

タイ メクロン川流域洪水予警報
事前調査報告書

1975年3月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1017910E9J

タイ メクロン川流域洪水予警報
事前調査報告書

1975年3月

国際協力事業団

国際協力事業団		
受入 月日	'84. 3. 21	122
登録No.	01109	61.7
		EX

目 次

第1章 概 説	1
1-1 まえがき	1
1-2 調査団の構成及び日程	1
1-3 調査所見	2
1-4 勸 告	3
1-5 調査関係者への謝辞	3
第2章 現場調査及び資料収集	6
2-1 現地調査	6
2-2 資料収集	10
第3章 Mac klong 川の現状	12
3-1 流域の概要	12
3-2 河川の概要	16
3-3 気象概況	20
3-4 洪水発生状況	26
3-5 Ban Chao Nen 水力発電計画	36
3-6 観測施設の現況及びデータの所在	37
3-7 今回の調査で入手した水理水文データ	45
3-8 通信施設の現況	50
3-9 Mac klong 川のダム適地調査の状況	52
第4章 洪水予警報システムに関する分析	54
4-1 洪水予警報システムに関する活動経過	54
4-2 洪水予警報システムに関する分析	63
4-2-1 洪水予警報の Target Area 及び Target Point	63
4-2-2 洪水の発生型態と流量の相関性	63
4-2-3 洪水伝播時間と継続時間	70
4-2-4 実施されている洪水予測計算手法の概要	74
4-2-5 降雨解析	78
4-3 Mac klong 川流域洪水予警報テレメータシステム計画案	89

目 次 (図に関するもの)

図 2 - 1	OUTLINE OF RIVER RECONNAISSANCE	5
図 3 - 1	LOCATION MAP OF MAE KLONG RIVER BASIN	14
図 3 - 2	LOCATION MAP OF RAINFALL AND WATER STAGE GAUGING STATION	15
図 3 - 3	MAE NAM MAE KLONG RIVER の流域モデル	18
図 3 - 4	MAE NAM MAE KLONG RIVER の河道モデル	19
図 3 - 5	年最大流量超過確率 K-11	30
図 3 - 6	年最大流量超過確率 K-10	30
図 3 - 7	洪水氾濫区域図 (1972)	33
図 3 - 8	WATER LEVEL OF THE MAE KLONG RIVER (1)	34
図 3 - 9	WATER LEVEL OF THE MAE KLONG RIVER (2)	34
図 3 - 10	洪水氾濫区域 (1974)	35
図 3 - 11	雨量観測所の配置及び所管	40
図 3 - 12	水位・流量観測所の配置及び所管	43
図 3 - 13 - 1	水理データ入手箇所位置図	47
図 3 - 13 - 2	雨量データ入手箇所位置図	49
図 3 - 14 - 1	EXISTING TELECOMMUNICATION NET WORK	50
図 3 - 14 - 2	CHING MAI 系テレメータ系統図	51
図 3 - 15	MAE KLONG 川ダム計画	53
図 4 - 1	FLOOD FORECASTING SCHEME FOR THE MEKLONG RIVER BASIN PROPOSED BY ECAFE/WMO PREPARATORY MISSION ON TYPHOONS	55
図 4 - 2	MAE KLONG RIVER BASIN AND PROPOSED FLOOD FORECASTING SYSTEM	56
図 4 - 3	FLOOD FORECASTING SYSTEM (RID 1969 案)	57
図 4 - 4	FLOOD FORECASTING NETWORK PROPOSED BY TCS IN CONNECTION WITH DRAFT REQUEST TO UNDP	59
図 4 - 5	流量相関図(1)	67
図 4 - 6	流量相関図(2)	68
図 4 - 7	流量変化図(1)	71
図 4 - 8	流量変化図(2)	71

図4-9	流量変化図(3)	71
図4-10	流量変化図(4)	71
図4-11	流量変化図(5)	72
図4-12	H~Q曲線図(1)	72
図4-13	H~Q曲線図(2)	72
図4-14	H~Q曲線図(3)	73
図4-15	H~Q曲線図(4)	73
図4-16	MAE KLONG 川流出解析手法フローチャート	75
図4-17	FLOOD FORECASTING PRODUCE FLOW CHART	76
図4-18	MAP OF KWAE NOI RIVER BASIN SHOWING NETWORK OF RAIN GAUGE ABOVE KIO STATION	77
図4-19	最大3日雨量相関図(1)	84
図4-20	最大3日雨量相関図(2)	84
図4-21	流域面積と観測所数—マスキンガム法	85
図4-22	流域面積と観測所数—土研法	85
図4-23	観測所数と誤差の頻度の関係	88
図4-24	回線系統図	91
図4-25	機器構成図	93

目 次 (表に関するもの)

表 1 - 1	調査団の構成	1
表 1 - 2	調査日程表	2
表 2 - 1	Field Trip to Khwae Noi - Khwae Yai	9
表 2 - 2	List of Obtained Data	10
表 3 - 1	年間流出量の比較	12
表 3 - 2	統計資料	13
表 3 - 3	主要河川の集水面積と流路延長	17
表 3 - 4	年間降雨量一覧表	20
表 3 - 5	最近の月降雨量(1)	21
表 3 - 6	最近の月降雨量(2)	22
表 3 - 7	Daily Evaporation in Millimeters for Calendar Year 1972 Thong Pha Phum	23
表 3 - 8	Daily Evaporation in Millimeters for Calendar Year 1974 Thong Pha Phum	24
表 3 - 9	日照時間(1)	25
表 3 - 10	日照時間(2)	25
表 3 - 11	日照時間(3)	26
表 3 - 12	年最大流量及び発生日時(1)	28
表 3 - 13	年最大流量及び発生日時(2)	29
表 3 - 14	Khwae Noi 川最高水位一覧表	31
表 3 - 15	Flood of Mae Klong Project	36
表 3 - 16	List of Rain Gouge Stations (1)	39
表 3 - 17	List of Collected Rainfall Data	41
表 3 - 18	List of Water Stage Stations(1)	42
表 3 - 19	List of Collected Water Stage Data	44
表 3 - 20	水理データ入手状況	46
表 3 - 21	雨量データ入手状況	48
表 4 - 1	建設費概算額	60
表 4 - 2	Reporting Stations Included in the Trial Flood Forecasting System for the Mae Klong River	62
表 4 - 3	ピーク流量対比表(1)	65

表 4 - 4	ピーク流量対比表(2)	66
表 4 - 5	洪水ピーク流下時間	69
表 4 - 6	最大雨量生起時点頻度	79
表 4 - 7	最大 2 日雨量	80
表 4 - 8	最大 3 日雨量	80
表 4 - 9 ~	雨量相関係数	81~83
表 4 - 13		
表 4 - 14	雨量観測所必要数	84
表 4 - 15	対象洪水	86
表 4 - 16	Thiessen Weight	87
表 4 - 17	流域平均日雨量の相対誤差の頻度	87
表 4 - 18	回線設計表	92
表 4 - 19 ~	建設費概算額	94
表 4 - 21		

第1章 概 説

1-1 まえがき

Mae Klong 川の上流部は熱帯雨林に蔽われ、河川堤沿いにわずかの耕地があるに過ぎないが、Kanchanaburiから下流は広大な平野部をなし、発達した人口稠密地帯を擁し、Thailand の重要な穀倉地帯であるが、多雨地帯であるために、しばしば洪水被害を被っている。

Mae Klong川の洪水予警報に関するプロジェクトは、1968年12月にBangkokで開催された第1回EOAFB/WMD 台風委員会において選定された洪水予警報システムパイロットプロジェクトの一件であり、これまでにRID、気象庁の共管案件として既往洪水の解析が試みられてきた。

1-2 調査団の構成及び日程

1975年2月6日から2月19日にかけて、Thailand に派遣された、日本政府調査団は、河川工学、水文学、電気通信の各専門家で構成された。各専門家の担当業務および現職は表1-1に示すとおりである。

表1-1 調査団の構成

1975. 3. 1 現在

氏 名	担 当 業 務	現 職
中 尾 一 典	調査団団長 河川工学専門家	建設省関東地方建設局 河川部河川調査官
藤 井 友 竝	水文学専門家	建設省関東地方建設局 利根川ダム統合管理事務所広域水管理課長
高 山 一 彦	電気通信専門家	建設省大臣官房会計課 電気通信室建設専門官

また、調査団は、Thailand 滞在期間中Thailand政府の協力を得て、表1-2のとおりの日程でMae Klong川流域の洪水予警報に関し次のような調査を行なった。

(1) 現地調査

調査団はMae Klong川下流部、支川Khwaе Yai 川下流部、支川Khwaе Noi 川中下流部について、現地踏査を行ない、流域の特性、河道の状況、観測施設の現況、通信施設の現況などを調査した。

(2) 資料収集

滞在期間中、調査団は下記資料の収集に努めた。

1) 気象、水文、水理に関する観測データ

- 2) 洪水氾濫区域と被害の程度
- 3) かんがい、発電等開発計画
- 4) 洪水予警報に関する解析資料
- 5) 電気通信システムの現状

表1-2 調査日程表

月 日	行 動 内 容
2月 6日(木)	到 着
2月 7日(金)	大使館及びJICA事務所挨拶、午後気象庁にて、気象庁RID、EGATと打合せ
2月 8日(土)	2月9日(日) 休
2月10日(月)	午前中RIDにて資料収集 午後EGATにて調査
2月11日(火)	Field Tripに出る Ban Chao Nen ダム、Vajiralongkon ダムを視察
2月12日(水)	Kwao Noi 河を上流へ、Kio から船でThong Pha Phun 迄行き気象庁観測所等を調査
2月13日(木)	Khao Laem ダムサイト(計画、調査中)を視察、Kwae Noi を下ってBangkok に帰る
2月14日(金)	Hotel にて資料の整理及び討議
2月15日(土)	同 上
2月16日(日)	休
2月17日(月)	午前中RIDにて討議 午後気象庁にて討議
2月18日(火)	気象庁にて討議 大使館挨拶
2月19日(水)	帰 国

1-3 調査所見

Mae Klong川の洪水予警報に関しては、10数年前からタイ国関係機関及び台風委員会などによって精力的な調査が進められており、過去に提案された洪水予警報システムだけでも4種類以上ある。また観測施設も、全体的には稀薄とは言え、地形条件、人口が稀薄であることのために据付維持が困難な流域であることを考慮すると、一応、十分に配備されており、それらによるデータの収集整理の状態も、非常に良好である。さらに、収集されたデータを利用して流出解析、洪水追跡を行なうためのソフトウェア(計算方法)も、実用可能な状態にまで至っている。のみならず、配備された観測施設のうち、通信手段を用意できる数箇の観測所のデータを用いて実際に、洪水予報を実施した例もある。ただ、洪水予報の実施にあたっては、観測体制の不備、テレコミュニケーションの手段が未だ不十分であることなどのために、必要な情報が手際よく入手されず、そのために適確な洪水予報を発表できなかったケースが多いように見受けられる。(このようなことからタイ国政府にあつては、観測機器、通信手段の整備改良を図ることに熱意を持っているようであった。従つて、今回の調査の主眼は、洪水予警報を行なうための、観測施設のネットワークの組立て、通信手段の検討に、その重点が置かれた。)

1-4 勧告

- (1) 洪水予警報を行なうための責任体制を明確にする必要がある。
- (2) 観測施設が近接した箇所に重複的に存在する地点が多いので、どの機関の施設を用いるかを明確にする必要がある。
- (3) 監視制御局(センター)と傍受局(モーター)をどの機関に置くかを明確にする必要がある。
- (4) 観測施設ネットワークを効果的に組立てる必要がある。そのためには、収集されているデータの基礎的な解析を進める必要がある。
- (5) 洪水時に、時宜を得て観測員を配置するのが困難な観測所については、自記化を図り、テレメータによるデータ収集を期することが望ましい。
- (6) 通信方法については山間部であることから伝播実験などを行なって慎重に決定する必要がある。
- (7) 流出計算、洪水追跡を行なって、洪水予報を行なう場合、現在の計算手段では、日単位の計算であるが、観測施設の大部分が自記化されれば、時間単位の計算も可能である。ただ、この場合には計算量が多くなるので計算の高速化を図る必要がある。

1-5 調査関係者への謝辞

- (1) 調査の実施にあたっては、次の方々に種々御協力をいただいたので、ここに深甚なる謝意を表したい。

Thai Officers concerned participating in the preliminary Survey on the Mae Klong Basin Flood Forecasting Project

I Meteorological Department

- ① Capt Prasert Soontarotok Deputy Director-General
- ② Dr. Wiroj Sangvaree Chief, Hydrometeorology Division
- ③ Mr. Tawatchai Brikshavana Chief, Hydrological Forecast Sub Division
- ④ Mr. Smith Tumsaroch Chief, Telecommunication Division

II Royal Irrigation Department

- ① Mr. Damrong Jaraswathana Special Grade Engineer and Chief, Hydrology Section, Survey Division
- ② Mr. Chalerm Tangtrong Chit Hydrologist, Survey Division

III Electricity Generating Authority of Thailand

- ① Mr. Siri Chitchob Hydrologist, Survey Division

(Remarks : ○印 Field Survey にも参加)

- (2) Meteorological Department の Director General Dr. Charoen Charoen-Rajapak に
おかれましては貴重な時間を割いて、調査団に会見の榮を賜りましたことに対し、深く感
謝致します。
- (3) 今回の調査にあたっては、国連台風委員会事務局 (Typhoon Committee Secretariat)
から浜守厚氏の参加を得、日程の調整、通訳を始め種々の労を取っていただいたのでここ
に深く感謝の意を表します。

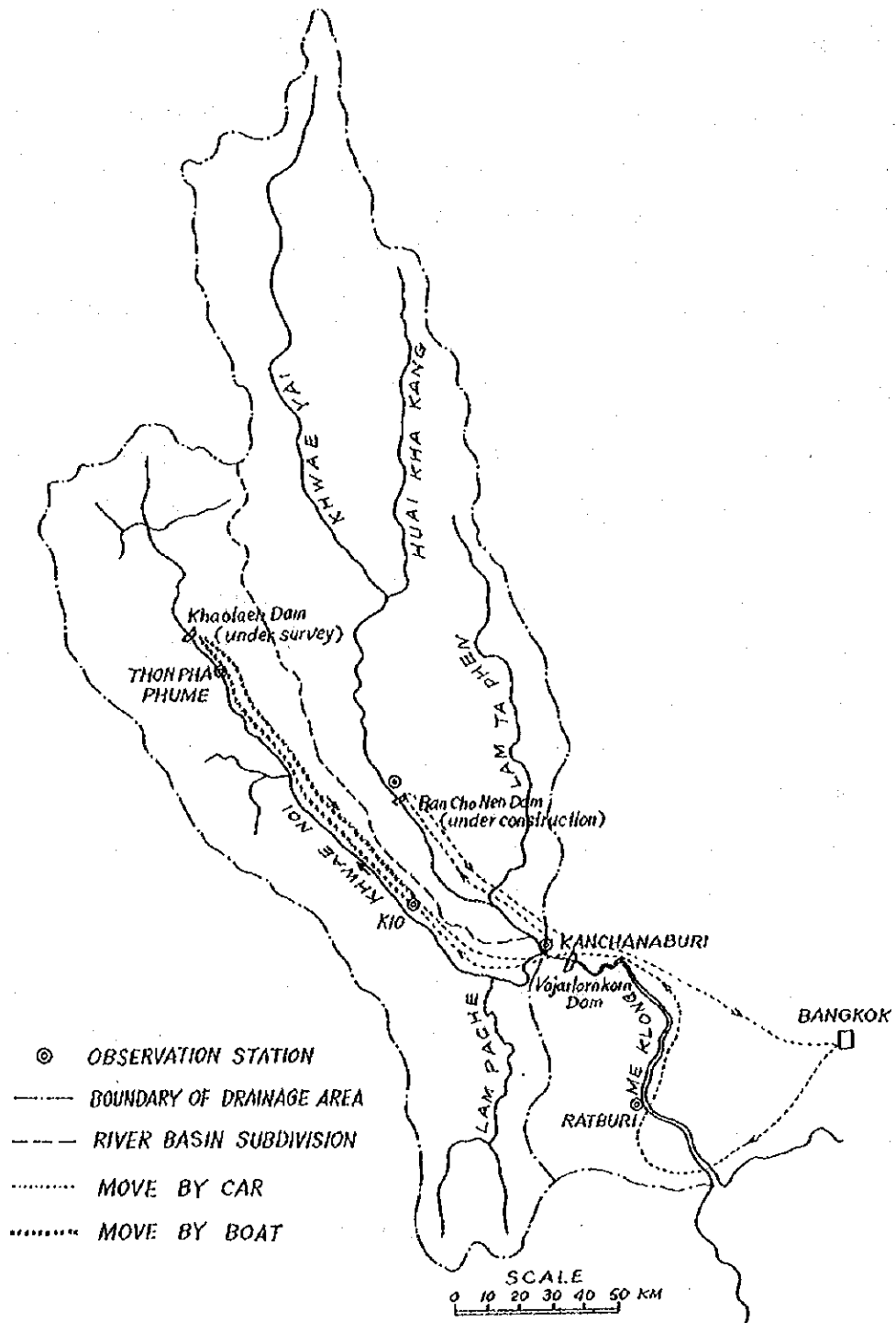


Fig. 2-1 - Outline of River Reconnaissance

第2章 現地調査及び資料収集

2-1 現地調査

Thailand 滞在期間中調査団は、Thailand 政府の協力を得て、Maeklong 川下流部、支川 Khwae Yai 川下流部及び支川 Khwae Noi 川の中下流部を踏査し、流域の特性、河道の状況、観測施設の現状、通信施設の現状などを調査した。

(1) 踏査行程

現地調査は2月11日から、2月13日の3日間に亘って実施した。行程の詳細は次のとおりである。

2月11日(火)

午前7時20分 Thai 政府の Jeep 3台(気象庁, RID, EGAT 各1台)に分乗して Bangkok 発。最近完成した海岸近くの高速道路を西に向かい、Samut Song Khram, Pak Tho を経て、9時に Rat Buri 着。

洪水氾濫原、河川の状況、湛水排除樋管などを視察して10時に Phothara 発 Kanchanaburi に12時着。ここでしばらく休憩して12時半発 Ban Chao Nen Dam に13時10分着。

午後、Ban Chao Nen Dam の計画概要の説明を受け、Dam Site, Diversion Tunnel (2本施工中)を視察した。

15時30分 Dam Site 発 Kanchanaburi 下流約8kmにある Vajiralongkorn Dam (かんがい用水堰) 視察の後同地にある宿泊施設に泊る。

2月12日(水)

午前7時 Vajiralongkorn Dam の宿泊施設を発ち、Khwae Noi 川の調査に向かう。8時30分約80km上流の K10 観測所に到着。ここから川舟(10~12人乗り)で、上流に向かう。目的地 Thong Pha Phum までの途中時間は、次のとおりであった。

- | | |
|------------------------|--------|
| ① K10 観測所 | 8時40分 |
| ② Sai Yok | 9時10分 |
| ③ Huai Mae Nam Noi 合流点 | 13時00分 |
| ④ Ban Kui Mang | 15時50分 |
| ⑤ Thong Pha Phum | 17時00分 |

Thong Pha Phum 到着後、気象庁所管の測候所及び水位流量観測所視察。現地ホテル泊。

2月13日(木)

7時発。Thong Pha Phumから上流約7～8kmの所で、地質調査中(EGAT発注 オーストラリア人請負)のKhao Iacm Dam Site 視察。交通手段はJeep。

8時15分Thong Pha Phumを川舟にて出発、下流に向かう。Huai Mae Nam Noi 合流点12時通過、K10 観測所に15時ちょうどに到着。

JeepでBangkokに向かう。途中、Kan chana buri を過ぎたところで、左岸側の越流堤視察。

(2) 交通事情

Bangkok Kan chana buriは舗装道路になっている。Bangkok Kan chana buri Ban Chao Nen Damまでは非舗装であるが、締め固めの状態は良好。ただ途中凹凸が激しい区間が何か所がある。Damより上流は道路がなく、川舟が唯一の交通手段のようである。

Khwaeng Noi 川の方は、Wang Poまで鉄道で行けるが、今回は往復とも車を使った。道路は非舗装で凹凸が激しい。K10 観測所から上流へは若干の区間は道路があるが、さらに上流に昇るには、川舟しかない。

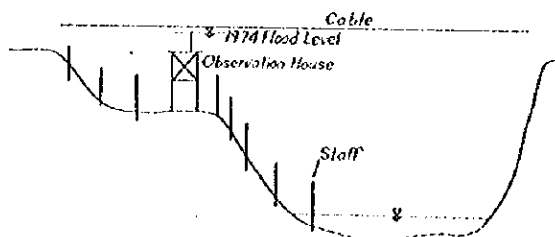
Thong Pha PhumからSang khla buri, Pitokへは道路が使えるが、Sang khla buri への道は悪く、舟の方が無難という話であった。

(3) 観測所現況

視察した水位観測所及び雨量観測所の現況は次に示すようであった。

① K10 観測所(RID)

- a 水位はStaffとBubble Gaugeで測定される。Staffの測定範囲は1m～17m(8本で構成されている。)Bubble Gaugeは、1974年に水没したため、とりはずされている。
- b 流量観測施設あり。ケーブルが張ってある。
- c SSB装置は洪水時に運んで来る。
- d スケッチ



② Thong Pha Phum(MBT)

- a 水位はStaffで測定される。
- b 流量観測用ケーブルあり、プライス流速計で測定する。
- c 測候所に隣接しておりSSB装置常時使用可

第2章 現地調査及び資料収集

2-1 現地調査

Thailand 滞在期間中調査団は、Thailand 政府の協力を得て、Macklong 川下流部、支川 Khwae Yai 川下流部及び支川 Khwae Noi 川の中下流部を踏査し、流域の特性、河道の状況、観測施設の現状、通信施設の現状などを調査した。

(1) 踏査行程

現地調査は2月11日から、2月13日の3日間に亘って実施した。行程の詳細は次のとおりである。

2月11日(火)

午前7時20分 Thai 政府の Jeep 3台(気象庁, RID, EGAT 各1台)に分乗して Bangkok 発。最近完成した泥岸近くの高速度道路を西に向かい、Samut Song Khrum, Pak Tho を経て、9時に Rat Buri 着。

洪水氾濫原、河川の状況、湛水排除樋管などを視察して10時に Phothara 発 Kanchanaburi に12時着。ここでしばらく休憩して12時半発 Ban Chao Nen Dam に13時10分着。

午後、Ban Chao Nen Dam の計画概要の説明を受け、Dam Site, Diversion Tunnel (2本施工中)を視察した。

15時30分 Dam Site 発 Kanchanaburi 下流約8kmにある Vajiralongkorn Dam (かんがい用水展)視察の後同地にある宿泊施設に泊る。

2月12日(水)

午前7時 Vajiralongkorn Dam の宿泊施設を立ち、Khwae Noi 川の調査に向かう。8時30分約80km上流の K 10 観測所に到着。ここから川舟(10~12人乗り)で、上流に向かう。目的地 Thong Pha Phum までの途中時間は、次のとおりであった。

- | | |
|------------------------|--------|
| ① K 10 観測所 | 8時40分 |
| ② Sai Yok | 9時10分 |
| ③ Huai Mae Nam Noi 合流点 | 13時00分 |
| ④ Ban Kui Mang | 15時50分 |
| ⑤ Thong Pha Phum | 17時00分 |

Thong Pha Phum 到着後、気象庁所管の測候所及び水位流量観測所視察。現地ホテル泊。

2月13日(木)

7時発。Thong Pha Phumから上流約7～8kmの所で、地質調査中（ECAT発注 オーストラリア人請負）のKhao Laem Dam Site 視察。交通手段はJeep。

8時15分Thong Pha Phumを川舟にて出発、下流に向かう。Huai Mae Nam Noi 合流点12時通過、K10 視測所に15時ちょうどに到着。

JeepでBangkokに向かう。途中、Kan chana buri を過ぎたところで、左岸側の越流堤視察。

(2) 交通事情

Bangkok Kan chana buri は舗装道路になっている。Bangkok Kan chana buri

Ban Chao Nen Damまでは非舗装であるが、締め固めの状態は良好。ただ途中凹凸が激しい区間が何か所がある。Damより上流は道路がなく、川舟が唯一の交通手段のようである。

Khwaeng Noi 川の方は、Wang Poまで鉄道で行けるが、今回は往復とも車を使った。道路は非舗装で凹凸が激しい。K10 視測所から上流へは若干の区間は道路があるが、さらに上流に昇るには、川舟しかない。

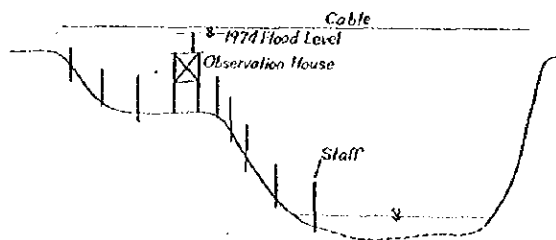
Thong Pha PhumからSang khla buri, Pailokへは道路が使えるが、Sang khla buri への道は悪く、舟の方が無難という話であった。

(3) 視測所現況

視察した水位視測所及び雨量視測所の現況は次に示すようであった。

① K10 視測所 (RID)

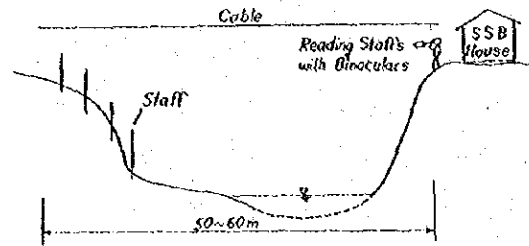
- a 水位はStaffとBubble Gaugeで測定される。Staffの測定範囲は1m～1.7m（8本で構成されている。）Bubble Gaugeは、1974年に水没したため、とりはずされている。
- b 流量視測施設あり。ケーブルが張ってある。
- c SSB装置は洪水時に運んで来る。
- d スケッチ



② Thong Pha Phum (MET)

- a 水位はStaffで測定される。
- b 流量視測用ケーブルあり、ブライス流速計で測定する。
- c 視測所に隣接しておりSSB装置常時使用可

d スケッチ



③ Thong Pha Phum 気象観測所

a 雨量計は次のものがある。

- 普通雨量計……………約 15 cm
- 自記雨量計……………20 cm
- 自記雨量強度計…………約 75 cm

b 蒸発皿 (パン) あり。

(4) Thong Pha Phum の町について

5,000 人程度の町で、Pitok 鉱山などへ昇る拠点となっている。

電気は自家発電スタイルで日没から 23 時まで供給されている。

ホテル一軒と Mining Organization の宿泊施設がある。

Table 2-1 - Itinerary of Field Trip to Khwae Noi - Khwae Yai
(11 - 13 February 1975)

Itinerary

11 Feb, 75

0700 Leave Bangkok
1200 Arrive at Chao Naen Dam
1200 Lunch at the Union of Electricity Generating Authority of Thailand
(EGAT)
1300 Observe the Head Work of Chao Naen Dam
1400 Leave Chao Naen Dam
1600 Arrive at Kanchanaburi
(on the way to Vajiralongkorn Dam)
1700 Arrive at Vajiralongkorn Dam
- Dinner at Vajiralongkorn Damsite
- Stay at Vajiralongkorn Dam

12 Feb, 75

0600 Breakfast at the dam
0700 Leave Vajiralongkorn by car
0830 Arrive K10 (Lum Sum)
0830 Leave K10 (Lum Sum) by boat to Thong Pha Phum - Lunch on board
1500 Arrive at Thong Pha Phum
1530 Seeing topography (on board)
1800 Return to Thong Pha Phum
- Dinner at the hotel
- Stay at the hotel in Thong Pha Phum

13 Feb, 75

0700 Leave the hotel ,
- Breakfast at the hotel
1200 Arrive at Wang Pho
- Lunch at Wang Pho
1300 Leave Wang Pho to K10 (Lum Sum)
1400 Arrive at K10 (Lum Sum)
1530 Arrive Vajiralongkorn Dam
1800 Arrive at Bangkok

2-2 資料収集

次の関係機関を数回に亘って訪問し、表 2-2 に示す Report , 函面, データなどを入手した。

関係機関

- 1) Meteorological Department, Ministry of Communications
- 2) The Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT)
- 3) Royal Irrigation Department (RID)

Table 2-2 - List of Obtained Data

I. Reports

1. Trial Flood Forecasting in MaeKlong River (MET, 1973)
2. Preliminary Attempt to Simulate the Streamflow of the River Khwae Noi by Using Recording of Three Standard Raingages (MET, 1969)
3. The Development of Pilot Flood Forecasting in the Mae Klong River Basin (RID, 1974)
4. List of Rainfall Stations in Thailand (RID, 1972)
5. Water Resources Development in Thailand (RID, 1974)
6. The Mae Klong River Basin Development Project (RID,)
7. Development of the River Quae Noi Hydrological Investigations of Monthly Runoff and Sediment (EGAT, 1974)
8. Additional Investigation on the Design Flood of Quae Yai No. 1 Hydro Electric Project (EGAT, 1973)

II. Drawing

1. Locations of Hydrologic Observation Stations (RID, 1968)
2. Map Showing Water Resources Development in Thailand (RID, 1974)
3. Map Showing Flooded Area in October, 1972 (RID, 1972)
4. Map Showing Telecommunication Network (RID)

III. Data

1. Daily Rainfall Data (RID)

1-1	Pilok	1956-67	1970-74
1-2	Sangkhlaburi	1952-74	
1-3	Thong Pha Phum	1952-74	
1-4	Huai Mae Nam Noi	1966-74	
1-5	Wang Pa	1966-74	
1-6	Lum Sum	1965-74	
1-7	Wang Masang	1968-74	
1-8	Lin Thin	1966-74	

2. Hourly Rainfall Data (RID)
- | | | |
|-----|----------------|---|
| 2-1 | Sangklaburi | October, 1972 and July to October, 1974 |
| 2-2 | Thong Pha Phum | " " |

3. Evaporation
- | | | |
|--|----------------|---|
| | Thong Pha Phum | October, 1972 and July to October, 1974 |
|--|----------------|---|

4. Mean Daily gauge height and discharge

4-1	K-6	1952-72
4-2	K-10	1965-74
4-3	K-11	1965-74
4-4	K-13	1965-74
4-5	K-17	1966-74
4-6	K-20	1966-74
4-7	K-22	1966-68
4-8	K-22A	1969-74
4-9	K-27	1968-74

5. Maximum and minimum gauge height

5-1	K-2	1962-66
5-2	K-2A	1967-72

6. Hourly Data

- Hourly gauge readings for: July and August, 1969
July, 1972
August and October, 1974
- Rating Table for the Same period of hourly gauge record
- Stations: K10, K11, K13, K17, K20, K22A and K27

IV. Others

Outline of Electricity and Telecommunication concerned,

第3章 Maeklong川の現状

3-1 流域の概要

Maeklong川は、Thailandの西方に位置するタイ国第3番目の河川である。流域は険しい山地からなり、流れは深い峡谷とか狭い溪谷あるいは所々で1 mile ~ 1.5 mile くらいの盆地状の地形を形成している。

2つの大支川であるKhwa Yai川とKhwa Noi川はThailandとBurmaの国境をなす山岳地帯に端を発し、ほとんど平行して南東に流下し、Kanchana buriで合してMaeklong川を形成している。東側の支川Khwa Yai川の谷間は西側の支川Khwa Noi川のそれより概して広い。そのため、西側の支川の流れの方が急である。急勾配と豊富な水量のために、Khwa Noi川の支川は、水源近くに、最も集中した最高標高に最も近い所に水路を刻んでいる。その結果、最高部においては若い地勢のみが見られ、Burmaの国境に沿って高い尾根が長く連続した山並になっている。

Maeklong川の集水面積は他の2つの大河川であるChao PhyaとMune川に比べてずっと小さいが、平均流量はMune川にほとんど匹敵し、Chao Phya川のほぼ50%を示している。

この流域の上流部は熱帯雨林におおわれ、わずかに河川堤沿いに耕地があるに過ぎないが、Kanchana buriから下流には人口稠密な開発地が広がり多くの重要都市を擁している。流域の下流部一帯は耕地が圧倒的である。

Table 3-1 - Comparison of Annual Run-off

Basin	Catchment Area Km ²	Mean Discharge m ³ /s	Specific Discharge m ³ /s/Km ²
Chao Phya (at Wad Tha Had)	118,000	920	7.8×10^{-3}
Mune (at Ubon Ratchathani)	107,000	540	5.0×10^{-3}
Maeklong (at Kanchanaburi)	27,000	410	15.0×10^{-3}

Maeklong川の上流部は熱帯雨林に蔽われ、河川堤沿いにわずかの耕地があるに過ぎないが、Kanchana buriから下流は広大な平野部をなし発達した人口稠密地帯で南部にRatchaburi,

Samut Songkhram などの重要な都市を擁し、このあたり一帯は Chao Phya 川流域とともに、Thailand の重要な穀倉地帯となっており、しばしば洪水被害を被っている。

Table 3-2 - Statistical Data of Basins

in 2503 B. E.

Basin	Total Area Km ²	Total Population	Agricultural Population		Acreage of Agricultural Land Holdings		
			Person	%	Total Acreage	Number of Holding	Average of Holding
Khwaie Yai River	14,630	104,300	83,700	80.2	325,100	14,452	22.49
Khwaie Noi River	10,960	63,400	48,800	76.9	154,825	7,851	19.72
Maeklong River plain	7,019	1,298,400	901,600	69.4	2,829,275	136,065	20.49
Total	32,609	1,466,100	1,034,100	70.5	3,309,200	160,368	20.63

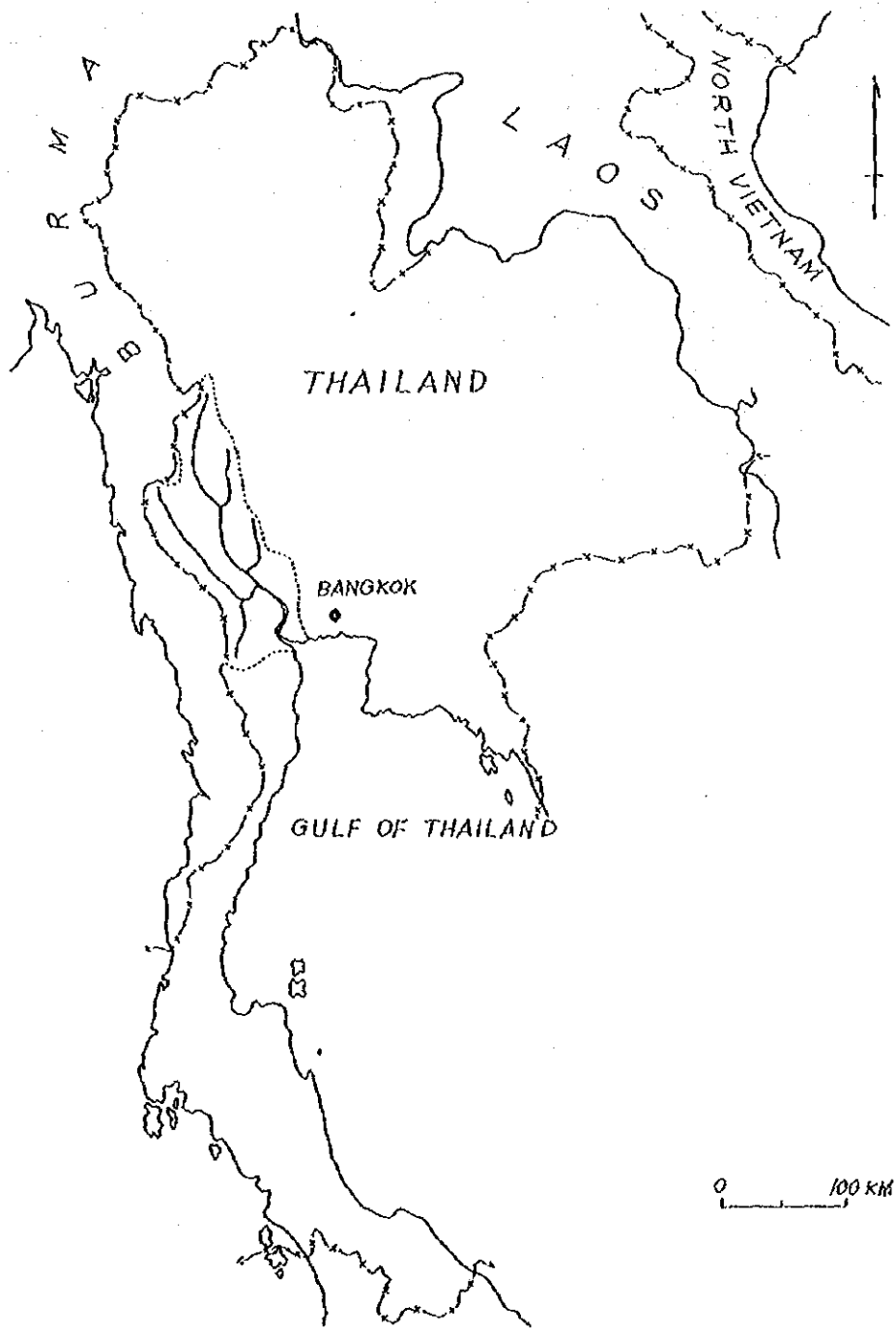


Fig. 3-1 - Location Map of MaeKlong River Basin

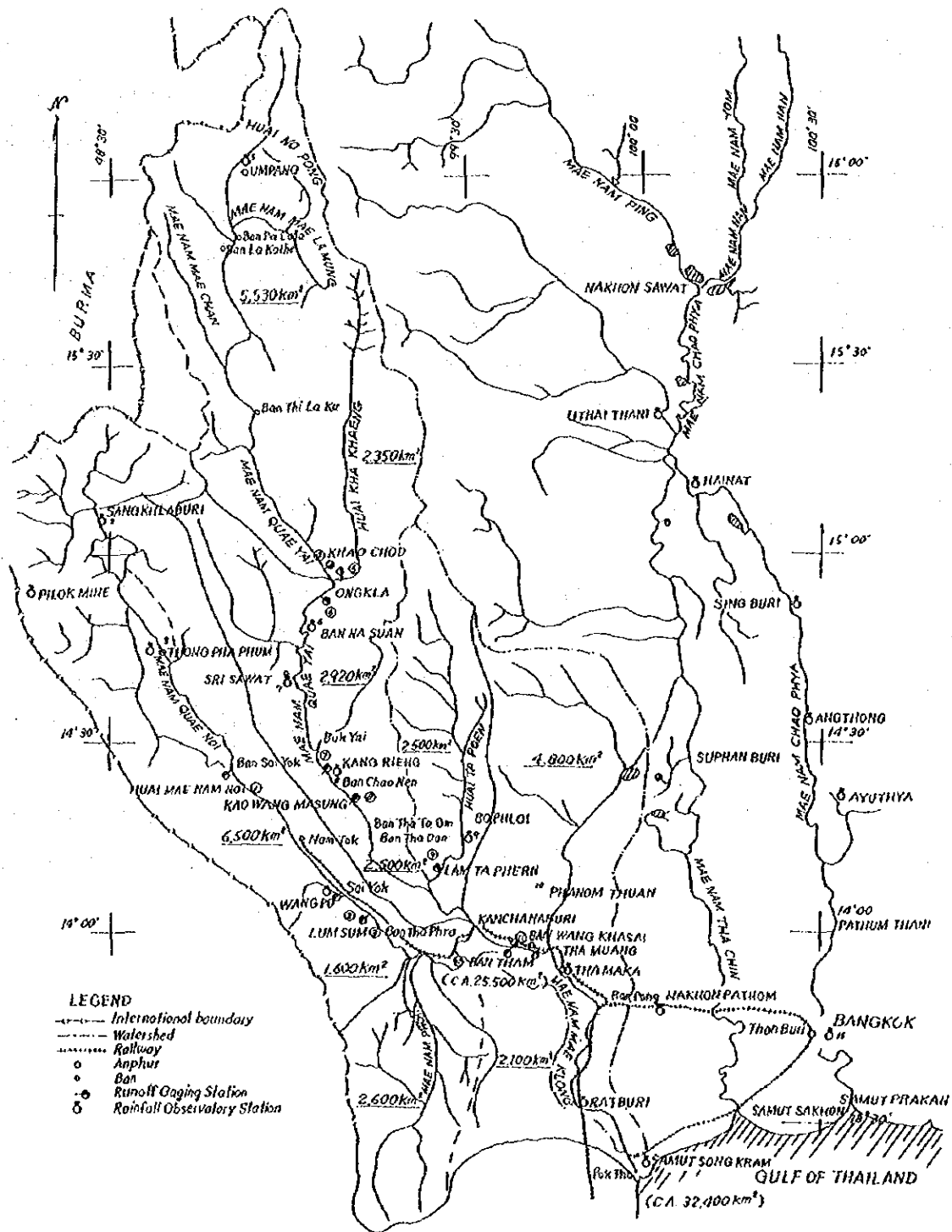


Fig. 3-2 - Location Map of Rainfall and Water Stage Gauging Stations

3-2 河川の概要

Kanchanaburi から下流の Mae Klong 川には Vajiralongkorn Dam を筆頭にして、いくつかの、かんがい施設があり、河川改修もかなりの程度に行なわれている。Ratchaburi, Samut Song Khram などの主要都市部では、兩岸に、家屋が立ち並んでいるため、河道幅幅は非常に困難だという話であった。

Kanchanaburi から上流は Khwae Yai 川と Khwae Noi 川の 2 大支川に分かれる。

Khwae Yai 川は上流部に支川 Huai Kha Khaeng を持つほか、下流部で Huai Tapoen 川を合流させている。河道の改修はほとんど見受けられないが Kanchanaburi から約 90 km 上流に Ban Chao Nen Dam が工事中である。現在、仮排水トンネルを施工中である。この Dam は発電を主目的とするが、かんがい用水の補給と洪水調節の目的も併せ持つ多目的ダムで、総貯水容量約 177 億トン、有効貯水容量約 75 億トンを有する極めて巨大なダムである。このためこのダムによって Khwae Yai 川の洪水は、ほとんど完全に制禦できると期待されている。

一方、Khwae Noi 川は、上流部に Huai Mae Nam Noi, 下流部に Mae Nam Pachi の 2 大支川を有している。河川改修されている箇所は見当らなかった。約 200 km 上流の Thong Pha Phum まで川巾をほとんど変らず 50~70 m 程度であるが、水量は Khwae Yai 川に比べてはるかに多く、乾期の 2 月始めでも、川舟が十分に舟航できる水量を有している。これは、もともと Khwae Noi 川の西部山岳地帯に降雨が多い上に、流域全体が石灰岩からなっているために、地下浸透量が多く、補水能力が非常に大きいことによるものである。

また逆にこのような石灰岩が多いことのために、Khao Kwang, Kaeng Puan, Ban Chan De, Khao Laem などのダム計画が難行を極めており、Khwae Noi 川に早期に、ダム建設がなされることは期待薄で、洪水予報の必要性は依然として高いわけである。

Table 3-3 - Catchment Area and Length of Major Rivers

River Name	Primary Tributary	Secondary Tributary	Catchment Area	Length of River Channel	Remarks
Mae Klong R.			Km ² 27,200	Km	Catchment area is the value measured at Ban Tham.
		Khwae Yai	14,630		
		Upstream Section of the Khwae Yai	5,530		
		Hvai Kha Khaeng	2,350	130	
		Hvai Tapoen	2,500	140	
		The Khwae Yai downstream of confluence of the Hvai Tapoen	4,250	--	
		Khwae Noi	10,960		
		Khwae Noi	8,100	300	
		Mae Nam Phachi	2,860	120	
		Macklong downstream of Kanchanaburi	1,610	--	

Notes: A deltaic area extends downstream of Ban Tham, so that the basin covers an area of about 32,600 km² in the neighbourhood of the estuary.

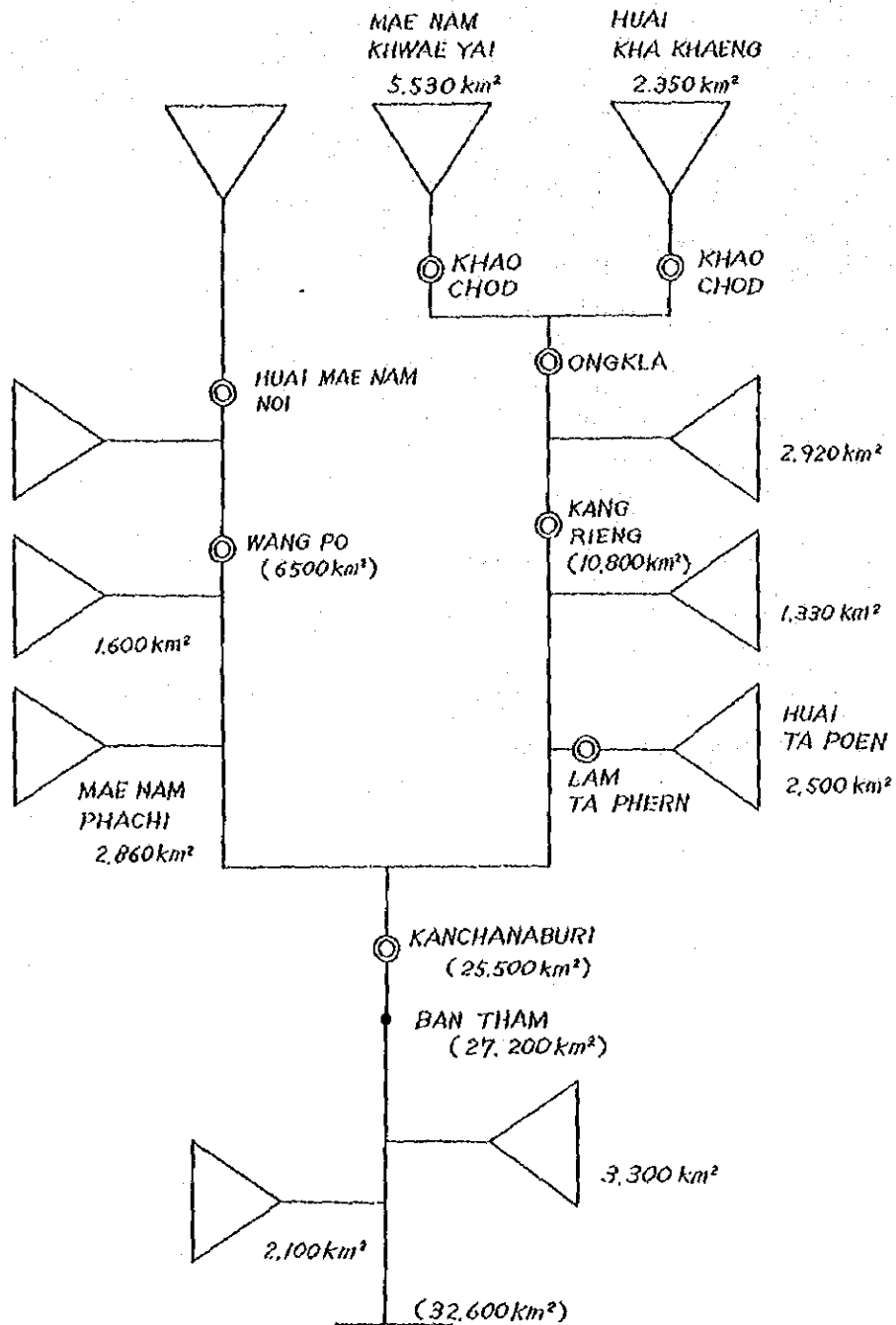


Fig. 3-3 - Basin Model of Mae Nam Mae Klong

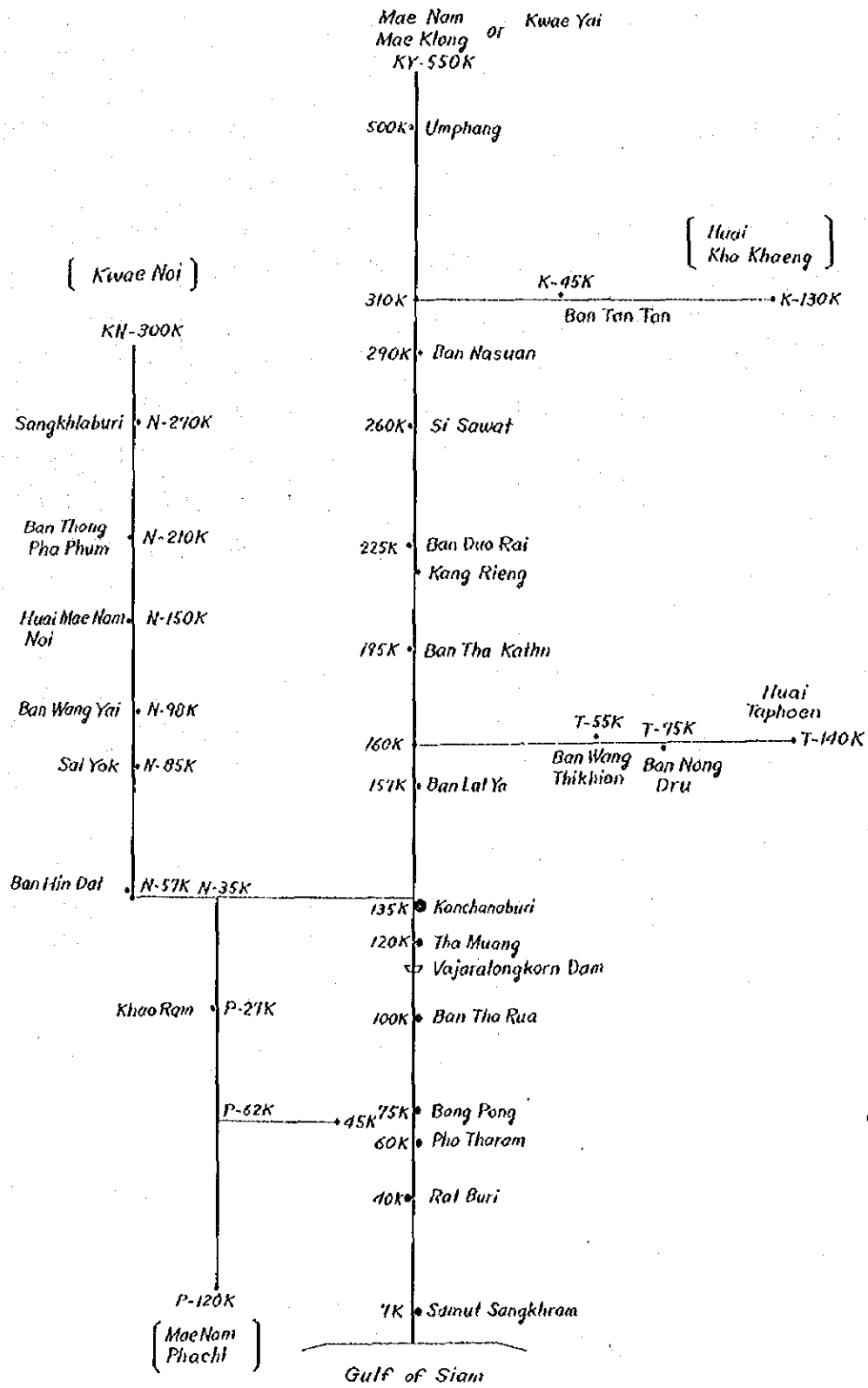


Fig. 3-4 - River Channel Model of Mae Nam Mae Klong

3-3 気象概況

(1) 概 要

Mae Klong川は地理的には Bengal 湾及び Thai 湾から来る強い南西モンスーンの影響を受ける。

一般に Mae Klong川流域の気候は、3季に分けられる。

冬期あるいは北東モンスーンの季節は、10月の末に始まり2月の末に終る。

夏期は、2月半ばに始まり、5月の半ばに終る。

雨期あるいは南西モンスーンの季節は、5月半ばに始まり10月後半に終る。

普通 Mae Klong川の水位上昇は、4月の半ばから5月の始めにかけて始まる。

降雨の強さならびに頻度が増すにつれて、川の水位は次第に上昇する。そして8~9月に最高に達し、10~11月に落ち始める。概して洪水頻度は8月が最も高く、大洪水は7~10月の間に発生している。これらは、強いモンスーン、熱帯性暴風雨、熱低、山岳気象などの影響による強い雨によって惹き起こされる。

Table 3-4 - Annual Rainfall

Station Year	Sangkha- buri	Pilok	Ban Pa Tho	Thong Pha Phum	Lin Thin	Hvai Mae Nam Noi	Lum Sum	Wang Masung
1965	2,514	5,083						
66	1,929	3,961	*1,827				936	
67	2,193	5,254	*1,660	994	2,335	2,113	1,110	
68	2,242		1,076	1,615	2,064	1,348	1,162	
69	2,890		*1,586	2,134	*1,670	1,777	1,221	1,216
70	2,183	4,770	781	1,659	1,646	1,528	1,361	956
71	2,367	4,007	*1,285	1,665	2,136	1,563	1,025	907
72	3,104	5,479	1,954	2,174	2,500	2,269	1,390	1,179
73	2,155	5,346	1,379	1,914	1,941	1,720	1,475	1,219
74	(2,086)	(4,287)	(2,369)	(2,164)	(1,985)	(1,839)	(1,596)	(1,413)

- Notes: 1. All values indicate the annual rainfall from April to March of the following year.
 2. Values for 1974 alone indicate the annual rainfall from April to December.
 3. At Ban Pa Tho station, no observation was made in October of 1966 and 1967, November of 1969, and April and November of 1971.
 4. At Lin Thin station, no observation was made in April 1969 and in February and March of the following year.

Table 3-5 - Monthly Rainfall in Recent Five Years (1)

Sangkhlaburi

Month Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
1970	63	291	314	461	418	372	168	22	12	0	23	39
71	102	175	478	657	376	265	158	109	2	0	9	36
72	144	316	605	1,017	385	409	188	0	29	0	0	0
73	27	217	571	334	479	277	98	5	0	0	13	135
74	248	351	400	428	499	137	*	24				

Pilok Tin Mine

Month Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
1970	142	555	769	1,177	1,033	717	255	70	13	0	0	38
71	40	231	1,412	1,174	512	394	189	0	0	0	11	44
72	144	535	1,118	1,724	1,076	489	208	98	0	0	0	88
73	3	312	1,247	1,589	1,295	754	99	10	0	0	6	32
74	179	638	831	632	1,231	334	401	40	0			

Ban Pa Tho

Month Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
1970	17	134	68	116	183	199	24	19	21	0	0	0
71	*	56	425	537	165	56	25	*	3	0	9	9
72	28	116	334	745	370	272	22	22	10	0	0	37
73	5	62	301	256	543	164	7	1	0	0	1	38
74	92	427	485	379	904	60	21					

Thong Pha Phum

Month Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
1970	146	377	288	303	503	215	212	7	0	0	10	73
71	89	203	204	433	216	264	175	22	28	0	5	21
72	142	228	396	519	289	357	88	66	4	0	0	86
73	3	144	579	386	288	334	77	11	0	0	54	39
74	172	390	347	244	449	211	318	35				

Table 3-6 - Monthly Rainfall in Recent Five Years (2)

Liu Thin

Month Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
1970	128	134	215	322	223	189	143	97	40	0	76	79
71	285	323	352	422	335	171	129	16	0	0	32	71
72	237	159	297	616	314	471	64	125	102	0	0	116
73	78	171	492	304	295	371	81	21	0	0	32	96
74	99	475	263	281	343	184	286	34	0			

Huai Mae Nam Noi

Month Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
1970	192	140	162	319	189	239	97	30	17	0	40	104
71	81	165	326	320	172	221	176	5	4	0	14	81
72	220	121	306	633	209	404	151	182	13	0	0	31
73	24	164	506	229	173	388	103	10	0	0	7	116
74	164	315	204	243	365	179	326	44				

Luan Sum

Month Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
1970	101	149	43	76	71	131	166	62	49	0	46	63
71	97	168	57	75	185	73	99	7	17	0	44	84
72	157	75	199	109	183	251	189	115	28	1	0	82
73	66	222	196	193	126	309	195	64	0	0	3	101
74	117	228	229	138	139	338	355	32	21			

Wang Masung

Month Year	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
1970	101	149	43	76	71	131	166	62	49	0	46	63
71	97	168	57	75	185	73	99	7	17	0	44	84
72	157	74	95	54	59	349	233	94	40	0	0	23
73	40	184	190	85	173	220	157	38	0	11	2	100
74	78	230	86	72	165	334	468					

Table 3-7 - Daily Evaporation in Millimeters for Calendar Year 1972

Thong Pha Phum

Days	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1										5.4		
2										4.0		
3										3.7		
4										4.9		
5										4.9		
6										4.7		
7										5.2		
8										4.8		
9										3.8		
10										3.8		
11										4.8		
12										3.8		
13										4.2		
14										4.1		
15										5.3		
16										2.1		
17										3.2		
18										3.0		
19										5.0		
20										3.4		
21										2.9		
22										5.2		
23										4.2		
24										4.0		
25										4.5		
26										3.2		
27										4.1		
28										5.2		
29										4.2		
30										4.3		
31										4.0		
Total												
Mean												

Table 3-8 - Daily Evaporation in Millimeters for Calendar Year 1974
Thong Pha Phum

Days	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1							2.0*	3.8	2.7	3.8		
2							5.6	5.5	1.1	2.8		
3							1.2	5.8	1.7	3.0*		
4							3.3	4.2	2.9	4.2		
5							5.7	3.2	3.8	5.6		
6							3.6	4.4	3.0	2.7		
7							1.0*	3.0	2.7	3.4		
8							3.0*	4.7	1.0*	2.6		
9							4.0	3.6	2.0	2.6		
10							4.5	3.4	4.1	2.5		
11							2.6	3.6	3.0*	1.0*		
12							3.2	1.7	3.8	1.0*		
13							2.7	1.0*	3.5	3.6		
14							2.9	1.8	5.7	3.0		
15							1.8	2.6	2.6	2.0*		
16							1.3	1.0*	5.1	2.0*		
17							3.5	1.0*	3.0*	3.1		
18							3.6	1.0*	3.4	3.0		
19							2.9	1.2	3.0*	2.0		
20							2.3	1.6	5.6	4.0		
21							1.8	3.0*	5.4	5.2		
22							3.0	3.4	3.1	3.0*		
23							3.4	2.0	3.9	5.4		
24							2.4	2.1	5.0	3.1		
25							4.2	2.9	2.8	2.7		
26							2.8	1.9	4.0	3.7		
27							3.3	2.3	1.9	4.7		
28							3.0*	2.0	4.4	4.2		
29							4.6	2.9	5.9	4.8		
30							3.6	3.1	4.3	3.0*		
31							4.7	1.5		3.5		
Total							97.5	85.2	104.4	101.2		
Mean												

Table 3-9 - Duration of Sunshine (1)

Station U-Tong

SUAPN BURI

Year Month	1967		1968		1969		1970	
	Total	Mean	Total	Mean	Total	Mean	Total	Mean
Jan.			--	--	--	--	253.8	8.2
Feb.			--	--	--	--	231.9	8.3
Mar.			--	--	272.9	8.8	169.8	9.4
Apr.			--	--	268.2	8.9	251.8	8.4
May			240.2	7.7	213.4	6.9	240.0	7.7
Jun.			182.7	6.1	168.1	5.6	114.8	5.0
Jul.			162.0	5.2	96.6	3.1	134.8	4.4
Aug.			134.1	4.3	148.0	4.8	100.7	3.2
Sep.			163.2	5.4	170.4	5.7	158.2	5.3
Oct.			237.5	7.7	194.1	4.5	188.6	6.1
Nov.			279.4	9.3	226.8	7.6	220.6	7.4
Dec.			280.5	9.0	260.8	8.4	181.0	5.8

Table 3-10 - Duration of Sunshine (2)

Station U-Tong

SUPAN BURI

Year Month	1971		1972		1973		1974	
	Total	Mean	Total	Mean	Total	Mean	Total	Mean
Jan.	272.2	8.8	211.2	6.8	270.1	8.7	236.6	7.6
Feb.	191.1	6.8	261.4	9.0	254.9	9.1	226.5	8.1
Mar.	215.2	6.9	235.8	7.6	219.8	7.1	233.4	7.5
Apr.	262.6	8.8	226.2	7.5	263.3	8.8	223.3	7.4
May	191.8	6.2	260.9	8.4	200.1	6.5	170.8	5.5
Jun.	97.8	3.3	126.0	4.2	137.4	4.6	100.4	3.3
Jul.	98.3	3.2	105.7	3.4	116.3	3.7	152.2	4.9
Aug.	141.6	4.6	94.9	3.1	120.6	3.9	121.6	3.9
Sep.	184.4	6.1	153.4	5.1	141.3	4.7	153.8	5.1
Oct.	149.5	3.0	224.6	7.2	221.8	7.2	186.0	6.0
Nov.	249.6	8.3	170.3	5.7	185.1	6.2	203.4	6.8
Dec.	103.0	3.3	190.7	6.2	213.3	6.9	188.8	6.1

Table 3-11 - Duration of Sunshine (3)

Station Kampangsaen
NAKHON PATHON

Year Month	1973		1974	
	Total	Mean	Total	Mean
Jan.	288.7	9.3	252.2	8.1
Feb.	261.4	9.3	234.0	8.4
Mar.	224.1	7.2	251.1	8.1
Apr.	270.9	9.0	211.3	7.0
May	227.6	7.3	175.1	5.6
Jun.	167.8	5.6	148.8	5.0
Jul.	139.2	4.5	186.2	6.0
Aug.	138.9	4.5	141.6	4.6
Sep.	144.4	4.8	188.9	6.3
Oct.	208.0	6.7	181.9	5.9
Nov.	184.2	6.8	213.6	7.1
Dec.	276.0	8.9	235.5	7.6

3-4 洪水発生状況

(1) 概況

Mae Klong川流域は南西モンスーンの影響で5月～10月に降雨が多い。5月頃Bengal湾から来るサイクロンによってもたらされる雨は主としてLam Phachi川流域に降り、6月頃になるとKhwae Yai川あるいはKhwae Noi川流域に降り始める。

台風によってもたらされる強い降雨は9月頃にKhwae Yai川とKhwae Noi川に降り10～11月頃にはLam Phachi川流域に降る。

Mae Klong川の水位上昇は年間3回ある。第1回めは5～7月で、その年の水位上昇の始まりに当る。水位は乾期に比べて3～4m上昇し7月頃の1ヵ月間は一時的に約2m程度まで下がる。第2回目は8月に入る頃で、水位上昇は極めて急速であり、8月末～9月に年間最高水位を記録することが多い。年によって第3回目の水位上昇があり、これは10～11月である。しかし、水位の上昇高は2回目ほど高くない。

Khwae Yai川またはKhwae Noi川のどちらかが、大流量になるとMae Klong川は、ほとんど堤防一ぱいまで増水する。どうかして両支川が大きな流量になると、Mae Klong川は堤防を

オーバーしてしまう。従って8～9月には、いつでも堤防を越えるおそれが多分にある。左岸側の広大な低地帯は遊水池になっており、地盤高は堤防高より3～4m低くなっている。また、川の水位が堤防高に達しなくても、かんがい用水路を通して、川の水が遊水池内に入ることもよくある。越流した水は、洪水がかんがい期の始めとか終りに来ると作物に大きな被害をもたらす。

Rachaburi Province では左岸に鉄道と高速道路が走っており、右岸側には岡があって、川の兩岸にある平地はサンドイッチ状になっている。そのため、水は右岸側の低地部に越流し町に侵入する。この場所はThung Khao Nguとして知られ、高水時には耕作不能である。従って非かんがい期に川の水がひいてから耕作せざるを得ない場所になっている。

(2) 各年最大流量

表3-12は、最近10カ年の年最大流量及びその発生時刻を示したもので、K11がKanchanaburi, K20, K6, K27がKhwaе Yai川及びその支川, K10, K13, K22 or K22A, K17がKhwaе Noi 川及びその支川に位置する(位置は後出図3-12を参照)。

また、表3-13には1964年以前の記録を参考までに掲げた。下流部の氾濫に関係の深いK11の記録についてみると、年最大流量は、いずれも6～10月の間に発生しており、1957年から1974年の18年間のうち12年間は7～8月に発生している。その他の月では、6月に1回、9月に3回、10月に2回発生している。また、1962年から1974年の間では1963年を除いてK11とK10の年最大流量は、同一時期に発生していることが分かる。一方Khwaе Yai川のK20又はK6とK11で同時に発生しているのは1957年から1974年の18年間で10洪水である。

K27及びK17は、それぞれKhwaе Yai川及びKhwaе Noi川の比較的下流に合流する支川に位置しているが、年最大流量の発生時期がK11と著しく異なり、量的にも少ないのでK11への影響はほとんど無視し得る程度と考えられる。

Table 3-12 - Annual Maximum Discharge and Time of Occurrence (1)

Station Year	K11	K20	K6	K27	K10	K13	K22 or K22A	K17
65	2,038 18 ^h 30 July		791 9 ^h 27 July		1,811 24 ^h 29 July			
66	2,209 6 ^h 14 Sep.	766 21 ^h 11 Sep.	780 18 ^h 11 Sep.		2,263 18 ^h 12 Sep.	3,146 18 ^h 10 Sep.	143 28 July	190 2 ^h 20 Nov.
67	1,852 6 ^h 22 Aug.	615 18 ^h 21 Aug.	597 15 ^h 21 Aug.		1,680 15 ^h 20 Aug.	2,099 18 ^h 18 Aug.	119 3 ^h 7 Aug.	73 21 ^h 8 Oct.
68	1,492 12 ^h 18 Aug.	627 7 ^h 17 Aug.	618 7 ^h 17 Aug.	10 12 ^h 19 Mar.	1,106 6 ^h 17 Aug.	1,088 11 ^h 15 Aug.	K22 54 10 ^h 16 Aug.	954 21 ^h 22 Oct.
69	2,841 9 ^h 14 Aug.	1,084 1 ^h 11 Aug.	1,079 22 ^h 10 Aug.	42 21 ^h 4 Nov.	2,375 24 ^h 11 Aug.	2,211 7 ^h 10 Aug.	K22A 207 24 ^h 9 Aug.	? ?
70	1,362 15 ^h 19 July	492 24 ^h 26 Aug.	481 21 ^h 26 Aug.	19 24 ^h 5 Nov.	1,182 16 ^h 18 July	1,168 21 ^h 16 July	167 17 ^h 16 July	442 18 ^h 1 Dec.
71	2,367 18 ^h 29 July	876 19 ^h 26 July	832 18 ^h 26 July	13 16 ^h 3 Nov.	1,896 19 ^h 28 July	1,887 21 ^h 26 July	123 13 ^h 26 July	186 23 ^h 11 Oct.
72	2,990 18 ^h 19 July	2,251 19 ^h 20 Sep.	2,658 3 ^h 20 Sep.	75 6 ^h 28 Sep.	3,067 1 ^h 17 July	2,860 6 ^h 14 July	386 18 ^h 18 July	165 22 ^h 28 Oct.
73	1,982 18 ^h 21 June	920 6 ^h 25 Sep.		56 6 ^h 10 Oct.	1,762 15 ^h 20 June	1,846 24 ^h 18 June	135 18 June	598 24 ^h 19 Nov.
74	3,561 21 Aug.	1,784 13 Oct.		380 13 Oct.	3,294 6 ^h 21 Aug.	3,068 6 ^h 19 Aug.	321 18 Aug.	355 21 ^h 16 Oct.

Table 3-13 - Annual Maximum Discharge and Time of Occurrence (2)

	K-11	K-6	K-10		K-11	K-6	K-10
51				58	1,609	880	
					25 July	6 ^h 1 Sep.	
52		1,738		59	2,853	1,792	
		6 ^h 25 Oct.			4 Oct.	6 ^h 3 Oct.	
53		2,164		60	1,434	816	
		15 ^h 18 Aug.			24 Aug.	18 ^h 8 Oct.	
54		869		61	4,330	1,628	
		9 ^h 27 Sep.			28 Aug.	18 ^h 3 Sep.	
55		629		62	3,416	2,746	1,982
		12 ^h 26 Sep.			22 Sep.	20 Sep.	21 Sep.
56		855		63	2,939	2,114	2,157
		6 ^h 18 Oct.			5 Oct.	6 ^h 4 Oct.	12 Aug.
57	2,799	1,373		64	2,251	1,409	1,354
	24 Aug.	6 ^h 4 Oct.			27 Sep.	15 ^h 26 Sep.	27 Sep.

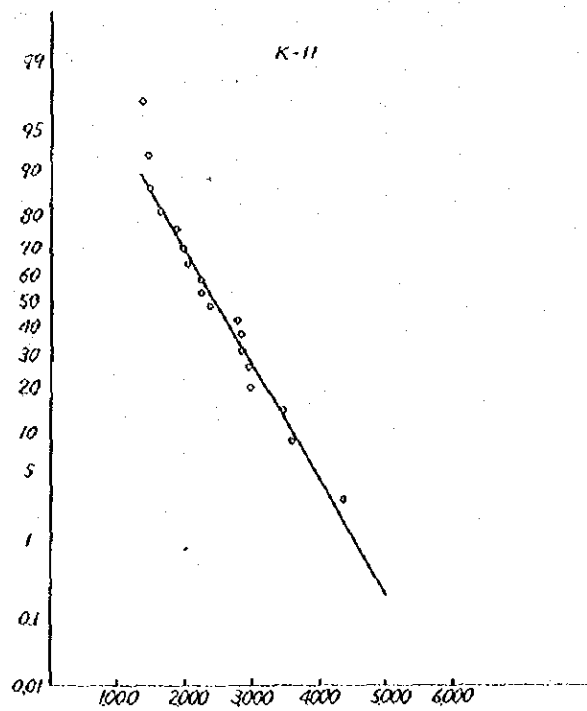


Fig. 3-5 - Exceedance Probability of Annual Maximum Discharge, K-11

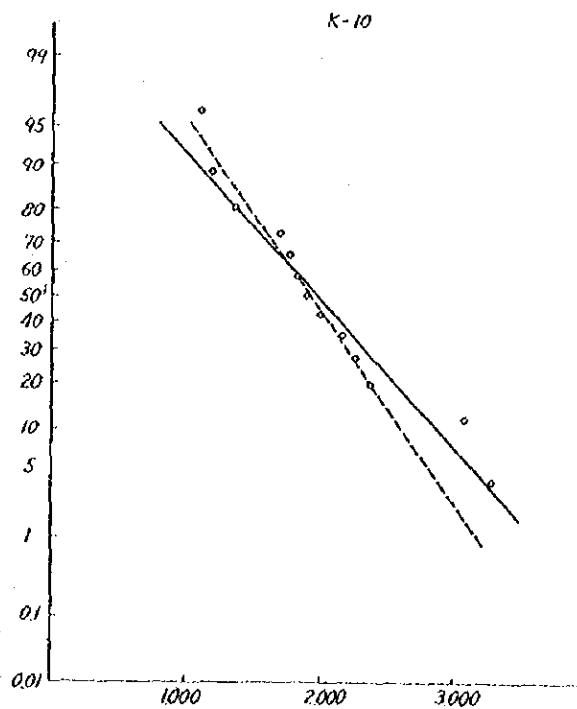


Fig. 3-6 - Exceedance Probability of Annual Maximum Discharge, K-10

Table 3-14 - Highest Water Stage of the Khwae Noi

Year	Month and Day		K13	K13-K10	K10	K10-K11	K11
			MSL m	m	MSL m	m	MSL m
1966	8	1	85.29	42.92	42.37	23.85	18.52
	9	14	90.89	45.28	45.61	25.69	19.92
	9	22	80.21	42.74	37.47	20.28	17.19
67	8	11	87.29	43.40	43.89	25.90	17.99
	8	22	86.65	42.85	43.80	24.58	19.22
	9	5	85.46	43.56	41.90	23.45	18.45
68	8	18	83.90	42.62	41.28	22.93	18.35
	9	17	82.91	42.94	39.97	22.74	17.23
69	8	14	89.21	42.55	46.66	26.01	20.65
70	7	19	84.16	42.55	41.61	23.85	17.76
71	7	29	87.49	42.62	44.87	25.30	19.57
72	7	19	91.84	43.15	48.69	28.23	20.46
	8	2	86.02	42.13	43.89	24.32	19.57
	8	22	82.15	42.10	40.05	22.62	17.43
73	6	21	87.59	43.40	44.19	25.33	18.86
	8	29	84.89	42.02	42.87	24.47	18.40
74	8	21	92.64	43.02	49.62	28.60	21.02
Mean	--		--	42.93	--	24.6	--

Notes: Floods subjected to little influence of the Khwae Yai were selected. Since the distance between K_{13} and K_{10} is about 120 km and that between K_{10} and K_{11} is about 90 km, the gradient of highwater marks can be calculated as follows.

$$K_{13} - K_{10} \quad 42.93/120,000 \approx 1/2,800$$

$$K_{10} - K_{11} \quad 24.6/90,000 \approx 1/3,700$$

(9) 氾濫状況

Mae Klong川流域の洪水氾濫は、おおむねVajiralongkorn Headwork より下流部に発生している。

氾濫区域は、大きく2つに分類され、比較的小流量でも氾濫し被害を被るBan Pong～Rat Buri間の左右岸地域一帯と、Vajiralongkorn Headwork 地点の流量が約 $2,300\text{m}^3/\text{s}$ を越えたときに越流堤を越えて浸水するTha Muang～Tha Maka間の左岸側地域一帯である。

1972年の9月から10月にかけての洪水では、流量はK11で $1,100\sim 1,400\text{m}^3/\text{s}$ 程度であったがRat Buri上流の左右岸で氾濫しており氾濫面積は約 $5,000\text{ha}$ と算定されている。このときは、当然上流での氾濫はない。

一方、1974年の8月及び10月の洪水ではVajiralongkorn 地点の流量が $2,800\sim 3,600\text{m}^3/\text{s}$ で非常に多く、越流堤の越流条件をはるかに越えているためTha Muang～Tha Maka間の2カ所で浸水し約 $3,500\text{ha}$ の氾濫原を生ずるとともにTha San Channelを通じてNakhon Chai Si川へ氾濫水が流れこんでいる。このときは勿論下流部でも、大氾濫を起しておりBan Pong～Rat Buri間で左右岸に約 $13,600\text{ha}$ の氾濫原を現出している。

これらの様子は、図3-7及び図3-10に示してある。また、1969年から1974年までの洪水氾濫面積及び被害面積を表3-15に示してある。

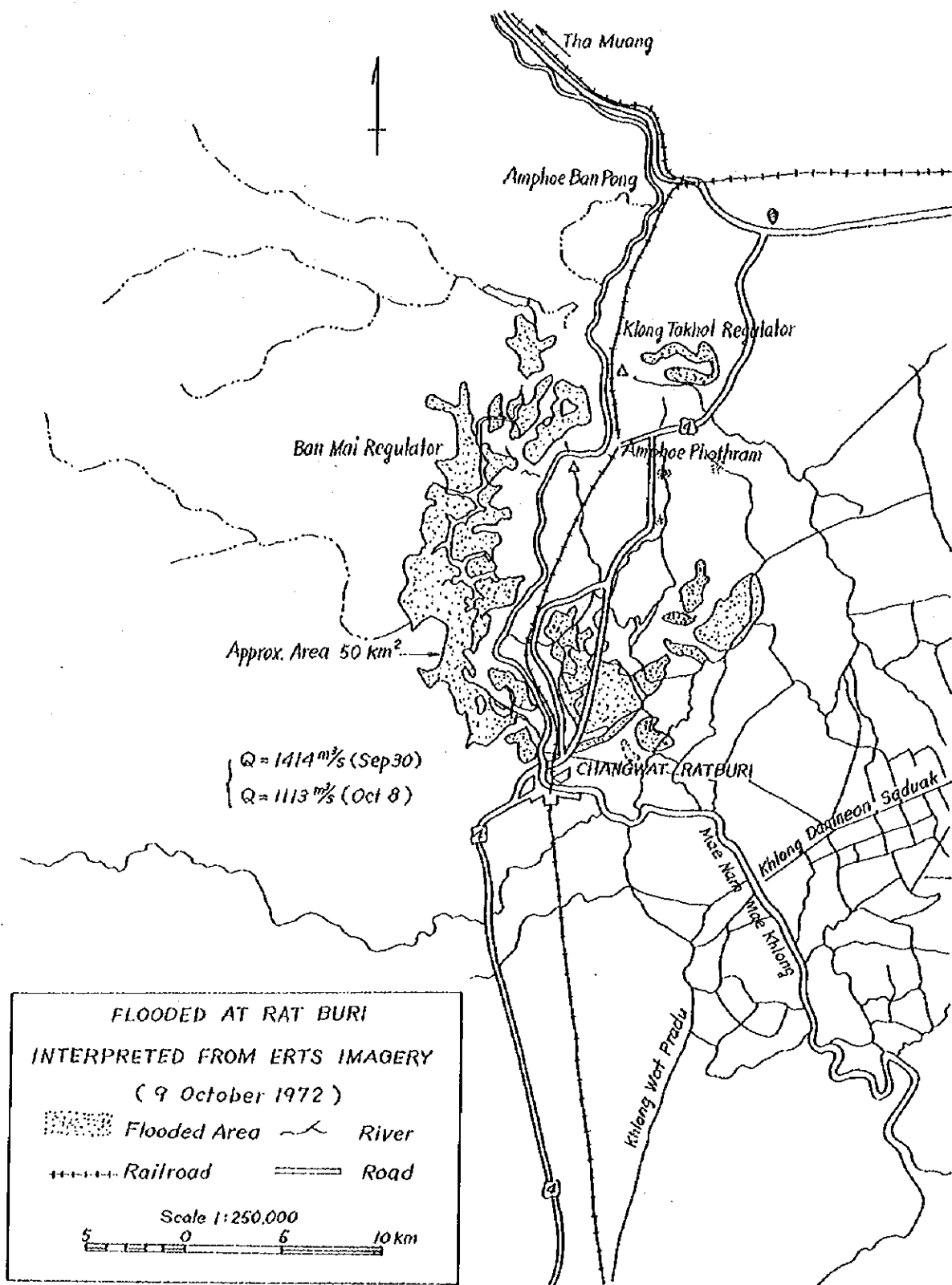


Fig. 3-7 - Flooded Area (1972)

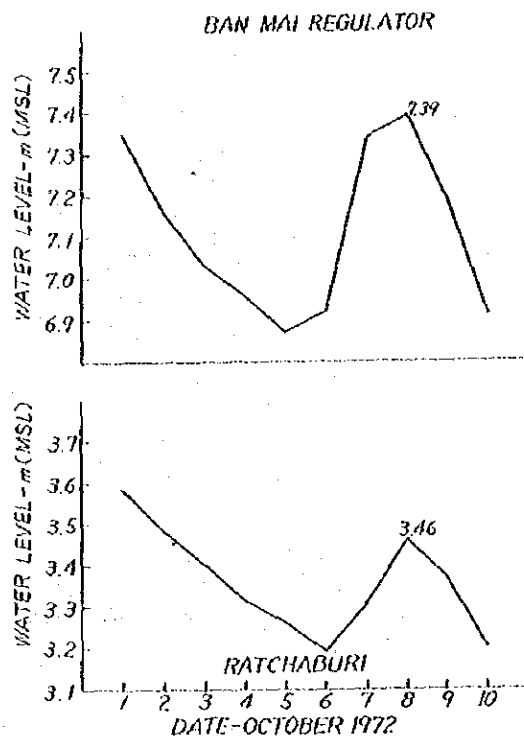


Fig. 3-8 - Water Level of the MaeKlong River (1)

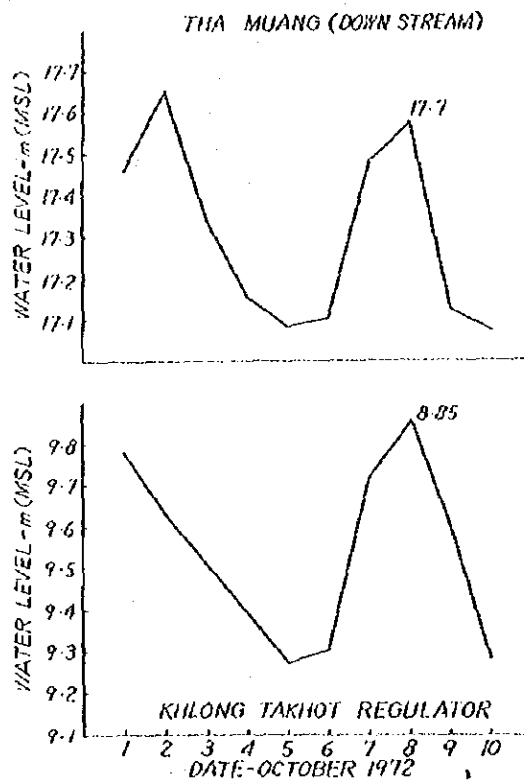


Fig. 3-9 - Water Level of the MaeKlong River (2)

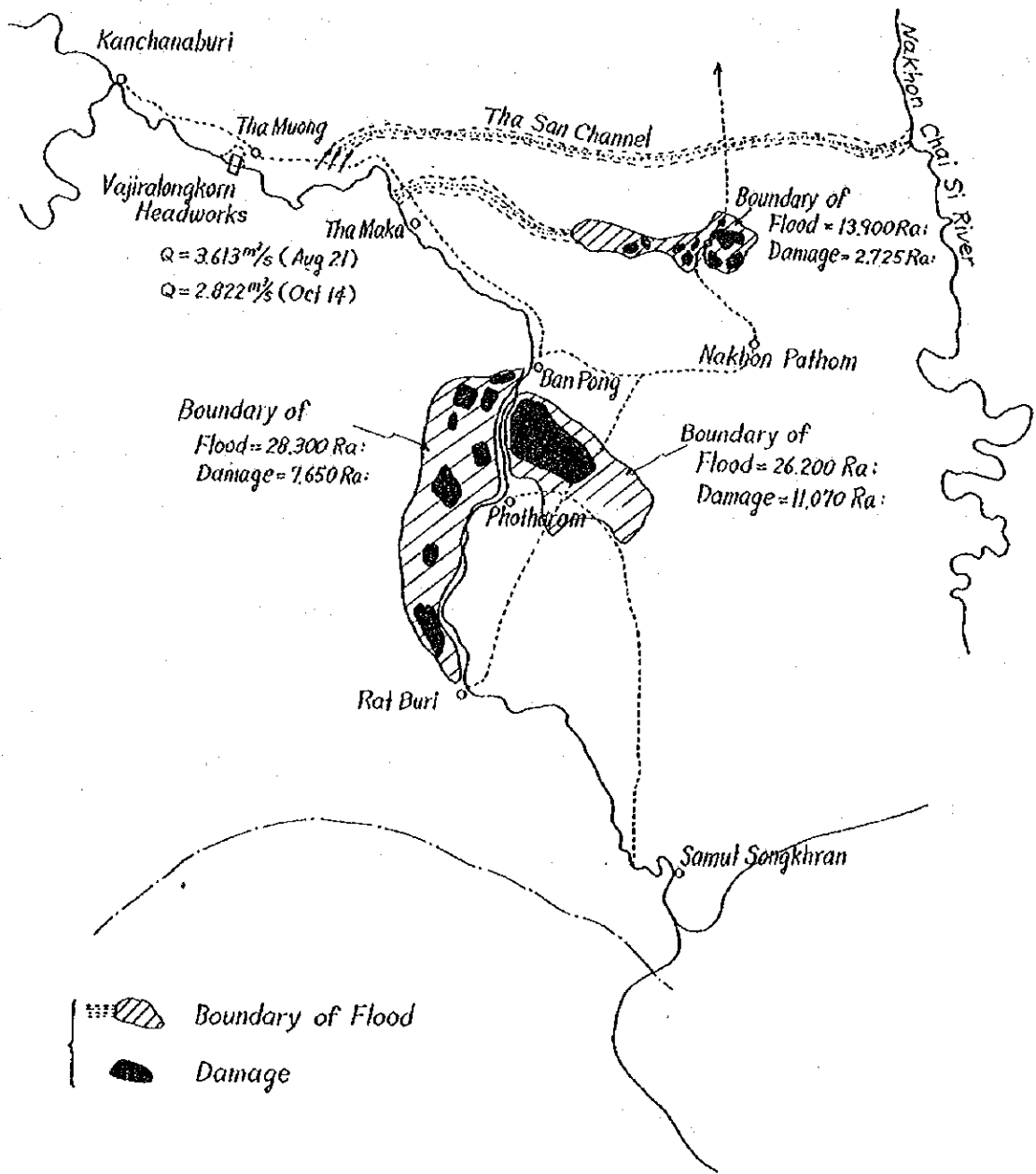


Fig. 3-10 - Flooded Area (1974)

Table 3-15 - Flood of Macklong Project Area

YEAR	PEAK DISCHARGE M ³ /SEC	RETURN PERIOD YEAR	BOUNDARY OF FLOOD RAI	DAMAGE RAI
1969	2,841 (12 Aug.)	3	350,000	NO RECORD
1971	2,367 (29 Jul.)	2	1,500	1,500
1972	{ 2,990 (19 Jul.)	4	173,750	12,520
	{ 2,370 (2 Aug.)	2		
1974	{ 3,613 (21 Aug.)	8	68,744	21,819
	{ 2,822 (14 Oct.)	3		

*Diversion of Mae Klong Project began in Sept., 1970.

3-5 Ban Chao Nen 水力発電計画

(1) 概 要

Ban Chao Nen 水力発電計画では Bangkok の北西 150 km の Khwae Yai 川にダムと発電所を建設することになっている。

ダムは不透水性コアを有するロックフィルダムで、基礎岩盤上の高さ 135 m、総貯水容量 17,745 百万 m³、有効貯水容量 7,470 百万 m³ である。このダムは 10,880 km² の集水面積を有し、出水の貯留、乾期の用水補給などの年間調整を行なうものである。

Ban Chao Nen 発電所の発電機数は 5 台、総出力は 720,000 kW が期待されている。これを 2 期に分け、第 1 期は発電機 3 台、出力 360,000 kW とし、将来、発電機 2 台を増設しさらに 360,000 kW の出力をもたせることとされている。将来増設される 2 台については可逆タービンをつけて、ポンプアップできる形にする計画である。

これらによって、年間平均 1,160 百万 kWh の電力量が得られる。この電気は総延長約 165 km の送電線によって Bangkok の変電所に送られる。

また、ダムは多目的に使われ、発電の他にかんがい用水の補給、洪水調節も行なう計画である。

(2) 計画諸元

- | | |
|-----------|--------------------------|
| 1) 位 置 | Khwae Yai 川 Ban Chao Nen |
| 2) 集水面積 | 10,880 km ² |
| 3) 年間流量 | 4,600 MCM |
| 4) 可能最大洪水 | 7,100 m ³ /s |
| 5) 貯水池諸元 | |
| a 当時満水位 | EL. 180.0 m |

b 湛水面積	419 km ²
c 総貯水容量	17,745 MOM
d 有効貯水容量	7,470 MOM
e 利用水深	21 m
d 最高湛水位	182.4 m

(3) ダム諸元

1) 型式	不透水性コアをもつロックフィル
2) ダムサイトの地質	石英岩 (Quartzite), 砂岩, 石灰岩 (Limestone)
3) 堤頂高 (クレスト)	185.0 m
4) 堤高	135.0 m
5) 堤頂長	610.0 m
6) 堤体積	12,300,000 m ³

(4) 余水吐諸元

1) 型式	開水絡 chute type
2) ゲート	ラジアルゲート 10m×9.5m×3門
3) 最大流量	2,420 m ³ /s

(5) 発電

1) 最大使用水量

1 期	133 m ³ /s × 3台 = 399 m ³ /s
2 期	199.5 m ³ /s × 2台 = 399 m ³ /s
計	798 m ³ /s

2) 最大出力

1 期, 2 期ともに 360,000 kW で合計 720,000 kW

3) 年間発生電力量 1,160 × 10⁶ kWh

3-6 観測施設の現況及びデータの所在

Mae Klong川及びその流域に関しては、気象、洪水、水利用などの面から多くの機関が関心を寄せており、そのために、観測施設の配置は更に複雑になっている。

関係機関は大きく4者に分けられ、次のものがある。

- 1) Meteorological Department, Ministry of Communications (気象庁)
- 2) The Electricity Generation Authority of Thailand (EGAT)
- 3) National Energy Authority (NEA)
- 4) Royal Irrigation Department (RID)

これら4者の観測の目的は当然各々異なっているが隣接した箇所に、複数機関の観測所が混在している状況が所々で見受けられた。これら4機関の連絡は不十分で、洪水予報に関する全観測所を系統的に視察することはできなかった。今回の調査の段階では、関係観測所を図面等によってさえも十分に分類整理できる状態にはない。

敢えて、まとめるならば台風委員会、電源開発の調査報告書、RIID から入手した図面などを参考にして以下の図表のようになる。

Table 3-16 - List of Rain Gauge Stations (Existing)

No.	Name of Station	River Basin		Classification	Location	Managed by	Duration of observation	Remarks
		Main	Tributary					
1	Umphang	Khwaè Yai	Huai No Pong	Ordinary		Met.	1952	
2	Ban Naswan	Khwaè Yai	Khwaè Yai	Ordinary		Met.	1957	
3	Ban Naswan (K-19)	Khwaè Yai	Khwaè Yai	Ordinary		RID	1968	Incomplete
4	Si Sawat	Khwaè Yai	Khwaè Yai	Ordinary		Met.	1955	
5	Kang Rieng (K-6)	Khwaè Yai	Khwaè Yai	Ordinary		RID	1952	
6	Kanchanaburi	Meklong	Meklong	Radio Linked		Met.	1911	
7	Kanchanaburi (K-8)	Meklong	Meklong			RID	1957	
8	Bophloi (K-12)	Khwaè Yai	Taphoen	Ordinary		RID	1956	Incomplete
9	Panom Tuan	Meklong					1952	
10	Sangkhlaburi	Khwaè Noi	Khwaè Noi	Ordinary		Met.	1952	
11	Pilok	Khwaè Noi		Ordinary		Met.	1959	
12	Thong Pha Phum	Khwaè Noi	Khwaè Noi	Radio Linked		Met.	1952	Incomplete
13	Thong Pha Phum (K-13)	Khwaè Noi	Khwaè Noi			RID	1966	Incomplete
14	Lun Sum Sai Yok (K-10)	Khwaè Noi	Khwaè Noi			RID	1955	Incomplete
15	Suan Phung (K-17)	Khwaè Noi	Phachi	Ordinary		RID	1966	Incompleted
16	Tha Muang	Meklong	Meklong				1952	
17	Tha Maka	Meklong	Meklong				1952	
18	Bangkok						1911	
19	HUAI MAE NAM NOI K22	Khwaè Noi	Khwaè Noi					

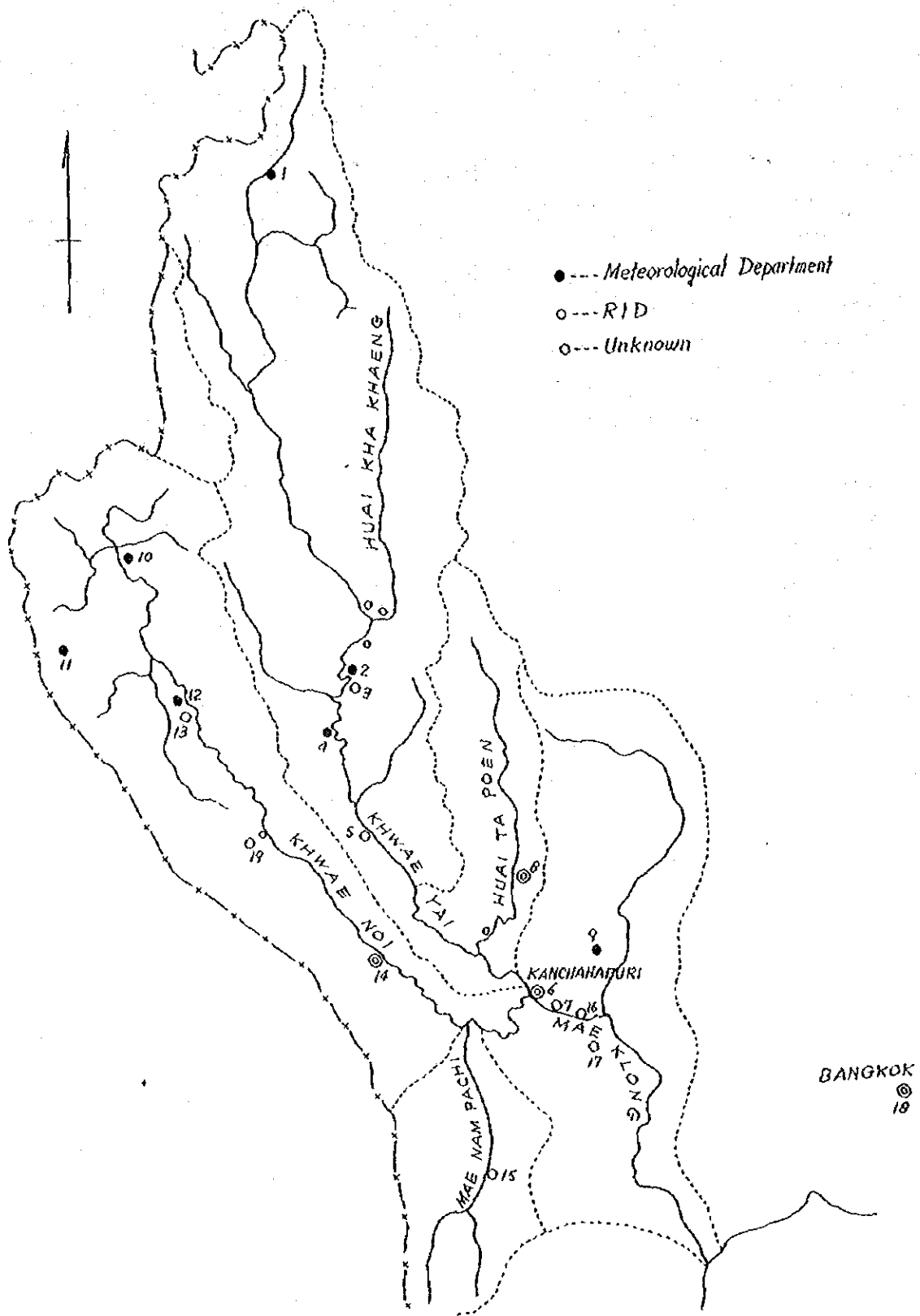


Fig. 3-11 - Locations and Affiliation of Rain Gauge Stations

Table 3-17 - List of Collected Rainfall Data

Upper Column -- Data of TCS
 Middle Column -- Data of EGAT (monthly and annual rainfalls)
 Lower Column -- Data of EGAT (daily rainfall)

No.	Name of Station	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	
1.	Umphang	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○							
2	Ban Naswan						○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○							
3	Ban Naswan K-19																		X X						
4	Si Sawat				○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○						
5	Kang Rieng K-6	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	X X						
6	Kanchanaburi	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○						
7	Kanchanaburi K-8					○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	X ○													
8	Bophloi K-12				○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	X ○	○ ○	X ○					
9	Panom Tuan	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○								
10	Sangkhlaburi	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○						
11	Pitok								○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○						
12	Thong Pha Phum	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	X ○	○ ○	X ○				○ ○		X ○	X ○			○ ○	○ ○						
13	Thong Pha Phum K-13														X ○	X ○	○ ○	○ ○	○ ○						
14	(Wang Po) Sal Yok K-10				○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	X ○	X ○	○ ○	○ ○	○ ○	X ○					
15	Suan Phung K-17															X ○	○ ○	○ ○	X ○						
16	Tha Muang	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	X ○	X ○										
17	Tha Maka	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○									
18	Bang Kok	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○									

Table 3-18 - List of Water Stage Stations (Existing)

No.	Name of Station	Name of River		Classification	Duration of Observation	Managed by	Zero Point	Remarks
		Main	Tributary					
1	Khao Chod	Khwaie Yai	Khwaie Yai	staff	1965			
2	Khao Chod	Khwaie Yai	Hvai Kha Khaeng	staff	1965			
3	Ongkla (K-19)	Khwaie Yai	Khwaie Yai	staff	1966	RID		
4	Kang Riong (K-6)	Khwaie Yai	Khwaie Yai	staff	1952	RID		
5	Kao Wang Masung (K-20)	Khwaie Yai	Khwaie Yai	staff	1965	RID		Incompleted Data
6	Lam Ta Phern (K-12)	Khwaie Yai	Hvai Ta Poen	staff	1965	RID		
7	Hvai Mae Nam Noi (K-22)	Khwaie Noi	Khwaie Noi	staff	1966	RID		
8	Wang Po (K-9)	Khwaie Noi	Khwaie Noi	staff	1962	RID		
9	Lum Sum K-10	Khwaie Noi	Khwaie Noi	staff	1965			Incomplete Data
10	Kanchanaburi K-8	Mae Klong	Mae Klong	self recording	1957	RID		Distinction between Kanchanaburi and Ban Tham stations not clear
11	Ban Tham	Mae Klong	Mae Klong		1957			
12	Ban Wang Khasai	Mae Klong	Mae Klong		1965			
13	Ban Thong Pha Phum (K-13)	Khwaie Noi	Khwaie Noi	staff	1965	RID		Incomplete Data
14	K-10	Khwaie Noi	Khwaie Noi	staff	1965	RID		
15	Ban Suan Phung (K-17)	Khwaie Noi	Phachi	staff	1966	RID		
16	K-4					RID		locations unknown
17	K-11					RID		"
18	K-27					RID		"

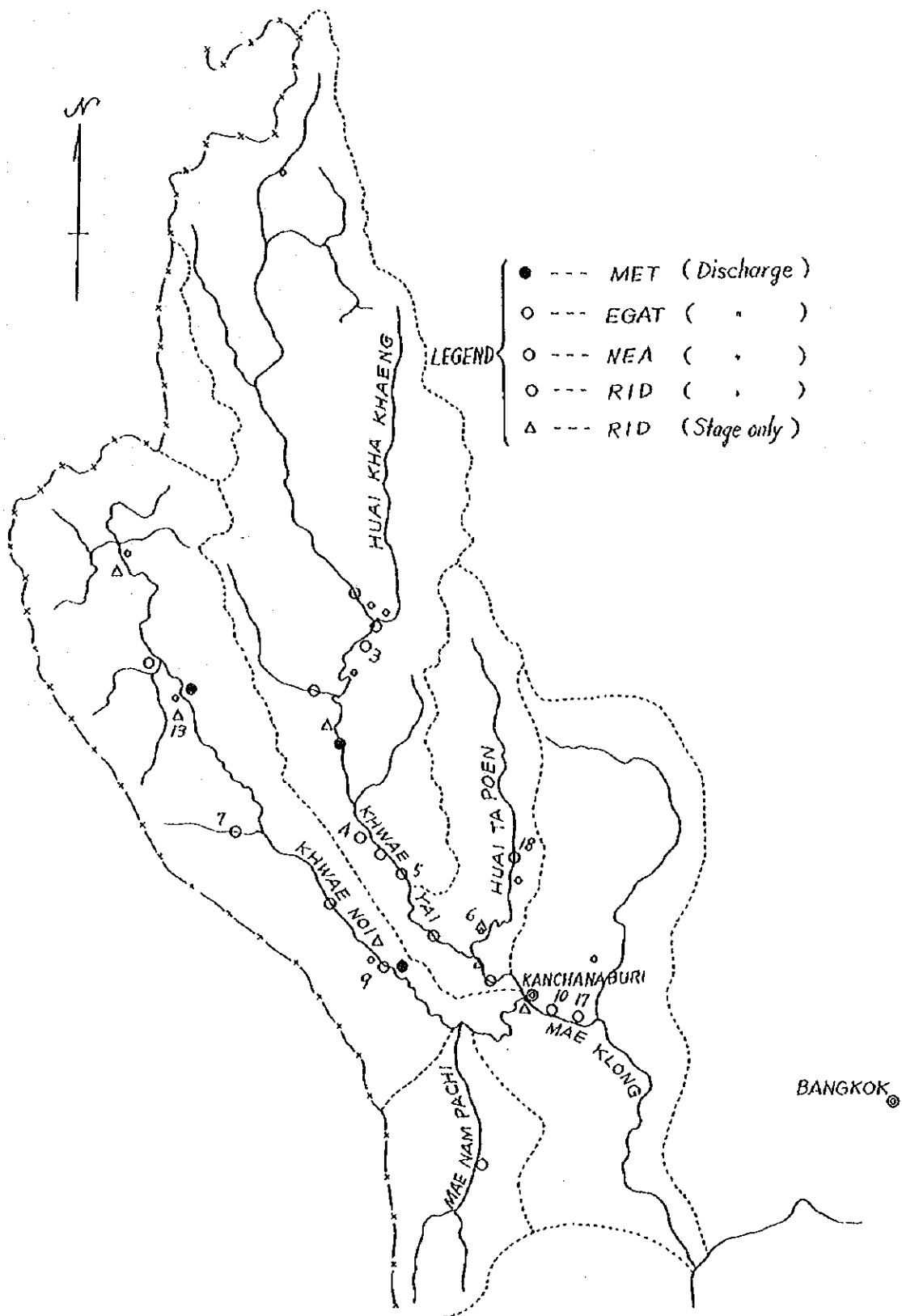


Fig. 3-12 - Locations and Affiliation of Stage and Discharge Stations

Table 3-19 - List of Collected Water Stage Data

Upper column - Data of TCS
Lower column - Data of RGAT

No.	Name of Station	52 and 53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	
1	Khao Chod (Main)													○	○									
2	Khao Chod (Tributary)													X	X									
3	Ongkla K-19														○									
4	Kang Rieng K-6	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○						
5	Kao Wang Masung (K-20)														○	○								
6	Lam Ta Phern K-12													X	○	○								
7	Hval Mae Nam Noi K-22														X	○								
8	Wang Po K-9										X ○	○ ○	○ ○	X ○	○ ○	X ○	X ○	X ○						
9	Lum Sum K-10													○ ○	○ ○	○ ○	○ ○	○ ○						
10	Kanchanaburi K-8					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X	○						
11	Ban Tham					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	X							
12	Ban Wang Khasai													○										
13	Ban Thong Pha Phum (K-13)													X	○	○								
14	K-10																							
15	Ban Suan Phung K-17														○	○								
16	K-4											○	○											
17	K-11													○	○	○	○	○						
18	K-27																X							

3-7 今回の調査で入手した水理水文データ

Khwae Yai 川は、Ban Chao Nen Dam の建設によってほぼ完全に洪水制御できることが期待されているので、Khwae Noi 川を主とし、Khwae Yai 川は、Ban Chao Nen Dam 下流のデータを収集した。

観測データの種類、数は極めて多く、あまり集め過ぎても混乱が多いので最近の10カ年を重点的に収集した。

データの入手状況及びそれらに対応する観測所の位置を以下の図表に示す。

Table 3-20 Collected Hydraulic Data

○ Complete ⊕ Incomplete

No.	Name of Rivwe	Name of Station	Code	Data of Daily Water Stage and Discharge											Data of Hourly Water Stage								
				Observation period before 1964	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	69 Jul.	69 Aug.	72 Jul.	74 Aug.	74 Oct.				
1	Mae Klong	Wat Tha Khlong	K2A		(Stage only)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○							
2	"	Ratchaburi	K2	62~64	○	○	(Stage only)																
3	"	Wang Khanai	K11		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4	Khvae Yai	Khao Wang Masang	K20		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5	"	Kaeng Rieng	K6	53~64	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6	(" Tributary) Lam Taphoen	Ban Wang Yai	K27					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7	Khvae Noi	Ban Lum Surn	K10		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
8	"	Ban Tha Khanur	K13		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
9	(" Tributary) Hvai Mae Nam Na	Tambou Tha Thung Na Ban Sai Yok	K22A					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	(")	Ban Sai Yok Ban Tha Thung Na Noi	K22		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
11	(" Tributary) Lam Phachi	Frontier Police Station	K17		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

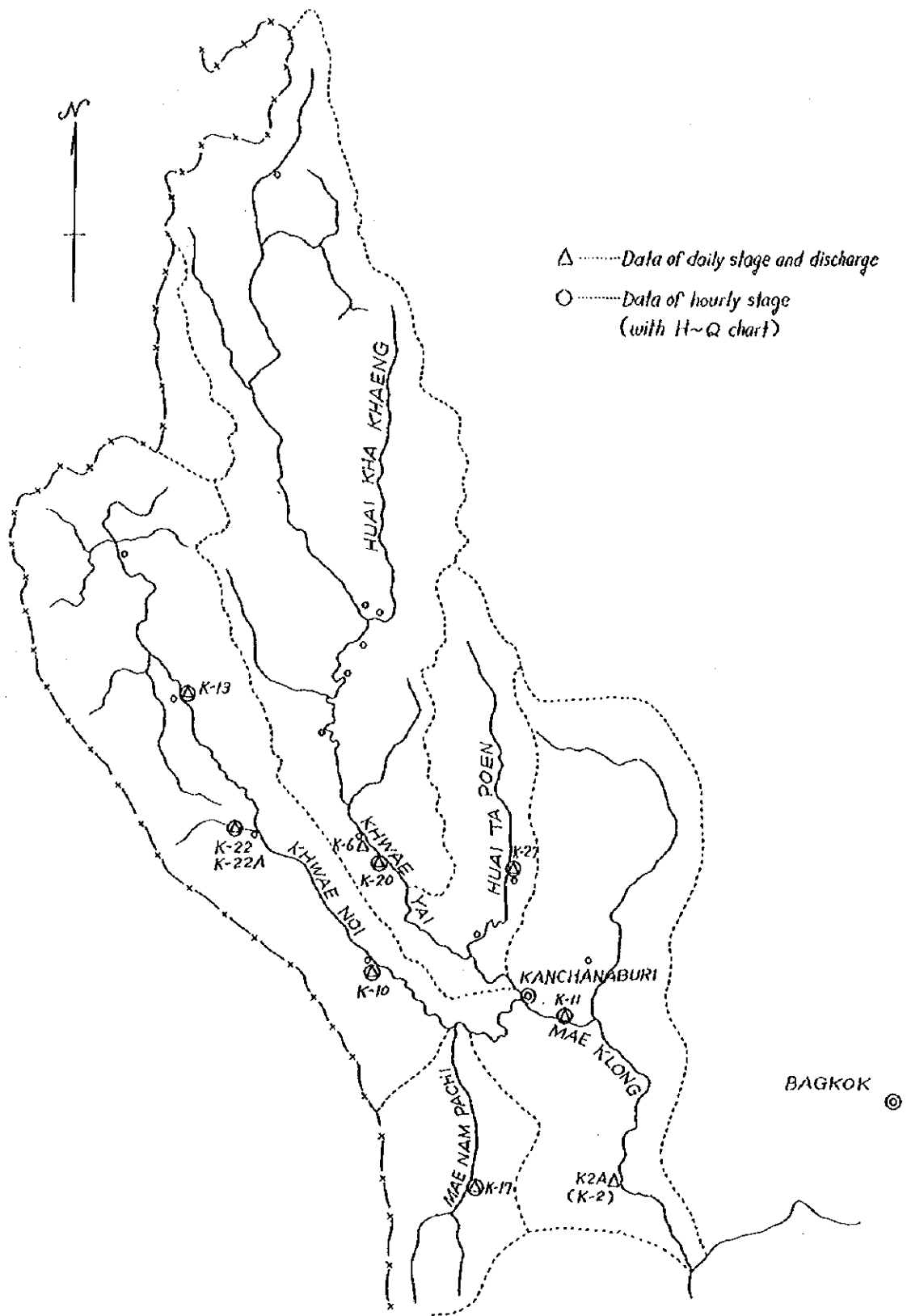


Fig. 3-13-1 - Locations of Stations Providing Hydraulic Data

Table 3-21 - Collected Rainfall Data

Name of River Basin	Name of Station (Code)	Daily Rainfall Data																	Hourly rainfall data								
		52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	72	74	
		Sep.-Oct. Jul.-Sep.																									
Khwae Noi	Sangchuburi (13063)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Phlok Tin Mine (13092)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Ban Pa Tho (13152)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Thong Pha Phum (13053)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Lin Thin (13142)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Hvaj Mae Nam Noi (K-22, 13221)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Lum Sum (K-10, 13211)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Khwae Yai	Wang Masung (K-20, 13281)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

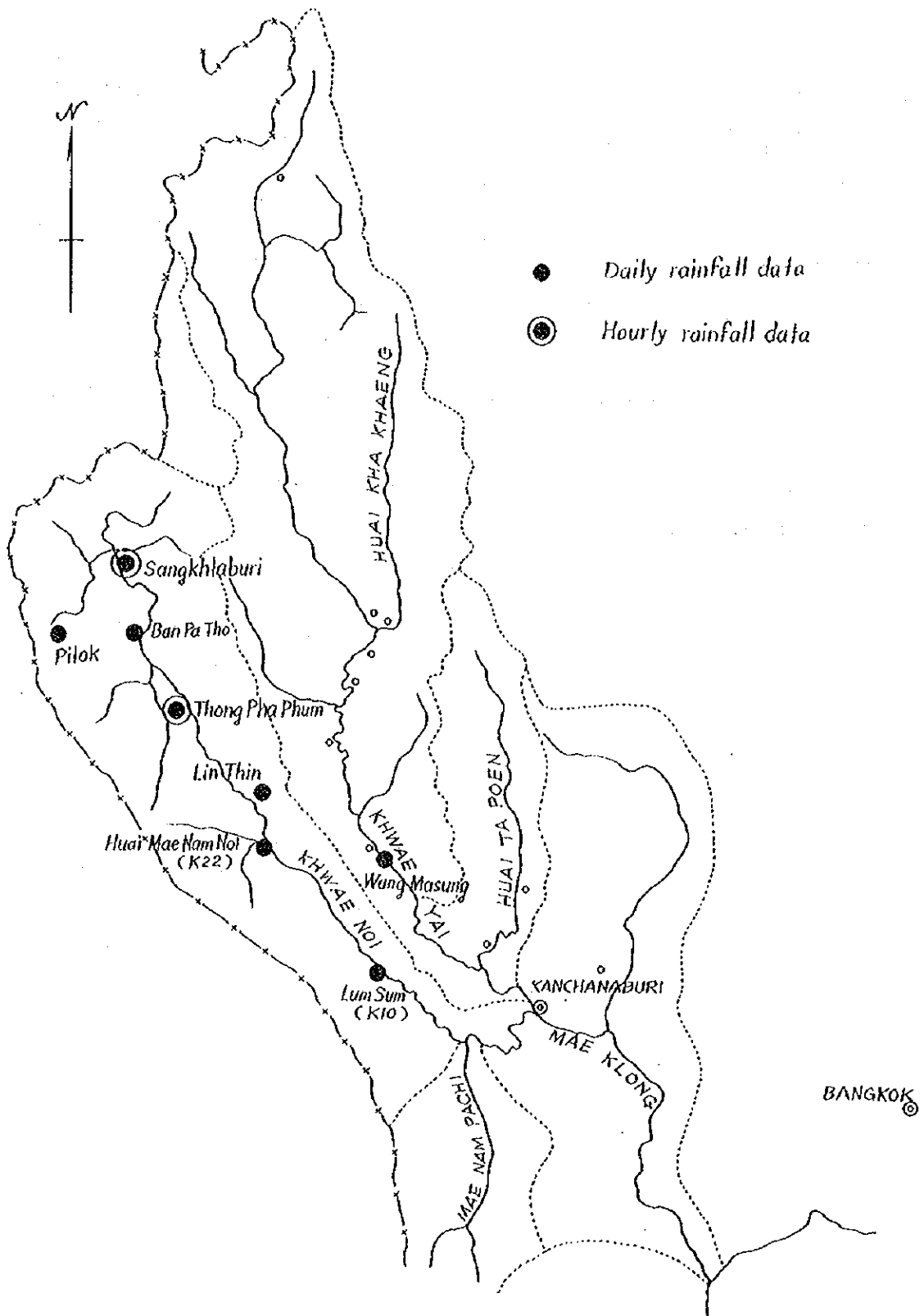


Fig. 3-13-2 - Locations of Stations Providing Rainfall Data

3-8 通信施設の現況

(1) 一般的事項

- SSB(HF)は非常に多く使われているので、新しい周波数の割当はかなり困難である。
- VHF は各所とも計画はあるが、現状では軍用を除いてほとんど使われていないので周波数の割当は比較的容易である。
- 電源は山間部に於いては商用電源の不備な地方もあるので、今後の計画にあたっては太陽電池がよい。
- 通信技術者はやはり全体に不足している。短波(SSB)通信であるのでOperator は居ても多くは女性である。
- メクロン河流域(Kanchanaburi)における雷の発生の頻度は年間63回(1951~1970)である。

(2) Meteorological Department における通信施設の現況

- 現在の通信Network の概略は図のとおりである。

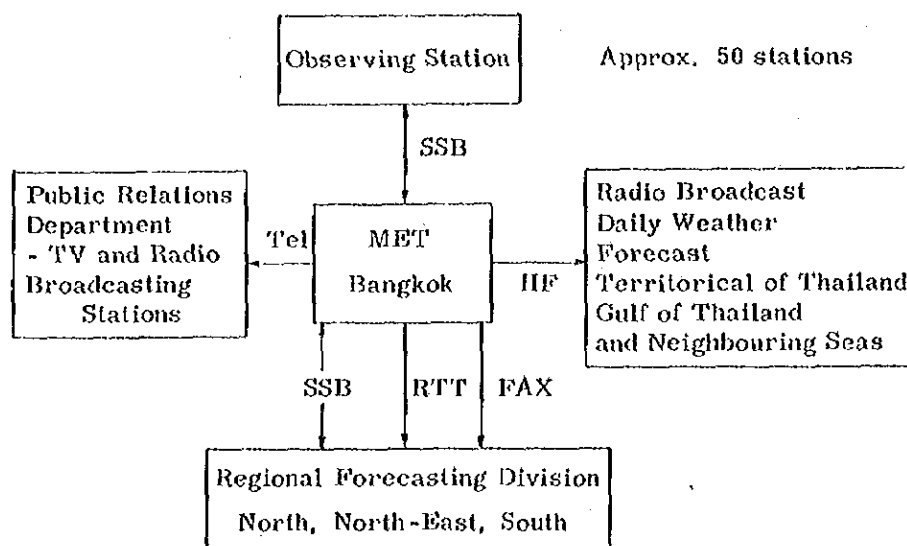


Fig. 3-14-1 - Existing Telecommunication Network

- 各地方測候所（50カ所）と Bangkok とは SSB Network によって結ばれている。
- SSB はその他地方予報部（North, North-East, South の3カ所）との連絡にも使われている。
- その他は TV, ラジオ局とは電話線で連絡，そして国内，タイ湾及び近海の気象予報放送を行なっている。（短波放送）
- Mae Klong 川流域には Tong Pha Phun 測候所に SSB Set があり Bangkok との定時通信に使用される。（空中状態の悪い時は南部の Chumphon で中継する。）
Set は 1967 年 Motorola 製で周波数は 6550, 6660, 8070, 8660 kHz の4波である。
なお，Thong Pha Phun は常時電気は供給されず，夜間（日没～23時）のみディーゼル発電による電力供給であるので，測候所は通信用も含めて 2kVA の自家用発電装置が使われている。
- Chao Phray 川（メナム川）上流の Ping 川流域 Chiang Mai はテレメータシステム（日本無線製）—監視局1，観測局3—が設置されている。概略は図3-14-2のとおりである。

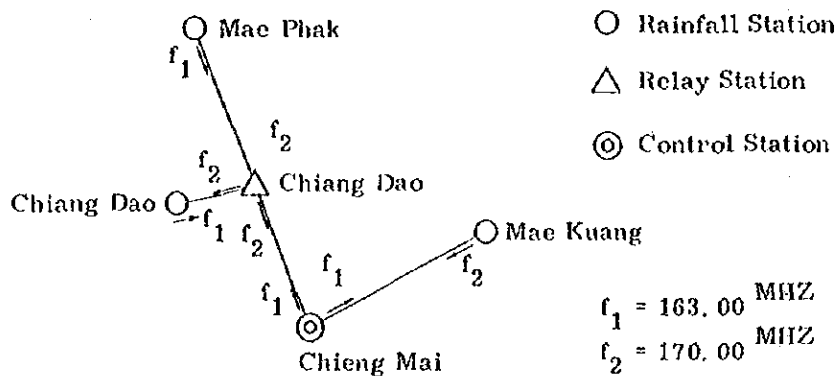


Fig. 3-14-2 - Schematic Drawing of Chiang Mai Telemetering Network
 なお機器は日本の建設省標準型とほぼ同型のものである。

(3) Royal Irrigation Department

- RID では各地方事務所との間に SSB Network が設置されている。SSB Set は総数 169 台で地方に 8 カ所の基地が設けられ，それを中心に Network が作られている。
- Mae Klong 川流域の Kanchanaburi にも基地があり Bangkok との間は VHF で結ばれている。
- 使用されている周波数は SSB が 26 波，VHF は 6 波であり Bangkok-Kanchanaburi は 136MHz が使用されている。
- 主要な水位観測所（Kwae Noi 川における K10 など）には必要時に可搬の SSB Set が置かれて通信回線が設定されるようになっている。
- Bangkok の RID 本庁には 5 台の SSB Set と 1 台の VHF Set（対 Kanchanaburi）が設

置されそれぞれ Operation Box 内で専任の Operator により通信が行われている。

○ RID 全体で約 600 名の Mechanic 及び Operator がいて各地方事務所に配置されている。Bangkok には約 30 名の職員が居て運用に当たっている。

○ ロボット式テレメータ装置は現在のところ設置されていない。

3-9 Mae Klong 川のダム適地調査の状況

Mae Klong 川水系は、豊富な水量を有する山岳河川であるため、その水の有効利用を目指して、現在、Khwaе Yai 川に Ban Chao Nen Dam を建設中であるほか同じ Khwaе Yai 川の上流に 2カ所、Khwaе Yai 川の支川である Huai Ta Poen に 1カ所、Khwaе Noi 川に 4カ所のダム候補地が考えられている。これらに対する調査は、主として BQAT の手で行なわれており電源開発が主たる目的になっているが、下流部のダムはかんがい用水の補給も意図されており、RID も調査を進めている。

しかし Khwaе Yai 川の上流は、人口が極めて稀薄なところで道路も通じていないし、一方 Khwaе Noi 川の方も同様の悩みがあるほか、流域全体がほとんど石灰岩で形成されているため地質上の問題が極めて大きい。

さらに Ban Chao Nen Dam の本格的な建設がこれからであるから、資金面の問題もあり、これらのダムが建設されるまでには相当の年数を必要とするであろうことは、容易に想像される。

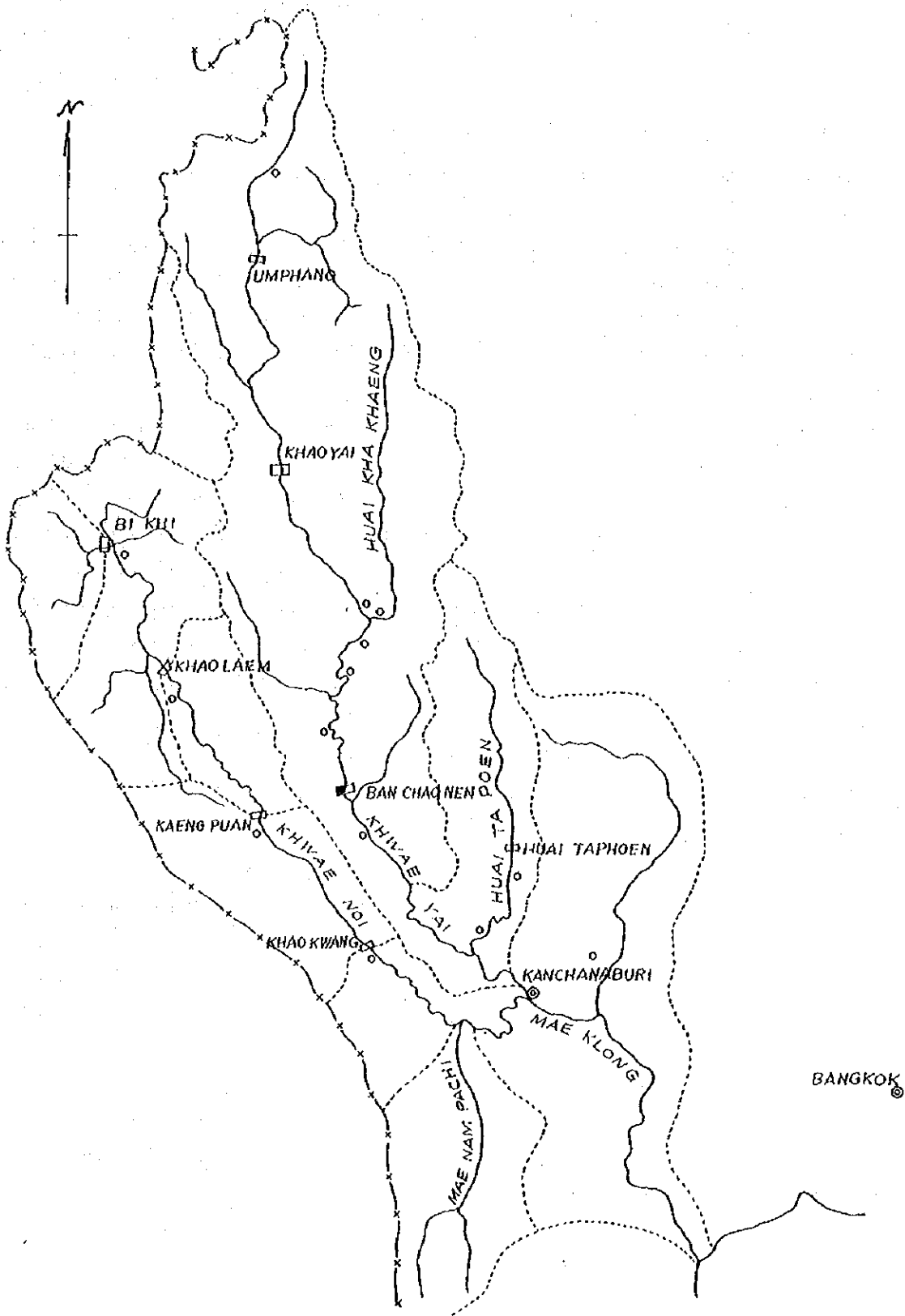


Fig. 3-15 - Proposed Dam Sites on the Mae Klong River

第4章 洪水予警報システムに関する分析

4-1 洪水予警報システムに関する活動経過

(1) Proposal of ECAFE/WMO Preparatory Mission on Typhoons

Background

In pursuance of the recommendation made at the meeting of the Working Group of Experts on typhoons in Manila, 1965, the ECAFE and WMO jointly organized an expert mission comprising of three members namely Dr. F. W. Reichelderfer as the team leader, Dr. S. N. Sen as Synoptic Meteorologist and Dr. T. Takenouchi as Hydrologist and Flood Control Expert.

One of the objective of the mission was to select a key river basin for establishment of a pilot flood forecasting and warning system in each of the typhoon - affected countries including Thailand. The mission visited Thailand during February - March 1967 and, as a result of the exchange of views with the Thai officials concerned, selected the MaeKlong river basin for that purpose. Further, on the basis of the information obtained and data readily available during the visit, the mission proposed a simple flood forecasting scheme indicating a tentative network system together with equipment, personnel and other requirements for its implementation (vide publication 1 under Reference).

(2) Development of Pilot Flood Forecasting in the Basin

(Proposal of a method for flood forecasting by TCS)

Background

The ECAFE/WMO Joint Unit on Typhoons (later designated as TCS) was actively engaged in developing a comprehensive plan for a pilot flood forecasting for the MaeKlong river basin in collaboration with the Meteorological Department and the Royal Irrigation Department of Thailand. As for the basis for planning a flood forecasting scheme, the Joint Unit carried out an extensive hydrological study with a view to evolving an appropriate flood forecasting method for the basin.

Considering the availability of rainfall and streamflow data, the study was based on data for the period from 1962 to 1966. It was found that flood forecasting one day in advance for K_8 (Kanchanaburi) would be practicable on the basis of a stage correlation between K_8 and K_9 or K_{10} on the Khwae Noi and between K_8 and K_6 on the Khwae Yai. Further, it was revealed that the runoff at K_9 or K_{10} and K_6 could be estimated from rainfall data of each catchment area and thereby two to three days forecasting time could be obtained if desired.

The results of the study is summarized in the following paragraphs (vide Note 2 under Reference).

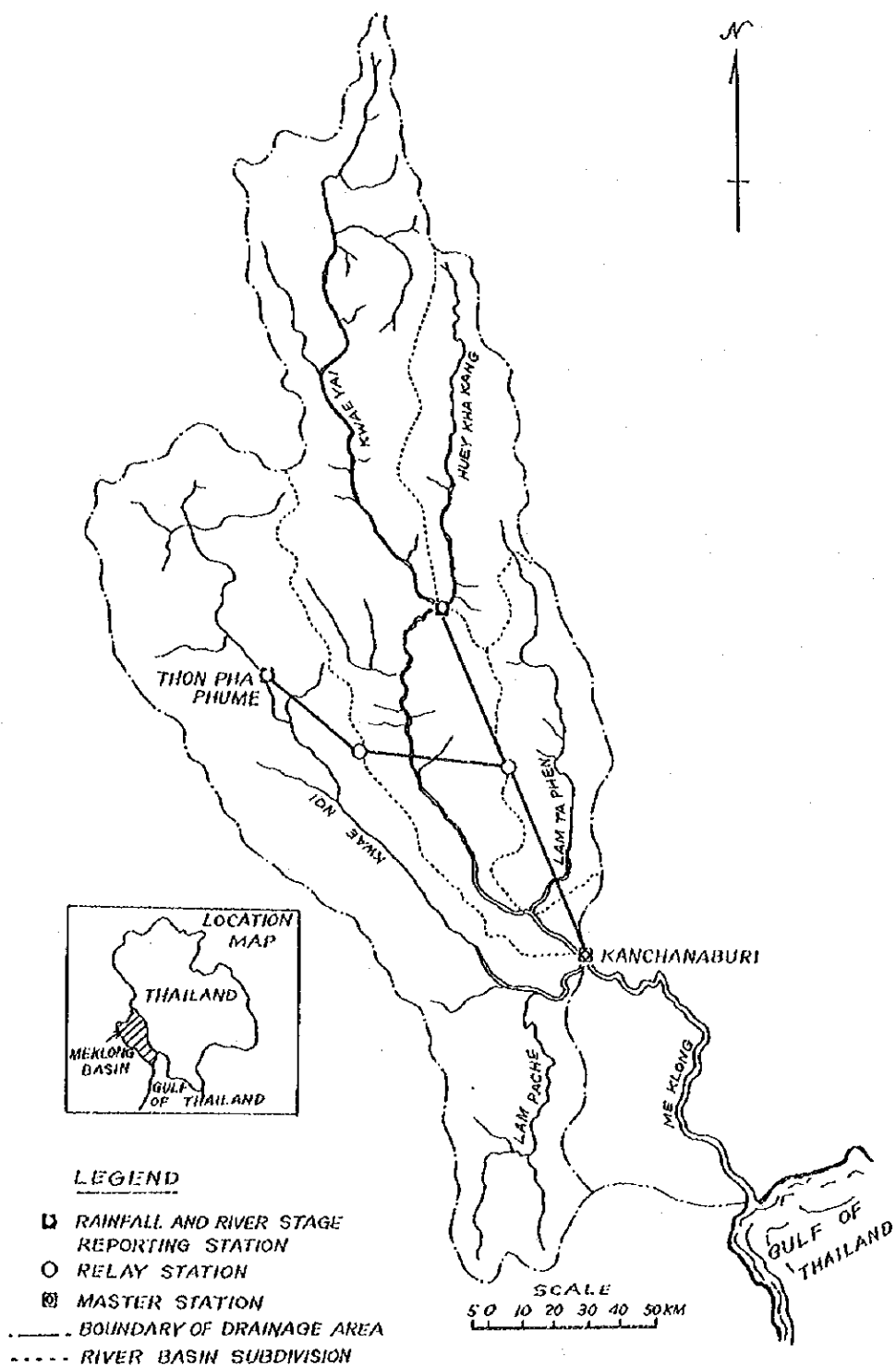


Fig. 4-1 - Flood Forecasting Scheme for the Meklong River Basin
Proposed by ECAFE/WMO Preparatory Mission on Typhoons

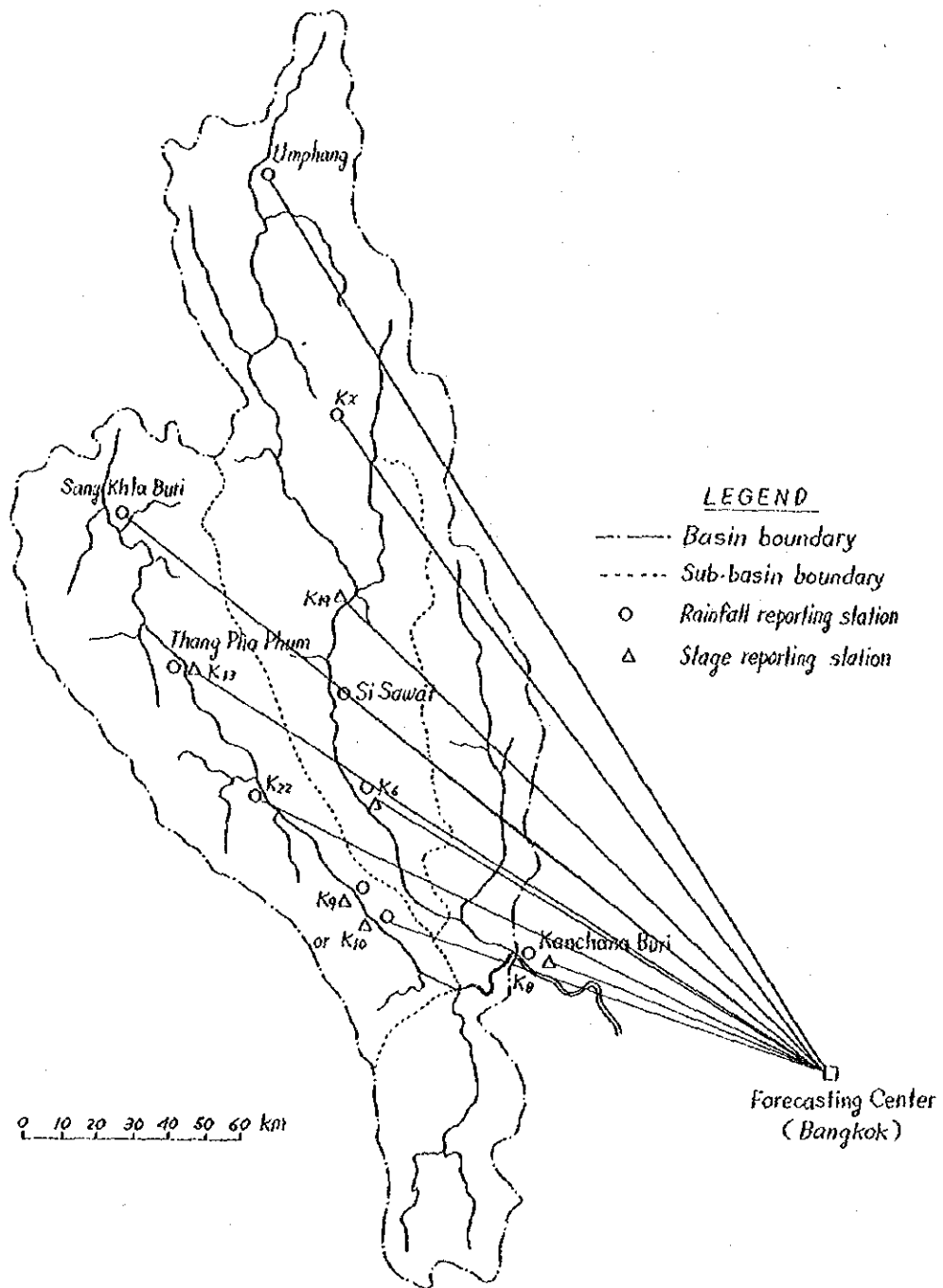


Fig. 4-2 - Mae Klong River Basin and Proposed Flood Forecasting System

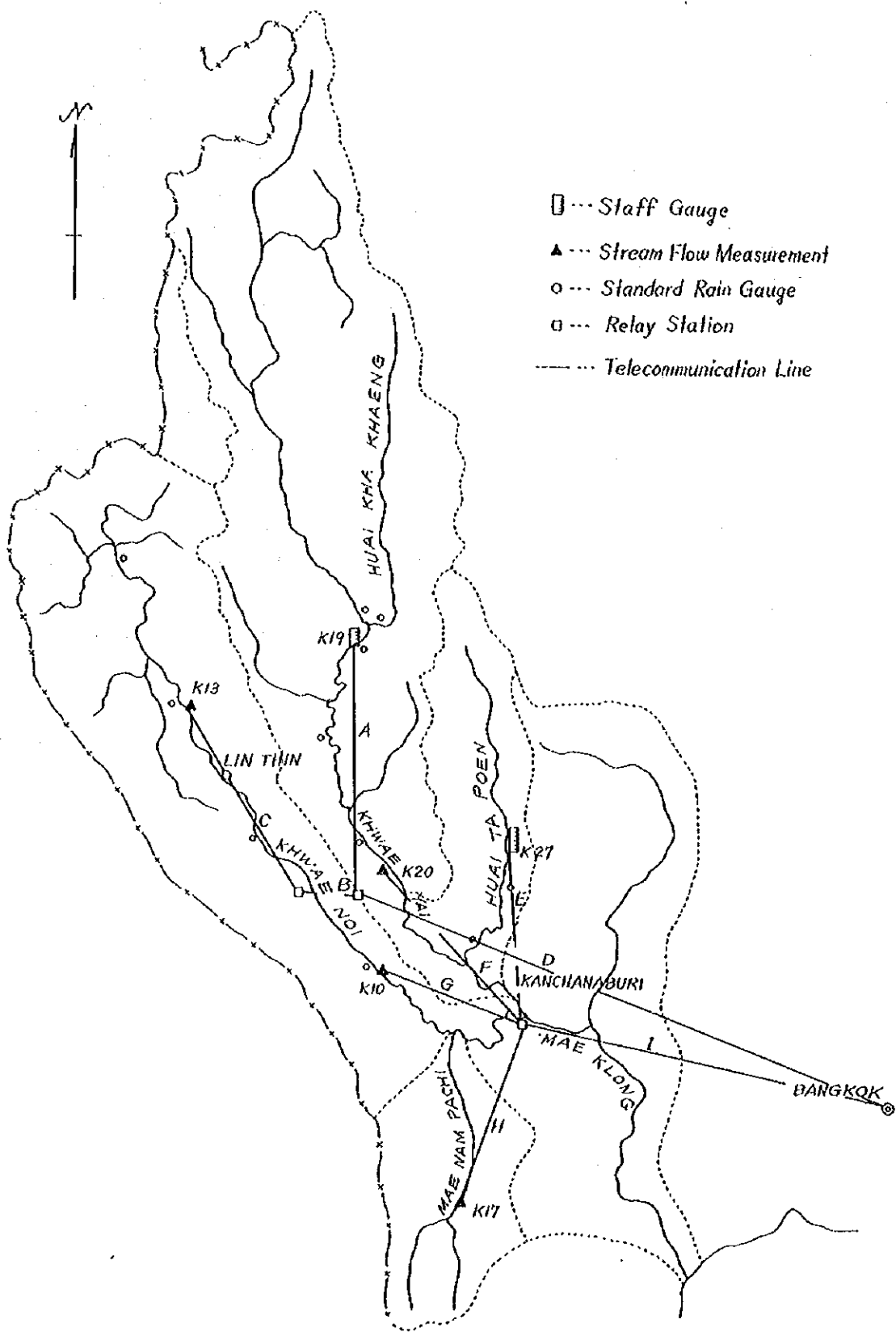


Fig. 4-3 - Flood Forecasting System (RID, 1969)

(3) Study on the Meteorological Conditions Associated with Floods

A preliminary study of the meteorological conditions associated with past floods in Macklong river basin was carried out by the ECAFE/WMO Joint Unit on Typhoon in 1970 in collaboration with the Meteorological Department of Thailand. Because of limited data available at that time, more detailed analysis could not be undertaken. However, the preliminary study revealed several important features and the need for such study in planning a flood forecasting system. The result of this preliminary study was summarized in a Note entitled "A Note on Meteorological Conditions Associated with Floods in Mae Klong river basin (Thailand)" which is reproduced in the Appendix attached to this Note.

(4) Network Proposed in Connection with the Draft Request to UNDP

In connection with the preparation of a draft request to UNDP for assistance in 1972, TCS had planned to include as UNDP input the cost of equipment needed for the implementation of the Macklong river forecasting system. However, because of the limited fund expected for such equipment, an attempt was made to draw up a simple network, so that cost of equipment would not exceed US\$100,000. The following criteria were accordingly considered for drawing up the forecasting network.

- 1) Reporting stations should be selected from existing ones as much as possible (avoid new station in remote areas).
- 2) SSB radio telephone should be used wherever possible.
- 3) Telemetering equipment may be considered for a limited number of stations in remote or uninhabited areas.
- 4) Forecasting center should be located in Bangkok.

After consultation with the Departments concerned, the network shown in Fig. 4 was drawn up. Type of stations and cost of the equipment as estimated in 1972 under this scheme are shown in Table 1 below:

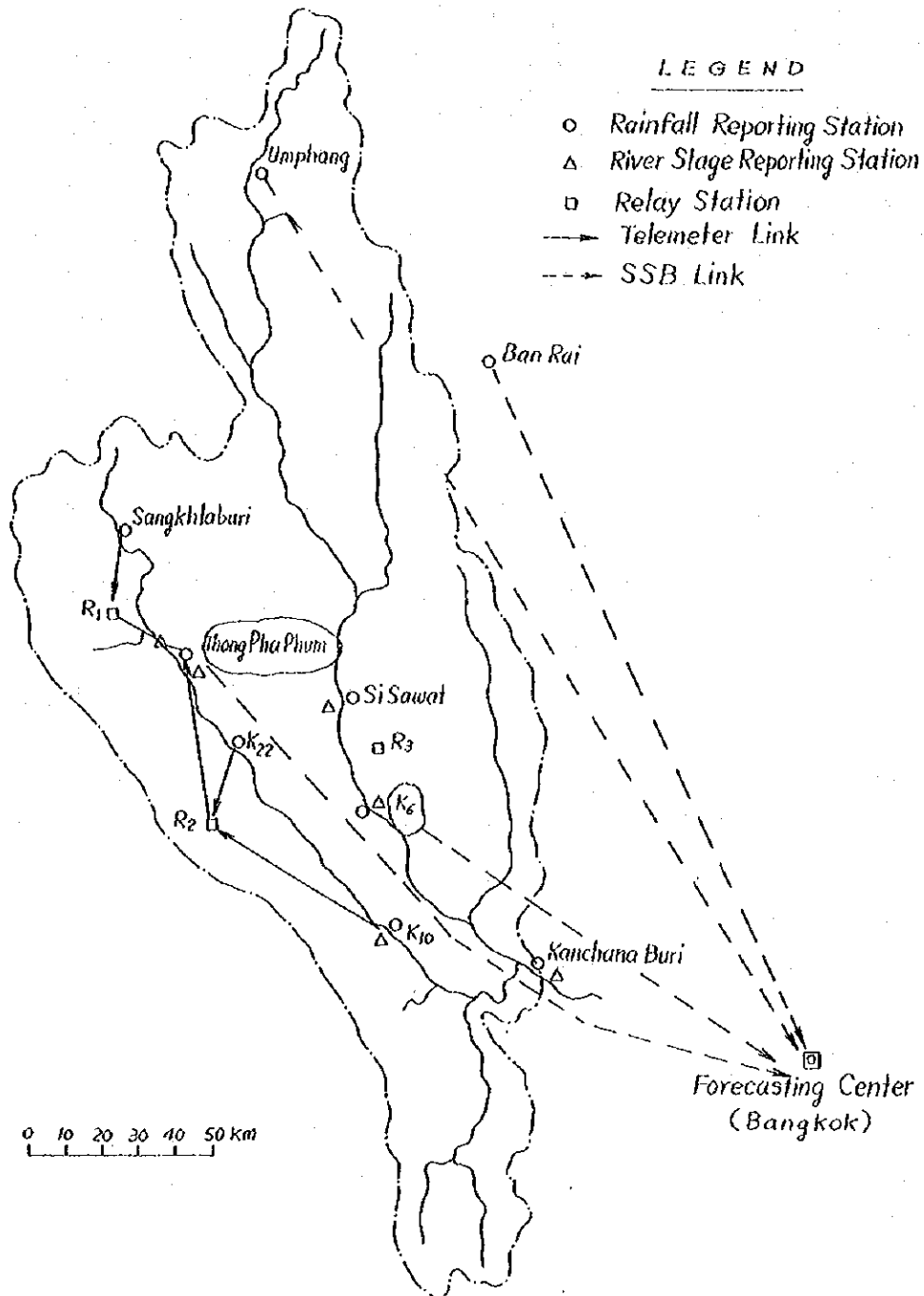


Fig. 4-4 - Flood Forecasting Network Proposed by TCS in Connection with Draft Request to UNDP

Table 4-1 - Estimated Construction Cost

<u>Location</u>	<u>Type of Station</u>	<u>Cost of US\$</u>
(Telemetering station)		
Thong Pha Phum	Collection centre	20,000
Sangkha Buri	Rainfall	7,000
K ₂₂	Rainfall	7,000
K ₁₀	Rainfall and Stage	10,000
R ₁	Relay	10,000
R ₂	Relay	10,000
K ₆	Collection centre	10,000
Si Sawat	Rainfall and stage	10,000
R ₃	Relay	10,000
	Total	94,000
(SSB Station)		
Thong Pha Phum	Collection centre & rainfall	1,500
Umphang	Rainfall	1,500
K ₆	Collection centre & rainfall	1,500
Banrai	Rainfall	1,500
	Total	6,000
(Total)		
		94,000 + 6,000 = <u>100,000</u>

(5) Trial Flood Forecasting

There had been 17 river gauging stations in the MaeKlong river basin and about 50 rain gauging stations in and around the basin when the MaeKlong was selected for the establishment of a pilot flood forecasting system in 1968. Pending the establishment of a comprehensive flood forecasting system, it was thought worthwhile undertaking trial flood forecasting on the basis of the method proposed by the ECAFE/WMO Joint Unit (described under section 2 of the Note). For this purpose arrangement was made for collection of data at Bangkok from selected stations by suitable communication facilities.

The government of Thailand has made continuous effort to establish communication links between Bangkok and selected stations. During the flood season in every year since 1969, the Meteorological Department has set up and maintained data transmission by SSB radio telephone from selected rain gauging stations. The Royal

Irrigation Department also provided similar arrangement for the transmission of data from selected river gauging stations. Existing telecommunication circuits of other organizations were utilized in case of some remote stations. By these arrangements, all the data of daily rainfall and river stage were transmitted to Bangkok and eventually gathered at the Meteorological Department and the Royal Irrigation Department. The network has been gradually improved in the recent years and by 1973, it included seven stations as shown in Table 2.

The target of the trial flood forecasting was to estimate primarily the peak stage or discharge and its time of occurrence at K_8 station near Kanchanaburi. The Meteorological Department mainly applied the method proposed by the Typhoon Committee Secretariat in calculating the forecast discharge at K_8 from the basin rainfall computed on the basis of the rainfall data transmitted by the temporary communication system. The Royal Irrigation Department applied mainly a stage correlation between the upstream stations and K_8 .

The result of the trial operation of the flood forecasting was not always satisfactory owing to the following reasons.

- 1) Inadequate distribution of raingauging stations.
- 2) Irregular and/or delayed data transmission through the telecommunication circuits which belong to the organizations other than the Meteorological and Royal Irrigation Departments.
- 3) Inconsistent reporting of data by the voluntary observers engaged in some gauging stations.
- 4) Breakdown of the telecommunication equipment.

It should however be pointed out that the officials engaged in the trial forecasting accumulated their experience and knowledge that would be utilized in the establishment and operation of the comprehensive flood forecasting system in the future. A comprehensive report on the trial flood forecasting (Trial Flood Forecasting in Mae Klong River by Dr. Wiroj Sangvares and Mr. Amon Chantanavivate, Meteorological Department Bangkok, Thailand, November 1973) was prepared and distributed by the Thai delegation at the 6th session of Typhoon Committee in 1973.

Table 4-2 - Reporting Stations Included in the Trial Flood Forecasting System for the Maeklong River

Name of station	Data observed	Department by which communication is provided
Thong Pha Phum	R and S	Meteorological Department
Sangkh la Buri	R and S	Meteorological Department
K ₁₀	R and S	Royal Irrigation Department
K ₂₀	R and S	Royal Irrigation Department
Uniphang	R	Local Administration Department
Si Sawat	R	Local Administration Department
Pilok	R	Department of Mineral Resources

(Note) R: Rainfall
S: River Stage

(6) Case study of past floods

Background

Pending the establishment of a new flood forecasting system in the Maeklong river basin, it was proposed by TCS to undertake case study of past floods by applying the method of flood forecasting as developed by TCS. The study was undertaken with the following purposes in view:

- 1) To examine the fitness of the proposed method, which was developed on the basis of the data obtained mainly during 1962 - 1966, with the data obtained in recent years, and to improve the method as necessary.
- 2) To examine the adequacy of the proposed network of reporting stations and consider improvements as necessary.
- 3) To offer an opportunity for the concerning Thai officials to familiarize with the calculation and other procedures included in the operation of the proposed method.

The study was undertaken by the Meteorological Department and the Royal Irrigation Department in consultation with TCS. The Meteorological Department completed two trial computations of runoff at K₆, K₁₀ and K₈ stations for 1971 and 1972. Whereas, the Royal Irrigation Department concentrated its effort on the Kwa Noi and completed three trial computations of runoff at K₁₀ for seven (7) years from 1967 to 1973. The work by both Departments are summarized in the following paragraphs.

References

- ① Report of the ESCAP/WMO Preparatory Mission on Typhoon: WMO-RP, TC, 11, ECAFE-WRDP/TYPM/1, May 1967.
- ② Development of Pilot Flood Forecasting in Maeklong River Basin in Thailand (a preliminary report by the ECAFE/WMO Joint Unit on Typhoons), November 1970.
- ③ Trial Flood Forecasting in Maeklong River by Dr. Wiroj Sanvaree and Mr. Amon Chantanavivate, Meteorological Department, Bangkok, Thailand, November 1973.
- ④ The Maeklong Pilot Flood Forecasting: Case Study on Past Flood of the Kwa Noi (Second Revision, 1974): Royal Irrigation Department.

4-2 洪水予警報システムに関する分析

4-2-1 洪水予警報のTarget Area及びTarget Point

Mae Klong川流域の洪水予警報Target Areaは、非常に明白であると言ってよい。即ち、Kanchanaburiから上流は、山岳地帯になり人口も稀薄で洪水氾濫が問題になるような箇所は皆無に等しいのに対し、Kanchanaburiから下流部一帯は重要な穀倉地帯であるとともに、河川沿いにはBan Pong, Rat Buri Samut Songkhramなどの人口密集都市を控えており、現実に、大規模な氾濫を生じて社会問題化しているからKanchanaburiから下流一帯の洪水氾濫区域を洪水予警報のTarget Areaとするのが最も妥当である。

次に洪水予警報を行なうべきTarget Pointであるが氾濫の型態が大きく、2つに分類されることを考慮する必要がある。まず、規模の大きい洪水によって氾濫する上流部については、流量観測地点になっているVajiralongkorn Headworkに近接していることから、この地点の流量と、越流水位との関係を明確にできるという前提でVajiralongkorn Headwork地点の流量が予報されれば十分と推察される。

一方、比較的小規模の出水によっても、氾濫被害を生ずるRat Buri付近については、Ban Pong, Rat Buriなどの水位が予報されることが必要であろう。

従って洪水予警報Target Pointとしては少なくともVajiralongkorn Headwork地点とRat Buri地点が必要であり、さらにBan Pong, Photharamなどが水位予警報地点として加えられることが望ましい。

4-2-2 洪水の発生型態と流量の相関性

K11の流量が $2,300\text{ m}^3/\text{s}$ に達すると、左岸の越流堤を越えて本格的な氾濫が始まるが、それ以前に小規模の浸水は始まっているので、K11の流量 $2,000\text{ m}^3/\text{s}$ 以上に注目してみる。

1962年から1974年の13年間にK11で $2,000\text{ m}^3/\text{s}$ を越える洪水は全部で14こある。このうちKhwae Yai 川に支配されているとみなされるものが、4洪水、Khwae Noi 川に支配されているとみられるものが8洪水、残りの2洪水は両支川が同規模で合流しているとみられるものである。

K20～K11間には大支川HUI TA POENがあるが、流量は非常に少なくKhwae Yai 川への影響は全くないと言ってよい。一方K10～K11間にも、大支川MAE NAM PHACHHがあるが、出水の時期がほとんど完全にずれており、しかも流量は大して大きくないので、これもKhwae Noi 川への影響は無視し得る。

従ってK11における洪水流量は、K20及びK10の洪水流量に支配されるとみなして差支えない。

さらにKhwae Yai 川のK20上流にBan Chao Nen Damが工事中であり、このダムの完成後はKhwae Yai 川の洪水は、ほとんど完全に調節されることが期待できるから、Khwae Noi川のK10とK11との関係が重要になる。

図4-5はK20+K10～K11の関係を見たものであるが、これによれば、この間に10～20%程度の流量低減が見込まれる。これに基づいてK10とK11の関係をみなおしてみると、低減量を見込んで、なおかつK10とK11の流量がほとんど同じになるケースはなく、Khwae Noi 川が支配的な場合でもKhwae Yai 川の影響を受けてK11のピーク流量が形成されていることがわかる。

一方K10の流量だけが流下すると仮定した場合、流量低減を見込んでもなおK11において警戒すべき洪水を生じさせるケースが2～3年に一度(1963, 66, 69, 72, 74)の割である。

従ってBan Chao Nen Dam完成後であってもK11以下における洪水発生のおそれはなくなるわけではなく、依然として洪水予報の必要性は十分に高い。のみならずKhwae Yai 川がK11における洪水流量ピークに与える影響は無視し得ず、Ban Cha Nen Damからの放流はKhwae Noi 川の流出状況をよく見きわめた上で慎重に行なわれなければならない。

このように考えていくとMae Klong川の洪水予警報システムはBan Chao Nen Dam 下流のKhwae Yai 川とKhwae Noi 川全域に重点的に整備されるべきであることが明らかになる。

この場合に図4-5～図4-6に示されているようにK20+K10～K11の洪水流量相関の良好さ、K10～K11の流量関係の中でKhwae Yai 川の影響が比較的少ない洪水の相関性の良好さ、及びK13～K10の相関性の良好さが洪水予警報システム作成上、非常に有用な示唆を与えてくれる。

Table 4-3 - Comparison of Peak Discharge (1)

(Unit: m³/s)

Year	Month and Day	K6 or K20	K10	K6 or K20 + K10	K11	Difference
62	8 8	(K6) 615	1,872	2,487	○ ● 2,321	166
	9 22	2,749	1,982	4,728	△ ● 3,416	1,312
63	8 14	742	2,157	2,899	○ ● 2,218	681
	10 5	2,114	1,250	3,364	△ ● 2,939	425
64	9 27	1,409	1,354	2,763	○ ● 2,251	512
65	6 22	431	1,643	2,074	○ 1,799	275
	7 30	791	1,811	2,602	○ 1,811	791
66	10 1	(K20) 340	658	998	○ 1,107	-109
	8 1	522	1,352	1,874	○ 1,604	270
	9 14	766	2,263	3,029	○ ● 2,209	820
	9 22	577	538	1,115	○ 1,100	15
67	8 11	347	1,239	1,586	○ 1,354	232
	8 22	615	1,680	2,295	○ 1,852	443
	9 5	566	1,257	1,823	○ 1,551	272
68	10 5	559	727	1,286	○ 1,168	118
	8 18	627	1,106	1,733	○ 1,492	241
	9 17	324	879	1,207	○ 1,175	32
69	8 14	1,084	2,375	3,459	○ ● 2,841	618
	9 24	861	964	1,825	○ 1,584	241
	10 5	659	635	1,294	○ 1,195	99
70	7 19	411	1,182	1,593	○ 1,362	231
	8 27	470	625	1,095	○ 1,117	-22
71	7 29	876	1,896	2,772	○ ● 2,367	405
72	7 19	654	3,067	3,721	○ ● 2,990	831
	8 2	679	1,709	2,388	○ ● 2,367	21
	8 22	484	887	1,371	○ 1,308	63
	9 10	* 69II-Q 1,300	1,041	2,341	○ ● 2,142	199
	9 21	* 69II-Q 1,900	850	2,750	△ ● 2,355	395
73	6 21	590	1,762	2,352	○ 1,982	370
	8 29	594	1,465	2,059	○ 1,780	279
	9 26	900	872	1,772	○ 1,626	146
74	8 21	1,131	3,294	4,425	○ ● 3,561	864
	10 14	* 74II-Q 2,500	696	3,196	△ ● 2,904	292

○ K10 ≥ K20 ○ K10 ≠ K20 △ K10 ≤ K20 ● K11 ≥ 2,000

Table 4-4 - Comparison of Peak Discharge (2)

(Unit: m³/s)

Year	Month and Day	K6	K13	K27	K17	K22
62	9 22	2,746	--			
63	10 5	2,114	--			
64	9 27	1,409	--			
65	6 22	431	--			
	7 30	791	--			
	10 1	340	560			
66	8 1	513	1,566		5	101
	9 14	780	* 74H-Q 2,600		6	97
	9 22	588	482		3	23
67	8 11	351	1,262		7	75
	8 22	597	2,099		40	87
	9 5	563	1,534		6	68
	10 5	551	717		18	21
68	8 18	618	1,088	0	5	48
	9 17	329	904	0	1	27
69	8 14	1,079	2,211	0	7	166
	9 24	787	930	3	21	38
	10 5	630	551	7	9	27
70	7 19	398	1,168	0	29	117
	8 27	456	619	0	2	25
71	7 29	832	1,887	0	21	100
72	7 19	687	2,860	0	5	193
	8 2	753	1,536	0	13	118
	8 22	534	793	0	5	59
	9 10	1,368	732	6	9	115
	9 21	2,287	759	22	9	46
73	6 21	--	1,846	1	43	135
	8 29	--	1,310	0	9	79
	9 26	--	716	2	36	--
74	8 21	--	3,068	1	69	321
	10 14	--	407	139	160	42

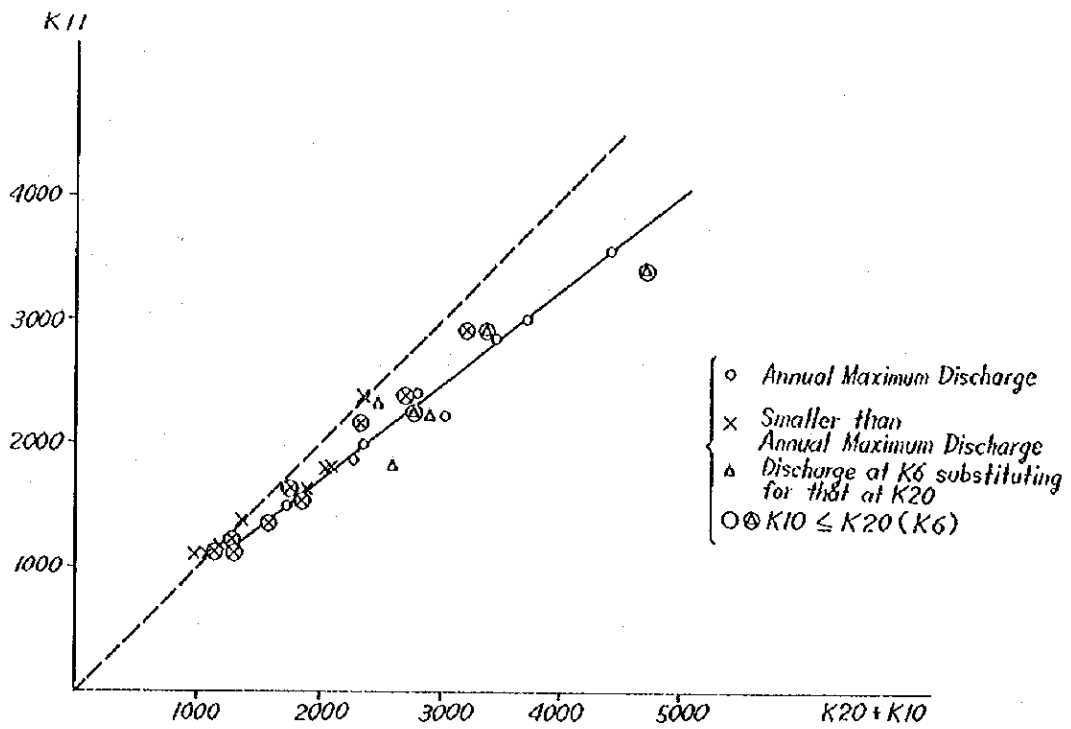


Fig. 4-5 - Discharge Correlation Chart (1)

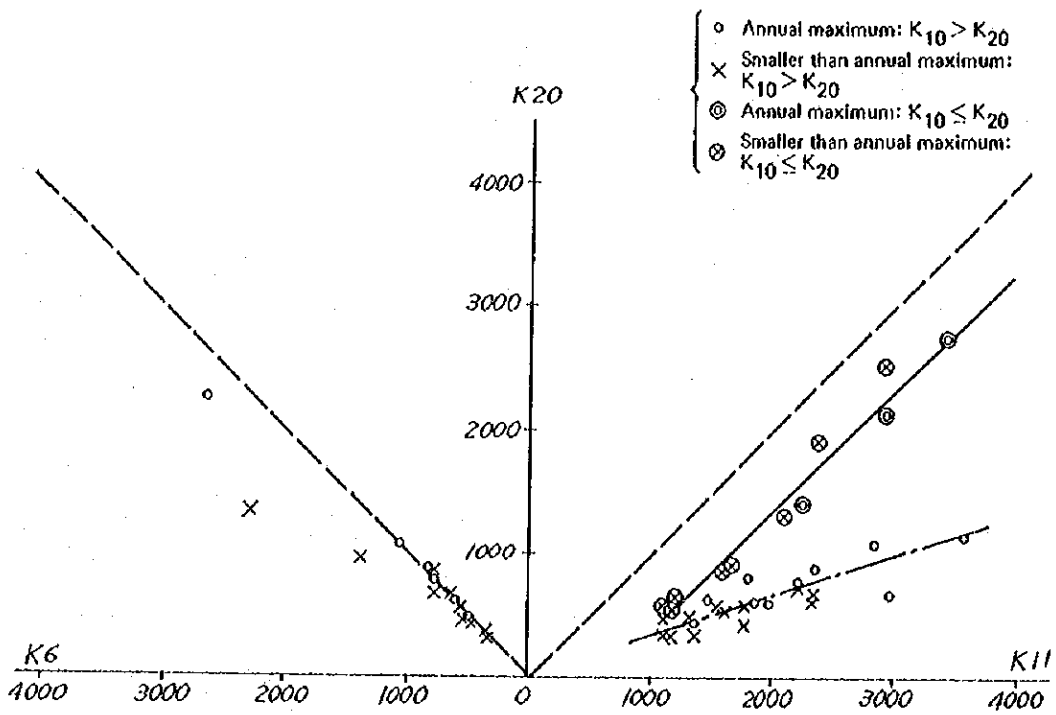
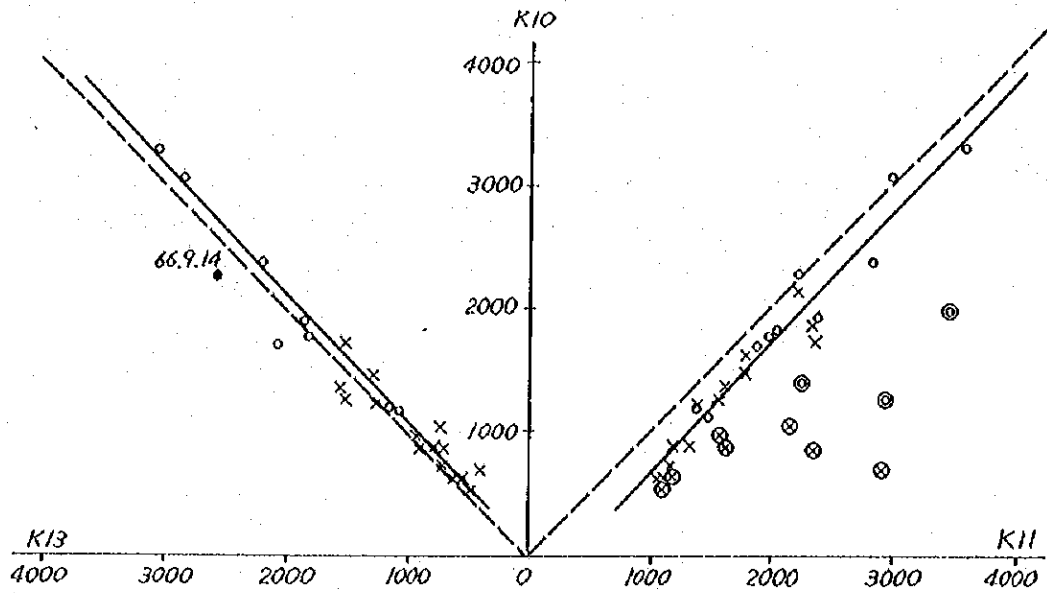


Fig. 4-6 - Discharge Correlation Chart (2)

Table 4-5 - Propagation of Flood Wave

Year	Month and Day	K13 → K10	K10 → K11	K20 → K11	Remarks
1965	Jul. 30		18 hrs (18 hrs)		
66	Sept. 14	2 days (48 hrs)	1 day and 12 hrs (36 hrs)		
67	Aug. 22	1 day and 21 hrs (45 hrs)	1 day and 15 hrs (39 hrs)		
68	Aug. 18	1 day and 19 hrs (43 hrs)	1 day and 6 hrs (30 hrs)		
69	Aug. 14	1 day and 17 hrs (41 hrs)	(uncollect)	1 day and 6 hrs (30 hrs) 1 day (24 hrs)	double peak
70	Jul. 19	1 day and 19 hrs (43 hrs)	23 hrs (23 hrs)		
71	Jul. 29	1 day and 22 hrs (46 hrs)	23 hrs (23 hrs)		
72	Jul. 19	2 days and 19 hrs (67 hrs)	2 days and 6 hrs (54 hrs)		Calculation of Average propagation from K10 to K11 was omitted
73	Jun. 21	1 day and 15 hrs (39 hrs)	1 day and 3 hrs (27 hrs)		
74	Aug. 21	2 days (48 hrs)	1 day and 18 hrs (42 hrs)	1 day (24 hrs)	
* Note 2 "	Oct. 14		1 day (24 hrs)	1 day (24 hrs)	
Average		1 day and 23 hrs (47 hrs)	1 day and 5 hrs (29 hrs)	1 day and 2 hrs (26 hrs)	

- Notes: 1. Date indicates the time when the peak discharge was recorded.
 2. All values indicate the propagation at the peak discharge subjected to relatively small influence of the Khwae Yai except that measured on October 14, 1974 when the Khwae Yai's flood discharge was dominant.

4-2-3 洪水伝播時間と継続時間

洪水位ピークの発生時間が判っている1965年から1974年の10年間についてKhwae Noi川のK13～K10～K11及びKhwae Yai川のK20～K11のそれぞれの区間の洪水伝播時間を観測記録から拾ってみると、各洪水に対して表4-5のようであった。1～2疑問の残る値もあるが、K13～K10間は、40～48時間で平均的にみて、おおむね2日、K10～K11間は20～40時間で平均的には30時間程度、K20～K11間は平均的に1日程度であることが判明した。

また、Ban Chao Nen Damの完成後は、K20の流量は、人工的に安定化を図ることが、かなりの程度で可能である。従って、K13～K10、K10+K20～K11の流量相関の良好さを併せ考えると、これらの地点の観測だけによっても2日前の洪水予警報を、かなり精度よく出すことができるように見受けられる。

しかし、これは飽くまでも洪水ピーク到達時間だけの議論について言えることで、洪水予警報を行なう場合のもう一つの重要な要素である。

洪水継続時間について考えてみると、図4-7～図4-11の流量変化図を見ても分かるように、K11地点の洪水は、ピーク付近の流量が長く続いており、これをある程度推定できるのはK10及びK20地点の流量の時間的变化が観測されたあとになり、結局、高々1日程度の予報ができるだけである。流量変化まで予測して、洪水ピーク及び継続時間を予報するには、何らかの形での予測計算が必要である。

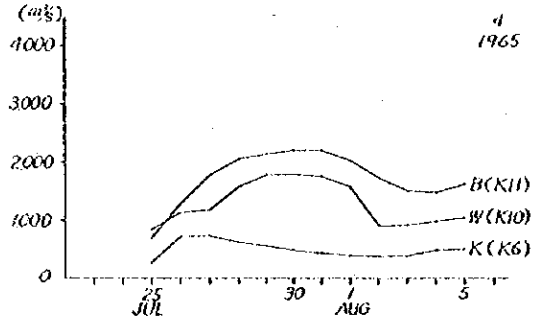
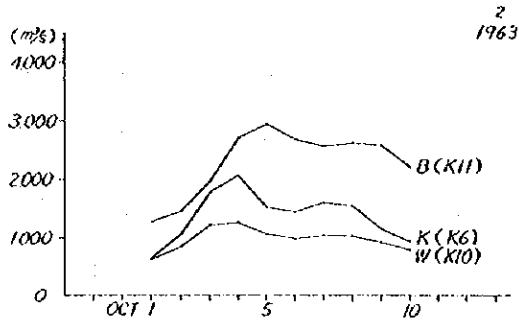
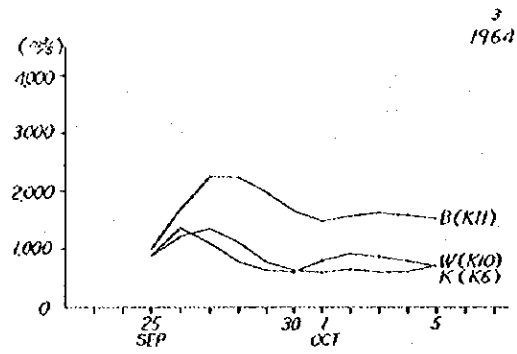
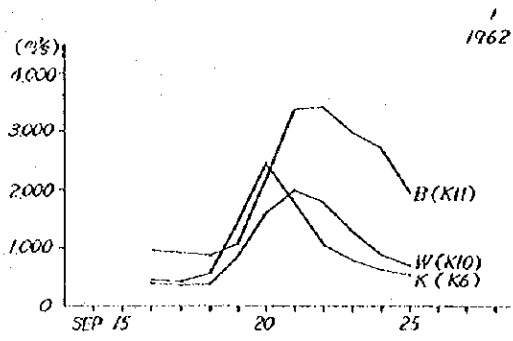


Fig. 4-7 - Discharge Transition (1)

Fig. 4-8 - Discharge Transition (2)

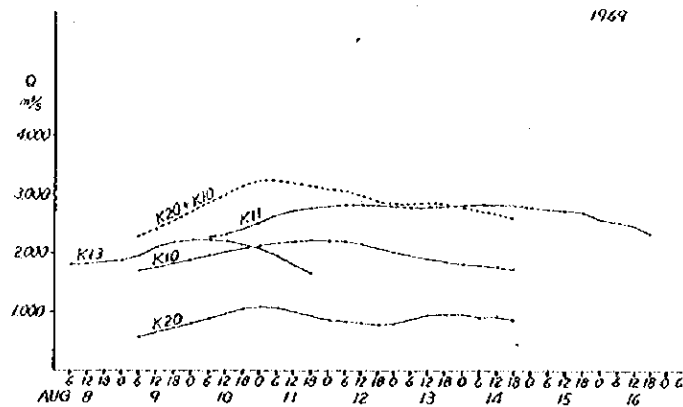


Fig. 4-9 - Discharge Transition (3)

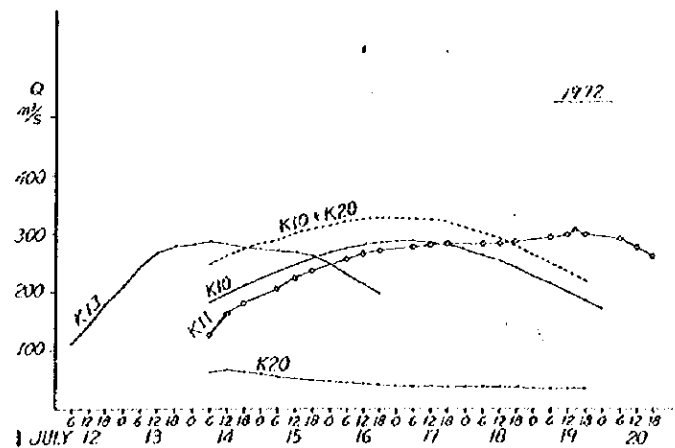


Fig. 4-10 - Discharge Transition (4)

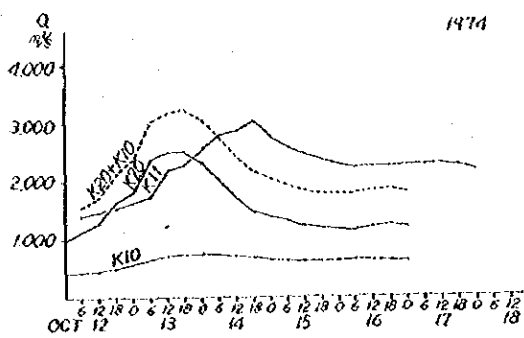
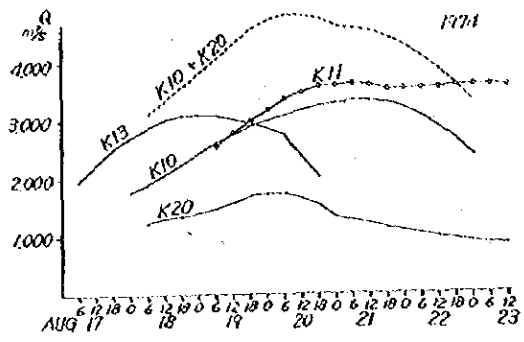


Fig. 4-11 - Discharge Transition (5)

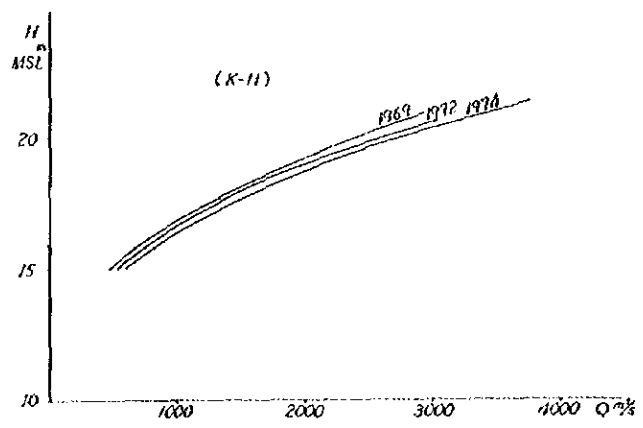


Fig. 4-12 - Stage-Discharge Curve (1)

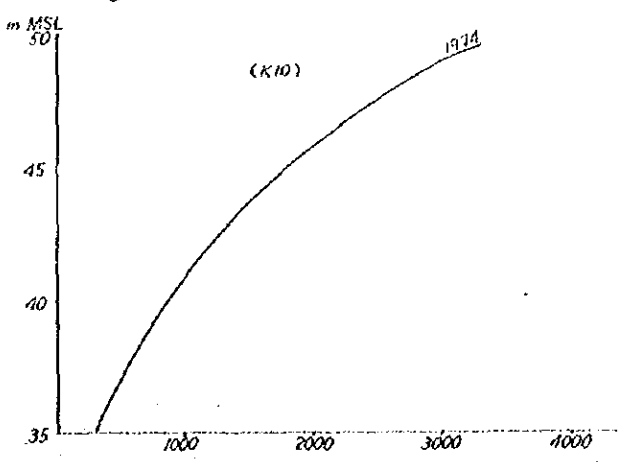


Fig. 4-13 - Stage-Discharge Curve (2)

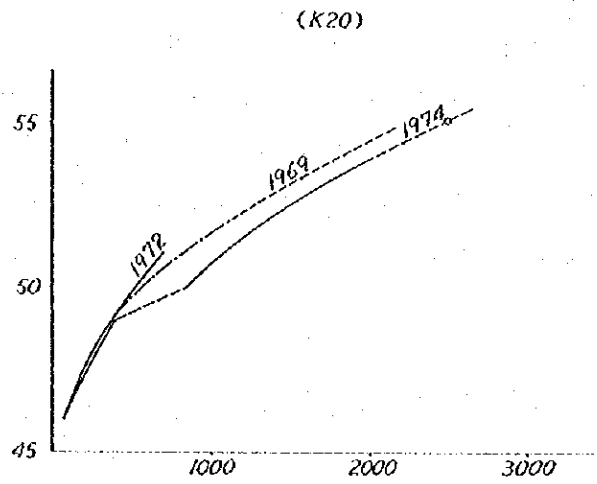


Fig. 4-14 - Stage-Discharge Curve (3)

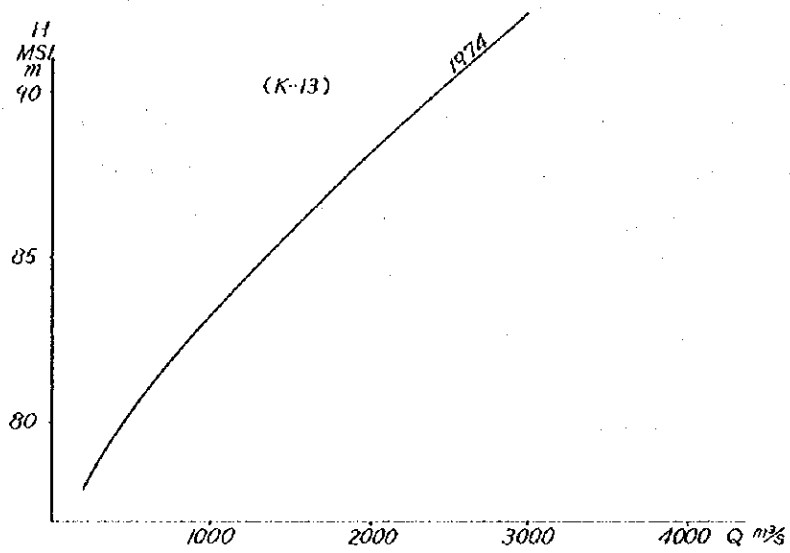


Fig. 4-15 - Stage-Discharge Curve (4)

4-2-4 実施されている洪水予測計算手法の概要

Mac Klong川の洪水予測計算手法については、1970年11月にHydrologist of the ECA-EE/WMO Joint Unit on Typhoon (Mr. A. Mizuno)から報告された方式を踏襲し、Meteorological Department及びRoyal Irrigation Departmentで改良が進められている。

計算の基本的な流れは両者とも同一のもので、日雨量データを基に単位図を用いた計算がなされるようになっているが、有効雨量の求める方、直接流出と中間流出の分離の仕方、基底流量の求め方などに工夫がこらされている。計算方式をフローチャートの形式で示すと図4-16のようである。

詳細は、次の資料を参照されたい。

- 1) Development of Pilot Flood Forecasting in Maeklong River Basin in Thailand November 1970
- 2) Trial Flood Forecasting in Mae Klong River by Dr. Wiroi, Sangvarce Meteorological Department Nov. 1973
- 3) The Development of Pilot Flood Forecasting in the Mae Klong River Basin Hydrological Section RID 1974

これらのReportの中から観測システムに係る部分について、もう少し詳しく見てみよう。

Meteorological Departmentで行なわれている方式はMr. Mizunoの提案したものと同じで Khwae Noi川と Khwae Noi川を同列に置き、予測計算のための対象観測所として

Khwae Noi川に関して

雨量 (Sangphla Buri, Thong Pha Phum, K22)

↓

水位・流量 (K10)

Khwae Yai川に関して

雨量 (Umphang, Si Sawat, K6)

↓

水位・流量 (K6)

Mac Klong川に関して

水位・流量 (K8)

を用いている。その他K13(Khwae Noi川), K19(Khwae Yaim)の流量を参考とするほか、全体計画としてK10, Kx, Kanchanaburiなどの雨量を組み入れるシステムになっている。これらの関係は図4-17に示されている。

一方、RIDは、Khwae Noi川に着目し、K10水位流量観測所における予測を、8個の雨量観測所 (Sangkhla Buri, Pilok, Ban Pa Tho, Thong Pha Phum, Ban Lin Thin, K22, K20

(流域外), Lum Sun (K10)) を用いて行なっている。これら観測所の位置関係は, 図 4-18 に示してある。

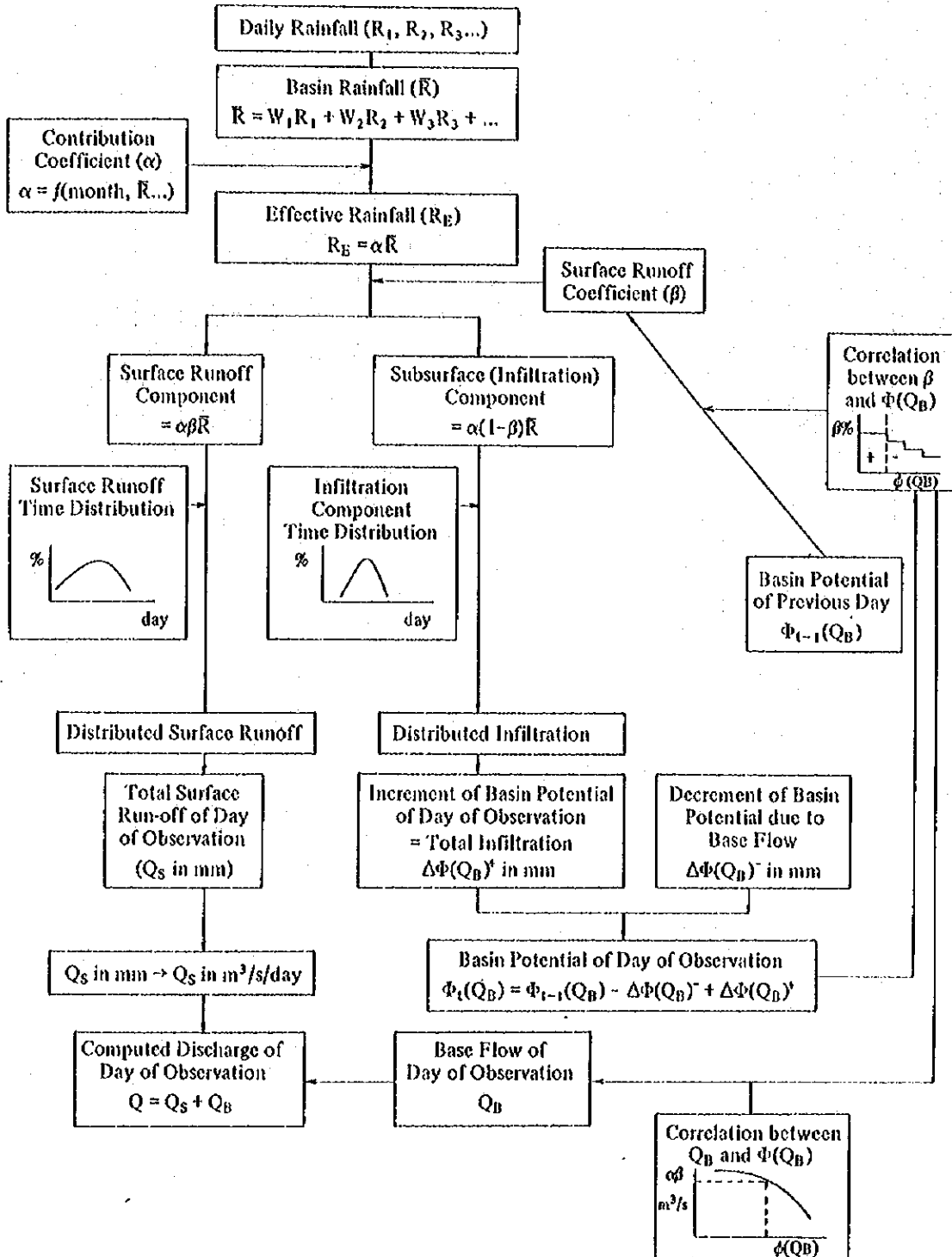


Fig. 4-16 - Flow Chart of Run-off Analysis of the Macklong

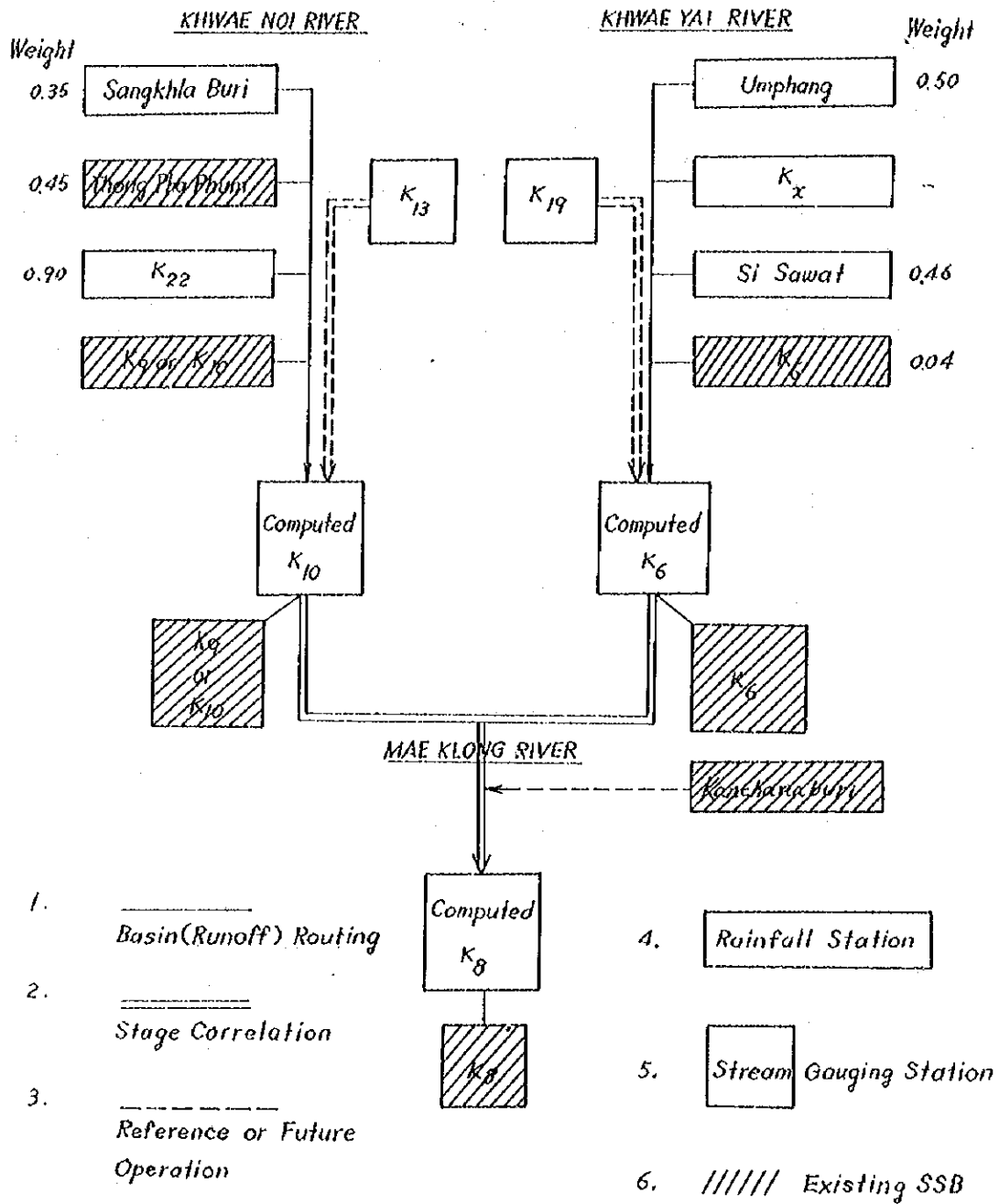


Fig. 4-17 - Flood Forecasting Procedure Flow Chart

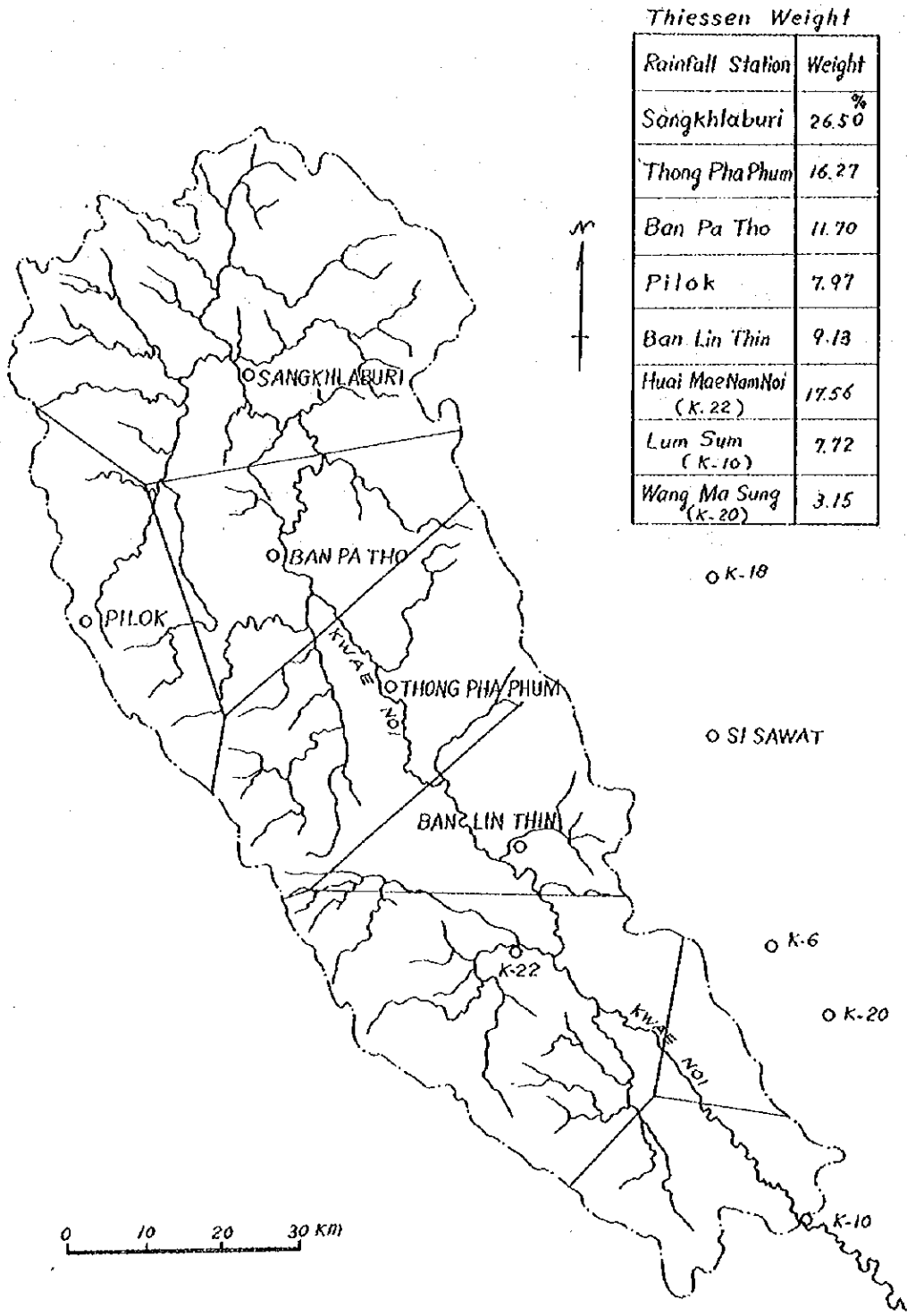


Fig. 4-18 - Network of Rain Gauge Stations above K₁₀

4-2-5 降雨解析

(1) 最大雨量の生起時点

K10における洪水流量が最大に達した日を基準にして、その日から逆上って、何日目の時点で最大雨量が生起しているかを調べてみると、最大日雨量、最大2日雨量、最大3日雨量及び最大4日雨量に対して表4-6に示すような頻度になった。これによると、いずれの場合も3日前以前の連続降雨が最大を示すものが圧倒的に多く40%に達している。最大日雨量では、3日前と4日前を併せると2/3が、いずれかに入る。また、2日～4日雨量では2日前以前と3日前以前とを併せれば、概ね、2/3がいずれかに入る。少なくとも日、2日、3日雨量に関しては、2日前以前に90%以上の洪水時降雨の最大値を知ることができる。従って、2日前以前に発生する最大降雨量を知ってK10における洪水流量の推算が行なえるならばK13における実測流量と併せて有用な洪水予報データになりうるものと、推察される。

また、参考までにKhwae Noi川流域に係する雨量観測所の最大2日雨量と最大3日雨量を示すと表4-7～表4-8のようである。これで見るとLum SumとWang Ma Sungの降雨量は、他に比較して相対的に小さく、特にWang Ma SungはKhwae Yai川流域にあってKhwae Noi川に対する支配面積も小さくKhwae Noi川の洪水流量推算に対する重要度はかなり低いとみなしてよいように思われる。

Table 4-6 - Occurrence Time Frequency of Peak Rainfall

2-day Peak Rainfall			3-day Peak Rainfall			4-day Peak Rainfall		
Number of days before Peak Discharge at K10	Frequency	(%)	Number of days before Peak Discharge at K10	Frequency	(%)	Number of days before Peak Discharge at K10	Frequency	(%)
1 ~ 2	3	3	1 ~ 3	11	9	1 ~ 4	25	21
2 ~ 3	23	19	2 ~ 4	30	23	2 ~ 5	31	26
3 ~ 4	49	(41)	3 ~ 5	52	(41)	3 ~ 6	48	(40)
4 ~ 5	20	17	4 ~ 6	25	19	4 ~ 7	9	8
5 ~ 6	19	16	5 ~ 7	7	5.5	5 ~ 8	4	3
6 ~ 7	4	3	6 ~ 8	2	1.5	6 ~ 9	1	1
7 ~ 8	1	1	7 ~ 9	--	--	7 ~ 10	1	1
8 ~ 9	--	--	8 ~ 10	1	1	8 ~ 11	--	--

Daily Peak Rainfall		
Number of days before Peak Discharge at K10	Frequency	(%)
1	4	3
2	8	6.5
3	47	(39)
4	32	26.5
5	19	16
6	8	7
7	1	1
8	1	1

Table 4-7 - 2-day Peak Rainfall

	Sangkhla Buri	Pilok	Ban Pa Tho	Thong Pha Phum	Lin Tin	Huai Mae Nam Noi	Wang Ma Sung	Lum Sum
1	188.8	204.2	137.5					38.9
2	138.2	461.8	130.3			143.8		27.9
3	(55.8)	252.0	81.7	(32.7)	44.5	135.6		10.8
4	81.0	381.6	84.7	41.7	58.9	93.2		8.4
5	60.7		59.9	0	38.9	96.3		7.9
6	(64.8)		46.7	79.5	26.4	41.7		6.0
7	115.8		49.6	50.9	34.8	93.9	13.7	9.6
8	102.9		58.0	59.7	46.6	49.6	8.5	1.2
9	(145.9)		41.1	88.8	126.0	102.1	19.6	14.6
10	109.0	313.0	17.9	148.2	83.1	106.2	22.7	57.2
11	145.2	221.6	122.3	64.3	52.6	85.1	26.0	49.1
12	147.1	280.8	51.8	125.6	101.0	81.2	20.5	20.3
13	283.5	362.0	177.3	176.6	143.2	187.3	27.6	52.9
14	114.2	162.0	106.5	78.2	49.5	101.5	4.3	4.0
15	215.5	294.8	106.7	165.4	121.0	213.3	65.1	45.0
16	71.1	190.2	128.0	75.1	44.5	43.1	20.9	24.5
17	140.9	290.0	178.3	158.8	46.9	91.3	26.9	18.6

Table 4-8 - 3-day Peak Rainfall

	Sangkhla Buri	Pilok	Ban Pa Tho	Thong Pha Phum	Lin Tin	Huai Mae Nam Noi	Wang Ma Sung	Lum Sum
1	239.2	273.2	154.5					46.9
2	177.5	562.4	152.4			150.6		29.1
3		320.2	120.2		64.0	159.3		17.7
4	110.1	504.8	123.9	55.1	77.5	107.8		12.0
5	75.4		90.0		75.1	112.5		8.5
6	91.1		62.8	114.5	39.2	59.4		6.9
7	130.2		70.3	76.2	49.6	122.3	17.7	17.9
8	137.1		67.1	83.5	60.8	63.6	9.3	1.6
9	178.5		67.6	118.1	162.4	135.8	26.0	17.9
10	151.5	427.2	23.1	179.0	100.3	140.7	31.5	65.2
11	210.1	308.6	170.5	91.5	69.9	107.9	28.3	50.6
12	196.0	247.2	59.2	139.5	117.2	95.3	22.9	24.2
13	388.9	441.5	242.4	210.8	191.6	198.5	27.8	59.3
14	162.6	220.0	123.1	89.2	89.7	121.1	7.8	6.1
15	264.3	399.3	132.6	211.7	144.9	262.3	72.3	68.4
16	111.2	315.4	168.5	96.3	66.9	61.4	28.7	35.5
17	186.4	390.5	254.2	193.9	70.6	131.6	34.6	27.7

(2) 雨量相関

Khwaé Noi 川に關係する次の8降雨観測所についてK10において最大流量が発生するより以前の数日間の雨量の相関關係を檢討してみよう。關係観測所は次のとおりである。

Sangkha Buri, Pilok, Ban Pa Tho, Thong Pha Phum Lin Tin, Huai Mae Nam Noi (K22), Lum Sun, Wang Ma Sung

その結果は、1, 3, 5, 7日間雨量について表4-9~表4-12のようであつた。これによると相関係数は最もよいものでも、7日間雨量のLum Sun~Wang Ma Sungの0.85であり、その他の關係でちらほら見られるものでも高々0.7の程度で全体に相関關係は極めて低いと言える。従つて、相関係数の良否から雨量観測数を省略していくことには無理がある。Thiessen法で分割された支配面積を見ても、一観測所で500~2,000km²程度の支配面積を持っており、しかも山岳地帯という条件を考えれば、相関係数の低さはむしろ當然のことと考えられる。

また、最大3日雨量の相関關係を図4-19~図4-20によつて見てみたが、結果は同じように思ひしくなく、相関關係からの観測所数の檢討は諦めざるを得ない。

Table 4-9 - SOUKAN KEISU (1 DAY)

Kansokujo	Sangkha	Piloktin	Wangpath	Thongrha	Lin Thin	Huainmaen	Lum Sun	Wangmasu	K10
Sangkhal	1.00000	0.41437	-0.01824	-0.45740	-0.24454	-0.09846	0.23443	-0.21089	-0.11723
Piloktin	0.41437	1.00000	-0.15713	-0.25241	0.65451	0.21291	0.12346	-0.21500	0.43788
Wangpath	-0.01824	-0.15713	1.00000	0.01887	-0.09040	0.26511	0.02197	-0.58370	0.04347
Thongrha	-0.45740	-0.25241	0.01887	1.00000	0.39085	0.59979	0.35347	0.64560	0.03105
Lin Thin	-0.24454	0.65451	-0.09040	0.39085	1.00000	0.58549	0.41842	-0.22755	-0.18252
Huainmaen	-0.09846	0.21291	0.26511	0.59979	0.58549	1.00000	0.64953	-0.21349	-0.09333
Lum Sun	0.23443	0.12346	0.02197	0.35347	0.41842	0.64953	1.00000	-0.25056	-0.27613
Wangmasu	-0.21089	-0.21500	-0.58370	0.64560	-0.22755	-0.21349	-0.25056	1.00000	0.09453
K10	-0.11723	0.43788	0.04347	0.03105	-0.18252	-0.09333	-0.27613	0.09453	1.00000

Table 4-10 - SOUKAN KEISU (3 DAY)

Kansokujo	Sangkha	Piloktin	Wangpath	Thongrha	Lin Thin	Huaimaen	Lum Sun	Wangmasu	K10
Sangkha	1.00000	0.55096	0.33648	0.11682	0.03656	0.11515	0.12165	-0.17489	0.31913
Piloktin	0.55096	1.00000	0.43304	0.38172	-0.26026	0.26468	0.08790	-0.54398	0.52798
Wangpath	0.33648	0.43304	1.00000	-0.16526	-0.08132	-0.07928	-0.27767	-0.50539	0.07050
Thongrha	0.11682	0.38172	-0.16526	1.00000	-0.00971	0.29002	0.33972	0.62130	0.39833
Lin Thin	0.03656	-0.26026	-0.08132	-0.00971	1.00000	0.38527	0.09461	0.38208	-0.03023
Huaimaen	0.11515	0.26468	-0.07928	0.29002	0.38527	1.00000	0.48689	0.10018	-0.11495
Lum Sun	0.12165	0.08790	-0.27767	0.33972	0.09461	0.48689	1.00000	0.35951	-0.28693
Wangmasu	-0.17489	-0.54398	-0.50539	0.62130	0.38208	0.10018	0.35951	1.00000	-0.09647
K10	0.31913	0.52798	0.07050	0.39833	-0.03023	-0.11495	-0.28693	-0.09647	1.00000

Table 4-11 - SOUKAN KEISU (5 DAY)

Kansokujo	Sangkha	Piloktin	Wangpath	Thongrha	Lin Thin	Huaimaen	Lum Sun	Wangmasu	K10
Sangkha	1.00000	0.49705	0.31692	0.44551	-0.09933	0.23924	0.29362	-0.09359	0.20656
Piloktin	0.49705	1.00000	0.56870	0.28915	0.14722	0.33762	-0.07266	-0.51379	0.33850
Wangpath	0.31692	0.56870	1.00000	-0.18812	0.03422	0.11780	-0.22450	-0.38730	0.36093
Thongrha	0.44551	0.28915	-0.18812	1.00000	0.05835	0.44535	0.38171	0.39694	0.18037
Lin Thin	-0.09933	0.14722	0.03422	0.05835	1.00000	0.17479	0.35864	0.73128	0.18184
Huaimaen	0.23924	0.33762	0.11780	0.44535	0.17479	1.00000	0.54860	0.47583	-0.02585
Lum Sun	0.29362	-0.07266	-0.22450	0.38171	0.35864	0.54860	1.00000	0.82704	-0.21478
Wangmasu	-0.09359	-0.51379	-0.38730	0.39694	0.73128	0.47583	0.82704	1.00000	-0.30670
K10	0.20656	0.33850	0.36093	0.18037	0.18184	-0.02595	-0.21478	-0.30670	1.00000

Table 4-12 - SOUKAN KEISU (7 DAY)

Kansokujo	Sangkha	Piloktin	Wangpath	Thongrha	Lin Thin	Huaimaen	Lum Sun	Wangmasu	K10
Sangkha	1.00000	0.34740	0.10330	0.45505	-0.15706	-0.01256	0.03900	-0.08149	0.34230
Piloktin	0.34740	1.00000	0.55379	0.45226	0.61235	0.46868	-0.18491	-0.41743	0.47767
Wangpath	0.10330	0.55379	1.00000	0.17401	0.12814	0.21528	-0.19099	-0.22174	0.46071
Thongrha	0.45505	0.45226	0.17401	1.00000	0.37542	0.35285	0.17554	0.18811	0.42113
Lin Thin	-0.15706	0.61235	0.12814	0.37542	1.00000	0.71009	0.29242	0.33268	0.34735
Huaimaen	-0.01256	0.46868	0.21528	0.35285	0.71009	1.00000	0.15642	0.26258	0.25541
Lum Sun	0.03900	-0.18491	-0.19099	0.17554	0.29242	0.15642	1.00000	0.85233	-0.24998
Wangmasu	-0.08149	-0.41743	-0.22174	0.18811	0.33268	0.26258	0.85233	1.00000	-0.28681
K10	0.34230	0.47767	0.46071	0.42113	0.34735	0.25541	-0.24998	-0.28681	1.00000

Table 4-13 - 5-Day Rainfall Data

No.	Year	Month Day	Sangkha	Piloktin	Wangpath	Thongha	Lin Thin	Huainan	Lan Sun	Wangnasa	K10
1	1965	6 22	128.8	301.0	0.	87.9	0.	0.	0.	0.	16
2	1965	7 30	158.1	198.8	0.	77.4	0.	0.	0.	0.	18
3	1965	10 1	72.2	145.8	0.	0.	0.	0.	20.6	0.	6
4	1966	8 1	21.4	56.2	19.1	0.	15.6	0.	1.8	0.	13
5	1966	9 14	25.4	67.4	8.7	0.	0.	18.7	9.4	0.	22
6	1966	9 22	36.7	38.8	41.5	0.	0.	38.7	17.6	0.	5
7	1967	8 11	38.2	309.6	127.3	15.6	124.2	59.1	9.5	0.	12
8	1967	8 22	45.6	165.8	92.8	17.8	167.0	59.7	15.6	0.	16
9	1967	9 5	83.7	216.4	123.3	16.4	59.3	115.0	11.6	0.	12
10	1967	10 5	7.5	154.0	0.	23.3	49.1	140.5	35.5	0.	7
11	1968	8 18	80.0	0.	72.0	83.4	75.1	63.3	5.5	0.	11
12	1968	9 17	65.3	0.	22.3	58.9	96.6	53.9	47.9	0.	8
13	1969	8 14	104.6	0.	48.2	119.8	94.9	28.9	24.8	64.5	23
14	1969	9 24	97.5	0.	57.5	56.7	32.9	58.0	4.1	6.3	9
15	1969	10 5	52.4	0.	39.5	129.6	64.6	44.2	27.8	48.5	6
16	1970	7 19	136.3	305.8	1.1	154.4	64.4	142.3	72.4	32.9	11
17	1970	8 27	84.8	239.8	63.4	41.9	57.0	42.3	49.3	16.7	6
18	1971	7 29	145.5	168.0	189.8	53.6	50.2	87.7	45.9	20.5	18
19	1972	7 19	67.5	164.5	46.3	39.3	96.2	41.6	15.6	6.4	30
20	1972	8 2	68.1	166.0	74.5	92.1	68.6	75.3	50.6	44.7	17
21	1972	8 22	68.2	175.3	64.9	34.3	50.3	11.6	2.2	2.9	8
22	1972	9 10	78.7	149.6	62.5	109.8	124.5	146.9	166.5	171.5	10
23	1972	9 21	95.2	107.0	59.7	113.8	84.9	105.9	32.5	84.1	8
24	1973	6 21	0.	356.0	101.5	155.7	100.8	169.5	36.7	45.4	17
25	1973	8 29	0.	273.9	214.0	57.7	60.5	24.8	4.8	1.6	14
26	1973	9 26	0.	114.7	0.9	51.2	40.3	24.1	20.6	48.2	8
27	1974	3 21	0.	341.1	182.8	146.1	74.3	109.4	12.1	23.9	32
28	1974	10 14	0.	73.1	2.7	115.5	114.2	111.5	110.3	204.3	6

Fig. 4-19 - Correlation Chart of 3-day Peak Rainfall (1)

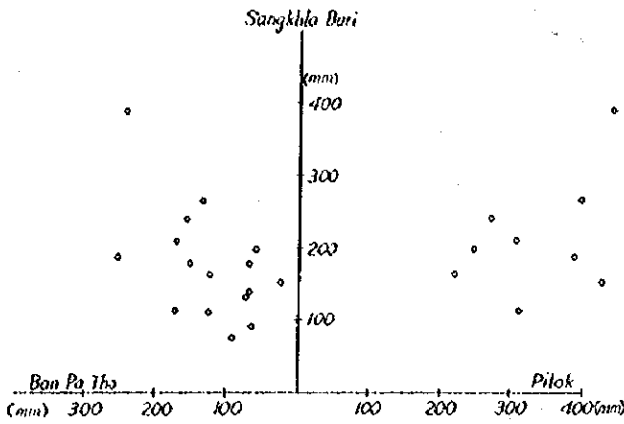
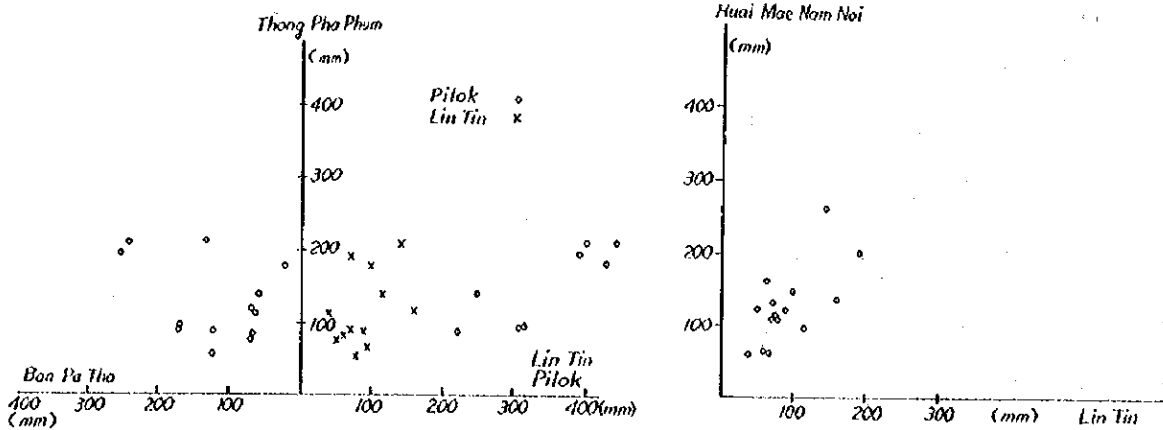


Fig. 4-20 - Correlation Chart of 3-day Peak Rainfall (2)



(3) 流域面積と雨量観測所数の関係

降雨の面的なバラツキに関する研究の中から、流域平均雨量算定の精度をパラメータにして流域面積と雨量観測所数の関係が実測の観測データに基づいて試算的に明らかにされている。現在、主として用いられている手法はアメリカで開発されたマスキングム法であるが、最近、建設省土木研究所で開発された手法も、日本の洪水予報のために用いられている。この両者はほとんど同じ結果を示すことが明らかにされている。これらの手法による結果は、図から簡単に読みとれるようになっているので、Mae Klong川への適用の是非を問わず、参考的に雨量観測所の必要数を求めてみよう。

表 4-14 雨量観測所必要数

Khwae Noi 川K10 における流域面積は 7,008 km² であるから、流域平均雨量の推算相対誤差をいくつか想定すると両手法に対して雨量観測所の必要数は、次のようになる。

相 対 誤 差	マスキングム法	土 研 法
5 %	ケ所	83 ケ所
10	22	20
15	10	10
20	6	6

Fig. 4-21 - Catchment Area and Number of Rain Gauge Stations (Muskingum)

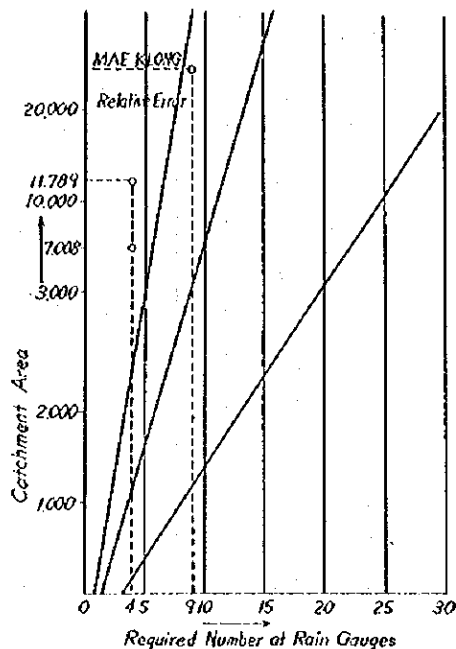
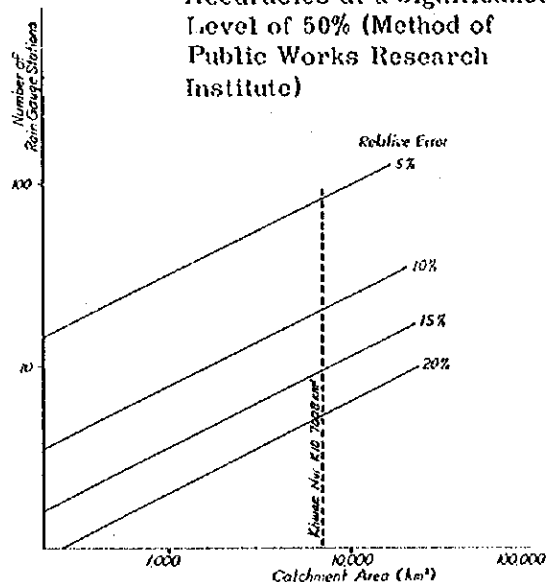


Fig. 4-22 - Catchment Area and Number of Rain Gauge Stations for Accuracies at a Significance Level of 50% (Method of Public Works Research Institute)



(4) 流域平均日雨量と雨量観測所数との関係

Mae Klong川の洪水流量は現在のところ、日雨量を基にして推算する方式がとられているので、流域平均日雨量が重要な指標になり、それがどの程度の精度で推算されるかが大きな問題である。そこで、表4-15に示す対象洪水の期間を選定してKhwae Noi川流域に存在する7観測所の観測値を用い、7観測所の重みつき(Thiessen法)平均雨量を正しい流域平均雨量と仮定して、観測所を次々減らして行った場合の平均雨量の変動を相対誤差の形で表わし、その誤差の頻度を求める作業を行なってみた。

観測所を減らして行った場合の各観測所のもつWeightは同じくThiessen法により、概略値を出して求めた。設定したケースとそのときのThiessen Weightは表4-16に示すとおりである。結果的には流域平均日雨量の相対誤差の頻度は各ケースに対して表4-17のようになった。

これを各相対誤差毎に観測所数と出現頻度との関係で図示したのが、図4-23である。

これで見ると、55%以内の相対誤差では6観測所でも累加出現頻度は小さいが、10%以内では6-1は、90%程度の日雨量が範囲に入ってくる。しかし、10%以内、15%以内までは6観測所と、5観測所の差が非常に大きく、5観測所では不十分な感じである。20%以内と30%以内では、6観測所と5観測所の差はずっと小さくなり、観測所の選定いかんによっては、差がなくなってしまふ。しかし、5観測所と4観測所の差はなお、かなり大きい。

Table 4-15 - Selected Flood Periods

No.	Year of occurrence	Duration of Flood
1	1967	Jul. 31 - Aug. 9
2		Aug. 10 - Aug. 19
3	1970	Jul. 8 - Jul. 17
4	1971	Jul. 18 - Jul. 27
5	1972	Jun. 1 - Jun. 10
6		Jul. 7 - Jul. 16
7		Jul. 17 - Jul. 26
8	1973	Jun. 10 - Jun. 19
9		Aug. 17 - Aug. 26
10	1974	Aug. 11 - Aug. 20

50%以内では4～6観測所の差はほとんどなく、観測所の選定がよければ、3観測所でも大差がなくなってしまう。結局、相対誤差をどの程度にするかによって観測所数が、おおむね決まってくる。これについては降雨の変動量が洪水流量に与える影響の程度を確認してからでないと十分なことは言えないが、相対誤差の元になっているのが7観測所という少ない観測所の平均値であることを考慮するとできるだけ高い精度を期しておくのが妥当と考えられる。このようなことから、相対誤差10～15%以内程度のところが一応許される範囲であり、観測所数は6観測所くらいが適当と推察される。

6観測所とした場合の観測所名は、次のとおりである。

1. Sangkhia Buri
2. Ban Pa Tho
3. Pilok
4. Thong Pha Phum
5. Ban Lin Thin
6. Huai Mae Nam Noi (Ban Sai Yok - K22)

Table 4-16 - Thiessen Weight (Approximate Value)

Rainfall Gauge Station \ Case	7-Stations	6-Stations			5-Stations		
	7-1	6-1	6-2	6-3	5-1	5-2	5-3
Sangkha Buri	0.265	0.265	0.265	0.3118	0.265	0.3118	0.3118
Thong Pha Phum	0.1627	0.1627	0.1931	0.2095	0.1931	0.2399	0.2095
Ban Pa Tho	0.1170	0.1170	0.1170	--	0.1170	--	--
Pilok	0.0797	0.0797	0.0797	0.1031	0.0797	0.1031	0.1031
Ban Lin Thin	0.0913	0.0913	--	0.0913	--	--	0.0913
Huai Mae Nam Noi	0.1913	0.2842	0.2522	0.1913	0.3452	0.2523	0.2842
Lum Sum	0.0929	--	0.0929	0.0929	--	0.0929	--

Rainfall Gauge Station \ Case	4-Stations			3-Stations			
	4-1	4-2	4-3	3-1	3-2	3-3	
Sangkha Buri	0.3118	0.3634	0.265	0.3634	0.3118	0.3634	
Thong Pha Phum	0.2399	0.2914	0.1627	0.2914	0.5851	0.4480	
Ban Pa Tho	--	--	0.1967	--	--	--	
Pilok	0.1031	--	--	--	0.1031	--	
Ban Lin Thin	--	--	0.3755	--	--	--	
Huai Mae Nam Noi	0.3452	0.2523	--	0.3452	--	--	
Lum Sum	--	0.0929	--	--	--	0.1886	

Table 4-17 - Frequency of Relative Error in Average Daily Basin Rainfall

(Unit: %)

Case \ Relative Error %	6-1	6-2	6-3	5-1	5-2	5-3	4-1	4-2	4-3	3-1	3-2	3-3
0 - 5	58	35	28	26	18	26	13	7	21	7	1	4
5 - 10	32	46	33	24	18	14	21	10	20	11	1	5
10 - 15	8	13	17	26	19	16	12	14	12	4	7	6
15 - 20	2	4	12	15	20	28	11	14	6	13	4	6
20 - 30		2	8	8	18	14	31	26	18	25	4	10
30 - 40			1	1	4	2	9	17	9	24	7	10
40 - 50			1		2		3	7	8	11	3	13
50					1			5	6	5	73	43

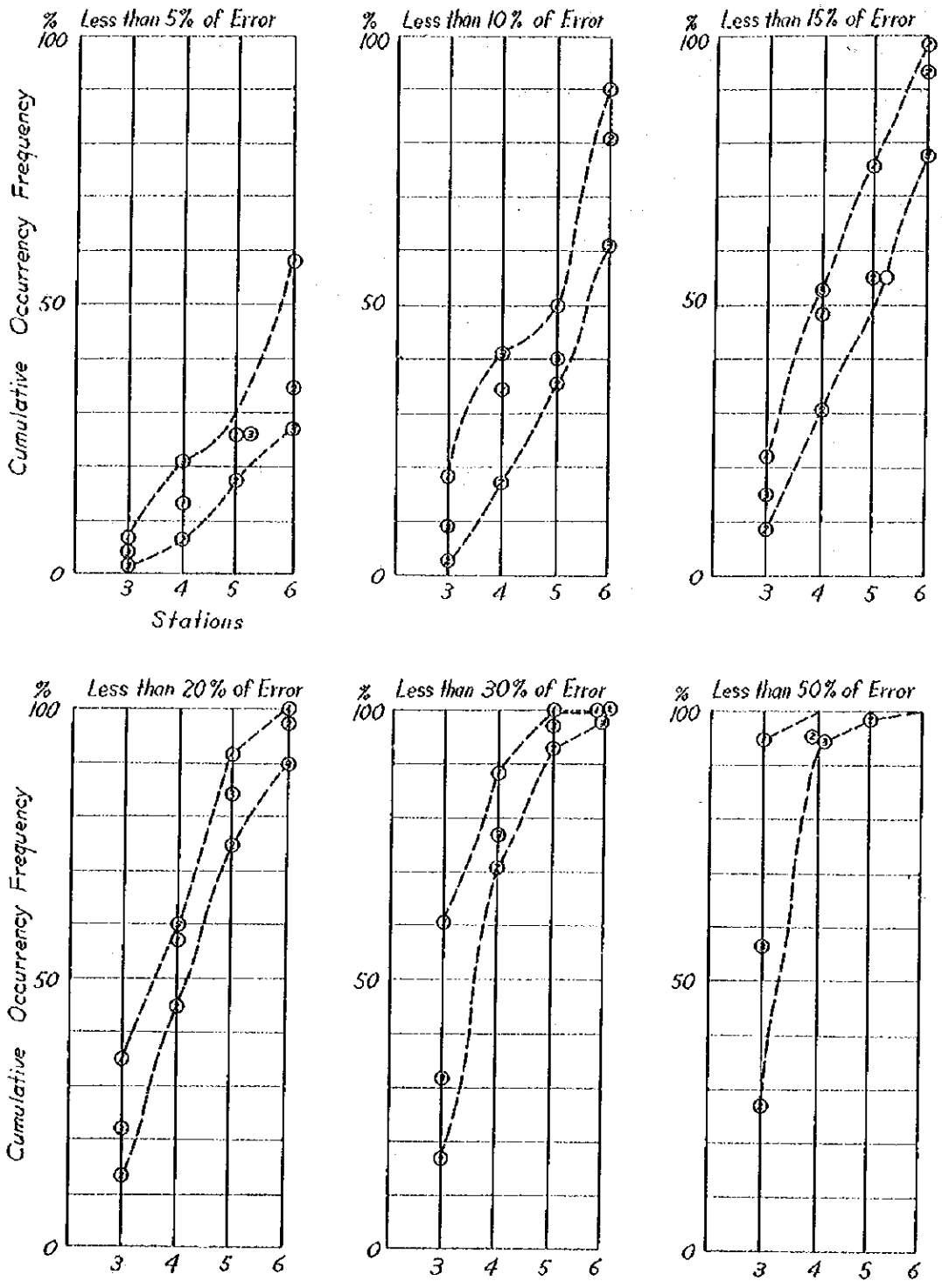


Fig. 4-23 - Relationship between Number of Stations and Occurrence Frequency of Error

4-3 メクロン河流域洪水予警報テレメータシステム計画案

(1) 概 要

メクロン河流域の洪水予警報システムについては、いままでに気象庁、RID等で検討されたもの、あるいは台風委員会によって調査検討された計画(案)などがある。

これらの案は図4-3に示すとおりであるが、クワイヤイ河にBan Chao Nenダムが着工されるに伴って、クワイヤイ河上流部の状況が変わって来た。

今回、これらの状勢をふまえて新しくテレメータ Net Work を再検討したものである。

この検討にあたっては、次の点を考りよした。

1. 通信の安定性から無線回線はVHF帯とすること。
2. 設置後の保守点検が容易であること。
3. 中継所の敷位置等は特に慎重に検討すること。

内容は、水位観測所4カ所、雨量観測所6カ所とし(うち1カ所は両用)、監視制御局はBang Kokに置くものとする。(Bang Kok市内のどこに設置するかは、今後の検討に待たねばならないが、回線設計上はとりあえず気象庁に監視制御局、RIDに傍受局を置くことで検討した)

また、これらの通信系には無線中継所2カ所を含むものである。

なお、この計画はあくまでDesk Planであり、今後電波伝播実験など実地調査を行い、詳細に検討されねばならない。

(2) 通信系と回線設計

本システムの構成は次のとおりである。

- | | |
|--------------|---|
| (1) 監視制御局 | Bang Kok, (気象庁) |
| (2) 傍受局 | " (RID) |
| (3) 無線中継局 | ReP1, ReP2 |
| (4) 雨量観測局 | Sang Kha Buri, Ban Pa Tho,
Pilot, Ban Lum Thin
Ban Sai Yok (K22), |
| (5) 水位観測局 | Ban Lum Sun(K10), Wang Khanai (K11)
Khao Wang Masang (K20), |
| (6) 雨量、水位観測局 | Thong Pha Phum, |

これらの観測所のデータを自動的に収集するテレメータシステムの通信系統は図4-24のとおりである。

次に各無線スパンの回線設計は表4-18のとおりであり各スパンともS/N30db以上(1スパンを除く)可能である。

しかし、Bang Kok 側での都市雑音などの影響、観測所側の無線局の位置により Span loss がかなり変ること、などから実験による確認が必要である。

(3) 装置概要と建設費概要

各局の機器構成を図4-25に示す。

建設費の概要は表4-19に示す。

(4) 建設費概算

以上のことを踏まえて、電気通信関係、観測施設、局舎、その他に分類して建設費の概算額を検討してみると表4-19～表4-21のようになる。これらは極く概算であって現地の状況の詳細調査によって変化することは言うまでもなく、据付、運搬など、現地でないと把握しないものもある。

一応表4-19～表4-21で見ると、電気通信関係の費用が圧倒的に大きく、観測施設、その他は併せて電通関係の40%程度である。総費用の概算額は約190,000,000円程度である。

(3) Outline of Equipment and Estimated Cost

Equipment configuration of each station is shown in Fig.4-25 and the approximate cost in Table 4-19.

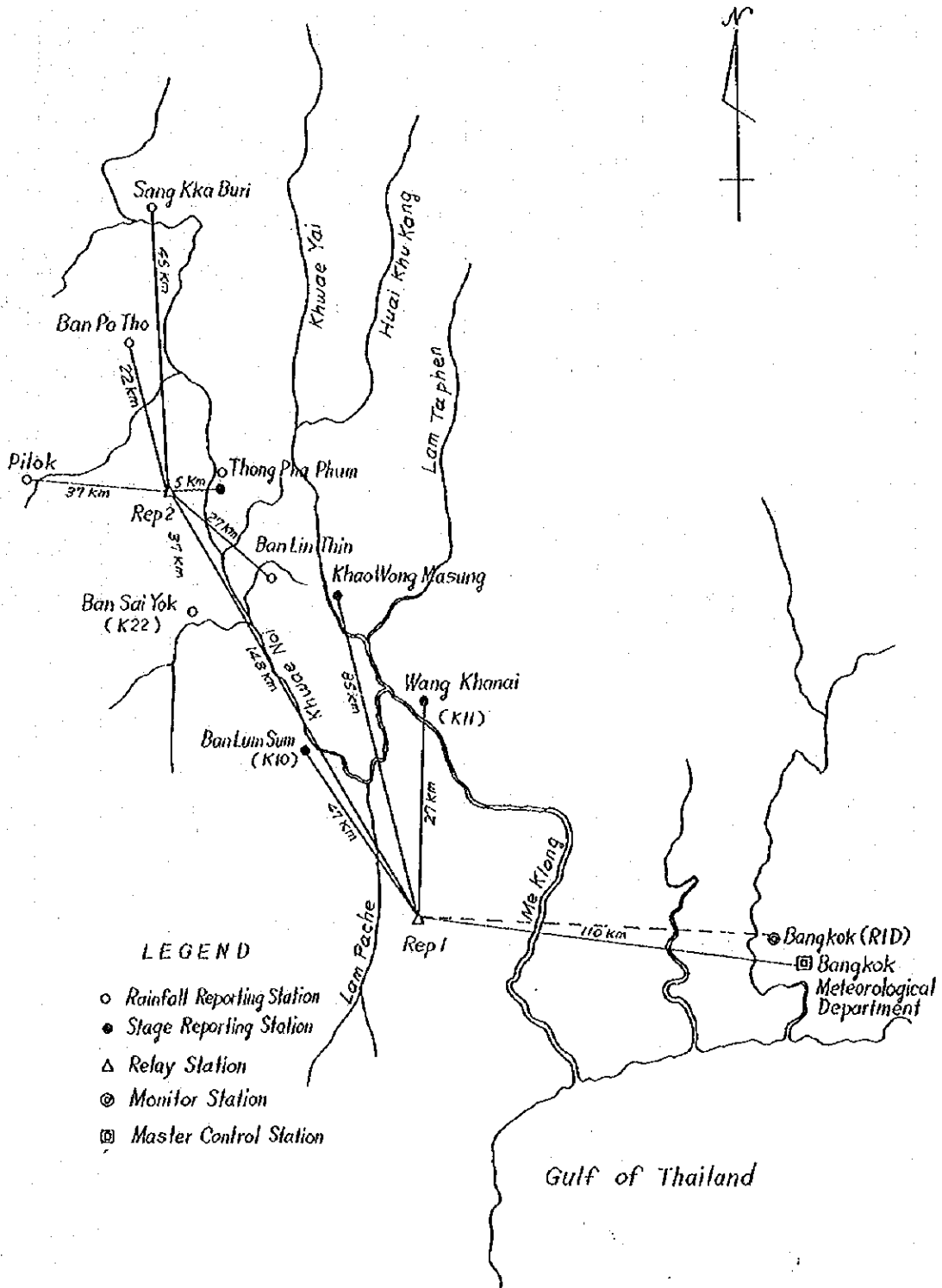


Fig. 4-24 - Network of Telemetering System

Table 4-18 - Table of Circuit Design

Item	Unit	Rep 1 -	Rep 1 -	Rep 2 -	Rep 2 -	Rep 2 -	Rep 1 -	Rep 1 -	Rep 2 -	Rep 2 -	Rep 2 -	Rep 2 -	Rep 2 -
		Rep 2	Bang Kok	Khao Wang Masang (K20)	Thong Pha Phum	Sang Kha Buri	Ban Lim Thun	Ban Lum Sum (K10)	Wang Khanai (K11)	Ban Pa Tho	Ban Sai Yok (K22)	Piok	Rep 2 -
		Relay Station	Relay Station	Stage Reporting Station	Rainfall and Stage Reporting Station	Rainfall Reporting Station	Rainfall Reporting Station	Stage Reporting Station	Stage Reporting Station	Rainfall Reporting Station	Rainfall Reporting Station	Rainfall Reporting Station	Rainfall Reporting Station
Span Length	Km	148	110	85	5	45	27	47	27	22	37	57	
Antenna Power	dBm	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40	+40
Free Space Loss	dB	-118.5	-116	-113.6	-89	-108.4	-103.6	-108.5	-103.6	-102	-106.3	-106.3	-106.3
Ground Constant	"	-20	-20	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10	-10
Additional Loss	"			-26	-22	-6			-6		-18	-14	
Feeder Loss	"	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8	-8
Antenna Gain (transmitter)	"	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8
" (receiver)	"	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8	+8
Received Power	dBm	-90.5	-88	-101.6	-73	-76.4	-65.6	-70.5	-71.6	-64	-86.3	-82.3	-82.3
Received Noise Power	"	-106	-106	-106	-106	-106	-106	-106	-106	-106	-106	-106	-106
High Frequency S/N	dB	+15.5	+18	+4.4	+33	+29.6	+40.4	+35.5	+34.4	+42	+19.7	+23.7	+23.7
S/N Improvement Factor	"	+14	+14	+14	+14	+14	+14	+14	+14	+14	+14	+14	+14
S/N in Standard Condition	"	29.5	32	18.4	47	43.6	54.4	49.5	48.4	56	33.7	37.7	37.7

Antenna Power 10W
 Antenna - Yagi three element antenna (T&R)
 S/N improvement factor I = 14 dB (f_m = 3 KHZ, f_d = 5 KHZ, B : 20 KHZ)
 External noise field intensity (15dBuV) Receiver Noise Power - 121 dBm (F : 10 dB B : 20 KHZ)

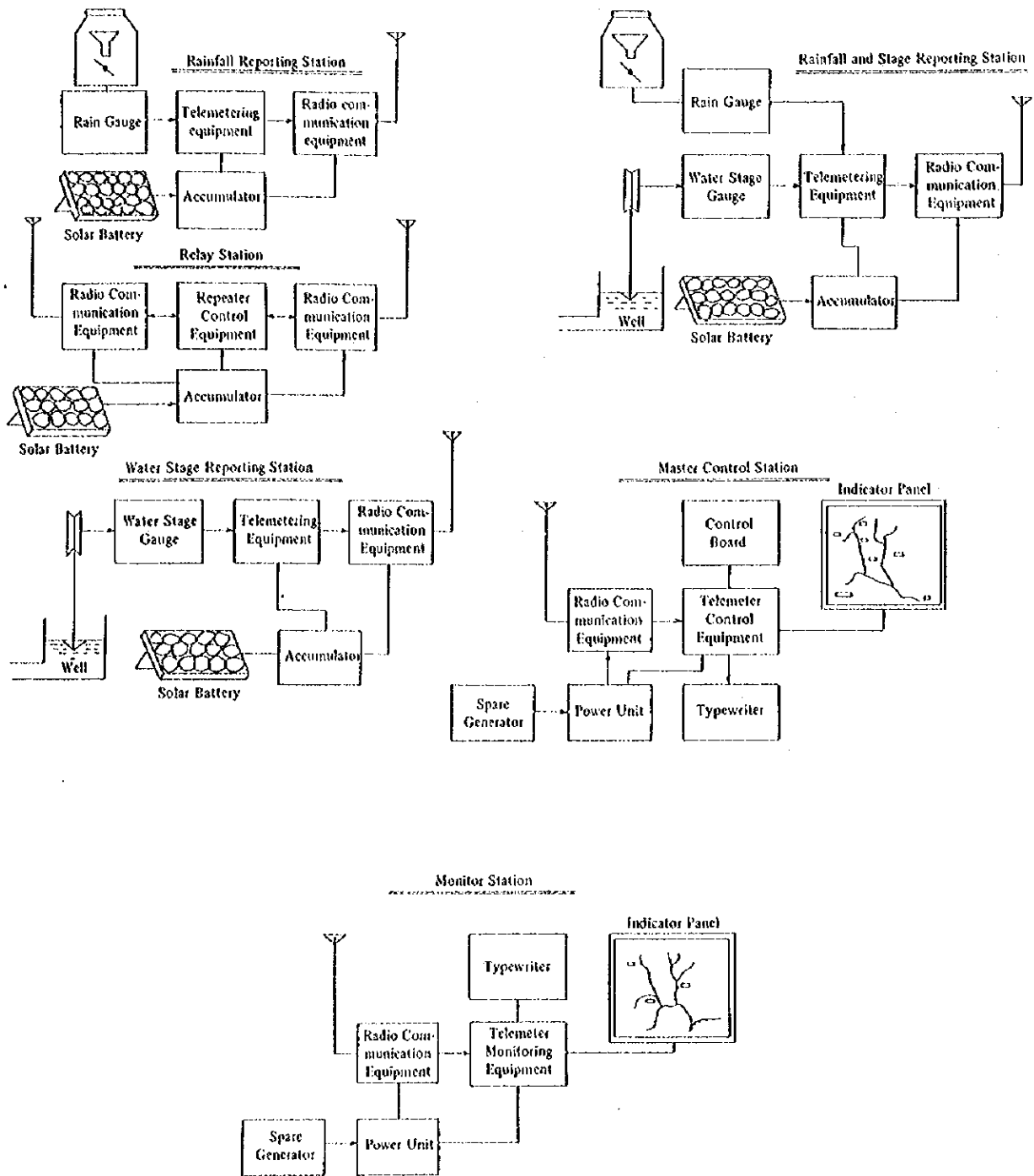


Fig. 4-25 - Equipment Configuration

Table 4-19 - Approximate Construction Cost of Telecommunication Facilities
Unit: Thousand Yen

Station	Number	Unit Cost	Total Cost	Remarks
Master Control Station	1		39,000	Bangkok (Meteorological Department)
Monitor Station	1		20,000	Bangkok (RID)
Repeater Station	2	10,500	21,000	
Rainfall Reporting Station	5	6,000	30,000	
Stage Reporting Station	3	6,000	18,000	
Rainfall and Water Stage Reporting Station	1		7,000	
Total			135,000	

- Notes: 1. Construction costs of buildings and steel towers are not included.
2. CIF Thia port is adopted.

Table 4-20 - Approximate Cost of Observation Facilities and Building Construction

Station	Number	Equipment		Installation Work and Station Building		Remarks
		Unit Cost	Total Cost	Unit Cost	Total Cost	
		thousand yen	thousand yen	thousand yen	thousand yen	
Rainfall Reporting Station	5	800	4,000	2,500	12,500	Station Area -- 10 m ²
Stage Reporting Station	3	2,200	6,600	3,500	10,500	Station Area -- 10 m ²
Rainfall and Stage Reporting Station	1	3,000	3,000	4,000	4,000	Thong Pha Phum
Total			13,600		27,000	

Table 4-21 - Approximate Cost of other Construction Cost

Item	Quantity	Cost		Remarks
		Unit Cost	Total Cost	
		Thousand yen	Thousand yen	
Remodelling of master control station	1 set		5,000	Steel tower inclusive
Remodelling of monitor station	1 set		5,000	Steel tower inclusive
Repeater station	2	2,000	4,000	Station area -- 10 m ²
Total			14,000	

List of Obtained Data

I. Reports

1. Trial Flood Forecasting in Mae Klong River (MET, 1973)
2. Preliminary Attempt to Simulate the Streamflow of the River Khwae Noi by Using Recording of Three Standard Raingages (MET, 1969)
3. The Development of Pilot Flood Forecasting in the Mae Klong River Basin (RID, 1974)
4. List of Rainfall Stations in Thailand (RID, 1972)
5. Water Resources Development in Thailand (RID, 1974)
6. The Mae Klong River Basin Development Project (RID,)
7. Development of the River Quae Noi
Hydrological Investigations of Monthly Runoff and Sediment (EGAT, 1974)
8. Additional Investigation on the Design Flood of Quae Uai No. 1 Hydro-Electric Project (EGAT, 1973)

II. Drawing

1. Locations of Hydrologic Observation Stations (RID, 1968)
2. Map Showing Water Resources Development in Thailand (RID, 1974)
3. Map Showing Flooded Area in October, 1972 (RID, 1972)
4. Map Showing Telecommunication Network (RID).

III. Data

1. Daily Rainfall Data (RID)

1-1	Pilok	1956 - 67	1970 - 74
1-2	Sangkhlaburi	1952 - 74	
1-3	Thong Pha Phum	1952 - 74	
1-4	Huai Mae Nam Noi	1966 - 74	
1-5	Wang Pa	1966 - 74	
1-6	Lum Sum	1965 - 74	
1-7	Wang Masang	1968 - 74	
1-8	Lin Thin	1966 - 74	

2. Hourly Rainfall Data (RID)

2-1	Sangkhlaburi	October, 1972 and July to October, 1974
2-2	Thong Pna Phum	" " "

3. Evaporation

Thong Pha Phum	October, 1972 and July to October, 1974
----------------	---

4. Mean Daily gauge height and discharge

4-1	K-6	1952 - 72
4-2	K-10	1965 - 74
4-3	K-11	1965 - 74
4-4	K-13	1965 - 74
4-5	K-17	1966 - 74
4-6	K-20	1966 - 74
4-7	K-22	1966 - 68
4-8	K-22A	1969 - 74
4-9	K-27	1968 - 74

5. Maximum and minimum gauge height

5-1	K-2	1962 - 66
5-2	K-2A	1967 - 72

6. Hourly Data

- Hourly gauge readings for: July and August, 1969
July, 1972
August and October, 1974
- Rating Table for the Same period of hourly gauge record
- Stations: K10, K11, K13, K17, K20, K22A and K27

IV. Others

Outline of Electricity and Telecommunication concerned.

**Experts participating in the Preliminary Survey
on the Maeklong Basin Flood Forecasting**

I. Japanese Mission

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1. Mr. Kazusuke Nakao | Chief |
| 2. Mr. Tomomitsu Fujii | Hydrologist |
| 3. Mr. Kazuhiko Takayama | Telecommunication Expert |

II. Typhoon Committee Secretariat

- | | |
|-------------------------|--|
| 1. Mr. Atsushi Hamamori | Hydrologist and Flood Forecasting Expert |
|-------------------------|--|

**Thai Officers concerned participating in the
Preliminary Survey on the Maeklong Basin
Flood Forecasting Project**

I. Meteorological Department

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. Capt. Prasert Soontarotok | Deputy Director-General |
| 2. Dr. Wiroj Sangvaree | Chief, Hydrometeorology Division |
| 3. Mr. Tawatchai Brikshavana | Chief, Hydrological Forecast Sub-Division |

II. Royal Irrigation Department

- | | |
|------------------------------|---|
| 1. Mr. Damrong Jaraswathana | Special Grade Engineer and Chief,
Hydrology Section, Survey Division |
| 2. Mr. Chalerm Tangtrongchit | Hydrologist, Survey Division |

III. Electricity Generating Authority of Thailand

- | | |
|----------------------|------------------------------|
| 1. Mr. Siri Chitchob | Hydrologist, Survey Division |
|----------------------|------------------------------|

