東南アジアにおける水稲作雑草防除の現況

岡山大学農業生物研究所 中 川 恭 二 郎

Kyojiro NAKAGAWA*: Weed Control in Lowland Rice and
Weed Control Research in the South-East Asia

1. は じ め に

農業技術の発展過程において、雑草防除は雑草害軽減にともなう作物生産の向上あるいは除草労力減少による労働生産性向上、いずれかの面で重要な役割をするものである。東南アジア各国の主作物である水稲作の生産性向上においては、雑草防除はどのような立場にあるのだろうか。

農林省熱帯農業研究センターから東南アジア各国の雑草防除研究事情を調査してくるようにとの話があって、フィリピン・インドネシア・マレーシア・タイの4か国を訪れたのは、筆者の農林省農事試験場在職中、昭和45年3月2日から29日までの4週間であった。東南アジアでは季節風の影響で雨季と乾季のうつりかわりがはっきりしている。3月は、フィリピン・タイ・マレーシアでは乾季の末期であり、オーストラリア大陸の影響を受けるインドネシアでは雨季の末期であった。したがって、フィリピンやタイでは大部分の耕地が褐色に枯れ上った雑草で覆われており、ところどころに二期作の水田の緑が見られた。マレーシアの水田では灌漑水が入って、耕起が始まっているところであった。フィリピンやタイでは乾季作の水稲で行なわれている雑草防除の研究を見たが、乾季作が可能な水田は灌漑施設のある、ごく一部の恵まれた条件のところである。しかも1か国1週間づつの調査であり、今回の見聞だけで全体を推測すると、針の穴から天をのぞくことになるであろう。しかし雑草防除に関係のある主要研究機関を訪問し、多くの研究者と面談することができたので、雑草防除研究の概況はほぼ把握できたものと考えている。

雑草防除問題を論ずるとき、他の栽培技術との関連を考慮することが、さらには農業の背後にある社会経済事情を念頭におくことが重要であるが、東南アジアの農業事情、とくに水稲作については、すでに多くの報告があるので^{5,9,13,14,15,17,18)}、ここでは水稲作の雑草防除事情と雑草防除研究の概況を中心に述べることにする。

2. 水 田 の 雑 草

(1) 東南アジアの水田雑草の種類

各国の研究者によってあげられた水田雑草の種類を第1表に列記した。雑草関係の研究者が少なく、調査された区域が限られているうえに、調査内容も精粗まちまちである。したがって、分布の欄に記入のない国にも、ここに記載した雑草の多くが分布すると考えるのが妥当であろう。

全体で39科162種あり、そのうちカヤツリグサ科が41種、イネ科が40種で、全体の2分の1を占めている。このうちには畦畔雑草も若干含まれており、ホテイアオイ・ヨウサイ・ミズキンバイなど水路にとくに多いものもある。

第1表 東南アジアの水田雑草の種類

科 学 名	和 名	分布
キ ク 科		
<i>Eclipta alba</i> (E. prostrata)	タカサブロウ	FTI
<i>Eclipta zippeliana</i>		F
<i>Spaeranthus senegalensis</i>		T
ナガボノウルシ科		
<i>Sphenoclea zeylanica</i>	ナガボノウルシ	FT
キキョウ科		
<i>Lobelia alsinoides</i>	アゼムシロ	T
アカネ科		
<i>Oldenlandia diffusa</i>	フタバムグラ	T
キツネノマゴ科		
<i>Hygraphila quadrivaris</i>	オギノツメ類	T
ゴマノハグサ科		
<i>Limnophila heterophylla</i>	シソクサ類	T
<i>Limnophila indica</i>	コキクモ (タイワンキクモ)	T
<i>Mimulus orbicularis</i>	ミゾホウズキ類	T
クマツヅラ科		
<i>Lippia nodiflora</i>	イワダレソウ	M
ムラサキ科		
<i>Heliotropium indicum</i>	ナンバンリスソウ	T
ヒルガオ科		
<i>Merremia hederacea</i>	ツタノハヒルガオ	T
<i>Ipomaea aquatica</i>	アカバナヨウサイ	FT
<i>Ipomaea reptans</i>	ヨウサイ	M

* Institute of Agricultural and Biological Sciences, Okayama University, Kurashiki, Okayama.

科 学 名	和 名	分布	科 学 名	和 名	分布
リンドウ科 <i>Nymphoides indicum</i>	ガガバタ	T	ツユクサ科 <i>Commelina bengalensis</i>	マルバツユクサ	T
アカバナ科 <i>Jussiaea linifolia</i>		FTM	<i>Commelina nudiflora</i>	シマツユクサ (ナンヨウツユクサ)	M
<i>Jussiaea repens</i>	ミズキンバイ	FTM	<i>Cyanotis axillaris</i>	アラゲツユクサ類	FT
<i>Jussiaea suffruticosa</i>	キダチキンバイ	FTM	<i>Cyanotis cristata</i>	ツユクサモドキ	FM
<i>Jussiaea prostrata</i> (<i>Ludwigia prostrata</i>)	チョウジタデ	FTI	<i>Aneilema Kesak</i>	イボクサ	MI
<i>Jussiaea hyssopifolia</i>		T	<i>Aneilema nudiflorum</i>	アヒルイボクサ	F
<i>Jussiaea erecta</i>		F	ホシクサ科 <i>Eriocaulon</i> sp.	ホシクサ類	TI
ミソハギ科 <i>Rotala indica</i>	キカシグサ	FI	<i>Eriocaulon sextangulare</i>		T
<i>Rotala leptopetala</i> var. <i>littorea</i>		F	<i>Eriocaulon echinulatum</i>		T
トウダイグサ科 <i>Euphorbia hirta</i>	タイワノンシキソウ	T	ウキクサ科 <i>Spirodela polyrhiza</i>	ウキクサ	
<i>Phyllanthus Niruri</i>	キダチミカンソウ	T	<i>Lemna paucicostata</i>	アオウキクサ	
<i>Phyllanthus Urinaria</i>	コミカンソウ	F	テンナンショウ科 <i>Pistia stratiotes</i>	ボタンウキクサの 母種	T
マメ科 <i>Cassia mimosoides</i>	カワラケツメイの 母種	T	カヤツリグサ科 <i>Cyperus aromaticus</i>		M
<i>Crotalaria juncea</i>	サンヘンブ (タヌキマメ類)	T	<i>Cyperus babakan</i>		TM
<i>Aeschynomene indica</i>	クサネム	T	<i>Cyperus compactus</i>		FT
<i>Aeschynomene aspera</i>	クサネム類	FT	<i>Cyperus difformis</i>	タマガヤツリ	FTI
<i>Sesbania roxburghii</i>	ツノクサネム類	T	<i>Cyperus erectus</i>		F
<i>Alysicarpus vaginalis</i>	ササハギ (マルバタケハギ)	T	<i>Cyperus esculentus</i>		T
フウチョウソウ科 <i>Cleome viscosa</i>	キバナノヒメフウ チョウ	T	<i>Cyperus flabriliform</i>		F
ヒツジグサ科 <i>Nymphaea stellata</i>	ヒツジグサ類	TM	<i>Cyperus haspan</i>	コアザガヤツリ	M
アオギリ科 <i>Pentapetes phoenicea</i>	ゴシカ	T	<i>Cyperus imbricatus</i>		T
<i>Melochia corchorifolia</i>	ノジアオイ	T	<i>Cyperus iria</i>	コゴメガヤツリ	FTI
カタバミ科 <i>Oxalis corymbosa</i>	カタバミ類	M	<i>Cyperus odoratus</i>	モンガヤツリ	M
マツモ科 <i>Ceratophyllum demersum</i>	マツモ	T	<i>Cyperus pilosus</i>	オニガヤツリ	TM
ヒユ科 <i>Alternanthera philoxeroides</i>		T	<i>Cyperus platystylis</i>		M
<i>Alternanthera sessilis</i>	ウルノゲイトウ	FTM	<i>Cyperus procerus</i>		T
<i>Alternanthera ficoides</i>		F	<i>Cyperus pulcherrimus</i>		T
<i>Amaranthus spinosus</i>	ハリビユ	T	<i>Cyperus rotundus</i>	ハマスゲ	FT
<i>Amaranthus viridis</i>	アオビユ	TM	<i>Cyperus pumilus</i>		F
ザクロソウ科 <i>Mollugo pentaphylla</i>	ザクロソウ類	T	<i>Cyperus cyperoides</i>	イヌクダ	F
<i>Glinus lotoides</i>	モンバザクロソウ	F	<i>Eleocharis plantaginea</i>	イヌクログワイ	T
<i>Glinus oppositifolius</i>		F	<i>Eleocharis acutangula</i>	ミスミイ	T
タデ科 <i>Polygonum batatum</i>		T	<i>Eleocharis equisetina</i>		F
<i>Polygonum Hydropiper</i>	ヤナギタデ	MI	<i>Eleocharis retroflexa</i>		M
ミズアオイ科 <i>Monochoria vaginalis</i>	コナギ	FTMI	<i>Eleocharis variegata</i>		M
<i>Eichhornia crassipes</i>	ホテイアオイ (ホテイソウ)	FTMI	<i>Fimbristylis miliaceae</i>	ヒデリコ	FTMI
オモダカ科 <i>Sagittaria guyanensis</i>		TM	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (<i>Fimbristylis diphylla</i>)	テノツキ } 同種 (オテノツキ) } 異名	FTMI
			<i>Fimbristylis schoenoides</i>	ショクノウテンツキ	M
			<i>Fimbristylis globulosa</i>	ハナシテンツキ	M
			<i>Fimbristylis scuminata</i>		M
			<i>Fuirena glomerata</i>	クロタマガヤツリ	T
			<i>Fuirena umbellata</i>	ヒロハノクロタマ ガヤツリ	M
			<i>Rhynchospora corymbosa</i>	ヤエヤマアブラサ ゲ(オニノヒゲ)	T
			<i>Rhynchospora rubra</i>	イガクサ	T
			<i>Scirpus articulatus</i>		T
			<i>Scirpus grossus</i>	オオサンカクイ	TM
			<i>Scirpus juncoides</i> (S. <i>erectus</i>)	ホタルイ	FTM
			<i>Scirpus lateriflorus</i>		M
			<i>Scirpus mucronatus</i>	カンガレイ	FTM
			<i>Scirpus maritimus</i>	コウキヤガラ	F
			<i>Scirpus supinus</i> var. <i>lateriflorus</i>		F

科学名	和名	分布
<i>Scleria oryzoides</i>	シンジュガヤ類	T
<i>Bulbostylis barbata</i>	ハタガヤ	F
イネ科		
<i>Brachiaria mutica</i>	ニクキビ類	T
<i>Brachiaria villosa</i> (<i>Panicum villosa</i>)	ビロードキビ	
<i>Brachiaria reptans</i>	オヒゲシバ類	T
<i>Chloris babata</i>	クシカザグルマと 同属	T
<i>Chrysopogon aciculatus</i>		T
<i>Cynodon dactylon</i>	ギョウギシバ	FT
<i>Dactyloctenium aegyptiacum</i>	タツノツメガヤ	T
<i>Digitaria corymbosa</i>		T
<i>Digitaria marginata</i>	メヒシバ	T
<i>Digitaria sanguinalis</i> (<i>Panicum adscendes</i>)	メヒシバの母種	FM
<i>Eleusine indica</i>	オヒシバ	FT
<i>Echinochloa colonum</i>	コヒメビエ (インドビエ)	FTMI
<i>Echinochloa crus-gali</i>	ケイヌビエ	FTMI
<i>Eriochloa procer</i>	ナルコビエ類	M
<i>Eragrostis inuloides</i>	カゼクサ類	T
<i>Heckelochlea granularis</i>	ヤエガヤ	F
<i>Hymenache myuros</i>	ヌメリグサに類似	T
<i>Isachne globosa</i>	チゴザサ	TI
<i>Isachne miliacea</i>		F
<i>Isachne pengerangensis</i>		M
<i>Ischaemum aristatum</i>	ノゲカモノハシ	T
<i>Ischaemum babatum</i>		T
<i>Ischaemum muticum</i>		M
<i>Ischaemum rugosum</i>	シバカモノハシ (タイワンアイア) シの母種	I
<i>Leersia hexandra</i>	タイワンアシカキ	TM
<i>Leptochloa chinensis</i>	アゼガヤ	FTM
<i>Opismenus compositus</i>	エダウチチジミザサ	
<i>Oryza officinales</i>	ムラサキヒメノイネ	T
<i>Paspalum scorbiculatum</i>	スズメノコビエの 母種	FT
<i>Paspalum conjugatum</i>	スズメノナガビエ (オガサワラスズ) メノヒエ	FT
<i>Paspalum dilatatum</i>	シマスズメノヒエ	FI
<i>Paspalum distichum</i>	キシウウスズメノ ヒエ	F
<i>Panicum auritum</i>		F
<i>Panicum indica</i>	ヌメリグサ	MI
<i>Panicum lutescens</i>		T
<i>Panicum repens</i>	ハイキビ, ノキビ	FTI
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	チカラシバ類	T
<i>Pennisetum polystachyon</i>	チカラシバ類	T
<i>Sacciolepis myosuroides</i>	ヌメリグサ類	
<i>Sateria geniculata</i>	コツブキンエノコロ	T
ハナイ科		
<i>Limnorcharia flava</i>	キバナオモダカ	M
トチカガミ科		
<i>Blyxa japonica</i>	ヤナギスズタ	T
<i>Blyxa lancifolia</i>		T
<i>Hydrocleis comersonii</i>	キバナトチカガミ	I
<i>Hydrilla verticillata</i>	クロモ	TI
<i>Ottelia alismoides</i>	ミズオオバコ	TM
サンショウモ科		
<i>Azolla pinnata</i>		T

科学名	和名	分布
<i>Azolla japonica</i>	オオアカウキタサ	T
<i>Azolla Filiculoides</i>	アカウキタサ類	MI
<i>Salvinia cucullata</i>	サンショウモ類	T
<i>Salvinia sp.</i>		I
デンジソウ科		
<i>Marsilia quadrifolia</i>	デンジソウ	FTMI
ミズワラビ科		
<i>Ceratopteris thalictroides</i>	ミズワラビ	FTM
シャジクモ科		
<i>Chara sp.</i>	シャジクモ類	T
タヌキモ科		
<i>Utricularia hexuosa</i>		TM
<i>Utricularia pilosa</i>	タヌキモ類	MI
イバラモ科		
<i>Najas graminea</i>	ホッスモ	TI

注 1) 分布の欄の F はフィリピン, T はタイ, MI はマレーシア, I はインドネシアを示す。

2) 和名は 沼田・笠原: 雑草名対照表 (雑草研究 3), 牧野: 日本植物図鑑, 本田: 日本植物名彙のほか CORNER・渡辺: 図説熱帯植物集成によった。

3) 各国の雑草の種類および分布は主として下記の資料によった。

1. フィリピン: PANCHO *et al.*: Some Common Weeds of the Philippines¹⁰⁾ および Visayas Exp. Sta. の資料

2. タイ: P. KARNCHANOMAI の資料を主とし, Sampatong Exp. Sta. の資料で補足

3. マレーシア: J. SAMY の資料を主とし, 杉本の資料で補足

4. インドネシア: 主として M. SUNDARU による。

5. 全般: SAIKI *et al.*: A Checklist of Important Weeds in the Asian-Pacific Region¹¹⁾

(2) 各国の主要水田雑草

フィリピンの水田で、雑草害がとくに大きい草種はケイヌビエ・コヒメビエ・アゼガヤなどイネ科雑草であるが、一般の水田に多いのは広葉雑草とカヤツリグサ科の雑草である。IRRI (国際稲研究所) の水田に多いのはケイヌビエ・コゴメガヤツリ・タマガヤツリ・コナギ・アゼナ・ナガボウウルシ・デンジソウなどであり、一般の水田には、以上のほかにキカシグサ・コウキヤガラ・カンガレイ・コヒメビエと *Paspalum* 属のスズメノナガビエ・キシウウスズメノヒエ・シマスズメノヒエ・*P. scorbiculatum* (スズメノコビエの母種) も多い。

タイの水田の 60% で移植栽培が、40% で直播栽培が行なわれている。直播栽培が多いのは中央平原であり、湿地の中心で水深が深いところでは浮稲 (floating rice) が栽培されている。浮稲の栽培面積は約 100 万 ha, 全水田面積の 16% である。

PRACHERN KARNCHANOMAI による中央平原の水田雑草の調査資料によると、移植栽培では 54 種の雑草があり、そのうちカヤツリグサ科が 20 種で最も多く、次いでイネ科の 9 種である。直播栽培では 76 種の雑草が認められ、イネ科が 23 種、カヤツリグサ科が 20 種含まれ

ている。これらの雑草には畦畔雑草も含まれている。移植栽培で一般に多いのは、ナガボノウルシ・ミズキンバイ・チョウジタデ・デンジソウ・タマガヤツリ・ヒデリコ・コヒメビエ・アゼガヤなどである。北部のチェンマイ附近に多い雑草はナガボノウルシ・ヒデリコ・*Scirpus articulatus* であり、そのほかにノジアオイ・タカサブロウ・ミゾホオズキなども問題になっているが、イネ科は重要雑草に含まれていない。

マレーシアの主要水田地帯であるマラヤ西北部に多い水田雑草はコナギ・ミズキンバイ・*Jussiaea limifolia*・*Sagittaria guyanensis*・ホタルイ・オオサンカクイ・*Utricularia hexuosa* などである。

インドネシアのボゴールの水田にはコナギ・デンジソウ・コゴメガヤツリ・ヒデリコ・ホシクサ・コヒメビエ・ケイヌビエなどが多く、ボゴールとバンドンとの中間のチヘアにある模範農場にはサンショウモの類が水田全面を覆い、その防除が要望されていた。

東南アジア各国の灌漑水路や河川にはホテイアオイ・アカバナヨウサイ・ヨウサイ・ミズキンバイが非常に多く、水路全面を覆っているところが少なくない。フィリピンやタイではアカバナヨウサイが食用として栽培されているところもある。

3. 水稲栽培における慣行除草法

東南アジアの水田には一般に雑草が少なく、田植後に行なわれる人力除草は1～2回のところが多い。乾季には雑草が大部分枯死し、雨季になってから1か月前後の間に耕起や代掻きを反覆し、しかも田植後深水になるところが多いことが雑草を少なくしている主な理由と考えられる。二期作では、年2回の耕起・代掻きによって雑草の発生が阻害され、常に水稲があって雑草の生育が抑制されることが雑草を少なくしている理由であろう。

(1) フィリピン

雨季作の水稲移植期は5～6月で、主として水牛による畜力の代掻きが極めて丁寧に行なわれて雑草が埋没される⁹⁾。田植後20～30日の間に手取除草を1回行なうか、回転除草機をかけたのちに手取除草を行なっている。回転除草機は日本のものとはほぼ同じ形である。また2,4-DあるいはMCPの移植後25～30日処理もかなり行なわれており、パナイ島のイロイロ市附近では50%の農家が除草剤を使っていると推定されている。手取り1回だけの場合の除草労力は10a当たり約3人であり、労賃は1人1日100～200円であるから、10a当たりの除草労働費は300～600円となる。

水稲作の除草剤使用基準は第2表のとおりであるが、

フィリピンにおける除草剤の価格は10a当たり2,4-D IPE (2,4-D イソプロピルエステル) が250円、EPTC (*S*-ethyl *N,N*-di-*n*-propyl thiocarbamate) と trifluralin がともに650円、NIP が480円 (1ペソ=92.3円で換算) であって、農家の経済面から、価格が安い2,4-DあるいはMCPだけが使用されている。

第2表 フィリピンの水稲作除草剤使用基準¹²⁾

除 草 剤 名	使 用 量 (有効成分 g/a)	処 理 時 期
2,4-D	5～8	} 移植または播種後 25～30日
MCP	5～8	
molinat	30	播種後 10～15日
DCPA (propanil)	30	移植後 20～30日
EPTC/MCP*	17.5/7	移植後 4～10日
NIP (nitrofen)	20～30	移植後 3～5日
trifluralin/MCP*	7/4	移植後 3～5日

* は混合剤

IRRIの乾季作では、12月20日に入水し、1月上旬にハローをかけ、さらに1月20日頃、田植前にハローをかけて、田植後の雑草発生を少なくしていた。IRRIのあるルソン島中部もパナイ島もともに灌漑施設があり、水稲栽培技術も進んだところであって、雑草防除はかなりよく行なわれるとみてよい。無灌漑田とくに乱雑植えの田では草が多いようであり、とくにフィリピン南部の島々には雑草が多い水田があるという。

今後、短稈の水稲品種の導入が進み、浅水になると、雑草の発生が多くなり、2,4-Dで広葉雑草をおさえておき、イネ科雑草は手取りで抜き取るという方法では雑草害が回避できなくなるものと予想されている。

(2) タ イ

移植栽培では雨季のはじめに、縦横に2回耕起を行なう。それから1か月から1か月半たって2番耕を行ない、引続いて碎土、代掻きを行なって移植する。移植後は手取りあるいは足踏みによる除草を1～2回行なうが、1回のことが多い。1人1回の除草面積は8～12aであり、労賃に換算すると10a当たり300～360円になる。都市から遠い地方では200円程度とみてよいようである。

タイ北部のチェンマイ近辺はタイで最も集約な稲作が行なわれている。ここでは移植の2～7日前に耕起し、代掻き後直ちに移植する。ここでも除草は人力だけであり、移植後1か月以内に普通2回、草を足で土中に踏み込むかあるいは手取りで行なわれる。除草剤は全く使用されていない。

除草剤の輸入量を第3表に示した。1960年には216トンであったが、1967年には639トンと約3倍に増加して

いる。西ドイツからの輸入が全体の40%を占め、その他イギリス、フランス、オランダ、米国、スイスが主な輸入相手国である。多いのは2,4-Dで、水稻の直播栽培で使用されているとのことであった。

第3表 タイの除草剤輸入量 単位：t (2年分)

輸入先 年 度	西ド イツ	英国	フラン ス	オラン ダ	スイス	米国	その他	合 計
1960~'61	138	74	92	117	1	61	37	520
1962~'63	395	111	17	21	19	15	34	612
1964~'65	605	81	0	23	45	41	126	922
1966~'67	500	317	50	21	17	456	113	1,474

注 1) 日本からの輸入は1960年、1963年各1t、1966年5t
2) 米穀局技術部 P. KARNCHANOMAI の資料より抜萃

(3) マレーシア

マレー半島北西部ケダ平原の水田では、雨季になって入水してから約1週間たって耕起、代掻きを行ない、その後約1週間たって再び代掻きを行ない、さらに1週間後にもう一度代掻きをして田植えするという方法で、田植前に雑草種子の発芽をうながし、代掻きの雑草防除効果を高めている。

田植後の除草は人力によっており、普通、移植から3週間後と6週間後に手で抜き取るとともに足で踏み込んでいる。田植後の水深は10~15cmのところが多いが、用水が少なくて水深が5cm以下のときは雑草が多発する。しかしミズキンバイや *Sagittaria guyanensis* のような雑草は深水でも生育する。

水稻作では未だ除草剤は使用されず、第4表に示した輸入除草剤は主としてゴム園で使用されている。水稻栽培農家は主にマレー人であり、現在は労働力が余っており、除草剤は使用されない。

第4表 西マレーシアの除草剤輸入量

年 次	液 体(千 l)	固 体(t)
1964	5,724	902
1965	4,775	1,511
1966	3,428	1,626
1967	4,564	1,874
1968	4,541	1,404

注) Ministry of Agriculture and Co-operatives (West Malaysia): Statistical Digest (1970) による。

(4) インドネシア

水田では湛水状態で1~2回の耕起、代掻きが行なわれる。耕起、代掻きは主として畜力によっており、西部ジャワでは水牛が多く用いられる。正条植えがかなり多く、中耕除草機も使用されている。1番除草は田植えか

ら3~4週間後、2番除草は6~8週間後に、手取りや足で踏み込む方法あるいは中耕除草機によって行なわれる。灌漑水は掛流しが一般であり、水深は3~5cm程度で、深水による雑草発生の防止は望めない。

ジャワ島では、田植え、除草、収穫などの作業に多数の隣人が出役し、その報酬として収穫物の20%程度を持ち帰る慣習がある。除草剤を使用し、除草作業を軽減しても、この報酬は変わらず、除草剤費だけ経営者の余分の出費となる。ジャワ島以外では、このような慣習はなく、出役に対して賃金を支払っている。

4. 雑草防除の研究事情

東南アジアの水田では現在雑草は必ずしも多くはない。移植前1か月ぐらいの間に耕起、代掻きが2~3回反覆され、また深水という条件がある。直播地帯ではとくに水深が深い。また国民の大半が農家であって労働力が余っていて、人力除草が十分行なわれている。未だに肥料も農薬も使わない農業が行なわれていて、生産力は極めて低い。国力をつけ、経済的發展をはかるためには、最低限、主食である米の自給を果さなければならぬ。今後の人口増加を考え、また他産業への労働力の転向をはかるためにも、農業の生産性を向上せしめる必要がある。現在は増産対策の時期である。インドネシアで展開された食糧増産運動(Bimas=Bimbingan Masal)のように、優良品種の普及、灌排水の合理化、栽培法の改善、施肥、病虫害の防除が当面の主要改善技術となることは各国共通である。しかし、その一環として雑草防除が重要になるであろう。水稻の増収技術である短稈種の普及や施肥はともに雑草を増加せしめるであろう。短稈種は雑草との競争力が弱く、また浅水管理をとまう。一方、労働力が多いとはいっても、炎天下の除草作業の苦痛は大きい。10数年前までは日本の農家が必要欠くべからざる作業として除草に耐えてきたように、東南アジアの農家は今でも除草作業を行なっている。生態的な防除法に恵まれない畑作では、より一層頻繁な除草を必要としている。灼熱下の熱帯の国である。その苦痛は日本とは比較にならない。

今後、新しい除草技術に対する要望は急速に高まると考えられる。すでにその芽生えがある。各国の研究事情について、再び国別に述べよう。

(1) フィリピン

フィリピンには、マニラの南方約65kmのロスバノスにIRRI(International Rice Research Institute—国際稲研究所)がある。IRRIは米国のフォード財団とロックフェラー財団の援助によって建設された近代

的な施設で、研究設備や宿舍も完備している。米を主食とする多くの後進国全体のためのものであり、研究者も多くの国から集められている。日本人では現在、生理部門の吉田昌一郎長や吉田富男氏、育種の金田忠吉氏が活躍している。栽培部門ではインドの DE DATTA 部長が J. C. MOOMAW 前部長のあとを受けて、水稻作の除草剤研究に極めて熱心である。雑草防除用の試験田が 2 ha あり、1969～1970 年の乾季作では 1 ha を使って、8 項目の試験が行なわれていた。水稻移植栽培では、田植後処理の新除草の適用性に関する試験や田植後の水深が雑草の発生長と除草剤の効果に及ぼす影響に関する試験が、湛水直播栽培では、播種前の雑草防除の試験と播種後処理の除草剤の試験が行なわれ、また防除困難な多年生雑草であるコウキヤガラ (*Scirpus maritimus*) とシマズメノヒエ (*Paspalum dilatatum*) の防除に関する試験が行なわれていた。

水稻移植直後に処理する粒状除草剤の試験には、MCPCA、ベンチオカーブ、CP-53619 (2-chloro-2', 6'-diethyl-N-(butoxymethyl) acetanilide), CP-53619 /2,4-D (/ は混合散布を示す……以下同), EPTC (S-ethyl N,N-dipropylthiocarbamate)/2,4-D, TCE-styrene (α -2,2,2-trichloroethyl styrene), 2,4-D IPE (2,4-D isopropyl ester), 2,4-DEE (2,4-D ethyl ester) などが供試されている。この試験は IRRI の連絡試験として、フィリピン内の数か所と、タイ、インドネシアなどにおいても実施されている。ベンチオカーブ、CP-53619 など日本の水稻作の試験で好成績を示した新しい除草剤がいち早く組み込まれている。TCE-styrene (日本での試験名は Dowco 221) はノビエに有効であるが、広葉やカヤツリグサ科の雑草に効果が劣る。しかし MCP あるいは 2,4-D を加えることによって除草効果が増大し、1 回の除草剤処理で、MCP あるいは 2,4-D を処理したあとで手取除草を行なう慣行除草法に代り得るのではないかと期待されている (第 5 表)²⁾。

フィリピンでは IR-8, IR-5, BPI-76-1 などの短稈品種の作付が増加しているが、その水田では浅水になって雑草の発生が多くなり、また水稻の雑草に対する競争力が低下して、ケイヌビエやコヒメビエなどの防除が重要になりつつある。処理後 10 日間づつ 3 時期にわたって、水深を 1cm, 2.5cm, 5cm とかえたときの雑草量を比較する試験が行なわれていたが、浅水で雑草とくにケイヌビエが多くなることが示されていた。

南方にはタイヌビエは少なく、ケイヌビエやコヒメビエが多い。IRRI の試験ではこれらの雑草に EPTC,

第 5 表 TCE-styrene による水稻作雑草防除²⁾

除 草 法	使用量 (有効成分 g/a)	処 理 時 期*	雑 草 本 数				水稻収量 (kg/ha)
			イ ネ 科	広 葉 科	カ ヤ ツ リ グ サ 科	計	
TCE-styrene G /MCP	7.5/8	3 日	0	11	1	12	6,715
" "	"	1～2 葉	1	28	0	29	6,798
TCE-styrene G /2,4-D	7.5/5	3 日	4	59	1	64	6,242
" "	"	1～2 葉	1	37	1	39	6,508
TCE-styrene G	10	3 日	0	646	0	646	5,841
MCP + 手取除草	8+-	25日+35日	18	153	0	171	5,958
無 除 草	—	—	69	639	228	936	5,107

注 1) * 移植後の日数または水稻の葉齢

2) 収量の L. S. D. (5%)……585 kg, C. V. ……6.5 %

3) 1968 年 乾季作の IRRI の試験成績

NIP, trifluralin などが有効であることが認められているが^{3),12)}, さらに 2,4-D IPE の移植後 3 日目の処理が広葉やカヤツリグサ科だけでなく、イネ科の雑草にも有効であるとされ、すでにフィリピン国内では普及に移されている。一般にフェノキシ系除草剤の移植直後処理は、水稻の伸長や分けつを抑制するため危険であるが、熱帯で苗が大きくて葉害が軽微で、高温で葉害の回復も早いために、葉害にともなう減収の程度が少ないものと推測される。

以上のような IRRI の雑草防除研究の成果は、東南アジア各国の研究意欲を刺激している。すでに数年前、IRRI では各国から研究者を集めて雑草防除の研修を実施しており、FAO によって提唱された除草剤の連絡試験は IRRI の DE DATTA が取りまとめを担当し、IRRI の除草剤試験として各国と連絡をとっている。

IRRI に隣接して位置するフィリピン大学農学部では M. R. VEGA 教授が雑草防除の教育と研究に当たり、植物学の J. V. PANCHIO 博士は雑草の分類などを研究し、フィリピンの主要雑草の図鑑を共著で出版し、88種の雑草の図を掲載している¹⁰⁾。

フィリピンは大小 7,109 の島からなっているが、全体は 8 農業地区に区分され、それぞれに BPI (植物産業界) の地域事務所がある。BPI はマニラにあり、業務と研究に担当が分れている。フィリピン各地の試験場の研究は BPI の管轄下で行なわれており、またその計画は IRRI の助言によって進められることが多いのである。

BPI 第 5 地域事務所があるパナイ島のイロイロ市は、その中心街に大きな商店が軒を連ねるこの地方の中心都市であり、イロイロ大学には農学部もある。市の中心から車で 1 時間ほどのところにピサイヤ稲試験場 (Visayas Rice Experimental Station) がある。その主要業務は稲の種子生産と研究であるが、A. C. TAURO 場長と

H. C. JEREZA 研究員は 1969 年の第 2 回アジア・太平洋雑草防除会議で除草剤試験について報告している。この試験場で行なわれた除草法の比較試験の結果を第 6 表に示した。収量は手取り 2 回区が最高であるが、除草労力が少ない MCP+手取区が除草による収入増がまわっている。地主経営が多いフィリピンでは労働費をも考慮した除草の経済効果が重視されている。

第 6 表 水稻移植栽培における各種除草法の経済効果⁸⁾

除 草 法	除* 草 効果	除草時間 (時間/ha)	除草経費** (kg/ha)	収 量 (kg/ha)	除草による 収入増*** (kg/ha)
手取り (2 回)	1.0	278	486	4,032	752
手取り + MCP	1.0	189	365	3,850	691
MCP + 手取り	1.0	105	219	3,837	824
DCPA + MCP	1.0	22	493	3,815	528
手取り (1 回)	1.3	167	292	3,785	699
DCPA	3.3	11	439	3,683	450
除草機 + 手取り	1.3	211	369	3,631	468
DBN (15 g/a)	2.0	11	229	3,587	564
DBN + MCP	1.7	22	162	3,328	372
除草機 + MCP	1.0	78	136	3,276	346
除草機 (1 回)	2.7	67	117	3,243	332
MCP	2.3	11	54	3,224	376
DBN (7.5 g/a)	3.0	11	124	3,129	211
2,4-D エステル	2.3	11	54	2,876	28
無 除 草	5.0	0	0	2,794	—

注 1) * 除草効果のすぐれたものを 1, 効果なしを 5 として表示

** 除草時間と除草剤費をそれぞれ畝に換算したものの合計

*** 無除草に対する増収分から除草経費を差引いた値

2) フィリピン・ビサイヤ稲試験場, 1965 年雨季作の試験による。

なお、イロイロ市の北東部のポトタンには受益面積 7,000 ha (乾季には 4,500 ha) の灌漑用ダムがあり、二期作が行なわれている。常時灌漑水があるため、田植期は一定でなく、田植期、出穂期、成熟期など種々の生育ステージの水稻が混在している。ルソン島中部とともに稲作技術の進んだ地域であり、雑草防除技術も重視されている。

(2) タ イ

タイの耕地 960 万 ha の 69 % で稲が栽培され、米はゴムやメイズとともに、タイの重要輸出品である。農林省米穀局に属する技術部 (Technical Division) がバンコックのバンケンにあり、稲作について作物関係、病虫害、土壌肥料などの研究が行なわれている。作物関係の部門に PRACHERN KARNOPANOMAI を長とする雑草防除の研究室があり、除草剤試験や雑草の種類とその分布の調査などを行なっている。除草剤試験としては IRRI の連絡試験を実施し、またこれまで試験した約 30 種の除草剤のうち 2,4-D, MCP, NIP, molinate, DCPA, EPTC, trifluralin が移植、直播両栽培で有望なことを明らかにしている。しかし現在は、移植栽培地帯では水

の調節ができないこともあって、除草剤は使用されていない。全国に散在する稲作試験場 (Rice Experiment Station) は育種部 (Breeding Division) に直属しているが、最近では病虫害や栽培に関する試験も行なうようになり、サンパトン、ランシト、スハンプリの各試験場では水稻移植栽培の除草剤試験を行なっている。

米穀局技術部と同じ構内に Kassasart University がある。この大学の歴史は浅く、外国人の教官が多いが、雑草防除の担当は、作物では SWARUG PRUKSACHEEVA 講師、園芸は UMORN SUWANNAMEK 講師である。SUWANNAMEK 講師はゴム、棉、トウモロコシの除草剤試験やパイナップル畑の雑草防除の研究とともに、タイの畑で最も厄介な雑草である *Pennisetum polystachyon* (チカラシバの類) の生態および防除法について研究を進めている。

チェンマイはラオスやビルマとの国境に近いタイ北部第一の都市で、標高約 300 m、冷涼である。近くにサンパトン稲作試験場と畑作物を扱うマエジョ農業試験場がある。この付近は土地が比較的肥沃であり、ピン河の流域で、灌漑施設が昔から発達していて、約 9,000 ha の水田で二期作が実施され、タイでは最も集約な稲作が行なわれている。

(3) マレーシア

農業省の研究部門は VAN TEAN KEE 部長によって統轄されており、クアラルンプルに近いセルダに聯邦試験場 (Federal Experiment Station) がある。ここでは AJIT SINGH が畑作の雑草防除の研究を行なっている。主要畑雑草はオヒシバ・メヒシバ・オジギソウ・ヒロバノフタバムグラ・コヒメビエなどであるが、油ヤシ園に多いチガヤ、普通畑に多いハマスゲの両多年雑草の防除が問題にされている。チガヤには DPA やテトラピオン (sodium-2,2,3,3-tetrafluoropropionate) が有効であるが、DPA では油ヤシに葉害をもたらすことがあり得るとしている。西マレーシアの耕地の 68 % がゴム園であり、ゴム園の雑草防除の研究は主としてマラヤゴム研究所 (The Rubber Research Institute of Malaya) で実施している。

マラヤ (西マレーシア) の水稻作の主産地はマレー半島の北半分にある。雨季の 9 月から翌年 1 月までに栽培される Main season の水陸稲作付面積は耕地の 14 %, 約 96 万エーカーであるが、最近では 3 ~ 7 月の乾季に始まる Off season の稲作の面積が激増している。さらにマラヤ西北部のケダー平原 26 万エーカーを灌漑する Muda 灌漑計画と東北部 4.8 万エーカーを受益面積とする Kemubu 灌漑計画が完成すると、1973 年には約 60 %

の水田に二期作が普及する予定になっている。

これまで稲作の研究および指導のために、多くの研究者が日本から派遣され、現在の研究態勢が確立されるのに貢献している。クアラルンプルの西北にあるタンジョンカランの Soil Water Research Station は農業省研究部の直轄になっているが、半島西北部にある Bukit Merh Padi Experiment Station, Telok Chengai Padi Experiment Station および Rice Research Center はベナンの対岸パタワースにある State Agriculture Office の Chief Rice Research Unit の CHEE SEK PAN の管轄になっている。Rice Research Center はパタワースとアロスターの中間ポンボンリマにあり、Bukit Merh, Telok Chengai 両試験場の研究を吸収しつつある。

Telok Chengai 試験場の JOSEPH SAMY は水稻作で 25~35% の雑草害を認めており、除草剤を使用する場合は 2,4-D ソーダ塩または MCP を移植 3 週間後に散布し、さらにイネ科およびカヤツリグサ科の雑草を除去する必要があるときは、手取除草を除草剤処理の 10 日後に実施するのがよいとしている。JOSEPH SAMY は主要雑草 38 種の図譜を手書きで作っている。

技術協力のため日本から派遣されていた森谷睦夫氏や杉本勝男氏が現地で雑草防除試験を行なっている。その結果、PCP の田植後 5~10 日の処理で、田植後 4 週間にわたって雑草の発生が抑えられ、また高温で稲の生育が早いという早期の 2,4-D 散布が可能であり、その適期は田植後 20~30 日であるとしている（第 7 表）。しかし魚毒性のある除草剤の使用は禁止されているから、田植後に散布できる低魚毒性除草剤について検討する必要がある。日本の回転除草機は能率が高いが、現行の乱雑植を正条植にかなないと採用できない。

(4) インドネシア

ジャカルタの南にあるボゴールは各種の農業研究機関が集っている静かな研究都市である。中央農業研究所、園芸研究所、エステート作物試験場、ボゴール大学などがあり、有名なボゴール植物園の構内には生物研究所がある。

中央農業研究所の栽培部では M. SUNDARU が雑草防除の研究を専門に担当しており、除草剤試験を主にした水稻とトウモロコシ栽培の雑草防除の研究を行なっている。供試された除草剤は 2,4-D, MCP, PCP, trifluralin, DCPA, prometryne, simazine, atrazine, amiben などである。また中央農研の飛地になっているムアラの研修農場でも除草剤試験が行なわれている。この研修農場は食糧増産協力プロジェクトで日本から派遣され

第 7 表 マレーシアにおける除草剤適用試験（杉本¹⁴⁾）

試 験 区	雑 草 被 度 (%)	優占雑草の生育状態*					水稻の生育収量		
		オ モ ダ カ 科	タ ヌ キ モ 科	ホ タ ル イ	コ ヒ メ ビ エ	コ ナ ギ	穂 数 (1株 当り)	精 穀 重 (kg/a)	収 量 比 (%)
無 除 草	86	■	■	■	■	■	17.5	37.8	100
Keri	33	■	■	+	+	+	19.0	41.0	108
回転除草機	38	■	+	+	■	■	19.9	42.3	112
20日後 2,4-D	48	■	■	+	+	+	18.5	41.3	109
30日後 //	66	■	■	■	■	+	16.6	41.8	111
40日後 //	80	■	■	■	■	■	17.2	39.4	104
MCPCA	62	■	■	■	■	■	16.3	39.3	104
MCPCA + 2,4-D	25	■	■	+	+	+	17.9	40.1	106
PCP 化成肥料	66	■	■	■	+	■	19.2	43.4	115

注 1) * 田植後 56 日目の状態

** *Sagittaria guyanensis*

*** *Utricularia pilosa*

2) MCPCA + 2,4-D は田植後 10 日と 40 日、PCP 化成肥料は田植前日の処理

3) Bukit Merah における 1963 年 Off season の稲作での試験

た菅生専門官や船田専門官らによって運営されている。

園芸研究所の DAHRO 所長はハワイで開催された第 1 回アジア・太平洋雑草会議に出席した人であるが、インドネシアの主要野菜キャベツ・トマト・ニンジン・馬鈴薯・インゲンにおいて茎葉処理ができる除草剤が必要であり、インドネシアのように教育の普及がはかっている国では、使用法が簡単な除草剤が必要であるとしている。園芸研究所の野菜支所がバンドンに近いレンバンにあり、ANWAR SAID らによって除草剤試験が行なわれ、最も有効な除草剤として、馬鈴薯では ametryne の植付後 10 日目の処理、キャベツには desmetryne の定植 1 日前の処理があげられている。ポゴールとバンドンの中間のチャンジュールに野菜の試験地があり、ここでも除草剤の試験が実施されている。雨季には連日スコールがあって、除草効果や薬害の変動が大きく、畑作では除草剤の使用がむづかしいが、雨が多いため雑草の出芽・生育もよく、雑草害が避けられない状況にある。

チガヤ (*Imperata cylindrica*, インドネシア名 Alan-Alan) はスマトラやカリマンタン (ボルネオ) にとくに多く、開墾地を 1 年で覆い、農地開発の大きな障害になっている。トラクターの深耕で防除できるところもあるが、耕土が深いところでは地下茎が深く入り、深耕だけでは防除が困難である。チガヤの生態は生物研究所の SOETOMO SOEROHALDOKO らによって、DPA や paraquat を使った除草剤による防除はエステート作物試験場の ACHAMAD SOEDARSON によって研究されている。

なお、1970 年 5 月に Weed Science Society of Indonesia が設立され、国内研究者間の連絡、海外との情報交換がはかられることとなった。その本部はボゴールの

National Biological Institute におかれている。

5. お わ り に

最近になって東南アジア各国では雑草防除に対する関心が急速に高まってきた。これまでは労働力が豊富なため人力除草がよく行なわれており、また水稻移植栽培では耕種法によって雑草の発生が抑制されていた。ところが雇傭労力に依存するプランテーションなどでは除草剤を利用して省力化をはかることが必要となり、水稻栽培でも多収技術の普及にともなって除草の重要性が増大することが予測されるようになり、新しい雑草防除技術が注目されるようになったものと考えられる。

しかし、現在実施されている研究の大部分は除草剤の適用性に関する試験であり、作用性の解明などの研究はない。今後予想される作物栽培法の変革にともなう雑草の種類や発生消長の変化などを明らかにする雑草の生態的研究も進められていない。自然環境を保全する立場からは、除草剤の導入は必ずしも望ましいことではなく、生態的な防除を、これまで以上に、しかも意識的に採用することが重要と考えられる。東南アジアにおいて雑草防除研究が発展し、東南アジアに適した新しい防除技術が確立されなければならない。そのためには、わが国の研究者の協力も必要である。今後、東南アジアの雑草防除技術の発展のため協力される際に、少しでも参考になればと思って本稿を取りまとめた。

東南アジア各国の調査に際しては、多数の方の御協力を得、また多数の貴重な資料の提供を仰いだ。とくに調査の計画と実施についてお世話になった農林省の星出曉研究管理官、熱帯農業研究センターの山田登所長、八田貞夫技官、杉本勝男技官に深甚の謝意を表す。またフィリピンでは、IRRI の E. P. LANUSA, Visayas Rice Exp. Sta. の A. C. TAURO, H. C. JEREZA, アジア開銀の坂田公男、IRRI 駐在の金田忠吉、倉島健次の諸氏に、タイでは、米穀局技術部の P. KARNCHANOMAI と同部駐在の長田明夫、藤井 薄、高橋 均の諸氏に、マレーシアでは、クアラルンプルで VAN TEAN KEE と井ノ上善吉両氏に、ブキメラとテロチェンガイでは橋高昭雄氏に、インドネシアでは中央農研の M. SUNDARU とボ

ゴール駐在の菅生数馬、船田正明、関 正次、山田昌雄の諸氏に、研究機関や現地の案内を戴いたことを記して謝意を表する次第である。雑草の種類や名称については当研究所の笠原安夫教授の教示を得た。

引用文献

- 1) CORNER, E. J. H. and 渡辺清彦：図説熱帯植物集成。東京、広川書店 (1969)。
- 2) DE DATTA S. K., R. T. BANTILAN and J. K. PARK: Selective Control of Annual Grassy Weeds in Transplanted Tropical Rice with α -2,2,2-Trichloroethyl Styrene. *Nature* **221**, 64~65 (1969)。
- 3) DE DATTA, S. K., J. K. PARK and J. E. HAWES: Granular herbicides for controlling grasses and other weeds in transplanted rice. *Int. Rice Comm. Newsletter* **17** (4), 21 (1968)。
- 4) 海外技術協力事業団：インドネシア農業研究協力予備調査団調査報告書 (1969)。
- 5) 御子柴晴夫：東南アジア稲作の作季と栽培法概観。日作紀特別号, 11~24 (1968)。
- 6) MOOMAW, J. C., S. K. DE DATTA, D. E. SEAMAN and P. YOGABATNAM: New Directions in Weed Control Research for Tropical Rice. *Proc. 9th Brit. Weed Control Conf.*, 675~681 (1968)。
- 7) MOOMAW, J. C. and D. S. KIM: Selectivity of 2,3,5-Trichloro-4-Pyridinol as a Herbicide for Direct-Seeded, Flooded Rice. *Weed Research* **8** (3), 163~169 (1968)。
- 8) MOOMAW, J. C., V. P. NOVERO and A. G. TAURO: Rice Weed Control in Tropical Monsoon climates. *Int. Rice Comm. Newsletter* **15** (4), 1~16 (1966)。
- 9) 野島数馬：フィリピンの米作事情。日作紀特別号, 49~58 (1968)。
- 10) PANCHO, J. V., M. R. VEGA and D. L. PLUCKNETT: Some Common Weeds of Philippines. *The Weed Science Soc. of Philippines* (1969)。
- 11) SAIKI, D. F., D. L. PLUCKNETT and P. S. MOTOOKA: A Checklist of Important Weeds in the Asian-Pacific Region. *Proc. 1st Asian-Pacific Weed Control Interchange*, 131~133 (1967)。
- 12) SEAMAN D., E. PALLER and M. VEGA: Weed Control Recommendations for Rice. *Philippines Recommends*, 24~25 (1969)。
- 13) 瀬古秀生：インドネシアの稲作。日作紀特別号, 60~68 (1968)。
- 14) 杉本勝男：マラマにおける農業概況と稲作試験成績。海外技術協力事業団資料 **21**, 1~73 (1964)。
- 15) 杉本勝男：マレーシアの農業、二期作の進展と問題点。熱帯農研集報 **15**, 11~23 (1970)。
- 16) TAURO, A. C., H. C. JEREZA and R. D. PRVENDIDO: Review of Weed Control Experiments at the Visayas Rice Experiment Station. *Proc. 2nd Asian-Pacific Weed Control Interchange*, 91~96 (1969)。
- 17) 渡辺忠世：タイの稲作。日作紀特別号, 86~101 (1968)。
- 18) 山田 登：東南アジアの稲栽培の概観。日作紀特別号, 1~10 (1968)。