

スリランカにおける 水稻栽培と雑草防除

農業研究センター耕地利用部畑雑草研究室長 野口勝可

1. はじめに

スリランカはインド亜大陸の南端に位置し、北緯約6度から10度の間にあり、面積は約6万5,500km²で、北海道の約80%にあたる熱帯の島国である。スリランカの農業はココナツ(47万ha)、茶(24万ha)、ゴム(23万ha)の3大輸出作物に代表されるプランテーション部門と水稻(80万ha)、トウモロコシ(5万ha)、キャッサバ(4万ha)、トウガラシ(3万ha)などに代表される小農部門に分けられる。スリランカでは人口約1,500万人の約70%が農村部、約10%がエステート(プランテーションの農業部門)、残り20%が都市部に住んでいるとされている。このように多くの人々が農業と密接に関わっており、農業はスリランカの経済で非常に重要な位置を占めている。

1950年、スリランカの当時の首都コロombo(現在の首都はコロomboの南東スリ・ジャワルダナプラ・コッテ)で英連邦外相会議が開かれ、いわゆるコロomboプランがスタートした。我が国も1954年に本計画への参加が認められ、以来各方面の専門家が技術協力のため派遣されている。熱帯農業研究センターは1967年に発足したが、その長期派遣第1号がスリランカであり、20年以上も研究協力の歴史がある。著者もスリランカ農業局と熱研センターとの共同研究計画に基づき、1987年4月から88年9月まで

島の中央部キャンデイ県にある中央農業研究所(CARI)に駐在し、水稻短期品種の収量安定要因の解析に関する研究に従事した。この間に得られた知見と研究の成果に基づき、スリランカにおける水稻栽培と雑草防除の現状と問題点について報告する。なお、同様のテーマについて著者の前任者の1人である奈良正雄氏が本誌上で報告しているので参考にされたい(植調第15巻9号)。

2. 水稻栽培の現状

水稻の作付面積は独立当時50万ha弱であったが現在は80万ha以上となっている。生産量は1960年代の90万トン(もみ重)から1970年代に110~160万トンになり、一時停滞したが1970年代の後半から80年代に至り急激に増加し、1986年には260万トンのレベルとなり、現在ではほぼ自給を達成したと言われている。反当収量はもみ重で1960年代180kg、70年代220~270kg、現在は350kgの水準となっている。

スリランカの農業地帯は降水量と降水パターンによってウェットゾーンとドライゾーンに分けられる。ウェットゾーンは島の南西部で4~7月のヤラと9~12月のマハの2回の雨期があり、年間降雨量は1,900mm以上となる。一方、ドライゾーンは島の北部と南東部で全島の3/4がこれにあたり、雨期はマハの1回だけで1~

8月の間に降雨が少ない。

このような降雨量、降雨パターンにより稲作の形態が大きく異なっている。すなわち、ウェットゾーンの水田は小高いヤシ園やゴム園の周囲の低地に分布し、丁度我が国の谷津田にそっくりである。かんがい設備はなく大部分が天水田であり、水稻の作付は一部に移植も行われるがほとんど直播栽培である。種もみを1日水につけた後2～3日陰干しし、芽出しを行なう。水田は代かき後、圃場に放射線状に排水路をつくり、水を落としてから催芽もみを手で散播する。この栽培法では後述するように雑草が大問題で、しばしば圃場一面にカツリグサ科の雑草が繁茂し、水稻の姿が見えないような水田を見かける。ウェットゾーンの中央高地では標高800 mの付近まで水田が分布するが、この水田はいわゆる棚田である。50～100 cmもの高い畦畔に囲われた1枚数㎡の水田が斜面の下部から上方へ展開している。背後に山があるので水は豊富であり、田越しにかんがいが行われている。

ドライゾーンの稲作は大きく2つのタイプに分けられる。1つは小規模の溜池かんがいによる伝統的な水田、もう1つはそれらの伝統的な農村が点在するなかに独立後に発展してきた大規模かんがい施設による水稻2期作地帯である。ドライゾーンでは雨量がウェットゾーンより少ないと、雨の降り方が不定期なので天水田では安定した水稻作が出来ない。そこでドライゾーンの平原部ではゆるい起伏の準平原に浅い谷があるのでそこに堤を築いて溜池を造り、その下流域で水田耕作を行っており、2000年以上の歴史があるとされている。自然の地形をそのまま利用しているので溜池の水深は浅く、小規模のものは少しの干ばつでもすぐに干上ってしま

う。これに対して後者の大規模施設は国家的開発事業であるマハベリ開発計画によって展開されており、スリランカで最長のマハベリ川の水をドライゾーンに導水し、新たにかんがい可能な水田を造成、最終的には36万haの水田開発を行うとする大事業である。ここでは水稻の移植栽培が行われる。なお、スリランカ全体では移植栽培は24%で、残り76%は直播栽培、その大部分は湛水直播であり、乾田直播は少ない。

水稻の作季は前述した雨期によりマハ作とヤラ作に区分される。前者は9～3月、後者は4～8月が作季で、脱穀、乾燥等の作業を野外で行なうため、収穫期が乾期の1～3月、8月にあたるように生育期間の異なる品種の播種期をずらして作付される。雨期が早く始まれば生育期間の長い多収性の4～4½カ月品種を作付できるが、雨期が遅れると3カ月や2½カ月品種しか作付できなくなる。

スリランカ的水稻品種は感光性の有無の他、主に生育期間によって区分される。すなわち、2½, 3, 3½, 4, 4½, 5～6カ月で、4～4½カ月品種の収量水準が高く、国の試験場が行う全国品種比較連絡試験では10トン/haの実績がある。また、これら品種を在来品種、旧改良品種(1950～68年に育成)、新改良品種(1969年以降の育成)の3群に分けている。現在水田面積の90%以上で新改良品種が作付されており、そのうち約60%が3～3½カ月の短期品種である。短期品種は降雨が非常に不安定な天水田で能力を発揮するだけでなく、かんがい施設の整った水田でもかんがい水の節約につながり、水稻生産量の増加に大きく帰与している。しかし一方で、短期品種は栽培管理に非常に敏感であり、雑草防除を含む少しの管理の手落ちが著しい減収をまねくことが知られている。し

たがって、現在スリランカにおいて水稻短期品種の収量を安定向上させる栽培技術確立することが大きな課題となっている。

3. 水田における雑草

スリランカでは76%が直播栽培であり、車でウェットゾーンの天水田地帯を走るとカヤツリグサ科の雑草におおわれたような圃場をよくみ

かける。観察ではコゴメガヤツリ、タマガヤツリ、ノビエ、コヒメビエ、コナギなど一年生雑草が多く、多年生雑草は少ないようであった。これは水稻が短期品種で生育期間が短いこと、マハとヤラの2期作が行われ、年2回以上のていねいな耕耘が行われることなどによるものと考えられる。第1表に島の南端に位置するアンゴナコラペレッサ農試の支場、アンバラントー

第1表 スリランカにおける水田雑草

イネ科雑草

<i>Echinochloa colonum</i> (L.) Link	A*	コヒメビエ
<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) Beauv.	A	ノビエ
<i>Panicum repens</i> L.	P	ハイキビ
<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	A	オヒシバ
<i>Leptochloa chinensis</i> (L.) Nees	A/P	アゼガヤ
<i>Ischaemum rugosum</i> Salisb.	A	
<i>Paspalum distichum</i> L.	P	キシウスズメノヒエ

カヤツリグサ科雑草

<i>Cyperus iria</i> L.	A	コゴメガヤツリ
<i>Cyperus difformis</i> L.	A	タマガヤツリ
<i>Cyperus imbricatus</i> Retz.	P	
<i>Finbristylis miliacea</i> (L.) Vahl.	A	ヒデリコ
<i>Scirpus supinus</i> L.	A	
<i>Cyperus rotundus</i> L.	P	ハマスゲ
<i>Cyperus compressus</i> L.	A	クグガヤツリ

その他広葉雑草

<i>Monochoria vaginalis</i> Presl var. <i>plantaginea</i> (Roxb.) Solms-Lau.	A/P	コナギ
<i>Limncharis flava</i> Buch.	A/P	
<i>Ottelia alismoides</i> Pers.	A/P	ミズオオバコ
<i>Commelina diffusa</i> Burm. F.	A/P	シマツユクサ
<i>Commelina benghalensis</i> L.	A/P	マルバツユクサ
<i>Eclipta alba</i> (L.) Hassk.	A/P	タカサブロウ
<i>Sphaeranthus africanus</i> L.	A	
<i>Sphenoclea zeylanica</i> Gaertn.	A	
<i>Bergia capensis</i> L.	A/P	
<i>Hedyotis biflora</i> (L.) Lam.	A/P	
<i>Ludowigia perennis</i> L.	P	
<i>Rotala indica</i> (Willd.) Koehne	A	キカシグサ
<i>Dopatrium junceum</i> (Roxb.) Hamilt.	A	アブノメ
<i>Lindernia grandiflora</i> Nutt.	A	
<i>Marsilea crenata</i> Presl	P	ナンゴクデンジソウ
<i>Pistia stratiotes</i> L.	P	

注) *: Aは一年生, Pは多年生, A/Pは両方の性質を示すもの。

A. Megasuriya (アンバラントータ水稻試験場) より聞き取り。

タ水稻試験場のメガスリヤさんがリストアップした雑草名を示した。このリストには水田畦畔の雑草も一部含まれている。スリランカにおける水田雑草は40~50種で、重要なものは10~15種、さらに防除が必要なものは4~5種といわれている。どんな雑草が優占するかは土壌の乾湿と関連が深く、乾田ではイネ科雑草が湿田ではカヤツリグサ科雑草が優占する傾向があるとされている。

4. 水田における雑草防除法

スリランカでは雑草害による水稻の減収は10~40%とされているが、前述のようにカヤツリグサ科雑草に覆われてしまった直播田をみるととてもこの程度ですむとは思われない。低コストで効果的な雑草防除法の確立が早急に求められてい

る。現在、79%の水田で雑草防除が実施されており、そのうち手取り除草22%、回転除草機による除草3%、そして除草剤は54%の水田で使用されている。以下、島の北部ドライゾーンに位置するマハイルパラマ農試のアマラシング氏がまとめたものを中心にして雑草防除法について紹介する。

1) 播種あるいは移植前の防除法

この作業では作付前に発生している雑草の処理と土壌中に含まれる雑草種子を減らすことを目的に、具体的には次のようにする。

① 水田に水を入れた後、生育中の雑草を少くとも15 cm程度のプラウ耕により土中に埋め込む。

② 1週間ほど湛水して放置し、埋め込んだ雑草を枯殺すると同時に、新たな雑草種子の発芽を促す。

③ 7～10日間隔で1～2回の砕土作業を行う。1回目の砕土作業では最初のプラウ耕の時残った雑草およびその後に出芽してきた雑草を殺すと同時に、さらに雑草の発生を促進する。2回目の砕土作業はその発生してきた雑草を枯殺することを目的とする。

④ 代かきをして播種または移植を行なう。

多年生雑草については特にこの作付前の作業中に防除することが大切で、そのためには一定の期間圃場を湛水状態に保たねばならない。湛水期間が短かく土壌が酸化状態になると防除効果が不十分で多年生雑草が枯死せずに残り、水稻の播種または移植後に萌芽してしまい、その後の防除が困難となる。こうした作付前の作業のための期間、圃場攪拌の回数は雑草の種類や発生量によって異なる。そしてそれに応じて必要なかんがい水量も変わってくる。ところでスリランカでは農家がいつでも自由に水を使えるわ

けでなく、かんがいシステムの発達しているドライゾーンでも水は貴重な商品である。したがって上記の方法は効果が期待できることは分かっていても一般の農家が使いこなすのは難しい。また、ウェットゾーンの天水田では降雨を見ながら対応することになるが、一般に雨の降り方が不規則である。雨期が早くスタートすれば農家は約1カ月ぐらゐの余裕をもって準備作業を行うことができるが、遅れた場合が問題である。農家は収量の高い4～4½カ月品種を作付したいので、雨が遅れると十分な準備作業をしないうちに、たとえば耕起後すぐに代かきして作付してしまい、その結果、前述したような雑草の繁茂を許してしまうことが多い。

次に補足的な方法として次のようなものがある。

(1) 除草剤の利用

① 耕起前にパラコート処理

② 処理2日後に水を入れ耕起作業を行い、7～10日間時々注水しながら放置

③ 圃場を攪拌後、さらに注水して4～5日間放置

④ 代かきをして作付

あるいは、

① 水を入れて耕起後6～7日間放置

② 水を落してパラコート処理

③ 2～3日後に圃場を攪拌し注水

④ 4～5日後に代かきをして作付

パラコートの利用は有効であろうが農家への普及となるとコストの面で問題がある。スリランカの消費者米価は白米kg当たり6～10ルピー（30～50円）であり、これに対応して生産者米価も低くおさえられ、このことが肥料、農薬、機械などの投入を妨げる要因となっている。

(2) 作付体系の変更

ヤラ作期を畑作とし、ケツルアズキ、リョクトウ、ササゲなどを作付すれば特に多年生雑草の防除に有効である。

(3) 火 入 れ

休耕期に圃場を乾かして雑草を単独あるいは稲わらと一緒に焼やしてしまう。

2) 播種あるいは移植後の防除法

作付前の準備作業が十分に実施されれば土壌中の雑草種子数を減少させることができるが、それでも播種あるいは移植後かなりの雑草が発生してくる。まして十分な準備作業ができなかった場合はなおさらであり、播種あるいは移植後の雑草防除が必要となる。

作付後に実施できる防除手段は手取り、機械や除草剤の利用を除いて水管理が効果的である。移植後水田を5～7 cmの深水に保てばほとんどの雑草は出芽してこない。したがって移植栽培は直播に比べてこの手段がとれることと、移植時にこれから出芽してくる雑草との間にすでに大きな生育の差があり、一定の競合力を保持

していることから非常に有力な雑草防除法の一つとなっている。さらに並木植えがしてあれば畦間の除草機による中耕除草が可能となる。しかしこの方法も十分なかんがい水の利用が前提であるだけでなく、長期間の深水は水稻の分けつ抑制、根の機能の低下を招くなど問題も多い。そして直播栽培では水稻と同時に出土した雑草はこの方法で抑制することはできない。

前述したように22%の水田で手取り除草が行われているが、最近スリランカでも田植え作業なども含めて労賃が上昇して米の生産費を圧迫しており、手取り除草もそれほど容易には実施できない。また、直播栽培はほとんど散播であり除草作業は制限される。こうした状況のなかで統計的にはほぼ50%の水田で除草剤が使われている。しかし現実にはコストの面から急速に普及しにくいというのが実情である。第2表に水稻と参考までに畑作物について農業局が推奨している除草剤を載せた。

第2表 スリランカで推奨されている除草剤と使用法

(1) 禾 穀 類

作 物	除 草 剤 名	薬 量 (成分)	処 理 時 期	備 考
水 稻 (乾田直播) (湛水直播) (移 植)		kg/ha		
	Propanil	2.5～3.5	イネ科雑草2～3葉期	○処理前に落水する。 ○処理後4時間は雨にあてないこと。 ○処理前後7日間は殺虫剤を散布しない。 ○一年生イネ科雑草と数種カヤツリグサ科雑草に有効。 ○出来れば処理後2～3日湛水する。
	モリネット/Propanil	3.3	同 上	○上と同じだが、一年生イネ科雑草に対して残効性がある。
	オキサジアゾン/Propanil	1.1	同 上	○ 同 上
	MCPA	0.8～1.2	出芽、播種、移植後3～4週目	○処理前に落水。 ○処理後8～12時間雨にあてない。 ○広葉雑草とカヤツリグサ科雑草に有効。

作物	除草剤名	薬量(成分)	処理時期	備考
水 稲 (乾田直播 湛水直播 移植 (つづき)	MCPA(つづき)	kg/ha		○出来れば処理後2～3日間湛水する。
	MCPA/2,4-D	0.8	出芽, 播種, 移植後3～4週目	○処理前に落水。 ○処理後8～12時間雨にあてない。 ○広葉雑草とカヤツリグサ科雑草に有効。 ○出来れば処理後2～3日間湛水する。
水 稲 (湛水直播 移植)	Oxyfluorfen	0.12	播種, 移植後3～5日に砂と混ぜて処理	○60kg/haの砂で増量する。 ○4～6週間抑草効果がある。 ○直播水稲に軽い薬害の生ずることがある。 ○均平に留意する。
	ブタクロール	1.0	播種, 移植後3～5日	○砂で増量する。 ○3～4週間抑草効果がある。 ○主にイネ科雑草に有効。 ○直播水稲に軽い薬害の生ずることがある。
	Pretilachlor/Safener	0.48	播種, 移植後0～4日	○湿った土壤に処理。 ○抑草期間3～4週。 ○一年生雑草に有効。
水 稲 (移植)	ピペロホス/2,4-D	0.62	移植後5～10日	○処理時2～5cmの湛水。 ○抑草期間4～5週。 ○一年生雑草に有効。
	MCPA	0.8～1.2	移植後3～5日	○処理時2～3cmの湛水。 ○広葉雑草とカヤツリグサ科雑草に有効。
水 稲 (乾田直播)	Oxyfluorfen	0.12	播種後出芽前で降雨直後	○抑草期間4～5週。 ○一年生雑草に有効。 ○均平に留意。 ○砂土で使用しない。
	ブタクロール	1.0	同 上	○同上, ただし砂土で使用可。
トウモロコシ	アラクロール	1.5～2.0	出 芽 前	○省略, 以下同じ。
	リニュロン	0.8～1.2	同 上	
	Oxyfluorfen	0.12～0.18	同 上	
ソルガム	アラクロール	1.5～2.0	出 芽 前	

(2) マメ科作物

大豆/ ケツルアズキ	メトリブジン	0.5～0.75	出 芽 前	
---------------	--------	----------	-------	--

作物	除草剤名	薬量(成分)	処理時期	備考
kg/ha				
ササゲ/ リュクトウ	アラクロール	1.5~2.5	出芽前	
	Oxyfluorfen	0.12~0.18	同上	
	メトラクロール	1.5~2.0	同上	
	Methabenzthiazuron	1.5~2.5	同上	
落花生	アラクロール	1.5~2.0	出芽前	
(3) 野菜				
トウガラシ (移植)	アラクロール	2.0~4.0	移植後1~2日	
	ナプロパミド	1.4~2.1	で雑草出芽前 同上	
タマネギ (移植)	アラクロール	1.5~2.25	雑草出芽前	
	Oxyfluorfen	0.12	移植前日	
パレイショ	リニュロン	0.75~1.0	移植後0~21日	
	Methabenzthiazuron	1.5~1.75	同上	
ニンジン	リニュロン	0.875	播種後出芽前, 出芽後雑草3~ 4葉期	
	メトリブジン	0.35	出芽前	
(4) 作物のない耕地				
	パラコート	0.4~0.6	耕起前, 植付前	
	グリホサート	0.72~1.44	同上	

5. 除草剤試験の評価システム

スリランカにおける水田用除草剤の評価は除草剤スクリーニング全国連絡試験により実施される。年1回、2月に全国会議を行い、そこで1年間の試験結果を持ち寄り討議する。除草剤の会社はこの会議に除草剤のサンプルと技術的情報を持参し試験を依頼する。この会議の論議で受託が決まれば全国7カ所の地域農試およびその支場で共通の設計に基づく連絡試験を実施する。試験は30cmの畦畔で仕切った1区8m×3mの試験区で4反復で行い、マハ期とヤラ期の年2回実施される。少くとも2シーズンの

試験結果に基づき、除草効果、薬害に関するデータを討議し、①実用化、②中止、③設計変更、④継続の判定を行う。実用化の判定を受けたものは農業局から普及の方に移される。

著者も一度この会議に参加する機会を得たが、かなりしっかりした方針と方法に基づき試験と評価を行っていると感じた。薬害の判定を処理後5日目に行なうので少し早すぎることに、処理時の作物と雑草の生育ステージの記載がないこと、気象データがないことなど若干の問題点もみられた。また、除草効果および収量に及ぼす影響をダンカンの多重検定により判定しており、我が国の無処理区に対する比率による方法と異

っていた。さらに、残留性、毒性等のデータはすべて会社まかせであり、この点も今後の大きな問題点であろう。

6. 水稻の草型について

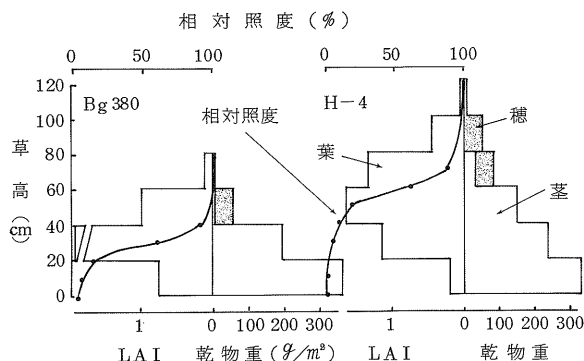
ここで著者が実施した試験の一部を紹介したい。前述したようにスリランカの水稲は在来品種、旧改良品種、新改良品種の3群に分けられる。最近は90%以上の水田で新改良品種が作付されている。新改良品種は短稈で葉が細く直立するなど受光態勢の良い草型をしているのに対して、在来品種、旧改良品種は草丈が高く葉が大型で葉先が垂れるような草型であるとされている。そこでこれらを検討するために、旧改良品種で代表的なH-4、新改良品種のBg380といずれも4カ月品種を供試してその草型を比較した。第1図に示すように、H-4は草高が120cmと高く、LAIも大きい。さらに葉が中間より上方に多く分布しており、しかも水平方向へ伸長していた。したがって、地表面から40~50cmの空間の相対照度が低く保持されていた。この他に初期生育がすぐれるなど雑草との競合力が強い生育特性を示した。これに対してBg380は草高が80cmと小さく、LAIは大きい葉が中間より下層に多く分布し、また垂直方向へ伸長していた。したがって、地表面から

わずか10~20cmの空間の相対照度を低く保持したにすぎず、雑草との競合力が弱い生育特性を示した。

Bg品種(中央稲育種試験場CRBSの所在するBatalagodaの略)に代表される新改良品種は受光態勢がよく、周到的な栽培管理がなされれば高収量を期待できる。しかし、雑草防除を含む少しの栽培管理の手落ちが著しい減収を招くことも指摘されている。70%以上が直播栽培であること、除草剤の使用もそれほど一般的でないことなど現在のスリランカの実情を考慮すれば、H-4に代表されるような雑草との競合力にすぐれる草種について見直す必要があるのではないと思われる。このことが著者が共同研究を実施した結果の提言の一つである。

7. おわりに

スリランカは南の海に浮かぶ緑の島と表現されるように全島に緑が多く、うるおいのある魅力的なところである。ドライゾーンという砂漠のようなイメージをもつが、あくまでもウェットゾーンに対するドライゾーンであって、年間1,000mm以上の降雨があり、ここでも緑はいっぱいである。仏教の総本山として、あるいは紅茶、宝石の産地として知られている。そのスリランカで1983年の暴動事件以来、現在も多数



第1図 出穂期における水稻品種の生産構造



ヤシ園に囲まれた水田と水牛による耕起作業

派シンハラ族と少数派タミル族との間の民族闘争がくりひろげられている。1987年にはインド・スリランカ和平協定が結ばれ、それに基づいて島の北部ジャフナ地区にインド軍が派遣された。しかし、1年9カ月が経過した今日でも、まだこの民族間の対立は解決されずに継続しており、インド軍の駐在も長期化している。1970年代にそれまで向上してきた米の反収が7年間にわた

って低滞したが、その原因も民族闘争の反映とされている。技術的にも気象的にも高い生産性が得られる可能性があるのに、それを生かすきれない原因の一つがその問題なのである。緑豊かで可能性にみちた南の島が一日も早く平和になり、発展していくことを心から願うものである。

参 考 文 献

1. Amarasinghe, L. 1987. Response of three rice varieties of different age classes to different weeding regimes. Rice Research Workshop 1987. Central Rice Breeding Station, Batalagoda, Sri Lanka, 141~153.
2. Balasuriya, I. 1987. Double cropping of rice in Sri Lanka. Tropical Agriculture Research Series No. 20, 35~47.
3. Ministry of Agricultural Development and Research 1988. Agricultural implementation programme. Colombo. 1~87.
4. 森田弘彦・矢島正晴 1988. 熱帯における作付体系の高度化にともなう水稻栽培の諸問題—スリランカー. 熱帯農研集報 No. 62, 43~54.
5. 奈良正雄 1981. スリランカにおける稲作と水田雑草防除研究の近況. 植調第15巻9号, 15~27.
6. Noguchi, K and W. M. D. Wasala 1989. Comparison of growth characteristics among early maturing rice varieties in Sri Lanka. 雑草研究 34 (別), 21~22.
7. 農林水産省熱帯農業研究センター 1986. 稲作における日本の農業技術協力の展開. 熱帯農業技術叢書第21号. 799p.
8. 杉本良男編 1987. もっと知りたいスリランカ. 弘文堂. 305p.