熱 研 資 料 №. 41

東南アジアにおける雑草問題の現状と今後

——主としてタイ, マレイシアおよびインドネシアの調査結果から——

昭和54年 3 月

農林水産省
熱帯農業研究センター

熱　研　資　料

№. 1　タイ国の米穀経済
2　インドにおける農業関係試験研究事情調査報告書
3　フィリピン，インドネシアにおける農業関係試験研究事情調査報告書
4　東南アジアにおける農業関係試験研究事情調査報告書
5　ヨーロッパ，アフリカにおける農業関係試験研究事情調査報告書
6　沖縄における農業関係試験研究事情調査報告書
7　東南アジア等における森林資源およびその開発と利用
8　マレイシア，サバ州における農業関係試験研究事情調査報告書
9　戦前戦時における台湾農業技術の発達
10　西アフリカ熱帯造林技術の展望
11　北，中南米における農業関係試験研究事情調査報告書
12　インドネシア，フィリピンおよび台湾における畑作病害
13　パキスタンにおける農業および試験研究事情調査報告書
14　中華民国（台湾）における農業関係試験研究事情調査報告書
15　タイおよびフィリピンにおける農業機械の利用研究事情調査報告書
16　熱帯農産物の利用加工に関する研究事情調査
17　マレイシアにおける農業研究推進のための調査報告書
18　東南アジアの畜産に関する調査報告書
19　フィリピン，インドネシアにおける畑作関係試験研究事情調査報告書
20　インドとの農業技術研究協力に関する予備調査報告書
21　フィリピンに発生しているココヤシのカダンカダン病に関する調査報告
22　西部ジャワ水田地帯の農業経営実態調査報告
23　水稲高収量品種の導入と農業経営
24　沖縄の桑に関する調査報告書
25　インドネシアの豆類に関する生産および研究事情調査報告書
26　タイおよびインドネシアのトウモロコシべと病に関する調査報告書
27　東南アジアにおけるイネノシントメタマバエの研究協力設立に関する調査報告書
28　フィリピンのマンゴー栽培地におけるミバエ類調査報告書
29　沖縄におけるさとうきびを中心とする作付方式に関する研究
30　東南アジアにおける香辛料の栽培加工に関する調査報告書
31　熱帯畑作の開発に関する調査報告書（ブラジル）
32　〃　〃　（インドネシア）
33　Rice plant- and leafhopper incidence in Malaysia and Indonesia
34　東南アジアの畜産
35　インド・スリランカ・タイにおける水稲害虫研究の現状
36　ブラジルの稲作
37　熱帯畑作の開発に関する調査報告書（フィリピン）
38　セラードに関するシンポジウムIII抄訳
39　オーストラリアにおける牧草導入事情調査報告書
40　スリランカにおける水稲栽培の農業気象的研究

ERRATA （熱研資料No. 4 1 ）

Page	Line	For	Read
3	Table 2,2	作物	面積
4	Table 3,2	殖	植
7	Table 7,5	イソプタピル	イソプロピル
37	4	Elusine	Eleusine
49	1	Cypervs rotvndus	Cyperus rotundus
56	13	prpblems	problems

追補：P3, L3～4 「1977年タイの人口4500万人のうち65%は農業人口」である。

はじめに

作物生産にとって大きな阻害要因の一つである雑草害とのたたかいは，除草剤の開発によって大きな進展をとげた一方で，近年，除草剤の多用による環境問題を派生するなど，我が国の農業生産技術のなかで雑草防除技術は重要な位置を占め，関係の試験研究も活発に進められている現状である。

一方，熱帯地域においては，その自然環境から考え雑草害が大きな生産阻害要因の一つとして考えられるが，これまで，この地域における農業技術の実情および社会，経済的環境等により，一部プランテーション作物を除いては雑草防除技術の確立がおくれている。しかし近年における高収技術の導入などを契機として，稲作および畑作においてもその合理的な雑草防除技術を確立することの重要性が認識されるようになり，関係の試験研究推進の必要性が関係諸国の間でさけばれるようになってきた。

このような状況にかんがみ，当センターは東南アジアにおける雑草防除技術の現状を把握し，今後の研究方向をさぐるため東北農業試験場栽培第一部長野田健児技官にお願いして，インドネシア，マレイシアおよび タイにおける雑草防除技術・研究の現状について調査を行なった。

野田部長は，この調査結果を中心に他の知見をも加え「東南アジアにおける雑草問題の現状と今後」をとりまとめられたが，これはこれまで断片的にしか知り得なかった熱帯アジアにおける雑草問題を知るうえできわめて有益なものと考え，ここに刊行し各位の参考に供する次第である。

本報告書を刊行するにあたり調査および報告書のとりまとめにあたられた野田部長の御苦労に感謝するとともに，調査の実施に際し格段の御協力をいただいたインドネシア，マレイシアおよびタイの関係機関の各位に対し厚くお礼を申し上げる。また調査実施にあたり種々の御助言，御配慮をいただいた農林水産技術会議事務局，外務省および関係在外公館の関係官各位に感謝の意を表するものである。

昭和54年３月

熱帯農業研究センター
所長　岡部四郎

目　　次

P.

まえがき…… 1

I　タイ…… 3

1　概　況…… 3

2　雑草防除の現状と問題点…… 3

1）水稲作

2）畑　作

3）その他

3　研究機関・体制…… 13

II　マレイシア…… 15

1　概　況…… 15

2　防除の現状と問題点…… 16

1）水稲作

2）永年生プランテーション作物

3）除草剤の使用動向

3　研究機関・体制…… 27

III　インドネシア…… 31

1　概　況…… 31

2　防除の現状と問題点…… 32

1）水稲作

2）畑　作

3）永年生作物

4）水生雑草

5）除草剤の使用動向

3　研究機関・体制…… 41

IV　総括および考察…… 47

V　むすび…… 52

東南アジアにおける雑草問題の現状と今後

——主としてタイ，マレイシアおよびインドネシアの調査結果から——

野　田　健　児*

ま　え　が　き

世界的にみると，作物の生産阻害要因としての雑草害は病害や虫害とともにきわめて大きい。その被害率は，作物の種類によって異なっているが，大約10%ないし50%と推測される[39]。しかしその被害のあらわれ方が病害や虫害に比べてドラマチックでないことから，その防除の必要性への認識が低い[17,19]。また，人力が豊かな時や場所においては経済的に低い支出すなわち人力で防除が可能であったことから，研究的対応，従って技術の開発もおくれている。しかし，戦後の急速な経済成長に伴なって農業労力の不足から農業技術の省力化，合理化への要請が強く，加えて化学工業の進歩に裏付けられた除草剤の開発によるその利用などから，科学的知見に基づいた雑草防除技術の要求が強くなってきた。とくに先進国欧米では農薬の中の除草剤に依存する率がきわめて高くなっており，最新の統計では米国では農薬のうち除草剤の販売量が61.5%，生産量でも，48.9%を占めるに至っている。しかし，反面このような除草剤への過依存は逆効果の懸念を生み他の防除技術，すなわち生物的防除，総合的防除などへの関心も強くなり，研究的対応の深化，防除技術の転換などが必要となってきている。このような世界的，とくに先進国における雑草防除技術・研究の動向に直接，間接に影響されながらも，東南アジア諸国においては，いまだ人力が豊かで労賃が安いこと，主として経済的基盤の低い小規模経営であることから，まだ人力主体の防除技術が広く行われている。しかし，最近は農業開発計画の進展により，高収技術の導入とともに雑草害も深刻になりつつあり，とくに企業的な大規模経営の場合には集中的な除草のための労力投下も不可能になりつつあることから，雑草防除技術の合理化が要求され，従ってそれを促進するための研究体制の整備も急ぎ要求されているようである。

いうまでもなく，光，水，養分が豊富な場合には雑草の発生・生育も旺盛であり，熱帯東南アジアでは雑草害は深刻化する潜在性を強く持っている。さらに雑草は作物生産阻害要因としてのみでなく，例えば河川，湖沼への水生雑草のように環境破壊要因としても重大である。以上のことから，今後の東南アジア熱帯諸国における作物圃および非作物圃における雑草問題の現状・問題点を把握し，わが国としての雑草防除に関する研究のあり方，および協力の可能性を検討することはきわめて大切なことと考えられる。著者は熱帯農業研究センターの依頼によりタイ，マレイシアおよびインドネシアにおける雑草防除の現状，研究問題，研究体制などについて概括的な調査を行ったので，ここにその概要を取りまとめるとともに，フィリピン等の資料も含め今後の東南アジアの雑草問題を考察した。

今回の調査に際しては表1にあげた各国の関係機関から多くの協力を受けることができた。とく

* のだ　けんじ：　東北農業試験場栽培第一部長

表 1　訪問機関および訪問者

国	地区	機関	主なる訪問者
タイ	バンコック	Department of Agriculture Weed Sci. Res. Institute, D.A. Faculty of Agriculture, Kasetsart U. Department of Agronomy, Kasetsart U.	P. Kanjanasoon (Director-General) P. Kanchanomai (Manager) B. Boonsue (Dean) P. Yingchol (Professor) U. Suwanemaek
	チエンマイ	Maejoe Agri. Exp. Station Sampatong Rice Exp. Station Northern Agr. Res. Ext. Co. Center Thai Farming Corp.	V. Sakultab (Director) (Director) A. Salyachivin (Division Head) (Manager)
	コンケン	Khonkaen Rice Exp. Station Mahasarakarm Field Crop Exp. Sta. Northern Agr. Res. Ext. Co. Center Kalasin Field Crop Exp. Station Department of Plant Sci., Khonkaen U.	Chalemkait (Supervisor) B. Songserm (Director) C. Satayanouruk (Director) T. Charoenwatana (Professor)
マレイシア	アロスター・ペナン	Muda Agr. Development Authori. (MADA) Malaysia Agr. Res. Develop. Inst. (MARDI) Alor Star MARDI Bumbong Lima	A.B. Taib (Deputy Head) A.R. bia A. Baker (Head) B.L. Ho (Co-ordinator) A.A. Ismail (Head, Weed Section)
	クアラルンプール	MARDI Headquarter Rubber Res. Institute of Malaysia (RRIM) RRIM Exp. Station	D.M. Tamin (Director-General) N.T. Arasu (Assistant Director) L.G. Soon (Head) S.A. Lee (Weed Scientist) E.K. Ng (Deputy-Director) A.A. Kadir (Division Head) I.M. Taib Y.C. Hoe
インドネシア	ボゴール	Central Res. Inst. for Agriculture (CRIA) Seameo Reg. Cent. for Tropi. Biology (Biotrop) Res. Inst. for Estate Crop (RIEC)	S.P. Isbagijo (Head) M. Sundaru (Weed Agronomist) I. Soerianegara (Director) K. Kovitvadhi (Deputy-Director) M. Soerjani (Program Manager) A. Soedarson
	バンドン	Res. Inst. for Tea and Cinchona (RITC) Faculty of Agriculture, Bandung U.	H. Semungun (Director) W.S. Kartawijaya M. Martosupono D.A. Bathaki
	スカマンデイ	CRIA Sukamandi	S. Suriapermana (Weed Sientist)

にタイでは農業(研究)局，カセサート大学農学部，マレイシアではマレイシア農業研究開発研究所(MARDI)，マレイシアゴム研究所(RRIM)，インドネシアでは熱帯生物研究センター(Biotrop)，中央農研(CRIA)などの責任者の配慮に深謝する。また現地の案内，資料の提供，討議に多くの時間をさいていただいた上記研究所の方々，とくに Mr. Prachern Kanchanomai(タイ農業局，NWSRI)，Mr. Umporn Suwanemaek(カセサート大学農学部)，Mr. A. A. Ismail(MARDI ブンボンリマ)，Mr. S. A. Lee(MARDI ジャランケブン)，Dr. A. A. Kadir(RRIM)，Mr. I. M. Taib(RRIM)，Mr. Y. C. Hoe(RRIM)，インドネシアの Dr. M. Soerjani(Biotrop)，Mr. M. Sundaru(CRIA)の方々に厚く感謝する。さらに，本調査を計画し，著者にこの調査の機会を与えられた熱研センター岡部所長，ほか関係各位および在外研究員の方々へも深謝する。

I タ　　イ

1 概　況

タイは熱帯モンスーン地帯20°N—6°Nに位置する。気温は年平均27～28℃，年降雨量は1,000～2,000㎜で南部半島部が多い。11～4月が乾期，5～10月が雨期と半島以外では明瞭な二季節に分かれる。全面積51万㎢のうち耕地率は39%，耕地面積は1,993万haに達する。人口3,550万人のうち80%は農業人口である。最近，工業化による国の発展を期しているが，農業が国の主要産業であることには変りはない。農業地域は北部，東北部，中央部，半島部(南部)に分けられ，作物の種類，作物の生産性，技術の進度にも差がある。タイにおける主要作物は表2のようであり，その中心は水稲作であるが，最近輸出の需要から畑作物の意向が強い。とくに1950年代と比べると，とうもろこし，ケナフ，キャッサバ，大豆などの作付面積が著しく増加した。各作物の主要な産地は表2に

表 2　タイの主要農作物

作物	1961～1965 面積	1961～1965 収量	1975 作物	1975 収量	1977*	主要生産地帯
	千ha	kg/ha	千ha	Kg/ha	千ha	
稲	6,944	1,623	8,520	1,771	8,130	全
とうもろこし	422	1,932	1,180	2,542	1,480	中央
ケナフ	–	–	421**	975	472	東北
キャッサバ	113	15,807	429	14,821	141	中央，南
さとうきび	138	–	307	–	448	
りよくとう	–	–	239**	663	164	中央
大豆	29	1,022	157	892	118	中央，北
ソルガム	9	2,128	123	1,951	–	
落花生	86	1,352	120	2,167	108	北他
わた	–	–	89**	31	112	
ゴム	–	–	855**	–	–	南
ココヤシ	–	–	316**	–	–	南

注：FAO Production Yearbook, 1975[18]による。
* P. Kanchanomai による。
** 野菜園芸技術辞典1975[42]

示した。タイでは，すでにのべたように，雨，乾期があり，これを利用して条件に適した作物の栽培生産が行われる。個々の作物の栽培技術の詳細については本稿では省略するが，雑草防除技術に関係のある点に触れながら以下，主要作物の雑草問題の現状をまとめてみよう。

2 雑草防除の現状と問題点

1) 水稲作

タイの作物のうち，その重要性が最も大きいものは水稲作である。その作付面積は約800万haに達する。移植栽培が70%，乾田直播栽培25%，湛水直播5%といわれる。直播栽培は中央平原メナムデルタ地帯を中心とし，100万ha以上の作付といわれ，水深の増加とともに浮稲化するも

表3　タイの水稲作の地域的比較

地域	面積 千ha	収量 ton/ha	栽培法	主要作期	土壌	備考
北	1,473	2.2	移殖 一部二期作	(7～8月)－(11～12月)	肥沃	モチ94%，二期作僅かある。水田裏作10%。
東北	2,893	1.3	移植	(5～7月)－(11～12月)	せき薄	天水田依存
中央	2,160	1.8	移植及び直播（浮稲）	(6～7月)－(12～1月)	肥沃	河川又は天水デルタ地帯浮稲
南	549	1.6	移植	(9～10月)－(2～3月)	－	多雨地帯

注：文献(37, 39)などによる。

のが主体である。地域別および栽培法別の特徴を示すと，表3のようである。

栽培法や地域の収量性によって，雑草問題・防除技術は必ずしも同一でない。しかし，総括的には雑草防除法は地域による差がより大きい。

(1)　移植栽培

タイの水稲作の主体である移植栽培における雑草防除法を概説すると，田植に先だって牛または水牛により耕起して，湛水後代掻して移植する。移植後は水深10～20cmの深水栽培とするが，この水管理が一般水田雑草の発生を抑圧する効果はきわめて大である。このような深水管理を可能にするため，苗代日数30～40日の60～70cmの大苗を剪葉して植え付ける。以上の土壌・水管理によって初期雑草の抑制効果はきわめて大である。その後に発生する雑草は1～2回手取除草を行って除去される。いわゆる「拾い草」程度の人力除草であり，手又は足による土壌かくはん除草や小農具を使用する機械的除草は，慣行的な移植栽培ではほとんど行われない。

調査したチェンマイ地区の9月生育初期の水田水稲作における雑草の発生はきわめて少なかった。しかし，場所により水生雑草が局部的に多発生していた。それらは主として浮遊性雑草であり，例えば，*Salvinia* spp, *Azolla* spp.は水管理にあまり関係なく，その発生源の存否によって発生する。

最も低収地帯である東北部の水稲作は，土壌はせき薄でほとんど無肥料栽培であり，湛水の可能なところを選んで田植される状態であり，雑草の発生も少ないが，田植後の初期湛水によって雑草を抑制する。このように雑草の防除技術としてはほとんどみるべきものがない。

以上の慣行的な移植栽培についても，収量向上の要請が強く，高収品種の導入，施肥，浅水などにともなって初期雑草の発生も著しくなり，雑草問題は重要になるものと考えられる。また，農村労力が不足し，省力的な栽培を求める先進農家では除草剤の使用も試みられ，約5%の面積で除草剤が使用されていると推測されている。

移植水田において管理不十分な場合に発生する主要雑草は，表4のようである。

慣行的に深水管理を主体として雑草対策を行ってきたためか，抽水性のイネ科雑草は少なく，水生広葉およびカヤツリグサ科のものが多いことは，わが国の水田雑草と趣を異にする。キキョウ科の*Sphenochlea zeylanica*は東南アジアの水田に広く分布し，排水不良田によく生育し，花は年中開花結実する。水面下では表層コルク物質で蔽われた茎を持っている。*Chara zeylanica*も水田雑草として特徴的であり，滞停水のところに発生する。太陽の熱でこの雑草の周辺水が

表4　タイにおける水稲作の主要雑草

区別	学名	科名	タイ名	和名
移植	*Sphenochlea zeylanica* Gaertn.	キキョウ科	Pak Pawd	−
	Fimbristylis miliacea (L.) Vahl	カヤツリグサ科	Yah Nuad Pla Duk	ヒデリコ
	Eleocharis dulcis (Burm. f.) Henschel	〃	Soeng-kratiem	−
	Chara zeylanica Kl. et. Willd.	シャジグモ科	Sarai Fai	モ類
	Cyperus difformis L.	カヤツリグサ科	Kok Ka-nark	タマガヤツリ
	Scirpus grossus L.	〃	Kok Samliem	−
	Marsilea crenata Presl.	デンジソウ科	Pak Wan	デンジソウの類
	Jussiaea linifolia Vahl	アカバナ科	Tian Na	ミズキンバイの類
	Monochoria vaginalis Presl.	ミズアオイ科	Kakied	コナギ
	Utricularia aurea Lour.	タヌキモ科	−	−
	Salvinia cuculata Roxb. ex. Borg.	サンショウモ科	Chawk Hunu	サンショウモの類
	Azolla pinatta Roxb. ex. Borg.	〃	Nae-daeng	アカウキクサの類
乾田直播	*Ischaemum barbatum* Retz	イネ科		カモノハシ類
	Setaria geniculata (Lamk) P. Beauv.	〃		エノコログサの類
	Echinochloa colonum (L.) Link.	〃	Yoh Nok Sri Chompu	コヒメビエ
	Leptochloa chinensis Nees	〃		アゼガヤ
	Orysa spp. (*O. officinalis*)	〃		野性イネ
	Paspalum scorbiculatum L.	〃	Yoh Plawing Hin	キシュウスズメノヒエの類
	Leersia hexandra Sw.	〃	Sah Si	アシカキ
	Aeschynomene indica L.	マメ科		グサネム
	Ipomoea aquatica Forsk	ヒルガオ科		ヒルガオの一種
	Melochia corchorifolia L.	アオイ科		ノヂアオイ
	Cyperus rotundus L.	カヤツリグサ科	Haew Mu	ハマスゲ
	Cyperus iria L.	〃		コゴメカヤツリ

熱せられて水稲により著しい被害を与える。*Scirpus grossus*は多年生，大型のカヤツリ科雑草で，防除がきわめて困難である。しかし，茎は屋根ふき用の材料として使用される。

さらに，浮遊性の雑草としてはすでにのべたように *Salvinia cucullata*(写真1), *Azolla pinatta*(写真3)，　*Pistia stratiotes* などが主要なものであるが，被害は比較的少ない。とくにAzollaが共存する場合には blue green algaeのN固定を助けるといわれる。

コナギ *Monochoria vaginalis*は、わが国と同様にタイでも水田雑草として広く分布する。その他わが国の水田雑草と共通なものはヒデリコ，タマガヤツリの2種類できわめて少ない。

(2)　直播栽培

タイの水稲作において乾田直播は生育後半には浮稲化し，比較的大面積経営の中央平原地帯に多く，4～5月に散は法では種し，雨期に入って生育するために生育初期の雑草防除が最も大切である。現行では防除法が不十分であり，より合理的な方法が強く求められている。除草の必要な期間は乾田期間の3～4カ月であるが，この期間は雨期はじめのため，降雨により冠水するところが多く，雑草の発生が促進される。面積が大きいこと，雑草の多発しやすいことから，多労な人力除草では十分な防除が不可能であり，すでに除草剤の利用は20年前ぐらいから採用されている。その種類は価格の点から2,4D のみである。具体的な雑草防除方法としては，耕耘して

Table 5 Principal systems of weed control method in rice in Thailand

Culture method		Weed control sequence
Transplanted rice:	a) Common practice	Plowing-watering-pudding-transplanting-followed by weed pulling once or twice.
	b) Uncommon practice	Watering-weed tramping and pulling-transplanting-no weeding.
Water-seeded rice:	Common practice	1) Plowing-watering-pulling-leveling-draining-seeding-watering-followed by hand weeding once or twice.
		2) Plowing-watering-puddling-leveling-draining-seeding-watering-applying 2,4-D to eliminate sedges and broadleaf weeds.
Dry-seeded rice:	Common practice	1) Plowing-seeding-waiting for rain-germination-weeding or eliminating weeds by either hand pulling or applying 2,4-D.
		2) Plowing-seeding-harrowing-germination-weeding or eliminating weeds by either hand pulling or applying 2,4-D.

Note: Personal communication (P. Kanchanomai, 1975)

雨期に先だっては種し，降雨により発芽したあと，手取除草数回または2, 4Dによる広葉およびカヤツリ科雑草の防除を行なう（表5）。

とくに雑草の多いところではは種後，ハローによって種子を土中に埋没する方法もとられる。

乾田直播の強害草は表4のようであるが，湿生のイネ科雑草 *Ischaemum barbatum*, *Echinochloa colonum*, *Leptochloa chinensis*, *Setaria geniculota*, *Orysa officinalis* などの多いことが特徴であり，したがってイネへの雑草害も大きい。しかし，わが国でみられるタイヌビエ（*Echinochloa crusgalli*）は主要な強害草となっていないことは興味深い。

湛水直播は全体の5％でわずかである。その除草体系は表5に示したように，は種前の土壌予措と水管理，生育期に入ってからの手取1～2回，および2,4Dの使用という体系である。この除草剤の使用は乾田直播の場合と同様に広く採用されている。草種は湛水条件であるため，移植水稲の場合に類似しているが，深水による雑草抑草が不可能な場合には乾田直播と同様に，イネ科雑草が発生して，はなはだしい雑草害をもたらす。

直播栽培の雑草防除が最も必要は期間は初期であり，生育後半は深水浮稲化するところが多く浮稲栽培条件になると浮遊性雑草以外は問題化しない。

以上の栽培法ごとに主な除草体系，採用されている防除法の割合を示すと，表6のようである。化学的防除の実際的な採用は，とくに移植水稲ではいまだ少ないが，1965年ごろ以来，農業局雑草研究室を中心とした試験結果により，表7のような使用基準が示されている。

移植水稲でも茎葉処理剤，土壌処理剤，中期処理剤と区別され，ごく一部の先進農家が試用しているといわれる。

除草剤の全面的な使用は，今後の各種条件の変化に支配されるが，その主要な普及阻害要因は，価格が高いこと，入手不可能なこと，養魚水田での毒性の懸念，灌排水条件が不備なため効果が不安定であること，各種草種に対する効果が十分評価されていないことなどである。

表 6　タイにおける水稲栽培法と雑草防除法比率(%)

栽培法	面積	収量	防除法 1)	2)	3)	4)	5)
	千ha	ton/ha	%	%	%	%	%
移植	5,075	2.5	90	0	100	5	0
湛直	363	1.8	15	0	100	80	1
乾直	1,815	1.5	5	0	0	80	1

注：P. Kanchanomai 1975 による。

1) 手取除草 (Hand-pulling)

2) 機械的方法 (Cultivator, Rotovator, Machet-digging hoe)

3) 耕種的方法 (Soil preparation, Water management, Rotation)

4) 化学的方法 (2,4-D)

5) 生物的方法

表 7　タイの水稲作除草剤使用基準　1977

栽培法	除草剤	使用量 a.i. g/rai*	剤型	散布法	時期	備考
移植	2,4D, 又は MCPA	128	E.C.又は W.P.	50~60ℓ/rai 水で散布	移植後 28~30日	散布に先だち排水
	Propanil 及び 2,4D または MCPA	480, 128	E.C., W.P. 又は E.C.	同上	15+30日	散布に先だち排水 Propanil 散布の±10日には殺虫剤は使用しない。
	Nitrofen	320	G, E.C.	全面散布 50~60ℓ/rai 水で散布	5~7日	湛水下で散布
	2,4D エチル又はイソプタピルエステル (IP)	128	G	全面散布	5~7日	同上
	Trifluralin/2,4D IP	240/80	G	同上	同上	同上
	Molinate	480	E.C. G	50~60ℓ/rai 水で散布 全面散布	15日	同上
	Butachlor	320	E.C. G	50~60ℓ/rai 水で散布 全面散布	5~7日	同上
直播 (乾直, 湛直)	Butachlor	80	G	全面散布	20~25日	湛水下散布 発芽前散布
	Nitrofen	160				
	Molinate	480				
	Benthiocarb	240				
	Propanil 及び 2,4D, 又は MCPA	560, 128	E.C.	50~60ℓ/rai 水で散布	15+30日	散布に先だち排水 Propanil 散布±10日は殺虫剤使用しない。
直播	Propanil + 2,4D 又は MCPA	560 + 128	E.C.	同上	雑草 3~4L	雑草発芽後処理 イネ科, カヤツリグサ科, 広葉対象
	Oxadiazon	160	E.C.	同上	イネ種子をコオポレート後散布	発芽前雑草の防除
	2,4D 又は MCPA	128	W.P.又は E.C.	同上	30~60日	カヤツリグサ科, 広葉対象にスポット処理

注＊：　1 rai = 1600m², タイ農業局雑草研究室による。

耕種的(生態的)防除法は代かき整地，水管理などを含むものである。また，生物的防除法とは必ずしも進んだ開発技術を意味するものではない。すなわち，直播栽培地帯ではアヒルの飼料として，初期1～2カ月水田雑草を放食させたり，また一部の雑草，たとえば *Marsilea crenata*, *Ipomoea aquatica* などが一部の人々により食用植物として利用されることなどを意味している。しかし，これらは実際的な防除手段としての効果はきわめて低いと考えてよかろう。

2) 畑 作

タイの畑作は水稲作に比べて作付面積が少なく，必ずしも重視されていなかったが，最近10年くらいの間に国内の需要よりもむしろ，輸出用としての要求が強くなって著しい伸びを示している。とくにケナフ，キャツサバ，とうもろこし，落花生，大豆，緑豆などはその顕著なるものである。したがって，収量の増加に対する要求も強く，品種改良，施肥改善，病虫害の防除などの技術の進歩が望まれており，これらに関連して雑草防除についても関心が高まってきた。いまだ，主なものは人力を主体とした小農具防除法であるが(写真6)，除草剤利用や効果のある省力的な除草法への指向が示されている。以下，作物ごとの雑草防除の現状と問題点，方向を摘出してみよう。

とうもろこし　北部を中心として生産され，5～7月は種の雨期を利用した一年一作の栽培法が多いが，一部では大豆やわたとの輪作が行なわれている。まだ施肥慣行は少なく，発芽後1ヵ月くらいに牛，水牛で中耕を兼ねて除草する。初期雑草を抑制すれば，その後の成長は急速であり，高稈作物で地面を被覆するので雑草害は少ないとされる。生育初期における雑草害の要因としては土壌水分が不足した場合の水分の競奪が大きいといわれる。

除草剤の評価試験も行われ，　有望除草剤が表8のようにリストされている。とうもろこしの

表8　タイの作物と除草剤(1977)

作物	推せん除草剤	有望除草剤
水稲(移植)	2,4D, Nitrofen, Benthiocarb, Butachlor	Oxadiazon
水稲(直播)	2,4D	Oxadiazon, Propanil
さとうきび	Diuron, Asulam, 2,4D	Ametryne, Metribuzin, Trifluralin, Prometryne, Simazine
とうもろこし・ソルガム	Atrazine, Alachlor, Simazine, 2,4D	Metetilachlor, Metribuzin, Linuron
大豆	Alachlor, Linuron, Oxadiazon, Napropamide	Bentazon, Metribuzin, Benthiocarb, Nitralin
キャツサバ	Fluometuron, Diuron, Metribuzin, Methoprotryne	MSMA, Paraquat, EPTC, Metetilachlor, Penoxalin, Linuron
わた	Fluometuron, Diuron, Nitralin, Alachlor	Diphenamid, MSMA, Penoxalin, Bensulide, Metetilachlor, Oxadiazon
落花生・緑豆	Alachlor, Linuron, Napropamide	Bentazon, Metribuzin, Benthiocarb, Nitralin, Oxadiazon
ケナフ	Napropamide, Nitralin	Metetilachlor, Penoxalin, Diphenamid, DCPA, Bensulide
パインアップル	Bromacil, Diuron, Ametryne, Simazine, Atrazine*	Prometryne, Terbacil, Trifluralin, Napropamide
ゴム*	Paraquat, 2,4D, Sodium Chlorate, MSMA, Dalapon	

注：NWSRIによる，*U. Suwanaemaek による

覆土は5㎝であることから，出芽前除草剤の使用が安全で効果的であると推定されるが，この方法はまだ一般には使用されていない。一部エステート栽培では Atrazine, Alachlor, Simazine, 2, 4D, などが使用されはじめているといわれる。

ソルガム　中央平原および北部の一部が主産地で，大体とうもろこしと問題点は類似する。侵入草種も同じである。除草は人力hoe除草が主体であるが，除草剤としてはAtrazine 2～3kg/haが奨励されているが，覆土2～3㎝はとうもろこしよりは浅く，土壌処理剤の使用には薬害についての注意が必要であろう。

一般に，とうもろこし，ソルガム圃での優占雑草はイネ科雑草であり，とくに *Pennisetum* spp., *Brachiaria reptans*などの優占性が高い(表9)。これらは分けつ力，生育とともに旺盛で比較的乾燥条件を好むことから，ソルガムと生育地・生育期がともに一致して優占化しているものと考えられる。その他，広葉では *Amaranthus* spp., *Ipomoea obscure* などがみられる。また特殊な草種として *Striga* sp. が東北部の一部，Ubonrajathanee地区に侵入している。この草種は，根および茎ともに寄生性をもつ害草で，熱帯アジア，アフリカに広く分布し，イネ科作物へ多く寄生するとされる。

大豆　水田では水稲の後作に12～1月は種，4～5月収穫の乾期作，畑地では7～9月は種，11～12月収穫の雨期作として栽培される。中央部および北部チェンマイ周辺が主産地である。雑草問題としては，水田後作では水稲作期間には畑作雑草の侵入がないこと，また，生育期が乾期であることなどから一般に雑草の発生は少ない。耕耘・管理がよい場合にはあまり問題でないが，管理が悪い場合，とくに無耕起で水稲の株側は種などの粗放な栽培では雑草害が大きい。水田作では敷わら被覆も考えられる。これに対して雨期畑作の場合には雑草の発生が著しい。

小規模栽培の場合には，は種後から開花期ごろまでに畜力か小型耕耘機による中耕除草を1～2回畦内と畦間に対して行い，さらに必要に応じて手取りも行う。収量の低い小規模経営の場合には雑草害による収量減の認識が低く，ほどほどの人力で対応するのが現状である。とくに雑草が問題なのはエステート栽培の場合であり，面積が広くて集中的な人力投下が不可能で，初期雑草の除去が難かしくなったところでは，50%以上の減収が見込まれる。

他方大規模経営の場合，除草剤の試行も行われているが，その適正な使用技術，除草剤の選択などに不備な点もあり，必ずしも十分な成果をあげていない。たとえば，本調査で訪れたチェンマイ郊外のThai Farming Corporation(タイエステート農場)は5000エーカのエステートで大豆，とうもろこし，トマトを主作物としている。8月まきの大豆は生育中期にあたり，その畑に侵入したイネ科の雑草 *Eleusine indica*, *Echinochloa colonum*は大豆の草冠を越えており，除草剤として Lorox, Alachlor　などを使用しているが，効果はほとんどなく雑草害はきわめて著しい。この農場では収量阻害要因として，雑草を最大のものの一つとしてあげている。

大豆作における発生雑草は，表9の中に示したようにイネ科雑草が多い。大豆は草丈の低い作物であるため，被害がとくに大きいと推定される。また，水田水稲作では脱粒したイネ種子が雑草化して発生するところもあるといわれる。また広葉ではツユクサ科の *Commelina diffusa* が優占雑草としてあげられる。

表 9　タイにおける畑作物の主要雑草

学　　名	科　　名	和　　名	被侵入作物
Dactyloctenium aegyptium (L.) Beauv.	イネ科	タツノツメガヤ	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Eleusine indica (L.) Gaert.	〃	オヒシバ	1, 2, 3, 5, 7, 8, 9
Echinochloa colonum (L.) Link	〃	コヒメビエ	1, 2, 3, 4, 6, 7, 9
Brachiaria reptans (L.) Gard. et. Habb.	〃	−	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Euphorbia geniculata Orteg.	トウダイグサ科	−	1, 2, 4, 6, 7, 8, 9
Amaranthus spp. (*A. spinosus* or *viridum*)	ヒユ科	−	1, 3, 4, 8, 9
Trianthema portulacastrum L.	−	−	1, 5, 8
Commelina diffusa Burm. f.	ツユクサ科	−	2, 4, 6
Boerhaavia diffusa L.	オシロイバナ科	カノコソウの類	2, 5, 6
Pennisetum polystachyon Schult.	イネ科	−	1, 7
Leptochloa chinensis (L.) Nees	〃	アセガヤ	7, 9
Digitaria adscendens (HBK) Henr.	〃	メヒシバ	1, 4, 7
Eclipta prostrata (L.) L.	キク科	タカサブロウの類	1, 3, 7
Cyperus iria L.	カヤツリグサ科	コゴメカヤツリ	3, 7
Physalis minima L.	ナス科	−	1, 8
Ipomoea spp. (*I. obscura* or *pestrigridis*)	ヒルガオ科	ヒルガオの類	1, 4
Cyperus rotundus L.	カヤツリグサ科	ハマスゲ	9
Chloris barbata SW	イネ科	シバの類	7
Achyranthes aspera L.	ヒユ科	シマイノコヅチ	7
Sida acuta Burm,	ゼニアオイ科	ホソバキンゴヂカ	7
Panicum repens L.	イネ科	ハイキビ	7
Jussiaea linifolia (L.) Vahl	アカバナ科	ミズキンバイの類	7
Tridax procumbens L.	キク科	−	7
Corchorus aestuans L.	シナノキ科	−	1
Heliotropium indicum L.	ムラサキ科	−	1
Portulaca oleracea L.	スベリヒユ科	スベリヒユ	1, 2
Alysicarpus vaginalis (L.) D.C.	マメ科	−	2
Orysa sativa L.	イネ科	イネ（野生化）	2
Cleome viscosa L.	フウチョウサウ科	フウチョウソウの類	4
Melochia corchorifolia L.	アオイ科	ノヂアオイ	4
Gomphrena celossoides Mart.	ヒユ科	センニチソウの類	4
Althernanthea sessilis R. Br.	〃	ツルノゲイトウ	2
Fimbristylis miliacea Vahl	カヤツリグサ科	ヒデリコ	2

注：1) とうもろこし・ソルガム　2) 大豆　3) 落花生　4) キャッサバ　5) ケナフ　6) りよくとう　7) さとうきび　8) わた　9) パインアップル

落花生　北部が主産地であり，作付地帯，作期とも大豆と同じであり，乾期作大豆に代って水稲後作または一部雨期作として栽培される。この場合の雑草問題は，大豆と同様に考えられる。例えば雑草害は大豆と同様に，草丈の低い作物であるためきわめて大きい（写真４）。乾期作では手取除草が主体，雨期作畑作では出芽後10日目ごろから数回の中耕除草を行うが，結実時期は中耕を止める。従ってこの時間までに地上部を十分被覆するような生育促進手段が必要である。侵入草種についても大豆と同様の傾向であり，とくに *Echinochloa colonum*, *Eleusine indica* などのイネ科雑草が最優占種としてあげられる。

キャツサバ　主産地は中央部で，その他東北部，南部などでも栽培される。最近，その作付面積は著しく伸びた。種茎約20cmくらいのものを10cm前後の深さで垂直植または斜植で植付ける。植付後4カ月くらい，草冠が十分形成されるまでの雑草が問題である。通常畦間，畦内を畜力により初期4カ月間に2回程度中耕するのが主要な除草方法である。

最近における急激な作付の増加で，労力の不足のところもあり，省力的な方法として除草剤に期待が持たれており，有望除草剤も評価されているが，実際の使用はまだきわめて少ない。

ケナフ　東北部に集中的に作付されている。綱繊維用の作物であり，将来は紙パイプ用としての需要も増えると推定され，作付面積も急激に増えてきた。雑草害の大きいのは生育初期であり，ある程度生長すると，草丈の高い作物のため競争力は強い。一般には初期に人力によるhoe除草を数回行うことによって抑草しうる。最近はまた，とくに長茎良質のセンイをとるため密植されており，この密植栽培は抑草にも効果的である。除草剤については，他の作物と同様にその効果の認識はいまだ低く，実際上の使用は少ないが，試験場では評価試験が行われており，Nitralinはひとつの有望除草剤となっている。侵入草種は他の畑作物と同様にイネ科の雑草の優占性が高い。とくに *Brachiaria reptans*, *Eleusine indica*, *Dacteloctenium aegyptinium* などの草種があげられる。(写真5)。

りょくとう　中央平原が主産地。雨期の初めおよび終りの栽培，また水田あとに乾期作として栽培される。栽培法は粗放で，まき床も不均一であり種子のまき溝もあまり作られない。とくに耕起しない栽培の場合には雑草害も大きい。農家は雑草害を少なくするために密植栽培を好む場合もある。雑草は作物の種子の発芽と前後して発生し，これに対しては人力hoeで中耕を兼ねた除草を2回ぐらい行うのが慣行的であり，人力除草を行って雑草害を可及的に少なくするような除草慣行はみられない。表8のように除草剤の評価試験により有望除草剤は登録されているが，小規模栽培が多いため，その使用までには至っていない。主要雑草は，表9に示したように広葉では *Euphorbia geniculata*, *Commelina diffusa*, イネ科では *Dactyloctenium aegyptium* が優占化している。

さとうきび　作付面積45万ha，プランテーション作物として栽培され，初期生育における雑草害を少なくすることが望まれる。とくにイネ科の雑草害は大きく，50%以上の減収をきたしているといわれる。畦間雑草に対しては畜力除草，畦内に対しては人力hoe除草で初期に2回くらい行うのが慣行的である。大面積栽培のため，人力の集中的投下が不可能となり，除草剤の依存度もかなり高く，有望除草剤は表8のようである。優占雑草としては *Pennisetum polystachyon*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Elusine indica* などがあげられる。

わた　中部以北の内陸に栽培され，雨期作であり，雨期あけに収穫される。生育期の雑草害は昆虫害とともに，きわめて大きいとされる。除草は人力hoeにより随時に行われる。除草剤は進歩的な一部の農家では使用されているが，まだ少ない。Fluometrin, Nitralin, Alachlorなどが有望除草剤として奨励されている。

最近は，水田あとの乾期作わた栽培が試験的に行われており，この場合には相対的に雑草は少ないが，脱粒したイネ種子の雑草化が問題とされている。

パインアップル　栽培面積は3万ha程度であり，あまり多くない。缶詰め用のパインアップル

生産のために密植栽培が慣行的にとられているため，作条内に入りにくく，hoe 除草や機械除草が行いにくいことが特色である。したがって，とくにプランテーションパインアップルでは除草剤依存度が相対的に高い。最近は，除草剤 Bromacil, Diuron, Ametryne, Simazine のような出芽前処理除草剤が人力除草に代ってきた。[12] 優占雑草はイネ科の *Dactyloctenium aegyptinium*, *Eleusine indica* などとともに *Cyperus rotundus* があげられる。

以上，各論的に各作物についての雑草問題を述べたが，全作物を通じて総括的に化学的防除の現状および主要雑草についてのべてみよう。

タイの畑作物への除草剤の使用は特殊な条件，すなわちエステート栽培，パインアップル，ゴムなどのプランテーション作物を除いて，ほとんど行われていない。すなわち，ゴム，パインアップルなどでは作付面積の80～90%で使われているのに対し，その他の作物では1～2%にすぎない。しかし，最近は徐々に増加し，輸入除草剤の量でみると，1974年 7100万バーツ，75年 5560万バーツと殺虫剤に次いで多い。しかし，実際的な使用が一般化するには多くの問題がある。すなわち価格，労力との対比点，作物への薬害など，解決すべき点が多い。1965年以降の試験場の連絡評価試験の結果，奨励されている除草剤，また有望な除草剤は表8に示した通りである。とくに最近，有望除草剤として Glyphosate が高く評価されている。

畑作の主要雑草については，すでに各作物の項で特記すべき点を若干触れたが，その主要雑草を侵入する作物の数の多少に従って総括的にリストすると，表9の通りである。畑作物を通じてイネ科雑草の侵入度が大であり，その雑草害も大きい。一般に，草丈の低い大豆，落花生，緑豆などへの害がより大きい。

わが国の畑作に比べて草種の特徴はかなり異なっている。たとえば，① *Echinochloa crus-galli*（タイヌビエ）の優占性は比較的低く，わが国へはまだ侵入していない *E. colonum* の優占性がきわめて高い。②わが国では主に畦畔・道路雑草である *Eleusine indica*（オヒシバ）が畑作の主要雑草として広く分布している。③ わが国の畑作ではみられない種類が多く，代表的なものとして *Dactylotenium aegyptinium*, *Brachiaria reptans*, *Euphorbia geniculata* があげられる。このうち *E. geniculata* の分布は広く，最も多くの作物圃に侵入，とくに砂質土壌地帯やキャッサバ，さとうきび圃での優占度が高いといわれる。

3) その他

タイにおける永年生プランテーション作物，ゴム，ココナッツなどは南部，すなわち，半島部が主産地である。本調査では，これらについての実地調査は行われなかったので詳細は省略するが，侵入雑草は *Imperata cylindrica*, *Paspalum conjugatum*, *Axonopus compressus*, *Mikania cordata* などがあげられ，これらの雑草問題はマレイシアの場合と類似性があるものと推定される。

その他の雑草問題としては，環境汚染源としての永年生強雑草の問題があげられる。とくに，*Eichhornia crassipes*（ホテイ草，Water hyacinth）はタイ全土の河川域，運河，池などに広く分布，侵入し，河川では水の流速を阻害する（写真9）。池では貯水量を制限するとともに，養

魚などが行われている場合にはその機能を減殺，阻害する。草丈50～100cmでわが国の暖地のホテイ草に比べると，大型で異なった生態型を示している。環境汚染害草として省力的な防除が緊急事とされるとともに，一部では豚の飼料，タバコ包み紙やマシュルーム培養土などへの利用が試みられている。

また，北タイの非耕地に広く群生する *Mimosa pigra* は草丈1mあまり，急速に増殖し，生長に伴なって木質化して人力や機械による除草が困難であるのみならず，除草剤による除去もなかなか困難といわれ，大きな環境汚染雑草となっている(写真10)。

以上，各作目および非耕地などの雑草防除の現状・問題点を述べたが，P. Kanchanomai による現在，タイにおいて最も緊急なる解決を要する雑草問題をまとめると次のようである。

① 水稲の直播栽培の生育初期におけるイネ科雑草の防除法の確立。たとえば*Ischaemum barbatum*, *Echinochloa colonum*, *Setaria geniculata*, *Oryza* spp. (*wild rice*) などである。

② 畑作において優占化している特殊強害草の防除法の確立。すなわち，畑作物に最も優占度の高い *Pennisetum* spp.，キャッサバやさとうきび圃で砂壌土地帯に侵入の多い *Euphorbia geniculata*, プランテーション作物圃の *Imperata cylindrica*, 苗床，果樹園，芝生内などに広く侵入している *Cyperus rotundus* (ハマスゲ) などの防除。③ 水利用域での *Eichhornia crassipes*, 非農地環境域への *Mimosa pigra* の防除。4)移植水稲での *Marsilea crenata* の防除法の確立，などである。

3　研究機関・体制

タイにおける雑草研究体制はきわめて不十分であり，専門研究者の数もきわめて少ない。しかし，以上に述べた現状と今後の雑草問題の重要性から，これまでは農業局(Department of Agriculture)技術研究部(Technical Division)の一部門である雑草研究室(Weed Science Branch)を母体として，国立雑草研究所(National Weed Science Research Institute, NWSRI)を設立することが発意されている。今後は，この研究所を中心として研究プロジェクトを設定し，全タイの雑草関係の基礎および応用技術的研究を進める計画である。

1977年から1982年に至る5カ年の研究プロジェクトが立てられており，このプロジェクトの背景は，タイ第4次5カ年計画の一部として作物生産力の向上がとり上げられていることであって，そのための技術的改善の一つとして，効果的な雑草防除技術の確立が必要とされた。

このプロジェクトに要求される専門的研究内容は，雑草防除の基礎的知見から防除技術の開発まで，また，対象は水稲はじめ，各種作物から水生域非耕地までカバーするものとなっている。[43)]

NWSRI 研究施設は，バンケン農業局本館の北3～400mに予定されており，希望する将来計画としては，5階建ての研究管理棟(4250m²)，2階建ての実験棟(1827m²)，温網室，研修施設，宿舎など，かなり大きなものである。実験棟は目下建築中であり，すでに1階の骨格は完成していた(写真11)。すでに主要スタッフは，ここに常駐しているようであった。研究メンバーは，主任 Prachern Kanchanomai, Prateep Krasaesindhu 以下15名といわれる。研究所完成のための資金的援助，また研究促進のための研究協力(訓練)など，わが国に強く協力を求めている(表10)。

Table 10 Weed Research Activities in Thailand

Organization	Number of researchers
National Weed Science Res. Institute, D.A.	15
Irrigation Weed Res. Section, D.I.	7
Committee on Weed Res. and Extension, M.A.C.	?
Sub-committee on Coordination of Res. on Aquatic Weeds (National Research Council of Thailand)	6
Kasetsart University	5
Chiengmai University	11?
Khon Kaen University	2
Songkla University	2

注：P. Kanchanomai による。

NWSRI は，その研究機能として基礎的な研究だけでなく，全タイの雑草防除技術のための中心的役割を演ずることを目的とし，タイ全土に分散設置されている稲作試験場（Rice Experiment Station）畑作物試験場（Field Crops Experiment Station）との協力体制が成り立っている。たとえば，今回の調査で訪問したチェンマイの Sampatong 稲作試験場，コンケン地区の Maha-Sarakarm 畑作物試験場，Kalasin 試験場などでは新除草剤の連絡評価試験が行われていた。

NWSRI 以外のタイにおける雑草研究および普及に関連する機関，およびメンバー数をリストすると，概略表10のようである。大学では Kasetsart大学，Khonkaen大学，Songkla 大学などで研究指向がみられるという。とくに Kasetsart 大学農学部では Umporn Suwanamaek を中心とする水稲，畑作物についての研究が行われている。なお，Kasetsart 大学には1973年よりタイ国立生物防除研究センター（National Biological Control Research Center of Thailand, NBCRC）のプロジェクトが設けられており，雑草防除では *Eichhornia crassipes* などの水生雑草の防除研究が Biotrop（インドネシア）との協力で行われている。[24]

その他，研究集会としては1976年にタイ雑草研究会（Weed Science Club of Thailand）が組織化されている。

II マレイシア

1 概況

マレイシアは西マレイシア，ボルネオのサバ，サラワクからなっている。それらの全面積は33万km²であり，そのおのおのは約13万km²，7.6万km²，12.5万km²であるが経済，人口などでマレイシアの主体をなすのは西マレイシアである。従って本調査も西マレイシアを対象として行われた。

西マレイシアは錫とゴムとが産業の中心であり，農業の開発向上には強い志向が示されている。水稲をはじめとするすべての作物の自給率の向上を計り，ゴム偏重から脱して作物生産の多様化を計ることが考えられている。西マレイシアの主要な農作物の種類および作付面積は表11のようであり，一般作物では水稲が80%をしめる。また，永年作物ではゴムが最も多く，そのほかに油ヤシ，ココヤシ，カカオ，コーヒー，茶などがある。ゴムは英国統治時代から引きつがれた技術の進歩がその生産をささえている。油ヤシは最近著しく増加してきて，現在その作付面積は1960年代に比べて5倍，1966年の第1次農業計画に比べて2倍となっている。

西マレイシアの気象条件をみると気温は熱帯性で，年平均気温25～27℃，年間の較差はきわめて小さい。さらに降水量も年間の差が小さく，タイほど乾期と雨期の別が顕著でない。年降水量2,500～3,000ミリで多雨地帯にあるといえる。年間の変化についてあえていえば西海岸では12月から2月ごろまでが少ないが，東海岸では1月から7月ごろまでが少なく，東海岸と西海岸で乾期と雨期の時期がやや異なっている。

以上の農業条件，気象状況を背景とした雑草問題についてふれてみよう。

表11 西マレイシアの主要産物

区別	作物名	面積 千ha	収量 ton/ha	備考
一般作物	いね	575	3.01	off season 増加・全域
	パインアップル**	25	–	南部
	バナナ	16	26.87	
	キャツサバ	12	21.63	減少
	さとうきび	12	58.33	増加
	タバコ	8	1.01	
	落花生	5	3.51	増加
	とうもろこし	4	2.23	
永年生作物*	ゴム	1,702		全域
	油ヤシ	359		著しく増加・中央西部
	ココヤシ	211		海岸地帯
	カカオ	17		中央西部
	コーヒー	9		セランゴール州
	ニッパヤシ	9		
	茶	3		

注：FAO Production Yearbook 29, 1975[18)]
* Statistical Digest, 1971 (文献42より)
** 文献37) より

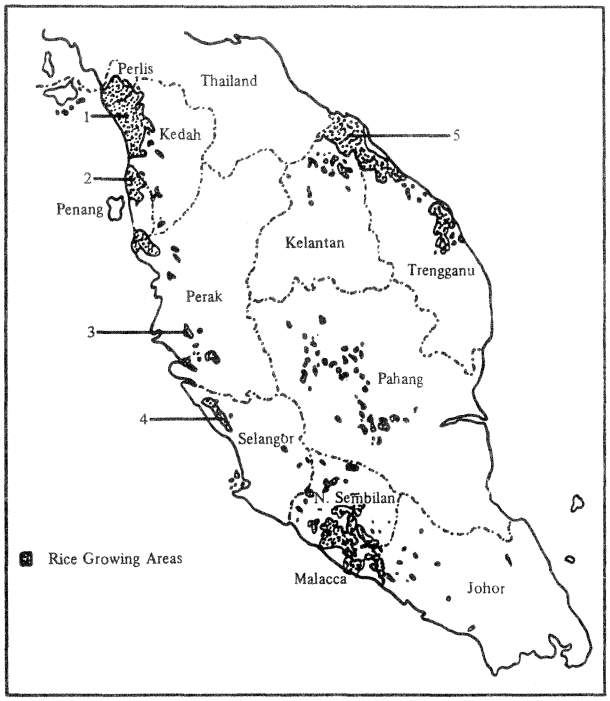
2　防除の現状と問題点

1）水稲作

西マレイシアの水稲の主産地は図１のようにケダ，ケランタン，ペラク州がとくに多い。その総生産量は表12のように第一次，第二次増産計画によって作付面積，収量等が向上してきており，自給率は1976年82％といわれる。水稲の作期は２大別される。7～10月に移植して12月ないし１月に収穫する main season では稲の面積，収量はあまり変化ないが，これに対して２～４月に移植して７月ないし９月に収穫する off season 稲では作付のみではなく ha 当り収量も著しく増加した。すなわち1976年には main season は86万エーカー，off season 53万エーカーで二期作は水田面積の57％に達しており，1964年に比べると８倍となった。このように二期作が進んだ主要な原因は水田かんがい面積の増加であり，とくに Muda 23万エーカー，Kemubu ８万エーカー，その他で7.5万エーカーが可能になったことによるといわれる。

また収量も漸増しており，とくにかんがいの可能な off season 稲の方が高収技術や高収品種の導入がすすんで高い収量性を示している[50]（表13 a，b）。

西マレイシアでは水稲以外に陸稲が作付されているが，表12に示したように1966年以降漸減しており，現在２万エーカーあまり，収量も水稲に比べて著しく低い。従って技術的改良もあまりされていない。[54]



1. MARDI Research Station, Alor Star, Kedah
2. MARDI Research Station, Bumbong Lima, Penang
3. MARDI Research Station, Parit, Perak
4. MARDI Research Station, Tanjong Kerang, Selangor
5. MARDI Research Station, Kubang Keranji, Kelantan

図１　西マレイシアの主要稲作地帯とMARDI の稲作試験場[35]

また，以上の稲の生産性は地域によってかなり異なっている。特に二期作の可能な Kadah 州およびPerlis州の水稲作で最も高収であり，技術もすすんでいる[50]（表13）。

表 12　西マレイシアにおける稲生産の変化

	Main season		Off season		陸稲		合計	
	面積 千acre	収量 gt/acre	面積 千 acre	収量 gt/acre	面積 千acre	収量 gt/acre	面積 千 acre	生産量 千 ton
1966/67	879	389	157	438	51	171	1,087	659
67/68	907	415	225	455	51	189	1,183	780
68/69	946	431	238	481	57	186	1,241	866
69/70	938	427	326	461	54	205	1,318	914
70/71	922	445	393	506	50	202	1,365	989
71/72	893	436	488	495	33	209	1,414	1,001
72/73	913	446	525	510	25	220	1,462	1,105
73/74	917	468	536	525	23	219	1,472	1,163
74/75	920	444	527	511	24	219	1,471	1,097
75/76	861	443	542	549	24	181	1,427	1,118

注：Ministry of Agriculture, 1977（文献54.より）

表 13 a　西マレイシア州ごとの水稲収量 (main season)

州	1965/66	1970/71	1974/75
Kedah	527	540	555
Selangor	536	543	487
Pulau Pinang	432	508	527
Perlis	523	484	535
Melaka	364	405	371
Perak	350	389	437
Kelantan	189	375	289
Negeri Sembilan	437	367	371
Pahang	289	113	302
Johor	414	311	399
Trengganu	178	306	303

注：単位　Gantangs/acre (100kg/acre≒0.63t/ha)
Source – Padi Statistics, Economics and Statistics Section, Min. of Agr., Malaysia（文献50より）

表 13 b　西マレイシア州ごとの水稲収量 (off season)

州	1966	1971	1975
Kedah	492	539	577
Selangor	510	605	559
Pulau Pinang	455	537	478
Perlis	477	576	520
Melaka	396	386	360
Perak	336	422	438
Kelantan	359	445	427
Negeri Sembilan	524	440	403
Pahang	337	317	348
Johor	385	307	436
Trengganu	396	368	246

注：左表参照

従って，このような技術の進歩も著しい北西部では機械化もすすみ，代掻は水牛から Rotary 耕耘に80%変化している。これは二期作の広域普及と共に水牛による耕耘は不可能となり省力的なトラクタや歩行型 Rotary 耕耘機に変ったものである。9月は二期作のための整地耕耘時期であるが，水牛による耕耘は Kedah 州においてはほとんど見られなかった。このような地帯での雑草防除の実態をみると，いまだ主体は人力除草であるが，一部の先進農家ではフエノキシ系除草剤の試行がみられる。表14は Kadah 州における除草法の実態調査例である。[37]

表14　マレイシア・ムダ地域の農家の本田の除草実態 (1974)　(野崎)

作期	地区名	調査パーセル数	除草ほ場数(%)	除草時期(田植後日数)	除草の方法
乾期作	Kubang Pasu	40	82.5	30.5±11.9	手, Keri, Zelan-D, U-46
	Padang Lalang	29	79.3	50.3±18.4	Gramoxone, , Keri
	Bohor Mentalon	39	74.4	35.9±12.2	手, Keri
	Titi Kerbau	31	77.4	44.2±16.6	手
	Titi Haji Idris	23	47.8	20.1±10.0	手, Keri
	Sala Kechil	29	37.9	27.2±16.8	手
雨期作	Kubang Pasu	42	42.9	38.1±16.0	手, Keri
	Padang Lalang	30	23.3	42.3±13.0	手
	Bohor Mentalon	47	51.1	46.5±19.4	手
	Titi Kerbau	28	53.6	39.9±11.9	手
	Titi Haji Idris	23	43.5	38.3± 7.3	手
	Sala Kechil	30	43.3	38.6±11.6	手, U-46, Rumputox

★: 文献38)より

表15　西マレイシアにおける水田水稲作の主要雑草

区別	学名	科名	和名	優占度
広葉雑草	*Sagittaria guyanensis* HBK	オモダカ科		+++
	Monochoria vaginalis Presl.	ミズアオイ科	コナギ	+++
	Limnocharis flava (L.) Buch			++
	Jussiaea repens L.	アカバナ科	ミズキンバイ	+++
	Jussiaea linifolia Vahl	〃		+
	Ipomoea aquatica Forsk.	ヒルガオ科	ヒルガオの一種	+
	Lindernia spp.	ゴマノハグサ科	アゼナの類	+
カヤツリグサ科雑草	*Scirpus grossus* L. f.	カヤツリグサ科		++
	Scirpus juncoides Roxb.	〃	ホタルイの類	+++
	Fimbristylis miliacea (L.) Vahl	〃	ヒデリコ	+++
	Eleocharis retroflexa Urb.	〃		+
	Eleocharis variegata Kth.	〃		++
	Cyperus haspan L.	〃	コアゼガヤツリ	+
	Cyperus digitatus Roxb.	〃		+
	Cyperus iria L.	〃	コゴメカヤツリ	+
イネ科雑草	*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.	イネ科	タイヌビエ	+
	Echinochloa colonum (L.) Link.	〃		++
	Leersia hexandra Swartz.	〃		++
	Paspalum sp.	〃		++
	Ishaemum timorense Kunth	〃		++
	Ischne globosa O.K.	〃		++
	Panicum trigonum Retz.	〃		+
水生雑草	*Salvinia* spp. (*S. auricullata*)	サンショウモ科	サンショウモの類	+
	Marsilea crenata Presl.	デンジソウ科	デンジソウの類	+
	Lemna minor L.	ウキクサ科	コウキクサ	+
	Eichhornia crassipes (Mart.) Solms	ミズアオイ科	ホテイソウ	+

注: + ++ +++ は小中大の区別

慣行的な除草法として，は植に先だって水田内に発生している雑草を Tajak（大ナタ）などで刈払い，冠水して代掻きをし，切株を埋没する。このような前除草処置を数回くりかえし，最終的な代掻整地を行う。田植後は抑草のために深水管理を行なう。従って苗は耐深水性があり，苗代日数45日位の大苗（草丈50cm位）を使用する。また田植後の初期にも深水10～20cmとし，この深水により初期雑草の生育を抑制し得る。以後は雑草の発生に伴って手取り，およびKeri（長柄の除草爪）で最高分けつ期までに数回除草される。すでにのべたように除草剤はフエノキシ系の2,4D amine，または:MCPA に限られる。Ismailによれば労力の不足などから除草剤の使用は作付面積の 25～ 30%が見込まれるといわれる。しかし将来，高収技術として小苗，浅植5 cm以下の技術が普及すると初期雑草の発生が多くなり，除草剤への依存度が高くなるものと考えられている。

Saharan[49] は除草剤の普及を阻む理由として①いまだ労力が安い②除草剤価格が高すぎる，③散布器具が十分でない，④蛋白源として大切な魚に対する毒性懸念，⑤雑草発生前処理に当って適時に薬剤の入手が不可能，などを上げている。

マレイシアでの水田雑草として最も一般的なものをA.A.Ismail，H.A.Saharan[49] および現地調査よりまとめると表15のようである。そのうち北部 ケダ 州では *Sagittaria guyanensis*, *Monochoria vaginalis*（コナギ），*Limnocharis Flava* がとくに普遍的といわれる。

これらはいずれも沈水性の草丈の高い広葉水生雑草であり，深水水管理による効果が比較的少ない雑草と推定される。水生広葉雑草に対して相対的にイネ科雑草は少なく，とくに *Echinochloa crus-galli* の発生が少ないことはタイと同様である。さらに，浅水になり易い off season，あるいは休閑で長く放任された水田では *Scirpus grossus* が浸入し，防除困難といわれる。この雑草は主として塊茎で増殖し，草丈50～100 cmにも達し，人力機械除草で完全除去が難しい。さらに，最近中央部セランゴール州，Tg. Karang地方では *Salvinia* sp., 特に *S.auriculata* や *Marsilea crenata* が多く発生して雑草化し，これは除草剤耐性も強く問題となっている。A.A.Ismail によればこの雑草は水稲の茎数80%，草丈30%，ひいては収量40%の減収をもたらすという。また，硫酸酸性土壌地帯では *Scirpus* spp., *Eleochoris* spp.などのカヤツリグサ科の強雑草が多発生して雑草防除上問題となっているといわれる。[30]

Main season と off season における雑草問題を比較すると，後者では十分な水管理による抑草が不可能になり易く，発生雑草量が多い傾向であるといわれる。

2）永年生プランテーション作物

西マレイシアの永年生プランテーション作物は表11に示したようにゴム，油ヤシ，ココヤシ，カカオ，コーヒー，茶，ニッパヤシなどその種類は多い。その中でも代表的なものはゴムであり，ほかと比較して作付面積も著しく多い。これら永年生作物の雑草防除は土地利用を高度化するとともに雑草を生態的管理法（ weed management ）によって抑圧し雑草害を除くことが基本となっているように推定される。その代表的なものは，これまで RRIM（マレイシアゴム研究所）を中心として研究され，技術が確立されたゴムの雑草管理技術であろう。

以下，作物ごとの問題点を上げてみよう。

ゴム　西マレイシアの全州に亘って作付けされており，作付面積170万haは最近あまり変動はない。しかし，品種の改良，栽培技術の改善，作物保護技術の進歩はその収量を増加されており，とくに全体の35%といわれる大規模栽培においては進んだ技術が採用されている。しかし，残余の65%は70ha以下の小規模栽培であり，進んだ技術的対応は遅れており，雑草防除の不完全から雑草害も大きい。これらでは主として，多労な人力除草，hoeing，slashingで対処されているが労力不足，生産意欲の点から不完全な防除に終っている（写真7）。

さて，ゴムの経済年数30年，うち6年位の間の雑草防除が最も大切であり，この時期に全労力の59～65%が雑草防除に注がれるといわれる。従ってゴムの雑草問題は幼木期と成木園とに大別される。[45] 幼木園約6年における雑草害は次のように分けられる。すなわち，①根系分布は表層にあり，水・養分の競奪による生長抑制，②他感作用（Allelopathy）を持つ雑草，例えば *Mikania corbata*, *Imperata Cylindrica* などが侵入した場合には，葉部の黄化のみでなく，はなはだしい場合には枯死させることもあるといわれる。また，③成木園ではtapping 作業の能率を著しく阻害する，などである。

表16　ゴム園の年次と光の透過率(%)（Yusof, 1977）[69]

年	月	Canopyの年数	透過率(%) 品種 RRIM600	RRIM701
1967	6	3.5	57.0	66.8
1968	6	3.5	36.5	34.2
	8	–	30.1	36.2
	10	–	23.9	24.4
	12	4.0	21.3	25.0
1969	2	–	19.2	49.7*
	4	–	21.4	21.6
	6	4.5	17.4	15.4
	8	–	18.2	14.4
	10	–	17.0	15.7
	12	5.0	22.1	15.1

注；栽植密度 161/acre
　　* 病害 pink, die-back の発生

また，幼木園と成木園とを比べると幼木園での雑草が多く，2～3年で全園を蔽う。従って，雑草害も幼木園の方が深刻である。幼木園と成木園との雑草侵入の差は，表16に示したように，ゴムの成育に伴って光の透過率が低下し，ついには50%になる。従って侵入雑草発生量も50%位になるといわれる。またその侵入草種にも差があり，幼木園では1年生イネ科雑草や耐陰性も低いものが相対的に多い傾向がみられる（表17）。

ゴムの雑草防除法を概説すると，まず，Stripe weeding（条除草法）としてゴムの栽植列の両側，最も根系が分布し，肥料吸収活力の大きい約2～3m巾を機械力，または除草剤などで除草する。さらにこの条の中間の残余の部位は cover legume（マメ科の被覆植物）を栽植してカバー

表17　マレイシアのゴム幼木園の雑草 (Yusof, 1977)[69]

Species	Family	Type	Frequency	Shade tolerance
Digitaria spp.	Gramineae	Grass	***	C
Paspalum orbiculare	〃	〃	**	B
Paspalum conjugatum	〃	〃	***	B
Ottochloa nodosa	〃	〃	**	A
Eragrostis spp.	〃	〃	**	C
Sporobolus diander	〃	〃	**	C
Cynodon dactylon	〃	〃	**	C
Echinochloa colonum	〃	〃	**	C
Elusine indica	〃	〃	**	B
Centotheca lappacea	〃	〃	**	A
Ischaemum spp.	〃	〃	**	C
Brachiaria milliiformis	〃	〃	**	B
Panicum sarmentosum	〃	〃	**	A
Imperata cylindrica	〃	〃	**	C
Cyperus spp.	Cyperaceae	Sedge	***	A
Scleria spp.	〃	〃	**	A
Mikania cordata	Compositae	Creeper	***	B
Eupatorium odoratum	〃	Shrub	**	B
Ageratum conyzoides	〃	〃	***	C
Erechthites valerianifolia	〃	Sub-shrub	**	C
Erigeron sumtrense	〃	〃	**	C
Borreria latifolia	Rubiaceae	Prostrate	***	B
Croton hirtus	Euphorbiaceae	Herb	**	C
Euphorbia hirta	〃	〃	**	B
Scoparia dulcis	Scrophulariaceae	〃	**	B
Mimosa pudica	Leguminosae	Prostrate herb	**	B
Hyptis brevipes	Labiateae	Sub-shrub	**	B
Cleome rutidosperma	Capparidaceae	Prostrate herb	***	C
Lantana camara	Verbenaceae	Shrub	**	B
Stachytarpheta jamaicensis	〃	〃	**	C
Passiflora foetida	Passifloraceae	〃	**	B
Melastoma malabathricum	Melastomaceae	〃	**	A
Clidemia hirta	〃	〃	**	A
Urena lobata	Malvaceae	Sub-shrub	**	B
Nephrolepis bisserata	Dennstaediaceae	Fern	***	A

*** High　　A Good
** Intermediate　　B Intermediate
C Poor

し，雑草の発生を抑えるとともに土壌の流亡防止およびマメ科によるN肥料の補給源としての効果をねらう。

このcover legume は，は種後なるべく早く成育して土壌表面を蔽うような生態を持つ植物が必要であり，またそのための管理が大切である。このために除草剤の使用も行われる。[46]

Cover legume として代表的な草種には次の6種があげられる。

1. *Pueraria phaseoloides*

2. *Centrosema pubescens*

3. *Calopogonium mucunoides*

4. *Desmodium ovalifobium*

5. *Moghania macrophylla*

6. *Colopogonium caeruleum*

また，Cover legume が育ちにくい斜面や土壌条件のところでは特殊な雑草草種，すなわち desirable weeds (Soft weeds, light weeds ともいわれる) を優占化させてカバーする。これらの雑草は草本性，浅根のものが主であり，一年に2～3回 slashing (刈込み) を行って過生長させないこと，ゴムへの病害を持込まないような草種であること，また，落葉植物が好ましいとされている。Yusof (1977)[69] は最も好ましいこの種雑草として表18のものを上げている。これら desirable weeds によるカバーも順次にマメ科の植生に変化させていくことが必要であるといわれている。

表 18 マレイシアのゴム園の有用植物 (desired plants) (Yusof, 1977)[69]

Species	Families	Types	
Borreria latifolia	Rubiaceae	herb	*
Hedyotis capitallata	〃	creeper	*
Cassia alata	Leguminosae	shrub	**
Leucaena glauca	〃	〃	**
Moghania macrophylla	〃	〃	**
Derris elliptica	〃	creeper	**
Dissochaeta gracilis	Melastomaceae	〃	*
Anplectrum glucum	〃	〃	*
Allomorphia alata	〃	shrub	*
Ficus alba	Moraceae	〃	*
Ficus fistulosa	〃	〃	*
Fagrea racemosa	Loganiaceae	〃	*
Clerodendron villosum	Verbanaceae	〃	*
Dillenia suffruticosa	Dilleniaceae	〃	*
Ottochloa nodosa	Gramineae	grass	**
Paspalum conjugatum	〃	〃	**
Brachiaria mutica	〃	〃	**
Cyrtococcum spp.	〃	〃	**
Nephrolepis bisserata	Dennstaedtiaceae	fern	**

* less desirable

** more desirable

また，ゴムの幼木園の場合，雑草の管理と土地利用とを兼ねて，条間に換金作物，すなわち，とうもろこし，陸稲，大豆，落花生，カスタービーン，キャッサバ，さつまいもなどを3～4か月植えることがエステートではかなり行われている。

以上のように被覆植物による生態的抑草法とともに stripe weeding のためには hoe や slashing などの機械的除草法がとられる。機械除草は多労であって，とくに大経営の場合には省力化

表 19 －a　マレイシアのゴム園の出芽後処理除草剤(post-emergence)とその成分 (Taib, 1977)[66]

No.	Trade name	Common name of active ingredient	Amount of A.I.
1	Agroxone 4	MCPA	4 lb ai/Imp. gall. (0.3992 kg/ℓ)
2	Ansar 529	MSMA	4 lb ai/Imp. gall. (0.3992 kg/ℓ)
3	'Asulox' 40	Asulam	40% W/V (0.4 kg/ℓ)
4	Dowpon	Dalapon	75%
5	Downpon's	Dalapon	75%
6	DMA - 6	2,4-D DMA	7.2 lb ai/Imp. gall. (0.7186 kg/ℓ)
7	Esteron	2,4,5-T	4.8 lb ai/Imp. gall. (0.4790 kg/ℓ)
8	Esteron	2,4-D	2.4 lb ai/Imp. gall. (0.2395 kg/ℓ)
		+	
	Brushkiller os	2,4,5-T	2.4 lb ai/Imp. gall. (0.2395 kg/ℓ)
9	Fernesta	2,4-D DMA	6 lb ai/Imp. gall. (0.5988 kg/ℓ)
10	Floroxone	2,4-D	3 lb ai/Imp. gall. (0.2994 kg/ℓ)
		+	
		2,4,5-T	3 lb ai/Imp. gall. (0.2994 kg/ℓ)
11	Gramoxone	Paraquat	2 lb ai/Imp. gall. (0.1996 kg/ℓ)
12	Kuron	2,4,5-T	4.8 lb ai/Imp. gall. (0.4790 kg/ℓ)
13	Paracol	Paraquat	2 lb ai/Imp. gall. (0.1996 kg/ℓ)
		+	
		Diuron	2 lb ai/Imp. gall. (0.1996 kg/ℓ)
14	Roundup	Glyphosate	3.6 lb ai/Imp. gall. (0.3593 kg/ℓ)
15	Shell Amine 80	2,4-D amine	7.2 lb ai/Imp. gall. (0.7186 kg/ℓ)
16	Sprayon	Picloram + 2,4-D	2.4% (W/W) + 38.8% (W/W)
17	Sodium chlorate	Sodium chlorate	90% ai Na salt
18	Tordon 101 mixture	Picloram + 2,4-D	5.7% + 21.2%
19	Tree killer	2,4,5-T	1 part 2,4,5-T + 19 part diesel
20	Trifoen	2,4,5-T	5 lb ai/Imp. gall. (0.4990 kg/ℓ)
21	2,4,5-T concentrate	2,4,5-T	10 lb ai/Imp. gall. (0.9980 kg/ℓ)
22	Tordon - 303	Picloram as dimethylamine salt	2.4% W/W
		+	
		2,4-D as dimethylamine salt	38.8% W/W

表 19 －b　マレイシアのゴム園の出芽前処理除草剤 (Pre-emergence) (Taib, 1977)[66]

No.	Trade name	Common name of active ingredient	Amount of A.I.
1	Aatrex	Atrazine	80%
2	Goal (RH-2915)	Oxyfluorfren	2.4 lb ai/Imp. gall. (0.2395 kg/ℓ)
3	Karmex	Diuron	80%
4	Lorox	Linuron	50%
5	Lasso	Alachlor	4.8 lb ai/Imp. gall. (0.4790 kg/ℓ)
6	Several	Dinoseb	3 lb ai/Imp. gall. (0.2994 kg/ℓ)
7	Treflan	Trifluralin	4 lb ai/Imp. gall. (0.3992 kg/ℓ)
8	Amex 820	Butralin	4 lb ai/Imp. gall. (0.3992 kg/ℓ)

が必要であり，多年生強害草を効果的に除くためには広く除草剤による化学的防除法が採用されている。奨励されている除草剤の種類は表19のようである。[66]

出芽前処理剤（pre-emergence）では Simazine, Atrazine, Linuron, Monolinuron, Alach-

lor, Diuron などが主要なものである。出芽後処理剤(Post-emergence)では Paraquat, Dalapon, Glyphosate, Amitrol-T などが主要なものである。とくに殺草スペクトルの拡大には Paraquat/diuron, Paraquat /diuron /MSMA, Sodium chlorate, /2,4D, MSMA/2,4D/Sodium chlorate, MSMA/2,4D/dalapon などの混剤が効果的とされる。一般には post-emergence の使用が広域的であり，pre-emergence はゴムの苗床, Cover legume や換金作物を植えた圃場の除草に用いられる。とくにマメ科種子をまいた畦間の除草用に Neburon, Alachlor が用いられ，これらは発芽後のマメ科植物への害は少ないといわれる。

以上のようにゴムの雑草防除手段として生態的防除，機械的防除，化学的防除が行われているが，そのほかに生物的防除の断面がみられる。すなわち羊や山羊などの多食性を利用した除草であり，ha 当り3頭で完全な雑草除去が可能といわれる。この場合は無選択的な除草であり，平担なところで行れる。その他，強害草 *Imperata cylindrica*, *Melastoma* sp., *Mikania* sp. などについては昆虫を利用した生物防除への研究が行われている。

すでにのべたように大規模エステート経営においては，進んだ技術が積極的に取入れられ，合理的な雑草防除手段がとられているが，現在マレイシアのゴム園で雑草問題が著しいのは小規模経営においてである。小規模経営では労力・資金も不足し，防除法の主体は人力であり，雑草の発生，その被害も大きい。条件によっては実生ゴムも雑木化している圃場もみられた。

油ヤシ　油ヤシの作付面積は最近10年間で5倍以上に増加し，マレイシアで40万ha，そのうち西マレイシア35万ha，世界の生産の42%といわれる。開拓地への新植，ゴムなどからの転換が行われるといわれる。西マレイシアの主産地は東海岸中部から南部にかけてである。

進んだ雑草防除技術ではゴムの場合の概念がおおよそ適用される。大規模経営65%に対して小規模経営は35%であり,[42] 進んだ技術の採用は大規模経営においてである。すなわち人力による機械的除草とともに除草剤の利用も行われており，特に幼木に比べて成木では除草剤耐性が強いといわれることから除草剤に依存するところが大きい。油ヤシではゴムの場合の stripe weeding に類する circle weeding（円形除草）として，根系の分布養分吸収域を円形に除草し，中間は legume cover により雑草を抑制するとともにエロージョン防止，マメ科被覆作物のN固定の利用などがはかられており，ゴムと同様な概念に基づいている。従ってゴムに次いで除草剤の使用も多い。

ココヤシ　31万ha，西マレイシアではジョホール，セランゴール，ペラ州など主として沿岸部にその作付がみられる。

しかし，小規模経営が多く全体の90%に達し，除草法としては人力除草が主体である。

パインアップル　西マレイシアではジョホール，セランゴールなど南部が主産地である。その面積は3万ha足らずで必ずしも多くない。植付初期半年くらいの雑草防除が問題にされ，一般にTajak (hoe の一種) による人力除草が2ないし4か月間隔で行われる。成植物になると地上部による土壌被覆が十分となり，雑草の発生は少ない。人力による除草とともに除草剤の利用も行われ，雑草の出芽前処理として Atrazine, Ametryne などが使用される。出芽後処理剤としては MSMA, Paraquat, Sodium chlorate, 2,4D, MCPA などが効果的であるが，パインアップ

ルに薬害のあることが問題とされている。[26, 28]

また，パインアップルの新植のためには残株を処理することが必要であり，茎基部より切断して乾固させ焼却法がとられてきたが，効果や多労な点が問題とされてきた。この残株処理に除草剤の使用技術が開発されている。S. A. Lee[27] の実験によれば除草剤 Paraquat が最も効果的であり，0.84kg/haを散布し，5週間後に焼却する。また，ケロシンや diesel oil などでは9週間後に焼却する。これらの方法は経済的であるとともに日数を3週間促進することができるとされる（表20）。

表 20　パインアップルの Ratoon 除去に対する慣行法と化学的方法との経費の比較 (S.A. Lee, 1973)[27]

Method of Ratoon Clearing	No. of Man-days*	Labour Cost at M$4.00/Man-day
Traditional method:		
Plants cut at the base	26.7	106.80
Heaping and burning	12.5	50.00
Total cost		156.80
Chemical method:		
Spraying	5.4	21.60
Burning	2.5	10.00
Paraquat at 0.7 kg/ha		37.60**
Total cost		69.20

* One man-day equals one man working 8 hours a day.
** Cost of herbicide.

その他　タイと同様に水利用を阻害する水生雑草，とくに *Eichhornia crassipes*（ホテイ草）はマレイシア，特に北マレイシア，ケダ州の灌漑地帯で問題となっている。人力が主体の防除法がとられているが，労力的に不十分なことから，化学的防除の可能性も検討されつつあるが，2,4D/Paraquat の混剤が効果的という報告もある（Seth，1973[53]）。

以上のべたプランテーション作物の主要雑草を一括して表示すると表21のようである。これらのうち広域雑草，強害草について若干解説する。

Imperata cylindrica（チガヤ，Langlang,英名 Cogon grass）（写真7）：ゴムをはじめほとんどのプランテーション作物の害草であり，旺盛な生長による被害とともに有害物質により障害を与える。

1940～1949の間にとくに著しく広がった（Hartley，1949）といわれ，防除がきわめて困難であり，マレイシアでは非耕地も含めて200万haに侵入している（Holm，1977[21]）。1976年にはその防除に1.500～2,000万ドルを消費したという。増殖は種子と根茎によって行われ，粘土，ピート土壌でよく生育するし，不良土壌や乾燥条件にもよく堪える。錫鉱跡地など裸地への侵入増殖は顕著である。1個体から6.5か月後に180倍になる。

表 21　西マレイシアにおけるプランテーション作物の主要雑草

学　　名	科　　名	和　　名	作　物　名
Imperata cylindrica (L.) Beauv.	イ　ネ　科	チガヤの一種	R, Ca, O, Co, T, Cf, P
Paspalum conjugatum Berg.	〃		R, O, Cf,
Mikania cordata (Burm. f.) B.L. Robinson	キ　ク　科		R, O,
Mikania micrantha HBK	〃		R, O, P
Melastoma malabathricum L.	ノボタン科		R
Borreria latifolia Schum.	アカネ科		R, O
Axonopus compressus (SW.) Beauv.	イ　ネ　科		R
Eupatrium odoratum L.	キ　ク　科		R, O
Ottochloa nodosa (Kunth) Dandy.	イ　ネ　科		R, O
Mimosa pudica L.	マ　メ　科	ネムリグサ	R
Eleusine indica (L.) Gaertn.	イ　ネ　科	オヒシバ	R, O
Asystasia sp.	キツネノゴマ科		O
Cordia cylindristachya Roem & Schult.	ムラサキ科		Co
Digitaria spp. *(D. longifolia)*	イ　ネ　科	メヒシバの一種	Cf
Ischaemum muticum L.	〃		Cf.
Clidemia hirta Don.	ノボタン科		R, O
Crytococcum oxyphyllum (Steud.) Staf.	イ　ネ　科		R
Imperata confesta	〃		P
Pteridium esculentum	ウラボシ科		P
Stenochlaena palustris (Burm.) Bedd.	〃		P
Blechnum indicum	〃		P
Commelina nudiflora (L.) Brenan	ツユクサ科		P

注；R ゴム，O 油ヤシ，Ca カカオ，T 茶，Cf コーヒー，Co ココナツ，P パインアップル

この雑草の利用性が検討されており，幼植物は家畜の飼料として用いられる。また，葉のセンイは製紙材料としても利用される。なお，*I.cylindrica* と同属の *I.conferta* が最近泥炭地地帯に侵入して，その生態的特徴から *I.cylindrica* 以上に防除困難であると推定されている。[30]

Paspalum conjugatum：ゴム，油ヤシ，コーヒー園の主要雑草である。種子およびほふく茎によって繁殖する。幼植物は家畜の飼料となるが，家畜の放牧によって分布が拡大するともいわれる。また，種子は家畜のノドを刺して窒息させることもある。Dalapon に対して耐性があるといわれる。[21]

Mikania spp.(milea minute)：ゴム，油ヤシ，パインアップルなどの圃場でその英名のごとく急速に生長する。cordata と micrantha の2種が分布するが，マレイシアでは前者の方が広く分布している。種子および茎葉の切断片からも発根して増殖する。また，有害物質を出して被害を与えるといわれる。[21]

その他，*Eupatrium odoratum*, *Ottochloa nodosa*, *Crytococcum oxyphyllum* などは耐陰性があり，ゴム，油ヤシの成木園に侵入して害草となっている。

Axonopus compressus はゴム園の雑草であるとともに刈込むことによって芝生用として用いられる。多年生，ほふく茎で急速に生長する。しかも，湿潤土壌から乾燥土壌まで土壌適性が大である。

Mimosa pudica：草丈は30～50cmであまり高くない。茎部にトゲがあることが人畜傷害のみで

なく作業能率を下げる。

3) 除草剤の使用動向

マレイシアにおける除草剤による化学的防除は東南アジアでは最も普及しているといわれる。1969年の農業年報によれば農用資材では化学肥料に次いで除草剤の輸入が多い。また，Soerjani (1977)[62] の紹介によると1975年マレイシアでは農薬のうち74%が除草剤であり，最も多い（図3参照)。

作物の種類ごとの除草剤の使用概況はすでに触れたが，ゴム，油ヤシではその使用は最も一般的である。次いで，カカオ，パインアップルであり，また，一部水稲（2,4D，MCPA)，キャッサバ（Alachlor)，さとうきび（2,4D，Alachlor）などでも先進農家では試行しているといわれる。

除草剤の種類ごとの消費金額としては1970年西マレイシアにおいて全額6,000万マレイドル，うちParaquat 2,000万マレイドル，Dalapon 1,800万マレイドル，Glyphosate 800万マレイドル，その他1,200万マレイドル（2, 4D, 2, 4, 5T, MSMA, Sodium chlorate, Sodium arsenite, Diuron）である。このうち，Glyphosateは強害草 *Imperata cylindrica* などイネ科雑草への効果が顕著であり，有望視されている。また，パインアップルrotoonへのvelpar，油ヤシのKienite，また，カヤツリグサ科にK-223が効果的であるなど新除草剤の有望性が評価されている。

また，除草剤使用上の問題の一つとして毒性の強いSodium arsenite のような薬剤は中止する方向が出されている。さらに，混合処理が効果的なことからその使用や化学的防除と他の防除法との総合的防除法の推進などが今後の方向として提起されている。[30]

まとめ 以上西マレイシアにおける雑草防除の現状，問題点をのべてきたが，現在早急に解決が希望される防除上の問題をS.A.Lee, A.A.Kadir, A.A.Ismail らの見解からとりまとめてみる。①多年生雑草の生物学的な基礎研究の深化，とくに *I.cylindrica* と *I.conferta* の生態など。②雑草の経済性，すなわち雑草害の確認。③水生雑草，*Eichhornia crassipes* や*Salvinia* spp. などの防除法の確立。④他感作用の解明。⑤多年生雑草，とくに *Melastoma* sp., *Mikania* spp. などの生物的防除の研究深化と技術開発。⑥除草剤の生産物への残留性の確認，⑦新除草剤としては選択性が大きく，残効が長く，しかも安価なものの開発，などが上げられる。

3 研究機関・体制

マレイシアにおけるゴムの雑草研究はクアラルンプール市のマレイシアゴム研究所（RRIM）で行われ，すでに英国統治時代からの伝統を受けついだ長い研究歴をもち，進んだ技術開発が行われている。ここは，MRFB（マレイシアゴム基金委員会）により運営され，研究スタッフ約1,000人，KL市内の本部研究所とKL東北郊外Sungei Buloh に試験場があり，実験林3,400エーカーをもつ。雑草研究はCrop Protection & Microbiology 部（主任 A.A.Kadir）で行われており，そのプロジェクトにはゴム林内の雑草フロラの調査，雑草の生態，防除，除草剤

の評価試験，雑草のアレロパシイ(他感作用)など基礎的問題から応用技術的研究が含まれる。特に，本調査において確認したこととして *Imperata cylindrica* の有害物質についての実験では抽出物が他雑草に対してきわめて顕著な影響をおよぼすことの実証，また，除草剤としては Glyphosate の効果の顕著な結果が示されていた。

ゴム以外の作物についてはマレイシア農業研究開発研究所（MARDI, The Malaysian Agricultural Research and Development Institute）が本部および支場を含めて研究推進している。MARDI は1969年に発足し，その本部は1977年セランゴールに新しく設けられた。

MARDI は6研究部，すなわち Crop Production, Animal Production, Fundamental Research, Basic Research, Agricultural Product Utilization, Development Research に分かれ，本部での雑草研究（Weed Science）および Fundamental Research 部の中の Plant Protection（植物保護）に含まれているようである。実験室は予定されているがスタッフ，施設などはまだであり，また，研究計画もたてられてない。水稲についてはマレイシア北部の MARDI Bumbong Lima が責任場所とされ，ペナン対岸Kepara Batas, Bumbong Lima に位置し水稲専門の研究支所として設立された。研究者（Research Officer）17名，研究補助者数は81名，全員203名でピラミッド型の構成である。そのなかでの雑草研究は作物保護部のなかで行われている。1974年研究室が設立され，研究を開始している。現在主任 A.A.Ismail 以下4名である。[33]

他の専門に比べてはその比重はまだ低いが，専門的単位として出発している。その背景としては従来，イネについての雑草研究はきわめて少なかったが，除草労力の不足，雑草による収量減の認識，他のペストの中間寄主としての雑草の有害性などの認識から雑草研究の必要性が認められてきたと考えられる。この研究プロジェクトは水稲作について全マレイシアを対象とし，雑草生物学，生態学，実際的な防除法，雑草害など雑草研究の全体をカバーすることになっている。[34] プロジェクトの出発は1974年であるが実際の試験は1975年より行われている。1975／76年の成果の若干を紹介しよう。[49]

表 22　移植水稲作の除草剤評価試験例 (MARDI, Bumbong Lima, 1976)

Treatment	Rate kg/ha ai	DAT*	Weed weight in gm.
1. Control	–	–	16.40
2. Handweeding 1x		28	5.71
3. Rumputox 2x	1.5	5 & 25	2.97
4. 2,4-D sod. salt	0.5	25	10.81
5. Saturn 10G	4.0	5	11.88
6. Saturn + 24DIPE	4.0	5	2.45
7. C 19490/24D 2.5G	2.0	5	0.35
8. C 19490/24D 5G	1.0	5	10.50
9. Stomp 5G	1.0	5	30.60
10. Bas 07H	1.0	25	6.14

* DAT = Days after Transplanting

Average total weed weight collected at 45 days after transplanting

移植水稲の除草剤については24除草剤について試験し，Avirosan は5日および12日目処理で効果的である。2,4D IBE (Rumputox) は早く処理する時は広葉のみでなく，イネ科，カヤツリグサ科にも効果がある。水稲において 2,4D IBE は2,4D アミンよりも効果的である。その他，Benthiocarb, Banvel, C-19490/2, 4Dなども有望であった。表22には試験結果の一例を示した。

雑草の生態に関する研究では，イネと雑草の競争について試験し，栽植密度とNの4水準について試験し，Low-N の方が競争が大とした。また；除草剤利用を前提としたイネの minimum tillage の試験は1975年より開始し，水稲では無耕耘または最少耕耘によって，十分実際化しうることを示した。その場合は有効除草剤の発見，土地の均平化，水管理，鳥害およびねずみ害の除去などの適切な処置が必要である。また，新除草剤については Glyphosate /2, 4D アミンがよいことを示した。

なお，今後の方向としてのプログラムとしてH.A.Saharan[49] は次の5つを上げている。

1) Weed identification and herbarium set up: 水生雑草，陸生雑草のすべてについて採集，同定して保存し，研究上の基礎的知見とする。

2) Weed biology, physiology and ecology: 耕地および自然条件下におけるイネ作雑草の性質，行動を明らかにする。

3) Herbicidal screening and evaluation: イネ作除草剤の選択性，実際的な効果を明らかにする。とくに散布量，雑草へのスペクトラム，施用法および器具，剤型および混合剤の評価，薬害，除草剤の経済性などが強調される。

4) Weed survey: 雑草草種の分布様相，増殖法および関連する問題点。

5) Weed economic: イネへの雑草害の評価，各種防除法および防除の経済性。

MARDI Jalan Kebun はクアラルンプールから西部25マイルに位置する。西マレイシアに200万エーカー分布するとされるピート土壌における園芸作物の生産向上を研究目的としており，パインアップル，ソサイ，果樹についての研究を行っている。作物保護部の Lee Soo Ann を中心としてパインアップルの雑草防除，除草剤の評価，強害草，とくに *Imperata cylindrica*の生態研究などを行っている。また，ratoon の省力的な除去も研究課題となっている。[34] その他FRI では林野，林業の雑草研究が行われている。以上雑草研究機関を表示すると表23のようで

表 23 西マレイシアの雑草研究機関とメンバー

機　関	メンバー数
農業局 (Department of Agriculture)	3
研究所	11
MARDI Bumbong Lima	4
MARDI Jalan Kebun	1
RRIM	3
その他	3
大 学 (University)	9

注: S.A. Lee による

表24　マレイシアの作目ごとの雑草研究報告（1921～76）

順　位		報告数
1	ゴ　ム	28
2	油ヤシ	17
3	パインアップル	10
4	イ　ネ	6
5	ココナツ	5
6	落花生	4
7	カカオ	4
8	とうもろこし	3
9	コーヒー，ジンジャー，ソルガム	各々2
10	タバコ，キャツサバ，大豆，バナナ，とろろあおい，ココヤム	各々1

注：S.A. Lee 1977[30]まとめより

ある。

Department of Agriculture は登録・普及など実際的用務に関係するものと考えられる。他方，除草剤の関発研究は公的機関に先行して民間会社で盛んに行われている。

また，作目ごとに雑草研究の重要度を示す一指標としてS.A.Lee[30]（1977）は表24のように，1921～76年間の報告数を示している。ゴム，油ヤシ，パインアップルなど技術の進歩の著しいものほど研究報告数も多い。

雑草関係の研究集会はマレイシア植物保護学会（Malaysian Plant Protection Society）の中に植物病理，昆虫学などとともに一分科として雑草学（weed science）が設けられており，そこで研究成果の発表が行われ，作物保護の一部門となっている。

海外との協力は，かって英領であったということもあり英国WRO（雑草研究機構）をはじめ英国の大学，また，米国のIPPC（国際植物保護センター），その他インドネシアのBiotrop，台湾のAVRDCなどとの協力が盛んに行われている。

III　インドネシア

1　概　況

インドネシアは赤道直下にあり，１万余島からなる大国，総面積１億9040万ha，うち農耕地1560万ha，したがって農耕地率は8.6％でかなり低く，まだ未開発地を広大に残しているといえる。しかも，人口１億２千万をかかえ，作物の単位生産収量は必ずしも高くなく（表25），国内食糧の自給のため，また農業を通しての経済発展のために，各種作目の増産のための収量の増加は，国の強い方針として打ち出されている。すなわち，第１次５カ年開発計画（Pelita I, 1969／70―1773／74）および第２次５カ年開発計画（Pelita II, 1973／74―1978／79）が遂行されており，農業については①食糧の自給，②農家経済の改善，③農産物の輸出の促進，④自然資源の維持および環境の保持，⑤雇用の促進などが目標であり，これまでかなりの成果をあげてきたといわれる。[8)]

表25　インドネシアの主要作物の作付面積・収量

区　別	作　物　名	面　積 千ha	収　量 ton/ha
一般作物*	いね	8,599	2.69
	とうもろこし	2,841	1.23
	キャツサバ	1,500	8.61
	大豆	760	0.74
	落花生	415	1.30
	かんしょ	385	7.79
	タバコ	209	0.52
	さとうきび	180	79.46
永年生作物**	ゴム	1,969	0.40
	ココナツ	1,600	0.66
	コーヒー	328	0.43
	油ヤシ	132	1.62
	核ヤシ	132	0.40
	カポック	115	0.24
	茶	95	0.85

注：*　FAO Prod. Yearbook 29, 1975[18)]
　　**　Statistical Pocket Book of Indonesia, 1970−71
　　永年生作物にはその他工芸作物20万ha（文献42より）

さて，インドネシアにおける主要な作物は，表25の通りであり，食用作物としては稲，とうもろこしが面積，生産量とも最も主要なものとしてあげられる。

また，オランダ統治時代からの影響として比較的地力の高いところには，ゴムをはじめとする永年生プランテーション作物の生産がさかんであり，その種類も多い。

これらの生産技術を考える場合には各地域，各島嶼による各種条件の差，とくに社会形態の差

を考慮しなくてはならない。たとえば人口の疎密では，ジャワ・マドラでは約600人/km²であるのに対して，西イリアンでは 2人/km²とのことであり，著しい差異がみられる。[42] したがって，作物の生産方法や技術の進歩の程度などにも著しく異なった様相うかがわれる。雑草防除技術やその問題点についても，このような差がみられるものと推定される。本調査はすでに述べたように，ボゴール市を中心とした主要研究所およびその近隣について行ったものであり，インドネシア全体の実態を把握するには，必ずしも十分とは言い得ない点があるが，訪問研究所との討議また文献・資料などを通してインドネシアにおける雑草防除問題を総括してみた。

2　防除の現状と問題点

1)　水稲作

稲作面積は約800万ha，うち85%が移植栽培，15%が直播で主として陸稲栽培である。単位面積当り収量は現在，移植が3.3ton/haに対して，直播・陸稲は1.5ton/haであり，後者の収量向上に対してより多くの阻害要因がある。移植水稲については Pelita I，II計画による Bimas 計画，すなわち高収技術をパッケージした指導政策が効果をもたらし，ha当り収量は1968年の2.8ton から1975年には3.4tonに増加したといわれる。この Bimas 計画による栽培面積は1975年42.7%，また，高収品種の作付も34.2%に達したという。さらに，二期作も灌漑施設の増加によって 180 万haに達していると推定される。[8]

主体となる移植水稲作の在来農法は，降雨を待っての雨期栽培が主体で，11～1月に田植して3～5月に収穫する。二期作可能なところでは，その後3～4月に田植，9～10月収穫の栽培がなされる。しかし，降雨や灌漑施設の有無によって作期はかなり複雑，流動的である。本調査を行なった10月初旬における西ジャワにおいては，北部海岸地帯は雨期を待っての田植前であるが，一部灌漑水田では植付が済まされている。また，中央部では標高の差や降雨の状況に従って，生育初期から生育中期のものなど種々な生育期のものがみられる。

一般慣行的な移植栽培における雑草防除法としては，まず，牛または水牛による代掻，整地を十分行うことにより既発生雑草を除去し，さらに田植後は深水10cmとすることによって雑草の後次発生を抑える。そのために苗は大苗である。田植後に発生してくる雑草に対しては，田植後20日目から50日目ごろまでに2～3回人力除草，すなわち，主として手または足による攪拌・埋没除草（soil paddling）が行われる。一部では rotary weeder も使用されているところもあるがきわめて少ない。労力が十分ある場合には，このような慣行法によって一般の水田雑草はかなり十分抑えられるようである。しかし，このような深水管理によって十分防除できないものとして，水生浮遊性雑草がある。現地調査でもみられた *Salvinia* spp. *Pistia* sp. などであり，とくに *Salvinia molesta*（＝*Salvinia aucurilata*）は防除上問題となっている。さらに，抽水生多年生水生雑草である *Marsilea crenata*（写真1）の侵入水田では人力機械除草では防除がなかなか困難であり，大きな問題となっている。

以上の慣行的な移植水稲作に対して，二期作や増収技術としての施肥，高収品種による小苗20

表 26　インドネシアにおける水田水稲作の主要雑草

種類	学名	科名	インドネシア(スンダ)名	和名
Grasses	*Paspalum distichum* Swartz.	イネ科	–	キシユウスズメノヒエ
	Leptochloa chinensis (L.) Nees	〃	betontengen	アゼガヤ
	Echinochloa crusgalli (L.) Beauv.	〃	jajagoan	タイヌビエ
	Echinochloa colonum (L.) Link	〃	jajagoan leutik	
	Leersea hexandra Swartz.	〃	jukut lameto	
	Ischaemum timorense Kunth.	〃	–	
	Isachne globosa Thumb.	〃	–	
	Brachiaria mutica (Forsk.) Stapf	〃	–	
	Brachiaria paspaloides Presl.	〃	–	
	Panicum repens L.	〃	jajahean	
Sedges	*Fimbristylis littoralis* Gaudich.	カヤツリグサ科	panon munding	ヒデリコ
	Scirpus juncoides Roxb.	〃	babawangan, kucaja	ホタルイの類
	Scirpus lateriflorus Gmel.	〃	–	
	Cyperus difformis L.	〃	jukut papayungan	タマガヤツリ
	Cyperus iria L.	〃	jekeng	コゴメカヤツリ
	Cyperus haspan L.	〃	papayungan	ユアゼガヤツリ
	Cyperus digitatus L.	〃	–	
	Cyperus ferax L.	〃	–	
	Eleocharis pelluoida Presl.	〃	babawanagan	
	Eriocaulon cinereum R. Br.		babawangan leutik	ホシクサの類
Broadleaved	*Monochoria vaginalis* Presl.	ミズアオイ科	eceng lembut	コナギ
	Marsilea crenata Presl.	デンジソウ科	semanggi	デンジソウの類
	Salvinia molesta D.S. Mitchell	サンショウモ科	jukut cai	
	Jusseaea repens L.	アカバナ科	–	ミズキンバイの類
	Jusseaea linifolia L.	〃	–	
	Jusseaea angustifolia Lamk.	〃	–	
	Althernanthera sessilis (L.) DC.	ヒユ科	kremek, tolod	ツルノゲイトウ
	Althernanthera philoxeroides (Mart.) Griseb.	〃	keremeh	
	Bidens laevis L.	キク科	–	
	Hydrolea zeylanica (L.) Vahl	(Hydrophylaceae)	gunda sawah	
	Lindernia angustifolia (Bth) Wettst.	ゴマノハグサ科	–	アゼトウガラシ
	Sphenochlea zeylanica Gaert.	キキョウ科	gunda	
	Commelina nudiflora L.	ツユクサ科	tali said	
	Herenthera zasterifolia Mart.	–	–	
	Rotala leptopetala (Bl.) Koehne.	ミソハギ科	–	ミズキカシグサ
	Pistia stratiotes L.	テンナンショウ科	–	
	Azolla pinata R. Br.	サンショウモ科	–	
	Sagittaria guyanensis H.B.K.	サジオモダカ科	eceng	
	Eclipta prostata (L.) L.	キク科	urang-aring	

注：CRIA その他より

～30日苗を使用する移植栽培では浅水になりやすく，この場合には初期雑草の多発が問題になりつつあるといわれる。

移植水稲作における主要雑草を種類別に示すと表26の通りであり，イネ科のうち *Paspalum distichum*（キシュウスズメノヒエ）が優占化していること，また，タイやマレイシアでは次優占性であった *Echinochloa crusgalli*（タイヌビエ）が相対的に重要な主要雑草となっていることなどがとくに特徴的と考えられる。

移植水稲に対して直播栽培，とくに陸稲栽培では，より雑草害が大きいとされる。表27には慣行人力除草に対する無除草の減収率の例を示したが，小規模栽培の一般陸稲では50%以上の減収率を示している。移植水稲に比べて収量が低く，これは生産の低い条件のところに栽培されている。加えて生産への意欲が低く，したがって無施肥，不十分な管理で栽培され，雑草害も大きく，低収と雑草害とが相互悪循環して作用しているように考えられる。

表27 いねの栽培法と雑草害

区分	移植水稲		陸稲	
	収量 kg/ha	比数	収量 kg/ha	比数
慣行除草*	4,575	100	2,557	100
無除草区	3,534	77	1,333	52

注：CRIA 1972/73試験[13]より野田まとめ
　　*人力除草2回行う。

ちなみにインドネシアでの陸稲の栽培面積は1973年120万haであったが，その後減少傾向である。このような条件下の栽培のところでは，進んだ技術としての雑草防除の要求も低く，導入しにくい。しかし，一部の地帯，たとえば北スマトラの大規模経営では，労力も不足して労賃も高く，収量も相対的に高いため雑草害の積極的な除去が必要となっている。

ところで，地域的な労賃の差を示すと，ジャワでは250～300Rp./日，スマトラ600～700Rp./日，とくに北スマトラでは1000Rp/日であるといわれる。北スマトラでの陸稲栽培は従来“changkol法”いわゆる人海作戦，すなわち2回くらいの人力除草で対応していたが，これでは効果不十分であり，最近では除草剤の使用が開始されはじめている。作付面積の約10%くらいで採用されているといわれる。[31), 32)*]

陸稲作における主要雑草としてはジャワ，スマトラに共通して最も分布侵入の著しいのは *Cyperus rotundus*, *Echinochloa colonum* であり，とくに前者は防除上困難とされる。その他では *Dactylotenium aegyptium*, *Axonopus compressus* などのイネ科，*Euphorbia prunifolia*, *Borreria*, *latifolia*, *Striga asiatica* などの広葉雑草が主要雑草である。とくに *Striga asiatica*（＝*S. lutea*）は，根や茎への寄生性をもつ雑草であり，雑草害がきわめて大きく，また，防除が困難であるとされ今後の大きな問題と考えられている。Holm[21]によればこの雑草の種子は深い休

*私信（S. Mangoensoerkardjo）

眠を持っており，圃場で20年も生存すると報ぜられている。

一般農家の稲では除草剤の使用は殆んど行われていないが，大規模直播または陸稲エステート栽培農場では1970年ごろから使用され始め，北スマトラでは MCP，2,4D アミンが主として使用される。この場合は種後20日目に除草剤を散布し，7週間後に人力除草を行うといわれる。
その他，スマトラのパレンバンではPropanil, 2,4D,南セレベスでは MCP。また，ジャワのスカマンディの種子生産農場では Propanil, 2,4D などが使用されている。このようなエステート大規模農場では1回の除草賃 5,000～25,000 Rp/haに対して2,4D，MCPなど除草剤を用いると3000 Rpで対応できるといわれる。

水稲に対する登録除草剤は以上述べた 2,4D, MCP, Propanil 以外に表28に示したように Benthiocarb, Nitrofen, Piperophos などがあるが，実際的な使用の域には達していないようである。

2) 畑　作

水稲に次いで重要な一般作物はとうもろこしである。収穫面積は約 300 万haを恒常的に維持しており，主産地はジャワ・マドラである。畑作では土壌水分を利用した雨期はじめの10月は種および雨期末期の1～2月は種の2栽培型があり，水田では水稲あと作として3～5月，または9～10月には種される。土壌水分が生育にとって必要である。しかし，このような多湿条件下では初期雑草の発生，繁茂が著しく，一般には種後2カ月くらいの雑草防除が最も必要である。人力による除草が主体であり，は種後2週目ごろより中耕を兼ねて小農具により2～3回行われる。

次にキャツサバは作付面積 150万ha 前後，ジャワ島が主産地である。排水のよい土壌を好み雨期作は11月，乾期作は4～5月頃は種される。やはり，生育初期の雑草防除が最も重要である。

大豆は収穫面積約70万ha，ジャワ島を主産地とする。水田では水稲あと乾期作として，畑作ではとうもろこしや陸稲あとの輪作作物として栽培される。

その他緑豆も最近栽培が増加してきている。落花生はジャワ・マドラを主産地として栽培される。これら畑作物の雑草害は，初期雑草の被害が大きい。一般に，とうもろこしやキャツサバなどの高稈作物に比べて，大豆，落花生などの草丈の低い作物の雑草害が大きい。たとえば，とうもろこしの雑草害は50～60%に対して大豆は70%以上といわれる。

これらの畑作物の雑草防除手段は，主として人力小農具によるものであり，Kored（除草爪），Cangkul（除草スキ），Garpu（除草ほう）などである。しかし，畑作物の雑草防除は人力のみでは不十分のところが多く，加えて最近工業化・企業化によって農村労力が不足をきたしこれに拍車をかけている。したがって，雑草害が50%以上と考えられる事例はきわめて多い。

畑作物の収量向上をはかるためには，今後雑草害を除去するための省力的除草体系の確立が望まれる。すでに，CRIA を中心として除草剤の利用のための評価試験は行われており，有望除草剤が検索されつつあるが，[13] 一般小規模栽培では価格の点でいまだ導入されてない。しかし，他方，大規模なエステート栽培の場合には，とくに労力不足が深刻であり除草剤の効果が認識され，エ

ステートとうもろこしでは Atrazine, Simazine などの試用がみられる。エステートキャツサバでも数種除草剤が試用されているといわれる。また，ランプンのエステート大豆ではPrometryneが使用されている。一般畑作物についての登録除草剤は表28に示したように Atrazine（とうもろこし），Diuron（わた），Paraquat（わた）などである。

表 28　インドネシアにおける登録除草剤

作物・分野	除草剤名
ゴム	2,4D, MSMA, Paraquat, Diuron, Linuron, TCA, MCPA, Amitrol, Dalapon, Napropamide, Glyphosate, Cyanatryn
茶	2,4D, Dalapon, Diuron, Paraquat, Linuron, MCPA, Glyphosate, Napropamide
稲	Propanil, 2,4D, MCPA, Nitrofen, Benthiocarb, Piperophos
油ヤシ	Diuron, Linuron, Paraquat, Glyphosate
さとうきび	Ametryn, 2,4D, Linuron, TCA
わた	Diuron, Paraquat
水生	2,4D, Paraquat
低木	Piclorum, 2,4,5T
とうもろこし	Atrazin
コーヒー	TCA
ロゼラ	Paraquat

注: M. Soerjani, 1977[62] より

また，畑作物のうちプランテーションとして生産されるさとうきびはジャワ島を主産地として18万ha，漸増している。水田において水稲その他の作物との輪作体系の中で栽培される。3年ないし5年くらいの輪作の中で乾期はじめの5月には種される。雑草害は種茎植付後の初期が最も大きく，中耕培土を兼ねて除草を1～2カ月くらいの間に人力により数回行う。しかし，さとうきびでは除草剤の薬害が比較的少なく，加えて労力の不足傾向の強い水田地帯ではその導入が積極的に進められる。Kuntohatono[25] によれば，ジャワ島のさとうきび作では約5万haで除草剤を使用している。

除草剤の種類としては Pre-planting 処理で TCA＋2,4Dが用いられ，8週間の抑草期間を示す。また，late Post-planting 処理でAmetryne＋2,4D, Atrazine＋2,4D は4～5週間の抑草期間があり，これらは効果的であると報ぜられている。おそらく，さとうきびにおいては除草剤の利用はさらに進むものと考えられる。

以上の畑作物における主要雑草は作物の種類や地域によって必ずしも共通でない。とくに，ジャワとスマトラとでは若干異なるようであるが，とうもろこし，キャツサバ，大豆，落花生などにおける主要雑草を総括してリストすると表29のようである。

ジャワ，スマトラを通じて最も優占度の高いものは *Paspalum conjugatum*, *Cyperus rotun-*

表 29　インドネシアの畑作の主要雑草

学　　名	科　　名	インドネシア(スンダ)名	和　　名
Paspalum conjugatum Berg.	イネ科	jukut pahit	スズメノナガビエ
Cyperus rotundus L.	カヤツリグサ科	teki	ハマスゲ
Phyllanthus niruri L.	トウダイグサ科		キダチコミカンソウ
Ageratum conyzoides L.	キク科	babadotan leutik	カツコウアザミ
Amanthus spp.	ヒユ科		
Commelina benghalensis L.	ツユクサ科		マルバツユクサ
Commelina nudiflora L.	〃		シマツユクサ
Cynodon dactylon (L.) Pers.	イネ科	jukit kamawatan	ギヨウギシバ
Digitaria adscendens (H.B.K.) Herr	〃	jampang piit	メヒシバ
Echinochloa colonum (L.) Link	〃	jajagoen leutik	コヒメビエ
Eleusine indica (L.) Gaertn.	〃	jukit jampang	オヒシバ
Portulaca oleracea L.	スベリヒユ科		スベリヒユ
Oldenlandia spp.	アカネ科		
Physalis angulata L.	ナス科		ホオズキの類
Cyperus globosus All.	カヤツリグサ科		アゼガヤツリ
Fimbristylis barbata Bth.	〃		
Phyllanthus urinaria L.	トウダイグサ科		コミカンソウ
Borrelia latifolia Schum.	アカネ科		
Ilysanthes ciliata	ゴマノハグサ科		

注：47) その他より，とうもろこし，落花生，大豆。キャッサバ，陸稲など対象

dus である。とくに後者は防除が困難なため，畑作での最もやっかいな草種と推定される。その他，*Ageratum conyzoides*, *Phyllanthus niruri*, *Amaranthus* spp.は全般に発生する草種である。

また，相対的に北スマトラではイネ科雑草の侵入が著しいのが特徴的であり，たとえば *Echinochloa colonum*, *Elusine indica*, *Cynodon dactylon*, *Digitaria adscendens* などの大豆，落花生などへの侵入は著しい。ジャワ島ではイネ科以外に *Cyperus globosus*, *Fimbristylis barbata* などのカヤツリグサ科の侵入がみられる。

3)　永年生作物

インドネシアの永年生作物はゴム，ココナッツ，コーヒー，油ヤシ，コカ，茶，その他の工芸作物などであり，その種類は多い。これらのプランテーション作物は，比較的地力のよいところ

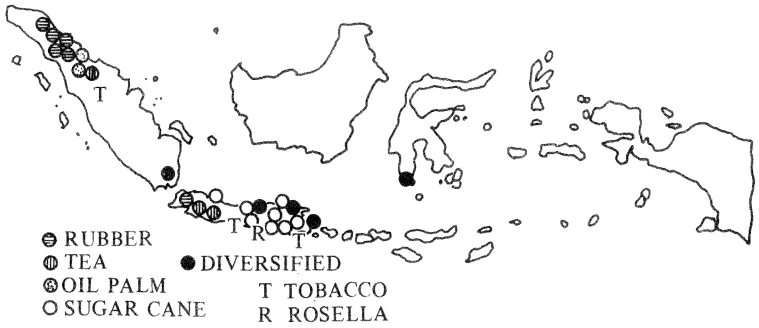


図 2　インドネシアにおけるエステートの場所 (Soerjani, 1971)[57]

に作付され，農業上の重要性も高い。

ゴムは200万ha，最大の永年生作物であり，北・中部スマトラ，西ジャワが主要なエステート栽培地帯となっている(図2)。その大規模エステート栽培の面積は20%といわれる。

雑草防除の現状はマレイシアの場合に類似しており，stripe weeding および cover legume の栽植による雑草管理が行われており，エステートでは60%以上で除草剤が使用されている。

表28に示したように，主なるものは Dalapon, Paraquat, Paracol, Diuron, 2, 4D, Cyanazine などである。Dalapon, Paraquat は年に3～4回使用する。MSMA, Amitrol, PCP などを含んだ混剤は，毒性の懸念から1975年から使用しないように指示されている。[60]

その他の永年生作物，すなわち油ヤシ，カカオ，コーヒーなどでも雑草管理的な防除方法がとられている。たとえば，油ヤシでは0.3m以下の circle weeding がゴムの stripe weeding に準じて考えられている。[11] 除草剤の使用もゴムに次いで進んでおり，Diuron, Linuron, Paraquat, Glyphosate が登録されているが，その他北スマトラでは Paracol および MSMA+$NaClO_3$も使用される。*

永年生作物は一般に，一年生作物に比べて根系の分布などから，薬害の懸念が少ないことと共に，表30に示すように，すでに人力除草よりも化学的防除の方が労賃が安い[60]場合がみられることから，除草剤の利用が積極的に進められている。

表30　プランテーション作物における人力除草、化学的防除の労賃の比較

区　　別	ゴ　ム		茶		油ヤシ		カカオ	
(作付面積) 千ha	2,300		30		120		2	
	Y	A	Y	A	Y	A	Y	A
人力除草	7	10	–	–	8	10	10	15
化学的防除	4	8	8	12	–	6	8	12

注：M. Soerjani 1975[60] による
数値は Rp1000/ha/year (1US$≒Rp415)
Y=幼木園，A=成木園

茶の栽培面積は10万ha以下で，必ずしも多くないが，インドネシアにおいては雑草防除からみると特徴的である。主産地は西ジャワであり，比較的標高のたかい500～1000 m地帯に分布している。

熱帯での茶樹の生育は早く，剪定は3～4年ごとに行って更新する。また，摘葉は周年，ほぼ1週間ごとに行われる。したがって，畦間が裸地条件になる期間が長く，雑草の発生生育に好適であり，畦間除草がとくに問題となる。通常，月ごとに hoeing が行われるが，* hoeing は茶の根系が比較的浅いため，とくに幼木期には表層の吸収根を阻害しやすく，それによる葉の黄化，生長抑制が発生するといわれ問題となっている。また人力除草では労力 40±10man-day/ha

* 私信(S. Mangoensoerkarjo)

で労賃がかさむことなどから，化学的防除がとくに成木園では積極的に採用されている。その使用面積率は1975年には59.2%といわれる。おもな除草剤は Dalapon, Paraquat, Paracol, 2, 4D である。また，ジャワでは MSMA, Diuron も使用される。Soerjani[57] によれば MSMA＋2, 4D アミン＋Sodium chlorate の体系で6回，Dalapon＋2,4D アミンで3回，Paraquat では6回の使用がなされている。また，最近 Glyphosate もすべての雑草に効果あると評価されている。

また，ジャワ島の茶園は比較的標高の高いところにあり,北・西斜面の湿潤なところではmossの発生が問題となっている。多労な人力除草に替って化学的防除への指向がみられ，Paraquat で防除するが，Ronoprawiro[47] によれば Glyphosate, Captatol も効果的と報告されている。

茶園での主要雑草は，表31のリスト中に示す通りであるが，RITC によれば低地茶園と高地茶園とでは，若干草種が異なる。*Imperata cylindrica*, *Cyperus rotundus* は低地茶園に多い。その他の問題として，新植地茶園では *Saccharum spontanum* の侵入が問題であるといわれる。この雑草は，地下茎によって地下深く急速に伸長し，除草剤にもきわめて強く，防除がきわめて困難とされている。

以上の永年生プランテーション作物における強害草をリストすると，表31の通りである。

表 31　インドネシアのプランテーション作物の主要雑草

雑草名	科名	インドネシア(スンダ)名	和名	比数*	作物
Imperata cylindrica (L.) Beauv.	イネ科	eurith	チガヤの一種	16	R, Cf, Ci, Fi, Co, O, Te
Cyperus rotundus L.	カヤツリグサ科	teki	ハマスゲ	9	Cf, Fi, S, Ta, Te
Borreria alata (Aubl.) DC.	アカネ科	goletrak	−	7	Te, Ca, Cf, Ta
Paspalum conjugatum Berg.	イネ科	jukit pahit	スズメノナガビエ	7	Ca, Ci, R, O, Te
Mikania micrantha HBK	キク科		−	6	R, O, Co
Mikania cordata (Burm. f.) B.L. Rob.	〃		−	6	R, O, Co
Mimosa invisa Mart.	マメ科			4	Co, Ta
Ageratum conyzoides L.	キク科	babadetan leutik	カツコウアザミ	4	Ca, Cf, S, Ta
Cynodon dactylon (L.) Pers.	イネ科	jukut kakawatan	ギョウギシバ	4	S, Fi
Euphorbia prunifolia	トウダイグサ科		−	3	Te, Co
Euphorbia odorata L.	〃		−	3	Ca, Ci, Co
Ottochloa nodosa (Kunth) Dandy	イネ科		−	3	R, O, Ci
Amaranthus spinosa L.	ヒユ科		ハリビユ	2	S, Ta
Polygala paniculata L.	センダン科	sirawung langit	−	2	R, Fi
Momordica charantia L.	ウリ科		ニガウリの類	2	O
Panicum repens L.	イネ科	jajahean	ハイキビ	2	Te, Co
Polygonum barbatum	〃		ケタデの類	1	Fi
Croton hirtus L.'Herit.	トウダイグサ科		−	1	Te
Drymaria cordata (L.) Willd.	ナデシコ科		ネバリハコベ	1	Ci
Brachiaria mutica (Forsk.) Staf.	イネ科		−	1	S
Ageratina riparia	キク科		−	1	Te
Artemisia vulgaris L.	キク科	lokatmala	ヨモギ	1	Te
Kyllingia monocephala Rottb.	カヤツリグサ科		ヒメクグの類	1	Te

注：R=rubber, O=oil palm, Co=coconut, Ca=cacao, Cf=coffee, S=sugar cane, Ci=cinchona, Fi=fiber crops, Te=tea, Ta=tobacco

* M. Soerjoni 1975[60]　その他による優占度と被侵入作物数による比数

最も多くの作物に侵入しているのはマレイシアと同様に *Imperata cylindrica* である。この雑草は，インドネシアでは1500～3000万haに侵入し，年々15万ha増加してゆくといわれる。[56] また，*Mikania* spp. も強害草の一種であり，インドネシアでは *M. micrantha* がジャワ以外に広く分布し，*M. cordata* は西ジャワが主分布地であるといわれる。[60]

4) 水生雑草

水生雑草の河川域，池，水源地などへの侵入はタイ，マレイシア同様，あるいはそれ以上に水利用の阻害，環境汚染上問題となっている。自然湖では Rawa Pening（中央ジャワ），Kerinci（西スマトラ），Temple湖（Sulawesi）など，また人造湖では Jatiluhur（西ジャワ），Karangkates（東ジャワ），Selorejo（東ジャワ）などではこのような水生雑草の侵入が，とくに著しいといわれる。[62]

主要な草種は，浮遊性の *Eichhornia crassipes*, *Salvinia molesta*, *Salvinia cuculata*, *Hydrilla verticillata*, また，抽水性の *Scirpus grossus*, *Panicum repens* であり，これに次ぐ草種としては *Pistia stratiotes*, *Lemna minor*, *Spirodela polyrhiza*, *Ricciocarpus natans* などがあげられる。これらのうち，浮遊性雑草は，水田水稲作へもかんがい水を通して侵入する。

上記のうち最も問題となっているのは *Eichhornia crassipes*（ホテイ草，water hyacinth）であり，人力機械除去では対応が不可能であり，除草剤の利用も考えられている。Paraquat＋2, 4D, 0.5＋2.0kg/ha の散布が実用化されている。[60] このホテイ草は防除のための防除だけでなく，防除効果とともに，その利用方法も検討されており，豚の飼料としての可能性，センイを利用しての加工品への利用などが考えられている。

5) 除草剤の使用動向

すでに各作目についての除草剤の使用については述べたが，全般としてのインドネシアにおける除草剤の使用動向をみると，1940年以前からalang alangの防除に Sodium cholorate, Sodium arsenate の使用が行われていた。1950年ごろからは，選択性のある有機除草剤が検討され，無機除草剤に代って使用されはじめた。とくに水域の水生雑草の防除には，1960年代から試用されている。また，とくに使用の進んでいるのはゴム，油ヤシなど永年生作物であるが，さらに一般食用作物では，1970年ごろから一部のエステート栽培などで使用されはじめ今日に至っているが，その使用はきわめて少ない。

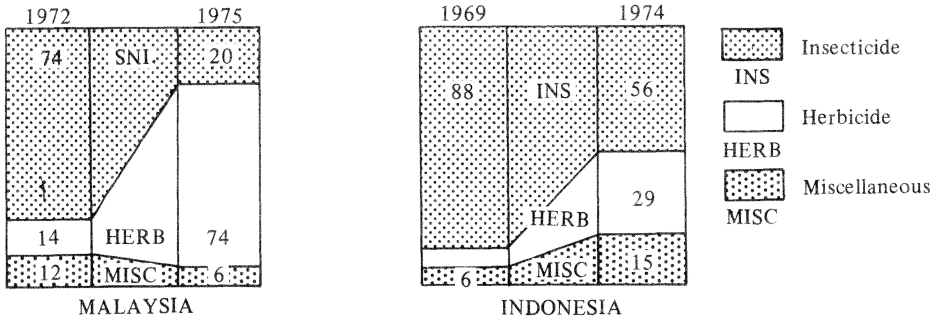


図3 農薬の種類ごと使用量割合の推移 (M. Soerjani, 1977)[62]

東南アジア諸国で，国として農薬内の除草剤の使用比率の高いのは，すでに述べたようにマレイシアであるが，これに対比して，図3のようにインドネシアにおいても農薬内の除草剤の比率が1969年の6％から1974年には29％と年々増加している。

1974年から1977年にかけての各作目ごとの登録除草剤の種類は，表28の通りであり，ゴム12種をはじめとしてプランテーション作物への種類が多い。一般作物では，とうもろこし，いね，わたに対して数種みられるのみで，薬害や効果の点から登録までに至っていないと推定される。また，特異なものとしては，低雑木の防除に Picloram と2,4,5T がみられる。

なお，インドネシアで製剤する除草剤は2,4D, Dalapon, Diuron, MCPA, Paraquat であるといわれる。[62]

まとめ　以上，各作目についての雑草防除の現状・問題点を述べた。とくに緊急を要する問題は，陸稲作の合理的省力的な雑草防除，水稲移植栽培の特殊な雑草の防除，永年生作物での強害草の防除，水生雑草の防除などにまとめられるが，これらの解決のための研究上の主要な課題としては，次のことが考えられる。特にインドネシアの研究者の意見としては，適正な防除法の確立のための基礎的問題の解決が強調されている。すなわち，①強害草といえる特殊な雑草，*Imperata cylindrica*, *Cyperus rotundus*, *Salvinia* spp., *Eupatorium* spp., *Mikania* spp. などの生態，生理的特徴の解明，②作物と雑草との競争関係—養水分の競争や他感作用，③一年生雑草の種子・幼苗期の生態，生理，④多年生雑草の増殖生態，⑤除草剤の土壌中における動態・残留性，⑥作物や地帯による雑草草種の分布，同定などである。

3　研究機関・体制

インドネシアの作物保護に関する研究・教育・普及体制は Pelita 5カ年計画の一環として，また，国際的援助計画の中で改善，増強されてきたが，まだ不十分である。1973年現在，作物保護3部門の種類ごとの研究者の比較は表32の通りである。

表32　インドネシアにおける植物保護3部門の研究・普及者数の比較 (Soerjani, 1971)[57]

Personnel	Entomologists	Plant pathologists	Weed scientists	Total
Full-time	10	5	5	20
University staff	10	13	7	30
Juniors	20	22	15	57
Total	40	40	27	107

このうち，雑草(Weeds Science)は昆虫(Entomology)および病理(Plant pathology)に比べて½程度のスタッフとリストされている。雑草研究は，農業の近代化として発展した部門であり，各種研究所でも雑草部門のスタッフを有するところは少ない。研究者の養成についても，大学に雑草学は取扱われていないのが現状であり，雑草学は農学(agronomy)の一部として教育されているし，また植物生理の一部として講議される程度である。この雑草教育おくれに対して後述す

る Biotrop では，英国および米国などと協力しながら研究，教育が進められている。[59]

現在，インドネシアの雑草研究は表33に示すように，各専門研究所で数名のメンバーによって行われている。本調査では Biotrop, CRIA, RIEC, RITC, RIIC 等を訪ねることができたが，それらの雑草研究機能の現状について述べよう。

Biotrop (Regional Center for Tropical Biology, 熱帯生物研究地域センター) は表33にみられるように，最も多くの雑草研究スタッフを擁している。[5]

表 33　インドネシアにおける雑草研究機関と研究者数

機　関　名	場　所	研究者数	対象作物・分野
Biotrop(SEAMEO熱帯生物研究センター)	Bogor	13	基礎問題　水生雑草
CRIA (中央農業研究所)	Bogor	5	食用作物全般
〃	Sukamandi	2	水　稲
〃	(Stations)*	7	食用作物
RIEC (エステート作物研究所)	Bogor	2	ゴム，茶など
RITC (茶・キナ研究所)	Bandung	2	茶，キナ
RIIC (工芸作物研究所)	Bogor	1	工芸作物
RIF (林業研究所)	Bogor	1	林業関係
RIIF (淡水産業研究所)	Bogor	2	水生雑草
RIAH (畜産研究所)	Bogor	1	牧　野
RISC (さとうきび研究所)	Pasuruan	1	さとうきび
Marihat Research Station	Medan	2	茶，油ヤシ
RRC (ゴム研究センター)	Medan	2	ゴ　ム
〃	Salatiga	1	ゴ　ム
RIH (園芸研究所)	Jakarta	?	園芸作物
大学 (Bogor, Bandung, Jogya Karta, Malang, Jember, Ujung Pandang)	—	6	教育・講義

注；CRIA ボゴールとの除草剤連絡試験を行う

＊試験地（東ジャワ，スマトラ，ボルネオ，セレベスなど）

Biotrop は東南アジア教育機構 (South Eastern Ministers of Education Organization) による7研究・教育センターのひとつとして，熱帯生物研究・教育のために1968年インドネシア・ボゴールに仮設され，1972年現在のように組織化され，独立したものである。さらに1977年には，これまでのボゴール植物園内の仮研究所から Bogor 郊外 Tajur 地区の新研究所への移転が行われている。実験棟，図書・研修棟，管理棟，研修・ゲスト宿舎群(写真12)などの研究所施設は人員に対して十分すぎるくらいに整備されている。しかし，内部実験施設は必ずしも十分でないようである。また，図書・研修棟(二階建て)の建築費の½は日本援助の由である。

この Biotrop の研究部は表34のように3部からなり，雑草研究を主体的に行っているのは，Tropical Pest Biology 部 (Manager: Dr. M. Soerjani) であり，研究スタッフも最も多い。しか

表 34　Biotrop の部ごとの研究スタッフ数(1976)[5]

Center Function Position Title	Situation in FY 1975/1976		
	Approved Posts	Filled Posts	Vacant Posts
TROPICAL FOREST BIOLOGY			
1. Program Manager	1	1	–
2. Scientist	1	–	1*3
3. Junior Scientists	2	1	1*3
4. Research Assistants	2	2	–
5. Technicians	2	1	1*1
6. Clerk	1	1	–
Sub total	9	6	3
TROPICAL PEST BIOLOGY			
1. Program Manager	1	1	–
2. Scientists	3	1	2*3
3. Junior Scientists	5	2	3*4
4. Laboratory Head Technician	1	1	–
5. Research Assistants	4	2	2*4
6. Technicians	4	3	1*3
7. Clerk	1	1	–
8. Cleaner	1	1	–
Sub total	20	12	8
TROPICAL AQUATIC BIOLOGY			
1. Program Manager	1	1	–
2. Junior Scientist	1	–	1*2
3. Clerk	1	1	–
Sub total	3	2	1

注：*1　1967/77 補充する
*2　臨時的研究補助者をあてる
*3　財政上の欠員となっている
*4　1976/77に 1名のみ補充する

し，欠員が多いということが特徴的にみられる[5]。この部の研究内容は，雑草の基礎的問題の解決が主体であり，これまで水生雑草の分布，生態，防除についての研究，とくに *Eichhornia crassipes* についての生態・防除・利用など多くの研究が行われている。防除に関連して，最近のゴムに浸透させた除草剤の開発は注目すべきであろう。

また，防除法については生物防除のための pathogen の検索研究も積極的に行っている。そして水生雑草の研究のみでなく，一般作物に関する基礎的研究も行われており，たとえば水稲と雑草との競争，水田雑草の生育特性や環境条件との関係などである。[6,7]

他方，研究陣の不足を補うために Biotrop では外国との研究協力，客員研究員の受け入れを行っている。1977－1978年には O. Robson（英国）は水生雑草の Biomass，T. L. Pons（オランダ）は，雑草生態，分類などで Pest Biology Program で協力しており，また，M.

Schmid(フランス)はForest Biology Program, Y. Suter(フランス) および M. Bordet (フランス)は Aquatic Biology Program の客員研究者として研究協力を行っていることを紹介しておく。

CRIA での雑草防除研究は，M. Sundaru を中心として作物部で行なわれている。社会情勢が企業化，工業化へと進展するとともに，一般作物栽培についても省力化への期待，必要性が強調される。また，収量向上の阻害要因としての雑草害への認識が強まり，合理的，省力的な雑草防除が要求されることが予見された。数年前から除草剤の評価試験が水稲を中心として陸稲，大豆，とうもろこしなど一般食用作物について，CRIA Bogor を中心とする支場，試験地などとの連絡試験として行われている。[13, 63]

たとえば1972／73年の試験結果では，移植水稲に対して Muara, Mojosari, Lanrang, Maros などの試験地で試験され，総括して 2, 4D 1PE，2,4D IPE, +Benthiocarb(また Butachlor, Treflan) 混剤の効果が高く，有望であるとの結果がみられた。

陸稲については Bulaksmur の試験では Benthiocarb, Butachlor, C288がイネ科に効果的であり，Preforan は広葉に効果がある。しかし，*Cyperus rotundus* への効果的な薬剤はみられない。とうもろこしについては5試験地，2カ年の試験を総括して Atrazine/sun-oil, Benthiocarb/prometryne, Alachlor などの有望性が示された。

試験の規模としては，たとえば1977年ボゴールのMuara Substationでは1区3×5 m², 4反復，一つの試験に10以上の薬剤が供試されている。試験現地の状況から考えられることは，区内，区間の雑草の不均一性が問題のように感じられた。

その他，CRIA の雑草防除研究も単に除草剤の評価試験のみでなく，除草剤の作用性および雑草防除の基礎的問題についても，試験研究の方向がとられつつある。 CRIA Bogor 本部では Glyphosateの選択性，スペクトラムについての実験が行われており，*Marsilea crenata* は，Glyphosate に対しても抵抗性であることが示されていた。

また，CRIA Sukamandi(支所)は Bogor から約200kmあまり東北部に位置し，水稲作のみの試験研究を指向する支所であるが，水稲の雑草防除研究では S. Suriapermava (IRRI において Moody の下で1977年雑草研修を受けている) によって行われており，除草剤の評価試験だけでなく，雑草害についての実験も行っている。*Marsilea minuta* では19%，*Fimbristyllis* sp. および *Echinochloa colona* では43%の減収がみられるが，インドネシアの水稲作の雑草として広く分布し，最も問題とされている *Salvinia* sp. (natans)は逆に茎数増加し，収量も若干増加するという従来の考えと異なった結果を出している。これは *Salvinia* が水面を密に蔽うことによって，チッソの蒸発逸散を抑制するように働いたと解釈していた。

RIEC では A. Soedarson を中心として，主としてゴム，茶，油ヤシなどの雑草の生態および防除研究を行っている。最も重要な問題は alang alang, fern の生態を知り，その防除法を確立することといわれる。また，現在新植栽茶園地に侵入して，きわめて防除が困難と推定される *Saccharum spontaneum* の根系分布について詳細な実験調査を行っている。また，除草剤による防除試験については，Dalapon に比べて Glyphosate が効果的なことを示していた。

RITCはバンドン市内から南約30km，Gambungの標高1,300mの高冷地に位置する。H. Semangun（所長），W. S. Karfawijaya，M. Martosuponoらは，茶およびキナ園の雑草問題を取扱っている。適正な除草剤の使用技術の確立が研究上の大きな関心である。

その他，北スマトラでは人口過疎で労力不足，エステート栽培も多く（図2），雑草問題には深い関心があり，メダン地区のRISPA，Marihat研究所，RRI，さらにまたエステート内技術者などによる雑草研究は盛んであるといわれる。

研究集会としては，インドネシア雑草学会（Weed Science Society of Indonesia，WSSI）が1971年に設立され，2年ごとの大会を開催することになっている。1977年には第4回学会がジャカルタ市で開催された。ProceedingとNewsletter「Weeds in Indonesia」を発行している。事務局はボゴールのBiotropにあり，現在はRITCのH. Semangunが会長，会員約300名といわれる。設立当時の66名の会員の内訳は，雑草研究への分野ごとの関心度を示すものとして表35に示した。[58]

表35　WSSI（インドネシア雑草学会）会員の内わけ

（地　　域）　　(1971)

場　所	会員数	機関数
Medan	16	6
Bogor	33	10
Jakarta	8	6
West Java	3	2
Central Java	6	4
East Java	4	2
外　国	3	3
計	66	33

（機　　関）

区　別	会員数
民間会社	12
大　学	11
研究所	32
農家・普及関係	11
計	99

（作目・項目）

区　別	会員数	備　考	
プランテーション	26*	*の内わけ	
雑草生物学	11	ゴム	5
食用作物	10	油ヤシ	5
水生雑草	3	茶	3
雑草分布	2	ロゼラ	2
園　芸	2	さとうきび	1
林　業	1	他	10
牧　野	1		
その他	10		
計	66		

注：文献58)より

東南アジア諸国の雑草学会としては，フィリピン雑草学会とともに最も活発に機能していると考えてよかろう。

また，第6回アジア・太平洋地域雑草学会が1977年7月，ジャカルタでBiotrop，CRIA のメンバーを中心とした運営で開催され，国としての雑草研究への関心も深くなりつつあることがうかがわれる。

Ⅳ 総括および考察

以上東南アジアの主要国，タイ，マレイシア　およびインドネシアの3か国における雑草問題の現状，研究体制などを述べたが，その他の東南アジア諸国の中で最も雑草防除に関心が深く，研究も進んでいる国としてはフィリピンがあげられる。フィリピンでは主として水稲作についてフィリピン大学農学部，国際稲研究所（IRRI）を中心として，前者では雑草の生態生理的な基礎的問題を，後者では除草剤の評価試験を中心とした実際的な応用技術についての試験研究が行われてきた。[14,23]　従って水稲作についての雑草防除技術は今回調査した3か国よりもむしろ進んでいると考えてよかろう。とくに水稲の除草剤の評価試験は東南アジア諸国のみでなくアフリカを含めた熱帯の稲作国を対象としてDe Datta（IRRI）により計画・推進されてきた。1973年現在フィリピンの水稲作への除草剤の普及は，2，4D その他のフエノキシ系を主体として 作付面積の14%に達し，前年に比べて2倍にのぼるといわれる。[14]

また，移植水稲のみでなく直播栽培や陸稲についての有望除草剤の評価試験や強害草，　例えば *Scirpus martimus* の生態や総合防除についての研究，作物生産に対する雑草防除の意義についての調査などを行っている。IRRI によれば雑草は水稲の収量阻害要因として昆虫，肥料についで大きい。一例として高収品種を用いた場合の収量増加に対する寄与率は昆虫60%に対して雑草30%であることなどを示している。[10,15,23]

ここでは，すでに述べた3か国の調査結果にフィリピンの現状を考え合わせて東南アジア地域における雑草防除の問題点を総括するとともに今後の方向について若干の考察をしてみたい。

まず，稲作の主な部分を占める移植水稲の雑草防除手段は，現状では水管理と人力除草が主体である。とくに移植後の生育前期における深水水管理は雑草発生阻止の強力な手段であり，そのために現在深水耐性の品種，栽培技術がとられている。しかし今後は収量水準を上げるために高収品種とともに増肥技術が導入され，それらの特性を生かすために小苗を使用するため浅水化が必要となろう。逆にこのような条件は雑草の発生を助長するとともに IRRI によればこのような条件下では除草剤の効果が高く，収益も最高となると報じている。[14]　このように強害草の発生が著しい場合には人力のみでの対応は困難になり，またこれまで豊富とされてきた農村労力は次第に企業や工場の農村への進出とともに不足がちとなる傾向がみられることから，合理的な除草手段が要請されてこよう。

実際に高収品種・高収技術を採用している農家では除草剤の利用が増加している。IRRI は抽出農家についての除草剤導入の可能性を調査し，表36のようにフィリピンで最も高く，次いでタイ，マレイシア，インドネシアの順になっている。[16]

このように除草剤は強力な除草手段であるという考えをもとに，各国とも有望除草剤を奨励している。しかし大部分の移植水稲作では，各種の要因のために普遍化していない。すなわち除草剤の使用技術の普及阻害要因としては，①すでにのべたように価格が高すぎて人力のほうが経済的である（この点は場所によっては次第に変化しつつある），②熱帯圏の気象条件，すなわち高

Table 36 Adoption of herbicides by farmers who have tried modern varieties in selected Asian villages, 1971～1972 (De Datta and Baker, 1975)[15]

Country	Villages No.	Users (%) before modern varieties	Total users* (%) in survey year
India	12	0	4
Indonesia	5	0	0
Malaysia	2	0	6
Pakistan	2	0	0
Philippines	9	33	66
Thailand	2	10	8

* Among those who were modern variety adoptors in the wet season.

温でしかも不順な降雨条件が効果や薬害への不安定性をもたらしている。③水稲作の大部分が小規模栽培であり水田の複合的な利用の面，とくに水田は養魚などによる蛋白給源でもあることから，除草剤の使用に懸念がある。④その他，除草剤技術の教育・普及組織の欠除や薬剤の入手が困難であるなど技術以外の問題も提起されている。[10, 41]

しかし，以上の問題点が変化しあるいは改善されるとともに除草剤の利用は増加するものと考えられる。しかし熱帯地域の雑草草種の組成や生態的特徴からみて，とくに多年生強害草に対しては除草剤の効果に限界があることから，発生生態を変更する方向への耕種的手段や方法，rotary weeder などの小型機械力の利用，さらに水田条件によっては田畑輪換などの輪作を積極的に組合わせることが必要である。例えばフィリピンではカヤツリグサ科強害草とされている *Scirpus maritmus* の防除に対して，いね，とうもろこし，落花生などによるcrop management によって発生源を抑圧，減少させることが効果的であるという。[23]

ところで，湛水移植水田の主要な草種をみると，一年生雑草の多くは長年の深水水管理のためか相対的に少なく，とくにわが国で最も普遍的な一年生強害草であるタイヌビエ（*Echinochloa crusgalli*）はタイ，マレイシアではきわめて少なく優占種にもなっていない。しかし，この両国に対して，島国であるフィリピン・インドネシアでは相対的に優占性が高いようであり，両者の違いは興味あることである。発生草種としては水管理に関係なく発生する浮遊性雑草や，地下茎や塊茎で増殖する多年生雑草が多い。また他方，一年生雑草の中でも耐水性の大きい，恐らく増殖力の旺盛な広葉雑草である *Monochoria vaginalis*, *Sphenochlea zeylanica*, *Limnocharis flava* などは例外的に広く分布して，防除対象雑草としてあげられる。

タイ，マレイシア，フィリピン，インドネシアの4国を中心として，東南アジアにおける移植水稲の最も問題となる雑草（The worst weeds）をリストすると表37のように考えられる。

すでにのべたこれらの防除法を確立するためには各々の雑草の生態・生理的研究の深化が必要であり，そのための研究への深い関心が示されている。

水田作において移植水稲よりもより雑草害が大きく，適切な防除法が要求されているのは直播栽培および陸稲作であろう。人力主体の除草法では十分な対応が困難な場合が多い。発生雑草は移植水田と異なって一年生のイネ科雑草が優占しており，これらによる初期生長の抑制が著しい。

Table 37 The worst weeds of paddy and upland in the Southeastern Asia

Condition	Weed species	Main country
Paddy	*Marsilea crenata* Presl.	T, M, I
	Salvinia molesta D.S. Mitchell	I, M
	Salvinia cucullata Rob. ex Borg.	T
	Scirpus grossus L. f.	T, M
	Scirpus maritmus L.	P
	Monochoria vaginalis (Burm.) C. Presl.	P, T, M, I
	Sphenochea zeylanica Gaertn.	T, P, I
	Limnocharis flava (L.) Buch	I, M
	Echinochloa crusgalli L.	P, I
Upland	*Echinochloa colonum* (L.) Link	P, I, T, M
	Dactylotenium aegyptium (L.) Beauv.	T
	Eleusine indica (L.) Gaert.	T, P, I
	Digitaria spp.	P, I, T
	Cyperus rotundus L.	P, T, M, I
	Commelina spp.	T, I, M
	Ipomoea spp.	T

Note: P=Philippines, T=Thailand, M=Malaysia, I=Indonesia

また，塊茎で増殖する *Cypervs rotvndus* も代表的な強害草である。以上から広葉対象の 2，4D 系の除草剤がタイ，フィリピンなどでかなり使用されているが，これはイネ科に対しては効果が限定されている。

畑作物の雑草防除は人力主体であるが，これも初期の雑草害が大きい。とくに草丈の低い大豆，落花生などで，草丈の高いとうもろこし，ソルガム，ケナフ，さとうきびなどよりも被害が大きい。大規模エステート栽培では除草のための集中的な労力投下が不可能なところも発生しつつあり，今後収量水準を上げるためには適切な雑草防除技術の確立はより緊急な問題である。畑作物への除草剤の評価試験も行われているが，一般にはほとんど採用されておらず，また，一部エステートでは使用されているがその効果的使用技術が確立されていない場合が多い。これには水稲作の場合以上に気象条件，土地条件との関係で効果や薬害の不安定性に問題があるものと考えられる。しかし，除草剤への依存度は草丈の高い作物であるとうもろこし，ソルガムなどでは相対的に耐性もあり期待が持たれる。今後の畑作物の雑草防除技術の方向としては除草剤のみによる化学的防除の進歩に期待するだけでなく，生態的防除とくに輪作などの採用が必要であろう。

また，土壌流亡を起こさないような機械的な防除手段の開発なども必要である。

直播水稲作も含めた畑作における主要雑草はすでにのべたイネ科一年生雑草および *Cyperus rotundus* に加えて広葉雑草としては *Commelina* spp.，*Ipomoes* spp. などが分布の大きい草種となっている。代表的なものを表37にしめした。

永年生プランテーション作物，とくにゴム，油ヤシ，茶などの雑草防除法はおのおのの樹種の生長特性，根系分布，樹陰性，栽培法などの特長と発生草種の種類やその生態的特性との相互的関係を基礎とした雑草管理的対応（weed management）が雑草防除の基本的考え方になって

いる。とくにこの方向はマレイシアのRRIMによるゴムについての長年にわたる研究集積を背景としていると推定される。除草剤も大規模経営栽培では広く使用されているが，雑草管理を前提とした使用法である。

以上の現状から“stripe weeding”，“circle weeding”，“desirable plants”などの概念が生まれている。従って主要草種の中には一方では有害雑草であるとともに他方では管理方法によっては有用雑草として生長繁殖を促進させる。例えばゴムの *Paspalum conjugation*，*Ottochloa nodosa*，*Borreria latifolia*などがあげられる。以上の進んだ技術は資本の豊かな大規模経営に対して適用されているが，問題は小規模経営においては資本力労力，の不足から上記の進んだ技術の採用が遅れていることである。

永年生プランテーション作物園，とくにゴム園の雑草は幼木園・成木園により，また樹種によって草種組成は必ずしも同じでないが，共通して最大の強害草は *Imperata cylindrica* があげられる。さらに *Mikania cordata*，*Mikania micrantha*，*Melastoma malabathricum*，*Eupatrium odoratum* などがある。これらの雑草の被害は養水分の競奪（とくに幼木園に対して）とともに有害物質による他感作用的被害が問題とされる。この他感作用についてはすべての草種について必ずしも明らかにされていないが，防除の基礎知見としてその存在を明らかにすることは今後の課題と考えられる。

永年生作物の中でゴム，油ヤシ，その他の木本作物のように高樹高のものに対して，インドネシアの茶樹は低樹高仕立であり，加えて頻繁な摘葉を行うため開放条件の期間が長いことから雑草防除上に異質の問題を提起している。雑草の発生が旺盛であり人力によるhoe除草では多労であるとともに根系の浅い茶樹根への傷害が懸念されるため，除草剤の利用のほうが安全とされ，その利用はインドネシアの作目のなかで最も進んでいる。

以上のべた永年生プランテーション作物でもその樹種の作物的，栽培的，生態的特性と発生雑草の種類や特徴によって防除体系が立てられねばならぬが，雑草管理的概念が基本となることには変わりはなかろう。

なお，除草剤はゴム，油ヤシ，茶などを中心として今後も広く利用されるものと考えられるが，永年生であるという点から土壌残留のいかんが問題とされ，マレイシアではとくに今後の研究課題として提起されている。恐らく，熱帯条件下での薬剤の残留性，分解性については温帯地域とは異ったものがあろう。

さらに他方，無公害的防除手段としては昆虫や菌による生物的防除が考えられる。マレイシア，インドネシアをはじめとしてこの技術開発のための研究志向はすでに実施，または計画されている。

以上の作物圃以外に，東南アジアにおいて大きな雑草問題は非農地での環境汚染的雑草の侵入繁茂である。環境整備が不十分な体制に加えて高温・多雨条件はこれらの生長・繁殖を著しく助長する。そのうち，水生域への水生および湿生雑草の侵入はタイ，マレイシア，インドネシアのいずれにおいても最も大きな問題となっている。Soerjani[61] は東南アジアにおける現在あるいは今後最も問題とされる水生域の強雑草として表38のような10種をあげている。これらは農工業へ

の水利用の阻害，養魚効率の低下などを来し，一部はかんがい水によって水田の中へも流入して，水田雑草の給源ともなる。これらのうち，最も深刻なものは *Eichhornia crassipes*（ホテイ草）である。その生態型はわが国の暖地にみられるものより大型であり，その被害も大きい。この防除に対しては各種の方法が試みられてきた。しかし，機械的除去は労力的に限界がある。除草剤による方法は一部 Paraquat ＋ 2,4D が実用化，また，効果が認められているが魚毒への問題や水によって除草剤の効果が減殺されることなどで必ずしも十分効果的とはいえない。また，生物的防除も一つの方向として，Biotrop では基礎的な研究が開始されているが，防除技術の確立は今後の基礎および応用研究の深化に待たねばならぬ。水生雑草に対する対応方法として Soerjani[61] は，その問題点を明らかにすること，防除方法の選択，防除器具の開発，長期的な雑草管理計画をたてることなどを提唱している。このためには各々の雑草の生態的特性の解明が先行しなければならぬと考えられるが，その研究集積は少ないのが現状である。また，防除のための防除法の研究のみでなく，その利用，とくに *Eichhornia crassipes* についてはその利用性を開発し，利用と防除を兼ねるプロジェクトがすでに試みられている。すなわち，豚への飼料化やセンイの利用などがその例である。

Table 38 Occurrence of aquatic plants in Southeast Asia ranked according to the degree of actual and potential problems they cause (Soerjani, 1975)[61]

	Common name	Scientific name	Occurrence (number of countries)
1.	Waterhyacinth	*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms	8
2.	Molesting salvinia	*Salvinia molesta* D.S. Mitchell	3*
3.	Water lettuce	*Pistia stratiotes* L.	8
4.	Hydrilla	*Hydrilla verticillata* (L.f.) Royle	8
5.	Lotus	*Nelumbo nucifera* Gaertn.	8
6.	Giant bulrush	*Scirpus grossus* L.f.	8
7.	Torpedo grass	*Panicum repens* L.	8
8.	Narrow leaf cattail	*Typha angustifolia* L.	8
9.	Monochoria	*Monochoria vaginalis* (Burm. f.) C. Presl.	8
10.	Cucullate salvinia	*Salvinia cucullata* Roxb. ex Bory	7**

* Indonesia, Malaysia and Singapore.

** Indonesia, Malaysia, Singapore, Thailand, South Vietnam, Khmer, and Laos.

From Soerjani *et al.* (1975).

さらに，水生雑草以外の環境汚染的雑草が場所により，条件により著しく旺盛に増殖し問題となっている。例えばタイにおける *Mimosa pigra* や調査３か国のいずれにもみられる *Imperata cylindrica* などはその例である。一般人力除草では経済的に限界があり，また，除草剤の耐性も大きいことから今後のより効率的な除去手段が要請されている。これらに対しても雑草の弱点をつかむための生態・生理的研究結果に基づいた多面的な防除法による対応が必要ではないかと

考えられる。

次に東南アジア諸国における一般作物についての雑草防除研究体制はいずれの国においても遅れている。その作物生産への阻害要因としての検証・認識の不足に基づくと考えられるが，すでにのべた社会的条件，技術的条件の変化が雑草研究の既成概念を変えつつある。東南アジアではすでにフィリピン，インドネシアが一歩進んでおり，前者ではIRRI，フィリピン大学を，後者では Biotrop，CRIA を中心として単に応急技術，例えば除草剤の評価試験のみではなく雑草の基礎的研究への方向がとられている。また，タイやマレイシアにおいても雑草問題の認識から最近雑草研究のプロジェクトが設けられ，タイでは NWSRI，マレイシアでは MARDI が中心となって進められようとしている。

しかしながら，これらの機関での研究施設，研究メンバーは必ずしも十分でない。研究者の教育・訓練は IRRI，Biotrop を中心として相互的に行うとともに米国（ハワイ大学，IPPC），英国（WRO），その他仏国，オランダなどとの積極的な研究協力が採られている。同じアジア圏にありながら，日本との協力は従来きわめて少ない。今後の東南アジアと我国との協力は質的にも量的にも強化されることが期待される。現にタイ，インドネシアでは現地での研究協力とともに日本での研究者の教育・訓練などを強く希望している。

また，雑草研究・技術の開発を刺激，助長するものの一つとして学会組織が考えられる。すでに本文中にのべたように調査したおのおのの国では学会，または研究会組織が，また，フィリピンにおいてもフィリピン雑草学会（Weed Science Society of the Philippines，WSSP）が組織されている。さらに，これらを横につなぐ国際学会機関としてはアジア・太平洋雑草学会（APWSS）が組織され機能しており，第6回学会は1977年インドネシア，ジャカルタで行なわれた。これらを通じて雑草研究，雑草問題の認識は深まりつつある。

V むすび

世界的な人口の増加，また，最近における異常気象への懸念などから食糧作物の生産の増加，収量水準の向上が強く求められている。東南アジア諸国はきわめて多くの人口をかかえているにもかかわらず，作物の収量水準は必ずしも高くなく，その向上がより強く求められている。その低収要因には気候的，土壌的，技術的，社会的およびペストの発生のような生物的など種々なものが考えられる。これらの高収阻害要因について，IRRI ではBiophysic なものと Socio-economic なものとに区別し，雑草は品種，水管理，害虫，栽培法，土壌，地力などとともに重要なものと考察している。[23] 今後東南アジア各国とも作物生産を阻害する雑草害の認識は，高収技術の導入と密接に関係しているとともに，徐々に変化しつつある農村労力のひつ迫によって雑草問題の重要性は加速してくるものと考えられる。

今後の東南アジア諸国における雑草問題は，わが国にみられるような除草剤のみに大きく依存する技術でなく，環境汚染・資源節約を前提としたより合理的かつ効果的な雑草防除技術，すなわち各種防除手段を組合わせた総合防除（Integrated control of weeds）[40] の方向が採られね

ばならぬ。そのためには雑草研究の深化，すなわち研究者の増加，研究施設の整備など研究体制の確立が要請される。

このような情勢のなかにおいてわが国の東南アジアに対する雑草研究の対応，協力は著しく遅れているが，本調査報告書が対応のあり方について参考になれば幸である。

参 考 文 献

1) ANNON: Weeds in upland fields in Thailand.
2) BAKER, C.A.: Handboek Ten Dienste van de Suikerriet Cultuur en de Rietsuiker-Fabricago op Java.
3) BARNES, D.E. and CHANDAPILLAI, M.M (1971): Sixty weeds of malaysian plantations
4) BIOTROP (1975): Regional center for tropical biology.
5) ———(1976): Annual report, 1975-1976.
6) ———(1977): Newsletter **19**.
7) BIOTROP, TROPICAL PEST BIOLOGY (1977): Proposals for the second five year development plan, 1978-1983.
8) BIROWO, A.T. (1977): Agriculture in Indonesia. Proc. 6th APWSS Conf., **1**, 1-13.
9) BURRILL, L.C. (1975): Herbicide on peasant farms. Proc. 5th APWSS Conf., 27-30.
10) CAO, N.D. and MERCADO, B.L. (1975): Growth behaviors of *Scripus martimus* L., Proc. 5th APWSS Conf., 51-53.
11) CHANDAPILLAI, M.M. (1971): Circle weeding techniques in inmature oil palm. Proc. 3th APWSS Conf., 101-110.
12) CHITAPONG, P. and SUWUNAMAEK, U. (1975): Chemical weed control in pineapple. Kasetsart Jour. **9-1**, 83-94.
13) CRIA (1976): Annual report, 1972 and 1973.
14) De DATTA, S.K. (1974): Weed control in rice: Recent status and future challenge. Philippines Weed Science Bull., **1**, 1-15.
15) ———and BAKER, R. (1975): Economic evaluation of modern weed control techniques in rice. Paper in Symposium of 5th APWSS, Conf., Tokyo.
16) ———(1977): Weed control in rice in Southeast Asia: Methods and trends.
17) ENNIS, W.B.Jr. (1969): Crop losses due to weeds. Symposium, Rome, Rep. 127-145.
18) FAO (1975): Production year book, **29**.
19) FURTICK, W.R. (1969): Progress report on weed control activities in developing countries. Proc. 2nd APWSS Conf., 18-20.
20) HOE, Y.C. (1977): Cultural and biological aspects of weed control. Crop protection and weed control in rubber plantation. **V1-2**, 92-96.
21) HOLM, L.G., PLUCKNETT, D.L.,PANCHO,J.V. and HERBERGER, J.P. (1977): The world's worst weeds. Hawaii, U.S.A.
22) 堀端俊造（1977）:タイのキャッサバ栽培　熱研集報**29**. 22 - 24.
23) IRRI (1975): Research highlights, 1974.
24) KASETSART UNIVERSITY (1976): Research and development activities at Kasetsart University.
25) KUNTOHARTONC, T. (1971): A review of weed control research, Java's sugarcane. Proc. 3rd APWSS Conf., 270-278.
26) LEE, S.A. (1972): Effects of six post-emergence herbicides on young pineapples, Malaysian Pineapple **2**, 47-52.
27) ———(1973): Ratoon clearing of pineapple with paraquat. Proc. 4th APWSS Conf., 400-406.
28) ———(1975): Atrazine as a pre-emergence herbicide for pineapple on peat. MARDI Res. Bull. **3-1**, 24-31.
29) ———(1975): Paraquat, diesel oil and kerosene for ratoon clearing of pineapple. Weed Res., **17**, 109-111.
30) ———(1977): An analysis of weed research in West Malaysia, 1912-1976.
31) MANGUNSUKARDJO, S. and KADNAN, N. (1971): Weed control in upland rice. Proc. 1st WSSI Conf., 133-139.
32) ———and———(1971): Weed control in upland rice with mixtures of propanil and 2.4 D esters Proc. 3rd APWSS Conf., 235-240.
33) MARDI (1977): Line projects: Rice Research Branch.
34) MARDI Jalan Kebun (1977): MARDI research station, Jalan Kebun.

35) MARDI (1977): Rice Research Branch: Scope, functions and research programme.
36) 中川恭二郎（1972）: 東南アジアにおける水稲作雑草防除の現況。雑草研究，13, 6 - 14.
37) 熱研センター（1976）熱帯作物耕種便覧・熱研集報 28.
38) 熱研・研究第2部（1977）: マレイシア，ムダかんがい地域における稲作技術体系の改善とその評価に関する研究. 資料№2.
39) 熱研・国際協力事業団（1974）: 熱帯アジアの稲作・農林統計協会.
40) NODA, K. (1975): Integrated weed control in rice. Paper in Symposium of 5th APWSS Conf., Tokyo.
41) ————(1977): Weed control in rice and other cereal crops in small scale farms. Paper in Workshop of 6th APWSS Conf., Jakarta.
42) 農林水産技術会議事務局（1975）: 野菜・畑作技術事典，海外編・農林統計協会.
43) NWSRI, Dep. Agri. (1977): For establishment of the National Weed Science Research Institute in Thailand.
44) PANCHO, J.V. VEGA, M.R. and PLICKNETT, D.L. (1969): Some common weeds of the Philippines.
45) PARHAM, J.W. (1958): The weeds of Fiji. Dep. Agri., Fiji Bull. 35.
46) PUSYPARAJAH, I.E. and WOO, Y.W. (1971): Weed control in rubber plantation. Proc. 3rd APWSS Conf., 93-100.
47) RONOPRAWIRO, S., MARDJUKI, A. and NASUTION, R.E. (1971): The inventory of weeds. Proc. 1st WSSI, 59-86.
48) ————(1975): Control of mosses in tea. Proc. 5th APWSS Conf., 365-369.
49) SAHARAN, H.A. (1977): Rice weed control in Malaysia. Paper in Annual Review Meeting, 1977.
50) SAMY, J. (1977): Recent trends in rice research. Paper in Annual Review Meeting, 1977.
51) SANUSI, M (1977): Problems and control of weeds on young tea in Indonesia. Abst. 6th APWSS Conf. Proc. 56.
52) SETH, A.K. (1971): Weed control in plantation crops. Proc. 3rd APWSS Conf., 70-80.
53) ————, FUA, J.M. and YUSOFF, Y.b.M. (1973): The use of paraquat and 2,4 D for the control of water hyacinth. Proc. 4th APWSS Conf., 322-328.
54) SHAMSUDIN, I. (1977): A review of the current status of rice production. Paper in Annual Review Meeting, 1977.
55) SOEDARSAN, A. and RIFAI, M.A. (1975): 50 Gulma di Perkebunan.
56) SOERJANI, M. (1970): Alang-alang. Biotrop Bull. 1.
57) ————(1971): Prospects for chemical weed control in Indonesia. Proc. 3rd APWSS Conf., 18-30.
58) ———— et al. (1971): Past, present and future of weed research in Indonesia. Proc. 1st WSSI, 177-191.
59) ————, SEMANGOEN, H. and WIRJOSOEHARDJO, S. (1973): Research on plant protection in Indonesia. Biotrop Bull. 5.
60) ————(1975): Weed problems and prospects for chemical control in Indonesia. Proc. 5th APWSS Conf., 18-22.
61) ————(1975): Integrated control of weeds in aquatic areas. Paper in Symposium of 5th APWSS Conf., Tokyo.
62) ————(1977): Weed management and weed science development in Indonesia. Proc. 6th APWSS Conf. 1, 31-41.
63) SUNDARU, M. (1975): A multi-location test of granular herbicides on transplanted rice. Proc. 5th APWSS Conf., 270-274.
64) ————(1976): Beberapa Jenis Gulma pada Sawah. Buletin Teknik 1.
65) SUVATABANDHU, K. (1950): Weeds in paddy field in Thailand. Tech. Bull. 4.
66) TAIB, J.b.M. (1977): Weeds in rubber plantation and their control. Crop protection and weed control in rubber plantation. IV-4.
67) U.S.D.A., A.S.C.S. (1976): The pesticide review. Washington, D.C.
68) WYCHERLEY, P.R. and YUSOF A.A.b.M. (1974): Grasses in Malaysian plantation.
69) YUSOF, A.A.b.M. (1977): Weeds in rubber plantation. Crop protection and weed control in rubber plantation. IV-1, 80-91.

Nekken Shiryo No.41, 1979, Tropical Agriculture Research Center, JAPAN

Present Status and Future Challenge of Weed Problems in Southeast Asian Countries

–based on a survey carried out in Thailand, Malaysia and Indonesia–

Kenji NODA
(Tohoku Agricultural Experiment Station,
Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries)

SUMMARY

A survey trip has been made by the author in order to evaluate weed control problems in cultivated as well as in non-cultivated areas of Thailand, Malaysia, and Indonesia from September to October, 1977. The present status and future challenge of weed problems in the Southeast Asian Countries are summarized and discussed on the basis of the above results and of data from the Philippines where the earliest weed research and several advanced projects in weed control technology had already started.

The main points can be summarized as follows:

1. In transplanted rice, "principal annual weeds" have been customarily controlled by deep flooding up to 10 to 15 cm, as well as by manual weeding. In particular, deep flooding after transplanting is a powerful and effective way to prevent the emergence of almost all annual weeds. Therefore, varieties of rice and production techniques allowing flooding have been used so far. Recently, all the Southeast Asian Countries have expressed a strong desire to raise the yield level of rice production in order to solve food prpblems in the face of population explosion. To achieve this objective, modern techniques such as the use of high-yielding varieties, heavy application of fertilizers, mechanization, etc. that are usually coupled with shallow flooding have been recommended. On the other hand, as shallow flooding generally stimulates the emergence of abundant weeds, more adequate control methods should be developed. For instance in the Philippines, high-yielding varieties and heavy fertilizer application have promoted the use of herbicides as indicated in Table 36.

Though hebicide application, being less labour intensive and more effective, has become a strong weapon for controlling weeds in the Southeast Asian Countries of Thailand, Malaysia, Indonesia, and the Philippines, most of the rice-growers in these countries, are not likely to apply such method because of the high cost, unstable effectiveness under tropical conditions, and awareness of side-effects on the environment.

The principal weeds observed in flooded rice paddies at the present time are listed in Table 37. Floating, perennial broadleaved weeds and/or cyperus weeds are predominant. Most of them have not been found in Japan. Of annual weeds, *Monochoria vaginalis, Limnocharis flava,* and *Spenochlea zeylanica* have an exceptionally wide distribution probably due to their strong ability to multiply by seeds. It is of interest that barnyardgrass which is the most difficult annual weed to control in Japan does not play an important role in Thailand and Malaysia, though it is more predominant in the Philippines and Indonesia.

Rice directly sown suffers more heavily from annual weeds than rice which has been transplanted. Though lower-cost herbicides, such as 2,4 D, have been applied so far to some extent, they have not been able to provide satisfactory protection against main annual grassy weeds which are prevalent in rice directly sown because of their abundance and fast growth.

Future challenge of weed control in areas with both transplanted and directly sown rice should depend upon the integration of several methods: chemical methods such as herbicide application, cultural methods such as crop rotation, and mechanical methods using rotary weeders or small tools. An integrated combination of the above-said methods must be programmed depending upon the kinds of crops and weed species present, soil conditions, climatic conditions, socio-economic aspects, etc.

2. Weed control in upland crops has been chiefly manual by use of small tools because

of low net return from a low yield level. However, manual weeding alone gives unsatisfactory results, particularly in the case of cultivation of crops in estates, because of shortage of labour due to industrialization in urban areas. The increase in yield of upland crops by introduction of new varieties and heavy fertilizer application is restricted by the weed problem like in the case of rice. Weed infestation creates more pronounced damage to short crops such as soybeans, peanuts, and mungbeans than in tall ones such as corn, sorghum, and sugar cane. Herbicide application has been practised to some extent in upland crops, but satisfactory results have not been obtained yet because of improper application techniques and/or instability of effect influenced by tropical conditions such as high temperature and unusual heavy rainfall, coupled with the rapid growth of weeds.

The most aggressive weeds in upland crops are mainly several annual grassy weeds and *Cyperus rotundus*, as indicated in Table 37. In particular, *Cyperus rotundus*, purple nutsedge, is characterized by a wide distribution in tropical areas because of the active multiplication of underground tubers as well as high tolerance to any weeding measures. The future challenge of weed control in upland crops should also be directed to an integration of chemical, cultural, and mechanical methods. Especially, crop rotation is effective in preventing the emergence of weeds in the soil.

3. Perennial plantation crops such as rubber, oil palm, tea, etc have peculiar weed control sequences based on ecological and physiological characteristics of crop trees, their culture practices, the kind of weed species present, and socio-economic conditions of the plantation. Weed control of rubber and oil palm which are representative of the plantation crops of the tropical areas emphasizes weed vegetation management involving strip weeding, circle weeding, legume cover, employment of desirable plants, etc. These technologies have been promoted so far, mainly by the Rubber Research Institute of Malaysia. In order to develop these technologies, herbicide application has been practised widely in large farms in Malaysia and Indonesia. It would be difficult to introduce and apply such advanced technology in small farms, as compared with the situation in large farms.

Many noxious weed species exert a different action depending on the type of crop trees and the stage of growth of crops i.e., degree of maturation. Some moderately noxious weeds such as *Paspalum conjugatum*, *Ottochroa nodosa*, *Borreria latifolia*, etc., can become desirable plants if properly managed. The worst weeds in plantations of rubber, oil palm, and others are *Imperata cylindrica*, *Mikania* spp., *Melastoma malabathrica*, *Eupatorium odoratum*, etc. These weeds, particularly *Imperata cylindrica*, compete with crops for light, water, and nutrition, especially in their immature stages, and some of them secrete toxic substances which produce allelopathic effects on the growth and yields of crop trees.

Herbicide application has been carried out widely for strip weeding and circle weeding, to establish effective legume cover and to induce desirable plants to grow. The future challenge of weed control is to place emphasis on weed management utilizing herbicide application based on biological characteristics of respective weeds. Furthermore biological control methods using fungi or insects must be considered in attempting to eliminate side-effects.

Among plantation crops, tea in Indonesia, illustrates a somewhat peculiar aspect of weed control, probably due to the frequent cutting of young leaves which stimulates the proliferation of luxuriant weeds. Hoe weeding by hand has been customary so far, but it is very tedious and is likely to injure the root system of the tea plants. Therefore, herbicide application has been evaluated and adopted widely in Indonesia in about 80 percent of the tea plantations. Another problem in Indonesia's tea plantations of the highlands is moss control.

4. Invasion by specific perennial weeds of non-cultivated areas poses serious problems in the Southeast Asian Tropics. These weeds are characterized by a rapid growth and multiplication so that they contaminate the environment.

Aquatic perennial weeds, as indicated in Table 38, inhibit the utilization of water in canals, ponds, and rivers for irrigation, navigation, and/or industry. The most serious of these is *Eichornia crassipes* which is distributed all over the tropical countries. Although many measures of control have been tested, no satisfactory results have been obtained. Recently, research aimed at eradication has been proposed. Herbicide application provides only a limited effectiveness.

Besides aquatic weeds, several weeds growing in non-cultivated areas are listed, such as *Imperata cylindrica* and *Minosa pigra*. As a rule, the above weeds have a very strong growth and reproduction ability and/or a high resistance to physical and chemical attacks. Future challenge must be centered on integrated control measures combining the use of chemical, mechanical, and ecological methods, based on vulnerable aspects of biological and physiological particularities of these weeds.

5. Weed research in Southeast Asian Countries has been lagging as compared with that on diseases and pest insects, but recently owing to the need for raising the yield of crops and/or as a result of the shortage of the agricultural labor force, such research has been promoted leading to the creation of several projects in some countries. Indonesia (Biotrop, CRIA) and the Philippines (IRRI, University of Philippines) have initiated basic and practical research to advance weed control technology. Furthermore, Thailand has just initiated a project covering weed science and weed control of all crops and areas through the establishment of the National Weed Science Research Institute (NWSRI), while in Malaysia MARDI is being responsible for promoting weed science and weed control. Particularly, the MARDI Rice Research Branch in Bumbong Lima has started a project of weed control in rice.

As for plantation crops, RRIM in Malaysia has had a long history of weed research for rubber and has established advanced technologies of weed control in rubber.

Biotrop in Indonesia is in charge of the training of technicians in weed science in Asian Countries and IRRI has analysed the cooperative work on herbicide evaluation in tropical areas. Moreover, many Asian Countries have been cooperating with advanced countries such as the United States (IPPC, Hawaii University), the United Kingdom (WRO, etc.), France and the Netherlands and have expressed the strong desire to cooperate with Japan in the future.

写真1. 水田浮遊性雑草 *Salvinia cucullata* の水稲作への侵入,（タイ，チェンマイ市郊外）

写真2. 水田抽出性強害草 *Marsilea crenata* の田植後の水稲作での発生（インドネシア，バンドン郊外）

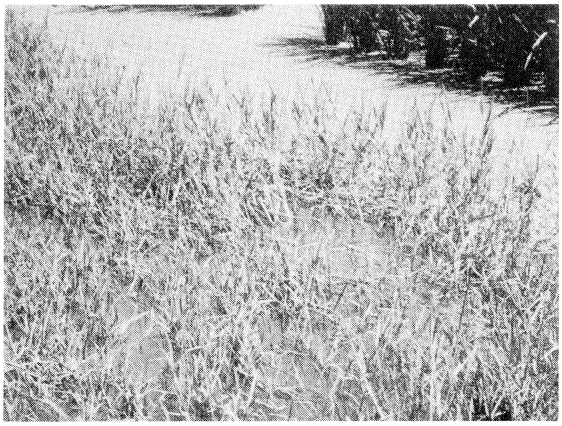


写真3. 水田への *paspalum scorbiculatum*（手前），*Azolla pinatta*（N固定雑草？）の侵入（タイ，チェンマイ郊外，サンパトン稲作試験場）

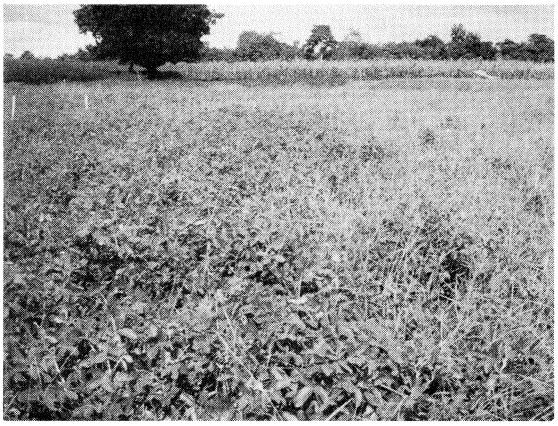


写真4. 落花生へのイネ科雑草の侵入，左手前は除草剤処理区（タイ，コンケン郊外，マハサラカム畑作試験場）

写真5. ケナフ畑のイネ科雑草,とくに *Dactylotenium aegyptium* の侵入（タイ，コンケン郊外マハサラカム畑作試験場）

写真6. 畑作の人海除草（タイ，コンケン大学圃場）（原図 P.Kanchanomai）

写真7. 小規模経営ゴム園への *Imperata cylindrica* の侵入（マレイシア，クアラルンプール郊外）

写真8. インドネシアの茶幼木園，手前 hoe 除草による根傷害（インドネシア，バンドン RITC 圃場）

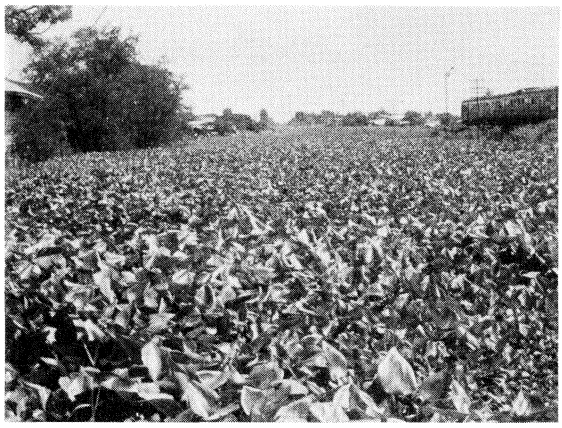


写真9. 水生域への *Eichhornia crassipes* の侵入（タイ，コンケン郊外）

写真10. 非耕地強害草 *Mimosa pigra* の繁茂（タイ，チェンマイ郊外）

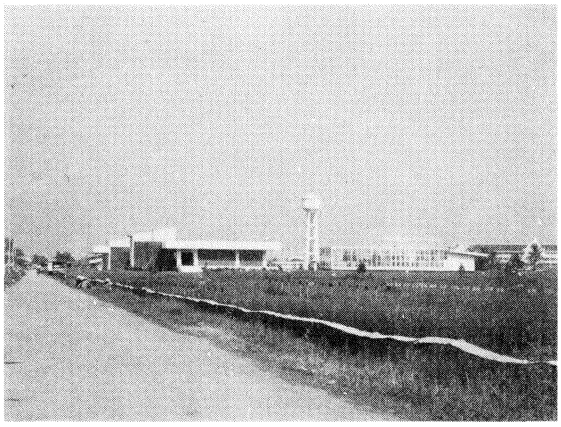


写真11. 建設中のタイ国立雑草科学研究所（NWSRI）の遠望（タイ，バンコック，バンケン）

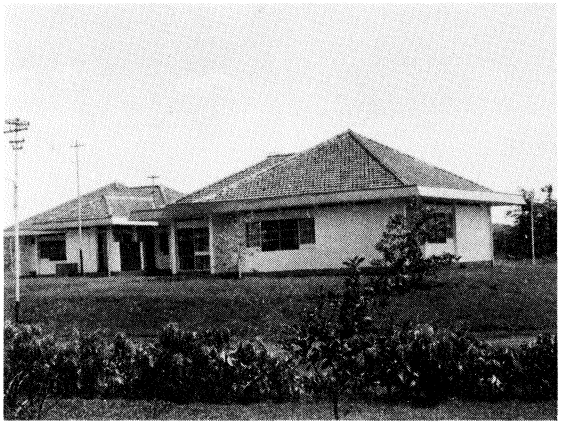


写真12. 新設された Biotrop 研修・ゲスト宿舎の一部（インドネシア，ボゴール）