ＲＩＤ

収集資料はコンピューターによって処理、保存されているが、水文解析用の情報処理は水文部が、また、灌漑用水管理のシュミレーションは日データを用いＯ＆Ｍ部が行っている。

洪水用に処理されたデータの主な出力結果は水位観測所Ｈ～Ｑカーブ、水位ハイドログラフ等で、降雨、水位、流量、作物栽培状況等は週単位でとりまとめられている。

また、洪水、氾濫状況、洪水被害状況等をとりまとめた水文報告書が出版されている。

この出版物はＲＩＤの水文部、Ｏ＆Ｍ部が発行しているが、水文部では水文年報、ＲＩＤ雨量観測所一覧表、ＲＩＤ水位流量観測所一覧表、月流量報告等を発行、また、Ｏ＆Ｍ部はタイ灌漑プロジェクトの管理下にある構造物一覧表を1985年に発行してる。この他ＩＥＣプロジェクトでは表３－５に示すように水文データベースを開発している。コンピューターシステムは情報処理部が管理し、端末機が他の部に設置されている。

情報処理部が管理しているコンピューターはＩＥＣプロジェクトのために導入されたスーパーミニコンピューター１台と２台のスーパーマイクロコンピューターで、この他数台のパーソナルコンピューターが専用またはミニコンピューターのワークステーションとして用いられている。

このスーパーミニコンピューターは一般事務計算、技術計算等、多人数による多目的利用がはかられており、スーパーマイクロコンピューターの一つは端末機からデータインプット用に用いられている。またもう一つのスーパーマイクロコンピューターは検索用にＩＥＣの研究所に設置されている。情報処理部からの情報ではこれらのコンピューターは容量一杯に使われており、新たに２台のコンピューターが将来設置される予定で、各地方局にはパーソナルコンピューターが配備されることになっている。

3.4.3　情報伝達システム

現在洪水予報業務に携わっているのはＥＧＡＴであるが、ＲＩＤはＥＧＡＴに情報を人手によって手渡している。

3.5　洪水予報実施状況

ＥＧＡＴは1979年以降、ダム操作の目的でチャオピア川の洪水予報を行っており、この情報はＲＩＤや他の関係機関に伝達されている。またＭＤはチャオピア川支川のパサック、ナン川について水防活動のために洪水予報を行っている。

ここでは、本調査と類似点の多い、ＥＧＡＴの洪水予報システムについて述べる。

このＥＧＡＴの洪水予報で用いられている予測計算モデルは1978年ＡＩＴで開発されたもので、流域流出計算モデル、水位相関モデル、グリッドモデルおよび調和解析モデルからなっている。

このモデルを使ってバンコックのメモリアル橋、ブミポン、シリキットダム、ナコンサワンの各水位流量を７日前に予測している。

3.6　組　織

図３－15にタイ国の行政組織を示す。今まで、タイ国では洪水予報、水防も含んだ総合的な治水事業を実施する機関や、法整備は行われていないが、チャオピア川流域では水防活動に関係するいくつかの委員会や水文観測、洪水予報、水防活動、主要河川の流況調整、排水事業等、治水に関係する機関がある。（表３－６参照）

水文観測と洪水予報に関してはＲＩＤ、ＭＤ、ＥＧＡＴ、ＢＭＡ、ＨＤ、ＰＡＴ等の機関がそれぞれ個々の目的に応じて行っている。

ＭＤは気象情報サービスの一環として、また、ＥＧＡＴはチャオピア川のダム放流量調節に関連して洪水予報を行っている。

水防活動と洪水被害軽減についてタイ国の洪水防災の政策決定、計画は人民防衛委員会が担当している。委員会の幹事であるＬＡＤは水防活動、特に州地域の水防に責任がある。

バンコックとノンタブリ、サムットプラカン、ナコンパトム、パトムタニ、サムットプラカン等５州から成るバンコック首都地域（ＢＭＲ）開発委員会は首相の命により、1986年７月に当地域の深刻な洪水被害に鑑み、洪水問題の解決策や政策決定機関として設定された。またＢＭＡのＤＤＳはこの委員会の幹事としてバンコックでの水防活動、水路改修、排水事業を管轄している。

農業地域の洪水軽減については、ＲＩＤがチャオピア川の流況調整、排水事業、水防活動を通して行っている。

地方都市の水防活動、排水事業は各州政府がＬＡＤ、ＲＩＤそれに一般公共排水事業の指導官庁である公共事業局（ＤＰＷ）との協力のもとに実施している。

これらの委員会、機関の組織構成はサポーティングレポートに示す。また図３－16にチャオピア川の総合的洪水防御に最も関わりの深いＲＩＤの組織を示す。

表3－1　ブミポン、シリキットダム主要諸元

Particulars		Features	
		Bhumibol Dam	Sirikit Dam
General Data	° River System and River Name	Chao Phraya Basin; Ping River	Chao Phraya Basin; Mae Nan River
	° Year of Completion	1964	1972
	° Purpose	I; P; F	I; P; F
	° Catchment Area	26,386 km^2	13,130 km^2
Dam	° Type	Concrete Arch Gravity Type	Earthfill Dam
	° Height	154.0 m	113.6 m
	° Crest Elevation	261.0 m (MSL)	169.0 m (MSL)
	° Crest Length	486.0 m	800.0 m
Reservoir	° Maximum High Water Level (HWL)	262.2 m (MSL)	166.0 m (MSL)
	° Normal HWL	260.0 m (MSL)	162.0 m (MSL)
	° Minimum HWL	213.0 m (MSL)	128.0 m (MSL)
	° Available Drawdown	47.0 m	34.0 m
	° Storage at Normal HWL	13,462 x 10^6 m^3	9,510 x 10^6 m^3
	° Storage at Minimum HWL	3,800 x 10^6 m^3	2,850 x 10^6 m^3
	° Effective Storage	8,600 x 10^6 m^3	8,800 x 10^6 m^3
	° Minimum Water Level for Power Operation	213.0 m (MSL)	128.0 m (MSL)
	° Minimum Water Level for Irrigation	202.5 m (MSL)	105.75m (MSL)
Spillway	° Type	Tunnel Type	2 Tunnels, horse shoe section
	° Crest Elevation	242.9 m (MSL)	150.5 m (MSL)
	° Control Gate	Radial Gate (11.0m wide x 17.4 m high x 4)	Radial Gate (11.85m wide x 15.00 m high x 2)
Intake Structure	° Intake Gate	7 Fixed Wheel Gates	1 Fixed Wheel Gate
	° Gate Size	4.2m x 6.7m	6.0m wide x 8.5m high
	° Base Elevation of Inlet	201.0 m (MSL)	105.75m (MSL)
Discharge	° Design Flood Discharge	6,000 m^3/s	8,000 m^3/s
	° Maximum Flood Recorded	4,500 m^3/s (1975)	/1
	° Discharge Capacity of Spillway	6,000 m^3/s	3,250 m^3/s
	° Discharge Capacity of River Outlet	200 m^3/s (Use No. 8 Penstock)	400 m^3/s
	° Discharge for Maximum Power Output Per Unit	No. of Turbines: 7 units	No. of Turbines: 3 units
	- At Max. Head	when 123.2m, 75.8 m^3/s	when 84.3m, 194.3 m^3/s
	- At Nor. Head	when 100.0m, 79.5 m^3/s	when 75.4m, 183.0 m^3/s
	- At Min. Head	when 71.8m, 61.0 m^3/s	/1

Note: I = Irrigation; P = Power Generation; F = Flood Control

/1 = Data not available

表3－2　チャオプラヤ下流域主要河川構造物

Water Course	Name of Structure	Location (Province)	Structural Features				Full Supply Level (m MSL)		Flood Level (m MSL)		Design Flow (m^3/s)
			Gate			Sill Elevation (m MSL)					
			Type	Number	Width (m)		Upper	Lower	Upper	Lower	
Chao Phraya River	Chao Phraya Dam (Barrage)	Chai Nat	* Radial Gate * Hiter Gate	16 1	12.50 14.00	+9.00 +9.00	+16:50	+7.50	+18.00	+16.00	3,300.0
Suphan River	Phonlatep Head Regulator	Chai Nat	Slide Gate	4	6.50	+7.50	+16.50	+13.90	+19.40	+15.86	320.0
	Ban Thabot Regulator	Chai Nat	Radial Gate	4	6.00	+8.75	+13.50	+9.80	+13.73	+13.68	318.0
	Sam Chook Regulator	Suphan Buri	Slide Gate	2	12.50	+2.50	+9.15	+6.30	+9.52	+9.31	318.0
	Pho Phraya Regulator	Suphan Buri	Slide Gate	2	12.50	+0.20	+6.00	+0.75	+5.91	+5.82	318.0
Noi River	Boromma-that Head Regulator	Chai Nat	Radial Gate	4	6.00	+9.60	+16.00	+15.10	+18.24	+16.20	260.0
	Channasut Regulator	Sing Buri	Radial Gate	4	6.00	+5.72	+11.60	+9.73	+11.84	+11.40	260.0
	Yang Mani Regulator	Sing Buri	Radial Gate	4	6.00	+2.32	+7.74	+6.16	+7.74	+7.30	260.0
	Phak Hai Regulator	Ayutthaya	Radial Gate	3	6.00	-2.00	+3.50	+3.30	+3.50	+3.30	150.0
Chai Nat-Pasak Canal	Manorom Head Regulator	Chai Nat	Radial Gate	6	6.00	+12.80	+16.472	+16.142	+20.00	+16.142	210.0
	Chongkae Regulator	Chai Nat	Radial Gate	6	6.00	+9.50	+13.390	+13.150	-	-	207.0
	Koke Kathiem Regulator	Lop Buri	Radial Gate	4	6.00	+6.29	+10.79	+10.59	-	-	174.1
	Reong Rang Regulator	Saraburi	Radial Gate	3	6.00	+3.97	+8.53	+8.27	+9.810	+9.810	131.0
Chai Nat-Ayutthaya Canal	Maharaj Head Regulator	Chai Nat	Radial Gate	3	4.00	+11.60	+16.00	+15.50	+18.00	-	75.0
Makamthao-Uthong Canal	Makamthao-Uthong Head Regulator	Chai Nat	Slide Gate	6	1.75	+13.75	+16.10	+15.95	-	-	35.0
Pasak River	Rama VI Barrage	Saraburi	Slide Gate	6	12.50	+0.10	+7.50	-	+9.81	-	Unknown

表3－3　ナコンサワン上流域主要河川構造物

Water Course	Name of Structure	Location (Province)	Structural Features					Retention Level (m MSL)	Flood Level (m MSL)		Design Flow (m^3/s)
			Type	Number	Width (m)	Height (m)	Sill Elevation (m MSL)		Upper	Lower	
Yom River	Mae Yom Weir	Phrae	Fixed Weir & Rubber Dam	5	68.80	3.50	+178.00	+181.50	+183.75	+183.00	3,000
Nan River	Phitsanulok Diversion Weir (Naresuan Dam)	Phitsa-nulok	Movable Radial Gate	5	12.50	7.60	+40.20	+47.80	+50.35	+49.75	1,600
Thap Salao River	Thap Salao Diversion Weir	Uthai Thani	Fixed Weir	6 2 2	8.0 9.9 3.0	3.00	+71.00	+74.00	+77.25	+76.40	700
Yom to Nan River (Curtain Canal)	Control Regulator	Phitsa-nulok	Radial Gate	2	6.0	4.00	+33.975	/1	+37.675	+36.750	85
Yom to Nan River (DR 15.8 Canal)	Control Regulator No. 1	Phitsa-nulok	/1	/1	/1	/1	/1	/1	/1	/1	60
	Control Regulator No. 2	Phitsa-nulok	/1	/1	/1	/1	/1	/1	/1	/1	60

Note: /1 Data not available yet.

表３－４　放流施設からの最大放流量

(Unit: m^3/s)

Water Course and River Structure	Design Flow	Year	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Chao Phraya River		1975	345	220	85	115	245	470	560	990	3,000	3,980	2,330	905
		1978	359	200	91	77	140	149	1,629	1,468	2,240	3,769	1,782	395
° Chao Phraya Dam	3,300	1980	131	73	121	73	723	1,005	1,075	1,195	2,210	3,825	2,195	440
		1983	140	115	130	113	120	245	120	800	1,000	3,370	2,625	1,530
Chainat-Pasak Canal		1975	64	100	106	171	171	165	214	232	280	266	273	80
		1978	49	102	117	118	103	92	150	210	238	153	245	161
° Manorom Regulator	210	1980	147	52	54	43	210	192	213	225	192	376	207	121
		1983	148	144	150	152	155	150	145	184	182	205	210	95
Noi River		1975	33	70	76	81	86	71	105	253	231	250	251	130
		1978	40	62	80	71	86	102	61	180	251	200	240	200
° Borommathat	260	1980	161	140	102	51	111	70	151	241	262	263	151	102
Regulator		1983	51	108	141	141	131	97	61	186	271	251	61	46
Suphan River		1975	22	92	124	142	143	80	103	125	107	318	286	82
		1978	74	55	102	153	114	111	90	146	225	292	280	102
° Phonlatep Regulator	320	1980	54	36	66	56	126	91	127	126	176	318	61	12
		1983	81	131	151	151	161	101	71	81	191	191	16	5
Chainat-Ayutthaya Canal		1975	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1978	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
° Maharaja Regulator	75	1980	20	25	25	20	26	20	54	76	78	68	54	20
		1983	0	25	27	39	38	16	56	63	70	70	70	39

表3－5　ＩＥＣプロジェクトによるデータベース

1. General Information

1.1	D	River and Province
1.2	D	Administration
1.3	D	Map Information

2. River Flow Information

2.1	F	Rating Curve and Stage-Discharge Conversion
2.2	D	Hourly Gauge Height
2.3	F	Cross Section
2.4	F	Sedimentation
2.5	C	Water Quality

3. Weather Information

3.1	F	Daily Rainfall
3.2	C	Hourly Rainfall
3.3	D	Meteorological Data
3.4	C	Annual Heaviest Rainfall and Its Duration

4. Irrigation Water

4.1	D	Daily High and Low Discharge
4.2	C	Discharge Calculation Formula or Coefficient
4.3	C	Facilities Cross Section

5. Reservoir

5.1	C	Daily (Volume), Water Level, Inflow, Release, Evaporation and Rainfall
5.2	C	Water Level and Volume

6. Crop

6.1	D	Rice
6.2	D	Field Crop
6.3	D	Sugarcane
6.4	D	Vegetables
6.5	D	Perennials
6.6	D	Fishponds

Note: F = existing file system; D = under development; C = under consideration

表3－6　チャオピア川流域における洪水調節、洪水予測実施官庁

Agencies	Hydrological Observation & Analysis	Flood Forecasting	Flood Fighting	River Improvement & Water Flow Control of Mainstream	Drainage Works
Royal Irrigation Department	●		•	●	●
Meteorological Department	●	•			
Electricity Generating Authority of Thailand	•	•			
Bangkok Metropolitan Administration	•		•	•	•
Harbour Department	•				
Port Authority of Thailand	•				
Local Administration Department			•		
Department of Public Works					•
Provincial Government			•		•

Note: ● Major Activity, • Minor Activity

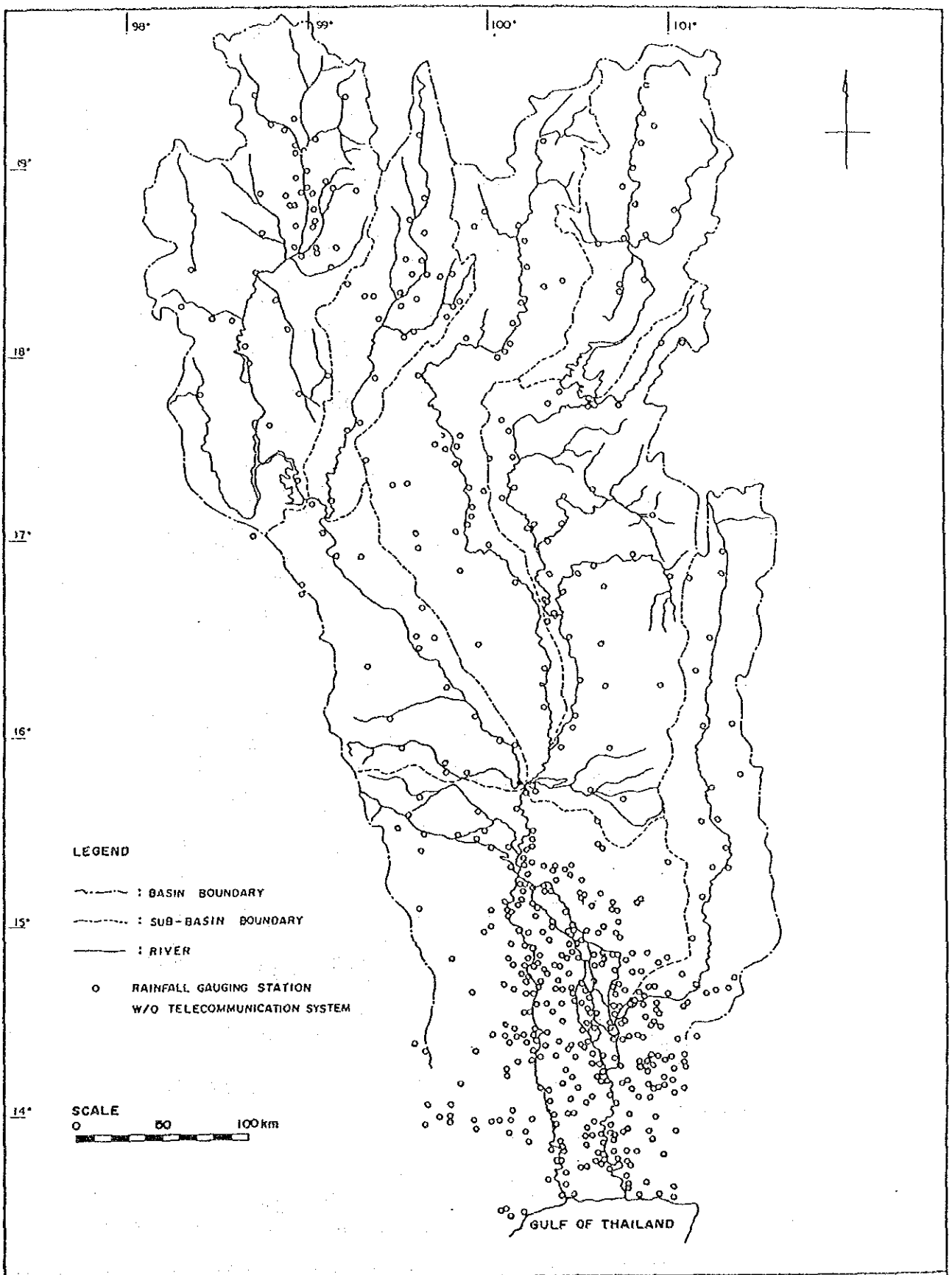


図3－1　既設雨量観測所位置図

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

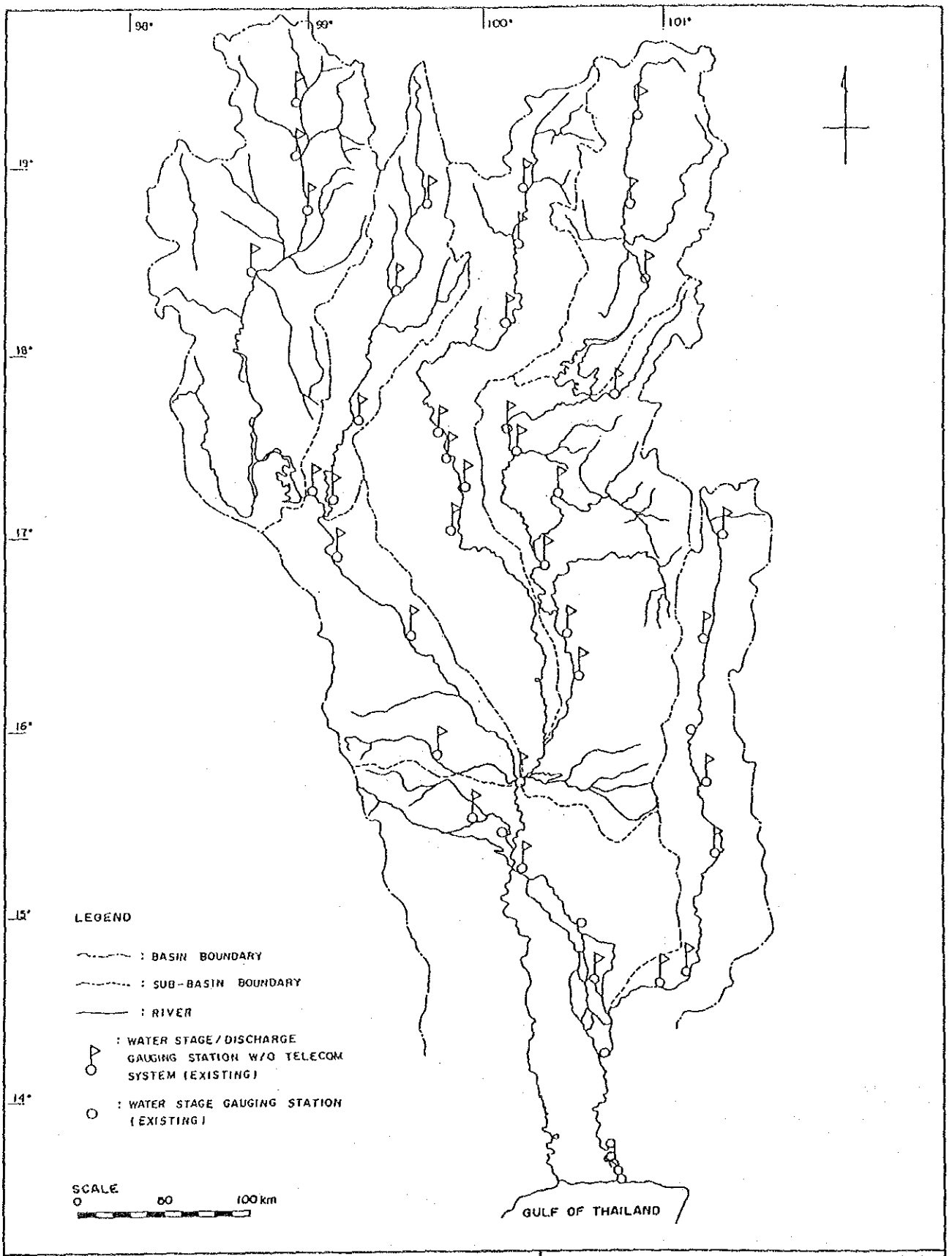


図３－２　既設主要水位・流量観測所位置図

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

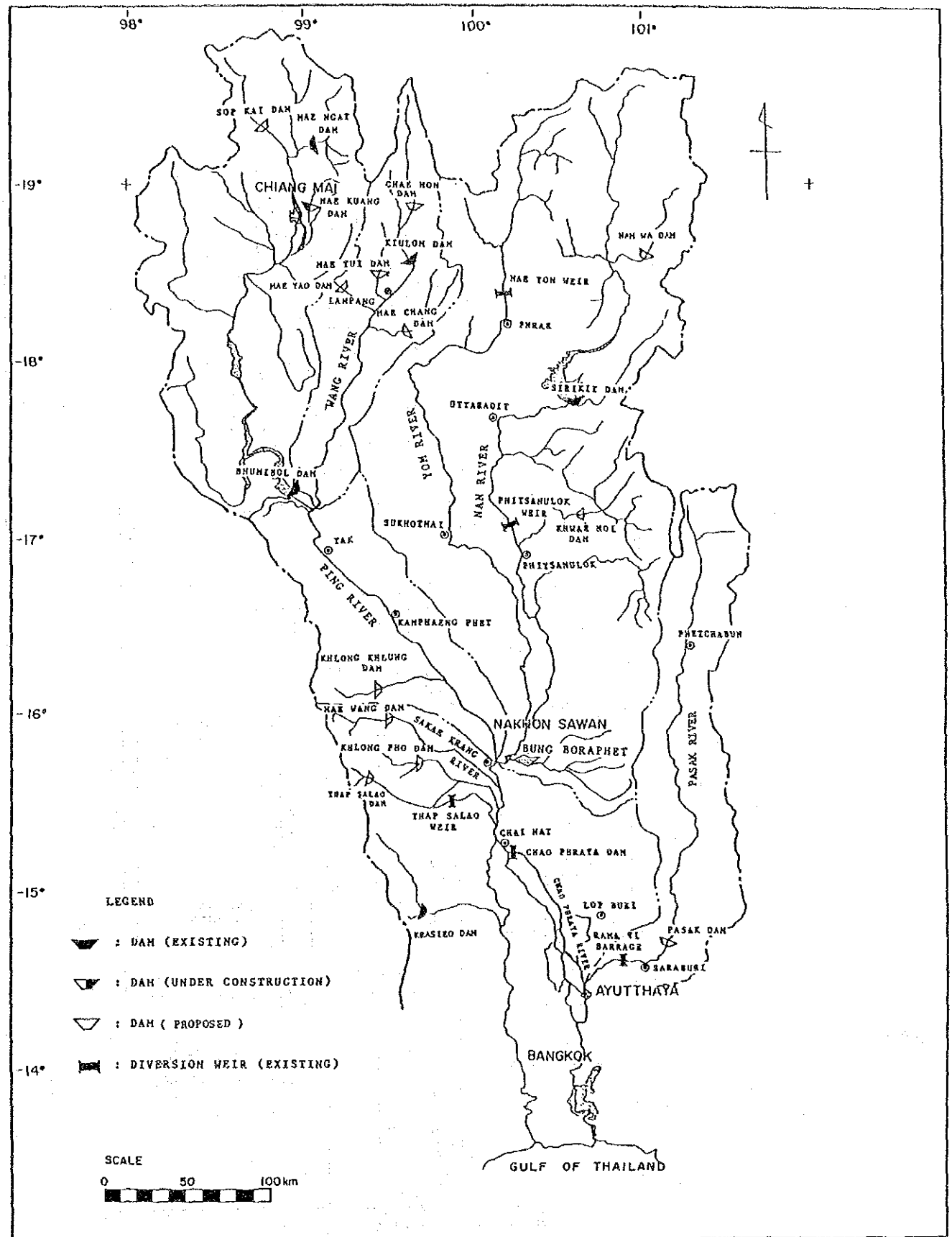


図3－3　ダム・取水堰及び流量調節ケント位置図

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

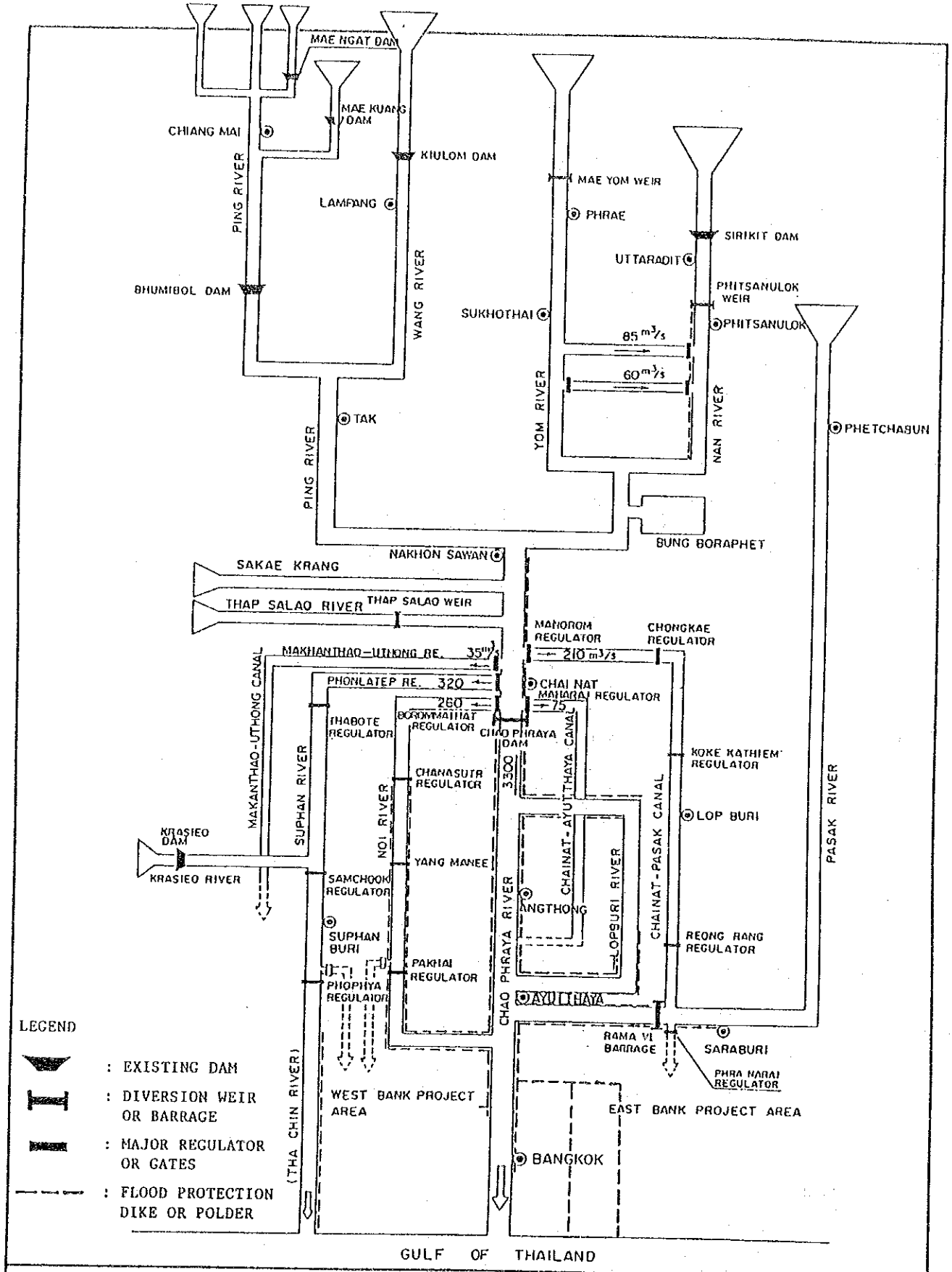
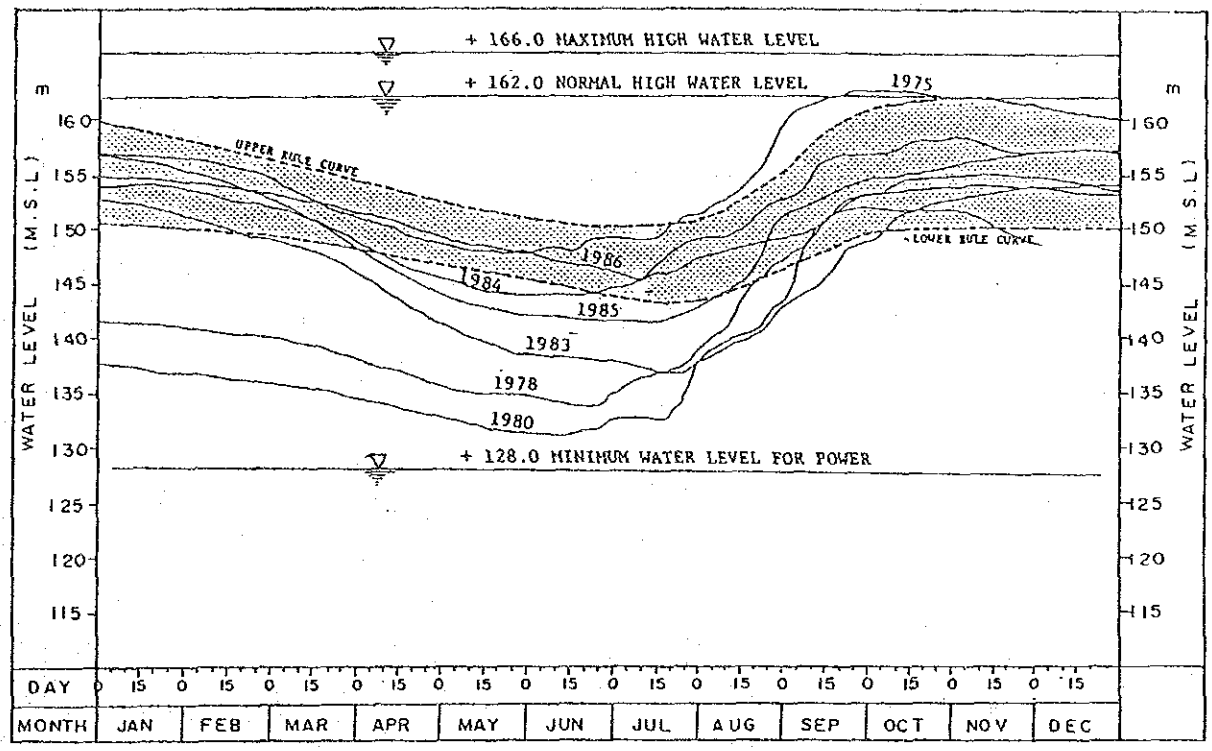


図３－４　主要河川構造物模式図

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

SIRIKIT DAM



BHUMIBOL DAM

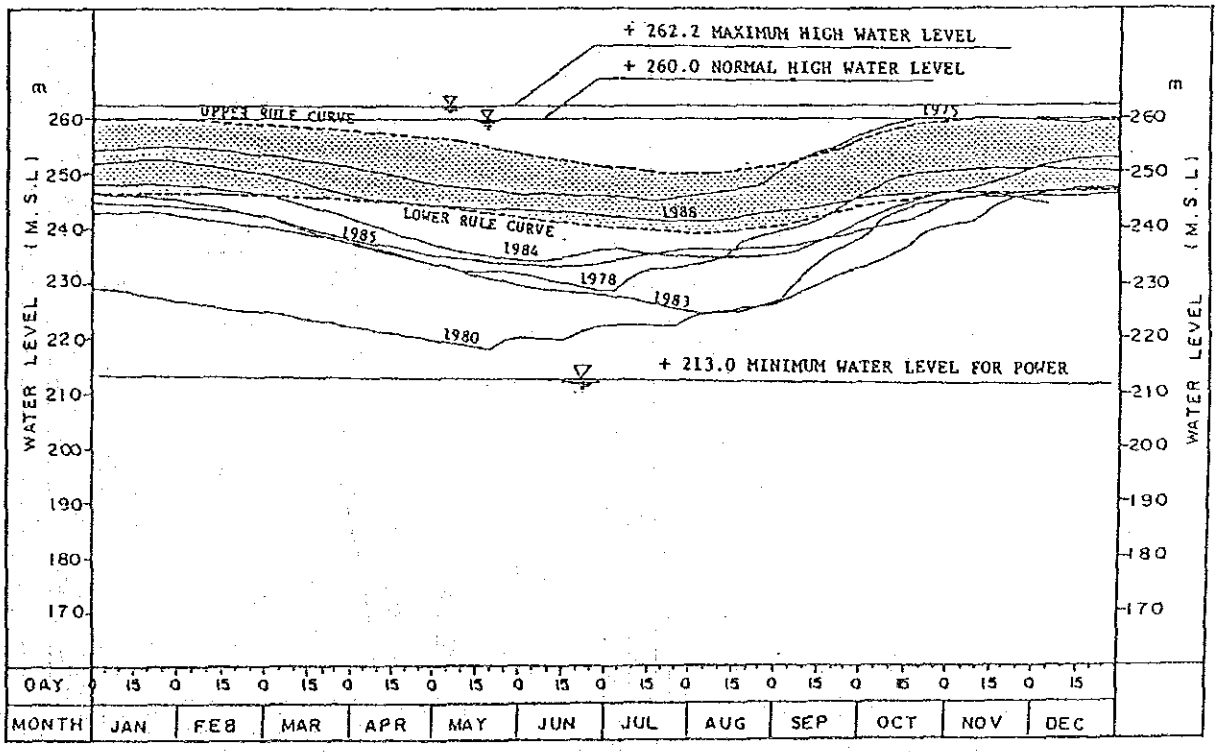


図3－5　シリキットダム及びブミポンダムの貯水位

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

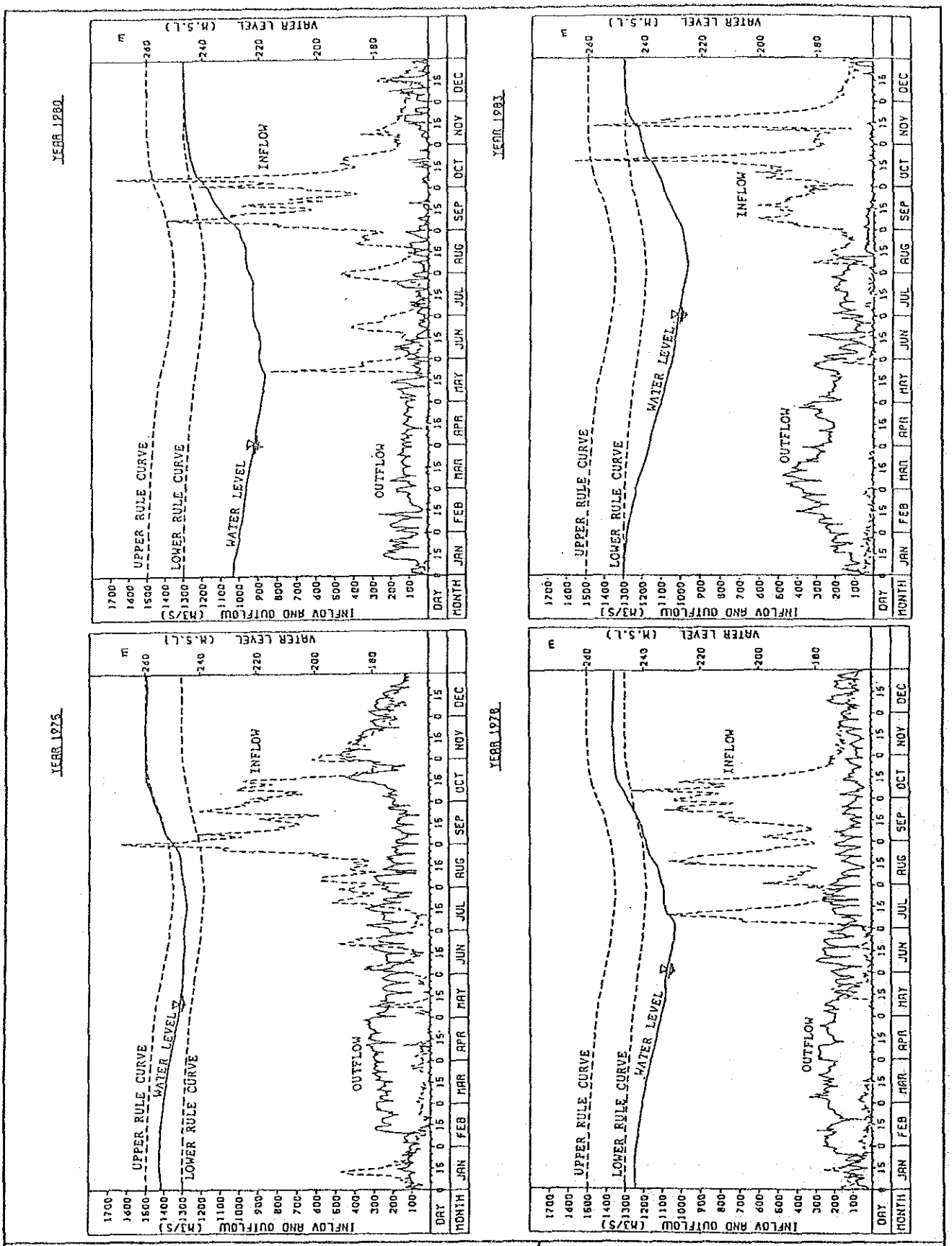


図3－6 (1/2) シリキット・ブミポンダムにおける流入量と放流量の関係

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

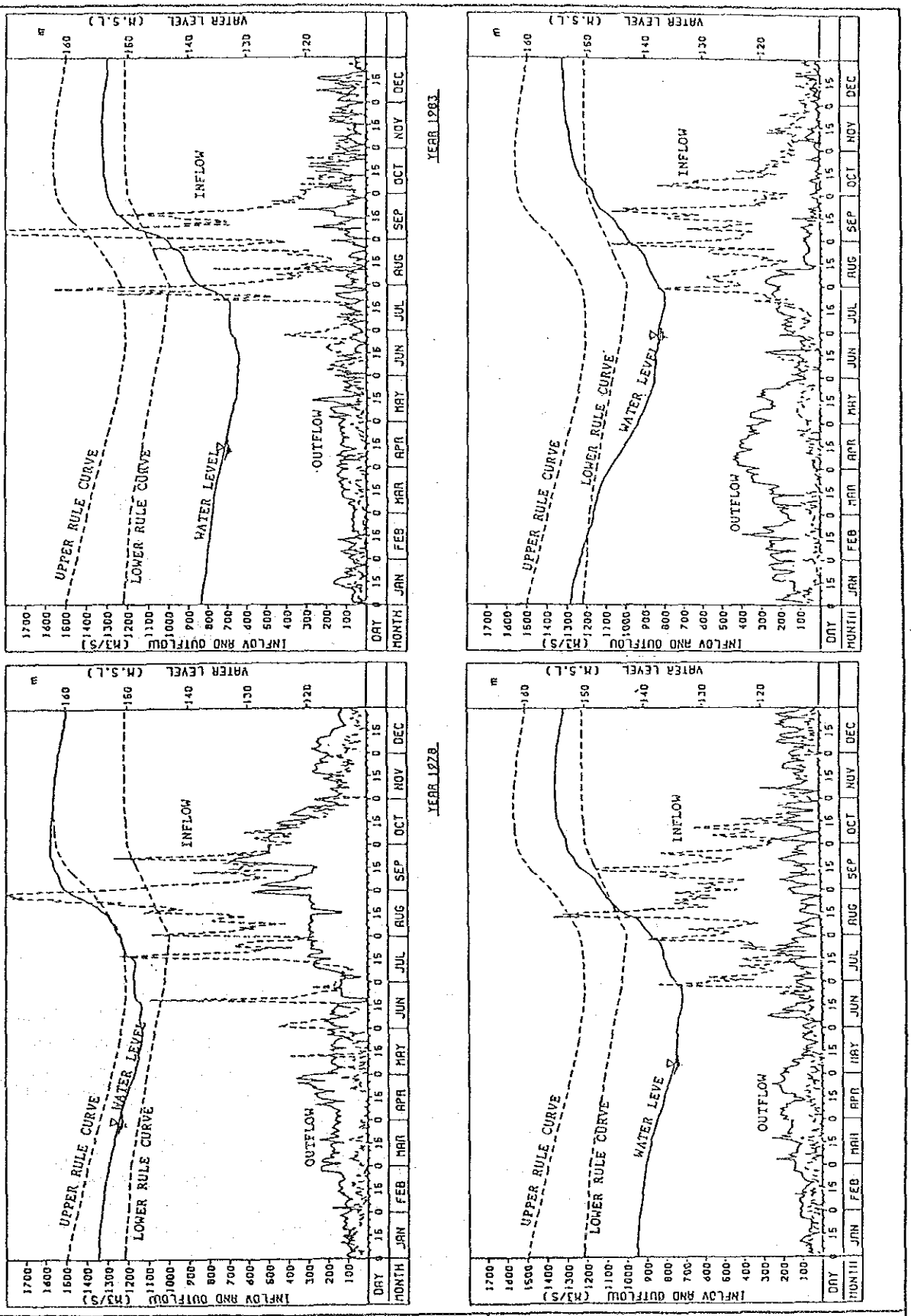


図3－6 (2/2) シリキット・ブミポンダムにおける流入量と放流量の関係

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

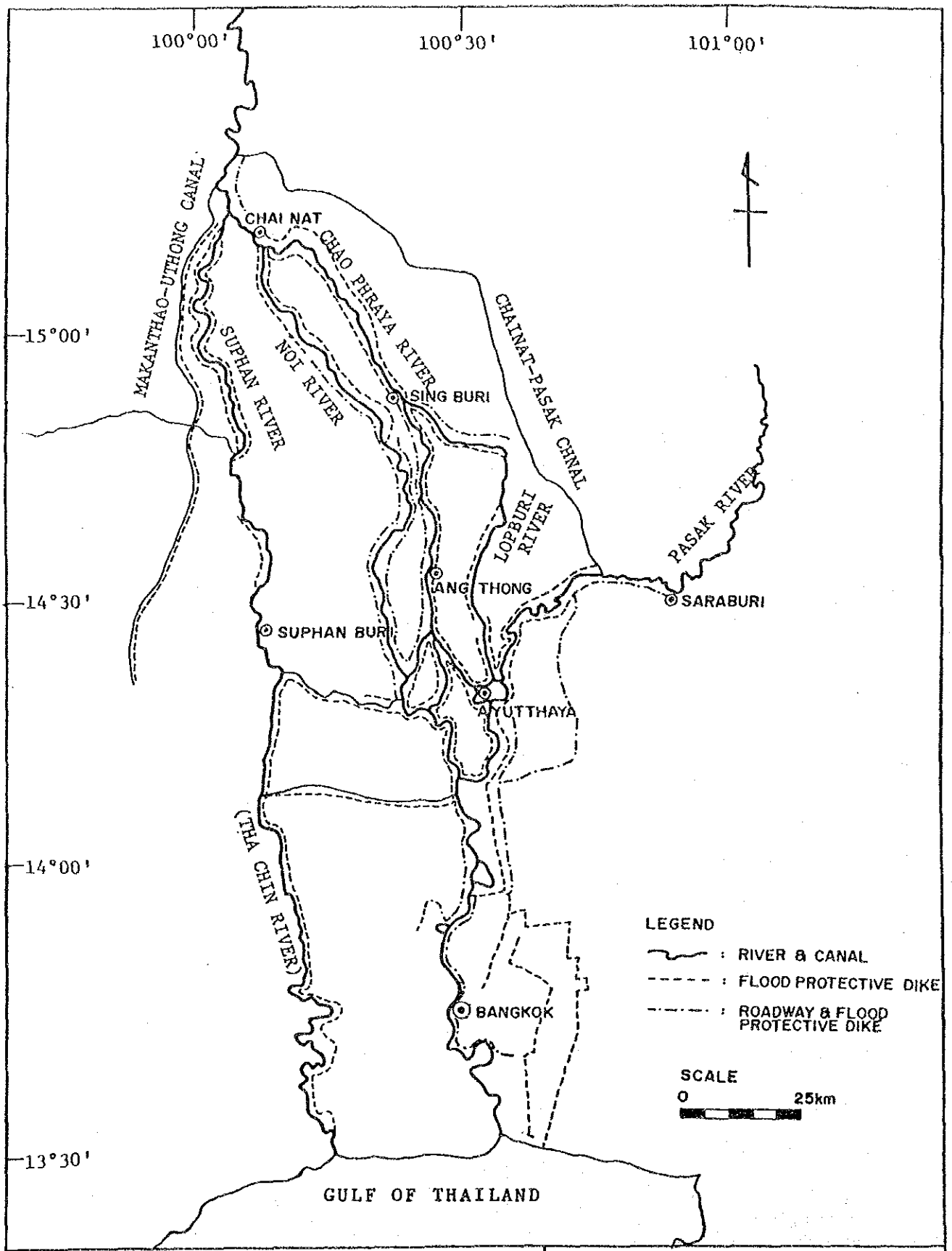


図3－7　ナコンサワン下流域の既設堤防

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

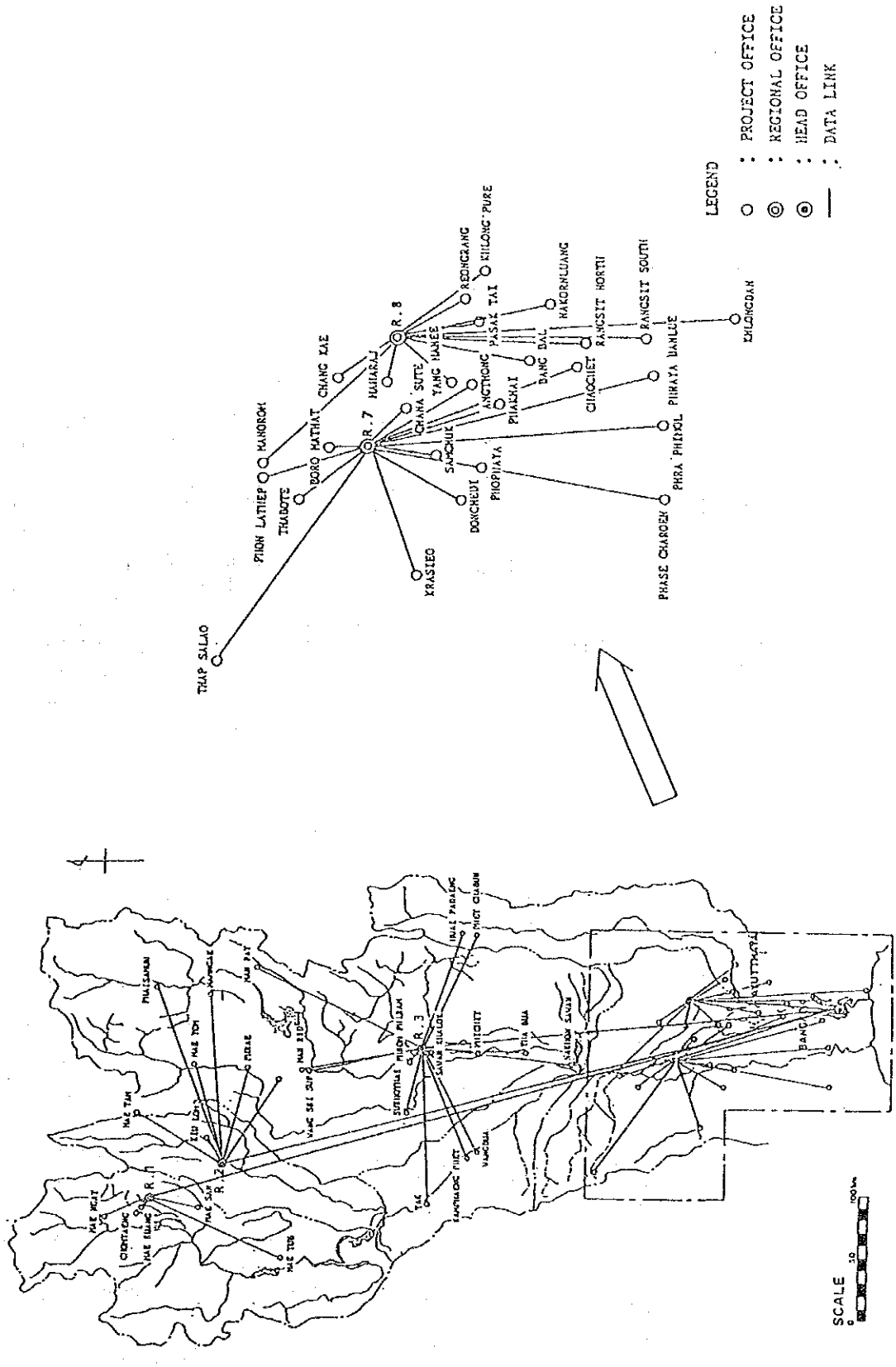


図3－8　ＲＩＤ電気通信網

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

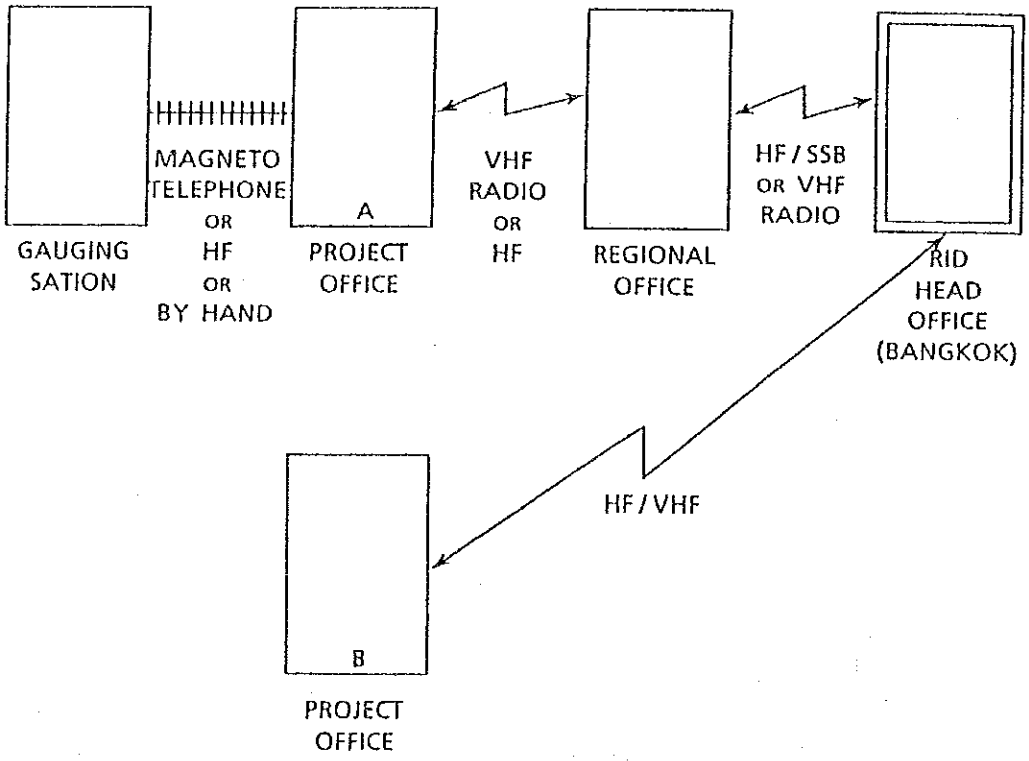


図３－９　ＲＩＤ電気通信システム

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

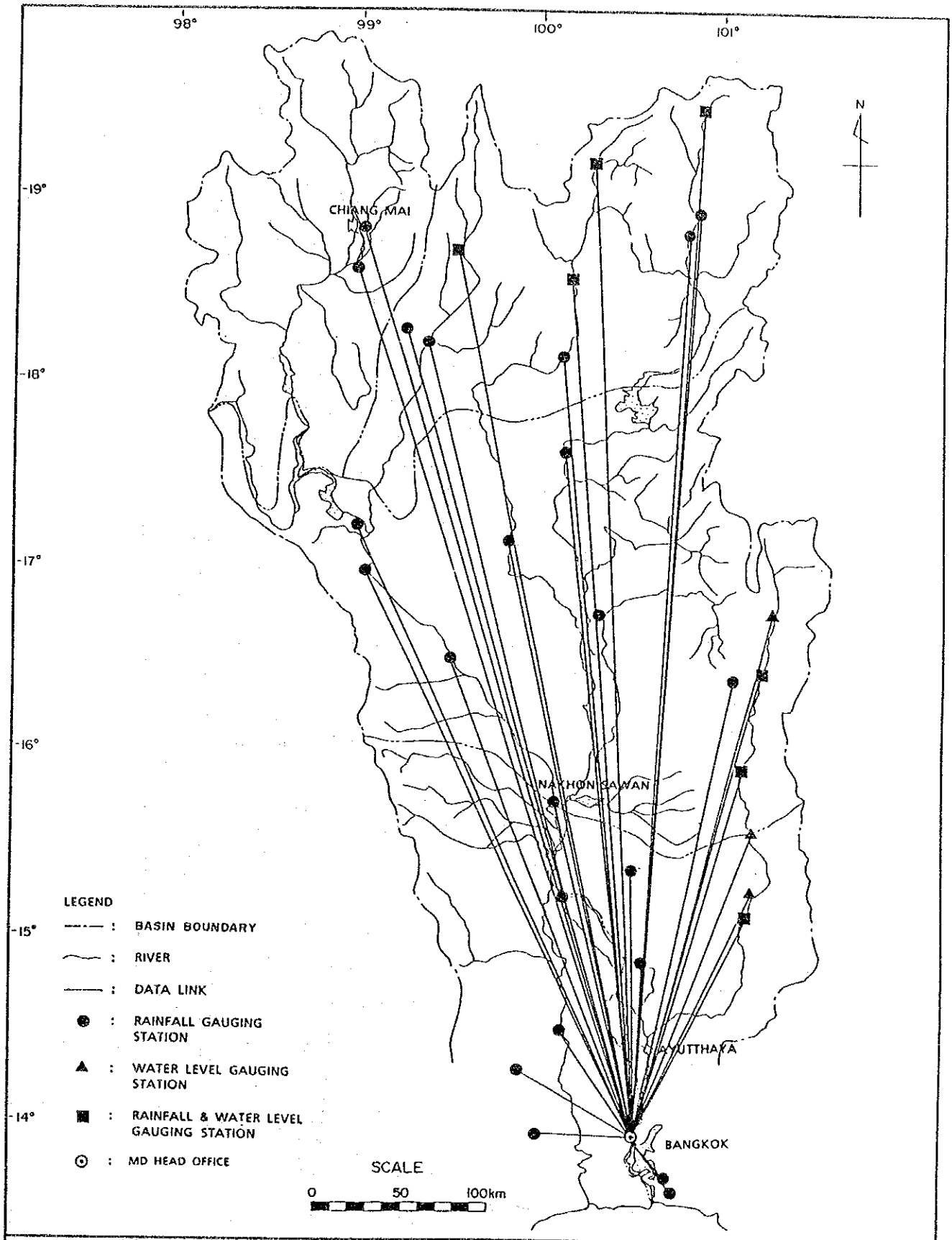


図3－10　MD電気通信網

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

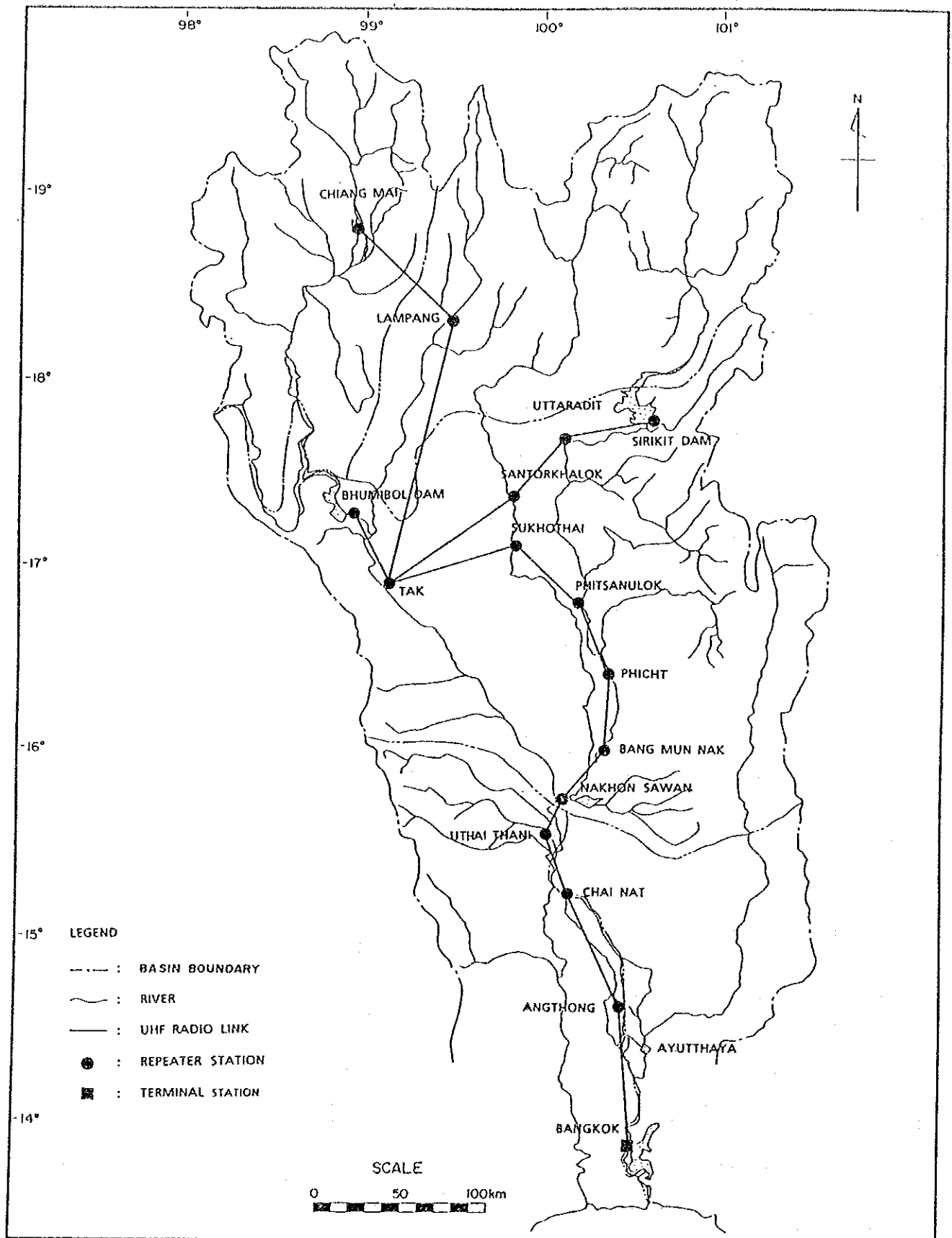


図3－11　EGAT多重回線網

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

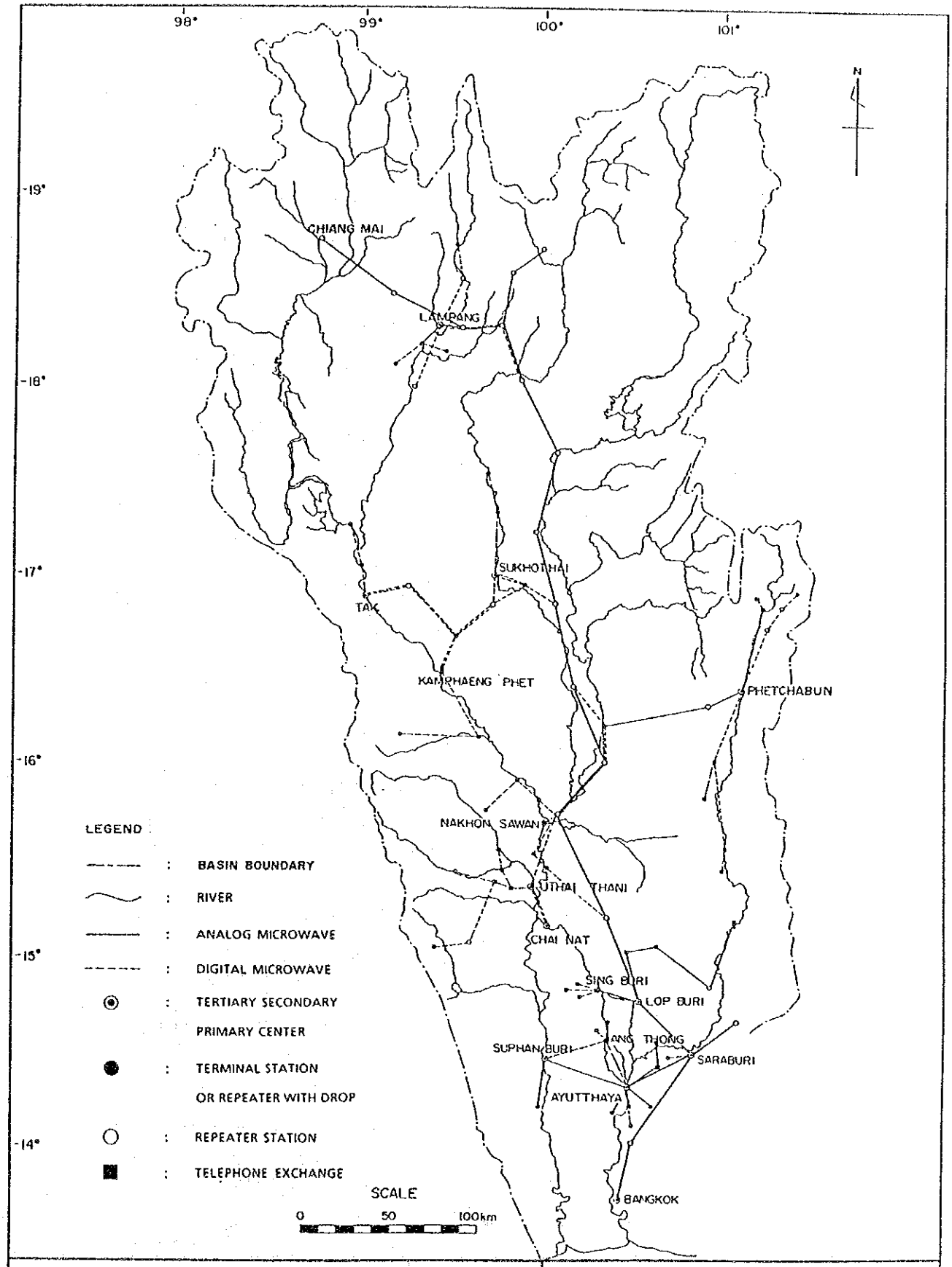


図3－12　TOT多重回線網

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

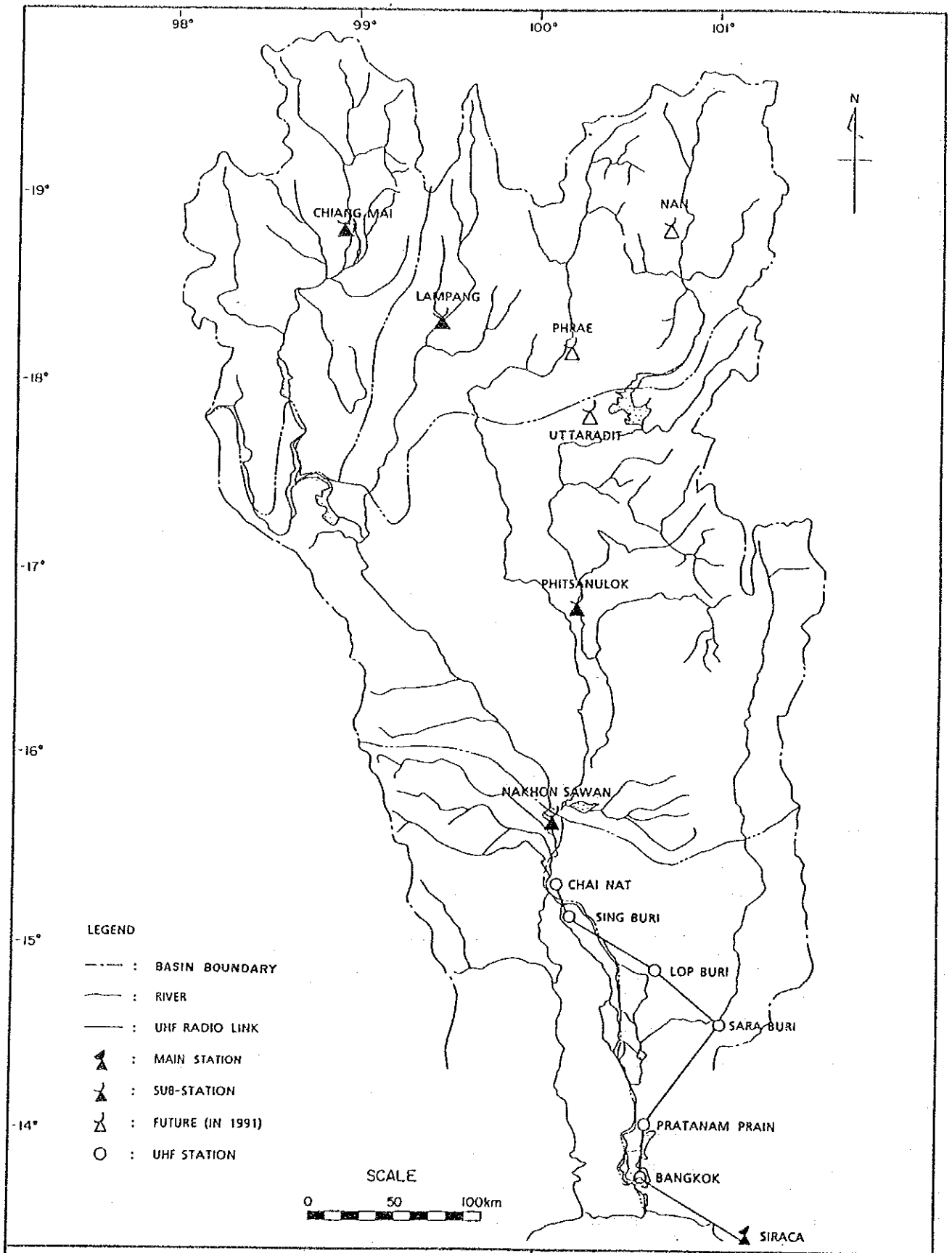


図3－13　CAT電気通信網

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

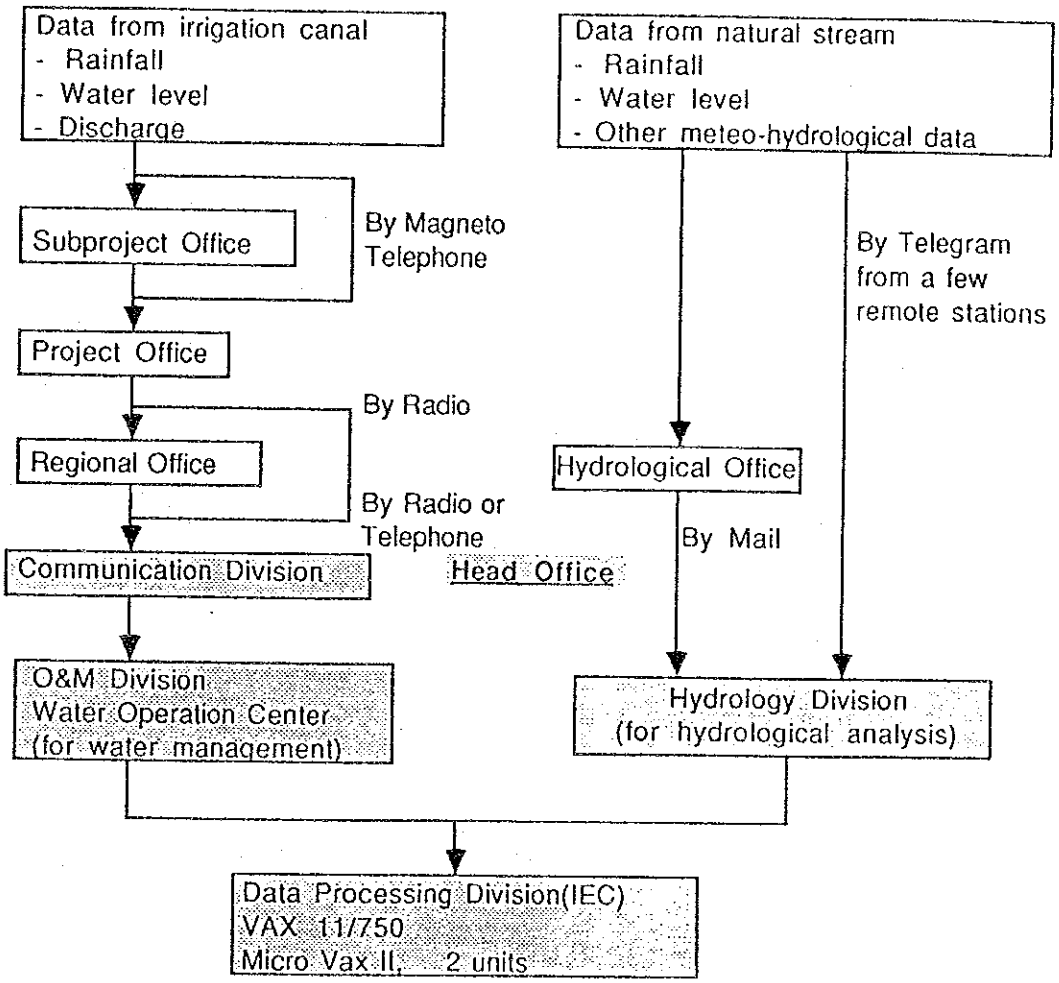


図3－14　ＲＩＤ情報管理システム

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

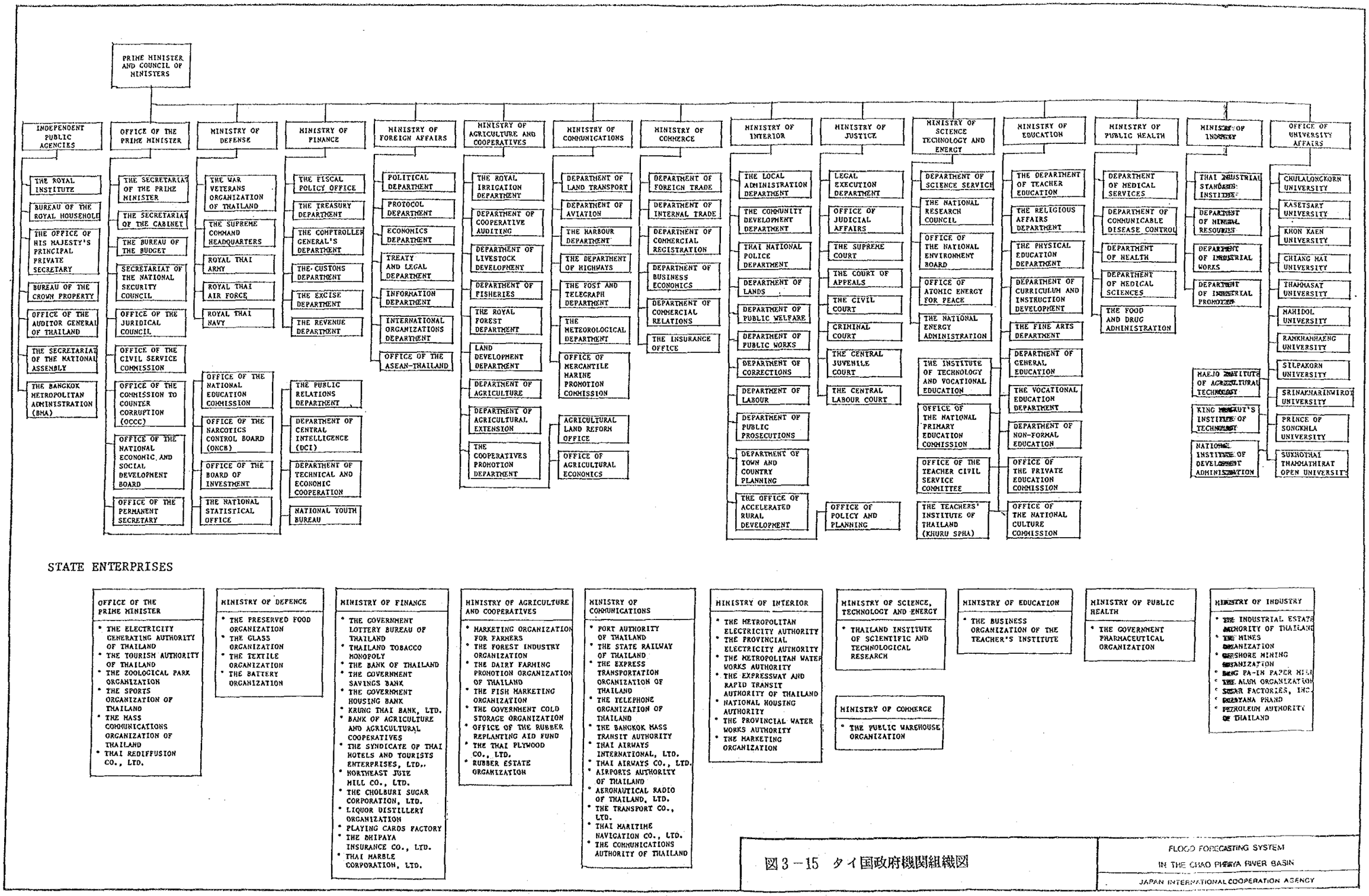


図3－15　タイ国政府機関組織図

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

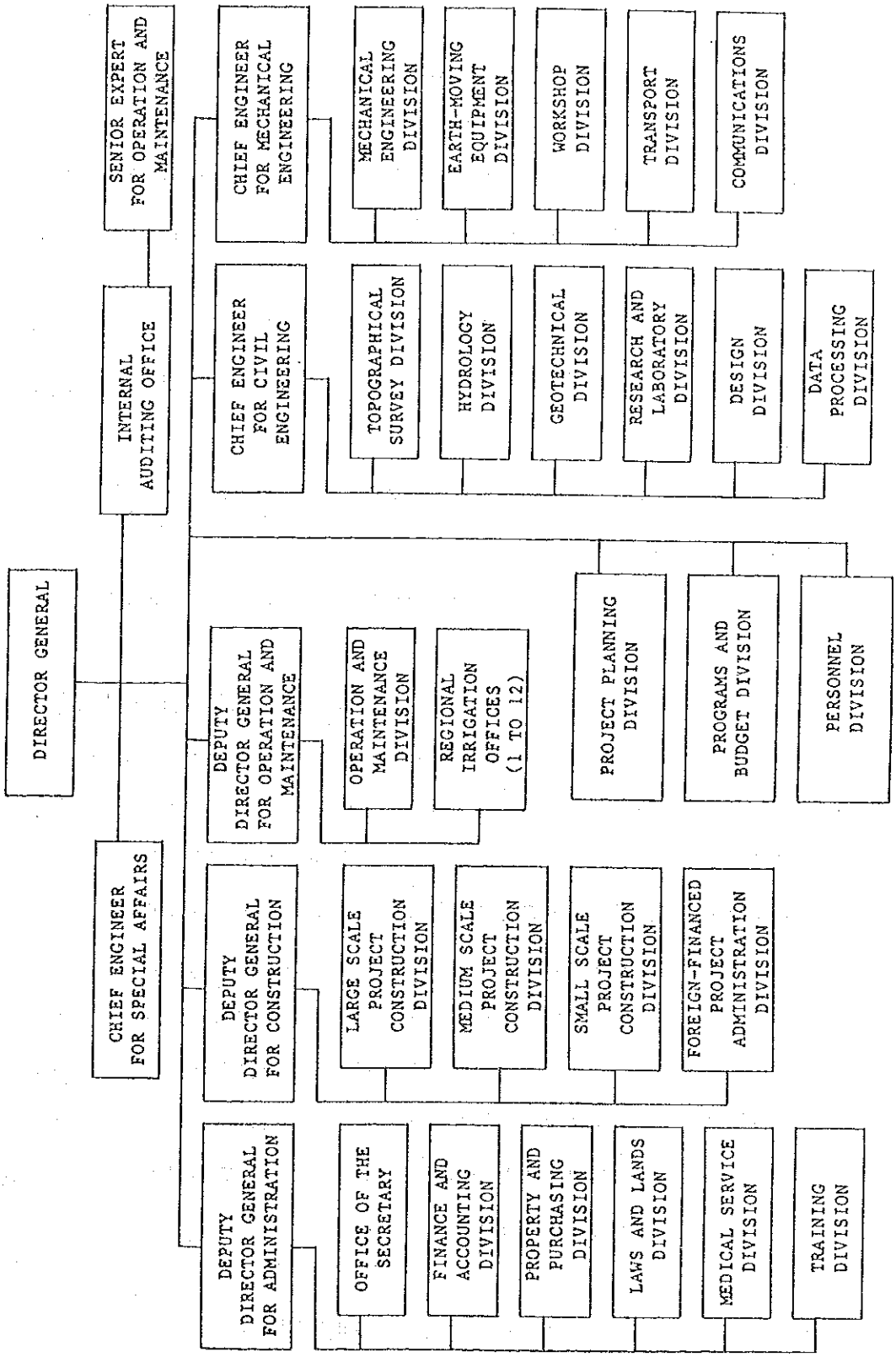


図3－16　ＲＩＤ組織図

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

4章　計画策定の概念

洪水予報システムは、河川構造物の有効な運用、水防活動の実施等により洪水被害を軽減することを目的とする。この場合、基本となるのは洪水予報対象域の洪水位を事前に把握することである。対象域の洪水流量を緊急洪水対策実施に必要な予測時間まで正確に予測するためには、下記の事項を十分考慮に入れた洪水予報システムを構築する必要がある。

(1) 洪水の状態を正確に把握できる水文観測所の設置

(2) データの伝送中に生じるエラーの原因となる、人為操作を最小にした電気通信網の構築

(3) エラーの発生を防止し、膨大な洪水データを迅速に処理できるコンピュータによる情報管理システムの構築

(4) できるだけ人為操作によらない関連機関への情報伝達システムの構築

上記の条件を満足するには、膨大な数の水文観測施設の設置と最新設備の電気通信施設及び、コンピュータシステムの設置が必要であるが、このためには多くの時間と資金を必要とする。さらに、洪水被害問題は緊急に解決されなければならないのに対し、新システムの運用、維持にたずさわる関係者へのトレーニングも必要となってくる。

現在、水文観測網、電気通信網及び、情報管理システムは、王立灌漑局（ＲＩＤ）、気象庁（ＭＤ）、タイ国電力公社（ＥＧＡＴ）及びバンコク首都圏庁（ＢＭＡ）のもとで独自に運用されている。チャオピア川流域の洪水予報システムは洪水予測結果の信頼性は最新式のシステムに比べると、それ程高くはないがこれら現状の施設を改良して用いることにより、最少の経費でしかも短期間で実用化することが可能である。

上記のような状況のもと、本洪水予報システムは２つのステップ（第１ステップ、第２ステップ）を考えて、策定するものとする。

第１ステップ　：　現状の施設を改良して用いる洪水予報システム
　　ただし、この場合、予測結果の精度は落ちる。

第２ステップ　：　高い信頼性をもつ予測を実施するための最新式の洪水予報システム

この洪水予報システムの実施に当たっては、現在洪水予報関連の業務を実施している機関のうちで、いくつかの機関が実施主体として提案できる。しかしながら、洪水予報システム計画はチャオピア川流域の包括的な洪水防御計画の第１段階のものであり、したがって、当流域の洪水防御に係わっている機関が洪水予報システムについても責任を負うことが望ましい。

このような観点から、チャオピア川流域の洪水防御に責任を持つと考えられる王立灌漑局（ＲＩＤ）が、洪水予報システムについても受け持つという前提で、本調査を進めるものとする。

5章　基礎調査・解析

5.1　洪水予報対象域・洪水予測地点の選定

洪水予報対象域

洪水予報対象域は洪水被害が頻繁にしかも広く発生し、洪水防御対策を通して被害を軽減するために洪水予報が必要となると考えられるナコンサワン下流域から下記の条件のもとに選定する。

(1)　チャオピア本川及び主要支川からの洪水氾濫被害は局所的な降雨による浸水被害に比べ深刻であるところから、現実これら本川、主要支川の氾濫に対する洪水被害を受けている地域

(2)　チャオピア川本川からの洪水流量により大きな浸水被害が予想される都市域又は人口過密地域。さらに、常習的に洪水被害を受けている農業地域

上記の条件に基づいて次の地域を洪水予報対象域に選んだ。（図5－1参照）

(1)　バンコック首都圏、ナコンサワンの市街地、チャイナート、シンブリ、ロッブリ、アントン、アユタヤ

(2)　チャオピア川沿いのアントン・アユタヤ間及びパサック川沿いのアユタヤ・ラマ6世ダム間の農業地域

これらの地域のうち、洪水予報システムの整備は次の理由からバンコック首都圏を最優先に行い他の地域については同等に扱う。

(1)　全流域人口の30%を占めるバンコック首都圏（表5－1参照）はタイ国のさまざまな分野の中核となっており、又表2－7に示すように洪水被害を最も受けやすい地域である。

(2)　バンコック首都圏の洪水に対するダメージポテンシャルは、チャオピア川河道の築堤が進むにつれ下流への流量増を招くところから増加している。

(3)　チャオピア川の流量予測によりこの地域での洪水防御効果が大いに期待できる。

洪水予測地点

洪水予報対象域での洪水被害防止に必要な対策が実施出来るよう数ヶ所の地点で洪水流量又は水位を予測する。この洪水予測地点は、予報対象域のうち洪水の状況が十分把握できる場所から選定する。

原則として予測地点は各洪水予報対象域に一ヶ所選定するものとする。ただしバンコック首都圏については、感潮区間で潮位変動による影響を受けやすく、最大水位は観測地点により異なった時間に異なった水位が生じるため、3ヶ所の予測地点を選定する。

洪水予測地点は、既存の水位観測所を参考に以下の地点を選んだ。（図5－1参照）

(1) バンコック首都圏 ： バンコクメモリアルブリッジ、RID サムセン及びパクレット観測所地点

(2) アユタヤ ： チャオピア川とパサック川の合流点

(3) アユタヤ上流域の農業地域 ： アントン観測所地点

(4) アユタヤ周辺のパサック川流域の農業地域 ： ラマ6世ブリッジ観測所地点

(5) シンブリ ： シンブリ観測所地点

(6) ロプブリ ： ロプブリ観測所地点

(7) チャイナート ： チャイナート観測所地点

(8) ナコンサワン ： ナコンサワン観測所地点

5.2 洪水予測期間

本調査において洪水予測期間は水文データが観測された時点から洪水流量が予測されるまでにかかる時間として定義する（図5－2参照）。

洪水予測モデル作成における予測期間を下記の2ケースの場合について検討する。

(1) 短期洪水予測期間

対象域内で緊急に洪水防御対策を講じるために必要と考えられる洪水予測期間

(2) 長期洪水予測期間

統合的な洪水防御対策を打ち出し、流域内の流況調整構造物の有効な運用を図

るために要する洪水予測時間

5.2.1 短期洪水予測期間

洪水予測期間内の作業

水文観測を行った後、洪水予測の期間中に実施される作業は次のようなものである。

(1) データ収集、データの処理、ファイリングと洪水予測計算

(2) 関係機関への洪水予測結果の配布

(3) 取るべき対策についての討議、審議

(4) 関係機関への対策の指示

(5) 対策の実施

上記事項のうち(1)と(2)の実施所要期間は、採用するシステムの種類によって変わる。一方、洪水の予警報及び水防活動と係わりのある(3)、(4)、(5)については新しいシステムが導入されたとしても所要期間は、基本的には変わらない。

このことから、短期洪水予測期間は関係機関で実際にとられている対策を参考に、その実施に必要と考えられる洪水予測期間を求め、この結果を基に第１ステップ、第２ステップの２ケースについて検討する。

各機関でとられている対策に要する想定期間

洪水予報および洪水防御対策に係わる機関のうちＲＩＤ、ＢＭＡ、ＥＧＡＴが上記の作業を実施しているが、それぞれ、その作業に要する時間は異なっている。これら機関の活動内容から判断して、洪水予測時間は表５－２に示すように 5.5日程度と推定される。

第１ステップのシステムで必要となる最小洪水予測期間

第１ステップの洪水予測システムは既存の施設を最大限に利用したものである。そのため、(2)の項目を除いた他の作業項目に要する最小洪水予測期間は、既存施設を部分改良しても、(1)の作業に要する時間が既存施設の利用に依存しているため短縮されない。(2)の項目についてはＲＩＤ本局と関係機関の間に新たなテレコミュニケーショ

ンラインを設けることにより時間を 0.3日に短縮することが可能である。従って第1ステップのシステムにおいて必要となる最小洪水予測期間は 5.3日と考えられる。(図5－2参照)

第2ステップのシステムで必要となる最小洪水予測期間

第2ステップの洪水予測システムはオンラインのテレメータシステムのように最新の施設に基づいて策定するため最小洪水予測期間は下記に示す(1)、(2)の理由により大幅な短縮が期待できる。

(1) データ収集、処理、ファイリングと洪水予測計算

現在 2.5日程度と見積られているデータ収集、処理、ファイリング及び予測計算に必要な時間は、オンラインのテレメータシステムを導入することにより 0.2日に短縮されるものと考えられる。このシステムによりリアルタイムのデータ収集、処理、ファイリング及び予測計算が可能となりわずかにデータチェック及びデータインプット等の作業に時間が必要である。

(2) 関係機関への予測結果の配布

洪水予測結果はファクシミリの利用により容易に配布されるので、これに要する時間は 0.2日に程度と考えられる。

以上のことから第2ステップのシステムにおける必要洪水予測期間は表5－2に示すように 2.9日程度と考えられる。

5.2.2 長期洪水予測期間

洪水予測は観測水文データに基づくものであるが、予測期間を長くとるために降雨予測を入れて洪水予測を行うことも考えられる。洪水予測の期間が長くなれば、洪水防御に係わる作業をより早く始められ、又流況調整構造物の運用もより効果的に実施できる。しかしながら、この場合予測時間の長さに比例して精度は低くなるため、信頼性に問題が残る。

ここで長期洪水予測は許容範囲内の精度を確保するため降雨観測データを用いて行う。予測の期間は集中降雨の発生から河道への流達時間とピーク洪水流量の対象域ま

での河道流下時間から成る洪水到達時間に対応する。

チャオピア川の洪水流出はピーク流量が不定期に現れ、直接ナコンサワンへ伝搬するピン川の洪水流出特性に左右される。それゆえに、降雨量の予測を許容精度の誤差範囲内で行えないかぎり精度よく長期洪水予測を行うことは不可能に近い。

以上のような観点から、長期洪水予測時間は洪水到達時間から判断して求める。

5.3 洪水予測結果の更新間隔

洪水予測結果のうち、洪水時の水防活動の実施担当機関へ早急に配布する短期洪水予測結果は、急変する洪水位を絶えず把握するために最新の観測データで更新する必要がある。このため洪水予測結果の更新時間間隔を対象域内の洪水状態とデータ収集に必要となる時間を考慮して決めておく必要がある。

洪水状態による時間間隔

対象域の洪水の状態はバングサイ上下流域で異なっており、洪水予測結果を常に最新なものにするため次のような方策を考えた。

(1) バングサイ上流域

この流域の洪水位は上流側の降雨により、一週間又はそれ以上の期間に渡って上昇する。

1978年、1980年及び1983年の観測データによると、ナコンサワン、チャイナート、アントン地点での、洪水位の日最大変化は約0.50mである。水位の急変を定量的に定義することは困難であるが、洪水時の水防活動の面から検討する。

ここでこれまでの経験より、一回の水防活動で越水に対処可能な水深として15cmを仮定し（越水を防止する対策として通常、土のうやコンクリートブロックを用いるが、これらの一つの積み上げ高は15cm程度である）洪水位の急激な変化量として15cmを採用する。従って、1日の最大水位変化である50cmを上記の15cmで割ることにより1日約4回、すなわち6時間が必要洪水予測結果更新時間になる。

(2) バングサイ下流域

バングサイ下流域は感潮区間で、水位は1時間ベースで15cm程度の変動が生じ

る。しかしこの区間のピーク潮位は定期的に現れるため事前にピーク水位の発生時期を知ることは可能である。さらに新たに観測されたデータを用いることによりピーク水位は予測できるので適切な水防活動がスムーズに実施出来る。水防活動の実施の面からいうと、ピーク潮位の間隔が約10時間であることより、この時間内で予測結果を更新すれば十分と考えられる。

データ収集に必要な時間

基本的には、洪水予測結果の更新時間に応じてデータを収集するのが望ましいがデータ収集に必要な時間はその方法によって決まる。前述のように第1ステップと、第2ステップ2の間には大きな時間のひらきがみられる。

第1ステップでは、現在用いている施設を基に人の手によってデータ収集を行うのに対し、第2ステップではテレメーターを用いてリアルタイムでデータ収集が可能である。この場合データ収集に必要な時間は第1ステップでは1日かかるのに対し、第2ステップでは任意時間で収集が可能である。

以上より、洪水予測結果の更新時間は第1ステップでは1日とし、第2ステップではバングサイより上流で6時間、下流で10時間とする。

ただし、洪水予報システムを対象域全体に対し統合して運営するために上・下流域とも便宜上6時間を採用することとする。

5.4 洪水予測モデル

5.4.1 全体洪水予測モデル

全体としての洪水予測モデルは流域流出計算モデル、河道追跡モデル、氾濫追跡モデル及び不定流計算モデルの4つの基本的な数学モデルで構成する。これら4つのモデルの目的は以下の通りである。

(1) 流域流出計算モデル

このモデルはそれぞれの流域の降雨量から流出量を予測するために用いる。

(2) 河道追跡モデル

このモデルは河道内を流れる流量を追跡するもので、ここでは河道貯留と潮位

の影響は無視する。

(3) 氾濫追跡モデル

このモデルは河道外の氾濫域の流量を追跡計算し、同時に河道内に還元する流量を予測するものである。

(4) 不定流計算モデル

このモデルは潮位変動の影響を受ける感潮区間の河道水位を1時間ごとに予測するものである。

このモデルではモデル計算上の下流境界条件として用いる河口部の潮位予測計算のための調和解析機能も有している。

チャオピア川流域での洪水流出状況を考え、流出計算モデルの対象流域はピン川、ワン川、ヨム川、ナン川、パサック川及びサカエクラン川流域を、14の流域に分割する。（図5－3参照）氾濫は4つの主要な氾濫地域を対象に作成する。すなわち(1)スコタイ（Sta.Y4）からサンガン(Sta.Y17）までのヨム川下流域、(2)ナン川に沿うピチット(Sta.N10）周辺部、(3)ピン川とナン川の合流点、および(4)チャオピアダム(Sta.C13）からバングサイ(Sta.C29）にかけてのチャオピア川流域の4つである（図5－4参照）。

不定流計算モデルに関しては、その対象域はチャオピア川の河口からバングサイまでの下流河道である（図5－4参照）。

上述した内容を考慮して作成した洪水予測モデルを図5－5と図5－6に示す。全流域の洪水予測モデルでは、流出計算モデルによって予測された流出量は河道追跡モデルと、氾濫モデルのための流入量インプットとして用いられる。それに続いて、河道追跡モデルと氾濫モデルを通して算出した流出量は不定流計算モデルの境界条件として用いられる。下流部の河道水位は、タイ湾の予測潮位を境界条件として不定流計算モデルによって予測する。

上記の数学モデルの理論的概念と方程式については、5.4.2節から5.4.5節に述べ、さらに計算上の仮定条件と解法についても示す。

5.4.2　流域流出量予測モデル

概念と方程式

流域に降った雨から洪水流出を計算するために、4段のタンクモデルを用いた。モデルでは、流域内の流出量は側面と底面にいくつかの流出孔を持つ貯留タンクによりシュミレートされる（図5－7参照）。

まず始めに、雨は最上段タンクに入り側面の流出孔から外へ流れ出るか、又は底面の孔を通り浸透し、下段タンクへ入り込む。この流出と浸透のプロセスは下段タンクについても同じである。

蒸発散によって失われる水は、タンクの中に貯留した水の量から差し引く。

最上段タンクではまず貯留水から引き算が行われるが、もし貯留水が引き算を行う上で十分な量でなければ不足分は二段目に貯留された水から差し引く。この過程を蒸発散により失われた量が貯留タンクから完全にとり除かれるまでくりかえす。

モデルでは、流出孔のサイズはタンクが下にあればあるほど小さくなる。これは流出と浸透の速度が流域内の帯水層の位置が低くなればなるほど減少するという仮定条件を設けているからである。したがって、最上端のタンクからの流出が地表面上の流出に対応するように、さらに2段目、3段目、4段目のタンクがそれぞれ中間流出又は、基底流出に対応するようにタンクの並びが決められる。

それぞれのタンクの流出孔と浸透孔からの流出量は次のような方程式で表現される。

$$q(t) = [h(t) - H] \cdot a_1$$

$$i(t) = h(t) \cdot a_0 \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.1)$$

ここで、　$q(t)$　：流出孔からの流出量（㎜／day）

$h(t)$　：タンクの貯留高（㎜）

H　：孔の高さ（㎜）

a_1　：流出孔の乗数（day^{-1}）

$i(t)$　：浸透量（㎜／day）

a_0　：浸透孔の乗数（day^{-1}）

又、連続方程式は次のように表わされる。

$$r(t) - q(t) - i(t) = \frac{dh(t)}{dt} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots (5.2)$$

ここで、　r(t)　：有効降雨量（㎜）

（＝実降雨量－蒸発散量）

モデルの形状

上述のモデルは非線形特性を有しているので、大量の試行計算を行う場合にはモデルの定数、すなわち流出孔及び浸透孔の乗数、高さなどを決めておく必要がある。

しかしながら、このモデルは以下にも述べる通り、チャオピア川流域の流出機構を表現する上で有利な特徴を有しているので、モデルの構造が適切に決定されていれば、モデル計算の結果は観測値とうまく合うはずである。

(1) 流出孔と浸透孔の乗数及び、高さの調整によって、このモデルは降雨履歴によって変化する初期損失の現象をうまく表現できる。

(2) このモデルは複数の流出孔を含んでおり、このメカニズムにより微妙な非線形現象を表現することが可能である。たとえば、降雨の増加によって加速される流出量の増加又は、非降雨時における流出量の低下等のような現象である。

(3) 全流域が非常に大きいために、ピン、ヨム、ナン及びパサック川流域のような主要小流域ではピーク流量はしばしば異なったものとなってくる。それゆえチャオピア川の洪水流量はそれぞれの小流域の表面流出ばかりでなく、中間流出、基底流出にも起因していると考えられる。この中間流出及び基底流出はモデルの中でタンクを調整することによりうまく表現できる。

(4) このモデルの計算は、単純に四則演算計算によって実行できる。さらに、計算上の主要なパラメータは、それぞれのタンクの貯留高のみについてセットされる。

したがって、観測値に対応する貯留高を調節することにより容易にフィードバックが可能となる。

モデルの検証

モデル計算におけるパラメータ定数は、過去の水文データを用いて試算によって求めた。計算に用いたデータは、代表的な洪水年である1978年、1980年及び1983年のものである。計算に用いた観測データは、入力データとして日平均降雨量、蒸発散量を、計算結果の検証としては流出量を用いた。

シュミレーション計算はいろいろの定数値を仮定して計算流出ハイドログラフが実測ハイドログラフによく合うようになるまで試行錯誤して行った。これの計算結果を図5－8で示す。

又、表5－3に示す定数はモデルに採用した最終決定値である。

これらの採用値を用いた洪水流量の計算値と実測値の比較を表5－4に示す。表よりわかるように両者の適合度は良好である。

5.4.3　河道追跡モデル

河道追跡モデルは河道貯留と潮位の影響が無視できると考えられる河道区間に適用する。このモデルは次に述べる2つの要素によって河道を流れる流量の変動を表現するものである。一つは河道内流量の流下時間、もう一つは河岸を越水する前と後の流量の関係である。

<u>河道流量の流下時間</u>

流出計算モデルを用いた計算結果によると、いくつかの河道区間において、計算で得たピーク洪水流量は河道貯留の影響が無視でき洪水時でも伝搬にかかる時間は一定であることが認められる（表5－4参照）。

上記の観点より、一定の流下時間に達するのに17の河道区間が試行計算により選定された。この河道区間の位置と流下時間は図5－5と5－6及び、表5－5にそれぞれ示してある。

<u>河道越水前後の流量の関係</u>

試行計算に基づいて、モデルの上で11ヶ所の河道越水区間を想定した（図5－5と5－6参照）。これによって図5－9において示すように河道を越水する前後の河道流量は単に線形関係で表現される。

さらに、河道越水時の流量は貯留量か又は5.4.4節で述べる氾濫計算で得られる氾濫流かのいずれかであると想定される。

5.4.4 洪水氾濫モデル

概念と方程式

遊水効果の影響を受ける流出現象は、非線形特性で表わされる。この特性を表現するため、対象区間はいくつかの貯留区間に分割され、それぞれの区間からの放流量は次のような関係にあると仮定する。

$$S(t) = K \cdot Q(t + T1)^{P} \quad \cdots\cdots (5.3)$$

ここで、 $S(t)$ ：時間tにおける1つの区間の貯留容量

K, p ：定　数

$Q(t+T1)$ ：時間（t＋T1）における区間からの流出量

$T1$ ：時間の遅れ

それぞれの区間における連続方程式は次のように表わされる。

$$dS(t)/dt = I(t) - Q(t + T1 + T1_z) \quad \cdots\cdots (5.4)$$

ここで、 $I(t)$ ：時間tにおける区間への流入量

$dS(t)/d(t)$ ：貯水量の時間微分

$T1_z$ ：みかけの時間のづれ

区間からの流出量は既知の流入量から上記の式を用いて計算する。この場合、媒体となる関数には貯留関数を用いる。モデルに適用される対象区間はいくつかの貯留区間に分けられる。図5－5と5－6に貯留関数を仮定した河道区間を示す。

最上流部の区間に入る流量は流出モデルと河道追跡モデルを用いて計算された流出量によって、境界条件として与えられる。この境界条件をもとに最上流部の区間から出る流量は上記の式を用いて計算される。そしてこの流量は次の区間への流入量として入力される。このように上流側の区間で計算された流出量をもとに、下流側の区間に向かって計算を繰りかえすことによって流出量は求まる。

チャオピアダムからバングサイまでのチャオピア川河道区間は、いくつかの分流水路（主要な灌漑水路）からなる水路網を有している。上流側の区間からの計算流出量の分流比を把握するため、本調査期間中に実施した河川測量結果をもとに、不等流計算を行った。その結果、それぞれの水路への分水流量は、図5－10に示す通りである。

式（5.3）、（5.4）におけるパラメータ“K”，“P”，“T1”及び、“$T1_z$”の定数は流出量とそれに対応する貯留容量の間の水文関係を基礎にして、それぞれの貯留区間に適するように決められたものである。この関係は実測ハイドログラフか、又は河川測量結果と地形図から導びかれたものである。

モデルの形状

いろいろの計算モデルのうち、氾濫計算モデル（通常、貯留計算と呼ばれている）は、次のような長所を有しているため本検討で適用した。

(1) 計算手法が簡便である。

(2) このモデルは河川改修による流出条件の変化に対し、パラメーターを修正することによって容易に対応出来る。

(3) 予測地点と測定地点での計算値と観測値の間にそれ程大きな差異がない場合は、観測値に対応するための修正が容易に行われる。

モデルの検証

過去の洪水現象のシュミレーションは、今回提案した氾濫計算モデルと流出計算モデル及び河道追跡モデルを用いて行われ、計算モデルとそのパラメータの妥当性を検証した。計算の結果を図5－11と表5－7に示してある。すべての計算ケースで計算と実測の流量ハイドログラフがかなり良い一致を見たことから、今回提案による計算モデルは洪水予測に対して適用性があると評価できる。

5.4.5 不定流計算モデル

概念と方程式

このモデルはタイ湾の潮位波形の伝搬に影響される河口付近の河道水位の変動を求めるために作られたものである。水位伝搬は通常、次に示すような不定流計算式によって計算される。

連続式

$$\frac{\alpha A}{\alpha t} + \frac{\alpha Q}{\alpha x} = 0 \qquad \cdots\cdots (5.5)$$

運動方程式

$$\frac{1}{gA}\frac{\partial Q}{\partial t}-\frac{2QB}{gA^2}\frac{\partial H}{\partial t}-\frac{Q^2B}{gA^2}\left(i+\frac{\partial H}{\partial x}\right)+\frac{\partial H}{\partial x}+n^2\frac{|Q|Q}{A^2R^{4/3}}=0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.6)$$

ここで、 Q ： 流　量

H ： 水　位

g ： 重力加速度

A ： 河　積

B ： 水面幅

t ： 時　間

i ： 水路勾配

X ： 距　離

R ： 径　深

n ： マニングの粗度係数

この式を用いることにより、下流点から上流に向かって時々刻々の水位が連続して求まる。計算式の選定に当たっては、河道の断面諸元、適当なマニングの粗度係数、水位縦断の初期条件及び境界条件等をあらかじめ条件設定しておく必要がある。その条件の内容としては次の通りである。

(1) 河道水位とそれに対応する河積、水面幅、径深のような水理特性値を関係づけた断面特性の作成。なお断面特性は1980年に実施された河川測量の結果を用いた。

(2) 式中、マニングの粗度係数は河口付近の河道の計算水位を調整するパラメータとして用いた。これに関し、マニングの粗度係数は既存の水文データを用いて計算によって決定した。

(3) 初期条件は河口からバングサイまでの水位縦断として与えられる。水位縦断は河口付近の河道区間の観測所で計られる時間水位を基にして連続的に与えられるものである。これによって、モデルの水位予測時間は調整される。

(4) 境界条件のうちの１つはバングサイ地点において流出計算モデル、河道追跡モデル及び、氾濫解析モデルによって計算された日平均流出量の点から与えられる。

(5) 他の境界条件は、波の調和解析によって計算されるタイ湾での時間平均潮位から与えられる。

調和解析では、潮位変動は太陽と月による引力によって周期的に生じると仮定する。この仮定に基づき、次の式を用いて時間ごとの潮位を予測することができる。この式は61の分潮をもつ潮位の構成成分をもとにしたものである。

$$h(t) = \sum_{i=1}^{60} Hi \sin\left(\frac{2\cdot\pi}{Ti}\cdot t + Ri\right) + H_{61} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5.7)$$

ここで、　h(t)　：特定の標準時間から始めてt時間における潮位（m）

Hi　：各成分の振幅（m）

Ti　：各成分の周期（時）

Ri　：特性時間における各成分の位相差（ラジアン）

各成分の周期（Ti）は気象面から与えられる既知量である。

振幅（Hi）及び位相（Ri）の成分は上記のかなり長い期間の潮位記録を用いることにより、Tiに対応して決定できる。

モデルの検証

モデルの検証は前述の不定流計算におけるマニングの粗度係数の効果、及び調和解析によって得られる潮位予測の適応性を評価することによって行われた。

(1) マニングの粗度係数の効果

いろいろのマニングの粗度係数を仮定した潮位計算を通して、次のような事項を検証した。

(a) 本不定流計算モデルでは、粗度係数を 0.024とすることにより、1日最大水位とその発生時間を計算することができる。この場合の計算区間は対象域としてのバンコクをカバーする河口からPakred（河口から70kmの地点）までである（図5－12、表5－8参照）。

(b) 粗度係数を 0.024とすることにより、メモリアルブリッジ付近の水位ハイドログラフを計算することもできる。

それによってハイドログラフの立ち上がり部を精度良く予測することが可能となる（図5－13(1/3) から5－13(2/13)参照）。

(c) バングサイ（河口から 110kmの地点に位置する）における計算結果より、バンコク対象域から上流側の予測を行う場合は、粗度係数は 0.024以上必要であることがわかる（図５－13(3/3) 及び表５－８参照）。

(2) 潮位予測の効果

表５－９に各周期成分に対応した振幅と位相の定数を示している。これらの定数は1977年、1979年及び1982年のFort Phra Chul（フォート・プラチュル）での潮位記録に基づいて調和解析を通して決められたものであり、1978年、1980年及び1983年の時間潮位を計算するために用いられた。

時間潮位ハイドログラフは上記の定数を用い、雨期の10月と乾期の１月の２期について、図５－14に示すように予測計算により求められた。又、年間を通しての潮位の最大値、最小値についても図５－15、表５－10の通り求まった。

この予測計算の結果として１年の内、１日最大水位の実測値と計算値の間に30cm以上の差がある日は、まだ約60日も存在するということがわかる（表５－11参照）。この差が生じることの原因の１つとしては、風や気圧に支配される気象潮位の誤差があげられる。これとの関係で、この差を減らすために次式を基にして相関解析を行った。

$$dH(t) = Ka \cdot dP + Kb \cdot W^2 \cdot \cos^2 x$$

ここで、 dH(t) ： 調和解析による時刻ｔにおける潮位の実測値と計算値の差

dP ： 大気圧の降下（mb）

W ： 風　速（m/s）

x ： 風向きと海岸線の交角

Ka，Kb： パラメータ定数

一定値であるパラメータ定数KaとKbは、本調査期間中においては得られなかった。これは次のような理由による。

(a) 大気圧と風に関するデータは1978年、1980年及び1983年の記録から集められたが、これらのデータは大気圧と風速における降下の変動がかなり小さい。

(b) 本調査はバンコク気象庁事務所において記録された風速のデータを用いて行われた。しかしながらタイ湾における風の条件はバンコック事務所におけるものとかなり異なっていると考えられる。

このような観点より、今後河口部における長期間の観測データを用いて、気象潮位の調査検討をさらにすすめることが望まれる。

表5－1 州別人口密度

Item No.	Name of Province	Area of Province (km^2)	Population in 1984 (person)	Population Density (person/km^2)
Upper Reaches from Nakhon Sawan				
1	Chiang Mai	20,107	1,252,241	62.3
2	Lampang	12,534	730,057	58.2
3	Lamphun	4,506	392,588	87.1
4	Phrea	6,539	471,101	72.0
5	Nan	11,472	410,484	35.8
6	Tak	16,407	311,767	19.0
7	Sukhothai	6,596	560,219	84.9
8	Phitsanulok	10,816	722,475	66.8
9	Uttaradit	7,839	437,853	55.9
10	Kamphaeng Phet	8,608	628,789	73.0
11	Phichit	4,531	558,236	123.2
	Sub-Total	109,955	6,475,810	58.9
Lower Reaches from Nakhon Sawan				
1	Nakhon Sawan	9,598	1,031,924	107.5
2	Phetchabun	12,668	893,940	70.6
3	Uthai Thani	6,730	280,184	41.6
4	Chai Nat	2,470	332,412	134.6
5	Kanchanaburi	19,483	607,171	31.2
6	Suphan Buri	5,358	751,875	140.3
7	Singburi	822	208,838	253.5
8	Lopburi	6,200	671,823	108.4
9	Angthong	968	466,195	481.6
10	Saraburi	3,576	469,064	131.2
11	Ayutthaya	2,557	637,845	249.5
12	Nakhon Pathom	2,168	596,157	275.0
13	Nonthaburi	622	478,199	768.8
14	Pathom Thani	1,526	366,767	240.3
15	Samut Sakorn	872	301,631	345.9
16	Bangkok	1,565	5,174,682	3,306.5
17	Samut Prakarn	1,004	640,316	637.8
18	Ratchaburi	5,196	675,148	129.9
	Sub-Total	83,383	14,584,171	174.9
	Total	193,383	21,059,984	108.9

表5－2　必要洪水予測期間

Particulars	Necessary Time Presumed under the Present Activities (Day)	Minimum Flood Prediction Time Required (Day)	
		Step 1	Step 2
1. Data collection, processing, filing and calculation of flood prediction	2.5	2.5	0.2
2. Dissemination of flood prediction results to agencies concerned	0.5	0.3	0.2
3. Deliberation on the necessary countermeasures	0.3	0.3	0.3
4. Dissemination of the instructions on counter-measures	0.2	0.2	0.2
5. Execution of the counter-measures	2.0	2.0	2.0
	5.5	5.3	2.9

Note: One day is assumed to be ten hours from 8 a.m. to 6 p.m. which is regarded as the possible working hours for the activities.

表5－3 (1/2) 流域流出計算定数

Parameter Items	Symbol	Basin No. BS-1 Ping River (20,031 km^2)	Basin No. BS-2 Wang River (6,187 km^2)	Basin No. BS-3 Ping River (5,797 km^2)	Basin No. BS-4 Ping River (5,162 km^2)	Basin No. BS-5 Yom River (6,721 km^2)	Basin No. BS-6 Yom River (4,320 km^2)	Basin No. BS-7 Nan River (8,521 km^2)
A. Multiplier								
1. 1st Tank								
- Runoff Hole (upper)	a1	0.111	0.200	0.060	-	0.120	-	-
- Runoff Hole (middle)	a2	0.022	0.040	0.040	0.040	0.040	0.034	0.031
- Runoff Hole (lower)	a3	0.020	0.035	0.035	0.040	0.035	0.030	0.027
- Infiltration Hole	ao	0.014	0.025	0.025	0.034	0.025	0.021	0.019
2. 2nd Tank								
- Runoff Hole	b1	0.006	0.010	0.010	0.014	0.010	0.009	0.007
- Infiltration Hole	bo	0.011	0.020	0.020	0.027	0.020	0.017	0.016
3. 3rd Tank								
- Runoff Hole	c1	0.002	0.002	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002
- Infiltration Hole	co	0.001	0.004	0.004	0.005	0.004	0.003	0.003
4. 4th Tank								
- Runoff Hole	d1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
B. Height of Runoff Hole (mm)								
1. 1st Tank								
- Upper	A1	130	130	130	-	130	-	130
- Middle	A2	100	100	100	100	100	100	100
- Lower	A3	80	80	80	80	80	80	80
2. 2nd Tank	B	60	60	60	60	60	60	60
3. 3rd Tank	C	50	50	50	50	50	50	50
4. 4th Tank	D	20	20	20	20	20	20	20
C. Initial Storage Height (mm)								
1. 1st Tank	X1	0	0	0	0	0	0	0
2. 2nd Tank	X2	0	0	0	0	0	0	0
3. 3rd Tank	X3	0	0	0	0	0	0	0
4. 4th Tank	X4	20	20	20	20	20	20	20

表５－３ (2/2) 流域流出計算定数

Parameter Items	Symbol	Basin No. BS-8 Nan River (9,568 km^2)	Basin No. BS-9 Nan River (5,478 km^2)	Basin No. BS-10 Nan/Yom River (15,488 km^2)	Basin No. BS-11 Sakae Krang River (5,775 km^2)	Basin No. BS-12 Tha Pla Pai River (4,349 km^2)	Basin No. BS-13 Pasak River (5,180 km^2)	Basin No. BS-14 Pasak River (8,124 km^2)
A. Multiplier								
1. 1st Tank								
- Runoff Hole (upper)	a1	-	-	-	0.060	-	-	0.110
- Runoff Hole (middle)	a2	0.034	0.044	0.026	0.050	0.040	0.018	0.036
- Runoff Hole (lower)	a3	0.029	0.039	0.023	0.050	0.040	0.007	0.014
- Infiltration Hole	ao	0.021	0.028	0.017	0.010	0.034	0.007	0.014
2. 2nd Tank								
- Runoff Hole	b1	0.008	0.011	0.007	0.010	0.014	0.004	0.009
- Infiltration Hole	bo	0.017	0.022	0.013	0.020	0.027	0.004	0.009
3. 3rd Tank								
- Runoff Hole	c1	0.002	0.002	0.001	0.002	0.003	0.002	0.002
- Infiltration Hole	co	0.003	0.004	0.002	0.004	0.005	0.002	0.002
4. 4th Tank								
- Runoff Hole	d1	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.0009	0.0009
B. Height of Runoff Hole (mm)								
1. 1st Tank								
- Upper	A1	-	-	-	200	130	-	200
- Middle	A2	100	100	100	80	100	100	100
- Lower	A3	80	80	80	60	80	80	80
2. 2nd Tank	B	60	60	60	40	60	60	60
3. 3rd Tank	C	50	50	50	30	50	50	50
4. 4th Tank	D	20	20	20	10	20	20	20
C. Initial Storage Height (mm)								
1. 1st Tank	X1	0	0	0	0	0	0	0
2. 2nd Tank	X2	0	0	0	0	0	0	0
3. 3rd Tank	X3	0	0	0	0	0	0	0
4. 4th Tank	X4	20	20	20	20	20	20	20

表5－4　観測流量と計算流量の比較

Subbasin Code No.	Upstream Discharge Observation Point	Downstream Discharge Observation Point	Year	Observed at Downstream Point		Simulated for Downstream Point		Lag Time (days)
				Date	(m^3/s)	Date	(m^3/s)	
BS-1 (Ping River)	Chiang Mai (P1)	Bhumibol Dam (Inflow)	1978	Jul.09	1,080	Jul.08	1,030	1.0
			1978	Aug.17	1,070	Aug.14	1,080	3.0
			1978	Oct.06	1,270	Oct.04	1,330	2.0
			1980	Sep.09	1,380	Sep.07	1,410	2.0
			1980	Oct.08	1,660	Oct.07	1,550	1.0
			1983	Oct.19	1,570	Oct.18	1,590	1.0
			1983	Nov.13	1,470	Nov.12	1,520	1.0
BS-2 (Wang River)	Chae Hom (W10A)	Thaen (W3A)	1978	Aug.15	640	Aug.14	650	1.0
			1980	Sep.07	420	Sep.06	430	1.0
			1983	Sep.16	350	Sep.14	350	2.0
BS-3 (Ping River)	Wang Kra Chai (P12) and Wang Khrai (W4A)	Kamphaeng Phet (P7A)	1978	Jul.12	780	Jul.10	770	2.0
			1978	Oct.02	1,180	Sep.29	1,190	3.0
			1978	Oct.15	630	Oct.13	770	2.0
			1980	May 23	1,530	May 22	1,540	1.0
			1980	Oct.04	910	Oct.02	920	2.0
BS-5 (Yom River)	Ngao Sak (Y20)	Si Satchanalai (Y14)	1978	Aug.15	1,550	Aug.13	1,550	2.0
			1978	Sep.26	1,000	Sep.23	1,180	3.0
			1980	Sep.02	990	Sep.01	970	1.0
			1980	Sep.08	2,170	Sep.07	2,150	1.0
			1983	Sep.16	710	Sep.14	860	2.0
BS-7 (Nan River)	Nan (N1)	Sirikit Dam (Inflow)	1978	Aug.15	1,320	Aug.14	1,020	1.0
			1978	Sep.14	1,150	Sep.13	960	1.0
			1980	Aug.25	1,070	Aug.25	1,000	0.0
			1980	Sep.06	2,260	Sep.05	2,330	1.0
			1983	Sep.19	1,070	Sep.18	1,020	1.0
BS-8 (Nan River)	Tha Pla (N12A)	Phitsanulok (N5A)	1978	Aug.16	1,410	Aug.13	1,320	3.0
			1978	Sep.25	1,210	Sep.23	1,210	2.0
			1980	Aug.01	1,240	Jul.30	1,280	2.0
			1980	Sep.09	1,520	Sep.07	1,530	2.0
			1980	Sep.20	1,230	Sep.18	1,220	2.0
			1983	Sep.09	660	Sep.07	780	2.0
BS-14 (Pasak River)	Wichian Buri	Saraburi (S9)	1978	Oct.03	3,210	Sep.30	3,260	3.0
			1980	Oct.05	890	Oct.01	850	4.0

表5－5　洪水到達時間推測値

River Stretch Code No.	River System	Travelling Time (days)
R1	Ping (Chiang Mai to Bhumibol Dam)	2.0
R2	Wang (Chae Hom (W10A) to Thoen (W3A))	1.0
R3	Wang (Thoen (W3A) to Wang Krai (W4A))	1.0
R4	Ping (Bhumibol Dam to Kamphaeng Phet (P7A))	2.0
R5	Ping (Downstream from Kamphaeng Phet (P7A))	1.0
R6	Yom (Ngao Sak (Y20) to Si Satchanalai (Y14))	2.0
R7	Yom (Downstream from Sam Ngam (Y17))	3.0
R8	Nan (Nan (N1) to Sirikit Dam)	1.0
R9	Nan (Sirikit Dam to Phitsanulok (N5A))	2.0
R10	Nan	1.0
R11	Yom/Nan	1.0
R12	Chao Phraya	1.0
R13	Tha Pla Pai	8.0
R14	Sakae Krang	6.0
R15	Chao Phraya	3.0
R16	Pasak (Lom Sak to Wichian Buri)	2.0
R17	Pasak (Wichian Buri to Rama VI Dam)	3.0

表5－6　分割河道区間貯留関数定数

(1) Upper Reaches from Nakhon Sawan

River Stretch Code No.	Constant Parameters			
	K	P	T1	T1z
S1	80.0	0.800	0.0	4.0
S2	80.0	0.800	0.0	0.0
S3	80.0	0.600	0.0	7.0
S4	80.0	0.800	0.0	0.0
S5	210.8	0.615	2.0	0.0

(2) Lower Reaches from Nakhon Sawan

River Stretch Code No.	Flow Capacity (m^3/s)	Constant Parameters /1 Less Than Flow Capacity		Constant Parameters /1 More Than Flow Capacity	
		K	P	K	P
S6	2,700	17.1	0.6	4.6×10^{-5}	2.2
S7	2,000	12.1	0.6	1.2×10^{-5}	2.4
S8	1,200	5.8	0.6	1.3×10^{-7}	3.1
S9	700	1.0	0.6	4.6×10^{-15}	5.6
S10	700	3.3	0.6	1.5×10^{-8}	3.5
S11	200	2.1	0.6	1.1×10^{-5}	3.0
S12	700	4.6	0.6	2.4×10^{-6}	2.8
S13	250	3.3	0.6	1.4×10^{-5}	2.8
S14	900	5.8	0.6	5.8×10^{-7}	3.0
S15	200	3.3	0.6	5.0×10^{-6}	3.1
S16	200	4.2	0.6	7.1×10^{-5}	2.7
S17	150	2.9	0.6	6.3×10^{-6}	3.1
S18	200	2.1	0.6	1.1×10^{-5}	3.0
S19	900	2.9	0.6	3.1×10^{-10}	4.0
S20	1,800	4.8	0.6	8.8×10^{-8}	3.0
S21	3,000	4.6	0.6	1.4×10^{-6}	2.5
S22		120.0	0.8	120.0	0.8

Note: /1 Zero value is assumed as parameters of "T1" and "T1z" for all river stretches in the lower reaches from Nakhon Sawan.

表５－７　観測最大流量、年間流出量および計算最大流量、年間流出量の比較

Verification Point	Simulation Starting From	Year	Annual Peak Discharge				Annual Discharge Volume	
			Observed		Simulated		Observed	Simulated
			(m^3/s)	Date	(m^3/s)	Date	(10^6m^3)	(10^6m^3)
(1) Nakhon Sawan (C2)	Downstream points of Ping, Yom and Nan River /1	1978	3,540	Oct. 7	3,553	Oct. 7	31,215	31,779
		1980	4,320	Oct. 9	4,352	Oct. 9	29,709	30,255
		1983	2,290	Oct. 23	-	- /2	23,945	- /2
(2) Chai Nat (C13)	Nakhon Sawan (C2)	1978	3,741	Oct. 11	3,739	Oct. 7	19,727	23,370
		1980	3,795	Oct. 10	3,796	Oct. 10	20,725	22,036
		1983	3,290	Oct. 25	3,097	Oct. 27	16,889	18,560
(3) Angthong (C7A)	Chai Nat (C13)	1978	2,550	Oct. 12	2,967	Oct. 12	11,966	13,756
		1980	3,115	Oct. 13	3,024	Oct. 13	13,639	14,780
		1983	2,482	Oct. 25	2,604	Oct. 26	11,815	10,852

Note: /1 Kamphaeng Phet (P7A) of Ping River, San Ngam (Y17) of Yom River and Thaphan Hin (N10A).

/2 Simulation was not made due to the missing discharge data at Y17.

表５－８　感潮区間計算水位の粗度係数変化による影響

Date of Flood	Objective Point	Distance from River Mouth (km)	Observed and Computed Maximum Water Stage (m above MSL)					
			Observed	Computed by Varied Manning's (n)				
				n=0.03	n=0.028	n=0.026	n=0.024	n=0.02
Oct 21 '78	Pak Nan	7	1.75	1.78	1.77	1.76	1.75	1.73
	Bangkok Port	27	1.73	1.92	1.87	1.83	1.80	1.75
	Satha Pradit	40	1.77	2.07	1.95	1.84	1.75	1.62
	Memorial Bridge	48	1.89	2.26	2.14	2.04	1.92	1.76
	RID Samsen	54	2.03	2.30	2.21	2.11	2.04	1.88
	Pakred	70	2.15	2.67	2.49	2.31	2.16	2.00
	Bang Sai	110	3.25	3.41	3.18	2.97	2.79	2.49
Oct 27 '80	Pak Nan	7	1.68	1.71	1.70	1.70	1.69	1.66
	Bangkok Port	27	1.77	1.78	1.73	1.70	1.66	1.61
	Satha Pradit	40	-	1.88	1.77	1.68	1.60	1.47
	Memorial Bridge	48	1.92	2.32	2.20	2.10	2.03	1.93
	RID Samsen	54	2.01	2.33	2.22	2.12	2.04	1.93
	Pakred	70	2.21	2.68	2.51	2.36	2.22	1.98
	Bang Sai	110	3.16	3.23	3.02	2.82	2.66	2.34
Oct 31 '83	Pak Nan	7	1.93	2.04	2.03	2.02	2.01	2.00
	Bangkok Port	27	1.97	2.14	2.11	2.10	2.08	2.06
	Satha Pradit	40	1.87	2.15	2.07	2.00	1.94	1.86
	Memorial Bridge	48	1.82	2.07	1.99	1.93	1.90	1.88
	RID Samsen	54	1.94	2.27	2.19	2.12	2.06	1.98
	Pakred	70	2.05	2.41	2.28	2.15	2.05	1.89
	Bang Sai	110	3.09	3.35	3.19	3.04	2.92	2.77

表5－9　フォートプラチュル地点潮位予測式の定数

CONSTITUENTS		CONSTANTS FOR 1978		CONSTANTS FOR 1980		CONSTANTS FOR 1983	
i	CYCLE Ti (HR)	AMPLETUDE Hi (M)	PHASE Ri (RAD)	AMPLETUDE Hi (M)	PHASE Ri (RAD)	AMPLETUDE Hi (M)	PHASE Ri (RAD)
1	8765.82422	0.16590	3.31894	0.12731	3.23874	0.14736	3.39769
2	4382.90625	0.04730	2.65788	0.04737	4.06928	0.04585	4.69960
3	661.30933	0.02141	0.32317	0.01360	3.20360	0.00880	0.04215
4	354.36694	0.00723	4.46429	0.01630	0.19595	0.00840	0.91319
5	327.85889	0.00299	0.64732	0.02234	3.32207	0.02680	2.51708
6	24.00000	0.02461	1.88119	0.03550	2.06727	0.04019	2.88921
7	23.93446	0.59835	2.72694	0.58481	2.85820	0.64441	2.88899
8	24.06589	0.19438	3.01946	0.18809	3.03100	0.17455	3.11989
9	24.13214	0.01141	-0.95539	0.01393	-0.51029	0.01045	-1.24002
10	23.86929	0.00591	0.25081	0.01776	-0.64174	0.05371	-0.73148
11	23.80447	0.01746	-1.06281	0.01929	-1.12477	0.01382	4.23182
12	24.84120	0.02206	3.21864	0.03302	-1.02316	0.01406	-1.00772
13	23.20695	0.00779	-0.77349	0.00973	3.99981	0.00100	4.53057
14	23.09848	0.02145	4.07350	0.01971	0.79343	0.02515	2.23615
15	24.70906	0.01022	0.20434	0.01322	4.22073	0.00653	3.49912
16	25.81934	0.35621	1.05281	0.30833	3.72591	0.40380	-1.40323
17	25.66812	0.03516	2.72095	0.07083	-1.26044	0.02798	0.27381
18	22.42018	0.04566	1.27614	0.03241	4.64898	0.04240	3.53555
19	22.30608	0.02352	1.18994	0.02426	-1.35951	0.03457	3.90042
20	26.72305	0.00890	-0.35848	0.01972	1.51319	0.01024	-0.49557
21	26.86836	0.05941	0.59283	0.06496	0.02463	0.06769	-0.14711
22	27.84839	0.00800	0.96843	0.01590	-0.41371	0.01236	2.50667
23	28.00623	0.00622	-0.45591	0.00432	4.16998	0.01114	1.17468
24	12.00000	0.28765	3.73524	0.28537	3.77340	0.27866	3.53473
25	12.01645	0.02955	-0.63727	0.02235	-0.53788	0.04117	4.26908
26	11.98360	0.02425	-0.59707	0.02011	0.23727	0.06404	-0.00376
27	11.96724	0.09187	-0.17670	0.09782	-0.04354	0.09812	-0.14813
28	12.19162	0.04106	4.70062	0.01659	-1.19211	0.03616	1.37229
29	12.22177	0.01581	-0.75972	0.01714	2.80822	0.01923	1.94738
30	11.78613	0.01372	1.01489	0.00444	0.22124	0.01305	-0.81790
31	11.75452	0.00604	0.68521	0.01733	-1.56307	0.00819	4.40608
32	12.42060	0.59429	1.25708	0.53392	4.13625	0.54115	-0.93723
33	11.60695	0.01450	2.57281	0.01649	-0.08596	0.01556	4.54853
34	12.45590	0.03833	3.60376	0.09276	1.32671	0.08650	1.42424
35	12.38551	0.02671	4.44754	0.06180	-0.81181	0.01146	-0.05445
36	12.65835	0.09054	0.62571	0.10215	0.29416	0.09382	0.03481
37	12.62600	0.01350	-0.91633	0.02769	1.87212	0.02491	-0.23624
38	12.87176	0.03148	1.09054	0.02000	0.19207	0.02200	3.02702
39	12.90538	0.02112	1.51821	0.02138	0.72540	0.01367	3.66487
40	13.12727	0.00623	0.83623	0.00482	0.76748	0.01129	4.53338
41	13.16671	0.00958	1.21399	0.01020	1.86399	0.01281	4.69037
42	7.99271	0.01554	-0.79450	0.01200	-0.74522	0.01399	-0.64518
43	8.17714	0.02026	2.74135	0.01452	-0.44397	0.01862	0.90648
44	8.19243	0.01452	3.92204	0.01286	0.41700	0.02110	1.80928
45	8.28041	0.00715	2.66405	0.00301	2.58846	0.00633	1.93824
46	8.38631	0.01964	1.88989	0.01600	0.79556	0.01699	3.67781
47	6.00001	0.00705	-0.78628	0.00761	-0.55556	0.00419	-0.47131
48	5.99180	0.00360	-0.28940	0.00290	0.71030	0.00494	0.04127
49	6.10334	0.02503	3.11459	0.02443	-0.27790	0.01928	0.98670
50	6.09485	0.00285	-1.20417	0.00662	1.25713	0.00317	1.04141
51	6.16020	0.00400	2.61011	0.00418	2.61111	0.00278	2.73232
52	6.21031	0.02853	0.85495	0.02442	0.03211	0.02392	2.74803
53	6.26918	0.01131	0.12316	0.00703	2.66009	0.00771	3.78920
54	4.04567	0.00313	4.15684	0.00465	1.34230	0.00688	2.35685
55	4.04194	0.00168	1.19847	0.00274	3.24459	0.00336	3.78235
56	4.09239	0.00994	1.85561	0.00836	1.28528	0.00554	3.81168
57	4.08857	0.00261	-1.46789	0.00343	3.56286	0.00053	-0.66542
58	4.11787	0.00395	1.65096	0.00184	3.64339	0.00135	-1.35679
59	4.14020	0.00741	-0.34896	0.00606	1.80641	0.00439	-0.71555
60	4.16628	0.00328	-0.65571	0.00305	3.52702	0.00297	0.16230
61	0.0	0.41679		0.47845		0.63102	

Note: /1 Constants for each year are estimated in the basin of tidal levels recorded for 357 days (1 Jan. to 23 Dec.) in the preceding year.

/2 Constant of 'Phase' is subject to the standard time at 0:00 AM on either 27th May in a non-leap year or 28th May in a leap year.

表5－10　年、月最大潮位

Year	Month	Observed		Predicted	
		Maximum	Minimum	Maximum	Minimum
1978	JAN	1.95	-1.23	1.86	-1.32
	FEB	1.74	-1.16	1.81	-1.15
	MAR	1.69	-1.05	1.64	-0.99
	APR	1.75	-1.27	1.68	-1.30
	MAY	1.97	-1.51	1.63	-1.51
	JUN	2.04	-1.37	1.57	-1.59
	JUL	1.90	-1.34	1.55	-1.53
	AUG	1.72	-1.27	1.51	-1.26
	SEP	1.81	-1.10	1.48	-0.98
	OCT	2.04	-0.97	1.63	-1.07
	NOV	1.85	-1.11	1.73	-1.19
	DEC	1.83	-1.18	1.82	-1.28
	ANNUAL	2.04	-1.51	1.86	-1.59
1980	JAN	1.93	-1.22	1.85	-1.31
	FEB	1.78	-1.11	1.83	-1.22
	MAR	1.72	-1.01	1.71	-0.84
	APR	1.82	-1.15	1.66	-0.99
	MAY	1.70	-1.46	1.59	-1.12
	JUN	1.60	-1.50	1.52	-1.28
	JUL	1.75	-1.50	1.63	-1.45
	AUG	1.77	-1.30	1.69	-1.29
	SEP	1.75	-0.99	1.65	-0.94
	OCT	1.75	-0.94	1.69	-0.93
	NOV	1.94	-1.05	1.73	-1.02
	DEC	2.08	-1.06	1.77	-1.20
	ANNUAL	2.08	-1.50	1.85	-1.45
1983	JAN	2.12	-1.15	2.13	-1.14
	FEB	2.05	-1.03	1.96	-0.96
	MAR	1.90	-0.83	1.82	-0.81
	APR	1.90	-1.01	1.88	-0.88
	MAY	1.93	-1.19	1.86	-1.03
	JUN	2.17	-1.37	1.81	-1.31
	JUL	1.94	-1.32	1.75	-1.45
	AUG	2.09	-1.13	1.65	-1.33
	SEP	2.03	-1.05	1.62	-1.03
	OCT	2.13	-0.89	1.79	-0.87
	NOV	2.19	-0.65	2.00	-0.96
	DEC	2.25	-0.81	2.14	-1.07
	ANNUAL	2.25	-1.37	2.14	-1.45

表５－11　観測潮位と予測潮位の差（１年間予測値）

Subject Year	Season	Maximum Difference (m)	Average Difference (m)	Occurrence of Difference in Daily Maximum Tidal Level in One Year					
				Less than 0.1 m (day)	Less than 0.2 m (day)	Less than 0.3 m (day)	Less than 0.4 m (day)	Less than 0.5 m (day)	More than 0.5 m (day)
1978	Rainy Season	0.58	0.16	63	131	162	177	182	184
	Dry Season	0.32	0.09	128	165	180	181		
	Annual	0.58	0.12	191	296	342	358	363	365
1980	Rainy Season	0.38	0.11	97	158	178	184		
	Dry Season	0.45	0.13	83	141	171	179	182	
	Annual	0.45	0.12	180	299	349	363	366	
1983	Rainy Season	0.49	0.16	72	124	159	172	184	
	Dry Season	0.36	0.11	96	156	177	181		
	Annual	0.49	0.13	168	280	336	353	365	

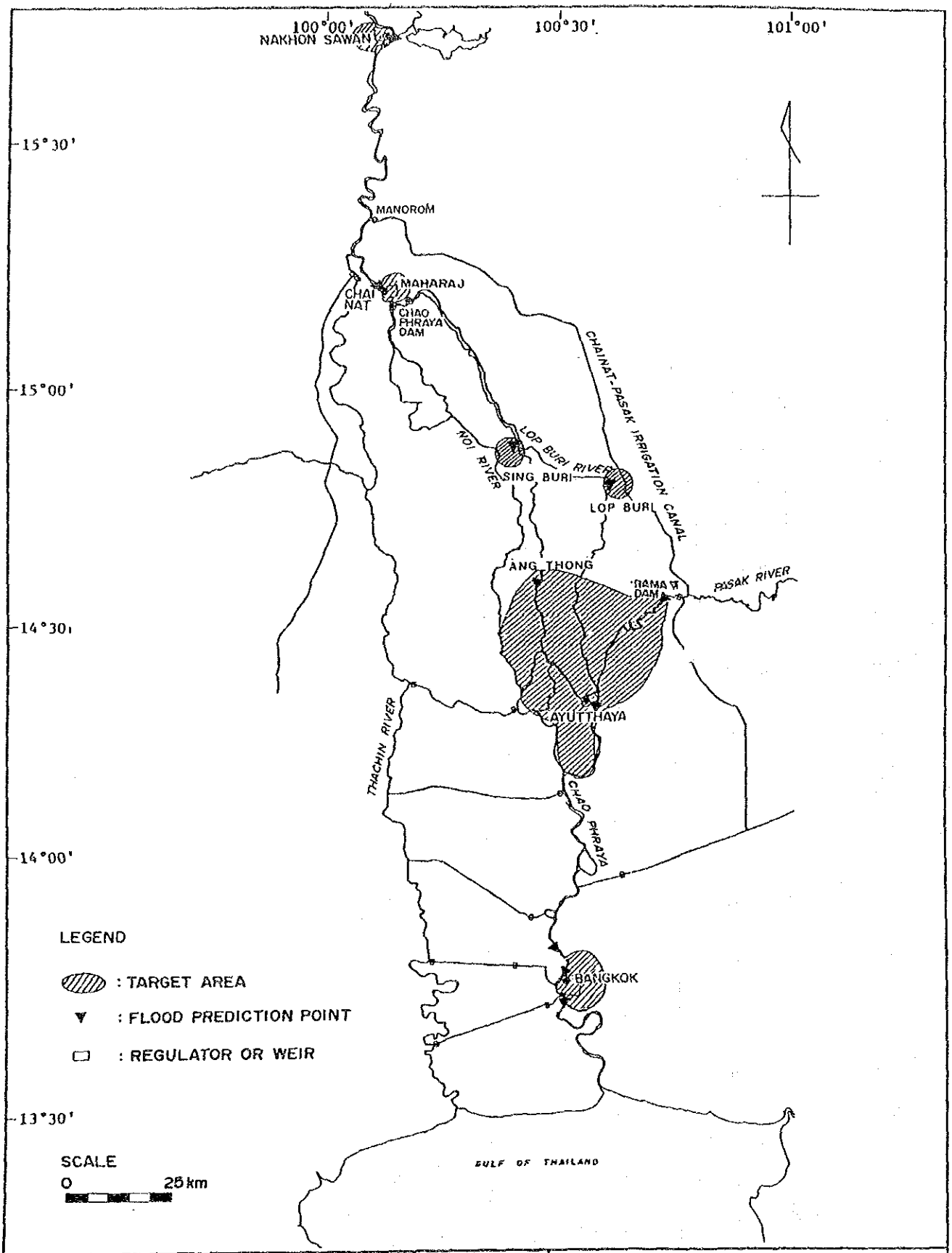


図5－1　洪水予報対象域と予測地点

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

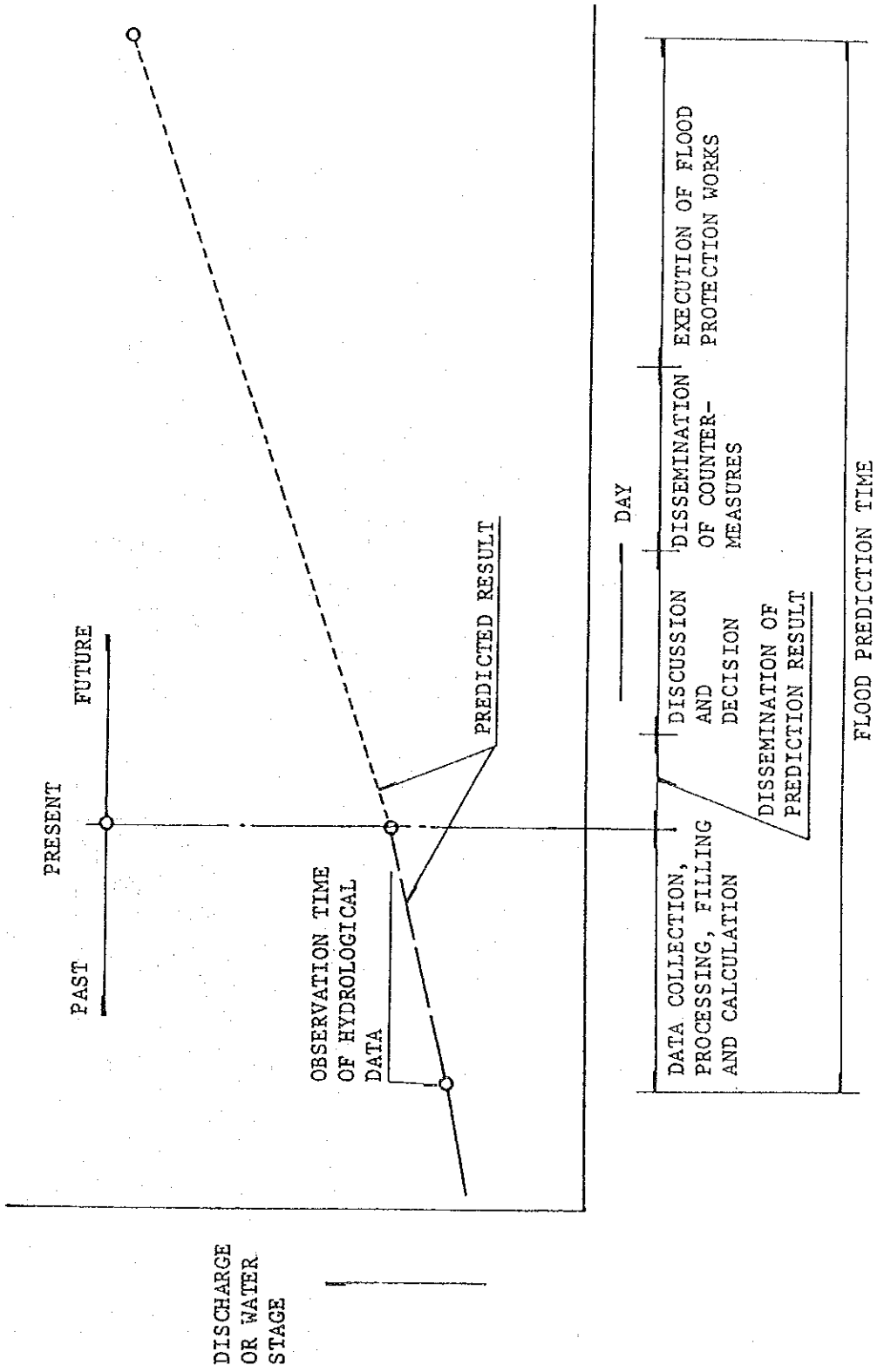


図5－2　洪水予測期間内実施作業内容

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

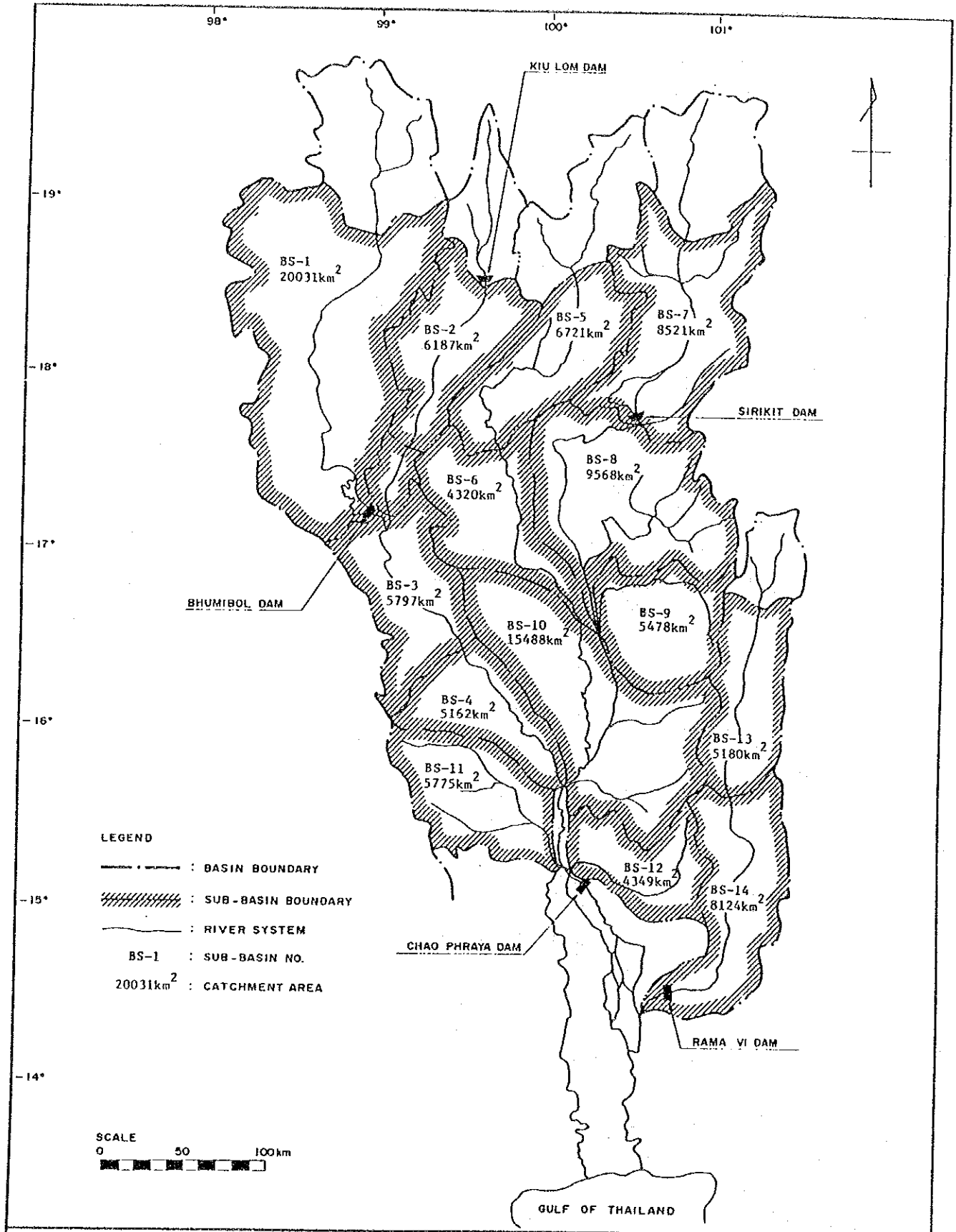


図5－3　洪水予測モデル作成上の流域界

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

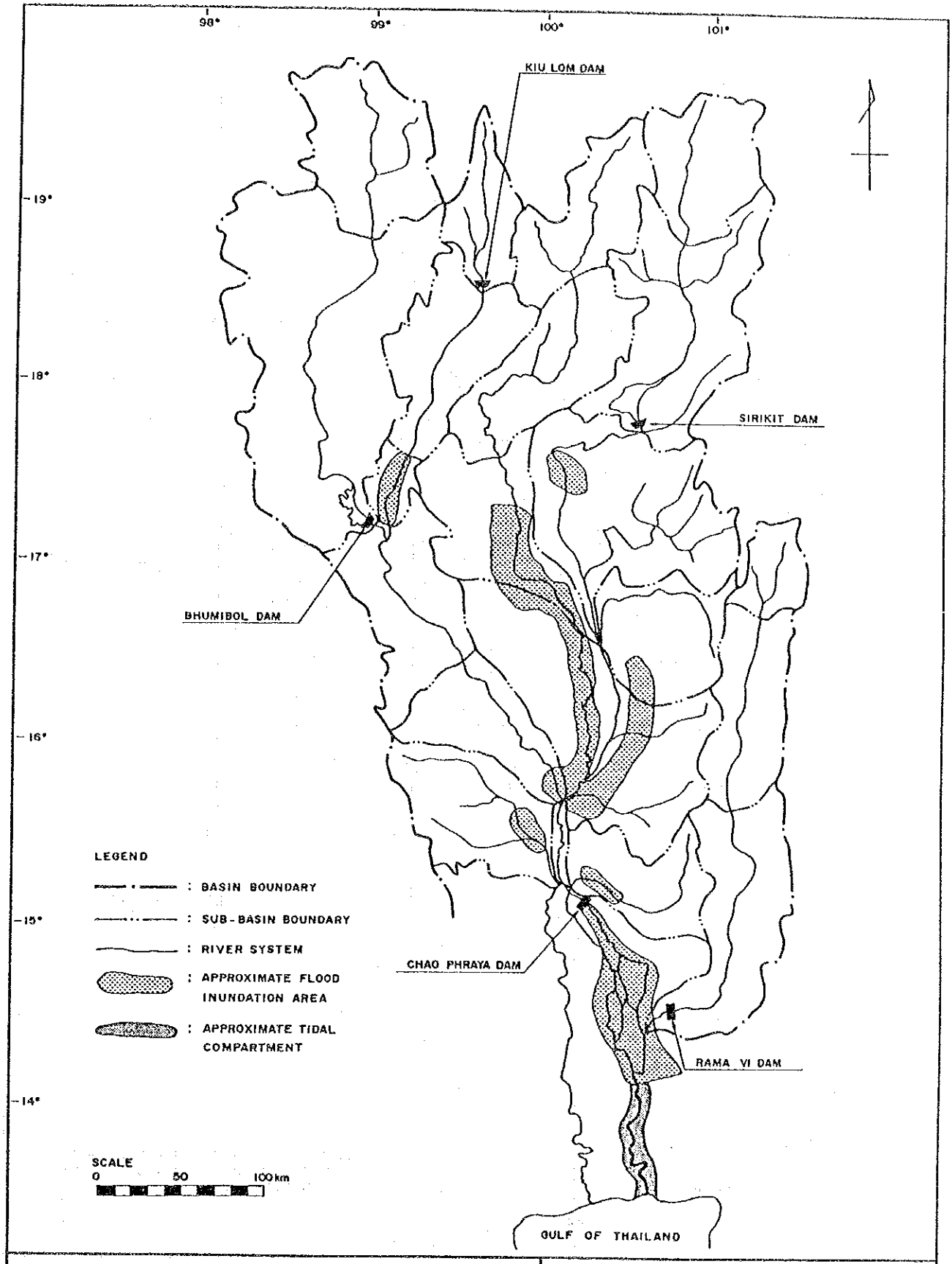


図5－4　洪水予測モデル作成上の洪水浸水域と潮水の影響区域

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

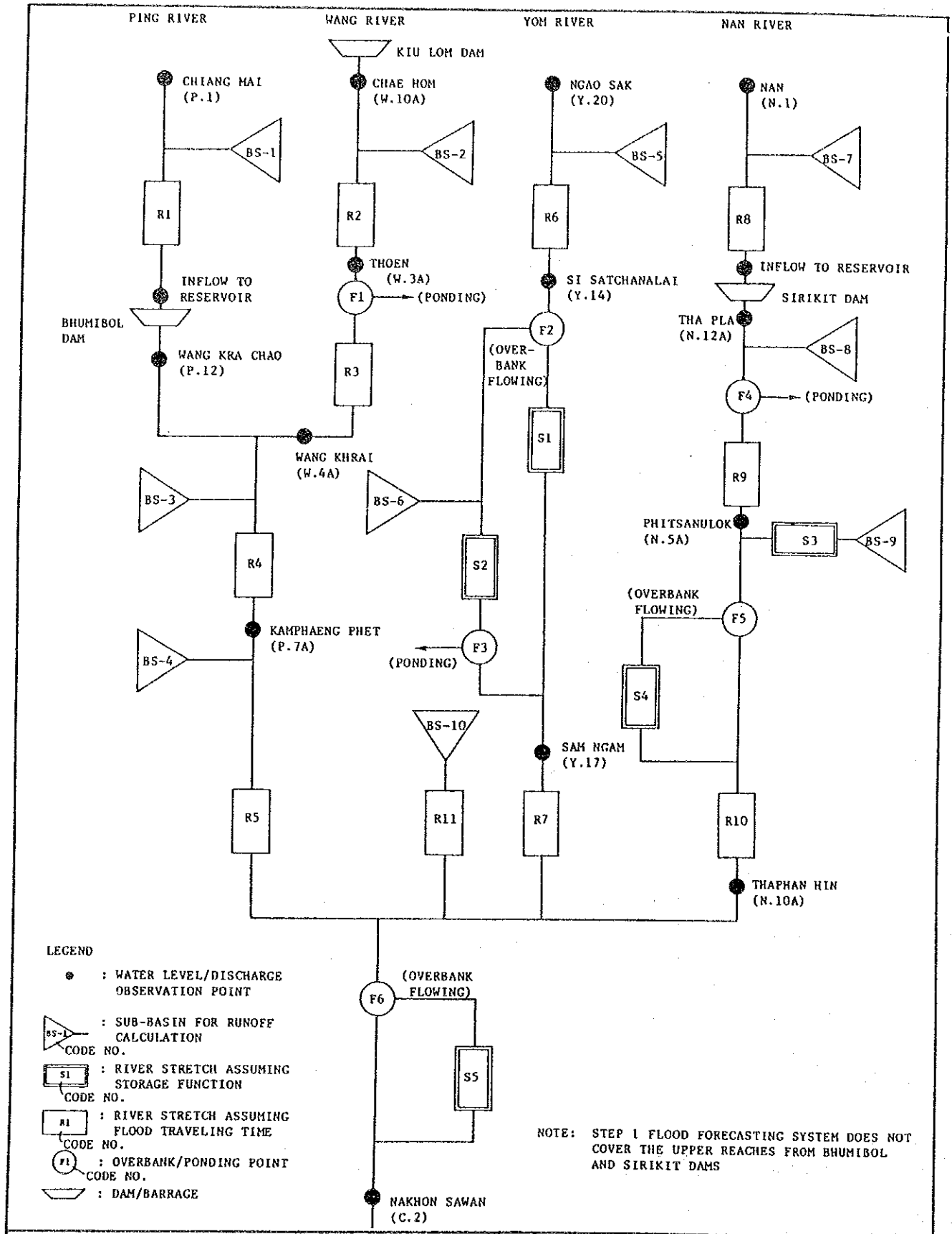


図5－5　ナコンサワン上流域の洪水予測モデル

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

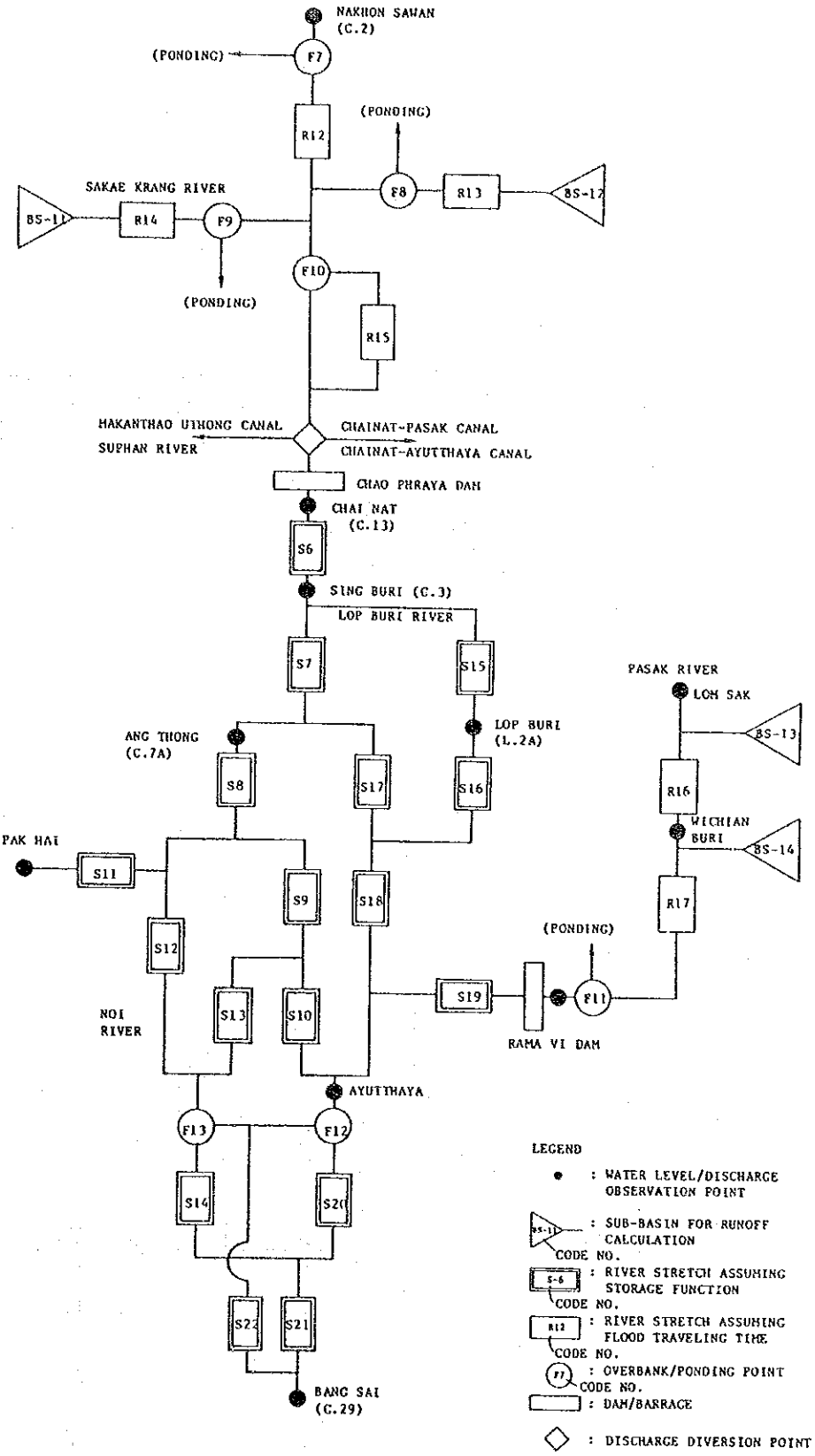


図5－6　ナコンサワン－バングサイ間の洪水予測モデル

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

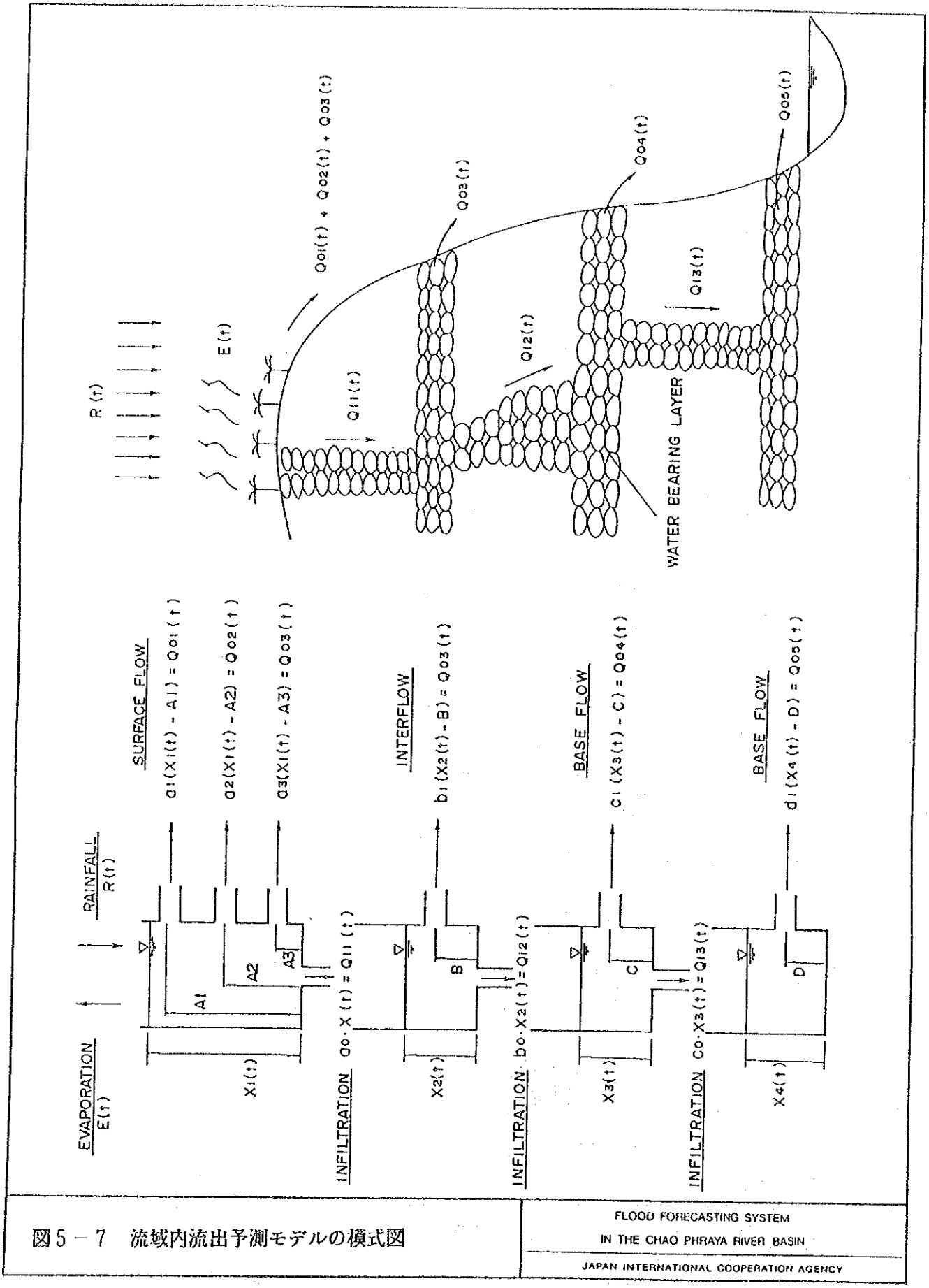
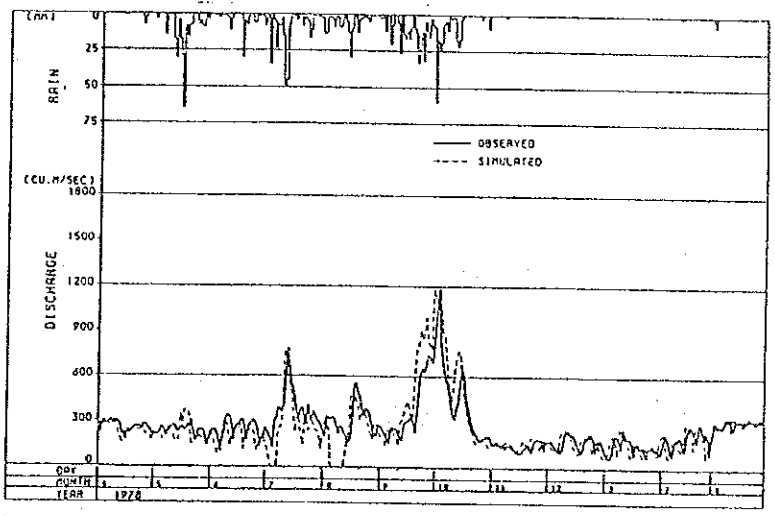
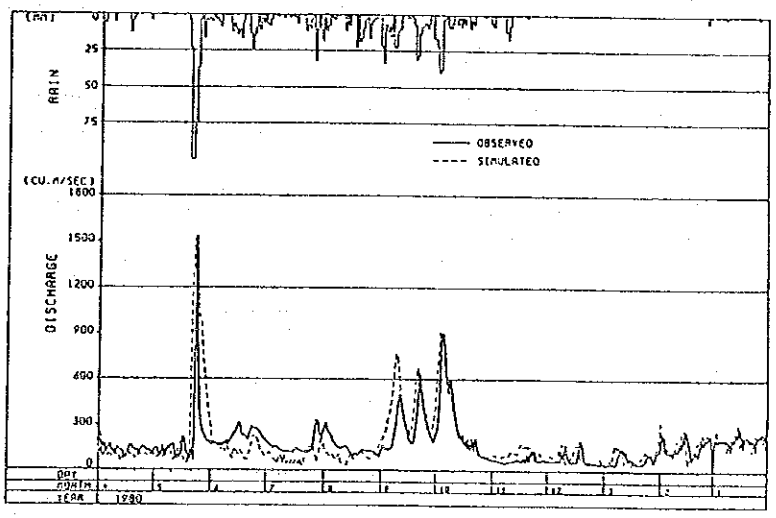


図5－7　流域内流出予測モデルの模式図

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

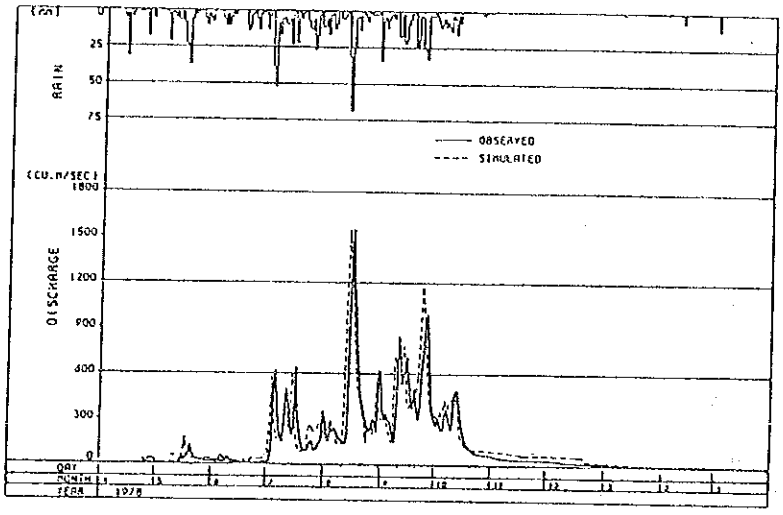


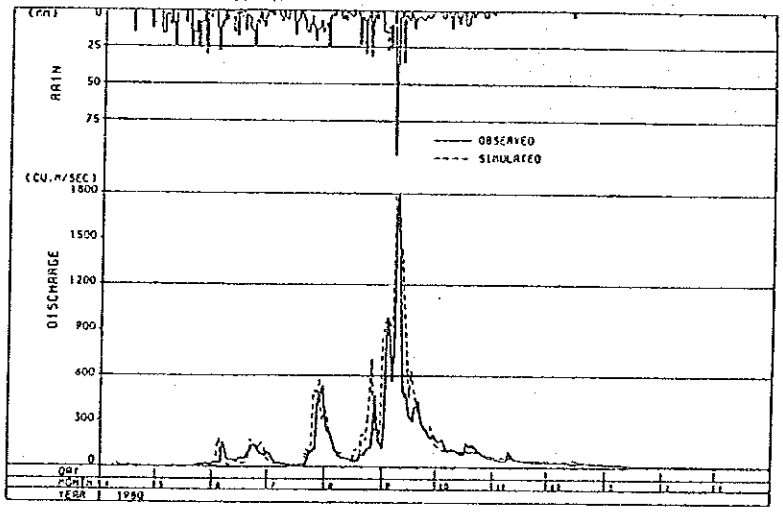


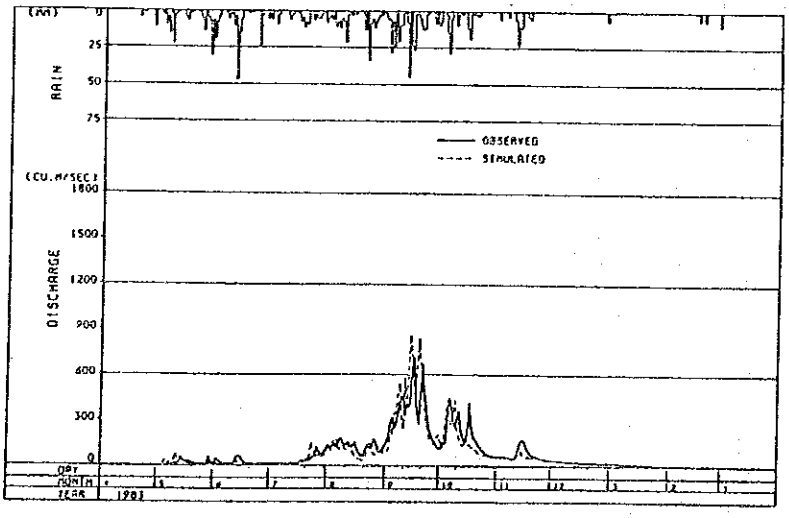
STA. P7A IN PING RIVER BASIN

図5－8 (1/4) 流出予測モデルによる流出計算ハイドログラフ

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



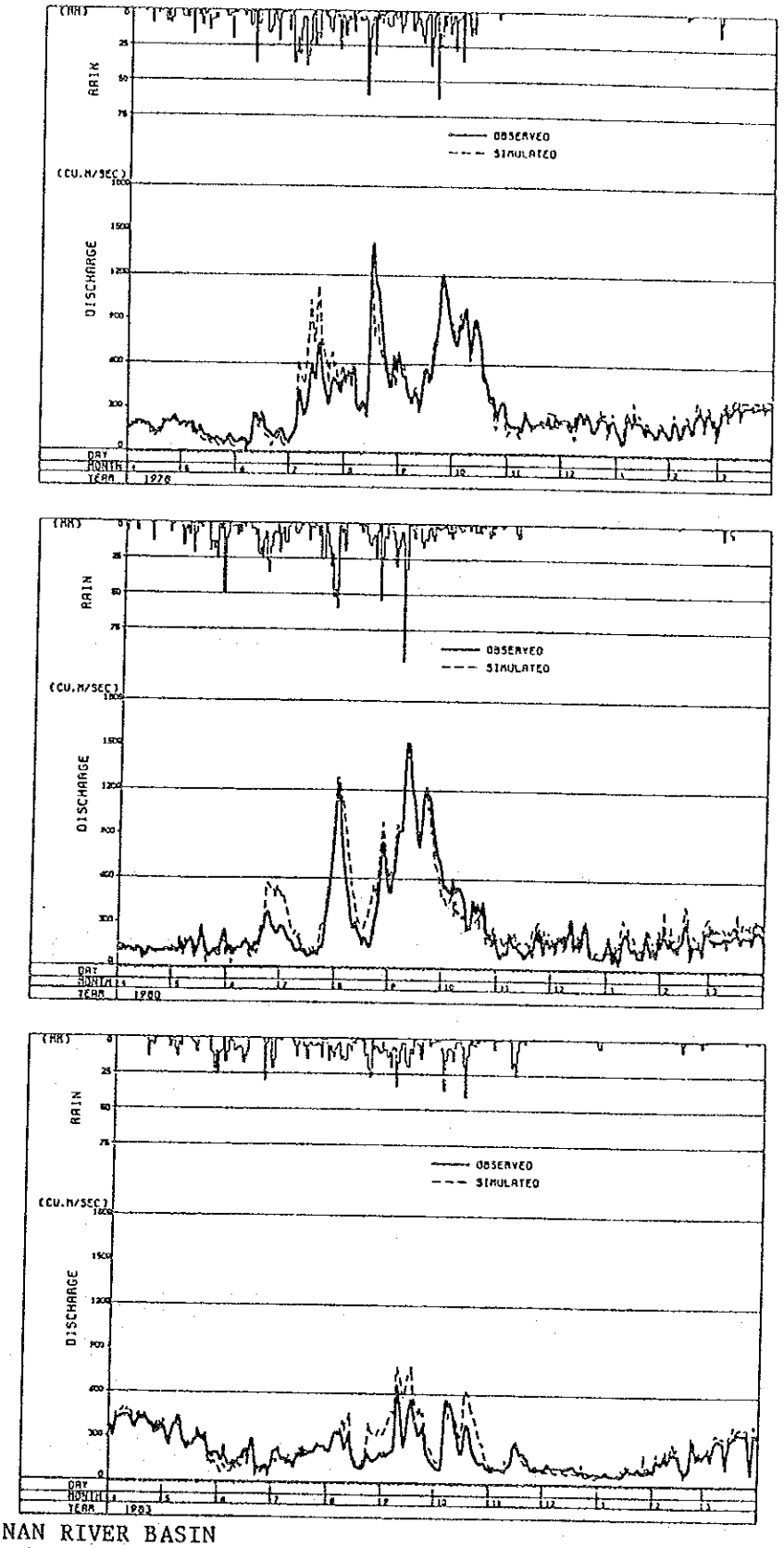




STA. Y14 IN YOM RIVER BASIN

図5－8 (2/4) 流出予測モデルによる流出計算ハイドログラフ

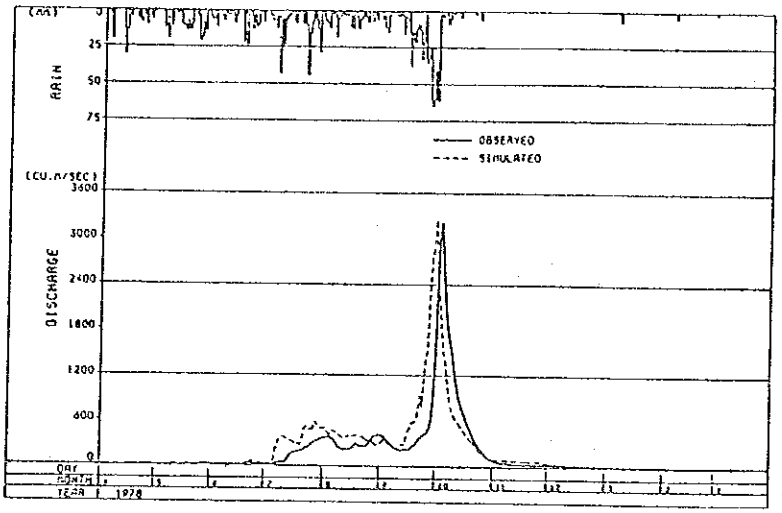
FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

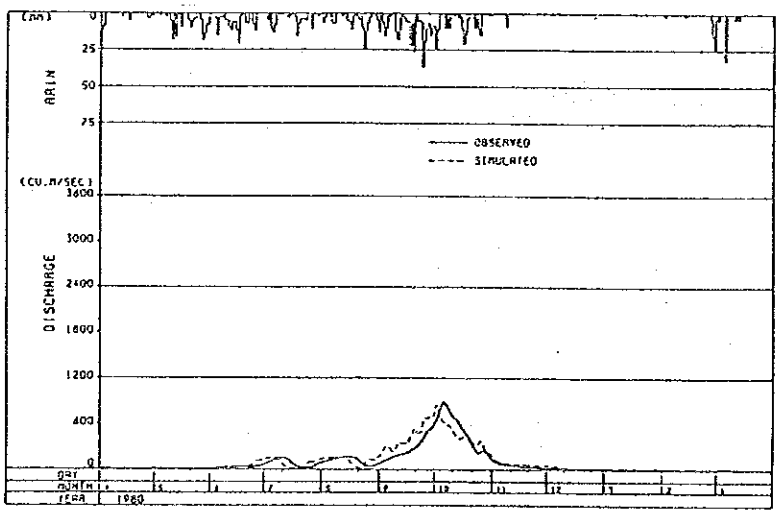


STA. N5A IN NAN RIVER BASIN

図5－8 (3/4) 流出予測モデルによる流出計算ハイドログラフ

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





STA. S9 IN PASAK RIVER BASIN

図5－8 (4/4) 流出予測モデルによる流出計算ハイドログラフ

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

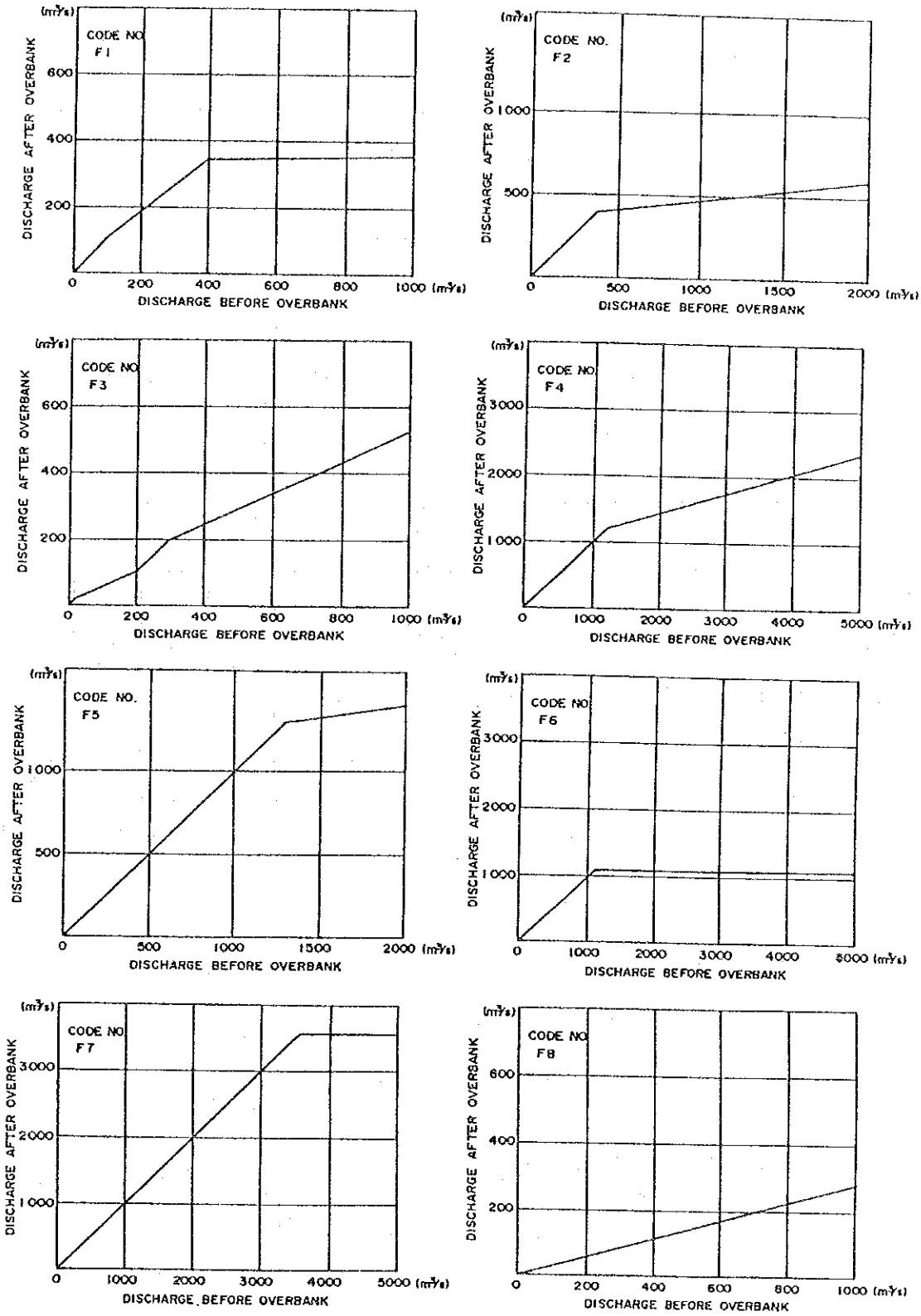


図5－9 (1/2) 越水前後の河川流量関係図

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

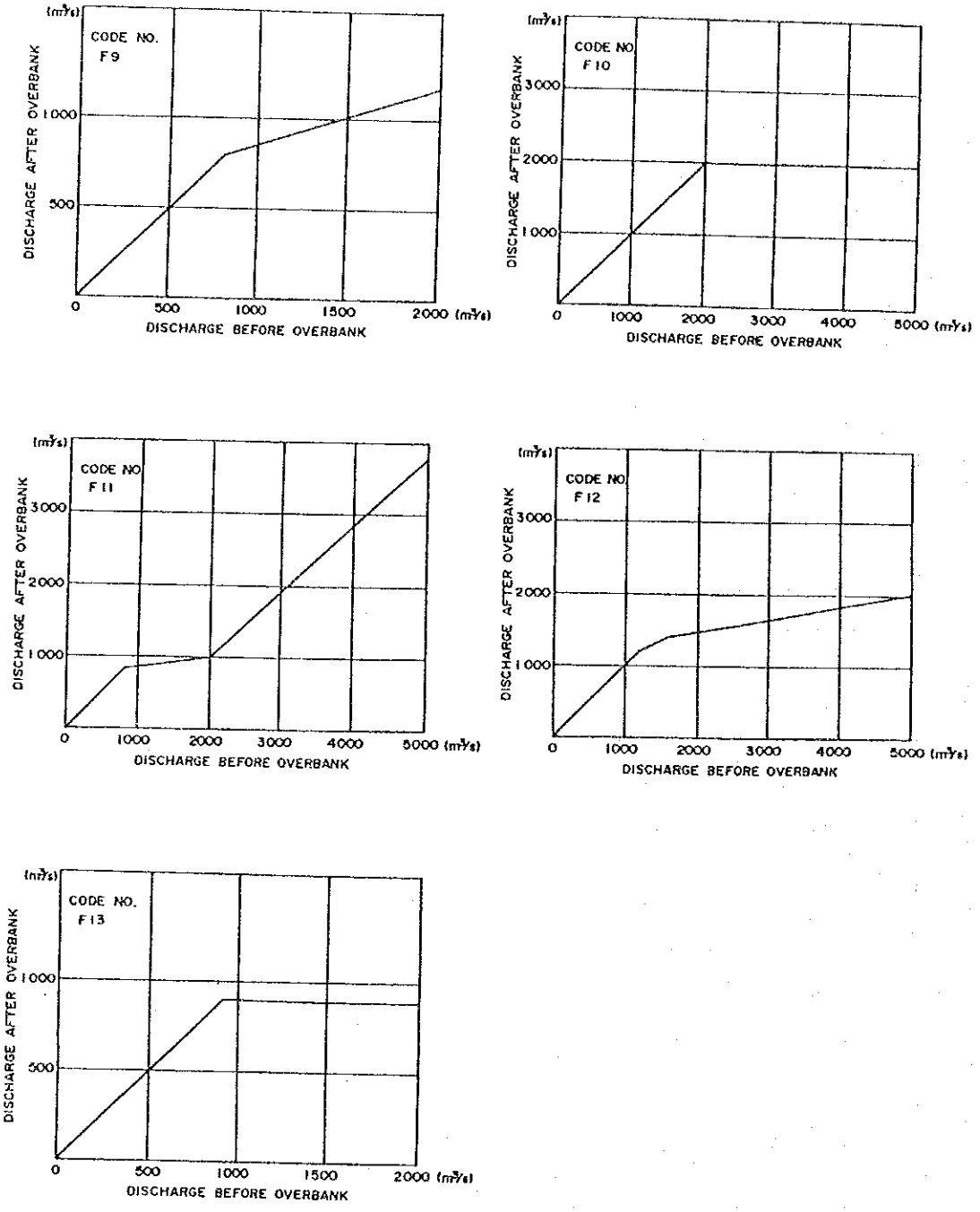


図5－9 (2/2) 越水前後の河川流量関係図

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

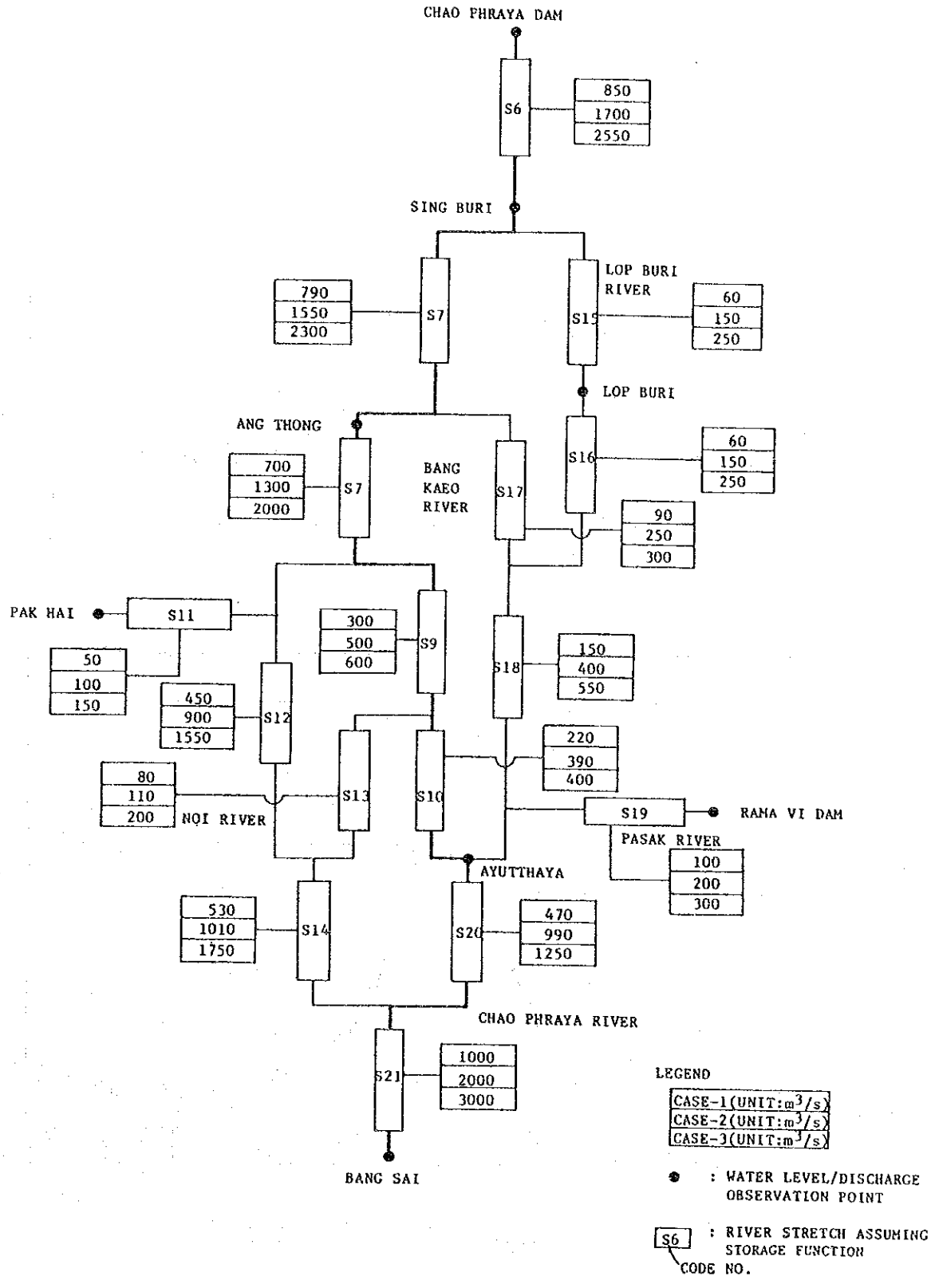
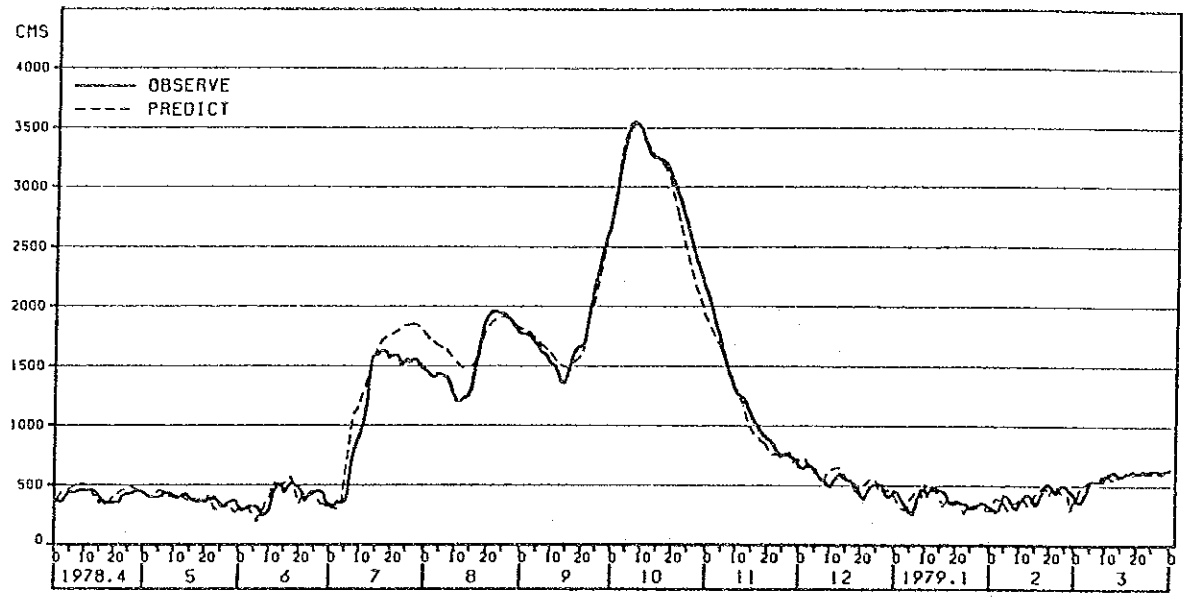


図5－10　洪水流の分流割合

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



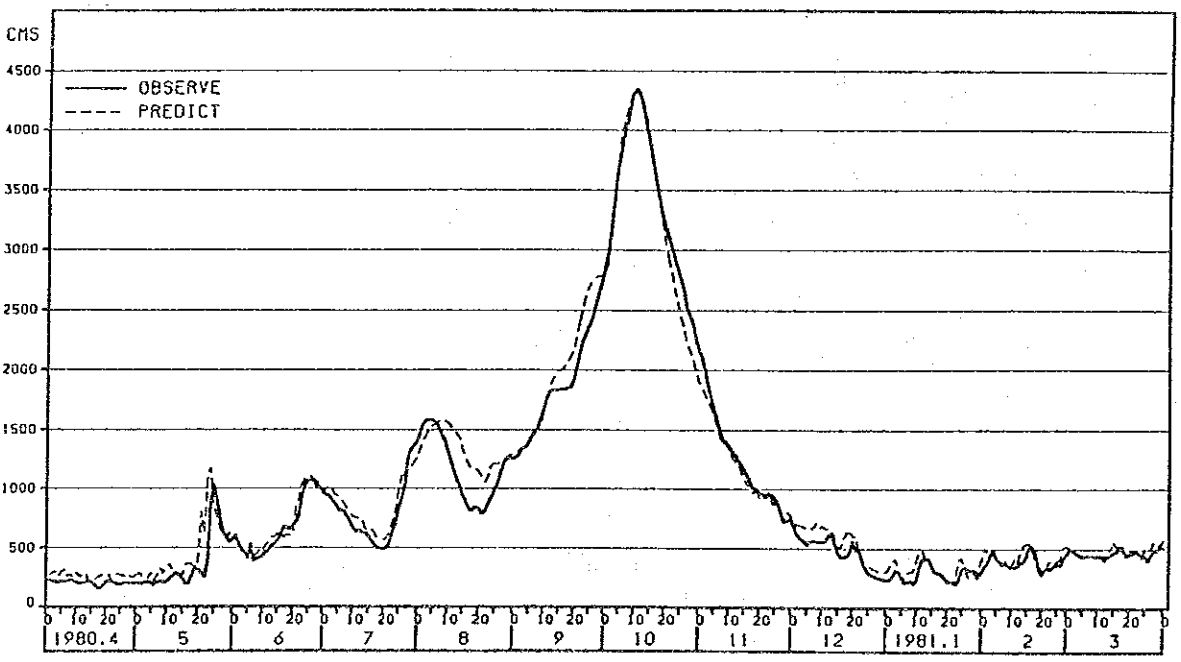


図5－11 (1/4) ナコンサワン地点の流出計算ハイドログラフ

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

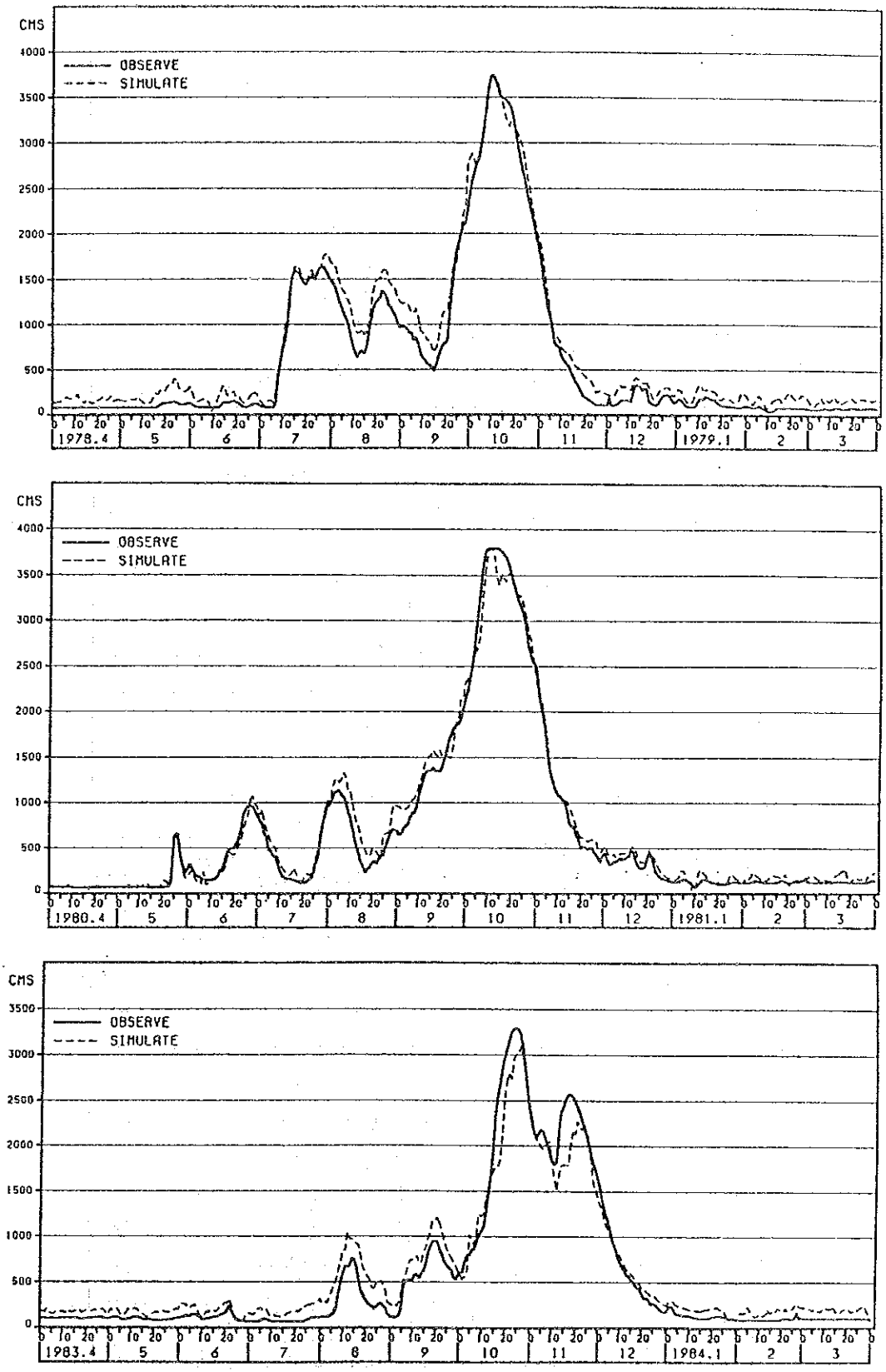


図5－11 (2/4) ナコンサワン地点の流出計算ハイドログラフ

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

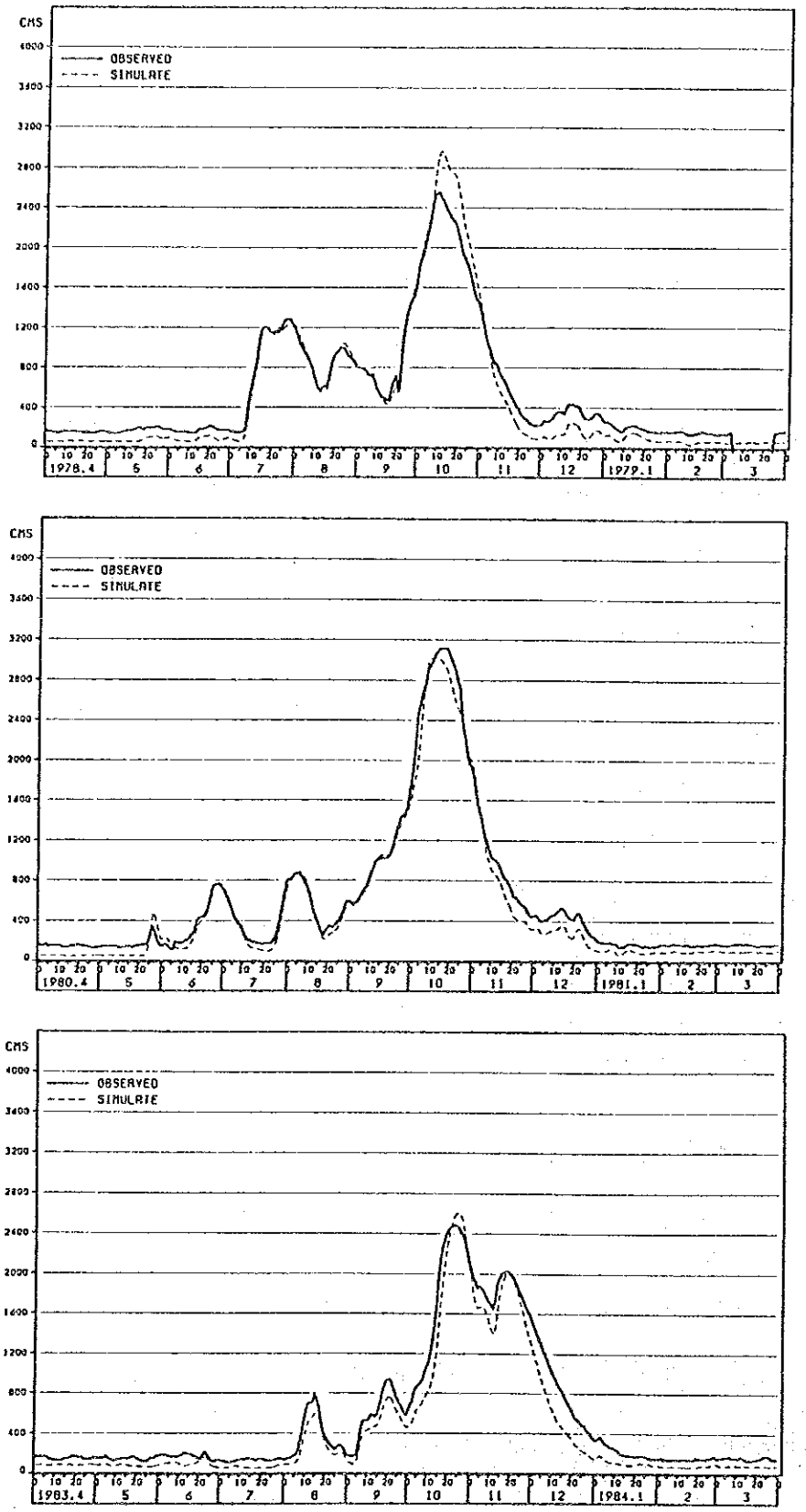
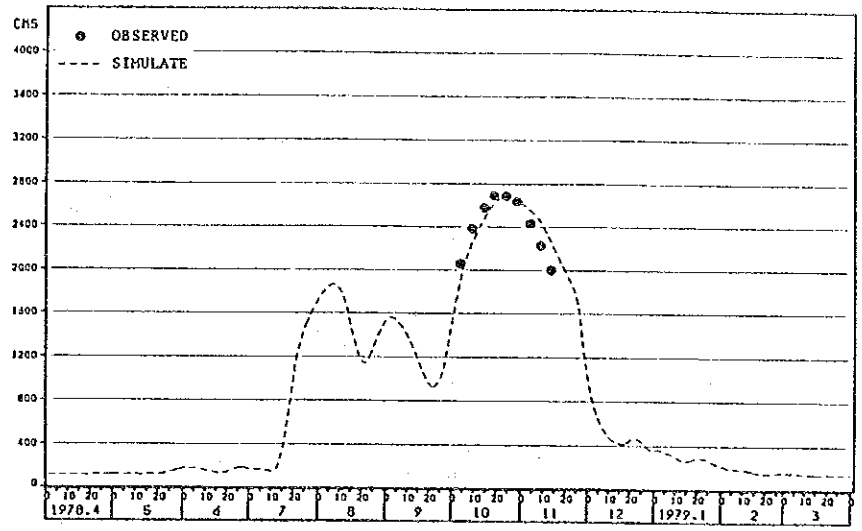
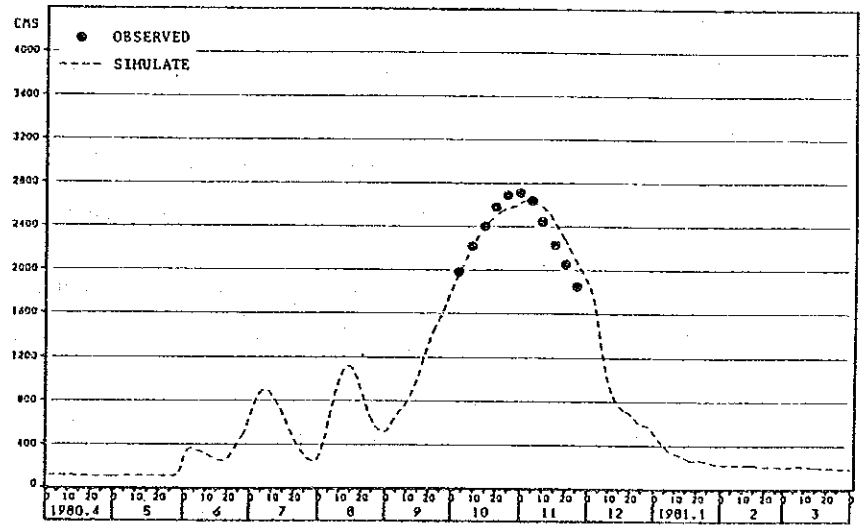


図5－11 (3/4) ナコンサワン地点の流出計算ハイドログラフ

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





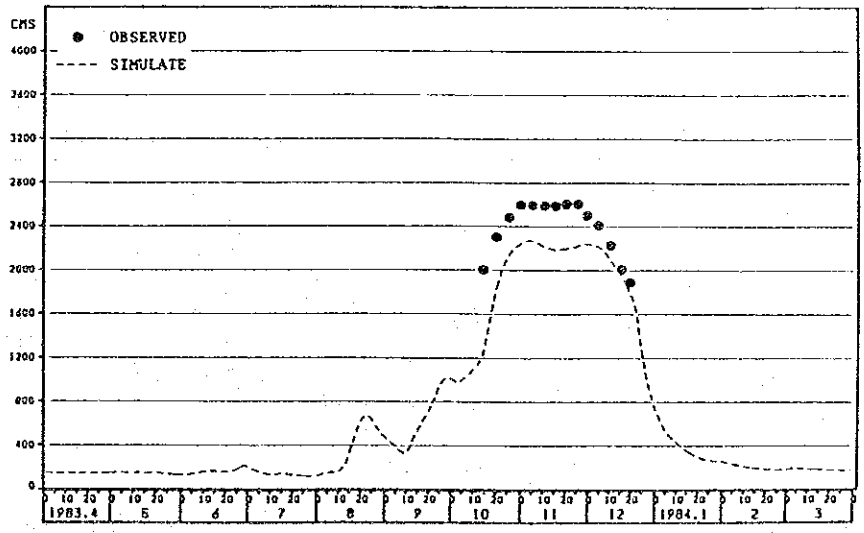
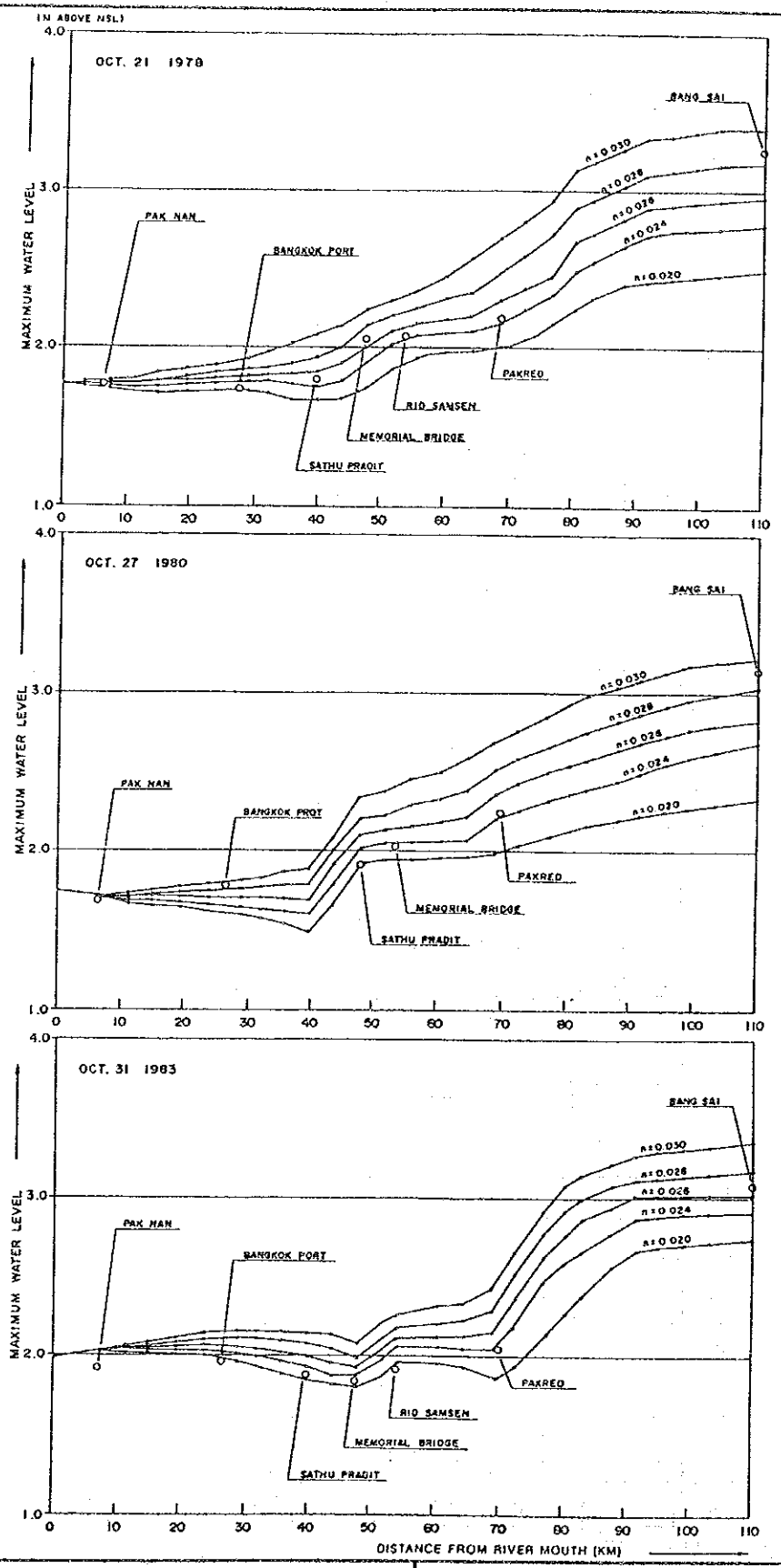


図5－11 (4/4) ナコンサワン地点の流出計算ハイドログラフ

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



LEGEND

O : OBSERVED POINT

• : COMPUTED POINT

図5－12　マニングの粗度係数と計算水位モデル

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

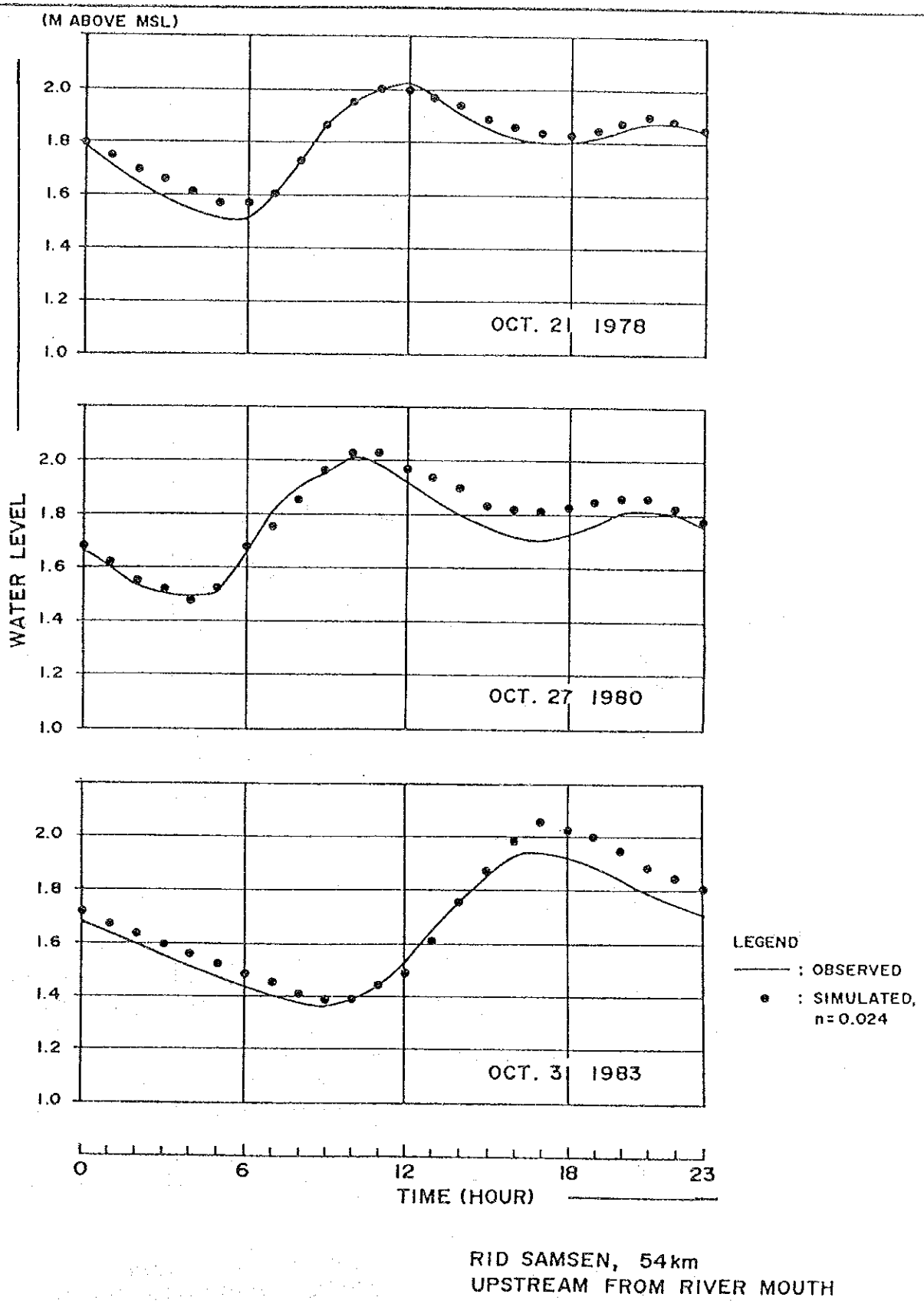


図5－13 (1/3) 感潮区間における水位の観測値と計算値

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

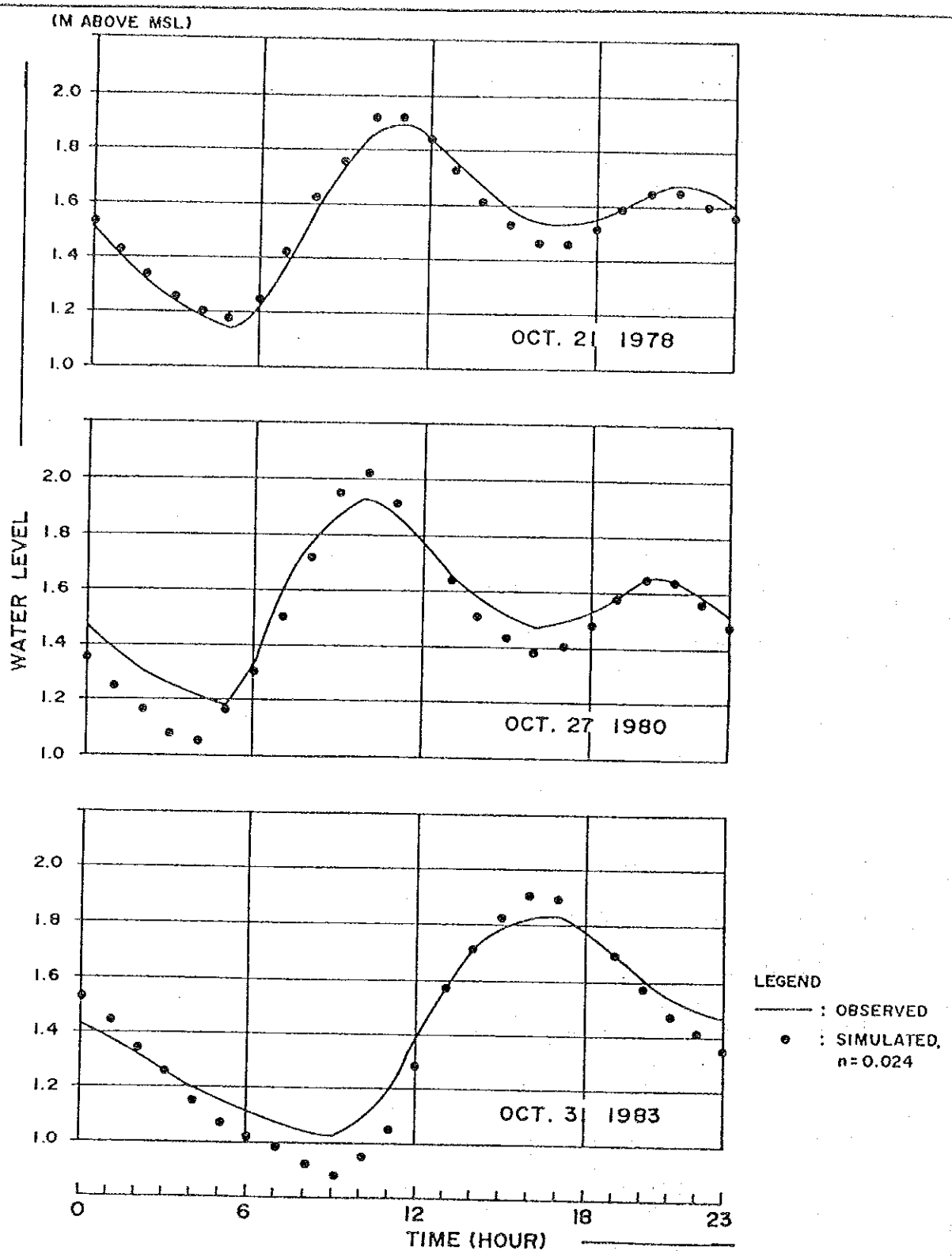


図5－13 (2/3) 感潮区間における水位の観測値と計算値

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

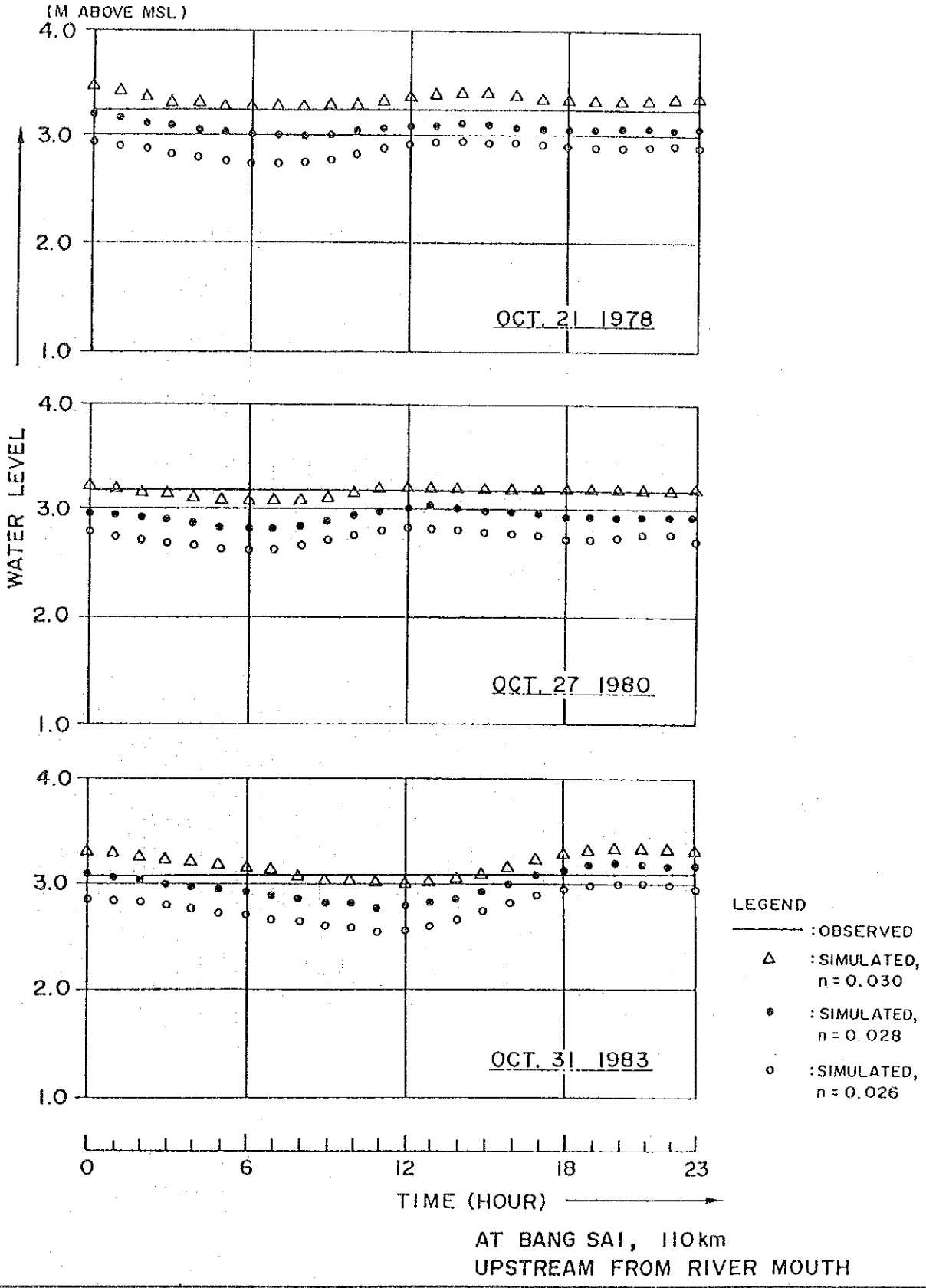
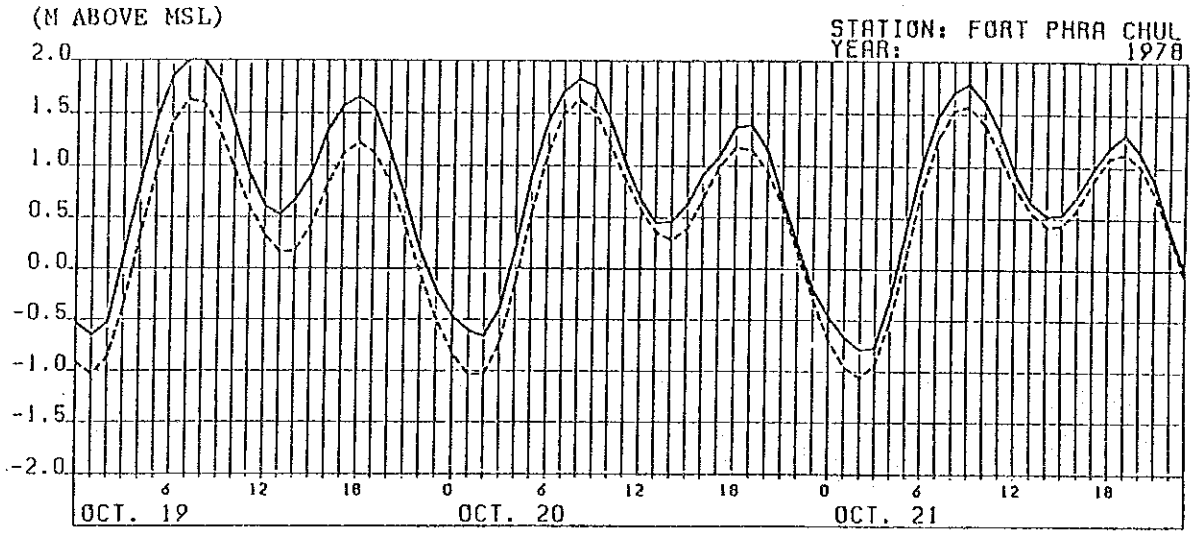
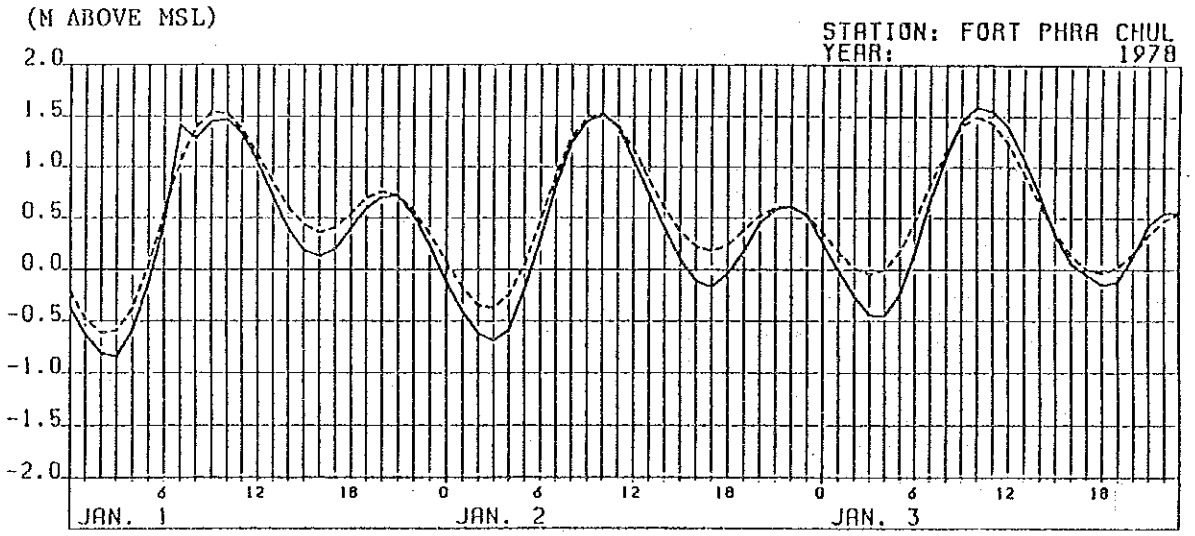


図5－13 (3/3) 感潮区間における水位の観測値と計算値

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





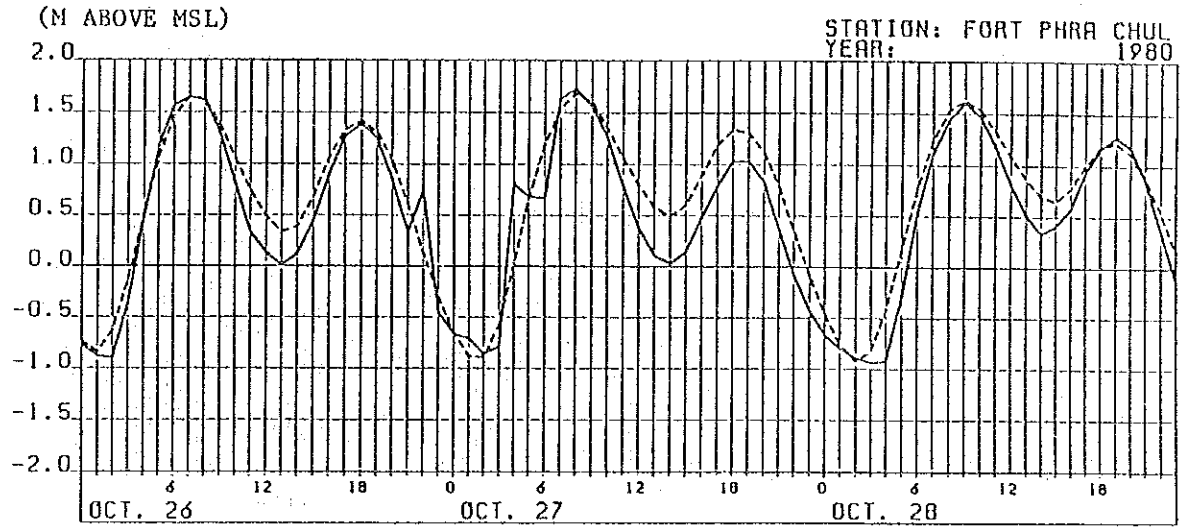
LEGEND

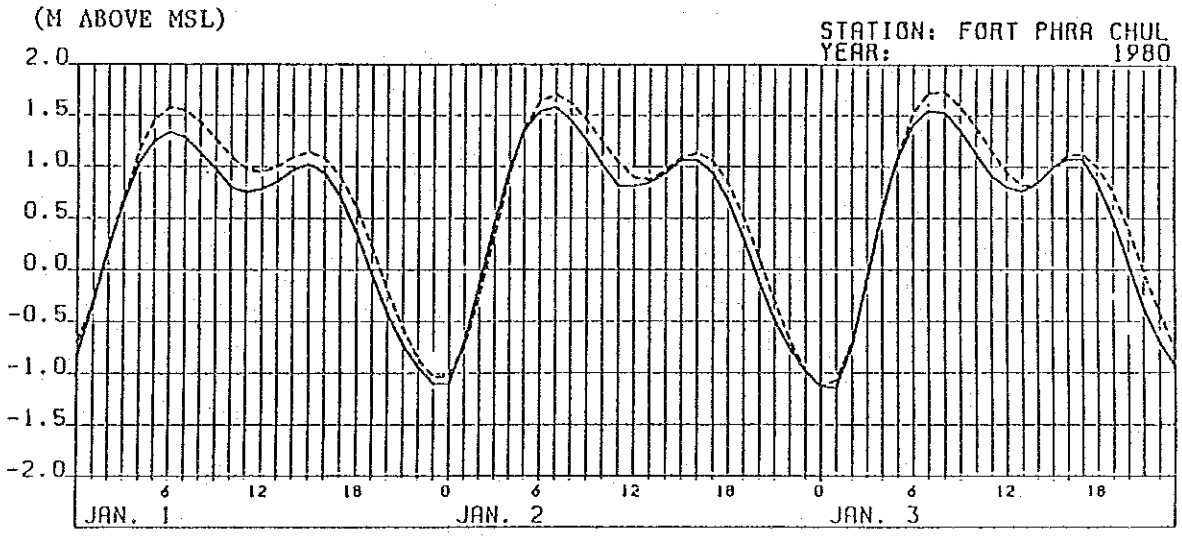
——— : OBSERVED

------ : PREDICTED

図5－14 (1/3) 潮位の時間変動

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





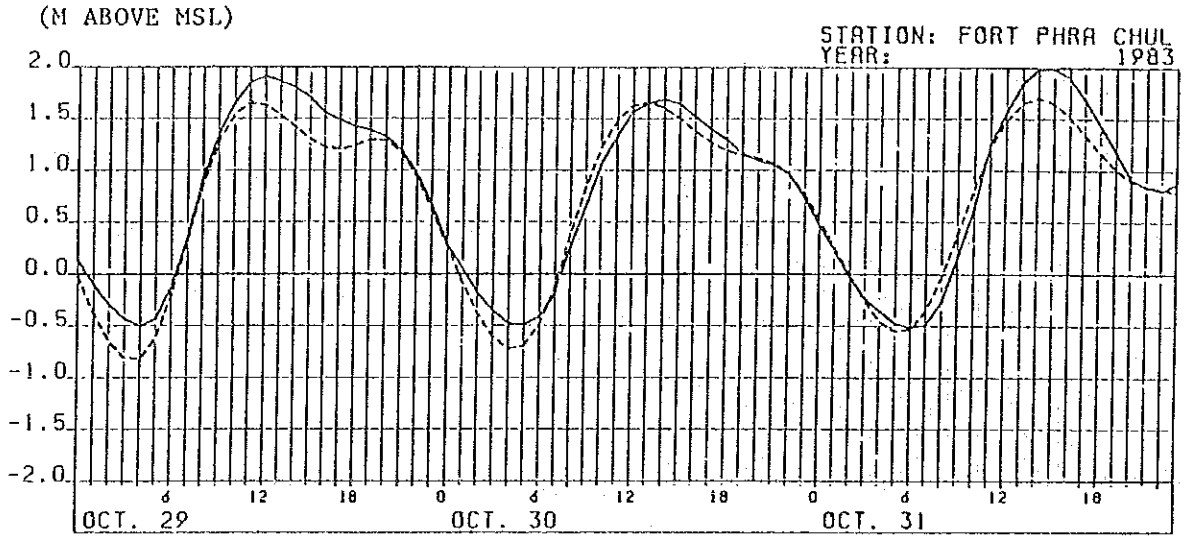
LEGEND

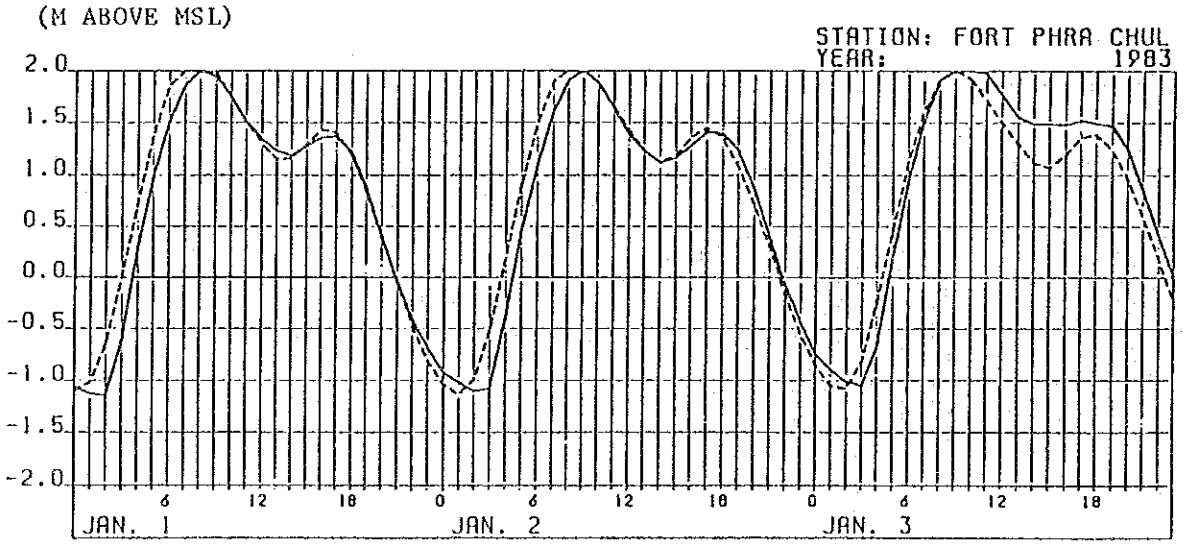
——— : OBSERVED

----- : PREDICTED

図5－14 (2/3) 潮位の時間変動

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY





LEGEND

——— : OBSERVED

------ : PREDICTED

図5－14 (3/3) 潮位の時間変動

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

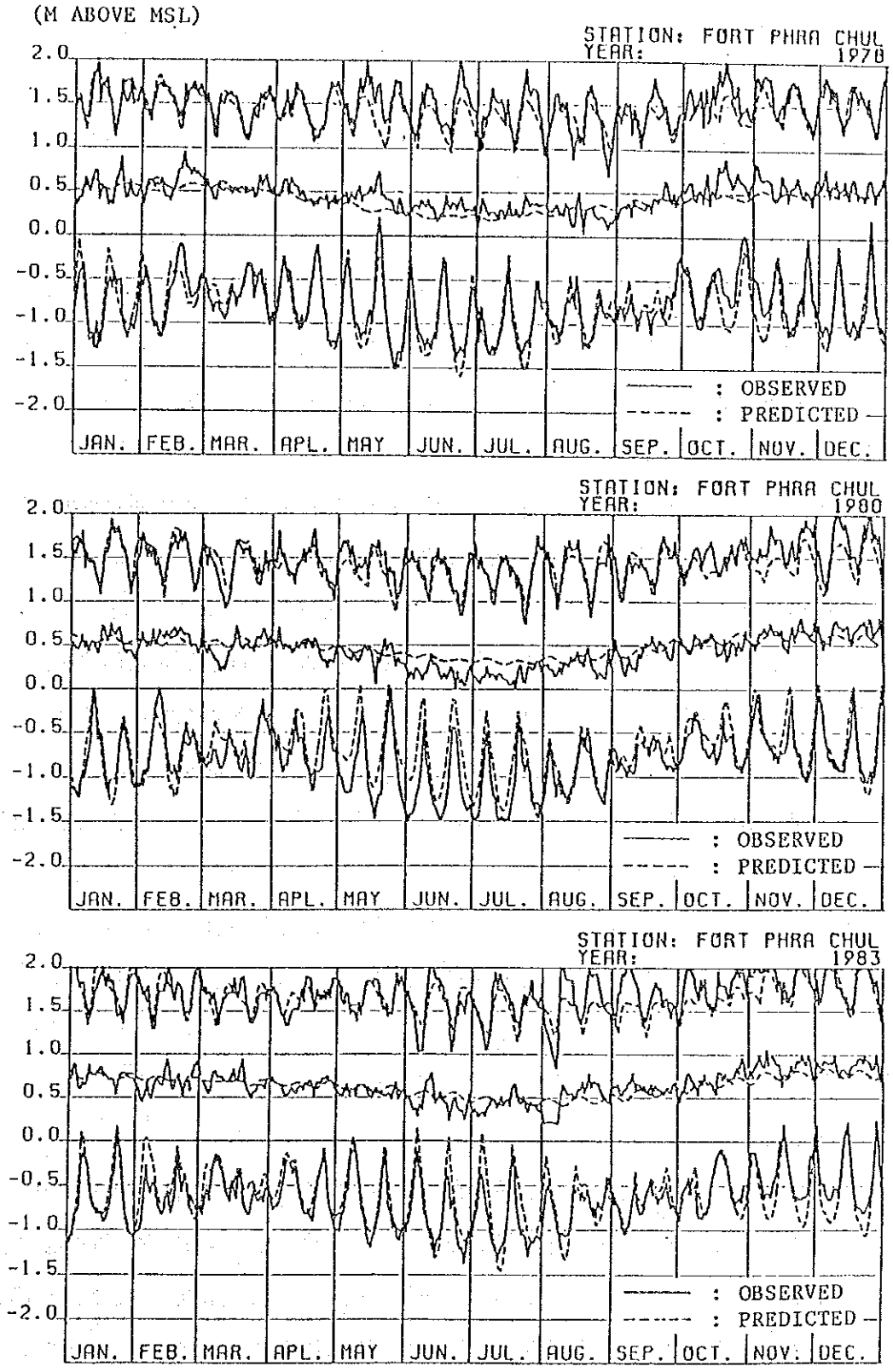


図5－15　潮位の日最大平均、最小値の変動

FLOOD FORECASTING SYSTEM
IN THE CHAO PHRAYA RIVER BASIN
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

第６章　既存施設による洪水予報システム（第１ステップ）

6.1　計画策定方針

第４章に述べたプロジェクト計画策定の概念にしたがって、計画策定の方針を以下のように決定した。

(1) 第１ステップ洪水予報システムのための水文観測所として、既設の観測所の中から予報対象域の流出条件を予測するのに不可欠な地点のものを選択する。利用可能な観測所が無い地域や、予報対象域の洪水条件に大きく影響するような流出が予想されるようなところにおいては新たな観測所を設置する。

(2) 選ばれた観測所は使用可能な通信回線網の有無によって、通信回線網が有る観測所と無い観測所に分類出来る。前者の場合、現在使用中の通信回線に必要に応じ、簡単な修理をおこなって使用するものとする。後者の場合は現在の施設のレベルを基に、最も使用性の良い効率的な通信が確保できるような通信回線を設置する。

(3) ＲＩＤは灌漑用水管理のためにコンピューター・システムを使用しており、これらの増設計画も進行中である。しかし、これらが本洪水予報システムに利用できる可能性は限られると考えられるため、これらのコンピュータ・システムを使用しないという前提のうえで本調査を進める。

(4) 洪水予測結果はＢＭＡ、ＥＧＡＴ、ＬＡＤのような関係官庁に伝達するものとし、現在使用中の施設をもとに適切な方法によっておこなう。

6.2　洪水予報システムの計画策定

6.2.1　水文観測

水文情報は水位観測所と雨量観測所から集められる。洪水予測モデルに使用する水文観測点は必要と考えられる位置関係を考慮して選定する。選定に際して特別に注意することとしては、第１ステップ洪水予報システムを早急に確立することと、第２ステップ洪水予報システムが確立するまでの間、この第１ステップシステムを維持することである。このため、以下の２点を考慮した。

(1) 既存の観測施設と電気通信施設を最少の補修作業と改良作業によって早急かつ効

果的に使用すること。

(2) 既存の観測施設を運営している組織を利用すること。

この結果、ＲＩＤ、気象局（ＭＤ）及びタイ海運公社（ＰＡＴ）所管の観測所から潮位観測所１ヶ所を含む31ヶ所の水位観測所と34ヶ所の雨量観測所を、抽出した。以下にこれらの観測所の詳細を示す。観測所の名称と位置は表６－１、表６－２、図６－１に示すとおりである。

水位観測所の選定

水位観測点の選定は、以下に示すような観測データの必要性を考慮しておこなった。

(1) 洪水予報モデルによるシミュレーションのための初期条件を検証する。

(2) 上流域で観測される流出量に関する境界条件を入力する（表６－４参照）。

(3) タイ湾の潮位予測のための基本情報を保有する。

(4) それぞれの予測地点において水位／流量を監視する（表６－３参照）。

選定に際しては、まず既存の観測所の使用可能性を検討した。最初に多くの必要観測地点がＲＩＤの観測所と重なっていることからＲＩＤの水文部が所管する観測所を対象に検討した。しかし、水文部の観測所で測定された水位は現在のところ郵便でバンコクのＲＩＤ本省に送られており、今後は洪水予測に不可欠な迅速な情報伝達手段と取り替える必要がある。また、水文部が所有する現在の水文観測システムには、パサック川流域及びサカエクラン川流域において観測所未整備地域があることがわかっている。

この観測所未整備地域の観測については、パサック川中流域にある気象局所有の２つの観測所を組み入れることにし、サカエクラン川流域に対してはＲＩＤ水文部がかつて使用していたCt８観測所を再度利用して水位観測と流量測定をおこなう。ただし、Ct８観測所は現在のところ、1980年以来機能停止したままである。この河川関係の観測に加え、タイ湾の潮位観測をタイ海運公社が所有するフォート・プラチュル観測所においておこなう。

雨量観測所の選定

第１ステップでは流域流出量予測モデルを適用する12の分割流域において、流域平均雨量を予測するための雨量観測が必要である。これは第２ステップ洪水予報システムにおけるモデル解析の対象として14の分割流域を最終的に提案しているが、プミポンダムとシリキットダムの流域面積をカバーする２つの分割流域（流域コードNo.ＢＳ－１、ＢＳ－７）は、ダムからの放流量をモデル計算上の境界条件として使用するという条件により、第１ステップ洪水予報システムの対象分割流域からはずしたことによる。

雨量観測所の選定にあたっては、電気通信施設と同様に既存の観測施設の利用が可能かどうかという点に主眼をおき、この結果、以下のように観測所を決定した（表６－５参照）。

(1) 先に決定した水位観測所のすぐ近くにある10の雨量観測所を選定。これは水位観測所と共通の電気通信手段を使用することを念頭においたものである。

(2) 気象局所管かＲＩＤの地方局が管理する18の雨量観測所を選定。観測データは、既設の電気通信手段によってバンコクの本局まで１日以内に届けることが可能である。

このような観測所選定の結果、サカエクラン川流域を除いてそれぞれの分割流域にかなり均一に雨量観測点を配置することができた。一方、このサカエクラン川流域の観測所の不足に対しては、ＲＩＤの水文部が管理する既設の雨量観測所の中から６ヶ所の観測所を選び追加の観測点とした。サカエクラン川流域内にある観測所はこれだけであるが、有効なデータ送信システムは無い。従って、観測所には新規のデータ送信システムが必要である。

6.2.2 情報収集

計画条件

(1) 送信データの量

流域全体の水文データは、31ヶ所の水位観測所と34ヶ所の雨量観測所から集められる。これらのデータはＲＩＤ本局で収集され、処理された後、関係官庁とＲ

ＩＤの地方局に伝達される。

(2) 通信回線網の設立

ＲＩＤの地方局が管理する観測所において得られた水文データは通信部を通じてＯ＆Ｍ部に送信される。一方、ＭＤやＥＧＡＴで集められた水文データは彼ら独自の通信システムでバンコクの本局に送られる。新しい通信網はこれら既存のシステムを最大限に利用することを前提として計画されている。従って、システムの中で構築されるべき回線としてＲＩＤ本局と以下に示す所との間の回線があげられる。

(a) ＲＩＤ水文部が管理している水文観測所との間の回線。（水文観測用。）

(b) 関係官庁の本局との間の回線。（データ収集と洪水予測結果の伝達用。）

(c) ＰＡＴの潮位観測所との間の回線。（水文観測用。後に述べる無線通信網の検討を参照）。

適用可能な施設の検討

適用可能な施設については、人力の介在、最新のオンラインシステム、既存のオフラインシステムの観点に立って決定した。第１ステップの通信システムは第４章で述べたように現行のオフラインシステムを使用しておこなう。これに関連して送信網、送信手段、送信周波数の検討を行った。以下にその検討結果を示す。

(1) 通信網

有線による方法は強雨や強風により不意の通信遮断が考えられる。従って、洪水時の信頼性から無線による方法が適当といえる。

(2) 送信手段

送信手段としては音声通信システムを採用する。これは、文字通信システムの場合新規のＨＦ周波数を用いる施設が別途必要となるため、音声通信システムの方が経済性の点で有利だからである。

(3) 無線機

技術的な観点からするとＶＨＦ方式とＨＦ／ＳＳＢ方式は一般的に通信距離に違いがある。すなわち、ＨＦ／ＳＳＢ方式は長距離通信用であり、ＶＨＦ方式は短距離通信用である。この距離上の境界点は価格の面から30kmと考えられるところから、ＨＦ／ＳＳＢ方式は30km以上、ＶＨＦ方式は30km以下に用いる。ただしこの境界点30kmという値は地形条件によって変わる。

代替通信網の検討

本検討の中心は、ＲＩＤ水文部が管理する収集データ用の通信網についてである。この通信網について先ず述べる。

ＲＩＤが保有している現在の通信網は、主として本局、地方局、プロジェクト・オフィスの間の連絡用に設けられたものである。既存の通信網を有効に使用し、初期投資額を節約するために、水文観測所と最寄りのプロジェクト・オフィスの間を結ぶ案がまず考えられる。

一方、送信データの信頼性は維持・運営費と同様に中継点の数に左右されるということが考えられる。このため、送信データの信頼性を向上させ、維持・運営費を軽減するために、観測所と関係地方局またはＲＩＤ本局との間を距離に関係なく直接結ぶ案も検討する必要がある。

このような考えから、以下の代替案について検討す。（図６－２参照）

Case１：水文観測所と最寄りのＲＩＤプロジェクト・オフィスとの間を結ぶ通信網。

Case２：水文観測所と最寄りの地方局との間を結ぶ通信網。

Case３：水文観測所とＲＩＤ本局との間を直接結ぶ通信網。

表６－６に上記３案の比較検討結果を示す。この結果、経済性と送信データの信頼性の面でCase３が最良案となっている。

他の関係官庁（ＭＤ、ＥＧＡＴ、ＬＡＤ、ＢＭＡ）の本局とＲＩＤ本局との間も他に信頼できる回線が無いことから直接結ぶことになった。ＰＡＴ管轄の潮位観測所については、ＰＡＴ本局経由ではなく直接ＲＩＤ本局へ送信する方がより良いという結論が出された。これは現在この観測所とＰＡＴ本局との間に回線が無いことによる。

最適通信網

上述の検討結果に基づいて、下表と図６－３に示すような最適通信網が提案された。

関係官庁	通信網			
	観測所 ═══	関係官庁の本局	═══	ＲＩＤ本局
ＭＤ	HF/SSB (*)		VHF (**)	情報収集
ＰＡＴ		HF/SSB (*), (***)		情報収集
ＲＩＤ（Ｏ＆Ｍ部）	VHF;HF/SSB (*)		VHF;HF/SSB (*)	情報収集
ＲＩＤ（水文部）		HF/SSB (*), (***)		情報収集
ＬＡＰ			VHF (**)	情報伝達
ＢＭＡ			VHF (**)	情報伝達
ＥＧＡＴ			VHF (**)	情報収集/伝達

Note：（＊）既設　（＊＊）新設
（＊＊＊）観測所とＲＩＤ本局を直接結ぶ。

上記の通信網に加え、ＲＩＤの既設の通信回線を用いてＲＩＤ本局と地方局あるいはプロジェクト・オフィスの間で水文データの収集、洪水予測結果の伝達、対策のための必要な指示事項の連絡等をおこなう。

6.2.3　情報管理

機　能

情報管理システムはリアルタイムなデータファイル、データ処理、洪水予報、水文解析、情報の視覚的な表示、流域条件の監視等、洪水予報システムとしての機能を有効に満足するように計画策定することが必要である。

しかし、第１ステップのシステムは既存の施設を使用し、マニュアルな方法によって操作、洪水予測、水文解析、計算結果の表示をおこなう。

管理する情報

洪水予報システムの管理対象データは、表６－７に示すように洪水予報計算と、洪水防御計画策定のためのものに分類出来る。このうち洪水予報計算用のデータとしては水文調査の結果選ばれる雨量、水位、潮位である。

洪水防御対策用のデータおよび情報は以下の通りである。

(1) 他の気象／水文データ

(2) 湛水域の面積、深さ、期間

(3) 洪水被害

(4) 洪水防御工事の記録

(5) 土地利用図、地形図、河川横断図、縦断図

(6) 地盤沈下

(7) 河川構造物の特徴と操作ルール

これらの情報のうち、(5)以外のものはデータ・ベースにファイルし、(5)に属するものは普通の引き出しに入れてファイリングする。

施　設

情報管理システムの中核をなすコンピューターシステムは、ハードウェアーとソフトウェアーから構成される。ハードウェアーの方は、洪水予報システム専用目的の端末機とデータ記憶装置、プリンター、カラーコピー、ビデオプロジェクター等の周辺機器から構成される。

情報管理システムの構成は図６－４に図示するとおりである。ハードウェアーの仕様は表６－８に示されているとおりである。この仕様決定にあたっては下記の点を考慮した。

(1) データファイル、データ処理、洪水予報及び結果表示に関する能力

(2) ソフトウェアーライブラリーとデータ・ベースの増加に対応してシステムの拡張が可能かどうか

(3)データ・ベースと運用プログラムを共通に使用することから現在ＩＥＣにあるコンピューターシステムとの互換性。

ソフトウェアーはオペレーティングシステムと実行プログラムとから構成されている。ソフトウェアーの仕様は表６－10に示すとおりである。洪水予報の解析手順の流

れを図６－５に示してある。洪水予報システムの運用プログラムは、情報管理施設の設置の最中かその後に用意する必要がある。表６－９には用意すべき主要運用プログラムを示す。

6.2.4　情報伝達

洪水予測結果は表６－10に示すように、洪水予測地点における洪水予測期間の日水位あるいは時間水位からなる。この結果はＲＩＤ地方局№７、№８及び、ＬＡＤ、ＢＭＡ、ＥＧＡＴ等の関係官庁に毎日伝達する。

洪水情報の伝達をおこなうことによって、洪水防御や水防作業などの洪水対策を上記の官庁が実施する際に役立てることが出来る。情報伝達システムの概要は図６－４に示すとおりである。

6.3　洪水予測の内容

それぞれの洪水予測地点における洪水予測は、観測データと洪水予測モデルのさまざまな組み合わせを基に日平均水位／流量あるいは時間平均水位／流量を求める形で計算する。詳細は以下に述べるとおりである。

日平均水位／流量の予測

日平均水位／流量の予測はバンコクを除く洪水予測地点でおこなう。この洪水予測のために、洪水時においても潮位の影響を受けることがほとんどないバングサイより上流域でピックアップされた水文観測所から水位と日雨量を集める。水文データは各観測地点において１日１回同時観測され、バンコクの本局に２日以内に届けられる。観測時間はここでは午前９：00と仮定する。

データを集めた後、測定水位と日雨量はそれぞれ処理され、流出量（水位－流量曲線による）と流域平均雨量に変換される。その後、流域流出量予測モデルによりそれぞれの分割流域ごとに雨量を使って流出量を予測する（第5.3.2節を参照）。そしてさらに、洪水氾濫モデルによって河道や氾濫域に沿った洪水追跡計算をおこなう（第5.3.3節、第5.3.4節参照）。このようにして、各洪水予測地点における日平均流量が実際の洪水流出が生じる以前に予測することができる。

時間平均水位／流量の予測

最も重要な洪水予測地点であるバンコクはチャオピア川の河口付近に位置しており、時間水位は潮位変動を考慮した不定流予測モデルによって予測を行う。

不定流洪水予測モデルでは、先ず最初に初期条件を検証することが必要である。すなわち、モデル計算の条件となる河口からバングサイまでの河道区間の水位縦断を検証のため河口に沿ったフォート・プラチュル、メモリアル橋（Sta.C4）、ＲＩＤサムセン事務所（Sta.C12)、ＲＩＤパクレット事務所（Sta.C22)といった４ヶ所の既設の観測所において自記記録計による時間水位の記録を収集する。観測は、午前９時までの24時間にわたって毎時水位を測定し、バンコクの本局へ２日以内に届けるものとする。この他洪水予測に際して次の境界条件を使用する。

(1) バングサイにおける流出量を、先に述べた流域流出量予測モデル、河道追跡モデル、洪水氾濫モデルのそれぞれによって日変化の形で予測する。

(2) タイ湾の潮位を調和解析により時間変化の形で予測する。

これまで述べてきた情報収集、検証条件、境界条件を前提条件として、チャオピア川河口に沿った予測地点の水位とこれ以外の点についても不定流予測モデルによって予測水位を求める。

6.4 洪水予測の効果

第１ステップで必要な６日前の洪水予測の精度は、第１ステップ洪水予報システム用に抽出した観測所における1978年、1980年、1983年の水文記録を用い、シミュレーション計算により検証した。シミュレーション計算結果による精度の評価は下記の通りである。

バングサイより上流域における日平均流出量の予測

洪水流出量の算定は、流出量の観測記録があるナコンサワン、チャイナート、アントンらの洪水予測地点でおこなう。予測計算は流域流出予測モデル、河道追跡モデル、洪水氾濫モデルを組み合わせておこなう。予測結果を図６－６、表６－11に示す。これに関する評価は以下の通りである。

(1) ナコン・サワンとチャイ・ナートでの予測

表6－11に示すように、6日前予測の最大流出量は観測値と比較して最大 300㎥/secの違いで、これは水位に直して15cmぐらいにしかならないことから、予測結果は十分利用可能な数字といえる。

(2) アントンでの予測

表6－11と図6－6 (3/3)に示すとおり、予測の結果は十分実用的なことを示している。しかし、ナコン・サワンやチャイ・ナートにおける結果と比較して、予測誤差がかなり大きい。誤差が生じた理由のひとつは、アントンでの流量観測の期間がとても限られており、観測流出量の信頼性が低いことがあげられる。従って、流量観測の信頼しうるデータをもっと増やし、洪水予測モデルの効果を検証することが必要である。

感潮区間の時間平均水位の予測

日最大水位は河口部周辺数ヶ所における不定流予測モデルによって6日前に予測し、表6－12に示すように観測水位と比較した。この予測計算は以下の条件を前提としている。

(1) 予測に使用するデータは、1978年、1980年、1983年におけるバングサイでの年最大流出量が記録された日のものである。

(2) 上流側の境界条件はバングサイで6日前に予測した日平均流出量より与える。

(3) 下流側の境界条件は、フォート・プラチュル（河口から約 1.0km上流）における過去の潮位記録から調和解析によって予測した時間平均潮位によって与える。

6日前予測における誤差はだいたい10cmから30cmの間で、最大誤差30cmは、サトウ・プラディット（河口から約40km上流）における1978年10月21日の予測の際生じている（表6－13参照）。

予想洪水到達時間

観測上及び計算上の河道流下時間を考え合わせ（表6－13参照）、以下に示すような

洪水到達時間が各々の洪水予測地点で推定出来る。

(1) ナコン・サワン

ピン川流域における洪水が支配的であって約8日間と推定される。

(2) チャイ・ナート、シン・ブリ、ロブ・ブリ、アン・トン

サカエクラン川流域における洪水が支配的で約6日間である。

(3) アユタヤ

ラマ6世ダムより下流側のパサック川に沿った流域では、パサック川流域の洪水によって支配され約4日間である。チャオピア川に沿った流域では10日間以上と考えられるが、これは上流域における遊水効果によるものと思われる。

(4) バンコク

チャオピア川沿いのアユタヤの場合と同様にバングサイにおける流出量は10日前に予測することが可能である。一方、タイ湾の潮位は調和解析法によって約1年前に予測できる。従って、バンコクにおける水位の予測は10日前に可能である。

システムの適用性

第6.4.1節で述べたように、第1ステップ洪水予報システムでかなり精度良く予測がおこなえる。また、洪水予測地点における洪水到達時間を考えると、第1ステップ洪水予報システムで必要とされる短期予測が可能である。第1ステップ洪水予報システムにおける短期予測の必要期間は約 5.5日と推定され、これは現在の条件下での最少値である（第5.2.1節参照）。しかし、パサック川流域で洪水が起こった場合のアユタヤでの洪水到達時間は約4日間と考えられ、これでは必要な洪水予測時間より早く洪水が到達する。従って、第2ステップ洪水予報システムの主眼は必要洪水予測時間が短くなるようなデータ収集と処理の手段の開発である。

6.5　予備設計、実施計画及び費用積算

6.5.1　予備設計

本計画のシステムでは既存の雨量観測所や水位観測所を使用する。従って、通信施設とデータ処理施設が予備設計の対象である。

通信施設

主要通信施設は無線機器とその局舎から成り、概要は次のとおりである。

(i)　無線機器

ＶＨＦ無線局及びＨＦ無線局における機器の仕様を示す。

(a)　ＶＨＦ無線局

ＲＦ出力	：	10Watts
周波数帯	：	150ＭＨｚ
アンテナ	：	３素子ヤギアンテナ
アンテナ高	：	20m以下

(b)　ＨＦ無線局

ＲＦ出力	：	100Watts
周波数領域	：	３－15ＭＨｚ
アンテナ	：	ディポール型
アンテナ高	：	15m以上

(2)　局　舎

すべての観測所にＶＨＦ無線機とＨＦ無線機を収納する局舎を建設するが、その大きさはだいたい３㎡程度あれば据え付け、操作ともに十分である。ただし、本局においては、現在のオフィス内の使用していないスペースを使用するものとし、そこに機器を配置し操作する。

局舎の概要図を図６－７、６－９に示す。

データ処理施設

データ処理施設は図６－10に示す機器から構成されており、ＲＩＤ本局に設置する。

機器仕様の必要条件は次のとおである。

(1) エンジニアリング ワークステーション

ＣＰＵ	：	32ビット
主記憶装置	：	５ＭＢ以上
サイクルタイム	：	200nsec 以上

(2) 固定ディスク

容　量	：	100ＭＢ以上

(3) 磁気テープ装置

容　量	：	2400ｆｔ
データ密度	：	1600ＢＰＩ

(4) ＣＲＴディスプレイ

ＣＲＴ	：	17インチ以上、カラー
解像度	：	24行×80文字以上

(5) プリンター

型　式	：	ドット・マトリクス型式
プリント速度	：	180cps以上
キャラクター	：	128 ASCII標準

(6) Ｏ　Ｓ

言　語	：	フォートラン、アセンブラー、Ｃ言語
ユーティリティ	：	バックアップ、編集、保全

(7) ビデオ・プロジェクター

表示サイズ	：	100インチ