

マレーシアのかんがい水田地区における 最近の雑草問題

国際農林水産業研究センター 渡 邊 寛 明

1. は じ め に

マレーシア、タイ、ベトナム、フィリピン等の東南アジア諸国の水田地帯では、水稻の直播栽培が広く行われている。なかでもマレーシアでは1990年にはかんがい地区（図-1）の大部分の水田で直播栽培が行われるようになったが、移植栽培から直播栽培への転換が始まった1980

年から数えると既に15年以上が経過している（図-2）。マレーシアの直播栽培は優れた栽培技術に支えられて始まったわけではなく、現在でも安定的な水稻生産が達成されているわけでもない。それでも、田植え労力の不足といった社会的背景とそれに伴う作業請負制度の発達によって、直播栽培はマレーシア農業の中でし

っかりと定着し、移植栽培へ再転換する気配は全く感じられない。

ここではマレーシアの直播水田でこれまで指摘されてきた雑草問題を、著者が国際農林水産業研究センター（JIRCAS）の在外研究員として現地調査や研究集会等で見聞きしてきたことをもとに整理してみたい。当地での直播栽培とそこで問題となる雑草については、本誌でも著者の前任者でありマレーシアで雑草分野の共同研究を始められた伊藤一幸氏（現東北農試）が、近隣諸国の現状を含めて広範かつ詳細に記述されている1), 2), 3), 4)。著者がまた別の視点から記述することによ

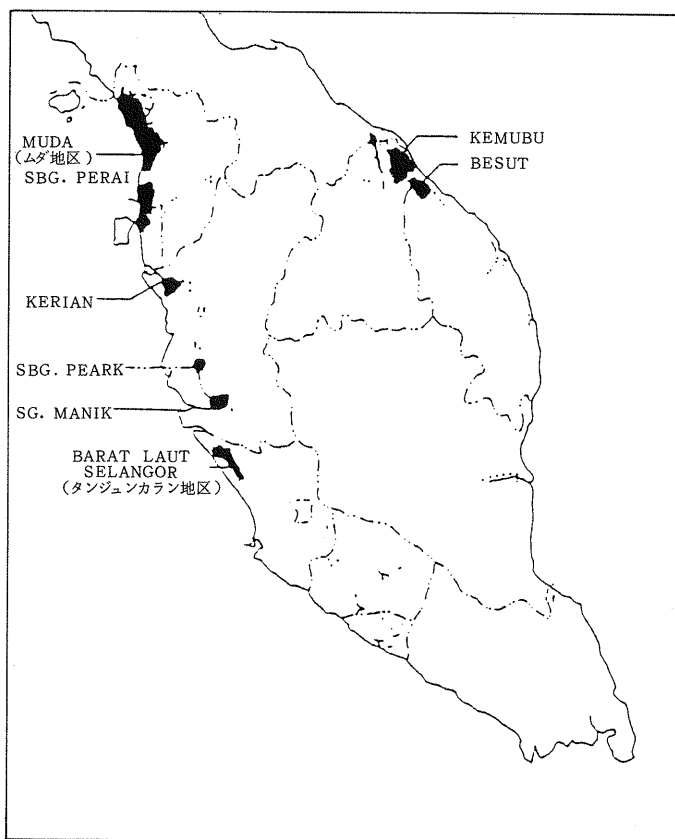


図-1 半島マレーシアのかんがい水田地区

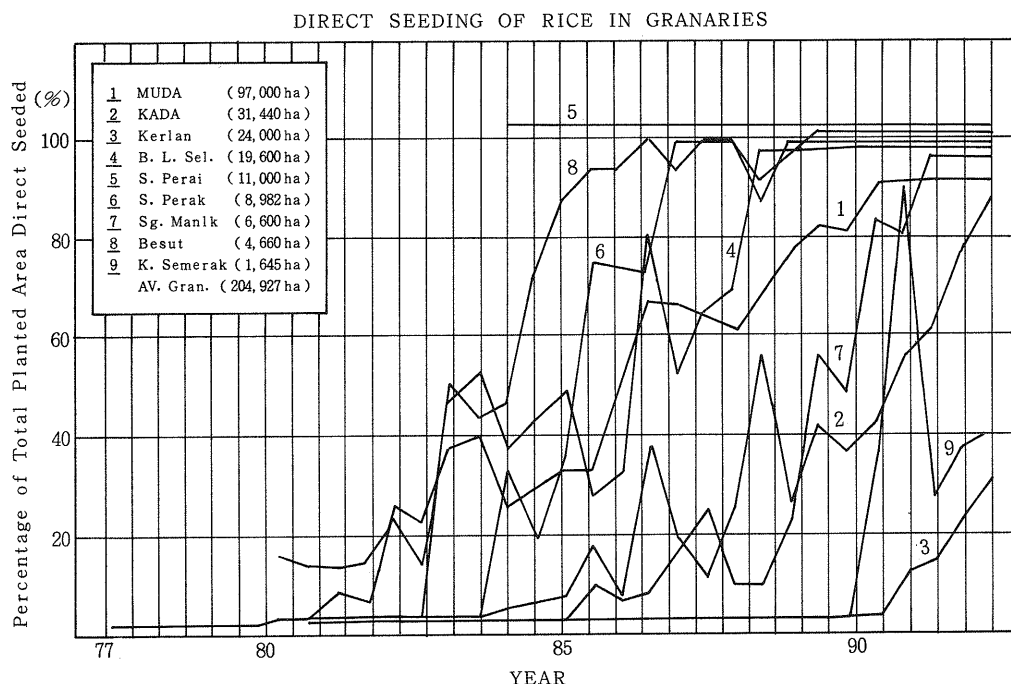


図-2 マレーシアかんがい地区における直播栽培面積率の推移 (Raunkee, 1993)¹⁷⁾

って、マレーシアの雑草問題の理解をさらに深めることができれば幸いである。

2. 直播栽培における雑草問題

最初にマレーシアの水田地帯に入ってみると、その雑草の多さ(草種と数量)にまず驚かされる。ある水田では一面イヌビエ(*Echinochloa crus-galli* var. *crus-galli*)が生い茂っているかと思えば、近くの別の水田はアゼガヤ(*Leptochloa chinensis*)で覆われており、また別の水田ではヒデリコ(*Fimbristylis miliacea*)が蔓延している。1筆の水田で問題となっている雑草は1種だけという場合もあれば、いろんな草種が競うように生育している場合も多い。また前作では多年生雑草であるオオサンカクイ(*Scirpus grossus*)が問題であった水田が次のシーズンではヒメタイヌビエ(*Echinochloa crus-ga-*

lli var. *formosensis*)が問題になっていたりする。もちろん地区全体で見ればこれまで報告されてきたような問題雑草の移り変わりがあるのだけれど^{5), 6), 7)}、実際には1筆毎に雑草の繁茂状況は大きく異なっており、その変化も千差万別である。どこから手をつけていいのか、どこに重きを置いていいのか分からないというのが、ムダ地区で調査を始めて最初の一年間の実感であった。しかし、現地の関係者と話し合いながら調査を進めていると、この複雑な雑草問題の現状をその要因別に以下の3つに分けて整理できることが分かってきた。すなわち、(1)農民の雑草に対する態度に起因する雑草問題、(2)不安定な水環境や「作業請負制度」といった農家の自由にならない要因によってもたらされる雑草問題、(3)きちんと管理できていても起こる雑草問題、の3つである。

3. ムダ地区農民の雑草に対する態度

FAOが中心になって提唱した総合病害虫防除（IPM：Integrated Pest Management）調査研究プロジェクトが1987年から東南アジア各国で実施されたが、マレーシアでは総合的雑草防除（IWM）の戦略的普及キャンペーンとしてムダ農業開発庁（MADA）が担当することになった。その調査研究の第一段階として、MADAとマレーシア科学大学（USM）のマス・コミュニケーション学部（ラムリー副学部長とコー女史）により、農民の稲作技術に対する知識、態度、農作業の様子が調査された。当時MADAと熱帯農業研究センター（現在のJIRCAS）の共同研究のチームリーダーであられた諸岡慶昇氏らがその調査結果を編訳した熱研資料⁸⁾によると、農民の雑草に対する態度について以下のような問題点が指摘されている。

- (1) 病害虫やネズミによる被害に比べて、雑草問題が騒がれるほど大した問題ではないと思ひ込んでいる。
- (2) 栽培方法が変わったにもかかわらず、雑草防除に対する態度が移植栽培の時と変わっていない。
- (3) 直播栽培を行う限り、雑草はつきまとう問題であろうと感じて、半ば諦めきっている。

すなわち、移植時代には大した問題ではなかった雑草に対する農民の気軽さや寛大さが、除草作業を時間と努力の浪費だと感じさせていることがこの調査から伺える。さらに、直播栽培では種籾の精選、田面の均平化、灌漑スケジュールに従うことなど、移植栽培に比べてより細やかな注意が必要であることを農民たちは十分に知っているにもかかわらず、実際にはそうしていない。彼らの水田で細やかな管理をするこ

とは大変難しく、ノビエを幼苗期にイネと識別できないとか、除草剤の使用方法について正しい知識を持っていないといった知識面での不備も手伝って、雑草防除により多くの注意と労力を傾けることを彼らが避けている、とこの調査研究は指摘している。

4. 不安定な水環境と作業請負稲作がもたらす雑草問題

(1) 灌漑水路整備と個々の水田の灌排水

農民たちが積極的に雑草防除に取り組んでも、その努力が報われない場合が大変多い。その原因の一つに安定した水管理ができないことがあげられる。ムダ地区（96,000 ha）では全域に一次水路及び二次水路が整備されているが、三次（末端）水路まで整備が進んでいるのはその25%の区域にすぎず、残り75%の区域では不十分な水路密度（10m/ha）のために1.6 kmにも及ぶ長距離田越灌漑が行われている。水路から遠く離れたところでは1ヶ月も待ってようやく水がくるとか、入水後も条件の悪い水田では無湛水に近い状況になる一方、水路から近いところでは深水が目立つといった調査結果がある⁹⁾。潤土直播栽培では安定した苗立ち確保のために代かき後にいったん落水して土壌表面に催芽籾を播種し、水稻苗立ち後に再度入水して雑草防除を行う（除草剤を散布する）のが一般的であるが、苗立ち後の湛水が思うに任せず、再湛水の時期が遅れることによって雑草の発生を促す結果になるとか、除草剤散布適期を見送ってしまう場合が多くみられる。また、除草剤を散布しても灌漑水とともに隣の水田に移動したり、時折見舞われる大雨によって水田外に流れてしまい、除草効果の低下とともに系外への農薬汚染といった問題もおこっている。落水期間

中の降雨と水田の排水不良によってもたらされる水田内の不齊な湛水は、発生雑草の草種を増やすことによってその後の雑草防除を困難にさせている。

(2) 大型機械を有する民間コントラクターによる作業請負制度

現在ではマレーシアの全灌漑地区で一般的に行われている作業請負制度も、安定した雑草防除を妨げている要因の一つになっている。ムダ地区には大型のコンバインや耕耘機を所有する民間のコントラクターが大小合わせて数百あるといわれ、彼らがマレーシア全土の灌漑地区を回って耕耘、代かき、収穫作業といった播種・収穫時期を決定するような水田の基幹作業を行っている。コントラクターは農家の依頼を受けて、作業を行う水田の位置（水路や道路からの距離等）とその年の灌漑計画を勘案して一筆一筆の水田の作業順序を決める。その際、水田への入水時期が前述のように不確かなことや、コントラクターが一度に多数の農家の依頼を受けていることから、耕耘や代かき等の作業日程が必ずしも各水田の作業適期に合致することができていないのが実状である。

オオサンカクイは丁寧な代かきによって簡単に防除できるはずの多年生雑草であり、農民たちもそれほど防除しにくいとは考えていない。しかし、実際には至る所でオオサンカクイが繁茂している水田がみられる。この事実は、水田での水管理の困難さを示しているとともに、栄養芽を地中に埋め込むほどの十分丁寧な代かきが行われていないことを示すものである。ムダ地区では12月終わりから3月までが乾期に当たり、毎年第一作として3月～4月に播種される乾期作(裏作)では灌漑水の節約のために乾田直播栽培が広く励行されている。よく言われるよ

うに、乾田直播栽培の成否は播種前の耕耘作業の精度と播種前後の降雨条件に依るところが大きい。しかし、乾期の終わりに当たる3月の降雨がまことに不規則であるがために、コントラクターが行う播種前の適期の耕耘機会を失うこともある。播種前の均平作業も播種後の雑草防除にとって重要な意味を持つが、その精度は水田の水分条件とコントラクターの作業精度に依るところが大きい。

マレーシアの稲作における作業請負制度の進展には、当国の多民族国家という特異な社会事情が密接に関係していると諸岡氏は分析している⁸⁾。すなわち、農地所有の面で強い規制下にあった中国系の人々が、彼らの資本力と商才を武器にして耕作手段である大型機械を保有し、作業請負を通して稲作農業との関係を深めていった。その過程の中で、マレー系の人々が持つ土地の所有・耕作権と中国系の人々が持つ耕作手段が分離する形で機械化農業が形成されていったというものである。農家が労賃を払って田植え労力を確保していた形の作業依頼から現在のようなコントラクターが作業を請け負う形への変化は、大型機械を用いた近代稲作をマレーシア全土に広げることによって労働生産性の向上に貢献してきた。しかし雑草防除の面から考えると、耕耘や代かき等の作業は水田毎の特に水の状態を見ながらの細やかな作業日程の調整が必要とされるにもかかわらず、現在マレーシアで行われている作業請負制度はそれに十分対応できているとは言えない。

5. 適切な雑草防除を行っていても問題となる雑草

移植栽培から直播栽培への転換は水田雑草の草種の大きな変化をもたらしたが、その代表格

はノビエを始めとするイネ科雑草の繁茂である。直播栽培の定着後、このイネ科雑草をいかに防除するかが各灌漑地区水田の最重点課題となり、様々な努力がされることになる。1980年代後半からモリネート、プロパニル、ベンチオカーブといったヒエ剤が多く利用されるようになったのもその一つである。その後も水稻播種法、水管理及び除草剤の開発と普及といった直播栽培技術の発達によって問題となる雑草草種は変わってきている。イネ科雑草は現在でも難防除強害雑草の一番手に挙げられるが、他にも塊茎で繁殖するコウキヤガラ (*Scirpus maritimus*)、雑草イネ (*Oryza sativa* L.)、除草剤抵抗型の雑草等、除草剤散布下で残存しやすいタイプの雑草が問題となる傾向がある。イネ科雑草については、本誌でも伊藤氏が詳細に報告されているので²⁾、ここでは雑草イネと除草剤抵抗性型の雑草について最近の動向を述べることにする。

(1) 雑草イネ

マレーシア半島中西部に位置するタンジュンカラン灌漑水田地区で、1989年に現地でパディ・アングイン (padi angin) と呼ばれる稲が多発し、主に乾田直播栽培で自然発生する雑草イネとして大きな問題となった¹⁰⁾。マレー語で padi は稲、angin は風あるいは空気という意味で、padi angin は極めて脱粒し易い稲のことを指してそう呼んでいる。ムダ地区でも、

1990年の2haから1993年には168ha、1994年には325haとその発生面積が急速に増加していることが最近のMADAの調査で分かっている¹¹⁾ (表-1)。

まず雑草イネの正体であるが、伊藤氏はマレーシアの水田周辺に生育する野生稻 (*Oryza rufipogon*) を研究する中で、「一年生型野生稻の分化」或いは「野生稻から栽培稻への遺伝子の浸透」という形での雑草イネの発現と問題化を警告されてきた²⁾。雑草イネの中でも特に脱粒し易いものは、野生稻のように結実後すぐに籾が脱落する個体もあることから、我々も栽培稻と野生稻の交雑後代が直播栽培の雑草として適応してきた可能性も大きいと考え、農業生物資源研究所、MARDI ジーンバンク及びJIRCASの共同研究によって遺伝学的な把握を試みた。しかし、ムダ地区の水田で採取された雑草イネ、水田周辺の野生稻及びこれまで栽培されてきた栽培品種を用いたRAPD分析の結果は、雑草イネが栽培稻から由来したという仮説を支持するものであった¹²⁾。雑草イネが早くから問題になっていたタンジュンカラン水田地区周辺にはこれまで野生種が確認されていないことから、雑草イネの発現には野生稻との関係が必ずしも必要ではなく、むしろどのような栽培稻 (品種) をこれまで育ててきたかということが重要であると考えている。

マレーシア半島部の北東に位置するケムブー

表-1 ムダ地区における雑草イネの発生面積

作 期	第I灌漑区	第II灌漑区	第III灌漑区	第IV灌漑区	合 計
	ha	ha	ha	ha	ha
1993年乾期作	0	15	15	138	168
1993年雨期作	2	34	4	217	257
1994年乾期作	4	66	43	212	325
1994年雨期作	4	48	17	12	81

注) ムダ地区 (96,000 ha) は北から南にかけて4つの灌漑ブロックに分かれている。

・ブースト水田地区では、パディ・アングインではなくパディ・ハントゥ (padi hantu) と呼ばれる稲がしばしば雑草として

水田内で生育している。このパディ・ハントゥとは野生稻 (*O. rufipogon*) のことであるが、1995年の第二作にはこの野生稻が多発する水田が多数観察された。水田内では種子から発生してきたものであろうが、外部形態からは明らかに多年生型野生稻に形態が類似するものであった。ただし、パディ・アングンと同様に形態変異がみられたので、この材料についても生物資源研究所で現在遺伝学的分析が行われている。

雑草イネが大問題になるほど増加した背景には、前作以前のこばれ稲から発生する自生稻 (ボランティアライス) を栽培してきたマレーシアの直播栽培の技術的要因が関係している。ムダ地区の乾期作として実施される乾田直播栽培では、その水稻苗立ちの不安定さをしばしば自生稻で補ってきた。乾田直播栽培それ自体にも自生稻は多く混生しているが、深刻なダムの貯水量不足のために灌漑水が全く供給されなかった1987年の乾期作では、その作期の生産を専ら自生稻に頼る自生稻栽培がムダ地区の稲作の40%近くを占めた (表-2)。ダムの水を節約するためにその後も乾田直播栽培は奨励されてきたが、直播水田での自生稻の混生と、その栽培・収穫の繰り返しが雑草イネの発現と多発をもたらした主要因と考えられる。雑草イネについては、形態的変異や直播水田への適応性と防除法についての研究がされているが¹³⁾、紙面の

都合上別の機会に譲ることにする。

(2) 除草剤抵抗性型のある雑草

東南アジアの水田でこれまで除草剤抵抗性型の発現が確認されたものとしては、2,4-D抵抗型のナガボノウルシの例があり¹⁴⁾、マレーシアでも本種の2,4-D抵抗性型が観察されている¹⁵⁾。2,4-D除草剤は1960年代に導入されているが、農民が一般的に利用するようになったのは1970年代にブチルエステル水和剤が使われるようになってからである。1980年以降に直播栽培が導入されると、除草剤は雑草防除にとってもはや不可欠なものとなり、その中でも2,4-Dは広葉雑草やカヤツリグサ科雑草の防除のための中心的な役割を果たしてきた。ところが、2,4-Dで枯殺できないヒデリコが1989年の乾期作に農家水田で見つかった。このヒデリコは2,4-Dの通常使用量の16倍の薬量を処理してもその後回復すること、他のフェノキシ系除草剤にも抵抗性であることがこれまでの調査で分かっている¹⁶⁾。他にもキバナオモダカなどこれまで2,4-Dで防除できていた草種が残存するようになったという話を耳にすることが多い。しかし、ヒデリコの調査で明らかになったことであるが、実際に抵抗性型が発現して水田で多発している場合はそれほど多くなく、大部分の水田は感受性型のヒデリコが繁茂しているのが実態であった。前述したように、除草剤が有効

表-2 ムダ地区の乾期作における水稻栽培法の推移

(Md. Zuki and Kamaruddin, 1994¹⁸⁾より)

年	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
潤土直播栽培(%)	64.1	0.6	51.0	85.2	65.0	51.0	13.5	33.5
乾田直播栽培(%)	16.2	59.7	29.8	11.1	30.0	48.0	85.5	65.2
自生稻栽培(%)	19.7	39.8	19.3	3.7	5.0	1.0	1.1	1.3
直播合計(ha)	59,412	78,922	83,559	75,581	82,906	92,127	91,733	91,840
水稻作付け面積(ha)	90,066	88,956	92,220	92,447	92,587	92,523	92,294	92,720

な形で使われていない場合がまだまだ多いことを示しているように思われる。

現在マレーシアの水田ではベンスルフロンメチル等のスルフォニルウレア系の除草剤（SU剤）の使用が増えている。タンジュンカラン水田地区には集約的な直播稲作を行っている中国系農民の区域があり、そこでSU剤散布下で残存する広葉雑草があるという情報を得たので、MADAの普及指導担当官とともに早速出かけてみた。問題の雑草はナンヨウオモダカ（*Sargittaria guayanensis*）とウキアゼナ（*Bacopa rutundifolia*）であった。このうちウキアゼナを持ち帰り増殖してから簡単な試験を行ってみたところ、通常の使用法で散布後しばらくはほぼ完全な防除効果があったが、この雑草はかなり発生期間が長いため、後発の個体が残存して水中で地上茎を伸ばしながら生育を始めた。除草剤に対する感受性そのものはそれほど低いわけではないが、生態的に除草剤の影響を回避しているのかもしれない。いずれにしても、除草剤散布下で残存しやすい雑草についての研究は今後も重要であろう。

6. お わ り に

マレーシアの水田における雑草問題を要因別に整理してみたが、現実の雑草問題は農民の雑草防除に対する姿勢、水田の灌排水の不確かさ、作業請負制度といった社会要因と深く関わっている。後半で述べたイネ科雑草、多年生雑草、雑草イネ等の問題も、これら社会的要因と深く関わっており、環境の改善によって将来はかなりの部分が解決できるものと考ええる。しかし、水田地区の整備のために直ちに大型の資金を投入できるものではなく、環境の整備は容易に進むものではない。技術開発研究と社会環境整備

の両方の側が、努力して歩み寄りの姿勢を持ち続けることが、問題解決へ向けての最短の道である。

著者は1992年から4年間にわたってマレーシア農業開発研究所とムダ農業開発庁に駐在し、当地の直播栽培技術の組立に少しでも役立つような情報を得ようと調査を行ってきた。その間、日本から派遣された研究者の方々からは有益な情報を多数提供して頂いた。また、雑草防除に関わっておられる各方面の方々からはことある毎に多くの励ましの言葉を頂いた。この場をお借りして、皆様に厚くお礼を申し上げます。

引 用 文 献

- 1) 伊藤一幸(1993): 東南アジアにおける潤土直播水田の問題雑草と防除. 植調 27(1), 11-17.
- 2) 伊藤一幸(1993): 東南アジアにおける潤土直播水田の問題雑草と防除(2). 植調 27(4), 38-44.
- 3) 伊藤一幸(1993): 東南アジアにおける潤土直播水田の問題雑草と防除(3). 植調 27(8), 17-22.
- 4) 伊藤一幸(1993): 東南アジアにおける潤土直播水田の問題雑草と防除(4). 植調 28(2), 23-28.
- 5) Ho, N-K. (1991): Comparative ecological studies of weed flora in irrigated rice fields in the Muda area. MADA Monograph No. 44, 97 pp.
- 6) Itoh, K. (1991): Integrated weed management under wet-seeded rice fields in Southeast Asia and Pacific regions, with special reference to Malaysia. Proceedings I of the 13th APWSS Conference, Jakarta, Indonesia,

- pp. 77-94.
- 7) Azmi M., Baki B., and Mashhor M. (1993): Weed communities in principal rice-growing areas in Peninsular Malaysia. MARDI Report No. 165, pp.16.
 - 8) 諸岡慶昇・安延久美 (1993): マレーシア・ムダ平野における直播稲作と雑草問題. 熱研資料 No. 91, pp.159.
 - 9) Fujii, H. and M.C. Cho (1993): Studies on water management under direct seeding in the Muda area, Malaysia, Final report, MADA/JIRCAS Cooperative Study, JIRCAS, pp.217.
 - 10) Wahab A.H. and Suhaimi O. (1991): Padi angin-characteristics, adverse effects and methods of its eradication (in Malay with English abstract). Teknol. Padi 7, 21-31.
 - 11) Md. Zuki I., H. Watanabe and N-K. Ho (1995): Status and control of weedy rice in the Muda area Malaysia. Proceedings I of the 15th APWSS Conference, 827-833.
 - 12) Vaughan D.A., Abdullah Md. Z., H. Watanabe and K. Okuno (1995): Relationship between wild, weedy and cultivated rice in Malaysia. Rice Genetic Newsletter 12, 183-184.
 - 13) Watanabe, H (1996): Weedy rice problems in Southeast Asia and control strategy. JIRCAS International Symposium Series No.4, 27-37.
 - 14) Mercado, B.L., S.K. De Datta, T.R. Migo and A.M. Baltazar (1990): Growth behaviour and leaf morphology of Philippine strains of *Sphenoclea zeylanica* showing different response to 2, 4-D. Weed Res. 30, 245-250.
 - 15) Itoh, K. (1991): Life cycle of rice field weeds and their management in Malaysia. TARC, pp.92.
 - 16) 渡辺寛明, Md. Zuki I. and N.K. Ho (1994): マレーシア・ムダ地区における 2,4-D 抵抗性ヒデリコの発生実態と数種除草剤に対する感受性. 雑草研究 39 (別), 174-175.
 - 17) Raunkee, S.A. (1993): Direct seeding and paddy production statistics. Paper presented at Workshop on Water and Direct Seeding for Rice, 14-16 June, Alor Setar Malaysia. (Mimeo.)
 - 18) Md. Zuki I. and Kamaruddin D. (1994): Status and control of Padi Angin in MUDA (in Malay) Paper presented at MARDI Workshop on Padi Angin, Penang, Malaysia, May 1994 (Mimeo.)