社会開発協力部報告書

No. 8

タイ王国

東部水資源開発計画

調査報告書

昭和57年3月

国際協力事業団

開 二
[redacted]
82-055

タイ王国

東部水資源開発計画

調査報告書

JICA LIBRARY
1030741[1]

昭和57年3月

国際協力事業団

国際協力事業団
受入月日 '87.8.24 '7
登録No. 13866
122
617
SDS

序　　文

日本国政府は，タイ王国政府の要請に応えて東部水資源開発計画調査を行うことを決定し，国際協力事業団がこれを実施した。

事業団は株式会社建設技術研究所，株式会社三祐コンサルタンツ，株式会社野村総合研究所の3社から構成された共同企業体，片山祐一氏を団長とする調査団を昭和56年2月から昭和56年8月に亘りタイ王国に派遣した。

現地において，調査団はタイ王国政府の関係者と意見交換を行うとともに東部沿岸地域を対象に現地調査を行った。帰国後，現地調査結果に基づき，国内作業を進め今般その全ての作業を終了し，ここに報告書提出の運びとなった。

本報告書が同開発計画に寄与するとともに二国間の友好親善に役立つならば，これにまさる喜びはない。

終りに，当調査団に対し密接な協力を惜しまれなかったタイ王国政府関係者に対し，ここに深く感謝する次第である

昭和57年3月

国際協力事業団

総裁　有田圭輔

結　論　お　よ　び　要　約

1. 結　　論

ノンプラライ・サブプロジェクトおよびパンプン・サブプロジェクトによって構成される本プロジェクトは，東部沿岸地域のラヨン県およびチョンブリ県において増加する都市・工業用水およびかんがい用水の需要に対処するために，計画立案されたものである。

フイージビリティスタディの結果，ノンプラライおよびパンプン両サブプロジェクトは，技術的および経済的に実施妥当なものであり，また社会的にも緊急に実施する必要があるものと結論される。さらに，当地域をその重点開発地区とする第5次社会・経済開発計画の拡大によって発生する水需要を満足させるためにも早急に本プロジェクトを実施することが望まれる。

ノンプラライダムの建設，導水システムおよびかんがいシステムから構成されるノンプラライ・サブプロジェクトは，工業発展および，公共福祉の向上のために必要欠くべからざるものである。とりわけ，マプタプッドへ工業用水を供給する導水システムの建設は，工業開発計画の中枢として天然ガス分離工場の建設が，同地区において，1984年4月の稼動を目標に計画されていることを考えると，ノンプラライ・サブプロジェクトの中でも早急に実現すべきものである。

一方，パンプン・サブプロジェクトは，パンプンダムの建設よりなるが，このダムによる新規開発水の開発単価は比較的高くなる。しかし，パンプン地区では，飲料水にも事欠く程の慢性的な水不足に悩まされているため，こうした水不足を解消するパンプンダムの早期実現が望まれるところである。

2. 要　　約

2・1 概　　説

本プロジェクトは，ラヨン県およびチョンブリ県よりなる，東部沿岸地域の水資源開発を目的としている。同地域は，第5次社会・経済開発計画において重点開発地区に指定されており，膨大な水需要の発生が予測される。

本プロジェクトは既設のドククライダムと新規計画の4ダム，すなわち，ノンプラライダム，パンプンダム，クロンヤイダムおよびタプマダムを基本に計画されており，これにより，2000年までの都市・工業用水ならびにかんがい用水の水需要が満たさ

れることとなる。

以上の計画のわく組みのなかで，ノンプラライ・サブプロジェクト，および，バンブン・サブプロジェクトが，第一優先に設定された。

ノンプラライ・サブプロジェクトは，次の４つの具体的な地域の水需要を満たすために計画立案された。すなわち，都市・工業用水供給のためのラヨン，サタヒップ，ランチャバン地区，およびかんがい用水供給のためのノンプラライかんがい区である。ただし，同計画の調査過程において，ランチャバン地区への水供給は，非常に割高であり，またランチャバン地区の周辺で，途の水資源開発の可能性が考えられるため，ノンプラライ・サブプロジェクトの対象地域からランチャバン地区を除く可能性が生じた。この観点から，ランチャバンを水供給対象から除外した計画も別途立案された。（アペンディックスＩ参照）

新規ダムの建設により既存貯水池の拡張を意図するバンブン・サブプロジェクトは，バンブン市周辺の都市・工業用水の不足をおぎなうため計画立案された。バンブン市においては，飲料，調理，入浴，飼育等，農業以外の目的に使用する水の不足は，非常に深刻であり，乾期においては河川のとぼしい水を集めてタンクローリー車で各戸へ配給されている。

２・２　水資源全体開発計画

水　需　要

調査対象地域，すなわちラヨン，サタヒップ，ランチャバンおよびバンブン地区における将来の都市・工業用水需要は，１９９０年で72×10^6 ㎥／年，１９９５年で87×10^6 ㎥／年，さらに２０００年で　109×10^6 ㎥／年と推定される。この推定結果の内訳は，次の通りである。

（単位：10^6 ㎥／年）

都市・工業用水の将来需要量

地　　区	1990	1995	2000
ラ　ヨ　ン	36.0	38.4	56.0
サ タ ヒ ッ プ	17.6	19.4	24.0
ラ ン チ ャ バ ン	12.9	22.2	29.3
バ ン ブ ン	5.4	7.0	9.0
合　　計	71.9	87.0	109.3

かんがい用水については，１９８６年に新規開発される3,650 haのノンブラライかんがい区へのかんがい用水需要の増大，ならびに２０００年までに完成する6,400 haのタブマかんがい区に対するかんがい用水需要の増大が考えられる。

水資源開発計画

水需要の増大に対処するための調査は既にタイ国政府により進められてきており，本調査においては新規ダムとして，次の４ダムが選定された。

計画ダム名	ダム位置	集水面積 (km^2)	利水容量 ($10^6 m^3$)	開発水量 ($10^6 m^3$/年)
ノンブラライ	ラヨン県	426	144.4	116.0
タブマ	ラヨン県	154	35.0	42.0
クロンヤイ	ラヨン県	223	45.0	83.0
バンブン	チョンブリ県	53	8.0	6.7

本水資源開発計画は，既設のドククライダム∠1 の利用および上記４ダムの新規建設により構成されており，２０００年を目標とした水需要に対処するため，次の段階開発が計画されている。

ステージ１：ドククライダムの余剰水は，導水システムを設けることにより，1986年までの都市・工業用水の緊急需要に用いることとする。

ステージ２：計画されたダムの中で，最大の貯水容量を有するノンブラライダムを１９８６年までに建設し，これにより１９９５年までのプロジェクト地域内の都市・工業用水およびかんがい用水需要を満たす。バンブンダムについても，１９８６年までに建設し，２０００年までのバンブン地区における都市・工業用水およびかんがい用水の需要を満たすこととなる。

ステージ３：比較的貯水容量の小さいタブマダムおよびクロンヤイを建設すること

∠1： 現在，利用容量 49.0×10^6 m^3（開発水量80×10^6 m^3／年）をもつ既設ドククライダムがラヨン川の支川ドククライ川に存在する。当ダムはバンカイかんがい地区へのかんがい水の供給を目的として建設されたが，かんがい施設はまだ充分に整備されておらず，ダムの開発水量は完全に利用されていない。

により，2000年までの水需要を満たす。

2・3 計 画 策 定

都市・工業用水の不足は，対象地域に深刻な問題を引起すと予想され，これに対処するため，ノンプラライおよびバンブンの2つのサブプロジェクトの計画を，次のように策定した。

ノンプラライ・サブプロジェクト

ノンプラライ・サブプロジェクトは，ノンプラライダム，導水システムおよびノンプラライかんがいシステムによって，構成されている。上記のシステムにおける開発水量の構成，および施設の概要は，次の通りである。

1) 開 発 水 量

既設のドククライダムからの余剰水 22.8×10^6 m^3／年は，新規の導水システムによりマブタブッドに供給され，ノンプラライダムが完成する1986年までの都市・工業用水の水需要にあてられる。ノンプラライダム完成後は，ドククライダムは従前の機能を変え，ラヨン（マブタブッドを含む），サタヒップ，ランチャバンの各地区に対し1995年までの都市・工業用水需要量を満たすために使用される。

なお，ランチャバン地区が計画対象地区から除かれる場合，ドククライダムからの水供給は，2000年までの水需要に対応することができるが，このときランチャバン地区へ供給されていた水量は，ラヨン川を通じてラヨン地区へ供給されることとなる。

ノンプラライダムについては，116×10^6 m^3／年の開発によって，バンカイかんがい区の既得水利権を満たし，さらに3,650 ha のノンプラライかんがい区へかんがい用水を供給する。ノンプラライダムはまたサーチャージ容量によって，ラヨン川下流域に対する洪水調節効果をもたらすことが期待される。

2) 施 設 概 要

ノンプラライダムのダムサイトは，ラヨン川上流に位置し，流域面積は426 km^{2}である。

貯水池（アースフィルタイプダム，ダム高＝31 m）は，200.7×10^6 m^{3}の総貯水容量を有し，その内訳は，144.4×10^6 m^{3}が利水容量，43.5×10^6 m^3 がサー

チャージ容量，12.8×10^6 m^{3}が堆砂容量となっている。

ダムの洪水吐は横越流堰となっており，緊急用のローラーゲートを有し，高水時には700m^3/sの放流能力を持つ。かんがい用水の取水のため，取水塔が設けられ，またその放水口部にはジェットフローゲート（内径1,500mm）が水量調節のため，設置される。

導水システムは，ドククライ～マブタブッド（延長27.6km，内径1,350mm）マブタブッド～サタヒップ（延長21.9km，内径1,000mm）および，ドククライ～ランチャバン（延長53.0km，内径900～1,500mm）の3ルートのパイプラインによって構成されている。

ドククライ～マブタブッド間のルートにおいては，ドククライ貯水池でポンプアップされた水量が3191号線および3号線道路ぞいのパイプランによりバンチャクルックヤの受水槽に導水される。

ドククライ～ランチャバン間のルートにおいては，ドククライ貯水池でポンプアップされた水は，3191号線道路に沿ったパイプラインによってヘッドタンクに運ばれ，その後，3号線道路に沿ってバンスンスックラの近くの受水槽に運ばれる。

かんがいシステムに関しては，ノンプラライかんがい区（3,650 ha）へのかんがい用水量（69.4×10^6 m^3/年）が，バンノンバウ地点の分水堰で分水する計画となっている。幹線水路（延長46.2kmのコンクリート水路）は，ラヨン川の左岸の丘陵地に沿って敷設される。

<u>バンブン・サブプロジェクト</u>

1）開　発　水　量

バンブンダムは，バンブン市およびその近郊の2000年までの都市・工業用水の水需要を満足させるため 6.7×10^6 m^3/年の新規開発水量を供給する計画となっている。バンブンダムはまたサーチャージ容量によりバンブン川下流に対する洪水調節効果をもたらすことが期待される。

2）施　設　概　要

バンブンダムのダムサイトは，バンブン川上流に位置し，流域面積53km^2 を有する。貯水池（アースフィルタイプダム，ダム高21.5m）は21.9×10^6 m^{3}の総貯水容量を有し，その内訳は，利水容量が 12.5×10^6 m^3，サーチャージ

容量が7.8×10⁶㎥，堆砂容量が 1.6×10⁶㎥となっている。

ダム洪水吐は，自由越流堰の型式を採り，高水時125㎥／sの放流能力を持つ。 既得水利であるかんがい用水の取水のため，取水塔が設けられ，またその放水口部には，水量調節のため，ジェットフローゲート（内径1,000㎜）が設置される。

2・4 施 工 計 画

プロジェクトの実施に必要な全体工期は，1986年までの約5年間である。詳細設計を含む各分野の工程は以下の通りとなる。

分　　類		工　　程
1. ノンブラライ・サブプロジェクト		
ノンブラライダム	：	1983年 1月－1986年11月
導水システム		
ドククライ～マブタブッド	：	1981年11月－1984年 8月
マブタブッド～サタヒップ	：	1983年 5月－1985年12月
ドククライ～ランチャバン	：	1983年 1月－1986年12月
かんがいおよび排水システム	：	1983年 1月－1986年12月
2. バンブン・サブプロジェクト		
バンブンダム	：	1983年 1月－1986年 7月

2・5 プロジェクト便益

ノンブラライ・サブプロジェクトの年便益は，完全なシスムテムの稼動段階においては，US$21×10⁶ となる。これはランチャバン地区を対象地区として含んだ場合もランチャバン地区を除いた場合も同様である。

バンブン・サブプロジェクトについては，完全なシステムの稼動段階においては，年便益はUS$ 2×10⁶となる。上記の便益各セクターごとの内訳は次の通りである。

（単位： 10^6 US$）

目　　的	年 便 益
1. ノンプラライ・サブプロジェクト	
都市・工業用水	17.36
かんがい用水	3.44
洪 水 防 御	0.27
2. パンプン・サブプロジェクト	
都市・工業用水	2.04
洪 水 防 御	0.01

2・6 建設事業費

プロジェクトの総建設事業費はUS$242×$10^6$ であり，その内ノンプラライ・サブプロジェクトが US$218×$10^6$ ，パンプンサブプロジェクトが US$24×$10^6$ となる。

上記建設事業費は，ランチャパン地区をプロジェクトの対象水需要地区に含んだ場合であり，ランチャパン地区を除外した場合，建設事業費は，199×10^6円にまたノンプラライ・サブプロジェクトの建設事業費は，175×10^6円に減額される。この建設事業費の減額はマブタプッドからランチャパン間の導水システムの建設が除外されることに依る。

上記建設事業費の算定は1981年時点の価格を用い請負方式により実施することを前提としており，内訳は次の通りである。

（単位：10^6US$）

事 業 種 別	外 貨	内 貨	合 計
1. ノンプラライ・サブプロジェクト			
ノンプラライダム	29.85	36.70	66.55
導水システム	88.37(63.73)	47.01(29.07)	135.38(92.80)
かんがいシステム	7.01	9.04	16.05
2. パンプン・サブプロジェクト			
パンプンダム	12.47	11.12	23.59
合 計	137.70(113.06)	103.87(85.93)	241.57(198.99)

(注) 括弧内の数値は，ランチャバン地区をプロジェクト対象から除外した場合の建設事業費である。

2・7 経 済 評 価

本プロジェクトの経済評価はプロジェクトを実施することによりもたらされるプロジェクトの建設に必要なエコノミックコストを基盤に，内部収益率（IRR）を算定する事により行った。

ノンプラライ・サブプロジェクトの内部収益率は，ランチャバン地区をプロジェクトの対象地区に含んだ場合10.5%であり，また除いた場合11.2%となる。

一方，バンブン・サブプロジェクトの内部収益率は8.2%である。

上記結果より，本プロジェクトは経済的に十分実施可能である。

各セクターごとに算定した内部収益率は下記の通りである。

セ ク タ ー	内部収益率 (%)
1. ノンプラライ・サブプロジェクト	
都市・工業用水	10.4 (11.3)
かんがい用水	12.1 (12.1)
洪 水 調 節	3.5 (3.5)
2. バンブン・サブプロジェクト	
都市・工業用水	8.3 (8.3)
洪 水 調 節	2.9 (2.9)

(注) 括弧内の内部収益率は，ランチャバン地区をプロジェクト対象から除外した場合の値を示す。

2・8 財 務 評 価

プロジェクトの財務評価は，ディスカウントキャッシュフローを基礎にした内部収益率を算定することによって評価した。

ノンプラライ・サブプロジェクトに関しては，ランチャバン地区をプロジェクトの対象地区とした場合内部収益率は4.9%ととなり，またランチャバン地区をプロジェクトの対象地区から除外した場合，5.9%となる。

バンブン・サブプロジェクトに関しては内部収益率1.8%となる。

プロジェクト諸元

1 ノンプラライ・サブプロジェクト

1.1 ダムおよび貯水池

貯水池

集積面積	426 km^2
最高水位湛水面積	23 km^2

貯水位

最高水位（H.W.L.）	EL. 47.0 m
常時満水位（N.W.L.）	EL. 45.0 m
最低水位（L.W.L.）	EL. 33.3 m

貯水容量

総貯水容量	200.7×10^6 m^3
サーチャージ容量	43.5×10^6 m^3
利水容量	144.4×10^6 m^3
堆砂容量	12.8×10^6 m^3

ダム

ダム

ダム型式	カットオフトレンチ付きアースフィルタイプ
堤頂高	EL. 49.0 m
ダム高	31.0 m
堤頂長	4,000.0 m
法面勾配	上流面 1：3.0
	下流面 1：2.5
堤体積	3.2×10^6 m^3

余水吐

型　式	非常用ゲート付横越流堰
放流量	700 m^3／s（H.W.L.）

水門（非常用ゲート）	ローラーゲート　5.0 m × 5.0 m × 1 門

取水および放流施設

取水施設	取水塔型式
かんがい用放流施設	
調整弁	ジェットフローゲート
	ø　1,500 mm × 1 門
放流能力	14 m³／s（L.W.L）

移転家屋数および取得用地

移転家屋数	２００戸
取得用地面積	3,100 ha

付替道路延長	17.3 km

1・2　導　水　施　設

マブタブッド，サタヒップおよびランチャバン地区への導水施設

マブタブッドへの導水

ドククライ貯水池ポンプ場

ポンプ場型式	コンクリートケーソン
ポンプ型式	立軸渦巻きポンプ
設計流量	3.63 m³／s
	（43.56 m³/min/unit）
ポンプ台数	6 台（予備1台を含む）
ポンプ全揚程	107 m
モーター出力	5,250 kW

パイプライン

設計流量	2.62 m³／s
総延長	27.6 km
スティールパイプ	直径　1,350 mm　肉厚　11.9 mm

ヘッドタンク

位　置	ドククライポンプ場南5㎞地点
容　量	3,000 ㎥×2基

受水施設

位　置	3号線沿いバンチャンルクヤ西方
受水槽	780 ㎥
受水池	21,000 ㎥

マブタブッドからサタヒップへの導水

マブタブッドの増圧ポンプ場

ポンプ型式	横軸渦巻きポンプ
設計流量	1.09㎥/s
	(32.7 ㎥/min/unit)
ポンプ台数	3台(予備1台を含む)
ポンプ全揚程	11 m
モーター出力	150 kW

パイプライン

設計流量	1.09㎥/s
総延長	21.9 ㎞
スティールパイプ	ø 1,000 ㎜, 肉厚8.7 ㎜

受水槽

位　置	サタヒップ東約5㎞地点
容　量	350 ㎥

ランチャバンへの導水

増圧ポンプ場

位　置	ドククライポンプ場南西7.5㎞地点
ポンプ型式	横軸渦巻きポンプ
設計流量	1.01 ㎥/s
	(30.3 ㎥/min/unit)

ポンプ台数	3台(予備1台含む)
ポンプ全揚程	45 m
モーター出力	600 kW

パイプライン

総延長	53.0 km
スティールパイプ	
	ø 900 mm t 7.9 mm L 24.5 km
	ø 1,000 mm t 8.7 mm L 13.0 km
	ø 1,200 mm t 11.1 mm L 6.5 km
トンネル部	ø 1,500 mm L 9.0 km

増圧ポンプ場用ヘッドタンク

位 置	増圧ポンプ場北西6.0 km地点
容 量	2,000 m³

受水槽

位 置	3号線沿いバンタンスクラ南
容 量	300 m³

1・3 かんがいおよび排水システム

かんがいシステム

かんがい面積	3,650 ha
作付率	雨期 100 %
	乾期 80 %
作付体系	雨期：水稲
	乾期：水稲，落下生
予想収穫高	水稲：雨期 4.0 t/ha
	：乾期 4.5 t/ha
	落下生：乾期 1.9 t/ha
かんがい用水	69.4 × 10^6 m/年
頭首工位置	バンノンバウ

かんがい水路延長

幹線水路	46.2 km（コンクリートライニング）
支線水路	20 km （コンクリートライニング）

排水システム

排水面積	
地区内	21.3 km^2
地区外	14.9 km^2
計画排水量	20.4 m^3/s
幹線排水路延長	6.5 km

2 バンブン・サブプロジェクト

貯水池

集水面積	53 km^2
最高水位湛水面積	4 km^2

貯水位

最高水位（H.W.L.）	EL. 84.3 m
常時満水位（N.W.L.）	EL. 82.1 m
低水位（L.W.L.）	EL. 76.1 m

貯水容量

総貯水容量	21.9×10^6 m^3
サーチャージ容量	7.8×10^6 m^3
利水容量	12.5×10^6 m^3
堆砂容量	1.6×10^6 m^3

ダム

ダム

ダム型式	カットオフトレンチ付アースフィルタイプ
堤頂高	EL. 86.3 m
ダム高	21.5 m
堤頂長	2,800.0 m

法面勾配	上流面　1：3.0
	下流面　1：2.5
堤体積	1.4×10^6 ㎥
余水吐	
型　式	自由越流堰
放流量	125㎥／s　(H.W.L.)
取水および放流施設	
取水施設	取水塔型式
かんがい用水放流施設	
調整弁	ジェットフローゲート
	φ 1,000㎜／1門
放流能力	5 ㎥／s　(L.W.L.)
移転家屋数および取得用地	
移転家屋数	40 戸
取得用地面積	270 ㏊

アペンディックス：ノンプラライ・サブプロジェクト

（供給地域：ラヨンおよびサタヒップ）

マブタプッドへの導水

ドククライ貯水池のポンプ場

ポンプ場型式	コンクリートケーソン
ポンプ型式	立軸渦巻きポンプ
設計流量	2.62 ㎥/s
	(31.4 ㎥/min/unit)
ポンプ台数	6台（予備1台を含む）
ポンプ全揚程	90 m
モーター出力	3,000 kW

パイプライン

総延長	27.6 km
スティールパイプ	ø 1,350 mm
	t 11.9 mm

ヘッドタンク

位　置	ドククライポンプ場南6.0 km地点
容　量	3,000㎥×2基

受水施設

位　置	3号線沿いパンチャンルクヤ西
受水槽容量	780㎥
受水池	21,000㎥

マブタプッドよりサタヒップへの導水

マブタプッドの増圧ポンプ場

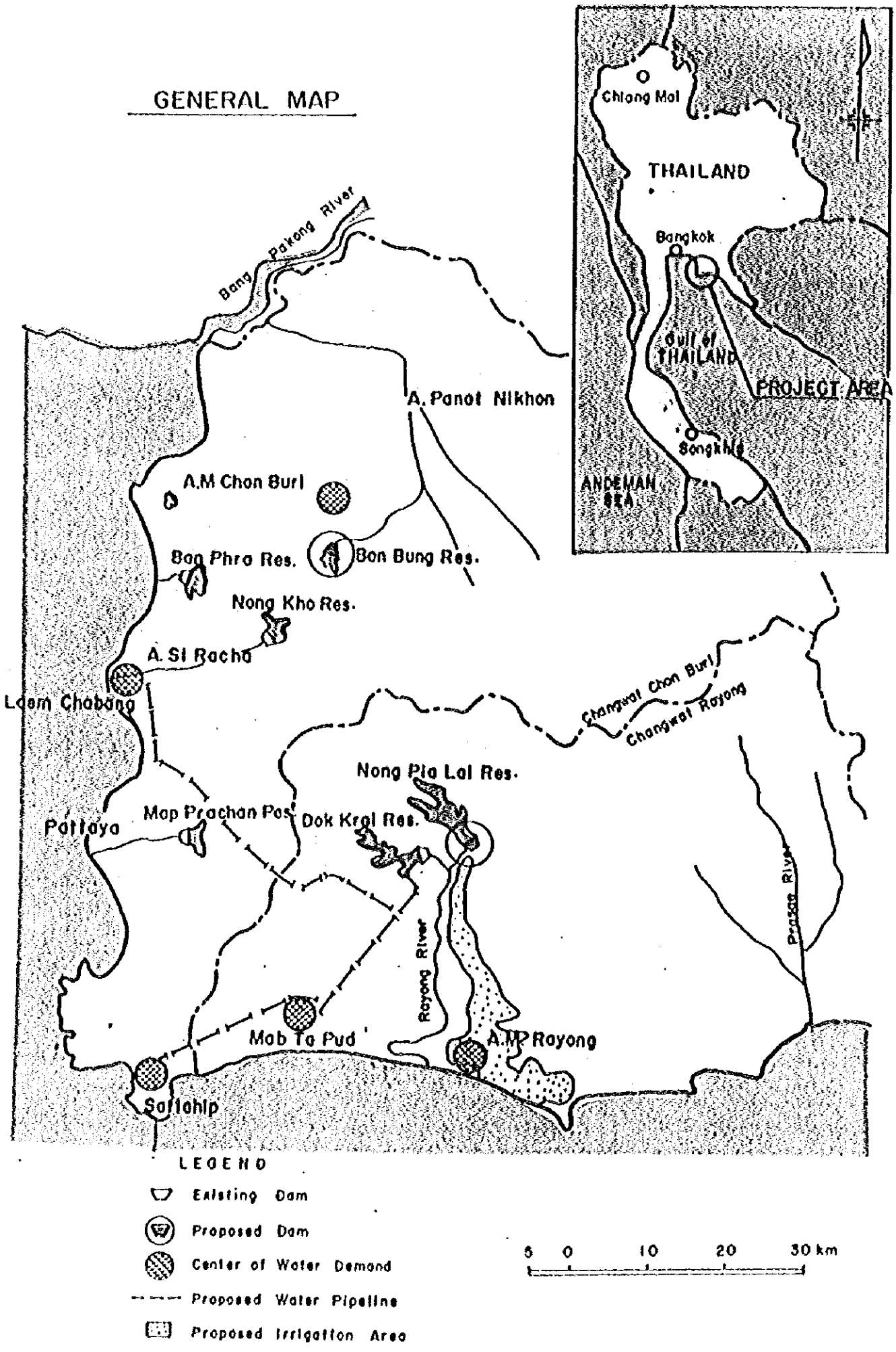
ポンプ型式	横軸渦巻きポンプ

設計流量	1.09㎥/s
	(32.7㎥/min/unit)
ポンプ台数	3台(予備1台を含む)
ポンプ全揚程	11m
モーター出力	150 kW
パイプライン	
設計流量	1.09㎥/s
総延長	21.9 km
スティールパイプ	ø 1,000mm, t 8.7 mm
受水施設	
位 置	サタヒップ東約5km
容 量	350㎥

ラヨンへの導水

堰	
位 置	ラヨン川パンカイ頭首工上流
洪水ゲート	20m×2.5 m × 2門
調整ゲート	10m×3.0 m
取水および導水システム	
設計流量	1.01㎥/s
パイプ長	1.0 km
コンクリートパイプ	ø 1,500mm
受水施設	
位 置	パンカイ
受水槽容量	300㎥

GENERAL MAP

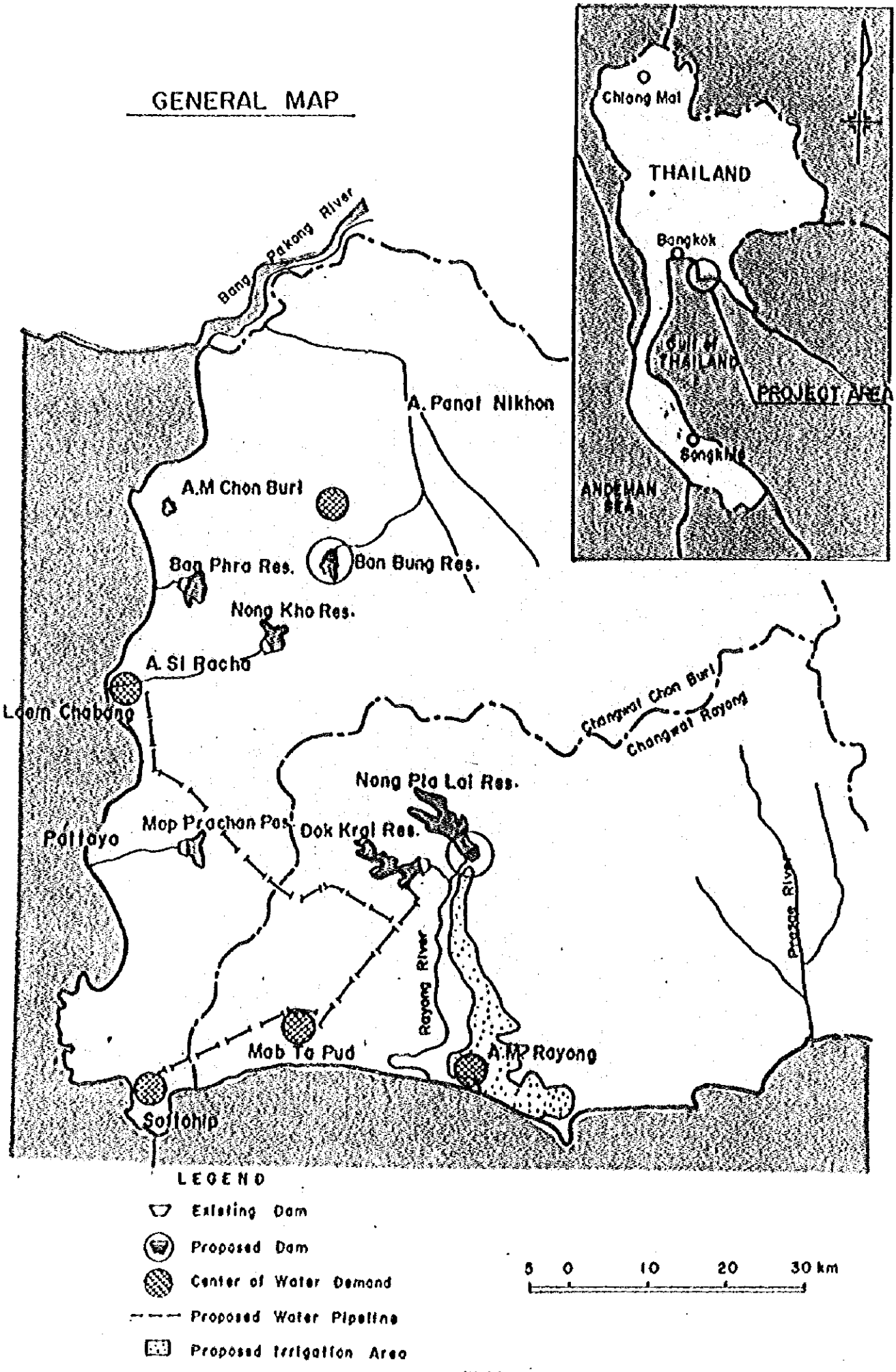

Chiang Mai
THAILAND
Bangkok
Gulf of THAILAND
PROJECT AREA
Songkhla
ANDEMAN SEA
Bang Pakong River
A. Panat Nikhon
A.M Chon Buri
Bon Phra Res.
Bon Bung Res.
Nong Kho Res.
A. Si Racha
Loem Chabang
Changwat Chon Buri
Changwat Rayong
Nong Pla Lai Res.
Pattaya
Map Prachan Pos
Dok Krai Res.
Prasae River
Rayong River
Mab Ta Pud
A.M. Rayong
Sattahip
LEGEND
Existing Dam
Proposed Dam
Center of Water Demand
Proposed Water Pipeline
Proposed Irrigation Area
5 0 10 20 30 km

設計流量	1.09㎥/s
	(32.7㎥/時/unit)
ポンプ台数	3台(予備1台を含む)
ポンプ全揚程	11m
モーター出力	150 kW
パイプライン	
設計流量	1.09㎥/s
総延長	21.9 km
スティールパイプ	φ 1,000㎜, t 8.7 ㎜
受水施設	
位 置	サタヒップ東約5km
容 量	350㎥

ラヨンへの導水

堰	
位 置	ラヨン川パンカイ頭首工上流
洪水ゲート	20m×2.5 m × 2門
調整ゲート	10m×3.0 m
取水および導水システム	
設計流量	1.01㎥/s
パイプ長	1.0 km
コンクリートパイプ	φ 1,500㎜
受水施設	
位 置	パンカイ
受水槽容量	300㎥

GENERAL MAP


Chiang Mai
THAILAND
Bangkok
GULF OF THAILAND
PROJECT AREA
Songkhla
ANDEMAN SEA
Bang Pakong River
A. Panat Nikhon
A.M Chon Buri
Bon Phra Res.
Bon Bung Res.
Nong Kho Res.
A. Si Racha
Laem Chabang
Changwat Chon Buri
Changwat Rayong
Nong Pla Lai Res.
Pattaya
Map Prachan Pas
Dok Krai Res.
Prasat River
Rayong River
Mab Ta Pud
A.M. Rayong
Sattahip
LEGEND
Existing Dam
Proposed Dam
Center of Water Demand
Proposed Water Pipeline
Proposed Irrigation Area
5 0 10 20 30 km

目　　次

序　　文
結論および要約
プロジェクト諸元
概　要　図
第1章　序 …… 1
1.1　計画の背景 …… 1
1.2　調査概要 …… 1
1.2.1　調査目的 …… 1
1.2.2　調査対象地域 …… 1
1.2.3　調査範囲 …… 1
1.3　特記事項 …… 2
第2章　調査対象地域の現況 …… 3
2.1　自然状況 …… 3
2.1.1　位　　置 …… 3
2.1.2　地　　形 …… 3
2.1.3　地質および土質 …… 3
2.1.4　気　　候 …… 4
2.1.5　水　　文 …… 4
2.1.6　河　　川 …… 5
2.2　社会経済状況 …… 6
2.2.1　人口および土地利用 …… 6
2.2.2　インフラストラクチャー …… 8
2.2.3　農　　業 …… 9
2.2.4　洪水および渇水 …… 11
2.3　既設利水ダム …… 12
第3章　水資源全体開発計画 …… 14
3.1　基本概念 …… 14
3.2　将来水需要 …… 14
3.2.1　推計方法および条件 …… 14
3.2.2　水需要推計 …… 17

3.3 水資源開発計画 …… 18
3.3.1 開発手段 …… 18
3.3.2 計画ダム …… 19
3.4 年次開発計画 …… 20
3.4.1 ダム建設順位 …… 20
3.4.2 水供給の年次計画 …… 20
3.4.3 水収支 …… 22
第4章 計画策定 …… 23
4.1 概要 …… 23
4.2 ノンプラライ・サブプロジェクト …… 24
4.2.1 水供給計画 …… 24
4.2.2 ノンプラライダム，貯水池 …… 25
4.2.3 導水システム …… 25
4.2.4 かんがい・排水システム …… 27
4.2.5 ダムによる洪水調節 …… 28
4.3 パンプン・サブプロジェクト …… 28
4.3.1 水供給計画 …… 28
4.3.2 パンプンダム，貯水池 …… 29
4.3.3 ダムによる洪水調節 …… 29
第5章 予備設計 …… 30
5.1 ノンプラライ・サブプロジェクト …… 30
5.1.1 ダムおよび貯水池 …… 30
5.1.2 導水システム …… 33
5.1.3 かんがいおよび排水システム …… 35
5.2 パンプン・サブプロジェクト …… 36
第6章 施工計画および建設費 …… 39
6.1 施工計画 …… 39
6.1.1 ノンプラライ・サブプロジェクト …… 39
6.1.2 パンプン・サブプロジェクト …… 42
6.2 建設費 …… 43
第7章 維持および管理 …… 45
7.1 必要業務および組織 …… 45
7.1.1 ノンプラライ・サブプロジェクト …… 45

7.1.2 バンブン・サブプロジェクト 46
7.2 維持および管理費用 46
第8章 プロジェクト評価 47
8.1 経済評価 47
8.1.1 経済コストの算出 47
8.1.2 経済便益の算定 49
8.1.3 経済分析 50
8.1.4 感度分析 51
8.2 財務評価 52
8.2.1 当プロジェクトの財務的背景 52
8.2.2 財務条件 52
8.2.3 財務分析 54
8.2.4 感度分析 54
8.3 環境影響評価 54
8.3.1 物的資源 55
8.3.2 生的資源 56
8.3.3 人的利用価値 57
8.3.4 生活水準 57
第9章 勧告 58
アペンディックスI：ノンプラライ・サブプロジェクト
（供給地区：ラヨンおよびサタヒップ）
アペンディックスII：1. スコープオブワーク
2. 議事録

LIST OF TABLES

Page

CHAPTER 2

Table 2-1 Change of Population of Changwat Chon Buri and Rayong 61
2-2 Per Capita Gross Provincial Products in the Eastern Region 61
2-3 Gross Provincial Products in Changwat Chon Buri ... 62
2-4 Existing Water Supply Systems in Chon Buri and Rayong (1980) 63
2-5 Existing Reservoirs for Water Supply 64

CHAPTER 3

Table 3-1 Future Population Based on Current Trend 65
3-2 Projection of Induced Population and Labor Force by Area (1990) 66
3-3 Projection of Induced Population and Labor Force by Area (2000) 67
3-4 Water Demand for Industrial Use (Nong Pla Lai Sub-Project) 68
3-5 Water Demand for Industrial and Municipal Use (Nong Pla Lai Sub-Project) 69
3-6 Water Demand for Industrial and Municipal Use (Ban Bung Sub-Project) 70
3-7 Water Demand of Nong Pla Lai Irrigation Area (Cropping Intensity 180%) 71
3-8 Water Demand of Thap Ma Irrigation Area (Cropping Intensity 180%) 72
3-9 Water Balance of Supply and Demand 73

CHAPTER 4

Table 4-1 Area and Discharge of Turnout in Irrigation Blocks 74

CHAPTER 6

Table 6-1 Construction Cost of the Project 75
6-2 Construction Cost of Nong Pla Lai Sub-Project 76

CHAPTER 7

Table 7-1 Personnel Required for Operation and Maintenance 77

CHAPTER 8

		Page
Table 8-1	Annual Disbursement of Economic Project Cost	78
8-2	Economic Cost for Land Consolidation of Nong Pla Lai Irrigation Area	79
8-3	Water Supply and Benefit (Nong Pla Lai Sub-Project)	79
8-4	Agricultural Production by Crop	80
8-5	Agricultural Net Production by Crop (Cropping Intensity 180%)	80
8-6	Price Structure of Rice/Paddy at Constant 1981 Prices	81
8-7	Water Supply and Benefit (Ban Bung)	81
8-8	Sensitivity Analysis of Industrial and Municipal Water for Nong Pla Lai Sub-Project (Economic)	82
8-9	Sensitivity Analysis of Industrial and Municipal Water for Ban Bung Sub-Project (Economic)	82
8-10	Annual Disbursement of Financial Project Cost	83
8-11	Income Statement for Industrial and Municipal Use (Nong Pla Lai Sub-Project)	84
8-12	Cash Flow of Nong Pla Lai Sub-Project	86
8-13	Income Statement for Industrial and Municipal Use (Ban Bung Sub-Project)	87
8-14	Cash Flow of Ban Bung Sub-Project	89
8-15	Sensitivity Analysis of Industrial and Municipal Water for Nong Pla Lai Sub-Project (Financial)	90
8-16	Sensitivity Analysis of Industrial and Municipal Water for Ban Bung Sub-Project (Financial)	90
8-17	Result of Water Quality Test	91
8-18	Mineral Constituent	91
8-19	Water Analysis at Dok Krai	92
8-20	Potable Water Quality Standard (WHO)	92
8-21	Irrigation Water Quality Standard	93
8-22	Industrial Water Quality Standard	93

LIST OF FIGURES

Page

CHAPTER 2

Fig. 2-1 Isohyetal Annual Mean Rainfall Map of Thailand 94
2-2 Monthly Mean Rainfall Distribution..... 95
2-3 Monthly Mean Evaporation 96
2-4 Specific Discharge of Main Flood in Thailand ... 97
2-5 General Map of Rayong River 98
2-6 Longitudinal Profile and Stream Flow Capacity (Rayong River) 99
2-7 General Map of Ban Bung River 100
2-8 Longitudinal Profile and Stream Flow Capacity (Ban Bung River) 101
2-9 Land Use Map 101

CHAPTER 3

Fig. 3-1 Proposed Cropping Pattern 103
3-2 Industrial & Municipal Water Demand 104
3-3 Location of Existing and Proposed Reservoir 105
3-4 Water Supply and Demand 106

CHAPTER 4

Fig. 4-1 Water Balance in Dok Krai Reservoir (First Stage) 107
4-2 Water Balance in Dok Krai Reservoir (Second Stage) 108
4-3 Water Balance in Nong Pla Lai Reservoir 109
4-4 Water Supply by Dok Krai, Nong Pla Lai and Ban Bung Reservoirs 110
4-5 Storage Capacity Curve of Nong Pla Lai Reservoir 111
4-6 General Plan of Water Transmission System 112
4-7 General Plan of Irrigation and Drainage System 113
4-8 Water Balance in Ban Bung Reservoir 114
4-9 Storage Capacity Curve of Ban Bung Reservoir 115

CHAPTER 5

Fig. 5-1 Geological Map of Nong Pla Lai Dam Axis 116
5-2 General Plan of Nong Pla Lai Dam 117
5-3 Longitudinal Profile of Nong Pla Lai Dam 118
5-4 Standard Cross-Section of Nong Pla Lai Dam 118
5-5 Inflow and Outflow Hydrograph of Design Flood for Spillway 119
5-6 Plan of Spillway of Nong Pla Lai Dam 120
5-7 Longitudinal Profile of Spillway of Nong Pla Lai Dam 120
5-8 Details of Spillway of Nong Pla Lai Dam 121

Page

Fig. 5-9 Intake and Outlet Facilities of Nong Pla Lai Dam 122
5-10 Road Relocation 123
5-11 Plan and Longitudinal Profile (Dok Krai Dam to Mab Ta Pud) 124
5-12 Plan and Longitudinal Profile (Mab Ta Pud to Sattahip) 125
5-13 Plan and Longitudinal Profile (Dok Krai Dam to Laem Chabang) 126
5-14 Location Map of Pumping Station and Transmission Pipe 127
5-15 Profile of Pumping Station and Transmission Pipe 128
5-16 General Plan of Pumping Station 129
5-17 General Plan of Air Chamber 130
5-18 Standard Dimension of Head Tank 131
5-19 General Plan of Receiving Well 132
5-20 Standard Cross Section and Dimension of Irrigation and Drainage Canal 133
5-21 Geological Map of Ban Bung Dam Axis 134
5-22 General Plan of Ban Bung Dam 135
5-23 Longitudinal Profile of Ban Bung Dam 136
5-24 Standard Cross Section of Ban Bung Dam 137
5-25 Inflow and Outflow Hydrograph of Design Flood for Spillway 138
5-26 Plan of Spillway, Intake and Outlet Facilities of Ban Bung Dam 139
5-27 Details of Spillway of Ban Bung Dam 140
5-28 Longitudinal Profile of Intake and Outlet Facilities of Ban Bung Dam 141
5-29 Road Relocation 142

CHAPTER 6

Fig. 6-1 Implementation Schedule of Nong Pla Lai Sub-Project 143
6-2 Implementation Schedule of Ban Bung Sub-Project 144

GLOSSARY OF TERMS AND ABBREVIATIONS

1) Local Terms of Administrative Areas

Thai	English
Changwat:	Province
Muang (Amphoe Muang, A.M):	City
Amphoe (A.):	Township
King Amphoe (K.A):	Sub-Township
Tambon:	Town
Muban (Bang):	Village
Tesaban:	Municipality
Su Khapiban:	Sub -Municipality

2) Natural Features

Khlong: Canal

3) Administrative Organization

ACFT: Agricultural Cooperatives Federation of Thailand

DTEC: Department of Technical & Economic Coopration

EGAT: Electricity Generating Authority of Thailand

IEAT: Industrial Estate Authority of Thailand

MAC: Ministry of Agriculture and Cooperatives

MOI: Ministry of Industry

NEA: National Energy Authority

NESDB: National Economic and Social Development Board

PAT: Port Authority of Thailand

PEA: Provincial Electricity Authority

PTT: Petroleum Authority of Thailand

PWWA: Provincial Water Works Authority

RID: Royal Irrigation Department

TOT: Telephone Organization of Thailand

4) Length

mm = millimeter
cm = centimeter
m = meter
km = kilometer

5) Area

m^2 = square meter
ha = hectare = 10^4 m^2
km^2 = square kilometer = 10^6 m^2
rai = 0.16 ha

6) Volume

l = liter = 1,000 cm^3
m^3 = cubic meters
MCM = million cubic meters = 1,000,000 m^3

7) Weight

mg = milligram
g = gram
kg = kilogram
t = ton = 1,000 kg
qwt = quintal = 100 kg

8) Time

s (sec) = second
h (hr) = hour
d = day
yr = year

9) Currency

฿ = Baht
US$ = United States Dollar
US¢ = United States Cent

10) Electric Measures

kV = kilovolt
kW = kilowatt
MW = megawatt = 1,000 kW
kWh = kilowatt-hour
MWh = megawatt-hour = 1,000 kWh
kVA = kilovolt-ampere
Hz = hertz

11) Other Measures

% = percent
ppm = parts per million
rpm = revolutions per minute
HP = Horsepower
°C = Degrees centigrade
10^3 = Thousand
10^6 = Million
10^9 = Billion

12) Derived Measures based on the Same Symbols

m^3/s, m^3/sec = cubic meter per second

t/ha, ton/ha = ton per hectare

m^3/km^2 = cubic meter per square kilometer

mm/day = millimeter per day

l/day = liter per day

MCM/year = million cubic meter per year

m^3/yr = cubic meter per year

m^3/hr = cubic meter per hour

m^3/min = cubic meter per minute

l/sec = liter per second

l/sec/m = liter per second per meter

m/yr = meter per year

US$/ha = US Dollar per hectare

฿/ton = Baht per ton

kg/m^3 = kilogramme per cubic meters

$m^3/km^2/year$ = cubic meters per square kilometer per year

$m^3/s/km^2$ or $m^3/s/ha$ = cubic meters per second per square kilometer or hectare

$฿/m^3$ = Baht per cubic meters

13) Other Abbreviations

EL. = Elevation
W.L. = Water level
L.W.L. = Low water level
N.W.L. = Normal water level
H.W.L. = High water level
M.S.L. = Mean sea level
P.S. = Power station
S.S. = Substation
T/L = Transmission line
D/L = Distribution line
NNW = North-northwest
SSE = South-southeast
GDP = Gross domestic product
WHO = World Health Organization (UN)

第1章　　序

1.1　計画の背景

タイ国における最近の工業開発は，第1次より第4次迄の，社会・経済開発計画の実施により，めざましい発展をとげつつある。

首都，バンコクに近い東部沿岸地域も，工業開発拠点地域として脚光を浴び，様々な分野の開発計画が，タイ国政府により策定されている。

特に東部沿岸地域基礎工業開発および深海港開発計画の中心となる天然ガス分離プラントの建設は既に実施段階に移されており，1981年4月に政府により承認された上記開発計画についての最終レポートによれば1983年に完成の予定である∠1。

東部沿岸地域の諸開発計画を実現するためには，水資源の開発が必要不可決であるが，当地域は，自然条件および地形条件上の制約から，水資源にめぐまれておらず，タイ国政府の努力にもかかわらず，水資源開発計画の策定は，道路，空港，港湾等の社会基盤施設計画に比べて立遅れている。

1.2　調査概要

1.2.1　調査目的

本調査の目的は，ラヨン県のノンプラライおよびチョンブリ県のバンプンにおける水資源開発のフィージビリティスタディを行う事である。

1.2.2　調査対象地域

本調査の調査対象地域は，チョンブリ県およびラヨン県において，工業開発計画の実施に伴なって水需要が急増する地区，ならびに本水資源開発計画に伴い，　かんがい用水を供給する事によって便益がもたらされる農業地区である。

1.2.3　調査範囲

本調査の調査範囲は，下記の通りである。

--本調査の実施に必要な関連資料および情報の収集，検討

－収集資料および情報の検討結果，および現地踏査に基づいた計画対象地域の選定

－調査に必要な計画対象地域の現地調査および測量の実施

－多目的水資源開発計画の策定

∠1：タイ政府はその後完成予定を1984年4月に変更した。

－ダム，導水システム，かんがいシステムならびに関連施設の予備設計，実施工程の立案および建設費積算

－建設費と便益に基づいた計画の経済評価

－洪水調節効果および環境影響調査

－維持運営組織および管理体制の検討

1.3 特　記　事　項

RIDとJICA調査団の合意事項によれば，ランチャバン地区の水需要に対しては，ノンプラライダムの開発水により供給する事となっており，本報告書においても，ノンプラライ・サブプロジェクトの構成は，ラヨン地区，サタヒップ地区およびランチャバン地区への都市・工業用水の供給と，ノンプラライかんがい区へのかんがい用水の供給を目的としたものになっている。

しかし，本調査の実施過程において，ランチャバン地区への導水システムは，非常に高価となること，さらにランチャバン地区の水需要は，周辺の水資源開発により，供給できる可能性がある事が判明した。

このため，当調査団としては，最終的に，ノンプラライ・サブプロジェクトより，ランチャバン地区を水供給対象地区から除外する事とし，この検討結果をアペンディックスIとして，巻末に掲載した。

第２章　調査対象地域の現況

2・1　自然状況

2.1.1　位　置

調査対象地域は，タイ湾沿岸に位置するチョンブリ県ならびにラヨン県に位置する。当地域の西部および西部は，タイ湾に，又，北部はチャチョエンサオ，東部はチャンタブリに接する。この県は北緯12° 30′から13° 30′，東経100° 45′から101° 45′に位置し，バンコクからチョンブリとラヨンまではそれぞれ，70km，200km の距離にある。

2.1.2　地　形

調査地域の内陸部は，標高100m程度のゆるく起伏した台地が拡がり，この台地を中小河川が西方および南方に流下している。また，台地上には標高300～800m 程度の山地が散見され，ラヨン市の東方では，これらの山地が北北西～南南東方向に帯状に連続している。パタヤやサタヒップ付近を除く海岸地帯は，平野がゆるやかに拡がり内陸部の台地に連続している。

2.1.3　地質および土質

対象地域の地質は，古生代の堆積岩類および変成岩類，更に古生代や中生代に貫入した花崗岩類から成り，平野部ではこれらを第４紀の沖積層が覆っている。堆積岩類は主に，頁岩，千枚岩，珪岩，石灰岩から成り，東部沿岸沿いにほぼ南北に帯状をなしている。変成岩類は，片岩，片麻岩から成り，地域の東方をほぼ北西から南東方向に連続している。花崗岩類は，調査地域中央に台地をなして広く分布している。

第４紀の沖積層は，砂礫，砂，粘土等からなり，ラヨンを中心とする海岸沿いの平野部に見られる。

基盤岩類はいずれも風化が進み，表層は残積土に覆われ露頭は少ない。しかし，花崗岩山地では未風化の岩塊が白く点在するのが見られる。又，海岸沿いに分布する古生層中の石灰岩は，所々で急崖に囲まれた山地をなしており，一部は採石山として利用されている。

対象地域の土質は花崗岩，砂岩等を母岩とした砂質土壌が主体となっている。

水田地帯の土壌は主として沖積土壌で，土層は厚く，表土は壌土，ローム，粘土，ローム質粘土で覆われており，下層土にいくに従って，砂質土壌へと移り変わっており，腐植含量は表土部で多い。

畑土壌は殆んどが砂質土壌で，腐植分は少なく，土壌浸食を起こし易く，乾くと固くなる性質を持っている。海岸地帯は，砂壌土ないし砂土であり，腐植含量は低く，土壌浸食を起こし易い。

2.1.4 気　候

東部地域は，熱帯モンスーン地域に属し，その気候は大別して5月から10月の雨期および,11月から4月の乾期に分けられる。

対象とする東部沿岸地域は，図 2－1に示す通りタイ国の他地域と比べると比較的降雨量が少なく，概ね年間1300～1500㎜ ほどである。

月平均雨量分布を図2－2に示す。ラヨン川の中流部にあるバンカイ観測所の最近20年間の降雨記録では，年間最大雨量1863 ㎜（1974年），年間最少雨量706 ㎜（1965年）が記録されている。なお,記録には顕著に表われていないが，1978から1981年前半にわたっては，ラヨンでは，まれに見る渇水年であった。

平均湿度（1951～1975年）は，年間を通じて70％以上であり，特に9月～10月は80％を上回る。年平均の蒸発計による蒸発量は図2－3に示すごとく 1100～1300 ㎜ 程度である。

風向は，10月から翌年1月の期間は，北北西風が，2月～9月は，南南西風が多く，平均風速は5.0～10 ㎞/hr である。

平均温度（1951年～1975年）は，最低26℃（12月～1月），最高30℃（4月）であり年間を通しての温度差は少ない。

2.1.5 水　文

対象地域のラヨン県，および,チョンブリ県の主要水文観測所における年間流出係数0.20～0.30である。その損失の大部分は蒸発によるものであり，水資源確保を一層困難なものとしている。

タイの主な洪水の記録によるピーク流出量は，図2－4に示すとおりであり，これから推定すれば100 km^2 の流域において比流量は3.5 $m^3/s/km^2$ ，500 km^2 において，

1.5㎥／s／km² である。これは地形が非常に平坦であり，かつ水路の流下能力が小さいことから大部分の雨水は河道外に，広範囲に渡って貯留されることが主要な原因となっている。

一方，乾期における河道流量は記録によると，0.01～0.005㎥／s／km² と推定される。

2.1.6 河　川

ラヨン川

ノンプラライダムの計画地点を流れるラヨン川は，東部沿岸地域において最も大きな河川の１つであり，クロンヤイ川が左岸からドククライ川が右岸から流入し，全長８５km，流域面積1,800km² である。（図２－５参照）

タイ湾まで南流する間にいくつかの支川が流入しており，その一つのタブマ川はラヨン市の北部郊外でラヨン川に合流している。

河道は一部区間を除いて改良工事はおこなわれておらず，図２－６に示す通り，河道の流下能力は不足している。とくに河口から２５kmの区間の流下能力は３０㎥／s～７０㎥／s であり，年に数度発生する洪水氾濫の原因の１つとなっている。

とくに国道３号線より下流区間は，大きく蛇行しておりさらに洪水流下の妨げとなっている。下流部の河道流下能力を補うため，３本の放水路（総流下能力，１３０㎥／s）が約２０年前に建設された。

ドククライダムはラヨン川とドククライ川の合流点から１０km上部に建設されている。ノンプラライダムは，ドククライ川とノンプラライ川の合流点より上流部７kmに予定されている。ノンプラライダムの集水面積は４２６km² である。

パンプン川

パンプン川は，パンパコン川の支川である。上流部には，パンプンダムがあり，水資源開発のために拡張が予定されている。

パンプン川は標高６６０mのカオキエオ山に源を発し，北方向に流れている。ハイウェイNo.３１３３を越えて，パンパコン川の第１支川であるヒュアイクロングヤイ川と合流している。ヤイ川との合流点での，パンプン川の河道長は１７km，流域面積は９７km² である（図２－７参照）。河道は未改修であり，特に，ハイウェイNo.３１３３との交点あたりで，流下能力が小さくなり雨期には度々の洪水氾濫が生起している（図２－８参照）。

2・2　社会経済状況

2.2.1　人口および土地利用

人口と労働

当地域の総人口（１９８０年１２月　住民登録数による）は，１,０８３,０００人である。

１９７６年から１９８０年迄の５ケ年間の県別，郡別の人口推移状況は，表２－１に示す通りである。この間の両県の平均人口増加率は，２.０７％を若干下廻っている。１９７６年の当地域の平均人口密度は，９５人／km^2 で全国平均の８４人／km^2，東部地域の平均７２人／km^2 を上廻っている。

内務省の推計によれば労働人口（１５～５９歳）は総人口の４６％で，就業人口は総人口の１６％となっており，就業率は３４.８％と極めて低い。失業者は，バンコクに流れており，雇用機会の増大のためには，この地域に新しい産業を興こす必要がある。

経済事情

１）チョンブリ県

東部地域７県の内，チョンブリ県の１人当り生産額は，群を抜いて高く，全国平均 B ７,８２６に対し１.２ 倍，東部沿岸地域の １.８倍で生産性の高い２次，３次産業の比率が１次産業に比べて極めて高いことを示している（表２－２参照）。また，１９７２－７６年までの平均成長率４.６％は，１９７０－７５年の全国平均成長率３.６％を大きく上廻っている。したがって，チョンブリのタイ経済に占める役割の重要性が判る。

チョンブリ県の県勢概要（１９８０年）によれば，１９７８年のGDP に占める各セクターのシェアーは，１次産業（農業）２４.４６％，２次産業４５.７１％，３次産業２９.８３％である。農業は，キャッサバ，砂糖きび，パイナップルが主要作物である。工業は，石油精製，砂糖精製，タピオカ加工，アルコール，食品加工等が主要業種で，１９７９年現在１１,５２１企業が立地している。

また，サービス産業としては，国際的観光地として急速に発展しているパタヤを有し，１９７８年度の観光客数は，外国人約６０万人，タイ人約１０万人の計７０万人に達し，宿泊部屋数も１９８０年で約３８００室に拡大されている。

表２－３は，内務省作成のチョンブリ長期計画での各セクターの生産実績（１９７２～１９７６）および１９７７～１９８１年までの目標を示している。これによれば，各産

業の占める割合は１９７６年は第１次産業20.9%，第２次産業３８%，３次産業41.1% となっていて１９７８年度の割合分布と異なる。これは分類基準がそれぞれ異るためであろう。いずれにしても農業の成長率は，人口増を若干上廻る程度にすぎず，今後の当県の発展は，２次，３次産業の発展にかかっている。

2) ラ ヨ ン 県

ラヨン県の１人当り生産額は，東部地域のほぼ平均値を示し，現状としては，砂糖きび，キャッサバ，果物，ゴム等の畑作を中心とする農林業ならびに水産業の１次産業により占められている。工業は地場資源活用型の農林水産加工が主要業種で，タピオカ加工，粗糖，スモークドゴム，木材加工，水産物加工工場等の零細企業を含め，約８００企業あるが，全般的に小企業，零細企業で構成されている。

しかし，現在民間投資による石油化学工場およびＰＴＴによる天然ガス分離工場の建設が，ラヨン地区で進められており，さらにいくつかのガス関連の大型の建設計画が検討されていることから，将来は地域経済構造が大きく変化するものと予想される。

土地利用概況

当対象地域の総面積は，７，８１４km^2 であるが，そのうち山岳森林地区が次の４地区あり，全体の３６%を占めている。(1)国道３号線と３３１号線に挟まれる南北の帯状地区，(2)ラヨン県のバンマブチャルドの３号線北側，(3)県道３１３８号線と３１３３号に挟まれる地区，(4)チャンタブリとの県境地区。

水田は，バンソン川流域とラヨン川の中，下流域さらにプラサエ川の下流域にある（図２－９参照）。

海岸地区は，ココナッツ，キャサバ，パインアップル，果樹園の栽培及び居住地区として利用されている。

北部と中部の丘陵地区は，砂糖きび，キャッサバ，パインアップルのプランテーションが広がり，東部丘陵地区は，果樹園およびゴムのプランテーションに利用されている。

ラヨン川，プラサエ川下流部河口の未利用区域においては，エビの養殖事業が計画されている。

2.2.2 インフラストラクチュアー

道　路

当地域の主要道路網の整備は，第4次5ヶ年計画の目標どおりほぼ1981年9月に完成した。

これにより今後の当地域の課題は，県および市の一般道路の改良，建設である。現在建設中の道路は6ルートあり，全延長は180kmである。

空港および港湾

ラヨン県のウタパオ空港は，現在海軍の管理下にあるが，近い将来本格的民間利用に転換することをタイ政府は検討中である。

サタヒップのチャクサメット港は元来軍港として造られたが1979年の法改正により商業港として利用することになった。以来PATの管理下で1979年より商業港として使われているが，1979年12月より1981年4月までに国内，海外の貿易合わせて約115万トンの貨物の取扱い実績を挙げている。

現在の施設能力は，水深10m岩壁3バース（岩壁延長540m）および水深8m岩壁2バース（岩壁延長360m）である。PATの運営方針としてバンコク港は，個品貨物を中心とし，サタヒップ港では，コンテナー貨物および，ばら荷を分担させる計画である。

電力と通信

EGATの東部地域発電所はチョンブリ県の北部に隣接するバンパコンに存在し，当地域に対し，2系統の高圧送電線によって電気を供給している。

一つは，アオパイ・サブスティションに接続されている230kVのものであり他は，チョンブリとシラチャ，アオパイ，バンラムレグ，サタヒップⅠ，Ⅱ，ラヨン，そしてクラエン・サブスティションに結ばれている115kVのものである。EGATの変電所から，消費者までの送電は，PEAが担当している。当地域の現在の電力需要は，58MWで，一般家庭用と工業用のシェアーはそれぞれ63%と37%である。

TOTは，当地域に15の電話局を設置し，合計12400回線を有している。普及率は，1.15台／100人で，全国平均0.83台／100人を上回っているが，将来の産業振興にともない，一層の拡充が必要であろう。

都市用水

都市およびその近郊への飲料水の供給は，地方自治体とPWWAでなされている。

当地域における飲料水の消費状況は表２－４に示すとおりである。

PWWAは，ＲＩＤが建設した貯水池から水をとっている（表２－５参照）。地方自治体は，取水源を河川やため池さらに地下水に依存している。

一方，PWWAの供給施設能力は年間22.2×10^6 ㎥であるが（表２－４参照），推定消費量は，供給能力全体の７１.２％にあたる15.8×10^6 ㎥である∠1。これは水不足によるもので，当地域では，乾期の間，通常一日４～５時間給水する給水制限を実施している。

公共の都市用水施設の受益者あるいは非受益者にかかわらず，人々は，つぼやタンクに雨水をため，さらに，地下水を使って生活している。広い敷地のある工場は，独自の雨水貯水設備をもっている。

パタヤのホテルのような大口の消費者は，独自で井戸水を取水し，さらに，１㎥当り฿２０の料金を払ってタンクローリーで水を購入している。しかしパタヤに限っていえば，マブラチャン貯水池からナクラ浄水場への給水もまもなく開始されるので，極端な水不足は生じないものと考えられる。

１９８０年チョンブリ県庁は県内の市役所に対し，１０項目の行政サービスに関するニーズ調査を行なったところ，調査区のほとんどが水問題を最大の行政課題として回答している。同様の調査はないが，ラヨン県においても，ほぼ同じような状況にあると推察される。

したがって，この地域の開発にあたっては，水資源の確保は最も重要な課題である。

2.2.3 農　業

概　要

本調査地域は，ラヨンおよびチョンブリ両県にまたがっており，農業経済区域では区域15-2に位置づけされている。主産物はキャッサバ，砂糖きびとなっている。

1）耕作面積

両県の耕作面積の中で，水田は，９５９km^2（１２.３％），畑２,１０２km^2（２６.９％），果樹園１,２９７km^2（１６.６％）を占めている。

∠1：１８８０年におけるラヨンの消費量が不明であるため，過去の最大消費量である　１９７８年の値を１９８０年の値として使用している。

∠2：農業・組合省は全国を１９の農業経済区域に分割している。

全国的には水田は22.3%，畑は7.4%，果樹園は3.1%となっており，本地域は水田率が低く，畑，果樹園の比率が高いのが特色である。

2） 農業の実態

農業の機械化の遅れは，チョンプリ県とラヨン県における1980年までのトラクターの登録台数が450台と200台であることを見れば明らかであろう。普通，耕作には水牛を使っており，大型トラクターは大地主か販売業者が所有しており，貸し出しを行っている。耕うん機も次第に普及しているが，現在6,000台程度にすぎない。

農産物の輸送手段に関しては，稲は水牛や，小型トラクターで運び，砂糖きびやキャッサバは大型トラックで運んでいる。電動脱穀機はほとんど使われていない。脱穀は手でなされるため，米にごみや他の不純物がまじっている。粉ひきは，地方の村落に備えられた粉ひき機によって行われている。

3） かんがい施設

表2－5に示すようにチョンプリとラヨンには，4つのダムからかんがい用水が供給されている。ドククライダムについて言えば，1975年にかんがい用ダムとして作られ，ラヨン川の中流部に広がる4,800 haのパンカイかんがい区へ水を供給している。しかし，現在は，耕作地の整備の遅れから，1,600 haの水田しかその恩恵を受けていない。

かんがい用水管理をおこなうかんがい設備は今だ非常に少なく，両県で16,000 個の小型ポンプが補助的に使用されている。

4） 耕作物と面積

チョンプリ県とラヨン県の主な農作物の生産量は次のとおりである。

	稲	砂糖きび	キャッサバ
チョンプリ	99,294 t	3,218,539 t	1,014,949 t
	(0.7%)	(15.7%)	(6.7%)
ラヨン	55,268	2,301,092	1,621,838
	(0.4%)	(11.2%)	(10.8%)
全国	15,206,212	20,560,523	15,048,317
	(100%)	(100%)	(100%)

（出典：農業統計 1978／79）

両県の最近5ヶ年の平均収穫量は，水田が1.7t/ha，砂糖きび48.1t/ha キャッサバ14.31t/haである。

5） 処理と販売

農民は，脱穀してない米を直接製米者に販売し，農業協同組合は関与していない。砂糖きびは，加工業者に直接売られ，キャッサバは乾燥させる前に業者に売られる。このように，農業協同組合は農作物の販売には関与せず，その役割は必要資金の貸出しにある。農業拡大は，各地域の農業協同組合の支部でなされている。従事者と農業機械の不足のために，農業サービスは行きわたっていない。

プロジェクト関連地域の農業形態

ノンプラライトとバンブンのプロジェクトに関連する農業地区の現状は次の通りである。

1） ノンプラライ地区

本地区はラヨン川の左岸に広がる低平地ならびに緩傾斜地で，バンカイ，ミャン両郡にわたる8,360haの純農村地帯である。

土地利用は水田3,840ha，樹園地3,090ha，集落用地1,010ha，森林道路等420haである。基幹作物は水稲であるが，かんがい施設がないため雨期作のみである。水田は不整形で，農道は殆んどない。生産量は低く，水不足のため作付面積は年により異なるが，ミアン郡では最近3年平均で水田面積の62%である。ha当り収量は，ミアン郡1,442kg，バンカイ郡2,505kgである。樹園地はココヤシが主体となっている。

2） バンブン地区

本地区はバンブンダムの下流に広がる緩傾地と平低地で面積は，2,320haである。土地利用状況は水田490ha，畑1,710ha，その他の森林，道路および水路等で120haとなっている。基幹作物はキャッサバ，砂糖きびである。本地区もかんがい施設がないため，水稲，砂糖きびは干害を受け易く，生産は不安定である。

2.2.4 洪水および渇水

洪　水

ラヨン川は流下能力の不足により，小規模な洪水流出でも氾濫している。比較的大

きな氾濫は，2年に1度程度発生しており，その地域は，バンカイから国道3号線に至る約160km^2の範囲におよんでいる。国道3号線から上流部に湛水する原因は，河口閉塞にも起因し，河道と放水路の流下能力不足を招いている。

1974年および1976年に大きな洪水が発生し，中流部では数週間，下流部では1～2ケ月の氾濫湛水があった。

バンブン川でも同様の状況で，下流の道路No.3133で遮断された約5km^2の地区は，年に1回の割合で氾濫している。

このように常襲的に起こる氾濫のために，洪水による収穫量の減少と，資産の被害は，記録はないが，相当額にのぼるとみられている。

渇　水

ラヨン県のラヨン市とバンカイ郡における最近数年の記録によれば，水不足による水田の被害は，両郡で全水田面積の7.6%となっている。現在の水田面積は水供給の可能な地区のみ，年当初において，作付面積を設定している。したがって水供給がなされれば，作付面積はさらに拡大されるとみられる。

乾期の水供給は，川底を流れる小量の水を集めて，タンクローリーを使って行っており，水不足の問題は，農業ばかりでなく，飲料水，調理，風呂および洗濯水等の用途についても深刻である。

1978年から1980年の3年間，この地方におこった異常渇水のために，農業ばかりでなく，日常生活にも大きな被害を与えた。

2・3　既設利水ダム

調査対象地域にある既存の水資源開発を目的として建設された主なダムは下記の通りであり，その諸元は表2－5に示す通りである。

バンブン貯水池　（チョンブリ県）

本ダムは，1958年完成されたもので，政府の製糖工場，下流砂糖きび畑およびバンブン地区に各々の用水を供給するために建設されたものである。しかし，貯水容量が小さく水不足は解消されていない。

バンプラ貯水池　（チョンブリ県）

本ダムは，1974年1月，ダムの下流に新ダムを建設，拡張をおこなったもので，かんがいおよびチョンブリ周辺の工業用水の供給および洪水調節を目的としている。

貯水池の拡張により，110×10⁶㎥の貯水池となったが，流入量不足のため未だ満水していない。

マプラチャン貯水池　（チョンブリ県）

本ダムは，主にパタヤの都市用水を確保することを目的として，1979年末に完成された。浄水場は既に完成，現在配水施設が建設中である。

ドククライ貯水池　（ラヨン県）

本ダムは，1975年に完成され，下流のバンカイ農業プロジェクトに，かんがい用水を補給することおよび洪水調節を主目的としている。相当量の無効放流量があり，都市・工業用水の供給が緊急に必要な場合，これを利用する事が可能である。

ノンコー貯水池　（チョンブリ県）

本ダムは，現在建設中であり，1983年完成予定である。完成後には，かんがい用水およびチョンブリ市，シラチャ市付近の都市用水，工業用水が供給される。

第３章　水資源全体開発計画

東部沿岸地域のチョンブリ県およびラヨン県における将来の都市・工業用水需要を満す水量を開発するには，将来の水需要推計，水資源開発の可能性等について総合調査を行い，水需要の増大に合わせた段階的開発計画を策定する必要がある。

３・１　基本概念

本計画を策定するにあたっての基本概念は次のとおりである。

１）水資源開発計画の計画目標年次は西暦２,０００年とする。

２）水資源開発はダムによって行う。

３）新規に開発される都市・工業用水の供給地区は，ラヨン，サタヒップ，ランチャバン，パンブンの４地区とする。

４）かんがい用水の供給地区はノンプラライダム下流のノンプラライかんがい区（３,６５０ha）とタブマかんがい区（６,４００ha）である。

５）西暦２,０００年までの増大する水需要を満す段階的開発を策定する。

３・２　将来水需要

将来水需要は，人口，生活水準，工業生産，かんがい需要から推計する。この推計により，タイ国政府の地域計画における水需要構造の変化が明らかにされると共に，信頼される値を得ることが出来る。

３.２.１　推計方法および条件

都市用水

人口推計に基づくマクロな水需要推計を下記の式により計画目標年２,０００年まで行った。

$$MWD = [(Pn \times Up \times Wp) + Ip] \times PCC \times 365\ days \times RC$$

ここに　MWD：都市用水年間需要

Pn：人　口

Up：都市人口率

Wp ：水道普及率

PCC ：1人当り日消費量

Ip ：誘発人口

RC ：原水対上水比（1．1）

2）人　口（Pn）

1976－1980年の人口調査によるとチョンブリ県とラヨン県の人口増加率はそれぞれ2.14％と2.00％である。この増加率を用いて推計すると両県の人口は1990年に1,300千人，2,000年に1,500千人となる。（表3－1参照）

2）都市人口率（Up），水道普及率（Wp），1人当り日消費量（PCC）

本調査に使用したパラメータは下記の通りである。

年	地　区	Up(%)	Wp(%)	PCC(㎥/日)∠1
1980	チョンブリ	30.0	45.3	0.345
	ラ　ヨ　ン	9.9	58.6	0.220
1990	チョンブリ	35	60	0.35
	ラ　ヨ　ン	30	70	0.30
2000	チョンブリ	45	75	0.35
	ラ　ヨ　ン	40	80	0.35

3）誘発人口（Ip）

1990，2000年の誘発人口と労働人口の推計値を表3－2，3－3に示す。

誘発人口は港湾部門と熟練労働力を必要とする工業部門についてのみ考えた。

港湾と工業部門で誘発される人口は全雇用者の20％と80％とした。サービス部門の労働力は地元から来るものとし誘発人口推計より除いた。また誘発人口は計画居住区域（Wp ＝ 100％）に入るものとする。なお，ここでは全国的な誘発人口の動向は検討していない。

工業用水

工場・港湾用水はランチャバン，ラヨン地区を除きタイ政府工業委員会開発報告書の推定に基づいた。

∠1：PCCはPWWAの実績より推定

同委員会の推定によるソーダ灰工場の使用水量は，ソーダ灰工業についてのＪＩＣＡ調査団の推定と異なるので，ここでは安全のため，ＪＩＣＡ調査団の値を用いた。

ランチャバンとラヨン地区については開発区域面積に用水原単位（m^3／ha）を乗じて求めた。

上記報告書によるランチャバン地区の工業団地開発面積は９６～１６０haと推定されているが，これには関連工業の用地やウタパオ空港関連産業の用地が入っていない。本調査ではこれを含め全部で３２０haとした。

ＩＥＡＴのランチャバン工業団地の面積は４４８haとされている。

この２工業団地の用水原単位は，タイの代表的な５ヶ所の工業団地の平均90m^3／haを採用した。

<u>かんがい用水</u>

使用水量は，イ）気候条件，作物の成育時期によって決まる蒸発量，ロ）田面浸透量，ハ）耕記用水から成る。

１）計画かんがい面積

ノンプラライかんがい区：ノンプラライダムより補給される。3,650ha

タプマかんがい区：上記ダムの後で完成予定のクロンヤイダムとタプマダムにより補給される。6,400ha

雨期作には１００％かんがいし，乾期作は８０％かんがいとする。

２）作物消費水量

この消費水量はかんがい面積に蒸散量を乗じて求める。蒸散量はチョンブリ測候所のデータからペンマン法により求めた。

３）作付体系

作付体系は作付習慣，商品価値，かんがい用水の有効利用，労働力等を勘案して次のように定めた（図３－１参照）。

	雨　期	乾　期
期　間	７～１１月	１～５月
作　物	水　稲	水稲，落花生
作付率	１００％	８０％

4）田面浸透量

田面浸透量は現場実測値の3㎜／日とした。

5）耕起用水

水田：200㎜　　畑：60㎜

6）田面有効雨量

月雨量に下記の率を乗じたものを田面有効雨量とした。

月雨量（㎜）	効率
0 ～ 10	0
10 ～ 100	0.80
100 ～ 200	0.70
200 ～ 250	0.60
250 ～ 300	0.55
300 ～	0.50

7）粗用水量

上記の各要素から求めた純用水用量を水路およびほ場効率で除して粗用水量とした。

水路効率：　90％

ほ場効率：　70％

3.2.2 水需要推計

上記のようにして推計された用途別の水需要を地区ごとに示すと次の通りである。

ラヨン地区　　（単位：×10⁶㎥）

	1990	1995	2000
工業	23.1	23.1	27.9
工業関連都市	8.5	8.5	15.5
一般都市	4.4	6.8	12.6
かんがい	69.4	128.1	194.7

サタピップ地区

	1990	1995	2000
工　　業	13.7	14.3	17.2
工業関連都市	0.8	0.9	1.5
一般都市	3.1	4.2	5.3

ランチャバン地区

	1990	1995	2000
工　　業	6.6	12.0	16.8
工業関連都市	3.4	6.0	7.0
一般都市	2.9	4.2	5.5

バンブン地区

都市用水は，誘発人口を除いた推計人口値に基づいて推定した。工業用水は現在の1.8×10^6 ㎥／年が年率10％で増加するとして推定した。

	1990	1995	2000
工　　業	2.9	3.8	4.8
都　　市	2.5	3.2	4.2

上記推計値の詳細は表3－4から表3－8，図3－2に示すとおりである。

3・3 水資源開発計画

3.3.1 開発手段

一般に水資源開発は表流水，地下水の利用，海水淡水化によって行われる。これらの中から開発可能量，水質（汚濁，土砂），環境への影響，経済性を考慮して最適のものが選ばれる。

下記の点を考慮して，ここではダム・貯水池による表流水開発を採用した。

海水淡水化により本計画のように大量の水を得るには巨大な装置が必要となる。世界でも大規模に操業しているのはサウジアラビア・香港など限られた国である。経済的にも表流水開発に比べ数倍のコスト（トン当り300円以上）がかかり引合わない。

地下水開発についても，付近の地下水賦存状況からして，大量に取水すると塩水による汚染や地盤沈下を引起すので適切な手段ではない。

河川の表流水を直接取水することも考えられるが雨期・乾期で流況の変動が大きく

安定した取水が出来ない。

結局，大量の水を安定して取水するにはダム・貯水池によるのが最適である。

3.3.2 計画ダム

東部沿岸地域におけるダム水資源開発についてはすでにＲＩＤが，ノンプラライ，クロンヤイ，タブマ，クロンルアン，プラサエ，バンプン（拡張）の各ダム建設計画を立案している（図３－３参照）。これらのうちノンプラライ，クロンヤイ，タブマ，バンプンについては，開発可能量が大きいこと，需要地に近いことなどから，さらに調査をすすめることとなっている。

ダム	集水面積	利水容量
ノンプラライ	426 km^2	144.4 $\times 10^6 m^3$
タブマ	154	35
クロンヤイ	223	45
バンプン（拡張）	53	8 ∠1

他に関する流出量の[illegible]のか，

ダム容量は統給からきまるのか，需要からきまるのか

これらのダムの概要を下に示す

ノンプラライダム

このダムは調査対象地域の中で最大の利水容量を有し，ラヨン市を貫流しているラヨン川の上流に位置している。開発された水は開発の中心地であるラヨン市マブタブット工業地区，サタヒップ，ランチャパンの工業・港湾地区へ送られる。水は，工業，都市で使用される他ラヨン川中下流域の計画かんがい地区にも送られる。

さらにダムの洪水調節により下流地域の洪水被害の減少が期待される。

クロンヤイダム

このダムはラヨン川上流左支川に位置し，ノンプラライダムと同様な地区へ水を送る。また洪水調節効果も期待される。

タブマダム

このダムはラヨン川下流の右支川に位置し，開発された水はラヨン市の都市・工業で利用される他，かんがいにも利用される。

バンプンダム

このダムはバンパユン川の右二次支川に位置している既存バンプンダムを拡張するものである。貯水容量は $2 \times 10^6 m^3$ から $10 \times 10^6 m^3$ へと増える。開発された水は，

∠1：計画容量（$10 \times 10^6 m^3$）－既存ダム容量（$2 \times 10^6 m^3$）＝$8 \times 10^6 m^3$

厳しい水不足に苦しむバンブン市の都市・工業用水供給のために利用される。また地域開発により発生する将来の水需要も本ダムの開発水によりまかなわれる。

3・4 年次開発計画

3.4.1 ダム建設順位

都市・工業・かんがいの水需要の変化を予測し，さらに次のような点も勘案して各ダムの建設優先順位を決定した。

1）対象地域の将来水需要の増大に対し，確実に供給出来る貯水池容量を有するダムを選定する。

2）開発効果の高いダムより順番に建設する。

3）対象地域のうち将来の水需要の緊急度の高い地域のダムを優先する。

ノンブラライダム，クロンヤイダム，タブマダム

最も緊急を要するのは１９８４年までにマブタブッド地区に工業用水を送ることでノンブライダムは容量が大きいので大量の水需要に応えられるはずであるが，建設期間が長いので１９８４年までに供給を開始することは出来ない。

既存のドククライダムはバンカイかんがい区のために１９７５年に建設されたのであるが，現在の所，まだかんがいシステムが完成していないので幾分かの余剰水がある。

そこで，既存のドククライダムに1984年までに適当な取水送水設備を設け，ノンブラライダム完成までの緊急水需要に応えるものとする。そしてノンブラライダムの建設により１９９５年まで，さらに，タブマダムとクロンヤイダムの建設により長期の計画目標年２０００年までの水需要に応えるようにする。

バンブンダム

貯水池の拡張によって２０００年までの都市・工業の水需要に応えることが出来る。

3.4.2 水供給の年次計画

上述したダム建設順位にもとづいて策定した段階的水資源開発計画の年次計画は以下の通りである。

年	計画目標	水供給量 ×10⁶㎥/年	
1984	ドククライーマブタブット間の導水システムの完成。マブタブッドにおける1986年までの緊急水需要を満す。	工業	19.1
		工業関連都市	3.7
		計	22.8
1986	ノンプラライダム完成。ラヨン，サタヒップ，ランチャバン地区の1995年までの水需要を満す。ノンプラライかんがい区（3,650 ha）のかんがい用水を補給。バンカイかんがい区の既得利水権も補償。作付率は雨期100%，乾期80%。	一般都市	15.2
		工業	49.4
		工業関連都市	15.4
		かんがい	69.4
		計	149.4
1986	バンブンダム完成。2000年までのバンブン市周辺の都市・工業用水需要を満す。既得水利権も補償。	一般都市	4.2
		工業	4.8
		計	9.0
1995	クロンヤイダム完成。ラヨン，サタヒップ，ランチャバン地区∠1の2000年までの都市・工業用水需要を満す。タブマかんがい区（3000 ha）へ新たに水を供給。	一般都市	22.1
		工業	57.1
		工業関連都市	23.0
		かんがい	128.1
		計	230.3
1998	タブマダム完成．タブマかんがい区の新規需要（3,400 ha）を満す。	一般都市	22.1
		工業	57.1
		工業関連都市	23.0
		かんがい	194.7
		計	296.9

∠1．ランチャバン地区へのドククライダムからの導水システムによる最大供給量は22.2×10⁶㎥/年であるのに対し，2000年での同地区の需要は29.3×10⁶㎥/年である。この差7.1×10⁶㎥/年はランチャバン近傍の水資源開発によることとする。

3.4.3 水 収 支

水需給の収支状況は表3－9，図3－4に示した。同表から明らかなように，1985年にはラヨン，サタヒップ，ランチャバン地区において17.3×10^6 ㎥／年の不足が生ずる。しかし，ノンプラライ，パンプンダムの完成を早めることは施工工程上困難である。一方，この2ダムの完成が予定工程より遅れると1986年において都市・工業用水に26.5×10^6 ㎥／年の不足が生ずる。（図3－4参照）

1987年以降計画目標年の2000年まで，水需要は十分に満される。

第4章　計　画　策　定

4・1 概　要

タイ東部沿岸地域の水資源開発プロジェクトの各サブプロジェクトの順位については第3章に述べたとおりである。この順位に従って，本章ではノンプラライとバンプン・サブプロジェクトの計画策定を行う。

ノンプラライ・サブプロジェクト

このサブプロジェクトは次の2期に分けられる。

1）第　1　期

マブタプッド工業地区に立地する天然ガス分離工場などで緊急に必要とする都市・工業用水を，ドククライダムの余剰水を水源としてパイプラインにより送水する。第1期は1984年からノンプラライダムの完成までである。

どのようにして算定したか.

2）第　2　期

ノンプラライダムの完成により，ラヨン（マブタプッドを含む），サタヒップ，ランチャバンの都市・工業用水を，またノンプラライかんがい区の3,650 haにかんがい用水を送る。このダムにより，1995年の水需要が満される。

このように2期にわけられるこのサブプロジェクトは，ノンプラライダム，貯水池および都市・工業用水の導水システムおよびノンプラライ地区のかんがい・排水システムより構成される。

バンプン・サブプロジェクト

このサブプロジェクトでは，長年にわたって飲料水にも困窮しているバンプン地区の都市・工業用水をバンプンダムの建設によって供給する。本ダムによる水供給の計画目標年は2000年である。

本プロジェクトでは地形，水文上の制限があるため大ダムの建設が出来ないのでかんがい用水は供給しない。

4：2　ノンプラライ・サブプロジェクト

4.2.1 水供給計画

第　1　期

パンカイかんがい地区への水供給と洪水調節の目的で１９７５年建設されたドククライ貯水池には相当量の無効放流がみられる。この余剰水を緊急目的であるマブタブッドの都市・工業用水供給用に利用する。

これによりこの地区の1986年の需要22.8×10⁶㎥／年までが満される。（図４－１参照）。

この送水のため，新規に導水システムを建設する。

第　2　期

第２期の計画目標年である１９９５年に，被供給地区であるサタヒップ，ランチャパンおよびマブタブットを含むラヨン地区の都市・工業用水需要量は８０×10^6 ㎥／年となる。

さらに，パンカイかんがい区の既得水利９１．３×10^6 ㎥／年と新規に開発されるノンプラライかんがい区（３，６５０ha）の用水が必要となる。

これらの水はダムからの補給と残流域の自流とによって賄われる。

このため，ノンプラライ地点の大ダム建設とドククライダムの転用を行う水供給計画が以下のように決定された。

1）ドククライ貯水地

この貯水池からラヨン（マブタブッドを含む），サタヒップ，ランチャパンの都市・工業用水８０×10^6 ㎥/年を供給する（図４－２参照）。

2）ノンプラライ貯水池

利水容量１４４．４×10^6 ㎥／年の貯水池により，ノンプラライかんがい区の需要69.4×10^6 ㎥／年とパンカイかんがい区の既得水利が供給される。この水により，ノンプラライかんがい区作付率は雨期１００％，乾期８０％となる（図４－３参照）。

ドククライ貯水池を都市・工業用水用に，またノンプラライ貯水池をかんがい用水用と，その用途を限定するのは，第１期においてドククライ貯水池に設置された取水施設を有効利用するとともに，維持・管理の容易さを考慮したためである。

１９９５年における水供給量を図４－４に示す。

4.2.2 ノンプラライダム貯水池

貯水池の規模は，水供給のための必要利水容量，サーチャージ，堆砂容量と水没補償を考慮して決定された。

利水容量144.4×10⁶ m³，サーチャージ43.5×10⁶ m³，堆砂容量12.8×10⁶ m³ を合計し貯水容量曲線から最高水位（H.W.L.）EL.47 m，ダム天端高EL.49 m とした（図4－5参照）。

湛水予定地は現在キャッサバ畑であって水没戸数は約200戸となる。H.W.Lが47 mを起すとボクデンにおける水没戸数が急激に増加するので，これを避けた。

貯水池の主要諸元は次の通りである。

集水面積	426 km²
湛水面積（H.W.L.）	23.0 km²
最高水位（H.W.L.）	EL. 47 m
常時満水位（N.W.L.）	EL. 45 m
最低水位（L.W.L.）	EL.33.3 m
総貯水容量	200.7×10⁶ m³
サーチャージ容量	43.5×10⁶ m³
利水容量	144.4×10⁶ m³
堆砂容量	12.8×10⁶ m³

(V) どのおもして設定したか，
(V) これらおもてどのおもて要素が満たされると算定したか

4.2.3 導水システム

水需要

各受益地の都市・工業用水需要のうち本システムに関係する値は次のように推定されている。

単位：×10⁶ m³／年

年	ラヨン市	マブタプット	サタヒップ	ランチャパン
1986	4.8	22.8	14.9	6.6
1995	8.4	30.0	19.4	22.2
2000	22.2	33.8	24.0	29.3

取　水　地　点

取水地点の決定に関しては，ドククライ貯水池地点とラヨン川へ放流して下流で取水する案とが検討された。

検討の結果，マブタプッド，サタヒップ，ランチャパンへの送水は貯水池より取水し，ラヨン市の都市用水はラヨン川中流の既存パンカイ頭首工で取水することとした。

マブタプッドへの送水については，ラヨン川を用い下流のパンノンサパンで取水し圧送する案も検討したが，建設費が貯水池取水案と大差がないのにもかかわらず，河道でのロスがあることから不採用とした。ただしラヨン市については既存の取水施設が利用可能であるので河川放流案を採用している。

導　水　方　法

マブタプッド，サタヒップ，ランチャパンの各地区への送水は，地形上開水路が不利なのでパイプラインによることとした。

ラヨン市については既存の水路を用いるのが地形上からも有利である。

パイプラインルートと関連施設

パイプラインのルートについては種々比較検討の結果，ドククライ ― マブタプット ― サタヒップルートとドククライ ― ランチャパンルートが決定された。ルートの概要と関連施設は次のとおりである。

1) ドククライ ― マブタプッド ― サタヒップルート

ドククライ貯水池より揚水された水は 3191 号線，ついで3号線沿いのパイプラインを通り，途中ヘッドタンクを経由して，3号線沿いにパンチャクルクヤに設ける浄水場の受水槽に至り，マブタプッドの工業地区と住宅団地へ配水される。

サタヒップへは増圧ポンプを経て3号線沿いのパイプラインによって送水され，浄水場の受水槽に至る。

2) ドククライ ― ランチャパンルート

ドククライ貯水池より揚水された水は3191号線沿いのパイプラインからヘッドタンクに至り，ここから分岐するパイプラインとトンネルを経て，3号線沿いのパントンスクラの受水槽に至る。このルートは途中，高地を経由するので増圧ポンプおよびエアチャンバーを設ける。

また主弁，空気弁，排水弁，非常弁等を適切な位置に設置する。

パイプラインシステムの設計流量

ドククライ ー マブタブッド ー サタヒップルートは計画目標年２０００年の需要量を送水できる規模とする。一方，ドククライ ー ランチャバンルートについては１９９５年の需要に見合うよう設計される。このように決定した理由は，ランチャバンルートの距離が長いため工事費が大きくなること。また，他の水源による給水の可能性もあることによる。

パイプラインの設計流量は水需要量に負荷変動係数 1.3 と損失係数 1.1 を乗じて算出した。

ルート	設計流量	年需要量
ドククライー マブタブッド	2.62 m³/sec	57.8×10⁶ m³
マブタブッドー サタヒップ	1.09	24.0
ドククライー ランチャバン	1.01	22.2

導水システムの概要を図４－６に示す。

4.2.4 かんがい・排水システム

かんがいシステム

ノンプラライかんがい区への用水は，ノンプラライ川とクロンヤイ川の合流点下流のバンノンバウに設ける頭首工にて取水され，ラヨン川下流の丘陵沿いに設ける幹線水路で導びかれる。

かんがい区は，地形に基づいて２５のブロックに分割される。ブロックごとに幹線水路からの用水取入口を設ける。

幹線水路沿いの小さなブロックでは取入口より直接末端水路に入れるが，大ブロックや，幹線水路から離れているブロックでは取入口より２次水路に入れ，その後末端水路に流すことになる。

水路設計に用いる単位用水量は 2.68 ℓ／sec／ha で，これは雨期の水田用の代かきの最終日に発生する最大用水量である。

かんがい水路網を図4－7に示す。

受益地区と各取入口の流量は表4－1に示す通りである。

排水システム

かんがいブロックの水は小排水路を通じて，近傍のラヨン川支川に排水する。しかし，B－17，18，19，20，21などは低地にあり，かつ，地区外の丘陵地からの流水が流入する。これらのブロックについては排水幹線水路を設けて排水することとする。排水面積は地区内21.3 km^2，地区外14.9 km^2 である。

排水路の設計比流量は，地区内水路で4.1 ℓ/sec/ha，地区外水路で7.9 ℓ/sec/ha である。この値は許容堪水深を200 mm とし，10年確率降雨135 mm を対象として求められたものである。

4.2.5 ダムによる洪水調節

ラヨン川は流下能力が小さいため小降雨によっても氾濫が生じ，中規模の氾濫も1年おきに起っている。この氾濫常襲地帯は約160 km^2 に達している。

治水対策としては，氾濫地帯の土地利用形態が水田であることから，ダムのサーチャージを利用する洪水調節とする。

この洪水ピークの低減効果によって，ノンプラライダムの貯留効果がない場合の年平均被害額B 62.2×10^6 は B 56.0×10^6 に減少する。この結果，洪水被害の年平均減少額はB 6.2×10^6 になるものと想定される。

4・3 パンブン・サブプロジェクト

4.3.1 水供給計画

新パンブンダムは，地形の制約から，既存パンブンダムを水没させる形で建設される。

現在，パンブンダムには，かんがい用水0.8×10^6 m^3/年，都市・工業用水2.3×10^6 m^3/年の水利権がある。

都市・工業用水の需要量は計画目標年には9.0×10^6 m^3/年に達するので，かんがい用既得水利0.8×10^6 m^3/年と合せ9.8×10^6 m^3/年を確保する必要がある。この目的のため新パンブンダムに12.5×10^6 m^3 の利水容量を持たせる（図4－8参照）。

4.3.2 パンブンダム，貯水池

貯水池の容量は，利水，サーチャージ，堆砂の各容量を考慮して決定された。これらはそれぞれ12.5×10^6 ㎥，7.8×10^6 ㎥，1.6×10^6 ㎥であるから合計21.9×10^6 ㎥が必要である。この容量を確保するため，最高水位はEL.84.3 m，ダム天端高はEL.86.3 m とされた（図4－9参照）。

ダム高は21.5 mであるが，基盤の地質は風化花崗岩であって，この程度のダムに対しては十分支持力を持っている。

水没予定地は現在の所キャッサバ畑で，水没戸数は約40戸である。

貯水池の主要諸元は次の通りである。

集水面積	53 km^2
湛水面積（H.W.L.）	4 km^2
最高水位（H.W.L.）	EL. 84.3
常時満水位（N.W.L.）	EL. 82.1
低水位（L.W.L.）	EL. 76.1
総貯水容量	21.9×10^6 ㎥
サーチャージ容量	7.8×10^6 ㎥
利水容量	12.5×10^6 ㎥
堆砂容量	1.6×10^6 ㎥

4.3.3 ダムによる洪水調節

パンブン川は流下能力が小さいため小出水で氾濫している。

氾濫域の土地利用は水稲が中心となっていることを考え，洪水調節はダムのサーチャージを利用して行うこととする。

ダム調節によりピークが低減するので，下流域の氾濫が減少し，年平均洪水被害額B 13.7×10^6は，上述の新パンブンの建設によってB 13.38×10^6に減少する。これによって，年平均B 0.32×10^6の洪水被害の減少が期待される。

第5章　予備設計

第4章で述べた計画策定に基づいて，予備設計を行う。本プロジェクトはノンプラライ・サブプロジェクトおよびバンブン・サブプロジェクトに大別されるが，それぞれの設計対象には以下のものが含まれる。すなわち，ノンプラライ・サブプロジェクトは，ノンプラライダムおよびドククライダムからマブタブッド，サタヒップ，ランチャバン各地区への導水システムおよび新規に開発されるノンプラライかんがい区のかんがい・排水システムを対象とする。一方バンブン・サブプロジェクトは，バンブンダムをその対象とする。

5.1　ノンプラライ・サブプロジェクト

5.1.1　ダムおよび貯水池

地　質

ダムサイトおよび湛水域の地質は，花崗岩を基盤岩とし，谷部では沖積層が分布している。沖積層は新期および旧期の2層に区分される。新期のものは，河床部に分布し，旧期のものは，ダムサイトの右岸にも分布している。

基盤岩は，粗粒の黒雲母花崗岩からなり，風化の程度により，表層部は，残積土およびマサとなっている。新鮮な基盤岩は，確認されていない。

残積土は，地表から3～6 mの深さで分布し，左岸よりも右岸で厚くなっている。残積土は粘土質砂に分類され，標準貫入試験によるN値は20以内である。マサ部も又，粘土質砂に分類され，よく締っており，N値は50以上を示す。

谷部に分布する沖積層は，粘土質砂やシルト質砂よりなり，その層厚は，旧期沖積層で最大15m，新期沖積層で6 m程度である。N値は，いずれの層もバラツキが見られ，新期のものでN＝1～20，旧期のものでN＝2～50以上となっている。

透水性については，表層の残積土層が難透水性，マサ部で難透水性～不透水性である。沖積層は，いずれも透水性～準透水性となっている。地下水位は，河谷部で河床以下1～1.5m，左右のアバット部で地表下3～6 mである。

土取場予定地域は，ダムサイト左右両岸の上流側および下流側に計画されている。これら土取場予定地内に分布する土は，主に粘土質に分類され，ダム堤体の盛土材として充分な量である。

コンクリート骨材及びリップラップ材は，サタヒップの北約 12 km の原石山で充分な量が得られる。

この他のダムサイト近くの原石山候補地としては，ダムサイトの東側約 8 km 及び 20 km 北に花崗岩からなる丘陵があり，それを利用できよう。

ノンブラライ・ダム軸の地質図を，図5－1に示す。

ダ　ム

このダムは地質ならびに，建設材料が周辺で採取可能であることから，アースフィルダムとする。

ダムの基礎は，基礎からの漏出水を防ぐ為に，ダム軸に沿って 6 ～ 8 m 幅で不浸透層に設置される。

ダムの主要諸元は，次のようである。

ダム形式	カットオフトンチ付きアースフィル
堤頂高	EL. 49.0 m
ダム高	31.0 m
堤頂長	4,000.0 m
勾　配	1 : 3.0 m （上流側）
	1 : 2.5 m （下流側）
堤体積	3.2×10^6 m^3

堤体積には，一次締切と二次締切の土量，0.7×10^6 m^3 を含む。

堤体の上・下流の法面は，捨石，張芝を行って洗掘を防止する。ダム建設に起因する湛水から，その上流端に位置するポクデンを守るために，低い堤防を築造する。

ノンブラライダムの一般平面，縦断，標準断面を図5－2，3，4に示す。

洪水吐

洪水吐の計画洪水流量は，ダムの計画洪水流量である200年確率洪水の1.2倍1,050 m^3/s の流入に対して，貯水池による調節効果を考慮して，その最高水位H.W.L 47 m において，700 m^3/s とする。計画洪水の流入，流出量のハイドログラフを図5－5に示す。ダム予定地の地形から洪水吐は，ダムの左岸アバットに設置する。

洪水吐には，調節ゲートのない横越流堰，シュート部，ジャンプ型減勢池を含む。洪水吐の堰幅は，120 m である。洪水吐は，全長を最少にする様に設計され，横越流堰，水路部，接続水路の全長は，1,000 m となる。

非常時に貯水池水位を下げるため，ローラーゲート（幅５ｍ×高さ５ｍ）を設置する。

これらの施設の平面，縦断および詳細図を図５－６，７，８に示す。

取水および放流施設

取水放流施設は，バンカイかんがい区と新規に開発されるノンプラライかんがい区に用水を供給するものであるが，貯水位の非常時の低下にも用いられる。

かんがい用水の必要水量は，最大１０㎥／ｓである。しかし，施設規模は，この施設が非常時の水位低下にも使用されることから，１４㎥／ｓに設定される。

放流量は放水口で，バルブ（ジェットフローゲート　φ＝1,500㎜）で調整する。もう一つのゲート（スライド式φ＝1,500㎜）を，メインテナンス用にジェットフローゲートの直上流に取付ける。

放流水は，減勢池で減勢された後に，５１０ｍの水路を通じて，現河川に流入させる。この取水，放流施設を図５－９に示す。

仮排水路施設

クロンラボエン川（左側），クロンボンナムビット川（右側）の２川は，ダム建設中工事の施工性と安全性から，仮排路を設けて流下させる必要がある。

仮排水施設は，主として２つの川を結ぶ開水路，仮排水路，上流締切，主締切，下流締切，下流水路から構成される。

第１に，クロンボンナムビット川の流れをクロンラボエン川に開水路で導き，そこで，クロンラボエン川の流れと一緒にダム堤体内の仮排水路を通して流下させる。これらの施設は，１０年確率の洪水を対象として設計される。

水力発電施設

将来予想される電力需給ひっ迫に対処するために分岐水圧管を，かんがい用放水暗渠の末端に施設する（図５－９参照）。

用地取得と道路の付替え

ダム建設の実施以前に，最高水位（H.W.L）より１ｍ高いEL.48ｍ以下の，現在ほとんどキャッサバ畑である24.6㎢の用地の取得と，この地域内の家屋２００戸の移転が必要である。

ダムサイト，土取場および付替道路用等の用地を加えると，合計取得用地面積は，３１㎢となる。

付替道路は，貯水池右岸に位置し，その延長距離は，１7.3㎞である。これに伴なって，

約10の橋が新設される。

既存ならびに付替道路および新設される10橋を，図5－10に示す。

5.1.2　導水システム

ドククライ貯水池から，マブタブッド，サタヒップ，ランチャバンへ都市・工業用水を供給するために，導水システムが必要である。

このシステムの主要施設は，取水ポンプ場，パイプライン，増圧ポンプ場，ヘッドタンク，エアチャンバー，および受水槽より構成される。浄水場および配水施設は，本検討の対象外である。

水供給ルート（ドククライダムからマブタブッドまで，マブタブットからサタヒップまで，ドククライダムからランチャバンまで）の平面および縦断図を，図5－11，12，13に示す。

取水ポンプ場

取水ポンプは，ドククライ貯水池内に取水塔兼用のポンプ場を建設し，ケーソン中に立軸渦巻きポンプを設置するタイプである。

取水ポンプ場の主要諸元は，次の通りである。

ポンプ台数	6台（予備1台を含む）
ポンプ容量	43.56m³/min/台
全揚程	107m
モーター出力	5,250KW

ポンプ場の位置図，ポンプ場および送水パイプの縦断図，ポンプ場の一般平面図を図5－14，15，16に示す。

パイプライン

都市・工業用水は，ランチャバンルートのトンネル部以外は，全てパイプラインで供給される。

パイプラインの延長，径，肉厚は，以下の通りである。

ドククライダム　－　マブタブッドルート

距　離	27.6km
直　径	1,350mm
肉　厚	11.9mm

マブタブッド　－　サタヒップルート

距　離　　21.9 km

直　径　　1,000 mm

肉　厚　　8.7 mm

ドククライダム ― ランチャバンルート

距　離　　53.0（トンネル部を含む）

直　径	距　離	肉　厚
900 mm	24.5 km	7.9 mm
1,000 mm	13.0 km	8.7 mm
1,200 mm	6.5 km	11.1 mm

トンネル部の延長は，9.0 kmである。

ランチャバンルートは地形の変化が激しいため，最も経済的となるように，その断面を上述のように変化させている。

パイプライン材質は，スティール，ダクタイル，鉄筋コンクリートの比較，検討の結果，スティールが採用された。

<u>増圧ポンプ</u>

1）マブタブッド　―　サタヒップルート

ポンプ台数　　3台（予備1台を含む）

ポンプ容量　　32.7 m³/min/台

全揚程　　11 m

モータ出力　　150 KW

2）ドククライダム　―　ランチャバンルート

ポンプ台数　　3台（予備1台を含む）

ポンプ容量　　30.3 m³/min/台

全揚程　　45.0 m

モータ出力　　600 KW

<u>エアチャンバー</u>

ドククライ貯水池とランチャンバンルート間の水頭は，非常に高いため，ウォーターハンマーによって生じる衝撃の影響を明らかにし，必要な対策を確立することが要求される。それらの調査に基づき，エアーチャンバーを設置し，その総量を120 m³とし，これを3基に分割することが決定された。それぞれの容量は40 m³である（図5－17参照）。

ヘッドタンク

ヘッドタンクの容量は，ポンプ運転の水位調節スイッチおよび停電時にパイプラインに貯留される水量から決定される。

さらに，最小空転時間に必要な水量と，維持管理の容易さを考慮して，ヘッドタンクは次の３基設置する。すなわち，マブタブッドおよびサタヒップに，容量3,000㎥のヘッドタンクをそれぞれ１基（図５－１８参照），ランチャパンに容量2,000㎥のヘッドタンクを１基設置する。

受水槽

２分間の水量が貯留可能となるように，各地点の受水槽規模が以下のように決定された。

マブタブッド	780㎥
サタヒップ	350㎥
ランチャパン	300㎥

この一般図を図５－１９に示す。

5.1.3　かんがいおよび排水システム

かんがいシステム

かんがいシステムには，ラヨン川の頭首工，幹線水路，支線水路とその他の関連施設が含まれる。なお，ほ場整備は検討対象外である。

ラヨン川の左岸にある丘陵沿いに設置される幹線水路の全長は，46.2㎞である。

最大設計流速は，水流の安定性を保つために，1.5㎥/sec以下に制限する。

幹線水路の平均勾配は，下流部の1／3,000以外は，1／5,000である。図５－２０に示すように断面形状は台形である。底幅と余裕高は流量によって以下のように定められる。

流量（㎥/sec）	底幅（m）	余裕高（m）
2.0未満	1.60	0.30
2.0－4.0	2.00	0.30
4.0－6.0	2.40	0.40
6.0以上	2.80	0.40

この幹線水路は，厚さ7㎝のコンクリートで被覆され，幅5.0ｍの管理道路が，これに沿って設けられる。

支線水路は，計１２設置され，その延長は２０㎞である。支線水路の断面形状は，台形であり，厚さ5㎝のコンクリートで被覆される。その余裕高は，0.15ｍ，また管理道路

の幅員は，３ｍである。

排水システム

排水路は，経済性を考慮して素掘水路とする。この排水路は，対象地域の低地に設置される。

排水路の全長は，6.5 km，断面形状は台形，平均勾配は，1／700－1／1,000である（図５－２０）。

水路の盛土勾配は，１：1.5である。

また，管理道路の幅員は，3.0 ｍである。

5.2 バンブン・サブプロジェクト

バンブン・サブプロジェクトには，ダムとその関連施設の設計が含まれる。

地　質

ダムサイトおよび湛水域の地質は，沖積層に被覆されている花崗岩である。沖積層は，河床部と現貯水池に分布している。

基盤岩は，粗粒の黒雲母から成り，風化の程度により残積土，マサ土あるいは風化していない土に分けられる。未風化の岩は，河床で採取したボーリングコア内のみに見られる。

残積土は，そうとう厚く，４ｍから８ｍ厚であって，左岸より右岸の層が厚い。土質はＮ値が１０～５０の粘土質砂である。

沖積土は，まわりの丘陵から運ばれてきたものと推定されるが，だいたい締め固められた細砂であり，残積土でおおわれている。層厚は，１～３ｍである。

谷部の沖積土の分布は，層厚が７ｍ程度の粘土質砂を含んでおり，ゆるいところで，Ｎ値は１０である。

さらに，岩質の小さな丘陵でも花崗岩が見られる。

ダムサイトの基岩である残積土，風化花崗岩，未風化岩は，透水性からみて，難透水性から不透水性であり，沖積層は，透水性から準透水性である。

地下水位は，河谷で河床以下 1.0 ｍであり，左岸アバット部では地表以下２～３ｍのところである。土取場は，ダムサイトの上下流部左右岸を予定している。土取場の土質は，主に粘土質砂である。資料からみると，ダムサイトの２km下流でも良質の土がかなりあることが明らかにされている。

骨材とリプラップ材には，チョンプリの7.5 km南方にある石灰石の採石場から十分な量を得

ることができる。その他，ダムサイトの右岸側にある花崗岩の丘陵も，採石には適していると考えられる。

バンブンダム軸の地形図を図５－２１に示す

ダ　ム

ダム形式は，ダムサイトの地質ならびに，建設材料が周辺で採取可能であることから，アースフィルダムとする。

ダムの基礎は，基礎からの漏出水を防ぐために，ダム軸に沿って６ｍ幅で不浸透層に設置される。

ダムの主要諸元は，次の通りである。

ダム形式	カットオフトレンチ付きアースフィル
堤頂高	EL．８６.３ｍ
ダム最大高	２１.５ｍ
堤頂長	２,８００.０ｍ
勾　配	１：３.０　（上流側）
	１：２.５　（下流側）
堤体積	1.4×10^6 ㎥

堤体の上・下流の法面は，洗掘防止のため，捨石もしくは張芝とする。

平面図，縦断図，横断図を図５－２２，２３，２４に示す。

洪水吐

洪水吐の計画洪水流量は，ダムの計画洪水流量である２００年確率洪水の１.２倍，２４５㎥／ｓの流入に対して，貯水池による調節効果を考慮して，１２５㎥／ｓ（最高水位 EL．８４.３）とする。

この洪水吐の計画洪水の流入・流出ハイドログラフを図５－２５に示す。

洪水吐は，調節ゲートのない越流堰，シュート，ジャンプ形式の減勢池から成る。越流堰幅は，２０ｍである。

ダムサイトの地形から，洪水堰は右岸沿いに設置される。

洪水吐は，その全長が最小となるように計画され，越流堰，シュート，減勢池，接続水路の総延長は，２５０ｍである。

平面図ならびに詳細図を，図５－２６，２７に示す。

取水および放流施設

取水および放流施設は，既得水利であるかんがい用水の取水と，貯水池の非常時水位低下のために設けられる。

取水施設のタイプは，取水塔型であり，また仮排水路を，ダム完成後，その直径をコンクリートで狭くして，その放流施設として使用する。

この施設規模は，非常時に，常時満水位で7.0 m³/s，また最低水位で5.0 m³/s放流可能とするように決定されている。

放流量は，放水口のバルブ（ジェット・フローゲイトφ1,000 mm）で調整する。さらにメインテナンス用ゲート（スライドゲートφ1,000 mm）が，バルブ直上流に設置される。

放流水は，減勢池で減勢させた後に，既存河川に流下させる。

取水，放水施設を図5－26，5－28に示す。

仮排水路施設

ダム建設工事を円滑に，かつ安全に実施するために，仮排水施設が設置され，これには仮排水路，締切ダム等が含まれる。

仮排水路は，地形および地質からみて最適と考えられる右岸側に設置される。

その規模は，10年確率出水時の既存バンブンダムからの放流水を安全に流下させるように，設定されている。

用地取得と道路の付替え

ダム建設実施以前に，最高水位（H.W.L.）より1 m高いEL．85.3 m以下の，現在ほとんどキャッサバ畑である2.7 kmの用地の取得と，この地区内の家屋40戸の移転が必要である。

付替道路は，貯水池右岸に位置し，その延長距離は，3.7 kmである。

既存ならびに付替道路を，図5－29に示す。

第6章　施工計画および建設費

6.1　施　工　計　画

本施工計画は，施工材料に対する現場での取得の可能性，天候，地形および地質条件等を考慮して立案されている。また，本計画では現実的に可能な限り機械施工を主体にした実施を前提とする。

6.1.1　ノンプラライ・サブプロジェクト

ノンプラライダム

1）工事材料

a．築堤材料

ダム施工に必要な全体土量として3.17×10⁶ m³が推定される。その内訳は，コアおよびシェルで2.8×10⁶ m³，フィルターで0.12×10⁶ m³，法面保護で0.25×10⁶ m³となる。

ボーリングテストならびに現場踏査の結果によれば，コアおよびシェル等の主要な施工材料は，ダムサイト附近に豊富にあることがわかり，施工材料に関しては，何ら問題がないものと推定される。本計画では，ダムサイト下流の左右岸の取付部に土取場を置いている。ダム基礎および余水吐のための掘削によって得られる多量の土砂は掘削期間中，仮置された後，築堤材料として使うことが可能と考えられる。

フィルター材料（ドレイン材）としては，土取場の上部層から採取される砂を使用することが可能と考えられる。コアおよびシェル材は，一旦仮置場に置れた後，施工スケジュールに応じて築堤されていくこととなる。ロック材による法面保護材は，現地国で供給されることを前提とする。

b．コンクリート材料

余水吐，取水口等に必要なコンクリートの総量は，48,000m³と推定される。細骨材および粗骨材は現地国で供給されるものとする。

セメント（12,000トン）および鉄筋（3,000トン）の費用は外貨によってまかなわれる。

2）工事用機械

工事用機械は，モータースクレェイパー（積載容量16m³），ブルドーザー（容量21

トンおよび32トン)，ウィール・ローダー(容量3.3㎥)，クローラーローダー(容量3.2㎥)およびダンプトラック(容量20トン)で構成される。また，これら工事用機械は，施工業者によって用意されるものとする。

3) メタルプラント

洪水用ゲートおよびバルブさらに取水および放流施設用のゲート，バルブの費用は外貨によってまかなわれる。

4) 工事用施設

事務所，宿舎，倉庫，建設機械置場，修理場，型わく組立場，補強材製作場，コンクリートプラント，水供給施設，電気供給施設，ジャリおよび法面保護材置場等の工事用施設を必要とする。また，工事のすみやかな進捗のため，6㎞の工事用道路が必要となる。

工事用事務所の一部は，ダム完成後も残され，ダム管理用事務所の一部として永久的に使われることが予定されている。

5) 用地取得ならびに付替

既存の道路のうち7.3㎞の部分が貯水地右岸側に沿って付替えられ，また約200戸の水没家屋の移転が必要となる。また，ダム工事実施のため，水没地域，ダムサイト，付替道路，土取場等の合計31㎢の用地取得が必要である。

6) 実施工程

ダムの実施工程は，図6－1に示す通りとなる。同図のように，詳細設計が1983年に始り，その後，仮設工事，掘削工事，土工等が1984年に開始され，完成は1986年の予定となっている。以上の全体工期は48ケ月と設定される。

導水システム

1) 工事材料

a. コンクリートおよびスティール

コンクリート，鉄筋およびスティールパイプの概算必要量は次の通りとなる。

ルート	コンクリート	鉄筋	スティール・パイプ
	㎥	トン	トン
ドククライーマブタブッド∠1	4,500	500	9,500
マブタブッドーサタヒップ	500	100	4,700
ドククライーランチャバン	20,000	800	9,300
合計	25,000	1,400	23,500

∠1：取水施設を含む

スティール・パイプとしてはSTPY 41のタイプを使うこととし，その工場製作は現地図で行われるものと仮定する。

b．その他材料

ポンプ，ゲート，バルブ等の機器は，海外からの輸入を前提とする。ポンプ台数は6台であり，それぞれのポンプは1,050KWのモーターで装備された43.56㎥/minの容量を有する。

2）工事用機械

工事用機械としてバック・ホー（容量0.6㎥），ダンプトラック（容量11トン），クローラークレイン（容量30トン）等を必要とする。

なお，これら工事用機械は施工業者によって準備されるものとする。

3）用地取得

合計40haの用地取得がヘッドタンク，受水槽，およびパイプライン建設のため必要と推定される。

4）実施工程

導水システムの実施工程は，図6－1に示す通りとなる。本導水システムは，ドククライ～マブタブット，マブタブッド～サタヒップ，およびドククライ～ランチャバンの以上3ルートより構成されている。ドククライ～マブタブッド間のルートに関していえば，詳細設計が1981年に開始され，ドククライダムの余剰水をマブタブッドの需要地に送水することを目的に，1984年の完成を見込でいる。他の2ルート，すなわちマブタブッド～サタヒップならびにドククライ～ランチャバンに関しては，詳細設計を1983年に開始し，全工事を1986年に完成させる予定となっている。これにより，ドククライダムからの水供給は，マブタブッドを経由してサタヒップへ導水され（ドククライ～マブタブッドから延長されてサタヒップにいたるパイプラインによる），また同時に，ドククライ～ランチャバン間のパイプラインによってランチャバンに導水される。

かんがいおよび排水システム

1）工事材料および工事用機械

幹線および支線水路の築堤材料は，水路沿いの土を用い，掘削，運般およびブルドーザーによるならしのあと，タンピングローラーによって締め固められることとなる。

幹線水路の掘削はスクレェイパーによっておこなわれ，グレイダーによって整地される。また，支線水路および排水路に関しては，バックホーおよび人力によって掘削がお

こなわれる。

2）実施工程

かんがいおよび排水システムの実施工程は，図6－1に示す通りとなる。

詳細設計の開始を1983年におき，ノンプラライダムによる3,650haのかんがい区への水供給を目的に，全工事を1986年に完了させる予定となっている。全工程期間は48ケ月となる。

6.1.2　バンブン・サブプロジェクト

バンブンダム

1）工事材料

a．築堤材料

築堤材料の合計は1.4×10⁶ m³となる。ボーリングテストならびに現場踏査の結果によれば，ダムサイト附付で築堤材料の取得が可能であり，材料取得に関しては質，量共に問題ないと考えられる。

ダム基礎および余水吐のために掘削された土の材質は土取場のものと同一の安全性を有すると考えられ，したがって，この掘削された土の一部もまた仮置の後，築堤材料として用いることが可能と考えられる。

フィルター材としては，土取場の上層の砂を用いることが考えられる。この砂はダムの堤体材として用いる前に，土取場に一旦仮置され，その後必要とする工程に応じて，築堤されていくこととなる。法面保護材は，現地における供給を前提とする。

b．コンクリート材

プロジェクト実施に用いられるコンクリート量は12,000 m³と推定される。コンクリート用骨材（砂，ジャリ）および型わくは，現地で供給されるものとする。また，セメントおよび鉄筋の費用は外貨にてまかなわれる。

2）工事用機械

主要な工事用機械として，モータースクレイパー（積載容量16 m³），ブルドーザー（容量21トンおよび32トン），ウィールローダー（容量3.2 m³），クローラーローダー（容量3.3 m³），パワーシャベルおよびバックホー（容量2.0 m³），ダンプトラック等が考えられる。

3）メタルプラント

取水および放流施設のゲートならびにバルブの費用は外貨によってまかなわれる。

4）事務所，宿舎，倉庫，車輌置場，修理場，型わく組立場，コンクリートプラント，水供給施設，電気供給施設，骨材仮置場等の工事用施設を必要とする。また，工事の円滑な実施のための工事用道路が必要となる。

5）用地取得および付替

既設道路のうち，3.7㎞の部分が，貯水池の右岸側に沿って付替られ，さらに約40戸の家屋が移転されることとなる。さらに2.7㎢の貯水池部に関して，用地取得を必要とする。

6）実施工程

ダムの建設予定期間は，図6－2に示す通りとなる。同図によれば，詳細設計が1983年に開始され，その後1984年の仮設工事，1984～1985年の土工と続き，1986年に全ての工事が完了する予定となっている。

6.2 建　設　費

ノンプラライおよびパンプン・サブプロジェクトに対し推算される建設費は次の通りとなる。

（単位：百万ドル）

	外貨	内貨	合計
ノンプラライ・サブプロジェクト			
ノンプラライダム	29.85	36.70	66.50
導水システム	88.37	47.01	135.38
かんがいおよび排水システム	7.01	9.04	16.05
小　計	125.23	92.75	217.98
パンプン・サブプロジェクト			
パンプンダム	12.47	11.12	23.59
総　計	137.70	103.87	241.57

上記の建設費の内訳は，表6－1，2に示す通りとなる。

上記建設費は，工事費，用地取得費，補償費，エンジニアリング費，コンティンジェンシィ，建設期間中の利子を含む。

上記コンティンジェンシィは，プライスおよびフィジィカル・コンティンジェンシィにお

り構成されている。プライスコンティンジェンシィとしては，外貨分として７％，内貨分として１２％の年間物価上昇率をそれぞれ採用している。フィジイカル・コンテインジェンシイとしてはプライスコンテインジェンシイを除いた建設費の15％を設定した。但し導水システムの場合には10％を採用した。

工事用機械および金属材は，ＣＩＦ価格に税金を加えたもので積算している。鉄筋，燃料，オイル，およびセメントは外貨分として見積っている。税金および現地での雑支出は，内貨分として見積っている。建設期間中の利子は，外貨分として見積ることとする。なお利子率は，３％の値に固定している。米ドル，パーツ，および円の交換レートとして，１米ドル＝２３パーツ＝２３０円を採用している。

第７章　維持および管理

7.1　必要業務および組織

パイプラインシステムを除く全てのプロジェクト施設は，建設完了後，ＲＩＤによって維持および管理が行なわれることとなる。なお，ＲＩＤはプロジェクト建設の実施官庁でもある。パイプラインシステムについては，その維持および管理のための担当官庁は現在設定されていない。

ドククライダム，ノンプラライダム，パイプラインシステム，かんがいシステムおよびパンプンダムの維持および管理に必要な人員は表７－１に示す通りである。また，維持および管理のために必要となる業務は以下のとおりである。

7.1.1　ノンプラライ・サブプロジェクト

ノンプラライダム完成前

1）ドククライダム

同ダムの維持および管理に必要な業務は，次の通りである。

－ダムおよび貯水池の日々のパトロール

－水需要に応じた水供給オペレーション

－水文データの収集および整理

2）パイプライシステム

維持および管理に必要な業務は，次の通りである。

－パイプラインシステムの日々のパトロール

－主要施設群の総合運用

－水配分の管理

ノンプラライダム完成後

1）ドククライダム

ノンプラライダムの完成後，ドククライダムは，ラヨン，サタヒップ，ランチャバン地区に対する都市・工業用水需用をまかなうことになる。維持および管理に必要な主要業務としては，ノンプラライダム完成前と同じものが考えられる。ただし，業務に必要な人員は，供給地域の増加に伴って，調整する必要がある。

2）ノンプラライダム

維持および管理に必要な業務としては，ドククライダムに対するそれと同一のものが考えられる。

3) かんがいシステム

維持および管理に必要な主要業務は，次の通りである。

－取水口およびかんがい水路に対する日々のパトロール

－必要な取水量を得るためのゲート操作

－水文データの収集および整理

4) パイプラインシステム

ノンプラライダム完成後，ドククライダムは，前述したパイプラインシステムの延長により，マブタプッドを経てサタヒップ地域へ給水することとなる。さらにドククライダムは別途のパイプラインによりランチャバン地区へも給水をおこなう。

必要とする維持および管理のための業務は，ノンプラライダム完成前のそれと同一のものとなる。

7.1.2 パンプンダム・サブプロジェクト

パンプンダムの拡張事業完成後，同ダムの貯水容量は，従前のものに比較して5倍に増加する。これに伴って，維持および管理のための人員の強化が必要となるが，その業務内容はドククライダムのそれと同一のものである。

7.2 維持および管理費用

ダムおよびかんがいシステムの維持および管理に必要な年経費として，US$ 0.48×10^6 が見積られる。一方，パイプラインシステムに関しては，維持および管理に必要な年経費としてUS$ 1.41×10^6 が見積られるが，これは主にポンプによって消費される電力の料金に充当される。

第8章　プロジェクト評価

8.1 経 済 評 価

8.1.1 経済コストの算出

予備設計に基づいて積算された建設費のうちあらゆる種類の税金，保険料，および補償費を差し引くことにより経済コストは算出される。施工機械とエンジニアリングサービスに関しては，国際競争入札によって購入するものであり，国際価格に基づきその費用を算出した。

労働コストに関しては，財務コストのうち非熟練労働コストの70％および熟練労働コストの100％が採用される。エンジニアリングサービスは財務コストの場合と等しく，さらにフィジカルコンティンジェンシーとして15％が加算される。プライス・コンティンジェンシーは含まれない。全ての経済価格は1981年2月の基準価格で示されている。

ノンプラライ・サブプロジェクト

導水システムに関しては，ドククライーマブタブッド，マブタブッドーサタヒップ，およびドククライーランチャバンの3ルートがベース・ケースとして採用されている。ノンプラライ・サブプロジェクトの経済コストは以下に示されている。

1）建 設 費

ノンプラライ・サブプロジェクトの総建設費は，US$140.36×$10^6$となり，工種別費用は，下記の通りである。

工　種	費用(US$×$10^6$)
ダ　ム	35.58
導水システム	92.79
かんがいおよび排水システム	8.40
ほ場整備	3.59
計	140.36

年度別費用については，表8－1と8－2に工種別にとりまとめた。

2）ダムコストアロケーション

ダムの建設費用は，分離費用身替り妥当支出法により，部門別にアロケーションを行った。結果は下記に示す通りである。

部　門	費用（US$×10⁶）
洪水調節	4.91
工業・都市用水	21.35
かんがいおよび排水システム	9.32
計	35.58

3）部門別費用算定

上記のダムコストアロケーションに基づき，総建設費を部門別に分類すると次のようになる。

部　門	費用（US$×10⁶）
洪水調節	4.91
導水システム	114.14
かんがいおよび排水システム	21.31
計	140.36

4）維持管理費

ノンプライダムおよびかんがいおよび排水システムの維持管理費は年間それぞれUS$ 0.30 ×10^6 およびUS$ 0.18 ×10^6 であるが，導水システム（ドククライーマブタブッドーサタヒップ，ドククライーランチャバン）に関しては，維持管理費はフル操業時でUS$ 1.41 ×10^6 と積算された。このコストは主にポンプ場における揚水のための電気代である。

パンプン・サブプロジェクト

1）建設費

パンプン・サブプロジェクトの建設費は，パンプンダムだけの建設費用であり，総費用で，US$ 14.23 ×10^6 である。この年度別費用は，表8－1 に示す通りである。

2）ダムコストアロケーション

ノンプラライダムの場合と同様に，パンプンダム建設費についてアロケーションを行った。その結果は次の通りである。

部　門	費用（US$×10⁶）
洪水調節	0.28
都市・工業用水	13.95
計	14.23

3）維持管理費

パンブンダムの維持管理費は年間US$ 0.10×10⁶と積算された。

8.1.2　経済便益の算定

都市用水および工業用水の便益

経済便益を金額によって標示することは非常に困難なことであるが，本プロジェクトを経済評価するには開発される都市用水および工業用水をもとに便益を設定する必要がある。本調査では，単位当りの水の便益はノンブラライ・サブプロジェクトでは₨ 5.0／m³，パンブン・サブプロジェクトでは₨ 7.0／m³と設定するが，これはウィリングネス・トゥ ペイと水のコストをベースとしたものであり，その際の条件としては全資本費（金利は年9％）および維持管理費の全てのカバーするものである。

ノンブラライ・サブプロジェクト

1）都市および工業用水

便益は水の単位当り便益に水の消費量を乗ずることにより算出される。表8－3は毎年の水の需要，供給および各年の水の消費量をベースとした便益を示しているが，水需要は，第3章需要の将来推計の結果を利用している。都市および工業用水の便益は，1995年以降，年間US$ 17.36×10⁶となる。

2）かんがい

ノンブラライダムで開発された水は米およびグランドナッツの生産に使用される。プロジェクト完成後は雨季に3,650 haの地区で米の生産さらに乾季には975haの地区で米の生産および1945 haの地区でグランドナッツの生産が可能となる。かんがい便益はプロジェクトを実施しない場合に比較して，実施した場合の純生産額の増大により決定される。プロジェクトを実施しない場合の純生産額は約₨ 41.32×10⁶（US$ 1.80×10⁶）にとどまるが，他方，プロジェクトを実施することにより純生産額は年間₨ 120.36×10⁶（US$ 5.23×10⁶）に達する。1993年における便益は（便益が最高水準に達する時期）₨ 79.04×10⁶（US$ 3.44×10⁶）となる。水の供給量を69.4×10⁶ m³と仮定すれば，単位当りの便益は₨ 1.14／m³（US$ 0.05／m³）となる（表8－4，5，6参照）。

3）洪水調節

洪水調節による経済便益は，前述の如く，年平均₨ 6.20×10⁶（US$ 0.27×10⁶）である。

バンブン・サブプロジェクト

1) 都市および工業用水

便益は水の単位当り便益に供給された水の量を乗ずることにより算出される。表8－7は各年の水供給と便益を示している。工業および都市用水の便益は2,000年以降，年間US$ 2.04×10⁶となる。

2) 洪水調節

洪水調節による経済便益は年間約Rp 0.32×10⁶（US$ 0.01×10⁶）である。

間接便益

1) 工業発展の促進

先に述べた如く，ガス分離および石油化学プラント，ソーダ灰プラント，化学肥料プラント，還元鉄プラント，工業団地，深海港，その他の工業プロジェクトが東部沿岸地域において将来実施されるべく計画されている。当プロジェクトはこれら工業プロジェクトに対し必要欠くべからざる工業用水を供給することになり，この地域における工業発展を促進することになる。

2) 生活水準の向上

2つのサブプロジェクトにより都市用水の供給を新たに受ける人口は25～30万人に達し，1993年までに1人当り320ℓ／日の水が消費可能となる。したがって現在の1人当り220ℓ／日の水の消費量は100ℓ／日増大することになり，これは将来の生活水準の向上をもたらすことになる。さらに，現在バンブン地区における水道の普及は非常に限られているおり，水の供給は不安定であるため，サービスを受けている家庭でさえ雨水溜めとタンクを持たねばならない。1979～80の渇水期には，タンクローリーがほとんど毎日住民に水を運んだ。渇水が最も厳しい時には，住民自ら浄水場へ行き不法な取水をしなければならなかった。このような地域への水供給を安定させることにより住民の福祉の向上につながることは疑う余地のないところである。

3) 洪水調節による土地価格の上昇

対象地域における洪水の減少は将来より効率的な土地の利用をもたらすことになろう。

8.1.3 経済分析

ノンプラライ・サブプロジェクト

プロジェクトの評価は推定された経済便益および経済コストをベースとした内部収益率

（ＩＲＲ）を計算することによって行なわれた。ノンプラライ・サブプロジェクトの内部収益率は１０.５％と計算される。各部門ごとの便益およびコストにもとづいて計算された内部収益率は次の如くである。

部　門	ＩＲＲ(%)
都市・工業用水	１０.４
かんがい	１２.１
洪水調節	３.５
サブ・プロジェクト全体	１０.５

パンプン・サブプロジェクト

先に検討した経済コストおよび便益に基づき，都市・工業用水，および洪水調節が検討された。サブ・プロジェクト全体及び部門別内部収益率（ＩＲＲ）は次に示す通りである。

部　門	ＩＲＲ(%)
都市・工業用水	８.３
洪水調節	２.９
サブプロジェクト全体	８.２

８.１.４　感度分析

感度分析では，建設費，水需要，などの各要因が変化した場合に，ＩＲＲがいかに変化するかを見る。各ケースの変化ファクターおよびＩＲＲ計算の結果は表８－８と８－９に示す通りである。

ノンプラライ・サブプロジェクト

１）建設費

建設費が１０％，２０％と上昇すれば，ＩＲＲはそれぞれ９.５％，８.７％と減少する。

２）水の需要の発生が１０年遅れた場合

水需要の発生が１９９５年時点で１０年遅れたとした場合，便益は遅れに従って減少する。この結果，ＩＲＲは８.６％となり，ベース・ケースより１.９％低くなる。それゆえ，慎重な計画を立て，実際の水需要を越えた過剰な容量を取るようなことは，避けなければならない。

パンプン・サブプロジェクト

１）建設費

建設費が10%，20%と上昇すれば，IRRはそれぞれ7.6%，7.0%と減少する。

2）水の需要の発生が10年遅れた場合

水需要の発生が2000年時点で10年遅れたとした場合，便益は遅れに従って減少する。この結果，IRRは7.0%となり，ベース・ケースより1.2%低くなる。

8.2 財務評価

8.2.1 当プロジェクトの財務的背景

タイではRIDが国家予算によりダム及びかんがい用水路の建設を行なっているが，かんがい用水を供給することにより農民あるいは地主から水料金を徴収することは，従来の慣習から行なわれていない。水料金の徴収は農民にまだ支払い能力がないとの理由から議会の反対をうけており，これが近い将来可能になると予想することはむずかしい。即ち，RIDはかんがい用水の供給に対して収入はなく，したがって，かんがい用水開発に関する財務分析は不可能である。他方，都市・工業用水に関しては水料金の徴収は現在実施されており，したがって，導水システムおよびダム（都市・工業用水のコストアロケーション分）についての財務分析は可能である。以下はこれを中心に分析を行なうことにする。

8.2.2 財務条件

都市・工業用水配水システムの財務分析を行う際の前提条件は次の通りである。

<u>ノンプラライ・サブプロジェクト</u>

1）総所要資金

都市・工業用水が負担するダムの建設費はノンプラライダムの建設費の60%（コストアロケーションにより）に相当する。導水システムの建設費はドククライ→マブタプッド→サタヒップ，ドククライ→ランチャバンのルートを含むものとする。総所要資金は，US$ 175.31×10^6となり，下記に示すように60.6%（US$ 106.27×10^6）が外貨であり，また，39.4%（US$ 69.04×10^6）が内貨となっている。

単位 US$×$10^6$

	外貨	内貨	合計
ダム（都市・工業用水分）	17.90	22.03	39.93
導水システム	88.37	47.01	135.38
合計	106.27	69.04	175.31

財務費用の年度別出費は表８－１０に示す。

2）水 料 金

水料金は建設所要資金の償還と，家庭収入を考慮に入れ，都市・工業用水共に₹ 3.5／m^3（US$ 0.152／m^3）と設定した。なお，この水料金については，サポーティングレポートで詳細に検討した。

3）償却および維持管理費

ダムおよびパイプラインの減価償却年数は３７年を採用した。また，維持管理費としてはフル操業時（１９９５年以降）で次の如くである。

ダ ム	US$ 0.180 × 10^6
導水システム	US$ 0.410 × 10^6

4）外貨資金の借入条件

外貨資金の借入条件は次の如く仮定した。

金 利	３％
返済期間	３０年
返済猶予期間	１０年

注）上記の条件はOECFからの借入を想定したものである。

<u>バンブン・サブプロジェクト</u>

1）総所要資金

都市・工業用水が負担する建設費はバンブンダムの建設費の98％（コストアロケーションにより）に相当する。総必要資金は，US$ 23.12 × 10^6 となり，下記に示すようにUS$ 12.22 × 10^6（５２.８％）が外貨であり，また，US$ 10.90 × 10^6（47.2％）が内貨となっている。財務費用の年度別出費は，表８－１０に示す。

2）水 料 金

水料金はノンプラライ・サブプロジェクトと同様₹ 3.5／m^3（US$ 0.152／m^3）と設定した。この水料金は建設所要資金の償還と，家庭収入を考慮に入れ工業用水，都市用水共に₹ 3.5 m^3（US$ 0.152／m^3）としている。なお，この水料金についてはサポーティングレポートで詳細に検討した。

3）償却および維持管理費

ダムおよびパイプラインの減価償却年数は３７年を採用した。また，維持管理費としてはフル操業時（２０００年以降）でUS$ 0.10 × 10^6／年となる。

4）外貨資金の借入条件

外貨資金の借入条件については，ノンプラライ・サブプロジェクトと同じとした。

8.2.3 財務分析

ノンプラライ・サブプロジェクト

1）収益計画

8.2.2で設定した前提条件をもとに収益計算を作成したものが表8－11である。歳入は給水が始まる1984年より出始めるが，1987年より金利と償却の負担がかかるため利益は一度大幅に減るが，その後次第に増大を続ける。外貨返済は2023年で終るため，2024年より利益はUS$ 0.721×10^6で一定となる。

2）内部財務収益率

キャッシュフロー（表8－12参照）の結果をもとに内部収益率（IRR）を計算するとIRR＝4.9%となる。

バンブン・サブプロジェクト

1）収益計画

8.2.2で設定した前提条件をもとに収益計算を作成したものが表8－13である。歳入は給水が始まる1987年より出始めるが，1990年より金利と償却の負担がかかるため利益は一度大幅に減るが，その後次第に増大を続ける。外貨返済は2017年で終るため2018年より利益はUS$ 0.25×10^6で一定となる。

2）内部財務収益率

キャッシュフロー（表8－14参照）の結果をもとに内部収益率（IRR）を計算すると1.8%となる。

8.2.4 感度分析

感度分析では水料金，建設コスト，水需要などの各要因が変化した際にIRRがどのように変化するかを見る。水料金はIRRに対して非常に影響が大きい。両サブプロジェクトの感度分析は，表8－15と8－16にとりまとめた。

8.3 環境影響評価

新規および従来のプロジェクトが周辺環境に与えるかもしれない影響を評価ならびに監督

する立場にある国立環境評議会（ＮＥＢ）では，「環境影響評価のための手引き」を提示している。同手引きは，プロジェクト評価のための項目およびその記述によって構成されている。手引きの内で，「ダムおよび貯水池」の項では，検討項目として，４つの資源と価値に大別し，更に細部の調査項目を挙げている。この指針に従えば，二水系にまたがるダム群を含むプロジェクトの総合評価は，以下の通りとなる。

8.3.1　物的資源

水文（表流水）

当流域の年間流出率は０.２～０.３である。この損失の大部分は蒸発量によるものと考えられるが，一般的には小さい値である。

なお，ダムは２年で満水する経年貯留ダムとして計画されている。

地質／地震

計画地点のダムおよび貯水池の地質は花崗岩を基盤岩とし，谷部には沖積層が広く分布している。ダムサイトの基礎の地質は風化花崗岩であるが，ダム高２０～３０ｍのダム基礎としては，透水性，支持力とも充分と評価される。また，県道３１９１号線に埋設される導水パイプラインについても，その基礎に対する特筆すべき問題はない。地震時の，ダムの安全性に関して，ダム垂直応力の０.０５倍の水平応力まで耐えうるよう計画している。

土　壌

土壌は花崗岩，砂岩を母岩とした砂質土壌が主体となっている。水田地帯は主として沖積土壌で，土層は厚く，表土は壌土，積土，植壌土で覆われている。畑土壌は殆ど砂質土壌で腐蝕含量は低い。当プロジェクトの農業開発計画にあたっては，連続的なかんがいが土壌の肥沃度の低下をまねかないよう水と土壌の質を考慮する必要がある。

堆積／侵食

流域の地質は風化花崗岩および砂岩が主体であり，谷部には沖積層がみられる。地表や堤防の崩壊地はみられない。貯水池の堆砂量は既設ダムの資料を参考としたが，堆積による貯水池の有効貯水容量に及ぼす影響は無い。

表流水々質

貯水池の水は，パイプラインもしくは現在汚染源の存在しないラヨン川を通じて送水されるため，貯水池から需要地への送水時の汚染に関しては問題ないものと考えられる。したがって，ここでは貯水池自体の水質について述ることとする。計画貯水池の現況の水

質については，主に重金属および鉱物性分を対象にＪＩＣＡ調査団によって分析された。（表8－17および8－18参照）RIDでは一方1979 年よりだいたい月に一度の割合で，ドククライ貯水池において，かんがい用水を対象に一連の水質調査を行ってきている。（表8－19参照） 上記の分析された結果より，用途別の適否について，その水質基準と対比すると次のような事が云える。

1）都市用水

ＷＨＯでは飲用水に対する基準を提示している。（表８－20 から８－22 を参照）ＪＩＣＡ調査団によって行われた調査結果をＷＨＯの基準と対比した場合，プロジェクト区域内で観測されたＴＤＳ，Ｆｅ，Ｍｎ，Ｍｇ＋Ｎａ，ＣｎおよびＡｓの濃度はＷＨＯの基準値より低い値を示している。また，ＲＩＤによる経年調査結果によれば，プロジェクト区域内のＦｅおよびＭｇ＋Ｎａ濃度は許容範囲にある。以上のＷＨＯの基準と対比した観測結果から判断すれば，計画貯水池の水質は都市用水として適当と評価される。

2）農業用水

農業用水として対比できる表８－17，18 中の pH，Ｅｃ，ＭｎおよびＡｓの項目および経年調査結果である表８－19 の pH，Ｅｃ等の項目はいづれも基準値を下廻っており，農業用水として満足できるものである。

3）工業用水

工業用水の主な用途は，一般的に原料用水，冷却用水，製品処理用水，洗浄用水等に分類される。今回の調査結果（表－18，8－19）によれば，観測された全ての項目とても工業用水として重要な問題を有するものは無い。

現在のところ，流域内には下水処理施設は存在しないが，貯水池や河川の水質は清浄であり，水利用に支障はない，しかし将来，都市ならびに工業開発に伴って水質汚濁の可能性はある。

8.3.2 生的資源

1）魚　類

淡水魚に関して，大規模な漁業はプロジェクト区域内に存在しない。

一方，河川流下量の年変動は貯水池によって緩和され，魚類の生長を助長されることが予想される。さらに，新しい貯水池の出現により，魚釣り等のレクリエーションが期待される。海水魚に関して云えば，ラヨン市沿岸の漁業が盛んで，河口附近には漁村が

密集している。一方，プロジェクト完成により都市化が進むと考えられ，都市，工場排水による水質汚濁の恐れがあり，これに対する十分な配慮が必要となるであろう。

動・植物

プロジェクト地域には特別に判定あるいは保護すべき貴重な生物は特に無く，動・植物への影響は軽微である。

8.3.3 人的利用価値

水供給

約150 ×10⁶ m³/年の開発水量が，都市・工業用水としてラヨン，サタヒップおよびラヨン，サタヒップおよびランチャバン地区に供給されることとなる。同供給水はラヨン川中流の新規開発の3,650haの区域へかんがいされることとなる。

洪水調節

ノンプライ，バンブンダムの調節による洪水の低減は，洪水被害の緩和に寄与し，民心の安定を招く。現在，河川の流下能力は少ないので，将来的には河川改修により処理する事が必要である。

8.3.4 生活水準

社会，経済

タイ国の発展に重要な位置を占める当開発区域は，水資源開発により国の社会，経済に大きく寄与することとなる。

移転・補償

ダム，貯水池，パイプラインの建設により移転を余儀なくされる資産については，金銭補償，住居補償，および代替地補償等の必要がある。これら補償の最も有効な手段については，更に今後協議されていくこととなろう。

建設工事

建設工事により予知できる影響等については，事業計画の中で検討されるとともに，その実行については環境の悪影響を最小限にさせる方策をもって遂行されねばならない。