

平成元年度

海外農業開発事業事前調査（小規模）

報 告 書

スリランカ国 ヌワラエリヤ地区紅茶
 プランテーション整備計画

インド共和国 種子研究設備整備計画

平成元年 8 月

(社)海外農業開発コンサルタント協会
(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル

まえがき

本報告書は1989年6月1日より6月18日までの18日間、スリランカ国およびインド共和国で実施した「農業開発事前調査」についてとりまとめたものである。

紅茶産業は、スリランカ国において重要な地位を占める。工場の電力源として50年ほど前に導入された既存の小水力発電設備はかなり老朽化している。設備の更新はスリランカ政府が計画しているものであり、各国からの援助も部分的に実施されている。今回調査した地区においても計画の優先度は高く、また期待される投資効果も大きい。

一方、インド共和国は食料自給のための農業振興には、優良種子の供給が不可欠であるとして種々の緊急施策を計画的に実施している。研究に携わる人材も豊富であり、組織体制も充実しているが、一部の研究部門における種子貯蔵設備、研究設備はいまだ貧弱なものがある。今回の調査を通して、無償機材供与案件としてインド政府が強い関心を示している感触を得た。

調査の実施にあたり、お世話になった日本国大使館、JICA事務所、政府関係諸機関、国際諸機関ならびに日本企業関係者に対し、深甚なる謝意を表する次第です。

1989年8月

調査団長

熊谷 甲子夫

幕田 一郎

目 次

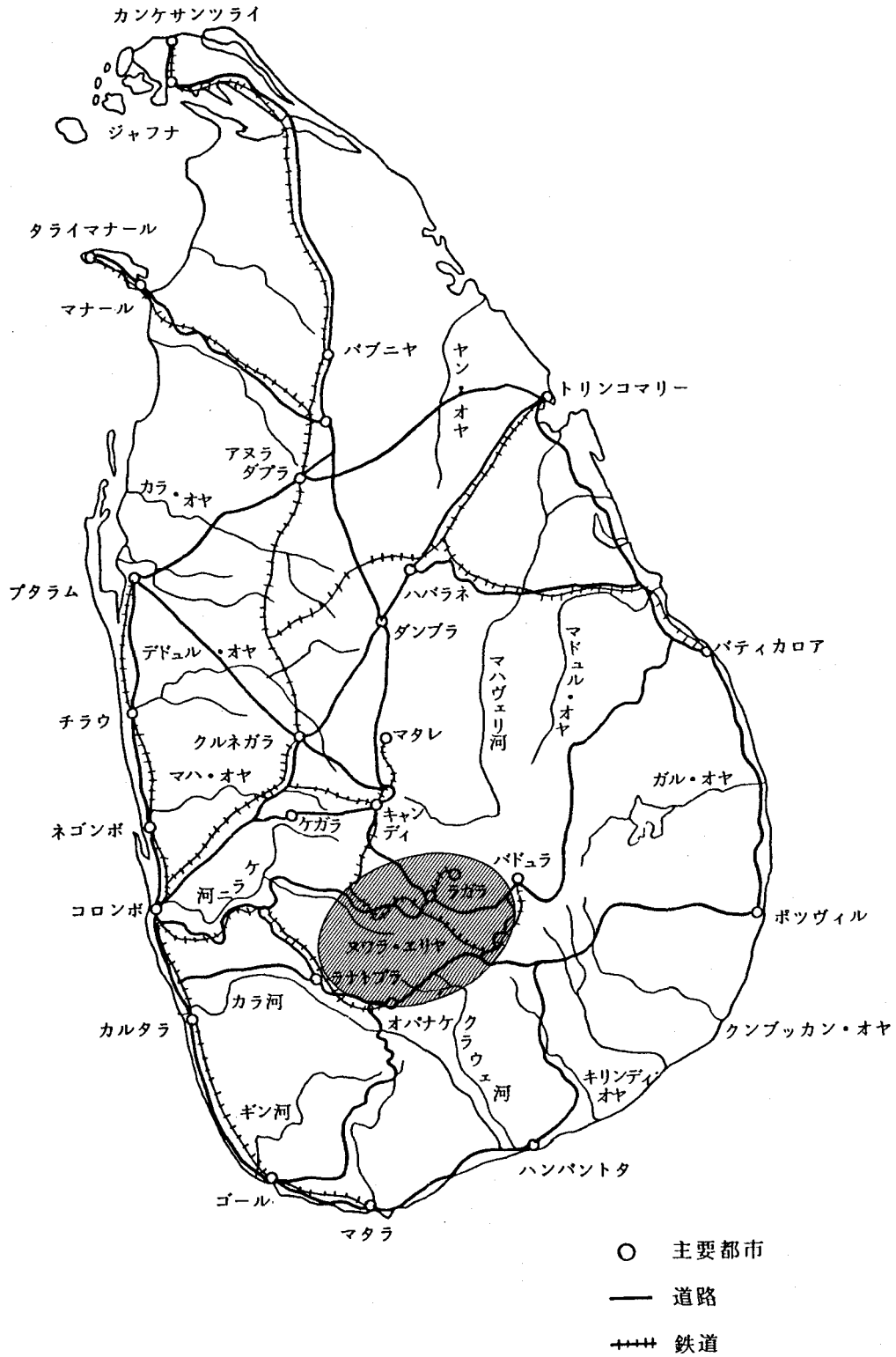
	ページ
<u>スリランカ国</u>	
1. 計画の背景および目的	S-5
2. 調査地域の概要	S-8
3. 計画の概要	S-10
4. 経済効果	S-12
5. 総合所見	S-20
<u>インド共和国</u>	
1. 計画の背景および目的	I-3
2. 種子研究機関の概要	I-6
2-1 国家農業研究評議会	I-6
2-2 国立農業研究所	I-6
1) 種子科学技術部	I-7
2) 生物工学センター	I-9
2-3 国立アルガル保存研究施設	I-9
2-4 中央種子検定センター	I-10
2-5 国立植物遺伝資源局	I-11
3. 関連プロジェクト	I-17
4. 計画の概要	I-18
5. 総合所見	I-26

付 属 資 料

1. 調査団員の経歴書	A - 1
2. 調査日程	A - 4
3. 面談者リスト	A - 7
4. 収集資料リスト	A - 10

ス リ ラ ン カ 国

計画の位置図





典型的な茶畑



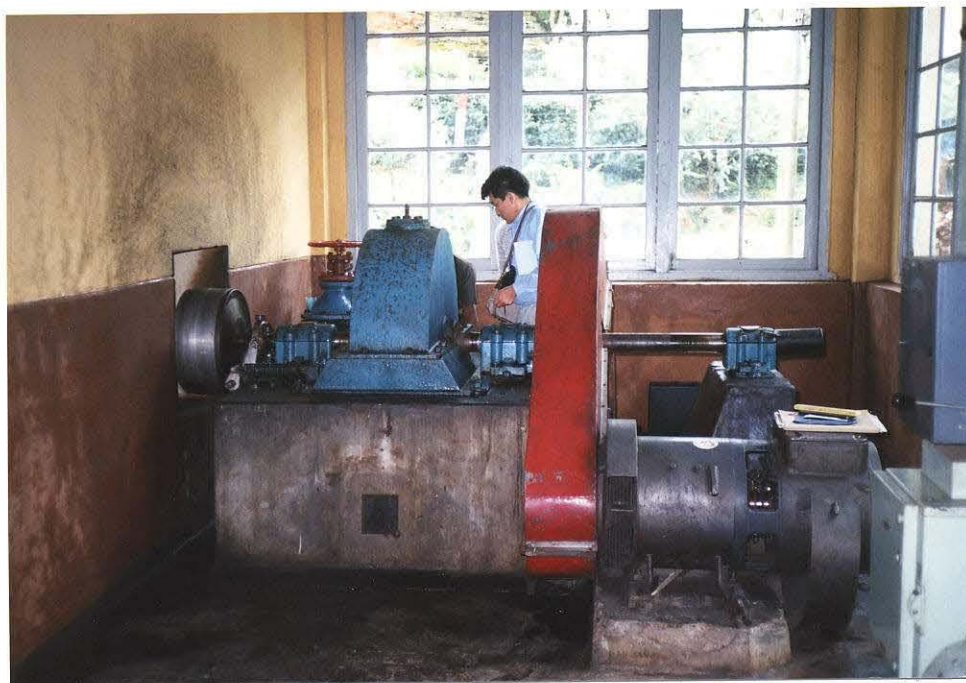
ペンストック（グラッソー）



既 設 貯 水 池 (No.1) (ロギー)



開 水 路 (サマーセット)



既存の小水力発電機（グラスソー）



使用されているジェネレーター（タラワケレ）



製茶工場（タラワケレ）



工場内の製茶機械（ロギー）

1. 計画の背景および目的

スリランカ政府が策定した国家プランテーション部門の中期投資計画の一部として、スリランカ国家プランテーション公社（SLSPC）が所有する紅茶とゴム産業に対して、80ヶ所の小水力発電設備の改善が提案された。

この小水力発電設備改善計画の主な目的は、紅茶およびゴム工場の発電コストを軽減することにより、公共作物部門の経済面・財政面を健全化することにある。

スリランカの紅茶の生産過程には相当のエネルギーが必要である。茶畑で摘まれた緑葉は工場に持込まれ、計量されたあと棚に並べられ、数時間通風することによって、葉が萎びる。その後、ローラーによって転圧され、1－2時間発酵させたのち、乾燥機にかけられる。その頃までに葉は黒色に変わり、小さく縮れて砕かれる。更にふるいにかけられ、選別される。全工程は約24時間以内で終了するが、この間、電力の使用量はファン、ローラー、乾燥機、ふるい等が稼働することによって変動する。

生産過程で使用される電力源は、かつては乾燥機を除き、大型のシリンダーでスピードが遅い水平型のディーゼルエンジンであって、一部は今でもバックアップジェネレーターとして稼働している。近年になってCEB（国家電力省）により電気が供給されはじめると、以前のディーゼル発電のシェアは小さくなった。

1920年から30年にかけて水力発電設備が各工場に導入された。その理由として、紅茶の生産工場は普通、雨量が豊富な高地に位置しており、これが水力発電に必要な河川等の水源を容易に確保できることがあげられる。スリランカ中央高地にはこうした地形が多いため、小型水力発電は急速に普及した。

1970年にCEBが電力を供給し始める頃までに、500の工場に発電設備が設置された。その後、設備が徐々に老朽化するに伴い、使用電力に占める自家発電の割合は次第に低くなった。

しかし近年になって、火力発電を供給源とするCEBの電力網だけではスリランカ全土の需要量を賄いきれなくなり、その結果遠隔地への送電が頻繁に遮断され、特に紅茶生産工場への給電がまずカットされた。

こうした電気料金の高騰と度重なる停電は、紅茶の生産量を減少させ、さらには茶の

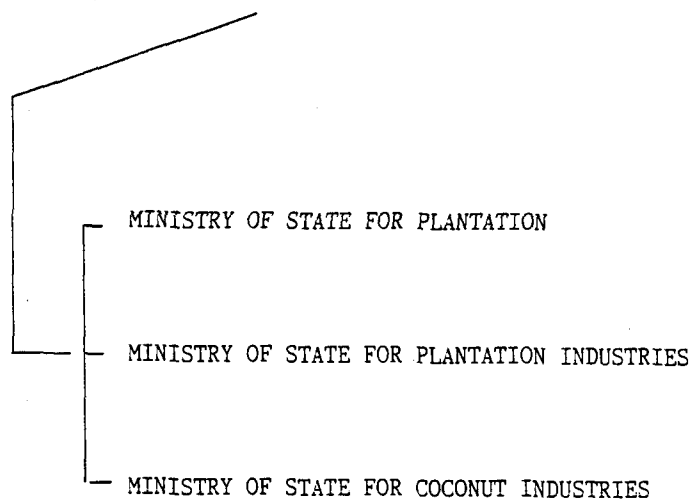
品質をも低下させることになった。

こうした事態への対応策として、自家発電としての小水力発電施設が改めて見直されている。

紅茶プランテーション関連政府組織表

MINISTRY OF "PLANTATION INDUSTRIES"

MINISTER : MR GAMINI DISSANAYAKE



Minister of Plantation Industries

Departments and Statutory Institutions

Sri Lanka Tea Board
 Tea Small Holdings Development Authority
 Silk and Allied Products Development Authority
 Sri Lanka Cashew Corporation
 Sri Lanka State Trading (Tea) Corporation
 Colombo Commercial (Engineers) Company
 Palmyrah Board
 Janatha Estates Development Board —
 Janatha Estates Development Board (I)
 Janatha Estates Development Board (II)
 Janatha Estates Development Board (III)
 Janatha Estates Development Board (IV)
 Janatha Estates Development Board (V)
 State Plantations Corporation —
 State Plantations Corporation (I)
 State Plantations Corporation (II)
 State Plantations Corporation (III)
 State Plantations Corporation (IV)
 State Plantations Corporation (V)
 State Plantations Corporation (VI)
 Department of Rubber Control
 Sri Lanka (Ceylon) Rubber Manufacturing Company
 Limited
 rubber Research Board
 Coconut Development Board Authority
 Coconut Research Board
 Coconut Cultivation Board
 BCC Lanka Ltd.
 National Institute of Plantation Management
 Orient Lanka Ltd.
 Investment Monitoring Board

Minister of State for Plantations

Departments and Statutory Institutions

Janatha Estates Development Board
 Janatha Estates Development Board I
 Janatha Estates Development Board II
 Janatha Estates Development Board III
 Janatha Estates Development Board IV
 Janatha Estates Development Board V
 State Plantations Corporation —
 State Plantations Corporation I
 State Plantations Corporation II
 State Plantations Corporation III
 State Plantations Corporation IV
 State Plantations Corporation V
 State Plantations Corporation VI
 Investment Monitoring Board

Subjects and Functions

Implementation and monitoring of programmes and projects of the Institutions

Subjects and Functions

Formulation of programmes and projects based on national policy in respect of Plantation Industries and direction and implementation of such programmes and projects
 The management of Agricultural and Estate Lands
 The promotion of optimum productivity
 The raising of livestock on such lands
 The processing and sale of agricultural produce
 Training of personnel for the efficient management of agricultural land
 Matters relating to the development of the tea industry, promotion and research
 Collection of ad valorem tax on tea
 Issue of permits for export of tea
 Estates (Control of Transfer) Act, No. 2 of 1972
 Matters relating to the overall development of coconut plantations, agricultural processing, marketing and industrial activity

2. 調査地域の概要

2-1 位 置

本計画の対象地域は、首都コロomboの東方約 180kmの中央高地に位置するヌワラエリヤ(NUWARA ELIYA)地区のグラスソー(GLASSAUGH)、サマーセット(SOMERSET)、タラワケレ(TARAWAKELLE)及びロギー(LOGIE)の紅茶プランテーション地域である。

2-2 人口・経済

ヌワラエリヤの人口は約 603千人で、その80%が農業従事者であり内、70%が紅茶産業に関連している。

このように、地域内の主要産業は紅茶の生産であり、当地域はスリランカ国で生産される紅茶の半分以上を占めている。

4地区の紅茶プランテーションの概要は下記のとおり。

	グラスソー	サマーセット	タラワケレ	ロギー	計
栽培面積 (ha)	192	358	316	277	1143
年間生産量 (t)	225	516	475	303	1519
ミニハイドロ (kw)	20	18	30	—	68

2-3 気象・水文

ヌワラエリヤは、熱帯煙霧帯に属する紅茶栽培の最適地域であり、年平均降雨量は約 2,500mmで4月～11月までの8ヶ月間の月平均降雨量は 200mmを越している。また、高地のため、平均気温が16℃と首都コロomboの26℃に比較し、かなり低い。

年 平 均 降 雨 量 (1979-1988)

1月	68.88
2月	61.17
3月	91.47
4月	203.68
5月	233.18
6月	394.72
7月	319.47
8月	261.59
9月	288.31
10月	233.20
11月	261.00
12月	129.31
TOTAL	2,538.98 mm

2-4 地形・土壌

計画対象地区は標高 1,200~1,600 mの急傾斜地にあつて茶畑が分布しており、土壌はRed-Yellow Podzolic Soilである。

2-5 農 業

当地域の農業は地形・気象条件により紅茶栽培に限定され、他に少量であるがゴム農園及び高原野菜の栽培も行われている。紅茶は英国の植民地時代より栽培されて、現在、100年以上のお茶の木も見うけられるが各プランテーションは計画的に古木を抜き、若木に植え替えている。

お茶の収穫は女性労働者に頼っているが、現在、その労働力が不足ぎみで、圃場より工場までの輸送手段等を改善し、生産の合理化を進める必要がある。

2-6 紅茶産業

スリランカの紅茶は、コーヒーに代わるプランテーション産業として、1880年に英国人によって導入されて以来、高品質の紅茶として世界的に認められている。

現在のスリランカ国の紅茶生産量はインド国に次ぐもので、年間 213千トンを超える。これは全世界の18%を占める。

紅茶は山岳地帯の水はけのよい傾斜地で栽培される。標高は、高いほうがより良質の葉を産出し、また霧がかかる自然条件が最も適している。

茶の生産に携わるスリランカの労働人口は約 600千人であり、これは国の人口の12%に相当するものであり、紅茶生産はスリランカ国の主要産業となっている。

スリランカの紅茶の取扱いはジャナサ開発理事会、スリランカ国家プランテーション公社がそれぞれ27.9%、25.3%を占め、残りの44%を民間が行っている。

2-7 小規模水力発電

当国の小規模発電施設は80箇所あり、全て紅茶生産工場の電源の一部として使用されている。これ等の施設は、英国が約50年前に建設したものであり、かなり老朽化しており現在は設計出力の約半分程度の発電量と思われる。一部の施設は既にカナダ、オランダ、英国等の援助でリハビリがなされている。また、世界銀行よりの融資及びスリランカ国独自の予算でリハビリを行っている施設もある。

3. 計画の概要

本計画はヌワラエリヤ地域に数多くある紅茶プランテーションの中よりSLSPCが候補地区として選定した4地区のモデル紅茶プランテーションの整備計画である。

計画内容は、小規模水力発電のハリビリ、及び圃場労働力の省力化を計り紅茶の生産コストを下げることを目的とする。

4地区の計画概要は以下のとおりである。

3-1 小規模水力発電

4地区の内、ロギー地区を除く3地区は現在も小規模水力発電を利用しているが、タラワケレ地区はディーゼル発電も併用している。また、ロギー地区は15年前に工場を新築する際に、老朽化が激しいのでタービンを撤去したが、貯水池及び水路・水圧管は現存する。

調査の結果、全地区の取水堰、導水路（開水路）、水圧管の改修工事が必要である。また、ロギー地区は貯水池の堤頂を約3m程度嵩上し、乾期分の水を確保することが可能である。

発電施設関連では、タービン、ジェネレーター、配電盤等の交換が必要である。

4地区の施設の諸元は下記のとおりである。

	グラッソー	サマーセット	タラワケレ	ロギー
既水車設計出力(kW)	41.0	35.8	56.7	—
既水車現効率	50%	50%	50%	—
新設水車出力(kW)	85.0	55.0	60.0	40.0
同上効率	82%	82%	82%	82%
有効落差(m)	50	95	55	50
新設水車流量(m ³ /s)	0.218	0.072	0.134	0.100
新設水圧管径(mm)	400	300	350	300
水圧管長(m)	570	730	225	110

3-2 輸送システム

各地区に、50haに1箇所程度の集積所を設置し、圃場と工場間を急傾斜地用無人運搬機（モノレール）、またはケーブルによって輸送し、作業の合理化をはかる。

3-3 農業散布システム

圃場内に数箇所の農業散布ステーションを設置し、コンクリート製水槽及び動力噴霧機を導入する。パイプは固定し10haに1箇所程度の割合でバルブを設ける。

3-4 概算事業費

本計画の概算事業費は¥ 915百万で、内訳は下記のとおり。

単位：千円

	グラッソー	サマーセット	タラワケレ	ロギー
小規模水力発電	188,000	202,000	222,000	182,000
－発電施設	64,000	67,000	68,000	66,000
－土木工事	72,000	70,000	79,000	64,000
－建築工事	52,000	65,000	75,000	52,000
輸送システム	12,000	11,000	14,000	16,000
農業散布システム	18,000	16,000	15,000	19,000
計	218,000	229,000	251,000	217,000
合計	¥ 915,000			

4. 経済効果

この章で試みる経済分析の目的は、本計画の4サイトの小水力発電設備への投資が、スリランカ経済全体に便益をもたらすものかどうかを判断する。

評価方法

1. 国境価格に直すための換算レートは下記の通りとした。
 $US \$ = RS 34.18$ 、 $US \$ = ¥140$ 、 $RS = ¥4.10$
2. 経済便益は“WITH PROJECT”と“WITHOUT PROJECT”との差をとった。
3. “WITHOUT PROJECT”では、現在のCEBの買電を続ける一方、既存の発電設備も老朽化して効率が落ちていくことになる。
4. 内貨コストについては、標準変換係数0.85を用いた。
5. また、労働コストの熟練工については0.9、未熟練工については0.75の変換係数を夫々適用した。

経済便益

本計画に関しての主な経済便益としてあげられるものは、下記の通り。

ー 紅茶の増産

CEBの買電に頼っている現在では、スリランカ国全体の電力供給量不足から頻繁に起こる停電の影響により、紅茶の生産過程で相当量のロスが発生する。ミニ hidro施設を整備することによって、電力の安定供給が可能となり、生産過程のロスがなくなる。

さらに、紅茶の苗木のリプランテーション、労働力増強による単位当りの収穫率のアップ、茶摘みサイトから工場までの輸送手段改善等により、年間の紅茶生産量が20%上昇すると仮定した。現在の各工場の生産量を下記に掲げる。

<u>GLASSAUGH</u>	<u>SOMERSET</u>	<u>LOGIE</u>	<u>TALAWAKELLE</u>
225.000	516.689	303.532	475.672 (KG)

－ 電力料の節約

整備されたミニハイドロは、終日運転が可能であり、起こされた電気は、製茶工場で優先的に使用されるが、余剰電力が生じて、地域の病院・学校等の公共施設、農民の民家で消費される。従って、ミニハイドロによる発生電力量は全て経済便益と見なされる。

また、CEBが算出した長期限界電力コストは現在Rs 1.75/kWhであるが、将来のコスト上昇も考慮した。

一方、計算できない経済効果としては下記の事項があげられよう。

- － ミニハイドロによって生じるCEBの余剰電力を他に利用することによって、地域住民の生活水準を高められる。つまり、学校・病院等公共施設、住宅への送電が可能となるからである。

社会的効果および環境効果

- － 生産増による茶生産面積の拡大、それに伴う雇用機会の創出
- － 新規発電施設の維持管理に従事する労働力雇用機会の創出
- － 余剰電力の利用によって、地域への安定した電気供給が可能となる。
- － 地域住民の生活水準を高める。
- － 乾燥機の燃料として使われている薪炭エネルギーを余剰電力で代替することにより森林の保護効果が期待される。

経済評価

上記の設定条件で算出された経済内部収益率（EIRR）、純現在価値（NPV）、便益・費用比率（B/C）を次に示す。

	グラッソー	サマーセット	タラワケレ	ロギー	合計
経済内部収益率 (EIRR)	11.46 %	16.86 %	17.08 %	10.25 %	13.90 %
純現在価値 (NPV)	Rs 4,940,334	3,892,211	4,353,523	713,249	13,899,319
便益・費用比率 (B/C)	1.15	1.12	1.14	1.02	1.13

上表から、本プロジェクトを実施することは、スリランカ国に対して十分な便益をもたらすものと評価できる。

ECONOMIC ANALYSIS

=====

PLANT NAME:

GLASSAUGH

NPV:

10.00%

YEAR	INCREASED VOLUME	TEA PRICE	SUBTOTAL	POWER OUTPUT	POWER COST	SUBTOTAL	BENEFIT TOTAL
1991					(ECONOMIC COST)=		-3.7E+07
1992	45000	52.1	2344500	552000	2	1104000	3448500
1993	45000	52.1	2344500	552000	2	1104000	3448500
1994	45000	52.1	2344500	552000	2	1104000	3448500
1995	45000	54.7	2461500	552000	2	1104000	3565500
1996	45000	54.7	2461500	552000	2	1104000	3565500
1997	45000	54.7	2461500	552000	2.5	1380000	3841500
1998	45000	54.7	2461500	552000	2.5	1380000	3841500
1999	45000	54.7	2461500	552000	2.5	1380000	3841500
2000	45000	54.7	2461500	552000	2.5	1380000	3841500
2001	45000	54.7	2461500	552000	2.5	1380000	3841500
2002	75000	54.7	4102500	552000	3	1656000	5758500
2003	75000	54.7	4102500	552000	3	1656000	5758500
2004	75000	54.7	4102500	552000	3	1656000	5758500
2005	75000	54.7	4102500	552000	3	1656000	5758500
2006	75000	54.7	4102500	552000	3	1656000	5758500
2007	75000	54.7	4102500	552000	3.5	1932000	6034500
2008	75000	54.7	4102500	552000	3.5	1932000	6034500
2009	75000	54.7	4102500	552000	3.5	1932000	6034500
2010	75000	54.7	4102500	552000	3.5	1932000	6034500
2011	75000	54.7	4102500	552000	3.5	1932000	6034500
2012	75000	54.7	4102500	552000	4	2208000	6310500
2013	75000	54.7	4102500	552000	4	2208000	6310500
2014	75000	54.7	4102500	552000	4	2208000	6310500
2015	75000	54.7	4102500	552000	4	2208000	6310500
2016	75000	54.7	4102500	552000	4	2208000	6310500
2017	75000	54.7	4102500	552000	4.5	2484000	6586500
2018	75000	54.7	4102500	552000	4.5	2484000	6586500
2019	75000	54.7	4102500	552000	4.5	2484000	6586500
2020	75000	54.7	4102500	552000	4.5	2484000	6586500
2021	75000	54.7	4102500	552000	4.5	2484000	6586500

IRR= 11.46%

NPV= 4940334.

B/C RATIO 1.15

ECONOMIC ANALYSIS

=====

PLANT NAME: SOMERSET

NPV: 10.00%

YEAR	INCREASED VOLUME	TEA PRICE	SUBTOTAL	POWER OUTPUT	POWER COST	SUBTOTAL	BENEFIT TOTAL
1991						(ECONOMIC COST)=	-3.7E+07
1992	100000	52.1	5210000	357000	2	714000	5924000
1993	100000	52.1	5210000	357000	2	714000	5924000
1994	100000	52.1	5210000	357000	2	714000	5924000
1995	100000	54.7	5470000	357000	2	714000	6184000
1996	100000	54.7	5470000	357000	2	714000	6184000
1997	100000	54.7	5470000	357000	2.5	892500	6362500
1998	100000	54.7	5470000	357000	2.5	892500	6362500
1999	100000	54.7	5470000	357000	2.5	892500	6362500
2000	100000	54.7	5470000	357000	2.5	892500	6362500
2001	100000	54.7	5470000	357000	2.5	892500	6362500
2002	100000	54.7	5470000	357000	3	1071000	6541000
2003	100000	54.7	5470000	357000	3	1071000	6541000
2004	100000	54.7	5470000	357000	3	1071000	6541000
2005	100000	54.7	5470000	357000	3	1071000	6541000
2006	100000	54.7	5470000	357000	3	1071000	6541000
2007	100000	54.7	5470000	357000	3.5	1249500	6719500
2008	100000	54.7	5470000	357000	3.5	1249500	6719500
2009	100000	54.7	5470000	357000	3.5	1249500	6719500
2010	100000	54.7	5470000	357000	3.5	1249500	6719500
2011	100000	54.7	5470000	357000	3.5	1249500	6719500
2012	100000	54.7	5470000	357000	4	1428000	6898000
2013	100000	54.7	5470000	357000	4	1428000	6898000
2014	100000	54.7	5470000	357000	4	1428000	6898000
2015	100000	54.7	5470000	357000	4	1428000	6898000
2016	100000	54.7	5470000	357000	4	1428000	6898000
2017	100000	54.7	5470000	357000	4.5	1606500	7076500
2018	100000	54.7	5470000	357000	4.5	1606500	7076500
2019	100000	54.7	5470000	357000	4.5	1606500	7076500
2020	100000	54.7	5470000	357000	4.5	1606500	7076500
2021	100000	54.7	5470000	357000	4.5	1606500	7076500

IRR= 16.86%
NPV= 3892211.
B/C RATIO 1.12

ECONOMIC ANALYSIS
=====

PLANT NAME: LOGIE NPV: 10.00%

YEAR	INCREASED VOLUME	TEA PRICE	SUBTOTAL	POWER OUTPUT	POWER COST	SUBTOTAL	BENEFIT TOTAL
1991					(ECONOMIC COST)=		-3.7E+07
1992	60700	52.1	3162470	260000	2	520000	3682470
1993	60700	52.1	3162470	260000	2	520000	3682470
1994	60700	52.1	3162470	260000	2	520000	3682470
1995	60700	54.7	3320290	260000	2	520000	3840290
1996	60700	54.7	3320290	260000	2	520000	3840290
1997	60700	54.7	3320290	260000	2.5	650000	3970290
1998	60700	54.7	3320290	260000	2.5	650000	3970290
1999	60700	54.7	3320290	260000	2.5	650000	3970290
2000	60700	54.7	3320290	260000	2.5	650000	3970290
2001	60700	54.7	3320290	260000	2.5	650000	3970290
2002	60700	54.7	3320290	260000	3	780000	4100290
2003	60700	54.7	3320290	260000	3	780000	4100290
2004	60700	54.7	3320290	260000	3	780000	4100290
2005	60700	54.7	3320290	260000	3	780000	4100290
2006	60700	54.7	3320290	260000	3	780000	4100290
2007	60700	54.7	3320290	260000	3.5	910000	4230290
2008	60700	54.7	3320290	260000	3.5	910000	4230290
2009	60700	54.7	3320290	260000	3.5	910000	4230290
2010	60700	54.7	3320290	260000	3.5	910000	4230290
2011	60700	54.7	3320290	260000	3.5	910000	4230290
2012	60700	54.7	3320290	260000	4	1040000	4360290
2013	60700	54.7	3320290	260000	4	1040000	4360290
2014	60700	54.7	3320290	260000	4	1040000	4360290
2015	60700	54.7	3320290	260000	4	1040000	4360290
2016	60700	54.7	3320290	260000	4	1040000	4360290
2017	60700	54.7	3320290	260000	4.5	1170000	4490290
2018	60700	54.7	3320290	260000	4.5	1170000	4490290
2019	60700	54.7	3320290	260000	4.5	1170000	4490290
2020	60700	54.7	3320290	260000	4.5	1170000	4490290
2021	60700	54.7	3320290	260000	4.5	1170000	4490290

IRR= 10.25%
NPV= 713249.1
B/C RATIO 1.02

ECONOMIC ANALYSIS

=====

PLANT NAME: TALAWAKELLE

NPV: 10.00%

YEAR	INCREASED VOLUME	TEA PRICE	SUBTOTAL	POWER OUTPUT	POWER COST	SUBTOTAL	BENEFIT TOTAL
1991					(ECONOMIC COST)=		-3.7E+07
1992	100000	52.1	5210000	390000	2	780000	5990000
1993	100000	52.1	5210000	390000	2	780000	5990000
1994	100000	52.1	5210000	390000	2	780000	5990000
1995	100000	54.7	5470000	390000	2	780000	6250000
1996	100000	54.7	5470000	390000	2	780000	6250000
1997	100000	54.7	5470000	390000	2.5	975000	6445000
1998	100000	54.7	5470000	390000	2.5	975000	6445000
1999	100000	54.7	5470000	390000	2.5	975000	6445000
2000	100000	54.7	5470000	390000	2.5	975000	6445000
2001	100000	54.7	5470000	390000	2.5	975000	6445000
2002	100000	54.7	5470000	390000	3	1170000	6640000
2003	100000	54.7	5470000	390000	3	1170000	6640000
2004	100000	54.7	5470000	390000	3	1170000	6640000
2005	100000	54.7	5470000	390000	3	1170000	6640000
2006	100000	54.7	5470000	390000	3	1170000	6640000
2007	100000	54.7	5470000	390000	3.5	1365000	6835000
2008	100000	54.7	5470000	390000	3.5	1365000	6835000
2009	100000	54.7	5470000	390000	3.5	1365000	6835000
2010	100000	54.7	5470000	390000	3.5	1365000	6835000
2011	100000	54.7	5470000	390000	3.5	1365000	6835000
2012	100000	54.7	5470000	390000	4	1560000	7030000
2013	100000	54.7	5470000	390000	4	1560000	7030000
2014	100000	54.7	5470000	390000	4	1560000	7030000
2015	100000	54.7	5470000	390000	4	1560000	7030000
2016	100000	54.7	5470000	390000	4	1560000	7030000
2017	100000	54.7	5470000	390000	4.5	1755000	7225000
2018	100000	54.7	5470000	390000	4.5	1755000	7225000
2019	100000	54.7	5470000	390000	4.5	1755000	7225000
2020	100000	54.7	5470000	390000	4.5	1755000	7225000
2021	100000	54.7	5470000	390000	4.5	1755000	7225000

IRR= 17.08%

NPV= 4353523.

B/C RATIO 1.14

ECONOMIC ANALYSIS

=====

PLANT NAME:

TOTAL

NPV:

10.00%

YEAR	INCREASED VOLUME	TEA PRICE	SUBTOTAL	POWER OUTPUT	POWER COST	SUBTOTAL	BENEFIT TOTAL
1991					(ECONOMIC COST)=	-1.5E+08	
1992	305700	52.1	15926970	1559000	2	3118000	19044970
1993	305700	52.1	15926970	1559000	2	3118000	19044970
1994	305700	52.1	15926970	1559000	2	3118000	19044970
1995	305700	54.7	16721790	1559000	2	3118000	19839790
1996	305700	54.7	16721790	1559000	2	3118000	19839790
1997	305700	54.7	16721790	1559000	2.5	3897500	20619290
1998	305700	54.7	16721790	1559000	2.5	3897500	20619290
1999	305700	54.7	16721790	1559000	2.5	3897500	20619290
2000	305700	54.7	16721790	1559000	2.5	3897500	20619290
2001	305700	54.7	16721790	1559000	2.5	3897500	20619290
2002	335700	54.7	18362790	1559000	3	4677000	23039790
2003	335700	54.7	18362790	1559000	3	4677000	23039790
2004	335700	54.7	18362790	1559000	3	4677000	23039790
2005	335700	54.7	18362790	1559000	3	4677000	23039790
2006	335700	54.7	18362790	1559000	3	4677000	23039790
2007	335700	54.7	18362790	1559000	3.5	5456500	23819290
2008	335700	54.7	18362790	1559000	3.5	5456500	23819290
2009	335700	54.7	18362790	1559000	3.5	5456500	23819290
2010	335700	54.7	18362790	1559000	3.5	5456500	23819290
2011	335700	54.7	18362790	1559000	3.5	5456500	23819290
2012	335700	54.7	18362790	1559000	4	6236000	24598790
2013	335700	54.7	18362790	1559000	4	6236000	24598790
2014	335700	54.7	18362790	1559000	4	6236000	24598790
2015	335700	54.7	18362790	1559000	4	6236000	24598790
2016	335700	54.7	18362790	1559000	4	6236000	24598790
2017	335700	54.7	18362790	1559000	4.5	7015500	25378290
2018	335700	54.7	18362790	1559000	4.5	7015500	25378290
2019	335700	54.7	18362790	1559000	4.5	7015500	25378290
2020	335700	54.7	18362790	1559000	4.5	7015500	25378290
2021	335700	54.7	18362790	1559000	4.5	7015500	25378290

IRR= 13.90%
NPV= 13899319
B/C RATIO 1.13

5. 総 合 所 見

今回調査した4ヶ所の製茶工場の小水力発電施設は、何れも英国が50年以上も前に導入したものであり、かなり老朽化が激しい。従って各工場ともその電力源としては国家電力省からの買電に主に頼ってはいるが、全国的な電力不足、さらには予想される電力コストの上昇等を考えると、小規模水力発電の長所が十分に生かされることから、国際機関を初めとして英国、カナダ、中国等がミニハイドロのリハビリテーションに関心を示すことは当然であろう。

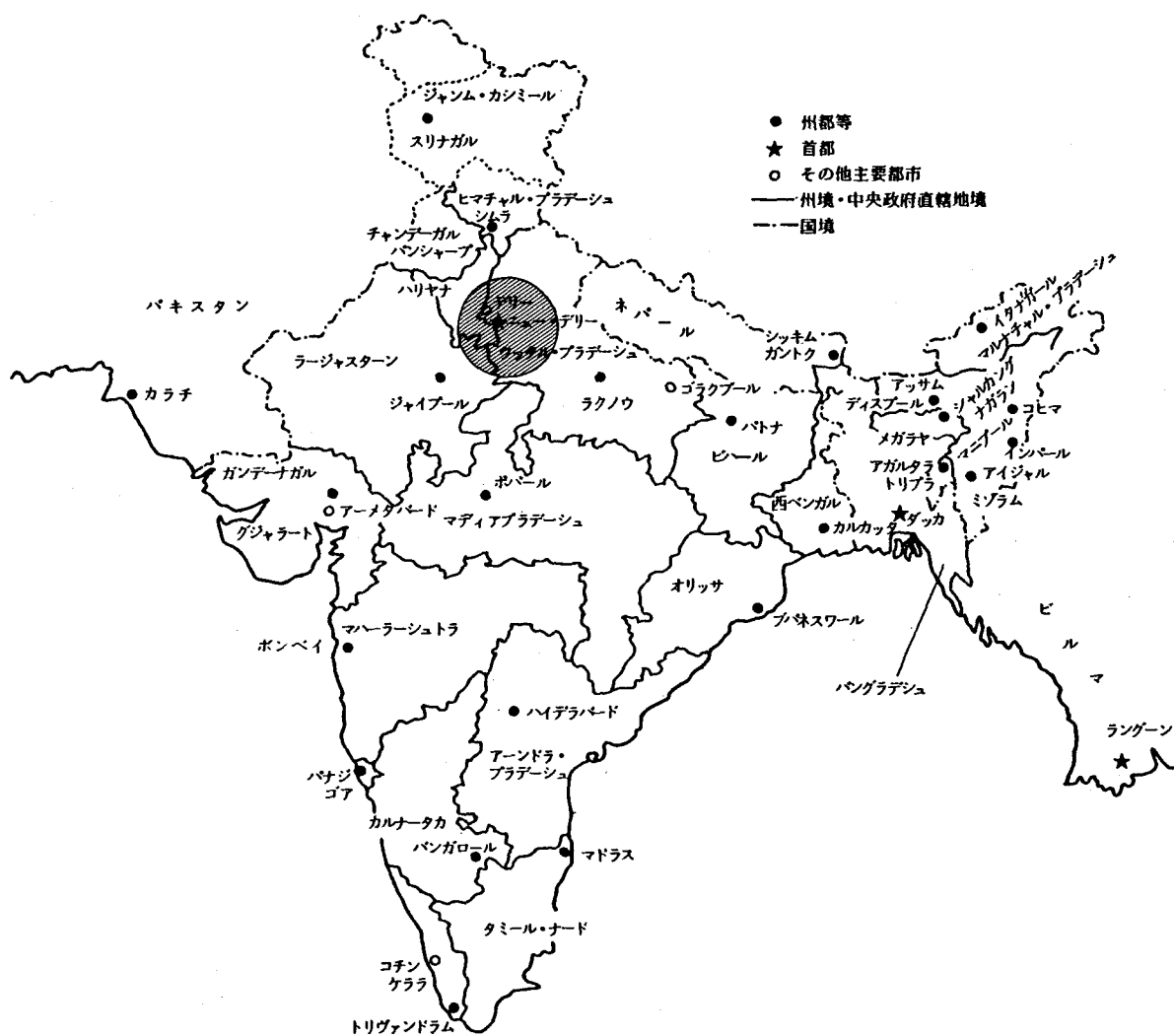
さらに、発電施設にとどまらず、収穫された緑葉の輸送方法を改善し、また農薬の散布を機械化することによって単位あたりの収穫率を高めることも同時に提案したい。これによって紅茶の生産量を増やし、ミニハイドロによって起こされた電力を効果的に利用できることになる。

プロジェクトの実施によって、各工場の生産性は格段に上昇するものと期待されるが、一方、全国的な電力不足の解消に部分的にでも役立つであろうし、その余剰電力を地域農民が享受することによって、彼等の生活水準が上昇する効果も期待できる。

対象地域としたヌワラエリヤ地区にミニハイドロを整備することから始まる本プロジェクトが実施されて行く過程で、その他の地域にも対象を広げ、その結果、スリランカ国の紅茶生産が強化されることになる。

インド共和国

計画の位置図





国立農業研究所の機器類（種子科学技術部）



組織細胞培養室（生物工学センター）



I A R I の研究施設



建設中の生物工学センター新館

1. 計画の背景および目的

インド共和国の農業は同国GDPの約4割を占め、全人口の3/4が従事する最重要産業であるが、ここ数年の気象変化による早ばつ、洪水及び病虫害等により生産性が低下している。この最大の要因は一般農家向けの栽培用種子の品質低下と高品質種子の供給不足であり、インドの種子研究関係者も、この点が今後の研究課題であることを充分認識している。インド政府は農業の生産性を安定的に維持するために、下記の項目を重点目標にあげている。

- － 新品種の開発及び品種の改良
- － 優良種子の供給体制の確立（種子の増殖および検定）
- － 種子関連技術者のトレーニング

インド共和国の種子関連機関の組織を図－1に、また、各機関・公社の活動内容を表－1に示した。

今回の調査は、インド共和国における優良種子の供給体制および関連研究設備の概要を把握し、国立中央研究機関における種子貯蔵庫の規模及び設置場所、関連研究資機材、他の援助機関（主に世銀）との関係及び日本の無償資金協力の対象になり得るか等の検討を目的として実施された。

図-1 農業研究関連機関の組織図

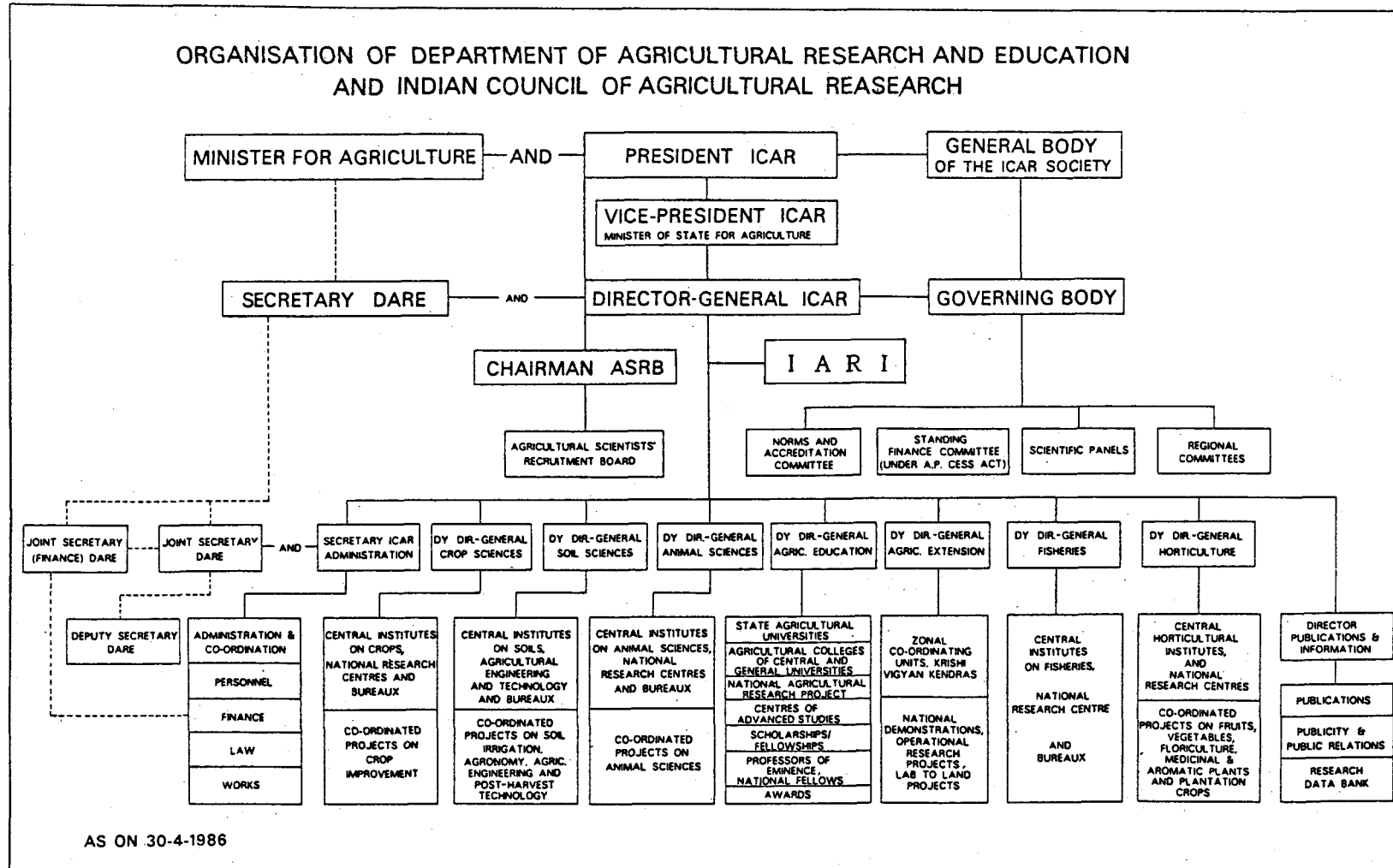


表-1 作物種子関係の各機関・公社及びそれらの活動内容

Organisational Structure for Seed Sector Development in India

S.No.	Supporting organisation	Activity
1.	Agricultural Universities, ICAR institutes and Seed companies	Plant breeding and varietal development
2.	All India Coordinated Crop Improvement Projects	Varietal Testing and identification for release
3.	Central Sub-committee on Crop Standards, notification and release of varieties and Central Seed Committee	Release and notification of varieties
4.	Seed Technology Research Centres under National Seed Programme (14 in no.)	Research on various aspects of Seed Technology
5.	Agricultural Universities and ICAR Institutes	Breeder and Foundation Seed Production
6.	NSC, SFCI, State Seed Corporations and Seed Companies	Foundation and Certified Seed Production
7.	State Certification Agencies	Field Inspection for certification
8.	Seed Testing Laboratories	Evaluation of Seed quality
9.	NSC, SFCI, State Seed Corporations and private seed companies	Certified seed production and marketing

2. 種子研究機関の概要

2-1 国家農業研究評議会（ICAR）

農業研究評議会はインドにおける農業、畜産および漁業分野の研究・教育を司どる機関であり、1929年に設立され、1965年と1973年に再編された。

ICARは次の目的を持つ。

- 農業、畜産および漁業分野の研究・教育への援助、促進、調整およびその応用
- 農業および畜産に関する研究および一般的情報の管理
- 研究および参考図書の保管
- 上記目的に関連する必要事項
- 農業および関連科学についての教育、研究および研修分野に関わる助言

本評議会は作物科学、土壌科学、畜産科学、農業教育、技術普及、漁業および園芸の7つの部門からなり、それぞれの部門の長は副会長として会長を補佐する。

評議会に働く職員数は30,000人を越え、そのうち 6,200人は科学者である。また、傘下の州立農業大学は19,000人の科学者を抱え、研究、教育、普及活動に従事している。

設立以来の評議会の主な事業は、当国の需要に見合う農業研究・教育分野の強化にあった。これらの実績により ICAR は独立した機関と認められ、世界各国にも評価されている。

IARI（国立農業研究所）は、本評議会に直属の下部組織で、3つある国立の中央農業関係研究所の1つである。

2-2 国立農業研究所（IARI）

国立農業研究所は、一般にはプサ研究所とも呼ばれ、1905年に北ビハールのプサに設立された。1934年に地震の被害を受け、その後現在のニューデリーに移され、1936年から当地で研究活動を開始した。

500 ヘクタールを越す敷地面積に各研究所が建てられ、296ヘクタールの実験圃場を持ち、そのうち 160ヘクタールにかんがい施設が備わっている。

組織上は農業省・農業研究教育部・農業研究評議会（ICAR）の管轄のもとにある。

研究所の役割は、

1. 農業科学の各分野における基礎および応用研究
2. 大学院生の教育、および国内外研修コースの企画
3. 各州立機関職員への普及および実施指導（技術移転）

当研究所には、18の研究・教育部門と4つの複合科学研究室（センター）があり、また11の地域研究所がある。

I A R I がこれまでに育種した作物は次の通りである。

— 小麦、豆類、米、飼料穀物、メイズ、マスタード、オクラ、えんどう豆、他

1) 種子科学技術部（S S T）

種子科学技術部は、国立農業研究所（I A R I）のなかに種子技術部として1968年に設立され、1984年に現在の部名に改称された。設立の目的は次のとおりである。

1. 種子技術の各分野における研究を強化するための研究センターを設置する。
2. 大学院生を教育するための施設を拡充、強化する。
3. インド国内および東南アジア諸国における種子技術の各分野に関する高度研修センターを建設する。

S S Tの主な活動としては、前述の設立目的に沿って、研究、教育・研修、普及・指導および情報提供があげられるが、これによって農業生産力の向上発展に役立つ高品質種子の生産、種子貯蔵時の品質維持、種子の検定等の技術的基礎を確立するとともに、優良種子の円滑な供給に貢献することである。

本部門はK A R N A Lにある地域研究所とともに、I A R Iが扱う各種作物の育種家種子の増殖、および種子の品質の改良とアセスメントに関する研究計画を担当する。

研究は全国種子研究計画（S T R）および種子伝染病害研究の二大全国調整研究計画と協力して多くの実験を進めている。

現在は、本部門は次の5つの研究分野を担当している。

- 種子生産
- 種子生理学
- 種子病理学
- 種子昆虫学
- 種子検定

さらにKARNALにある地域研究所は、IARIが扱う育種家種子の需要に応えるために、下記の目的をもって1971年に本部門の管理下に移された。

1. 各作物の育種家種子およびIARIが育種した新品種種子の増殖および配布
2. IARIが開発した登録ずみの優良作物種子の増殖
3. 種子生産に係わる各種研究

KARNALの地域研究所は上記目的を達成するために 246エーカーの敷地面積を持つ。

また、本部門には19人の科学者が所属しているおり、最近の研究成果としては、次の4つが主なものである。

1. 育種家種子の生産技術の開発
2. 無病種子の生産、および種子の貯蔵に関する最適場所の設定
3. 種子生産と病虫害防除に関する簡便かつ効率的な技術の開発
4. 種子の品質評価の効率化、および雑種綿発見のための電気泳動法、走査電子顕微鏡活用法の開発

表-2 SSTが所有する研究機器類

1. Seed production equipment eg. tractor, seed drill, harvesting, threshing and seed processing, equipment (e.g. cleaning, grading, treating, bagging, tagging, sealing, etc).
2. Equipment for measurement of seed quality.
3. Spectrophotometer, centrifuge, B.O.D. incubators, slab-gel electrophoresis, microscopes, incubation room etc. are available.

2) 生物工学センター

バイオテクノロジーセンターは I A R I の内部研究機関として設置された3つのセンターの1つで、1985年に設立された。その目的は、

1. インドの農業における多くの困難な問題を解決する鍵を握るものとして、分子過程に関する基礎知識を集積する。
2. 米、マスタード、えんどう豆に代表される作物の遺伝的改良技術として、近代的な手法および技術を開発する。
3. 分子生物学、遺伝子工学および生物工学に関する研修を行い、人材を育成する。

センターの研究分野は以下の通り。

1. 植物ゲノムの構成と機能
2. イネの試験管内での細胞遺伝的操作
3. 微生物と植物の相互作用（共生）に係わる分子レベルの研究
4. 作物の細胞組織繁殖
5. I C A R 計画に沿った学位およびフェローシップの創設

2-3 国立アルガル保存研究施設

ニューデリーでアルガル（藍藻植物）の学術的研究を始めたのは1956年になってからで、アルガルが燃料・飼料および肥料用として、多数の研究所で組織的に研究されるようになったのは1976年からである。この施設が I A R I に設置されたのは、第7次5ヶ年計画が始まった1985年になってからである。

保存研究施設設置の主な目的は、

1. アルガル培養コレクションのための国立センターとしての役割を果たす。
2. アルガルについての基礎、応用研究、特に窒素固定システムの発生と分布、およびそれらの分離と維持保存、生態学、生理学と生化学および経済的活用に関する研究を行う。
3. この分野における修士および博士課程の教育および高度関連技術の研修を実施する。

4. 農民、研究生およびその他の関心のある人々に助言し、情報を提供する。
5. 出版事業。
6. 研究会、会議、研修会を催す。
7. 国立研究開発センターとして機能する。
8. この分野における施策、支援、研究計画等について助言を与える。

研究施設の研究分野は大きく別けて、コレクションの培養、窒素固定、一般生理・生態学、応用アルガル学となっている。

また、主な研究プログラムをあげると、

1. 一般利用のためのアルガルコレクションの培養、分離および維持保存
2. 窒素固定の制御と生理学
3. 生態的ストレスに関連したアルガルの窒素固定能力
4. アルガルの経済的利用法

研究所がこれまでに挙げた成果としては、

- － 稲作土壌への窒素固定アルガルの散布
- － 窒素固定能力の系統変異
- － 細胞抽出物質の生産
- － 系統間競争
- － 土壌の特長とアルガル接種性
- － 野外条件における窒素固定
- － 殺虫剤耐性
- － 塩害への反応

2-4 中央種子検定センター (CSTL)

中央種子検定センターは1955年にIARIの以前の植物部に設立されたが、実際に機能し始めたのは1961年になってからである。同センターの建物は前述のSSTと同じでIARIキャンパス内に構えられている。

センターの目的は、

- ー 全国の種子検定所間の検定結果の均一化を促進するために設けられた州立検定所と協力して、検定計画を策定する。
- ー 市中に出回る種子の品質についてのデータを継続して集め、中央種子委員会で有効に活用する。
- ー 中央政府が諮問する下記の事業を行う。
 - ・新種の発芽試験の調査
 - ・報告様式、登録および作業カードの標準化
 - ・全国モニターによる種子検定所との適切な協力体制、およびリーダーシップ

この目的に沿って、次の事業を行う。

- ・ 種子の品質試験についての基礎および応用研究
- ・ 種子法による種子サンプルの分析
- ・ I C A R 研究所に対する種子検定事業
- ・ 種子の品種純粋性および生育テスト
- ・ 輸出用国際種子分析証明書の発行
- ・ 州立種子検定所に対する研修の企画
- ・ 全国ベースでの定期的な審査検定
- ・ 州立検定所の指導
- ・ 年次別全国種子分析データの収集整理
- ・ 国際検定審査、調査研究および種子検定国際法の変更等の諸計画に関わる国際種子検定協会との協力
- ・ I A R I 博士課程院生に対する教育

2-5 国立植物遺伝資源局 (N B P G R)

国家農業研究評議会 (I C A R) の管理下に、国立植物遺伝資源局は1976年に設立され、インドの農業および園芸作物に関する植物遺伝資源を保存管理している。

資源局の機能は5つの部門によって分担され、遺伝資源の交換、植物検疫、植物検索と収集、生殖質の評価および保存を行っている。

資源局の機能は5つの部門によって分担され、遺伝資源の交換、植物検疫、植物検索と収集、生殖質の評価および保存を行っている。

その目的は、在来種および新種の生殖質を集め、それを作物改良事業に従事する科学者に提供することにある。

局の組織は植物検索収集部、植物検疫部、生殖質評価部、生殖質保存部および生殖質交換部から成る。特に植物検疫部と生殖質交換部との連携は、新しい丈夫な植物を全国に導入する役目を果たす。

また、植物検索収集部には全国で9ヵ所のベースセンターがあり、生殖質評価部には地方試験場と実験圃場が付属している。

表-3 種子の価格

Procurement/Support price of grain and sale price of certified seed of the NSC in 1986-87 (Prices are in Rs/Q).

Commodity	Support price	Certified seed price
Paddy, common variety	146.00	375.00
Sorghum	132.00	950.00-1460.00*
Pearl millet	132.00	940.00-1012.00*
Wheat	162.00	395.00
Barley	132.00	—
Bengal gram	260.00	700.00
Red gram	320.00	1050.00
Green gram	320.00	1000.00
Black gram	320.00	1100.00
Soybean Black	255.00	
Soybean Yellow	290.00	830.00
Sunflower	350.00	3200.00
Safflower	400.00	700.00
Rape & Mustard	400.00	950.00
Cotton hybrid		8500-15000.00*

* Price is for hybrid varieties which differs from one hybrid to another.

表-4 作物の生産量

Food grain production in the last three decades.

	1950-51	1960-61	1970-71	1980-81	1985-86
	million tons				
1. Rice	20.6	34.6	42.2	53.6	64.1
2. Wheat	6.5	11.0	23.2	36.3	46.9
3. Maize & millets	15.3	23.7	30.6	29.1	26.5
4. Total pulses	8.4	12.7	11.8	10.8	13.0
Total oilseeds	5.2	7.0	9.6	9.4	11.2
Total food grains	50.8	82.0	108.4	129.6	150.5

表-5 種子の配布量

Total quantity of quality seed distributed in India

Year	Quantity in million quintals
1953-54	0.183
1978-79	0.903
1979-80	1.400
1980-81	2.501
1981-82	2.980
1982-83	4.206
1983-84	4.500
1984-85	4.846
1985-86 (Provisional)	5.501
1986-87 (Anticipated)	5.583

表-6 種子の検定量

Quantity of seed certified by different seed certification agencies

Year	Quantity in million quintals
1979-80	1.534
1980-81	1.895
1981-82	1.717
1982-83	2.497
1983-84	2.723
1984-85	3.483
1985-86 (Provisional)	4.864

表-7 種子検定試料数

Samples tested in the seed testing laboratories.

Year	Number of samples tested
1967-68	65,000
1981-82	2,39,793
1982-83	2,86,968
1983-84	3,48,088
1984-85	3,81,776
1985-86	4,16,946

表-8 種子生産量

Production of breeder and foundation seeds

Year	Breeder (Q)	Foundation (Q)
1981-82	3914	—
1985-86	23,642	3,35,973
1986-87	24,838	5,43,590

表-9 種子生産の将来予測

Area and production of breeder, foundation and certified seed as in 2,000 A.D.

Crop	Breeder		Foundation		Certified		Total	
	Area	Production	Area	Production	Area	Production	Area	Production
Paddy	2.3	10.5	346.3	1,579.1	52,631.6	240,000.0	52,080.2	241,589.7
Wheat	0.8	2.9	37.7	137.2	92,246.7	335,778.0	92,285.2	335,918.1
Barley	3.0	5.9	77.4	152.5	54,361.1	107,091.4	54,441.5	107,249.8
Maize hybrid	0.5	1.6	112.3	362.7	27,863.8	90,000.1	27,976.6	90,364.4
Maize variety	0.7	1.1	86.9	130.3	10,000.3	15,000.0	10,087.6	15,131.4
Jowar hybrid	2.5	3.6	443.0	633.5	79,300.7	113,400.0	79,746.2	114,037.1
Jowar variety	2.8	2.1	267.6	200.7	25,155.6	18,886.7	25,426.0	19,069.5
Bajra hybrid	0.2	0.3	83.1	126.3	31,578.9	47,999.9	31,662.2	48,126.5
Bajra variety	0.4	0.3	65.3	45.7	11,428.6	8,000.2	11,494.3	8,046.2
Ragi	0.08	0.02	3.5	7.3	1,488.1	3,125.0	1,491.608	3,132.32
Gram and Peas	10.7	16.1	256.5	381.7	153,935.2	230,902.8	154,202.4	231,303.6
Pigeon pea	0.4	0.6	53.3	79.9	8,000.0	12,000.0	8,053.7	12,080.5
Other pulses	2.7	4.1	333.3	499.9	41,666.7	62,500.1	42,002.7	63,004.1
Groundnut	8.4	12.6	1,529.3	2,293.9	258,461.5	387,692.3	259,999.2	389,998.8
Brassicas	0.2	0.2	33.3	33.3	6,666.7	6,666.7	6,700.2	6,700.2
Sesamum	0.2	0.1	41.7	25.0	8,333.3	5,000.0	8,375.2	5,025.1
Linseed	0.2	0.1	8.5	4.3	15,357.1	7,678.5	15,365.8	7,682.9
Other oil crops	7.7	5.6	562.9	410.9	41,095.9	30,000.0	41,666.5	30,416.5
Cotton	2.6	2.4	118.1	108.7	255,434.8	235,000.0	255,555.5	235,111.1
Jute	0.6	0.4	69.4	41.6	8,333.3	5,000.0	8,403.3	5,042.0
Fodder	73.3	44.0	5,500.0	3,300.0	412,500.0	247,500.0	418,073.3	250,844.0
Total	120.208	114.62	10,029.4	10,557.5	1,595,839.6	2,209,201.8	1,605,989.208	2,219,873.8

Source : Report of the National Commission on Agriculture. Vol. 10 Inputs (Seeds), 1976

3. 関連プロジェクト

第3次全国種子計画

本計画は世界銀行の融資で実施されるもので、その目的は農民の生活向上を図り、種子産業を開発し、良質の種子を増産し、かつ新品種の種子を安定的に供給することにある。

種子産業の発展と近代化を進めるためには、公共部門を強化し、かつ民間投資を促進することが必要である。さらに本計画は適切な研究機関を確立して長期的な種子産業の発展を目指す。

計画の内容は、公共種子公社および民間種子会社における種子の処理施設および貯蔵施設を拡張し、また I C A R と協力しつつ、種子の改良計画を強化することである。つまり、各州の農業大学で生産する育種家種子、原々種の開発、品質維持と種子産業関連法の整備、種子公社を含めた研究開発に関わる技術援助、指導者の技術水準を高めるための研修等に代表される。

計画は主な機関の改善を目指し、特に公共種子公社の経営を改善し、長期的安定化を計る。

この結果、種子公社が高品質の改良種子を供給することによって、増産できる作物生産量を年間45百万 U S \$ と見積っている。

この計画の実施にあたっては、インド政府、各州政府、および対象となる種子公社の協力体制を確立することを必須としている。

4. 計画の概要

現在インドでは一般流通用種子の品質が悪化し、生産性に悪影響を及ぼしている。
本計画の目的は種子検定技術の確立及び優良品種の開発を基礎にした下記の項目とする。

- － 育種家種子および新育成品種種子の保存
- － ハイブリッド種子の遺伝的均質性の研究
- － 高品質種子の検定技術および品質維持技術の開発
- － 防疫および無病虫害種子生産技術の研究
- － 農薬の効果試験
- － 種子生産に関わる技術者に対するトレーニング

上記目的を前提にインド側関係者と協議の結果、本計画に必要と思われる施設、資機材として、種子貯蔵庫を中心とした研究資機材／環境制御施設、農業機械／種子精選施設、トレーニング関連資機材等が供与の対象として提案された。

計画内容は以下のとおりである。

(1) 担当省庁

DEPARTMENT OF AGRICULTURE RESEARCH AND EDUCATION, MINISTRY OF AGRICULTURE

(2) 計画対象地

ニューデリー郊外に位置する I A R I 内、及びニューデリーより約 150km離れた Karnal採種圃場内に種子貯蔵庫等の施設・機器に関する整備事業を行う。

(3) 種子貯蔵庫

種子貯蔵庫は、断熱パネルを使用して既設の建物内に設置する予定である。
I A R I に約 1 t、K A R N A L で約 20 t の種子の貯蔵を計画している。

a. I A R I

主に研究用種子を貯蔵するために用いるので小規模の施設を計画する。また、種子保存実験用に液体窒素を利用する設備も考慮する。(図-2参照)

－ 容量及び設定温度

No. 1	6.0 B × 3.5 W × 3.5 H (m)、	- 5 ~ 5℃、35 ~ 40%RH
No. 2	6.0 B × 3.5 W × 3.5 H (m)、	5 ~ 15℃、35 ~ 40%RH
No. 3	6.0 B × 3.5 W × 3.5 H (m)、	15 ~ 25℃、35 ~ 40%RH
準備室	3.0 B × 10.5W × 3.5 H (m)、	25℃

b. Karnal

採種圃場で採取された育種家種子および原々種々子の保存を目的とし、麻袋詰めで貯蔵する計画。(図-3参照)

－ 容量及び設定温度

No. 1	5.0 B × 5.2 W × 3.5 H (m)、	5 ~ 5℃、35 ~ 40%RH
No. 2	5.0 B × 5.2 W × 3.5 H (m)、	5 ~ 15℃、35 ~ 40%RH
No. 3	4.3 B × 5.2 W × 3.5 H (m)、	5 ~ 15℃、35 ~ 40%RH
No. 4	4.3 B × 2.0 W × 3.5 H (m)、	5 ~ 15℃、35 ~ 40%RH
乾燥室	4.3 B × 3.2 W × 3.5 H (m)、	25℃
準備室	3.0 B × 10.4W × 3.5 H (m)、	25℃

(4) 研究資機材／環境制御施設

I A R I 及びKarnalにて、種子検定技術開発および高品質種子生産技術の開発等に必要と思われる資機材

- － ファイトトロン
- － グロスカビネット
- － 発芽試験機
- － ガスクロマトグラフ
- － 液体クロマトグラフ
- － 電気泳動装置
- － X線種子検定装置
- － 超低温槽 (液体窒素用タンク共)
- － 極低温フリーザー
- － 天 秤
- － 他

(5) 農業機械／種子精選施設

Karnal採種圃場に農業機械及び種子精選施設の整備を行う。

- シードドリラー
- 肥料散布機
- 除草機
- 種子精選関連施設（図－4 参照）
- パッキング用資機材
- 乾燥機
- 除湿機
- 水分測定器

(6) トレーニング関連資機材

I A R I にて種子関連技術者の研修を実施するためのトレーニング関連資機材の整備を行う。

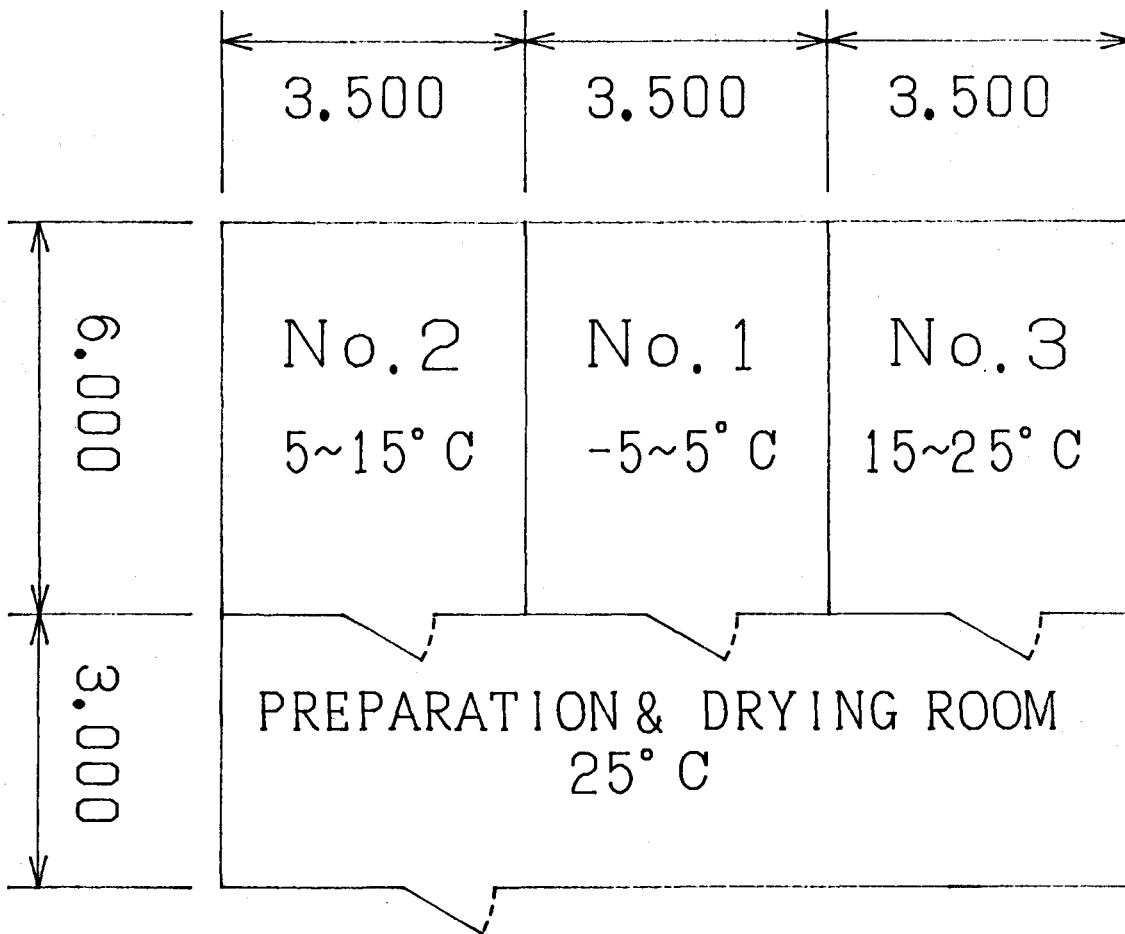
- 複写機
- タイプライター
- ビデオカメラ
- テレビモニター付き顕微鏡
- プロジェクター
- 他

(7) 概算事業費

- 種子貯蔵庫	¥ 490,000,000-
a. I A R I	¥ 220,000,000-
b. K A R N A L	¥ 270,000,000-
- 研究資機材／環境制御施設	¥ 380,000,000-
- 農業機械／種子精選施設	¥ 20,000,000-
- トレーニング関連資機材	¥ 30,000,000-
計	¥ 920,000,000-

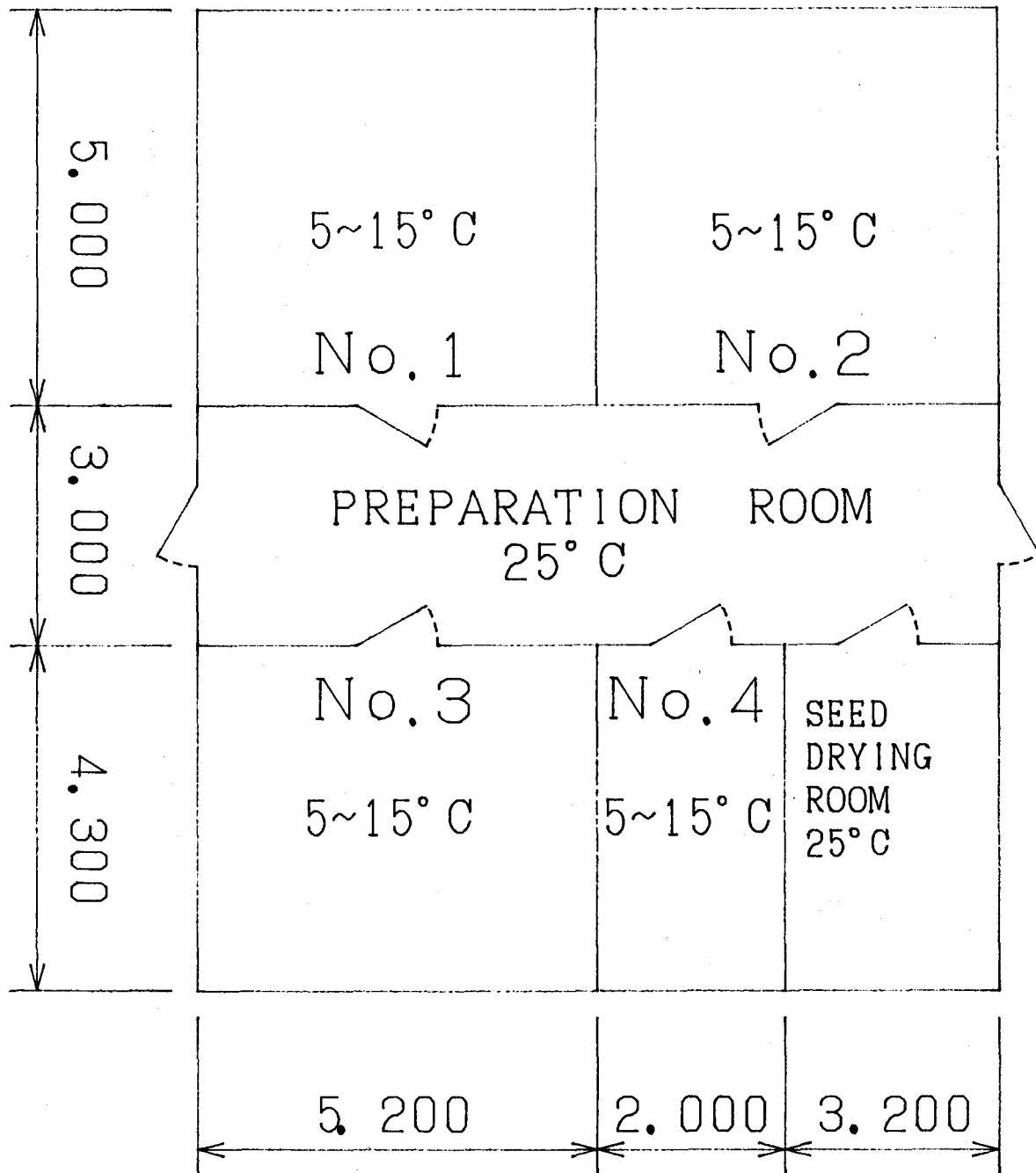
PLANE OF SEED STORAGE

IARI



PLANE OF SEED STORAGE

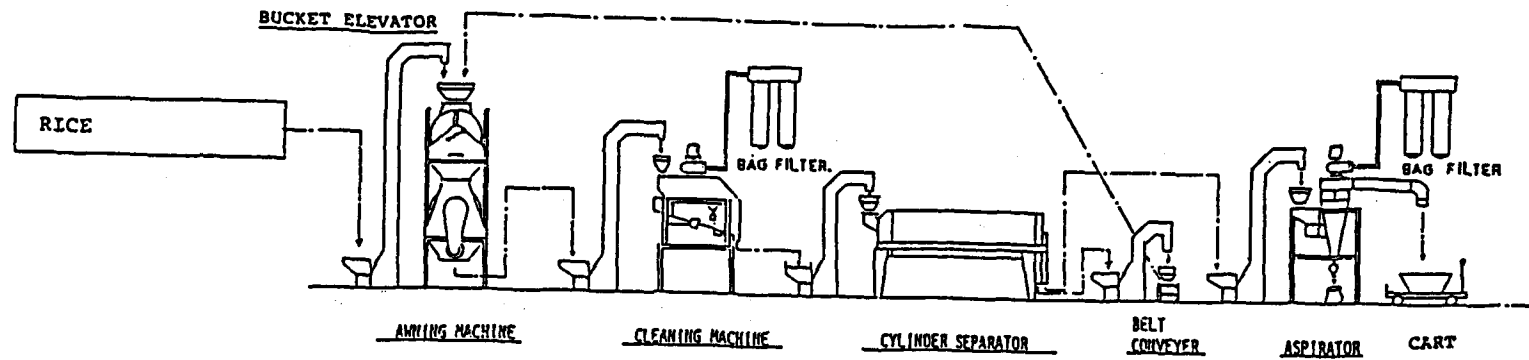
Karnal



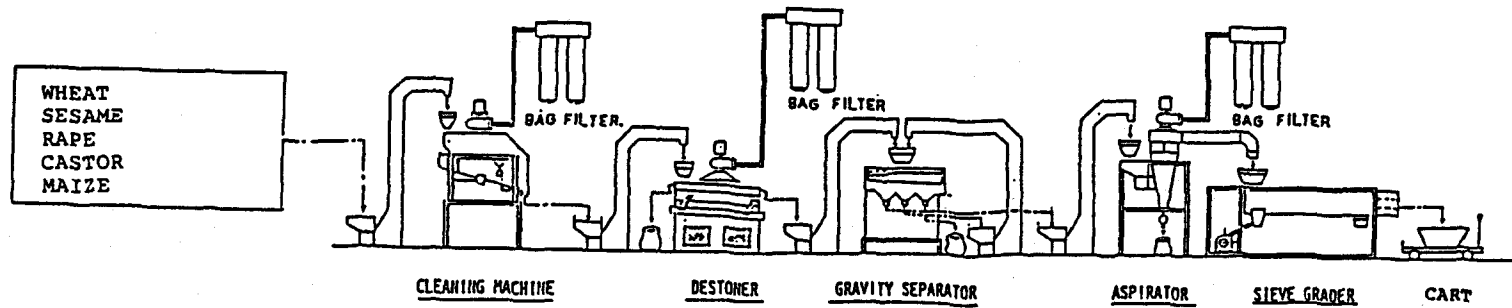
☒ - 4 (1)

CLEANING LINE FLOW CHART

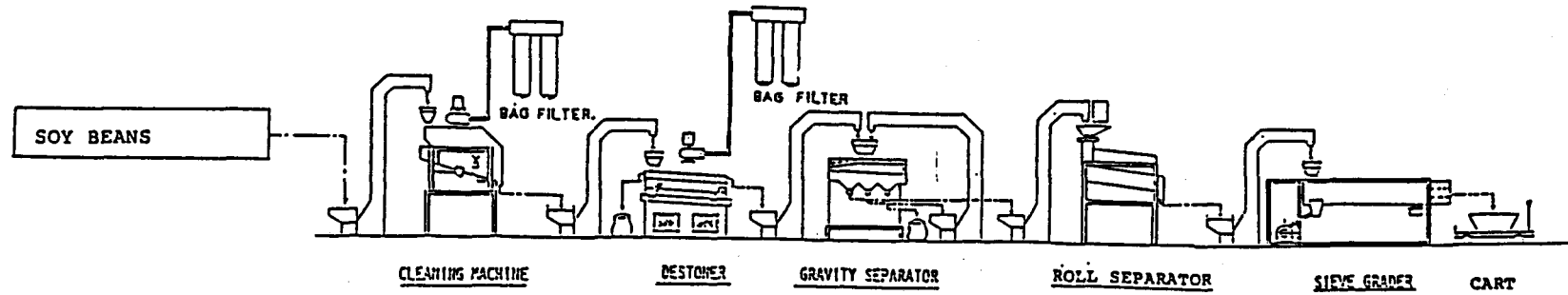
(a) Cleaning line for rice seeds only



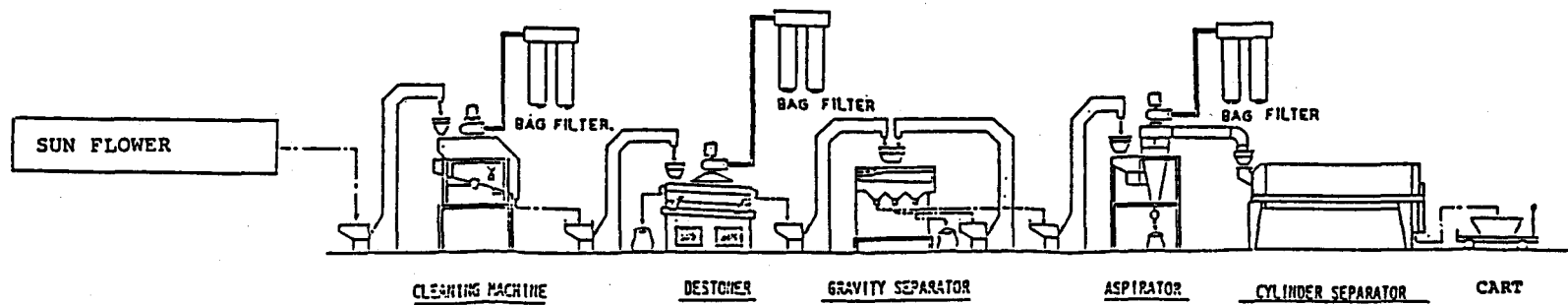
(b) Cleaning line for wheat seeds and oil seeds



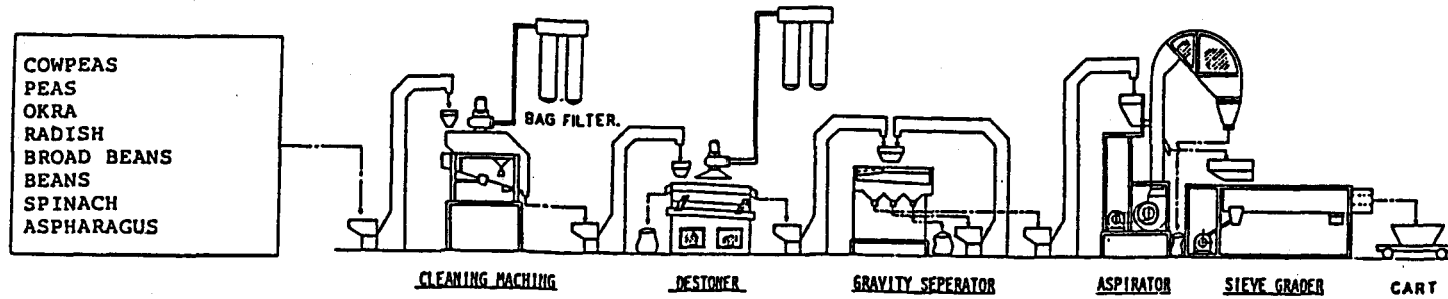
(c) Cleaning line for soy-beans seeds only



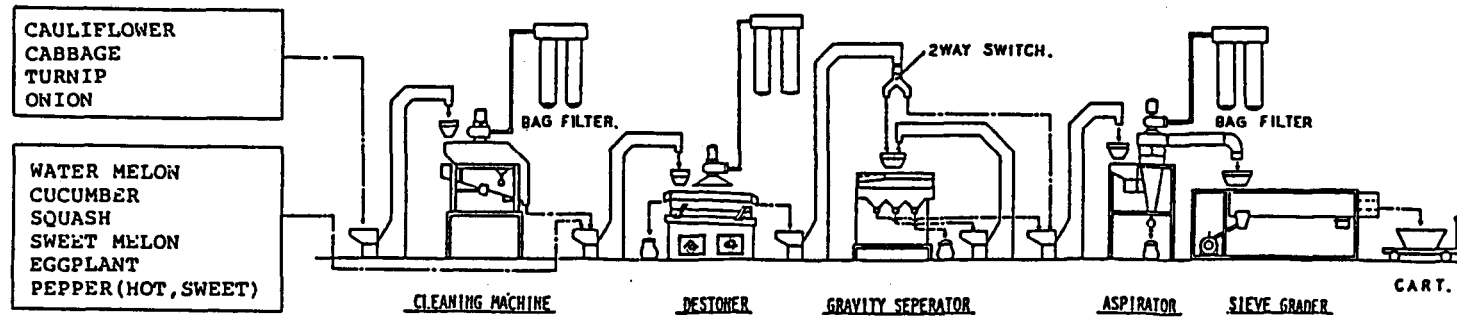
(d) Cleaning line for sunflower seeds only



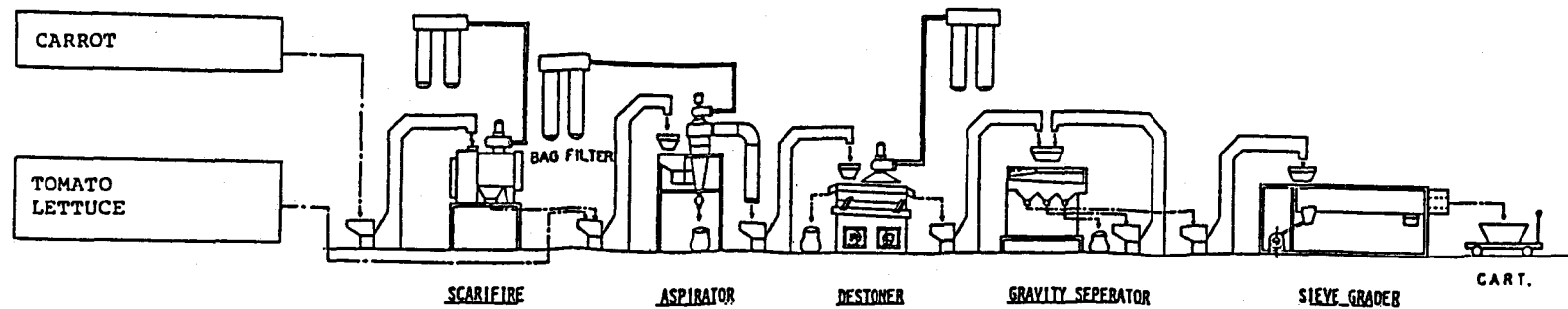
(e) Cleaning line for large size vegetable seeds



(f) Cleaning line for small size or wet vegetable seeds



(g) Cleaning line for small size vegetable seeds



5. 総合所見

農業生産を収穫前と収穫後に大別し、前者の①肥沃な土壌、②水供給、③種（優良品種）、④栽培技術の全てが満たされてはじめて収量は向上するが、開発途上国では収穫後、消費者に届くまでには様々な問題がある。

②の水供給は、農業基盤整備事業で解決でき、アジアの有望耕作可能地域はほぼ整備が済み、現在では水路等のリハビリを必要とする所もでてきている。

③の種（優良品種）は国家的事業での遺伝資源の収集、品種改良・普及、また、近年バイオテクノロジー等による改良種の育成等だいたい進歩はしているが、品種改良に必要な遺伝資源を貯蔵する施設（ジーンバンク）を保有している国は少ない。

①の肥沃な土壌、④の栽培技術の向上に関しては先進国での専門家派遣による技術移転等が行われているが、生産者である農民まで技術が伝わっているか疑問である。

ポストハーベストに関しては、収穫した農産物を圃場より消費者に届くまでロスを少なくし、付加価値を高めるために解決せねばならぬ問題点が数多くある。

作物における生産性の向上や、緑の環境保全など多くの場面で、植物遺伝資源は主として育種操作を通じて役立てられている。これら生物遺伝資源は、一度消失すると二度と再生できない特性を持つことから、人類が将来のために失ってはならないかけがえないもの、との認識が高まっている。

地球的規模での環境悪化や土地開発などに伴って自然生態系が崩れ、地域生物種や系統の滅失も懸念されるに至っており、国際植物遺伝資源理事会（IBPGR）は、その収集と保存は緊急の課題であるとしている。

開発途上国での性急な開発や急速な環境破壊が、豊富な遺伝資源を危機的状況に追い込んでいる例が多いことから、国際的な協力が叫ばれている。IBPGRは緊急に遺伝資源の確保に努めるべき地域や作物の優先度を定める等活発な活動を続けている。日本もこれに対し資金の拠出、専門家派遣、国際的な研修の実施等多くの場面で協力している。

開発途上国及び中進国においても最近、遺伝資源の重要性を鑑み、遺伝資源保存用の種子貯蔵庫の建設を考える国が多くなり、遺伝資源収集の先進国であるアメリカ、ソヴィエト等の視察を行っているが気候、立地条件の違いによりあまり参考にならず、その結果建設後に問題が起きている。

インド共和国の植物遺伝資源には、世界的にも貴重なものが多い。政府は早くからこうした遺伝資源の保存に重きを置き、関連施設の充実を計画的に行ってきた。国際機関からの援助も随所に見られる。

今回の調査は、こうした種子研究機関の中枢にあたる国立農業研究機関の実態をつぶさに見ることができたが、その研究施設、研究機器に限って言えば、決して充実しているとは言えない。当国の資源の貴重さを考えると、早急に手段を講じることが今後の種子の開発を進めるにあたって、重要なことと思われる。

当プロジェクトを種子の貯蔵に関する第一歩と捉え、関連研究機関の中枢をまず充実させ、その後、州単位の農業大学等の研究施設を強化していくことによって、その目的が達せられるものと思う。

農業開発に関する無償案件として、機器の供与だけでは十分と言えないが、必要に応じて専門家を派遣して技術交流が制度化されれば、なお一層の効果が上がるものと期待される。

付 属 資 料

1. 調査団員の経歴書

熊 谷 甲子夫 (インドのみ) 大正13年8月6日生

(職 歴)

昭和25年3月	長野県立農林専門学校 農科卒業(育種栽培)
昭和25年5月 ～58年11月	農水省 農業技術研究所 生理遺伝部 種子貯蔵管理室長
昭和58年11月 ～59年4月	農水省農業生物資源研究所 遺伝資源部生殖質保存管理室長
昭和59年4月	(株)農林水産技術情報協会

(業務歴)

昭和50年～ 59年	米国、ソ連、中国、イタリア、比国遺伝資源の管理に関する国際会議
昭和61年3月 ～1.5ヶ月	スリランカ国 植物遺伝資源保存研究施設整備計画事前調査
昭和62年3月 ～63年4月	チリ国 植物遺伝資源保存研究施設整備計画事前調査
昭和62年8月	北京そ菜研究センター整備計画
昭和63年9月	パラグアイ農業開発計画事前調査

幕 田 一 郎 (スリランカ・インド) 昭和23年4月27日

(職 歴)

昭和42年3月	県立福島農蚕高等学校 農業土木科卒業
昭和42年9月 ～46年8月	伊藤建設(株) 設計部
昭和49年4月 ～52年7月	三菱商事(株)
昭和54年8月 ～現在	(株)パシフィックコンサルタンツインターナショナル 農水事業部

(業務歴)

昭和54年9月 ～6ヶ月	北イエメン 地方水道計画
昭和57年8月 ～7ヶ月	シエラレオーネ ロンベ沼沢地農業開発計画調査
昭和59年12月 ～8ヶ月	インドネシア アチェかんがい計画
昭和62年11月 ～12ヶ月	北京そ菜研究センター整備計画

石 井 公 一（スリランカ・インド） 昭和23年12月29日生

（職 歴）

昭和47年3月 上智大学外国語学部ポルトガル語学科卒業
昭和47年4月 日本冶金工業 海外事業部勤務
昭和51年9月 ㈱パシフィックコンサルタンツインターナショナル 農水事業部
～ 現 在

（業務歴）

昭和50年4月 ブラジル 特殊鋼製造プラント建設計画
～6ヶ月
昭和52年10月 パキスタン カシム港航行施設および航路しゅんせつ計画（工事監理）
～36ヶ月
昭和56年2月 フィジー、西サモア、パプアニューギニア 港湾建設計画
～1ヶ月
昭和58年10月 オマーン 北部バチナコースト地区水文観測計画
～12ヶ月
昭和62年2月 ブラジル・パラグアイ 農業機械等現地調達実態調査
～5ヶ月
昭和62年7月 インドネシア アチェ川洪水対策計画（D/D）
～6ヶ月
昭和63年1月 インドネシア ワイウンプ・プングブアンかんがい復旧計画（D/D）
～6ヶ月
昭和64年1月 コートジボアール 造林資金協力実態調査
～1ヶ月

仲 孝 二（インドのみ） 昭和17年6月生

（職 歴）

昭和36年3月 福島県立郡山工業高校 機械科 卒業
昭和36年4月 日立プラント建設 冷装部
～58年4月
昭和58年5月 日立プラント建設 海外部
～ 現 在

（業務歴）

昭和63年 北京そ菜研究センター整備計画

名 川 詔一郎（スリランカのみ） 昭和18年12月8日生

（職 歴）

昭和37年3月 都立港工業高校 卒業
昭和37年3月 日立プラント建設 電海部主任技師
～ 現 在

（業務歴）

昭和51年12月 ラオス・ナムグム水力発電所
～8ヶ月
昭和59年2月 ナイジェリア ジェバ発電所
～9ヶ月
昭和62年8月 フィリピン ウブリース小水力利用計画
～12ヶ月

林 正 基（スリランカのみ） 昭和32年11月12日生

（職 歴）

昭和55年3月 熊本大学工学部資源開発工学科 卒業
昭和55年3月 日立プラント建設 勤務
～ 現 在

（業務歴）

昭和61年3月 スリランカ・カラツワワ浄水場水力発電
～1ヶ月
昭和62年8月 フィリピン ウブリース小水力利用計画
～12ヶ月

2. 調 査 日 程

ITINERARY OF MISSION

Jun. 1, 1989 (Thu)

- Leave Tokyo to Colombo by UL455

2, (Fri) - Courtesy visit to Embassy of Japan

- Courtesy visit to Sri Lanka State Plantations Corporation (SLSPC) to see General Manager and arrange the mission schedule

3, (Sat) - Leave for Nuwaraeliya to meet with SLSPC engineer and conduct site survey at Glassaugh

4, (Sun) - Site survey at Somerset State Plantation, Logie State Plantation and Talawakelle State Station

5, (Mon) - Site reconnaissance survey at Logie Plantation area

- Meeting with the engineers of Intermediate Technology Group

6, (Tue) - Meeting with the director and the engineer in charge of SLSPC Nuwaraeliya regional office

7, (Wed) - Visit to various tea factories around Nuwaraeliya

- Return to Colombo

8, (Thu) - Discussion with the engineer of local power plant manufacturing company

- 9, (Fri) - Wrap-up meeting with Acting Director of SLSPC
- Courtesy visit to JICA Colombo office
- Report to and discuss with the 1st secretary of Embassy of Japan
- 10, (Sat) - Leave Colombo for India by IC585/185
- 11, (Sun) - Arrangement of schedule in India and data collection
- 12, (Mon) - Courtesy visit to Deputy Secretary of Department of Economic Affairs, Ministry of Finance
- Preliminary meeting with Dr. P.K. Agrawal, Head, Division of Seed Science and Technology(SST), Indian Agricultural Research Institute (IARI)
- 13, (Tue) - Visit to the laboratories of SST
- Courtesy visit to Embassy of Japan
- 14, (Wed) - Visit to the Biotechnology Centre and National Facility for Blue-green Algal Collections
- Visit to the Ministry of Agriculture to see Director of Department of Agriculture and Cooperation
- 15, (Thu) - Meeting with Director General and Deputy Directors concerned of Indian Council of Agricultural Research (ICAR)
- Visit to National Bureau of Plant Genetic Resource
- Meeting in SST

- 16, (Fri) - Discussion with Deputy Director of ICAR
- Meeting with Director and Joint Directors of IARI
 - Wrap-up meeting in SST
 - Visit to National Seed Testing Laboratory
 - Get-together meeting with all staff concerned
- 17 (Sat) - Leave for Bangkok by AI330
- 18 (Sun) - Leave for Tokyo by TG750

3. 面談者リスト

LIST OF PERSONS CONTACTED

SRI LANKA

Embassy of Japan

Mr. SHIN MURAKAMI, first Secretary

Sri Lanka State Plantations Corporation (SLSPC)

Mr. H.P.S. DASSANAYAKE, Director/General Manager

Mr. A.M.I. KELASEKERA, Acting Director Engineer

Mr. LALITH PARANVITANA, Director, Nuwara Eliya

Mr. V. SANTHIRANAYAGAM, Regional engineer, Nuwara Eliya

Brown & Co., Ltd.

Mr. CLIVE DE SILVA, Director Engineering

Mr. M.A. LAHIRU PERERA, Engineer, Hydropower & Water
Supply, Business Development Division

Mitsui & Co., Ltd., in Colombo

Mr. KOJI ITO, Liaison Representative

Mr. H. FUJITA, Deputy General Manager

Mr. SRIYANTAH T. GOONETILLEKE

INDIA

Embassy of Japan

Mr. MASAMICHI SAIGO, First Secretary

Mr. TATSUYA TERANISH, First secretary

Indian Agricultural Research Institute (IARI)

Dr. PRAMOD K. AGRAWAL, Head & Project Coordinator (NSP),
Division of Seed Science and Technology

Dr. A.M. MICHAEL, Director General

Dr. G.S. VENKATARAMAN, Head of Biotechnology Centre

Dr. M.M. VERMA, Head, Central Seed Testing Laboratory

Indian Council of Agricultural Research (ICAR)

Dr. N.S. RANOHOWA, Director General

Dr. G.C. SRIRASTARA, Joint Secretary, Department of
Agriculture, Research and Education

Dr. R.S. PARODA, Deputy Director General

Dr. MANGILE RAN, Assistant Director General

Mr. M.G. MENON, Under Secretary, Department of Agri. Res.
and Education

Dr. P.B. MATHUR

Dr. I.P. ABROL

Dr. A.M. ACHARYA

Ministry of Finance

Mr. S. JOSHI, Under Secretary, Department of Economic
Affairs (EAD)

Ministry of Agriculture

Mr. S.S. AHLUWALIA, Director (International Co-operation)

C. Itoh & Co., Ltd.

Mr. SHIGERU SUZUKI, General Manager in India

Mr. I. HIRANO, Deputy General Manager

Mr. S. ARAKAWA, Sr. Asstt. General Manager

Mr. RAJINDER MALHOTRA, Assistant manager

Mr. PRASHANT GURHA

4. 収集資料リスト

LIST OF REFERENCES COLLECTED

Sri Lanka

1. SRI LANKA MINI HYDRO REHABILITATION PROJECT, Salford Civil Engineering Ltd., August 1986
2. MINI HYDRO PROJECT, Cansult Limited, Sep., 1984
3. MAP OF SRI LANKA, Lake House Printers & Publishers Ltd.
4. THE NATIONAL ATLAS OF SRI LANKA, Survey Department, 1988
5. VARIOUS DATA FROM SRI LANKA STATE PLANTATIONS CORPORATION

India

1. ANNUAL REPORT 1987, Indian Agricultural Research Institute
2. RESEARCH THRUSTS AND ACHIEVEMENTS, Division of Seed Science and Technology, 1988
3. SEED TECH NEWS, Indian Society of Seed Technology, March & Sep., 1988
4. TECHNIQUES IN SEED SCIENCE AND TECHNOLOGY, Dr. P.K. Agrawal, 1987
5. AN ERA OF SELF-SUFFICIENCY IN FOOD PRODUCTION, Indian Council of Agricultural Research, 1986
6. ANNUAL REPORT 1988 - 1989, Department of Agricultural Research and Education
7. RESEARCH HIGHLIGHTS 1987, Indian Council of Agricultural Research
8. RESEARCH HIGHLIGHTS 1987, National Bureau of Plant Genetic Resources
9. NBPGR NEWSLETTER JAN-JUN 1988, National Bureau of Plant Genetic Resources
10. APPRAISAL REPORT INDIA THIRD NATIONAL SEEDS PROJECT, The World Bank, Aug. 1, 1988

5. 要請書案 (英文)

The Government of Sri Lanka

Scope of Work

(Draft)

for

Implementation

of

Nuwara Eliya Tea Plantation Improvement Project

(Rehabilitation of Mini-hydropower Facilities)

Sri Lanka State Plantations Corporation (SLSPC)

CONTENTS

1. Introduction
2. Background of Project
3. Objectives of Project
4. Project Area
5. Name of Project
6. Present Condition of Project Area
7. Proposed Plan
8. Economic Analysis
9. Social and Environmental Aspects
10. Scope of Work
11. Schedule of Implementation
12. Undertakings of the Government of Sri Lanka
13. Undertakings of the Government of Japan

1. Introduction

The Sri Lanka State Plantations Corporation was directed by His Excellency, the President of Sri Lanka to investigate the rehabilitation of Minihydro Schemes for its plantations.

This action was taken because of the severe impact upon, tea production and quality, due to increasing electricity charges and breakdowns in supply from the Ceylon Electricity Board (C.E.B.).

In the past, many plantations had a generator powered by an estate water course, producing the power, the factory and the bungalow needed. Many of these schemes were abandoned with the availability of electricity on the National Grid. However, with the increasing cost of electrical power, it was considered that these minihydro schemes may become economically viable if rehabilitated. The main objective of this project is to improve the facilities of the plantations where such rehabilitations would be technically, economically and financially feasible.

2. Background of Project

As part of the Government of Sri Lanka's Medium Term Investment Programme (MTIP) in the State Plantations sector, it is proposed to rehabilitate up to 80 small hydro-power installations on tea estates owned by the Sri Lanka State Plantations Corporation (SPC).

The Mini Hydro Rehabilitation Project (MHRP) forms part of the Sri Lanka Government's comprehensive investment plan to revitalise the publicly-owned estates producing tea, rubber and coconuts which are controlled by the SPC.

Within the MTIP, the prime objective of the Mini Hydro Rehabilitation Project (MHRP) is to improve the economic and financial viability of the public tree crop sector by reducing the cost of electricity to tea factories. The technical, engineering, economic and financial aspects of this objective are addressed in the following chapters for four selected Advance Schemes, which will form the basis for this extensive programme to be carried out in future.

3. Objectives of Project

The project is intended to reduce the operational costs of Sri Lankan tea plantations through the use of small-scale hydro-electric plants. The energy generated by these plants will replace imported electrical energy from the Ceylon Electricity Board grid.

The project aims to implement the schemes (most of which exist in a run-down condition) where appropriate refurbishment or replacement of civil, mechanical and electrical plant will show an acceptable internal economic rate of return.

4. Project Area

The Project sites are scattered in the highland area of Nuwara Eliya which is located approx. 180 km east of Colombo city.

The following four (4) sites are proposed as Project area:

- (1) Glassaugh
- (2) Somerset
- (3) Logie
- (4) Talawakelle

5. Name of Project

Nuwara Eliya Tea Plantation Improvement Project (sub-title: Rehabilitation of Mini-hydropower Facilities)

6. Present Condition of Project Area

The population of Nuwara Eliya is estimated at approx. 603,000, of which 80% are dedicated to the agricultural sector. 70% of them are involved in tea plantation. Thus, a main industry in the area is tea plantation, which occupies a major portion of state produced tea.

Nuwara Eliya belongs to tropical fog zone that is the most suitable for tea production. Annual rainfall is about 2,500 mm, 85% of which concentrated in eight months from April to November. Due to its high altitude, mean temperature shows 16°C, comparatively lower than 26°C in Colombo city.

The Project area is situated at a sharp slope tea field ranging 1,200 - 1,600 m with red-yellow podzolic soil.

Agriculture in the area is limited to tea production, small scale rubber plantation and highland vegetables due to its climatic and topographic condition. Tea plantation has been succeeded more than a centenary while new trees have schemeticly substituted the old ones.

The leaves of tea are harvested by female workers, however recently, the man-power have inclined short. Rationalization of productivity should be accelerated by, for instance, improvement of transportation method from the field to the factory or mechanization of chemical spraying.

Existing small scale hydropower facilities in the proposed area count 80, which are exclusively utilized for a part of power supply to the tea factory. Those equipment were installed by British more than fifty years ago, therefore, most of them have deteriorated to function no more than half of its design capacity. Partly they are rehabilitated with assistance of Canada, Hollanda, England or the World Bank finance.

Summary of four plantation sites is tabulated as follows:

	<u>Glassaugh</u>	<u>Somerset</u>	<u>Logie</u>	<u>Talawakelle</u>
Cultivated area (ha)	192.23	358.46	277.12	316.58
Annual production (kg)	225,000	516,689	303,532	475,672
Mini-hydro capacity (kw)	41.0	35.8	-	56.7

7. Proposed Plan

1) Mini hydropower plant

Mini hydropower plants are still used in Glassaugh, Somerset and Talawakelle plantations except for Logie, where the old turbine of plant was removed around 15 years ago when the factory was rebuilt but, reservoirs, canals and penstock still exist. In talawakelle, diesel plant is available as a back-up system. Results of investigation reveal that the intake weir, conductive canal (open canal), penstock for each plantation should be rehabilitated. The reservoir of Logie is proposed to be embanked at about 3 meters to enable the water reserved in dry season. As for power plant equipment, turbine, generator, control panel for four sites should be replaced.

Proposed rehabilitation plan for each plant is mentioned below:

	<u>Glassaugh</u>	<u>Somerset</u>	<u>Talawakelle</u>	<u>Logie</u>
Present power (kw)	41.0	35.8	56.7	-
Efficiency	50%	50%	50%	-
Proposed power (kw)	85.0	55.0	60.0	40.0
Efficiency	85%	85%	85%	85%
Head (m)	50	95	55	50
Penstock dia (mm)	400	300	350	300
Penstock length (m)	570	730	225	110

2) Transportation System

Pick-up point is determined every 50 ha in each plantation to transport tea leaves to the factory by means of sharp slope mono-rail type conveyer or cable type with remote control for the rationalization of harvesting works.

3) Chemical spraying system

A couple of chemical spraying stations will be installed in the field, where concrete tank and power sprayer are equipped. Tubes will be fixed while valves being attached every 10 ha.

8. Economic Analysis

8.1 Introduction

The aim of the economic analysis is to determine whether or not the proposed investment in the rehabilitation of four mini hydro Advance Schemes is justified in terms of the saving which would accrue to the Sri Lankan economy over time.

Most publicly-owned tea estates are connected to the main grid of the Ceylon Electricity Board (CEB). The substantial rise in electricity prices since 1978 and the severe power shortages in 1982 and 1983 has stimulated interest in rehabilitating and/or expanding the mini hydros which exist on SPC estates.

8.2 Method of Approach

The economic analysis has been conducted in border prices with international prices converted at (US\$1 = Rs 34.18). All costs and benefits are expressed in mid-1989 constant prices and discounted over 30 years (1991 - 2021) to reflect the expected life of the proposed investment. Separate analysis have been prepared for each of the defined Advance Schemes:

SLSPC (BOARD II)

1. Glassaugh
2. Somerset
3. Logie
4. Talawakelle

A questionnaire on economic and financial aspects was submitted to each of the estates to obtain background data.

The prime objective of the analysis is to determine whether or not the proposed rehabilitation/expansion will generate sufficient savings to justify the investment. The net benefit of any proposed investment is determined by comparing the "with" and "without" project cases over time. The "with" project case is defined as the selected technical option for rehabilitation, improvement and/or expansion. The "without" project cases occurs where an estate is solely dependent on the CEB main grid and/or the existing mini hydro is functioning at reduced or declining efficiency. In the latter case it is necessary to predict the declining performance of the existing mini hydro.

The discounting exercise does not include a scrap value for existing machinery which will be replaced, nor any residual values because the life of the assets will have expired at the end of 30 years. There is also no requirement for major capital replacement during the discount period. Periodic replacement (i.e. drive belts, bearings, spare tips, etc.) have been allowed for in the annual operations and maintenance costs.

The results of the economic analysis are expressed in terms of Economic Internal Rates of Return (EIRR), Net Present Value (NPV) and Benefit-Cost Ratios (BCR).

8.3 Costs

Project capital costs in economic prices include physical contingencies but exclude price contingencies, duties and taxes.

Project inputs consist mainly of foreign exchange costs for machinery and equipment. Local costs have been shadow priced to reflect border prices through the application of a standard conversion factor (SCF) of 0.85. Labor has also been shadow priced at 0.9 for skilled and 0.75 for unskilled workers. These factors reflect those used in the appraisal of the MTIP.

8.4 Benefits

The main benefits (savings) of the proposed rehabilitation schemes have been defined as:

- (i) Increment of Tea Production Volume
- (ii) Energy savings

The benefits relate directly to the energy utilized by the tea factories on the Advance Schemes. Other benefits which would be derived from using the unutilized ("spare") energy are discussed in general terms at the end of this section and in more detail in Chapter 9.

Crop loss savings are assessed on the extent to which energy from the rehabilitated mini hydro will reduce or eliminate the impact of power cuts on the main grid. Power cuts only adversely affect tea production. CEB power cuts are due to climatic and other natural causes (eg. wind, storms, fallen trees, landslips, etc.), plus repairs and maintenance to the transmission lines. The reported power cuts vary from 1 hour to 18 hours, will most occurring during the southwest monsoon from May to August (Yala season) and the northeast monsoon from September to December (Maha season).

In tea manufacture, the withering and rolling processes are most at risk, where power cuts of more than 1 hour can cause losses in quality and quantity. Accurate will vary over time and between estates. As a conservative estimate, it has been assumed that 20% of annual production will be increased owing to the crop loss savings as well as encouragement of re-plantation of trees, or improvement of transportation system between the leaf collection site and the factory. The value of the tea production is based on projected economic prices for Sri Lankan tea. The projections are presented based on the World Bank commodity price trends to 1995.

Energy savings are also important benefits. The proposed rehabilitation schemes will reduce the quantity of electricity to be generated and transmitted to the tea estates by the Ceylon Electricity Board (CEB). The value of these savings is expressed as the Long Run Marginal Cost (LRMC) of CEB energy. This value includes generation and transmission at low voltage (11 and 33 KV). Total energy savings are derived by multiplying the LRMC by the net kilowatt hours generated from the rehabilitated mini hydro.

8.5 Results

The Economic Internal Rates of Return (EIRR) for the four Advance Schemes are summarised in the following Table.

<u>Estate</u>	<u>EIRR (%)</u>	<u>NPV (Rs)</u>	<u>B/C RATIO</u>
Glassaugh	11.46	4,940,334	1.15
Somerset	16.86	3,892,211	1.12
Logie	10.25	713,249	1.02
Talawakelle	17.08	4,353,523	1.14
Total	13.90	13,899,319	1.13

The results show that four Advance Schemes have an EIRR exceeding the target rate of 10%, ranging from 17.08% for Talawakelle to 10.25% for Logie.

The Net Present Values (NPV) indicate Benefits Cost Ratios (BCR) of 1.15 to 1.02.

8.6 Conclusions

The analysis indicated that investment in four Advance Scheme is economically justified with rates of return in excess of 10%.

9. Social and Environmental Aspects

9.1 Introduction

The main aim of the mini hydro rehabilitation project is to reduce the cost of providing electricity to the tea factories at each estate. The direct cost savings will be reflected in an improvement in the financial accounts of each estate. However, it is important to examine the potential social and environmental impact of the proposed rehabilitation programme. These aspects are discussed in the following sections, together with recommendations for possible action.

9.2 Employment effects

Apart from the marginally greater security of employment which might result in those estates whose finances are insecure, there is likely to be little effect on employment, as mini hydro equipment will be operated by factory staff. However, as the number of operating mini hydros increases there will be an opportunity for a few skilled technical workers to provide regular maintenance and repair services.

9.3 Benefits to estate workers

On many tea estates the worker's houses have no electricity supply, and lighting is provided by kerosene lamps. When this project is implemented many small run-off river hydros will be running at capacities greater than can be absorbed by the factories and ancillary buildings. The turbine generators will be governed for constant generation (on a daily basis) so that there will normally be some excess generating capacity and, for some hours of the day, appreciable amounts. This excess generation (estimated to be about 50% of total), in theory could be used for lighting in workers' houses and management bungalows.

The main benefits of providing electricity to workers' houses are:

- savings in the cost of traditional sources of lighting and heating, such as kerosene lamps and firewood; and
- improvements in the quality of life; lighting in particular could have a significant impact on the social life and educational attainment of these small communities.

9.4 Environmental effects

There will be no noticable effect on the estate environment as a result of the mini-hydro projects, since most of the diversion weirs involved already exist or will be quite small in relation to the estimated mean flows of the streams being used.

The project provides a particular opportunity for environmental improvement in one respect; that concerned with the drying of the withered tea leaf. This is the only part of the production process that is energy intensive and depends on firewood. Large quantities of firewood are burned to heat the heat-exchanger in each factory's drying room. Fans then ventilate the heat exchanger to provide hot air for drying the tea.

Benefit in savings on firewood burning as a means of heating air for tea drying and environmental benefits in reduction of timber cutting in rain forests.

9.5 Conclusions and recommendations

The use of electronic load governors for mini hydro schemes results in substantial amounts of "spare" electrical energy being available on an interruptable basis. Rather than dumping this energy, it should be considered as a usable asset to be used as a social amenity or as a further means of reducing costs, or both.

10. Scope of Work

The work consists of two stages; basic design stage and construction stage. In basic design state, survey and data collection, data review and analysis and design of a model project of the Mini-hydro Generation Program will be carried out. In construction stage, mini-hydro power plant and related structures will be constructed. It is expected that these works will be implemented with Japanese Grant Aid.

Details of the work are as follows:

(1) Basic Design Stage

1) Collection and review of available data and information relevant to the project on the following:

- Topography;
- Meteorology and hydrology;
- Geology and soil mechanics;
- Water quality;
- Soil and land use;
- Irrigation and drainage;
- Agriculture and crop husbandry;
- Agro-industry, pre- and post-harvest and agricultural machinery;

- Rural infrastructures;
 - Agro-economy and agricultural institution;
 - Regional economy and project evaluation; and
 - Others
- 2) Topo-graphic survey
- Checking of the elevation of project structures such as canals and intakes.
- 3) Meteorological, hydrological and water quality survey
- Investigation of existing meteorological and hydrological conditions; and
 - Observation of river discharges.
- 4) Geological and soil survey
- Geological survey for proposed construction sites; and
 - Soil and land use survey.
- 6) Survey and study of agriculture and crop husbandry
- 7) Study on other components such as agricultural extension, post harvest and rural electrification.
- 8) Cost estimation and construction schedule
- Investigation on construction materials; and
 - Cost estimation and construction schedule

Twenty (20) copies of Basic Design Report shall be prepared and submitted to the Government of Sri Lanka.

(2) Construction Stage

On the basis of the result of the basic design study, the following works shall be carried out for a model project of mini-hydro rehabilitation program:

Detailed Design

1) Field survey and additional data collection

- Meteorological and hydrological survey;
- Soil mechanical survey with test drilling works and test pits at construction sites;
- Investigation of construction materials;
- Soil and land classification survey;
- Longitudinal profile survey along main pipelines and canal routes;

2) Study and design

- Design of mini-hydro plant;
- Determination of transmission line layout and design of electric facilities;
- Study on construction plan;
- Cost estimate of the projects by components; and
- Preparation of construction schedule.

11. Schedule of Implementation

The project will be carried out within two years, three months for basic design and sixteen (16) months for D/D and construction as shown in the attached Figure.

12. Undertakings of the Government of Sri Lanka

To facilitate the smooth implementation of the study, the Government of Sri Lanka shall take necessary measures.

- (1) SLSPC (Sri Lanka State Plantations Corporation) shall be the executing agency for the implementation of the Project and shall make necessary arrangements with the cooperation of other relevant organizations for the following;

- To ensure the safety of the study team and construction firm;
- To arrange for quick and smooth customs clearance of the equipment and materials required for the study and construction free of any charge;
- To exempt the members of the team from taxes, duties and other charges on equipment, machinery and other materials brought into Sri Lanka for the implementation of the project;
- To exempt the members of the team from income tax and other charges imposed on or in connection with any amolument or allowance paid to the members of the team for their services in connection with the implementation of the project;
- To provide necessary facilities to the team for remittance as well as utilization of funds introduced into Sri Lanka in connection with the implementation of the study; and
- To ensure permission to take all data and documents related to the study out of Sri Lanka by the team.

(2) SLSPC shall at its own expenses provide the team with the followings in cooperation with other relevant organizations:

- Available data and information related to the study;
- Counterpart personnel to assist the team and participate in the various activities of the project; and
- Suitable office space with necessary equipment in the project area and Colombo city.

13. Undertaking of the Government of Japan

For implementation of the project, the Government of Japan shall take the following measures:

- To dispatch at his own expenses the study team to Sri Lanka;
- To perform technology transfer to Sri Lanka counterpart personnel in the course of the study in Sri Lanka; and
- To arrange equipment and machinery necessary for the study.

T E N T A T I V E S C H E D U L E

[illegible]

GOVERNMENT OF INDIA
INDIAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE (IARI)

RECONNAISSANCE REPORT
ON
SEED STORAGE FACILITY IMPROVEMENT PROJECT

August, 1989

AGRICULTURAL DEVELOPMENT CONSULTANTS ASSOCIATION (ADCA)

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL (PCI)

TOKYO, JAPAN

CONTENTS

1. Introduction
2. Background of Project
3. Objectives of Project
4. Scope of Project
5. Location of Project Area
6. Schedule of Implementation
7. Proposed equipment to be provided
8. Implementing Body
9. Counterparts of the Government of India

1. Introduction

The agricultural sector of India occupies about 40% of Gross Domestic Product of the country, in which 70% of total state population are engaged, being the most important industry in India. However, due to recent drought, flood or insect disease caused by irregular climatic variation, its productivity has fallen. The main factor for this phenomenon is assumed an inferiority of the certified seeds for the farmers, which has been recognized by the indian scientists involved as a future research thrust. To keep the productivity of agriculture stable, the government of India places the following as prime aiming:

- Development of new seed and improvement of variety
- Distribution of high quality seed through qualified seed testing
- Training of Scientists concerned

Under such circumstances, the Government of India received the Agricultural Development Consultants Association (ADCA) mission of Japan, headed by Mr. K. Kumagai from June 10 to June 18, 1989.

The field survey was conducted by the mission and relevant discussions were held between the officials of Indian Council of Agricultural Research and the scientists of Indian Agricultural Research Institute and the mission in order to identify the proposed project, and determine the tentative scope of work concerning the execution of the project.

The Government of India might decide to request to the Government of Japan for the implementation of the project with a view to the improvement of seed storage equipment under the Japanese Grant in Aid in due course.

2. Background of Project

The use of good quality seed of high yielding varieties is one of the most important requirements for successful crop production. Even with the ideal conditions of soil, water and climate, adequate and timely supply of fertilizers, the maximum crop yield can not be obtained with inferior seed. The quality seed costs slightly more and yet is the cheapest input in modern agriculture.

The quality seed of improved varieties must reach the farmers for obtaining more yield. India has developed an infrastructure, according to its need, for quality seed production and marketing.

Agriculture in the Indian Economy

India has a population of about 800 million, which is growing at an annual rate of around 2.2%. The average per capita annual income is currently estimated at around US\$270. Agriculture provides over a third of the country's GDP, engages about two-thirds of the labor force, and accounts for about a quarter of the country's merchandise exports. Agricultural output has grown steadily during the past decades, with particularly impressive gains in foodgrain production which amounted to about 150 million tons in 1985/86 (after reaching a peak of 152 million tons in 1983/84), compared with 121 million tons in 1975/76. This has been possible as a result of substantial increases in the area under irrigation, increased use of high yielding varieties (HYVs), of fertilizer, and improved husbandry practices. However, emerging trends in the country indicate that it will not be easy to maintain agricultural productivity increases to the same extent in the medium to long term, and the ability to meet future demand increases will continue to be the main challenge facing Indian agriculture, underscoring

the need for continuing improvements in the critical support services to agriculture. In this respect good quality seed is a vital input in the agricultural production process, and the timely availability and quality of seeds of suitable varieties will be key determinants to increasing agricultural productivity and making more effective use of past investments in infrastructure and research. Consequently, it is imperative that an efficient farmer responsive seed industry evolves in India which is capable of producing quality seed at relatively low cost.

Variety Development

Agricultural research in India, in general, including variety development is mainly a state responsibility though the Indian Agricultural Research Institute (IARI) plays a significant role in developing varieties of all India importance. State Agricultural Universities (SAUs) undertake this function on behalf of the State Government (GOS) and receive the main part of their financial support from the States. The Indian Council of Agricultural Research (ICAR), an independent department of Government of India, responsible for agricultural research and education and it serves as a national coordinating and supporting agency and as such, the agricultural research system is a cooperative program between Government of India (GOI) and the individual states.

Seed Science and Technology

Seed Science and Technology, a multidisciplinary subject, is recognised as an important component of agricultural development. Following the remarkable achievements of the plant breeders in developing a number of high yielding crop varieties and realising the importance of quality seed, the basic input in modern agriculture, a separate Division of Seed Technology was established at the IARI in 1968 which was later renamed as the Division of Seed Science and Technology in 1984. The Division and its regional station at Karnal are engaged in breeder seed production of IARI crop varieties and in research programmes on improvement and assessment of seed quality. The scientists of the Division are

also actively associated with the post-graduate teaching as well as with various kinds of short and long-term training programmes organised at national and international levels. The Division is rendering useful service by providing back up to the Institute's extension activities.

Research problems of national importance are also dealt under the two All India Coordinated Projects on the National Seeds Programme (STR) and the Seed Borne Diseases, the Coordinating units for which are located at this division.

The development of high yielding varieties created an awareness among farmers for quality seeds which in turn increased the demand for nucleus/breeder seed. In order to meet the demand for nucleus/breeder seed of IARI varieties, the Regional Station, Karnal was reorganised as a breeder seed producing unit and the techno-administrative control of the Station was transferred to the Division of Seed Science & Technology in 1971 with the following objectives:-

1. Multiplication and distribution of breeder seed and 'IARI Seed' of IARI bred varieties
2. Multiplication of pre-released promising crop varieties developed by IARI.
3. Research on various aspects of seed production.

The Govt. of India launched a National Seeds Programme (NSP) in 1976 to support all facets of seed production. One of the important components of NSP is to create facilities for Seed Technology Research (STR). There are 14 centres under NSP (STR) which is coordinated by the Head, Division of Seed Science & Technology. Though, the division of Seed Science & Technology is not a centre under NSP, it has voluntarily taken up a number of experiments besides coordinating and monitoring the progress at various centres.

The division is also coordinating the All India Coordinated Research Project on Seed Borne Diseases which was started in 1979. There are 8 cooperating centres situated in different agricultural universities. The Indo-Danish project on seed pathology, Research and Training is also associated with the coordinated project.

3. Objectives of Project

Objectives of Project fall on the following four items in view of the development of high quality seeds and establishment of seed certifying technology to cope with the recent inferiority of certified seed in the market which has affected the agricultural productivity.

- Storage of breeder seed
- Research on hybrid seed
- Research on pest/disease control
- Training of scientists who are dedicated to the seed production

4. Scope of Project

Following major categorized equipment will be provided to the Division of Seed Science & Technology (SST), Indian Agricultural Research Institute (IARI) for the purpose of strengthening the facility of the said division.

1. Seed storage
2. Training equipment
3. Research equipment and environment control facilities
4. Farm management equipment and seed processing facilities

Operation technology for above equipment will be transferred by the Japanese experts.

5. Location of Project Area

In IARI campus located in the suburbs of New Delhi and the affiliated Karnal field.

6. Schedule of Implementation

For the period of two years commencing from 1990. (Please refer to Figure 1.)

7. Proposed equipment to be provided

1) Seed storage

Seed storage will be installed in the existing or other alternative building, using insulating panel.

(For IARI institute Pls refer to Fig.2.)

Small scale storage having a capacity of approx. 1 ton is planned for the main use of storing the research seeds. Additional equipment utilizing the liquid nitrogen is also planned.

Capacity and planned temperature;

No.1 6.0B x 3.5W x 3.5H (m), -5 - 5°C, 35 - 40% Rh

No.2 6.0B x 3.5W x 3.5H (m), 5 - 15°C, 35 - 40% Rh

No.3 6.0B x 3.5W x 3.5H (m), 15 - 25°C, 35 - 40% Rh

Preparatory

Chamber 3.0B x 10.5W x 3.5H (m), 25°C

(For Karnal field Pls refer to Fig.3.)

Breeder seeds collected in the field will be stored in the jute bag, with a capacity of approx. 20 tons.

Capacity and planned temperature;

No.1 5.0B x 5.2W x 3.5H (m), 5 - 15°C, 35 - 40% Rh

No.2 5.0B x 5.2W x 3.5H (m), 5 - 15°C, 35 - 40% Rh

No.3 4.3B x 5.2W x 3.5H (m), 5 - 15°C, 35 - 40% Rh

No.4 4.3B x 2.0W x 3.5H (m), 5 - 15°C, 35 - 40% Rh

Dry

Chamber 4.3B x 3.2W x 3.5H (m), 25°C

Preparatory

Chamber 3.0B x 10.4W x 3.5H (m), 25°C

2) Training equipment

Training equipment for IARI scientists will be supplied.

- Video camera
- Microscope with monitor
- Projector
- Photo camera

3) Research equipment and environment control facilities

Required for development of seed, improvement of varieties in IARI/Karnal

- Precision environmental control facility
- Gross cabinet
- Germination testing apparatus (Gas chromatograph)
- Liquid chromatograph, Electric
- Seed X ray
- Laboratory equipments (Seed counter, Lux meter, Electrophoresis apparatus, Amino acid analyzer, Amino acid hydrolysis, Ultrasonic cleaner, Leaf area meter, Liquid scintillation counter)

4) Farm management equipment and seed processing facilities

Agricultural equipment and seed selection facility will be provided in Karnal field, namely;

- Seed driller
- Fertilizer spraying machine
- Weeder
- Seed cleaning machine
- Packing machine

8. Implementing Body

Indian Agricultural Research Institute (IARI) shall be the executing agency for this project, therefore, IARI will be responsible for the execution of the project.

9. Counterparts of the Government of India

Counterparts will be provided by the ICAR, if required.

FIG. 1, TENTATIVE SCHEDULE

[illegible]

FIG. 2

PLANE OF SEED STORAGE

IARI

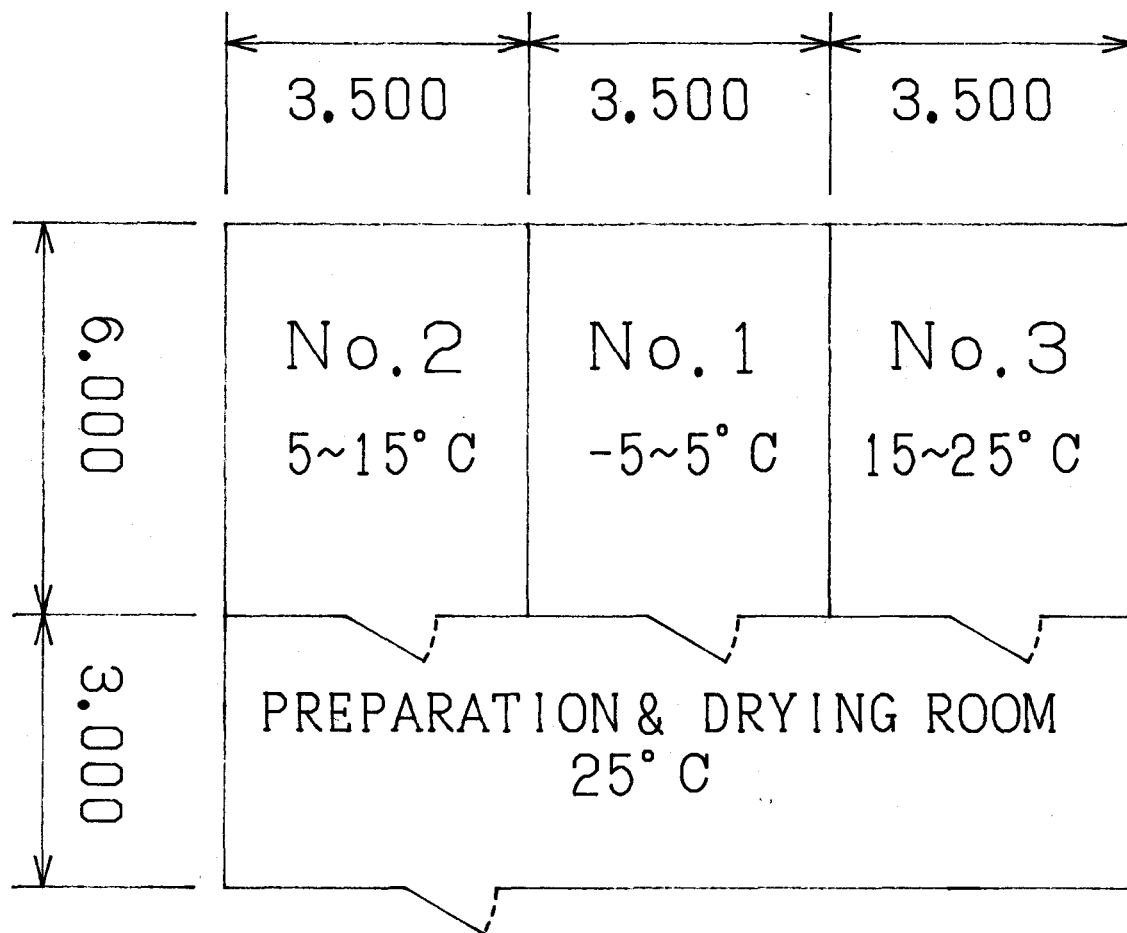


FIG. 3

PLANE OF SEED STORAGE

Karnal

