

スリランカ民主社会主義共和国  
米ぬか油抽出製造計画  
事前調査報告書

昭和57年 3 月

国際協力事業団



# スリランカ民主社会主義共和国 米ぬか油抽出製造計画 事前調査報告書

JICA LIBRARY



1030636[3]

昭和57年 3 月

国際協力事業団

農 計 技
C R (3)
82 - 45

国際協力事業団

受入 月日	84.8.29	120
登録No.	14440	68.6
		AFT

## 序 文

スリランカ民主社会主義共和国は、茶、ココナッツ、ゴムの3大輸出作物のブランテーション農業に依存する農業国であるが、農村地域の所得水準は低く、失業率も高い。そのため農村部の開発による雇用の増大、所得の向上が急務となっている。

このような背景のもとスリランカ国政府は、昭和54年3月にE S C A Pより提出された農村地域工業化計画に注目し、この計画の中より同国ポロンナルク地区の米ぬか油抽出製造計画を選択した。そしてその実施の可能性について昭和55年8月我国に対し調査の協力を要請してきた。

この要請に基づき、日本国政府は国際協力事業団を通じ、昭和57年2月16日から18日間にわたり、農林水産省神戸農林規格検査所規格検査部長 藤田忠義氏を団長とする5名からなる事前調査団を派遣した。

本調査団は現地踏査、資料収集を行うとともに、相手国政府関係機関と協議を行い、本計画の実施の可能性につき検討した。

本報告書は、これら調査結果をとりまとめたものである。本報告書が今後同地域の開発の基礎資料として広く関係者に活用されることを願う次第である。

最後に本調査の実施に際し、多大な御支援と御協力をいただいたスリランカ国政府関係機関、在スリランカ国日本大使館、外務省及び農林水産省の関係各位に対し、ここに深甚の謝意を表する次第である。

昭和57年3月

国 際 協 力 事 業 団

理 事 有 松 晃



# 目 次

はしがき

地 図

写真集

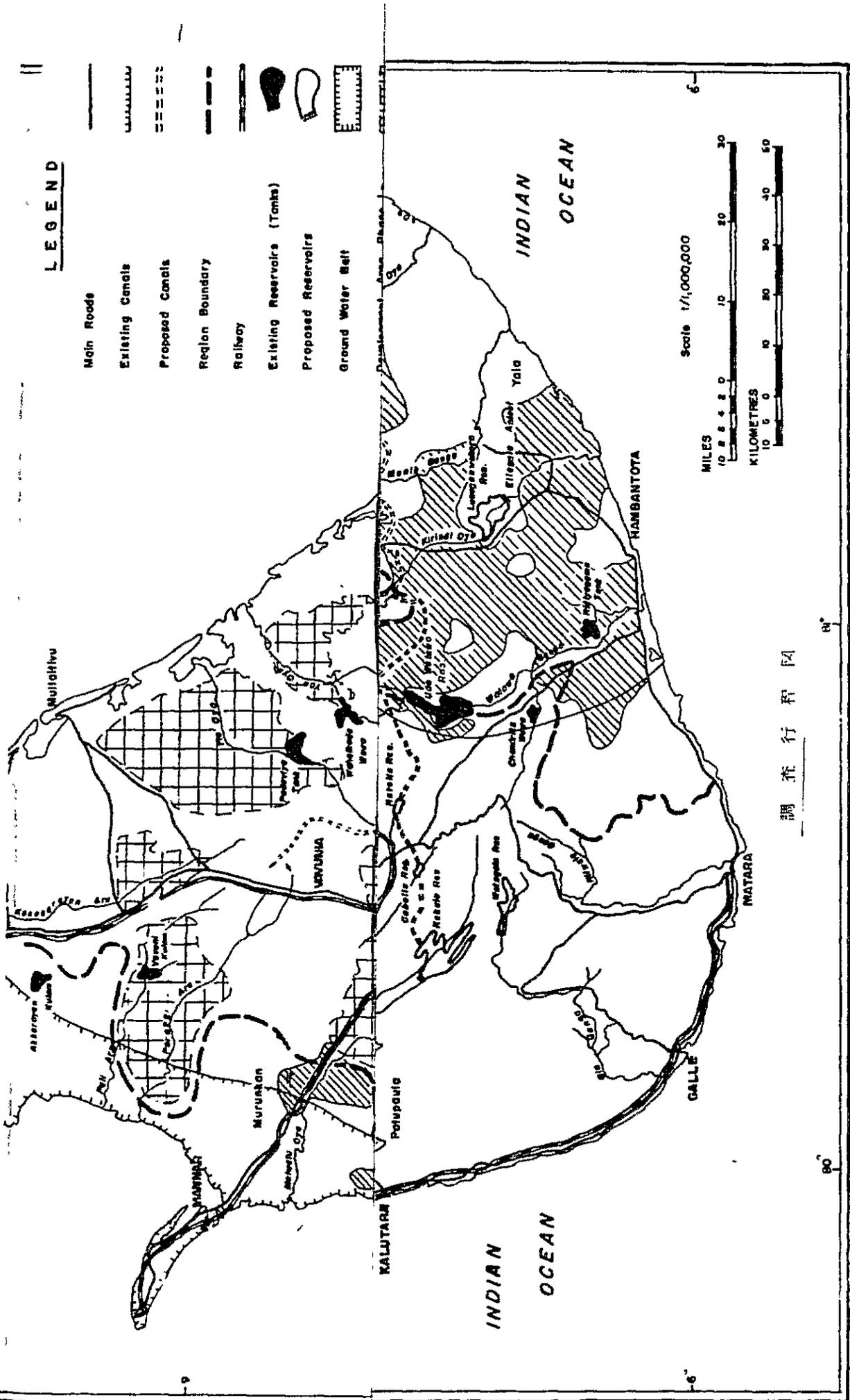
換算表、略称

I	調査団派遣の経緯並びに目的等	1
1.	協力要請の背景及び経緯、目的	1
2.	調査団の構成メンバー	1
3.	調査日程	2
4.	調査団の訪問先（面会者名）	4
II	プロジェクトの概要	6
1.	プロジェクトの背景	6
2.	I N Aレポートの概要	6
III	調査の要約	13
IV	調査内容	16
1.	原料米ぬかについて	16
(1)	スリランカにおける米ぬかの現状	16
(2)	精米工場の現状について	18
(3)	精米事情	21
(4)	その他	22
2.	油糧及び油脂について	23
(1)	油糧及び油脂について	23
①	油 糧	23
②	油 脂	23
(2)	油糧の種類と現況	23
①	ココナツ	23
②	ご ま	24
③	大 豆	24
④	カボック	24

⑤ ユーカリ樹	2 4
⑥ 米ぬか	2 4
⑦ パーム	2 4
(3) 製油産業の現状	2 5
(4) 米ぬか油製造業の動き	2 5
① COFC(油脂公社)	2 5
② LB(リバーブラザーズ)	2 6
(5) 油糧としての米ぬかの位置づけ	2 6
(6) 油糧の貿易の現状	2 6
① 輸出動向	2 7
② 輸入動向	2 7
3 流通	2 7
(1) 粃・精米及び米ぬかの流通経路	2 7
(2) 米ぬかの品質評価	3 0
(3) 米ぬかの調達の可能性	3 1
① 粃生産量からみた可能性	3 2
② 精米能力からみた可能性	3 4
(4) 製油工業	3 7
(5) 畜産及び飼料工業	3 9
4. プロジェクト対象地域の概況	4 1
5. 米ぬか油溶剤抽出工場建設の可能性	4 3
V その他のコメント及び提案	4 4
VI 付属資料	4 6

**LEGEND**

- Main Roads
- Existing Canals
- Proposed Canals
- Region Boundary
- Railway
- Existing Reservoirs (Tanks)
- Proposed Reservoirs
- Ground Water Belt



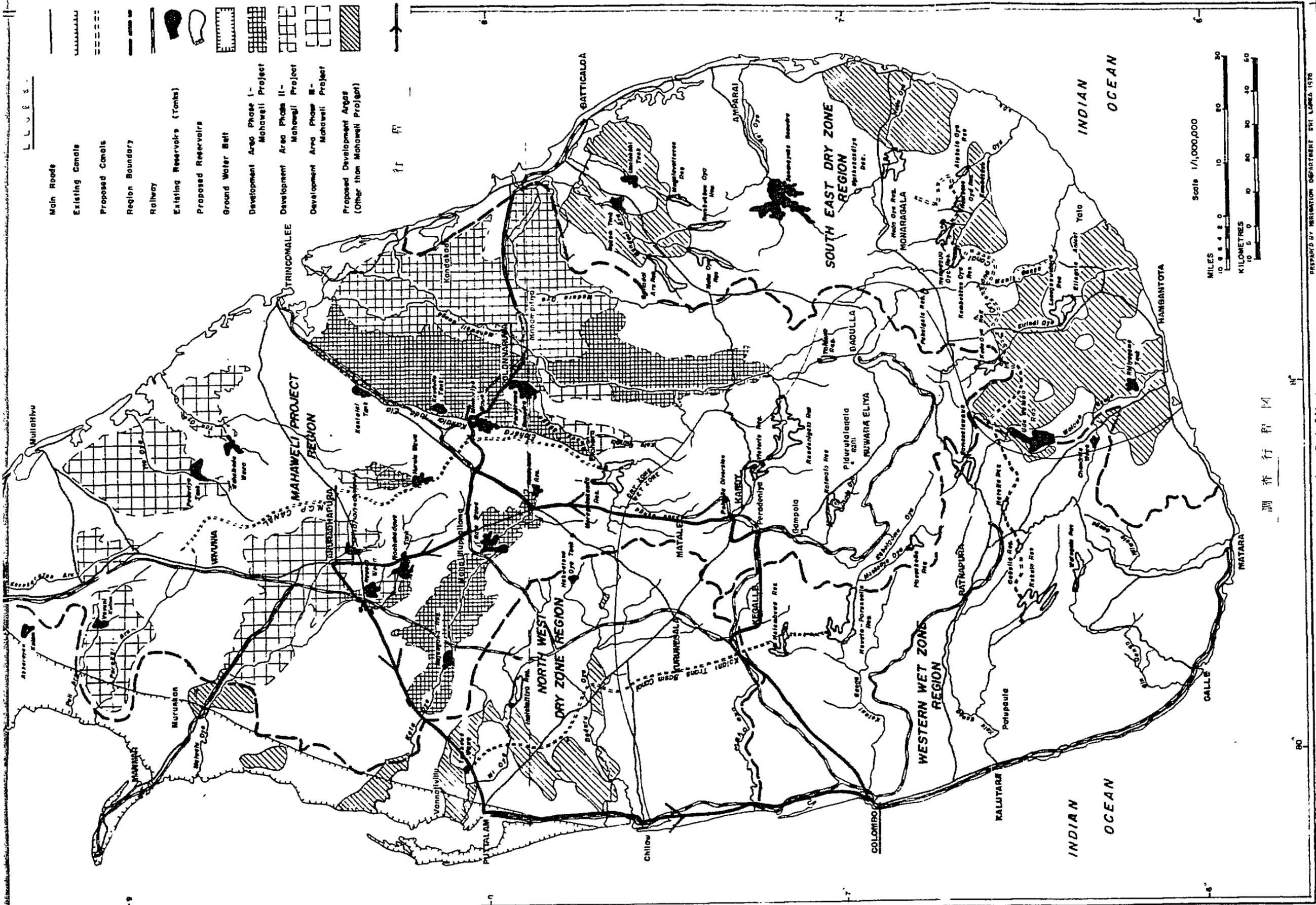
調查行程圖

90°

90°

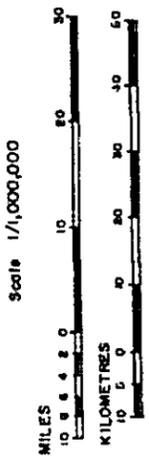
PREPARED BY IRRIGATION DEPARTMENT, SRI LANKA 1976

Printed by Survey Dept. Sri Lanka



LEGEND

- Main Roads
- Existing Canals
- Proposed Canals
- Region Boundary
- Railway
- Existing Reservoirs (Tanks)
- Proposed Reservoirs
- Ground Water Belt
- Development Area Phase I - Mahaweli Project
- Development Area Phase II - Mahaweli Project
- Development Area Phase III - Mahaweli Project
- Proposed Development Areas (Other than Mahaweli Project)

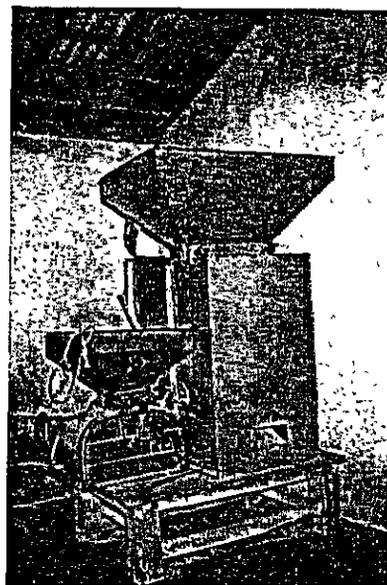


調查行程圖





1. 収獲脱穀後の乾燥風景 (ポロンナルワにて)



2. 左が籾すり機 右側は精米機



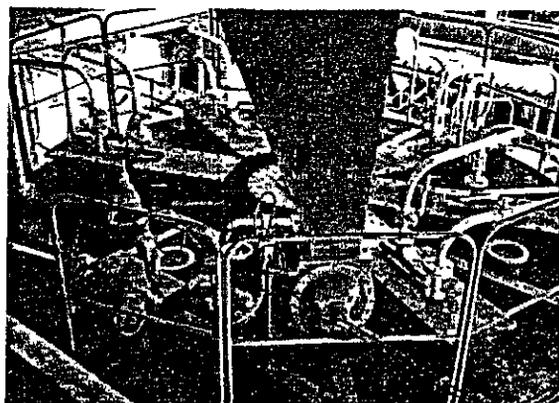
3. アメリカの援助でできた大型ライス・ミルセンター (ポロンナルワにて)



4. 建設中の米ぬか油抽出プラント (ミネリアにて)



5. 同プラントの機械部分



6. COFC 公社工場内のロートセル (連続抽出装置) (コロombo近郊)



## 諸元換算表及び略称表

### 1 諸元換算表

1 mile (マイル)	→ 1.6093 Km
1 ft (フィート)	→ 0.3048 m
1 inch (インチ)	→ 2.54 cm
1 acre (エーカー)	→ 4049.6 a ≒ 0.4 ha
1 bushel (ブシユル)	→ 20.8 Kgモミ換算
1 sq.Mls (平方マイル)	→ 2590 Km <sup>2</sup>

### 2 略称表

I.D.B. = Industrial Development Board	工業開発庁
P.M.B. = Paddy Marketing Board	米穀流通庁
R.P.D.C. = Rice Processing Development Centre	精米加工開発センター
C.O.F.C. = Ceylon Oils & Fats Corporation	セイロン油脂公社
B.C.C. = British Ceylon Corporation	ブリティッシュセイロン公社
L.B. = Lever Brothers Ltd.	リバーブラザーズ会社
E.S.C.A.P. = Economic and Social Commission for Asia and the Pacific	アジア太平洋経済社会委員会
I.N.A. = Integrated Industrialization in Nonmetropolitan Areas	農村地域工業化計画



## I 調査団派遣の経緯並びに目的

### 1 協力要請の背景、経緯及び目的

スリランカ民主社会主義共和国は、茶、ココナツ、ゴムの3大輸出作物のプランテーション農業に依存する農業国である。又米の自給はまだ達成していない。農林水産業のGNPは約28%にもかかわらず農村地域の人口は78%を占めるといわれ、所得水準は低く、失業率も高い。

スリランカ政府はこのような状況において、農村部の開発による雇用の増大、所得の向上が急務となっている。

ESCAPでもこの農村地域の開発問題は開発途上国の共通の問題であるとして、農村地域工業化計画（Integrated Industrialization in Non-metropolitan Area = INA）としてとりあげ作業を進めていたが、1979年3月にスリランカのプロジェクトが提案され、その結果、スリランカ政府はその提案プロジェクトのなかからポロンナルワ地区における米ぬか油抽出プラントのプロジェクトに着目し、それを実施すべく、そのプロジェクトの可能性について、1980年8月我が国に調査の協力を要請してきた。

これに対し、国際協力事業団はスリランカ政府におけるこのプロジェクトの実施機関である工業開発庁（Industrial Development Board = IDB）と協議し、その開発計画を聴取するとともに、プロジェクトサイトの概況を把握し、今後のフィージビリティスタディの進め方を検討するため事前調査団を派遣した。

なお、本件調査団の現地調査の際の留意点は次のとおりであった。

- ① スリランカ政府の要請内容の確認。
- ② スリランカの工業開発庁における本プロジェクトの位置付け。
- ③ スリランカ側の本プロジェクトの実施体制。
- ④ F/S調査を実施する場合の基本方針についての協議。

### 2 調査団の構成メンバー

団 長	藤 田 忠 義	農林水産省神戸農林規格検査所規格検査部長
開発計画	上 甲 雅 彦	クミアイ油脂株式会社製造部々付部長
油 糧	岸 本 清	農林水産省食品流通局食品油脂課食物油脂係長
原料調査	梅 野 吉 告	食糧庁検査課もみ精米係長
業務調整	松 谷 広 志	国際協力事業団筑波国際農業研修センター

3 調査日程

日順	月 日	調 査 内 容	宿 泊 地
1	2月16日(火)	東京発(11:30 JL463) バンコック着(16:05)	バンコック
2	17日(水)	バンコック発(10:30 JG307) コロombo着(12:15) 大使館表敬 荒井書記官と調査打合せ	コロombo
3	18日(木)	(午前) 外国援助局と協議、第2局長、局次長同席、佐藤孝夫、 コロomboプラン専門家同行。その後JETROコロombo 事務所長と打合せ。 (午後) PMBと意見交換。総裁及びマネージャー同席。	コロombo
4	19日(金)	(午前) IDBと協議。総裁、企画部次長、油脂工業部次 長、総括責任者、PMBマネージャー、外国援助局次 長同席。 (午後) 団員打合せ。	コロombo
5	20日(土)	(午前) 資料収集。 (午後) 現地調査準備。	コロombo
6	21日(日)	(午前) コロombo発(8:30) (午後) ポロンナルワ着(17:00) IDB企画部次長同行。夕方、PMBポロンナルワ支 所長と意見交換	ポロンナルワ
7	22日(月)	(午前) プライベートミル(商人系精米所)を訪問、続いてP MBのポロンナルワ、ライスミルセンターを調査。夕 方、アヌラダブラへ向う。途中LBによって建設中の 米ぬか油抽出プラント地点に立寄る。	アヌラダブラ

日順	月 日	調 査 内 容	宿 泊 地
8	23日(火)	(午前) PMBアヌラダブラ支所と意見交換。貯蔵責任者同席。 その後、PMBの精米所を調査。引き続きRichard Peris Coの精米所を視察。引き続き精米加工開発センター(PMBの機関)と意見交換、マネージャー同席。  (午後) アヌラダブラを出発(14:00) コロンボ着(19:30)	コロンボ
9	24日(水)	(午前) 農業開発研究省の局長と意見交換。ココナツ工業省次官、ココナツ委員会事務局長と意見交換。  (午後) 牧畜開発庁総裁と意見交換。	コロンボ
10	25日(木)	(午前) セイロン油脂公社(Ceylon Oils & Fats Corporation: COFC)を視察、総支配人と意見交換。  (午後) 工業省次官を表敬訪問。	コロンボ
11	26日(金)	(午前) LBの技術部長と意見交換。  (午後) マハベリ開発庁総括マネージャーと意見交換。石戸谷日本人専門家同席。	コロンボ
12	27日(土)	食料整理	コロンボ
13	28日(日)	報告書作成	コロンボ
14	3月 1日(月)	(午前) BCCの主任技師に面会、工場見学。その後、大使館にて滝沢書記官と調査とりまとめ打合せ。  (午後) 報告書とりまとめ。	コロンボ
15	2日(火)	(午前) 工業開発庁(IDB)にて調査報告打合せ。総括責任	

日順	月 日	調 査 内 容	宿 泊 地
16	3日(水)	者、企画部次長、技術サービス部長、油脂工業部次長、 機械担当技官同席。 (午後) 外国援助局長に調査報告。 (午前) 調査とりまとめ、資料整理。 (午後) 在スリランカ日本大使館に報告。	コロンボ     コロンボ
17	4日(木)	コロンボ発(12:35 SQ023) シンガポール着(18:45)	シンガポール
18	5日(金)	シンガポール発(11:30 CX710、CX500) 東京着(21:15)	

#### 4 調査団の訪問先(面会者名)

スリランカ政府関係者

- 外国援助局長 DR. WEERAKOON
- 外国援助局第2局長 MR. AKIL MOHAMED
- 外国援助局次長 MR. E SIRIBADDHANA
- 工業開発庁総裁(Chairman of I.D.B.) MR. N. A. RAHMAN
- 工業開発庁企画部次長 MR. ABEYSINGHE
- 工業開発庁油脂工業部次長 MR. RATHNASINKAM
- 工業開発庁総括責任者 MR. SENAYAKE
- 米穀流通庁(P.M.D.= Paddy Marketing Board)総裁 MR. MARAPONE
- 米穀流通庁マネージャー MR. WILFLED MEDIWAKE
- 米穀流通庁ポロンナルワ支所長 MR. ARIYARAINA
- 米穀流通庁アムラダブラ支所貯蔵責任者 MR. DULASIRI FERNANDO
- 米穀流通庁米処理調整開発センターマネージャー MR. K. B. PALIPANE
- 農業開発研究省(農業開発)局長 DR. KUNASINGHAM
- ココナッツ工業省次官 MR. P. G. PUCHIHEWA
- ココナッツ委員会事務局長 MR. ANANDA S. WEERASINGHE
- 牧畜開発庁総裁 MR. FONESKA
- 産業省次官 MR. DAIYA
- マハベリ開発庁総括マネージャー DR. WALTER ABEYGUNAWARDENA

○セイロン油脂公社総支配人      MR. D. S. KALANSURIYA

○B.C.C.( British Ceylon Corporation )主任技師

スリランカ民間人

○リーパーブラザーズ( LB )会社技術部長      MR. ISMAIL

○民間精米業者      MR. J. DAVID

○民間精米業者      MR. D. P. KANNANGARA

日本側関係者

○在スリランカ日本大使館      千葉一夫大使

荒井 聡一等書記官

滝沢昭二等書記官

○コロンボプラン専門家      佐藤孝夫

石戸谷実

J E T R O コロンボ事務所長      松本国義

( 敬称略 )

## II プロジェクトの概要

### 1 プロジェクトの背景

#### (1) 政治経済的背景

スリランカは輸出額の約70%を茶、ゴム、ココナツの3大伝統商品作物に依存するとともに、農業国といわれるにもかかわらず、今なお食糧自給が達成できず、米小麦などの食糧を輸入し、又、工業製品の大部分を輸入に依存している状態である。したがって、3大輸出商品作物の生産、需要動向はスリランカ経済に大きく影響するところとなり、近年、人口増とともに、これら農産物の栽培面積及び生産の停滞は国際収支の悪化の原因ともなっている。

こうした状況のもとで、1977年7月ハンダラナイケ政権にかわったジャヤワルデネ政権は、経済の沈滞を打開するために従来の統制的、福祉重視の経済政策から雇用の拡大、生活水準の向上、国際収支の長期的改善を目標に市場メカニズムを重視した開放的姿勢を基本とする自由主義政策に転換し、経済開発重視の積極的政策推進を図っている。

#### (2) 本件プロジェクトの採択理由

このようなスリランカの政治経済的状况のもとで、1979年3月E S C A Pに提出された農村地域工業化計画はスリランカ政府の注目するところとなり、とくに政府機関のIDBがプロジェクトのなかから農村地域工業化のプロジェクトとして米ぬか油抽出のプロジェクトを選択したものである。

スリランカ政府の本件プロジェクトについての考え方は、基本的にはINAレポートの目的のように、農村部の雇用拡大及び地域開発であるが、第1の理由として、近年、3大輸出商品の1つであるココナツの生産が停滞するとともに、人口増によって国内の消費が増え、輸出余力が漸次減少傾向にあることから、国内資源の米ぬかからの油を利用し、とりあえず、現在、工業用にも利用されているココナツ油を米ぬか油で代替することにより、あまったココナツ油を輸出にふりむけたいというものである。又、従来スリランカではココナツ油を多く摂取することにより、心臓病が多かったことから、将来的には健康によい米ぬか油を食用油として利用することも考えたいとのことである。

#### (3) スリランカ政府の要請の考え方

スリランカ政府としては、INAレポートに、かなり米ぬか油抽出プラントのプロジェクトの内容が具体的に提案されていることから、米ぬか油に関して技術の進んでいる我が国に対し、1980年8月に本件プロジェクトについてのフィージビリティの調査を協力要請したものである。

### 2 INAレポートの概要

(1) INA調査について

1975年9月のESCAPの工業、住宅、技術委員会の第1回会合において、都市と農村部のバランスある発展を考えるために、農村地域に産業を振興する観点から、Integrated industrialization in non-metropolitan area (農村地域工業化計画:INA)のプロジェクトを推進することが勧告された。この勧告に基づいて、1977年にはESCAP地域工業大臣会議が開かれ、又、1978年3月には東京でINA政府間会合が開かれた。

その後、7カ国に国別のパイロットプロジェクト案作成のための調査団が派遣され、スリランカにおける調査は1979年1月21日から2月11日に行われ、その調査報告書が1979年3月1～6日に開催されたESCAPの会合に提出され、承認された。

(2) スリランカのプロジェクト

このINAレポートの中でスリランカのパイロットプロジェクトとして、次の4つのプロジェクトが提案された。

(i) トリコマリーにおける水産関連

- a 漁船造船所
- b 漁具製造工場
- c 漁業訓練センター

(ii) トリコマリーにおけるれん瓦、コンクリート関連

- a 近代的れん瓦がま
- b 鋼弦コンクリートプラント

(iii) ボロナルワにおける精米関連

- a 近代的精米所
- b 米ぬか油抽出プラント

(iv) ボロナルワにおける農業機械関連

- a 農業機械エンジニアリングサービス
- b 農業機械訓練センター

今回、スリランカ政府が我が国に要請してきたプロジェクトは、上記(iii)のbにあたるボロナルワにおける米ぬか油抽出製造計画のフィージビリティ調査の協力であった。

(3) 米ぬか油抽出プラントプロジェクトの概要

INAレポートにおけるボロナルワ地区の米ぬか油抽出プラントプロジェクトの内容と考え方は以下のとおりである。

(i) プラント規模と投資額

a プラント規模

設備規模 6,000トン/年 (米ぬか使用ベース)

1日当り原料使用量	24トン
年間操業日数	250日
米ぬか原油生産量	1,200トン/年
脱脂ぬか生産量	4,800トン/年
土地面積	2エーカー
工場敷地面積	5,000平方フィート
(原料及び製品倉庫を含む)	

b 投資額

土地代	100千ルピー
建設、土木費	900 "
設備費	6,800 "
運転資金	1,400 "
合計	9,200 "

投資額の74%にあたる機器、装置の設備費が外貨必要額である。

(ii) 原料調達

a 米ぬかの品質

米ぬか油抽出原料として米ぬかを考える場合、米ぬかの含油率が問題となるが、その米ぬかの含油率は精米方式によって異なり、又、raw rice か parboiled rice かによっても異なる。精米方式でみると次のように異なる。

huller rice mill	6~8%
sheller rice mill	15~20%
modern rice mill	25~28%

米ぬか油抽出原料用として利用する場合、経済的な含油率は sheller type 及び moderntype であり、huller type は利用できない。このため米ぬかの調達は品質的に制限をうけることになる。

b 米ぬかの推定生産量

米ぬかの集荷をポロンナルワ県に限らず、周辺5県を含めて1977年の米の生産量から計算すると次の表のとおりとなる。

米ぬか推定生産量(1977年)

県名	籾生産量	精米用籾注1)	推定米ぬか量注2)
Polonnaruwa	175千トン	166千トン	5.8千トン
Trincomalee	92	87	30
Anuradhapura	204	194	6.8
Ampara	154	146	5.1
Matale	59	56	20
Batticaloa	108	103	3.6
合計	792	752	26.3

注1) 種子用として5%を見込んである。

注2) とう精度5%で米ぬかの発生率を3.5%とみた。

現在、精米方式が huller type のものが多いので、品質的に利用可能な米ぬかの量は米ぬかの発生量を大巾に下まわることとなる。しかし、精米工場の詳細な資料がないので正確には分らないがプロジェクトの所要米ぬか量の6,000トン/年は十分得られる。

(iii) 製品の販売

a 米ぬか油

スリランカではココナツ油が食用にも工業用にも使われ、又、輸出もされて大きな外貨獲得源となっている。本プロジェクトは工業用を対象としているので工業用の製造業者数を調べると、1977年において石けん516、ワニス17、塗料10、化粧品26の製造業者数がある。

近年、ココナツプランテーションが土地改革後、魅力を失い生産が伸びなかったために、油や飼料用になる搾り粕の価格が値上りしている。このため、米ぬか油が工業用に向けられると、今まで工業用に利用されていたココナツ油を価格のよい食用又は輸出用に振りむけることができる。

b 脱脂ぬか

1977年におけるスリランカの家畜飼養頭数は牛1,690千頭、豚36千頭、にわとり5,830千羽で、現在、牧草や飼料で飼養されているが、将来、飼料の需要が増加することが期待される。

飼料生産業者は1977年において18業者あり、このうち大きな業者はC O F C の90,000トン/年及びB C C の11,500トン/年の2者である。

(iv) 立地とインフラストラクチャー

a 立地

ポロンナルワ県の米の生産量は全国で3位、単位収量では4位の生産県である。又、隣県のトリンコマリーと同様にマハベリ総合開発計画の恩恵に浴する地区であり、この

計画が実現すると、米の作付面積、生産量ともに全国最大の県となる。現在においても、トリコマリーとアマラダブラの両県を合せば、米の生産量は471.9千トンあり、提案プロジェクトの設備規模に対する原料必要量には十分である。

一方、原料として米ぬかを品質的に考える場合、時間をおくと米ぬかは酵素作用で油が変質してしまうので、プラントサイトは原料集荷に便利なところがよく、その点でトリコマリー及びアマラダブラに通じる道路に位置すべきである。

**b インフラストラクチャー**

このプラントに要する電力は100kVAであり、水は50kl/日である。ポロンナルワには2カ所の配電所があり、電力はこの容量範囲である。水もあるが、現在一義的にはかんがい用のものなので、将来マハベリ計画の中で考慮されるべきものである。

**(v) 収益計算及び経済効果**

本件米ぬか油抽出プラントプロジェクトの収益計算及びその経済効果については次のごとく説明されている。

a 収益計算

米ぬか油抽出プラントの収益計算

収入

米ぬか油	1,200トン/年	① 2,500ルピー/トン	3,000千ルピー
脱脂ぬか	4,800トン/年	② 600ルピー/トン	<u>2,880</u>
			<u>5,880</u>

操業費

直接費

米ぬか購入費	6,000トン/年	① 600ルピー/トン	3,660
抽出溶剤補充費	ロス1%	② 2ルピー/ℓ	180
電力費			54
臨時費		③ 5ルピー/トン	<u>30</u>
直接費小計			<u>3,864</u>

間接費

給与、賃金			190
部品、修繕費			60
保険費			60
維持、運搬費			35
事務経費			30
消耗品費			20
諸経費			<u>60</u>
間接費小計			<u>455</u>

操業費合計 4,319

償却前利益 1,561

償却費

設備費	6,800千ルピー×10%	680
土木工事費	1,000千ルピー×25%	<u>25</u>
償却費計		<u>705</u>

金利 運転資金 1,400千ルピー×9% 126

税引前利益 730

なお、10年間でみたIRR ( Internal Rate of Return )は11%と計算されている。

b 経済効果

経済効果として次の点があげられる。

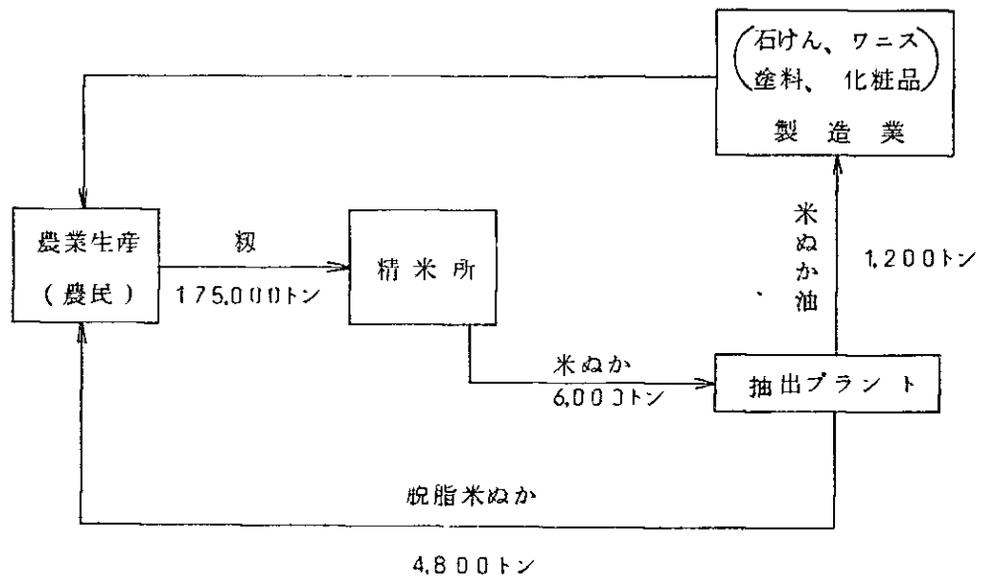
- ① 29名の雇用創出
- ② 米ぬか油及び脱脂ぬかの販売による年間5,880千ルピーの収入
- ③ 原料米ぬかの販売による精米業者の年間3,600千ルピーの収入増
- ④ 油脂1,200トン及び飼料4,800トンの供給増加

c. 他産業との関連効果

このほか、本プロジェクトは他産業、即ち Up-stream 及び Down-stream 部門との関連効果が図られる。

- ① 原料用米ぬか供給のための米の生産拡大
- ② 抽出用に必要な品質の米ぬかを作る近代的精米タイプ即ちラバロールシェラー設備の需要増加
- ③ 当該地域の原料用米ぬか確保のための精米設備の新設又は増設
- ④ 安い濃厚飼料の供給による畜産の振興
- ⑤ 油脂の供給による石けん、ワニス、塗料、化粧品工業の発展
- ⑥ 米ぬか及び飼料の集荷配送による輸送業の活発化
- ⑦ ココナッツ油に対する負担軽減

なお、この他部門との関連図を示す次のようになる。



プロジェクトと他部門との関連図

### III 調査の要約

スリランカにおける調査の日程は、1982年2月17日から3月4日までの16日間であった。調査の方法は3段階に分かれ、第1段階は2月17日から20日をプロジェクトの中心であるIDB及びPMBから考えをきくとともに資料収集をし、第2段階として2月21日から24日にかけてプラントサイト予定地のポロンナルワ及び隣県のアヌラダプラの現地調査を行った。第3段階は、2月25日から3月1日にかけてCOFC等関連部門からココナツ油、飼料等の事情調査を行なった。

そして3月2日に調査団として調査結果の要約をし、プロジェクト推進者のIDB及び外国援助局に説明した。

調査結果の説明要旨は次のとおりである。

1982.3.2

#### 米ぬか油製造計画事前調査団の調査結果要旨

1. IDBが米ぬか油抽出プラント(ESCAPが1979年に調査し、INAレポートの中で提案されている)の推進母体であることを確認した。
2. 米ぬか油の生産目的が、ココナツ油の代替あるいは、補足にあることを理解した。
3. 代替油脂資源としての、統計上の位置付は高いものの、その米ぬかの全量は、ただちに利用されにくい。ということは、米ぬかの品質及び集荷能力に問題がある。品質面においては、もみがら及び小石等の米ぬかへの混入が見られる。又、米ぬかの集荷能力において、PMBの買付量の実績低下も見られる。
4. 上記の諸問題について、関係機関が協力し、精米調整技術の向上、集荷能力向上のための研究促進はかることが必要となろう。
5. 米ぬか油抽出プラントのプロジェクトには、一般的に、その上部構造と下部構造の結合した形が考えられる。

つまり、単に生産技術だけでなく、良質原料の確保及び生産物の有効利用を含めたプロジェクトが望ましい。

6. すでに、我々は、COFC及びリーパーブラザース会社が、米ぬか油抽出プラントを建設中であることを確認した。

又、これらは間もなく採集されることから、これらのプロジェクトに注意を払う必要がある。その事によって、本プロジェクトの展開に多くの示唆が得られるであろう。

この調査結果要旨を少し補足的に説明しておくこととする。

1. 米ぬか油抽出プラントの企業化というプロジェクトをIDBのような政府機関がどのよう

な形で事業主体になりうるのかという疑問があったわけであるが、Board が公社のような性格をもち事業の推進母体になりうることが分った。又、INAレポートに提案されているプロジェクトに対し、何らかの独自の考えがあるかということに関しては、全くレポートに提案されているプロジェクトの線で考えており、従ってこのプロジェクトの案でフィージビリティ調査を希望していることが分った。

2. 米ぬか油の生産目的すなわち利用目的が食用又は工業用のどの辺にあるかということに関して、スリランカのココナツ油が生産の停滞ならびに人口の増加で貴重な外貨獲得の輸出が減るので、食用にも工業用にも利用しているココナツ油の工業用について、米ぬか油で代替又は補足し、その余ったココナツ油を輸出余力にふりむけたいということであった。
3. 原料資源の米ぬかは、INAレポートにもあるように、米の生産量からみて理論的數量は十分あるが、品質的にみて大きな制限があることが分った。これは品質のよい米ぬかのとれる精米方式であるラバーロールタイプが少なく、ハラタイプが多いため、もみがら等の混入が多く、従って含油率が低く、原料として利用できないことが分った。

又、プロジェクト推進にあたって、原料集荷で有力なパートナーとなるべき政府機関のPMBが、比較的多くのラバーロール方式の近代的精米所をもちながら、米の配給政策の変更でPMBの扱の調達量が1978年の675千トノから1980年の211千トンに減少し、規模の小さいハラタイプの民間業者に精米が移っている。このため品質のよい米ぬかを必要量いかに集荷するかが問題となる。

4. 以上のような状況から、本プロジェクトを推進するためには、第1に米ぬかの品質改善、向上を図る必要があり、第2に民間精米業者からの米ぬかの集荷方法を考える必要がある。

第1の米ぬかの品質改善、向上は、精米の品質向上にもつながることであり、いわゆる精米方式の近代化である。行政的には何らかのインセンティブが必要であろうし、技術的にはRPDC（精米加工開発センター）等の活用が必要であろう。

第2の原料の集荷方法については、PMBであれば近代的精米方式をもち、米ぬかの品質も良く、安定的に原料を供給できるであろうが、民間精米業者の場合、小規模でハラタイプの精米が殆どであることから米ぬかの品質は悪いのが現状である。これをどのように近代化させ、しかも散在する小規模精米業者から安定的に集荷していくかが問題となる。

5. 本プロジェクトのフィージビリティを考える際、原料が米ぬかであるため、米の生産動向すなわち農業部門と密接な関連がある。又、生産された製品も、工業用の米ぬか油はその用途先の石けん、塗料等の工業部門の動向と密接に関連し、一方、脱脂ぬかは飼料として有用であるため、畜産の動向に大きく関連する。

このように、本プロジェクトを考える場合、単に生産設備を中心としたOutput, Inputのみの経済性を考えるのではなく Up-stream, Down-stream といわれる関連部門をできるだけ包含してその可能性を考えることが必要である。

例えば、工業用米ぬか油の場合は、ココナツ油との競合を、脱脂ぬかの場合は飼料工業との結びつきをもっと考える必要がある。

- 6 今回の調査によって、我々が一番驚いたことは、すでにリーパーブラザーズ社が6トン/日のパイロットプラントを本プロジェクトのプラントサイト予定地に近いミネリア地区に建設中であったこと、又、コロomboでもCOFCがブーナク（ココナツ油の搾りかす）と米ぬかとの併用のプラントを建設中であったことである。

IDBの説明では、いずれの場合も原料米ぬかの集荷で競合しないということであったが、ミネリアのプラント建設地はポロンナルワから約20kmほどしか離れていないし、品質のよい米ぬかはすでにCOFC等の飼料原料用としてコロomboへ売られているので、新たに米ぬか油抽出プラントを作ることは原料調達面で困難とみられる。

しかし、これら建設中のプラントが操業に入ると、設備や操業の技術的問題が明らかになってくるだろうし、又、米ぬかの品質的、量的、価格的問題も明らかになってくるので、それらのデータを参考にして本プロジェクトについて再検討することが賢明であると考えられた。

このことは、1981年11月15～20日に行われたINAレポートに関するESCAPのフォローアップミッションの調査でも同様のことが指摘されている。

## IV 調査内容

### 1 原料米ぬかについて

#### (1) スリランカにおける米ぬかの現状

ア 米ぬかの生産量は、統計的に把握されていないが、公回の調査による精米設備等からみて、粳からとれる米ぬかの量（歩留）は概ね、3～4%と推定されるので、粳の総生産量からみた米ぬかの生産量を推計すると次のとおりである。

生産年 作季	粳総生産量(千トン)			ぬかの推定生産量(千トン)					
	マハ	ヤラ	計	3%の場合			4%の場合		
				マハ	ヤラ	計	マハ	ヤラ	計
1976	882	371	1,253	26	11	37	35	14	50
1977	1,144	533	1,677	34	15	50	45	21	67
1978	1,286	605	1,891	38	18	56	51	24	75
1979	1,393	524	1,917	41	15	57	55	20	76
1980	1,453	680	2,133	43	20	63	58	27	85

(注) i) 粳生産量の資料は、1980年版、セイロン中央銀行資料による。

ii) 4捨5入の関係で合計数値の一致しないものがある。

なお、上表は、粳総生産量からみた場合の米ぬかの生産量であるが、内容的にみると、粳総生産量の約6割が市場流通するものであり、残り4割は農家手持として市場へ流れない粳である。農家手持ち4割の内訳をみると、約1割部分が次季作用種子であり、残り3割部分が農家の自家消費用であろうと考えられる。従って、市場流通する米ぬか量は、約6割の市場流通の粳から生産される米ぬか量と考えられる。

#### イ 米ぬかの形態

今回の調査で入手した米ぬかは、大部分が、バーボイリングされた粳から生産された米ぬかで、通常の米ぬか（生粳から生産された米ぬか）は、量的に少なく、しかもPMBの割合が多く、PMB系の精米工場が休業の状態であったため入手できなかった。

なお、入手した米ぬかを形態別に分類すると、概ね、次の3つのタイプに大別される。

〔Aタイプ〕 粳がら、砕粒及び異物等が混合しているもの。

〔Bタイプ〕 大きな粳がらは、概ね、分離されているものの、粳がらが碎けて微細になったもの及び異物等が混しているもの。

〔Cタイプ〕 粳がらの微細なもの及び異物等については、散見される程度に混入しているもの。

米ぬかの状態をタイプ別に、米ぬかの利用の見地からみると次のことがいえる。

〔 Aタイプ 〕

全体に粃がらが混入しているとともに、粃がらに付着している土、砂、石、異種穀粒、異物、砕粒並びにきょう雑物もかなり混入しているため、これらを分離した後でなければ、米ぬかの利用としては困難である。

〔 Bタイプ 〕

粃がらの大きいものは除去されているが、小さく砕けた微細粃がらが多く、小さい石、異種穀粒、異物、砕粒等の混入がみられ、これらを分離させた後でなければ、米ぬかの効率的な利用は困難である。

〔 Cタイプ 〕

微細粃がら及び異物等の混入は、少々散見される程度のもので、米ぬかの有効利用が可能なものである。

なお、これらの米ぬかの状態をみた場合、いずれも少々黒っぽいという共通点がある。

これは、パーボイルリングした粃がら生産される米ぬか特有の色なのか、その他脱穀時点及びパーボイルリング後の乾燥（天火乾燥）の段階で土が混入（付着）しており、この土が、とう精の段階で米ぬかに混入した場合の色なのか、今回の調査では、究明できなかった。

ウ 米ぬかの流通

(1) 米ぬかの利用については、タイプ別に次のような活用がはかられている。

Aタイプは、米ぬかに粃がらが多く混入しているため、パーボイルリングの蒸煮や乾燥用に粃がらを燃料として利用しているが、一部には、利用されないまま、捨てられているものもある。

B及びCタイプは、一部を除いて、政府関係機関であるCOFCやBCCへ飼料用として売り渡されている。（概ね、800ルピー／トンである）

なお、一部の近代的な設備をもつ民間の精米工場にあっては、商品としての米ぬかの生産を行っていた。又、設備的にはよくなくても粃がらの混入した米ぬかを、ふるいを利用して、ふるい分け、商品として取引しているものもある。

(2) 1982年2月現在において、COFC及びリーパーブラザーズ社が米ぬか油抽出プラントを建設中で、まもなく、稼動する予定であることから今後、米ぬかの需要は増えると考えられるので、

(i) 米ぬかの商品性としての位置づけ

(ii) 米ぬか集荷業者等の整備

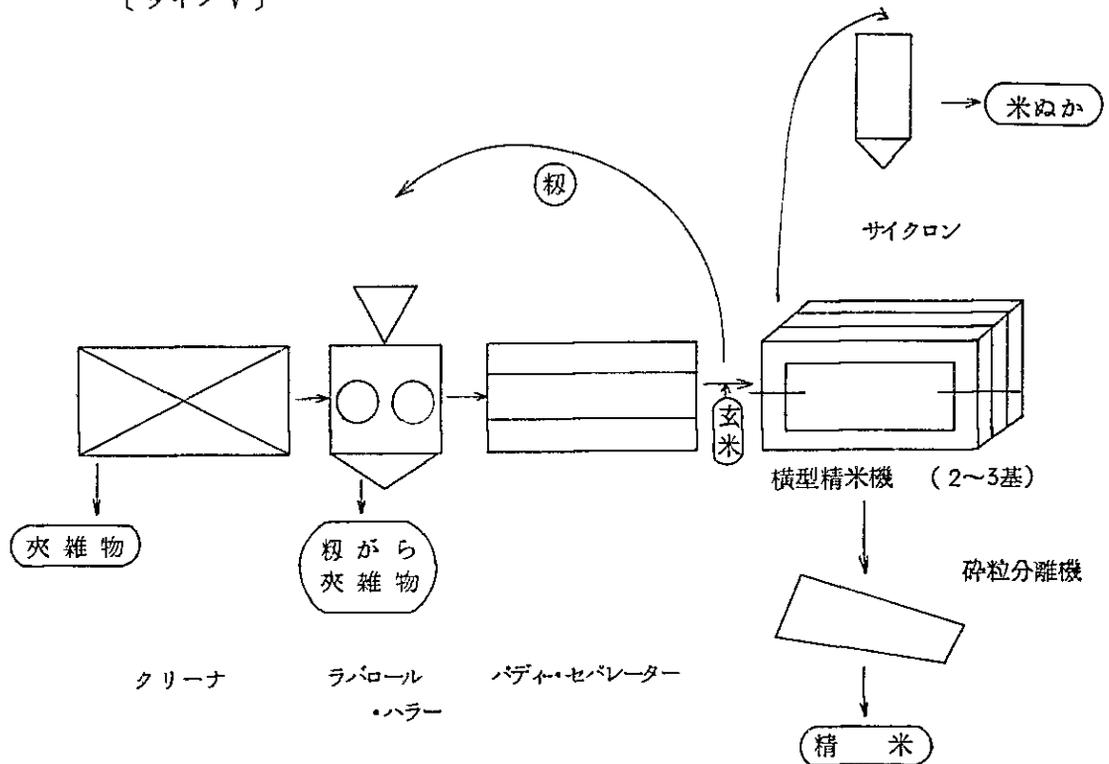
といった問題がでてくるものと思われる。

(3) 米ぬかの油脂原料としての可能性について、米ぬかの発生量からみると米の生産量が





〔タイプV〕



イ 精米工場の装置としては、(7)に述べたほかに、スリランカ国の主要な流通を占めているパーボイルドライス生産のための装置として、パーボイリングを行うための次のような各種の装置を設置している。

- (1) ソーキング (浸漬槽)
- (2) スチームボイラー
- (3) ボイリングユニット (熱処理槽)
- (4) 乾燥機 (又は天日乾燥場)

を備え、パーボイリングしている。

ウ パーボイリングの処理方法

- (1) ソーキング (浸漬) に 2~3 日間
- (2) ボイリングユニットへ移し、スチームの場合は、90℃~100℃の蒸気を約10分間当てる。直火式の場合は、45分間、ボイリングする方法等がある。
- (3) 乾燥は、天日乾燥場で行う場合と乾燥機で行う場合の2つの方法がある。
- (4) これらの工程を終了した後、とう精を行う。

参考（パーボiling用の燃料として、籾がら〔一部ではAタイプの米ぬか〕を使用した）  
り、その他マキ等を使用している精米工場もある。

エ その他

- (1) 精米工場の設備、規模、技術並びに精米機のタイプをみると多種多様にわたっているが先述の精米機と米ぬかのタイプを各々、関連させると次のとおりとなる。

精米機のタイプ別	米ぬかのタイプ別
I      II	A
III	B
IV     V	C

- (2) 最近米の流通が自由化されたことにより、資金のあるものが、大型の精米設備等を導入し、集荷の拡大をはかるため、小規模の精米工場は、これらに対抗することが困難となりつつあるといわれており、又、今後は米の品質に関する意識が強まることから近代化が一層進むだろうといわれている。

(3) 精米事情

ア 米穀（籾、精米）のほとんど（約90%）が民間の精米工場を経て流通している。

精米の流通形態は、籾をパーボilingしてとう精した精米、いわゆる、パーボイルドライス（Parboiled rice）が主として流通している。

なお、ローライス（Row rice）（通常の日本的精米）の流通量（消費量）は約25%ということで、75%がパーボイルドライスとなるが、国民の嗜好や米の品質向上の観点から将来、パーボイルドライスの比率はさらにあがると予想される。

イ 精米の品質の状態は、以下の状況から、まだ良いといえるものではない。

- (1) とう精度（ぬか層のはく離程度）は、7分づき精米（ぬか層8%の部分を7割はく離したもの）程度以上と思われる。
- (2) ぬか切れが悪く、一部では、ぬか切れの工程については、行われているが、まだ、大部分の精米工場は、この工程を省いている。
- (3) 石及び異物等の混入については、一部粗選機等を導入して除去されているが、まだ、大部分の精米工場にあっては、これらの機械の導入は、はかられていない。

ウ 今後の精米等

2年後（1984年）には、米の自給率が100%に達するといわれており、これにより精米の品質については、現在より少なくとも良くなることが予想され、それと同時に米ぬかについても品質のよいものが増加することが見込まれる。

#### (4) その他

##### ア 米ぬか利用のための改善点

米ぬかの品質は、スリランカ国におけるとう精設備の近代化が遅れていることにより、大部分が米がらと米ぬかが混合したものであり、又、異物、きょう雑物等も混入している状態であることから、商品としての米ぬかの生産を考える場合、以下の改善点が必要と考えられる。

##### a 生産段階での改善点

###### (i) 異種穀粒等

ひえ及び穀粒等（雑草の種子等）の混入防止をはかることにより、良質米ぬかの生産をはかる一要因となる。これは、とう精段階で、ある程度除去できるものであるが、現在の設備等からみて、完全に除去することは困難である。このため、生産段階で防止することができれば、これらの混入問題は解決されることが考えられる。

###### (ii) 種子更新

種子更新については、一部、行われているようであるが、作付されている稲の状態（草丈の高低等）及び精米の異品種の混入状態からみて、普及率はまだ進んでいないと思われる。これは、とう精を行う段階で、他品種の米穀が混入している場合、その比率が高い程、むらづき、砕粒の発生等の原因となり、歩留の低下及び精米の品質低下も合わせて起こさせることとなる。

###### (iii) 脱穀

脱穀は、ほとんどが田の中の乾燥した場所で土を固め平にした場所で、稲わらを中央に積み上げ、その上をトラクターや牛で円状に回わりながら、稲わらを踏みつけて脱穀しており、この脱穀した籾の中に、土砂、土塊、石等の混入が見られる。これは、脱穀が土の上で直接行われており、これら異物の混入が容易に入る原因となっている。このため、土砂等の混入防止をはかるための改善が必要である。

##### b 精米工場での改善点

精米工場へ搬入された原料（籾）には、生産段階で混入した異物等が入っており、又籾すり後の籾がらの混入等についても、各々、次の改善措置が考えられる。

###### (i) 土砂、石、異種穀粒、異物及びきょう雑物の混入による除去措置及びむらづきの防止。

- ① 粗選機の導入
- ② 石抜機の導入
- ③ 粒選別機の導入

###### (ii) 籾及び籾がらの分離（除去）措置等

- ① 籾すり機の導入

## ② 粃選別機の導入

### (ii) 碎粒の分離（除去）措置

#### 碎粒分離機の導入

以上の措置を行えば、良質の精米及び米ぬかの生産ができるものと思われる。

### イ 精米設備等の導入に伴う問題点

一般的に精米設備等の導入をする場合、各々の機械の能力等を熟知し、精米の品質等に合せて、各々の機械を調整し、作動させるものである。しかし、スリランカの精米業の実態は、ただ、機械を動かし、とう精を行うだけで、精米等の品質には、まだ重点をおいていない面もあり、機械の調整についても、十分とはいえない面も伺える。

なお、新規に設備導入をはかるに当っては次のことが考えられる。

- (a) 設備導入及び設置後の技術指導
- (b) 故障等の修理に対する専門家の育成等
- (c) 予備部品の手当

### ウ 精選装置の導入による問題点

- (a) 歩留の低下
- (b) くず米の発生とその処理方法

以上のようなことが考えられるが、いずれにしても、生産面、加工面、流通面を、各々点検改善を行うことが急務と考えられる。

## 2 油糧及び油脂について

### (1) 油糧及び油脂の概況

#### ① 油 糧

スリランカ国における油糧は、ココナツ、ごま、大豆、米ぬか等であるが、現在、油脂原料として活用されているものは、ココナツ及びごまである。

#### ② 油 脂

油脂（食用 工業用）の面からみると、ココナツから生産されるやし油が大宗を占めており、ごま油は一部用途としてごく少量生産されているにすぎない状況である。

なお、最近では、コーン油、大豆油の輸入がみられるものの、価格（関税100%）及び国民の食生活の現状からみて、あまり消費は伸びないものと思われる。

### (2) 油糧の種類と現況

#### ① ココナツ

ココナツの栽培面積は、467,000ha～470,000haの間でここ数年推移しているが、ココナツの生産は、気象条件（雨量の減少）、土壌管理（1976年以降肥料投入の減少）、等の要因により停滞している（表-1）。

ココナツの利用は、生食用（ココナツミルク、カレーの原料等）75%、搾油用（コブラ）25%である。

搾油用に利用されるコブラの生産方式は、①ココナツの色が黄緑色（完熟していない状況）の状態での収穫、②上皮をはぎ、ハスクのついたまま直射日光をさけ（やし樹の葉、バナナの葉等でおおう）数日間放置する、③完熟したココナツをカットし、スモークドライ方式（サンドライ方式の場合もある）で乾燥する。

生産されたコブラの品質は、Desiccated Coconut（菓子用として輸出されるもの）は、非常に良質のものであったが、小農家生産の搾油コブラ（サンプリングしたもの）は、色、臭い、かび等からみて良くないものと思われた。

表-1 ココナツの生産量等の推移

年	生産量	肥料投入量	生産費
1976	2,330百万個	307千トン	016ルピー/果
1977	1,821	29.1	0.21
1978	2,207	42.6	0.33
1979	2,393	49.7	0.37
1980	2,026	55.8	0.40
1981	n.a	38.0	n.a

② ごま

北部地区でタミル人が栽培し、ジンジャーオイルとして一部搾油用に利用されているがその大部分は海外に輸出されている。我が国でも輸入をしているが、白ごま、黒ごまが混入しているため、その大部分は食用として利用している。

⑤ 大豆

現在は、すべて食用に利用されており、油糧としての位置づけはない。

④ カボック

主要道路沿いに若干見られたが、現時点では油糧として利用されていない

⑤ ユーカリ樹

ユーカリ樹のプランテーションが見うけられ、工業用に搾油シラップ等の油として利用している。

⑥ 米ぬか

米ぬかについては、本調査団の主目的であり別途記述することとする。

⑦ パーム

現在は、栽培されていないが、本調査団が現地にて得た情報によると、パームオイルブラ

ンテーション計画が、スリランカ政府とマレーシア資本との共同出資形態のもとに進行していた。

この計画は、コロomboに近接した西海岸ココナツ地帯近辺に約6000 haの規模をもつものであるが、現時点では、あくまでも計画の段階であり、具体的な動きは判明しなかった。

### (3) 製油産業の現状

製油産業は、ココナツ(コブラ)から搾油する製油企業が中心であり、大型企業15社、中小企業550社となっている。政府機関では、BCC(従来は民間企業であった)が、コブラの搾油を行っている。

なお、BCCの概況は次のとおりである。

ア 所在地 コロombo市内

イ 搾油能力 150トン/日(コブラベース)

ウ 搾油方法 圧搾方法(エキスペラー)

エ 機 械 ローズダウン(英)

オ その他施設 ドラム缶製造設備(住友精機)、工業油脂(石けん)製造設備

キ 輸出状況 ココナツオイル

1978年 5882トン、 1979年 4858トン、 1980年 1230トン

### (4) 米ぬか油製造業の動き

米ぬかの製油利用は、現時点では行われていなかったが、スリランカ国の主要農産物である米の総合利用という観点から政府(油脂公社…COFC)は検討を進め、現在、工場建設を行っていた。また、民間企業であるLB(リバーブラザーズ社)も建設を進めていた。以下、COFC、LBのこめ油製造工場の概況について述べると次のとおりである。

#### ① COFC(油脂公社)

COFCは、中小のココナツ搾油工場から生産されるプーナック Poonaac(コブラ圧搾粕…従来は20~25%の含油分があったが、圧搾機械の能力向上により現在は10%程度となり採算が悪くなっている)から工業用やし油及び飼料用粕の生産を行うとともに、米ぬかを集荷し配合飼料生産をてがけている。(いわゆる飼料生産を中心とした公社である)

当公社は、1980年1月頃から、従来のプーナックのほかに、ブルクドン Pulukdon(ココナツの果肉部分に水を加えココナツミルクを作ったあとの粕をいう)、米ぬか、大豆を搾油すべく工場の増改築を計画し、現在建設中であり、その概況は次のとおりである。

ア 所在地 コロombo近郊

イ 抽出能力 50トン/日(プーナック換算)

- ウ 抽出方法 連続抽出（ロートセル使用）
- エ 抽出溶剤 n-ヘキサン
- オ 機 械 CMB（伊）
- カ 経 費 約4億円
- キ 完成予定 1982年4月

② LB（リバーブラザーズ）

LBは、ユニリバーの子会社であり、ユニリバーの意向を受けて、こめ油製造工場の建設に入っていた。建設場所は、本調査団の調査地域であるポロンナルワ地区に近接した、ミネリア（マハヴェリ計画地区内にあって交通の要所である。）であり、以下、工場概況を記述すると次のとおりである。

- ア 所在地 ミネリア
- イ 搾油能力 6トン/日
- ウ 抽出方法 バッチ式（浸漬式8時間）
- エ 抽出溶剤 n-ヘキサン
- オ 機 械 デスメント（インド）
- カ 完成予定日 1982年4月
- キ 特 色 LBの担当者によると、本工場は、米ぬか油の抽出工場としてパイロット的に建設しているもので、総工費約1億円程度の小工場である。なお、本パイロット事業の目的は、現在のこめぬかからどのような米ぬか原油が抽出できるかを判断するものであり、現時点で食用米ぬか油を製造する考えはないとしている。

(5) 油糧としての米ぬかの位置づけ

米ぬか油製造工場建設の動き及びスリランカ国の主食である米の総合的有効利用の考え（政府）等からみて、スリランカ国では、米ぬかの油糧としての価値を認めている。しかしながら、現在生産される米ぬかは、一部飼料に利用されているもの（生産量約10,000トン）を除き油糧としての価値は少ない。

その主な理由としては、米の生産方式、精米方式が原因となる夾雑物の混入が多いためである。

なお、COFC、LBによる米ぬか油生産工場の稼働とともに、米ぬかの価値観の向上、脱脂ぬかの飼料としての評価の向上等により、米ぬかの経済的地位の向上が図られ、生産者側の意識向上により、油糧として活用される米ぬかの生産が増加することが考えられる。このような時間的経過を経るものの、米ぬかの油糧としての位置づけは、今後、上昇の一途をたどるものと思われる。

(6) 油糧の貿易の現状

① 輸出動向

スリラスカ国における油糧の大宗を占めるココナツ輸出は、1976年以降増減があるものの減少傾向がみられる。特にココナツ油は、国内消費の増加に伴い輸出余力がなくなり約20分の1(1980/1976)に減少している(表-2)。

また、ごま、その他の油脂原料の輸出は、表-3に示すとおりである。

② 輸入動向

食用油(コーン油、大豆油等)の輸入は、年々増加しているとの話を聞いたが、輸入統計がないため明らかではない。(輸入食料品等専門スーパーが開設され、食用油も多種のものが売られていた。)

表-2 ココナツの輸出状況

	Copra	Coconut oil	Desiccated Coconut	Total ココナツ換算
1976	1,277トン	60,608トン	45,988トン	8033百万個
1977	276	9,108	30,400	2806
1978	924	30,326	51,098	594.6
1979	830	32,408	40,243	537.0
1980	275	3,043	31,423	239.4

表-3 その他油脂原料の輸出

	ごま	その他油脂原料
1976	5,858トン	551トン
1977	8,506	97
1978	17,088	2,010
1979	12,543	1,491
1980	11,848	1,692

3 流通

(1) 粳・精米及び米ぬかの流通経路

粳・精米及び米ぬかの流通経路の概略を図-1に示す。粳の段階では生産者からPMB(国営精米工場を保有している)への流れと民間精米業者への流れとに二分される。

PMB向けの3ルートのうちでは the Multi-purpose Co-operative Societies を至るものが大部分とみられる。民間精米業者向けは Middle-man と呼ばれる集荷業者の手を経るものが殆んどみられる。又、1980年以降PMBの粳買付量が激減して居り、全粳生産量の僅か10%弱に過ぎなくなって居るが、これは1979年に切布制度が廃止されたためであり、精米市場が自由化された現在、PMBの役割は極限すれば粳買付の最低価

格支持の機関 [ Floor Price Indicator ] に過ぎなくなっている (表-4 参照)。

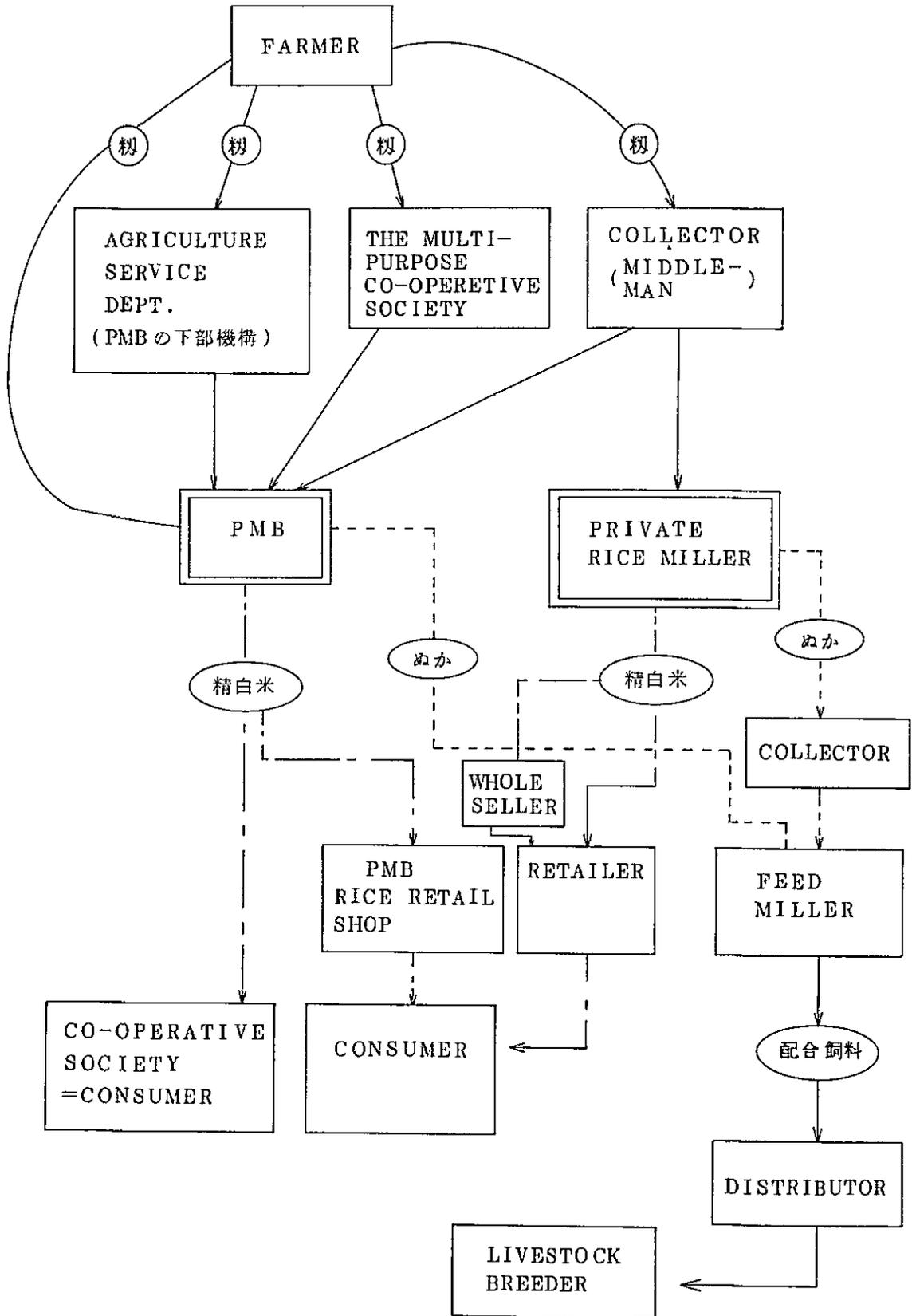


図-1

表-4 PROCUREMENT OF PADDY UNDER THE GUARANTEED PRICE SCHEME

Year		% of production	Paddy Million Bushels	Rice equivalent Thousand tons
1958	...	44.26	16.2	226.8
1959	...	45.60	16.6	232.4
1960	...	48.37	20.8	291.2
1961	...	51.39	22.2	310.8
1962	...	56.13	27.0	378.0
1963	...	52.24	25.7	359.8
1964	...	58.22	29.4	411.6
1965	...	63.64	23.1	323.4
1966	...	61.27	28.0	392.0
1967	...	28.10	15.4	215.6
1968	...	23.10	14.9	208.6
1969	...	20.79	13.7	191.8
1970	...	33.83	26.2	366.8
1971	...	48.88	32.7	457.8
1972	...	41.97	26.4	369.0
1973	...	36.41	22.9	320.0
1974	...	27.21	20.9	292.3
1975	...	20.98	11.6	162.1
1976	...	21.50	12.9	180.6
1977	...	30.60	24.6	344.4
1978	...	35.65	32.3	452.2
1979	...	28.18	25.9	363.1
1980	...	9.9	10.1	141.4

Bushel of Paddy = 0.014 Rice Tons

Source: 1. Paddy Marketing Board  
2. Statistical Unit. Ministry of Agricultural Development Research.

Note: This is a scheme introduced by the State to ensure a minimum price for the Farmer. Under the scheme the state owned Paddy Marketing Board purchases paddy through the Multi Purpose Co-operative Societies at a price fixed by the State.

1980年の実績によれば、粳の買付価格は前半年で46ルビー/ブッシェルであったものが後半では60ルビー/ブッシェルにまで上昇している。これに対するPMBの買付保証価格は40ルビー/ブッシェルから50ルビー/ブッシェルに値上げされたにとどまっている。

精白米はPMBルートでは消費者そのものであるCo-operative Societyに直接販売されるものとPMB直営小売店を経るものがある。民間ルートでは殆んどが卸売店～小売店～消費者のルートとみてよい。表-5に1965年以降の平均小売価格の推移を示す。

表-5 AVERAGE RETAIL PRICE (RICE) OPEN MARKET

Year	Par Boiled Measure Rs. Cts.	Raw Rice Measure Rs. Cts.	Average Price Measure Rs. Cts.
1965	.82	.77	.80
1966	.85	.79	.82
1967	1.13	1.09	1.11
1968	1.22	1.17	1.20
1969	1.23	1.19	1.21
1970	1.21	1.18	1.20
1971	1.19	1.15	1.17
1972	1.41	1.37	1.39
1973	2.70	2.69	2.70
1974	4.76	4.55	4.66
1975	3.34	3.27	3.31
1976	3.06	3.00	3.03
1977	2.86	2.89	2.88
1978	3.16	3.20	3.18
1979	3.35	3.49	3.42
1980	4.16	4.35	4.26

ONE MEASURE=0.91 kg.

Source: Department of Census and Statistics

米ぬかに関しては通常精米業者側及びコロンボ地域に集中して居る飼料業者(政府機関としてのCOFC、BCC及び民間大手のMoosagee & Son社、Roberts Forage社等)との間に集荷業者が介在して居り、粳がら混入率10%以下程度の米ぬかがアヌラダブラ地域精米所置場渡し①800ルビー/トン、コロンボ地域配合飼料工場入り②1,000ルビー/トン程度で取引され、年間COFCで3,000トン、BCCで5,000トン前後の買付量である。従って、民間大手を含めると年間10,000トン程度の米ぬかが飼料用に流れているものと思われる。その他は目下のところ粳がら混入が著しく多く、商業ベースでの流通はないとみてよいが、製油原料として売却可能な環境が整えば精米業者側での「粳がら及び異物混入のない米ぬか」の供給体制もできるであろう。

(2) 米ぬかの品質評価

現状では米ぬか中に多量の粳殻及び小石等の異物が混入しているケースが多く、製油用途に耐え得るものは前項で推算した10,000トン/年程度と思われる。

アヌラダブラのRPDC(精米加工開発センター)で入手した試験精米による米ぬかの分

析例（未公表）を表-6に示すが、パーボイルドの米ぬかで油分30～32%（乾物基準）、水分10～11.5%であり、普通の米ぬかで油分22～28%（乾物基準）、水分10～11.5%である。

表-6 米ぬか分析例

	パーボイルドぬか	普通ぬか
品種名	B G 90-2	B G 90-2
水分	10～11%	11%
油分	25～28%	26～28%
品種名	B G 34-8	B G 34-6
水分	11～11.5%	10.5～11.5%
油分	31～32%	23%
品種名	B G 11-11	B G 34-8
水分	11%	10～10.5%
油分	31%	23～24%
品種名	B G 276-5	B G 11-11
水分	11%	10%
油分	30%	24%
品種名	B G 400-1	B G 276-5
水分	10%	10～11.5%
油分	30～32%	22～22.5%
品種名	—	B G 400-1
水分	—	11～11.5%
油分	—	23～24%

〔備考〕上記分析値は実験室規模での試験精米により得られた米ぬかに関するものであり、米ぬかの歩留りは8%であった。 出典RPDC（未公表）

製油原料としての適否を評価するには、この他に酸価、粒度分布等のデータが必要であり、また米ぬか油の溶剤抽出によって副産する脱脂ぬかの飼料としての品質評価のための分析データ（粗蛋白・粗繊維・粗灰分・可溶性無窒素物等）が得られることが望ましい。これ等は今後の検討に待つことになろうが、Field surveyでの観察からみれば、粳がら及び異物混入のない米ぬかの場合製油用に利用可能と判断される。

### (3) 米ぬか調達の可能性

① 籾生産量からみた可能性

表-7に1976年以降5年間の籾生産量・作付面積・反収実績を示す。籾生産量は対前年比14.8%（平均）の伸びを示し、1981年には約2,500千MTの生産が見込まれている。また作付面積・反収はそれぞれ対前年比4.2%、60%（平均）の伸び実績となっている。

また、表-8に1980年ヤラ期の籾生産量・作付面積・反収実績を本事前調査の対象地域を中心とする地域別数値で示す。当該期の全スリランカの籾生産量に対する各地域の百分率比をみると、東部海岸部のアンパライが165%と最も高く、次いでポロンナルワ7.4%、キャンディ54%……となっている。

後述するマハベリ計画によって、かんがい可能と考えられる地域及び地形・鉄道・道路網等からみて本プロジェクトの対象地域として包含し得るかと思われるキャンディ、マタレ、アヌラダブラ、トリンコマリ、パティカロワ及びアンパライの7地域の合計量は全籾生産量の約43%を占め、作付面積は245チェーカー（約8%）となる。

表-7 籾生産量・作付面積・反収

	籾生産量 〔1,000MT〕	作付面積 〔1,000ha〕	反 収 〔Kg/ha〕
1976年	1,253 (1.000)	724 (1.000)	2,315 (1.000)
1977	1,677 (1.338)	828 (1.144)	2,521 (1.089)
1978	1,891 (1.128)	876 (1.058)	2,613 (1.036)
1979	1,917 (1.014)	836 (0.958)	2,750 (1.052)
1980	2,133 (1.113)	845 (1.007)	2,927 (1.064)
1981 (推計)	2,500	—	—

〔備考〕 ( )内は対前年比率。

〔出典〕 Central Bank of Ceypon

表-8 主要地域別籾生産量・作付面積・反収(1980年ヤラ期)

	作付面積 [Acre]	反 収 [Bushel/Acre]	籾 生 産 量	
			[1,000Bushel]	(%)
Kandy	4 0,2 5 7	5 5 6 4	1, 7 7 1	5.4 4
Matale	1 1, 7 3 8	5 0 5 3	5 3 3	1.6 4
Anuradhapura	2 6, 9 1 1	5 6. 7 8	1, 2 2 9	3 7 7
Polonnaruwa	4 7, 3 7 7	5 7 6 1	2, 4 1 4	7.4 1
Trincomalee	2 7, 5 5 6	6 5 1 4	1, 6 6 8	5.1 2
Batticaloa	2 2, 2 1 7	5 3 6 3	1, 0 5 2	3 2 3
Amparai	6 9, 1 5 9	7 9 0 0	5, 3 7 4	1 6.4 9
そ の 他	4 0 0, 2 9 8	—	1 8, 5 4 3	5 6 9
全スリランカ	6 4 5, 5 1 3	(平均) 5 5. 9 9	3 2, 5 8 4	1 0 0.0 0

[ 出典 ] Dept of Census & Statistics  
(Agricultural Division)

マハベリ計画は目下のところ次の3 stage に従って開発が進められて居り、1986  
年中に完了の見込みといわれる。即ち、

Stage 1 : かんがいによる既存水田の2期作化	1 3 2千エーカー
Stage 2 : Well drained landの既存耕地整備	3 5千エーカー
同上地帯の開墾	7 1千エーカー
Stage 3 : system C, B及A地区の開墾	3 4 0千エーカー
計	5 7 9千エーカー

このうち、主として stage1 及 3 の耕地が水稻栽培用にあてられる計画であり、2期作  
可能とみて crop-intensity を 180% (理論値は 200%) と設定して居る故、同計  
画の進展に伴って水稻作付面積が漸増し、1987年以降には面積増加分は、

$$(132千エーカー \times 0.8) + (340千エーカー \times 1.8) = 718千エーカー$$

が期待され、且つ当該増加分は主として North Central Province で実現するものと  
みて良い。従って、

$718千エーカー \times 55 \text{ブッシュル/エーカー} \times 0.85 \text{(註1)} \times 0.0655 \text{(註2)} \times 2,200 \text{ト/年}$   
の籾生産増が期待される。

(註1) 表-8で採用している補正係数

(註2) 表-7と表-8とを関連づける為に報告書が導入した換算係数

以上から、上述の7地域での米ぬかの発生可能数量をまとめると表-9の如く推算され

る。但し、籾生産量の10%は次年度の種子用に充てられ、更に30%は自家消費、ロス等によって流通市場にでてこないものとする。

表-9 米ぬか発生量(期待値)

	全スリランカ 〔MT/YEAR〕	7地域合計(註1) 〔MT/YEAR〕
1980年	38,000~64,000	16,000~28,000
1981	45,000~75,000	19,000~32,000
1982	} マハベリ計画進展 に伴ない漸増	} 同 左
1983		
1984		
1985		
1986		
1987	85,000~141,000	59,000~98,000
1988	85,000~141,000	59,000~98,000

(註1) Kandy, Matale, Anuradhapura, Polonnaruwa, Trincomalee, Batticaloa, Ampara

(註2) 米ぬかの歩留を3%~5%1 扱と設定して各年度期待値を推計した。

② 精米能力からみた可能性

1979年のPMBの調査による地域別精米所数と精米能力をそれぞれ表-10及び表-11に示す。表中の民間精米所はPMBからの籾割当枠を有するもののみで、この他に一般の民間精米工場がある。表-10から既述の7地域を抽出すると表-11となり222工場、籾処理能力33,884トン/月(407,000トン/年)の保有能力を有する。

また、COFCでの聞きとり調査によれば、精米所数は全国で767であり、このうちの57工場がブアブニヤに集中している。同地域が籾の生産量としては全生産量の僅か0.1%を占めるに過ぎぬにも拘らず最大数の精米工場を有するのは恐らく米の集散地としてのジャフィナとの地理的關係によるものであろう。(表-12参照)

いずれにしても前記7地域での精米能力は民間の設備をも含めるとPMB統計値の50%増を期待し得るとみて、600,000トン/年前後、従って現状での米ぬかの発生量は18,000~30,000トン/年とみられる。表-13に1978年におけるPMBによる米ぬか発生量の推計値があるが、これによると7地域での発生可能量を32,300トン/年とみている。表-11の精米能力と併せ考えると米ぬかの歩留りを約8%とみている様であるが、

表-10 Statistics of mills functioned in 1979

District	Mills functioned						
	P.M.B		Private		Total		
	Raw	P.B.	Raw	P.B.	Raw	P.B.	G. Total
Colombo	-	-	-	01	-	01	01
Kalutara	-	-	03	01	03	01	01
Galle	-	-	07	-	07	-	07
Matara	-	-	16	-	16	-	16
Hambantota	01	01	28	-	29	01	30
Jaffna	-	01	06	25	06	26	32
Vavuniya	-	-	-	18	-	18	18
Mannar	-	01	10	12	10	13	23
Batticaloa	-	01	05	05	05	06	11
Anurachapura	02	01	25	23	27	24	51
Polonnaruwa	03	-	32	13	35	13	48
Trincomalee	02	01	08	03	10	04	14
Amparai	01	01	38	04	39	05	44
Kandy	02	02	18	20	26	22	42
Eatale	02	-	01	09	03	09	12
Nuwara Eliya	-	-	01	-	01	-	01
Kurunegala	01	02	03	31	04	33	37
Puttalam	0	0	0	09	-	09	09
Badulla	-	-	11	02	11	02	18
Monaragala	-	01	06	-	06	01	07
Ratnapura	-	01	14	-	14	01	15
Kegalle	-	-	01	02	01	02	03
	14	13	224	176	238	189	427

表- 11 Milling capacity in 1979 (Tons)

(Paddy tons per month)

District	P.M.B Mills		Private Mill		Total		
	Raw	P.B.	Raw	P.B.	Raw	P.B.	G. Total
Colombo	-	-	-	123	-	123	123
Malutara	-	-	370	123	370	123	493
Galle	-	-	862	-	862	-	862
Latara	-	-	1,971	-	1,971	-	1,971
Hambantota	1,440	1,440	3,450	-	4,890	1,440	6,330
Jaffna	-	640	739	3,080	739	3,720	4,459
Vavuniya	-	-	-	2,217	-	2,217	2,217
Mannar	-	160	123	1,232	123	1,392	1,515
Batticaloa	-	1,440	617	617	617	2,057	2,674
Anuradhapura	1,032	160	3,080	2,834	4,112	2,994	7,106
Polonnaruwa	1,224	-	3,943	1,602	5,167	1,602	6,769
Trincomalee	960	160	986	370	1,946	530	2,476
Amparai	816	1,440	4,682	493	5,498	1,933	7,431
Zandy	256	970	2,218	2,464	2,474	3,434	5,908
Matale	288	-	123	1,109	411	1,109	1,520
Nuwara Eliya	-	-	123	-	123	-	123
Kuranegala	816	320	370	3,820	1,186	4,140	5,326
Puttalam	-	-	-	1,109	-	1,109	1,109
Badulla	-	-	1,355	246	1,355	246	1,601
Monaragala	-	192	739	-	739	192	931
Ratnapura	-	1,440	1,725	-	1,725	1,440	3,165
Kegalle	-	-	123	247	123	247	370
<b>Total</b>	<b>6,832</b>	<b>8,362</b>	<b>27,599</b>	<b>21,686</b>	<b>34,431</b>	<b>30,048</b>	<b>64,479</b>

本調査団の Field survey からの感触では、この歩留設定値はやや高過ぎるように判断される。

表-12

	精米能力〔 粍MT/Month 〕		
	普通粍	パーボイルド粍	合計
Kandy	2,474 (20)	3,434(22)	5,908 (42)
Matale	411 (3)	1,109(9)	1,520 (12)
Anuradhapura	4,112 (27)	2,994(24)	7,106 (51)
Polonnaruwa	5,167 (35)	1,602(13)	6,769 (48)
Trincomalee	1,946 (10)	530(4)	2,476 (14)
Batticaloa	617 (5)	2,057(6)	2,674 (11)
Ampari	5,498 (39)	1,933(5)	7,431 (44)
合計	20,225(139)	13,659(83)	33,884(222)

(註) ( )内は工場数を示す。

加えて、1980年からの米の自由市場化及びマハベリ計画等による粍の増産に伴って民間投資家による大規模新鋭装置導入という形での精米業界への新規参入が既にアヌラダプラ地域を中心に始まって居り、この傾向は更に顕著になってゆくことが予想される故、精米能力に対する将来の不安はないとみてよからう。これら精米工業の大規模化・近代化に際して粍がら除去の為の paddy separator の設置、また低酸原油確保を考慮しての parboiling 設備或は bran-stabilizer の併設等を指導奨励することにより、製油用途に適する米ぬかの発生量の増加は充分期待し得る。

#### (4) 製油工業

スリランカでの製油工場は官民を含めて比較的大規模のものが15工場、零細規模のものが約500工場あり、殆んどが Expeller によるココナツ油の搾油設備のみである。

このうち政府機関である BCC (British Ceylon Corporation) はコブラ処理能力 150トン/日の搾油設備とココナツ油精製設備として8トン/パンチ×2パンチ/日 = 16トン/日の脱臭設備を有する。その他、石けん製造設備、配合飼料製造設備を有する。

もうひとつの政府機関である COFC (Ceylon Oils & Fats Corporation) はブーナンク(コブラ圧搾粕)処理能力50トン/日のパンチ溶剤抽出設備、ココナツ油処理30トン/日の油脂精製設備(脱酸・脱色・脱臭工程を有する)、ココナツ油処理15~18トン/日の油脂分解設備及び脂肪酸蒸留設備、300トン/日の配合飼料製造設備を有する他、ブ



ーナノク処理50トン/日の連続溶剤抽出設備を建設中であり、このプラントで米ぬかの溶剤抽出をも実施し得るようペレット化方式での米ぬか用前処理設備が組み込まれている。

また、米ぬかの溶剤抽出そのものを目的として、レバーブラザーズ社(LB)が6トン/日のパノチ式パイロット・プラントをボロンナルワの西北方約20km地点のミネリヤに建設中である。

従って、近い将来には上記2工場で生産されるであろう米ぬか原油がスリランカの油脂市場に参入することになる。

この米ぬか原油を食用に振り向けるためには、脱ガム、脱酸、脱ロウ、脱色、脱臭の一連の精製処理を要する。また、脂肪酸或は石けん製造用に振り向ける場合にも脱ロウ処理を施す必要がある。

現状では米ぬか原油の精製等を行い得る設備を保有する工場はCOFC以外には見当たらない。このCOFCとても脱ロウ設備を欠いている故充分とはいえないが、米ぬか原油の受け皿としては最右翼に位置するといえよう。

#### (5) 畜産及び飼料工業

畜産業に関する統計資料は約10年前の1973年の数値が得られたのみ(表-14)であるが、牧畜開発委員会での情報によると最近の状況は、

牛	1,500千頭
水牛	800" "
山羊	450" "
羊	23" "
豚	41" "
鶏	5,000千羽

であり、いずれも増加傾向にある。

このうち牛はジャフナ～アヌラダブラ～プノタラム～クルネガラ～キャンディ～ケガレ～コロombo～カルタラ～ゴールを結ぶ西海岸よりの地域に盛んであり、養鶏では専業者も現われている。

また、これを受けて、配合飼料工場がコロombo地域に集中している。

配合飼料原料としてはプーナノクが主原料であり、これにメイズ、米ぬか、フィッシュ・ミール等々が配合されて居る。大手飼料メーカーであるBBC、COFCによれば米ぬかの配合率はmax.30%までは可能である。

1979～1983年の5ヶ町間の飼料需要量が表-15に示すように計画されて居り、年率15%程度の伸びを見込んでいる。

米ぬか溶剤抽出によって副生する脱脂ぬかは、油脂分が減少しているためにカロリーは低下しているものの相対的に蛋白質が濃縮され、且つ熱処理を経るために品質の安定性(貯蔵

表 - 1 4 CENSUS OF AGRICULTURE 1973  
TOTAL LIVESTOCK BY DISTRICTS-SMALL HOLDINGS

Districts	NUMBER OF LIVESTOCK KEPT									
	Cattle	Buffaloes	Goats	Sheep	Pigs	Poultry	Beehive Boxes			
Colombo	74,777	20,203	15,054	400	21,525	1,165,980	2,244			
Kalutara	25,186	13,779	6,123	3,662	1,575	203,418	1,516			
Kandy	34,727	19,697	15,830	29	1,427	330,627	1,530			
Matale	23,205	14,827	4,485	82	684	73,323	270			
Nuwara-Eliya	18,574	6,444	3,628	212	289	30,914	669			
Galle	17,718	5,493	6,622	7	230	111,227	867			
Maiara	24,031	4,352	3,452	9	210	75,615	1,625			
Hambantota	27,728	10,616	1,257	737	40	33,223	176			
Jaffna	111,917	1,185	109,556	3,454	310	354,007	29			
Mannar	18,818	1,174	9,815	34	109	44,755	14			
Vavuniya	38,004	2,080	8,557	140	63	37,718	181			
Batticaloa	41,455	10,428	10,328	38	93	75,090	257			
Amparai	3,6775	19,221	5,954	13	90	118,189	26			
Trincomalee	27,815	14,733	7,837	485	80	64,685	14			
Kurunegala	154,328	105,643	18,913	338	3,125	316,372	1,652			
Puttalam	54,252	7,930	17,118	425	8,802	237,846	224			
Anuradhapura	116,260	43,149	10,757	72	501	74,037	212			
Polonnaruwa	32,564	39,116	3,303	1	99	46,904	165			
Badulla	35,085	9,182	8,916	97	163	79,916	1,404			
Moneragala	31,279	5,336	2,117	5	61	30,334	75			
Ratnapura	24,620	8,412	5,721	29	304	78,061	472			
Kegalle	18,065	18,016	8,703	63	1,359	116,625	2,460			
SRI LANKA	987,003	381,016	284,045	10,332	41,139	3,698,857	16,082			

Source: Department of Census & Statistics.

性)が増大し、年間を通じて安定した配合設計を維持できる等の利点をもたらす。従って、  
 に飼料原料として流通している米ぬか(生ぬか)に置き換わる形での脱脂ぬか市場はできあ  
 がっているとみてよい。

表-15 LIVESTOCK FEED REQUIREMENTS (IN METRIC TONS)

	1979	1980	1981	1982	1983
Poultry layers	62,500	70,640	79,390	84,380	90,000
Broilers	4,400	5,600	6,800	8,000	9,000
Pigs Sows & Boars	3,670	44,380	5,090	5,800	6,510
Fatteners	22,900	24,700	26,500	28,300	30,100
Ducks	2,000	2,300	3,000	3,800	4,500
Sheep	490	570	650	730	810
Goats	—	—	2,440	3,260	4,070
Cattle	19,800	39,600	39,600	49,000	59,400
Total	115,760	147,790	163,470	183,270	204,390

Source: Animal Husbandry Development plan 1979-1983 Ministry of Rural Industrial Development.

#### 4 プロジェクト対象地域の概況

本プロジェクトのプラント・サイト候補地とされているポロンナルワ及び隣接するアヌラダ  
 プラとアンバライの地域概況を表-16に略記する。

アヌラダプラ及びポロンナルワは内陸平野部に位置し、アンバライは東海岸部に在する。

1980年時点での人口はアヌラダプラが最も多く489千人を数え、アンバライ333千  
 人、ポロンナルワ201千人の順となっている。1971年比の人口増加率は3地域とも20  
 %台を示し、全スリランカの増加率は、7%をはるかに上廻っている。

稲の作付面積(1979/1980年)ではアヌラダプラ、アンバライ、ポロンナルワの順  
 であるが、マハベリ計画の完成後はポロンナルワが飛躍的に増加する見込みである。

PMB傘下の精米工場の保有能力はアンバライの7,431トン/月が最も大きく、アヌラダ  
 プラが最も思われた環境にある。アンバライはパティカロア或はカルムナイからの海上輸送に頼  
 るか、ヌワラ・エリヤ地域の南北いずれかを迂廻する内陸路を利用するかになるが、いずれに  
 しても輸送事情はよくない。

エネルギー事情、電力事情、水利事情等はいずれの地域も大差ないものと判断される。

労働事情はポロンナルワ地域ではマハベリ計画関連事業に人手をとられ、一部精米工場では  
 求人難の声が聞かれる程で、ややタイトとなっている。

アヌラダプラ、ポロンナルワ両地域の現地調査結果から両地域を比較すると、自動車整備工  
 場、簡単な機械加工工場等はアヌラダプラの方が発達して居り、またRPDC(精米加工開発  
 センター)が同地にある等、本プロジェクトの製油工場の操業・維持管理面ではアヌラダ  
 プラの方がより思われた環境にある。

これ等を総合すると、原料の Potentiality ではポロンナルワ地域が適しているが、米ぬか原油の二次加工（精製）、脱脂ぬかの利用等の面を考慮するとコロombo地域を包む西海岸ベルト地帯（ジャフナ～ゴール）への輸送ルート上にあるアヌラダブラがよい。更に、引火性の強い有機溶剤を取扱う製油工場の効率的な採集及びメンテナンスに必要な部品調達・機械加工業者の確保等の環境は現状ではアヌラダブラが比較的恵まれているうえ、RPDC（精米加工開発センター）からの協力も得られ易いと考えられる。

表-16

	アヌラダブラ	ポロンナルワ	アンパライ	全スリランカ
位 置	内陸平野部	内陸平野部	東海岸部	
人口及人口密度				
1971年	388千人(54人/km <sup>2</sup> )	163 (48)	272 (91)	12,268(196)
1980年	489 (69)	201 (59)	333(111)	14,738(228)
(1980/1971)比	1,260(128)	1233(123)	1,224(122)	1,077(116)
耕作付面積 (1979~80年)	87,326 ha	50,084	70,500	845,007
精米能力 (1979年)	糶 7,106トン/月	6,769	7,431	64,479
鉄 道 網	北端のジャフナからクルネガラを経てコロomboに至る幹線を有し、鉄道輸送面では最も恵まれた環境にある。	ガロヤ、マホ、クルネガラ経由でコロomboまで輸送可能だが幹線ではない。	鉄道は未敷設。	—
道 路 網	ブナラム経由でコロomboへまた、ジャフナ、トリンコマリ、キャンディ各地を通ずる幹線道路の交点に当たり交差至便。	クルネガラ経由でコロomboへ、アヌラダブラ経由でジャフナへ通ずる。また、トリンコマリへ通ずる。	モナラガラ～ラトナブラ経由或はパチカカロア～ポロンナルワ～クルネガラ経由のいずれかの迂回路でコロomboへ通ずる。交通不便。	

## 5 米ぬか油溶剤抽出工場建設の可能性

各章で考察した如く、スリランカにおける粃生産量からみた米ぬか油製造の可能性は高いとみてよい。然しながら、現時点では製油原料に適する米ぬかの発生量は10,000トン/年前後にすぎぬと見られるうえに、本調査を通じて明かとなった建設中の2工場(COFC及びLB社)が操業を開始すれば、上記10,000トン/年のうち7,000トン/年程度が消費されるであろうから現状で直ちにポロンナルワ或はアヌラダブラに第3プラント建設することは妥当ではあるまい。当面は先発2工場の操業実績等を参考として、本プロジェクトのFollow up作業を進め、製油用に適する原料ぬかの供給拡大体制の実現をまっして工場建設を実施するのが賢明であろう。

この場合、アヌラダブラ、ポロンナルワ、アンパライの3地域のいずれかに50~80トン/日(15,000~24,000トン/年)のプラントを建設し、粃生産量・精米能力の増加にあわせて順次ほぼ同規模のプラントを残りの地域に建設することにより、80,000トン/年程度の規模にまで引き上げれば同地域で発生する米ぬかにほぼ見合う工場能力となるであろう。

さらに、米ぬか原油の二次加工(精製)は、初期の段階ではCOFCの既存設備の活用によるものとし、将来コロombo地域或はトリンコマリ地域に大規模の集中精製工場を建設する計画がよからう。精製工場の規模は米ぬか原油処理能力50~70トン/日程度と推算される。

## V その他のコメント及び提案

1 IDBのこのプロジェクトに対する対応は、投資額をINAレポートで提示されている920万ルピー程度と考えていたようで、もし調査結果がフィージブルであれば、すぐに、1,000万ルピー程度を予算化することで考えていたようである。従って、我が国に対しては、資金協力よりもフィージビリティ調査等の技術協力を頼むことに重点があったようである。

2 IDBの仕事は、中小企業（我が国の家族工業的なもの）の指導が中心で、本プロジェクトのような大企業的装置工業に対する認識は弱い感じである。

又、本プロジェクトは工業プロジェクトであるが、原料が米ぬかであるため、米の生産に大きく依存し、また精米工業に密接に関連するため、政府機関として米の集荷、精米部門を担当するPMBと連繫をとるべきであるのに、両者はあまり話合われていないようである。

さらに、国内で建設されている米ぬか油の抽出プラントについても、リーハーブラザーズ社のパイロットプラントは知っていたが、COFCのプラントについてはあまり知っていなかったことは、関連部門をほとんど見ていないということになる。

3 INAレポートでは、本プロジェクトは精米プラントのプロジェクトと並べて提案されているが、順序からすると、精米の近代化の方が先行されるべきものである。この場合、スリランカ政府の機関としてはPMBが担当することになり、IDBのプロジェクトではなくなってしまう。しかし、PMBも現在、制度の変更により米の買上量が減少しているため、精米工場をプロジェクトにしても操業困難なのでプロジェクトにならない事情もある。

このような状況のもとで、我が国が協力できるのは、精米加工の技術協力であると考えられる。すなわち、スリランカでは、今後、マハベリ計画により米の生産が増大し、自給率が達成されると、国民のニーズが量から質へ移ると予想され、又、民間の精米業においても品質、歩留りの点から品質向上の動きが出てきていること、さらに副産物の米ぬかが飼料や油糧原料として有効利用されることから、米ぬかの価値向上化の点からも精米技術の向上が急務となろう。

現在、アヌラダプラにFAOの援助によるPMBの精米加工開発センター（IPDC）があり、精米加工の研究及び研修が行われている。しかし、スタッフが不足しており、我が国の協力を期待していた。今後、精米技術の向上ということで、民間精米業者への技術指導協力を行うには、このセンターを中心として協力活動をすることが賢明であると考えられる。

4 従来、PMBは精米部門をもっているので、精米技術の知識があり、今回の米ぬかの利用にしても、かつて米ぬか油抽出プラントの導入を計画したといわれている。又、我が国で行う精米技術の研修には毎年研修員を送りこんでおり、そのコースの一環としての米ぬか油の抽出についてもよく知っているところである。

しかし、IDBの場合、本プロジェクトの考えがINAレポートの提案だけに基づいて進められており、実際の技術的知識に乏しくギャップがある。その点、今後、IDBが米ぬか油抽

出プラントの導入を考えていくには、もっと実際にものを見て勉強する必要があり、我が国としても、今後の進めかたにからんで我が国の米ぬか油工業を勉強させておくことが必要と考えられる。

## VI 付属資料

1. 調査関連の主要統計
2. Terms of Reference for a detailed project report on the modernization of Rice Milling Industry in Sri Lanka (Draft, ESCAP)
3. 同 和 訳  
( 精米工業近代化に関するプロジェクトについてのT/R案 )
4. Technical Report NO RPDC, '78 of Milling Quality of Paddy Varieties in Sri Lanka
5. 米油製造業に関するメモ
6. Parboiled rice について
7. 参考文献一覧表

1 人口と主要農産物の生産

	単 位	1976	1977	1978	1979	1980
人 口	千 人	13,717	13,942	14,190	14,471	14,738
茶	千トン	1966	2086	1990	2064	1914
ゴ ム	千トン	1521	1462	1555	1526	1332
ココナツ	百万個	2,330	1,821	2,207	2,393	2,026

(参 考)

農林水産業生産額	8,133 <sup>百万Rs</sup>	10,644	12,332	13,412	17,151
工業生産額	6,061 <sup>百万Rs</sup>	7,007	8,852	10,781	17,170

2 米の生産量と保証価格買上量

	単 位	1976	1977	1978	1979	1980
面積(植付)	千 ha	724	828	876	839	845
単位収量	Kg/ha	2,315	2,521	2,613	2,750	2,927
生産量	千トン	1,253	1,677	1,891	1,917	2,133
保証価格	Rs/209Kg	33.00	33.00	40.00	40.00	50.00
買上量	千トン	269	512	675	541	211
ぬかの発生量	千トン	37	50	56	57	63

注 ぬかの発生量は初の3%と想定した。

3 ココナツ生産の内訳

	1976	1977	1978	1979	1980
Desiccated Coconut	460,000 <sup>トン</sup>	302,000	416,000	400,000	319,000
ココナツ油	100,000 <sup>トン</sup>	49,100	80,100	100,300	62,500
コ プ ラ	1,200 <sup>トン</sup>	200	1,000	1,000	200
国内消費	1,236 <sup>百万個</sup>	1,256	1,278	1,302	1,326

(参 考) C.O.F.C の生産内訳

	1976	1977	1978	1979	1980
ココナツ油		214 <sup>トン</sup>	—	—	—
飼 料		43,420	41,817	62,890	81,184
脂 肪 酸		444	472	559	509
グ リ セ リ ン		55	49	73	61

Terms of reference for a detailed project report on the modernization  
of Rice Milling Industry in Sri Lanka (Draft, ESCAP)

Background

The ESCAP survey mission to Sri Lanka undertaken during January to February 1979 to identify pilot projects which could be set up in support of integrated Industrialization in Non-metropolitan Areas (INA) had identified 4 pilot projects suitable for implementation in specific locations in the districts of Trincomalee and Polonnaruwa. A working session held in Bangkok from 1 - 3 March 1979 to consider the draft reports of the INA survey missions on Bangladesh, India, Malaysia, Sri Lanka and Thailand recommended that the 4 pilot projects be set up in accordance with the priorities of the Government of Sri Lanka. The Industrial Development Board (IDB), the Implementing Agency for the INA Projects in Sri Lanka, selected the proposed Rice Bran Oil Solvent Extraction Project at Polonnaruwa for implementation on a priority basis.

ESCAP fielded a follow-up mission from 15-20 November 1981 to ascertain the status of this project. The Sri Lankan Government had asked the Japanese Government's assistance in the implementation of this project. However, certain other developments that have taken place since then could also change the scope and priorities of this project. The Lever Brothers (Ceylon) Ltd. have put up a small solvent Extraction Unit in Polonnaruwa to process 6 tons of Rice Bran/day. The Ceylon Oils & Fats Corporation, an undertaking of the Government of Sri Lanka, has also put up a 50 tons/day plant to process rice bran or poonac or coconut refuse. Both those plants are expected to be in operation early next year. The total requirement of rice bran for these units is estimated to be between 6,000 - 7,000 tons/annum (2,000 tons for the Lever Brothers' plant at Polonnaruwa and 4 - 5 thousand tons for the Oils and Fats Corporation's plant at Colombo).

The Rice Milling Industry in Sri Lanka

The theoretical availability of rice bran in the whole country is estimated to be 60,000 tons/annum. Unfortunately, only one third of this comes from modern sheller mills using rubber rollers for shelling and polishing. The other two-thirds coming from old steel millers contain 50% husk and only 7 - 8% oil. The minimum oil content for economic extraction of bran is estimated to be 13 - 14%. Therefore, only 20,000 tons of bran is theoretically available. All of this bran cannot be economically collected because of the scattered locations of the mills. Thus in view of the existence of 2 solvent

extraction units, it is not advisable to set up additional solvent extraction units in the near future without additional supplies of suitable bran. The best method of increasing the availability of rice bran is to modernize the rice-milling industry in Sri Lanka by replacing old steel miller units by shellers and by increasing additional shellery milling capacity. Such a programme would also increase the quality of rice (greater % of whole rice to broken rice) thereby increasing value for both domestic consumption and export.

The USAID has assisted the Sri Lanka Government to launch a project for the improvement of the Paddy Marketing Board's capability in the areas of Paddy Procurement, Storage and Processing. This project entitled Paddy Storage and Processing Project covers the period 1978 - 1981. Under this project the Paddy Marketing Board (PMB) will construct 7 modern parboiling plants and rice mills with a total additional milling capacity of 5,600 tons per month. The PMB would build additional storage capacity of 21,700 tons and also upgrade its purchasing programme through the use of 3,030 moisture metres, 525 paddy cleaners and 750 paddy dryers. The project also envisages the installation of units of one ton/hr modern plants in the private sector and the development of rice milling machinery manufacturing capacity in the country. The follow-up mission was not able to find out the exact status of the above project. However, even if the project was implemented in its entirety, there would still be the need to add more milling capacity and also to modernize existing mills. The project document referred to above states that 65% of paddy is milled by private millers (millers other than PMB mills and mills which operate on PMB paddy quota) and many of these private mills are small steel miller mills. The paddy production for 1982 is estimated to be about 2.5 million tons.

With the existing milling capacity in the organized sector (registered with PMB), it was estimated that there would be a deficit of milling capacity in 1982 (see Paddy Storage and Processing Project). However, it seems this deficit will be met by small steel huller mills which have sprung up like mushrooms along the countryside, since a couple of years ago. Completion of the Mahaweli programme (a multipurpose programme with hydro-electricity generation, irrigation and resettlement projects) would bring an additional 320,000 acres of land under paddy cultivation. Projections of paddy production beyond 1982 are not easily available, but it is estimated that Sri Lanka will produce more paddy than is required for internal consumption and will have exportable surplus. Under such circumstances, it is important to not only add processing capacity to meet future requirement but also to modernize the milling industry to improve quality to increase yield of "whole" rice and bran in order to meet

the growing quality consciousness of the consumers at home and abroad.

### The Project

The technical assistance project would be to formulate a comprehensive programme of rice mill modernization including the establishment of the required number of solvent extraction plants in Sri Lanka. The components of the programme would be:

#### A. Modernization of Rice Mill Industry

- a. Replacement of old milling machinery and par-boiling equipment.
- b. Additional capacity required (capacity and location)
- c. Import requirement of machinery parts
- d. Government facilities for modernization including tax holidays, exemption of excise and sales duty on production, exemption of customs duty on imports of m/c and parts minimum milling charge and availability of soft-loans

#### B. Strengthening Indigenous Rice-Milling Machinery Manufacturing Capacity

- a. Improving present technology by import of appropriate machinery, management or technical collaboration with outside parties if required
- b. Availing of loans to modernize plant, equipment and for working capital requirement
- c. Tying up credit for rice mill modernization with purchasing of machinery manufactured at home
- d. Government support for technical training of personnel of the rice-milling machinery manufacturing units and subsidy on research and development of pice-milling m/c

#### C. Solvent Extraction Units

- a. Estimation of capacity and locations of Solvent Extraction Units
- b. Collection method of rice bran
- c. Purchase price and system of purchase
- d. Marketing of rice-bran oil and deoiled cake
- e. Government policies to promote the industry (tax holidays, exemption from import duties for machinery parts, protection from competition from imported substitutes like tallow, availability of loans to set up

plant and marketing assistance for rice bran oil.

- D. Strengthening the Rice Processing Development Centre
- a. Manpower development of the Centre
  - b. Assessment of present research programmes and formulation of future research programmes
  - c. Assessment of present training programmes and formulation of future programmes in conformity with manpower training requirement of the industry
  - d. Assessment of building, laboratory and demonstration equipment requirement for research and training
  - e. Financial requirement and sources of revenue to keep the Centre to be self-supporting in the future.

The consultants who would be appointed to formulate the programme would need to consider the following:

1. Review of the rice-milling sub-sector and projections of milling capacity requirement and locations
2. Review of the solvent extraction industry and assess the need of more units including detailed feasibility reports for recommended units
3. Review of the present status of the USAID assisted Paddy Storage and Processing Project and the Role of the Paddy Marketing Board
4. Review of the Rice Milling Manufacturing Industry and assessment of its financial and manpower requirement
5. Review the working of the Rice Processing Development Centre and assess its financial physical and manpower requirement to undertake future research and training programmes
5. A cost - benefit analysis of the programme

Assistance from ESCAP (provided funds were available from donor countries)

ESCAP could assist the Sri Lanka Government by providing a group of consultants to help formulate the programme of Rice Milling Industry Modernization.

Agro-Economist (Team leader)	4 man-months
Paddy Processing Expert (Rice Mill Modernization)	3 man-months

Oil technologist (Solvent Extraction)

3 man-months

The Sri Lanka Government would need to assist the ESCAP team by the deputation of suitable counterparts to work full time with the team. It would be a good idea to associate officials of the Industrial Development Board, Paddy Marketing Board and the Ceylon Oils and Fats Corporation with the ESCAP team. The entire expenses for the national counterparts, local travel and secretarial assistance required for the project would have to be borne by the Sri Lankan Authorities.

Budget (ESCAP)

10 man-months of Expert Service @ \$3,000/month	30,000
10 months of daily subsistence allowance @ \$1,600/month	16,000
International and Local Travel	6,000
Contingencies @ 10%	5,000
ESCAP Overhead @ 14%	<u>8,000</u>
	<u>65,000</u>

精米工業近代化に関するプロジェクト  
についてのT/R案（和訳）

I 背景

- 1 1979年1～2月に行われたESCAP調査のINAレポートの中に提案された4プロジェクトのうち実施機関のIDBはボロンナルワの米ぬか油抽出プロジェクトに重点をおくことを選んだ。
- 2 1981年11月15～20日にかけて、ESCAPはフォローアップミッションによってこのプロジェクトのステータスを確かめたところ、スリランカ政府はこのプロジェクトの実施について、すでに日本政府の援助を要請していた。
- 3 しかし、その後、状況の変化があり、リバープラザーズ社が6トン/日の小規模プラントを又、油脂公社COFCが米ぬか、ココナツ搾り粕の両用可能な50トン/日を建設中で1982年の初めに操業が予定されている。
- 4 両プラントの米ぬか所要量は年間6,000～7,000トン（前者が2,000トン、後者が4～5,000トン）と推定される。

II スリランカにおける精米工業

- 1 スリランカ全体の米ぬかの理論的利用可能量は年間60,000トンと推定される。そのうちの1/3がラバロールを使用した近代的精米であり、2/3は旧式のスティールミラーで粳がらが50%も混入し、油の含量は7～8%になる。それ故理論的に20,000トンが利用可能量である。
- 2 しかし、実際には精米所は各地に散在するため、経済的集荷量を考えると、現在、すでに抽出プラントが2設備できたことから、将来適切な米ぬかの供給が確保できなければ、もう1基設備を作ることはできない。
- 3 今後、米ぬかの利用量を増やす方法は、旧式精米機の転換及び増設の際の精米機の近代化である。このことは、碎米の減少といった米の品質向上につながり、消費価値を高めることとなる。
- 4 USAIDは米の調達、保管、調整面におけるPMBの能力改善に対して政府を援助し、1978～81年にかけては保管、調整面を行った。この計画でPMBは7基のパーボイル設備と精米機を建設し、月産5,600トンの精米能力増となる。さらにPMBは21,000トンの保管施設と3030の湿度計、525のクリーナー、750の乾燥機の利用によって購入計画を増やしていきたい意向である。
- 5 又、本計画では、民間部門に1トン/時間の近代設備を10基設置することと精米機械工業の発達も考えられている。
- 6 上記計画書によれば民間精米業者によって米の65%（PMB及びPMBのクォータ分の

精米業者以外のもの)が精米されるが、その殆どはスチールミラーの精米業である。

- 7 1982年の米の生産量を約25百万トンと推定すると、PMBの登録精米能力では不足することとなるが、この分は多分2年前から雨後の筍のように地方に増えてきた小さなスチールハラーで間に合わされることになる。
8. マハベリ開発が完成すると、稲作用に32万エーカーが増え、1982年以降は明確ではないが、国内需要をまかない輸出余力さえ出るといわれる。このような状況を考えると、将来の必要量に見合った精米能力と内外需ともに消費者の品質要求に応えるための精米及び米ぬかの品質向上を図る精米工業の近代化が重要である。

### III プロジェクト

スリランカにおける溶剤抽出プラントの必要メンバーの設定を含む総合的精米工業近代化立案のための技術援助計画とする。

#### A 精米工業の近代化

- (1) 旧式精米機及びパーボイル設備の転換
- (2) 必要増設能力(能力及び立地)
- (3) 必要輸入部品
- (4) 近代化のための税金等の政策的便益

#### B 国内精米機製作能力の強化

- (1) 機械、技術等の導入による現状技術の改善
- (2) 近代化設備及び運転資金の融資
- (3) 国産機械購入の精米工業近代化に対する信用
- (4) 精米機械製造設備の技術的人材養成に対する政府助成及び研究開発補助

#### C 溶剤抽出設備

- (1) 設備の立地と能力算定
- (2) 米ぬかの集荷方法
- (3) 購入価格と購入システム
- (4) 米ぬか油と脱脂ぬかの販売
- (5) 工業振興政策(輸入機械の免税、競合品の防圧等)

#### D 精米加工開発センターの強化

- (1) センターの人材開発
- (2) 研究の現状と今後の方向
- (3) 研修の現状と必要な人材養成に対応した今後の研修計画
- (4) 研究及び研修の必要性に応じた施設、研究室、展示機器
- (5) 将来、センターが自立できるための資金及び収入源

#### 立案計画担当コンサルタントの考慮すべき事項

- 1 副次的精米部門のレビュー及び必要精米能力と立地の設定
- 2 搾油工業のレビュー及び提案設備に対する詳しいフィージビリティレポートを含む増設の必要性
- 3 現在、USAIDが援助している米の保管、調整プロジェクトとPMBの役割の現状についてのレビュー
- 4 精米機械製作工業のレビューと賃金及び人材の必要性
- 5 精米加工開発センターの運営のレビュー及び将来の研究、研修計画を行うための資金的、物理的、人材的必要性
- 6 計画の収支バランス

#### ESCAPの援助

##### 精米工業近代化計画立案のためのコンサルタント

農業経済（総括）	4人一月
精米専門家（精米近代化）	3人一月
油脂技術（溶剤抽出）	3人一月



MILLING QUALITY OF PADDY VARIETIES IN SRI LANKA

by

L. Jayaratne

Rama Rao V. Vellanki

ABSTRACT

The rice outturn on milling of Paddy depends on the variety of paddy, its condition and the processing conditions. In this paper different varieties of Paddy grown in Sri Lanka were tested for their husk content & milling quality. Some varieties are more susceptible for breakage during milling process. Such varieties of Paddy, when parboiled will give better outturn of rice.

RICE PROCESSING DEVELOPMENT CENTRE

(UN-FAO Assisted Project)

Jayanthi Mawatha,

Anuradhapura,

Sri Lanka

## MILLING QUALITY OF PADDY VARIETIES IN SRI LANKA

by

L.A. Jayaratne\* & Rama Rao V. Vellianki\*\*

Milling quality of paddy is the measure of its performance during the process of milling. It is expressed in terms of (i) total milling out-turn or total yield (ii) head rice out-turn or head yield and (iii) percentage of brokens. Milling quality of paddy depends on many factors such as variety of paddy, agroclimatic conditions in which the paddy is grown, the drying method of paddy, the moisture content of paddy, type of equipment used for milling and the skill of the operator. In Sri Lanka many varieties of paddy are grown. These varieties vary in size, shape and texture. The husk content of these varieties is also variable. For all practical purposes, the husk content is taken as 22% for most of the varieties and the milling out-turn is taken as constant for all varieties of paddy for the same degree of polish. This report reveals the variation of husk content and milling quality with different varieties of paddy.

The varieties of paddy which have a better mi-ling quality and lower husk content, and whose field yields are higher should be encouraged, provided they contain a minimum amount of protein. The varieties of paddy with poor milling quality and low field yields should be discouraged. The plant breeder before releasing a new variety of paddy should test the variety for milling and cooking qualities.

For a given set of processing machines, the total yield of rice is dependent on the husk content, moisture content and degree of polish. On the other hand, head yield of rice is affected by harvesting, drying, moisture content, age and pre-processing conditions such as storage and parboiling. Paddy dried excessively or dried non-uniformly breaks easily. Parboiled paddy is more resistant to breaking. In general, the total yield is an indication of rice potential that can be produced from a given variety. Whereas head yield indicates the resistance of the variety to milling, a soft variety breaks more and may be recommended for parboiling before milling in order to reduce the breakage. On the other hand, a hard variety which breaks less may be milled as raw without significant loss of out-turn.

---

\* Research Officer of the Rice Processing Development Centre, Anuradhapura.

\*\* F.A.O Rice Processing Specialist of the Rice Processing Development Centre, Anuradhapura.

The milling quality of paddy is of great importance to rice breeders in developing new high yielding varieties with better milling potential, and to rice millers or procurement agencies in fixing the price of different varieties of paddy. Also the milling quality of paddy measured in the laboratory provides a basis for measuring effectiveness of new treatments given to paddy during production and before processing such as threshing methods, drying conditions, parboiling treatments and storage practices. Measurement of milling quality by a standard laboratory method is also used in determining the performance of rice processing equipment, since the laboratory results act as a check for comparing these.

There are two main types of standard laboratory methods established so far for measuring the milling quality of paddy. The standard method practised by U.S.D.A used the following machines:

1. Carter Dockage Tester for cleaning the paddy.
2. McGill Sheller (steel roller plus rubber roller) for husking.
3. McGill Polisher No. 3 for polishing.
4. Bates Laboratory Aspirator to separate brokens from bran.
5. McGill sizing device for separating brokens from rice.
6. A good balance for weighing the samples of paddy, brown rice, bran and polished rice.
7. A good moisture meter to measure moisture content.

The second method followed in Japan uses the following machines:

1. Any type of laboratory cleaner for cleaning paddy.
2. Stake Testing Husker (THU-35A) for hulling paddy.
3. Stake grain testing pearler for polishing.
4. Stake Laboratory Aspirator for separating bran from rice.
5. Laboratory Rotary sizing device (Satake) for separating brokens from head rice.
6. A good balance for weighing sample.
7. A good moisture meter for measuring moisture content.

The method described below uses the combination of the above two methods. The following laboratory machinery were used to conduct the milling analysis.

1. Office clipper cleaner.

2. Stake moisture meter.
3. Stake Testing Husker (THU-35A)
4. McGill No. 2 Polisher.
5. Oscillating sizing device.
6. Mettler balance.

The following is the test procedure adopted:

1. The given sample of paddy is cleaned in the office clipper cleaner.
2. Moisture content of the sample is read using the Satake moisture meter.
3. About 160 g of clean paddy is weighed ( $W_p$ ).
4. The samples of clean paddy is shelled in the Satake Testing Husker after adjusting the rubber rolls properly. Normally it takes about 12 seconds to pass 160 g of paddy through the sheller. If too many paddy grains are found in the brown rice, it is passed through the Husker again.
5. Any paddy grains present in the brown rice are hand-picked and sheller ag again.
6. The weight of the brown rice is noted ( $W_B$ ).
7. The weight of the husk is also noted ( $W_H$ ).
8. The brown rice is polished in McGill No. 2. Normally, the polishing is given for 20 seconds in order to get about 4% polish with the lever and weight assembly in a fixed position.
9. The bran is collected and weighed ( $W$ ).
10. The milled rice is collected and weighed ( $W_M$ ).
11. The milled rice is passed through the oscillating sizing device.
12. The weight of whole rice (head rice) is noted ( $W_W$ ).
13. The weight of brokens is also taken ( $W_r$ ).
14. All the readings are entered as shown in Table 1.

The percentage of husk content, brown rice content, polish, total milling out-turn and head rice out-turn are calculated and entered in the same Table 1.

$$i. \text{ Husk content percentage} = \frac{(\text{Weight of Husk})}{(\text{Weight of Paddy} \times 100)} = \frac{(W_H \times 100)}{(W_P)}$$

ii. Brown rice	$\left( \frac{\text{Weight of brown rice}}{\text{Weight of paddy sample}} \times 100 \right)$	$= \frac{(W_B \times 100)}{(W_P)}$
iii. Percentage of polish.	$\left( \frac{\text{Weight of bran}}{\text{Weight of brown rice}} \times 100 \right)$	$= \frac{(W_b \times 100)}{(W_B)}$
iv. Total rice out-turn %	$\left( \frac{\text{Weight of milled rice}}{\text{Weight of paddy}} \times 100 \right)$	$= \frac{(W_M \times 100)}{(W_P)}$
v. Headdrice out-turn %	$\left( \frac{\text{Weight of whole rice}}{\text{Weight of paddy}} \times 100 \right)$	$= \frac{(W_W \times 100)}{(W_P)}$
vi. Percentage of brokens	$\left( \frac{\text{Weight of brokens}}{\text{Weight of milled rice}} \times 100 \right)$	$= \frac{(W_r \times 100)}{(W_M)}$

All the above calculations made for several varieties of paddy grown in Sri Lanka are presented in Table 1. The values in Table 1 give complete milling analysis of paddy varieties. These results are average of several replications of laboratory analysis of paddy samples that were collected from the harvest of Maha 1976/77 from research stations at Maha Illupallama, Bataladoda and Bombuwala.

In order to determine the husk content more precisely for different varieties of paddy, 10 grams of sample of very clean paddy was taken. All the paddy grains in the ten grams sample were shelled by hand. The weight of brown rice and husk content were then taken and recorded in Table 2. For each variety of paddy, this procedure was replicated twice and the average readings were shown in Table 2.

#### Discussion of Results:

The results of the milling analysis are shown in Table 1 and 2. Table 1 shows the percentage of brown rice, total milling out-turn, head yield and percentage of polish for different varieties of paddy. A study of this Table 1 reveals that milling out-turns are different for each variety of paddy when polished to 4 to 5%. The degree of polishing was difficult to control at 4%. It was varying from 2.74 to 6.54% even though the process of polishing was identical for all the varieties. Based on the percentage of head yield, these varieties are classified into three groups, (i) varieties which have low breakage having head yield above 70%; (ii) medium breakage having head yield between 60 to 70%; (iii) heavy breakage having head yield below 60%. This

classification of paddy varieties based on breakage during milling is shown in Table 3. The paddy varieties such as BG 90-2, LD 125, BG 425-5, Podiwee A8, BG 11-11 and H4 are more susceptible to breakage during milling. These varieties which are highly susceptible to breakage during milling should necessarily be parboiled in order to minimize the losses in milling. The other varieties, viz., LD 66, BW 78, Pachchaperumal and BG 34-6 could be satisfactorily milled as raw for the raw rice consumers.

Based on the total milling out-turn, and husk content, the paddy varieties are grouped into two groups as shown in Table 4 & 5. The varieties which give more than 75% out-turn are classified under high out-turn varieties and those which give lower than 75% out-turn are classified under low out-turn group. Incidentally, it can be seen from Table 4 that all BG - varieties, Podiwee A8, Pachchaperumal, MI varieties come under high out-turn group and all LD varieties and BW varieties come under low out-turn group. The varieties having less than 20% husk content are grouped under "Low Husk Content" varieties and those having more than 20% are grouped under "High Husk Content" varieties. This classification is shown in Table 5 and more or less tallies with classification in Table 4. That is the varieties having low husk content have greater milling out-turn and the varieties having high husk content have lower milling out-turns. All the BG varieties, H<sup>4</sup> and Pachchaperumal have low husk content and more or less all BW varieties, LD varieties and MI varieties have more husk content. That means all the BG varieties are better than BW, LD varieties from the point of milling and out-turn of rice. Interesting to note that all LD varieties and BW varieties that are grown in wet zone (Labuduwa and Bombuwela are in wet zone) have high husk content. On the other hand, all BG varieties and MI varieties are grown in dry zone have low husk content and yields per care are higher for these varieties. Most probably, under dry zone conditions, where sun-shine hours available for paddy crop are more, the husk content may be less. However, this can be further investigated by growing the same variety under different climatic conditions.

#### Conclusion:

The evaluation of the milling properties of locally grown varieties has shown that there is significant difference between varieties in their performance on milling. The differences are more important from the economic point of view since an increase in milling out-turn of 1% on a production of 1.6 million tons of paddy means an increase of 16,000 tons of rice for the consumers in the country. Selection of varieties for extension to farmers has been hitherto

based on criteria of yield and resistance to disease. Also, the out-turns demanded from millers have been independent of any differences due to varieties. These are factors that must be taken into account in the Paddy/Rice industry in the country. Further food for thought in Research Planning by the production wing lies in the findings that the varieties bred and grown in the wet zone show a higher husk content and lower milling yields. More work is certainly needed on the effect of season on these factors. Questions that are raised in this study not only refer to the selection of varieties for growing but involve even such basic questions as the local of breeding stations. Continued monitoring of post-production characteristics of varieties could eventually lead to a more rational fixing of milling out-turns as well as providing the basis for decisions regarding raw and parboil milling.

Acknowledgement:

The authors gratefully acknowledge the assistance given by the officers of the Research Stations of the Department of Agriculture, viz., Batalagoda, Bombuwela, Labuduwa and Maha-Illupallama for supplying samples of different varieties. We are also grateful to Mr. V.E.A. Wikramanayake - Manager, Rice Processing Development Centre and Mr. J. Ramalingam - Senior Advisor, F.A.O for the valuable comments and suggestions.

The work done by Mr. Sunil, Mr. Jagath Gunawardena & Mr. Ranjith Palipane in the laboratory analysis of the samples is greatly appreciated. Mention should also be made of the services rendered by Mr. A.S.M. Azmi and Miss Anula De Silva by typing and Mr. J.L. David for the mimeographing and binding of the bulletin.

Table 1: Milling our-turn of rice for different varieties of paddy:

Serial	Variety	Wt. of clean sample g	Mois- ture %	Wt. of brown rice g	Wt. of milled rice g	Wt. of bran g	Wt. of brown rice %	Polish %	Wt. of head rice	Total mill- ing yield %	Head yield %
1	BG90-2	160	12.9	133.18	127.40	5.70	83.23	4.33	89.40	79.62	55.88
2	LD66	160	13.0	124.32	118.49	4.46	77.7	4.68	116.62	74.05	72.89
3	LD125	162.53	13.4	125.04	116.85	8.19	76.9	6.54	87.77	71.89	54.0
4	BW78	162.11	13.0	125.24	119.74	5.50	72.2	4.30	117.13	73.86	72.25
5	BW248-1	162.11	15.0	125.76	120.68	5.08	77.5	4.03	116.98	74.44	72.16
6	BW242-5	162.44	13.1	127.17	119.84	7.33	78.2	5.76	93.59	73.77	57.61
7	Pdiwee) A-8 )	162.51	13.7	127.30	122.89	4.41	78.3	3.46	75.70	75.61	46.58
8	Pachcha) -perumal)	162.80	13.7	128.38	123.10	5.28	79.3	4.11	117.24	76.08	72.45
9	MI329	160.0	13.8	127.27	120.42	6.85	79.5	5.38	96.08	75.26	60.05
10	BW170	160.0	12.6	126.28	118.38	7.90	78.9	4.93	112.65	73.98	70.40
11	MI273	163.44	14.1	129.21	123.96	5.25	79.0	4.06	107.35	75.84	65.68
12	BG3-5	160.0	12.8	130.93	127.33	3.60	81.8	2.74	100.93	79.58	63.08
13	BG94-1	165.19	13.0	130.75	126.66	4.09	79.1	3.12	106.90	76.72	64.71
14	LD124	163.02	13.6	126.51	121.22	5.29	77.6	4.18	108.94	74.35	66.82
15	BG33-2	160.88	13.2	130.34	126.60	3.74	81.0	2.86	121.36	78.69	75.44
16	BW78-7	162.17	12.5	124.46	120.46	4.0	76.7	3.21	116.73	74.28	71.98
17	BG11-11	160.0	13.8	128.38	121.68	6.70	80.2	5.21	93.33	76.05	58.33
18	BG34-6	160.0	12.0	130.43	125.73	4.70	81.5	3.60	124.37	78.53	77.73
19	BG34-8	160.95	13.0	129.41	123.84	5.57	80.4	4.30	107.49	78.94	68.78
20	H4	160.0	12.5	128.45	122.95	5.50	80.2	4.28	75.10	76.84	46.94

Table 2: Husk content of Paddy varieties:

S. No.	Variety	Brown rice %	Husk content %	Reverse Rank Husk
1	H4	81.2	18.38	6
2	LD 66	75.88	22.82	21
3	LD 125	78.0	21.62	16
4	BG 11 - 11	80.03	18.19	7
5	BG 34 - 8	82.2	17.37	2
6	BG 90 - 2	83.3	16.38	1
7	EW 170	79.9	19.75	8
8	BW 78	78.5	21.09	13
9	BG 3 - 5	82.2	17.50	3
10	PP 2462/11	79.4	19.96	9
11	BG 34 - 6	81.06	17.92	4
12	BG 33 - 2	80.06	18.37	5
13	MI 329	78.0	21.80	17
14	BW 248 - 1	77.3	22.12	18
15	Podiwee A8	78.2	21.34	15
16	MI 273	79.29	20.30	
17	LD 124	77.25	22.56	20
18	BG 94 - 1	79.67	20.02	10
19	BW 245 - 5	78.34	21.22	14
20	IR 8	79.45	20.08	10
21	Kalu Heenati	76.82	22.45	19

Note: Weight of paddy sample - 10 g

The above figures are the average of three readings for each variety of paddy. The moisture content of most of the varieties of paddy is around 13%.

Table 3: Classification of varieties of paddy based on breakage during Milling:

S. No.	1	2	3
	Low breakage % Head rice above 70	Medium breakage % Head rice between 60 & 70	Heavy breakage % Head rice below 60
1	LD - 66	MI - 329	BG - 90 - 2
2	BW -	MI - 273	LD - 125
3	BW - 248 - 1	BG - 3 - 5	BW - 245 - 5
4	Pachchaperumal	BG - 94 - 1	Podiwee - 8
5	BW - 170	LD - 124	BG 11 - 11
6	BG - 33 - 2	BG - 34 - 8	H4
7	BW - 78 - 7		
8	BG - 34 - 6		

Table 4: Classification of varieties of paddy based on total recovery of rice:

S. No.	1	2
	High out-turn above 75%	Low out-turn less than 75
1	BG - 90 - 2	LD - 66
2	Podiwee A8	LD - 125
3	Pachchaperumal	BW - 248 - 1
4	MI - 329	BW - 242 - 5
5	MI - 273	BW - 170
6	BG - 3 - 5	LD - 124
7	BG - 94 - 1	BW - 78 - 7
8	BG - 33 - 2	
9	BG - 11 - 11	
10	BG - 34 - 6	
11	BG - 34 - 8	
12	H4	

Table 5: Classification of varieties of paddy based on husk content:

S. No.	1	2
	Low Husk content (less than 20%)	High Husk content (above 20%)
1	H4	LD - 66
2	BG - 11 - 11	LD - 125
3	BG - 34 - 8	LD - 124
4	BG - 90 - 2	BW - 78
5	BW - 170	BW - 245 - 5
6	BG - 3 - 5	BW - 248 - 1
7	PP - 2462/11	MI - 329
8	BG - 34 - 6	Podiwee - A8
9	BG - 33 - 2	MI - 273
10	BG - 94 - 1	IR - 8

1 こめぬかの生産実績

こめぬかの生産量は、こめの生産量及びこめの消費量から推定して概ね、100万トン/年玄米とう精量の9.5%~10%程度の割合と想定できると考えられる。

100万トンのこめぬかは、製油用(52~56%)、飼料用(13~15%)、その他(29~35%)等に使用されている。

2 米ぬか油の生産実績等

米ぬか油(原油スペース)の生産量は、10万トン(歩留18%程度)であり、これらは、精製されて食用こめ油とし、単体、加工用等に利用されている。なお、原油の精製歩留りは、概ね60%となっている。

3 搾油施設の現況

米ぬか油の搾油設備として実用化されているものは、①連続式(連抽)、②パンチ式、③パンテリー式の3つの方法である。なお、パンテリー式は、パンチ式の一変法であると考えられる。

4 連続式とパンチ式の比較

大型プラントを通常とする大豆製油工場では、連続式がすべての面でパンチ式に比べ有利といえるが、米ぬか油製造工場にあっては、生産規模、原料の特殊性(酸化しやすい)から必ずしも連続式がよいということにはならない。連続式とパンチ式の長短を一般的に述べると次のとおりである。

パッチ式の利点及び欠点

- ア 利点
- ① 原料集荷量に見合った能力の設備と運転方式を採用できる。
  - ② 間欠的運転によるマイナス面が少ない。
  - ③ 設備のイニシアル・コストが低い。(経済性)
- イ 欠点
- ① 安全性の面からバルブ操作が多過ぎる。
  - ② 作業員の熟練の度合いが高いことが要求される。
  - ③ 溶剤ロスが多い。
  - ④ 労務費が連続式より多い。
  - ⑤ 主として屋内装置によるため労働安全衛生面でもマイナスである。
  - ⑥ スケールメリットが小である。

5. 米ぬか油製造工業の現状と問題点及び対策

米ぬか油製造工業は、中小企業であり、①施設の老朽化、②生産コストの上昇、③製品価格の低迷等のほか、原料米ぬかの生産量の減少、他用途への流出等、原料問題をかかえている。

このため、我が国では、①中小企業等協同組合法に基づく日本こめ油工業協同組合を組織し、組合の経済活動を通じて米ぬか油製造業の地位の向上を図っている。②昭

和52年、中小企業近代化促進法に基づく指定業種に米ぬか油製造業を指定し、米ぬか油製造業を指定し、米ぬか油製造業の経営の近代化を推進している。

なお、助成措置としては、設備の近代化を図るための設備投資について低利・長期の資金を融資している。

#### 7. 原料集荷体制について

こめ油の酸化は、高温・多湿の環境下ほど高くなる。従って精米後できるだけ速やかに搾油することが望ましく、これにそった集荷体制をくむ必要がある。

## Parboiled rice について

### 1 製 法

Parboiled rice は、精米の事前処理として加熱処理された米で、インド、ビルマ、スリランカ等の南西アジアにおいて広く行われている。その製法は次のとおりである。

- (1) 生粳を冷水または温水（60～70℃）に浸漬（soaking）する。（冷水—1昼夜、温水—10～15時間）
- (2) 水を切って蒸熱（steaming）する。（粳の温度が100℃に達してから約30分間）
- (3) 火力または天日乾燥（drying）しとう精（milling）する。

この処理により、比較的劣質の米（粳）を硬化させて、とう精における砕粒の生成を防ぎ、精米加工に対する適性を高め、同時に精米の炊飯性及び貯蔵性を増大させる。

### 2 利 点

- (1) 粳の脱稈が容易になる。〈処理により粉粒が裂けるため〉
- (2) とう精の際、砕米の発生が減少しとう精歩留が向上する。
- (3) 製品は、害虫、カビ等が付きにくく、貯蔵性が向上する。  
〈加熱処理によりデンプンが糊化し、胚乳が固くなるため〉
- (4) 米ぬかに25～30%の油を含む（普通精米の米ぬかは15～20%程度）  
〈加熱処理により脂肪を分解する酵素、リパーゼが破壊されるため〉
- (5) ビタミンB<sub>1</sub>を0.2～0.3 mg/100g（普通精米は0.09 mg/100g）含む。  
〈加熱中に胚芽、ぬか層中のビタミンB<sub>1</sub>の大部分が胚乳に移行するため。  
なお、ビタミンB<sub>1</sub>は中性～酸性では熱に対して比較的安定である。  
（PH7.0（中性）—30分加熱—残存率70%、PH5.0—80%、PH3.0—92%）〉

### 3. 欠 点

- (1) 精米は淡黄褐色となり異臭を持つ（特にタイ、ビルマ産は異臭が強い。）  
〈加熱処理により、ある種の非酸化物が分解されるため〉
- (2) すい飯に時間がかかる。
- (3) 製造過程において、水に浸漬、蒸熱等高水分の状態（45～50%）が長く続くので、その間のカビ等によるマイコトキシンの生成が問題である。
- (4) とう精し難い。  
〈加熱処理により玄米が固くなるため〉

### 4. その他

この加工により、比較的劣質の米（粳）を硬化させてとう精における砕粒の生成を防ぎ、精米加工に対する適性を高め、同時に精米の炊飯性及び貯蔵性を増大することにある。

参 考 文 献 一 覧 表

- ア スリランカの農業 — 現状と開発の課題 — 1980年社団法人国際農林業協力協会
- イ スリランカ共和国マハヴェリ川開発計画事前調査報告書 昭和53年9月 JICA
- ウ Central Bank of Ceylon-Review of the Economy, 1980
- エ Performance  
Jan-Sep, 1981, Ministry of Plan Implementation
- オ Socio Economic Data, Sri Lanka, 1981, Statistics Department of the  
Central Bank of Ceylon
- カ Census of Population and Housing, Sri Lanka-1981, Department of  
Census and Statistics Ministry of Plan Implementation
- キ Census of Agriculture 1973  
Sri Lanka, General Report, Department of Census and Statistics,  
Ministry of Plan Implementation
- ク Agricultural Statistics of Sri Lanka 1951/52~1980/81, Ministry of  
Agricultural Development and Research
- ケ Sri Lanka Coconut Trade Directory 1981, Coconut Development  
Authority,
- コ Central Bank of Ceylon, Bulletin, Dec., 1981
- サ The Report of Establishment of Pilot Projects in Trincomalee &  
Polonnaruwa in Support of Integrated Industrialization in Non-metropol-  
itan Areas (ESCAP)
- シ 1981-82, Agricultural Implementation Programme, A Working Document,  
Ministry of Agricultural Development & Research





JICA

