

付 属 資 料

1. 要 請 書
2. M/M of the Contact Survey Team
3. S/W and M/M of the S/W Mission
4. チャオピア及びメクロン流域の広域水管理システム
5. I E C 関連報告書等抜粋
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
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
8. Development of Flow Estimation Method for Tidal River Using Mean Daily Water Level
9. タイ国かんがい事情
10. タイ国王室かんがい局 (R I D) その組織と技術
11. Report on Water Management System Model Project

1. 要 請 書

1985年7月26日 DTECより大使館に提出

1985年8月19日 大使館より外務本省に送付

Request for Technical Assistance Project

Project Title : Study on Water Management System and
Monitoring Program in the Chao Phraya River
Basin

Request Agency : Royal Irrigation Department (RID),
Ministry of Agriculture and Cooperatives

Proposed Source of Assistance : Government of Japan

1. Background

The Chao Phraya River Basin has the largest watershed in Thailand. The drainage area of 178,000 km shares 35 percent of the basin amounts to as much as 1.9 million ha. Water resources in the basin are extensively utilized through a number of existing facilities including Bhumipol and Sirikit Dams and about 30 irrigation projects for multi-purpose uses such as irrigation water supply for both wet and dry season cultivation, hydro-power generation, domestic water supply, inland navigation, salinity control and so forth. It is expected that the demand for more water for said purposes will be substantially increased further.

From the standpoint of agriculture, wet season rainfall fluctuates so considerably that most of the RID projects are aimed mainly at supplementary irrigation water supply for wet season cropping. However, the basin particularly at its lower portion, is featured with considerable difficulty in effective control/distribution of water stored in the Dams, a main water source in the basin. This can be attributed to the basin's topographic conditions, large and flat lowland area and the meteorological characteristic of distinctive two seasons.

Furthermore, the recent increase in the area under cultivation in the dry season and the completion of the Phitsanulok (Righth Bank) Irrigation Project creates new demands for more water. At the same time, sites for irrigation reservoirs have become scarce and construction costs have also increased making the development of new water resources more difficult than before. To this end, it can be said that a creation of new water source from the existing ones shall be a must under the present situation. Thus, the efficient water control in the basin shall play a vitally important role in seeking further Socio-Economic development in the area.

Under the circumstances, the Royal Irrigation Department has been implementing several projects on possible improvement of water use and control for attaining better irrigation and drainage in the related areas, but the situation remains not so much advanced, needing more precise, practical and systematic studies.

In view of the above, proper water control in the river basin shall be made on a series of inter-related work items as follows:

- 1) Collection of basic data/information such as precipitation, river water level, runoff and water quality.
- 2) Data processing/analysis, judgement and decision making for water control and distribution policy.
- 3) Execution of decision and monitoring.

To cope with this, observation mostly done by manual of water level and runoff has been continued since long at a certain number of key stations in the basin, and based on the data/information collected in such a manner, processing and analysis have been made for judgement of water control and distribution policy as well as for operation of the intake facilities.

However, due to the large basin area, sophisticated water courses involved and increasing demand for dry season irrigation water in recent years, water management system practised at present is still far from satisfaction, leaving considerable room for further improvement. Among others, therefore, it is urgently required to clarify the problem areas involved through joint undertakings by the Study Team and RID staffs in collection of the fundamental data/information such as; precipitation, river or canal water level at certain key stations and tidal flow at control points for certain period of time. Needs and contents of further study could be arranged accordingly.

In additional, it is considered that the time is quite auspicious for such a study for the Irrigation Engineering Center (IEC) has been established under the grant-aid by the Japanese Government. The IEC will be responsible, in connection with the subject study, for data management and other relevant works through providing the required personnel and facilities.

2. Project Description

2.1 Objectives

- 1) Survey/investigation on the present situation and

problem areas of existing water management system.

2) To go with the above requirement, a certain number of hydrological key stations be selected for intensive observation and data collection. New water measurement and recording devices shall be installed for this purpose if necessary, in addition to some mobile measurement units for observation and data collection at the necessary location other than the above mentioned. Observation and data collection shall be carried out in cooperation with RID's technical staff concerned for a certain period in order to identify possible improvement measures.

3) Study on the introduction of the collected hydrological and hydraulic data into the data management system at the IEC.

4) Through the study on data transmission system being applied for data/information collection for water control and monitoring purpose, proposal be made for improvement and formulation for implementation program be made accordingly.

5) Make recommendations on further study needed.

2.2 Duration of the Project

Water condition monitoring study and survey requires at least one year (one cycle) covering one dry season and one wet season. Therefore, the duration of the project shall cover one and a half year (18 months) including pre-survey study, survey and analysis periods.

2.3 Project area

The subject project shall cover the whole Chao Phraya River Basin.

3. Work Plan

Under the proposed water management system and monitoring program, the study is composed of the following work items.

A. Survey and investigation on the present situation and problem areas of existing water management system including:

1) Basin study

Precise studies be made on location, capacity, structure and network of major rivers, reservoirs, swamp areas in the Basin.

2) Study on Irrigation and Drainage Systems

Studies be made on existing, under planning and on-going irrigation and drainage projects and others concerned.

3) Study on Present Water Management System

- a. Review of existing water management system
- b. Location, net work, quality and number of the existing observation systems
- c. Organizational set-up
- d. Method of observation and its accuracy
- e. Present status on data collection and processing
- f. Method of data transmission and data collection net-work (Project level and basin level)

4) Clarify the differences happened in the past between the recorded and actual water conditions brought about.

5) Study on other related problems as found out in water condition control and distribution.

B. Data monitoring program

1) After selecting the certain key stations in the Chao Phraya river basin, required facilities as mentioned in the subsequent paragraph 2) be installed and actual measurement (monitoring) shall be conducted on the river runoff, intake amount, water quality and tidal flow at the control points so as to grasp the basin's flow condition as a whole. Through proceeding with this program, prevailing conditions on water use, control, organizational set-up as well as data collection shall be further clarified for working out a proposal for improvement.

2) Monitoring program shall be proceeded by RID officials concerned in joint work with the Study Team. Through this joint activities for monitoring, prevailing situation on water control and distribution and subjects to be taken for further improvement be mapped out. For this purpose, following observation facilities are required.

- a. River gauging and recording devices (Automatic)
- b. Tidal gauging and recording devices (Automatic)
- c. Three sets of following mobile unit

Composition of one unit

Automobile	1 unit
Water flow measurement device	1 set

Water quality measurement kit	1 set
Radio transceiver set	1 set
Survey instrument	1 set
Monitoring leader	1 person
Monitoring staff	3 persons

3) Based on the surveys/studies on water condition monitoring program as described in the foregoing, data/information would be totally analysed and evaluated for recommendations on improvement of observation facilities for precipitation and river water level as well as for organizational set-up.

C. Data Assembling in conformity with the IEC Data Management System

D. Proposal on improvement of data transmission system being used for data/information for water condition monitoring purpose.

- 1) Confirmation of locations of observation station
- 2) Plan for observation facilities
- 3) Examination of organizational set-up
- 4) Study on the existing data transmission system
- 5) Data/information processing and plan for monitoring and display
- 6) Proposal on improvement of data transmission system
- 7) Cost estimate

- system cost
- O&M cost

E. Recommendation on further study needed

Based on the outcome of the proposed study, recommendation shall be made on the second phase study to be made in future for fulfilling all the needs existing in the entire basin.

4. Assistances Requested

A team of expert is requested for working in Thailand and Japan as follows;

1. Team Leader	12 M/M
2. Water Management Engineer	12 M/M
3. Irrigation & Drainage Engineer (including channel Hydraulics)	10 M/M
4. Meteorological & Hydrological Engineer	6 M/M
5. Water Quality Specialist	3 M/M
6. Geomorphologist	4 M/M
7. System Analysis specialist	8 M/M

8. Telecom System Engineer	4 M/M
9. Telecom Engineer	4 M/M
10. Agronomist	3 M/M
11. Socio Economist	3 M/M
<u>Total</u>	<u>69 M/M</u>

5. Counterpart Contribution

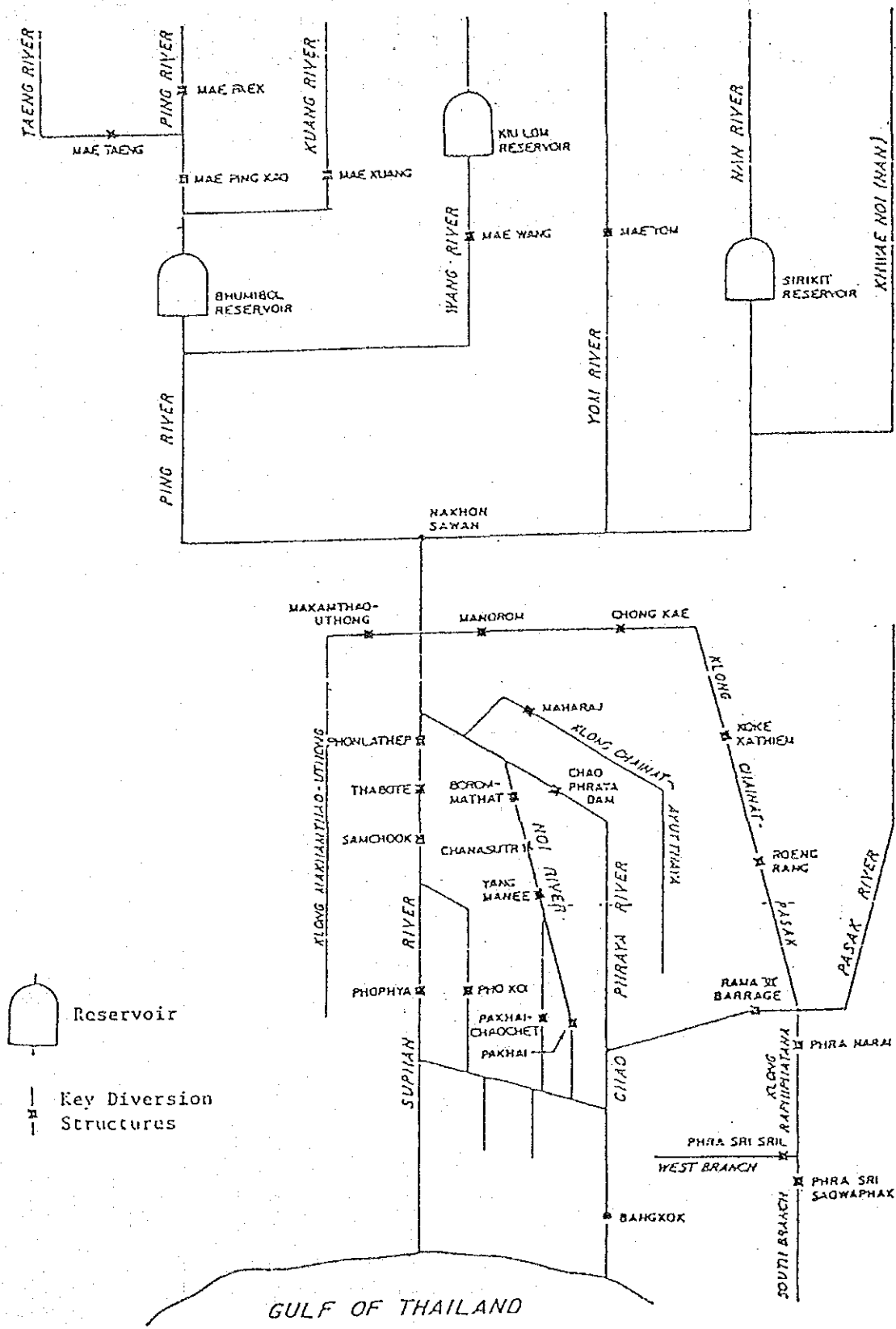
RID will provide the necessary and qualified engineering staff to be available to the experts during the period of work undertaken.

6. Training of Thai Personnel in Japan

The Government of Japan will take necessary measures to receive at its own expense the Thai personnel connected with the Project for technical training in Japan.

Prepared by : Policy Branch,
 Project Planning Division,
 Royal Irrigation Department.
 Tel. 241-3354
 July, 1985

Fig. 1. Schematic Diagram of Chao Phraya River Basin



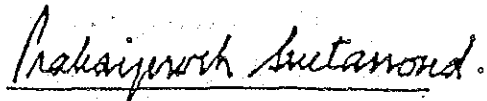
2. Minutes of Meeting of the Contact Survey Team

MINUTES OF MEETING
FOR
THE CONTACT SURVEY TEAM
OF
STUDY ON WATER MANAGEMENT SYSTEM
AND MONITORING PROGRAM IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
IN
THE KINGDOM OF THAILAND

Bangkok, 28 March, 1986



MR. TAKASHI TAUCHI
LEADER
JAPANESE CONTACT SURVEY TEAM
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY



MR. PRAKAIPROEK SRUTANOND
DIRECTOR GENERAL
ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT

1. In response to the request of the Royal Government of Thailand, the Government of Japan has dispatched a Contact Survey Team for the master plan study on Water Management System and Monitoring Program in the Chao Phraya River Basin, from 20th March to 30th March, 1986, through Japan International Cooperation Agency (JICA).
2. The Contact Survey Team, headed by Mr. Takashi Tauchi (JICA) and the Thai officials concerned, headed by Mr. Prakaiproek Srutanond, Royal Irrigation Department (RID), had a series of discussions and exchanged their views regarding the study.

As a result of the discussions, both sides have agreed to the following:

- (1) This study aims to formulate the master plan on water management system and Monitoring Program for irrigation and drainage in the Chao Phraya River basin.
- (2) This study will be carried out independently from the study on flood forecasting system and from the viewpoint of irrigation and drainage with the close contact on similar study items.
- (3) This study will be carried out based on the Attached Document.
- (4) RID is the counterpart organization for the execution of this study.
- (5) Japanese side will endeavour to dispatch a preliminary study team as early as possible in the next Japanese fiscal year.

Attached Document

1. Title

Study on Water Management System and Monitoring Program
in the Chao Phraya River Basin.

2. Objective of the Study

This study aims to formulate the master plan on water management system for irrigation and drainage in the Chao Phraya River basin consisting of the following items:

- (1) Review of present water management system for irrigation and drainage
- (2) Execution of intensive observation and data collection at selected hydrological key stations
- (3) Formulation of monitoring system for the water management
- (4) Formulation of data management system considering the future functions of Irrigation Engineering Center (IEC).
- (5) Identification of necessary projects for appropriate water management
- (6) Formulation of the water management system for irrigation and drainage
- (7) Formulation of stage-wise implementation program

3. Study Area

This study covers the whole Chao Phraya River basin.

4. Scope of Works

4-1. Collection of data and information

- (1) Topographical map
- (2) Meteorology and hydrology
- (3) Land use

- (4) Agriculture
- (5) Water use
- (6) Irrigation and drainage system
- (7) Agricultural land disaster
- (8) Existing major facilities for water use
- (9) Agro-socio-economic conditions
- (10) Organization and regulations for the present water management
- (11) Monitoring and data management systems in the present water management
- (12) Operation and management cost for the present water management

4-2. Review of the present water management system

- (1) Irrigation and drainage system
- (2) Land use and cropping pattern
- (3) Organization and regulations
- (4) Monitoring and data management systems
- (5) Operation and management rule for the existing major facilities

4-3. Execution of intensive observation and data collection at selected hydrological key stations

- (1) Selection of hydrological key stations
- (2) Installation of necessary water measurement and recording devices
- (3) Execution of hydrological observation and data collection concerning the following items throughout wet and dry seasons

These activities should be conducted with the close cooperation between the Study Team and RID staff.

4-4. Hydrological analysis of river basin

- (1) Review of the present basin-wide hydrological model
- (2) Recommendation on the approach for improving this model, if necessary.

4-5. Formulation of the basic concept of the water management system

- (1) Approximate estimation of increased available irrigation water in dry seasons
- (2) Approximate estimation of decreased inundation damages on agricultural land in wet seasons
- (3) Setting up of project target
- (4) Setting up of appropriate system level
- (5) Outlining of the water management system.

4-6. Formulation of the monitoring system for water management

- (1) Observation station networks
- (2) Measuring devices and equipment
- (3) Telecommunication system between observation stations and RID head office
- (4) Recommendation on RID organization to operate and maintain the monitoring system.

4-7. Formulation of data management system

- (1) Data logging and filing
- (2) Data processing and analysis
- (3) Recommendation on the future functions of IEC as the data bank for the data management.

4-8. Identification of necessary projects for appropriate water management

- (1) Identification of necessary irrigation projects
- (2) Identification of necessary drainage projects

4-9. Formulation of the water management system

- (1) Integration of the above studies
- (2) Cost estimation for the water management system
- (3) Evaluation of approximate project benefit
- (4) Project evaluation

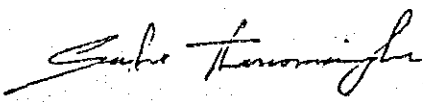
- (5) Recommendation on RID organization for the water management system
- (6) Recommendation of training program for the proposal water management system and monitoring system.
- (7) Recommendation on appropriate operation and maintenance on major facilities
- (8) Recommendation on improvement of existing equipment facilities and structures
- (9) Recommendation on stage-wise implementation program of the water management system.

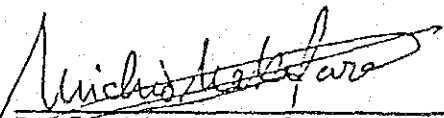
4-10. Preparation of implementation plan

3. Minutes of Meeting of the S/W Mission and Scope
of Work

MINUTES OF MEETING
OF
THE SCOPE OF WORK FOR THE MASTER PLAN STUDY
ON
THE WATER MANAGEMENT SYSTEM AND MONITORING PROGRAM
IN
THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
IN
THE KINGDOM OF THAILAND

BANGKOK, MAY 28, 1986


Mr. Suha Thanomsingha
Director General
Royal Irrigation Department
Ministry of Agriculture and
Cooperatives
The Kingdom of Thailand


Dr. Michio NAKAHARA
Leader
Preliminary Survey Team
Japan International
Cooperation Agency
Japan

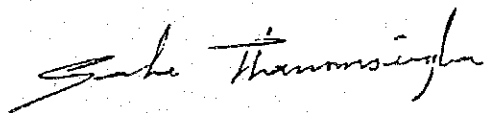
1. In response to the request of the Government of the Kingdom of Thailand, the Government of Japan has dispatched a Preliminary Survey Team for this Study from 22nd May to 29th May, 1986 through JICA.
2. The Preliminary Survey Team, headed by Dr. Michio NAKAHARA (JICA), and the Thai officials concerned headed by Mr. Suha Thanomsingha, Royal Irrigation Department (RID) had a series of discussion and exchanged their views regarding the Study. As a result of the discussion, both sides have agreed on the Scope of Work.
3. In this connection, both sides have agreed as follows:
 - (1) The survey period will be 36 months, and
 - (2) Regarding the study area, more effort would be devoted to the downstream area of Bumiphol and Sirikit Dams, while the study area covers the whole Chao Phraya River Basin.
4. RID has strongly requested to JICA as follows:
 - (1) To provide necessary equipment and materials for the study by JICA, and to cover a part of installation expense, if necessary
 - (2) To submit additional progress reports so that problems encountered during the study period can be discussed and solved
 - (3) To submit 200 copies of the final report and 35 copies each of other reports
 - (4) To provide a set of micro film of the final report
 - (5) To inform to RID the number of counterpart personnel and survey equipment to be provided by RID as early as possible
 - (6) To inform to DTEC the list of equipment to be brought in by JICA Study Team for the tax exemption before the arrival of the team.

LIST OF PARTICIPANTS

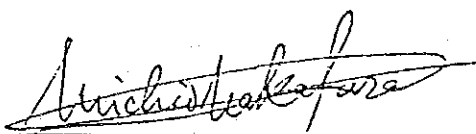
- | | |
|------------------------------|---|
| 1. Mr. Yut Kingkate | Chief of Civil Engineering |
| 2. Dr. Boonyok Vadhanaphuti | Director of Project Planning Div. |
| 3. Mr. Taweechai Mackaman | Director of Hydrology Div. |
| 4. Mr. Sompote Sukhumparnich | Director of Data Processing Div. |
| 5. Mr. Vithaya Deeranomth | Irrigation Engineering (O&M Div.) |
| 6. Mr. Virat Khao-Uppatum | " " |
| 7. Mr. Vason Boonkird | " " |
| 8. Mr. Maitri Poolsup | Acting for Director of Design Div. |
| 9. Mr. Suthi Songvoravit | Project Planning Div. |
| 10. Mr. Toshiharu KAI | JICA, Bangkok Office |
| 11. Mr. Sutin Susila | Japan Sub-Division, DTEC |
| 12. Mr. Kazushige MATSUO | Team Leader of Japanese Experts |
| 13. Mr. Toshiki SAITO | JICA Expert attached to PPD. |
| 14. Mr. Yuzo OZAKI | JICA Expert attached to O&M |
| 15. Mr. Prasert Milintangkul | Hydrology Div. |
| 16. Dr. M. NAKAHARA | Team Leader of The Preliminary
Survey Team, JICA |
| 17. Mr. Y. TOBITA | JICA |
| 18. Mr. K. BIYAJIMA | JICA |

SCOPE OF WORK
FOR
MASTER PLAN STUDY
ON
WATER MANAGEMENT SYSTEM AND MONITORING PROGRAM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
IN
THE KINGDOM OF THAILAND

BANGKOK, MAY 28, 1986



Mr. Suha Thanomsingha
Director General
Royal Irrigation Department
Ministry of Agriculture and
Cooperatives
The Kingdom of Thailand



Dr. Michio NAKAHARA
Leader
Preliminary Survey Team
Japan International
Cooperation Agency
Japan

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Kingdom of Thailand, the Government of Japan decided to implement the Master Plan Study on the Water Management System and Monitoring Program in the Chao Phraya River Basin (hereinafter referred to as "the Study"), within the general framework of technical cooperation between Japan and Thailand, which is set forth in the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of the Kingdom of Thailand signed on November 5, 1981.

Accordingly, the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan and in close cooperation with the authorities of Thailand.

The Royal Irrigation Department (hereinafter referred to as "RID") shall be act as counterpart agency to the Japanese Study Team and also as coordinating body in relation with other relevant organizations for the smooth implementation of the Study.

The present document sets forth the scope of work for the Study.

II. OBJECTIVES OF THE STUDY

The objectives of the Study are:

- (1) Review of present water management system for irrigation and drainage
- (2) Execution of intensive observation and data collection at selected hydrological key stations
- (3) Formulation of monitoring system for the water management

- (4) Formulation of data management system considering the future functions of Irrigation Engineering Center (IEC)
- (5) Identification of necessary projects for appropriate water management
- (6) Formulation of the water management system for irrigation and drainage
- (7) Formulation of stage-wise implementation program

III OUTLINE OF THE STUDY

1. Project Area

This Study covers the whole Chao Phraya River Basin.

2. Scope of the Study

The Scope of the Study to be carried out by the Team shall be as follows:

2-1 Collection of data and information

- (1) Topographical map
- (2) Meteorology and hydrology
- (3) Land use
- (4) Agriculture
- (5) Water Use
- (6) Irrigation and drainage system
- (7) Inundation damage
- (8) Existing major facilities for water use
- (9) Agro-socio-economic conditions
- (10) Organization and regulations for the present water management
- (11) Monitoring and data management systems in the present water management
- (12) Operation and management cost for the present water management

2-2 Review of the present water management system

- (1) Irrigation and drainage system
- (2) Land Use and cropping pattern
- (3) Organization and regulations
- (4) Monitoring and data management systems
- (5) Operation and management rule for the existing major facilities

2-3 Execution of intensive observation and data collection at selected hydrological key stations

- (1) Selection of hydrological key stations
- (2) Installation of necessary water measurement and recording devices
- (3) Execution of hydrological observation and data collection for the entire study period

These activities should be conducted with the close cooperation between the Study Team and RID staff.

2-4 Hydrological analysis of river basin

- (1) Review of the present basin-wide hydrological model
- (2) Recommendation on the approach for improving this model, if necessary

2-5 Formulation of the basic concept of the water management system

- (1) Approximate estimation of increased available irrigation water in dry seasons
- (2) Approximate estimation of decreased inundation damages on agricultural land in wet seasons
- (3) Setting up of project target
- (4) Setting up of appropriate system level
- (5) Outlining of the water management system

- 2-6 Formulation of the monitoring system for water management
- (1) Observation station networks
 - (2) Measuring devices and equipment
 - (3) Telecommunication system between observation stations and RID head office
 - (4) Recommendation on RID organization to operate and maintain the monitoring system
- 2-7 Formulation of data management system
- (1) Data logging and filing
 - (2) Data processing and analysis
 - (3) Recommendation on the future functions of IEC as the data bank for the data management
- 2-8 Identification of necessary projects for appropriate water management
- (1) Identification of necessary irrigation projects
 - (2) Identification of necessary drainage projects
- 2-9 Formulation of the water management system
- (1) Integration of the above studies
 - (2) Cost estimation for the water management system
 - (3) Evaluation of approximate project benefit
 - (4) Project evaluation
 - (5) Recommendation on RID organization for the water management system
 - (6) Recommendation of training program for the proposed water management system and monitoring system
 - (7) Recommendation on appropriate operation and maintenance on major facilities
 - (8) Recommendation on improvement of existing equipment facilities and structures
 - (9) Recommendation on stage-wise implementation program of the water management system
- 2-10 Preparation of implementation plan

IV WORK SCHEDULE

The Study will be executed in accordance with the tentative working schedule. (See APPENDIX I)

V REPORTS

JICA will prepare and submit the following reports in English to the Government of the Kingdom of Thailand:

(1) Plan of Operation	:	35 copies
(2) Inception Report	:	35 "
(3) Interim (I) Report	:	35 "
(4) Progress Report	:	35 "
(5) Interim (II) Report	:	35 "
(6) Interim (III) Report	:	35 "
(7) Draft Final Report	:	35 <u>/1</u>
(8) Final Report	:	200 <u>/2</u>

/1--- The Government is requested to provide its comment on the Draft Final Report to JICA through JICA office in Bangkok within one (1) month after the submission of the Draft Final Report.

/2--- The Final Report will be submitted within two months after receiving the comment of the Government of the Kingdom of Thailand on the Draft Final Report.

VI. UNDERTAKING OF THE GOVERNMENT OF THE KINGDOM OF THAILAND

1. In accordance with the Agreement on Technical Cooperation between the Government of Japan and the Government of the Kingdom of Thailand dated November 5, 1981, the Government of the Kingdom of Thailand shall accord benefits to the Japanese Study Team (hereinafter referred to as "the Team") as follows:
 - (1) To permit the members of the Team to enter, leave and sojourn in Thailand for the duration of their assignment therein, and exempt them from alien registration requirements and consular fees
 - (2) To exempt the members of the Team from taxes, duties and any other charges on equipment, machinery and other materials brought into Thailand for the conduct of the Study
 - (3) To exempt the members of the Team from income taxes and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowance paid to the members of the Team for their services in connection with the implementation of the Study
 - (4) To bear claims, if any arises against the members of the Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or willful misconduct on the part of the members of the Team
2. To facilitate smooth conduct of the Study, RID shall take necessary measures in cooperation with other relevant organizations:
 - (1) To secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study;

- (2) To secure permission for the Team to take all data and documents including photograph related to the Study out of Thailand to Japan
 - (3) To provide the medical services as needed. Its expenses will be chargeable on members of the Team, and,
 - (4) To ensure the safety of the members of the Team when and as it is required in the course of the study
3. RID shall, at its own expense, provide the Team with the following:
- (1) Available data and information related to the Study
 - (2) Use of the computer system in IEC
 - (3) Installation of necessary water measurement and recording devices
 - (4) Suitable office space with necessary equipment in Bangkok and other sites, if necessary
 - (5) Appropriate number of vehicles with driver in the Study area; and,
 - (6) Credentials or identification cards

VII UNDERTAKING OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures:

- (1) To dispatch, at its own expense, the Team to Thailand
- (2) To pursue technology transfer to the Thai counterpart personnel in the course of the Study

VIII JICA and RID shall consult with each other in respect of any matter that may arise from of in connection with the Study.

APPENDIX I. TENTATIVE WORKING SCHEDULE FOR THE MASTER PLAN STUDY ON
 WATER MANAGEMENT SYSTEM AND MONITORING PROGRAM IN THE
 CHAO PHRAYA RIVER BASIN IN THE KINGDOM OF THAILAND

PHASE	FIRST PHASE							SECOND PHASE							THIRD PHASE																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
MONTH																																				
Field and Office																																				
Work in Thailand																																				
Office Work in																																				
Japan																																				
Submission of Reports	▲ P.O		▲ Inc.R					▲ Int.R(I)		▲ P.R(I)		▲ P.R(II)		▲ P.R(III)		▲ P.R(IV)		▲ Int.R(II)		▲ Int.R(III)		▲ P.R(V)		▲ Int.R(IV)											▲ D.F.R	▲ F.R
Remarks																																				

NOTES: P.O. : Plan of Operation
 Inc.R. : Inception Report
 Int.R. : Interim Report
 P.R. : Progress Report
 D.F.R. : Draft Final Report
 F.R. : Final Report

4. チャオピア及びメクロン流域の広域水管理システム

現行の水管理システムに関するコンピュータープログラムの概要と問題点をまとめたものである。

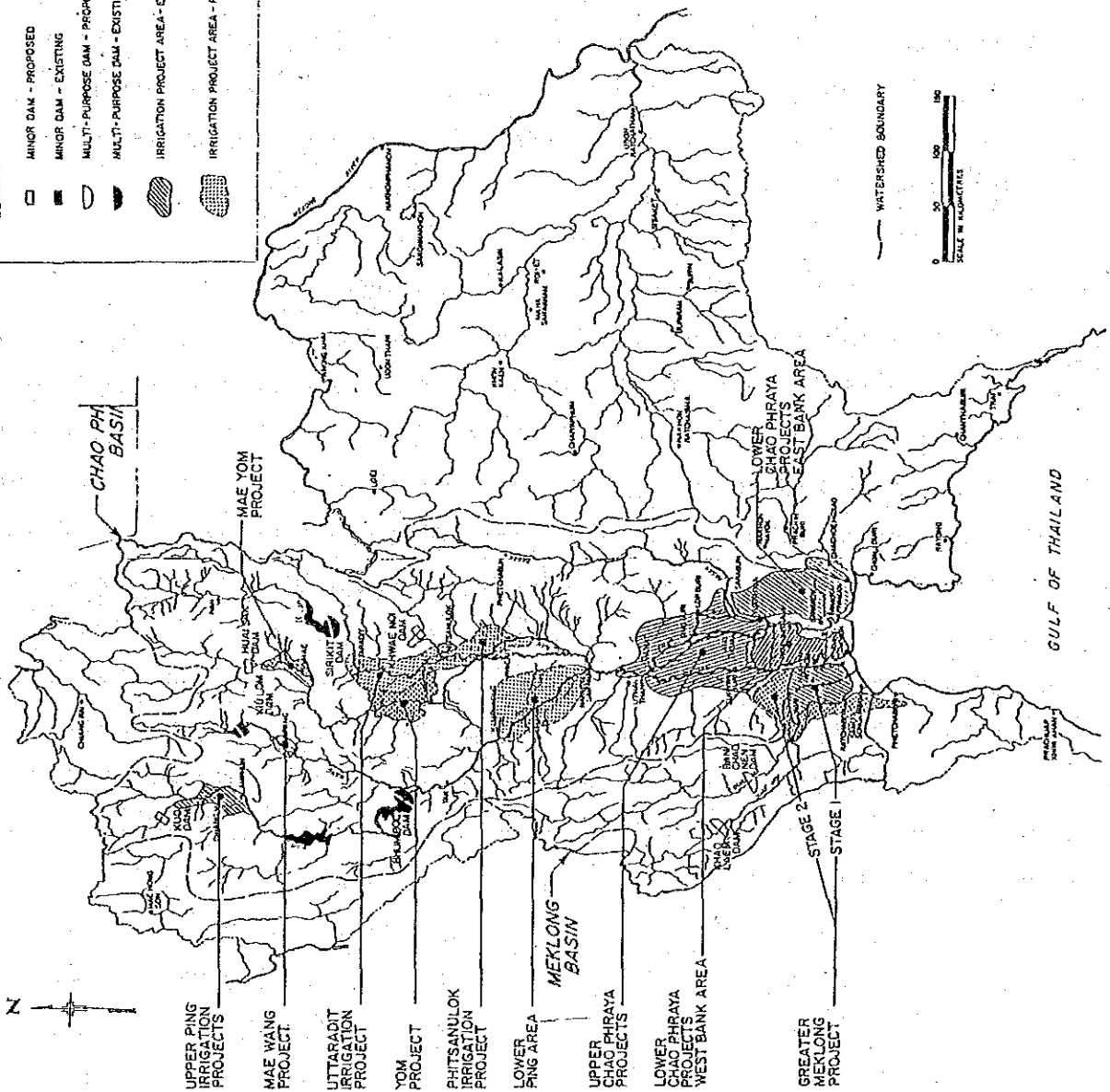
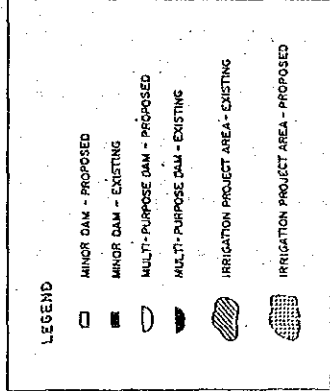
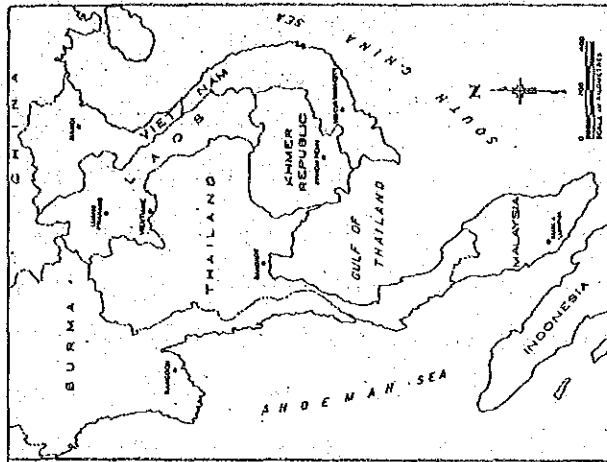
チヤオピア及びメクロン流域の広域水管理システム

1985 年 4 月

塩 田 克 郎

JICA Colombo Plan Expert

タイ王室かんがい局・管理運営部



チャオピア及びメクロン流域内
主要プロジェクト位置図

目 次

まえがき	137
I 概 要	137
II 序 文	137
III 目 的	138
IV WMSの原理	138
1. 責任放流量(維持用水)	139
2. 損失水量(用水の利用)	139
3. 横流入量	139
4. 最小限の発電の必要性(最小発電水量)	139
計算対象期間及び対象週	139
V 水管理システムの構造	142
1. データの報告	142
1-1 雨量データ	142
1-2 河川流量データ	142
1-3 耕作地域のデータ	142
1-4 土壌水分状態	143
2. コンピューターシステム	143
2-1 データ処理	143
2-2 かんがい用水量計算	145
2-3 還元水量の計算	154
2-4 水利用シュミレーションモデル(WUSM)	154
2-5 アウトプット	156
3. 出力結果の解釈と水管理	156
4. WMSを促進するための諸活動	161
VI タノム氏の結論と提案	161
VII WMSが抱える問題点	162
VIII WMSの改良方針及び対策案	163
参考図：情報連絡システム関係図	165

チャオピア及びメクロン流域の広域水管理システム

Colombo Plan 個別派遣専門家 塩田 克郎
タイ王室灌漑局 管理運営部

まえがき

本文は、タイ国の水管理システムを比較的簡潔に紹介する目的でとりまとめたものである。

チャオピア及びメクロン流域の広域水管理システムは、1982年から実際に運用されており、タイ国を代表する水管理システムである。このシステムはカナダのコンサルタントACRESによって、タイ国で実施されている水管理方法を考慮に入れて作成されたものである。(Chao Phraya - Meklong Basin Study)

本文は、このACRESの報告書とタイ王室灌漑局(RID)管理運営部(Operation and Maintenance Division)のMr. Tanom Klaiyai 水管理操作課長が1983年12月に開催されたセミナーに於て発表したレポートをもとにするとともに、筆者の今までの知見をも書き加えた。

I 概 要

これから述べる水管理は、モデル流域で検討され、既に運用されている。流域が大きいので、用水供給量算定のための最小区は、ブロックと呼ばれ、1つから6つのブロックで1つの維持管理事業所を構成している。このモデルは、システム内の主要地点の流況を監視することによって実際の耕作に適した水管理を行うように作られている。このモデルで使われるデータは、過去と現在のシステム内の作付状況、雨量及び流況であり、モデル内に残っている処理済のデータも使われる。このモデルは、雨量や支派川の横流入量といったものを最も効果的に使うこと及びダムからの必要取入量を計算することができる。

II 序 文

チャオピア及びメクロン流域は、国土面積の41%、即ち211,000 km²を包含するタイ国最大の流域である。稲の培栽面積は1,900千ha以上であり、米の輸出に大きく貢献している。水争いは、過去には問題にならなかったが、近い将来問題化する徴候が見られる。それゆえ、RIDから2つの流域内の水源の利用可能量を調査するための委託研究が1976年に出された。今日、チャオピア事業地区内だけで500,000 haの乾期作が行われている。加うるに、ピサヌロークかんがい開発一期事業地区(100,000 ha)の工事が段階的に進んでおり、1985年9月に終了する予定であるので、更に乾期作面積が増加することになる。1952年から1974年までの23年間のデータを用いてのシュミレーション結果によると、ピサヌローク事業地区や他の地域を含めてチャ

オピア事業内の全部の乾期作を行うには、水量が不足することが判明した。よって、かんがい用水の効率的な利用が要求されている。

一方、メクロン流域については、カオレンダム完成の暁には、すでに完了している事業地区に対する用水は十分である。よって、メクロン流域からチャオピア流域へ余剰水を振り向けることは、チャオピア流域の水不足を軽減することができ大変に効果的である。

以下、述べんとするのは、チャオピア流域を主とした水管理についてである。ここで強調されている水管理とは、毎日のまたは週単位の現場データを用いての週間水管理である。なお、コントロール不可能な降雨や貯水池流域外の横流入量をもっと効果的に耕作に使うことに大きな力点が置かれる。

この2つの流域は広大であり、したがって多量のデータを取り扱わねばならないので水管理システムの運営に当っては、コンピューターを使用している。

III 目的

チャオピア流域内の用水需要は、この流域の制御可能な水資源量より多くなり過ぎている。この問題を解決するためには、水供給とか利水といった水管理システム(WMS)の効果を上げることが必要である。両流域のかんがいシステムは、非常に複雑であり、WMSを運用するに当っては、水力発電、内陸舟運、都市用水の供給、洪水防止、塩水防禦等に資するようにもなされねばならない。

次の様な処理が操作において要求されるだろう。

- 1) 作物培栽の特質を把握し、週毎の水操作が要求されるので有効なデータの収集と処理のコンピュータ化
- 2) 作物の生育期別のデータと正確な雨量データによって、正確な必要水量の把握
- 3) 下流の横流入出量をも加味した貯水池からの必要な放流量の把握
- 4) 主要99分水工地点における水需要量に基づく週毎の用水操作のためのガイドライン

IV WMSの原理

チャオピア・メクロン流域内で水を必要とする時に正しい週毎の用水操作のためのガイドラインをWMSはセットするものである。このためには、流域内の大貯水池、頭首工及び各水路の分水工におけるデータが必要となる。

流況データを組織立てるために、かんがい地域を100以上(106)に達するブロックに分ける。

1つの管理運営事業所は、6ブロックまで担当することが可能である。

毎週、雨量、流量、作物、土壌水分といったデータが、各ブロックからの還元水量も加味されて各ブロックの水需要量を計算するために組織的に報告されねばならず、それから他の水需要量

も含めて、前記の水需要量や還元水量を使って流況がシュミレートされる。他の水需要量とは、チャオピア川、タチン川、メクワン川の河口附近における塩分そ上の制御用水、バンコック市や他の県への供給用水及び舟運である。この数理シュミレーションによってWMS上の全ての主要分土工等の水需要量を計算することができる。

チャオピア流域においては、全かんがい必量水量は、ナコンサワンの地点で計算される。それから、横流入量（プロボンダムが残流域のピン川、シリキットダムが残流域のワン川、ヨム川及びナン川他にパサック川）を控除することによってプミポン、シリキット2つのダムの必要放流量が計算される。

かんがい地域をかんがいブロックに分けて、幹支線用水路の水需要量や流況を計算するために、WMSモデルは、データを集め、解析し、結果を現地事業所へ提供する。

1つの支線水路又はまとまった数支線水路から用水を受ける受益区域をもってブロックを決める。各ブロック内のデータは、毎週ゾーンマンによって集められる。

その他の用水（シュミレーションを行う際に考慮しなければならない。）

1. 責任放流量（維持用水）

河川のある地点で必要とする最小流量（舟運、ポンプ運転、塩害防止）

2. 損失水量（用水の利用）

都市用水や工場用水であり還元不可能である。

3. 横流入量

これは、制御できない水だが、かんがいシステム内にて使うことができる。ナコン・サワン観測所で記録が取れるピン川下流部、ワン川、ヨム川、ナン川下流部そしてケンコイ観測所で記録が取れるパサック川等多くの横流入量がある。

クワイヤイ川やフワイノイ川の下流部の横流入量は、カンチャナブリ（メクロン川）で記録されている。

4. 最小限の発電の必要性（最小発電水量）

ダムから放流する時期のうち最も少ない放流量の時期は、9月と10月である。というのは、多くの横流入量があるからである。また、1月はかんがい水量の必要性が少ない時期である。

これらの時期に発電公社（EGAT）は、必要最小限の発電を維持するために最小限の放流をしなければならない。その必要最小電力とは、プミボンダムで90 MW、シリキットダムで60 MWである。しかし、ダムの貯水量（貯水位）がlow rule curve（LRC）より下の状態のときは、ダムの確保水量基準に従って発電最小電力は、60 MWと50 MWになる。

計算対象期間及び対象週

計算期間は図-1に示すように1週間単位である。

(1) 計算 Week

雨量と河川流量データは、今週の火曜日のデータ、そして先週の作物データが今週の月曜日の午後までに水管理操作課に報告される。そして、水曜日と木曜日にWMSの計算がコンピュータを使って3種類行なわれる。それぞれの計算は、先週の検証、来週の予測をして再来週の予測である。

(2) 検証 Week

計算Week (WMSの7日間=土曜日から金曜日)の前週で、かんがいシステム内の実際に使われた水の検証が行なわれる。データとしては、作付されている面積、雨量、横流入量だけが使われる。

(3) 予測 Week

これは、(1)の計算を実行する週の次の週である。かんがいシステム内の主要分水工への供給水量の計算は、耕作地の推想に基づいて決まる。つまり、計算Weekの前の週の耕作データと昨シーズンの耕作データを用いるのである。

雨量データは長期間の平均値を使用し、横流入量は既知の観測データ及び雨量データとの相関式から算出される。

(4) 予測 Weekの次のWeek

これは、計算Week (1)の2週間後であり、予測Week (2)の次の週である。なぜこの週の予測が必要かという、プミボンダムあるいはシリキットダムから放流された水は、約5日間たって中央平野に届くからである。よって、これらのダムの管理運営職員に、再来週に必要な放流量を知らせて計画を立てることが必要になるからである。今週中に再来週の必要水量を計算するためにWMSで使うデータとしては、耕作面積の計画値、長期間の平均雨量値及び横流入量の予測値である。

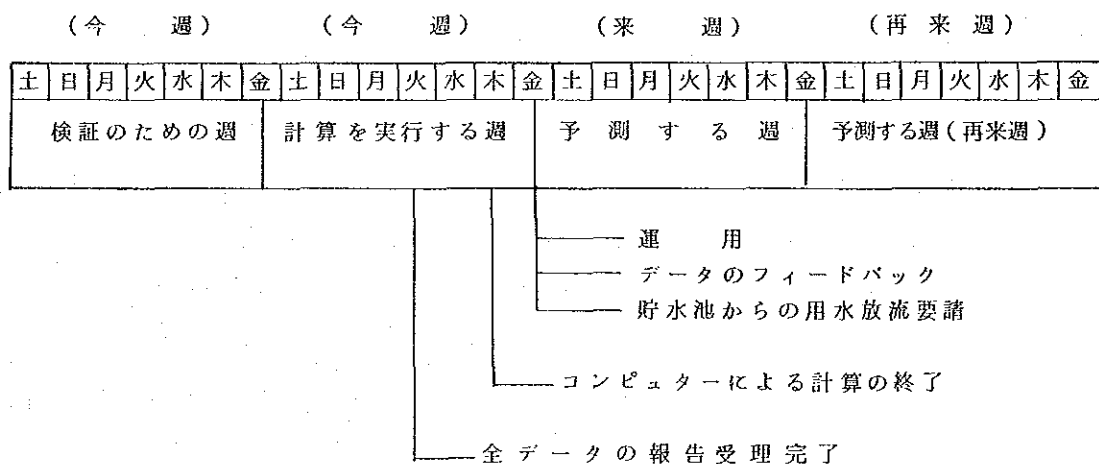


図-1 運用のための期間と計算する週

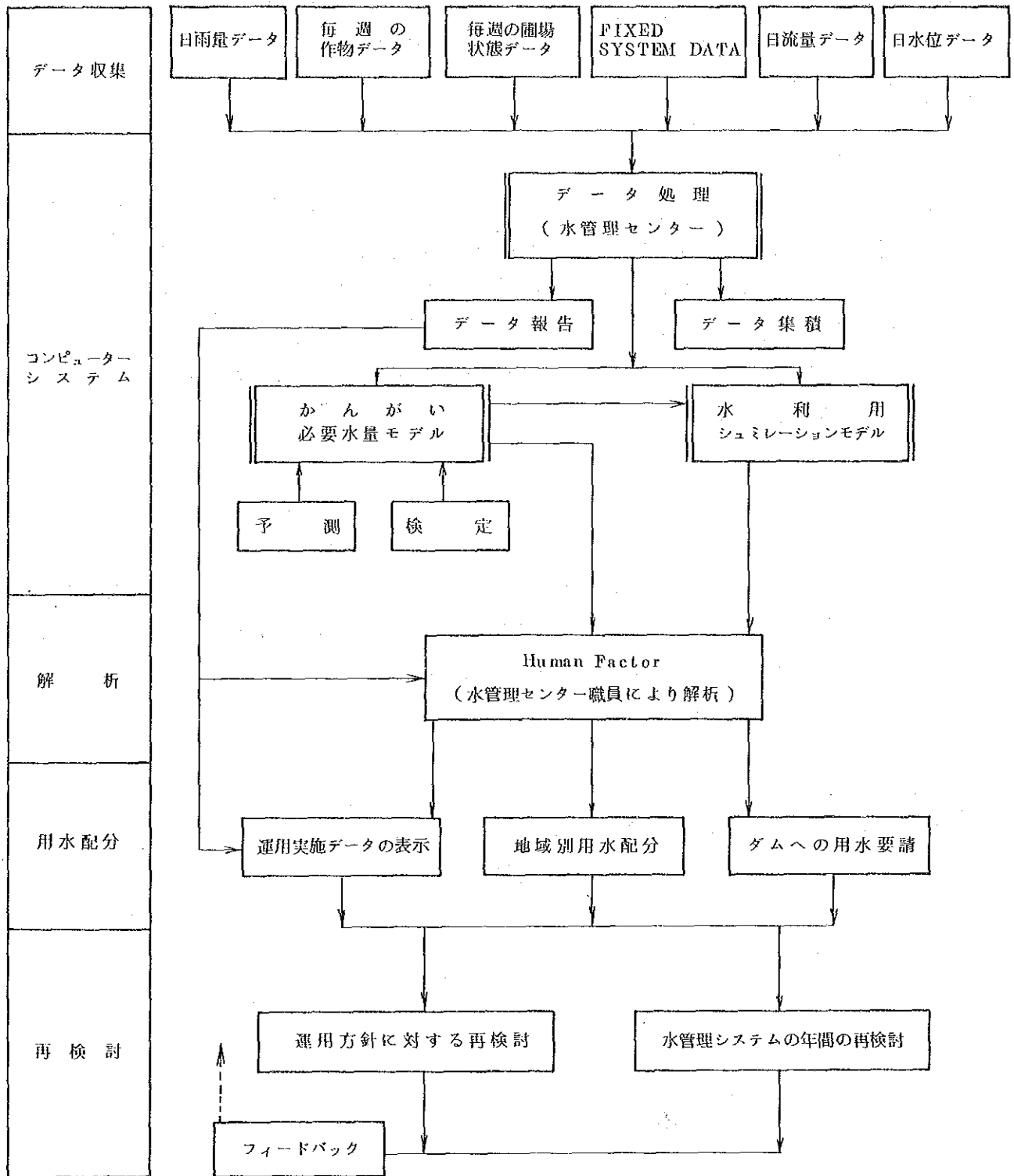


図-2 作業手順

V 水管理システムの構造

図-2に水管理操作課におけるWMSの作業手順を示す。現場データを応用する順序は、次のようになる。

データの報告

コンピューターシステム

出力結果の解釈と用水配分

1. データの報告

1-1 雨量データ

雨量データは直接、かんがい必要水量の計算に使われる。そして配水操作においても、このデータを用いて毎日の調整を行う。チャオピア・メクロン流域内のRID所有の212の観測所から、雨量データが無線によってバンコックにある水管理操作課に送られる。4月から11月の間には、気象局からも84の観測所の毎日の雨量データが水管理操作課に報告される。これらの雨量データは水管理操作課の職員によってデータシートに記入されコンピューター内にファイルされる。

1-2 河川流量データ

水管理操作課は、この河川流量データを毎日の配水操作の調整に用いる。そして、来週の横流入量の予測の基礎としても用いる。河川流量データは、大部分のものが川沿の水位観測所と用水系統内の主要分水工地点の水位観測所から得られ、無線によって毎日水管理操作課へ届けられる。主要分水工から得られたデータは、ゲートの上流水位、下流水位、開度そしてゲートを通過する流量である。

1-3 耕作地域のデータ

毎週の作物データは、かんがい用水量を計算するために必要である。作物を12のグループに分け、下記の分類番号を附する。

01：雨期、田植田、ローカル品種

02： " " RD品種

03： " 直播田、ローカル品種

04： " " RD品種

05：乾期、田植田

06： " 直播田

07：雨期、畑作

08：乾期、 "

09：砂糖きび

10：野菜

11：果樹

12：養魚池

作付面積についての報告

- 耕作準備面積（代掻面積）
- 田植面積
- 生育面積（被害を受けた面積は控除）
- 収穫面積

09から12も実際の面積が報告される。

これらのデータは全部、ゾーンマンによって毎週金曜日に集められる。そして事業所へ届けられブロック毎に集計される。事業所で作成された各ブロックの週間耕作報告書が月曜日に水管理操作課に無線で届く。

1-4 土壌水分状態

土壌水分状態は、ゾーンマンと現場職員によって評価され報告されてくる。

W E T：飽和状態又は、それに近い状態

N O R M：通常状態であと少なくとも30mm保水することが可能

D R Y：乾燥状態

この報告の目的は次のとおり。

- 洪水期に、どの地域が過剰水を貯えられるか。
- 水不足の時期に、どの地域が最も水不足であるか。
- 来週の水管理の調整（来週のかんがいの指標）
- 有効雨量の計算

2. コンピューターシステム

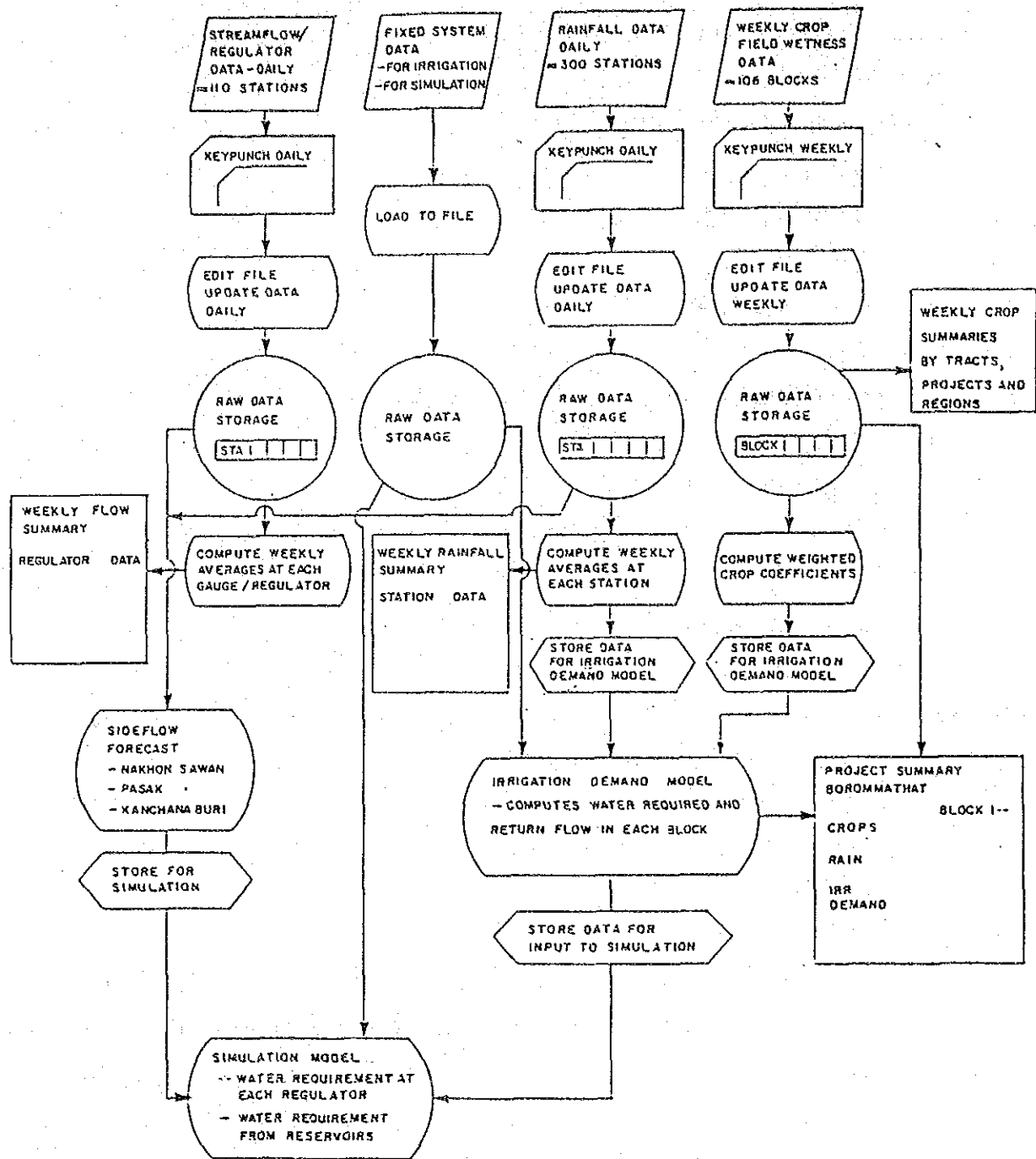
コンピューターは、WMSにおいて重要な役割を演じる。大量のデータ処理をすばやく行なえ、複雑なかんがい用水量の計算やシステム内の水の挙動を計算できるからだ。データ処理及び計算の手順を、図-3に示す。

2-1 データ処理

図-3に示すように4種類のデータが水管理操作課に届く。

◦ 雨 量

雨量データは、最初にコンピューター用コーディングシートに書き移される。それから生のデータがコンピューター内にファイルされる。21日間の雨量データがコンピューターにインプットされファイルされているが、新しいデータが得られると古いものは削除される。ファイルのデータは5桁の数字で観測所のコードナンバーと日付に関連付けられている。システムは、ウィークデイの5日間をベースに運用されているので、月曜日に金曜日から



LEGEND

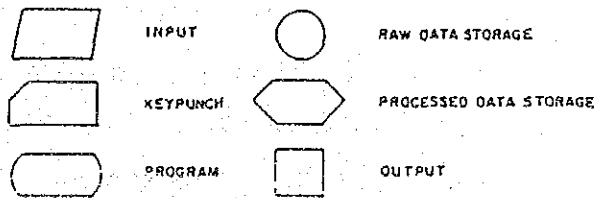


図-3 データ処理手順

日曜日の3日間のデータがインプットされねばならない。週末に各観測所の日雨量が集計され、週間雨量が計算される。同時に、ティーセン法によって各カンガイブロックのその週の重み付き平均雨量も計算される。この算出された重み付き平均雨量値は、コンピューターに記録され、先週の検証Weekのかんがい必要水量や流域内の雨量分布を考慮するために使われる。

○ 河川流量と分水流量データ

毎日の河川流量と分水流量も降雨データの如くコンピューターに記録される。毎日、データが報告され、コーディングシートに移され、キーパンチされ、コンピューター内の生データ保存ファイルに記録される。21日間のデータが5桁の観測所と日付のコードナンバーで保存される。週末に、各河川観測所や分水工地点から受け取った日データが集計され、週間河川流量と分水流量が算出される。これらのデータの一部は、既に計算された分水工地点での必要水量を検証Weekのシュミレーションにおいて比較検討するために使われる。

○ 培栽面積データ

月曜日に、水管理操作課が受け取った培栽面積データは、チェックされてカードにパンチされそして毎週火曜日にコンピューター内の生データ保存ファイルに記録される。ファイル内のデータは、カンガイブロック、作物ナンバー及びデータタイプ（例えば、代掻、田植等）に関連付けられている。

○ Fixed Data

かんがい必要水量や還元水量の計算に必要な各カンガイブロック毎の大量の固定データが、コンピューター内にファイルされており、時期に適應して使われ、次のものがある。

- 平均月間かんがい効率
- 平均月間蒸発散位
- 平均週雨量
- 平均代掻期間
- 平均代掻水深
- 有効雨量関数
- 平均月間還元水量因子
- 週間作物係数

2-2 かんがい用水量計算

各ブロックのかんがい用水量と還元水量の計算は毎週行なわれ、出力結果は各分水口の分水量を計算するために水利用、シュミレーションモデルに使われる。

かんがい用水量公式は次のとおり。

$$I W = \frac{CU - EFR - DS}{EFFY} + \frac{LP}{LPEF} \dots\dots\dots(1)$$

ここに

I W = かんがい用水量

C U = 作物の消費水量

E F F R = 有効雨量

D S = 水田湛水深 (D S が + ならば、圃場に水があることを示す。)

E F F Y = 生育期間中のかんがい効率

L P = 代掻準備用水量 (耕起、均平、代掻)

L P E F = 代掻準備期間中のかんがい効率 (注 : この値は、生育期によって変る。)

そして

$$C U = W C R C F \times P E T P \dots\dots\dots(2)$$

ここに

W C R C F = 加重作物係数

P E T P = 蒸発散位

これらの変数は、次の様な意味を持っている。

作物の消費水量 (C U)

これは、システムにおける損失小量であり、作物の蒸発散と無作付地からの蒸発である。浸潤及び浸透ロスは、わずかであるので考慮されていない。

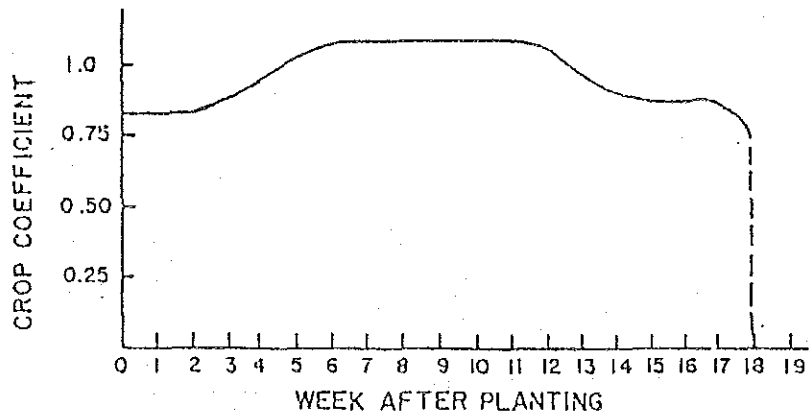
蒸発散位 (P E T P)

気象条件が同じであっても土壌水分が異なると蒸発散量は異なるので、作物の生長に対し十分な水分を与えられる条件を作り、そのときの蒸発散量を測定して蒸発散位とする。

チャオピア・X クロン流域の場合は、ペンマンの Combination Equation を用いた。

加重作物係数 (W C R C F)

ペンマン式から計算される蒸発散位は、十分に生長した代表作物の蒸発散を示す。よって、作物種類や成長度合の違いによる蒸発散値の違いは、作物係数によって補正する。典型的な稲の品種における作物の生長度合と作物係数は、下図の様に表わせる。



成長期に於いては、蒸発散は小さく、又作物係数も 1.0 より小さい。成長が進むにつれ大きくなり、作物係数も 1.0 以上となる。WMS で使われている作物係数は、中央平原の実験農場で集められたデータに基づいて決定された。

加重作物係数は、全てのブロックの全ての作物について毎週計算される。

代播準備用水量 (LP)

代播準備 (地ごしらえ) のための用水は、移植田と地方品種を用いる直播田に於いて必要である。地ごしらえの手順は場所ごとに変っているが、通常約 1~2 週間水田に水を張る。それから、大型トラクター等によって耕起されたりされなかつたりする。この時の水深は約 10 cm ~ 20 cm である。その後、小型トラクター等によって再耕起され均平 (又は、こね回し) される。均平する前に水深を約 10 cm に保つために水が加えられる。均平整地の後すぐに、通常まだ水田に浅く水が残っている間に田植が成される。

代播準備期間中、一定の割合で水が連続して供給される。支線用水路の上流の農家が最初に代播準備のために水を使い、そして順次下流に移り、最下流の農家が最後になる。いわゆる上流優先の原則である。

支線用水路レベルでの代播準備用水をモデル化するために、1979 年の乾期作データを用いて検討が成された。各週の各作物に対する代播準備用水の計算は、次のようにすることができる。

- 1) 各作期の初めに、全期間を通じての全体代播準備用水量が見積られる。

$$TOVLP = EXAR \times LPDP \dots\dots\dots(3)$$

ここに

TOVLP = 各作期の代播準備用水の総量

EXAR = 作付予定面積

LPDP = 代播準備用水の水深

- 2) TOVLP : 代播準備持続期間 (LPDU) に供給される水量で、各事業地区から何日から田ごしらえが始まるか報告される。この LPDU の期間は、各作期の前に決定される。

- 3) LPDU 内の代播準備用水の配水は、図-4 の配水曲線に従って決定される。

毎週の代播準備用水量は次の様に計算される。

$$VLP(t) = \frac{(PER(t) - PER(t-1)) \times TOVLP}{LPEF} \dots\dots(4)$$

ここに

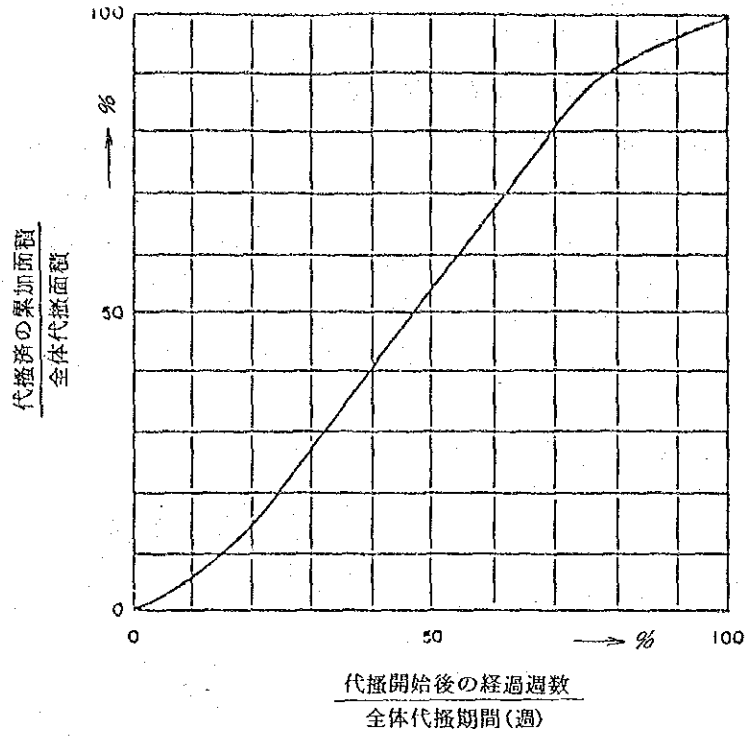
VLP(t) = (t) 週に於ける代播準備用水量

PER(t) = 全代播準備面積に対する (t) 週の代播準備面積の%

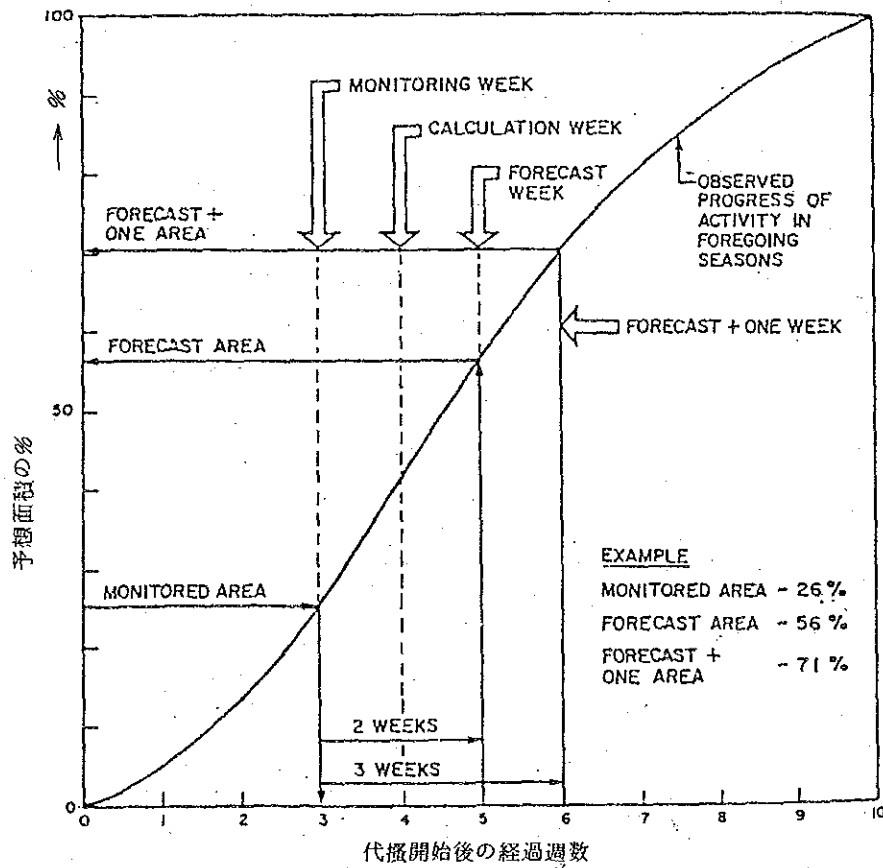
PER(t-1) = 全代播準備面積に対する (t-1) 週の代播準備面積の%

表-1 作物係数（非加重）

作付後の 第1週から の日々	ローカル品種	R D 品種	ローカル品種	R D 品種	畑作物	畑作物
	田植	雨季及び 乾季 田植	田植	雨季及び 乾季 田植	雨季	乾季
1	0.83	0.99	0.0	0.0	0.30	0.53
2	0.83	0.99	0.0	0.99	0.30	0.53
3	0.83	0.99	0.0	0.99	0.30	0.30
4	0.93	1.16	0.0	0.99	0.30	0.30
5	1.06	1.16	0.83	1.16	0.70	0.70
6	1.06	1.16	0.83	1.16	0.70	0.70
7	1.06	1.25	0.83	1.16	0.9	0.9
8	1.06	1.30	0.93	1.25	1.2	1.2
9	1.06	1.32	1.06	1.30	1.0	1.0
10	1.06	1.32	1.06	1.32	1.0	1.0
11	1.06	1.32	1.06	1.32	0.7	0.7
12	1.06	1.24	1.06	1.32	0.5	0.5
13	0.96	0.0	1.06	1.24	0.5	0.5
14	0.83	0.0	1.06	0.0	0.5	0.5
15	0.83	0.0	1.06	0.0	0.5	0.5
16	0.83	0.0	0.06	0.0	0.5	0.5
17	0.83	0.0	0.96	0.0	0.5	0.5
18	0.72	0.0	0.83	0.0	0.5	0.5
19	0.0	0.0	0.83	0.0	0.5	0.5
20	0.0	0.0	0.83	0.0	0.5	0.5
21	0.0	0.0	0.83	0.0	0.5	0.5
22	0.0	0.0	0.72	0.0	0.5	0.5
23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5
26	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5
27	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5



(例)



注) 予想進捗はモニターされた面積をグラフにプロットし各週再チェックされる。

図-4 代播準備用水計算用グラフ

LPEF = 代掻準備期間中のかんがい効率

- 4) 代掻準備のための用水供給は、次の時期に終了する。
- ① 代掻準備又は田植が終了したという現場からの報告があった時。
 - ② 作付シーズン前に計算された代掻準備期間が実際のLPDUより長くなった時。
- 5) 代掻準備期間中の降雨は、代掻準備期間の短縮に役立つ。この場合、必要水量は、全シーズンを通して計算された水量 (TOVLP) より減少する。

かんがいブロック別代掻準備水深、期間、効率等の一例を表-2に示す。

表-2 ブロック別基礎データ

Block Code	Block Name	Block Area (rai)	Land Preparation						蒸発散位 (表-3参照)
			Wet Season			Dry Season			
			Depth (mm)	Dura-tion (wk)	Eff* (%)	Depth (mm)	Dura-tion (wk)	Eff* (%)	
BO5	Borommathat 5	36,540	280	14	68	350	8	81	L
BO6	Borommathat 6	68,140	280	14	68	350	8	81	L
CH1	Chanasutr 1	133,330	280	14	68	350	10	81	I
CH2	Chanasutr 2	40,830	280	14	68	350	10	81	M
CH3	Chanasutr 3	40,950	280	14	68	350	10	81	I
CH4	Chanasutr 4	192,740	280	14	68	350	10	81	M
CH5	Chanasutr 5	55,720	280	14	68	350	10	81	M
CH6	Chanasutr 6	43,290	280	14	68	350	10	81	I
CK1	Chong Kae 1	106,510	280	14	68	350	10	81	H
CK2	Chong Kae 2	66,050	280	14	68	350	10	81	H
CK3	Chong Kae 3	76,630	280	14	68	350	10	81	H
CK4	Chong Kae 4	23,490	280	8	68	350	6	81	H
DC1	Don Chedi 1	45,260	280	12	68	350	8	81	I
DC2	Don Chedi 2	46,000	280	12	68	350	8	81	I
DC3	Don Chedi 3	85,850	280	12	68	350	8	81	I
KK1	Khao Kao 1	43,420	280	12	68	350	8	81	G
KT1	Koke Kathiem 1	16,240	280	12	68	350	4	81	H
KT2	Koke Kathiem 2	35,180	280	12	68	350	4	81	H
KT3	Koke Kathiem 3	47,840	280	12	68	350	4	81	H
KT4	Koke Kathiem 4	76,380	280	12	68	350	4	81	H
KT5	Koke Kathiem 5	70,480	280	12	68	350	4	81	H
MH1	Maharaj 1	8,860	280	10	68	350	4	81	G
MH2	Maharaj 2	57,940	280	10	68	350	4	81	G
MH3	Maharaj 3	150,430	280	10	68	350	4	81	H
MH4	Maharaj 4	103,700	280	10	68	350	4	81	H
MH5	Maharaj 5	83,750	280	10	68	350	4	81	H
MH6	Maharaj 6	113,290	280	10	68	350	4	81	H
MA1	Manorom 1	27,680	280	10	68	350	8	81	G

(1 rai = 0.16 ha)

表-8 蒸 発 散 位 (mm/月)

<u>Station</u>	<u>Jan</u>	<u>Feb</u>	<u>Mar</u>	<u>Apr</u>	<u>May</u>	<u>Jun</u>	<u>Jul</u>	<u>Aug</u>	<u>Sep</u>	<u>Oct</u>	<u>Nov</u>	<u>Dec</u>
A Chiang Mai	104	136	172	188	164	143	135	122	124	121	109	93
B Lampang	113	145	182	198	170	152	147	133	128	123	114	101
C Phrae	119	150	192	208	180	157	149	135	131	128	120	107
D Uttaradit	119	141	173	189	165	142	134	123	128	133	125	113
E Phitsanulok	112	138	168	181	162	143	136	126	127	129	119	106
F Kanchanaburi	138	163	193	198	173	157	150	146	140	132	130	128
G Nakhon Sawan	132	164	201	208	179	162	152	141	133	133	130	122
H Lopburi	153	165	194	194	170	157	147	137	134	141	146	143
I Suphanburi	148	165	200	210	187	176	167	156	145	145	144	139
J Don Muang	137	154	179	180	164	156	149	142	141	137	133	128
K Nakhon Sawan and Lopburi	143	165	197	201	175	160	150	139	134	137	138	133
L Nakhon Sawan and Suphanburi	140	165	200	209	183	169	159	149	139	139	137	130
M Suphanburi and Lopburi	151	165	197	202	179	167	157	147	140	143	145	141
N Suphanburi and Don Muang	142	160	190	195	175	166	158	149	143	141	138	133
O Lopburi and Don Muang	145	159	186	187	167	157	148	140	138	139	140	135
P Don Muang and Kanchanaburi	138	159	186	189	168	159	149	144	141	133	132	128

有効雨量 (EFFR)

Chao Phraya-Meklong Basin Study の第1段階に於いては、メコン委員会で用いられていた方法で、月間有効雨量と月間全体雨量の関係をシュミレートした。(表-4参照)

WMSにとっては、各かんがいブロック別の週毎の有効雨量を計算しなければならない。よって第1段階の検討結果が調整され、図-5に示される週間降雨量と週間有効雨量の関係が求められた。ブロック内の週間降雨量は、ブロック内又は近隣ブロックの雨量計の値を加重平均して求められた。加重係数はティーセン法を用いて決定された。

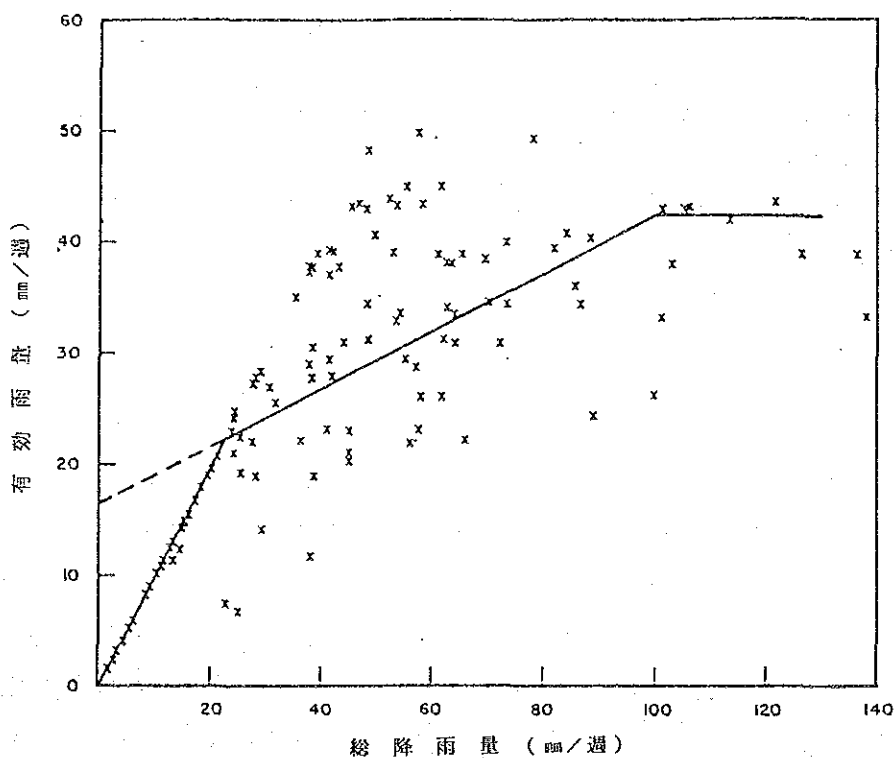
水田湛水深 (DS)

雨を有効に利用する能力は、農民の圃場管理経験次第である。もし、農民が彼らの水田

表-4 総降雨量と有効雨量の関係

総降雨量 (mm)	月間有効雨量 (mm)							
	ケース 1		ケース 2		ケース 3			
	10月	他の月	10月	他の月	8月	9月	10月	他の月
0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	25	25	25	25	25	25	25	25
50	43	50	50	50	50	50	50	50
100	58	80	92	100	100	100	100	100
150	71	93	95	126	150	140	120	150
200	82	100	100	135	190	165	120	200
250	84	110	100	147	215	180	120	250
300	84	120	100	156	234	189	120	275
400	84	120	100	160	264	212	120	300
500	84	120	100	160	264	215	120	300

ケース 1 : 現在の水稻生育条件で降雨貯留能力が低い場合
 ケース 2 : 現在の水稻生育条件で降雨貯留能力が比較的良好の場合
 ケース 3 : 将来、水田が整備され、降雨貯留能力が十分に高くなった場合



注) x : 有効雨量モデルよりの結果
 (25年間のうち3年分の結果だけをプロットした。)

図-5 週間有効雨量曲線

に十分に水を張っている時に降雨があればほとんどが無効雨量になるであろうし、一方満水深が少なければほとんどが有効雨量となるだろう。

水管理計画の週間修正は、ゾーンマンからもたらされる報告によって行われる。

もし、供給量が少なすぎる場合（報告は“DRY”であり、DSは-10 mm）は翌週に増加させるし、又逆の場合（報告は“WET”でありDSは+10 mm）は減少させる。

主たる目的は、正常水位“NORMAL”を維持することである。

効率（EFFY：生育期間中のかんがい効率、LPEF：代播準備期間中のかんがい効率）

かんがい用水量の計算に用いられる効率は、圃場レベルの効率と配水（送水）効率を組み合わせた全体のかんがい効率である。それゆえ、計算されたかんがい用水量とは、幹線水路の主要分水工地点の全体用水量である。

各かんがいブロック毎の現時点での効率の一例を表-5に示す。この表の値をその時代の新しいものに修正してゆくために、現地の検証と検証Weekの計算結果のチェックを続けてゆく必要がある。

表-5 かんがい効率（1980年1月時点）

Block Code	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
MF1	35	50	50	50	50	50	35	35	35	35	35	35
MK1	35	50	50	50	50	50	35	35	35	35	35	35
MP1	35	50	50	50	50	50	35	35	35	35	35	35
MT1	35	50	50	50	50	50	35	35	35	35	35	35
PP1	35	35	60	50	50	50	35	35	35	35	60	35
PU1	35	35	60	50	50	50	35	35	35	35	60	35
WA1	20	20	50	30	30	30	50	37	37	37	35	35
PH1	20	20	50	40	40	40	50	50	20	20	60	20
ST1	20	20	50	40	40	40	50	50	20	20	60	20
ST2	20	20	50	40	40	40	50	50	20	20	60	20
KN1	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
PS1	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
PS2	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
PS3	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
NP1	70	70	18	18	18	18	34	33	33	33	56	70
NU1	70	70	18	18	18	18	34	33	33	33	56	70
BB1	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
BO1	60	50	50	50	50	50	70	40	40	40	40	60
BO2	60	50	50	50	50	50	70	40	40	40	40	60
BO3	60	50	50	50	50	50	70	40	40	40	40	60
BO4	60	50	50	50	50	50	70	40	40	40	40	60
BO5	60	50	50	50	50	50	70	40	40	40	40	60
BO6	60	50	50	50	50	50	70	40	40	40	40	60
CH1	70	50	50	50	50	50	40	40	40	40	40	70
CH2	70	50	50	50	50	50	40	40	40	40	40	70
CH3	70	50	50	50	50	50	40	40	40	40	40	70

2-3 還元水量の計算

還元水は、かんがいブロックの排水システムに流入する余剰水であり、下流地域で再利用することが可能である。

理論的に利用可能な還元水量は、かんがい用水が配水された後のかんがいブロック内の水収支計算から求まることが知られている。

$$TRF = TRC + IW - CU + DS + TRU - ETU - LP \dots\dots(5)$$

ここに

TRF = 還元水量の理論値

TRC = 作付地の総雨量

I W = かんがい用水量

C U = 消費水量 (又は、総圃場必要水量)

D S = 水田湛水深

TRU = 無作付地の総雨量

ETU = 無作付地の蒸発散量

L P = 代掻準備用水量

実際の還元水量は、排水システムの流量であり、再利用しうるものである。通常、理論値より少ない。少なくなった水は、計算では求められないシステム内のロスである。水路及び圃場での蒸発、浸透、そして、還元水として検査されない他の地区へのポンプアップ及び浸透である。

実際の還元水量を計算する場合の公式は、

$$RF = RFT \times TRF \dots\dots(6)$$

ここに

R F = 実際の還元水量

RFT = 還元水量係数

還元水量係数は、作物、地域、生育期によって異なる。現地調査結果によると、水が水田に貯えられつつある雨期の初めでは 0.2~0.4 と比較的小さい値であり、雨期の終わりの水田がほされつつある時期では 0.8~1.0 と比較的大きな値であった。年間平均値は、0.75 位に相当する。

WMS で用いている現時点 (1980 年) の還元水量係数の一例を表-6 に示す。この表の値をその時代の新しいものに修正してゆくために、調査、検証を続けてゆくことが必要である。

2-4 水利用シュミレーションモデル (WUSM)

WUSM は、主要な支線用小路レベルまで、チャオピアとメクロン川流域内の毎週の水の

表-6 還元水量係数(1980年1月時点)

Block Code	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
MF1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
MK1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
MP1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
MT1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
PP1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
PUL	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
WA1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
PH1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
ST1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
ST2	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
KN1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
PS1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
PS2	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
PS3	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
NP1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
NU1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
BB1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
BO1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
BO2	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
BO3	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
BO4	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
BO5	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
BO6	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
CH1	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90
CH2	75	75	75	75	75	75	30	30	70	90	90	90

挙動をシミュレートする。2.2で述べた様に、このモデルは、次のことを計算する。

かんがい必要水量、還元水量、横流入量、責任流出量、損失水量、主要発電所の必要最小限の発電のための責任放流量。また、排水路からの排水を制御するチェックゲートに起因するかんがい網内の貯留量をも計算する。これらのチェックゲートによる貯留は、概して直播田地区に見受けられ、雨期の水田水位を制御する役目を持っている。

使用データとしては、

- Irrigation Demand Modelによって計算される各ブロックのかんがい用水量と還元水量
- 横流入量
- 損失水量：バンコック市への供水量を含む。
- 責任放流量：舟運、水力発電、塩分制御に必要な最小流量

- 分土工：分土工の分水可能量及び操作可能な範囲の水路の疎通能力
- 水位調整施設地点に於ける必要な貯留変化量
- 特別給水地点：河川から直接水路に取水する地点で、通常の水路からの用水供給では不十分な場合に取水され、ポンプ場を含む。

このモデル系統図を図-6に示す。

2-5 アウトプット

各週毎のWMSからの出力結果を要約すると、

- 週間雨量集計
- 加重雨量集計
- 週間流量及び分水量集計
- 週間の区域別、事業地区別、地方別の作物の集計
- 作物と水利用の集計（表-7参照）
- シュミレーションモデルの結果

これは、次の3つのグループに分類できる。

- チャオピア流域（ナコンサワンから下流）
- メ・クロン流域（カンチャナブリから下流）
- 次のものからなるダムへの依存水量
 - (1) 各ブロックへのかんがい用水量
 - (2) 99の主要分土工への流量
 - (3) チャオピア流域内の27ヶ所のゲートを有し、調整池の機能を有する地点の用水量
 - (4) 最小責任放流量
 - (5) 特別給水量：モデル内の河川沿の14ヶ所の主要取水工又はポンプ場から直接取水する場合の水路系への給水量。
 - (6) 排水量：主要排水路における流量計算の結果
 - (7) 水収支：河川や主要分土工に於ける水収支計算結果（図-8、図-9参照）。
 - (8) ダム依存水量の計算結果

(1)~(7)の計算水量は、チャオピア頭首工とバチラロンコン頭首工から配水される用水量である。

更に、ナコンサワンとカンチャナブリの上流における用水量が、ダムへ依存する正確な用水量を計算するために考慮されている。

3. 出力結果の解釈と用水配分

毎週の水管理上、最も重要な事は、コンピューターで計算された出力結果の詳細検討である。用排水路系を十分に把握していれば、WMSからの出力結果を解釈する時間を節約できる。こ

TRANSPLANTED (COMPLICATIVE) 6. 0. 780. 0. 9120. 01 9358. 01. 503. 01. 19766.

RAIN SUMMARY

AVERAGE RAIN (MM)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
EFFECT, 3/ IN-BUNDED (MM)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-NONBUNDED (MM)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LONGTERM AVERAGE RAIN (MM)	1.2	1.0	1.3	1.2	1.3	2.2	1.3

FIELD CONDITION

FIELD WITNESS-ACTUAL	NORM	NORM	NORM	NORM	NORM	NORM	NORM
----------------------	------	------	------	------	------	------	------

WATER USE

Data to be (WATER DEMAND (KCM)	827.	2497.	2073.	9024.	2192.	2257.	26181.
used in (RETURN FLOW (KCH)	2194.	674.	559.	2436.	592.	411.	7068.
simulation(RATIONING	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	
model.	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	

ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT
CHIAO PHRAYA - MEKLONG BASIN STUDY

☒ - 6 CROP AND WATER-USE SUMMARY-SAMPLE OUTPUT

 * CROP AND WATER USE SUMMARY FROM 20726 TO 80726 *
 * CHANASUTR IRRIGATION PROJECT *****

BLOCK	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6	TOTALS
CROPPING SUMMARY (UNITS I RAI)							
CROP 3 BROADCAST RICE (LOCAL VARIETY)							
LAND PREP. (CUMULATIVE)	0.	0.	0.	0.	570.	7130.	7700.
TRANSPLANTED (CUMULATIVE)	0.	0.	0.	0.	570.	7130.	7700.
CROP 5 DRY SEASON TRANSPLANT RICE (HIGH YIELD)							
LAND PREP. (CUMULATIVE)	38430.	01 20952.	01 8862.	01 49885.	01 500.	01 10364.	01 128993.
TRANSPLANTED (CUMULATIVE)	38430.	01 20952.	01 8862.	01 49885.	01 500.	01 10364.	01 128993.
HARVESTED (CUMULATIVE)	3900.	0.	0.	10098.	500.	0.	20848.
CROP 6 DRY SEASON BROADCAST RICE (HIGH YIELD)							
LAND PREP. (CUMULATIVE)	45624.	01 3245.	01 9950.	01 79457.	01 30041.	01 18784.	01 167101.
TRANSPLANTED (CUMULATIVE)	45624.	01 3245.	01 9950.	01 79457.	01 30041.	01 18784.	01 167101.
HARVESTED (CUMULATIVE)	8830.	2460.	0.	51629.	30031.	0.	90950.
CROP 8 DRY SEASON FIELD CROPS							
TRANSPLANTED (CUMULATIVE)	0.	0.	0.	60.	0.	0.	60.

RAIN SUMMARY

AVERAGE RAIN (MM)	2.6	0.0	7.0	2.7	1.4	0.0	2.5
EFFECT. RAIN-BURDED (MM)	2.8	0.0	1.0	2.7	1.4	0.0	
-UNBURDED (MM)	2.1	0.0	5.2	2.0	1.0	0.0	
LONGTERM AVERAGE RAIN (MM)	26.1	30.7	26.9	30.2	28.8	24.0	29.2

FIELD CONDITION

FIELD WETNESS-ACTUAL	NORM	DRY	NORM	DRY	NORM

WATER USE

WATER DEMAND (KCH)	6507.	1983.	2240.	2921.	1.	4461.	18146.
RETURN FLOW (KCH)	819.	283.	312.	206.	0.	663.	2286.
ASSUMED EFFICIENCY	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	
RATIONING	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	

NOI RIVER

WATER BALANCE

Monitoring week:

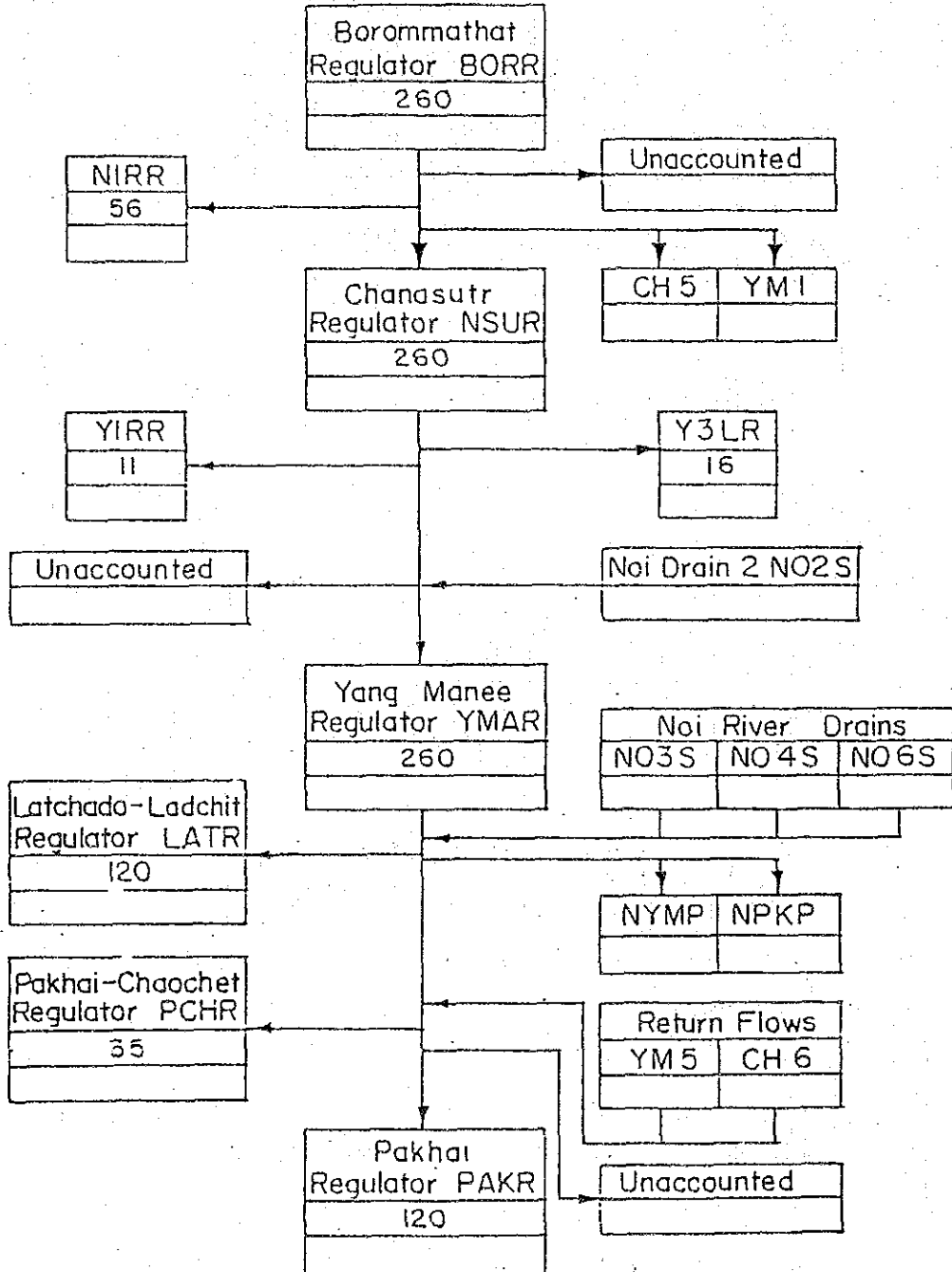
Q Max.
Q Mea. / Q Cal.

Monitoring week : _____ YEAR _____
Forecast

Forecast week

Q Max.
Q For. / Q All

ALL DISCHARGES IN cms.



Date _____

図-8 水収支 (ノイ川の例)

の出力結果を検討するために役立つ情報は今後、何も示されない。現場からのデータを調べるとともに、実際の配水量と還元水量を現地のいくつかの地点でチェックするべきである。そうすれば、現場からの報告データとWMSで計算された出力結果を確かめることができる。

4. WMSを促進するための諸活動

水管理操作課は、この手法を他の流域にも適用させようとしている。しかし、WMSは多くの情報が必要であり、かつ職員の質と量が十分でないので、その活動は早急には期待しえない。

なお、水管理操作課は、次の事項の調査を大学生と一諸に行う機会を持った。

- 1) 種々の事業地区の現地観測による代掻準備用水量の把握
- 2) シュミレーションによって有効雨量を計算し、実際に栽培している地区に当てはめ検討した。
- 3) 還元水量の観測
- 4) 上記1)と2)のデータからかんがい効率を求めた。
- 5) 上記1)から4)のデータをもとに操作計画を作成した。
- 6) 上記のデータをもとに、乾期のある地区でシュミレーションを実行した。
- 7) チャオピア流域内に於ける横流入量を計算するためのより適切な方法を提案した。

V タノム氏の結論と提案

タノム水管理操作課長は、セミナーで発表したレポートで、次のことを結論付けかつ提案している。

結 論

WMSは、ただ単に多くのデータを扱うのみでなく多くの機関にも関係すると見ることができ、現在水管理操作係だけでWMSを実行しているが、WMSで用いるデータ収集の重要性とその手法の認識のため種々の関係者との協力が必要である。一方、WMSのいくつかの手法は、事業レベルの配水操作計画に適用可能である。漸次、大地域から始めて小地域へ。しかし事業レベルへWMS手法を適用させることは新しいことであり時間を要す。しかるに、事業地区レベルの計画の初期段階では、小さな既存の計算機を使えば十分である。

提 案

今までに述べたように、管理運営部水管理操作課で取り扱っているこのシステムは、多くの有効なデータを持っており、特に計画、設計に役立つ。より良いかんがい事業計画やシステム設計を樹立するために、WMSの多くのデータやいくつかの手法を補足参考資料として考慮し用いることが有益である。

Ⅶ WMSが抱える問題点

筆者が今までこの水管理システムを検討してきた中で、また、関係者との討議の中で明らかになった現時点におけるWMSが抱えている主要な問題点は、次のとおり。

1. 情報連絡システムが不十分なことと古いこと

① 事業地区内のゾーンマンと事業所間

トランシーバー等が不足している。

② 事業所又は地方事務所とバンコックの中央事務所間

V.H.F. を持っている事業所が少ないことと、電話事情が良くないこと。

これらに起因して現場からのデータ報告が、中央に届くのが2～3日遅れることがひんぱんである。

2. 主要地点の実際の正確な流況を随時中央で把握するための中央におけるディスプレイ装置と現地における関連装置がないこと。

3. 現地鑑視、観測のための計測機器の欠会と現場パトロールのための車がないこと。

4. 職員の資質

水管理技術面及び施設(機器)の維持管理、操作面(現在、懷れて使えない状態の観測機器が現地に散在している。これは、スペア部品がないのと、修理能力がないのと両方の原因がある。)

これら1～4の原因で1983年の大洪水時にRIDは適時に正確なデータを握むことができなかった。

5. 現在、塩害防止用として乾期にチャピヤ頭首工から100 m³/s、スパン川のポープラヤ頭首工から40 m³/s 放流しているが、この流量で良いのか。

もっと少なくても良ければ、その分をかんがい用水に使いたい意向がある。

6. 横流入量、還元水量及びかんがい効率がどの程度正確に求められたものか、また、これらは現地の状況が変わることによって変化してゆくものであり、現時点に適合したものにする必要がある。

序文でも述べたがWMSにとっての今後に発生する最大の問題点は、次のとおり。

7. チャオピヤ頭首工の上流部でシリキットダムの下流部に位置するピサヌロークかんがい開発一期事業(全体面積約100,000 ha)が今年の9月頃完成する予定である。よって、乾期作のための用水補給量が増加し、その分チャオピヤ頭首工以降の用水量が不足することになる。

8. バチラコン頭首工の上流部に位置するカオレンダムが今年中に完成し、メクロン流域内の用水は十分になるので、メクロン流域から余剰水をチャオピヤ流域へ振り向けることになる。

この7と8によってチャオピヤ流域内の水管理操作計画を作り直す必要が生じている。

Ⅷ WMSの改良方針及び対策案

WMSが抱える問題点の対策及び改良方針として次のことが考えられる。

1. 情報連絡システムの改良及び中央監視システムの導入

- ① ゾーンマンと地方事業所間の連絡用トランシーバーの供与
- ② V.H.F. と電話システムの改良
- ③ 主要施設地点への自記水位計、自記ゲート、開度計等の設置
- ④ テレメーターシステム（ディスプレイ装置を含む）の導入

テレコントロールシステムは、現地の構造物の大巾な改造を伴い費用がかかりすぎるのと、まだそこまでは必要ない段階と考えられ、正確なデータをいつでも、すぐに収集できるテレメーターシステムまでが良いと考える。

チャオピア流域は、タイ国で最も開発が進んでいるのと、今までに述べた様に大都市バンコックを抱え、他種用水のコントロールも必要であり、複雑な水管理操作が要求されている。また、洪水制御にも資するようテレメーターシステムを導入すべき段階に至っていると考えられる。

2. ソフトウェア（プログラム）の改良及び追加

問題点、7.及び8.に対処するためには、チャオピア流域内の流量配分と用水系統を変更する必要がある。よって、この面のプログラムの改良が必要となる。

また、テレメーターシステムが導入されることになれば、洪水予報のためのプログラムを追加し、洪水制御のために役立てることが可能と思われる。

3. 職員の研修

昨年からのトレーニング部の主管によるゾーンマン、ウォーターマスター及び地方事務所の職員への水管理及び運営技術面の巡回指導が始まっている。これにプラスして、計器、施設等の維持管理操作面のトレーニングを行い、高度な機器を十分に扱うことのできるスペシャリストの養成を実施するのが良い。

4. 現地観測

塩害防止用小量、横流入量、還元水量、かんがい効率等の修正のため、雨期及び乾期を通じての1年間の現地観測が必要である。また、分水量（ゲート通過量）を計算するために、現在RIDが使っているゲート毎のCalibration Curveのチェック及びこれを持たないゲートについて新たに作成するための観測調査もたいへん重要である。

これらの観測調査のために流速計、車（パトロール車兼用）、塩分濃度計等の観測関連機器が必要となる。

こういった調査を継続して行えば、たいへん有用なデータを得ることができ、今後のWMSの改良に非常に役立つだろう。

参考図：情報連絡システム関係図

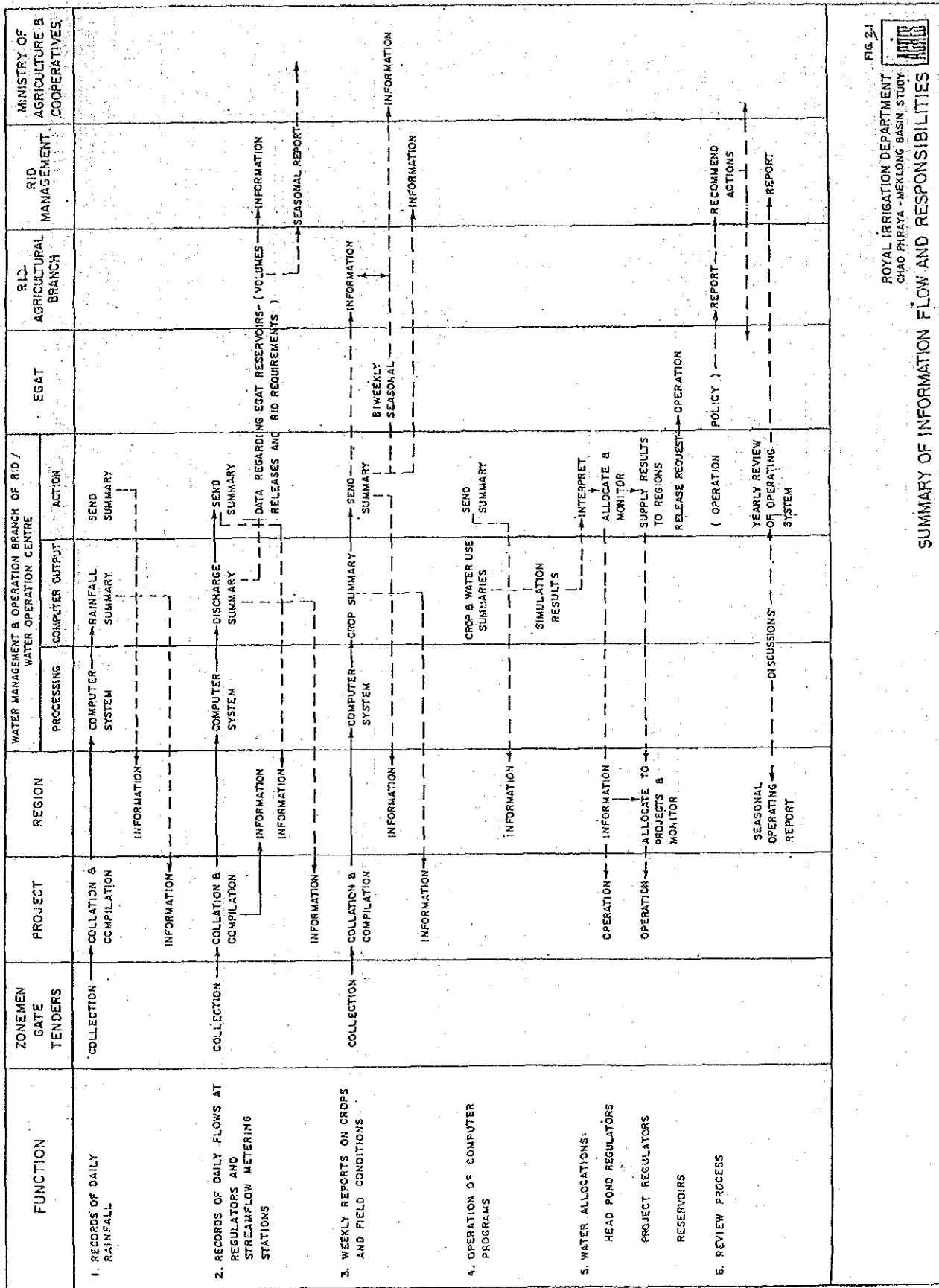


FIG 2-1

ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT
CHAO PHRAYA - MEKLONG BASIN STUDY



SUMMARY OF INFORMATION FLOW AND RESPONSIBILITIES

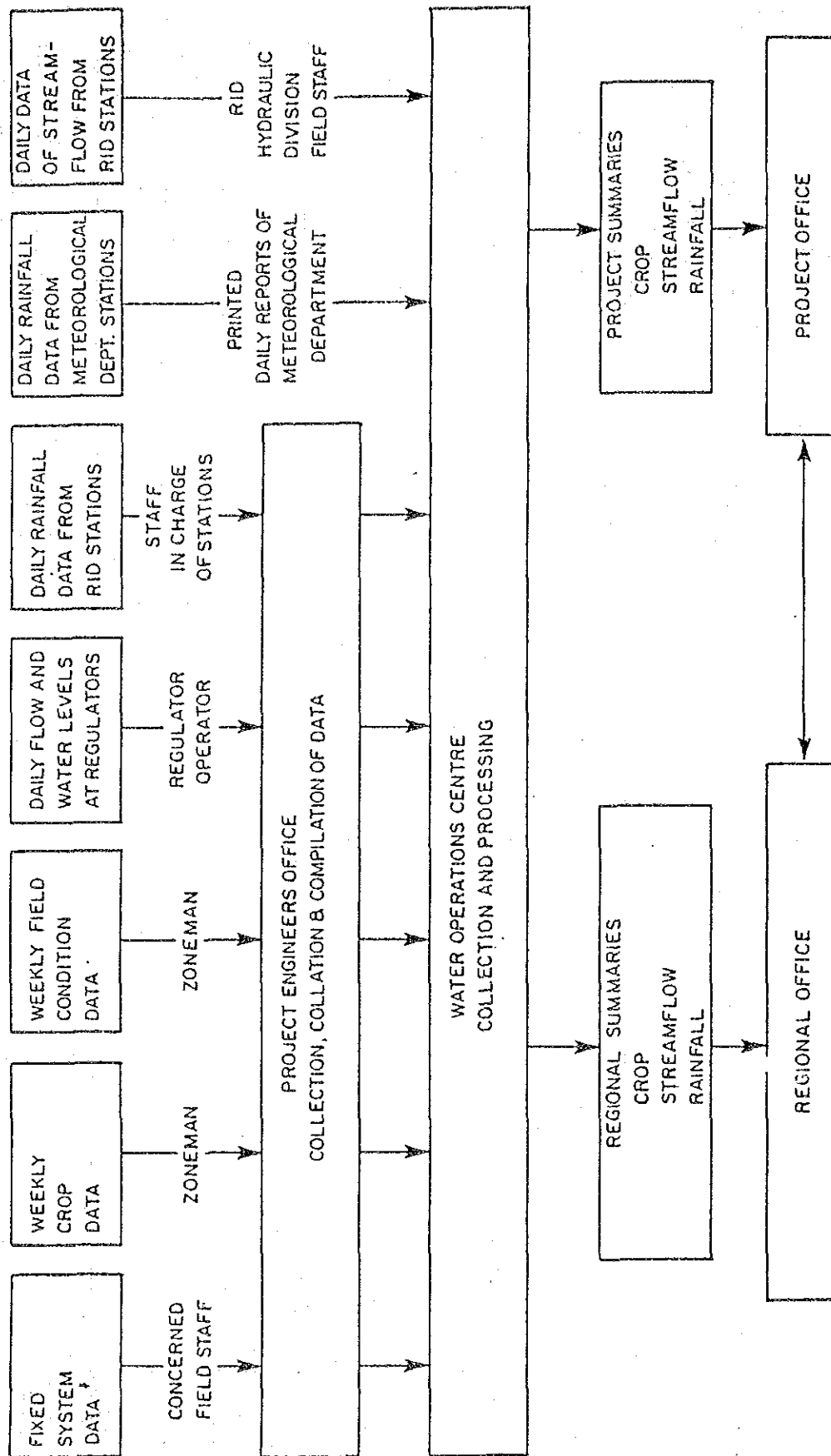


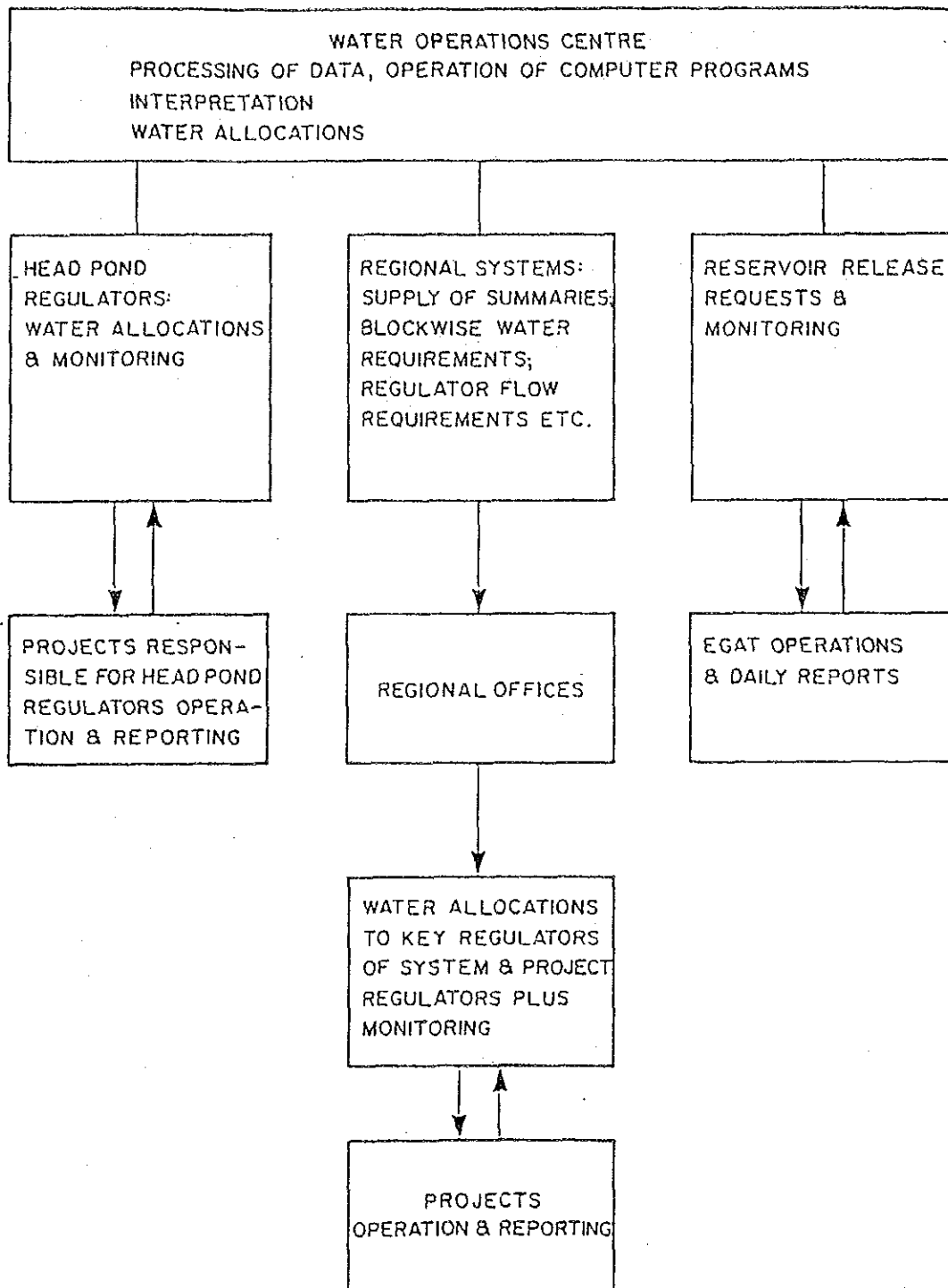
FIG. 2.2



ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT,
CHAO PHRAYA - MEKLONG BASIN STUDY

WATER MANAGEMENT SYSTEM - DATA HANDLING


FIGURE 2.2



ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT
CHAO PHRAYA - MEKLONG BASIN STUDY

WATER MANAGEMENT SYSTEM - WATER ALLOCATIONS

FIG. 2.3



5. I E C 関連報告書抜粋

- i 実施協議調査報告書
- ii 計画打合せチーム報告書
- iii I E C コンピューターシステム・概要

i. タイかんがい技術センター計画

実施協議調査報告書

昭和60年4月

国際協力事業団

農開技
JR
85-53

1. 実施協議チームの派遣

1) 要請内容

タイ国は、適正かんがい排水技術の整備・開発、中堅かんがい排水技術者の技術力向上を図る為、無償資金協力によるセンター建設とプロジェクト方式技術協力を要請して来た。

(1) 協力期間 5カ年(昭和60年1月協力開始)

(2) 長期専門家6名の派遣

- ① チームリーダー ② システム開発 ③ 設計基準
④ 水理モデル解析 ⑤ 建設材料試験解析 ⑥ 業務調整

(3) 毎年数名の短期専門家の派遣

(4) 研修員の受入

2) 要請の背景と経緯

タイ国における農業は、国内総生産の約3割を占め、輸出総額の60%が農産物である。タイ政府は、第5次国家経済社会開発5カ年計画('82~'86)で、中小規模水資源開発を優先し、米作の生産性向上と生産の安定を図ることとしている。この実現の為、王室かんがい局(RID)は適正技術の開発、技術情報の整備・活用、基準化、電算化および中堅かんがい技術者のレベルの向上を行うかんがい技術センター(Irrigation Engineering Center)の設立を計画し、我国に対し昭和57年1月センターの建設とプロジェクト方式の技術協力を要請して来た。これを受け、日本政府は無償資金協力で施設建設を行い、昭和58年12月着工以来、昭和60年3月8日にはセンター建設と主要機材の据付が終了し引渡しを行った。又、この施設の完成と同時にプロジェクト方式技術協力を開始することとして、昭和58年10月、事前調査団をタイ国に派遣した。さらにその結果を受け、センター設立に対するタイ側の体制整備状況、協力期間中の活動内容を調査する為、昭和59年10月、2名の長期調査員を派遣した。

無償資金協力……………17億7000万円

(E/N 58年6月、工期58年11月~60年3月)

規模：サムセン地区(センター：4583㎡)

バクレット地区(試験研究棟：3897㎡)

3) 調査目的

調査目的

上記プロジェクトの発足を目的として、昭和60年2月27日から3月10日の間実施協

議チームをタイ国に派遣し、本計画にかかるR/D, T.S.I.についてタイ側と協議し署名することを目的とした。

4) 団員構成

昭和59年度 タイかんがい技術センター計画

実施協議調査団 団員表

担 当	氏 名	現 職
1. 団 長 (総括)	田 内 晃	国際協力事業団 農業開発協力部部長
2. 協 力 企 画	山 崎 隆 信	農林水産省 経済局国際協力課 海外技術協力官
3. コンピューター・ 基準	中 野 拓 治	農林水産省 構造改善局建設部 施工企画調整室 設計基準第一係長
4. 試 験	古 澤 清 崇	農林水産省 構造改善局建設部 海外土地改良技術室 海外技術指導係長
5. 研 修 計 画	青 木 真	国際協力事業団 農林水産計画調査部 農林水産計画課
6. 業 務 調 整	金 重 憲 治	国際協力事業団 農業開発協力部 農業技術協力課

3. プロジェクトの実施について

1) プロジェクト概要

タイ国は、第5次国家経済社会5か年計画('82~'86)の中で、地方における貧困と失業を解消する対策の1つとして、中小規模かんがい事業を実施し、農産物の生産性の向上を図ることとしている。この実現の為、王室かんがい局(RID)は、かんがい排水技術に係る適正技術の開発・技術情報の整備・基準の検討・電算化を進め、中堅かんがい技術者のレベル向上を図るかんがい技術センター(IEC)の設立を計画し、我国に対し、技術協力を要請して来た。

本プロジェクトは、これを受け、かんがい排水施設の計画・設計・施工にかかる適正技術を整備し、タイ国における食糧増産の為の農業基盤整備事業の推進に寄与する為、基準化、水理モデル解析、建設材料試験及び解析、システム開発、研修の各分野において、昭和60年4月1日から5カ年間、プロジェクト方式技術協力を実施するものである。

2) 活動内容

本プロジェクトは次の分野においてタイ側カウンターパートに対し、技術的指導、助言を与えることをもって、かんがい、排水施設の計画に役立てることを目的としている。

(1) 基準の検討

① 計画、設計基準の検討を行う。

- a. 既存の計画、設計基準の収集・整理
- b. 基準の検討

既存の計画、設計基準の収集・整理・検討を行い、概ね、1年1工種程度の割合で優先順位の高い工種から順次、マニュアル、計画、設計参考資料を作成する。又、既存の計画、設計基準のうち、基準化へのニーズが高い工種について、計画、設計指針又は基準を整備する。

② 計画・設計基準のためのシステム設計を実施する。

- a. 設計システムの開発

……データベースの利活用

集収された技術資料を加工し設計・計画・施工に係るデータベース化をモデル的に試みる。

- b. 技術計算システムの為のシステム設計

……有限要素法他について

技術計算システムの為の設計・計算手法の検討及びシステム設計を実施する。具体

的テーマとしては、有限要素が考えられるが、プロジェクトの進捗によっては、これ以外に差分計算法、統計シミュレーション、多変量データ解析法等の数値計算及び一般の水理・構造計算が挙げられる。

c. 技術情報検索システムの為のシステム設計

……マイクロフィルミング他について

技術文献、資料、データ等の整理・有効利用を図る為、技術情報の収集・加工及び検索のシステム化を試る。具体的には、マイクロフィルミングを利用した検索システムの他、電子計算機等を利用したものが考えられる。

(2) 水理モデル解析

① 設計の適正化のため、水理模型実験及びシミュレーションの解析のケース・スタディ。

a. 水理模型実験の実施

(水路、頭首工及びその他)

各種水理模型実験を実施する為の能力を高め、その実験結果を適正な設計へ生かす為の指導、助言をケーススタディを通して実施する。具体的テーマとしては、開水路、頭首工、及びダム等について行うことになる。

b. 電算機を活用したシミュレーション解析の実施

電子計算機を利用したシミュレーションの解析手法について指導・助言を行う。

(3) 建設材料試験及び解析

① 設計、施工管理の適正化のための土質及び建設材料試験及び解析。

(築堤及びその他)

土質や建設材料に関する試験、解析に対して指導、助言を行い、試験結果が設計及び施工管理に生かされるようにする。

具体的なケーススタディとしては、フィルダム等の盛土管理、コンクリート試験及びその他軟弱地盤に関する試験などが挙げられる。

(4) システム開発

① 技術計算システムのためのシステム開発をケース・スタディとして実施する。

a. 技術情報データベースシステムの構築

水文資料等の技術情報データベースシステムを構築、運用する。

b. 技術計算プログラムライブラリーのためのシステム開発の実施

技術計算ライブラリーを拡充、強化する。

c. 他の技術支援システムの検討

a, b 以外の技術支援システムについて検討を行う。

(5) 研 修

① 技術研修に対して指導・助言を与える。

コンピュータ，設計，水理，材料試験等のプロジェクトの各活動分野における技術研修に対して指導，助言を行う。

又，上に掲げた各分野の技術研修に於いて必要となる視聴覚機材や図書及び研修施設を利用するに当たっての研修サービス体制の確立を図る。

3) 実施体制の整備状況

(1) 組織図(R I Dの組織との関連性)

資料3)のとおり。

(2) カウンターパートの予定者リスト

各分野におけるタイ側カウンターパートを表1に示す。

表-1

分 野	カ ウ ン タ ー パ ー ト
総 括	Director of IEC (Chief Engineer for Civil Engineering)
連 絡 調 整	Project Manager of IEC
基 準 の 検 討	Director of Engineering Development Division (Director of Design Division)
水理モデル解析	Director of Research & Laboratory Division (")
建設材料試験 及び解析	Director of Research & Laboratory Division (")
システム開発	Director of System Engineering Division (Director of Data Processing Division)
研 修	未 定

しかし，System Engineering Division，Research & Laboratory Division，Engineering Development Divisionの各部長はそれぞれR.I.Dの既在のData Processing Division，Research & Laboratory Division，Design Divisionの部長が兼務することになっているため，各協力分野におけるフルカウンターパートにはなりえない。

従って，各分野ごとのフルカウンターパートには，表-2に示すようにIEC各部の担

当課長があたることになる。

さらに、総括（チームリーダー）のフルカウンターパートには Deputy Director of IECがあたることになる。

表-2

分野	フルタイムカウンターパート
総括	Deputy Director of IEC
連絡調整	Chief of Administration Section
基準の検討	Chief of Criteria Development Service Section 又は Chief of Engineering Information Service Section
水理モデル解析	Chief of Hydraulic Laboratory Section
建設材料試験及び解析	Chief of Soil Engineering Laboratory Section 又は Chief of Concrete & Material Laboratory Section
システム開発	Chief of System Management Section 又は Chief of System Engineering Section
研修	未定

(3) IEC施設利用計画

資料4)のとおり。

(4) 支援体制について

① IEC発足までの体制（準備検討委員会）

IECの組織、機能、運営等を検討し、IECの方向づけを明確にするとともに無償協力において建設が進められているIECセンターの作業管理を行うことを目的として次の3つの特別委員会が設けられ、IEC発足のための準備活動を実施してきた。

a. Adhoc Board of Directors of IEC

この委員会はSID内のIECに関係する部の部長を中心として構成されており、重要な条件を検討、処理することを目的として設けられた3つの常設委員会の中では、最も重要な検討機関である。

この委員会の議長はChief Engineer for civil engineerが行っており、月1回のペースで委員会が開催されている。

b. Working Group of IEC

この委員会は1のAdhoc Board of Director委員会のワーキンググループとして活動するために設けられたものであり、主に、IECの組織、業務内容、予算等種々の具体的案件について検討を行い、IECの方向づけをはっきりさせることを目的

としている実践的活動機関である。

この委員会のメンバーは I E C に関係する部の主管課長を中心として構成されており、週 1 回のペースで委員会が開催されている。なお、この委員会の議長も Chief Engineer for civil engineer があっている。

c. Adhoc Supervision Committee for construction of IEC

この委員会は a, b の委員会とは異って無償資金協力によって実施されている IEC の建設工事を監督するとともに、建設工事を実施する上で生じてきた問題、案件を処理する機関である。

又、この委員会は月 1 回のペースで開催され、上記の案件について検討、処理を行っている。

② I E C 発足後の体制

I E C 発足後については 3 つの特別委員会はすべて解散し、新しく Board of Directors of IEC が設けられることになっている。

新しく設けられる Board of Directors of IEC はタイ側の I E C における予算、組織、活動内容等を検討するとともに、これらの運営事項について検討することができる。

Board of Directors of IEC は 12 名から構成され、メンバーは次のとおりである。

Board of Directors の構成メンバー

メンバー	役 職	名
1. 議 長	Deputy Director General for Construction	
2. メンバー	"	for Operation & Maintenance
3. "	"	for Adnimitration
4. "	Chief Engineer for Civil Engineering(Director of IEC)	
5. "	"	for Mechanical Engineering
6. "	"	for Special Affairs
7. "	Director of Program Coordination & Budget	
8. "	"	Training
9. "	"	Research & Laboratory
10. "	"	Design
11. "	"	Data Processing
12. "	Deputy Director of IEC	

Board of Directors of IECは特別委員会の一つであるAdhoc Board of Directors of IECの機能を全面的に引き継ぎ、実質的なIECの運営機関となる。

Working Group of IECは解散されることになるが、構成メンバーの多くがIECの組織にとりこまれ、IECの活動に直接的に参画することになる。

Adhoc Supervision Committee for construction of IECは無償協力によるIECセンターの建設が完了するのに伴って、その実質的任を果たし、解散されることになる。

ii. タイかんがい技術センター計画
計画打合せチーム報告書

昭和61年2月

国際協力事業団

I 計画打合せチームの派遣

1 経緯及び目的

タイ国における農業は、国内総生産の約3割を占め、輸出総額の60%が農産物である。タイ政府は、第5次国家経済社会開発5カ年計画（'82～'86）で、中小規模水資源開発を優先し、米作の生産性向上と生産の安定を図ることとしている。この実現の為、王室かんがい局（RID）は適正技術の開発、技術情報の整備・活用、基準化、電算化および中堅かんがい技術者のレベルの向上を行うかんがい技術センター（Irrigation Engineering Center）の設立を計画し、我国に対し昭和57年1月センターの建設とプロジェクト方式の技術協力を要請して来た。これを受け、日本政府は無償資金協力で施設建設を行い、昭和58年12月着工以来、昭和60年3月8日にはセンター建設と主要機材の据付が終了し引渡しを行った。又、この施設の完成と同時にプロジェクト方式技術協力を開始することとして、昭和58年10月、事前調査団をタイ国に派遣した。さらにその結果を受け、センター設立に対するタイ側の体制整備状況、協力期間中の活動内容を調査する為、昭和59年10月、2名の長期調査員を派遣した。

以上の調査結果を踏まえ、プロジェクト方式技術協力を開始するため実施協議調査団が昭和60年3月派遣され、討議議事録（R/D）、暫定実施計画（T.S.I.）に署名が行われ、4月1日から、65年3月31日までの5か年の予定でプロジェクトは開始された。

このR/Dに基づき昭和60年6月に2名、10月に4名の長期専門家が派遣され、プロジェクト活動も本格的に始動した。

しかし、R/DやT.S.I.には研修のように活動計画が具体化されていない分野や、基準システム開発、水理モデル解析分野の各活動テーマのように高度な技術を要するものがあり、今後活動を進めるに当たっては、R/Dのマスタープランに留意しつつ実施計画を具体化することが必要であった。

本計画打合せチームは、このような懸案事項に対し、これまでの活動状況を確認し暫定実施計画の具体化、技術上及びプロジェクト運営上の問題点についてタイ側実施機関及びプロジェクトと協議する目的で、昭和61年1月22日から、2月5日までの15日間タイ国に派遣された。

Ⅲ 調査結果

Ⅲ-1 活動計画について

調査団は、R/D及びT,S,Iの範囲内で活動計画を具体化する為、タイ側カウンターパート及び日本人専門家と協議した。

この章ではその結果として具体的な活動内容と実施スケジュールを示す。

1. 基 準

この分野においては、かんがい排水施設の計画・設計・施工にかかる基準化、情報化、システム化が実施される。具体的な活動内容はT,S,Iをブレードダウンし次のものとした。

1) 計画・設計基準の検討

- (1) 既存の計画・設計基準の収集を行う。
- (2) 基準の検討

具体的な内容は次のとおりとする。

① 調査業務

- a 地形測量
- b 地質調査
- c 建設材料調査
- d 水文調査
- e 土地分級調査
- f 水利用
- g 実験(試験)
- h かんがい地における塩分対策

② 事業計画指針

③ 事業報告指針

- a 詳細設計書
- b 実施計画書
- c 事業実施報告書
- d 事業完了報告書

④ 設計基準及び設計マニュアル

対象工種としては、P. 28 に示されるとおり、貯水池、頭首工、かんがい排水システム、圃場整備、ポンプ場、ゲート、農道、小規模かんがい事業、製図、建築設計、鉄筋構造物設計、鋼・木材構造設計、仕様及び積算があげられる。

⑤ 施工マニュアル

- ⑥ 維持管理マニュアル
- ⑦ 安全管理（既存ダム）

これらの検討は P. 27, 28 に示す実施手続フローチャート，かんがい局における関連部課割り当てリストに基づき実施される。

2) 計画・設計基準の為のシステム設計

(1) 設計システムの開発

- ① 技術データベースシステム構築の為のケーススタディとして次のことを実施する。
 - a 図形及び統計データ収集の為の解析設計システム
 - b 図形表示の為の応用プログラムの開発
 - c スタッフトレーニング
 - d データ入力
- ② 情報加工及びサービスシステムの利用として次のことを実施する。
 - a 情報提供設備の設置
 - b スタッフトレーニング
 - c システムマニュアル及び体制の整備

(2) 技術計算システムの為のシステム設計

- ① 標準（基本）技術計算システムの構築として，次のような施設に関するシステムが開発される。
 - a 貯水池
 - b 頭首工
 - c 送排水施設（かんがい及び排水）
 - d その他のかんがい施設
- ② 応用技術計算システム構築のケーススタディとして次のようなテーマに関するシステム開発が行なわれる。
 - a 円形，非円形すべり面による法面安定解析（限界釣合い解析法を基とする）
 - b 次に示す諸問題の解決を目的とした有限要素解析及びその他の解析システム
 - (i) 応力変形
 - (ii) 土構造物相互作用
 - (iii) 圧密
 - (iv) 浸透
 - c 設計業務を合理化する為，必要に応じコンピューターを利用した設計・作図システム（CADシステム）の導入及び改良が行なわれる。

(3) 技術情報検索システムに対するシステム設計

計画・設計・施工等各事業実施段階に応じた技術支援として、技術文献及び過去の技術データ・資料等の有効利用を図る為、技術情報の収集・加工及び情報検索システムの構築をケーススタディとして実施する。具体的にはマイクロフィルミング及びコンピューターを利用した技術管理支援情報システム構築の為のケーススタディとして次のことが実施される。

- ① かんがい局関係部課からの技術データの収集
- ② データベースのシステム設計
- ③ データ入力
- ④ 技術情報処理システム（データベースシステム）を利用した情報検索に対する指導・助言

2. 水理モデル解析

1) 目的

この資料は、IEC 試験研究部水利課長 Mr. Vithaya と、日本人専門家佐々木勝氏を中心に、R/D の付録資料である暫定実施計画に基づき打合せ、ブレイクダウンし、実施計画としてまとめたバーチャートの各項目について説明したものである。

2) 水理模型実験

(1) 基本水理模型実験

- ① ポイントゲージと静水箱による水面測定実験
- ② マノメータによる圧力測定実験
- ③ ビト管、カレントメータによる流速測定実験
- ④ 刃形堰、ベンチュリメータによる流量測定実験
- ⑤ 層流および乱流に関する実験（Reynolds 数の算出）
- ⑥ 常流と射流に関する実験（Froude 数の算出）
- ⑦ オリフィスに関する実験（理論値と実測値を比較し、流量係数の算出を行う）
- ⑧ 広頂堰に関する実験（ベルヌーイ定理を応用した流量係数の算出）
- ⑨ バイブラインの摩擦損失水頭に関する実験（流速測定、損失測定による摩擦損失係数の算出）
- ⑩ 開水路における流速分布把握の実験（等流速線図の作成）
- ⑪ 開水路の摩擦損失に関する実験（摩擦損失係数、平均流速公式の算出）
- ⑫ 不等流に関する実験（不等流水面測定と解析法の対比）
- ⑬ 浸透流実験（流線網図の作成）
- ⑭ 開水路における Q～H 曲線の作成に関する実験

(2) Phrakamong Regulator のポンプ場に関する水理模型実験

ブラカノンレギュレータポンプ場に代表されるタイ国の排水機場の吸水槽の容量は、水深が浅いため空気混入あるいはポンプの相互間の距離が小さく、干渉による能率低下が懸念される。タイ国の排水路事情にあったポンプ吸水槽の容量を決めるための水理模型実験を行う。

(3) Phrakamong Regulator 関連水路に関する水理実験

クリーク沿いの家屋は、タイの風物誌の一つである。しかし、排水路の通水能確保の視点からは、家の柱の数（密度）や、ウォーターヒヤシンスに代表される水草による通水能劣化の原因の一つになっている。水制（柱）や水草が水路粗度係数にどのような影響を与えているかを検討するための基本水理実験を行う。

(4) ダムの余水吐模型実験

今後建設されるいくつかのダムの余水吐の水理模型実験を行うことが望ましい。当面設計部から依頼されているメクワンプロジェクトのタブサラオダムの余水吐の水理模型実験が予定されている。

(5) 頭首工等の取水堰周辺の洗掘と堆砂に関する水理模型実験

既設取水堰（ピサノロックダム等）の下流域の局所洗掘と、上流の堰上げ背水域での堆砂問題を解決するための移動床水理模型実験を実施する。

(6) その他の水理実験

他に実施すべき水理模型実験としては取水口での沈砂の実験や、分土工上流の背水域での堆砂、あるいは無ライニング水路における跳水に因づく洗掘防止のための水理実験などがある。

3) コンピュータ利用によるシミュレーション解析

(1) ブラカノンレギュレータ上・下流域モデル

R I D の実施した排水不良対策としてのブラカノンレギュレータの重要性にかんがみ、レギュレータ上下流域の数理シミュレーション解析を第一位として実施する。シミュレーションにより排水機能を向上させる改善案を出来るだけはやく見い出す必要がある。

(2) チャオ・ブラヤ川下流域モデル

ブラカノン・レギュレータの能力改善のみにてバンコクの排水不良問題は解決し得ないと思われる。従って、他の対策たとえば、チャオブラヤ川下流域を含む範囲のシミュレーションモデルに種々の仮定条件を付与したシミュレーションを実施し、問題の解決法をさぐる。

(3) 適切な水配分を実施するための水路モデル

タイは、かんがい用水が不足しているから、取水後水路で適切な水配分を行うための用水管理が重要である。R I D の選定したいくつかの地域の水路システムの水理モデルを作成し、用水到達時間の把握やゲート操作方式など水管理のシミュレーションを行う。

(4) その他のシミュレーション解析

タイ国のチャオプラヤ川等の下流域の用水は、感潮域の水を利用している。現在、感潮域での用水は塩分等の問題から作物収量にも影響を与えている。そこで、R I D 側で資料が準備された選ばれた地点で、塩水問題等の水理現象シミュレーションモデル解析を実施する。

4) 水理モデル解析に関するコメント

- (1) 日本人専門家とタイ側スタッフの間で、十分討議が行われ実行計画は適切なものであり、水理模型、数値シミュレーション解析を通じて水理設計技術の移転と普及がはかれるものと期待される。
- (2) 水理模型実験のうち、特に管路に関するベンチュリメータ、圧力計と記録計などが無償供与機材からは欠けているので、今後手当することが必要である。
- (3) 基本実験を実行するためには、アクリル樹脂製の仮設水路などを今後整備する必要がある。
- (4) ブラカノンレギュレータ関係のシミュレーション解析を実行するためには、多数の現地の同一時刻の水文データの集収が不可欠であり、複数の可搬式の水位計を今後手当することが必要である。

3. 建設材料試験と解析

1) 目的

この資料は、R/D に示される T S I に基づき、日本の専門家とタイ側カウンターパートにより実施される実行計画の説明資料である。

2) 土質試験と解析

(1) タブサラオダムと他のフィルダムに関するケーススタディー

タブサラオダムは高さ 28 m、延長 4000 m の規模が予想され、基礎地盤中に厚さ 10 数 m のルーズサンド層を含む。工法的には、置換え工法または、砂層の締固め等が考えられるが、置換え工法では工事費の増大が予想される。そこで設計部、地質部と共同で安価な基礎処理工法を探るべくつぎの一連の計画がある。その内容は現地調査、現地試験、室内試験、施工管理試験である。このケーススタディーは、I E C のシステム課、Special engineering service section の日本人専門家とも協力し、有限要素法を用いた解析に結びつける試験手法の新たな導入が期待される。

IEC に関係する日本人専門家とタイ側カウンターパートとにより、FEM の応用研究がすでに開始されている。このケーススタディーは、条件の異なる他のいくつかのフィールドについても実施する予定である。

(2) 軟弱地盤基礎に関するケーススタディー

このケーススタディーでは、軟弱地盤上に建設されるポンプ場、取水堰、排水樋門、盛土構造物の基礎工法の決定および設計のための土質試験およびデータの応用利用法に関する検討を主として行う。

(3) 土質に関する諸試験

R I D の試験研究部は、土質試験法として、アメリカの ASTM、日本の J I S、タイの T I S などを導入しており、設計基準の整備もこれからの問題である。そこでこの活動では、試験法の体系化、標準化を目的として、種々の土質試験、試験機操作などのノウ・ハウ等の技術移転を中心として行う。

(4) 設計基準に資するデータ蓄積

設計基準の整備を目ざし、土木構造物に関する諸試験データを収集し、土質条件あるいは設計条件に応じて分類整理する。

3) コンクリート及び建設材料に関する試験と解析

(1) コンクリート骨材に関するケーススタディー

良い構造物を建設するために、各地方の砂あるいは砕石等の骨材とコンクリート品質の関係につき一連の試験を実施する。細砂や砕石などコンクリート骨材、ダム等の表面覆土骨材等の品質の良いものが確保がむずかしい背景がある。

(2) コンクリート無破壊試験に関するケーススタディー

超音波式のコンクリート無破壊試験料を導入し、室内試験、現場試験結果等の対比を行い、コンクリート品質の改善をはかるケーススタディーを行う

(3) コンクリート及び建設材料に関する諸試験

ダム余水吐あるいは、頭首工エプロン等の耐摩耗性の大きな特殊コンクリート、またタイ側の必要に応じた鉄筋、ゴム、アスファルト、コンクリート添加物等の諸試験を導入し技術移転を目的とする。特に試験実験上での Q C (品質管理) 活動を実施し、試験の均一性、安定性をはかることとする。

(4) 設計基準に資するデータ蓄積

コンクリート、鉄筋、その他各種材料についての試験データを集積、分析し、適正な供試体個数および抜き取り回数などの体系化を目的とする。さらに、設計基準整備あるいは改訂に寄与するよう構造物、材料別に分類整理する。

4) 建設材料に関する試験および解析に対するコメント

- (1) タブサラオダムと他のいくつかのフィルタイプダムに関するケーススタディーは、IECの試験研究部以外の他の部との協同研究であるから、これらの作業を通じての適切な技術移転効果が特に期待される。
- (2) 超音波無破壊試験システムの導入は、タイ国におけるコンクリートの品質の改善安定性に寄与する所が大きいと期待される。

4. システム開発

コンピューター利用の基本技術については、現在既にタイ側スタッフに理解されており、技術協力期間中のシステム技術部の役割としては、他の部門の活動を支援するサポートシステムの開発等が重要になってくる。

実施計画について検討した結果は次のとおりである。

1) 技術計算の為のシステム開発のケーススタディー

(1) チャオピア川流域等を対象とした水文データベースのシステム開発

このシステム開発は、かんがい局(RID)水文部と協力し水文データベースシステムの構築を目的とするが、その概略は次のとおりである。

① 水文データの収集

チャオピア川流域及びその他について、降雨、河川流量、蒸発散に関するような水文データを収集する。

② コンピューターを利用したデータ蓄積

③ かんがい局(RID)の事業計画部、設計部、建設部及び維持管理部のような関連機関の利活用に対しデータを提供。

(2) 水文データベースに対する適用プログラムの開発

具体的な活動内容(例)を次に示す。

① 降雨と流出の間の相関を検討する水文解析プログラム

② 水需要量計算プログラム

③ 設計流量や余水吐容量等を決定する為の降水確率と流量の解析プログラム

④ 水理シミュレーションプログラム

(3) 技術情報データベースの為のシステム開発

このデータベースシステムの構築は、技術者に対する有効な情報の提供及び技術的管理への支援という点から非常に有効と考える。

蓄積されるデータとしては、土地状況(地ボウ)、土地利用形態、土壌、作物分布、かんがいシステムの計画設計、財政データ、輸送及び交通通信等が考えられる。

(4) データ収集及びデータ提供にかかるデータ通信及びネットワークシステムの為の調査

具体的には、次のことが実施される。

① コンピューター利用の効率化の為のデータエントリープログラムの開発

② データ通信の検討

この通信技術は、電話回線を利用した中央コンピューターと端末パーソナルコンピューターとの間でのデータファイル転送の実現に役立つものと判断する。

③ ローカルエリアにおけるネットワークシステム構築の為の検討

④ ①～③の検討は、データ収集及びデータ提供システムの構築の為に実施される。

2) 技術計算プログラムライブラリーの開発

(1) 既存の技術計算プログラムの検討

プログラムライブラリー集を構築する為、既存の技術計算プログラムに対し、分類、評価及び体系化が実施される。

(2) 集中型コンピューターシステムに対するシステム開発の支援

次に示す高度な解析技術を利用したプログラム開発に対し支援を実施する。

① かんがい事業計画

- ・ かんがい要水量
- ・ 貯水池容量の計画

② 水理設計

- ・ 水面追跡計算

③ 構造設計

- ・ 橋設計
- ・ ボックスカルバート設計

④ フィルタイプダム及び水路設計における有限要素法の適用

- ・ 浸透解析
- ・ 間ゲキ水圧の解析
- ・ 基礎地盤解析

⑤ その他

(3) パーソナルコンピューターの利用に対する支援

パーソナルコンピューターは、多目的の大型コンピューターに比べ使い易い。このことから、次のようなパーソナルコンピューター利用の為のシステム開発が必要と考える。

プロジェクトで開発されるこれらの適用プログラムは、かんがい局 (RID) の全てのパーソナルコンピューターに対し、有効なものとなる。

① 自動設計

- ・標準構造物設計

② データ入力プログラム

- ・技術情報データベースに対するプログラム
- ・技術計算ライブラリーに対するプログラム

③ その他

(4) プログラムライブラリーの為のドキュメントの整理

プログラムライブラリーの有効利用を図る為、各プログラムに対し次の項目を内容としたドキュメントを整理する。

- ・機能
- ・計算方法
- ・計算プロセス
- ・プログラム内で使用された変数
- ・入力データ及び出力結果

3) その他の技術支援システムについて

(1) 既存のコンピューターシステムの評価

既存の各種システムを評価し、必要及び要望に応じ改良を試みる。

(2) かんがい局 (RID) のコンピューター利用に対する指導・助言

コンピューターの有効利用を図る為、必要に応じ指導・助言を行う。

5. 研 修

タイ国において、中小規模のかんがい排水事業に対する技術開発の為には、適切な技術研修が不可欠であることは言うまでもないことであるが、より効果的な研修体制に対する必要性から、かんがい局 (RID) は研修分野における本プロジェクトの役割に大きな期待をよせている。

このような背景から、かんがい局の関係部は、次の研修を実施することになったが、プロジェクトはその運営等について指導助言を実施する。

- 1) 技術セミナー
- 2) 運営研修コース
- 3) コンピューター研修

Ⅲ-2 プロジェクト運営

1. 現 状

1) 日本側の協力

日本側の協力については、現地報告書の Attached paper 1 に示されるとおり専門家

の派遣、機材供与、研修員の受入れのいずれにおいても、予定通り進められており、プロジェクトの体制整備に役立っている。

2) タイ側による措置

プロジェクトの組織図及びカウンターパートの配置図は、現地報告書のAttached paper 2 に示される。

又、プロジェクトの運営を支援するタイ側の組織としてJoint Committeeの他、かんがい局の幹部及び日本人専門家から構成されるBoard of Directorsが設置され、必要に応じ開催されている。(S 61年2月現在で既に4回開かれている。)

(1) Board of Directorsについて

① 機能

本ボードはIECの実質的なプロジェクト運営業務に関連する各事項を討議し、決定する機関であるが、特に縦制行政の強い局内において、関連部課の横断的協力連携を図り、R/Dに記載されたIEC各部課のプロジェクト達成目標を実現するためにRIDとIECをつなぐ公的機関として重要な役割を果たすと考えられる。

② 組織構成図

現地報告書Attached paper 2 P. 57 参照

(2) タイ側の予算措置について(現地報告書Attached paper 3 参照)

プロジェクトは、昭和60年10月から始まる1986年度の独自予算は持っていない。しかし、4月29日の開所式以来、RIDと大蔵予算局との接洽が重ねられ、7月、局内予算の流用が認められた。この点は十分満足のいく措置とは言えないまでも、タイ側IEC関係者の熱意の表われと評価すべきであろう。

タイ側関係者(Director of IEC, Deputy Director of IEC)の説明では、局長を初め関連部課からのIEC業務活動に対する期待が大きいため、当面予算流用面でIEC業務活動に大きな支障を来すことは無いとの事である。しかし、IEC独自予算の確保とIEC独自ポストの創設は今後の大きな課題として残っているが、この2点は特にプロジェクトの協力効果・成果との関連で考慮すべきものと思われる。

2. プロジェクト運営上今後必要と思われる措置

今後のプロジェクト運営に関し、タイ側から次の様な要望が出された。

1) 研修に対する財政支援

Ⅱの5、研修でも述べたところであるが、かんがい排水技術者の資質の向上を図る為、プロジェクトが指導助言を実施する研修に対し、タイ側よりその財政上の支援について要望があった。

調査団としては、研修参加者の増大、研修体制の強化及び外部講師の利用等により研

修の効率化、有効化を促進することは、かんがい技術者の技術力の向上に非常に重要であると考え。又、この為にタイ側で負担できない研修経費について日本側が支援することができれば、非常に有効なものになると考える。

2) プロジェクト概要書の作成

プロジェクト活動を関係機関へ広報する点からも早急に概要書を作成する必要がある。

3) 日本国内支援体制の強化

(1) 基準：基準に関する資料情報の提供

(2) 水理モデル解析：感潮区間における日流量計算システムの開発に対する支援

4) 短期専門家の派遣

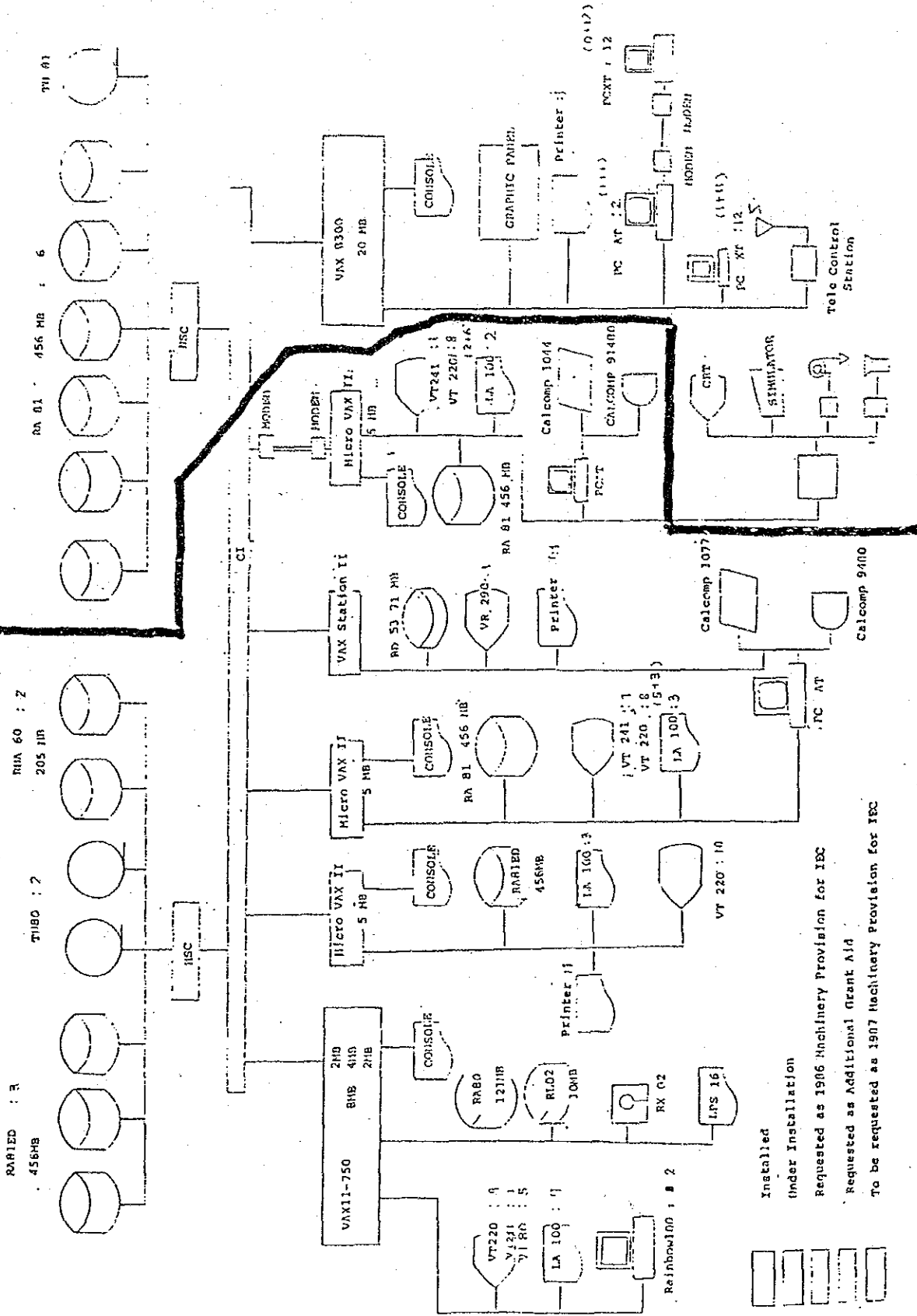
長期専門家の活動範囲が広いことから、必要に応じ短期専門家を派遣することが、プロジェクト活動の推進に非常に有効になると考える。

5) 研修員受入れ

タイ側より、カウンターパートの数が多いため、長期専門家の活動範囲が広い事等から、日本での研修の機会を増やして欲しい旨の強い要望があった。

既存システム

新規無償要請



iii. IECコンピューターシステム概要

6. 【チャオブラヤ流域の水管理改善事業
事前調査への技術的提言】

8 5 . 1 0 . 3

塩田 克郎 岩崎 和巳

- 1 . はじめに
- 2 . 日程表
- 3 . 現地調査の要約（岩崎氏の感想）
- 4 . 洪水予報，水記分予測システム
- 5 . 提言
- 6 . 結言

1. はじめに

一般に設計者は、限られた予算内で最大の効果を発揮させるために、水路内での日々の水の動きを予想することへの注意が少なくなり、設計最大流量を安全に流下させる断面の確保、分水位の確保に最大の注意を払う。このことは設計時においては、対象水路系内に設計最大流量の定常流れが発生していることを想定している。これに対し、施設完成後の実際運用にあたっては、時によっては水源流量が少ない、あるいは逆に地区内の水需要が小さい場合には、設計最大流量を上限として、これを下まわ流況の管理が必要となってくる。特に水源流量が少ない場合には、ローテーションかんがいなど、より高次の管理手段をとることが多い。一方、排水系においては、当然のことながら、設計対象流量とは投資可能の限界を示すものであり、設計対象流量を上まわ流況は数多く生じる。この設計あるいは計画対象流量を上まわ流況にたいしても、その被害を最小にすることを求められる所が管理側のつらいところである。

以上、用、排水系の基本的特性を述べたが、これら施設の管理にあたってどのような管理形態を採用するかを分析するには3つの要因がある。それらは、人、水、金である。これらの要素はFig.1に示すように相互に影響し合う性質を有している。これらのどこに位置付けられるのかを見極めることが大切である。さらに、他に水が動くあるいは動かすためには、水面勾配を形成するため

に必要なる水路貯留量の変化と時間が必要であるということへの認識が大切である。この最後に述べた対象地区の応答性は地区が大きくなればなる程によくなる。応答が遅ければ遅い程予測、予報の位置付けは重要になるが、予報の作成にあたっては、系内の現象変化に対する物理的な時間を把握することが最も重要であり私は以上の事からを基本にして今回の大チャオブラヤ流域の調査にあたった。現地調査は次の行動表に示すように Mr Virat, 塩田専門家と共に、9月24日～9月30日にかけて行った。これらの調査中での見聞および、部内技術者からの意見徴収をふまえた私共の事前調査への提言事項および我々の取り組みについて以下に述べるものとする。

2 . 日 程 表

DATE	DAY	SCHEDULE	MEETING WITH
1985.			
9. 24	Tus.	RID----Nakorn Chaisi Stream Gaging Station (T1)----Bang Pra Regulator----Maha Sawat Regulator----RID (with Mr.Shioda. Mr.Vilat)	
25	Wed.	RID----Phasi Charoen Regulator----Krathum Baen Regulator----Bang Yang Regulator----RID (with Mr.Shioda. Mr. Vilat)	
26	Thu.	RID---- Chulalongkorn Regulator----(Ayutt-haya) Khao Mao Regulator----Stream Gaging Station (SS)----The confluence of Pasak River and Lap Buri River---- (Singburi) ----(Chainat) Chao Phraya Dam----(Nakorn Sawan)----(Kam Phaeng Phet)----(Tak) (with Mr.Mathuo. Mr.Shioda. Mr.Vilat)	
27	Fri.	(Tak)---- Bhumibhol Dam---- (Tak)----(Sukho-tai)----Phitsanulak Project (with Mr.Mathuo. Mr.shioda. Mr.Vilat)	
28	Sat.	Phitsanulak Project----(Uttaradit)---- Sirikit Dam----(Uttaradit)----(Phitsanulak) Bang Bue Sak Project----(Nakorn Sawan) (with Mr.Mathuo. Mr.Shioda. Mr.Vilat)	
29	Sun.	(Nakorn Sawan)----Stream Gaging Station(C2) ----Bueng Boraped Swamp----(Singburi)---- (Ayuttaya)---- RID (with Mr.Mathuo. Mr.Shioda. Mr.Vilat)	
30	Man.	Meeting with IEC	

3. 現地調査の要約（岩崎氏の感想）

9/24～9/30までの現地調査は5つの目的があった

- ① Lower チャオピアデルタで潮汐の影響を受け塩害の問題が発生する地域の訪問
- ② Lower チャオピアデルタで潮汐の影響はあるがそれほど大きくない地域の訪問
- ③ チャオピアデルタへの主要貯水池である、プミボンダム、シリキットダムの訪問
- ④ 全行程を通じて広大なチャオピア流域の地形、風物を理解することと、いくつかの Project および流量観測地点を訪問し、水管理の実態を理解すること。
- ⑤ 水管理に際しての情報伝達状況を理解すること。

これらの目的について十分理解できていない所もあるが以下に各項について見聞したことと、その感想の要約を述べる。なお潮汐の影響を受ける Lower チャオピアデルタでの流量把握法については別途レポートを提出する

i) ① について

①に相当する訪問地は、PHASI CHARON Regulator, KRATHUMBAEN Regulator, BANG YANG Regulator である。当地区では主に稲作中心であるが、バンコク近郊であるので、野菜、果樹、花木の生産も行われている。特に、低地での畑地は大きな立畝と広い幅の水面（恐らく用土問題と浸透水対策）が印象的であった。また特に乾期に塩分濃度が問題となり Navigation lock の使用を制限す

ることもあると聞いた。古来より水辺環境の保持に努め、舟運と生活をうまく組み合わせてきたことが良く理解できた。地区内では多くの小型ポンプを用い運河から揚水し、循環利用がさかんとのことである。塩水遡上を防止するための放流水理は経験や各種の解析から目安が与えられていると思われるが、将来総合管理システムモデルにおける一つの検討項目である。

ii). ② について

②に相当する訪問地は、Nakhon Chaisee Water gauging station(T1), Bang Pra Regulator, Maha Sawat Regulator, Chulalongkon Regulatorなどであろう。Water gauging stationは別として、各Regulatorでは、内水位を保持する管理が行われている。特に、Chulalongkon Regulatorには、完成したばかりのポンプ場があった。

ポンプ場は用排兼用であるが、今後の維持管理上問題となるのは、ウォータヒヤジンスに代表される水草と炭素されたビニールに代表されるゴミ処理であろうと思われる。特にビニールは比重の関係で水中をただよい機場スクリーンの水中部にたまり通水障害を起す恐れが多いので、これの除去は日頃の管理人の重要な業務であるとの位置付けが必要と思われた。

iii). ③ について

ブミボン、シリキットの両巨大な貯水量を有し、その発電量も大きい。特にダム操作管理の仕様について質問したがRIDのリクエストに応じてEGATのオペレー

ションセンターの指令に基づくピーク負荷発電であるとのことであった。たとえば、ある日にシリキットダムでは、夕方の6:00pm~9:00pmにかけてピーク発電を行なう。Fig. 2に示すように瞬間発電量は約 $590\text{ m}^3/\text{s}$ に達する。このダムには逆調のための施設はないから、この水量波形がNAN河を流下する。この水量は約7日間で、約350 kmはなれたNakhon Sawanに到達する。Nakhon Sawanでは流量は平均化され、 $72.4\text{ m}^3/\text{s}$ の24時間流量に変換されるとの説明をうけた。ブミボンダムでは、午前、午後と1日2回のピーク負荷運転が多く、放流量は、Nakhon Sawanでは平滑化されると聞いた。シリキットダムからの放流波形がピサノロックではどのように変形されるのかなどは興味のある問題である。またチャオブラヤ頭首工、ピサノロックの頭首工などの堰上げ容量を積極的に調整池として活用しているのか、あるいは水位確保に主点がおかれているのかなども興味がある。

IV) .④について

特にピサノロックProjectの下流域において幹線水路の延長が長いこと水不足の問題が実在することを知った。この原因が何故なのかを明らかにすることが大切だと思う。水不足の状況を数値的に裏づける資料の収集、分析が水管理改善のために大切だと思う。

さらに調整の最終日にNakhon Sawanにある、Bumboro Vedda suwampを見せてもらった。現在、Fishery DepartmentがProjectを調査中であつたが、地図上からみるか

きり、このスワンプに調整機能を与えることができれば水管理に相当の自由度を与えることができる可能性がある。しかし、65年程前から、水位をほぼ一定にする管理が行われ周辺住民、圃場等も多く、調整機能の付与には相当の経費が必要との説明があった。

V) ⑥について

正に、巨大という言葉があてはまるチャオプラヤ流域での水管理上必要な情報の収集が、いかに大変であるかをいくらかは理解できた。たとえば、RIDの下には regional office (2ヶ所)、その下に Project engineer が約27人、その下に Water master が約100名、その下に、Zone man が約1500人いると聞いた。これらの人々からの確かな情報を得て、正確に上部機関へ伝達することは通信連絡網の状況などを考慮すると、必要時間そして整理がいかに困難であるかは良く理解できた。

これに対し、EGAT は Telephone system, VHF system, UHF system, PLC system とかなりの整備が行われている。

また Nakhon Sawan の water gauging station はチャオプラヤ水系で特に大切な地点と思われるし、事実毎日の実測流観や毎時の水位の読みとり、自記水位計記録と貴重なデータが収集されている。これらの情報の伝達は、gauging station [Ⓐ] Nakhon Sawan Provincial office [Ⓑ] Regional office [Ⓒ] RID と行われる。このうち [Ⓑ], [Ⓒ] は、radio communication system を用いて行われるが、かんじ

んなAの部分は、walky talky もなく、せつかく情報を把握してもRIDに連絡が来るのに時間がかかりすぎるようである。

4. 洪水予報，水配分予測システム

現在RIDは雨期の洪水予報および、用水の水配分予測のために、現場の多くの情報を処理し、意志決定者へ判断材料を提供する2つの情報処理システムを運用している。

①. 洪水予報モデル 1), 2), 3)

第1は、Hydrodynamic Models of the chao phraya River System と呼ばれ、NESDB に設置された。Water Resouces Planning sub-committeeの下で、A I T (Asian Institute of technology) の技術指導により、RID, EGAT (Electricity generating Authority of Thailand) により1976～1978年にかけて共同開発され、現在、EGATのコンピュータセンターを中心に運用されている。このシステムは、次の4つの数理モデルから構成されている。

- ① Data generation Model
- ② Reservoir Regulation Model
- ③ Flood Forecasting Model
- ④ Dredging Model

雨期には①+③を用いて洪水予報を行っている。Flood Forecasting modelは Chao Phraya Damから河口までの約117kmを4kmメッシュごとに断面データを与え、 $\Delta t=20$

minで基礎方程式を陽解法で扱っている。上流のEiao Ph-
raya Domからの流量と下流Bang Bauの潮汐をハーモニ
ックモデルで推定しそれぞれ境界値として与えている。
計算は毎週火曜日に行われ、1週間の予報を行っている。

結果は3日後までの流況予測はかなりの精度で可能で
あるが4日以降7日となると誤差を生じている。この原因
としては、支川および運河等を考慮していないことや、
データ収集から、inputまでにいろいろ問題があり、推測
値を使わねばならないこともあるようである。また内部
パラメータについても、その推定精度に関する改善の余
地があると推定される。

② 用水の水配分予測モデル⁽⁴⁾

このモデルはカナダのコンサルタント A C R E S の協
力により開発され W M S と呼ばれ、これまでは、農業者
のコンピューターセンターで運用されたが I E C の活動
開始後は、I E C 計算センターで運用すべく準備が進め
られている。このモデルについては塩田専門家が要約し
た資料、参考文献がある。このモデルを用いて週1回の
シミュレーションを行いその結果に対し、経験を積んだ
エンジニアがコメントし再計算あるいは若干の修正をし、
指令を出しているのが実情である。この水配分予測モデ
ルの内容について評価することは時間の関係でいまの所
出来ない。しかし、その着想と運用にあたっての努力は
大いに評価できる。担当エンジニアからの聞き取りを要約

すれば、予測（2週間行なう）の結果に基づいて指令を出したあと、チェックをしようとしても情報収集手段に問題があるようである。一般にこの種のシステムには、多くの内部パラメータを含んでいるから、システムの運用にあたって、常日頃これら内部パラメータの再評価をし適合させていく作業が平行して行われる必要がある。この作業は、長い時間と多くの人手を要し、かつ、これら作業のための支援サブシステムの整備が大切である。

5. 提言

3～4節で述べた調査結果に基づいて、RIDが日本政府に提出したRequest書を再読してみた。その結果Request書は実によく要求が整理されており、要求内容もその通りであると思う。調査前に読んだときの印象は、そうかも知れないが裏付けとなる現状の問題点の補足資料が添付されていないため、各項の強弱の関係の理解がむずかしかった。以下に今後の調査にあたって、より明確にしなければならぬと考えるいくつかの項目について気のついた意見を述べる。

① タイ側の最終目標は将来、水管理システムを円滑に運用し、ピサノロックに代表される中流域での新規利水をナークロンあるいは他の河川で現在存在するか、あるいは今後生み出される水資源を、チャオピアデルタに導き（現在のチャオピアデルタでの水使用を見直すことは当

然であるが)このチャオピアデルタの生産性をさまたげることなくまかなおうとすることと推察する。そしてたとえばそのためには、塩分問題を防せぐための放流量を見直し節約するには、このような個別具体的な技術目標について整理を行なう必要があると思われる。上げ潮時には、チャオピアデルタ下流の水路ゲートは当然閉められている。この時、上流部の潮汐の影響の少ない水路のゲートをも開めて、本川の塩分除去流量を本川のみを流下させることとし少しでも本川水位を上昇させる効果を取らう操作を導入したとすればより少ない、チャオピアバラージ及び Phophya Main Regulator からの塩分除去のための放流量は節約できるのかどうかなどである。

②この技術目標をしぼり込まないと現在の Request 書に示される『チャオピアデルタの社会経済向上』という言葉葉のみでは焦点がはっきりしない感じがする。この技術目標に対して、現況の問題点の整理がなされるべきである。現況の水管理システムあるいは実態については、タイ側のエンジニアは深く理解していると推察するので、作業ではこれらの問題点をなればこれに対する改善目標あるいは、新たにこのように変更していきたいという目標を対比し順位付けを行なうことがまず大切であると思う。

③この目標設定と同時に何を改善するには何を研究し技術として何が応用出来るのか、そして情報をどう加工するのかを明確にする必要がある。この作業に十分な時

間と労力をさく必要がある。この作業をおろそかにし高価な情報収集システムを導入すると、十分使いこなせず維持管理費の負担に苦しむ結果になることが多い。作業チームはこの意味で現在タイ側が運用している洪水予報、水需要予測システムの内部パラメータの値についてどのように決められたかまで深く理解する作業が重要である。

④この広大な、正に広大な、チャオプラヤ河流域の問題を扱うには18ヶ月の調査期間は逆に真に短いと思う。調査で要求する機器の設置、調整でさえも相当の時間を要するであろう。18ヶ月という時間を区切って行なうにはむずかしい例として、Data monitoring programの開発などがある。というのは、単に水位、降雨の情報を収集し、I E Cのデータベースに保管することは簡単なことである。しかし例えば水位から流量に換算してデータベースに収めるとすると、H～Qカーブの評価など18ヶ月で必要点全ての作業をすることは非常に困難であろう。このH～Qカーブの作成作業の一部は、現在既に着手されており、強力な推進が望まれる。

⑤この調査は単にData monitoring systemの改善方法を示すのではなく、水需要予測、洪水予報システムの改善であることは明確である。しかし両方の予測システムの精度等を調べるには、監視システムは既存であることが前提になることが多い。鶏と卵の議論になってはいけないが、このターゲットをどこに据えるかを今回の調査

では明確に位置づけることが大切である。仮に目標が予報システムの改善にあるならば、検証と改善に1~2年は必要であるから、4~5年の時間が必要であると思う。

⑥ 予報システムの精度は雨からの流出于測、雨と地区内での水利用の結果の還元水量の推定にかかっているといっても過言ではない。特に低平地での後者の推定は、解析に用いるデータの精度に支配される。この意味で潮汐の影響のある所、あるいは年間季別の水位差の大きな所での流量データの把握と、流出水量予測手法の検証改善は特に重要である。

⑦ システム構成にあたっては、後の利用者であるO & Mの技術者がイニシアティブをとることが特に重要である。この意味でO & Mでは自分達の人的組織、資源に見合った要求を整理し、情報処理技術者の作業に積極的に助言していく必要がある。

6. 結言

R I D はかんがい、排水、発電水量、舟運塩分コントロールなどの利水と洪水対策に代表される治水をも統括する権限と調整能力を有している。またチャオプラヤ流域は、単にチャオプラヤ河だけでなく、メークロン、ターチン、バサック、ハンバコン河を舟運、かんがいなどの日時で結びつける運河で結ばれ、かつ極めて低平なデルタと、Nakhon Sawan より上流で、下流に比べれば、若干勾配が大きな地域で構成されている。要求書にもある

とおり、上流域でのかんがいの整備にともなう新規水需要を既存の水源でいかにうまくまかなうか、あるいは何割をまかなっていけるかを検討し、流域各河川相互での水利用調整をし流域の総合的な水利用を円滑化することが大切である。これには年間の大部分の期間を通じて必要なかんがいの水需要に関するシステムの改善は真に大切なことであると思う。RIDの持てる機能を十分に発揮し、チャオピア川の他に4河川をも含めた調整能をどう付与していくかという視点から、今後の作業チームの位置付けを明らかにすべきである。地区内の1つのRegulatorにおける通過水量の把握一つをとっても前述した大きなシステム運用に耐える精度を具備しなければならないことも明らかである。であるから、この広大な流域中を移動する水の時間スケールを把握した上でのシステム構成を行なうという心がまえが特に重要であると思う。

私共はこのようなスケールの大きい、かつ繊細な注意を要する技術検討に加えてもらえる機会を得ることは、技術者として真に喜ばしいことであるとともに、責任の重大さを痛感している。今回の調査にあたりいろいろ便宜をはかってくれた、タイ側、日本側の関係者に心より御礼を申しあげる。

S : strong or enough

W : weak or insufficient

M : middle

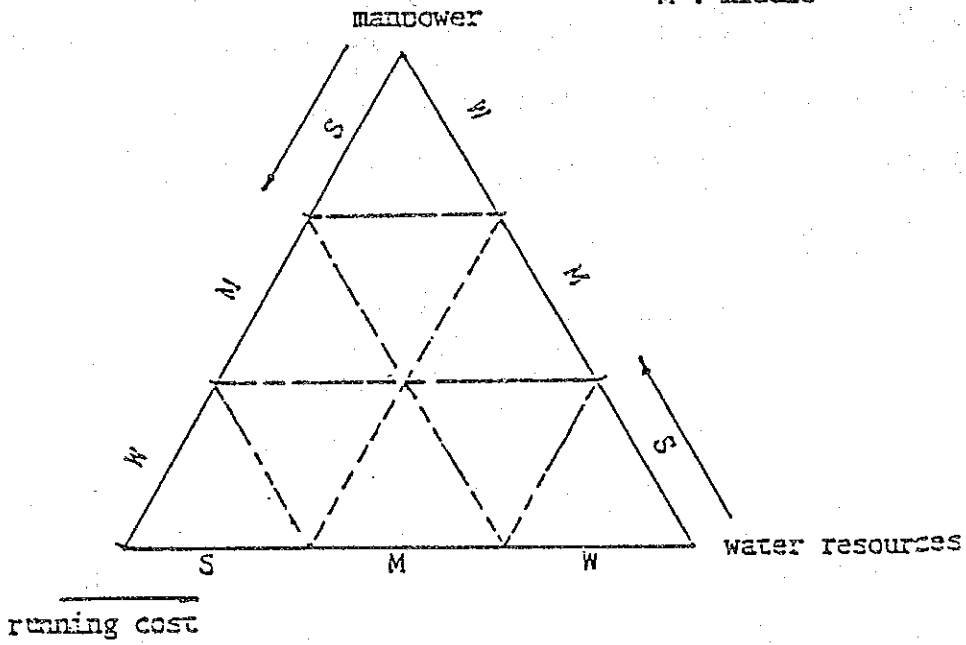


Fig - 1

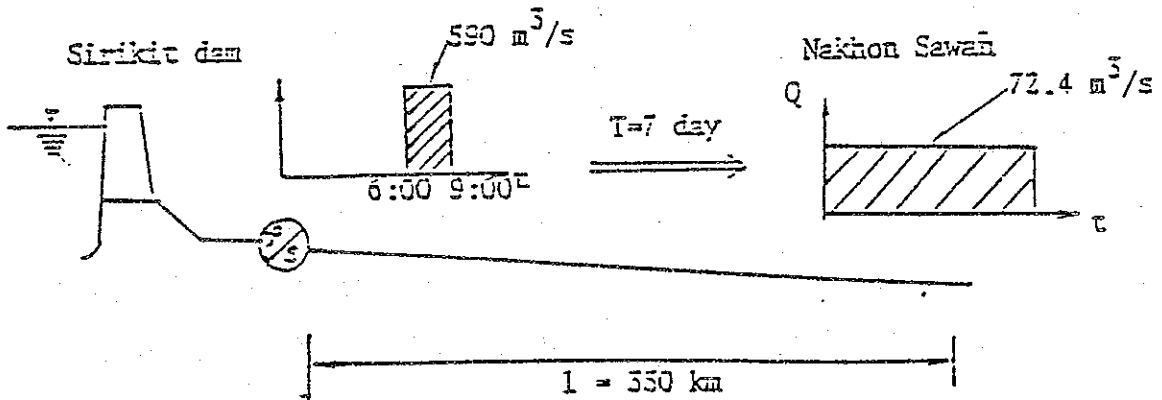


Fig - 2

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
【85.9.24(Tus.) ~ 85.9.29(Sun.)】

85.9.30

Mr, Virat . 塩田克郎 . 岩崎和巳

1 . ITINERARY

2 . 調査の目的

3 . 各調査地点の特徴と問題点

4 . 問題解決手法としてのH～Qカーブ群

5 . H～Qカーブ群の作成法

6 . H～Qカーブ群の利用法と保全

7 . 結言

1 . ITINERARY

DATE	DAY	SCHEDULE	MEETING WITH
1985.9.24	Tus.	RID----Nakorn Chaisi Stream Gaging Station (T1)----Bang Pra Regulator----Maha Sawat Regulator----RID (with Mr.Shioda, Mr.Vilat)	
25	Wed.	RID----Phasi Charoen Regulator----Krathum Baen Regulator----Bang Yang Regulator----RID (with Mr.Shioda, Mr. Vilat)	
26	Thu.	RID---- Chulalongkorn Regulator----(Ayutt-haya) Khao Mao Regulator----Stream Gaging Station (SS)----The confluence of Pasak River and Lap Buri River---- (Singburi) ----(Chainat) Chao Phraya Dam----(Nakorn Sawan)----(Kam Phaeng Phet)----(Tak) (with Mr.Mathuo, Mr.Shioda, Mr.Vilat)	
27	Fri.	(Tak)---- Bhumibhol Dam---- (Tak)----(Sukho-tai)----Phitsanulak Project (with Mr.Mathuo, Mr.shioda, Mr.Vilat)	
28	Sat.	Phitsanulak Project----(Uttaradit)---- Sirikit Dam----(Uttaradit)----(Phitsanulak) Bang Bue Sak Project----(Nakorn Sawan) (with Mr.Mathuo, Mr.Shioda, Mr.Vilat)	
29	Sun.	(Nakorn Sawan)----Stream Gaging Station(C2) ----Bueng Boraped Swamp----(Singburi)---- (Ayuttaya)---- RID (with Mr.Mathuo, Mr.Shioda, Mr.Vilat)	
30	Man.	Meeting with IEC	

2. 調査の目的

9/24～9/29の間の調査の目的は次の3つに分けられる。

① 潮汐の影響の弱い地点での流量把握方法

Chao Phraya River, Tha Chin River 共に下流部においては、潮汐の影響をかなり広い範囲で受けている。Chao Phraya River では Ayuttaya まで、Tha Chin River では Phophya Main Regulator までと聞いた。潮汐の影響は河の流れが上げ潮時に逆流を生じる程強いものと、水位変化にその影響は見られるが、いわゆる背水に出るものに分けてよい。ここでは後者を潮汐の影響の弱い地点と呼ぶ。Ti gauging station, Maha sawat Reg., Bang Pra Reg., がこれに属する。これらの地点での流量を把握するためにどのようにしたらよいか第1の問題である。

② 潮汐の影響の強い地点での流量把握方法

潮汐の影響が強く上げ潮時には逆流を生じる場合の日流量把握を普通の H~Q Curve を使用して行うことはできない。また、取水する場合は充分障害を避けるためいわゆるアオ取水を行うことになると推察される。このような地点では Regulator から流出、流入量の把握とともに塩分管理のために流される甘い水、いわゆるベースフローの把握が重要であり、これが第2の問題である。Phasi Charoen Reg, Krathum Baen Reg, Bang Yang Reg がこれにあたる。

③ 潮汐の影響はないが、支流の合流あるいは水路網を

形成している地点での流量把握方法

潮汐の影響を受けない地点での流量把握は、その流れが等流に近いものであれば、 $H \sim Q$ Curveを用いることができる。しかし、水路等の合流でそれぞれの水位が互いに影響しあう場合や、水路網を形成している場合には特別の工夫が必要である。これが第3の問題である。これらは大まかにいってアユタヤより上流に存在するといえよう。

3. 各調査地点の特徴と問題点

① Nakhon Chaisee Tl River Gauging Station

設置地点は良い場所が選ばれていると思う。調査時の9/24の前日からの自記水位計のカーブの平均値は、+1.0 mであり、1日で約40 cmの振幅巾を示す潮汐の影響が認められた。間取りによれば、洪水期には最高+1.9 m、乾期には最低-0.4 mまで水位が変動する。このため、これを単一のカーブで表現することは難しいと思われる。

② Bang Pra Regulator and Maha Sawrat Regulator

タイ国のRegulatorは狭窄部 (stricture or constriction) を有している特色がある。これは可動部分を少なくし経済性をねらったものと思われる。このRegulatorを通過する流量を把握するためには、狭窄部の上下流水位差を利用できる。問題は潮汐の影響を受けるので、これを加味した方法をとらなければならない。

③ Phasi Charoen Regulator

この Regulator は単一ゲートと舟通しを有している。単一ゲートの流量把握は②と同様のことが問題としてある。舟通しは1回の操作で約500 m³程度の水が出入りすると推察されるが、日に数回の操作であれば無視できる。この回数が何回かは聞けなかつたが、日平均流量に影響を与えるのかどうかを知るため操作回数を調べる必要がある。

④ Krathum Baen Regulator

Navigation lock の他、それぞれ個別の7 m幅の2箇所の取水ゲートがある。河川の潮汐振幅は雨期で1.5 m、乾期で1.9 mに及ぶという。また雨期と乾期の水位変動幅も約1.2 m程度あり、下流の塩分状況をみてゲートの開閉をしている。このため取水ゲート通過量は強い非定常現象であろうと推定できる。

⑤ Bang Yang Regulator

④で述べた Regulator の対岸にあり、同様であるがゲートが3門設置されている。従って、ゲートの開閉組み合わせによって流量が異なることになる。また、無線により24時間毎時の水位をRIDに送っている。さらに、乾期には塩分問題が厳しいため、navigation lock の使用を制限することがあると聞いた。こう門が大きいため、その使用回数が調査されているかどうかは問題である。

⑥ Nakon Sawan C2 Stream Gauging Station

チャオブラヤ河で最も大切な水位、流量観測所とのこ

とである。ここには、自記水位計があり作動状況は良い。流量は雨期にはほぼ毎日実測(9:00AM)が、乾期には3日おきに流速分布が実測されている。しかし、断面測量は年1回3月あるいは4月に行われる。一般に河川断面は洪水期の前後で変わることが多い。また、チャオプラヤ河のNakon SawanからAyuttaya区間では、河床が低下傾向にあると報告されている。断面測量の時期と回数はこちらのことを十分考慮する必要がある。

洪水期は、この観測所のデータを毎時RID Head Officeへ報告することになっているが、実際は、昨日のデータが報告されている状況であった。これはCommunication equipment(当面はwalky-talky or telephone)が観測所に装置化されていないことに原因がある。

4. 問題解決手法としてのH~Qカーブ群

前説までに述べてきたことから次のように要約できる。チャオプラヤ下流域における流量観測点は堰上げ背水の影響とさらに潮汐の影響を上のせしたものが多。これらの点で等流流水を基本とした一般的な単一H~Qカーブを適用したとすると、カーブからはずれずれる観測値が多くなってしまいう問題がある。

結論からいえば、これらの流量観測点にはH~Qカーブ群を適用することが必要である。次に以前日本の信濃川での検討事例を示す。Fig.1は信濃川下流域の概要である。ここで、例示するのは新津郷の主排水路の合流点A点と

信濃川河口のB点である。信濃川河口B点は日本海の潮汐の影響を受けている。日本海の潮汐振動幅は約25~30cmである。A点は潮汐の影響は僅かに認められるが無視出来る程度である。A、B点について、次節で述べる数理モデル手法を用い、流量と水位差の関係を求め、H~Qカーブ群を作成した。A点におけるH~Qカーブ群を示せばFig.2である。B点におけるH~Qカーブ群を用いて、毎日の潮汐を含む平均水位を用いてベースフロー（上流からの甘い水の日平均流量）を推定した結果がFig.3である。

これらの事例は、潮汐振動の小さな日本海側での事例ではあるが、私はこの手法がチャオブラヤ河でも適用できると確信している。

5. H~Qカーブ群の作成法

H~Qカーブ群の作成にあたっては、非定常流況解析を行うことが必要である。この非定常流況解析はコンピュータによる数理モデル手法で行う。この数理モデル手法について塩田専門家は十分な経験を有し、事案メークロン地区の抵抗係数の解析をR1Dで行っている。したがってここでは、数理モデル手法については述べない。主に必要データとその利用法についての一般論を以下に述べる。個別の問題については第7節で述べる。なお、Mr. Virat、塩田専門家と相談し帰国後2地点の実際地点のH~Qカーブ群を作成する予定である。

① 必要データ

i) 平面図：流量を測定する区間（一般には上流と下流の水位測定点間の水位差が0.1m以上とることが望ましい。また、モデルの距離区分 Δx は水面幅の5~10倍程度が良いのでこれが5~6断面とれる距離）の平面図か見取図が必要である（Fig.4）。 Δx は等区間が望ましいが難しい場合は個別の距離区分である Δx の値が異なってもかまわない。

ii) 断面形：断面形は一般河川あるいは水路断面測量データとゲート等の河川あるいは水路横断工作物とに分けられる。断面データはFig.5に示すように横軸距離、縦軸標高で図化し、測量データを添付する。河川又は水路工作物は平面図、縦断面図、横断面図を作成する。（Fig.6）

iii) 水理データ：水理データとは、現地で流量観測を実施した日の上・下流地点水位と流量である。流量観測作業は小さな水路でも2~3回実施するのが物理的な限界である。しかし、水位データは、1時間おきあるいは2時間おきに12時間程、場所によっては24時間読み取ることが可能である。仮に移動式の自記圧力式水位計が2台使えば、24時間の連続水位変化データを入手することが可能である。このようにして得た水位と流量観測データ（Fig.7）は3組程度は欲しい。

② データ処理

i) 断面形：Fig.5に示した横断面図形で、10~20cmごとの水深での流積、水面幅、径深等を計算する。この計算結

果を例えば $\log H \sim \log A$ にプロットすると、Fig. 8 に示すようにかなり複雑な河川断面形状であっても、2 から 3 本の両対数グラフ上での直線で近似できる。この近似式は一般に $A = \alpha H^\beta$ とあらわされるから、各セクションの α 、 β を求めておけば数理モデルに断面特性を組み込むことができる。Fig. 8 までを計算し図示した結果を得るコンピュータプログラムが開発しており、若干の修正で IEC のコンピュータが利用できる。

ii) 水理データ： 観測した上・下流水位データをグラフ (Time-Water elevation) にプロットし (Fig. 7)、これから 1 時間ごとの水位を読み取る。また、上・下流の水位測定点での日平均水位をそれぞれ計算する。

③ 数理モデルによる演算と結果の処理

i) 粗度係数の推定

粗度係数の推定は次のようにして行う。例えば、いま 3 組の異なる流量観測日のデータがあるとする。作成した数理モデル区間の上・下流の境界条件として水位境界を与える。この水位データは ② - ii) で述べたものである。粗度係数 n の仮定値を与え、コンピュータシミュレーションした結果として、時々刻々の流量を得ることが出来る。この流量を現地の実測流量データと対比し、ほぼ一致すれば其のときの n の仮定値を採用し、合わなければ次の新たな仮定 n 値によるシミュレーションを行う。3 組のデータにつきシミュレーションを繰り返す行い、 n について 3 つの推定値を得ることができる。どの値を

採用するか の判断を行 い n の値を決定する。(Fig.9.10)

ii) 日平均流量の算定

数理モデルシミュレーションの結果から得られた時々刻々の流量から日平均流量を算定する。強い潮汐を受け、上げ潮時に逆流を生じるような場合には、モデル中のある地点の流量のマイナス部分を差引き、甘い水のみを総ポリュームをもとめ日流量とする。

次に、数理モデルの上・下流端の水位境界値として、②-i) で求めた日平均水位を与えシミュレーションを行う。この結果としては定常解が得られる。解として得られた計算流量と日平均流量の比較を行う。私の予想では、デルタ下流部で潮汐の影響を強く受ける地点においても、この2つの流量はほぼ一致すると思う。もし、2つの流量がほぼ一致すれば、日平均水位を使って $H \sim Q$ カーブ群から日平均流量を求めれば良い。

iii) $H \sim Q$ カーブ作成のための演算と整理

下流地点の年間の水位変動域を考慮し、 $H \sim Q$ カーブ群に必要な下流水位域を決める。例えば、 $+2.5 \sim -0.25$ m である。さらに、上・下流の日水位差 Δh をおおよそ定め、下流水位ごとに Δh と組み合わせ演算ケースを設定する (Table-1)。数理モデルを用い、下流水位を下流端に与え、上流水位は下流水位に Δh を加えた値とし組み合わせの数について定常解を求める。

これらの計算結果を Fig.11(A),(B) に示すグラフにブ

ロットする。これが求めるH～Qカーブ群である。

iv)ゲート等の門数が多い場合あるいは半開状態での
H～Qカーブ群

複数のゲートがある場合には、組み合わせは多くなるが、組み合わせごとにH～Qカーブ群を作成することが望ましい。ゲートの半開状態についても同様である。しかしゲートの個別開度に応じて、H～Qカーブ群を作ることは、作業量が多くなるので、幾つかの開度のみについてH～Qカーブ群を作成し、次節で述べる重回帰分析手法により関数化しておくると便利である。

6. H～Qカーブ群の利用法と保全

これまで数回の流量観測を行って、H～Qカーブ群を作成する手法について述べてきた。ここではH～Qカーブ群の利用及び保全法について述べる。

i)日流量の作成

現地においては、毎日の水位が6:00 A Mから6:00 P Mまで2時間あるいは3時間間隔で読みとる作業を行う必要がある。夜間の水位測定は自記水位計がなければ一般には困難であるから、日中のデータのみから24時間を通じての水位変動を推定する必要がある。これには近くにある本川自記水位計の記録との相関を検討しておくことなどが有益であろう。何れにしても日平均の上・下流水位を知ればH～Qカーブ群から流量を推定することができる。

ii) H ~ Qカーブ群の関数化

H ~ Qカーブ群のグラフから流量を読み取ることは可能であるが、場合によっては内挿をする必要がある。グラフ上から読み取るのが難しい場合は、重回帰分析法を適用し関数化しておくことと便利である。例を示せば次のようなものとなる。

$$Q = A_0 + A_1 H + A_2 \Delta h$$

ここに Q : 日平均水量

H : 下流水位

Δh : 上・下流水位差

A_0 , A_1 , A_2 : 係数

あるいは

$$Q = A_0 + A_1 H + A_2 \Delta h + A_3 G$$

ここに G : ゲート門数あるいはゲート開度

iii) H ~ Qカーブ群の保全

言うまでもないが、H ~ Qカーブ群は現地の河川横断形状が変化すれば変らざるを得ない。このため、年に何回かは実際に現地流量観測を行ってチェックすることが大切であり、異なっていることを確認した場合は速やかに横断測量をするか、粗度係数の調節をするかなどによりH ~ Qカーブ群を作成し直すことが正確な流量データを保持するため必要である。

7. 結 言

一般の用水路あるいは排水路において、定常流れ（時間的な変動がない）での流量把握には1979年、ACRESの調査レポート（Phase-1, Appendix B）のP21～P25に述べられているように、U.S. Army Corps. of Engineerにより提案されている潜り状態のゲート公式がある。そしてこれらの方式が適用できると判断した。

ここでは、現地調査において強い印象を受けた潮汐振動の影響がある場合の流量推定法として、H～Qカーブ群の作成及びその利用法についてまとめた。潮汐振動の影響を受ける地点の日平均流量を把握することは、非定常水理現象を扱うことであり、一般には容易なことではない。

数理モデルシミュレーション手法を応用したH～Qカーブ群の作成はかなりの時間と作業を要する。日本でも現地流量観測で十分ではないかという意見もあった。しかし、流量観測の目的が洪水予報の精度向上、還元水把握に善づく水収支に至年の作付け計画あるいは塩分逆上防止のための放流量の検討など重要な意志決定に供されるのであれば、より精度の高い基本データの整備が何にましても重要である。

なお、今回のタイ国滞在期間中には現地データの収集は不可能であるので、帰国後の後日、塩田専門家を通じて事例となる地点のデータの提供を受け、解析しH～Qカーブ群を作成し、今後のRIDによる作業の見本として提供したい。

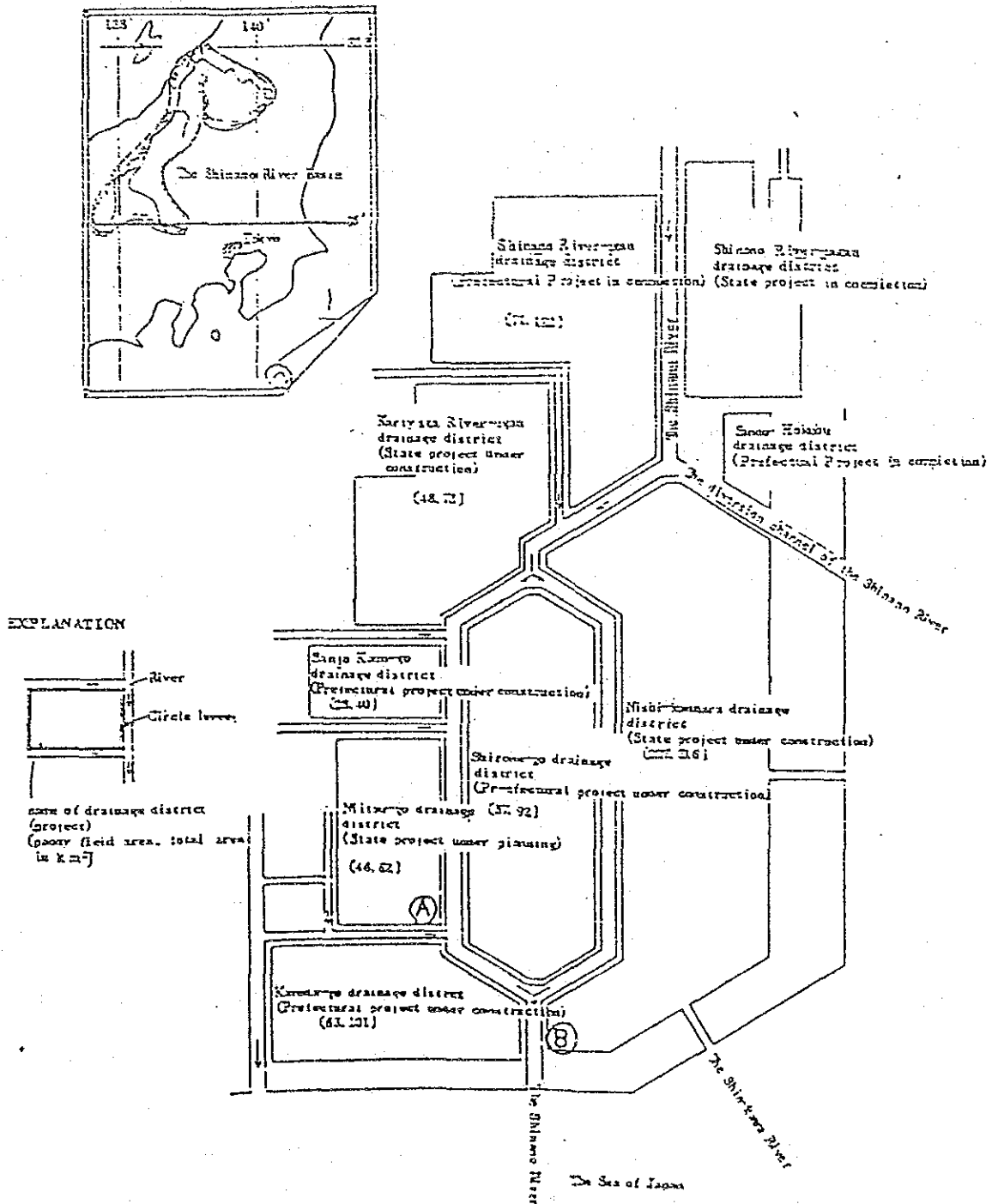


Fig. 1 The Lower Shinano River Basin

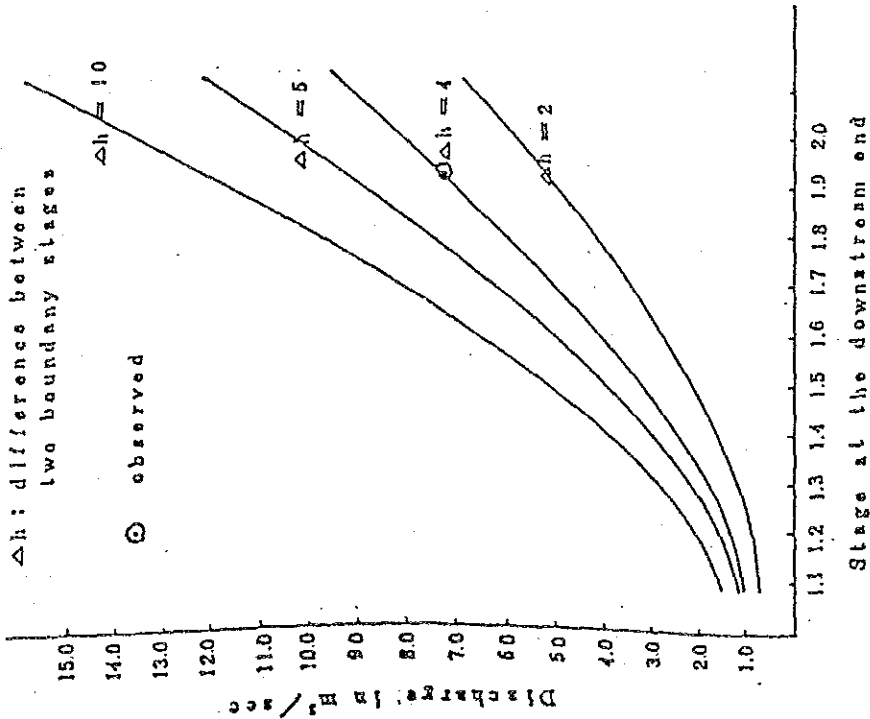


Fig. 2 Stage-discharge relation curve estimated by the mathematical model simulation in the Nilsu-go drainage district (A)

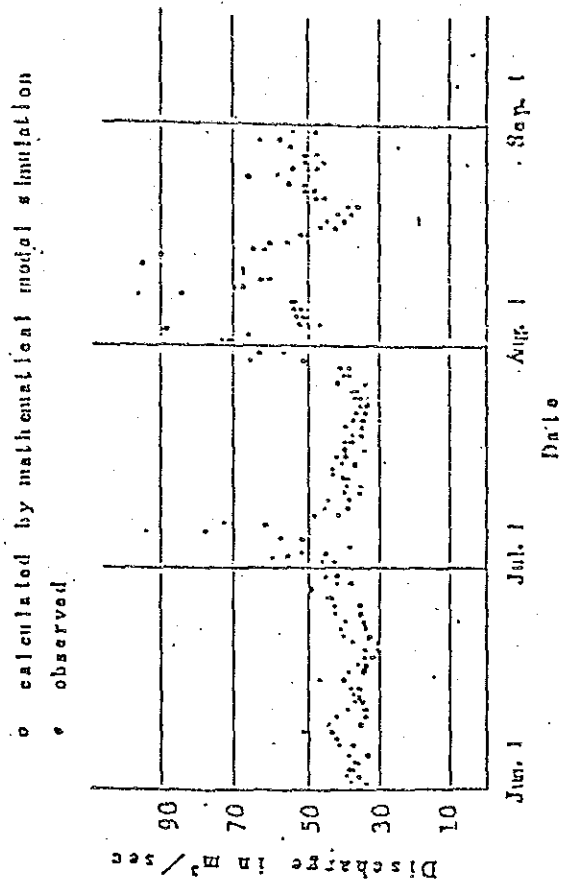


Fig. 3 Base flow discharge at the mouth of the Shluano River (B)

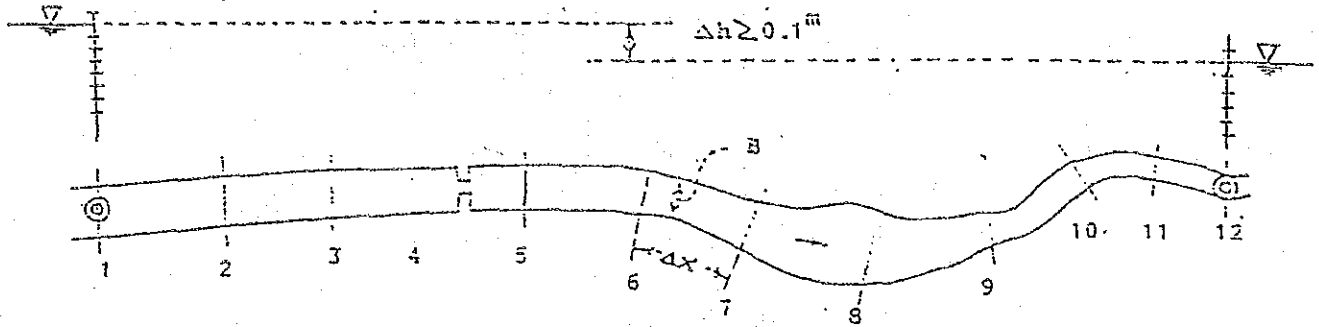


Fig. 4 $\Delta x \geq (5 \sim 10)B$

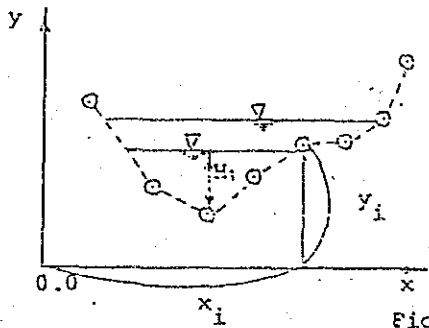


Fig. 5

No.	x_m	y_m
1	0.0	12.50
2	5.8	10.02
3	7.0	9.20
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮

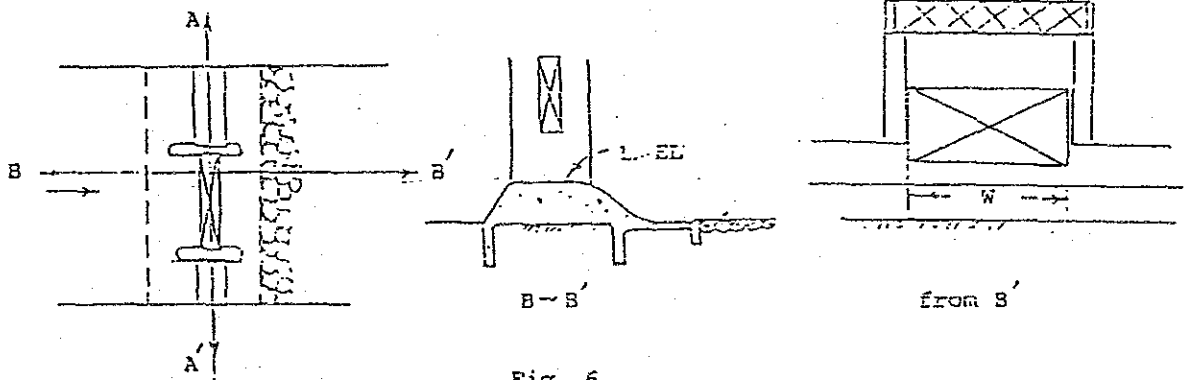


Fig. 6

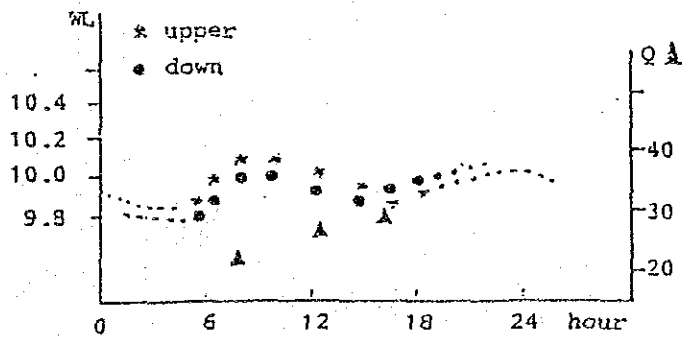


Fig. 7

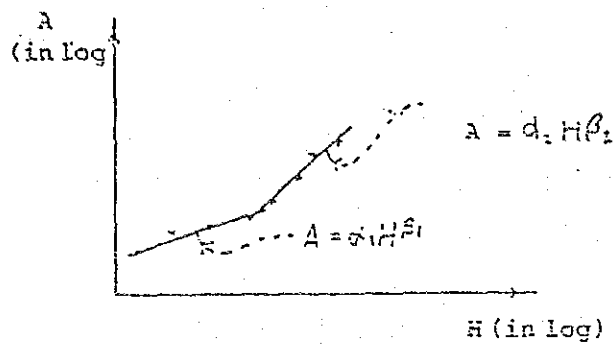


Fig. 8

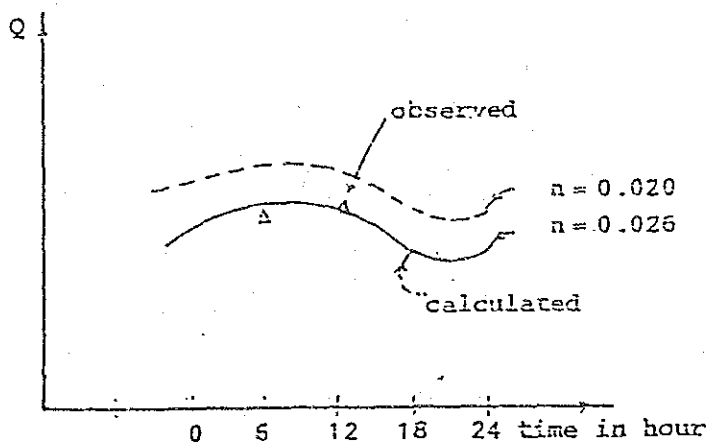


Fig. 9 $n = 0.026$

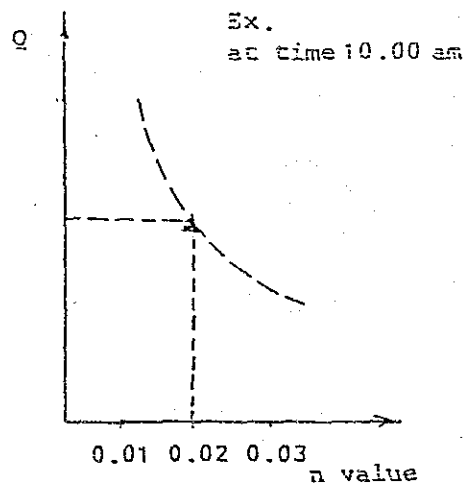


Fig. 10 $n = 0.02$

Table 1

No.	Water stage of the downstream boundary point(m)	Δh (m)	Water stage of the upstream point(m)
1	+ 2.5	0.05	2.55
2	"	0.05	2.60
3	"	0.15	2.65
4	"	0.20	2.70
5	+ 2.0	0.05	2.05
6	"	0.10	2.10
7	"	0.15	2.15

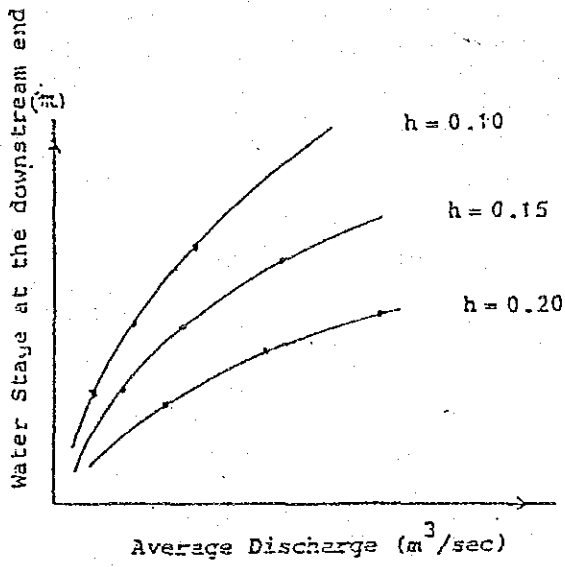


Fig. 11 (A)

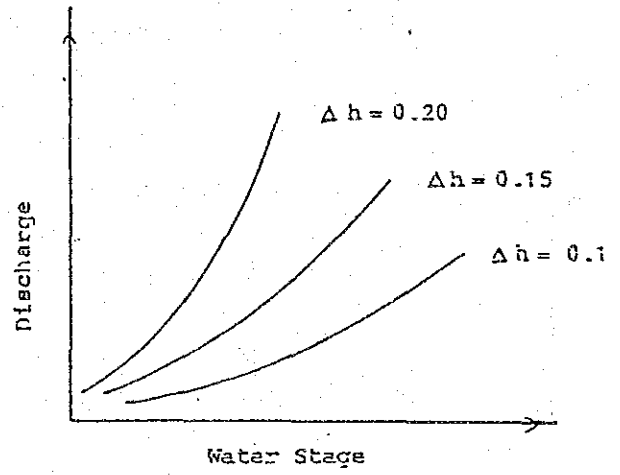


Fig. 11 (B)