

3.3.4. 水資源

(1) Bang Nara 川の水位のその季節変動

太平洋とインド洋の双方の影響を受ける南西アジアの潮汐は共振し易く、潮汐の型にはかなりの変化が見られる。一般に、南シナ海は半日潮が振幅として表われる混成の1日潮を持っている。これに対し、タイ湾内の調査地区よりさらに北方は1日潮が増幅し、ほとんど1日潮が見い出される。Bang Nara 川はほとんど河川勾配がないので潮汐の変動は河道全域の水面に影響し、2月から4月の雨の少ない時期において潮位の変動によりWL-0.5m ~+0.5m の範囲で水位は変動する。雨期には降雨流出の影響を受けて、河口付近の水位はWL0.0m~+1.0m の範囲に上昇する。Yakang川の氾濫やその他のBang Nara 川の支流からの流出により、Bang Nara川周辺の低位部に長期間の湛水が発生し、Bang Nara 川の間接点の水位はWL+2.0 mを越える。1984年12月に発生した5年確率程度の湛水区域を水理モデルにより再現すると図 3-5のようになり、湛水期間は約1週間ほど続く。

Bang Nara 川の主要地点の水位変動を観測するために、調査団は1985年9月に三ヶ所の水位計を a) Yakang川とBang Nara 川との合流点(コードX160)、b) Bang Nara川とNam Baeng水路との合流点(X162)、c) Bang Nara川とPu Yu 川の合流点(X161)の三地点に設置した。3地点の内、水位変動幅が最も大きいのはTak Bai 地点で平均して大潮時には1.04m、小潮時には0.56 mであり、Sarathiwat 地点では前者は0.72 m、後者は0.37 mである。最も小さいのはNam Baeng水路との合流点で前者が0.53 m、後者が0.28 mである。(図 3-6参照)

(2) 地表水

Bang Nara 川流域

流域界の決定と流域面積の測定は、おもに50,000分の1の地図を使い、25,000分の1の地図をも併用した。主要なBang Nara 川流域の支川の流域面積及び河川長を表3-10に示す。これらの河川は、平野部において河川勾配が約1/4,000~1/600で、全河川長のほぼ9割を占め、山地部では河川勾配は1/10以下で、河川長が短い。

(資料編II、図II-2-2参照)

図3-5 1/5 確率洪水による湛水区域

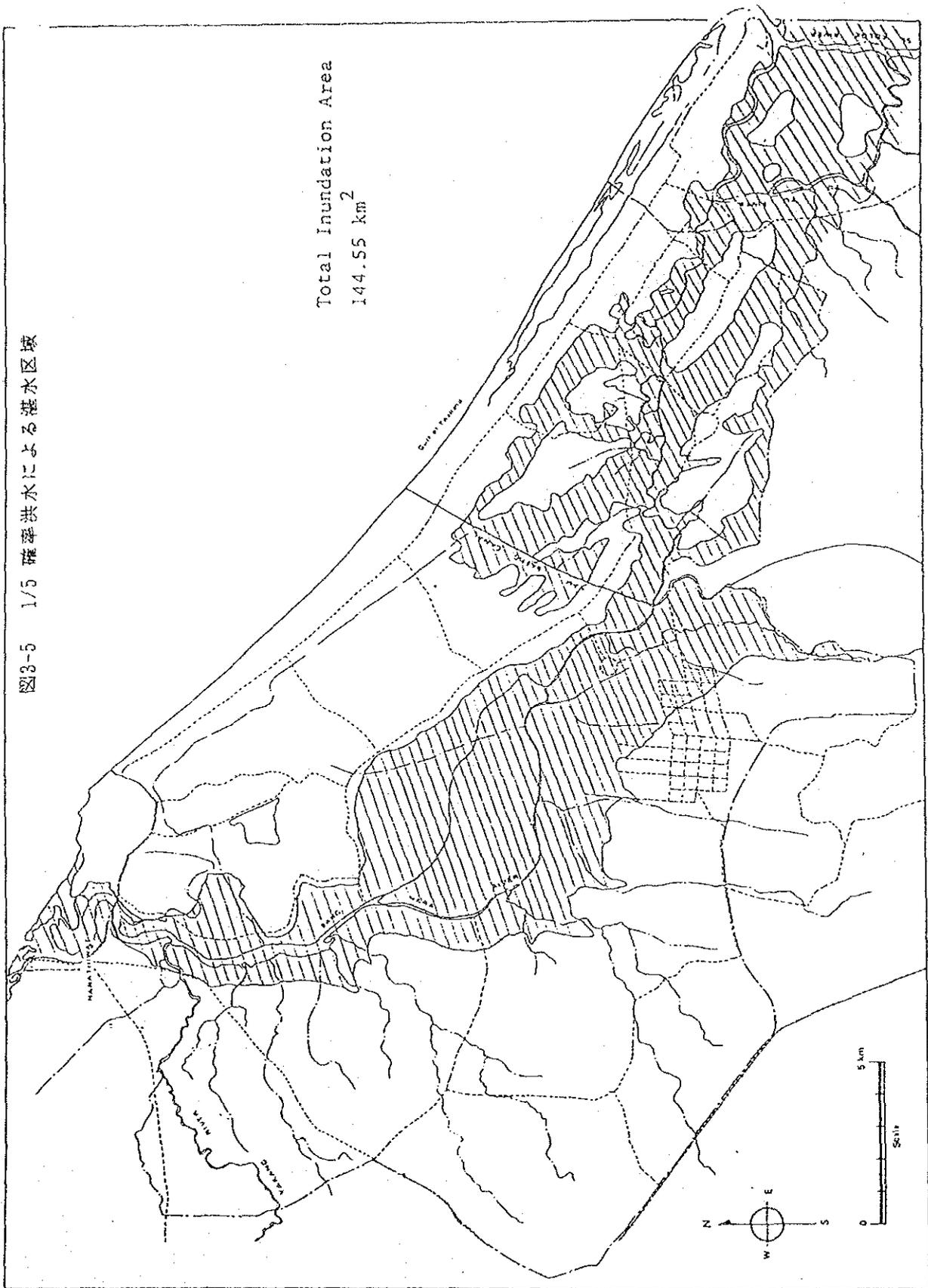


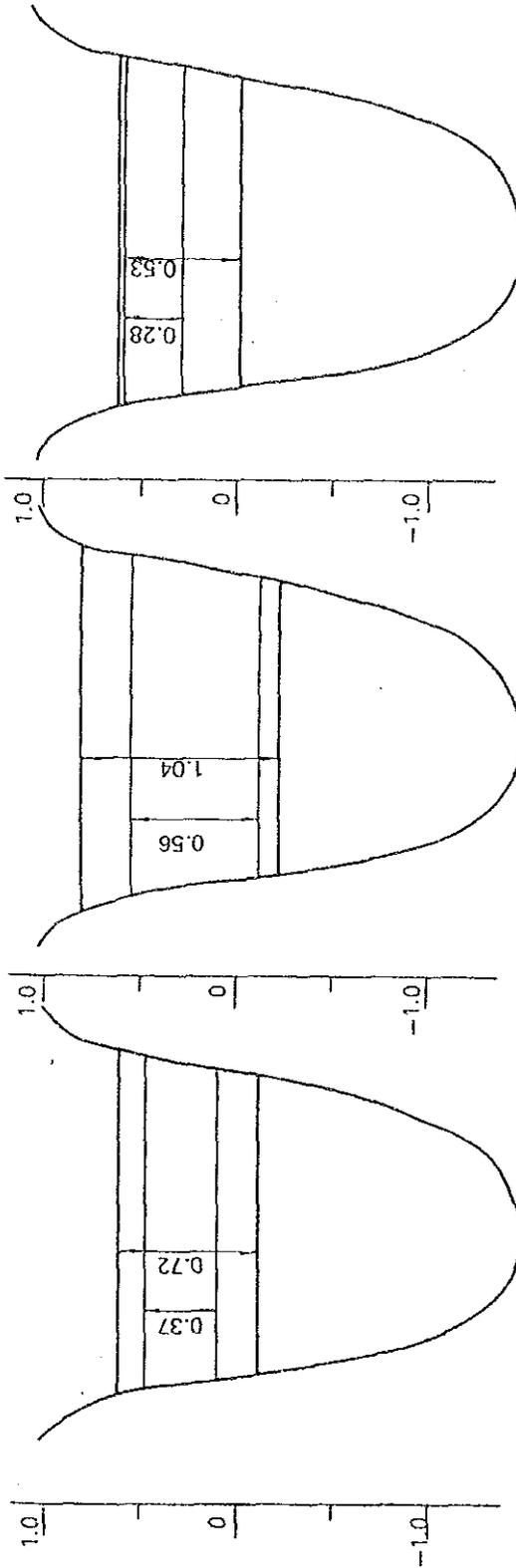
図3-6 Bang Nara 川の水位変動

STATION NAME	x160 (NARATHIWAT)		x161 (TAK BAI)		x162 (NAM BAENG)	
TIDE	SPRING	NEAP	SPRING	NEAP	SPRING	NEAP
Mean Water Level (High)	0.60	0.46	0.79	0.53	0.60	0.56
— do — (Low)	-0.12	0.69	-0.25	-0.14	-0.04	0.28
Highest Water Level (H)	0.74	0.87	1.05	0.92	0.70	0.99
— do — (L)	-0.08	0.71	-0.20	-0.06	0.25	0.90
Lowest Water Level (H)	0.46	0.04	0.69	0.24	0.52	0.15
— do — (L)	-0.40	-0.31	-0.57	-0.38	-0.26	-0.24

x160

x161

x162



LEGEND
 — Mean Low — Water, High — Water Level (Spring Tide)
 — do — — do — — do — (Neap Tide)

表3-10 Bang Nara 川流域の支流の流域面積と河川長

名称	流域面積	割合	河川長
Yakang川	724km ²	(51.7%)	75.5km
Sg. Padi 川	164	(11.7)	10.0
Chuap 川	108	(7.7)	23.0
Chang 水路	89	(6.4)	16.0
To Che川	96	(6.9)	15.5
Ai Rong 川	16	(1.1)	5.0
Pu Yu およびTo Daeng川	77	(5.5)	5.0
その他小河川	52	(3.7)	-
Nam Baeng 水路(1)	44	(3.1)	10.0
" (2)	31	(2.2)	10.0
合計	1,401	(100.0)	

(資料編Ⅱ 図Ⅱ-2-1参照)

表3-11 洪水量の計算

番号	河川名	流域記号	(単位：百万m ³) 洪水量		
			(1)	(2)	(3)
Bang Nara 川流域					
1.	Yakang川	(A+B)	394.58	488.92	709.30
2.	To Che川	(C+B)	52.32	64.83	94.05
3.	Chang 水路	(E)	48.51	60.10	87.19
4.	Chuap 川	(F)	58.86	72.93	105.81
5.	Ai Rong 川	(G)	8.72	10.80	15.68
6.	Sungai Padi 川	(H)	89.38	110.75	160.67
7.	Pu Cho Ya Mu川	(L+N+R)	41.97	52.00	75.44
8.	周辺地区	(I+P)	28.34	35.12	50.94
9.	Pu Yu とTo Daeng川	(J+K)	158.60	196.51	285.09
	小計		881.28	1,091.96	1,584.17
Nam Baeng 排水路流域					
10.	その(1)	(M)	23.98	29.71	43.11
11.	その(2)	(O)	16.90	20.93	30.37
	小計		40.88	50.64	73.48
	合計		922.16	1,142.60	1,657.65

注) 洪水量“(1)”は1984年12月20日から24日までの5日間連続降雨、5時確率降雨相当を使用して求めた。
洪水量“(2)”は10年確率5日連続降雨を使用して求めた。
洪水量“(3)”は50年確率5日連続降雨を使用して求めた。

水位観測所

Bang Nara 川流域及びその周辺において15の水位観測所があり、このうち2ヶ所の観測所（×43、×73）には15年以上の日水位記録があるが、×43では3年前に小規模かんがいプロジェクト(SSIP)によって観測点直下流に堰が建設されたので、水位観測が中止された。 Narathiwat港とKolok 川河口（×100）の2ヶ所の観測所のデータを水理シミュレーションに利用したが、他の観測所は観測期間も短く欠測も多い。

（図 3-7参照、及び資料編Ⅱ、図Ⅱ-1-7、表Ⅱ-2-1及び図Ⅱ-2-3参照）

流量データ

水位-流量曲線は×43、×119、×121、×45地点でRIDによって作成されている。×45はSai Buri川（調査地区北部に隣接する河川）に位置し、地形・植生的も類似しているので有効降雨の検討に使用する。Bang Nara 川流域の半分を占めているYakang川の流出量を把握するため、Yakang川（×73）の水位-流量曲線が1985年にRIDによって作成された。

(3) 洪水流出解析

中安総合単位図法

中安総合単位図法は利用できるデータが十分に無い場合、単に地形特性から洪水の解析をすることができる。

有効降雨

洪水解析を行う上で流出に対する有効降雨の解析が必要である。隣接流域で植生・地形等の酷似しているSai Buri川の×45（流域面積 1,555km²）の地点で有効降雨の検討を行った。1982年、1983年の洪水時の5つのデータについて直接流出（表面流出と中間流出）と基底流出に分離した。一般に洪水時の基底流出成分量無視できる程小さいため一定量と仮定した。雨量に対する直接流出高（直接流出量を流域面積で割ったもの）の比率は、雨量が少ない時には約10%と低く、雨量が多い時には約80%と高い。したがって、雨量と流出との関係は累加雨量が80mmまでは25%流出とし、80mmを越える増分雨量に対しては土壌が十分に水を含み、飽和状態になっているものと想定されるので100%流出とした。さらに、Yakang川の実測データでもって検証したが、上述の数値には妥当性がえられた。（資料編Ⅱ、図Ⅱ-2-4から図Ⅱ-2-6参照）

5 年確率降雨による洪水解析

Sai Buri川のハイドログラフによれば、洪水の出遅れ時間（ピーク降雨時点からピーク流量が現われるまでの時間）は約20時間である。洪水期にはYakang川は氾濫しながらBang Nara川に流れこむ点を考慮して、Yakang川を二区間に分け、出遅れ時間を上流区間（最上流端から×73までの44.0km区間）は中安法による遅れ時間 $Tg_1 = 3.0$ (hr)となる。氾濫域区間（×73地点から下流）では、Yakang川の洪水は自然堤を越流し約12kmをBang Nara川へ流下する。この洪水到達時間をマンニングの式で径深 $R=1.0$ m、動水勾配 $I = 1/4,000$ 、粗度係数 $n = 0.045$ をもちいて算定すれば、洪水の到達時間は $Tg_2 = 10.0$ 時間となり、全体の遅れ時間は、 $Tg = Tg_1 + Tg_2 = 13.0$ 時間となる。Yakang川以外の支川には前述した中安法の公式によって各単位図の作成を行った。洪水量の算定には1984年12月20日～24日にかけての5日間Narathiwatで観測された543.3mmの連続降雨（5年確率相当）を使用した。Yakang川では雨の降りはじめから80時間後にピーク流出量（1,257 t/s ）が現われ、その比流量は $1.74 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ となった。

その他の支川の流出量は資料編Ⅱ、Ⅱ-2-9に示す。Yakang川のこの雨による総流出量（直接流出量+基底流出量）は約395百万 m^3 であり、またBang Nara川とNam Baeng水路との総流出量は約922百万 m^3 である。10年に1度、50年に1度発生する降雨は、岩井法でそれぞれ675.3mm、979.7mmとなり、Bang Nara川とNam Baeng水路への総流出量は、およそ1,143百万 m^3 と1,658百万 m^3 である。

（表3-11と資料編Ⅱ、Ⅱ-2-8参照）

(4) 低水流出解析

管原タンクモデル法による低水流出解析

低水流出量は降雨よりも浸透・蒸発散・地下水への浸出の影響を強く受ける。しかしながら、これらの要素の定量的な把握は容易ではない。1974年以前の流出量を推算するため、実用に広く供されている管原氏による直列貯留型タンクモデルを適用する。ティーセン法で求めた面積雨量を日雨量として利用し、平均日蒸発量はNarathiwat観測所のデータは欠測が多いため使用せず、×45観測所のデータを流域内の平均日蒸発散量として採用する。降雨日には蒸発散量は平均日蒸発散量の50%を適用する。

（資料編Ⅱ、Ⅱ-2-16参照）

1983年からの2年間の水文データをタンクモデルの係数決定に使用する。日流量は1975年からの×73における実測水位記録から換算できるが、1982年以前は欠測があり、また、1975年から1981年に亘っては年雨量が平均値よりもかなり少ないので使用しなかった。各モデル係数の決定条件は、a) 流出低減のカーブが良く符号すること、b) 低水時の流況が一致すること、c) 実測値と計算値の流出高の相関係数が $r > 0.8$ であることの3項目に基づいた。検証結果を資料編Ⅱ、Ⅱ-2-17に示す。

低水流出量

Bang Nara 川流域を大きく2つの部分に分け、Yakang川流域(流域面積 724.0 km²)とYakang川を除いたBang Nara 川流域(流域面積 677.0 km²)で、この節では前者をYakang川(流域)、後者をBang Nara川(流域)と呼ぶ。解析期間は1955年から1985年までの31年間である。Yakang川には1975年以来×73観測所において実測流量があるためこれを使用し、Yakang川とBang Nara 川との合流点における流量はそれぞれの面積雨量を勘案しながら×73の流域面積(336 km²)と合流点の流域面積(724 km²)との比率を乗じて算出する。現地踏査の結果、Bang Nara 川流域には乾期においてわずかの流量しかなく、蒸発散量がかなり影響していると推察されたため、タンクからの蒸発散量は上段のタンクが空になった場合4段目からも考慮する。Yakang川流域とBang Nara 川流域の平均流況は表3-12に示す。その結果、Yakang川とBang Nara 川の濁水量はそれぞれ 7.8 m³/S及び1.4 m³/Sとなった。また31年間の月平均流量は表3-13にしめす。

5年および10年に1度発生する乾期(2~10月)確率流出量(非超過確率)を岩井法で計算すると、Yakang川流域では、それぞれ317.3 および275.2 百万 m³となり、Bang Nara川流域では、それぞれ125.2 および93.9百万 m³となった。Yakang川流域の濁水量の非超過確率計算を岩井法で行なった。その結果、5年及び10年確率の濁水量は5.3 m³/S及び4.8 m³/Sとなった。(表3-14参照)

(5) 地下水

調査地区は Granite滞水層、Colluvial滞水層、Chao Phraya 滞水層、Beach-sand滞水層の4つの地下水区に分けることができる。

Granite 滞水層

新鮮部では滞水層となりえないが、風化帯に主に深層地下水を賦存している。調査

表3-12 Yakang 川流域とBang Nara 川流域の平均流況

流 域	面積	(単位: m ³ /S)		
		平水量 (185日目)	低水量 (275日目)	渴水量 (355日目)
Yakang川	(724km ²)	20.1	12.2	7.8
Bang Nara 川	(677km ²)	9.5	4.0	1.4

(流量図は、資料編Ⅱ、Ⅱ-2-18 参照)

表3-13 月平均流出量

月	(単位: 百万m ³)		
	Yakang川	Bang Nara 川	計
1	193.5	124.2	317.7
2	58.4	33.4	91.8
3	42.5	22.5	65.0
4	35.2	14.7	49.9
5	49.4	18.9	68.3
6	51.8	22.0	73.8
7	50.1	23.6	73.7
8	57.5	30.6	88.1
9	70.3	36.7	107.0
10	83.0	48.9	131.9
11	176.5	123.1	299.6
12	265.5	202.0	467.6
計	1,133.7	700.6	1,834.3
乾期(2~10)	498.2	251.3	794.5
雨期(11~1)	635.5	449.3	1,084.8

表3-14 Yakang川における非超過確率渴水量

再帰年	2	5	10	20	50
確率流量 (略)	6.9	5.3	4.8	4.4	4.2

地区内にはほとんど分布しないが、Colluvial 滞水層はあまりよい滞水層でないためこの下位に分布する本層の風化帯から採水している場合がある。滞水層としては特殊な場合を除き多くの水量は期待できない。

Colluvial 滞水層

浅層地下水はEL+ 1~8 mの水位を示して分布している。この地下水は雨水が表層部の乾燥収縮によってできたクラック等に賦存されているものと考えられる。従って、これを利用している浅井戸は乾期には井戸枯れする事が多い。深層地下水は地形の勾配にそった地下水面を示し、被圧地下水として賦存されている。

Chao Phraya 滞水層

浅層地下水は微地形によってやや異なり、旧浜堤と思われる小さな高まりでは水量及び水質ともに村の個人用井戸としては十分に利用できるが、旧沼沢及び旧海跡湖では水質が悪く量的にも劣る所がある。土質の違い及び植生の違いから地下水位は前者がEL1~1.5 m程度を示すのに対し、後者はEL0~1 m程度と低い。この地下水のかん養はECが低い事からもわかるように雨水からのみであると考えられる。浅層地下水の季節変動は旧沼沢及び沼沢地域ではほとんどないが、氾濫原地域では降水量と連動する。深層地下水の滞水層は深度20~30 m以深に分布する砂層及び礫層である。両層の分布境界は全く不明確で漸移関係にある。又、所々に薄い粘土層を挟むこともあり、賦存量にもバラツキがある。調査地区内では最も良好な滞水層であり、EL+0.5~1.0 mの水位を示す被圧地下水を賦存している。この地下水は被圧地下水であるためほとんど流動しないものと考えられ、かん養もされていないと判断される。この滞水層の地下水は海岸地帯では塩水の浸入を受けている。

Beach-sand 滞水層

この滞水層はChao Phraya滞水層の上部に位置する砂層からなり、地表面よりほぼ20 m未満に分布する。地質は細~粗砂からなりルーズであるため、よい滞水層となっている。この地下水は自由面地下水であり、水位は各村の手掘り井戸によって淡水として採取されているものの、深度EL-2.5 m以深の井戸では塩水化が認められ、地下水は2層構造になっていると考えられる。地下水のかん養は地形条件からほぼ雨水のみであると考えられる。

調査地区内に分布する滞水層はほぼ Colluvial、Chao Phraya、Beach-sand滞水層の3つでありそれぞれの地下水量は次の通りである。

Colluvial 滞水層

既存井戸は乾期には井戸枯れをおこす事が多く、浅層地下水は地下水開発の対象にならないと考えられる。一方、深層地下水を賦存する滞水層はChao Phraya 滞水層に比べ全般にかん養量が少なく、既設井戸はこの滞水層内で地下水が得られずこの下位に分布する花崗岩まで掘削している例が所々で見られる。既存井戸の揚水可能量はおよそ20~50 ℓ/min/本となっている。

Chao Phraya 滞水層

この滞水層は、一部に見られる旧浜堤を除き粘性土を主体とするため、Colluvial 滞水層同様にまとまった浅層地下水開発の対象にはならないと考えられる。しかし、この滞水層の深層地下水は調査地区内で最も賦存量が期待できる。かん養量は被圧地下水であるためほとんどなく、井戸によるくみ上げによりはじめてかん養がはじまると考えられる。この時のかん養可能量は現在予測することはむずかしいが、Sai Buri川の水文解析結果から地下水への降雨の浸透率が得られているので、概略予測すると年降雨量 2,500mmで、浸透率を5%、流域面積 1,400km²とすると、年間175 百万m³までかん養可能であろう。井戸1本当りの揚水量は砂層と礫層では異なるが、既存井戸の状況から110 ~300 ℓ/min、平均しておおよそ 170 ℓ/min程度は得られると考えられる。しかし、この深層地下水は鉄分を多く含んでおり、現在も飲料水としてはほとんど用いられていない。

Beach-sand滞水層

この滞水層への地下水かん養は地下水が浅層地下水であること、地形条件と透水性のよい砂から構成されていることから、降雨による直接的なかん養と考えられる。かん養量の予測は水理定数が得られたいないためむずかしいが、浸透率を10%、流域面積は110 km²で27.5百万m³のかん養が期待できる。井戸1本当りの揚水可能量は、既存井戸によると 76 ~400 ℓ/minであるので、100 ℓ/min程度は期待できると思われる。しかし、塩水の浸入が見られ、淡水は水面より4 m程度の深さまでと予想される。この地下水は自由面地下水であり水位の季節変動が大きいと考えられるため、開発に際して

はより詳細な検討が必要である。

(6) 水質

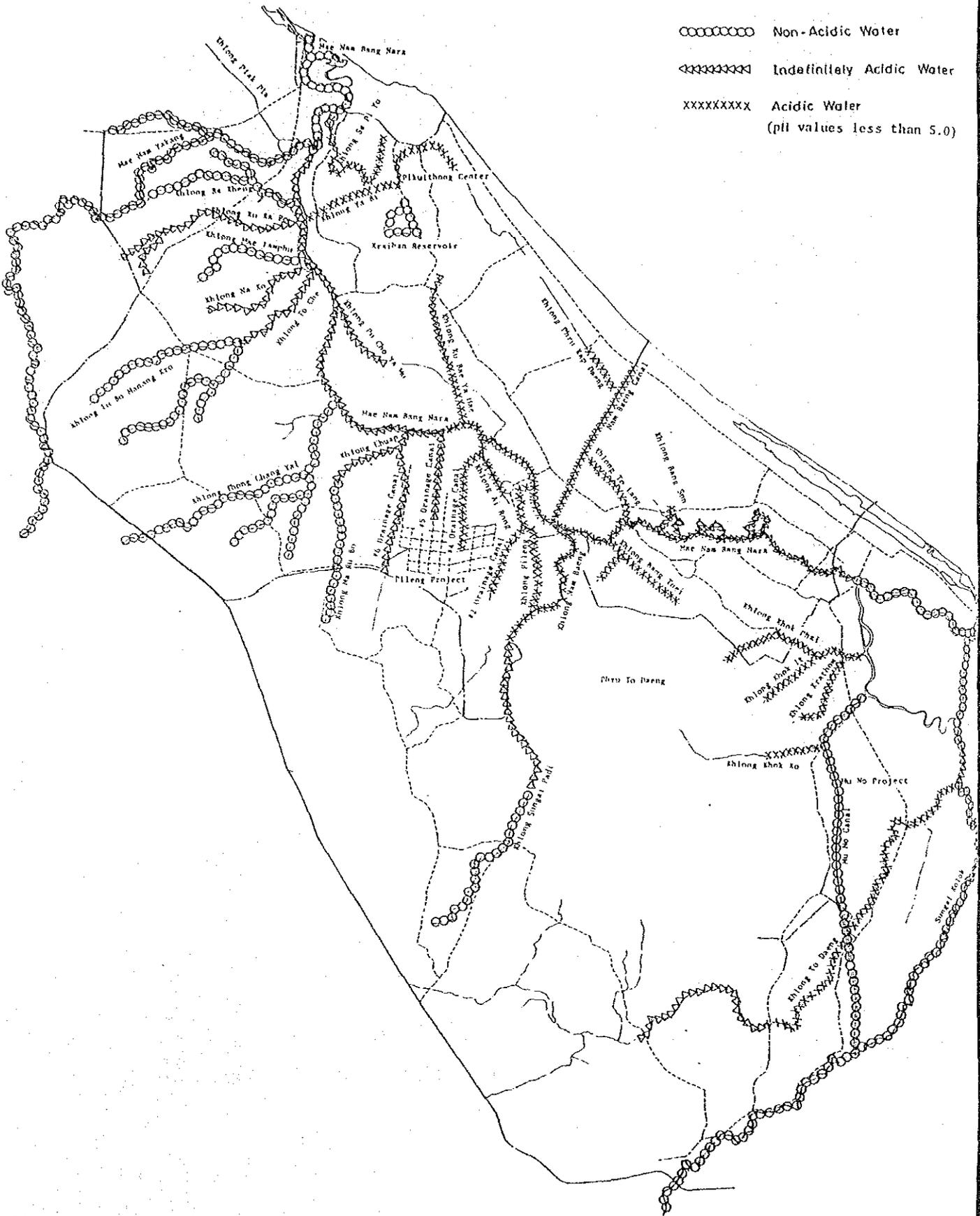
Bang Nara 川及びその支流の水質については、RID、NEB、DOFによる調査結果がある。本調査はこれらの既存データの解析に続き、Bang Nara川の塩水遡上と酸性水の発生源と分布に焦点を絞り水質のモニタリングを行った。水質は、気象条件、潮の干満、農作業や時期によって大きな変動を示すので、Bang Nara 川及びその支流と既存排水路の17地点で月毎に採水を行ない、ソクラ大学にて水質分析を行った。

Bang Nara 川の塩水遡上を解析するためBang Nara 川の5地点において大体15日間隔で、川底より1.0m間隔でEC、PH、水温の測定を行った。図3-8は8月、11月、2月、3月の塩水の垂直分布を示したものである。Bang Nara 川の流速が極めて小さく、非混合型の典型的なくさび型塩水分布を示した。Bang Nara 川の塩水遡上の限界点はNarathiwa 側河口より約16km上流地点までで、Tak Bai 側では約26km地点まで塩水遡上が認められた。塩水遡上は一般的にTak Bai側の方が強く、河口の状態によっても大きく左右される。時折、塩水がかなり上流までさかのぼることがあり、1986年3月4日には熱帯性低気圧によって風雨波浪が強く、Bang Nara 川中央部まで塩水があがり、淡水魚が多数死んだ。

酸性水の発生源は湿地林からの有機酸を含む暗褐色の水と、酸性硫酸塩土壌からの硫酸を含む無色の水に大別される。pH5.0以下の酸性水の観測された河川は、Sa Pi Yo 川、Pu Cho Ya Mu川、Ku Bae Ya Hae 川、Ai Rong 川、Pileng川、Nam Baeng 川、Bang Toei 川、To Lang 川、Bang Son川である。Bang Nara 川には流入せずKolok 川に流入しているKhok Phoi 川は、本地区界を流下し強い酸性を呈するので、この水をかんに利用する際は中和対策が必要である。酸性水は主に、現在開発計画が進められている湿地林の周辺部から発生している。一般に、湿地林からの小さな河川は暗褐色を呈し酸性度も弱い。酸性硫酸塩土壌が分布する湿地林の周辺部を流下する際、これらの小河川は硫酸を含む排水を集め酸性度が急に強まる。(図3-9参照)

湿地林からの有機酸による酸性水は、年間を通じてpHの値が4.5～5.0の範囲内とあまり変化しない。一方、酸性硫酸塩土壌からの硫酸を含む酸性水は季節によってpHが3.0～6.0と大きく変化し、pHの値は乾期に比較的高い値を保つが、雨期の初めに急

図3-9 Bang Nara 川及び支流の水質



速に低下する傾向が見られる。従って、本地域の酸性水対策を考える際重視しなければならないのは、酸性硫酸塩土壌から排出される硫酸を含む水である。本地区内に広く分布する潜在的酸性硫酸塩土壌では、地下水位を年間を通じてパイライトを含む土層より高く維持しておくことによってこのパイライトの酸化による発生を防止できる。

3.3.5. 海岸線と河口

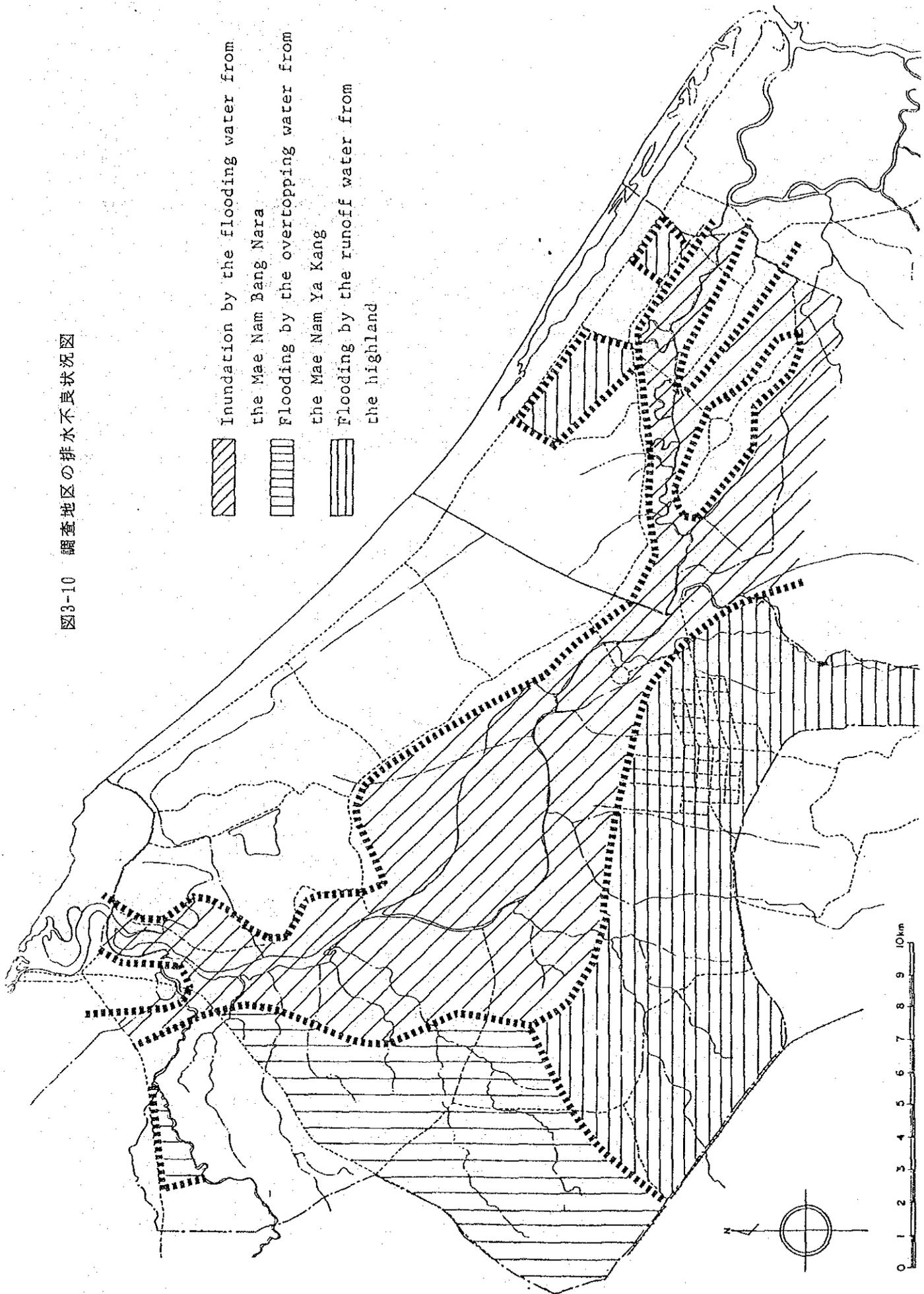
マレー半島の東海岸線は一般に12月から3月までの北東モンスーン期間中漂砂により荒れた状態に置かれている。タイ湾は極めて浅く、海岸線から30km離れても20m以内の水深である。従って海浜は平坦な砂土で形成され、河口付近には砂州を形づくり、調査地区の接する海岸線は長い三日月形を示している。北東モンスーン時は調査地区の海岸線に打ち寄せる波浪をタイ湾に起し、海岸沿いに発生する堆砂の供給源となる。南西モンスーン時の波高は北東モンスーン時よりも低く、両河川の河口への影響は少ない。Narathiwatにおける当面の課題はBang Nara川の河口改良で、低水期における舟運交通の妨げとなる砂州の除去のために、港湾局はカッター付浚渫船を導入し、波浪が1m以下の時期に河口の浚渫を行っている。Nam Baeng水路は河口より400m上流に防潮水門があり、洪水期にはゲートが開かれるが、低水期には河口に約EL+2mの砂州ができ水路の河口閉塞を起す。1984年洪水時には砂州上に小さな水路を開削し、砂州を洪水の放流で洗流させている。この時内水位は+2.1mとなり、約2.5百万 m^3 の堆砂が洗流されたものと推定される。Bang Nara川のNarathiwat河口部は港湾局の管轄内にあり多くの漁舟の通行があるが、Narathiwat港はゴムや日用品の船荷の積卸港としては、砂州による浅い所があり、ほとんど用いられていない。港湾局は1979年に5月～8月にかけて水路巾40m、全長さ2km、浚渫標高を最低水位から2m下りまで浚渫し、その浚渫量は約10万 m^3 であった。以降毎年16万から25万 m^3 の浚渫をほぼ同じ時期にくり返し実施している。浚渫はカッター浚渫船で、吐出管口径200mm、200 m^3 /時の能力を有する。河口付近の堆砂を防ぐ為には消波工の設置が有効であろう。

3.3.6. 洪水と氾濫

本地区にはBang Nara 川の水位上昇による湛水と Yakang 川よりの越水あるいは山地よりの流出水による冠水と2種類の排水不良がある。この排水不良の大きな違いは湛水の時間と流速である。Bang Nara 川の水位上昇による湛水はほぼ1週間以上続く。

これに対して、Yakang川からの越水・流出水による冠水は水深約1 m、日数は3～4日間である。この洪水は流速が早く中小家畜がよく被害をうけるので、家畜の所有者は洪水が来る前に家畜を高地に避難させる。稲作等の農作物、公共施設等に対する種々の被害もあるが、洪水被害にたいするデータはまだ十分に整備されていないので詳細は不明である。(図3-10参照)

図3-10 調査地区の排水不良状況図



3.4 土地利用及び農業

3.4.1. 土地利用

調査地区に対する土地利用は1984年3月及び1975年3月と6月に撮影した空中写真を利用して行った。この地区では沼沢地を除く、いわゆる低地で水稲栽培が広く行われている。永年作物であるゴムは主として比較的高地に栽培されているが、低地にもかなり分布している。ゴムは Rangae 郡と Muang Narathiwat 郡に、ココナツは Muang Narathiwat 郡及び Tak Bai 郡に主に分布している。畑作物は落花生、大豆、マングビーン、タバコ、さとうきびなどが主体で、主として農家の周辺で小規模に栽培されている。林地は地区内の諸々に分布しているが、西部及び南部に主に分布している。調査地区の土地利用状況を整理したものが表3-15である。また図3-11に土地利用現況図を示す。

表3-15 現況土地利用状況

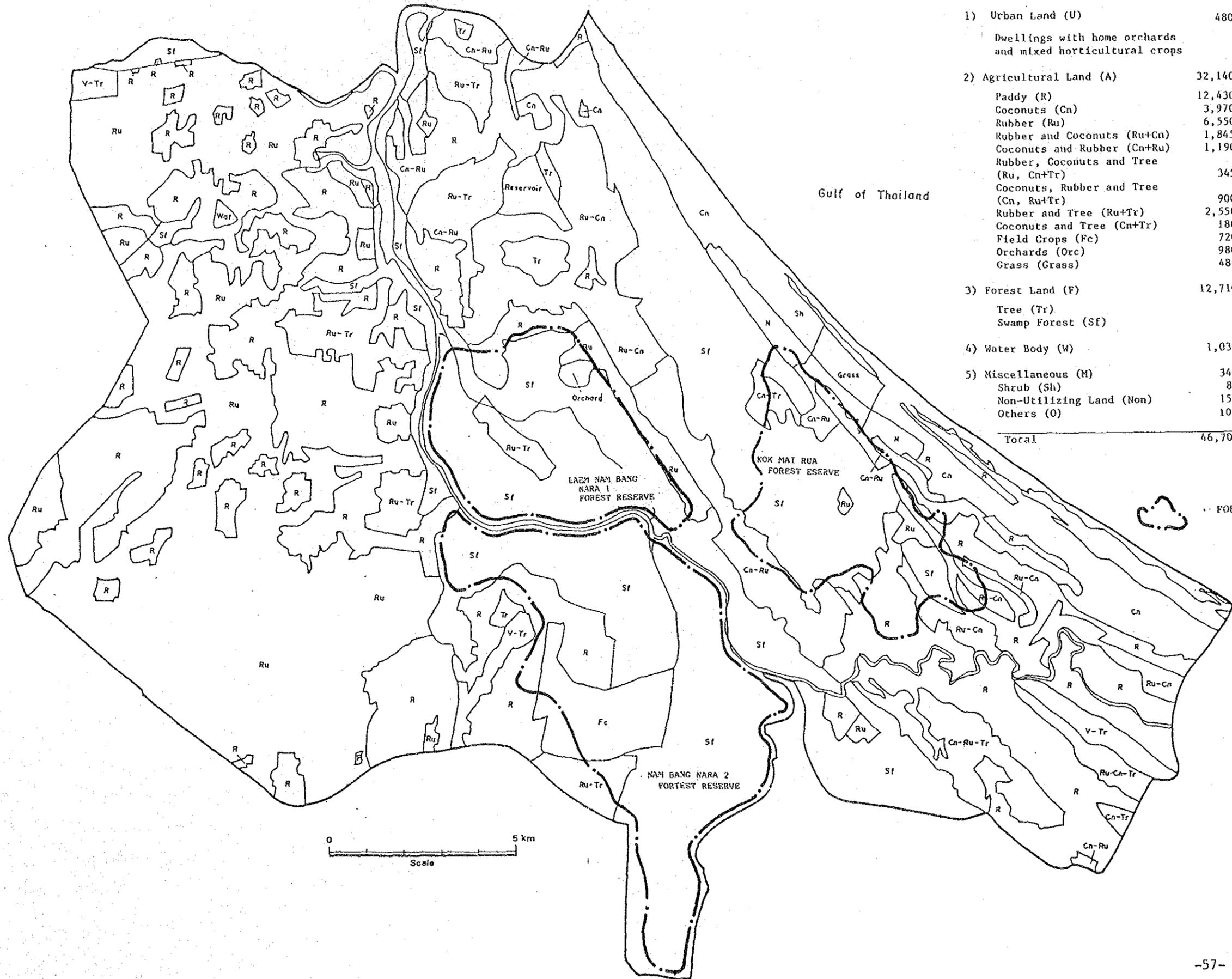
	面積		同左率
	ha	rai	%
Paddy Field outside Forest Reserve	11,030	69,000	23.6
- do - inside Forest Reserve	1,400	8,800	3.0
<u>Sub-total</u>	<u>12,430</u>	<u>77,800</u>	<u>26.6</u>
Rubber	8,320	52,000	17.8
Coconut	4,380	27,400	9.4
Orchard	1,180	7,400	2.5
Forest Reserve	12,400	77,500	26.6
Others	9,400	58,800	20.1
<u>合計</u>	<u>46,700</u>	<u>292,000</u>	<u>100.0</u>

3.4.2 一年生作物

(1) 水稲

水稲は一般に雨期の9月から10月の間に移植作付され、翌年の1月から2月に収穫され、その栽培面積は全水田の67%に相当する8,450 haである。雨期水稲のBL+1.8m以上の水田での平均収量はha当り 2.0 tonで、またそれ以下の所ではha当り1.5tonとなっている。水稲栽培農家の経営規模は約1.8haで、農家の60%は水稲からの収入に依存している。雨期作水稲の約70%は Saali や Kaa と呼ばれる在来稲で、残りは RD13、Nahng Praya 132 といった感光性改良品種である。乾期には僅かながらかん

图3-11 土地利用现状图



Zone	Acreage (ha)	Percent
1) Urban Land (U)	480	1.0
Dwellings with home orchards and mixed horticultural crops		
2) Agricultural Land (A)	32,140	68.8
Paddy (R)	12,430	
Coconuts (Cn)	3,970	
Rubber (Ru)	6,550	
Rubber and Coconuts (Ru+Cn)	1,845	
Coconuts and Rubber (Cn+Ru)	1,190	
Rubber, Coconuts and Tree (Ru, Cn+Tr)	345	
Coconuts, Rubber and Tree (Cn, Ru+Tr)	900	
Rubber and Tree (Ru+Tr)	2,550	
Coconuts and Tree (Cn+Tr)	180	
Field Crops (Fc)	720	
Orchards (Orc)	980	
Grass (Grass)	480	
3) Forest Land (F)	12,710	27.2
Tree (Tr)		
Swamp Forest (Si)		
4) Water Body (W)	1,030	2.2
5) Miscellaneous (M)	340	0.8
Shrub (Sh)	85	
Non-Utilizing Land (Non)	155	
Others (O)	100	
Total	46,700	100.0

がい農業が行われているが、そこでは RD7 という非感光性の高収量品種 (HYV) が用いられている。 水稲栽培上の問題点は、雨期の最盛期の氾濫とその前後におけるかんがいの不足と低肥沃土壌及び米価の変動である。 現在の作付体系を図3-12に示す。

(2) 畑作物

ここでいう畑作物とは、一年生作物及び短期の永年作物であり、一年生果樹と野菜はこれに含まない。 タイにおける畑作物栽培は第2次大戦後急速に広まった。 当初はほとんどが国内消費にあてられていたが、最近ではそのかなりの部分が輸出に向けられている。 畑作物のうちコーンは重要な経済作物で、輸出面で極めて大きなウエイトを占めている。 マングビーンは地区全体で栽培されているが、特に Tak Bai と Rangae 郡に多い。 落花生は主として新植のゴム園の間作として栽培されている。 スイートコーンの主な品種はメキシコ系ハイブリッドとクリミットで、必ずしも広い地域で栽培されているとは限らない。

(3) 野菜

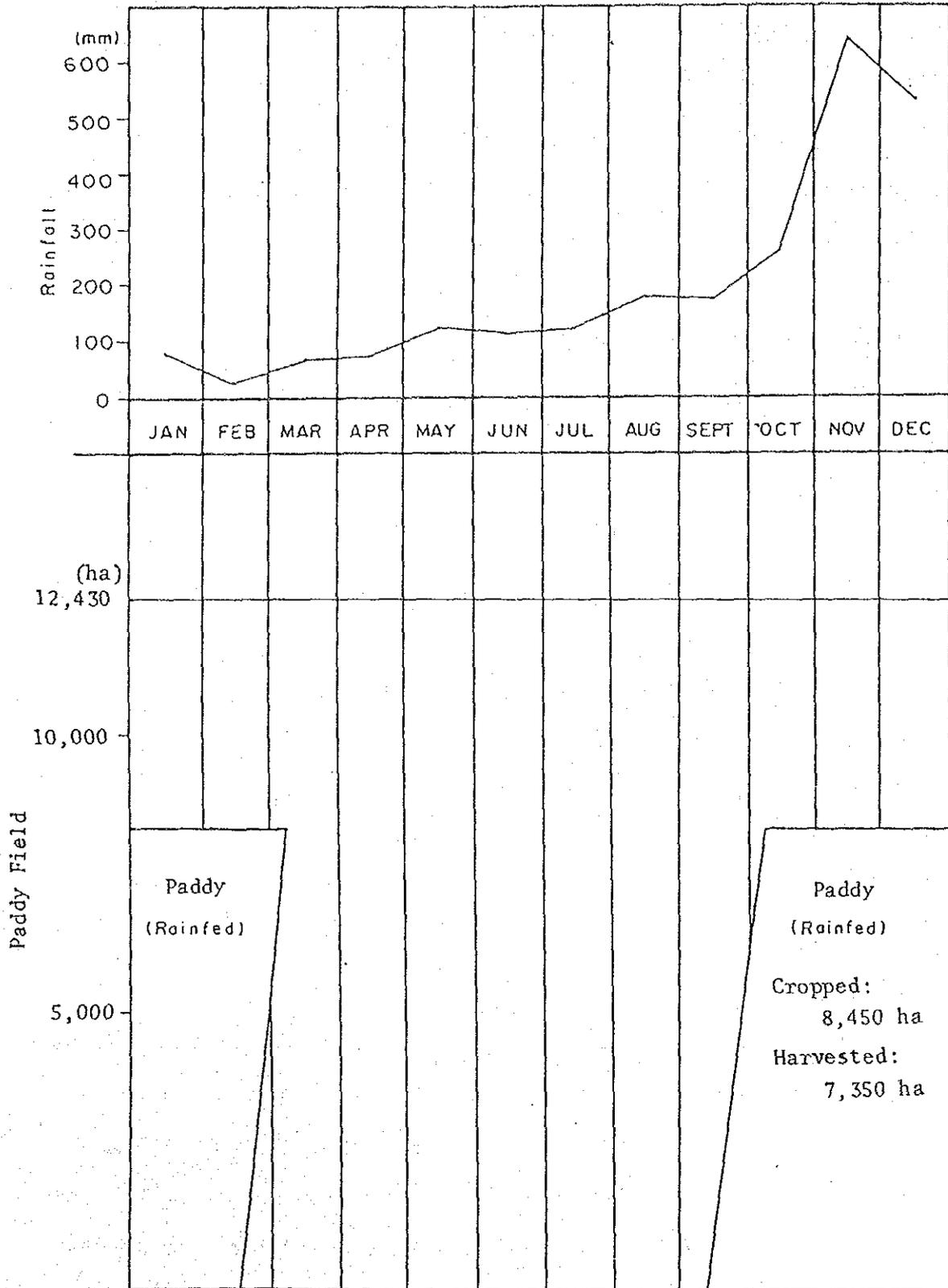
調査地区内における野菜は主として農家の庭先で栽培されている。 作付面積は年毎にかなりの変動があるが、これは主として価格の変動・天候などに左右にされることによる。 この地区における野菜生産は大きく自家消費と販売用の2つに分けられる。 自家消費分のうち過剰分は地方市場で販売される。 販売用の野菜栽培は極めて小規模であるが集約的な栽培が行われ、品種の選定はもちろん肥料や農薬の施用についても配慮がなされている。

3.4.3. 永年作物

(1) ゴム

調査地区に占めるゴムの栽培は主に Rangae 郡と Muang Narathiwat 郡の一般に標高のやや高い土地で行われ、栽培面積は8,320 haである。 ゴムの約30%は古木または低収量といった理由から再植の必要に迫られている。 古木の収量はha当たり550kgないし650kgの範囲にあり、若木の場合ha当たり900kgないし1,200kgがふつうある。 またタッピング(ゴム樹液採取)若木と氾濫による減産を考慮に入れると、平均収量はha当たり約700kgと推定される。 大半のゴムは農家の手元で Unsmoked sheet (USS) にま

图3-12 現況作付体系



で処理され、その後の Ribbed smoked sheet (RSS) への処理のため仲買人を通じて販売される。 NarathiwatではUS\$ はkg当り 18.5 パーツで仲買人に買い取られる。

現在の生育状況及びその他から、この地域におけるゴムは今後も同程度の生育を続けるものと推定される。 また古木のうちタッピングがほとんど期待できないものもかなり放置されており、再植を行うことも必要であろう。

(2) 果樹

果樹の栽培面積は約1,200ha であり、そのうち800ha はRangae郡に、280ha は Muang Narathiwat 郡に分布している。 果樹栽培は、この地区、中でもRangae郡では生産性や市場性という観点から比較的重要な産業であると考えられている。果樹の中でもロンコンはとくに重要で、1本当りの収量は初果で 7~8kg/年、 8~15年で50kg/年、 16~25年で 75kg/年、25年以上になると110 ~160kg/年となり、樹齢40~50年迄収穫可能である。 これに次ぐものとしてランブータン、ドリアン及びバナナが挙げられる。

(3) その他

ココナツ

調査地区にはココナツは4,400ha に栽培されている。 Tak Bai郡とMuang Narathiwat 郡におもに分布しており、その割合はほぼ 50 %である。 両郡とも、ココナツは海岸近くの土壌が砂質かブリス土壌である地帯に栽培されている。 しかし、生育は好ましくなく、その原因は品種問題、土壌問題、そして経営・管理問題にある。 経営問題はとかく見逃されているようであるが、この地区における生育の不振は主としてこの経営問題にあると見てよい。

牧草

畑作物と比べ牧草の栽培にはさほど手間がかからないし、牧草の栽培は土壌侵食に役立つだけでなく土壌保全にも役立つ。 除草は農作業の中では最も繁雑なものである。

土地の均平化は除草の手間を軽減する。 またかんがい排水も除草労力を軽減するのに役立つ。

3.4.4. 作物生産

水稲栽培面積は約8,500haと推定されるが、そのうち約80%の地帯では在来品種がもちいられている。調査地区の雨期水稲の生産性は降雨が不安定なため極めて低く、種子の質が必ずしも良好でなく、また施肥が十分に行われていないのでさらに生産性が低くなっている。四郡の作物別作付面積は表3-16に示すとおりである。また、郡ごとの水稲栽培面積、作付面積、収穫面積、収量等は表3-17に示す。調査地区内の水稲の作付面積及び平均単収を図3-13に示す。

3.4.5. 畜産

ここ10年間に、調査地区では小規模農家の副収入源として家畜の飼育が急速に広まっている。ここでは牛が主体で、小数の水牛、羊、山羊、豚も飼育されている。調査地区はマレイシア等の消費地を控え、牛肉や生牛輸出市場としては恰好な位置にある。しかし、この地区の家畜は牧草などの粗飼料に恵まれていない。牧草としては天然のものが利用されているが、一般に、蛋白含量が少ないという欠点をもっている。畜産開発に重点が置かれて以来、パラグラスやトルペドといった牧草の開発が進められるようになってきた。

3.4.6. 漁業

海洋漁業

海岸線沿いに海洋漁業は営まれ、特に Tak Bai 潟付近に多く見られ、一般にこの地域の漁業は小さなトロール船や舟外機付ボートで営まれている。約60%の漁民は漁業からの所得よりも他業種からの所得が大きい。

かん（鹹水）漁業

タイ政府はかん水漁業開発を強力に推進し、漁業局はかん水漁業試験場を Tak Bai 潟に建設し、かん水漁業の調査開発を行なおうとしている。

淡水漁業

湿地や河川や季節的な湛水域には淡水漁業の可能性が大である。この生産性は水の栄養化の程度や浅深度の水面積の広がりにより決定される。内陸部における淡水漁業

表3-16 調査地区内の郡別作付面積

*1
(Unit: ha)

Crop/ Amphoe	A.M. Narathiwat		A. Rangae		A. Tak Bai		A. Yi Ngo		Total	
	Actual	Ratio	Actual	Ratio	Actual	Ratio	Actual	Ratio	Actual	Ratio
		(%)		(%)		(%)		(%)		
- Rubber	3,010	35.3	4,590	44.9	320	4.6	400	52.6	8,320	-
*2 - Rice	3,020	35.4	4,600	45.0	4,530	64.8	280	36.8	12,430	-
- Upland rice	60	-	30	-	-	-	-	-	90	-
- Coconuts	2,130	25.0	190	1.9	2,030	29.0	30	3.9	4,380	-
- Tobacco	-	-	-	-	30	-	-	-	30	-
- Sugarcane	-	-	-	-	30	-	-	-	30	-
- Soybeans	10	-	20	-	-	-	-	-	30	-
- Mungbeans	10	-	-	-	-	-	-	-	10	-
*3 - Fruits	280	3.3	800	7.8	50	-	50	6.6	1,180	-
TOTAL	8,520	100	10,230	100	6,990	100	760	100	26,500	-

Note : *1 Estimated based on Changwat Data by Amphoe prepared by DOAE, Narathiwat.

*2 Planted area in 1984 is estimated at 8,450 ha.

*3 Including Long Kong, rambutan, durian, cashew, mangostin, banana, pineapple and others.

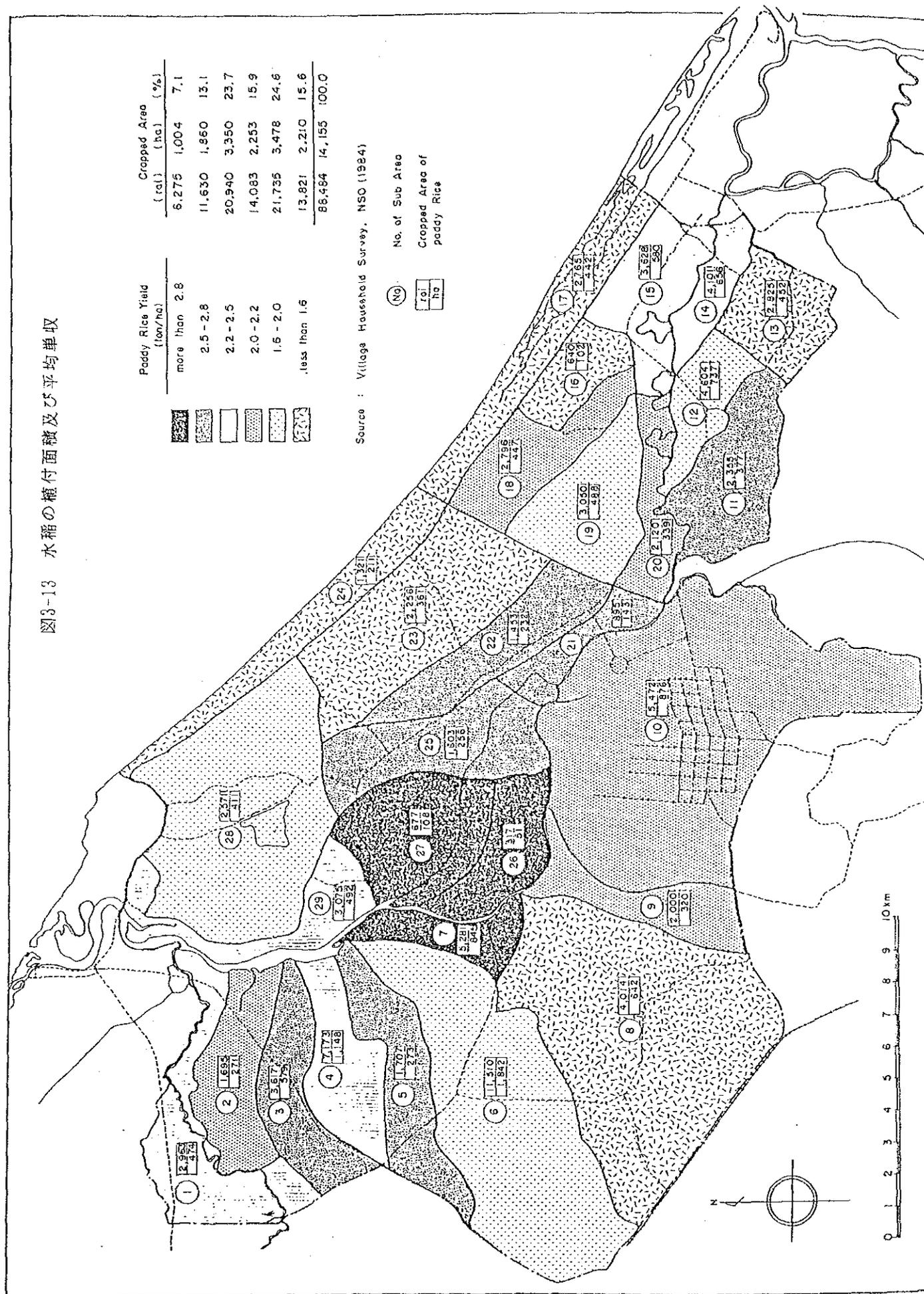
表3-17 郡別水稲植付面積、収穫面積、平均単収及び生産量

Item/Amphoe	Muang Narathiwat	Rangae	Tak Bai	Yi Ngo	Total
- Total Paddy Area (A), (ha)	5,385	14,619	8,589	3,542	32,135
- Total Planted Area (B), (ha)	4,316	8,764	5,447	3,317	21,844
- B/A x 100 (%)	80.1	59.9	63.4	93.6	68.0
- Total Harvested Area (C), (ha) *1/	4,156	7,371	4,586	2,879	18,992
- C/B x 100 (%)	96.3	84.1	84.2	86.8	86.9
- Average yield (ton/ha) *2/	2	2	2.31	1.88	2.06
- Production (ton)	8,312	14,742	10,594	5,413	39,061

Note: *1/ ... Estimated based on the figures obtained from DOAE, Narathiwat.

*2/ ... Obtained from DOAE, Narathiwat.

図3-13 水稻の植付面積及び平均単収



の漁獲量増大の可能性は、魚種の蓄積や新魚種の導入により左右される。

Bang Nara 川の漁業

Narathiwatと Tak Baiの河口付近を除くと、Bang Nara 川沿いの漁業は見るべきものがない。しかしながら、11月から2月の洪水期には20ヶ所の袋網漁場や延縄漁法を行う農民が40名以上いる。漁獲量は1家族1ヶ所で2 kg程度であり、地方の市場や自家消費用にされている。全漁獲量は調査されていない。

3.4.7. 政府保護林

調査地区の林地面積は12,710haで、地区面積の約27%を占めている。林地は主として高地林と沼沢林の2種類からなり、高地林はMuang Narathiwat郡の西部の丘陵地一帯に繁茂しており、Dipterocarp 林の一部を構成する常緑樹である。低地沼沢地林はMelaleuca associations及び To Daeng 湿地の混合雨林からなっている。前者は主として政府保護林の外側に分布しており、この一帯は農業開発の可能性が高いと言われている。地区内には3つの政府保護林 (Kok Mai Nua、Laem Nam Bang Nara I、Laem Bang Nara II) があり、その総面積は12,400haである。(図 3-11 参照)

3.4.8. 農業普及及び信用業務

(1) 農業普及

DOABは、農業普及を進めるに当たって農家と直接の関連を持つ政府機関である。国家農業普及計画 (NAEP) と呼ばれる大規模普及組織は、現在、実際にその活動を続けており、普及活動は地区レベルで行なわれている。1978年に国家普及計画が発足したが、この計画は各村に展示圃を設置しようというものである。普及員のうち地区に駐在する末端普及員は一人当たり10村を担当している。こうした普及員はそれぞれ10人の農民グループの世話人となっている。100人の農民を所定の計画に基づいて訪問・討論し、さらに技術などを指導する。普及員は普通1,000農家1人当りの割合で配置されている。

(2) 信用業務

信用業務はこの地域に適した組織がなく、また好ましい運営が行われていないためこれが農業開発を妨げる因子の一つとなっている。調査地区には政府による BAAC があ

り、農業協同組合（AC）もある。さらに、商業銀行や地元商人、金融業者もそれぞれそれなりの役割を果たしている。BAACやACが行なう融資には短期、中期、長期融資の三通りの方法があり、個々の農民はBAACやACの得意先でもある。融資を受ける場合保証が必要であるが、土地を担保にするのは高額融資を受ける時に限られる。

3.4.9. 農業資材、貯蔵、加工及び市場活動

(1) 農業資材

農業資材は、普通いくつかのルートで供給される。農民に対する肥料の供給を目的として設立されたMOFはこの国最大の農業資材供給機関で、地方の農業組織等を通じ資材を供給する。大量の肥料が農民組合や協同組合等に売り渡され、農民に販売される。地元商人もまたこうした肥料の斡旋を行い、その活動は予想以上に強力である。農業関係の組織に属していない農民たちはMOFによるサービスを直接受けることができないので、いきおい地元商人に依存しなければならないことになる。普通、地元商人は農民たちに肥料・農薬・種子などを信用貸しするが、それらの価格は他のルートを通じて入手する場合に比べ一般に高い。

この地域では肥料の種類が限られており、Narathiwat 県ではDOAEの指導もあって水稲用には混合肥料（16-20-0）が最も多量に使用されている。種子の生産はDOAEが担当し、国家計画の下でDOAから提供される種子を増殖し、しかるべき機関を通じて農民に配分するが、その活動は限られている。

(2) 市場活動

農産物市場は地元市場と共同市場があり、地元市場は生産地にあるのが普通で、集合市場は交通通信に便利な都市などにある。大都市の卸売市場と比べれば規模は小さいが集荷販売の機能をもつことには差異はなく、調査地区ではNarathiwatにこの集合がある。地元市場では仲買人が地元商人、ブローカー、運送業者、公的機関関係者などと一緒に市場活動に当たっている。この種の市場における最も重要な活動は商人による農産物の買取りだけでなく、農民たちへの融資や農業資材の斡旋を行うことである。

集合市場は地元市場と異なり、生産地からあるいは地元からかなり大規模に生産物の集荷を行う。集荷のほかに融資などを行うこともあり、また地元市場間の連絡調整とい

った業務をも担当する。重要な業務の一つに農産物の格付けといったものがある。

Narathiwat市場においてもこの格付けが実際に行われている。

(3) 貯蔵

収穫後の損失、とくに果実、野菜などの損失を軽減するといった意味で、貯蔵は重要な役割を果たしている。貯蔵施設は種々の機関により整備されているが、施設が不足しているために利用度と需要との間には大きな隔たりがあり、まだ解決に至っていない。

一般に、大規模倉庫は協同組合や国の機関などが所有して、協同組合が所有する倉庫は農業資材、市場販売用農産物、地域及び村民のための消費物資などを貯蔵している。

(4) 加工

調査地区には配送するには傷み安く、また加工を必要とする種々の食糧作物、果実、野菜などが生産されている。しかし、食品加工は精米を除いてはさほど活発に行われていない。それは、加工に必要な原料の供給にまだ問題があるといった理由による。一方、ゴム加工はこの地域では極めて一般的のものであるが、農家段階での現地加工ともいえるゴム加工技術はまだ初歩的なものにすぎない。多くの農民は凝結処理のために蟻酸の代わりに硫酸を使用しており、汚れた製品しかできない製造方法による。ほとんどすべてのゴムは、農家段階では Unsmoked Sheet (USS) に加工されるにとどまり、出来上がった USS は Ribbed Smoked Sheet (RSS) の加工処理にあてるため仲買人に売却される。良質のゴム生産のためグループ加工を推進しようという努力が払われているが、現在のところまだ少数のグループが結成されているにすぎない。

3.5. 農村インフラ

3.5.1. 概要

「農村インフラ」は居住機能・生産機能及び地域発展機能の3つの面の集合体であって、地域社会に貢献する社会的物理的施設及びサービスと定義される。道路、公共輸送、公共通信、配電、水道、衛生等が含まれる。Narathiwat県のインフラ整備は近年次第にその水準が向上しつつある。地域住民が健康、衛生、教育や他の社会的サービスの受益者であるが、公共施設の整備に関する住民の意識と政府の生活様式改善の意図にずれが見うけられる。

3.5.2 Tabaニュータウン開発事業

内務省農村計画局はNarathiwat県、Muang NarathiwatとSg. Kolokの都市開発及びTak Bai / Taba地域の将来開発計画を進めている。この事業にはKolok河口のフェリー港より1km北西のTabaニュータウンの民間による開発が含まれ、第一期事業7.5ha、第二期事業は22haを対象とし、店舗・協同市場・ホテル・配電・電話・上水道・住宅・学校・寺院・映画館や他の都市型サービスが計画され、実施されている。第一期事業は間もなく完成する。

3.5.3. 既存かんがい排水事業

調査地区内には下記の3タイプのかんがい排水事業がある。(資料編Ⅶ参照)

(1) 中規模かんがい事業(事業費4~200百万バーツでRIDによる事業)

- a) Kraiban プロジェクト : 水田へのかんがい水の供給
- b) Nam Baeng プロジェクト : Bang Nara 川中流部の排水
- c) Pileng プロジェクト : 移住農民の為の農業開発プロジェクト

(2) 小規模かんがい事業(事業費50万~4百万バーツでRIDによる事業)

地区内に11事業あり、その目的はかんがい1、排水8、養魚1である。

(3) 農村雇用創出事業

地区内に14事業あり、内訳はかんがい水路5、排水路2、溜池7である。

3.5.4 輸送及び通信

(1) 道路

地区内外の道路網は良く発達しており、その建設には道路局(DOH)、農村地域開発促進局(ARD)、かんがい局(RID)、林業局(RFD)、郡役所等の政府機関が係っている。(図3-14参照)

道路局

国道の建設と保守を行ない、国道は6タイプの基準があり、そのうち2タイプ(アスコン 5.5m道路及び二層表面仕上げ 5.0m道路)の5路線が地区内を走っている。調査地区内を走る国道総延長は68kmで、日交通量1,100~2,100台/日である。

農村地域開発促進局

幅員 6~3m、設計交通量 160~300台/日、ラテライト舗装道路で、地区のセンターや大きな村落を郡と結ぶ道路の建設及び保守を行なう。地区内には78kmが建設されており、更に11kmが建設中で、28kmの建設計画がある。

郡役所

地区の必要度に応じ、幅4m、厚さ30cm、非転圧ラテライト舗装道路を建設する。そのコストは約10万パーツ/kmである。

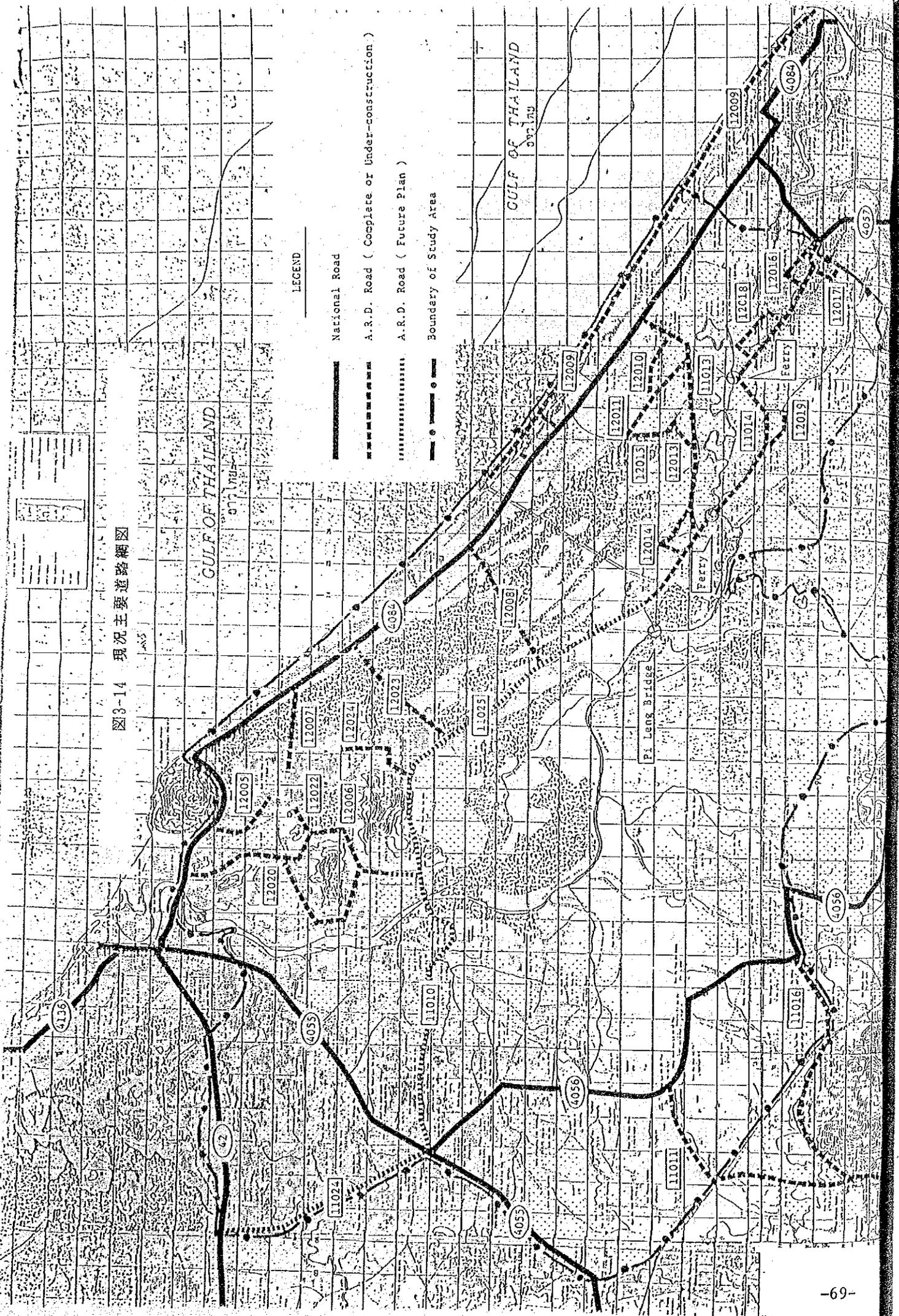
RID、RFD、軍隊等他の機関

それぞれの実施事業関連工事として道路建設を行う。

(2) 輸送

Narathiwat県には1983年時点で、自家用車912台、タクシー259台、バイク41,788台が登録されている。道路局によると、バイクを除いたBang Nara川流域での交通量は1,100~2,100台/日で、Hadyai、Bangkok方面に連絡する42号線は1,800台/日である。国営企業であるETO(Express Transportation Organization)はSg.Kolok、Narathiwat及び他地域間の商業ベース、全国輸送業務を行なっている。ローカルバスサービスは民間及び政府機関が主要道路網を利用し郡センター間を営業している。これを更にタクシー、ミニバス、人力車等な輸送サービスが補っている。国営鉄道は毎日6便が地域南部沿いに走り、更にBangkokより週4便の急行がある。他県間鉄道利用は年10%増加しているが、県内利用が年25,000人と変動はなく、総交通量の鉄道

圖3-14 現況主要道路網圖



の占める割合は 4%と低い。

(3) 郵便及び電話サービス

郵便電信局は各郡センターに支所を持ちその事業を行なっている。一方、タイ電話公社 (TOT) は Narathiwat 県内では Muang Narathiwat と Sg. Kolok に交換局を持っている。現在 Tak Bai には 100 ミリワットの無線中継基地があり、また他郡では無線にて Narathiwat と交信している。現在 VHF 無線を利用した長距離電話サービスの計画がある。

3.5.5. 農村電化、水道及び公衆衛生

(1) 農村電化

地方配電庁 (PEA) は Yala 変電所より 115kv の配電を受け Narathiwat にて 33kv に変圧、主要都市に配電し、更に農村地域には 19kv にて配電を行なっている。地方配電庁は Narathiwat 県の 20 戸以上の村落の 95 % に 24 時間配電を 1990 年迄に達成する計画を持っている。地区内村落 181 村の約 90 % は給電されており、県平均の 80 % より高いが、受電戸数は 4 郡全戸数 (約 40,900 戸) の 60% (約 24,200 戸) と低い。

(2) 水道及び公衆衛生

水道に関する政策目標は 1986 年迄に 70% の住民に 1 日 2 ℓ 以上の安全な飲料水を供給する事としている。Narathiwat 県では管水道システムは Narathiwat、Sg. Kolok 及び Sg. Padi にあり、Tak Bai には Bang Nara 川及び Puyu 川より取水し、Tak Bai 及び Taba を含む衛生地区に給水する計画がある。しかし管水道からの家庭用水の需要は見込まれた程に増化しておらず、これは貧困住民にとって料金が高い事や未処理井戸水よりも劣る水質や供給信頼性が障害となっている。農村地域住民は個人又は共同の浅井戸、掘抜井戸又は表流水より水を得ているが、比較的高い疾病率や水が媒介する予防可能な病気の発生などがあり満足な状態であるとは言えない。政府は安全な飲料水の供給と住民の健康とを考慮し、保健局 (DOH) や農村地域開発促進局 (ADR) による水道水供給、公衆衛生施設及びそれらの利用促進計画などの重要な事業を行っているが、本地区の関してはそれも未だ限られている。保健局は清潔な井戸や雨水貯水タンクや瓶の設置を援助している。農村地域開発促進局は深井戸や浅井戸の建設を行っている。保健

局は1981年より水道衛生組合を組織化する事業を開始したが、現在まで Narathiwat 県で61組合が出来たにすぎない。

(3) Narathiwat 地方水道施設

調査地区の住民はBang Nara 川及び Yakang 川の水を飲料水には利用しておらず、浅井戸・深井戸を利用している。地方水道庁 (PWVA) は1975年県都用の水道を建設し、現在 11,500 人に年間 8,400トンを供給している。PWVAによれば Yakang 川の水量・水質は渇水期でも問題はないとされている。

3.5.6. 医療及び教育

(1) 医療施設

Narathiwat県の医療水準はタイ平均を上廻っており、更に着実に向上しつつあるが、下痢・マラリア・結膜炎・フィラリア・赤痢の発生率が比較的高い。乳児及び妊婦の出産時死亡率は 0.64 及び 0.49 %である。保健局は健康と貧困・栄養不良・家屋・水道衛生の相関を認識し、保健促進の為の医療サービス、医療スタッフの訓練、栄養、家族計画、母子医療、伝染病の予防と駆除、環境、歯科医療、保健教育など様々なキャンペーンを行っている。厚生省の医療施設は a) 各郡に病院・医療事務所各 1箇所、b) 各地区に2名の救急処置及びキャンペーンを行う職員を配置した保険センター及び c) 各村落に1人の保健職員駐在所である。この他民間の診療所、歯科医や薬局もある。

(2) 教育

Narathiwat県の初等教育水準は全国72県中65位と低く、その原因は学校が小規模である事に加えて高いドロップ・アウト (20%) に問題がある。初等教育の就学は義務制度である。イスラム教徒の子供はタイ語を学ぶべく7才で初等教育を受ける。各地区には小学校の大規模学校 (100 ~ 300人) があり、6~8校の小規模学校の中心となっている。生徒/教師比率は、19:1で全国平均の30:1よりも良好であり、1クラス当たり生徒は24名である。

中等教育は、12才より6年間であるが有料であり、地区内調査では25%の子供が就学している。生徒/教師比率は 20:1 である。職業訓練は県都外でも移動職業訓練所

が開かれており各種短期、長期コースがあり洋裁、自動車修理、調理、無線、理容、建築、服装、タイ語などの訓練がなされている。

3.5.7. 地域共同体の発展

約80%の地区内住民はイスラム教徒である為、モスクの数は調査地区内に395あり、仏教寺院の56を大きく上廻っている。90%の村落にはモスクまたは仏教寺院がある。政府の地域共同体政策は人的資源の発展を目指したもので、コミュニティ開発局 (Community Development Dept) は各地区にCDDのケースワーカーを駐在させ、就学前児童教育、婦人地位向上、青年訓練活動、村落住民の組織化、農村工業の流通訓練、奉仕活動等や住民の指導を行っている。

3.5.8. 農村地域工業

工業局 (Development of Industry) には2馬力以上のエンジンか又は7人以上の従業員の工場が登録されて、その総数は約310工場、従業員数は約2,300人である。工場の大多数は精米所であるが、雇員数ではゴム加工所 (smoking 加工) が最大である。これに次いで製材所、煉瓦工場、製麺所、木工所等となる。工業の基盤は極めて狭く雇用も乏しい。

第4章 開発計画

第4章 開発計画

4.1. 事業計画の目的と開発コンポーネント

4.1.1. 目的

本調査地区は南部タイは勿論のことタイ全土の他の地域と比較した場合、社会的にも経済的にも開発がかなり遅れた地域である。従って、社会福祉の充実、貧困の緩和、国家農村開発政策等の主目的に合致したところの即効性が期待しうる農業開発計画の立案・実施が焦眉の課題である。

Bang Nara 川かんがい排水事業は、Bang Nara 川水系の水資源をかんがい目的として開発利用するとともに、雨期の湛水を可能な限り緩和するという基本戦略に沿って策定される。この基本戦略を達成させるために、既存の Nam Baeng防潮水門に加え、Bang Nara 川の Narathiwat 及びTak Bai 両地点に防潮水門を新設し、塩水浸入の阻止とかんがい用水源としての貯水池の設置、及び関係防潮水門の適切な操作によりBang Nara 川沿いの低平地の湛水被害の軽減を行う。

次いで、調査地区内の既存水田の農業生産性を高め、そして出来るだけ多くの農民が受益できるよう開発対象面積拡大に配慮しつつ、社会・経済・政治的観点から本地域の民生の安定を図る目的をもって、受益可能な地域に対してかんがい排水施設を整備していく。

4.1.2. 開発コンポーネント

前述の開発構想に基づき、本地区の農業開発に対して、次の開発コンポーネントが策定された。

- 防潮水門と Bang Nara貯水池
- 酸性水対策
- 農業開発
- 貯水池漁業

(1) 防潮水門と Bang Nara貯水池

既存のNam Bang放水路及び防潮水門（ゲート全有効幅 24 m）に加えて、建設地点と水門の規模・構造等に関する各種代替案に対する比較検討の結果、Bang Nara 川に更に 2ヶ所の防潮水門を建設するのが最適との結論を得た。最適案の内容は、ゲート全有効幅 120mの上流水門(UTR)を Narathiwat 河口より上流約 6km地点に、ゲート全有効幅 24 mの下流水門(LTR)を Kolok川合流点より上流約 7kmに建設するものである。新規防潮水門建設予定地点は2ヶ所とも RIDがすでに詳細設計作業にも使用可能な地形測量及び地質・土質調査を完了している。

防潮水門の構造については、その安定性、下流への影響及び河口閉塞の可能性、湛水状況の軽減度、投資額等を総合的に判断し、ゲート部はコンクリート構造巻上式ゲートとし、その他は非越流型締切堤を採用することとした。既存及び計画防潮水門により、地区内一部の湛水被害の軽減と Bang Nara貯水池によるかんがい開発が期待しうる。計画洪水水理シュミレーション（5年間確率連続降雨）の結果、Bang Nara川沿い低平地の水田約 160ha及びゴム園 60ha の湛水が防止できる。他方、防潮水門に設置されたゲートの適切な操作により、現在潮位の影響を受けて変動している Bang Nara川の水位を一定に保つことが可能となり、そして、雨期の後半に降る雨を河道に貯留させ、この貯留水を雨期水稻の補給かんがい用として、また新規に導入予定の乾期畑作のかんがい用水として利用する。

計画防潮水門完成後の Bang Nara貯水池の諸元は表4-1 の通りである。

(2) 酸性水対策

Nam Baeng 放水路が Bang Nara川より分岐する地点の近傍と既存Klaiban 事業地区においては、酸性硫酸塩土壌を含む湿地から pH 4 以下の硫酸イオンを含む酸性水が流出している。現在酸性水の影響が出ているのは Pileng 事業排水地区、Sg. Padi川、Bang Teoi 川、Ku Bae Ya Hoe 排水路、To Lang 川、Pru Kap Daeng 排水路及び Ya Bi 川の小河川排水路周辺である。

Bang Nara 貯水池を酸性水から保護する方策として、a) 雨期には雨水の大量流入によって乾期中に溶出した硫酸イオンを洗流し、洪水の形で海に放流し、b) 乾期には水位調節施設により、地下水位を地表面から0.4 m程度に維持することとする。

表4-1 貯水池の計画諸元

貯留水位と貯水池：

	水 位	貯水量
常時水位	EL. +0.4 m	15.8 百万 m ³
低水位	EL. -0.2 m	11.3 百万 m ³

有効水深 : 0.6 m
 有効貯水量 : 4.5 百万 m³

貯水池面積 : 1,390 ha うち 河川敷 510ha
 湿地林 880ha

集水面積 : 1,401km² うち Bang Nara 川 677 km²
 Yakang川 724 km²

年間平均流入量 : 1,834 百万 m³ (1956~1985年の平均)
 (うち Bang Nara 川 700 百万 m³)
 (Yakang川 1,134 百万 m³)
 年間平均かんがい取水量 = 39 百万 m³ (1955~1985年の平均)

表4-3 事業受益対象面積

	排水事業	かんがい事業			小 計	計
		WUGポンプ	RID ポンプ	重力		
(1)排水改良事業のみ						
ゴム園	6,250	-	-	-	-	6,250
水 田	520	-	-	-	-	520
小 計	6,770	-	-	-	-	6,770
(2)排水改良事業+かんがい事業						
ゴム園	-	-	-	-	-	-
水 田	-	350	3,940	40	4,330	4,330
小 計	-	350	3,940	40	4,330	4,330
(3)かんがい事業のみ						
ゴム園	-	-	-	-	-	-
水 田	-	3,520	1,990	140	5,650	5,650
小 計	-	3,520	1,990	140	5,650	5,650
計	6,770	3,870	5,930	180	9,980	16,750
		ゴム園	水 田	合 計		
排水改良事業受益面積		6,770	4,850	11,620		
かんがい事業受益面積		0	9,980	9,980		

(3) 農業開発

かんがい事業

かんがい事業の対象は既存の天水田 9,980haを基本とする。本かんがい事業における作付体系は 98 %の雨期水稲及び 2%の多年性飼料作物、乾期畑作25%を基本体系として採用する。本事業で増産予定の水稲により、現在 Narathiwat 県が直面している米の調査地区内の供給不足が解消される。乾期畑作物栽培に関しては、労働力や近隣 Hadyaiやマレーシアへの流通等を十分に考慮して規模を与え、そして村落単位の協業をベースとした生産団地方式を導入するのが望ましい。既存の天水田 9,980haのうち 9,800ha のかんがいは、Bang Nara 貯水池とその上流 Yakang 川からのポンプかんがいとする。また、Bang Nara 川の支流域における表流水を利用する観点から、Maru Bo 川上流部の水田 180haに重力かんがい方式の導入が可能である。

かんがい方式とかんがい面積を整理すると表4-2 の様に要約できる。

表4-2 かんがい方式と面積

<u>かんがい方式</u>	<u>かんがい面積</u> (ha)	<u>備 考</u>
ポンプ(EL+2m平均以下)	3,870 (40%)	WUGポンプ
ポンプ(EL+2m~+13 m)	5,930 (60%)	R10ポンプ
小 計	9,800 (100%) (98%)	
重力式	180 (2%)	
合 計	9,980 (100%)	

排水改良事業

Bang Nara 川沿い低平地の氾濫対策として計画防潮水門が果たす役割とは別に、Yakang 川からの越流に起因する調査地区西部の高位部と東部での7つの支流域において排水改良事業を行う。本事業は洪水防止を旨とするものでなく、洪水深と期間を緩和するのが主目的で、既存小河川及び排水河川の拡幅と床掘りによる河川改修により既存水田 4,850ha及びゴム園 6,190haの排水不良が改善される。

各事業対象地域

排水改良事業及びかんがい事業の対象地区は一部が重複している。重複地域の詳細は表4-3 に示す通りであるが、事業受益対象地区計 16,750ha のうち水田は10,500ha、ゴム園は 6,250haである。

展示圃場

かんがい事業の効果を早期に発現させるために、圃場段階での水管理方式を含む進んだ農耕技術を受益農民に習得させる展示圃場の設立は不可欠である。展示圃場においては、上記目的の他、農業普及員や末端施設整備・水管理技術者等で新規に組織される特別行動隊の訓練も併せて行う。Narathiwat県行政機構や受益農民の便宜などを考慮し、本地区内のMuang Narathiwat、Rangae及び Tak Baiの3郡の各々に1ヶ所の展示圃場を設ける。

(4) 貯水池漁業

2ヶ所の新設防潮水門及び水位調節水門の建設により Bang Nara貯水池は淡水が貯留され、淡水捕獲漁業が有望となる。この貯水池漁業の運営は適切な魚種の稚魚の放流を基本とし、経済的な生産水準に達するまで稚魚放流を行なう必要がある。

(5) 社会インフラ

3.5において述べられたように、調査地区の社会インフラは鋭意整備されつつあり、タイ全国平均レベルへ向かってすでにその拡充計画が関係各局のプランにすでに組み込まれている。したがって、このコンポーネントについては、今回の開発計画のなかに折りこまないこととする。

4.1.3 段階開発

(1) コンセプト

額・事業効果発現等を考慮して、事業実施のスケジュールの拠点から、事業実施を Stage I と Stage II に区分する。

Stage I : (1) 防潮水門2ヶ所と酸性水対策施設8ヶ所の建設。
(2) 低位部におけるかんがい排水施設の建設。

Stage II : 高位部におけるかんがい排水施設の建設。

Stage 別のかんがい面積及び受益農家戸数を下記にしめす。

	かんがい 受益面積 (ha)	受益 農家数
Stage I	5,110 (51%)	4,050
Stage II	4,870 (49%)	4,630
計	9,980 (100%)	8,630 *

注) *人口にして477,000人と推定され、
調査地区全体の90%に相当する。

(2) Stage I 開発

RID が計画貯水池の建設を完了させた後、農民グループによるポータブル・ポンプかんがいが可能となり、貯水池近傍の水田3,870 haのかんがい農業が実施される。

さらに、RID ポンプかんがい施設のうち、展示圃場の近辺に位置し、かつ実施設計が短期間に完了し、比較的工事費の小さい三つのかんがい地区、すなわち、Pu Ta、Sala Mai、Ko Sawatの計1,240 haと、これに関連する三つの排水改良地区（受益面積の計水田700 haとゴム園 50 ha）すなわち Ban Ro Mo、Ban Sara Pradu、Sala Mai川の施設の早期建設が計られる。RIDのStage Iにおける工事期間を3年とする。

(3) Stage II 開発

本事業の基幹施設である防潮水門建設完了に引き続き、標高EL+2.0 m異常の高位部を中心としたRID かんがい排水施設の建設が開始される。RID が7ヵ所のポンプ場と幹・支線用水路を建設し、農民グループのポンプ掛りより高位部の標高EL+2.0 m以上の水田（ポンプによる4,690 haと重力敷の180 ha）のかんがいが可能となる。これらのかんがい施設は排水改良事業（排水改良のみの受益520 haを含む）と連携をとりながら建設される。Stage IIにおけるRID の工事期間は、5年とする。

4.1.4 検討された開発オプション

計画策定作業期間中、考慮された種々の開発オプションは次のとおりである。

- (1) Bang Nara 貯水池は調査地区の最低部に位置するので、この水利用はすべてポンプ利用となる。この観点から、他の水源について検討した。

- ・ To Daeng 湿地の外周に堤防を建設して、貯水池を設置するスタディーが GRBDS で行われた。調査団はこの成果をレビューし、環境面から貯水池設置を拒否する GRBDS 勧告を妥当なものと考えた。
 - ・ Yakang 川上流に本格的ダムを建設する可能性は、貯水池用地の取得が農地及び移転戸数の点で、困難であると判断した。
 - ・ Bang Nara 川南西部の深層地下水の開発に着目したが、かんがい水利用の場合、経済効率が非常に小さいことが判明した。
- (2) Bang Nara 川低平地の雨期氾濫の完全除去のためには、タイ湾へ向かう大放水路の開削が必要となるが、Nam Baeng 放水路の河口閉塞にみられる河口処理の技術的問題点と高投額を必要とする観点から、今回の事業には含めず、将来の課題とした。
- (3) 上流水門の下流 Narathiwat の淡塩水混合環境問題が予期される。このため、現在の濁水量 $5 \text{ m}^3/\text{秒}$ を水門から常時放流することにする。
- (4) 農業生産力の向上を図るために受益水田の圃場整備、もしくは交換分合が考えられる。細分化された農地、小規模経費、伝統的な土地均等相続制度等を考慮して、この実現可能性は現時点では非常に小さいものと考えた。

4.2. バンナラ貯水池計画

4.2.1. 防潮水門・位置の検討

Bang Nara 川の塩分侵入を防止して淡水化する為に、Bang Nara 川の Narathiwat 河口より約6 km上流に UTR-1と称する防潮水門を、Tak Bai 側の Kolok川との合流点より約7 km上流に LTRと称する防潮水門を計画する。代替案として Narathiwat 側に UTR-1より更に2 km上流で、Yakang川流入点の1km上流地点にUTR-2を計画した。LTR に対する代替案は地形的に適地が見当たらなかった。(図 4-1及び-2参照)

4.2.2. 水理シュミレーション

調査地区のBang Nara 川沿岸の低平地は、毎年のように11月から翌年1月にかけて発生する豪雨による氾濫にみまわれている。この湛水は a) Yakang川および Bang Nara 川流域の支流からの洪水流入、b) Kolok 川からの逆流、c) Narathiwat 側と Taba 側の河口付近の砂洲の生成、d) 満潮時の河川への堰上排水、e) Bang Nara 川の小さな河道貯留および通水能力等が原因している。このような湛水現象を水理的に把握するため、数値解析による不定流解析法をもちい、洪水現象を再現し防潮水門の計画諸元を決定することにした。

(1) インプット情報

河道

Bang Nara 川の縦断形状は非常に不規則であるので、現況河積と同じとなる整形断面を水理シュミレーションに採用し、河川横断は水理解析の精度に妨げとならない2 km間隔とした。

潮位

タイ海軍により作成された潮位表があり、1日1回潮が卓越している外潮位を使用した。Taba側河口上流の観測潮位と Narathiwat 側河口外海の計算潮位の時間的变化は、河川流量の小さい乾期には外海の計算水位と河口内の観測潮位の差は小さく、砂州による損失水頭が小さい。一方、洪水期の河川流量の大きい時には砂州による損失水頭が大きい。これらの潮位変化は水理シュミレーションの境界条件として、水理モデルの検証および計画洪水解析に使用した。1985年2月にBang Nara 川流域内で小洪水が発生

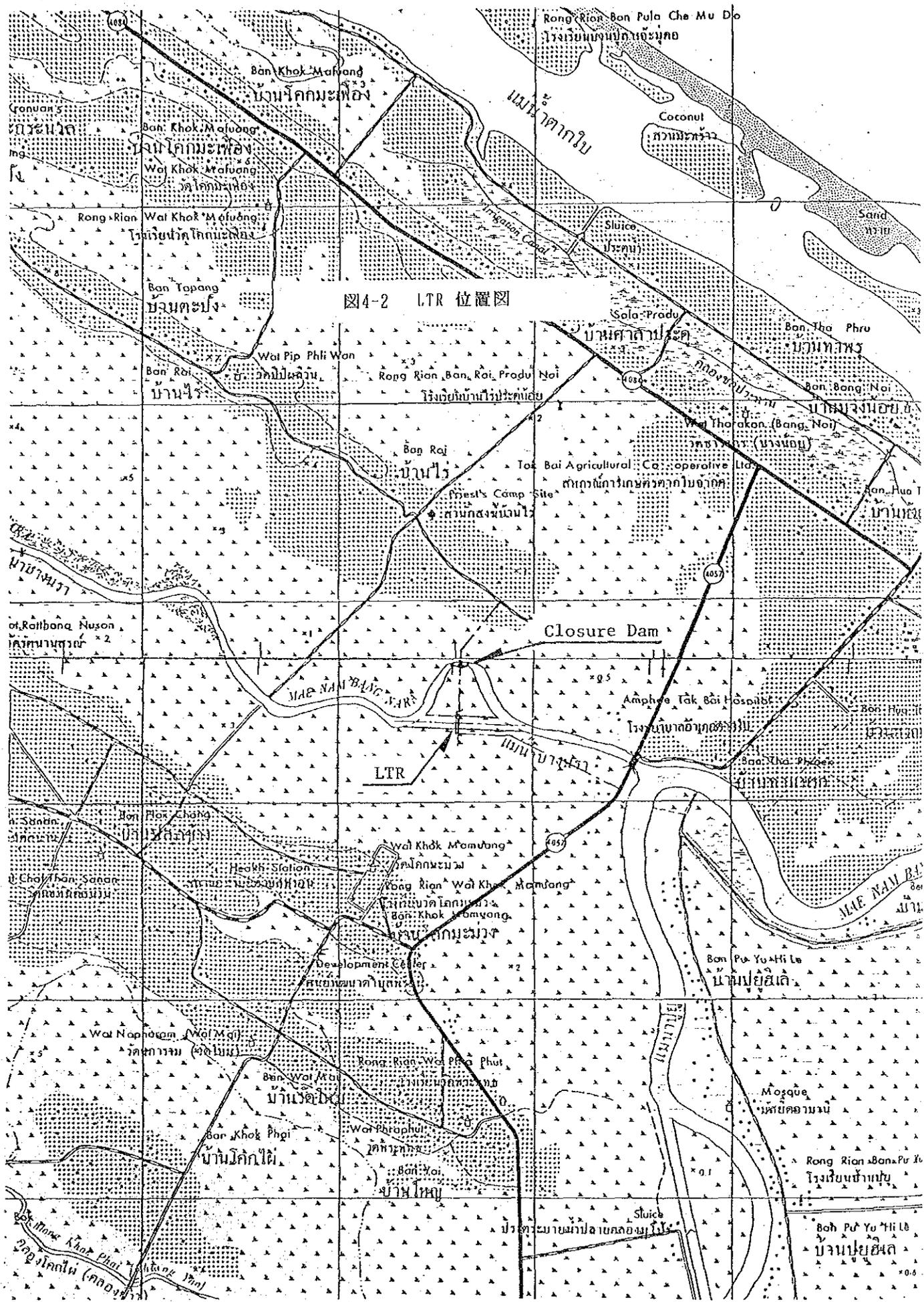


图4-2 LTR 位置图

した時、JICAで設置した三ヶ所の水位観測所（×160、×162と×161）で正確な水位変化を測定した。これらの記録も水理モデル検証の境界条件として使用した。

関連要素

洪水算定の1/5確率雨量は5日連続降雨の543.3mmを採用し、降雨波形は1984年12月20日～24日の実測雨量データを適用した。Bang Nara川への洪水流入量算定には中安法を用いた。地形情報は共通の基準面を持つ必要がありRTSDを基準とした。

(2) 数学モデル

基礎式

Bang Nara川（氾濫原を含む）に沿った洪水時の水理的挙動を解明する目的で水理シミュレーションを実施した。Bang Nara川は多数の横流入を伴う河川であるから流量と水位を変数とし、横流入量がある場合の不定流の基礎方程式を適用した。

運動方程式

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

連続の式

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + B \frac{\partial H}{\partial t} = q$$

ここに、	Q : 流量	H : 水位	A : 断面積
	B : 水面積	K : 横断の通水能	K ² : A ² R / n ²
	g : 重力の加速度	R : 径深	t : 時間
	x : 距離	I : 河床勾配	n : 粗度係数
	q : 横流入量		

蛙飛び法による有限差分法

不定流解析では偏微分方程式を解く必要があるが、この式は非線形のため直接解くことが非常に困難のため数値解析を採用する。陽型式の差分法の代表格として広く利用されている蛙飛び法により差分方程式を作成する。

解析の方法

蛙飛び法においては流量点と水位点が交互に表われる。Bang Nara川水理モデルでは上下流の水位境界条件として潮位を使用した。この川では河道を通過する流れと河

道から溢れてその周辺に湛水する流れが考えられる。運動方程式は3つの河口での潮位変動を伴う河道部分の不定流を表わし、連続の式は湛水領域を含む全体の閉入り断面の流れを表現する。既知の初期条件・境界条件・河道条件および氾濫原条件に対して数値積分する。(図 4-3及び 4-4参照)

(3) Bang Nara 川不定流の検証

適当な水理モデルを構築するためには、河川の水位流量の実測値を使用した。数理モデルの検証には河道の流水抵抗が流れの特性を与える重要な要素の一つであり、ここではマンニングの粗度係数を使用した。Bang Nara 川には検証用として使用できる水位観測記録がなかったため、1985年8月に水位・流速同時観測を3地点で行い、河道部分の粗度係数を推定した。1984年12月の豪雨時にPileng事業地区で観測されたピーク水位 EL. 2.24 mが唯一の洪水時の記録である。これら限られたデータで水理モデルを構築したが、本調査で設置した自記水位記録計(×160、×161、×162)は1985年12月の小洪水を連続的に観測しており、この小洪水を水理モデルで再現しモデルの妥当性を検証した。シュミレーションの期間は10日間である。シュミレーション開始後3日間は前に降った降雨の影響が実測値に残っており、計算値と実測値に差が認められるが、シュミレーション期間中全体として計算値は実際の現象を再現している。特に同期間中の降雨の影響が消えた10日目の水位変動は計算値と実測値が良く一致している。この時の水位は河道部のみで変動しており、河道モデルおよび粗度係数の妥当性が評価された。

この小洪水発生時にはNam Baeng 放水路は砂洲により閉塞された状態であった。Nam Baeng 放水路の効果を実証するため砂洲が除去された条件でシュミレーションを行い、Nam Baeng 放水路が湛水軽減に大きく貢献していることが明らかとなった。

(4) 水理シュミレーション

CASE-P

Pileng事業の堤防は未施工で、Bang nara 川沿いの Pileng 事業地区付近で観測された1984年12月の最高水位を対象として検証したモデルで、Nam Baeng 放水路が機能している状態で5年確率雨量に相当する1984年12月の観測降雨をシュミレーションモデルにあてはめた結果、Pileng付近の最高水位が EL. +2.35 mとなった。

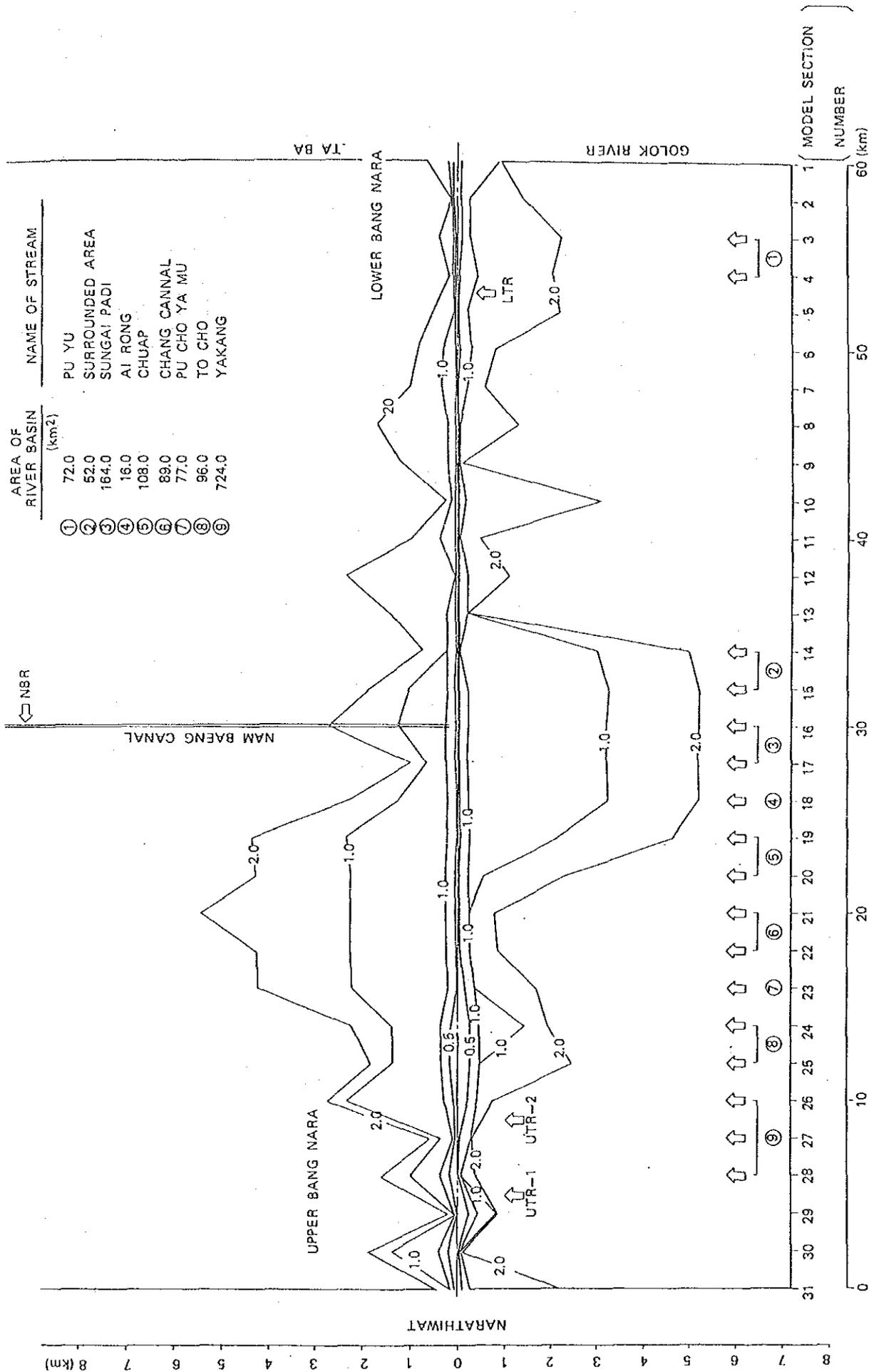
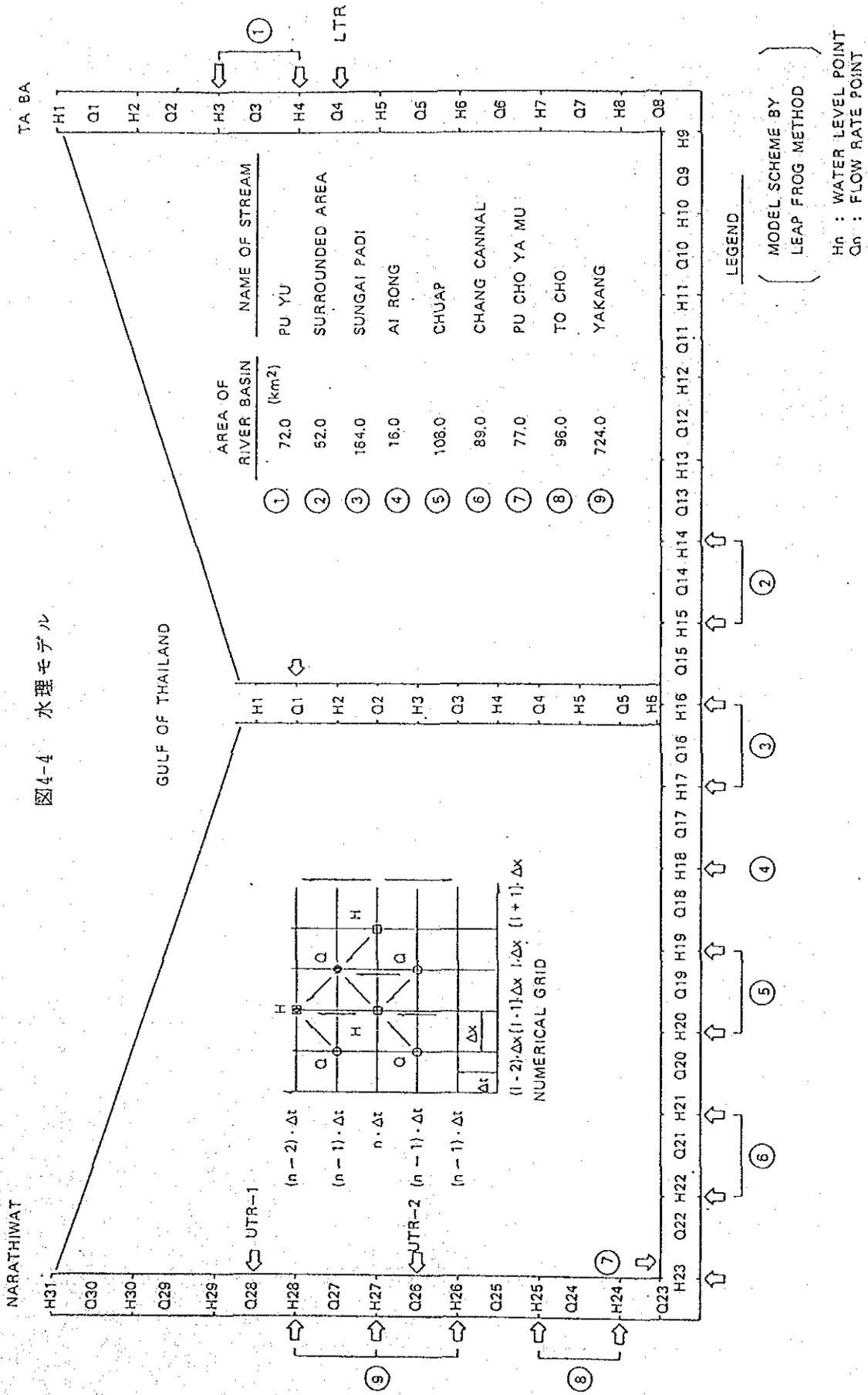


図4-3 Bang Nara 川の横式平面図

図4-4 水理モデル



CASE-W/O

現在、RID はPileng事業でその地区周辺に堤防を築造しており1987年に完成の予定である。したがって、Pileng事業の堤防は完成したものとしてこの状況をモデルに組み込み、検証したモデル CASE-P に結合した。Pileng事業が完成した後の最高水位は、WL+2.27 mとなりCASE-Pより 0.08 m 低下した。これは、Pileng事業の堤防が一時的に降雨流出を貯留する役目を果たしている。

CASE-W

最終的に防潮水門が完成した時点のケースである。乾期のBang Nara 貯水池の状況および計画洪水以外の種々の洪水についても検討した。詳細は資料編III に記述してある。

(5) 考察

水理シュミレーションの結果から水田とゴム園の湛水面積の範囲を算定できる。各シュミレーションの結果、計画湛水時 (RID との協議により1/5 確率5日連続雨量を採用) には防潮水門ゲートは全開していることが判明した。これは、防潮水門が河口からかなり遠い位置にあり、防潮水門直下流の水位は洪水流を流下させるための大きな河道の流水抵抗によって河口の外潮位より相当高くなり、潮位の影響をあまり受けないためである。防潮水門の代替案に対してシュミレーション結果を整理すると次のとおりである。

- a) Bang Nara 川沿いにNarathiwat側の河口から Nam Baeng放水路との合流点までの河川改修と、Narathiwatの河口改良や防潮水門地点の川巾の拡幅を実施しても、それ程の湛水軽減には繋がらない。
- b) LTR 地点の河道を締切堤防で閉塞する案は堤防の内側一帯の湛水期間が長期化すると共に、酸性水の排水操作ができないので適当ではない。
- c) 上流防潮水門として、Bang Nara 貯水池内にYakang川を含む UTR-1とそれを含まない UTR-2の2案を検討した。どちらの案でも湛水位・湛水時間共にそれほどの差異はないので、後述する事業費比較でもって優劣を判定する。
- d) UTR-1 と LTRに防潮水門横に越流効果により湛水軽減を促進する固定堰を持つ案 (UTR-1 、LTR の固定堰長のそれぞれ 600 mと 500m) は、UTR-1 の下流側に Bang

Nara川を横断する橋があり、狭窄断面に水の流れが支配されるし、一方、LTR は Kolok 川からの逆流が固定堰を越えて地域内に流入し逆効果となり、それほどの効果は表われない。(図 4-5参照)

以上の水理シミュレーション結果から、この地域に相当と思われる代替案は、

CASE-1. UTR-1 の計画水門幅:120m、LTR の計画水門幅:24mと既設 NBR水門24m

CASE-2. UTR-2 の計画水門幅:60m、LTR の計画水門幅:24m、既設 NBR水門24m と Bang NARA 川の H28地点の河川改修

CASE-1のUTR-1により造成される貯水池には、Yakang川が貯水池内に流入するので、非洪水期にYakang川からの流出量の自然流入が期待できる。一方、CASE-2のUTR-2により造成される貯水池では、Yakang川は水門下流でBang Nara 川に合流するため、非洪水期にYakang川からの流出量の自然流入が期待できない。

以上から、水文・水理的な観点からは、Bang Nara 貯水池造成には、

CASE-1. UTR-1 の計画水門幅:120m、LTR の計画水門幅:24mと既設 NBR水門24m

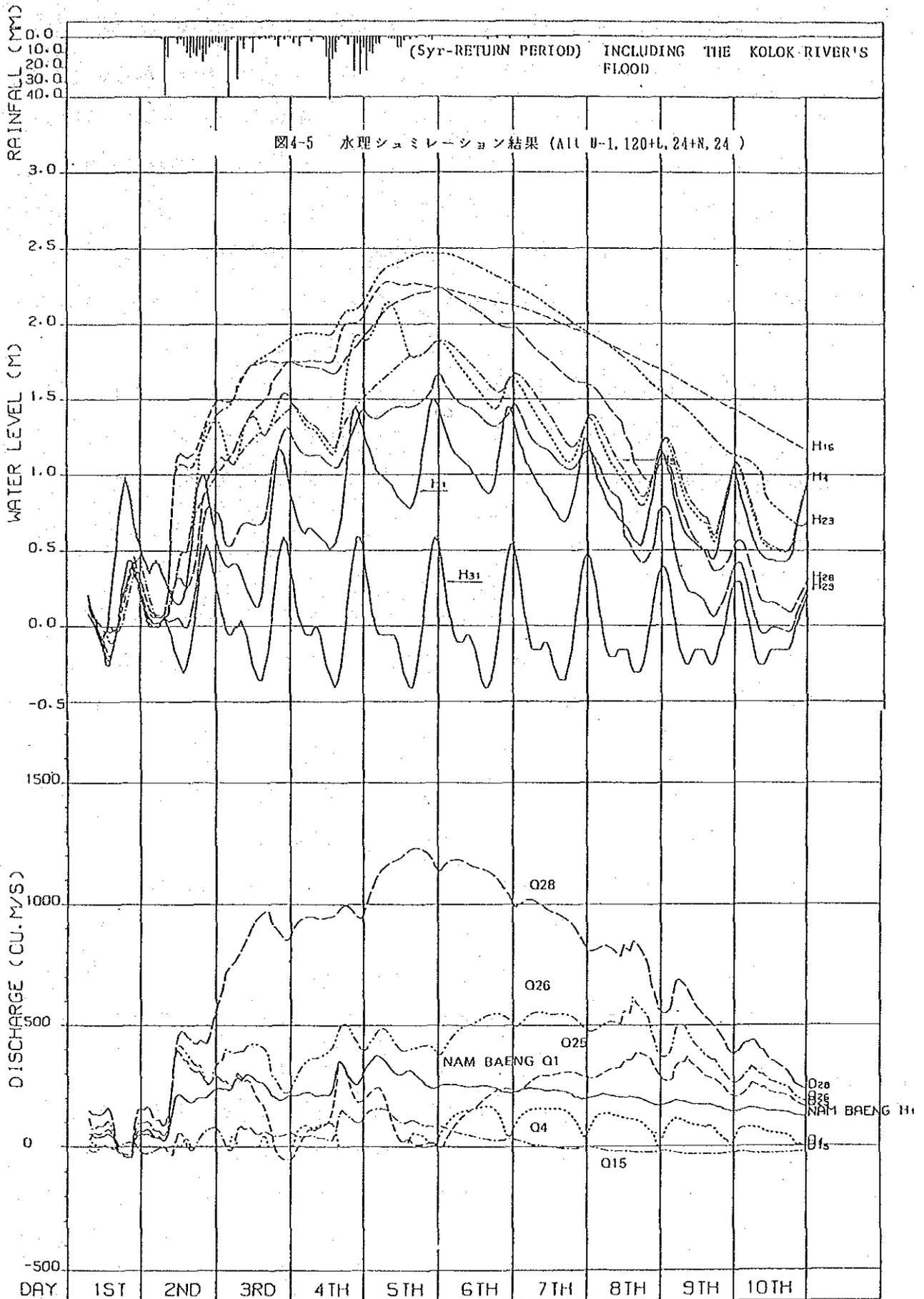
が適当である。

異常洪水時における防潮水門の安全性を、30、50、100、200年確率雨量を用い、洪水の状態を水理モデルによりシミュレートした。現況と貯水池完成後を比較すると、適切なゲート操作により貯水池完成後の方がわずかに湛水状態を軽減できる。計算結果は資料編IVに示す。乾期において最適な管理水位を維持するため、外海の潮位の変動に対応しつつ余剰水を排除するため、越流型のゲート(2段式ゲート)操作が必要となる。

4.2.3. 防潮水門の諸元

(1) 位置とゲート幅

前述のごとく、上流水門の位置・規模については a) UTR をBang Nara 川河口より約6km 上流に計画し、UTR-1 の計画水門幅:120m、LTR の計画水門幅:24mと既設 NBR水門24mにて、貯水池の水管理を行う案と、b) 前案よりも上流で、Yakang川の合流点より約1km 上流の地点にUTR-2を計画し、UTR-2の計画水門幅:60m、LTR の計画水門幅:24m、既設 NBR水門24mとBang NARA 川の H28地点の河川改修を行う案の二案あり、そ



の建設費を比較すれば、前案は 303 百万バーツ (100 %) が必要となるが、後の案は 224 百万バーツ (74%) となった。前案 (UTR-1) は後の案に対して Yakang 川を貯水池内に包含しないので、かんがい可能面積は小さくなり正当な比較ではない。後の案 (UTR-2) におけるかんがい面積を UTR-1 に等しくするには、Yakang 川の流水を Bang Nara 貯水池に導くため導水路を必要とする。この工事費として 125 百万バーツが見込まれ、これに UTR-2 の工事費加えると 349 百万バーツとなり、UTR-1 の案が経済的である。

(詳細は資料編 IX .1.2. 参照)

(2) ゲート天端高

UTR のゲート天端高

ゲート天端高は朔望平均満潮位 (+0.58 m) に水門地点における潮位偏差 (0.05 m) 及び風波高 (浅海有義波=0.44 m) を加えて EL+1.10 m と決定し、外潮位の上昇によるゲート上の逆流を防止する。

LTR のゲート天端高

LTR は防潮機能と同時に洪水時における Kolok 川よりの逆流を防止するものであり、Ta Ba の HWL=+0.81 m と Kolok 川の 5 年確率洪水位 =+1.58 m からゲート天端高は両方の条件を満たす EL+1.6m とする。

(3) 貯水池管理水位

Bang Nara 貯水池完成後の管理水位は、Bang Nara 川沿いの自然環境、野性動植物や耕地・集落の形成などにより、地形的に高位部にある通常の貯水池とは立地条件がことなる。上限管理水位は水没する水田やその他の農用地・林地等の自然環境の保護を考慮して決定され、下限管理水位も管理水位を下げる事による Bang Nara 貯水池周辺の土壌環境の悪化を考慮して決定する。湛水深・湛水時間と湿地の植物群落保存との関連は明確にされていないが、高い管理水位が長期化すれば、植物生態系に悪影響を与える事が予想され、また、低平地内外の立木に枝枯れ現象を引き起す。

Bang Nara 川の河川水位は、調査団の設置した水位観測所の記録によれば、潮位の影響を受けて平均水位 WL+0.35m で、大潮時には最低水位 -0.26m を記録している。自然生態系にできる限り変化を与えない水位に管理水位を設定する必要がある。水面積は河道面積 510ha と、水位が +0.4m で 880ha の水没地が必要となるが、この水没地は未利用地の

みで耕地等の用地は含まれていない。したがって、管理水位はWL+0.4m からWL-0.2m とし、湖水位が下限値を下回る時には、ポンプ等の取水施設の運転を停止するよう指導が必要となる。

(4) 貯水池淡水化過程

湖水湖とは海から塩水と流入する河川淡水とを入れ替えて作られた貯水池のことである。塩水を排水する工法を除塩工法と呼ぶが、この方法から淡水湖を分類すると、a) 排水ゲート除塩方式、b) 排水ゲート+除塩暗キヨ方式及び、c) 排水ゲート+除塩暗キヨ+除塩ポンプ方式がある。一方、淡水湖を密度流的な観点から眺めると成層型と混合型に大別される。これを見分ける大局的判断として次のパラメーターがよく用いられる。a 値が 10 以下の場合には成層型に、20 以上の場合には混合型に、b 値が 0.5 以上 1.0 以下の場合には成層型で躍層消滅に分類される。Bang Nara 貯水池の場合、次のような値となる。

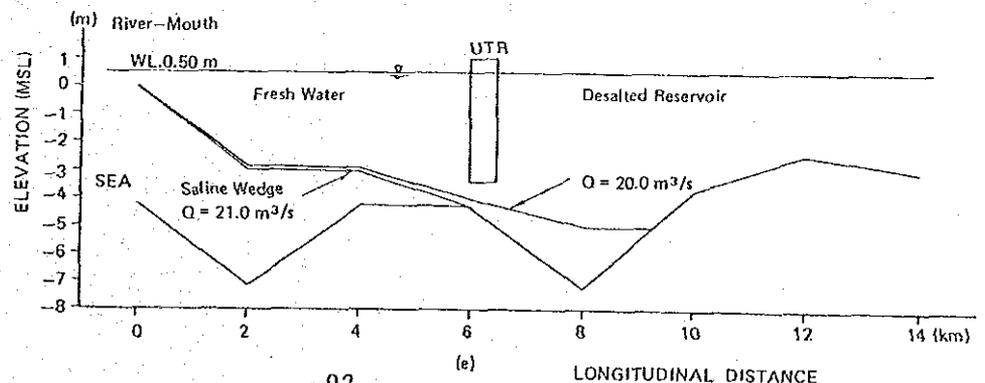
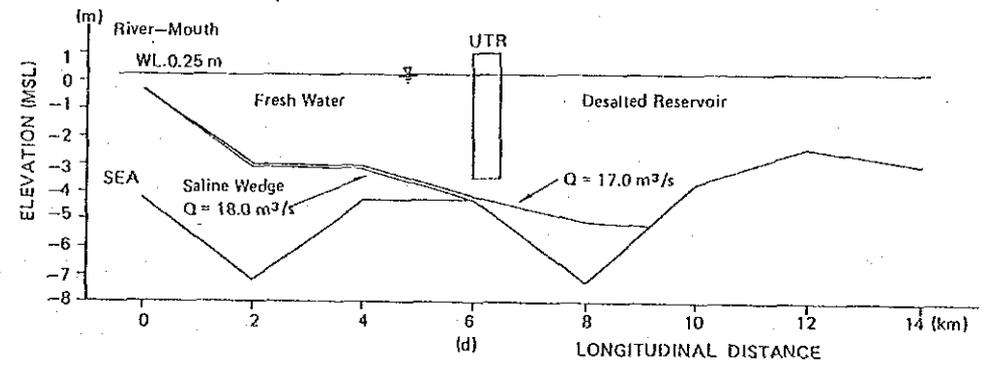
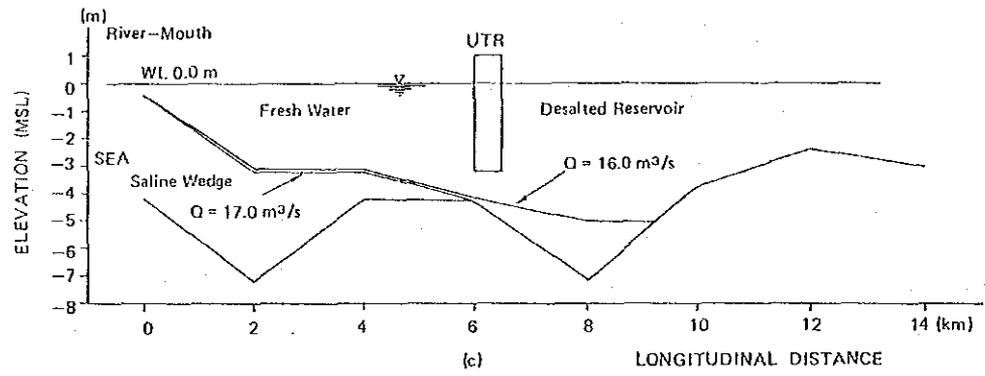
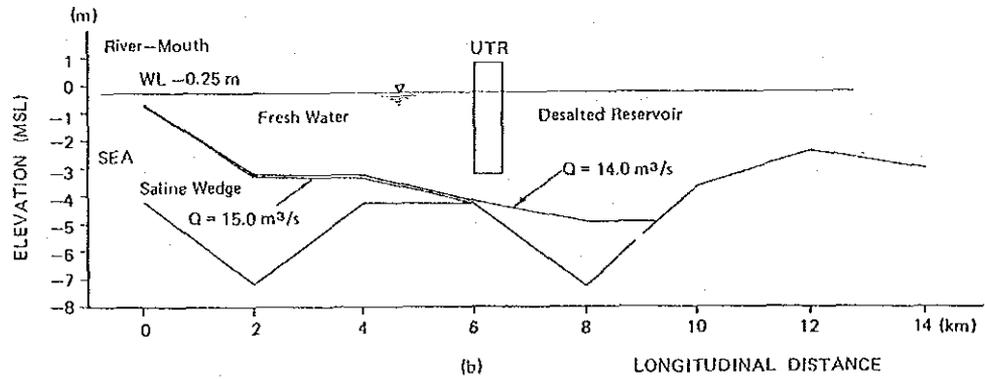
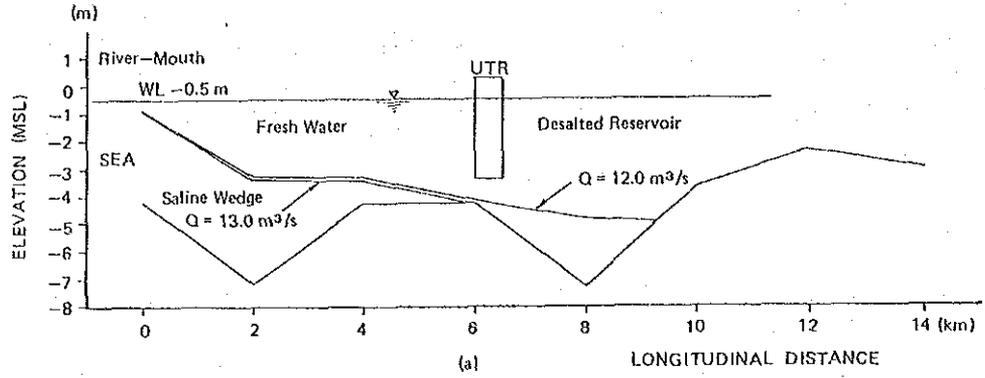
$$a = \text{貯水池年間総流入量} / \text{貯水池総容量} = 1,713.1 \times 10^6 / 17 \times 10^6 = 101$$

$$b = 1 \text{ 洪水総流入量} / \text{貯水池総容量} = 196.8 \times 10^6 / 17 \times 10^6 = 12$$

前記の結果より Bang Nara 貯水池は強い混合型の淡水湖で、排水ゲート除塩方式が適当となる。また、Bang Nara 川流域では、乾期でも月間 50mm 以上の降雨があり、河川流量は比較的安定している。従って、感潮河川である Bang Nara 川に発生する密度流は、鉛直方向の濃度分布がほぼ一様となる強混合型の密度流である。

混合型の淡水化過程を推定する JANSSEN 公式を用いて計算をおこなった。この結果、Bang Nara 貯水池の淡水化は河川流入量の最も少ない乾期に開始したと仮定した場合、40 日で初期淡水化 (1000 p.p.m 以下) は比較的容易に進行するものと考えられる。淡水化完成後は防潮水門よりの放流量が少ない時 2 層密度流が発生し、塩水楔が防潮水門より侵入することが予測される。この度合を解析するために 2 層密度流の不等流計算を行った。この計算結果より、潮位が低い時は塩水楔は流量が少なくても (13 m³/s) 淡水湖内に侵入しないが、潮位が高い時は流量が多くても (20.0 m³/s) 淡水湖内に侵入することが分る。(図 4-6 参照)

図4-6 外潮位・排水量と塩水楔の関係図



4.2.4. 貯水池水収支

(1) 河川維持用水

洪水期には UTR、LTR 及び Nam Baeng 防潮水門のゲート操作で Bang Nara 川流域からの洪水を流下させる。一方、非洪水期における Narathiwat 河口での流れは潮汐により大きく支配される。非洪水期に計画貯水池に Yakang 川の全ての流量を取り入れる事の出来る UTR-1 のケースでは、防潮水門からの放流がなければ水門の下流域は潮汐のみとなり、河口砂洲や水質の点で Narathiwat 河口に逆効果を招く恐れがある。したがって、Narathiwat 河口への塩水流入を防止し、現況の水に関係する環境状態を維持するために河川維持用水を放流する。Narathiwat 河口に 1/5 および 1/10 濁水量に相当する 5.3 および 4.8 m³/秒の中間に相当し、毎年港湾局が行う河口浚渫行為に対し悪影響を与えない最小流量 5 m³/秒の河川維持用水を放流する。LTR 防潮水門からの非洪水期の Bang Nara 川からの流出量は Kolok 川のそれに比べ無視出来る程小さいので、河口維持用水の放流を考えない。

(2) 流砂運搬と堆積

浮流砂量

この地域には浮流砂量についての実測データが無いので、Yakang 川に隣接して、地形・土壌因子・土地利用条件等が非常に似ている Kolok 川の実測データから Yakang 川の浮流砂量を推定する。Kolok 川での浮流砂曲線から浮流砂と流量の関係は次式で与えられる。

$$Q_s = 0.459 Q_w^{1.694}$$

ここに、 Q_s : 浮流砂量 (トン/日) Q_w : 流量 (m³/s)

1955年から1985年の31年間の月平均浮流砂量は 4月に1,100 トンで最低を示し、以後10月まで漸増し、11月には27,500トンと激増し、12月には46,000トンと最高となり、1月には22,400トンで2月には4,000トンと激減する。2月から10月の乾期9カ月間の合計浮流砂量は29,800トンで、年間総浮流砂量は125,700 トンである。

(資料編Ⅱ、表-2-21 参照)

掃流砂量

Kolok 川流域開発調査の資料から作成した Kolok川の河床の粒径加積曲線から判断して、Yakang 川河床は主として粒径が 0.5~2.0 mmの細かい砂で構成されている。乾期のように流量が少なく、河川勾配もゆるやかな河川においては浮流砂が流砂の大部分を占めるため掃流砂は無視できる。(資料編Ⅱ, 表Ⅱ-2-23 参照)

堆砂

防潮水門のゲートは洪水期には多大な洪水の吐き出しと共に排砂されるので堆砂の心配は無い。非洪水期には水門からの放流量が減少し堆砂することが予想される。砂の単位堆積重量を 1.7トン/m³と仮定すると、乾期の総流砂量は次のようになる。

	<u>重量 (トン)</u>	<u>堆積 (m³)</u>
平均流砂量	29,800	17,500
最大流砂量	110,800	65,200

(3) 水収支の基本諸元

有効雨量

水田の有効雨量は田面上の日計算水収支により求める。畦畔高は現地調査の結果、300 mmを越えているものが多く、欠口の田面からの高さは約 250mmであるので田面上には最大 250mmまで貯留可能とする。畑作物についてはFAO のIrrigation and Drainage Paper No25より、月総降雨量と月総用水量から有効雨量を算定する。月降雨量は月蒸発量を越えないという原則に基づくアメリカ農務省土壌保全局の計算式を適用する。

(詳細は資料編 表Ⅷ-2-1参照)

作付体系

雨期水稲は三種類、すなわち改良在来種・高収量品種の感光性品種並びに非感光性品種であり、その生育期間はそれぞれ 150日、140 日及び120 日間である。改良在来種は田植期間(作付時期のずれ)を 45 日間とし、9月初旬に耕種を開始し1月初旬から収穫を始める。この品種は計画湛水位をEL+2.2 m から 0.4m の許容湛水深を差し引いたEL+1.8 m 以下の水田に植付けられ、その面積は 3,370 ha となる。高収量品種は残りの計画水田面積75%の4,810 haに感光性品種で RD-13に代表される水稲が、残り 25 %の 1,600 ha には非感光性品種で RD-7 に代表される品種が計画されている。非感光性品種は他の気象水利条件が整えば生育期を選ばない為、かんがい用水量の面か

ら検討を加えた結果、9月中旬頃作付開始するケースが用水量最小となり、現行の稲作にも比較的良好に似ているので、この時期を作付時期開始とする。

(4.4 計画作付体系を参照)

気象条件は乾期畑作物の作付時期を決定する制限要因ではないので、かんがい用水量から検討を加えた結果、作付時期をずらせばする程用水量は少なくなった。一方、稲作の作付時期開始前少なくとも1ヶ月は、跡地整理や用排水路の維持管理期間として必要となるので、畑作収穫時期は稲作開始時期1ヶ月前までに完了する時期とする。

かんがい効率

かんがい効率は一般に搬送効率（幹・支線及び小用水路）と圃場適用効率からなる。本計画ではかんがい受益地はWUGポンプとRIDポンプでかんがいされが、水路系が異なるのでかんがい効率は異なる。また水稲と畑作では圃場適用効率が異なるのでかんがい効率を変化させる。水稲作のかんがい効率はWUGポンプ・システム系では0.6、RIDポンプ・システム系では0.54となり、総合かんがい効率は0.57とした。また畑作では前者は0.48、後者は0.43で総合かんがい効率は0.46を採用した。

準備作業時の用水量

かんがい用水は作付準備作業時、すなわち、耕起砕土・均平代かき時の20日間にも必要となる。

水稲

- a) 田面貯留量 (SW) = 50mm
- b) 表土の飽和用水量 (s_1) = 耕土厚さを 150mm、空隙率 20 % で 30 mm
- c) 下層土の飽和用水量 (s_2) = 下層土 200mm、空隙率 15 % で 30 mm
- d) 蒸発散量 = 準備作業は 9 ~ 10月に行われ、蒸発散量約 4.1 mm/日で、地下浸透量は現地調査の結果、1.0 mm/日であるので20日間の用水量は約 110 mm
- e) 総必要水量 = 220mm
- f) 用水の施用 = 準備作業開始時と田植前10日目にそれぞれ85mmを、田植直前に 50 mmを施用する。

畑作物

畑作物の耕作も同様準備作業初期時に用水を補給し、土壌を軟らかくし耕起作業等を容易にならしめる。表土層の空隙の 50 %を満たすかんがい用水を補給する。この

作業は5日間で行われ、その間の蒸発散量も同時に補給すると総用水量は50mmとなる。

流入量

第3章の2、3、4節で解析された低水量解析結果を水収支計算に使用する。

(4) 貯水池水位の変動

解析期間

各種データ入手可能な1955年～1985年（1966年を除く）の30年間を対象として水収支計算を行う。

制限要因

Yakang川より現在地方水道庁のNarathiwat市街地にたいする揚水所がある。同取水点の1992年の予想取水量は0.1 m³/秒であるが、現況施設には取水堰等の施設がなく、取水ロス等を見込み最低流量1.0 m³/秒は確保し、最優先使用権を与える。

反復利用量

Bang Nara 貯水池の位置は調査地区の最低位部にあり、全てのかんがいロスが流入するものと予想されるが、安全をみて水稻かんがい用水量の30%を反復利用可能として見積る。

水収支計算の基本式

次式を用いて水収支解析を行う。

$$Qa = Qb + INPa - ((WRa - Ra) * A) / BFF + RTNa - EVa$$

ここに、Qa :	当日の貯留量	Qb :	前日の貯留量
INPa :	当日の流入量	WRa :	当日の用水量
Ra :	当日の有効雨量	A :	かんがい面積
BFF :	かんがい効率	RTNa :	反復利用量
EVa :	湖面蒸発量		

かんがい方法

維持管理を容易にするためのローテーションかんがいを適用する。

水位低下

30年間の水収支解析の結果、雨期には全く水位低下は起こらず、また4月～5月と9月～10月には若干の水位低下が起るが、他の時期には殆どWL + 0.4 mの水位を保持できる。

4.2.5. 貯水池の水質

(1) 酸性水流入の調節

対策を必要とする酸性水流入河川は、Yabi川、Ku Ba Ya Hae排水路、Pileng排水路、Sg. Padi川、Ban Toei川とTo Lang 川及び Pru Kad Daeng排水路である。このうち、Yabi、Pileng及び Pru Kab Daengには水門が SSIP 事業で建設されている。Ban ToeiとTo Lang の河口にも水門が建設されているが、水門の位置や貧弱な操作のため酸性水流入防止に有効に働いていない。潜在的酸性硫酸塩土壌の酸性化を防止する為には、これ等水門により地下水を地表面下40cmに保持・調節すべきである。一方、雨期の既存の酸性硫酸塩酸性土壌よりの酸性水はかんがい用水が必要でない時期に、洪水によりタイ湾へ流される。

(2) 毒性農薬管理

現在、若干の農薬が実際に使用されている。主な殺虫剤は、有機磷・有機塩素などの化合物で、主な殺菌剤は有機硫黄を原料とするものである。現在ですら、BHC が実際に使用されている。これら農薬については特にきびしい条件の下でしかその利用を認めてはいけない。毒性農薬の例としては、砒酸鉛、エンドリン、ディルトリン、アルドリン、テロドリン、エンドリン、PCP 除草剤、有機水銀（種子消毒に使用する場合を除く）、DDT、TEPP、メチルパラチオン、パラチオン、BHヘブクロール、245-Tのようなものがある。

4.2.6. 貯水池における漁業

二ヶ所の防潮水門と酸性水防止施設の建設により、Bang Nara の貯水池の貯水位 WL+0.4m、満水面積 13.9 km²（河道 5.1km²、湿地林 8.8km²）を利用し、淡水漁業の導入が可能である。Bang Nara 貯水池が完成後、浮流土砂やかんがいの反復利用水の流入により、嫌気性分解が促進され淡水漁業の導入に好ましいプランクトンの増加や水環境が造りだされる。この淡水漁業の経営は、十分な量の好ましい漁種の稚魚放流により行われる。表4-4 に示す魚種がBang Nara 貯水池の淡水漁業に適したものである。

Narathiwat県漁業局は稚魚の供給を PikhuthongやPattani 稚魚生産所から無償で行うと述べている。漁業経営を確実にする為には漁民の数・漁具の種類を時と場所によ

り規制すべきである。この近在の漁民や農民等や構成される漁業組合組織を樹立することを提案する。 漁業局は原則的にこれら組合の技術的支援とモニタリング機能を受持つ。 Bang Nara 貯水池における淡水漁業の生産高はha当り 100~200 kg、又は、年間 140 ~280 ton と推定される。 販売価格はkg当 18 バーツ、水面積ha当りの年間総所 2,700 バーツとなり、水面積の ha 当り漁民は大略 0.5人が従事でき、全体では 700人程度の従事者が期待できる。

表4-4 淡水養魚用魚種

魚 の 名 前	予想全長 (cm)
Climbing Perch (Anabas Testudineus)	20
Snake-Heads (Ophiocephalus)	60-80
Walking Catfish (Clarias)	20-30
Gourami (Trichogaster Spp)	20-30
Striped Tiger Nandid (Pristolcypis Fasciatus)	20
Hoeven's Slender Carp (Leptobarbus Hoeveni)	80
Rasbora (Rasbora Spp)	10
Feather-Back (Notopterus Spp)	60

4.3. かんがい排水計画

4.3.1. 排水改良

(1) 目的

調査地区の北西部にはYakang川から越流水がBang Nara 低平地へ向けて、毎年発生しこれが迅速に捌けないために湛水被害に悩まされている。また、地区東部の高位部において排水不良地域がある。この湛水の原因は主に排水河川の機能が充分発揮されていないことにある。したがって、この地域の現況排水河川の改修（附帯工を含む）と若干の排水河川の新設を行い、湛水等の状況を改善するものである。

（詳細は第3章 3・3・2 参照）

(2) 単位排水量

現況洪水状況や経済的観点から三日連続の1/5年確率雨量を岩井法により算定し、排水計画に用いる。調査地区内の4観測所の三日連続雨量はMuang Narathiwat観測所 419.4mm、Tak Bai 観測所 459.6mm、Kangae観測所 247.1mmと、そして Yingo観測所の 406.5mmとなった。この地域の降雨はスポット的降雨のため、面積降雨換算にはテイーセン法を用い、平均面積降雨量は 232.4mmとなった。強雨強度は次式を用い洪水到達時間は8時間とすると降雨強度は 9.6mm/hr となる。排水流域は1/600の緩傾斜であり、部分的にかなりの起伏が見られ、また山地流域は樹木によく覆れているので流出率は 0.4を採用する。合理式を用いて単位排水量を算定すると、10.7ℓ/秒/haとなる。大流域の場合は面積による低減率を用い、施設の過大設計を防止する。

（資料編Ⅷ、表Ⅷ-3-1～-4参照）

(3) 許容湛水深並びに時間

洪水は11～12月頃に発生するが、この時期の水稻の草丈は 50 cm以上になる事がタイ国の実験データーから得られたので、10cmの水面上の草丈を見込み、許容湛水深は 40 cmとする。湛水期間に関するデータがこの国にない為、日本の実験資料から2日間の許容湛水日数を適用する。

4.3.2. 地表かんがい

(1) かんがい用水量の算定

蒸発散量を求める基礎データは Narathiwat 観測所を代表値として用いる。使用公式はタイ国の実測蒸発散量に良く合致する Penman 式 (RID 技術者 Direk 氏の報告がある) を採用する。計算蒸発量は下表に示す通りであり、年間総蒸発散量は 1,491mm となる。

1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
124	134	155	153	133	120	121	121	117	112	96	105	1491 mm

作物係数(KC 値)は前述の Direk氏の報告により、水稲は 0.96 から 1.27 の間に、畑作物については FAOの Irrigation and Drainage Paper No.24をもとに算定した。その値は作物により異なるが約0.4 から1.15までの範囲にある。

鉛直浸透量は実測値を用い、土壌タイプ別の加重平均値は1.0 mm/日となった。(資料編Ⅷ、表Ⅷ-2-13 参照) 施設設計のためのかんがい用水量は水稲の代掻期最大と常時最大を比較し大きい値を採用する。かんがい効率は前述の 0.6を末端施設に、0.54を幹・支線用水路にそれぞれ適用すると、施設設計用の単位用水量は末端施設 1.2ℓ/秒/ha、及び幹・支線用水路 1.3ℓ/秒/ha となる。ローテーション単位の用水量はローテーションブロックの大きさにより変化するが、平均 25 ha又は 20 haの用水量は7日間断日数を適用するとそれぞれ 30 ℓ/秒、及び 24 ℓ/秒となる。

(2) 水源

かんがい地区に対する水源として、地表水 (Yakang 川及 Bang Nara川支流群)、地下水、反復利用水の三種が考えられる。

地表水

地表水の水源のうちYakang川は最大の水源であり、年中流水の切れる事がない。年間総流出量は 1,130百万 m³、雨期及び乾期の月平均流量は60 m³/秒及び15 m³/秒、年平均日流量は36 m³/秒となる。Bang Nara 川の Yakang 川以外の他の支流域からの流出量はそれぞれ 40、9 及び 22 m³/秒である。二、三の河川を除き殆どの小河川は 3~4 月に干上がる。Yakang川の 1/5確率渇水量は 5.3 m³/秒である。

(第3章 3.3.4 参照)

地下水

地下水資源は非常に限られており、既存の深井戸の揚水試験データから推定し、Narathiwat近辺では 220 ℓ / 分 (13m³/時)、Rangae近辺では 115 ℓ / 分 (7m³/時) である。Tak Bai 付近は所により 2,000~3,000 micromhos /cm の塩分濃度を示すこともある。

反復利用水

Bang Nara 貯水池の地形的条件 (調査地区の最下部に位置する) から判断して、かんがい用水量の全ロス 43 %が全て Bang Nara川に流入することが予想されるが、余裕を見て水稻かんがい用水量の 30 %が反復利用として利用可能とする。

(3) 重力かんがい計画

重力かんがい地区は調査地区南部の Raugae 郡 Kanpeng Ni Bang村近くの水田180 ha を対象とする。水源は乾期にも干上がらない Maru Bo川で、濁水量は流域形状がよく似ている Yakang 川の 1/5確率濁水比流量を用いると、440 ℓ / 秒の流量が期待できる。一方、かんがい用水量は最大で 250 ℓ / 秒であるので水源水量として十分余裕がある。Maru Bo 川に農村地域開発促進局(ARD) が建設したコンクリート堰が、かんがい地から 3.5km上流にあり、約 1 kmの水路の新設と用水路の改修でかんがい地区に導水が可能となる。

(4) ポンプかんがい計画

かんがい面積

Bang Nara 貯水池の計画貯水位、受益地標高からみて、池水を利用した重力かんがい計画は物理的に不可能であるので、ポンプかんがい計画の導入となる。水収支計算の結果、Bang Nara 貯水池からの揚水により 9,800 ha の水田が雨期にかんがい可能となる。また、乾期には水田面積の25%の畑作が可能となる。

WUG ポンプかんがい計画

標高平均約 2 m以下の水田 3,870 ha を対象に、村落単位で組織される水利組合に口径 100mm、7馬力、総揚程 5m 程度の可搬式ポンプの導入を計画する。総揚水量は 1.65m³/分で総重量は 100kgであり、約 20 haの水田を 1台のポンプでかんがい可能となる。

RID ポンプかんがい計画

標高約 2 m 以上の水田 5,930 ha を 10ヶ所の固定式ポンプ場で Bang Nara 貯水池の水を河川逆送してかんがいます。全ポンプ場は 10ヶ所でありうち 3ヶ所の揚水機場 (Pu Ta、Khao Kong 及び Tan Yong Mat ポンプ場) は Yakang 川よりの直接取水であり、その最大取水量は 2.6 m³/秒となる。

(5) 末端施設整備計画

末端施設整備方式には二つの方式があり、一つは均平作業を含むいわゆる圃場整備方式と他方は小用排水路を整備する方式であるが、タイ国の南部地方はコストも安価であり、社会的に受け入れやすい後者の方式が近傍事業地区に多く採用されている。維持管理を容易にし、水の管理ロスを減少させるためにローテーションかんがいシステムを導入する。1 農家の水田経営面積は水稲単作農家で 0.8 から 1.1 ha であり、他作物との複合経営者の水稲耕作面積は 0.5 から 0.6 ha である。一方、WUG グループは村落単位で組織され、その構成農家戸数は 20 ~ 30 戸である。従って、25 ha を標準団地規模と計画するが、サンプル地区設計では標準規模より小さく平均 20 ha となった。

4.3.3. かんがい計画代替案

(1) Yakang 集水暗渠案

河川流積を減少させず Yakang 川から取水する方式の一つとして集水暗渠方式が考えられる。集水暗渠は河床埋設する為、河川断面の縮小にはならないがコストが高い。

(2) 地下水開発計画案

地域内の数多くの深井戸の平均揚水量は 170 l/秒であり、1 本の井戸で約 1.5 ha の畑作物がかんがいでできる。計画深井戸の影響圏を 600~700 m の半径として考慮する。1 本当たりの井戸の投資額は 277 千バーツで便益は 45 千バーツとなり、EIRR は 5.4% で経済的に低い。

4.4. 農業開発計画

4.4.1. 作付計画

(1) 作物の選択

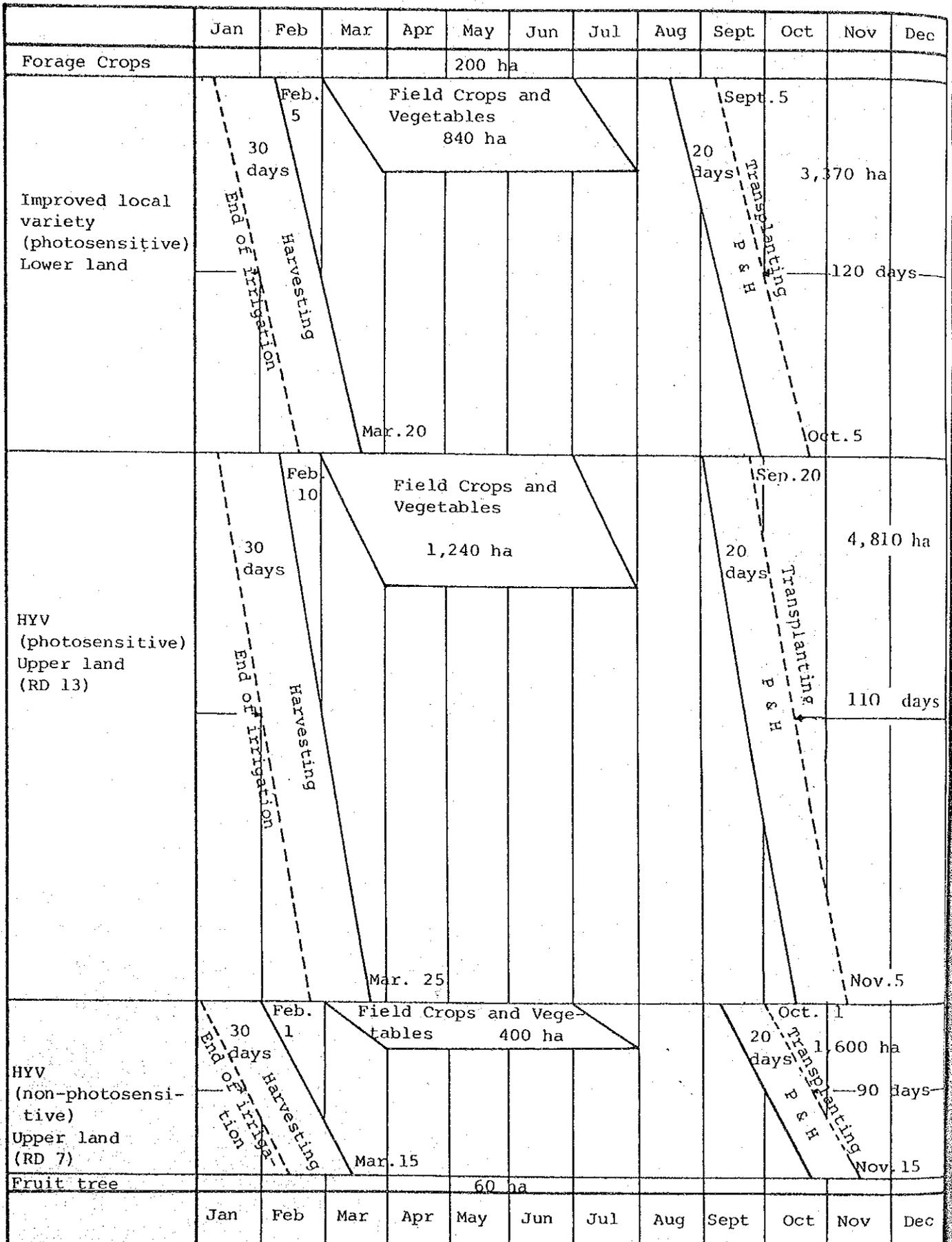
輪作は土壌の生産性を高める点ではきわめて大きな重要であり、水の有効利用にきわめて大きな役割を果し、作付率を高めるとともに、土地の利用度をますます大きなものとする。この点を考慮して雨期作として水稲、乾期作としてマングビーン、落花生、コーン、野菜を、また、飼料作物としての通年牧草を、かんがい間接受益として村落周辺部の雑木林転換による果樹を導入作物とした。このうち水稲は、a) 住民の主食であり、b) 農民にとって馴染の深い作物であり、c) 雨期の主要作物であり、d) この地域における主要農産物であることを考慮に入れた。

現在、オイルパームの企業的な栽培は調査地区では行なわれていない。わずかに Pileng 地区内の道路に沿ってオイルパームが植えられている。調査地区内の年間降水量は約 2,000mm を越えるが、2月から4月にかけての雨量は少なくオイルパームの生育に支障を来すといわれている。オイルパームを企業的に栽培するためには、企業採算ベースに乗る最低規模の工場（処理能力は Fresh fruit bunch 一時間当たり 18ton、工場の操業時間が月 500時間）が必要で、また ha 当たり 28ton の年間収量とすると、すくなくとも約 2,800ha のオイルパーム面積が必要となり、土地手当が容易ではない。また、このオイルパームには、ゴムの ORRAF といった普及組織がない。RID によるこの提案の実現は容易ではないと判断された。

(2) 計画作付体系

図4-7 の計画作付体系に示すとおり、畑作物のほかに農民の所得を向上させるため果樹の導入を考えた。樹種は現在はもちろん将来にわたっても重要な位置を占めると期待されているロンコンをとくに考慮した。さらに、家畜のため粗飼料供給を目的とするための牧草の導入を計画し、また、同時に土壌改善効果を期待した。表 4-5 に計画作物別作付面積を示す。

图4-7 計画作付体系



Remarks :

1. P ----- Plowing; H ----- Harrowing

2. Details of upland crops are illustrated separately.

表4-5 計画作付面積

(単位:ha)

	WUG ポンプ		RID ポンプ+ 重力		小計	計	率
	Stage-I	Stage-I	Stage-II				
(1) 水 田							
水田面積	3,870	1,240	4,870	6,110	9,980	100	
雨期水稲							
在来改良種	3,370	-	-	-	3,370		
高収量種RD13	364	903	3,543	4,446	4,810		
高収量種RD7	121	300	1,179	1,479	1,600		
小計	3,855	1,203	4,722	5,925	9,780	98	
乾期畑作							
スイートコーン	241	77	302	379	620		
マングビーン	241	77	302	379	620		
落花生	241	77	302	379	620		
野菜	242	77	301	378	620		
(トマト)	(121)	(38)	(151)	(189)	(310)		
(チリー)	(121)	(39)	(150)	(189)	(310)		
小計	965	308	1,207	1,515	2,480	25	
通年飼料作							
トルペド/ パラグラス	15	37	148	185	200	2	
合計	4,835	1,548	6,077	7,625	12,460	125	
(2) 部落雑木林から果樹園 (ロンコン)	23	8	29	37	60		

4.4.2. 計画作物生産量

(1) 改良農業技術及び農業資材必要・供給量

かんがい施設の完成に伴って、現在の農業システムは新しい技術によって置きかえられることになる。この改革はプロジェクト地区内で徐々に進展するが、このためには、

a) 作物とくに水稲について高収量品種を導入し、b) 化学肥料及びコンポストや緑肥のような有機肥料を施用し、c) 農薬を使用し、d) 作物根の成長をはかるため、深耕用プラウを使用するとともに、e) 動力脱穀機・手動撒霧機といった操作が容易でまた農民自身で簡単に修理できるような小規模農具を使用するといった対策が必要となる。

(2) 作物生産量

現在、調査地区は全般に農業生産が低調で、収量は低く、すぐれた営農技術はまだ本格的に導入されるに至っていない。調査の結果によれば、この地区の開発可能性は高いものとみて差しつかえない。9,780 haにわたるかんがい水田には高収量水稲品種が導入され、その結果ha当りの平均収量は1.6 ton から3.2 ton 程度にまで上昇し、またその作付率は68 %から100%にまでの上昇が期待される。乾期に広域な畑作を導入するためには必然的に農業技術の改良が求められる。事業の実施により作物生産は増大するが、それは単に新しい農業技術の導入によるだけでなく、集約的な農業普及の効果によるところが少なくない。表4-6は作物別計画生産量を示す。

(3) 米の需給

調査地区における現在の米の自給率は78 %と推定される。これは、主として、水稲栽培技術が遅れた状態にあること、水、土壌などの制約条件がきびしく、多くのリスク要因をもっているからである。事業実施後に、水稲生産量が大幅に増大し、調査地区における米の自給率は152 %に向上する。

表4-6 現況・計画作物別生産量

作物名	作付面積(ha)		単収(ton/ha)		生産量(ton)		
	現況	計画	現況	計画	現況	計画	増加
<u>雨期水稲</u>							
かんがい及 排水改良	7,018	9,780			9,766	31,710	21,944
(在来改良)	(2,366)	(3,370)	(1.3)	(2.8)	(3,076)	(9,436)	(6,360)
(高収量RD13)	(3,489)	(4,810)	(1.4)	(3.4)	(5,018)	(16,354)	(11,336)
(同 RD7)	(1,163)	(1,600)	(1.4)	(3.7)	(1,672)	(5,920)	(4,248)
排水改良	354	354	1.3	1.7	460	602	142
計	<u>7,372</u>	<u>10,134</u>			<u>10,226</u>	<u>32,312</u>	<u>22,086</u>
<u>ゴム園</u>							
排水改良	6,250	6,250	0.71	0.96	4,438	6,000	1,562
<u>乾期畑作(かんがい)</u>							
スイートコーン	-	620	-	3.0	-	1,860	1,860
マングビーン	-	620	-	1.2	-	744	744
落花生	-	620	-	1.8	-	1,116	1,116
野菜	-	620				8,370	8,370
(トマト)	(-)	(310)	(-)	(15.0)	(-)	(4,650)	(4,650)
(チリー)	(-)	(310)	(-)	(12.0)	(-)	(3,720)	(3,720)
計		<u>2,480</u>					
<u>通年飼料作(かんがい)</u>							
トルペド/ パラグラス	-	200		40.0	-	8,000	8,000
<u>果樹</u>							
ロンコン	-	60		4.0	-	240	240
計西貯水池養魚	-	1,390		0.15	-	209	209

4.4.3. 農業支援体制

(1) 展示圃場

目的

この圃場の目的は、かんがい農業技術及びよりよい農業経営方法を実際に展示し、その普及を図ろうとするものである。

機能

これまでほとんど行われていなかった新しいかんがい農業技術を、展示圃場の設置によってこの地区に導入する。かんがい農業の普及は農民が自らの土地で作業を行う過程で進められる。

農場の位置の選定

農場の位置選定は関係三郡に1ヶ所ずつ、しかも全地区の農民が訪問しやすい位置に設置する。かんがい水を年間を通じ利用でき、農業普及を含む各種の政府サービスを十分に活用でき、技術の展示普及に都合のよい所を選定した。

位置及び規模

展示圃場はMuang Narathiwat、Rangae及び Tak Bai郡にそれぞれ設置する。

No.1 Ku Ra So圃場 (13.8ha) : Muang Narathiwat 郡 Lamphu村地内

No.2 To Lang 圃場 (23.5ha) : Langae 郡 Tanyongmil村地内

No.3 Cha Ro 圃場 (26.1ha) : Tak Bai郡 Phraiwan村地内

施設及び資材

かんがい排水施設、肥料、農薬及び種子

実施方法

展示はかんがい農業の普及にとって重要な農耕技術を確立するのに役立つ。ここから得られた情報は農民がすぐ利用できるようにする必要がある。これを実現するためには、農業試験場と農民との間に横たわるギャップを埋めるだけでなく、農作業を適期にかつ円滑に進めるすぐれた農業普及員の活動に期待しなければならない。

(2) 普及及び研究

普及

調査地区を Narathiwat 県の経済開発に貢献させるためには、農業普及活動を拡張・

強化しなければならない。現在のNarahthiwatの農民の農業技術は非常に遅れたもので、化学肥料はもちろん堆肥もほとんど使用していない。新しい知識や技術を農民に理解させるためには、普及員の有効な普及技術が必要となる。そのためには、普及員自身が経験を積み重ねる必要がある。普及効果を最大限に高めるには、通常の普及活動のほかに個々の農民と常に接触するようにしなければならない。基本的には、典型的な二週間計画のT&V(Training and Visit)システムをとり、農民たちと討論を重ねるとともに、新しい情報を伝え、また技術的な指導を行う。

普及員が担当する農家数は、人口・作付けの態様、道路その他の要因によってまちまちである。タイ国では、800ないし1,000農家当り1普及員を目標としているが、人口の多い所でかんがい農業が集約的に導入されるところでは、1普及員当り500農家というのが最も効果を発揮する。

本事業実施初期の普及活動強化にあたって、DOAEは17人の普及員を追加配置する必要がある。これら普及員は現地農民と意志の疏通を図ることのできるように特別行動隊により現地教育指導が行われる。普及活動の内容はa)種子の選定及び入手元、b)適正金利での公的ローンの利用、c)除草、d)肥料・農薬の選定及び使用方法、e)農産品の販売の為の加工・品質管理等であり、これが出来る様に訓練されねばならない。普及員は村落評議会に計り10人の指導的農民を選抜し、1週間もしくは2週間毎に彼等を訪問し、農業技術を助言・教授し実行せしめる。この10人の指導的農民は他の農民にその知識技術を分け与えなければならない。

郡普及員と地区普及員は2週間毎に郡普及センター又は特別行動隊詰所にて1日技術講習会に出席する。また、LDD、DLD及びBAAC職員もこれに参加し、活動の強化を図る。機動性を確保するため、普及員全員にオートバイが支給され、担当地域の訪問指導の行程スケジュールが消化される。DOAEと特別行動隊の活動用にワゴン車・オートバイ・トラックが約30台配備される。この普及活動は第16年度で終了し、それ以後はRIDとの協力の下にDOAE通常予算にて普及活動が継続される。

試験研究

農業局(DOA)は水稻試験研究について責任をもつ官庁である。当地区の水稻の試験研究についてはPattalungに地域試験場を置き、Pattaniに分場を置くという地方試験

場強化方策が採用されている。一方土地開発局(DLD)は、土壌調査・土地分類・問題土壌に関する研究といった面で責任をもっている。DLDは、現在、とくに酸性土壌地帯における詳細土壌調査を積極的に実施している。さらに、Muang Narathiwat郡にある Pikhluthong Centre では、問題土壌や作物に関する研究、とくに沼沢地における作物栽培の試験・研究に責任を持っている。現在各関係官庁の実施している試験・研究などから判断すると、将来における水稲作には a) 病中害防除を前提とした低平地氾濫地帯における最適品種の選定および増殖、b) 土壌型別の肥料要求量及び農場収益を最大にするような窒素及びリンの最適施用量決定、c) 酸性土壌の広がり・酸性度及び酸性化の実態調査、ような研究が必要である。

(3) 投入資材供給

この地区では、現在、高品質種子などはきわめて入手しがたいが、こうした状態は、DDA、DOAE、MOF 三者の努力によりやがて改善されるものと期待される。現在、肥料、農業は、主として現地商店で買付、供給されているが、将来はMOF を通じての協同組合や農民組織が重要な位置を占めるであろう。

(4) 貯蔵・加工及び市場活動

貯蔵

雨期における水稲生産量の増大と乾期畑作導入は貯蔵問題を提起する。既存の貯蔵施設規模を検討したが、将来はかなりの規模の貯蔵施設を末端の農場レベルで設置しなければならない。当面の対策としては既設の貯蔵施設の改良と新設であろう。

農産加工

農産加工を計画するには、第一に原料・労力・市場及び資本について考慮を払う必要がある。調査地区の現状等から判断すると、域外からより多くの現金収入を期待する方策を推進する必要はなく、むしろ地元の需要を満たし、かつ農民の生活水準を高めるだけの最少目標を達成することを主眼におく。この農産加工は、地区の農業経済と密接な関連をもつコミュニティ開発を成功させるといった方向で進められることになる。こうしたことから、この地区における農産加工は、a) 農家労働以外には特殊な工場も機械施設も必要しない年間稼働可能施設と、b) 季節的に村落で生産される農産物の一次加工(型工場と機器類だけでよく、操業にはある所定のレベルに統一された能力を持

つ労働力があればよい)、の二つが考えられる。

市場

現在、畑作物は道路沿いの農地や農家の庭先などにおいて小規模に栽培されているに過ぎないので、市場システムは未熟である。本事業の実施により、かなりの畑作物、野菜の生産量が期待されるが、増加分の多くは販売や加工のため地元以外の市場に吸収されるであろう。したがって、本事業実施に平行してその生産や市場システムが本格的に軌道に乗るよう、政府が中心となって民間活力の導入を中心とした流通システム（市場と品質問題を含む）を早急に検討、樹立する必要がある。換言すれば、このシステムが確立されてくるにつれて、畑作物、野菜等の生産が増加し、安定化していくだろう。

水稻、ゴム、飼料作物を除く計画畑作物はマングビーン、落花生、スイートコーン及び野菜類であり、これらはSg. Kolok やTaba、Tak Bai 開発計画のフェリーを通じての対マレーシア貿易及びHadyai地域での販売が有益である。県開発委員会の指導のもとで事業地区の換金作物生産と既存流通システムの連繫を改善強化する計画の実施が望ましく、この計画は次の3項目により構成されるだろう。

- a) 流通業者と潜在投資者及び地元・地方及び輸出市場での流通経路と価格メカニズムを明確化するための研究。
- b) 普及員及び農民に対し流通に関する知識技術の普及。
- c) 換金作物の流通問題を緩和するために、民間投資の強化とその積極的参加を促進するための流通開発活動。

(5) 融資業務

BAACは現況でのローン供給はわずかであるが、本事業での役割は極めて重要となる。生産財の現金投下分の40%をローンにて賄われると仮定すると、最終的には百万バートの融資が見込まれる。これに対処する為BAACは職員の強化が必要となろう。

(6) ゴム再植計画

タイにおけるゴムの再植計画は15年前から進められており、かなりのゴム栽培農民は多収穫品種を導入して再植に成功している。ゴム再植基金(ORRAF)によれば、1961年以降現在までに480,000 haのゴム園、(タイ全土のゴム園の34%に相当する)の再

植が終わったとのことである。 ORRAPFによるゴム再植促進計画は、年当り約 21,600 ha という進度を更に増加しようとしているが、小規模ゴム農家の前向きな反応が低いと言われている。 調査結果によれば、調査地区におけるゴム栽培面積は、表 4-7に示すとおりである。

表 4-7 郡別ゴム栽培面積

(単位:ha)

樹種	Muang				計
	Narathiwat	Rangae	Tak Bai	Yingo	
若木	695	1,372	108	52	2,227
若木 (樹液採取可能)	1,277	2,346	175	330	4,128
古木	1,038	872	37	18	1,965
合計	3,010	4,590	320	400	8,320

排水改良によって受益するゴム園6,250 haについては、現況では粗放的に栽培されているが、事業実施に伴って古木又は、低収量品種の再植が急速に進行するものと思われる。 ORRAPF との打合せによると、その様な再植希望は、現在のゴム再植促進計画の弾力的運用で十分対処できるとのことであった。

第5章 施設計画

第5章 施設計画

5.1. 防潮水門

5.1.1. 地形・地質及び土質特性

(1) UTR

地形

UTR は Bang Nara 川の Narathiwat 側の河口より上流約 6 km に位置している。水門予定地は EL+1 m 程度を示しほぼ平坦であるが、所々小さな小川があり湿地になっている所もある。Bang Nara 川の締切地点の川幅はほぼ 200 m である。Sapi Yo 川締切地点付近には花崗岩が川底に露出し、周辺は湿地となっている。

地質構成

模式断面は表 5-1 に示すとおりである。

土質特性

各地層の土質特性は表 5-2 に示すとおりである。単位体積重量は土質分類と N 値から経験的に求め、粘着力は N 値から Terzaghi の式 ($C=N/16$) より求めた。内部摩擦角も N 値から Peck の式 ($\phi=0.3N + 27$) より求め、圧縮係数は塑性限界から Terzaghi の式 ($C_u=0.009(WL-10)$) より求めた。自然含水比は $e = C_u/0.46 + 0.4$ より求め、透水係数は 20 % 粒径から Creager の関係より求めた。

(2) LTR

地形

LTR は Kolok 川との合流点より Bang Nara 川沿いの上流 7 km に位置する。水門地点の標高は +0.75 m 程度であり、現在水田として利用されている。締切り地点の右岸付近はそれより標高が低く、満潮時にはたん水することがある。川幅は約 60 m である。

地質構成

水門地点及び締切り地点の模式断面図は表 5-3 および 5-4 に示すとおりである。地質構成は水門地点と締切地点では異なり、前者では軟弱な粘性土が主体となり、後者は砂質系でかたい粘性土からなっている。

表5-1 UTR の地質断面

Mark	Layer	Soil	E L to base of layer (m)	Remark
	Asu	sand, silty sand locally sandy silt	-5.9 ~ -8.15	
	Acu	silty clay clayey sand	-8.0 ~ -11.29 (locally -17.82)	
	As1	sand silty sand locally sandy silt	-19.05 >	
	Ac1	silty clay	-22.21 >	Very locally
	Gr	granite	-	Closure site

表5-2 UTR の土質特性

LAYER	Asu	Acu	As1
SOIL	Sand. Silty Sand locally Sandy Silt	Silty Clay Clayey Sand	Sand. Silty Sand locally Sandy Silt
N- VALUE	1 ~ 12	0 ~ 7	10 ~ 50
20% OF PARTICLE GRAIN SIZE (mm)	0.07 ~ 0.16	-	0.09 ~ 0.54
LIQUID LIMIT WL(%)	-	28 ~ 46	-
SOIL CLASSIFICATION (ASTM)	SM ~ SC SP	CL ~ ML	SP. SW. SM ~ SC
BULK DENSITY ρ_t (g/cm ³)	1.7	1.7	1.9
NATURE VOID RATIO e_n	-	0.7 ~ 1.1	-
COHESION C (kg/cm ²)	0	0.03 ~ 0.44	0
ANGLE OF INTERNAL FRICTION ϕ (°)	27 ~ 30	0	30 ~ 42
COMPRESSION INDEX C_c	-	0.16 ~ 0.32	-
COEFFICIENT OF PERMEABILITY K (cm/s)	6.5×10^{-4} ~ 5.1×10^{-3}	-	1.4×10^{-3} ~ 9.2×10^{-2}

表5-3 LTR の地質断面 -水門計画地点-

Mark	Layer	Soil	E L to base of layer (m)
	Ac1	clay silty clay	-5.5
	Ac2	clay silty clay	-10.0~-16.5
	Ac3	sandy silt	-12.0~-18.5
	Ac4	clay silty clay	-19.2~-26.0
	As2	sand silty sand	--

表5-4 LTR の地質特性 -締切堤計画地点-

Mark	Layer	Soil	E L to base of layer (m)
	Ac1	silty clay	-8.3
	Ac1	clay ~ silty clay	-2.0~-3.2
	As1	silty sand	-6.9~-12.0
	Ac3	sandy silt	-14.9~-16.1
	Ac4	clay ~ silty clay	-28.8~-33.2
	As1	sand	-24.9
	As2	sand ~ silty sand	--

表5-5 LTR の土質特性

LAYER	Ac1	As1	Ac2	Ac3	Ac4	As2
SOIL	Clay ~ Silty Clay	Silty Sand	Clay ~ Silty Clay	Sandy Silt	Clay ~ Silty Clay	Sand ~ Silty Sand
N-VALUE	0	1~9	0~1	0~7	1~8 (5~12)	7~50
20% OF PARTICLE GRAIN SIZE (mm)	-	0.05~0.09	-	-	-	0.05~0.75
LIQUID LIMIT WL (%)	51~61	-	46~49	15~24	44~50	-
SOIL CLASSIFICA- TION (AASHTO)	CH	SM~SC	CL	SM~SC ML CL	ML CL	SP SM~SC
BULK DENSITY ρ (g/cm ³)	1.4	1.7	1.6	1.7	1.7	1.9
NATURE VOID RATIO n	1.2~1.4	-	1.1~1.2	0.5~0.7	1.1~1.2	-
COHESION c (kg/cm ²)	0.03	0	0.03~0.06	0.03~0.44	0.06~0.50 (0.31~0.75)	0
ANGLE OF INTERNAL FRICTION ϕ (°)	0	27~30	0	0	0	29~42
COMPRESSION INDEX C_c	0.37~0.46	-	0.33~0.35	0.05~0.13	0.31~0.36	-
COEFFICIENT OF PERMEABILITY K (cm/s)	-	2.8×10^{-4} ~ 1.4×10^{-3}	-	-	-	2.8×10^{-4} ~ 1.9×10^{-1}

note: () Closure

土質特性

各層の土質特性は表 5-5に示すとおりである。単位体積重量、自然間隙比、粘着力、内部摩擦角、圧縮指数や透水係数は、UTR と同じ手法により求めた。

(3) 石材及び盛土材料

花崗岩は新鮮部は石材に、風化部は盛土材として利用する。 洪積層と残積土層は主として砂質粘土からなり、 Pileng 事業で道路及び築堤材料として利用されているが、全般に砂分が少なく良質の盛土材料とはいいがたい。 また Sg. Kolok の近くではラテライト（層厚約 2 m）が分布しており、 Mu No 事業で採土している。 このラテライトは粘土分布もよく良質の盛土材料と考えられる。 調査地区周辺にもラテライトは分布しているが、層厚が薄く 1 m に未たない所が殆どである。 海砂は主に海岸地帯の浜堤に見られ、細～粗粒砂であり、現在、所々で小規模に採取されている。 川砂は Yakang 川と Kolok 川に見られ、現在は小さなポンプ船によって採取されている。

5.1.2. 予備設計

(1) ゲートのタイプ、サイズ及び操作

UTR、LTR に対する主要計画諸元は表 5-6 に示すとおりである。 Bang Nara 貯水池の効果的運用のために、UTR 及び LTR 地点における水位を検知し、UTR 地点に設けられる中央管理所で水位情報を集中管理するシステムを確立し、2 ヶ所の防潮水門の集中管理操作を行う計画とする。

(2) 水門本体

水門本体は鉄筋コンクリート構造とし、ゲートはピアーによって支持し、ピアー頂部に据え付けられるゲート巻上げ機は上屋内に格納する。 水門本体の基礎地盤がパイピング現象により乱されるのを防ぐためシートパイルによるカットオフを設けるが、その長さは UTR、LTR とともに 4.0 m とする。 更に、上下流の基礎地盤の洗掘を防ぐため鉄筋コンクリート構造のエプロンと捨石工により水門本体を保護する。 エプロンの延長は上流側エプロン UTR は 10 m、LTR は 8 m とし、下流側エプロンナ長は UTR が 8 m、LTR が 7 m とする。

表5-6 計画防潮水門の主要計画諸元

	UTR	LTR
Elevation of sill	EL-4.0 m	EL-5.0 m
Effective opening width in total	120 m	24 m
Flood conditions		
- At 50-yr return period (Design term):		
Downstream level	EL+2.32 m	EL+2.20 m
Upstream level	EL+3.25 m	EL+1.92 m
Max. outflow through regulator	1,911 cu.m per sec	326 cu.m per sec
- do - velocity	2.20 m per sec	2.04 m per sec
- At 5-yr return period:		
Downstream level	EL+1.63 m	EL+1.44 m
Upstream level	EL+2.23 m	EL+1.47 m
Max. outflow through regulator	1,229 cu.m per sec	185 cu.m per sec
- do - velocity	1.65 m per sec	1.25 per sec
Normal impounding water level	----- EL+0.40 m -----	
Minimum impounding water level	----- EL-0.20 m -----	
Type		
One-leaf roller, shell type	5 spans	-
Two-leaf roller, shell type	1 span	-
One-leaf roller, girder type	-	1 span
Two-leaf roller, shell & girder type	-	1 span
Clean span	20.0 m	12.0 m
Gate crest	EL+1.1 m	EL+1.6 m
Gate height	5.1 m	6.6 m
Operating floor	EL+12.10 m	EL+12.10 m
Seal type	----- 3-side rubber seal -----	
Hoist	----- Wire rope winch -----	
Operating speed	----- 0.3 m per min -----	
Lifting height	8.00 m	8.00 m

水門本体基礎の地盤は軟弱のため、安全性を考慮して、すべて摩擦力を無視した支持杭基礎として設計する。 UTR の堰柱部については、N値50以上の EL-17.5m を支持地盤とし、杭長 12m、杭一本当りの許容支持力を 69 ton とする。 また、UTR のゲート床版部については、堰柱部からの独立した構造とし、荷重が小さいので、N値 20 以上の EL-11.0m を支持地盤として杭長 6m、杭一本当りの許容支持力を 35 ton とする。

LTR については、堰柱部、ゲート床版部ともに EL-24.5m のN値 40 以上の支持地盤をあてることとし、杭長 18m、一本当りの許容支持力を 55 ton とする。 LTR では EL-24.5mまでN値 20 以上の支持層がみあたらない。

(3) 取付け水路

取付け水路の断面は水理シュミレーションの結果から、50年確率洪水量を流下しうるものとする。 UTR の取付け水路敷高は EL-4.0m、底幅 150 m、側のり勾配 3割、水路の延長は上流側 100m、下流側 600 mである。 LTR の取付け水路敷高はEL-5 m、底幅30 m、側のり勾配 3割、水路の延長は上流側 180 m、下流側 160 mである。

(4) 締切り堤

水門本体及び取付け水路が完成した後、旧河道を締切る。 堤防延長は UTR 220m、LTR 75 mである。 堤防の法面勾配は河川の流水に対して安定な 5 割の緩勾配とする。 堤防天端高は 50 年確率洪水位に 0.3 mの余裕を見込み、UTR では EL+3.5 m、LTR では EL+2.5 m とする。 堤高は両方ともに 8.5 mである。

(5) 異常洪水に対する安定

2カ所の計画防潮水門及びその付帯施設の構造は、R10 基準に従って、Bang Nara 川の1/50確率洪水を対象として設計している。 それに対して 100年、200年の確率洪水等の異常洪水に対する構造物の安定性について検討を行った。 100年、200年のそれぞれの確率洪水量はUTR 地点で約2,000 m³/sec、約 2,300m³/sec、そしてLTR でそれぞれ約330 m³/sec、約390 m³/secである。

ゲート開放時の下端高

ゲート開放時の下端高はUTR でEL+4.0m、LTR でEL+3.0m である。 この標高は 1/200 確率洪水位より高いので異常洪水に対して安全ある。

締切堤の天端高

締切堤の天端高は UTRがEL+3.5 m、LTR がEL+2.5 mであり、異常洪水位より低いが、堤防の両側に接続する維持管理用道路の天端高を堤防より 0.5m低くして非常洪水吐としているので、越流による締切堤に対する直接的な被害は小さい。

取付水路

200 年確率洪水量が取付水路のみにより流下すると仮定して流速を求めると、UTR にて 1.7m/sec、LTRにて1.2m/secとなる。通常、河川計画では洪水時の流速を2～3 m/secとしていることを考えれば、上記流速は何ら問題はない。

取付け道路

上記の流速からみて、異常洪水時の水面勾配はそれ程大きくはない。即ち、洪水が道路上を越流する時でも上下流の水位差は小さく、道路に対するダメージは小さいと判断される。

5.1.3 施工計画及び工程

(1) 概況

UTR 及びLTR の建設は雨期と河川氾濫期（大体10月上旬から翌年の1月下旬までの4ヶ月間）における施工を考慮しなければならない。Bang Nara 川の水位は11月、12月に急激に上昇する。（図5-1 及び5-3 参照）効率的な工事期間は11、12月を除いた10ヶ月間であり、限られた工種即ち資機材の搬入、撤去、準備工、後方付け等はこの期間で実施が可能である。Narathiwat及びTak Bai の降雨資料より工事可能な日数としての日雨量が2mm以下の日は1ヶ月当たり25日、一年間で200日である。一日の労働時間は公的な8時間制とし、その他は超過勤務とする。

(2) 道路状況

Bangkok からサイトまでの道路距離は約1,200 kmである。Yala 採石場はUTR から120 km離れたところにあり、Sg. kolok 近くのラテライト採土所は55km離れている。これら地点からサイトまでの道路状況は非常に良好である。

(3) 水門の施工方式

UTR 及びLTR は工事開始から完了まで両者一括のパッケージ契約として実施されるこ

とが得策である。また UTR、LTR のゲートは土木工事と併行して設計・製作・据付けが行われる。

(4) 材料

全ての粗骨材は Yala 採石場より、砂は Yakang 川より運搬し、ラテライトは Sg. kolok 近くの採土場より採取する。セメントは Yala にあるプラントにて、鉄筋は Bangkok にて、また木材・合板は南部地域の市場にて調達される。RC 杭は Bangkok にて調達されるが、鋼矢板は Bangkok 港を通じて国外より調達される。

UTR、LTR の取付け水路の掘削土は UTR、LTR 周辺の埋立てに用いる。LTR の取付け道路用盛土は LTR サイト周辺より採土し搬入し、Bang Nara 締切堤用土はドレッジャーにて河床より採土する。

(5) 労働力

労働力は熟練工と未熟練工の組合せにより構成されるが、ほとんどの労働力については現場周辺にて調達可能であるが、部分的に高度な熟練工については Bangkok あるいは Hadyai にて調達する。ドレッジャーの操船用員には国外の専門用員が必要とされ、彼等は第 4 事業年度において 6 ヶ月間ドレッジャー及び関連機械の操作を行う。

(6) 工事内容

水門本體工事のためにバックホウによる釜場を掘削し、ダンプトラックにて掘削土を搬出する。釜場の規模は重機の走行性をも考え水門本體の大きさに合わせて計画する。RC 杭工事・鋼矢板打設工事・水門本體工事・翼壁工事・護床工事・橋梁工事及びゲート据付け工事が完了した後、河川との取付けのため開削を行うがこれには 5,800 m³/日の能力を有する 1,350 馬力のドレッジャーを用いる。工事は 2 年にわたって行い、雨期を 1 回経過するが、本體主要工事は雨期前までに完了する計画である。各種工事のための電力の引き込み工事を土木工事に先立って行わねばならない。電気工事は最初は仮設で行われるが、ゲートの据付け後試運転が行われるまでには本工事を実施する。

(7) ゲートの製作、据付け及びテスト

ゲートの製作は土木工事の開始と同時にされる。ゲートの国外での製作は、8 ヶ月以内に完了し、UTR 及び LTR サイトに搬入する。ゲートの据付けはゲートのサイト搬入後ただちにエレクションクレーンの供用により行う。据付けに必要な取付部品等

は予め土木工事において詳細図面をもとに水門本体に設置する。一連のテストは次期雨期の到来の前までに完了する。

(8) 工程計画

UTR とLTR の工事内容、工事期間や雨期の高水期間等考慮して、工程計画を立てた。添付された工程計画はUTR 及びLTR の工事ネットワークによりその妥当性が確認されている。(図5-1 ~5-4 参照)

5.1.4. ゲートの操作方法

Bang Nara 川の淡水化のために設置する UTR及び LTRは塩水侵入を防ぎ、淡水貯水池を維持するための防潮機能を持った水門である。そのため、この水門は洪水時はもとより、平常時に淡水貯水池へ流入してくる水を原則としてタイ湾へ速やかに排除するように操作される。水門の構造は上・下2段式であり、上段ゲートを下げて越流させることも、下段ゲートを上げて潜流させることも、洪水時には全門開放する操作もできるように設計されている。防潮水門のゲート操作は、下記の基本的な操作を踏まえて、適切に調整操作されることが要求される。(図5-5 及び5-6 参照)

(1) 全閉操作

Bang Nara 貯水池の水位が外潮位より低い場合、逆流を防ぐため水門は全閉する。

(2) 越流操作

貯水池の水位と外潮位との差が余り大きくない場合は、上段ゲートを下げる越流操作が行われる。この時上段ゲートの降下は適時行われる。

(3) 潜流操作

淡水貯水池の水位と外潮位との差が比較的大きい場合、下段ゲートを引き上げる潜流操作が行われる。この操作方法により淡水貯水池下層に残留する高濃度の塩分を排除することが可能である。

(4) 全開操作

洪水時のように大量の水を流す必要がある場合は、ゲートを全開にし速やかに洪水の排除が行われる。

図5-1 UTR の工事工程計画

21 MONTHS

PRO-VISION	THAI FISCAL YEAR												FOURTH											
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S			
DESCRIPTION																								
MOBILIZATION & DE-MOBILIZATION	L.S.																							
WORK YARD & TEMPORARY ACCESS	L.S.																							
EXCAVATION & EMBANKMENT	178,100m ³																							
DREDGING & EMBANKMENT	380,000m ³																							
PILING RC PILE (12m & 6m) & STEEL SHEET PILE	694 PILES 70 TON																							
MAIN RC STRUCTURE, f _c = 220 kg	4,520m ³																							
WING WALL & APRON RC, f _c = 180 kg	4,280m ³																							
BRIDGE PC POST-TENSION	840m ²																							
RIPRAP PITCHING FOR CANAL	7,210m ³																							
GATE HOIST HOUSE	7 UNITS																							
HOUSING COMPLEX	L.S.																							
ACCESS ROAD	L.S.																							
GATE DESIGNING & APPROVAL	L.S.																							
GATE MANUFACTURING	6 GATES																							
INSTALLATION	L.S.																							
RIVERBED TOP LOOSE STRIPPING	18,000m ³																							
RIPRAP DUMPING FOR DAM TOE	14,000m ³																							
CLOSURE DAM EMBANKMENT	75,000m ³																							
RIPRAP PITCHING FOR DAM	5,200m ³																							
BANG NARA CLOSURE DAM																								
GATE																								
MAIN CIVIL WORK																								

Note: () days of dredging, riprapping & concreting
 1, 2, 3, 4, ... serial number indicates replacement of dredger

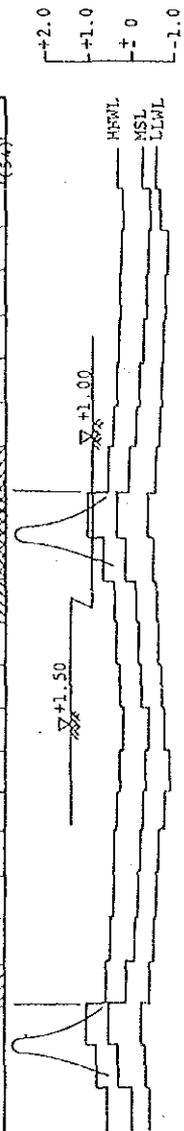


図5-3 LTR の工事工程計画

21 MONTHS

PROVISION	THAI FISCAL YEAR												COMPLETION									
	THIRD						FOURTH															
DESCRIPTION	QCY.	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	Y	A	M	J	J	A	S
MOBILIZATION & DE-MOBILIZATION	L.S.																					
WORK YARD & TEMPORARY ACCESS	L.S.																					
EXCAVATION & EMBANKMENT	73,000 ^{m³}																					
DREDGING & EMBANKMENT	88,000 ^{m³}																					
PILING, RC PILE(18m) & STEEL SHEET PILE 18 TON	366 PILES																					
MAIN RC STRUCTURE, $f_c = 220^{kg}$	1,720 ^{m³}																					
WING WALL & APRON RC, $f_c = 180^{kg}$	1,690 ^{m³}																					
BRIDGE PC POST-TENSION	170 ^{m²}																					
RIPRAP PITCHING FOR CANAL	2,560 ^{m³}																					
GATE HOIST HOUSE.	3 UNITS																					
HOUSING COMPLEX	L.S.																					
ACCESS ROAD	L.S.																					
GATE DESIGNING & APPROVAL	L.S.																					
GATE MANUFACTURING	2 GATES																					
INSTALLATION	L.S.																					
RIVERBED TOP LOOSE STRIPPING	5,000 ^{m³}																					
RIPRAP DUMPING FOR DAM TOE	2,600 ^{m³}																					
CLOSURE DAM EMBANKMENT	16,000 ^{m³}																					
RIPRAP PITCHING FOR DAM	1,300 ^{m³}																					

Note: () days of dredging, riprapping & concreting
 1,2,3,4...serial number indicates
 - replacement of dredger

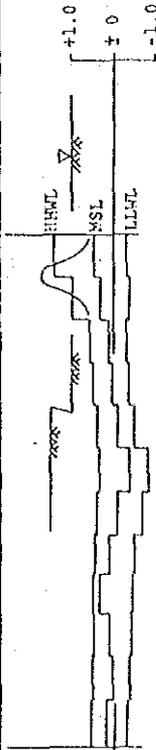
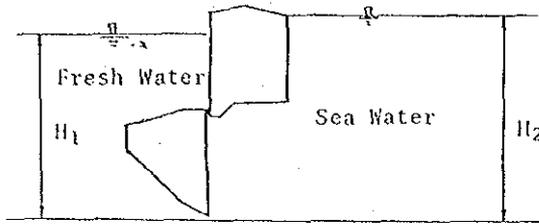


図5-5 防潮水門ゲートの操作方式

(1) All Close Mode

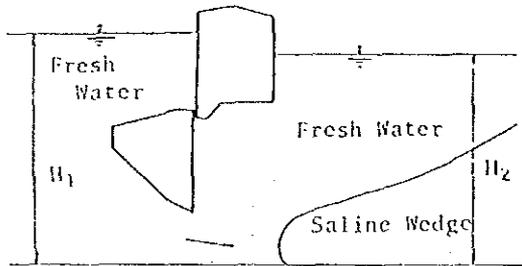


If $H_1 < 1.03 H_2$, all gates are closed in order to prevent the adverse flow of sea water. Even if $H_1 > H_2$, the following condition is required to start the underflow gate operation. When the water level of the reservoir is 0.5 m;

$$\text{UTR: } H_1 - H_2 > 13 \text{ cm}$$

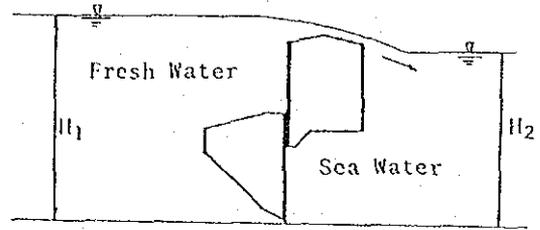
$$\text{LTR: } H_1 - H_2 > 16 \text{ cm}$$

(3) Submerged Mode



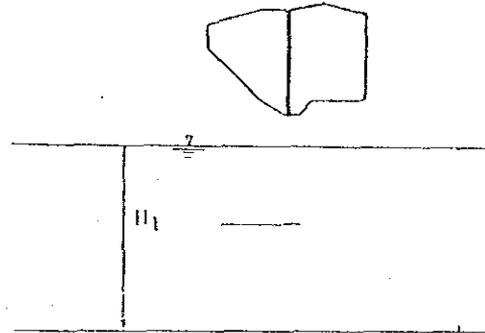
If the vertical distance between inside and outside water levels is considerably large, the underflow gate can be opened. Because water flow through the underflow gate will have the potential energy enough to push back saline wedge shown in FIGURE

(2) Overflow Mode



Even if $H_1 > H_2$, when the underflow gate can not be opened in order to prevent the adverse flow of sea water, surplus water and river maintenance flow are discharged through overflow gate.

(4) Full-open Mode



According to hydraulic simulation, when water level in the reservoir is 1.0 m (MSL) and the outside condition of the gates is in high tide, the discharge in the river through UTR is about 500 m³/s, and therefore, all gates of UTR must be opened fully. If the gate discharge is Q, in the case of UTR,

$$Q = CBW \times \sqrt{2g \cdot \Delta H} = 0.62 \times 120 \times 4.8 \times \sqrt{19.6} \times 0.1 = 500 \text{ m}^3/\text{s}.$$

At the preparation of flood stage, when the discharge at the confluence of the Yakang river and the Bang Nara river is more than 500 m³/s (equal to 250 m³/s at x 73 in the Yakang river) and a rising of water level in the reservoir continued more than 0.5 m, full-open mode should be started.

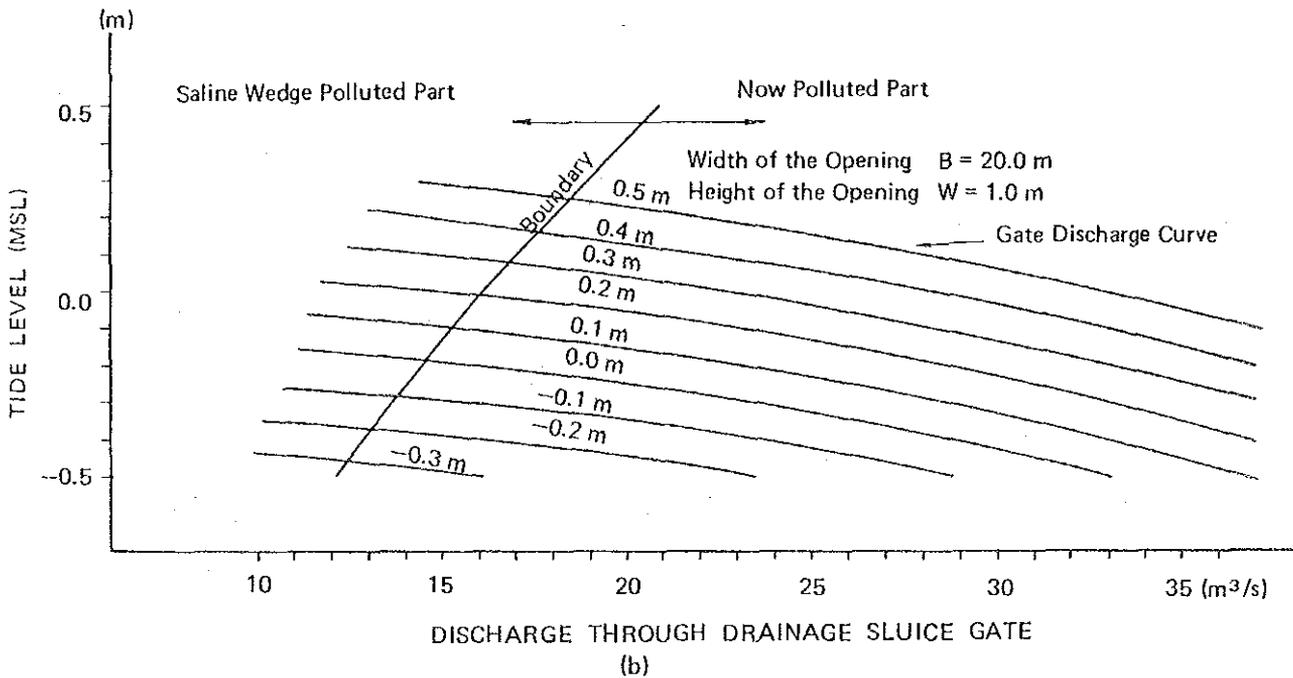
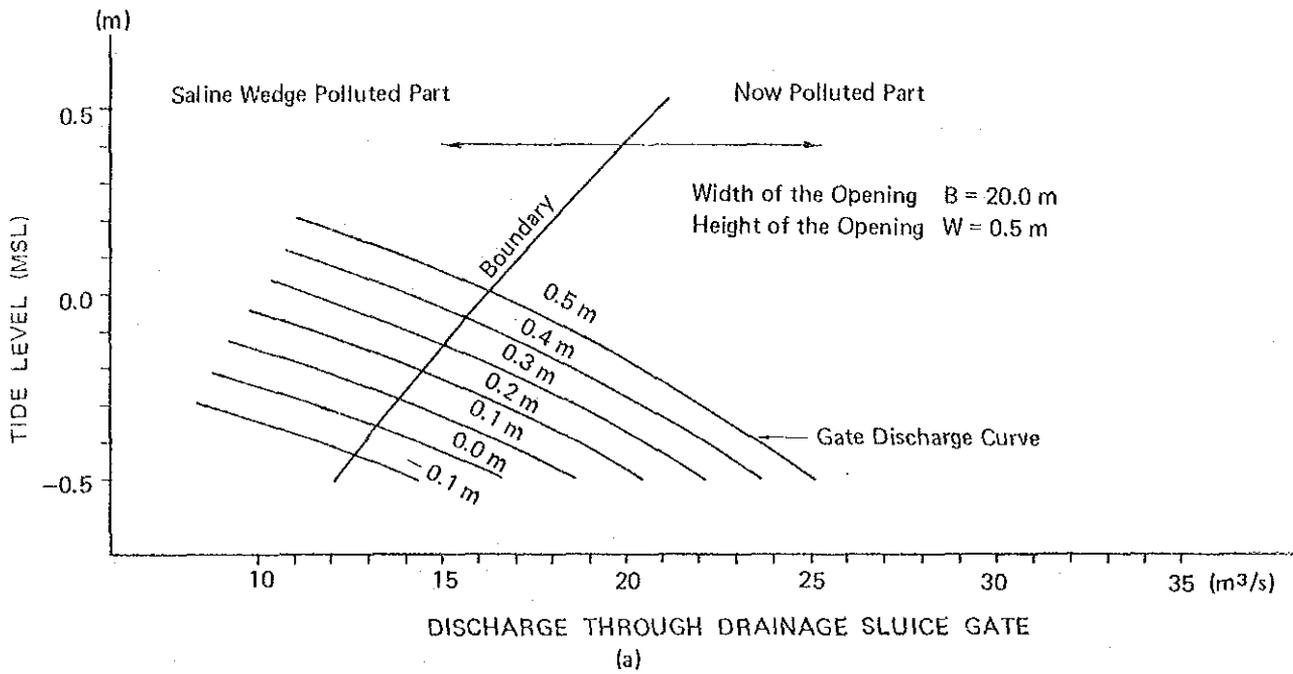


図5-6 塩水楔の侵入を調節するためのゲート潜流操作

5.2. 酸性水対策施設

5.2.1. 概説

酸性水対策の必要な河川において縦断形状を考慮し、施設位置を選定する。乾期における小降雨による流出に対して、上流側の水位コントロールをより確実に容易に行うため、現況の河道幅の範囲内において可動部の両側に固定堰構造を持つ水位調節水門を計画する。

5.2.2. 位置及び施設の形式

(1) 位置

対策の必要な河川の縦断形状を検討した結果、水位調節水門の位置を次のとおりとする。(計画一般図参照)

- Ku Bae Ya Hae 排水路 (1カ所) : KM 0+ 000 (Bnag Nara川との合流点)
- Sg. Padi 川 (2カ所) : KM 0+ 500 (Bang Nara 川との合流点より 500m上流)
KM 0+ 600
- To Lang 川 (1カ所) : KM 2+ 200 (既設水門より上流 1.5kmの地点)
- Bang Toei 川 (4カ所) : Bang Toei 川の上流で調査地域の境界地点

(2) 施設の形式

施設の形式としては、固定堰形式もしくは可動堰形式が酸性水対策施設として上流水位をコントロールするために適当である。それぞれの水位調節水門の設置地点の地形、社会、地質状況を判断してより適切な形式を選定する。

Bang Toei 川

上流に民家や既農地のないTo Daeng湿地を控えているので、低堰高の固定堰を設置しても雨期における水位上昇は問題とならないので、本河川では固定堰形式を採用する。

その他の河川

計画地点上流の既農地や村落等の地形的・社会的条件を考慮してスライド・ゲートを有する可動式とする。Sg. Padi 川では計画洪水量が大きく、ゲートも大スパンとなるのでラジアル・ゲートを採用する。

5.2.3. 地質及び土質特性

(1) 地形及び地質

水位調節水門の計画地点の地盤標高は BL +0.4 ~ +1.6 mを示し、湿地域に位置する。計画位置を計画一般図及び、資料編 IX、図 IX-2-2に示す。各計画地点の地質は上層部は非常に軟らかい粘土～シルト層、中層部から非常に堅い粘土～シルト層と砂層に大別され、一部では泥炭層または花崗岩層が分布する。(資料編 IX、図 IX-2-3参照)

Bang Nara 川における既設の橋梁 (Pileng事業の付近) は長さ 8 ~ 18m程度の杭基礎となっており、杭は中位から非常に堅い粘土～シルト層内で止められている。本層の N値が N=3~21と大きいことからわかるように一部ではかなりの支持力があり、また杭を打設した場合には大きな摩擦抵抗が期待できると考えられる。しかし、粘土～シルト層においては一方で沈下が考えられるため、沈下が許されない水門の支持層は深度 11~25 m以深に分布する砂層もしくは花崗岩層とすべきである。因みに、Pileng事業の水門の杭長は20mで設計されている。

(2) 土質特性

各層の土質特性は表 5-7に示すとおりである。単位体積重量、自然間隙比、粘着力、内部摩擦角、圧密指数、透水係数等は UTRと同様に求めた。

5.2.4. 予備設計

(1) Ku Bae Ya Hae 水位調節水門

流域面積及び計画洪水量

Ku Bae Ya Hae 川沿岸における酸性硫酸塩土壌は同河川沿いにBang Nara 川との合流点から 5 km上流地点付近の地盤標高+1.0 m程度までの範囲に分布している。したがって、水位調節水門は Ku Bae Ya Hae排水路の Bang Nara川との合流点近くに設ける。流域面積は 14.3 km²であり、計画洪水流量は 13 m³/secである。

基本諸元の決定及び基本形状

RID のSSIP事業で改修されたKu Bae Ya Hae 川は Bang Nara川との合流点から上流側 2 kmの区間は排水路勾配 1/8,000で施工され、設計流速は 0.6 m/secとなっている。シルト等の沈積防止のためにゲート通過流速を 1.5 m/secとする。水門の敷高は計画

表5-7 土質特性 (水位調節水門)

Layer	Clay - Silt			Sand
	Very soft to soft	Medium to very stiff		
N-VALUE	0 - 4	5 - 24		8 - 50 <
LIQUID LIMIT WL (%)	47.9 - 78.8	40.5 - 56.25		-
SOIL CLASSIFICATION (ASTM)	OH, MH, CL, CH	CL, CH		SW, SP, SM, SC
BULK DENSITY ρ_t (g/cm ³)	1.4	1.7		1.9
NATURE VOID RATIO e_n	1.1 - 1.7	-		-
COHESION c (kg/cm ²)	0.03 - 0.25	0.31 - 1.50		0
ANGLE OF INTERNAL FRICTION ϕ (°)	0	0		29 - 42
COMPRESSION INDEX C_c	0.34 - 0.62	0.27 - 0.42		-

地点のKu Bae Ya Hae 排水路の河床と同じ約EL -2.4 mとする。水位は上流側の酸性硫酸塩土壌分布地域の地盤標高+1.0 mより 0.5m下げたWL+0.5 mを維持すると、水深は約2.9 mとなり、ゲート幅は 3.0mとなる。水門の基本形状を図 5-7に示す。

(2) Sg. Padi 水位調節水門

流域面積及び計画洪水量

Sg. Padi 川における水質試験の結果、酸性を示しているのは Bang Nara川との合流点から上流約 7.5kmの区間であり、この区間に酸性を示す土壌が分布している。縮尺 1 万分の 1 の地形図をもとに地形条件から判断すれば、Sg. Padi川の河口をNO.0+000 とし、NO.0+500 付近及び NO.6 +000 付近に酸性水の発生を抑えるための水位調節水門が必要となる。流域面積は 78.2 km²であり、計画洪水量は68m³/secである。

基本諸元の決定及び基本形状

測点 NO.0 +500 付近の河川形状は水面幅 28 m、側のり勾配 1割で河床幅 20 m程度であり、この付近の河床高はBang Nara 川の縦断図から EL-3.5 mである。河川勾配はSg. Padi 川の下流部ではS=1/10,000程度であり、洪水時のゲート内における流速を 1.5 m/sec とすれば全ゲート幅は 12mとなる。基本形状を図5-8に示す。

(3) To Lang 水位調節水門

流域面積及び計画洪水量

To Lang 川にはBang Nara 川との合流点より上流500mの地点に、既に水門が設けられている。しかし、To Lang 川沿岸の問題土壌分布地域の地盤標高より判断すると、この1カ所では水位調節が十分おこなえないので Bang Nara川との合流点から上流 1.5kmの地点に更に1カ所の水位調節水門を設ける。この地点における流域面積は 6.7km²あり、計画洪水流量は6.3 m³/secである。

基本諸元の決定及び基本形状

水門の敷高は、現況河川の河床高や下流の既設水門の敷高を考慮して、EL-0.75 mとする。この地点での河床幅は 6.0m、側のり勾配 2割であり、水門部における流速を 1.5 m/sec とすれば、上記流量を流下させるのに必要な水深は1.65mとなり、水門水門巾は 2.5mとなる。水門より上流の排水路周辺の地盤高を検討して水位調節水門の維持管理水位を WL+1.0 mとする。基本形状を図5-9 に示す。