期を出穂期、出穂後1週目、2週目、3週目及び成熟期まで灌水した標準区とした。試験は3反復で実施した。

(3) 結果

1) ポット試験



第1図 土壤水分の推移(ポット試験)

- 凡例 ● 出穂10日後落水, 低水分
 ○ " " " " , 高水分
 ▲ 出穂20日後落水, 低水分
 △ " " " " , 高水分

落水後1～2日目に土壌水分を実測し、稲体を含むポット全体の重量からその後の土壌水分を推定し、所定の土壌水分となった日から毎日1回灌水を続けたが、収穫時の土壌水分は必ずしも所定の土壌水分ではなかった。これは登熟期間中の稲体重が変動したためであり、落水後と収穫時の実測値から落水後の土壌水分を推定した。灌水開始時期とその後の土壌水分は第1図のとおりである。

各試験区の水稲の生育状態は、出穂後10日目落水の低水分区は灌水開始期に当る出穂後18～23日頃には下葉の枯上りが大きく収穫時には枯死直前の状態であった。出穂後20日目落水の低水分区ではKrueng Acehは出穂後25～26日に枯死したが、IR36とCisadaneは稲体に異常がみられなかった。また、高水分区は出穂後10日目、20日目落水とも稲体に異常がみられなかった。

収量調査の結果は第1表のとおりであるが、穎花数は同一品種の試験区間で異なり、収量

第1表 収量及び収量構成要素(ポット試験)

品 種	落水時期 土壌水分	精粃重 (g/ポット)	精玄米重 (g/ポット)	総穎花数 (ポット当たり)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)
IR 36	10日低水分	22.0	17.1	1,321	72.1	17.9
	10日高 "	27.9	21.8	1,574	77.3	17.9
	20日低 "	29.4	23.1	1,689	76.4	17.9
	20日高 "	28.7	22.5	1,646	76.1	17.9
	標 準	29.5	23.0	1,679	78.3	17.6
Krueng Aceh	10日低水分	28.2	21.9	1,245	82.2	21.5
	10日高 "	31.4	24.4	1,324	83.3	22.1
	20日低 "	33.1	25.1	1,565	75.3	21.2
	20日高 "	31.6	24.9	1,346	83.2	22.2
	標 準	30.7	24.1	1,230	87.5	22.4
Cisadane	10日低水分	24.1	18.8	1,427	62.4	21.1
	10日高 "	21.8	16.8	1,164	69.5	20.8
	20日低 "	23.8	18.3	1,292	67.5	21.0
	20日高 "	25.4	19.7	1,458	70.4	19.2
	標 準	25.2	19.5	1,389	69.3	20.3

は穎花数の多少と密接な関係がみられた(第2表)。そこで、収量と穎花数との関係(1次回帰直線式)から、落水処理をしなかった場合の収量を推定し、実測値をこの値で除し減収程度を比較した(第3表)。その結果、3品種とも出穂後10日目落水の低水分区では4～6%減収し、出穂後20日目落水の低水分区ではKrueng Acehのみ8%減収した。その他の試験区では減収とならなかった。

減収のみられた試験区の稲体は前述したように収穫時までには枯死に近い状態であり、こ

第2表 収量及び収量構成要素間の単相関係数(ポット試験)

品 種	総穎花数 × 精玄米重	総穎花数 × 登熟歩合	総穎花数 × 千粒重	登熟粒数 × 千粒重
IR 36	0.916**	-0.020	-0.229	-0.184
Krueng Aceh	0.873**	-0.673**	-0.057	0.026
Cisadane	0.921**	-0.415	-0.358	-0.583*

注) ** 1%水準で有意差あり

* 5% " "

第3表 収量及び登熟歩合・千粒重の減少程度(ポット試験)

品 種	落水時期 土壌水分	精玄米重 (%)	登熟歩合 (%)	千粒重 (%)
IR 36	10日低水分	94	95	101
	10日高 "	102	101	101
	20日低 "	100	100	100
	20日高 "	100	100	100
	標 準	101	102	99
Krueng Aceh	10日低水分	96	98	98
	10日高 "	102	101	101
	20日低 "	92	96	97
	20日高 "	103	102	101
	標 準	106	104	102
Cisadane	10日低水分	96	91	103
	10日高 "	101	102	100
	20日低 "	101	100	102
	20日高 "	99	103	96
	標 準	102	102	100

注) 落水処理をしなかった場合の予想値を100%とした。

の場合の土壌水分は2.8%以下であった。また、稲体に外見上異常が認められない場合には土壌水分の差異は収量に影響しないといえる。

減収の要因を登熟歩合と千粒重に分けて検討すると次のとおりである。穎花数と登熟歩合または千粒重との関係は、Krueng Acehでは穎花数の増加に伴って登熟歩合が低下し、Cisadaneでは登熟粒数の増加に伴って千粒重が軽くなる傾向がみられた(第4表)。そこでこれらの試験区では各々の関係式から求めた値に対する実測値の比率を求めた。また、その他の試験区では各品種の平均値に対する比率を求めた(第3表)。

その結果からみると、IR 36 と Cisadane の出穂後 10 日目落水の低水分区は登熟歩合の低下は認められたが千粒重の低下はみられなかった。Krueng Aceh は出穂後 10 日目及び 20 日目落水の低水分区はともに登熟歩合と千粒重の両者が低下した。すなわち、減収要因に品種間差がみられた。

2) 圃場試験

収穫時の土壤水分は 4.7 ~ 7.4 % の範囲であり落水時期の早いほど低下した(第 4 表)。

第 4 表 収穫時土壌水分と収量(圃場試験)

落水時期	収穫時 土壌水分 (%)	全 重 (t/ha)	精穀重 (t/ha)	精 玄 米 重 (t/ha)	m ² 当り 穂 数 (本)	m ² 当り 総穎花 数(×100)	登 熟 歩 合 (%)	千粒重 (g)
出穂期	4.75	9.46	5.07	3.93	317	217	93.6	19.3
出穂後 1 週目	4.87	9.66	5.40	4.17	312	227	94.5	19.5
“ 2 週目	5.19	9.30	5.24	4.05	293	228	90.8	19.6
“ 3 週目	5.87	9.07	5.30	4.07	289	229	91.0	19.5
標 準	7.43	9.17	5.01	3.85	302	216	88.4	19.4

また、成熟期まで灌水した標準区を除けば土壤表面に亀裂がみられた。

このように、収穫時の土壤水分に差異がみられたが、稲体における異常は各試験区とも観察されず、収量の差も明瞭でなかった(第 4 表)。また、収量構成要素に対する影響もみられなかった。

(4) 考 察

ポット試験及び圃場試験とも土壤水分がかなり低下しても、稲体に異常を認めない程度であれば収量に対する影響が認められなかった。小葉田²⁾によれば穀実の乾物蓄積が最も盛んな時期の比較的短期間の水分欠乏は稲においても小麦、とうもろこしと同様に、同化を阻害するにもかかわらず穀実の生長と同化物質の転流過程にはほとんど影響しないことが報告されている。従って、稲が枯死しない範囲の土壤水分に保てば出穂後比較的早期に落水しても収量に影響しないと推察される。

ポット試験においては土壤水分が 2.8 % 以下となった時に稲に著しい生理障害がみられ枯死またはこれに近い状態となったが、植物体の水分状態は土壤水分だけでなく、大気の蒸発能によっても左右される^{1) 4)}ので、2.8 % という数値は環境条件によって変わるものと思われる。このような状態の場合に収量が減少した。その要因は品種によって異ったが、Krueng Aceh

の収量構成要素の特徴をみると、1穂顕花数が最も少なく、株当たり顕花数はIR36より少ないがCisadaneと同程度である。しかし、登熟歩合が85%と高く、千粒重は2.28gと重い。すなわち、Krueng Acehは登熟形質が他2品種より優れている。また、収穫時に他2品種の根がポットの半分までしか分布していなかったのに対して、同品種はポットの下層まで分布していた。これらのことを考えると同品種の穀重の増加が他2品種より遅い時期まで続いていたことが推定され、生理障害を受けた場合に登熟歩合の他に千粒重の低下がみられた要因と考えられる。

以上より、水稻の落水時期は出穂後比較的早くても、水稻が枯死しない程度の土壌水分に保てば収量に及ぼす影響は小さく、後作に畑作物を作付する場合には早期に落水することが可能である。

(5) 引用文献

1. Begg, J. E. and N. C. Turner 1976. Crop water deficits. Adv. Agron. 28:161 - 207.
2. 小葉田享・高見晋一 1979. イネの登熟におよぼす水分ストレスの影響 日作紀48:75-81.
3. Sutjipto P. H., Hendrik V., 石倉教光 1982. 水稻登熟期の落水が収量・収量構成要素に及ぼす影響. インドネシア農業研究協力プロジェクト研究報告書: 45-47.
4. 高見晋一 1977. 植物-水関係の環境的側面. SPCの水の流れに対する数値モデル的アプローチ. 土壌の物理性 36:27-33.

SUMMARY

Effect of Soil Moisture Content during the Ripening Period of Lowland Rice

Hiromi Kobayashi*, Sutjipto Partohardjono** and E. Kosman**

These experiments attempted to clarify the effect of soil moisture content during ripening on the yield and yield components of lowland rice. Differences among rice varieties were apparent. The results may be summarized as follows;

1. Rice plants in the pot experiment began to die where soil moisture content was below about 28%.
2. Where soil moisture fell below 28% at 18 to 25 days after heading, yield decreased by 4 to 8%.
3. The main cause of yield decrease was different among the rice varieties tested. With Krueng Aceh, which has good ripening characteristics, both the percentage of ripened grains and the 1,000 kernel weight decreased. However, with IR36 and Cisadane, only the percentage of ripened grains decreased.
4. On the other hand, where the soil moisture content was above 30%, the rice plants did not die and the yield did not decrease.
5. In the field experiment, the rice plants did not die and the yield did not differ significantly with the variostimes.
6. We conclude from these experiments that the soil moisture content during the latter half of the ripening period does not exert an influence upon rice yield as long as the rice plants do not die.

* Agronomist, Crop Division, Chugoku Nat. Agric. Expt. Sta. Nishi-Fukatsucho, Fukuyama, Hiroshima, JAPAN.

** Agronomist and Assistant agronomist, Agronomy Division, BORIF, CRIFC, Jl. Merdeka No.99, Bogor, INDONESIA.

1-7 大豆後水稻の地域、窒素施肥法及び品種間差異

小林 広美・Sutjipto Partohardjono・E. Kosman・R. Danahuri

(1) 緒 言

インドネシアにおける大豆栽培の多くは、水田において水稻作の前後に作付されている。しかし、大豆前作が後作水稻に及ぼす影響についての知見は少ない。S. Partohardjonoら³⁾によってこの問題の一部が検討されたが、本報告では前作大豆が水稻に及ぼす影響を検討すると共に、大豆後水稻生育、収量の地域間差と窒素施肥法による影響及び品種比較を検討し、大豆後水稻の栽培基準作成のための基礎資料をえようとした。

(2) 試験方法

試験はクニンガン試験地(赤褐色ラトソル土壌、標高545 m)、ムアラ試験地(褐色ラトソル土壌、標高260 m)及びシンガマルタ試験地(灰色水成土壌、標高15 m)の3か所で実施した。

前作大豆は1981年6月に播種し、9月に収穫した。大豆品種はOrbaを用い、元肥としてha当たり窒素22.5 Kg、リン酸45 Kg、カリ50 Kgを施用した。大豆収穫後残渣は圃場に還元し耕起した。また、裸地後は大豆栽培期間は作物を作付けずに除草を2~3回行った。大豆のha当たり収量はクニンガン1.39 ton、ムアラ0.25 ton、シンガマルタ0.34 tonであった。

水稻の供試品種はIR36、Semeru、Cimanderiを用いた。移植は大豆収穫後15~20日に当たる時期で、クニンガン10月3日、ムアラ10月21日、シンガマルタ10月19日であった。栽植密度は20×20 cm、1株3本植とし、育苗日数22~26日の苗を移植した。ha当たり窒素施用量は60、90、120 Kgとし、第1表に示す時期に施用した。

第1表 窒 素 施 肥 法

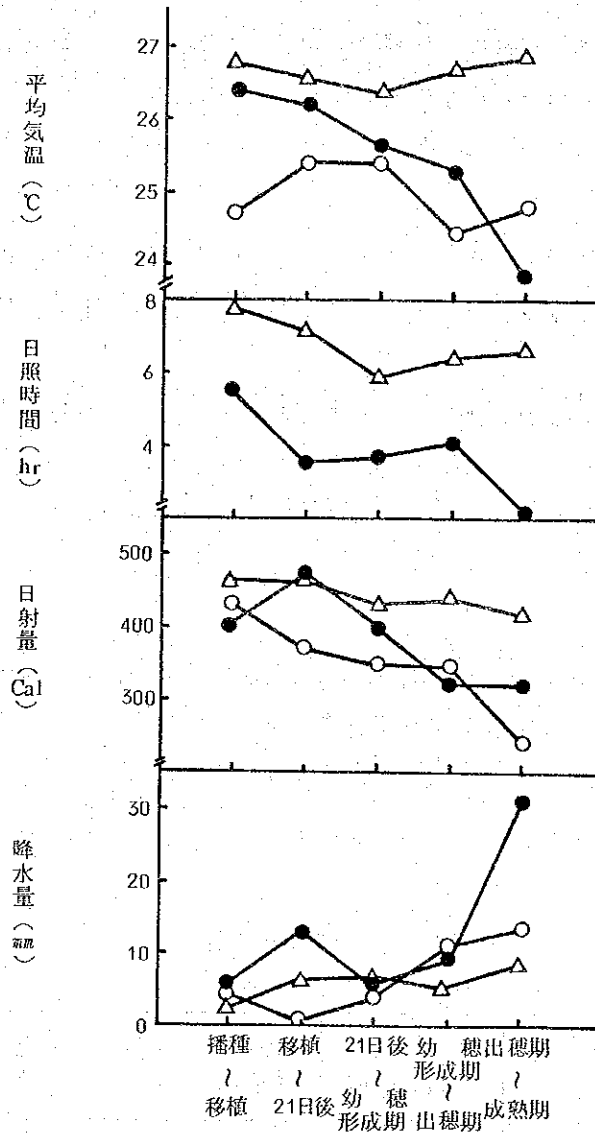
窒素施用量 (Kg/ha)	元 肥 (Kg/ha)	移植後21日 (Kg/ha)	幼穂形成期 (Kg/ha)
60	30	—	30
90	30	30	30
120	60	30	30

試験区は分割区法配置で行い、主区を大豆前作の有無、副区を窒素施肥法、副々区を品種とし、1区面積16m²、3反復で実施した。

(3) 試験結果

1) 気象条件と生育概況

各試験地の水稲生育期間中の気象条件は第1図のとおりである。



第1図 生育時期別気象条件

凡例) ○—クニガン, ●—ムアラ, △—シンガマルタ

クニンガンは全生育期間の日平均気温が24.8℃で他試験地より低い、登熟期間の気温はムアラより高かった。ムアラは日平均気温25.3℃であり、降水量が他試験地より多く日射量が少なかった。とくに登熟期間中は低温多照であった。シンガマルタは日平均気温26.7℃で他試験地より高温多照で降水量も少なかった。

水稻の主要生育期は第2表のとおりである。

第2表 主要生育期

試験地	品 種	播種期 (月日)	移植期 (月日)	最高分 けつ期 (月日)	幼穂形 成 期 (月日)	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)
クニンガン	IR36	9.9	10.3	11.8	11.11	12.9	1.11
	Semeru	"	"	11.9	11.11	12.11	1.15
	Cimanderi	"	"	11.10	11.20	12.21	1.23
ムアラ	IR36	9.29	10.21	11.25	11.25	12.21	1.27
	Semeru	"	"	11.25	11.25	12.25	2.3
	Cimanderi	"	"	11.23	12.5	1.3	2.3
シンガマルタ	IR36	9.23	10.19	11.18	11.21	12.16	1.19
	Semeru	"	"	11.21	11.21	12.21	1.22
	Cimanderi	"	"	11.18	11.29	1.11	2.11

クニンガンでの水稻生育は順調であったが、ムアラでは登熟期間の低温多照によって登熟が遅れた。シンガマルタではCimanderiの幼穂形成期から出穂期までの日数が異常に長く、正常な生育とはいえなかった。

2) 草丈・茎数の推移

草丈の推移を第3表に、茎数の推移を第4表に示した。草丈の推移は試験地間で差がみられ、ムアラが高く、稈長も全平均で30cm以上長かった。しかし、茎数の推移は試験地間の差が小さかった。

大豆前作の影響は、シンガマルタでは大豆後水稻の草丈が若干長く、茎数も若干多く推移したが、他の2試験地では大豆前作の影響は草丈と茎数の推移には認められなかった。

窒素施肥法間では、施肥量の増加に伴って草丈、稈長が長く、茎数、穂数が多かった。

また、品種間比較では、草丈は試験地によって必ずしも傾向が一定しなかったが、稈長はCimanderi>Semeru ≥ IR36の順であった。また、茎数及び穂数はIR36 = Semeru > Cimanderiの順であった。

第3表 草丈の推移

調査項目	試験地	試験地	前 作		窒素施用量 (kg/ha)			品 種		
			裸地	大豆	60	90	120	IR36	Semeru	Cimanderi
草丈 (cm) (移植後3週目)	クニンガン	34.1 ^a	33.9	34.3	33.7	33.9	34.8	34.9 ^c	35.6 ^c	31.8 ^a
	ムアラ	39.5 ^b	39.6	39.4	39.0	39.6	39.8	39.4 ^d	39.8 ^d	39.2 ^d
	シンガマルタ	34.8 ^a	33.6	36.0	34.0	35.1	35.3	33.6 ^b	35.2 ^c	35.5 ^c
	平均		35.7	36.6	35.6 ^a	36.2 ^{ab}	36.6 ^b	36.0 ^a	36.9 ^b	35.5 ^a
" (" 4週目)	クニンガン	37.7 ^a	37.5	38.0	36.3	37.8	39.1	38.3 ^b	39.6 ^c	35.3 ^a
	ムアラ	43.8 ^c	43.0	44.6	41.0	44.6	45.9	43.8 ^f	44.2 ^f	43.5 ^f
	シンガマルタ	41.0 ^b	38.6	43.4	38.0	42.8	42.2	40.5 ^{cd}	41.6 ^e	40.9 ^{de}
	平均		39.7 ^a	42.0 ^b	38.4 ^a	41.7 ^b	42.4	40.9 ^b	41.8 ^c	39.9 ^a
" (" 5週目)	クニンガン	43.1 ^a	42.8	43.5	40.1	43.3	46.0	43.6 ^b	44.9 ^{bc}	40.9 ^a
	ムアラ	52.6 ^b	52.3	52.9	47.2	54.0	56.6	52.4 ^d	53.3 ^d	52.1 ^b
	シンガマルタ	44.7 ^a	42.2	47.3	40.9	47.0	46.3	44.0 ^b	45.7 ^c	44.6 ^{bc}
	平均		45.8	47.9	42.8 ^a	48.1 ^b	49.6 ^c	46.7 ^b	48.0 ^c	45.8 ^a
" (" 6週目)	クニンガン	47.3 ^a	47.0	47.6	44.2 ^a	47.5 ^b	50.2 ^{bc}	47.9 ^b	48.7 ^b	45.3 ^a
	ムアラ	57.2 ^c	56.7	57.6	52.4 ^{cd}	58.5 ^e	60.7 ^e	57.0 ^{de}	58.2 ^c	56.3 ^d
	シンガマルタ	52.3 ^b	50.9	53.8	51.0 ^c	53.6 ^d	52.4 ^c	54.2 ^c	54.3 ^c	48.5 ^b
	平均		51.5	53.0	49.2 ^a	53.2 ^b	54.4 ^b	53.0 ^b	53.7 ^b	50.0 ^a
" (" 7週目)	クニンガン	53.8 ^a	53.8	53.8	51.1	53.5	56.8	55.8 ^b	54.6 ^b	50.9 ^a
	ムアラ	62.4 ^h	61.8	63.0	58.7	63.3	65.2	63.3 ^d	63.5 ^d	60.3 ^c
	シンガマルタ	59.4 ^b	57.9	61.0	58.1	60.5	59.7	63.1 ^d	59.8 ^c	55.4 ^b
	平均		57.8	59.3	56.0 ^a	59.1 ^b	60.5 ^b	60.8 ^c	59.3 ^b	55.5 ^a
稈長 (cm)	クニンガン	54.2 ^a	54.2	54.2	52.3	53.8	56.4	50.3 ^b	51.6 ^b	60.6 ^c
	ムアラ	85.1 ^b	84.6	85.6	81.8	86.0	87.5	77.0 ^e	86.1 ^f	92.2 ^g
	シンガマルタ	54.0 ^a	52.3	55.7	51.6	55.9	54.5	46.8 ^a	50.9 ^b	64.3 ^d
	平均		63.7	65.2	61.9 ^a	65.2 ^b	66.2 ^b	58.1 ^a	62.8 ^b	72.4 ^c

注) 異記号間に5%水準で有意差あり。

3) 乾物重・L A Iの推移

乾物重と葉面積指数 (L A I = 単位面積に対する葉面積の比率) の推移は第5表のとおりである。試験地間では、シンガマルタの乾物重とL A Iが幼穂形成期以降劣り、ムアラでは穂揃期までの乾物重及び成熟期までのL A Iが優ったが、穂揃期以降の乾物重増加量が鈍化する傾向がみられた。

大豆前作の影響は全般に小さかったが、シンガマルタでは大豆後作水稻の乾物重とL A Iが裸地後水稻より若干優れた。

施肥法間では幼穂形成期以降、窒素施肥量の増加に伴って乾物重が重く、L A Iも大きく推移した。

第4表 茎数の推移

調査項目	試験地	試験地	前作		窒素施用量 (kg/ha)			品 種		
			裸地	大豆	60	90	120	IR36	Semeru	Cimanderi
茎数(本/m ²) (移植後3週目)	クニンガン	335 ^b	342	329	309	328	370	388 ^d	368 ^d	249 ^{ab}
	ムアラ	274 ^a	274	273	247	272	302	288 ^c	289 ^c	244 ^a
	シンガマルタ	264 ^a	238	290	255	263	274	272 ^{bc}	286 ^c	234 ^a
	平均		285	297	270 ^a	288 ^a	315 ^b	316 ^b	314 ^b	242 ^a
" (" 4週目)	クニンガン	391 ^a	393	389	347	393	434	453 ^{cd}	429 ^c	292 ^a
	ムアラ	436 ^b	435	437	370	449	489	460 ^{cd}	479 ^{de}	369 ^b
	シンガマルタ	457 ^b	404	510	366	509	496	493 ^e	499 ^e	378 ^b
	平均		411	445	361 ^a	450 ^b	473 ^b	469 ^b	469 ^b	346 ^a
" (" 5週目)	クニンガン	442	441	443	388	446	492	493	478	356
	ムアラ	459	462	457	386	479	513	502	499	377
	シンガマルタ	441	403	478	339	493	491	473	497	353
	平均		435	460	371 ^a	473 ^b	498 ^b	489 ^b	491 ^b	362 ^a
" (" 6週目)	クニンガン	439	429	449	394	443	481	480 ^{cd}	468 ^c	369 ^b
	ムアラ	420	424	416	348	431	481	458 ^c	479 ^{cd}	323 ^a
	シンガマルタ	430	408	452	400	442	448	475 ^c	509 ^d	307 ^a
	平均		420	439	381 ^a	439 ^b	470 ^b	471 ^b	485 ^b	333 ^a
" (" 7週目)	クニンガン	418 ^b	412	424	380	416	458	457 ^d	451 ^d	346 ^b
	ムアラ	382 ^a	385	379	333	388	424	411 ^c	432 ^{cd}	302 ^a
	シンガマルタ	463 ^c	446	479	460	452	475	521 ^e	545 ^e	322 ^{ab}
	平均		414	427	391 ^a	419 ^b	453 ^c	463 ^b	476 ^b	323 ^a
最高茎数 (本/m ²)	クニンガン	452	450	454	399	455	502	499	483	373
	ムアラ	457	466	448	392	459	521	504	476	390
	シンガマルタ	472	420	525	378	519	520	499	528	390
	平均		445	476	390 ^a	478 ^b	514 ^b	501 ^b	496 ^b	385 ^a
穂数(本/m ²)	クニンガン	325	313	337	288	322	366	352 ^c	355 ^c	268 ^b
	ムアラ	326	327	324	296	333	348	349 ^c	364 ^{cd}	264 ^b
	シンガマルタ	334	321	348	328	334	346	391 ^c	385 ^{de}	227 ^a
	平均		321	336	302 ^a	330 ^b	355 ^c	364 ^b	368 ^b	253 ^a
有効茎割合 (%)	クニンガン	713	697	729	721	707	711	710 ^{cd}	737 ^d	694 ^{bc}
	ムアラ	706	716	695	761	685	672	699 ^{cd}	728 ^{cd}	691 ^{bc}
	シンガマルタ	652	662	643	686	627	644	704 ^{cd}	654 ^b	599 ^a
	平均		692	689	723 ^b	673 ^a	676 ^a	704	706	661

注) 異記号間に5%水準で有意差あり。

第5表 乾物重及びL A I の推移

調査項目	試験地	試験地	前作		窒素施用量 (kg/ha)			品 種		
			裸地	大豆	6.0	9.0	12.0	IR 36	Semeru	Cimanderi
乾物重 (g/m ²) (移植後21日)	クニンガン	51	47	54	51	50	51	55 ^{bc}	58 ^c	39 ^a
	ムアラ	51	53	50	48	48	57	50 ^{bc}	54 ^{bc}	50 ^{bc}
	シンガマルタ	50	45	55	49	53	49	49 ^b	54 ^{bc}	48 ^b
	平均		48	53	49	50	52	51 ^b	55 ^b	46 ^a
" (幼穂形成期)	クニンガン	258 ^b	257	258	222	270	282	251 ^c	232 ^c	291 ^d
	ムアラ	275 ^b	286	265	223	280	325	236 ^c	240 ^c	351 ^e
	シンガマルタ	160 ^a	148	172	127	167	186	139 ^a	159 ^{ab}	181 ^b
	平均		231	231	191 ^a	239 ^b	264 ^b	209 ^a	210 ^a	275 ^b
" (穂揃期)	クニンガン	692 ^b	689	695	614 ^b	709 ^d	752 ^d	661 ^c	669 ^c	745 ^d
	ムアラ	854 ^c	874	834	685 ^{cd}	907 ^c	970 ^c	775 ^d	867 ^e	919 ^e
	シンガマルタ	577 ^a	529	624	497 ^a	608 ^b	626 ^{bc}	577 ^{ab}	634 ^{bc}	520 ^a
	平均		697	718	599 ^a	741 ^b	783 ^c	671 ^a	724 ^b	728 ^b
" (成熟期)	クニンガン	1109 ^b	1112	1106	996	1114	1217	1091	1102	1134
	ムアラ	1091 ^b	1141	1041	942	1153	1179	1034	1098	1141
	シンガマルタ	896 ^a	865	926	822	902	964	807	979	901
	平均		1040	1025	920 ^a	1056 ^b	1120 ^c	978 ^a	1060 ^b	1059 ^b
L A I (移植後21日)	クニンガン	0.77 ^b	0.74	0.79	0.74	0.72	0.84	0.81 ^{cd}	0.90 ^{cd}	0.59 ^a
	ムアラ	0.86 ^b	0.91	0.80	0.79	0.77	1.02	0.76 ^{bc}	0.94 ^d	0.88 ^{cd}
	シンガマルタ	0.61 ^a	0.50	0.72	0.59	0.64	0.60	0.60 ^a	0.61 ^{ab}	0.62 ^{ab}
	平均		0.72	0.77	0.71 ^a	0.71 ^a	0.82 ^b	0.72 ^b	0.82 ^c	0.69 ^a
" (幼穂形成期)	クニンガン	235 ^b	233	238	174	268	265	204 ^{bc}	208 ^c	295 ^{ef}
	ムアラ	266 ^b	274	257	200	284	313	246 ^{cd}	253 ^{de}	298 ^f
	シンガマルタ	150 ^a	141	158	109	163	177	135 ^a	162 ^{ab}	152 ^a
	平均		216	218	161 ^a	238 ^b	252 ^b	195 ^a	208 ^a	248 ^b
" (穂揃期)	クニンガン	302 ^{ab}	316	295	265 ^{ab}	304 ^b	339 ^c	308 ^{bc}	288 ^b	311 ^{bc}
	ムアラ	357 ^b	380	334	255 ^{ab}	388 ^c	428 ^c	308 ^{bc}	337 ^c	426 ^d
	シンガマルタ	271 ^a	250	291	235 ^a	282 ^{ab}	295 ^{bc}	278 ^b	339 ^c	195 ^a
	平均		314	306	252 ^a	325 ^b	354 ^b	298	321	311
" (成熟期)	クニンガン	1.12 ^b	1.17 ^{bc}	1.07 ^b	0.99 ^{ab}	1.17 ^b	1.21 ^b	0.90 ^b	1.50 ^d	0.96 ^{bc}
	ムアラ	1.50 ^c	1.67 ^d	1.34 ^c	1.12 ^b	1.54 ^c	1.84 ^d	1.14 ^c	1.80 ^e	1.56 ^d
	シンガマルタ	0.81 ^a	0.75 ^a	0.86 ^a	0.79 ^a	0.82 ^a	0.81 ^a	0.58 ^a	1.00 ^b	0.84 ^b
	平均		1.20	1.09	0.97 ^a	1.17 ^b	1.29 ^b	0.87 ^a	1.43 ^c	1.12 ^b

注) 異記号間に5%水準で有意差あり。

品種間差異は、生育日数の長いCimanderiはクニンガンにおける移植後21日目では他2品種より乾物重が劣ったが、幼穂形成期以降は他2品種より重く推移した。ただし、シンガマルタにおいてはCimanderiは幼穂形成期前から異常な生育を示し、出穂期が極端に遅れ生育も劣った。IR36とSemeruの比較では、幼穂形成期までは乾物重の差は小さかったが、穂揃期以降はSemeruが若干重く推移した。LAIも穂揃期までは乾物重とほぼ同様の傾向であったが、成熟期のLAIはSemeruが他2品種より大きく、下葉枯れの少なかったことが推察される。

4) 稲体窒素含有率

稲体窒素含有率は第6表に示すとおりである。試験地間では、シンガマルタの稲体窒素含有率が他2試験地より全期間低く推移した。前作の影響は全般に小さかった。窒素施用量の影響もムアラにおいては幼穂形成期と成熟期に若干差がみられたが全般に小さかった。また品種間差異も小さかった。

第6表 稲体窒素含有率

調査項目	試験地	試験地	前 作		窒素施用量 (kg/ha)			品 種		
			裸地	大豆	60	90	120	IR 36	Semeru	Cimanderi
窒素含有率(%) (移植後21日)	クニンガン	1.79 ^b	1.80	1.78	1.77	1.76	1.83	1.78	1.77	1.81
	ムアラ	1.87 ^b	1.89	1.85	1.83	1.85	1.93	1.84	1.88	1.89
	シンガマルタ	0.95 ^a	0.96	0.90	0.91	0.93	0.94	0.92	0.94	0.92
	平 均		1.55	1.51	1.50	1.51	1.56	1.51	1.53	1.54
" (幼穂形成期)	クニンガン	1.75 ^b	1.74	1.75	1.73 ^{bc}	1.74 ^{bc}	1.77 ^{cd}	1.72	1.80	1.71
	ムアラ	1.77 ^b	1.74	1.80	1.63 ^b	1.81 ^{cd}	1.86 ^d	1.82	1.70	1.78
	シンガマルタ	0.92 ^a	0.86	0.98	0.99 ^a	0.86 ^a	0.96 ^a	0.94	0.90	0.91
	平 均		1.45	1.51	1.45	1.47	1.51	1.49	1.47	1.47
" (穂揃期)	クニンガン	1.17 ^b	1.17 ^b	1.17 ^b	1.20	1.13	1.18	1.19	1.18	1.14
	ムアラ	1.19 ^b	1.24 ^c	1.15 ^b	1.15	1.19	1.25	1.18	1.20	1.21
	シンガマルタ	0.88 ^a	0.94 ^b	0.82 ^a	0.88	0.86	0.91	0.87	0.88	0.90
	平 均		1.12	1.05	1.08	1.06	1.11	1.08	1.09	1.08
" (成熟期・茎葉)	クニンガン	1.12 ^b	1.08	1.15	1.10	1.15	1.11	1.17	1.06	1.12
	ムアラ	1.11 ^b	1.05	1.18	1.13	1.12	1.08	1.11	1.13	1.10
	シンガマルタ	0.78 ^a	0.79	0.77	0.75	0.81	0.78	0.79	0.80	0.76
	平 均		0.97	1.03	0.99	1.02	0.99	1.02	1.00	0.99
" (成熟期・穂)	クニンガン	1.70 ^b	1.68	1.72	1.69 ^b	1.69 ^b	1.71 ^b	1.68	1.72	1.69
	ムアラ	1.76 ^b	1.76	1.76	1.69 ^b	1.75 ^b	1.83 ^c	1.74	1.76	1.77
	シンガマルタ	1.10 ^a	1.11	1.10	1.09 ^a	1.16 ^a	1.06 ^a	1.14	1.10	1.07
	平 均		1.51	1.53	1.49	1.53	1.54	1.52	1.53	1.51

注) 異記号間に5%水準で有意差あり。

5) 収 量

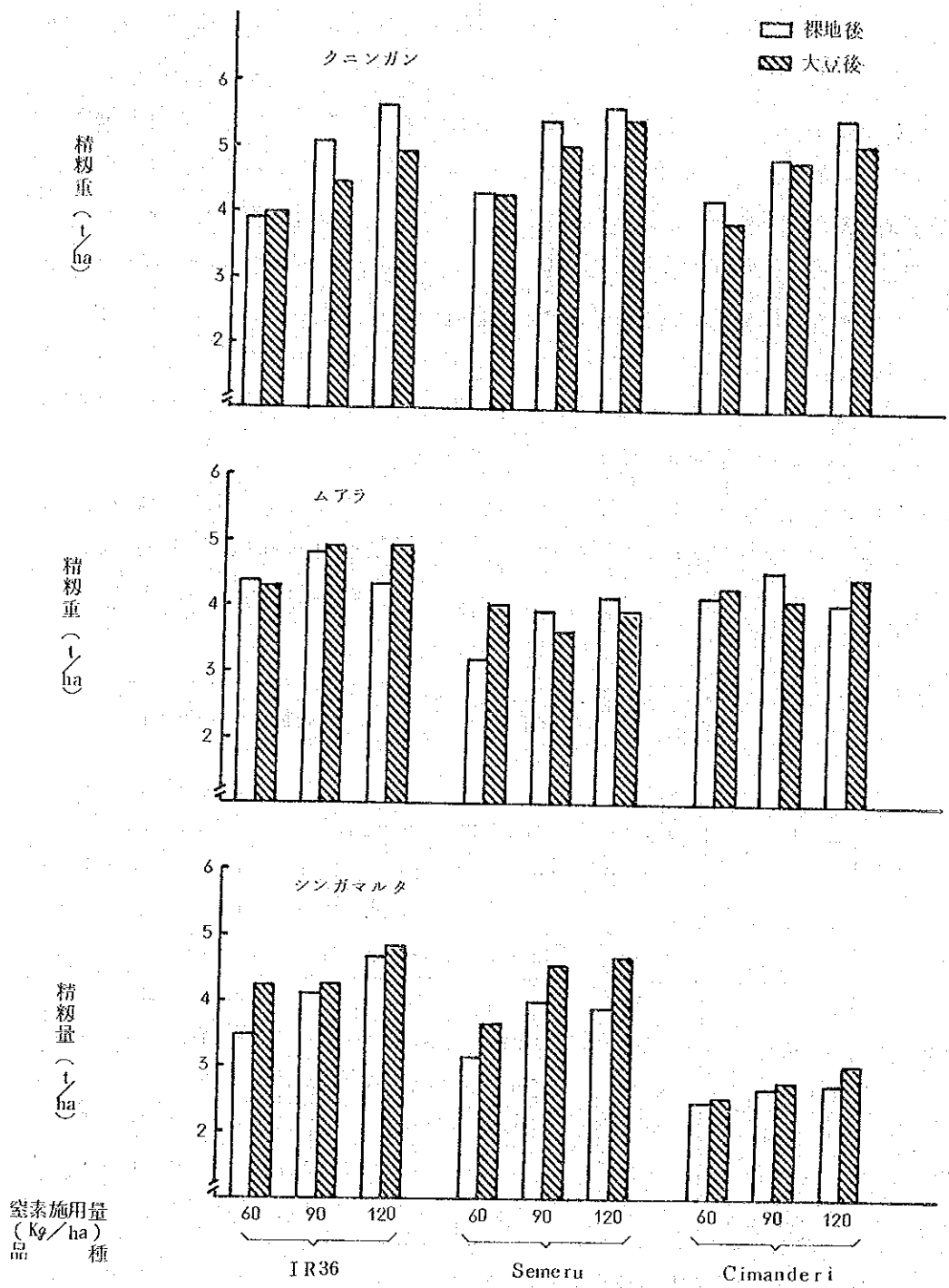
収量調査の結果は第7表及び第2図のとおりである。

第7表 収量調査

調査項目	試験地	試験地	前 作		窒素施用量 (kg/ha)			品 種		
			裸地	大豆	6 0	9 0	120	IR 36 Semeru Cimanderi		
全 重 (t/ha)	クニンガン	2.96 ^c	10.22	9.70	8.32	10.40	11.17	8.86 ^{cd}	10.38 ^e	10.61 ^e
	ムアラ	8.96 ^b	9.06	8.87	8.24	9.40	9.26	8.87 ^{cd}	8.57 ^{bc}	9.46 ^d
	シンガマルタ	7.55 ^a	7.14	7.96	6.85	7.45	8.34	8.02 ^b	7.95 ^b	6.68 ^a
	平 均		8.81	8.84	7.80 ^a	9.08 ^b	9.59 ^b	8.59	8.97	8.91
わ ら 重 (t/ha)	クニンガン	5.09 ^b	5.18 ^d	5.01 ^{cd}	4.24 ^{bc}	5.21 ^e	5.84 ^f	4.15 ^{ab}	5.23 ^d	5.90 ^e
	ムアラ	4.74 ^b	4.89 ^{cd}	4.59 ^c	4.21 ^{bc}	5.09 ^e	4.93 ^{de}	4.26 ^b	4.74 ^c	5.22 ^d
	シンガマルタ	3.89 ^a	3.66 ^a	4.11 ^b	3.58 ^a	3.71 ^{ab}	4.36 ^{cd}	3.74 ^a	3.96 ^a	3.96 ^a
	平 均		4.58	4.57	4.01 ^a	4.67 ^b	5.04 ^b	4.05 ^a	4.64 ^b	5.03 ^c
穀 重 (t/ha)	クニンガン	4.78 ^c	4.93	4.64	4.08	4.93	5.34	4.65 ^{ef}	4.98 ^f	4.71 ^{ef}
	ムアラ	4.22 ^b	4.17	4.28	4.03	4.31	4.33	4.61 ^{de}	3.83 ^b	4.24 ^{cd}
	シンガマルタ	3.66 ^a	3.47	3.85	3.26	3.74	3.98	4.28 ^{cd}	3.99 ^{bc}	2.72 ^a
	平 均		4.19	4.25	3.79 ^a	4.33 ^b	4.55 ^b	4.51 ^c	4.27 ^b	3.89 ^a
穀 わ ら 比	クニンガン	0.95	0.95	0.95	0.98 ^d	0.95 ^{cd}	0.93 ^{bcd}	1.12 ^{de}	0.93 ^c	0.81 ^b
	ムアラ	0.91	0.87	0.94	0.97 ^{cd}	0.87 ^a	0.89 ^{ab}	1.09 ^d	0.82 ^b	0.82 ^b
	シンガマルタ	0.94	0.94	0.93	0.92 ^{abc}	0.97 ^{cd}	0.92 ^{abc}	1.14 ^e	0.97 ^c	0.70 ^a
	平 均		0.92	0.94	0.96 ^b	0.93 ^{ab}	0.91 ^a	1.11 ^c	0.90 ^b	0.78 ^a
精 玄 米 重 (t/ha)	クニンガン	3.66 ^c	3.78	3.54	3.09	3.78	4.09	3.59 ^e	3.89 ^f	3.49 ^{de}
	ムアラ	3.06 ^b	3.02	3.11	2.93	3.14	3.12	3.24 ^{cd}	2.80 ^b	3.14 ^c
	シンガマルタ	2.62 ^a	2.48	2.76	2.30	2.69	2.88	3.09 ^{bc}	2.96 ^{bc}	1.82 ^a
	平 均		3.93	3.14	2.77 ^a	3.20 ^b	3.36 ^b	3.31 ^c	3.22 ^b	2.82 ^a
屑 米 重 (t/ha)	クニンガン	0.11 ^a	0.11	0.15	0.10	0.11	0.12	0.10 ^b	0.07 ^a	0.15 ^{cdc}
	ムアラ	0.19 ^b	0.18	0.10	0.17	0.19	0.20	0.27 ^g	0.12 ^{bc}	0.17 ^e
	シンガマルタ	0.17 ^b	0.17	0.19	0.17	0.17	0.18	0.24 ^f	0.13 ^{bcd}	0.15 ^{de}
	平 均		0.16	0.17	0.15	0.15	0.17	0.20 ^c	0.11 ^a	0.16 ^b
屑 米 歩 合 (%)	クニンガン	2.9 ^a	3.1	2.8	3.1	2.8	2.9	2.9 ^b	1.9 ^a	4.0 ^c
	ムアラ	5.8 ^b	5.8	5.9	5.5	5.8	6.3	7.8 ^e	4.4 ^c	5.4 ^d
	シンガマルタ	6.4 ^b	6.7	6.1	7.1	6.1	6.1	7.2 ^e	4.3 ^c	7.8 ^e
	平 均		5.2	4.9	5.2	4.9	5.1	6.0 ^b	3.5 ^a	5.7 ^b

注) 異記号間に5%水準で有意差あり。

精穀収量は試験地別にみると、クニンガンが平均4.78 t/ha、ムアラ4.22 t、シンガマルタ3.66 tであった。クニンガンは全重が重く、わら重に対する穀重の比率(穀わら比)も高く、屑米歩合が低かった。ムアラは穀わら比が若干低かったが、全重がシンガマルタよ



第2図 各試験地の試験区別精籾収量

り重かった。シンガマルタは籾わら比はクニンガンと同程度であったが、全重で軽く屑米歩合も高かった。

前作の影響は全般に小さいが、クニンガンでは大豆作後水稻が裸地後より籾収量が6%低下し、ムアラとシンガマルタでは各々3%、10%増収となり、試験地によって傾向を異にした。

施肥法間では施用量の増加に伴って増収する傾向がみられた。ただし、60 Kg区と90 Kg区との差は明瞭であったが、90 Kg区と120 Kg区との差は小さかった。すなわち、分けつ期追肥の増収効果が高く、さらに元肥を増肥することによって若干増収したといえる。

品種間比較では試験地により傾向が若干異なった。クニンガンでは3品種の収量差は小さく、ムアラではIR36 \geq Cimanderi > Semeruの順であり、シンガマルタではIR36 \geq Semeru > Cimanderiの順であった。従って、IR36は試験地によらず収量が高かったといえる。IR36はわら重は軽いが籾わら比が高く、Cimanderiはその反対であった。また、Semeruは屑米歩合の低い品種であった。

ところで、籾収量と全重、籾わら比との関係を見ると、収量は全重と高い正の相関がみられ、収量に対する寄与の度合(寄与率)も籾わら比より高かった(第8表)。

第8表 収量と全重、籾わら比との関係

試験地	品 種	単相関係数			収量に対する寄与率(%)			重相関係数
		収量×全重	収量× 籾わら比	全重× 籾わら比	全重	籾わ ら比	誤差	
クニンガン	IR 36	0.996**	-0.844*	-0.888*	84.6	13.7	1.7	0.999**
	Semeru	0.994**	-0.659	-0.739	86.6	12.8	0.6	0.999**
	Cimanderi	0.989**	0.124	-0.022	86.5	12.7	0.9	0.999**
ムアラ	IR 36	0.978**	-0.246	-0.441	80.7	17.3	2.0	0.999**
	Semeru	0.841*	0.286	-0.276	62.1	35.0	2.8	0.999**
	Cimanderi	0.639	-0.076	-0.811*	54.1	41.5	4.4	0.990**
シンガマルタ	IR 36	0.990**	0.129	-0.011	86.5	12.2	1.3	0.999**
	Semeru	0.938**	0.213	-0.136	71.4	25.1	3.4	0.999**
	Cimanderi	0.830*	0.210	-0.370	62.9	35.8	1.3	0.999**

注) ** 1%水準で有意差あり。

* 5% "

ただし、全重の寄与率は、IR36では試験地間で差がみられなかったが、SemeruとCimanderiではクニンガン、シンガマルタ、ムアラの順に低下し、籾わら比の寄与率が上

昇する傾向がみられた。また、クニンガンでは品種間で差がみられなかったが、シンガマルタとムアラではIR36、Semeru、Cimanderiの順に全重の寄与率が低下し、籾わら比の寄与率が上昇する傾向がみられた。

6) 収量構成要素

収量構成要素は第9表に示すとおりである。

第9表 収量構成要素

調査項目	試験地	試験地	前 作		窒素施用量 (kg/ha)			品 種		
			裸地	大豆	60	90	120	IR36	Semeru	Cimanderi
m ² 当り穂数 (本)	クニンガン	319 ^a	324	314	299	327	332	324 ^c	343 ^{cd}	290 ^b
	ムアラ	370 ^b	387	352	344	369	396	394 ^f	426 ^g	289 ^b
	シンガマルタ	320 ^a	308	332	306	329	325	362 ^{de}	380 ^{ef}	218 ^a
	平 均		340	333	317 ^a	341 ^b	351 ^b	360 ^b	383 ^c	265 ^a
m ² 当り穎花数 (×100)	クニンガン	215 ^b	222	208	184	221	240	207 ^{bc}	210 ^{cd}	230 ^{de}
	ムアラ	251 ^c	248	254	228	262	264	287 ^f	236 ^e	231 ^e
	シンガマルタ	194 ^a	188	209	180	204	211	231 ^e	195 ^b	170 ^a
	平 均		219	224	198 ^a	229 ^b	239 ^b	242 ^b	214 ^a	210 ^a
登熟歩合 (%)	クニンガン	829 ^c	831	828	825 ^d	831 ^d	832 ^d	852 ^c	880 ^e	757 ^d
	ムアラ	619 ^a	620	618	649 ^b	605 ^a	603 ^a	580 ^{ab}	605 ^b	672 ^c
	シンガマルタ	683 ^b	686	679	671 ^{bc}	678 ^{bc}	699 ^c	724 ^d	758 ^d	566 ^a
	平 均		712	708	715	705	712	719 ^b	748 ^c	665 ^a
千粒重 (g)	クニンガン	205 ^c	205	205	205	206	206	203 ^{de}	211 ^f	202 ^{de}
	ムアラ	199 ^b	198	199	199	198	199	196 ^{bc}	197 ^c	204 ^e
	シンガマルタ	192 ^a	192	193	190	193	194	184 ^a	200 ^{cd}	193 ^b
	平 均		199	199	198	199	200	194 ^a	202 ^c	200 ^b
1穂穎花数	クニンガン	683	691	675	626	686	738	641	609	800
	ムアラ	705	662	748	702	729	685	735	559	822
	シンガマルタ	649	639	658	616	653	677	644	513	789
	平 均		664	694	648	689	700	673 ^b	560 ^a	804 ^c

注) 異記号間に5%水準で有意差あり。

試験地間を比較すると、クニンガンはm²当たり穂数と穎花数はムアラより少ないが、登熟歩合と千粒重が優れ、このことが他試験地より多収であった要因である。ムアラはm²当たり穂数及び穎花数は多かったが、登熟歩合の低かったことがクニンガンの収量に及ばなかった要因である。また、シンガマルタはm²当たり穂数及び穎花数がクニンガンと同程度であったが登熟歩合が低く、千粒重も軽かった。

大豆前作の影響は各収量構成要素とも認められなかった。窒素施肥法間では、 m^2 当たり穂数と穎花数は施肥量の増加に伴い増加し、60 Kg区と90 Kg区の差は明瞭であったが、90 Kg区と120 Kg区との差は小さかった。また、登熟歩合と千粒重における差は小さかった。

品種を比較すると、Semeruは穂数が多く1穂穎花数が少なく、Cimanderiは穂数が少なく1穂穎花数が多く、IR36はその中間であった。また、 m^2 当たり穎花数、登熟歩合及び千粒重の品種間差は試験地により傾向を異にした。

各試験地の品種別にみた収量と m^2 当たり穎花数、登熟歩合との関係をみると、収量は m^2 当たり穎花数と高い正の相関関係がみられ、収量に対する寄与率も m^2 当たり穎花数が登熟歩合より高かった(第10表)。

第10表 収量と m^2 当たり穎花数、登熟歩合との関係

試験地	品 種	単 相 関 係 数			収量に対する寄与率			重相関係数
		m^2 当り 収量× 穎花数	登熟 m^2 当り 収量× 歩合	登熟 m^2 当り 穎花数× 歩合	m^2 当り 穎花数	登熟 歩合	誤差	
クニンガン	IR 36	0.999**	0.814*	0.808	96.4	1.9	1.7	0.999**
	Semeru	0.996**	-0.212	-0.277	82.4	6.1	4.5	0.999**
	Cimanderi	0.989**	0.295	0.156	84.4	12.6	3.0	0.999**
ムアラ	IR 36	0.850*	-0.203	-0.637	58.5	27.4	14.1	0.956*
	Semeru	0.924**	-0.179	-0.527	67.6	25.1	7.3	0.992**
	Cimanderi	0.712	0.172	-0.483	49.6	32.2	18.2	0.925*
シンガマルタ	IR 36	0.932**	0.215	-0.138	68.3	24.4	7.3	0.995**
	Semeru	0.993**	0.940**	0.897*	72.6	24.0	3.4	0.999**
	Cimanderi	0.615	0.136	-0.668	50.1	38.8	11.1	0.959*

注) **1%水準で有意差あり。

* 5% " "

たゞし、収量に対する登熟歩合の寄与率は、クニンガンでは1.9~12.6%と低かったが、ムアラとシンガマルタでは24.0~38.8%でクニンガンより高かった。すなわち、クニンガンでは収量は m^2 当たり穎花数の多少に左右されたが、他2試験地では登熟歩合の良否も収量に影響したといえる。また、品種別にみると、Cimanderiは各試験地とも登熟歩合の寄与率が他2品種より高い傾向がみられた。

(4) 考 察

水稻の生育・収量に及ぼす大豆前作の影響は試験地によって若干傾向を異にした。クニンガ

ンでは裸地後水稲と比較すると生育には明瞭な差がみられず、収量は大豆作後が6%減収となった。ムアラでも同様に生育に差がみられず、収量は3%程度の増収であった。これに対してシンガマルタでは大豆作後の草丈、茎数及び各生育時期の乾物重が裸地後より若干優れ、収量も10%増収となった。また、S. Partohardjonoら³⁾はムアラ試験地において大豆作後が7%増収となったことを報告している。以上のように、大豆前作の影響は試験地及び年次によっても異なったが、生育・収量に及ぼす影響はあまり大きいとはいえず、後作水稲の窒素施肥法は大豆前作を考慮する必要はないものと判断される。

窒素施肥法間では増肥によって生育・収量とも優れたが、60 Kg区と90 Kg区との差が明瞭で、90 Kg区と120 Kg区との差は小さかった。すなわち、分けつ期追肥の効果は明瞭であったが、さらに元肥増施をした場合の効果は小さかった。S. Partohardjonoら³⁾は m^2 当たり窒素施用量180 Kgまで増収傾向がみられたことを報告しているが、今後さらに増収をめざすためには施肥時期についての検討も必要であろう。

品種比較では生育・収量とも試験地によって傾向を異にする場合が多かったが、IR36は乾物生産量は小さいが、わら重に対する籾重の比率(籾わら比)が高く、試験地によらず安定した収量が得られた。他の2品種は、Semeruがムアラで劣り、Cimanderiがシンガマルタで劣り、適地が試験地によって異なることが推察された。

試験地間の差異は気象条件のほかには土壌の肥沃度の影響も推察される。標高545 mのクニンガンは出穂期までの気温は最も低く推移したが、気温の高いシンガマルタより乾物量が重く推移し、登熟期間の日射量が多かつたことが登熟歩合を高め、収量も他2試験地より優つた。ムアラは土壌が肥沃で出穂期までの生育量が大きく、むしろ過剰な生育を呈したが、登熟期間は低温で日射量が少なかったために登熟が劣り、収量はクニンガンに劣つた。また、シンガマルタは生育期全般に他試験地より高温多照に経過したが、幼穂形成期以降の生育量が劣り、稲体窒素含有率も低かつたことから、土壌の肥沃度が低いと推定される。さらに、Cimanderiの出穂期が極端に遅れ、各品種とも登熟形質が劣つたことから、高温によって生育中期以降に土壌の異常還元が起つたことが推定される。

なお、収量は全重または m^2 当たり穎花数と高い正の相関がみられたが、登熟条件の劣つたムアラとシンガマルタでは籾わら比または登熟歩合の影響も大きかつた。登熟期間の日照が少ない場合においては籾わら比の収量に対する寄与率が高くなり^{1) 4)}、収量に対する m^2 当たり穎花数増加の効果が登熟度の低下によって減殺される^{2) 4)}ことが報告されている。従つて、ムアラでは登熟期間の日照の不足が、またシンガマルタでは登熟期間の養分不足によって登熟条件が悪かつたために、籾わら比または登熟歩合の収量に対する寄与率がクニンガンより高かつたものといえよう。

また、品種間ではCimanderiが他品種より籾わら比または登熟歩合の収量に対する寄与率が高かつた。登熟期の日照の少ない場合には、穎花数のほかに一定以上(LAI6以上)の葉

面積も登熟低下の要因となる⁴⁾ことが報告されている。Cimanderi はシンガマルタを除けば穂揃期葉面積が他2品種より大きく、このことが登熟歩合の寄与率の高かった要因と推察される。

以上のように、水稻収量は全重及び m^2 当たり穎花数の影響が大きく、生育量の確保がまず必要であるが、試験地または品種によっては籾わら比及び登熟形質の影響も大きい場合がみられた。従って、窒素施肥法は試験地の気象、土壌条件や品種などを考慮することが必要であり、さらに施用時期についても今後検討すべき問題である。

(5) 引用文献

1. 伊藤隆二 1973. 水稻育種における籾／から比率による選抜に関する研究. 農事試報 17: 1-59.
2. 小林広美・和田 学 1978. 登熟期間の遮光処理が直播水稻の施肥効果に及ぼす影響. 作物学研究集録 20: 8-9.
3. S. Partohardjono, Hendrik V., L. Sukarno, 石倉教光 1982. 大豆作跡水稻の窒素施肥について・インドネシア農業研究協力プロジェクト研究報告書: 49-54.
4. 和田 学 1981. 暖地水稻の Vegetative Lag Phase に関する作物学的研究・九州農試報 21(2): 113-250.

SUMMARY

Differences of Growth and Yield of Lowland Rice following Soybean Crop among Locations, Amounts of Nitrogen Fertilizer and Varieties

Hiromi Kobayashi*, Sutjipto Partohardjono**, E. Kosman**
and R. Damahuri**

This experiment was conducted to study effects of differences of regions, amounts of nitrogen fertilizer and rice varieties on the growth and yield of lowland rice following soybean crop. It was the field experiment and three rice varieties such as IR36, Semeru and Cimanderi, were transplanted on October 1981 after soybean cropping, at Kuningan, Muara and Singamerta Experiment Station. Amounts of 60, 90 and 120 Kg N/ha were applied to two fields, one of which had previously been cropped with soybeans, and another one with fallow. Results were summarized as follows;

1. Effects of the growth and yield of lowland rice following soybean crop were different by regions. Yield of rice was approximately 6% less in the field with preceding cropping than in the field without preceding cropping at Kuningan. But it was approximately 3% or 10% more in the field with preceding cropping at Muara and Singamerta. However, the preceding soybean cropping was found not to have any effects on methods of nitrogen fertilizer application of the following rice.
2. The more nitrogen application resulted in the more growth and the higher yields. There was big differences of growth and yield between 60 Kg N/ha and 90 KgN/ha, but there was small differences between 90 Kg/ha and 120 Kg/ha. In other wards, the top-dressing at tillering stage had great effect, but basal-dressing had little effect.
3. The differences of growth and yield of rice varieties were different by locations. However, yields of IR36 which had the lower dry matter production but had the higher grain-straw ratio were stabler by locations than those of Semeru and Cimanderi.
4. Differences of yields among locations were influenced by weather and grade of soil fertility. The yield was height at Kuningan (545 m above

* Agronomist, Crop Division, Chugoku Nat. Agric. Expt. Sta. Nishi-Fukatsucho, Fukuyama, Hiroshima, JAPAN.

** Agronomist and Assistant agronomist, Agronomy Division, BORIF, CRIFC, Jl. Merdeka No.99, Bogor, INDONESIA.

the sea level) where was low temperature until heading time, but was high solar radiation during the ripening period. At Muara (260 m) where was low temperature and low solar radiation during the ripening period, the growth was the bigger but the percentage of ripened grains was the lower. At Singamerta (15 m) where was high temperature and solar radiation during the whole growing period, the yield was the lower because of the lower grade of soil fertility.

5. The total weight and the number of spikelets per m² influenced seriously upon the yield, and the grain-straw ratio and the percentage of ripened influenced upon the yield in some cases where solar radiation and grade of soil fertility during the ripening was low.

1-8 水稻生育期の品種、標高差及び作期間差異

小林広美・S. Partohardjono・E. Kosman

(1) 緒言

水稻の窒素施肥法を検討する場合に、品種の主要生育期を把握しておく必要がある。とくに茎数が最高となる最高分けつ期、穂の分化が始まる幼穂形成期及び穂の出る出穂期の相互関係を明らかにしておくことが重要である。インドネシアにおいては早晩生の異なる多くの品種が栽培されているので、主要生育期と生育日数の品種間差異と標高差による地域間差異及び作期による変化を検討し、窒素施肥法確立のための基礎資料を得ることを目的とした。

(2) 試験方法

品種比較の試験はムアラ試験地(褐色ラトソル土壌、標高260m)において1982年乾期に実施した。供試品種はIR50、IR36、Semeru、Krueng Aceh、Cisadane、Ayung、IR42の7品種を用いた。1区25m²で3反復の乱塊法配置で実施した。5月27日に22日苗を栽植距離20×20cm、1株3本を移植した。施肥法は元肥として窒素、リン酸カリをha当たり各30Kg、移植後2週目と幼穂形成期に窒素各30Kg施用した。

葉令の推移は1区5株を5~8日隔に調査した。茎数の推移は1区10株を1週間隔に調査した。幼穂形成期の判定は、2~3日隔に1区3株を抜取り、主稈及び1次分けつ茎の幼穂の長さをすべて測定し、幼穂長1mm以上の茎が40%を越えた日とした(測定した茎の80%出穂するものと推定し、その50%に達した日)。出穂期の判定は1区5株について1~2日隔に出穂本数を調査し、全穂数の10%出穂した日を出穂始期とし、50%出穂した日を出穂期90%以上出穂した日を穂揃期とした。また、成熟期の判定は観察によった。

地域間の比較は1981年雨期にクニンガン(標高545m)、ムアラ(同260m)、シンガマルタ(同15m)の各試験地において実施した。供試品種はIR36、Semeru、Cimanderiの3品種である。茎数の推移は1週間隔に調査して最高分けつ期を判定し、幼穂形成期、出穂期、成熟期は観察によって判定した。

また、作期間の比較はムアラ試験地における前記2試験のIR36とSemeruについて検討した。

(3) 試験結果

1) 品種間差異

i) 葉令の推移

幼穂形成期との関係をみるために葉令の推移を調査した(第1表)。なお、葉令は不完全

葉を含まず第1本葉から数えた。葉令の推移は品種間で1葉程度の差がみられたが、これは移植苗の葉令に差があったためであり、移植後の葉の出る速さ（出葉展開速度）には品種間差は認められなかった。

第1表 葉令推移の品種比較

品 種	6月				7月				8月			最 終 葉 令	幼穂形 成期葉 令指数
	2日	10日	18日	23日	1日	7日	14日	20日	28日	4日			
IR 50	4.8	7.2	9.5	10.4	11.7	12.6	13.7	13.8	—	—	13.8	87	
IR 36	5.6	7.8	10.0	10.9	11.9	12.9	13.9	14.0	—	—	14.0	87	
Semeru	5.4	7.5	9.6	10.6	11.7	12.5	13.5	14.2	14.4	—	14.4	87	
Krueng Aceh	5.6	8.0	10.1	11.1	12.2	13.0	13.9	15.0	15.4	—	15.4	85	
Cisadane	5.9	8.1	10.2	11.4	12.6	13.3	14.1	14.8	15.8	16.7	16.7	88	
Ayung	5.5	7.8	10.1	11.0	12.3	13.1	13.7	14.5	15.6	16.3	16.5	87	
IR 42	5.0	7.0	9.2	10.3	11.6	12.4	13.1	13.8	14.8	15.6	15.9	86	

注) 1. 葉令は不完全葉を含まない

2. 葉令指数 = (葉令 + 1) / (最終葉令 + 1) × 100

1日当たりの出葉展開速度は移植後3週目までは0.27～0.28枚であり、その後徐々に減少し移植後5週目以降は0.12～0.14枚に減少した。最終的な葉令はIR50が13.8枚で最少であり、Cisadaneが16.7枚で最多であった。

ii) 最高分けつ期

茎数の推移は第2表のとおりであるが、6月17日から7月8日までの測定値から二次回帰式を求め、最高分けつ期を推定すると6月29日～7月5日の範囲であり、品種間差は6日以内であった。移植後日数では33～39日目に当る時期であった。

iii) 幼穂形成期（穎花分化始期）

幼穂分化の推移は第1図のとおりである。この図から幼穂形成期を推定すると第3表に示すように、IR50とIR36が7月2日（移植後36日）、SemeruとKrueng Acehが7月6日（同40日）、Cisadane、Ayung、IR46が7月18日（同52日）であり品種間で16日の差がみられた。また、先の葉令の推移における最終の葉令に対する各時期の葉令の比率（葉令指数⁴）を求めると、幼穂形成期における葉令指数は85～88であった（第1表）。

次に、最高分けつ期と幼穂形成期との関係をみると、IR50とIR36は両時期がほぼ

同時であり、SemeruとKrueng Acehは6～7日、Cisadane、Ayung及びIR42は13～17日幼穂形成期が遅かった。すなわち、品種の早晩生によって最高分げつ期から幼穂形成期までの日数に差がみられた。

第2表 茎数推移の品種比較

品 種	茎数 (本/m ²)						最高分 げつ期 (月日)	同左移 植後日 数(日)
	6月			7月				
	10日	17日	21日	1日	8日	15日		
IR 50	111	292	449	500	439	448	6.30	34
IR 36	124	326	492	557	459	420	6.30	34
Semeru	121	305	469	523	507	448	6.30	34
Krueng Aceh	106	278	447	430	386	360	6.29	33
Cisadane	116	264	387	444	409	366	7.2	36
Ayung	110	250	444	490	440	391	7.1	35
IR 42	116	246	395	451	493	406	7.5	39

第3表 生育期の品種比較

品 種	最高分 げつ期 (月日)	幼穂形 成期 (月日)	出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	最高分げ つ期～幼穂形 成期(日)	幼穂形成期 ～出穂期 (日)	出穂期～成 熟期(日)	全生育 日 数 (日)
IR 50	6.30	7.2	7.24	8.25	2	22	32	112
IR 36	6.30	7.2	7.26	8.26	2	24	31	113
Semeru	6.30	7.6	7.30	9.1	6	24	33	119
Krueng Aceh	6.29	7.6	7.30	9.1	7	24	33	119
Cisadane	7.2	7.18	8.14	9.14	16	27	31	132
Ayung	7.1	7.18	8.14	9.15	17	27	32	133
IR 42	7.2	7.18	8.15	9.18	13	28	34	136

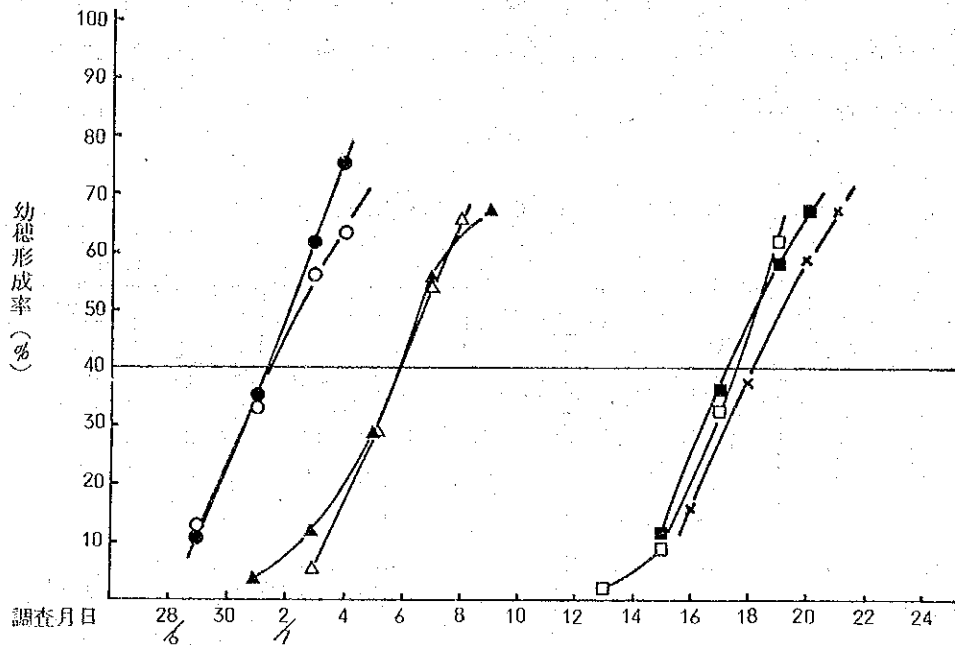
注) 1. 苗代播種5月5日、移植5月27日

2. 全生育日数は苗代期間を含む

iii) 出 穂 期

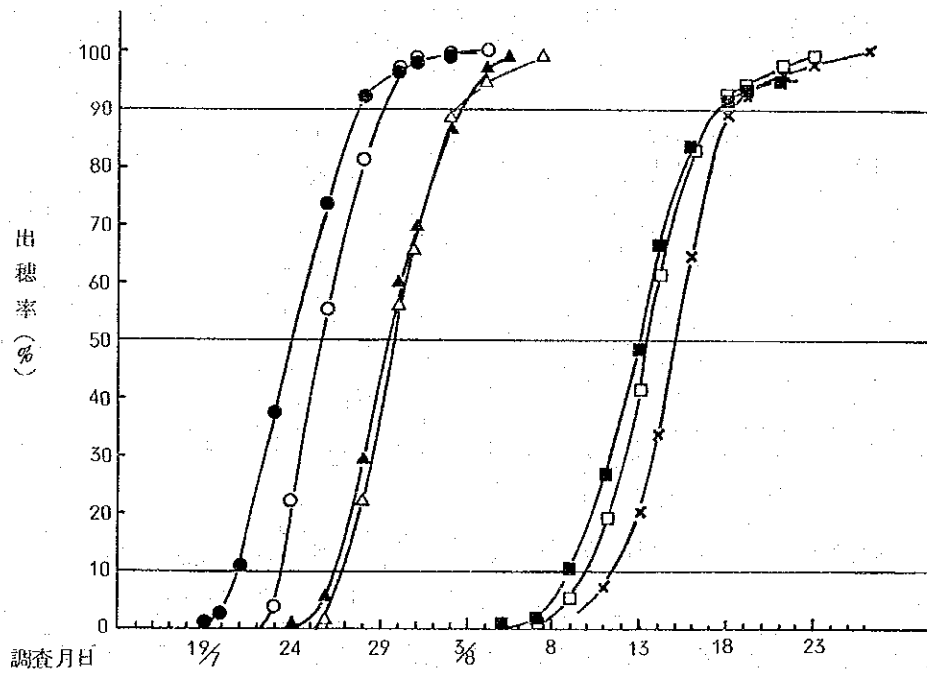
出穂期は7月24日～8月15日の範囲であり、品種間で23日の差異がみられた(第3表)。すなわち、品種間差異は幼穂形成期までの日数よりも拡大した。これは、幼穂形成期から出穂期までの日数は品種間で22～29日の差があり、早生種ほどこの期間が短いためであった。

また、出穂始期から穂揃期までの日数は、1区5株の調査では5.7～6.9日間であったが



第1図 幼穂形成率推移の品種比較

凡例 ● IR50 ○ IR36 ▲ Semeru △ Krueng Aceh
 ■ Cisadane □ Ayung × IR42



第2図 出穂率推移の品種比較

凡例 ● IR50 ○ IR36 ▲ Semeru △ Krueng Aceh
 ■ Cisadane □ Ayung × IR42

(第2図)、区全体の観察結果では6~9日間を要した。

iv) 成熟期

出穂後成熟するまでの日数は31~34日間で品種間差は小さかった(第3表)。また、苗代期間22日を含めた全生育日数は112~136日の範囲であり、品種間で24日の差がみられた。

2) 地域間差及び作期間差

i) 生育時期別気象条件

生育時期別気象条件は第4表のとおりである。雨期における地域間比較では、全生育期間の平均気温はクニンガン24.9℃、ムアラ25.3℃、シンガマルタ26.7℃であった。

第4表 地域別、作期別の各生育期気象条件と日長時間

	作期	試験地	移 植				全生育期間平均
			播種~移植	幼穂形成期 ~ 幼穂形成期	幼穂形成期 ~ 出穂期	出穂期 ~ 成熟期	
平均気温 (℃)	雨期	クニンガン	24.7	25.4	24.4	24.8	24.9
		ムアラ	26.4	25.9	25.5	23.8	25.3
		シンガマルタ	26.8	26.5	26.7	26.9	26.7
	乾期	ムアラ	26.9	26.3	25.9	26.0	26.2
日照時間 (hr)	雨期	クニンガン	—	—	—	—	—
		ムアラ	5.5	3.6	4.1	2.1	3.6
		シンガマルタ	6.9	6.6	6.4	6.6	6.7
	乾期	ムアラ	6.8	6.4	7.0	6.9	6.7
日射量 (Cal)	雨期	クニンガン	401	438	523	323	375
		ムアラ	429	360	344	239	333
		シンガマルタ	466	450	441	420	443
	乾期	ムアラ	397	399	416	459	418
降水量 (mm)	雨期	クニンガン	4.4	2.3	10.8	13.4	7.6
		ムアラ	5.4	9.4	9.3	30.4	14.8
		シンガマルタ	2.3	6.4	5.4	8.6	5.9
	乾期	ムアラ	12.0	7.0	3.1	4.6	6.5
日長時間 (hr)	雨期	—	12.2	12.3	12.5	12.5	—
	乾期	—	11.9	11.7	11.8	11.9	—

注) 雨期は3品種平均、乾期は2品種平均の値

また、各生育時期ともクニンガンはシンガマルタに比較して1.1~2.3℃低く、標高差による差が明瞭であった。しかし、ムアラでは出穂後の気温が標高のより高いクニンガンより1.0℃低かった。これは、ムアラでは出穂後の降水量が多く、日射量の少なかったことが原因している。また、日射量はシンガマルタ、クニンガン、ムアラの順に少なくなり、

降水量はムアラが多かった。

ムアラにおける気象条件を作期別に比較すると、全生育期間の平均気温は、雨期が25.3℃、乾期が26.2℃であった。生育時期別にみると出穂期までは0.4～0.5℃登熟期間には2.2℃乾期が高かった。また、乾期は雨期に比較して登熟期間の降水量が少なく日射量が多かった。

ii) 最高分けつ期

各試験地及び作期別の生育期、生育日数は第5表のとおりである。

第5表 生育期の地域間、作期間比較

品 種	作期	試験地	移植後日数(n)				最分期 ～幼形 期 (n)	幼形期 ～出穂 期 (n)	出穂期 ～成熟 期 (n)	全生育 日 数 (n)
			最高分 げつ期	幼穂形 成 期	出穂期	成熟期				
IR 36	雨期	クニンガン	38	39	67	100	1	28	33	100
		ムアラ	38	35	61	98	-3	26	37	98
		シンガマルタ	35	33	58	92	-2	25	34	92
	乾期	ムアラ	34	36	60	91	2	24	31	91
Semeru	雨期	クニンガン	35	39	69	104	4	30	35	104
		ムアラ	35	35	65	105	0	30	40	105
		シンガマルタ	34	33	63	95	-1	30	32	95
	乾期	ムアラ	34	40	64	97	6	24	33	97
Cimanderi	雨期	クニンガン	41	48	79	112	7	31	33	112
		ムアラ	33	45	74	107	12	29	33	107
		シンガマルタ	33	41	84	115	8	43	31	115

注) 全生育日数は苗代期間を含む

雨期における最高分けつ期は移植後33～41日の範囲であり、標高の高くなるほど遅れる傾向がみられた。

ムアラにおいて作期間の比較をすると、IR36では乾期が雨期より4日、Semeruでは1日早かったが大きな差とはいえない。

iii) 幼穂形成期

雨期における幼穂形成期は各品種とも標高の高くなるほど遅れ、クニンガンはシンガマルタに比較すると6～7日遅れた。作期間では、IR36では乾期が雨期より1日遅れただけであったのに対して、Semeruは5日遅れ、品種による差異がみられた。

最高分けつ期から幼穂形成期までの日数は、両生育時期が標高の高いほど共に遅れたために標高差による一定の傾向はみられなかった。作期間ではこの期間は乾期が雨期より5

～6日延長した。これは前述のように乾期は雨期に比較してIR36では最高分けつ期が若干早まり、Semeruでは幼穂形成期が遅れたためである。

iii) 出穂期

移植後出穂期までの日数は、シンガマルタのCimanderiを除くと幼穂形成期までの日数と同様に標高の高くなるほど延長した。クニンガンとムアラの差は4～6日、ムアラとシンガマルタの差は2～3日であった。また、幼穂形成期から出穂期までの日数はSemeruでは標高による差がみられなかったが、IR36とCimanderiでは標高の高くなるほど1～3日の範囲で若干延長する傾向がみられた。ただし、シンガマルタにおけるCimanderiは幼穂形成期から出穂期まで43日を要し、出穂も不揃いであったことから正常な生育とはいえなかった。

出穂期までの日数は作期間差は小さく、IR36とSemeruとも雨期が1日早かったにすぎない。幼穂形成期までの日数が乾期では遅れたが、その後出穂期までの日数が2～6日乾期で短縮したことが、出穂期までの日数の作期間差が小さくなった要因であった。

iv) 成熟期

出穂期から成熟期までの日数は、雨期においては31～40日の範囲であり、ムアラにおけるIR36が37日、Semeruが40日で他試験地より延長した。ムアラにおけるこの期間は降雨が多く低温で日射量の少ない気象条件であったことが原因したと考えられるが、Cimanderiはこのような気象条件下でも登熟の遅れはみられなかった。

ムアラにおいても乾期における登熟日数は31～33日であり、雨期より短縮した。以上のように登熟日数は標高差よりも、登熟期の降雨の多少による影響が大きいと思われる。

(4) 考 察

移植後最高分けつ期までの日数は、品種間に明瞭な差がみられなかった。また、標高の高いほど延長し、作期間では乾期が若干短いと雨期との差は大きくなかった。最高分けつ期までの日数は同一作期では品種、施肥量の差異による一定の変化は認められず⁹⁾⁴⁾最高分けつ期までの気温に支配され、低温であるほど長く、日照も若干影響をもつ⁹⁾ことが報告されている。従って、標高による差は主に気温の差に基づくものと思われ、作期間では気温の差が小さかったことが、日数に大きな差の生じなかった要因であろう。

移植後幼穂形成期までの日数は、標高の高くなるほど延長し、クニンガンはシンガマルタより6～7日延長した。この期間の日数は品種の出穂特性によってほとんど決定されるが⁹⁾気温の高いほど短縮される¹⁰⁾ことが報告されている。従って、標高差による差異も気温の高低が影響したと考えられる。また、作期間の比較では、IR36はその差が小さかったが、Semeruは乾期が雨期より5日延長した。乾期における幼穂形成期は日長の最も短い時期に当たり(第4表)、気温も若干高かったことを考慮するとSemeruが乾期でとくに遅れた要因は明らかで

なく、今後の検討が必要である。

最高分けつ期から幼穂形成期までの期間を田中ら⁸⁾は Vegetative lag phase と呼んでおり、この期間の日数は地域や品種の早晩生によって異なる⁹⁾。乾期における品種間では 0~17 日の差がみられ、晩生種ほど長かった。この期間の日数を日本の水稲⁹⁾と比較すると、乾期における早生種は日本の寒冷地の早生品種に近く、晩生種は日本の暖地の晩生品種に近いといえる。また、早生種は温暖地の短期栽培水稲にも近いといえる。

この期間は標高差による一定の傾向は認められなかったが、これは最高分けつ期、幼穂形成期とも標高の高くなるほど共に遅れたためである。また、作期間では乾期が雨期よりも 5~6 日延長した。これは、乾期において最高分けつ期が若干早まること、または幼穂形成期が遅れることなどが要因であるが、その要因は品種によって一定でなかった。

幼穂形成期から出穂期までの日数は、乾期における品種比較では 22~29 日の範囲であり早生種ほど短い傾向がみられた。日本稲でも早生種ほどこの期間が短くなる傾向を秋元¹⁾、山川¹⁰⁾からも認めている。標高による差は 0~3 日で標高の高くなるほど若干延長し、その程度は品種によって異なったが、標高による差は全般に小さいといえよう。また、作期間では乾期が雨期より 2~6 日短縮した。この期間は高温または短日条件下で短縮することが報告されており、²⁾³⁾⁵⁾¹⁰⁾、乾期は雨期より若干高温で、短日であった。

移植後出穂期までの日数は、品種間では幼穂形成期までの日数よりさらに拡大した。これは幼穂形成期から出穂期までの日数が晩生種ほど延長したためである。標高による差は幼穂形成期までの日数とほぼ比例した。また、作期間の差は小さく、IR36 と Semeru とともに乾期で 1 日遅れた。Semeru は幼穂形成期が乾期で 5 日遅れたが、その後出穂期までの日数が短縮した。

出穂後成熟期までの日数は、乾期の品種間差は小さかったが、雨期では品種による差がみられた。また、この期間は標高差よりも気象条件、とくに降雨の多少が影響し、雨期の降雨量の多いムアラでは気温が標高の高いクニンガンより低く、日射量も少なかったことが登熟日数を長くしたといえる。登熟日数は気温の低いほど延長することが報告されている⁷⁾¹⁰⁾。

以上の結果を要約すると、生育期の品種間差異は最高分けつ期においては認められず、日本水稲の 30~40 日⁹⁾とも大差なかった。また、最高分けつ期から幼穂形成期までの、いわゆる Vegetative lag phase (ラグ期) の日数は品種間差がみられたが、供試した改良品種では日本水稲より長い品種はみられなかった。

標高による差は、出穂期までは標高の高いほど生育期が遅れたが、ラグ期の日数には差がみられなかった。また、登熟日数は気象条件、とくに降雨の多少が影響した。また、作期間では最高分けつ期が若干早まり、幼穂形成期が若干遅れる傾向がみられたが、品種によって傾向を異にした。しかし、出穂期までの差は小さかった。

以上のように、水稲の主要生育時期は品種、標高差、作期によって若干異なり、窒素施肥法を検討する場合に考慮することが必要である。

(6) 引用文献

1. 秋元真次郎・戸辺義次 1939. 水稻に於ける挿秧期の早晚に依る穂の形成の品種間差異. 日作紀 11(1): 1-19.
2. 福家 豊 1931. 水稻の出穂調節に対する短日法並に照明法操作の開始期及び期間に就て. 農事試験報 1(4): 263-286.
3. 石川越三・近藤 昇・池永 昇 1955. 播種期の移動による水稻品種の生態的特性の変異. 四国農試報 2: 1-9.
4. 松島省三 1957. 水稻収量の成立と多察に関する作物学的研究. 農技研報 A5: 1-271.
5. 松島省三・真中多喜夫 1958. 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究. LIII 品種の早晚と栽培時期の早晚による幼穂發育経過の差異と發育段階の認定法. 日作紀 28(2): 201-204.
6. 田畑靖光・手塚利正・細瀧三男 1934. 日照短縮が水稻の二、三形質に及ぼす影響に就いて. 日作紀 6(2): 212-221.
7. 田島克己・舟山謙三郎・太田保夫・中村拓 1960. 水稻の登熟に関する研究. 第3報 登熟の様相に及ぼす地域性について. 日作紀 30(1): 93-96.
8. TANAKA, A., NAVASERO, C. V. GARCIA, F. T. PARAO & E. RAMIREZ 1964. Growth habit of the rice plant in the tropics and its effect on nitrogen response. IRRI, Tech. Bull. 3: 1-80.
9. 和田 学 1981. 暖地水稻の Vegetative Lag Phase に関する作物学的研究. 九州農試報 21(2): 113-250.
10. 山川 寛 1962. 暖地における栽培時期の移動に伴う水稻の生態変異に関する研究. 佐賀大農彙 14: 23-159.

SUMMARY

Effects of Varieties, Locations and Cropping Seasons on Growth Periods of Lowland Rice

Hiromi Kobayashi*, Sutjipto Partohardjono** and E. Kosman**

It is important to find effects of the growth period on results of nitrogen fertilizer application for lowland rice. Effects of varieties were studied in the field experiment by using seven rice varieties, which were transplanted on 27 May 1982, at Muara Experiment Station (260 m above the sea level). Effects of location were studied in the field experiment by using three varieties which were transplanted in October 1981, at Kuningan (545 m), Muara (260 m) and Singamerta (15 m) Experiment Stations. Effects of cropping seasons were studied by both experiments mentioned above. The results were summarized as follows;

1. Periods until maximum tiller number stage after transplanting were not different among rice varieties. Higher sea level resulted in longer periods, and periods in dry season were less than those of wet season. These periods were influenced by temperature.
2. The periods until the panicle formation stage after transplanting were 36 to 52 days among rice varieties in this experiment. The difference of heights from the sea level was affected 6 to 7 days. These periods were the longer from the sea level was the more. The difference by cropping seasons depended on rice varieties.
3. Vegetative lag phase which was the period between maximum tiller number stage and panicle formation stage was 0 to 17 days by rice varieties. This period of late variety was longer than early variety. This period was not changed by locations it was 5 to 6 days longer in dry season than in wet season.
4. The period between panicle formation stage and heading time was 22 to 29 days and that of early varieties were shorter than late varieties. The difference and heights from the sea level changed the period by 0 to 3 days. This period of dry season was 2 to 6 days shorter than wet season.

* Agronomist, Crop Division, Chugoku Nat. Agric. Expt. Sta. Nishi-Fukatsucho, Fukuyama, Hiroshima, JAPAN.

** Agronomist Assistant agronomist, Agronomy Division, BORIF, CRIFC, Jl. Merdeka No.99 Bogor, INDONESIA.

5. The period of heading time after transplanting was longer than that of panicle formation stage. The difference of this period by height from the sea level were proportional to the period of panicle formation stage after transplanting. The difference by cropping season was small.
6. The period between heading time and maturing stage was different by rice varieties in wet season, but was not different between rice varieties in dry season. This period was effected by temperature and soil radiation. This period at Muara was longer than at other location in wet season.
7. The growth periods were different among varieties, locations and cropping seasons as mentioned above. Therefore method of nitrogen fertilizer application should be better to change under consideration of these differences.

1-9 インドネシアの浮遊水生雑草 *Salvinia molesta* に対する各種水田除草剤の効果

Hamdan Pane¹⁾・Mas Sundaru²⁾・原田二郎³⁾

Salvinia molesta D.S. Mitchell は南アメリカ原産の浮遊水生雑草で(第1図)、アメリカ、西オーストラリア、スリランカ、インド、マレーシアなど熱帯各地の湖沼、水路、水田に広く分布している⁷⁾。ボゴール植物園の記録によるとインドネシアにおいては1950年12月12日に、西部ジャワのボゴール植物園にカナダのモントリオール植物園より初めて導入され⁴⁾、そこからジャワ全域、スマトラ、カリマンタン(ボルネオ)各地へと蔓延し、水田で旺盛な増殖を示して防除が極めて困難な雑草となっている(第2図)。

本雑草による雑草害として、これまで 1) 灌排水路に繁茂して水流を妨げること、2) 発芽苗立ちを妨げること、3) 分けつを減少させること、4) 追肥に際し肥料を直接土壌に施用出来ないこと、5) 収量を低下させることなどが報告されている³⁾。

さらに、現在インドネシアで一般に行われている手取り除草では完全に取り除くことは極めて困難で、ばらばらになった小片が再び急速に生長し防除効果はほとんど期待出来ない。それ故に、*S. molesta*の防除には化学的防除が有効であると考え、現在日本で本種と同属雑草であるサンショウモ *S. natans* All.に卓効を示すことが明らかとなっている薬剤⁸⁾を含む数種の水田除草剤を用いて試験を行ったので報告する。

材料および方法

N、 P_2O_5 、 K_2O をa当たり0.6kg混合した水田土壌を充填し、深さ3cmに湛水した1/2000 aワグネルポットに、ボゴール食用作物研究所ムアラ試験地の水田で採取した*S. molesta*を被植率が75%となるように移植した。そこへ各種除草剤、ACN〔2-アミノ-3-クロロ-1,4-ナフトキノン〕9%粒剤、ACN・シメトリン・MCPB 6-1.5-0.8%粒剤、シメトリン1.5%粒剤、プロメトリン2.5%粒剤、2,4-Dナトリウム塩9.5%水溶剤、MCPアリルエステル1.2%粒剤、ピラゾレート〔4-(2,4-ジクロロベンゾイル)-1,3-ジメチルピラゾール-5-イル-p-トルエンсульフォネート〕10%粒剤およびナプロアニリド〔 α -(2-ナフトキノン)プロピオンアニリド〕10%粒剤の所定量(第1表参照)を均一に散布した。調査は除草剤処理20日後に行い、各区3ポットを使用した。

- 1) ボゴール食用作物研究所
- 2) ボゴール工芸作物研究所
- 3) 農林水産省北陸農業試験場

第1表 *Salvinia molesta* に対する除草剤の効果

除草剤 (成分量%) 剤型	生存率 (%)
ACN (9) G	0
ACN · Simetryne · MCPB (6-1.5-0.8) G	0
Simetryne (1.5) G	0
Prometryne (2.5) G	0
2, 4-D, Na-salt (9.5) WSC*	100
MCP allyl ester (1.2) G	100
Pyrazolate (10) G	97
Naproanilide (10) G	100
Untreated	100**

除草剤使用量: * 5 g / a、他は 300 g / a

WSC - 水溶剤

G 一粒剤

** 乾物量 9.6 g / ポット

結果および考察

S. molesta に対する各種水田除草剤の効果を確認するためポット試験を行った。その結果 (第1表)、本種はACNやACN・シメトリン・MCPB処理では3日後に、シメトリンやプロメトリン処理では7日後に完全に枯死し、これまでサンショウモで報告されている結果と同様に、*S. molesta* に対してもまた、ACNやS-トリアジン化合物が著しく効果の高いことが明らかとなった。試験した他の除草剤では、ナプロアニリド、2, 4-D、MCP処理で新葉が縮んで奇形化し、ピラゾレート処理でクロロシスが認められたが、いずれも枯死させるには致らなかった。

これまでも、*S. molesta* で種々の薬剤試験が行われてきたが⁵⁾、今回程の有望な除草剤は見出されなかった。しかし、シメトリンやプロメトリンのようなS-トリアジン化合物は高温下や特にインド型水稻²⁾ に対しては著しい薬害を引き起こすことが報告されており、熱帯の水田での使用は困難と思われる。その点、ACNは薬害の面からは十分使用可能と考えられるが、魚毒活性が比較的高く (TLm 48 hr コイ: 0.65 ppm)¹⁾、インドネシアのように養魚の盛んな地域での使用にあたっては嚴重な注意が必要であろう。使用薬量や適期については今後圃場条件下で検討すべきものとする。

謝 辞

本試験を遂行するにあたり、技術的援助をいただいたボゴール食用作物研究所 Sutisna, Effendy, Kusman の各氏並びに種々御教示いただいた Pirman Bangun 氏に対し、感謝の意を表する。

引 用 文 献

1. Hodogaya Chemical Co., Ltd. 1980.
Short Review of Herbicides 1980.
Zenkoku Noson Kyoiku Kyokai, Tokyo, 118~119.
2. 李 宗永・宮原益次 1977. 水稻日×印交雑品種のシメトリンおよびシメタメトリンに対する感受性. 雑草研究 22(別): 129~131.
3. Nguyen, V.V. 1979. Some notes on the biology of *Salvinia molesta* D.S. Mitchell. Proc. 2nd Indonesian Weed Sci. Conf.: 99~114.
4. _____ and T. Sumartono 1979. Some notes on the dispersal of *Salvinia* spp. in Java. Proc. 2nd Indonesian Weed Sci. Conf.: 227~238.
5. _____ 1979. Response of *Salvinia molesta* D.S. Mitchell and *S. cucullata* Roxb. to some chemicals. Proc. 2nd Indonesian Weed Sci. Conf.: 239~244.
6. 野田健児・茨木和典 1968. 除草剤、主として prometryne の作用力の温度による変動要因の一考察. 雑草研究 7: 105~110.
7. Pancho, J.V. and M. Soerjani 1978.
Aquatic Weeds of Southeast Asia, National Publishing Co.,
Quezon City, 23~25.
8. 竹松哲夫・近内誠登 1974. 水田除草の理論と実際、博友社、東京、442~449.

Salvinia molesta, a Floating Aquatic Weed in Indonesia and Response
to Some Paddy Herbicides

Hamdan Pane¹⁾, Mas Sundaru²⁾ and Jiro Harada³⁾

Summary

Salvinia molesta D. S. Mitchell is a free floating fern, native to South America and has infested large areas of aquatic environment in the tropical region such as Africa, Western Australia, Sri Lanka, India, Malaysia and Indonesia. In Indonesia, this species was first introduced in Bogor Botanical Garden, West Java on December 12, 1950 from Botanical Garden of Montreal, Canada. Since then, it has been spreading over whole Java island, Sumatra and Kalimantan (Borneo) and become a serious problem in lowland paddy field.

S. molesta grows rapidly and covers almost every available open space as shown in Fig. 2 and affects rice cultivation by 1) blocking necessary irrigation and drainage channels 2) making the seedlings unable to stand 3) reducing the number of tillers 4) intercepting fertilizer particles which are applied to the field 5) reducing the yield.

However, this weed cannot be controlled by hand weeding because every separate small pieces of plant can develop quickly to cause reinfestation. In this sense, chemical control seems to be much more efficient. Hence, we examined the effect of several herbicides, some of which were already known to be effective to a similar species, *S. natans* All. in Japan.

S. molesta was collected from the paddy field of Muara sub-station, suburbs of Bogor and was transplanted to a 1/2000 a plastic pot filled with paddy soil and 0.6 kg/a of N, P₂O₅ and K₂O, at the plant coverage of about 75%. Herbicides were uniformly applied to each pot in three replications. Twenty days later, plants were sampled and the effect of herbicides were measured.

The results are shown in Table 1. *S. molesta* was perfectly killed by ACN [2-amino-3-chloro-1,4-naphthoquinone] and ACN·simetryne·MCPB at three days after application and by simetryne and prometryne at seven days after application. Other herbicides were not effective although naproanilide [α -(2-naphtoxy) propion anilide], 2,4-D and MCP induced malformation and pyrazolate [4-(2,4-dichlorobenzoyl)-1,3-dimethylpyrazol-5-yl-p-toluensulphonate] induced chlorosis,

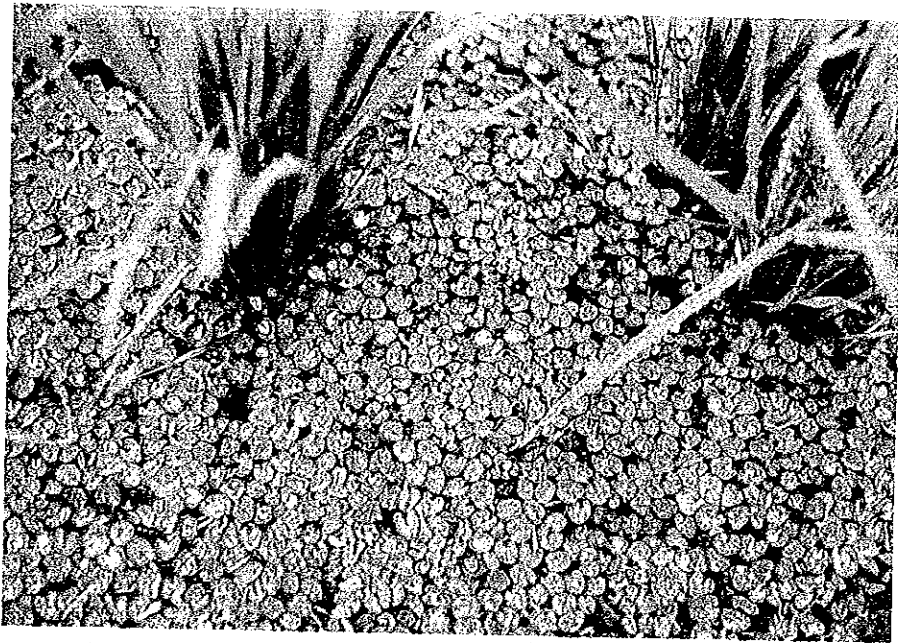
-
- 1) Bogor Research Institute for Food Crops, Bogor, Indonesia
 - 2) Bogor Research Institute for Industrial Crops, Bogor, Indonesia
 - 3) Hokuriku National Agricultural Experiment Station, Joetsu 943-01, Japan

in newly formed leaves.

It has been reported that s-triazine compounds such as simetryne and prometryne are toxic to rice plant especially in *indica* rice cultivars and under high temperature conditions. For this reason, only ACN seems to be applicable to control *S. molesta* in tropical paddy fields. However, special care must be taken because the fish toxicity of this herbicide is relatively high (TLm 48 hr carp: 0.65 ppm). An adequate dosage and time of application should be tested in the paddy field conditions.



第1図 *Salvinia molesta* D. S. Mitchell.



第2図 水田に繁殖した *Salvinia molesta*

1-10 インドネシアにおける *Mimosa* 属雑草 の分布と2、3の特性*

原田二郎¹⁾・Hamdan Pane²⁾・Mas Sundaru³⁾

インドネシアに分布する *Mimosa* 属雑草はオジギソウ *M. pudica* L., オオオジギソウ *M. invisa* Mart. および *M. pigra* L. の3種である(第7、8、10図)¹⁾。いずれも熱帯南アメリカ原産で、茎に鋭い刺を持つため手取り除草が極めて困難な強害雑草である。著者らはこれら雑草の防除法開発のための基礎とするため、*Mimosa* 属雑草の分布と2、3の特性を調査した。

調査方法

1. 分布調査

インドネシアにおける *Mimosa* 属雑草の分布調査は、著者の一人原田が JICA 短期専門家としてボゴール食用作物研究所へ滞在した1982年3月～5月の間に行われた。すなわち、3月17日および24日にスカブミ、チアンジュール、3月26日にシンガマルタ、27日にスカマンデイ、プサカネガラ、3月29日～4月1日にスマトラ、ランボン州、4月5日～10日に中・東部ジャワ、5月5日～8日に南カリマンタンと主要道路を自動車にて走破し、観察による調査を行った(第1図参照)。したがって路傍や道路に隣接する農地、非農耕地を主体とした線的な調査で、全域を対象とした面的調査ではない。

2. 出芽および発芽試験

ボゴールで採取し、約1カ月間室内に乾燥貯蔵した種子を、畑土壌を充填した1/5000 a ワグネルポットに100粒当て播種し(覆土深0.5cm)、適宜給水を行いながらガラス室内に保ち、2カ月間毎日出芽個体数を調査した。また、同様の種子について濃硫酸浸漬(30分)処理区および石英砂と混合しガラス棒で強く攪拌して種皮に傷をつけた(Scarification)区を設け、直径9cm、高さ1.7cmのペトリ皿に2枚の湿った濾紙(東洋濾紙2)を敷き、ペトリ皿当たり50粒播種して30℃に7日間保ち発芽率を調べた。

3. 種子表面の走査電子顕微鏡観察

種子表面に金蒸着を行い、日立電界放射型走査電子顕微鏡(S-800)を用いて加速電圧5kVで観察を行った。

* 大要は日本雑草学会第22回講演会(1983年6月)において発表した。

1) 農林水産省北陸農業試験場

2) ボゴール食用作物研究所

3) ボゴール工業作物研究所

4. 生長抑制物質検定法

開花期の雑草（根も含めて）を採取してハサミで細断した後、8倍量のメタノールを加えユニバーサルホモジナイザー（日本精機、HC型）で破碎した。抽出液は濾過後に45℃以下で減圧濃縮を行った。次に、内径28mm、高さ115mmの管ビンに濾紙粉末（東洋、タイプD、40～100メッシュ）1.5g、前記の濃縮抽出液をそれぞれ生体重で0.1、1および5g相当量を加えて減圧乾固し、蒸留水6mlを加え、幼芽長が1mm程度に均一に発芽した水稻（品種：短銀坊主）種子を6個ずつ置床した。管ビンは上部を透明なビニールフィルムで密封後、3000lux、30℃に制御したグロースチャンパー内に搬入し、3日後に蒸留水1mlを補給し、さらに7日後（置床10日後）に第2葉鞘長と最長根長を測定した。なお、抽出液の代わりに蒸留水だけを加えた区を対照とし、各区2ビンずつ使用した。

結果および考察

1. 分 布

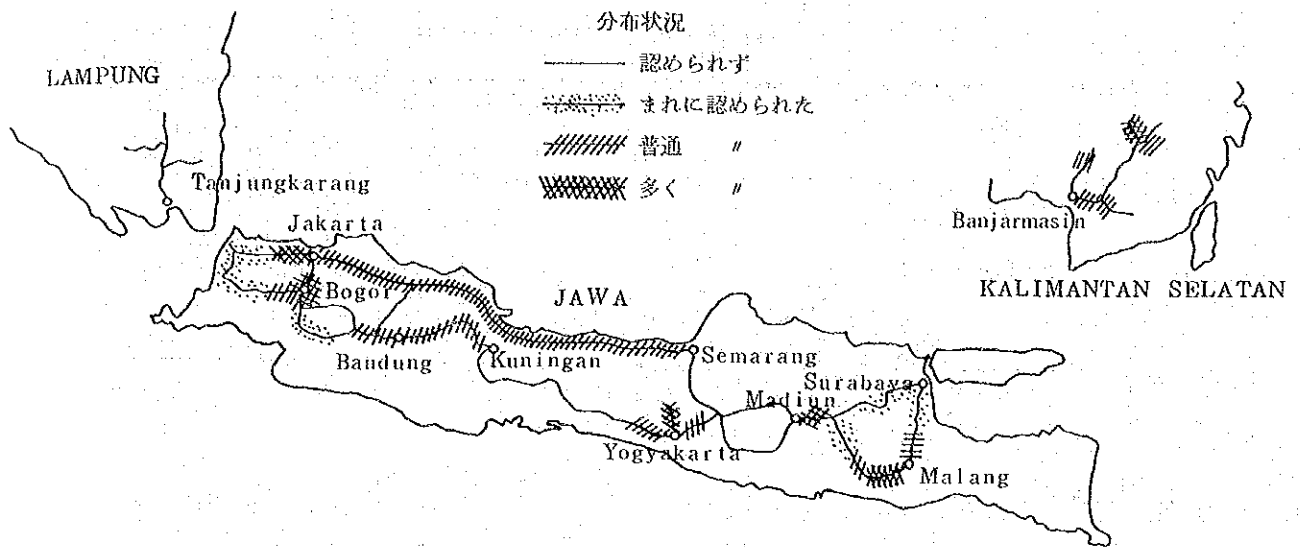
M. pudica、*M. invisa*とも以前にカバークロープとして導入されたものと思われ、インドネシア全域の路傍、土手、空地など非農耕地に普通にみられ、しばしばゴム、ココヤシ、サトウキビ、茶などのプランテーション、とうもろこし、陸稲、キャッサバ、大豆畑などに侵入し、特に*M. invisa*は繁殖力が極めて旺盛で著しい雑草害を引き起し強害雑草となっている（第9図）。さらに、*M. pudica*は寄生植物 *Cassytha filiformis* L. や *Cuscuta Sandwichiensis* Choisy⁹⁾、ネグサレセンチュウ *Meloidogyne* sp. (Raabe, 未発表⁵⁾) の中間宿主となっており、これら雑草の防除はこの面からも農業上極めて重要である。

M. pigra はボゴール植物園の記録によると、1918年10月24日に英国のキュー植物園からボゴール植物園へ導入され、そこからインドネシア各地へ蔓延したものと考えられ、1941年3月に刊行されたC.A. Backer著“Beknopte Flora von Java, Vol. V, Mimosaceae”によると当時ボゴールを中心にした西部ジャワだけに分布していると報告されているが、著者らの今回の調査でジャワ全域および南カリマンタン各地の路傍、空地、湿地帯にまで分布域を拡大していることが確かめられた（第1図）。

特に、ジャワ島のジャカルタータンガラン間のクリークの土手、ボゴール市内の空地、ジョクジャカルタからボロブドールへかけての路傍、マデュン東部郊外の湿地帯（第11図）、マラナーブリタール間、南カリマンタン、バラバイ西部の低湿地帯には極めて多く、附近の農耕地への侵入も認められ（第12図）、今後タイにおけるような深刻な事態を招かないためには、さらに詳細な分布調査を行い、早急に対策を講ずる必要がある。

2. 種子の伝播と発芽

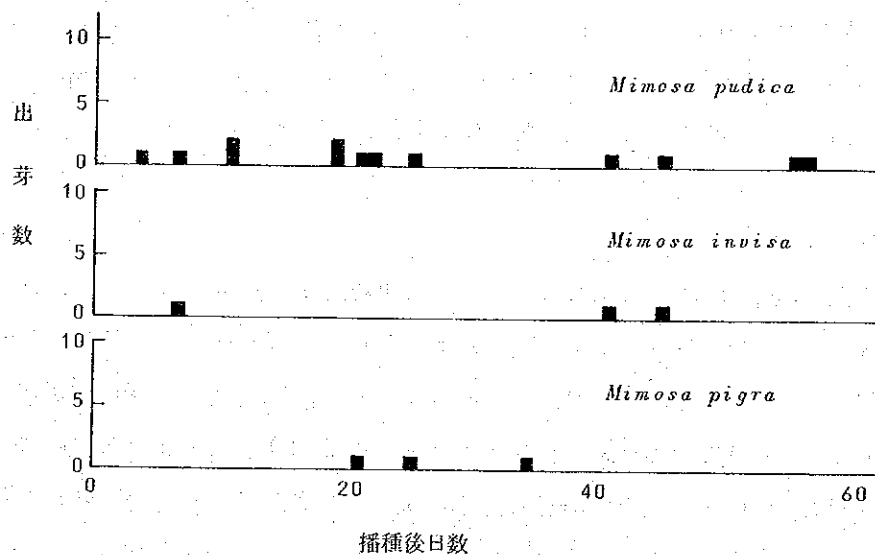
M. pudica、*M. invisa*の種子はともに莢に毛があり、動物の毛や人間の衣服に付着して伝播するものと考えられ、著者も農耕用水牛、インド牛の毛に付着したこれら雑草の種子を数回



第1図 Lampung、Java、南カリマンタンでの *Mimosa pigra* の分布と調査経路

にわたって観察している。また、*M. pigra* は莢が水面に浮上して水流によって伝播するものと考えられ、本種が水生雑草ではないにもかかわらず、川岸、湿地帯などに多く生育しているのはこの理由からであろう。著者も本雑草の種子が降雨による水流に浮上し、路傍から近くの畑地へと運ばれているのをボゴール郊外で観察している。

3種の *Mimosa* 属雑草種子の出芽を調査し、その結果を第2図に示した。すべての種で出芽率は著しく低い。しかし、種子の濃硫酸浸漬処理や石英砂による傷破処理 (Scarification) を行った場合は発芽率は著しく向上するので (第1表)、*Mimosa* 属雑草種子の発芽率の低い原因は、硬実 (hard seed)、すなわち種皮がワックス状物質に被われ (第4~6図) 不透



第2図 *Mimosa* 種子の出芽経過

第1表 *Mimosa* 種子の発芽に対する前処理の影響

処 理	発 芽 率 (%)*		
	<i>M. pudica</i>	<i>M. invisa</i>	<i>M. pigra</i>
対 照	8	2	3
濃硫酸 (30分)	92	86	94
石英砂による表破処理	82	89	91

* 暗黒, 30°C 条件下, 7日後の発芽率

水性のため吸水出来ないことによるものと考えられ、さらに発芽が著しく不斉一なのは、種皮の一部が微生物などの働きによって除々に分解され、透水性を持つようになるためと思われる。

一般に *Mimosa* 属雑草のように、マメ科に属し小型の種子を生じる植物の種子に硬実性を示すものが数多く見出されており、シロツメクサ、アカツメクサ、コゴメハギ、ムラサキウマゴヤツ、レンゲ、クサネムなどがあげられる。また、大粒の種子でも、ササゲやブラジルタチナタマメは硬実が多く、マメ科以外でもマツヨイグサ、タデ、ホウセンカ、オクラ、タチアオイ、アスパラガス、ムラサキセンネンソウ、アサガオなどで硬実が知られている。^{4, 7, 8, 11, 14)} これらの硬実は、特にマメ科の飼料作物などでは栽培上問題となっているが、*Mimosa* 属雑草の場合も発生が著しく不斉一となるばかりか、硬実種子は非硬実種子に比べて寿命の著しく長いことが報告されている⁷⁾点を考えると、数年間土壤中で生存する可能性もあり、一旦これら雑草が繁茂した場合には完全に防除するのは極めて困難と思われる。

マメ科植物の硬実の仕組みについては、Hyde⁶⁾がルーピン種子を用いて詳細に検討している。すなわち、種子の水分調節は臍 (hilum) を通してだけ行われ、外界の湿度が種子内部より高いと臍辺糊状組織 (counterpalisade tissue) が吸水膨潤して臍を閉じ水分は内部へ侵入せず、一方外界の湿度が種子内部より低い場合は、逆に萎縮して臍が開き種子の水分含量は低下する。*Mimosa* 属雑草の硬実も同様の仕組みによって水分吸収が行われられないものと考えられる。

3. 生長抑制物質の存在

Mimosa 属雑草は旺盛な繁殖力を示し、しばしば単純群落を形成することや、作物に著しい雑草害を引き起こすことなどから、植物体内に含まれる化学物質が排出されて他の植物の生育に影響を及ぼすアレロパシー現象を示すのではないかと考え、メタノール磨砕抽出液について稲苗伸長試験を行い生長抑制活性を調べた。その結果 (第3図)、3草種ともに生体重1g相当量で第2葉鞘の生長は阻害されないが根の生長は完全に阻害され、これらの雑草には明らかに生長抑制物質が含まれていることが確かめられた。これまでマメ科植物の多くは生長抑制物質を含むことが報告されており^{3, 13)}、アカツメクサではシアゼイン、シアゼイングルコシド、フ

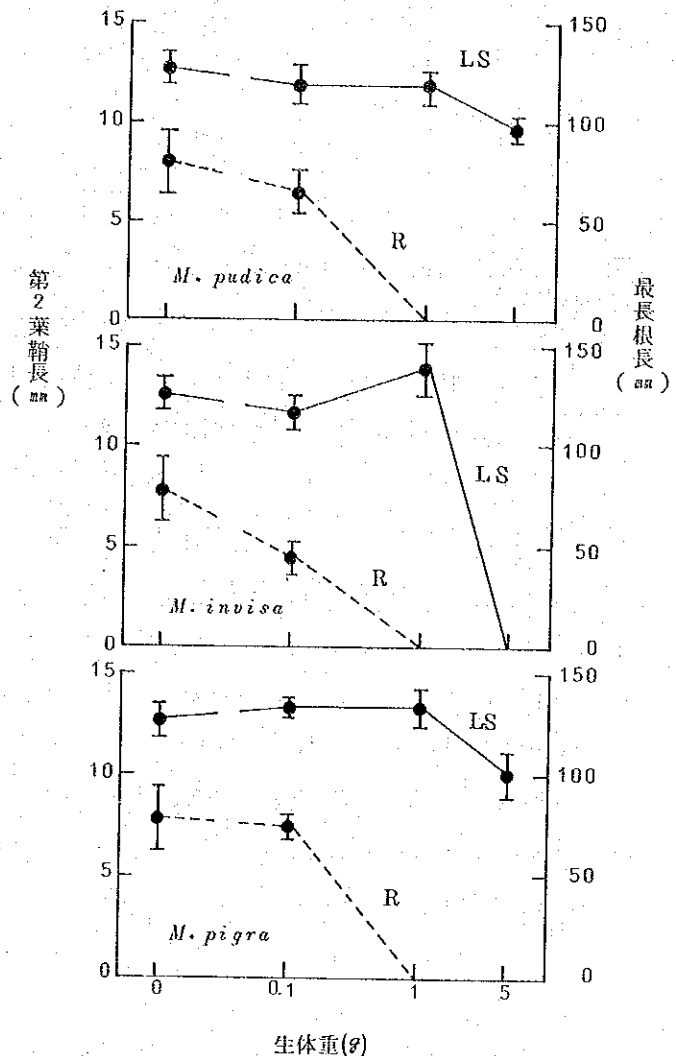
ホルモネチン、オノニン、ゲネステイン、バイオカニンAなどのイソフラボン類が活性物質として同定されている。^{2, 10)} *Mimosa* 属雑草の場合も今後活性物質の単離同定を行うとともに、それらが生態系でいかなる役割を果たしているかについて解明していく必要がある。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、種々便宜をお与えいただいた中央食用作物研究所 Rusli Hakim 所長をはじめとするインドネシア側スタッフ、当プロジェクトの戸田節郎団長、二瓶義宗調整員、調査行をともにされた北條良夫、小林広美、宮崎昌久各専門家、熱帯農業研究センター・岡三徳氏およびボゴール食用作物研究所インドネシア側スタッフ、種子の採取に御尽力いただいた Sutisna、Effendy、Kusman の各氏、走査電子顕微鏡写真を撮影していただいた日立製作所の諸氏に対し、感謝の意を表す。

引 用 文 献

1. Backer, C.A. and R.C. Bakhuizen von den Brink Jr. 1963. Flora of Java, Vol. I, N.V.P. Noordhoff, Groningen, 561.
2. Chang, C.F., A. Suzuki, S. Kumai and S. Tamura 1969. Chemical studies on "clover sickness" Part II. Biological functions of isoflavonoids and their related compounds. Agr. Biol. Chem. 33: 398~408.
3. 原田二郎・矢野雅彦 1983. 雑草に含まれる植物生長抑制物質 1. 水田雑草、雑



第3図 *Mimosa* 植物体 0.1, 1, 5g (FW) からのメタノール抽出物が水稲品種：短銀坊主幼植物の生長に対する影響

- 草研究 28(別):45~46.
4. 原田二郎・田中孝幸 1983. 水田雑草クサネムの発芽特性と各種除草剤の効果, 北陸農試報 25:65~78.
 5. Holm, L.G., D.L. Plucknett, J.V. Pancho and J.P. Herberger 1977. The World's Worst Weeds——Distribution and Biology——, Univ. Press Hawaii, Honolulu, 332~335.
 6. Hyde, E.O.C. 1954. The function of the hilum in some *Papilionaceae* in relation to the ripening of the seed and the permeability of the testa. Ann. Bot. 18:243~256.
 7. 近藤萬太郎 1927. 種子の発芽生理一斑. 農学研究 11:1~38.
 8. 太田保夫 1976. 種子の休眠. 北條良夫・星川清親編 作物—その形態と機能(上)、農業技術協会、東京、42~57.
 9. Raabe, R. 1965. Checklist of some parasitic phanerogams and some of their hosts on the island of Hawaii in 1963. Plant Disease Reporter 49:583~585.
 10. Tamura, S., C.F. Chang, A. Suzuki and S. Kumai 1969. Chemical studies on "clover sickness" Part I. Isolation and structural elucidation of two new isoflavonoids in red clover. Agr. Biol. Chem. 33:391~397.
 11. 手島寅雄 1954. 硬粒. 栽培学・種子編、養賢堂、東京、87~102.
 12. Wanichanantakul, P. and S. Chinawong 1979. Some aspects of the biology of *Mimosa pigra* in northern Thailand. Proc. 7th Asian—Pacific Weed Sci. Soc. Conf.: 381~383.
 13. 矢野雅彦・原田二郎 1983. 雑草に含まれる植物生長抑制物質 2. 畑地、非農耕地雑草. 雑草研究 28(別):47~48.
 14. 安田貞雄 1954. 硬実及び種子の二型性. 種子生産学、養賢堂、東京、110~121.

Distribution and Some Characteristics of *Mimosa* Weed Species in Indonesia

Jiro Harada¹⁾, Hamdan Pane²⁾ and Mas Sundaru³⁾

Summary

Three *Mimosa* weeds, *M. pudica* L., *M. invisa* Mart. and *M. pigra* L. are distributed in Indonesia. They are native of tropical America and considered to be serious weeds since their thorns prevent hand-weeding.

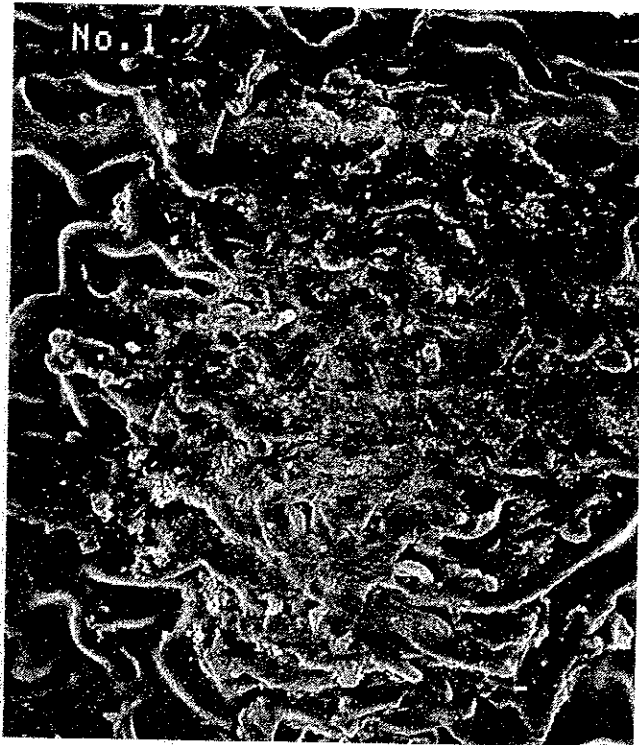
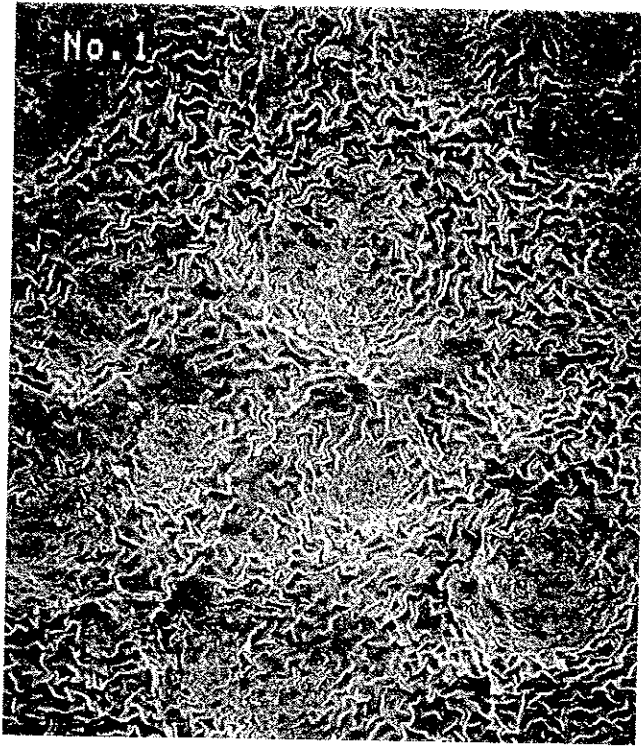
We examined the distribution and some characteristics of these weeds and the results are summarized as follows:

- 1) *M. pudica* and *M. invisa* were widely distributed at road side, waste places, grassy- and agricultural fields in all over the country. *M. pigra* was first introduced in Bogor Botanical Garden on October 24, 1918 from Kew Garden in England. Since then it has been spreading over road side, waste places, water side or swampy localities in whole Java island and South Kalimantan, some areas of which are very serious (Fig. 1).
- 2) The seeds of *M. pudica* and *M. invisa* were considered to travel on the fur of animals and the clothing of man, while the seeds of *M. pigra* by floating on stream water.
- 3) Emergency of seeds of these weeds was very low and irregular because of the hard seed, seed coat of which shows impermeability to water. Hence, the germination percentage increased with scarification or conc. sulphuric acid treatment (Fig. 2, 4, 5, 6, Table 1).
- 4) It was clearly shown by the rice seedling growth test of methanolic extracts that *Mimosa* weeds contained plant growth inhibiting substance (s), which strongly inhibit root growth (Fig. 3).

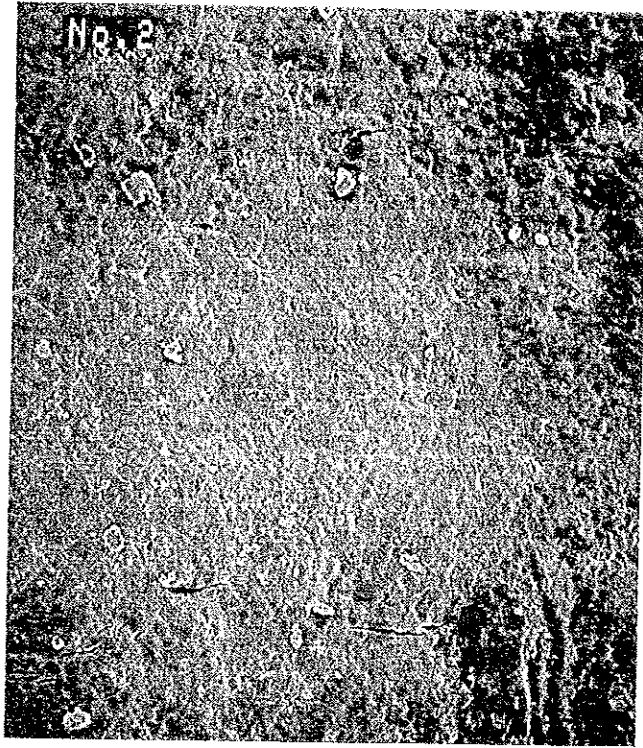
1) Hokuriku National Agricultural Experiment Station, Joetsu 943-01, Japan

2) Bogor Research Institute for Food Crops, Bogor, Indonesia

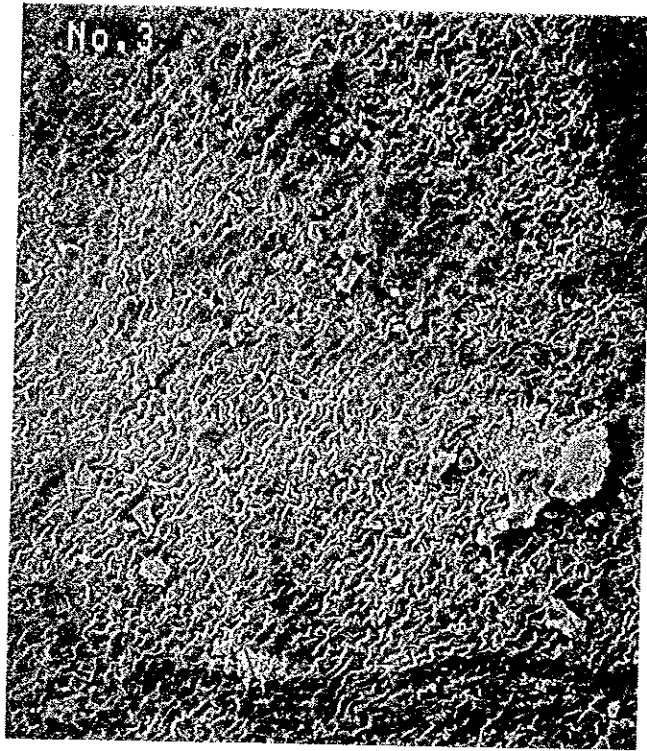
3) Bogor Research Institute for Industrial Crops, Bogor, Indonesia



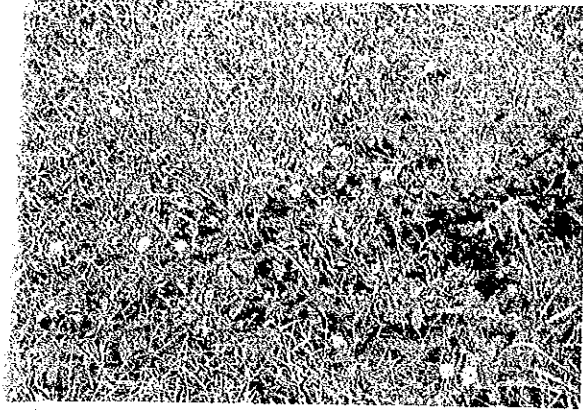
第4図 *Mimosa pudica*種子表面の走査電顕像
上図：x1,000, 下図：x5,000



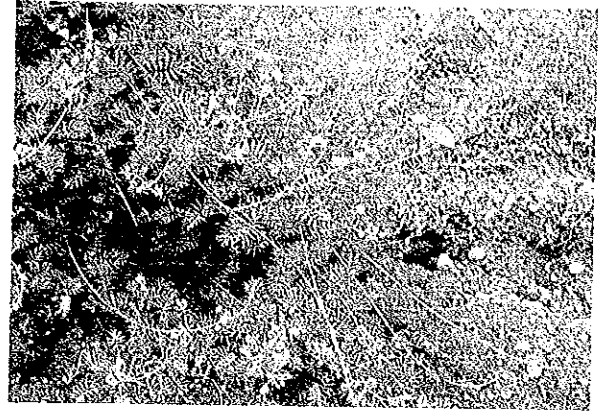
第5図 *Mimosa invisa* 種子表面の走査電顕像
上図：x 1,000, 下図：x 5,000



第6図 *Mimosa pigra* 種子表面の走査電顕像
上図：x1,000, 下図：x5,000



第7図 *Mimosa pudica* L.



第8図 *Mimosa invisa* Mart.



第9図 陸稲畑の *M. invisa*



第10図 *Mimosa pigra* L.



第11図 湿地の *M. pigra*



第12図 バイナップル畑の *M. pigra*

