

タイ国
チャオピア川流域水管理システムおよび監視計画
事前調査報告書
(コンタクト調査とS/W調査)

昭和61年10月

国際協力事業団

タイ国

チャオピア川流域水管理システムおよび監視計画

事前調査報告書

(コンタクト調査とS/W調査)

JICA LIBRARY



1030730[4]

昭和61年10月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	'87.5.9	122
登録 No.	16304	61.7
		AFT

目 次

序

第1章要約	1
1. 調査概要	1
1. 背景	1
2. 調査の目的	3
3. 調査団の構成及び日程	4
4. 調査団の訪問先及び面会者	6
5. 要請内容	8
6. 協議内容	9
2. 総括報告	12
1. 調査の意義	12
2. 調査対象地域と調査期間	12
3. 流域の問題点とマスタープラン調査の必要性	12
4. 調査の基本方針	15
5. 本格調査団構成	19
6. 調査にあたっての留意事項	20
第2章現地調査結果	25
1. タイ国の一般情勢	25
1. 経 済	25
2. 第5次5カ年計画	28
3. 農 業	29
4. 灌漑事業とRID	45
2. 計画地域の概要	49
1. チャオピア川と自然	49
2. 農 業	52
3. 水管理施設・水管理システムの現状と課題	56
1. 概 説	56
2. 水利施設の配置と特色	56
3. 灌漑事情	60
4. 水管理システムの現況	61

5. 水管理システムの課題と改善の視点	62
4. 監視計画の現況と課題	64
1. 既設の水利施設状況	64
2. 利水状況の確認	65
3. 監視計画上必要となる情報収集	65
4. 監視施設の整備方針	66
5. 維持管理組織	68
1. R I Dの組織と機能	68
2. R I Dの水管理組織	68
第3章特別記念講演要旨	71
付属資料	95
1. 要請書	97
2. M/M of The contact survey Team	107
3. S/W and M/M of The S/M mission	115
4. チャオピア及びメクロン流域の広域水管理システム	131
5. I E C 関連報告書抜粋	171
6. チャオプラヤ流域の水管理改善事業事前調査への技術的提言	199
7. 河川あるいは水路での流量把握のための現地調査報告書	217
8. Development of Flow Estimation Method for Tidal River Using Meam Daily Water Level	237
9. タイ国灌漑事業	261
10. タイ国王室灌漑局 (R I D) その組織と技術	266
11. Report on Water Management Study Model Project	275

序

北部タイに源を発するチャオピア川は世界でも有数の大河川であり、その流域面積は178,000 km²と広大である。その豊かな水資源(300億トン/年)はチャオピア川流域の大穀倉地帯を支え、同流域は世界でも数少ない食糧供給基地としての役割を担っている。

近年チャオピア川流域の開発が進み、乾期にはかんがい用水不足、雨期には農地排水機能の低下等種々の問題が発生している。しかしながら、これら諸問題を解消するための新規の大型農業水利事業(ダム・排水機場等)はタイ国の財政事情の悪化により困難になっている。

これら現状を踏まえ、王立かんがい局(RID)は農業用・用・排水量の合理化を緊急課題として掲げ、「チャオピア川流域水管理システムおよび監視計画」と題し、1985年8月に我国に技術協力を要請した。

これを受けて、国際協力事業団は1986年3月にJICA農業協力開発部長・田内堯を団長としたコンタクト調査団、引き続き同年5月に、日本農業土木総合研究所技術顧問・中原通夫氏を団長とした事前調査団を派遣し、同月28日にScope of Workに署名した。

本報告書はこれらの調査結果をとりまとめたものであり、広く関係者に利用されることを期待するものである。

最後に、本調査に御支援・御協力を賜ったタイ側関係者、在タイ日本大使館並びに国内の各関係者に対し厚く御礼申し上げる。

昭和61年10月

国際協力事業団

理事 山極 榮 司

第 1 章 要 約

1. 調査概要

1. 背景・経緯

チャオピア川は世界有数の大河であり、その流域面積は約178,000km²（日本国土の48％に相当）と広大であり、タイ国土の35％を占めている。チャオピア川はピン、ワン、ナンの三支流を合し、傾斜が小さく、ほとんど平坦な大穀倉地帯を流れ首都バンコクを貫き、シャム湾に流出している。平均流出量30,300百万m³/年の豊かな水資源は今日まで農業、水力発電、舟運、工業用水、生活用水等多目的に利用されており、タイ国の社会経済を支える重要な役割を果たしている。

同流域は、これまでRID（Royal Irrigation Department）が大チャオピアかんがい事業、チャイナート頭首工等の巨大プロジェクトの実施をはじめとして、各種中小規模農業水利事業を実施した結果、タイ国の中でも最も進んだ農業地域となりタイ国最大の穀倉地帯となっている。しかしながら、同流域のかんがい整備状況は下表のとおり雨期で34％、また乾期では10％程度と推定されいまだ低水準である。

<かんがい面積の現状（1981年）>

	耕 地 面 積	雨期かんがい面積	かんがい率(単位:万ha)
上 流 域	49.8	24.4	51%
中 流 域	346.3	30.6	9%
下 流 域	132.7	126.4	95%
計	528.8	182.3	34%

さらに最近の乾期および雨期のかん排状況について次のような問題が発生している。

(1) 乾期かんがい面積増大に伴う水不足

同流域は農業開発が進むにつれて農地開発等の外延的拡大が困難になり、最近では乾期作の営農がさかんになり乾期作付面積が急激に増加している。1970年には乾期作付面積が5万haであったのに対し、1978年には50万haと10倍に増加している。さらに中流域でピサノロックかんがい第1期事業（受益地10万ha）が1985年9月に完成したことから、乾期かんがい面積が飛躍的に増加した。この結果、乾期のかんがい用水需要量を現在の施設で賄うことは困難になっている。

(2) 雨期の排水不良問題

チャオピア川下流域のバンコク首都圏東部かんがい地区（30万ha）ではこれまで特に問

題がなかったが、最近の首都圏ボルダーダイク計画の実施、地下水汲み上げによる地盤沈下等の理由により農地排水機能が低下し、雨期における水田・畑地湛水による農業被害が増加している。また他の下流域排水不良地域では、収量の低いフローテングライスしか栽培できず、農民は他の高収量品種導入が可能となる排水改良を希望している。

他方、最近の米の国際価格の低迷により、タイ国政府は稲作にかわる他作物の拡大を検討しており、RIDに他品種の導入が可能となる農業基盤整備事業、すなわち、かんがい率の向上、排水改良のより一層の推進を求めている。しかし、ハードの事業（ダム、頭首工等の建設等）は建設資材の価格高騰、建設適地の減少等により、建設費が増加傾向にあり、現在のタイ国財政事情から判断して困難である。それと同時に、タイ国も我国と同じように社会経済の成長に伴い、流域開発が進み水需要が激増しており、近々中に水需給バランスが逼迫すると予想されている。

この「かんがい率の向上」「排水機能の回復・強化」「ハードプロジェクトの実施困難」「水需給の逼迫」という相克する大問題を乗り切るためRIDは次のような方針を掲げている。

流域全体の水資源開発利用可能量を概定した上で、農業の発展方向を見定め限られた貴重な水資源を有効かつ効率的に管理・分配・監視するマスタープランを策定し、この計画に基づき、将来の流域の農業開発の方向および各々のプロジェクト間の調整を図り流域の合理的開発を推進する。

すなわち上記の主旨はソフト面の強化・充実で対処するものである。今まで無効放流されていた水資源を水管理強化によってかんがい用水の新規水源として見出し、当面は乾期の水不足の解消を図り、長期的には流域の調和のとれたかんがい面積の拡大を求め、農業生産の増大に資するものである。さらに、雨期の排水不良問題についても、下流域の排水機構がクリークという用排兼用水路で排水されていることから、水管理強化によって十分改善できる。

この多効果をもたらすマスタープラン策定にあたって、RIDはカナダのコンサルタンツ「ACRES」の協力で開発された水管理システム（以下ACRESモデルと言う）が以下の理由により種々の問題が発生していることから、このモデルの改善を足がかりとしたいとしている。

<ACRESモデルの概要と問題点>

概要 1977年から5.5年の歳月を要し、カナダのコンサルタンツ「ACRES」がチャオピア川中下流域およびメクロン川流域を水管理対象とした水管理システムを開発

1982年よりRIDのO/M Divが運用を開始した。

問題点 運用上、次の問題点があることが判明した。

- ① 開発当時の農業環境と現在のそれとが大きく変化し、ソフト的に対応できなくなったこと
- ② 現況農業環境に適合したソフトに変換できる強力な支援サポシステムがA C R E Sモデルに内在していない。
- ③ 水管理ハード施設の不備のため十分な監視が出来ず、適正な水管理の指示を出すことが出来ない。

そしてこの分野に関する調査研究が、1985年4月1日から日本の協力で実施されているI E C (Irrigation Engineering Center : プロジェクト方式技術協力) プロジェクトで緒についたばかりである。しかし現在の Record of Discussions では十分な協力は困難である。他方このマスタープラン策定は、①流域が広大であること ②流域には各種かんがい排水プロジェクトが網の目のようにはりめぐらされていること 等により高度な水管理手法を必要とする。以上を背景にR I Dは1985年8月に本件調査に係る技術協力の要請書を提出した。

2. 調査の目的

1) はじめに

R I Dは、本案件とは別に同時期に、本案件と調査対象を同じとする「チャオピア川流域洪水予報システム」(J I C A ・社会開発協力部担当) の技術協力の要請をした。

上記2件の調査内容(T/R)は同一流域を対象として、データ管理等重複する部分が散見されるため、効果的な協力という観点から明確な分担の区分が必要である。

このため、両案件の実施に先立ち、国内の関係機関と数回にわたり協議した結果、両案件調査の実施に当たっては、以下の方針で望むこととなった。

- ① 日本側としてはカウンターパートが同じR I Dであることから、統一した調査実施方針の下で行うのが望ましいと考えるが、先方からは2件の要請書が提出されていることを踏まえ、同一流域の水問題を「洪水」と「かんがい排水水管理」という2つの大局的視点に立ってソフト面=システム計画・設計に重点をおき、重複する部分も含めて、各々の側面からMaster Plan調査を実施する。
- ② なお、システム実現にあたってのハード面=センターの規模、具体的施設等のF/Sレベルの調査は、先方の財政状況、我国の効率的資金協力の面からみて1本化されることが望ましいが、この問題については次の段階の調査項目であるとし、今回の調査項目の対象としない。
- ③ 本格調査実施にあたっては、重複する内容については、次に予想されるハード面に関するF/S調査作業をある程度念頭におきつつR I Dの方針も踏まえ、両調査団にて意見交換および調整することとする。

ii) 調査団の目的

上記基本方針を踏まえ、両案件の先方受入れ機関であるRIDとの協議及び関係機関からのヒアリング並びに現地調査を通じて、先方T/Rに関する詳細な要請内容、2件を要請するに至った背景を確認し、今後本格調査を実施する妥当性及び方向性をできる限り明確にし、さらにS/W骨子(案)についても協議することを目的として、「水管理チーム」「洪水チーム」の合同コンタクト調査団を1986年3月20日から3月30日までの11日間、タイ国に派遣した。

コンタクト調査の結果を踏まえ、水管理計画に係る事前調査団(S/W・ミッション)を①現地補足調査、②S/Wの協議、③関連情報の収集の目的で、1986年5月22日から5月29日の8日間現地に派遣しS/Wに署名した。

3. 調査団の構成及び日程

i) Contact 調査団

① 調査団員構成

担 当	氏 名	所 属
総 括	田 内 堯	国際協力事業団農業協力開発部長
協 力 政 策	佐 藤 孝 夫	外務省開発協力課
水 管 理	岩 崎 和 己	農林水産省農業土木試験場水工部室長
システム管理	酒 井 永	〃 構造改善局設計課課長補佐
かんがい・排水	角 田 豊	〃 〃 設計課係長
業 務 調 整	美谷島 克彦	国際協力事業団農林水産計画調査部 農林水産技術課課長代理

② 調査日程

日 順	月 日	行 程	調 査 内 容
1	3月20日(木)	東京→バンコク	移動
2	3月21日(金)		大使館、JICA事務所表敬・日程打合せ RID表敬
3	3月22日(土)		団内打合せ
4	3月23日(日)	現 地 調 査	チャオピア川下流域踏査 (ラマIVダム、チャイナートダム、ポーポラ 水門その他)
5	3月24日(月)		BMA、EGAT、IRD表敬 資料収集打合せ

日順	月 日	行 程	調 査 内 容
6	3月25日(火)	現 地 調 査	チャオピア川中、上流域踏査
7	3月26日(水)	〃	(ピサノロックProject、プミポルダム) その他
8	3月27日(木)	〃	移動 RIDにてT/R(内容)及びM/M(案)協議
9	3月28日(金)		RIDにてM/M署名 大使館、JICA事務所に調査結果報告
10	3月29日(土)		団内打合せ、資料整理
11	3月30日(日)	バンコク→東京	帰国

ii) 事前調査団 (S/W Mission)

① 調査団構成

担 当	氏 名	所 属
総 括 水 管 理 業 務 調 整	中 原 通 夫 飛 田 義 昭 美谷島 克 彦	日本農業土木総合研究所 技術顧問 農林水産省構造改善局設計課課長補佐 国際協力事業団農林水産計画課査部 農林水産技術課課長代理

② 調査日程

日順	月 日	行 程	調 査 内 容
1	5月22日(木)	東京→バンコク	移動
2	5月23日(金)		大使館、JICA事務所表敬・日程打合せ DTEC及びRID派遣日本人専門家と意見 交換
3	5月24日(土)	現 地 調 査	チャオピア川下流域踏査
4	5月25日(日)	〃	(プラカノン排水機場、チャロンラット排 水機場、クロンダム、チュルロンコーン ダム、ラマIVダム、チャイナートダム、 プロモタットプロジェクト、サムチェッ クプロジェクト)
5	5月26日(月)		RID表敬及びS/W(案)の説明
6	5月27日(火)		S/W(案)、M/Mの内容の検討・整理

日順	月 日	行 程	調 査 内 容
7	5月28日(水)		S/W、M/Mの署名 中原団長の記念講演 大使館、JICA事務所へ調査結果報告
8	5月29日(木)	バンコク→東京	帰国

4. 調査団の訪問先及び面会者

i) コンタクト調査団

① R I D

NAME	PRESENT POSITION
Mr. Prakaiproek Srutanond	Director-General
Mr. Chari Tulayanond	Deputy Director-General
Mr. Nukool Thongtawee	Director, O&M Division
Mr. Kazushige Matsuo	Team Leader, JICA expert
Mr. Jumsak Tejasen	Director, Lab & Research Division
Mr. Suthi Songvoravit	Project Planning Division
Mr. Prasertphaud Pipatanakul	Deputy Director-General
Mr. Sompote Sukhumparnich	Director of Data Processing Division
Mr. Taweechai Mackaman	Director, Hydrology Division
Mr. Prasert Milintangul	Hydrologist
Mr. Suksom Dhanabhumi	Director, Foreign Financed Projects Adm. Division
Mr. Suthon Muenrak	Director, Communication Division
Mr. Boonyok Vadhanaphuti	Director of Project Planning
Mr. Toshiaki SAITO	JICA Expert in RID
Mr. Katsuro SHIODA	〃
Mr. Fumio IKEDA	〃

② E G A T

Mr. Sommart Boonpiraks	Director, Hydro Power Engineering Department
------------------------	---

③ B M A

Mr. Anuchit Soosathit	Deputy Director, Department of Drainage and Sewerage
-----------------------	---

Mr. Somchitt Kattiyavara Director of Technical Division, and
Sewerage

④ 日本大使館

永山 一等書記官

竹内 〃

⑤ JICA事務所

後藤 教基 事務所長

笠原 秀昭 所員

ii) 事前調査団 (S/W mission)

① R I D

Mr. Suha, Thanomsingha	Director General
Mr. Yut Kingkate	Chief of Civil Engineering
Dr. Boonyok Vadhanaphuti	Director of project Planning Div.
Mr. Taweechai Mackaman	Director of Hydrology Div.
Mr. Sompote Sukhumparnich	Director of Data Processing Div.
Mr. Vithaya Deeranomth	Irrigation Engineering (O&M Div.)
Mr. Virat Khao-Uppatum	〃 〃
Mr. Vason Boonkird	〃 〃
Mr. Maitri Poolsup	Acting for Director of Design Div.
Mr. Suthi Songvoravit	Project Planning Div.
• Mr. Toshiharu KAI	JICA, Bangkok Office
• Mr. Sutin Susila	Japan Sub-Division, DTEC
• Mr. Kazushige MATSUO	Team Leader of Japanese Experts
• Mr. Toshiki SAITO	JICA Expert attached to PPD.
• Mr. Yuzo OZAKI	JICA Expert attached to O&M
• Mr. Prasert Milintangkul	Hydrology Div.

② 日本大使館

浦部 参事官

永山 書記官

③ JICA事務所

後藤 所長

甲斐 所員

5. 要請内容（添別付属資料参照）

要請内容の概要は、以上のとおりである。

項 目	水 管 理 計 画
1. 背 景	<p>① チャオピア川流域下流部は、大規模な低平地帯であるという地形的な条件および雨季・乾季の気象条件の大きな相違によりブミポールおよびシリキットダムに貯水されたかんがい用水を有効に制御し配水することが困難である。</p> <p>② さらに乾季の耕作面積の拡大およびチャオピア右岸の Phitsanulok かんがい地区の建設は新たなかんがい水需要を増大させている。</p> <p>③ また、新規のかんがい用貯水池の建設は経済的にも困難になってきており、効果的な水管理による新たな水資源を生みだし、地域の社会・経済的な活性化を図ることが必要である。</p> <p>④ すでにRIDは、既存の水管理向上のためいくつかの事業を開始しているが不十分でありより精確かつ実地的な調査が必要である。</p>
2. 目 的	<p>① 現行の水管理システムの現状と問題地域の調査</p> <p>② 流域のキー・ステーションを選定し、集中的な観測とデータ収集の実施</p> <p>③ 収集水文・水理データをIECのデータ管理システムへ導入する方法につき検討・解析</p> <p>④ データ・伝達システムの策定と実行計画の立案</p> <p>⑤ 将来的に必要となる調査・計画に関する提言</p>
3. 期 間	<p>18か月（雨季・乾季を全てカバーする）</p> <p>69M/M</p>
4. 調査計画	<p>A. 現行の水管理システムの現状と問題地域の調査</p> <p>(1) 流域調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・流域の主要河川、貯水池、湿地等に現況調査 <p>(2) かんがい排水システム調査</p> <p>(3) 現行の水管理システム調査</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既存水管理システムのレビュー （観測システムの位置、ネットワーク、精度） ・組織の状況 ・観測手法と精度

項 目	水 管 理 計 画
	<ul style="list-style-type: none"> ・データ収集と処理システムの手法 (4) 過去の記録と実際の水状況との相違を明確にする。 (5) 水の制御と配水において発見された問題点の検討 B. データ監視プログラム <ul style="list-style-type: none"> (1) キー・ステーションを選定し、河川流出量、取水量、水質、感潮状況等の観測を実施 (2) 観測はRIDスタッフとStudy teamが合同で行なう。 (3) 水文観測施設、水管理組織設立の提言 C. IECのデータ管理システムとの整合をとりつつ水管理データ加工処理システムの検討 D. データ伝達システムの策定 <ul style="list-style-type: none"> (1) 観測ステーションの選定 (2) 観測施設計画 (3) 組織設立 (4) 既存データ伝達システムの検討 (5) データ処理とデータ観測・表示計画 (6) データ伝達システムの改善計画の策定 (7) 事業評価 E. さらに必要となる調査計画の提言

6. 協議内容

(i) コンタクト調査

① RIDの交渉

RIDとの交渉は3回及び現地調査期間中担当官と意見の交換を行い、タイ国政府からの要請の内容とその要請となった背景について事情聴取と今後の進め方について協議した。交渉に当っては出発前に用意した質問事項を中心に取り進めた。

RID側は水資源の有効利用及び雨期における排水対策の強化による農用地の効率的活用のための水管理システムの開発と、このシステムの精度向上と迅速化のためのモニタリングプログラムの実用化のために、早急に調査を開始して欲しい旨の発言がRID局長はじめ担当次長・部長等から強くあった。

当方より更にS/Wの骨子について補足的事項を加えて説明したところ、骨子について双方了解し、後述のM/Mをとりまとめた。

R I Dとしては水管理システム開発のための次の段階であるS/Wミッションの早期派遣の要請があり、調査団としても早急に派遣したい旨発言した。

② M/Mの署名(付属資料参照)

3月28日R I D局長MR. PRAKAI PROEKと調査団長は別添のとおりMINUTES OF MEETINGに署名した。

署名に要する間のR I Dの交渉経緯の概略は上記のとおりであるが、とくに次の5点がR I D側から強調された。

- (1) 老朽化しているかんがい・排水施設及び観測施設の改修・改良に関する勧告
- (2) A C R E Sのシステムに含まれていないデータの送信に関する調査と計画
- (3) 水管理システムとモニタリングについてのR I Dの組織機構に関する勧告
- (4) (3)に関連し、R I Dは人材(量的にも質的にも)は不足しているので、その養成に関する勧告
- (5) 水管理システムに関するS/Wの骨子については問題はないので早急にS/Wを締結し、調査を開始すること。

(ii) 事前調査

① はじめに

事前調査団派遣に先立ち、コンタクト調査団とR I Dとの間で合意したS/W骨子を基に、S/W(案)について関係機関と打合せたところ、以下の方針でR I Dと協議することにした。

(イ) 調査項目

すでにコンタクト調査団との間で合意したS/W骨子に対し、上述したようにR I Dは満足しているため、S/W骨子どおりとする。

(ロ) 調査期間

先方の要請書は18カ月間であるが、双方で合意したS/W骨子(S/W骨子には調査期間が含まれていない)の調査事項を若干の実証を含めつゝ周到な調査を行なおうとすれば、対象流域が広大であること、調査の基本となる観測データが未整備なこと、また水管理の調査手法は現状の把握→分析・検討→検証という調査フローを採用せざるを得ず、各調査コンポーネントを少なくともそれぞれ雨期・乾期で実施する必要があることから、R I Dに約3カ年(35カ月)を提案するものとする。

(ハ) S/W骨子、4-3に記述している水文、送水観測等の測定位置の選定については、幹線水路を中心に設置することとするが詳細については、実施調査団に一任することとする。

A C E R S水管理モデルがメクロン川流域も対象としていることから、R I Dが、本

件調査対象に追加してほしい旨言及があった場合は Minutes of Meeting に記載する。

② R I D との交渉結果

本件事前調査団は、R I D と協議した結果、5月28日に Mr. SUHA 新局長と前回コンタクト調査で合意した調査内容をベースにした S / W に署名した。主な合意事項は次のとおりである。(付属資料参照)

(イ) 調査対象地域

R I D の水管理の重点地域がチャオピア下流域にあることから、本調査の対象地域は全流域としつつも、ブミボンダム、シリキットダムの下流であるチャオピア川中下流域を重点的に調査するものとする。なお、メクロン川流域は R I D から、調査対象に追加してほしいとの要望はなかった。

(ロ) 調査期間

当方より35カ月を提案したところ、R I D も重要な流域を対象とし広範囲にわたる調査のため、十分な調査実施を望んでいた。

R I D は、日本側の本件調査にかかる責任ある調査姿勢に感謝し、日本側の案どおり35ヶ月で合意した。

(ハ) 水文観測の位置選定について

この件について R I D と協議したところ、R I D も現在のところチャオピア川流域の観測施設網のうち、どこが重要な観測地点なのか明確に掴んでいない状況である。したがって、観測位置の選定については、本格調査団に現地状況を確認せしめた上、J I C A と協議の上決定するものとする。なお、これに関連して、R I D は水文観測に要する資機材の供与およびその設置費の一部負担を日本側に希望した。

2. 総括報告

1. 調査の意義

R I Dは戦後、世界の食糧供給基地の一つを目指し、チャオピア川流域で次々と巨大プロジェクトから中小規模農業水利事業を実施し、その管理運用に重大な責務を果し、チャオピア川流域が今日タイ国最大の穀倉地帯に発展したことに大いに貢献してきた。

今後ともチャオピア川流域農業はタイ国経済の中で主要な地位を占め、またR I Dが実施するかんがい事業、およびその管理運用の位置づけも変わることはないと思われる。

他方、第1章-1. 背景に記述してあるように最近、チャオピア川流域の農業発展にとって、種々な理由により農業開発を阻害する諸問題が発生している。この問題を解決するため、R I Dが掲げた方針—高度な水管理手法を導入するためのマスタープランを策定し、調和のとれたかんがい面積の拡大を図り、今後の農業発展に資する。—は必然的帰着であると判断される。

この水管理手法は、最近のコンピューター産業の急速な進歩と相まって、ソフトウェア・ハードウェアの両分野とも過去20年間に最も進歩した技術である。その意味で今回の技術協力を通じ、現在、R I Dが有している水管理システムを見直し再評価することは十分意味のあることであり、新たな水管理システムの導入計画に係るマスタープラン調査は十分な恩恵をもたらすと考えられる。

さらに本件協力は、現在日本の協力で実施されているI E Cプロジェクトの側面的支援も期待出来ることから、有機的技術協力という観点から意義深いものと思料される。

最後に本件技術協力が単にチャオピア川流域にとどまらず、アジアの農業開発の一つの道標になることを期待する。

2. 調査対象地域と調査期間

チャオピア川全流域(178,000km²)とするが、プミボンダム・シリキットダムより下流域、すなわちチャオピア川中下流域(121,300km²)を調査重点地域とする。

調査期間はほぼ35ヶ月とする。

3. 流域の問題点とマスタープラン調査の必要性

1) はじめに

現在、チャオピア川流域の農業開発にとって何が隘路になっているのか、またそれに対する本件開発計画の必要性を、個々にコンタクト調査、事前調査によって知り得た範囲で、以下整理してみる。

II) 問題点とマスタープラン調査の必要性

① 現況の水管理モデル（ACRESモデル）について

チャオピア川上・中流部の乾期のかんがい面積が拡大していることに伴い、下流部の乾期かんがい用水が不足することが判明した。一方、メクロン流域ではカオレンダム建設工事完了後には、同流域のかんがい用水は十分確保でき、現在RIDはメクロン流域余剰水をチャオピア川下流域に振り向けることを計画している。こうしたことから、現行のACRESモデルはソフト的に対応出来なくなった。

さらに、システム内部の問題を見ると、ACRESモデル開発当時以前の過去10数年の営農状況、自然状況のデータを統計処理した基本的指標がシステムのベースとなっているが、最近、営農状況がACRESモデル開発当時と比べて大きく変化していることから、この基本指標の再評価が必要である。

また、同システムはコントロール不可能な降雨や貯水池流域外（残流域）の横流入量を最も効果的に耕作に使うことに大きな力点が置かれている。従って、この横流量をACRESはどのような手法で求めたのか、また、実態と適合しているかどうか等再評価が必要と思われる。また、かんがい効率、還元水量等は営農系体の変化等により変化するものであるから、これらについても検証する必要がある。

② 下流域の雨期の排水対策

雨期下流部は地盤沈下等の理由により排水機能が低下し湛水するため、作付作目の制限および湛水による農作物被害等により土地生産性は低迷している。このため、効率的な排水改良のためのシステム開発が必要である。

③ 畑地転換に伴う用・排水システムの開発

米価の低落に伴って、バンコク市周辺は通年栽培の野菜、果樹などの畑作物の導入が目立っている。畑作物は水稻に比べて干ばつ、湛水による収量減は敏感であるので、よりきめの細かい水管理システムの必要性および水利用計画の見直しが求められる。

またチェンマイ市等の都市近郊においても、新品種の畑作物が導入されており通年栽培の水管理システムの開発が必要である。

④ かんがい排水施設・観測施設の老朽化

これらの施設の老朽化と営農環境の変化に伴い、分水量・排水量などが現状に対応できなくなり、また観測値も不正確である。これら施設の精度向上のための調査と改修方法の検討が必要である。

⑤ モニタリングシステムの開発

種々の観測値が迅速かつ正確に通報されていないため、分水量のロスが多く、また作業も必ずしも適確とは言い難い。このため必要な観測所の設置とそのデータの送信方法につ

いての調査と開発が必要である。

⑥ データマネジメントシステムの開発

水管理システム・モニタリングシステム等で得られるデータを迅速に収集し、それを解析分析・加工して水管理に活用するデータマネジメントシステムの開発は急務である。

これについては、IECですでに着手しておりこれを基本に拡充することが望ましい方向であると思慮する。

⑦ 水管理組織について

最近、大型プロジェクトの完成が相次ぎ、RIDはこの施設の管理のため職員を建設部門から管理部門へ大巾に配置換を行っている。この管理部門職員の管理技術の向上を図ることが急務となっている。また、かんがい受益地50ha以下の施設は受益農民に委ねられている。しかし、かんがい管理は比較的新しく導入された技術であることから、その施設管理は有効に行なわれていない。

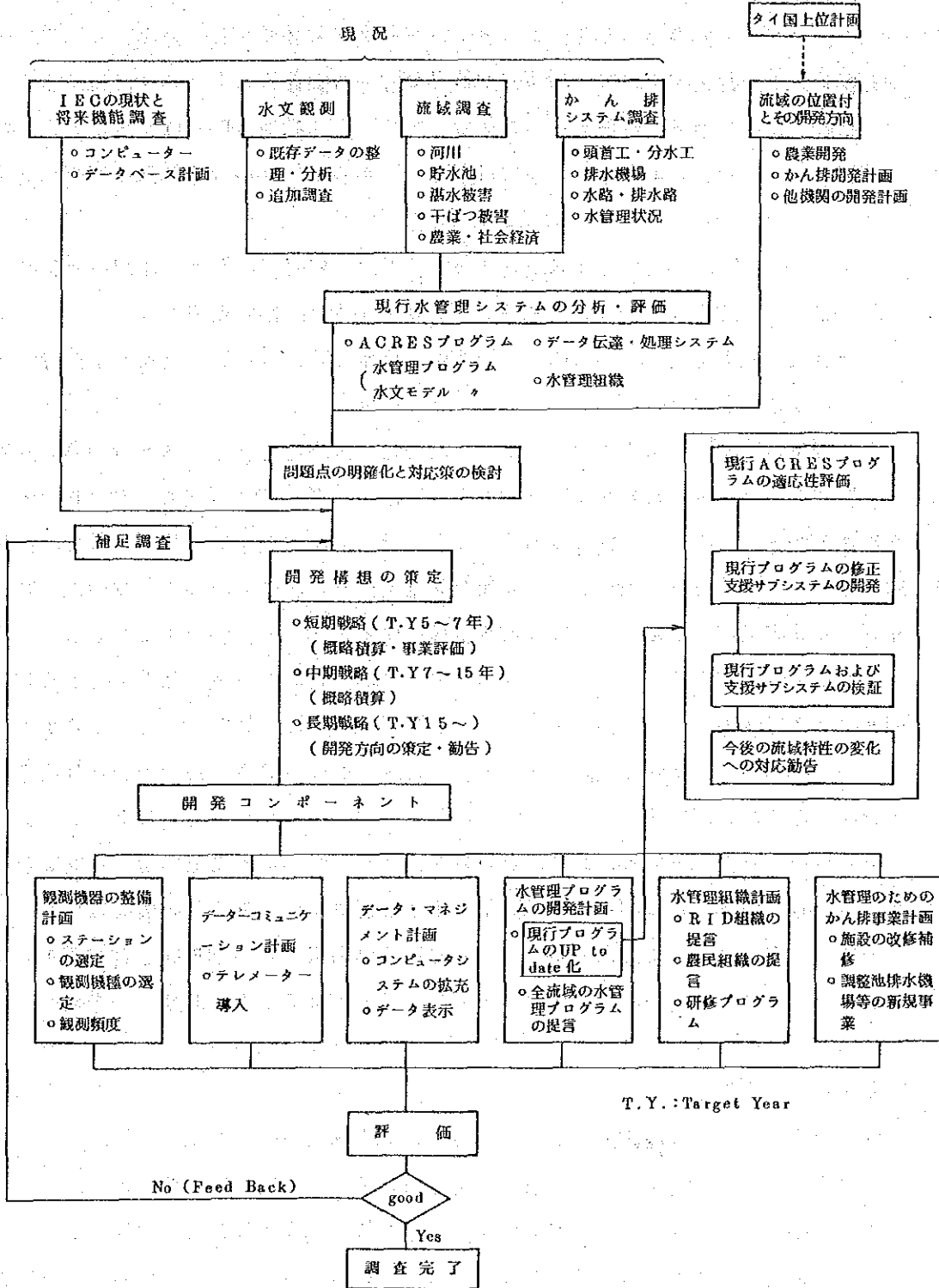
今後、受益農民に水管理概念の重要性を認識させ、農民参加による一体的水管理システム確立が望まれる。

4. 調査の基本方針 (S/W参照)

(1) 本件調査フロー

種々の調査アプローチがある。その一案を示せば、下記のフローが考えられる。

〈概念図〉



まず始めにタイ国の上位計画である5カ年計画(第1次~第6次まで策定されている)の各フェーズを調査し、上位計画の思想の変遷、および基本概念の底流を把握し、チャオピア川流域の位置付、タイ国農業の位置付と流域の開発方向を認識した上で、具体的なかん排事業計画、他機関の開発計画を調査する。それらの調査結果を踏まえた上で現況調査を行う。

現況調査は以下の分野から構成される。

- ① IECプロ技協内容のうち、コンピューターデータベースシステム計画、シュミレーション解析システム開発等、本件M/P策定に必要な分野の調査
- ② 流域における雨量、蒸発散量等の気象、河川・かん排施設における流量、分水量、排水量等の既存データの整理、および現行水利モデル修正のための追加観測等の水文・観測調査
- ③ 河川・貯水池、調査および湛水農業被害、干ばつ被害、農業(土地利用、栽培、土壌、作付体系、農業生産量、農業経済等)、社会・経済面の流域調査
- ④ 頭首工、分水施設、幹線水路、支線水路、排水施設、排水路、水管理状況等のかん排システム調査およびその問題点の分析

上記現況調査結果を踏まえつつ、ほぼ同時並行的に現行水管理システムの分析評価を行う。主要調査項目はACRESプログラム(水管理プログラム、水文モデルプログラム)、データ伝達・処理システム、水管理組織(RID組織、農民組織)等の分野である。これら分析結果と現況②~④分野の調査結果を対比し評価を行う。評価に基づき、本件M/P策定にあたっての同流域がかかえている問題点を明確にするるとともに、現行ACRESモデルの現況水管理状況への適応性を評価する。そしてRID関係者等と協議した上で、IECの将来機能を踏まえ短期戦略(Target Year:5~7年)、中期戦略(T.Y:7~15年)、長期戦略(T.Y:15年~)の3段階からなる、水管理レベルを設定した上で、それに基づく開発構想を策定する。

開発構想を構成する分野は以下のとおりであるが、評価にあたっては、短期は各コンポーネントの概略積算、およびその事業評価、中期は各コンポーネントの概略積算、長期は「開発方向の策定」によって評価するものとする。評価結果が妥当と判断されると本件調査は終了し、妥当でないと思われるならば、必要な補足調査を行い再度開発構想を検討する。

<開発コンポーネント>

- ① 観測機器の整備計画

かん排施設、気象観測施設等の内から観測 key-stationを選定し、モニタリング指標(例えば水位、流量、雨量)、管理指標(例えば、ゲートの開度等)およびそれらの精度、また計測頻度等を検討の上、最適な機器を設置する計画を策定する。

また圃場レベルでの観測整備計画も考慮する必要がある。すなわち、作付体系、作物

成育状況、湛水状況等を何の指標でモニターし、観測体制をどのように整備するかという問題がある。

② データ・コミュニケーション計画

末端施設と中央センター（あるいはサブセンター）とデータコミュニケーションの方法とその頻度について検討した上で最適なシステムを策定する。

③ データーマネジメント計画

末端施設からの情報管理について検討の上、IECの将来構想を考慮しつつ適正規模のコンピュータシステム計画を策定する。

④ 水管理プログラムの開発計画

現行プログラムの up to date 化および流域特性に適した全流域水管理プログラムの提言から構成される。

現行プログラムの up to date 化の一環として、現行 ACRES プログラムの分析・修正・検証作業を行う。

現行水管理システムの分析・評価に基づき、ACRES プログラムの流域水管理状況の適応性を評価判断し、水文観測の実施データを基に ACRES プログラムの修正作業および支援サブシステム（①固定パラメーターが容易に変換できるプログラム、②かん排事業計画等が実施されたとき、ACRES プログラムも容易にソフト的に追従することが可能となるプログラム、③その他必要プログラムから構成されるシステム）の開発を行う。修正および開発作業の完了後、修正プログラムおよび支援サブシステムの検証を行う。

これら作業結果に基づき、ACRES プログラムが流域特性を反映したプログラムでないならば、すなわちプログラム思想に欠点があるならば、よりよいプログラム構成思想を勧告するとともに、この思想を基に全流域を対象とした水管理プログラム構成を勧告する。また ACRES プログラム思想に特に問題がないならば、ACRES プログラム構成を基に、全流域を対象とした水管理構成を勧告するものとする。

⑤ 水管理組織計画

RID水管理組織の改善提言、RID職員を対象とした水管理研修プログラムの作成方針、農民を対象とした水管理概念啓蒙普及プログラムの作成方針等から構成される。

⑥ 水管理のためのかん排事業計画

水管理システムの負荷を軽減する意味で、必要なかん排事業を概定ないしは勧告を行う。以下のようなかん排事業が考えられる。

- ・ 既存施設の改修補修
- ・ 調整池、貯水池、排水機場水路等の新規事業

ii) 調査方針について

調査の実施方法は1)で説明したが、広大な流域にわたり調査項目が多岐にわたる本件調査を、調査期間3カ年の限られた期間で効率的に実施するためには、以下の調査方針で望むのが妥当である。

すなわちたえず1)の概念図で示したフィードバックの姿勢を保ち、S/Wに記述している各調査項目の関連性に留意しながら各調査項目の調査内容密度を高める調査方針を採用し、調査を行う。

調査期間についてはPhase I、Phase II、Phase IIIの3段階に区分する。

各Phaseの主要調査内容は次のとおりである。

- ① 第1フェーズ：主に流域現況調査、水管理システムのレビュー、ACARSモデルの分析、ACARSモデルの支援システムの概略構想、本計画全体の基本構想の概略策定
- ② 第2フェーズ：主に本計画全体基本構想の策定およびその総合化、ACARSモデルの修正、ACRESモデルの支援システムの開発
- ③ 第3フェーズ：主に事業実施計画の評価策定および種々の勧告、修正ACRESモデルと支援システムの検証

主要調査作業の進捗に応じ、関連データの収集、水文観測の実施、調査を行いその調査データを主要調査作業の資料として使用する。

Phase I	Phase II	Phase III
---------	----------	-----------

関連データ収集・水文観測の実施

↓ Data Input

	全体基本構想の 基本計画の策定	総 合 化	
現況水管理の レビュー	<ul style="list-style-type: none"> ・水管理プログラム・ソフト ・モニタリングシステムとテレコミュニケーション ・データ・マネジメント ・水管理かん排事業 ・水管理組織 	事業実施計画 の策定と勧告	ファイ ナルレ ポート の提出
ACARSモデルの 分析	ACARSモデルの修正		修正モデルの 検証
支援システムの概略 構想	支援システムの開発		支援システム の検証

5. 本格調査団の構成

i) 調査団の構成

種々の調査団の構成が考えられるが、一案として以下のような構成を示す。

団長／総括

水管理班：水管理計画、水利モデル計画、水利モデル分析

監視計画班：監視、データ処理計画、システム設計

かんがい排水班：かん排／組織計画、かん排施設

水文気象班：水文気象観測

社会経済班：地域経済社会／事業評価

農業班：栽培／土地利用、農業経済

注) ・：技術経験豊かな技術者

団長と6班体制の12名である。

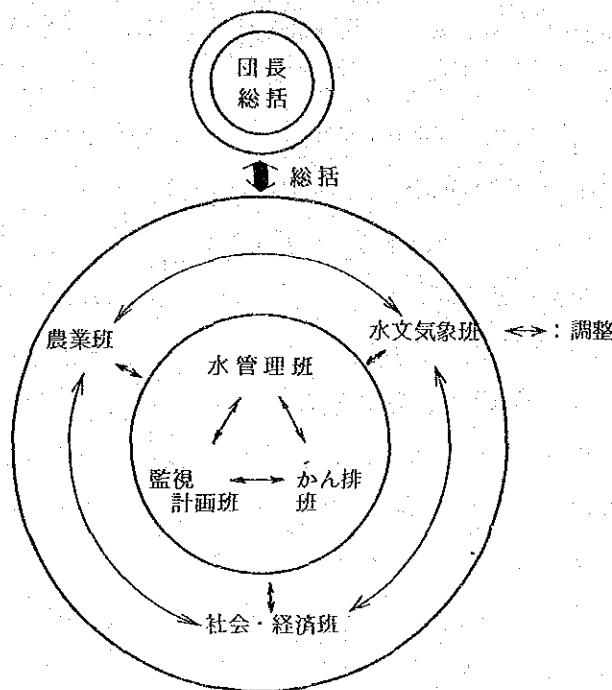
ii) 団長および各班のT/R

団長は各班を統括し、代表者としてRID等関係機関と協議しつつ、全体計画に係る構想および調査計画について各班を調整・総括する。

各班の業務内容は、明確に区分することは困難であるが、〈調査フロー概念図〉を基に説明すると、主な担当業務は以下のとおりである。

- ① 水管理班：ACRESモデルの分析、修正、検証、および水管理ソフトの開発計画、データマネジメント計画の一部の策定
- ② 監視計画班：主に観測機器の整備計画、データーコミュニケーション計画、データマネジメント計画の大部分の策定
- ③ かんがい排水班：水管理組織計画、水管理のためのかん排事業計画の策定
- ④ 水文・気象班：水文観測の実施および水文気象に関する既存データの整理（Phase (I)、Phase (II)までとする。）
- ⑤ 社会・経済班：Phase (I)、Phase (II)では、主に社会・経済分野の調査分析・評価、Phase (III)では本件計画に係る評価を行う。
- ⑥ 農業班：Phase (II)までに農業分野の調査分析評価を完了するものとする。

Ⅲ) 団長／総括と各班の関係



総括と各班の関係を示せば上図のような関係になるだろう。

団長は当然のこととして6班の内では、水管理班、監視計画班、かん排班の3班が本件調査の中心的推進母体となる。

農業班、社会経済班、水文気象班は推進母体と調整しながらそれぞれの分野の調査分析・評価を行いその結果を推進母体に伝える。

6. 調査にあたっての留意事項

1) 一般的留意事項

① はじめに

かんがい排水事業において、水管理概念の重要性が最近になって関係者の間で広く認められるようになり、巾広く調査研究が行われている。しかしながら、水管理の対象となる流域がそれぞれ自然特性、営農状況、社会状況等が異なっているので、現在のところ世界の全流域にあてはまる一般化された水管理手法は確立されてない。

従って、ある流域の水管理手法導入にあたっては、その流域を十分に調査した上で、流域の特性に適した水管理システムを構築しなければならない。

② 水管理制御の基本的考え方

水管理の基本的な考え方は2つの極を有している。需要主導型と供給主導型である。

前者は上水道に見られるように、現象が発生したあと、いろいろと対策を講ずる後追い制御であり、後者は開水路を主体としたシステムで、事前に管理すべき流況を予測し現況の差を修正する予測制御である。チャオピア川流域では大部分が後者のシステムであるから、開水路を主体としたかんがいシステムの水管理制御の基本的考え方を述べる。

開水路系かんがいシステムでは、特に水路延長が長くなると水が流下するための用水到達時間を無視することは出来ない。このことは、分土工では供給者すなわち管理者が水源から供給した水が到達するまでは分水が許されないことを意味する。仮に、任意の水使用を行うとすれば、既に分水を行っている下流の支線の分水量に影響を与えてしまうからである。このため開水路系の水管理は供給者が強い権限を有して調整を行わないとうまくいかない事態がよく生じる。供給主導の水管理方式を採用するには、管理者は強い権限を有するとともに、受益者に平等感を与えるために、明確な管理目標となる予測流況と現実のずれを把握できる手段を有し、これを現実に近づける努力を怠ってはならない。

③ 水管理システムの構築にあたっての最も大切な3つの留意点

第1は、水管理システムというと、すぐにテレメータ、テレコントロール、計算機、グラフパネルあるいは通信回線など、ハードウェアの議論になりがちである。また、これらハードシステムは前述したように技術革新の波にのっている分野であり、その性能、価格ともに変化がはげしい。一方、情報処理技術者の時間に対する概念は秒単位以下であり、現地現象の時間と大きなひらきがある。それゆえ、水管理システムの構築については、現地の現象を十分理解し、その目的、思考法、結果の適応方法について十分時間をかけた調査、議論が最も重要である。日本においても、過去において設置後十分使いこなせなかった例もある。これらの反省から、操作管理動作が行われた場合にシステム内に生じる水理現象を把握し検討するためのシミュレーションモデルの開発が行われた。日本においては重要で広域にわたるシステムについては、シミュレーションを実施し、管理システムの改善を行っている。

第2は、水管理システムの重要な機能であるが、農民を含めた関係者間で、節水あるいは灌水について、互いに信頼しあい、調整に応じさせるためのデータの公開である。渇水時には節水あるいはローテーションかんがいを行う必要があり、洪水時には稲の許容灌水線および時間を考慮した排水操作が行われる必要がある。このような際には、特にチャオピア流域のように巨大な地域では、中央のオペレーションセンターのみでなく、いくつかのサブセンターにおいても、地域内の状況とセンターでの意志決定の経過を互いに知るための装置などの設置が将来は必要である。互いに確認できることは、正しい情報

の収集、伝送の改善に大きく寄与する。

第8に、水管理システムの導入には莫大な資金が必要であることは当然であるが、後の維持・管理にかかる費用もばかにならないという点がある。政策的な視点ならば、大きな支出もやむを得ないが、機能を維持するための定期保守および部品等の確保は十分行う必要がある。これらの支出に対する予算の確保について十分な配慮をしておかなければならない。このためにも事前に便益に対する十分な評価を行う必要がある。

II) 調査項目と留意点

① データと情報収集

必要なデータ情報がほう大で、しかも、関係する機関も多いと思われるので、どの機関に何のデータがあり、さらに持出しにどのような許可を要するかを十分調査した上で、効率的に収集する必要がある。

② 現行の水管理システムのレビュー

事前調査団が収集したACRESのレポート、user's manual等が参考になるだろう。

また、1978年の用途別水量データによると、塩水排除のため年間5,210百万 m^3 (チャオピア川は感潮河川)の放流をしており、現在も塩害防止のため乾期にチャオピア頭首工から100 m^3/s 、スパン川のポープラヤ頭首工から40 m^3/s を放流している。しかしこの放流量の根拠は理論的に裏付けられたものではなく、関係者の協議により決定されたものであるらしい。したがってRIDとしては、この放流量でよいか、もっと少なくとも良ければ、その節水量をかんがい用水にふりむきたい意向がある。

調査団はこれらを踏まえ、河川水路の塩分濃度を観測し理論的に最適な放流量を求める必要がある。

③ 水文観測の実施

key-stationの選定、観測機器の種類については、調査団が約1カ月の現地調査の結果を反映したInception-Reportに記述するものとする。

④ 流域の水文分析

(1)で記述している現行の水文モデルは、主にコントロール不可能なダム残流域の横流入量を検討しているプログラムを意味し、ACRESモデルの一構成プログラムである。なお、この水文モデル検討については、アジア工科大学の指導により開発された洪水予報計算プログラムが参考になるだろう。

⑤ 水管理システムの基本構想の策定

本計画の骨子になるところから、慎重に策定しなければならない。本計画骨子は、①かんがい排水施設のモニタリングシステム、②データ・コミュニケーションシステム、③データ・マネジメントシステム、④①～③のシステムを管理および水分配を指令するシステ

ムマネジメントプログラム、の主要4分野と水管理組織および水管理のためのかんがい排水事業から構成される。

さらにACRESモデルのup to date化およびそのシステム支援サブシステムの開発も含まれる。ここでいう支援サブシステムは①ACRESモデル内の固定パラメーターを現況流域特性および予想される流域特性にマッチした数値に容易に変更できるサブプログラムと、②新規かんがい事業が実施されたとき、ACRESモデルも容易に対応可能となるサブプログラムから構成される。すなわちACRESモデルをフレキシブルにするシステムである。

なお、メクロン流域からチャオピア川流域へのかんがい用水導入計画については、本件計画がチャオピア川流域を対象としているので、導入量を境界条件として本件計画をとりまとめるものとする。なお、現定期別の導入量が確定されていない場合は、チャオピア流域の調査結果を基に本件計画策定にあたっての必要最少限の導入量を求め、RIDに勧告するものとする。

⑥ モニタリングシステムの策定

S/Wに記述してあるモニタリングシステムは、本報告書より広い意味でとらえており、その概念は、①観測施設（本報告書の概念である）とそのネットワーク、②コミュニケーションシステム、③RID組織の勧告から構成されている。

ここで特に重要なことは、①中央コミュニケーションシステムに関し、中央センター方式かあるいは、中央センターとサブセンターの階層方式のどちらのシステム構成にすべきかという問題、②50ha未満を支配するかん排施設の水管理を委ねられている受益農民と、50ha以上を支配するかん排施設の管理をしているRID水管理組織をいかにリンクさせ一体的水管理体制を構築するか、③すでに確固としたRIDの水管理体制が存在していることを勘案の上、RID組織の改善提言は慎重になされなければならないこと等である。

⑦ データ・マネジメントシステムの策定

S/Wに記述してあるように、RIDと十分協議した上で、IECの将来構想を明確にした上で、データ・マネジメントシステムを策定しなければならない。

⑧ 水管理のためのかん排事業の策定

将来の水管理システムの運用負荷を軽減する意味で、必要なかん排事業（例えば、調整池、貯水池、排水機場等）を発掘する姿勢が必要である。すなわち本件M/P調査は単なるソフト中心の水管理システムの調査ではない。

iii) その他

① リモートセンシングの活用について

調査対象地域が広大であるので、リモートセンシングによる流域解析図を作成する必要

があると思われる。

② チャオピア川上流域と中下流域の調査量の配分について

S/W・ミッションのときRIDと調査重点地域は、中下流域とすることで合意した。さらに調査団の所感としては、中下流域の中でも下流域が特に重要であると思われるので、本格調査団は、Inception Reportに、チャオピア川上流域、中流域、下流域の3地域の調査量配分比率および各地域の調査アプローチを策定の上、全体地域の調査アプローチ構想を記述する必要がある。

③ キーパーソンの一時帰国について

現地で作成の上提出するレポートについては、本件の調査規模を考慮すると、JICAの指導助言を得るためにレポートの内容を十分説明できる必要最少限の団員の一時帰国が望ましいと思われる。

④ 「洪水予報システム計画」調査団との調整・協力について

コンタクト調査におけるJICAの対処方針を踏まえ、洪水調査団と十分、調整する必要がある。

⑤ カウンターパートについて

本件調査団のカウンターパートは主にRIDの管理部門(O/M、Div)であるが、他機関とも十分協議を行う必要がある。

第2章 現地調査結果

1. タイ国の一般情勢

1. 経 済

(1) タイ経済の基本的性格は、19世紀から第2次大戦までの「米」を中心とする農業基盤の上に、60年以降の農業多角化と工業開発の成果が積み重ねられてでき上がったものといえよう。

タイ経済は第2次大戦後1960年代末頃まで著しい成長を示した。その基本的要因として次の三つをあげることができよう。第一は、1959年の世銀勧告を受けて国際機関や先進諸国の援助をもとに精力的に取り組まれたインフラストラクチャーの拡充・整備である。その中心となった道路網の整備と発電能力の拡大は、その後の工業発展の基礎となったばかりでなく、農業生産力の増大にも大いに寄与した。

第二の要因は、農業における多角化、多様化の進展である。1950年代に入る頃から米国をはじめとする各国の援助を受けて農業面でも従来の「米」依存型農業からの脱却の努力が続けられた。

この結果、メイズ、キャッサバ、麻、砂糖きび等の新規畑作が著しく進展し、重要農産物としての地位を得るまでに成長した。注目すべきは、こうした農業多様化が、換金作物として農民所得の向上に寄与したばかりでなく、貿易構造の多角化をもたらしたことである。上記新規作物は今やタイの主要輸出品にまで成長し、外貨獲得面で大いに貢献している。

第三の要因は、工業化の進展である。みるべき工業も、また工業政策もなかったタイに一つの転機をもたらしたのは「1962年産業投資奨励法」の導入であったといわれている。同法制定により、民間主導による積極的外資導入政策が明確に打ち出された。進出企業には種々の特典が与えられることになり、また、本来輸出入が基本的に自由であったこと、為替管理が比較的緩やかであったこと、政治的にもかなり安定していたこと等他の有利な条件と相俟って、タイに対する外国投資はこの時期に大いに進展した。輸入代替産業を中心とするものではあったが、工業化は着実なテンポで進み、経済成長の大きな要因となったのである。

特に重要なことは、この国が多くの開発途上国のように性急な重化学工業化政策をとらなかったことである。技術水準、資本量の限界等を考慮した軽工業中心のゆるやかな工業化は賢明な政策選択であったといっていよう。

こうした基本的要因に支えられ、60年代を通じて、経済の構造的基盤の確立が図られ、物価安定下での成長という目ざましい成果をおさめたタイ経済も、70年代に入るとさまざまな困難に見舞われることになる。国際通貨調整、第一次石油危機、インドシナ市場の喪失第二次石油危機等である。

なかでも73年末に発生した第一次石油危機はタイ経済にかなりの打撃を与えた。たまた

ま同時に起った農産物等一次産品の国際市況の急騰で当面の国際収支上の危機はうまく切り抜けることができたものの、その後の世界不況の進展による外国投資の激減、輸出入品の高騰を引金とする急激なインフレの進行、農産物の価格軟化後も継続した機械機器、工業用原材料等の価格上昇による交易条件の悪化等石油危機の後遺症ともいべき状況に相当期間悩まされたからである。

- (iii) 最近の経済動向についてみると、実質経済成長率（GDP 72年基準）は81年は農業部門の好調に支えられて6.3%と比較的好調な伸びを示した。

しかし、82年に入ると、天候不順等による農業生産の不振、国内需要の減退、更には輸出の不振から4.1%の低い伸びにとどまった。83年は前半農業生産の不振の影響があったものの後半になると作況は好転し、また、国内建設投資・設備投資が活発であったことから、5.8%と景気は回復を示した。

物価は、原油価格の高騰を主要因として、1980年、81年の消費者物価上昇率は19.7%、12.7%とかなりの上昇を示したが、82年になると、原油価格の安定、国内景気の不振によって5.2%と落ち着きを示した。83年には原油価格の引下げ、ドルの上昇による比較的高目の実効為替レート等により、国内景気の回復にもかかわらず、3.8%の上昇にとどまった。

貿易については、輸出は1980年対前年比23.1%、81年14.9%と比較的順調な伸びが見られたが、82年になると世界景気の不振を背景として、4.3%の伸びにとどまり、更に83年には、主要輸出品たる農産物の82/83年度の作柄があまり良くなかったことも加わり、8.3%減という低調に終わった。輸入は国内景気の好調を反映して1980年29.1%、81年14.9%という伸びを示したが、82年になると国内景気の停滞によって9.3%の減となった。

83年には、在庫積み増し、工業開発のための設備投資の本格化、建設投資の拡大、年後半に至る農産物作況の好転等により、20.2%という大幅な伸びとなった。この結果82年にはやや改善を見えた貿易収支の赤字も、83年にはこれまでにない大幅なものとなってしまった。

産業別 GDP (1972年価格)

	金額(百万バーツ)			増減率(%)			構成比(%)		
	1981	1982	1983	1981	1982	1983	1981	1982	1983
農林水産業	77,701	78,502	80,940	6.8	1.0	3.1	25.0	24.2	23.6
農業	58,528	59,904	61,827	8.0	2.4	3.2	18.8	18.5	18.0
畜産業	9,500	9,897	10,144	5.4	4.2	2.5	3.1	3.1	3.0
水産業	6,777	6,019	6,502	8.0	△11.2	8.0	2.2	1.9	1.9
林業	2,896	2,682	2,467	△12.7	△7.4	△8.0	0.9	0.8	0.7
鉱業,採石業	4,623	4,431	4,368	△3.3	△4.2	△1.4	1.5	1.4	1.3
製造業	64,490	67,317	71,947	6.4	4.4	6.9	20.7	20.8	21.0
建設業	15,500	15,097	15,843	△6.5	△2.6	4.9	5.0	4.7	4.6
電力,水道	6,330	6,755	7,394	13.8	6.7	9.5	2.0	2.1	2.2
運輸,通信	20,209	21,715	23,609	7.4	7.5	8.7	6.5	6.7	6.9
卸小売り	51,103	52,789	55,592	6.0	3.3	5.3	16.4	16.3	16.2
銀行,保険,不動産	19,197	21,396	24,330	10.2	11.5	13.7	6.2	6.6	7.1
住宅保有	4,723	4,936	5,152	4.9	4.5	4.4	1.5	1.5	1.5
行政,国防	13,192	13,833	14,399	6.2	4.9	4.1	4.2	4.3	4.2
サービス業	34,202	37,261	39,304	9.7	8.9	5.5	11.0	11.5	11.5
GDP	311,270	324,032	342,878	6.3	4.1	5.8	100.0	100.0	100.0
海外からの純所得	△12,986	△14,910	△14,496						
GNP	298,284	309,122	328,382	4.8	3.6	6.2			
1人当りGNP(バーツ)	6,281	6,682	6,933	2.5	6.4	3.8			

(資料) National Income of Thailand (1983)

地域別 GDP (1982年)

	面積 (km ²)	人口 (千人)	人口密度 (人/km ²)	GDP (百万バーツ)	1人当り GDP (バーツ)	1人当り GDPの 比較
首都圏	1,565	5,540	3,539	281,317	50,799	100.0
東部	37,507	3,621	97	121,372	33,518	66.0
西部	46,088	3,265	71	84,391	25,847	50.9
中部	18,742	2,907	155	61,046	20,999	41.3
南部	70,715	6,001	85	86,275	14,376	28.3
北部	169,644	12,002	59	114,366	11,434	22.5
東北部	168,854	17,152	102	109,603	6,390	12.6
合計	513,115	48,488	94	358,371	17,702	34.8

- (注) 1. 人口は1982年
 2. 首都圏はバンコク・トンブリ地区
 3. 中央部は首都圏を除く
 4. GDPは名目表示

(資料) Gross Regional and Provincial Product (1982)

2. 第5次5カ年計画(1981~1986)

第5次計画は、政策計画(policy plan)としての性格をもち、他の下位実施計画に対するベースになるものだとしている。そして今後10年間のうちに、いわゆるNIC'sの仲間入りをはたすことを長期展望におきながら、次の諸点を政策目標として示している。

- 1) 成長よりも構造の調整、経済の効率化を
- 2) 経済社会開発における平等の重視
- 3) 後進地域における貧困の解消
- 4) 経済開発と国家の安全の調和
- 5) 計画と実施における協調、調整機能の重視
- 6) 民間セクターの役割の重視

農業については、生産性の上昇を強く主張する計画になっている。穀物生産の年率増加率を4.7%、家畜生産を4.2%、漁業生産を5.4%とそれぞれ増加させようとしているのであるが、こうしたなかで例えば米については、1ライ当りの生産量を年率3%高めるべきだとし、そのための土壌改善、灌漑の促進をはかるべきであるとしている。こうした考え方は、農地拡大が

農産物生産性上昇ターゲット

	ライ当収量 (kg)		平均上昇率 (%)
	1981年	1986年	
米	290	336	3.0
1 期 作	272	312	2.8
2 期 作	550	600	1.7
ゴ ム	66	130	9.7
メ イ ズ	309	420	6.3
砂糖キビ(トン/ライ)	6.8	7.7	2.5
タ バ コ	152	172	2.5
マング・ビーン	100	130	5.4
ソ ル カ ム	192	241	4.7
セスター・ビーン	140	150	1.4
大 豆	150	229	8.9
落 花 生	186	208	2.4
綿 花	191	250	5.6

限界に来ているのに反し、生産性上昇がはかばかしくないという現状の打破をねらったものといえよう。

3. 農 業

(i) タイ農業の展開

タイ農業の史的展開を極めて大雑把に概括すれば、諸説はあるが、はるか紀元前に中国雲南省方面からメコン・チャオピア川を下ってタイ北部に稲作農業がもたらされ、時代が下がるとともにチャオピア川をくだって下流地域に稲作農業が展開され、やがてタイ湾に達したものと推定される。(なお、下流地域には別途ベンガル湾岸地域から多収性インディカ種が流入普及したと言われている。)

タイ国の歴史は、タイ族の南下に伴って、初期タイ時代、スコタイ、アユタヤ、トンブリ、バンコックとチャオピア川添いに都市国家的に展開してきた。このような中でタイの稲作を中心とする農業開発はチャオピア川添いの比較的条件のよいところで行なわれ、多くはほう大な森林原野として未開発のまま留保されてきた。これら森林原野は1950年代初めまでタイ国土の6割以上を占めていたとみられ、その後のタイ農業発展のためのいわばフロンティ

アの役割を果たしたといえよう。

前述のとおり、タイ農業は稲作を中心として発展し、1950年初の時点では全作付面積の9割程度が米によって占められていたとみられるが、その後のタイ国経済の資本主義的な展開の中で、タイの伝統的な農村社会も商品経済の波の中に巻き込まれ、現金収入をもたらす商品作物の生産拡大が急速に進んでいった。それら商品作物の代表的なものは、砂糖きび、メイズ、キャッサバ、ゴムである。これら作物がタイ国に最初に導入されたのはそれほど新しい時代ではなく、砂糖きびはアユタヤ時代、キャッサバは19世紀中葉といわれており、メイズは最初の導入時期は不明であるが1950年代初にグァテマラ種が導入されてから生産拡大が行なわれた。これら商品作物のここ20～30年間における生産拡大は著しく、タイ農業の活力には目を見張らせるものがある。

しかしながら、こうした農業生産の増大は主として森林原野の開墾等による作付面積の増大によってもたらされたため、一方では森林面積の急激な減少をもたらしている。もちろん森林面積の減少の原因は、農業開発のみならず長期にわたる乱伐、薪炭用木材需要の増大、不法定住・焼畑等によるところも大きい。森林は、木材供給源であるのみならず自然環境の保全、水資源の涵養、洪水・土砂流出の防止等の多面的な機能を果たしていることから、今後は荒廃した森林の回復と森林・林業と調和した農業発展が望まれるところである。

主要作物の作付面積の拡大状況

(単位：千ヘクタール)

	1950/51 (A)	1982/83 (B)	(B/A)
米	5,540	9,621	1.7
メイズ	34.9	1,679	48.1
キャッサバ	13.6	1,236	90.9
砂糖きび	53.9	583	10.8
ゴム	316.0	1,600	5.1

出所：“Agricultural Statistics of Thailand”

農業・協同組合省

(ii) 農林水産業のタイ国経済に占める地位

タイの農水産業は、その生産額が他の産業部門を凌ぎ、第1位にあるばかりでなく、商業活動の主要対象品目であり、タイ国の基幹的産業として位置づけられよう。とりわけ、米の輸出額は、タイ国総輸出額の15%前後を占め、最大の輸出産業として今日に至っている。更に、キャッサバ、メイズ、砂糖、天然ゴムなどの農産物も主力輸出商品であり、農産物は

タイ国経済をささえる最大の外貨収入源となっている。これら農産物は、いずれも厳しい自由競争のなかで取引される国際商品作物である。しかし、それらの生産様式は、必ずしも近代化した装備を持っている訳でもなく経営規模が大きい訳でもない。むしろ、人力、畜力利用の前近代的な部分が多い。タイの農産物の輸出競争力を支えているものは、熱帯の高温多湿という農産物栽培に適した自然の恵みと農村労働力の低賃金であるといっても過言ではない。

農林水産業がタイ国経済の中で基幹産業であることを示す指標として次のことを指摘できよう。

- ① 国内総生産額の22.3%（1983年）を占め、製造業、商業を上回って第1位にあること。しかし、そのウエイトは、年々低下しつつある。これは、銀行・保険・不動産及び運輸・通信部門の相対的な成長率の上昇に伴って農林水産部門のウエイトが低下しているもので、その成長率が低下してゐるわけではない。
- ② 商務省商業経済局によれば、総輸出額に占める農林水産物は、60%（1983年）を占めており、農林水産業が国家最大の収入源と言われるゆえんの一つとなっている。他

農 林 水 産 物 の 輸 出 シ ョ ア

（単位：百万USドル，%）

	1982		1983		83/82
	金額	構成比	金額	構成比	
総輸出額	6,975.03	100.0	6,385.98	100.0	91.6
I 農林水産物	4,337.26	62.2	3,835.74	60.1	88.4
(1) 米	1,003.66	14.4	896.75	14.0	89.3
(2) タピオカ製品	862.37	12.4	671.76	10.5	77.9
(3) メイズ	363.83	5.2	370.66	5.8	101.9
(4) ゴム	414.79	5.9	513.34	8.0	123.8
(5) 砂糖	564.70	8.1	275.96	4.3	48.9
(6) 水産物	471.74	6.8	527.86	8.3	111.9
(7) その他	656.17	9.4	579.41	9.1	88.3
II 工業製品	1,493.11	21.4	1,631.81	25.6	109.3
III 鉱産物	422.85	6.1	291.39	4.6	68.9
IV その他	718.16	10.3	623.52	9.8	86.8

出所：“Thailand Exports 81 - 83” 商務省商業経済局

1980年労働調査

総労働者数	22,524千人(100%)
うち 農林水産業	15,943 〃 (71%)
その他	6,581 〃 (29%)

出所： National Statistical Office 発行

“Report of the Labor Force Survey 1980”から

方、農産物は天候依存度が高く、特に降雨が生産量に大きく影響するとともに国際的な流通量が輸出価格を左右することもある。タイ経済の不安定な一面をのぞかせている。

- ㊦ 就業人口に占める農林水産業従事者は71%を占め、製造業8%を大きく引き離している。しかし、労働力の定義が、11才以上とされ、専門者を必ずしも対象としたものではないことなどの統計上の制約に留意する必要がある。

第5次国家経済社会開発計画では、1986年の産業別労働力構成について、農林水産業部門を18,594千人とし全体の69%に設定し、依然、農林水産業労働力がタイ国労働力の中核となることを明らかにしている。

(iii) 農業の基本指標

① 農地

タイ国の国土面積は、日本の1.4倍であるが、日本に比べ山岳が少ないこともあって農地率は37.8%と日本(14.4%)より高く、従って農地面積は、日本の3.6%となっている。

1981年 日・タイ農地比較

1981	単位	タイ	日本	タイ/日本
A 国土面積	千km ²	514 (5,140万ha)	378 (3,780万ha)	(倍) 1.4
B 農地	千ha	19,407	5,442	3.6
(1) 水田	〃	11,764	3,031	3.9
(2) 畑地	〃	4,382	1,241	3.5
(3) 樹園地	〃	1,826	581	3.1
(4) 草地	〃	122	589	0.2
(5) その他	〃	1,313	-	-
B/A 農地率	%	37.8	14.4	-

出所：タイ，“Agricultural Statistics of Thailand”

農業・協同組合省

日本、第58次農林水産省統計表

農林水産省

また、水田面積は、タイの場合、農地面積の61%を占め(日本56%)日本の水田面積に比べ3.9倍の大きさとなっている。他方、タイ国は、乳牛など大家畜の飼養頭数が少ないこともあって、草地面積が日本に比べ極めて少ない。

② 農家数と一戸当り農地面積

農家数についてみると日本とタイは、ほぼ近い数字となっている。しかし、タイの場合は、農家数が増加傾向にあるが、日本の場合は、むしろ減少している点が対照的である。

1981年の農家数と農地面積

日-タイ比較

		タイ	日本	タイ/日本
農家数	千戸	4,532	4,614	0.98
平均一戸当り農地	ha	4.28	1.18	3.63

例えば、過去20年間についてみると、タイの場合1961年に345万戸であったが、1981年には、453万戸と百万戸以上の31%の増加となっているが、日本の場合、逆に1960年の606万戸から1981年には461万戸(145万戸減)と24%の減少になっている。他方、1戸当り農地所有面積もタイ国の4.3haに比べ日本は1.2haと日本はタイ国の3分の1以下の規模になっている。

農地面積の場合も、タイ国は、1961年の1,056万haから1981年には1,941万haと84%(885万ha)も増加したのに対し、日本は逆に1960年(607万ha)から1981年(544万ha)の間に10%減少(63万ha)している点も対照的である。

③ 一戸当り農業現金収入

一家族当りの農業現金収入についてみると、1980/81年時点で全国平均23,207パーツとなっている。地域別にみると、東北部が全国平均の65%の15,057パーツと極めて低い収入となっている一方、中央部が、農業生産環境に恵まれていることもあって42,623パーツとタイ国の中では、高い農業収入の地域となっている。農業収入の中では、各地域共通に稲作収入が基幹となっている。作目別の収入構成をみると、東北部は、稲作36%、キャッサバ23%に対し中央部はそれぞれ35%、7%になっているほか、砂糖きびが20%と稲作に次ぐウエイトを占めている。

東北部の低所得要因の一つは、稲栽培可能地が少なく、低収入のキャッサバ、ケナフなどが多いことである。

一戸当り農業現金収入

(単位バーツ)

	1976/77	1978/79	1980/81
全 国	12,224	14,901	23,207
東 北 部	5,424	7,631	15,057
北 部	13,256	15,653	22,486
中 央 部	28,642	30,763	42,623
南 部	7,766	13,411	20,166

出所：“Agricultural Statistics of Thailand ”

農業・協同組合省

④ その他

農地の所有形態別にみると、1978年の農業センサスによれば、自作農は342万戸と農家数402万戸の85%を占めている。残りの15%は、小作農(23万戸)、自小作農(28万戸)、土地なし(借地もしてない)農家(4万8,000戸)となっている。土地なし農家は、いわゆる農業労働者であり、農家全体の1.2%にすぎず極めて少ない。これらの70%は北部及び中央タイの稲作地帯に分布している。土地を持たない借地による農家(4万8,000戸)は全体の6%程度である。

次に、農地の灌漑状況についてみると、下表のとおり同センサスでは、農地面積の13%(1,176万ライ)が灌漑されている。灌漑面積の97%が水田であり、水田だけについてみれば全水田面積の19%が灌漑されていることを示している。また、地域別にみると伝統的な水田地帯である中央タイの灌漑は、水田の48%と進んでいるものの、東北タイは、水田の4%が灌漑されているにすぎない。

農 地 灌 漑 状 況

(単位1,000ライ、1ライ=0.16ha)

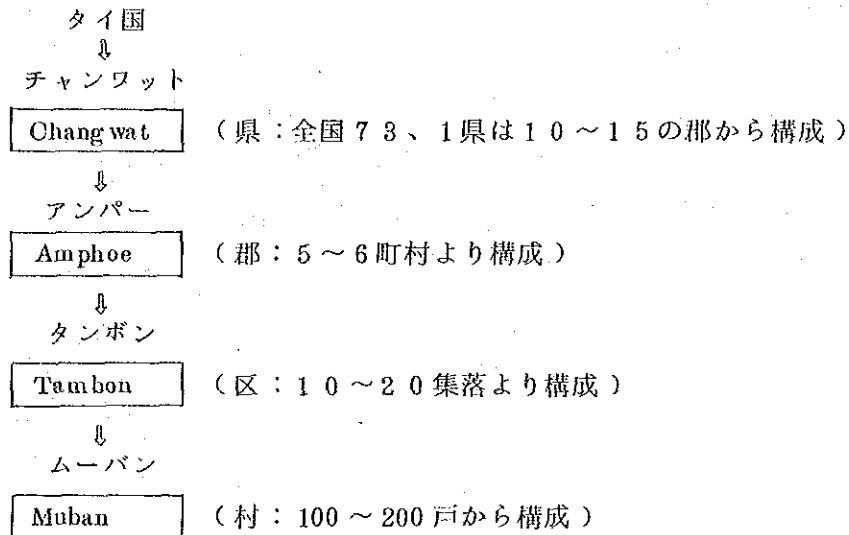
	A 農地面積 うち		B 灌漑面積 うち		灌 漑 率	
	(a) 水 田		(b) 水 田		農 地	水 田
全 国	93,466	59,959	11,760	11,385	13%	19%
北 部	19,942	13,262	3,755	3,604	19	27
東 北 部	40,508	29,788	1,321	1,293	3	4
中 央 部	21,998	12,833	6,340	6,145	29	48
南 部	11,017	4,077	345	344	3	8

出所：1978年農業センサス、国立統計局

(IV) 農業地帯区分

① 行政区分

タイ国の行政区分は、首都バンコクを含め73県（1984年9月現在）となっており、以下、郡、区、村に分かれている。



資料：農業・協同組合省

② 便宜的な4つの地域区分

(イ) 73県は便宜的に4つの地域に分けられる。この地域区分は農業地域としてばかりでなく他の行政上の配慮から内務省が設定したものといわれている。

即ち、1)北タイ、2)東北タイ、3)中部タイ、4)南タイの4つである。

(ロ) 4つの地域の農業の概観

〔北タイ〕

a) この地域の中核都市はチェンマイ（人口10万人）である。

b) ここの自然条件は年間平均気温が25℃、雨量1,300mm、期間温度格差が20℃程度あり亜熱帯的気候に属する。

c) 主要作物は稲作をはじめ、大豆、タバコ、綿花の産地である。

また、北部地方の低地帯はメイズの主産地でその生産量は全生産量の約5割(82/83年は46.4%)を占めるほどである。

この他、マングビーンの実産量が同様に8割強(82/83年は81.5%)を占めている。

最近では、山岳地帯のケシ栽培転換作物として、キングスプロジェクトの下で温帯性の果樹(柑橘、梨、梅、リンゴなど)やコーヒー、茶、ステビアの栽培が行な

われている。

更に、山岳地帯の一部では、しいたけ栽培が注目されている。

〔東北タイ〕

a) この地域の中核都市はコンケン（人口11万人）である。

b) この自然は、コラート高原と呼ばれメコン河に傾斜した台地を形成しており、地質は大部分が赤色砂質土で肥えていない。加えて、降雨が不順で、また短期間に集中豪雨になり、この降雨による水は表土を洗い流してメコン河に注いでしまう。

従って、1年のうちで洪水と旱魃の被害を二重に受ける危険性があり、これが東北タイの農業を困難にする原因の1つとなっている。

c) 主要作物はキャッサバが主力で、その生産量は全生産量の約6割（82/83年、57.3%）を占めている。

この他、メイズ、ケナフ、綿などの畑作物も多い。また、生糸の生産地域でもある。

タイの中では、開発がおくれ、農家の所得の低い地域である。

〔中部タイ〕

a) この地域の中核都市はバンコク（人口547万人）である。

b) チャオピア河のデルタ地帯に広がる平野は、昔からタイ経済を支えてきた米の一大産地であり、土壌は肥沃である。

この地域は、灌漑組織が発達していることもあり、他の地域と較べると作物の転換が進んでいる。

c) 主要作物は米の他、デルタ周辺の畑作地では、砂糖きび、メイズ、キャッサバなどの栽培が行なわれる。

特に、砂糖きびはその総生産量の約70%（82/83年、66.3%）を占めるほどである。また、バンコク市近郊でのラン（切花）の生産は日本向け輸出品として注目されている。

〔南タイ〕

a) この地域の中核都市はハジャイ、ソンクラ（人口、それぞれ11万、8万人）であり、両都市はマレーシアとの国境貿易、ゴムの集散地と漁港で栄えている。

b) マレー半島部に位置しており、半島の北側はビルマと国境を接し、シャム湾とマンドマン海にはさまれて、南はマレーシアに続いている。雨量が年間2,200mmと多く、平均気温も27℃（いずれもソンクラ）という気象となっている。

c) 主要な作物はゴムである。

ゴムのほかに、米、それに多年性作物である果実、ココア、ココナツなどがあり、

表-1 農業經濟地帯区分

Map of Agro-Economic Zone of Thailand



(東北タイ)

North-Eastern Region (17 県)

(Zone 1)

Nakhon Phanom
Sakon Nakhon
Nong Khai
Udon Thani
Loei
Mukdahan

(Zone 2)

Yasothon
Ubon Ratchathani

(Zone 3)

Kalasin
Khon Kaen
Maha Sarakham

(Zone 4)

Roi Et
Buri Ram
Si Sa Ket
Surin

(Zone 5)

Chaiyaphum
Nakhon Ratchasima

(北タイ)

Northern Region (17 県)

(Zone 6)

Nakhon Sawan
Phetchabun
Uthai Thani

(Zone 8)

Kamphaeng Phet
Tak
Phichit

Phitsanulok

(Zone 9)

Nan
Phrae
Lampang
Kukhothai
Uttaradit

(Zone 10)

Chaing Mai
Chaing Rai
Mae Hong Son
Lamphun
Payao

(中央タイ)

Central Region (25 県)

(Zone 7)

Lop Buri
Sara Buri

(Zone 11)

Chai Nat
Nakhon Nayok
Nakhon Pathom
Nonthaburi
Pathum Thani

Ayutthaya

Sing Buri

Suphan Buri

Ang Thong

Bangkok Metropolis

(Zone 12)

Kanchanaburi

Prachuap Khiri Khan

Phetchaburi

Ratchaburi

(Zone 13)

Chachoengsao

Prachin Buri

(Zone 14)

Samut Prakan

Samut Sakhon

Samut Songkhram

(Zone 15)

Chon Buri

Rayong

(Zone 16)

Chanthaburi

Trat

(南タイ)

Southern Region (14 県)

(Zone 17)

Chumphon
Nakhon Si Thammarat
Phatthalung
Songkhla

Surat Thani

(Zone 18) (Zone 19)

Krabi Narathiwat
Trang Pattani
Phangnga Yala
Phuket
Ranong
Satun

近年はコーヒー、油ヤシの栽培も普及している。

なお、ゴムは対日輸出額の第1位の品目となっている。

③ 農業経済地帯区分

農業・協同組合省は土壌、雨量、気温、交通網などの諸条件を考慮して19世帯に区分し、農村振興を図ってきている。なお、農業経済地帯区分に含まれる県は表-1に、主要作物名は表-2にそれぞれ示した。

表-2 農業地帯区分別主要作物

地域	4区分の代表作物	農業地帯区分	主要作物
東北部	キャッサバ	1	タバコ、牛、水牛、生糸、キャッサバ
		2	ケナフ、生糸、牛
		3	牛、水牛、ケナフ、生糸、キャッサバ
		4	牛、水牛、ケナフ、生糸、メイズ、キャッサバ
		5	メイズ、ケナフ、水牛、綿、生糸、ヒマシ、キャッサバ
北部	メイズ	6	メイズ、ソルガム、タバコ、綿、マングビーン、大豆
		8	ソルガム、落花生、メイズ、マングビーン
		9	メイズ、タバコ、大豆、牛、水牛
		10	タバコ、大豆、牛、水牛
中部	砂糖きび	7	メイズ、マングビーン、綿、大豆、ソルガム
		11	米、砂糖きび、その他作物
		12	牛、砂糖きび、キャッサバ、水牛
		13	米、キャッサバ、水牛
		14	水産物、ココナツ
		15	キャッサバ、砂糖きび、水産物
		16	ゴム、果樹、水産物
南部	ゴム	17	米、ゴム、ココナツ、牛、水牛、コーヒー、水産物
		18	ゴム、ココナツ、水産物
		19	ゴム、ココナツ、果樹、コーヒー

(V) タイ経済における農業生産の位置

① 農業部門の国内総生産額（名目）

国内総生産額に占める農業総生産額（名目、GDP）の割合は表-3のとおりであり、農業は僅か16.0%（1983年）にすぎず、産業人口に占める農家人口の多いのに比し、その総生産額は低い。

② 作物別生産額

農業部門内の生産額は米が一番多く、農業部門の約3割を占めている。次いで果物が約2割となっており、マンゴ、パイナップル、パパイヤ等の果物の豊富なタイ農業を現わしている。残りは、砂糖きび、キャッサバなど輸出向の作物のウエイトが高くなっている。

表-3 農業総生産額（1983年）

	百万バーツ	構成比
総生産額（GDP）	928,548	100.0%
農林水産業	202,797	21.8
農業	148,982	16.0
畜産業	27,922	3.0
水産業	14,998	1.6
林業	10,895	1.2
農業内訳	(148,982)	(100.0)
米	49,606	(33.3)
天然ゴム	10,638	(7.1)
ココナツ	1,052	(0.7)
砂糖きび	13,761	(9.2)
メイズ、ソルガム	6,755	(4.5)
落花生	1,948	(1.3)
マング・ビーン	2,359	(1.6)
ひま	134	(0.1)
大豆	712	(0.5)
キャッサバ	11,063	(7.4)
タバコ	4,715	(3.2)
綿	1,321	(0.9)
ケナフ、ジュート、ラミー	1,068	(0.7)
カボック	344	(0.2)
ごま	268	(0.2)
にんにく、たまねぎ、シャロット、チリ	7,546	(5.1)
野菜	10,045	(6.7)
果物	24,713	(16.6)
その他	934	(0.6)

資料：農業・協同組合省

(VI) 農業所得

タイの農業人口1人当りの所得は表-4に示したとおりである。これによると82年の農業人口1人当りの所得は全国平均で5,337バーツ(約6万円)であり、他産業の所得と較べると7分の1程度と極めて格差が大きい。

また、この所得は地域格差が大きく、最も所得の低い東北部は中央部の3分の1程度である。

表-4 農業人口1人当り所得

(バーツ/1人当り)

	農業人口1人当り所得					非農業人口 1人当り所得 ②	比 率 ①:②
	①	東北部	北 部	中央部	南 部		
1978年	4,199	2,285	4,399	6,697	5,695	23,728	1:5.65
1979	4,696	2,769	4,874	7,036	6,496	27,143	1:5.78
1980	5,445	3,221	5,444	8,355	7,499	32,346	1:5.94
1981	5,773	3,068	6,207	9,528	7,104	36,154	1:6.26
1982	5,337	2,831	5,579	8,755	6,894	39,350	1:7.37

資料: Office of Agricultural Economics Office of the National Economic and Social Development

(VII) 農業生産手段

① 農地の所有形態

(イ) タイ農地は全国平均で8割強(81年、84.7%)が農民の所有地で農業経営を行っている。

(ロ) 地域別では、農業の発展が遅れている東北部で農民の所有率は高く、農業の進んでいる中部では、3割の農地が借地によって行われている。

② 農家・農業人口

(イ) 農家及び農業人口は表-5のとおりである。

これによると、農家数及び農業人口は年々少しずつ増加してきている。

(ロ) 農家の総家族に占める割合は82年で6割弱、農業人口の総人口に占める割合は7割弱と農業人口(子供・老人を含む)は多い。

(VIII) 主要農産物の生産動向

① 長期変動

(イ) 1961年から83年までの22年間の推移をみると、奥地の林野の開墾などによって、

農 地 (1981年)

(単位: 1,000ライ)

	農 地			農 家	農 家	1戸当り	
		うち 田	うち 畑	うち 樹園地	所有地	借 地	農地規模
全 国	(100.0) 121,294	(60.6) 73,523	(22.6) 27,385	(9.4) 11,412	(84.7) 102,779	(15.3) 18,515	26.76
北 部	(100.0) 26,649	(63.0) 16,796	(29.0) 7,724	(3.0) 797	(80.4) 21,419	(19.6) 5,230	22.39
東 北 部	(100.0) 51,708	(70.0) 36,183	(20.8) 10,736	(1.1) 547	(93.0) 48,063	(7.0) 3,645	28.04
中 央 部	(100.0) 28,675	(54.3) 15,560	(30.7) 8,804	(8.0) 2,282	(69.9) 20,035	(30.0) 8,640	32.29
南 部	(100.0) 14,262	(35.0) 4,986	(0.8) 121	(54.6) 7,786	(93.0) 13,261	(7.0) 1,001	22.91

- 注) ① 1ライ = 0.16 ha
 ② ()は農地に対する比率
 ③ 資料: 農業・協同組合省

表-5 農家・農業人口

年	農 家		農 業 人 口		農業従事者
	Farm Families	総戸数に対する割合	Agricultural Population	総人口に対する割合	Workers in Agricultural Sector
	千戸	%	千人	%	千人
1973	3,979	54.6	28,223	71.8	14,533
1977	4,313	58.9	30,195	68.8	16,048
1980	4,468	57.7	31,922	67.8	17,233
1981	4,532	56.7	32,546	68.0	17,628
1982	4,691*	56.8	33,195	68.0	18,021

- 注) ① *印は推定
 ② 資料: 農業・協同組合省

タイの3大畑作物であるキャッサバ、砂糖きび、メイズの生産が大幅に伸びた。これらの作物の生産増は輸出向け需要に支えられ伸びてきた。

(ロ) 伝統的な輸出品目の大宗を占めてきている米生産は、短期的な変動はあるものの、長期的には品種改良、栽培技術の改良などにより徐々に増加してきている。

(ハ) この他、天然ゴムの着実な生産量の増加をあげることができる。

天然ゴムも優良品種への改植と南タイからラヨン、チャンタブリなど東タイへの栽培面積の拡大が図られている。

(ニ) なお、長期的生産増の背景には、日本からの農業への援助などが寄与してきているものと思われる。

② 短期的変動

(イ) 最近(83/84年)の動向は、米については、1期作(雨期)の生産量(もみ)は1,600万トン台に達しており、2期作米(乾期)も220万トンに達しようとしており、史上第2位の豊作が見込まれている。また、キャッサバ及びメイズも史上最高の大豊作を記録することが見込まれている。しかし、砂糖きびは、81/82年に農家きび価格の引上げにより大幅な生産増加があったが、その後はきび価格の引下げも影響しやや伸び悩んでいる。

(ロ) なお、主要作物の生産量は表-6に、主要作物の作付面積は表-7にそれぞれ示した。

表-6 主要作物の生産量

(単位:1000トン)

	1 米1期作	米2期作	2 メイズ	3 キャッサバ	4 砂糖きび	5 緑豆	6 ココナツ	7 ケナフ	8 天然ゴム
1961/62	9,864	22	598	1,726	3,984	41	843	239	186
1970/71	13,570	280	1,938	3,431	6,586	151	596	381	287
1978/79	15,206	2,264	2,791	11,101	20,561	259	843	338	467
1979/80	14,646	1,111	2,863	16,540	12,827	251	785	222	534
1980/81	15,405	1,963	2,998	17,744	19,854	261	671	211	465
1981/82	15,758	2,017	3,449	17,788	30,200	284	887	194	508
1982/82	14,774	2,104	3,002	18,989	24,407	281	1,076	199	576
1983/84	16,567	2,163	3,552	19,985	23,869	300	1,102	234	594

	9 ソルガム	10 綿	11 大豆	12 落花生	13 カボック	14 ひまし	15 ゴマ	16 タバコ	17 ニンニク
1961/62	-	38	24	108	73	33	12	9	34
1970/71	69	27	50	125	67	43	20	10	63
1978/79	216	74	159	128	30	37	30	44	150
1979/80	199	143	102	109	27	36	22	47	184
1980/81	237	193	100	129	34	35	27	37	187
1981/82	274	176	132	147	39	36	29	52	169
1982/83	236	122	113	145	34	34	26	47	173
1983/84	327	119	172	147	40	35	18	40	171

資料:農業・協同組合省 ※印は見込み

表-7 主要作物の作付面積

(単位:1,000,1ไร่=0.16 ha)

	1 米1期作	米2期作	2 メイズ	3 キャッサバ	4 砂糖きび	5 緑豆	6 ココナツ	7 ケナフ	8 天然ガス
1961/62	38,549	70	1,916	621	776	229	1,157	1,190	3,080
1970/71	46,840	620	5,180	1,403	862	1,494	1,978	2,631	7,976
1978/79	58,410	4,257	8,661	5,286	3,190	2,638	2,334	2,003	9,426
1979/80	56,864	2,103	9,529	7,250	2,780	2,652	2,347	1,418	9,576
1980/81	56,882	3,228	8,960	7,940	2,927	2,796	2,363	1,608	9,615
1981/82	56,392	3,578	9,796	7,726	3,857	3,040	2,373	1,166	9,867
1982/83*	56,171	3,963	10,494	7,552	3,645	3,034	2,443	1,357	10,001
1983/84	58,115	3,918	10,552	8,780	3,607	3,069	1,754	1,342	10,143

	9 ソルガム	10 綿	11 大豆	12 落花生	13 カボック	14 ひまし	15 ゴマ	16 タバコ	17 ニンニク
1961/62	-	358	149	521	238	229	88	97	103
1970/71	254	193	368	652	318	289	187	143	145
1978/79	1,098	429	1,010	660	313	271	289	294	252
1979/80	1,182	750	679	609	335	312	288	315	246
1980/81	1,546	949	788	658	347	264	245	220	253
1981/82	1,749	967	797	764	353	277	257	304	240
1982/83	1,534	715	778	761	357	276	245	278	256
1983/84*	1,657	688	990	769	355	268	195	244	351

資料：農業・協同組合省 *印は見込み

(x) 米

① 生産

(イ) 米の生産地についてみると、かつては、中部タイが生産量で圧倒的なシェアを占めていたが、近年は東北タイの森林開発に伴い耕地面積が拡大し、1969年以降は、東北タイも米の生産地となった。1982/83年には、全国の生産量の3分の1を中央部(35%)、東北部(30%)、北部(28%)が各々生産している。

なお、地域別米(もみ)生産量の推移を表-8に示した。

(ロ) 米の種類別生産状況は、うるち米が約7割(82/83年、69%)であり、もち米が3割となっている。

東北タイはもち米の生産量が多い。

(ハ) 中央部では2期作が行なわれており、その生産は年々増加傾向にある。2期作は反収が1期作の約2倍あり、生産量の増加に寄与している。しかし、収穫期が雨期に入るため、乾燥の問題がある。

なお、1982/83年のうるち米ともち米の生産量を表-9に示した。

表-8 地域別米(もみ)生産量の推移

(単位 1,000トン)

	合 計	北 部	東 北 部	中 央 部	南 部
1940/41	4,923 (100)	1,108 (22)	1,084 (22)	2,321 (47)	414 (8)
1950/51	6,782 (100)	1,440 (21)	1,846 (27)	2,896 (45)	600 (9)
1960/61	9,475 (100)	2,451 (26)	2,775 (29)	3,476 (37)	773 (8)
* 1970/71	13,570 (100)	4,070 (30)	4,920 (36)	3,720 (27)	860 (6)
1980/81	17,368 (100)	4,860 (28)	5,811 (33)	5,543 (32)	1,154 (7)
1981/82	17,775 (100)	5,450 (31)	5,424 (31)	5,760 (32)	1,142 (6)
1982/83	16,878 (100)	4,780 (28)	5,049 (30)	5,847 (35)	1,202 (7)

出所：Office of Agricultural Economics

農業・協同組合省

注：*は2期作を含まず

()内は%

表-9 1982/83年のうるち米ともち米の生産量

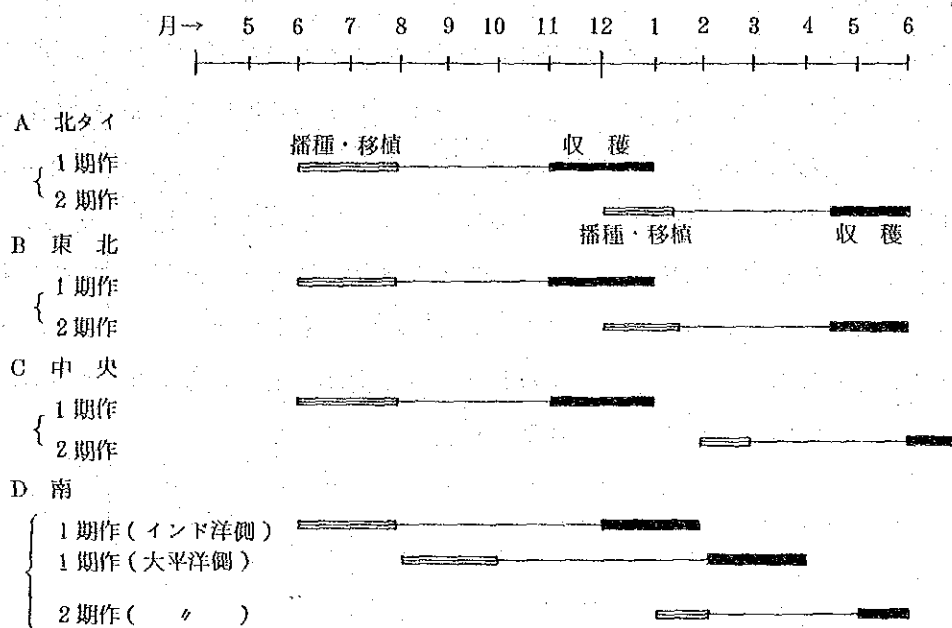
(単位：1000トン)

	生 産 量		反 収		
	1 期 作	2 期 作	1 期作①	2 期作②	比 率 ② / ①
			kg/ライ	kg/ライ	倍
うるち米	(69.0) 10,189	(96.7) 2,035	277	538	1.9
もち米	(31.0) 4,585	(3.3) 68	236	367	1.6
	(100.0)	(100.0)			
計	14,774	2,104	263	531	2.0

資料：農業・協同組合省

(参考)

水稲の作付時期



出所: Office of Agricultural Economics 農業協同組合省

(参考) (1) 水稲の作付時期

(2) タイ米関係換算

○面積: 1 ライ = 0.16 ヘクタール

○重量: 粃(もみ) 100 = 66 精米

○1 バーツ = 1 1 円

4. かんがい事業とRID

タイ国のかんがい事業、およびRIDの組織については、付属資料に添付している木村克彦氏の報文に詳述されている。ここでは、主に現在RIDが直面しているかんがい事業の問題に焦点を当てて記述する。

1) はじめに

タイ政府は最近、財政危機を建て直す為に對外借款を伴う大型プロジェクト約40地区の実施について再検討を行った。その中で、二つのプロジェクトに特に厳しい見直しを指示した。この決定はRID関係者に強い衝撃を与えている。

RIDは80年以上の歴史を持つ約10万人を擁する巨大な技術者集団である。この技術者集団は、先進諸国の協力を得て、大チャオピア計画をはじめとする世界屈指の大プロジェクトを実施してきた自信に満ちた誇り高い集団である。

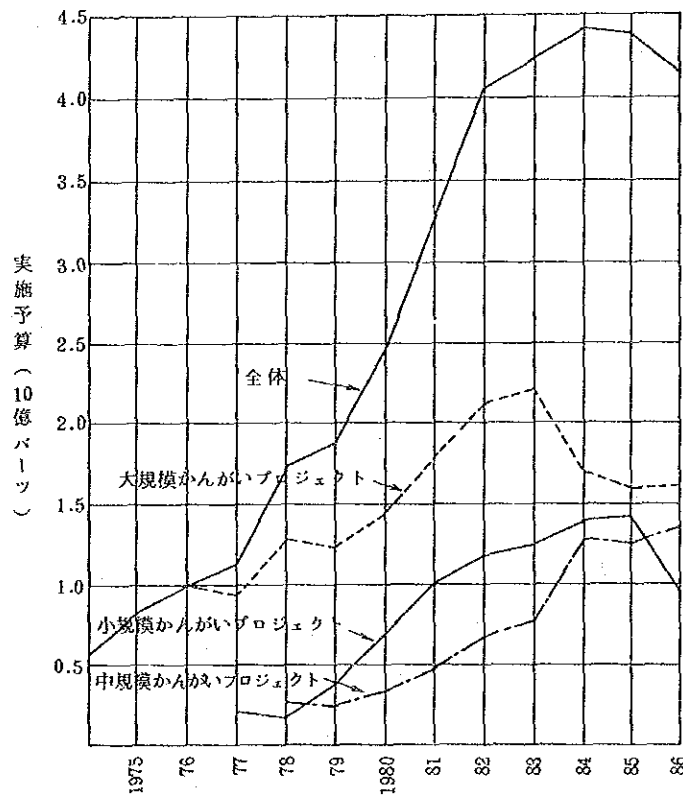
今回投げられたこの一石は、RIDのかんがい行政の方向を今後大きく変えていく必要性を示唆していると思われる。

II) かんがい事業の現状

① 事業制度と予算

タイ国のかんがい事業は、その事業規模によって、①大規模事業：事業費2億バーツ（1฿≒8円）以上、受益面積10万ライ（1ライ=0.16ha）以上、貯水池容量1億ton以上の事業、②中規模事業：事業費4百万バーツ～2億バーツ、工期3～5年の事業、③小規模事業：事業費4百万バーツ以下、工期1年未満の事業と3種類に区分されている。

近年における各事業の予算執行状況は下図のとおりである。70年代は大規模事業が大宗を占めていたが、80年代に入ると中小規模事業の予算が増加しているのが目につく。これは、開発の遅れている地域、特に東北タイを中心に効果が早く発現する中小規模の事業を重点的に実施し、社会不安の解消を目指しているためである。



かんがいプロジェクト予算の推移

② かんがい整備状況

タイの農地面積は、190百万haでその内19%の農地が雨期にかんがいされている。しかし、かんがいされている農地も全てが同一水準であるわけではない。次表に示すようにRIDは、かんがい整備状況を整備水準によって4区分している。

即ち、かんがい水田のうち、50%程度が幹線あるいは支線までの用水路だけが整備され

かんがい水田の区分

整備水準	かんがい施設	面積割合 (%)
1	末端の圃場の整備まで完了しており、水管理（水のかけ引き）が完全に行える水田	1%
2	末端の用水路は整備されているが、排水路、農道区画整理等は不備の水田	52%
3	幹線、支線用水路だけが整備されている水田	28%
4	幹線用水路だけが整備されている水田	19%

ているのみである。さらに完全かんがい化されている水田（末端の圃場まで整備済）は、わずか全体の1%にしかすぎない。

Ⅲ) 事業実施方針の再検討

R I Dはその長い歴史の中で、雨期の稲作の安定化のため、また近年は乾期の米を含めた農産物の増収のため、種々のかんがい事業を実施してきた。そして近年における米生産量の増加に大きく貢献してきた。

しかし、最近世界市場の米価が著しく下がったため、タイの稲作農家は冬の時代をむかえている。タイ政府は今年から米価支持計画を導入しているが、流通機構の問題もあって、農民の手取り額は政府支持価格を大巾に下まわっている。しかし、稲作農家にとって稲作にかわる他作物栽培への移行は圃場の整備水準からいって困難である。新しい営農の定着は相当の努力と年月を必要とする。

このような状況の下、政府は今後のかんがいプロジェクトの実施に厳しい方針を打ち出したのである。R I Dはこれまで、かんがい事業の技術面だけ注意を払い、事業をとりまく時代の環境変化に無関心ではなかったのか。このような反省がR I D内でなされている。すなわち、多大の国家予算を投入しているプロジェクトに対し、社会的コンセンサスを得る努力をしながら、国家の経済政策に合致した事業実施方針を再検討することが求められている。主な検討項目は次の4点であろう。

① 畑作物の生産拡大に関する検討

これまで実施されたプロジェクトの中にも、米以外の作物がかんがい対象として計画されている。しかし、畑作物のかんがいは水稻以上にきめのこまかいかんがいが必要とされ

ることから、末端施設整備水準が稲作以上の水準を要求される。また、畑作は営農上あるいは、加工流通上の問題も多いことから、大規模な生産団地として成功している例は多くはない。

他方、近年畑作振興の基礎的試験研究が多数なされている。したがって、これらの成果を体系化し、地域の特性に応じた畑作振興計画を策定した上で、かんがい、営農、流通等の個々の技術的検討が重要な課題である。

② 維持管理組織の強化

R I Dは、かんがいプロジェクトの完成した施設のうち、末端支配面積50 ha以上の施設については、R I D自からが維持管理しており、50 ha以下の施設は受益農民のグループによる管理に委ねられている。

近年、大型プロジェクトの完成が相次ぎ、R I D所管の管理施設が急増しており、R I Dは、職員を建設部門から管理部門へ大巾な配置換を行っている。この管理部門の新規参入職員の管理技術の向上を図ることが急務となっている。

また、受益農民にとってもかんがいは比較的新しい技術であるから、北タイなどの一部地域を除いては末端施設管理は有効に行われてない。

今後、受益農民に対し、管理概念、管理技術を啓蒙し、農民参加による一体的維持管理が重要な課題である。

③ 関係機関との調整

今後のかんがい事業を推進していく上で、国家上位計画に沿い、地域ごとに何の作物を、どの程度生産するかがより重要な課題となっている。

従って、農業組合省の関係局間のより密接な調整・協調体制が望まれる。

④ かんがい技術の総合化

今後のかんがい事業を効率よく進めて行く上で、次のような問題がR I Dに内在している。(イ)技術情報が分散しており整備されてない。(ロ)技術の基準化が遅れている。(ハ)システム開発が遅れている。(ニ)中堅技術者の実学的研修量が不足している。(ホ)試験・研究のバック・アップ・システムが不足している。

これらの問題を解決するため、かんがい技術の総合化を目指したIECプロジェクトに大きな期待がかけられている。

IV) 今後の技術協力について

今後はただ単に施設をつくるためのハードな技術よりソフト的な、すなわち制度的な面までを含めた総合的技術協力が重要になってきたと思われる。

2. 計画地域の概要

1. チャオピア川と自然

i) チャオピア川

チャオピア川は世界でも有数な大河であり、その流域面積は 178,000 ㎓と広大であり、タイ国土面積の 35% を占めている。チャオピア川は、ピン、ワン、ナンの三支流を合し、傾斜がほとんどなく一望千里の平坦な中を、北部タイに源を発し、メンサンから首都バンコクを貫きシヤム湾に流れ出ている。

その流出量は、渇水年で 14,500 百万 m³、豊水年で 47,500 百万 m³ と大きく変動しており、平均流出量は 30,300 百万 m³ である。この豊かな水資源は今日まで、

- ① ブミポンダム（貯水量 8,600 百万 m³）、シリキットダム（貯水量 8,800 百万 m³）の他、30 ヶ所以上の大規模ダム群、チャイナート頭首工等の水利施設の建設により、年間を通じて利水があり、雨期・乾期の洪水調節機能をはたし、かんがい用水を供給してきた。
- ② 都市、農村の飲用水、工業用水を確保している。
- ③ 水力発電を行うことによって、エネルギー源を確保している。
- ④ 水路の役割を果たし、舟による運搬が活発に行われている。

といった、重要な役割を担い続けてきている。タイ国の社会・経済を支えている動脈といっても過言でないだろう。

1978 年における用途別水量を見ると

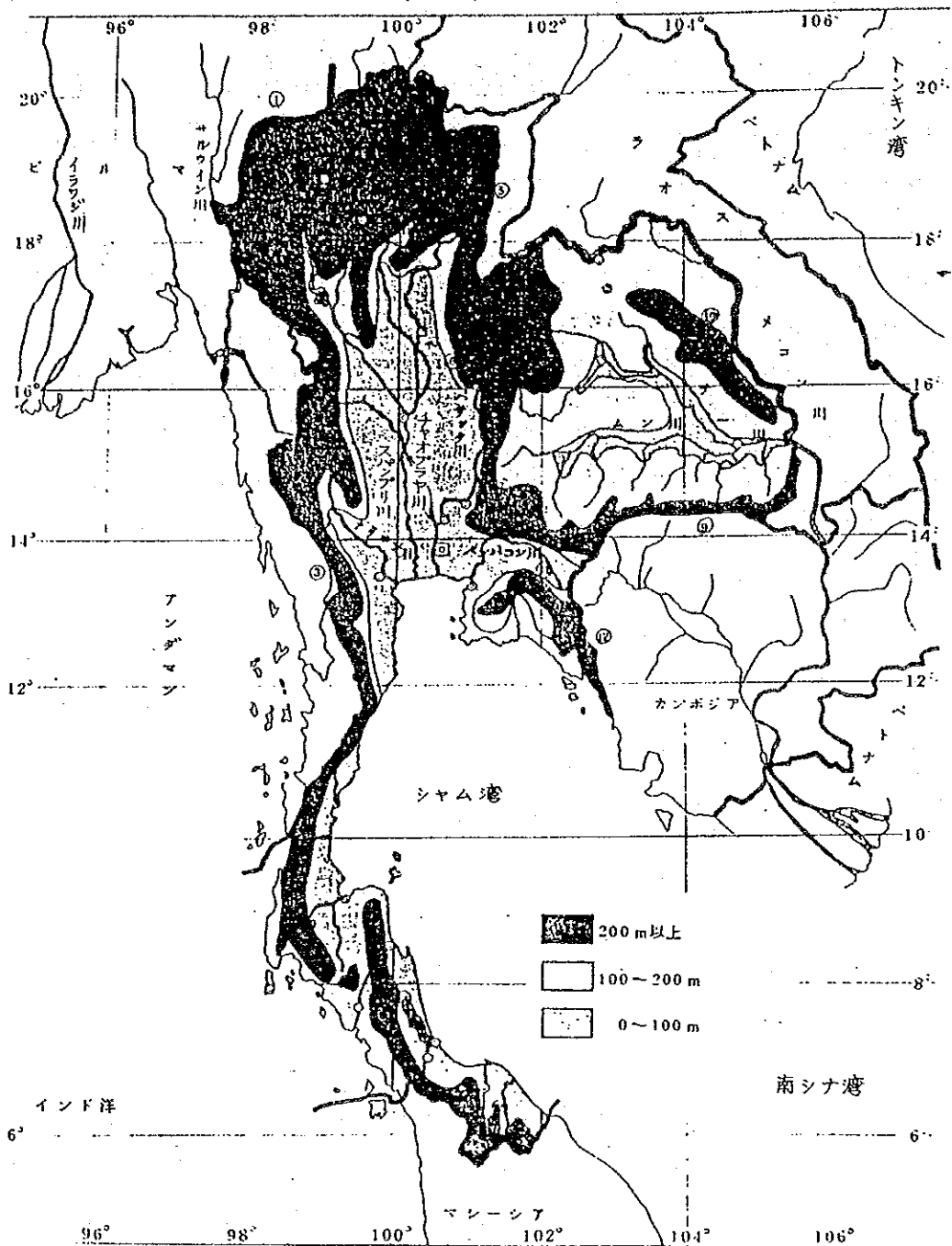
かんがい	19,500 百万 m ³	
発電	11,500 百万 m ³	
舟運	8,360 百万 m ³	
塩水排除	5,210 百万 m ³	注) チャオピア川は減潮河川である。
上工用水	590 百万 m ³	

となっており、同河川の水利用はかんがいが主であり全水量の 44% を占めている。

ii) 地形

チャオピア川によって開かれた広大な沖積平野、いわゆるデルタ地帯である。この大河の氾濫によってつくられた広大、かつ、豊かな土地こそ、タイ農業の存立の基礎条件である。自然の洪水は滋養豊かな有機質成分の天然肥料を運んできて、土地を豊かにし、植物がよりよく生育する条件をつくっている。

タイの地形



iii) 気 候

タイの気候は、タイがおよそ北緯 6 度から北緯 20 度の熱帯域に位置しており、また主として東北モンスーン及び西南モンスーンの二大気流の影響を受けて、乾期・雨期のはっきりした熱帯モンスーン性の気象を呈している。

11月頃から4月頃まで継続する東北モンスーンは、アジア大陸に秋になって発生する高気圧から熱帯の海面に吹き出す乾いた陸風であり雨をもたらさない。この11月頃から4月頃までは乾期である。

他方、西南モンスーンは、夏季にタイに西南方向よりインド洋、タイ湾を渡ってタイの内陸まで吹きこんでくる海風で、タイに雨をもたらす。この5月頃から10月頃までが雨期である。

年間降雨量をみると、雨量の9~8割が雨期に集中しており、乾期はわずかな雨量があるだけである。

タイの雨量

各地の各月平均雨量 (1931~1960) (mm)

	Chieng Mai	Bangkok
1月	7	9
2月	12	29
3月	15	34
4月	49	89
5月	144	166
6月	146	171
7月	188	178
8月	231	191
9月	289	306
10月	126	255
11月	39	57
12月	10	7
A 5月~10月計	1,124	1,287
B 年計	1,254	1,492
雨季間の雨量の 年間雨量に対する割合(%) A=B	89.6	86.3

西南モンスーンがもたらす雨は、年により、季節により、地域により、著しく雨量の変動があり、これはいわば自然の気まぐれとでもいえるものであるが、この季節風によってもたらされる雨こそが、この地域に稲作を可能にしている基礎条件である。稲作の生育にとっては、生育期間である6月以降5ヶ月間に1,800 mm以上の降雨量が必要であるとされている。バンコクで1,400 mm、チェンマイで1,200 mmであるので、降雨だけでは稲作は出来ず、かんがい、河川の氾濫等による水でこの不足を補っている。

この気まぐれな降水量分布は稲作を不安定なものにしており、この水の統制・管理こそ、この地域の水田稲作にとって最も重要な課題である。

各地の降雨量と変動率

(1962~1976)(mm)

		平均降雨量	最多年の雨量	最小年の雨量	変動率
(中央部)	Bangkok	1,475	1,864	876	70.0
	Naknsawan	1,160	1,468	887	50.1
	Lopburi	1,281	1,595	872	54.4
	Nakon Pathom	1,036	1,412	608	78.1
	Phetburi	1,149	1,512	754	65.9
	Changthaburi	2,814	3,687	1,967	61.5
	Uttaradit	1,477	2,100	1,266	56.5
(北部)	Chiengrai	1,766	2,207	1,248	54.3
	Chiengmai	1,208	1,563	865	57.8
	Lampang	1,118	1,518	728	70.7

出所：Meteorological Department. のデータより算出

$$\text{注：変動率} = \frac{\text{最多雨量年の雨量} - \text{最小雨量年の雨量}}{\text{平均雨量}} \times 100$$

気温については、バンコクとチェンマイの例にとってみると年平均は 27.7℃、25.8℃であり最暑月 3~4 月と、最寒月 12~1 月の温度差はそれぞれ、4.2℃と 6.9℃でその差はいずれもごくわずかである。

稲作の限界温度は 13℃であるので、2 期作を可能とする自然条件を有している。

2. 農 業

1) はじめに

第 2 章 1 の 3 で述べたように、タイ国の農業行政区分は、地形、水系等から 4 つの地域に区分されている。即ち、東北タイ、北タイ、中央タイ、南タイの 4 つである。本計画地域はチャオピア川全流域であり、北タイのほぼ全域と、中央タイの 2/3 程度の地域が含まれる。水系の境界と行政区分は必ずしも一致しないが、計画地域に属する県 (Changwat) を整理すると、おおむね以下のとおりである。

チャオピア川流域内 Changwat 数

—北タイ—	—中央タイ—
Nakhon	Lop Buri
Uthai Thani	Sara Buri
Kamphaeng Phet	Chai Nat
Tak	Nakhon Nayok
Phichit	Nakhon Pathom
Phitsanulok	Nonthaburi
Nan	Pathum Thani
Phrae	Ayutthaya
Lampang	Sing Buri
Uttaradit	Suphan Buri
Chaing Mai	Ang Thong
Mae Hong Son	Bangkok Metropolis
Lamphun	Kanchanaburi
Payao	Ratchaburi
	Chachoengsao
	Prachin Buri
	Samut Prakan
	Samut Sakhon
	Samut Songkhram

計 14

19

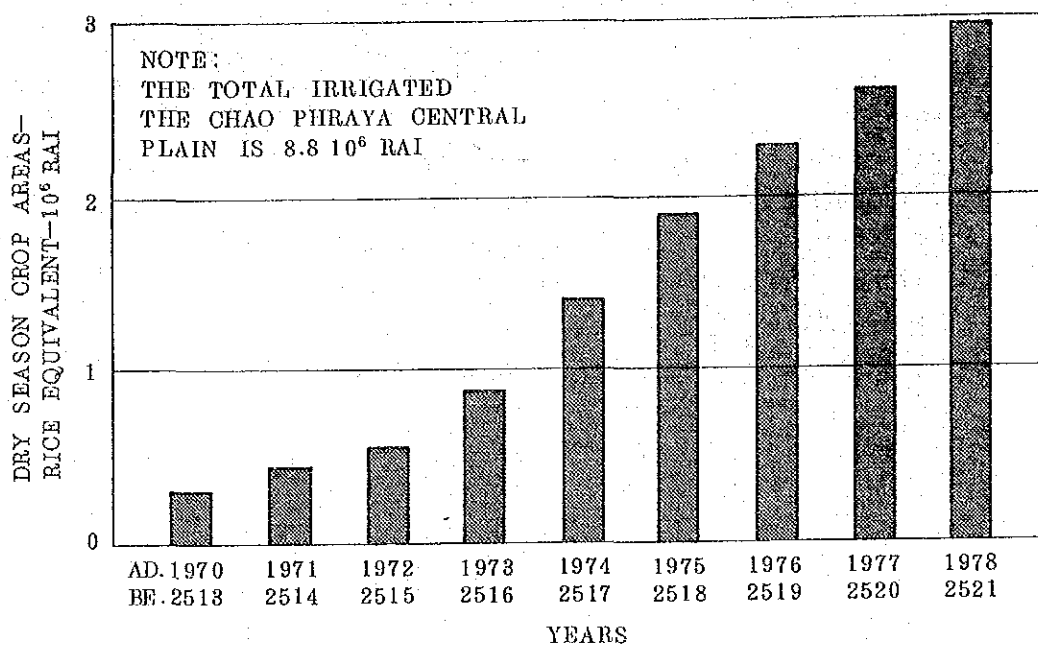
ii) 農業開発とその問題点

本計画地域は、チャイナート頭首工、ブミポンダム、シリキッドダム等の巨大貯水施設、大チャオピアデルタ開発の大規模事業をはじめとして多数の中規模事業、小規模事業を実施しており、タイ国の中でも最も開発の進んだ農業前進地域である。その結果、同流域の農地の外延的拡大はこれ以上望めない状況にあり、内延的拡大を目指した営農および施設整備が展開されている。それに伴い乾期のかんがい面積が近年急激に増加し、1970年で5万haに対し、1978年に約50万haと約10倍に増加し、現在もこの趨勢は続いている。

さらに、チャオピア川中流域に位置するピサヌロークかんがい開発一期事業（受益面積10万ha）の工事が1985年に完了したので、飛躍的に転期作かんがい面積が増大する結果となった。

このかんがい面積の拡大は必然的に使用水量の増加をもたらし、渇水年における農作物の干ばつ被害発生頻度が増加しており大きな社会問題となっている。

他方、雨期において、チャオピア本川およびその他の河川水位が高く、排水不良地帯が多



1 RAI = 0.16 ha

GROWTH OF SECOND CROP AREAS

く見られる。特にアユタヤ市から下流は湛水期間が長いため、フローテングライス以外の新品種の栽培は困難である。その収量は低いので、農民としては出来れば高収量品種の作付が可能となる圃場条件を希望している。

III) 農 業

第2章で述べていることと多少重複するが、補足的に、北タイ、中央タイの農業概要を記述するとともに、同流域の主要農業指標を下記に示す。

① 北 部

タイの最高峰であるインタノン山があり、チャンマイ盆地およびビルマ、ラオスと国境を接する山岳地帯からなっている。

天然資源は多いが耕地が少なく、1戸当り経営耕地面積が最も少ない地域である。しかし、2期作等の集約的な農業が行われており、共同かんがいも普及している等タイの中にあって米作の生産性は最も高い地域である。

米作については自給用が多く他の換金作物により現金収入を得ている。たばこ、大豆および養蚕の栽培が盛んでチェンマイ以南では、甘しょの生産が行われている。またスコタ県は綿の中心地である。山岳高地は、比較的冷涼でレイシ、ロウガン、コーヒー、お茶等も栽培されている。

今後、開発の重点作物としては、とうもろこし、大豆、落花生等の輸出作物の振興が計

画されている。

③ 中央部

チャオプラヤー河(メナム河)によって形成された大三角州に広がるタイの農業の中心的地帯である。低い平野が一大水田地帯を形成し、その周辺や外側は山地になっており、多くの農産物が栽培されている。熱暑地帯であり、土壌は肥沃である。

米作が主体であり、生産性は比較的高く、タイ輸出米の源泉をなしており、輸出量の増大につれて、稲作産地が急速に開発され、1960年頃には、稲作産地がなくなるまでになった。また、クレークにそって蔬菜園、果樹園が発達している。本地域の東南部沿岸地帯は畑地となっており、かんしょ、キャッサバ、とうもろこし等が栽培されており、農業多角化が最も進んでいる。中央平原は、砂糖ととうもろこしの一大産地である。

また、マンゴスチンなどの熱帯果樹も生産されている。最近、バンコクの首都圏およびその隣接農村は急速に近郊農業の様相を強めている。急速に機械化が進展し、肥料・農薬の使用量も多い。

耕地面積(1,000 ha)		作物単収(単位 トン/ha)	
水田	3,606	水稲:	
畑	1,692	雨期	3.8
樹園地	182	乾期	2.3
草地	21	メイズ	2.1
休耕地	103	キャッサバ	15.2
その他	160	砂糖キビ	42.9
かんがい化率	30%		
農家戸数	147万戸		
平均耕地面積	3.6 ha/戸		

3. 水管理施設の現況と課題

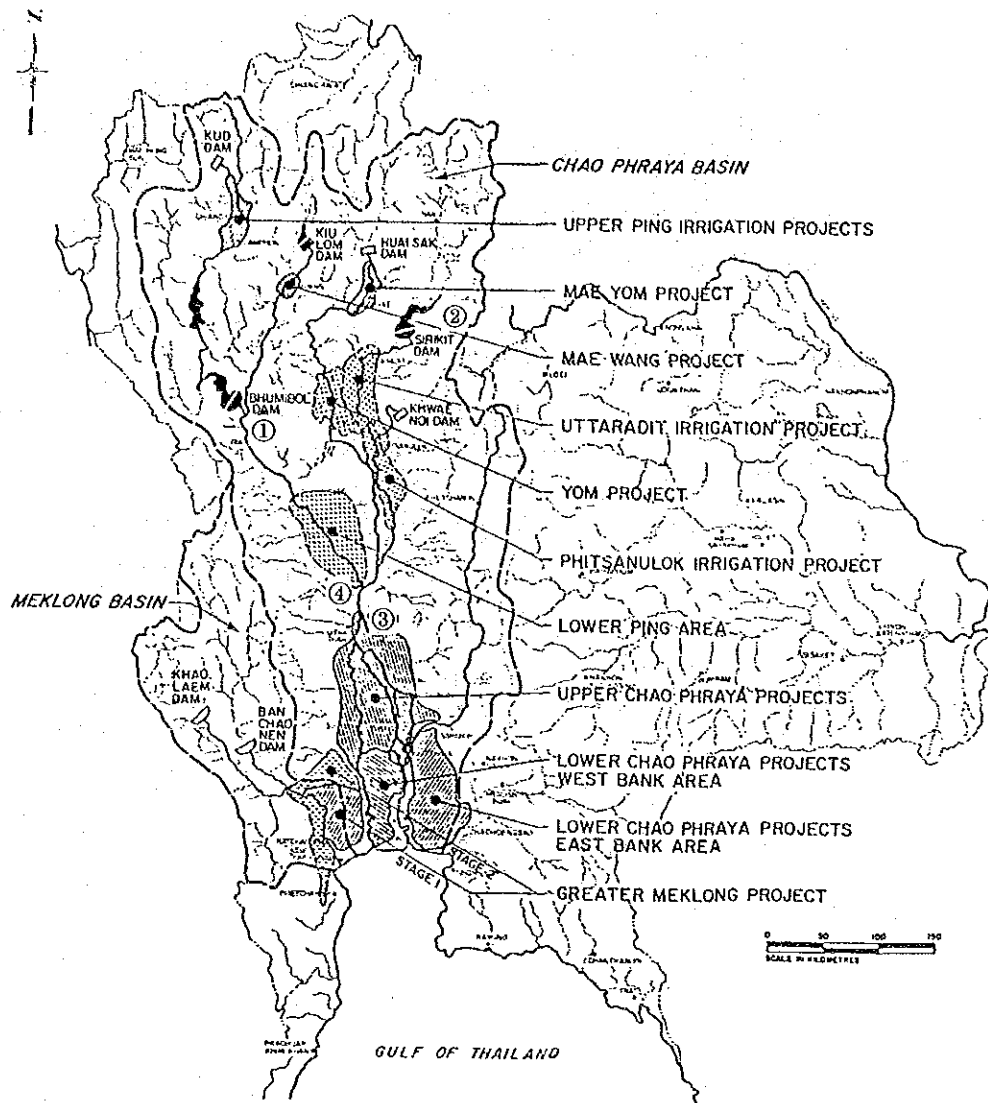
1. 概 説

R I Dの最も重要なファンクションである、タイ国農業のためのかんがい排水事業の実施、および供用開始後の管理運用の位置づけは、今後も変わることはないと認識している。我々は、R I Dが大戦後、世界の食糧供給基地の一つを目指し、チャオプラヤ流域で次々と巨大かんがいプロジェクトを実施し、成功しその管理運用に重大な責務を果たして来たことを歴史（世界のかんがい排水概論を通して）から学んでいる。今後も一方では、巨大プロジェクトの開発・実施は続くであろうが、既に一次開発を終えた各巨大プロジェクトを連携し、国益にかなうよう維持・運用していくことの重要性は言うまでもないことである。事実R I Dは、この重要性に十分留意し、長年の経験に基づく管理手法に加え、5ケ年の年月を費し、ソフトウェアを中心としたWMS（Water Management System）の開発に投資し、この成果に基づき、R I Dの水管理センター（W.O.C. Water Operation Center）において運用を行い、いくつかの問題はあるものの、着々と成果をあげつつあると聞いている。

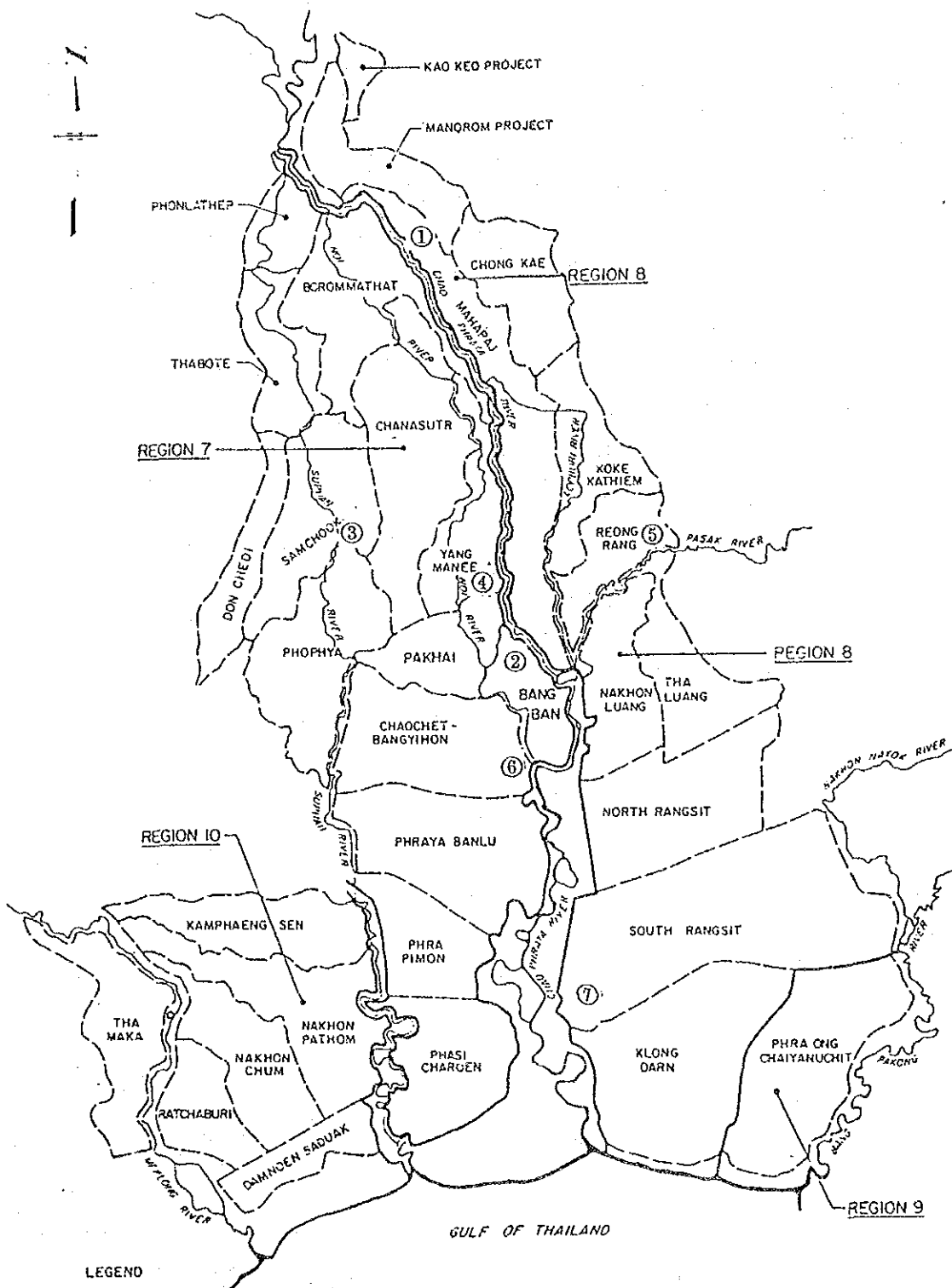
本章では、現在チャオプラヤ河流域に展開している水利施設とその管理の現況について概要を述べ、本件調査の課題を抽出していく。

2. 水利施設の配置と特色

チャオプラヤ河流域のかんがい施設は、日本とは比べものにならない程、広大な地域を単一管理システム単位として構成されている。水源施設としては、プミポール（BHUMIPHOL）135億トン、シリキット（SIRIKIT）90億トンの巨大ダムが中心で、あとは各流域の上流部に設けられた数億トンのダム群から成っている。この両巨大ダムは、チャオプラヤ河口から約400～500km上流の支流Ping河、Nan河に設けられている。たとえばプミポールダムのクレストは、EL 261mにしかすぎないことは後で述べるように、タイ国はいかに平坦かということである。この両ダムでは、水力発電が行なわれ、首都バンコクを中心とする火力発電所群に対し、ピーク発電の役割をもっている。両ダムからの放流水は、7～8日を経て約200km下流のチャイナートにあるチャオプラヤダム（頭首工で約1億3,000万 m^3 の貯水が可能）に到達し、分水が行なわれる（図-1）。この付近の標高は50～60mで、これより下流には、本川頭首工はなく、主要河川では河口より約120km地点のアユタヤで合流するパサク河（Pasak River）のラマVI世ダムがあるのみである。チャオプラヤダム地点は正に、チャオプラヤ下流域の喉元にあたる重要地点である。当地点に巨大頭首工を築き、チャオプラヤ下流域をかんがい開発する計画は、R I D初代局長であるオランダ人Heideにより1980年代に立案され、第2次大戦後世銀の融資により完成された世紀の事業と呼ぶのにふさわしいものである（図-2）。チャオプラヤ下流域を特色づける主要河川としては西から、①スパンブリ河



PRINCIPAL IRRIGATION AND HYDROELECTRIC POWER PROJECTS



LEGEND
 NAKON CHUM-PROJECT NAME
 ——— REGION BOUNDARY
 - - - PROJECT BOUNDARY

ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT
 CHAO PHRAYA-MEKLONG BASIN STUDY

FIG 2.3

REGION AND PROJECT BOUNDARIES-CENTRAL PLAIN

(Suphan River)、②ノイ河 (Noi River)、③ロブブリ河 (Lopburi River)、④パサク河 (Pasak River)、⑤バン・パコン河 (Bang Pakong River)がある。①～③の河川は、いずれもチャオプラヤ河から分流し、spanブリは独自にタイ湾にそそぐが、②、③は下流部でまたチャオプラヤ本川に合流する。チャオプラヤダム下流約100kmで、山田長政の日本人町で有名なアユタヤ (AYUTHAYA)に達する。アユタヤ付近で、ロブブリ、パサク河が合流する。このアユタヤは標高5mを切り、ここから河口まで約120kmの区間は、平均1/28,000～30,000の勾配でタイ湾にそそぐこととなる。アユタヤの下流付近までは、タイ湾の潮汐の影響が及ぶいわゆる感潮区間である。それゆえ、チャオプラヤ下流域全体の大部分は極めて平坦であり、かつ、その2/3の耕地をとりまく自然河川は、感潮河川であると言ってよい。図-2は、チャオプラヤダム下流域の代表的水路の配置状況を示している。これをみると、spanブリ河③のポープレギュレータ、ノイ河の④LATCHAO Regulator、パサク河⑤のラマ6世ダムより上流部の水路は、河川からの取水門をかねるRegulatorにより用水路にひき込まれ、下流域のかんがいを行なう型式であるのに対し、③、④、⑤を結ぶ横線より下流は、チャオプラヤ河を中心として極めて複雑な用水網により、各河川が結び合わされていることが理解できる。これらの水路は1600年代以降軍事目的として開削されたといわれているが、正にタイ国にとって、自動車文明の洗礼を受けるまでは舟運が代表的交通機関であり、今日でいう大幹線高速網を形成していることが理解できる。恐らく内部の舟運確保のため、span河、チャオプラヤ河、バン・パコン河の水位変動と縁を切るために、各河川との合流部にはそれぞれRegulatorが設けられている。今日では、内部のかんがい生活用水確保、舟運の便の確保、内部の湛水被害の軽減をはかるため、どのレギュレータも大きな舟通し閘門とスルースゲートが設けられ、RIDの直轄管理が行なわれている。図-2のアユタヤから約20km下流(河口から約100km上流)の⑥地点で、Noi河がチャオプラヤ本流に合流するが、この合流点の最深河床は、タイ湾平均潮位より-9.0mの標高を有する。このことは、当然これら感潮域での塩分問題が存在することを意味しており、乾季にはチャオプラヤダムから、100m³/secもの水量が塩分防止のために放流されている。首都バンコクは図-2で⑦地点であり、河口から約35kmに位置する。バンコク港は貿易港で水深16mの航路を有し、1万トンクラスの船舶が出入りしている。これらの事実から、図-2に示すチャオプラヤデルタの大穀倉地帯が、いかに低平平坦な地で営む稲作に支えられ、かつ、かんがい排水は潮汐に代表される非定常流況の中で運用する必要があり、技術的には高度なものが要求されることが理解できる。RIDの水文年表には、アユタヤ上流では流量データが示されるが、下流域では日平均水位しか記載できない状況にある。(チャオプラヤデルタにおける開拓史については、京都大学高谷好一氏により、熱帯デルタの農業発展の良書がある)

さて、チャオプラヤデルタについてはこれくらいにして、上流部(ナコンサワン図-1の④)

より上流部を指す)に話を戻そう。上流部で特筆すべき水利施設は、Nan 河のシリキットダム②の約 100 km 下流のピサノロックかんがい Project である。約 10 万 ha の水田地帯に、かんがい事業が実施され 1985 年にはほぼ完全に近づきつつあり、管理の段階に入ってきている。このピサノロックプロジェクトの概成、チャオプラヤデルタに対表される下流域にとっては、全流域の水管理を円滑に実施する必要性を痛感させるものである。この地域においては下流部より若干勾配はあるものの、大規模幹線水路系によるかんがい Project であり、水路が長大であるため、下流部では Water shortage の問題を生じ、地区内での水配分管理の重要性の論議を生じている。

Pin 河上流プミポールダムよりも上流の Cheng Mai 盆地、Wang 河上流域での水利施設の完備など、1980 年代は特に乾季のかんがい水管理に大きな議論をまき起こすものとなってきた。

3. かんがい事情

i) 二期作は水さえあれば可能であるが、現況ではダムの貯水量を勘案しつつ、RID が乾季作の作付面積を決定している状況にある。水管理を合理化し、かんがい効率を向上させることが何よりも望まれている。

ii) 我国でも有名な品種の一つに浮稲 (Floating Rice) がある。浮稲は 1 昼夜に 30 cm の水深の増加があっても、1~2 度はその増水に耐え生長するとか、5~7 m の長さに達するなど驚異的な性格がよく話題になる。しかし、その収量は低く農民としては出来れば高収量品種の作付を希望する。RID は、この要望に答えるべく毎年洪水防除堤防 (一種の輪中堤) の建設をつづけ、雨季の満水深を減じ、堤内農地に丈の短い高収量品種が作付できるよう努力している。この堤防建設による農地排水事業の余波が最近話題となる首都バンコクの洪水問題の一つの要因でもあると推察される。しかし、雨季には排水の条件があまりにも悪く、中央デルタでは今日でも浮稲に頼らざるを得ない実情がある。

広域にわたる雨季の農業排水問題はタイ農業にとって残された大きな問題の一つでもある。この排水問題は稲作ばかりでなく、バンコク周辺の畑作、果樹、オーキッドなどの花木に対する湛水被害を減ずるための排水問題でもある。都市近郊における畑地は低平地であるため高畝栽培であり、畝立のため周辺土を盛り上げ、畝幅よりも周辺の水路部が広くならざるを得ず独特の景観を呈し、我国の如く土地が狭い国民から見ればもったいないと思うのが先に立つ。これを直ちにどうするなどは早計であるが、オーキッド栽培者から排水不良により圃場に湛水し何万鉢もダメにし大きな被害を出す年もあるとの話が印象的であった。

iii) チャオプラヤデルタの下流部においては運河の水位を高め貯留を行い、自然分水で水田に分水したり、小型のポンプを使ってのかんがいが近年相当行われているもようである。

4. 水管理システムの現況

組織的にはRID本局施設管理部内に、O & M課（課長Mr. タノム、実質担当補佐Mr. ヴィラット）があり、チャオプラヤ・メークロン地区を含めた全域の水配分操作の指令を行っている。本局の下には、リージョナルオフィス（12）ヶ所があり、所長の下にProject エンジニアがおかれている。さらに、これらProject エンジニアの下には、主要構造物（Regulator, 分水工）ごとに設けられた現場事務所がありウォーターマスターがおり、この下に所属する総数約1,500人のゾーンマンと呼ばれる役人が、約1,000～1,500 haの受け持ち範囲内の作物生育情報、用水の過不足を把握し上部に情報として伝達している。現場事務所には、実際の施設管理、操作にあたる約3万人の作業員が所属している。

また、プミポール、シリキットの両ダムの操作は、タイ国発電公社EGAT（Electricity Generation Authority of Thailand）が行い、RID、EGAT、BMA（Bangkok Metropolitan Authority）などの諸機関との協議に基づき運用がなされている。

この広大な地域の水管理は、二つのコンピュータシステムによる計算結果の支援により運用されている。第1は乾季の主としてかんがいのための用水配分案を決定するものであり、コンピュータプログラムシステムはカナダのコンサルタンツエーカーズ社により開発されたので通称ACARSシステムと呼ばれる。ACARSシステムは毎週1回水曜日計算され、O & M課内で翌々週の各主要取水口の取水量、主要分水工分水量、EGATに対するダム放流量を決定するのに利用される。計算内容は前週の検証、今週の状況把握と、2週間先の予測計算からなる。前述したように両ダムから、チャオプラヤダムまでの流達時間が7～8日程度かかるため予測が重要となっている。しかし実際問題としては、各地の雨量、流量、水位、および用水の過不足状況、稲の生育に関する情報が多くの人手を介してリージョナルオフィスに集められ、無線電話で本局に伝達されるため、計算当日までに必要データが収集できず、やむを得ず推測データ等を用いている。このため、計算結果をそのまま信頼することも出来ず、会議における目安になっている状況にあり、RIDはこのシステムの精度向上に強い希望を持っている。（このACARSシステムに関しては、O & M部門に1986年3月まで派遣されていたJICA専門家塩田克郎氏による報文（Report Water Management System Model Project とチャオピア及びメークロン流域の広域水管理システムが有益である）（付属資料参照）

1986年現在、RIDはこのACARSシステムをJICAプロ技協によるIEG計算センターで運用できるよう試行を行っている。

第2のコンピュータシステムは、主として雨季の農地排水および都市部の洪水予報に供するため、EGAT、BMA、RIDが協力し、アジア工科大学（Asian Institute of Technology）の指導に基づいて開発した洪水予報計算プログラムである。このシステムはEGATの計算センターにおいて雨季の8～12月にかけて計算が行われ、関係者に情報が週報として配布されて

いる。EGATは無線あるいは送電線に併設した有線通信システムを持ち、両ダムに関する情報把握は十分に行われているが、RID側から提供する情報収集には苦勞が多いようである。

いずれのシステムにとっても、現地のいろいろな状況を on time に把握できないことが大きな課題となっており、極論すれば過去の予測値と現在値の比較を行うことにもこと欠いており、システムの改善は今後に残された大きな課題の一つとなっている。

各かんがいブロック内の水管理はQ-H単独曲線により流量を検出しているが、前述したように構造物によりあるいは周辺河川の非定常流況の影響を受けたりしているため、瞬時流量を単一水位計から流量を把握してもその信頼性に問題がないわけではない。河川沿いには自記水位計が設置されているが、その配置の密度は低い。さらに、Q-H曲線の検証のため、O&M課の職員による計測作業が精力的に行われているが、作業量に対し必要機械のセットが不足しているため、巡回待ちの所が多くなっている。

東部幹線水路はラマVIダムを経てバンコク近郊まで130 kmにわたる長大水路であるが、この地区の途中チェックゲートの操作は私設線による電話連絡を3時間毎に行い水管理にあっている。これなどはかなり近代的設備であるが、人間による音声伝達で、データ送受や記録に問題がないわけではない。一般に水位データ等は人間により目視され、ノートに記録されるまでに何人かの伝達を要し、リージョナルオフィスに伝えられ、リージョナルオフィスからは無線で、RID本局に伝えられ正確なデータの収集方式をどうするかが大きな問題である。

5 水管理システムの課題と改善の視点

まず、現在の水管理システムについての課題を整理すれば次の如くとなる。

- ① 承知のように水管理システムは、ソフトウェアとハードウェアから構成されている。現在RIDが運用しているシステムは多くの現場における多くの人力による情報収集、伝達、情報処理、目標指令の確認→指令→確認・評価の流れで運用されている。これまでの何代かにわたる個別専門家の活動およびRIDにおいて、1985年から始まったIECプロ技協の活動を通じて、運用上の問題点の一つとして情報の伝達、処理装置を介したマン・マシンインターフェイス等いわゆるハードウェアの機能が不足していることを指摘することができる。

情報伝達・処理のハードウェア、ソフトウェアの分野はハイテクノロジー分野の一角を構成し、過去20年の間に最も進歩した。その意味で今回の調査を通じ、現況のハードウェアおよび過去の改善の経過を再評価することは十分意味のあることであり、新たなハードウェアシステムの導入の計画は十分な恩恵をもたらすと考えられる。

- ② しかし、ハードウェアの整備のみでは正に「仏作って魂入れず」である。ソフトウェアの整備は車の両輪の関係にあるからである。RIDが1982～1984年にかけて開発したWMSのソフトウェアの背景・思想について十分整理し、その内容を把握することが大切である。

JICA 専門家からのこれまでの情報によれば、WMS の思想は相当なレベルに達していると認識している。

- ③ しかし、一方では WMS の運用にあたって問題がないわけではない。それは、ソフトウェアの一般的な宿命ではあるが開発担当者の昇任などにより、運用の段階になるとソフトを現況に合わせて改善していく作業は、強力な支援サブシステムの十分な整備がないと難しいことにあると思われる。たとえば、一次開発ではどうしても半理論的に係数等で還元水量等を推測せざるを得ない。しかし、特にチャオプラヤ下流域においては、潮汐振動の影響により水理現象そのものが強い非定常性を呈する。このような場における流量把握には特別の工夫が必要であることが一般的である。(付属資料参照)

以上の現況水管理システムを改善していくための基本的な視点をまとめれば次の通りである。

第1は水管理システムというとすぐにテレメータ、テレコントロール、計算機、グラフィックあるいは通信回線などハードウェアの議論になりがちである。また、これらハードウェアシステムは前述したように、技術革新の波に乗っている分野であり、その性能・価格ともに変化が激しい。一方情報処理技術者の時間に対する概念は秒単位以下であり、現地現象の時間と大きな開きがある。それゆえ、水管理システムの構築については現地の現象を十分理解し、その目的、思考法、結果の適応方法について十分時間をかけた調査・議論が最も重要である。日本においても過去において、設置後十分使いこなせなかった例もある。これらの反省から、操作管理動作が行われた場合に系内に生じる水理現象を把握し検討するためのシミュレーションモデルの開発が行われた。日本においては重要で広域にわたるシステムについては、シミュレーションを実施し、管理システム設計案の改善を行っている。

第2は水管理システムの重要な機能であるが、農民を含めた関係者間で、節水あるいは湛水について互いに信頼しあい、調整に応じさせるためのデータの公開である。渇水時には節水あるいはローテーションかんがいを行う必要があり、洪水時には稲の許容湛水深および時間を考慮した排水操作が行われる必要がある。このような際には、特にチャオプラヤ流域のように巨大な地域では中央のオペレーションセンターのみでなく、いくつかのサブセンターにおいても、地域内の状況とセンターでの意志決定の結果を互いに知るための装置などの設置が将来は必要である。互いに確認できることは正しい情報の収集・伝送の改善に大きく寄与する。

第3に水管理システムの導入には莫大な資金が必要であることは当然であるが、後の維持・管理にかかる費用もばかにならないという点がある。政策的な視点ならば大きな支出もやむを得ないが、機能を維持するための定期保守および部品等の確保は十分行う必要がある。これらの支出に対する予算の確保について十分な配慮をしておかなければならない。このためにも事前便益に対する十分な評価を行う必要がある。

4. 監視計画の現況と課題

1. 既設の水利施設状況

(1) 用水、排水の系統区分の確認

各河川の系統区分は、中下流部に於いては地形条件、水運等の条件により網の目の様に配置され明確な区分が出来ない。また、各地区の水路は、用・排の系統区分が明確になっているものは少ない。

また、水路自体の状況も、近年施工されたものと非常に古いもの等が混在し管理状況も悪く水路通水断面等も当初より相当変化している。この為、水管理システムの設計に際しては乾期・雨期のこれらの水路状況を的確に把握しなければならない。

(2) 施設の設置位置及び各構造物の形式等の確認について

R I Dで近年設置した主要構造物については、その設置位置及び構造内容についての資料が整備されているが、非常に古い施設・多くの小型水門等が点在し、これらについては設計資料等存在しない物がおおい。このためこれ等の状況について詳細な調査が必要となる。

特にシステム設計上問題となる水利施設としては、各河川の水門・閘門、用水路の小型水門、水位計、雨量計等があげられる。

① 各種水門の状況について

地区内には、相当に古い水門及び、小型水門、木製小型水門、舟通し水門（閘門）が各所に点在している。これらの水門は管理が適正に実施されその機能は確保しているのか、また、水管理を行うのに必要とされる機能（指定開度調節等が可能か？等）を具備しているか、また、これらの施設は改造で対応出来るのか、改造はどの程度必要か等詳細に調査を行う必要がある。

② 水位計、雨量計の状況について

一部の地区には、自記水位計等が設置されているが一般には旧式の物が使用されている。水管理制御を行うには、性格なデータ収集が非常に重要な事項となる。現有の観測施設は、これ等に対応する事は殆んど出来ないと考えられる。この機器の機能レベルの検討も重要な課題となる。

また、これらの設置位置と現場状況の確認は重要な事項となる。

中下流部においては、フラットな地形であるので水路内の水状況を流速として把握する事は困難と思慮されることから、水管理制御は水位をベースとして行わざるをえない。このため、水位計は非常に重要な役割を持ちその計測値も正確さが要求される。このため各水位計の基準点の確認も重要な事項となる。また、各計測者による読取り誤差・読誤りの無い機器、及び情報伝送に際しても出来る限りの誤りの生じないものとし、これらの情報が迅速に情報処理センターに伝送される方策に付いて検討を行う必要がある。

(3) 各施設の管理操作状況の確認について

現在RIDで設置した施設は、RIDの職員により基本的には管理されているが、今回のチャオピア川流域については、非常に広域に及ぶ各行政区間での営農状況を加味した水管理規定等の確立が重要となる。これについては、関係地区を水系別に整理し、詳細な調査に基づき検討する必要がある。このため、これらについて詳細な状況調査が必要とされる。

1986年1月流域8,000 haで深刻な水不足が発生したが、この原因として、地形条件による他、農作業体系を確立し適切な水使用規定を作成していない点、また、各地の状況が的確に把握され迅速に中央に伝達され、これに対応して適切な農作業の指示と水管理の指導が行われなかった点にも一因があるとみられる。

この状況を見てもわかるように、各地の状況が的確に把握され、それがどのようなデータとして如何に早く中央に伝達されるか、また、中央でどのように検討され対処するか、重要な課題となる。これらの現状の把握とその検討が常に重要となる。

2. 利水状況の確認

各期別、水系別、地区別必要取水量の調査は、施設の改造・システムの構築上重要な事項である。

この現況を十分に把握し、土地条件に加え営農形態、作付け体系を加味した資料として調査取り纏めが必要である。

3. 監視計画上必要となる情報の収集

(1) 河川・用水路等の水位及び流量、降雨、蒸散量、日照、風速等水管理上必要となるデータは、RIDでも調査しているが、MDMC等他の機関でも多岐にわたる調査を行っている。これらの情報の種類とその精度、その情報を水管システムに直接取り込み活用出来るか等十分に調査する必要がある。

現状の概要としては、多くの機関で多岐にわたり調査されているが、測定機器は旧式のもものが多く、データ自体の精度について疑問視せざるを得ないようなものも含まれていると思慮する。また、そのデータ自体を直接中央情報処理センターに取り込む事は、殆どのが出来ないと思われる。

<参考として、気象観測点の位置図を添付する。>

(2) 肥培管理状況のデータ収集

播種期、同面積、代かき期、同面積、移植期、同面積、中干期、落水期、作物の成育状況、作業状況等地区別情報を収集するとなると非常に多くのデータとなる。情報の収集手法、精度、収集時間、及びその伝達手法等について調査検討を要する。

4. 監視施設の整備方針

水管理制御施設は、大別すると二つに区分出来る。

※ 各圃場等に設置される施設

※ 中央管理センター施設

(1) 各圃場等に設置される施設

各地区内に設置される施設としては、水位・流量・雨量・各水門の開度等計測する施設と、この情報を中央に伝送する施設があげられる。

これらの情報を人手に依って収集し、電話及び業務用無線電話によってデータを中央に伝達しているのが現在の方式であるが、正確な情報が把握できない、迅速に情報が届かない等問題があるとしている。

この解決策としては、前項でもふれた様に水門等は非常に古い施設であるため新たに改造を行い開度計等を取り付け、この情報をテレメータによって直接中央情報処理センターに伝送するのが主たる方式になろうと考えられる。

水位計等においても、一部改造で対応出来るものがあるとしても新しく水管理制御に適した機種に設置換えを要すると思慮する。情報伝送は、水門情報と同様の扱いと考える。

上記は、直接情報を中央に伝送する方式を示したが、子局を設置し地区内の情報を子局に集め一括整理して中央センターに伝送する方式も有り諸条件を詳細に検討し決定する必要がある、このための諸調査も欠くことができない。

機器の新設にさいしては、シンプルで取扱いが容易で、故障しにくいものであること。また、盗難に対してもできる限り安全であること、また、データ伝送方式についても、将来他プロジェクトの製品ともつなぐことを配慮し国際的な立場に立っての検討が望まれている。

(2) 中央情報処理センター

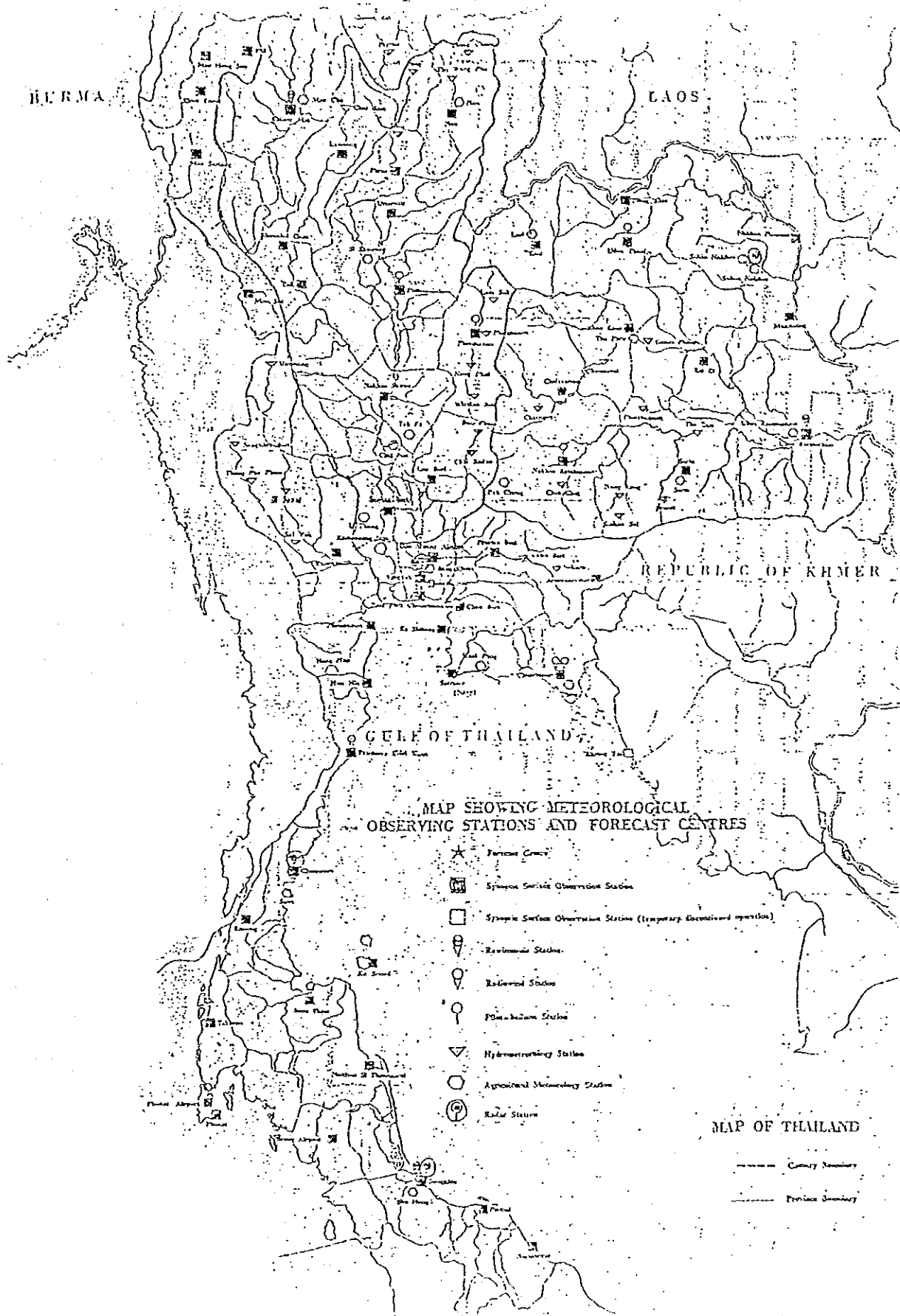
R I Dの中には、水管理技術センター（ I E C ）が設置され、その組織内容が拡充強化されてきている。

本件の事業の性格からも、同所の活用が主体となるものと考ええる。また、 I E C に於いては、モデル地区の水管理制御について検討を行いタイに於ける水管理のノウハウも確立しつつある。

将来に向かって、 I E C の組織・施設をより拡充し活用をはかるのが R I D としても得策と思慮する。

また、人材育成についても、 I E C ・パークレットが連携を取り指導体制を拡充をはかれば十分に対応出来ると思われる。

このための調査検討も欠くことができない。



5. 維持管理組織

1. R I Dの組織と機能

タイ国における役所の業務分担は我国のそれとはかなり異なっている。たとえば、水資源開発にかかわる組織としては、図-1に示すように5つ以上の省庁に関連している。図中の◎印は主業務である。農業共同省に属するR I Dは、表流水のデータ収集、かんがい計画、かんがい施設建設、維持管理が主用業務となっている。R I Dの組織図は図-2である。ここで前出の木村克彦氏の報文からR I D組織についての説明を要約して示せば次の通りである。

- ① R I Dは1983年6月に創設80周年を迎えている。
- ② R I Dは非常勤職員を含めて9万7,000人を擁し、国軍に次ぐ大きな組織である。
- ③ 1983年度のかんがい水力発電等の水資源開発に係る国家予算は、134億3,300万バーツ（約1,343億円）であり、R I Dはこの予算の65%を使っている。このR I Dの予算は国家総予算の5.7%、農業共同組合省予算の60%を占めている。ちなみに、タイ国の1983会計年度予算のうち主要項目は次の通りである。第1は教育の21.0%、2位は国防20.1%、第3は経済開発の19.1%、第4は債務償還の15.3%である。R I Dの予算5.7%は、第3位の経済開発に含まれている。
- ④ 図-3に示したR I Dの組織図を要約すれば、調査、計画、設計部門6部、建設部門3部、機械部門5部、施設管理部門および事務管理部門7部の計22部で本局が構成され、下部組織としてNo 1～No 12の地方事務所（12ヶ所）がある。

2. R I Dの水管理組織

R I D本局内では、O & M部（Operation and Maintenance Division）に属する水管理操作課（課長Mr. タノム、補佐Mr. ヴィラット）と彼等のスタッフが責任を負っている。

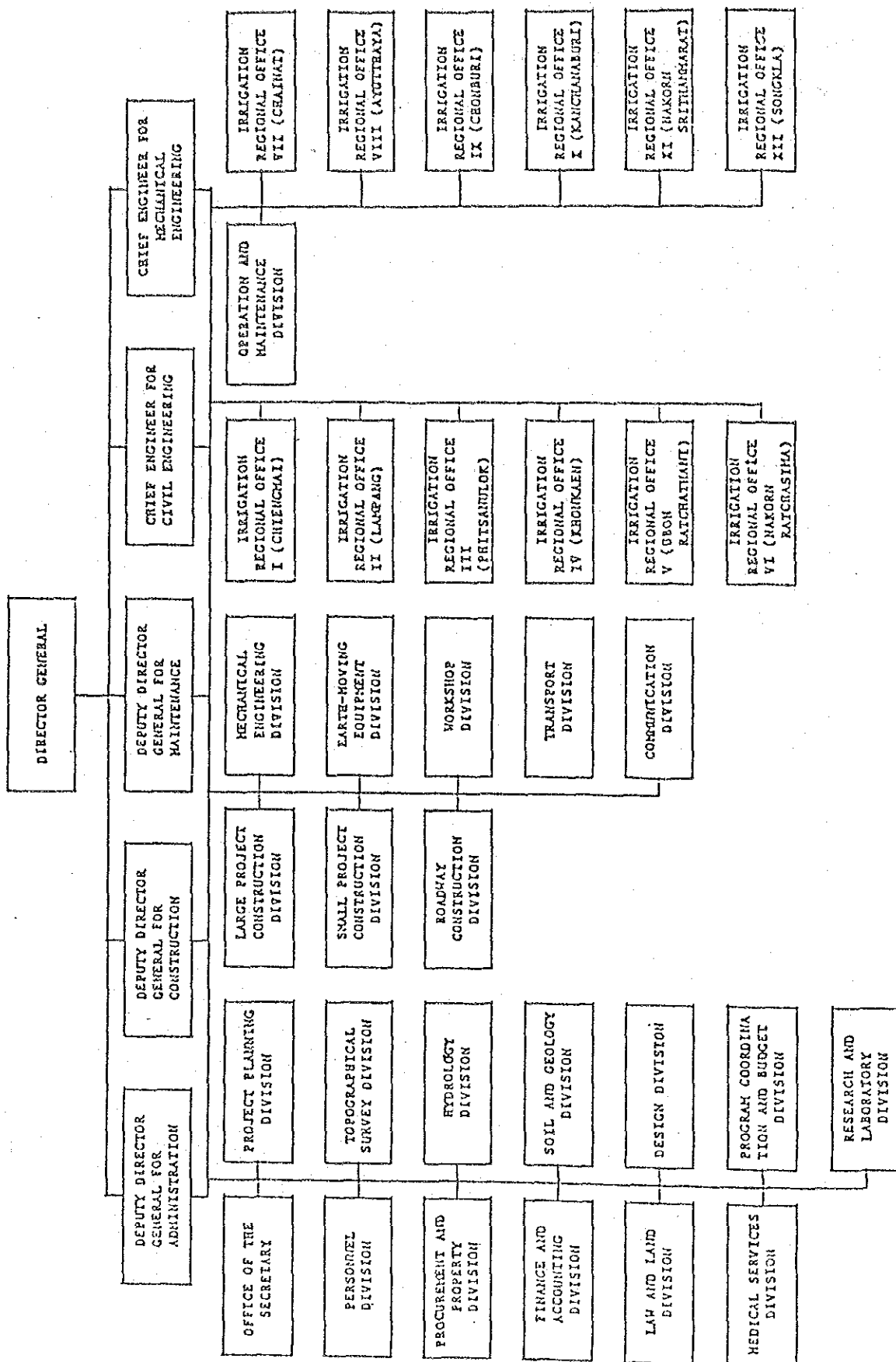
本局の下には、Regional officeがあり、ここに合計で約27名のProject Engineerが、そのEngineerの下にWater musterが約100名おり、Water musterは1,500～2,000 haの受持地区をもっている。Water musterの下には約1,500人のZone manと呼ばれる職制があり、より小さな受持地区の見回り操作にあたっている。実際の水管理データは、これら大勢の間を伝達されている。しかも、電話あるいは、ハンドトーカーなどの設備も少なく、口頭で伝達され互いに野帳に記入しているのが実情である。これらの関係者間のコミュニケーションシステムの改善も重要な課題となっている。

図-1 水資源開発に係わる組織と業務分担(1977年5月)一部修正

組織	農 業 協 同 省										内 務 省				通 信 省			科 学 技 術 庁			厚 生 省		そ の 他	
	農務	NESDB	RID	ARLO	FD	RFD	RRDI	MWWA	BMA	ARD	PWD	IWD	MRD	NEA	NEB	EGAT	MD	HD	DOH	HYD	AIT			
象																								
気																								
流																								
水																								
地																								
下																								
水																								
質																								
素																								
かんがい																								
電																								
節																								
運																								
水																								
上																								
工																								
水																								
野																								
生																								
動																								
物																								
環																								
境																								
保																								
全																								
魚																								
養																								
魚																								
調																								
査																								
全																								
般																								
調																								
査																								
般																								

凡例
○-従業務
◎-主業務

☒ - 2 ORGANIZATION CHART FOR ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT (RID)



第 3 章 特別記念講演要旨

事前調査団団長中原通夫氏が、S/W署名後、RIDの要請に基づき、本件調査の開始を記念し、RID幹部を対象として「水管理システム」に関する特別記念講演を行い、RIDより好評を博した。

その講演内容は東南アジアのかんがい状況を考慮しつつ、日本での水管理システムの研究成果を踏まえ、計画、設計にあたっての留意事項および、水管理概念の重要性を述べたものである。

従って、本報告書の締め括りとして、ここに掲載するものである。

Water Management and Layout of Project Facilities
for Irrigation Development

Michio Nakahara
Japanese Institute of
Irrigation and Drainage

Introduction

The term of "Water Management" is drawing wide attention among concerned in the field of irrigation in recent days, in international development sector in particular. Though the term appears to have become popular in recent years only, it has been widely used among farmers and agronomists in Japan for years ever since pre-war days. The recent attention by the concerned to this term is apparently brought about by such lessons that no irrigation project can produce the planned benefit without proper water management in the system. The water supply may not be sufficient in some portion of the project area and cannot be evenly distributed due to oversupply on a part and substantial losses in conveyance and during operations in others, unless proper water management is practiced, even if well conceived project facilities are provided.

However, a well conceived arrangement of water management alone can not achieve sufficient and equitable supply of irrigation water to the fields to be benefited. The water source should have an adequate capacity and the conveyance and distributaries are to be properly laid out to secure good water management. Each farm plot is to be well equipped with adequate irrigation, drainage and farm road facilities to meet the needs for convenient and efficient farming operations, and farm blocks should be laid out so that such farming and irrigation operations are possible. An irrigation and drainage system is also to be properly equipped with necessary measurement devices, data collection and communication systems and others to facilitate proper water management required to achieve high productivity on each farm plot and block, and a system as a whole.

Some views and comments in these regards are presented in this paper with relevant data and information gathered from available reports and research papers mainly by Japanese researchers and engineers. The writer's intention is to introduce project planners and those engaged in water management planning, the experience and study results in Japan which are usually not widely known internationally. He would be more than happy if the data and

information provided here could be of some help, as a reference material, for readers' better services in project planning and water management.

1. Definition of Water Management

a) Agronomist's Concept on Water Management

As the term of "Water Management" is comparatively new, there are diversified understanding among those concerned. However, it would be more appropriate to re-examine the meaning of the term, starting with the understanding by farming people, as irrigation aims principally at increasing farm production by adequately supplying water for physiological and farming needs of crops.

The meaning of water management normally taken by paddy farming people is to properly control the supply of water and the drain from fields so as to best meet the water needs in each farm plot. That is, the water management, in their terminology, means basically that of onfarm level. Accordingly, the paddy farmers in Japan were used to visit their farm plots several times a day to manage water conditions as good as possible. Agronomists also adopt the same definition as farming people do. They have carried out extensive studies on water requirement and management which considerably varies according to paddy varieties, growing stages, soils and their fertilization etc. The cropping patterns to be adopted in relation to meteorological conditions, water availability from time to time and so on have also been examined in depth and constructive recommendations have been presented. Therefore, it is thought important not only for cultivating farmers and agronomists who are directly involved in water management at on-farm level, but also those responsible for that of project level and administration to be fully aware of the basic meaning of water management and take it into consideration in their planning and operations.

However, the detailed techniques of water management in practice are not necessarily all the same in places and time. All the engaged in water management should, in this connection, always try to adjust and improve their approach and methods so as to best fit their local conditions and the needs of the time.

b) Engineers' Definition of Water Management

To engineers, water management is to operate project facilities properly in order to supply

an adequate amount of water timely and equally in an efficient way. Timely and adequate supply of water is the basic need to achieve productive and efficient farming operations at the terminal level. However, equitable and efficient distribution of water needs to be added as new requirements, when water management at project level is considered. Because of public nature of irrigation facilities in general, equitable distribution of water is one of the absolute needs to be included as an additional criterion in their operations, on top of timely and adequate supply of water. Efficient operations of project facilities are also required for the same reason. However, it would specially be noted that the efficiency here includes two facets : saving in water and less inputs for operations.

Good water management on project basis could not be realized with a deeply conceived operational plan and operation personnel only, if the project was not adequately provided with necessary structures and facilities. This would mean that a project plan and design of structures are to be prepared taking the needs of water management and operations into consideration from early stage of project planning and design. It is found also necessary that a project should adequately be equipped with necessary facilities for measurement, communication, data processing, analysis and others, in order to make good water management of project basis possible.

Fine and sophisticated operations of project facilities for precise water management were impossible in the past, because of less availability of established methodology and lack of equipment and facilities for the need. However, such operations have become possible with the advance in diversified fields of electronics in recent years. Therefore, it would be highly worthwhile trying to take full advantage of such progress in planning and designing project facilities. One would be well rewarded in his services, if he makes his efforts in this direction.

c) Water Management of Extensive Area

It is often the case that there are many separate irrigation and other water utilization projects in a river basin. Those projects may have common difficulties and/or conflicts each other, causing considerable losses in water utilization and others in a case and even a confrontation in an unlucky case. Water management on wider viewpoint becomes necessary in this regard. In addition to providing individual projects in a basin with proper layout and adequate facilities, a basinwide system of water management and administration needs to be established with necessary facilities for communication, analysis and simulation. This sort of basin-wide water management was not implementable in the past, because of same reasons as mentioned in the last paragraph for water management of project level. However, positive employment of electronic devices and computer

system has made it operational in recent days.

As the size and conditions of watersheds are different from one to another, it is hardly possible to formulate a generalized formula of basin-wide water management at present. Therefore, the water management system suited to a specific area would have to be formulated individually for the time being, taking all the precedents and research results into consideration.

2. Water Requirement and Water Management at On-Farm Level

The term of "Water Requirement" is defined as : the quantity of water required by a crop or diversified pattern of crops for its normal growth under field conditions. This includes transpiration, evaporation and other economically unavoidable wastes. However, the consumption of water by crops in field varies very widely affected by a number of factors. The major components affecting water requirement of paddy in field are shown in Table 1. Each of the factors fluctuates independently in a case and changes in somewhat interconnected manner in another. A sample of such changes in evaporation, transpiration and evapo-transpiration has been illustrated in Fig. 2, classified by early, normal and late cultivation of paddy, with cultivation calendars as shown on Fig. 1. The changes of the evapo-transpiration for each exhibit different trends each other, as found with the upper solid lines of Fig. 2.

Various measurement figures of water requirement in paddy fields obtained in Japan by Japanese researchers are shown in Table 2, and the widely accepted figures of net water requirement for paddy in the country are presented in Table 3. Fig. 3 shows the relation of daily water requirement with rice yield in Japan, in ton/ha. There seems to be an optimum water consumption rate (requirement) for good paddy production. The reasons of the comparatively high figures presented in these Tables and Figure would be : 1) steep topography and pervious nature of soils and 2) precise water management at on-farm level aiming at the highest possible yield of paddy in the country.

Although the amount of water to be supplied to paddy field is as presented above on an average, the water conditions in individual farm plots is to be adjusted precisely on daily or weekly basis so as to meet the needs of crop growth and farming operations. An example of precise water management at on-farm level, is exhibited in Fig 4. The best patterns of water on-farm level for respective varieties of paddy have been developed by researchers, extensionists and even by devoted farmers themselves, and are being widely employed in Japan to obtain the highest harvest possible in paddy.

Table 1 Main reasons of change in water requirement

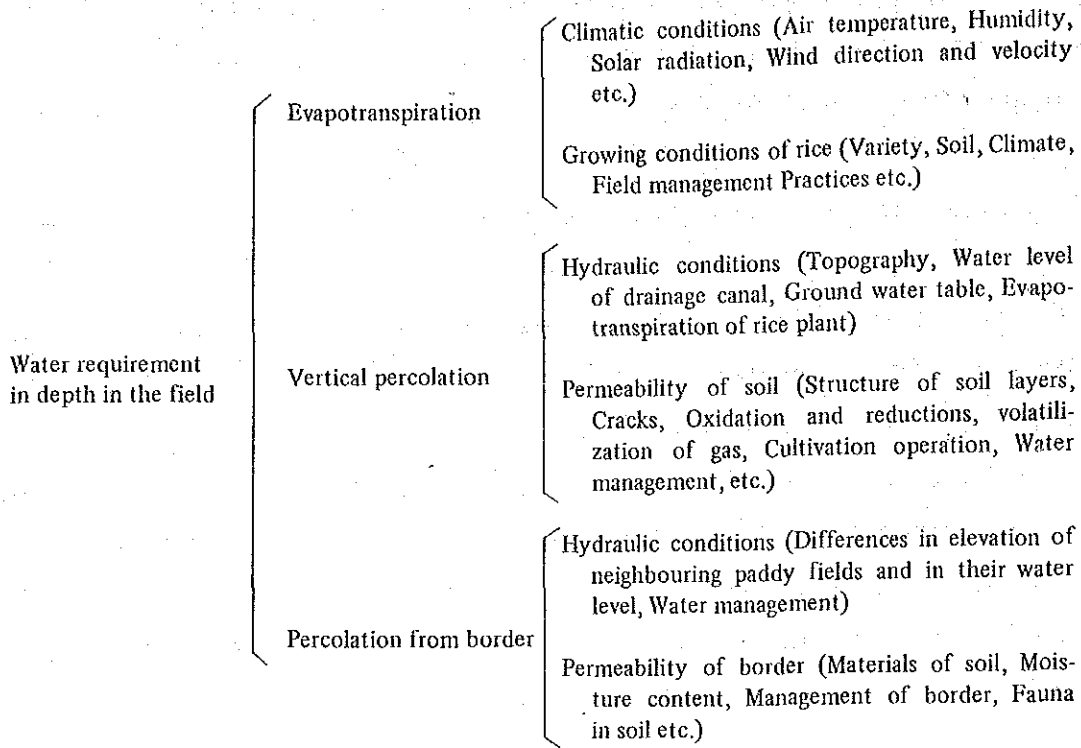
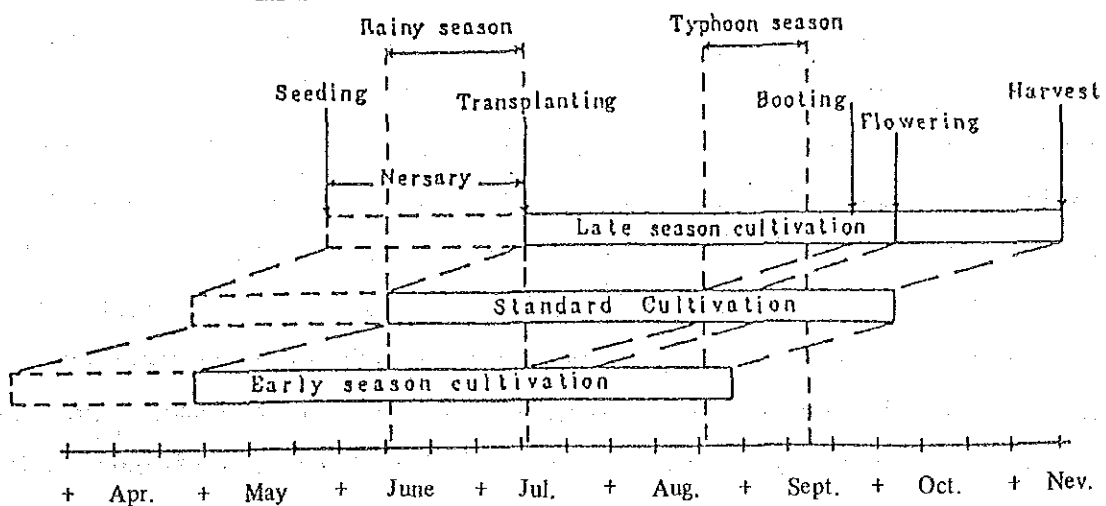
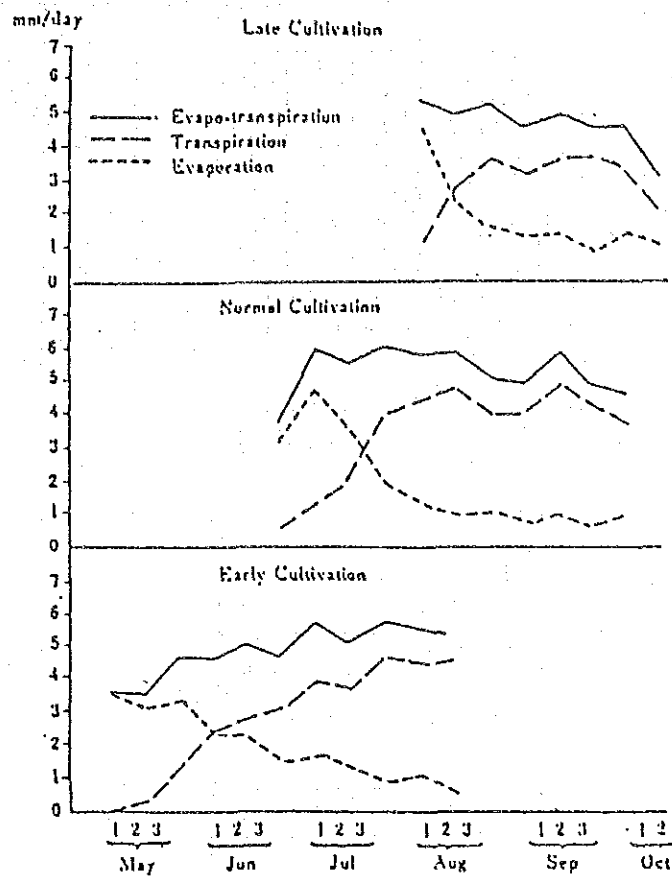


Fig. 1 Growth Period of Paddy Plant in Japan





* Conducted in Shikoku Agri Station.

** 1, 2, 3, means 1st 10 days, 2nd 10 days and third 10 days respectively

Fig. 2 Evaporation, transpiration and evapotranspiration

Table 2 Average irrigation requirement and type of water sources

Water source	Number of surveys	Water required m ³ /sec/ha	mm/day
Reservoir	103	0.00140	12.1
River	86	0.00295	25.5
Groundwater	12	0.00300	25.8
Pumped water	101	0.00129	11.6
Combined sources	6	0.00197	17.0
Total/average	308	0.00225	19.4

Table 3 Soils and average net water requirement mm/day

Sand	27
Sandy loam	23
Loam	17
Clay loam	14
Clay	10

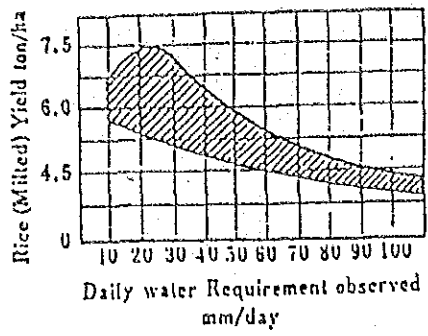
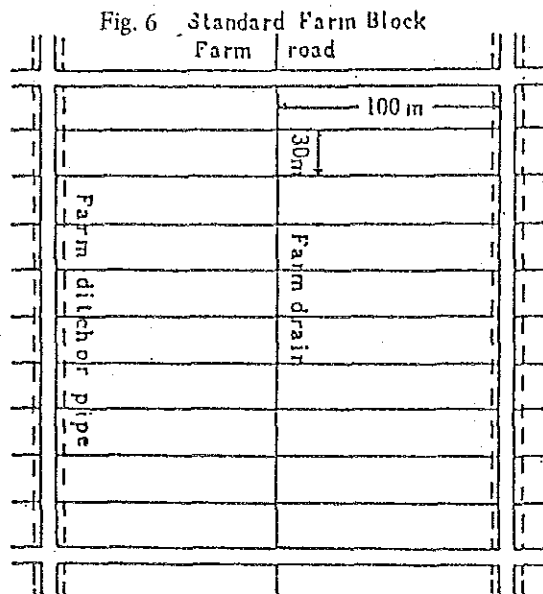


Fig. 3 Daily field water requirement and rice yield (Isozaki, 1967)

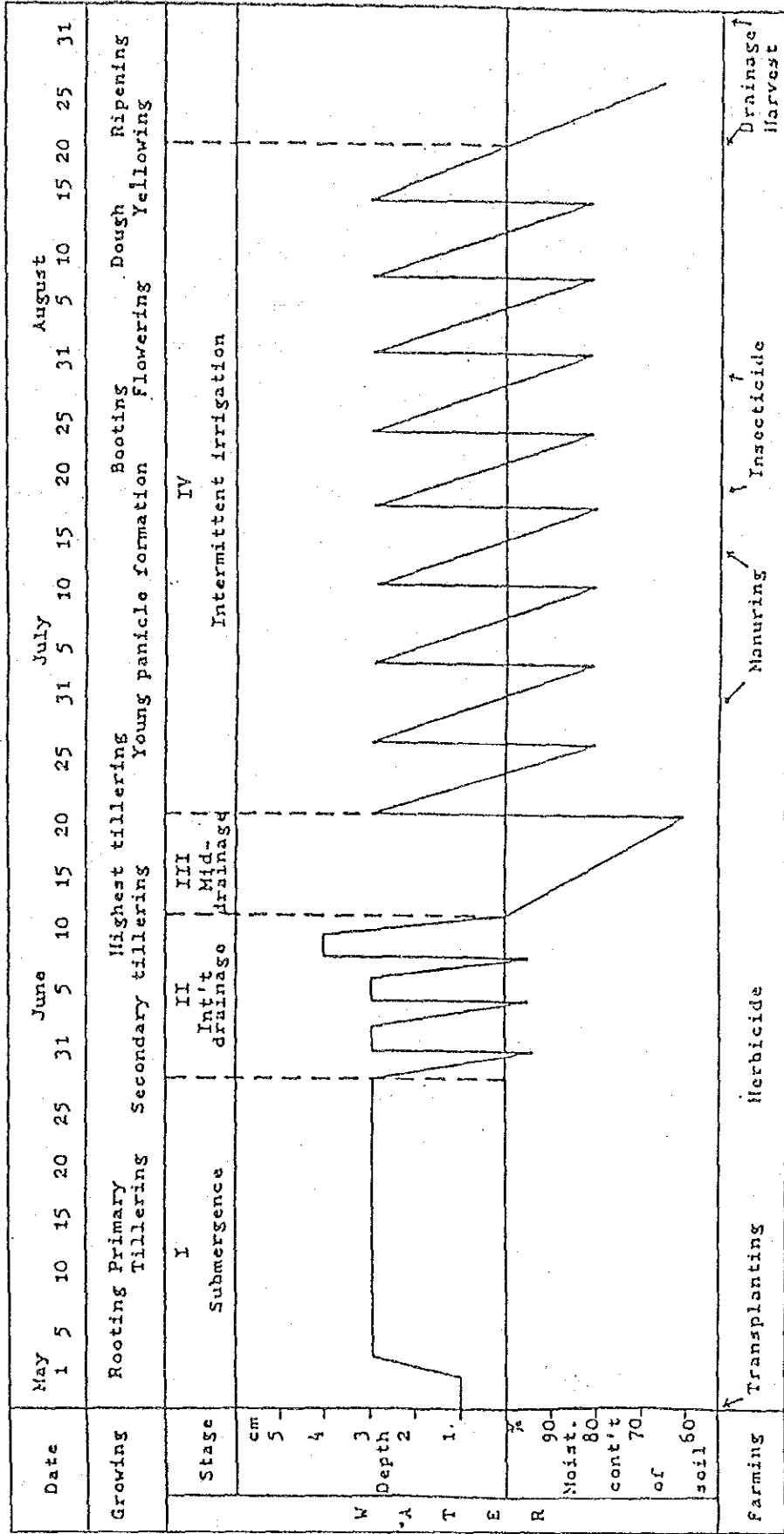


$$Q = \frac{M \times N \times A \times D_{max} (1 + \alpha)}{T} \quad (\text{m}^3/\text{sec}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

Where

- Q=canal capacity (m³/sec)
- T=time needed for delivering water (seconds)
- M=number of plots commanded by one canal
- N=irrigation interval (days)
- A=area of one plot (m²)
- α=water conveyance loss varying from 0.05 to 0.2
- D max=maximum daily water requirement (m/day)

Fig. 4 An Example of Modern Water Management



3. On-Farm Facilities and Land Consolidation

In order to make precise water management possible, it is first necessary to lay out farm plots and farm blocks properly and to provide them with adequate on-farm facilities. This type of development which includes various components such as irrigation distributaries, drainage ditches and farm road, and even reshaping and exchange of farm plots among concerned in some cases, and is closely related to farming operations and other activities in rural areas, can hardly be implemented sporadically one by one in an area. Therefore, the provision/reconstruction of these on-farm facilities in this type of development is usually implemented in an integrated package, called "land consolidation". The land consolidation in Japan was started as "farm-plot rearrangement (or readjustment)" in the beginning with farmers' initiatives as early as 1900.

Fig. 5 presents a chronological development of land consolidation in a paddy cultivating area in Central Japan since 1900. The map on the top of the Figure shows the farm layout before land consolidation. In a flat swampy area near Lake Biwa, the farm plots were irregular in shape and size with creeks interweaving the area for irrigation, drainage and transportation. The farming at this period was prevalingly operated by manual labor with minimal on-farm facilities, resulting in low productivity in general.

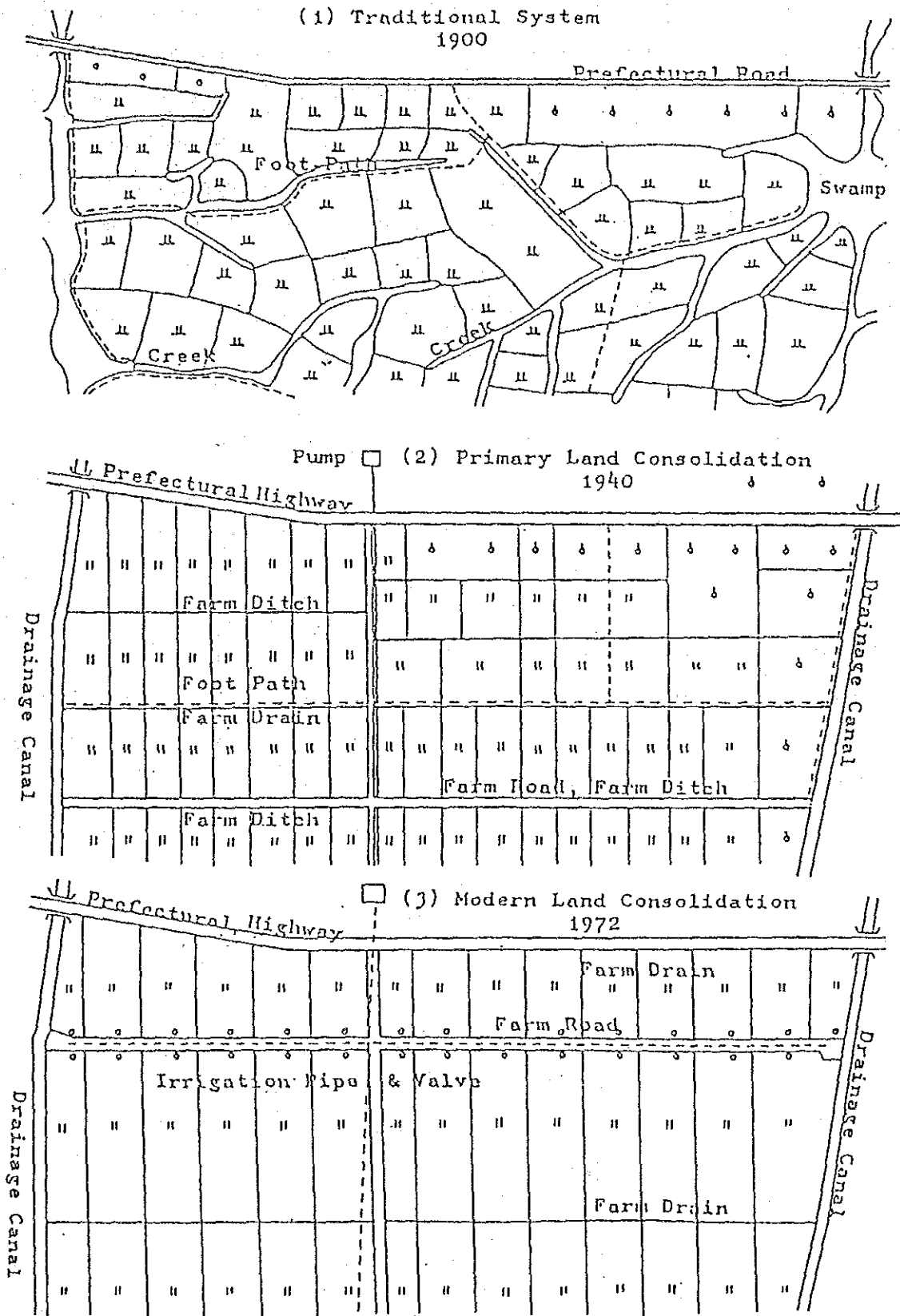
The farm plot in the area was rearranged around 1940, as shown with the map in the middle of Fig. 5. With irrigation and drainage separated, farm plots were reshaped and rearranged. The creeks were removed from the area and transportation to farms and back was all made of overland. Draft animals were the major power for cultivation about this time, and the shape and size of farm plots were designed to best fit the needs of more efficient farming operations at the time. The plot size of about 0.1 ha was thought to be suitable and convenient for farming with draft animals.

Introduction of small farming machine after the war made the farm layout of pre-war days inconvenient. The farms of the same area were rearranged for the second time to better fit the newly introduced farming practices. The shape of farm plots was made rectangular of expanded size, and irrigation ditches were converted to a system of pipeline in this area. Each farm plot was made up of typical layout and provided with standard facilities for irrigation, drainage and transportation.

The present standard layout of farm block being used for land consolidation in Japan is presented in Fig. 6. A farm plot is 30m wide and 100m long, with direct access to it at least on one

Fig. 5 Actual Example of Land Consolidation

Hikone-shi, Shiga Prefecture Scale=1:3000



side. Each plot is also provided with at least one inlet for irrigation and one outlet for drainage. The plot shape and size were determined taking into consideration farm holding, efficiency of machinery operation employed, convenience in precise water management and so on. The density of distribution ditches and command of a ditch are found from the Figure, 100 m/ha (for the case of one-side command) and 3 ha respectively with the standard farm block layout. The density of farm ditches may appear to be too much dense and the terminal command too small. In the meantime, the experience gained from land consolidation in Japan indicates that the longest practical length of terminal distribution ditches is around 600m for good water management at terminal level. If this limit is applied with the farm plot shape and size as shown on Fig. 6, the possible maximum command of a terminal ditch would be 12 ha and the ditch density would be 50 m/ha, for the case of two-sided command.

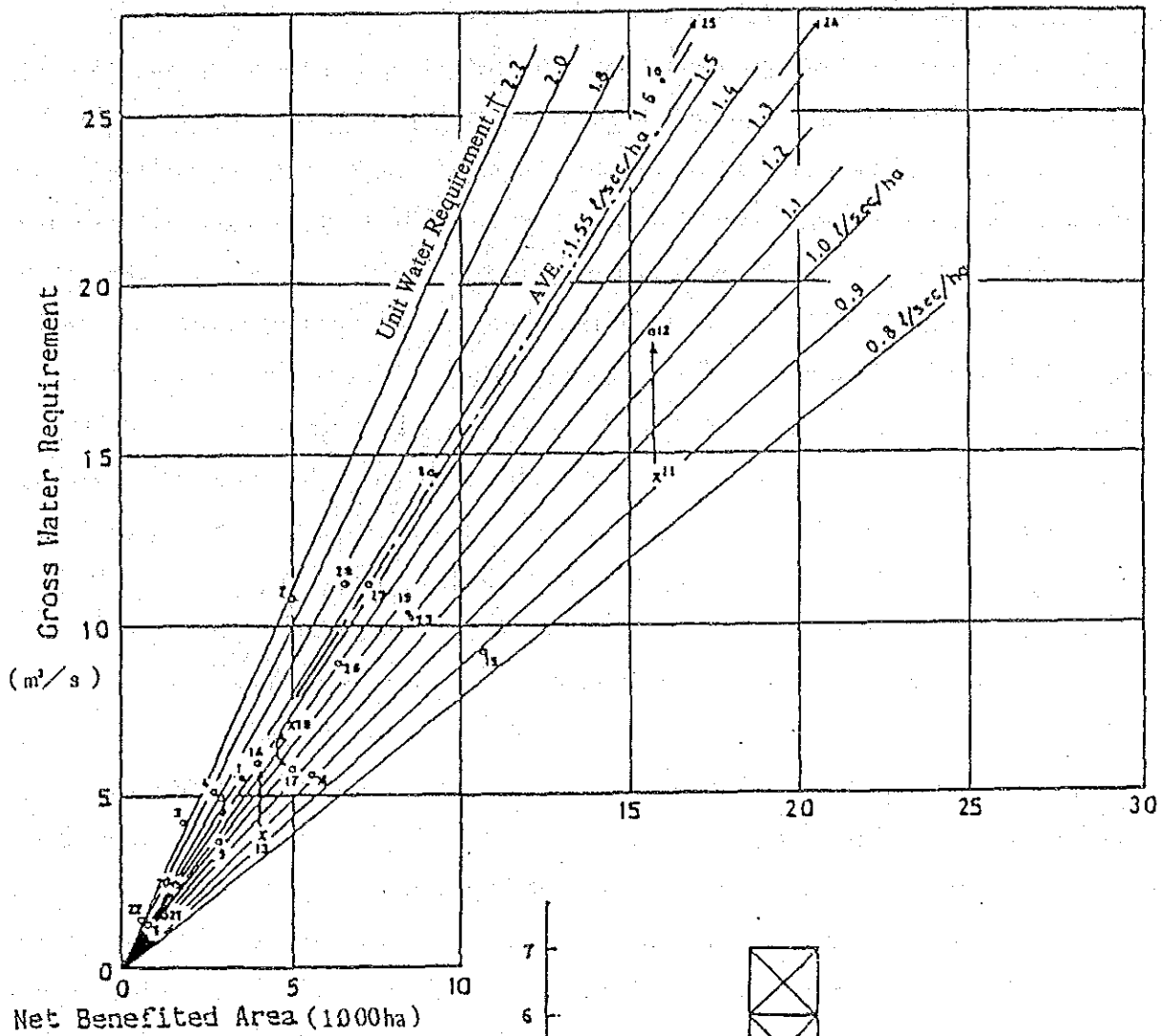
These index figures are nearly equal to those adopted in the terminal layout for rotational irrigation in Taiwan, where the terminal command is reported to range from 10 to 15 ha for similar cases. It is seen that the densities and the commanding area of on-farm facilities are broadly determined, like this once the layout and dimensions of terminal farm plots and blocks are worked out.

For determining the size of distribution ditches of the lower level, an equation as Equation (1) has been proposed for irrigation. The size of drains of the same level are determined by taking into consideration the drainage area, rainfall intensity, run-off coefficient, allowable depth and duration of inundation, retardation of flow on field surface, draining hours and so on, for surface water drainage. The densities of terminal farm roads and drains are thought to be nearly the same as that of irrigation ditches.

4. Major Project Facilities

The water source structures, conveyance and distribution facilities should all be designed and constructed with adequate functions and capacities in order to make precise water management at on-farm level possible. Those who are in charge of planning an irrigation project, designing structures for irrigation and/or planning and execution of water management therewith, should always be fully knowledgeable about the crop water requirement and other needs on farm level, and in the system as a whole. Unless the quantity of water taken in at the head of a conveyance is considerably larger than the net consumption on field level, adequate supply of

(a) Relation between Gross Water Requirement & Net Benefited Area



(b) Distribution of Unit Diversion Requirement ($l/sec/ha$)

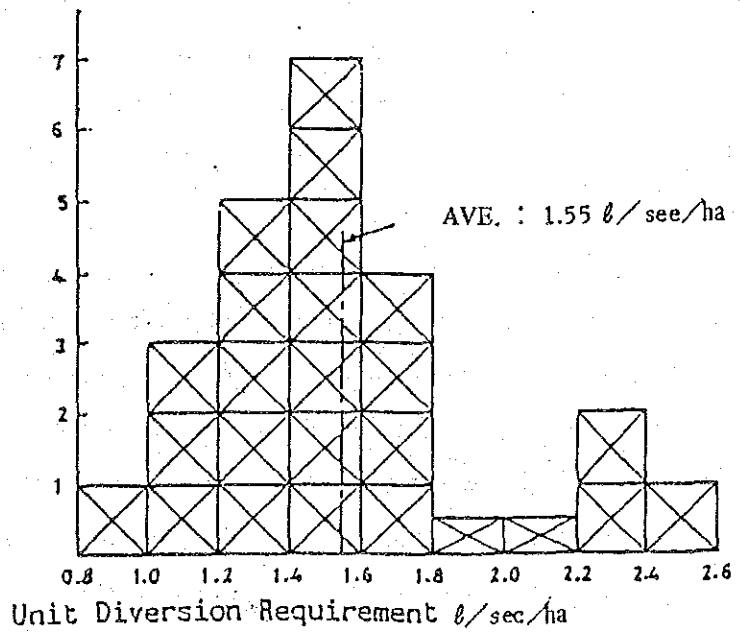


Fig. 7 DIVERSION REQUIREMENT of ADB IRRIGATION PROJECT

water to individual farm plots can not be secured, due to various losses not only in conveyance and distributaries but also during operations of the system.

Fig. 7 shows the diversion requirement adopted in project planning for irrigation development in South-east Asian countries in recent years. It is seen from the Figure that the diversion requirement at the head of the conveyance which includes the net water consumption on farm and loss of water in conveyance and distribution disches of the system, ranges from the order of 0.8-1.0 l/sec/ha to 2.4-2.6 l/sec/ha, with an average of 1.55 l/sec/ha. This average may appear to be a little higher than those traditionally accepted in development planning in the region in the past. In addition, it would be worthwhile to note that there appears to be a trend of upward shift in the (diversion) water requirement in recent years, as found with those projects for rehabilitation. The diversion requirement found as above and this shift may be the reflection of the experience gained through project operations and water management, where major distribution was not necessarily adequate and equitable for some parts of the benefiting area.

In order to convey and distribute the water taken in at the head properly to the benefiting blocks, and to make precise water management on terminal areas possible, an adequate length of canals is to be provided in an irrigation system. The length of conveyance canals in a system varies very widely individually, as the shape, size and layout of a project and its topographic and commanding conditions differ to a great extent respectively. The density of conveyance canals which are to be defined as those canals up to one rank higher than terminal ditches distributing water directly to each farm plot, is demonstrated in Fig. 8, based on the data picked up from project planning reports for paddy cultivation in South-east Asian region. The conveyance canals taken in the Figure, however, were only those named as "main" and "secondary", for simplification in data collection.

The Figure shows that the densities of conveyance canals range from the order of 6-8 m/ha to 20-22 m/ha, with an average of 13.4 m/ha. This would mean that a conveyance traverses the benefiting area at an interval of about 1 km, if the assumed necessary length of lead canal from the source of water to the head of irrigable area is taken into account. However, there are considerable fluctuation in canal density in practice, due to wide variety of conditions at specific sites. The apparent high density of conveyance canals seen from the Figure would also be the reflection from the experience of project implementation and water management in the past.

Drainage improvement is often given less importance in project planning in developing countries. However, drainage is an inseparable prerequisite for good irrigation water management in a system and subsequent high productivity of the area. Although the virtual ignorance of

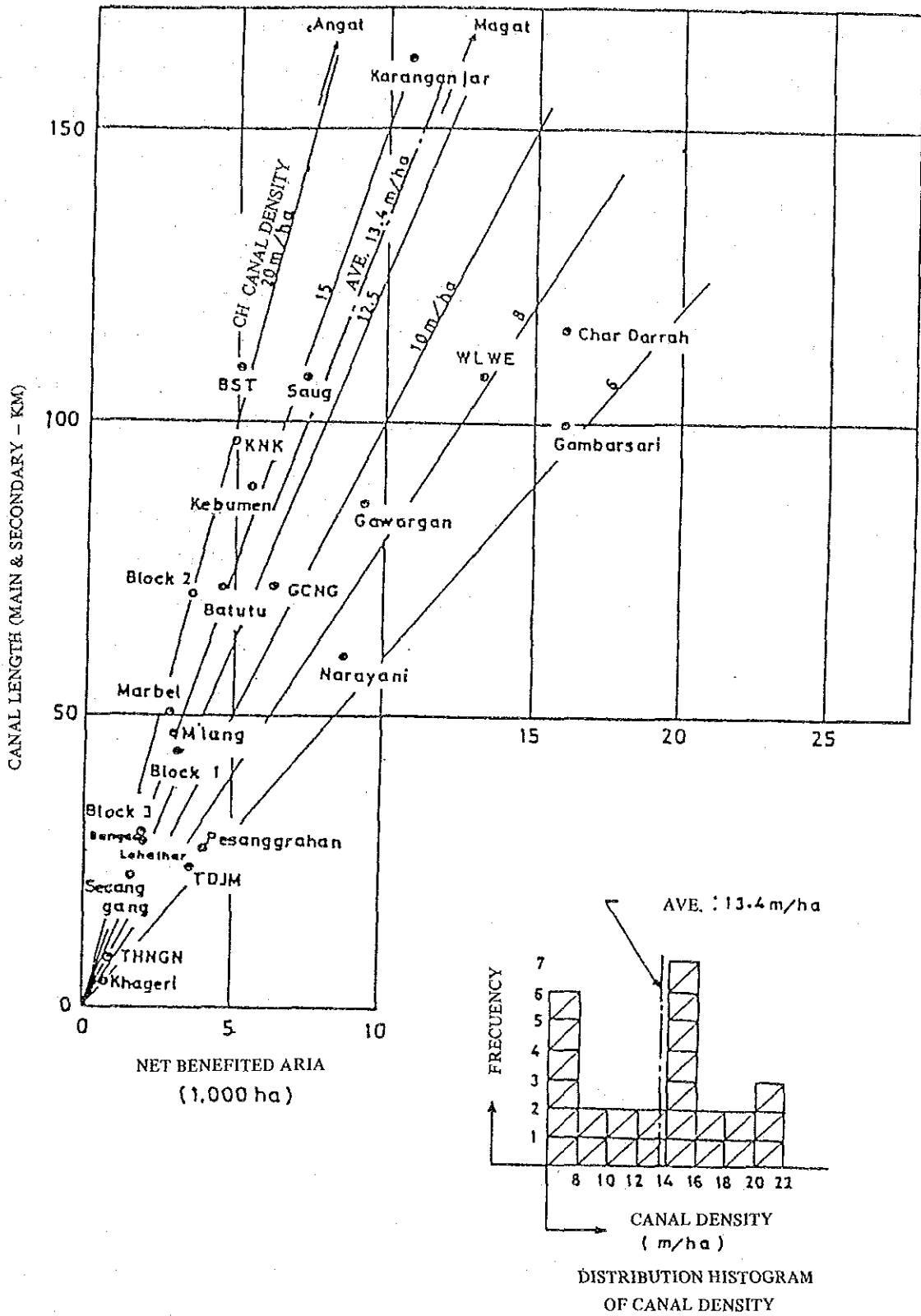


Fig. 8 CANAL DENSITY OF MAIN AND SECONDARY IN ADS
ADB IRRIGATION PROJECTS

drainage may have been due to difficulties in economic circumstances of rural people and various constraints on the part of the Government, it should be recognized that the investment for drainage of farm lands is equally important as that for irrigation development. The magnitude of works required for drainage improvement, the length of drainage canals and the density thereof would be nearly the same as that for irrigation. The capacity of a drainage canal is usually determined taking into consideration the area of watershed, rainfall intensity, run-off coefficient, allowable inundation depth and duration, etc, as done for terminal drainage facilities.

The need of farm roads is also paid less attention in development planning in developing countries in monsoon region. However, a farm road is one of the most important rural infrastructures for rational farming and more convenient rural life. In addition to facilitating the transportation of farm inputs and outputs, farm road network properly laid out is of absolute need for precise and efficient water management, as well. It is often the case that major irrigation canals are provided with a road or a passage for operation and maintenance. This road system should at least be extended to villages and to market places for better rural communication and for rational farming operations, thus formulating the skeleton of rural infrastructures, together with the system for irrigation and drainage.

5. Water Management at Various Levels

There are broadly three phases in water management as explained in preceding Sections. However, for the sake of simplification of description in this Section, the water management is classified into two: 1) water management of on-farm level and 2) that of project level (and above).

a) Water Management at On-Farm Level

The water management at on-farm level is usually practiced daily by farmers themselves. They visit their farms frequently during the entire span of cropping season, and open or shut the inlet or outlet of their farm plot. This task is not a difficult one, if adequate terminal facilities have been provided as explained in Section 3, and sufficient flow is available in terminal irrigation ditches. In case of change in their need of water, the farmer concerned will report it to higher level in their water management system, eventually reaching to the one in charge of operation of the head gates at the source of water intake. The attendants at respective diversion gates will operate

their gates accordingly, upon receipt of farmers' requests which are to be summed up and adjusted.

This "request and supply" system of irrigation water management appears to have been fairly well established based on decades-long experience of system operation and water management and working smoothly in Japan. However, recent rapid industrialization and urbanization in areas surrounding cities, in particular, in the country have caused various problems in connection with irrigation water management. The more important issues which are to be taken into consideration in planning of irrigation systems are as follows:

i) The industrialization in Japan in last three decades has substantially pulled out the labor from rural areas all over the country. Many of farmers became part-timers working on their farms only on weekend days and commuting to towns or to nearby factories on other weekdays. This change of work pattern has resulted in concentrated use of water over weekend, causing difficulty in distribution of water. This difficulty is mostly being coped with at present by rotational use of water among concerned, but the definite solution to this problem is yet to be worked out.

ii) The conversion of irrigation canals and ditches of open type to a system of pipeline has made water management considerably easier and less laborous, in addition to substantial saving in water use because of less seepage loss from the system. However, this has led to somewhat careless water management than before instead. Part-time farmers usually open the valve at their farm inlet in the morning before they go to their job in towns or in factories, leaving it open until they return to their villages in the evening. The loss of water thus created sometimes exceeds the saving recovered by converting the system to pipelines. Becoming aware of this demerit, a new system is being formulated in recent years not only for pipeline system, but also for canal system of open type to employ necessary number of full-time farmers by irrigation district concerned. They will practice necessary water management of its command in place of part-timers who are engaged in off-farm jobs. That is, the water management especially in urbanized areas is shifting from the hands of individual farmers to those of specially assigned personnel. Although they are reasonably paid and almost exclusively engaged in water management in their assigned areas, it would be still hard to anticipate that the good water management as done by individual farmers for their own before could be practiced, because of diversified conditions in their command in soil characteristics, growing conditions, varieties being grown, etc. It appears strongly needed to establish a suitable water management system to rapidly changing conditions in rural areas to secure fine water management as traditionally done by farmers themselves in the past. There seems to be no better

alternatives found at present than the one developed by experience, and is now in operation by farmers' groups or by irrigation districts.

iii) Farmers usually wish to have necessary water available at their farm inlet all the time so that they can draw water anytime they wish to. This wish is stronger particularly among devoted farmers who are more concerned and experienced in water management. To meet this farmers' desire, canals and distributaries should have sufficient water and maintain adequate water level in them, although considerable loss of water may take place. The necessary water would not otherwise immediately be available to farms due to travel time of flow in waterways. As the water management method prevailingly used is the one to maintain the water level constant at the upstream of a control gate, there are often cases that the supply canal can not promptly react to diversion of water particularly on downstream portion of the system.

A new water management system in which a constant water level is maintained at the downstream side of a gate is being studied seriously by computer simulation in recent days, and some irrigation systems are now considering to adopt this new water management system with electronic control mechanism. However, the selection of water management system is to be made based on very careful studies on case-by-case basis, because the customs and rules of water use in an irrigation system differ from one to another.

A pipeline system can better meet the farmers' desire to have water at anytime. However, for instance with a closed-type pipeline, there are cases where arbitrary use of water by farmers would cause unfavorable mechanical and hydraulic problems. That is, arbitrary opening of a delivery valve will immediately affect the hydraulic conditions in upstream reaches, eventually resulting on frequent on- and off of the pump switch at the source of water in a case and serious negative pressure or entrainment of air in the pipeline in another, which will often create difficult problems to the system. The possible flow conditions in such cases are being examined by computer simulation in these days from the stage of project planning and design where irregular offtakes and resulting serious effects are anticipated.

These problems mentioned above indicate that that the water management on terminal areas will directly influence that of project level and even the layout and provision of facilities in project's major structures. It is thought necessary, in this connection, that both the major and minor structures and facilities in a system should be planned and designed not only to meet the immediate hydraulic and structural needs of their own, but also with full understanding on the requirements and arrangements for good water management on others.

iv) As mentioned in Section 3, the standard layout of farm plots and blocks is based on the

needs when such standards were established. However, there has appeared an observation that the farm layout became no more best-fitted to efficient operation of farms in recent days. This is due to specialization of farm operations by full-time farmers with larger operational farm size and introduction of larger farm machinery with better working efficiencies. This trend has necessitated to reconsider the farm layout to meet the emerging needs which have been newly created. Restructuring of farm plots and blocks will require remodeling of all of farm plots and subsequently may necessitate renovation of the major facilities for irrigation and drainage. Studies on this issue have been started by the concerned in research circles and by those in Government administration.

b) Water Management at Project Level

The water management at project level is closely related with that of on-farm level. Therefore, the one of project level and the project facilities therefore are to be planned, taking full account of the style of and need for the water management at on-farm level. The control structures on conveyance should be to laid out that proper diversion of water which meets the requirements of terminal water use, can be achieved.

The role of a conveyance system is to carry the water needed from one point to another and to secure necessary diversion at required diversion points on it. In order to accomplish this, various planning concepts of water management have been introduced and diversified types of layout have been employed for measurement, communication and control.

The control method of conveyance for irrigation appears to have started with manual operation at the structure site taking mainly the water level upstream the control gates on the canal. This system intends to secure the planned diversion on the conveyance reaches mainly upstream the control. An example of this operation style is shown in Fig. 9. The system exhibited has a set of communication network, but the measurement and operation of control are all done manually at the site of structure upon the instructions transmitted from the main office.

However, the recent changes in social conditions in rural areas in Japan, such as 1) outflux of labor, 2) change of preference in irrigation water use and 3) influx of new technology and advanced equipment, have caused some dissatisfaction among water users and those engaged in water management and system operations, with existing facilities and procedures of water management. The present trend and technical concern in Japan are how to improve the water management system and facilities so as to meet the current and future needs and presence of water users in irrigation.

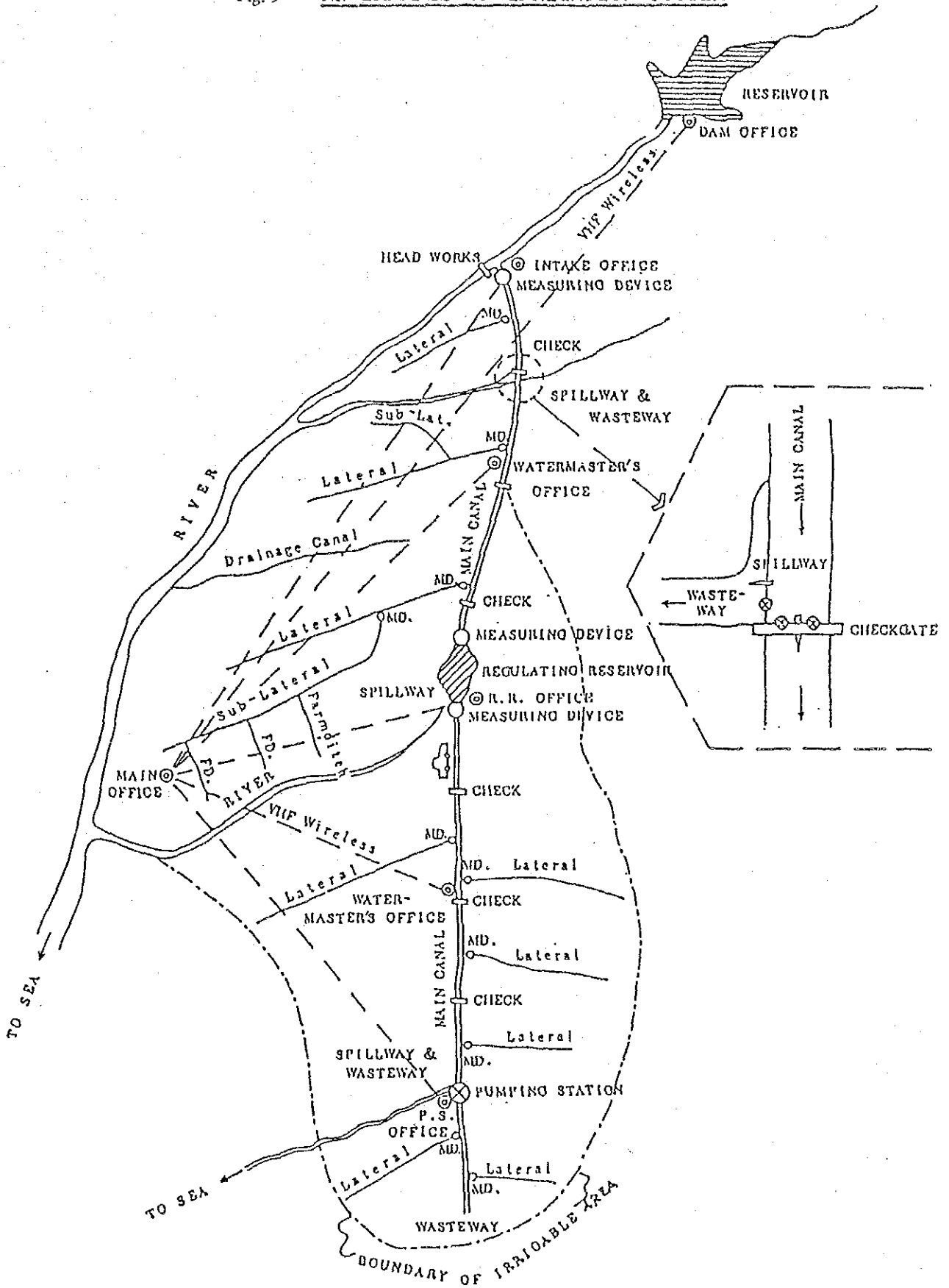
The control system of project's major facilities, that is, the water source structure and conveyance canals, may eventually be taken over by automatic and remote control. However, this change appears to be very gradual, as the conditions differ widely from one site to another and there are varied types of problems yet to be studied and solved. Although the possibility of water management system with downstream-constant (water level) control is being carefully looked into, the upstream-constant (water level) control is currently prevailing and will continue to be so for some time to come.

The more important hydraulic problems to be examined in formulating an advanced water management system and facilities will be, in addition to meet the needs to water conveyance and distribution, 1) to consider the travel time (time lag) of flow in the system, 2) to positively utilize the water stored in the conveyance channel and 3) to prevent the occurrence of unfavorable hydraulic phenomena in the system under consideration. These will be examined and largely solved by computer simulation, not only on the stage of project planning, but also by building-in a computer in the water management system to enable it to conduct real-time analysis for elaborating necessary operational instructions of the system. In order to achieve good water management with this sort of concept, well conceived measurement and communication network is of vital importance. An example of a conveyance control system with telemetering, telecontrol and central control devices is exhibited in Fig. 10.

Because of extremely rapid advance in electronic computers, sensors, telemetering and telecontrol, there are varied types of systems available for application in the field of water management. Each equipment, device or system has its own advantages and disadvantages. Therefore, careful examination and studies will be required in planning a system of water management. For efficient and effective utilization of such advanced devices, equipment and resources, the functional and structural requirements of facilities should fastly be met, reflecting the experience and knowhow gained through preceding cases in planning and designing of project facilities, then, those for water control and management to generalized formula of advanced type of water management and the method or procedures of formulation thereof has yet established. Therefore, the best-suited system of water management for a project would have to be worked out individually under this state of development.

The water management of basin-wide basis has become the acute concern among water utilization and national economic planners. This is due to limited availability of water resources in the country on one hand and the ever-increasing water use on the other. The shortage in water resources calls for more efficient water use through precise water management, prevention of

Fig. 9 AN EXAMPLE OF IRRIGATION SYSTEM



waste and/or loss, promotion of reuse and so on, and the diversified water consumption by various users requires better coordination among concerned. The expansion of the water management system on project basis and some addition of equipment and irrigation of similar functions for the purpose would considerably benefit basin-wide water management. The data and information would be collected and analysed without delay for better judgement and coordination, if the projects in the basin were properly equipped with adequate facilities for measurement, data transmission, processing, communication and such.

Attempts are being made in recent days to formulate an advanced water management system on basin-wide basis, in such basins where there are many water use projects which utilize the limited water resources available there. However, no generalized layout of equipment required and the pattern of operations thereof are established yet, as such development to organize a basin-wide water management plan with the advanced devices and facilities is still comparatively new, the present position being at the transition from the stage of concept formulation to that of preliminary design. However, it is broadly anticipated that they will be more or less the extension or expansion of the presently existing system and the layout for the water management of project basis, although economic and social aspects are to be given more consideration in the process of water management for wider command.

Conclusion

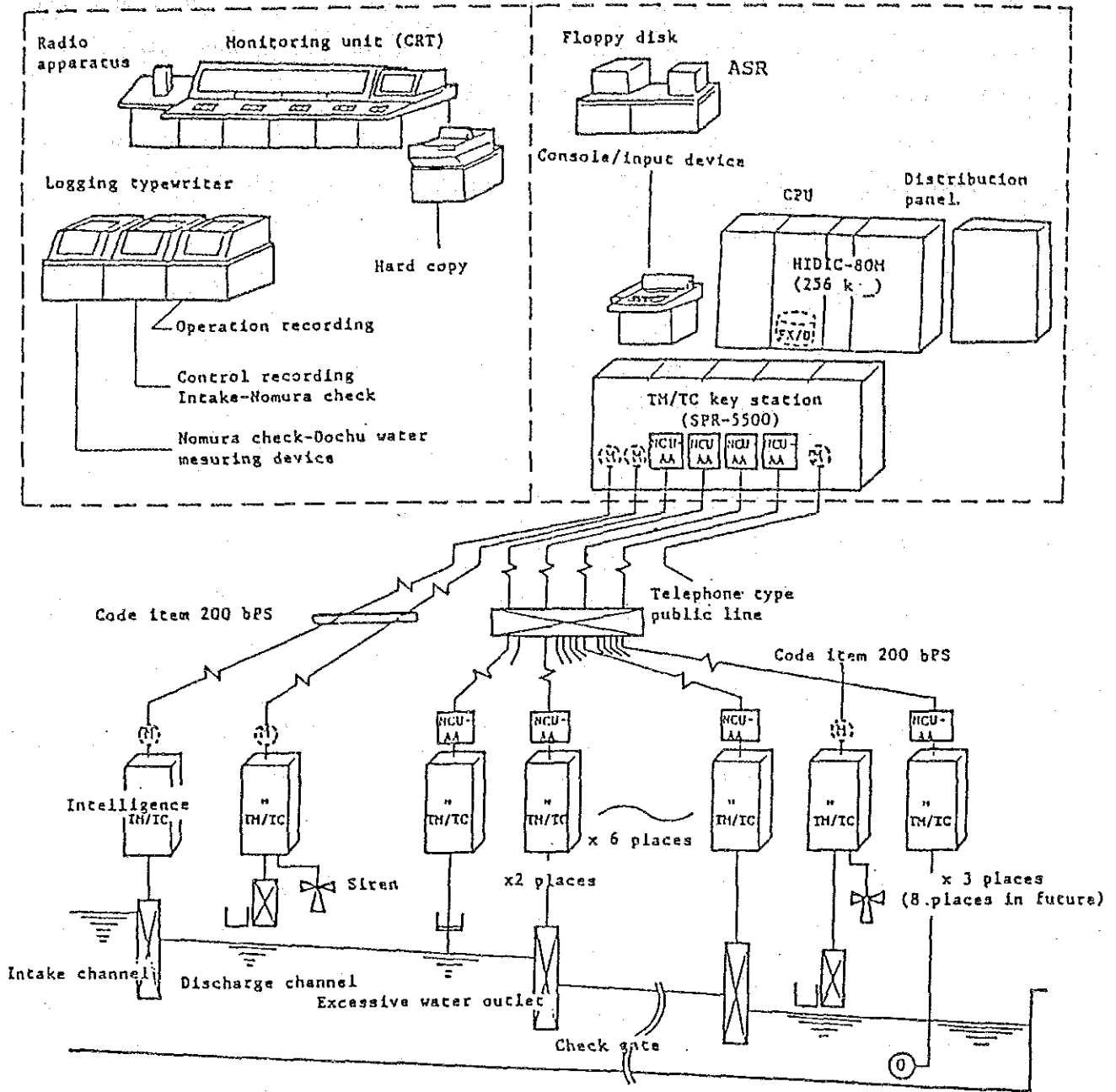
This paper briefly dealt with the problems on water management for better project planning, implementation of and success in facilities development. It introduced study results, planning and design standards and experience in relevant aspects in Japan. The views the writer finds of more importance for the purpose are summarized as follows:

. Water management is the absolute need to achieve high agricultural productivity, and precise water management should be practiced to accomplish further higher yields in farm production;

. Farm plots and blocks are to be laid out properly and adequately equipped with necessary on-farm facilities to make precise water management possible;

. Both major and minor facilities of a project should be designed in harmony each other, paying full consideration to the requirements and arrangements of the other, as well as to provide adequate equipment and facilities for good water management as the entire system;

Control center



Note : NCU-AA(Network Control Unit Type), FX/D(Fixed Disk), M(MODEM),
O(Rate of Flow)

Fig. 10

. Proper water management system of project basis is to be formulated to fully utilize the major and minor facilities designed and constructed as above. The establishment of an appropriate organization for operation and management not only of the staff of the executing agency but also of the benefiting farmers is of utmost importance, and

. It is strongly needed to establish the formula and procedures of basin-wide water management in order to make the most efficient use of water resources in a basin where the water resources are becoming short.