

東南アジアにおける 潤土直播水田の問題雑草と防除

東北農業試験場水田利用部 伊藤 一幸

はじめに

1980年以降、タイ、フィリピン、マレーシアなどの熱帯アジアのかんがい水田地帯では田植労賃の上昇、低コスト化などの理由により、伝統的な移植栽培から直播栽培への大きなうねりがみられている^{2, 6, 15, 18)}。これは行政機関の指導というより、農民が自主的に始めたものである。直播技術も当初は不安定なものであったが、直播適応性の高い品種の利用、普通型コンバインの普及、圃場内排水の励行などが定着し、移植栽培と比べて遜色ない収量水準になってきた⁴⁾。

少し古い統計であるが第1表に東南アジアの稲の栽培面積を示した。タイの多くは熱帯サバンナ気候に属し、雨季作は1千万haのイネ栽培

面積があるが、乾季には雨季の1割程のかんがい水田地帯でしかイネは栽培されていない。主流は安価な労働力を背景にして移植栽培であるが、潤土直播も少しずつ増え、タイ中部のチャオプラヤ川流域の平野部などで80万haほど作付けられている。

1988年のインドネシアでは893万haの水稲と121万haの陸稲栽培され、4,200万トンが収穫された。平均反収は水稲で400kg、陸稲で170kg程度といわれている。水稲栽培の大部分は移植で直播はほとんどない。ベトナム、ラオス、カンボジア、ビルマでは詳しい統計はみえないが、水稲栽培のほとんどは移植と思われる。フィリピンでは320万haでイネが栽培され、このうち166万haがかんがい田、24万ha

第1表 東南アジアのイネの栽培面積

(千ha)

	陸田・焼畑	深 水 田 (1m以上)	か ん が い 田		天 水 田	
			雨 季	乾 期	0～30 cm	30～100 cm
ビ ル マ	793	173	780	115	2,291	1,165
タ イ	961	400	866	320	5,128	1,002
ベ ト ナ ム	407	420	1,326	894	1,549	977
カンボジア	499	435	214	—	713	170
ラ オ ス	342	—	67	9	277	—
マレーシア	91	—	266	220	147	11
インドネシア	1,134	258	3,274	1,920	1,084	534
フィリピン	415	—	892	622	1,207	379
計	4,642	1,686	7,685	4,100	12,396	4,238
総 計 比 (%)	13	5	22	12	36	12

総作付面積(二期作は2回に計算): 3,475万ha (Huke 1982より引用)

が陸稲である。このほか、バングラディッシュ、インド、スリランカは本来、直播栽培が主体である。私たち日本人はややもすると移植栽培が進んだ技術で、直播は原始的な技術と思いがちであるが、直播技術も長い年月の間に完成され、気象条件によっては安定し、重要な技術となっている地域もあった^{3, 13, 20}。

ここに述べようとする中味は1989年7月より1992年11月まで熱帯農業研究センターからたびたびマレーシアのムダ農業開発庁(MADA)およびマレーシア農業開発研究所(MARDI)稲作試験場に派遣され、そこで得られたものが多い。特に、カウンターパートであったホーナイキン氏(MADA)、アズミマン氏(MARDI)との共同研究による成果を使わせてもらっている^{1, 5, 6, 9, 10, 11, 12}。両氏、熱研および関係機関に感謝申し上げる。この間、一地域の稲作を見ただけでは雑草の防除法の作定に限りがあると考え、半島マレーシア東海岸のKADA、セランゴール州のスキンチャンといったマレーシア国内をはじめタイ、フィリピン、インドネシアなどの近隣諸国を観察し

た。

また筆者はめぐまれて、第11回国際作物保護会議(マニラ、1987年10月)、第3回熱帯雑草学会(クアラルンプール、1990年12月)、第13回アジア太平洋雑草学会(ジャカルタ1991年10月)、第1回国際雑草防除会議(メルボルン1992年2月)、1992年国際稲研究会(IRRC、ロスバニオス1992年4月)等、雑草防除に関する数多くの国際会議に出席することができた。こうした会議とはかくしゃべりっぱなしで、報告集がなかなか出版されないが、自分の目で確認できなかったことはこれらの会議で、それぞれの国の研究員と意見交換したものである。

1. 直播の実態

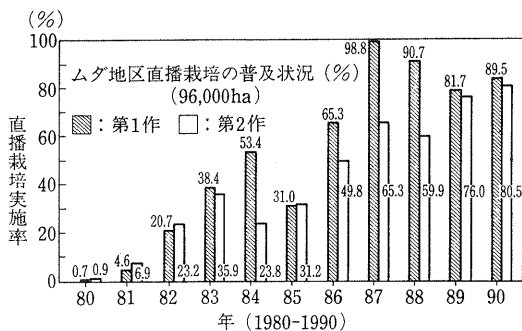
第2表にはマレーシアにおける稲の栽培面積を示した。マレーシアでは22万haがかんがい水田で、一般に二期作が行われている。1960年代初頭には、中国系マレー人の多いセランゴール州のタンジョンカラン地区に田植労力の不足から直播が導入された。60年代後半には広く普及し、70年代前半にはトラクターのアタッチメントとして条播の播種機が開発され、乾田の

第2表 マレーシアのイネの栽培面積

	陸田・焼畑	深水田 (1m以上)	かんがい田		天水田	
			雨季	乾季	0~30cm	30~100cm
半島東北部	7	0	48	31	41	0
半島西北部	2	0	193	174	28	3
半島南部	1	0	11	7	23	0
サラワク州	60	0	6	4	46	11
サバ州	21	0	8	4	9	0
計	91	0	266	220	147	14
総計比(%)	12	0	36	30	20	1

総作付面積(二期作は2回に計算): 738千ha

1980年代の各州のデータより計算、半島東北部はクランタン、テネンガヌー州、半島南部はジョホール、マラッカ、ネグリセンビラン、バハン州の計、(MARDI資料1989より計算した)



第1図 マレーシア、ムダ灌漑地域の水稲直播栽培の推移 (伊藤・ホー1991)

機械条播が主流になっていた¹⁸⁾。タイ国境に近い穀倉地帯のムダ地区には1980年より直播が導入された。第1図に示すように、その後急速に増加し、87年よりほとんどの地帯で直播に変わってしまった。近年、東海岸のケムブ(KADA)やブスト地域でも直播が導入されつつある。

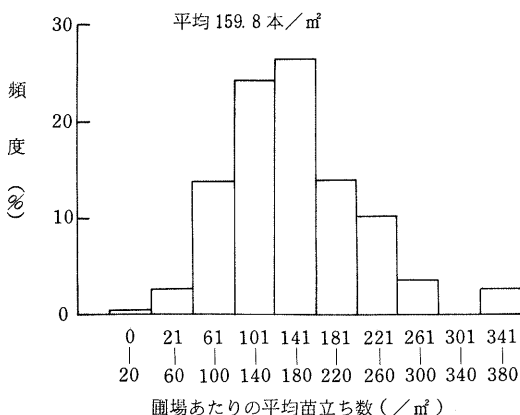
ムダ地区では1982年には第1、2作とも総作付面積の2割を越す水田で直播栽培が行われ、翌83年には4割となった。この直播の方法は代かきをし、落水した水田に催芽させた種籾を手で播種する潤田直播法(Wet seeding)であった。しかし、総面積の半分以上を越す1984年の第1作では水不足と重なり、7割を越す水田では耕起したまま、かんがい水を待っていた。前作のこぼれ種が乾季明けの降雨に伴って発芽し、種子を播かない直播(後述)を農民が習得してしまった¹⁵⁾。

筆者が滞在した頃のそれぞれの直播率は潤田直播が70%(第1作の一部と第2作の大部分)、乾田直播が20%、ボランティアシードリング Volunteer Seedling が10%であった⁴⁾。乾田直播とボランティアシードは水がかかりにくい水田で乾季作のみで実施されているが、水管理が思うにまかせない水田であり、雑草害が大きく、技術的な可能性も低いため、本稿では

潤田直播を中心に扱うこととした。

以上のように、最も規模の大きいムダ地区で行われている直播をみると、大きく分けて3通りみられる。潤田直播、乾田直播、ボランティアシードと呼ばれている。潤田直播とはMADAに派遣された熱研の先輩たち(平岡、沢村、南部氏ら)の命名で、wet seeded, direct seeding under wet or lowland irrigated fieldの訳である。潤土直播ということもある。カリフォルニアのセスナ機による散播や日本のカルパー粉衣の湛水直播との違いを明確にした造語である。代かきをした後に田面水を完全に落とし、芽出しをした種籾を手蒔きし、苗立ちが確立するまで潤土状態を維持するからである。したがって、耕起、入水・代かき、落水、播種、出芽、入水、施肥の順に作業が進む。乾田直播は水管理が日本の場合とはほとんど同じであるが、やはり散播が多く、耕起、播種、浅耕、降雨、出芽、入水、施肥の順である。バングラディッシュやスリランカの雨季の直播と同じものと考えてよい。ボランティアシードとは自然落粒式とも呼ばれ、乾田直播の種を蒔かないものと理解してもらえばよい。つまり前作のこぼれ種が耕起により土中に埋没し、降雨後に発芽したものを利用する方式である。平岡らの調査によると、収穫時に落粒した種子は100～200kg/haにも達し、分布むらがあれば、播種量の3倍もある。ただし、前作の稲藁の焼却で種籾も焼けてしまったり、土壌条件により圃場内のむらが大きい。この方式と乾田直播とは農家が種を蒔いたかどうかだけの違いであり、水田を見ただけでは乾田直播との区別は難しい。

多くの場合、水利の関係で第1作は乾田直播、第2作は潤田直播を基幹としている。乾田直播に比べ潤田直播には難点が少ないといえども多



第2図 マレーシア、ムダ地区の潤田直播栽培
における一筆平均の苗立ち数の分布
(平岡ら 1992)

くの問題がある。この直播の最も大きな問題は苗立の安定、雑草・野鼠の防除にある。

ムダ地区における潤田直播の苗立ちの実態を第2図に示した。圃場内にはもっと大きなばらつきがあるが、圃場ごとの平均でみるとほとんどが1㎡当り100～200本の苗立ち率であった。平岡らはこの地区における平均苗立ち数を67%と推定している⁴⁾。これは日本の湛水直播と比べて遜色ない水準である。苗立の安定化のために、代かき直後の圃場内停滞水を排除するため、排水溝をトラクターの轍跡やトレンチャーを利用するなど、いくつかの改良技術が試みられている¹⁴⁾。また、フィジーにはこの溝を掘るために縦に半分に切ったドラムカンを2頭の牛に引かせている。

いずれにしても日本の直播と比べ、かなり厚播で、芽出した粃を60～100 kg/ha程度を散播している。マレーシアの直播で最も普及している品種はMR-84である。これはIRRI（国際稲研究所）の半わい性系統を母体にしてMARDIが地域適応性や耐虫性、耐病性をつけたものである。播種から収穫まで120日程度の短期品種であり、二期作以上に適する。米質には

難があるが、期せずして直播適応性が高く、直播が爆発的に普及した要因の1つにもあげられている。湿潤熱帯における二期作の直播では一年中いろいろなステージの水稲がみられる。このため、病虫害の被害が多かった。ことにトビイロウンカが媒介するウイルス病であるツングロ病の被害は深刻であった。このため、ムダ地域では1984年第1作を作付禁止にし、以降乾季の2月を作付禁止月として、かんがい水の配給を停止した¹⁸⁾。以降ツングロ病に対しては防除らしい防除はされていないが、完全に下火になった²¹⁾。

収量はいろいろな統計があるが、MADAの数字によると1985～1989年のムダ地区の全平均で、第1作（メインシーズン作、3月～8月）が粃で3.25トン/ha、第2作（オフシーズン作、10月～1月）で4.12トンである。高収農家は日本の移植栽培に負けない単収を1作で得ている場合もあるが、低収農家は1トンに満たないこともあり、農家間格差は大きい。第1作が第2作とくらべて低収である要因は生育後半が雨季に当たり、日照不足と倒伏による収穫ロスがみられるためである。このため、第1作は安定稲作、第2作は高収稲作を目指している。

2. 潤田直播における雑草防除の実態

1980年のマレーシアのムダ地区の移植栽培下では、除草剤といえば2,4-D関連化合物しか使われていなかった（第3表）。これは主としてルンプトックスという2,4-D IBE（ブチルエステル）を用い、施肥される尿素に添加して散布された。その後10年の間に90%を越す直播が普及した。移植水稲栽培では、いかにイネ科雑草が少なかったかが、このデータからだけでも理解できると思う。直播が普及するようにな

第3表 ムダ地区(約10万ha)に使用された除草剤の推定散布量

(製品量/トン)

年 除草剤の種類	1980	1983	1985	1986	1988	1990	1991
2,4-D IBE	100	180	250	280	250	160	150
2,4-D Sodium salt	50	20	N.A.	N.A.	30	8	5
2,4-D Amine	5	20	150	150	130	50	40
Molinate	—	10	110	195	380	500	550
Molinate+Propanil	—	—	—	—	10	10	10
Oxadiazon	—	—	10	10	6	2	2
Propanil	—	—	—	2	20	26	25
Thiobencarb	—	—	—	—	50	10	20*
Paraquat	10	80	300	320	320	300	270
その他	1	N.A.	1	3	7	31	40**
合 計	166	310	821	963	1,204	1,097	1,112

N.A.: 不明 * Thiobencarb+Propanil, ** EPTC (20), Pretilachor (5), Fenoxaprop-p-ethyl (7). 出典: MADA農業部

ってまず、モリネート、プロパニルの2種のヒエ剤が導入された。この頃には、オキサジアゾンやトリフルラリンも検討されたが、あまり普及をみなかった。1991年現在、2,4-D関連化合物は最盛時の1986年の半分以上となった。変わって、モリネート、プロパニル、ベンチオカーブ・プロパニル、EPTC、モリネート・プロパニル、フェノキサプロップエチルなどのヒエ剤が増加してきている。

雑草の遷移については後段で詳しく述べるが、除草剤が引金になってイネ科雑草が増加したという面も拭いきれないが、やはり主因は移植から直播への変化であろう。

これに対して日本や韓国、台湾、カリフォルニアなどの温帯稲作においても雑草の遷移はみられている⁸⁾。これは除草剤の使用の変化にともなうものが主因であり、熱帯のような移植栽培から直播への耕種的な変化に起因するものではない。この遷移の方向は手取り除草が減少することによって、増殖力の低い大型雑草が残る点では類似しているが、除草剤に耐性のある種——多くは特定の多年生雑草である——が残る

という意味では異なる。

次に、現在ムダ地区で入手できる除草剤の価格をみてみよう(第4表)。この地区の平均収量が粳で第1作が3.5トン、第2作が4.0トンとすると年間7.5トンの収穫があることになる。これがおおよそ5,200マレードルとなる。米価がいくらであるかは補助金、出荷奨励金、肥料の無料配布などの計算でむずかしいが、日本流に計算すると、1作で5俵/10a、1俵当り2,600円程度となる。これではとても1作に5,000円/ha(注10aではない)を越す除草剤は散布できない。それでも米価の1/3は補助金でまかなわれており、最近、その補助率がアップしたばかりである。

なお、ムダ地区の直播と雑草防除についてはまもなく熱研から出版される諸岡・安延訳「マレーシア・ムダ平野における直播稲作と雑草問題」に社会学的背景を含めて記述されている¹⁷⁾。歴史や社会状況、経済的背景についてより詳しく知りたい読者にはおすすめしたい。

第3表のデータを基に各除草剤の推定散布面積を計算したものが第5表である。2作分であ

第4表 マレーシア、ムダ地区で入手できる除草剤とその価格

除 草 剤 の 種 類	使 用 量 (kg, l, a, i/ha)	除 草 剤 価 格 マレードル	円
Molinate (オードラム)	3.4	121.70	6,085
Molinate/Propanil (アロソロ)	1.7 + 1.7	142.50	7,125
Oxadiazon (ロンスター2D)	0.5	90.00	4,500
Pretilachlor (ソフィット)	0.5	90.00	4,500
Benthiocarb (サターン5G)	3.0	98.00	4,900
Propanil (スタムF-34)	3.0	90.00	4,500
2,4-D IBE (ルンプトックス)	0.8	18.00	900
2,4-D Sodium Salt (K 2,4-D ソディウム)	0.8	8.30	415
2,4-D Amine (アミン)	0.73	12.60	630
Bensulfuron methyl (ロンダックス)	0.1	57.40	2,870
Metsulfuron methyl (アレ-20DF)	0.01	8.50	425
Bensulfuron/Metsulfuron (シンダックス)	0.05	30.00*	1,500
Phenoxaprop-ethyl (ウィップス)	0.06	98.00*	4,900
Quinclorac (ファセット)	0.07	128.90*	6,445
Thiobencarb/Propanil (サタニール)	1.0 + 0.5	82.80*	4,140
EPTC/2,4-D butyl-ester (エプタン-D)	1.4 + 0.69	146.60*	7,330
Pyrazosulfuron methyl (バスミ311)	0.02	68.30*	3,415
Paraquat (グラモキシオン)	0.31	31.00	1,550
Glufosinate (バスタ15)	0.23	31.60*	1,580

*新規剤, 1992年第1作の価格, その他は1990年第1作の価格。

1 マレーシアドル=50円とした。

第5表 1991年にムダ地域における主要除草剤
の推定使用面積

除 草 剤 名	使用面積 (ha)
2,4-D IBE (ルンプトックス)	43,000
2,4-D Amine (アミン)	40,000
2,4-D Sodium salt (ソディウム)	5,000
Molinate (オードラム)	16,000
Molinate/Propanil (アロソロ)	2,000
Thiobencarb/Propanil (サタニール)	7,700
Propanil (スタム)	5,000
Phenoxaprop-ethyl (ウィップス)	14,000
そ の 他	2,600
合 計	135,300

出荷量より標準使用量で散布したとして計算した。

第1作と第2作の合計, 作付面積は第1作92,528ha,
第2作97,196ha

るから数字を半分に読まねばならないが, 2,4-Dは全水田面積の半数に散布されているものと推定される。また, ヒエ剤は全部合わせても5万ha以下であり, 普及率は20~30%と見込

まれている。

引 用 文 献

1. AZMI M., SUPAAD M.A. and K. ITOH (1991): Weed management practices in wet seeded rice in Malaysia. Proc 2. 13th APWSS Conf. (in press)
2. DE DATTA, S.K. and J.C. FLINN (1986): Technology and economics of weed control in broadcast-seeded flooded rice in tropical Asia. In: K. Noda and L. Mercado Eds. Weeds and the environment in the tropics. 51-74.
3. 古川久雄 (1987): 熱帯島嶼の稲作文化, 渡部忠世ら編「アジア稲作文化の展開」, 小学館, 81-130.
4. 平岡博幸・N.K. HO・和田源七 (1992): マレーシア Muda かんがい地域の水稲直播栽

- 培法の確立に関する研究, 熱帯農業 36(3), 211-220.
5. HO, N. K. and K. ITOH (1990): The ecology of *Echinochloa stagnina* (Retz.) Beauv. and proposed control measures in the Muda area of Malaysia. 3rd Tropical Weed Sci. Conf. Kuala Lumpur, Malaysia, Dec. 1990. (In press)
 6. HO, N. K., K. ITOH and ASNA O. (1992): Weed management and changes in rice production practices. IRRC 1992. (in press)
 7. Huke, R. E. (1982): Rice area by type of culture, IRRI, Los Baños, Philippines, pp. 32.
 8. ITOH, K. (1988): The shift to perennial weed: An inevitable consequence of modern lowland rice farming. Proc. 2, 11th ICPP, 38-42. Manila, Philippines.
 9. 伊藤一幸・ホーナイキン (1991): 大区画二期作直播田の雑草防除, 雑草とその防除 28, 14-20.
 10. Itoh, K. (1991): Life cycles of rice field weeds and their management in Malaysia. Final pp. 92 pp. 92 (TARC). Tropical Agriculture Research Center.
 11. Itoh, K. (1991): Integrated weed management under wet-seeded rice fields in the Southeast Asia and Pacific regions. 13th Asian-Pacific Weed Science Society, Proc. I, 77-94.
 12. ITOH, K., AZMI M., N. K. HO and T. YABUNO (1992): *Echinochloa* weeds in the Muda area, Peninsular Malaysia. Weed Res. Japan 37 (supp.) 22-23.
 13. 伊藤一幸 (1993): 東南アジアの農業事情, 様々なイネの栽培, 農業 40(1), 27-33.
 14. 金谷 豊 (1991): マレーシア・ムダ灌がい地区における稲作機械化, 農業技術 46(6) 259-263.
 15. MOODY, K. and V. C. CORDOVA (1985): Wet seeded rice. In Women in Rice Farming Systems, IRRI, Philippines. 467-478.
 16. MOROOKA, Y. (1992): Rice farmers and direct seeding culture in Peninsula Malaysia. Farming Japan 26(1), 27-39.
 17. 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 (印刷中).
 18. NOZAKI, M., N. K. HO and H. S. WONG (1987): A new double cropping system to overcome the instability of the rice production in the Muda irrigation area, Malaysia. Proc. International Symposium on Technology for Double Cropping of Rice in the Tropics. 89-98. Tropical Agriculture Research Center.
 19. 滝田 正 (1987): マレーシアの稲作, 世界のコメと稲作, 農業及び園芸, 62 (臨時増刊) 85-59.
 20. 田中耕司 (1987): 稲作技術の類型と分布, 渡部忠世ら編「アジア稲作文化の生態的基盤」小学館, 213-276.
 21. 和田 節 (1991): マレーシア直播水田におけるイネウシカ類の発生生態, 植物防疫 45(9), 381-385.

(次号につづく)

承 前