

**8. Development of Flow Estimation Method for Tidal River  
Mean Daily Water Level**



Development of Flow Estimating Method for Tidal River  
Using Mean Daily Water Level

K.SHIODA,\* M.SASAKI,\* S.VIDHAYA,\*\*  
K.TANOM,\*\* K.VIRAT,\*\* T.INOUE,\*  
T.NAKA,\* H.YOSHINO\* K.IWASAKI\*

\*\* Royal Irrigation Department of The  
Kingdom of Thailand

\* Ministry of Agriculture, Forestry  
and Fisheries of Japan

## 1. Introduction

The Chao Phraya River, one of the main stream flowing through the Central Plain of Thailand, has extremely gentle river gradient along its delta section. The influence of tide reaches up to Ayutthaya, which locates about 120 km up from the river mouth.

Adequate control of river water and its use are necessary in such tidal river, for the purpose of rationalized and appropriate distribution of irrigational, industrial, and domestical supply of water, salinity control, navigation, etc. Especially in these section of the river, the adequate operation of intake of estuary fresh water is necessary to avoid the salinity intrusion. In these sections, it is important to obtain the base flow of fresh water as well as the inflow and outflow at

the regulators.

The most important data on the water management system is reliable data of flow. In order to check the flow for salinity control, we must obtain the real-time accurate flow discharges.

Flow can be calculated if the interrelation between flow and the easily observed water level has been obtained beforehand. The normal discharge-stage curve (H-Q curve) could be applied to calibrate the flow in the parts where the water flow are almost uniform which does not affected by tide. However, the special method is required to estimate the accurate flow in the part which is affected by tide, having both flood and tidal current, which cannot calibrate by using a normal single H-Q curve.

Now Royal Irrigation Department (RID) of Kingdom of Thailand has been measuring the daily water levels at many sites of river gaging stations and major regulator sites, and has published a hydrological yearbook including mean daily water levels and flows. However, regarding the flow data in the yearbook, it includes only the data upstream of Ayutthaya in the Chao Phraya River and upstream of the Pho Phraya Main Regulator in the Tha Chin River (Suphan River) (Fig.1). This is because of tidal effect downstream of Ayutthaya and the Pho Phraya Main Regulator. Of course, it is possible to measure the flow by using, for example, a current meter; however, it is a discharge at one particular moment of unsteady condition, and is not the mean daily flow.

In this study an estimation method on calibrating the mean daily flow in the tidal channel is introduced.

## 2.Method

There are many flow measuring points which are affected by tide in the downstream area of the Chao Phraya River. Therefore, if the normal single H-Q curve which based on uniform flow is applied to such point, it does not conform to the actual value of flow.

Stating the conclusion first, the H-Q curve group graph is necessary to apply to such flow measuring point.

### (1)Process

The main routine for making the H-Q curve group graph is as follows:

For the first step, it is necessary to make up a mathematical simulation model of unsteady flow. Actual river flow can be represented by this model, and mean-daily flow can also be calculated. Execution of this model, however, requires the processing of large-size computer, and it is not so easy for practical use.

For the second step, a steady flow model is to be made, using former unsteady flow mathematical simulation model on its base. In the steady flow model, boundary conditions of unsteady flow model which are the hourly-measured water levels in both terminal of model section are changed into mean daily water levels of each site. Steady solution can be obtained from this

steady flow model.

If a conformity between the mean daily flow of unsteady solution and of steady solution is found, steady flow model can be applied for its estimation. Supposing several cases of mean daily water levels of both terminal of model section, an H-Q curve group graph can be made from the steady flow calculations.

### (2) Mathematical model of unsteady/steady flow

The mathematical model of unsteady flow applied in this method is the one developed by Shiraishi et al, which is called 1st order "center difference method".

Channel's cross-section data, coefficient of roughness, and the hourly-water levels at the both terminal of model section are used as boundary conditions of this model. Mathematical model mesh of model section is shown in Fig.2.

The same model can also be used as a steady flow model if the boundary conditions are given by steady situation. In this study, the water levels at both terminal of model section are given by steady condition.

Authors found conformity between mean daily flow computed from unsteady flow model and from steady flow model. From this fact, estimation of mean daily flow becomes much easier after if the unsteady flow model has once been settled.

### (3) The data

a) Plan: The plan or the sketch map of the interval, measuring flow discharge, is necessary.

The river cross section measurement sites, the river gaging stations and the flow measurement site are shown in Fig.3 plan of Chao Phraya River from Memorial Bridge to RID Pak Kret.

It is advisable that the difference of water levels between the upstream and downstream terminals should be more than 0.1m. The distance difference of the model ( $\Delta x$  in Fig.2) is to be desired 5 to 10 times of the width of water surface; so, the channel interval is also to be desired in the length which should be able to take 5 or 6 cross section of  $\Delta x$  (see Fig.2).

- b) Section: The channel's cross section data should be prepared like Fig.4(a) which includes the drawing formed by the ordinate elevation and the abscissa distance and the table of measured data. These are used in the mathematical models of flow as a parameter of H-A (Water Level-Cross sectional area of flow) relations (Fig.4(b)).
- c) Hydraulic data: Hydraulic data are the water levels at upstream and downstream boundary points, and the observed flow. These data should be taken on the same day when the flow measurements are actually implemented at the measurement points. Eight cases in seven days of flow were measured behind RID Samsen (River gaging station C.12 between Section 14 and Section 15). These data are shown in Table 1.

An example of observed water levels at the upstream and downstream boundaries are plotted on the graph shown in Fig.5.

The coefficient of roughness of the flow is obtained through executing the unsteady flow model. Good computational results was gained when the coefficient (n) was differed in upper part (RN=0.022) and lower part (RN=0.033) of the model section. They were obtained by trial-and-error technique. The actual flows observed by flow measurements were used as an index of accuracy of the unsteady flow model.

#### (4) The operation and the treatment of results

The mathematical model simulations were implemented to obtain the mean daily flow by the following step.

##### a) Unsteady flow analysis

By using the hourly water levels, unsteady flow analysis was executed to obtain the mean daily flow.

##### b) Steady flow analysis

By using the mean daily water levels at the upstream and downstream boundaries, steady flow analysis was implemented to obtain the mean daily flow. (The constant water levels were put in the unsteady flow model as data; consequently, this analysis became the steady flow analysis.)

In Fig.6. one of the computed flow by the unsteady flow



model and the steady flow model is shown. Also, observed discharges are shown in the same graph. Straight broken line indicates the result of the steady flow model.

As a result, both values of mean daily flow obtained by the above two analysis methods approximately coincided; therefore, the mean daily flow can be calculated by the mean daily water levels at the upstream and downstream boundaries.

The comparison between both mean daily flow ( $Q_2$  and  $Q_3$ ) is shown in Table 2.

#### (5) H-Q curve group graph

After confirming the coincidence of mean daily flow obtained from two types of flow model, it becomes possible to prepare a H-Q curve group graph. Several cases of data were determined from the range of fluctuations of the mean daily water level at the downstream boundary and the mean daily difference in water levels between the upstream and downstream boundaries during the water level observations. (Table 3)

Following to the simulation cases in Table 3, the mean daily flow were computed by the steady flow model. The results are plotted on the graph shown in Fig.7, which is named H-Q curve group graph.

#### (6) Formula of the H-Q curve group

It is more convenient to use a formula of these H-Q curves, which can be determined by applying the multiple regressional

analysis method. The H-Q curves shown in Fig.7 are expressed in a following single formula.

$$Q = 776.39 - 2829.7 * HD + 3185.7 * HU$$

(Multiple Correlation:0.9989)

Here:

Q: Mean daily flow (m<sup>3</sup>/sec)

HD: Mean daily water level at the downstream boundary (m)  
(Memorial Bridge River Gaging Station)

HU: Mean daily water level at the upstream boundary (m) (RID  
PakKret River Gaging Station)

### 3. Conclusion

As a result, the complicated flow of tidal river has been easily estimated. With little change, this method can also apply to the confluence site of tidal river, and to the tidal river section with regulator.

The following matters are important for accurate estimation of the flow and for maintenance of the H-Q curve group and its formula.

a) It is most important to confirm the coincidence of mean daily flow obtained from unsteady and steady flow model. This method depends on the accurate simulation of unsteady flow; and also on conformity of results of two flow models.

b) To choose appropriate value of coefficient of roughness. This

dominates, the accuracy of the unsteady flow model.

c) It is important to check the shape of the channel's cross section by actual flow measurement. When the transverse shape figure has altered (due to flooding, etc.), cross section leveling or/and adjusting of the coefficient of roughness must be immediately undertaken, and new H-Q curve group and formula should be calculated.

#### Acknowledgment

In preparing this paper, the authors have received useful advice and guidance from many people. Particularly, they have received important suggestion and encouragement from five gentlemen : Mr. Prakairock Srutanond, Director General of RID, Mr. Chari Tuloyanond, Deputy Director General of RID, Mr. Suha Thanomsingha, Deputy Director General of RID, Dr. Michio Nakahara, Vice-President of ICID, and Dr. Hidehiko Shiraishi, Reserch Councillor, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. Specially noting the names of those scholars and reseachers, the authors wish to express the authors' deep gratittude for their thoughtful guidance.

Referencies

- 1) M.NAKAMURA, H.SHIRAIISHI Analysis of Unsteady Hydraulic Phenomena by Mathematical Model Simulation  
- Bay, River and Lake -

BULLETIN OF THE  
NATIONAL RESEARCH INSTITUTE OF  
AGRICULTURAL ENGINEERING  
No.9 P137-158, 1971, Japan

- 2) H.SHIRAIISHI, K.IWASAKI, Y.MATSUMOTO On Estimation of Prototype coefficients and Similarity between Prototype and Mathematical Model

BULLETIN OF THE  
NATIONAL RESEARCH INSTITUTE OF  
AGRICULTURAL ENGINEERING  
No.13 P111-136, 1975, Japan

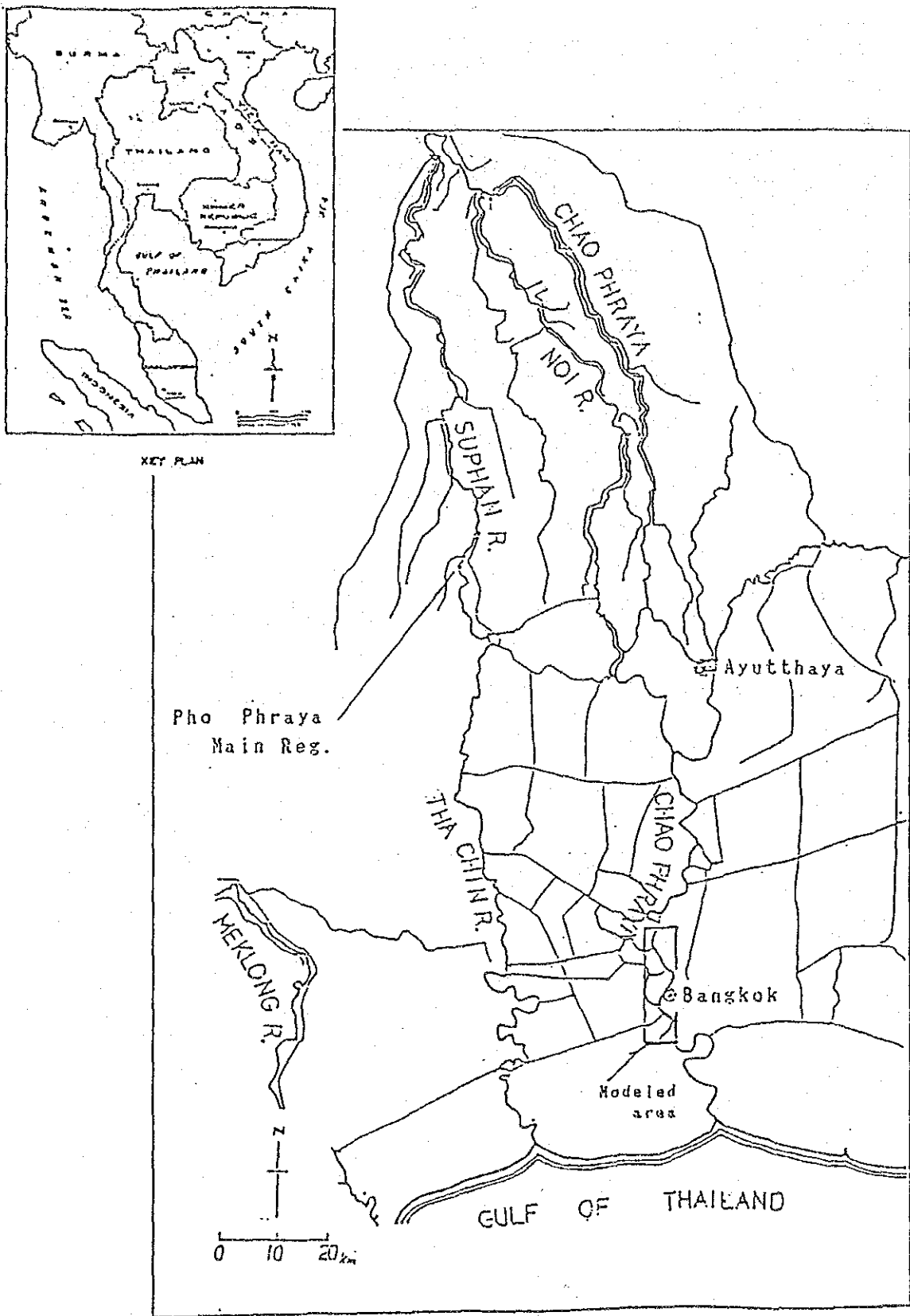


Fig.1 Water system plan of the lower reaches of Chao Phraya River

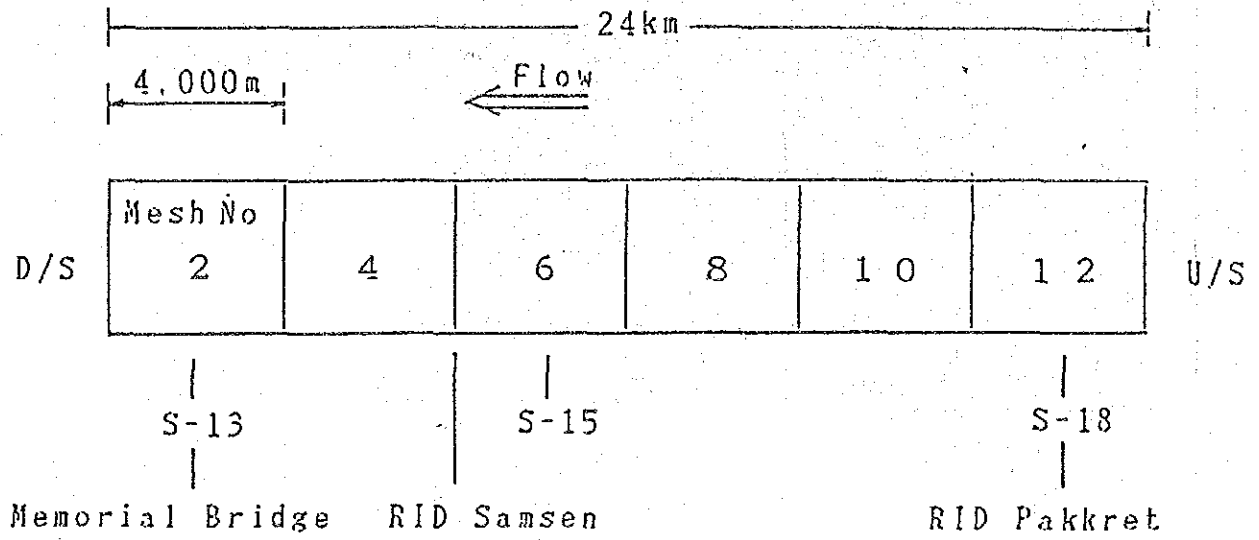


Fig.2 Mathematical model mesh

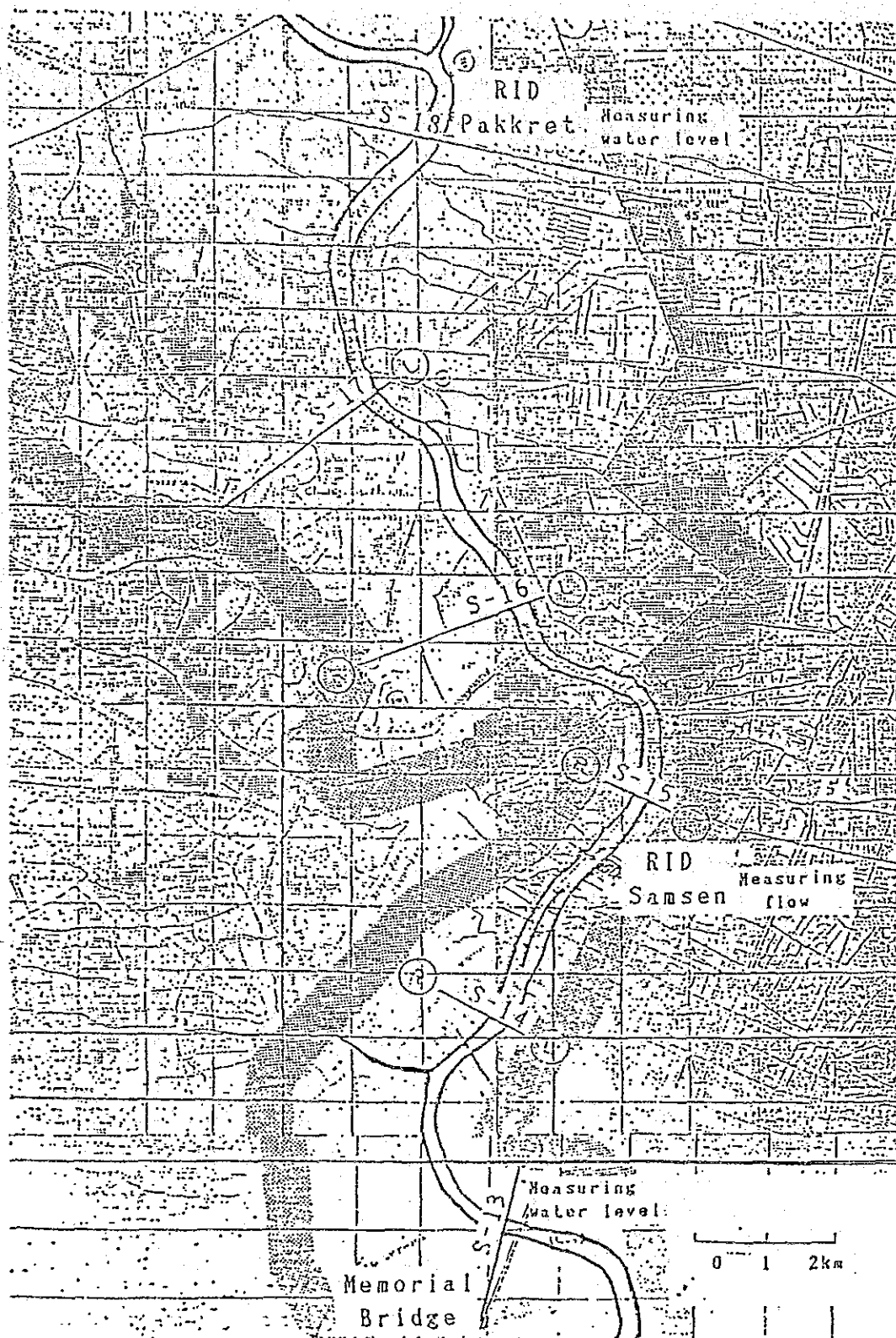


Fig.3 Plan of the Chao Phraya River from Memorial Bridge (S-13) to RID Pakkret (S-18)

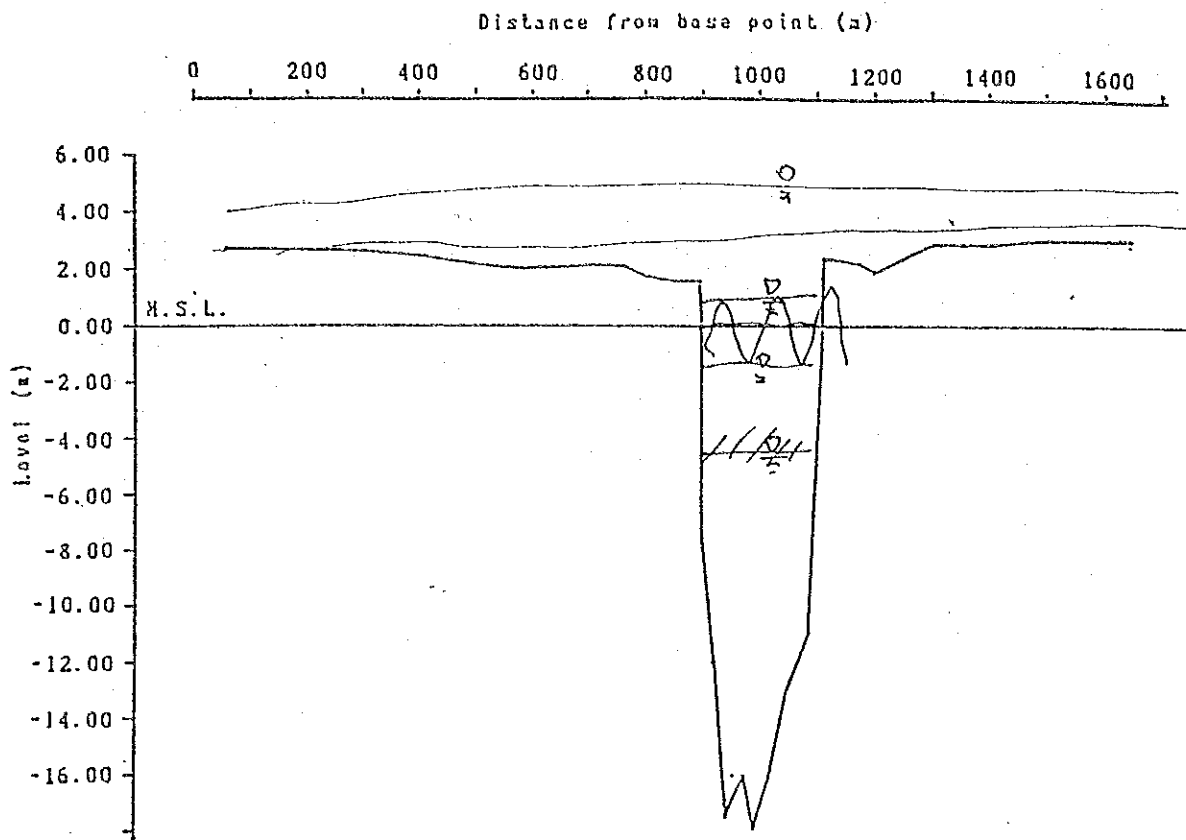


Fig. 4(a) An example of river cross section (S-14, Chao Phraya River)

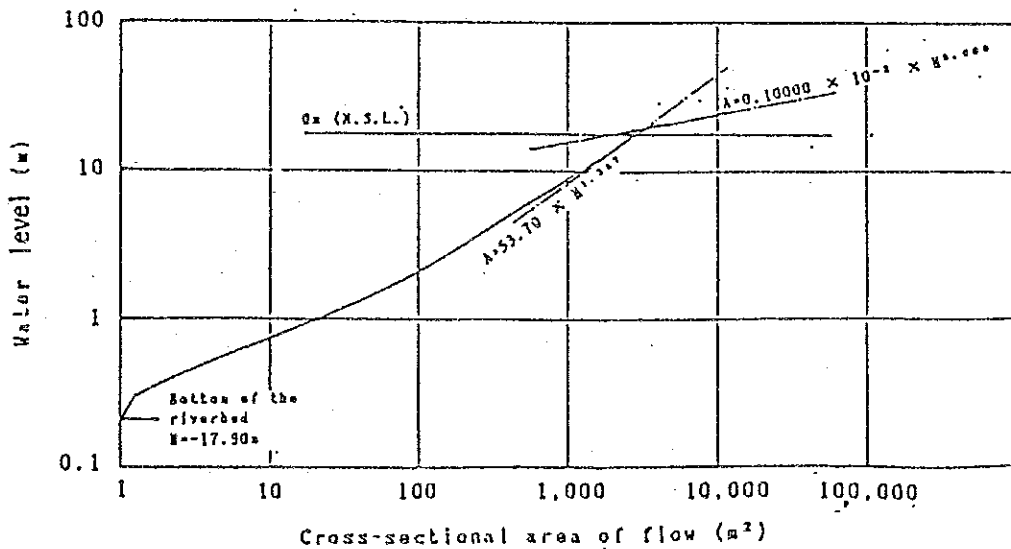


Fig. 4 (b) An example of relation of water level (H) and cross-sectional area of flow (A) ( $\log H - \log A$  graph) (S-14, Chao Phraya River)



Table 1. Observed Flow Data of Chao Phraya River at RID Samsen (S-15)

| No. | Date       | Time of Measuring | Discharge<br>(m <sup>3</sup> /s) |
|-----|------------|-------------------|----------------------------------|
| 1   | 18 Nov. 83 | 11:30 - 14:10     | 3,134.3                          |
| 2   | 19 Nov. 83 | 09:40 - 12:40     | 3,004.6                          |
| 3   | 24 Nov. 83 | 12:40 - 15:05     | 3,297.0                          |
| 4   | 25 Nov. 83 | 07:25 - 10:15     | 2,625.2                          |
| 5   | 7 Dec. 83  | 01:10 - 04:47     | 2,958.2                          |
| 6   | 8 Dec. 83  | 05:00 - 07:15     | 2,669.9                          |
| 7   | 8 Dec. 83  | 22:00 - 24:00     | 2,612.4                          |
| 8   | 12 Dec. 83 | 12:00 - 14:05     | 1,609.2                          |

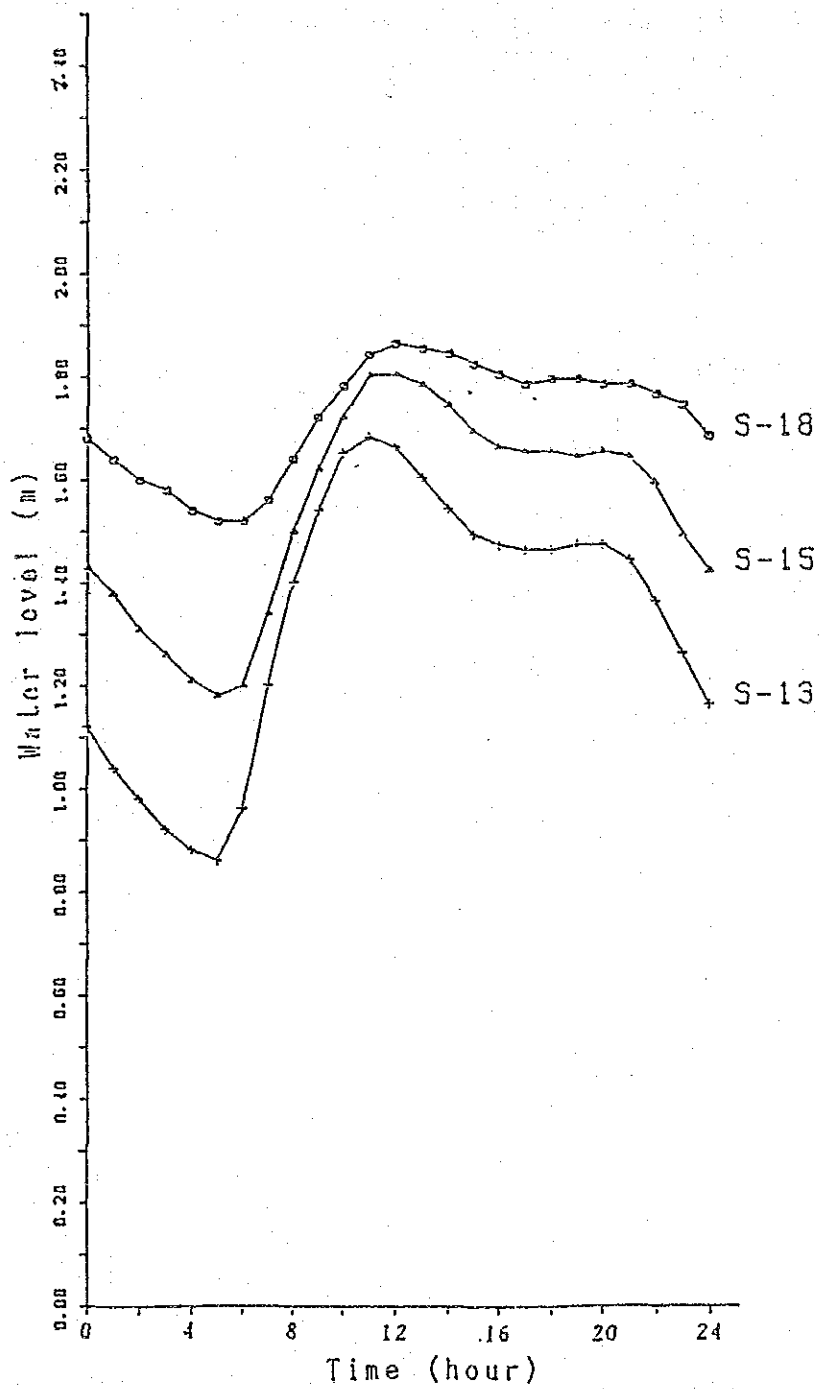


Fig.5 Water level fluctuations in the Chao Phraya River (8. Dec. 1983)

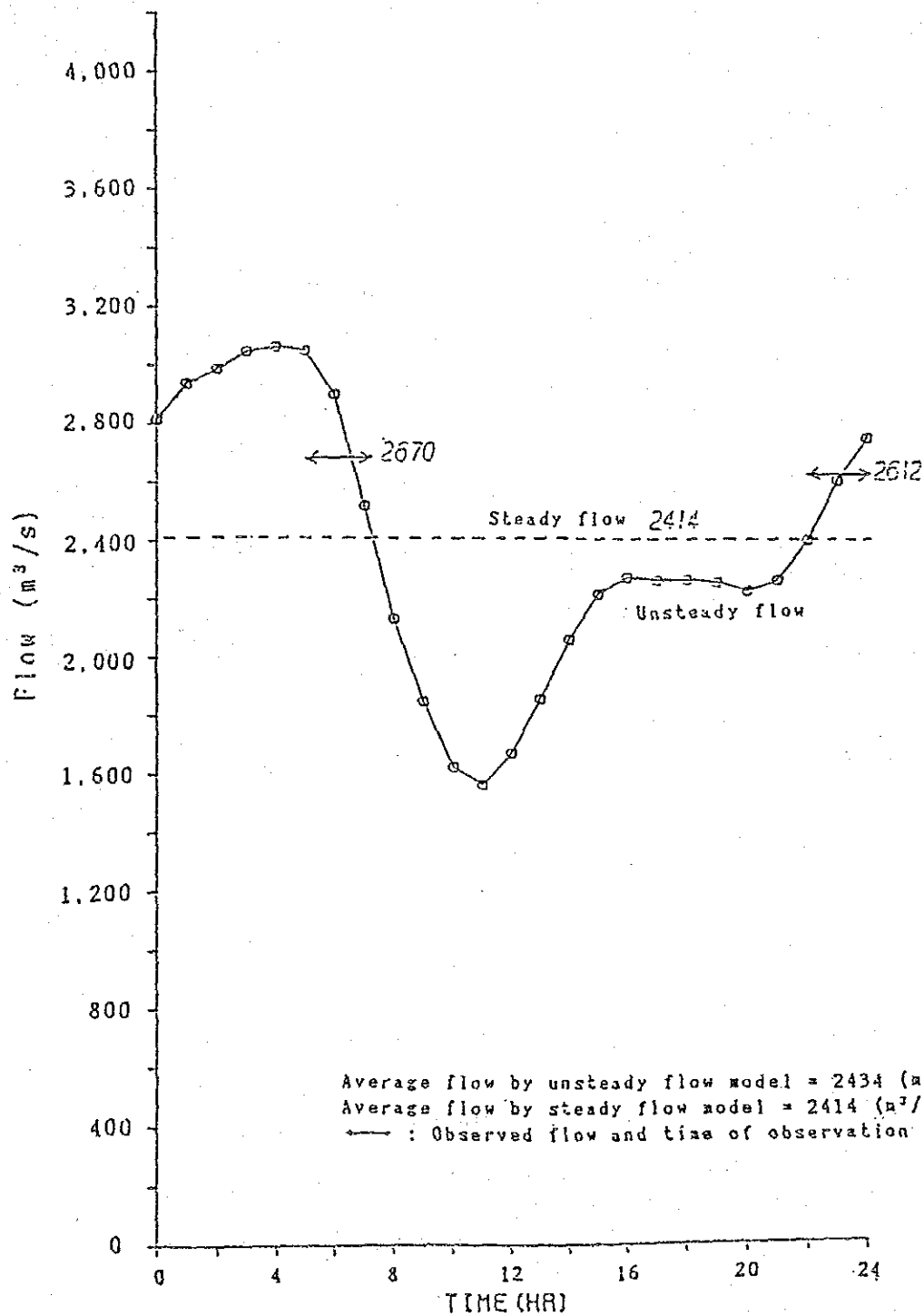


Fig.6 Computed flow by unsteady flow model and steady flow model, 8. Dec.-1983. (S-15, Chao Phraya River)

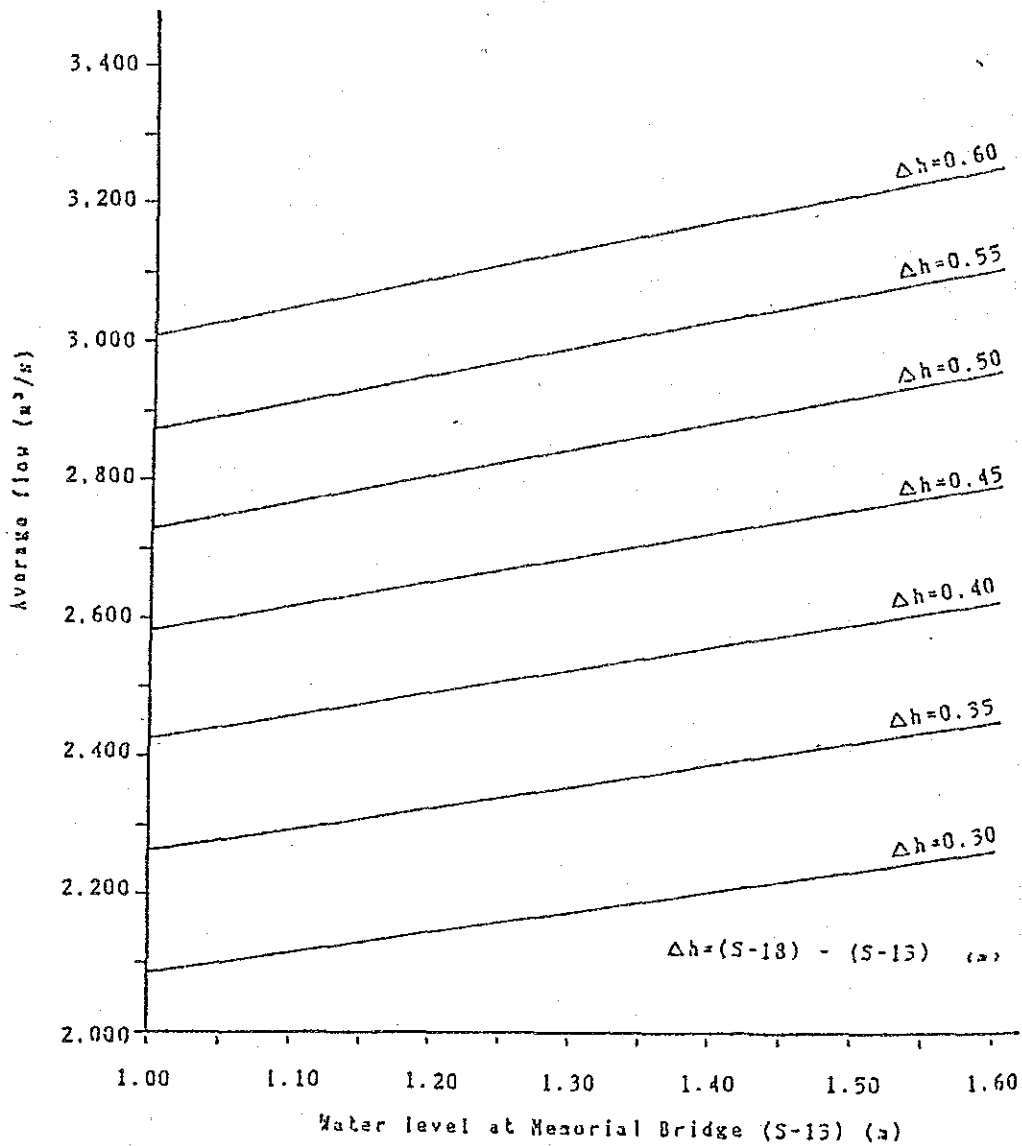


Fig.7(b) H-Q curve group graph for the section between Memorial Bridge (S-13) and RID Pakkret (S-18), Chao Phraya River

The graph shown by the relation of the water level at Memorial Bridge (S-13) and the difference of the water level ( $\Delta h$ ) between Memorial Bridge (S-13) and RID Pakkret (S-18)

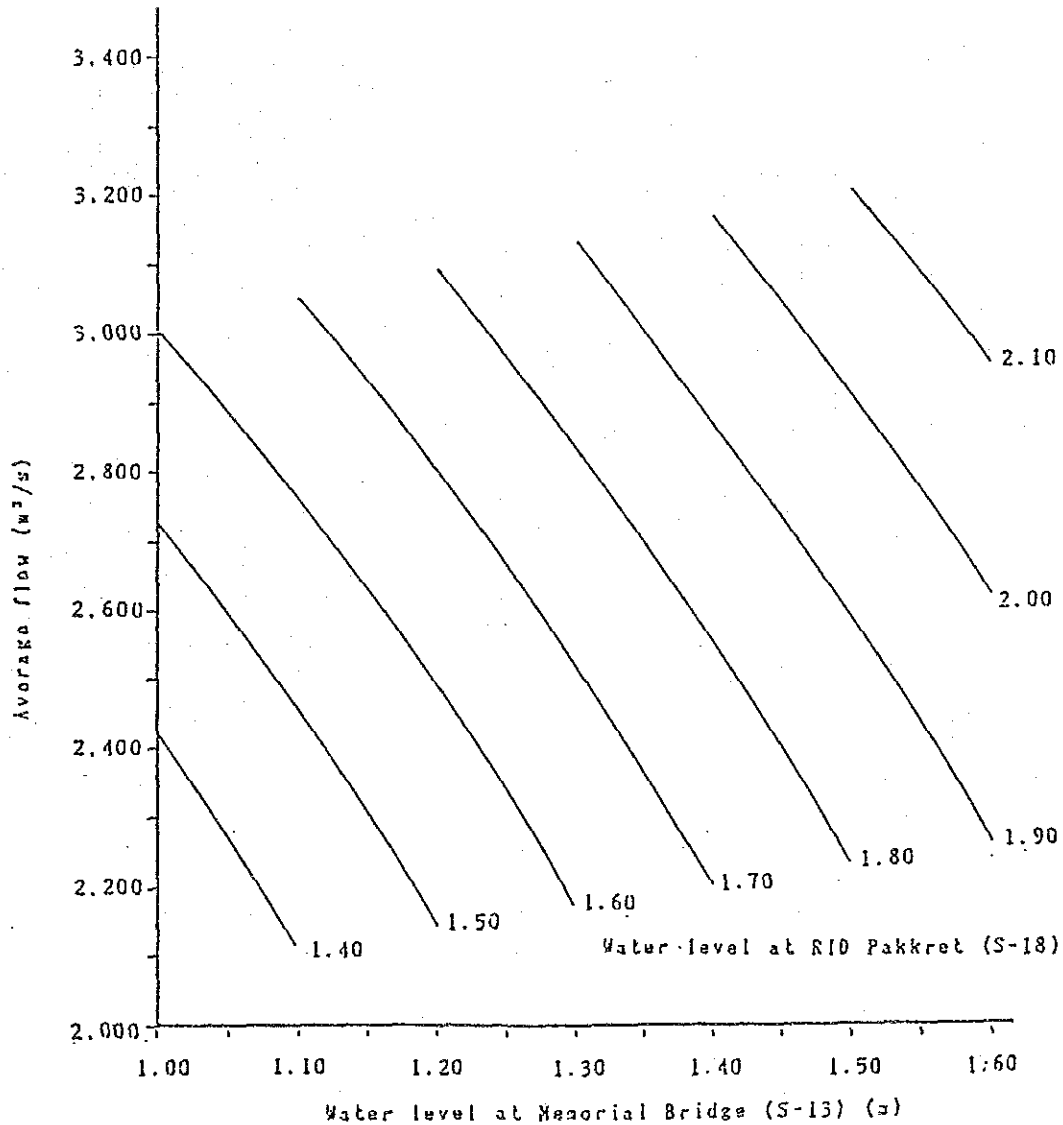


Fig.7(a) H-Q curve group graph for the section between Memorial Bridge (S-13) and RID Pakkret (S-18), Chao Phraya River

( The graph shown by the relation of the water level at Memorial Bridge (S-13) and RID Pakkret (S-18) )

Table 2 Comparison of the unsteady flow model and the steady flow model

| No<br>(1) | Date<br>(2) | Unsteady flow Analysis |              |                                    | RN(1)=0.033    RN(2)=0.022                                 |  |   |   |
|-----------|-------------|------------------------|--------------|------------------------------------|--|--|---|---|
|           |             | RN(1)<br>(3)           | RN(2)<br>(4) | Ave Q <sub>1</sub><br>(m/s)<br>(5) | Unsteady flow model<br>Ave. Q <sub>2</sub><br>(m/s)<br>(6) | Steady flow model<br>Q <sub>3</sub> (m/s)<br>(7) | Q <sub>1</sub> / Q <sub>2</sub><br>(%)<br>(5)/(6) | Q <sub>2</sub> / Q <sub>3</sub><br>(%)<br>(6)/(7) |
| 1         | 18.Nov      | 0.033                  | 0.022        | 3024                               | 3024   | 3059   | 100.00  | 98.86   |
| 2         | 19.Nov      | 0.033                  | 0.022        | 2924                               | 2924   | 2924   | 100.00  | 99.83   |
| 3         | 25.Nov      | 0.032                  | 0.021        | 2859                               | 2750   | 2774   | 103.96  | 99.13   |
| 4         | 7. Dec      | 0.034                  | 0.023        | 2325                               | 2414   | 2479   | 96.31   | 97.38   |
| 5         | 8. Dec      | 0.036                  | 0.024        | 2228                               | 2434   | 2469   | 91.54   | 98.58   |
| 6         | 12.Dec      | 0.032                  | 0.021        | 2348                               | 2257   | 2318   | 104.03  | 97.37   |

Ave 0.033    0.022

\* Date on 24. Nov was omitted because of on error in flow measurement.

Table 3 Simulation cases for H-Q curve group graph

Water level at downstream boundary (m)       $\Delta h$  ; Difference of water level between the both boundaries

|         |  |         |
|---------|--|---------|
| 1) 1.60 |  | a) 0.60 |
| 2) 1.50 |  | b) 0.55 |
| 3) 1.40 |  | c) 0.50 |
| 4) 1.30 |  | d) 0.45 |
| 5) 1.20 |  | e) 0.40 |
| 6) 1.10 |  | f) 0.35 |
| 7) 1.00 |  | g) 0.30 |

Total : 49 cases

## Summary

Flow estimation is one of the basic criteria necessary for adequate management of river water and its use. In a tidal river, however; it is not so easy because of extreme conditions of unsteady flow caused by tidal fluctuations.

In this study, the flow in tidal river has been at first simulated by mathematical model of unsteady flow. Although this model is capable of reproducing the flow conditions and of calculating daily discharge, it is not suitable for convenient use because it needs large work of computer.

An easy solution was suggested when a good conformity had been found between the results of daily discharge calculated from unsteady flow simulation and of steady flow simulation. This steady flow simulation only uses mean daily water levels in up stream and down stream section of the model as the steady conditions at boundaries. By preparing a group of discharge-stage curves obtained from a number of calculation cases, the estimation of discharge can be done without difficulty. These curves can also expressed in a multiple regression formula, which makes estimation of flow more easy.

This method was developed for the estimation of daily flow in the delta area of Chao Phraya River, Thailand. River gradient is so small ( $1/24000$ ) that tidal fluctuation reaches up the river to about 120km from the river-mouth.





## 9. タイ国灌漑事情

——王室灌漑局の活動——

木村克彦\*

### I. 王室灌漑局

RIDの名で広く親しまれる王室灌漑局 (Royal Irrigation Department) は昨年6月、創設80周年を迎えた。かつて開発から見放されていた地域に多い貧困の撲滅と所得の地域格差を是正するという新しい理念を加えた国家開発5カ年計画のもと、これまでの国家経済を優先目的とする大規模灌漑事業から足の早い中・小規模灌漑事業に重点を変えて、RIDはタイの基幹産業である農業の基盤整備を行うとともに民生安定という重要な役割も併せ果たすことになって来た。

このRIDの組織の巨大さは、国軍に次ぐといわれ、水資源開発のマスタープランの策定、事業に係る基礎調査の直轄実施、開発可能性調査、ダムおよび灌漑組織の設計および建設、建設機械の管理並びに完成施設の管理運営をその任務としている。いいかえれば、わが国農水省構造改善局に農業土木試験場、都道府県の耕地課と土地改良区までを丸抱えにしたものである。

そこには、調査、計画、設計部門6部、建設部門3部、機械部門5部、施設管理部および事務管理部門7部の計22部並びに12の地方事務所があり、非常勤職員を含めて9万7千人を擁している。

1983年度\*\*の灌漑水力発電等、水資源開発に係る国家

表-1 水資源開発事業関係1983年度国家予算

| 区 分      | 予 算        | %   | 通 算    |
|----------|------------|-----|--------|
| 王室灌漑局    | 8,646百万バーツ | 65  | RID    |
| 国家エネルギー局 | 893 "      | 7   | NEA    |
| 地方水道局    | 492 "      | 4   | PWA    |
| 発電会社     | 463 "      | 3   | EGAT   |
| その他      | 2,898 "    | 21  | 9省37機関 |
| 計        | 13,433 "   | 100 | 41     |

予算は134億3,300万バーツ\*\*\*で、うちRIDはその65%を占めている。

また、この予算はRIDの所属する農業および協同組合省予算の60%を占め、国家総予算の5.7%となり、機能別歳出予算区分で教育の21.0%、国防20.1%、債務償還の15.3%等と対比して経済開発の19.1%の内に占める5.7%の数字はインフラ整備費としては極めて突出するものである。なお、タイ国には河川だけの行政機関はない。農地湛水防除のための河川改修事業はRIDにあり、また一般に大規模ダムはその大きな貯水容量から洪水防御の機能を十分に果たしている。

古くからタイでは、「洪水に不作なし」といわれ洪水のもたらす肥効は翌年の豊作を約束する。またチャオブラヤ川下流域大平原以外では、個々の農家の地形的農地所有は一般に川沿いの低地から高地へと垂直に分布して、洪水あるいは干ばつに対する危険分散型となっている。水田の大半は天水田であり洪水年には高位部で増収し低位部での減収を十分にカバーすることとなる。チャ

\* 関東農政局那須野原開拓建設事業所 (さむら かつひこ)

\*\* 会計年度は前年10月から当該年の9月まで。



タイ、国際協力、経済協力、技術協力、灌漑排水事業

\*\*\* バーツはタイ国の通貨単位で約11円相当

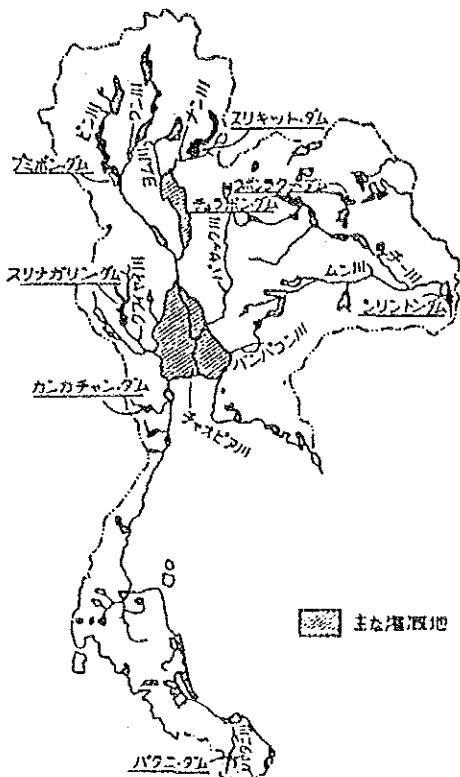


図-1 主要ダムと灌漑水田

オブライヤ川下流の広大な低平地の一部では、深い湛水に順応できる浮稲が栽培され、農学的あるいは営農面からの開発アプローチも見受けられる。

## II. 灌漑事業の概要とその課題

タイの米は古くから国民の主食であり、第1位の農産物かつ輸出品目である。稲作はタイ国の基幹産業で、国の経済のみならず、歴史あるいは社会文化の面でも国民の生活と深く係りあって今日に至り、極めて重要な地位を占めている。

灌漑の歴史は古く北部タイでは農民によるムアン・ファイと呼ばれる堰と水路による事業が700年前にすでにあったといわれ、その技術は今日に引継がれチェンマイ県だけでも2,000のムアン・ファイがある。

タイの稲作地帯は全土に及ぶが、主要穀倉地帯としてはチャオブライヤ平原で、この平原の開発の歴史はタイの近代稲作の歴史であり、RIDの歴史でもあった。

今日の灌漑事業の原型は1888年バンコックの北にあるランシット湿原に始まった民営による水路開削事業であった。その後1902年、水路開削による稲作地開拓事業の重要性からこれを公共事業とすべく、ラマ五世王（チュラロンコン大王）御下命のもと現在の灌漑局の前身となる水路局が農業省に創設され今日に至っている。第2次大戦後の世界食糧危機は、タイ米の増産、輸出需要を大

きくもたらした。1950年、大チャオブライヤ灌漑事業が世界銀借款によって開始され、1957年この事業の要ともいべきチャイナート取水堰が完工すると、ここで培われた建設技術と重機械は、チャオブライヤ川上流ピン川のプミポンダムに、相次いで同じく上流ナン川のシリキットダムに投入されていった。以降20年後の今日に至る間、発電等多目的ダムを含め貯水容量1億ton以上のダムは16カ所総有効貯水量は320億tonに達している。

タイの耕地面積は第2次大戦後の1950年には82,400km<sup>2</sup>で国土総面積514,000km<sup>2</sup>の16.1%であった。当時マラリヤによる一時的人口減少があったが、その後人口は年率3%を超えて爆発的に増加、これと相まって政府督励のもと農地の外延拡大が農民によって行われた。その結果、30年後の1980年には農地面積190,000km<sup>2</sup>と国土面積の37%を占めるに至ったが、他方森林資源の荒廃、水資源涵養機能の劣化、土壌の流亡等天然資源保全の面で多くの問題を引起した。

農業生産はこれまで農地の外延的拡大に支えられてき



写真-1 田面の不陸による灌漑水の深浅に、苗丈を切り合せての田植、中央遠方に寺院

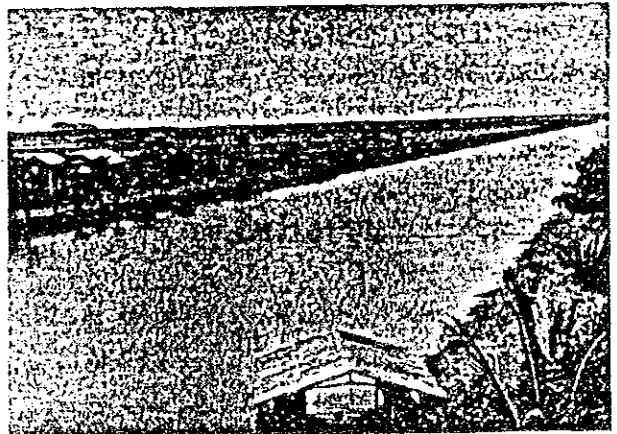


写真-2 ランシット地区の運河風景

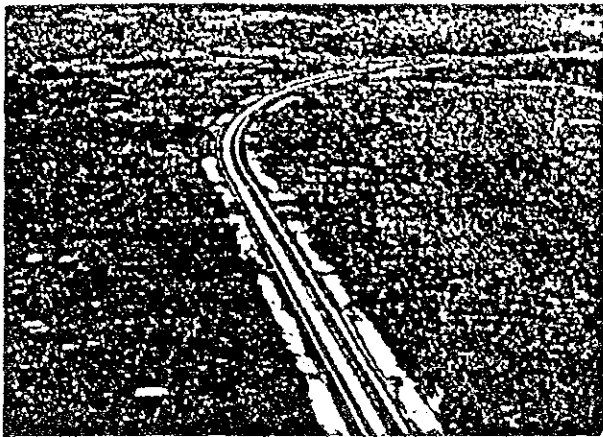


写真-3 ビサスロック事業の幹線水路、両側の池は土取場跡の水路敷地で養魚池ともなる。

たが、その土地生産性は低いままであり、国土保全の観点からも土地利用の再編合理化、生産性ことに単収の向上が今後の重要な国家的課題となっている。

この土地の他に農業生産のもう一つの決定的要素は水資源である。タイの平均年降水量は約1350mmで南部および辺境に多く米の主産地である中央および東北タイに少ない。気候は亜熱帯サバナ地帯が多く旺盛な蒸発散により河川流出は少なく、平均年総流出量は1,000億 $m^3$ といわれている。流出水の利用にはいろいろと限られるが、わが国の4,700億 $m^3$ と単純に比しても、タイの農地が1900万haと広大で農業用水の将来需要が大きいことを併せ考えると、今後の水資源開発は極めてきびしいものである。

1982年度に始まる第五次国家社会経済開発5カ年計画では、開発上の問題点として過去20年の間にタイ国の経済は著しい発展を遂げ6倍の成長を果たしたとするも、首都バンコックと地方農村との経済格差はさらに不均衡を来し、農村に多くの貧困問題を発生させたとしている。また農業基盤の面からは、灌漑地においてのみ開発の便益を享受し、貧困は非灌漑地に分布していると指摘している。すなわち、これまでの農業開発は、事業の経済性と効率を優先するがあまり、東北タイなど開発のポテンシャルの低い地方はないがしろとなり、チャオプラヤ平原に多い優良プロジェクトには、基幹水利施設の完備に追って、圃場整備を行うなど投資が集中し、結果として地域格差の拡大を助長したとしている。

この5カ年計画の冒頭に謳われるように、これまでの開発は国全体としての経済成長に重点がおかれていたが、今後はこのひずみの是正が課題となり経済構造の調整と開発の質が問われるようになってきた。

ここに灌漑事業の果たす役割はさらに重要となり、事

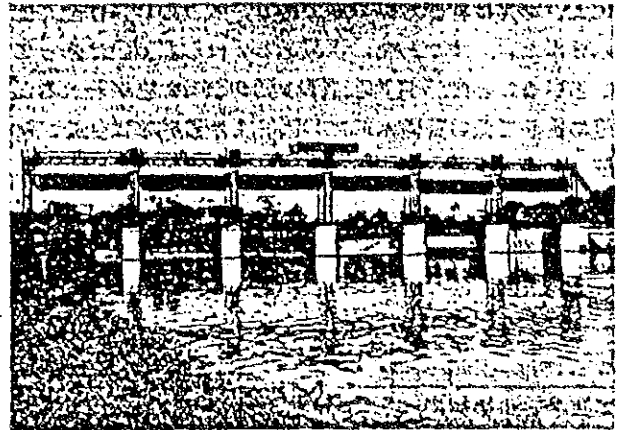


写真-4 1924年完成のラマ九世王堰、巻揚てあるのは水タンクでゲート操作用バランス

業の優先目的に貧困撲滅と所得格差の是正が加わった。また、水資源開発はその地域住民の民心の安定と共産ゲリラ化防止特効薬として多くの実証も得ている。このための事業には足の早さや村里に近いこと等が重要で、RIDでは中・小規模灌漑事業として第四次5カ年計画以来積極的にこれに取組み、小規模灌漑事業(SSIP)については、わが国OECFの資金協力を得て、スタートから1982年度までの過去4カ年間に約2,000地区を完工した。

RIDの1983年度の前算は総額86.5億バーツでその内訳は次のとおりである。

|                       |       |       |
|-----------------------|-------|-------|
| 1) 一般行政経費(調査設計を含む)    | 2,206 | 百万バーツ |
| 2) 施設管理運営費(灌漑施設等)     | 1,253 | "     |
| 3) 修復改良費( " )         | 254   | "     |
| 4) 灌漑農業開発費(圃場整備等)     | 690   | "     |
| 5) 大規模灌漑事業費(15地区)     | 2,208 | "     |
| 6) 中規模灌漑事業費(47地区)     | 788   | "     |
| 7) 小規模灌漑事業費(毎年約500地区) | 1,248 | "     |
| 計                     | 8,646 | "     |

以上のほかに外貨分は1982年度について総額13.6億バーツ相当で、世銀、日本(OECF)、ADB、西独、米国、英国が拠出国となっている。なお、事業区分は単位プロジェクトの事業費でなされ、大規模事業は2億バーツ以上、中規模事業は4百万バーツから2億バーツまでで小規模は4百万バーツ以下となっている。

第5次農業開発計画(1982~1986)では農業の基盤整備の状況に関し次のように述べている。1980年には256万haの水田が灌漑され、うち200万haが雨季に、約60万haが乾季に作付されている。この灌漑農地の1%のみが末端の圃場整備まで完備され、52%は水路組織が完

成し、28%は幹線水路のみであり、残りの19%は全く配水路がない。すなわち、水源あるいは取水施設はあってもということで、通称灌漑農地240万haといわれるがその総じて低い整備水準に起因して灌漑効率は低く、所期の計画目標を達成するには末端水利施設の整備に併せ受益農民の組織的参加を得た水管理が今後の課題となっている。

表-2 タイ国主要ダム一覧表

| ダム名称   | タイプ | 堤高<br>m | 堤長<br>m | 堤体積<br>千m <sup>3</sup> | 比貯<br>水量<br>百万m <sup>3</sup> | 日効<br>貯水量<br>百万m <sup>3</sup> | 目的      |
|--------|-----|---------|---------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|---------|
| プミボン   | A   | 154     | 486     | 970                    | 13,460                       | 8,600                         | I. P. F |
| スリキット  | E   | 114     | 800     | 9,800                  | 9,000                        | 8,800                         | I. P. F |
| シリントーン | R   | 42      | 940     | 585                    | 1,550                        | 900                           | I. P. F |
| ランパオ   | E   | 33      | 7,800   | 4,270                  | 2,540                        | 1,260                         | I. F    |
| ウボンラタナ | R   | 32      | 800     | 575                    | 2,550                        | 1,920                         | I. P. F |
| スリナガリン | R   | 140     | 610     | 12,300                 | 17,745                       | 7,470                         | I. P. F |
| パタニ    | R   | 85      | 422     | 2,900                  | 1,360                        | 1,100                         | I. P. F |

注) 以上七つのダムは貯水量10(億m<sup>3</sup>)以上で、1(億m<sup>3</sup>)以上は16となる。  
I: 灌漑 P: 水力 F: 洪水調節

### III. 国王と灌漑事業

現チャクリ王朝は昨年4月200周年を迎え盛大な記念祭が国をあげて行われた。これはバンコック開都200年でもあり、この行事の中の圧巻は何と云っても50年に1度といわれる古式ゆかしい王室舟艇行列で、バンコック都民をはじめ海外観光客を含めて人々は都内チャオブラヤ川両岸数キロを埋め尽くし、その絢爛さに酔いしれて祝福したものである。

タイ国の王室はまさに庶民の日常生活とともにあり、テレビではすべてのチャンネルで毎日2回、ご一家の映像とともに国王賞歌が放送されているほか、毎日のニュースや週間ハイライトでの主な公的行事の主役は国王さまご一家である。公共施設建物の落成式、灌漑施設の通水式から、国立大学卒業生全員に対する証書の授与、チャリティー行事へのご臨席など、これらは王室を敬愛する国民への慈しみの現われであるが、まさに激務といえる。

このチャクリ王朝200年の歴史はまた、チャオブラヤ川デルタ開発の歴史であり、RIDもまたラマ五世王(チュラロンコン大王)により創設されたその前身“水路局”以来、王室とともに深く係りあって、農民と共に発展して今日に至っている。またタイの主要な灌漑ダムには国王さまはじめご家族の名前が冠してある。すなわち、国王さまのプミボンダム、女王さまのスリキット、王子さまのバジラロンコン、王女さまのシリントーンとチュラボンに皇太后さまのシリナガリンとあり、表-2と併せて見ていただきたい。これらの多くのダムには湖

を臨んで王室のためのゲストハウスが設けられ、地域農村でのご活動の拠点ともなっている。また、王室にはタイの北部、東北部および南部のそれぞれ辺境の地に離宮があり、それぞれ定期的に2カ月間ほどご一家で滞在されるのが慣わしで、タイ族・仏教徒が多数派とはいえ多民族多宗教下での統一国家としての不断の働きと、後進農山村の開発に対し、草の根を分けてのご活躍がなされている。

女王さまは民芸・手工芸の振興、皇太后さまには辺地医療活動と、また国王さまには農山村開発にとご専念され、ことに灌漑事業については極めてご造詣が深い。約20年前から国王さま自らが地形図と現地巡幸調査も踏まえ創始(アイデア提示)される小規模な灌漑事業があるが、その提案数は何と1,500地区を超え、うち約半数はRIDの小規模灌漑事業として完成している。

昨年もわが国はタイ国東部沿海地域での灌漑畑作振興のためのパイロットファーム建設に協力することとなった。この事業は国王さま創始のいわゆる“King's Project”で、日本大使館は国王さまから直接そのご構想をおうかがいすることとなった。国王さまの灌漑技術についてのご造詣の深さから、灌漑の専門家が必要であるとし、筆者はサタルダ王宮にて国王さま拝謁同席の榮を得た。拝謁の間にはタイ側としては待従長のみで他に関係者としての同席はなく、アメリカでご誕生、スイスで中等教育を受けられたことなど自国語なみの英語の語学力もさることながら、お話は畑地灌漑、水文から水路工、勾配配分に至るまでただただ舌を巻くばかりであった。また、日本の農水省からの派遣専門家であることをご承知のことか、お話は農政にも及び、農産物の価格政策の功罪から、灌漑事業等農業の基盤整備事業の重要性を説かれるなど、拝謁予定時間の30分をはるかに超えて2



写真-5 国王(カメラを首にかけている)さまから提案をうけるRID局長(左から2人目)



写真-6 王様と筆者、中央は小木曾大使（1982年11月チタルダ王宮にて）

時間余に及んだ。これは異例中の異例とのことであったが、知日家であられるとともに博学、ご勉強ぶりには深い感銘を受けた。

#### IV. あとがき

タイ国に対するわが国の協力は近年技術および経済の双方とも対インドネシアと背を並べて首位を占めるに至っている。タイ国は農業国であり外貨財源も農産物の輸出に大きく依存しているが、その土地基盤の整備状況は十分でなく大半は天水農業で、水田面積約 1,000 ha に対し灌漑田は 240 ha とはるかに少ない。伝統と技術を誇る R I D もこの広大な農地に灌漑事業を普及するには事業費など多くの問題をかかえている。加えて昨今、これまでの開発のひずみとして発生した所得格差の是正など新たな対応に迫られている。

このような状況にあって、農業土木分野でのわが国協力の現状は、その協力の歴史の日の浅いこともあってか、決して十分とはいえず、今後ますますの協力が大きく期待されているところである。その協力の原点は相互理解であり、真の Needs の把握こそ今後の協力発展につながるとの観点から、その一助へと願いつつ拙稿を用意した次第である。

年の始めにあたりタイ国チャクリ王朝と灌漑農業のますますの発展をお祈りする次第であります。

(1983. 10. 25. 受稿)

# 10. タイ国王室かんがい局:RID

(その組織と技術)

木村克彦\*

## 目次

|                           |                    |
|---------------------------|--------------------|
| 1. クローム・チョンラパターン.....(72) | 4. RIDの歴史.....(75) |
| 2. タイ国、農業、土と水.....(72)    | 5. RIDの組織.....(77) |
| 3. かんがい農業の現況と問題点.....(73) | 6. RIDの技術.....(78) |

### 1. クローム・チョンラパターン (Krom Cholapratharn)

タイの人々にとって、これほど安らぎを覚えることばは他にない、「田には米、水に魚」これはタイの古くからの諺で、タイの社会経済をこれほど要約することばもほかにない。タイの国民も国家も米で生計し、水に親しみ魚で潤いを得る。タイ国の生業は稲作農業であり、国民の90%が農林水産業に関係し、国家財政もこれに大きく依存する。

言うまでもなくかんがい(安定した水の供給)は作物の収量増大に支配的な効果をもち、その国の農業発展度を表す第一のインフラストラクチャーであるが、タイ国では国家そのものの安定、発展に決定的な役割を果たすもので、ここでは誰れしも疑う余地はない。

タイの人々が親しむ「クローム・チョンラパターン」はこの職員は「RID」とも名のり海外にも名声が高い。RID (Royal Irrigation Department) を「王室かんがい局」と私達は呼ぶ。

タイ国政府機関でこの Royal を冠するものはかんがい局のほかには林野局と測地局がある。RIDの職員数は約8万人で国軍に次ぐ大組織であるが、これはもちろん大事業をかかえ且つ多くは直営である事のほか、機構が中央集中的であり、基幹水利施設はすべて直轄管理である事などに起因する。つまり日本式に言えば都道府県のかんがい排水事業と土地改良区をまる抱えにしていることとなる。

現チャクリ王朝は昨年丁度200年を迎えた。この王朝の歴史はメナム・チャオビア(メナム川)デルタ開発の歴史であり、RIDもまたチュラロンコン王(ラマ五世王)により創設されたその前身「水路局」以来、王室のもとに深く係りあって、農民と共に発展して今日に至った。国王は民をこよなく慈しみ、民は国王さまを敬愛す

る。これは国民の日常生活の中に現れる。毎日のニュースや週間ハイライトでは、主な公的行事や地域住民の拝謁などテレビの主役は国王さま一家である。民心に対するいつくしみのお応えでしょうが、まさに劇務である。タイの主要なかんがいダムには国王さまはじめ家族の御名前が冠されている。国王さまはかんがい事業に御造詣が深く、20年前からは国王さま自から地形図と現地行幸調査も踏え創始(アイディア提示)される小規模なかんがい事業があるが、その提案数は何と1,500地区を越している。クローム・チョンラパターンはかんがい排水事業の実施機関であるが、名実ともに王室かんがい局なるゆえんはここにもある。

### 2. タイ国・農業・土と水

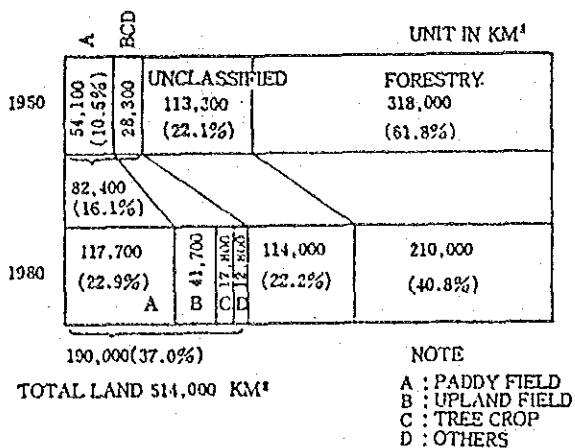
タイ国で米は国民の主食であり、第1位の農産物且つ輸出品目である。稲作がタイ国の経済および文化と深く係っていると言う意味でも、タイ国においてはとても重要な位置を占めている。

タイの米穀生産目標の設定では、かんがいは降雨依存地の収量を2倍にし、施肥はそのかんがい地の収量をさらに50%増大させるとしている。もちろん農業の各 Input は相乗結合されて産出効果をみるもので、1投入要素だけを厳密に分離して分析することは難しいが、他のアジア諸国の実例をみてもかんがいは天水田地の収量を2倍にする効果を示している。

タイの国土面積は51.4万km<sup>2</sup>と日本の1.4倍であり農地面積は1,900万haで日本の570万haの約3.3倍、農家1戸当りにしても約4.3haとアジアでは大きい。また水田面積は1,180万ha(1980年)となっているが、米の土地生産性は低位で、1982年は287万トンと第1位の米輸出国でありながら、平均反収は1.7t/ha(もみ重量)となっている。

第2次大戦後マラリヤによる死亡の減少により人口は年増加率3%を越えて爆発的に増加したが、政府の啓勸

\* RID



図一 LAND UTILIZATION OF THAILAND  
SOURCE : AGRICULTURAL STATISTICS OF THAILAND (1980)

のもと農民によって外延的に、人口増加を上まわって、農地拡大が行われ農業生産を支えて来たのがタイ農業の近年である。図一1を見ていただきたい。その結果森林面積は激減し、国土及び天然資源保全の面で多くの問題を惹起した。

土地の他に農業生産のもう一つの決定的要素である水資源について述べてみよう。タイの平均年降水量は約1,350mmで南部及び辺境に多く中央及び東北タイに少い。気候は亜熱帯サバンナ地帯が多く旺盛な蒸発散により河川流出は少く、平均年総流出量は1,000億m<sup>3</sup>とされている。これは流出率にして15%弱である。流出水の利用には色々限られるが、わが国の4,700億m<sup>3</sup>と単純に比較しても非常に少ない事が分る。タイ国の降水量は少い。またタイの農業開発の最大制約要因が水であり、広大な水田に対し現在のかんがい地面積の比率はわずかに20%である事等からして農業用水の将来需要は非常に大きい。耕地面積当たりの年平均河川流出高をわが国と対比してみよう。わが国の82千m<sup>3</sup>/haに対しタイ国は6千m<sup>3</sup>/haと極めてきびしいものである。

1982年度<sup>\*</sup>に始まる第五次国家経済社会開発5ヶ年計画では、開発上の問題点として過去20年の間にタイ国の経済は著しい発展を遂げ6倍の成長を果たしたとするも、都市バンコックと地方農村との経済格差はさらに不均衡を来し、農村に絶対的貧困を発生させたとしている。また農業基盤の面からは、かんがい地においてのみ開発の便益を享受し、貧困は非かんがい地に分布していると指摘している。これまでの農業開発は事業の経済性と効果を優先するあまり、東北タイなど開発のポテンシャルの小さい地方はないがしろとなり、チャオピア平原に

\*タイの会計年度は10月に始まり9月に終る。

\*\*貯水、開拓事業も含み、かんがい事業のみでは約220万ha水田かんがい率約20%となる。

\*\*\*約9,000億円の外債及びインフレ補正含まず。

多い優良プロジェクトには、基幹水利施設の完備に追って、圃場整備を行うなど第2第3の改良と投資が集中し、結果として地域格差の拡大を助長したとしている。すなわちこの5ヶ年計画の冒頭に謳われるように、これまでの開発は国全体としての経済成長に重点がおかれて来たが、今後はこの歪の是正が課題となり経済構造の調整と開発の質が問われるようになった。

ここにかんがい事業の果す役割は更に重要となり、事業の優先目的の中に貧困撲滅が加わった。また水資源開発は民心の安定、共産ゲリラ活動防止の特効薬としての多くの実証も得ている。この種の事業には足の早さが重要で、第四次5ヶ年計画以来、東北タイを中心に政府は単年度完成の小規模水資源開発事業を鳴り物入りで全国的に展開している。この事業に関する官庁は11に及ぶが、RIDは小規模かんがい計画(SSIP)としてその過半を占めて実施中で、スタートから1982年度までの過去4ヶ年間に約2,000地区を完工した。

5ヶ年計画の農業・協同組合省版は、土と水に関しては、天然資源の悪化としてとりあげている。過去において人口増加と経済成長が共に高率であった結果、天然資源の開発利用が過度に達した。即ち森林が無計画に伐開されて農地化が進んだ結果、森林資源の荒廃、水資源涵養機能の劣化、土壌の流亡等の問題を惹起した。その原因としてベトナム戦時の米軍による東北・北部タイに延びる軍事・産業道路の開発が輸送経費の低減に大きく寄与し、メイズとキャッサバの栽培が国際競争力を得て農地の乱開発に拍車をかけたものと言われている。

この結果、図一1にもどるが、総農用地(牧草地、休かん地を含む)面積は1,900万haと国土面積の37.0%を占めるに至った。水田面積は1,177万haでそのかんがい地<sup>\*\*</sup>(RID事業受益)面積は288万haと事業面積率は24%にすぎない。

従って、農業生産性向上の成否は天水耕作地の土地利用効率いかんによって左右されるわけで、この効率を増進するために、土地利用の計画化、土壌保全、土地所有などに関する対策が必要となっている。森林については国土面積の40%に維持する事を目標としている。1974年の林野局の調査では38.4%に減少したと報告しているが現在では更に減っている。絶対完全という状態にある林地は僅か25%にすぎないと見られている。この対策としては林地の改廃が、主として住民の侵入による耕地化と無計画な木材生産によるもので単に再造林事業では解決出来ず、土地のない農民の問題と森林管理を同時に解決する事が必要となっている。

### 3. かんがい農業の現況と問題点

かんがい農業開発が公共事業として開始されて約70年になるが、これまでに少なくとも800億バツ<sup>\*\*\*</sup>以上が

表-1 タイ国主要ダム一覽表

(貯水量1億m<sup>3</sup>以上)

| 番<br>号 | ダムの名称             | 目的   | 河川名               | 流域<br>面積<br>km <sup>2</sup> | ダムの構造       |         |                       |                 | 狭<br>吐<br>比 | 貯<br>水<br>池 | 発電<br>容量<br>MW | 完成<br>年次 | 建設<br>主体 |
|--------|-------------------|------|-------------------|-----------------------------|-------------|---------|-----------------------|-----------------|-------------|-------------|----------------|----------|----------|
|        |                   |      |                   |                             | 高<br>度<br>m | 堤長<br>m | 体積<br>千m <sup>3</sup> | 貯水<br>容量<br>MCM |             |             |                |          |          |
| 1      | BHUMBOL           | I PF | PING              | 25,386                      | 154         | 486     | 970                   | 13,462          | 8,600       | 300         | 420            | 1,964    | RID      |
| 2      | SIRKIT            | I PF | NAN               | 13,130                      | 114         | 800     | 9,800                 | 9,000           | 8,800       | 260         | 375            | 1,972    | RID      |
| 3      | CHULABHORN        | P    | PHKOM             | 545                         | 70          | 700     | 1,640                 | 188             | 165         | 12          | 40             | 1,972    | RID      |
| 4      | KANG KRACHAN      | I PF | PETCHI-BURI       | 2,200                       | 58          | 760     | 3,425                 | 710             | 640         | 50          | 19             | 1,966    | RID      |
| 5      | LAM PHRA PHILOENG | I F  | LAM PHRA PHILOENG | 807                         | 49          | 673     | 1,377                 | 320             | 145         | 19          | 1,970          | RID      |          |
| 6      | KIU LOM           | I PF | MAE WANG          | 2,700                       | 42          | 135     | 40                    | 112             | 106         | 16          | 1,972          | RID      |          |
| 7      | PRANBURI          | I F  | PRANBURI          | 2,029                       | 42          | 1,500   | 3,990                 | 650             | 375         | 47          | 1,977          | RID      |          |
| 8      | SIRINDHORN        | I PF | LAM DOM NOI       | 2,097                       | 42          | 940     | 585                   | 1,550           | 900         | 292         | 24             | 1,971    | NEA      |
| 9      | LAM TAKHONG       | I F  | LAM TAKHONG       | 1,430                       | 40          | 527     | 853                   | 310             | 290         | 44          | 6              | 1,969    | RID      |
| 10     | NAM PUNG          | I P  | NAM PUNG          | 297                         | 40          | 1,720   | 730                   | 150             | 122         | 20          | 6              | 1,965    | NEA      |
| 11     | LAM PAO           | I F  | LAM PAO           | 5,960                       | 33          | 7,800   | 4,270                 | 2,450           | 1,260       | 380         | 25             | 1,968    | RID      |
| 12     | UBOL RATANA       | I PF | UBOL RATANA       | 11,980                      | 32          | 800     | 575                   | 2,550           | 1,920       | 410         | 25             | 1,965    | NEA      |
| 13     | NAM UN            | I F  | NAM UN            | 1,100                       | 30          | 3,300   | 2,626                 | 520             | 475         | 85          | 6              | 1,974    | RID      |
| 14     | SIRINAGARIND      | I PF | QUAE YAI          | 10,880                      | 140         | 610     | 12,300                | 17,745          | 7,470       | 419         | 720            | 1,982    | EGAT     |
| 15     | PATTANI           | I PF | PATTANI           | 2,080                       | 85          | 422     | 2,900                 | 1,360           | 1,100       | 51          | 60             | 1,982    | EGAT     |
| 16     | KRASIO            | I F  | KRASIC            | 1,200                       | 33          | 4,250   | 9,000                 | 240             | 200         | 48          | 6              | 1,981    | RID      |
| 計      |                   |      |                   |                             |             |         |                       | 51,326          | 32,568      |             |                |          |          |

出所：宮崎 社、JICA 専門家

(注) NEA：国家エネルギー庁、EGAT：タイ発電公社



投資されて来た。また毎年農業協同組合省予算の約60%がかんがい局に配分され、16の大ダム（貯水容量1億m<sup>3</sup>以上）が完成し、その合計貯水容量は513億m<sup>3</sup>に及んでいる。1980年には約256万haの農地がかんがいされうち200万haが雨季に、64~80万haが乾季に作付されている。このかんがい農地の1%のみが圃場整備され、52%は水路組織が完備し、28%は幹線水路のみであり、残りの19%は全く配水路がない。従ってかんがい効率は低く、所期の計画目標を達成するには末端水利施設の整備のほかに農民の組織的参加を踏えた水管理が今後の課題となっている。

かんがい農業への投資はこれまでその重点がチャオピア河流域の中央平原に集中し、水稲雨季作に併せ増加した乾季作によって輸出米の主産地となっている。この中央平原はかんがい組織が良好な結果、反収が大きく伸び、改良されていない他地域の3倍も高くなった。他方東北タイでは肥料優良種子等の不足から、かんがい施設

があるにもかかわらず乾季作が普及していない地区もある。

大規模な貯水池建設の適地は少なくなった。北部の Yom 及び Wang 川流域、中央平原での Pasak 川流域、Chantaburi 地域及び Bang Pakong 川流域、西部の Mae Klong 川流域並びに南部の Tapi-Pumbuang 川流域に多くのポテンシャルの高いダム予定地がある。これら予定地は、用地取得が困難となっており、時には立退き問題が起るため、大規模な貯水池計画はより慎重な調査が必要となった。この傾向は事業を中・小規模へと移行させる要因の1つともなっている。

政府はかんがい組織の修復や、水配分などのいわゆる水管理責任を負っているが、予算上の制約から管理は充分と言えない。かんがい効率を高め、予算を節減する目的で、1981年から政府は Chao Phya Basin プロジェクトにおいて、1974年制定圃場整備法の施行による、水利費の徴収を開始した。圃場整備未了地区での水利費徴収は法制度不備につき施行不可能であるが、目下農業協同組合省は現行かんがい事業法の見直しを行う中で、RIDによる受益農民からの水利費徴収を計ろうとしている。

昨今水資源は益々重要となり、多目的に利用されはじめた反面、利権者間に競合をもたらすようになった。1980年の Chao Phya Basin プロジェクトにおける乾季作付面積は平年作の48万haに対し11.2万haと激減した。これはその年の降水と水資源の異常減少に起因するものであるが、発電にも悪影響をもたらした。

この事態において、かんがいと発電間の利害競合を軽減させるため、政府は水資源の適正配分を図るための委員会を発足させた。

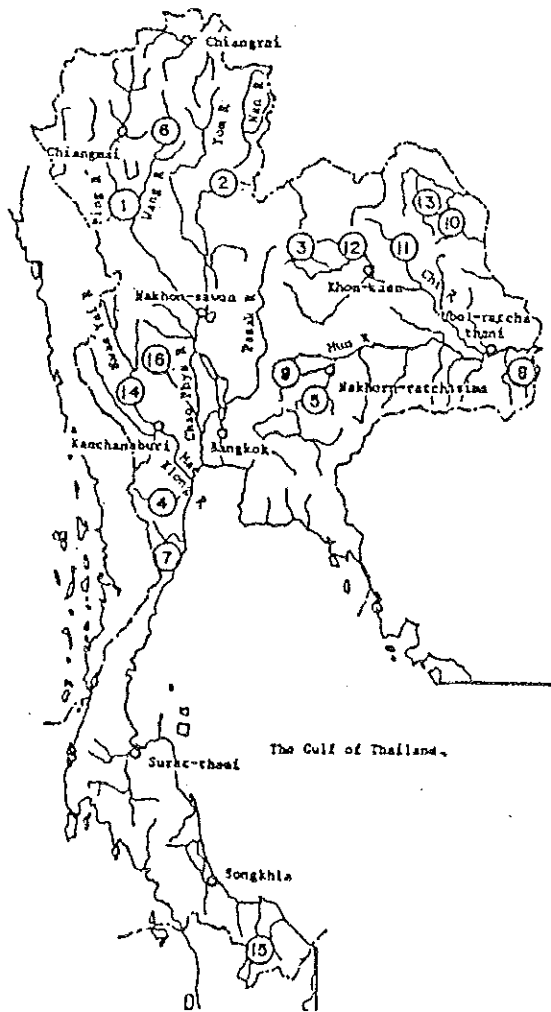
RIDの1983年度予算は総額86.5億バーツでその内訳は次のとおりである。

|                     | 百万バーツ |
|---------------------|-------|
| 1) 一般行政経費（調査設計を含む）  | 2,206 |
| 2) 施設管理運営費（かんがい施設等） | 1,253 |
| 3) 修復改良費（ ）         | 254   |
| 4) かんがい農業開発費（圃場整備等） | 690   |
| 5) 大規模かんがい事業費（15地区） | 2,208 |
| 6) 中規模かんがい事業費（47地区） | 788   |
| 7) 小規模かんがい事業費       | 1,247 |
| 計                   | 8,646 |

また外貨分は1982年度については総額13.6億バーツ相当額で、世銀、日本（OECF）、西独、米、英、A D Bが繰出額となっている。

#### 4. RIDの歴史

天水農業は不安定で生産性は低い。タイでは早ばつ年や雨季の到来の大きく遅れる年はしばしばで多大の被害



○の数字は表一に対応する

図一 Main River System and Location of Large Dam in Thailand

を受ける。農民はもとより国家経済にも甚大な悪影響を与える。

天候不順による干ばつ被害を回避するための初勘の儀式は遠くスコタイ時代(1230~1440年)に初まると伝えられ、北部タイではムアン・ファイ\*と呼ばれるかんがいシステムが700年前のこの時代にはすでにあったと言われている。このかんがいシステムは山麓の比較的勾配のある地形を巧みに活かした堰と水路によるもので、その技術は現在でも通用し、チェンマイ県下だけでも約2,000のムアン・ファイがあるとされ、その支配面積は、小は10haから大は200haに及ぶと云う。

タイの穀倉地帯であるチャオピア平原開発の歴史は明らかにはされていないが、このデルタでは水の自然すなわち水位のおだやかな季節的変動に適應して稲作が行われたと考えられる。アユタヤ王朝期(1350~1766年)には農民が協同して建設した、稲作やあるいは舟運のための堰や水路が現存し今日なお実用に供されている。アユタヤ王朝にとって外国貿易のためチャオピア川を経て海に至る水上交通は極めて重要であった。この水上交通改良事業として河道の湾曲部のショート・カットや戦略交通路としての運河の開削が当時すでに行われている。

首都がトンブリに、つづいて現在のチャクリ王朝となってバンコクに遷都(1782年)されるや、市域の水路網は急速に整備されていった。またバンコクから他域を結ぶ運河も徐々に開削されていった。

ラマ四世統治下の1855年、チャクリ王朝は英国とのボーリング条約を契機として、次々と西欧諸国との通商を始めた。この西欧への門戸開放のもっとも大きいインパクトはチャオピア河下流デルタが商品的米生産地域として大きく発展してゆく契機を与えられた事である。すなわち近隣諸国が西欧の植民地となり、Cash Cropのモノカルチャーを強いられているところへ米を輸出すると言う大きな市場が与えられることとなった。

その後も下流デルタでは舟運を主とする水路開削が進んだが、1870年頃からはこの下流デルタに農民達の入植が盛んとなりこの広大な湿原は稲作地帯へと徐々に変貌をはじめた。今日のかんがい事業の原型は1888年バンコクの北にあるランソット湿原に始まった民営事業にあったと言えよう。ラマ五世(チュラロンコン王)からSiam Canals, Land & Irrigation Companyに下賜された40年間の利権に基づくもので、水路、閘門及び調整扉門建設からなるランソット湿原24万haの稲作地開発事業がそれである。

この私企業による利権かんがい事業は、その後RIDの前身である水路局創設の先駆けとなった。

\*Muang (木高) Fai (灰)

\*\*バツ (Baht) はタイの通貨の単位で現在1円22.9バツ。

\*\*英名では1914年から現在の Royal Irrigation Department と呼ばれて来た。

1899年11月、ときの農林大臣であり最高位貴族である Mon Chao Thevet wongseviwat はランソット平原を視察し公共事業としてのかんがい事業の必要性を痛感し、ラマ五世王にランソット平原における稲作農業改良計画策定と、そのための外人かんがい技師の登用につき提言をおこなった。国王の認下のもとオランダ人かんがい技師 Van Der Heide が閣領ジャワより招聘され、チャオピア中央平原全体のかんがい計画策定が下命された。

1902年、ラマ五世王の御下命のもと農林省に舟運及びかんがいのための水路の建設と維持を行う水路局が設置され、Heide が初代局長に就任した。Heide は綿密な調査のもと、かの有名なハイデのチャオピアデルタ開発の大構想を打出した。この事業費は5,050万バツ\*\*と往時では巨額の金で、タイの政府は当時の財政事情から不可能としてこの計画を塩漬にしてしまった。1911年から1914年にかけて干ばつがあいついだ。行政的に放置出来ず政府は1914年、英領インドから Thomas Ward を招き新たなかんがい計画を策定した。Ward は先の Heide の計画を技術的には評価しつつ財政的見地から、Heide の全体計画との有機的な整合性を持たせて、段階的な開発計画に改め以後のチャオピアデルタ開発のかんがい事業の路線をひいた。

この間、行政機構の面で紆余曲折があった。即ち1912年水路局は農林省から土木省に交通局として移管された。この土木省は後に今日の交通通信省となっている。しかしかんがい行政の重要性に変わりはなく、行政機能は農林省に、その建設工事と維持管理は土木省さん下の交通局に委託されたかたちであった。その後の干ばつとWard の招聘を機に政府は、水利開発事業の果すべき役割がより重要且つ多岐にわたるようになった事から1914年11月30日農林省にかんがい局\*\*\* (Krom Chodnam) を設置した。これは水資源開発総局とも言うべき機構に、前身の水路局から拡大されたものであり、1927年からタイ語による名称も Krom Chodnam (分局) から Krom Cholaprathan (かんがい局) と実態に即したものに改められ今に至っている。

このクローム・チュラパターンのもつ機能は①水資源開発、②かんがい、③排水、④農地開拓、⑤洪水防衛、⑥水力発電、⑦水路交通に広がった。1929年政府は、ラマ一世王を記念して、チャオピア川にバンコクとトンブリをつなぐ Boudayodfa 橋の建設を計画した。往時RIDはこの橋梁の近く Pagklonglat 棧橋の所にあったが立退いて、現在の Samsen の地に移転した。

1947年、RIDは世銀借款による大チャオピアかんがい事業の着工(1950)に先がけ組織の拡充により手荒となった Samsen から測量部、機械部及び関係附属施設を、バンコクの Samsen より北約17kw の Nonthaburi

県 Pakret の地に集中移設した。

### 5. RIDの組織

RIDの組織の巨大さは国軍に次ぐと述べたが、所属する農業協同組合省の10局中では抜群で予算で60%強、職員数も過半を占めている。1969年水力発電部門がNEA（国家エネルギー庁）さん下のEGAT（タイ発電公社）に所管換となったが、1975年の王室令に基づくRID要綱はその所掌任務として、次のように規定している。

- 一 水資源開発マスタープランの策定
- 一 地形、水文、水路測量、土壤地質及び経済調査
- 一 開発可能性調査の実施
- 一 かんがい排水水路システム、頭首工、ダム及びポンプシステムの設計及び建設
- 一 交通車輛・船舶、通信機器を含む（建設）機械の管理
- 一 かんがい排水施設の維持管理

またこの王室令では、上記任務遂行のため22部と12のかんがい地方事務所を定めている。（図一3参照）

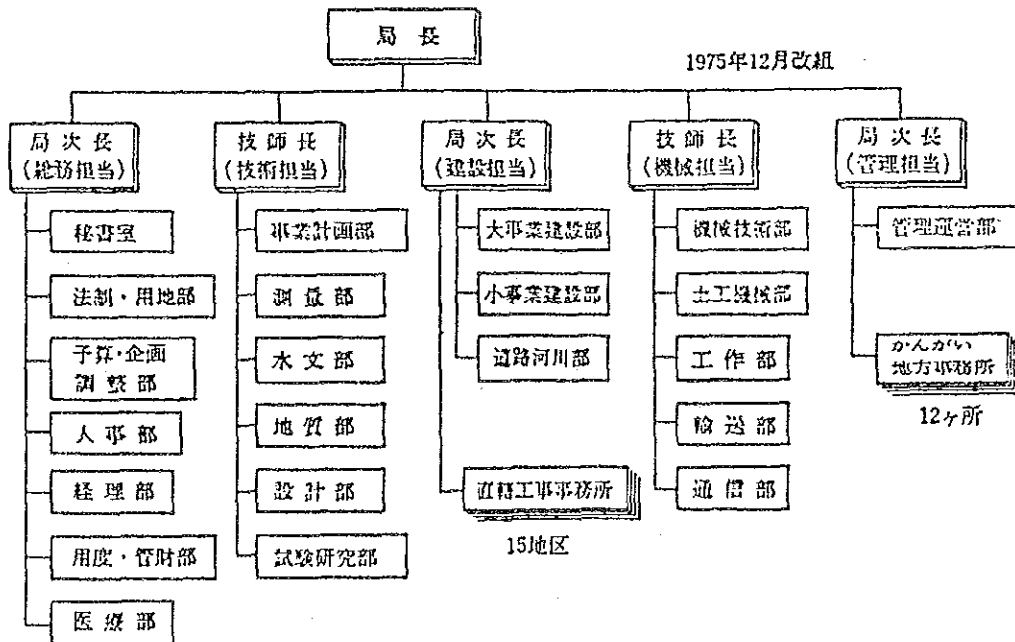
RIDは1963年から12年間農業省を離れて國家開発省（現在は廃止）のもとにあったが、この1975年再び農業協同組合省に復帰している。

第2次世界大戦当時、RIDの組織は、秘書室、会計、測量、計画、建設、機械、王室かんがい及び一般かんがいの8部であったが、1952年には世銀借款による大チャオピア事業の開始とあいまって、用度管財、水力、道路

・河川、車輛及び医務の各部を加えて計13部となっている。さらに1959年、世界的にも有数の規模をほこる巨大アーチ：プミボンダムの着工（1958年）時には、用地と人事の2部が加えられ、1975年の大改組まで至った。

この組織の特色は、地方行政の単位である県の数が73と多く零細である反面、河川水系は広大で多県に亘ることもあってか、一部の例外\*を除いてかんがい事業はすべてRIDの所管でありいわゆる県営事業はない。これら完成施設の維持管理もRIDで直接行われている。つまり極度の中央集中型である。もう一つの特色は、自己完結型と言うべきか、関連民間業界が育っていないが故に、直営事業、建設機械の官有、建設資機材の製造から技術者の育成等まで手がけていることである。この事は巨大組織となるゆえんでもある。例えば人事部はIrrigation School と呼ばれる専門学校を所管し毎年約70名の技術者を育成しRIDを中心に供給しているし、測量部での航空写真図化、工作部ではゲート、ポンプ類の製造まで行っている。これらは枚挙にいとまがない。RID病院には産科があり、附属小学校に中学校、マーケットにゴルフ場、寺院には墓地までとフルコースである。さらに加えるなら病院経営のため看護婦の養成まで自前で行っている。

RIDを事業制度の面から見てみよう。これは事業費の規模で大、中、小に区分されている。大規模事業は2億バーツ以上、中規模は2億バーツ以下400万バーツまで（ほぼ受益面積10万 Rai\*\* 以下でダム貯水量は1億m以下）小規模かんがい事業は400万バーツ以下で単年



図一3 RIDの組織図

\*内務省及び国家エネルギー庁による小規模なものがある。

\*\*モイの面積単位で0.16ha

度施工完了となっている。第四次5ヶ年計画以来、足の早い中小規模事業が重視され、これまで開発から取り残されて来た東北タイなどに優先されている事は先に述べたところである。RIDの事業に関連する法規としては、国家かんがい法(1942)、圃場整備法(1974)、The Dikes and Ditches Act(1962)、農地改革法(1975)、不動産収用法(1954)等がある。

RIDの職員数をひと口に8万と述べたがその内容は、身分と所属部門別に大別すると表一2のとおりである。職員の格付は職階の他に給与の等級で分けられる。1から11迄のグレードがあり省次官クラスが最高の11、局長が10、局次長、技師長が9、部長が8、地方事務所長及び主要課長が7、一般課長が6となっている。一般に国家公務員のための資格試験は総理府の公務員委員会(CSC)で行われその資格は2ヶ年有効である。新大卒はグレード3の受験資格があり、3から5迄のグレードの間、つまり課長職になる迄の間、グレード毎に2年勤続すれば上位グレードへのCSCによる特昇試験を受ける事が出来る。定期昇給のみで新大卒が課長レベルのグレード6となるには17年を要するところ最短6年と言う事の可能性もあるが、空きポストが無ければ待ちとなり2年たつて失格する事もある。このCSCの特昇制度の他に勤務評定による上位号俸への特昇もある。枠は10%程度である。

RIDの1983年度の管理行政に関する行動計画(Plan of Action)では、人事・組織について、過去10年、ことに近年大卒技術者の入省が減少し、加えて若年技術者の転職率が高まって来ているとしている。これは若年層にとって、民間企業の給与と付加給付が明らかによいと言う事に起因するもので、RIDは目下この打開策を求めているが、当面の策として通常は必要とされるCSCの試験を省略し直接RIDが新卒を採用している。1982年度初めの170名に達する大卒技術職の欠員はこれによってある程度は補われたが、資質の問題等もあり抜本的な

解決をみていない。

次に若年及び中堅技術者の研修強化の実施をあげている。これには各種の方策があり、①RID正規職員として2年以上の勤続者に海外又は国内の大学に留学派遣、②中堅職員を対象に一般行政あるいは専門技術についての研修 ③海外からの技術協力の一環として国内あるいは相手国における実務研修 ④高級職員の国際会議や国際セミナーへの積極的派遣をうたっている。ちなみに1982年度の研修実績は、海外派遣110名うち日本の協力に係るもの(JICA及びOECD)36名、中国、西独、オランダ、ユーゴスラビア、インド、エジプト、フランス等へ計20名、国際金融機関に係るもの13名、RIDの独自の予算によるもの41名となっている。

## 6. RIDの技術

タイには農業土木と言った1つの確立された技術分野は見当たらない。この技術分野をカバーするには、Civil Engineer, Irrigation Engineer, Mechanical Engineer, Hydrologist 及び Agricultural Engineer を動員しなければならない。ここでは Agricultural Engineer は営農機械に係るものであり、また Irrigation Engineering については我々の農業土木から、Civil Engineering, Mechanical Engineering, Hydrology, Agronomy 等を優先控除して残ったもので、我々の概念から、かなりせまくなっている。RIDの歴史は古く、この国の土木技術及び事業の先導的役割を果たして来たが、これを支えた技術分野は Civil Engineering が中心であった。タイ国の最高学府であるチュラロンコン大学の工学部、土木科は1931年に設立され最も伝統のあるものであるが、Irrigation Engineering については新しく1958年カセサート大学に設立されたものが唯一であり今日に至っているものである。

RIDは、かんがい事業の進展から、かんがいと言う新しい分野の技術者を必要とし、1938年附属機関として

表一2 RID各部門別職員構成

| 区 分   | 正 規   |       |     |       | 雇 用    | 臨 時    | 計      |
|-------|-------|-------|-----|-------|--------|--------|--------|
|       | 大 卒   | 短・高   | 中・小 | 小 計   |        |        |        |
| 高級管理職 | 4     | 2     | —   | 6     | —      | —      | 6      |
| 総務関係部 | 108   | 480   | 196 | 784   | 1,358  | 676    | 2,818  |
| 調査設計  | 344   | 535   | 41  | 920   | 2,180  | 2,033  | 5,133  |
| 建設    | 270   | 944   | 68  | 1,282 | 5,628  | 18,799 | 25,709 |
| 機械    | 37    | 437   | 15  | 489   | 5,186  | 5,574  | 11,249 |
| 管理運営  | 163   | 426   | 36  | 625   | 1,683  | 2,662  | 4,970  |
| 地方事務所 | 126   | 936   | 119 | 1,181 | 14,970 | 11,383 | 28,034 |
| 計     | 1,052 | 3,760 | 475 | 5,287 | 31,005 | 41,627 | 77,919 |

出所：RID Organization and Administration Study (1979)

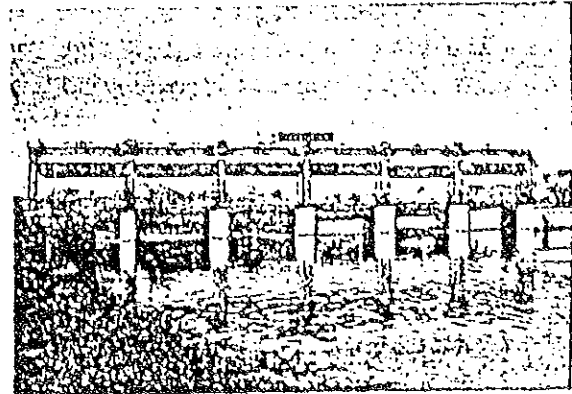
Irrigation School を開設した。当初は2年間の専修校であったが1956年 Pakret の地に移設後3年間の専門学校となり、1958年にはカセサート大学の農学部で Irrigation Engineering Course となって移管された。当初は40名程度の定数が現在では就職事情から10数名に減っている。RIDの Irrigation School は、1958年の大学への昇格移管後はなかったが、かんがい事業の管理運営部門を中心として中堅技術者の育成確保の必要性が再認識され、Irrigation School は1963年にRIDに再開された。タイ国の学制はほぼ日本と同じであるが、この Irrigation School は高校卒業者が対象で3年半の専門教育を受けるもので、毎年約70名の Technician を輩出のうち大半はRIDに採用されている。

このRIDの Irrigation School はじめ、大学のかんがい事業に関する専門技術のほとんどは英語の文献に拠っている。従って技術力の大前提は語学力となる。

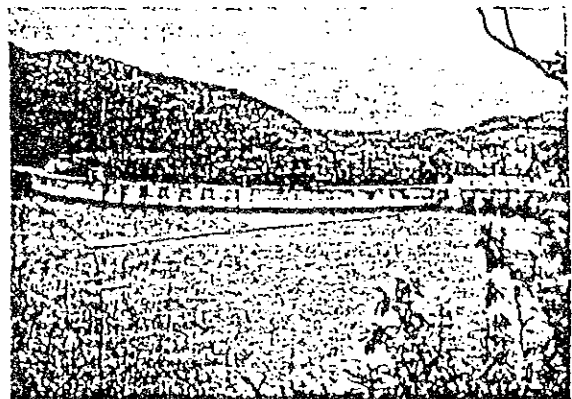
RIDはかんがい事業に関しその行政機関であると同時に建設主体でもある。RIDの創生期には初代局長のオランダ人 Heide や、イギリス人技師 Ward など多くの外国人を招聘して来たが、その技術は必ずしも外国製ではなく、むしろタイへの適正技術であったのではなかろうか。彼等の前任地ジャワ島あるいはインドでの、彼等の先輩がそこで技術の開発を営々として行ってきた経験がタイにもたらされ生かされた事であろう。

その後の事業成果が、これを如実に実証するもので、1924年完成のバサック川下流のラマ六世堰や1936年の Mae Fack 事業など多くの事業に秀れた技術を見る事が出来る。

第2次世界大戦後の世界的食糧危機は、1855年のボーリング条件とともに、タイ米の増産需要をもたらした。1950年の世銀借款1,500万ドルによって大チャオピアかんがい事業が始まった。このかんがい支配面積は、チャオピア川の古いデルタと新しいデルタの全域をカバーし、18県、約118万haに及ぶものである。1957年にこの要めとも言うべきチャイナート取水堰が完工すると、そこでつちかわれた建設技術と重機は、チャオピア川支流のピン川のフミボンダムに投入された。RIDはこの水資源開発の多目的事業に果敢にチャレンジした。規模の大きさ、マスコンクリート、アーチダム、タイ国初めての水力発電、長距離高圧送電等、総てが初めてでとてもなく巨大であった。これはまさに、タイ国における水資源開発の開花期とも言うべく、この世界的にも有数のこのダムの実現にも増して、ここで培われた技術力等波及効果は計り知れないものがある。ダム完成後電力部門の運営にRIDは、Yanhee 電力公社を設立した。これは今日のEGAT(タイ発電公社)の前身である。巨大コンクリートダムのセメント需要はタイのセメント業界を躍進させるものに強化した。



写真一 タイ国初の近代のかんがい事業のラマ六世堰、1924年完成



写真二 国王陛下の御名前を冠く BHUMIBOL (ブミボン) DAM 総貯水量 136億m<sup>3</sup>



写真三 タイ国屈指の大ダム、SIRIKIT DAM で女王陛下の御名前を冠する 総貯水量 90億m<sup>3</sup>

表一はタイの主要ダムの一覧表である。フミボン・ダムはまさに巨大土木時代の先駆けとなり以降20年の間に総計500億トンの貯水池を次々に用意した。この側面に海外コンサルタントの働きがあった事は否めない。しかしこれはRIDの技術力を否定するものでなく、外資導入の仕組と的確なる技術者の不足から来るものである。

またかんがい事業は巨大土木工事のみで成功を期する事は出来ない。先にも述べたように当面は貧困撲滅など社会的不均衡の是正策が優先されているが、いずれ近いうちに経済性も併せ考慮するバランスのとれた農業開発が重要となろう。そのときに具えての、末端かんがい施設や圃場整備など、経済性と生産性を高める事業手法の開発確立が必要となっている。

ブミボンダムに始まる数々の技術経験はRID技術者集団に自信と言う最大の資産を与えたが、この自信は必ずや次の課題を着実に解決するものであろう。

#### あとがき

はじめは、出来れば技術面でもっと掘り下げて、個々の基礎技術の紹介と考察を加える事も考えてみた。しかしながら、タイのRIDに対するわが国協力は日が浅く、なじみも薄いことからついあれもこれもど総花的な紹介に終始し“RID物語り”となってしまいました。筆者の勉強不足の至すところでもあります。そこで大いに学び引用させていただいたのが、「タイ国一ひとつの稲作社会」の第3部第1章です。紙面をお借りして海

田能宏氏にお断りお礼申し上げます。

おわりに、タイと日本の相互理解が益々高められ私達の経験がタイ国発展の一助になる事を祈りながら筆をおさめさせていただきます。

#### 【参考引用文献】

- 1) Agricultural Statistics of Thailand (1980)
- 2) タイの米：AICAF (1980)
- 3) The Fifth National Economic & Social Development Plan (1982~1986)
- 4) The Fifth Agricultural Development Plan (1982~1986)
- 5) Irrigation Development during the Chakri Dynasty (1982)
- 6) タイ国一ひとつの稲作社会—：東南アジア研究センター (1975)
- 7) RID Organization and Administration study (1979)
- 8) Plan of Action, RID (1982)

11. REPORT

ON

WATER MANAGEMENT SYSTEM MODEL PROJECT

IN

OCTOBER, 1984

KATSURO SHIODA

JICA COLOMBO PLAN EXPERT





## CONTENTS

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| I   | INTRODUCTION .....   | 279 |
| II  | THE CONCEPTION OF WATER MANAGEMENT SYSTEM MODEL PROJECT .. | 281 |
|     | 1. Outline   |     |
|     | 2. The Project Area  |     |
|     | 3. Software  |     |
|     | 4. Hardware  |     |
| III | THE INTRODUCTION OF WATER MANAGEMENT SYSTEMS IN JAPAN .... | 285 |
| IV  | CONCLUSION .....   | 286 |

### LIST OF TABLES

|           |  |
|-----------|--|
| Table - 1 | Reporting Gaging Stations and Regulators |
| Table - 2 | Rainfall Stations                        |

### LIST OF FIGURES

|        |  |
|--------|--|
| Fig. 1 | Project Location Map   |
| Fig. 2 | Key Diversion Structures   |
| Fig. 3 | Telemetering System Block - Diagram  |
| Fig. 4 | Water Level Gauge, Rain Gauge for<br>Data Acquisition System                 |
| Fig. 5 | Data Acquisition System  |
| Fig. 6 | Example of an observation Station having Rain Gauge<br>and Water Level Gauge |
| Fig. 7 | Water Operation Center   |
| Fig. 8 | Water Use Simulation Model Schematic   |

LIST OF ANNEXES

1. Agricultural Water Management in Japan
2. Central Control System for Nakagawa Agricultural Water  
Channel Saitama Pref.
3. The Byobusan Irrigation Water Control System
4. Shinkawa Drainage Control System Summary
5. Administering System for Echi River Agricultural Irrigation

## I. INTRODUCTION

Recently, the necessity for water management has been emphasized in irrigation work projects. The reason for this is as follows: tightness of water resources; various water usages due to urbanization, multi-purpose irrigation and drainage facilities and changes in farming methods; and high development in facilities management and in labor saving. The aim of the water management system is ultimately to control and deliver water effectively, justly and economically. The irrigation and drainage facilities, which are being expanded to cover wider areas, can have a great effect in flood control and for various other purpose. If, after normal irrigation and drainage construction have been completed, special problems such as those mentioned above arise, then it would be beneficial to employ a water management system in the project area.

In Thailand, a great number of irrigation projects have been planned and implemented. These projects have been advanced especially in the Chao Phraya - Mae Klong basin. In this basin, the importance and necessity for water management were recognized. Since 1982, the Operation & Maintenance Division, to which I belong, has been operating the water management system made by Acres International Limited of Canada.

But I believe this system should be improved and modernized through the introduction of more advanced software and hardware. As regards hardware in particular, communication methods used between the rainfall observation station or the flow discharge observation and Center are phone or radio, and not a telemetering system.

Because of the importance of the time factor, great stress should be placed on the development of forecast procedures. While the preparation of operation forecasts requires sufficient current information, a centralized monitoring system for the hydro-meteorological conditions in the basin is essential.

Fortunately, in the Irrigation Engineering Center Project, a new computer will be installed next year and a room for a water operation center is secured in the new building. Therefore, in this period it would be advisable to start to study the water management system model project

to implement more effective water management and to further expand it to other area based on the actual performance of this project.

I describe my present general idea as one item of material for this matter in the report.

I wish to express my deep appreciation to the officials concerned of the Operation and Maintenance Division for their close co-operation.

## II. THE CONCEPTION OF WATER MANAGEMENT SYSTEM MODEL PROJECT

### 1. Outline

My general idea of the water management system model project in Thailand at present is as follows :-

(1) Project area; An area in the Chao Phraya basin.

(2) Software; As a foundation, the software made by Acres is used a part of which is adapted to be suitable for the project area and the hardware.

(3) Hardware; For the telemetering system, the automatic observation stations of rainfall and water level are set in the field. The radio station, the graphic panel, operation console and computer are located at the center in Samsen compound. A telecontrolling system is not included.

(4) Others; Water management training on the levels of on-farm and farmers group is not included. It is recognized that this matter is a very big problem; therefore, it is considered that another project is needed. (For example : A Water Management Training Center Project.)

If the above equipment is installed, the amounts of rainfall or the discharges in field are displayed on a graphic panel in the center, and the instructions to the operators of the proposed irrigation facilities can be obtained by computer calculation. Also, the flow situation resulting from operations following these instructions can be simulated.

### 2. The Project Area

The reasons for seeking a project area in the Chao Phraya basin are as follows :-

(1) In this basin, agricultural development is the most advanced in all Thailand, and as a second step the water management system can now be installed.

(2) As for software, a water operation system is already operating, so this area has a grounding for the installation of the water management system having hardware.

(3) In this basin, many important structures such as the Bhumibol dam and the Sirikit dam exist, and Bangkok, the biggest city in Thailand, is also included.

(4) Suburban agriculture, including upland cropping, has grown prosperous, so the water distributing operation is difficult.

(5) There is water demand for power generation and other purposes in addition to irrigation. Salinity, pollution and flood control, along with water stage control in the storage reservoirs are needed. Therefore, a complex water operation is required.

(6) If the center is located in RID, the computer and the room of IEC project can be used.

(7) As this is a model project and in an initial stage, it is important for successful implementation that it be carried out near RID in Bangkok where ranking supervisory personnel and engineers can closely monitor the project.

As I have indicated, the necessity and effects of the water management system in this area are sure to be very great, and if the model project is implemented in this area, it is also certain that the extended effects will be great.

It may be impossible to include the whole basin in the project area, because of limited grant aid. For the model project, an area of suitable range must be chosen.

Refer to Fig. 1 project location map, Fig. 2 key diversion structures, Table 1 reporting gaging stations and regulators and Table 2 rainfall stations in Chao Phraya - Mae Klong Basin.

### 3. Software

The existing water management system is used as a foundation. This system may be used after some parts of it have been adapted to suit the project area and the telemetering system.

The present system has been developed with the main objectives of (1) computing water requirements at each of the main regulators in the irrigation system on a weekly basis and (2) determining the amount

of water which must be released from the storage reservoirs each week, to satisfy all down stream demands.

The main components of the system have been reported as,

\* A data collection network

- daily at rainfall and stream flow stations.
- weekly for crop data from each project.

\* A computer-oriented data processing system

- computation of irrigation water requirements.

\* A mathematical simulation model

- simulates the operations within the irrigation system.

In addition to irrigation water demand, the system involves various water demands, such as

- minimum flow constraints for salinity control in the estuaries.
- minimum flow constraints for navigation at various points.
- water supply requirements for Bangkok and others.

#### 4. Hardware

The hardware in this case is a telemetering system, and , mainly, the following equipment is needed. (Refer to Fig. 3.)

(1) Observation station

Rain gauge and rainfall observation station.

Water level gauge and water level observation station.

(Refer to Fig. 4 and Fig. 5. )

In some places, one observation station can install both the above gauges. (Refer to Fig. 6.) In principle, this accomplishes the remote control and automation of the existing observation stations of the present system. It is thought that at least the gauges for measuring the in-flow and out-flow in Fig. 8 in the selected project

area are to be covered, and the other important observation stations (for example : Nakhon Sawan) are also to be covered.

(2) Supervisory station

This station is a relay station. The duty is to collect the data from the observation stations and to send them to the center. If direct communication between observation stations in some block and the center is possible, this supervisory station is not necessary. In the future, this station will be needed as a sub center (for example in each province) if the water management system is expanded. (Refer to Fig. 5. )

(3) Center (Water operation center)

Microwave terminal

Data transmission equipment

Graphic panel and operation console

(Refer to Fig. 7.)

Additionally, the construction of wireless facilities is necessary, and the installation of wiring in places needing a private wire is also necessary. Also spare parts and repair implements are necessary.



### III. THE INTRODUCTION OF WATER MANAGEMENT SYSTEMS IN JAPAN

Please refer to the following materials annexed to the report.

1. Agricultural Water Management in Japan.

Japan Agri - Civil Engineering Mechanization Association mentioned in this volume can act as technical consultant and receive trainees like JICA.

The following materials are examples of water management systems in Japan.

2. Central Control System for Nakagawa Agricultural Water Channel Saitama Pref.

3. The Byobusan Irrigation Water Control System.

4. Shinkawa Drainage Control System Summary.

5. Administering System for Echi River Agricultural Irrigation.

Additionally, as I have the following slides, I would like to show them at an early date.

\* Agricultural Water Control System.

This slide explains all about water management system such as necessity, purpose, conception, functions, gauges, characteristics, system design method and examples.

\* The following describes our irrigation control.

This slide is an example of Nishitsugal project.

#### IV. CONCLUSION

I have pointed out my idea for improving and modernizing the water management system, given examples of its practical application in Japan, and indentified the concerned Japanese association.

I believe that a telemetering system produces important and accurate data which will improve the existing water management system in the future (for example : actual amount of return flow).

I hope that this report will lead to the initiation of a water management system model project.

Table - 1 Reporting Gaging Stations and Regulators

| River, Canal or Project | Number of Facilities | Note                      |
|-------------------------|----------------------|---------------------------|
| Ping River              | 6                    | inclusive of Bhumibod dam |
| Wang River              | 4                    | " of Kew Lom dam          |
| Yom River               | 4                    | " of Mae Yom Weir         |
| Nan River               | 8                    | " of Sirikit dam          |
| Chao Phraya River       | 9                    | " of Chao Phraya dam      |
| Meklong River           | 7                    |                           |
| Pasak River             |                      |                           |
| - Tha Luang Project     | 18                   |                           |
| - Nakhon Luang Project  | 16                   |                           |
| Suphan River            |                      |                           |
| - Phonlathep Project    | 7                    |                           |
| - Thobote Project       | 12                   |                           |
| - Phophya Project       | 19                   |                           |
| - Samchook Project      | 6                    |                           |
| - Don Chedi Project     | 17                   |                           |
| Noi River               |                      |                           |
| - Borommathat Project   | 4                    |                           |
| - Chanasutr Project     | 4                    |                           |
| - Yang Manee Project    | 6                    |                           |
| - Pakhai Project        | 9                    |                           |
| Chainat-Ayutthaya Canal |                      |                           |
| - Maharaj Project       | 23                   |                           |
| Chainat-Pasak           |                      |                           |
| - Manorom Project       | 14                   |                           |
| - Chong Kae Project     | 12                   |                           |
| - Koke Kathiem Project  | 8                    |                           |
| - Reong Rang Project    | 5                    |                           |
| Pharaya Banlu Project   | 9                    |                           |
| Phra Pimon Project      | 9                    |                           |
| Phasi Charoen Project   | 3                    |                           |
| North Rangsit Project   | 22                   |                           |
| South Rangsit Project   | 13                   |                           |
| <b>TOTAL</b>            | <b>276</b>           |                           |

Table - 2 Rainfall Stations

| <u>P R O J E C T</u>                | <u>Number of Stations</u> | <u>P R O J E C T</u>              | <u>Number of Stations</u> |
|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| <u>NORTHERN PART OF CHAO PHRAYA</u> |                           |                                   |                           |
| * Mae Taeng                         | 3                         | * Reong Rank                      | 15                        |
| * " Faek                            | 2                         | * Chao Chet-Bang Yihon            | 14                        |
| * " Kuang                           | 2                         | * Phraya Banlu                    | 10                        |
| * " Ping Kao                        | 2                         | * Phra Pimon                      | 7                         |
| * " Wang                            | 3                         | * Phasi Charoen                   | 4                         |
| * " Yom                             | 4                         | * Tha Luang                       | 5                         |
| * Uttaradit                         | 3                         | * Nakon Luang                     | 13                        |
| * Phitsanulok                       | 8                         | * North Rangsit                   | 15                        |
| * Sukhothai                         | 2                         | * South Rangsit                   | 12                        |
| * Ping people's & Uncontrolled      | 6                         | * Klong Darn                      | 8                         |
| * Nan people's & Uncontrolled       | 2                         | * Phra Ong Chaiyanuchit           | 10                        |
| <u>Sub-total</u>                    | <u>37</u>                 | <u>Sub-total</u>                  | <u>243</u>                |
| <u>CHAO PHRAYA</u>                  |                           | <u>MAE KLONG</u>                  |                           |
| * Phonlathep                        | 9                         | * Tha Maka                        | 1                         |
| * Thabote                           | 10                        | * Nakhon Pathom                   | 4                         |
| * Cholmarkpijarn (Samchook)         | 15                        | * Ratchaburi (Right)              | 2                         |
| * Don Chedi                         | 3                         | * " " (Left)                      | 2                         |
| * Phophya                           | 9                         | * Drainage Samut Songkhram        |                           |
| * Borommathat                       | 7                         | * Samut Sakhon                    | 4                         |
| * Chanasutr                         | 8                         | <u>Sub-total</u>                  | <u>13</u>                 |
| * Yang Noi Manee                    | 12                        | <u>OUTSIDE PROJECT BOUNDARIES</u> |                           |
| * Phakhai                           | 3                         | <u>Sub-total</u>                  | <u>4</u>                  |
| * Maharaj                           | 18                        | <u>TOTAL</u>                      | <u>297 stations</u>       |
| * Bang Ban                          | 1                         |                                   |                           |
| * Manorom                           | 12                        |                                   |                           |
| * Chong Kae                         | 11                        |                                   |                           |
| * Koke Kathiem                      | 12                        |                                   |                           |

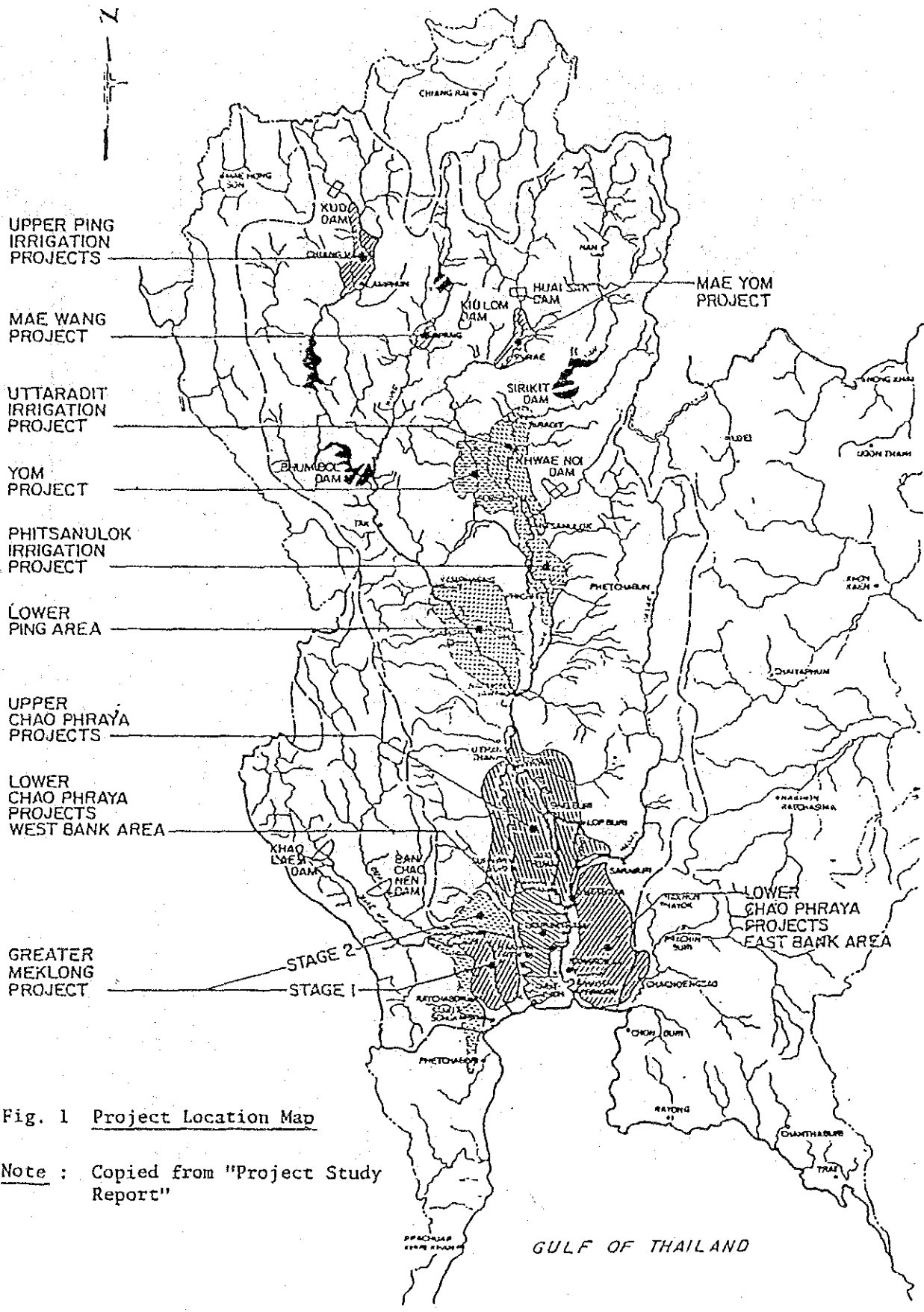
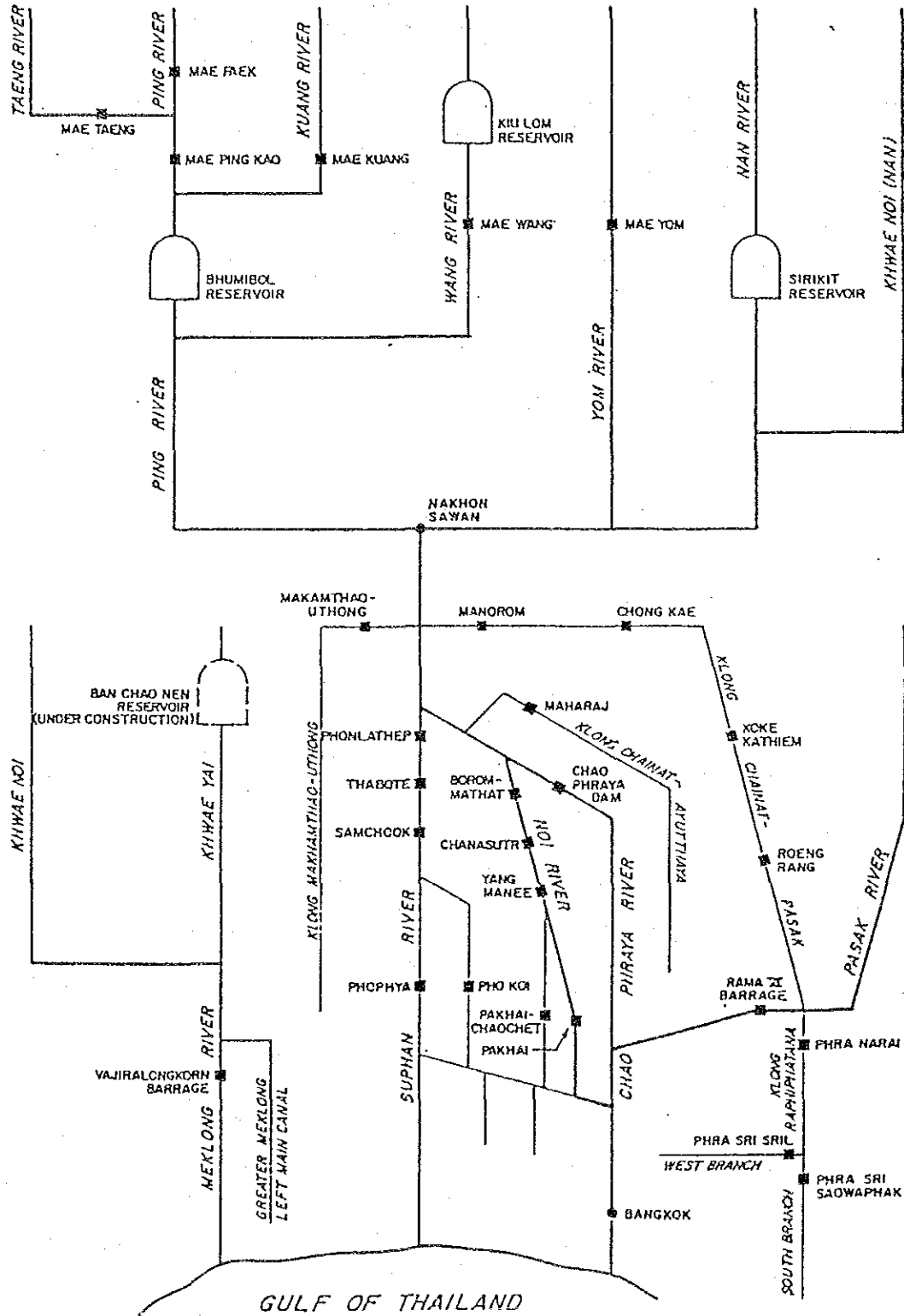


Fig. 1 Project Location Map

Note : Copied from "Project Study Report"

Fig. 2 Key Diversion Structures

Note : Copied from "Project Study Report"



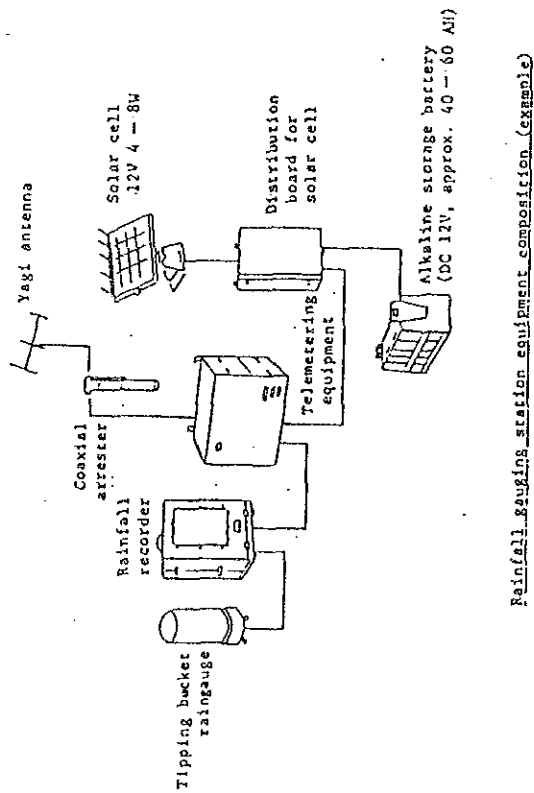
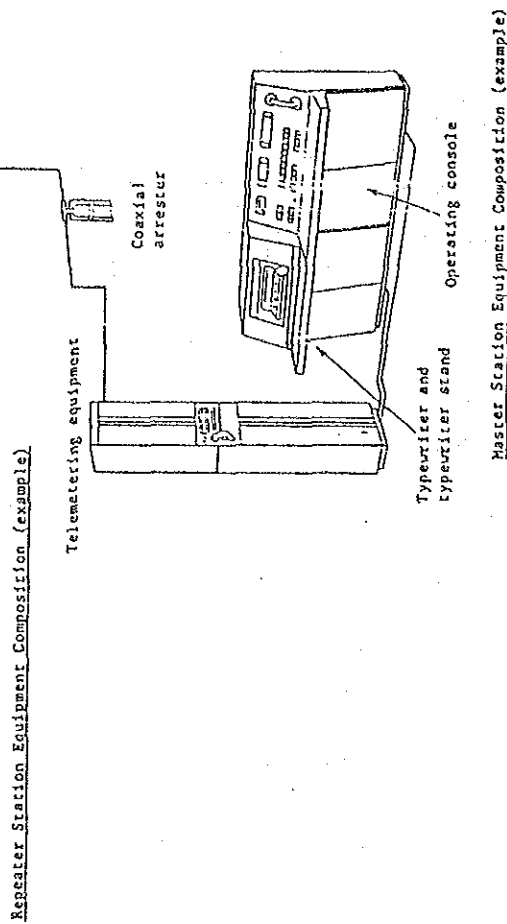
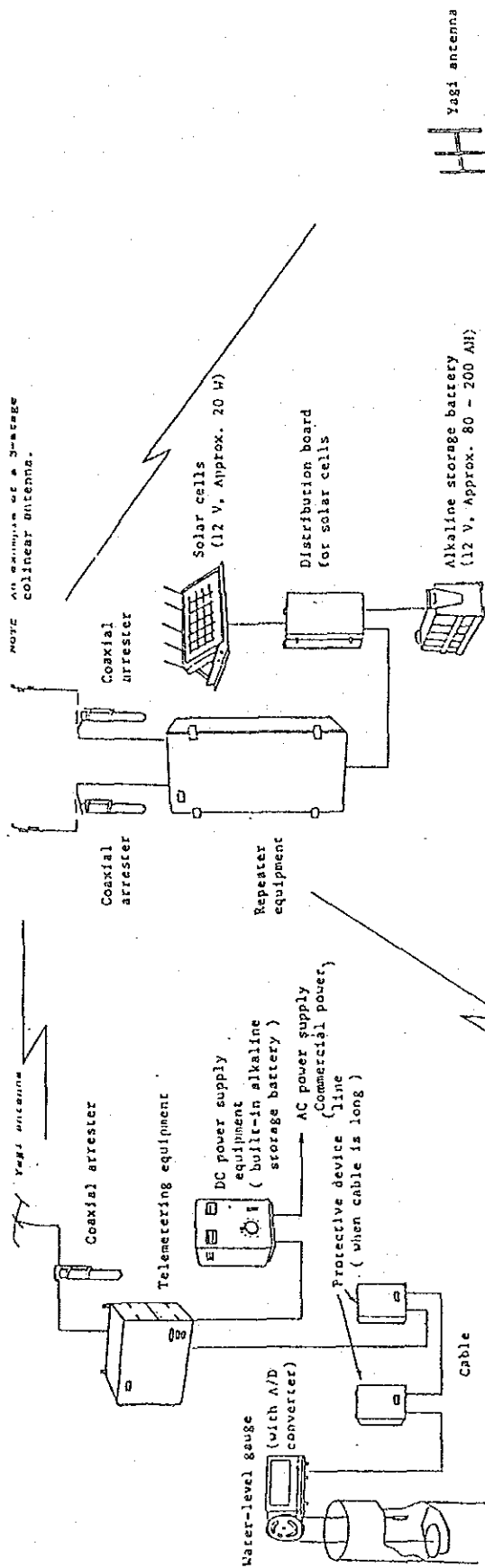
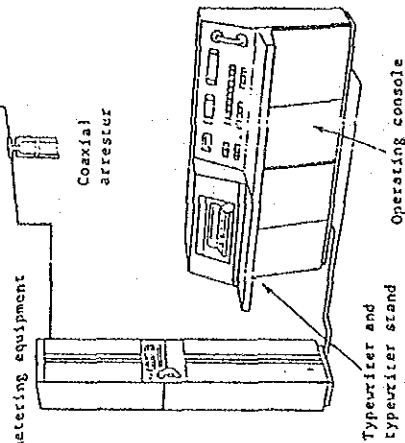


Fig. 3 Telemetering System Block-diagram

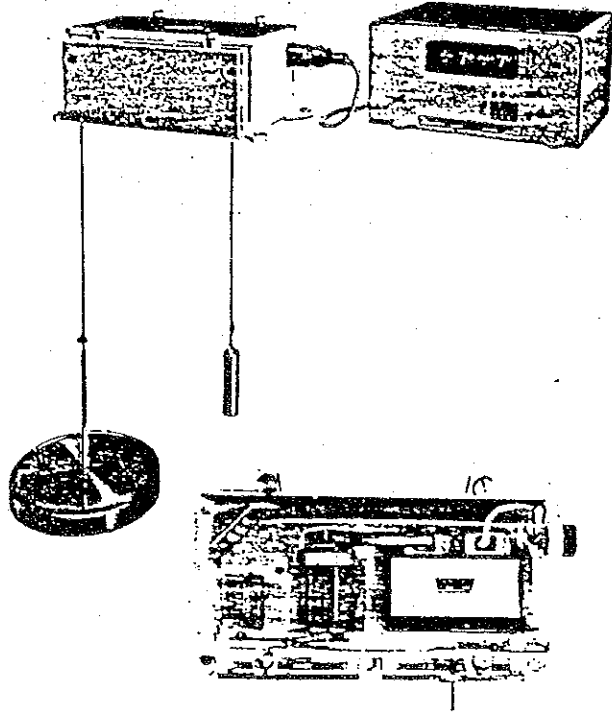
Master Station Equipment Composition (example)

Rainfall Gauging Station Equipment Composition (example)



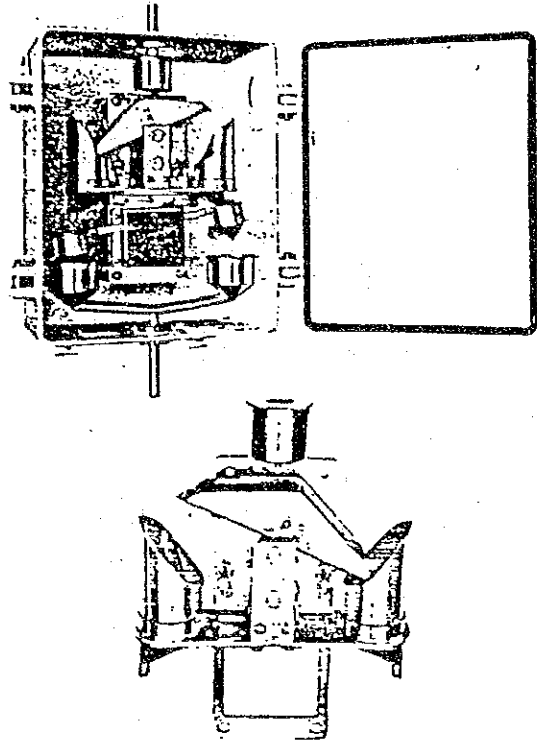
#### Water Level Gauge

The movement of the float, which is transmitted to a pulley, operates the code converter.



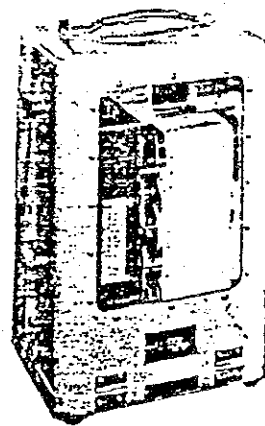
#### Tipping Bucket Rain Gauge

It measures the amount of rainfall. The rainfall gauge section and the signal transmitting section are housed in a waterproof cubicle.



#### Rainfall Automatic Recorder

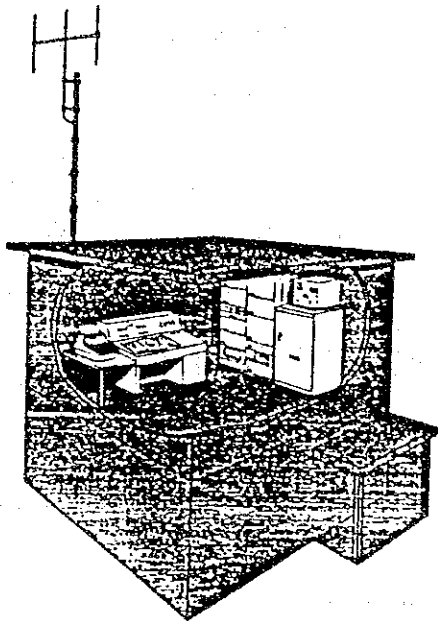
It records the amount of rainfall for three months at an unattended observation station.



*Fig.4 Water Level Gauge , Rain Gauge  
for Data Acquisition System*

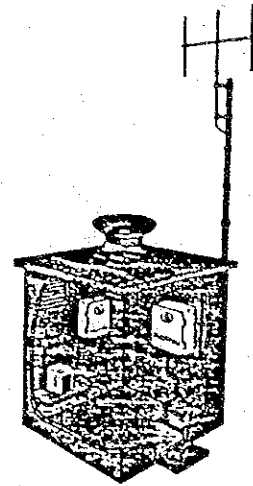


For efficient management operation, all information about the river basin is gathered at the river management center. This includes several dams in the basin, and the center manages an operation task including the dams.

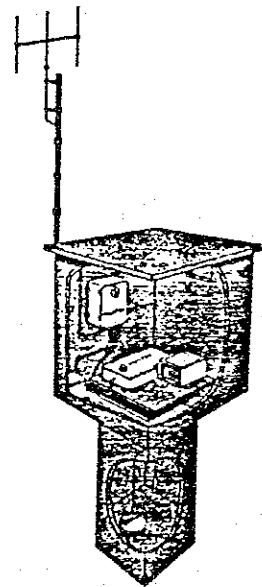


**Supervisory Station**  
To gather, process and display rainfall and water level data.

(Sub Center)



**Rainfall Observation Station**  
To measure rainfall in the headwater area and transmit the data to the supervisory station.



**Water Level Observation Station**  
To measure the water level in the river basin and transmit the data to the supervisory station.

Fig. 5 Data Acquisition System

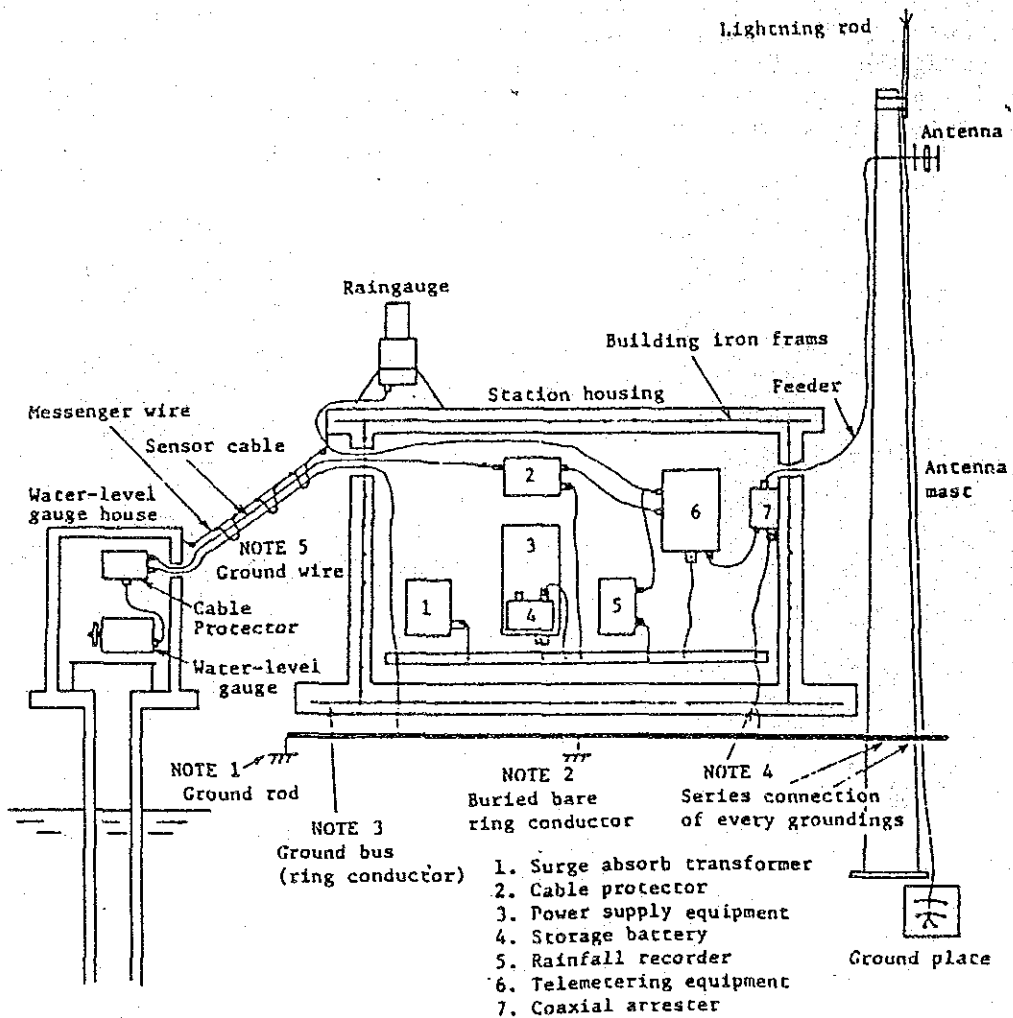
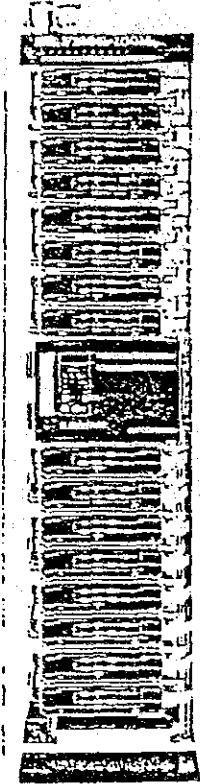
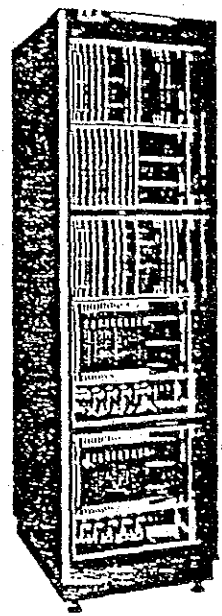


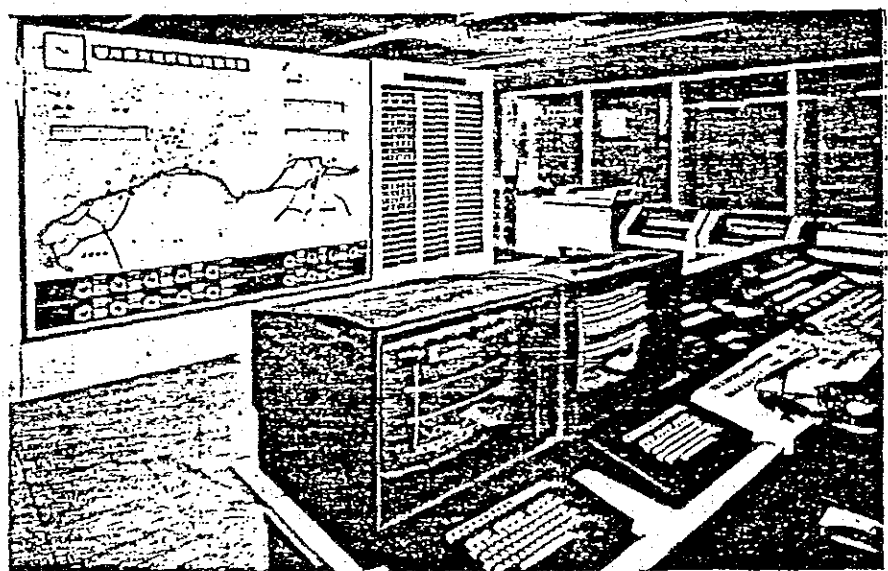
Fig. 6 Example of an Observation Station having Rain Gauge and Water Level Gauge



(Microwave Terminal)



(Data Transmission Equipment)



(Graphic Panel and Operation Console)

Fig.7 Water Operation Center







JICA