No. 10

タ イ 王 国

ナムパイ・チャム川水力発電開発計画

マスタープラン調査報告書

1981年7月

国 際 協 力 事 業 団

鉱 計 資
[redacted]
81 − 132

タ　イ　王　国

ナムパイ・チャム川水力発電開発計画

マスタープラン調査報告書

1981年7月

JICA LIBRARY
1050004[9]

国際協力事業団

国際協力事業団

受入月日 84.8.24	122
	643
登録No. 13822	MPN

ま　え　が　き

日本政府は，タイ王国政府の要請に基づき同国のナムパイ及びナム・チャム河水力発電計画に関するママタープラン策定調査を行うこととし，その実施を国際協力事業団に委託した。当事業団は，成田饒氏を団長とする調査団を編成し，1980 年 11 月 11 日より 1981 年 1 月 19 日まで現地調査を行った。

同調査団は，プロジェクトの基本的諸条件について，タイ王国政府関係者と意見を交換し，タイ王国北部に位置する建設予定地の実地踏査を行った。帰国後，同現地調査によって得られた結果及び資料に基づき，さらにデータの検討，解析等を行った。本報告書はこれらの成果を取りまとめたものである。

本報告書が本計画を一層推し進め，両国間の友好関係の促進に貢献できれば幸いである。

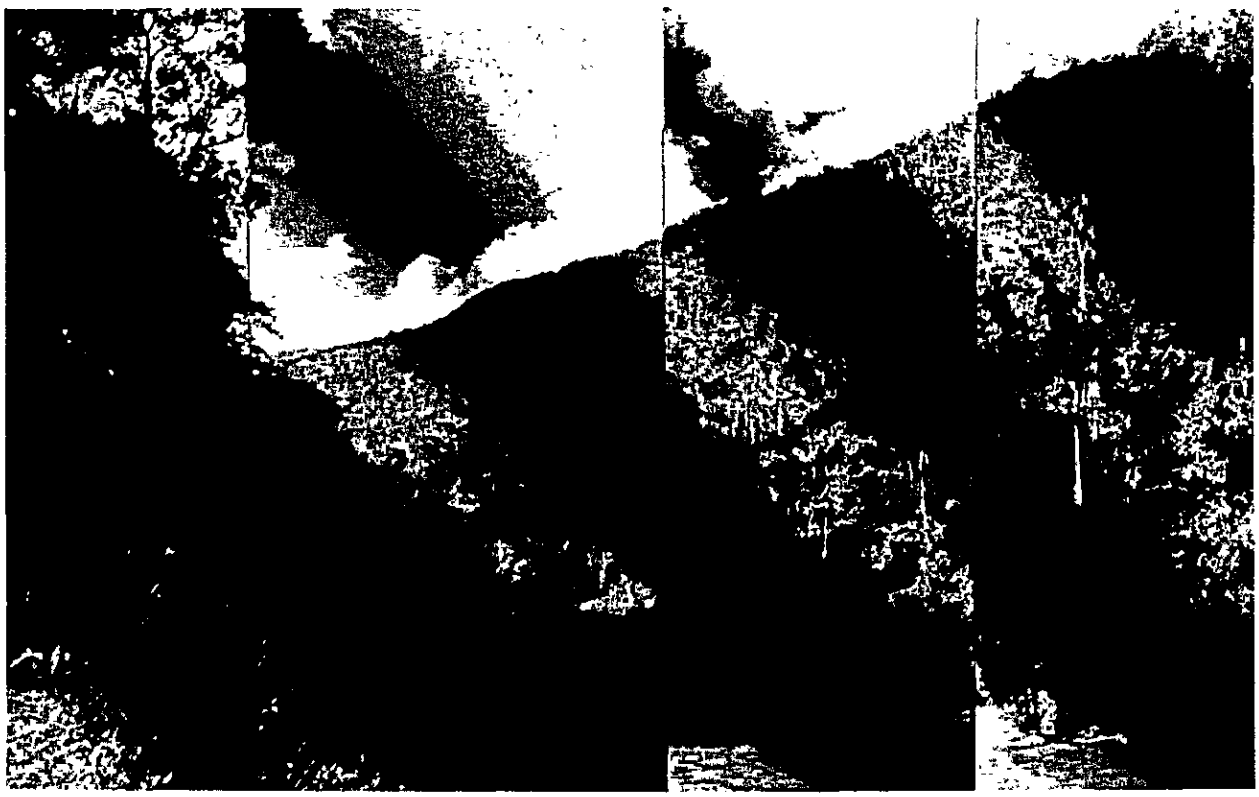
終りに，調査に際し多大の協力をいただいたタイ王国政府，在タイ日本大使館，外務省及び通商産業省の関係各位に対し心から謝意を表するものである。

1981年7月

国際協力事業団

総裁　有　田　圭　輔

Mae Pai No.6 Dam Site
View from downstream



Mae Pai No.1 Upstream Alternative Dam Site
View from upstream

Mae Pai No. 1 Downstream Alternative Dam Site
View from upstream

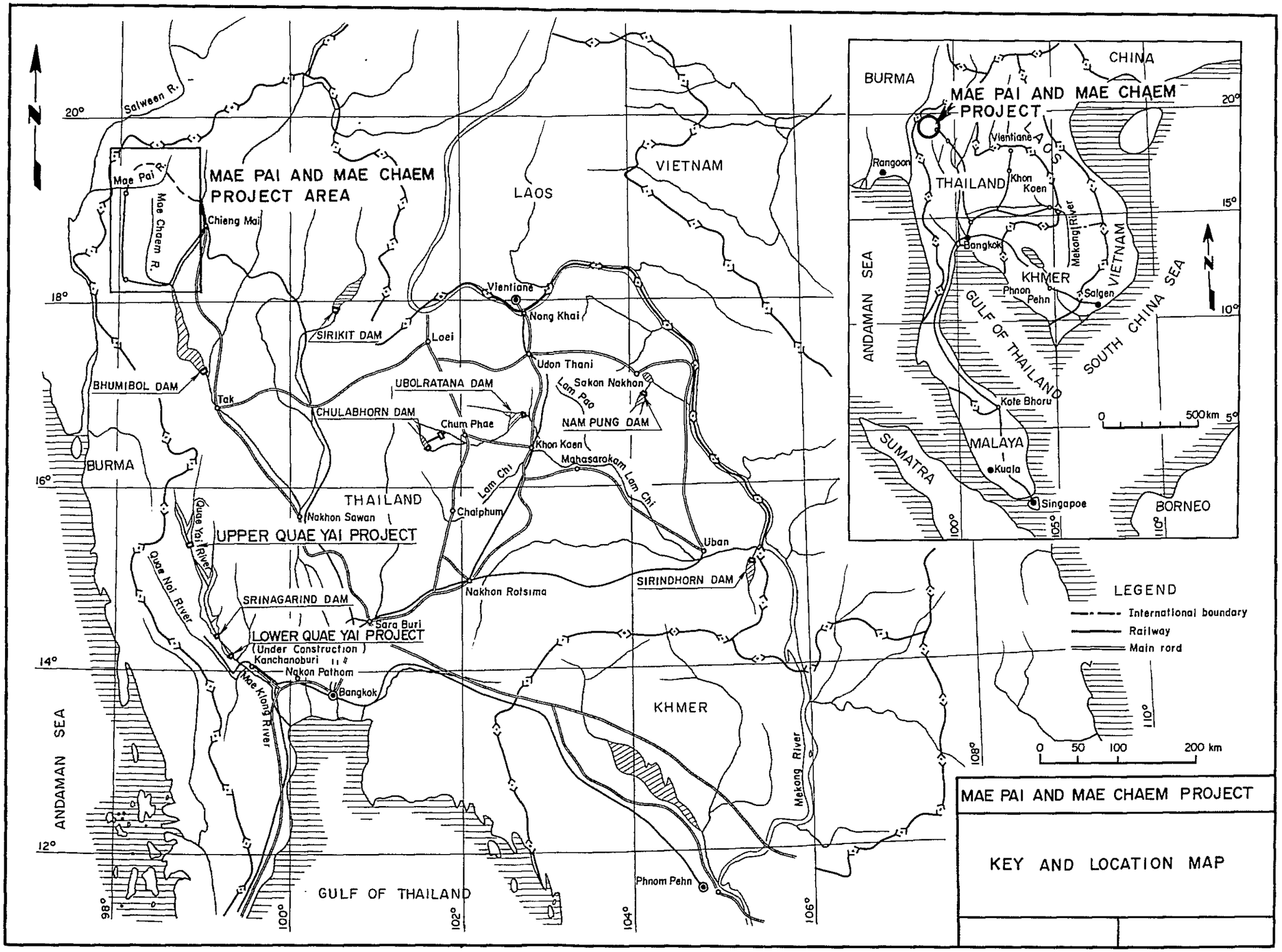
Mae Pai No. 1 Downstream Alternative Dam Site
Lime stone on right bank with Cave and Stalactite

Mae Chaem No.5 Dam Site
View from upstream

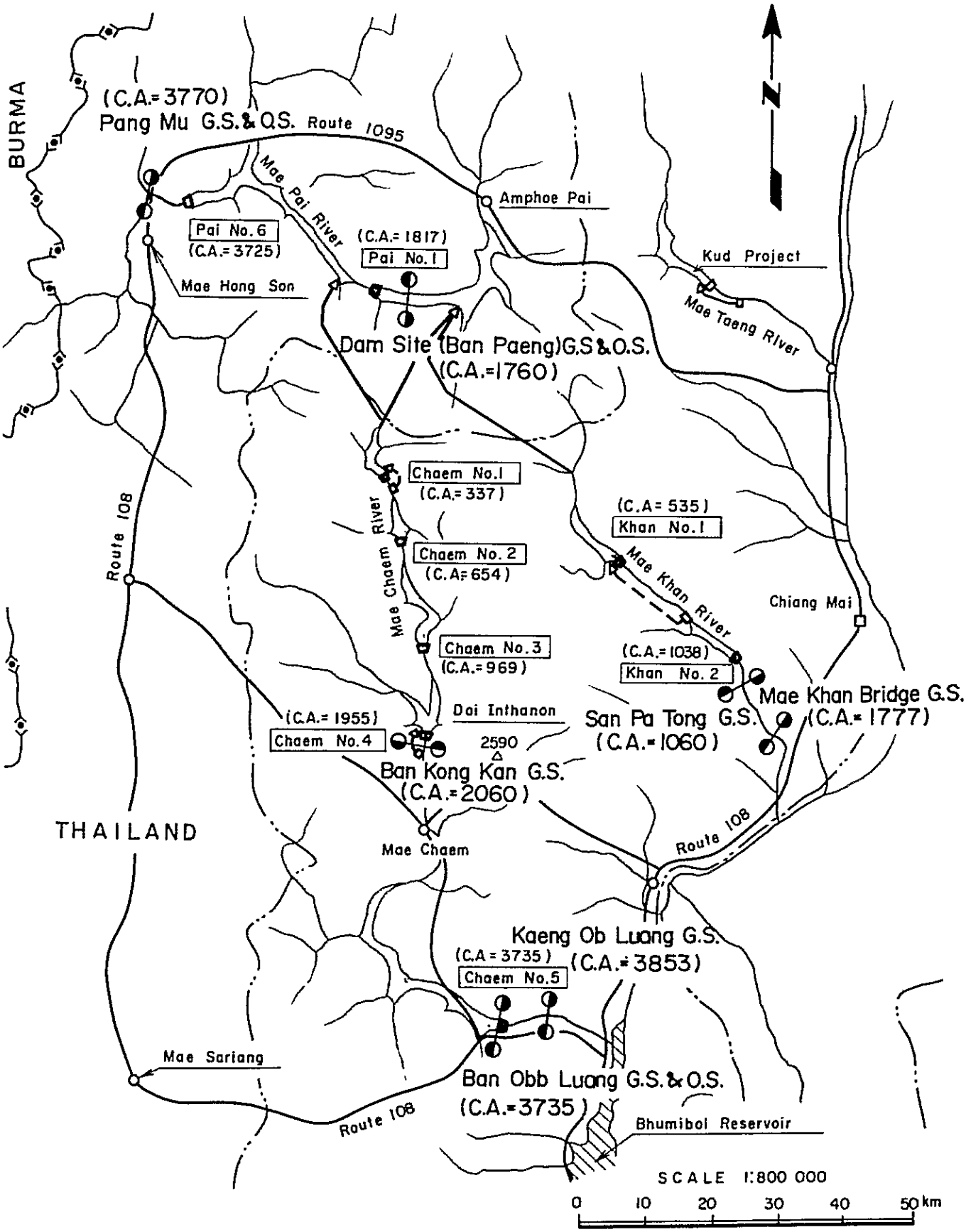
Mae Chaem No.4 Upstream Alternative Dam Site
View from upstream

Mae Chaem No.4 Original Dam Site
View from downstream

Mae Chaem No.4 Original Dam Site
Outcrop of Lime stone on left bank


MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT AREA
Salween R.
Mae Pai R.
Mae Chaem R.
Chieng Mai
BURMA
THAILAND
LAOS
VIETNAM
KHMER
ANDAMAN SEA
GULF OF THAILAND
SOUTH CHINA SEA
SIRIKIT DAM
BHUMIBOL DAM
Tak
Loei
Vientiane
Nong Khai
Udon Thani
Sakon Nakhon
UBOLRATANA DAM
CHULABHORN DAM
Chum Phae
Lam Pao
NAM PUNG DAM
Khon Kaen
Mahasarakam
Lam Chi
Chaiphum
Uban
SIRINDHORN DAM
Nakhon Sawan
UPPER QUAE YAI PROJECT
Quae Yai River
Quae Noi River
SRINAGARIND DAM
Nakhon Ratsima
Sara Buri
LOWER QUAE YAI PROJECT
(Under Construction)
Kanchanoburi
Nakon Pathom
Bangkok
Mae Klong River
Mekong River
Phnom Pehn
20°
18°
16°
14°
12°
98°
100°
102°
104°
106°
108°
110°
N
CHINA
MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
Rangoon
Khon Koen
Mekong River
Phnon Pehn
Saigon
Kota Bhoru
MALAYA
Kuala
Singapore
SUMATRA
BORNEO
15°
10°
5°
105°
0 500km
LEGEND
International boundary
Railway
Main road
0 50 100 200 km
MAE PAI AND MAE CHAEM PROJECT
KEY AND LOCATION MAP

GENERAL FIGURE OF THE PROJECT AREA



目　　次

第1章　結論および勧告

1．1　結　　論 …… 1－1

1．2　勧　　告 …… 1－2

第2章　緒　　論

2．1　従来の経緯 …… 2－1

2．2　報告書の範囲 …… 2－1

2．3　現地調査 …… 2－4

2．4　現地調査の所見 …… 2－5

第3章　開発の必要性

3．1　経済一般 …… 3－1

3．2　電力事情 …… 3－4

3．3　開発の必要性と開発時期 …… 3－8

第4章　水　　文

4．1　気　　象 …… 4－1

4．2　測水所および気象観測所 …… 4－2

4．3　流量資料の取扱い …… 4－3

4．4　各サイトへの流入量 …… 4－4

4．5　堆　　砂 …… 4－5

4．6　設計洪水量 …… 4－6

第5章　地　　質

5．1　序　　論 …… 5－1

5．2　調査の範囲および方法 …… 5－1

5．3　既往地質調査 …… 5－2

5．4　計画地域全体の地形，地質概要 …… 5－4

5．5　各計画地域の地質 …… 5－5

第６章　開発計画

６．１　過去に実施された調査 …… ６－１

６．２　開発計画案の検討 …… ６－１

６．３　単独開発計画 …… ６－４

６．４　揚水分水計画 …… ６－６

第７章　関連送変電計画

７．１　北部タイにおける電力需給 …… ７－１

７．２　関連送変電計画 …… ７－１

第８章　灌漑地域の現況と水需要

８．１　Rice Cultivation in Thailand …… ８－１

８．２　Chiang Mai－Lawphun Basinの農業現況 …… ８－１

８．３　Khamphaeng Phet Plainの農業現況 …… ８－２

８．４　Chai Nat Region － The Greater Chao Phraya Irrigation Project …… ８－５

８．５　灌漑用水量の算定 …… ８－６

８．６　農業便益の推定 …… ８－９

８．７　プロジェクト　コスト …… ８－12

８．８　費用，便益比率 …… ８－12

８．９　Khamphaeng Phet　右岸平野に於ける灌漑の将来構想　８－12

第９章　都市用水

９．１　都市用水の現況 …… ９－１

９．２　将来の給水拡張計画 …… ９－４

第10章　予備設計

10．１　土　　木 …… 10－１

10．２　電気機器 …… 10－３

第11章　工事費

11．１　工事費 …… 11－１

第12章　経済評価

12．1　経済評価の方法 …… 12－1
12．2　経済評価の対象プロジェクト概要 …… 12－2
12．3　代替発電設備の選定 …… 12－4
12．4　プロジェクトの便益 …… 12－5
12．5　水力発電計画の年経費 …… 12－7
12．6　経済評価 …… 12－7

経済評価補遺

付録　（水文，地質料等）

第１章　結論および勧告

第1章　結論および勧告

Mae Pai川およびMae Chaem 川水力発電開発計画について，既存の調査報告書，NEAほかタイ国関係諸機関より提供された資料，また現地における調査および国内での検討の結果，それぞれ次の結論と勧告が得られた。

1.1 結　論

1.1.1 早急にフィージビリティスターディを実施すべき計画

プレフィージビリティレベルでの検討を行った結果，Mae Pai 川No.6およびMae Chaem 川No.5の2地点について，早急にフィージビリティスタディを実施するのが妥当である。この場合，満水位，最大使用水量，最大出力等については下記の数値を基準として，さらに詳細な検討を加えるものとする。

プロジェクト名	HWL m	ダム高 m	Qmax m^3/s	Pmax MW	工事費 10^6 B
Mae Pai River No.6	400	185	202	291	7,647
Mae Chaem River No.5	440	140	116	102	4,669

主要諸元はTable 6.18のとおりである。

1.1.2 各プロジェクトについて

(1) Mae Pai 川単独開発計画

No.1地点の地質は石灰岩でダム建設が可能かどうかを判定するために地質調査を行う必要があるが，ダム建設が可能であれば満水位475mとして，フィージビリティスタディを実施するのが妥当である。この場合最大使用水量85.4m^3/s，最大出力48.9MWを基準値とするものとする。

No.6地点については，満水位350mないし400mのケースについて検討した結果，何れも経済性はよいが，満水位400mの場合（B−C）max である。この地点の地質は主要土木構造物に重大な支障を来すような異常はみられない。

(2) Mae Chaem川単独開発計画

5地点のうち，No.1，No.2，No.3の3地点については経済性が悪い。

No.4地点については，原案のダムサイトは左岸および貯水池内広範囲にわたり石灰岩でおおわれている。今回6Km上流の代案地点について検討の結果，経済性ある計画は得られなかった。しかし，代替火力の便益単価，金利如何によっては経済性がよくなる可能性も

あるので，将来原案地点ならびに代案地点の地質調査を実施し，計画の再検討を行うのが妥当である。

No. 5地点については満水位410mないし450mについて検討した結果，ダム最高水位EL. 450m案を除き，発電端における超過便益（B−C）は正となり経済性が認められたので，タイ国のエネルギー事情も考慮して，最高水位EL.440m案を選定した。この地点の地質は主要土木構造物に重大な支障を来すような異常はみられない。

(3) Mae Kahn川単独発計画については経済性は悪い。

(4) 揚水分水計画

Mae Pai川からMae Chaem川，Mae Kahn川，Mae Taeng川のうち何れかに揚水分水する計画については，Mae Pai川——Mae Chaem川分水案が最もよいが，この場合でも経済性は悪い。この理由は高揚程で分水距離が長いこと，投資に比較して電力および農業による便益が小さいことである。この計画は灌漑による便益単価が著しく上昇し，これによる便益が著しく増加しない限り成立しない。

1.1.3 開発時期

タイ国電力事情，特に国内資源の活用，電力エネルギーの外部依存率の減少による電力の安定供給等を考慮すると，水力開発は急務である。投入時期については，他の水力発電計画との優位性の比較検討を行って決定すべきであるが，Mae Pai川No. 6，Mae Chaem川No. 5を夫々河川別に開発する計画について可及的早期に発電開始することを目標に，フィージビリティスタディを実施するのが妥当である。

1.2 勧　告

1.1.2)で述べた如く，Mae Pai No. 6およびMae Chaem No. 5の両地点は今後フィージビリティスタディを実施すべきであり，又Mae Pai No. 1およびMae Chaem No. 4の両地点も調査を引続き推進する事が望ましいと結論された。

この結論に沿い今後のスタディに必要な調査工事の実施をTable 1−1および1−2の如く勧告する。

又，計画の実施スケジュールの大綱をTable 1−3に示す。

Table 1-1 Additional Investigation Works for Feasibility Study

Items	Mae Pai No.6	Mae Pai No.1	Mae Chaem No.5	Mae Chaem No.4
1) Hydrology				
• New gaging station	Downstream of Mae Kong	-	-	-
• Suspended sediment	Pan Mu G.S	Dam Site G.S	Ban Ob Luang G.S	Ban Kong Kan G.S
• Flood observatory	"	"	"	"
• Hourly rainfall intensity	"	"	"	"
2) Survey				
• Leveling	By setting of bench mark	Same as left	Same as left	Same as left
• Topographical survey	Supplementary survey on 1 : 2,000 scale with coverage up to 1,000 m on both up and down stream sides from dam axial line and up to EL 450 Supplementary survey on 1 : 10,000 scale to cover planned HW level up to EL of HWL plus 20 m	Topographical mapping on 1 : 2,000 scale of upstream site with coverage up to 1,000 m to both up and down stream sides from dam axial line and up to EL 650 Supplementary survey on 1 : 10,000 scale to cover planned HW level up to EL of HWL plus 20 m	Supplementary survey on 1 : 2,000 scale with coverage up to 1,000 m on both up and down stream sides from dam axial line and up to EL 300 to 550 Supplementary survey on 1 : 10,000 scale up to 3,000 m down stream from dam axial line and EL 300 to 400, to cover planned HW level up to EL of HWL plus 20 m	Check of contour lines on 1 : 2,000 and 1 : 10,000 scale Topographical mapping on 1 : 2,000 scale of upstream alternative site with coverage of 1,000 m to both up and down stream sides from dam axial line and up to 1,500 m from river course center on both left and right banks Supplementary survey on 1:10000 scale map with full coverage of planned HW level up to EL of HWL plus 20 m
3) Access road	New construction of vehicle-trafficable access to dam site Provision for river crossing	New construction of access from gauging station to dam site Provision for river crossing	- -	New construction of access to dam site Provision for river crossing

Table 1-2 Additional Investigation Works

Items			Mae Pai No. 6				Mae Pai No. 1				Mae Chaem No. 5				Mae Chaem No. 4 Alternative Site				Mae Chaem No. 4 Original Site			
			No.	Elevation (m)	Length (m)	Direction	No.	Elevation (m)	Length (m)	Direction	No.	Elevation (m)	Length (m)	Direction	No.	Elevation (m)	Length (m)	Direction	No	Elevation (m)	Length (m)	Direction
4) Geology	Drill hole	Dam	R-1*	365	100	90°	R-1*	405	70	S13°W,60°	R-1*	330	100	N15°W,60°	R-1*	580	80	90°	L-1*	500	70	S82°W,60°
							R-2*	475	70	90°	R-2*	360	70	90°					L-2**	700	200	90
			L-1*	230	100	N6°W,60°					R-3*	328	50	90°	L-1*	510	80	W,60°				
			L-2*	330	100	90°	L-1*	500	100	90°					L-2*	580	80	90°				
							L-2*	560	150	90°	L-1*	365	70	90°								
											L-2*	332	50	90°								
											L-3*	360	50	90°								
			Total: 3 holes 300 m				Total: 4 holes 390 m				Total: 6 holes 390 m				Total: 3 holes 240 m				Total: 2 holes 270 m			
		Spillway	S-1	350	40	90°					S-1	350	40	90°								
			S-2	260	40	90°					S-2	338	40	90°								
			Total: 2 holes 80 m								Total: 2 holes 80 m											
		Power-house	PH-1	230	40	90°																
			Total: 1 hole 40 m																			
		Surge tank	S-1	415	50	90°																
			Total: 1 hole 50 m																			
		Intake	I-1	390	40	90°																
			Total: 1 hole 40 m																			
		Saddle													RS-1**	635	100	90°				
															LS-1**	625	100	90°				
	Test adit	Dam	RA-1	235	60	N6°W					RA-1	400	60	S5°W								
			RA-2	300	60	N6°W					LA-1	400	60	N5°E								
			LA-1	275	60	S36°E																
			LA-2	375	60	S36°E																
			Total: 4 adits 240 m								Total: 2 adits 120 m											
Others							•Geological mapping on 1:2000 scale in adjoining area of dam site. •Reconnaissance of construction material sites, candidated sites as shown in Fig. 5.								•Geological mapping on 1:2000 scale in adjoining area of dam site. •Reconnaissance of construction material sites, candidated sites as shown in Fig. 5.				•Clarification of distribution and characteristic of ordovician limestone •Survey on river discharge (riverbed water or spring water, etc.) and water quality analysis by survey.			

Note.

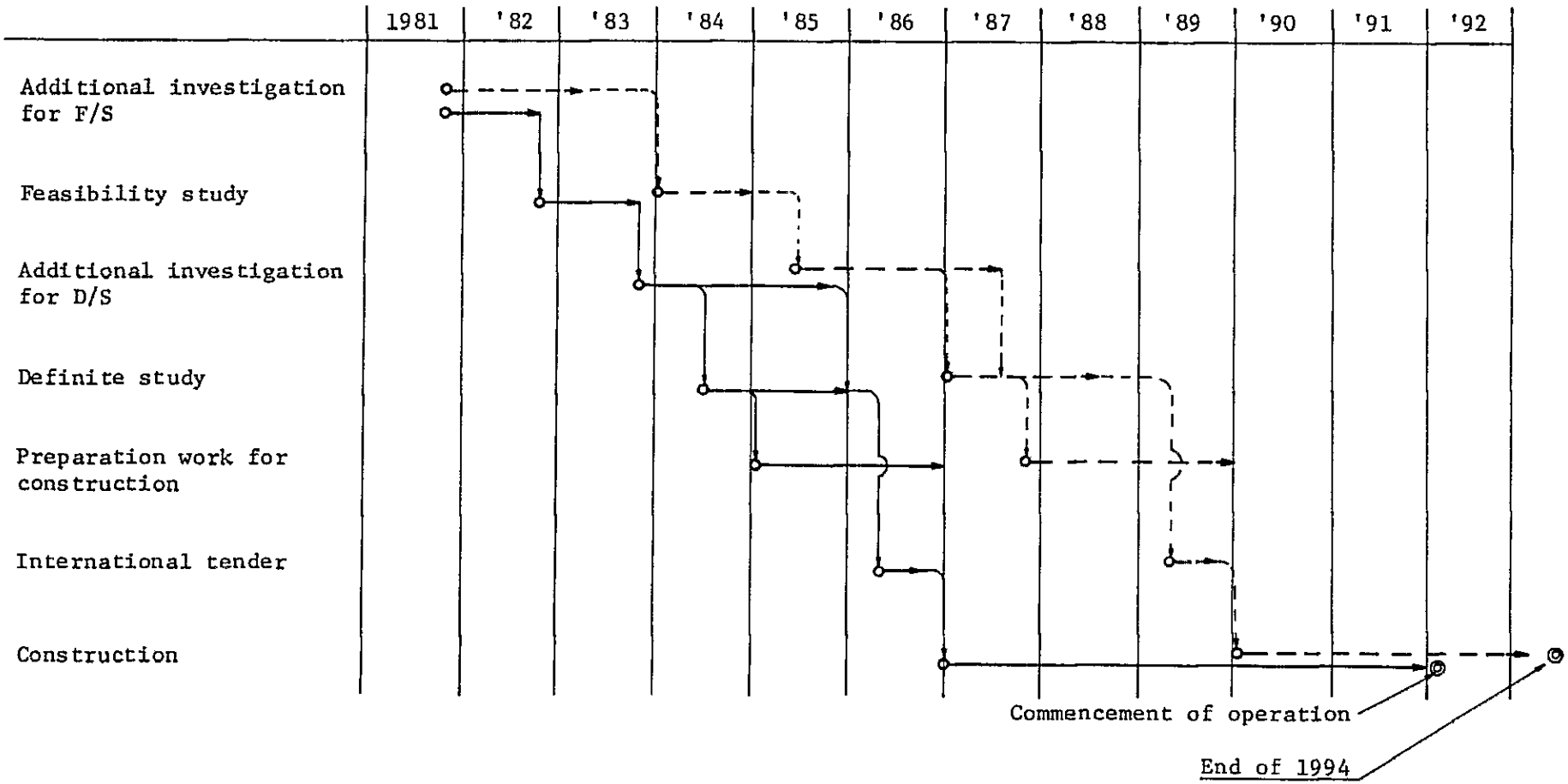
前表の各調査工事の位置はFig.5－18～Fig.5－22に示す。

※印のDrill holesはwater pressure testsを実施する。

※※印のDrill holesはwater pressure testsを実施し，更に掘進終了後ストレーナーを挿入し，水位観測孔とする。

各Drill holesにおいて，掘進作業中毎日孔内水位を測定し記録する。

Table 1-3 Implementation Schedule



* Legend: o——→ Mae Chaem No. 5

o- - -→ Mae Pai No. 6

Note: The relation between both projects in the schedule can be changed as the progress of the investigation works.

第2章　緒　　論

第2章 緒　　論

2.1 従来の経緯

タイ国々家動力庁（National Energy Administration，NEA）は，タイ王国における近年の著るしい電力需要の伸び（年率12～15％）に対処する為，各種の電源開発に力を注いでいる。

然し勿ら，原子力発電や重油専焼火力発電等の計画は燃料調達や環境問題等により極めて難かしい状況下にある。

この様な背景のもとにタイ国政府は，国内の賦存天然資源即ち水力，天然ガス，リグナイト等を有効に活用するべく，これら資源の開発計画を積極的に推進している。

これらの計画の一環としてSalawin川支流のMae Pai川およびChao Phraya川支流のMae Chaem川流域等水力発電開発計画が取り上げられたものである。

タイ国政府は，本計画を推進する為，水力発電開発計画を主体とするマスタープランの作成を企図し，その実施について日本国政府に対し協力の要請をして来たものである。

この要請に基ずき，日本国政府（国際協力事業団 JICA）は本計画を推進する為，1980年2月に事前調査団を派遣し，現地調査および資料収集を実施した。この事前調査の結果を踏え本計画に対するScope of Worksに関し両者間で協議がなされた結果，本調査の実施に至ったものである。

本調査団は，1980年11月11日より1981年1月19日迄タイ国に滞在し，Bangkokにおける資料収集，各関係機関との協議およびMae Pai川，Mae Chaem川等の現地調査を実施した。

現地調査の結果は，本調査団により"Field Investigation Report"として取りまとめられ，調査団帰国前にNEAに報告された。

調査団帰国後，本計画のマスタープラン作成に必要なStudyは，電源開発株式会社の全面的な支援を受けて実施され，今回"Mae PaiおよびMae Chaem川水力発電開発計画マスタープラン"として報告されるものである。

尚，過去に行なわれた主要なStudyについては，第6章で略述する。

2.2 報告書の範囲

本報告書範囲は，タイ国政府（NEA）が計画している"Mae Pai川Mae Chaem川，およびMae Khan川水力発電開発計画"地域の現地踏査および国内解析作業を実施し，Mae Pai～Mae Chaem又はMae Khan Basinへの揚水分水計画を含めそのマスタープランを作成，報告することにあった。

調査は次の各部門について実施された。

(1) 発電を目的とした土木・地質および電気の各部門

(2) 揚水分水計画に関する下流利水を目的とした灌漑・上工水部門

(3) 計画全体の経済性を分析・評価する経済の部門

以下項目毎にSub－itemを列挙すれば次の通りである。

(1) 発電を目的とした土木・地質および電気の各部門

1) Project Layout の検討

本計画は，従来実施された諸調査の結果によれば，Mae Pai，Mae Chaem および Mae Khan 川の単独開発計画をベースにMae Pai 川から Bangkok 市内を貫流する Chao Phraya 川の支流Ping 川へ揚水分水する計画を骨子としていたものである。これらの報告書に対し事前調査団は次の如く勧告した。

○ 従来の調査結果においては，下流の灌漑および上工水便益が明確でなく，したがってProject としての評価が難かしい事。

○ 計画地域は地形・地質共複雑であり，且つ問題点が多いので開発地域全般に亘る諸調査を実施して，ダムサイトをはじめ，水路工作物設置可能な条件を総合的に整理し適正なマスタープランを作成すべきである。

本調査団は，以上の勧告を充分に尊重しつつ，慎重にプロジェクトレイアウトの検討を行い，各調査項目の結果を総合してマスタープランを作成した。

2) 地質調査

○ 計画地域の航空写真判読とその成果

○ 流域全般の地形および地質

○ 各貯水池の地質

○ 主要構造物候補地点の地質

○ コンクリート骨材，盛立材料等

3) 水文調査

○ 気象資料の収集

タイ国北部での降雨・気温・湿度等のデータ収集

○ 流量資料の収集

各サイトへの流入量算定に適用する各側水所の調査および測定データの収集

○ 堆砂資料の収集

主として既設Bhumibol 貯水池の堆砂実績を調査

4) 開発計画

－各案の比較検討－

○ Mae Pai 川単独開発計画案

○ Mae Chaem 川単独開発計画案

○ Mae Khan 川単独開発計画案

○ Mae Pai —Mae Chaem 揚水分水計画案

○ Mae Pai —Mae Khan 揚水分水計画案

当初マスタープランの対象とされていたMae Taeng 川については既に RID ならびに EGATによってKUD 計画が推進されており，Feasibility Report が提出されている。このプロジェクトが実施されると別のプロジェクトを計画する余地はない。又，Mae Pai 川からの分水を考えた場合，水路延長が極端に長く，分水案は検討に値しない。従ってMae Taeng川については，マスタープランの対象外とした。

5) 電力需要想定

NEA，EGAT，MEAおよび PEA は合同で委員会を組織し，中長期の電力需要想定を行っている。本マスタープランでは超長期の電力需要想定を必要とするので，既存の需要想定および開発計画を勘案し想定を行った。

6) 電力系統解折と送変電設備

電気機器送電線設備を設計するにあたっては，電力長期計画に基づく電力系統解折が不可欠であるので，次の項目について検討し，送変電計画を実施した。

○ 潮流，電圧，過度安定度，短絡容量等

7) 灌漑地域の現況と水需要

○ チャイナート（Chainat）灌漑プロジェクト，チョムトン（Chom Thong）地区およびカンパンペット（Kamphaeng Phot）地区の実態調査

月別農業用水量，下流責任放流量，チャイナート受益地区内における水利施設，灌漑プロジェクトコストおよび栽培作物，農業収益等

○ 揚水分水計画に関連する灌漑農業の事業効果の検討

平均的作付体系の推定，蒸発散量，有効雨量等の概算，作付体系と必要用水量との関係，分水量に対応する灌漑規模の検討，経済評価の為の費用一便益スタディに必要な要素の概算等

8) 都市用水の現況と水需要

○ トンブリ地区を含むメトロパンコク地域の実態調査

取水地点，浄水池，配水池等既設々備，給配水地域，給水入口および日給水量等

○ 将来の拡張計画と分水計画との関連

9) 予備設計

各案の比較検討の結果，見出だされた最適案について概略設計を行う。設計項目はダムおよびその付帯設備，水路　発電所，電気機器，送変電設備等である。

10) 工　事　費

タイ国内で実施された水力発電プロジェクトの実績および積算単価を参考とし，現時

点におけるプロジェクトコストを算出する。

11) 経済性評価

- ○ 年経費，発電原価，費用一便益比等の検討
- ○ 代替火力の選定基準
- ○ 多目的便益の想定等

12) 追加調査工事項目の勧告

水文，地形，地質，材料および補償，環境調査等

2.3 現地調査

本調査団の目的は，タイ国政府により提案されたMae Pai，Mae ChaemおよびMae Khan川水力発電開発計画マスタープラン作成の為タイ国内において必要な基礎データの収集を含む現地調査を実施することであった。

この目的を達成する為，調査団はデータ収集，計画地域内の現地調査ならびにタイ側関係諸機関と協議を行った。

調査結果は"Master Plan for the Mae Pai and Mae Chaem Rivers Hydroelectric Power Development Project in the Kingdom of Thailand — Field Investigation Report"として取りまとめられ，NEAに提出された。このレポートの中で現地調査の所見ならびにマスタープラン作成の基礎となる基本的事項等が説明されている。

現地調査に参加したＪＩＣＡ調査団員ならびにこの調査に協力したＮＥＡスタッフは次の通りである。

ＪＩＣＡ調査団員

成田　　銑	団長	電源開発㈱
米田一弘	調整	ＪＩＣＡ
野田明義	潅漑	電源開発㈱
中澤義博	土木	〃
宮下四郎	土木	〃
石川　　清	地質	〃
茶石貴夫	地質	〃
高岡拓也	電気	〃
佐藤博文	経済	〃

ＮＥＡ

Mr. Suwat Saguanwongse	調査計画部長
Mr. Mohar Singh Monga	土木
Mr. Winya Sinjermsiri	土木

Mr. Vijit Sirichoti	土　木
Mr. Sompong Sripyak	土　木
Mr. Inthon Sapata	土　木
Mr. Chartdanai Chatpolruk	機　械
Mr. Aram Supakarn	測　量
Mr. Thanee Montrivade	計　画
Mr. Lek Suwanthada	農　業
Mr. Preecha Seniwong	経　済
Mr. Thirayuth Viraphan	地　質
Mr. Manit Rodphai	地　質
Mr. Samran Tusgate	地　質
Mr. Kamol Karunamit	地　質

2.4 現地調査の所見

2.4.1 地形および地質の概要

Mae Pai川上流部には風化の著るしい花崗岩が広範囲に亘り分布している。この地域内の地形はなだらかな山岳地形を呈している。この為，No.1サイトから上流部には適当なダムサイトは見出し得ない。

No.1サイトから下流部における地形は極めて急峻な山岳地形であり，ダムサイトとして適当である。然し，No.1サイトとNo.4サイト間には多くの大規模な地滑り状の地形が存在し，この為適当なダムサイトは制限されている。

流域内の地質は主にQuartzite（硅岩），Argillite（アージライト），Shale（頁岩），Sandstone（砂岩），Limestone（石灰岩）（Ratburi and Thung Song group）およびCranite（花崗岩）から形成されている。

Ratburi limestonは顕著なカルスト地形を伴ない，Mae Pai川の北部およびMae Pai川支流のKhong川の東西に広範囲に分布している。

然し，このLimestoneは流域内において標高400m以上の高所でShaleに分布している。それ故もしNo.6ダムの満水位がこの標高付近に計画されるならば，貯水池からの漏水はこのLimestoneを通じて発生することはない。

幾つかのカルスト地形がThung Song Limestone地帯にも見られ，露頭上には多くの様々なサイズのCaveが存在する。地域的な地質条件から判断するとNo.6ダムの貯水池から他の流域へ漏水する可能性が僅かながらある。

一方No.1ダムサイトにおいては，下流側へ漏水する可能性がある。

Mae Chaem川流域の地形はなだらかな山岳地形によって一般に代表されている。又，川

は蛇行が著るしい。

流域内の地質は主としてGneiss（片麻岩），Granite（花崗岩），Shale（頁岩）およびLimestone（石灰岩）（Thung Song group）により構成される。

風化現象は一般にGraniteとShaleに顕著である。

Limestoneと他の地層，特にShaleとの間に存在する急峻な崖が両者の境界を構成している。然し，この懸崖の上部は平らな台地状地形を呈している。カルスト地形が航空写真地質判読によりこのLimestoneの中に僅かに見られるが，露頭には多くの異なったサイズのCave が存在する。

Mae Khan 川流域の地質は，主としてGneiss（片麻岩），GraniteおよびShaleで形成されている。№2サイトから№2サイトの下流1.5 km までの地形は局地的に狭い峡谷をなし，河床上のGneiss の露頭は堅硬である。しかしMae Khan 川流域内の地形は一般になだらかであり，低い山体によって特徴づけられる。したがってMae Khan 川流域におけるHigh dam の建設は出来ない。

2.4.2　各ダムサイトの土木技術的判定

水力発電開発計画の立場から見る時，計画地域の水文特性に対し特別な考慮が払われねばならない。計画地域は約6ケ月の雨期と乾期に分れる。この為，貯水池は1年または数年に亘り流入量を調整し得る容量を持つべきで，それによって需要に従い年間を通じて安定した発電が可能となる。但し，計画規模は経済評価の結果によって決定されることも又当然である。

（Mae Pai 川）

a. 従来のレポートによれば，6地点のダムサイトが提案されていた。これらの中で，№2と№3サイトは既存レポートおよび写真判読の結果，ダムサイトとして適当ではないと判断された。地滑りの可能性がダムサイトにあるからである。№4および№5サイトは中規模のダムサイトとしては適当であると判断された。しかし，これらのサイトは地形的，地質的観点から見ると№6サイトより劣り，又，地理的に見ても№6サイトから僅か10km以内の範囲に位置している。したがって，№4および№5サイトはダム建設の対象とせず，調査団は№1および№6サイトについて現地踏査を実施した。

b. Mae Pai №1

本地点の流域面積は1,817 km²であり，又平均流入量は23 m³／s である。現地調査はＮＥＡの原案地点および下流1 km に位置する代案地点について実施された。地形的には後者の方が優れている。両サイト共，多くの Cave を有するLimestoneの露頭が見られるが，ＮＥＡの原案サイト右岸では，Shale がLimestone の中に介在している。この地点においてダムの建設が可能であるかどうかを判断する為に詳細な地質調査を行うことが必要である。

マスタープランの検討に際しては，2つのケースを考慮すべきである。即ち，1つのケースはNo.1サイトでのダム建設が可能であるとした場合であり，他のケースは不可能とした場合である。仮にNo.1サイトでのダム建設が可能であると判断された場合でも，Amphoe Pai周辺の平地に影響を及ぼさず，且つMae Pai川の流量を数年に亘り調整し得る容量を持つ貯水池計画が望ましい。この観点から調査団は上記貯水池の満水位を標高475mと決定した。

c. Mae Pai No.6

本地点の流域面積は3,725 km²，又平均流入量は50m³／s である。このサイトは大規模なダム建設に適しているが，本マスタープランにおいてはフィルタイプダムとして検討される。

Mae Pai 川がNo.1およびNo.6ダムから成る2段式として開発される場合には，No.6の貯水池水位を標高400mとすると，両ダム間の落差を殆んど利用する事が出来る。一方Khong川の東西にまたがる広範囲な地域は，顕著なカルスト地形で覆われており，標高約400m以上の地域内においては，漏水が予想される。したがってマスタープランの検討においては貯水池標高400m以下のダムについて数ケースの検討がなされることとなる。

（Mae Chaem川）

a. Mae Chaem川の開発には5つのダムサイトが考えられている。Mae Pai川からの分水計画においては調整された流量がMae Pai川に建設される貯水池からMae Chaem川へ流入するので，分水計画に対するMae Chaem川の必要貯水池容量は，Mae Chaem川単独開発計画における容量と同一であると考えられる。しかし，水路の容量と発電所はケースによって変更される。

b. Mae Chaem川No.1

このサイトの流域面積は337 km²であり平均流入量は4.2m³／s である。したがって大規模なダムを建設する必要はない。更に航空写真判読により，この地域には多くの断層があることが発見され，この理由からも大規模ダムの建設は適当ではない。これらの事項を考慮し，マスタープランの検討においては，本地点で最も適当なダム規模を検討することとなる。この付近の河川勾配は稍々急勾配なので，ダム式の他ダム水路式についても検討する。

c. Mae Chaem川No.2

このサイトの流域面積は654 km²であり，その流入量平均は7.9m³／sである。この地点における最適規模を検討する。

d. Mae Chaem川No.3

この地点の流域面積は969 km²であり，その平均流量は11.6m³／sである。ダムサイトの幅は比較的広く，基礎岩盤は極めて深い。ダムサイトとして良いとは考えられないが，ダムの建設は可能である。この地域の地質は多くのCaveを有するLimestoneであり，し

たがって貯水池満水位は標高750m以下におさえるべきである。

e. Mae Chaem川№4

原案サイトの地形は，ダム建設に適している。しかし左岸側は大きな Cave を有する石灰岩であり，又計画貯水池内の地質も大部分が石灰岩である。それ故この地点でダムの築造が可能かどうか判断するため，ダムサイト周辺および貯水池内での透水性調査が必要である。

原案ダムサイトから6 km 上流に代替地点が提案されている。このダムサイトの流域面積は1,955km² であり平均流量は22m³／sである。ダムサイトの両岸は鞍部状の地形を呈し，基礎岩盤は比較的深い。しかし，このサイト以外に適当なサイトはないので，マスタープランではこの代替地点が検討される。この場合，貯水池満水位は両岸の地形を考慮すると標高580m以下が望ましい。最適規模検討に当っては，ダム式とダム水路式を検討する。

原案のダムサイトが地質調査の結果，ダム建設が可能と判断された場合には，このサイトについての検討が将来なされるべきである。

f. Mae Chaem川№5

基礎岩盤は極めて堅硬な Gneiss であるが，河床には約 20m の深さにおよぶ堆積物があり，又両岸の谷幅は広い。

貯水池満水位を標高425mと仮定するとダム高は河床上105.0m，基礎岩盤上125.0mとなり，この時の堤頂長は約550.0m である。この条件から地形的にはあまり良いサイトであるとは云えない。しかしこのサイトは Mae Chaem 川の最下流に位置しており，流域面積は3.735 km²，平均流量は約38m³／sと比較的多く，又地質的な問題も少ないので，Mae Chaem 川開発計画の中では最も有望な地点である。

補償問題としてはダムサイト右岸を通りMae Sariangへ通ずるNational Highway Route №108（総幅員 10m，アスファルト舗装幅6m）と，この道路から分岐するAmphoe Mae Chaemへの 道路（総幅員8m未舗装）は一部付替が必要である。National Highway は ダム建設開始以前に，又Amphoe Mae Chaem への道路は計画貯水池水位に応じて付替えねばならない。マスタープランでは，フィルタイプダムとして規模を検討する。

g. Mae Khan 川№1および№2

これらのサイトの流域面積は夫々 535 km²および1,038 km²であり，又平均流入量は5.3m³/sおよび10.2m³／sである。

№1サイトでのダム建設は可能であると考えられる。又№2サイトの地形および地質は比較的良好である。したがってこの2地点について検討する。

h. Mae Taeng川

Mae Taeng川には，ＲＩＤおよびＥＧＡＴによってKud Projectが既に計画されており，

そのFeasibility Report はElectro Consult によって 1981年3月には作成される予定である。

Mae Taeng川にはKud Project 以外に適当なダムサイトはない。又，Mae Pai川からの分水計画は極めて長大な水路を必要とし計画として成立しないことは明らかである。

この理由からMae Taeng 川計画はマスタープランから除外することとした。

i. 揚水分水計画

○ Mae Pai 川2段開発計画案の場合

流域変更計画が経済的に便益性ありと想定すれば要求される揚水動力は得られるという条件においてMae Pai 川からの分水量は多い程，計画は経済性を増すこととなる。それ故，マスタープラン検討においては，Mae Chaem川又はMae Khan 川への分水量はMae Pai №1サイトにおける全流入量平均にほぼ等しい 23 m^3/s と想定される。

○ Mae Pai 川1段開発計画案の場合

流域変更計画は，Mae Pai №6の貯水池満水位を標高400mとしたケースについて検討する。この時の分水量は23 m^3／s もしくはそれ以上とする。

Mae Pai №6へ流入する流量は約50 m^3／sであるが，この流量を分水量とすることは，揚水動力源および下流利水の観点から過大であると考えられる。

第３章　開発の必要性

第3章　開発の必要性

3.1　経済一般

3.1.1　まえがき

タイ国の経済は過去20年間に着実かつ急速なテンポで成長して来ており，国内総生産（GDP）は実質で年平均7.5％の伸び率を示している。特に1960年代は積極的に外国からの援助や外資を導入してインフラストラクチャー部門の拡充整備を行ない，農業では従来の[米]依存型から農作物の多様化を進める一方，1962年に産業投資奨励法の施行に伴ない工業化が進展し，1965年～1970年の間のGDPの伸び率は，年平均8.6％を記録した。しかしながら1970年代に入ると第1次石油危機に続いて発生した世界的不況に伴なう外国投資の減少や，輸出入品の高騰を引き金とする急激なインフレの進行等に悩まされることになった。1976年頃から一時好況に向う兆しを見せたが，1979年から1980年にかけては干ばつの影響等により米，砂糖といった主要農産物の生産が低下し輸出が振わず，国内の生産に必要な原材料や資本財の輸入の増大とあいまって，貿易収支に逆調をもたらした。中でもとりわけ，タイ国のエネルギー消費の85％を占めている原油の輸入についても，相つぐ価格値上げによりその額は1979年には，輸入総額の30％に達するまでになり，国際収支圧迫の大きな要因となっている。

従って，今後のタイ国の経済発展のために農業の生産性の向上に加え，さらに工業化を推進して行く中で，年々増大して行くことが予想されるエネルギー需要に対処するため，天然ガス，水力等の賦存エネルギーの開発を推進し石油への依存度を少なくして行くよう努力している。

3.1.2　現　況

タイ国の経済は現在でも就業人口の約70％近くが農林水産業に従事しているということからも分るように，従来から農業を基盤として成りたって来ている。しかしながら農業はその年の天候とか農作物の国際市況に比較的左右され易いという不安定な要素もあり，1960年以降はそれ以前と比較して国内総生産（GDP）に占める割合が年々減少する傾向にある。これに反して，製造業はわずかながらもGDPに占めるウエイトが年々増えて行く傾向にあり，至近年には両者がほぼ同比率になることが予想される。（Table 3－1参照）

これは，国家経済開発庁（National Economic Development Board）により企画，立案された経済社会開発計画（第1次計画は1961年1月に開始され，現在実施中の第4次計画は，1981年9月終了予定）に基づく，農業中心経済からの脱却と工業化による経済自立への指向の現れであると見ることが出来る。

前項で述べたように，タイ国の過去20年間のGDPの実質成長率は7.5％という着実な

伸びを示しているが，これをもたらした要因としては，インフラストラクチャー部門の整備拡充，農業の多様化，産業投資奨励法の制定による工業化の推進等が掲げられる。

次に輸出入について見てみるとまず輸出は，米，生ゴム，タピオカ，メイズ，砂糖，錫といった第1次産品から成り，1960年当時は米と生ゴムだけで輸出総額のほぼ60％近くを占めていたのが，最近では25％程度にとどまり，その他の多様な輸出商品が次第に成長して来ていることを示している。また，輸入については，機械，鉄鋼等の資本財，工業用原料を輸入するようになり，とくに原油及び石油製品の輸入のウェイトが著しく高まって来ている。

また，最近の国際収支は1977年の干ばつによる主要農産物の輸出減と1978年～1979年にかけての第2次オイルショック等による貿易収支の逆調によりかなり激しいものとなっている。

3.1.3 経済社会開発計画

1961 年から約 20 年間にわたり続けられて来たタイ国の経済社会開発計画は，現在第 4 次計画（ 1977 年 10 月～ 1981 年 9 月）の終盤にさしかかって来ている。ちなみにその主な政策目標を挙げてみると(1)景気回復の促進，(2)所得格差の是正，(3)人口増加率の抑制，人的能力の向上，雇用の増大，(4)基礎資源の管理と環境の保全，(5)国家の安全の強化ということになり，第 3 次計画（ 1971 年 10 月～ 1976 年 9 月）の目標と類似している。しかし今回は第 3 次計画で米やメイズといった作物の増産を達成するために，森林を耕地に切り変えて行ったことに対し，資源の乱開発にもつながる危険性があるとして反省し，資源調査を行ない地域開発計画に基づく基礎資源の管理と環境の保全に努めようとするものである。（Table 3－5 参照）

また，第 4 次計画ではＧＤＰの中に占める農業と製造業のウェイトをほぼ同一にしつつ，工業化の主軸を輸出指向型産業に置くことを主眼としている。

また，1982 年から 1986 年にかけて予定されている第 5 次計画について，現在検討されているがその骨子は下記の通りである。

(1) 成長率を 5～6 %以下におさえ，所得分配，雇用に留意し成長率の高さよりも成長パターンを重視する。

(2) 土地，水，エネルギー，森林等の制約に対処し，生産の効率化を図る。天然ガス開発を促進する。

(3) 農業は輸出の 60 %，就業者の 75 %を占め，かつエネルギー消費が少ないことを評価し，きめ細かな生産振興を図る。

(4) 工業は，原材料，部品の輸入を減少し，地方分散化による軽工業振興を図る。大企業の投資は慎重に検討する。

(5) 直接税の種類の増加，脱税対策の強化により財政収入を増強するとともに，貯蓄増進，経済的独占の排除を図る。

3.2 電力事情

3.2.1 まえがき

近年タイ国における電力消費の伸びは著るしく，最近 10 ケ年間の増加率は石油危機直後の2ケ年間を除けば平均約 16 %に達する高率を記録して来た。この原因はタイ国経済の急速な発展と，政府による積極的な近郊開発政策によるものと考えられる。

一方観光産業による伸びも著るしく，バンコク地区における一昨年の需要増加率，前年比約 12 %のうちの 20 %は観光産業に起因するものであった。

現在ＥＧＡＴの発電設備は約3,250MWであるが 1979 年の Annual Report によれば，2,886 MW であり，その電源構成比は火力61.6 %，水力31.5 %，ガスタービン 5.7 %およびディーゼル1.2 %である。しかしながら，石油価格の高騰による外貨流出の問題はタイ国においても深刻であり，この為電源構成に大きな比率を占める火力発電所の燃料を国産燃料，例えばNatural Gas あるいはLignite に転換する努力が続けられている現状である。

近年 Gulf of Thailand で発見されたNatural Gasはメトロバンコック地区最大の発電所である南バンコック火力発電所の主燃料として予定され，現在同発電所においては石油から Gas への転換作業が進められている。この Natural Gas は1981年からの使用が期待されており，ＥＧＡＴが現在建設中のBang Pakong火力発電所（ 2,920MW ）の燃料はすべてこの Gas でまかなわれることとなっている。

北部Chiang Mai近郊においては Lignite の埋蔵量調査が進められており，これと併行してＥＧＡＴはMae Moh 火力発電所の増設工事を実施中である。

こうした一連の石油依存度を低める努力の中で水資源の開発も又，積極的に遂行されつつある。最近においては，Quae Yai 川最大の規模を有する Srinagarind 発電所（ 360MW，最終720MW ）が竣工した他，Pattani（ 72 MW ），Lower Quae Yai （ 39 MW ），Quae Noi（ 300 MW ）等の水力発電所が現在建設中である。

3.2.2 現　況

タイ国の電気事業は，ＥＧＡＴによって担当されて居り，ＥＧＡＴは発電，送変電設備の建設，運転，保守並びに需要端までの送電責任を負っている。送電された電力は夫々ＭＥＡおよびＰＥＡによって供給先へ配電されている他，政令に基づき特定産業および施設へはＥＧＡＴが直接送電している。この他地方の非連系地域についてはＮＥＡが管理する小水力発電所によって供給を受けている地域もある。

ＥＧＡＴの電力保有設備は，1979 年時点で火力５ケ所 1,777.5 MW　水力７ケ所909.2 MW，ディーゼル６ケ所34.6 MW，ガスタービン５ケ所 165 MWであり，年間発電々力は 15,539 GWh である。詳細は表３－６の通りである。

ＥＧＡＴの電力系統は，次の４地域に分割される。即ち Bangkok Metropolitan 地域をカバーする第一地域，東北地域をカバーする第二地域，南部の第三地域および北部の第四地

域である。

第一地域および第四地域の電力はNorth Bangkok およびSouth Bangkok 火力発電所，北部におけるMae Moh リグナイト火力発電所から供給されている。ピーク時の電力はBhumibol，Sirikit およびSrinagarind 水力発電所から供給される。この他異常なピークに備え，又系統の信頼度を高める為，需要地にガスタービンおよびディーゼル発電所を設置している。

東北タイにおける第二地域は，主として水力発電所によって電力供給を受けており，ピーク時にはガスタービンを使用している。この地域では電力の一部をLaos PDRのNam Ngum 発電所から購入している。更に不足した場合は，第一地域より115 kV送電線により送電される。

南部第三地域は Krabi リグナイト火力およびSurat Thani 石油火力発電所から供給され補助的にディーゼルおよびガスタービンが使用されている。（図3－1参照）

送電々圧は230 kV，115 kVおよび69kVの3種が使用されており，周波数は50Hzである。1979 年現在における送電線延長は2,547km/230kV，5,584km／115kVおよび1,023km／69kVである。

3.2.3 需要想定

1970 年から1978 年の間，電力需要の伸びは表3－7に示す如くkWについて平均14.25%，kWh について平均15.77%の高率を記録して来た。単に1974 年のみ石油危機の影響を受けたことと政府のエネルギー節約政策による拘束によって 4.75 %という極めて低い伸び率を記録したのみであった。

1978 年 12 月，全電力系統に対する新らしい需要予測が発表された。これはPower Tariff Study Sub－Committee に対しLord Forecast Working Group が共同作業の結果として提出したものである。

ちなみにこのWorking Groupは次の機関から派遣された代表者によって構成された。

NESDB	:	National Economic and Social Development Board
NEA	:	National Energy Administration
EGAT	:	Electricity Generating Authority of Thailand
MEA	:	Metropolitan Electricity Authority
PEA	:	Provincial Electricity Authority

予測作業は，1978 年9月から始まりNESDBにおける8回に及ぶMeetingの後にReportとして取り纏められたものであるが要約は表3－7に示す通りである。この予測によれば今後1979 年から1990 年の 12 ケ年の平均伸び率はkWについて10.7% kWh について10.0%であり，1990 年のkWの伸び7.76%，kWh 7.74%が最低となっている。しかし今後地方の電化が進みPEAの配電地域に新らたな産業が導入されて来れば，この数字は当然修正

されることになろう。

3.2.4 開発計画

3.2.3で述べた需要想定の結果，今後タイ国が必要とする新規電力設備は1990年時点で約4,500MWである。

この需要に対応する為，ＥＧＡＴはＮＥＡと協力しつつ水力，火力等の新規電源の開発計画を作成しその実現に努力している。

ＥＧＡＴ作成の開発計画および順位を図３－２，３－３および表３－８に示す。

この開発計画の中には本マスタープランで検討された各プロジェクトは含まれていない，しかし勿ら1977年　NESDBにより作成された包蔵水力便覧（Inventory of Hydro－Power Potential in Thailand）には，Desk study level又はPotential Projectとして下記の名称で取り上げられている。

Mae Pai 川	Nam Pai No.3	97.6	MW
Mae Chaem 川	Nam Chaem No.1	10.0	MW
〃	〃 No.2	37.3	MW
〃	〃 No.3	50.7	MW
〃	〃 No.4	109.0	MW
〃	〃 No.5	219.0	MW

今回のマスタープランは，Desk study levelに留まっていたこれらのプロジェクトをPre－feasibility，又はFeasibility Study levelに引上げることとなる。

なおタイ国の全包蔵水力については1977年ＮＥＳＤＢにより発表された第４次５ケ年計画では92ケ地点合計出力20,000MWと推定されていた。その後1978年ＮＥＳＤＢ，ＮＥＡ，ＥＧＡＴおよびＲＩＤの各機関が夫々の計画案を持寄り，一定の基準によって検討を加え，新らたに推定を行なっている。その結果は，

"Inventory of Hydro－Power Potential in Thailand
Volume Ⅰ－Main Report"

に要約されており，結論的には次の通りである。

○ Existing Project including under construction	11ケ地点	2,099.1	MW
○ Pre－F.S level or higher	21ケ地点	6,516.9	MW
○ Desk study level or Potential Project	72ケ地点	15,009.6	MW

合計104ケ地点，23,625.6MWに及んでいる。しかし勿らこの数字の中には揚水計画7ケ地点，出力合計約3,100MWが含まれているので実際のPotentialは約20,500MWと推定される。

又，ラオス国境を流れるMekong 川に計画されているPa－Mong Project 4,800MW は国際情勢を反映して何時頃開発可能かは現在のところ不明である。

3.3 開発の必要性と開発時期

3.3.1 開発の必要性

3.2で述べた通り，タイ国の電力消費量の伸びは著るしいものがあるが，反面，電力供給側では電力供給の主力である火力発電所の燃料を輸入石油に依存しているため，度重なる石油値上げで，発電コストが著るしく上昇し1年間に2回も電力料金の改訂を行った。この電力危機を切り抜けるために，電力供給制限，電気料金の大幅値上げ，電気料金制度の改訂（電力消費量による料金逓増制の採用），飲食店等の営業時間の指定等により，ピーク負荷電力の圧縮および省エネルギーに努めている。

1981年 10月から実施される第5次開発5ケ年計画によれば，今まで 15 %程度であった電力需要の伸びを 10 %以下におさえ石油の輸入を減らすとともに，国内エネルギー資源（水資源，Lignite，天然ガス，Oil Shell 等）の有効活用および輸入炭火力の計画等をできるだけ進める方針である。

ＥＧＡＴの電源開発計画は，1993年まで立案されているが計画が具体化して実施にむかって動きつつあるものは1988年のLignite焚きのMae Moh火力発電所第 9 号機300MWを最後に以後は机上プランの域を出ず流動的である。

例えば，原子力発電については，まだ解決しなければならない問題が多すぎて実現にはほど遠いし，天然ガス焚き発電については，現在発見されている鉱区からの天然ガスは，Bang Pakong 火力とSouth Bangkok火力に引当てられることになっており新規火力は計画されていない。また，Lignite火力については，Mae Moh 地区のLigniteはMae Moh火力引当てで余裕はない。

これからの新設火力は，これから新たに発見されるLignite や天然ガスまたは輸入石炭を利用したものになるであろうが，このうち最も実現性のあるものは，輸入石炭焚き火力発電であろうかと思われる。石炭の供給は，将来に亘り需要を十分まかなうに足るだけ存在し，それが世界各地に広く分布しており，今後とも継続して輸入可能であり，日本をはじめとして，台湾，韓国，香港でも1981年には輸入石炭焚き火力の1号機が運開となる予定であるし，今後東アジア地域においてもどんどん計画されるようになっていることからみても，石油焚き火力に代るものであるといえるであろう。

したがって，基礎調査が行われ，技術的に問題がなく経済性も妥当である水力発電計画は，資金さえ準備できれば，実行に移すことが可能である。

このような状況下にあり，Mae Pai 低6発電計画およびChaem低5発電計画は数少ない調査工事が進められている電源開発プロジェクトであり，技術的に問題がなければ，このまゝフィジビリティ・スタディ，詳細設計と進めることが望ましい。プロジェクトの経済性が現時点で多少よくなくとも，今後の輸入エネルギー資源の値上りとその安定確保および燃料輸入のための外貨の節約などを考慮に入れると，国家として推進すべきものであると思われる，

特に電力産業のような国家的事業に対しては，将来の運転維持，燃料の安定確保，燃料の値上り，国際関係が一時的に悪化して燃料の輸入が断えた場合の対策およびその影響など，単なる自由主義経済の原則以外についても十分考慮したうえで，プロジェクトの選択決定を行うべきであると考える。

また，まだ調査工事の進められていない，Mae Pai №1発電計画およびMae Chaem №4発電計画についても，発電計画として今後開発を行なうメリットがでる可能性のある計画なので合せて次の Stage に進めるべきものと思われる。

揚水計画案については，パイ川の水をチャム川に分水する案が各種検討の結果最も経済性が良いが，高揚程のため，投資に比較して農業による便益およびパイ川の下流発電所の電力増，電力量の増加による便益が少なく経済性は悪い。

3.3.2 開発時期

タイの電力事情から考えて，水力発電資源開発は，国内資源の活用，電力エネルギーの外部依存率の減少による電力の安定供給等を考慮すると急務である。また，タイの電力系統を考えると，単機容量550 MWの Ban Rakong 火力や300 MWのMae Moh 火力が接続されることになっており，特に単機容量の制限もなく電力系統に接続可能である。

実際の投入時期については，他の水力発電計画との開発の優位性の比較検討を行い決定すべきものであるが，現状から察しても水力の早期開発が望まれているおりから調査を続行し，建設工事期間を考慮しできるものから順次発電開始すべく，河川単独開発案として計画すべきであると考える。

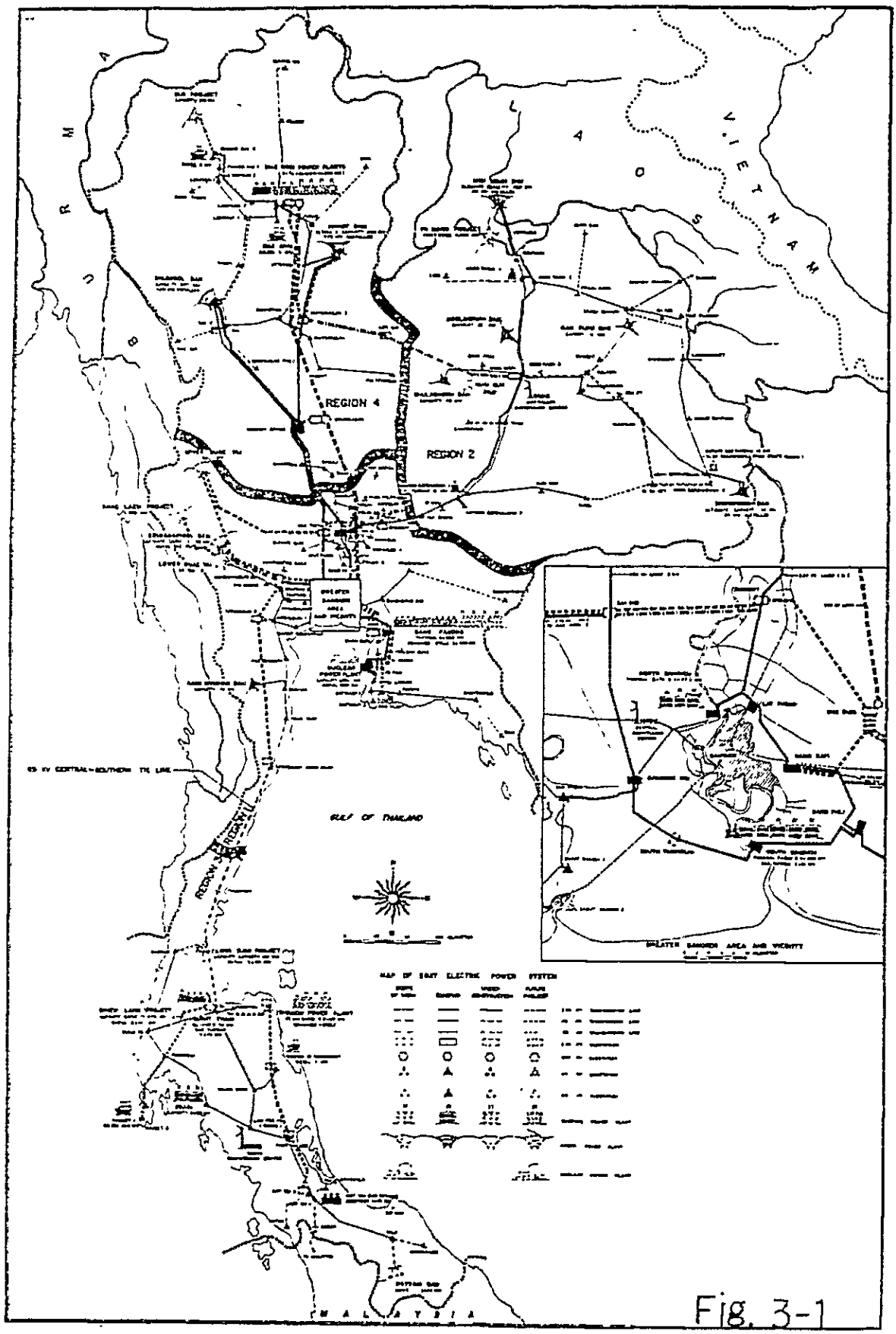
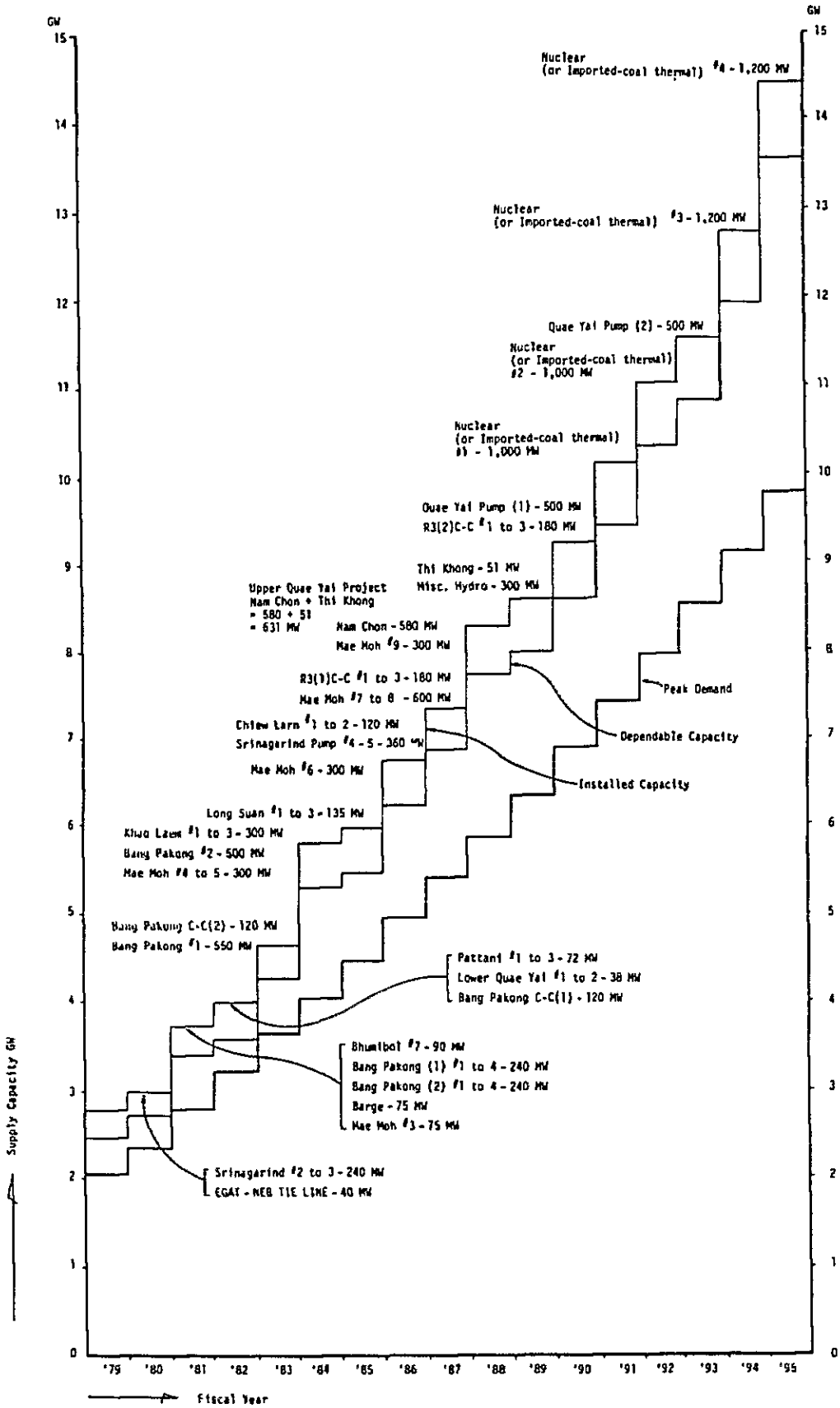
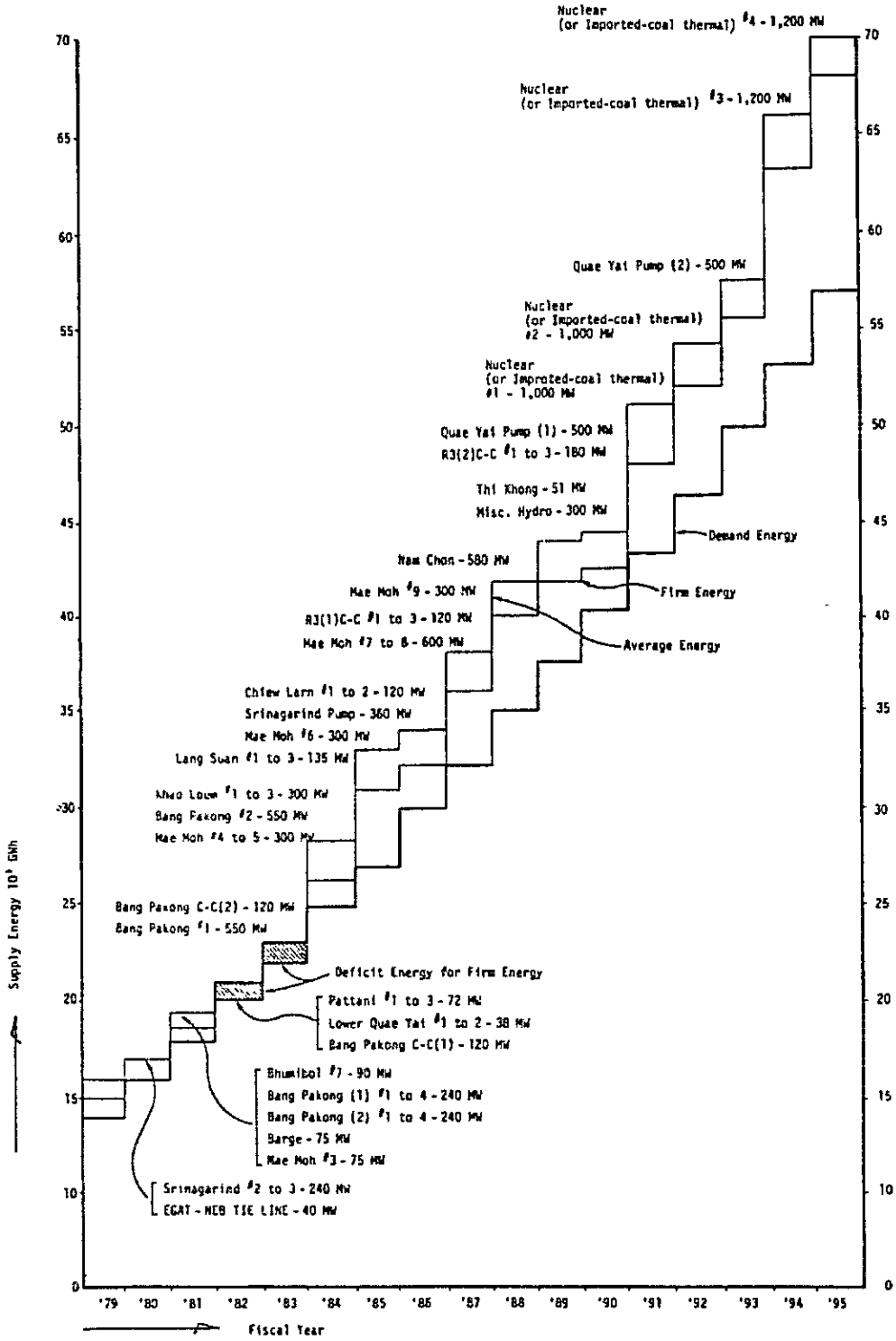


Fig. 3-1



Note: Fiscal Year '79:'78 Oct. to '79 Sep.

Fig. 3-2 Yearly Peak Balance in GW



Note: Fiscal Year '79-'79 Oct to '80 Sep.

. GWh = 10⁶ Wh

Fig. 3-3 Yearly Energy Balance in GWh

Table 3-1 Gross Domestic Product at 1972 Prices[1/]

Unit: 10^6 Baht

	1975	1976	1977	1978	1979[2/]
Agriculture	62,081 (30.5)	65,898 (29.6)	65,537 (27.4)	75,059 (28.1)	72,800 (25.5)
Mining and quarrying	2,485 (1.2)	2,906 (1.3)	3,526 (1.5)	4,101 (1.5)	4,700 (1.7)
Manufacturing	36,787 (18.1)	42,529 (19.1)	48,071 (20.1)	52,756 (19.8)	59,200 (20.8)
Construction	8,514 (4.2)	10,022 (4.5)	11,996 (5.0)	14,141 (5.3)	15,400 (5.4)
Electricity and water supply	3,181 (1.6)	3,642 (1.6)	4,144 (1.7)	4,500 (1.7)	5,100 (1.8)
Transportation and communications	13,445 (6.6)	14,650 (6.6)	16,142 (6.8)	18,434 (6.9)	20,900 (7.3)
Wholesale and retail trade	35,774 (17.6)	38,821 (17.5)	41,213 (17.3)	43,452 (16.3)	47,200 (16.6)
Banking, insurance and real estate	9,629 (4.7)	10,208 (4.6)	11,574 (4.9)	13,833 (5.2)	15,400 (5.4)
Ownership of dwellings	3,555 (1.7)	3,664 (1.6)	3,823 (1.6)	4,081 (1.5)	4,400 (1.5)
Public administration and defence	8,359 (4.1)	8,893 (4.0)	9,555 (4.0)	10,166 (3.8)	10,900 (3.8)
Services	19,704 (9.7)	21,276 (9.6)	23,260 (9.7)	26,317 (9.9)	29,200 (10.2)
Gross Domestic Product (GDP)	203,514 (100.0)	222,509 (100.0)	238,841 (100.0)	266,840 (100.0)	285,200 (100.0)

Source: Office of the National Economic and Social Development Board

1/ Revised

2/ Preliminary figures

Note: Figures in brackets denote percentage of the GDP.

Table 3-2 Export Value of the Chief Commodities

Unit: 10^6 Baht

Year / Item	1960		1965		1970		1975		1976		1977		1978		1979	
	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%	Value	%
1. Rice	2,570	29.8	4,334	33.5	2,516	17.0	5,852	13.0	8,603	14.2	13,382	18.8	10,425	12.6	15,602	14.3
2. Crude rubber	2,579	29.9	1,999	15.4	2,232	15.1	3,474	7.7	5,297	8.7	6,164	8.7	8,030	9.7	12,342	11.4
3. Tapioca products	288	3.3	676	5.2	1,223	8.3	4,597	10.2	7,527	12.4	7,720	10.8	10,892	13.1	9,523	8.8
4. Tin	537	6.2	1,166	9.0	1,618	11.0	2,247	5.0	2,972	4.9	4,541	6.4	7,229	8.7	9,252	8.5
5. Maize	551	6.4	1,004	7.8	1,969	13.3	5,705	12.7	5,676	9.3	3,345	4.7	4,275	5.1	8,957	8.3
6. Sugar	8	0.1	100	0.8	94	0.6	5,696	12.7	6,843	11.2	7,445	10.4	3,969	4.8	5,567	5.1
Others	2,087	24.2	3,662	28.3	5,120	34.7	17,436	38.7	23,879	39.3	28,601	40.2	38,245	4.6	47,164	43.5
Total	8,612	100.0	12,941	100.0	14,772	100.0	45,007	100.0	60,797	100.0	71,198	100.0	83,065	100.0	108,406	100.0

Source: Bank of Thailand

Table 3-3 Imports per Commodity

Unit: 10^6 Baht

Type of commodity \ Year	1960	1965	1970	1975	1976	1977	1978	1979
I. Consumption goods	3,365 (35.0)	4,113 (26.7)	5,229 (19.4)	8,455 (12.7)	9,418 (12.9)	11,114 (11.8)	12,942 (11.9)	15,992 (10.9)
1. Non durable goods	2,258	2,919	3,486	5,148	5,586	6,346	7,544	9,327
2. Durable goods	807	1,244	1,743	3,307	3,832	4,768	5,398	6,665
II. Raw materials and semi-finished products	1,746 (18.1)	3,210 (20.8)	6,725 (24.9)	16,105 (24.1)	20,216 (27.7)	26,921 (28.6)	29,598 (27.2)	43,462 (29.7)
1. Consumption goods	1,030	2,128	4,139	10,318	12,530	16,060	16,937	26,086
(part of) Textile materials	60	319	602	1,902	2,475	3,134	2,236	3,183
2. Capital goods	716	1,082	2,586	5,787	7,686	10,861	12,661	17,376
(part of) Steel and iron	568	763	1,647	3,236	4,669	6,352	7,765	10,029
III. Capital goods	2,367 (24.6)	4,775 (30.9)	9,371 (34.7)	22,239 (33.3)	19,405 (26.6)	24,393 (25.9)	31,317 (28.8)	39,835 (27.3)
(part of) Machines (with exception of electrical machines)	1,021	2,103	4,723	11,973	9,681	12,592	15,894	18,627
(part of) Electrical machinery and parts	334	588	1,419	2,730	3,085	3,555	5,836	7,314
IV. Others	2,144 (22.3)	3,335 (21.6)	5,684 (21.0)	20,036 (30.0)	23,838 (32.7)	31,749 (33.7)	35,042 (32.2)	46,841 (32.0)
(part of) Automobiles and parts	-	1,454	2,204	4,542	5,174	7,958	7,550	7,030
(part of) Crude oil and petroleum products	-	1,353	2,329	14,233	16,695	20,889	22,851	32,650
Total	9,622 (100.0)	15,433 (100.0)	27,009 (100.0)	66,835 (100.0)	72,877 (100.0)	94,177 (100.0)	108,899 (100.0)	146,151 (100.0)

Source: Bank of Thailand

Table 3-4 Evolution of the International Balance of Payments

Unit: 10^6 US$

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
A. Balance of International Trade								
Export (FOB)	1,046	1,532	2,472	2,218	3,068	3,523	4,113	5,343
Import (CIF)	1,473	2,062	3,165	3,226	3,572	4,803	5,540	7,696
Balance	-427	-530	-693	-1,008	-554	-1,280	-1,427	-2,347
B. Invisible Balance of Trade								
Transportation insurance	22	27	45	52	55	61	42	78
Travel	69	95	133	85	5	71	195	287
Investment proceedings	-16	-21	-1	6	-42	-74	-156	-314
Government transactions	237	225	196	161	80	32	41	81
(Military area)	(212)	(206)	(170)	(117)	(15)	(-)	(-)	(2)
Others	5	9	32	4	-16	32	106	-11
Net balance	317	335	405	308	82	120	228	121
C. Transfer Balance								
Private remittances	30	118	194	57	5	22	6	25
Government transactions	29	28	81	25	18	18	34	38
Net balance	59	146	275	82	23	40	40	63
Ordinary balance (A - B - C)	-51	-49	-13	-618	-449	-1,120	-1,159	2,163
D. Capital Balance								
Direct investment	69	79	138	87	81	108	51	52
Loans (long-term)	99	-30	191	176	126	281	293	908
(State-owned enterprises)	(16)	(18)	(50)	(59)	(92)	(238)	(258)	(609)
(Private enterprises)	(67)	(-59)	(132)	(66)	(34)	(43)	(35)	(299)
International trade credit, etc.	15	31	2	120	148	270	96	178
Government transactions	-5	32	4	5	108	39	303	536
Net balance	175	112	335	388	463	698	743	1,676
E. Errors and Omissions	68	-21	79	87	18	45	-249	79
(A - E) Total Balance	192	42	401	-143	-4	-377	-665	-418

Source: Monthly Report of the Bank of Thailand

US$ exchange rate 1970-1972 US$1 = 20.80 Baht (IMF evaluation)
1973 US$1 = 20.40 Baht (Average exchange rate)
1977-1978 US$1 = 20.00 Baht (IMF evaluation)

Table 3-5 GDP Targets (Effective Value Base)

Unit: 1962 prices, 10^6 Baht and %

	3rd Plan (Attained Results)					4th Plan			(Reference)
	1971		1976			1981 (Target)			Results of 1979
	Value	%	Value	%	Average Growth Rate	Value	%	Average Growth Rate	%
Agriculture	38,145	29.4	46,113	26.4	3.9	58,706	23.9	5.0	25.9
Manufacturing industry	23,569	18.2	35,575	20.3	8.6	56,277	22.9	9.6	20.4
Mining	1,879	1.4	1,762	1.0	Δ0.5	2,066	0.8	3.2	1.6
Construction	6,210	4.8	6,951	4.0	2.4	8,059	3.3	3.0	5.4
Electricity & roads	2,934	2.3	5,737	3.3	14.4	9,794	4.0	11.3	1.8
Communication & transportation	7,981	6.2	11,780	6.7	8.1	16,857	6.9	7.4	7.3
Wholesale and retail	22,816	17.6	28,792	16.5	4.8	39,080	15.9	6.3	16.5
Banks, insurance & real estate	5,297	4.1	8,852	5.1	10.9	13,063	5.3	8.1	5.4
Dwelling	2,399	1.9	2,861	1.6	3.6	3,555	1.4	4.4	1.5
Official business & defence	5,647	4.3	7,546	4.3	6.0	10,331	4.2	6.5	4.0
Other services	12,740	9.8	18,897	10.8	8.2	27,470	11.2	7.8	10.2
GDP	129,617	100.0	174,866	100.0	6.2	245,258	100.0	7.0	100.0

Table 3-6 Installed Electric Generating Capacity as of December 1978

Plant Type	No. of Units	Capacity (MW)		Average Energy Generation (GWh/yr)
		Installed	Ultimate	
A. Hydroelectric Plant				
Kang Krachan	1	19	19	70
Bhumibol	6	420	560	1,550
Sirikit	3	375	500	965
Chulabhorn	2	40	40	115
Nam Pung	2	6	6	15
Sirindhorn	2	24	36	73
Ubolratana	3	25	25	65
Sub-total	19	909	1,186	2,853
B. Thermal Power Plant				
North Bangkok	2	237.5		1,900
South Bangkok	5	1,300		9,100
Mae Moh	2	150		1,000
Krabi	3	60		300
Surat Thani	1	30		210
Sub-total	14	1,777.5		12,510
C. Gas Turbine				
South Bangkok	3	45		40
Nakhon Ratchasima	1	15		13
Udon Thani	1	15		13
Hat Yai	3	45		40
Surat Thani	3	45		40
Sub-total	11	165		146
D. Diesel Power Plant				
Chiang Mai	3	3		3
Mae Moh	9	9		8
Srinagarind	5	5		4
Phuket	4	10.6		9
Nakhon Si Thammarat	2	2		2
Bang Lang	5	5		4
Sub-total	28	34.6		30
Total	72	2,886.1		15,539

Table 3-7 Total EGAT Generation Requirement

Fiscal Year	Peak Generation		Energy Generation		Annual Load Factor (%)
	MW	% Increase	MkWh	% Inrease	
		Actual			
1970	748.35	17.28	4,095.31	21.62	62.47
1971	872.70	16.62	4,792.88	17.03	62.69
1972	1,028.80	17.89	5,711.15	19.16	63.37
1973	1,199.30	16.57	6,872.84	20.34	65.42
1974	1,256.30	4.75	7,258.62	5.61	65.96
1975	1,406.60	11.96	8,211.57	13.13	66.64
1976	1,652.10	17.45	9,414.48	14.65	65.05
1977	1,873.40	13.40	10,950.62	16.32	66.73
1978	2,100.60	12.13	12,371.67	12.98	67.23
		Forecast			
1979	2,405.00	14.49	14,188.00	14.68	67.34
1980	2,709.00	12.64	15,914.00	12.17	67.06
1981	3,151.00	16.32	18,355.00	15.34	66.50
1982	3,567.00	13.20	20,714.00	12.85	66.29
1983	3,961.00	11.05	22,715.00	9.66	65.46
1984	4,356.00	9.97	24,828.00	9.30	65.07
1985	4,762.00	9.32	27,025.00	8.85	64.78
1986	5,260.00	10.46	29,782.00	10.20	64.63
1987	5,692.00	8.21	32,230.00	8.22	64.64
1988	6,148.00	8.01	34,843.00	8.11	64.70
1989	6,634.00	7.91	37,620.00	7.97	64.74
1990	7,149.00	7.76	40,533.00	7.74	64.72

Table 3-8 List of Power Plants in the Revised Power Development Plan (1979 ∿ 1990)

Power Plant	Fuel Type	Unit No.	Rating (MW)	Total (MW)	Proposed Commissioning Date
Mae Moh	Lignite	2	75	75	January 1979
Srinagarind	Hydro	1	120	120	September 1979
Srinagarind	Hydro	2	120	120	December 1979
Srinagarind	Hydro	3	120	120	March 1980
Bang Pakong Gas Turbine (1)	Oil/Gas	1 ∿ 4	60	240	October 1980
Barge Thermal Plant	Oil/Gas	1	75	75	January 1981
Bang Pakong Gas Turbine (2)	Oil/Gas	1 ∿ 4	60	240	April 1981
Mae Moh	Lignite	3	75	75	July 1981
Bhumibol	Hydro	7	90	90	August 1981
Pattani	Hydro	1 ∿ 3	24	72	October 1981
Bang Pakong Combined-Cycle (1)	-	1	120	120	April 1982
Lower Quae Yai	Hydro	1 ∿ 2	19	38	August 1982
Bang Pakong Combined-Cycle (2)	-	1	120	120	October 1982
Bang Paking Thermal Unit 1	Oil/Gas	1	550	550	July 1983
Mae Moh	Lignite	4	150	150	January 1984
Khao Laem	Hydro	1 ∿ 3	100	300	March 1984
Mae Moh	Lignite	5	150	150	July 1984
Bang Pakong Thermal Unit 2	Oil/Gas	2	550	550	August 1984
Lang Suan	Hydro	1 ∿ 3	45	135	October 1984
Srinagarind	Hydro	4 ∿ 5	180	360	October 1985
Chiew Larn	Hydro	1 ∿ 2	60	120	January 1986
Mae Moh	Lignite	6	300	300	September 1987
Region 3 Combined-Cycle (1)	Oil/Gas	1 ∿ 3	60	180	October 1986
Gas Turbine Retired	Oil	1 ∿ 11	15	-165	October 1986
Mae Moh	Lignite	7	300	300	March 1987
Mae Moh	Lignite	8	300	300	September 1987
Upper Quae Yai	Hydro	1 ∿ 4	140	560	October 1987
Ao Phai Nuclear	Nuclear	1	900	900	April 1989
Region 3 Combined-Cycle (2)	Oil/Gas	1 ∿ 3	60	180	July 1980
Krabi Retired	Lignite	1 ∿ 3	20	-60	July 1990

Total net additional capacity 6,315MW

Existing capacity 2,811.1MW

9,126.1MW

第4章　水　　文

第4章　水　　文

4.1 気　象

4.1.1 気　候

タイの気候は季節風によって影響される処が大きく，年間を通じて気候は雨期と乾期に大別される。雨期は南西季節風の影響を受け5月中旬より始まり，10月中旬まで続く，この期間には南西からの季節風がタイ湾およびインド洋から多量の雨を伴なって吹き込み，特に8月と9月に大量の雨を降らせる。この為，気温，湿度は高く，天候は曇り勝ちである。

乾気は10月中旬の雨期の終りから始まり5月中旬まで続く，この期間は2つの季節に分類される。即ち10月中旬より2月中旬迄の期間は，極地に発生した北東からの季節風がシベリアおよび中国大陸を横断してタイへ移動して来る。この為，気候は一般に涼しく雨は降らない。この後に続く2月から5月中旬までは，極大平洋気団（Polar Pacific Airmass）が東および東南より吹き込む気節風（Toropical Heat）によって代わられ，この結果気候は最も暑く且つ乾燥して来る。

4.1.2 降　雨

Tenesserim 山脈の風下側に沿って存在する比較的乾燥した地方，即ちChiang Mai，Tak，Kanchanaburi 地方からPrachuab 地方に至る地域の年間降雨量は一般的に1,200～1,400 mmである。本プロジェクトの流域はこの地域に属し，観測された雨量は大体同数値を示している。（表4－5～4－9参照）

Chiang Mai より北部のビルマ国境に近いChiang Rai を中心とする地方は降雨量が比較的多く，1,800mm 程度の降雨量を記録している。

他の乾燥地域はPhetchabun 山脈の東側の Chaiyaphum およびNakhon Ratchasima 地方で，この地域での年間降雨量は1,200 mm以下である。

東部においてはChantaburi地方から南方にかけて降雨量が多く2,400 mm以上を記録している。南部タイは，北東および南西季節風の両者の影響を受け降雨量は1,400～2,400 mmと幅がある。西海岸に沿う Ranong 地方から南部にかけては東部地方と同様降雨量は多く2,400 mm以上が観測されている。

4.1.3 気　温

タイ各地における年間気温は，この国が熱帯圏に属していることを明らかに示している。一般に平均気温は26～28℃である。中央平地部には特に気温の高い地域があり，こゝでの平均気温は28℃以上である。Chiang Mai を中心とする北部地域は比較的涼しく平均気温は24～26℃である。本プロジェクト地域で観測された気温も同様な数値を示している。（表4－10参照）

4月は太陽が直上に来る事と乾期とが重なり年間を通じ最も暑い季節となる。北東季節風の影響を受ける1月は最も涼しい季節である。北部タイにおける最低気温は3～7℃でありChiang Rai においては1.5℃を記録した事があり，山地においては降霜を見る地域もある。

南部における気温は，年間を通じ26～28℃と一定しているが，これは隣接する海洋の影響を受ける為である。

4.1.4 湿　度

北部タイにおける平均相対湿度は，大体65～75％の間の数値を示す。北部の一部地域においては65％以下になる事もある。

北東季節風の季節では，相対湿度は早期に発生する濃霧の為，朝が高く，午後には急速に低下して行く。しかしこの季節における平均値は他の季節に比較すると極めて低い。

南部地域においては，海洋の影響と年間を通じて発生する降雨の影響により80％以上の高い数値を記録する。

4.1.5 蒸　発

年間の蒸発は，年間降雨量に反比例して変化する。北部タイにおける蒸発量は南部より高い値を示し1,300～1,700mmに及んでいる。（表4－11参照）

通常最大蒸発量は最も暑い4月に観測され，最小値は最も涼しい12月，1月に記録されている。南部では比較的少なく，又年間を通じて均等に蒸発が行われ，その数値は平均1,000mm程度である。

4.1.6 気　圧

平均気圧は年間を通じ，1,005～1,010ミリバールである。

気圧は8月から1月の最高気圧迄上昇を続け，それ以後6月中旬まで徐々に下降していく。6月から10月までの日気圧は南シナ海からタイに吹き込む台風の影響を受けて非常に異なった値を示す。

4.2 測水所および気象観測所

計画地域には各河川に沿って幾つかの測水所が設置されている。これらの測水所には，小規模ではあるが気象観測所が併設されており，降雨，気温，蒸発等の測定を実施している。

マスタープラン作成作業にあたって使用し得る流量測水所は，調査団によって実施された資料収集および現地踏査の結果，次の7測水所であった。

河川名	測水所名	流域面積（km²）
Mae Chaem R.	Kaeng ob Luang（RID）	3,853
〃	Ban Qbb Luang（EGAT）	3,735
〃	Ban Kong Kan	2,060
Mae Pai R.	Dam Site（Ban Paeng）	1,760

Mae Pai R.	Pang Mu	3,770
Mae Khan	San Pa Tong	1,060
〃	Mae Khan Bridge	1,777

以上の7測水所のうち気象観測所を併設している測水所はBan Qbb Luang，Dam Site，Pang MuおよびSan Pa Tong の4測水所である。

各計画ダム地点への流入量算定に際し，実際に適用された測水所はMae Pai川流域においてDam Site G. S（1970 ～ 1978，9 yrs ）およびPang Mu G. S（1966 ～ 1978. 13 yrs），Mae Chaem川流域においてKaeng ob Luang G. S（1955 ～ 1968. 14 yrs），Ban Qbb Luang G. S（1969 ～ 1979 11 yrs）および最近新設されたBan Kong Kam G. S（1979. 9 Months），Mae Khan流域においてはSan Pa Tong G. S（1962 ～ 1968. 7 yrs）である。

これらをTable 4－1および4－2に示す。又，これら測水所の概略位置をFig 4－1に示す。

Mae Pai川とMae Chaem川流域内の雨量と流量の関係はFig 4－2および4－3に示す通りであるが，降雨パターンには両者の間に相違がある。

4.3 流量資料の取扱い

各地点の流入量算定の為に，既存の流量資料を使用する際，考慮された点は各流域別に夫々次の通りである。

4.3.1 Mae Pai 川流域

Mae Pai 川流域にはDam Site G. SおよびPang Mu G. Sの2測水所がある。Fig4－1に示す様にDam Site G. SはPai №1サイトの稍々上流，又Pang Mu G. SはPai №6の稍々下流に設置されている。Pai川開発計画にはこの2測水所が適用された。しかしDam Site G. Sの測水データは1970年～1978年の9ケ年間と短かく，且つ欠測期間を含んでいる。

下流のPang Mu G. Sの測水開始は1966年で13ケ年間のデータがあるのでDam Site G. Sのデータを2測水所間の流量相関によって補足し，Pan Mu G. S同様13ケ年間の流量データを整備した。

月別流量による流量相関式は次の通りである。

$$Q_{DS} = 0.413 \cdot Q_{PM} + 44.79$$

こゝに　Q_{DS} ：Dam Site G. S流量

　　Q_{PM} ：Pang Mu G. S流量

である。（Fig 4－4参照）

4.3.2 Mae Chaem川流域

Mae Chaem 川流域には，ＲＩＤ（Royal Irrigation Department）に属するKaeng ob Luang G.S，ＥＧＡＴに属するBan Qbb Luang G.Sと新たに設置されたBan Kong Kan G.Sの３測水所がある。

Mae Chaem 川における測水作業は，Kaeng Qbb Luang G.SにおいてＲＩＤによって1955年から実施されて来たが，1968年Ban Qbb Luang G.SとしてＥＧＡＴに引継がれ現在に至っている。両者の位置はMae Chaem 川5サイトの直下流及び川5サイトであり，流域面積及び比流量の差は夫々118km²および4％と小さい。したがってMae Chaem川の計画に対しては両ＧＳの測水データが適用された。

又，Ban Kong Kan G.S については，測水データは僅か9ケ月と極めて少ないがMae Chaem川に計画された5地点の比流量を修正する為の参考測水所として使用された。

4.3.3 Mae Khan 川流域

Mae Khan川流域内には，San Pa Tong G.SおよびMae Khan Bridge G.Sの2つの測水所がある。両測水所共Mae Khan川の下流部に設置されている。両測水所の比流量を比較すると，最下流に位置するMae Khan Bridge G.S のそれは上流側のSan Pa Tong G.Sの約1／2.3 に過ぎない。一つの想定として河川流量は両側水所間の河床の或る地点において伏流しているか，又は灌漑用に取水されて実際の値を示していないのではないかと考えられる。しかし雨期においてもこの傾向は変らないので結局Mae Khan川の計画にはMae Khan Bridge G.Sのデータは使用出来ないと判断された。

San Pa Tong G.S は計画ダムサイトのいずれよりも下流に位置していることもあり，したがってこの測水所のデータのみを使用することとした。

San Pa Tong G.S の測水データは1962年迄の7ケ年しかない。そこでその後観測された河川水位データとＮＥＡより提供された水位ー流量曲線を使用し1979年迄の流量を算出した。この結果，算定した流量は既存のデータと比較すると平均で約2.8倍の値を示した。この原因は水位ー流量曲線が1968年のものであること，その後河川横断測量が行なわれておらず，河床の変化に対応した曲線ではないこと等が考えられ，結局算定した流量は信頼性がないものとし使用されず単に7ケ年間のデータのみが使用された。

4.4 各サイトへの流入量

流入量算定に際しては，計算される流量の信頼度を高める為，計画地点に最も近い測水所のデータが適用されるべきで，使用測水所は既に述べて来た通りである。

計画地点における流入量は次式によって算定される。

$$Q_X = Q_E \cdot \frac{A_X}{A_E} \cdot \alpha$$

こゝに　Q_X ：計画地点流量

Q_E ：既設測水所流量

A_X ：計画地点流域面積

A_E ：既設測水所流域面積

α ：既設測水所に対する計画地点流量修正係数

係数αに関しては以下の理由により単にMae Chaem 川計画についてのみ考慮された。

Mae Chaem 川には上流から下流までに5地点が計画されているが，適用される測水所はMae Chaem 川の最下流に設置されている。

一般に河川の上流山岳地域の降雨量は，下流域より大きくしたがって単位面積当りの河川流量は下流部より大きな値を示す傾向にある。Mae Chaem 川に計画されている5サイトについて同一測水所のデータを単に適用すれば上流部サイトの流入量は少な目に算定される事が予測される。しかし上流部には適当な雨量観測所はなく，係数αの推定のために雨量データは使用出来ない。幸いMae Chaem No.4サイトの稍々下流にBan Kong Kan G.S が新設された。この測水所の流量測定期間は9ケ月と極めて短期間であるが，この期間のデータは主要測水所である下流のBan Qbb Luang G.S のデータと対比する事が可能である。そこで両測水所間の比流量を比較した結果，その差は14パーセントを示し，上流のBan Kong Kan G.S の単位面積当り流量が大きい事が判明した。しかし対比期間が短かい事を考慮し両測水所間の流量修正係数αは10パーセントに修正された。この数値を基本として計画5地点に対する係数αを検討し流入量を算定した。その結果をFig 4－5，Table 4－12及び4－13に示す。

全地点の月別流入量をTable 4－14から4－20に示す。

4.5 堆　砂（Sedimentation）

貯水池計画において，貯水池に流入する流砂量を推定する事はダム規模決定の一要素である。通常貯水池内堆砂量の計算はサイトへ流入して来る月別流量とその流量に対応する流砂量（Suspended sediment）との相関により算定される。

しかし，本計画流域内の既設測水所においては流砂量の測定は実施されておらず，データの使用は出来ない。そこで既設貯水池における堆砂実績を参考とすることとした。

Mae Chaem 川はバンコクを貫流するChao Phraya 川の支流Mae Ping 川の一支川である。1964年，このMae Ping 川にBhumibol ダム（コンクリートアーチグラビティ式，高さ154.0m，553MW）が築造され，Bhumibol 貯水池の背水終端は，Mae Ping およびMae Chaem 川が合流するAmphoe Hod 迄及んでいる。この貯水池の堆砂量については1971年から1978年に亘ってEGATにより測定並びに分析が行なわれており，その結果貯水池に流入する土砂は年間12 × 10.6 m^3，約460 m^3/km^2と報告されている。（Re：U.Q.Y Projectでは251$m^3/km^2/yr$）

今回のマスタープランでは，ダム規模の検討にあたりこの数値に地域特性を考慮し10％増

の500m³／km²／yrを適用して堆砂面を推定した。Mae Pai およびMae Khan 川には参考となる既設貯水池はないので，暫定的に同一数値を適用した。

なお，堆砂面は100年間の堆砂量に対して設定された。

Feasibility study 或いはPre－feasibility study においては今回流入量算定に使用した各測水所における流砂量の測定データが使用し得る様，早急に測定を開始すべきである。

4.6 設計洪水量

設計洪水量は，ダムの主要附帯設備である洪水吐の設計基礎となるものであり，その決定方法には幾つかの考え方がある。

Mae Pai №6およびMae Chaem №5 建設後における両ダムの重要性を考慮すると，タイ国内に建設された他の大規模ダムと同様，ＰＭＦ（Probable Maximum Flood）を適用する事が妥当であると考えられる。

ＰＭＦは過去に記録された代表的なStormの降雨量，継続時間（日数）およびこれに対応する実際の洪水波形（Unit Hydrograph）等の検討から導かれるＰＭＰ（Probable Maximum Precipitation）および代表的な洪水波形を基礎として決定される。

しかし勿ら今回のマスタープランにおいては，設計洪水量は単に洪水吐の概算建設費を求めるものであるので，詳細な検討はせずFig 4－6に示す図表により算定した。

この図表はタイ国で建設されたダムあるいは現在計画中のダムの設計に適用された設計洪水量を分類したものでありマスタープラン作成段階では充分な精度を持つものと判断される。

本計画地域の設計洪水量は，この図表においてBhumibol ダムおよびKiu Lomダムを結ぶ線上にあると想定し，計画地点の流域面積に応じて推定したものである。各地点の設計洪水量は次の通りである。

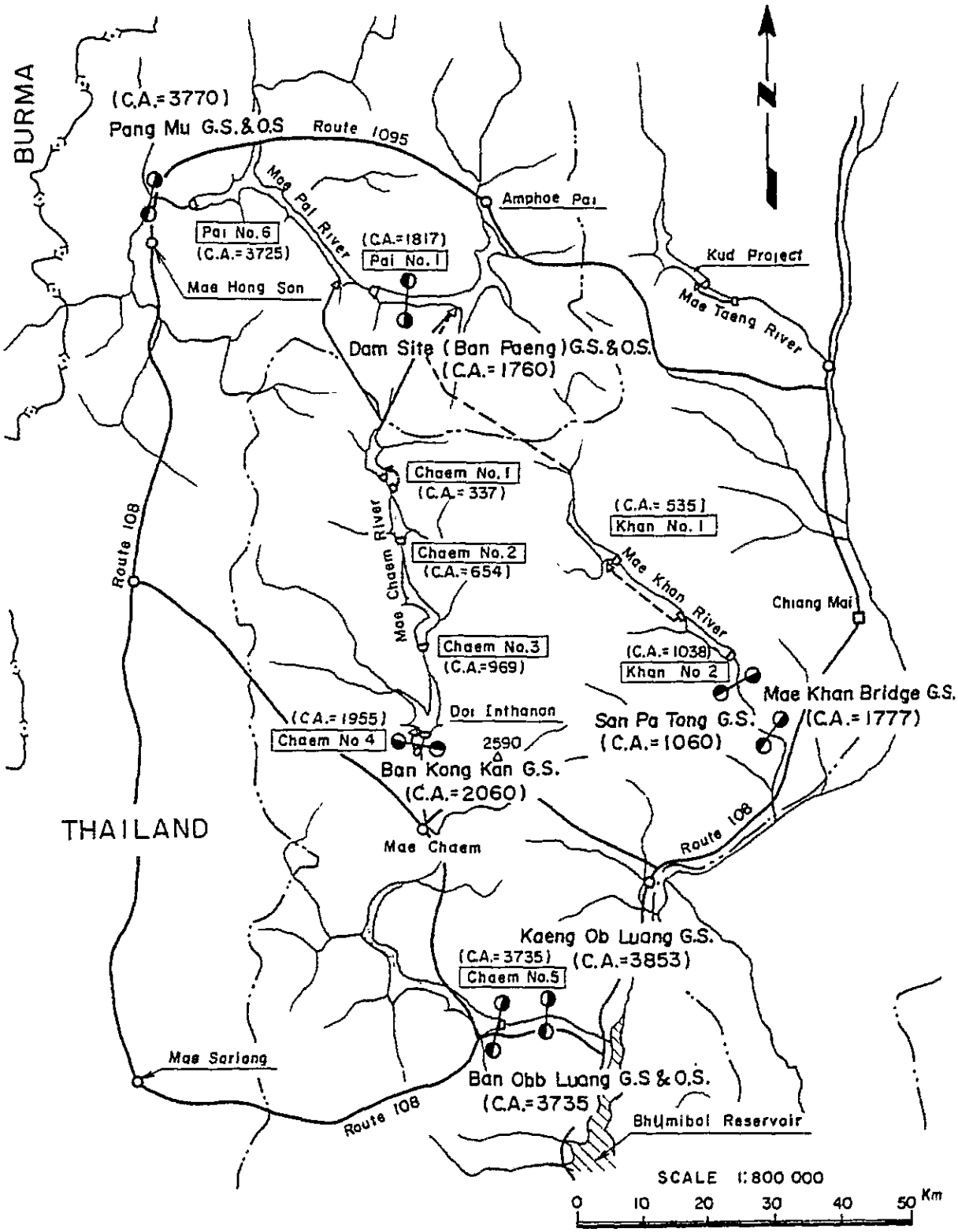
Mae Pai	№1	2,200	m³／s
〃	№6	3,000	〃
Mae Chaem	№1	1,000	〃
〃	№2	1,400	〃
〃	№3	1,700	〃
〃	№4	2,300	〃
〃	№5	3,000	〃
Mae Khan	№1	1,200	〃
〃	№2	1,800	〃

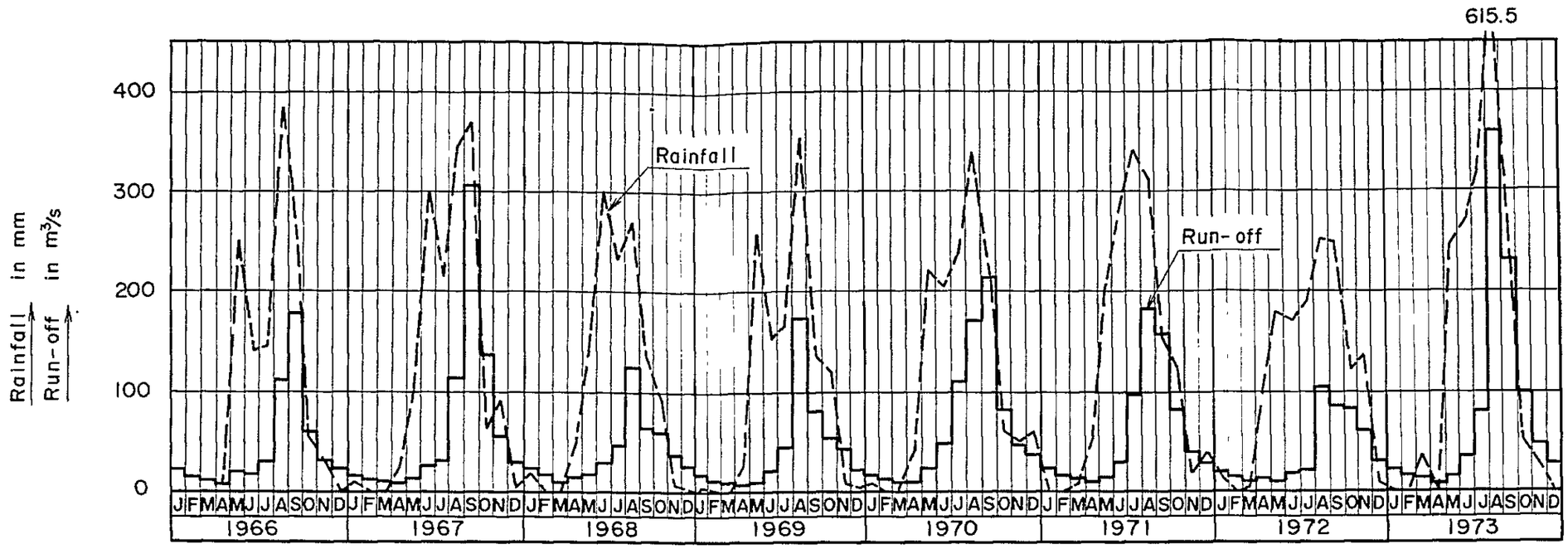
なお，以上の数字は貯水池操作時のSurchargeは考慮していない。

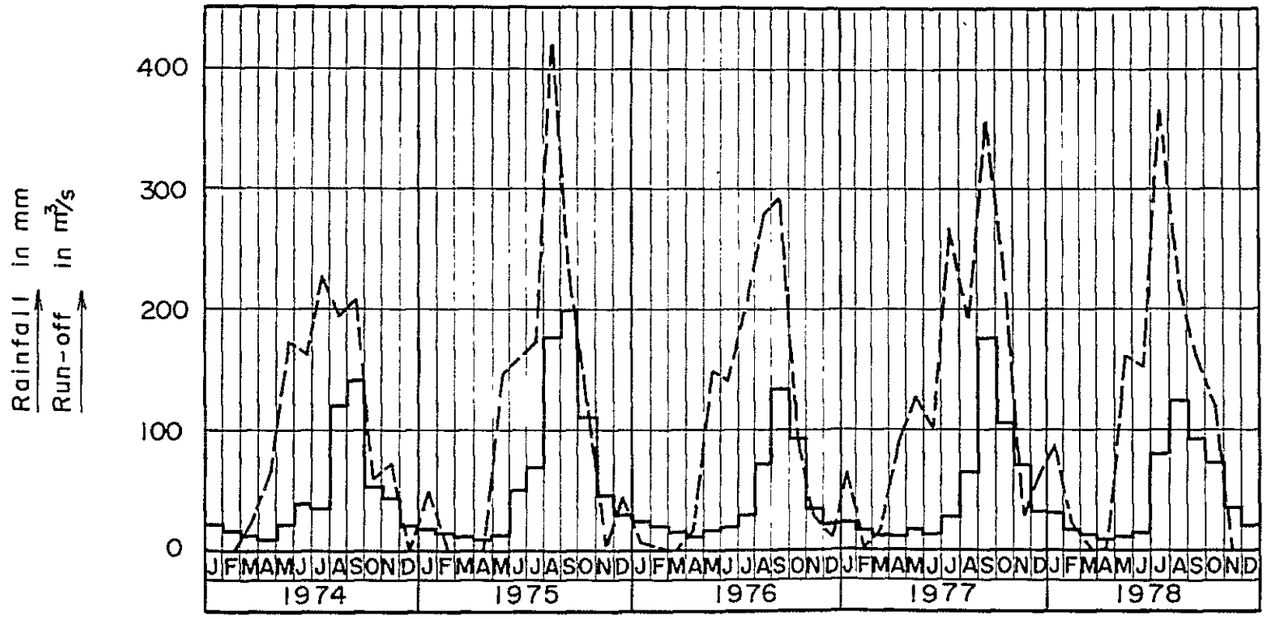
Feasibility Study においては，Surcharge水位が考慮され，洪水吐容量を小さくする方向で設計洪水量の検討がなされると思われる。したがって各河川の高水観測を実施し，実際の洪

水波形を整備しておくべきである。

Fig. 4-1 LOCATION OF RUN-OFF G.S. AND METEOROLOGICAL O.S.





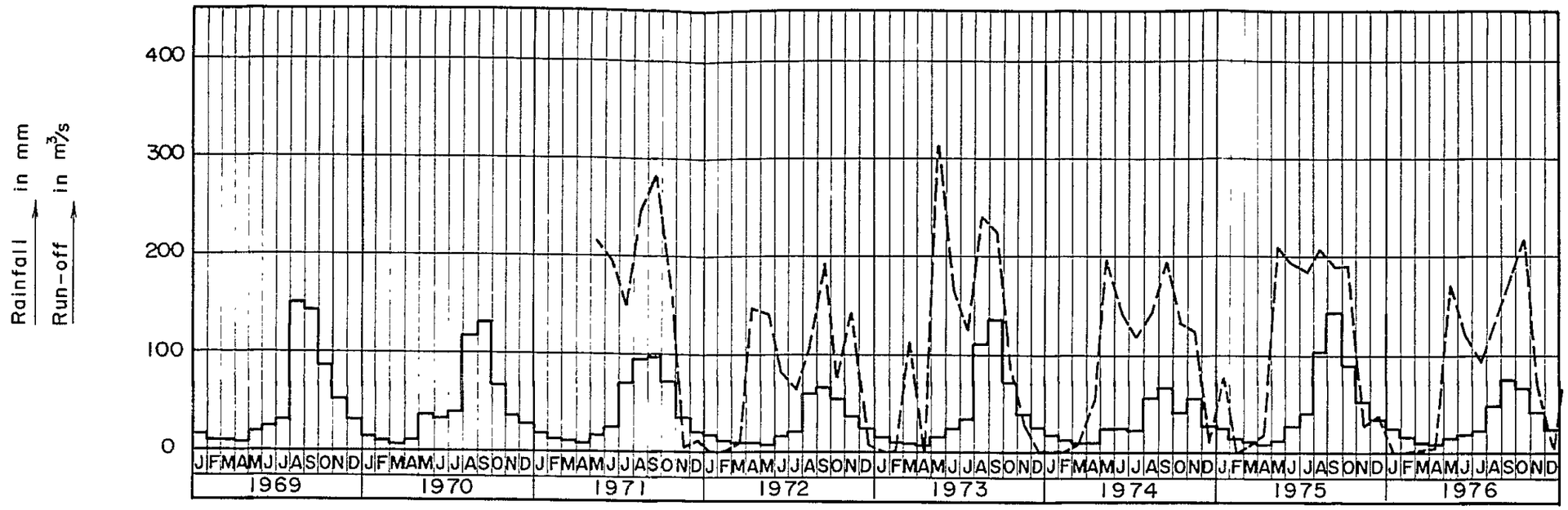


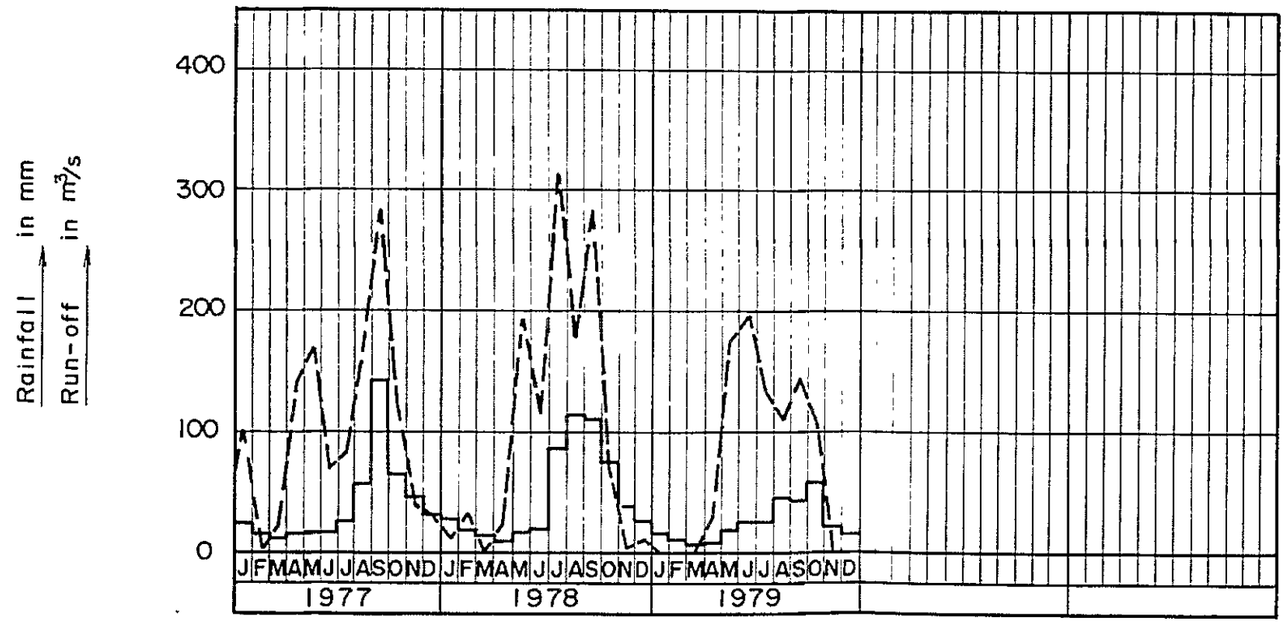
Remarks.

Run-off : Pan Mu G.S (Mae Pai River)
1966 ~ 1978 Mouthly Average

Rainfall : Pan Mu O.S
1966 ~ 1978 Mouthly

Fig. 4-2 Mae Pai Mae Chaem Master Plan. Run-off and Rainfall





Remarks

Run-off: Ban Obb Luang G.S (Mae Chaem River)
1969 ~ 1979 Monthly Average

Rainfall: Ban Obb Luang O.S
1971 ~ 1979 Monthly

Fig. 4-3 Mae Pai Mae Chaem Master Plan. Run-off and Rainfall

Fig.4-4 Co-Relation of Monthly Run-off at Mae Pai River

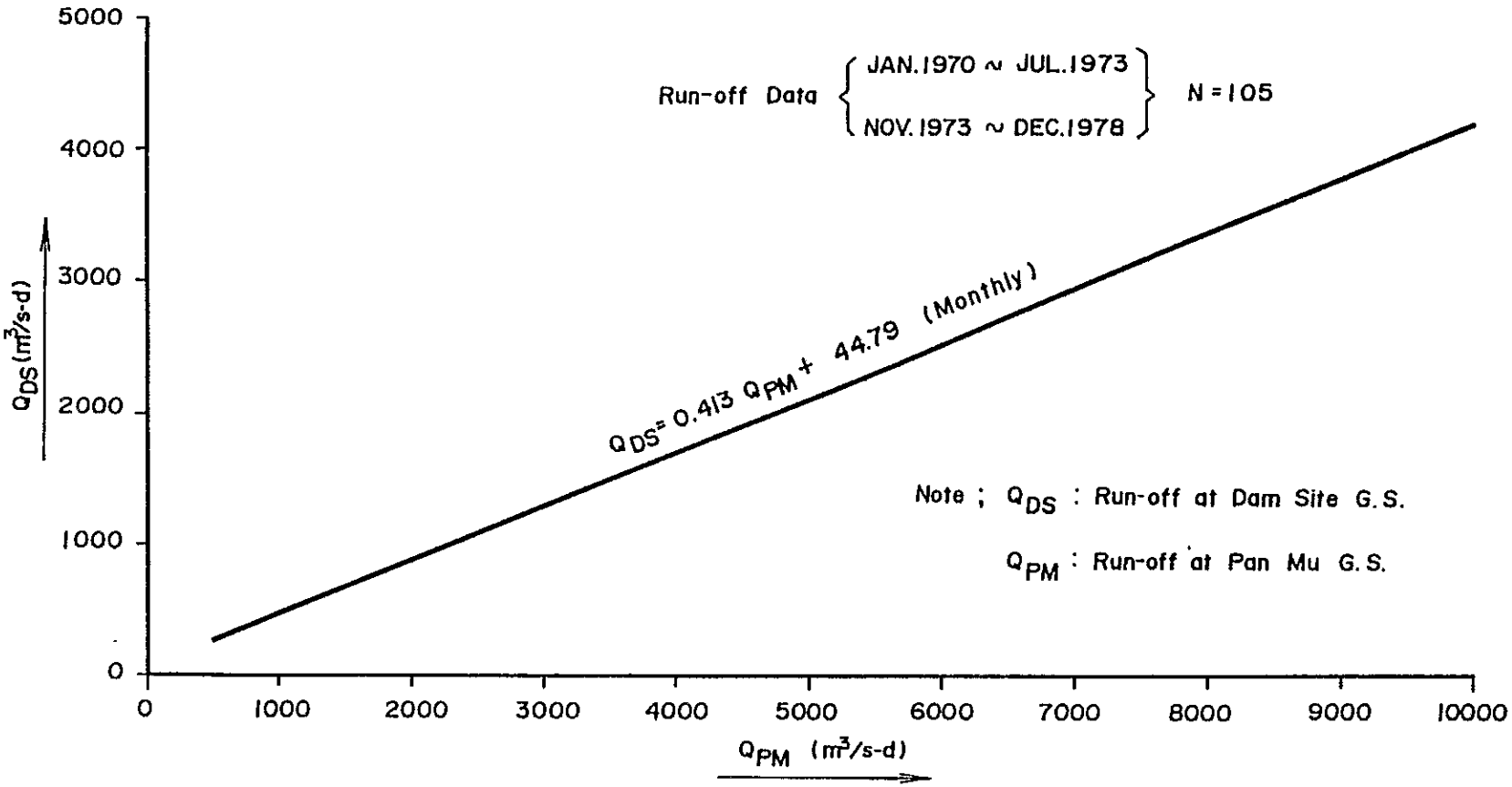


Fig. 4-5 Co-Relation of Specific Run-off at Mae Chaem River

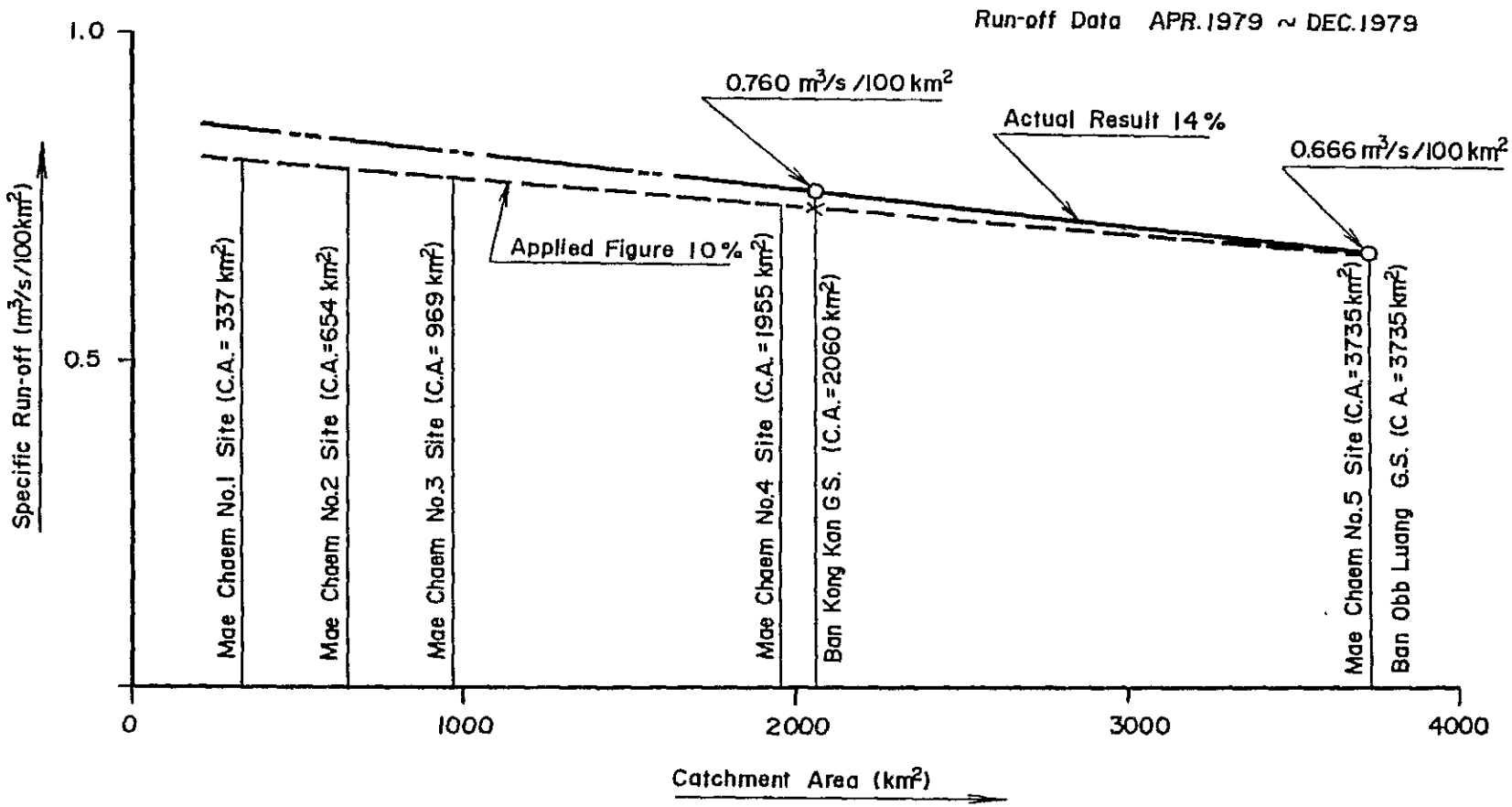
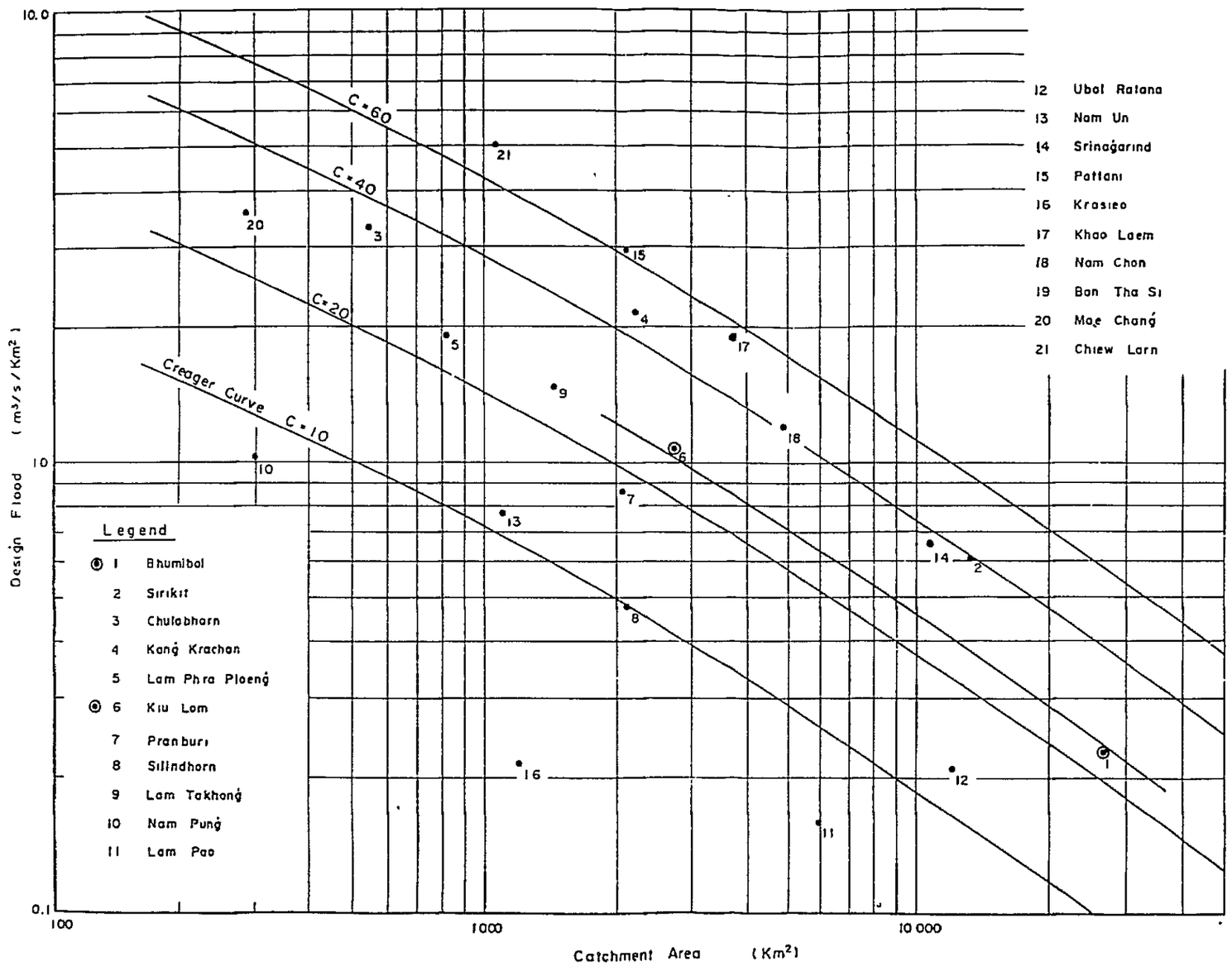
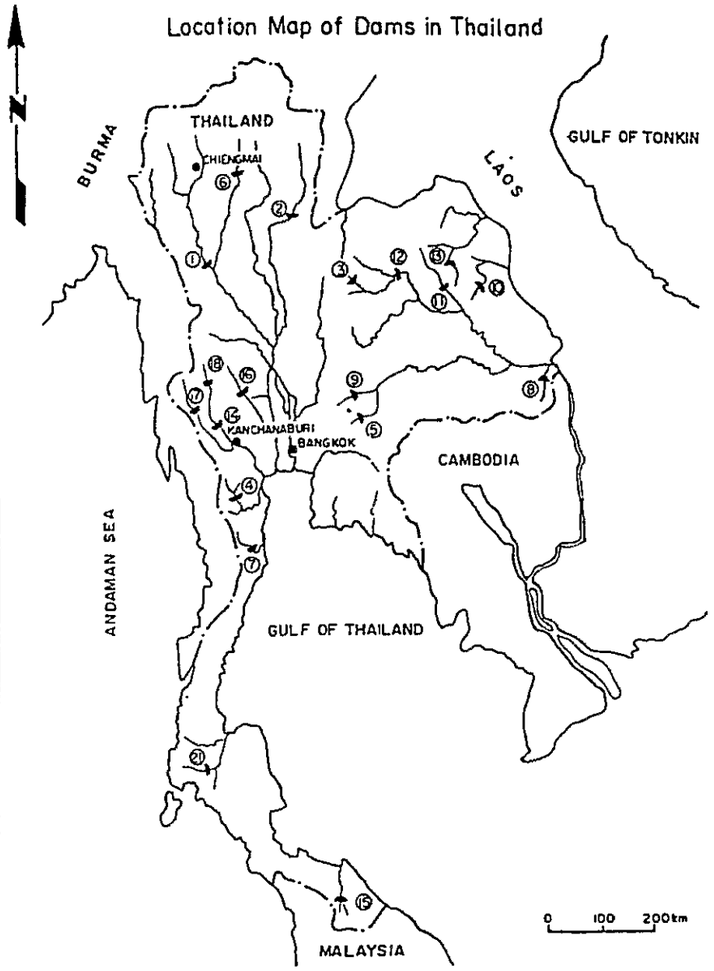


Fig. 4-6 Comparison of Design Floods in Thailand



Location Map of Dams in Thailand



Notes:

1. Creager's Eq.

   (Unit in cfs - sq. Miles) $q = 46\,C.A^{(0.894 \cdot A^{-0.048} - 1)}$

   (Unit in m³/s - sq. km) $q = 0.503 \cdot C \cdot (0.3861\,A)^{[0.894 \times (0.3861\,A)^{-0.048} - 1]}$

2. Values in [ ] are Creager's coefficients C derived from Design PMF

Table 4 - 1

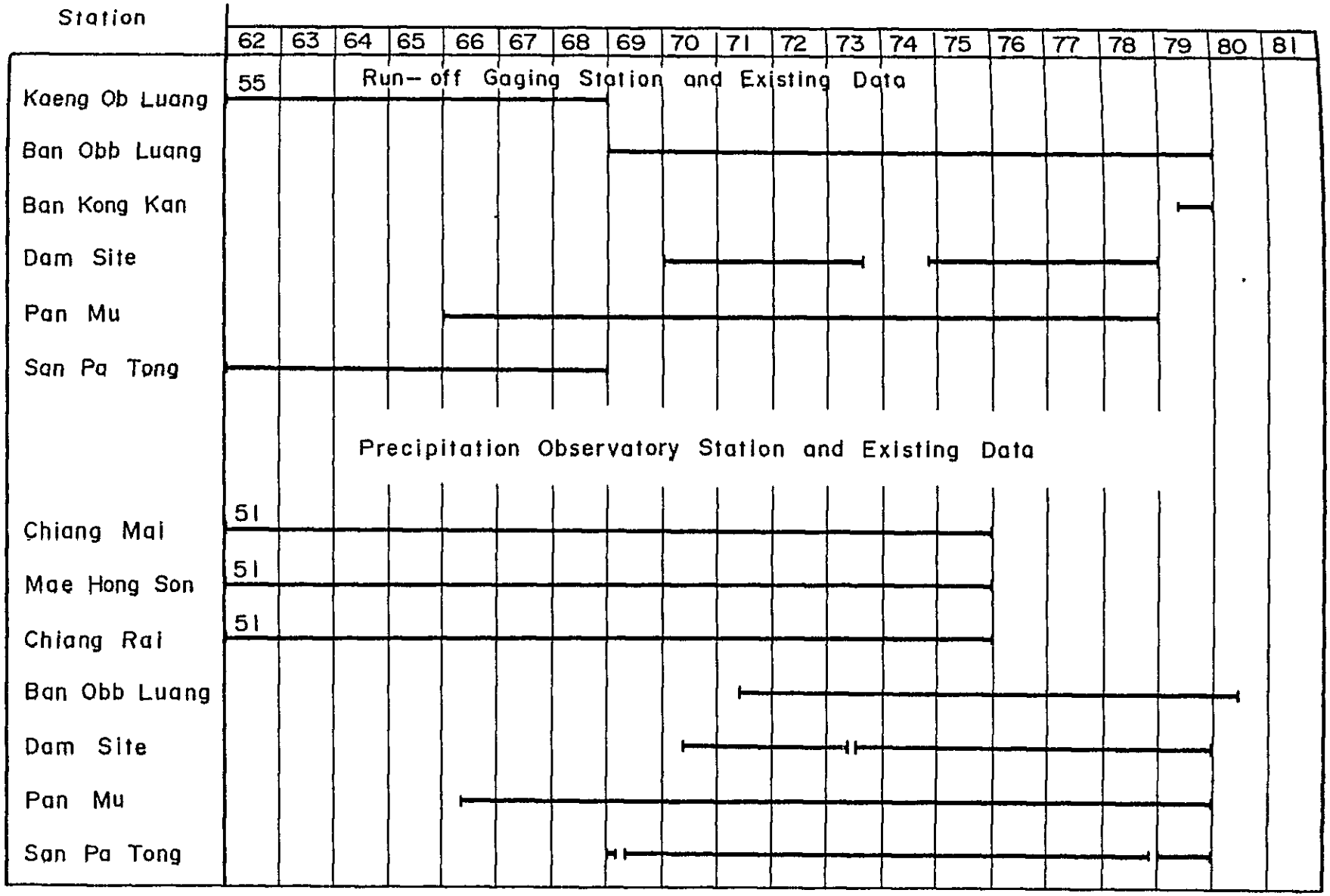

Station
62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81
Run- off Gaging Station and Existing Data
55
Kaeng Ob Luang
Ban Obb Luang
Ban Kong Kan
Dam Site
Pan Mu
San Pa Tong
Precipitation Observatory Station and Existing Data
51
Chiang Mai
51
Mae Hong Son
51
Chiang Rai
Ban Obb Luang
Dam Site
Pan Mu
San Pa Tong

Table 4-2

Station	Year																			
	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
	Temperature Observatory Station and Existing Data																			
Chiang Mai	51																			
Mae Hong Son	51																			
Chiang Rai	51																			
Ban Obb Luang																				
Pan Mu																				
San Pa Tong																				
	Evaporation Observatory Station and Existing Data																			
Chiang Mai	51																			
Chiang Rai	51																			
Ban Obb Luang																				
Dam Site																				
Pan Mu																				
San Pa Tong																				

Table 4-3 Monthly Average Run-off G.S.: Pan Mu Mae Pai R.

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1966	20.3	13.7	10.0	7.2	18.9	17.4	29.7	114.7	178.2	57.9	31.0	19.2	43.3
1967	14.5	10.4	8.6	7.1	11.5	14.8	29.5	114.4	305.4	137.1	53.3	30.5	61.5
1968	22.6	15.2	10.9	12.3	15.8	28.3	46.2	124.2	62.7	60.9	36.4	24.2	38.5
1969	15.9	12.3	8.3	6.3	11.0	19.6	44.2	171.6	80.3	52.1	42.1	21.4	40.7
1970	15.5	11.0	8.4	8.5	22.7	45.1	109.6	172.0	214.9	84.6	45.3	38.0	64.9
1971	24.3	16.5	13.4	9.9	13.8	28.7	98.2	183.4	157.7	81.0	38.4	27.2	58.0
1972	18.7	13.1	9.9	10.4	8.7	15.7	17.6	101.8	82.9	81.4	58.7	31.4	37.6
1973	21.0	14.7	11.5	5.9	13.8	35.0	76.1	359.8	232.3	100.1	46.8	28.7	79.3
1974	21.4	15.4	11.6	10.1	20.1	37.4	34.4	119.8	139.7	51.4	43.3	19.4	43.8
1975	18.1	11.6	9.3	7.3	10.7	50.1	67.4	177.0	199.7	111.1	44.0	29.4	61.6
1976	22.3	17.6	12.9	9.8	14.4	17.9	27.3	69.6	133.4	94.0	36.8	21.4	39.8
1977	22.1	14.9	10.6	10.8	14.8	11.6	26.9	63.1	176.2	106.2	70.6	31.9	46.7
1978	30.6	14.8	10.8	7.5	11.6	13.4	78.5	123.7	94.4	70.8	33.0	18.9	42.6

Table 4-4 Monthly Average Run-off G.S.: Ban Obb Luang Mae Chaem R.

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
1969	13.8	10.1	7.6	7.0	18.2	21.6	29.3	150.9	142.5	84.8	50.5	29.2	47.3
1970	14.3	9.2	5.8	9.8	35.8	32.2	40.0	117.9	131.1	66.9	36.9	28.7	44.2
1971	18.6	14.0	11.4	8.8	17.2	25.8	70.9	96.6	98.8	70.5	38.3	25.5	41.6
1972	17.7	12.5	9.8	11.5	8.4	15.9	20.6	60.9	66.7	52.8	38.9	24.0	28.3
1973	14.6	10.4	8.8	5.9	14.7	23.5	33.9	110.3	134.9	70.0	39.4	24.8	41.1
1974	17.6	12.3	8.5	8.8	23.6	24.7	22.9	53.7	65.2	39.9	53.7	25.3	29.7
1975	23.9	14.0	9.9	7.4	12.1	26.8	37.6	101.9	140.9	86.3	50.1	33.1	45.5
1976	23.5	16.4	11.4	9.6	14.1	16.5	21.3	44.7	73.0	64.7	41.4	22.4	29.9
1977	23.2	12.6	9.7	11.8	15.1	14.4	25.8	54.3	139.9	64.2	44.2	30.1	37.2
1978	24.9	16.8	12.6	9.7	16.7	18.9	83.4	115.5	110.4	73.5	37.7	23.7	45.6
1979	15.9	10.2	6.7	8.4	18.0	24.8	25.4	44.9	42.1	58.2	21.8	14.1	24.3

Table 4-5 Annual Average Precipitation

Observation Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Chiang Mai (1951 ∿ 1975)	10.8	7.2	20.2	51.1	162.0	152.3	172.4	248.9	262.3	128.1	40.0	15.6	1,270.9
Mae Hong Son (1951 ∿ 1975)	13.2	1.9	9.3	45.7	178.1	183.0	204.1	262.8	219.9	96.3	30.4	9.0	1,253.7
Chiang Rai (1951 ∿ 1975)	17.8	7.1	29.5	76.2	217.1	250.9	299.7	442.5	263.5	129.4	41.2	21.1	1,795.1
Ban Obb Luang (1970 ∿ 1980)	20.9	4.1	22.7	47.2	206.6	140.5	140.2	173.0	220.0	132.0	48.0	12.8	1,168.0
Dam Site (1970 ∿ 1979)	24.8	2.2	12.4	47.8	158.2	162.0	152.1	233.4	185.5	104.0	27.5	24.7	1,098.5
Pan Mu (1966 ∿ 1979)	20.2	1.7	7.3	36.5	175.9	193.5	227.4	315.5	237.0	101.6	35.8	16.8	1,369.2
San Pa Tong (1969 ∿ 1979)	23.0	2.5	23.5	56.9	197.7	136.2	179.1	267.8	274.8	139.1	42.8	21.4	1,364.8

Table 4-6 Monthly Precipitation O.S.: Ban Obb Luang Mae Chaem R.

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total	Ave.
1971	-	-	-	-	214.3	196.5	148.3	246.7	283.6	181.4	4.1	13.9	-	-
1972	0	0	7.4	148.2	141.4	82.9	63.0	105.7	194.7	74.8	144.0	9.7	971.8	81.0
1973	0	0	115.0	0	312.4	162.4	123.2	244.4	228.9	86.7	27.0	0	1,300.5	108.4
1974	0	0	9.2	54.8	198.6	139.6	118.2	139.3	196.1	131.7	124.3	9.3	1,121.1	93.4
1975	75.5	0	5.7	16.9	211.0	189.9	185.3	207.1	189.4	190.5	26.1	37.4	1,334.8	111.2
1976	0	0.3	1.1	5.1	171.1	119.1	91.9	-	169.5	221.5	63.5	2.4	-	-
1977	101.1	2.0	26.2	136.4	172.5	67.0	81.1	156.9	284.7	121.3	39.1	31.1	1,219.4	101.6
1978	11.2	34.5	0	20.0	193.8	112.1	317.4	176.4	286.2	72.7	3.8	11.3	1,239.4	103.3
1979	0	0	0.6	34.3	174.8	198.2	133.1	107.7	147.3	107.3	0	0	903.3	75.3
1980	0	0	38.3	9.2	275.9	137.0	-	-	-	-	-	-	-	-
Ave.	20.9	4.1	22.7	47.2	206.6	140.5	140.2	173.0	220.0	132.0	48.0	12.8	1,168.0	97.3

Table 4-7 Monthly Precipitation O.S.: Dam Site (Ban Paeng) Mae Pai R.

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total	Ave.
1970	-	-	-	36.7	235.5	201.9	234.4	183.0	188.2	80.6	10.6	56.8	-	-
1971	0	0	32.5	49.5	174.5	173.9	164.0	370.5	200.1	81.5	5.0	8.0	1,259.5	105.0
1972	2.0	0	17.0	69.9	114.2	276.0	97.3	116.0	200.0	147.0	102.0	76.0	1,216.5	101.4
1973	0	0	9.0	0	-	200.3	182.7	441.3	221.4	31.9	46.0	0	-	-
1974	0	0	24.5	81.5	208.7	148.9	74.2	232.3	234.0	108.6	59.4	3.7	1,175.8	98.0
1975	78.3	0	0	2.4	223.3	208.3	138.7	303.6	175.1	178.9	11.0	22.3	1,341.9	111.8
1976	0	6.5	0	6.1	159.5	107.9	113.9	209.3	165.2	150.3	5.0	13.1	936.8	78.1
1977	80.6	0	28.6	90.0	116.8	51.7	110.0	152.4	221.7	118.0	35.0	64.3	1,069.1	89.1
1978	62.5	13.3	0	17.0	87.1	82.2	309.5	169.1	136.0	71.8	0.6	2.5	951.6	79.3
1979	0	0	0	125.6	104.3	169.3	95.8	156.6	113.6	71.3	0	0	836.5	69.7
Ave.	24.8	2.2	12.4	47.8	158.2	162.0	152.1	233.4	185.5	104.0	27.5	24.7	1,098.5	91.6

Table 4-8 Monthly Precipitation O.S.: Pan Mu Mae Pai R.

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total	Ave.
1966	-	-	-	13.2	253.2	143.4	146.1	385.4	249.2	50.9	37.0	0	-	-
1967	10.0	0	0	26.7	103.8	301.0	216.5	349.5	369.0	61.9	91.5	2.0	1,531.9	127.7
1968	19.8	0	0	51.3	148.7	302.7	228.3	269.9	137.4	94.2	5.0	0	1,257.3	104.8
1969	2.0	0	0	26.6	259.5	154.0	165.3	353.8	138.0	122.0	7.5	4.2	1,232.9	102.7
1970	7.0	0	4.1	41.3	222.0	205.7	237.9	342.3	221.0	61.9	50.7	60.1	1,454.0	121.2
1971	0	0	9.1	55.8	203.3	282.0	338.6	313.3	155.9	123.4	18.3	41.3	1,541.0	128.4
1972	17.0	0	4.0	102.5	181.0	169.7	189.1	253.2	250.6	122.1	137.0	9.1	1,435.3	119.6
1973	0	0	37.1	0	247.1	269.4	326.1	615.5	273.0	50.7	26.7	0	1,845.6	153.8
1974	0	0	24.5	66.5	175.3	162.8	228.1	194.4	210.0	58.0	73.2	1.0	1,193.8	99.5
1975	51.5	0	0	0	148.0	159.0	170.5	422.5	230.5	132.5	1.0	47.0	1,362.5	113.5
1976	2.0	1.8	0	15.7	151.0	139.0	199.6	279.8	288.1	96.5	27.3	9.3	1,210.1	100.8
1977	66.9	0	14.5	86.5	131.6	104.3	268.0	190.6	356.5	244.8	25.3	60.6	1,549.6	129.1
1978	86.6	20.6	1.0	1.4	161.6	151.6	364.9	218.8	164.8	119.4	0	0	1,290.7	107.6
1979	0	0	0	22.9	76.0	164.9	104.6	227.5	273.6	83.4	0	0	952.9	79.4
Ave.	20.2	1.7	7.3	36.5	175.9	193.5	227.4	315.5	237.0	101.6	35.8	16.8	1,369.2	114.1

Table 4-9 Monthly Precipitation O.S.: San Pa Tong Mae Khan R.

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total	Ave.
1969	3.4	-	-	13.1	220.7	124.6	112.5	321.5	227.0	133.0	14.4	5.0	- -	- -
1970	5.3	0	50.3	44.8	440.3	259.5	186.9	306.1	141.4	74.1	49.9	60.4	1,619.0	134.9
1971	5.3	0	43.6	53.3	249.8	119.6	263.9	254.2	387.3	109.9	40.4	19.0	1,546.3	128.9
1972	0	0	9.1	179.4	61.7	203.1	36.6	282.4	227.4	47.0	120.9	30.5	1,198.1	99.8
1973	0	0	49.5	4.0	230.5	177.9	198.6	336.9	432.4	36.9	24.5	0	1,491.2	124.3
1974	0	0	13.4	44.7	170.0	85.3	114.7	218.2	319.0	218.2	118.6	0	1,302.1	108.5
1975	140.5	0	0	61.5	118.3	138.1	225.4	280.8	388.4	252.4	34.3	50.3	1,690.0	140.8
1976	0	6.7	25.6	26.9	128.1	65.8	109.3	224.8	182.8	279.7	16.5	4.3	1,070.5	89.2
1977	70.1	3.0	40.3	115.7	176.6	50.3	119.5	243.2	317.8	182.9	8.7	44.8	1,372.9	114.4
1978	28.2	14.0	0	6.4	202.2	80.3	417.2	307.6	208.0	72.0	-	-	-	-
1979	0	1.6	3.0	76.0	176.0	193.8	185.5	169.7	191.3	124.0	0	0	1,120.9	93.4
Ave.	23.0	2.5	23.5	56.9	197.7	136.2	179.1	267.8	274.8	139.1	42.8	21.4	1,364.8	113.7

Table 4-10 Annual Temperature

Observation Station		Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Ave.
Chiang Mai (1951 ∿ 1975)	Mean	20.0	22.2	25.6	28.3	28.0	27.1	26.7	26.2	26.2	25.5	23.4	20.6	25.0
	Ext. max.	34.7	37.3	39.6	41.5	41.4	37.9	36.4	35.4	34.7	35.3	33.7	33.5	-
	Ext. min.	3.7	7.3	10.0	13.2	19.6	19.1	21.1	20.0	19.3	13.3	6.0	5.0	-
Mae Hong Son (1951 ∿ 1975)	Mean	20.6	22.2	26.1	29.7	28.7	27.1	26.6	26.2	26.5	26.2	24.3	21.4	25.4
	Ext. max.	34.5	37.0	39.5	42.4	41.4	39.4	36.0	34.5	35.5	35.4	35.2	33.9	-
	Ext. min.	6.0	8.2	11.0	15.6	20.4	20.5	21.2	20.5	19.7	15.0	9.8	7.2	-
Chiang Rai (1951 ∿ 1975)	Mean	19.6	21.8	24.7	27.5	27.6	27.1	26.7	26.2	26.2	25.1	22.7	19.6	24.6
	Ext. max.	32.1	34.8	38.0	41.3	41.2	38.0	38.6	35.2	37.0	35.0	33.6	31.7	-
	Ext. min.	1.5	6.5	9.6	11.4	17.6	18.5	19.0	18.5	18.3	11.6	5.0	2.8	-
Ban Obb Luang (1972 ∿ 1980)	Mean	20.7	24.0	26.9	30.0	28.5	28.0	27.4	26.7	26.0	25.6	23.1	21.5	25.7
	Ext. max.	36.0	39.8	40.8	43.7	43.2	39.0	37.4	37.0	37.0	35.8	35.8	35.2	-
	Ext. min.	2.8	5.9	10.3	15.0	19.0	21.0	20.0	18.8	17.0	12.2	8.8	4.9	-
Pan Mu (1966 ∿ 1978)	Mean	21.7	23.4	26.5	29.8	30.1	28.8	27.6	27.2	27.5	26.7	24.9	22.1	26.4
	Ext. max.	34.4	38.3	41.7	45.0	45.0	40.2	38.5	38.8	38.5	39.0	41.0	34.8	-
	Ext. min.	5.5	6.5	7.2	11.2	18.0	20.0	13.5	17.4	14.8	13.5	8.9	7.1	-
San Pa Tong (1972 ∿ 1978)	Mean	20.3	23.5	26.4	28.9	27.4	27.6	27.3	26.6	26.7	25.6	24.2	21.8	25.5
	Ext. max.	33.5	39.0	40.0	42.2	42.0	39.0	37.0	37.0	38.3	38.5	35.2	34.0	-
	Ext. min.	0.6	10.0	13.2	17.0	20.0	10.0	20.0	20.0	19.0	12.0	12.0	7.0	-

Table 4-11 Annual Average Evaporation

Observation Station	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
Chiang Mai (1951 ∿ 1975)	108.4	137.0	180.6	197.2	176.2	136.7	128.5	117.8	126.4	129.1	104.4	99.7	1,642.0
Chiang Rai (1951 ∿ 1975)	108.2	134.3	171.7	202.3	166.7	125.4	112.2	94.8	107.5	117.0	105.6	101.7	1,547.4
Ban Obb Luang (1971 ∿ 1980)	116.1	158.9	210.0	222.3	160.0	134.5	129.1	112.4	110.3	116.8	103.1	100.9	1,674.4
Dam Site (1970 ∿ 1979)	76.9	104.2	166.0	186.5	176.1	134.4	118.7	111.5	112.9	116.1	89.6	77.9	1,470.8
Pan Mu (1967 ∿ 1979)	99.5	126.0	167.3	204.5	187.4	136.4	115.5	106.2	119.2	127.7	107.1	96.6	1,593.4
San Pa Tong (1970 ∿ 1979)	88.2	118.5	165.4	166.0	138.4	111.5	95.6	90.3	100.1	106.7	82.0	75.8	1,338.5

Table 4-12 Coefficient of Run-off for Mae Chaem

	Gaging Station		Dam Site				
	Ban Obb Luang	Ban Kong Kan	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Catchment area (km^2)	3,735	2,060	337	654	969	1,955	3,735
Coefficient α	1.000	1.100	1.203	1.184	1.165	1.106	1.000

Table 4-13 Estimation of Run-off

Proposed Dam Site	Catchment Area (km^2)	Average Run-off (m^3/s)	Remarks
Mae Chaem No. 1	337	4.15	Average in 25 yrs
" No. 2	654	7.92	"
" No. 3	969	11.55	"
" No. 4	1,955	22.13	"
" No. 5	3,735	38.22	"
Mae Pai No. 1	1,817	23.10	Average in 13 yrs
" No. 2	3,725	50.02	"
Mae Khan No. 1	535	5.28	Average in 7 yrs
" No. 2	1,038	10.24	"

Table 4-14 Monthly Run-off at Mae Pai River No. 1 and No. 6

Mae Pai River No. 1 C.A.: 1,817 km^2

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1966	314.64	209.50	177.88	137.80	295.42	268.34	439.45	1,562.60	2,326.07	811.37	443.33	300.57	7,286.97
1967	237.65	169.97	159.65	136.66	198.45	235.49	435.56	1,558.89	3,953.04	1,857.91	728.62	449.51	10,121.40
1968	344.66	234.70	190.53	203.63	254.79	408.66	657.16	1,688.21	848.59	851.33	511.67	365.64	6,559.57
1969	256.15	192.75	156.09	126.32	191.58	296.90	630.55	2,314.90	1,073.21	734.75	584.67	329.53	6,887.40
1970	246.05	156.82	140.97	121.24	385.21	811.58	1,736.27	2,514.89	2,297.06	976.33	595.69	597.24	10,579.35
1971	469.22	354.93	179.58	173.20	336.69	424.98	1,403.94	2,457.08	1,691.36	663.41	382.40	220.99	8,757.78
1972	191.01	129.57	71.26	61.35	38.92	76.64	149.52	837.16	1,005.44	1,140.48	1,163.81	644.73	5,509.89
1973	278.26	185.67	196.13	128.53	192.21	489.05	1,034.35	4,802.59	3,017.66	1,369.71	791.32	553.46	13,038.94
1974	306.79	208.78	167.54	145.17	305.79	585.46	455.72	1,517.61	1,708.70	876.81	890.95	501.74	7,671.06
1975	356.17	186.08	148.91	99.20	197.87	904.32	1,188.17	2,694.32	2,168.73	1,679.69	900.14	701.92	11,225.52
1976	426.17	290.68	221.88	156.84	265.47	319.09	456.79	1,123.13	1,643.77	1,180.84	566.06	383.10	7,033.82
1977	357.73	181.53	134.80	144.69	260.98	186.01	438.31	908.60	1,802.34	1,256.21	769.33	415.66	6,856.19
1978	618.92	227.97	194.48	147.76	190.06	252.89	1,218.53	1,727.39	1,565.41	1,144.40	527.34	355.39	8,170.54
Total	4,403.42	2,728.95	2,139.70	1,782.39	3,113.44	5,259.41	10,244.32	25,707.37	25,101.38	14,543.24	8,855.33	5,819.48	109,698.43
Ave.	338.72	209.92	164.59	137.11	239.50	404.57	788.02	1,977.49	1,930.88	1,118.71	681.18	447.65	8,438.34

Mae Pai River No. 6 C.A.: 3,725 km^2

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1966	622.02	378.36	305.08	212.16	577.43	514.68	911.20	3,513.94	5,283.18	1,773.06	920.13	589.41	15,600.65
1967	443.51	286.69	262.82	209.52	352.71	438.53	902.19	3,505.38	9,053.44	4,198.29	1,581.31	934.47	22,168.86
1968	691.61	436.71	334.37	364.74	483.31	839.86	1,415.67	3,805.00	1,859.36	1,865.68	1,078.51	740.15	13,914.97
1969	486.40	339.48	254.52	185.62	336.83	580.89	1,354.05	5,257.31	2,379.86	1,595.50	1,247.71	656.51	14,674.68
1970	476.24	303.52	256.09	251.00	696.13	1,335.45	3,357.54	5,267.74	6,369.04	2,591.87	1,341.89	1,164.70	23,411.21
1971	743.44	456.28	410.89	294.27	421.49	851.92	3,006.70	5,616.65	4,674.66	2,479.96	1,137.56	831.78	20,925.60
1972	572.66	376.18	304.30	306.92	265.04	465.14	539.01	3,116.93	2,456.73	2,493.21	1,739.65	962.29	13,598.06
1973	642.74	406.59	351.47	173.41	422.22	1,038.61	2,331.93	11,022.13	6,885.80	3,066.95	1,387.04	880.32	28,609.21
1974	655.78	425.86	355.96	300.32	615.31	1,107.92	1,054.59	3,669.31	4,139.83	1,574.72	1,282.23	595.12	15,776.95
1975	555.66	320.21	284.07	216.36	326.41	1,485.93	2,064.95	5,420.53	5,918.50	3,403.66	1,305.05	901.50	22,202.83
1976	682.75	505.00	394.34	291.75	440.50	529.80	835.51	2,132.34	3,954.63	2,877.93	1,090.43	654.49	14,389.47
1977	676.72	410.84	325.76	320.94	453.90	343.27	823.81	1,933.84	5,223.89	3,251.62	2,092.62	977.49	16,834.70
1978	938.46	409.75	329.87	222.35	355.24	398.32	2,404.35	3,789.13	2,797.11	2,169.89	977.79	579.60	15,371.86
Total	8,187.99	5,055.47	4,169.54	3,349.36	5,746.52	9,930.32	21,001.50	58,050.23	60,996.03	33,342.34	17,181.92	10,467.83	237,479.05
Ave.	629.85	388.88	320.73	257.64	442.04	763.87	1,615.50	4,465.40	4,692.00	2,564.80	1,321.69	805.22	18,267.62

Table 4-15 Monthly Run-off at Mae Chaem River No. 1

C.A.: 337 km^2

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1955	47.76	28.62	24.73	30.49	43.65	124.67	89.01	153.08	253.24	144.56	96.37	63.65	1,099.83
1956	45.24	37.25	23.83	96.29	76.59	56.07	91.95	244.40	576.44	202.63	121.94	96.27	1,668.90
1957	60.28	39.14	30.57	17.09	31.14	55.66	66.24	101.95	154.34	124.57	62.60	44.26	787.84
1958	36.10	21.84	14.48	19.26	24.62	47.30	90.79	103.21	162.13	112.68	59.65	41.03	733.09
1959	31.69	16.81	13.80	12.76	28.19	48.61	106.58	223.36	482.48	237.03	92.06	57.23	1,350.60
1960	38.90	27.88	18.29	15.11	50.44	69.44	79.96	313.10	230.72	205.26	92.58	90.69	1,232.37
1961	55.97	36.61	26.84	29.27	71.49	97.32	122.88	342.35	577.17	411.78	165.60	120.36	2,057.64
1962	85.53	55.97	40.93	34.03	52.38	56.60	152.13	215.89	416.62	373.38	129.09	81.96	1,694.51
1963	61.76	40.19	30.84	29.71	48.26	154.87	233.14	327.09	326.78	442.61	258.08	168.54	2,121.87
1964	135.19	100.05	91.22	81.12	134.88	129.51	219.99	229.98	556.87	701.53	212.94	151.29	2,744.57
1965	124.04	95.32	89.95	54.71	69.02	95.53	108.26	259.44	329.93	311.52	228.62	128.77	1,895.11
1966	96.48	70.81	60.60	24.76	97.36	52.71	107.84	253.76	452.24	158.86	108.89	75.01	1,562.32
1967	53.76	33.21	30.05	27.98	56.29	46.49	79.54	174.33	375.49	227.99	116.89	77.22	1,292.24
1968	58.18	35.04	30.04	37.64	61.61	70.65	117.73	199.47	164.86	222.09	116.99	73.96	1,188.26
1969	46.43	30.57	25.50	22.84	61.26	70.23	98.61	507.80	464.01	285.36	164.36	98.41	1,875.38
1970	48.08	28.09	19.47	31.78	120.45	104.78	134.59	396.74	426.93	225.07	120.05	96.56	1,752.59
1971	62.61	42.64	38.50	28.59	57.82	84.12	238.44	325.16	321.76	237.03	124.58	85.63	1,646.88
1972	59.53	39.32	32.96	37.57	28.26	51.86	69.38	204.93	217.26	177.62	126.77	80.89	1,126.35
1973	48.97	31.75	29.68	19.36	49.59	76.35	114.09	371.11	439.21	235.59	128.30	83.33	1,627.33
1974	59.32	37.30	28.66	28.71	79.45	80.27	77.20	180.63	212.34	133.41	174.70	80.02	1,177.91
1975	80.38	42.47	33.29	24.20	40.60	87.40	126.59	342.87	458.90	290.50	163.07	111.22	1,801.49
1976	79.21	51.54	38.44	31.30	47.39	53.82	71.78	150.28	237.82	217.77	134.80	75.26	1,189.41
1977	77.94	38.27	32.77	38.45	50.83	46.88	86.71	182.85	455.61	216.15	143.89	101.17	1,471.52
1978	83.83	51.01	42.32	31.70	56.27	61.54	280.54	388.76	359.50	247.20	122.70	79.75	1,805.12
1979	53.55	30.98	22.68	27.25	60.60	80.63	85.57	150.98	136.92	195.79	70.97	47.53	963.45
Total	1,630.73	1,062.68	870.44	831.97	1,498.44	1,903.31	3,049.54	6,343.52	8,792.57	6,338.88	3,336.49	2,215.01	37,873.58
Ave.	65.23	42.51	34.82	33.28	59.94	76.13	121.98	253.74	351.70	253.56	133.46	88.60	1,514.94

Table 4-16 Monthly Run-off at Mae Chaem River No. 2

C.A.: 654 km^2

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1955	91.24	54.67	47.24	58.24	83.39	238.14	170.01	292.40	483.71	276.12	184.08	121.58	2,100.82
1956	86.41	71.16	45.53	183.92	146.30	107.09	175.84	466.83	1,101.05	387.05	232.91	183.88	3,187.77
1957	115.15	74.76	58.40	32.65	59.48	106.31	126.52	194.73	294.81	237.94	119.57	84.55	1,504.87
1958	68.96	41.71	27.67	36.80	47.02	90.35	173.43	197.14	309.68	215.23	113.94	78.37	1,400.30
1959	60.53	32.11	26.37	24.38	53.85	92.84	203.57	426.64	921.60	452.76	175.84	109.32	2,579.81
1960	74.30	53.25	34.94	28.86	96.34	132.63	152.73	598.05	440.70	392.07	176.84	173.23	2,353.94
1961	106.91	69.93	51.26	55.92	136.56	185.89	234.72	653.92	1,102.46	786.55	316.31	229.90	3,930.33
1962	163.38	106.91	78.17	65.01	100.05	108.12	290.59	412.37	795.80	713.20	246.58	156.55	3,236.73
1963	117.96	76.77	58.91	56.74	92.19	295.81	445.32	624.78	624.18	845.44	492.95	321.94	4,052.99
1964	258.23	191.11	174.23	154.94	257.63	247.38	420.21	439.30	1,063.68	1,340.00	406.74	288.98	5,242.43
1965	236.93	182.07	171.82	104.50	131.83	182.47	206.79	495.57	630.21	595.04	436.68	245.97	3,619.88
1966	184.28	135.25	115.75	47.28	185.97	100.68	205.98	484.71	869.55	303.45	207.99	143.28	2,984.17
1967	102.69	63.44	57.39	53.44	107.51	88.80	151.93	332.99	717.22	435.48	223.27	147.50	2,481.66
1968	111.13	66.94	57.37	71.90	117.69	134.94	224.87	381.02	314.90	424.22	223.47	141.27	2,269.72
1969	88.69	58.40	48.70	43.63	117.00	134.15	188.36	969.95	886.30	545.07	313.95	187.97	3,582.17
1970	91.84	53.66	37.18	60.71	230.08	200.14	257.08	757.81	815.49	429.92	229.30	184.44	3,347.65
1971	119.60	81.45	73.54	54.60	110.44	160.68	455.46	621.09	614.61	452.76	237.97	163.57	3,145.77
1972	113.71	75.11	62.95	71.76	53.98	99.06	132.52	391.44	414.99	339.28	242.14	154.51	2,151.45
1973	93.54	60.65	56.69	36.99	94.73	145.84	217.92	708.87	838.93	450.00	245.06	159.17	3,108.39
1974	113.31	71.24	54.75	54.83	151.76	153.32	147.46	345.02	405.60	256.54	333.70	162.41	2,249.94
1975	153.53	81.12	63.58	46.23	77.55	166.95	241.80	654.93	876.54	554.88	311.48	212.45	3,441.04
1976	151.29	98.45	73.43	59.79	90.52	102.81	137.11	287.06	454.25	415.96	257.48	143.75	2,271.90
1977	148.87	73.10	62.59	73.43	97.08	89.55	165.62	349.27	870.26	412.87	274.85	193.25	2,810.74
1978	160.12	97.43	80.83	60.55	107.48	117.56	535.87	742.58	686.69	472.19	234.36	152.33	3,447.99
1979	102.29	59.18	43.33	52.06	115.75	154.01	163.44	288.39	261.54	373.98	135.56	90.73	1,840.31
Total	3,114.89	2,029.87	1,662.62	1,589.16	2,862.18	3,635.52	5,824.95	12,116.86	16,794.75	12,108.00	6,373.02	4,230.95	72,342.77
Ave.	124.60	81.19	66.50	63.57	114.49	145.42	233.00	484.67	671.79	484.32	254.92	169.24	2,893.71

Table 4-17 Monthly Run-off at Mae Chaem River No. 3

C.A.: 969 km^2

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1955	133.03	79.70	68.88	84.93	121.59	347.23	247.90	426.35	705.30	402.61	268.41	177.28	3,063.22
1956	126.00	103.76	66.38	268.17	213.32	156.15	256.10	680.69	1,605.47	564.36	339.61	268.12	4,648.13
1957	167.90	109.01	85.15	47.61	86.72	155.01	184.49	283.94	429.86	346.94	174.35	123.28	2,194.26
1958	100.55	60.82	40.34	53.65	68.57	131.74	252.88	287.46	451.55	313.83	166.15	114.28	2,041.82
1959	88.26	46.83	38.44	35.55	78.51	135.38	296.83	622.09	1,343.80	660.18	256.39	159.40	3,761.66
1960	108.33	77.65	50.94	42.08	140.48	193.40	222.70	872.04	642.60	571.69	257.86	252.59	3,432.36
1961	155.89	101.97	74.75	81.53	199.12	271.05	342.25	953.49	1,607.52	1,146.89	461.22	335.22	5,730.90
1962	238.23	155.89	113.99	84.79	145.88	157.65	423.71	601.28	1,160.37	1,039.94	359.54	228.26	4,719.53
1963	172.00	111.93	85.90	82.73	134.42	431.33	649.34	911.01	910.13	1,232.75	718.79	469.42	5,909.75
1964	376.54	278.67	254.05	225.92	375.66	360.71	612.71	640.55	1,550.97	1,953.87	593.08	421.37	7,644.10
1965	345.47	265.48	250.54	152.37	192.22	266.06	301.52	722.59	918.92	867.64	636.74	358.66	5,278.21
1966	268.70	197.20	168.78	68.95	271.16	146.81	300.35	706.77	1,267.91	442.47	303.28	208.92	4,351.30
1967	149.73	92.51	83.69	77.92	156.77	129.49	221.53	485.54	1,045.80	634.98	325.55	215.08	3,618.59
1968	162.04	97.61	83.66	104.84	171.61	196.76	327.89	555.57	459.17	618.57	325.84	205.99	3,309.55
1969	129.32	85.15	71.01	63.61	170.61	195.61	274.65	1,414.31	1,292.34	794.78	457.77	274.08	5,223.24
1970	133.91	78.24	54.21	88.52	335.48	291.82	374.86	1,104.98	1,189.08	626.87	334.35	268.94	4,881.26
1971	174.39	118.77	107.23	79.62	161.04	234.30	664.11	905.63	896.17	660.18	346.99	238.50	4,586.93
1972	165.80	109.52	91.79	104.63	78.71	144.44	193.22	570.77	605.10	494.71	353.06	225.29	3,137.94
1973	136.39	88.44	82.66	53.93	138.12	212.65	317.76	1,033.62	1,223.27	656.16	357.33	232.09	4,532.42
1974	165.23	103.88	79.83	79.95	221.28	223.57	215.01	503.08	591.41	374.07	486.58	236.81	3,280.70
1975	223.87	118.28	92.71	67.41	113.08	243.43	352.58	954.96	1,278.10	809.08	454.18	309.78	5,017.46
1976	220.60	143.55	107.07	87.19	131.99	149.91	199.93	418.57	662.36	606.52	375.43	209.60	3,312.72
1977	217.07	106.58	91.27	107.08	141.56	130.57	241.49	509.28	1,268.94	602.02	400.76	281.79	4,098.41
1978	233.48	142.07	117.86	88.30	156.72	171.41	781.36	1,082.77	1,001.27	688.50	341.73	222,12	5,027.59
1979	149.14	86.29	63.18	75.91	168.78	224.56	238.32	420.50	381.36	545.31	197.66	132.37	2,683.38
Total	4,541.87	2,959.81	2,424.31	2,317.19	4,173.40	5,301.04	8,493.49	17,667.84	24,488.77	17.654.92	9,292.65	6,169.24	105,484.53
Ave.	181.67	118.39	96.97	92.69	166.94	212.04	339.74	706.71	979.55	706.20	371.71	246.77	4,219.38

Table 4-18 Monthly Run-off at Mae Chaem River No. 4

C.A.: 1,955 km^2

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1955	254.84	152.70	131.95	162.68	232.91	665.16	474.87	816.72	1,351.09	771.25	514.17	339.60	5,867.94
1956	241.37	198.77	127.17	513.72	408.64	299.13	490.59	1,303.94	3,075.46	1,081.10	650.57	513.61	8,904.07
1957	321.63	208.81	163.12	91.20	166.13	296.94	353.41	543.91	823.45	664.60	333.99	236.16	4,203.35
1958	192.62	116.51	77.28	102.78	131.35	252.37	484.42	550.65	864.99	601.17	318.27	218.92	3,911.33
1959	169.07	89.70	73.64	68.09	150.40	259.33	568.62	1,191.68	2,574.20	1,264.65	491.15	305.36	7,205.89
1960	207.52	148.75	97.59	80.61	269.11	370.47	426.60	1,670.48	1,230.97	1,095.13	493.96	483.86	6,575.05
1961	298.62	195.34	143.19	156.19	381.44	519.22	655.62	1,826.52	3,079.39	2,196.99	883.52	642.14	10,978.18
1962	456.35	298.62	218.35	181.58	279.45	301.99	811.67	1,151.83	2,222.81	1,992.11	688.73	437.26	9,040.75
1963	329.49	214.42	164.55	158.49	257.50	826.26	1,243.88	1,745.14	1,743.45	2,361.46	1,376.91	899.23	11,320.78
1964	721.29	533.82	486.66	432.78	719.61	690.98	1,173.71	1,227.04	2,971.05	3,742.86	1,136.10	807.17	14,643.07
1965	661.79	508.55	479.93	291.88	368.22	509.67	577.60	1,384.21	1,760.29	1,662.06	1,219.74	687.05	10,110.99
1966	514.73	377.77	323.32	132.08	519.44	281.22	575.35	1,353.90	2,428.82	847.59	580.96	400.22	8,335.40
1967	286.83	177.21	160.31	149.26	300.31	248.05	424.36	930.10	2,003.34	1,216.37	623.63	412.01	6,931.78
1968	310.41	186.98	160.26	200.84	328.73	376.92	628.11	1,064.26	879.58	1,184.94	624.18	394.61	6,339.82
1969	247.72	163.12	136.03	121.86	326.82	374.70	526.13	2,709.26	2,475.62	1,522.50	876.91	525.03	10,005.70
1970	256.52	149.88	103.85	169.56	642.65	559.02	718.08	2,116.72	2,277.81	1,200.84	640.49	515.18	9,350.60
1971	334.05	227.51	205.41	152.52	308.48	448.82	1,272.18	1,734.84	1,716.71	1,264.65	664.69	456.87	8,786.73
1972	317.61	209.79	175.83	200.43	150.77	276.68	370.14	1,093.36	1,159.14	947.67	676.33	431.57	6,009.32
1973	261.27	169.41	158.35	103.31	264.59	407.36	608.70	1,980.01	2,343.30	1,256.95	684.50	444.60	8,682.35
1974	316.51	198.99	152.92	153.16	423.89	428.27	411.88	963.71	1,132.91	716.58	932.10	453.63	6,284.55
1975	428.85	226.58	177.59	129.14	216.61	466.31	675.41	1,829.34	2,448.34	1,549.89	870.02	593.41	9,611.49
1976	422.59	274.99	205.10	167.02	252.85	287.16	382.98	801.81	1,268.82	1,161.87	719.18	401.51	6,345.88
1977	415.82	204.17	174.84	205.12	271.18	250.13	462.60	975.59	2,430.80	1,153.24	767.71	539.79	7,850.99
1978	447,26	272.15	225.77	169.14	300.21	328.36	1,496.79	2,074.16	1,918.05	1,318.90	654.62	425.49	9,630.90
1979	285.70	165.30	121.03	145.41	323.32	430.18	456.52	805.52	730.53	1,044.61	378.64	253.57	5,140.33
Total	8,700.46	5,669.84	4,644.04	4,438.85	7,994.61	10,154.70	16,270.22	33,844.70	46,910.92	33,819.98	17,801.07	11,817.85	202,067.24
Ave.	348.02	226.79	185.76	177.55	319.78	406.19	650.81	1,353.79	1,876.44	1,532.80	712.04	472.71	8,082.69

Table 4-19 Monthly Run-off at Mae Chaem River No. 5

C.A.: 3,735 km^2

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1955	440.10	263.71	227.88	280.95	402.23	1,148.71	820.09	1,410.44	2,333.28	1,331.92	887.95	586.47	10,133.73
1956	416.83	343.26	219.61	887.17	705.70	516.58	847.23	2,251.86	5,311.20	1,867.02	1,123.51	886.98	15,376.95
1957	555.45	360.61	281.70	157.50	286.90	512.80	610.32	939.32	1,422.07	1,147.74	576.78	407.84	7,259.03
1958	332.65	201.20	133.46	177.49	226.83	435.83	836.57	950.96	1,493.81	1,038.20	549.64	378.06	6,754.70
1959	291.98	154.91	127.18	117.59	259.74	447.85	981.98	2,057.98	4,445.55	2,184.00	848.20	527.34	12,444.30
1960	358.38	256.88	168.53	139.21	464.74	639.79	736.72	2,884.86	2,125.84	1,891.25	853.05	835.60	11,354.85
1961	515.71	337.34	247.28	269.73	658.74	896.67	1,322.23	3,154.34	5,317.99	3,794.13	1,525.80	1,108.96	18.958.92
1962	788.10	515.71	377.09	313.59	482.60	521.52	1,401.72	1,989.16	3,838.72	3,440.31	1,189.42	755.14	15,613.08
1963	569.02	370.30	284.17	273.70	444.70	1,426.92	2,148.13	3,013.79	3,010.88	4,078.16	2,377.88	1,552.94	19,550.59
1964	1,245.65	921.88	840.45	747.39	1,242.74	1,193.30	2,026.96	2,119.05	5,130.90	6,463.79	1,962.01	1,393.96	25,288.08
1965	1,142.89	878.25	828.82	504.07	635.91	880.19	997.49	2,390.48	3,039.96	2,870.32	2,106.45	1,186.51	17,461.34
1966	888.92	652.39	558.36	228.09	897.06	485.66	993.61	2,338.13	4,194.48	1,463.76	1,003.30	691.16	14,394.92
1967	495.35	306.03	276.85	257.76	518.62	428.37	732.85	1,606.25	3,459.70	2,100.63	1,076.98	711.52	11,970.91
1968	536.06	322.90	276.76	346.84	567.71	650.93	1,084.73	1,837.93	1,519.01	2,046.35	1,077.94	681.47	10,948.63
1969	427.80	281.70	234.92	210.44	564.40	647.10	908.60	4,678.80	4,275.30	2,629.30	1,514.40	906.70	17,279.46
1970	443.00	258.84	179.35	292.83	1,109.84	965.40	1,240.10	3,655.50	3,933.70	2,073.80	1,106.10	889.70	16,148.16
1971	576.90	392.90	354.74	263.40	532.74	775.10	2,197.00	2,996.00	2,964.70	2,184.00	1,147.90	789.00	15,174.38
1972	548.50	362.30	303.65	346.14	260.38	477.82	639.22	1,888.20	2,001.80	1,636.60	1,168.00	745.30	10,377.91
1973	451.20	292.56	273.46	178.41	456.93	703.50	1,051.20	3,419.40	4,046.80	2,170.70	1,182.10	767.80	14,994.06
1974	546.60	343.64	264.08	264.50	732.05	739.60	711.30	1,664.30	1,956.50	1,237.50	1,609.70	783.40	10,853.17
1975	740.60	391.30	306.70	223.02	374.08	805.30	1,166.40	3,159.20	4,228.20	2,676.60	1,502.50	1,024.80	16,598.70
1976	729.80	474.90	354.20	288.43	436.66	495.92	661.40	1,384.70	2,191.20	2,006.50	1,242.00	693.40	10,959.11
1977	718.10	352.60	301.94	354.23	468.31	431.96	798.90	1,684.80	4,197.90	1,991.60	1,325.80	932.20	13,558.34
1978	772.40	470.00	389.90	292.10	518.46	567.06	2,584.90	3,582.00	3,312.40	2,277.70	1,130.50	734.80	16,632.22
1979	493.40	285.47	209.01	251.12	558.36	742.90	788.40	1,391.10	1,261.60	1,804.00	653.90	437.90	8,877.16
Total	15,025.39	9,791.58	8,020.09	7,665.70	13,806.43	17,536.78	28,098.05	58,448.55	81,013.49	58,405.88	30,741.81	20,408.95	348,962.70
Ave.	601.02	391.66	320.80	306.63	552.26	701.47	1,123.92	2,337.94	3,240.54	2,336.24	1,229.67	316.36	13,958.51

Table 4-20 Monthly Run-off at Mae Khan River No. 1 and No. 2

Mae Khan River No. 1 C.A.: 535 km^2

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1962	79.68	48.02	36.45	32.74	44.31	39.12	111.59	188.87	346.09	532.75	108.31	67.28	1,635.21
1963	58.35	38.28	27.61	28.38	26.27	83.47	107.54	286.64	229.89	432.87	254.44	131.34	1,705.08
1964	82.13	50.00	34.86	28.30	113.82	109.47	105.53	166.60	487.71	622.01	218.29	136.72	2,155.44
1965	82.19	57.18	35.49	29.81	46.43	74.16	42.49	178.31	245.14	376.19	199.97	120.40	1,487.76
1966	81.52	68.44	27.80	19.85	94.04	60.83	132.30	322.56	434.56	262.55	144.27	96.69	1,745.41
1967	77.50	43.85	35.11	42.67	108.01	131.82	179.75	236.95	735.00	354.41	253.32	153.37	2,351.76
1968	125.42	85.16	73.50	98.41	176.19	189.43	263.99	367.74	318.83	338.67	215.51	156.37	2,409.22
Total	586.79	390.93	270.82	280.16	609.07	688.30	943.19	1,747.67	2,797.22	2,919.45	1,394.11	862.17	13,489.88
Ave.	83.83	55.85	38.69	40.02	87.01	98.33	134.74	249.67	399.60	417.06	199.16	123.12	1,927.13

Mae Khan River No. 2 C.A.: 1,038 km^2

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1962	154.59	93.18	70.72	63.51	85.97	75.90	216.51	366.43	671.48	1,033.64	210.14	130.53	3,172.60
1963	113.20	74.27	53.57	55.06	50.97	161.95	208.65	556.13	446.03	839.84	493.66	254.82	3,308.15
1964	159.34	97.01	67.63	54.92	220.84	212.39	204.75	323.24	946.24	1,206.82	423.52	265.26	4,181.96
1965	159.47	110.95	68.86	57.84	90.09	143.88	82.43	345.96	475.62	729.88	387.99	233.59	2,886.56
1966	158.16	132.79	53.94	38.51	182.45	118.03	256.68	625.83	843.13	509.39	279.91	187.60	3,386.42
1967	150.36	85.09	68.13	82.79	209.56	255.76	348.76	459.73	1,426.04	687.63	491.48	297.57	4,562.90
1968	243.34	165.23	142.60	190.94	341.84	367.52	512.18	713.48	618.59	657.07	418.14	303.39	4,674.32
Total	1,138.46	758.52	525.45	543.57	1,181.72	1,335.43	1,829.96	3,390.80	5,427.13	5,664.27	2,704.84	1,672.76	26,172.91
Ave.	162.64	108.36	75.06	77.65	168.82	190.78	261.42	484.40	775.30	809.18	386.41	238.97	3,738.99