

農林 51-79

乾燥地農業開發基礎調查現地調査団
報告書

昭和 52 年 1 月

国際協力事業団

國際協力事業団	
設立 日 '84. 5. 22	107
	81
登録No. 06715	AFT

あいさつ

国際協力事業団は、開発途上国の農林業開発に協力することを目的として各種の事業を実施していますが、昭和50年度および昭和51年度には、この事業の一環として乾燥地農業開発基礎調査を実施しました。昭和50年度については、中近東地域等の乾燥地における農業協力事業の実施を効果的に推進するための開発の手法等について調査することを目的とし、全面的な基礎調査を、昭和51年度においては、50年度の調査を踏まえ、実際の、具体的な項目について調査を農業土木学会に委託するとともに、インド、イランの2ヶ国を対象として現地調査団を派遣しました。

この報告書は、昭和51年10月10日から11月9日の1ヶ月間派遣した現地調査の報告書であります。その内容は、インドにおいては、乾燥地農業開発研究を、イランにおいては具体的な乾燥地農業開発プロジェクトを中心に調査したものであり、最終成果品である乾燥地農業開発に関する基礎調査(第2次)報告書に反映させることを目的としていますが、これ自体今後の乾燥地農業開発の貴重な資料となるものと確信いたします。

最後にあたり、調査団員各位の御苦勞に謝意を表するとともに同調査団に与えられた外務省、農林省および在インド日本大使館、在イラン日本大使館の御協力に対し深甚なる感謝の意を表します。

昭和52年1月

JICA LIBRARY



1013962[4]

国際協力事業団

農林業計画調査部長

足利知己

国際協力事業団	
館52.4.16	00.H
登録No. 5411	K&J.S
	F

目 次

緒 言	1
調 査 行 程	3
訪問先および面接人	6
調 査 団 員 名 簿	11
① インドにおける乾燥地農業について	12
I はじめに	12
II 半乾燥地農業について — I. C. R. I. S. A. T. の研究を中心に —	13
1. はじめに	13
2. 訪問先機関の概要	16
3. 自然条件および作物栽培の現状	24
1) 気 象	24
2) 土 壤	24
3) 作物栽培の現状	25
4. 対応の方向	26
1) 対応の基本的性格	26
2) 対応のための具体的技術	27
(1) Water harvesting	27
(2) 土壌および肥料	28
(3) 作物栽培法	30
(4) 機 械	31
5. おわりに	34
III 乾燥地農業について — C. A. Z. R. I. の研究を中心に —	36
1. はじめに	36
2. 訪問先概要	42

3. 自然条件および作物栽培の現状	43
1) 気象	43
2) 土壌	43
3) 作物栽培の現状	44
4. 対応の方向	44
1) 対応の基本的性格	44
2) 対応のための具体的技術	45
(1) 植林	45
(2) Water harvesting	46
(3) 土壌および肥料	50
(4) 作物および栽培方法	51
(5) 機械	53
(6) 農業土木的考察	54
5. おわりに	55
Ⅳ おわりに	56
② イランにおける乾燥地農業について	57
Ⅰ はじめに	57
Ⅱ 調査機関およびプロジェクトの概要	57
Ⅲ 専門別所見	60
1. 気象および土壌	60
2. 近代的農業開発プロジェクトの農業土木的考察	64
3. 作物栽培の現状	69
4. 塩害防止について	73
5. 農業生産方式について	74
6. 農業機械について	76
7. プロジェクトを見て	78

Ⅳ おわりに	79
③ 乾燥地農業開発計画およびプロジェクトの概要	81
Ⅰ はじめに	81
Ⅱ インド	81
Ⅲ イラン	85
結 語	106
④ 収集資料	107

緒 言

今回の現地調査団の目的として「乾燥地農業基礎調査を実施するにあたってインドおよびイランの2ヶ国に現地調査団を派遣し、乾燥地農業開発関係の試験研究機関、プロジェクトを中心に視察し、乾燥地開発実態の把握、関係者との意見交換、資料の収集を行い、その結果を国内作業に反映させる」ことが確認された。

なお、インドにおいては研究機関を主とし、イランにおいてはプロジェクトの視察を主とした。

目的でも明らかなように、本調査団の主目的は乾燥地農業開発基礎調査に関する国内作業に調査結果を反映させることであり、調査の基本的方針はここにおかれた。すなわち、国内作業は初年度の総論的報告のあとをうけて、本年度は各論的、個別手法的なものに重点がおかれている。したがって、調査は特に圃場レベルの各種の手法をさぐることに意を用いた。この意味においてインドにおける半乾燥地および乾燥地の夫々を代表する二つの研究所を訪れ、圃場レベルにおける各種の手法を知ることができたことは幸であり、またイランにおいては基幹的なものから末端的なものに至るまでのものを一貫的にみることができた。これらの調査地を予め選定していただいた先賢の明に感謝する次第である。

しかしながら、調査日程からして両国ともに旅行には最適の季節ではあったが、反面最も乾燥地らしくない時期であったので諸観察は楽観的なものに流れることを否定し得ない。またインドにおける研究所レベルのものが果して現実的、一般的に適用しうるものか否かも今後につとところであろう。

さらに調査団の出発前に国内委員から各種の調査依頼をうけたが、われわれの努力にもかかわらず、十分にその責を果たすことができなかった。また上記の目的に沿うためには本報告書は拙速を旨として作成されたものであり、国内作業に果してどの程度役立つものであるか危惧するものであるが、幸い若干の資

料は入手することができたので、これらを利用されることによって補強されることを切に期待するものである。

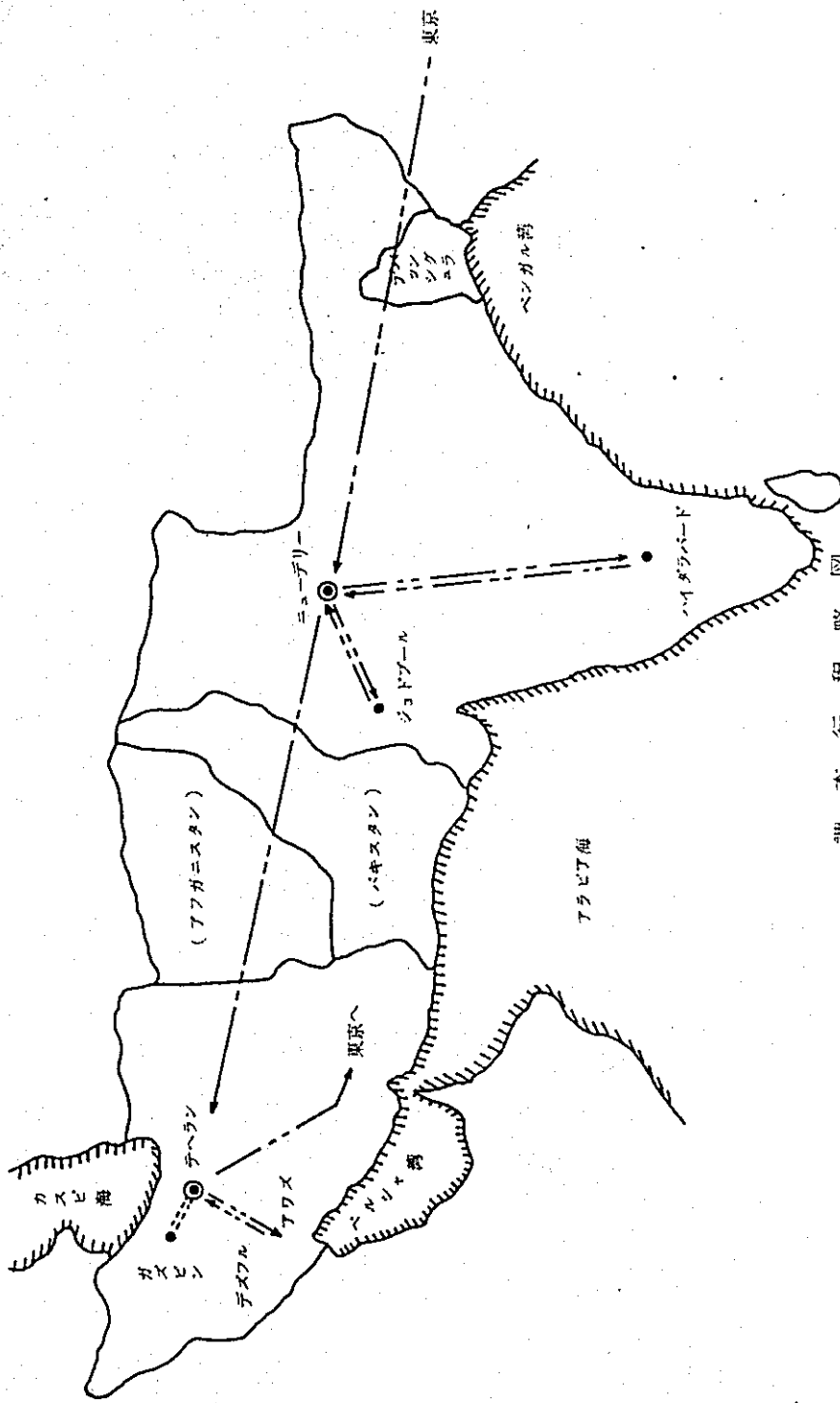
昭和52年1月

団長 佐野文彦

調査行程（昭和51年10月10日から11月9日まで31日間）

月日	調査行程	宿泊地
10月10日	東京→テリー（JL461）	ニューデリー
11日	在インド日本大使館表敬，調査日程打合せ Indian Council for Agricultural Research 訪問， 事情聴取	"
12日	調査項目検討，ICRISAT New Delhi Liaison Representative と懇談。	"
13日	テリー→ハイドラバッド（IC 403） ICRISAT Headquarters 訪問 ICRISAT 視察（全体）	ハイドラバッド
14日	ICRISAT 視察（Farming System Program および Crop Improvement Program）	"
15日	AICRP 視察（Dryland Agriculture Project） "（Sorghum Improvement Project）	"
16日	資料整理 AICRP 視察（Rice Improvement Project） ハイドラバッド→テリー（IC 404）	ニューデリー
17日	調査結果とりまとめ，大使館，事務所に調査結果報告	"
18日	テリー→ジョドプール（IC 124） CAZRI 訪問，所長より概要説明を受く。	ジョドプール
19日	CAZRI 視察（Afforestation, Forage and Pasture, All Institute Demonstration, Agricultural Imple- ments & Machinery） 南団員テリー着（JL 461）	"
20日	CAZRI 視察（Soil Improvement & Saline Soils Reclamation, Geomorphology, Water Resources Development, Socio-Economics） （南団員ジョドプールにて合流）	ジョドプール
21日	CAZRI 視察（Main Crops Improvement） CAZRI 研究者と Discussion，所長と懇談 ジョドプール→テリー（IC 123）	ニューデリー
22日	テリー → テヘラン（PA 001）	テヘラン

月 日	調 査 行 程	宿 泊 地
23日	在イラン日本大使館表敬, 日程打合せ	テヘラン
24日	調査項目打合せ, カゲルコ三祐訪問(事情聴取)	"
25日	エネルギー省訪問	"
26日	祝日 国王誕生日 休養	"
27日	Karaj Soil & Water Research Station 視察	"
28日	Qazvin Irrigation Project 視察 Qazvin Water Authority 訪問	"
29日	テヘラン → アワズ (IR 207) アワズ → アンディメッシュ (車)	アンディメッシュ
30日	Safi-Abad Agricultural Research Center 視察	"
11月 1日	Dez Agro-Industries 視察	"
日	Dez Irrigation Project 灌がい施設視察	"
2日	Shavoor Soil Reclamation Station 視察 Haft-Tappeh Sugar Cane Project 視察	"
3日	アンディメッシュ → アワズ (車) Khouzestan Water & Power Authority 訪問 アワズ → テヘラン (IR 206)	テヘラン
4日	祝日 海軍記念日 資料整理, 調査結果とりまとめ, レポート作成	テヘラン
5日	レポート作成 休養	"
6日	大使館, テヘラン事務所へ調査結果報告 岩田団員はテヘラン大学訪問	"
7日	農業省訪問, 南団員はQazvin Irrigation Project 再視察, 岩田団員は土壌研究所視察	"
8日	テヘラン発 (JL 462)	"
9日	東京着	"



調査行程略図

—— 飛行機
 - - - 車

訪問先および面接人

1. イ ン ド

(1) Indian Council of Agricultural Research (ICAR)

- a. Dr. N. PATNAIK
Assistant Director General
Department of Agricultural Research and Education
- b. Dr. S.P. TURI
Under Secretary
- c. Dr. P.P. JOHAR
Protocol Officer

(2) International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT)

- a. Dr. R.W. CUMMINGS
Director
- b. Dr. J.S. KANWAR
Associate Director
- c. Dr. R.C. MCGINNIS
Associate Director
- d. Dr. B. DIWAKAR
Scientific Liaison Officer
- e. Dr. B.A. KRANTZ
Agronomist
- f. Dr. J. KAMPEN
Agricultural Engineer (Soil & Water Management)
- g. Dr. R.W. WILLEY
Agronomist
- h. Dr. M.B. RUSSELL
Soil Physist
- i. Dr. H. DOGGETT
Plant Breeder

j. Mr. N. RAJAMANI
New Delhi Liaison Representative

k. Mr. R.G. RAO
Records Management

(3) All India Coordinated Research Project

(i) Dry Land Agriculture

a. Dr. J. VENKA TSWARLU
Chief Scientist

b. Dr. D.T. ANDERSON
Canadian Principal Advisor

c. Mr. N.K. SANGH
Plant Breeder

d. Mr. P.D. GUPTA
Agricultural Engineer

e. Mr. G.C. YADAVA
Agricultural Engineer

f. Mr. V.K. RAO
Scientist (Water and Soil Engineering)

g. Mr. K. VIJAYALAKSHMI
Soil Physist

(ii) Sorghum Improvement

a. Dr. R.V. VIDYAB HUSHANAN
Geneticist

(iii) Rice Improvement

a. Dr. V.T. JOHN

(4) Central Arid Zone Research Institute (CAZRI)

a. Dr. H.S. MANN
Director

- b. Dr. R.P. SINGH
Chief Scientist
- c. Dr. M.V.R. PRASAD
Plant Breeder
- d. Dr. H.P. SINGH
Soil Physist
- e. Dr. J.P. GUPTA
(Water Management)
- f. Dr. R.P. DHIR
Soil Scientist
- g. Mr. K.D. MUTHANA
(Afforestation)
- h. Mr. AHUJA
(Afforestation)
- i. Mr. S. SINGH
Geomorphologist
- j. Mr. PUROHIT
Socio-Economist
- k. Mr. H.S. DAULAY
Agronomist
- l. Mr. Y.S. RAMAKRISHNA
Climatologist
- m. Mr. R.C. YADAV
Junior Agricultural Engineer

2. 1 ラン

(1) Ministry of Agriculture and Natural Resources

- a. Dr. REZANIA
Director General
- b. Mr. ISMAIL SHAHBAZI
Assistant Director of Research

(2) Ministry of Energy

- a. Mr. MAHMOUD TAVANA
Vice Minister of Energy
- b. Mr. KIOMARS Ma'GHOUL
Vice Minister of Energy

(3) Karaj Agricultural Experiment Station

- a. Mr. KH - TAVAKOLI
Director
- b. Mr. M.S. DORUDI
Horticulturist
- c. Mr. BONEDJ - SCHAFIG
Soil Physist
- d. Mr. M. REZA SHAVIATI
(Plant Production and Irrigation)
- e. Mr. M.J. MOHAMMADI
(Irrigation)

(4) Qazvin Irrigation Project

- a. Mr. MESAMI
Director, Qazvin Water Authority

(5) Dez Irrigation Project.

(i) Safi-Abad Agricultural Research Center

- a. Mr. SHISHIGAR
Director
- b. Mr. BHMAN KHAGHANI
Chief of Horticulture Department
- c. Mr. MOHAMMAD DEHDASHT
Soil Chemist
- d. Mr. VAEIZADEH
(Irrigation)

- (ii) Department of Dez Agro-Industry Project
 - a. Mr. M. FATEMIFAR
Director
 - b. Mr. R. TALEBGADEH
 - c. Mr. H. BOZORGMEHRI
- (iv) Pahlavi Dam
 - a. Mr. S.H. NADDAVI
- (v) Soil Reclamation Station
 - a. Mr. RAKIZADEH
Head
 - b. Mr. KORDZANGENEH ALI
(Irrigation)
- (vi) Haft Tappeh Cane Sugar Project
 - a. Dr. D.P. GOWING
Director of Research
- (vii) Khouzestan Water and Power Authority
 - a. Dr. MOHSEN AHMADI
Head of Water Distribution Division
- (6) KAGE - SANYU
 - a. Mr. S. HIGUCHI
 - b. Mr. H. KONDOH

調査団員名簿

1. 団長 佐野文彦 (総括)
茨城大学農学部教授
2. 団員 南 勲 (灌がい)
京都大学農学部教授
3. 団員 岩田進午 (土壌)
農林省農業技術研究所
4. 団員 犬山 茂 (栽培)
農林省中国農業試験場
5. 団員 矢追秀敏 (調整)
国際協力事業団農林業計画調査部

① インドにおける乾燥地農業について

I は じ め に

II 半乾燥地農業について

—I.C.R.I.S.A.Tの研究を中心に—

III 乾燥地農業について

—C.A.Z.R.Iの研究を中心に—

IV お わ り に

① インドにおける乾燥地農業について

1 はじめに

世界的にみてかなり研究水準の高いといわれているインドの研究所を訪問し、その研究内容を勉強するというのが、インドにおける調査団の主要な目的であった。

このため先づ ICAR (Indian Council of Agricultural Research) を表敬訪問し、乾燥地農業開発の概況についての質疑を試みた。ここは我国の農林省農林水産技術会議事務局にあたるところである。

その後、Hyderabad にある ICRI SAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics) を中心とする研究、試験機関を4日間にわたって訪問した。このあたりはいわゆる熱帯半乾燥地帯 (S A T) といわれる地域にあたる。

ついで、タール沙漠の東側に位置する Jodhpur にある CAZRI (Central Arid Zone Research Institute) を4日間にわたって訪問した。このあたりはいわゆる熱帯乾燥地帯といわれる地域で、ICRI SAT が国際的研究機関であるのに対し、ここはインド独自の研究所である。

これら両研究所の研究の性格は、世界の半乾燥地域の特性ないしはインドの社会経済的特性に立脚し、極めて農民の現実に即しかつ極めて圃場レベル的な研究内容をもっていた。

ただし、国内作業において大きな問題とされている塩害については研究されてはいるようであるが、実際的なことについての情報を殆んど得ることができなかった。この問題については Central Soil Salinity Research Institute, Karnal, State of Haryana, の研究成果が有用で、それは既に事業団で入手済とのことである。

Ⅱ 半乾燥地農業について—ICRISATの研究を中心に—

1. はじめに

インド国土の約30%に相当する969,000Km²が半乾燥地として分類され、インド大陸を带状に南北に縦走し、デカン高原一帯が大きな熱帯半乾燥地帯(SAT—Semi-Arid Tropics)となっている。一口にSATと云えども地域により、気候、土壌、植生、社会経済等々全てについて差異があり、具体的な分類方法が未だ確定していない様である。しかし、ICRISATおよびインドの研究者は、研究のベースとしてTROLLの分類(1966年)を用い(注-1)、さらに彼等自身SATの特徴として次の事項を挙げている。

- a. 雨期でも不測の早魃が時々あり、集中的な降雨
- b. 比較的短い雨期
- c. 高い蒸発散量
- d. 高い降雨量変動
- e. 土中の有機物含量が少い
- f. 低浸透性
- g. 雨による土壌流亡が激しい
- h. 小圃場から成る小規模農業
- i. 限られた資本
- j. 畜力或は人力による農業

以上10項の特徴を挙げているが、それらの中で、特に注目されるのはモンスーン期(6月下旬～10月上旬)における短期間の早魃を伴いながら降雨が断続的でしかも集中的に降ることと、年毎の雨量に大きな変動が見られる事である。平均すれば700～800%であるが、早魃年には340%位いしか降らず、半乾燥地から乾燥地への変化を呈する。

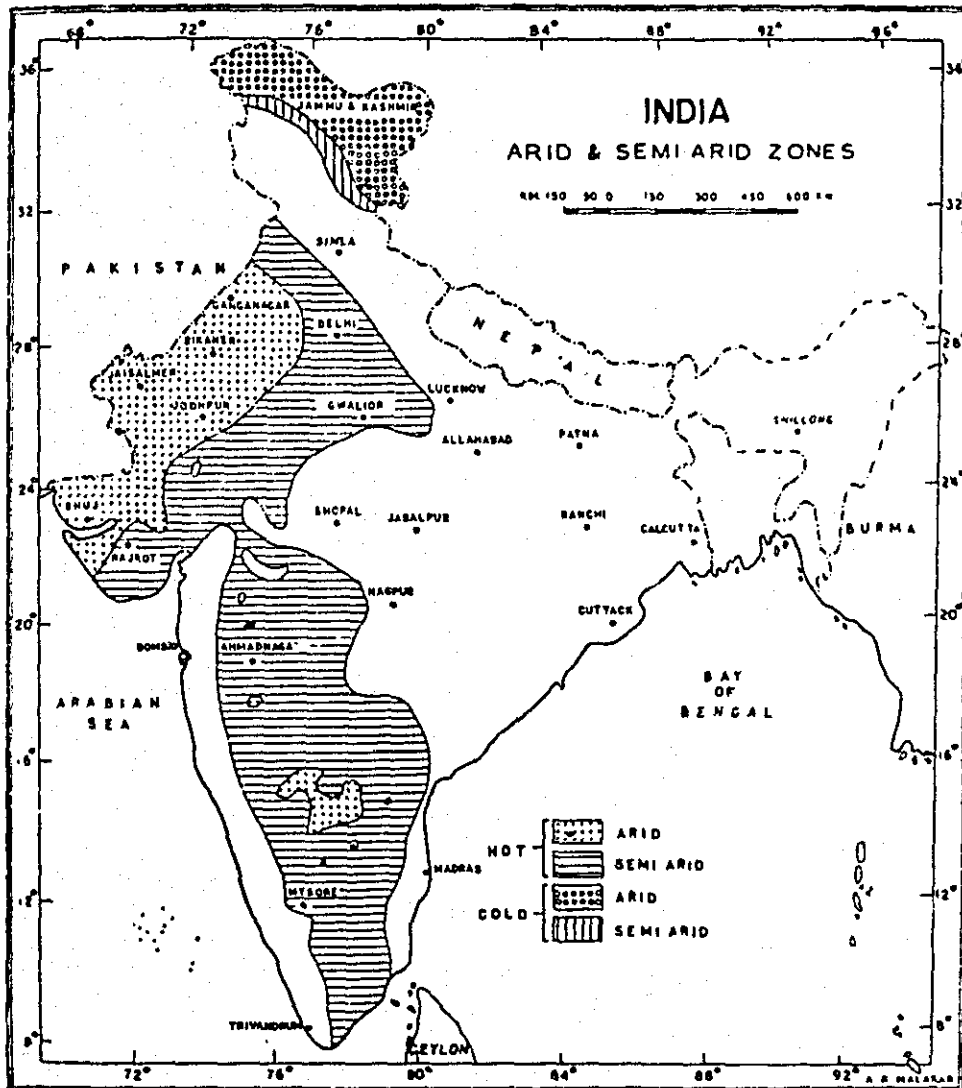


図-1 インドに於ける乾燥および半乾燥地域
 (Fifteen Years of Arid Zone Research (1959-1974) より引用)

表-1 インドにおける乾燥地、半乾燥地の面積、人口、家畜
(Fifteen Years of Arid Zone Research (1959-1974)より)

	乾燥地		半乾燥地		全体
	面積(Km ²)	人口(1971年)	家畜(1966年)	面積(Km ²)	
面積(Km ²)	388,000	12.13 (%)	969,000	30.28 (%)	3,200,000 Km ²
人口(1971年)	20百万人	3.65 (%)	170百万人	31.07 (%)	547百万人
家畜(1966年)	23百万頭	6.68 (%)	122百万頭	35.46 (%)	344百万頭

SATにおける土壌は、(1)Red & Gray土壌、(2)Black土壌、(3)沖積土壌、(4)砂土壌および(5)ラテライト土壌に分類され、J. KAMPEN, B. A. KRANTZによるとICRISATの土壌は(1)と(2)に分類されている。

(注-1)

Troll(1966) described semi-arid areas in a number of classes as follows;

V3 : Wet and dry tropical climates with 4.5 to 7 'humid months' ($P \geq PE$) and 5 to 7.5 arid months ($P < PE$)

V4 : Tropical dry climates with 2 to 4.5 humid months in the warm season and 7.5 to 10 arid months.

V4a: Tropical dry climates with the humid months in the cooler season.

Troll's classification, when summarized, defines the tropical semi-arid regions as those which have from 5 to 10 arid months and conversely from 2 to 7 humid months.

'Humid months' are those in which precipitation equals or exceeds the potential evapotranspiration ($P \geq PE$), in the 'arid months' potential evapotranspiration exceeds precipitation ($P < PE$).

(引用: Soil and water management in the semi-arid tropics (ICRISAT)より)

2. 訪問先機関概要

(1) 国際熱帯半乾燥地作物研究所 (ICRISAT)

International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.

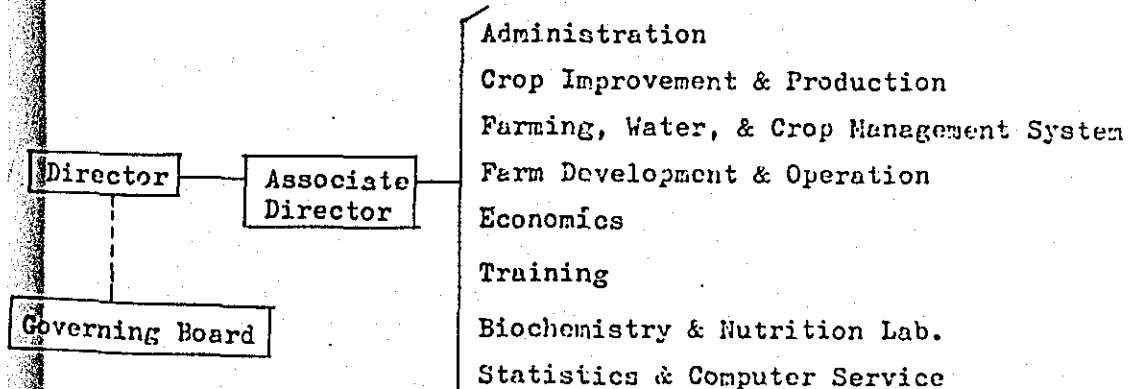
ICRISAT は国際農業研究機関であり (現在 8 つある) 国際農業研究協議グループ (CGIAR—注—1) およびその技術諮問委員会 (TAC—注—2) のイニシアチブにより、フォード財団が実施機関となって 1972 年 6 月に設立された。インド大陸のほぼ中央部ハイドラバード市内に臨時の本部、そこから約 25 Km 北西に約 1400 ha の Institute をもっている。

(a) 援助国

1394 ha の土地を提供したインドの他、IBRD、UNDP、カナダ、西独、ノルウェー、スウェーデン、スイス、英国、米国、日本、タイ。

(b) 組織

ICRISAT は各国から選出された 14 名の研究者から構成された理事会 (ICRISAT Governing Board—注 3) によって運営され、研究活動を行っている。



Information Service
Library
Plant Quarantine
Physical Plant Development & Service
Special Project

(staff の担当によって分類)

(c) 研究内容

ソルガム、パールミレット、ビジョンプー、チックピー等の穀類の育種、品種保存およびその世界的供給センターの役割を持つと同時に、半乾燥地での安定した農業生産方法の開発を中心に社会経済までにも及ぶ研究を行っている。視察した限りでは、限定された水を有効に使用する栽培体系、営農体系、品種改良が主たる研究であった。

① 作物改良計画 (Crop Improvement Program)

ソルガム、パールミレット、ビジョンプー、チックピー、ピーナツの品種改良。品種の収集と供給

② 営農体系計画 (Farming System Program)

小規模農家を対象とした、栽培体系と有効的な水管理技術の開発

③ 研修計画 (Training Program)

(i) Research Fellows —— MS, PhDをもつ人の研修

(ii) Research Scholars —— MS, PhDを取得する研修

(iii) In-Service Training —— 長期、短期の2種類有り

(C) PROFESSIONAL STAFF - JUNE 1976

ADMINISTRATION

Director	R. W. Cummings
Associate Director	J. S. Kanwar
Associate Director	R. C. McGinnis
Administrator	S. K. Sahgal
Personnel Manager	S. K. Mukherjee
Security Officer	Col. P. W. Curtis
Transport Officer	J. Pearson
Travel Officer	S. B. C. M. Rao
Scientific Liaison Officer	B. Diwakar
Purchasing & Stores	R. Vaidyanathan
Fiscal Officer	O. P. Shori
Records Management	R. G. Rao
Executive Assistant to the Director	V. Balasubramanian
New Delhi Office	N. Rajamani

CROP IMPROVEMENT AND PRODUCTION

Cereals

Hugh Doggett, Plant Breeder and Leader
D. J. Andrews, Plant Breeder (Millets)
Peter Lawrence, Assistant Plant Breeder
(Sorghum)
Brian W. Hare, Assistant Plant Breeder (Millets)
J. C. Davies, Entomologist
J. D. Skinner II, Assistant Entomologist
A. H. Kassam, Physiologist
R. J. Williams, Pathologist
J. V. Majmudar, Assoc. Plant Breeder
(Millets)

Research Associates -

Bholanath Varma (Sorghum)
K. V. Ramiah (Sorghum)
R.P. Jain (Millets)
K. Anand Kumar (Millets)
S. C. Gupta (Millets)
K. E. Prasad Rao (Germ Plasm)
N. Seetharama (Physiology)
G. Alagarwamy (Physiology)
R. K. Maiti (Physiology)
K. V. Seshu Reddy (Entomology)
V. S. Dhatnagar (Entomology)
K. N. Rao (Pathology)
S. D. Singh (Pathology)
R. P. Thakur (Pathology)

Pulses

J. M. Green, Plant Breeder (Pigeonpea)
A. K. Auckland, Plant Breeder (Chickpea)
L. J. G. van der Maesen, Botanist
A. R. Sheldrake, Physiologist
Y. L. Nene, Pathologist
P. J. Dart, Microbiologist
D. Sharma, Associate Plant Breeder
(Pigeonpea)
K. B. Singh, Associate Plant Breeder
(Chickpea)

Research Associates -

L. J. Reddy (Pigeonpea)
K. B. Saxena (Pigeonpea)
B. V. S. Reddy (Pigeonpea)
Onkar Singh (Chickpea)
S. C. Sethi (Chickpea)
K. C. Jain (Chickpea)
C. L. L. Gowda (Chickpea)
R. P. S. Pundir (Germplasm)
A. N. Murthy (Germplasm)
S. S. Lateef (Entomology)
A. Narayanan (Physiology)
N. P. Saxena (Physiology)
M. P. Haware (Pathology)
M. V. Reddy (Pathology)
J. Kannaiyan (Pathology)
D. P. Rupela (Microbiology)

Groundnuts

W. C. Gregory, Consultant
R. W. Gibbons, Plant Breeder
D. V. R. Reddy, Associate Pathologist
S. N. Nigam, Research Associate

FARMING, WATER, AND CROP
MANAGEMENT SYSTEMS

B. A. Krantz, Agronomist
J. Kampen, Agricultural Engineer,
Soil & Water Management
R. W. Willey, Agronomist
M. B. Russell, Consultant (Soil Physics)
Jean Nolle, Consultant
Francis R. Bidinger, Assistant Agronomist
S. K. Sharma, Senior Research Technician
Research Associates -
S. V. R. Shetty (Agronomy)
M. Rammoan Rao (Agronomy)
J. Harikrishna (Soil & Water Management)
R. C. Sachan (Soil & Water Management)
P. N. Sharma (Soil & Water Management)
Piara Singh (Soil Science)

Research Associates (Contd) -
 Sardar Singh (Soil Science)
 T. J. Rego (Soil Science)
 K. Prabhakara Rao (Agro-Climatology)
 Harbans Lal (Farm Machinery & Power)

FARM DEVELOPMENT & OPERATIONS
 E. W. Nunn, Agricultural Engineer
 B. K. Sharma, Farm Services Supervisor
 D. S. Bisht, Farm Operations Supervisor
 D. N. Sharma, Farm Development Supervisor

ECONOMICS
 J. G. Ryan, Economist
 M. von Oppen, Economist
 Hans Binswanger, Economist
 Victor S. Doherty, Social Anthropologist
 N. S. Jodha, Associate Economist
 Research Associates -
 K. V. Subrahmanyam
 V. T. Raju
 S. L. Bapna
 B. C. Barah

TRAINING
 D. L. Oswalt, Training Officer
 A. S. Murthy, Associate Training Officer

**BIOCHEMISTRY AND NUTRITION
 LABORATORY**
 R. Jambunathan, Biochemist
 Umaid Singh, Research Associate

**STATISTICS AND
 COMPUTER SERVICES**
 J. A. Warren, Consultant
 J. W. Estes, Computer Services Officer
 T. B. R. H. Gupta, Programmer

INFORMATION SERVICES
 John W. Spaven, Head
 S. M. Sinha, Artist
 H. S. Duggal, Photographer
 T. C. Jain, Librarian
 K. K. Nirula, Plant Protection and
 Quarantine Liaison Officer

A. D. Leach, Engineer
 F. J. Bonhage, Construction Supervisor
 Sudhir Rakhra, Engineering Associate (Civil)
 B. H. Alurkar, Civil Engineer
 D. Subramaniam, Electrical Engineer
 S. K. V. K. Chari, Electronics Engineer
 V. Lakshmanan, Executive Assistant

SPECIAL PROJECTS

Claude Charreau, Project Leader,
West Africa Project

C. M. Pattanayak, Plant Breeder
(Upper Volta)

Steven A. Clarke, Field Trials Officer
(Mali)

Shadrach Okiror, Assistant Plant Breeder
(Nigeria)

John A. Frowd, Assistant Plant Pathologist

Takumi Izuno, Plant Breeder
(Asian Regional Corn Program)

注-1; Consultative Group on International Agricultural Research
(CGIAR)

FAO, UNDP, WBの共催により1971年に設立。各国、国際機関、財団の参加を得、国際農業研究活動の強化拡充、ニーズの発掘、検討を目的としている。

注-2; Technical Advisory Committee (TAC)

CGIARの技術諮問委員会で、各国から選出された13人の専門委員で構成。研究内容の優先度、新研究テーマの検討、現存国際農業研究機関の研究計画検討、研究運営等についてアドバイスする。

注-3; International Governing Board

ICRISATの実質の審議機関。委員長、副委員長の他、各国選出の12名の委員で構成。ICRISATの運営から研究方針、内容、優先度等について審議する。

(2) All India Coordinated Research Project (AICRP)

農業試験研究の主管部局として1929年にICAR (The Indian Council of Agricultural Research) が食糧農業省の中に新設され、中央の農業研究の組織的研究活動、管理、研究所の新設、研究内容の充実などに力を注いで来た。州政府の農業研究機関および大学まで包含する研究内容の統一が叫ばれはじめ、1957年最初のAICRPとしてトウモロコシ育種計画が誕生した。その後主要作物をはじめ、飼料作物、工業作物、病虫害防除、土壌、肥料、水管理、乾燥地農業、塩土壌等々幅広い分野に亘って研究が拡大され、実施に移されている。

(a) AICRP on Dryland Agriculture, HAYATHNAGAR

1970年、カナダの援助で、ハイドラバード近郊(車で30分)、HAYATHNAGAR農業試験場で開始。半乾燥地での効率的な降雨利用を中心に実際の栽培技術およびその体系の開発、導入品種の適性試験、畜力による農機具の開発等の研究を行っている。研究開発された技術の普及にも力を注いでおり、その一環として農民訓練のための指導者の研修も計画されている。なお、本計画に参画している研究所は、全国に15、サブ・センターが8、スペシャル・センターとして1がある。

(b) AICRP on Sorghum Improvement, RAJENDRANAGAR

ハイドラバードのAndra Pradesh農業大学に隣接しているインド農

業研究所のサブ・ステーションが中心になり、1961年から本計画が本格的に開始された。高収量品種の hybrid 育成が主要研究で、1964年に“CSH-1”が発表されて以来現在まで、新たに4品種のリリースが発表されている。ミレット類およびヒマの栽培育種の研究も行われている。

(c) AICRP on Rice Improvement, RAJENDRANAGAR

稲の試験研究については今回の目的から外れるが、AICRPの一環として視察した。現在AICRPの下に中央稲研究所の他16のRegional Stationと140のRice Research Stationおよび大学が本計画に参画し、種々の研究を行っているが、訪れたRajendranagarの試験場では、肥料試験と耐病耐虫に関する研究が主であった。

参考資料

1. International Research in Agriculture (CGIAR)
2. About ICRISAT
3. Farming System Research 1976 Program & Results Summary
4. Soil & Water Management in the Semi-Arid Tropics (ICRISAT)
5. Notes on Sorghum Breeding Demonstration 1976 Kharif (ICRISAT)
6. Training at ICRISAT (ICRISAT)
7. 国際半乾燥熱帯作物研究所 (ICRISAT) の概要
外務省・経協技二
8. Annual Report 1973-74 (ICRISAT)

3 自然条件および作物栽培の現状

1) 気象 (表-2 参照)

(1) 降雨

年平均降雨量 760 mm であるが、その時期は、6~9月に集中しており、かつ、降雨強度が非常に大きいこと、および年によって降雨量が大きく変動するのが特徴である。

(2) 気温

4, 5月が最も高く、月平均気温はそれぞれ 30.3, 32.3℃である。また7~9月の温度も高い。

2) 土壌¹⁾

大別して、black cotton soil と red soil が存在する。共に礫が多い。red soil は砂質のため、透水性はよい。これに反して、black soil は透水性悪く、乾くと固結し湿ると軟弱になる。なお、乾燥時には巾数 cm、深さ 50~100 cm のクレツが形成される。両土壌とも、Ca, Mg に富む。また、地下水は地表面下約 120 feet に存在する。風蝕が4~5月にみられる。

表-3 土壌の概要

soil type	土層の厚さ	深さ(cm)	水分当量	有機物含量	PH	CEC
Shallow black soil	75cm	0-25	27.5	0.30 (%)	7.4	ml/100g 43.3
		25-50	33.6	0.21	7.6	44.2
Medium black soil	150cm以上	0-25	29.1	0.32	8.3	42.9
		27-62	28.0	0.29	8.7	39.6
Deep black soil	2m以上	0-25	28.5	0.45	7.6	57.6
		25-75	26.3	0.12	7.5	52.9
Shallow red soil	25~30 cm	0-15	11.5	0.87	6.3	4.4
		15-27	11.3	0.20	6.2	8.6
Medium red soil	150cm以上	0-18	11.4	0.20	6.7	10.0
		18-35	21.9	0.32	5.8	16.4

参考文献 (1) A brief description of the soils of ICRISAT

表-2 気温、湿度および降雨量

[HYDERABAD]

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均	統計年数
気温℃	21.6	24.0	27.2	30.3	32.3	28.9	26.0	25.7	25.5	25.0	22.3	20.7	25.8	30
湿度%	57	47	41	42	41	62	75	76	77	67	59	57	58	20
降水量mm	2	10	13	23	30	107	165	147	163	71	25	5	761	30

[JODHPUR]

気温	17.1	19.9	25.2	30.3	34.4	34.3	31.3	29.2	29.4	27.7	22.7	18.7	26.7	30
湿度	41	30	25	23	31	45	65	71	61	37	29	37	41	20
降水量	8	5	2	2	6	31	122	146	47	7	3	1	380	30

[GAZVIN]

気温	3.5	5.2	10.2	15.4	21.2	26.1	29.5	28.4	24.6	18.3	10.6	4.9	16.5	18
湿度	67	56	48	43	31	26	25	24	26	32	44	65	41	18
降水量	37	23	36	31	14	2	1	1	1	5	29	27	208	18

3) 作物栽培の現状

当地方の主要な農作物は耐旱性が強く、比較的安定した生産性のある Grain Sorghum, Pearl Millet, Pigeonpea, Chickpea 等である。降雨がほとんどモンスーン期に限定されるため、作物の作期はモンスーン期の6月から10月上旬にかけて栽培されている、いわゆる Kharif 作が主体である。しかしながら冬期に露を利用する特性をそなえた Chick Pea やモンスーン期休閑地では Rabi 作も行われており、一部灌漑可能地帯では Kharif 作, Rabi 作の二毛作も可能である。そして一般的に乾期に入ると土壌がきわめて Compact (特に黒色土) になるため耕起が困難で Rabi 作における作物生産の一つの阻害要因となっている。大部分の農

地は堆肥を鋤込む程度で、灌漑も行なわれていないため、収量水準は概略

Grain Sorghum	400 Kg/ha	
Pearl Millet	400	＃
Pigeonpea	300	＃
Chickpea	500	＃ である。



(写真-1) ソルガム

4. 対応の方向

1) 対応の基本的性格

訪問したICRISATおよびICARのAICRPに共通している半乾燥地農業研究の底流は、小規模農家を対象とし、限定された自然条件、社会経済条件下での農業生産性の向上に寄与する天水を軸とした技術体系の確立、地域特性による適性作物の選定、適応新品種の開発等々、非常に地味で、しかもオーソドックスな研究開発の姿勢であろう。

ICRISATは、世界的視野から、作物の種類を限定、即ちSorghum, Pearl Millet, Pigeonpea, Chickpea, Peanutに絞っており、他作物は全く扱っていない点からも、現時点では天水農業を如何に開発し、技

術的に確立させるかと云う研究の基本的性格が理解できる。

ICARの乾燥地開発の進め方の基本は、AICRP(研究プロジェクト)→Pilot Development Project(パイロット・プロジェクト)→Integrated Dryland Agricultural Development Scheme(総合開発計画)と研究成果を段階的に実際の農業へ展開させる極めて常套な手法であるが、地域毎に気象、土壌条件にマッチしたいわゆる無灌漑でやる農業、低収量でも良いから安定した収量を確保出来得る現実に即した技術の開発は注目に値する。

2) 対応のための具体的技術

(1) Water harvesting

さきに述べたように、この区域の降雨は、6～9月に集中し、かつ、降雨強度が大きい。この点に着目して考え出された水利用方式である。

圃場の侵食防止を考慮しながら、圃場内に降った雨を数haのwatershedごとに、その最低部位にタンクを設け、できるだけ降雨を効率的に利用しようとする方式である。タンクは地表面下に設置する 경우가多いが、タンクの堤を高くして地表面上に水を貯溜する場合もある。すなわち、降雨が6～9月に集中しているため、各Watershedから流出する量もかなり多い。そこでこの水を全体とてあつめるために、大きな貯水池(Lake of ICRI SAT)を造成し、ここに貯溜した水を各タンク(写真-2)にポンプアップして水不足を補う。これらの水利用方式によってred soilでは、トマトの収量が12.7 ton/haから22.2 ton/haに増加し、black soilではソルガムの収量が26 ton/haから36 ton/haに増加した。視察したタンクは、地表面下4mで、貯水量は約2500 m³である。ここには、自記記録計式のパーシャル・フリュームと流亡土壌測定装置があった。流亡土量は、年間7 ton/ha、流出率は、20～30%である。(クラックが形成されているため、地下浸透がかなり多いとのこと。)(図-2参照)

なお、All India Coordinated Research Projectでは、各

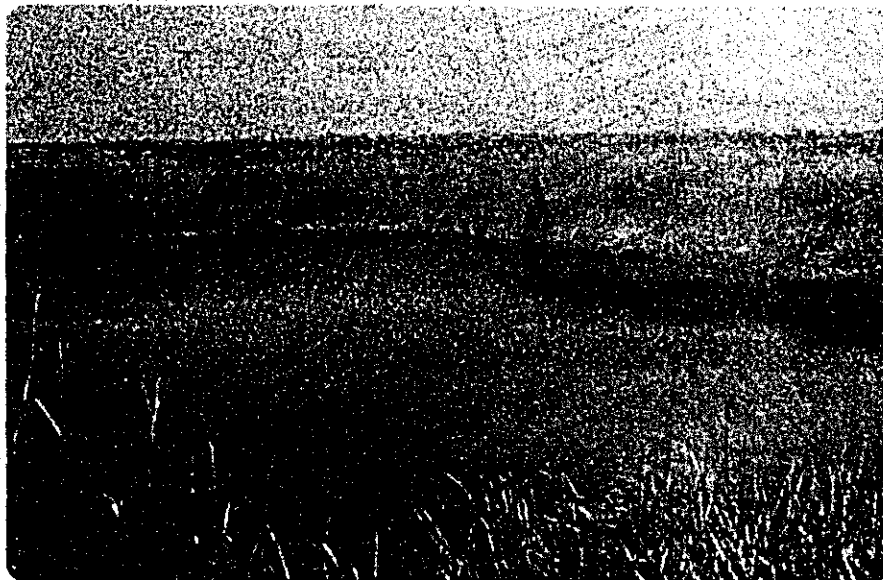
bund (小堤で、図-1では、Guide Terracesにあたる。)の末端にも、小規模なタンクを設置していた。小タンクは地表面下2 m、上巾8 mの正方形で、掘削土はbundの築造に流用されている。貯水量は、約7.0 m³であるが、そのままでは地下浸透量(480 mm/day)が多く、この防止のため牛糞壁ぬり方式、アスファルト・ライニング等を試験中であつた。この水をバケツでくんで灌水する。

参考文献：(1) Farming Systems Research

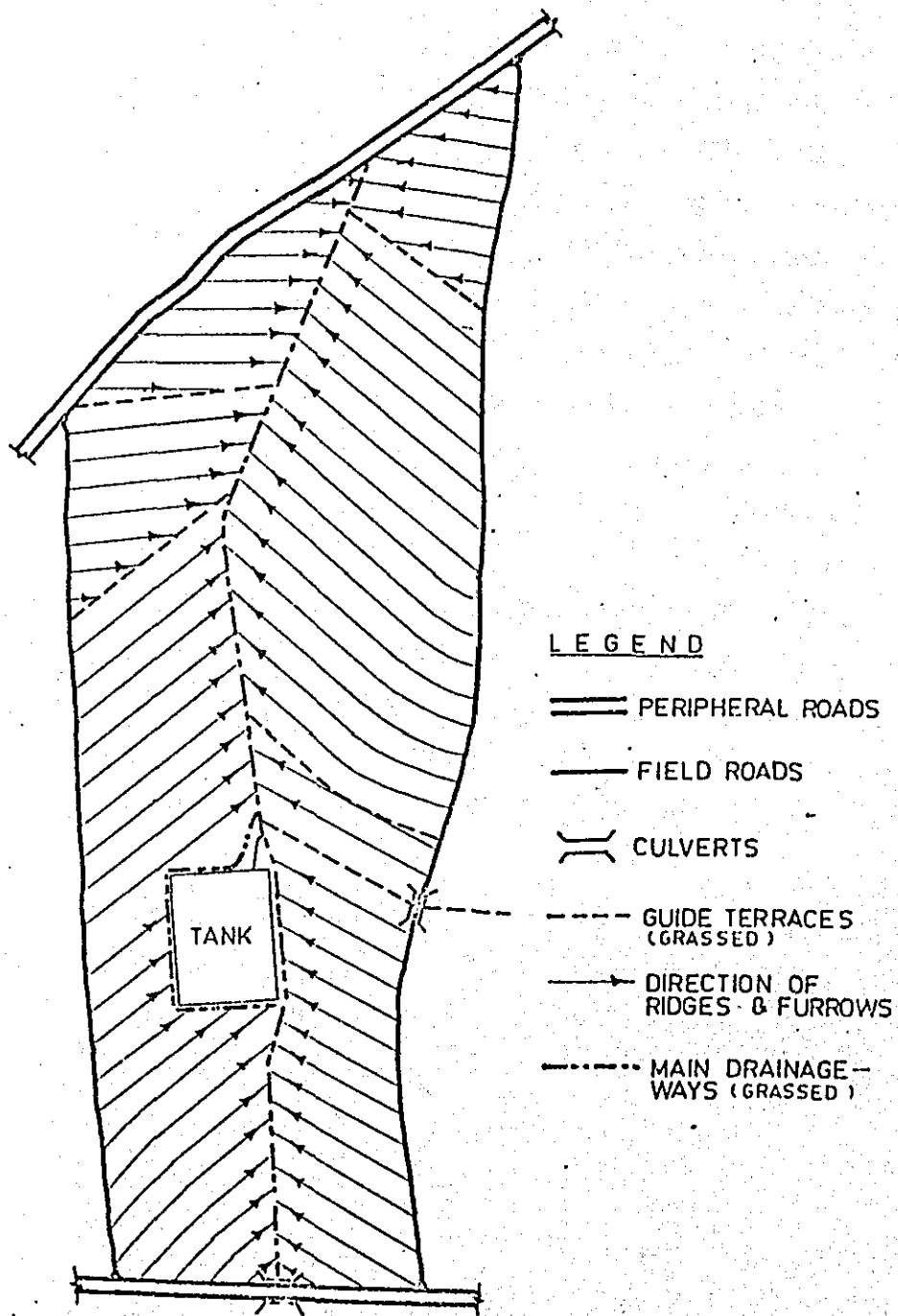
(2) Soil and Water Management in the Semi-Arid Tropics.

(2) 土壤および肥料

Black cotton soil は、とくに、物理性の悪い土壤であるが、意識的に土壤・土層改良を行おうとしてはいない。施肥試験は、NおよびPについておこなわれている。Pの肥効は、すべての土壤で認められ、Red Soil でとくに顕著である。Nの肥効もすべての土壤について認められている。なお、Zn欠乏がすべての土壤に生じている。



(写真-2) ICRISAT圃場内のタンク



☒ - 2 SCHEMATIC DRAWING OF A WATERSHED IN RIDGES AND FURROWS WITH A RUNOFF STORAGE FACILITY

(3) 作物栽培法

品種改良：SATの降雨量は500～750mmであり、収量は著しく不安定である。そのためICRISATにおいては品種改良が重要な課題であり、世界各地からGerm Plasmを収集し、灌漑が出来ないような条件下においても安定した収量を上げうる新品種の育成に努めている。その育種目標は穀類(Grain Sorghum, Pearl Millet)では

- ① 多収性品種の育成
- ② 品質の向上(蛋白とくにリジン含量)
- ③ 耐病、耐虫性品種の育成

豆科作物(Pigeon Pea, Chick Pea)では

- ① 多収性
- ② 高タンパク
- ③ 消費者の嗜好性(特に子実の色)

に重点がおかれている。

現在のところ、研究に着手してから年が浅いため、新品種の育成までにはいたっていないが、世界のGerm Plasm Bankの役割となっておりと同時に育種目標に対する優良母体の選定にかなりの進展がみられる。

栽培法：SATにおいて収量の向上と安定をはかるため育種による他に降雨による水分をたくみに利用する栽培法があり、この目的にそってICRISATでは

- ① Intercropping
- ② Relay Cropping
- ③ Ratooning

について研究している。

i) Intercropping この体系の主要なものはPearl

Millet + Pigeonpea, Grain Sorghum + Pigeonpea
である。

Pigeonpea は生育が遅く、生育期間が210日前後と長い
ため Pearl Millet, Grain Sorghum 等比較的生産日
数の短い作物と間作することによって、土壌中の水分の有効
利用をはかる。即ち土壌水分を要求する時期が作物によっ
て異なるため、生育初期には Grain Sorghum, Pearl
Millet, これら作物を収穫した後は Pigeonpea が土壌水
分を利用する形態で、作物の生育日数と水分要求時期の違い
を利用した栽培法といえる。収量についても単作の場合に比
較してむしろ高い結果を得ている。

ii) Pearl Cropping この体系の主なものは Pearl
Millet-Chickpea, Grain Sorghum-Chickpeaで前作
物の収穫前15~10日前に Chickpea を畦間に播種し、
播種期を早めモンスーン後期の水分を利用するとともに、日
射、クラストによる発芽不足を防止し、土壌面からの水分の
損失を少くし、発芽、苗立の安定をはかる。

iii) Patooning 温度に十分恵まれた環境を利用し Pearl
Millet, Grain Sorghum のように再生する特性をもった
作物について一度収穫した後の再生個体を利用し2度収穫す
るものである。そして耕起等による水分損失を防ぎ Double
Cropping による収量の増大をはかっている。なお収穫期
の雨はカビ等により穀実の質が低下するため、途中刈によっ
て生育期間を延長し、良質な穀実をうるよう災害回避の目的
にもなっている。

(4) 機 械

とくに半乾燥地用の農業機械はみられなかった。ここでみた機械は、

おそらく乾燥地においても適用可能なものであろう。ここには大型畜農トラクターを母体とするアメリカ式の大型農業機械群と現在多くのSATの農民を対象とする畜力用農業機械に対する改良努力をみる事ができた。

SATの自然条件、栽培方式などからみると現実農民の経済条件や今後の農業生産方式の変化によって一概にはいえないが、これらの機械がうまく組合わされて適用されてゆくことになるであろう。

① 在来農具

ここでみた在来農具は bullock (雄牛) 2頭引のものである。

i) Arid Plow : チゼル型のブラウで、農家のものは木製が多い由である。型態的にはブラウというよりも小型1本爪のパンブレーカで、硬い土の掘起しの耕起を目的とする。耕深は3~4", 間隔3"で十字掛をする由である。

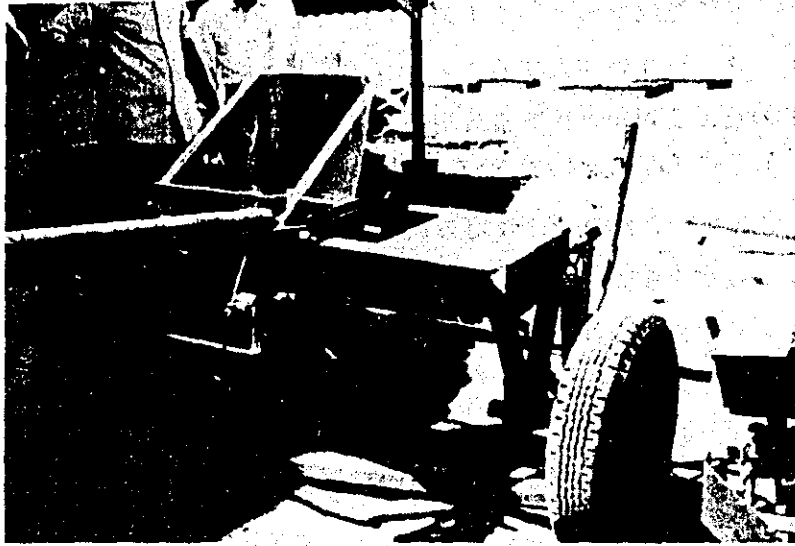
ii) Blade Harrow : 刃巾62cmの直刃ブレードでSteel Plowで耕起したあとの砕土用である。

② 畜力用 Tool-Carrier (写真3)

フランス人の考案したものであるが、これは畜力利用農具の改良のための有力な方向を示すものであろうと感じた。今や開発途上国においても在来の畜力利用に代ってトラクタを母体とする機械化が進みつつあるが、現実の農民の経済状態、intercropping等の集約栽培、有機質肥料の有効性等を考えると、畜力利用機械化の途も大いに有望な方向である。このTool-Carrierは下記の特徴から知られるように、今後の畜力利用上大きな示唆を与えるものであろう。

a) 従来の畜力利用では操縦者は農具のあとを歩行しなければならなかったが、このTool Carrierは空気入タイヤ2輪をもつ乗用型である。

b) 各種の作業機具(在来農具をはじめとして、普通型ブラウ、ハロウ、



(写真-3) 畜力用 Tool Carrier

150 cm 幅巾成畦機、カルチベータ、播種機、草刈機、防除機等)をこれに装着でき、手動の昇降装置によって、耕深調節のみならず、作業機具を完全にあげて運搬することもできる。

e) 車輪間隔は2段調節が可能である。

d) 従来の畜力利用では作業抵抗には畜力のみで対応したが、作業機具に駆動用小型エンジンを搭載して動力の増大と多角的利用ができる。

③ 大型農業機械

ここにおいては70PS級大型ホイール型トラクタを母体とする大型機械化体系がみられる。これには一連の付属作業機があるが、われわれになじみのうすいものとして下記のようなカナダ製のdry farming用の作業機がみられた。

また乾燥地においては播種後の発芽確保が重大問題であり、このためには播種機の鎮圧輪は大径で重量大なるものが必要であることが強調されていた。そしてBlack Soil においては雨後の圃場の軟弱性が大型

ホイール型トラクタにとって大きな問題であることが指摘されていた。

集約栽培用としてであろうか、仏国製の Straddle Tractor (竹馬トラクタ) もみられた。

i) Subsurface Tillage Machines : 表層の土をなるべく乱さな
いで攪土、雑草防除等を行うもので、Heavy Duty Cultivator,
Wide Blade Cultivator (Subsurface Cultivator) などが
あり、これらは 1st tillage に用いられ、所要馬力は 1.5 ~ 3
ps/ft である。

ii) Rod Weeder : PTO で駆動される 4 角断面の水平ロッドが表層
下で回転するもので、2nd tillage に用いられ、所要馬力は 0.5 ~
1 ps/ft である。なお、この機械は表層土層を膨軟化して水分の表
層への毛管上昇を切断するために用いられることもあるという。

5. おわりに

ICRISAT の研究の特徴は、第 1 に土壌など基礎的諸分野において基本的なデータの蓄積がなされていると同時に、それらの諸分野の総合が、かなりの程度うまく行なわれている点にある。この点、われわれとして、とくに学ぶことが必要であろう。第 2 の特徴は総合によって生み出された技術が開発途上国の社会経済的条件を反映したものであることである。これは、イランに行なわれている開発の型と全く異なっており、重視すべき面をふくんでいる。このように調査団は ICRICAT から多くのものを学んだが、反面、疑問をもつ点もいくつか存在した。調査団の調査期間も短かく、この疑問の中には全く見当ちがいのものもあるかも知れないが、何か参考になる点も少しはあるのではないかと考え、以下団員が感じたことを列挙する。

(1) 水に関連する研究データの蓄積は多いが、Vapor の移動についておよび温度に関連するデータが少ない。気象条件およびマルチなどに関連してこれらの研究は重要であると思われるのだが。

- (2) (1)と関連して土壌については土壌改良，土層改良といった発想がなく，研究もされていない。(構造，保水性，透水性の改良など)
- (3) タンクに貯められた降雨の recycling はほとんどポンプアップによって行なわれているが，小流域相互の関連性をうまく組み合わせて，もう少し重力利用による灌漑を考えるべきでないか。ここでの灌漑方法は，うね間灌漑が多いことからいっても，このことを再検討すべきであろう。ただし，貴重な水資源であるということからは，パイプ輸送による水損失の防止には意味がある。自然力利用のポンプも当然研究されるべきであろう。
- (4) 作物別および間作時の水分消費パターンの研究がなされていない。
- (5) 水資源が不足しているにもかかわらず，各作物の最適灌水時および灌水量についての研究が不十分なようである。
- (6) 作物品質の改良によって半乾燥地における生産性を向上させるという方向は正しい戦略であろう。研究の急速な発展を期すために対象作物をしぼることは止むをえないであろうが，あまりにも少ない作物(5種類)にしぼりすぎていないか。実際の需要との関連をも考えて検討する必要があるように思われる。
- (7) 農業機械については，畜力利用機械の改良など賢明な方向をめざしていると考えられるが，同時に大型機械も数多くみられた。作業適期が限定されがちなことと intercropping などの集約栽培をしなければならないことから，この両者の巧みな組み合わせについての研究も必要であろう。

Ⅲ 乾燥地農業について — CAZRI の研究を中心に —

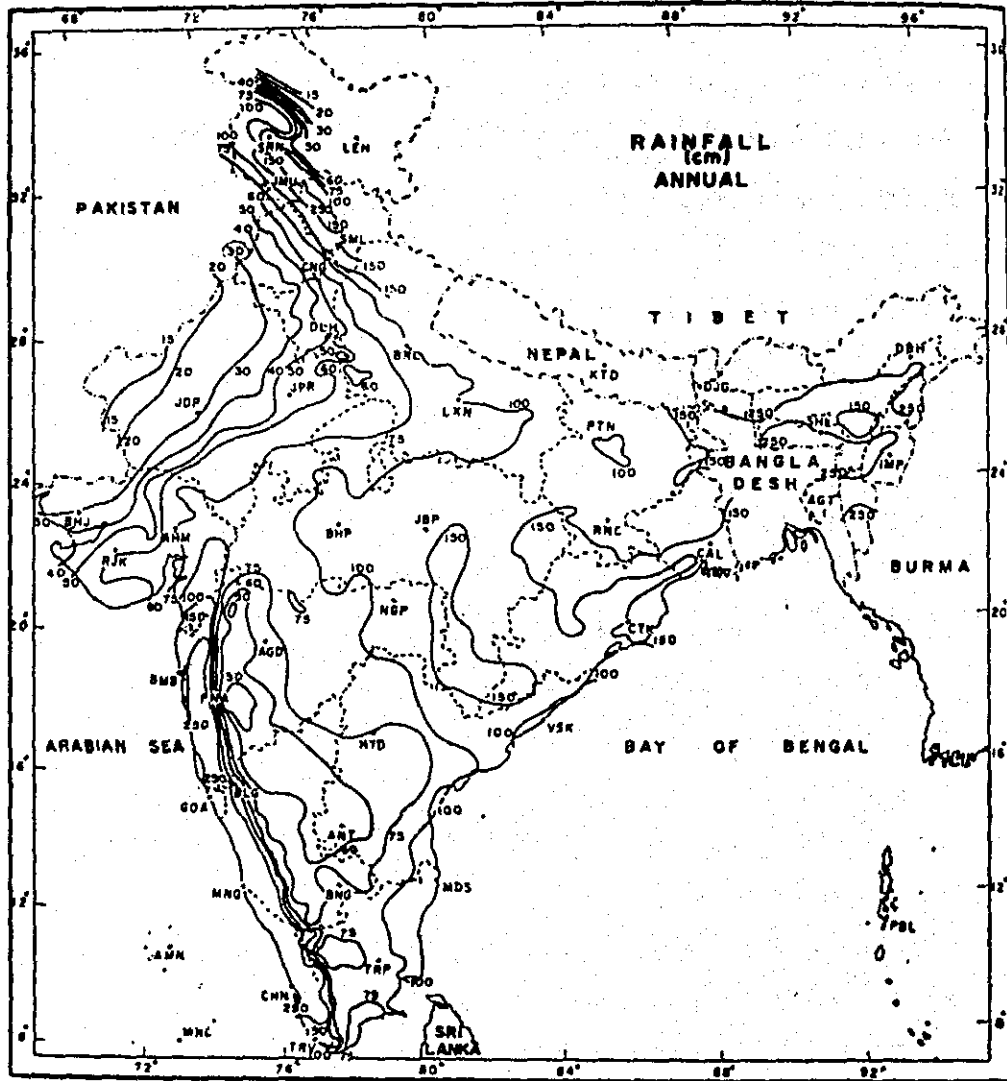
1. はじめに

インドで最も乾燥した地域に分類されているタール沙漠の一部を、現地へ飛ぶ際、高度約6,000フィート上空から眺める事が出来たが、草木がほとんど見当たらない広大な褐色の大地というのが第一印象であった。CAZRIのGeomorphology 研究者の説明によると、タール沙漠は以前Humid Areaであって、その後Arid areaに変身、再び5,800～10,000年の間はHumidそして今世紀始めAridになったと聞き、Humid時代にはかなりの雨量があったと考えられる。訪問したJodhpurでの平均降雨量は、300%前後とHyderabadの半分以下である。図-3の如く、西へ向うに従って雨量が少くなり、反対に東方に行くに従って多くなっている。これは明らかに南西モンスーンの影響と思われる。

5月下旬～6月上旬にケララおよびアッサム州からモンスーンに入り、漸次北或は北西へモンスーン開始期が移動し、6月下旬にはインド全土がモンスーンに入る。モンスーン“明け”の順序は“入り”の順序と逆で、北西から南東へと移動するが、インドの南端は11月か12月までモンスーンが続く。(図-4, 5参照)

従って、インド乾燥地については、他の乾燥地に比べ、独特なモンスーンの動きによる降雨に特徴があると云える。

- ① 降雨開始期および終止期は非常に早かったり遅かったりし、一定していない。
- ② 7, 8月には雨のない期間“Breaks”があり、その長短は年によって異なり、一定していない。
- ③ 降雨量は平均すれば303%であるが、年度により場所により、又時期によって著しく異なる。



☒ - 3 Annual rainfall (cm)

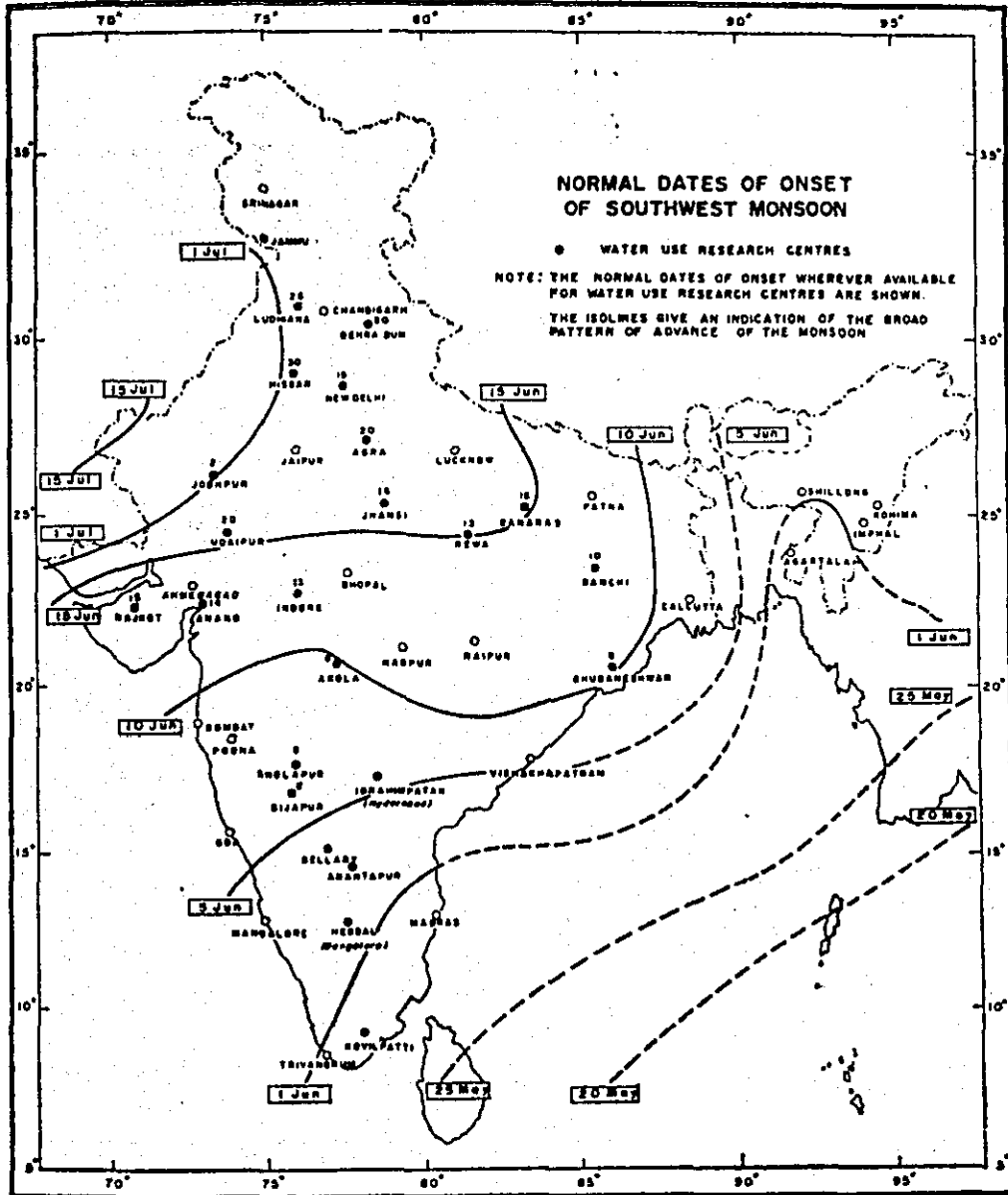
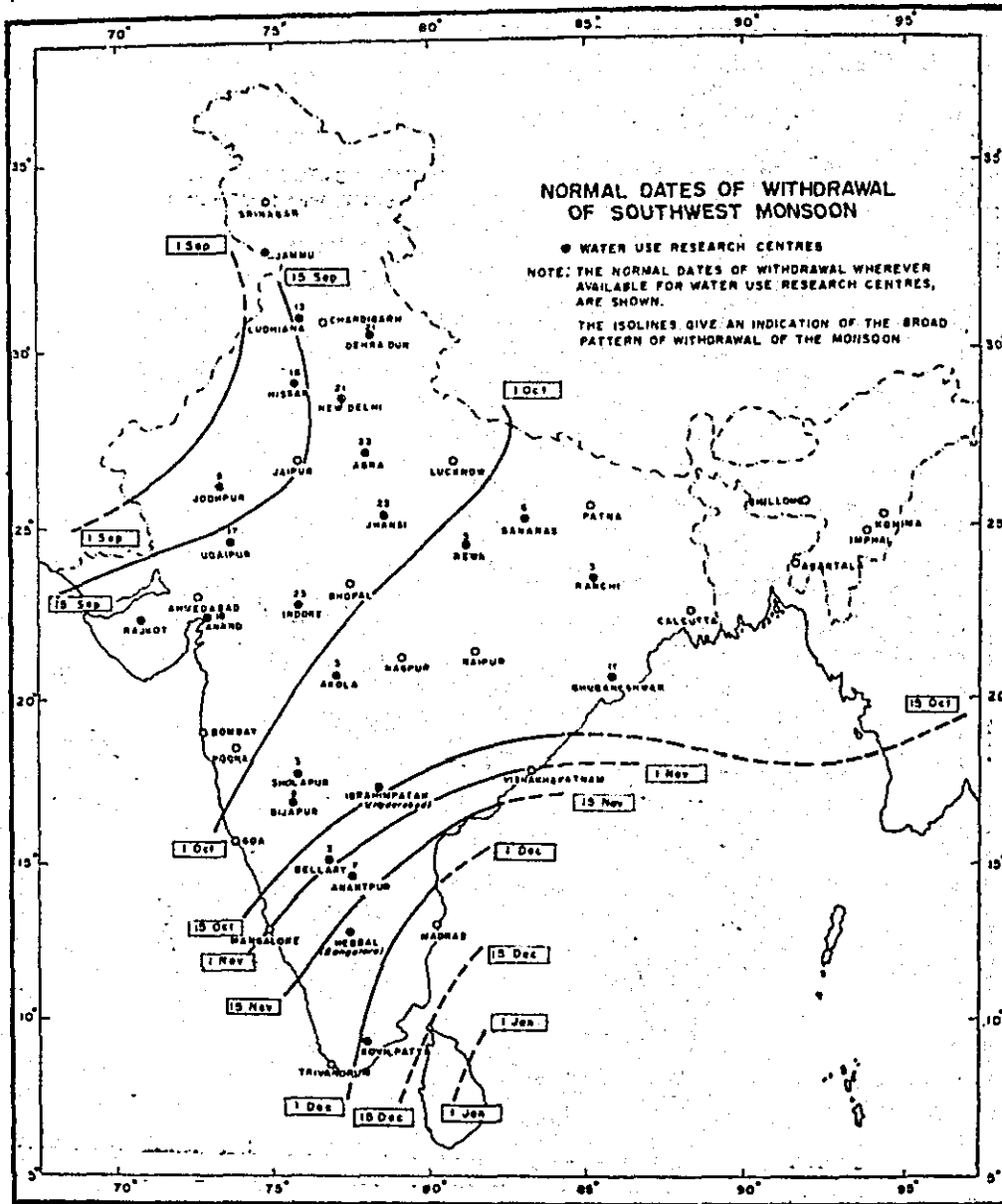
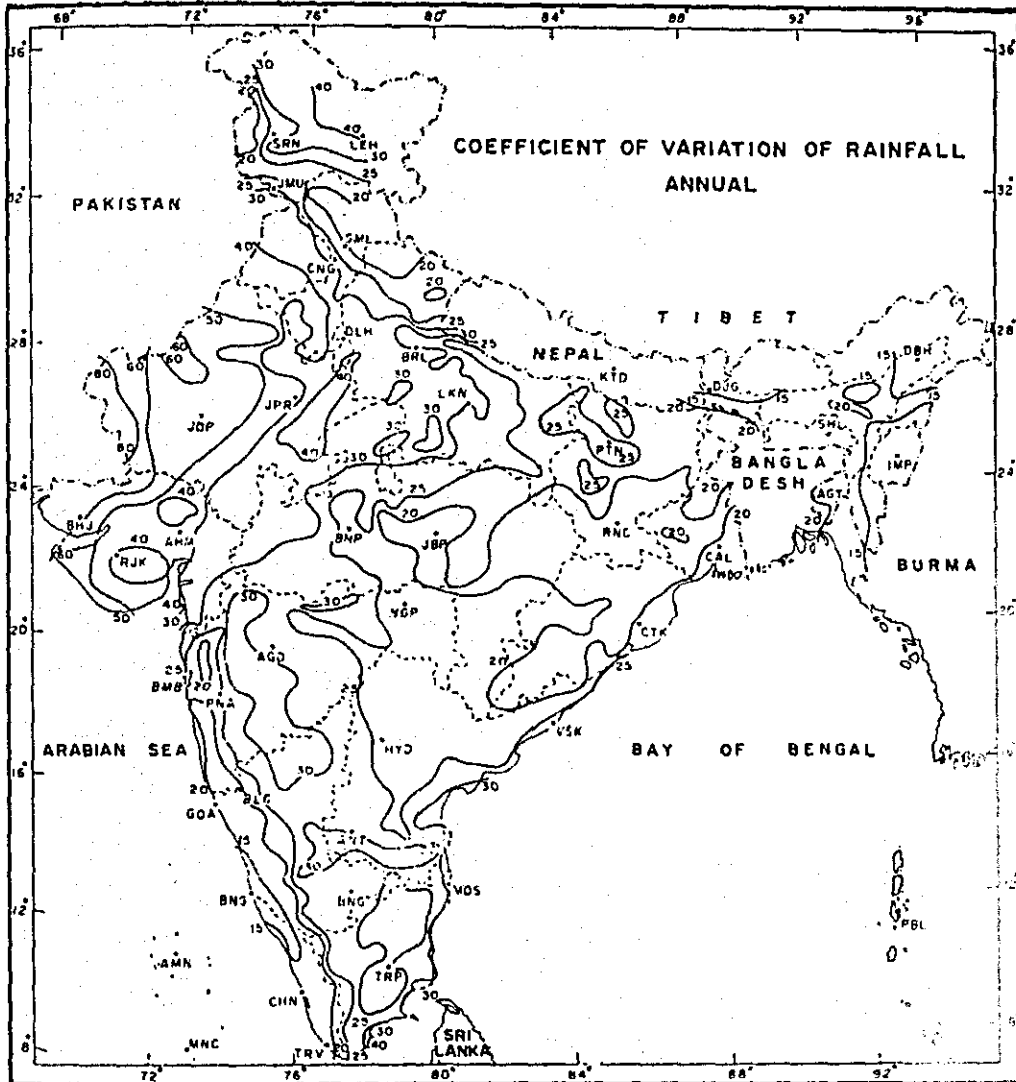


图-4 Normal dates of onset of the southwest monsoon

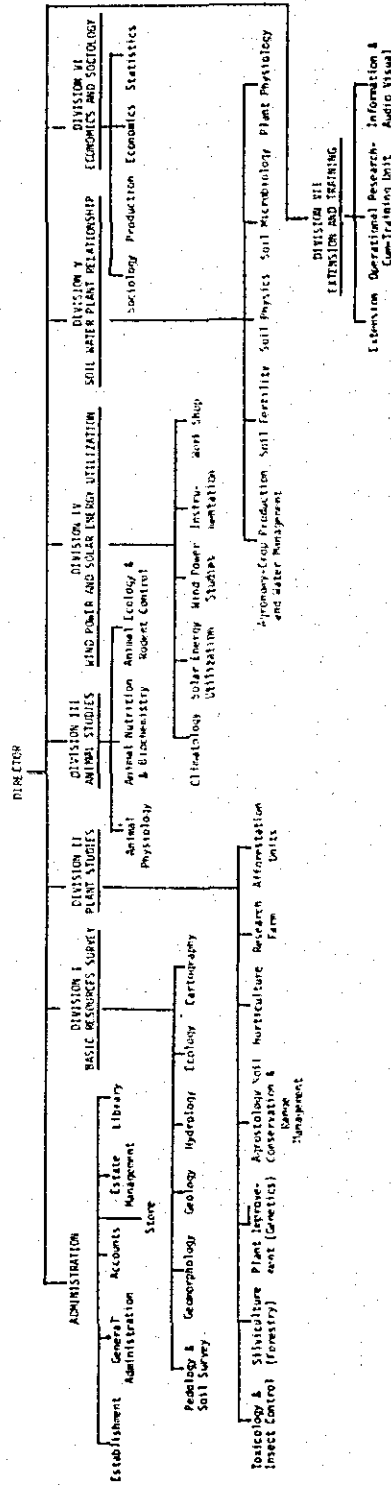


☒ - 5 Normal dates of withdrawal of the southwest monsoon



☒ - 6 Coefficient of variation of annual rainfall

ORGANIZATION CHART
 Central Arid Zone Research Institute-JORDANIA
 Arid Zone Research and Extension



- ④ モンスーンが迂回した場合には雨があまり降らず旱魃となる。(統計によると2.5年に1度の割合)

2. 訪問先概要

中央乾燥地研究所 (Central Arid Zone Research Institute - CAZRI) は 1952 年開催された沙漠シンポジウム (於: ニューデリー) で、タール沙漠は毎年 1/2 マイルの割りで砂漠が拡大していると云う報告を契機に、同年 Jodhpur に沙漠植林土壌保全研究所が設立された。その後、この研究所を UNESCO の協力 (具体的にはカナダが中心であるが) を得て改組し、1959年10月に本研究所 CAZRI が誕生した。ICAR 傘下 23 ある農業研究所の一つであり、タール沙漠のほぼ中央に位置し、乾燥地および半乾燥地の農業開発に関する研究を実施する最初の機関となった。

(a) 組織

組織図の如く、本研究所の中核部は 6 つの Division であり、その他に実験圃場を 7 ヶ所、Range Management and Soil Conservation Center を 12 ヶ所外部に持っている。

(b) 研究内容

① Division of Basic Resources Studies :

気象、土地、土壌、水、植生を自然資源として捉え、砂漠、乾燥地の総合開発研究。

② Division of Plant Studies :

植生、作物、家畜の改良、保全、Management 利用等に関する研究。

③ Division of Animal Studies :

沙漠におけるヒツジの品種について、生理的適応性およびメカニズム、栄養の必須量に関する研究。

④ Division of wind Power & Soler Energy Utilization :

太陽熱利用研究、および風力の利用に関する研究。

異った気象条件下における植物の水バランスに関する研究。

安定および不安定砂丘における土壌水分に関する研究。

⑤ Division of Soil-Water-Plant Relationship :

乾燥地への適応における植物生理的問題点の研究。生産性、土壌の肥
、水分、施肥量雑草等に関する研究。

⑥ Division of Economic & Sociology :

定着民、遊牧民の調査研究。

3. 自然条件および作物栽培の現状

1) 気 象 (表-2 参照)

(1) 降 雨

降雨は夏季に集中し、かつ、その強度が非常に大きなこと、および年
間変動巾が大きいことが特徴である。(夏季は4月~6月)年平均降水
量は380 mm。

(2) 気 温

夏季平均気温は、4月30.3、5月34.3、6月34.3℃である。な
お、7~9月にわたって、湿度は比較的高い。

(3) potential evapo-transpiration (7~8月) : 8-10 mm/day

2) 土 壤

区分	texture	土層の厚さ	有機物含量	粘土鉱物
表層	sand ~ loamy sand	45~100 cm	0.1~0.24%	イライト
下層	Loamy sand ~ sandy loam	(土層の下は礫)		

CEC	PH	Bulk density	porosity	EC (mmhos)
clay 部分について 40~50 me/100g	7.5~8.0	1.5~1.6	30~35%	0.15~0.2

参考文献(1) Improved dryland agriculture for western
Rajasthan

透水係数	Moisture Storage Capacity	basic intake rate
3~4 cm/hr	140~150 mm (1 m)	6~8 cm/hr

pF 水分量

pF	0.15 気圧	0.3 気圧	1.5 気圧
含水比	10~11%	7~8%	2~3.5%

3) 地下水位

地下水位は数十mよりも深いという特徴をもつ。

4) 作物栽培の現状

Jodhpur 附近の年降雨量は300~380%であり、その大部分は6~9月にかけてのモンスーン期に降る。そのためDry Farmingの条件下ではこのモンスーン期の中に生育を完了しうる作物が栽培され、穀類でPearl Millet, Grain Sorghum(早生), 豆科作物ではMoong Bean, Cow Pea, 油料作物ではCaster Bean, Sesameが代表的である。面積的にはわずかであるが、灌がい可能地では, Wheat, Barlyに代表され、今後灌がい地に導入される作物としてPotato, Sugar Beat, Safflower, Sunflower 等が考えられている。栽培面積からみると70%がPearl Millet, 20%がGrain Sorghum, 10%がOil Seedである。研究レベルの収量はPearl Millet 2,000~3,000 Kg/ha, (農家レベルでは200 Kg/ha) Cluster Bean 1,000~1,100 Kg/ha, Moong Bean 1,000~1,200 Kg/ha (農家レベルでは500~600 Kg/ha)である。

4. 対応の方向

1) 対応の基本的性格

半乾燥地における対応の基本的性格と差異はないが、さらに条件の厳しい環境での対応となり、必然的に農業技術およびその開発手法そのものも違って来る。

“はじめに”で述べてある様にモンスーンの場合によって、雨の時期、降雨量が変化する気象に対処する農業技術の開発と植林を中心とした環境の人工的造成に関する沙漠技術開発が基調となっている。従って乾燥地に対応する基調が異なるため ICRISAT と比較すれば、研究内容も非常に広範囲であり、規模も大きい。

降水に対する徹底した Water Harvesting の手法の開発が重要な研究課題であることから、乾燥地農業開発の対応の姿勢の一端が感じられる。

(1) 植 林

頭初、沙漠植林土壌保全研究所として設立された本研究所は、植林に関する研究蓄積はかなりのものがある。ただし実際に開発地区を視察出来なかったため、どの程度の植林による沙漠開発がどの程度進行しているのか不明である。

種々の樹木導入試験（写真-4）を行っているが、乾燥地に有望なものとして *Acacia tortilis*, *A. aneura*, *A. raddiana*, *A. victoria*, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. melamphloia*, *E. terminalis*, *E. tessellata*, *E. colobah*, *E. oleosa*, *Cassia phyllodenea*, *Grevilla pterosperma*, *Pittosporum phillaraeoides*, *Schinus molle*, *Atriplex nummularia*, *Colophospermum mopane* 等がある。中でもチャイニーズ・ランタンと呼ばれる *Dyckrostachys nutan* は分根による栄養繁殖力が非常に旺盛で、親木から分根した分根樹が次々と親木を取りまく様に出現してくるため、sand dune に適した樹木と云われている。



(写真-4) CAZRIの植林試験圃場

(2) Water Harvesting

6～9月に集中して、大きい強度で降る雨を100%利用しようとするための努力が進められている。ICRICAT方式と異なる点は、流域を対象とした大きな貯水池がない点と、永利用の方式がさらに細かくなって、圃場そのものが対象となっている点である。(これは降雨量が異なる事実から生じている。)

水利用の方式には、各種のものがあリ、それを要約すると、次のようになる。

(a) tank 方式

i) 圃場の1部をきせいにする方式(集水区画を設け、その中央に1つの大きなタンクを設置する。集水区画の大きさは、圃場の1/5程度で、タンクに用いる以外の区画は作業場としても用いる。なお、集水区画として用いる区画の表面には、ベントナイトが撒布され、地下浸透を防ぎ、そこに降る雨のすべてがタンクに流入するようになっている。)試験圃場は、全体で1.25ha(集水区画は0.25ha)でタン

クは上巾10 m, 底巾4 m, 深さ3 mの地表面下貯留方式で, 貯水量170 m³, コンクリートライニングされている(写真-5)。蒸発量は, タンクの上におおいをしない場合は10 mm/day, おおいをした場合は5 mm/day。なお, 水温は30℃ぐらいであった。



(写真-5) コンクリートライニングタンク

ii) 圃場面をぎせいにしない方式(巾10 m, 長さ200 m程度の畑地流出をキャッチするように圃場末端に小さなタンク(50 m³程度)を多数設ける。)ここでは, 9月9日に満水し, 10月21日現在で50 cm減水していた。なお, このタンクはソイルセメントライニングがされていた。

(b) 圃場そのものに貯留する方式(図-7参照)

i) 地表面 catch 方式

- ① 全面貯留方式(草地……特殊ハロー使用)
- ② 畦間 “ (普通作物, マルチ併用)
- ③ 根域 “ (果樹)

ii) 地下貯留方式

- ① 带状 barrier (巾50cm, 深さ70~80cmにベントナイトを带状に数cmしきつめる。)
- ② スポット barrier (アースオーガーで径50cm, 70~80cmの深さにベントナイトをスポット状にしきつめる。)

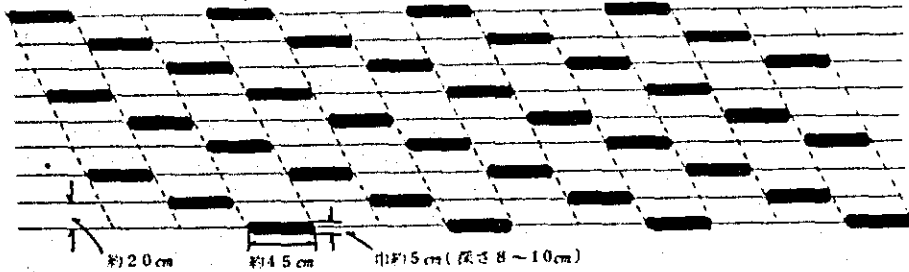
tank方式により, 5cmの水のかんがいが可能になる。

また, barrier は, 砂土であるので有効な方法であり, この方法により野菜は3倍以上の収量増加がもたらされたという。

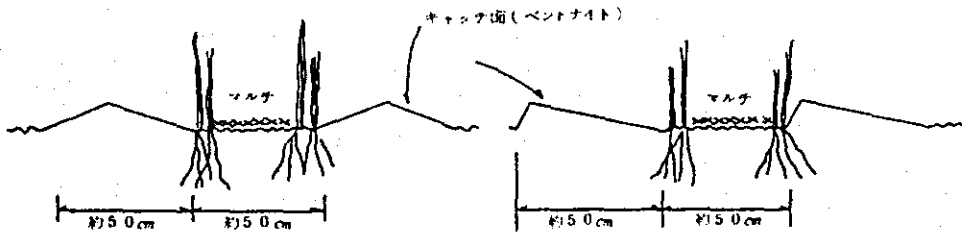
なお, バリヤーとしては, アスファルト, ベントナイト, ポンドメントが使われ, その保水率はそれぞれ80%, 75%, 55%である。

図-7 圃場面そのものに貯留する方式

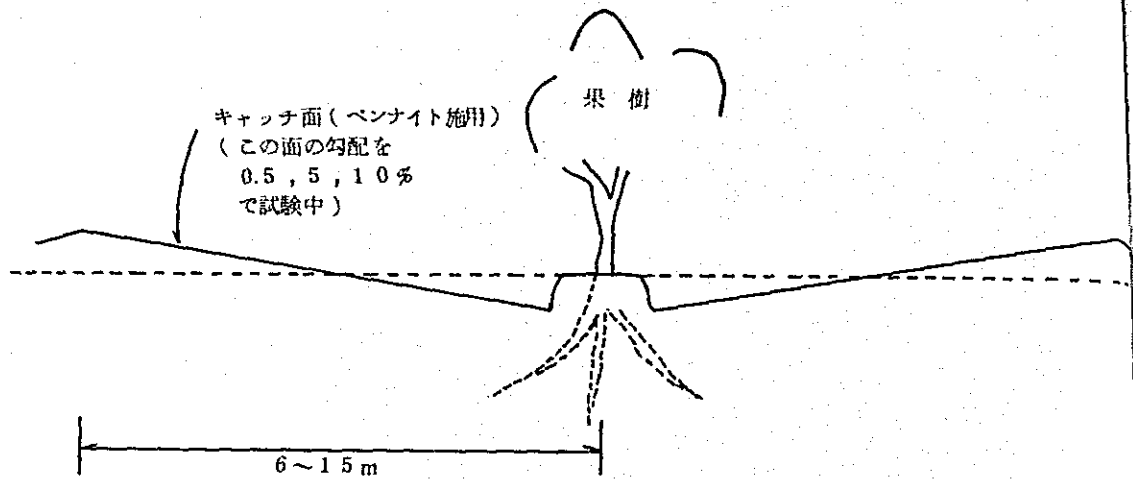
- (1) 全面貯留方式 (貯留面積は全草地面積の約10%)



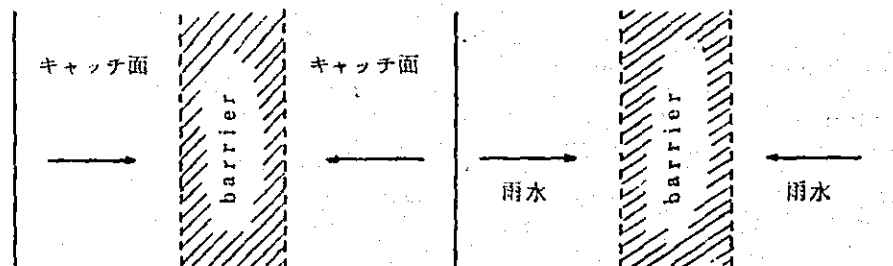
- (2) 畦間貯留方式



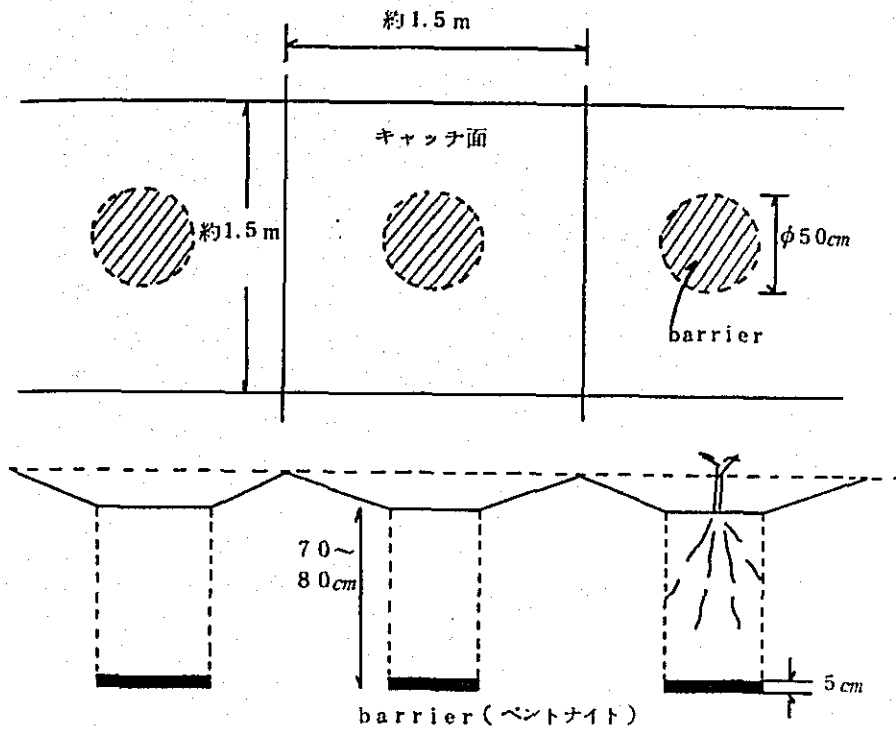
(3) 根域貯溜方式



(4) 帯状 barrier



(5) スポット barrier



(3) 土壌および肥料

ここでも土壌，土層改良についての研究は，ほとんどされていない。
肥料はNとPを併用しており効果をあげている。また，Zn 欠がこ
でも認められている。

参考文献

- 1) Improved dryland agriculture for western Rajasthan
- 2) Annual report 1947 CAZAI

(4) 作物および栽培方法

C A Z R I で行なわれている研究を栽培の場面についてみると、①寡雨条件下にあった栽培法、②雨水を有効的に利用する栽培法、③Wind erosion に対する策である。

寡雨条件下での栽培法として品種も含めて考えるならば耐旱性を持った品種の選定が重要で Pearl millet では H B 3, Cluster bean では Palsana, Castor Bean では Aruna, Gujarat である。栽培法としては最適播種条件、輪作、間作、Minimum tillage 等の研究がなされ、播種密度に関して Pearl millet では 45 cm 畦巾株間 15 cm, mung bean, Cluster bean では 9 Kg/ha, Castor bean 50 cm × 50 cm, Grain serghum 9 Kg/ha が最適である。播種深度に対しては pearl millet がとくに敏感で 7.5 cm で発芽苗立が良好である。

輪作に関して Pearl millet - Pearl millet, Pearl millet - cluster bean, Pearl millet - Mung bean, Pearl millet - moth について調査した結果、Pearl millet の増収割合からみると Mung bean との輪作が最もよく、連作より豆科作物(写真-6)との組合せで効果的である。さらに水分の損失を防ぐ方法として Minimum tillage があるが他の耕起法に比較して収量的に劣らない結果をえている。



(写真-6) Guar (豆科)

雨水を有効的に catch する栽培方法として圃場の一面に貯水槽を設定し run off water を貯える方法がなされ旱魃による被害を最小限にとどめるとともに double cropping を可能にしている。また furrow を作ることによって低部に水を集めると同時に furrow 部分にマルチを行ない蒸発による損失を防いでいる。なお地表下にバリアーを設置し、水の下方への流亡を防ぐのも water catchment の栽培法といえる。

Western Rajasthan では wind erosion が問題となり、これの対策として耕作地に一定の割合で草地を帯状に入れる方法 (Strip cropping)、または Pearl millet などの刈株をそのまま残し土壌の飛散の軽減と次期作物の有機物補給を考慮した栽培法 (Crop residue management) 等がなされている。

なお牧草について述べれば乾燥条件下において有望な grass, legume として *Cenchrus Ciliaris*, *C. setigerus*, *Lasiurus indicus*, *Panicum antidotale*, *P. Coloratum*, *Dichanthium annulatum*, *Phaseolus aconitifolius* (moth), *Cyamopsis tetragonoloba*

(guar), *Vigna sinensis* 等で牧草地での生産力は *D. annulatum* で 8,800 Kg/ha, *Cenchrus specres* で 3,400 Kg/ha, *L. sindicus* 3,000 Kg/ha である (いずれも乾物重)。なお灌漑条件下では Alfalfa も栽培され3カ年の結果によると 12 t dry matter/ha/year の収量を得ている。

(5) 機 械

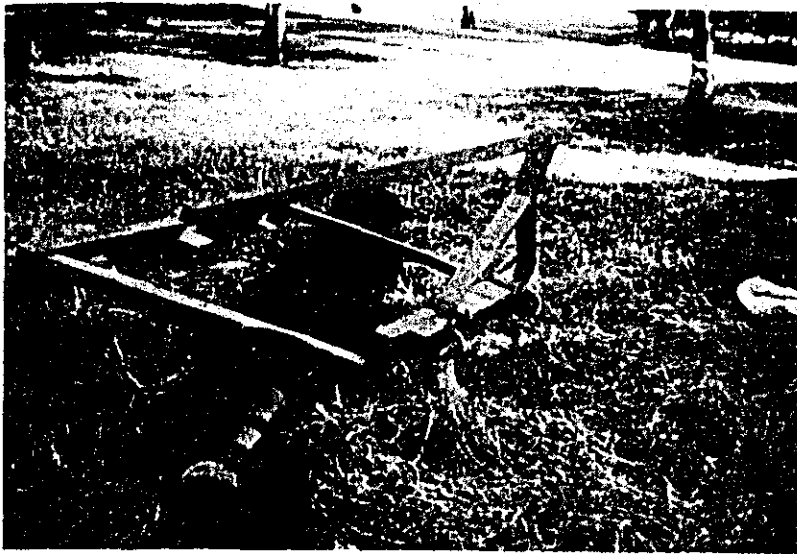
ここにおける機械も ICRISAT の場合とほぼ同様であった。重土木機械と畜力用 Tool-Carrier はみられなかったが、ここでは特徴的なものとして畜力用施肥播種機と Water Harvesting Harrow がみられた。

① 畜力用施肥播種機 (Bullock Drawn Seed-cum-Fertilizer

Drill) : この研究所で開発したもので1~2条用であるが、製造価格は250ルピー(約1万円)と非常に安価である。なおアタッチメントの交換によってカルチベータとしての使用も可能である。プレスホイールは運搬輪ともなる。能率は0.5~0.7 ha/10時間である。

② Water Harvesting Harrow (写真-7) : 圃場面における雨

水のキャッチについて各種の工夫をこらしているこの研究所らしい独創的なものである。" Staggered Pitting Disker " と呼ばれ、一列の普通型円板ハローの円板の1/3程度を扇形に残して切断したものである。これを草地にかけることによって草地面に無数の水たまり用の穴をつくることができる。この穴は長さ約4.5 cm、巾約5 cm、深さ約8~10 cmで、圃場面の約10%の面積となり、30~40%の草生産量の増加が可能であるという。



(写真-7) Water Harvesting Harrow

(6) 農業土木的考察

(a) 地下水の利用方法

Jodhpur は Rajasthan 州にあるが、本研究所 500 ha の土地は数十 m の深さに地下水があり、その地下水については、現在あまり使用されていない。但し浅層に岩盤が存在するような所では、雨水の浸透が妨げられ、農地としてはよい所と見做されている。特に、かつて河川状態であり、現在そこに伏流水のある所は、地下水中の塩分濃度が高く、かんがいに不適といわれている。又、全般に地表から 10 m 程度までは特に塩分が多いとされ、地下水を利用するとすれば、特別に深い地下水の利用を考えねばならないという。現在、本試験場は地下水利用の将来計画をもっているという。

(b) タメ池

Jaipur から Jodhpur の途中に多数のタメ池が散在していた。これらのタメ池は人工的な物であるが、全般に岩盤の底をもっているといわれる。このタメ池のへドロは農地に対する表層不透層の構成材

料(5 mm)として、試験的に利用されているが、運搬に問題があるといえる。本タメ池の水は、降雨を貯溜するための物であり、自然の地形を巧く利用していると思われる。

(c) 農業開発の評価について

(Optimization と Maximization)

農業開発の規模決定のルールは、その環境条件下において限られた水を用いて、最大の生産量を挙げる Maximizations の立場に立っている。従って、Optimization の立場は、Maximization の中で Priority の決定の参考にする程度である。限られた水の最大利用、すなわち Maximization が底流である。

5. お わ り に

CAZRI の研究の特徴は、非常にきめこまかい技術の確立にある。したがって、研究テーマも多く、精力的な活動を行っており、われわれも、多くのことを学んだ。しかし、反面、現象の解析におわれて、基礎的なデータの蓄積が不十分な点もあるように見受けられた。団員が感じた点を、以下に列挙する。

- (1) 水の Vapor としての移動が重要な役割を果たしていると思われるが、この点についての研究がほとんどなされていない。加えて、液体の水の移動についても、あまりデータの蓄積がない。
- (2) 土壌改良の研究がほとんどされていない。
- (3) 圃場整備的な配慮がなされていない。
- (4) 作物別および間作時における水分消費パターンの研究がなされていない。
- (5) extention の強化が必要であろう。
- (6) salinity への諸配慮がもっと必要なのではないだろうか。

なお、CAZRI とは何等かの方法で今後緊密な連絡を保つことが必要と思われる。

Ⅳ お わ り に

インドにおける半乾燥ないし乾燥地の研究ははじめに述べたようにすぐれて農民の現実に即したものであり、かつ圃場レベル的である。

後述するイランの場合は大規模な基幹的工事によって豊富な水を確保し、それを乾燥地域に供給することによって問題を解決しようとしているのに対し、インドでは圃場ないしその近辺に降る雨水のみに頼ることを原則としているように感じられる。

現にタール沙漠の西側にはパンジブを水源とする Rajasthan Canal が完成し、2、3年前より通水されていると聞くが、それにも拘らず CAZRI の Chief Scientist である Dr. R. P. Singh は大規模工事によって他から水をもってくるようなことは考えていないと断言していた。

このことが、社会経済的な理由によるものなのか、パキスタンの例のように塩害は大規模人工水路の建設以来はじまり今やパキスタンの最大の問題となっていることを承知してのことかはっきりしない。しかしあくまでも圃場レベルでの Water harvest を追求している姿は立派であり、それらはいずれは圃場における節水技術として有用性を発揮してくることであろう。

ICRISAT の研究で特筆したい点は、SAT に適用すべき作物を非常に限定して研究を進めている点である。乾燥地農業開発問題を解決するには、水の確保の問題から植林による天候改変に至るまで各種の手段が考えられようが、苛酷な条件下においても一定の生産量を安定的に得ることのできる品種を育成することも、時間はかかるであろうが、たしかに一つの戦略であることに間違いない。

② イランにおける乾燥地農業について

I は じ め に

II 調査機関およびプロジェクトの概要

III 専 門 別 所 見

IV お わ り に

② イランにおける乾燥地農業について

I はじめに

イランはカスピ海沿岸等の多雨地帯をのぞいて全土が乾燥地帯といえる。本調査団は主としてイランにおけるほぼ完成されたプロジェクトを基幹的なものから末端的なものまで一貫して視察することを目的とした。

この目的のために Dez Irrigation Project は水源から末端の営農作業に至るまでの視察が可能であったが、その他のプロジェクト、試験場、研究所等もⅡで述べられているような場所を訪問してそれなりの知見を得た。しかしインドにおけるような体系的な報告は不可能であり、各々専門に応じての感想的なものを述べるに止めることとした。

またイランではエネルギー省 (Ministry of Energy) および農業天然資源省 (Ministry of Agriculture & Natural Resources) の幹部を表敬訪問し、短時間ではあったが同国の農業開発についての若干の情報を得ることができた。これらは主として③にのべる。

Ⅱ 調査機関およびプロジェクト概要

1. Karaj Soil and Water Research Station

テヘランより西方約 50 km 郊外にあり、1974 年設立された。各種の灌がい試験、肥料試験を行っているが、灌がい方式としてトリクル灌がい、ドリップ灌がい、スプリンクラー灌がい、地表灌がいについて比較試験が主である。

対象作物：麦、シュガービート、アルファ、果樹野菜

土 壌：礫を含むシルティローム

圃 場：50 ha, 20 区画, 2% 勾配で圃場整備されている。

水 源：深さ 50 m の well, 80 馬力の水中ポンプ, プースター 2ヶ所をもうけ、灌がい水源としている。

2. Qazvin Irrigation Project

2年前に通水し、昨年より耕作を開始していた。

Diversion は3年前に完成し、全面積44万haのうち現在8万haを灌がいている。

通水量および水路の延長は：

Main canal 30m³/sec 105 km

Lateral canal 7.8m³/sec 210 km

である。Tertiaryの延長は約300kmに及ぶ。水路の末端支配は5~10ha (Dez Irrigation Projectでは100ha)である。

主要作物については、小麦、大麦、シュガービート、野菜、果樹であり、それらに対する灌がい方式はファロー灌がい、ベイス灌がいである。一戸当りの耕地面積は4ha (1haは果樹)で、政府バックアップによる大型機械化営農を目指している。

3. Dez Irrigation Project

工期4年(1962~1965年)でもって、Dez河上流に高さ203mのアーチ式のシャーパーレビダムが完成し、Dez Projectの水源となっている。

灌がい用水は、33億トンのダムから放水され、Regulating dam (一部はポンプ揚水される。)を通り、Diversion damを経て耕地へ配水され、ha当りの水量は2ℓ/secである。

灌がい面積120,000haのうち、現在8.5万haがかんがいされ、大規模営農方式による開発が急ピッチで進められている。

大規模営農方式の代表的なものはAgro-Industryで、現在7つある。

Haft-Tappe Sugar Cane	11,000 ha
Iran America Co.	20,000 ha
Shell Cott Co.	17,000 ha
Iran California Co.	10,000 ha
Hawaiian Agronomics International	16,000 ha

Agri. Firms Co. 11,000 ha

Galeh Co. 不明

これら大規模営農方式で栽培されている作物は、小麦、大麦、ソルガム、シュガービート、シュガーケーン、果樹、野菜、綿等である。

(1) Safi-Abad 農業試験場

Dez Project 地区のほぼ中心に位置し、370ha の圃場で灌がい栽培試験、乳肉牛、ヒツジ、ニワトリ等の肥育試験を行っている。

Dez Project に必要な栽培・営農技術の開発を主旨として K.W.P.A (Khuztstan Water Power Authority) 傘下に実験センターとして発足し、積極的に導入作物の栽培試験を実施し、Dez Project の栽培技術、営農技術のブレンとしての役割りを果している。

1976年、農業省に移管され、研究者30人、技術補助45人、人夫350人を抱え、5つの Department から成る。

- (a) Soil Irrigation Department
- (b) Crops Department
- (c) Horticulture Department
- (d) Pest and Disease Control Department
- (e) Live Stock Department

(2) Soil Reclamatron Station (Shavoor)

1965年より研究を開始し、中心研究テーマは塩土壌改良試験である。現在日本との協同研究(鳥取大)も行われており、山本研究員が派遣されている。

主な研究テーマは下記の通りである。

- (a) 暗きよによる排水試験
- (b) 水消費量と塩分バランス
- (c) ドリップ灌がい比較試験 (日本製とイスラエル製)
- (d) ビートの肥料試験

(e) トマトの灌がい試験

4. Soil Institute

テヘラン市のはづれにあり、現在の仕事の大半は、イランの土壌の分析にささげられている。分析項目としては、粘土鉱物、土壌の物理性、化学性微生物がある。

Sub - director は、Mr . Famuri .

土壌物理のChief は、Mrs . Sandjark Hani .

5. Teheran University

農学部は、Karaj の近くにあり、広大なキャンパスと豊かな樹木にめぐまれた実にきれいな大学である。現在は、研究よりむしろ教育に力を注いでおり、学生実験の設備もかなり整っている。

土壌のProfessor は、

Dr . M. DJ - Rafi .

II 専門別所見

1. イランの気象および土壌

(1) Qazvin 地域

1) 気 象 (表 - 2 参照)

(i) 降 雨：年間降雨量は 208 mm，時期は、11～4月に多い。

(ii) 気 温：夏期の月平均気温は、7月が 29.5℃，8月が 28.4℃

2) 土 壌

この地域の土壌の物理、化学的性質を次に示す。

土層の厚さ	組成	PH	有機物含量	CEC	EC
50 cm 前後 (礫多し)	silty loam	8 前後	0.2~0.4%	me/100g 10~25	0.5 mmhos 前後

飽和度*	圃場容水量*	しおれの点*	粘土鉱物
30% 前後	13% 前後 (25 cm H ₂ O)	5% >	モンモリロナイト

*重量%

3) かんがい水の水質: 200 μ mhos

4) Salinity: silty loam であること, かんがい水の水質がよいので問題にならない。

(2) Dez 地域

1) 気象⁽¹⁾

(i) 平均日射量: 446.6 kcal/cm²/day

(ii) 気温: 6~8月の月平均最高気温は45℃以上であるが, 1~2月には, -7℃を記録することもある。

(iii) 降雨: 6~10月の期間は, ほとんど降雨量0, 11月に入ると30mm前後の降雨量あり。一番降雨量の多い月は1月で86.9mm。年平均降雨量は, 250mm。

(iv) 蒸発量: 年積算蒸発量は, 2500mm前後

(v) 風: 風の方向は, 主として西と北の間。夏期には, 長期間にわたり, 終日強い風が吹き, しばしば dust storm をもたらす。また, 冬期には, しばしば thunder storm がおとづれる。

2) 土壌: この地域の土壌の平均的な物理, 化学的性質を下記に示す。

なお, salinity 関係の項目 (ECとcation量) の値は, 地下水が

低く，salinityに関しては，全く問題のない土壌についての値であり，低地域の地下水の高い土壌のそれについては，salinityの項でふれる。

土層の厚さ	組成	有機物量	CEC	PH	EC ^{註2}
1 m前後	silty clay loam or silty loam	1.0%以下	12~25 me/100g	7~8	1~2mmhos

主要なCation種とその総量 ^{註2}	bulk density	Field Capacity
10~20 meq/l (Ca, Mg, Na, K)	1.4~1.6	22~25% (1/2気圧)

Wilting point	粘土鉱物
11~12% (15.7気圧)	イライトを主として他に モンモリロナイト，カオリナイト

註1. 飽和土壌（ペースト）からの抽出液の値

3) かんがい水の水質⁽¹⁾

EC	PH	Ca	Mg	Na	SO ₄	Cl	HCO ₃
055~080mmhos	8前後	50~65 ppm	14~18	40~60	75~100	60~80	160~ 180

4) Salinity⁽¹⁾

(i) 地下水が低い高地域では，問題にならなかったが，地下水の高い低地域では，対策を必要とした（排水）。

対策を必要とした土壌のECおよび主要なCationの量および種の1例を下に示す。

組成	PH	EC	Ca	Mg	Na	SO ₄
silty loam	7.6~7.9	2~6.7 mmhos	12~40 me/l	3.6~11.2	4.5~20.7	8.9~36.0

なお、上の例以外に、ECの値が、10~25に達する土壌も存在している。

(ii) 対策としては、かんがい水で塩を洗い流し、暗キヨで地下水位を下げることが行なわれている。

暗キヨをほどこさないと、地下水位は夏期に40cm近くまで上昇する。深さ3~4m、間かく80mに暗キヨを設置すると、地下水位は一年を通じて、100cm以下に低下する。

除塩効果の1例を下記に示す。

かん水量：49日間にわたって、230cmの水をかんがい

除塩効果：

採取位置	EC (mmhos)	
	かん水前	かん水後
0-15cm	16.8	1.4
75-90cm	16.3	3.2

(3) Shavoor 地域

デズ地域よりさらに下流になり Salinity の問題が当面の課題である。その一環として、Shavoor の Soil Reclamation Station では、鳥取大のグループと Salinity 問題について共同研究を行っている。ここでの従来までの実験によると、最初 EC 45~35 mmhos であった土壌が、かん水によって 3~4 mmhos になるという。

なお、暗キヨの深さは、1.5m、間隔は100mが最も有効であるとのこと。土壌の pH は、8.0~8.5、かんがい水の EC は、1000 mmhos。

土壌の basic intake rate は 5 mm/hour である。

参考文献 (1) Production of Sugarcane under saline desert conditions in Iran

2 近代的農業開発プロジェクトの農業土木的考察

Water Development は農業開発の中で、最も重要なテーマである。

その開発計画の評価に際しては、経済評価は第一義的なものではない。その計画の必要性が最も重視されている。

例えば、行政上、社会政策上を優先し、同優先順位の場合に対して、経済評価の良否によりプライオリティを決定する程度である。

1) Qazvin 水開発プロジェクト

本プロジェクトの直接の動機は14年前に発生した大地震によって、Qazvin 平野は大打撃を被った。特に、古代の伝統的なカナートシステムが殆んど崩れるという事態が発生したことによる。

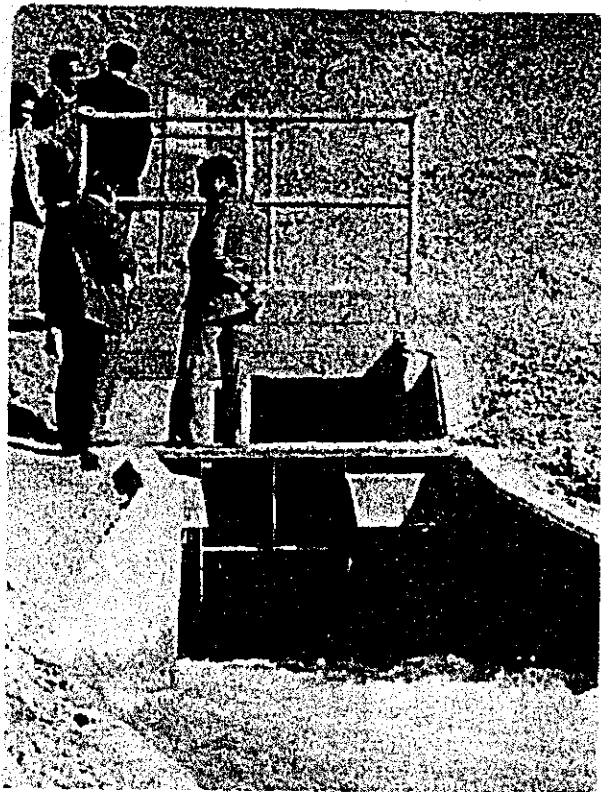
本Qazvin水開発プロジェクトの構想は、現在カスピ海に流れている河川の一支部を流域変更して、Qazvin平野の方へ雪解け水を持ち込むようにしたこともある。現在、完成した水源施設としては、流域変更用の頭首工、流域変更用のトンネル、ジイランダムがある。これら水源施設の管理については、電子計算機と無線施設が完成しており、その運用の近代化が目指されている。ジイランダムは、一種の調整池であり、これから幹線水路が山麓を通過して105kmあり、これは略完成している。あと支線から末端の水路、配水工事が残っている。

かんがい水の余った時には、リチャージ・ポンドへ流入させ、その池から地下浸透によって地下水補給を行なっている。

分水施設については、ネールピック社の幹線および支線用ナエックゲート、手動式ゲート(ゲートの各板が2進数になっている)があり、水路余水吐の数が極めて少ない。



(写真-8) 幹線水路



(写真-9) 手動式ゲート(幹線より分水)

2) Dezプロジェクト

本プロジェクトは、クーゼスタン州にあり、ユーフラテス河の支川カルン河の支川であるデス河の水資源開発による。その周辺の総合開発で、コロラド河総合開発にそのモデルとなっている。夏は50℃程度、冬は0℃程度である。本プロジェクトでは、Saline problemは南部地区にのみ見られる。本プロジェクト内には、従来農業もあるが、新プロジェクトでは、頭首工 + ポンプ揚水、自然取水（河川より低い土地）、Dezダム、逆調整池、頭首工等の近代農業土木施設をもち、兩岸取水65 m³/sec.である。幹線水路は、East canal, West canal, に分かれ、それぞれ100 ha単位の所まで水路で送水している。100 ha毎にhead gateがあり、住民の要求により放水している。現在使用している農業用水の値段は、水0.2 rial/m³で、季節的地下水変化0 ~ 1.5 mとなっている。稲は現在では水を使いすぎるので止めている。

水の運用については、現在30名が毎日水使用のチェックを行っている。圃場内の溝の長さ250 m程度で畑地勾配は0.2%であるが、しかし0.12%が最適と考えられている。また、アルファアルファは勾配を急にする必要がある。水源からturn outまでは、電力省が管理している。各取水口のデートは電力省で決められ、各農場は3回/日その流量をチェックすることになっている。

ダム群による季節的河川流量を調節し、潟水量を増加させることにより、農地からのリーチングによる排水の増加による河川水中の塩分増加を押える計画である。

現在、農地に給水している水量は、2 l/hr/secの定量をやっている。作物計画では、2作/year ~ 3作/yearを考えている。1 block 農地は10 ~ 30 haとし、開水路と排水路を平行に作る。main drainは、政府によって作られ、深さ4 ~ 7 m（主排水路（深））であり、2nd drainは深さ1 ~ 2 m（支排水路（深））である。圃場内に飛行機を持っている所もあり、Pestについては飛行機で処理する。

バーレビダムは、アーチダムであり、高さ203 m、その岩盤の地質は

gravel stone である。287 m³/sec. が定常放水であり，120万 ha の irrigation 能力をもつ。将来，クーゼスタンに14ヶのダムを予定している。

○ 逆調整池

その上流1kmで Dez project。高位部へのポンプ揚水あり。

○ 頭首工

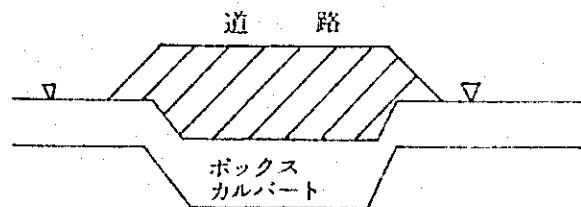
大部分の Dez project の水は頭首工でまかなう。魚道なし。

兩岸取水で，一方はモータ付ゲート，他方は手動ゲート，洪水時はゲートを締めないと氾濫が生じる。

○ 農地は，用水路と排水路を平行して築造，Furrow 灌がい。

○ 給水方法に特徴あり。 ○ 0～50℃で霜は少ない。

○ 地下水位を考えていない。 ○ 塩分問題なし。 ○ 水は清水であるが白濁している。 ○ 排水路には風による沈殿物が多く，毎年掘り上げている。 ○ land leveling は1000 m³/hr の土を動かす。 ○ 排水路には草がはえている。 ○ 道路を水路が横断する場合に図の如くカルバートを深くしている。これは沈殿除去上，問題である。



○ 水路余水吐がない。 ○ Main はコンクリートライニング。外にブリックライニング土水路がある。 ○ tertiary は上水路が多い。

○ 左右岸取水口の構造の違いは建設の年代により今後改良の必要がある。

○ 水処理の問題

- i) コンクリートライニング ii) 限界流送（不可能）
 - iii) オイルフィルム，動物は飲まない。 iv) 硫酸銅は毒性がある。
 - v) 草魚が食う以上に夏は雑草が成長する。 vi) 風による沈殿はたいしたことはない。 vii) 水路からの沈殿，輸送はない。
 - viii) 現在研究中（合成物質）である。（水草の化学的抑制方法）
 - ix) 水路配置がわからない。（在来水路） x) 経済性より「needs」が優先する。
- 集落計画
- 約4000人を1ヶ所にまとめ，半額政府，半額農民負担で移転さす。問題は生じてないようである。4000haに1集落を構成して，既存の村落を買収する。数ヶの古い村が1つの新しい村となる。
- 水代金が安いので，昼間のみかんがいし，夜間は放置して排水路にすてることもある。
 - 将来はより細かいかんがい施設の必要があろう。パイプラインが考えられる。
 - Water loggingの所は堰を地表に集積し， を示す。
 - かんがいのオペレーションは問題ないが都市用水のオペレーションには問題があり，電子計算機は将来有力な手段となるであろう。
 - 砂糖の収量100ton/ha，含糖率10%が多い。
 - Agriculture industryの経済収支は疑問がある。
 - 河川水は農地排水，都市排水のために下流程悪化する。
 - 石油には相当水を使うが充分あり，5～8 piul/m³で政府から買っている。
 - デズの水使用量は200～300ℓ/日/人でアワズの値は，500～600ℓ/日/人である。
 - 生活の近代化により若年層がよく水を使うことにある。
 - 人口増加率は2.6%/年である。

○ 今後の問題

乾燥地農業開発に関しては、概念的把握から技術的把握へと研究を進めなければならない。

3. イランにおける作物栽培の現状

イランにおける主要農作物並びに作付面積は小麦(500万ha)、大麦(100万ha)、稲(38万ha)、シュガービート(16.5万ha)、棉(34万ha)、油料作物(14万ha)、荳類(20万ha)である。カスピ海沿岸地帯ではかなりの降雨があるが内陸地帯では雨量が250mm前後と少なく、作物の生産量を上げるためには灌水が絶対条件である。しかし乾燥地に特有なものとして、土壌中の塩分問題があり、灌水と蒸発による地表面への集積は作物生産を阻んでいる一つの要因になっている。その解決策としては良質な水の灌水と排水対策であり、イラン政府は大規模ダム建設と用水路、排水路の整備を進め作物の生産性向上をはかっている。

今回はそのうちテヘラン西方のQazvin irrigation project、Khouzestan地方のDez irrigation projectを調査した。なお、Dez irrigation projectでは数カ所訪問したが整理の都合上一括して報告する。

1) Qazvin irrigation project

当地区では主としてdiversion dam, irrigation canalの調査に重点をおき、末端圃場については見る機会を失した。Qazvin附近の年降雨量は200mmでありその大部分は12月~2月の冬期に降る。灌漑水は古くはカナートを利用していたが現在はかなり荒廃し深井戸利用へと移行している。同時にセフィールド川支流から用水路によって水を導入し全耕地面積40万haの中5万ha前後が開発された。当地において栽培されている作物のうち最も栽培面積の多いものはWheat, barley, ついでsuger beet, Orchard (Apple), vegetable (watermelon), 牧草ではalfalfaがかなり栽培されている。作期はwheat, barleyが10

月～6月にかけての冬作， sugar beet が4月～10月下旬の夏作で野菜は気温の関係上大部分夏作である。各作物の収量はかなり高く sugar beet で20～40 t / ha 場合によっては60 t / ha ， wheat ， barley は開発地で4 t / ha ，無開発地で1.5 t / ha である。牧草として導入されているものは alfalfa のみであるが年5～10回の刈取りで20 t / ha (hay) の収穫を得ている。

輪作体系は地力，生産力の維持，病虫害防除の観点から重要なものであるが，ここで行なわれている方式は alfalfa (7年) — wheat or barley (3年) — sugar beet (3年) という体系が一般的で一部 alfalfa を作付するかわりに fallow にする場合もある。

灌水方法は row crops ， watermelon では furrow irrigation ，果樹は drip irrigation ， alfalfa は sprinkler irrigation が普通である。Project 地域内では現在のところ灌漑水の水質，土壌の salinity ともとくに問題は起きていない。

2) Dez irrigation project

Mohammad Reza Shah Pahlavi Dam の灌漑水供給能力120,000 ha のうち現在までのところ85,000 ha が完工した。Project 内の農業経営形態は traditional farming ， farm Cooperation ， agro-industry by Government ， agro-industry by Company の4つに分けられ，地域内に農業資源省の Safiabad Agricultural Research Center がある。

開発地域で作付されている作物ならびに ha 当り収量は下記のとおりである。

穀類	特用作物	豆類
夏作 Corn 4t Grain sorghum 3t	夏作 Cotton 25~3t Sugar Cane 120t Sunflower	Soy bean 3~5t
冬作 Wheat 3~4t Barley 3t	冬作 Sugar beet 45t	

果樹	野菜	牧草
Lemon 4.5t	タマネギ 50~100t	Alfalfa 15t/year(hay)
Grape fruit 3.5t	トマト 60t	(9~10 Cutting)
イチヂク	イチゴ 15t	sudom grass 30t (生重)
Plam	アスパラガス	(3~4 Cutting)
	セロリー	clover
	ブロッコリー	
	カリフラワー	
	オクラ	
	スクワッシュ	

このようにかなりの作物が栽培されているが、開発前には冬作物では wheat, barley, 夏作物として rice, sugar cane 等が主なものであった。開発後は豊富な水量と良質な水質（アメリカスタンダード、Class II 250~750 micromhos/cm）によって塩害問題もなく耐塩性の低い作物も容易に栽培出来る。開発後に新しく導入された作物は sugar beet, grain sorghum, sunflower, cotton 等であり、豊富な日射量を利用した果樹（ミカン類）ならびに野菜についても多くの種類が導入された。

とくに冬期の気温が温暖なため冬野菜の需要の70%がここで生産されている。しかしながら grain sorghum, sunflower は鳥害が問題となり, cotton は病害防除に難点があって栽培面積はいま一步といったところである。一方 sugar beet は栽培が比較的容易であること, 収量性が高いこと, 経済的であること, 砂糖の自給を高める等作物の特性のみならず, 政策的な面より急速に広まり wheat, barley とともに冬作物として重要な地位を占めるようになった。

なお, sugar beet が冬作物として栽培されているところはイランの中でもこの Khouzestan 地方のみである。同じ砂糖原料として Haft - Tapeh sugar cane industry では sugar cane を 1.1 万 ha 栽培している。sugar cane は耐干性は強いが耐塩性を欠くため大量の灌水による脱塩と畦間定植により塩害回避をはかり, 定植後 4 ~ 5 年利用で毎年 ha 当り 120 t という日本の約 2 倍近い収量を得ている。

輪作体系は sugar beet - grain sorghum or corn - wheat であるがデズ南方のシャブールでは塩類濃度が高いため rice - alfalfa - clover - sugar beet - wheat - fallow の体系を採用している。

灌水方法は row crop に対しては furrow irrigation, corrugation irrigation が普通であり, 果樹, 野菜は drip irrigation, とくに果樹に対しては mist irrigation という新しい方法もとり入れている。牧草類 (alfalfa, clover) は sprinkler irrigation が一般的である。

Agro-industry ではアメリカ式機械化農業をもって代表され, 事実大型機械も入っているが灌水作業, sugar beet の間引, 収穫作業, 綿の収穫作業, sugar cane の収穫作業等は人力に頼っている。機械利用がよいか, 人力がよいかは経済評価を待たねばならぬが, それ以外に農民から土地を買上げた代償として雇用している関係上農民の生活安定とい

う政策的な面も多分にあるものと考えられた。

以上イランの開発 project について Qazvin と Dez について調査したが良質な水と灌水による塩類障害も思ったほどでなく、一口で云うならばすべての作物が容易に栽培出来る。しかしながら長年にわたる灌水、排水、大量施肥、大型機械の導入による土壌中の塩類の動向、土壌の劣悪化等土壌の面から栽培管理に対する問題が出てこようし、従来と異なって灌水栽培による適湿条件は大量の雑草を繁茂させるがその対策、同様に潜在していた病虫害の顕在化など新たな問題となろう。現に除草剤の導入、薬剤防除なども行なわれつつあるが同時に雑草、病虫害の生態的な研究も必要となろう。

4. イランにおける塩害防止について

イランでの塩害防止は多量の水をかんがいすることによって塩分を洗い流すことにある。地下水位の低いところではこのかんがいだけで十分に目的を達するようであるが、地下水位の高いところが問題となる。

Qazvin Irrigation Project では地域の最低位部は塩分集積地として計画しているようである。

Dez Irrigation Project はイランにおける塩分問題の典型であろう。

三祐の樋口所長談によると、“Dez は現状は実に素晴らしいが、開発当初はひどいものであり、とくに Haft-Tapeh の sugar-cane は一時は塩害で全滅したこともあった。”とのことである。塩害問題は大局的には地域の標高に注目する必要があると思う。Haft-Tapeh は DIP 地区で最も標高の低い地域であり、これより上流部にある Agro-industry の排水路にくらべて排水路が 2.5 m 程度と深く、かつ暗キヨが併設されている。ただしこの暗キヨは間隔が 80 m ~ 200 m とわれわれの常識から少しかけはなれたものである。(おそらく土層の透水性が良好なためであろう)

この DIP 地区からさらに下流に位する Shavoor 地区はかんがい水源の

高塩分であることもあろうが、地下水位が高く、塩分問題の多いところである。

ここには Soil Reclamation Station があり日本（鳥取大）と共同で現在暗キヨの研究も進行中である。

Rezania 局長の談によると、DIPとの関連でいうと、Dezに多量の水がかんがいされたために、Shavoorを中心とする下流地域に塩害地が多くなっている。D&R（アメリカのコンサルタント）の調査によると、Dezとこれら地域の排水を集めてカルジ川へ放流し、ペルシャ湾へ排出する案があるとのことであった。また水稲は塩害地域の pioneer crop として有望であるとも言っていた。

5. イランにおける農業生産方式について

Dez Irrigation Project DIP内には次表に示すような農業生産方式がある。

区 分	内 容	土 地	年 収
①Agro-industry (Company)	外国資本との合併 による国策会社	農民は土地を売却 してしまう。それ	賃金収入
②Agro-industry (Government)	政府管理によるも ので、Haft-Taphe がこれにあたる。	は ha 当り 2 万～ 5 万 R. (8 万～ 20 万円) である。	
③Farm Cooperation	協業経営体 (①, ②の規模が万 ha 単位に対し, 2000ha 程度)	1 戸当り平均 8～12 ha の土地 を保有	年間収入は 1,000～1,200 \$ (30～36 万円)
④Traditional Farm	個人経営	1 戸当り平均 8～12 ha	年間 800 \$ (24 万円) 程度

現在DIP内には7つのAgro-industry（うち2つは政府管理によるHaft-Tapeh およびGaleh Co.）でその合計面積は約88千haである。Farm Cooperationは4つあり夫々2千haの規模であり、その間にTraditional Farmが点在する。

Dezfulの事務所で、どの方式がよいと思うかという質問に対し、これらの生産方式はまだ始まったばかりであり、はっきりしたことは言えないが、良いmanagerが得られるならばFarm Cooperationが最も良いだろうとの答であった。

農業天然資源省のRezania局長の話をまとめると以下の通りである。Agro-industryについては最近5、6年の経験しかない。Farm Coop.は12年前から実施している。私見であるが、Farm Coop.を拡大すべきだと思う。ただし、そのためには良いmanagementが必要で、これが可能なような体制づくりが急務である。Farm Coop.は農地改革の一環でもあり現在約120あり、年間10位ふやす計画であるが、仲々うまくいっていない。

Agro-industryは規模的には数万haの一般作型態のものから4ha程度の養プロジェクトまで、内容的にはsugar-cane単作から一般混作やジュース工場とか千差万別であるが、現在350程度のプロジェクトが計画されている。

現存するものはCompany方式のもの約20、Government方式のもの約20である。Company方式のものは、外国資本が入ることと、技術者の高賃金が問題である。（イランでは技術者が非常に優遇されており、大学卒業10年位で月収40～50万円との話を聞いた）。

またAgro-industryでの突見であるが、集落整備も着々と進んでおり、散在する旧部落を3,000ha～4,000haに1ヶ所の割合で新集落を整備している。ここには住宅はもちろん学校、医療機関、その他の公共的施設、リクリエーション施設もあるようである。

6. イランにおける農業機械について

訪問した限りにおける大プロジェクトの農業機械はアメリカ式大農機械である。ランドラベラーが目につく一方dry-farming用の作業機は全然みることがなかったことはインドの場合と対比して非常な特異点と感じた。

以下に農業機械および機械化についてのいくつかの所感を記す。

1) アメリカ式大農機械

Dez Irrigation Project の Agro-industry の1つである Iran-America (2万ha) の機械ショップでの話しによると、2輪駆動および4輪駆動のトラクタが合計57台(最大のものは160PS)、付属作業機としては、普通栽培用のすべてを備え、畦間かんがい用のもの(ランドレベラー、多連畦立機、多連Bedder、モーターグレーダ等)が特に目につき、コーンピッカー、コットンピッカー、コンバイン、ビートハーベスター、各種牧草収穫機も多い。また圃場整備用、維持管理用機械として大型ブルドーザ、スクレーパ、モーターグレーダー、水路清掃機もみられた。

また、このショップにはトラクタの完全分解整備の可能な整備施設を備えている。

さらにこのショップに隣接して牧草と穀物の火力乾燥調整施設が併設されており、ヘイキューバーもみられた。

2) 機械力と人力の巧みな組合せ

DezfuiにあるDept. of Dez Agro-industries Projectで試みに農作業において手作業による作業を聞いてみた。それによると手作業による作業として、i)間引き、ii)水管理、iii) Sugarbeet のタッピング、iv) 綿、果実、アスパラガス、トマト等の野菜類の収穫、v) たまねぎ、レタス等の野菜類の移植などであった。

Agro-industry では前述のようにそこの農民は土地を売払った労働者であり、彼等に賃金収入の途を与えることも一つの政策であろうが、上記

の手作業の内容をみると、いずれも機械には不利な作業である。

Haft-Tapeh の Agro-industry は政府管理の sugar-cane 専作 (1万1千 ha) のものであるが、ここでの収穫作業も巧みな人力使用がみられた。ここでの収穫作業は下記のとおりである。

- i) flamer で火をつけて枯れ葉をもやす。枯れた葉だけが燃えるが天をも焦がす勢である。(収穫に火を使用できる唯一の作物)
- ii) 人力で sugar-cane-knife で根本から切り、先端をタッピングして畦に対して直角にならべておく。これが人力作業で、真黒に蟻が群るような人力作業である。
- iii) 積込と圃場内運搬：積込機の2本爪レーキで少し前進するとケーンが山状になり、それをクラブでつかんで伴走する圃場内運搬車(圃場を踏み固めないためと時として軟弱であるので、特殊クローラ型トラクターとクローラ型トレーラ)のコンテナ(3~4t積)に積込む。
- iv) 道路上運搬：圃場の外にホークリフトがいて圃場内運搬車で運んできたコンテナを道路運搬用の高速トレーラに積換える。道路には防塵のための糖蜜がまいてあり、ここを工場まで高速運搬する。

現在日本でも sugar-cane の収穫機械化は大きな問題となっているが未だ決定版がみ出せない状況である。ハワイ等の収穫作業はオール機械化されているが、収穫物に雑物の混入が多いのが問題である。この点で ii) の段階に人力を使用するので、極めて品質のよい収穫が可能となる。

参考のために賃金の概要を記しておく。

i) 間引き, 草取り(女子).....	80~120R./日	(320~480円)
ii) 水管理人.....	300 "	(1,200円)
iii) トラクタのオペレータ.....	500 "	(2,000円)
iv) 修理工, 棒頭.....	1,100 "	(4,400円)
v) 重機のオペレータ.....	1,200 "	(4,800円)

普通の人夫の勤務時間は6時から17時で、うち2時間位の休けいがある。

る。オペレータは1日10時間作業とのこと。なお、インドでの人夫賃は ICRISAT の例で男女同額で 4.5 R・(180円)であった。

3) Pre-plant-irrigation

熱帯土壌はいわゆる *moist soil* と呼ばれ、少しく含水比が低下するとコチコチとなり、少しく含水比が高くなると軟弱化してベトベトになる。

この土性改良は大きな課題であるが、現在のところはキメの細かい水管理によるほかはないと考えられる。

この意味で Des Irrigation Project で知った pre-plant-irrigation は水による土性改良法の一つである。

天候や土性等によって異なるが、ha 当り約 2000 m³ の水を機械作業の善に圃場にかけておき、4、5日経過させて表面が乾燥硬化したところで機械作業に入る由である。

このような事前作業も水が豊富にあるからこそできるものであろう。

7. プロジェクトを見て

1) いま、イランでは、壮大な実験がおこなわれている。いままで、年間降雨量 300mm にもみたなかった 10万ヘクタールにおよぶ区域に、毎年 1000~2000mm (アルファルファ 3000mm) の水を加え続けていっているのである。この結果、どのような変化が、微気象、土壌、植生にもたらされるのか、まだ、誰もわかっていない。20年、30年いや100年たったときに、どのような変化がもたらされるのか。変化が、目にみえたときでは、おそいかもしれない。その変化の方向を、できるだけ早く把握しその対策をたてることが大切であろう。それは、意識的・系統的な基礎データの積み重ねによってのみ可能である。

2) 団員の一人が、イランの技術者に“デズ・プロジェクトの経済効果”を聞いたとき、彼は、“経済効果とは何か？ 例えば、何故貴方は煙草を吸うのか。”と逆に質問してきた。要するに、このプロジェクトは、国の将来にとって絶対必要なことであって、その経済効果を云々する間

題ではないという訳である。そして、彼は、この主張は自分の意見であるが、どんなことがあっても曲げるつもりはないとも言った。その熱意さに、私は、いたく感動させられた。わが国の農業のおかれている状況に思いをはせ、それに対する、わたしたち農学研究者・技術者の姿を思い浮べたからである。私たちも、彼のように、農業に対する確信と使命感をもつこと、そして、“農業の将来”に責任をもつ態度が必要であるとしみじみ反省した。

IV おわりに

プロジェクトへの移動中に沙漠らしき景観にふれるだけで、特にDIPでの感想は、これは沙漠ではないという感じであった。イランにおける乾燥地への対応は水を十分に供給することによって、作物については気候的な制約はあるが、ほとんどあらゆる作物を栽培し、農法についてはやはり水を十分に供給することによって単純で高能率な農法に転換することを目標としているようである。

しかし、このようなアメリカ式の大規模かんがい方式も一部では成功するであろうが、池下水位の高い低平地では塩害が大きな問題となってしまう。これへの対応策として基幹的なものから末端的なものに至るまで一貫して悪水の排除（塩害地の場合は主として地下水となろう）と塩分の除去を至上命題とする干拓技術の適用はいかにあるものであろうか。

またイランの場合には大規模な開発が多く、DIPでも新しい雑草の発生、病虫害の増加がいわれていたが、恐らく長期月のうちには土の変化も生ずるであろうし、その他予期せざる環境の変化も顕在することに今後注目する必要がある。

イランの Agro-industry が今後どのような発展をとげるかは未知数であるが、周辺の Farm Cooperation や一般の農家に与える影響は大きいものと考えられ、現下の日本農業をはるかに引放す農業になる可能性の大きいことが感ぜられた。

③ 乾燥地農業開発計画およびプロジェクトの概要

I は じ め に
II イ ン ド
III イ ラ ン
結 語

(3) 乾燥地農業開発政策およびプロジェクトの概要

I はじめに

インドおよびイランに共通する調査項目として、乾燥地農業開発の方針および政策、乾燥地農業開発計画の概要、乾燥地農業開発プロジェクトの概要等の把握を目標としたが、十分な成果をあげたとは言われない。特にインドは研究関係を対象としたためにこれらに関する情報を得ることが困難であった。

II インド

乾燥地農業開発計画 (Centrally Sponsored Scheme of Integrated Dryland Agricultural Development)

1. プロジェクトの名称、目的および開始時期

インド農業は非カンガイ農地(全耕地の7.5%)に多く依存している。このうち半乾燥地(年間雨量750~1,125mm)は約30%であるが、乾燥地農業開発の主たる対象地となっている。

これらの地域では降雨量の少ないことと、その不安定性およびかんがい施設の不備により作物の生産性は低くかつ不安定である。したがって乾燥地農業開発を促進することは国家経済的にも社会的にも重要である。かんがい地域および降雨量の多い地域の農家収入との不均衡をなくすために、インド政府は第4次5ヶ年計画の当初から乾燥地農法についての研究と開発に特別の配慮を払っている。その目的はつぎのとおりである。

- ① 乾燥地農法地域における単位面積当りおよび単位用水量当りの最大生産を確保するための効率的な土壌および水管理についての研究
- ② 畜産との関連において土壌、水および作物の管理についての研究

この目的を達成するために、インド政府は1970年度から始まった第4次5ヶ年計画において Centrally Sponsored Scheme of Integrated Dryland Agricultural Development を設定した。この計画において、13の州に24のパイロットプロジェクトがおかれた。これらは I O A R (Indian Council of Agricultural Research) によって、農業的気象条件の異なる地域に設置されている Dryland Research Centre およびその支場の近くに設けられている。(表-1)

表-1 パイロット プロジェクト地区

州名	Dryland Research Centre および支場	パイロット プロジェクト地区	
		1970-71 設定	1971-72 設定
1. Andhra Pradesh	1. Ibrahimpatnam	1. Hyderabad	-
-	-	-	-
2. Bihar	2. Anantapur	-	1. Anantapur
3. Gujarat	3. Ranchi	-	2. Palamau
-	4. Anand	-	3. Amreli
4. Haryana	5. Rajkot	2. Rajkot	-
5. Jammu & Kashmir	6. Hissar	3. Hissar	4. Mohindergarh
6. Madhya Pradesh	7. Jammu	-	5. Jammu
-	8. Indore	4. Indore	-
7. Maharashtra	9. Rewa	-	6. Rewa
-	10. Akola	5. Phalapur	7. Akola
8. Karnataka	11. Solapur	-	-
9. Punjab	12. Hebbal	-	8. Bangalore
10. Rajasthan	13. Bellary	6. Bellary	-
-	14. Bijapur	-	9. Bijapur
-	15. Ludhiana	-	-
11. Tamil Nadu	16. Jodhpur	7. Jodhpur	-
12. Uttar Pradesh	17. Udaipur	-	10. Udaipur
-	-	-	11. Chittoorgarh
-	18. Kovilpatti	8. Tirunelveli	12. Pudukottai
-	19. Jhansi	9. Calicut	-
-	20. Varanasi	-	-
-	21. Agra	-	13. Agra
13. Orissa	22. Dehradun	-	14. Mirzapur
-	23. Bhubaneswar	-	15. Mayurbhanj

各研究所によって開発された技術は普及活動および農民研修計画によって各パイロットプロジェクトに適用される。これらの技術をあげると、① Cultivation of draught resistant ② High yielding and short duration varieties of crops ③ Soil conservation ④ Land shaping ⑤ Water harvesting ⑥ Minor irrigation ⑦ Manipulation in cultural practices ⑧ Adaptation of pest management measures ⑨ Distribution and use of improved farm machinery などである。

さらに、計画参加農家の所得を高めるとともに、土地のない農業労働者の収入源として改良された牛、羊、山羊、鶏や豚の飼育についての計画もあり飼料作物および草の開発も行われている。

2. プロジェクトにおける作物

各パイロットプロジェクトはまとまった1つの流域に設定され、その面積は800haで、この農家はすべてこの計画への参加農家となる。

乾燥地域で一般的に栽培される作物は millets like bajra (pearl millet), jowar (sorghum), ragi (finger millet), oilseeds like groundnut , castor , til (sesame) , sunflower , safflower , mustard , pulses like bengal gram , pigeon pea および cotton などである。これらの地域では条件の悪い土地をも完全に利用するために、飼料作物および草の生産もすすめられている。

それぞれのパイロットプロジェクトに適用される作目に、その地域の研究センターが選定したものとす。また乾燥地域の農家に改良された技術を広く普及するために field days が設けられている。

3. 予算および中央の援助

第4次5ヶ年計画において総額2億ルピー (R) の支出が認められた。既

に支出された額は6,560万Rである。現在のプロジェクトは全て第5次計画に継続され1億Rが配当されている。1974年度の支出額は1,130万R, 1975年度は1,320万Rであった。1976年度の予算は1,700万Rである。

参加農家に対する中央の援助(補助金)は下記のとおりである。

(1) 新規地区の初年度に限られるもの

① hybrid seeds, new crops の導入, 肥料(窒素系のものを除く), 殺虫剤: 50%。

② 他の改良された品種の種子: 25%。

(2) 永続的な事業

① nala flooding, Khadin (岩石地帯を集水地域とし, 築堤によって低地域にかんがいする事業)の建設, land leveling, land shaping, field drainage, use of soil amendments: 25%。

② Water harvesting: 個人事業に対しては75%, 団体営事業に対しては100%。

③ 農業機械: 高価なものでプロジェクトが所有し農家に貸付けるものには100%, その他の機械で価格が1,000R以下のものに対しては50%, ただし, 品目別の補助金は250Rまでで, 農家当り最大補助額は1,000Rである。

④ 展示および農家研修: 100%。

⑤ minor irrigation programme: 25%。

⑥ sprinkler irrigation: 団体営および州政府によってSFDAの農家として認められたものに対しては50%, その他の個別農家に対しては25%。

⑦ 畜産: 州政府のSFDA, MFAL計画と認められるものに対しては25~33.3%, 研究センターのchief scientistが認めるfoliar spray of ureaについては50%。ただし, 個別農家に対する補助限

度額は3,000Rである。

上記の援助はこの計画における各種の事業を実施するために参加農家に与えられるものであり外国援助はない。

■ イラン

この国における第5次5ヶ年計画についてはすでに知られているので、ここでは1976年同国予算に基づく現実に進行中のプロジェクトの内容を紹介し、あわせて表敬訪問した際のエネルギー省政務次官Mr. K. Maghoul, 水担当次官Mr. M. Tavana, 農業天然資源省総務局長Dr. M. Rezaniaの談話ならびに紀陸一等書記官(建設省関係)の談話とJICA小泉所長の収集に資料に基づいてイラン情報を要約して報告する。

1. 1976年度予算(イラン年度 1355)

イランの経済関係予算配分を表-1に示す。

このうち特にWater ResourcesおよびAgricultural & Natural Resources関係の内容を夫々表-2, 表-3に示す。

なお, 表中の協力国については表-2はTavana次官より, 表-3はRezania局長よりの聞き取りによるものである。(局長からはさらに回答が後日ある予定)

2. イラン情報

1) 水資源開発について

① 水利用の現状(紀陸氏談)

全降雨量は平均年雨量2,400mmとして約4,000億トン(日本は約7,000億トン), このうち人工的に利用されている量は表-4の如く約430億トンで, 利用率は約11%(日本では約15%)である。

なお、現在のダムの総貯水量は約100億トンである。

表 - 4 水利用の内訳

区 分	利用水量
河川表流水	300億トン
ガナート	70
深井戸	50
生活，工業用井戸	10

② 小泉氏情報

i) イランでは農業，工業，家庭用水等のため，表面水及び地下水の85%を利用しようとしており，これが達成されると全土の11%にあたる1700万haがかんがいされることになる。

ii) 年間降雨量のうち，全土の25%をしめるカスピ海沿岸および西部地方に52%，全土の50%を占める中央地方に30%が降り，その殆んどは冬季後半から早春に集中する。

従って，ダム建設の優先度が高く，エネルギー省は現在25のダムや取水堰を計画中で，第5次計画終了以前にこれらのいくつかの工事にとりかかる予定である。

計画の内容は，

- a) 現在ダム貯水量は100億トンであるが，新たに15億トンのダム建設に着手する。
- b) 比較的水の豊富な地域から乾燥地帯に6億トンの水を導入する。
- c) 地下水開発施設として公共投資20億トン，民間部門3億トン。
- d) 海水除塩装置は現在の3百万トンから23百万トンにふやす。
- e) 100万haをカバーする第1次かん排ネットワークを完成さ

せるとともに、新たに29万haをカバーするプロジェクトを開始する。

f) 5.5万haをカバーする補助かん排ネットワークを完成させるとともに、新たに5.4万haのネットワークが開始された。

この計画に対する固定総投資額は1.662億R。(公共1.622, 民間4.0)で、その内訳は水源561, かんがいネットワーク721, 都市給水223, 水力発電45, 研究調査112億R.である。

③ Tavana 次官の談

人工降雨, 原子力利用の造水, 半透膜を利用した除塩等もやっているが、これらはいずれも高価である。

なお、予算項目のIrrigation Networksにはもちろん排水組織を含んでいる。

2) 農業開発について

(1) 農業開発の方針

① Rezaia 局長の談

i) 根本的な水不足の解消が基本である。現在の耕地の大半がかんがいされていない。このため降雨水のrecyclingにより、ここによりよいかんがいシステムを施す。

ii) 食糧の自給化が当面の急務である。現在、全食をはじめ砂糖、肉も輸入している。なお、肉については白肉(ニワトリ, 魚)については水が少なくてすむので増産がしやすいが、赤肉(羊等)が問題である。

iii) 石油とならぶ農業の地位の向上

② 小泉氏情報

i) 概況: 第5次5ヶ年計画においては農産物の需要増大(人口増ならびに生活程度の向上による)および食糧輸入による外貨支出圧迫から農業生産の拡張に重点が指向されている。第4次5ヶ年計画の

農業成長は4%（目標は7%）で、失敗の傾向が強い。

ii) 政府の対策

- a) 政府は農業協同組合，農工業，畜産コンプレックス等の創設，育成により，農民1人当りの生産所得を高めようとしている。
- b) 政府は民間投資に対し，技術，財政援助により全ての農民が農業協同組合員になるように支援するとともに，散在する農地をできるだけ経済単位にまとめて生産性の向上を図る。
- c) 政府投資は土地造成やかんがい等の基盤整備および土壌分析，病虫害対策，家畜病対策等のサービスに重点をおく。
- d) 政府は初期段階においては，単独または民間との協力で農工業（Agro-industry であろう）に投資する。また中間流通機構については，できるだけ加工，倉庫，運輸部門の組合育成を図る。
- e) 生産農民を保護するため，ローン供与や最低価格の設定をはかる。
- f) 農産物の備蓄施設については，サイロ建設を推進し，現在の39万tを第5次計画中には90万tにする。また在庫量70万tの倉庫，6万tの冷凍倉庫，果実10万tの市場施設を計画している。（イランでは毎年腐敗によって1,200億R.の食糧がすてられている。これは全食糧の20%にあたる。）
- g) 30万haを対象とする農工業工場，畜産品；肉工場を建設し，42万haを対象に143の農業組合（Farm Cooperation であろう）をつくる予定。
- h) 農協は小規模農家に対し，必要なサービスや農業技術訓練を与えて組合員を180万から300万にしたいとしている。
- i) かんがい農地は410万haまで拡張し，その利用は農工業ユニット8%，農協および生産者組合12%，商業用30%，単独農民に50%を割当てる。
- j) 牧草地造成計画は約150万haで，同時に肥沃度の非常に低い

草地（約500万ha）については少なくとも牧草が30%に達するまでは放牧を禁止する。

k) 牛については人工授精の改善により出生率を30~40%にするとともに、牛病対策を行い、乳牛を20万頭、雑役牛を10万頭にふやす。

1) 農産物の増産目標を表-5に示す。

表-5 農産物の増産目標

品目	現在	目標	増産率
穀類	560万t	860万t	54%
果実	180	240	33
野菜, 軟果物	320	400	25
飼料	110	316	87
羊肉	30	52	73
ミルク	190	280	47
肉	5	20	300

m) 水産についてはカスピ海, ベルシャ湾等の漁業資源保護のため, 養殖場を6ヶ所建設する。また漁業組合の育成を図るとともに, 魚が家畜用蛋白源となっているところでは, 農業組合についても漁協と同様の援助を与えることとしている。

n) 砂丘対策は, 植林や石油製品を利用することにより, 約150万haを対象とする。

o) 他の重点事項として農業の機械化がある。今後の新規購入はトラクターおよび農業機械68千台, コンバイン4千台, ライストレーラー15千台。

p) 農業および家畜部門に対する固定総投資額は 3,093 億 R.
 (146 億 \$) で、うち公共部門は 1,769 億 R. である。
 内訳は表-6のとおりである。

iii) 農業の強化

本年5月末ホヴェイダ首相座長のもとに各省幹部、経済計画官、銀行、財界からなる委員会が開催され、今後農業セクターに一層の重点をおくとともに、食糧の自給化および農産物の確保に対処するため、第6次開発計画において重点投資をすること、および農業政策々定のための具体的スタディを行うための7つの委員会を設置する旨の決定を行った。

Keyban 紙(1976.4.19付)によると農業天然資源省は、皇帝の水資源利用の効率化を図るようにとの勅令に基づき、耕作可能地におけるかんがいの近代化および近代化経費の政府50%補助につき計画策定中。

表-6 固定総投資額の内訳

区 分	投 資 額	割 合
天然資源の保全と開発	241 億 R	8
農工業および家畜工業	447	14
家 畜 種 畜	419	13
農 業 サ ー ビ ス	364	12
市 場 開 発	224	7
民間部門クレジット	707	23
農 業 組 合 拡 張	311	10
農 業 生 産 性 向 上	299	10
研 究	81	3
計	3,093	

IV) 農業の現状と見通し

- a) 農林大臣談話によれば、現在のイランの伝統的農法を近代化するには、なお15～20年を要す。
- b) Keyban紙(1977.1.7付)によると当国Center for Statisticsは現在、イラン農民はトラクタ33千台、コンバイン2千台、ティラー21千台を有し、農地は17百万ha、農村数は59千ヶ所と発表している。なお17百万haのうち11百万haはdry-farmとされている。かんがいシステムのあるのは690万haで、主要作物の作付面積および収量は表-7のごとし。
- なお、1975年の米の生産は27万tで、主要稲作地帯はGilanとMazandaranである。

表-7 主要作物の面積と収量

作物	面積	収量 (1973)	収量/面積
wheat	630万ha	450万t	0.7 t/ha
barley	160	110	0.7
rice	34	94	2.8
cotton	17	56	3.3
sugar beat	33	400	12.1
計	874		

- c) 農業天然資源省I.Skahbazi局長(extension関係)の話によれば、今後も減勢が続く見通しである。

IV) 新らしい農業の方向および大規模計画

- a) イランにおける農業自給化政策推進のため、農業天然資源省は大規模の Agricultural Units, Agri-Business (Agro-industry), 肉畜産 Complexes および Agricultural Poles を設置し、農産物の増産を図ろうとしている。
- b) 農産物の需要は国民所得の増大とともに増し、鶏肉は 1 人当り 1.7 kg (1970) が 3.3 kg (1974) に、羊肉は 1.3 kg (1972) が 1.7 kg (1974) になっている。
- c) Agro-industry のうち最も重視されているのは、Khuzestan にあるもので、約 68 千 ha に、sugar-cane, sugarbeet, alfalfa, corn, wheat, cotton 等をつくっている。いずれも生産性が高く、例えば sugarbeet は 45 t / ha (Kermanshah 州の伝統的農民によるものは 15 t / ha) である。
- d) イラン最大の Agro-industry は Khuzestan 州北部の Dimcheh にある Karun プロジェクトで、全国砂糖消費量の 1/4 に当る 25 万 t を生産する予定で、今後年間 250 t 能力の砂糖加工プラントを設置するとともに、さとうきびパルプ (バガス) を利用する製紙工場を建設する予定。投資額は 500 億 R. 。

ここは Dimcheh 地方の Dezful と Shushter との間に位置し、すでに整地に入っており、1975 年から毎月 500 ha 整地し、栽培に当たってはこの地方で一番の問題である塩害を除去するため、かんがい用水路 1,800 km, 排水路 3,000 km が計画され、2,100 km の道路も建設される。

この地方の水源は Karun 川の Reza Shah the Great Dam より $81 \text{ m}^3 / \text{sec}$ を供給される。

操業に入ると 5,500 人を越す人容となり、第一段操業は 74 千 t / 年の規模で 1977 年春を予定している。完全操業は、1980 年を予定している。

マスタープラン作成につき、1972年 Khuzestan Water and Power Authority (KWPA) はハワイの Agronics Company と契約を結び、1973年10月同社が Karun プロジェクトのコンサルタントに指命され、農業天然資源省等と協議を進めてきた。

e) 肉、畜産 Complex の設置にも力を入れており、Fars Meat Production C. は Shiraz, Isfahan, Tehran にあると殺場に対し、年間365千頭の羊を供給しているが、これを年間1,500千頭に拡張する計画。

なお、Lerestan, Dashte Moghan に夫々同様の Complex を建設中である。

f) Dairy Units については、政府が乳牛を輸入し、年間6,000t に高めるよう計画。

g) Agricultural Poles の設置計画は土地の零細化を防止するもので、再配分や統合により、最小規模の農地集団は20haを限度としている。このため政府は pole area に指定された場合、農業、工業、インフラ開発のため優先的に投資し、農民に対する技術指導や財政補助をすとしてしている。

h) New Agricultural Zones Master Plan : 農業開発を促進するため、10ヶ所の Zones を設置する。これは単位面積当りの増収と耕作地の拡大を図るもので、Zone の設定は行政区に関係なく気象条件によって決定される。10 Zones はさらに47の sub-division に分けられる。

i) I R A N Agricultural Development Organization : Maasur Rouhavi 大臣は1975年7月新規プロジェクトと coordinate する本件を組織改革して設置すると発表(場所は Karaj)。

j) 農機具修理センター : 農業天然資源省は1975年8月, Fars, Khuzestan, Azarbaijan, Sistan, Baluchestan にトラクタを含む本件センター設立の計画をたてた。

k) 農業開発のため政府は, 肥料, 種子等の購入に対する補助等を行っているが, special incentives としては下記の措置をとっている。

1. かんがい排水ネットワークおよび Agro-industry 設置のための feasibility studies について85%補助
2. 輸入乳牛純種の輸送費については全額
3. かんがい及び排水システム建設費の50%補助
4. Land-leveling の50%補助
5. その他の財政的援助

3) 森林開発について(小泉氏情報)

① 森林の現状

- a) イランは全土の約11%18百万haの森林を有し, 資源的には石油, ガスについて第3の地位をもつ。
- b) 1963年森林の国有化が行われ, 森林警備隊が創設された。
- c) 森林地域の分類
 1. カスピ海沿岸の Alborz 山脈山麓一帯: 最も豊富な森林地域で面積約340万ha, かし, くるみ, 西洋かりん, つげ, adlar 等が繁る。
 2. Sardasht, Resaiyeh 湖の南西, Bagres 山脈, Bathitiari 山脈と Fars 南東にはさまれる地域: 約1,000万ha, かし, 野生ピスターチョ, アーモンド, くれ等が繁る。
 3. 北西部の Aras 森林地帯: 約20万ha
 4. 西部から Alborz 山脈南部にも広い森林地帯があり, その他 Khorassan, Faras, Kerman, Baluchestan にも点々ながら

も約300万haの森林地帯があり、野生ビスターチョ、ぎよりゆう、いちじくが生えている。

5. 熱帯森林：ベルシャ湾，オーマン海，Kaviar 地域にわたり約150万ha。

② 森林開発プロジェクト（利用関係）

a) The Gilan Paper & Wood Mill : この会社の生産能力は紙150万t，未加工木材52千t，合板7千m³。同社の周辺に将来22の木材加工工場をたててGilan工場からの未加工木材を処理する予定。3000名の国内外での訓練と同社社員のため40億R.を投資して4つの村落をつくる予定。

b) イギリスのBowater社とIrans Industrial Development & Renovation Organizationの間でイランの大手紙工場建設に関する契約が1975年5月に成立した。これにより，同社は10年の経済，技術調査計画を立案，実施して原材料確保の最上策を考え出すことになっている。

c) イランにおける年間の紙消費量は1980年に70万tになるものと予測されている。

4) 地方開発について（小泉氏情報）

a) 1966年国勢調査 : 約66千の町村に人口の57%が住み，このうち74%は村落人口250名以上の村落18千ヶ所に住む。

b) 村落開発計画は，特定の村落と中心としていくつかの村落をまとめた村落群とする。この中心となる特定村落については優先的に水，電気，行政サービス，学校，スポーツ施設，公園，医療施設等が供給される。

c) 第5次5ヶ年計画中のものとしては，12千ヶ所の村落をカバーする特定村落1,180ヶ所に対するインフラプロジェクトの建設が開始される。主な計画は，地方道約4万km，飲料水計画15千ヶ所，公衆

浴場等7千ヶ所，ダム，洪水対策，道路工事等3.500プロジェクト。固定総投資額は600億R。（インフラ整備597，訓練計画2，研究調査1）で全額公共投資である。

表-1. イラン国の経済関係予算配分

百万rials

区 分	Programme	1354(1975)		1355(1976)	
		Approved	%	Estimate	%
Economic Affairs	TOTAL	429,844	100	579,111	100
	(2) Agriculture	134,854	31.4	120,914	20.9
	(1) Water Resources	29,182	6.8	40,223	6.9
	Electricity	35,081	8.2	127,927	22.1
	Industries	91,455	21.3	89,525	15.5
	Oil	20,000	4.7	34,000	5.9
	Gas	4,580	1.1	20,000	3.5
	Mining	19,354	4.5	16,494	2.8
	Commercial Affairs	1,162	0.3	18,029	3.2
	Transport & Communications	65,387	15.2	80,346	13.9
	Post & Telecommu- nication	25,356	5.9	27,899	4.8
Tourism	3,432	0.8	3,754	0.6	
(2) Agricultural and Natural Resources	TOTAL	134,854	100	120,913	100
	[A] Agricultural Distri- bution Networks	82,732	61.3	68,685	56.8
	[B] Development of Natural Resources	5,121	3.8	5,280	4.4
	[C] Agro-Industries and Expansion of Agri- cultural and Stock Breeding Units	7,595	5.6	6,291	5.2
	[D] Improvement and Increase of Agri. Products	3,836	2.9	4,239	3.5
	[E] Improvement of live- stock Products	2,940	2.2	2,238	1.8
	[F] Agricultural and Livestock Services	7,605	5.2	7,581	6.3
	[G] Agricultural and Livestock Credits	13,353	9.9	13,497	11.2

	[H] Cooperatives and Agricultural Corporation	6,003	4.4	6,331	5.2
	[I] Land Reform	1,021	0.7	671	0.6
	[J] Research	3,247	2.5	3,705	3.1
	Administration	1,941	1.5	2,395	1.9
	TOTAL	29,182	100	40,223	100
(1)	[A] Water Resources	9,486	32.5	11,813	29.4
Water	[B] Irrigation Networks	11,767	40.3	15,918	39.6
Resources	Urban Water Supply	4,216	14.5	7,190	17.9
	Hydroelectric Power	200	0.7	300	0.8
	Supervision, Water Affairs	615	2.1	1,050	2.4
	Research	2,898	9.9	3,952	9.9

IRAN's 1976 - 77 (A summary Prepared by Kayhan Research Associates)

表 - 2. Water Resources 関係の Projects (1976 年予算)

	(協力国)
[A] Water supply	
(A-1) completion of the Reza Shah Kabir Dam	米 国
(A-2) continuation of construction of the Qeshlaq Dam	
(A-3) continuation of construction of the Lar Dam	英 , 日
(A-4) continuation of construction of the Minab Dam	スイス, フランス
(A-5) continuation of work on the Nimeh reservoir (Sistan)	日 本
(A-6) deep well projects in the Voshmair Dam area	米 国
(A-7) the project for the transfer of 280 million m ³ of water annually from the Kuhrang to the Zayandehrud River (Isfahan)	フ ラ ン ス
(A-8) the project for utilization of underground water in Gorgan and Kermanshah	米 国
(A-9) the water desalination projects at Kish Island and Bushehr	
(A-10) start of work on the Jiroft reservoir dam	
[B] Irrigation networks	
(B-1) Continuation of work on irrigation project related to the Farah dam	フ ラ ン ス
(B-2) Continuation of work on irrigation project related to the Voshmair dam	フ ラ ン ス
(B-3) Continuation of work on irrigation project related to the Mohammad Reza Shah Pahlavi dam	米 国
(B-4) Continuation of work on irrigation project related to the Kurosh Kabir dam	ユーゴスラビア
(B-5) Continuation of work on irrigation project related to the Shahpur I dam	

(B-6)	Continuation of work on irrigation project related to the Aras dam	ソ	連
(B-7)	Continuation of work on irrigation project related to the Shah Abbas Dariush dam	フ	ラ ン ス
(B-8)	Continuation of work on irrigation project related to the Reza Shah Kabir dam	米	国
(B-9)	irrigation operation on the Qazvin Plain		
(B-10)	" at Jiroft		
(B-11)	" Sumar		
(B-12)	" Minab	フ	ラ ン ス, ス イ ス
(B-13)	" Miancongi	日	本
(B-14)	" the Sistan and Bumpur River delta	日	本
(B-15)	irrigation operation on the Varamin		
(B-16)	" Garmsar		
(B-17)	" Sarakhs	ユ	ー ゴ ス ラ ビ ア
(B-18)	" Shaba-Kareh		

表-3. Agriculture 関係の Projects (1976 年予算)

	協力国)
[A] Development of a distribution net work	
(A-1) 27 grain silos with a combined capacity of 1.3 million tons	
(A-2) 4 fodder storage centres in Tehran and other areas with a combined capacity of 80,000 tons	
(A-3) completion of 50 sugar storage units with individual capacities of 1,000 to 5,000 tons	
[B] Conservation and exploitation of natural resources	
(B-1) the upkeep and expansion of existing pasture (on 1.5 mil. ha)	
(B-2) creation of new pastures (on 70,000 has)	
(B-3) creation of 620,000 ha of irrigated forest-land	
(B-4) " of 2,000 ha of dry forest	
(B-5) revival of 4,000 ha of northern forest	
(B-6) foresees investment in tree nurseries	
(B-7) completion of Aryamehr Park (Tehran)	
(B-8) " of the Nur and Haraz Park (Mazandorap)	
(B-9) exploitation of 40,000 ha of forest in Sangdeh	
(B-10) " 20,000 ha in Sari	
(B-11) drawing up a master plan for forests	
(B-12) establishing wood industries in the north	
(B-13) building of 45 km of access roads and 150 km of new roads in the northern forests	
(B-14) soil stabilisation programmes	
(B-15) programmes to stabilise shifting sands	

(B-16) programmes aimed at declaring 500,000 ha of land protected areas and seeding and sapling planting on a 230,000 ha area in the Kavir

(B-17) several projects are planned for protecting and other programmes

[C] Agro-industries and agricultural complexes

(C-1) Fars meat complex

(C-2) the Dasht-e-Moghn cattle, sheep breeding and meat complex

(C-3) the Lorestan meat complex

(C-4) the Karun sugar cane project

(C-5) the Qazvin development project

(C-6) the Varamin-Garmsar-Saveh development project

(C-7) the Kahkiluyeh-Boyr Ahmadi development project

[D] Improvement and increase of agricultural production

(D-1) improve and increase production of cotton (250,000 ha)

フランス

(D-2) improve and increase production of soya (120,000 ha)

(D-3) improve and increase production of corn (25,000 ha)

ブルガリヤ

(D-4) improve and increase production of fodder (170,000 ha)

(D-5) improve and increase production of potatoes (6,000 ha)

米 国

(D-6) improve and increase production of melons (5,000 ha)

(D-7) improve and increase production of wheat (900,000 ha)

メキシコ

- (D-8) improve and increase production of rice (300,000 ha)
 - (D-9) improve and increase production of new vineyards (15,000 ha)
 - (D-10) programmes for seed improvements
- [E] Improvement and expansion of livestock, fish and fowl production
- (E-1) operations to improve stock breeds
 - (E-2) research on stock breeding
 - (E-3) expansion of stock-breeding stations in cities
 - (E-4) improvement of fowl and dairy breeding units and dairy breeding units and of artificial hatcheries
 - (E-5) creation and strengthening of fisheries cooperatives
 - (E-6) conservation of fish stocks
- [F] Agricultural and stock-breeding services
- (F-1) land leveling operations (45,000 ha)
 - (F-2) irrigation networks (20,000 ha)
 - (F-3) preparation leveling and preparation (of another 20,000 ha)
 - (F-4) surveying (30,000 ha)
 - (F-5) training of 1,000 tractor operators and agricultural technicians
 - (F-6) extension of drip irrigation systems
 - (F-7) operations against plant and animal diseases
 - (F-8) agricultural machinery repair station

(F-9) expansion of the network of extension workers

(F-10) development of the Gorgan pilot farm station

[G] Agricultural and stock-breeding credits

(G-1) increase in the capital of the Agricultural Development Bank (5.5 billion rials)

(G-2) provide for loan extension by the Agricultural Cooperatives Bank to cooperatives and cooperative societies (7.5 billion rials)

(G-3) feasibility studies for projects to be carried out by the private sector

(G-4) Loan to the private sector for agricultural investment

(G-5) a study of the effectiveness of previous credit programmes

[H] Agricultural cooperatives and cooperations

(H-1) increases in the number of agricultural corporations and expansion of the activities of existing ones

(H-2) provision of pesticides, fertiliser and seed to agricultural corporations

(H-3) measures to establish food processing and packing plants in rural areas and some construction activities

[I] Land reform

(I-1) winding up of the land reform programme

(I-2) such operations as view of complaints and resolution of differences arising out of claims between newly landed farmers and farmer owners.

[J] Research & studies

(J-1) research on irrigation, soil stabilisation,
plant diseases, plant classification, training
programmes, botanical gardens

(J-2) utilisation of space satellites for data
collection and harvest forecasts

結 語

本調査を通じ、基幹的なものだけでなく、農作業を含めた末端的な対応が乾燥地開発では必須であることを学んだ。

Soil-Water-Plant Relationship という言葉が盛に使われていたが、基幹的な土木工事および営農によって基本的な対応がなされる。そしてそれは socio-economical な問題を背景にしなければならない。しかし、この問題についてはまことに貧弱な報告に終らざるを得ないことを団の構成上から諒とせられたい。

最後にインド、イラン両国関係者の示された卒直、懇切な応待に感謝するとともに、両国事情の説明と各種の便宜をはかっていただいたインドにおいては大使館の市之瀬一等書記官、JICA 海外事務所の庵原所長代理、イランにおいては日本大使館の井川大使、紀陸一等書記官、在 Shavoor の山本鳥取大教官、JICA 海外事務所の小泉所長、肥土所員、三祐コンサルタントの樋口所長、近藤所員に深く感謝する。

④ 收 集 資 料

④ 收集資料

BOOK LIST

(INDIA)

I - 0	Fifteen Years of Arid Zone Research (1959-1974)	ICAR
I - 1	Farming System Research 1976 Program and Results Summary	ICRISAT
I - 2	Notes on Sorghum Breeding Demonstration 1976 Kharif Field B 8	"
I - 3	Soil and Water Management in the Semi Arid Tropics by J. Kampen and B. A. Krantz	"
I - 4	Training at ICRISAT	"
I - 5	About ICRISAT	"
I - 6	At ICRISAT Apr. May June, 1976	"
I - 7	At ICRISAT Jan. Feb. Mar., 1976	"
I - 8	Crop Life Saving Research ICAR - IDRC Seminar Proceedings	AICRP
I - 9	Phase - I Research Progress Report 1970-75	
I - 10	New Horizons for Dry Farming in the Rainfed Tropics Results of the AICRP	
I - 11	(1) Introduction to the Dryland Project (2) Current Programme of Work at Hayatnagar Experiment Station	"
I - 12	Approaches towards Agricultural Development by CH. Krishnamoorthy	"
I - 13	Upland Rice by CH. Krishnamoorthy	"
I - 14	Crop Responses to Environmental Stresses by CH. Krishnamoorthy, S. Freyman, E. D. Spratt	"
I-15	Dryland Agriculture Research and Development	"

I - 16	All India Coodinated Research Project for Dryland Agriculture Achievement for the period 1972-1975	AICRP
I - 17	Potential for Production and Processing of Soyabeans in India	ICRISAT
I - 18	Agricultural Marketing in the Semi Arid Tropics A Plan of Research.	"
I - 19	Research Program of the Economics and Statistics Unit	"
I - 20	Determination of the Optimum Location and Capacity of a Storage Tank on a Typical Watershed	"
I - 21	Outline of a Model to Estimate Results from Water harvesting and Supplementary Irrigation	"
I - 22	Market Channels of SAT Crops and Comparative Market Efficiency in India --- A study Proposal	"
I - 23	Some Preliminary Thoughts on an Economics Research Programme at ICRISAT	"
I - 24	Systematic Design for Pairing the Rows	"
I - 25	International Workshop on Grain Legumes	"
I - 26	International Workshop on Farming System	"
I - 27	Crop Production Strategy in Rainfed Areas under Different Weather Conditions (1974-75)	ICAR
I - 28	ICAR Handbook	"
I - 29	Report 1975 - 76	"
I - 30	Annual Report 1974	CAZRI
I - 31	Improved Dryland Agriculture for Western Rajasthan	"
I - 32	Development of Irrigation Publication Division, Ministry of Information and Broadcasting, India	

- I - 33 Indian Agricultural Atlas
 Directorate of Economics and Statistics
 Ministry of Food, Agri., Community
 Development and Coop.
- I - 34 Physiological Approaches to Breeding of
 Drought Resistant Crops
 by R. D. Asana ICAR
- I - 35 Feeding Farm Animals during Scarcity ICAR
 by S. K. Ranjhan
- I - 36 Insects by M. S. Mani
- I - 37 Plant Diseases by R. S. Mathur
 National Book Trust, India
- I - 38 Insects and Mites of Crops in India
 by M. R. G. K. Nair
- I - 39 Diseases of Crop Plants in India
 by G. Rangaswani

(IRAN)

- II - 1 Iran's 1976 - 77 Budget
A Summary Prepared by Kayhan Research Associates
- II - 2 Iran's 5th Plan
A Guide Prepared by Kayhan Research Associates
- II - 3 Iran Almanac 1976 and Book of Facts
- II - 4 World Travel Map Middle East
- II - 5 Annual Report on Experiments (1974 - 1975)
Agricultural Research Dept.
Haft-Tappe Cane Sugar Agro-Industrial Company
Ministry of Agriculture and Natural Resources
- II - 6 Report of the 2534 (1975 - 1976) Harvest season
Agricultural Research Dept.
Haft-Tappe Cane Sugar Agro-Industrial Company
Ministry of Agriculture and Natural Resources

