

農(発)49-18

農業水利計画基準作成調査団
報 告 書

(パキスタン, マレーシア, インド, スリランカ)

昭和49年10月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1047674[5]

| | |
|---------------------|-------|
| 国際協力事業団 | |
| 受入 月日 '85. 3. 14 | . 100 |
| 登録No. 11159 | 83.3 |
| | AF |

は し が き

今般、当事業団は、1974年8月18日から29日間にわたり、パキスタン及びマレーシア（団長福田仁志東京大学教授）ならびにインド及びスリランカ（団長南勲京都大学教授）の諸国に計画基準作成調査団を派遣いたしました。

わが国の農業協力事業は、東南アジア地域を中心として実施してまいったところでありますが、今後他地域への拡大と内容の多様化が予想されております。このような農業協力事業の拡大に伴い、事業実施に際して、実施基準の画一化、現地技術者の系統的な研修のための教材の必要性が強く要望されております。

このような事情のもとで、昨年度は開発途上国の農業開発に適用性が広く、必要度も高い灌漑排水事業に焦点をあて、事業計画作成上の規格化をすすめるため、第一段階としてフィリピン、タイ、ラオス、インドネシアの諸国を対象に調査団を派遣し、各国の計画基準、国際機関の融資基準、マニュアル等の調査検討、現地における諸施設の実態調査、データの収集を行ないました。今年度は対象国をパキスタン、マレーシア、インド、スリランカと同様の趣旨により調査を実施いたしました。

ここに同調査団の調査結果を印刷に付し大方の利用に供するものでありますが、今後この調査を基礎としつつ、わが国の計画基準、その他資料を参考として計画基準原案を作成するため、農業土木学会に作成作業を委託しているところであります。

最後に本調査にあられました両団長はじめ団員各位の御苦勞に謝意を表しますとともに調査にあたり御協力を賜りました関係の方々に対し、厚くお礼を申し上げます。

昭和50年3月

国際協力事業団
総裁 法眼晋作

まえがき

農業開発のプロジェクトはその本来の性質として地域性が強い。一方そのプロジェクトに採用される科学、技術には強い普遍性が重じられる。これら地域性と普遍性を巧に調和させてプロジェクトを成功させるための「計画基準」には、その内容に多くの種類と段階が予想される。

昭和48、49年の2年間に、これら「計画基準」的なものを作成すべく事業が開始された。その趣旨、並に具体的な作業手段は初年度報告書（農（発）48-20）中の、海外技術協力事業団田付理事長および南調査団長の記事にそれぞれ述べられている。

かくて、対象地域を大きく湿潤と乾燥に分け、初年度では一般に湿潤地域に含まれるフィリピン、タイ、ラオス及びインドネシアの四ヶ国を選び、今回の49年にはパキスタン、マレーシア班とインド、スリランカ班を編成した。49年に選んだ四ヶ国の性格から見られる様に、湿潤地域の調査の補強と、乾燥地域の調査を併せ行うことを狙ったものである。

マレーシアには前者の色彩が濃く、多雨と排水処理に問題をかゝえながら、水管理の合理化に進んでいる。パキスタンには後者の特色が見られ、マレーシアとは逆に少雨と地中塩分対策のためのかんがい排水が急を告げている。パキスタンは世界におけるかんがいの「老舗」として、その歴史の深さ、その事業の悠大さ、その技術の精密、先進さなどにおいて広く畏敬の的になっている。インドもパキスタンに劣らぬ事業の特色をもち、それを支える技術の優秀さは、極めて豊富な資料整備と共に驚くべきものがある。インドはスリランカと共にその事業に湿潤、乾燥の両面の性格をもち、それらの種々の段階において農業の合理化の線に協力している。

われわれ調査団はこれら各国の好意的協力をうけて、会談、現場視察、資料入手などに多くの便宜が与えられた。

こゝに訪問した諸機関、並に日本の関係諸機関から寄せられた援助に対し、

心からの御礼を申し上げます。

昭和49年10月

福田 仁志
南 勲

調 査 団 員 名 簿

パキスタン・マレーシア班（昭和49年8月18日～9月11日）

| 氏 名 | 担 当 | 所 属 |
|----------------------|------------|---|
| 福 田 仁 志 | 団長及びかんがい計画 | 東京大学名誉教授 |
| 中 川 昭一郎 (マレーシアのみ) | 水 源 工 | 農林省農業土木試験場 |
| 牛 鷹 一 男 | 用排水計画 | 農林省構造改善局設計課 |
| 岩 本 荘 八 | 水 文 | 海外技術協力事業団農業協力部 (現国際協力事業団農業開発協 力部) |

インド・スリランカ班（昭和49年8月18日～9月15日）

| 氏 名 | 担 当 | 所 属 |
|---------|------------|--|
| 南 勲 | 団長及びかんがい計画 | 京都大学農学部教授 |
| 池 田 一 朝 | 水文・水源工 | 農林省構造改善局防災課 |
| 赤 松 俊 輔 | 農 業 経 済 | 農林省大臣官房総務課 |
| 八 島 継 男 | 業 務 調 整 | 海外技術協力事業団農業協力部 (現国際協力事業団農林業計画 調査部) |

目 次

| | |
|-----------------------------------|-----|
| はしがき | |
| まえがき | |
| 調査団員名簿 | |
| 調査日程 | 1 |
| Ⅰ パキスタン・マレーシア編 | |
| 1. 総論—パキスタン・マレーシアにおける かんがい排水計画 | 9 |
| 2. 計画基準作成調査事項 | 20 |
| 3. 専門分野別各論 | 28 |
| 3-1 一般並びに基礎事項 | 28 |
| 3-2 かんがい計画 | 31 |
| 3-3 排水計画 | 47 |
| 3-4 建設・運営・評価等 | 55 |
| 4. 資料・収集リスト | 56 |
| Ⅱ インド・スリランカ編 | |
| 1. 総論—インド・スリランカにおける農業 水利計画 | 65 |
| 2. 計画基準作成調査事項 | 70 |
| 3. 専門分野別各論 | 109 |
| 3-1 一般事項 | 109 |
| 3-2 かんがい計画 | 114 |
| 3-3 排水計画 | 125 |
| 3-4 内陸型除塩計画 | 128 |
| 3-5 建設・運営・経済評価 | 130 |
| 4. 資料収集リスト | 141 |
| むすび | 157 |
| 付属資料 | 158 |
| 訪問機関名及び関係担当者名 | 158 |

1 パキスタン・マレーシア編

パキスタン・マレーシア班調査日程

| 年 月 日 | 調 査 内 容 |
|--------------|---|
| 49年 8月18日(日) | <p>福田団長、岩本、牛腸団員9時55分JL451便にて羽田発</p> <p>19時25分 Delhi 着</p> <p>日本大使館 西脇書記官、Hew Delhi 海外事務所中村 所長、庵原職員、チーフアドバイザー 三木氏の出迎えをうける。</p> |
| 8月19日(月) | <p>インド・スリランカ班と合同にて</p> <p>午前、日本大使館及びI.C.I.D表敬</p> <p>午後、I.C.I.Dにて資料収集</p> |
| 8月20日(火) | <p>4時05分PA001便にて Delhi 発</p> <p>6時50分 Karachi 着</p> <p>8時30分 PK300 便にてKarachi 発</p> <p>11時00分 Rawalpindi 着</p> <p>日本大使館 岡島氏の出迎えをうける</p> <p>午後、日本大使館にて、大使、公使表敬</p> |
| 8月21日(水) | <p>午前、①首相官邸BUCHA Office にて食糧農業省及び資源開発省関係者に対し、訪パの主旨説明とパキスタンの農業事情についての聴取り</p> <p>②日本大使館にて、兼松大使及び合田書記官よりパキスタンの農業事情について聴取り</p> <p>③食糧農業省にて</p> <p>パキスタンのIrrigation の実情について聴取り</p> <p>午後、午前に引続き聴取り</p> |
| 8月22日(木) | <p>Tarbela Dam および用水路視察</p> |

| | |
|----------|---|
| 8月23日(金) | 車にて Lahore へ移動 |
| 8月24日(土) | ① Irrigation & Power Department, Government of Punjab にて Secretary Mr. S.M. Ayub かんがい研究所 Director Barkat Ali Luna から調査項目についての聴取り ② Irrigation Research Institute 視察 午前、旧 水利施設視察のためハラッパへ |
| 8月25日(日) | 調査団取りまとめ会議 |
| 8月26日(月) | かんがい研究所(ナンディプール) 視察 |
| 8月27日(火) | WAPDA にて調査項目についての聴取り |
| 8月28日(水) | ① Salinity Control and Reclamation Project 現地調査 ② 15時40分 PK307 便にて Karachi へ |
| 8月29日(木) | 調査団取りまとめ会議及び資料収集 |
| 8月30日(金) | 4時20分 GA897 便にて Karachi 発 12時50分 Kuala Lumpur 着 日本大使館 左達一等書記官、熱研安養寺氏及び国際協力事業団辻本氏の出迎えをうける(中川団員と合流) ○マレーシア農業漁業者主催昼食会 ○農業漁業省、DID に訪マの主旨説明と日程打合せ |
| 8月31日(土) | 調査団 会議 ○夜、日本大使公邸に招かれる |
| 9月1日(日) | 調査団 とりまとめ会議 |
| 9月2日(月) | DID 図書館にて資料収集及び収集資料の整理及び調査事項の充填 |
| 9月3日(火) | DID にて調査項目についての聴取り DID 側、ダニエル局長、パン次長他 |

| | |
|----------|--|
| 9月 4日(木) | 10時15分 MH306便にてベナンへ 午後、マレーシア稲作機械化訓練センター視察 後アロスターへ |
| 9月 5日(木) | MADAにて調査項目についての聴取り |
| 9月 6日(金) | 熱帯農業研究センターマレーシア駐在員および熱研調査 団とマレーシアの農業についてのディスカッション |
| 9月 7日(土) | MUDA Project 現地調査 昼MADA Staffと懇談会(団長主催) MADA技術職員と、かんがい排水、圃場整備等につ いてのディスカッション |
| 9月 8日(日) | ベズダム及びムダダム視察 午後、車にてベナンに移動 |
| 9月 9日(月) | 調査団 取りまとめ会議及び収集資料の整理 現地専門家合同会議 |
| 9月10日(火) | 収集資料整理 11時00分 MH822A便にてBangkokへ 11時55分 Bangkok着 AIT派遣、岡本専門家からタイ・マレーシアの概況に ついて聴取り |
| 9月11日(水) | 10時45分 TG600便にてBangkok発 20時55分 羽田着 |

インド・スリランカ班調査日程

| 年月日 | 日 程 | 内 容 |
|----------|--------------|---|
| 49. 8.18 | 東 京 — ニューデリー | 西脇農務官、中村事務所長、庵原所員 日程打合せ |
| “ 19 | ニューデリー | 大使館表敬、調査日程打合せ中村所長 主催昼食会（於Oferoi Hotel） Intornational Commission on Jrrigation & Drainage (IOID) 市内における資料収集および日程打合 せ |
| “ 20 | “ | Central Water & Power Commission (CWPC)とインドの灌漑について 討議 市内における資料収集 |
| 21 | “ | Central Water & Power Commission (CWPC)とインドの灌漑について 討議 専門家と今後の調査について打合せ (三木チーフアドバイザー)中村所長、 庵原所員、調査団（於Diplomat Hotel） |
| “ 22 | “ | 農業省関係者と討議（於農業省） (三木チーフアドバイザー、西脇農務 |

| | | |
|---------|----------------|--|
| | | 官、中村所長、庵原所員調査団) |
| 49. 822 | ニューデリー | Water Techmology Center (Indian Agrecultural Research Institute) 訪問 |
| 23 | ニューデリー→ルーキー | ルーキー大学訪問 (調査団、庵原所員) |
| | | UP(州) Irrigation Research Institute 訪問 |
| | ルーキー → ハルドアー | Ganga Head Warks にて関係者と打 合 |
| 24 | ハルドアー | Ganga Head Warks (ガンディス 河管 理事務所) 訪問 |
| | | UP(州) Hydroulic Research Institute 訪問 |
| | ハルドアー → ニューデリー | |
| 25 | ニューデリー | |
| 26 | ニューデリー→フアリダバド | Faridabad Project-Site の Tube -Well 灌漑地帯訪問 (三木専門家、 庵原所員、大口、吉田専門家調査団) |
| | | Central Soil Salinity Research Institute 訪問 (上記メンバー) |

| | | |
|-----------|-----------------|--|
| 49. 8. 26 | | 榎本公使主催招宴 (公使、中村事務所長、庵原所員、三木 チーフアドバイザー プロジェクト専門 家、調査団 |
| " 27 | ニューデリー | プロジェクト派遣灌漑専門家と討議 (Ashoka Hotel) Indian Standerds Institute 訪問 (庵原所員、調査団) (農業省、OWPO関係者、榎本公使、 西脇書記官、中村事務所長、庵原所員、 専門家、調査団) 南団長主催招宴 (AshokaHotel) |
| " 28 | ニューデリー → ハイデラバド | Hyderabad (州) Irrigation Dept. (P.W.D). 訪問 (庵原所員、吉田専門家 調査団) |
| " 28 | ハイデラバド | |

| | | |
|----------|-----------------------------|--|
| 49. 8.29 | ハイデラバード→Nagarjunasagar Dam | Nagarjunasagar Dam 視察 |
| 30 | Nagarjunasagar Dam →ハイデラバード | 途中、左、右両Canalsを視察、Seed Farmを視察 |
| 31 | ハイデラバード | Institute of P.W.C (ハイデラバード) Hydraulic Modern Laboratory Soil Mechanical Laboratory Structure Laboratory Andhra Pradesh Agricultural University 訪問 |
| 9. 1 | ハイデラバード→マドラス | 移 動 |
| 2 | マドラス→コロombo | マドラス総領事館表敬 |
| 3 | コロombo | 大使館表敬 デワフワプロジェクト派遣専門家と調査打合せ |
| 4 | “ | Irrigation Department 訪問 (潜水専門家、真勢専門家、齊藤研究員、調査団) |
| 5 | “ | Mahaweli Department Board 訪問 (上記メンバー) |

| | | |
|----------|--------------------|--|
| 49. 9. 5 | コロンボ コロンボ→デワフワ | 農業省訪問（上記メンバー） 移 動 |
| “ 6 | デワフワ→Anuradhapura | Maha Illuppallama Dry Zone Agricultural Research Institute 訪問 （真勢専門家、斉藤研究員同行） |
| “ 7 | Anuradhapura→デワフワ | Mahakandarawa 地域視察（真勢専 門家、調査団） |
| “ 8 | デワフワ→Kandy | 移 動 |
| “ 9 | Kandy→Nuwara Eliya | Mahaweli Derelopment Board 訪問（上記メンバー） |
| “ 10 | Nuwara Eliya→Uda | Uda Walawe Scheme 事務所訪問 （上記メンバー） |
| “ 11 | Uda Walawe→コロンボ | 移 動 |
| “ 12 | コロンボ | 大使館報告 資料収集 南団長招宴（於Continental） |
| “ 13 | “ | 資料整理 大使主催招宴（於大使公邸） |
| “ 14 | コロンボ→シンガポール | 移 動（帰国） |
| “ 15 | シンガポール→東京 | 帰 国 |

1. 総 論

A. パキスタン、マレーシアにおける灌漑排水計画

平均年雨量はパキスタンで、北部の889 mmから南部の127 mmの変動巾があり、一般に200 mm以下の処に砂漠が発生するといわれる様に、この国南部にはsindなどの砂漠が拡っている。一方マレーシアで西部の2,500 mmから東部の3,000 mmの多雨地には熱帯密林が広く見られる。雨期はパキスタンに2回(6~9月のモンスーンと12~3月の冬雨)あり、マレーシアに1回、6~11月に見られる。気温は共に高く年間の耕作には不足しない。

土壌は両国とも沖積土性が主で、耕作に適していると概観される。尤もパキスタンでは北部の宝庫Punjabにはloamからsilty loamが広がり、南部のsindに粘質が増している。年雨量からも知られる如く、窒素、有機質、磷酸が何れも乏しい。マレーシアでも北部西側海岸の粘質から北部東側の軽土までの変化が見られる。

共に沖積土性が主であるといっても、雨の少ないパキスタンにはアルカリ土壌が、雨の多いマレーシアには酸性土壌が広く分布し、ここにも大きな差異が見られる。

以上気象と土性という二大自然条件が両国において対照的性格を、いわば宿命的に、持っている事情の中で、両国とも食糧自給の向上を目ざして鋭意努力中である。ここで注目されることは小麦が主食であるパキスタンにおいて水稻米の輸出が外貨獲得の有力な担手であり、一方マレーシアでは当然、米が主食となり、その生産増強が企画されていることで、水稻作が両国に共通の重要性を示している。

与えられた自然条件において、食糧増産の有力な推進力となるかんがい排水は、どのような性格を以って企画されているであろうか。

ここに一言すべきは、パキスタンは1947年の分離前は英領下のインドと一体であり、水利技術の優秀さには定評がある。一方マレーシアは同じく英領下に起った水利事業を一主として1899年以後一インドの技術者の協力を得

て実施してきた。この様に英国を介してインドの技術が大きく、パキスタンとマレーシアに影響を及ぼしていると思われることである。

1 バキスタン

米と棉を輸出し、主食の小麦を輸入している。これら農産物の生産性(単位耕作面積当りの収量)は世界のそれぞれ首位にある日本、エジプト、及びフランスの約30%に止っている。

これらの生産性を増強させるべき灌漑面積は現在殆んどインダス河域中にある。この河域は53万km²で、国土80.53万km²の66%を占め、かんがい面積は統計に依って異なるが、11.74万km²とも13.2万km²ともいわれる。可耕地は30.35万km²で、耕作地は15.78万km²と見積られるから、かんがい面積は可耕地の約40%を占め、耕作地の約80%に当ると理解される。耕作地の殆んどがかんがいを必要とすることは、乾燥地の一般的性質である。

このかんがい面積はインダス河域に開発されたもので一かんがい組織の大きさとしては世界最大といわれる。このかんがい面積を支える水源を地表と地下に分ける。地表の河川流量を直接取水するものと、貯水池に溜めるものとし、地下水源はポンプ揚水されたものとなる。しかしてかんがい用水のうち、その約30%が地下水揚水量であり、日本の場合の約4%より著しく大きい。

インダス河域のうち、古都Lahoreを中心とするPunjabは、その名の示す5河川がインダス河の支流を形成するところで、この国かんがいの中枢地をなす。

かんがい施設は河川に設ける頭首工、水路のものから、貯水池、地下水揚水の開発が盛んとなっている。

1) 貯水池 1960年インドとの間にIndus Waters Treatyが結ばれて、インダス河域の西側にある本流とJhelum, Chenabの3本はパキスタン側に、東側にあるRavi, Sutler, Beasの3本はインド側の専用となったので、従来東側3本に依存した地域への水源を、西側3本から

求めねばならない。Jhelum河にManglaダムが造られ、インダス本流にTarbelaダムが築かれた所以である。

Manglaダムはアースフィルダムの堤体の世界最大のもので、1967年完成、堤体 $82.57 \times 10^6 m^3$ 、高さ115.8m、堤長3,353m、総貯水量71.54億トン、有効貯水量64.14億トンという巨大さである。

Tarbelaダムはロックフィルダムとして世界最大で、堤体 $140 \times 10^6 m^3$ 、高さ147.8m、堤長2743m、総貯水量136.92億トン、有効貯水量114.71億トンという巨大さで日本の最大ダムとは2桁ほどの開きがある。

(この水協定後6個の頭首工が完成している)

2) 水路 (1) Link canal: 西部河川に貯えた水を東部河川に移送するための水路が8本造られてある。通水容量は最小で $34 m^3/sec$ 、最大で $614 m^3/sec$ に達する。縦勾配はそれぞれ $1/10,000$ 、 $1/5,000$ 位をもち、法面は同様に2.5割、1割としている。かくて送られた水は従来のかんがい水路組織に入って配分される。(2) 支流、小支流: 河川取入量は洪水期、冬の乾燥時で大きく変化するのに、支流、小支流内に水位調節施設が不十分のために、通水計画量の $2/3$ 、 $3/4$ 位にしか機能しないといはれる。尤も水協定に基いて、既存水路、かんがい組織の改変が行われている。

3) 堆砂(Silt ing): 水路に運ばれるシルトを除去する施設の研究が古くから灌漑研究所のNavaipur 実験地で行われ、実用的効果として、全運送シルトの約60%を除くという。

これにVortex type silt ejector とTunnel type silt ejector の2種が用いられる。

一方、洪水時に河川が運び出すシルトは甚大で貯水池容量の減少が懸念されている。

4) 地下水源 元来インダス河域は深い沖積層中に広い滞水層を形成し、多量の地下水量が期待されていた。大型かんがいの以前には、地下水位は可成り低く保たれ、水文的均合がとられていた。即ち河水、降雨の滞水層への浸透量

と地下流出量とが釣合っていた。然るに大型かんがい開始されるに及んで、浸透量は激増し、その量は自然水の浸透量の3～4倍に達し、地下水は地表下約3.0 m以内に迄上昇した。地表下1.5 m以内に昇って湛水と塩害を起した面積が81万haに及ぶに至った。

深井戸 (tubewell) 揚水量が重視されている。その地下水質には局所性が強く、凡そ次の様な分布である。

表1. 地下水質の拡がり (地表下4 1.4 4 mの地下水を採水基準とする)

| 種 類 | 面 積 ×10 ⁶ ha | 備 考 |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|
| 淡 水 (Fresh) | 5.7 5 | 1000 ppm・TDS 以下、そのままかんがいされる |
| 半塩水 (Mixing) | 2.2 5 | 1000～3000、淡水で1：1にうすめて使う |
| 塩 水 (Saline) | 4.2 9 | 3000 以上、使えない (石膏などの処理が必要) |
| 計 | 1 2.2 9 | |

5) 湛水 (waterlogging) と塩分 (salinity) の問題

乾燥地では普通、湛水と塩分が並称されるが、湛水自身は一種の排水不良状態であり、湿潤、乾燥の両地域に起りうるもので Swampy land と通称されるのに当る。ただ乾燥地では蒸発と地中毛管水の上昇とによって既存の塩類を地表近くに集積、濃縮させて作物塩害を起させるために、深刻な問題として湛水、塩分が並称されている。パキスタンはその好例である。

(1) 湛水発見手段

- a. 地下水位が上昇傾向にあつて根群域に近接しているか。
- b. かんがい地の井戸の水位が、毎年乾期末に上昇傾向を示せば湛水状態に近づいている。

(2) 湛水の原因

過大かんがい、高地からのかんがい水の浸透、かんがい水路からの漏水 (パキスタンではこの原因が最大)、地表排水の不備、地下水流向中の障害、下層

しかして洗脱水量は、かんがい水として地下揚水量（塩分1000~3000ppm）を水路の水（塩分1000ppm以下）に1:1の割合に混ぜるとして、大麦ではかんがい用水量の約10%となり、果樹では約50%となる。水稻は大体20%増しにとられる。

(3) 塩分地改良地の一つの場合

Salinity Control & Reclamation Project Ⅱ

塩分地改良事業に tubewell を用いて効果を上げた最初（1959年開始）のプロジェクトである。州都ラホールの西方に現在拡る耕地48万haに2200本の深井戸を水路沿いに分布して設け、地下水位の低下と、揚水を水路の水に混じてかんがい用水の補強を計ったものである。井戸間隔は1000'以上で、安全には2000'とされる。

効果の主なものは

- a. 改良面積（1961~73）…123,200 ha
かんがい面積34万ha（1959-1960）から48万ha（1972-73）に45%の増加
- b. 約10年間の揚水で、地下水位は1961-1971年の10'-8"から1972-1973年の19'-8"で9'低下した。
- c. かんがい率は1959-60年の74.5%から1972-73年の107.8%に増加した。
- d. 主作物（水稻、棉、サトウキビ、トウモロコシ、小麦）の収量は1959-1960年の2倍に増大した。

他方、この改良事業に伴う問題点は

- a. 全深井戸の約1/4の揚水は塩分が強く、石膏処理をしなければかんがいに用いられない。
- b. 揚水量が当初量の35.8%に低下した。この減少は深井戸のstrainer（軟鋼製）の磨耗、皮殻作用に原因するといわれ、ストレーナーに他の材質（グラス、P.U.C、ファイバークラスなど）が検討されている。

7) かんがい水管理の集約化

(1) 水損失とその抑制

パキスタンの水源開発、水管理についてはUSAIDとコロラド州立大学が協力しているが、その調査の結果、地表水の導入、地下水揚水に依ってかんがい組織に入った全水量は次の様に配分されていることが報告された。

表2 かんがい水の行方

| | |
|--------|-------|
| 根群域に残る | 32.2% |
| 耕地内の損失 | 37.6 |
| 水路中の損失 | 30.2 |

すなわち耕地内での損失量が最大であることは従来の例と同様であり、全損失量は全水量の実に68%を占めている。

これら損失を節減する対策として、水路ライニングと施設改善によって全損失量の約40%が抑制され、さらに耕地内均しの他末端水管理を巧に行えば同じく約40%が救はれると計算している。計算の基礎が明確でないが、水管理の集約化は必要であろう。

(2) 散水かんがい法、土管暗渠、水路ライニング

パキスタンにおけるこれらの技術はどれも殆んど実施されていない。ただ水路のライニングが砂質の部分に煉瓦張りで行われている程度である。

2 マレーシア

この国が第3次5ヶ年(1976-80)計画における水利事業として、かんがい、排水、洪水防衛及び水文の部門に織込んだ内容は次のものである。

(1) 主食の米を通じて食糧の自給を達成すべくかんがい事業を集約的に推進する。そのために

a. 末端耕地の適切な水管理が出来る様な施設を備へ、かんがいプロジェクトの生産性を高める、いわゆる改良である。

b. 水稻かんがいの新地を拓く。いわゆる開拓である。

(2) 畑作物(トウモロコシ、ソールガムなど)に補給かんがいを行って飼料の増産を計る。

の粘土層の存在などが挙げられる。

(3) 湛水の対策

塩害に結びつく場合、地下水が根群域に、毛管作用によるか、または直接に接触しないほど低く地下水位を保つ必要がある。地下水位の深さを最小約 1.5 m (5 呎) とされ、パキスタンでは約 2.0 m (10 呎) を目標にしている。

この目標を保つために地表排水路を深く掘って地表水と浅層地中水の除去を計るか、地下排水として暗渠か、深井戸の揚水に依る地下水位低減の方法をとる。パキスタンではまだ暗渠排水はない。専ら深井戸に依る。これを垂直排水 (Vertical drainage) と呼び、比較的下流部に施行される。その他の方法を水平排水 (Horizontal drainage) と呼び比較的上流部に多く見られる。

湛水の予防策として

- (a) かんがい水の損失原因を防止する方法を講ずる。例ば水路ライニング、ローテーションかんがい法、過大かんがい防止。
- (b) 適度の地表排水施設と、かんがいに協力する地下排水設備。
- (c) 排水路を給水路に沿って設け、水路の漏水を受入れて地区外に導く。
- (d) 水稻は他作物よりも多くの水を扱うから、ローテーションかんがい法を採用して、過大かんがいにならず、同時に塩類洗脱に丁度必要な水 (leaching requirement) が得られる操作が望まれる。水稻を輪作に組入れて、塩害を除去する例はルーマニアその他で見られる。要は広く耕地における水管理の合理化に連なる手段である。

(4) 塩分とその対策

作物に有害な土中塩類は NaCl 、 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 で、この順序に害が甚しくまた洗脱され難い最も有害な Na_2CO_3 は Black alkali と呼ばれる。塩分処理対策の

- a. 排水 (地表、地下) は湛水の場合と同じ
- b. 洗脱 (leaching process) の狙いは地表下約 1.2 m 内に集積

した塩類を洗出して、作物が育つ様にする。かくて先づ夏に水稻を、冬に飼料 (beeseem gram など) を作るがこれらは塩類に強く、地表を覆って蒸発を抑える効果がある。これらを1~2作すると塩分は減じ、塩分に弱いとされる小麦、棉が作れる様になる。

c. 地表面蒸発を抑える方法 (manure mulching dry mulching など) は有効である。

d. 最も改良し難い Na_2CO_3 には粉状石膏 (CaSO_4) を約 1 ton/acre の割に与へ土と混合すると、 Na_2SO_4 が生じ洗脱され易くなる。

塩害の予防対策は湛水の場合と大体同じである。

6) かんがい用水量と塩分洗脱の例

(1) かんがい用水量

インド時代の優秀な水利技術と、近年の米国技術の協力によって、合理的な方法が用られている。かんがい用水量の決定では、消散水量は Blaney-Criddle 法と実測データの方法を勘案し、有効雨量は下限を 0.4" (10mm) とし、月雨量に対する % も種々に定めている。例ば月雨量 1" (25mm) で 95%、6" (150mm) 以上で 5% という様に。圃場かんがい効率を約 70% にしている。作物パターンに依って播種前整地用水を定め、大体 4.5" (112.5mm) とする。棉には 5.5" (137mm) を採る。

(2) 塩分洗脱用水量 (leaching requirement)

かんがい水の含む塩分、地中塩分、作物の耐塩性などに依って洗脱用水量は当然異なる。圃場内での水収支と塩分収支を考え、現存かんがい水の塩分と、正常作物収量の 50% を保つ程度の排水の塩分 (共に電気伝導度で示す) との比率から、普通に算定したかんがい用水量に対する % を出して洗脱用水を定め、これをかんがい用水量に加算している。

大麦、飼料は耐塩性が強いので洗脱水は少なくてすむが、豆類、野菜、果樹などは逆なので多くの水量を要する。

(3) 水制、排水のよい施設を備えて農業生産を改善する。
(4) 洪水抑制のプロジェクトを設定して、洪水被害の軽い地域を増加し、開発を容易ならしめる。

(5) 水資源の活用を集約化するために、水文調査を強化する。

以上の基本事項に関連して、少々具体的に、しかも主に日本の協力を期待するものとして次のものを挙げている。

(1) Rompin/Endau かんがい稲作地区のフィジビリティー調査

新地区は18000haで地形、土壌調査を行ない、水文調査中のものである。

(クアラランプールの東南で東海岸)

(2) 水管理トレーニング・センターの設置

マレーシア半島の東北部Kada地区のKemubuプロジェクト中に設けて、広くAsean関係地区の技術者訓練を行う。展示農場設置

(3) Minyak Beku排水プロジェクト中の海岸侵食防止

(4) Mudaかんがいプロジェクトの改善(後述)

1) 排水

排水事業は計画的には1909年以降に行はれ、主に西海岸の肥沃な沖積土に作るココナッツ、ゴム畑を目標とした。しかし海水の侵入と、洪水の害に依って効果は上らなかった。その対策として

海岸には海岸防潮堤(bund)、と防潮樋門を設け、耕地には内部排水組織とその中の排水調節施設(End control)を設けた。

事業が活潑化したのは農業省にDrainage and Irrigation Department (DID)が1932年に設立されてからである。かんがいよりも排水が重視され、排水路には舟運をも兼ねさせた。当初はココナッツ、ゴムなどプランテーション作物が対象であった。既存の水田が広く対象となったのは1950年以後である。

地表の流水が不規則であるとか、年1期作のために、長い距離を計画的に

導水するのは不経済でもあり、また元来、多雨状態でもあるので、水路には用排兼用というよりは、排用兼用の形容が強く見られ、排水となるべき多量の水の水位を高めて、その1部を用水に転用するために地区の途中、又は下流部に上記 End control を設けてきた。普通、耕地の流域は小さいので、乾期の流出水は少なく、年1作を営む程度である。

以上の様に、多雨、密林の多い熱帯で、排水を比較的小規模に処理する様な技術的能力が現地条件に合わせて開発されていることが理解される。

2) かんがい

古くからの簡易取水施設(粗朶セキなど)から稍々組織化したのは英領時代の1899年インドから技術者を招いて建設工事に協力させたのに初まる。D I Dが事業を担当し活動しているが雨量及びその分布からして、排水は重視され、かんがいは雨期1作の水稻の場合には、何ら問題は無いものと理解される。

政府が上記5ヶ年計画において、食糧自給達成を狙い、そのために水稻雨期作の生産増強、さらに乾期作の開発を進めるとすれば、水利、水管理の面で改善を必要とする事項が多いであろう。

かんがい水路組織は普通この国では、main canal, branch canal, distributary及びfield channelとし、上記D I Dはdistributaryまで設計施行を担当している。以下は農民に任かされる。従来かんがいプロジェクトにおいてdistributaryの間隔は1800mとされているので、乾期が終り雨期水稻作田の準備に、土を飽水させるために水を張るのに約40日も掛ったという。雨期1作では別に支障なかったが、さらに乾期に1作を入れるとすれば、この日数を減少(約 $\frac{1}{2}$ との要望が出ている)せねばならぬ。field channelなどの水路密度の増大が期待される所以である。

水稻単位用水量は1 cusecで48 acre(1.5 l/sec/ha)が標準とされる。この値はインドの標準と同じである。

3) Muda 河かんがいプロジェクト

かんがい地区 106000 ha を対象に水稲 2 作 (雨期、乾期) 実施を目標にしたこの国の代表的プロジェクトである。2 個の貯水池 (貯水量 $9.8 \times 10^8 \text{ m}^3$) も完成し、プロジェクトは機能している。

水管理の集約化を水路密度の増強に求めて distributary の間に field channel を設定すべく、pilot field でその試みがなされている。大体 field channel を 100~200 m 間隔、それも規則正しい形には実施できなく (農民の協力が得にくい事情などで) 土地保有の境界線に沿う場合が多い。政府は圃場整備の利点を理解するけれども、農民は未だそれを受入れる程度になっていない。

現状の水路密度は約 16 m/ha であり、pilot field では約 36 m/ha に増大されている。最低を 50 m 位にすべきである¹⁾ といはれる認識からすれば一層の努力が望まれる。

水路事情が上記の程度であるから、農道も極めて不備である。水路、農道は相協力して営農の集約化に資すべきであろう。

muda 地区の各所に雨量と蒸発を測定する施設を設けている。全数で雨量の場合 40ヶ所、蒸発の場合 12ヶ所となっている。合理的水管理への好い例と見られる。

4) ローテーションかんがい法、散水かんがい、暗渠排水

専ら掛け流しかんがい法が用いられ、ローテーション法、散水法は未だ始っていない。暗渠排水も未着手で、これは大量の地表水排除が重視される現状では当然であろう。

排水、かんがい、洪水防御などを包含した技術的 manual を作り、また各種の技術的印刷物を出して、技術の企画化、普及に努めている。

1) ADB Regional work shop on irrigation water management, 1973.

2. 計画基準作成調査事項

| 項目 | 調査手段 | コメント |
|--|---|---|
| <p>I 一般事項</p> <p>1. 気象水文データ</p> <p>(1) 観測データ</p> | <p>気象データ</p> <p>一級観測所26ヶ所、それ以外のWAPDAで行う観測所が10ヶ所以上あり、4年以上の記録がある。</p> <p>○ 雨量は自記雨量計により測定している。</p> | <p>気象データ</p> <p>○ 一般気象観測は、Meteorology Department, Ministry of Communicationが実施。データはMeteorology Servicesから毎月出版されている。</p> <p>○ 降水量はDID)で観測している。</p> <p>○ 降雨量は、全国680カ所(1965年現在)以上で観測し、DID)が全観測データ(日雨量が中心)を記録し出版している。過去に1879~1958年、1959~1965年の2冊が発行済み。1966~1972年は近く出版予定。</p> <p>○ 雨量観測所は、人口中の西海沿は別に、東海岸で粗に配置されており、粗の場合でも50 mile²に1カ所を目標にしている。</p> <p>○ カンガイ排水プロジェクトの計画地区内では、降雨量・蒸発量をさらに密に配置測定し、必要に応じて自記雨量計を使用している。</p> |
| <p>水文データ</p> <p>河川水位、流量は100年以上の記録がある。</p> | <p>水文データ</p> <p>河川水位、流量は100年以上の記録がある。</p> | <p>水文データ</p> <p>○ 主要河川について、毎日、水位、流量をDID)が観測、1965年で69カ所、現在ではもっと増えている。</p> <p>○ 観測データを記録したものが、DID)より出版されており、今迄に1910~1940年、1941~1960年、1961~1965年の3冊が現用で、1966年以降も近く出版される。</p> <p>○ 現在では、主要な水位、雨量データはDID)のdata bankでコンピュータに入れている。</p> |

| 項 目 | バ キ ス タ ン | マ レ ー シ ャ |
|--------------|--|--|
| (2) 観測方法 | <ul style="list-style-type: none"> 水位、流量観測は重要なものは毎日その他は適宜行っている。 その結果によってQ-Hカーブをチャエックしている。 流量測定はカリトメーター又は音響式流速計あるいは堰で行っている。 | <ul style="list-style-type: none"> 雨量は自記雨量計により測定している。 水位は自記水位計を用いることが多い。 観測はA.P.6時、P.M.6時を基本としている。 流量はカリトメーターにより、Q-Hカーブをチャエックして必要に応じてQ-Hカーブを修正する。 |
| (3) データの適用方法 | <ul style="list-style-type: none"> ① 原則として標準計算による。 ② 不良材料の場合は2～3の相関から求める。 | <ul style="list-style-type: none"> 世界で一般化している各種解析法が使われ、試みられている。 長期間のデータがない場合は、最近5カ年間のデータをもとに外推して推定している。 |
| 2 地図 | <ul style="list-style-type: none"> ① 地形図、土性図ともある。 地形図はDepartment of Suvey (ラウルビンデ)で所管し、次の3種類がある。 <ul style="list-style-type: none"> ① 1インチ-4マイル ② 1インチ-1マイル ③ 4インチ-1マイル ③は殆んど全土カバ-入手は政府を請す。 細部設計にはWAPDA等で別途作図する。 | <ul style="list-style-type: none"> 一般地形図は、scale 1/63360 (1inch to 1mile) が全土をカバ-ただし、入手には政府機関の承認が必要。 町の書面では、1/40000-1/76000のマレー半島全図が購入できる。 プロジェクト計画地区では1/6336 (1inch to 1/10 mile) を作成。 地質図(土質図)は、ラフなものが一応全土をカバ-。ムダ地区などでは、もっと詳細なものが出来ている。 |
| 3. 受益面積 | 水条件及び土地条件を総合判断の上決定する。 | <ul style="list-style-type: none"> 受益地区は地形、村落界、用排水系統、L/C ratioなどから決定。 大プロジェクト(ムダ、ケムブーなど)は、政府の大方針に基づき、政策、社会、経済、技術の4点を総合判断して決定。実際の受益地はテスト期間を通じてから決定す。 一般地区は、地元一郡一州政府→中央政府の順に申請する。評価はL/C |

| 項 目 | バ ャ ス タ ン | マ レ ー シ ャ |
|---------------|---|--|
| (2) 受益面積の決定方法 | 利用可能水量からかんがい可能面積を決定する。 | ratioが1以上であることが必要。 |
| 4. 用排水施設の運用管理 | 未灌施設は農民、それ以外はWAPDAが直轄行う。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 施設の運用管理は、未灌まで全て州政府が実施、大プロジェクト(ムダ、ケムプー)では未灌まで中央政府が実施。 ○ 大プロジェクトでは、建設期間と試験期間(2~4 season)は中央政府(DID)が実施し、それ以後の維持管理は州政府(State DID)が行なう。 ○ 小プロジェクトでは、建設から管理まで州政府が実施。 ○ 大プロジェクト(ムダ、ケムプー)では、農民組織(Farmer's Association)を育成中。 |
| 5. その他 | 総てWAPDAが実施し、最も部分水以降農民など独自で行なう(農民の団体はない) | <ul style="list-style-type: none"> ○ 大プロジェクトは、中央政府直轄の事業団で実施。ムダ地区の場合はMADA(Muda Agricultural Development Authority)の中央Muda DIDがある。 ○ 小プロジェクトは、州政府のDIDが実施。 |
| (2) 財政システム | 政府が全額支出する。 | 中央政府または州政府が負担、農民負担はない。 |
| ① 資金源 | Water Taxは6ヶ月毎に農民が支払うが、その額は作物によって異なる。 | ○ 水利費は、収量段階によって決定する。水田では\$10(1200円)/acre/year程度。 |
| ② 農民負担及び償還方法 | ② その油土地代として農民から徴収する。 | |
| ③ 水 価 | 最近の実績では水価を含めない基本工事で120~150US\$/AC | |
| ④ ha当り事業費 | | ○ 反当事業費は、ムダ地区の場合、ダムから末端水路(Field Channel)までを含み約\$1500(450000円)/ha。 |

| 項 目 | バ イ ス タ ン | マ レ ー シ ャ | | | | | | |
|--------------------------------------|---|--|------------|-------------|--------------------------------|--------------------------|-----------------|------------|
| I かんがい計画 1. 作物の種類、栽培方法 ① 作物の種類 | Karef: rice, maize, millet, sugar- conc, vegetable fodder, orchards, cotton Rouj : wheel gram, Fuiso sugarcane, fodder allseeds すべてCash cropとして栽培している。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ マレーシア(サバ、サラワクを除く)の全耕地面積は610万acreで国土の19%、水稲作付面積は約98.9万acreで全耕地面積の16%。 ○ 主要作物はゴム、米、ココナツ、果樹、油ヤシ、メイズ、甘藷、タバコなど。 ○ 米の生産量91.5万ton | | | | | | |
| ② 栽培方法 | ① riceのかんがい期間は100 daysに1期作 (land preparation にはやはり余水が必要) ② riceは砂圃している。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 水稲は全耕タン水稲。一部のエヌスタートで直播を奨励中。 ○ 水稲栽培期間は約5か月(耕起1か月、移植後4か月)。ムダ地区ではMain-season(雨季作)8~1月、Off-season(乾季後4か月)2~7月。収量は約1000kg/ha程度である。 ○ 水稲品種は、IR-2, IR-8, マスリ, マリンジヤ, パルキヤ, 9ヤなどが多く用いられている。 | | | | | | |
| 2. 計画基準年 | 特に基準を定めていない。 水の容量に見合うだけの計画をしている。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 長期(一般には5~10年)の平均降雨量を基準に計画。日本のように10年標準では事業費が高くなりすぎる。総雨量も日本より多く、余りシビヤに考える必要はない。 ○ 基準降雨を決めるのは、DIDとAD(Agriculture Department)が協議して行う。 ○ 河川流量としては平均低水量を使う。 | | | | | | |
| 3. 計画用水量 (1) 水田の場合 | | <ul style="list-style-type: none"> ○ 蒸発散量は、125~150mm/month ○ 2期の場合 <table border="0" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>Off-season</td> <td>Main-season</td> </tr> <tr> <td>シロカキ期 15 inches/month (1.5寸/月)</td> <td>13 inches/month (1.3寸/月)</td> </tr> <tr> <td>普通期 10 " (1.0寸)</td> <td>9 " (0.9寸)</td> </tr> </table> ○ 上配用水量は計画の時に用いるもので、管理段階では実態に合わせて決める。 | Off-season | Main-season | シロカキ期 15 inches/month (1.5寸/月) | 13 inches/month (1.3寸/月) | 普通期 10 " (1.0寸) | 9 " (0.9寸) |
| Off-season | Main-season | | | | | | | |
| シロカキ期 15 inches/month (1.5寸/月) | 13 inches/month (1.3寸/月) | | | | | | | |
| 普通期 10 " (1.0寸) | 9 " (0.9寸) | | | | | | | |

| 項目 | バヤスタン | マレーシア |
|----------------------------|-----------------------------------|--|
| ① 減水深 | ない | <ul style="list-style-type: none"> 条件が特に悪い場所では、ライオンターターによる試験で決定することもある。(ケムプー地区) |
| ② 代掻き用水量 | land preparationとして普通期よりは余計必要。 | ない |
| ③ 反復利用 | 特に基準はないが、出来るだけ反復利用を行うようにしている。 | <ul style="list-style-type: none"> 反復利用は平田地が多いので計画が困難。やるならポンプが必要。 |
| ④ 損失水量 | 標準40多(63多という事例もある) | <ul style="list-style-type: none"> 用水量ロスは、類似地区の例を参考にする。上配用水量には、水路ロス、配水ロスを全て含んでいる。ムダ地区ではロスは30多を見込んだ。 |
| ⑤ 純用水量 | ない | 特に基準はない。 |
| ⑥ 租用水量 | Projectによって異なるが一般に45cusemで計画している。 | " |
| ② 畑地の場合 | 該当なし | 該当なし |
| ① 単位用水量 | - | - |
| ② かんがい効率 | - | - |
| ③ 租用水量 | - | - |
| 4. かんがい方式 (1) 最速用水計画の決定 | 特に回答なし | 特に回答なし |

| 項 目 | バ キ ス タ ソ ン | マ レ ー シ ャ |
|------------------------------------|--|---|
| (2) かんがい方法 | <p>常時かんがいは行わず、一回のかんが い水がなくなったら補給する方法をとっ ている。</p> | <p>用水組織の名義、Main canal → Branch canal → (Feeder) → Distributary → Field channel ムダ地区ではDistributaryまでが完成、その間隔は3/4~1/4miles で、その間は田越しカンガイ。 カンガイ法は逆転灌漑水カンガイで田越しが大半である。カムブー地区で は一部Rotational Irrigationを実施中。</p> |
| 5. 水源、送水計画 | <p>水源は一般には河川により、ダム、頭首 工を設けているが除却計画における 地下水利用も多く行っている。 送水は総て開水路である。</p> | <p>水源は一般に河川によりダム頭首工を設けている。 地下水利用はしていない。 送水は総て開水路である。</p> |
| 6. 用水路の標準構造 | <p>大部分が土水路であるが大断面及び砂土 などでレンガライニングで行うこともある。</p> | <p>ほとんど全てが土水路。分水・取水構造物はコンクリート構造物、末端 水路で一部コンクリートフレームを用いることがある。</p> |
| 重 排 水 計 画 1. 計画基準雨量 (1) 標準雨量 | <p>断面勾配 大水路 $i \leq 1/10000$ 小水路 $i \leq 1/5000$ 特に基準なし</p> | <p>特に基準なし</p> |
| (2) 計画降雨期間 | <p>特に基準なし</p> | <p>特に基準なし</p> |

| 項 目 | パ ー ス タ ン | マ ー レ ー シ ン 7 |
|--------------|---|---|
| (3) 計画基準雨量 | <p>① 地域によって5 inch~40 inch/yearと異なるので特に基準を定めていない。</p> <p>② 計画雨量としては2 day or 3 dayの連続雨量を採用している。</p> | <p>長期の降雨データから最大平均日雨量を計画基準雨量としている。</p> |
| 2. 計画排水量 | <p>① 3 4~4 8 hr の許容湛水を見込んでいる。</p> <p>② 排水量はユニットヘッドロググラフ又は合理式による。</p> <p>③ 単位排水量は一般に4 cusec/mile²を採用している。</p> | <p>5 0~6 0 ft³/sec/mile²程度</p> |
| 3. 排水方式 | <p>(1) 地表、地下排水の別</p> <p>すべて地表水排水で断続排水は行っていない。除染を目的として Tybo well を多く行って、地下水位低下につとめている。</p> | <p>地表排水のみで、地下排水までは考えていない。自然排水が大部分で、二期作の場合の Off-season の取置期にポンプ排水を検討中。</p> |
| (2) 湛水深、湛水期間 | <p>許容湛水期間は3 4~4 8 時間で計画している。</p> | <p>特に回答なし。</p> |
| (3) 外水水位 | <p>河川の洪水位を基準にして、自然排水出来る計画とする。</p> | <p>特に回答なし。</p> |
| (4) 排水方式 | <p>自然排水だけでポンプ排水の計画はない。</p> | <p>水田は海岸沿いに分布しているので、自然排水は防潮水門を通じて行なう。</p> |
| (5) 排水系統 | <p>固排水分離している。</p> | <p>固排水分離している。</p> |

| 項 目 | バ キ ス タ ン | マ レ ー シ 7 |
|-------------------|--|--|
| (6) 常時排水と地下水位と排水量 | 塩分除去との問題を考慮して決定する。 | 特に回答なし。 |
| 4. 排水路の標準構造 | 構造、断面形、勾配等は用水路と同一の考えをとっているが、水路の配設間隔が用水路より大きくなるので断面も当然用水路より大きくなる。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 水路は全て土水路 ○ 防潮水門は手動だが立派なコンクリート構造物となっている。 ○ 防潮水門の塩分による腐食防止のため、一部ではアルミニウム水門が使われている。 |
| IV 事業の実施関係 | | |
| (1) 施 行 方 法 | アメリカのコンファルで設計した基本計画に基づいて工事を実施しており、工事は請負で行うが機械はWAPDAが調達設備をもっている。 | <ul style="list-style-type: none"> ○ 設計、施行ともDID が担当する。 ○ 工事は請負で行うのが一般である。 |
| (2) 工 事 仕 様 書 | 共通仕様書、特別仕様書ともあり、1.5年の経験がある。 | ある。 |
| (3) 標 準 設 計 | ある。 | ある。 |
| (4) 材 料 基 準 | 特に回答なし | <ul style="list-style-type: none"> ○ 一般にはB・S・S(British Standard Specification)を用いる。 ○ 外国援助を受ける場合には、その国の基準のものを用いる。 |
| (5) Manual | ある。 | ある。 |
| (6) 歩 掛 り | あるが一冊にまとまっていない。 | ある。 |
| (7) 標 準 構 造 図 | ある。 | ある。 |
| (8) 勞 働 法 規 類 | ある。 | ある。 |
| (9) 保 險 | 工事保険も労務者保険もある。 | 特に回答なし。 |

3. 専門分野別各論

3-1. 一般並びに基礎事項

昨年度実施された計画基準作成調査に引き続き、今年度実施された対象国のうち、パキスタン、マレーシア班が一班として現地調査したが、両国に共通していえることは、アジアに於いて、両国とも、かんがい排水技術がかなり進んだ部類に入っていることである。パキスタンは、インダス河流域に農耕技術は発展させ、所謂歴史上に名高い、ハラッパ、モヘンジョダロの遺跡に、インダス河の洪水期を利用した、農耕のあとが残されている。

又、両国と性格は異なるが、排水改良に悩まされている。マレーシア国にあっては、かんがい排水部門を担当する部署を DID (Drainage & Irrigation Division) というがその字面から Drainage が優先されている。

一方、両国の間で大きく異なる面は、パキスタンは、そのかんがいの水源と頼むインダス河が国際河川という宿命から、インドとの協定で、5支線のうち、インドに流域を持つ2河川の水源が期待できなくなり、5河川相互間に連絡水路 (Link Canal) を設置したが、このため、地下水位が急上昇して、同国の気象上の乾燥性から、塩分が、地表累積して、所謂、Salinityの問題が生じているが、この点マレーシアは、気象的には、アジアモンスーン地帯に属しているので、雨量多く、塩害の問題は生じていないが、同国の大規模かんがい計画 (ムダ河かんがい) で生じている問題は、食糧増産のため、水源としてダムを建設して二期作を策しているが、末端の水管理が徹底していないところから、一年中は場が滞水状態にあり、機械営農に耐えるべき地耐力が低下していることである。

以下、計画上の基礎事項、一般事項を国別に記する。

3-1-1 パキスタン

気象上の特性は、雨量についてみると、年平均雨量が 889 ㎜ (35 inches)

から127% (5 inches) と地域により差が大きい、これは、同国が北は、ヒンズークシ、カラコルム山系から南はシンド砂漠からアラビア海に連なるためである。

雨期は年2回あり、6月から9月までの夏のモンスーン期、12月から3月までの冬の降雨期に分れる。ただし、降雨量から、みると年間の約70%が、夏のモンスーン期に集中している。

気温は、5～6月にインダス河流域全般の地域で、最高気温38°～40°を記録する。冬期は12月～1月に、最高気温20° 最低気温2.2°～5°で、氷点に達するのは稀である。勿論、カラコルム山系等の高地を除いてのことであるが。

又、特記すべき状況として、南の海岸線沿いは、海の影響で、夏は、それ程暑くなく冬は温暖である。ただし、夏は曇天が多いので、伝染病がまん延することがある。

気象観測の所管は、同国の気象部 (Meteo-logical Department) で、聞きとり調査では、Karachに所在している由である。

水路流量観測は、WAPDA (Water & Power Development Authority) が実施しているが旧施設については、一部州かんがい部が担当している。観測期間については100年以上も継続しているものもある。

計画実施上、不可欠の地形図の整備状況は調査部 (Survey Department of Pakistan) が所管しているものに、次の3種類がある。

- 1) 1inch to 4miles
- 2) 1inch to 1mile
- 3) 4inches to 1mile

このうち1)及び2)は、ほぼ全土を網羅している。又、上記の地形図は一般的なものであるが、詳細設計を行なう場合は、それぞれの機関で独自に作成される。

地形図の入手については、場合によっては国家機密に触れる等の問題から、

外国人が容易に入手出来るかどうかは定かではないが、パキスタンに於いては政府を通じて許可を得れば、入手出来る由である。

土壌については、インダス河により形成された沖積平野で、地味はチッ素、有機物の不足があるが、一般的には良好である。

塩害は、大規模人口水路の建設以来はじまり、同国の最大の問題と考えられる。

農業経営の現状は、戸当り面積が約5 ha と小さい。

作物は、夏期(Rahi)に米、トモロコシ、サトウキビ、棉、果実、野菜、ホッダー等、冬期(Kharif)に、小麦、豆類、サトウキビ、ホッダー、ナタネ、果実、野菜などが栽培され、米も含め殆んどがCash cropとして栽培されている。

パキスタンにおけるかんがいプロジェクトは、インダス河協定(Indus Water Treaty)に伴う大規模な水利用形態の変換計画、又、1963年以来の世界銀行による調査報告に伴う計画が基準となっている。

前者については、次の計画が基幹をなした。

- (1) Mangla Dam
- (2) Tarbela Dam
- (3) リンク水路
- (4) 頭首工
- (5) 既設施設の改修
- (6) Tube-well 等による排水計画

このうち、Mangla Damはすでに完成し、世界最大のEarth Damと云われるTarbela Damも多数国の協力のもとに、我々調査団が滞在した昭和49年8月に貯水を開始していた。

後者については、Tube-wellによる大規模計画(これは、地下水位の低下と共に用水源としても利用する)水路拡大計画等がある。

3-1-2 マレーシア

マレーシアのかんがい排水計画・実施・管理は、農業漁業省の排水かんがい局(DID)により実施されている。同局は、かんがい排水計画に係るManualを刊行しており、すべて、これによることとしているが、実施上、かならずしも総てが、これに則しえない面も当然ある。

しかし、かかる基準を作成している面からみて、そのレベルが、高い部類に入ることは確かである。

気象観測については、気象部(Meteorology Department)が担当し、データ等刊行している。

地図は、1 inch to 1 mileが全土をカバーしているが、入手にはパキスタンと同様、政府機関の承認が必要である。

一般にマレーシアに於ける調査の精度は西海岸にかたより、最近、東海岸側の精度をあげるよう努力しているようである。

また、大規模プロジェクトとして実施されているムダ河およびクムブ地域については、農業漁業省の一局として、かんがいばかりでなく、営農、普及等を含めた機関を持っている。(例えば、ムダ河についてはMuda Agricultural Development Authority 略称としてMADA)

計画地域の決定については、地形、行政、境、等一般的決定要因、さらに政策等を加味してなされる。

3-2 かんがい計画

3-2-1 パキスタンの水源計画

パキスタンの水源は、従来、地表水にその大部分を頼っており、インダス河の地表水がそれであり、さらに近年マンガラダム・タルベラダムの完成により、有効利用量を増大している。河川流量の変化は、融雪とモンスーンにより春と初夏に上昇し、7~8月にピークに達する。最低水位は11月から2月にかけて

てで、ピークのはぼ10分の1程度になる。また年間の平均総量は約2千億トンである。

水源水量の計画上の基準として、わが国は、10分の1渇水年、ダムの依存量計算による10分の1危険年等を設けるが、聞取りの段階で、思想的に理解されなかった。パキスタンにおいては、水源量としてmean flowを用うることと、これがどの流量に当るのかは定かでなかった。

計画基準年の考え方はアジア一般にないように考えられる。これについては我が国は、河況係数が100に達する河川がさらにあり、水源利用の形態が年々大きく変化すること、用水量の計算が所謂減水深法によること等、他の国との計算上のfactorが異なり、農業用水という一次的に因果関係が解明されないものについては、どういう計算に頼るのがよいのかは、確定できないとは思いますが、これらについての研究は今後必要ではなかろうかと思う。

水源としての地下水は、パキスタンに於いては比較的歴史が浅い。インダス河による沖積平野ということから、ポテンシャルはあったが、地下水の開発は、所謂、地表水の大規模な水路計画の実施に伴う地下水位の上昇により問題化した塩害を解決するための排水改良がその誘因となっている。

現在の開発の形態をみると、末端水路の分水点付近に掘抜井戸が設置され、(末端の分水は2~3 mile 毎にあるので、一計画地域内に無数の掘抜井戸が設置される。) 塩分濃度の低い地下水は、地表水の代替としても利用され、濃度の高いものは、地表水と混合して利用される。

このため、各掘抜井戸とも定期的に塩分濃度が測定されている。

なお地下水の塩分濃度として次の分類をしている。

- 1) Fresh groundwater zone 1000PPM以下
- 2) Mixing zone 1000PPMから3000PPM以下
但しインダス下流では2000PPM以下
- 3) Saline groundwater zone 3000PPM以上

3-2-2 パキスタンの用水計画

用水量の決定方法は、アメリカ開拓局 (USBR) の基準によることを主にしているが殆んどブレニー・クリドル法によって決定している。本法の適用のため、かんがい研究所が一時、ほ場試験を実施した。

水路損失については、diversion factor として計算するが、標準的には約 40% 程度と考えられている。ただし聞き取り調査時、63% というケースもあることを実例として示された。

水源施設から用水施設までの間の損失について、所謂河道損失については、これも問題として理解されないところであった。即ち、河川は伏流もし、湧出もし、流域も広がり、画一的には考えられないということであった。確かにその通りであるが、これは云いかえれば、それらの要素を計算上既に入れていないということで、日本ほど severe な計算をしていないとも云える。ただし、頭首工地点の貯水池で 1ヶ所当り 300 cees の損失をしている例を聞いた。

かんがい方法は、自然かんがいと殆んどで所謂 flooding method である。うね間かんがいは野菜類で一部みられる。

用水路は、大部分が土水路で、砂質土部分にコンクリート又はブロックによるライニングを行なう。

標準的な水路の構造諸元は次のとおり

| | 側面勾配 | 縦断勾配 |
|-----|---------|------------|
| 大水路 | 1 : 2.5 | 1 : 10,000 |
| 中水路 | 1 : 2.0 | |
| 小水路 | 1 : 1.0 | 1 : 5,000 |

3-2-3 マレーシアの用水計画

マレーシアにおけるカンガいの対象は、農作物栽培総面積 (285万 ha) の 14% に当る約 40万 ha の水田稲作であり、他作物への畑地カンガイについ

ては、ほとんど見るべきものはない。以下、今回の調査に基づきマレーシアの水田カンガイ計画の現状と問題について概説する。

(1) カンガイ計画の特徴

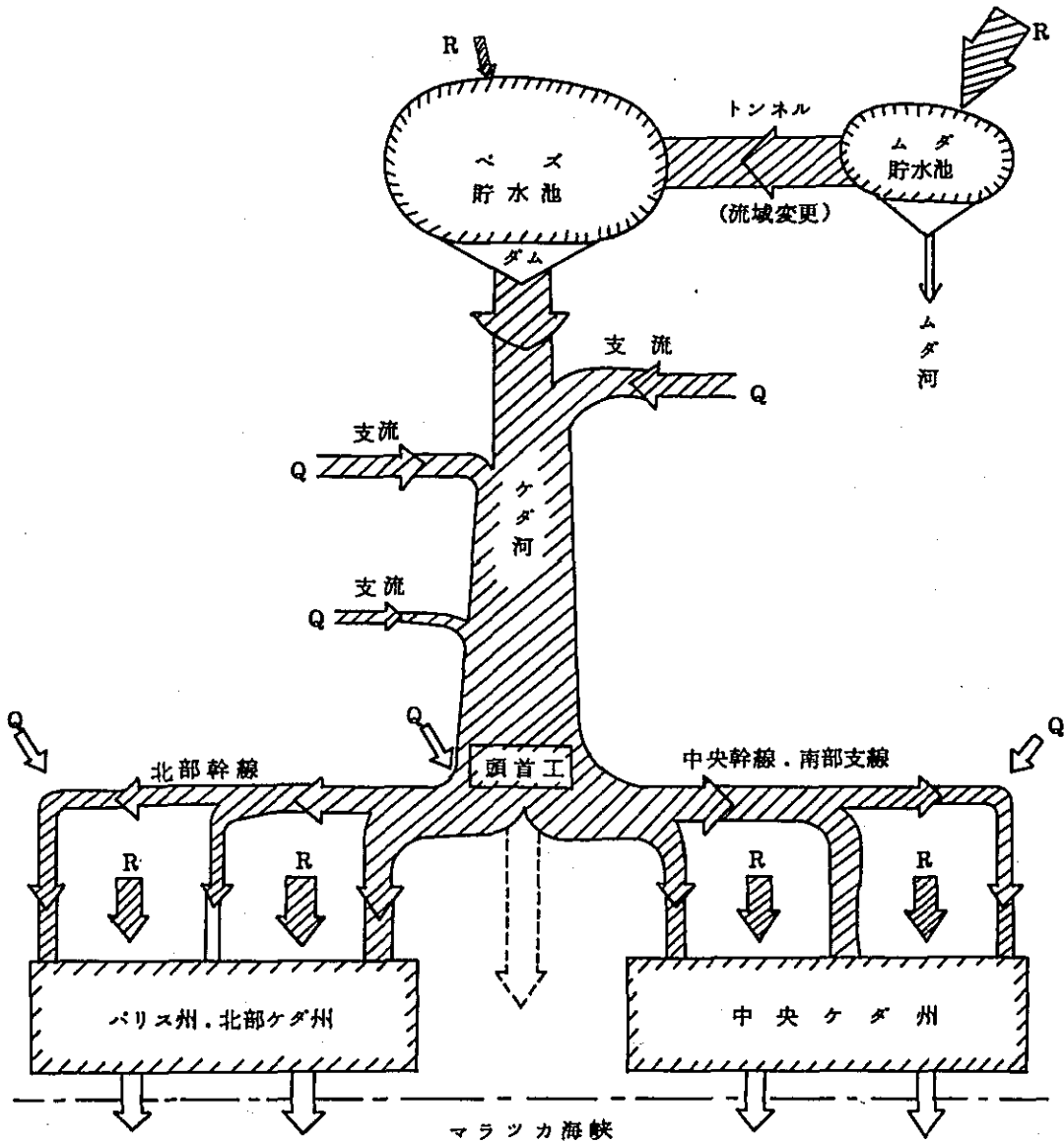
マレーシアのような熱帯性気候下では、水稻栽培は水さえあれば、年間を通じて可能である。よって、旧来は地域の年間降雨分布と田植、収穫時の労働力配分を考慮した雨季を中心とする年間1期作が行なわれてきた。しかし、近年では米の国内自給という国家的目標に裏づけられて、カンガイ・排水施設の整備を前提とした、乾季にも栽培する、いわゆる2期作が普及(1970年で全水田面積の約35%)しはじめており、マレーシアにおけるカンガイ計画の最大の特色は、この2期作のためのカンガイ計画にあるといえる。

旧来の雨季を利用した1期作においては、人為的カンガイの必要性がそれほど高くなく、降雨によるタンク水排除のための排水がむしろ重視された。経費の高いダム建設による新規水源の開発よりは、安価な中小河川からの取水が先行し、また、末端用水路の間隔も1km以上と広く、その間は田越しの掛け流しによってカンガイする方式が一般的であるが、それでもカンガイの目的はほぼ満すことが可能であった。

これに対し、乾季にも水稻を栽培する2期作では、まず、ダムによる新規水源の開発や、水位の低下した河川、湖沼からのポンプ揚水などが必要となり、また、乾季における迅速な配水のためには、末端用水路密度を高めることが強く要求されるようになり、カンガイ計画もより高度なものが必要となってきた。

この2期作のためのカンガイ計画の最も代表的な事例としては、西マレーシアの北西部、ゲタ・パリス両州にまたがる約10万haのムダ地区カンガイプロジェクト(Muda Irrigation Project)がある(図-1参照)。この地区のカンガイ計画には、二期作カンガイに必要なあらゆる問題について最近における進んだ技術が集約的に適用されており(注:「DID Manual」)

のカンガイ編の内容も、このムダ地区の事例が中心となっている。)、以下、このムダ地区の事例を中心に、マレーシアにおけるカンガイ計画の現状と問題点を述べることにする。



図一 1 ムダ地区配水組織模式図

(2) 栽培計画

1) 栽培期間

第1期(乾季)作(Off Season)……2月～7月、シロカキ30日、普通カンガイ95日、落水15日、収穫・耕耘40日、カンガイ期間計125日

第2期(雨期)作(Main Season)……8月～1月、以下第1期作と同じ

栽培期間の決定は、収穫・田植作業時期がなるべく降雨の少ない時期(図-2参照)に合わせるよう決定される。

2) 農作業

2期作の場合、収穫・田植作業を短期間に行なう必要が生じ、労働力のピークが高まるので、収穫・田植の機械化が必須の条件となり、栽培・営農計画としては現地に適した農業機械の開発・導入、機械作業訓練、用排水管理の合理化などが同時に要求される。

(3) カンガイの方法と用水量計画

1) カンガイ期間

第1期作(Off Season)……事前飽和カンガイ期(Presaturation Period) 30日(2/19～3/20)

水稻生育カンガイ期(Growing Season) 95日(3/21～6/23)

第2期作(Main Season)……事前飽和カンガイ期 30日(8/23～9/21)

水稻生育カンガイ期 95日(9/22～12/25)

2) 田面湛水深

事前飽和カンガイ期… 15 cm までカン水、シロカキ時(最終6日間)
は 7.5 cm

水稻生育カンガイ期… 7.5 cm 最大 12.5 cm まで

3) 用水量

事前飽和カンガイ期… 382 mm (30日間) 12.7 mm/day

水稻生育カンガイ期… 表-1

表-1 普通期の用水量

| | 第1期作(off) | 第2期作(Main) |
|----------------------|------------------------------|------------------------------|
| 純用水量 (蒸発散量+浸透量) | 165 mm/morth (55 mm/day) | 152 mm/morth (7.7 mm/day) |
| 圃場損失水量 (純用水量の30%) | 51 " | 46 " |
| 導水損失水量 | 25 " | 25 " |
| 合計 | 241 mm/morth (8.0 mm/day) | 233 mm/morth (7.7 mm/day) |

全期間総用水量… 表2

表-2 全期間総用水量

| | 第1期作(off) | 第2期作(main) |
|---------------------|-----------|------------|
| 事前飽和カンガイ期 (30日間) | 382 mm | 382 mm |
| 水稻生育カンガイ期 (95日間) | 763 mm | 738 mm |
| 総計 | 1145 mm | 1120 mm |

二期作における用水量計画の最大の問題は、田面が乾燥し多数のキレツが入った状態における第1期作(乾季作)のシロカキ水量の算定である。土壤条件によっても多少異なるが、一般に日本における場合(150 mm)よりは、約2倍以上に当る水量が必要とされる。

普通期は、表-1のように日本より少なく、流量では1ℓ/ecc/sec程度である。

(4) 期別用水量と用水源

1) 用水源 …… 水田への降水量、貯水池より下流の河川流入量および貯水池からの補給水量

2) 貯水池からの必要供給料…… 図-2

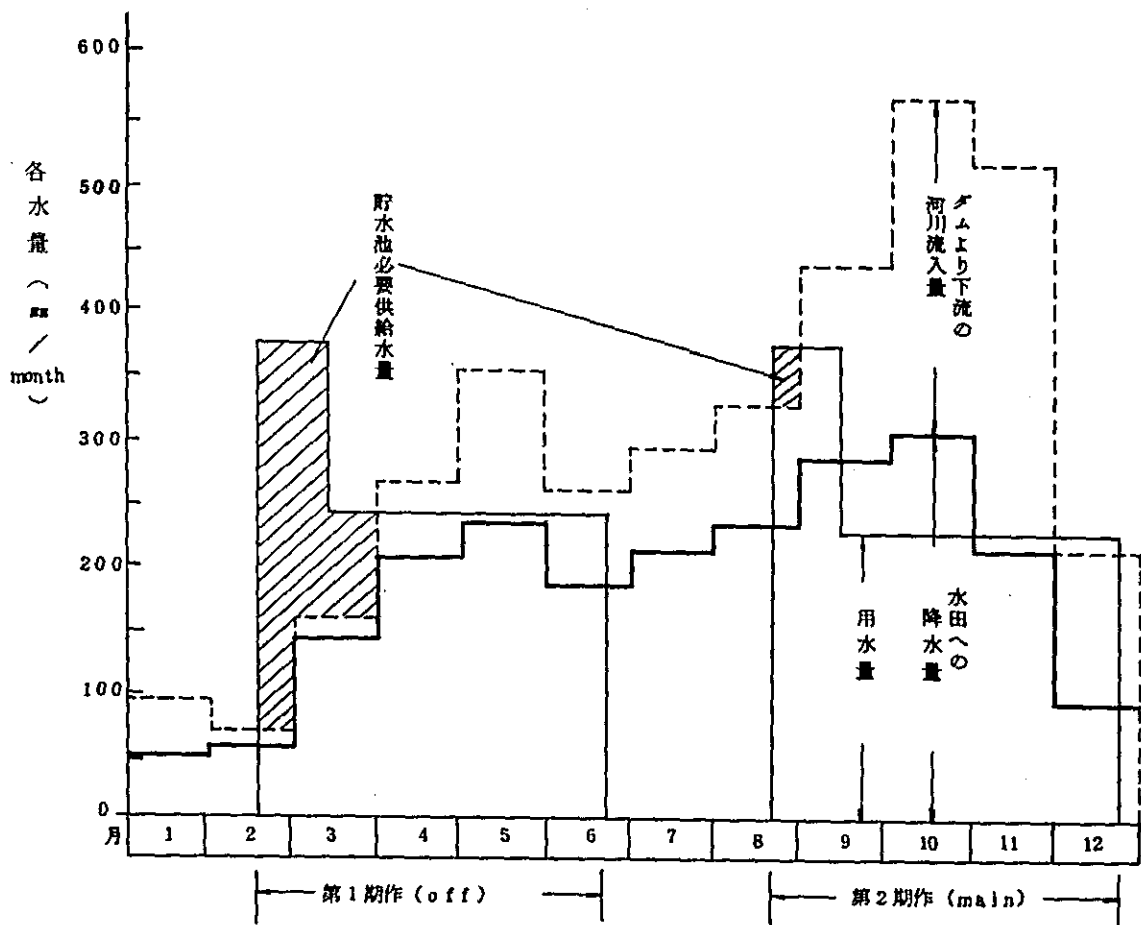


図-2 期別用水量と用水源

2期作における水源計画の要点は、図-2のように、主として第1期作（乾季作）のシロカキ用水量の供給にあり、ムダ地区ではこのために2カ所のダム（貯水量計9億8千万 m^3 ）を建設した。それ以外の用水は、水田への降雨の直接利用と河川自流の利用でほとんど賄うことが可能である。

(5) 配水組織と配水方法

1) 配水組織

マレーシアにおける用水路の名称は次のようになっており、このうち①～③が導水機能を主とした水路、④～⑤が配水機能を主とした水路である。

① Main Canal（幹線用水路）→② Branch Canal（第1支線用水路）→③ Feeder Canal（連絡用水路）→④ Distributary（第2次支線用水路）→⑤ Field Channel（小用水路）

ムダ地区の場合は図-3に示すとおりで、現時点ではDistributary（間隔約1.5～2.0 Km）までが整備されており、Field Channelは用地問題や建設費の点で、一部の試験区を除き未だ整備されるに至っていない。

- Irrigation Canal
- - - - Drainage Canal
- Offtake
- Drainage end control

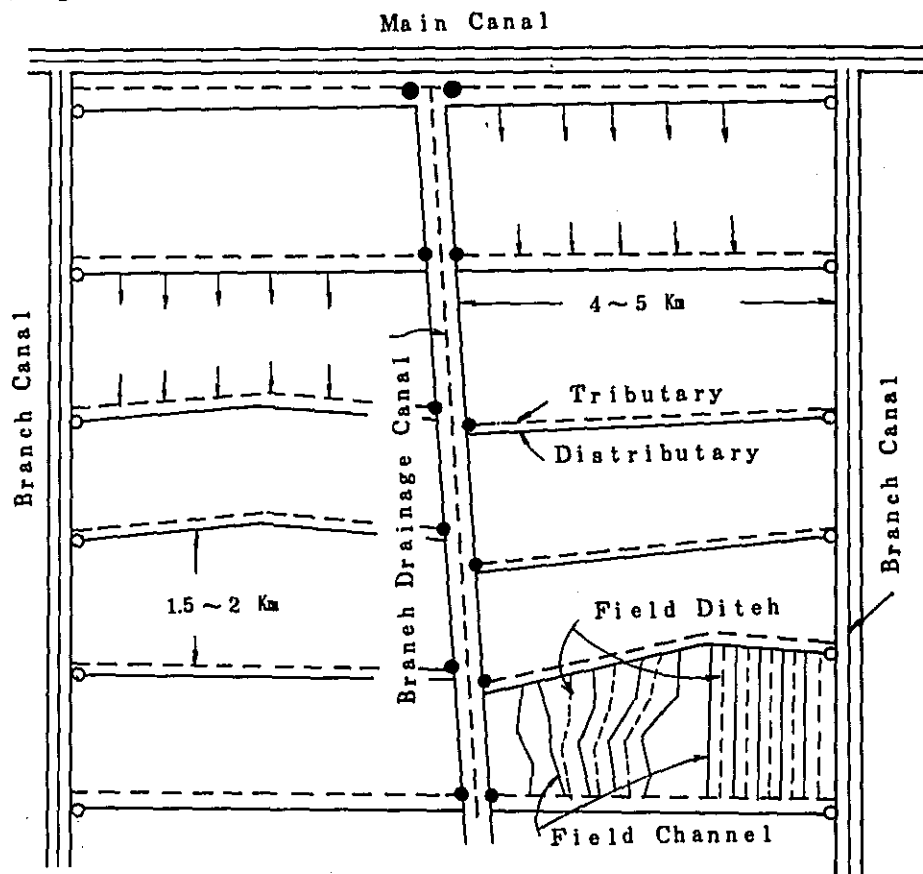
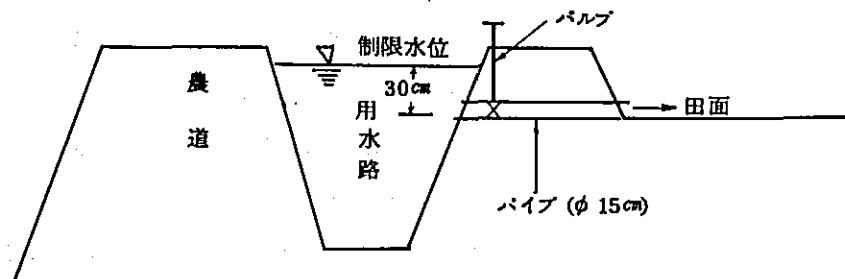


図-3 配水組織

2) 末端配水方法

第2次支線用水路 (Distributary) から各圃区 (1.5 ~ 2 km 間隔の用排水路に挟まれた水田、平均 600 ~ 1000 ha) への取水方法は、下図のような用水路溝畔に埋設した径 15 cm のパイプ (Feeder Pipe) による。

取水流量の最大限は用水路の水位で規制、それ以下は各パイプに付属するバタフライバルブで調節する。



用水路水位をパイプ上30cmに規制し、その時の流入量がパイプ1本当たり1 ft³/sec(0.027 m³/sec)になるようパイプの径を15cmとする。事前飽和カンガイ期の最大取水量(382mm/30日)は、48エーカー/ft³/sec(686 ha/m³/sec)に当りパイプ1本のカン水支配面積が48エーカー(1.9 ha)になる。よって対象水田圃区の面積に応じ、パイプの本数を決める。水稻生育カンガイ期はバルブで取水量を調節(70~80エーカー/ft³/sec)し、用水路水位は常時パイプ上30cmに保持する。

現況水田は区画未整理(平均耕区面積5~20a)のため、用水路より圃区に取水された水は、約1.5~2kmの先まで全て田越しのカケ流しによりカンガイされる。従来の雨が多いMain Seasonでは余り問題はなかったが、田面が乾燥しているoff seasonのシロカキ期には、カン水に長時間(約34日間)を要し、現在DIDにおいて圃区内の小水路の掘削が検討されている。

(6) 主要水利構造物

ムダ地区は約10万haの大カンガイプロジェクトであり、ダムから末端水路にいたる数多くのマレーシアにおける最新の水利構造物が建設整備され

ている。以下その概要を列記する。

1) 水源施設

- ムダ・ダム……………流域：985 km²、貯水量：1億2千万m³、
水位：(+)⁹⁶～81 m、水面積：26 km²、
洪水量：2000 m³/sec
ダム：高さ32 m、長さ230 m、コンクリートバットレスダム
- サイオン・トンネル…通水能力：35～70 m³/sec、長さ：6600 m、
断面：16 m²馬蹄形、勾配：1/4500、20 cm
厚コンクリート巻立
- ベズ・ダム……………流域：162 km²、貯水量：8億6千万m³、
水位：(+)⁹⁶～66 m、水面積：65 km²、
洪水量：280 m³/sec
ダム：高さ60 m、長さ200 m、ロックフィルダム（アスファルトフェーシング）
- ベルバング頭首工…型式：自動転倒ゲート式4門、右岸取水、
取水位：(+)⁸ m、取水能力：140 m³/sec

2) 導水・配水施設

- 幹線水路……………北部幹線：延長35 km、通水量70 m³/sec、
底幅12 m、水深4 m、勾配1/23000、
中央幹線：延長39 km、通水量68 m³/sec、
底幅18 m、水深3.7 m、勾配1/26000、
南部支線：延長26 km、通水量26 m³/sec、
底幅12 m、水深3 m、勾配1/24000、
構造：分水工周辺を除き全て土水路
- 第1次支線……………北部：海岸と直角方向、間隔約5～8 km、
南部：方向、間隔は不定、

第 2 次 支 線……間隔：約 1.8 Km、方向：北部は海岸と平行、
 南部は直角方向、総延長：約 8 5 0 Km、配置：
 排水路・農道と平行、断面：下図参照



小 用 水 路……未定（推定総延長 約 2.4 0 0 Km）
 幹線付帯構造物……用水路サイフォン 3、水位調節水門 1 3、
 排水路サイフォン 3 9、橋梁 7 2、
 分土工 2 6

(7) 事業効果・その他

ムダ地区のカンガイ計画は、マレーシアの第 1 次 5 年計画の一環として、
 1 9 6 0～6 5 年頃に D I D および英国のコンサルタントによって立案され、
 1 9 6 5 年より着工、1 9 7 0 年に主要構造物の建設をほぼ終り、予定より
 1 年遅れて 1 9 7 1 年より実際の二期作カンガイが開始された。1 9 7 4 年
 では二期作の実施面積は地区水田の 9 0 % に及び、農民組織の育成、機械化
 訓練、栽培法の普及、ライスセンターの建設などが進められつつあり、米の
 生産量は年々増加し、なお 多くの問題を残しながらも一定の成功を納めて
 いるといえよう。

計画時（1 9 6 6 年）における効果、事業費などは下記の通りである。

1) 効 果

米増産量（米価 7 0 0 0 0 円/ton）

現況収量 2 2 6,0 0 0 ton(2.1 3 ton/ha、玄米換算 1 4 9 ton/ha) 1 作のみ

計画後収量 6 4 5,0 0 0 ton(6.0 8 ton/ha、玄米換算 4 2 5 ton/ha) 2 作計

増加収量 4 1 9,0 0 0 ton(3.9 5 ton/ha、玄米換算 2.7 7 ton/ha)

その他：貯水池池敷の木材、観光収入・漁業収入など

2) 事・業 費

総事業費 24,480,000,000円(内 2/3は世界銀行融資)

ダム・トンネル 7,200,000,000円

頭首工、幹線水路 7,200,000,000円

配水組織(第2次支線まで) 7,680,000,000円

付帯構造物 2,400,000,000円

反当事業費 23,100円/10a (231,000円/ha)

3) 維持管理費

総経費 630,000,000円/年 (600円/10a/年)

ダム～第2次支線分 480,000,000円/年

農道 120,000,000円/年 (40,000円/Km)

圃場内水路(推定) 30,000,000円/年 (1,200円/Km)

4) 施工分担

事業主体…………マレーシア(カンガイ排水局)

全体計画・設計・施工管理 ……イギリス(サー・ウィリアム・ハルクロー・コンサルタント)

ダム・トンネル…………日本(鹿島・大成合弁会社)

頭首工・幹線水路…………スウェーデン、オーストリア

水門…………日本(日立造船)、西ドイツ

支線水路以下…………マレーシア(カンガイ排水局)

5) 工事期間

計画・調査…………1960～1964年(DIDおよびイギリス・コンサルタント)

主要工事…………1965～1969年

貯水開始…………1969年1月

カンガイ開始…………1969年8月(Main Seasonより)

(8) マレーシアにおけるカンガイ計画の問題点

現在のマレーシアにおけるカンガイ計画の大半は、水稲2期作導入のためのものであり、ムダ地区に典型的にみられるように、ここ10年以上かかって多くの試行錯誤を繰返しながら、最近に至って漸くその技術が体系化されつつあるといえよう。しかしながら、いまだカンガイ施設の未整備な1期作水田が50%以上も残されており、2期作を開始している水田でも、今後さらに解決しなければならない多くの問題を抱えている。

以下、ムダ地区の事例調査や「DID Manual」を通読した結果から考察される幾つかの問題点について述べる。

1) 水田用水量の決定について

マレーシアの水田の大半は、ムダ地区の例にもみられるように、沿岸の平坦な沖積地に展開している。従って、シロカキ以後の普通期の用水量は東南アジア各国でも使われているように、 $1 \ell/\text{sec}/\text{ha}$ 程度でほぼ十分であるといえる。

問題は乾季の田面が乾燥している場合のシロカキ用水量である。これは土壌の条件によってキレットの発生状態が異なるので、ムダ地区のように10万haの地域全体のシロカキ用水量を382mmと一率に決めることには問題が多い。地区内を土壌タイプ別に区分し、それぞれに応じたシロカキ用水量を決定することが望まれる。このためには、土壌の物理性に関する基礎調査が特に重視されねばならない。

2) 圃区内の迅速配水について

2期作では作期の移動が困難であり、また収穫から田植に至る期間も僅か1~2カ月の余裕しかない。しかし、現状の末端配水組織は1.5~2km間隔に配置された第2次支線用水路(Distributary)までしか整備されておらず、この水路から田越しにカン水し、圃区全体をタン水するために

は、乾季の場合、約1カ月以上の日数を必要とし、栽培計画に大きな支障を来している場合が多い。

この解決のためには、圃区への取水流量を増大するか、圃区内の小用水路(Field Channel)を密に掘削するか、の何れかの対策が必要となる。前者は地区全体の水源水量にも関係するので新規水源の開発が前提とならない限り、その実現は不可能である。よって最も大切なものは、小用水路の整備であり、これは技術的には比較的容易で余り問題はない。小用水路の掘削による水路密度の増大が、現実になかなか実行さえない原因は、農民の土地所有関係が複雑で、水路用地の確保が困難なこと、および水路の掘削に多大の経費を必要とする点にある。

今後は、モデル圃場などを設置して、水路間隔・深さの決定法や簡易掘削法などの試験を行なうとともに、その展示効果によって農民に小用水路の必要性をPRすることがまず大切であり、これは緊急を要する問題といえよう。

3) 機械化および排水との関係

2期作では、労働ピークの増大が必至で、収穫・耕起・田植など農作業の機械化は必然の方向であり、現にムダ地区では、このために多大の努力を払っている。

しかし、2期作によって乾季にもカンガイすると、年間を通じて田面が乾燥する機会はほとんど無くなる。このことは、前述のシロカキ用水量の節減や迅速な圃場配水のためには、プラスの方向に作用するが、一方では地耐力の低下をもたらし、機械化作業を困難にする大きな原因となる。2期作を開始して3年を経過したムダ地区では、年ごとに地耐力が低下する傾向がすでに現われており、この問題の解決が急がれている。

地耐力低下を防ぐためには、迅速な地表排水や地下水位の低下が必要であり、またカンガイ期にも一時田面を乾燥させるような水管理法を工夫することが

検討されねばならない。

この意味でも、圃場における小用・排水路密度を高め、併せて農道を整備するといった、水田の圃場整備が今後とくに重視されなければならない、このための地道な調査研究や現地に見合った整備技術、工法の検討が急がれねばならない。

4) 水利構造物について

マレーシアのカンガイ技術者のほとんど全てが、Civil Engineerであり、一般的土木構造物の設計・施工に関しては、その技術水準は相当に高い。しかし、営農と土木との接点に当る前述したような圃場整備的問題については、いまだ知識に乏しいうらみがある。

今後のカンガイ計画に関する技術援助としては、この圃場整備的分野について特にその必要性が高く、また構造物の設計としては、安上りな水路工などに関する技術の提供が望まれる。

3-3 排水計画

今回の調査を行なったパキスタン及びマレーシアの排水の状況は立地条件、気象条件及び社会条件などの相違から著しく異なっているが、両国に共通して言えることはかんがいと比較してその整備が遅れている。

以下国別に考察すれば次のとおりである。

3-3-1 マレーシア

マレーシアの農業はゴム、米及びココナッツ等を主体としており、これらの農地は一部を除いては海岸沿いの低地に位しており、大部分は低湿地である。特に水田はかんがい排水による水のコントロールがなされない状態で2期作を導入しているため年中たん水状態で著しく生産性が低い。

マレーシアは年間2,500~3,000 mmに及ぶ多雨地域であるため、かんがいよりおしろ排水改良の方が重要であると考えられるが、排水事業

の歴史が新しいこともあって排水施設の整備は遅れている。

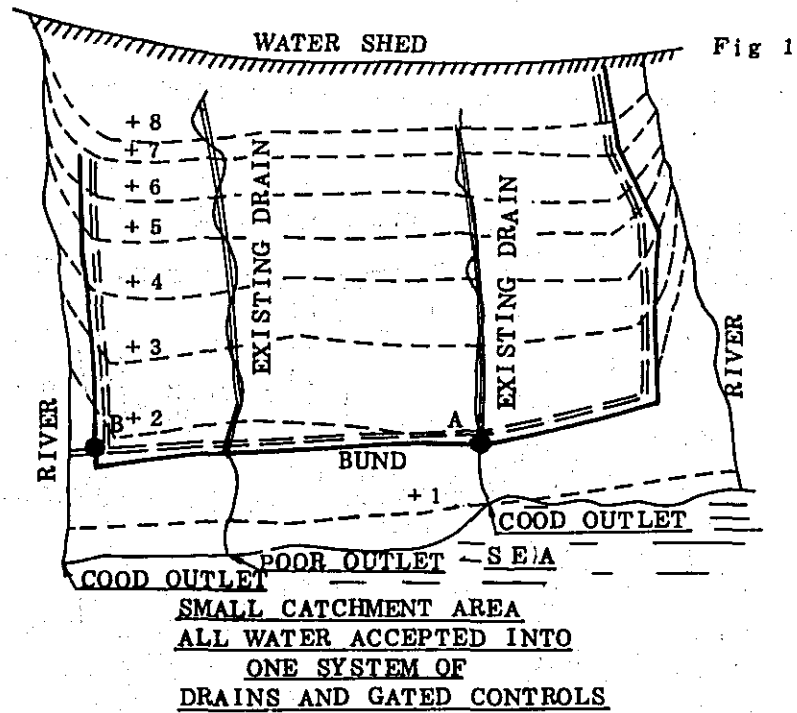
マレーシアの排水事業は、1909年排水促進法(Drainage Rate Enactment)が制定され、1912年にKapar地区の排水計画が実行されたのが最初である。しかしこの時点の排水事業は海岸低湿地のココナツ及びゴム園の排水改良と海水の浸入を防止するものであって、水田の排水事業がとりあげられるようになったのは戦後のことである。排水計画の内容については後述することとし、その特徴をあげれば次のとおりである。

- ① 排水事業の対象はココナツ及びゴム園が主体となっており、水田の排水については遅れている。
- ② 排水計画の立案にあたっては、海水の浸入防止についての配慮が必要である。即ち一般に防潮堤(Bund)を設けて、排水地区を輪中にし、干満潮位差を利用して輪中内の排水を行なう計画となる(この場合、防潮水門によるコントロール)
- ③ 末端の排水施設がほとんど整備されていない。
このため排水効果が十分に上がっていない。このことは農民の排水の必要性についての意識の欠除によるものと思われる。即ち水稻はたん水に耐え得るものであると云う認識とたん水状態が雑草の繁茂や野ねずみの除去に必要であるという認識が強い。
- ④ 自然排水のみで、機械排水及び暗渠排水は全然実施されていない。このため地下水位のコントロールが行なわれない。

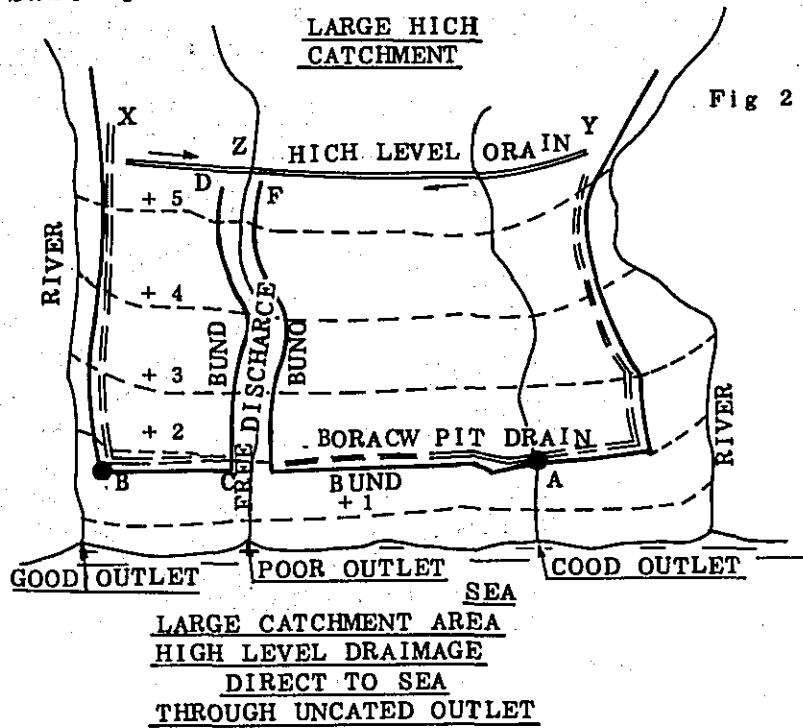
(1) 排水形式

排水はすべて自然排水で流域の大小、立地条件などによってFig1～Fig4に示す排水形式を標準としている。

- ① Fig1 流域が小さく、一水系の排水で、ゲートコントロールによって排水する形式。

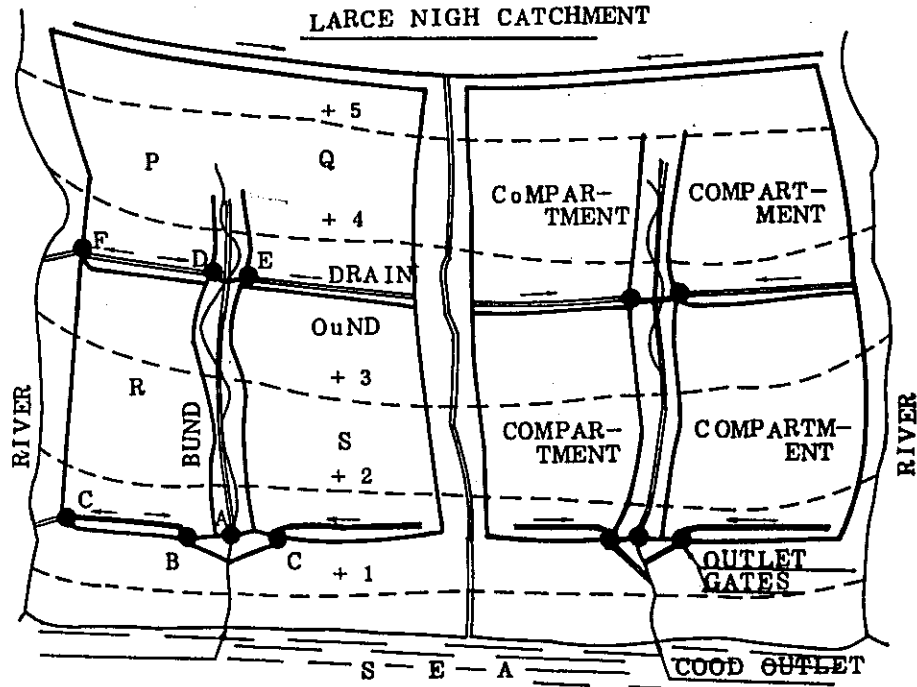


② Fig 2 流域が大きくしかも標高が高い場合、堤潮水門を設けが直接海へ放流する。

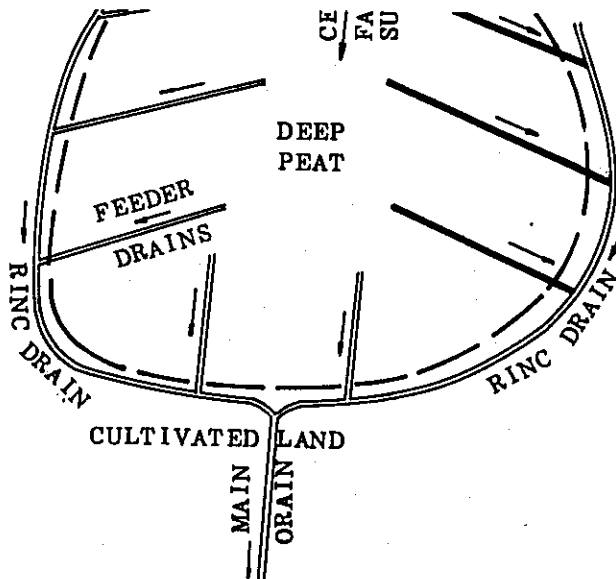


③ Fig 3. 流域が大きく、HWOST以下の面積が多い場合ゲートコントロールによって排水する。

Fig 3



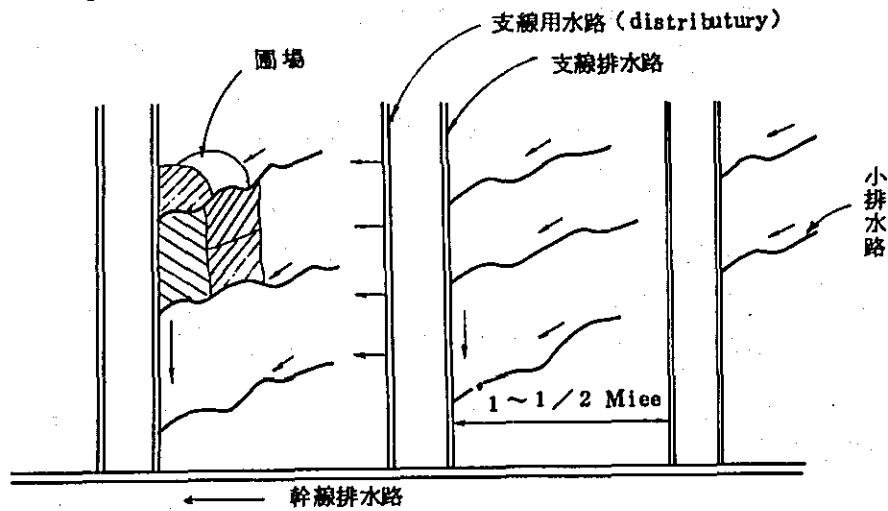
LARGE CATCHMENT AND LARGE AREA BELOW HWOST



(2) 排水路網

排水路の配置はFig 5. に示すように幹線排水路 (Main Drain) 支線排水路 (Tributary Drain or Internal Drain) 及び小排水路 (Field Drain) をもって組織することを原則としているが Field Drain の施工実績は少ない。これがため圃場内は排水不良で常時たん水状況にある。

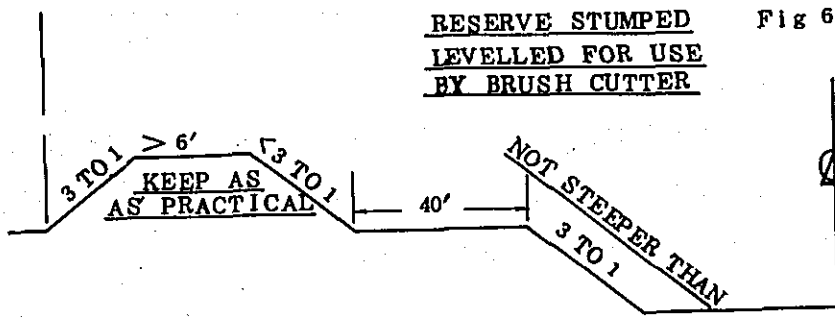
Fig 5. 排水路網



(3) 排水路の構造

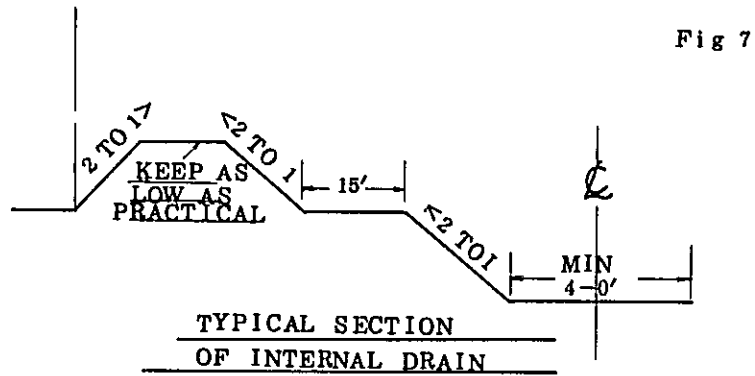
① 幹線排水路

水路勾配 1:5,000~1:10,000 $Q_{mop}=100 \text{ ft}^3/\text{sec}$ で Fig 6. に示す構造で特別な場合以外は土水路である。



② 支線排水路

水路勾配 1:5,000~1:10,000 で Fig 7. に示す構造で土水路を原則とする。



③ 小排水路

特に標準構造はないが土水路で施工されている。

(4) 防潮工の構造

| 流 量 | 構 造 |
|----------------------------|------------------|
| 0~ 50 ft ³ /sec | φ 5 ft バイブカルバート |
| 50~150 " | 6 ft 正方形カルバート |
| 150~400 " | 10~12 ft 開渠フリューム |
| 400 以上 | 開渠フリューム |

(5) 計画諸元

計画雨量、計画流量、その他の計画諸元についての基準については特に設けていないようであるが、コナッツ、ゴムのたん水時間を72時間以内におさえるように計画している。

(6) 問題点

上述のように末端の排水施設が整備されていないため圃場の土壌中の過剰水の除去などが不可能で、十分な排水効果を期待することは困難である。又これが原因によって地耐力の減少を来たし、機械化農業に著しく障害となっている。稲作収量増加と円滑な機械導入を図るには末端排水施設の整備による農業基盤の整備が不可欠と思われるが、わが国のような圃場整備を行って用排水路を完備することは当面は無理と考えられるが、少しでも多くの小排水路(Field Drain)を設けるようにする必要がある。

3-3-2 パキスタン

パキスタンは水稻、小麦、棉及びサトウキビなどを主要作物とする農業であるが、農地は長年のかんがいによって湛水と塩害を受けている。即ち大規模なかんがい水路の完成によって水路から地下水滞水帯への水の浸透が激増し、これが地下水位の上昇を来たし、低平地はたん湿化し、又地下水位の上昇によって塩分を地表に運んだ。このためパキスタンの排水は単に洪水からの被害を除去するものでなく、洪水を速やかに流下させて地下水源になるのを抑制することにある。

パキスタンの年間雨量は北方山地で40 inch から南方の砂漠地帯では5 inch まで大きく変化するため排水の必要性は地域によって差がある。即ち北方地域では洪水の害から守るための地表排水が必要であり、それ以外の地域は地下水位の低減を図るための排水が必要となる。このようにこの国における排水は地表排水と地下排水が実施されている。

地表排水は特筆するものはないが、地下排水は300 m以内の間隔に100～150 mの深井戸を設けてポンプ揚水によって地下水位を5～10 ft 程度下げ、これによって塩分の地表への上昇を防ぐとともに揚水した地下水は地表水と混合してかんがい水として利用する。

以下排水計画を述べれば次のとおりである。

1) 地表排水計画

(1) 排水方式

自然排水のみで、機械排水、暗渠排水は実施していない。

(2) 排水路網

排水路は幹線水路、支線水路及び小水路から組織されているが、その配置についての基準はない。

(3) 排水路の構造

用水路の構造に準拠してあるが断面は用水路に比較して大きい、又、原則として土水路である。

(4) 計画諸元

① 計画雨量

特に基準を設けていないが、2 day or 3dayの連続雨を採用している例が多い。

② 排水量の決定

排水量の算定はユニットハイドログラフ又は合理式によるが一般に単位排水量 $q = 4 \text{ cusec/mi}^2 \doteq 0.04 \text{ hr/sec/ha}$ を採用している。

③ 許容たん水時間

34～48 hr で計画している。

2) 地下排水計画

① 深井戸の設置間隔

最大間隔を 1,000 ft \doteq 300m に設置する。

② 深井戸の深さ

100～150 m

③ 地下水の低下目標

5～10 ft

3-4 建設・運営・評価等（パキスタン）

パキスタンに於ける建設・運営は、WAPDAが実施している。（WAPDAはラホールに所在している。）事業の調査・計画・建設・維持管理まで一貫した実施機関として機能し、最末端水路の分水点、即ち、水路沿いに2～3mile毎の一つの集落を対象とした地点までWAPDAが建設し、そのあとは、農民にまかされている。

建設費は、全額国費でまかなわれ、農民からは土地税（Land revenue）として徴収される。またWater taxを徴収することとしているが、その実績については定かでない。

農民の団体は現在設置されていないが、今後必要となろう。

建設工事に係る仕様書、歩掛表については、前者については、15年以上の経験を有する国際的にも共通なもの、後者については、まとまってはいないが、それぞれ持っているとのことであつたが、手にとって見ることは出来なかつた。

資材の調達については、鉄鋼は外国に頼るが、セメントは自国産でプラントもずい所にあるとの由であつた。

平均的事業費は、水源施設を含めないで、100US\$/AC～150US\$/AC程度が最近の事業実績である。また、地下排水工事は40US\$/ACが平均である。

社会・経済的評価については、世界銀行の調査団が調査を実施したり、アメリカの専門家が調査する等、国際的に調査計画が実施されてきたところから、国際的手法による評価法がとられている。

1. パキスタン 資料収集リスト P 61

| № | 資料名 | 発行機関 | 発行年月 | 入手機関 |
|-----|---|-----------------------------------|--------|------------------|
| 1. | Pakistan Economic Development Data | USAID | 1974.8 | 日本大使館 (パキスタン) |
| 2. | Economy Finance & Management | WPIDC (Dr. Mohammad Uzair) | 1974 | " |
| 3. | Pakistan A Land of Manu Splendours | Pakistan Publications | 1971 | 書店にて購入 |
| 4. | Year Book of Agricultural Statistics 1972-73 | パキスタン 食糧農業省 | 1973 | 日本大使館 (パキスタン) |
| 5. | Book of WAPDA Project 1974 | WAPDA | 1974 | WAPDA |
| 6. | Some WAPDA Project at a Glance | WAPDA | | WAPDA |
| 7. | Revised Proposals for an Accelerated Project of Water Logging & Salinity Control | WAPDA | | WAPDA |
| 8. | Salinity Control and Reclamation Project One | WAPDA | | WAPDA |
| 9. | Salinity Control & Reclamation Project No5 (a Brief Note on Scorp-1) | SAPDA | | WAPDA |
| 10. | Evaluation of Salinity Control & Reclamation Project No1 1972 | WAPDA (Moji Mohammad choudhry) | 1973 | WAPDA |
| 11. | Proposals for an Accelerated Programme of Waterlogging & Salinity Control in Pakistan | Government of Pakistan | 1973 | WAPDA |

| 順 | 資 料 名 | 発 行 機 関 | 発 行 年 月 | 入 手 機 関 |
|-----|--|---|---------|------------------------|
| 12. | an Estimate of Water Consumption | 西パキスタン Engineering Cong Congress | 1966 | WAPDA |
| 13. | Some Salient Features of Silt Ejector in a Flurical Channel Based on Hydraulic Model Studies | 西パキスタン Engineering Congress | 1962 | WAPDA |
| 14. | the Tarbela Project (概要図) | WAPDA | | パキスタン 食糧農業省 |
| 15. | Construction of Tarbela Dam Project | Tarbela Dam Project (S. A. Huzsaini) | | Tarbela Dam Project |
| 16. | Tarbela Dam Project Pakistan Builas World's Largest Pock & Earth Fill Dam | Tarbela Dam Project | | Tarbela Dam Project |
| 17. | Irrigation Research Institute (概要書) | Irrigation, Re- search Institute - Lahore | | I. R. I. - Lahore |
| 18. | Irrigation Research Institute (抜報) 2部 | Irrigation, Re- search Institute - Lahore | | I. R. I. - Lahore |
| 19. | Irrigation Research Institute Report (Hydraulic Division) | Irrigation, Re- search Institute - Lahore | 1972 | I. R. I. - Lahore |
| 20. | Irrigation Research Institute Report (Physics Division) | Irrigation, Re- search Institute - Lahore | 1972 | I. R. I. - Lahore |

| No | 資料名 | 発行機関 | 発行年月 | 入手機関 |
|-----|----------------------------------|--|------|--------|
| 21. | Project No5 Lower Pechna Doab | WAPDA (Tipton and Kalm bacb INC) | 1966 | WAPDA |
| 22. | Karachi Guide Map No1 - No4 | | | 書店にて購入 |
| 23. | Indus Water Treaty | Allind Purlishers (H. D. Gulhati) | 1972 | 書店にて購入 |
| | | | | |

| 順 | 資 料 名 | 発 行 機 関 | 発 行 年 月 | 入 手 機 関 |
|-----|--|---|---------|-------------|
| 1. | Malaysia Year Book 1973/74 | Oversea Chinese | 1974 | 書店にて購入 |
| 2. | Main in Malaya | University of London Press Ltd (B. W. Hodper) | 1968 | 書店にて購入 |
| 3. | A History of India I (Romila Thaper) | Penguin Books | 1974 | 書店にて購入 |
| 4. | A History of India Vol 2 (Percival spear) | Penguin Books | 1973 | 書店にて購入 |
| 5. | DID Manual (マレーシア) | マレーシア 農業漁業省 | 1973 | マレーシア 農業漁業省 |
| 6. | Hydrological Data Rainfall Records 1879 - 1958 | DID | 1961 | マレーシア 農業漁業省 |
| 7. | Hydrological Data Rainfall Records 1959 - 1965 | DID | 1970 | マレーシア 農業漁業省 |
| 8. | Hydrological Data Streamflow Records 1910 - 1940 | DID | 1962 | マレーシア 農業漁業省 |
| 9. | Hydrological Data Streamflow Records 1941 - 1960 | DID | | マレーシア 農業漁業省 |
| 10. | Hydrological Data Streamflow Records 1961 - 1965 | DID | 1972 | マレーシア 農業漁業省 |
| 11. | Hydrological Procedures No1 Estimation of the Design Rainstorm | マレーシア 農業漁業省 | 1973 | マレーシア 農業漁業省 |
| 12. | Hydrological Procedures No2 Water Quality Sampling for Surface Water | マレーシア 農業漁業省 | 1973 | マレーシア 農業漁業省 |

| № | 資料名 | 発行機関 | 発行年月 | 入手機関 |
|-----|--|---|------|----------------|
| 13. | Hydrological Procedures No3 A General Purpose Event Water Level Recorder (Copricorder Model 1598) | マレーシア 農業漁業省 | 1973 | マレーシア 農業漁業省 |
| 14. | Hydrological Procedures No4 Magnitude and Frequency of Floods in Peninsular Malaysia | マレーシア 農業漁業省 | 1974 | マレーシア 農業漁業省 |
| 15. | Hydrological Procedures No5 Flood Estimation for Rural Catchments in Peninsular Malaysia | マレーシア 農業漁業省 | 1974 | マレーシア 農業漁業省 |
| 16. | Hydrological Procedures No6 Hydrological Station Humbering System | マレーシア 農業漁業省 | 1975 | マレーシア 農業漁業省 |
| 17. | Hydrological Procedures No7 Hydrological Station Registers | マレーシア 農業漁業省 | 1974 | マレーシア 農業漁業省 |
| 18. | Drainage and Irrigation Department 1958 - 1960 | Director Drainage & Irrigation Federation of Malaya | 1961 | マレーシア 農業漁業省 |
| 19. | Drainage and Irrigation Division 1961 - 1963 | Director Drainage & Irrigation Federation of Malaya | 1964 | マレーシア 農業漁業省 |
| 20. | Kementerian Pertamian Dam Sharikat Kerjasama Malaysia 1964 - 1966 | Director Drainage & Irrigation Federation of Malaya | 1968 | マレーシア 農業漁業省 |

| № | 資 料 名 | 発 行 機 関 | 発 行 年 月 | 入 手 機 関 |
|-----|---|---|---------|----------------|
| 21. | Kementerian Pertamion Dam Sharikat | Director Drainage & Irrigation Federation of Malaya | 1970 | マレーシア 農業漁業省 |
| 22. | Drainage and Irrigation Division 1967-1969 | Director Drainage & Irrigation Federation of Malaya | 1970 | 農業漁業省 |
| 23. | Some Experiment on Soil Water Plant | FAO Expert of Rice Physiology (Dr. Seizo Malsuhima) | 1962 | 農業漁業省 |
| 24. | Economic Survey of Padi Production in West Malaysia | FAO Agricultural Economist (Prof. Vdhis Norkswasdi) | 1968 | 農業漁業省 |
| 25. | Padi Farming in West Malaysia | マレーシア 農業漁業省 | 1972 | 農業漁業省 |
| 26. | Integrated Farm Water Management | マレーシア 農業漁業省 | 1973 | 農業漁業省 |
| 27. | A Report on Paddy and Paddy-Field Fish Production in Krian | マレーシア 農業漁業省 | 1973 | 農業漁業省 |
| 28. | Kelvasan Pelbagai Tanam Tanaman Acreages of Miscellaneous Crops | マレーシア 農業漁業省 | 1972 | 農業漁業省 |
| 29. | The Present Land USE of Water Malaysia 1966 | マレーシア 農業漁業省 | 1971.7 | 農業漁業省 |
| 30. | Rumusan Perangkoan (Statistical Digest 1971) | マレーシア 農業漁業省 | 1973 | 農業漁業省 |

| № | 資 料 名 称 | 発 行 機 関 | 発 行 年 月 | 入 手 機 関 |
|-----|--|--|---------|-----------|
| 31. | The Necessity of Terminal Facilities for | Project Direiton MUDA Irrigation Project (S. H. Thavaraj) | 1973 | MADA MUDA |
| 32. | National Seminar on Water Management at Farm Level | Project Direiton MUDA Irrigation Project (S. H. Thavaraj) | 1973 | MADA MUDA |
| 33. | MADA Publication No1 - No26 MUDA Agricultural Development Authority | MUDA Agricultur- al Development Authority | | MADA MUDA |
| 34. | MUDA Project 図 面 | MUDA Project | | MUDA |
| 35. | 稲作栽培模式図 | D. I. D. | | D. I. D. |
| 36. | (Color Printed Land Use Map) Perlis | Division of Agri- culture | | 農業漁業省 |
| 37. | (Color Printed Land Use Map) Penang | Division of Agri- culture | | |
| 38. | (Color Printed Land Use Map) Negeri Sembilan | Division of Agri- culture | | |
| 39. | (Color Printed Land Use Map) Johore (I - IV) | Division of Agri- culture | | |
| 40. | (Color Printed Land Use Map) Selantan (I - II) | Division of Agri- culture | | |

| | 資 料 名 | 発 行 機 関 | 発 行 年 月 | 入 手 機 関 |
|-----|--|------------------------------|---------|---------|
| 41. | (Color Printed Land Use Map) Kelantan (I - III) | Division of Agri- culture | | 農業漁業省 |
| 42. | (Color Printed Land Use Map) Kedah (I - II) | Division of Agri- culture | | 農業漁業省 |
| 43. | (Color Printed Land Use Map) Pahang (I - V) | Division of Agri- culture | | 農業漁業省 |
| 44. | (Color Printed Land Use Map) Perak (I - III) | Division of Agri- culture | | 農業漁業省 |
| 45. | (Color Printed Land Use Map) Trengganu Malacca (I - II) | Division of Agri- culture | | 農業漁業省 |
| 46. | マレーシア全図(I - II) | | | 書店にて購入 |

Ⅱ インド・スリランカ編

1. 総 論

インド・スリランカ農業水利計画

筆者ら4名は、昭和49年8月18日より9月15日までインド・スリランカを対象として、農業水利計画に対する現地調査を実施した。西南アジアにおいて進んだ実績を持つインドを8月18日から9月1日まで2週間、またスリランカを9月1日より同14日まで2週間に渡り調査し、現地政府および在住日本人技術関係者の誠意ある対応のもとで、多くの貴重な資料を収集し得たことを深く感謝する次第である。

インドにおいては、ニューデリーを中心に200~300kmの半径、ハイデラバードを中心に200~300kmの半径の範囲に渡り、重要な水利計画地域および研究機関を見学し、それぞれかんがい、排水および内陸型塩害対策に重要な印象を受けた。

スリランカにおいては、コロンボにおいてスリランカ政府（カンガイ省および農林省）MAHAWELIプロジェクトを訪れ、その後 DEWAHUWA, MAHAWELI, UDA WALAWE等の現地調査を経て、かんがい、排水について多くの収穫を得たものとする。

インドおよびスリランカは南西アジアに属し、インドは北緯7度から同36度、経度70度から同95度の間に位置し、スリランカは北緯5度から同9度に位置する。面積はインド $3,276 \times 10^6 \text{ km}^2$ 、スリランカ $65,610 \text{ km}^2$ である。

農業開発のプロセスは、インドは有史以前からかんがい農業が発達し、そのかんがい面積は現在全世界の1/3以上を持ち、全人口の70%以上が農業従事者である。スリランカも同様に有史以前からかんがい農業が発達し、その農地面積は約25%で、全人口の70%以上が農業従事者であり、特に紅茶は同国の輸出のトップを占めている。

西南アジアと言われるところは、地理学的分類からすれば semi-arid zone と言う術語が使われるように、 wet zone と arid zone の中間型と見做しう

る地域を含むと同時に、地域によってはその両者が存在する。

(1) 農業開発のパターン

農業開発の中に占める水の問題が、東南アジアに比して増々その重要性を増して来ている。インドにおける農業水利の開発のパターンを農地面積の拡大を目指す Extensive 型の発展と、その既耕地の中での効率化を求める intensive な発展という両者の概念より考察して見る。

聞き取り調査によれば、インドの食糧問題の根本的な解決のためには、extensive な開発が必要であることを示し、かつその中でも、arid zone 領域の大規模開発の可能性を irrigation potential という術語によって表現している。インドでは過去においてなされた農業水利計画の中で、雨期・乾期の二毛作化への再開発が重点的に取り上げられている。主要水利施設の改修という形で intensive な開発がされている。同時に minor irrigation といわれる末端の用水管理の改良にも注目が向けられつつある。しかし、圃場整備という日本的なものは殆んど見られず、land leveling 程度が考えられている。

以上、見たように対立する2つの概念は、実際には両者相補な形で農業水利計画がなされている。

Extensive な計画の代表的な現地調査地区として、インドのハイデラバード地区およびスリランカのウダワラエ地区が挙げられる。これらの両地区は、それぞれ長期的大開発構想のもとに年次を区切って開発が進められている。かんがいと水力の両者からの多目的開発事業である。スリランカにおいても、代表的なマハベリおよびウダワラエの大規模開発が農業を中心に進められており、前者は Extensive な開発と同時に、従来の古い水利システムを改造する intensive な計画と並行的に進められている。これらの計画の立案に当っては、計画論的な方法が今後導入（技術の範囲内）されることが必要である。

(2) 農業水利計画の完結性

技術援助の対象となる農業水利計画には、その地域としての独立性・安定性・完結性が重要な要素となるのではなかろうか。農業水利計画の中での技術システムは、作物学的・土壌学的・作物-土-水の関係を扱う狭義のかんがい排水学、肥料および薬品、水利計画的なものと分けて考えた時、現実の計画地域において、農業生産に打撃を与えるものは、かんがい用水の不足すなわち長期的な水源の安定問題であることが多い。

農業水利計画の目的がこれらの水不足の脅威に対するものである場合に、水源計画が最も重要な計画要素であり、この水源計画が完全に保証されて初めて農業生産に関係する諸研究が結実するものと思われる。このことは、農業水利計画を立案する場合、水源・取水・導水・配水・排水の一つの完結したシステムとして充分の検討を要することを物語っており、想定された水源のもとで、如何に細部のきめの細かい農業水利の計画を行なうとも、何年かに一度の雨期の雨量不足あるいは雨期の開始時期の変動によって、営農効果は消しとんでしまう事例があまりにも多い。

(3) 農業水利施設の充実と計画年

わが国の農業は、受益面積が比較的限られており、主として夏期の水稻作に集中して水使用が行なわれる。このような地域の水源計画においては、1年間比較的まんべんなく降る雨を水稻のみに集中して使えばよいので水の扱いが比較的楽である。なお年雨量も相当多い。

しかるに、インドの中央部付近では理想的農業を行なうとすれば、一年間の雨を雨期作と乾期作の両者に分配することになる。もし一年間の雨量が2期作を行なうに充分なものであれば、基本的にはわが国と大差ない計画が立つであろうが、問題は次のようになる。

1) 年一期作の場合

この場合は雨期のかんがいになり、補水の形で水利用がなされる。なお部

分的には、雨水かんがいの地域もある。

II) 年一期作には充分水があるが二期には不足

この場合には、かんがい計画が極めて重要な予測を必要とすることになる。すなわち、水源に恵まれたところは安定した二期作が可能であるが、水源の便の悪いところは、年により水がない場合もあり、その面積が広大な場合には作付パターンの選定が極めて重要であり、かつむずかしくなるであろう。この場合高度な計画論の導入が必要となるであろう。

スリランカの一部に見られる干ばつ年の農民調整の方法として、水源に恵まれたところに農民のための水田面積を再割当するというシステムが実行されている。この方法は、農地が粗放かんがいの時にはそれでよいが、農地が熟田化しそこに多量の投資がなされた場合には、このような便宜的な調整法が受け入れられなくなり、安定した水源計画の要望がさらに強くなるのではないだろうか。

(4) 総合農業開発

地域の総合的な農業開発プロジェクトにおいて、各専門が協力して、総合的な農業経営の優れたシステムが導入されようとする機運が認められる。

I) 営農機械

モンスーン気候であると、乾期に土壌が固結した場合、その硬さは日本の農業機械の設計時想定したものよりはるかに硬く、耕起できない場合があり、あるいは刃先が相当早く消耗されることがある。

II) 農民の労働力

過去において、彼らが従来の水田耕作に使用していたよりはるかに多くの労力を新しい農業システムで要求された場合、相当の経済的メリットが明らかにされてなければ定着困難であろう。

III) 水源の変動特性を考慮したオペレーションの長期的シミュレーション

水源の計画特性を入れて、かんがい水量の年間変動特性を考慮した長期的オペレーションのシミュレーションによる検討が事前になされることが必要である。

ウダワラエの計画などにおいては、本シミュレーションは単に水利的な面のみでなく、経済分析の面においても取り入れられている。

(5) 広域農業水利の一貫水管理

農業水利施設が集積され、開田後数年を経るに従って、干ばつ時に受ける投資額に対する相対的被害は増加する。よって、水管理は粗放かんがいから高級かんがいになるにつれてその重要度を増す。

水管理は、各国において極めて類似したシステムを持っているが、一方が水資源のみの管理であった場合、農業の作物パターンとの関係を含めた一貫性に欠けるところがあるのは、今後特に注意を要する点であろう。

I) 圃場かんがい水管理

II) 導水水管理

III) 水源水管理

なお今後

I) 降雨量の予想

II) 作物システムの最適計画（経済性および水節約形）

なども水管理と結びつけて考える必要がある。

(6) 農業水利計画基準

農業水利の計画基準に相当するものは、インドにおいては完成されており、かつスリランカにおいてはハンドブックがある。日本の海外農業開発に対する計画基準の重要性は極めて重要である。とくに現地において調査に携わる人々の思考の出発点としての計画基準は重要である。

2. 計画基準作成調査事項

現地機関聞き取り調査結果

The Items Concerning the Study of Irrigation and
Drainage Planning

I. General Matters

I-1 The items concerning meteorology and hydrology

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---------------------------------|---|---|
| I-1-1(1) Items Surveyed | (i)雨量、気温その他一般的な気象観測に必要な諸要素が凡て観測されている。 (ii) 流量は水位から換算されている。 - Central Water & Power Commission (iii) 観測精度 観測値の信頼性についてうたがわしい点もある。 -日本人技術者- | (i)一般的な諸項目が観測されているが、雨量が主体である。meterological department, irrigation departmentで行う。出版物もある。 -日本人技術者- |
| I-1-1(2) Method of Survey | (i) 気象観測所の数は4600以上あり、観測方法は自記式から直読式まで含まれる。雨量資料は100年以上のものもあり、気象地図が作られている。蒸発は、3フィ | (i) 観測所数 600ヶ所以上ある。但し、雨量が主体である。観測所はWet zoneに片寄っている。農園で自主的にやっている場合もある。 |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|---|---|
| | <p>ートの直径の水槽を用い、測定しているが、さらに研究中である。雨量計を配置してあるが、雨量には地域性がある。自記雨量計のおかれている地点は、地図上に示される。新しいProject では、勿論気象観測を行っている。河川流量については、1800以上の量水標があり、一般の測水所と同様の機能を提供している。Water year BookがCW & PCから出版されており購入可能である。</p> <p>(ii) 100年以上継続されているものもある。 以上 CW & PC</p> | <p>(i) 気象観測 気象庁にある。</p> <p>(ii) 地表水データー及び地下水データーはirrigation departmentにあり、20ヶ所のkey stationがある。20年~100年程度のデーターが集積されている。これらのデーターは毎年出版されており入手可能である。詳しくは colombo observatory にたずねること。 - irrigation dept.-</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|--|---|--|
| <p>I-1-(3) Application of meteor- -ological and hydrolo- -gical data</p> | <p>(i) Design Flood に関し ては別に出版物がある。ヒマ ラヤの雪解けによって出水が ある。それに雨が重なって流 出が発生するので両者の補正 をし、正しい解析を行なわな ければならない。Unit hydro- graph法と確率洪水法との両者 を併用している。確率洪水は、 対象とする構造物によって、 100~200~1000年が使用さ れている。</p> <p>(ii) データの不足する場合には 可能降水量および相関係数法 を適用し求めている。</p> <p>以上 CW&PC</p> <p>(iii) 水文 U.S.Aの調査チームが来た ことがあり、沖積層のみに地 下水が期待される。しかし、 Water balanceのチェック が必要であり、インドでは地 下水滞層として 1×10⁶ha~2×10⁶ha 程度がある。</p> <p>— 農林省 —</p> | <p>(i) 水系 103あり。各水系に平均 5~6点の観測点がある。</p> <p>(ii) 100以上に渡るものも ある。 データの不足する場合に は近傍地点のものをそのま ま使用する。</p> <p>irrigation department</p> |

I-2 Map

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|--|--|--|
| <p>1-2-(1) Geological map Soil map and other maps needed to planning</p> | <p>(i) 地形図については、1/4000 ~1/50000 でコンター5~25 m、貯水池では1/2000~1/5000、 かんがい地域については1/30000 ~1/20000 で1~2 mのコン ターが普通である。 土壌図は全土をカバーするも のが完成している。1/50000の ものが出版されている。 (ii) 両者について、入手可能 である。 以上 CW&PC</p> | <p>(i) 地形図 1/63360(1インチ=1マ イル)、コンター100ft が全島をカバーしている。 Engineering Survey では1/3000程度を作る。 (ii) soilmap 全島で完成している。入 手可能である。 (iii) 地下水Mapも作られて いる。 -日本人技術者- (i) 全島について1インチ =1マイルの縮尺の地図が完 成している。 入手可能である。 Engineering surveyで は1/3168を用いる。1イ ンチ対8 milesのものも全 島について完成した。 (ii) soil surveyの結果 がmapになっている。ウダ ワラ、マハベリについては</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|-------|--|
| | | 1/10000 のものがある。 - irrigation department |

I - 3 Benefited area

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|---|--|
| I - 3 - (1) How to evaluate the necessity of the project | <p>(i) 各州において決定する。州が2つ以上にまたがっているプロジェクトについては中央政府のCentral Water & power Commission に提出され審議される。プロジェクトの規模はMajor project, Medium project およびMinor projectの3種類に分かれ、政府はmajor およびmediumのものに関係する。minorのprojectについては、政府の指導に従って農民が直接工事を行う。</p> <p>- CW & PC -</p> <p>(ii) Major Project 1500×10⁶ルピー以上</p> | <p>(i) 小規模は、農民の要求が知事に申請され、地方建設局で計画を作る。大きいものは、irrigation dept.が作る。</p> <p>DEWAHUWA 地区では、農民大会で1000万^mの水を導水することを決定し、議員が処理することになっている。planning committee は200万ルピー以上について行う。</p> <p>- 日本人技術者 -</p> <p>(ii) 開発方式 土地は限られているから、水の分配に重点をおく。まず、農民からdirectorに</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|---|---|
| | <p>medium project (250~1500)×10⁶ルピー</p> <p>minor project 250×10⁶ルピー以下</p> <p>(III) かんがい局と農業局を各 state(州)でもつ。</p> <p>(IV) drainage 河川を主体とした排水計画で政府が行う。</p> <p>(V) 土地問題 州に人材が少ない。州に soil conservation officeがあり、土木事業も行う。integrated(地域開発)において、土地造成も行うが、土地登記法(land act)が土地の境界線の移動を禁じているので、consolidationによる区割の修正ができないことがある。 - 日本人技術者 -</p> <p>(VI) 経済分析 B/C ratio 1.5以上 internal rate of returnも検討している。 - CW&PC -</p> <p>(VII) 国内プロジェクトのランキング</p> | <p>要望が出され、その経費により director of Works と governmentに行く。</p> <p>Minister of irrigationで調査、設計、経済性、生産性を調べる。Major schemeは Planning commissionの許可がいる。</p> <p>小計画には別の方法がある。limitは25Mルピーである。これは毎年 political authority(国会議員)が決定している。</p> <p>- irrigation dept -</p> <p>(III) 経済分析 B/C ratio 1.0以上</p> <p>(IV) 20万円/haが資金投下の基準になっている。</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|---|-----------|
| <p>I-3-(2) How to determine the benefited area of the Project</p> | <p>5ヶ年計画のために、Planning commissionがあり順位をきめている。 -日本人技術者-</p> <p>(i) B/C ratioで1.5以上を基準としている。しかし、特に重要なプロジェクトに対しては、この値に拘束されないこともある。areaはrain-fedが大部分であった。これに給水を計画するには、State → Government → Irrigation and power department → parliamentのルートで決定され、政府で準備する。 - CW & PC -</p> <p>(ii) irrigationの申請のルート 州 → CW & PC → planning commission (外国のエキスパートもいた) しかし、この手続方法について、わかる人が少ない。 -日本人技術者-</p> | |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|--|-----------|
| | (iii) time lag 建設と完成後の生産上昇との間に time lagあり、その一因に調査不足があげられる。 (iv) Potential area と Actual area 可能かんがい面積と実際かんがい面積との間に差異がある。 integrates system としての解析が必要である。 (v) 水使用計画 平均流量の75%流量、85%流量が使用される。 - CW & PC - | |

I-4 operation and control of irrigation and drainage facilities

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|--|--|---|
| I-4-(1) How to operate and control irrigation and drainage facilities | Major project and Medium project の運用管理はすべて政府で行う。Minor project はその運用と管理を農民が行う。 以上CW & PC | (i) 管理主体 Main canalとdistributaryは政府が管理する。field canalはcultivation committeeが行う。 |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|---|---|
| <p>I-4-(2) What kind of Survey being made</p> | <p>水管理の問題としては次の ものが挙げられる。 (i) シルト問題 silt ejector の設計が</p> | <p>(ii) 導水ロス 上記行政的アンバランス が一因をなす。 -日本人技術者-</p> <p>(i) irrigation canal 雨あれば放水はストップ する。</p> <p>(ii) 水源から末端まで政府 管理する。昔は農民がやっ ていた。ゲートの操作は officer がやる。 -irrigation dept.-</p> <p>(iii) intake から, distri- butery まで政府、その下 流はcultivation commi- tee がやる。政府がins- pect する。補修もする。 40ルピー/acreが支出額で ある。 -irrigation dept-</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|--|---|-----------|
| <p>to maintain the function of irrigation and drainage facilities during operation</p> | <p>行なわれている。1年に1回の排砂がある。</p> <p>U P 州の水理実験所において、その設計法の研究が特に行なわれ、その成果を Ganga 頭首工下流の排砂に適用するための工事が計画されている。</p> <p>(ii) Control man 全配水システムはcomplexであり、control manをおき、これが調整する。2週間程度のローテーションを行っている面積の70~30%である。</p> <p>(iii) 排水 殆んどコントロールされていない。Pump 排水はなく、河川が排水路として利用されている。</p> <p>(iv) 多収穫品種 新品種が導入されている。水管理は土壌の種類によっても異なる。地下排水はない。</p> <p>以上CW&PC</p> <p>(v) Soil and water management salinityの問題も含めた管理の問題が重要であり、</p> | |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|---|-----------|
| | <p>National institute, research center construction of equipment, national demonstration project などを含めた総合的対応が重要であることが認められ、村落単位の operation scheduleが進められている。small irrigation project と ground water を担当する。</p> <p>— 農 林 省 —</p> <p>(VI) チューブ well ポンプを使用する。水利組合を作る場合が多い。地主階級は実質的に存在する。農業用電力が比較的安く農民に供給されている。土地改良区はない。tube office が州の出先機関としてある。ダンダカラニヤ地方では agriculture section があつせんし、県事務所、農務課の指導をする。民間に囑託をおく場合あり。</p> <p>(VII) 農業用電力 水路沿いに送電線あり。</p> | |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|--|-----------|
| | <p>(vii) 土水路からの漏水 搦き固め不良で漏水あり。 最近は lining をする場合も 多い。</p> <p>—日本人技術者—</p> <p>(ix) minor irrigation tube well かんがいが含ま れ、1965年からスター トし、loan を農民に与える。 organization があり、ス ケジュールは完成した。</p> <p>(x) soil conservation 70×10⁶haはよい。23 %の土地についてsoil sur- vey を行っている。sedimen- tationの問題があり、100 年を単位として堆砂量を算定 する。</p> <p>—農林省— (インド)</p> | |

I - 5 other matters

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|--|--|
| <p>1-5-(1) Organization of the implementa- tion of the project</p> | <p>(i) Major project, Medium project は政府 が行う。Minor project に</p> | <p>(i) 国会議員 国会議員が主導的な行動 を取る。一部有力議員は限</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|--|---|
| | <p>については農民が行うが政府が技術的な援助を行う。</p> <p>地下水はチューブウェル project として積極的に導入されている。</p> <p>(ii) Cooperation 組織 農民がチューブウェルの建設あるいは field canal の lining を行うときには Cooperation 組織から工事費を前借りして完成後返済するローンシステムがある。 以上 CW & P C</p> <p>(iii) integrated irrigation 適当な地域を選定し、作物の多様化、排水改良、営農施設、市場その他関連するものを凡て含めた農業開発を進めて行く準備を完了 - 農林省 -</p> <p>(iv) 工事の企画、設計、実施に当っては、地元の労働力の活用をはかること。 - 日本人技術者 -</p> <p>(v) IARI (Indian agricultural research institute) 通常プサーと呼ばれる研究所に Water</p> | <p>られた範囲ではあるが、予算執行ができる。</p> <p>日本人技術者</p> <p>(ii) 補修 国で常時行う。プロジェクト毎に継続費がある。 ゲート操作用人夫賃も政府が払う。50 エーカー程度以下が農民負担。</p> <p>(iii) 新規開発 新規開発に対する熱意大である。維持管理も重要であるが、多目的および新規を含めることが政府の方針である。 (日本人技術者)</p> <p>(i) プロジェクト計画 irrigation department でやる。計画は年を追って更新される。 - irrigation department</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-------------------------------------|---|---|
| <p>I-5-(2) Financial System</p> | <p>technology Center があり、水管理の研究を行っている。とくに水-土-植物の関係、Salinityの改良、水滴かんがいの研究などあり、研究レベルは上昇しつつある。 -日本人技術者-</p> <p>(i) 資金源 Major projectとMedium projectは政府が支出し、minor projectは農民が支出する。 minor projectは1ft/sより末端のfieldと考えられる。</p> <p>(ii) 建設費の農民支払いの方法 建設費は国が支払い農民負担はない。</p> <p>(iii) Cost of Water 水利権、cost of waterは州によって異なる。</p> <p>(iv) Project cost per hectare (8~10)×10³ルピー/ha 頭首工方式 1000ルピー/acre</p> | <p>(ii) 水路 1ヶ月位で草が生える。補修は政府がする。 -irrigation department</p> <p>(i) 生産量 3~6 ton/ha</p> <p>(ii) cost of water 1作当り water tax 6ルピー/acre land tax 10ルピー/acre irrigation schemeのないところはwater taxなし。 水管理人への支払いなどが考えられる。</p> <p>(iii) 建設費 水源から末端まで政府が行う。</p> <p>(iv) 土地は国のもので耕作権のみ与えられる。しかしこの耕作権の譲渡の問題が発生している。</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|---|---|
| | <p>貯水池方式 2000~3000ルピー/acre 以上CW&PO</p> <p>(V) 補助金の style 末端は農民負担、利子補給 をやるところあり。 -日本人技術者-</p> <p>(VI) Project cost per hectare 1000ルピー/acre 7000ルピー/acre land consolidation -日本人技術者-</p> <p>(VII) 特 徴 金額の大小が、判断の決定 時材料になり、この条件に合 うような技術の選択が必要で ある。 -日本人技術者-</p> <p>(VIII) ローン制度 ローン制度があるが、技術 的、経済的、プライオリティ の検討が必要である。 -日本人技術者-</p> <p>(IX) 営農経費 営農経費の分析が必要であ</p> | <p>(VI) land consolidation 等高線沿いに行う。政府 の後は農民が行う。この場 合にのみ農民負担あり。 20年以内800ルピー/acre 利子負担を入れると1000ル ピー/acre 政府負担 200ルピー/acre</p> <p>(VI) バッファローを使用す ると工期が長くなる。不便 である。</p> <p>(VII) 採択基準 1500~2000ルピー/acre</p> <p>(VII) 資金源 国費、世銀、アジア銀、 2 国間援助、 FAO(village tank)</p> <p>(IX) ポンプ揚水 農民から金を徴収する。 換金作物が多い。 300ルピー/acre/season</p> <p>(X) cost of water 建設費なし。 tax 土地10ルピー/acre かんがい可能地(水代) 6ルピー/acre</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|---|--|
| <p>II-1-(2) Other situation concerning irrigation and drainage planning</p> | <p>(i) 水稻の移植 大部分が移植を行っているが、直接播種を行っているところもある。水稻の生育期間は短かいものを選ぶ傾向が強い。サトーキビは、最もかんがい用水を要し、12~16ヶ月の生育期間が多い。</p> | <p>行った結果現況のように低下した。経済的困難に直面している。茶、ゴムの輸出税を取る。日本に対する輸出入は略均衡している。</p> <p>(iii) 作物のシステム maha 米 北東モンスーン yala なし 米・irrigation 可能地 南 西 豆、タバコ モンスーン .. irrigation 不可能地</p> <p>(iv) 耕作方法 乾田直播、 水田直播、 田植、 -日本人技術者-</p> <p>(i) 電圧の変化大きい。</p> <p>(ii) 農地法 土地は国有で、農民は耕作権を持ち、その面積には地域毎に制限がつけられている。</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|----------|--|
| | 以上 CW&PC | <p>(ii) Cultivation committee 本組織が水管理を行っている。 地主が中心であったが、地主と Tenant が一緒に入ることになった。 President of committee は大臣の指名制とし中央集権の色合が大である。 －日本人技術者－</p> <p>(i) DEWAHUWA project 農業の総合的開発を目指したが、水源が不安定であった。代掻きがばらばらで管理ロスが大であった。 広域還元水利用の考え方からすると50%程度の排水路中の水量は下流で再利用可能である。 生産量を現在の2.5倍を目標とした。 1 ブッシェル (22 kg)</p> <p>(ii) 農地面積 5 acres 1 family 水田 3 acres 1 family 畑</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|---|--|
| | <p>る。</p> <p>肥料1~2 ton/acre</p> <p>(X) Benefitの計算</p> <p>生産物のみを考えている。</p> <p>discount rates (割引率)</p> <p>は10%</p> <p>—日本人技術者—</p> | <p>不払い地区が多い。Maha (雨期作)、yala(乾期作)とも水がかからない時は払わない。</p> <p>(XI) Project cost per hectare</p> <p>貯水池を含むもの</p> <p>413,000円/ha(全システム)</p> <p>ポンプ</p> <p>115,000~138,000円/ha</p> <p>貯水池のみ</p> <p>383,000円 (日本の1/10)</p> <p>—日本人技術者—</p> <p>(i) land tax</p> <p>10ルピー/acre year</p> <p>干害のときは taxなし。</p> <p>(ii) project cost</p> <p>12000ルピー/acre</p> <p>—irrigation Department—</p> <p>(iii) economy</p> <p>15年間でB/Cを計算し、1.0を限界とする。</p> <p>internal rate of return 10%とし、Benefitには農業生産物のみを考える。</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|-------|-------------------------|
| | | —irrigation department— |

II irrigation planning

II-1 agronomics situations

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|---|---|
| II-1-1 What kind of crops being cultivated respectively in low land and in upland. | (i) 水稲が主体である。多収穫品種(IR8)、州毎の改良種、および在来種があり、浮稲は少ない。陸稲のあるところもある。畑作は小麦、サトウキビ、トウモロコシ、ブドウその他。以上CW&PC (ii) 年間作物耕作パターン。 年1回 雨期 米 or サトウキビ 年2回 雨期 米 乾期 麦 (水 あれば) 年3回のところは特種である。 -農林省- | (i) 米 120万トンの米が必要であるが、生産量は90万トンで不足量30万トンは中国、パキスタンから輸入している。日本人技術者 (ii) Upland crops 一般に生産量の変動が大きい。米が常食であるが、ココナツがエステート農場で作られているが植換に困難がある。 雑穀も作られている。 米の無料配給が行なわれている。 キャッサバが補助食料となっている。独立当時は、豊かであったが、福祉政策を |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|-------|--|
| | | <p>(iii) 耕起期間 手開墾であるから1区割が小さく、田の耕起期間が長くなる。数戸に一台のトラクターを配置し、共同利用した。</p> <p>(iv) 組 織 Cultivation committee, young farmers club, 農協あり。 (日本技術者)</p> |

II-2 The basic year for irrigation project

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|--|--|--|
| <p>II-2-(1) How to determine the basic year for planning</p> | <p>(i) 水 年 かんがい計画における水計算のスタートは、作物との関係からすれば6月が使用される。</p> <p>(ii) 計画年 1/4の確率年が農業水利において使用されている。 以上CW&PO</p> | <p>(i) 基準年 日本式のもの是一般には使われていない。確率的な概念が使用されている。しかし、古い資料が分散し適確にはしらべ難い。行政改革があった。 Standard dry yearとして平均流量の75%を採用している。 —日本人技術者—</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|-------|---|
| | | (i) Basic year 10年の記録を全部使う (シミュレーション?) またデータのある限り (100年間データあれば 100年間のシミュレーシ ョン) 平均から85%のものも 使う。 - irrigation depart- ment - |

II-3 Designed duty of water

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|--|---|---|
| II-3-(1) In case of paddy field | (i) Water requirement depthの決め方 インドにおいてはかんがいの歴史の古いものが多く、これについては、経験的な数値が使用されている。新しいプロジェクトに対しては、作物毎に異なるが、Evapotranspiration, seepage および有効雨量を考慮して、略日本と同じ方法を用いて計算している。 | (i) 準備用水 土は乾燥すると固くなり、多量の準備用水がいる。(150~170mm)、これに field loss, conveyance loss を入れると、600mm におよぶ場合あり。デアフラでは、400mm 程度となる。この原因として、代掻期間が計画よりはるかに長く、field loss 発生の原因 |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|--|---|
| | <p>(ii) Water requirement for preparation 150mm~300mm程度が多い。</p> <p>(iii) 還元用水利用 用排兼用水路において、当然行なわれている。</p> <p>(iv) Conveyance loss main canal 20% field canal 25% 合 計 45% 但し、古い土水路 水路ライニングを行うと1/4に減少するであろう。</p> <p>(v) Net duty Evapotranspirationから求める。 (Hyderabad)</p> <p>(vi) Gross duty Net dutyに損失係数をかける。 以上OW&PC (vii) Water requirement for preparation 150~300mm 浸透 3mm/day 蒸発散 max30mm/day(米作) 保水量が大 (upland crops) -日本人技術者-</p> | <p>ともなる。透水係数10^{-5}cm/s程度であった。地下水位が影響する。</p> <p>(ii) 有効雨量 実測によると、雨期作30%、乾期作10%程度であった事例がある。</p> <p>(iii) 理論要水量 村上氏の研究が圃場内に対してのみ認められている。ロスを含めないと次の常識的な値が用いられる。 年間水量 10ft/year maha作 4ft/season yora作 6ft/season</p> <p>(iv) 反覆利用 地域内では損失であっても広域的には反覆利用を行っている。 -日本人技術者-</p> <p>(i) 稲のConsumptive Use 4ftと6ftで1/2inch/dayになる。</p> <p>(ii) 準備用水 18inchを必要とする。 1/2inch/dayになる。</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|-------|---|
| | | <p>(iii) 還元利用 用排水路が直交することあり。ポンプがなければ反覆は不可能。ただし、広域的には可能な場合がある。</p> <p>(iv) Conveyance loss 2.5 %/mile 30 % 水路のみ 25 % マハベリ</p> <p>(v) effective rain fall 研究中であるが、マハベリの考え方を用いている。 -irrigation department-</p> <p>(vi) Water requirement 建設後再チェックを行う。 -irrigation department-</p> <p>(i) DEWAHUWA 1 作平均収量 45 ブッシェル/acreである。 Water meetingがあり、決定すれば、そのまま放水し細かい操作できない。過去に農家が借金を重ねて来た。耕作権の売買が、200</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-----|-------|--|
| | | <p>ルビー/年でなされ、1年毎に小作に出す場合もある。 -日本人技術者-</p> <p>(i) Agricultural Research center 2~3%の slope が dry zone で多い。それで E-T よりも他のロスが多い。seepage であろう。平均 30~40 mm/day。水田内の細かい水管理によって節水を行う方法を研究中である。 -Mr, peterson-</p> <p>(i) ANURADHAPURA 2400 acres の調査地区のうち 580 acres が upland, 85 acres が Tank である。 56ヶの量水標を用いて、損失水量の研究を継続中。雨量計は3ヶ所で、下流域への排水量は50%程度である。duty water は平均に 11.8 ft/season であった。percolation は 5~8 mm/day であり、</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|---|---|
| <p>II-3-(2) in case of upland crops</p> | <p>(I) Unit duty Evapotranspirationと 有効雨量 有効雨量 = 0.8 × 雨量</p> <p>(II) irrigation efficiency field efficiency …25%…black soil Canal efficiency 65%…no lining</p> <p>(III) gross duty 水稻の場合とWater requirementのみが異なるで あろう。</p> <p>(IV) sprinklerはcash crop のみで見られる。 以上 CW&PC</p> | <p>$k=10^{-5} \text{ cm/s}$ であった。 -日本人技術者-</p> <p>(I) chena 焼畑農業がある。天水利 用である。 -日本人技術者-</p> <p>(I) Unit duty チリ-30inch/season その他現在研究中 -irrigation dept.-</p> <p>(II) Water requirement Operation study による。 1/2 acre feet でよい。 -irrigation depart- ment-</p> |

II-4 Irrigation system planning

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|---|---|
| <p>II-4-(1) How to determine the most efficient irrigation system</p> | <p>(i) 水 源 貯水池は少なく、河川からの頭首工による取水が大部分である。地下水の利用が Minor Projectあるいは農民個人によって採用されつつある。</p> <p>(ii) 導 水 Main canal 12m/s 以上 distribution canal ≒1.2~ m/s Minor canal 1.0 cusec 以下</p> <p>(iii) 配 水 outletの分水量 1cusec 以下 (40 ha 支配)</p> <p>(iv) 作 物 Kalif→June to October Ravi→November to March Kalifは雨期の雨に依存しており、降雨があって始めて播種する。(6月から3週間程度の間) 6月から8月までの間に移植する。年一作、年2作、年3作のうち、年2作、年3作は水のある限られた部分にのみ可能である。</p> | <p>(i) Canal system main canal→distributary→field canal のシステムを持ちdistributaryまでは政府が建設と管理とする。 field canalはcultivation committeeがする。</p> <p>(ii) 畑作の一部に地下水利用もある。農村に電力の少ない。ディーゼルを使うところもある。</p> <p>(iii) 操 作 ダムが完成すると、ダムの放水量にマッチするよう受益地を変更する。</p> <p>(iv) 雨量予測 気象台の予測と、タンクの貯水量の程度を見て決める。頭首工方式のときは、河川流量のみで予測する。</p> <p>(v) 流量とかんがい面積 制限された水量を用いてできるだけ広くかんがいしたい。このため作物の調整を考える。</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|---|---|
| | <p>Ravi は人工かんがいが必要である。</p> <p>(V) 水利施設 貯水池、頭首工、分水工、交差部、サイフォン、シルト排除工 ポンプ（井戸）等がある。</p> <p>(VI) かんがい方法、 rainfed, field to field, furrow irrigation…畑作 terrace irrigation …傾斜面 rotation irrigation …小 canal 10日毎予測をし、長期間のsimulationを行う。 以上CW&PC</p> | <p>transplantation と直播との対比を必要とする。</p> <p>(VI)かんがい方法 天水、かけ流し、用水兼用、水田(dry zone) rotationを行う。 10cmの水深で草をおさえる。 畑作 1/8~1/14 rotation を行う。保水力と関係あり。 -日本人技術者-</p> |
| <p>II-4-(2) irrigation method</p> | <p>(i) 天水田、天水畑乾期においては従来天水田、天水畑であった。</p> <p>(ii) 洪水(Basin) かんがいは、ガンジス下流の1部の地域だけである。</p> <p>(iii) かけ流し 一般に行なわれている方法で、畦を切り上流田より下流田にかけ流しかんがいをしている。</p> | <p>(1) irrigation system a. gravity irrigation scheme -貯水池 or 頭首工 b. lift irrigation scheme -小面積、畑作のみ c. rainfed irrigation scheme. -irrigation department-</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|--|--|
| <p>II-5 How to determine Volume of water requirement for water source and conveyance of water</p> | <p>(i) 開発可能水源、水量を解析し、この水によってできるだけ多くの面積をかんがいする。よって作物の組合せによって、最大収益を挙げる必要があるであり、かつ、年によって植付面積、作物の種類が変更されることがある。 (かんばつ対策)</p> <p>(ii) 開発可能土地面積を規定し、それに必要な水利施設計画を行う方法は日本でよく取られる方法であるが、この方法は余り取られていない。</p> <p>(iii) 貯水池の寿命を100年として、堆積土砂量を計算する。</p> <p>(iv) 余水吐 確率流量は3日雨量を用いて1/10~1/100確率を用いる。 C W & P C</p> | <p>(iv) Conveyance loss 幹線(3~5)%/mile 以後の小水路は確定していない。 幹線+distributoryで30~40%程度でないかと思う。</p> <p>(v) 浸透量 村上式を補正する要あり。 percolationは、3~7mm/day、デワフアは9mm/day transpiration 4 8mm evaporation 4 水田合計 17mm 程度の例がある。</p> <p>(vii) 畑作かんがい 試験場(マハベリ)ではE.Tで求め、field capacityからrotationの日数を決めればよい。未だ実行はされていない。</p> <p>(viii) gross duty 水田に同じ。 -日本人技術者-</p> |

II-6

| 項目 | インド | スリランカ |
|--|---|---|
| II-6 Standard Structure of irrigation Canal | <p>(i) 水路については設計基準 (Indian Standard institute) を設けている。 以上 CW&PC</p> <p>(ii) 土水路 法面こう配一割が多い。レンガによる法面保護もある。 土性は clay-silt-fine sand 40% 25% 25% 程度が多い。 岩は火をたき堀削する。 -日本人技術者-</p> | <p>(i) 土水路主体 ライニングも行なわれつつあり。畑かん用水にライニング多い。 -日本人技術者-</p> <p>(ii) 用水路 それぞれの場合について設計している。局所的ライニングは行方。 切取り、盛土の都合により複断面形水路とすることあり。 -irrigation department-</p> |

III Drainage planning

III-1 Basic rainfall for drainage planning

| 項目 | インド | スリランカ |
|-----------------------------------|--|--|
| III-1-(1) Probable rainfall | <p>(i) 農業排水においては1/4確率を用いる。 CW&PC</p> | <p>(i) 排水計画 1/5年を用いる。 irrigation department-</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|---------------------------------------|---|
| Ⅲ-1-(2) Period of rainfall for drainage planning | (i) 3日連続雨量で1/10 確 率年を用いる。 CW&PC | (i) 具体的資料なし。 -日本人技術者- (ii) 1/10確率年を用いる。 作物上から、但し、5日雨 量を用いる。 -irrigation dept- |
| Ⅲ-1-(3) Basic Rainfall for drainage planning | | (i) 具体的資料 なし。 -日本人技術者- (ii) 5日間雨量をBaseに 考える。 -irrigation department- (iii) spillway 1/100から1/1000までの 確率雨量を用いる。 -irrigation department- |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|--|--------------------------------------|--|
| III-1-4) Type of rainfall and distribution of rainfall Period | (i) 流域が広大であるので、 簡単に云えない。 CW&PC | (i) シャワー型態が多い。 第1グループ 10月、11月 第2グループ 4月、5月 -日本人技術者- (ii) マハとヤラがある。 -irrigation department- |

III-2 Runoff

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|---|-----------------------------|
| III-2-1) How to determine drainage discharge for planning | (i) Unit hydrograph 法 降雨から流出量を求める方 法。 (ii) 他流域との比較を行う法。 CW&PC | (i) 一般的な方法を用いる。 -日本人技術者- |

Ⅲ-3 Drainage method

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|---|---|
| <p>Ⅲ-3-(1) Surface drainage and subsurface drainage</p> | <p>(i) 排水は重要であるが人工排水路は数が少ない。地下排水は殆んどない。 CW & PC</p> | <p>(i) 海岸地方 地表排水のみである。ゲート排水もある。地下排水なし。 -日本人技術者-</p> <p>(ii) 排水システム重力排水のみ pump 排水は余りないが、海岸では(6~7)インチのポンプ排水計画もある。 -irrigation department-</p> |
| <p>Ⅲ-3-(2) Allowable flooding depth and allowable flooding period</p> | <p>(i) 具体的研究は資料を参照すること。 - CW & PC</p> | <p>(i) 具体的資料なし。 -日本人技術者-</p> <p>(ii) 6インチを許容湛水深とする。 (iii) 5日間を許容湛水日数とする。 -irrigation department-</p> |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|----------------------------------|---|--|
| Ⅲ-3-3 External Water level | (I) デルタ地帯において重要 である。 - CW & PC - | (I) 排水樋門あり。 - 日本人技術者 - (II) flood gate が estuaries にある。 (III) ポンプも一部に限られ ている。 - irrigation department - |
| Ⅲ-3-4 Drainage system | (I) 重力排水システムが 主体である。 - CW & PC | (I) 自然河川を利用してい る。 コロンボ気象台でデータ 入手可能 - 日本人技術者 - (II) 用、排水路分離を考 えている。 - irrigation dept - |
| Ⅲ-3-5 Drainage method | (I) Natural drainageが主 体でポンプ排水は少ない。 - CW & PC - | (I) run off analysis flood season は合成波 を作っている。アメリカの 方法を参考にする。 drought season は、と |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-------------------------|--------------------------|---|
| Ⅲ-3-(6) 地下水位と低水 量 | (1) 両者の関係は、未研究。 CW&PC | くに解析方法はない。 -irrigation department- (1) 詳しい研究 なし。 irrigation depart- ment. |

V-4 Standard structure of Drainage Canal

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|---|--|
| IV-4-(1) Standard structure of drainage canal | | (1) 現況河川を排水路とし て利用している。 -irrigation department- |
| IV-4-(2) The item, concerning the implemen- -tation of the project | (1) 日本語でよいから、イン ドと日本とで資料交換をした い。 - CW&PC | (1) Project 計画 irrigation 計画は今 後も順次更新されていく -irrigation department- |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|--|--|---|
| IV-4-(3) A specification and general conditions | (i) プロジェクト毎に作る。 - CW & PC (ii) 土地代金 ダンダカラニヤで土地は 500ルピー/acre 程度で、 工事後は土地の値上りの傾向がある。 よい土地 300ルピー/acre かんがい可能地 600~800ルピー/acre (iii) 土地の所有制限 州別に個人所有の上限を決める傾向にあるが、これも抜道がある。 - 日本技術者 - | (i) ある - irrigation department - |
| IV-4-(4) Standard of design | (i) Indian standard institute にある。 - CW & PC | (i) Village irrigation work については、あるらしい。 - 日本人技術者 - (i) USAのU.S.B.Rを用い、現状に合うよう補正し |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|---|---|
| IV-4-(5) Standard of materials | (i) Indian Standard institute - CW & PC - (ii) 重要材料は政府が支給、 他は contractor が集める。 - CW & PC - | ている。 -irrigation department- (i) マハベリ project で 作ったようだ。 -日本人技術者- (ii) 現地調達も考えている。 -irrigation department- |
| IV-4-(6) Manual and other standards | (i) Indian Standard institute にある。 - CW & PC - | (i) project 内において 試みられている。irriga- tion については Hand book がある。 -日本人技術者- (ii) irrigation hand book がある。 -irrigation department- |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|---|--|---|
| IV-4-(7) Table of standard efficiency per unit work. | (i) 回答なし。 それぞれのプロジェクトで 作る。 - OW & PO | (i) 標準歩掛あり。(1968) 日本人技術者 (i) irrigation depart- ment で作る。 - irrigation depart- ment - |
| IV-4-(8) Plans of standard Structure | (i) Indian Standard Institute にある。 - OW & PO - | (i) 用水路についてある。 (i) 一般規準はない。個々 に設計している。 - irrigation depart- ment - |
| IV-4-(9) Laws and rules of labour | (i) tender form がある。 - OW & PO - | (i) あり。 - 日本人技術者 - (ii) general condition については政府で決めてい る。 - irrigation department - |

| 項 目 | イ ン ド | ス リ ラ ン カ |
|-------------------------------------|---|---|
| IV-4-00 Insurance | (i) contractorがある。 - CW & PC - | (i) 保険については irrigation department に聞くべし。 -日本人技術者- (i) ある。 -irrigation department- |
| IV-4-01 Procurement of materials | (i) 国内生産物を最優先、パイプは、中口径まで国産である。水利組合で、種々の建設部材の生産を行うことあり。 - CW & PC - (ii) 石塊構造 Brick と石塊構造が多い。 -日本人技術者- | (i) 鉄-外国から輸入。 セメント-生産しつつあり。 -日本人技術者- (i) British standardを作っている。 材料の輸入には、政府に申請して審査を受ける要あり。 -irrigation department- |

3 専門分野別各論

3-1 一般事項

インドおよびスリランカの農業水利計画についての一般的事項として、以下の項目を取り上げる。

3-1-1 気 候

降水は、インドはその南部が熱帯北部が亜熱帯に属し、年間雨量は平均 $1,120 \text{ mm/year}$ で、 200 mm/year の砂漠から 4000 mm/year の多雨地帯をも含む世界で7番目の広大な国である。

インドにおける降雨量は、 $370 \times 10^6 \text{ hecter - metres}$ で、その30%が地下浸透しそのうちの10%程度が地表近くの作物根群層に保留される。約40%が地表流出し、他は蒸散、蒸発によって空中に還元されている。

平均気温は、インドは広大な面積のために地方によって大巾の変化がある。

蒸発量は、インドでは最少 2 mm/day 、最大 16 mm/day で平均 6 mm/day 程度である。

スリランカは熱帯に属し島国であるが、その面積の $\frac{2}{3}$ は年平均降雨量 $1780 \sim 2030 \text{ mm}$ のドライゾーンで、面積の $\frac{1}{3}$ は $1,780 \sim 1900 \text{ mm}$ のウェットゾーンに分れている。平均気温は $26.7^\circ \sim 27.8^\circ \text{C}$ である。

3-1-2 河川流量

インドの平均的な河川の全流出量は $167 \times 10^6 \text{ hecter - metres}$ であり、大河川としては Ganga 河を代表として多数の大、中、小河川がある。河川流量に対しては、その統計的な特性が研究されている。それによると40年程度の平均値を取れば、殆んど正しい平均流量が得られると言われる。

流出公式については、月流出公式、season 流出公式、年流出公式などが研究されている。しかし、これらにおける諸係数は先行降雨をも考慮す

ることになっているが、精度は悪く、最も精度のよいものとしては最近の理論を用いた河川流量を降雨との相関関係から求める方法が推賞されている。また本解析に必要なデータの収集年数は、4年程度のものよいと言われている。

河川の平均流量の値と、低水量、高水量との関係が統計的に調べられており、両者の間に略一定の関係が指摘されており、これが水利計画に際しての bad year の決定に使用されている。

スリランカにおいては、略中央に高い山塊を持ち、それより河川は四方に流出している。全体的に流路は短いが、そのうち北方に流れる河川が流路が長い。103本の河川があり、流域面積は10 Km² から10,000 Km² の間に分布している。最大、最長の河川は、Mahaweli 河で長さは327 Kmである。

名 称

| | |
|-------------|------------------------|
| Mahaweli 河 | 10,448 Km ² |
| Aruvi Aru 河 | 2,284 Km ² |
| Kalu 河 | 3,720 Km ² |
| Deduru 河 | 2,642 Km ² |
| Walawe 河 | 2,470 Km ² |
| Kelani 河 | 2,292 Km ² |

全島への降雨量は、 $132,000 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$ で推定全流出量は $43,000 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$ で平均30%である。これを全島の流出高に換算すると66cm/yearとなる。

wet zone を見ると、20河川で $20400 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$ で dry zone は83河川で $22,800 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$ である。このため dry zone の農業水利開発のためには、他流域との流量調整が重要であることを示す。現在かんがい使用されている水量は $6,170 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{year}$ で全流出量の14%に当る。

3-1-3 土 壤

インドにおいては土壌を大きく6つに分類している。alluvial, Black cotton Red lateric, lateritic, Arenacious, sandyがこれである。

スリランカにおいては、National Soil Survey Project(1959)によって、国際規格で土壌分類が終わり、現在 Soil map が完成している。ここでは14種の土壌が分類されている。そのうち代表的なものを挙げると次のようである。

1. Reddish Brown Earths (dry zone)
2. Non-Calcic Brown Soils (dry zone)
3. Red Yellow Podzolic Soils (wet zone)
4. Red Yellow Latosols (dry zone)
5. Reddish Brown Lateritic Soils
6. Regosols (beach)
7. Alluvial Soils (flood plane)
8. Solodized Solonety

に分類されている。

3-1-4 地下水水源

インドは地下水利用について次表が示されている。

| year | plan | Gross irrigated area 10 ⁶ hectares | Volume of water 10 ⁶ hectare-meters |
|---------|---------|---|--|
| 1968~69 | Annual | 12.9 | 8.15 |
| 1973~74 | Forth | 17.8 | 11.25 |
| 1978~79 | Fifth | 22.7 | 14.35 |
| 1983~84 | Sixth | 27.5 | 17.37 |
| 1988~89 | Seventh | 32.4 | 20.45 |

なお州毎の地下水調査とその利用可能量の推定が行われている。水質については、内陸型の高塩分濃度の場合があり良質の地表水と混合してかんがいを使用しているところもある。また地下水は、内陸型塩害を防止するための地下水低下作用を期待して開発される場合もある。

スリランカにおいては、現在までの調査の段階では地下水の存在場所として、

The central high land zone

The Dry low land zone

The limestone regions of the north

The Coastal zone

The jaffna Peninsula

が指摘され、また Dry zone では、

1. North western limestone belt
2. The Pleistocene and Recent deposits,
3. The Coastal zone and
4. The Crystalline Basement Complex

が指摘されている。

水質については、農業用水として問題はない。

3-1-5 農業開発に係る行政機関

インドの独立時の法律の中で、irrigation は州に属するものとされ、中央政府は州間にまたがる開発、調整で議会の承認を得たものについて責任を持つことになった。しかし、経済計画の導入および Planning Commission の設立により、総合開発計画が関連する地方に対して準備される。

Planning Commission によって承認を要するものは、RS、15×10⁸ 以上のかんがい計画が対応する。

同時に、Ministry of Irrigation and Power もま

たかんがいに関係している。これらは、Central water and Power Commission の助けを得て、州政府から提案された Major and Medium 計画について Planning Commission にアドバイスする。一方 Minor Projects は Ministry of Food and Agriculture によって、あるいは Ministry of Community によって処理される。

Planning Commission において、Irrigation and Power Division は Major and Medium Project を担当し、Agriculture Division は minor Irrigation Scheme を担当する。

Central Board of Irrigation and Power は、独立機関としてあり、中央政府および州政府の幹部技術者を包含する。これは調査機関であり技術面、irrigation 管理、排水、水力、洪水調節の改善に対しての指針を作る。また同時に、国際機関の窓口となっている。本機関は非常に大きな実権を持っている。また、開発の実行に際しての物質的調整の機関でもある。

スリランカは、Irrigation department が Ministry of Agriculture, Land, Irrigation and Power のもとにあり、Director of Irrigation によって支配されている。その主な内容は、

- a. Major and Minor irrigation
- b. flood protection
- c. drainage and reclamation of marshy lands,
- d. 耕地からの塩分排除
- e. irrigation, drainage, 植民問題の計画

国家は Territorial Division に分かれ、Divisional

Engineer によって統治されている。各 Division は Sub-Division に更に分かれ、irrigation 技術者群によって構成される。

主要施設の建設と維持、Minor works の建設は territorial staff の主な仕事である。

District Agricultural Committees は、Revenue officer の支配のもとで重要度に応じて preliminary investigation, full investigation and construction を司る。Planning Branch は Major Project の設計を行なう。

3-2 かんがい計画

かんがいは、植物 — 土壌 — 水の相関関係より、生理的な水があれば十分な筈であるが、その水を自然界における諸制約に打ち勝って供給するためには、人工的なかんがいの技術と広大な水利施設の建設が必要である。

3-2-1 計画年

インドにおいては、計画年の概念は極めて重要である。

この概念を具体化するためには、技術的なものと経済的なものとの調和、あるいは妥協が必要である。

計画においては数十 ha の小規模なものから、数十万 ha の大規模なものまで含まれているため、それらを統一的に規定する。この計画年の概念について日本方式との関連で検討してみましょう。

(i) 日本式計画年

過去 10 年以上に渡る降雨記録あるいは河川流量記録のうち、かんがい期における全雨量の $\frac{1}{10}$ 確率に相当する年を計画渇水年と定義し、その年についてのみかんがい用水量の検討を行って、かんがい計画における水計画を立案する方法である。

河川流量に対しては、その毎年の濁水量を過去10ヶ年以上収集し、その10年に1回発生する程度の濁水量をもって、水計画の検討を行う計画濁水年を定義するものである。本法においては、解析の単位時間は5日間が使用される。

(ii) インドにおける Bad Year

インドにおいて使用される概念は次のようなものである。

まず測水地点における年間平均流量を求める。この平均流量は、観測年数の関数であるが、40年程度以上の平均を取れば殆んど正しい値が得られる。この平均流量に対して、濁水量、低水量、平水量、豊水量および高水量がその何%に当るかを調べ、その分布型を求める。この統計的な分布型を用いて Bad year を定義する。すなわち、インドでの Bad year とは平均流量の $\frac{2}{3} \sim \frac{3}{4}$ の流量がこれに相当し、かんがい計画はその流量に対して計画される。

本方式は、インドおよびスリランカにおいて採用されている方法であるがこの方法と日本式計画濁水年との間の関係を、今後充分研究する必要がある。本法においては、解析の単位時間々隔として1ヶ月が使用されている。

計画法は完全であるが、実際の農地において末端まで水が来ないという現状を、インドおよびスリランカで見たが、これは水管理の技術面も重要であるが、それと同時に計画年あるいは Bad year の考え方に對し、今後充分な研究が必要であることを示していると考えらる。

3-2-2 作物用水量

インドにおいては、計画年 (Bad year) が設定された次にかんがい用水量の計算に入る。Water Requirement の算定方式としては一般に次の方法が使用される。

(i) ET (Evapotranspiration)

蒸発量は、インドでは $2 \text{ mm/day} \sim 16 \text{ mm/day}$ の変化が季節によ

り、あるいは場所によりある。

かんがい計画に必要なETについては作物毎に実測値が使用される場合もあり、公式を使用する場合もある。公式としては、Bridgman 公式を使用することが多い。

スリランカにおいてもインドと略同じ考え方によっているが、基礎となるデータの精度は今後充実していかなければならないであろう。

3-2-3 浸透量

インドにおいては、畑地および水田をも含めて rate of infiltration として定義されている。この値は、土壌の種類、かんがい方法によっても異なる。実測地および計算法が用いられている。

スリランカにおいても同様であるが、最近のUDAWALAWE地区などの経験を反省して、比較的地表勾配の急な地区（数百分の1こう配程度の水田）の用水量においては、予想外に多くの水を必要とすることに気付いているが、その原因を傾斜地における浸透水量の増大によるとする考え方がある。

3-2-4 有効雨量

インドにおいては、有効雨量は1ヶ月単位での算定法が慣用されている。その計算式は次式による。

$$RE = C \cdot R$$

R : 1ヶ月雨量
C : 係数 (Hyderabad では0.7程度)
RE : 有効雨量

本方式は、降雨特性とも密接に関係している。比較的係数が大きいのは降雨型が日本と異なっているためかも知れない。なお、5mmを無効として無視していないのが特長であろう。但し、これはあくまで計画上の取扱いにすぎない。

スリランカにおいては、計画の中に有効雨量を理論的に取り入れることは

不十分である。

3-2-5 圃場損失

インドにおいては、圃場にかんがいされた用水の一部は、地表を通過して排水路あるいは低位部に流出する。これは、Water-logging の原因であり局部的排水不良、あるいは塩類の局部的集積を低位部に発生させる原因でもあり、また水の無効流出でもある。その値は、全く規定し難いものであるが、しかし計画によっては降雨の無効流出も加わり無視できない場合が多い。

スリランカにおいては、末端かんがい水管理施設の不備のために、相当量の圃場水損失を生じているのが実態であるが、まだそれを数値的につめることは不十分である。現在、代表的地区を選んでその水収支が研究されている。

3-2-6 圃場かんがいシステム

インドにおいては、圃場におけるかんがいのパターンは以下の方法が見られる。

a) rain fed irrigation

b) canal irrigation

b) の人工的なかんがいについては、以下のような方法がとられている。

i) surface flooding

◦ wild flooding or un-controlled flooding

◦ flooding from field water courses

◦ flooding in border strips

◦ flooding in level checks

ii) irrigation through furrows

iii) sub-irrigation

iv) sprinkler irrigation

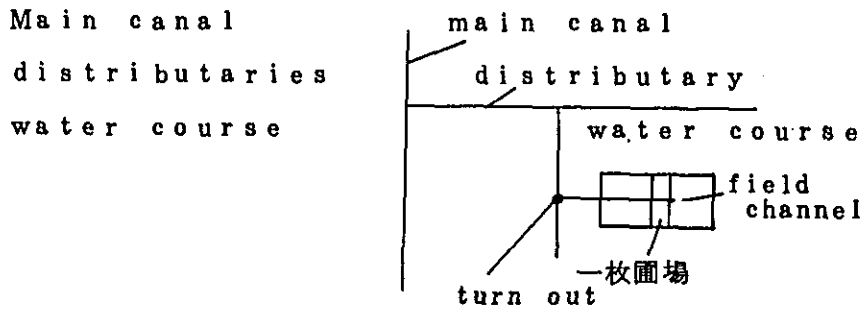
v) drip irrigation

圃場は30～50 haを団地とし、water courseからの turn out より下流は、field canal によって一枚一枚の農地に配水される。

スリランカにおいては略インドと同様と考えられる。

3-2-7 導水システム

インドの導水システムは次の名称を持っている。



これら導水システムの特徴は以下のようである。

- i) 土水路が殆んどである。
- ii) 浸透損失量が多い
- iii) 流れの変化する断面は lining する。

導水損失量については次の数値が用いられている。

- i) main canal から water course まで全部を含めて取水量の30～50%。
- ii) water courses のみで15～40%の loss を実測した例がある。
- iii)

| | |
|--------------------------|--------|
| main canals and branches | 17% |
| distributaries | 8～10% |
| field water courses | 20～27% |
| | 45～54% |

スリランカにおいては、main canal と distributary の

術語が用いられている。但し、古来多数の調整池がこの導水システムの中に配置されており、現状においてその巧妙な操作の重要性が指摘される。

3-2-8・頭首工

インドにおけるかんがい計画の主体は頭首工にある。しかし、その構造上の特徴は電源の不足から来る人力操作と云う限界およびセメントの不足が挙げられる。

石材とレンガの広範な利用が考えられる。Ganga 河の頭首工は約 200 年前に建設されたものであるが、現在においても充分にその強度を発揮している。

スリランカにおいても、従来可動セキを主体とした頭首工があるが、これらは電力を使用できないという制限のもとに作られたもので規模も小さいのが特徴である。

3-2-9 貯水池

インドにおける貯水池は、建設コストの軽減上 masonry Dam にその特徴を見出すことができる。Nagar juna sagaru Dam は、連日数万人の労働者による石材の運搬によって建設されたもので、現在 masonry Dam として世界最大のものとなっている。

インド南部においては、多数のタメ池が散在している。これらは、一搬に水深が浅く、むしろ調整池としての活用をはかる必要がある。

スリランカにおいても、歴史的に貯水池の数は多いが、その個々の貯水池の管理と共に、特に重要なのは全水系の水のバランスを取りつつ、総合的貯水池群を管理しうるシステムを作ることが、今後に残された重要な課題であると考えられる。

3-2-10 水源計画

水源計画は、農業に限られた面積でその生産量を増大させるために極めて重要な要素となって来ている。この水源計画の基本的なアイデアとしては、確率的概念が使用されているが、実際の計画においてこのアイデア

を、日本式との対比のもとに検討することが重要である。また、農地に水利施設の投資が長年に渡って続けられ蓄積されて、はじめてその生産性を高めるための基盤が成立するものであり、そのためには長期に渡る局部的投資がなされることになる。その投資の初歩的な段階における干ばつ被害は額も小さいが、投資が進んだ段階で水不足が生じると被害額は増大する。このことは、高度なかんがい施設のあるところには、計画年において更に確率の大なる計画がされるべきであり、粗放かんがいの地域においては10年確率でよいと考えられる。

日本人技術者による10年に1回の渇水年を対象とした計画年の考え方は、長期に渡るデータが充分揃っているところでは、比較的水利安定度が高い方法である。しかし、南西アジアのようにデータの不充分なところでは、返って取り扱いにくい概念となるのではなからうか。

長年の平均流量を算定し、その70～85%を使用する計画年の考え方がインドおよびスリランカにおいて見られるが、本方法は、解析は簡単であるが今後十分な研究が必要と考えられる。もし、地区的な分布形状が得られれば、今後データの不足する国での農業水利計画に適用性の広いものと考えられる。

3-2-11 干ばつ被害に対する平均的影響と局部的影響

かんばつ時に対する対応の仕方が、全面積に対し平均的に定義すると、何%という表現になるが、これは局部的に全滅という地域のあることを許す概念であり、その局部的被害地域の農民の損害は、その投資が高くなればなるほど許容し得ないものになってくる傾向がある。

3-2-12 地下水補給

経済的な小規模農業水利計画として、インドにおいて特に注目されている。大干ばつ時の地表小補給、塩害対策として、今後理論的につめていく価値があろう。

3-2-13 取水導水計画

頭首工による河川からの取水、地下水取水などに見る取水機能において次のような問題点がある。

I) 取水時における用水の選択取水

雨期、乾期を通じての取水とその流出機構を見ると、濁水状態の河川水を連続的に取水する必要がある。また頭首工のタイプは、自然河川（無堤防河川）の場合可動セキタイプが多い。

特に雨期には多量の河川水があり、濁水となるが、一般に沈砂池は設けなくて一次沈澱を、可動セキ上流部の貯水部で行うことになっている。セキ操作を巧くして取水口に浮遊砂が流入しないようにすることが要求されている。現実においては、これら操作システムが不完全で（電源のないところも多い）導水路内に多量の有害上砂を流入させている。

インドで sand ejector の研究がなされているが、更に効果的な取水口の水利構造の研究が必要であろう。

II) 導水路

導水路内で流水の阻通を保障するために障害となっている点を次に挙げる。一般に大部分が土水路でありそれも人力施工によっている。

用水路は高地に盛土で作られることが原則であり、その盛土が人力で施工されているため施工の不完全さが目立ち、浸透漏水が無視できない。斜面に作られる幹線水路では低地側のみ築堤し、山側はそのまま放置して建設費の軽減をはかっている場合が多い。

本法による時には、幹線内に、流下途中での小支川流量をキャッチできる特徴があるが、水路余水吐について特に注意を払う必要がある。

ライニングはその重要性が認められており、コンクリートブロック、石積、コンクリートフェイス、レンガ、石積で2和土目地練り等が見られるが、全般にライニングなしの土水路が多い。

水路の交差点では、河川を暗渠とし、水路はその上方を通過する場合

が多い。但し本法は、用水路が高所を通る場合であり河川と同じ高さを通った場合には河川と水路を平面交差させ、交差部にゲート（角落しなど）を付けることがある。本法は、計画完成後の用水、排水に対する水管理が便利なところにおいてのみ成立する工法であろう。

Ⅲ) ライニング

全般に行われていない。但し、取水口、分土工、水路余水吐、落差工、断面変化部などの流れの乱れる部分の前後において、局部的にライニングを行い、土水路の堤防侵食を防いでいる例がある。

なお、field canalは水損失の点から見れば重要部分であり、レンガライニング水路（インド）が見られた。なおライニングは、水管理上重要な働きをするから、その現地材料による施工が今後望まれる。

水牛による堤防の草生管理がなされており、その将来展望については、社会情勢をも考えた見通しが要求されるであろう。

Ⅳ) 草 生

緩勾配地帯の水路に水草の群生が見られる。その対策に苦慮している（インド）が、水草の生長速度が異常に速いので、三面張ライニング、あるいは草刈管理機械の考案が必要であろう。

Ⅴ) 送水水量損失

水源から turn out までの間で40～50%は普通である。これは圃場損失を含まない値である。ペーパープラン上認められている数値であり、現地における実績では60%以上の例も見られる。今後、計画の立案に当り、本数値は非常に重要であり、intensiveな農業開発と送水水量損失との関連を注視していかなばならないであろう。

3-2-13 調整池

水路と調整池の合理的組合せが、今後の水管理上の重要な課題であろう。調整池の年間蒸発量が、インド、スリランカの乾燥地方では3000mm程度は見込まれるので、浅い調整池は効率が悪いことも考慮に入れる必要が

ある。

3-2-14 配水計画

末端30～50 ha以内に対しての分水を配水計画とすれば、この水量は、作物の作付パターンとの関係において、重要なものとなる。作物のパターンは、年一作の場合、水稻か畑作になり、あるいは年2作あるいは3作の場合がある。シュガケーンを作る場合には、2～3年を通じて作付パターンが決る場合がある。

以上の作物が、一つのブロックを形成している場合、あるいは1ブロック内に数種の作物集団が作られている場合がある。これらの作物システムに対しては、その種類のみならず播種準備(苗代を含む)、播種、植付、生育時期、登熟刈取の時期、および乾期、雨期などの季節、あるいは毎日の雨の降り方などによって、各ブロックへ配水すべき水量が異なる。

以上の要求にマッチするような配水量を分水点で決定することは、水の高度利用上重要なポイントである。

必要な水量を必要な時期に必要な場所に配ること、これはかんがい事業においてその目的を達成するためのキーポイントであるが、この配水オペレーションは、古いかんがい地区においては、経験に富む water committee, watch man 等の組織によっている。新しいかんがい地区においては経験の不足が見られる。特に行政上、水源からこの配水点までを政府管理にし(irrigation department)、それより下流の圃場を農民管理(minister of agriculture)に分離したところが多いが、両者の連絡に不十分さが感じられる。

3-2-15 圃場かんがい計画

配水点から下流の圃場内の各農地には、field canal によって導水される。1枚1枚の水田は、1段程度を基準値としているが、それに至るまでに多くの問題が発生している。農民のかんがいに要とする労力を節減さしうる型態の探求は重要である。

1) field canal における水輸送

field canal は索掘りの溝により送水されることが多い。しかし、この溝は草が多く、また作物形態によって場所が変動することがある。field canal waste は作物の種類、時期によっては、かんがいを必要としない農地に排水不良を生じさせることもある。また、農地末端まで水が行き渡るのに長時間を要するし、行き渡らせることが不可能な場合もある。

II) ローテーション

畑作地帯の圃場かんがいは昼間のみなされ、夜間のかんがい労働を行わないため、夜間の用水量を合理的に使用する必要がある。夜間用水は、水田ブロックあるいは調整池に流入するような計画が事前になされる必要がある。数日から10日程度のローテーション周期が多い。

III) かけ流しかんがい

field canal を作らずに water course (インド) あるいは distributary (スリランカ) から直接圃場へ取水し、水田群を流下して下流側河川(排水路)へ流下する方式、すなわちかけ流しかんがいが大部分であり、水管理の行政機構とも関連して過大取水し、不用時の流量制御がなされていない地域も多い。

3-2-16 用水の還元利用

かんがいブロックにおいては、明らかに無効放流が生じても広域的にその排水を下流域で再利用しうるよう調整池、水路網の計画がなされる必要があり、これによって局部的には粗放かんがいであっても、広域的には水利用の高度化が達成しうるであろう。

スリランカ、dry zone の溜池群の機能、あるいはインド南部の溜池群の機能はこれに近いものであるが、今後技術的に更に追求する必要がある。

3-3 排水計画

インドにおいては、排水計画は現在重要な事業としての認識が高まりつつある。これは、排水計画と除塩との間に密接な関係が存在するためである。また、若干のシンポジウムが開催されている。

3-3-1 計画排水確率

インドにおいて、農地の排水計画に使用される降雨の生起確率は $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{5}$ 年が多い。平均的な生起確率は $\frac{1}{5}$ 年であるが、たまに $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 年の生起確率あるいは重要なものでは $\frac{1}{10}$ 年の生起確率が使用されている。解析に使用される雨量記録には、1日雨量、2日雨量、7日雨量の場合がある。

3-3-2 排水システム

インドにおいては、排水システムは

- ① Collection system
- ② Disposal system
- ③ Outlet

に分れている。

Collection systemでは、collection ditches, furrows, Row ditches, field ditchesがあり、これらに続くものとして Disposal ditches, field lateral, Main drainがある。

3-3-3 計画排水量

インドにおいては、計画排水量は次式が使用されている。

$$Q : C M^{\frac{5}{4}}$$

Q : 計画排水量

C : 排水係数

M : 流域面積

Cの排水係数は地形によって相当変化するものである。

3-3-4 排水時間

インドでは、1日雨量を1日排水するのがよいと考えられるが、24～48時間雨量を排水時間に使用する場合がある。 $\frac{1}{5}$ 年確率で24時間雨量を使うのがよい。

field crops は40時間以内の排水が必要である。特に、Kharif の paddy は72時間以内において排水することが必要である。

なお、以上の考え方は5000ha以内の地域について言えると言われている。

3-3-5 調査法

計画洪水量の算定に当っては次の方法を用いる。

- i) 洪水痕跡
- ii) 流出公式
- iii) 包らく線
- iv) flood frequency analysis
- v) rational method

15年以上の降雨量から100年洪水を求めるべく努めているが、確率計算において100年確率を求めるためには、50年のデータを必要としている。また、1000年～10000年を求めるためには、40～100年のデータを必要としているが、許容誤差について取り扱い上問題を残している。しかし、インドでは一般に25年以内のデータが多い。また平均流量と10年洪水との関係を求めているところもある。インドは面積が広いので、Depth～area～duration の関係を取り入れることが必要である。洪水流出におけるおくれ時間(lag time)については次式を用いる。

$$t_p = C t \left(\frac{LLC}{\sqrt{S}} \right)^n$$

$$n = 0.38$$

$$C t = 1.2 \quad \text{山地}$$

0.72 斜面

0.35 平均

LC = 測点から流域重心点までのマイル数

L = 測点から流域上流端までのマイル数

S = 流域面積

3-3-7 排水不良の現状

I) 排水不良地域

ベンガル湾周辺のデルタ地域においては、広大な排水不良地域が存在し、この対策としては極めて規模の大きい輪中方式の採用と、防潮ゲートの建設が優先するであろう。また内陸部においても、局部的に湛水地域がありその排水の必要性を感じながらも、その計画は河川コントロールの範囲内でしか考えられていない。また、スリランカのデルタにおいては、砂洲の形成による河口閉塞が処々に見られた。

II) 排水路

人工排水路は極めて少なく、自然河川が排水路として利用されている。

III) 排水と農地開発

ラグーンと称されるところで、排水改良と開田、および淡水湖化による水源手当により開発される農地は、広大なものが残されている。

排水計画は、現在のところ農業水利の主流をなしているものではないが、理論的にその重要性は認識されている。

IV) 圃場排水計画

圃場排水については、地表排水が注目されており地下排水は殆んど考慮されていない。しかし、内陸型塩害対策としては、重要な手段として許容地下水深の研究がなされており、地下水利用との関連による地下水位の人工的制御が試験的手段としてなされている。

3-3-8 暗渠排水

Kirkhanis formula などを用いて暗渠(タイル)の設計がな

される場合がある。これは、単に余剰水を排水するのみならず、water logging を防止して内陸型塩害を防止しようとするためのものである。

3-3-9 Tube well による地下水位コントロール

Tube well による地下排水と同時に、その水をかんがい用水に利用しようとする構想で、Minor Project 単位でその数は増加しつつある。但し、問題点として、井戸のフィルター老化による揚水量の減少が顕著である。フィルター機能の低下の理由は、単に細粒子がフィルターの空隙を充てんするのみならず、フィルターの材質、化学変化による老化もある。インド、U.P 州の研究所において、フィルターの研究が熱心に行われていた。

3-4 内陸型除塩計画

インドにおいて見られる重要な問題の一つに、かんがい計画完成後における農地の塩害問題があり、その除塩計画の重要性が最近とくに重視されて来つつある。除塩計画対象地区面積は 7×10^6 ha と云われている。今回の調査の主目的の一つに、本問題が取り入れられていたので、以下その調査結果について記す。なお本現象は、東南アジアおよびスリランカにおいては、それほど顕著でなかった。

3-4-1 研究の現状

水路により導水されたかんがい用水が圃場に給水され、地表から蒸発する場合に、水中に溶かしていた塩類を地表に残留させるため、とくに、地表から数 10 cm の範囲において、塩類濃度が高まり、植物生産に対して、甚しい害を与える。本塩害は圃場の地形的条件も関係し、かんがい余水の集積する場所には特に著しい。これを Water logging と呼んで、その対策を研究している。

インドにおいては、農業試験場において、水-土-植物の面からその対

策が真検に研究されており、U . S . A の研究成果をもとにした多くの研究成果が出つつある。

3-4-2 塩害地の植生被覆

裸地をさけて植生で地表を掩うことが、土壌面蒸発を抑制する効果の著しいことが認められている。よって、常時作物を栽培することが塩害軽減のために有利である。

3-4-3 塩害地の土壌改良

塩害地に gypsum を施用することにより、アルカリ度の軽減をはかり、作物生産に成功した試験結果が多く出されている。

3-4-4 圃場地下水位のコントロール

圃場地下水位を低下させることにより、濃い塩類濃度の地下水の毛管上昇による水分上昇を抑制する方法が有効であることが認められている。その深さは1 m前後が限界と云われる。

3-4-5 オーバーイリゲーションの防止

必要以上に圃場に給水し、地下水からの毛管領域が地表まで到達することをさける。

3-4-6 かんがい用水中の塩類濃度の人工的調節

作物の種類によって、その生育に適する水質限界が規定されている。この水質限界以下に用水中の濃度を押えるため、良質の河川水と高濃度地下水とを混合して使用する場合もある。

3-4-7 leaching Requirement

土壌中の塩類を浸透水を通じて除くための必要水量を leaching Requirement と定義している。本法は Water logging の心配のないところで有効であろう。

3-4-8 tube wells による地下水位コントロール

tube wells を多数配置し、地下水位を低下させると同時に、揚水をかんがい水として再利用しようとする構想がたてられているが、井戸の

目づまりによる能力低下が問題である。

3-4-9 Water logging の排除

かんがいと同時に排水計画を行い、かんがい余水、あるいは地下水、余剰降水の局所的集積を防止することが重要であろう。

3-4-10 総合的水管理の重要性

塩害は圃場に表われるが、それをコントロールしようとする除塩計画は、結局かんがい排水の計画を一貫したのものとして施工することになる。

またそれを管理する総合的な水管理が必要になるであろう。

3-5 建設、運営、経済評価

(i) プロジェクトの建設

(a) インド

農業用水事業の基幹部分は、プロジェクトの規模により異なるが、連邦政府、又は州政府の灌漑省の監督指導下に工事実施が行われている。そして末端施設は、本来営農技術の普及指導を主務とする農業省が担当している。

このことは後でもふれるが、基幹施設と末端施設、及び営農に結びつかない欠点が、現地の人々から聞かれた。(ひどい時には末端施設が実施されない場合がある。)

この国の灌漑は、長い歴史があり、技術及び工事施行は自前で行われている。建設資材も鉄の一部が輸入である外、セメント等は自給されている。ただ、建設資金は世界銀行等の融資を受けている。

(b) スリランカ

この国の工事実施は、インドと異なり末端までプロジェクト事業として政府により行われ、かつ外国のコンサルタントにより工事完成まで指導を受けている。建設資材はその多くを輸入によっている。建設資金はイ

ンドと同様である。

(II) プロジェクトの運営

プロジェクトが完了（実は主要工事だけのものもある。）しても、その運営と営農がうまく連携していないことを聞くことがあった。営農は安定した水利の他に、生産資材の供給、そのための資金、農業技術、そのための普及活動、農民組織等、多くの要素がうまく活動して発展するのだが、本報告では水利組織と水管理について、考察する。

(III) 水利組織と水管理

(a) 灌漑農業

インド、スリランカは灌漑に対して永い歴史を持ち、世界に誇りうる実績が有るにもかかわらず、低い農業生産力にあえぎ、毎年食糧の不足に悩んでいる。

欧、米の多くの農業は天水依存有畜畑作農業として、地力維持方式を中心として、そこには生産力発展の農法的根拠を内在させているといっ

てよい。これに対して、この地域の灌漑農業は、生産力発展の技術的、農法的根拠を生産過程自体に内包せず、地域的な水制御条件のあり方を発展の主たる契機として形成されていると云える。

(b) 水利組織と水管理の現況と特色

灌漑排水事業は、国または州の灌漑省（Ministry of Irrigation Power）によって行われ、又水管理も国または州で行われている。維持管理費は税金として徴収されているようであるが、未納がきわめて多いとのことであった。

① 水利公社

インドの Faridabad (Haryana 州) では、灌漑事業完成後、水の利用は、水代を前納した圃場にのみ給水されていた。

② Tube-well (掘抜井戸)

同じく、Haryana 州で農民個人、または数人で Tube-well を造り、自分達だけで灌漑している事例があった。

上記、① 水利公社、② Tube-well とともにインドの優秀例として、インド政府が外国人に見せるものだとのことであった。この2つの事例以外に、極めて大規模な灌漑施設が多くあるのだが、農民と水、農業生産との関係がうまくいっていないようにみうけられた。

水稻栽培における農民の水管理は、雨を待って播種または田植のあと、収穫までそれらしい作業（追肥、除草、灌排水、防除）、は行われていない。— いわゆる日本の水管理とは全く異なっている。— この水稻栽培はスリランカの乾燥地帯（Dry Zone）で行われている。焼畑（チェナ）の様ですらあった。

(c) 灌漑農業の資本形成の二重性

灌漑農業においては、地域的な水制御が農業成立の基本的要件となっている。地域的な水制御は、その地域の自然条件ならびに、開発技術のあり方によって、種々の形態をしているが、経済的にみれば、地域的土地資本ストックを形成していると云える。この土地資本ストックはインドの Haryana の Tube-well の地下水灌漑の場合、「経営内施設」となっていると思われたが、その外土地資本ストックは、個々の営農主体の外部に独立して存在する公的な性格をもつという点に大きな特徴がある。この地域的土地資本は、公的な性格をもち、行政的に管理されている。農民の参加による自治的な（日本の水利組織は自治的である。）管理体制はみられなかった。農民にとって、灌漑排水施設は自己の経営の外部の存在であり、農業に必要な水は、“与えられるもの”となっている。

このような二重性は、個々の営農主体の生産が、非完結的であり、公的な補完によって、ようやく、自立性を確保していると思われ
る。— この性格は欧米の自己完結形畑作との大きな違いです。—

もっとも、この公的なかんがい施設が、個々の営農主体との間に契約関係にあり、一種の売水制が行われているインドの Faridabad 水公社の例は、私的な農業経営の自立性を基礎にした社会的分業とみられる。(アメリカには、私的、公的給水機関の事例があるが、日本にはない。)

Green Revolution の進行に必ず必要のものとされた、灌漑排水施設の整備にあたって、農民の参加の必要性が強調されているが、灌漑施設の大部分は国または州により造成され、直接行政的に管理されているのが、現状である。

(d) 灌漑施設投資の生産力化

灌漑施設の資本形成の二重性にもとづく、灌漑農業の発展は、公共的な土地資本形成が主導的な役割を演ずることは、まちがいないが、しかし、これらの投資がすぐ生産力の進展に結びつくとはかぎらない。水制御の外部環境の変化を、営農主体が、経営内部にとりこみ、生産過程の有効なファクターとして利用しうる状態になるかどうか、この投資の生産力化は、生産農民の技術的能力におうところである。焼畑とか、浮き稲栽培をやっていた農民が、飛躍的な環境変化の灌漑農業にほとんど適応能力をもたない事例は多い。

農民自身の主体的な技術的経験の蓄積なしに、この環境変化に対応する柔軟な、技術的能力をもたないのは、当然であろうと思われる。農民の技術的不適応性だけで、この生産力化ができないとするならば、栽培水管理技術等の指導、普及を土地改良投資に併行して進めればよい。

しかし、問題は、水制御の新しい環境に対して、農民が多くの場合、(日本の農民的)関心をもたないと云う点にあるのではなかろうか。この原因は、土地改良投資による新しい水制御環境が、農民にとっては、全く外在的だという点にあるのではないであろうか。農民の側からの農業技術の改良を進め、生産拡大と云う農民の主体的エネルギーの高揚の

未成熟な状態のもとで、外在的に開発投資が行われても、農民はその変化を経営の内部要素化すべき必然性がないのではなからうか。それとも、農民は外部からの刺げきに反応して、自分達の技術を改良して、経済的に豊かになろうとする内部欲求をもっていないのであろうか。このあたりの事情はわからない。ただ、西南アジアの村には、日本の部落にあった、水利共同体を中心とした、生産における連帯ないし、共同の機能は欠けているように見える。この西南アジアの農村に、農民の利害関心と生産への主体的エネルギーをよびおこし、土地改良投資の生産力化を実現してゆく方法は、この部落にいかにして、新しい生命を吹きこむかにあると思われる。

(e) 分権的灌漑組織の必要性

地域的な土地改良施設の建設、管理がもっぱら、国または州によりおこなわれていることは、農民の社会的無力化を促進し、役人への依存をきわめて強くしている。「国家の役人がなしうることについての異常なほどの期待と、国民に対して物事を組織してくれるのは役人の仕事だという感覚」(G. ミエルダール「アジアのドラマ」)と云う現象になっている。国による集権的灌漑管理は、歴史的に成立したものであろうが、現代の土地改良投資は先進国による、技術援助、経済援助として拠点開発が行われることから、巨大な灌漑施設となり、農民の参加を排除して集権的管理にならざるを得ない。

このような環境の中で農民が、土地改良投資を経営内部にとりこみ「生産力化」するためには、いかにしたらよいただろうか。以下にその想定をこころみた。

国による集権的組織に対して、農民による分権的灌漑組織の確立をしなければならぬと思われる。これは農民による自治的な管理組織である。この組織の管理する灌漑施設の規模は、農民が日頃、生活する村の規模以下がよいであろう。なぜなら、水の管理をめぐる利害の連帯性を

多数の農民が実感として計られる広さは、このようなものだろうと思われるからである。この農民の管理する灌漑施設は、その地域内で、水源から圃場まで水利として完結性を備えていること、それは自治的管理組織の自立性をささえる条件ともなっているからである。

以上のようなことは、単なる技術的問題にすぎないように思えるかもしれないが、農民は永い植民地時代、歴史的に成立した、支配されることになれば、地力本願となり、Managementの知識と意よくをなくしてしまっているが、土地資本形成の二重性を克服して、農民の主体的エネルギーの高揚をして初めて、農業発展のスタートと云えるのである。

このようにして、初めて「畦畔は「カニ」の穴が無数にあげられ、湛水している水田は極めて稀であって、配水が止まれば、1日も水はもたない状態の水田が大部分であった」(Dewahuwa の報告書) のようなことが訂正され、用水の計画基準が生きてくるのではないか。さもないと「カニ」の穴が無数にある、水田への配水を基準にして、技術援助をすることになり、結果としての食糧生産の拡大も望めないであろう。

IV) 農業開発プロジェクトの経済効果測定方法

(a) インド・スリランカの計測方法

インド・スリランカ共に「費用・便益比率」(Benefit/Cost ratio) が、使われており、参考として、「内部収益率」(Internal Rate of Return) が採用されている。この費用・便益比率は世界銀行が、プロジェクト評価に用いている方法である。

その計測方式は、次のごとくである。

$$\text{費用・便益比率} = \frac{\text{総純便益の現在価}}{\text{総資本投資の現在価}} \dots\dots \textcircled{1}$$

総純便益の現在価は、ある事業によって建設された施設の耐用年数 n 年数における年々の効果(純便益)を $B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$ とすれば、将来にわたって年々発生する純便益を投資開始直前時点に割引い

た耐用期間における総純便益の和として求められる。

$$\text{総純便益の現在高} = \frac{B_1}{1+i} + \frac{B_2}{(1+i)^2} + \frac{B_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{B_n}{(1+i)^n} \dots \textcircled{2}$$

但し、 B_1, B_2, \dots : 年々の純便益

i : 利子率

$1/(1+i)^n$: 複利現価率

又、総資本投資の現価も、総純便益の現在価の算定と同様、耐用年数 n 年における年々の資本費用を $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ とすれば、将来にわたって年々使用される資本費用を投資開始直前時点に割引いた耐用期間における総資本費用の和として求められる。

$$\text{総資本費用の現在価} = \frac{C_1}{1+i} + \frac{C_2}{(1+i)^2} + \frac{C_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{C_n}{(1+i)^n} \dots \textcircled{3}$$

但し、 C_1, C_2, \dots : 年々の資本費用

i : 利子率

$1/(1+i)^n$: 複利現価率

注) 解説

利息後払いの複利法による利息計算は次式で与えられる。

$$S = P(1+i)^n \dots \textcircled{4}$$

但し、 S : 元利合計

P : 元 金

i : 年 利 率

n : 期 間

今、元金 P を資金の現在価値、複利合計 S を将来の価値と考えると、将来の資金の価値を現在価値に換算する計算式と云える。

④式を変形すると

$$P = S / (1+i)^n \dots \textcircled{5}$$

但し、
P : 資金の現在価値
S : 将来の資金の価値
i : 利子率
n : 期間
 $1/(1+i)^n$: 複利現価率

この計算を複利割引といい、Pを複利現価と呼ぶ。

この費用、便益比率の具体的算定は、年々逐一、資本費用、純便益の現在価を求めることにより行われるが、その算定事例を次に示す。

表 1. 費用・便益比率の算定事例

(単位：1万円)

| 年 (year) | 資本費用 (Capital costs) | | | 純便益 2/ [Net benefits] | 割引率 3/ [present worth factor] | 現在価 (present worth) | |
|-------------|----------------------|------------------------------|--------|--------------------------|----------------------------------|---------------------|--------|
| | 固定費 [Fixed costs] | 運転資本 1/ [working capital] | 計 | | | 資本費用 | 純便益 |
| 1 | 9,000 | - | 9,000 | 0 | 0.9091 | 8,182 | 0 |
| 2 | 12,000 | - | 12,000 | 0 | 0.8264 | 9,917 | 0 |
| 3 | 9,000 | - | 9,000 | 0 | 0.7513 | 6,762 | 0 |
| 4 | - | 2,000 | 2,000 | 4,000 | 0.6830 | 1,366 | 2,732 |
| 5 | - | 2,000 | 2,000 | 7,000 | 0.6209 | 1,242 | 4,346 |
| 6 | - | 2,000 | 2,000 | 9,000 | 0.5645 | 1,129 | 5,081 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 18 | - | 2,000 | 2,000 | 9,000 | 0.1799 | 360 | 1,619 |
| 19 | - | 2,000 | 2,000 | 9,000 | 0.1635 | 327 | 1,472 |
| 20 | - | - | - | 3,000 ⁴ | 0.1486 | - | 446 |
| 計 | 30,000 | 32,000 | 62,000 | 140,000 | - | 36,617 | 48,693 |

注) 1 維持費、運転費、復旧費。

2 (粗収入 - 現在生産費) の庭先価格。

3 割引率、複利現価率

時の金融事情による。かつては 6 ~ 7 % であった。現在は 10 %。

4 残在価値

$$\text{費用・便益比率} = \frac{48,693}{36,617} = 1.3$$

(b) 日本の計測方法

現在、日本で用いられている投資効率方式は、費用、便益比率の1種である。

$$\text{投資効率} = \frac{\text{妥当投資額}}{\text{事業費}} \dots\dots\dots \text{⑥}$$

⑥式に示す妥当投資額は、年純収益を資本還元することによって求められる。ある事業によって造られた施設の耐用年数n年における年々の効果(純収益)をB1', B2', B3', …… Bn' とすれば、将来にわたって年々発生する純収益を事業完了年時点に割引いた耐用期間における総純収益の和は次によって求められる。

$$\text{妥当投資額} = \frac{B1'}{1+i} + \frac{B2'}{(1+i)^2} + \frac{B3'}{(1+i)^3} + \dots\dots + \frac{Bn'}{(1+i)^n} \dots\dots\dots \text{⑦}$$

年々の純収益が等しければ、(B1' = B2' = …… Bn' = B')

$$= B \left\{ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right\} = \frac{B'}{\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^{n-1}}}$$

但し、 $\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^{n-1}} = \text{年賦金率}$

なお、この妥当投資額を建設期間をも考慮して投資開始直前時点になおすためには、建設期間の利息率をさらに、前記の割引率に加えて、総純収益を割引けばよい。

$$\text{妥当投資額} = \frac{B'}{\left\{ \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^{n-1}} \right\} \times (1 + \text{建設利息率})} \dots\dots\dots \text{⑧}$$

但し、建設利息率：0.25 × 0.4 × 0.65 × 建設期間

0.25：事業費の農家負担分

0.4：事業進捗率の平均利率に相当するための調整

係数

0.065：利子率、農協等からの借入の平均利子率。

(c) 両計測方法の比較検討

両方法とも、費用・便益比率であるが、相違点、特色を示すと次のごとくである。

- ① 便益の要素 インド方式では、作物増加便益と施設維持管理費を計測しているが、日本は更に営農労力節減効果、施設の更新効果を計測している。
- ② 便益の計測方法 インド式では年々の便益は変化させているが、日本方式では耐用期間中一定としている。施設の運転経費等は、インド方式では資本費用に入れているが、日本方式は便益の中で処理されている。
- ③ 割引率 インド方式は10%。日本方式は5.5%であるが、建設期間中は6.5%が用いられている。日本方式の建設利息率は、インド方式より効率を良くする方法となっている。
- ④ 事業費 インド方式は、建設費の外に施設の運転経費等を資本費用としているが、日本方式は建設費のみである。

資料収集リスト

1. インド

| № | 資料名 | 著者名・発行機関 | 発行年月 | 入手機関 |
|-----|---|--|----------------|-----------------------|
| 1. | A Textbook of Crop Production | P. C. Raheja, T. Natrarajan, R. K. Tandon, A. P. H. | 1970 | Asia Publishing House |
| 2. | Administrative Aspects of Rive Valley Development | Henry C. Hart | 1961 | Asia Publishing House |
| 3. | Agricultural Financing in India | S. V. Ghosal | 1972 (1963) | Asia Publishing House |
| 4. | Deluge in Poona | Sulabha Brahme, Prakash Gole | 1967 | Asia Publishing House |
| 5. | Economics of Irrigation Rates | Nasim Anwari A. P. H. | 1968 | Asia Publishing House |
| 6. | Irrigation Planning for Intensive Cultivation | H. L. Sally A. P. H. | 1968 | Asia Publishing House |
| 7. | Land and Labor in India | Daniel, Alice Thorner A. P. H. | 1962 | Asia Publishing House |
| -8. | Lining of Earthhern Irrigation Channels | H. L. Sally A. P. H. | 1965 | Asia Publishing House |
| 9. | Soil Productivity and Crops Growth | P. C. Raheja A. P. H. | 1966 | Asia Publishing House |
| 10. | Some Problems of Administrative Law in India | A. P. Hasumani | 1964 | Asia Publishing House |

| № | 資 料 名 | 著者名・発行機関 | 発行年月 | 入 手 機 関 |
|-----|--|---|------------|------------------|
| 11. | A Guide for Estimating Irrigation Water Requirements | Ministry of Agriculture | July 1971 | Jain Book Agency |
| 12. | Design and Evaluation of Irrigation Methods | A. M. Michael, Shri Mohan, K. R. Swomenathan, Water Technology Center | 1972 | Jain Book Agency |
| 13. | Design Curves for Agricultural Drainage Channels | Ministry of Agriculture | July 1971 | Jain Book Agency |
| 14. | Handbook for Agricultural Drainage (Surface Drainage) | Ministry of Agriculture | Aug. 1972 | Jain Book Agency |
| 15. | Handbook on Drainage of Agricultural Land (Part III Subsurface Drainage) | Ministry of Agriculture | Nov. 1972 | Jain Book Agency |
| 16. | Handbook on Irrigation Water Management | Ministry of Agriculture | Sep. 1971 | Jain Book Agency |
| 17. | Reclamative of Alkali Soils | N. T. Singh, Punjab Agricultural University | April 1972 | Jain Book Agency |
| 18. | Soil Erosion in India | Enayat Ahmad A. P. H. | 1973 | Jain Book Agency |
| 19. | Symposium on Sediment Problems in Irrigation and Drainage Channels | C. B. I. P. | June 1969 | Jain Book Agency |
| 20. | Symposium on Soil and Water Management | I. C. A. R. | Feb. 1972 | |

| № | 資 料 名 | 著者名・発行機関 | 発行年月 | 入 手 機 関 |
|-----|--|---|------------|-------------------------------|
| 21. | Tube Wells | V. V. N. Murty, K. C. Jain, R. N. Pandey | April 1973 | Jain Book Agency |
| 22. | A Practical Manual for Water Use Research in Agriculture | N. G. Dastane | 1972 | Oxford Book Stationary Co. |
| 23. | Arid Zone Irrigation | B. Yaron, E. Dan- fors & Y. Vaadia | 1973 | Oxford Book Stationary Co. |
| 24. | Green Revolution | M. S. Randhawa (Vikas Publishing House) | 1974 | Oxford Book Stationary Co. |
| 25. | Irrigation Design and Practice | Bruce Withers, Stanley Vipond, B. T. Batsford Limited. London | 1974 | Oxford Book Stationary Co. |
| 26. | Irrigation Practice and Design Vol. I | K. B. Khushalani, M. K. hushalani Oxford & I. B. H. Publishing Co. | 1971 | Oxford Book Stationary Co. |
| 27. | Irrigation with Saline Water | K. V. Paliwal Water Technology Center | 1972 | Oxford Book Stationary Co. |
| 28. | Review of Work Done on Water Require- ments of Crops in India | N. G. Dastane, Singh, Hukkeri, Vamadevan | 1970 | Oxford Book Stationary Co. |

| № | 資 料 名 稱 | 著 者 名 . 發 行 機 關 | 發 行 年 月 | 入 手 機 關 |
|-----|--|--|------------|-------------------------------|
| 29. | Studies in the Economics of Farm Management | G. C. Mandal, Ministry of Food Agriculture | 1971 | Oxford Book Stationary Co. |
| 30. | Symposium on Optimum Requirements and Utilisation of Water for Irrigation Crops | C. B. I. P. | March 1969 | Oxford Book Stationary Co. |
| 31. | Water Resources of India and their Utilisa- tion in Agriculture | C. Dakshinamurtic A. M. Michael, Shri Mahan Water Technology Center | 1973 | Oxford Book Stationary Co. |
| 34. | Irrigation Channels - their Design and Main- tenance Chapter 8 (Copy) | I. C. I. D. | | I. C. I. D. |
| 35. | Irrigation and Drainage in the World Vol. I | K. K. Framji, I. K. Mahajan | | O. T. C. A. Mr. Ihara |
| 36. | Theory and Design of Irrigation Structures Vol. I | R. S. Varshney, S. C. Gupta, R. L. Gupta Nem Chand & Bros Poorkee | 1972 | O. T. C. A. Mr. Ihara |
| 37. | Annual Administration Report | Central Water & Power Commission | 1973-4 | C. W. P. C. |
| 38. | Capacity Survey of Storage Reservoirs | B. N. Murthy Cen- tral Board of Ir- rigation and Power | Feb. 1968 | C. W. P. C. |
| 39. | Construction of Power House & Tail Race | Gangtok (Sikkim) | July 1974 | C. W. P. C. |
| 40. | Design of Weirs on Permeable Foundations | Dr. E. Mckenzie Taylor Dr. N. K. Bose, C. B. I. P. | 1962 | C. W. P. C. |

| № | 資 料 名 | 著者名、発行機関 | 発行年月 | 入 手 機 関 |
|-----|--|--|-----------|-------------|
| 41. | Estimation of Design Flood | C. W. P. C. | Sep. 1972 | C. W. P. C. |
| 42. | Fluming | C. B. I. P. | July 1957 | C. W. P. C. |
| 43. | Geographical Area and Classification of Reporting Area | Ministry of Agriculture Department Ec. & St. | 1970-71 | C. W. P. C. |
| 44. | Glossary of Irrigation and Hydro-Electric Terms and Standard Nations used in India | C. B. I. P. | June 1953 | C. W. P. C. |
| 45. | Guide Line for Investigation of Major Irrigation and Hydro-Electric Project | C. W. P. C. | Jan. 1972 | C. W. P. C. |
| 46. | Hydraulics of Alluvial Streams (a status report) | C. B. I. P. | June 1974 | C. W. P. C. |
| 47. | Irrigation and Power in the Fourth Plan | Ministry of Information and Broadcasting | Dec. 1972 | C. W. P. C. |
| 48. | Irrigation & Power Projects (Five Year Plans) | C. W. P. C. | Apr. 1970 | C. W. P. C. |
| 49. | Irrigation Atlas of India | Ministry of Education & Youth Services | 1972 | C. W. P. C. |
| 50. | Irrigation Statistics of India | C. W. P. C. | Mar. 1968 | C. W. P. C. |
| 51. | Manual on Canal Falls | C. W. P. C. | Apr. 1971 | C. W. P. C. |
| 52. | Manual on River Behaviour, Control and Training | C. B. I. P. | Sep. 1971 | C. W. P. C. |

| № | 資 料 名 | 著者名・発行機関 | 発行年月 | 入 手 機 関 |
|-----|--|----------------------------------|-----------|-------------|
| 53. | Minimum Investigations Necessary for Preparation of Major Irrigation and Multipurpose River Valley Projects | C. W. P. C. | | C. W. P. C. |
| 54. | Proceedings Forty-Third Annual Research Session Vol. I - Hydraulics | Dehra Dun, U. P. | May 1973 | C. W. P. C. |
| 55. | Proceedings Forty-Third Annual Research Session Vol. II - Hydraulics | Dehra Dun, U. P. | May 1973 | C. W. P. C. |
| 56. | Proceedings Forty-Third Annual Research Session Vol. III - Concrete and Soil | Dehra Dun, U. P. | May 1973 | C. W. P. C. |
| 57. | Report of the Irrigation Commission Vol. I, II, III, IV | Ministry of Irrigation and Power | 1972 | C. W. P. C. |
| 58. | Scale of Survey | C. W. P. C. | | C. W. P. C. |
| 59. | Symposium on Canal Lining | C. B. I. P. | Feb. 1967 | C. W. P. C. |
| 60. | Symposium on Economics and Financing of Irrigation, Drainage and Flood Control Works | C. B. I. P. | Aug. 1967 | C. W. P. C. |
| 61. | Symposium on Economic and Optimum Utilization of Irrigation Supplies (Report on Measures to Accelerate Utilization of Irrigation Water) Part I, II | C. B. I. P. | Dec. 1961 | C. W. P. C. |
| 62. | Symposium on Efficiency of Water Distribution and Use on the Land | C. B. I. P. | Aug. 1967 | C. W. P. C. |
| 63. | Symposium on Energy Dissipators | C. B. I. P. | Aug. 1961 | C. W. P. C. |

| № | 頁 科 名 | 著者名・発行機関 | 発行年月 | 入 手 機 関 |
|-----|--|--|-----------|---------------------|
| 64. | Symposium on Flood Forecasting Control and Flood Damage Protection | C. B. I. P. | Nov. 1970 | C. W. P. C. |
| 65. | Symposium on Irrigation Water Management | C. B. I. P. | Sep. 1968 | C. W. P. C. |
| 66. | Symposium on Management of Irrigation Waters | C. B. I. P. | May 1969 | C. W. P. C. |
| 67. | Symposium on Sediment Problems in Irrigation and Drainage Channels | C. B. I. P. | June 1969 | C. W. P. C. |
| 48. | Symposium on Waterlogging-Courses and Measures for its Prevention Vol. I, II | C. B. I. P. | Dec. 1972 | C. W. P. C. |
| 69. | The Standing Wave or Hydraulic Jump | R. M. Adrani, C. B. I. P. | Sep. 1964 | C. W. P. C. |
| 70. | Upper Godawari-Project Vol. VI-A. B. C. | Government of Maharashtra Ir- rigation & Power Department | Feb. 1971 | C. W. . C. |
| 71. | United Nations Seminar on Water Resources Administration | C. W. P. C. | Jan. 1972 | C. W. P. C. |
| 72. | Water Year Book (1967-68) Mahanadi Basin | C. W. P. C. | 1971 | C. W. P. C. |
| 73. | Water Year Book (1970-71) Sabarmati Basin | C. W. P. C. | 1973 | C. W. P. C. |
| 74. | Water Year Book (1955-56) Tapi Basin | C. W. P. C. | Sep. 1960 | C. W. P. C. |
| 75. | Central Soil Salinity Research Institute (Ramphlet) | M. A. (I. C. A. R.) | | M. A. (I. C. A. R.) |

| № | 資 料 名 | 著者名、発行機関 | 発行年月 | 入 手 機 関 |
|-----|--|--------------------------------------|------------|-----------------------|
| 76. | Crops Production Strategy in Rainfed Areas under Different Weather Conditions | I. C. A. R. | 1974 | M. A. (I. C. A. R.) |
| 77. | Fourteen Years of Arid Zone Research (1959-1973) | Central Arid Zone Research Institute | 1974 | M. A. (I. C. A. R.) |
| 78. | I. C. A. R. Handbook | M. A. (I. C. A. R.) | Dec. 1971 | M. A. (I. C. A. R.) |
| 79. | I. C. A. R. Publications 1972 | M. A. (I. C. A. R.) | Mar. 1972 | M. A. (I. C. A. R.) |
| 80. | I. C. A. R. Research Institutes in the Seventies | I. C. A. R. | 1972 | M. A. (I. C. A. R.) |
| 81. | National Symposium on Agricultural Research and Development since Independence | I. C. A. R. | April 1974 | M. A. (I. C. A. R.) |
| 82. | Report on the Visit (Thailand and Philippines) | Water Technology Center | July 1973 | W. T. C. |
| 83. | Studies on Soil-Water-Plant Relationship | Water Technology Center | 1973 | W. T. C. |
| 84. | Water Table Fluctuation and its Interpretation | S. L. Pardey, I. A. R. I. | 1972 | W. T. C. |
| 85. | University of Roorkee (Pamphlet) | University of Roorkee | | University of Roorkee |
| 86. | Water Resources Development Training Centre University of Roorkee (Pamphlet) | University of Roorkee | 1974-75 | University of Roorkee |
| 87. | A Study of Tubewell Failures | H. D. Sharma, U. P. I. R. I. | Jan. 1974 | U. P. -I. R. I. |
| 88. | Annual Report (No. 40-43) | U. P. Irrigation Research Institute | 1970-73 | U. P. -I. R. I. |

| № | 資 料 名 | 著者名・発行機関 | 発行年月 | 入 手 機 関 |
|-----|--|--|------------|---|
| 89. | Design of Syphon Aqueducts | H. D. Sharma U. P. I. R. I. | Feb. 1974 | U. P. -I. R. I. |
| 90. | Design of Well Screen (Report) | A. S. Chowla, H. D. Sharma, U. P. I. R. I. | | U. P. -I. R. I. |
| 91. | Hydraulic Design of Silt Ejector for Lower Sarda Canal - A Model Study | H. D. Sharma, U. P. I. R. I. | April 1973 | U. P. -I. R. I. |
| 92. | Stilling Basin for Hydraulic Structure with Low Foude Number | H. D. Sharma, D. V. Varshney, U. P. I. R. I. | | U. P. -I. R. I. |
| 93. | Siting Ejector in Curved Reach - Sundernage Hydel Channel | H. D. Sharma, B. N. Asthane, P. K. Goel U. P. I. R. I. | June 1974 | U. P. -I. R. I. |
| 94. | Dandakaranya Project (Construction of Parahuole Dam) Recaprtulation | Mr. Oguchi | | Mr. Oguchi (Dandokarania Project) |
| 95. | Paralkote Dam Report and Estimate | Dandakaranya Project Irrigation Circle | Oct. 1951 | Mr. Oguchi (Dandokarania Project) |
| 96. | Analysis of Water Table Fluctuations for the Study of Aquiter Properties | V. V. Dhruvanara- yan S. K. Gupta, Joginder Pol. C. S. S. R. I. | | Central Soil Salinity Re |

| № | 資 料 名 | 著者名・発行機関 | 発行年月 | 入 手 機 関 |
|------|---|--|-------------|--|
| 97. | Design Considerations for Dual Purpose Ponds (Soil Conservation Digest Vol. 2) | S. K. Gupta, | April 1974 | Central Soil Salinity Research Institute |
| 98. | Problems and Methodology of Watershed Research (Report) | V. V. Dhruva Narayana International Hydrological Decade Newsletter -Indi | Nov. 18, 19 | Central Soil Salinity Research Institute |
| 99. | Reclaiming Alkali Soils | I. P. Abrol, K. S. Dargan, D. R. Bhumbra, Central Soil Salinity Research Institute | 1973 | Central Soil Salinity Research Institute |
| 100. | Simulation of Run off from Urban Watersheds (Abstract) | V. V. Dhruva Narayana, Joseph B. Evelyn, J. Paul Riley C. S. S. R. I. | | Central Soil Salinity Research Institute |
| 101. | Use of Aerial Photographs in Surveying Ground-Water and Vegetation Resources in the Arid Zone of India (Report) | Y. Satyanarayan, V. V. Dhruvanarayan C. S. S. R. I. | | Central Soil Salinity Research Institute |
| 102. | Optimum Length Required to be Lined in a Watercourse | S. P. Malhatra | July 1974 | Haryana State Minor Irrigation Corporation Limited |
| 103. | Programme of Work under the Civil Engineering Division Council | Indian Standards Institute | Jan. 1974 | I. S. I. |

| № | 資 料 名 | 著者名・発行機関 | 発行年月 | 入手機関 |
|------|--|--|-----------|------------------------------------|
| 104. | Sectional List of Indian Standards 3. Civil Engineering | Indian Standards Institute | 1973 | I. S. I. |
| 105. | Working Paper for Discussion Implementa- tion of Standards in the Irrigation and Power Sector | Indian Standards Institute | | I. S. I. |
| 106. | Irrigation Development in Andhra Pradesh | Government of A. P. | 1972 | I. D. -A. P. State |
| 107. | Nagarjunasagar Project (Pamphlet) | Government of A. P. | | I. D. -A. P. State |
| 108. | The Technical Club (Vyayawada) | | Jan. 1974 | I. D. -A. P. State |
| 109. | Irrigation Water Control Devices | Larry S. Axthelm A. D. A. P. | 1971 | A. D. -A. P. State |
| 110. | Water Requirements Based on Climatologi- cal Data (Paper) | A. D. of A. P. | | A. D. -A. P. State |
| 111. | Water Utilization Laboratory | L. S. Axthelm, Andhra Pradesh Agricultural Pro- duction Project | 1971 | A. D. -A. P. State |
| 112. | Schematic Representation of Routine Testing | Soil Mechanics Laboratory | | Soil Mechanics Laboratory-A. P. |
| 113. | A Note on the Water Requirements of Differ- ent Crops Furnished by the Department of Agronomy (Report) | A. P. Agr. University Rajendranagar | | A. P. Agricultural University |

| № | 資 料 名 | 著 者 名 . 発 行 機 関 | 発 行 年 月 | 入 手 機 関 |
|----|--|--|-----------|---------------------|
| 1. | Irrigation Plan from Hawanella Oya | M. Shimizu & T. Mashe Dewahuwa Project | | |
| 2. | On Water Management in 73/74 Maha (1)(2) | M. Shimizu & T. Mashe Dewahuwa Project | | |
| 3. | | M. Shimizu & T. Mashe Dewahuwa Project | | |
| 4. | | M. Shimizu Y T. Maehe Dewahuwa Project | May, '73 | |
| 5. | Map-Ceylon (Irrigation Development Potential, Climate, Physical) | M. Shimizu | | |
| 6. | Report on Land Consolidation Work-Result in 73 Yala and Programme in 74 Yala | T. Mashe | | |
| 7. | Program Report on Joint Investigation into the Water Management in SRILANKA | W. M. Gnanatilake & T. Saito | Oct. '73 | |
| 8. | Cost of Production of Paddy YALA 1972 | K. Izume, A. S. Ranatunge Agrarian Research & Training Institute | July, '73 | Lake House Bookshop |

| № | 資 料 名 | 著者名・発行機関 | 発行年月 | 入 手 機 関 |
|-----|--|---|------|--------------------------|
| 9. | Development of Dry Zone Agriculture | O. S. Peries (edited) Swabha- sha Printers | | Lake House Book- shop |
| 10. | Field Crops of Ceylon | S. T. Senewiratne, R. R. Appadurai Lake House In- vestments Ltd. Publishers | 1966 | Lake House Book- shop |
| 11. | The Geology of Ceylon | P. G. Cooray, National Muse- ums of Ceylon Publication | 1967 | Lake House Book- shop |
| 12. | The Planning Implications of the Mahaweli Development Project | M. W. J. G. Men- dis Lake House Investment Ltd. Publishers | 1973 | Lake House Book- shop |
| 13. | Soils of Ceylon and Fertilizers Use | C. R. Panabokke | 1967 | Lake House Book- shop |
| 14. | Soils and Fertilizers | F. S. C. P. Kalpage Colombo Apothe- caries Co., Ltd. | 1967 | Lake House Book- shop |
| 15. | Water Resources of Ceylon | S. Arumugam A Water Resources Board Publication | 1969 | Lake House Book- shop |

| № | 資 料 名 | 著 者 名 . 発 行 機 関 | 発 行 年 月 | 入 手 機 関 |
|-----|--|--|-----------|--------------|
| 16. | Half Yearly Report MAHA 1971/72 | Agricultural Research Station Maha-Illuppallama | | A. R. S. M-I |
| 17. | Half Yearly Report YALA 1972 | Agricultural Research Station Maha-Illuppallama | | A. R. S. M-I |
| 18. | Half Yearly Report MAHA 1972/73 | Agricultural Research Station Maha-Illuppallama | July, '73 | A. R. S. M-I |
| 19. | Half Yearly Report YALA 1973 | Agricultural Research Station Maha-Illuppallama | Dec. '73 | A. R. S. M-I |
| 20. | Half Yearly Report MAHA 1973/74 | Agricultural Research Station Maha-Illuppallama | Aug. '74 | A. R. S. M-I |
| 21. | Walame Project (Design Note 100) Irrigation Channels | River Valleys Development Board Walame Project | | R. V. D. B. |
| 22. | Walawe Project Basic Plan (Map) | River Valleys Development Board Walawe Project | | R. V. D. B. |

| № | 資 料 名 | 著者名・発行機関 | 発行年月 | 入 手 機 関 |
|-----|--|--|----------|-------------------------------|
| 23. | Walawe Soil Map | River Valleys Development Board Walawe Project | | R. V. D. B. |
| 24. | The Co-ordinated Rice Varietal Trial Programme Maha 72/73 | Research Divisions D. A. | Dec. '73 | Okamoto |
| 25. | Agricultural Development Proposals 1966-1970 | Ministry of Planning & Economic Affairs | | Government Publication Bureau |
| 26. | Agricultural Land Law No42 of 1973 of the National State Assembly | | Oct. '73 | Government Publication Bureau |
| 27. | Agricultural Productivity Law No2 of 1972 of the National State Assembly | | Sep. '72 | Government Publication Bureau |
| 28. | Census of Agriculture 1962 vol I | Department of Census and Statistics | 1965 | Government Publication Bureau |
| 29. | Census of Agriculture 1962 vol II-III | Department of Census and Statistics | 1966 | Government Publication Bureau |
| 30. | Irrigation Works Part one-two | R. L. Brohier, Government Press | 1968 | Government Publication Bureau |
| 31. | Report on the Colombo Observatory for 1967 1967 | L. A. D. I. Ekanyake | | Government Publication Bureau |

| No. | 資料名 | 著者名・発行機関 | 発行年月 | 入手機関 |
|-----|--|---------------------------------------|----------|-------------------------------|
| 32. | Statistical Pocket Book of the Republic of Sri Lanka 1973 | Department of Census & Statistics | 1973 | Government Publication Bureau |
| 33. | The Five Year Plan | Ministry of Planning & Employment | Nov. '71 | Government Publication Bureau |
| 34. | Mahaweli Ganga Development Polgolla Division Project Specifications vol IV | Engineering Consultants Inc. (Denver) | Mar. '69 | Mahaweli Development Board |

む す び

今回の調査は、マレー、スリランカの湿潤地帯と、インド、パキスタンの半乾燥地帯（局部的には乾燥地帯をも含む）計4ヶ国について、農業水利計画に関する現地調査、および資料収集を行い、貴重な現地資料など予想外の成果を挙げたことを喜ぶ次第である。

本調査に当り、農業水利計画は、単に農民あるいは一国の経済の問題のみに止まらず、国際間、あるいは人類の将来を規定する最も重要な事業対象となり、農業土木の研究課題として極めて幅広く、かつ奥の深いものであることが実感された。

特に、半乾燥地帯および乾燥地帯における人工的な農業開発の結果が、地帯によっては予想に反してその効果を充分発揮していない事例に接した。しかも、その原因の一翼を、不完全な人工かんがい計画によって、畑への塩類集積を促したことが荷なっていることを思う時、農業水利計画に携わる技術者として、厳肅な気持を禁じ得ない。特に、このような乾燥地帯の農業開発については、降雨に恵まれたわが国の農業土木技術者は過去の経験が乏しく、極めて劣った分野であるが故に、今後の研究課題として真剣に受け止めねばならないであろう。

海外農業水利計画の基準化の努力は、外国駐在の日本人技術者、および関連する各国の技術者の深い興味を引き起こしつつあることが実感された。

我々の行った本年度の調査結果が、計画基準作成の礎石になることを念じつつ、現地調査に協力をいただいた海外駐在の日本政府諸機関、および事業団職員、関連分野の外国諸技術者、調査計画の立案に当られた国際協力事業団の諸氏に、心から感謝する次第である。

付属資料

1. インド

付 属 資 料

| 機 関 名 | 氏 名 | 所 属 |
|------------------------|---|--|
| 大 使 館 | 榎本公使 西脇書記官 | |
| OTCA ニューデリー事務所 | 中村事務所長 庵原事務所員 | |
| 農 業 省 | 三木チーフアドバイザー | |
| ダンドカラニヤ 農 業開発プロジェクト | 吉田専門家 大口専門家 | |
| ヴィアラ農業普及センター | 小林(圭)専門家 坂本専門家 | |
| ICID | Dr. I. K. Mahajan | |
| C. W. P. C. | Y. K. Murthy J. Tripathy K. C. Tomas K. C. Goyal N. K. Agrawal K. V. Ramarao | Member (Foods) Design and Research Progress and Planning Chief Engineer Director Technical Examination |
| | C. L. Ranganathan N. L. Shankaran | Director Hydrology Director Waterways, Irrigation, & Navigation |
| | V. K. Joshi Kailash Narain R. Ramaswany | Director Canals Director Water Resource Director Field Investigation Trisuli |
| | A. V. Motwam | Dr. Director Field Investigation Trisuli |
| | C. V. Rao | Deputy Director Win Directorate |
| | Ra Ttan lal Gazi Ajit Koman N. L. Shankaran Kailash Naryan B. L. Jatana | Deputy Secretary C. BIUP Assistant Engineer |
| 農 業 省 | A. Halsim D. Pandey B. K. Bawega P. S. Peshmuka | D. G. S. E. CGWB C. H. G. B. |

| 機関名 | 氏名 | 所属 |
|--|--------------------------------------|--|
| Water Technology Center (Indian Agricultural Research Institute) Roorkee大学 | J. S. Bali | JC (AC) |
| | J. K. Jain | CE (mi) |
| | N. Parraik | Assist PV |
| | C. S. Sridkarain | Assist PV |
| | Rr. S. S. Pandya | Agronomist Irrigation |
| | Mr. Shri Mohan | Irrigation Engineer |
| | Shri. A. K. Sinha | Soil Physicidi |
| | R. T. K. Sarkor | Drainage Engineer |
| | Prof. Prahlad Dass | Head of Water Resources Development Training Center |
| | Prof. Ravi Datta | Designs |
| Prof. Hari Krishn | Planning Water Resources Development | |
| Irrigation Research Institute (U. P. M) | Prof. Bharat Sinsh | Designs |
| | Prof. O. D. Thopan | Hydro-electuie |
| | Prof. M. V. Verma | Co |
| | Dr. K. B. Agawal | Soil and Rock Mechanics Specialist |
| | Dr. Satish Chandra | Hydrology |
| Ganga Head Works | Mr. H. D. Sharma | Director |
| | Mr. Chawla | |
| U. P. Hydraulic Research Institute | Rajpal Singh | Executive Engineer |
| | B. M. Arooa | Assistant Engineer |
| Faridabad Project-site near Tubewell | S. S. Tiagi | Assistant Research Officer |
| | Satish Chandra | |
| | A. K. Machotra | Director |
| | V. A. Pralash | Ground Water Directorate H. S. M. I. T. C. Super Intending Engineer Tubewell |

| 機 関 名 | 氏 名 | 所 属 | |
|---|----------------------------------|---|--|
| Central Soil Research Instt | Rr. J. S. P. Yadaw | Director | |
| | Dr. I. P. Abrol | Head, Soils & Agronomy Divn | |
| | Dr. V. V. Dhruva Naragana | Head, Engg Divn | |
| | Mr. R. N. Pandey | Drainage Engineer | |
| Indian Standards Institution | Mr. Y. S. Venkates waran | Director General | |
| | D. Ajitha | | |
| | K. Reghaven Dran | | |
| HYDERA- BAD Public Works Dept. | Dr. J. Turushottam | Director Central Division | |
| | Mr. B. Pyda Raju | Executive Engineer P. W. D. | |
| | J. A. Murray | Chief Engineer General P. W. D. | |
| | M. Satyanarayana Murty | Executive Engineer P. W. D. Modernization Cell | |
| | N. S. Vira Raghavan | Director of Agriculture | |
| | D. Balahrishana Rao | Chief Engineer Major Irri- gation & General Irrigation Department | |
| | L. Venkateshwar Rao | Dupty Chief Engineer Nagarjunasager left canal | |
| | Raja Rao | Chief Engineer P. W. D. Medium Irrigation | |
| | Nagarjuna- sager Dam | T. S. S. Subla Rao | Superintending Engineer (Design) N. S. Canals |
| | | Y. S. Venkateswaran | Superintending Engineer N. S. Dam |
| A. Vithal Rao | | Superintending Engineer N. S. Canal | |
| Institute of P. W. C. (Hyderabad) | . Hydraulic Modern Laboratory | | |
| | . Soil Mechanical Laboratory | | |
| | . Structure Laboratory | | |
| Andhra Pradesh Agricultural University | Dr. A. Appa Rao | Director of Research | |
| | Dr. A. V. Chari | Head Dept. of Gronony Andhra Pradesh Agriculture University | |

2. スリランカ

| 機 関 名 | 氏 名 | 所 属 |
|--|---|---|
| 大 使 館 | 大使 林書記官 山本書記官 | |
| デワフア農業開 発協力プロジェ クト | 佐藤団長 清水専門家 真勢専門家 沼田専門家 西川調整員 | |
| Irrigation Department | 斎藤俊樹 R. U. Fernando K. B. E. de S. Karuna- ratna | 熱帯農業研究センター研究員 Deputy Director Deputy Director (Research) |
| D. G. L. | D. G. L. Ranatunge D. G. L. Ranatunge K. A. T. Nikapitiya | Divisional Irrigation Engi- neer (Hydrology) Divisional Irrigation Engi- neer (Planning) Irrigation Engineer |
| Mahavell Development Board | R. S. Coske K. R. de Silva C. Athakorole A. Makeswaran R. S. Jayaratne | G. M. D. G. M. D. G. M. D. G. M. (Design) D. G. M. |
| 農 業 省 | W. R. S. Rajakaruna | Additional Land Commis- sioner |
| Maha Illup- pallma Dry Zone Agri- cultural Re- search Institute | Dr. Walter Fernando J. A. Lewis Henry Gamage G. B. Keerthiratna P. Yoganathn Miss Rice (?) | Assistant Director of Agri- culture (Research) Head of the Mala Illuppallama (Dry) Research Station Research officer (Irrigation) Research officer (東京農工大出身) Irrigation Agronomy Research officer Irrigation Agronomy Research Officer Water Relation Dept. of Agricul- ture |
| Mahaweli Development Board-Kandy Office | | 水島水門製作所 |

| 機 関 名 | 氏 名 | 所 属 |
|--------------------------------------|--|--|
| Vda Walarve Development Scheme | P. Rajendran T. W. de Siva D. P. Dayanonda | Assistent General Manager (Design) Assistant General Manager (Water Management) Civil Engineer |

3. パキスタン

| 機 関 名 | 氏 名 | 所 属 |
|----------------|---|--|
| 大 使 館 | 兼松 武 内藤 武 中山法道 合田宏四郎 岡島 | 大 使 公 使 一等書記官 二等書記官 三等書記官 |
| パキスタン 食糧農業省 | Malek Khuda Bakhsh Bucha Mr. M. Yaqub Mr. Altaf Hussain Mr. Ifte Khar Hussain Shah Mr. Nazim Rana Mr. Sarfaraz Khan Malik | Special Assistant to the PM on Agriculture Secy, Food & Agriculture Chief Engineering Adviser Natural Resources Division Chief Water Resources Planning Division Deputy Secretary Agricul- ture Wing Forwrly Chief Water Re- sources Planning Division |
| WAPADA | Nissar Ahmad A. W. Pasha I. H. Siddiqui Ch. Mdawuad Hussan Asit. H. Kazi Ghaffar Khan | General Manager P. S. U. Depty Chief Engineer Deputy Chief Engineer Director Lhdus Basin Asst Director |
| かんがい研究所 | Barkat Ali Duna Mohammad Ali Ijaz Nabi | Director Principal Research Officer (Hydraulics) Principal Research Officer (Physics) |
| パンジャブ州 | S. M. Ayub | Secretary, Irrigation & Power Dep't |

4. マレーシア

| 機 関 名 | 氏 名 | 所 属 |
|----------------|---|---|
| 大 使 館 | 須磨未千秋 富川明憲 左達一也 | 大 使 一等書記官 一等書記官 |
| 熱 研 | 安養寺久男 江崎春男 山下 | 技術員 機械化団長 |
| 国際協力事業団 | 辻本 | MADA 農業経営担当 |
| マレーシア 農業漁業省 | Mr. Iskak & Haji Potch Akhin Mr. Daniel Mr. Peng Mr. Chong Mr. Lim | 事務次官 Director General DID Deputy Director General Asst D. G. Asst D. G. |
| (MADA) | Dato Mohd Tunin Mr. H. Thoraraj Mr. A. Ahmad Mr. Teoh Mr. San Mr. Affifuddin | General Engineer Head Engineering Division Administration Officer Deputy Head Engineering Devision Agricultural Engineer Head Agricultural Division |