社会開発協力部報告書

No. 9

タイ国
東部水資源開発計画
事前調査報告書

昭和55年12月

国際協力事業団

開二
81—11

617
JI
14
3

JICA LIBRARY
1017742[6]

国際協力事業団
受入月日 56. 8. 24
登録No. 13771
122
60
SDS

はしがき

日本国政府は，タイ国政府の要請に応え東部水資源開発計画にかかわる調査を行なうことを決定し，その調査は国際協力事業団が実施することとなった。

事業団は，建設省建設大学校教務部長　久武啓祐氏を団長とする７名からなる事前調査団を昭和５５年１１月３０日から同年１２月１３日まで現地へ派遣した。

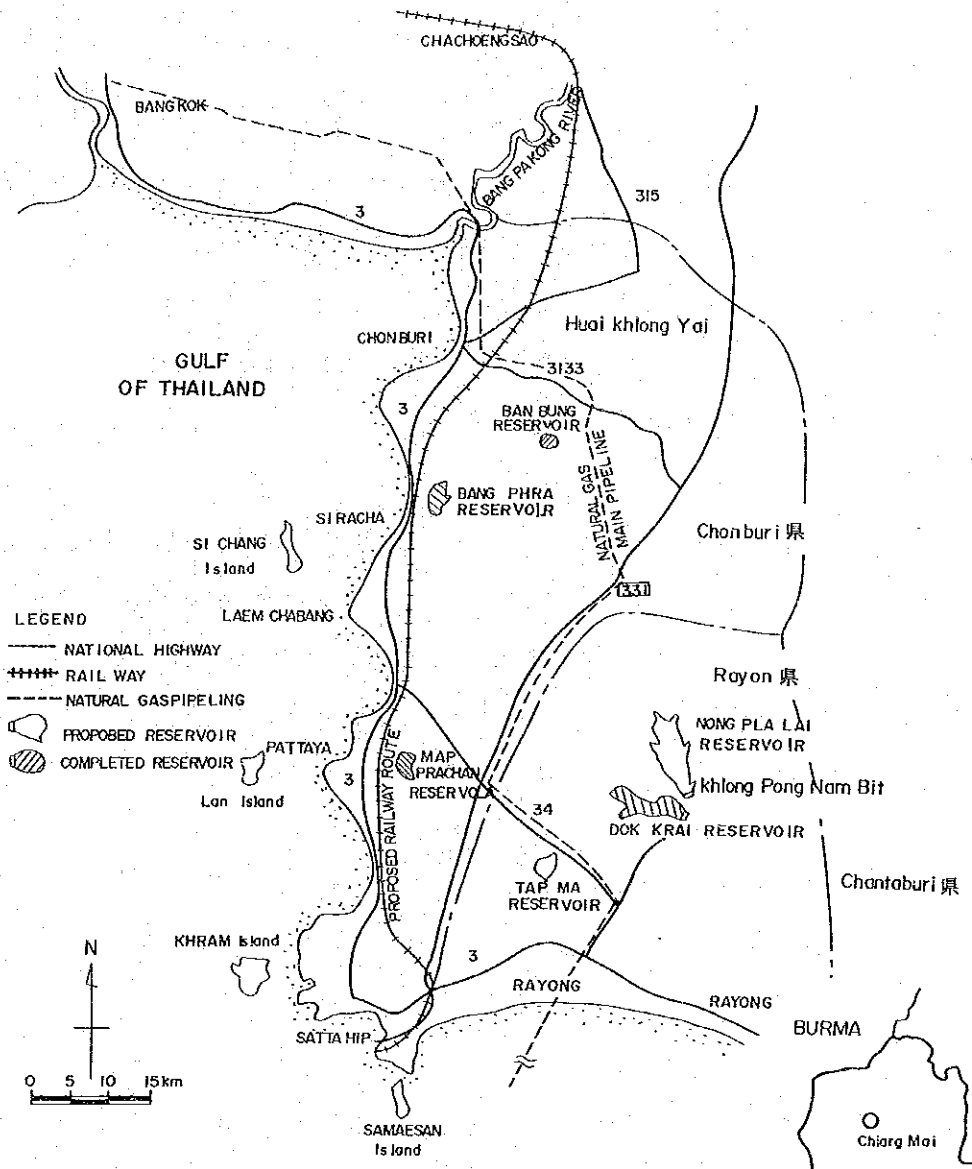
今回の調査は，本格調査の対象となる東部海岸地域に位置する２つのダムを中心として地域の現況を概査し，プロジェクトの規模及び内容について概略検討を行ない，次に実施する本格調査が円滑にしかも効果的に進められるよう，タイ政府と十分な協議を行なうことを目的としたものである。

本調査報告書が今後の本格調査を立案検討し実施するに際し参考となることを期待するとともに，今回調査実施にあたり多大の御協力をいただいた，タイ国政府，在タイ日本大使館ならびに関係機関各位に対し厚くお礼申し上げる次第である。

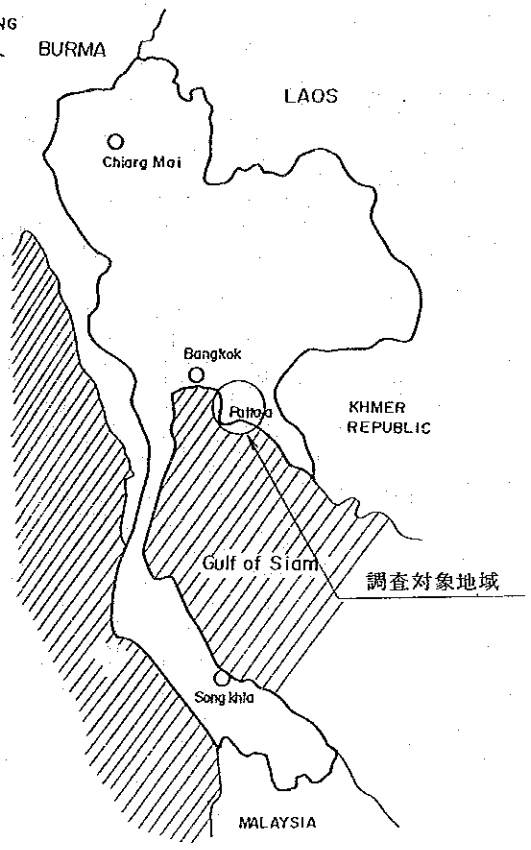
昭和５５年１２月

国際協力事業団

理事　中沢弐仁



調査対象地域（東部海岸）開発現況図



調査対象地域位置図

目　　次

はしがき …… 1

調査対象地域位置図及び開発現況図 …… 3

第1章　序　　論 …… 7

1－1　要請の背景 …… 7

1－2　調査プロジェクトの概要及び事前調査の目的 …… 8

第2章　調査の概要 …… 9

2－1　地域の現況 …… 9

自然気象条件 …… 9

経済社会条件 …… 10

農業概況 …… 10

かんがい …… 12

工業開発計画 …… 14

上下道計画 …… 16

洪水防御計画 …… 17

ダ　ム …… 18

2－2　タイ側との協議の概要 …… 18

2－3　本格調査に対する提言 …… 31

第3章　ダ　　ム …… 33

3－1　ダム計画 …… 33

3－2　既設ダムの概要と利用実態 …… 40

3－3　新規建設予定ダムの概要 …… 54

資 料 編

1. 事前調査団の編成 …… 75
2. 日　　程 …… 75
3. タイ政府 Terms of Reference (T/R) …… 80
4. タイ側関係機関組織図　RID …… 101
5. 関係者リスト …… 104
6. 資料リスト …… 107
7. そ の 他 …… 109

第１章　序　　論

１－１　要請の背景

東部海岸地域はタイ湾に面する南北に広がる地域であり，近年急足に開発が進められてきている。タイにおける東部海岸地域の開発は，タイの将来にとって極めて重要な意味を有し，そのため早急に水資源開発に取り組む必要に迫られている。

当該地域は現在までのところ，稲作生産安定化のためのかんがい用水の確保すら思うにまかせないところ，今後計画されている大規模工業開発とそれに伴なう都市用水の将来需要増加に対する水の確保及びパタヤ地区観光開発による生活用水確保等，農業用水工業用水，都市用水の面からの総合的な水需給の検討をせまられている。又，ダム建設に伴なう治水対策もあわせて，水資源開発を行なうことにより，地域の開発が大きく促されることとなる。

最近の東部海岸地区工業開発計画の動きとして，ソーダ灰工場が一段と具体化してきており，その他，一貫製鉄所，石油精製工場工業団地計画等の事業も進展するきざしをみせている。これに対するインフラストラクチャーとしての港湾及び交通に関しては計画及び建設が進められているが，先にも述べた水資源開発は十分とはいえない。

その理由として，当該地域は大河川を有さず中小の河川にたよらざるを得ないこと及び雨量が必ずしも多いとは言えないことによる。

さらに，各分野間での計画にそれぞれ時間的ズレがあるため，各計画に対応した水資源開発計画立案のむづかしさも加っている。

こうした背景を踏まえ，タイ国政府は，当該地域におよそ３０ケ所のダム建設計画を有しＲＩＤが独自に調査を進めており，そのうち緊急度の高いダム２ケ所を我が国に対し１９７９年第７次円借款対象案件として要請したが日本国政府及び海外経済協力基金による現地調査の結果，事業計画特に水需給に対する調査及び計画，水使用者側の事業計画に関する検討が不十分であるため，不採択になったものである。

そのため，タイ国政府は，昭和５５年７月我が国に対し東部水資源開発計画調査を要請した。

タイ国政府は，Phase Ⅰ，Phase Ⅱで４つのダムについてフィージビリティ調査の実施を要請しており，我が国は，タイ側がPhase Ⅰ として位置付けている２つのダム

即ち，Ban Bung及び，Nong Ple Lai 両ダムのフィージビリティ調査を実施することを決定した。

1－2　調査プロジェクトの概要及び事前調査の目的

東部水資源開発計画調査は，東部海岸地域Rayong 県，Rayong川水系 Khlong Nong Pla Lai 上流に位置する Nong Pla Laiダム及び，Chonburi 県 Bang Pakong 川水系のBan Bung ダムの2ダムを中心として，地域の農業，工業，都市開発による将来需要を検討し併せてダム建設に伴なう治水計画も含めて水資源開発計画の代替案を作成し，最適計画を策定するものである。

このため，本格調査に先立ち，事前調査はF／Sに必要なタイ政府との協議および資料情報の確認，収集を目的として調査団が派遣されたもので，具体的に主な目的は次のとおりである。

① タイ政府の要請内容，考え方の確認

② 本格調査に必要な資料の有無，入手可能性について

③ プロジェクト対策地区及び関連地域の現地踏査を行ない現況を把握し，本格調査の作業方針，内容について調査する。

④ 本格調査のScope of Work案についてタイ政府と協議し，了解をとりつける。

⑤ 関係機関からの当該地域関連プロジェクトに関する事情聴取

第２章　調査の概要

２－１　地域の現況

今回の調査対象となるのは，主として，ChonburiとRayongの２つのChangwatであるが，その地域の現況は，次のとおりである。

(1)　自然気象条件

本地域は，タイ湾に面する南北に細長い地域で背後は海抜２０ｍ以下の小高い山々に囲まれている。河川は短かくほぼ４０Km以下である。Chonburi県とRayong県の面積は，それぞれ約4,５００Km²，3,３００Km²である。

季節風は，５月～１０月の期間が南西モンスーン期で降雨量が多く，１１月～２月の期間が北東モンスーン期で降雨量が少ない。また３月，４月には遷移期で南風の時が多い。

温度は，年間を通して２６℃～２８℃とほとんど変化がないが，３月，４月が最も暑く，１２月，１月が最も涼しい。ちなみに最高，最低記録は，それぞれ４0.5℃（４月，Sattahip），8.９℃（１２月，Chantaburi）である。

降雨量は，年間1,３００㎜～1,４００㎜で東隣りのChantaburi Changwatの3,000㎜以上に比べかなり少ない。月別分布は，次のとおりである。

表－１　降雨量月別分布

（㎜／月）

地点＼月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
Chonburi	125	22.1	40.9	77.9	166.5	118.8	168.0	166.3	302.0	230.1	64.1	10.1	1.379.4
Sattabip	28.4	56.8	66.2	90.9	206.5	206.5	95.8	99.7	226.1	288.4	99.7	17.1	1.351.0

（１９５１年～１９５７年の平均値）

(2) 経済社会条件

Chonburi，Rayongの２つのChangwatの人口は，おおよそそれぞれ６５万人，３５万人で，製造業に占める労働人口は，全体の約半分近くに達している。工業出荷額は，両Chang wat で約３６億Bahtで全産業出荷額の約２７％を占め，その成長率は１０％程度である。（１９７６時点の数値）

(3) 農業概況

Chonburi県はタイ湾の東部沿岸中最も北部にあって，Bang Pakong河でバンコクに接し，総面積４５０,５６０ｈａを占め，内森林２８.８％，水田１３.６％，樹園地１１.７％，畑３３.６％その他となっている。

Rayong県はChonburi県の南に位置し，東西に走る海岸線に沿っている。

総面積３３０,７２０ｈａであり，内森杯４２.０％，水田１１.３％，樹園地２０.２％，畑２２.０％その他となっている。

地形は一般に東部は丘陵で西部は低く，ゆるやかに起伏していて，これらに小さい河川の流れがあって，小規模の平坦地を作っている。丘陵はほとんどが海抜２００ｍ前後である。河川が海に出ている附近は風収湿原となっていて，雨季には洪水に見舞われている。

土壌は全体として砂質或は微砂質であり，腐植含量，植物栄養分に乏しい。土壌侵食を受けやすい。母岩は砂岩，負岩，花崗岩などが多く，場所によっては塩分の集積が見られる。沖積地も砂質が多く，特に海岸に沿った平坦地にほとんど砂丘の場合が多い。

土壌のpHは既往の文献では，弱酸性から微アルカリ性を示すとされているが，開こん後の年数により酸性化も進むものと見られる。しかし気候圏からはサバンナ型であるので，極端に酸性化はしないであろう。

植物栄養成分中可溶性成分は，降雨によって溶出して地下又は地表水と共に表上から去る。この為丘陵上は開こん後急速に地力を失い，反面谷間，平坦地の地力は補強される。水田の地力はこの為に長い期間にわたって，ほぼ一定に保たれている。当地方でも水稲の生産力は，畑地よりも高いと見られる。

Chonburi県は華僑が主として開いた耕地が多く，既に森杯が約２９％程度にしか残っていない。これに反しRayong県はやゝ降雨量も多いこともあってか，森杯は未だ４２％も残っている。農業がようやく固定耕地方式に移ったと見られ，現在は過去の移動焼畑方式

に移ったと見られ，現在は過去の移動焼畑方式による損失を，専ら受けざるをえない状況下にあると見られ，それだけに栽培作物の選択が重要である。

表－2にこれら2つの県における主要なる作物の栽培状況を示した。第1に注目すべき点は，これら3作物共に栽培面積の年による変動が激しいことである。華僑移民の農産物の商品価格に対する敏感性にも関係があろうが，これは主としてその年々の気候の変化によるもので，いかに天候不順であるかが知られよう。固定した水田へ耕作する水稲作でさえ，水不足による耕作不能となるケースが多いことがわかる。

表－2　2つのChangwatにおける作物栽培の状況

	栽培面積（×1000hr）					生産量（ton）					収量（ton/ha）				
Changwat 名	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78	73/74	74/75	75/76	76/77	77/78
				水稲作											
Chonburi	58.7	59.2	60.0	49.6	51.5	104	89	135	82	66	1.77	1.50	2.25	1.65	1.28
Rayong	21.3	25.0	22.1	17.0	23.8	52	41	34	25	34	2.44	1.64	1.54	1.47	1.43
				キャッサバ作											
Chonburi	86.7	81.3	95.8	99.4	88.5	984	992	1,065	1,256	1,199	11.35	12.21	11.13	12.64	13.56
Rayong	79.7	75.0	93.0	73.1	114.6	1,280	1,147	1,486	1,502	1,783	16.05	15.28	16.00	20.54	15.55
				甘蔗作											
Chonburi	42.2	52.8	66.7	54.6	58.2	2,135	2,475	3,177	2,649	2,796	50.55	46.88	47.66	48.61	47.99
Rayong	14.1	9.6	9.1	12.0	20.0	780	420	422	558	933	55.20	43.75	46.59	46.64	46.62

例えば75／76年度は降雨量及び時期に恵まれていたと見えて，Chonburi県では栽培面積も最大で，ha当りの収量も最高となっている。反面同年度のRayong県では，豊作年とはならず，隣接した地域内での降雨の違いを示している。水稲作は全国平均よりやゝ上廻っているが，これとて東北タイより若干よいといった程度である。

キャツサバ，甘蔗は共に10～12カ月を要する作物で，栽培面積の変動は商品価格による植付け当初の面積の増減と，生育途中における旱ばつ（或は洪水）による枯死などによる。両作物共に平均収量はかなり良く，農家の現金収入の大部分をよく負担していると見られる。現地調査においても両作物の生育は共に良好であり，市況も高価とあって，来

年度も広範囲に栽培されるものと見られている。

製糖工場はChonburi 県に１軒あるが（ Ban Bung 溜池の附近），現在その処理能力の1／3 程度しか甘蔗茎が入らない由で，灌がい計画が進むに従いより広い面積へ伸びることが予想されている。甘蔗は植付け当時にかなりの期間の灌水を必要とするので，雨期の末期頃植付けるが，この時期には成熟茎の苗に乏しいので，灌がい施設がぜひ共必要である。

前述の３作物以外には，パイナップル，とうもろこし，ゴムなどがあり，Rayong 県では果樹特にドリヤンの栽培で名が出ている。

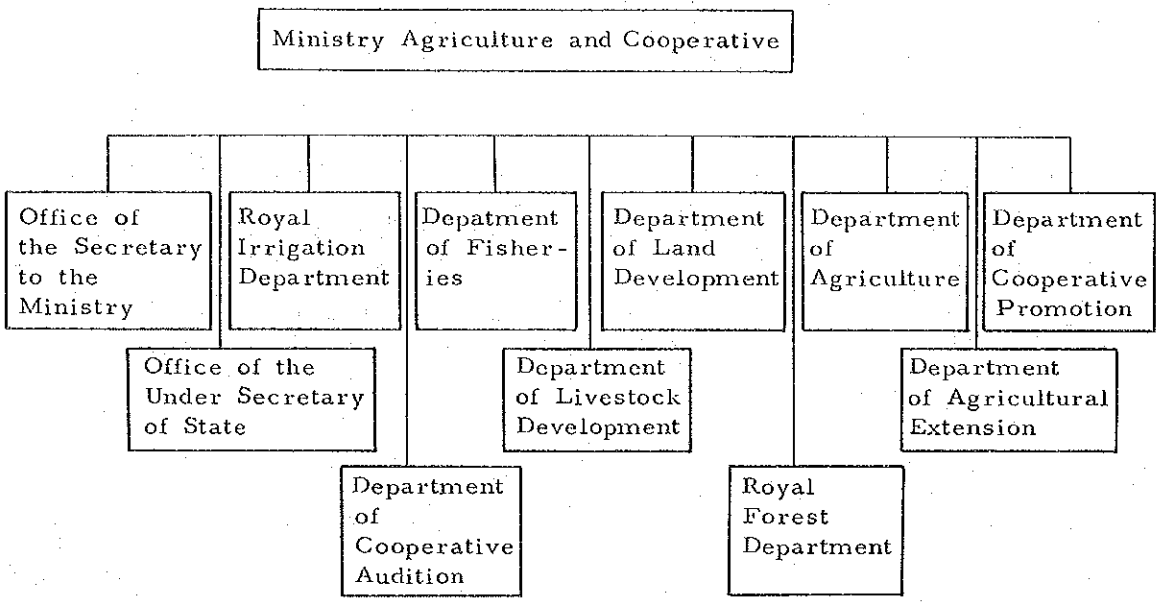
(4) かんがい

(4)－１ 農業水利開発関係機関

１９７２年までは，かんがい事業は国家開発省（ Ministry of National Development）下の王立かんがい庁（ Royal Irrigation Department）が，担当しており，農民への普及訓練等は農業（Ministry of Agriculture ）が担当していたが相互間の調整がうまくゆかずこれが次第に明確となってきた。このため，それ以後のかんがいプロジェクトの開発に不可欠の両機関の調整を改良するため，１９７２年政府は農業関係を再編成して農業・組合省（ Ministry of Agriculture and Cooperative）と，改名した。従って，これ以後ＲＩＤは農業・組合省下の組織となっている。しかし実感として，ＲＩＤの事務所は，他の農業・組合省とは，別の場所にあり，一つの独立した省のようであった。

図１は農業組合省の組織図である。（資料編 4 参照）はＲＩＤの組織と１９８０年１０月現在の在職者名である。今回の調査対象地域，Chagwat Chonburi,Rayong はIrrigation Regional Office Ⅸ の管轄で，オフィスはBan Phraダムの直下に位置していた。

全国に１２あるこのIrrigction Regional Officeは,主に既設ダム，頭首工の維持，管理を行っているだけのようで，新しいダムの建設は，専門に建設ばかりを行っているグループがあり，ダム現場を点々と渡り歩いているそうである。



国際協力事業団編「開発途上国に対する農業普及協力の手引　各国編　」

１９７７年　１０－１９ページ

図－１　農業・協同組合省の機構図

(4)－２　諸制度および農民組織

Land Consolidation Act（1974年）

Dike and Ditches Act に次いで，水資源のより有効な利用を目的とする圃場整備事業を法的に確立するもので，１９７０年代より，中央平野部での実施試験が良い結果を得たのに基き１９７４年９月にこの法が成立した。

The Dikes and Ditches Act（1962年）

ＲＩＤにより，管轄される維持管理機構を法的に承認する法であり，とりわけこの法により，コモン・イリゲーターの機構が導入された。

がんがい組合

かんがい組合に属する組合には以下の３種類がある。

① People's Irrigation Association

② Common Irrigators Organization

③ Water User's Association

聞き取りによれば，農民はかんがいプロジェクトの建設費，維持管理費はいっさい支払っていないとのこと。この点Scope of Work の討論の中においてもMr. Boonyok及びMr. Boonthai からも問題提起があり，維持管理組織の検討も今回加えられることになった。

(4)－3 用 水 量

タイの蒸発散量は，年間1,500㎜以上である。従って年単位で，水資源の利用度を検討する場合，1地点では大半の降雨量が，蒸発散量として消費されてしまうこととなる。しかしながら，降水量の大半は7月～11月の雨期に，集中するため，この期間は降水量が，蒸散量に勝るため，現実に天水田として，水利用が行なわれている。一般に，タイは気候上，天水田の可能な限界点近くに位置しているため，天水田稲作は，降雨量等の気象条件に大きく左右される。

稲作・畑作の必要用水量データーを求めたところ，タイ語で書かれたパンフレットを見せてくれたが，水稲は6～10㎜となっていたが，畑作は，現在実験中ということで，結果が出るまで，また2～3年かかるとのことであった。水路ロスについては幹線でライニングのあるもの10％，土水路40～50％，オンファームレベルで70％と言っていた。

(5) 工業開発計画

(5)－1 工業化の現況

本地域は，今後工業化が最も期待される地域である。その理由としては，

① バンコク首都圏に隣接していること。

② 道路，電力等の工業立地のためのインフラストラクチャーが他地域に比べ整備されていること。

③ 臨海地域であること。

等が挙げられる。

本地域の開発現況は，米作，タピオカ，シュガー・ケイン等の農業及びその関連製造業とパタヤ市周辺の観光産業が主体となっているが，さらに次に見られるような工業化が急速に進んでいる。

① 天然ガス処理プラント（Rayong 市郊外，建設中）

② 石油化学工場（Rayong 市，建設中）

③ 火力発電所（Chonburi 市郊外　建設中）

④ 製油所（Leam Chabang 北側　完成）

(5)－2　インフラストラクチャーの整備状況

道路，鉄道，港湾，電力，水資源等主要なインフラストラクチャーの本地域における現況を概説すると次のとおりである。

① 道路・鉄道

国道３号線が海岸線にほぼ平行にバンコクからトラート（Trat)まで走っており，さらに国道３３１号線が３号線に平行して山間部を通過している。

Chachoengsao － Sattahips 間に鉄道新設計画が既に具体化しており，建設のための詳細設計に着手するところである。

② 電　　力

現在Siracha までは，１１５kV と２３０kVの送電線が敷設されている。その先SirachaからRayongまでは，１１５kVのみであるが２３０kVの建設計画が検討されている。発電施設は南バンコク火力発電所とBan Pakong 火力発電所がある。

③ 天然ガス

天然ガスのパイプラインのルートは，ほゞ確定しており，Satahip～Rayong間の国道３号線沿いの海岸線で上陸し，その後３４号線，３３１号線に沿って，Chonburiまで行き，さらに３号線に沿ってバンコクまで達することになっている。Rayong郊外の上陸地点では，前述のように，既に処理プラントの建設工事が進んでいる。

④ 港　　湾

現在，本地域に関連のある港湾施設は，バンコク港とSattahip港であるが，バンコク港は，既に荷役能力が限界に近づいており，さらに大型船舶（100,000～150,000 DWt）の接岸ができない。また，Sattahip港はもともと海軍のための軍港で現在一部を商業港に転用しいるが，本格的な工業港として利用するためには，大規模な拡張事業が必要となる。

そこで，タイ政府では，Habor Department が中心となって，新設すべき工業港の位置について検討中である。候補地点は，次の３地点である。

(イ) Leam Chabang

(ロ) Sattahip

(ハ) Rayong

１９８０年１０月に，一たんはLeam Chabang 地点ということで決定をみたが，その後政治的要素が加わり，それを取り巻く状況が変化したため，その決定を白紙に戻し現在，Water Resource Committce が中心となり再検討中である。

⑤ 水 資 源 a

水資源開発施設に関しては，１９５９年のBang Phra ダム完成以来，Bang Phra ダムの拡張事業，Ban Bungダム，Dok Krai ダム，Map Pre Chanダムの建設事業を完了しており，Nong Kho ダムを現在建設中である。上記ダムの水利用現況は，かんがい用水，生活用水，軽工業用水が主体で年間約５千万㎥である。水資源に関するより詳細な内容は，別章で説明する。

(5)－３ 工業開発計画

現在，本地域では工業開発計画が進められている。

上記工業開発の位置は，工業港の位置に全面的に支配されることになり，現在港湾と同様の３地点について検討中である。

次に上記の工業開発に必要な水需要に関しては，全くの概略値であるが，一つの推定値があるのでそれを示すと表－３のとおりとなる。全体として，年間約１億m^3に達し，このうち特に水消費の大きいものは，Chemicel Fertilizer Complex と Integrated Steal Works でいずれも３千万m^3／year 以上である。

上記の水需要の年度別発生量については，今後つめることになる。

(6) 上水道計画

本地域の主要な都市部であるChonburi市，Pattaya市，Rayang 市を中心として，本地域には６ケ所の上水道供給施設がある。その施設規模は，全体で3,６２０m^3／hr，年間を通しての稼働率を６０％程度で考えると，水使用量は，年間約２千万m^3程度となる。上記施設のほとんどが第５次５ケ年計画で増設を計画しており，１０年後の１９９０年でほぼ２倍程度になるものと推定されている。したがって年率の伸びは１０％前後である。

表－3　工業開発水需要推定量　(x $10^3 m^3$/year)

Natural Gas Processing Plant	1,000
Chemical Fertilizer Complex	30,000
Petrochemical Plant	1,000
Integrated Steel Works	35,200
Soda Ash Plant	7,500
Glass Factory	1,500
Glassware Factory	1,400
Other General Industry （農林水産関係の地場産業等）	7,300
小　　計	84,900
Common Utilities & Contingency （全体の２０％）	16,980
合　　計	101,880

現在の利用人口は約２５万人で１人当り１日の水使用量は，１００ℓ～２００ℓである。１０年後１９９０年の目標値は，利用人口約４０万人で，１人当り１日の水使用量は１５０ℓ～２５０ℓと見込まれている。

(7)　洪水防御計画

Rayong 市は，Rayong 川の河口部に位置していて，これまで随分洪水被害に見舞われてきている。市内の低地部では，１ m 程度の湛水は，毎年のように繰り返されてきた。その原因としては，Rayong 川がその河口部で著しく蛇行し，河口閉塞を起こすためであり，さらに国道３号線の建設により，排水が阻害されるようになり，被害状況はなお一層悪化したためと思われる。このような状況に対してこれまでに放水路が建設され，被害状況はかなり改善されている。放水路は，全部で３本建設され，その規模は，全体で数百 ㎥／sec である。

しかし放水路建設後と言えども，３０cm程度の湛水は，やはり毎年のように繰り返されており，さらに被害状況の悪いところもあるようである。したがって，Rayong川上流部におけるダム計画にあっては，Rayong市の洪水防御に十分配慮し，有効に役立てるべきである。

(8) ダ　　ム

Chonburi県とRayong県には，ＲＩＤによって建設されたダム７箇所，工事中のダム１箇所，計画中の地点１０数箇所がある。

調査団は，本調査の対象であるBan Bung地点とNong Pla Lai 地点のほか，既設のBang Phraダム，Map Prachanダム，Ban Bungダム，Dok Kraiダムの４箇所，工事中のKhlong Nong Khoダム，計画中のKhlong Luang地点，Khlong Thap Ma 地点を訪れた。

これらのダムの概要は，次章に述べるとおりである。

２－２　タイ側との協議の概要（スコープ・オブ・ワーク（ｓ／ｗ）の協議）

タイ側の作成したTerms of Reference（T／R）（関係資料３参照）を参考にして，日本側が用意した。Scope of Work（S／W）案をもとにタイ側と協議した結果，若干の変更を行ないＳ／Ｗの内容に両者合意し，同時にSummary of Discussionをまとめた。

主な討議事項

タイ側，ＲＩＤとのＳ／Ｗ協議は，１２月２日と９日に行なった。Ｓ／Ｗ協議に先立ち，１２月１日，ＲＩＤ，スントン局長を表敬した際，局長より次の内容につき，本プロジェクの説明がなされた。

(1) 東部地域は，将来水資源開発計画の調査を継続してゆくつもりであるが，今回は，２ケ所のダムを中心とした水資源開発計画とする。

(2) 開発される水の配分で，優先度が最も高いと考えているのは，生活用水（上水）であり，工業用水は，現在調査を行なうよう要請している。

(3) 農業の作付体系は，米作のみを考えているわけではない。

(4) 本件調査は，出来る限り早い時期に実施し，来年度，円借款案件として準備したいので，

概略コスト等，調査のアラトラインを早めに提示して欲しい。

S／Wの実質協議は，ブンタイ設計部長及びブンヨク計画部長と調査団との間で行なわれた。主要な事項は，以下に示すとおりである。

(1) １９８１年７月末にＮＥＳＤＢで，円借款候補案件を調査するのでそれまでに概略のコスト及び便益とプロジェクトの概略を含む報告書を提出する。

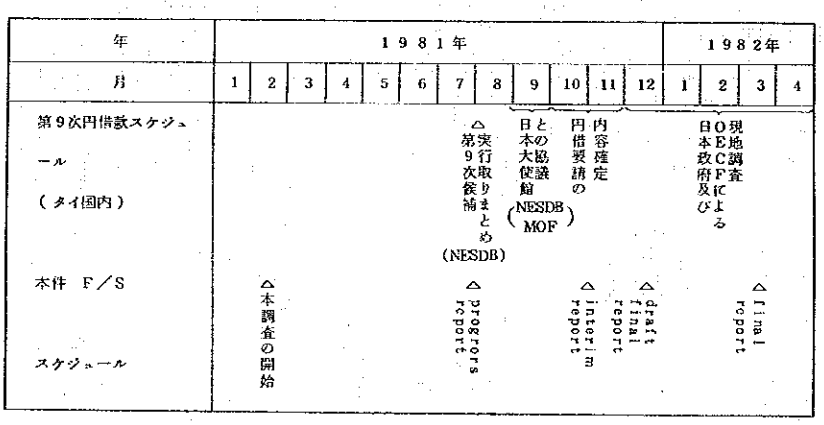
(2) 当該地域の水資源開発は多目的とし，その中で。発電についての検討も含めることとする。

(3) ダム建設による環境に対する影響を検討する。

(4) 水の管理と運営及びその組織についての検討を行なう。

(5) タイムスケジュール

本件は，第９次（１９８１年度）の円借款で採択されることを前提としているため，そのためのタイ国内の手続きに間に合うように，タイムスケジュールを設定しなければならない。その結果，非常にタイトなスケジュールになったが，何んとか実施できるものと思われる。本件Ｆ／Ｓ及び第９次円借款タイ国内手続きのタイムスケジュールは，次のとおりとなる。



次に，Progress report の内容に関しては，このreportに基づいて，円借款の内容の概要を示す最初の申請書が作られるのであるから，最低限次のものを含んでいなければならない。

(1) 事業の一般的説明

(2) 事業費の概算見積及び便益の見積　（２０％程度誤差は可）

(3) 概略の設計

(4) 事業のタイムスケジュール

Scope of Work

for

Feasibility Study on The East Coast Water

Resources Development Project

in

The Kingdom of Thailand

December 11, 1980

K. Hisatake

Keisuke HISATAKE
Team Leader of
Japanese Preliminary Survey Team

Sunthorn Ruanglek

Sunthorn RUANGLEK
Director General
Royal Irrigation Department
Ministry of Agriculture
and Cooperatives

I. Introduction

In response to the request made by the Government of Thailand, the Government of Japan has made the decision to provide a feasibility study on the East Coast Water Resources Development Project (hereinwith referred to as "the Project") in accordance with laws and regulations in force in Japan.

The Japan International Cooperation Agency (JICA) an official agency responsible for implementation of technical cooperation programmes of the Government of Japan, will carry out this Study in close cooperation with Royal Irrigation Department, Ministry of Agriculture and Cooperatives and authorities concerned

II. Objectives of the Study

The objectives of the study are to verify the feasibility of the water resources development project at Nong Pla Lai in Changwat Rayong, and at Ban Bung in Changwat Chonburi.

III. Outline of the Study

The activities to be undertaken by the study team will be divided into two stages;

(1) Field Works in Thailand

(2) Home Office Works in Japan

1. Field Works

(1) To collect and review the relevant existing data and information including;

a. Meteorology and hydrology

b. Topographic map

c. Soil

d. Geology and Geohydrology

e. Irrigation and drainage

f. Agriculture

g. Agricultural and regional economy and institution, etc.

h. Water utilization

To select and delineate the Project Area on the basis of a review of data and information, and a reconnaissance survey.

(3) To carry out Field surveys in the Project Area including the following items;

a. Meteorological and hydrological survey
b. Topographical survey at proposed sites for the major structure
c. Soil survey with digging pits and laboratory analysis
d. Geology and geohydrologic survey
e. Various water requirement surveys
f. Water resource survey
g. Irrigation and drainage survey
h. On-farm development survey
i. Land use survey
j. Socio-economic survey
k. Agricultural survey
l. Regional economic and institutional survey
m. Construction material and cost survey
n. Flood control survey

2. Home Office Works

Based on the results of the field works, the home office works will be carried out by the study of the following items;

(I) the formulation of multi-purpose water resources development plans for the Project Area
(2) the preparation of a Preliminary design for the dam and other structures for the Project
(3) the preparation of a Preliminary design for the irrigation and drainage structure, and other facilities for the agricultural development
(4) the estimation of costs and benefits for the Project

(5) the preparation of an economic evaluation

(6) the preparation of implementation schedule for the project

(7) the study of the effects of flood control

(8) the study of environmental aspect

(9) the study of organization and management for the project

IV. Reports

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

1. Plan of Operation (30 copies)
   This report will contain the programme for the study with its schedule and will be discussed as soon as possible after the Study team arrives in Thailand.

2. Interim Report (30 copies)
   This report will be submitted within 3 months after the completion of the field survey.

3. Draft Report (30 copies)
   This report will be submitted after the completion of the main home office work.

4. Final Report(150 copies)
   The final report will be submitted within 3 months after receipt of the comments on the draft final report.

V. Undertaking of the Government of Thailand

To facilitate the smooth performance of the field works, the Government of Thailand is requested:

1. to provide the data and information necessary for the study.

2. to provide topographic maps available in the RID and other agencies.

3. to conduct several core borings, including soil tests.

4. to arrange for the quick and smooth customs clearance of the survey equipment and materials which the team members will bring into the field so as to exempt it from taxes and duties imposed by the Government on the goods brought in by the team members into Thailand.

5. to make arrangements for the exemption of income taxes, incurred by the Team during the survey.

6. to request the ministries and other governmental organizations concerned to cooperate with the team in the smooth execution of the survey.

7. to arrange the necessary computer machines and other equipment.

8. to designate the counterpart personnel in the following fields to cooperate with the team in conducting the study effectively:

   1) General Planning
   2) Irrigation & Drainage
   3) Dam Engineering
   4) Land Consolidation
   5) Foundation & Soil Mechanical Engineering
   6) Regional Development Planning
   7) Surveying
   8) Agronomy
   9) Socio-economy
   10) Hydrology
   11) Soil Surveying

   The number of counterpart personnel and their respective assignment periods should be decided by prior consultation by the team with the Thai Authorities concerned at the commencement of the study.

9. to provide office space with furniture for the team.

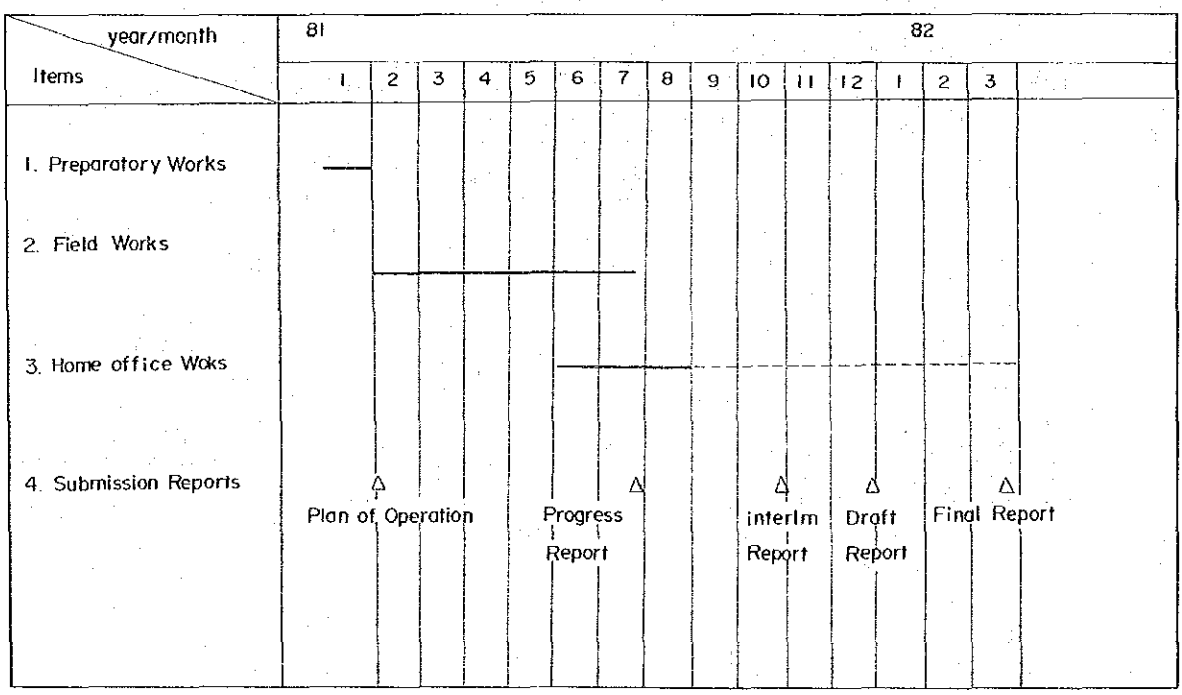
10. to make the necessary arrangements to obtain the permission of the authorities concerned for the team to conduct the survey in the objective areas.

11. Besides the above, to extend close cooperation to the team in every respect for the smooth execution of the study.

VI. Work Schedule

To carry out the study, JICA shall provide the required experts for the survey team in accordance with the work schedule attached.

TENTATIVE WORK SCHEDULE



APPENDIX

Attendance List

1.	Mr. Sunthorn RUANGLEK	Royal Irrigation Department Ministry of Agriculture and Cooperatives
2.	Mr. Boonthai OTAGANONTA	-ditto-
3.	Mr. Boonyok VADHANADHUTI	-ditto-
4.	Mr. Sutin SUSILA	Department of Technical and Economic Cooperation (DTEC)

5. Seven Japanese Preliminary Survey Team headed by Mr. Keisuke HISATAKE

December 11, 1980

MINUTES OF DISCUSSION

In response to the request made by the Government of Thailand, the Government of Japan dispached a preliminary survey team from 30th November 10 13th December 1980, through the Japan International Cooperation Agency (JIAC), to carry out the preliminary survey for the feasibility study on The East Coast Water Resources Development Project in Thailand.

The Team carried out the reconnaisance survey and series of discussion with The Royal Irrigation Department (RID) and authorities concerned during the stay in Thailand.

The main items which were understood by both sides are summerized as follows:

1. Draft "Scope of Work" proposed by the Team was discussed on 2nd, 9th and 11th of December and was reached to the agreement with the RID.

2. The Team was requested to submit the Progress Report including an outline of the Project, rough cost estimates and benefits by the end of July 1981, which will be formed by the feasibility study team.

3. The Team requests the RID for carrying on necessary additional mapping works as follows, before the feasibility study team on duty;

   a. Bush clearing and re-leveling works at Nong Pla Lai and Ban Bung dam axes simulteneously.

   b. Making additional contourlines with one meter intervals on the existing sheets of map, such as
      - Nong Pla Lai Res, sheet No.12910, up to the necessary elevation (49m).
      - Ban Bung Res., sheet No. 10798, up to the necessary elevation (32m).

   The RID admits to carry on the mapping within a short period.

c. Show up the existing main irrigation channels clearly on the sheet No.9612 in the Ban Khai Project area.

4. The Team promises the RID to convey the request on the participation in report preparation with RID's engineers, to the Japanese Government.

11th December 1981

K. Hisatake

Keisuke HISATAKE
Team Leader
of
apanese Preliminary Survey Team

Boonthai Otaganonta

Boonthai OTAGANONTA
Director, Design Division
Royal Irrigation Department
Ministry of Agriculture
and Cooperatives

Appendix I

Itinerary

No.	Date	Activites
1	30 Nov. Sun	Tokyo -------- Bangkok
2	1 Dec. Mon	• Courtesy Call; Embassy of Japan RID Mr. Sunthorn DTEC Mr. Kasem • Discussion with RID about Schedule
3	2 Dec. Tue	• Discussion with RID about draft scope of Work • Collection of data and information in Provincial Water-Works Authority (P.W.W.A.)
4	3 Dec. Wed	• Collection of data and information at RID NESDB Industrial Promotion Department of Land Development Department of Agriculture
5	4 Dec Thur	Reconnaisance Survey in the Project Area • Regional Office No 9 • Bang Phra Dam (Existing) • Nong Kho Dam (Under Construction) • Map Prachan Dam (Existing)
6	5 Dec Fri	Khlong Luang Dam (Planning) Bang Bung Dam Siracha Area regional development Survey

7	6 Dec	Sat	• Sattahip Area regional development Survey • Rayon office • Khlong Tap Ma Dam • Dok Krai Dam (Existing) • Nong Pla Lai Dam • Ban Khai Diversion
8	7 Dec	Sun	Data compilation
9	8 Dec	Mon	Pattaya to Bangkok
10	9 Dec	Tue	• Discussion with RID in Scope of Work • Collection of data & information at Ministry of Communication Water Resources Commitee
11	10 Dec	Wed	• Data compilation
12	11 Dec	Thur	• Sign of Scope of Work at RID
13	12 Dec	Fri	• Report to Embassy of Japan and JICA office • Courtesy Call Deputy Minister Mr. Anat Ministry of Agriculture and cooperatives
	13 Dec	Sat	Bangkok ----------Tokyo

2－3　本格調査に対する提言

(1)　調査スケジュール

このプロジェクトは，第9次（1981年次）円借款候補案件であるので，1981年7月までにprogress report，10月までにinterim reportをタイ政府に提出することになっている。非常にタイトな日程であると考えられるが，効率的な調査を進めて所期の目的を達成する必要がある。

(2)　調査の重点

Ban Bung ダムとNong Pla Lai ダムは，河川水系，受益地域，水使用目的を異にする別個のプロジェクトである。

Ban Bungダムが，既存貯水地の拡大であり，水使用の地域及び用途が限定されているのに対し，Nong Pla Lai ダムは，ダム及び貯水池の規模が大きいこと，既設の他の貯水池との統合管理が必要なこと，水使用の用途及び需要量が未確定でタイ側の政策決定をまたなければならないことなどの問題を抱えている。

両ダムは，低い分水嶺を隔てて直線距離約40kmの位置にあり，地形・地質・水文条件，ダム構造等は類似しているので，両者を併行して調査するのは効率的であるが，制約された期間及び人数で調査を行う場合，Nong Pla Lai 計画に大半の勢力を投入すべきである。

(3)　開発規模

工業化計画が企図されている東部海岸地域南西部において，主要な水源となりうるのはRayong 川のみである。この地域に発生する工業用水・都市用水，かんがい用，治水等の需要に対して，緊急度に応じて，まず既設のDok Krai貯水池の有効利用を図るほか，Nong Pla Lai の開発によって供給することになる。

タイ国においては，ダム計画は季節調整のみならず経年貯留を行う傾向があるようであるし，この地域の将来の開発に対して水資源に乏しいことから，Nong Pla Lai の計画立案にあたっては，いく分先行投資になるにしても，地形及び水文資料から算定される最大限の開発をめざすのが適当であろう。

(4) 水配分計画

開発される水量の用途別及び年次別の配分についての基本的なフレームはできていない。

かんがい用水についていえば，かんがい区域は概定されているが，作付体系によって水需要量がかなり変動する。

工業用水については，需要量・需要年次計画がタイ側で検討されている段階であるが，立地問題を含めて政策的な要素が強い。

水道用水についても，既存都市の成長によるもののほか，新規工業立地に随伴するものが多いと考えられる。

したがって，開発水量の配分については，本格調査の初期の段階に水配分を決定するための基礎資料（いくつかの試算）をとりまとめ，タイ政府と十分打合わせ，合意された内容にもとづいて本格調査をとりまとめる必要がある。

(5) タイ側との調整

この調査の直接の受入機関はＲＩＤであるが，ＲＩＤ自体で明かになる水需要はかんがい用水のみである。Rayong川の水資源開発の重点は，むしろ工業用水，水道用水にあり，これらの需要想定については関係する機関が多い。

現在，タイ政府に水資源委員会（議長：農業・協同組合省副大臣）が設置されていて，第５次国家経済社会開発計画に組込むための水資源開発長期計画を策定中である。

Nong Pla Lai の開発規模や水配分の立案にあたっては，この委員会の方向づけをまつほか，この東部海岸地域水資源開発計画調査のために，ＲＩＤを中心として関係機関の事務担当者レベルで構成されているワーキンググループとの意見交換及び調整が必要であろう。

日本調査団の作業の進捗に応じ，節目ごとに会合開催を要請する必要がある。

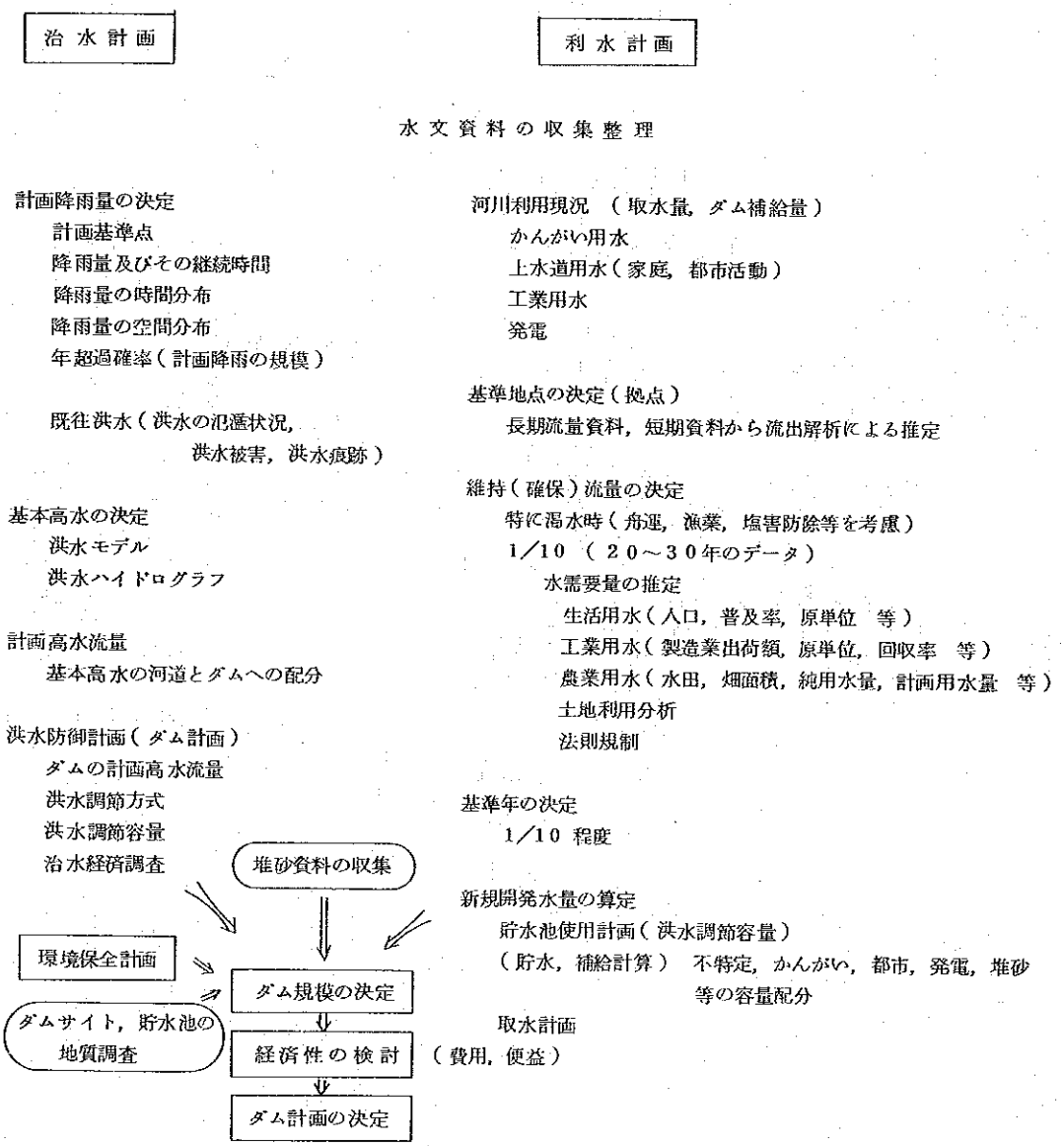
第３章　ダ　　ム

3－1　ダ　ム　計　画

(1)　ダム計画の手順

現在わが国で行われているダムの計画は，概略次図のような手順で行われている。これら必要な項目について，計画地点における資料の整備状況を以下に述べる。

図－2　ダム計画の基本的フロー



河川の流量については，各所に測定地点が設けられ観測が続けられている。

測点地点及び測定方法は一覧表に整理されており，調査対象ダムではNong Pla Lai サイトにおける測定資料がある。

Nang Pla Lai川測定所（ Ban Nong Mapring ， Ban Khai 町 Rayong 県 ）

流域面積 4 2 9 Km^2 ，鉛直水位計，不連続データ，1 9 6 7年より続けられている。

東部海岸地域の降雨量，蒸発量，河川流量の測定施設の位置は図－4のとおりである。

(2) 気象・水分

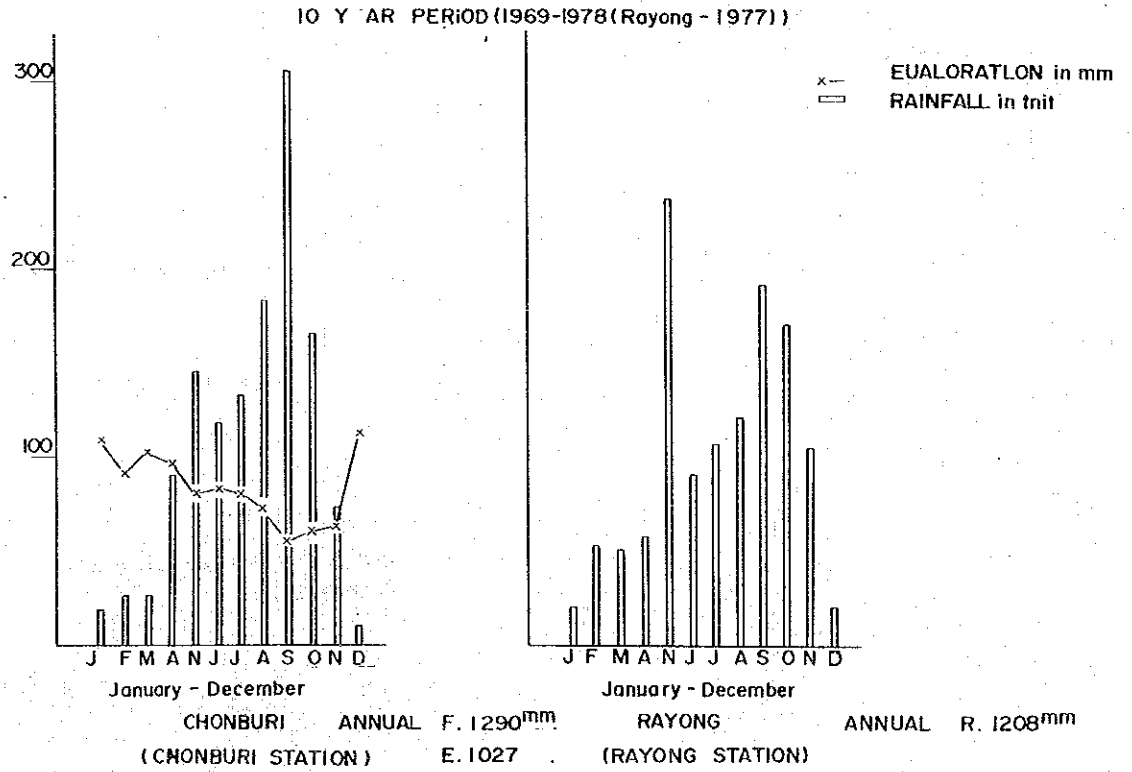
今回の調査対象ダムが位置しているChonburi県とRayong県における気象条件は以下のとおりである。

当該地域は年間を通じて高温であり，また，乾期（冬）と雨期（夏）に分れるのが特徴である。

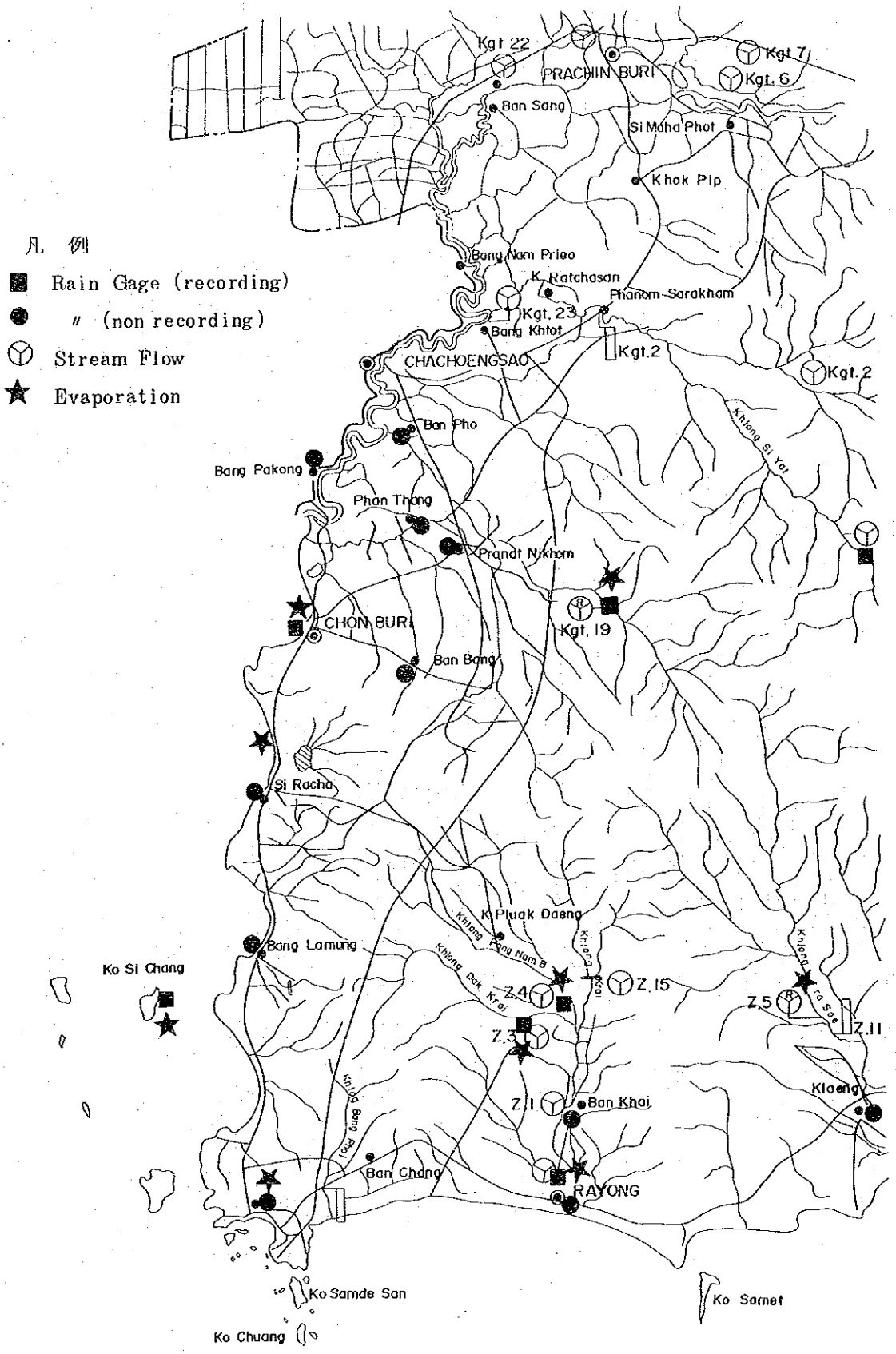
降雨は当該地域の東のChanthaburi県では年間3,0 4 7 ㎜，Trat県では 年間4,767 ㎜と多いが，西にいくに従って少くなり，また西部ほど年間の蒸発量が多くなっている。

当該地域の気温，降雨量，蒸発量について以下に示す。

図－3 MEAN RAINEALL & EVAFORATION
10 Y AR PERiOD (1969-1978 (Rayong - 1977))



図－4　気象・水文観測位置図



表－4　chonburi Rayong の気温・降雨量・蒸発量

県　　名	気温（年平均）	降雨量（年間平均）	蒸発量（年間平均）
Chonburi	27.9 ℃	1,290 mm	1,027 mm
Rayong		1,208	
		1969～1978の平均	

（宮本氏レポートを転用）

今回の調査では気温，降雨量，蒸発量等の具体的な値（各測定地点における日変化，月変化等のシート）は収集しなかった。しかし，これらはＲＩＤの現地事務所から本部に送られており，電算に入力されていると聞いている。また，気象，水文の測定地点についてもこの図以外に現地調査の間に数点確認しており（ＲＩＤのMap Prachanダム事務所，Rayong 近郊の農業試験場等），本格調査においては，Meteorological Department をはじめとして各関係機関が行っている内容についても把握する必要がある。

また，後述する流量データ，堆砂データ等も，推定箇所数は当該地域の北に位置するChachoengsao 県，Prachinburi 県の方が多く，当該地域のこれらについての解析はそれらデータとの相関によっていることが多いと見られるので，気象，水文資料の収集に当たっては，これらの地域を含めた，より広い地域についての資料収集が必要である。

（担当 RID.Hydrology Division　Mr Prasong Jitseri ）

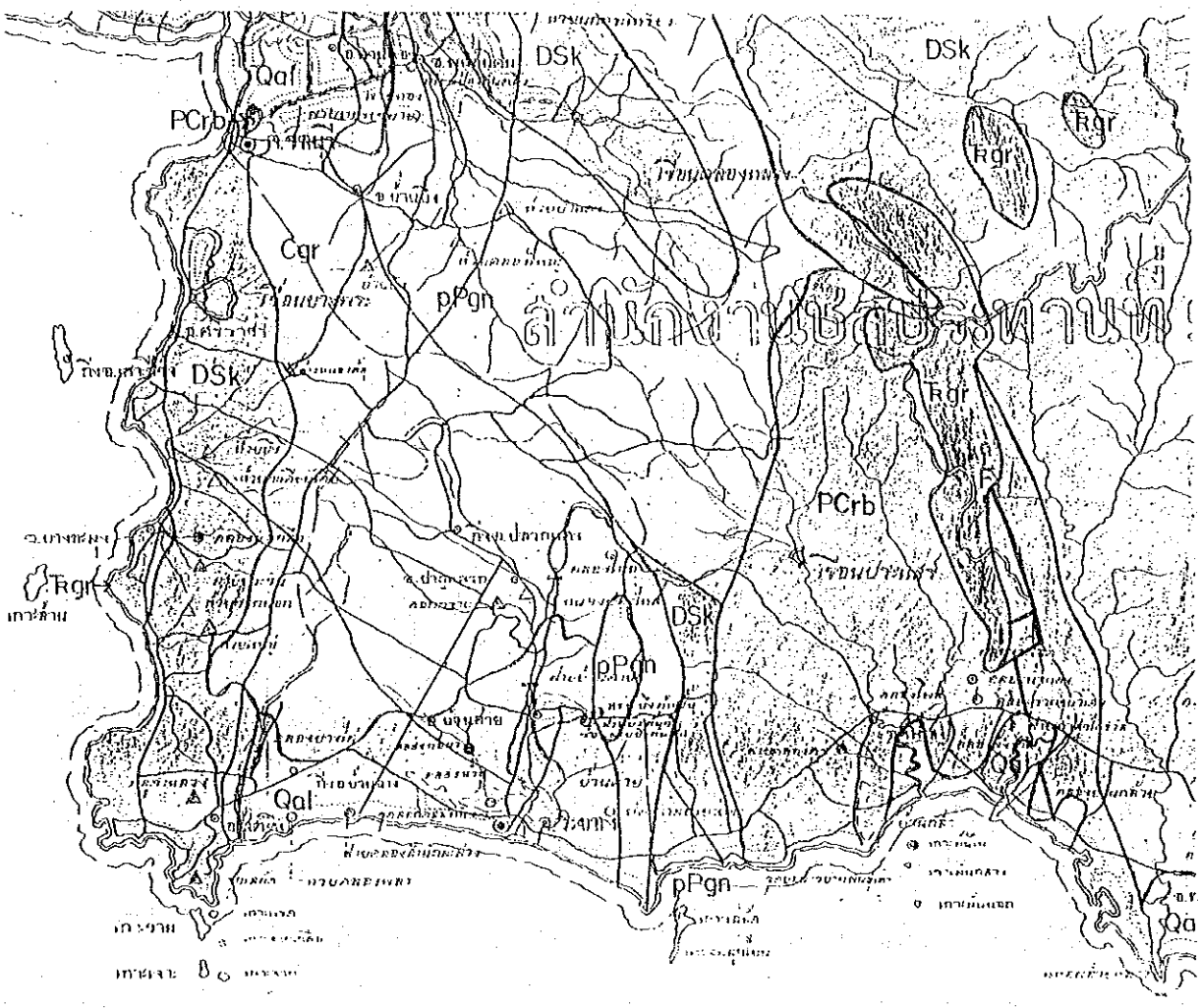
(3)　河川，地形，地質

Chomburi 県と Rayong県の大きな河川は，Bang Pakong 川の左支川の Khlong Phan　Thong 川（この最上流にBang Bungダムが位置する）と，Khlong Yai川（Rayong川，この上流にNong Pla Laiダムが位置する），Mae Nam Prasae 川の３河川程度で，工業立地が予定されているSi Racha，Bang Lamung ，Pattaya，Sattahip　等が位置する東海岸には中小河川があるのみであり，水資源開発のためには極めて効率が悪いといえよう。

地形は概して丘陵地帯で，大きくうねっており，山らしきものは散見される程度である。丘陵地帯の標高は海抜２００ｍ以下が多く，平野は海抜５０ｍ以下が多い。

これらの地形条件のため，高いダムは望むべくもなく，堤高が低く，堤長が長いダムを築造せざるを得ず，貯水地の効率は悪い。

図－5　タイ東部地域地質平面図



Qal	Alluvium, eluvium, valleyfill and river gravel.

Quarternary to Recent.

PCrb	Massive light gray limestone interbedded with shale sandstone, mudstone, conglomerate and volcanic tuff.

Carboniferous and Permian.

DSk	A group of shale, sandstone, sandy shale in many places metamorphosed to phyllite, argillite, quartzite and slate also bedded limestone locally present.

Carbonifferous Devonian and Silurian.

Trgr	Granite.

Triassic.

Cgr	Granite.

Carboniferous.

pPgn	Gneiss and Schist.

Pre-Permian.

ダムサイト及び貯水池の地形図は一応整備されているが，ダムの計画規模に対し高度が不十分であったり，カバーしている範囲が少なかったりしているので，本格調査前に必要な標高まではタイ国側で追加調査を行うこととなった。本格調査においては横断測量等でチェックを行う必要がある。（調査対象ダムについては後で詳細に述べる。）

調査したダム周辺の地質は，凡ね基岩は古生代の花崗岩であるが，上記のように堤高の低いアースダムが主体となるため，基岩の上位に厚く分布する風化花崗岩，ラテライト，高位段丘，沖積層（砂質及び粘土質及び礫質の土）等がダムの基礎となる。これらの土質は強度は落ちるが透水性は概して低い。

ＲＩＤは，この地域で既に４ダムを完成させており，新規ダムと合わせて地質調査資料は概略整備されている。

（担当：RID, Soil&Geology Dioision ， Sngvan Jamprawit氏）

(4) 流出解析，蒸発量解析，堆砂量解析

各地点の降雨量については，前述のように資料が整っており電算に入力化されているが，降雨データのない所，或いは，あっても少い所にダムを計画することが多く，この場合，ダムサイトにおける流量は洪水流出については近傍流域の計画降雨を当該全流域に当てはめ，単位図法等（Snyders meathod）等によりハイドログラフを作成している。また，低水流出についても降雨と流出量の相関を解析し（比流的考え方），年間流出量を計算していると思われる。いずれにしても，降雨，流量ともにデータの少い所で，年間流出量にほゞ等しいような貯水容量を有するダムを計画することが多いので，解析手法については充分な検討を要すると考えられる。

蒸発量の測定は pan によって行っているが，pan の結果をどのように流出におけるロス，貯水池面からの蒸発量に結びつけているかは，今回は明らかにされなかった。特に冬の乾期においては蒸発量が降雨量を上回ることがデータに見られるような地域だけに，蒸発量については慎重な検討を要する。

ＲＩＤのHydrology Division によれば，Meteorological Department もこの測定を行っており，これとの接触及び既存貯水池の流入，放流量のデータから蒸発量も含めた貯水池からのロスを推定することが有用であると考えられる。

堆砂量は既存の貯水池については測定しておらず，他の流域での堆砂計算のデータであ

ったので，それとの相関により計画堆砂量を決定したとのことである。この資料については入手していないので解析手法のチェックを行う必要がある。

(5) 洪水防御計画

調査対象地域の内西部の海岸は前述の如く河川の流域も小さく降雨量も少いため，所謂，洪水というものが発生しにくい地域である。このため，現存しているダムにおいても，ゲート付きのオリフィス，モーニンググローリーを用いた自由越流式の洪水吐きで，ダムの基盤面に設けた底樋を通じ，洪水を放流している程度である。（Bang Phraダム，Map. Prachangダム），これに対しBang Pakong川，Rayong川は流域も大きいため洪水も発生しており，ダムにも洪水調節容量，ゲート付き，或いは自由越流型の洪水吐きが設けられ，また，計画されている。（Ban Bungダム，Dok Kraiダム，Nong Pla Laiダム，Khlong Top Maダム）。タイの他の地域のダムでは，ゲート付きの越流型洪水吐きを有しているものがあり，ゲートによる洪水調節には経験があるとのことである。

下流地域の洪水痕跡調査は，あまり行なわれていないが，現地調査の結果，Rayong川の最下流において高床式民家の柱に明らかに洪水の痕跡が認められ，これらはよく調査すれば，かなりの資料が得られるはずである。

総じて，流域全体の治水計画は確立されておらず，ダムによる洪水防御効果も下流の洪水氾濫地域の洪水被害が，いく分か軽減しうるといった感覚であるようであるようである。このためダムの費用，便益の計算のため，治水経済調査は行っておく必要がある。

現在，タイ国には洪水防御を担当する官庁機構が存在しておらず，当該地域では実質的にＲＩＤが洪水防御施設を作っている。Rayong川最下流では，防潮水門を有する３本の放水路が８～１０年前に完成しているが，堤防等の整備は遅れている。

(6) 利水計画

タイ全国の水需要のマスタープランの作成は，Water Resources Committeeが中心となり，現在，やっと大まかな計画を作成しつつある所であり，調査対象地域においても個々の需要量調査があるのみである。当該地域における既存の貯水池では地域の水需要計画，水配分を明確にしてから貯水池容量を決めるというよりも，年間の流出量を算定し，それを最大限に貯水できるダムをまず建設して，後に水需要の要請に応じて貯水池の使用

計画を変更していくといった方式がとられており，特にBang Phraダムでは次々に新規取水のためのポンプ場が建設されているありさまである。この方式は建設コストの面からも管理コストの面からも非効率であるので，早期に大まかな水需要計画を策定する必要がある。

水需要に関しては非常に多くの機関が関係しており，ＲＩＤは主に供給施設の建設の実施主体といった役割であるが，今後は水需要計画を算定するために，関係機関が調整を行う場を設ける必要がある。これは，タイ国側の責任であるとともに本格調査の大きな仕事でもある。

利水計画が上記のような状態であるため，下流における利水基準点の設定，基準渇水年，維持流量，利水安全度，新規開発水量等の考え方が不明確であり，今後，これらの点をどの程度詰めるかが問題となる。

(7) 環境保全計画

現在，タイ国では環境保全に関する制度の確立を検討しており，ある程度の規模以上の開発計画には環境アセスメントを行うということによっており，今回の調査対象ダムはこの対象になる可能性がある。現在までＲＩＤでは本格的な環境調査，環境保全対策は行っていないようである。

3－2 既設ダムの概要と利用実態

調査団が踏査を行った既設ダムは次の４箇所である。

Bang Phra ， Map Prachan

Ban Bung ， Dok Krai

調査対象地域にはこの他，Chonburi県の最南部に３箇所のダムが完成している。

これらのダムはBang Phraダムの直下にあるＲＩＤのRegion 9 で管理されており，現地にもオフィスがある。

(1) Bang Phraダム（１９７４年完成，アースフィルダム） Chonburi 県 Bang Phra

河川名	Huai Skuhrid河口から3km	ダム堤高	２４ m
流域面積	１３０km²	〃 堤長	1,７００m(他に右岸に副ダム)

年平均降雨量	不明	ダム総貯水容量	110MCM（百万m^3）
年平均流入量（1974～1979）	31.4MCM	〃 死水容量	不明
年平均放流量	〃 21.6MCM	〃 貯水面積	16km^2
年平均蒸発量	不明	ダム堤頂標高	EL. 31.5 msl
		〃 最高貯水位	30.6
目 的		〃 常時満水位	30
1. かんがい	1,360（最高1,600ha）	〃 洪水吐標高	30
	内480haは米の二期作	〃 取水管標高	16

2. 工業用水（タピオカ，合板，石油精製）
3. 都市用水（官公署，Chomburi，ゴルフコース，
   個々の企業，学校，発電所用等　）
4. 洪水調節

年間使用水量	タピオカ工場	262,800m^3/年	
（1979）	合板工場	106,166	
	石油精製	1,116,135	
	官 公 署	55,015	計 19,934,480m^3/年
	Chomburi 都市用水	8,760,000	
	個々の企業	—	
	かんがい	9,590,564	

本ダムは1963年（時期不正確）に完成した旧ダムの下流に1974年に新しいダムを築造したもので流域面積，降雨量に比較して，貯水容量が大きいため一度も満水になったことがない。

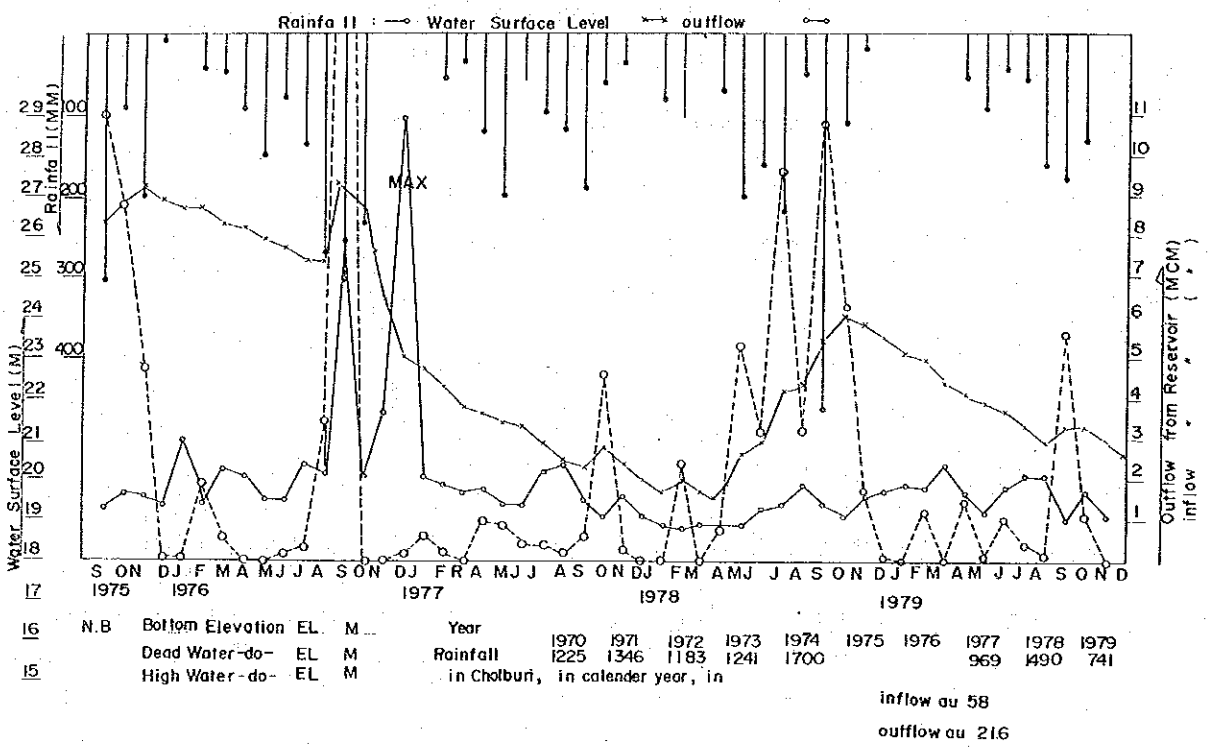
1966年の旧ダムの流入量の計算では130MCM程度の年間流入量があったとされ，これが本ダムの貯水容量を決める根拠となったと考えられるが，新ダムが出来てからは1976年に約70MCMになったのが最高である。将来はKhlong Nong Kho（現在建設中）ダムから導水することが計画されている。

現在，かんがいを除いて他の用水は殆んど新規のポンプ場より揚水されており，現在も新規の都市用水用にポンプ場を増設中であった。洪水吐きもゲート付きのコンジットとモーニンググローリー取水路（一基）によっており，底樋で下流へ導き，3面張りのコンク

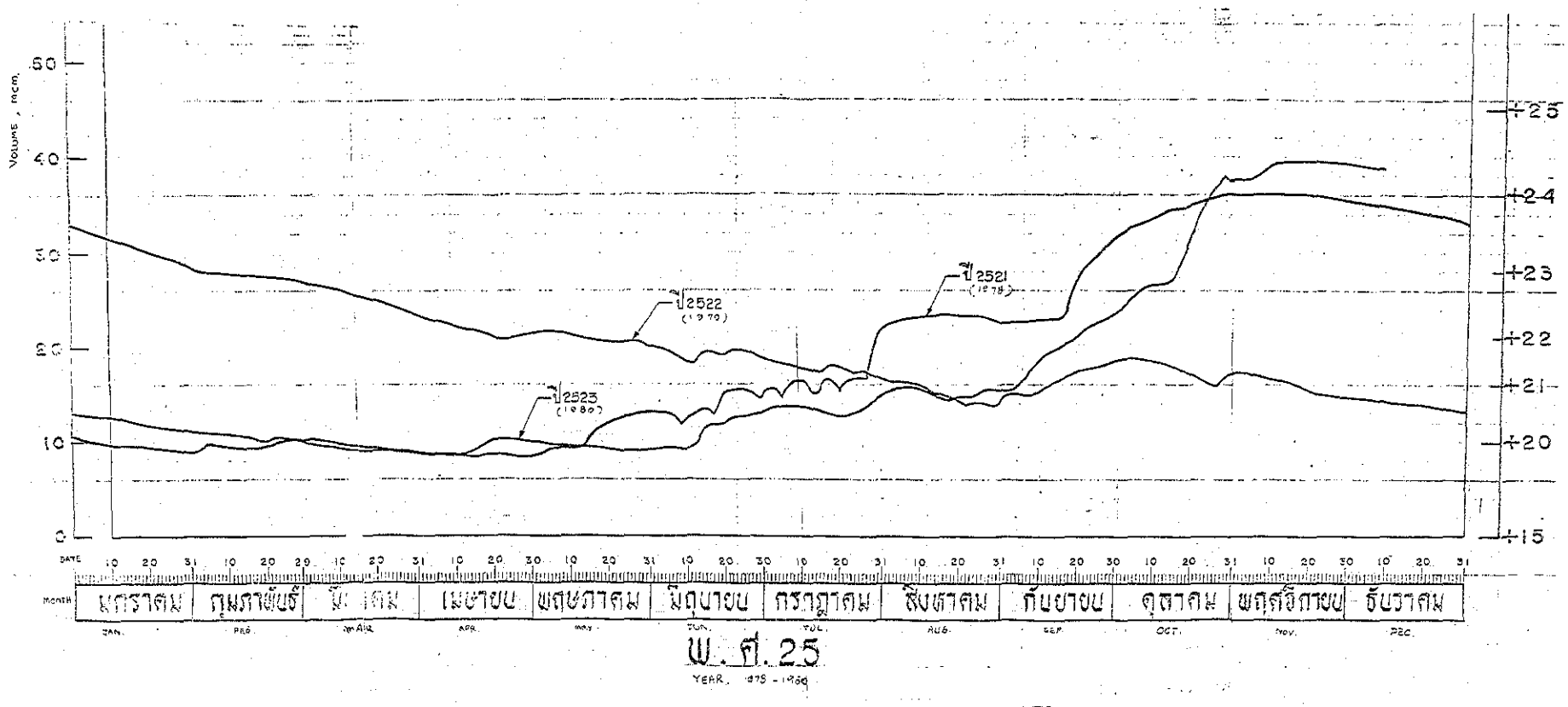
リート水路で導水している。

Bang Phra貯水池の降雨量，流入量，放流量，貯水位の履歴を次図に示す。

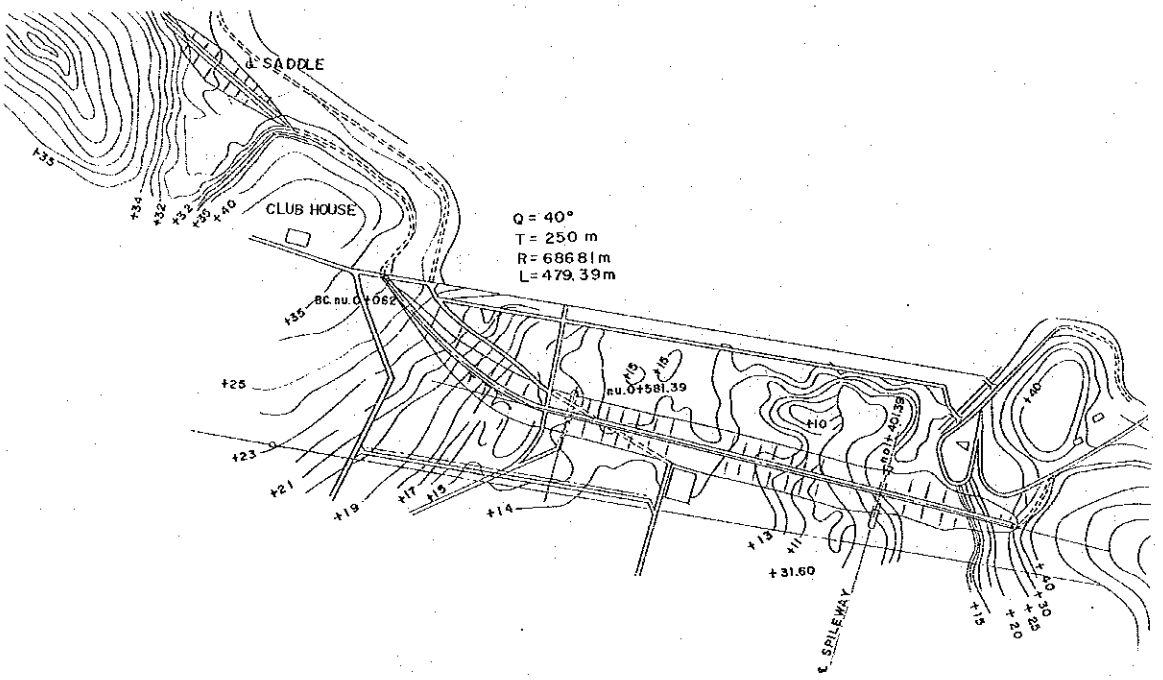
図－6　Bang Phra Resの貯水位,降雨量,流入量,取水量



図－7 ダム貯水位曲線（ BANG PHRA RESERVOIR）



図－8　ダム一般計画平面図（Bang Phra Res）



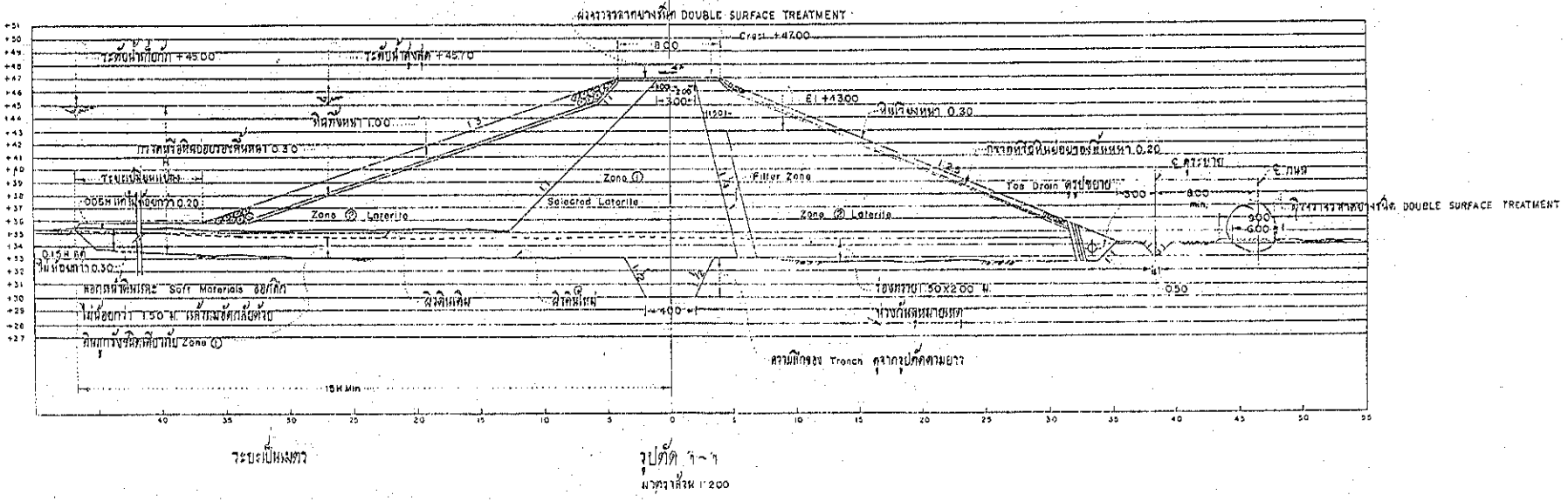
(2)　Map Prachanダム（１９７９年１２月完成，アースフィールダム）Chonburi県Map Prachan

河 川 名	Huai Nong Pru 川	ダム堤高	１６m
流域面積	３２km^2	〃 堤長	2,１３６m
年平均降雨量	1,２５８mm	〃 総貯水容量	１4.8 MCM
年平均流入量	１４MCM	〃 死水容量	0.７６ MCM
年平均放流量	不明	〃 貯水面積	2.８５km^2
年平均蒸発量	1.７８MCM	ダム堤頂標高	EL. ４7.0 msl
		〃 最高水位	４5.7
目的	1.　Pattaya 都市用水（8MCM／年）	〃 常時満水位	４5.0
	2.　かんがい　　８０ha	〃 洪水吐き標高	４5.0
		〃 取水塔標高	３3.8

本ダムは主にPattaya の都市用水を確保するため築造されたダムで，約１年を経過している。現在，貯水池右岸に取水塔及び浄水場，配水場が建設中であり，１９８1. ４に完成する予定である。現在までの水使用量は解っていない。

洪水吐きとかんがいの取水設備は兼用で，ゲート付きのコンジットとモーニンググロー

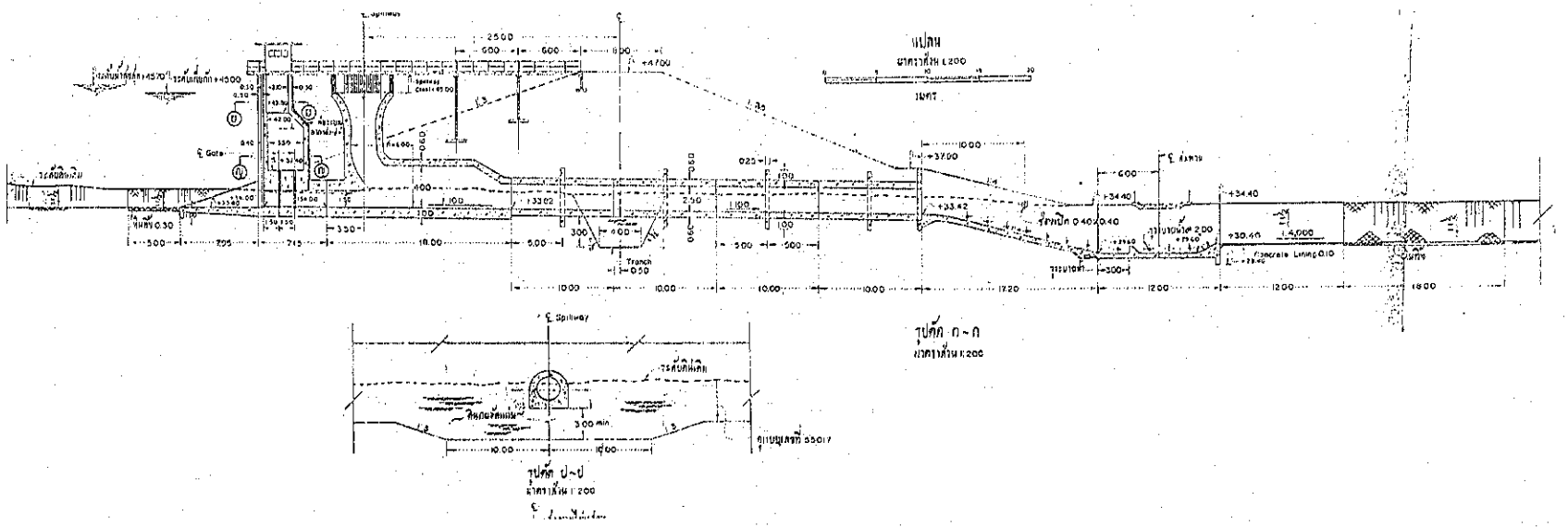
図－9 堤体標準断面図（Map Prachan Tank）



ระยะเป็นเมตร

รูปตัด ก－ก
มาตราส่วน 1:200

図－10 洪水吐構造図（Map Prachan Tank）



リー取水塔（一基）によっている。また，下流１００ｍ程度の所にかんがい用取水ゲートが設置してあったが，取水量の記録はなかった。

ダムの完成は水没地の住民の反対により，かなり遅れたようである。

(3) Ban Pakong川水系（１９５８年完成，アースフィルダム） Chonburi県 Ban Bang

河川名	Bang Pakong川水系	ダム堤高	１8.5ｍ
	Huai Khlang Yai 川	〃 堤長	1,４００ｍ
流域面積	５３km²	〃 総貯水容量	1.9 MCM
年平均降雨量	1,１５０mm	〃 死水容量	不明
年平均流入量	不明(１0.6～１６MCMと推定)	〃 貯水面積	2.4km²
年平均放流量	不明		
年平均蒸発量	不明	ダム堤頂標高	EL. 29.5 (form rocal OM)
		〃 最高貯水位	２７.８
目的	1. かんがい 320ha さとうきび	〃 常時満水位	２７.０
	2. 工業用水（製糖工場（政府），個々の企業 ）	〃 洪水吐き標高	２７.０（自由越流型）
		〃 取水塔 〃	２１.０
	3. 都市用水（Ban Bungの官公署，技術学校 ）		

年間使用水量

（１９７９）	製糖工場	2,２１４,０００m³/年	計 2,７３０,９８３
	個々の企業	１３６,５８１	
	技術学校	8,１１０	
	官 公 署	5,８４４	(総計表には 3,１３０,９８３となっている？)
	かんがい	３６６,４４８	

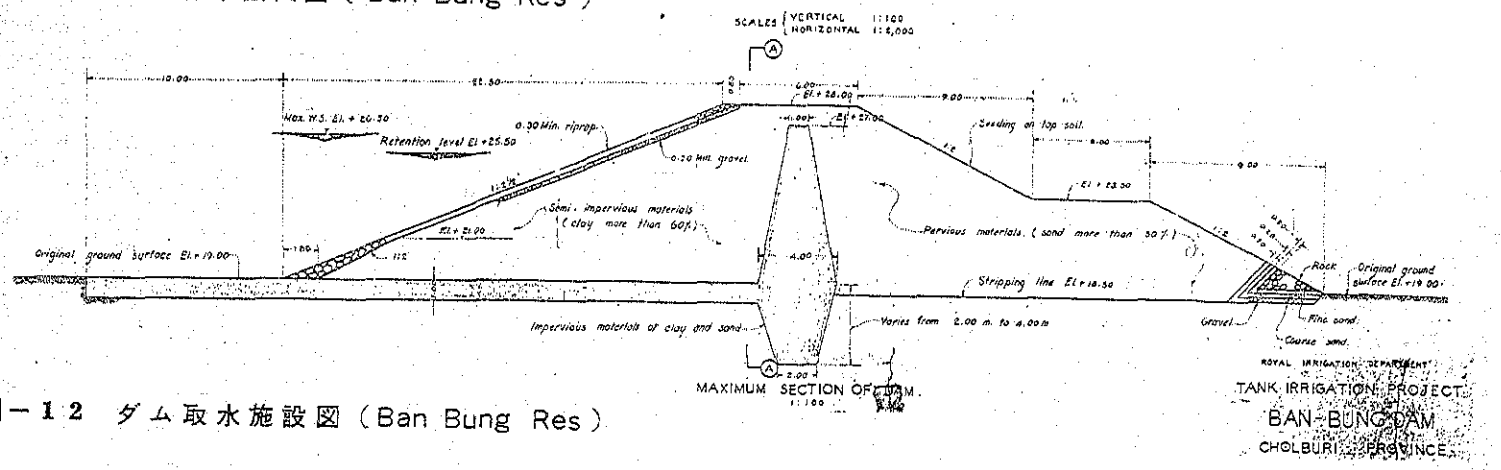
本ダムは，Ban Bung 市(Amphoe ?)への供給と，下流さとうきび畑，及び政府の製糖工場への水供給のため築造されたもので，貯水容量が小さいため，調査時点においても自由越流型洪水吐き越流面まで水位があった。１９８０年の貯水池流入量を見ると４月に殆んどなかったものが，６月及び９月の降雨で増加し，１１月半ばで 2.1MCM となっている。

池の中に２つのポンプ場があり，動力はエンジン使用のため，大きな音を立て黒い煙をはいて，さかんに水を汲みあげていた。

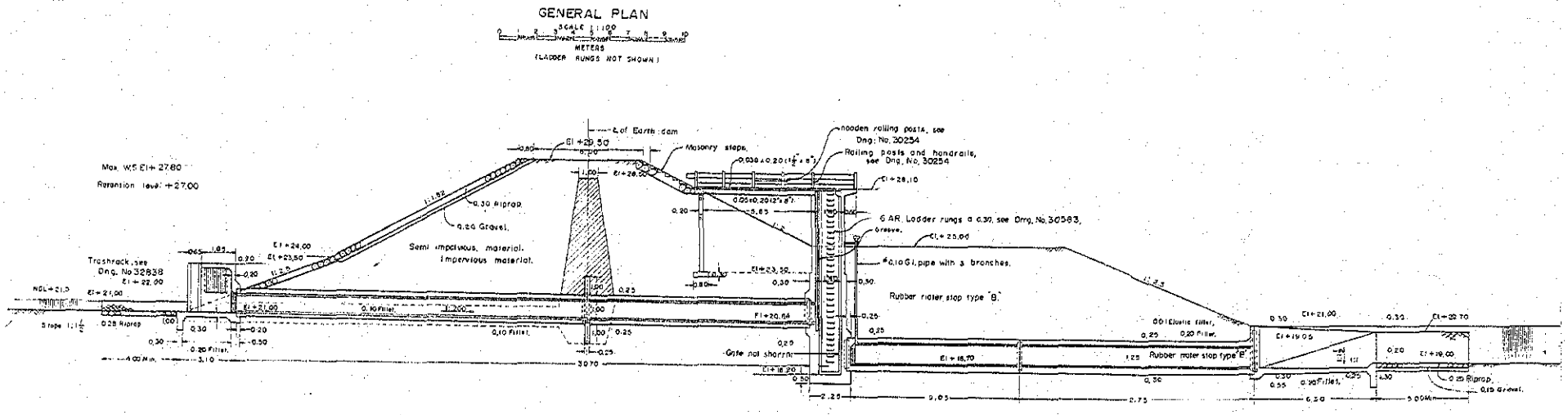
この工場は精糖工場，アルコール工場，テクニカルスクール用の上水道と，かんがい用水に使用されていること，しかしながら，かんがい水路は取水口より現川に放流する施設だけで末端まできちんと整備されておらず，十分にかんがいの効用が発揮されているようには見えなかった。この点は今後の本格調査時でも十分留意しなければならない点だと思われる。近くに製糖工場があり，トラックに満載されたさとうきびがさかんに運びこまれていたが，操業能力の⅙程度しか周辺でさとうきびが生産されていないとのこと。

本ダムの下流に調査対象ダムである新規のダムが計画されている。

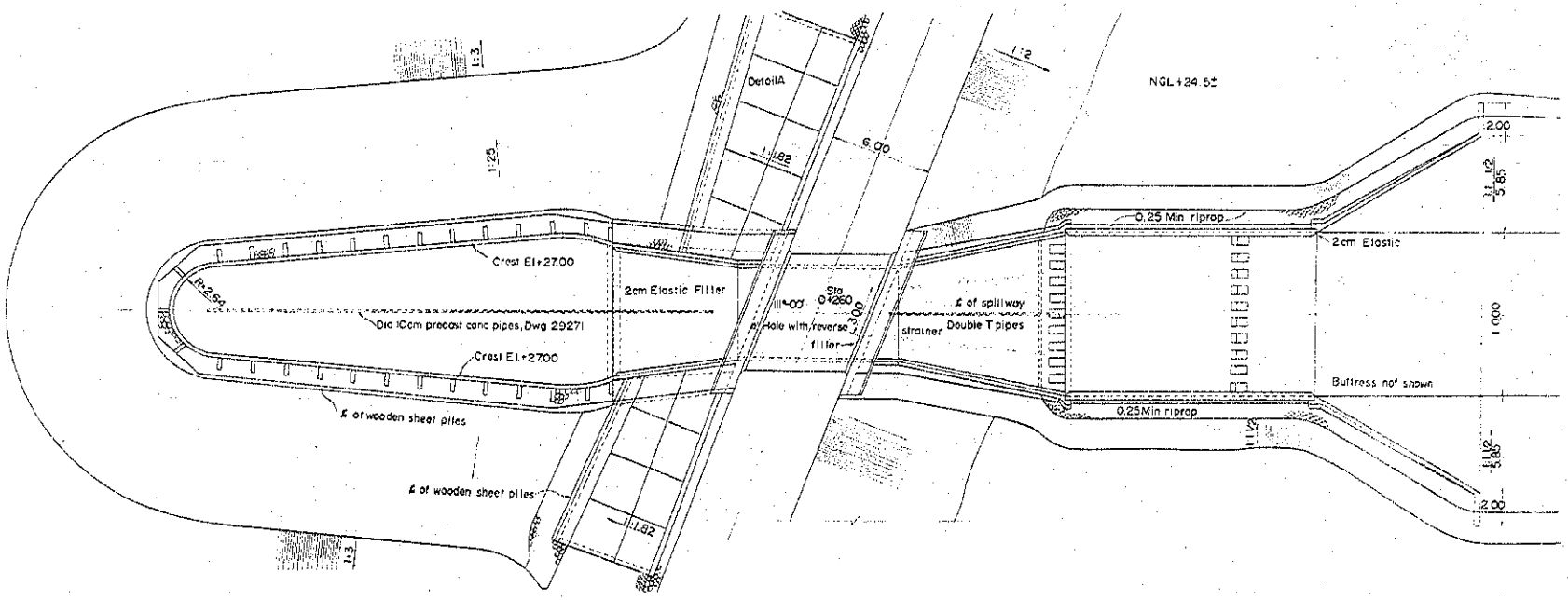
図－１１　堤体標準断面図（Ban Bung Res）



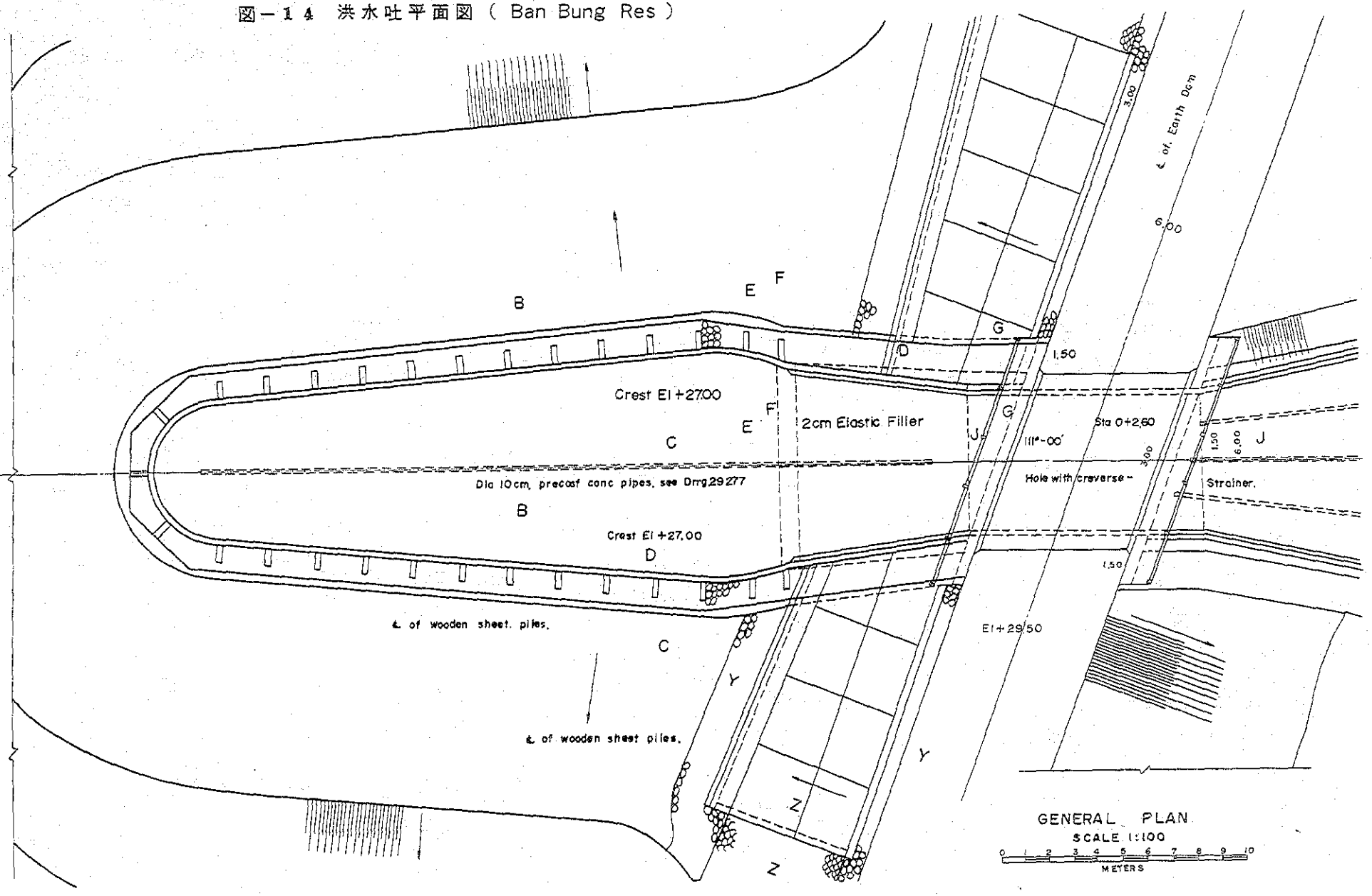
図－１２　ダム取水施設図（Ban Bung Res）



図－１３　Ban Bung 貯水池平面図



図－14 洪水吐平面図（ Ban Bung Res ）



(4) Dok Krai ダム（１９７５年完成，アースフィルダム） Rayong 県 Dok Krai

河川名	Rayon川水系Khlong Dokkrai川	ダム堤高	26.5m
流域面積	291km²	〃 堤長	1,500m
年平均降雨量	1,500mm	〃 総貯水容量	71MCM 常温容量 50.8MCM
年平均流入量	不明	〃 死水容量	3MCM
年平均放流量	124MCM	〃 貯水面積	9km²
年平均蒸発量	不明		
		ダム堤頂標高	EL. 54.6 msℓ
目的	1. かんがい 8,000ha	〃 最高貯水位	52.6
	2. 都市用水 —	〃 常時満水位	50.6
	3. 洪水調節 3,200ha	〃 洪水吐標高	50.6
	4. 漁業，レクレーション —		

本ダムは下流の Bang Khai プロジェクトにかんがい用水を補給すること及び洪水調節を主目的として作られたダムで，かんがい予定面積はBang Khai 堰下流左右岸の50,000 rai(8,000ha)であるが，現在は圃場整備等の関係から，かんがい面積は水田10,000raiにとどまっている。また，流域面積に比して貯水容量が小さいため，ここ数年，毎年満水になっており，調査時点においてもモーニンググローリー型の洪水吐きから水深２～３cmで越流していた。Rayongの ＲＩＤ事務所では貯水状況が良いこと，両岸のアバットメント標高に余裕があることから，２m程度の嵩上げを考えているようである。

Ban Khai プロジェクトは，今から２０年程前の１９６０年に完成しており，そのうち約⅓の１0,000ライ（1,600ha)程が米の二期作を行っている。

調査団は左岸幹線水路の一部頭首工および右岸幹線水路の取水口しか踏査するチャンスがなかったが，幹線水路は満々と水をたたえ，よく管理されているように見えた。幹線水路は右岸側１７km，左岸側１５kmで，直線部分は素堀り土水路，構造物付近は石積みがしてあった。

頭首工は石積で高さ２m，全巾５９mの固定堰で両岸取水構造になっていた。この取水工地点での月毎の取水量データーを入手することができた。

管理のため堰上流につり橋がかけてあったが，床版が一部ぬけおちていたりして危険で

あった。

堰の構造図は入手できたが，水路の縦断図，詳細図についてはMr. Boonthaiの話ではあるはずとのことであったが，今回の調査では入手できなかった。

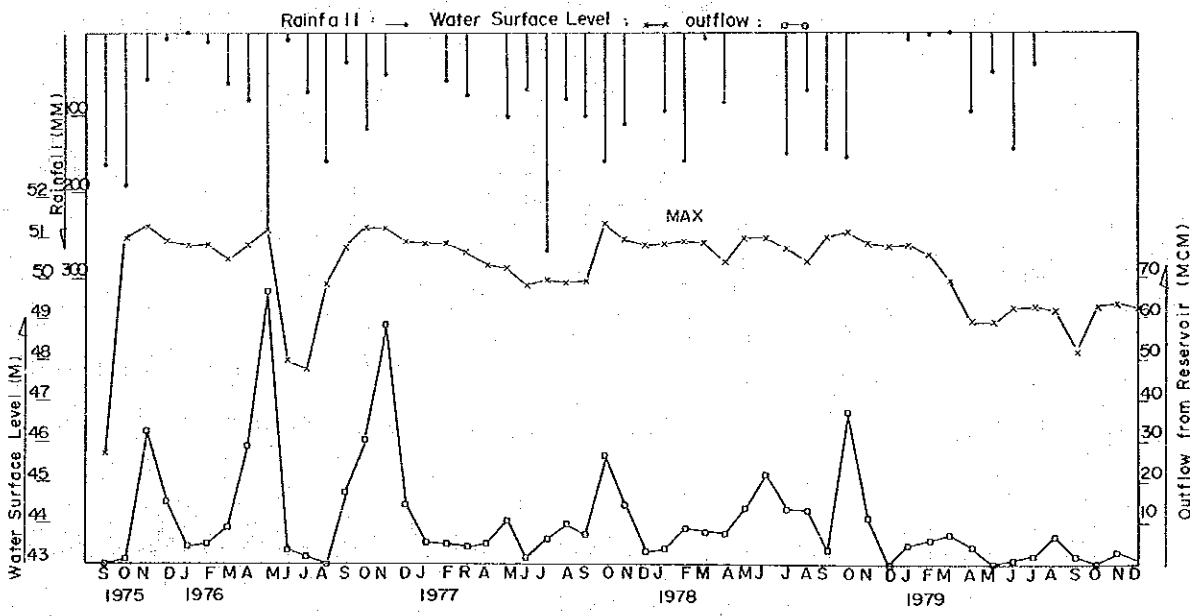
車窓から見る限りでは幹線水路は一応できているが，末端水路ははっきりしたものが見当らなかった。

この点，本調査においては全線を踏査し構造物をチェック，今回予定かんがい地区の幹線水路の路線選定作業が必要と思われる。又，ある程度までの支線圃場末端水路の設計も考慮されるべきである。できれば，水資源利用効果を高めるため，当該地区に圃場整備事業の導入を検討してみる必要がある。

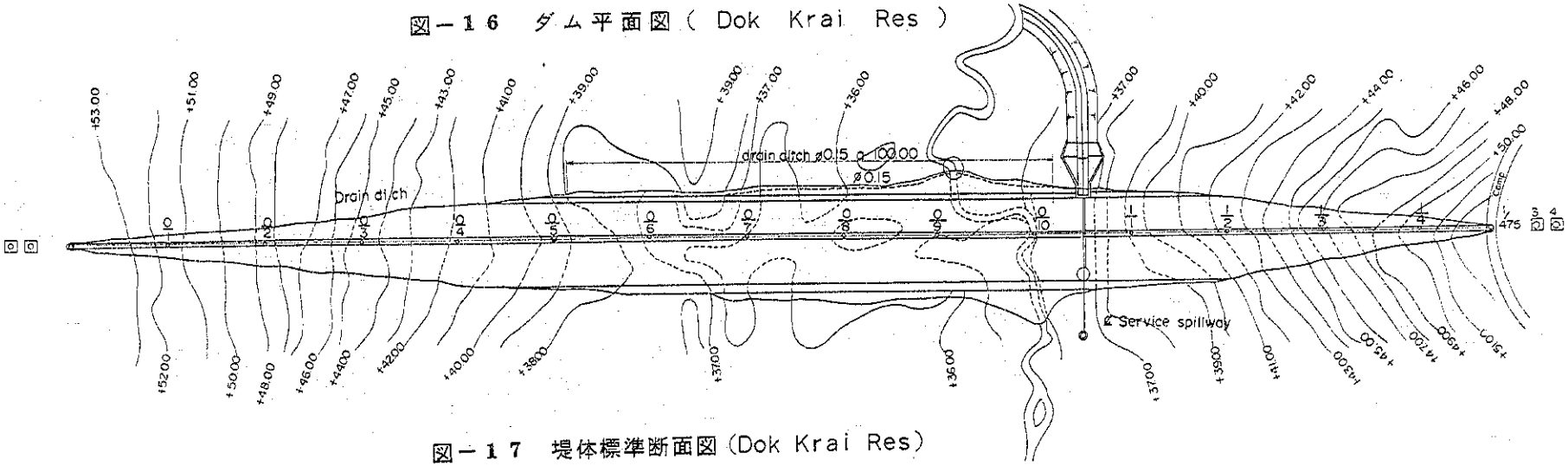
タイ国で行なわれている圃場整備は日本のように用排分離し進入道路をつけるというものではなく，圃場にうまくかんがいできるように整形するというのが第一のねらいのようである。今後，Rayong地区の工業が発達し人口の増加が予想されており，この都市への食糧の供給は重大な問題となってくるであろう。乾期にかんがいし，野菜を都市に供給できるようになれば，地域農業開発に大いに貢献することであろう。

Dok Krai 貯水池の降雨量，放流量，貯水位の履歴を次図に示す。

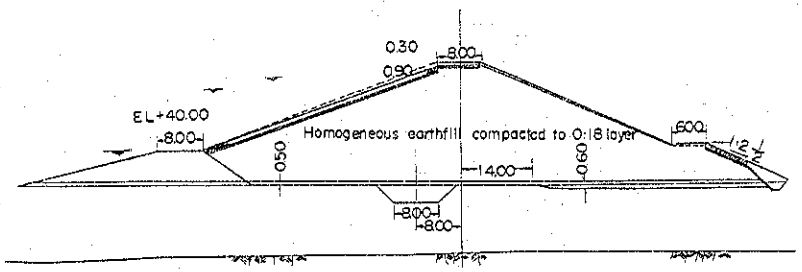
図－15　Dok Krai Resの貯水位，降雨量，取水量



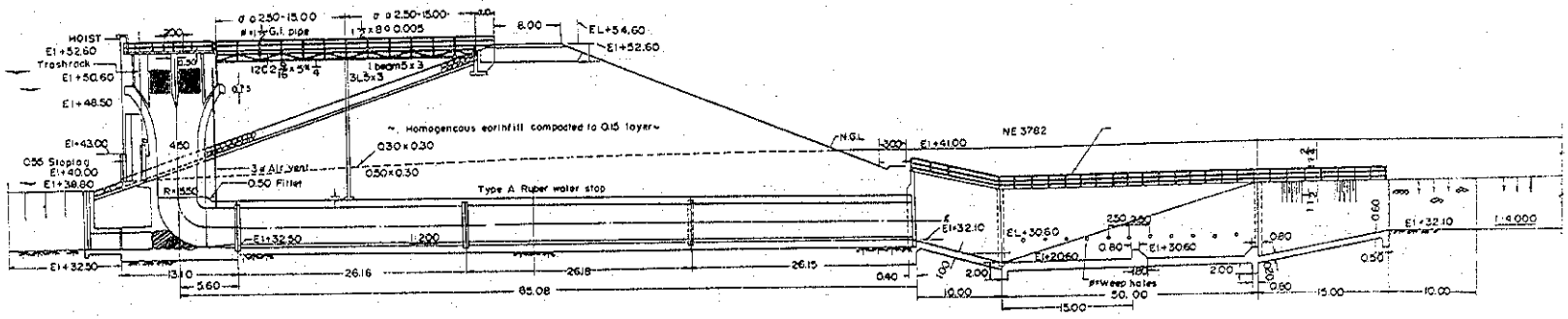
図－１６　ダム平面図（ Dok Krai Res ）



図－１７　堤体標準断面図（Dok Krai Res）



図－１８　洪水吐構造図（ Dok Krai Res）



3－3　新設建設予定ダムの概要

東部海岸地区の現在及び将来のかんがい，家庭，都市，工業等の水需要に対処するため，ＲＩＤではChonburi県とRayong県で１５の水資源開発施設の建設を計画しているが，早期に建設を要するものとして5プロジェクトをあげている。今回の調査対象のダムは，この5プロジェクトの内優先度の高いNong Pla Laiダムと Ban Bung ダムの２プロジェクトである。今回は５プロジェクト全部の調査を行ったのでその概要を記述する。

(1)　調査対象ダム

(1)－1　Nong Pla Lai ダム（アースフィルダーム）Rayong県Plang Daeng, Nong Pla Lai

河川名	Rayong 川水系	ダム堤高	23 m
	Khlong Nong Pla Lai川	堤長	3,860m
流域面積	426km²	総貯水容量	154MCM
年平均降雨量	1,500mm	死水容量	8.5 MCM
年平均流入量	140MCM（166MCMもあり）	貯水面積	22.5 km²
年平均蒸発量	14.5 ha（1,085mm）		
		ダム堤頂標高	EL. 48.5 msℓ
目的	1. かんがい　12,800 ha	最高貯水位	47.
	2. 都市用水，工業用水	常時満水位	45.
	（26MCM/年という数字あり）	洪水吐き標高	40.5 取水口標高
	3. 洪水調節　3,200ha（内　的）	水没：不明	
	4. 魚（レクレーション）		

本ダムは既設のDok Krai ダム(Rayong川右支川）の北東に位置し，Dok Kraiダム及び計画中のKhlong Yaiダムと合わせて Rayong 川流域上流のダム群となる。

現在，Dok Kraiダムの水を都市，工業用水に振り換えようという計画があり，その場合はこのダムが農業用水の代替ダムとしての性格も持ってくる。

ダムサイトはKhlong Nong Pla Lai 川の上流，Khlong Pong Nam Pit 川と，Khlong Rawaeng 川が合流する直上流に定められており，低地は河川の堆積物で覆われ，両岸のアバットメントもゆるやかなうねりがやゝ小高くなっているだけで，はっきりした

アバットメントではない。

本ダムの計画については「Summary Report on Water Resources Development in The East Coast Area of Thailand」に簡単に要約されているだけで，特にダム計画の分野では相当のチェックが必要であると思われる。

水文関係についていえば，ＲＩＤのHydrology Division で行ったということであるが，Summary Report からは解らない点は次のような項目である。

ダムサイトの流量：測定値の所在，推測（解析）の方法

ダムサイトの計画高水流量：　同上

ダム洪水吐きの規模決定方法，ゲート操作の方法（洪水調節方式）

ダムより上流域における損失流量

ダム貯水池からの蒸発量の推定方法

ダム貯水地堆砂量の推定方法

等々

これらの基本的な情報（資料，解析）等が報告書として残っているか否かは明確でなかった。Sammary Report はＲＩＤのPramoj 氏（現在は他の仕事のようである）が，Region９の事務所と共に１９７７～７８に作成したと聞いており，データ，解析法等は良く調整すれば整えられると思われる。

ダムサイトの現況

大部分Casava 畑で低位部は水田

地　質

基　礎　未固結堆積層（花崗岩起源の残積土）

表層

Ｎ値　１０以下

loose clayey sand and silty sand

厚さ　１～３ｍ

下層（古い沖積層）

clayey sand and silty sand

Ｎ値　５０以上

築堤材料

左岸取付部　　clay-sand mixture, lateritic soil

（不透水性材，ランダム材）

右岸取付部　　ランダム材

① 設計にあたって留意すべき事項

㋑ ダムサイトは基本的に現位置で妥当と考えられ，タイ政府としても現案ですすめたい意向であった。

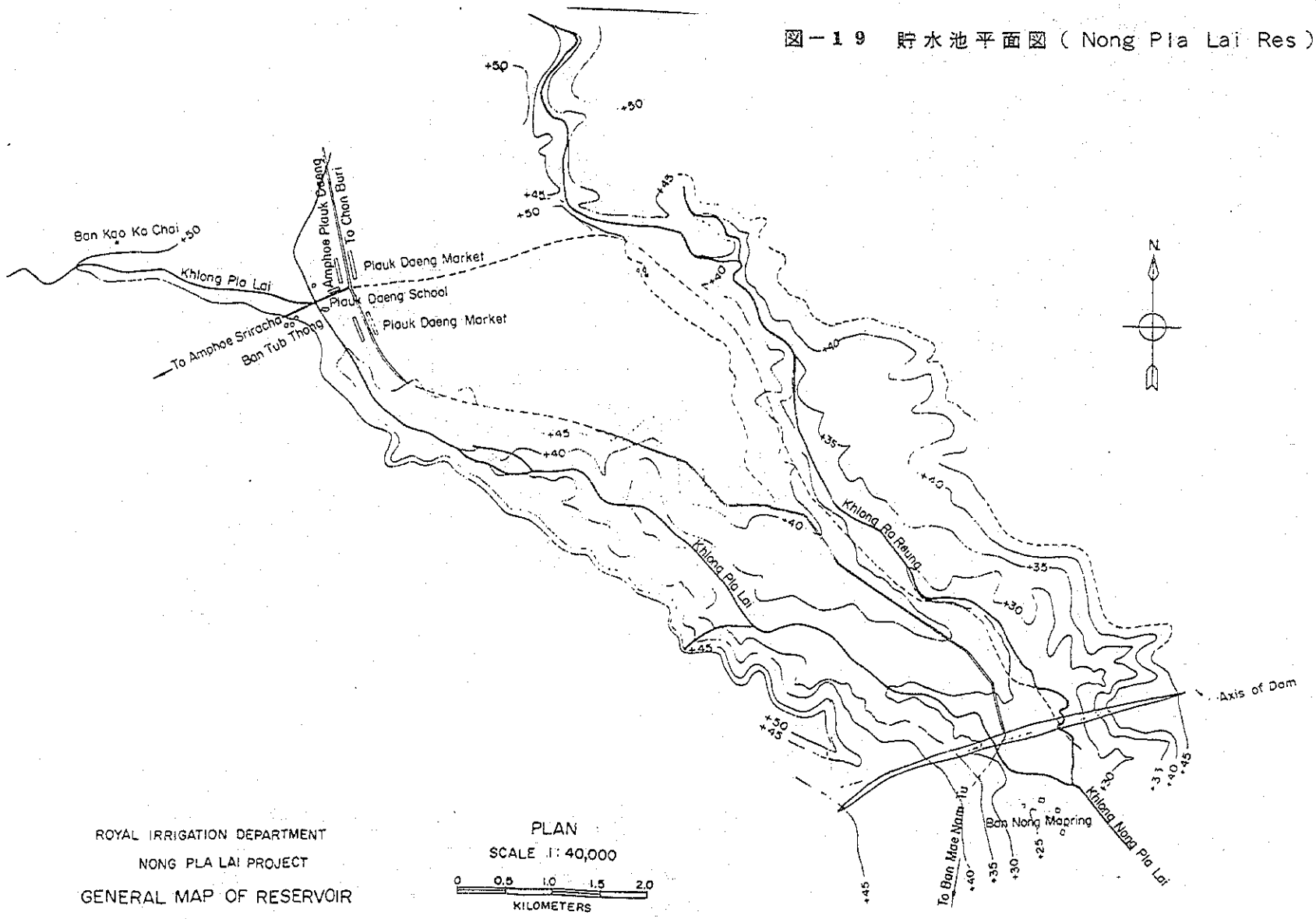
㋺ ダムタイプについては，基礎の状況，築堤材料の入手等からみて現案が適当と考えられるので，今回，調査で若干追加するものの結果を含めて地質調査の結果をよく検討して設計をすすめること。

㋩ 洪水吐については，現案ではgate typeとしているが，将来の管理，経済性を十分検討して決定すること。

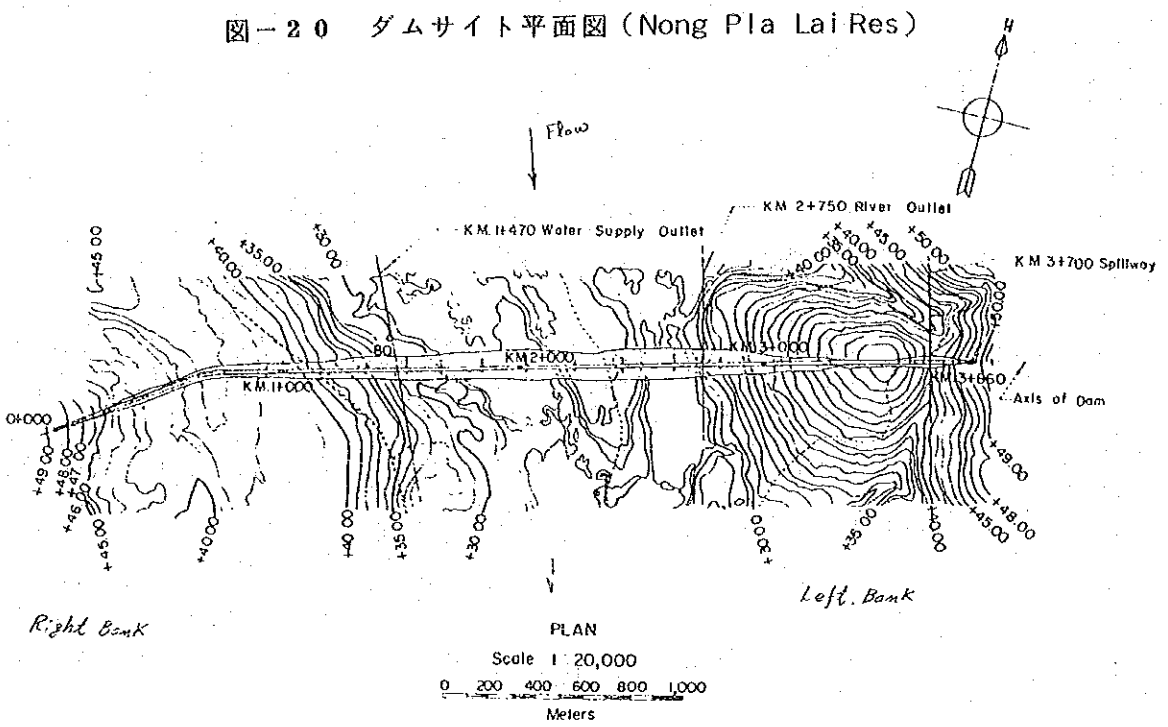
また，地質からみて未固結堆積層に溝造物を設置することとする場合の設計には十分意を払う必要があると思われる。

② 取水施設については各種利水の利用の考え方（直接取水か，河川放流か）をよく調整して計画すること。

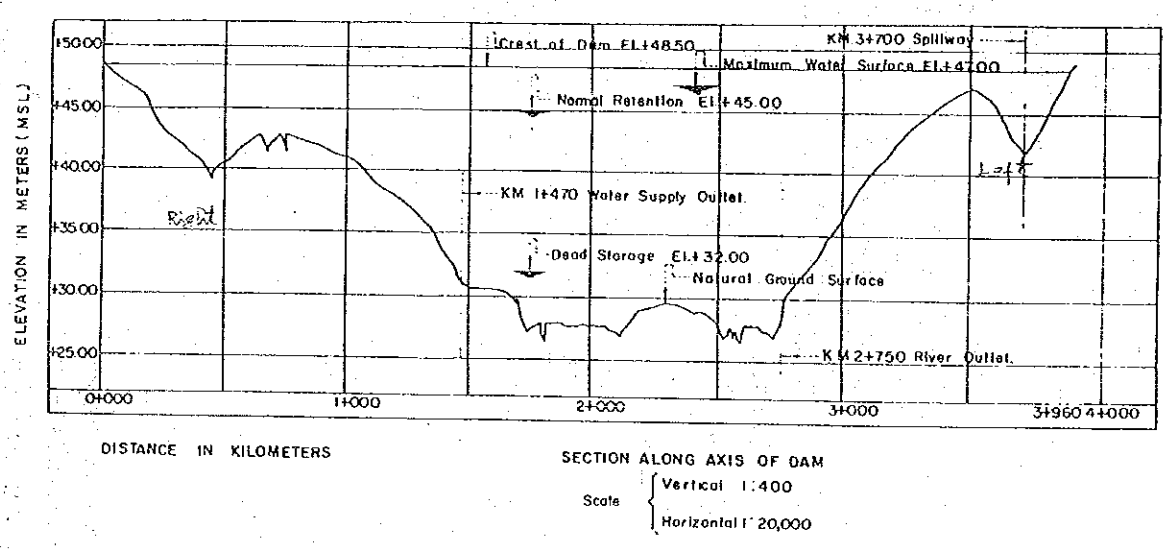
図－１９　貯水池平面図（ Nong Pla Lai Res ）



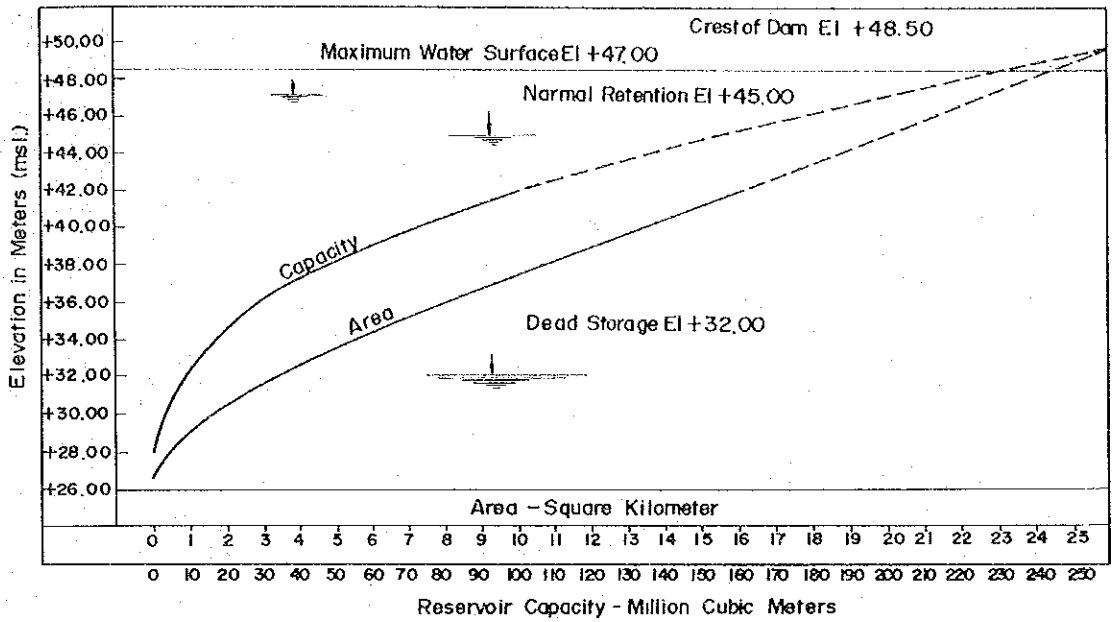
図－２０　ダムサイト平面図（Nong Pla Lai Res）



図－２１　ダム軸縦断面図（Nong Pla Lai Res）

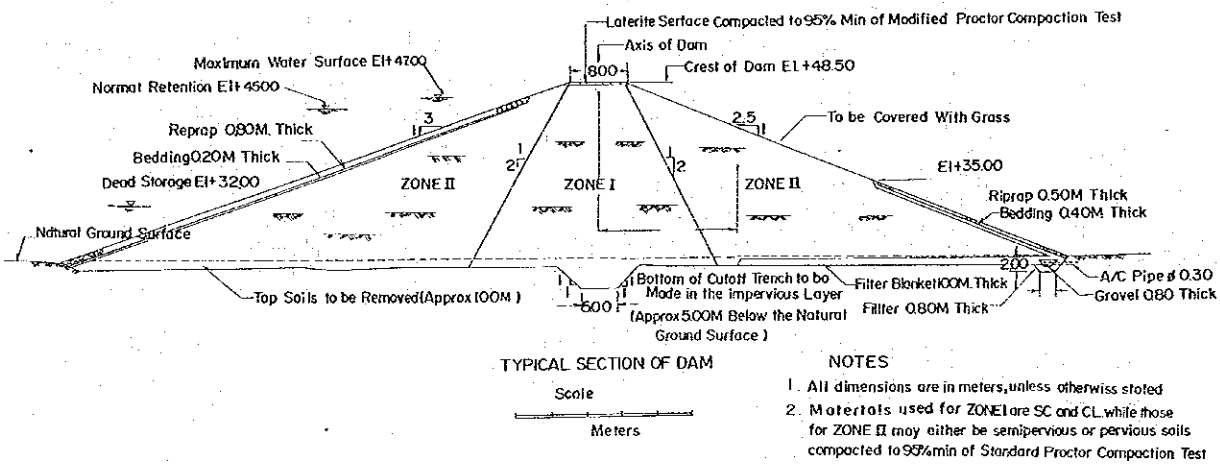


図－２２　水位・容量，水面積曲線（Nong Pla Lai Res）

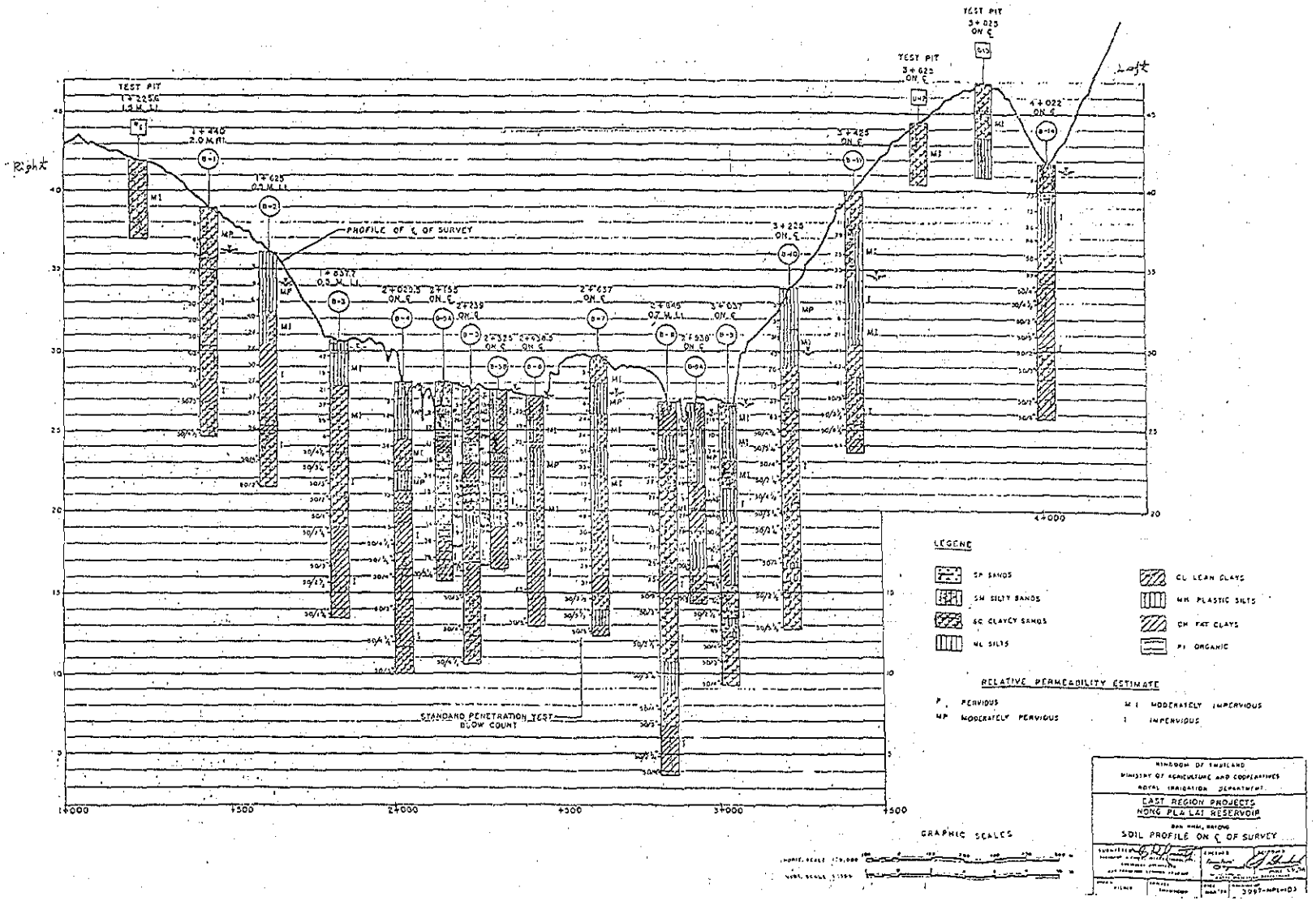


RESERVOIR AREA AND CAPACITY CURVES

図－２３　堤体標準断面図（Nong Pla Lai Res）



図－２４ 地質断面図（Nong Pla Lai Res.）



(1)－2　Ban Bungダム（アースフィールダム）　Chonburi県 Ban Bung

河川名　Bang Pakong川水系

Huai Khlong Yai 川

流域面積　53km^2

年平均降雨量　1,150mm

年平均流入量　（10.6～16MCMと推定）

年平均蒸発量　不明

ダム堤高　14.5m

堤長　2,350m

総貯水容量　10MCM

死水容量　不明

貯水面積　2.4km^2

ダム堤頂標高　EL. 31.3m
（from local B.M）

最高貯水位

常時満水位　29.3m

洪水吐き標高　取水標高 20m

目的　1. 家庭都市
（Ban Bung, 4.83 MCM／年という数値あり）

2. 工　業

3. かんがい　320ha さとうきび

本ダムは既設Ban Bungダムの直下流100mの位置に新しいダムを設け，既設ダムを水没させて貯水容量を1.9 MCMから10MCMに拡大しようという計画である。

本ダムについての計画上の詰めは遅れており，Summary Reportにも具体的な記述はなく，概要だけコメントしてある。チェックすべき点は上記のNong Pla Lai ダムで述べたことと同じであるが，Nong Pla Lai ダムに比し，既設ダムについての各種データが参考になるだけ資料の面では豊富であると思われる。

なお，Ban Bung についてはRIDのDesign Division のブラマー氏が詳しいようである。

ダムサイトの現況

大部分さとうきび畑である。

地　質

基　礎　　未固結堆積層（花崗岩起原の残積土）

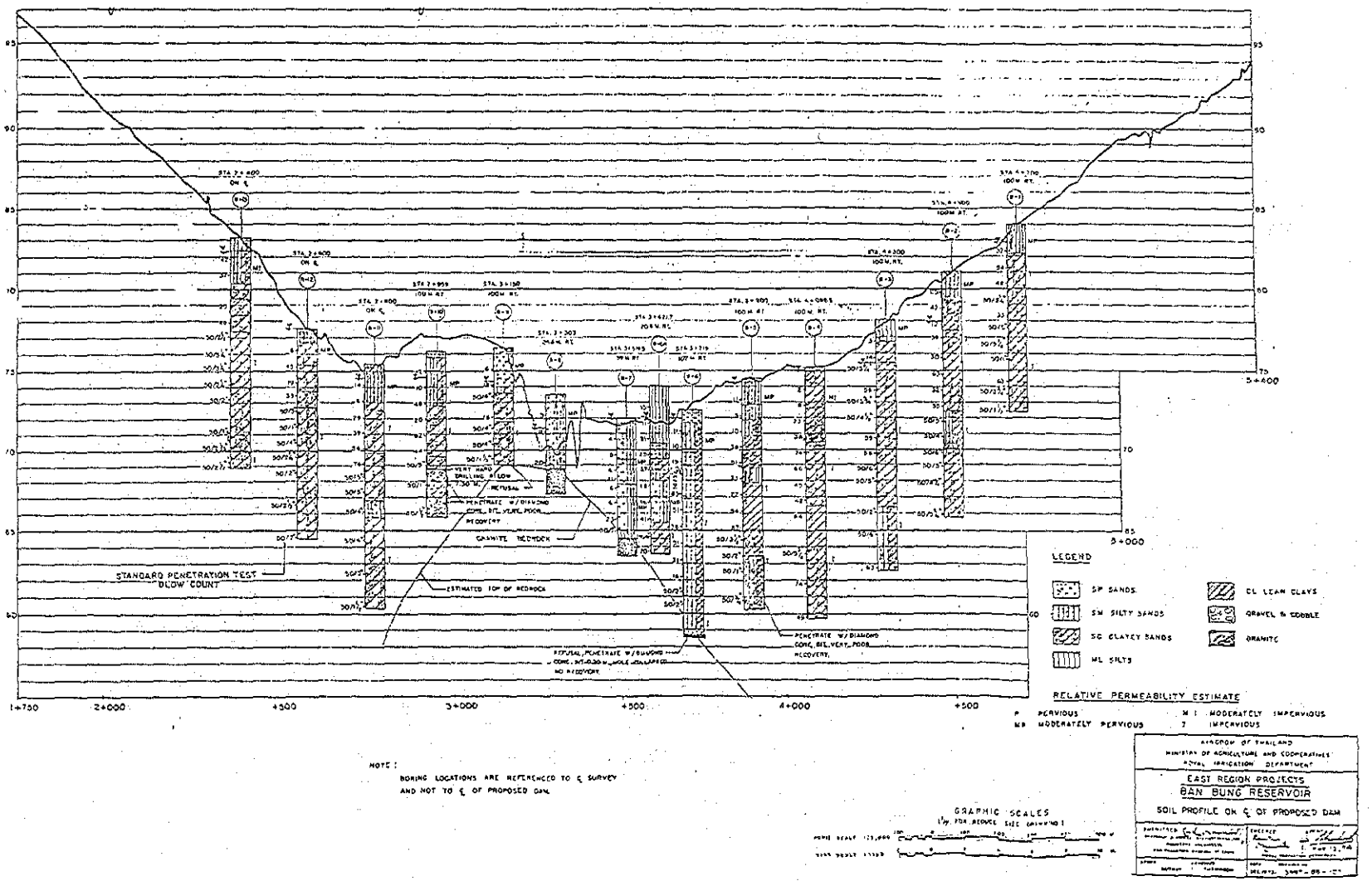
表層　　sand with some silt and clay

厚さ　　1～3m（低位部　7m）

下層　　very dense clayey and silty sands

基岩　　花崗岩（両岸アバット部に向っており15m以上）

図－２５　地質断面図（Ban Bung Res.）



築堤材料

ダムサイト下流２㎞の丘陵

不透水性材，ランダム材

ダムサイト付近（左右取付部）

ランダム材

３－３　計画設計のための基礎資料

(1)　地　形　図

(1)－１　既存資料

Nong Pla Lai Res

流　域　　1／50,000　1.0ｍ conter

貯水池　　1／20,000　　〃　　（EL．45ｍまで）

ダムサイト　1／4,000　　〃　　（旧ダム軸）

但し，地質調査位置図として新ダム軸で１／2,000　1ｍ conter のものがある。

ダム下流　　1／10,000　　〃

Ban Bung Res

流　域　　1／50,000　1.0ｍ conter

貯水池　　1／4,000　　〃

ダムサイト　1／4,000　　〃

但し，地質調査位置図として１／2,000　1ｍ conter のものがある。

ダム下流　　1／20,000　　〃

(1)－２　追加測量

①　ＲＩＤに本格調査開始までに依頼したもの

貯水池地形図の補足　（１／4,000）

Nong Pla Lai Res　　EL49ｍまで

Ban Bung Res　　EL32ｍまで

②　本格調査で補足した方がよいと考えられるもの

○貯水池地形図のチェック（数本の横断測量）

○採土地の地形図

(2) 地質土質調査

(2)－1 ダムサイト及び築堤材料の既存の地質調査

① Nong Pla Lai Res

RIDは，Sverdrup & Parcel International，INCによって1973年地質調査を実施している。

ボーリング関係

ダム軸上でボーリング（18地点）を行っており，試験項目は下記のとおりである。

標準貫入試験

粒度分析

アッターベルグ限界

土の統一分類

自然含水比

ポケットペネトロテスト

単位体積重量

圧縮試験	（25試料）
直接剪断試験	（11試料）
圧密試験	（1 試料）
透水試験	（8 試料）

テストピット関係

ダム軸及び周辺地域（土取場）でテストピット（19地点）を設けて調査している。その位置は

右岸アバット部	9地点
左岸アバット部	5地点
Ban Kabok Taew	5地点
上 流 部	3地点

である。

また，試験項目については下記のとおりである。

粒度分析

アッターベルグ限界

土の統一分類

締固め試験　　（８試料）

直接剪断試験　　（６試料）

透水試験　　（７試料）

② Ban Bung Reservour

ＲＩＤは，Sverdrup & P rcel International，ＩＮＣによって１９７３年地質調査を実施している。

ボーリング関係

ダム軸上でボーリング（１４地点）を行っており，試験項目は下記のとおりである。

標準貫入試験

粒度分析

アッターベルグ限界

土の統一分類

自然含水比

単位体積重量

ポケットベネトロテスト

直接剪断試験　　（４試料）

圧密試験　　（１試料）

透水試験　　（６試料）

テストピット関係

土取場の候補地として３地区でテストピット（１５地点）を設けて調査している。その位置は

Khao Din Borrow area（２㎞上流）　　１０地点

右岸取付部　　３地点

民間採土地　（５㎞東方）　　２地点

である。

また，試験項目については下記のとおりである。

粒度分析

アッターベルグ限界

土の統一分類

自然含水比

締固め試験　　（６試料）

直接剪断試験　　（５試料）

透水試験　　（５試料）

(2)－２　今後の検討事項

① Nong Pla Lai Res. の地質図から軟弱層についてコアー及びGeological log を確認するとともに堤体横断方向への連続性についてチェックする必要がある。

② 両ダムとも築提材料の採取地については築堤量に余裕をみて（２倍程度）得られるよう決定する必要がある。

③ 両ダムサイトとも砂質土に覆われたなだらかな丘陵地でリップラップ材，コンクリート骨材の近傍からの入手が困難と考えられる。

Nong Pla Lai Res. に隣接している既設のDon Krai Res.はリップラップ材を５０～１００㎞離れた地点から運搬しており，今回計画の両ダムとも採取位置について検討する必要がある。

④ ダム及び貯水池敷の地質踏査を行ない，地質平面図を作成し，貯水の確実性をチェックする必要がある。

(3) 気象・水文調査

(3)－１　観測位置

① 雨　量

Nong Pla Lai Res 関係

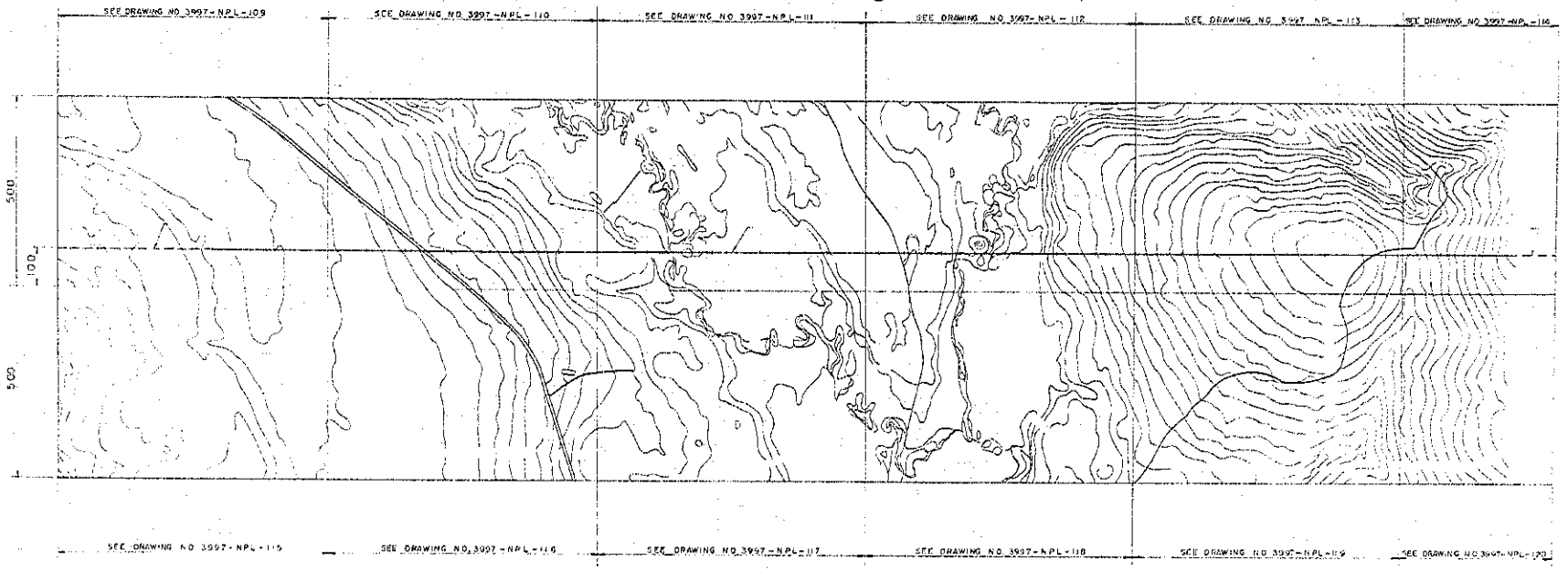
Nong Pla Lai

Dok Krai

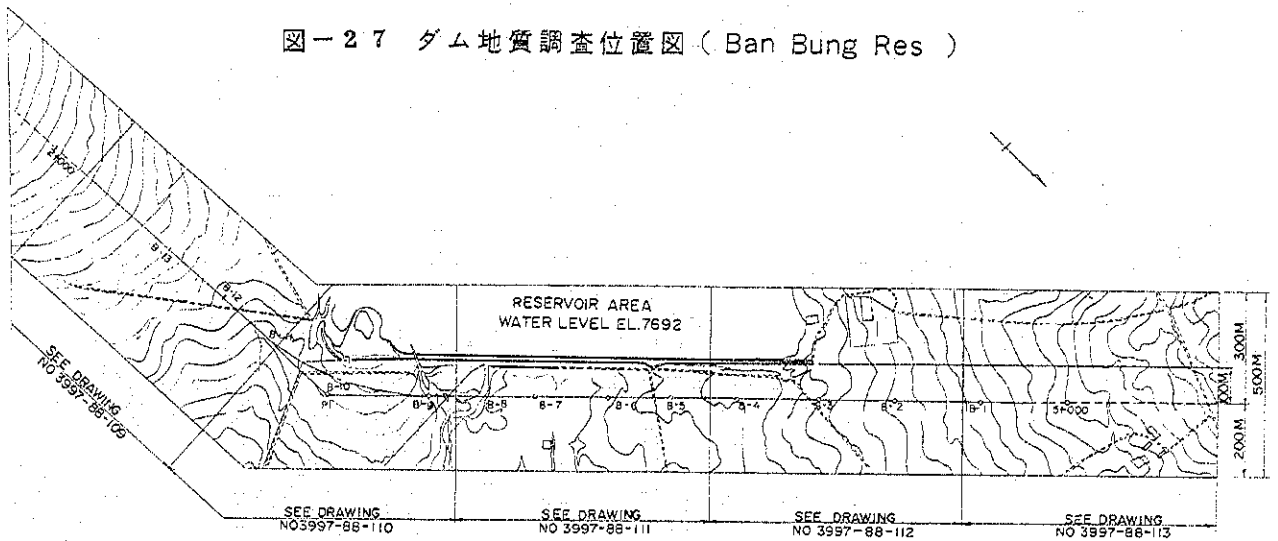
Ban Khay

Rayong

図－２６　ダム地質調査位置図（Nong Pla Lai Res）



図－２７　ダム地質調査位置図（Ban Bung Res）



Ban Bung Res 関係

Ban Bung

Chonburi

② 流　量

Nong Pla Lai Res 関係

Nong Pla Lai　(1967～Cont'd)

Dok Krai　(1967～1972)

Khlong Yai

Ban Khay　(1945～1959)

Ban Bung Res 関係

参考としてBang Phra のものがある。

③ 蒸発量

Nong Pla Lai Res 関係

Nong Pla Lai

Dok Krai

Rayong

Ban Bung 関係

Chonburi

(3)－2　観測資料

観測資料のうち整理されているいくつかを以下に示す。

① Mean Rainfall & Evaporation

〔10year period　1969～1978 (Reyong － 1977)〕

② Water Surface Fractuation, Rainfall & Release Water of Bang Phra Res

③ Water Surface Fractwation , Rainfall & Release Water of Dok Krai Res

(3)－3　今後検討すべき事項

① 水文基礎資料は一応整っていると思われるので，ダムの水収支計算に必要なダム地点流量を連続して（10年以上）整理する必要がある。

② 堆砂量は他地区の例から引用する場合，地形，地質，被植状況等を十分検討して用いることが必要で，できれば近傍の実態を概略把握してチェックするのが望ましい。

③ 流質量に対する貯水効率（蒸発量，浸透量）は近傍の既設ダムの実態を参考にし，チェックできるようデータを整理しておくことが望ましい。

3－4 工事中及び計画中のダム

(1) Khlong Nong Kho ダム（アースフィルダム） Chonburi県Si R

河川名	Khlong Yai 川流域	ダム堤高	17 m
	Khlong Nong Kho川	堤長	1,850 m
流域面積	51 km²	総貯水容量	20MCM（19,26もあり）
年平均降雨量	1,224 mm	死水容量	1 MCM
年平均流入量	16 MCM	貯水面積	5.2 km²
年平均蒸発量	2.5 MCM		
		ダム堤頂標高	EL. 68 m msℓ
目的	1. かんがい 1,200ha（二期作）	最高貯水位	66.5
	2. 家庭,都市 } Chonburi, Siracha	常時満水位	65
	3. 工　業 （6MCM/年という数値あり）	洪水吐き標高	65
		水没	250戸，高速道路 5 km

本ダムは貯水を家庭，工業用水に直接供給すると共に，既設のBang Phraダムの空き容量を利用して導入し，かんがい面積を480 haから1280 km² に増やし，同時にChonburiとSiracha家庭，都市用水，工業用水（石油精製等）の需要に対処しようとするものである。

現在，緊急の要請に応じ建設中であり，カットオフトレンチの掘削の一部と，中央ゾーンの一部盛立てが行われていた。カットオフトレンチ部はミルト質粘土ないし砂から成り，透水性は小さいものと思われる。盛土はラテライトで左岸アバットメントの上流の掘削土を用いていたが，乾期であるため，相当乾燥側で施工しなければならないようであった。

(2) Khlong Thap Ma. ダム（アースフィルダム） Rayong県 Muang

河川名	Rayong 川流域Khlong ThapMa川	ダム堤高	22m
流域面積	154km²	堤長	815m
年平均降雨量	1,500mm	総貯水容量	91.2MCM (retenhon 75)
年平均流入量	60MCH	死水容量	4
年平均蒸発量	5 MCH	貯水面積	13 km²

目的	1. 家庭,都市 } Sattahip-Reyong	ダム提頂標高	FL. 30.5 msℓ
	2. 工　業 (15MCM/年)	最高貯水位	28.5
	3. かんがい 6,400ha	常時満水位	27
	4. 洪水調節	洪水吐き標高	28.5
	5. 魚	水没：157戸 Muban 道路，他 (1,012人)	

本ダムは，Rayong 県の南向き海岸線の Sattahip から Rayong にかけての工業開発，都市活動の用水を供給することを主目的としている。また，Rayong 川上流の既設，計画のダムとともに Rayong 川下流の洪水調節，かんがい用水の供給も目的としている。

ダムサイトは両岸のアバットが比較的はっきりしており，他のダムに比し，堤長が短かくてすみ，効率が良さそうである。

(3) Khlong Luang ダム（アースフィルダム） Chanburi県 Pa Nat Nikom

河川名	Bang Pakong 川流域 Khlong Luang 川	ダム堤高	19.6m 副ダム8.0m
		堤長	3,900m 〃 1,300m
流域面積	520km²	総貯水容量	110MCM
年平均降雨量	1,280mm	死水容量	不明
年平均流入量	199.7MCM	貯水面積	32.175km²
年平均蒸発量	不明		

目的	1. かんがい 5,120ha	ダム提頂標高	EL. 43.6m
		最高貯水池	

常時満水位　　39.6

洪水吐き標高　　取水標高

水没：300戸，2,000人

本ダムは主にかんがい用水の供給を目的としており，計画中の2ダムと合わせて，86,400ha の水田にかんがいが可能であるということであるが，本ダムのみでは12,960haを受けもつ予定である。（これは最高値であり，別にRegi nal Officeの計算では5,120haとなっており，この方が確度が高い。）

右岸（26km），左岸（12km）の2つのかんがい用水路を併せて建設する予定である。

本ダムは，かなり以前から計画され，現地のダム軸線にも標識が立っているが，主として予算，財政上の理由から建設が遅延しているとのことである。

資 料 編

1. 事前調査団の編成

2. 調査の日程

3. タイ政府 Terms of Reference (T／R)

4. タイ側関係機関組織図

5. 関係者リスト

6. 資料リスト

7. そ の 他

1. 事前調査団の構成

団長	久武啓祐	（総　括）	建設省建設大学校教務部長
団員	武内遠夫	（地域計画）	建設省計画局国際課海外協力官
〃	原田譲二	（ダム計画）	建設省土木研究所企画部ダム計画官
〃	遠藤紀寛	（ダム構造）	農水省構造改善局建設部設計課長補佐
〃	宮里哲郎	（かんがい）	農水省近畿農政局東播用水農業水利事務所工事第二課長
〃	松尾英俊	（農　業）	社団法人海外農業開発コンサルタンツ協会常任顧問
〃	岡崎有二	（業務調整）	国際協力事業団社会開発協力部

2. 調査の日程

日順	月日	曜日	行程	調査内容
1	11/30	日	JL461 東京11:30—16:05バンコック	
2	12/1	月	バンコック	○大使館，JICA事務所 09:00~11:00 秋口，五十嵐書記官，北野所長，金子所員及び調査団 ○RID Mr. Sunthorn 局長表敬 11:30 ○DTEC Mr. Kasem Unahasuvan次長表敬 14:30 ○RID Dr. Boonyok Vadhanaphuit (chief, Planning Div.) 15:30 現場Schedule及び資料に関する打合せ
3	12/2	火		○RID 09:00－12:00 Scope of Work 案協議，（Mr. Boonthai, Dr. Boonyok. Mr. Shoombhol及び調査団全員）

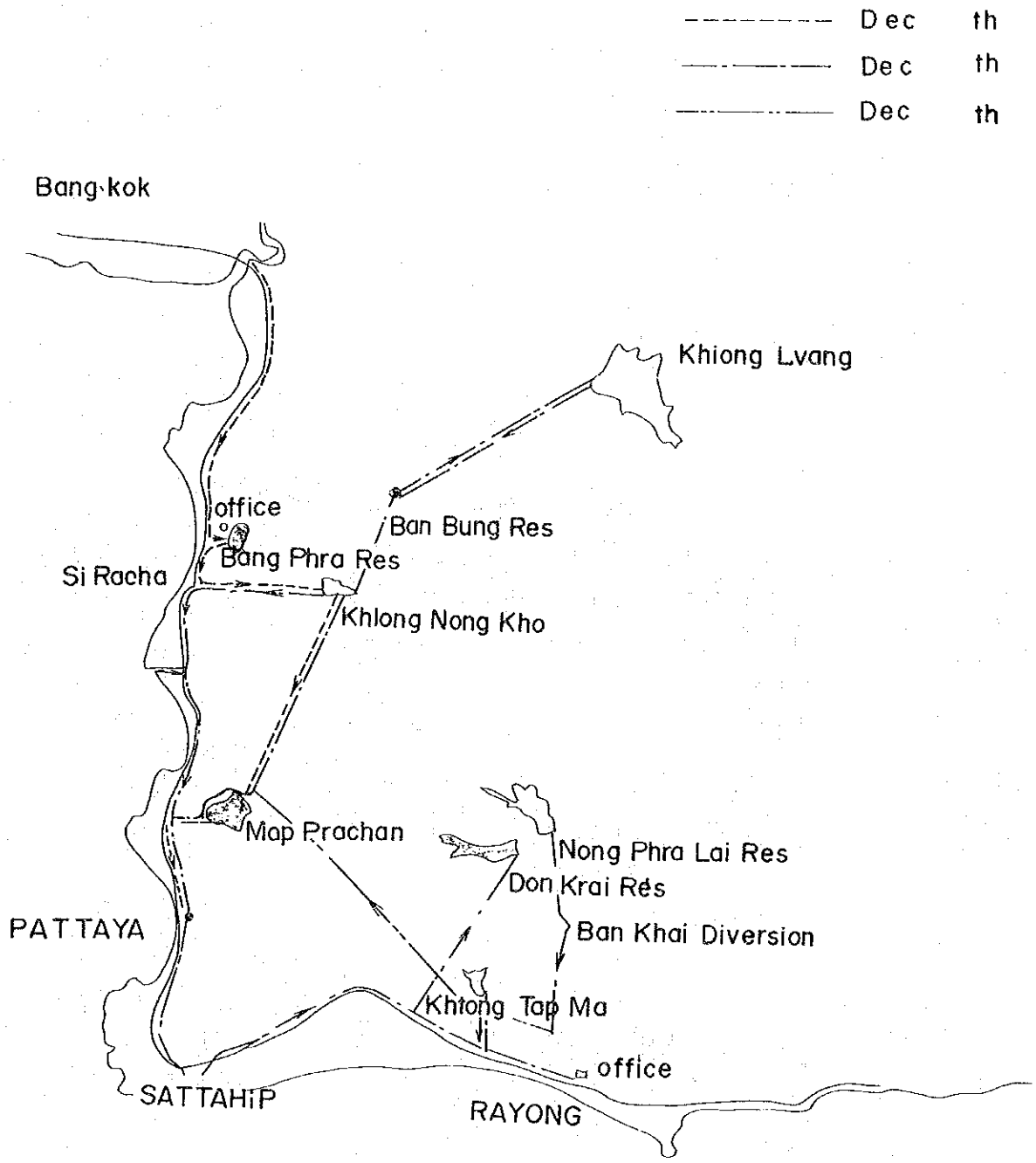
日順	月日	曜日	行　程	調　査　内　容
				13:30－16:30 Data の現存状況調査 ○Provincial Water-Works Authority of Thailand (P.W.W.A) (14:30～16:30) East Coast 地域の上水道計画ヒアリング (Dr. Vithya Pienvichitr (Goverhor) , Dr. Prasert Chuaphanich (Deputy Director), 武内, 岡崎　団員
4	12/3	水	バンコック	○ RIDにて既存資料の検討 ○NESDB (National Economic and Social Development Board) 11:00 Mr. Chakamon 他２名の調査団,　東部海岸地域の開発計画に関する事情聴取 ○Jnclustry Promotion (14:00) 工業開発計画事情聴取 Mr. Kaset Pitakpaivan (Director General) ○ Department of Land Development　松尾団員 9:00 ○　〃　of Agriculture ○Kasefsarat University
5	12/4	木	08:00 バンコック――― 10:00 Bang-Phra ↓ 12:30	Regional office No. 9 in Chonburi Mr. Suha Tamomsingh (Director) Bang Phra Dam(既設)

日順	月日	曜日	行程		調査内容
				13:45	Nong Kho Dam（建設中） （Engineering office in Nong Kho）
				15:30	Map Prachan Dam（既設） （Engineering office in Nong Kho）
			Pattaya		
				16:30	
6	12/5	金	Pattaya		○Khlong Luang ダム（建設予定地） ○Bang Bung ダム（本件調査対象ダム） ○Si Racha 周辺の開発現況調査 } 午前
7	12/6	土	Pattaya	08:50	○SATTAHIP 地区の工業開発等，地域開発現況調査
				10:30	○Rayon office にて Rayon 川流域状況事情聴取。 下流 Flood Control Diversion Channels 及び工業開発状況視察
				11:30	○Khlong Tap Ma ダム（建設予定地）
				13:30	○Dok Knai ダム（既設）
				15:00	○Nong Phla Lai ダム（調査対象ダム）
				17:00	○Ban Khai Diversion（頭首工，既設）
8	12/7	日	Pattaya		
9	12/8	月	Pattaya —— Bangkok		（移動）

日順	月日	曜日	行　　程	調　査　内　容
10	12/9	火	Bangkok	○RIDにてS/W案の協議及び資料検討 (9:00−12:00) (Mr. Boonthai他 関係課 Staff) ○Ministry of Communication にて港湾計画事情聴取 (13:00−13:45) (Miss Sachee : Director of Economic Div.) 武内，岡崎 ○Water Resources Committee (14:00−15:00) (Dr. Savit. 秋口書記官　調査団全員) ・東部海岸地区の水資源開発計画の現況と将来について
11	12/10	水	〃	団内打合せ　調査結果とりまとめ
12	12/11	木	〃	○RID：S/W サイン及び議事録確認
13	12/12	金	〃	○大使館，JICAへ調査結果報告，14:00 農林省副大臣 Mr. Anat へあいさつ
14	12/13	土	09:00 Bangkok ——— JL002 ——— 19:00 東京	

Project 月間業務実績概要表

Reconnaisance Route Map



3. タイ政府 Terms of Reference (T/R)

Terms of Reference

ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT

BANGKOK, THAILAND

No. 493/2523 July 2, B.E. 2523

Mr. Morikuni Akiguchi
First Secretary
Technical and Economic Cooperation
Japanese Embassy
1674 New Phetburi Road
Bangkok

Dear Sir,

We are pleased to enclose herewith one copy of our request for Technical Assistance from Japan International Cooperation Agency. This request is already sent to the Department of Technical Economic Cooperative for their preparation of official request to the Government of Japan.

Your cooperation to this matter would be very much appreciated.

Sincerely yours,

Director General

Encl.

Attachment A 1. Background Information

Water resources development in the east coast area of Thailand has certain potentiality because of the existance of several river basins and dam sites for construction of reservoir. Irrigation water demands together with the demands from others such as domestic water supply, industrial water supply etc. have been greatly increased during the past several years while water resources development accomplished in this area was rather minimal.

In order to reduce the pressure from increasing demands of water for various uses mainly for irrigation particularly in the western side of the East Coast area where more agricultural lands with less annual precipitation exist, the Royal Irrigation Department (RID) has proposed four reservoirs to be constructed in this area in near future. Four reservoirs under proposal by RID consist of Klong Luang and Ban Bung in Changwat Chonburi, and Nong Pla Lai and Thap Ma in Changwat Rayong. Foundation exploration, topo-surveying and some engineering studies for these projects have been made by RID but feasibility study shall be conducted before implementation. Technical Cooperation in conducting feasibility study for Phase I projects consists of two projects out of the four namely; Ban Bung and Nong Pla Lai. Feasibility study for the remaining two projects is supposed to be included in the Phase-II Technical Cooperation Programme.

Major purposes of water resources development at Ban Bung and Nong Pla Lai are for irrigation of about 80,000 rai and for domestic water supply of about 100,000 population as well as for industrial water supply. The feasibility study requires for ten experts to be engaged in the study for about eight month period.

TERMS OF REFERENCE

Technical Cooperation in
Feasibility Study on the East Coast Water

Feasibility study shall be conducted for the proposed Water Resources Development Projects at Nong Pla Lai in Changwat Rayong and at Ban Bung in Changwat Chonburi with major coverage of study as follows:

A. Study on natural, agricultural and socio-economic environments prevailing in the project areas in order to identify the necessity and priority of the projects from the areal, regional and national economic development point-of-view.

B. Analyses of current natural and social constraints existing in the project areas in order to justify needs and appropriateness of water resources development project for the areas.

C. Collection and evaluation of availability and validity of existing maps, data, information and study reports concerning water resources development in the project areas for proper plan formulation.

D. To conduct studies in the aspect of engineering hydrology such as; run-off estimate, flood discharge, frequency analyses, sedimentation and etc. as well as in the aspect of foundation geology including geological formation, soil nature and properties and etc for the purpose of proper engineering design.

E. To conduct studies on various demands of water including irrigation, domestic water supply, industrial water supply and others in order to determine the most desirable amount of water resources at various stages of development.

F. Studies on various alternate plans for water resources development

based on the hydrological, geological and water demand studies conducted previously so as to recommend the most adequate concepts for plan formulation.

G. To conduct studies on proper design of dam sections and other major structures including determination of types and dimensions of the structures, supply of construction materials and method of construction.

H. For irrigation component in particular, to conduct layout, design and estimate of cost for irrigation and drainage canals, structures and service roads required for proper irrigation water management in the project service areas, and for resettlement work as a result of development project.

I. For agricultural development in particular, to conduct studies on agricultural development plan including cropping pattern and schedule, introduction of new crops and crop varieties, estimate of input requirements and output and etc. which shall constitute a part of overall plan of development.

J. For other components than irrigation and agriculture, to conduct studies on general plan of development including future industrialization, urbanization, socio-economic exploitation and etc. which shall constitute also a part of overall plan of development in the East Coast area.

K. To conduct studies on construction plan and cost estimate including construction phasing and budget allocation, construction organization and manpower requirement, needs of construction equipment and etc.

L. To conduct economic evaluation of the project based on the formulated plan of development, cost estimate and estimated benefit to be derived from the project.

M. To compile project feasibility reports together with recommendations for RID to proceed for loaning application.

SPECIFIC TERMS OF REFERENCE

1. Project Planning Engineer Dum Team Leader

1.1 To represent the group of Japanese Experts for feasibility study of the East Coast Water Resources Development Project-Phase I to maintain close contact with Thai Authorities concerned and counterparts for arrangement of works and others concerning the study.

1.2 To conduct overall project planning for establishment of basic concepts of development in order to maintain proper balance of project investment and economic return.

1.3 To conduct study on project implementation plan including project organization, construction phasing and schedule and supply of other construction requirements as a part of the plan of development.

1.4 To coordinate among the Experts for smooth implementation of the feasibility study, to consolidate the studies conducted and recommendations made thereby to form an integrated plan of development and to compile into feasibility reports for submission to both the Government of Japan and the Government of Thailand.

2. Senior Hydrologist

2.1 To collect the existing hydrological data and to evaluate their availability and validity for further studies and analysis.

2.2 To conduct hydrological analysis required for project formulation and structural design such as; run-off analysis, flood discharge estimation, frequency study, estimation of water consumption, sedimentation and etc.

2.3 To conduct reservoir operation simulation in order to provide basic information for post project operation and cost allocation.

3. Senior Irrigation Engineer

3.1 To conduct study on existing irrigation systems, their functions and constraints in order to formulate the concept for plan formulation in irrigation aspect.

3.2 To estimate irrigation water requirement based on the proposed cropping pattern and schedule and to demarcate potential irrigation service area taking into consideration of the availability of water as well as the proposed land use plan.

3.3 To conduct layout of the primary and secondary irrigation and drainage canals based on the result of alternate studies and to prepare design drawings up to feasibility study level together with cost estimation.

3.4 To recommend the concepts, standards and strategies to be applied for on-farm level development through conducting layout and study on the selected model area.

4. Senior Dam Engineer

4.1 To conduct design of dam section and related structures after careful study of hydrological data, foundation geology, supply of construction materials and optimum dam height and dimensions.

4.2 To estimate construction cost required for dams and related structures based on the design drawings, construction plan and specifications to be derived from the result of soil mechanical analysis.

4.3 To conduct studies on possible environmental effect due to construction of reservoir and to recommend remedial measures together with cost estimate for future implementation.

5. Foundation and Soil Mechanical Engineer

5.1 To conduct studies on foundation geology and formation at the proposed sites of dam, reservoir, spillway and other major structures.

5.2 To recommend proper measures of foundation treatment to be adopted in engineering design and construction.

5.3 To conduct borrow pit area survey and analysis of borrow materials in order to determine methods and standards of enbankment fill.

6. Construction Planning Engineer

6.1 To prepare construction plan including mode of construction, construction schedule and field arrangement for dams, spillways, canals and other related structures.

6.2 To estimate construction requirements such as construction equipment and materials and to prepare supplying schedule based on construction plan.

7. Agronomist

7.1 To conduct studies on current agricultural practices in the project areas and to identify details of technical input required for boosting up agricultural products in the area.

7.2 To design and recommend the most suitable crops and cropping patterns for the project areas.

7.3 To estimate all input requirements, production costs and target yield for the crops to be introduced in the project areas.

7.4 To estimate crop water requirements for formulation of irrigation plan and schedule required by engineering work.

8. Senior Project Economist

8.1 To make studies on current socio-economic conditions prevailing in the project area in order to identify development level and potentiality from national and regional economic view points.

8.2 To conduct studies on farm management and other effects in connection with project implementation in order to evaluate social and economic impact of the project.

8.3 To conduct studies on cost allocation among various project components to avail economic analysis.

8.4 To estimate the project benefit and to conduct project economic evaluation through estimation of internal rate of return (IRR) for each project.

8.5 To prepare project financing plan for budgeting purpose.

9. Senior Regional Development Planning Engineer

9.1 To collect available data, information and studies pertinent to regional development plan of the project areas for reference of plan formulation.

9.2 To conduct studies on socio-economic development potentiality prevailing in the project areas in order to suggest proper measures on regional development such as industrialization, urbanization and socio-economic exploitation.

10. Survey Engineer

10.1 To examine existing maps and survey works conducted in the project areas in order to determine their accuracy and availability for project plan formulation and study.

10.2 To recommend proper measures for replenishment of survey and mapping works if necessary.

Nong Pla Lai Project

The proposed Nong Pla Lai dam site is located at Amphoe Pluakdang in Changwat Rayong approximately 26 kilometers north of Changwat Rayong. Travelling distance from Changwat Rayong to the site is about 42 kilometers along asphaltic roads via Dok Krai reservoir. The site can also be reached by road from Changwat chonburi through Amphoe Pluakdong.

The proposed Nong Pla Lai reservoir will mainly supply water for irrigation in the downstream service area of approximately 80,000 rai (32,000 acres) which is currently grown with rainfied paddy rice crop. Construction of this reservoir will also serve flood control, water supply for domestic and industrial uses, fishery and recreation.

General topography at the dam site is gently rolling. Most of the area is casava field, and some rice paddies are in the low areas.

Topographic surveys of the reservoir area and the dam site, explorations of foundation and construction materials, hydrology study and preliminary design as well as cost estimate of the headworks structures have already been conducted.

Foundation Investigation and Construction Material Exploration

Foundation investigation as well as construction material exploration have been made by Sverdrup & Parcel International, Inc. of the dam site selected by the Royal Irrigation Department.

Relative uniform subsurface soils consisting of alluvial deposits overlying residual soils of granite origin were encountered during the foundation exploration program. Variation was due mainly to the thickness of the strata depending on elevation and location.

The top stratum of alluvial deposit can be subdivided into a layer of recent alluvial deposit and on old consolidated alluvial layer.

The top layer of recent alluvial soil generally consists of loose clayey sand and silty sand with standard penetration test blow counts of less than 10 blows per foot. Thickness of this stratum is generally 1 to 3 meters. In some low areas, this layer is replaced with layers of soft to stiff silty clay. Sand is also encountered or the banks of the streams.

Underlying the layer of recent alluvial deposit are the consolidated alluvial soils with high blow count. These soils are classified as clayey sand and silty sand. Silty clay and clayey silt are also encountered.

The residual soil stratum can be recognized by its very high blow count. Soils are composed of clayey sand with occasional alternative layers of highly clayey sand to sandy clay.

Materials needed for embankment construction are locally available within economical hauling distance from the dam site. The area adjacent to the left abutment will provide an unlimited supply of imparvious clay-sand mixture and lateritic soil. Upon selection, random fill of moderately imparvious characteristics can also be obtained from this area. This source alone will be able to generate the impervious material needed for this project. Random fill can also be borrowed from the area adjacent to the right abutment. Materials in this area should be wuitable for impervious to semi-impervious random fill.

The results concluded that the site selected as the location for the construction of an earthfill dam is satisfactory. This indicates that an impervious cut-off trench is the best-suited type for the foundation of the Nong Pla Lai dam. Prior to embankment construction, the loose and soft layers of surface soils should be stripped about 1 meter to a firm foundation. Stripping deeper may be necessary in isolated locations.

With an ample supply of embankment and impervious materials

within economical hauling distance, an earthfill dam will be most feasible for this site.

Hydrology Studies

The studies were conducted by the Hydrology Division. The studies included an average annual runoff estimate at the dam site, estimates of an annual evaporation loss expected from the reservoir and total sediment storage of the reservoir, routing of outflow peak discharges through the spillway with various depths of flood surchage for selection of spillway length, and an approximation of the irrigation service area as well as the water utilization for other uses per year from project reservoir.

The survey of reservoir area was available on a scale of 1 : 10,000 with 1-meter contour interval. The reservoir capacity and area curves are shown in Fig.

The evaporation from reservoir surface estimated was based on the adopted annual evaporation rate from pan measurements in Changwat Rayong. The annual evaporation loss of 14.5 million cubic meters is probably expected.

The streamflow record of the stream is not available at the dam site. The assessment of the runoff passing the dam site was therefore estimated on the rainfall-runoff correlation basis. The average annual runoff of 140 million cubic meters is expected.

To secure the unexpected series of dry that would possibly occur, the edditional conservation storage pool seems to be justified. Hence, the active conservation capacity of 145 million cubic meters will be adopted in the project design.

The magnitude of the design storm was based on its frequency of occurrence of 100 years. Having no precipitation station within the basin area above the dam site except in the area adjacent to the basin, the maximum design storm over the adjacent area would apply over

the entire basin. This assumption is employed in the design storm for the spillway. The maximum 100-year flood indicates a peak inflow of 700 cubic meters per second with a flood volume of 138 million cubic meters. The routed spillway discharges have been made with the spillway crest being set at the retention level. The results are shown in the summary of hydrology characteristics.

Summary of Hydrology Characteristics

1. Watershed	
Size (squarekilometers)	426
Length of stream above dam site (kilometers)	45
Slope of stream (approximately)	1,550
Average annual rainfall (millimeters)	1,500
Average annual runoff (million cubic meters)	140
2. Reservoir	
Water surface elevations (meters above msl.)	
Top of conservation storage pool	+45.0
Top of inactive storage pool	+32.0
Storage capacity (million cubic meters)	
Normal conservation capacity	154.0
Inactive and dead capacity	8.5
Sedimentation per year (cubic meters)	68,000
Evaporation rate per year (millimeters)	1,085
Evaporation volume per year (million cubic meters)	14.5

3. Spillway

Maximum inflow (cubic meters per second) 700

Maximum flood volume (million cubic meters) 138

Routed spillway discharges

Spillway discharge	Flood surcharge	Maximum water elevation
(m^3/sec.)	(m)	(m. (msl.))
500	2.25	+47.25
530	2.02	+47.02
560	1.90	+46.90

4. Water Utilization

Irrigation service area is approximately 80,000 rai (32,000 acres). About 26 million cubic meters per year from the project reservoir will be available for domestic, municipal and industrial uses.

Project Designs

The designs include an earthfill dam design, the hydrautic and structural designs of a spillway and two outlets for water supply and irrigation as well as designs of a river outlet. The designs of all structures have been completed primarily for construction cost analysis, while the reinforcement details of these structures have not been designed.

1. Dam

The dam layout was made on the topographic map of 1 : 10,000 scale with 1 meter contour interval as shown in Fig. The dam would be the zoned embankment dam of 3,860 meters long, approximately 22.5 meters high from the stream bed and 8 meters wide at the crest. Its crest was fixed at elevation

48.50 meters above mean sea level while its lowest base would rest on the stream bed at elevation about +26.00 meters above mean sea level.

The foundation overburden consists largely of silty sand and sand. The sediment materials will be moved out and be replaced with the impervious cutoff trench down to the impervious stratum. The impervious core of the dam will be constructed with selected impervious materials with upstream and downstream slopes of 2 : 1.

The downstream slope of the dam from the crest elevation down to the natural ground is 1 : 2.5. Sand and gravel bedding underlying the rock riprap is provided along the sloping face from elevation +35.00 meters above mean sea level to the natural ground, joining the toe drain and the filter blanket.

The upstream slope of the dam from the crest elevation down to the natural ground is 1 : 3. Rock riprap of 0.8 meters underlaid by a layer of 0.2 meter sand and gravel is provided at the upstream face of the dam from the maximum water surface to the natural ground in order to protect the slope from sudden drawdown and wave actions.

Underneath the downstream part of the embankment, a well-graded sand and gravel filter blanket is provided for the purposes of intercepting and collecting seepage water whenever exists.

2. Spillway

A gated-type spillway with 3 - 6.0 meters crest length is provided at the left abutment. The crest elevation of the spillway is at elevation +40.50 meters above mean sea level which is 4.5 meters lower than the reservoir retention level. The maximum inflow of one hundred-year flood of 700 cubic meters

per second is designed to be spilled through the spillway with the maximum capacity of 550 cubic meters per second and 2.0 meters flood surcharge. The flow is controlled by 3 - 6.0 x 6.0 meters radial gates.

3. River Outlet and Left Water Supply Outlet

A drop inlet-type conduit of 2.5 meters diameter is provided for the river outlet at station km. 2 + 750 of the dam. A 2.0 meters diameter pipe is branched off from the river outlet pipe infront of the river outlet regulating gate to supply water for irrigation and other purposes. Both the river outlet and the water supply outlet are controlled by high pressure gates. The river outlet can discharge the reservoir water into the stream with the rate of 25 cubic meters per second at the minimum pool level.

4. Right Water Supply Outlet

A drop inlet-type conduit of 2.0 meters diameter controlled by high pressure gates is provided for another water supply outlet at station km. 1 + 470 of the dam. The outlet can directly discharge the reservoir water into either pipe or canal system.

Project Features

1. Dam

Type-Earthfill with filter blanket and toe drain	
Height above stream bed (meters)	22.5
Crest length (meters)	3,860
Crest elevation (meters above mst.)	+48.5

2. Spillway-Gated (three 6 x 6 meters radial gates)

Capacity (cubic meters per second)	550
Length (meters)	18
Crest elevation (meters above mst.)	+40.5

3. Outlet Works

River outlet-Gated	
Diameter (meters)	2.5
Capacity at minimum head (cubic meters per second)	25
Left water supply outlet-Gated	
Diameter (meters) - associated with river outlet	2.5
Right water supply outlet-Gated	
Diameter (meters)	2.0

4. Reservoir

Water surface elevations (meters above mst.)	
Maximum water surface	+47.0
Top of conservation storage pool	+45.0
Top of inactive storage pool	+32.0
Storage capacity (million cubic meters)	
Surcharge capacity	45.0
Active conservation capacity	145.5
Inactive and dead capacity	8.5
Total	199.0
Surface area (square kilometers)	
Maximum water surface	22.5
Top of conservation storage pool	20.0
Top of inactive storage pool	3.4

5. Project Distribution System

(not considered)

Ban Bung Project

The project site is located at Amphoe Ban Bung in Changwat Chonburi. To serve the increasing demands of irrigation and water supply for domestic and industrial uses, the Royal Irrigation Department plans to construct a new dam near the downstream of the existing earthfill dam.

The existing dam was constructed in 1958 with a storage capacity of 1.9 million cubic meters. It has a maximum height of 8.5 meters and a crest length of 1,400 meters. An overflow-chute spillway and an outlet structure were constructed near the right abutment. Major purpose of the storage is for domestic water supply at Amphoe Ban Bung and at one sugar factory operated by the Government.

The proposed plan is to expand the existing reservoir to store water of approximately 10 million cubic meters by constructing a new dam. The new proposed embankment will traverse a gently rolling area presently cultivated sugar cane, cassava and some rice paddies in the low area mid-section of the dam. From the left abutment the new embankment will be parallel to the existing dam about 100 meters downstream for a distance about 1,900 meters and the remaining segment of approximately 500 meters will deflect towards the right abutment. The new dam will be about 2,400 meters long and 16 meters high above the lowest stream bed and after completion will be approximately 5.5 meters higher than the existing dam.

Foundation Investigation and Construction Material Exploration

Foundation investigation as well as construction material exploration have also been done by Sverdrup & Parcel International, Inc. of the proposed dam site selected by the Royal Irrigation Department.

Relative uniform subsurface soils consisting of surface layers of alluvial deposits overlying residual soils of granite origin and granite bedrock were encountered during the foundation exploration program. Variation was encountered in some isolated area, particularly the thickness of each stratum.

The surface layers consist of loose recent alluvial deposits which are mainly sands with some silt and clay content. Thicknesses of 1 to 3 meters were encountered except in the low area where this loose layer extends down about 7 meters. Underlying the loose soils is a denser layer of consolidated alluvial deposit which is classified as clayey and silty sands.

The residual soils of granite origin are very dense clayey and silty sands. Gravel and cobbles were occasionally encountered in this layer.

Under the residual soil is granite bedrock. Elevation of bedrock is gradually dropped towards both abutments where depth to bedrock is greater than 15 meters.

It has been found out after construction material exploration that the construction materials should meet the backfill requirement. The impervious soils of approximately 1 million cubic meters are available at the foot hill areas about 2 kilometers downstream from the dam site. Within the immediate vicinity of the dam site, pervious to semi-pervious random fill can be obtained from both right and left abutment areas and also from the proposed reservoir area.

The results concluded that the site of the proposed earthfill dam is satisfactory. Foundation investigation has indicated that an impervious cut-off trench shown to an underlying impervious zone is the best-suited type for the foundation of this dam except at the stream section. According to a relative thick pervious stratum and

high ground water at the low area, construction of a cutoff trench down to rock will be costly. A combination of cutoff trench and upstream impervious blanket will be more suitable. Prior to embankment construction, the loose and soft layers of surface soils should be stripped about 1 meter to a firm foundation.

Hydrology Condition

Study of hydrology has not been made presently. Watershed area above the dam site of 53 square kilometers is approximately the same size as the Nong Kho Project which the same expected average annual runoff of 16 million cubic meters should not be exaggregated. Hence, the proposed storage of 10 million cubic meters will be satisfied.

The magnitude fo the design storm will be based on its frequency of occurrence of 100 years. Having no precipitation station within the basin area above dam site except in the areas adjacent to the basin, the maximum design storm over the adjacent area would apply over the entire basin. This assumption will be also employed in the design storm for the spillway. It is expected that the Ban Bung basin will create approximately the same peak inflow and the same flood volume as the Nong Kho basin.

Project Designs

Topographic survey of the dam site has already been conducted. The new dam should be similar to the previous ones. It will be the zoned embankment dam of approximately 2,400 meters long, 16 meters high from the stream bed and 6 meters wide at the crest. Its crest will be fixed at elevation +85.00 meters above mean sea level while its lowest base will rest on the stream bed at elevation about +69.00 meters above mean sea level. The previous overburden will be moved out and be replaced with the impervious cutoff trench.

The impervious core of the dam will be constructed with selected impervious material with upstream and downstream slopes of 2 : 1. The downstream slope of the dam from the crest elevation down to the natural ground will be 1 : 2.5. Sand and gravel bedding underlying the rock riprap will be provided along the sloping face for some height, joining with the toe drain and the filter blanket. The upstream slope of the dam from the crest elevation to the natural ground will be 1 : 3. Rock riprap of 0.5 meter underlaid by a layer of 0.2 meter sand and gravel will also be provided at the upstream face of the dam from the maximum water surface to the natural ground in order to protect the slope from sudden drawdown and wave actions.

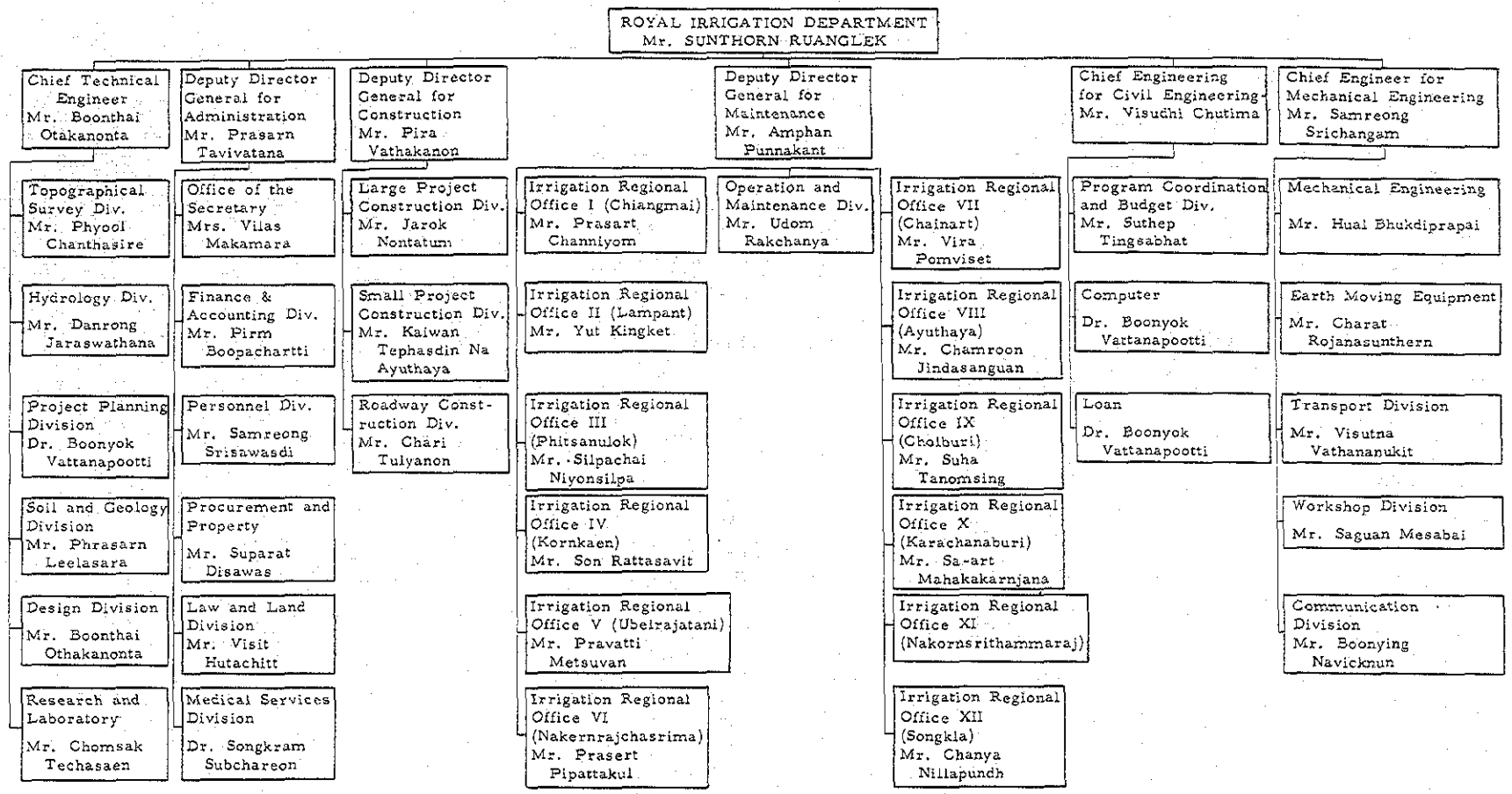
Underneath the downstream part of the embankment, a well-graded sand and gravel filter blanket will also be provided for the purposes of intercepting and collecting seepage water whenever exists.

An overflow-type spillway, similar to the Nong Kho spillway with the same crest length, will be provided near the dam abutment. The crest elevation of the spillway will be fixed at the top of conservation storage pool. The maximum routed spillway capacity of 100 cubic meters per second and 1.5 meters flood surcharge will be used for the design.

A number of barrels and pipe diameter of a river outlet and a water supply outlet to be used for cost analysis will be equivalent to the Nong Kho's.

4. タイ側関係機関組織図

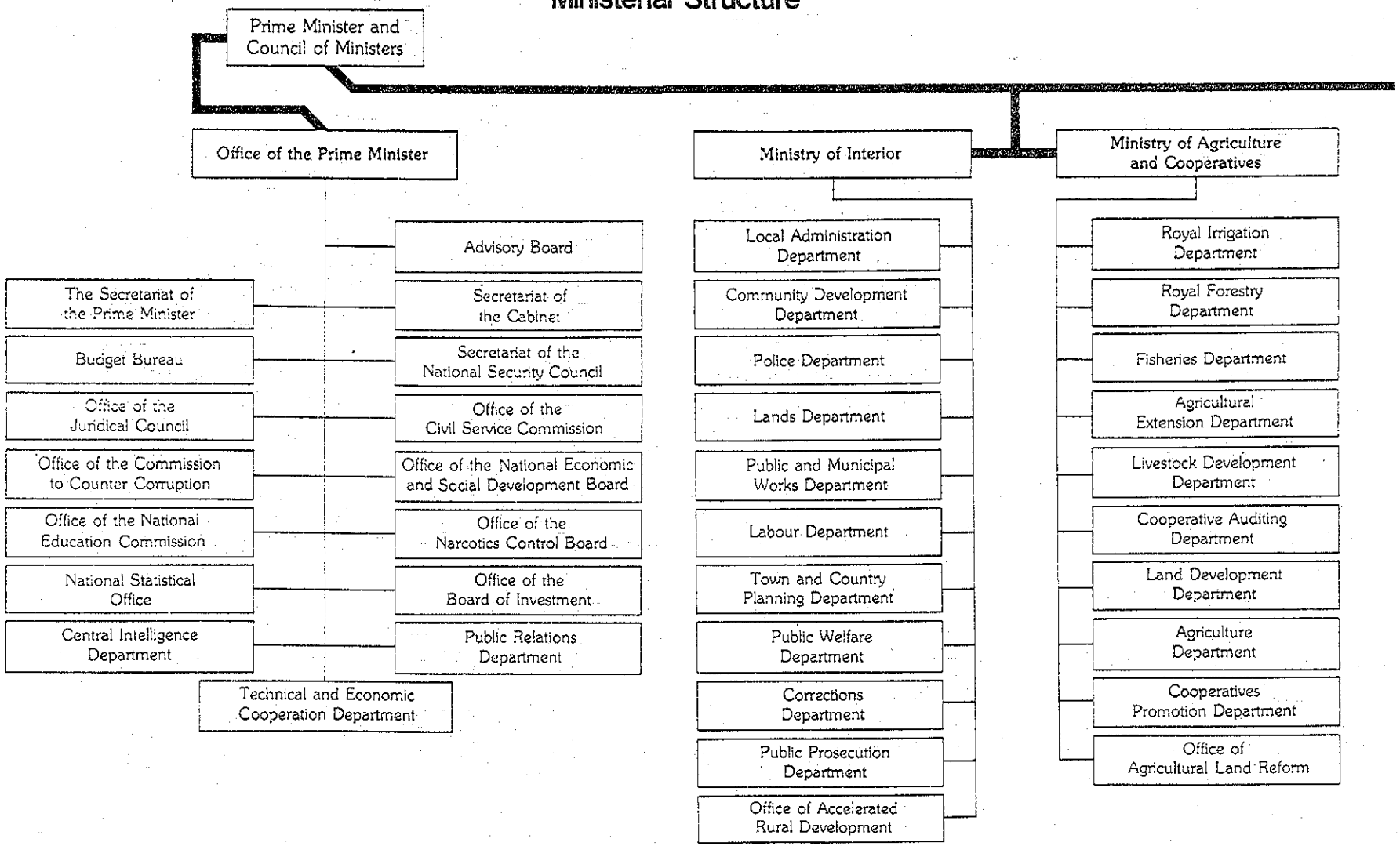
ROYAL IRRIGATION DEPARTMENT ORGANIZATION CHART OCTOBER, 1980

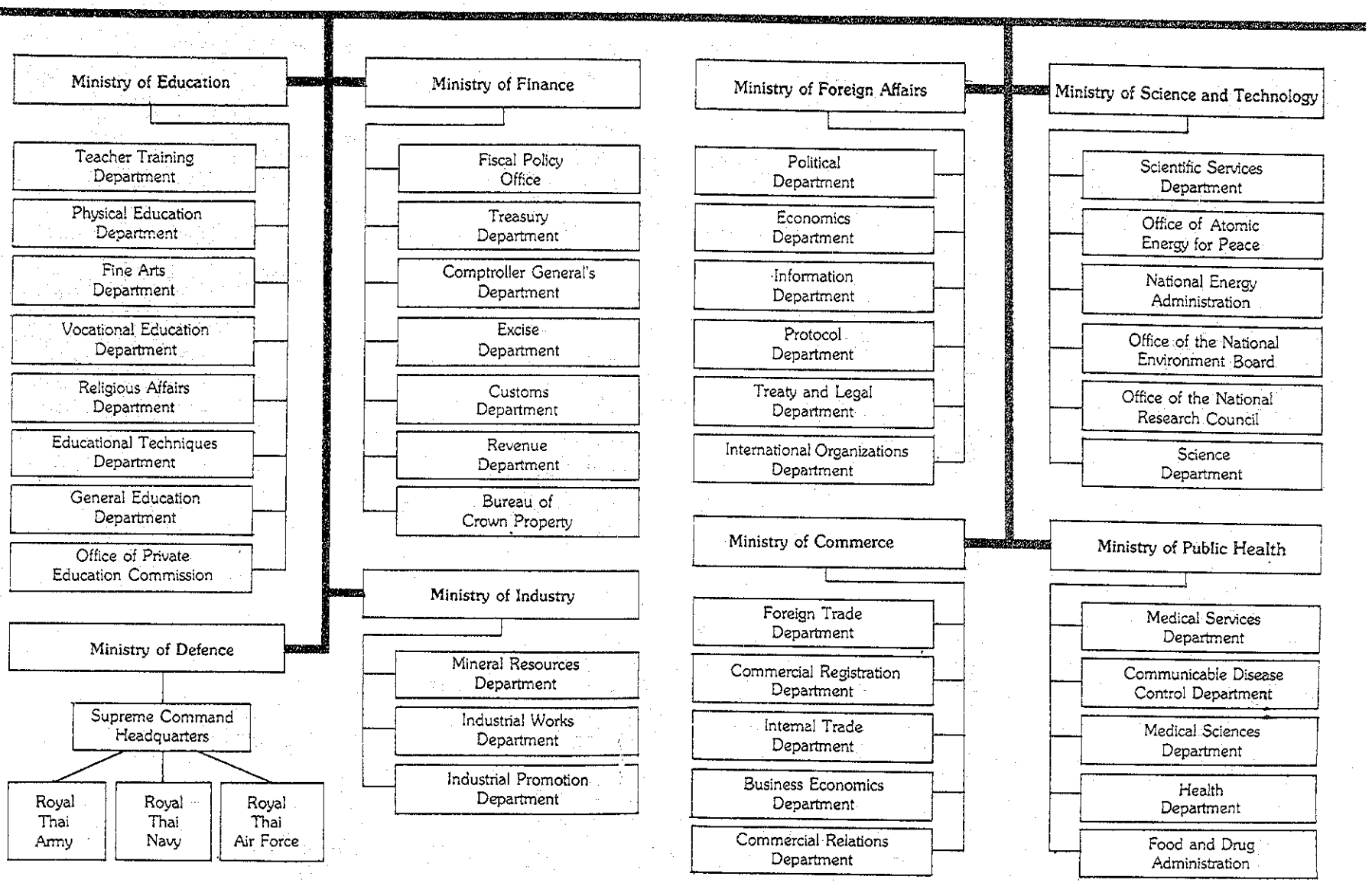


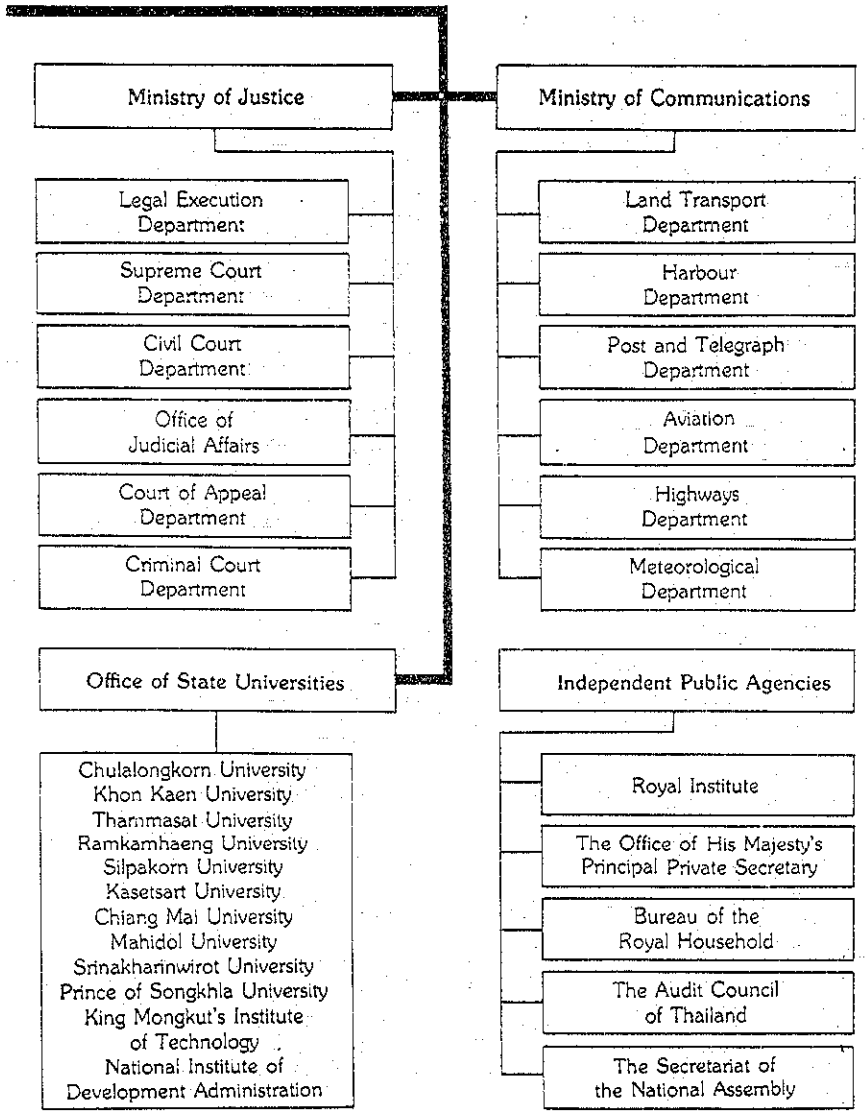
タイ政府関係機関組織図

Royal Irrigation Department 他

Ministerial Structure




Ministry of Education
Teacher Training Department
Physical Education Department
Fine Arts Department
Vocational Education Department
Religious Affairs Department
Educational Techniques Department
General Education Department
Office of Private Education Commission
Ministry of Defence
Supreme Command Headquarters
Royal Thai Army
Royal Thai Navy
Royal Thai Air Force
Ministry of Finance
Fiscal Policy Office
Treasury Department
Comptroller General's Department
Excise Department
Customs Department
Revenue Department
Bureau of Crown Property
Ministry of Industry
Mineral Resources Department
Industrial Works Department
Industrial Promotion Department
Ministry of Foreign Affairs
Political Department
Economics Department
Information Department
Protocol Department
Treaty and Legal Department
International Organizations Department
Ministry of Commerce
Foreign Trade Department
Commercial Registration Department
Internal Trade Department
Business Economics Department
Commercial Relations Department
Ministry of Science and Technology
Scientific Services Department
Office of Atomic Energy for Peace
National Energy Administration
Office of the National Environment Board
Office of the National Research Council
Science Department
Ministry of Public Health
Medical Services Department
Communicable Disease Control Department
Medical Sciences Department
Health Department
Food and Drug Administration



State Organizations and Enterprises

Aeronautical Radio of Thailand Ltd.
Alum Organization
Applied Scientific Research Corporation of Thailand
Bangkok Jute Mill
Bangkok Mass Transit Authority
Bang Pa-In Paper Mill
Bank for Agriculture and Agricultural Cooperatives
Battery Organization
Chemical Fertilizer Co. Ltd.
Diary Farming Promotion Organization of Thailand
Electricity Generating Authority of Thailand
Express Transportation Organization
Fish Marketing Organization
Forest Industry Organization
Fuel Organization
Glass Organization
Government Lottery Bureau
Government Pharmaceutical Organization
Gunny Bag Factory
Industrial Estate Authority of Thailand
Krung Thai Bank Ltd.
Liquor Distillery Organization
Marketing Organization for Farmers
Metropolitan Electricity Authority
Metropolitan Water Works Authority
Mines Organization
Narayana Phand
National Housing Authority
National Petroleum Authority of Thailand
Nonthaburi Jute Mill
Office of the Rubber Replanting Aid Fund
Offshore Mining Organization
Playing Cards Factory
Port Authority of Thailand
Preserved Foods Organization
Provincial Electricity Authority
Public Warehouse Organization
Rubber Estate Organization
Sports Promotion Organization of Thailand
State Railway of Thailand
Sugar Factories Inc.
Telephone Organization of Thailand
Textile Organization
Thai Airways Co. Ltd.
Thai Airways International Ltd.
Thailand Tobacco Monopoly
Thai Marble Corporation Ltd.
Thai Maritime Navigation Co. Ltd.
The Bank of Thailand
The Communications Authority of Thailand
The Dhipaya Insurance Co. Ltd.
The Expressway and Rapid Transit Authority of Thailand
The Government Cold Storage Organization
The Government Housing Bank
The Government Savings Bank
The Mass Communications Organization of Thailand
The Tanning Organization
The Teachers' Institute Business Organization
The Thai Plywood Co.Ltd.
The Transport Co. Ltd.
The Zoological Park Organization
Tourist Authority of Thailand

5. 関係者リスト

本件調査及び計画策定に必要と想定される関係機関は大使館，ＲＩＤの提案を考慮し，調査期間中できるだけ多く，機関より事情聴取するよう努めた。

1. Water Resources Committee (WRC)
2. National Economic and Social Development Bord (NESDB)
3. Provincial Water Works Authority (P. W. W. A)
4. Ministry of Communication, Economic Division
5. Ministry of Industry, Department of Industry Promotion
6. Department of Land Development
7. Department of Agriculture
8. Natural Environment Bord (NEB)
9. Turist Organization
10. Ministry of Industry, Ground Water Division

※１～７までは調査期間中に関係者と面会した。

事情聴取の内容

1. W. R. C

   東部海岸地域の水資源開発の考え方及び水の需要計画等，関連調査実施の状況について

2. NESDB

   地域開発と調査対象地域水資源開発の現状及び問題点

3. P. W. WA

   P. W. WAの東部海岸地域での上水道事業の概要と水需要について

4. Ministry of Comunication , Economic Division

   East Coast の港湾計画について

5. Ministry of Industry, Department of Industry Promotion

   Industry Promotion の事業について

   （当部は家内工業，中小企業の事業を扱っており，大規模工業開発に関する情報は，Industry Estate 及び Ministry of Interrior, Dept. of Industrial Works のイラン部門で得られる）

Ministry of Agriculture and Cooperatives
Royal Irrigation Department

	NAME	POST
12/1	Sunthorn Ruanglek	Director General
12/2, 3, 9	Boonthai Otakanonta	Director, Design Division
12/1, 2, 3, 9	Boonyok Vadhanadhuti	Chief Project Planning Division
12/2, 3	Shoombhol Chaveesuk	Asst. Director, Design Division
12/3, 9	Suthi Songvoravit	Policy Section, Project Planning Division
12/3	Suwit Thanopanuwat (Civil Engineer)	Project Planning Division
12/3	Prasong Jitseri (Hydrologist)	Hydrology Division
12/3	Predit Rittireongdej (Irrigation Agronomist)	
12/3	Osot Charnvej	Irrigation Agronomy Section
12/3	Singvan Jamprawit	Soil & Geology Division
12/9	Somkiat Subhadhadaphongs (Geologist)	
12/9	Chalerm Yamarat (Surveyer)	
12/9	Prasong Jitseri (Hydrologist)	Hydrology Division
12/9	Direk Tongaram (Agronomist)	Operation and Maintenance Division

Regional Office No. 9

12/4	Suha Tanomsing	Director, Regional Office No. 9
12/4	Khachorn Kamalyapetra (Irrigation Engineer)	
12/4	Suchart Poojeen (Irrigation Engineer)	
12/4	Anuwat Hiranpradith (Civil Engineer)	
12/6	Chongdi Paraquai	Chief of Irrigation Project in Rayan
12/6	Niruth Knanuruk (Geologist)	

( )	Mr. Apilas Ostananda	Director General
( )	Mr. Kasem Unahasuvan	Deputy Director General
( )		
( )	Mr. Pracha Chaowasilp	Director of Colombo Plan Sub-Division
( )	Mr. Thawal Polpuech	Member
( )	M. L. Angsana Leelayanakul	Member
( )	Mrs. Rumpuey Pattamavichaiporn	Member
( )	Mr. Sutin Susila	Member
( )	Mr. Apimuk Sukprasit	Member
( )	Mr. Tirath Viputtikullavat	Member
( )	Mr. Jiroj Itharattana	Member

Colombo Plan Sub-Division
Department of Technical and Economic Cooperation (DTEC)
962 Krung Kasem Road
BANGKOK 1, THAILAND
Tel. : 2811031

	NAME	POST
12/2	Dr. Prasert Chuaphanich	Deputy Director, Technical & Planning Department, Provincial Water Works Authority Tel. 588-3284
	Dr. Vithya Pienvichitr	Govenor P. W. W. A. Tel. 588-3275
		Address: Telecommunication Bld. Tung Song Hong Vipavadee-Rangsit Rd. Bangkok 21

National Economic and Social Development Bord (NESDB)

12/2	Chakamon Phasukavanich	Chief of Foreign Finance Sector
	Somjet Tarakup	Social and Development Planning Div.
	Miss Wanida Tofrongnisari	Tel. 282-9272

Department of Technical and Economic Cooperation (DTEC)

12/1	Kasem Unahasuvan Pracha Chaowasilp	Deputy Director General Director of Colombo Plan Sub-Division (Member List)

6. 資料リスト

収集資料

図面関係

1. 東部海岸地域　地形図　1／250,000　（2葉）
2. ノンプライ地区　受益地図　1／5,000　（1葉）
3. 1／5,000　№ 5235Ⅰ　5235Ⅳ　1set
4. 1／500,000 対象地区　図面　ダム地点記入済
5. マ・プラチャンダム　平面，断面図　№ 55017, 55019, 55005, 55018　（4葉）
6. バンガイ Diversion　〃　〃　№ 46821　（1葉）
7. バンブンダム Project Topographic map 1mコンター　1／20,000 № 10798
8. バンブンダム構造図　№ 32834, 32836, 32833, 33982, 33902, 33901　（6葉）
9. Dok Krai ダム　平面，断面図　№ 47840, 45486, 45526　（3葉）
10. Ban Pra ダム　平面，断面図 スピルウエイ № 31624　BP0003, 0004, 0006, 0008 0012, 0013, 0015
11. ノンプライ Klong Pla Lai 地形図　1／20,000　№ 12910　（8葉）
12. ノンプライ　センターライン　〃　1／4000
13. 〃　受益地平面図　1／20,000　№ 9612　1/5 ～ 5/5
14. 1／50,000　地形図　（青焼き）　5234Ⅲ, 5334Ⅳ, 5234Ⅱ, 5235Ⅲ, 5135Ⅱ, 52341, 5235Ⅱ, 5235Ⅳ
15. 地形図　1／500,000
16. Map of Reservoirs in Rayong River Basin　No. 0757
17. Klong Pla Lai Reservoir Map 1/10,000 1m　No. 13509
18. Ban Bung Reservoir Project, Reservoir Map 1/4000 illustration of reservoir extention
19. Location of Stream, rainfall, evaporation gaging stations, Hydrology No. 151/79M09865Y
20. Table of Monthly Hydrometric data (Sample) Location of stream gauge (Sample)
21. Detailed reconnaissance soil map of Chanthaburi Province 1/100,000

22. Detailed reconnaissance soil map of Rayong Province 1/100,000

23 Soil Legend

報告書 資料関係

1. Report of Sutability of the Supply Water to Pattaya and Bang Ramung : Aug. 1976

2. The water resources planning subcommittee. (NESDB) Studies of water resources management organization for Thailand by Harza Overseas Engineering Conpany Feb. 1978 and South East Asia Technology Company Ltd.

3. Industrial estates in the Eastern region of Thailand Preliminary Study Report by the Industrial estate authorities Apr. 1980

4. Site selection study for iron steel and fertilizer complex, Ministry of Industry, Sept. 1980

5. Kingdom of Thailand, Ministry of Agriculture and Cooperatives, East Region Projects Nong Pla Lai Reservoir, Ban Khai, Rayang. Foundation Investigation and Recommendation. by SVERDRUP & PARCEL International Inc. Oct. 1973

6. East Region Projects. Ban Bung Reservoir, Ban Bung Chonburi Oct. 1973

7. Record of Water level and volume of Ban Phra Reservoir 1978 - 1980

8. Record of water utilization of Ban Bung Reservoir 1974 - 1980

9. Water utilization of Ban Phra Reservoir 1974 - 1979

10. Expected future water use of Ban Phra Reservoir

7. その他

農業開発への示唆

本事前調査はダム建設に主眼点を置いているが，溜池構築による水の有効利用には，灌がいによる農業の発展も含まれている。加えて水源涵養の面においても，農業との関連は強固なものであるから，農業開発への示唆をまとめて資料とした。

調査対象の２県では，まだ森林の伐採による開こんが進行中であり，将来も続行されるものと見られる。溜池構築によって工業への人口移動が起るのと同時に，農業分野へもはげしい人口流入があるものと思われるので，水源林の確保，開こんによる土壌侵食の防止が，将来重大な問題点となってくるであろう。

農業開発への２，３の提言を示すと，

1. 溜池構築に当っては，水源涵養林の設置を義務付けることが望ましい。

   調査時点では案件の２つの貯水池共に，その水源涵養を計る森林はないようである。このため池の寿命も短く，又，その有効性も少ないものと見られる。特に貯水池がフライパンのような浅い底のものであるから，上流地域の土壌侵食防止を厳重に行わねば，流入土砂で貯水量が急減するであろう。水源涵養林は政府の手で確保植林すべきである。

2. 水源涵養林の設置と共に，その河川の上流地域では植付ける作物と，その作付方法を規定し，土壌保全の実をあげるべきである。

3. 貯水池周辺は特に保護地区とし，果樹，又は牧草などを栽培し，土砂流入を防止すべきである。

4. 幹線水路の建設のみでなく，末端までの水路を整備し，併せて農道，区劃などを整理すべきである。

5. 灌がい受益者による農業水利組合を作り，供給される水の合理的配分を，自主的に管理させるよう指導することである。

6. 既耕地では乾季中表土がむき出しの状態であり，これでは４月以降の降雨によって，激しい土壌侵食が起るであろう。政府は特に乾季における耕土保全の方法を，研究開発して農民に徹底させるべきである。

First scheme to harness water wealth completed

THE Ministry of Agriculture and Cooperatives will this week submit a master plan on Thailand's long-term water resource development, the first of its kind, to the National Economic and Social Development Board (NESDB) for incorporation into the Fifth National Economic and Social Development Plan beginning in 1982.

Deputy Minister of Agriculture and Cooperatives, Dr Anat Arbhabhirama, assigned by the Cabinet to oversee water resource development programmes, told Business Post that the master plan has just been completed by a special subcommittee set up to study this matter.

The subcommittee is chaired by the general manager of the Electricity Generating Authority of Thailand (EGAT), Mr Kasame Chatikavanij.

Dr Anat pointed out that the master plan only outlines the broad guidelines and structure of the water resource development programme. As soon as it is approved, the programmes' costs, schedules, evaluation procedures and followup measures will be worked out.

He said the master plan is designed to provide water for agricultural production, general public consumption, improving the lot of poor areas, energy production, and industrial and community consumption.

Dr Anat said about 40 government agencies in six ministries are involved with water development and the plan calls for the setting up of a central administration to implement projects in the master plan.

The private sector will be invited to participate in the water development projects, mainly in maintenance works, and the Government will call a public bid for the right to operate the projects, Dr Anat said.

People in all related provinces will also be called on to help, including all associations concerned with water utilisation in provinces, tambon councils and agricultural cooperatives.

He said Thailand has never had an integrated master plan on water resource development.

Dr Anat said Thailand has spent over 80,000 million baht in the past decade to construct irrigation projects, but they have not been used economically and efficiently.

The plan calls for maximum utilisation and distribution of water for agricultural purposes.

The Government will also develop programmes under which clean water will reach every village.

Dr Anat noted that more than 12,000 million baht has been spent a year on building irrigation systems but only an average of about 1,000 million baht spent a year to improve water for public consumption.

The master plan will also provide for water resources to be developed adequately for the poor areas in order to reduce social disparity, he added.

At present, only 15% of the total agricultural area is covered by irrigation systems with the remaining 85% having to rely on the natural rains for water.

The Government needs to assist farmers by building small water reservoirs, dams and artesian wells, said Dr Anat.

It also wants to maximise the use of water for energy generation, he added. Presently, only 25% of total power generation is from hydro-power and the remaining 75% from petroleum products but the former power source can be increased by constructing more dams.

Finally, the master plan calls for the development of water resources for consumption in industrial areas and the neighbouring community.

The major area to benefit will be around the eastern seaboard which will expand following the setting up of a commercial port and industries there by the Government.

More water resource will also be developed in Northern, Northeastern, Central and Southern zones of the country.

More dams and dikes

Continued Page 28

Water wealth

will be built in the North and the Northeast to increase consumption and encourage agricultural production.

Efforts will be made to maximise the use of water from the Mekong River in order to encourage the plantation of second rice crops in the Central region.

The Southern region, will, however, be given lower priority since it gets sufficient rain all year round and there is no urgent need for development of water resources in the short run, Dr Anat said.

Facts About Thailand

Geography

Area	514,000 sq. km.	(198,000 sq. mi.)
	Cultivated:	44%
	Forest:	37%
Number of provinces:		71
Ten largest provinces:	Chiang Mai	22,993 sq. km.
	Ubon Ratchathani	22,758 sq. km.
	Nakhon Ratchasima	19,590 sq. km.
	Kanchanaburi	19,486 sq. km.
	Chiang Rai	18,804 sq. km.
	Udom Thani	16,605 sq. km.
	Tak	15,609 sq. km.
	Mae Hong Son	14,244 sq. km.
	Lampang	13,815 sq. km.
	Petchaboon	13,660 sq. km.
Principal mountains:	Doi Inthanon	2,576 metres
	Doi Pha Hom Pok	2,297 metres
	Doi Luang	2,195 metres
	Doi Suthep	2,185 metres
	Doi Pha Cho	2,024 metres

Principal Rivers:

Central Region:	Chao Phya	365	km.
	Pasak	513	km.
Northeast:	Chi	442	km.
	Mun	673	km.
	Mekong	4,335	km.
Northern:	Ping	590	km.
	Wang	335	km.
	Yom	555	km.
	Nan	627	km.
Western:	Meklong	140	km.
	Petchburi	170	km.
Southern:	Tapi	214	km.
	Pattani	165	km.

Climate

Average temperature:		27.6 C (81.7 F)
Highest:		32.5 C (90.5 F)
Lowest:		23.7 C (74.7 F)
Average humidity:		79%
Highest:		94%
Lowest:		60%
Seasons:	Hot (March to May)	
	Rainy (June to October)	
	Cool (November to February)	

Population

	45 million (45% under 15)
Rate of growth:	2.3% per year
Birth rate:	25 per 1,000 population
Death rate:	5 per 1,000 live births
Infant mortality:	56 per 1,000 population
Life expectancy:	Males: 57.6 years
	Females: 63.6 years

Age composition:	Under 4 years:	16.5%
	5 to 14 years:	28.7%
	15 to 19 years:	10.8%
	20 to 29 years:	14.3%
	30 to 39 years:	11.8%
	40 to 49 years:	8.0%
	50 years and over:	9.9%
Population of ten largest provinces (1978):	Bangkok-Thonburi	4,870,509
	Nakhon Ratchasima	1,851,907
	Ubon Ratchathani	1,498,922
	Udon Thani	1,400,730
	Khon Kaen	1,131,330
	Nakhon Si Thammarat	1,211,181
	Chiang Mai	1,139,537
	Buri Ram	1,094,430
	Srisaket	1,046,989
	Roi Et	1,034,234

	Population of ten largest cities:	Bangkok-Thonburi	4,870,509
		Chiang Mai	105,230
		Nakhon Ratchasima	87,371
		Khon Kaen	80,286
		Udon Thani	76,173
		Phitsanuloke	73,175
		Haad Yai	67,117
		Songkhla	65,523
		Nakhon Si Thammarat	61,049
		Nakhon Sawan	55,741
	Religious groups (1975):	Buddhist	41,095,133
		Islamic	1,736,267
		Christian	259,127
		Hindu, Sikh, Others	150,526
		Non-denominational	30,655
	Education:	Students (1978)	8,000,000
		Adult literacy rate	84%
		Primary school enrolment	86%
Infrastructure	*Length of roads:*	National highways	25,061 km.(49%)
		Farm to market roads (Feeder roads and local roads (42.9%): 22,379 km.; Roads on irrigation dikes (7.3%): 3,722 km.)	26,101 km.(51%)
		Total:	51,162 km.
	Length of rails:		3,765 km.
Communications facilities	*Radio stations*	235	
	Radio sets	6,000,000 (76 sets per 1,000 population; 498,069 sets in Bangkok alone)	
	Television stations	4 (all colour)	
	Television sets	810,000 (7 sets per 1,000 population; 374,172 sets in Bangkok alone)	
	Telephones	427,588 (7 sets per 1,000 population) Bangkok: 318,613 Provinces: 108,975	

Official Holidays:

January	1	New Year's Day
February	Full Moon Day	Makkha Bucha
April	6	Chakri Day
April	13	Songkran (traditional New Year)
May	5	Coronation Day
May	7	Ploughing Ceremony
May	Full Moon Day	VisakhaBucha
July	Full Moon Day	Asalaha Bucha (marks the beginning of Buddhist Lent)
August	12	H.M. the Queen's Birthday
October	23	Chulalongkorn Day
December	5	H.M. the King's Birthday
December	10	Constitution Day
December	31	New Year's Eve

JICA