

計画貯水池の有効貯水量

(単位：百万 m³)

貯水池	総貯水量	計画堆砂量	有効貯水量
タサエ	133.0	5.1	127.9
ラプロ	192.0	9.1	182.9
上流ラプロ	63.9	1.6	62.3
ナムロン	7.2	0.3	6.9
上流クム	7.3	0.2	7.1
カボン	5.2	0.2	5.0

小規模貯水池の有効貯水量は、地形的制約から流入量に見合った貯水量を確保するのは一般的に困難であるので、小規模貯水池建設の実績から年平均流入量の四分の一とする。

小規模貯水池の有効貯水量

(単位：百万 m³)

流域	集水面積 (km ²)	総貯水量	堆砂量	有効貯水量
タサエ	228	36.4	1.7	34.7
ラプロ	98	18.6	0.7	17.9
タタパオ	40	7.1	0.3	6.8
チュンボン	86	15.8	0.6	15.2
計	452	77.9	3.3	74.6

(3) 治水容量

タサエ(集水面積 338 km²)、ラプロ(集水面積 609 km²)、上流ラプロ(集水面積 106 km²)の3カ所の貯水池は灌漑、洪水調節及び生活・都市用水供給の多目的貯水池とする。貯水量が5~7百万m³のカボン、ナムロン、上流クムの3カ所の中規模貯水池は、洪水計画の基準地点であるタタパオ川 X158 地点の集水面積 1,819 km²に比べ、その集水面積は 15~21 km²と小さく、これら貯水池による洪水調節効果は期待できないので、灌漑と生活用水供給を目的とする。

農地防災計画で検討したように、3カ所の多目的貯水池は再現期間 30 年の 5 日間連続最大洪水量の一部を貯留するスペースを設けるものとする。貯水池による洪水調節は、単純で人為的操作を必要としない孔あきタイプの放流管で洪水を放流するものとし、ゲートによる洪水放流は計画しない。洪水調節のための設計流量を超える洪水の排除のため、固定堰タイプの非常用余水吐を設ける。洪水調節用の放流管サイズは、貯水池の洪水追跡計算により、洪

水サーチャージ水位が計画貯水池水位を保つように設計した。3カ所の貯水池の治水容量及び利水容量を次のように計画した。

貯水池の治水容量

貯水池	有効貯水量	治水容量	利水容量
タサエ	127.9	47.6	80.3
ラプロ	182.9	90.2	92.7
上流ラプロ	62.3	29.9	32.4

(単位：百万 m³)

ここで、治水容量とは洪水調節を目的として洪水量の全てないしは一部を貯水池に貯留する容量で、任意時の洪水流入量から放流量を差引いた流量の時間的累加量の最大値で計画される。(詳細は 付属書 E: Flood Control, E-1-4 Plan of Flood Control Storage 参照)

(4) 生活用水とチュンボン市都市用水の供給

調査地区内には約 440 の井戸があるが、約 42,300 所帯の農家の生活用水を賄うには不十分であり、大多数の農家は生活用水を雨水と河水に依存している。このため、計画貯水事業は、灌漑事業対象地区内の農家に生活用水を供給する。生活用水は 1 人当たり 100 ℓ/日の水に加え、牛 (50 ℓ/日/頭) と豚 (20 ℓ/日/頭) を対象とする家畜用水を含む。1990 年現在の地区の平均人口密度、家畜数から、地区面積 1 km²当たりの生活用水は 10.0 m³/日と概算した。

降雨の少ない沿岸地区に位置する、パチュウ郡は生活用水の緊急な確保が必要とされている。本計画においては調査地区外にあるけれども、地下水開発の可能性の少ないパチュウ郡 570 km²に 1 日当たり 5,700 m³の生活用水をタサエ貯水池に確保することとした。なお、配水施設は別事業により実施されることとし、本事業では計画しない。

チュンボン市は現在その用水をタパオ川から取水しているが、乾期においては水源量は限界に達している。本計画では、2010 年を目標年とし、この間の推定増加人口 6,000 人を対象とする都市用水をタサエとラプロの両貯水池から放流することを提案する。必要水量は、1 人当たり 200 ℓ/日とし、計 1,200 m³/日である。

(5) 河川維持用水

河川の水資源開発にあたっては環境保全の立場から、下流河川やその周辺の魚類、動物、植物の生息、地下水の安定化、舟運等の河川の機能を維持するため、一定量の河川流の放流が必要である。河川維持用水量は個々の河川により状況は異なるが、一般的には河川の湯水

量を考えることが多い。RIDの観測記録からラプロ川とタサエ川の濁水記録をみると次の通りである。

ラプロ川とタサエ川の最小流量

(単位：m³/sec)

河 川	観 測 所	集 水 面 積 (km ²)	平 均 年 最 小 流 量	100 km ² 当 たり 年 最 小 流 量
ラプロ	X46	751	1.71	0.23
タサエ	X64	957	1.42	0.15

上表の値を参考にし、河川維持用水は余裕を見込み流域100 km²当たり0.50 m³/secとする。ラプロ貯水池はラプロ川 X46地点の流量が3.8 m³/sec以下とならぬよう、またタサエ貯水池はタサエ川 X64地点の流量が4.8 m³/sec以下とならぬように、それぞれ必要な河川維持用水を放流するものとする。

(6) 灌漑地の選定と灌漑面積

a) 灌漑地の選定

既に述べたように灌漑対象作物は水稻、畑作物、野菜及び果樹である。水稻は調査地区の下流部低平沖積地を中心に、主要河川沿いに栽培されている。畑地と果樹園は樹木園と混在し、主に調査地区の上・中流部の段丘と丘陵地に広がっている。野菜は集落地周辺に、または、果樹や樹木作物の間作物として栽培されている。

調査地区内の灌漑を必要とする農地面積は約54,500 haであり、開発可能な水資源量303百万m³に比較し、その灌漑水需要は大きい。灌漑地区の選定にあたり、灌漑を必要とする農地を地形図上にプロットした。ラプロ、上流ラプロ、タサエの貯水池は調査地区の上流部に位置し、灌漑候補地は中・下流部に展開している。これらの農地への送水には二つの方法がある。1つは貯水池から直接分水する灌漑システム、いま1つは河川に取水堰を建設し、貯水池から放流された水を農地へ分水する灌漑システムである。

取水堰による方法は幹線送水路の延長が短くてすむ利点がある。しかしながら、地区の中・上流部においては河川は段丘と丘陵地の溪谷を流れている地形的特徴から、地区の中・下流部にある農地へ重力で送水するには、必要な水頭を確保するため取水堰はかなり上流地点に建設しなければならない。河川の形状から考えて、洪水吐を伴う取水堰のコストは比較的高いものとなる。重力送水に対する代替案は取水堰からポンプアップする方法である。この流域水資源開発計画では、灌漑システムの維持管理が容易で経費の少ない貯水池からの直接分水システムを計画した。これら多目的貯水事業のフイージビリティ・スタディに当たっては、詳細な地形情報に基づき送水方法の比較検討が必要である。

中規模灌漑事業については、貯水池の直下流にあり重力灌漑の可能な樹木作物栽培地を除く農地を選んだ。なお、小規模灌漑事業はその位置を地形図(縮尺5万分の1)に特定できないが、先の大・中規模灌漑事業の地区外の段丘と丘陵地に選ばれる。

b) 灌漑面積

地形及び水文条件から計画された有効貯水量に対する適正な灌漑面積を求めるため、タサエ、ラプロ、上流ラプロ多目的貯水池の貯水池水収支計算を10年確率の渇水年である1985年について月単位で行った。貯水池への流入量は、タサエ貯水池についてはX64地点、ラプロと上流ラプロ両貯水池についてはカエンブラチャオ観測所の実測流量から流域面積比で換算した。この水収支においては灌漑用水に加え、前述の生活用水、チュンボン都市用水、及びタタパオ川の河川維持用水も加味した。計算の結果、3カ所の多目的貯水池により25,890haの農地を灌漑できることが確認され、地形図上で灌漑区域を定めた。中規模と小規模の貯水事業の灌漑面積は上記の貯水池の計算結果に基づき、有効貯水量から定めた。流域水資源開発事業で提案された52貯水事業(後述するノンヤイ・スワンプを改修するノンヤイ灌漑事業を含む)の実施により、地区の下に示すように41,520haの農地が灌漑可能となる。

事業別灌漑面積

流域	灌漑事業	利水容量 (百万m ³)	灌漑面積 (ha)
タサエ	タサエ多目的事業	80.3	9,860
	23小規模事業	34.7	5,350
ラプロ	ラプロ多目的事業	92.7	12,520
	上流ラプロ多目的事業	32.4	3,510
	ナムロン中規模事業	6.9	1,060
	10小規模事業	17.9	2,760
タタパオ	ノンヤイ灌漑事業	3.9	1,200
	4小規模事業	6.8	1,050
チュンボン	上流クム	7.1	1,100
	カボン中規模事業	5.0	770
	8小規模事業	15.2	2,340
計	52事業	302.9	41,520

3.7.3 ノンヤイ・スワンプの改修計画

(1) 概況

ノンヤイ・スワンプはチュンボン市の北東約4km地点にあって、雨期、特に11月には水位が海拔5mまでに上昇し、水面積は毎年500~700haに達する。一方、乾期になると、調整施設がないのでタタパオ川の水位が低下するに従い、スワンプ水位は2.0~2.5mにまで低

下し、水面積は約 30 ha に減少する。スワンプ周辺では、低地には稲作、低位段丘では果樹が主に栽培されている。

チュンボン市周辺の洪水防御のため、市以北でタタパオ川の洪水の一部をパナンタック川へ放水することが有効であることから、フォワン・パナンタック水路とパクパレック水路の建設が計画され、これらの新設水路はノンヤイ・スワンプに流入する。スワンプを堤防で囲み、周辺低地の湛水被害を防御すると共に、雨期の余剰水を一時貯留し、主に乾期の灌漑用水の水源として利用する計画である。

(2) 開発計画

13.9 km の堤防と道路の建設により、スワンプを有効貯水量 3.9 百万 m^3 の貯水池に開発する。102 km^2 の集水域から年平均 81 百万 m^3 の流入水が期待される。1981 年から 1990 年の 10 ヶ年間の貯水池水収支を行い、適正な灌漑面積を検討した。10 年間に 2 度の湯水を許容し、1,200 ha の農地を計画灌漑面積とした。スワンプ改修計画の詳細は第 5 章に示した。

なお、ノンヤイ・スワンプは小規模ではあるが、乾期にスワンプ低位部の水面を利用して淡水魚の養殖が水産局の指導のもとに周辺の農民により行われている。スワンプの改修とタタパオ川洪水防御事業の実施によりスワンプの水管理が容易になり、またスワンプの水深が最大で約 4 m と浅く養魚に適していること、及び灌漑目的と貯水池管理は競合しないことから、本計画ではスワンプの貯水を利用し乾期にティラピア、鯉類の内水面漁業の振興をはかる。

3.7.4 河川分水計画

地形上からはタタパオ川とチュンボン川の鉄道交差点の直下流地点が河川分水のための分水ダム建設適地である。この地点での集水面積はタタパオ川が 2,050 km^2 、チュンボン川が 346 km^2 であり、上流に貯水池の建設されない場合、それぞれ 1,287 百万 m^3 、418 百万 m^3 の年間平均流出量がある。前述の河川維持用水(0.5 $m^3/sec/100km^2$)を控除した開発可能水源量をみると次の通りである。

河川分水開発可能水源量

(単位：百万m³)

月	タタパオ川	チュンボン川	月	タタパオ川	チュンボン川
1	2.4	3.0	7	105.1	34.4
2	-	0.1	8	215.2	84.7
3	-	-	9	144.1	56.5
4	-	0.1	10	189.9	55.0
5	34.6	10.3	11	200.2	68.9
6	65.0	36.3	12	40.2	15.5

上表から明らかなように、両河川とも1~4月の乾期には水源開発の余地はないといえる。従って、両河川の自然流水の開発は雨期の補給灌漑目的に限定されるので、この流域水資源開発計画では、タタパオ川とチュンボン川の河川分水事業は計画しない。

3.7.5 洪水調節計画

(1) 洪水ハイドログラフ

a) 設計降雨

降雨と河川流出記録の分析結果によると、大きな洪水のほとんどは3~5日間の連続降雨により発生している。この計画では第3章6節で検討したように再現期間30年の5日間連続確率降雨を洪水調節のための設計降雨とする。設計降雨の日配分は降雨記録を分析して定め、最大日雨量は第3日においた。洪水をもたらす豪雨は7月から11月の間に多く発生する。熱帯低気圧により生ずるこれら豪雨は東から西に移動し、降雨の地域差は大きく、調査地区に同時に強い強度の豪雨の発生する確率は低い。タタパオ川の洪水記録によれば、洪水の規模は流域が広くかつ雨量の多いラプロ川の流出に影響されている。ラプロ流域にあり、山地の降雨状況を代表するカエンブラチャオ観測所の設計降雨を1.00とするときの各雨量観測所の降雨比率をみると以下に示す通りである。

設計降雨の比率

ラプロ流域		タセ流域		タタパオ流域	地区外	
カエンブラチャオ	X46	X64	タゴ	チュンボン	パチュウ	サウイ
1.00	0.93	0.69	0.63	0.63	0.50	0.59

カエンブラチャオの設計降雨503.2ミリと上記の降雨比率により得られる各観測地点の設計降雨に基づき、計画ダム及び河川計画地点に関係する集水域の面積雨量を求めた。計画対象3地区多目的貯水池の集水域の設計降雨を次に示した。日雨量はラプロ流域のX46A地点の1988年洪水時の記録をもとに、3時間単位の時間雨量に配分した。

設計降雨の日配分

(単位：mm)

日	ラプロ貯水池	上流ラプロ貯水池	タサエ貯水池
第1日目	50.6	51.6	36.1
第2日目	85.0	86.7	60.7
第3日目	276.0	281.7	197.2
第4日目	50.1	51.2	35.8
第5日目	31.4	32.0	22.4
計	493.1	503.2	352.2

b) 確率洪水量

河川洪水を解析するに十分な降雨と河川流出記録が入手できなかったため、計画ダムと河川計画地点での洪水ハイドログラフは、佐藤博士の流出関数法により作成した単位図に設計降雨を適用して求めた。再現期間2～50年のピーク洪水量をラプロ川とタサエ川の下流端、及びタタバオ川のX158地点についてみると下に示す通りである。

確率ピーク洪水量

(単位：m³/sec)

再現期間(年)	ラプロ川 (803 km ²)	タサエ川 (1,016 km ²)	タタバオ川 X158 (1,819 km ²)
2	370	270	640
5	540	390	930
10	670	480	1,150
20	800	570	1,370
30	880	630	1,510
50	980	700	1,680

(2) 貯水池による洪水調節

チュンボン流域の水資源開発事業は、ラプロ川のラプロ貯水池とタサエ川のタサエ貯水池を建設する第1段階、及びその後に上流ラプロ貯水池を建設する第2段階とにわけて計画する(第3章8節を参照)。第1段階における両貯水池の洪水調節に関する諸元を要約すると次の通りである。

治水容量と設計洪水量

項目	ラプロ貯水池	タサエ貯水池
集水面積 (km ²)	609.0	338.0
治水容量 (百万m ³)	120.1	47.6
設計洪水量		
- 総洪水量 (百万m ³)	240.2	85.2
- ピーク流入量 (m ³ /sec)	1,120	530

既に計画されたダムの高さ、洪水サーチャージ水位、治水容量、設計洪水流入ハイドログラフに基づき、貯水池の洪水追跡計算を行った。この洪水追跡計算の目的は、計画ダムの高さに基づいて、洪水放流施設の規模、ダムからの放流洪水量を求める。貯水池の貯水位と貯水量の関係は縮尺 5 万分の 1、等高線間隔 20 m の地形図から求めた。流入、流出、貯水量の関係は時間の函数として、次のように表わされる。

$$\frac{i_1 + i_2}{2} t = \frac{O_1 + O_2}{2} t + S_2 - S_1$$

ここに、 i = 流入量

O = 流出量

S = 貯水量

t = 時間

1 と 2 = 計算時間の始めと終わりを示す添字

計算においては、時間単位は 3 時間とし蒸発と浸透によるロスは無視した。洪水調節のための放流施設は孔あき式の放流管であり、貯水位 - 流量の関係を示した流出カーブを異なるサイズの放流施設について作成した。再現期間 30 年の設計洪水流入ハイドログラフにより、計画洪水サーチャージ水位を保つ放流施設のサイズを定め、このときのダムからの放流ハイドログラフを作成した。

タサエ川とラプロ川の下流地点及びタタパオ川の X158 地点におけるピーク洪水量を求めた。タサエ川とラプロ川の下流地点の洪水ハイドログラフは貯水池からの放流ハイドログラフと残流域のハイドログラフを合成したものである。タタパオ川の X158 地点の洪水ハイドログラフはタサエとラプロ両河川のハイドログラフから合成した。タサエとラプロの両貯水池による設計洪水のピーク流量の減少は次の通りである。

貯水池による洪水調節

諸 元	ラプロ貯水池	タサエ貯水池
貯水池		
- 集水面積 (km ²)	609	338
- 洪水サーチャージ水位 (m)	65	100
- ピーク流入量 (m ³ /sec)	1,120	530
- ピーク流出量 (m ³ /sec)	410	210
河川下流地点		
- 集水面積 (km ²)	803	1,016
- 現況ピーク洪水量 (m ³ /sec)	880	630
- 計画ピーク洪水量 (m ³ /sec)	530	610
タタパオ川 X158 地点		
- 集水面積 (km ²)	(1,819)	
- 現況ピーク洪水量 (m ³ /sec)	1,510	
- 計画ピーク洪水量 (m ³ /sec)	1,150	

ラプロとタサエ貯水池の洪水調節により、タタバオ川最上流部 X158 地点の洪水量は 1,510 m³/sec から 1,150 m³/sec に低下する。1,150 m³/sec の洪水は現況の再現期間 10 年の洪水量に相当する。しかしながら、タタバオ川の現況通水能力は 430 m³/sec であるので、タタバオ流域における洪水の防御のためには河川改修、放水路の建設等の対策が必要である。ラプロ貯水池の集水面積はラプロ川流域全面積の 76% に当たる 609 km² であるのに対し、タサエ貯水池の集水面積はタサエ川全流域の 33% に過ぎない。タサエ貯水池地点では洪水量は 530 m³/sec から 210 m³/sec にカットされるが、残流域からの流入があり、約 50 km の河川の下流地点では、その洪水カットの効果は失われ、最下流地点では洪水調節量は僅か 20 m³/sec となり、洪水量は 610 m³/sec となる。タサエ貯水池の洪水調節は沿岸 5,000 ha の洪水氾濫常習地帯には一定の効果があるが、タタバオ川に及ぼす効果は無視しうる程度に小さい。

この流域水資源開発計画ではタサエ川沿岸の洪水防御のため、タサエ貯水池による洪水調節を計画した。フィージビリティ・スタディにおいてはタサエ川の洪水流出解析を含め、タサエ貯水池による洪水調節とタサエ川改修の組合せ案を検討することが必要である。ラプロ貯水池の約 20 km 上流に上流ラプロ貯水池を建設する第 2 段階においては、上流ラプロ貯水池は地形的には、更に高いダムとすることができるので、第 1 段階で計画したラプロ貯水池の治水容量の一部をこの貯水池に振り替える。これにより、ラプロ貯水池の治水容量を増やす。この場合の両貯水池の治水容量は貯水池への流入設計洪水量の比率により、ラプロ貯水池は 90.2 百万 m³、上流ラプロ貯水池は 29.9 百万 m³ とする。

(3) タタバオ川水系の改良計画

タタバオ川水系の洪水はタタバオ川とサムケオ水路によってタイ湾へ排除されている。タタバオ川は排水計画上から、始点 (X158 地点の約 2 km 上流のタサエ川とラプロ川の合流点) からバンフォアン地点までの上流区間、バンフォアン地点からサムケオ水路の分岐点までの中流区間、及びサムケオ地点から河口までの下流区間とに区分できる。RID の作成したタタバオ川の縦横断面図により、タタバオ川の最大通水量を不等流計算により求めたところ、次のように 350~430 m³/sec であった。

タタバオ川の最大通水量

区 間	最大通水量
上流：始点 - バンフォアン	430 m ³ /sec
中流：バンフォアン - サムケオ	430 m ³ /sec
下流：サムケオ - 河口	350 m ³ /sec

サムケオ水路は 1950 年代に設計通水量 260 m³/sec の断面で建設されたが、その後の堆砂、法面崩壊等により通水能力は低下し、現在の通水量は RID の調査によれば 140 m³/sec である。

このような状況のもと、RIDは台風ゲイによる洪水発生直後の1990年に、タタパオ川の改良、サムケオ水路の改良、及びフォアン・パナンタック水路の建設を含む洪水防御緊急計画を策定した。1992年に、フォアン・パナンタック水路の建設事業が政府により認可された。RIDはこの新設水路の通水量を270 m³/secとし、設計を終え、用地交渉を行っている。また、国有地であるスワンプ敷内では建設工事を開始した。

この計画ではタタパオ川の設計洪水量1,150 m³/secを排除するためのタタパオ川水系の改良計画を、パクパレック水路の新設を含め検討し、次に要約されるような改良計画を提案した。

タタパオ川水系の改良計画

河川と水路	通水量 (m ³ /sec)	
	現 況	計 画
タタパオ川の改良		
- 上流区間	430	880
- 中流区間	430	610
- 下流区間	350	350
サムケオ水路の改修	140	260
水路の新設		
- フォアン・パナンタック	-	270
- パクパレック	-	270

(図 3-2 洪水調節流量配分図参照)

タサエ川とラプロ川の合流点直下流からスタートし、ノンヤイ・スワンプへ流入するパクパレック水路の建設は、河川沿いに家屋があるタタパオ川の拡幅工事量を少なくすると共に、(1)洪水排除をタタパオ川に集中せず、広く受益地に分散させるという社会・政策的な配慮、(2)水路沿いの排水状況が改善される、(3)水路沿いに付設する管理道路が地方道路の機能をも果たす、(4)水路は幹線用水路として利用できる、等の目的で計画されたものである。タタパオ川水系の改良計画の詳細は第5章に、また施設規模については第6章に検討されている。

(4) 洪水警報

調査地区内には、ラプロ川に3カ所、タサエ川に2カ所、タタパオ川に2カ所、計7カ所の河川観測所があり、また雨量観測所は6カ所である。RIDはチュンボン市街地区内を対象としタタパオ川の洪水予測を行うため、7月から11月の期間にタタパオ川 X158 河川観測所に水文専門家を駐在させている。

タタパオ川の洪水予測に関係する河川観測所として、ラプロ川の X46 地点、タサエ川の X64 地点、タタパオ川の X158 地点、サムケオ水路地点、及びチュンボン市街地地点がありこれらの既往洪水の記録が RID 水文部により分析されているが、流量記録はラプロ川とタサエ川にのみ観測され、タタパオ川の洪水記録は河川水位のみである。従って、過去の洪水水位記録から洪水到達時間を考慮した X158 地点とチュンボン市街地地点の洪水位の相関図を作成し、これにより、下流地点の洪水位を予測し、氾濫の恐れのある場合には、県庁にその旨通告している。

本事業ではより早い時期に、より正確な洪水予測を行うため、河川水位と流量及び降雨の観測設備、並びにデータを分析し関係者に通報する通信設備を設置する。自記雨量計を備えた雨量観測所を 100 km²ごとに 1 ヲ所の割合で設置する。現在地区内にある 6 雨量観測所に加え、20 ヲ所の雨量観測所を設置する。河川観測所は計画貯水池に 10 ヲ所、河川、水路とノンヤイ・スワンブに 10 ヲ所、計 20 ヲ所を新設する。

観測データを受け取りこれを分析して、洪水時には警報局へ、灌漑期には管理局へその結果を通報する通信設備を設置する。ダム流域内の雨量情報とダム上下流の河川情報は各ダムに建設する管理所に送られ、管理所で処理される。チュンボン川流域の情報はサムケオ分水地点に設ける管理所に送られる。灌漑局県事務所は全地点の情報を集め、洪水予報と用水管理の指示を行う。

3.8 水資源開発事業の実施計画

3.8.1 多目的事業

タサエ、ラプロ、及び上流ラプロ貯水池は灌漑、洪水調節、灌漑地区内の生活用水供給、チュンボン市都市用水補給、河川維持用水供給を目的とする多目的事業である。タサエ貯水池はパチュウ郡の生活用水の供給をも含む。これら多目的事業の実施により、25,890 haの農地が灌漑され、タタパオ川の再現期間30年のピーク洪水量は1,510 m³/secから1,150 m³/secに調節される。多目的事業の概要は次の通りである。

多目的事業の概要

事業諸元	タサエ事業	ラプロ事業	上流ラプロ事業
集水面積 (km ²)	338	503	106
貯水容量 (百万 m ³)			
- 総貯水量	133.0	192.0	63.9
- 利水容量	80.3	92.7	32.4
- 治水容量	47.6	90.2	29.9
- 死水容量	5.1	9.1	1.6
ダム			
- ダム長 (m)	1,130	260	300
- ダム高 (m)	50	40	25
灌漑面積 (ha)	9,860	12,520	3,510

3.8.2 洪水防御事業

(1) 河川改修事業

調査地区の洪水防御事業は3地区の多目的事業による洪水調節計画にもとずいて実施する。タタパオ川水系の設計洪水量は1,150 m³/secである。タタパオ川の上流区間の通水能力はバクパレック水路の建設に伴って880 m³/secに、中流区間はフォワン・パナンタック水路の建設によって610 m³/secに、それぞれその断面を拡大するが、下流区間は緩勾配であり、またチュンボン市街地を流れることから、その拡幅は困難であるので現況通水能力にとどめ、部分的な改修工事を行う。タタパオ川に合流するラプロとタサエの両河川の下流区間の改修が必要である。設計流量はラプロ川が530 m³/sec、タサエ川が610 m³/secである。

また、チュンボン川はX53地点(集水面積223 km²)から下流部において洪水氾濫が発生し、下流部の低平沖積地の農地に洪水被害をもたらしている。洪水被害地は主に農地であるので、設計洪水量は再現期間10年の確率洪水量350 m³/secとし、その河川改良を行う。河川改良事業の概要は次の通りである(タタパオ川の改良計画については第5章と第6章を参照)。

河川改良事業の概要

河 川	設計流量 (m ³ /sec)	延 長 (km)	工 事
タタパオ川			
- 上流区間	880	11.3	拡幅、ショートカット
- 中流区間	610	6.0	拡幅、ショートカット
- 下流区間	350	17.0	補修、ショートカット
ラプロ川	530	17.0	拡幅
タサエ川	610	21.0	拡幅
チュンボン川	350	35.0	拡幅
合 計		108.3	

(2) 水路事業

洪水流下能力の小さいタタパオ川の洪水流量を軽減するため、サムケオ水路の改修、及びフォワン・パナンタック水路とバクパレック水路の新設を行う。サムケオ水路は建設当時の設計流量 260 m³/sec に通水能力を回復させるもので、始点にあるゲートの施設改良と水路断面の改修を行う。バクパレック水路はノンヤイ・スワンプ内でフォワン・パナンタック水路に合流する。フォワン・パナンタック水路はノンヤイ・スワンプの水位調節のための堰を設ける。これら 3 水路は洪水期以外には用水路として利用される。水路事業の概要は次に示す通りである (詳細については第 5 章及び第 6 章を参照)。

水路事業の概要

水 路	設計流量 (m ³ /sec)	延 長 (km)	工 事
サムケオ	260	4.8	改修：水路、ゲート
フォワン・パナンタック			
- 上流区間	270	0.6	新設：水路、ゲート
- 下流区間	540	3.9	新設：水路、ゲート
バクパレック	270	5.5	新設：水路、ゲート
計		14.8	

(3) 洪水警報システム

地区内にある 6 地点の雨量観測所と 7 地点の河川観測所に加え、20 地点の雨量観測所、20 地点の河川観測所、5 地点の管理所 (3 地点のダム管理所と 2 地点の河川管理所) を気象水文観測と洪水警報のために新設する。

洪水警報システムの概要

項 目	ラプロ流域	タサエ流域	タタパオ流域	チュンボン流域	計
(流域面積：km ²)	(803)	(1,016)	(357)	(449)	(2,625)
雨量観測所	6	8	2	4	20
河川観測所	5	3	10	2	20
管 理 所	2	1	1	1	5

3.8.3 灌漑事業

3地区の多目的事業による灌漑事業に加え、受益地内の生活用水供給を含む次の中・小規模の灌漑事業を実施する(ノンヤイ灌漑事業については第5章と第6章を参照)。

中・小規模灌漑事業の概要

事業	流域	有効貯水量(百万m ³)	灌漑面積(ha)
中規模灌漑事業			
- ナムロン	ラプロ	6.9	1,060
- 上流クム	チュンボン	7.1	1,100
- カボン	チュンボン	5.0	770
- ノンヤイ	タタパオ	3.9	1,200
小計		22.9	4,130
小規模灌漑事業			
- タサエ事業	タサエ	34.7	5,350
- ラプロ事業	ラプロ	17.9	2,760
- タタパオ事業	タタパオ	6.8	1,050
- チュンボン事業	チュンボン	15.2	2,340
小計		74.6	11,500
合計		97.5	15,630

3.8.4 実施年次計画

チュンボン流域水資源開発で提案された事業は、既述のとおり(1)多目的事業、(2)河川改良、水路建設、洪水警報システムからなる洪水防御事業、(3)中・小規模の灌漑事業の基幹3事業からなる。

大規模ダムの実施にあたっては、詳細地形測量、環境評価、社会・経済調査、土木技術関連調査、移住計画、フィージビリティ調査、用地買収、実施設計、契約業務等、多種多様の作業を必要とする。その工事着手までには少なくとも5ヵ年を要するが、これに比べ、河川改良工事や水路工事は早期に着工が可能である。

水資源開発事業の実施は各事業間の重複や事業実施の遅延を避け、効率的にその事業効果が発揮されるよう順序良く実施しなければならないので以下に述べる如く3段階に分けて計画した。

第1段階では、タタパオ川とチュンボン川流域の洪水防御事業の完成に重点をおく。これにより、タタパオ川流域の洪水は多目的貯水池の完成をまたずに、再現期間10年に1回程度までの洪水に対応出来る施設が完備する。チュンボン川流域の洪水氾濫もまた改善される。洪水の脅威の軽減された地域では、用排兼用水路の建設と改修により農業生産の向上が期待できる。タタパオ川流域にあるノンヤイ灌漑事業を第1段階事業として建設する。

第2段階にタサエとラプロの両多目的貯水池を建設する。総治水容量 138 百万 m^3 の2つの多目的貯水池の洪水調節により、タタパオ川は再現期間 30 年の洪水を安全に排除できる。また、両貯水池を水源とする 22,380 ha の灌漑事業を実施する。タサエ川とラプロ川の河川改修は、その洪水被害が河川沿いに限定され、下流チュンボン市周辺への影響は小さいことから、第2段階に実施することとした。中・小規模灌漑事業は第1と第2の両段階にわたり建設するものとする。

第3段階においては、上流ラプロ貯水池を建設する。これにより、多目的事業の灌漑面積は 3,510 ha 増加し、25,890 ha になり、チュンボン流域の水資源開発事業が完成する。事業年次実施計画を表 3-2 に示したが、要約すると以下の通りである。

第1段階開発 (1992~1996年)

(1) 調査・計画

- タサエ、ラプロ多目的事業計画
- タタパオ川とチュンボン川の改良計画
- タタパオ川水系の水路の改修及び新設計画
- ノンヤイ、ナムロン、カボン灌漑事業計画

(2) 建設

- タタパオ川とチュンボン川の改良
- タタパオ川水系の水路改修及び新設
- ノンヤイ灌漑事業
- ナムロン、カボン灌漑事業
- 小規模灌漑事業

第2段階開発 (1997~2001年)

(1) 調査・計画

- 上流ラプロ多目的事業計画
- ラプロ川、タサエ川の改良計画
- 洪水警報システム計画
- 上流クム灌漑事業計画

(2) 建設

- タサエ、ラプロ多目的事業
- ラプロ川、タサエ川の改良
- 洪水警報システム
- 小規模灌漑事業

第3段階開発 (2002~2006年)

(1) 建設

- 上流ラプロ多目的事業

3.9 優先事業の選定

3.9.1 優先事業の選定基準

調査地区の農村総合開発のための主要なニーズは、農業用水資源の開発、及び洪水の脅威の軽減であり、これらの問題は調査地区の社会・経済開発における主要な制約要因の一つである。調査地区に関連する4郡のうち、チュンボン郡は県庁所在地でありこの地区の行政、経済活動の中心である。

タサエ郡の洪水の影響はほとんどタサエ川とラプロ川沿いの段丘地の農地に限定され、氾濫時間は短く、タタパオ川の洪水問題に比べ、それほど深刻ではない。一方、タタパオとチュンボンの両河川沿いの低平地にあるチュンボン郡は雨期の洪水及び乾期の用水不足に直面している。チュンボン川沿いの低平地も同様の問題を持つが水源開発の可能性は低い。一方タタパオ川沿いの地区はチュンボン市があり道路網は比較的良く整備されておりタタパオ川沿い低平地は重要な農耕地である。

以上のことから先に上げた流域水資源開発計画に関する事業の中からその優先事業の選定に当たって次の基準を設定する。

- (1) 洪水被害が顕著であったチュンボン市街地及びその周辺農地への洪水防御効果があること
- (2) 調査地区の主要な農耕地であるチュンボン市周辺農地への灌漑効果があること
- (3) 事業実施による経済的便益が大きいこと

3.9.2 事業の評価と優先事業の選定

チュンボン流域水資源開発計画事業を先の選定基準から検討すると2次の事業が選定される。

- (1) ラプロ、タサエの多目的事業
- (2) ノンヤイ灌漑事業とタタパオ川水系の排水改良事業よりなるノンヤイ農業総合開発事業

しかしながら、多目的事業の完成にはフィージビリティ・スタディ、実施設計、建設工事等に約10カ年を要する。このため、開発の緊急性を考慮し、比較的短い期間に開発効果の期待できるノンヤイ農業総合開発事業を優先事業として取り上げる。

なお、ノンヤイ灌漑事業はその灌漑面積において比較的規模は小さいがチュンボン市近郊にあって灌漑事業に対する展示効果もありその意義は大きい。

ここで先にあげたチュンボン流域水資源開発事業全体を灌漑効果、洪水防御効果、調査建設期間及び概算 B/C 等の指標からこれらを評価すると表 3.3 の通りでその要約を下記に示す。

事業名	評価
(1) タサエ事業	灌漑効果は大きいが洪水防御効果はタサエ川沿いに限定されチュンボン市及びその周辺の洪水防御効果は少ない。また、実施に期間がかかる。しかし環境問題も比較的少なく実施着手が比較的容易である。
(2) ラプロ事業	灌漑効果、チュンボン市及びその周辺の洪水防御効果は大きいが洪水防御事業は (4) の事業実施で成立する。また、ダム建設による環境問題も伴い実施に期間がかかる。B/C 比は大きく (4) 事業完了後開発が期待される。
(3) 上流ラプロ事業	灌漑効果は大きいが (2) の事業実施で成立する。単独では洪水防御効果は極めて少ない。また環境問題も伴い実施に期間がかかる。B/C 比は大きく将来開発が期待できる。
(4) ノンヤイ農業総合開発事業	灌漑効果は小さいがチュンボン近郊にあって展示効果がある。チュンボン市及びその周辺への洪水防御効果は大きくその実施は工期が短く速効性があるため早急な事業実施が求められる。B/C 比は多目的ダムの次に大きい。
(5) チュンボン川改修事業	灌漑効果はない。洪水防御効果はあるがチュンボン市と離れた河川沿いである。将来事業実施が望まれる。
(6) 中規模ダム事業	灌漑効果は山間丘陵地に期待できるがチュンボン市への洪水防御効果はない。灌漑事業として今後検討することになろう。
(7) 小規模ダム事業	チュンボン市周辺から離れた丘陵地で灌漑効果はあるが事業の規模は極めて小さい。また、チュンボン市への洪水防御効果はなく全事業完成には長い工期が必要である。段階的な開発が行われよう。

選定された優先事業(ノンヤイ農業総合開発事業)のアウトラインは次の通りである。優先事業のフィージビリティ・スタディをフェーズ II 調査において実施したが、その詳細は第 4 章以降に示した。

優先事業のアウトライン

(1) ノンヤイ農業開発事業

- 事業地区
 - 位置 : チュンボン郡、
Na Cha Ang 村、Na Thung 村
Bang Luk 村
 - 面積 : 総面積 : 2,260 ha
農地 : 2,019 ha
- 計画事業
 - 水源開発 : ノンヤイ・スワンプの改修
総貯水量 4.5 百万m³
 - 灌漑開発 : 灌漑面積 1,200 ha
灌漑排水施設の建設
圃場施設の整備
 - 農業開発 : 灌漑農業の導入
畜産振興
スワンプ漁業の振興

(2) タタパオ川水系の排水改良

- タタパオ川の改良
- サムケオ川水路の改修
- 用排兼用水路の新設

表 3-1 農業振興支援サービス組織

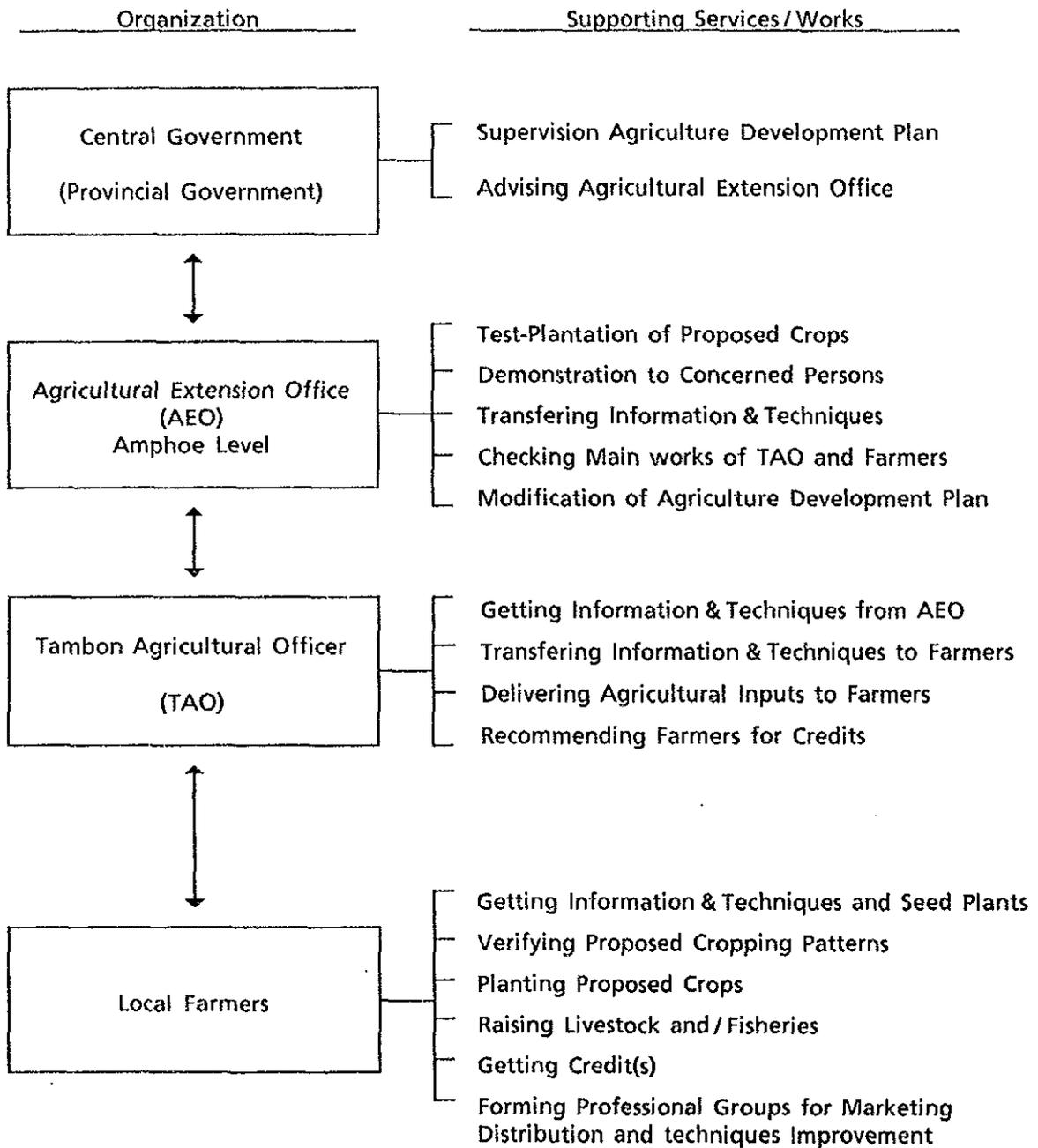


表 3-2 流域水資源開發事業實施年次計畫

Description	Irrigable Area (ha)	1992~1996					1997~2001					2002~2006				
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1. MULTIPURPOSE PROJECT																
1.1 Tha Sae Reservoir ^{1/}	9,860	IEA	F/S													
1.2 Rap Ro Reservoir ^{2/}	12,520	IEA	F/S													
1.3 Upper Rap Ro Reservoir ^{3/}	3,510															
2. FLOOD PROTECTION PROJECT																
2.1 River Improvement Project																
- Tha Taphao River	34.3 km	F/S	D/D													
- Chumphon River	35.0 km	F/S	D/D													
- Rap Ro River	17.0 km															
- Tha Sae River	21.0 km															
- Phanang Tuk River	6.2 km															
2.2 Canal Project ^{4/}																
- Hua Wang-Phanang Tuk Canal	4.5 km	F/S	D/D													
- Pak Phraek Canal	5.5 km	F/S	D/D													
- Sam Kao Canal	4.8 km	F/S	D/D													
2.3 Warning System	L.S															
3. IRRIGATION PROJECT ^{5/}																
3.1 Medium Scale Project																
- Nam Ron Reservoir (Rap Ro)	1,060															
- Upper Kum Reservoir(Chumphon)	1,100															
- Kaphon Reservoir (Chumphon)	770															
3.2 Nong Yai Reservoir	1,230	F/S	D/D													
3.3 Small Scale Project																
- Tha Sae Basin	2,510															
- Rap Ro Basin	1,300															
- Tha Tapho basin	500															
- Chumphon Basin	1,100															
Total	41,550															

(Note) 1/ : Flood control, Irrigation water, Domestic water, Municipal water, Supply to A. Phatiu
 2/ : Flood control, Irrigation water, Domestic water, Municipal water
 3/ : Flood control, Irrigation water, Domestic water
 4/ : Flood protection, Irrigation water, Domestic water
 5/ : Irrigation water, Domestic water

..... : F/S, D/D, Budget procedure, Environmental assessment, Tendering
 _____ : Construction term

表3-3 チュンポン 流域水資源開発事業総合評価表

事業名	概算事業費 (M/B)	灌漑効果	洪水防衛効果	調査、建設期間/ その他	概算 B/C	総合評価
① タサエ事業 タサエダム、灌漑施設、 タサエ川改修	2,780	○ チュンポン市北約 9,860 ha	△ ● 1/30年確率洪水を防衛 ● タサエ川沿い約 5,000 ha	△ ● 水没予定地内 約100戸 ● 約9ヶ年	△ 1.18 (1.44)	● 灌漑効果が大きい ● 洪水防衛効果は高い ● 期間が長い
② ラプロ事業 ラプロダム、灌漑施設、 ラプロ川改修	1,760	○ チュンポン市周辺 約8,240 ha	○ ● 1/30年確率洪水を防衛 ● タタバオ川沿い約 18,900 ha(但しタタバオ川の改 修必要)	× ● 水没予定地内 300～500戸 ● 約10ヶ年	○ (1.83)2/	● 灌漑効果が大きい ● 洪水防衛は④の事業実施で成立 ● 環境が問題があり、期間が長い (1.64)
③ 上流ラプロ事業 上流ラプロダム、灌漑施設	853	○ チュンポン市周辺 3,510+4,280 1/ = 7,790 ha	×	△ ● 水没予定地内 約200～300戸 ● 約9ヶ年	○ (2.74)2/	● 灌漑効果は大きい②の事業実施で成 立 ● 単独では洪水防衛効果は極めて少ない ● 環境が問題があり、期間が長い
④ ノンヤイ農業総合開発事業 タタバオ川改修、水路(サムケオ、フオ ワンバオナタンタック、バクババレック)、ノ ンヤイ貯水池、灌漑施設	1,770	△ ● チュンポン近 郊約 1,200 ha ● 展示効果有り	○ ● 1/10年確率洪水を防衛 ● タタバオ川沿い約 17,600 ha	○ 約5ヶ年	○ 1.63	● 灌漑効果が小さい ● 洪水防衛効果は大きい ● 工期が比較的短く速効性がある。
⑤ チュンポン川改修事業	220	×	△ ● 1/10年確率洪水を防衛 ● チュンポン川沿い約 6,800 ha	○ 約5ヶ年	○ 1.57	● 灌漑効果無し ● 洪水防衛効果はあるがチュンポン市に 関係無し ● 工期は比較的短い
⑥ 中規模ダム事業(3事業) / ダム、灌漑施 設	660	△ 山間丘陵地 約 2,930 ha	×	○ 約5ヶ年	△ 1.33	● 灌漑効果は中程度 ● 洪水防衛効果無し ● 工期が比較的短い
⑦ 小規模ダム事業(45事業) / ダム、灌漑施設	2,990	○ 丘陵地 約 11,500 ha	×	△ 約10ヶ年	△ 1.15	● 灌漑効果はあるが、1事業は小さい ● 洪水防衛効果無し ● 全体工期が長い

1/: 上流ラプロダムの建設によりラプロの灌漑面積が4,280 ha 増加し12,520 ha になるがこの効果は上流ラプロに計上した。
2/: ()内 B/C 値は他の事業が実施され始めてこの値を得る。

図 3-1 計画作付けカレンダー (全体流域)

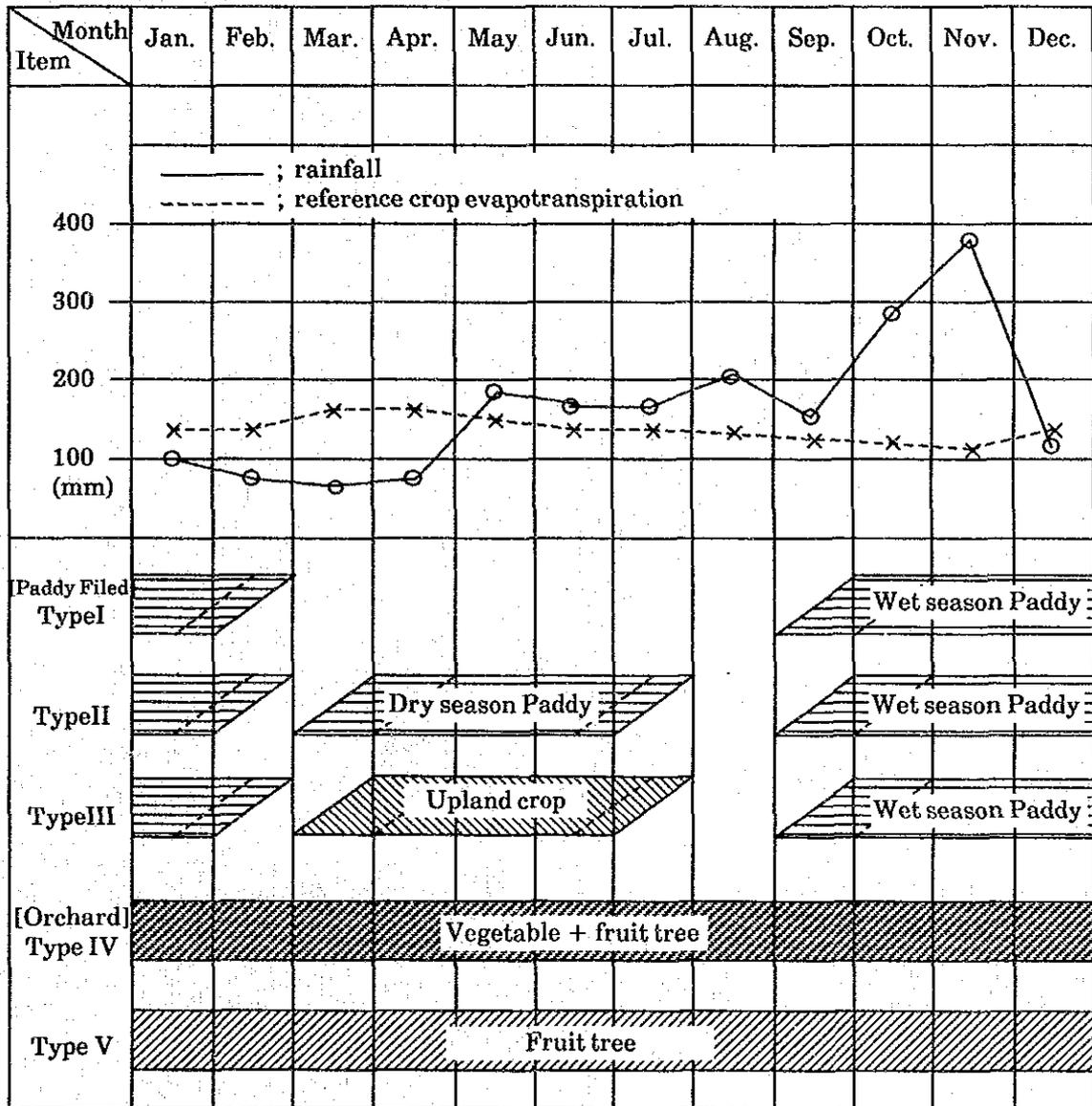
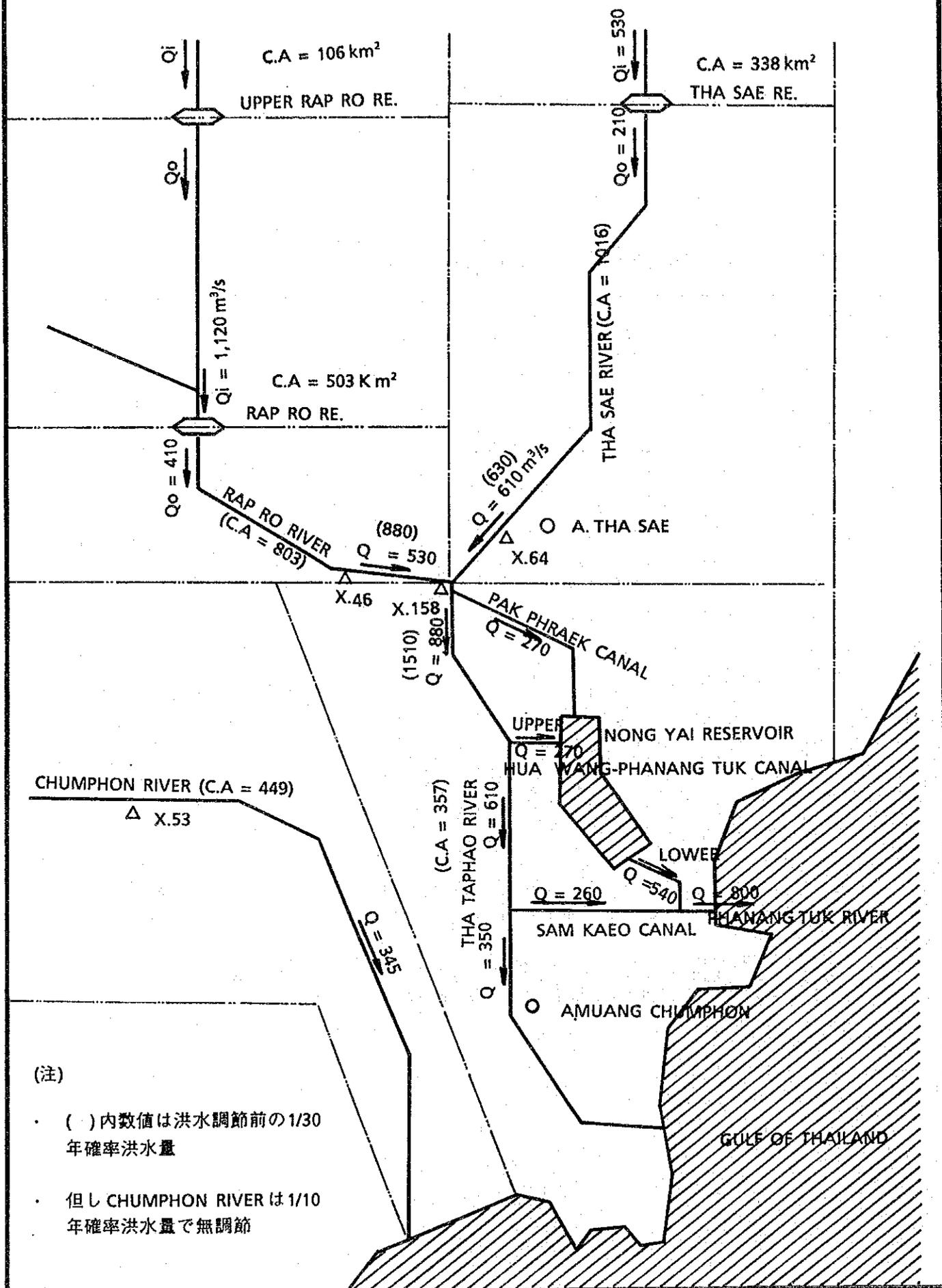


図 3-2 洪水調節流量配分図



(注)

- ・ ()内数値は洪水調節前の1/30年確率洪水量
- ・ 但し CHUMPHON RIVER は1/10年確率洪水量で無調節

第4章 ノンヤイ事業地区

第4章 ノンヤイ事業地区

4.1 位置と面積

本調査においてフィージビリティ・スタディを実施するノンヤイ地区は、タタパオ川の沖積地にあり、県庁所在地であるチュンポン市の東北約4kmの地点に位置している。ノンヤイ・スワンプを水源とする事業地区は、河川系統、土地利用、道路網等を考慮してその境界を定めた。事業地区は、西をタタパオ川、東をフォワン・パナンタック計画水路、南をタタパオ川支流と道路によって境されている。地区の北端には洪水期には水面積700haとなるノンヤイ・スワンプがある。

事業地区の総面積はノンヤイ・スワンプを除き2,260haである。RIDの作成した縮尺1万分の1の地形図、航測写真図(縮尺4千分の1)、及び現地踏査により、地目別の面積は下表の通りであり、地区面積の89%にあたる2,019haが農地である。

事業地区の面積

地目	面積 (ha)	割合 (%)
農地		
- 水田	716	31.7
- 樹園地	1,263	55.9
- 畑地	40	1.8
小計	2,019	89.3
えび養殖池	8	0.3
自然植生地	180	8.0
道水路、集落地等	53	2.3
小計	241	10.7
計	2,260	100.0

4.2 自然状況

4.2.1 地形と地質

(1) 地形

ノンヤイ地区は、標高1~7mの沖積平野と丘陵からなるタタパオ川流域に位置している。タタパオ川は上流部区間では東南方向に蛇行して流れ、バン・フォワン地点で南に向きを変える。国道4号線と交差したのちその方向を東南に転じ、タイ湾に注いでいる。地区の南部を西から東に流れるサムケオ水路は1950年代にタタパオ川の洪水の分水と灌漑目的で建設された。

ノンヤイ地区の北部にある低地は、雨期に北部丘陵地帯からの河川水によりスワンプを形成するが、乾期にはほとんど干陸化する。地区の中央部から北部にかけ、ほとんどの土地は段丘であり、沖積平野はノンヤイ・スワンプの周辺と河川沿いにみられる。サムケオ水路の北部では沖積平野が優勢である。ノンヤイ地区の周辺には標高 100~200 m の孤立した丘陵が散在している。

(2) 地 質

ノンヤイ地区の基盤岩類は主に石炭紀の Matsi 累層であるが、地区の西部においては二疊紀の Chumphon 累層がみられる。これらの基盤岩類はノンヤイ地区周辺にある孤立した丘陵を形成している。洪積堆積物が基盤岩類を覆い、標高 5 m 以上の丘陵を形成している。沖積堆積物が沖積平野に広く分布している。

Matsi 累層は珪質砂岩、シルト岩、頁岩からなっている。Chumphon 累層は化石を含む層状石灰岩と角礫化した石灰岩の互層からなる。洪積堆積物は主に固結した粘性土からなり、部分的に砂質土と最大 300 ミリの各種サイズの礫質土からなっている。沖積堆積物は非常に柔らかい粘性土と非常にルーズな砂質土である。

4.2.2 気候と水文

(1) 気 候

雨期と乾期の 2 つのモンスーンの影響を受け、12 月から 4 月は乾期であり、5 月から 11 月は雨期である。年雨量は平均 1,900~2,000 ミリを記録するが、2 月から 4 月にかけては降雨はまれである。5 月から 9 月までの月雨量は概ね 200 ミリ程度であるが、11 月には 300 ミリを超える。チュンボン市での 1952 年からの記録によれば、年最大雨量は 1961 年の 2,836 ミリ、最小雨量は 1957 年の 1,308 ミリである。

年平均気温は 26.7°C であり、月平均気温は 4 月の 28.5°C を最高に 12 月の 25.0°C の間に変化し、その較差は僅か 3.5°C である。月平均蒸発量は 11 月に 96.1 ミリと最小となり、最大は 3 月に記録され 151.8 ミリとなり、年間平均蒸発量は 1,399 ミリである。

(2) 水 文

タタパオ川の水位は最上流部地点で RID により観測されているが、流量は記録されていない。乾期には海水がタタパオ川に侵入する。

地区の北部にあるノンヤイ・スワンプは北部の主に丘陵からなる102 km²の集水域からの流出水により湛水し、雨期には500~700 haの水面積となる。スワンプの最大湛水量は約4.0百万m³である。スワンプの水位は観測されていないが、痕跡から雨期には海拔5.5~6.0 mに上昇するものとみられる。

4.2.3 土地と土壤

(1) 土地

土地開発局作成の「精密土壤調査による土壤図(1:100,000)」に基づき、事業地区内の土壤を試坑を掘っての土壤断面調査(0~150 cm)、及びハンドオーガーを用いた調査(0~250 cm)で確認調査を行った。土壤の分布は、ほぼ地形と対応しているため、各地形毎にその地形を覆っている土壤の特性を記す。

地形と面積

地 形	面 積 (ha)	割 合 (%)
浜堤砂州	269	9.6
干潟及び窪地	256	9.1
低位段丘・自然堤防	922	32.9
高・中位段丘及び扇状地	807	28.8
丘 陵	6	0.2
ノンヤイ・スワンプ	543	19.4
合 計	2,803	100.0

浜堤砂州を覆っている土壤は、潮流・沿岸流・波浪で運ばれた砂・貝殻の堆積物を母材とした砂土で、Bacho series (Typic Quartzipsamments, USDA Soil Taxonomy)、Ban Thon series (Typic Tropohumods)として分類される。これらの土壤は269 ha、事業地区全面積の9.6パーセントを占めている。ココヤシの栽培に利用されており、一部は放置されて灌木や雑草で覆われている。

干潟及び窪地を覆っている土壤は、海成堆積物あるいはまれに汽水堆積物を母材とし、また、陸化干潟を覆っている土壤は海成、汽水性あるいは淡水成堆積物を母材とした、ともに細・中粒質の土壤で、Bang Pakong series (Typic Sulfaquents)、Wan Priang series (Typic Tropaquents)として分類される。これらの土壤は256 ha、事業地区全体面積の9.1%を占めている。干潟、窪地はマングローブ、ニッパヤシで覆われていたが、最近になって、一部はエビ養殖池に変わってきている。

自然堤防は洪水が一時期湛水し、低位段丘は雨期に冠水する。ともに排水不良な平坦地形で 922 ha と事業地区内で最も広く、32.9% を占める。土壌は新しい河川堆積物を母材とした微・細粒質な土壌で、Tha Muang series (Typic Ustifluvents)、Bangnara series (Typic Paleaquults)、Klaeng series (Oxic Plinthaquults) として分類される。相対的に低い地形は水稻や野菜の栽培に、相対的に高い地形は果樹、ココヤシ及び他の樹木作物の栽培に利用されている。

高・中位段丘は、低位段丘の背後に広がる傾斜が 2~8% の高地である。古い河川堆積物を母材とした中・粗粒質の土壌で、Lang Suan series (Typic Quartzipsamments)、Kohong series (Typic Paleaquults)、Sawi series (Typic Paleudults)、Pathiu series (Typic Paleudults)、Chumphon series (Typic Paleudults) として分類される。これらの土壌は 807 ha、事業地区全面積の 28.8% を占めている。パラゴム、ココヤシ及び果樹の栽培に利用され、肥沃でない土地は休閑地として放置され雑草で覆われている。

(2) 土 壤

事業地区内の土壌は、アルティソル (Ultisols, 1,092 ha, 39.0%)、スポドソル (Spodosols, 224 ha, 8.0%)、エンティソル (Entisols, 914 ha, 32.6%)、ヒストソル (Histosols, 30 ha, 1.1%) の 4 つの統に分けることができる。事業地区内の土壌は、各土壌統とも有効土層は深い。排水の悪い土壌 (Bangnara series、Klaeng series、Wan Priang series、Bang Pakong series、Narathiwat series) が存在する。陽イオン交換容量は非常に小さく、塩基飽和度も小さい。Narathiwat series、Bang Pakong series を除くと有機物含有量が少なく、有効態リンも非常に少なく、土壌の肥沃度は極めて劣っている。土壌反応は、エンティソルが弱酸性であるのを除くと、全て弱酸性である。

また、いわゆる問題土壌は、塩類土壌 (Wang Phriang series) と潜在的酸性硫酸塩土壌 (Bang Pakong series) が存在する。

事業地区の地形および地形による土壌分類

Symbol	Soil Series Name	Subgroup	Order	Area		(%)
				(ha)	(rai)	
	浜提砂州	-----		269	1,683	9.6
Bc	Bacho series	Typic Quartzipsamments	Entisols	45	284	1.6
Bh	Ban Thon series	Typic Tropohumods	Spodosols	224	1,400	8.0
	干潟および窪地	-----		256	1,601	9.1
Bpg	Bang Pakong series	Typic Sulfaquents	Entisols	50	311	1.8
Wp	Wan Priang series	Typic Tropaquents	Entisols	176	1,103	6.3
Nw	Narathiwat series	Typic Tropofibrists	Histosols	30	188	1.1
	低位段丘・自然堤防	-----		922	5,757	32.9
Tm	Tha Muang series	Typic Ustifluvents	Entisols	540	3,373	19.3
Ba	Bangnara series	Typic Paleaquults	Ultisols	293	1,829	10.4
Kl	Klaeng series	Oxic Plinthaquults	Ultisols	89	555	3.2
	高・中位段丘	-----		807	5,045	28.8
Lan	Lang Suan series	Typic Quartzipsamments	Entisols	103	642	3.7
Kh	Kohong series	Typic Paleaquults	Ultisols	468	2,926	16.7
Sw	Sawi series	Typic Paleudults	Ultisols	67	417	2.4
Pw	Pathiu series	Typic Paleudults	Ultisols	142	890	5.1
Cp	Chumphon	Typic Paleudults	Ultisols	27	170	1.0
	丘陵	-----		6.3	39	0.2
SC	Slope Complex			6.3	39	0.2
	沼地	-----		543	3,394	19.4
	Nong Yai Swamp			543	3,394	19.4
Total				2,803	17,519	100.0

(1) USDA Soil Taxonomy

塩類土壌は表土の飽和抽出液の電気伝導度 FCs が 4 m S/cm を超す土壌と定義され作物によつては 2 m S/cm 程度から収量が減少する。土地開発局塩害研究室の説明によると調査対象地域の沼沢地・干潟 (176.4 ha、全体の 6.3%) で海水の影響を受けた塩類土壌である Wan Priang Series のみが分布するとのことであったが、今回調査ではサムキャオ水路の北側に分布する Bangnara Series のみに塩類が集積していることが認められた。これは海水が侵入しているサムキャオ水路の水を水田への灌漑用水として使用しているためと考えられる。土壌の飽和抽出液電気伝導度 (ECs) の値から判断して、水稻の収量は、品種間の差もあるが、塩類集積の影響のため、90~75% 程度減収していると判断される (FAO Irrigation and Drainage Paper No.33, 1979)。Wan Priang series の土壌は水稻、ココヤシの栽培やえび養殖池に利用され、一部は放置され灌木林になっている。Bangnara series の土壌は水稻の栽培に利用されている。

潜在的酸性硫酸塩土壌は、干潟 (50 ha, 1.6%) に Bang Pakong series が分布し、果樹及びココヤシの栽培に利用され、残りはニッパヤシ、マングローブで覆われている。

以上のことから事業地区内の土壌の生産性を高めるためには、(1) 潜在的硫酸酸性土壌地域では、当面、地下水の水位をパイライト (硫化鉄) に富む層以上に保ち、(2) 塩類が集積している土壌に対しては、良質の灌漑水を用いることにより、塩分を洗脱することが必要である。(3) このためには、排水施設を排水の不良な土壌地域に加えて、塩類土壌の地域にも設ける必要がある。(4) また、強酸性の土壌に対しては、酸性矯正を行うとともに、(5) 全ての土壌に対して、適切な肥培管理を行う必要がある。

4.3 農業

4.3.1 土地利用

2,260 ha の事業地区面積のうち、2,019 ha が、水田、樹園地、畑として農作物の生産に利用されている。農地の現況土地利用状況は次の通りである。

現況農地面積

地 目				(単位 : ha)	
	バンルック村	ナチャング村	ナテユング村	計	%
水 田	149	211	356	716	35.4
混合樹園	141	377	572	1,090	54.0
樹木作物園					
- ココヤシ	26	8	110	144	
- ゴ ム	-	5	-	5	
小 計	26	13	110	149	7.4
畑 地	30	10	-	40	2.0
混作園	1	23	-	24	1.2
計	347	634	1,038	2,019	100.0

事業地区内の農地 2,019 ha のうち、最大の割合を占めるのは、ココヤシを中心にマンゴスチン、ドリアン、ポメロ等が混作されている混合樹園の 54% であり、ついで水田の 35% である。この両者で地区農地の 89% を占める。本地区では果樹園の面積は比較的少なく、農家は果物を集落周辺に作付けする他はココヤシとの混合樹園で栽培している。混作園は主にココヤシと畑作物が混作されている農地である。

農地のうち水田 121ha、果樹園地 262 ha、計 383 ha が耕作されていない。国家経済・社会開発庁 (NESDB) の 1990 年の調査 (NRD-2C) によれば、全ての農地を耕作していない主な理由は、地区内の 15 集落のうち 6 集落は用水不足、4 集落は作物収益性の低いこととしている。そのほかに洪水、土壌問題が低い土地利用の原因となっている。

地区内の農地利用形態は、地形及び土壌の種類と密接な関係が認められ、水田は低位段丘・自然堤防の相対的に低いところにあり、果樹園と樹木園は低位段丘・自然堤防の相対的に高いところ、及び高・中位段丘にある。事業地区の農地以外の土地は、原野の干潟及び窪地の一部がえびの養殖池に利用され、残りはニッパヤシや灌木、自然草地として残っている。また、丘陵が地区周辺の道路工事や宅地造成のための土取場として利用されている。

4.3.2 主要作物と収量

本事業地区の農作物の生産はココヤシを主体としたタイ南部に典型的な樹木作物と果樹の混合栽培によっている。1990 年の台風ゲイによりこの地区でも約 200 ha のココヤシが倒伏する等多大の被害をこうむった。そのため県農業事務所では、上記被害地に対しヤングココヤシ、ドリアン、マンゴスチン、ポメロ等の作物への植え替えを奨励した。混合樹園及び樹木作物園内に植栽されたココヤシの栽培面積は次頁の表に示す如く 849 ha で現況作付面積の 42% を占め重要な地域の農業生産物である。水田 716 ha のうち 565 ha には雨期稲が栽培され、乾期にはスワンプ周辺において 30 ha の水稻栽培が行われている。雨期の氾濫と乾期の水不足により水田での 2 期作は見られない。ノンヤイ・スワンプに近いバンルック村の畑地ではキュウリ、豆類、コショウ等の換金作物が栽培されている。主要作物の栽培面積とその平均収量は次の通りである。

主要作物の栽培面積と平均収量

作物	作付面積		収量 (ton/ha)
	(ha)	(%)	
水 稲			
- 雨期稲	565	28.0	1.63
- 乾期稲	30	1.5	1.94
- 休耕地	121	6.0	
小 計	716	35.5	
樹木作物			
- ココヤシ	749	37.0	3,600 (1/)
- ヤング・ココヤシ	100	5.0	(2/)
小 計	849	42.0	
果 樹			
- マンゴスチン	54	2.7	2.19
- カシューナッツ	32	1.6	1.13
- ドリアン	30	1.5	4.38
- ポメロ	20	1.0	5,000 (1/)
- バイナップル	16	0.8	(2/)
- 休耕地	262	13.0	
小 計	414	20.5	
野菜類(コショウ、豆類、キュウ リ)	40	2.0	
計	2,019	100.0	

(注) : (1/) 果/ha、(2/) データなし

4.3.3 営 農

雨期稲は全て移植栽培であり、雨量の多い9月に本田に移植し、乾期2月に収穫する。11月頃に頻発する河川氾濫により、タタバオ川沿いの後背低地での稲作は不安定である。稲作農家の50%は農業普及局の推奨する改良品種を使っている。村別にみると、ナチャング村は70%の稲作農家が改良品種を使い、ナテユング村で45%、バンルック村で30%である。ほとんどの農家は肥料を施用しているが、その施用量は普及局の推奨量よりも低く、また農業局の調べによれば、適期に施用しているのはナチャング村の43%農家であり、ナテユング村では僅か3%に過ぎない。初めの乾燥は3日間の圃場での乾燥が一般的である。

ココヤシ栽培は古くから行われているが、約75%の栽培農家が現在の品種では高い収益は期待できないと考えている。40%の栽培農家は有機肥料を施用している。農業局の調査によれば、64%の栽培農家は化学肥料を用いているが、全ての農家の施用量と施用時期が適切でなかった。

4.3.4 経営規模と土地保有

(1) 経営規模

事業地区内の669戸の稲作農家の水田経営規模はNRD-2Cデータにより、村別にみると以下の通りである。全水稲栽培農家の約50%は0.8ha以下であり、その経営規模は小さく、この傾向は3ヵ村とも同じである。事業地区の南部にあり、チュンボン市に接するナテュング村では90%の稲作農家の経営規模は1.6ha以下である。

水田の経営規模

(単位：農家数)

村	経営規模 (ha)				計
	0.16~0.80	0.80~1.60	1.60~3.20	3.20~8.00	
ナテュング	61	39	11	-	111
バンルック	141	70	27	14	252
ナチャング	135	100	44	27	306
計	337	209	82	41	669

ココヤシ、果樹、畑の経営規模は地区平均でココヤシが1.06ha、果樹園で0.84ha、畑地で0.43haである。村別の経営規模は下に要約した通りである(NRD-2C)。

畑地と果樹栽培の平均経営規模

村	ココヤシ		果樹園		畑	
	農家数	ha	農家数	ha	農家数	ha
ナテュング	156	1.23	12	1.28	-	-
バンルック	18	0.80	72	0.80	46	0.64
ナチャング	396	1.01	100	0.16	35	0.16
計	570	1.06	184	0.48	81	0.43

(2) 土地保有

農家の75%は自作農である。小作農家は僅か2%を占めるに過ぎない。しかしながら、土地無し農家が20%を占めるのが目立つ。NRD-2Cデータにより村別の土地保有状況を示すと次の通りである。ナテュング村を除けば土地無し農家はほとんど存在しないが、チュンボン市に隣接するナテュング村では36%の農家が農地を保有していない。

土地保有状況

(単位：農家のパーセント)

村	自作農	自・小作農	小作農	土地無し農家
ナテュング	61.5	0.4	1.8	36.3
バンルック	92.4	6.7	0.9	-
ナチャング	86.9	6.5	2.8	3.8
計	74.5	3.3	2.0	20.2

4.3.5 家畜飼育

事業地区内に飼育されている家畜は、牛、水牛、豚、家禽である。3カ村で96戸の農家が307頭の肉牛を販売用に飼育している。畜産局、農村開発促進局等の政府機関が農村における所得向上のため肉牛飼育を奨励しており、農民の肉牛飼育の意欲は高いが、当面する問題は、乾期における牧草の不足、雨期における洪水の氾濫、及び資金の不足である。ナチャングとバンルックの村を中心に76戸の農家が水牛の飼育を行っている。大部分の飼育農家は水田耕起の畜力として飼育している。3カ村にわたり199戸の農家が1,100頭の豚を飼育しているが、大規模な商業的な飼育ではなく、農家は補助収入源として豚飼育を行っている。村別の家畜飼育状況は下に示す通りである。

家畜飼育

村	牛		水牛		豚		家禽	
	農家数	飼育数	農家数	飼育数	農家数	飼育数	農家数	飼育数
ナチュング	23	143	1	16	42	418	3	70
バンルック	18	59	30	194	84	189	-	-
ナチャング	55	105	45	133	73	493	96	7,020
計	96	307	76	343	199	1,100	99	7,090

4.3.6 内水面漁業

えび養殖とは別に、事業地区内では3カ村においてノンヤイ・スワンプ周辺とタタパオ川沿いの低地で38戸の農家が主になまず等の淡水魚の養殖を行っている。養魚池の総数は45カ所、池面積は1.28 haである。最も規模の大きいのはタタパオ川とノンヤイ・スワンプの間に位置しているバンルック村の2つの集落であって、池面積は地区全体の池面積の55%に相当する0.59 haである。現在の問題点は、雨期の洪水氾濫、病害、養殖知識の不足、高い飼料コスト、市場であるチュンポン市でのなまずの需要の低いこと、等である。村別の状況を県漁業事務所の資料から要約すると以下の通りである。

淡水魚養殖池

村	養殖農家数	養殖池数	池面積 (ha)
ナチュング	10	10	0.39
バンルック	20	27	0.70
ナチャング	8	8	0.19
計	38	45	1.28

4.4 灌漑・排水

4.4.1 灌 漑

事業地区内には整備された灌漑施設はなく、農民所有の小型ポンプによる小規模な灌漑地を除き、大部分の農地は不安定な天水農業に依存している。RIDはラプロ、タサエ、チュンポンの主要河川とその支流の水を水源とし、口径6~8インチの灌漑用ポンプを1992年に33カ所に設置し、水田を中心に2,160 haの農地に灌漑用水を供給する計画を立てた。このうち本事業地区内には2台のポンプが割当てられ、180 haの水田に雨期の灌漑用水が補給される。

事業地区は地区の中央部を東西に横切る丘陵により北部と南部に区分することができる。ノンヤイ・スワンプのある北部地区では、スワンプの水位は雨期、11月には概ね5m以上にまで上昇するので、周辺の水田ではナンバヤ、ラアングプラテウ、あるいは、カオ・スラット等の湛水に強い在来品種の稲が栽培されている。乾期にスワンプ水面が減少するに従い、窪地での乾期稲作と土壤水分を利用した野菜栽培が行われる。

南部地区では中央を西から東に流れるサムケオ水路が灌漑と排水の幹線水路として機能している。雨期にはサムケオ水路の水が水田地帯に田越しに導水され、水位が低下すると一部農家は小型ポンプで取水している。しかしながら、水位が急激に低下する2~4月には海水が水路に侵入し、サムケオ水路は灌漑には使用できない。

4.4.2 排 水

排水に関して地区は灌漑と同様に北部と南部に区分できる。北部地区では雨水はノンヤイ・スワンプを経てタタパオ川に排水される。スワンプとタタパオ川を結ぶ自然水路の断面が小さく、上述のようにスワンプ水位は5~6mに上昇する。その後、浸透、水面蒸発、灌漑取水、タタパオ川への排水により、スワンプ水位は徐々に低下し4月から5月にかけてスワンプ水位は2~2.5mに低下する。

南部地区においては、サムケオ水路の北にある水田地帯は標高が0.5~3.0mと低平である。水田地帯の余剰水は自然水路によりサムケオ水路に排水されるが、標高1m以下では多くの小規模な湿地が出現している。サムケオ水路の南の土地の標高は1.0~4.5mと北の土地に比べ幾分高く、余剰水は自然水路により、サムケオ水路、あるいはタタパオ川の主要支流の一つであるノンサイ川に排水されている。

調査地区の農地排水は自然水路によって、ノンヤイ・スワンプあるいはサムケオ水路から地区外に排除されている。これら自然水路の密度は1km²当たり400mであり、灌漑地区の一般的な値とみられる1.0~1.5kmの半分以下である。更に、本事業地区の排水状況を悪化させているのは、常習的に発生するタタパオ川の洪水氾濫、及び雨期における高いタタパオ川の水位である。タタパオ川の安全流下量は430m³/secであるのに対し、再現期間2年の確率年最大流量は640m³/secである。事業地区の排水状況改善には、サムケオ水路とタタパオ川の改良が必要とされる。

4.5 社会状況

4.5.1 行政区分

事業地区は行政的には、チュンボン県の県庁所在地であるチュンボン郡に属するナテュング、バンルック、ナチャングの3ヵ村に関係し、その下部行政組織である15の集落から構成されている。

事業地区の行政区分

県	郡	村	集落数
チュンボン	チュンボン	ナテュング	6
		バンルック	4
		ナチャング	5

4.5.2 人口と所帯数

事業地区に関係する3ヵ村・15集落の1991年の人口は10,803人であり、平均人口密度は1km²当たり320人である。これはチュンボン郡の平均人口密度の約1.7倍にあたる。村別の人口と所帯数は次の通りである。

人口と所帯数

村	人口	全所帯数	農家所帯数	所帯当たり家族数
ナテュング	5,580	1,088	477	5.1
バンルック	1,728	357	344	4.8
ナチャング	3,495	649	413	5.4
計	10,803	2,094	1,234	5.2

ナチャング村はノンヤイ・スワンプの東側に、バンルック村はスワンプの西側に、またナテュング村は事業地区の南側にそれぞれ位置している。事業地区は基本的には農村地区であ

るが、チュンボン市に隣接するナテュング村の一部は居住地として発展しつつあり、全所帯数に占める農家所帯の比率は44%と他の2村に比べ低い。

4.5.3 インフラと社会サービス

(1) 道路・交通

チュンボン市とパチュウ郡を結ぶ国道3180号線が本事業地区を西南から東北に通り、地区の基幹道路の機能を果たしている。この道路はコンクリート舗装であり、道路の維持管理状況は良好であるが集落とこの道路を結ぶ地方道路はラテライト舗装である。河川の氾濫と補修工事の不足で雨期の地方道路の交通は良好とはいえない。国道3180号線に平行してバンコックと南部タイ地域を結ぶ鉄道が走り、資材の大量輸送の役割を担っている。地区内の道路網は、雨期の洪水による冠水区間と一部のジグザグ線型の区分を除き、全体的には十分整備されている。

(2) 農村電化

関係15集落のうち、ナテュング村の1集落を除き14集落には家庭用送電線が県電力公社により設備されている。電化率は所帯ベースで、ナテュング村が98%、バンルック村が60%、ナチャング村が76%、地区全体で80%である。電化のためには、受益者が工事費の一部を負担しなければならないが、電力料金は月額約150バーツである。

(3) 給水

チュンボン市に接するナテュング村の一部ではチュンボン市から都市用水が供給されているのを除き、地区の大部分の住民は井戸水と雨水に依存している。地区内の井戸は僅か4カ所しかなく、飲料水はほとんど水瓶に雨水を貯水しているが、雑用水の確保が住民の大きな問題となっている。バンルックとナチャングには4カ所の深井戸があるが、その水質は硬水で雑用水にも適していないと報告されている

(4) 公衆衛生

地区内の各村にはヘルス・センターがあり、軽い病気、怪我はセンターで対処し、重病、あるいは急患の場合はチュンボン市の総合病院を利用する。現在、事業地区では飲料水の安全性以外に深刻な公衆衛生上の問題は報告されていない。

(5) 市場

ナチャング村の鉄道駅前に小規模な市場があり、農産物と日常生活用品を取り扱っている。しかしながら、施設は不備で老朽化しているため、農業生産の支援として市場施設の整備と流通システムの確立についての住民の要望が高い。

4.5.4 農業経済

(1) 地区の特性

ノンヤイ事業地区は、タイ南部の自然状況のもとに農業を主要な経済活動とする農村地帯であるが、県庁所在地であるチュンボン市に接していることから、その農業経済には次のような特性が認められる。(1)人口増により、1戸当たりの農地面積が全国平均 2.9 ha に比較し小さい、(2)ココヤシ栽培を主体とする経営である、(3)農家収入に占める農外収入の比率が高い、ことである。

内務省の 1991 年資料により 1戸当たりの平均農地面積をみると、チュンボン市に隣接するナテユング村は 0.3 ha、ナチャング村は 0.7 ha、バンルック村は 1.7 ha、3村平均で 0.7 ha である。また、作物別の栽培面積は、3村ともにココヤシの占める割合が最大であり、ナテユング村が 48%、ナチャング村が 64%、バンルック村が 31%、3村平均で 46% である。水田面積は 3村平均で 34% である。

ココヤシの栽培面積が多いけれども、ココヤシの庭先価格は 1個当たり 2~3 バーツ (10~15 円) であり、農家収入に対しては主要な作物ではない。しかしながら、ココヤシは集約的な栽培を必要とせず、年間を通じて安定した収穫があるので、広く栽培されている。

チュンボンの町に接するナテユング村の農業経営規模は小さく、主にココヤシと果樹の栽培、自家菜園程度の野菜栽培を行っている。ナチャング村の農地は農業用水の不足する丘陵と高位段丘、海岸地帯にある。1戸当たりの農地面積は平均 0.7 ha でナテユング村よりも大きい。この村に属するがノンヤイ事業地区外にある幾つかの集落では、農作物栽培よりも収益性の高いえび養殖が近年増えた。タタパオ川とノンヤイ・スワンプの 2つの水源の近くに位置するバンルック村は水田面積は 43% でココヤシの 31% よりも高い。

(2) 農家経済

ノンヤイ地区の農家経済の特徴は、少ない農地面積からの農業収入を補うため農外収入が多いことである。チュンボン市に近いという立地から就業機会は他の地域に比べ多い。ナ

テュング村の住民はチュンボン市で働く兼業農家が多い。ナチャング村とバンルック村ではカシューナッツの加工と包装、養豚場が女性の主な働き場である。

このフィージビリティ・スタディで実施した農家サンプル調査の結果によれば、事業地区内のいずれの村においても農外収入が農業収入よりも多い。農外収入のほとんどは労務賃金である。村別の平均収入を要約すると下記の通りである。

農家の平均年間収入

(単位：1,000 バーツ)

費 目	ナテュング村	ナチャング村	バンルック村
粗収入			
- 農業収入	13	19	20
- 農外収入	93	58	24
計	106	77	44
支 出			
- 営農経費	8	14	17
- 生活費等	50	40	27
計	58	54	44
農家余剰	48	23	0

農業収入を高めるための農家の要望についての調査によると、農家が実施を期待している事業は要望の高い順に (1) 農業用水の確保、(2) 資金援助、(3) 技術訓練、経営情報、マーケット整備等の農業支援サービス、(4) 農地の拡大であった。

第5章 事業計画

第5章 事業計画

5.1 事業構成

農業開発、灌漑導入と排水改良を目的とする水資源開発、及び農業振興支援サービスの強化により、農民の所得水準を向上させる目標を達成するため、本調査において選定された優先事業地区において次の開発から構成されるノンヤイ農業総合開発事業を実施する。

ノンヤイ農業開発

- (1) 農業開発
 - 収量と土地利用率の向上
 - 灌漑農業の導入
 - 天水農業の改善
 - 肉牛飼育の振興
 - スワンプ漁業の振興
 - 農業普及サービスの強化
- (2) 農業用水資源の開発
 - ノンヤイ・スワンプの改修
- (3) 灌漑開発
 - 幹支線用水路システムの建設
 - 末端用水施設の整備
 - 水利用者グループの結成による圃場水管理
- (4) 排水改良
 - 幹支線排水路システムの建設
 - 末端排水施設の整備

タタパオ川水系排水改良

- (1) 河川の改良
 - タタパオ川
 - パナンタック川
 - ノンサイ川
- (2) サムケオ水路の改修
- (3) 水路の新設
 - パクバレック水路
 - フォワン・パナンタック水路

5.2 ノンヤイ農業開発

5.2.1 農業開発計画

(1) 土地利用

集約的灌漑農業(灌漑・排水施設が完備し、適切な栽培・肥培管理が行われる農業)に対する土壌の適性分級から判断すると、事業地区内で水稻の栽培に適するのは、低位段丘・自然堤防に分布する土壌及び高・中位段丘に分布する土壌の中の Kohong series である。カシューナッツは、果樹とは異なり、砂質土壌で排水が良好かつ地下水位が低い土壌を好むため、浜堤砂州に分布する Ban Thon series、高・中位段丘に分布する Kohong series、Lang Suan series、Chumphon series が栽培に適する。他の果樹は、有効土層が充分深ければ栽培可能なので、事業地区内のほとんどの土壌が果樹の栽培に適する。

事業地区内に、農用地として転換可能な土地は限られている。農用地に転換可能な土地は、原野のニッパヤシが生育している以外の土地、及び、農用地でココヤシとパラゴムの木、パラゴムの木と畑作物、畑作物と自然草地、ココヤシと灌木が生育している土地である。これらの土地は、果樹園及び畜産振興モデルとして事業地区内に設けるパイロットファーム・採草地に転換する。原野のニッパヤシが生育している土地は、農用地として不適なため、今後えび養殖池にかわっていくものと思われる。

以上のことから、事業地区内では、現在栽培されているのと同じ作物(水稻、果樹)を、灌漑・排水設備を整備した圃場に、適切な栽培・肥培管理で栽培することによって単位面積当たり収量増を達成し、農業生産を高めることとする。なお、転換後、農用地は 59 ha 増加し、このうち採草地は 38 ha を占める。事業地区内の土地利用計画は以下の通りである。

計画土地利用

(単位: ha)

地 目	面 積 (ha)	割 合 (%)
農 地		
- 水 田	630	27.9
- 樹園地	1,370	60.6
- 畑地、牧草地	78	3.5
小 計	2,078	91.9
えび養殖池	8	0.4
自然植生地	64	2.8
道・水路、集落地等	110	4.9
小 計	182	8.1
計	2,260	100.0

(2) 作物選定

計画作物の選定は、土壌適性、市場性、農民の技術と経験、農民の意向、及び農業局と農業普及局の指導方針を参考にして行った。土壌の適性については、前述のように、灌漑・排水が導入され、適切な肥培管理が行われれば問題は見当たらない。市場性については予測は難しいが、農業局、農業普及局の指導方針により、ココヤシはヤングココヤシへの植替え、果樹と野菜の栽培増を計画した。

農業局が事業地区内 15 集落を対象にして実施した農民意向調査によると、12 集落は水稻の栽培拡大を望んでいる。このことは、本調査で実施した農家調査において、米の販売余力のある農家は 80 戸の農家のうち僅か 4 戸の農家であり、約 50 戸の農家は飯米の一部を購入していることから理解できる。次いで要望の多いのはポメロ、マンゴスチン、ドリアン、野菜、ヤングココヤシ、パイナップル、カシューナッツであった。これら作物は地区及び周辺で既に普及しているものである。

水田 630 ha には、雨期稲 100%、乾期稲 60 ha の作付けをし、水田の利用率を 109% に高める。台風ゲイにより被害を受け、用水不足により耕作が放棄されている 383 ha にはマンゴスチン、カシューナッツ、ドリアン、ポメロ、パイナップルを栽培する。また、後述する肉牛飼育パイロット計画のため、38 ha の牧草地を造成する。事業地区 2,078 ha の作付カレンダーを図 5-1 に示した。灌漑の導入と適切な肥培管理により作物収量は増大するであろう。計画作物の事業実施後の収量を、類似事業実績、普及局の計画を参考資料にして次のように予測した。また、普及局による推奨施肥料を表 5-1 に示した。

計画作付面積と計画収量

作物	作付面積 (ha)	収量 (Ton/ha)
水 稻 : 雨期稲	630	3.13
乾期稲	60	4.06
樹木作物 : ココヤシ (1/)	728	7,500
ヤングココヤシ (1/)	170	13,400
果 樹 : マンゴスチン	135	7.80
カシューナッツ	60	1.75
ドリアン	135	7.50
ポメロ (1/)	110	9,400
パイナップル	32	40.60
野 菜	40	25
牧 草	38	
計	2,138	

注：1/：果/ha

(3) 家畜振興

タイ政府は増加する食肉需要の最近の動向に対応すべく、肉牛の飼育拡大を図っている。南部タイは山地が多く、牧草地または間作牧草地の適地があり、畜産振興上に最適な立地条件下にある。地区内の農家は作物生産からの収入を補うため、肉牛、水牛、豚、家禽の飼育を行っている。農家調査によれば、畜産収入は1戸当たり年間に約4,000バーツであり、作物生産に次ぐ収入源であることが判明した。ノンヤイ農業開発事業とタタパオ川水系排水改良事業の実施により、河川とスワンプの氾濫が防御され、畜産振興の基盤が整備されるので、農家の補助収入源として、中小規模の畜産の振興を図る。このため、現在も肉牛飼育が盛んで、畜産について意識の高いバンルック村を中心にして肉牛と豚を対象として畜産振興のパイロット事業の実施を提案した。

a) 計画地

現在ノンヤイ・スワンプの氾濫により湿地となっているが、事業実施により冠水が防御されるスワンプ東側の土地を牧草地として開発し、これを中心としてバンルック村、ナチャング村での畜産振興パイロット事業を実施する。牧草予定地は雨期に冠水する国有地で、現在は、灌木地であり、一部はヤシが植えられ、乾期には畑作物が栽培されている。土地分級によれば、これらの土地は牧草地としての開発適地であり、38 haの牧草地を造成する。

b) 事業計画

20戸の農家からなる畜産グループを結成する。1戸の農家は平均として4頭の肉牛と10頭の豚を個別に飼育する。品種は肉牛でAmerican-BramanとHindo-Brazilとし、豚はMiddle YorkshireとSmall Yorkshireとする。これらは畜産局の奨励品種である。

パイロット事業計画地に3,000 m²の用地をとり、モデルファームを設け、畜舎、倉庫、事務所、集会所を建設する。畜産局の普及員の指導のもと、飼育、受精育種等についての技術移転を促進する。

c) 飼育目標

より高い経済性を得るため、下記の目標のもとに飼育を行うものとする。

飼育目標

飼育項目	肉 牛	豚
1) 哺 育		
- 哺育期間	6 ヶ月	1 ヶ月
- 体 重 (kg)	120	15
2) 育 成		
- 育成期間	12 ヶ月	5 ヶ月
- 体 重 (kg)	280	90
3) 肥 育		
- 育成期間	7 ヶ月	1 ヶ月
- 体 重 (kg)	400	100
4) 肥育終了時月令	25 ヶ月	7 ヶ月

d) 飼料供給

肉牛の場合、1頭の1日当たりTDN所要量は平均3.5kgであり、全量を粗飼料で賄うものとする。豚の場合は、購入の米殻を主体とする餌とし、1日当たりの所要量は4kgである。牧草や稲わらの粗飼料のTDN含量比は35%とすると、肉牛1頭当たりの粗飼料の日当たり必要量は10kgとなり、年間の粗飼料必要量は3.65トンである。良質の牧草の場合、1ha当たりの収量は25トン进行期待できるので、その利用率を平均30%と見込み、年間7.5トンの粗飼料を生産できる。即ち、1haの牧草地は2頭の肉牛の飼料を供給することができ、計画牧草地38haで約80頭の肉牛を飼育することが可能である。

(4) スワンプ漁業

雨期には最大543haの水面積を持つノンヤイ・スワンプの貯水を利用して、地方住民の自家消費を目的とした淡水魚の生産を行う。スワンプ水深は雨期で2.5m、乾期で1m程度と浅く、養魚管理に適している。種苗は県水産事務所から供給を受け、主な魚種はティラピア、タイ鯉、インド鯉、草鯉を計画する。1ha当たり4,000尾の種苗の放流で年間200kgの漁獲が期待できる。公有水面であるスワンプ漁業の管理は村長を責任者とする農民組織を結成し、これにあたるものとする。

(5) 農業振興支援サービス

a) 農業普及サービス

ノンヤイ地区の農業普及サービスは、栽培技術の訓練、生産資材の供給、農業信用の供与、市場流通システムの強化、及び農民グループの結成、について実施されねばならない。

栽培技術の訓練はチュンボン郡普及事務所が事業地区内の3ヵ村を担当する普及員を通じて行う。このため各村に、稲作、野菜栽培、果樹栽培についての農民グループを結成し、各

村に1ヵ所の展示圃場を設けて農民に栽培技術の普及と訓練を行うことを提案する。この農民グループは農業・農業協同組合銀行(BAAC)の信用供与を受ける組織としても機能する。ナチャング村の既設市場の施設の改良と拡充を計画する。市場需要に沿った生産及び品質改良を行うため、関係政府機関は新しい市場情報データを県事務所を通して農民グループに知らせるものとする。

b) BAACの農業信用

農業生産を高め、収入を向上させるため、制度信用はタイの農業開発計画に重要な役割を果たしている。農業・農業協同組合銀行法に基づき1966年に設立された農業・農業協同組合銀行(BAAC)の信用供与のサービスはタイ全土をカバーしている。本事業で計画した果樹栽培、肉牛飼育等の投資を回収するまでに数年を要する事業の実施にはBAACの制度農業信用を活用すべきである。

農民は個人あるいはグループとしてBAACから借款を受けることができるが、BAACは農民にグループを結成させている。グループ・メンバーは農民とBAACの間を調整するリーダーを任命する。通常は1村の範囲でグループを結成するが、メンバー数には制限はない。BAACは農業協同組合と農業組合の2つの特定農業組織にも融資を行う。農業協同組合は通常は郡レベルのもので農業協同組合促進局の管轄下であり、一方農業組合は村レベルの組織で農業普及局の管轄下にある。本事業の実施に当たっては、当面は農業普及局チュンボン郡事務所の指導のもとに、果樹、肉牛飼育等の農業組合を結成し、BAACの融資のもと生産活動の改善を図ることになる。

農民個人に対する融資は農業生産の年経費に対するもの、及び農業資産への投資に対するものがある。後者については中期ローンと長期ローンとの2つのタイプがある。果樹、肉牛飼育は、投資回収期間が5年以上を要するものとして長期ローンを借り入れることができよう。借款の返済期間は次の通りである。

借款の返済期間

借款タイプ	通常	最大
短期	12ヵ月	18ヵ月
中期	3年	5年
長期	5~15年	20年

BAACの貸付金の利子率は商業銀行の率よりも低く設定されている。現在、商業銀行のプライム・レートは15.5%である。BAACの農民個人に対する通常の利子率は下に示す通りである。

通常の利子率 (%)

借 款 型 式	融 資 額 (バ ー ツ)		
	6万以下	6万~100万	100万以上
短 期	12.5	(プライムレート)-1	(プライムレート)+1
中 期	12.5	(プライムレート)-1	(プライムレート)+1
長 期	11.5	(プライムレート)-2	(プライムレート)

融資の際には次のいずれかの保証を必要とする。(1)5~30名の同じ農業生産活動に従事する者の連帯保証、(2)BAACが承認した2名以上の保証人、(3)不動産の担保、(4)政府の保証または預金担保。

5.2.2 灌漑・排水計画

(1) 灌漑用水量

事業地区の灌漑用水量は、タイプI(雨期稲)、タイプII(雨期稲と乾期稲)、タイプIII(混合果樹)、及びタイプIV(野菜)の4タイプの作付パターンに基づいて計算した。作物消費水量(Cu)は流域開発計画で述べたように、作物蒸発散量(ETr)に作物係数(Kc)を乗じて求めた。この作物消費水量に、水稻については浸透量1.0mm/day、しろかき用水270ミリを加え、また、野菜については乾期の作付準備用水50ミリを加え、作物が圃場で必要とする純用水量を求めた。各作付タイプ毎の月別の純用水量を要約すると下表の通りである。

純 用 水 量

(単位: mm)

月	タイプI (雨期稲)	タイプII (雨期稲+乾期稲)	タイプIII (混合果園)	タイプIV (野 菜)
1	142.8	142.8	108.3	148.9
2	17.4	17.4	110.2	151.6
3	-	337.6	136.5	187.7
4	-	219.8	132.0	181.5
5	-	218.7	118.2	162.5
6	-	146.7	108.6	149.3
7	-	16.2	111.4	153.1
8	-	-	109.3	150.3
9	321.4	321.4	106.2	146.0
10	167.4	167.4	101.5	139.6
11	178.6	178.6	94.2	129.5
12	191.1	191.1	103.3	142.0
計	1,018.7	1,957.7	1,339.7	1,842.0

水源地で放流すべき灌漑用水量は、上記の純用水量から灌漑に有効な降雨量を差引き、灌漑中の損失水量を加えて得られる。灌漑効率はRIDの類似事業の計画を参考に、水稻で0.55、その他の作物で0.50とした。有効雨量は降雨量をRとするとき次のように推定した。

灌漑有効雨量

(単位：mm)

作物	有効雨量	有効雨量の上限	
		月当たり	10日当たり
水稻	$0.75 \times R$	200	70
果樹、樹木、野菜	$0.75 \times R$	120	40

(2) 灌漑面積

土地利用計画と作付計画によると、事業地区内の農地面積は、水田 630 ha、樹木作物 898 ha、果樹園 472 ha、畑地 40 ha、牧草地 38 ha、計 2,078 ha である。このうち、灌漑対象は収益性の高い水稻、野菜に優先度をおき、計画ノンヤイ貯水池の水源の許す範囲で果樹、次いで在来のココヤシから転換を進めるヤング・ココヤシに灌漑用水を供給する計画である。

適切な灌漑面積を定めるため、有効貯水量 3.9 百万 m^3 のノンヤイ貯水池の水収支計算を 10 日単位で、1981~1990 年の 10 年間について行った。その結果から、次の 2 ケースを選び検討した。

灌漑面積決定のケース・スタディ

作物	灌漑面積 (ha)	
	ケース I	ケース II
水稻 : 雨期稲	570	570
: 稲 2 作	60	60
果樹	460	530
野菜	40	40
計	1,130	1,200
水不足年数	1	2

貯水池を水源とする灌漑農業計画においては通常 10 年に一度の水不足は許容される。この場合、本事業の灌漑面積は 1,130 ha である。これに対し、果樹の栽培面積を 70 ha 増やし、灌漑面積を 1,200 ha とするとき、用水不足の生じる年数は 10 年間に 2 年となる。本灌漑事業は比較的広い面積の果樹を対象としている。深い根群域をもつ果樹は稲作に比べ耐干性があるので、この灌漑事業ではできるだけ広い農地に灌漑用水を供給するという観点から、10 年間に 2 年の水不足を許容し、計画灌漑面積を 1,200 ha とする。渇水年においては果樹を中心にして節水灌漑を行うものとする。

(3) 灌漑施設

a) 灌漑ブロックと配水施設

1,200 ha の灌漑地を地形、土地利用を考慮して7灌漑ブロックに分割した。ノンヤイ貯水池周辺の北側6ブロック(600 ha)は貯水池からポンプ取水し、南側の1ブロック(600 ha)の灌漑用水はフォワン・パナンタック水路を通して貯水池の水を重力取水し、ブロック内に送水する。このブロック内の下流部にある318 haの農地の灌漑はポンプ・アップによらねばならない。各灌漑ブロックの灌漑面積は次の通りである。

ブロック別灌漑面積

(単位：ha)

ブロック	雨期稲	稲2作	果樹	野菜	計	取水方法
A	60	6	17	20	103	ポンプアップ
B	96	10	36	10	152	ポンプアップ
C	13	1	38	10	62	ポンプアップ
D	17	2	57	-	76	ポンプアップ
E	72	8	19	-	99	ポンプアップ
F	26	3	79	-	108	ポンプアップ
G	286	30	284	-	600	重力
計	570	60	530	40	1,200	

灌漑ブロックA、B、C、Dの4ブロックは貯水池から直接取水し、E、F及びGの3灌漑ブロックは貯水池から放流された水をフォワン・パナンタック水路から取水する。このうち、C、D及びFブロックは高位部へ揚水したのち、起伏のある地形から農地への配水はパイプラインとする。また、A、B、E及びGブロックは取水後は開水路により配水する。

b) 取水施設の規模

取水ポンプの運転時間は1日12時間とし、またブロックGの重力分水堰は24時間取水とする。取水施設の規模は、各作物の最大用水量を次式で求め、その合計値により決定する。

$$W.D. = \Sigma [(I.A. \times N.W.R. / I.E.) \div O.H.]$$

ここに、W.D. = 取水施設規模

I.A. = 灌漑面積

N.W.R. = 純用水量

I.E. = 灌漑効率 : 水稻 0.55
野菜、果樹 0.50

O.H. = 取水時間 : 堰24時間、ポンプ12時間

用水ピークは各ブロックとも9月に発生し、各ブロックの取水施設の規模は次の通りである。

取水施設の規模

諸 元	A	B	C	D	E	F	G	計
灌漑面積 (ha)	103	152	62	76	99	108	600	1,200
施設規模 (m ³ /sec)	0.40	0.61	0.16	0.19	0.43	0.28	1.34	3.41
(ℓ/sec/ha)	3.9	4.0	2.5	2.5	4.4	2.5	2.2	

(4) 排水計画

a) 単位排水量

良好な作物環境を保つため、雨水や灌漑余剰水の排水が必要である。農地に湛水被害をもたらす豪雨は3日間連続の降雨が多い。水田の湛水機能と作物の耐水性を考慮し、地区内の排水は再現期間5年の最大3日間連続降雨を3日間で排除する計画とする。流出率を80%とし、確率降雨量はチュンボン市の観測記録により算定した。地区内の計画単位排水量は次のように求まる。

設計降雨量 : 254.7 mm (チュンボン市の5年確率、3日間連続降雨量)
 単位排水量 : 67.9 mm/day (設計降雨の3日間排除)
 7.9 ℓ/sec/ha

主に段丘と丘陵からなる地区外1,299 haからの流入水は地区内の計画排水路を通して排水する。地区外からの流入は、設計降雨量のうち最大日雨量(165.0 mm)が24時間で流入するものと想定した。流出率を80%とし地区外からの単位排水量は15.3 ℓ/sec/haである。

RIDはタイ国における降雨特性である短い降雨継続時間、狭い降雨範囲を考慮し、排水路の断面決定にはその排水面積の広さに応じて低減係数を適用している。本事業地区の幹線排水路の排水面積は最大で5.54 km²に過ぎないので、この排水計画では低減係数は考慮しない。

b) 幹線排水路の計画排水量

地区内の余剰水は自然水路により、ノンヤイ貯水池あるいはサムケオ水路に排水される。この事業では自然水路を改良して幹線排水路として利用する計画であり、その計画排水量は次の通りである。

幹線排水路の計画排水量

ブロック	排水路	排水面積 (ha)			計画排水量 (m ³ /sec)
		地区内	地区外	計	
B	BD-1	114	398	512	7.0
E	ED-1	140	413	553	7.4
	ED-2	81	238	319	4.3
G	GD-1	142	-	142	1.1
	GD-2	304	250	554	6.2
	GD-3	207	-	207	1.6

5.2.3 ノンヤイ貯水池

(1) 開発計画

集水面積 102 km²を持つノンヤイ・スワンプは洪水放流水路の経路として利用する一方、スワンプを堤防で囲むことにより 4.5 百万 m³ の貯水が可能であるので、水位調整ゲートを建設し、スワンプを貯水池としてその水資源を開発する。ノンヤイ貯水池計画の実施により、灌漑用水のための水資源の開発に加え、貯水を利用して淡水魚の生産、スワンプ周辺農地の氾濫の防止、スワンプを囲む堤防を農業生産資材及び生産物の輸送道路として利用できること、及び貯水池を周辺住民のレクリエーション地として利用できること、等の効果が期待できる。

(2) 計画貯水位と貯水量

ノンヤイ・スワンプを堤防で囲い込み貯水池とするに当たり、その境界の設定は、公有地内とするため標高 6.0 m 以下の地区とする、及びスワンプに接した土地で現在比較的広い範囲で農地として利用されている所はできる限り貯水池外とすることを考慮した。この結果、貯水池水面積は約 543 ha となった。

貯水池の常時満水位の決定は、貯水量を多く確保するとともに下流灌漑受益農地への重力灌漑面積を増やすこと、貯水池周辺に排水不良を起こさないこと、及び養魚目的では 1.5 m 程度の水深が必要なこと等を考慮した。また、洪水防御計画により、この貯水池にはフォワン・パナンタック水路とパクパレック水路からの最大 540 m³/sec の洪水が流入する。高水位は下流フォワン・パナンタックに設ける堰を基準として水理計算の結果 W.S. 6.20 m を得る。RID が作成した縮尺 1/4,000 の地形図から、貯水位と貯水池面積及び貯水量の関係を求め、次のように計画貯水位と貯水量を決定した。

計画貯水位と貯水量

項目	計画諸元
貯水池面積	543 ha
高水位 (H.W.S.)	6.2 m MSL
常時満水位 (N.W.S.)	4.5 m MSL
低水位 (L.W.S.)	3.0 m MSL
総貯水量	4.5 百万 m^3 (N.W.S)
有効貯水量	3.9 百万 m^3
死水量	0.6 百万 m^3 (L.W.S)

(3) 貯水池水収支

ノンヤイ貯水池の有効貯水量 3.9 百万 m^3 で灌漑可能な面積を求めるため、既述の計画作付パターン及び純用水量と 1981 年より 1990 年までの 10 ヶ年間の気象水文データに基づいて貯水池の水収支計算を次の条件で行った。

- 流入量 : X46 と X46A 地点の観測記録から流域面積比によりスワンプ流入量に換算
- 有効雨量 : チュンボン市の 30 年間 (1961~1990) 平均雨量から計算
- 用水量 : 灌漑用水と受益地内の生活用水
- 貯水池損失 : 水面蒸発 (計器蒸発の 70%) と浸透 (総貯水量の 0.03%/day)

比較ケースの中から、ケース I (灌漑面積 1,130 ha) とケース II (灌漑面積 1,200 ha) を検討の対象として選んだ。両ケースの貯水池の状況を図 5-2 に示した。この計画では、10 年に 2 度の用水不足を許容し、比較案のケース II である灌漑面積 1,200 ha を灌漑面積とした。

(4) 貯水池の堆砂

ノンヤイ貯水池は前述のように周辺農地の灌漑用水の水源であるとともに、洪水排除の放水路にも利用されるので、自己流域 102 km^2 からの堆砂と水路を通してタタパオ川からの堆砂が発生する。

自己流域 (Lamu, Khi Nak, Krut の 3 河川) からの堆砂は既に検討したごとく比堆砂量 150 $m^3/km^2/年$ とし、年当たり 15,300 m^3 が見込まれる。

これに対して水路からの堆砂は貯水池への年間流入量、洪水の浮遊流砂の構成成分を基に求められるが、現時点ではこれらに関する有効な資料がないので、仮定を混え以下に検討する。

a) 流送形式の判定

フォワンパンタック水路分岐点におけるタタパオ川(洪水量 $880 \text{ m}^3/\text{sec}$ 時)の河川平均流速から篠原、椿の流送形式の判定基準に照らして検討すれば、粒径 2.0 mm 以下の土粒子が浮遊していると考えられる。

b) 洪水量 $1,000 \text{ m}^3$ 当たりの堆砂量

浮遊流砂を含んだ洪水が貯水池に流入した場合、貯水池で流速が落ち、この浮遊流砂の一部は貯水池に沈殿する。土粒子の沈降理論から本貯水池では先の 2.0 mm から 0.01 mm の土粒子が貯水池に沈殿すると推定される。洪水の浮遊流砂の成分を細砂 10% 、シルト分 40% 、粘土分 40% と仮定すれば、洪水量 $1,000 \text{ m}^3$ 当約 0.38 ton の浮遊流砂が貯水池内に沈殿する。

c) 年間堆砂量

タタパオ川から貯水池への河川流入は雨期の8月から12月の間にあるとして、多目的ダムのない場合 $149.1 \text{ MCM}/\text{年}$ 、多目的ダムのある場合 $63.8 \text{ MCM}/\text{年}$ と推定すれば、

多目的ダムのない場合:	$45,000 \text{ m}^3/\text{年}$
多目的ダムのある場合:	$20,000 \text{ m}^3/\text{年}$

の堆砂が見込まれる。

d) 堆砂対策

ノンヤイ貯水池は低水位 (WL.3.0 m) 以下に堆砂容量として 60 万 m^3 を確保している。

従って、自己流域からの堆砂 $15,300 \text{ m}^3/\text{年}$ と合わせて多目的ダムのない場合 10 年に一度、多目的ダムのある場合 15 年に一度の割合で浚渫船を利用して、これを搬出する計画とする。この土砂は養分を含んだ土砂で、周辺農地の耕土として有効利用できる。

なお、今後これらの詳細検討は第7章、7.1.4(4)に記す調査を実施して行う必要がある。

(5) 計画諸元

ノンヤイ貯水池計画の諸元を要約すると下記の通りである。施設の詳細については第6章に示した。

ノンヤイ貯水池の計画諸元

項 目	諸 元
① 位 置	チュンボン郡、バンバレック村、ナチャング村
② 水 系	ナテユング村
- 河川名	ラム川、キナック川、クラット川
- 集水面積	102 km ²
- 年平均降雨量	1,780 mm
- 年平均流入量	81.1 百万m ³
③ 貯水池	
- 貯水池面積	543 ha
- 貯水位	
高 水 位 (H.W.S.)	6.2 m MSL
常時満水位 (N.W.S.)	4.5 m MSL
低 水 位 (L.W.S.)	3.0 m MSL
- 貯水量	
総貯水量	4.5 百万m ³
有効貯水量	3.9 百万m ³
死水量	0.6 百万m ³
④ 堤防と周辺道路	
- 総延長	13.9 km
- 天端標高	7.5 m MSL
- 天端幅	8.0 m

5.3 タタパオ川水系の排水改良

5.3.1 基本計画

タタパオ川の洪水の脅威を緩和するため、ラプロ、上流ラプロ、タサエの3多目的貯水池の建設が計画され、その第1段階としてラプロ川にラプロ多目的貯水池、タサエ川にタサエ多目的貯水池の建設計画がRIDによって進められている。本調査で提案した流域水資源開発計画により、ラプロ貯水池とタサエ貯水池に167.7百万 m^3 の治水容量を備えることにより、タタパオ川の始点X158地点(集水面積1,819 km^2)の再現期間30年の設計洪水量は、1,510 m^3/sec から1,150 m^3/sec に軽減される。

現在、タタパオ川の洪水はタタパオ川とタタパオ川から分岐するサムケオ水路によってタイ湾へ放流されているが、タタパオ川の最大通水量は430 m^3/sec 、またサムケオ水路は140 m^3/sec であり、設計洪水量をはるかに下回る。1989年の11月に大規模な洪水氾濫があり、RIDは洪水防御の緊急対策として、サムケオ水路の通水能力の拡大とフォワン・パナンタック水路の新設を計画した。この計画の実施によりタタパオ川中・下流部の洪水はかなり緩和されることと期待されている。本調査の実施期間中にRIDの上記2水路の実施設計は用地交渉を含め進展した。

ノンヤイ地区農業総合開発事業実施のためには、タタパオ川の洪水氾濫をあるレベルに抑えなければならない。この農業総合開発計画では、設計洪水量を1,150 m^3/sec とし、タタパオ川水系の排水改良を計画する。なお、設計洪水量1,150 m^3/sec は貯水池の建設前の状況では再現期間10年の確率洪水量に相当する。RIDの緊急排水計画を考慮し、タタパオ川と既設水路の改良、及び水路の新設からなるタタパオ川の排水改良計画を検討した。

5.3.2 サムケオ水路の改修

この水路の設計通水能力は260 m^3/sec で建設されたがタタパオ川からの分流施設の能力の不足と水路の維持管理不足から現在の通水能力は概ね140 m^3/sec 程度に低下している。1990年のRIDの緊急対策計画樹立時に現況水路の拡幅案が検討されたが最終的に当初設計流量の260 m^3/sec に回復する計画とした。

また、サムケオ水路が接続するパナンタック川には後述するフォワン・パナンタック水路が合流する。パナンタック川のこの合流点より上流区間はその屈曲した路線を一部直線化した。サムケオ水路の工事延長は4.8 km である。

サムケオ水路は灌漑用水路として水路沿いの農民に現在利用されているが、乾期に流量が急減するにつれ、海水が水路内に侵入する。このため、水路下流端に防潮堰を建設して欲しいという農民の要望が強い。しかしながら、流域水資源開発計画で提案された多目的貯水池の建設前で、乾期灌漑用水が確保されていない現状においては、防潮堰建設の農業生産に及ぼす効果は、約4.5億円と概算される工事費に比べ無視しうるほど少ない。前述のノンヤイ農業総合開発事業により、サムケオ水路沿いの農地には灌漑用水が、また農家には生活用水が供給されるので、本事業では防潮堰の建設は計画しない。

5.3.3 水路の新設

タタパオ川の現況最大通水能力は $430 \text{ m}^3/\text{sec}$ であるのに対し、設計流量は $1,150 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、現況通水能力の約2.7倍である。チュンボン市街地を流れ、兩岸に家屋の多いタタパオ川の改修工事量を減らすこと、洪水排除をタタパオ川に集中させないこと、及び地区内の排水状況を改善する効果等を考慮し、タタパオ川から分流する水路の新設を検討した。

(1) フォワン・パナンタック水路

RIDはX158地点から約15km下流のバンフォワン地点でタタパオ川から分流し、ノンヤイ・スワンプを経てパナンタック川を結ぶフォワン・パナンタック水路の建設を1990年に緊急事業として計画した。設計流量 $270 \text{ m}^3/\text{sec}$ の水路の建設は1992年に認可され、現在用地取得が進められており、またスワンプ内の公有地では建設工事が開始された。

フォワン・パナンタック水路は、タタパオ川とノンヤイ貯水池の間の上流区間、及び貯水池からパナンタック川合流点までの下流区間とからなる。ノンヤイ貯水池には後述するパクパレック水路が $270 \text{ m}^3/\text{sec}$ の洪水を放流するので、フォワン・パナンタック水路の下流区間の設計通水量は $540 \text{ m}^3/\text{sec}$ である。また、下流区間はノンヤイ灌漑事業において、灌漑ブロックE、FとGへの用水路として利用される。下流区間の中流部に堰を設け、ノンヤイ貯水池の水位をコントロールする。フォワン・パナンタック水路新設計画の概要は次の通りである。

フォワン・パナンタック水路の施設

区 間	設計流量 (m ³ /sec)	延 長 (km)	施 設
上流フォワン・パナンタック	270	0.6	取水堰
下流フォワン・パナンタック	540	3.9	水位調整堰

サムケオ水路とフォワン・パナンタック水路の事業計画の確定により、タタパオ川の現況通水能力と設計流量を対比した。なお、後述するように、タタパオ川は改良計画のために上流部、中流部、下流部とに区分した。この時のタタパオ川の改良比較案は以下の通りである。

タタパオ川改良比較案(1)

(単位：m³/sec)

河川/水路	通 水 能 力		備 考
	現 況	計 画	
(タタパオ川設計洪水量)		(1,150)	
(1) 上流タタパオ川	430	1,150	
(2) フォワン・パナンタック水路	-	270	確定
(3) 中流タタパオ川	430	880	(1) - (2)
(4) サムケオ水路	140	260	確定
(5) 下流タタパオ川	350	620	(3) - (4)

上記比較案で指摘される問題点は、依然としてタタパオ川の改良規模が大きすぎることである。上流区間では現況通水能力の2.7倍、中流区間で2倍、下流区間では1.8倍にそれぞれ通水能力を拡大しなければならない。下流区間の河川は緩勾配であり、その通水能力の拡大のためには大規模な河川の拡幅を必要とする。バクバレック水路の新設を含めたタタパオ川の改良計画を5.3.4タタパオ川の改良で検討した。

(2) バクバレック水路

タタパオ川の始点直下流地点で分流し、ノンヤイ貯水池を経てパナンタック川に洪水を放流するフォワン・パナンタック水路の建設案は、次の点を考慮して提案された。前項(1)で検討したように、全長41kmに及ぶタタパオ川の改良工事量を減らす、水路の建設により周辺農地の排水が改良される、及び水路沿いに設ける管理用道路は地域の交通路として利用できる。

RIDの作成した地形図(縮尺1/4,000)と現地踏査によれば、水路は集落にかからず、また延長の半分は自然河川を利用できる。一方、タタパオ川の改良には家屋の移転は避けられない。家屋の移転はコストの増のみならず、地域社会にマイナスのインパクトをあたえる。パ

クパレック水路の建設は技術的には、前項(1)のタタパオ改良比較案(1)に対する代替案であり、パクパレック水路の規模はタタパオ川の改良規模により定まる。

タタパオ川の改良計画の検討の過程において、タタパオ川下流区間(22.5 km)はその河川勾配は約 1/10,000 と緩勾配であり、通水能力を高めるためには大規模な河川の拡幅を必要とすることから、タタパオ川下流区間の通水能力の改良は計画せず、局部的な改修により現況の通水能力 350 m³/sec を維持することとした。

この結果、パクパレック水路の設計通水能力は下に示すように 270 m³/sec として定まる。工事延長は 5.5 km である。

パクパレック水路の設計通水能力

(単位 : m³/sec)

河川/水路	通水能力	備 考
(タタパオ川設計洪水量)	1,150	(1) + (2)
(1) 上流タタパオ川	880	(3) + (4)
(2) パクパレック水路	270	1,150 - 880
(3) フォワン・パナンタック水路	270	確定
(4) 中流タタパオ川	610	(5) + (6)
(5) サムケオ水路	260	確定
(6) 下流タタパオ川	350	確定

参考に、パクパレック水路を建設しないタタパオ川改良比較案(1)と、パクパレック水路を建設した場合の工事費を比較すると以下の通りであり、パクパレック建設案が経済的であることわかる。

工事費の比較

(単位 : 百万バーツ)

	計 画 案	比 較 案
(1) タタパオ川	(880 m ³ /sec) 357.7	(1,150 m ³ /sec) 934.6
(2) パクパレック水路	(270 m ³ /sec) 197.4	-
計	555.1	934.6

5.3.4 タタパオ川の改良

(1) 河川改修計画

タタパオ川は河川改良計画に関し、上流、中流、下流の3区間に区分する。上流区間はラプロ川とタサエ川の合流点からフォワン・パナンタック水路が分岐するバンフォワン地点までの区間であり、延長11.3 km、現況の通水能力は430 m³/secである。中流区間はバンフォワン地点から既設サムケオ水路の分岐点までの区間であり、延長7.2 km、現況の通水能力は430 m³/secであり、下流区間はサムケオ水路分岐地点から河口までで、延長22.5 km、通水能力は350 m³/secである。

タタパオ川下流区間はチュンポン市を過ぎると、その河川勾配は平均1/10,000程度の極めて緩い勾配となり、この区間の流れは潮位の影響をうける。下流区間の通水能力を増大させるには、22.5 kmの長さにわたり大幅な拡幅を必要とし、チュンポン市街地と河口の漁村では家屋の移転を必要とするので、本計画ではタタパオ川下流区間の通水能力の増大は計画せず、浚渫、河床掘削、ショートカット等の局部的な改修工事により、現況の通水能力350 m³/secを維持する計画とする。

タタパオ川下流区間の通水能力を350 m³/secとしたことで中流区間と上流区間の計画通水能力はそれぞれ610 m³/sec、及び880 m³/secとなる。タタパオ川の改良計画の概要は下に示す通りである。

タタパオ川改良計画

区 間	現況延長 (km)	工事延長 (km)	通 水 能 力 (m ³ /sec)		主 要 工 事
			現 況	計 画	
上 流	11.3	11.3	430	880	拡幅、堤防
中 流	7.2	6.0	430	610	拡幅、堤防、ショートカット
下 流	22.5	17.0	350	350	浚渫、河床掘削、ショートカット
計	41.0	34.3			

(2) 残流域の洪水

タタパオ川の河川改修計画はラプロ川とタサエ川の合流点(×158地点)における計画洪水流量1,150 m³/secを基に立案したものであるが合流点より下流残流域からも洪水の流入が見込まれる。

タタパオ川流域は全体で357 km²であるがその内訳は以下の通りである。

- タタパオ川(本川)に属する流域	: 155.3 km ²
- ノンヤイ地区も含むパナンタック川流域	: 132.5 km ²
- 直接タイ湾へ流出する流域	: 69.2 km ²
<u>計</u>	<u>357.0 km²</u>

計画洪水 (1,150 m³/sec) 発生時におけるこれら残流域からの洪水量を知るために、タタパオ川残流域の代表的な流域である、チュンボン市直上流にある。合計 74.0 km² の流域(タタパオ川の支流、 Khlong Wang Thong, Khlong Ma Yang) からの洪水流出を解析した。その結果は下表の通りである。

チュンボン市直上流地点における本川と支川の洪水量 (m³/sec)

河 川	洪水発生時間				
	12	54	90	105	126
本川 (タタパオ川) ^{1/}	14	398	1,091	1,136 ^{2/}	1,055
支川 (Khlong Wang Thong, Khlong Ma Yang)	30	123	14	21	2
計	44	521	1,105	1,157	1,057

^{1/} : 本川の流量は流出解析上水路による分水は考慮していない。

^{2/} : 河川改修計画では数字を切上げ1,150 m³/secとしている。

支川のピーク流出流量 123 m³/sec は 54 時間目に発生するが本川はまだピークに達しておらずこの流入量を加えても本川の計画洪水量以下である。これに対して本川のピーク流量発生時 (105 時間目) には支川から 21 m³/sec の流入量が見込まれ合計すると本川計画洪水量を僅かにオーバーする。

しかし本川計画洪水量発生時は本川の河川水位は本地区が低平地であることから堤内の地盤高より高く支川からの洪水は結果として自然排水が困難な状態になっている。これをポンプ排水するには多大の維持管理費を要しその採用は難しい。従って、本川の洪水が周辺に影響を及ぼさないよう支川に排水樋門を設けるか支川沿いも本川と同じ高さの堤防を築くことになるがこの本川ピーク洪水発生時には自己流域からのピークを過ぎた小洪水によりその周辺は若干の湛水、排水不良を許容せざるを得ない。

タタパオ川流域は低平担地であり残流域からの洪水流入を加味してタタパオ川の河川改修を行っても洪水位を河川周辺地盤より低くすることは事実上困難で依然としてその周辺には排水不良を生じる。

また、残流域からの洪水ピーク量はサムケオ水路分水点より下流のタタパオ川計画洪水量 $350 \text{ m}^3/\text{sec}$ 以下でありタタパオ川は十分通水能力を有する。

これらの結果よりタタパオ川改修計画には残流域からの洪水量を考慮してもその計画に影響を及ぼさない。

(3) 河口閉鎖問題

タタパオ川の河口付近は近海漁業の漁港として発展してきたが、河口閉鎖により河川の通水阻害、漁船の運航阻害が近年問題となっている。港湾局が河口から 2 km 区間及び沿岸を管理し、その上流区間をRIDが管理している。港湾局は2年に1度の割合で河口部の浚渫を行っていたが、その効果は十分ではないとしている。航路の現況水深は 3.5 m であったが、1989年の洪水後は $1\sim 2 \text{ m}$ に減少したと報告されている。このため港湾局とRIDはその後タタパオ川下流部を常時浚渫している。

港湾局はこの問題を解決すべく改良計画を検討中であるが、現在までにはまとまった計画は示されていない。タタパオ川の河口にある港湾局県事務所によれば、タタパオ川の下流部と航路の浚渫を行い、約 1.5 km の航路の両側にケーソン等による外壁を設置することが、対策の1つとされている。本事業では、前述のようにタタパオ川下流部は浚渫等により、現在の通水能力 $350 \text{ m}^3/\text{sec}$ を維持することとし、河口部の閉鎖問題については港湾局の対策を待つこととした。

タタパオ川の河口部勾配は $8,000\sim 10,000$ 分の1と緩やかであり、河川流出は季節的に変動が大きい。一方、タイ湾は遠浅海浜であることからタタパオ川は河口閉鎖を起こし易い状況にある。河口閉鎖を起こす最大の原因は、一般的には渚線の漂砂であり、河口維持をはかる最大の条件は河水による掃砂である。従って、河口維持計画は掃砂力の増大(河口位置の固定、ミオの設定等)をはかると共に、浜漂砂の河口搬入の防除に努めることである。つまり、河口工事は河川掃流力の増大と河口堆砂を防止するという2つの基本的な目的を持たねばならない。

タイ湾の潮流は半島沿いに北流するので、タタパオ川河口向かいにある小島に防流堤を結び、航路をその北側に置く港湾局県事務所の構想は有効な工法といえる。しかしながら、河口閉鎖の現象は、河口に搬入される砂と掃砂との平衡、河口規模と漂砂量変動の大きさや度数、渚線の安定性、等の要因が重なり複雑である。従って、その妥当な対策工計画に当たっては付属書に示すような基本調査をまず実施し検討する必要がある。

5.3.5 パナンタック川

タタパオ川の洪水防御計画により、フォワン・パナンタック水路とパクパレック水路が建設され、タタパオ川の洪水 $540 \text{ m}^3/\text{sec}$ がノンヤイ貯水池を経てパナンタック川に放流され、更に既設サムケオ水路からの洪水 $260 \text{ m}^3/\text{sec}$ がこれに加わり、パナンタック川の洪水量は最大 $800 \text{ m}^3/\text{sec}$ となる。

パナンタック川は緩い河川勾配と潮位の影響により、その現況通水能力は約 $400 \text{ m}^3/\text{sec}$ と設計洪水量に比べ小さく、干潟と窪地で形成される沿岸地は恒常的な氾濫地帯である。パナンタック川の右岸は川沿いに建設された地方道路によりある程度の河川水の氾濫は防御され、水田やえび養殖池が見られる。左岸側は毎年湛水被害にあい、農地は少ない。RID はパナンタック川の洪水防止のための河川改良を施工せず、一定範囲の洪水氾濫地帯を設定することを住民の合意のもとに計画した。

この計画では右岸には農地、えび養殖池、集落があることから、右岸沿いの堤防を補強し、左岸側に洪水氾濫地域を設けることとした。洪水氾濫地域の面積は 190 ha である。設計洪水量 $800 \text{ m}^3/\text{sec}$ のときの洪水氾濫状況を、パナンタック川の最大洪水位を不等流計算により求め推定した。この計算ではタイ湾潮位を平均潮位 (-0.06 m) とした。この時の氾濫原の最大洪水位は 2.7 m である。この地点の最大湛水深は 1.5 m となり、流速は $0.35 \text{ m}/\text{sec}$ 程度である。

ノンヤイ貯水池を經由してパナンタック川へ流入する洪水のピーク ($540 \text{ m}^3/\text{sec}$) とサムケオ水路からの洪水のピーク ($260 \text{ m}^3/\text{sec}$) が同時に発生する確率は極めて低い。パナンタック川のピーク洪水量が $700 \text{ m}^3/\text{sec}$ 、 $600 \text{ m}^3/\text{sec}$ のケースの氾濫水深を同様に計算すると次の通りである。

パナンタック氾濫原の湛水深

ピーク洪水量 (m^3/sec)	最大湛水位 (m MSL)	最大湛水深 (m)
800	2.7	0.5 - 1.5
700	2.6	0.4 - 1.4
600	2.3	0.1 - 1.1

表 5-1 推 奨 施 肥 料

(Unit : kg/tree/year)

Crop	Formula	Growing Year		
		1 - 3	4 - 6	7 - 9
(1) Coconut (Coconut 25 trees/rai, Young coconut 40 trees/rai)				
First	15 - 15 - 15	0.5 - 1	1 - 2	2 - 3
Second	15 - 15 - 15	0.5 - 1	1 - 2	2 - 3
Third	14 - 14 - 21	0	1 - 2	1 - 2
(2) Pomelo (20 trees/rai)				
First	21 - 7 - 14	0.5 - 1	1 - 1.5	1.5 - 2.5
Second	16 - 16 - 16	0.5 - 1	1 - 1.5	1.5 - 2.5
Third	14 - 14 - 21	0.5 - 1	1 - 1.5	1.5 - 2.5
Fourth	or 14 - 9 - 20 15 - 0 - 0	0	1 - 1.5	2.0 - 3.0
(3) Cashewnut (25 trees/rai)				
First	16 - 11 - 14	0.5 - 1	1 - 2	2.0 - 3.0
Second	15 - 15 - 15	0.5 - 1	1 - 2	2.0 - 3.0
Third	14 - 14 - 21	0	1 - 2	1.0 - 2.0
(4) Durian (20 trees/rai)				
First	21 - 7 - 14	0.5 - 1	1 - 1.5	1.5 - 2.5
Second	12 - 24 - 12	0.5 - 1	1 - 1.5	1.5 - 2.5
Third	14 - 14 - 21	0.5 - 1	1 - 1.5	1.5 - 2.5
Fourth	15 - 0 - 0	0	1 - 1.5	2.0 - 3.0
(5) Mangosteen (20 trees/rai)				
First	21 - 7 - 14	0.5 - 1	1 - 1.5	1.5 - 2.5
Second	12 - 24 - 12	0.5 - 1	1 - 1.5	1.5 - 2.5
Third	14 - 14 - 21	0.5 - 1	1 - 1.5	1.5 - 2.5
Fourth	15 - 0 - 0	0	1 - 1.5	2.0 - 3.0
(6) Paddy				
First	16 - 11 - 14	30 - 50	kg/rai	
Second	46 - 0 - 0	5 - 8	kg/rai	
(7) Pineapple				
First	15 - 15 - 15	50 - 60	kg/rai	
Second	14 - 9 - 20	50 - 60	kg/rai	

Source : Agricultural Extension Office, Chumphon

図 5-1 ノンヤイ事業作付カレンダー

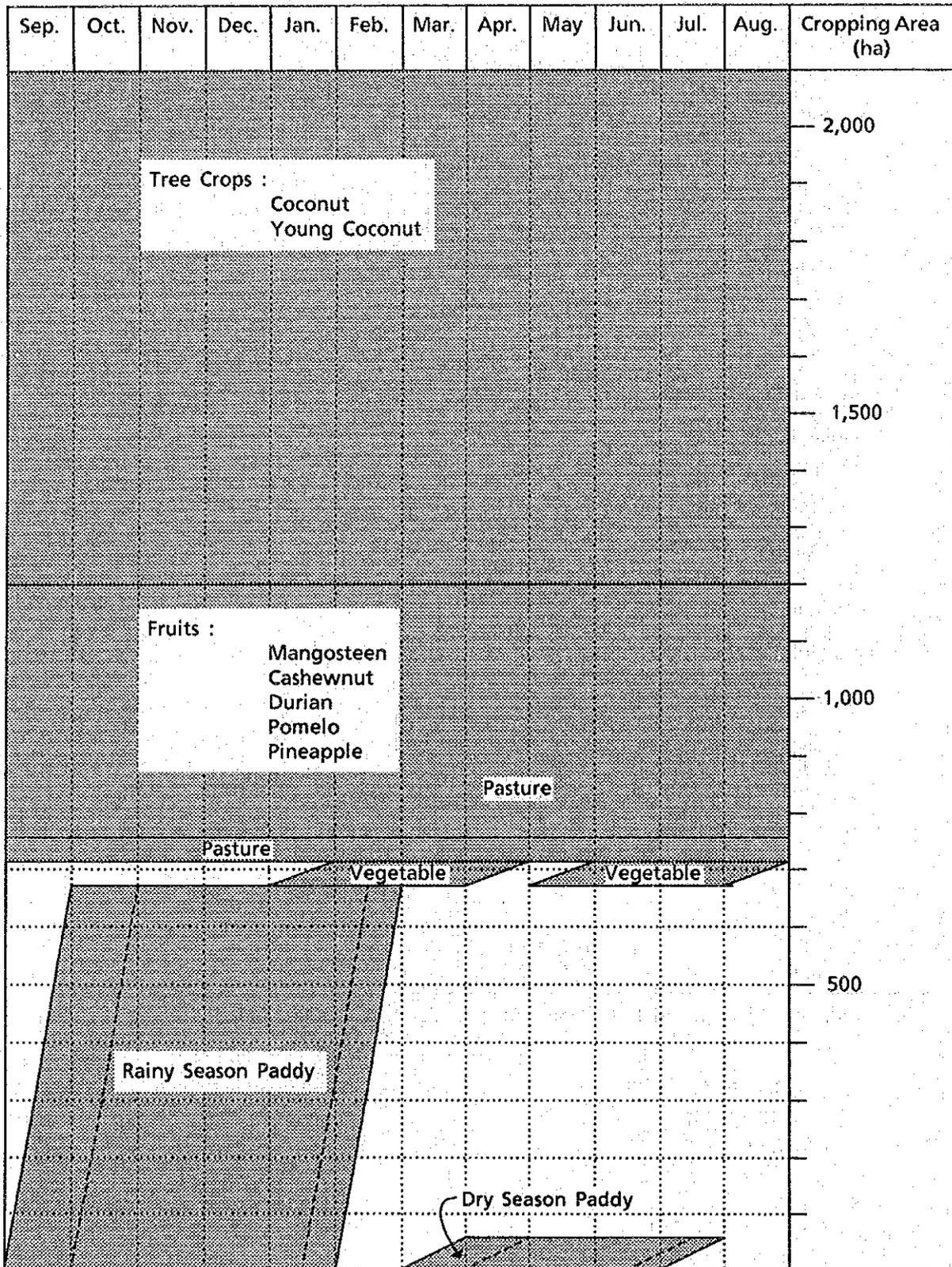


図 5-2 貯水池水収支図 (ケース 1) (1/2)

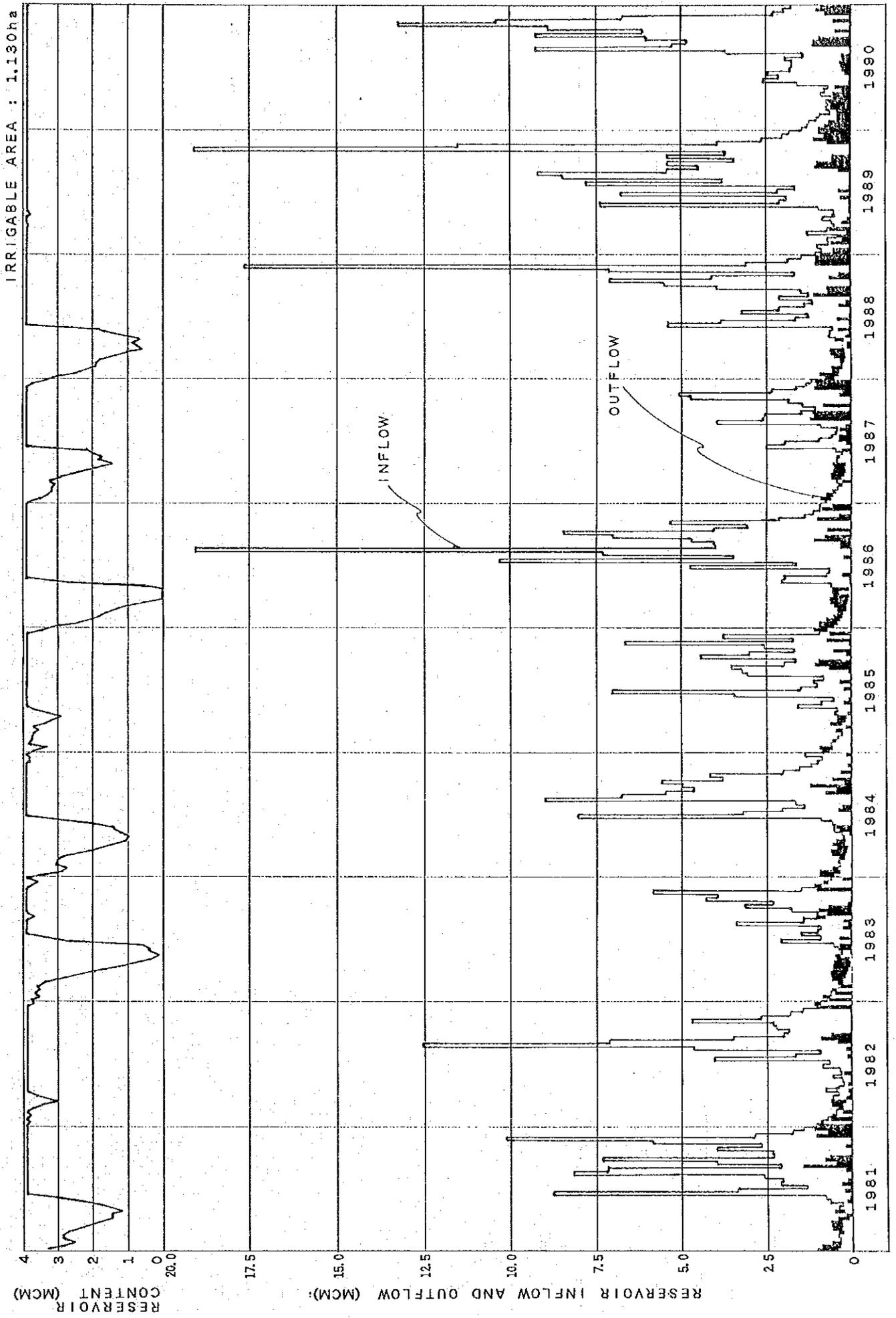
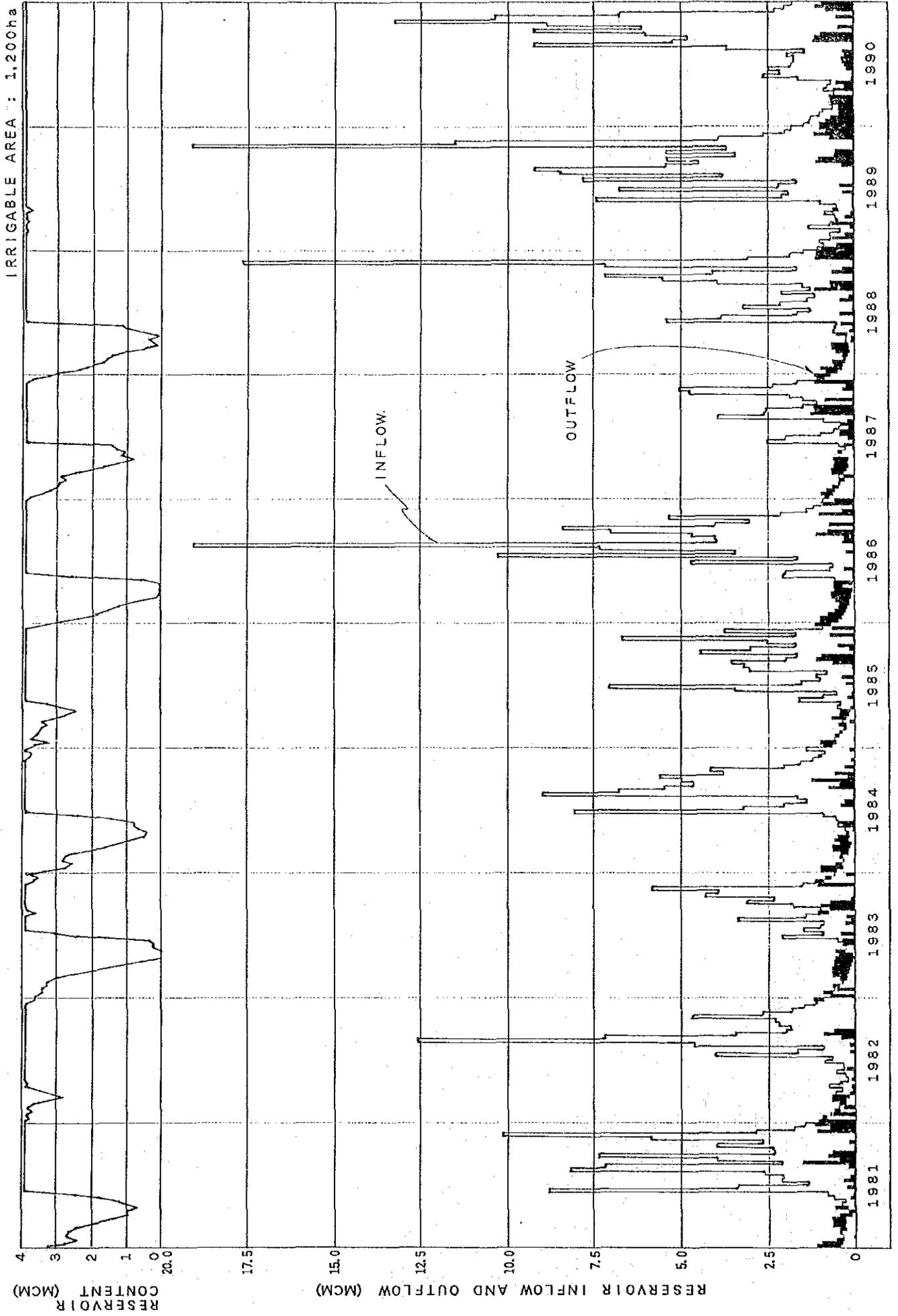


図 5-2 貯水池水収支図 (ケース 2) (2/2)



第6章 施設計画

第6章 施設計画

6.1 ノンヤイ貯水池

ノンヤイ・スワンプは、タタパオ川の洪水排除の水路の一部として利用する他、周辺農地への灌漑用水と生活用水の供給、及び養魚池として開発される。このため、スワンプ周辺低地を堤防で囲み4.5百万 m^3 の貯水量を確保する。また、貯水池周辺の高位部には計画堤防に接続する管理用道路を建設する。

堤防の計画諸元は次の通りである(詳細は図面集に添付した)。

- 天端幅： 全幅 8.00 m (車道幅員 7.00 m)
- 天端高： EL. 7.50 m MSL
貯水池の高水位 (EL. 6.2 m) に余裕高 1.3 m
- 法勾配： 現地土質材料を使用することから、上下流面とも 1:2.0

盛土材は貯水池内及び道路掘削により発生する材料を利用する。但し、貯水池側表層はリップラップにより保護する。総盛土量は360千 m^3 、最大盛土高は4.5 mである。

地山の標高が高く堤防の必要のない場所には道路を設ける。道路の標高は堤防と同様にEL. 7.50 mとし、全幅は8.00 mとする。貯水池を囲む堤防と道路の総延長は堤防 11.4 km、道路 2.5 km、合計 13.9 kmである。

6.2 ノンヤイ灌漑施設

6.2.1 取水施設

(1) 施設規模

灌漑受益地 1,200 ha の灌漑組織は地形上から7ブロックに分割した。この内、ノンヤイ貯水池に隣接したA、B、C及びDの4ブロックは地盤標高が貯水池水位より高いためポンプ取水となる。一方、上記貯水池の南部の低標高部に位置するブロックE、F及びGはフォワン・パナンタック水路から取水する。各ブロックの取水施設の計画諸元は次の通りである。

取水施設の計画諸元

灌漑ブロック	灌漑面積 (ha)	最大取水量 (m ³ /sec)	取水方式
A	103	0.403	ポンプ
B	152	0.612	ポンプ
C	62	0.155	ポンプ
D	76	0.188	ポンプ
E	99	0.431	ポンプ
F	108	0.275	ポンプ
G	600	1.340	重力
計	1,200	3.404	

(2) ポンプ施設

a) 設計条件

ノンヤイ貯水池運用計画

- 最低貯水池 (L. W. S.) : 3.0 m MSL
- 維持水位 (N. W. S.) : 4.5 m MSL
- 利用水深 : 1.5 m
- 最大洪水位 : 6.2 m MSL

計画吸水位 : ポンプ場は維持管理を考慮し、堤防に隣接させ、堤内地に設置する。従って、貯水池と吸水槽の間は管路で連結する。計画吸水位は損失水頭 0.3 m を差引き 2.7 m MSL とする。

計画吐水位 : 灌漑区域 6 ブロックの農地の標高に吐水槽までの送水損失水頭を加えた値により定まる。

全揚程 : 全揚程は実揚程(計画吐水位 - 計画吸水位)に諸損失水頭を加えて決定する。ポンプ場内の損失水頭は 2.0 m とし、ベンド損失等は摩擦損失の 10% とする。

ポンプ台数 : 危険分散のため計画最大用水量を 2 台で揚水する。

b) ポンプ諸元

計画ポンプは、経済性と維持管理の容易な横軸両吸込渦巻ポンプとする。また、動力は経済性から電気とする。各灌漑ブロック別のポンプ施設の計画諸元は次に示す通りである。

ポンプ計画諸元

灌 漑 ブロック	揚水量 (m ³ /min)	全揚程 (m)	損失水頭 (m)	1台当たり 容量 (m ³ /min)	ポンプ規格
A	24.18	9.3	3.8	12.1	φ 350 × 300 × 30 kw × 2台
B	36.72	10.7	2.7	18.4	φ 450 × 350 × 55 kw × 2台
C	9.30	6.1	3.6	4.7	φ 200 × 150 × 11 kw × 2台
D	11.28	36.8	4.8	5.6	φ 250 × 200 × 55 kw × 2台
E	25.86	14.0	3.0	12.9	φ 350 × 300 × 45 kw × 2台
F	16.50	20.8	3.8	8.3	φ 250 × 200 × 45 kw × 2台

(3) Gブロック取水施設

a) 位 置

Gブロック取水工はノンヤイ貯水池の水位調節のために建設される下流フォワン・パナンタック水路の調節堰の直上流、右岸に置く。

b) 形状設計

敷 高 : 取り入れ口敷高は、フォワン・パナンタック水路のゲート(可動堰)の敷高より 1.5 m 高く、E.L. 1.5 m とし、土砂の流入を防ぐ。従って、沈砂池は設けない。

取り入れ流速 : 取り入れ口の流入速度は、土砂の流入を防止するため 0.8 m/sec 程度とする。

取り入れ幅 : 取り入れ幅 (B) は、 $B=Q/h \cdot v$ として得られる。

ここに、

$$Q = \text{計画最大取水量 } 1.34 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$h = \text{流入水深 } 1.5 \text{ m}$$

$$L.W.S. 3.0 \text{ m} - E.L. 1.5 \text{ m} = 1.5 \text{ m}$$

$$v = 0.80 \text{ m/sec}$$

$$B = 1.34 / (1.5 \times 0.8) = 1.12 \text{ m} \doteq 1.5 \text{ m}$$

スクリーン : 浮遊物除去のため暗渠始端に、12 mm 厚、200 mm ピッチでスクリーンを設置する。1:0.3 に傾斜させる。

ゲート : 堤外側に制水用の四方水密のスルースゲート
堤内側に予備ゲート

6.2.2 用水路

本事業では用水路は末端 48 ha (300 rai) まで灌漑できるような路線配置を計画する。路線計画は RID 測量部が作成した縮尺 1:4,000、等高線間隔 1 m の地形図と、今回調査で作成した土地利用計画に基づいて行った。

(1) パイプライン

灌漑ブロック C, D, F は地形勾配が急であるので水路はパイプラインとし、管種は、硬質塩化ビニール管とする。パイプの口径は管内平均流速が 2.0 m/sec を超えないように決定する。各灌漑ブロックの水路諸元は次の通りである。

幹線パイプラインの諸元

灌 漑 ブロック	幹線水路	設計流量 (m ³ /sec)	管 径 (mm)	延 長 (m)
C	C - 1	0.105	300	650
	C - 2	0.150	400	450
D	D - 1	0.048	200	400
	D - 2	0.031	200	500
	D - 3	0.110	300	650
F	F - 1	0.141	300	550
	F - 2	0.134	300	950

(2) 開水路

灌漑ブロック A, B, E 及び G は、灌漑地は概ね平坦な水田が主体であることから、取水施設からは開水路により配水する。開水路はコンターラインに沿って配置し、その構造は厚さ 0.05 m のコンクリート・ライニングの台形断面とする。断面決定に際しては次の条件を満たすこととした。

最小許容流速 : 土砂の堆積防止、植物の生育防止のため、0.5 m/sec 以上とする。

最小水路幅 : 施工上から 0.5 m 以上

水理計算はマンニング式により、粗度係数 0.015 をとった。開水路の計画諸元は以下の通りである。

開水路の計画諸元

灌漑 ブロック	水路	延長 (m)	設計流量 (m ³ /sec)	流速 (m/sec)	底幅 (m)	水深 (m)
A	1	230	0.403	0.81	0.70	0.39
	2	1,580	0.240	0.73	0.70	0.32
B	1	490	0.612	0.89	0.90	0.44
	2-1	170	0.513	0.56	0.80	0.42
	2-2	560	0.222	0.69	0.60	0.30
	3	2,250	0.154	0.55	0.50	0.30
	4	630	0.292	4.90	0.50	0.31
E	1	470	0.431	0.54	0.90	0.49
	2	1,190	0.357	0.95	0.60	0.34
	3	930	0.160	0.55	0.60	0.28
G	1	560	1.340	0.57	1.60	0.82
	2-1	350	1.281	0.57	1.60	0.80
	2-2	940	0.312	0.50	0.80	0.43
	3	2,110	0.173	0.50	0.60	0.32
	5	430	0.969	0.53	1.40	0.73
	6-1	840	0.956	0.53	1.40	0.73
	6-2	460	0.920	0.53	1.40	0.73
	7	600	0.190	0.52	0.60	0.33
	8	520	0.430	0.51	1.00	0.49
	10	1,010	0.114	0.51	0.50	0.26
	11	500	0.301	0.53	0.80	0.40
	13-1	275	0.142	0.53	0.60	0.27
	13-2	760	0.069	0.53	0.60	0.27
	14	835	0.073	0.52	0.50	0.18
	15~17	1,400	0.213	0.53	0.70	0.34
計		20,090				

(3) 付帯構造物

用水路には次の付帯構造物を設置する。

分土工 : 幹線から支線への分土工は、損失水頭を少なくするため背割り分土工とする。主要な分土工には合理的な水管理が可能となるよう量水施設を設備する。

水位調節工 : 計画用水路は延長が短いので水路には水位調節工は設けない。水路の水位調節は余水吐または流末工により行う。

余水吐工 : 水路の末端あるいはその直前に、設計以上の流量を排除するため越流型の余水吐を設ける。余水吐工は排水路につなぐ。

横断構造物 : 用水路が河川、排水路を横断する場合はコンクリート・パイプ構造とする。サムケオ水路の横断は水路橋とする。

6.2.3 排水路

既存の自然水路を改修して幹線排水路とする。構造は側法2割の素掘りの台形水路とする。流速は最大許容流速として1.5 m/sec、許容最小流速は0.5 m/secとする。水理計算はマンニング式により、粗度係数は0.025とした。幹線排水路の計画諸元は次の通り。

排水路の計画諸元

排水路	流量 (m ³ /sec)	水路勾配 (1/i)	水深 (m)	底幅 (m)	流速 (m/sec)	延長 (km)
BD-1	7.0	450	1.13	2.0	1.46	1.90
ED-1	7.4	500	1.43	2.0	1.43	2.20
ED-2	4.3	500	1.24	2.0	1.24	1.20
GD-1	1.1	1,500	0.67	1.5	0.58	4.10
GD-2	6.2	5,000	1.54	4.0	0.57	6.40
GD-3	1.6	1,500	0.73	2.0	0.63	1.40

6.3 基幹排水路の新設と改修

6.3.1 フォワン・パナンタック水路の新設

(1) 路線と構造

a) 上流区間

この区間は、タタパオ川からノンヤイ貯水池までを結ぶ放水路である。取入口は、既設サムケオ放水路口よりタタパオ川に沿って約6 km上流地点の左岸とする。この位置は、ノンヤイ・スワンプの湛水を、タタパオ川に排水するための小排水路が存在し、計画貯水池堤防まで0.55 kmと近距離にある上、土地利用状況からしても、有利な路線となる。水路構造は洪水位が現地盤標高付近となる掘込式を原則とした台形水路とする。

b) 下流区間

ノンヤイ貯水池から、既設パナンタック放水路まで、洪水をすみやかに排除する区間である。地形的には、ノンヤイ貯水池南東端より低標高部を通過して南下するルートが、経済的に有利である。現地調査期間中に土地利用状況調査並びにRIDが地権者との協議を進めルートを決定した。

構造は、洪水水位が周辺地盤標高程度となる台形水路とする。なお、放水路途中には、ノンヤイ貯水池の貯水位の維持管理、塩水侵入防止を目的として堰とゲートを設ける。この区間の施工延長は、約 3.9 km である。

(2) 水理検討

a) 設計条件

- ・ 設計洪水量

上流区間 : 270 m³/s

下流区間 : 540 m³/s

- ・ 許容流速

水路計画路線の地質は、粘土質シルトが主体であり、流水による侵食の恐れがあることから、流水側法面にはリップラップを施す。最大許容流速は 2.0 m/s とする。最小許容流速は、浮遊土砂の堆積を起こさず、水生植物の生育を防止するため 0.7 m/s とする。

- ・ 粗度係数はリップラップによる法面の粗度を考慮し 0.025 とする。

b) 水理計算

水理計算は、不等流計算によって行う。常流水路であることより、次の逐次計算より求める。

エネルギー式

$$\left\{ H_2 + \frac{1}{2g} \left(\frac{Q_2}{A_2} \right)^2 \right\} - \left\{ H_1 + \frac{1}{2g} \left(\frac{Q_1}{A_1} \right)^2 \right\} = h_e$$

エネルギー損失 : h_e

$$h_e = \frac{i}{2} \left(\frac{n_1^2 Q_1^2}{A_1^2 R_1^{4/3}} + \frac{n_2^2 Q_2^2}{A_2^2 R_2^{4/3}} \right) \Delta X$$

ここに 添字 1 : 下流断面の既知水理量

添字 2 : 上流断面の未知水理量

なお、下流区間の初期水位は、次の通りとする。

・ 堰～パナンタック川合流点区間

河口潮位を始点水位として、不等流計算によって求めたパナンタック川における合流点位置の水位とする。

・ ノンヤイ貯水池～堰区間

堰部では、支配断面が現れることから、限界水深を初期値とする。

水理検討の結果、主要地点の水理諸元は次の通りである。

地 点 No.	区間距離 (m)	水路敷高 EL (m)	水 位 WL (m)	水 深 D (m)	流 速 V (m/s)	累加摩擦損失 (m)
0 + 000	-	-2.25	3.53	5.78	0.82	-
1 + 300	1,300 (堰直下流地点)	-0.95	3.61	4.56	1.08	0.10
1 + 300	-	-0.95	6.00	6.95	0.82	-
3 + 850	2,550 (水路始点)	1.60	6.19	4.59	1.31	0.24

また、ノンヤイ貯水位は、次のように算定する。

$$\text{流入損失} \quad \Delta f = f \times \frac{V^2}{2g} = 0.5 \times \frac{1.31^2}{2g} = 0.04$$

$$\text{貯水位 H.W.S.} = \text{W.L. } 6.19 + 0.04 = 6.2$$

6.3.2 バクバラエック水路の新設

(1) 路線と構造

タサエ川とラブロ川の合流点直下流に、取入口を設置し、ノンヤイ貯水池北方端に洪水を導水する約 5.5 km の水路である。路線は、取入口付近に山が存在するため、裾野を通し、現在のスワンプに流入している小河川に接続させる。なお、取入口には、タタパオ川下流への河川流量維持のため、固定堰を設ける。

(2) 水理検討

a) 設計条件

- ・ 設計洪水量は : 270 m³/sec
- ・ 粗度係数 : 0.025

b) 水理計算

ノンヤイ貯水池水位を初期値とし、上流に向かって不等流計算を行う。水面追跡は、堰直下地点までとする。

水理計算の結果、水路始点、堰直下における水理諸元は次の通りである。

累加距離	L = 5,500 m
水路敷高	E.L. 5.80
水位	W.L. 8.49
水深	D = 2.69 m
流速	V = 1.82 m/s
累加摩擦損失	Hf = 2.39 m

6.3.3 サムケオ水路の改修

サムケオ水路は、洪水対策事業として、1952年に建設された。現場での資料によると、呑口部のゲートは1956年に改修されている。また、1989年の台風ゲイによる洪水時には、ゲートの設計洪水量260 m³/sに対し、実際には、140 m³/s程度しか、分水できなかったという記録がある。

RIDは、上記洪水の被害を重視して、緊急対策として、当初の機能復帰のため、サムケオ水路呑口部のショートカット(約400m)、並びに、ゲートの新設計画を実施中である。更に、水路の蛇行部の大規模なショートカット計画を立てていたが、用地買収の困難性から、現地調査期間中に、フォワン・パナンタック水路との接続地点直上流の、約800mの区間のみ修正した。

ショートカット水路断面は、現河川と同程度の敷幅50mとする。法面勾配は1:2.0とし、河川側法面には、侵食防止としてリップラップ工を施す。盛土てんば標高は、パナンタック川始点標高と同じEL.4.50とする。

6.4 河川改修

6.4.1 タタパオ川

(1) 路線の構造

路線は、タタパオ川の自然形状に沿った改修計画を基本とするが、チュンボン市街地の上下流においては、河川の蛇行が著しく、改修計画を立案する上で、洪水の速やかな流下を妨げ、水位上昇をきたす原因となることから、周辺の土地利用状況を考慮した上で、次の5区間をショートカットする計画とする。

名 称	測 点 (注 1)	現河道区間長 ℓ 1 (m)	新河川区間長 ℓ 2 (m)	短縮距離 Δ ℓ (m)
1	6 + 530 } 8 + 992	2,462	1,116	1,346
2	11 + 506 } 14 + 154	2,648	986	1,662
3	14 + 362 } 15 + 292	930	264	666
4	20 + 260 } 23 + 474	3,214	1,372	1,842
5	23 + 760 } 25 + 964	2,204	1,055	1,149
累加		11,458	4,793	6,665

(注 1) 測点は、河川測量によるオリジナル測点である。

現況地盤が低く、洪水が氾濫する区間については堤防を設ける。堤体材料並びに施工精度を考え、盛土法勾配は両サイドとも 1:2.0 とする。河川側盛立て法面にはリップラップを施し、洪水あるいは雨水による侵食防止を行う。盛土てんばは堤防の管理面と公共道路としての活用を考え、全幅 6.0 m とする。

(2) 水理検討

a) 設計条件

(i) 設計洪水流量

・ 河口～サムケオ水路呑口

河川改修計画(築堤計画)を樹てた場合におけるチュンボン市周辺(オリジナル測点 No.16 + 986 ~ No.18 + 556)の水位が、現地盤以下となる流量を、設計洪水流量と定義する。河口潮位(3ヵ年平均潮位 M.S.L. - 0.06)を初期水位として、不等流計算によりチェックした結果、最大流下能力は350 m³/secである。

・ サムケオ水路呑口～フォワン・パナンタック水路呑口

前記流量に、サムケオ水路分水流量260 m³/sを加え

$$Q = 350 + 260 = 610 \text{ m}^3/\text{s} \text{ とする。}$$

・ フォワン・パナンタック水路呑口～タタパオ川始点

前記流量にフォワン・パナンタック水路分水流量270 m³/sを加え

$$Q = 610 + 270 = 880 \text{ m}^3/\text{s} \text{ とする。}$$

(ii) 粗度係数の決定

河道の粗度係数は、1990年の Rating Curve 並びに河道縦横断面図を利用しタタパオ川始点付近 X158 地点における等流計算により算出する。

対象流量 : $Q = 200 \text{ m}^3/\text{s}$

水深 : $H = 3.90 \text{ m}$ (Rating Curve 使用)

流積 : $A = 184.0 \text{ m}^2$ (横断面図より)

潤辺 : $P = 68.0 \text{ m}$ ()

径深 : $R = A/P = 2.71 \text{ m}$

河川勾配 : $i = 1/3,000$ (河川横断面図より)

流速 : $V = Q/A = 1.09 \text{ m/s}$

粗度係数 : $n = \frac{1}{V} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2} = \frac{1}{1.09} \times 2.71^{2/3} \times \left(\frac{1}{3000}\right)^{1/2} = 0.033$
(マニング公式より)

河川の水理計算においては、兩岸の雑草、河川の蛇行の影響を加味し、粗度係数は 0.035 を使用する。

(3) 検討結果

水理計算の結果、各主要地点の水理諸元は次の通りである。

地 点	河口からの 距離 (m)	水 位 WL (m)	流 速 V (m/s)	現地盤標高		計画築堤 標高 EL (m)
				左 岸	右 岸	
河 口	-	-0.06	0.61	0.15	0.35	1.00
ノンサイ川合流点	6,530	0.89	0.96	0.84	0.36	1.92
チュンボン市	14,366	2.43	1.21	3.44	3.33	-
サムケオ水路香口	17,958	3.52	1.37	5.28	3.64	4.81
フォワン水路香口	23,961	7.05	1.45	7.68	7.26	8.12
始 点	35,293	11.62	1.69	9.09	8.39	12.70

なお、上記表の河口からの距離は、5カ所のショートカット実施後の値で示している。また、ショートカットによる各地点の水位低下効果は次の通りである。

ショートカット No.	低下水位 ΔH (m)
1	0.21
2	0.65
3	0.65
4	0.73
5	1.29

(水位の比較地点は、各ショートカット区間の上流点である)

6.4.2 ノンサイ川

(1) 路線と構造

路線は、現況河川をそのまま使用する。現地盤において、氾濫する区間については現河川法肩より、表小段3mを設け、そこから2割の盛土を行う。検討範囲は、タタパオ川との合流点部より、サムケオ水路に向かって Khao Noi の西方約8km地点までとする。

(2) 水理検討

a) 設計条件

- ・ 設計洪水流量 : 51.3 m³/sec (1/10 確率洪水量)
- ・ 粗度係数 : 0.035 (タタパオ川と同一とする)
- ・ 検討手法

タタパオ川との合流点における水位(タタパオ川河川計画より引用)を初期値として、上流に向かって不等流計算を行なった。

(3) 検討結果

ノンサイ排水路上流端部は、河川が狭さくし、通水断面不足を生じるため、河床の掘り下げと、河幅の拡幅(9.5 m)を行う。

この結果、河川始点での水位は、WL. 2.2 mとなり、2.5 m程度の盛土を必要とする。

6.4.3 パナンタック川

フォワン・パナンタック水路とサムケオ水路の洪水を受け、タイ湾へ放流するパナンタック川は断面の拡大を行わず、従来のように左岸に洪水を一時氾濫させる。河川の右岸沿岸では既設の堤防を補強し、左岸では河道より1~2 km北にある既設道路までを氾濫原とする。このときの氾濫状況の検討を行った。検討の範囲は河口部(STA. No.1)からフォワン・パナンタック水路の合流点(STA. 6 + 200)まで、設計流量はフォワン・パナンタック水路からのピーク洪水量 540 m³/secとサムケオ水路からのピーク洪水量が同時にパナンタック川に流入する最も危険なケースを想定し、設計流量を 800 m³/secとした。

水理計算は不等流計算により、計算区間は 500 m 前後とした。水路は常流水路であることから、境界条件として河口潮位をとり、順次上流に向かって逐次計算を行なった。河口潮位は、設計洪水の発生と高潮位が重なる危険性は極めて低いことから、1987、1989、1990年の3ヵ年間の平均潮位(MSL. - 0.06 m)を与えた。粗度係数は氾濫原の植生と地形から 0.035とした。

設計流量 800 m³/sec のとき、河川最上流部の最高水位は 3.5 m、氾濫原始点で 2.7 m 程度である。この時の氾濫原の最大湛水深は、低位標高部(EL. 1.0 m)で約 1.5 m 程度、高標高部(EL. 2.0 m)で 0.5 m 程度である。

第7章 事業実施と維持管理計画

第7章 事業実施と維持管理計画

7.1 事業実施計画

7.1.1 事業実施機関

RID が本事業の実施に責任を持つ事業実施機関となる。本事業は河川改修事業、水路事業及びノンヤイ灌漑事業よりなる。事業の実施は RID の中規模事業建設部の監理のもと、事業の推進、各事業の指導と調節を行う事業所長を任命するよう提案する。

事業所長は RID 本部にあって実施設計、建設工事の入札と契約業務に携わり、そして事業の施工段階では各事業毎に設立される建設事務所が事業所長の指揮のもと工事の監理を行う。建設事務所は事務部と技術部からなる。事務部は総務、会計、用地取得を担当し、技術部は工事の施工監理、品質監理、土質とコンクリートの試験を担当する工事建設課、材料試験室、及びノンヤイ灌漑建設事務所にはゲート、ポンプ据付けに関する機械課を追加設置する(図 7-1 参照)。

7.1.2 施工計画

(1) コンサルティングサービス

RID は本 F/S の結果を受けて工事の実施設計、入札図書作成、工事期間の施工監理にコンサルタントを雇用する計画である。コンサルタントは、水文、河川、水路、橋梁、道路及び灌漑に関する土木技術、土質、地質、機械、施工積算に関する専門家及び入札業務専門家よりなり、事業計画の見直し、河川改修、水路、ノンヤイ貯水池及び灌漑施設の実施設計、施工計画、積算、入札書類の作成、入札書の評価と契約業務、工事の品質監理、工程管理等において RID を補佐する。

(2) 請負工事

本事業は水路、河川改修及び灌漑施設の建設を 1996 年末完了を目指す短期間の工事で、特に水路建設は緊急性が高い工事である。

従って、短期間に多くの資機材、建設用重機、労力の投入を必要とすることから工事の建設は RID の直営工事よりも請負方式が適している。

(3) 施工法

主要な建設工事は河川改修工事、水路工事及びノンヤイ灌漑工事よりなり、それぞれは以下の通りである。

河川改修工事 : タタパオ川 34.3 km、ノンサイ川 8.0 km、パナンタック川 6.2 km

水路工事 : 上流フォワン・パナンタック水路 0.6 km、
下流フォワン・パナンタック水路 3.9km、
パクパラエック水路 5.5 km
サムケオ水路 4.8 km

ノンヤイ灌漑工事 : ノンヤイ貯水池 1カ所、灌漑水路(パイプライン含む) 24.2 km、
排水路 17.2 km

貯水池や水路の盛土材は水路敷内の掘削材の流用や施設周辺の土取場より採取する。砂、砂利あるいはリップラップ材は既存の砕石場や土取場より容易に入手できる。また、セメント、鉄筋、石油等の建設資材もタイ国内での調達が可能である。

7.1.3 実施年次計画

本事業は1992年から1996年の5カ年の工期で実施する計画である。RIDは1993年度に緊急性の高いサムケオ水路、フォワン・パナンタック水路、ノンヤイ貯水池及びタタパオ川改修の実施設計、入札図書作成を行い、タタパオ川は3カ年で、その他は2カ年間で工事を完了させる。また、パクパラエック水路、ノンヤイ灌漑施設及びノンサイ川改修工事の入札図書作成を含む実施設計は1994年度に行い、翌年より2カ年間で工事を完了させる。従って、灌漑、洪水調節の便益は1997年度より期待できる(表7-1参照)。

7.1.4 実施設計に当たっての調査事項

ノンヤイ農業総合開発事業の実施設計に当たり以下のような調査を行うことを提案する。

(1) 測量作業

次のような測量作業の実施を勧告する。

a) ノンヤイ灌漑事業

i) 地形図(縮尺1:4,000)

- ノンヤイ灌漑地区 : 3,400 ha

ii) 縦断(縮尺1:2,000)、横断(縮尺1:200,100 m間隔)

- 貯水池の堤防及び道路 : 14.0 km

- 用水路及びパイプライン : 25.0 km

- 排水路 : 14.0 km

b) 水路事業

i) 縦断(縮尺1:2,000)、横断(縮尺1:200,100 m間隔)

- フォワンパナンタック水路 : 5.0 km

- パックパレック水路 : 6.0 km

c) 河川改修事業

i) 縦断(縮尺1:2,000)、横断(縮尺1:200,100 m間隔)

- タタパオ川シートカット 5カ所 : 7.0 km

(2) 地質調査

次のような地質調査の実施を勧告する。

a) ボーリング調査(φ66 m/m)

地 点	ボーリング長	標準貫入試験	透水試験
i) ノンヤイ貯水池(橋梁地点)	5ヶ所×3本×20 m = 300 m	○	
ii) フォワンパナンタック水路			
- 堰地点	3本×30 m = 90 m	○	○
- 橋梁、その他	2ヶ所×3本×20 m = 120 m	○	
iii) パックパレック水路			
- 堰地点	3本×20 m = 60 m	○	○
- 橋梁、その他	4ヶ所×3本×20 m = 240 m	○	
iv) タタパオ川			
- 橋梁、樋門、その他	20本×15 m = 300 m	○	

(3) 観測所の設置

現在ノンヤイ集水域 102 km² 内には降雨、流量の観測所は皆無である。従って流域からの流出、灌漑受益地における有効雨量を知る必要から添付図“Location Map of Meteorology & Hydrology Gauging Stations for Flood Warning System”に示す位置に少なくとも雨量観測所、流量観測所各 1 ヶ所を設置することを勧告する。

(4) ノンヤイ貯水池の堆砂量の検討

ノンヤイ集水域 102 km² 及びフォワンバナタック、バックパレック水路を經由してタタパオ川からの洪水により貯水池に堆砂問題が生じる。

ノンヤイ集水域からの堆砂量は RID がラプロ川、タサエ川で計測した浮遊流砂の資料より推定可能であるが、タタパオ川からのそれは資料不十分で極めて困難であることから以下の調査を実施することを勧告する。

- 少なくとも 10 ヶ年間のタタパオ川からの流入浮遊流砂量の検討
- 洪水流量に応じた浮遊流砂の成分分析

7.2 維持管理計画

7.2.1 維持管理事業

ノンヤイ農業総合開発事業は性格の異なる 2 つの事業、タタパオ川水系排水改良事業とノンヤイ灌漑事業よりなる。このため事業の工事完了後のこれらの維持管理も分けて考える。RID はこれまでの河川の管理、RID の建設した貯水池、灌漑用水排水路の主要施設の管理に携わっており、本事業に関しても RID がこれを管理することになる。

タタパオ川水系排水改修事業の維持管理には河川改修事業(タタパオ川、ノンサイ川、バナタック川の計 48.5 km)と水路事業(サムケオ水路、上・下流フォワン・バナタック水路、パクパラエック水路、計 14.8 km)の維持管理が含まれる。

管理業務としては、次のものを含む。

- 建設した施設の点検、補修
- 河川、水路の水位、流量の測定と資料整理、分析
- 気象、特に降雨資料の収集、分析

- 上記に基づく洪水予測と警報
- 豪雨、洪水時の警戒体制

一方、ノンヤイ灌漑事業の維持管理にはノンヤイ貯水池、用排水路、ポンプ等の施設があり、その業務としては、建設した施設の点検、補修、水需要の把握と配水計画、管理がある。

7.2.2 管理組織

(1) タタパオ川水系排水改良事業

業務は、全長 73.7 km に及ぶ施設の管理と洪水予測、警報に関する重要な事項であることから RID 第 11 地方事務所の監理下に、タタパオ川維持管理事務所を新設して、これに当たるものとする。

事務所はチュンボン県の RID 事務所に隣接して設ける案が資機材の共用、協議の円滑等より得策であろう。事務所の組織は総務、機械、タタパオ川関連、水路関連の部署よりなり、気象、水文資料の解析と予測に関しては RID 水文部と十分協議し、特に洪水期はその応援を得て、これに当たる。

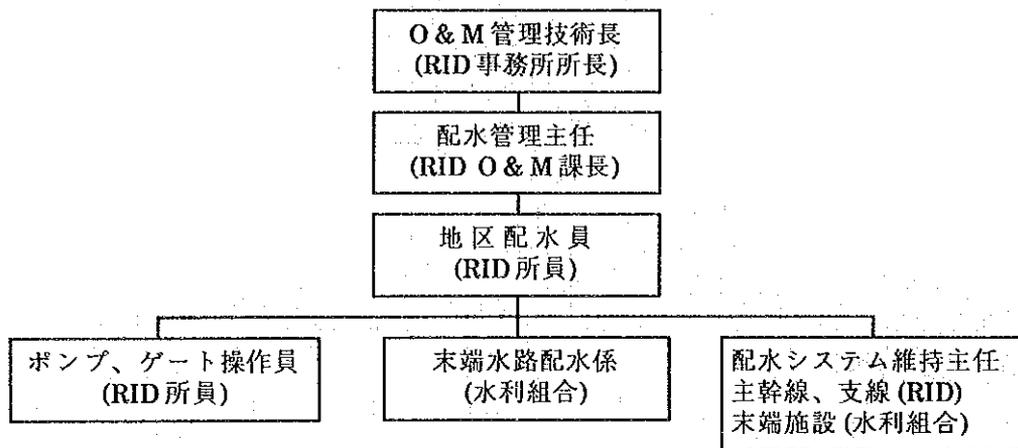
また、洪水の警報、豪雨、洪水時の警戒体制に関しては、チュンボン県庁や郡役所と事前に協議して、その組織、ルールの設定を行う必要がある。将来、この組織はタサエ、ラプロ、上流ラプロの多目的ダム群、タサエ、ラプロ、チュンボン川の改修、洪水予測システム等の事業完了に伴って、タタパオ川流域全体の水路、河川管理のできる組織に発展することとなる。

(2) ノンヤイ灌漑事業

ノンヤイ事業地区は全体で 2,260 ha、灌漑対象地区は 1,200 ha と比較的小規模なことから RID のチュンボン県事務所内にノンヤイ O & M 課を設け、これに当たる。なお、末端の管理は RID の指導下で水利用者グループが担当する。これらの具体的な組織は以下の通りである。

- 配水管理主任 (Water Master)

配水管理主任は、地区配水員の作成した配水計画を検討し、その承認を行う。また、全体の維持管理を総括する。



- 地区配水員 (Zone Man)

地区配水員は作物灌漑用水量、配分量、降水量等の情報を収集し、期別の配水計画表を作成する。計画表を管理主任の承認を得て、ポンプ、ゲートの操作員にその指示を与える。配水員は本事業地区の大きさから2名を計画する。

- ポンプ、ゲート操作員 (Gate Tender)

操作員は、貯水池から水路、パイプラインへ、あるいは幹、支線水路から末端水路への分水操作を行い、貯水池の水位や分水位などの配水記録の作成を行う。地区配水員の下にそれぞれ2名、計4名を配置する。

ノンヤイ農業総合開発事業全体の維持管理組織を図7-2に示した。

7.2.3 維持管理費

事業建設期間中に建てられた建設事務所や倉庫等は引続き維持管理用施設として利用する。維持管理用の機器は、自動車等の使用可能なものを除いて新規に購入する。また、ポンプは耐用年数を20年としてこれの更新が必要である。維持管理に要する経費は次の通りである。

タタパオ川水系排水改良事業	機器更新費	---
	年間維持管理費	9,577 千円
ノンヤイ灌漑事業	機器更新費	19,476 円
	年間維持管理費	4,845 円

図 7-1 ノンヤイ農業総合開発事業実施組織図

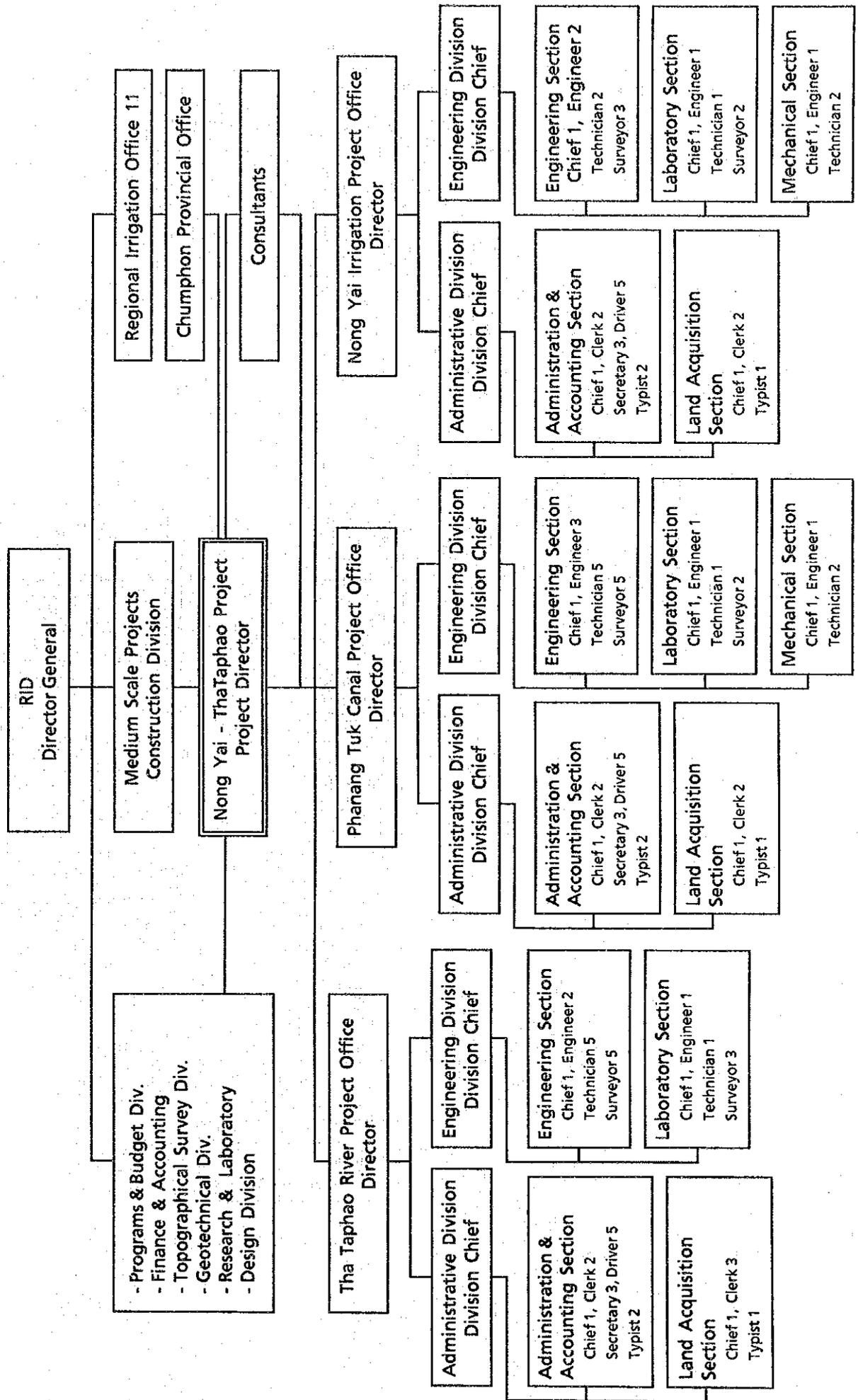
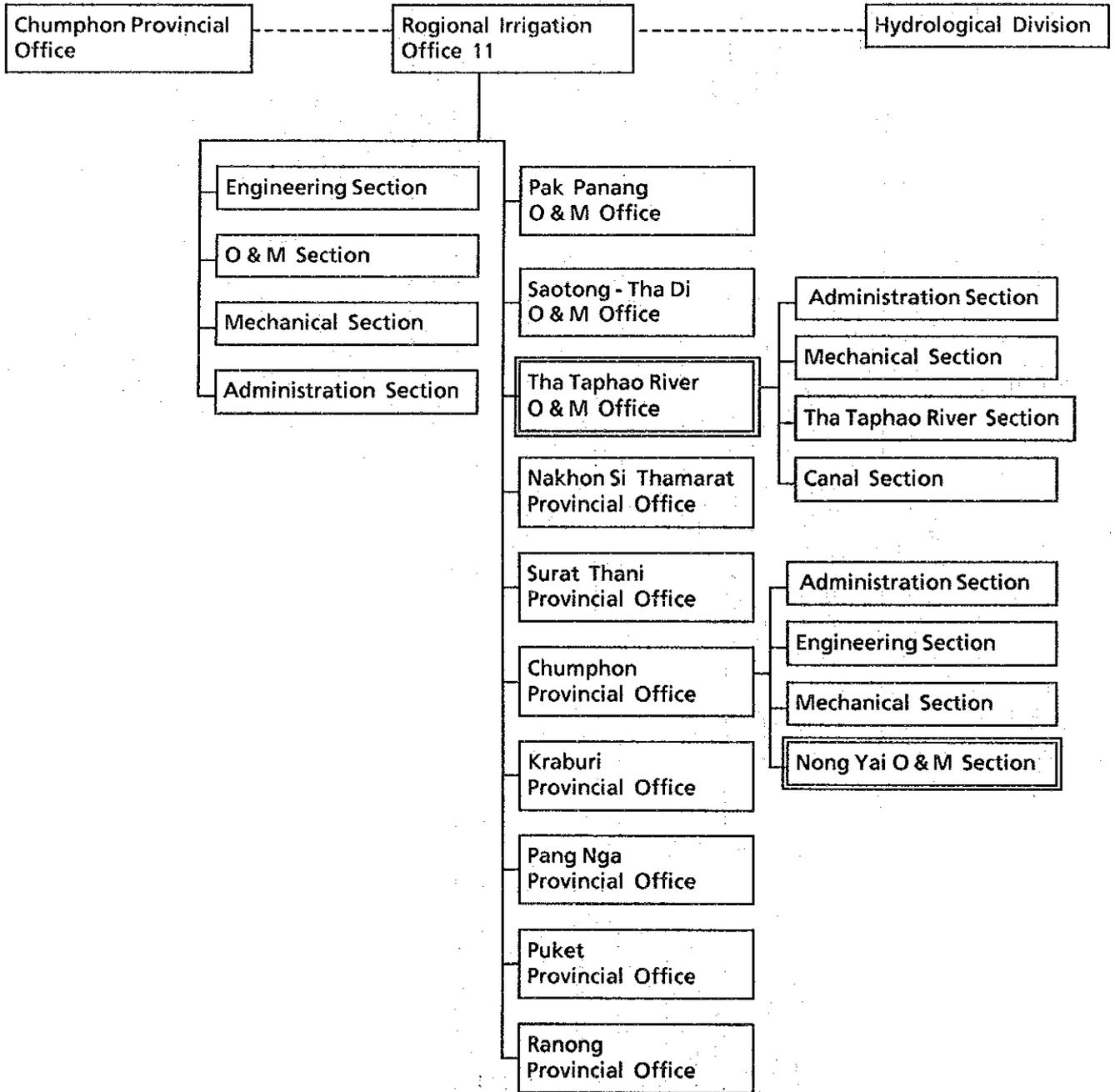


図 7-2 ノンヤイ農業総合開発事業維持管理組織図



第 8 章 事 業 費

第8章 事業費

建設工事費は、施設計画による工事数量、RIDの最近の工事単価、及び事業実施年次計画に基づいて算定した。事業費には用地取得費、測量・調査費、事務費及びコンサルタント費用を含めた。事業費には10%の技術的予備費及び価格上昇予備費が加えてある。価格上昇は外貨で年1%、内貨は1995年まで年5%、それ以後は4%と予測した。

事業費は外貨と内貨分に分かれ、外貨分は直接輸入する機械、部品、資材の購入費及び国内で調達するが、その生産に当たって輸入機械、資材に依存する機械、部品、資材の購入費の一部である。

全事業の実施に要する総事業費は、1992年価格水準で1,977百万パーツ(99億円)である(表8-1参照)。

総事業費

(百万パーツ)

事業	内貨分	外貨分	計	外貨率(%)
河川改修事業	353.0	188.8	541.8	35
水路事業	658.8	439.6	1,098.4	40
ノンヤイ灌漑事業	205.6	130.8	336.4	39
計	1,217.4	759.2	1,976.6	38

本事業は、1992年から1996年の5ヵ年にわたって実施する計画である。この実施計画に従い年次別の支出計画は次のように要約される。

年次別支出計画

(百万パーツ)

年	内貨分	外貨分	計
1992	18.8	11.6	30.4
1993	175.0	52.0	227.0
1994	330.9	189.2	520.1
1995	447.6	290.1	737.7
1996	245.1	216.3	461.4
計	1,217.4	759.2	1,976.6

表 8-1 ノンヤイ農業総合開発事業費総括表

(1) 河川改修事業

Description of Works	Total Cost ('000 Baht)		
	Total	F/C	L/C
1. Construction Cost			
1.1 Preparatory Works	3,800	1,440	2,360
1.2 Tha Taphao river	250,099	131,425	118,674
1.3 Nong Sai river	47,792	22,407	25,385
1.4 Phanang Tuk river	33,724	14,640	19,084
Sub - Total	335,415	169,912	165,503
2. Associated Cost			
2.1 Land Acquisition & Compensation	95,285	0	95,285
2.2 Pre-engineering (3%)	10,062	0	10,062
2.3 Administration (5%)	16,771	0	16,771
2.4 Consulting Services (5%)	16,771	0	16,771
Sub - Total	138,889	0	138,889
Base Cost	474,304	169,912	304,392
3. Physical Contingencies (10%)	47,430	16,991	30,439
Total	521,734	186,903	334,831
4. Price Contingency	20,089	1,928	18,161
Project Cost	541,823	188,831	352,992

(2) 水路事業

Description of Works	Total Cost ('000 Baht)		
	Total	F/C	L/C
1. Construction Cost			
1.1 Preparatory Works	1,900	720	1,180
1.2 Sam Kaeo canal	314,008	163,893	150,115
1.3 Hua Wang Phanang Tuk canal	303,979	159,656	144,323
1.4 Pak Phraek canal	132,969	71,272	61,697
Sub - Total	752,856	395,541	357,315
2. Associated Cost			
2.1 Land Acquisition & Compensation	112,880	0	112,880
2.2 Pre-engineering (3%)	22,586	0	22,586
2.3 Administration (5%)	37,643	0	37,643
2.4 Consulting Services (5%)	37,643	0	37,643
Sub - Total	210,751	0	210,751
Base Cost	963,607	395,541	568,066
3. Physical Contingencies (10%)	96,361	39,554	56,807
Total	1,059,968	435,095	624,873
4. Price Contingency	38,403	4,468	33,936
Project Cost	1,098,371	439,563	658,809

(3) ノンヤイ灌漑事業

Description of Works	Total Cost ('000 Baht)		
	Total	F/C	L/C
1. Construction Cost			
1.1 Preparatory Works	1,900	720	1,180
1.2 Nong Yai reservoir	101,721	46,854	54,867
1.3 Irrigation & Drainage System	111,330	67,644	43,686
1.4 Agricultural Development Facilities	5,497	2,498	2,999
Sub - Total	220,448	117,716	102,732
2. Associated Cost			
2.1 Land Acquisition & Compensation	45,824	0	45,824
2.2 Pre-engineering (3%)	6,613	0	6,613
2.3 Administration (5%)	11,022	0	11,022
2.4 Consulting Services (5%)	11,022	0	11,022
Sub - Total	74,482	0	74,482
Base Cost	294,930	117,716	177,214
3. Physical Contingencies (10%)	29,493	11,772	17,721
Total	324,423	129,488	194,935
4. Price Contingency	12,006	1,336	10,670
Project Cost	336,429	130,824	205,605
Grand Total	1,906,125	751,486	1,154,639
Grand Project Cost	1,976,623	759,217	1,217,406

第9章 事業評価

第9章 事業評価

9.1 総論

9.1.1 評価の前提

本計画はチュンボン流域における水資源開発と農業総合開発を目的とし、その基本構想から優先事業として、ノンヤイ地区の農業開発とタタパオ川水系の排水改良とから構成されるノンヤイ農業総合開発事業の実施を提案した。ノンヤイ地区は県庁所在地に隣接しているが、農業用水の不足と頻発する洪水により農業の生産性は低い。事業評価の対象であるノンヤイ農業総合開発事業はノンヤイ地区が属するタタパオ川の洪水による災害を防止し、灌漑の導入と排水の改良により1,200 haの農地の生産性を高めようとするものである。優先事業は次の点を考慮して選定、計画された。

- (1) 流域の農業生産を代表する水稲、果樹、野菜の栽培と家畜飼育の振興が可能な地区である
- (2) 灌漑用水不足と洪水により農業の生産性が低く、かつ緊急の開発を必要とする地区である
- (3) 流域の水資源開発事業及び農業総合開発事業の実施に関し、展示効果のあること

9.1.2 事業内容

本事業の目的はノンヤイ地区の2,078 haの農地を対象として農業総合開発計画を実施することであり、その主要事業内容は、灌漑農業開発、家畜飼育パイロット事業、スワンプ養魚、農業振興支援サービス、及びタタパオ川の排水改良による農地防災である。その事業概要は次の通りである。

- (1) 灌漑農業開発
 - 水源 : ノンヤイ貯水池(有効貯水量 3.9百万m³)
 - 灌漑面積 : 1,200 ha
 - 用水路建設 : 24.2 km
 - 排水路建設 : 17.2 km
- (2) 家畜飼育パイロット事業 : 20農家、肉牛 80頭、豚 200頭、牧草地造成 38 ha
- (3) スワンプ漁業 : ノンヤイ貯水池 543 ha、稚魚放流
- (4) 農業振興支援サービス : 農民グループの結成
ナチャング市場の改修

- (5) タタパオ川水系の排水改良 : タタパオ川の改良
サムケオ水路の改修
フォワン・パナンタック水路の建設
パクパレック水路の建設

9.1.3 評価方法

本事業の評価は、経済評価、代表農家の財務分析、及び環境評価により、事業の実施の妥当性を総合的に評価する。

(1) 経済評価

経済評価は国民経済への貢献度から事業の妥当性を評価する。一般に開発事業の経済的妥当性を判断する方法として、便益・費用比率、または経済的内部収益率(EIRR)によるが、本計画では経済的内部収益率の指標を用いることとする。経済評価に用いる便益は灌漑導入による農作物の増収、畜産振興による便益、及びタタパオ川の改良による洪水被害の軽減である。内水面漁業による便益は量的に僅かであるので取り上げない。また、計画された事業の実施段階でのリスクを判定するため次の感度分析を行う。

- 事業便益の10%減
- 事業費用の10%増
- 工期の2年遅れ

(2) 標準農家の財務分析

本計画における財務分析は受益農家の代表的規模1.44 haに対する農家収支分析に基づく農家経済余剰の増加額を算定して判断する。

(3) 環境評価

本事業の実施により、自然、生産、生活環境の変化が予測され、事業の総合評価のため、これら3つの環境要素に対する影響を評価する。自然環境の評価は土壌、スワンプ改修と河川改良による水資源と魚類等の水系生態の変化が対象である。生産環境の評価については、灌漑・排水施設の建設、農業開発計画の実施が生産環境に及ぼす影響を検討する。また、生活環境は、住民の社会、経済活動に及ぼす影響を重視し、評価する。

9.2 事業費及び事業便益

9.2.1 経済的事業費

事業費はノンヤイ地区農業開発事業費とタタパオ川水系排水改良事業費から構成される。事業費積算と事業評価を用いた価格は1992年の最新情報に基づくものである。第8章で積算された財務的事業費から、価格上昇予備費を除き、土木建設工事費には標準変換係数0.88、技術・事務費には標準変換係数0.92を適用し、経済的初期投資額と工事完了後の施設の維持費を算定した。財務的事業費と経済的事業費を要約すると以下の通りである。

事業費の概要

(単位：百万パーツ)

事業	財務的事業費	経済的事業費
(1) ノンヤイ農業開発事業	336.43	249.96
(2) タタパオ川水系排水改良事業		
- 河川改良	541.82	379.90
- 水路改修・新設	1,098.37	840.95
計	1,640.19	1,220.85
合計	1,976.62	1,470.81

ノンヤイ農業開発事業では人件費、事務費、定期的な施設の修理費2,910千パーツの外に、灌漑用ポンプ運転電力費として1,935千パーツ、計4,845千パーツの年間維持管理費を必要とする。また、ポンプ・機器類の更新費用19,476千パーツを計上した。タタパオ川水系排水改良事業の施設維持管理費用は毎年9,577千パーツと概算した。

経済的事業費の年次別投資額は事業実施計画に従い次の通りである。

経済的事業費の年次別支出

(単位：百万パーツ)

年次	ノンヤイ 農業開発事業	タタパオ川水系 排水改良事業	計
1992	-	16.33	16.33
1993	9.21	118.65	127.86
1994	57.77	317.49	375.26
1995	112.78	445.57	558.35
1996	70.20	322.81	393.01
計	249.96	1,220.85	1,470.81