

3.3 土地利用および農業

3.3.1 土地利用

土地利用状況の把握は、現況の農業と農民の社会福祉、ならびに将来の土地・水資源開発可能性を予測する上で重要な要素の一つである。中流右岸地域の現況土地利用図はRIDで作成された1/10,000地形図に基づいて現地調査を行ない作成した(図3-2参照)。上流地域は1/50,000地形図に基づく調査を行なった。現況土地利用は以下のように要約される。

作物別土地利用面積 (ha)

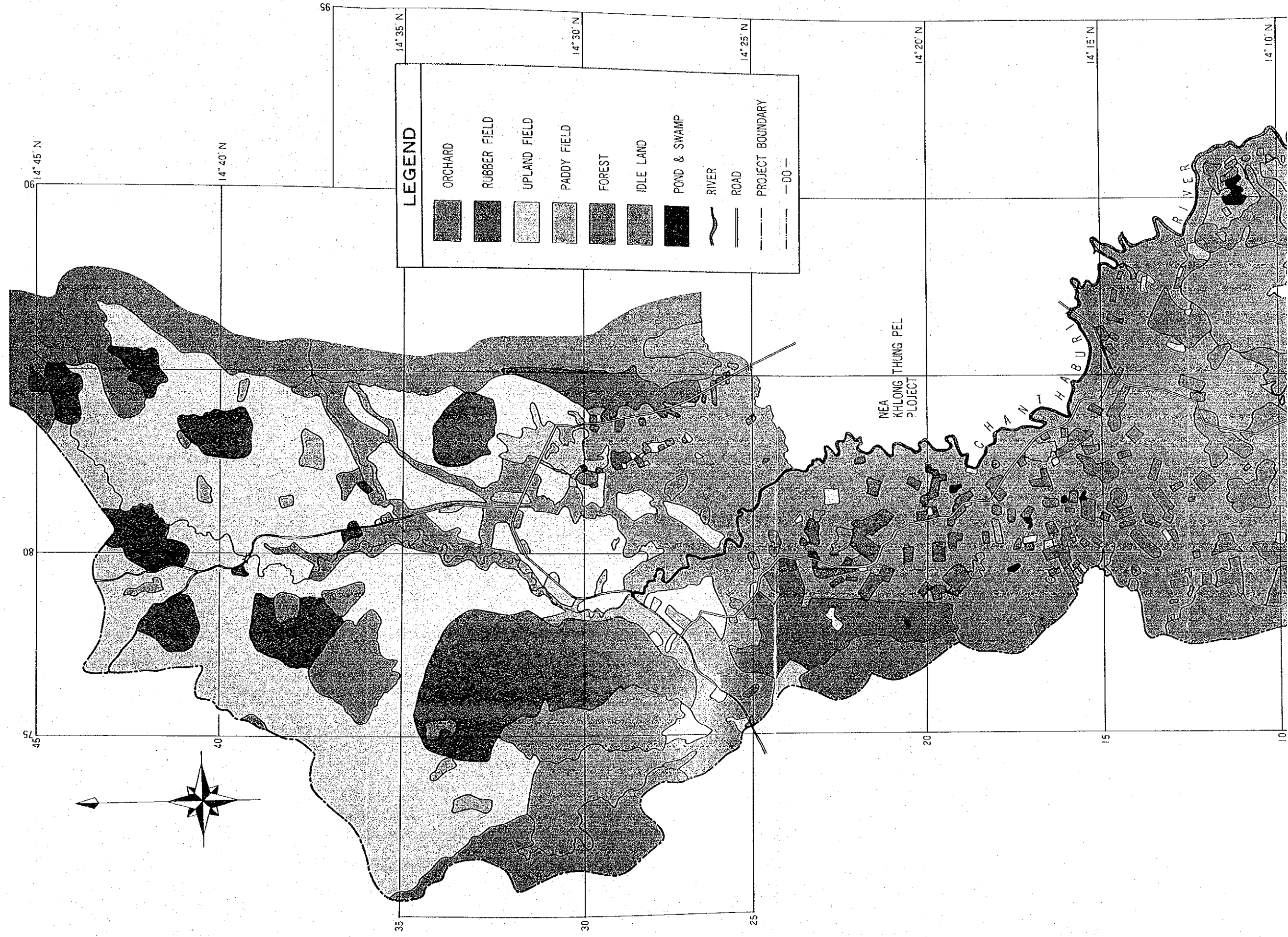
作物	上流地域	中流右岸	計
水稲	309.3	337.3	646.6
畑作物	7,711.6	144.5	7,856.1
果樹	3,293.9	8,106.1	11,400.0
ゴム	2,689.1	5,677.6	8,366.7
小計	14,003.9	14,265.5	28,269.4
その他	26,616.1	12,844.5	39,460.6
計	40,620.0	27,110.0	67,730.0

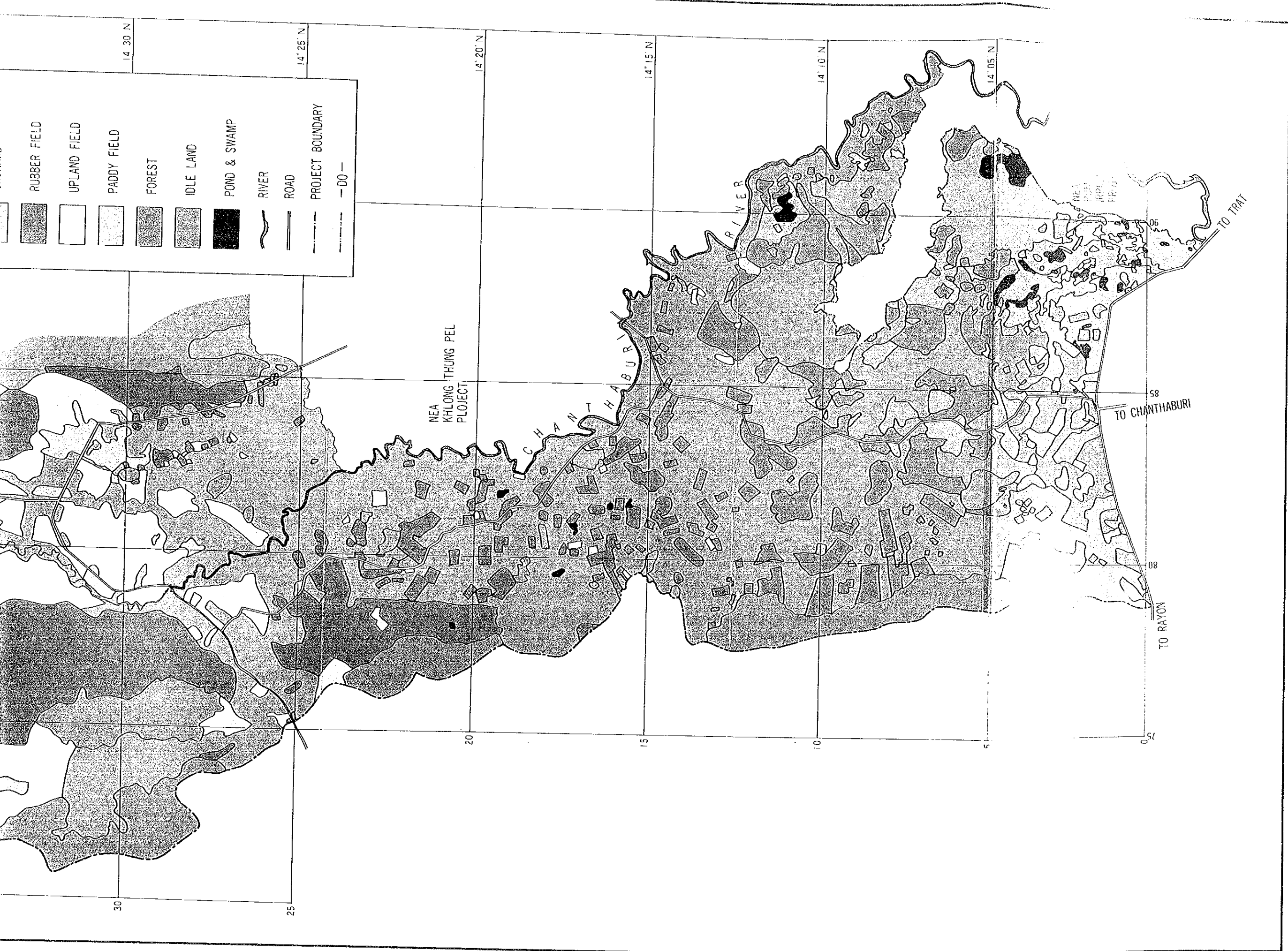
3.3.2 作物生産量

(1) 概要

チャンタブリ県はタイ国におけるドリアン、ランブータン及びマンゴスチンの特産地である。計画地域の総面積は67,730haであり、そのうち農地は42%の28,269.4haを占める。農家人口、農家戸数はそれぞれ23,317人、5,139戸であり、農家1戸当たりの平均所有農地面積は5.5 haである。

图3-2 现状土地利用图





	RUBBER FIELD
	UPLAND FIELD
	PADDY FIELD
	FOREST
	IDLE LAND
	POND & SWAMP
	RIVER
	ROAD
	PROJECT BOUNDARY
	DO

(2) 営農形態

計画地区は上流地域と中流右岸地域に二分される。上流地域は主として畑作地域でキャッサバが栽培され、近年パラゴムが導入され始めた。従って、この地域の営農形態はキャッサバ専業が主流となっている。中流右岸地域は果樹専業が主流で、かんがい用水の確保が困難な地区ではパラゴムが栽培されている。よって中流右岸地区の営農形態は果樹専業、果樹+パラゴム、パラゴム専業が混在している。

(3) 主要作物の耕種概要

ドリアン、ランブータン及びマンゴスチンの耕種法の概要は以下の通りである。

項目	ドリアン	ランブータン	マンゴスチン
繁殖	接木	芽接	実生
栽植間隔	(8-10m) x (8-10m)	同左	同左
施肥	-----初年度0.3-0.5kg/株、2年以降0.5kg増し---		
除草	モア-	同左	同左
かんがい	スプリンクラー	同左	同左
追肥(3年以降)	2~3回	同左	同左
収穫	人力	同左	同左

(4) 生産量

チャントブリ県および計画地域を代表するマカム郡の主要作物の平均生産量は下記の通りである。

作物	チャントブリ県			マカム郡		
	面積 (ha)	反収 (kg/ha)	生産量 (t)	面積 (ha)	反収 (kg/ha)	生産量 (t)
ランブータン	16,770	9,410	157,805	7,707	12,500	96,338
ドリアン	17,477	8,048	140,581	4,308	9,350	40,260
マンゴスチン	1,963	8,059	15,819	433	8,125	3,518
ゴム	42,106	908	38,237	9,989	1,292	12,906
キャッサバ	31,129	14,476	450,637	2,578	13,960	35,984

出典：園芸作物統計 1985/86-1987/88

チャントブリ県農業普及事務所資料 1985/86-1987/88

付属書-B参照

3.3.3 農業普及

計画地区はマカム、タマイ及びムアンの3郡にまたがっており、うちマカム郡が約80%を占めている。マカム郡の農業普及所はマカム地方郡(Tambon)にあり、9地方郡および農地35,153haを統括している。普及所の組織は次の通りである。

- 所長	1名
- 副所長	1
- 普及員	4
- 生活改善	1
- 事務	1
計	8

したがって、普及員 1名で 2～3の地方郡を担当している。管内には農民グループが4組あり、普及所が指導に当たっているが、組合員は 869名に過ぎない。活動状況は次の通りである。

- 農業資材の協同購入
- ラバーの協同販売
- 果樹の選果
- 果樹の協同販売

3.3.4 貯蔵、加工及び流通

地区内には近代的な貯蔵、加工、流通施設はほとんどない。1987年統計には20カ所の精米所、2カ所のキャッサバ製粉所のみが記載されている。今回の現地調査では数カ所でキャッサバのチップ工場が新設され、稼働しているのを確認した。しかしながらそれ以外の新規施設は見当らなかった。

農家は生産物の価格変動については非常に敏感である。従って価格上昇期を見計らって収穫、運搬を行なうのが一般的である。粳及びキャッサバはほとんど地元商人に売却される。しかし、地元商人が直接農家を訪問して取引を行なう場合もまれにある。果樹の売買に関する地元市場は主としてサラ・パク・セン及びカティンの2カ所である。商人はここで取引を行ない、バンコク及び他県にて再び販売する。果樹の運搬は主として4輪トラック、ピックアップ等が使用される。

消費者にとって果樹の鮮度は必要不可欠な要素であるため、チャンタブリで生産される商品価値の高い果物はドリアンにおける若干の例外を除いて、ほとんど加工されることはない。ドリアンについては低品種の物及び形状の悪い果実がドリアンケーンに加工される。この作業は主として農閑期に簡易な道具を用いて行なわれている。主要作物であるキャッサバ、パラゴムは加工を必要とするものであるが、近代的加工施設の欠如のため、主要な加工は地区外に持ち出された後行なわれる。運搬先は主としてラヨンおよびチョンブリである(付属書-G参照)。

果樹の輸出を扱っている商人は、契約農家から高品質果樹のみを通常庭先価格の1.5倍から3倍の価格で購入し、バンコクの輸出業者あて出荷している。果樹はその後包装され、シンガポール、ホンコン等に輸出される。代表果樹であるドリアン、ランブータン、マンゴスチンの輸出単価は市場単価に比べ、差が極めて小さい。すなわち、キログラム当たりの輸出単価はドリアン、ランブータン、マンゴスチンについてそれぞれ約24パーツ/kg、22パーツ/kgおよび21パーツ/kgである。

3.4 かんがい

3.4.1 かんがい用水量

計画地区のかんがい対象面積は、水源によって以下の2つに大別される。

- 河川水を直接取水しかんがいでいる地域
- 溜池利用の地域

水資源計画の策定に当たっては、地区に導入される作物の年間および期別の消費水量を推定することが重要である。永年作物である果樹の消費水量は、雨期には有効雨量でその100%が賄われており、下表に示す、現場で実際に適用されているかんがい水量は、その意味では作物が消費している水量の一部であると認識される。

現場で実施されているかんがい水量

水 源	(リッター/果樹/日)							計 (mm)
	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
河川水	70	110	140	180	180	180	180	314.5
溜池水	110	100	110	120	120	130	110	242.0
平均	90	105	125	150	150	155	145	278.3

修正ペンマン法、ブラネイ・クリドル法および蒸発計蒸発量法等の半理論式による計算値と上記の現場における実績値を比較検討した。この結果、スプリングラーテストの結果得られた実かんがい面積と植付面積との比率、1/2,200を適用すれば、計算値と実績値との間の調整が可能である。一方、流域の水資源の評価のためには、年間を通じた作物の消費水量の推定が必要である。よって本計画では修正ペンマン法による推定値を面積係数 2,200で調整した値を採用することとした。畑作物の消費水量については、落花生を代表作物として、同様に修正ペンマン法を適用した。一連の計算を表 3-1に示す。

総合かんがい効率を果樹かんがいに対して0.70、水田の二期作としての畑作物かんがいに対して0.60とし、かんがい必要水量を求めた。ここで、河川水直接利用地区では降雨による河川流出の40%が、また溜池水利用地区では流域流出量の50%がそれぞれかんがいに有効に利用されるものとした。これらは有効雨量として機能するものである。かんがい必要水量を以下に示す。

表 3-1. ペンマン法による作物別消費水量

	JANUARY			FEBRUARY			MARCH			APR.	MAY	JUNE	JULY	AUG.	SEP.	OCT.	NOVEMBER			DECEMBER			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3								1	2	3	1	2	3	
FRUIT TREE																							
CROPPING CALENDAR																							
1 T _{max} (°C)	31.9			32.2			32.6			33.2	32.2	30.9	30.4	30.3	30.5	31.3				31.4			31.3
2 T _{min} (°C)	19.9			21.8			23.0			23.8	24.4	24.5	24.3	24.3	23.9	23.3				22.1			20.5
3 T _{mean} (°C)	25.9			27.0			27.8			28.5	28.3	27.7	27.4	27.3	27.2	27.3				26.8			25.9
4 ea (mm)	33.4			35.7			37.4			39.0	38.5	37.2	36.5	36.3	36.1	36.3				35.3			33.4
5 R _{hmax} (mm)	71.5			77.4			79.3			80.8	84.6	86.0	86.2	86.6	87.9	83.9				75.9			70.5
6 ed (mm)	23.9			27.6			29.7			31.5	32.6	32.0	31.5	31.4	31.7	30.5				26.8			23.5
7 (ea-ed)	9.5			8.1			7.7			7.5	5.9	5.2	5.0	4.9	4.4	5.8				8.5			9.9
8 U (h=2m) (mm/day)	94			62			53			50	43	59	56	59	34	59				112			124
9 f(u)	0.52			0.44			0.41			0.41	0.39	0.43	0.42	0.43	0.36	0.43				0.57			0.60
10 f-W (EI=3m)	0.25			0.24			0.23			0.23	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24				0.24			0.25
11 (1-W)f(u)(ea-ed)	1.24			0.86			0.73			0.71	0.53	0.51	0.50	0.51	0.39	0.60				1.16			1.49
12 R _a (12.36 W)	12.7			13.8			15.0			15.7	15.7	15.6	15.6	15.6	15.2	14.3				13.2			12.4
13 n/W	0.56			0.50			0.47			0.42	0.29	0.18	0.17	0.14	0.18	0.36				0.51			0.57
14 0.25+0.5n/W	0.53			0.50			0.49			0.46	0.40	0.34	0.34	0.32	0.34	0.43				0.51			0.54
15 R _s =(12)*+(14)	6.73			6.90			7.35			7.22	6.28	5.30	5.30	4.99	5.17	6.15				6.73			6.70
16 R _{ns} =0.75R _s	5.05			5.18			5.51			5.42	4.71	3.98	3.98	3.74	3.88	4.61				5.05			5.03
17 f(t)	15.9			16.1			16.3			16.4	16.4	16.2	16.2	16.2	16.1	16.2				16.1			15.9
18 f(ed)	0.12			0.11			0.10			0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10				0.11			0.13
19 f(n/W)	0.60			0.55			0.54			0.48	0.36	0.26	0.25	0.23	0.26	0.42				0.56			0.61
20 R _{n1} =(17)*+(18)*+(19)	1.14			0.97			0.88			0.71	0.53	0.38	0.36	0.34	0.38	0.68				0.99			1.26
21 R _n =R _s -R _{n1}	3.91			4.21			4.63			4.71	4.18	3.60	3.62	3.40	3.50	3.93				4.06			3.77
22 W	0.75			0.76			0.77			0.77	0.77	0.77	0.76	0.76	0.76	0.76				0.76			0.75
23 W/R _n	2.93			3.20			3.57			3.63	3.22	2.77	2.75	2.58	2.66	2.99				3.09			2.83
24 (11)+(23)	4.17			4.06			4.30			4.34	3.75	3.29	3.25	3.09	3.04	3.59				4.25			4.32
25 c	1.06			1.06			1.06			1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06	1.06				1.06			1.06
26 ETD (mm/day)	4.42			4.30			4.56			4.60	3.98	3.48	3.45	3.28	3.22	3.81				4.51			4.58
27 Kc	0.90			0.90			0.85			0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85				0.85			0.85
28 ET (mm/day)	3.98			3.87			3.88			3.91	3.38	2.96	2.93	2.79	2.74	3.24				3.83			3.89

UPLAND CROP: GROUNDNUT																								
CROPPING CALENDAR																								
ELEMENT																								
I of growing season	61	72	83	94	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	17	28	39	50	
Crop coefficient (Kc)	1.03	1.03	1.00	0.81	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	0.50	0.62	0.67	0.99	
	0.99	1.03	1.03	1.00	0.81	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	0.50	0.62	0.87	
	0.87	0.99	1.03	1.03	1.00	0.81	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	0.50	0.62	
	0.62	0.87	0.99	1.03	1.03	1.00	0.81	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	0.50	
Kc average	0.88	0.98	1.01	0.97	0.85	0.78	0.68	0.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.48	0.49	0.53	0.62	0.75	
ETD by Penman (mm/day)	4.42			4.30			4.56			-	-	-	-	-	-	-	-	-	4.51			4.58		
ETc (mm/day)	3.9	4.3	4.5	4.2	3.7	3.4	3.1	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	2.2	2.4	2.8	3.4	
EQUATION																								
Normal irrigation (mm)	1/1	1/1	1/1	1/1	23/24	2/3	1/3	1/24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1/24	1/3	2/3	23/24	1/1	
WATER REQUIREMENT																								
(mm/day)	3.9	4.3	4.5	4.2	3.5	2.3	1.0	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.7	1.6	2.7	3.4	
(mm/10day)	39	43	45	42	35	23	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7	16	27	34	
Requirement (mm/month)	127			100			11			-	-	-	-	-	-	-	-	-	8			77		

単位面積当りかんがい必要水量

期別	月	圃場要水量		かんがい必要水量	
		果樹	畑作物	果樹	畑作物
		(1)	(2)	(3)	(4)
乾期	4	3.91	-	25.390	-
	5	3.38	-	21.948	-
	6	2.96	-	19.221	-
雨期	7	2.93	-	19.026	-
	8	2.79	-	18.117	-
	9	2.74	-	17.792	-
	10	3.24	-	21.039	-
	11	3.83	8	24.870	4.444
	12	3.89	77	25.260	42.778
乾期	1	3.98	127	25.844	70.556
	2	3.87	100	25.130	55.556
	3	3.88	11	25.195	6.111
計	(cu.m/ha)	1,258	323	8,171	5,383
	乾期	705	323	4,577	5,383
	雨期	553	-	3,594	-

注：(1) Field requirement in mm/day.

(2) Field requirement in mm/month.

(3) Unit demand = (1)/2.200/0.7x10 (cu.m/ha)

(4) Unit demand = (2)/0.6x10 (cu.m/ha)

3.4.2 かんがいシステム

かんがい施設の位置、諸元、機能、実績等の詳細を調査する目的で、調査対象地区内に三カ所のサンプル調査地区を選定した。

(1) サンプル調査地区-1

河川水によるかんがい地区を代表して、NBA によるポンプかんがい地区を選定した。河川水を直接利用しているかんがい地区は、主としてチャンタブリ川の本川沿いに帯状に分布している。NBA はチャンタブリ川本川沿いに 7カ所のポンプかんがい地区を実施しているが、そのうちP4、P5、P6地区がチャンタブリ川流域の中流右岸に属している。これらの地区をカバーする範囲で 1/5,000 の地籍図が用意されており、これに基づいて正確な土地利用、かんがい水源、河川水直接利用の範囲等を調査した。

図 3-3及び図 3-4にP6、P5地区の平面を示す。調査結果を以下に要約する。

サンプル調査地区の現況土地利用 (NEAポンプかんがい地区)

現況土地利用	P4地区	P5地区	P6地区	計
河川水利用地区 (果樹) (ha)	397.1	285.8	451.0	1133.9
溜池水利用地区 (果樹) (ha)	18.5	92.7	33.6	144.8
水田および畑 (ha)	3.7	8.7	3.7	16.1
ゴム園 (ha)	76.4	167.7	25.8	269.9
荒地、宅地その他 (ha)	245.2	613.3	566.8	1425.3
合計 (ha)	740.9	1168.2	1080.9	2990.0
河川延長 (km)	9.28	6.26	8.56	24.10
河川水利用地区の幅 (m)				
- 平均	428	457	527	472
- 最大	1000	1050	1250	1250
- 最小	50	250	50	50

上記調査に含めて、農民自身によって河川沿いに設備された小規模なポンプ施設の数を調査する考えであったが、正しく無数であり、各筆単位でポンプが設備されていると考えても良い。

図 3-3. サンプル調査地区-1(1)

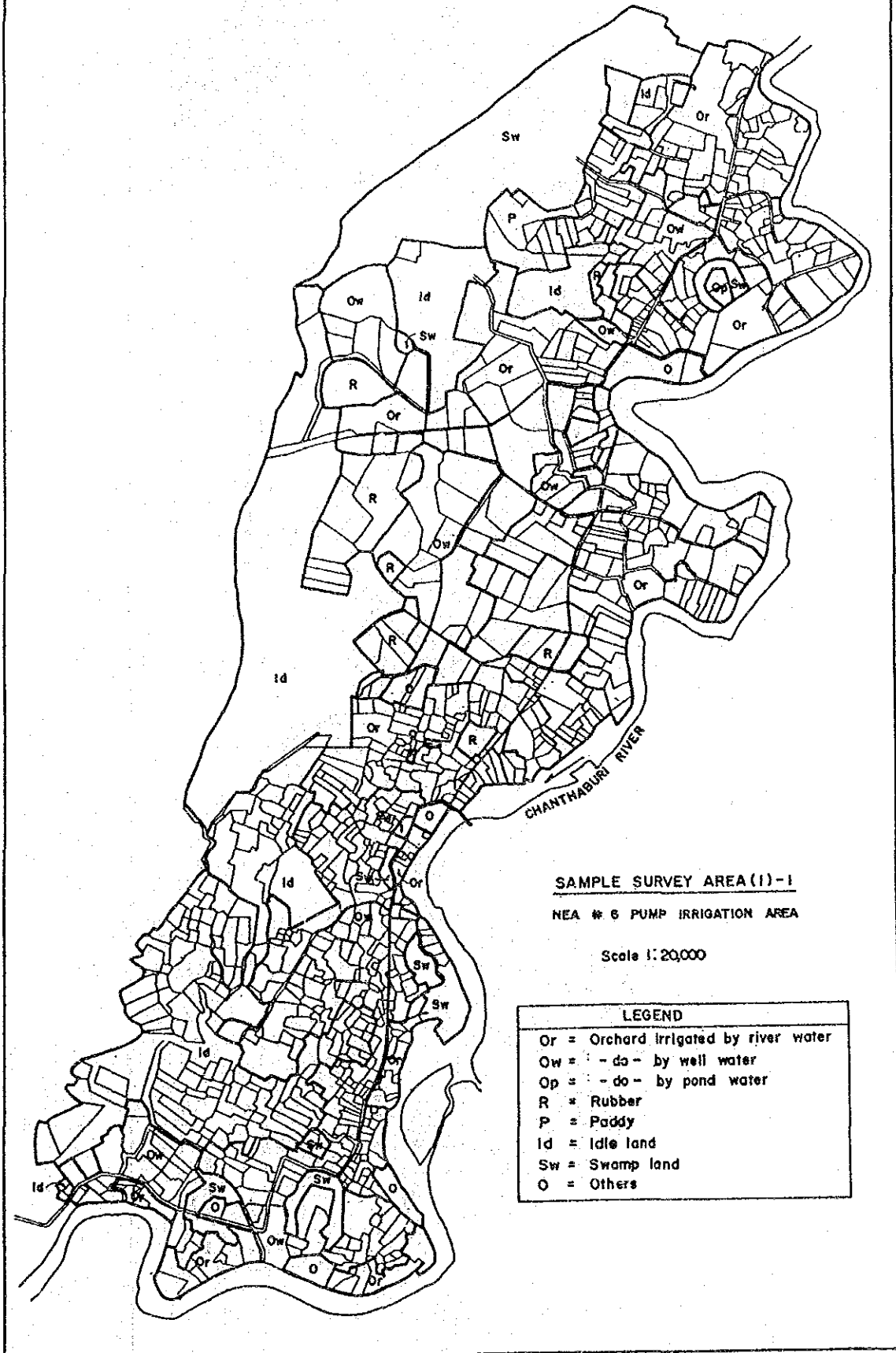
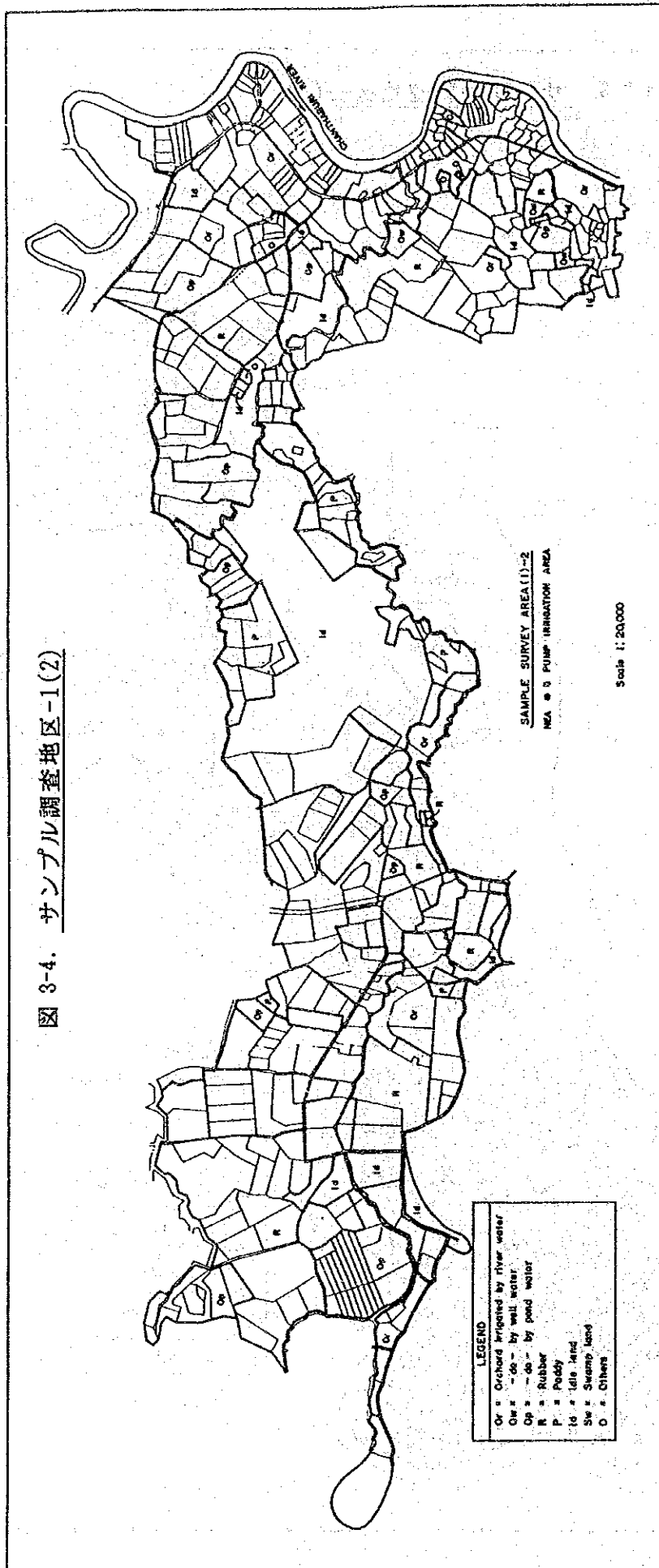


図 3-4. サンプル調査地区-1(2)



(2) サンプル調査地区-2

溜池利用の果樹主体の地区を代表して、タマイ郡の一部、約480 haの面積を1/10,000地形図上で抽出した。郡の土地局で入手した1/5000縮尺の航空写真を利用して、以下の項目について詳細な現地調査を行なった。

- 溜池及び末端かんがい施設の諸元、特に形状諸元、容量、水源、水不足の状況、かんがい期別の水位回復の状況、ポンプ諸元、末端配水管路のレイアウト、かんがいの実状等
- 農家別の地目別土地利用の詳細
- 溜池、その他末端かんがい施設の建設費、維持管理費、特に電気料金や燃料費

図 3-5に調査地区の平面を示す。地区には合計して 109個の溜池が設置されているが、その詳細を分析した結果、本地区における現況の溜池容量は940 cum/haとなる。

(3) サンプル調査地区-3

調査対象地区内に、既存の農民グループ（45戸および48分水）によって運営されているかんがいシステム（受益果樹園約290 ha）があり、この地区をサンプル調査地区 (3) とした。チャンタブリ川のカチン寺付近の橋梁地点でポンプ取水された水は、3249号道路沿いに布設された約8 kmの幹線パイプラインを通じて受益農家に配水される。受益農家は 9個のローテーションかんがいのためのグループに分割されており、それぞれ 5日間に一回、8時間から13時間の給水を溜池に直接受けている。調査はマカム郡の土地局から収集した 1/5,000縮尺の航測図によった。図 3-6に調査地区の平面を示す。溜池調査の結果、溜池の個数は72、平均的な容量は920 cum/haであった。主たる調査項目は以下の通りであった。

- 主ポンプおよび幹線パイプライン諸元
- 幹線沿いの分土工の位置及び構造
- それぞれの分土工によって支配されている受益地の範囲と面積

図 3-5. サンプル調査地区-2

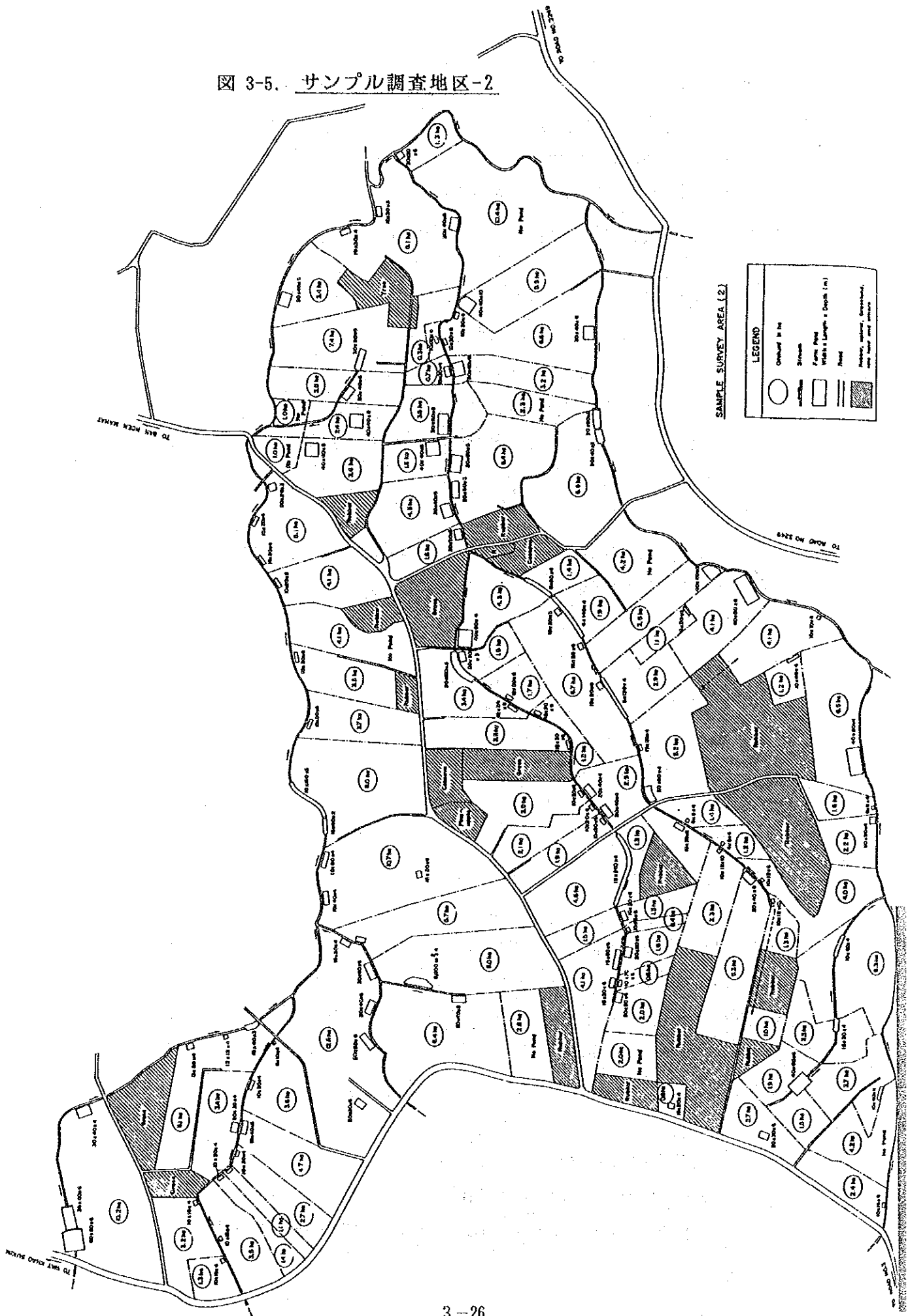
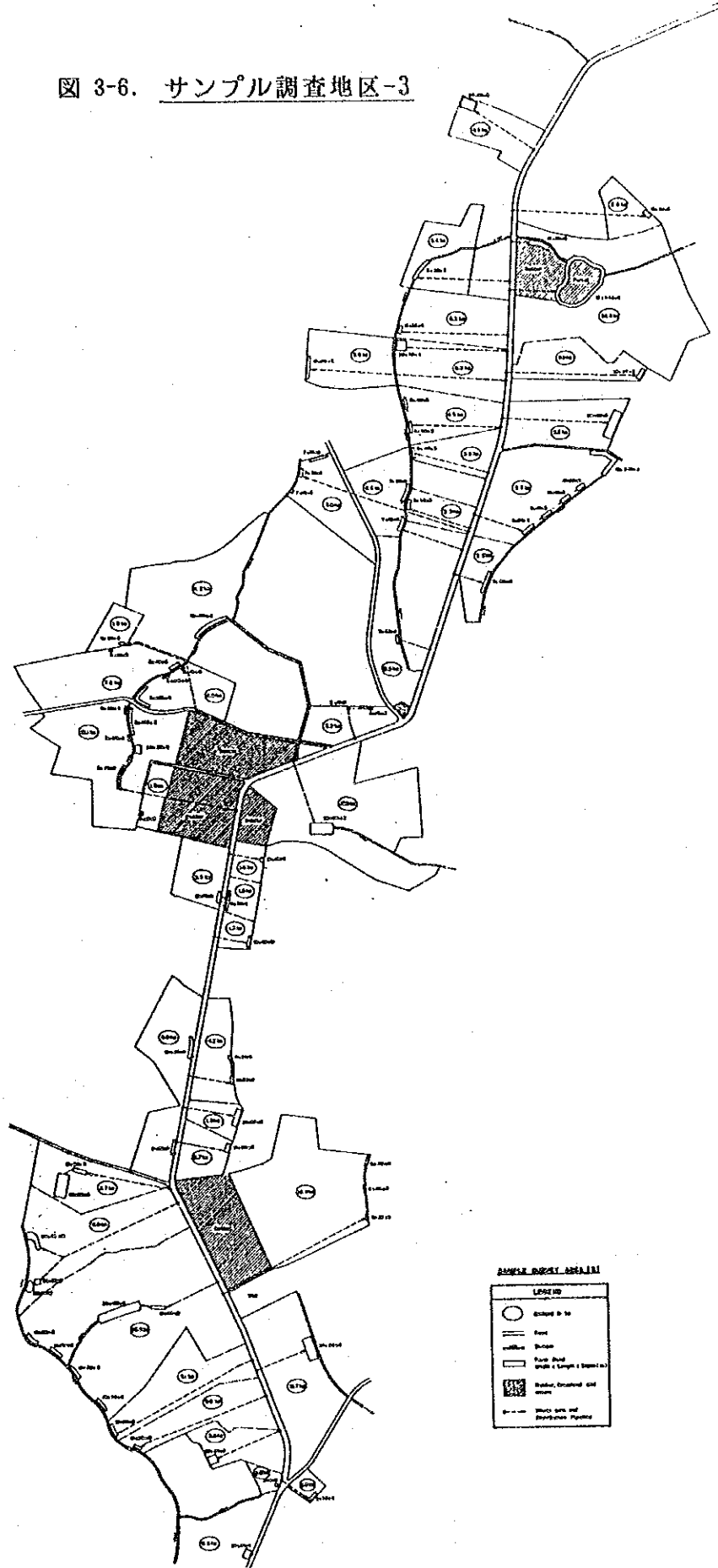


図 3-6. サンプル調査地区-3



- 配水管路と溜池の位置、諸元
- 地目別土地利用の詳細
- 施設設置の建設、維持管理費

3.4.3 かんがい施設

計画地区の最末端かんがい施設としては低圧の管水路システムが主力である。低廉かつ軽量のプラスチックパイプが地下に埋設されている。この方式は水源からかんがいの現場まで最も短距離のルートを採用することができ、かつ雑草対策や土地資源の損失もない。工事が完全であれば、浸透や蒸発等の損失もほとんど無視し得る。地表面に設置された可搬式パイプシステムも地区内では有力であり、埋設式と同様な効果が期待されている。

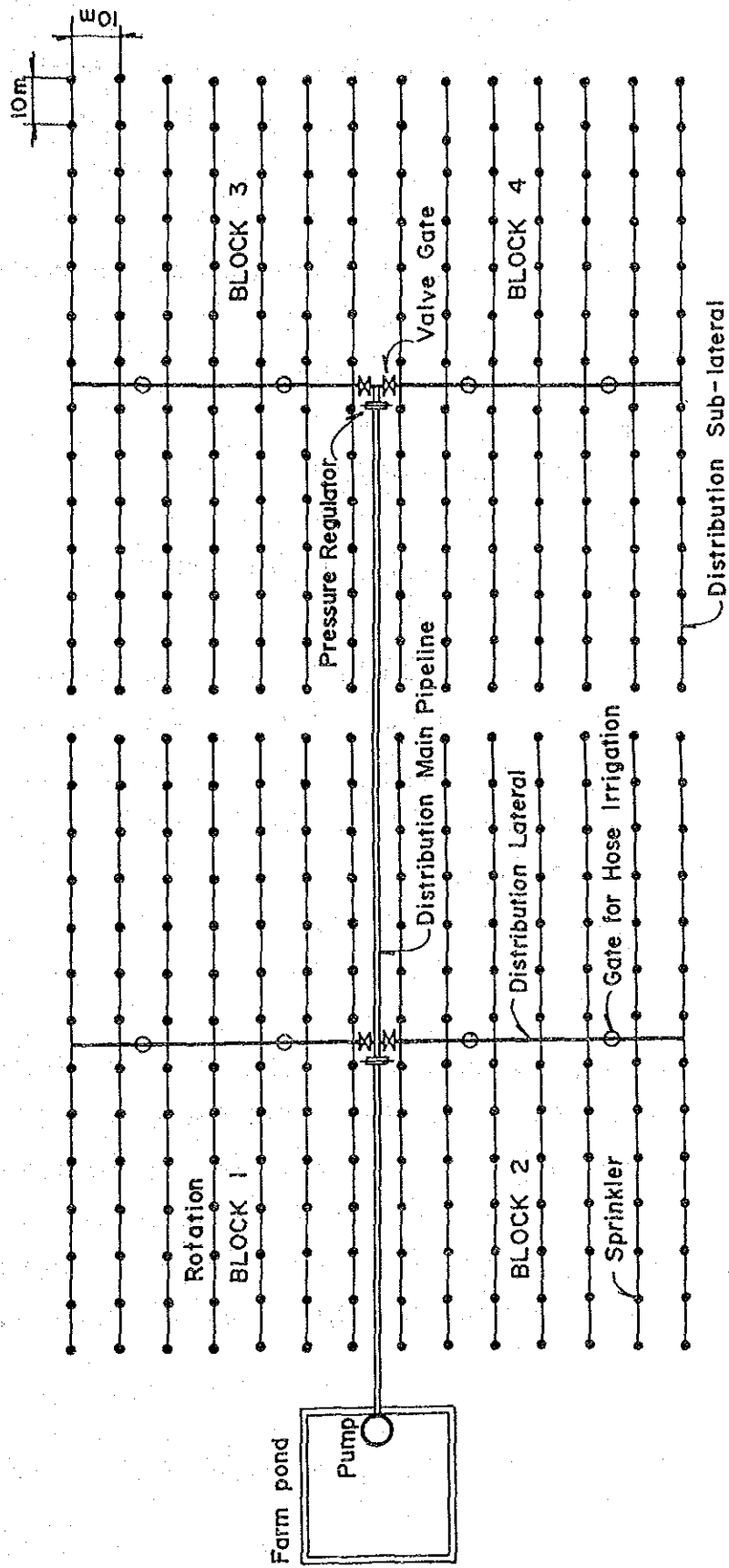
地区においては二つのタイプの管水路配置が代表的である。一つは完全な可搬式のタイプで、上流端で水源から注入された水がかんがい現場の最末端で直接放水されるかパイプ上に設置されたバルブに可搬式のホースが接続される。二つめは埋設管路との組合わせであり、埋設管に直接スプリンクラーの立ち上がり管が接続される。

現地調査の結果、果樹主体農家の果樹園の平均的な保有面積は約4.0ha/戸と推定されている。果樹は平均5日間の間断日数でかんがいされている。かんがい水はスプリンクラー方式で代表される最末端かんがい施設に、直接河川から、または溜池から供給される。図 3-7に末端4.0 haの標準的な施設配置を示す。施設諸元は以下の通りである。

河川水直接取水地区のポンプ諸元

- 形式：φ40mmポリユート・ポンプ
- 水頭：12m(実揚程)+3m(損失)+20m(スプリンクラー)=35m
- 出力： $0.163 \times 0.144 \text{ (cu. m/min)} \times 35 \text{ (m)} \times 1.15 / 0.5 = 1.9 < 2.2 \text{ kw}$

図 3-7. 最末端かんがい施設の標準配置



溜池利用地区のポンプ諸元

- 形式：φ40mmポリユート・ポンプ
- 水頭：9m (実揚程)+3m (損失)+20m (スプリンクラー)=32m
- 出力：0.163x0.144 (cu. m/min) x32 (m) x1.15/0.5=1.7<2.2kw

配水パイプライン (12時間運転)

- 4 (ha) x0.6 (liter/sec/ha) =0.0024 (cu. m/sec) =0.144 (cu. m/min)
- Pipe =φ75mm (1.5"), PVC

溜池諸元

- 有効貯水量 = 920 (cu. m/ha) x4ha = 3,680 (cu. m)

なお、サンプル地区調査の結果得られた溜池容量は以下の通りである。

<u>サンプル調査地区</u>	<u>有効貯水量 (cu. m/ha)</u>
地区-2	940
地区-3	920
採用値	920

3.4.4 水利用状況

計画地区の主要水源は降雨によって生じた流出の表面流出成分と中間流出成分である。チャントブリ川のバン・プク流量観測所 (流域面積671 sq. km) での、1969年から1986年までの17年間の記録によれば、年間流出量896MCMの90%以上は5月から10月までの雨期に集中している。地区内では主として果樹に対するかんがいは11月から翌年4月 (あるいは5月の初め) までの乾期に行なわれているが、かんがい水源は直接河川、もしくは溜池に頼っていることは先に述べた通りである。

現地調査に基づく、地区中上流部での水利事情の概況は以下に述べる通りである。

Khlong Phlu 地方郡：チャントブリ川から直接取水する上流部地域は乾期を通じて十分な利水が可能である。しかしながら地方郡内の90%を占める溜池利用地区では用水不足を生じる。

Takian Thong 地方郡：同上。ただし河川水利用地区の水不足の頻度は7～8年に1回程度とされている。

Phluang 地方郡：乾期には河川の表流水がほとんどなくなる。河川での暫定的土堰堤建設と河床部掘削で乾期の取水量確保に努めている。用水不足の頻度は3ないし4年に1回程度である。

Wang Saem 地方郡：毎年3月～5月は河川表流水が枯渇する。河床部に浅井戸を掘削し取水している。河川水利用地区の渇水の頻度は3年に2回程度と報告されている。

地区内には多数の溜池が分布しており、サンプル調査地区での実測によれば溜池密度は920cu.m/haであり、総有効貯水量は9.3百万トンと推定される。これらの溜池は雨期の終わり（かんがい期間の初め）には流出量によって満水している。溜池内の貯水量はかんがいの実施に伴って減少するが、なお、溜池への地下水流入によって水位が回復する。この水位回復もかんがい期間を通じて時間の経過に応じて減少し、かんがい期の後半には溜池は空になる。溜池の水収支解析により、溜池への地下水流入成分は流出解析における地下水流出成分に相当することが説明されている（付属書-A参照）。

第四章 開発計画

第四章 開発計画

4.1 目的と事業構成要素

4.1.1 目的

本チャントブリ川流域農業水利開発計画の事業実施により、土地及び労働生産性の向上、農業生産物、特に果樹の付加価値を高めるための流通その他構造の改善等により単位収量の拡大を図る。安定したかんがい水源を確保し、貯水ダム、頭首工及びパイプライン等によるかんがいの導・配水システムの構築、現況水田への二期作の導入、ゴムやキャッサバからの果樹への転換、ゴムや果樹に対する高品質・高収量品種への転換の促進、より高生産性かつ実現可能な営農パターン及び技術の確立、研究および農業支援組織の拡充・強化、果樹の付加価値を高めるための、またかんがい施設の維持管理を行ない水管理を実施するための農民グループの組織化等により生産性の高い農家を育成することを目的とする。

4.1.2 事業構成要素

本事業計画は集約化された農業開発とそれに付随するかんがい基盤造成が対象であり、事業構成要素は以下のように要約される。

総合農業開発

- 営農技術の改善と安定したかんがい用水の供給による作物の生産性の向上
- ゴム（旧品種）から果樹への転換
- 畑作物（主としてキャッサバ）から果樹への転換
- 高品種の果樹営農システムの確立と集出荷システムの改善を図るための農業協同組合および農民グループの組織化
- デモンストレーション・ファームの建設と調査研究施設の拡充

かんがい基盤造成

- 貯水ダム、取水施設、堰、調整池、及びその他水資源開発に関連する各種施設の建設
- かんがい水の導水、配水施設の設置
- 新規開発地区の末端かんがい施設の整備
- 適切な水管理システムの導入

4.2 総合農業開発

4.2.1 土地利用及び作物転換計画

将来の土地利用計画の基本概念は水資源の有効利用による土地生産性の向上および農家所得の拡大である。この目的を達成するため在来品種のゴム園、畑作物ならびに水田からの果樹園への転換を推奨する。乾期の水田裏作の導入はかんがい地区の拡張と同様に推進することが肝要である。この概念に基く作物別の開発構想は以下のとおりである。

1) 水田

中流右岸地域の水田の一部を果樹に転換する。水田は果樹地域に点在して小規模に作付されている。上流部地域はかんがい施設、排水施設を建設し、裏作物を導入して、土地生産性を向上させる。

2) 畑作物

キャッサバ栽培地域の中で永年作物の栽培に適した地域は果樹に転換し、農家所得の順調な増加を期待する。

3) 果樹

果樹園はゴムとキャッサバ栽培地区からの転換に伴って拡大される。果

樹栽培はかんがい地区としてより収益が高く、本計画のもとでより拡張される。

4) ゴム園

Tha Mai 郡を除き在来種のゴム園を果樹に転換する。 転換された果樹園には末端かんがい施設が設けられる。

5) 雑木林および不可耕地

これらの土地の多くは防風効果を持っており、雨期にはたん水する。 このためこの土地はそのまま存続させることとする。

かんがい施設の建設と改修を行なうことを前提とし、作物別の転換計画を樹立した。 以下の作物転換基準はチャンタブリ県農業普及事務所と検討した結果に基づくものである。

- キャッサバから果樹への転換

キャッサバによって代表される畑作物の一部を果樹に転換する。 果樹への転換率は受益農家の経済状態を考慮して最大限、上流部は20%、中流右岸は40% とした。

- ゴムから果樹への転換

果樹への転換率は受益農家の経済状況から見て、Tha Mai 郡を除き最大20% とした。 Tha Mai 郡のゴムは既にその殆どが新品種へ政府の補助金で植え替えられているため、転換計画からは除外された。

- 水田から果樹への転換

中流右岸の水田の20% が果樹へ転換される。

- 水田の裏作

水田で10ha以上の団地において、農家の経済状況を考慮して、その20%に裏作を計画した。この作付計画は上流部のみで、裏作として作付される作物は落花生8%、大豆8%および野菜4%とした。以上のことから、計画地域の土地利用計画は下表に要約される。

単位：ha

		計画作付面積				
		果 樹	ゴ ム	畑作物	水 稻	計
現 況	果樹	11,392.1	7,227.3	-	-	11,392.1
	ゴム	1,139.4	7,227.3	-	-	8,366.7
	畑作物	2,283.7	-	5,572.4	(61.9)	7,856.1
	水稲	53.2	-	-	593.4	646.6
	計	14,868.4	7,227.3	5,572.4	593.4	28,261.5

注：括弧は乾期に裏作を導入する面積である。

4.2.2 作物生産計画

(1) 作付面積

計画地域の主要果樹であるドリアン、ランブータンおよびマンゴスチンに加えて、水田への二期作として落花生、大豆および野菜を導入する。計画作付面積は以下の通りである。

作物	既植 (ha)	新植 (ha)	計 (ha)
果樹 : ドリアン	3,981.3	1,208.1	5,189.4
ランブータン	6,273.3	1,923.0	8,196.3
マンゴスチン	1,137.5	345.2	1,482.7
小計	11,392.1	3,476.3	14,868.4
水田裏作 : 落花生	-	24.8	24.8
大豆	-	24.7	24.7
野菜	-	12.4	12.4
小計	-	61.9	61.9
計	11,392.1	3,538.2	14,930.3

(2) 目標収量

a) 果樹

現況単位当たり収量は変動が多い天候による影響に敏感であり、変動が大きい。このため、目標収量は次の事を基本として決定した。

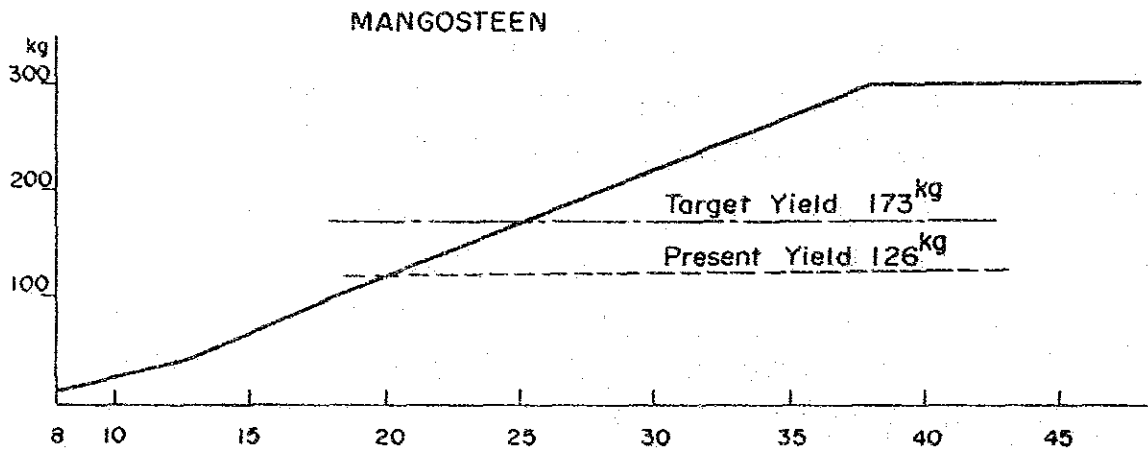
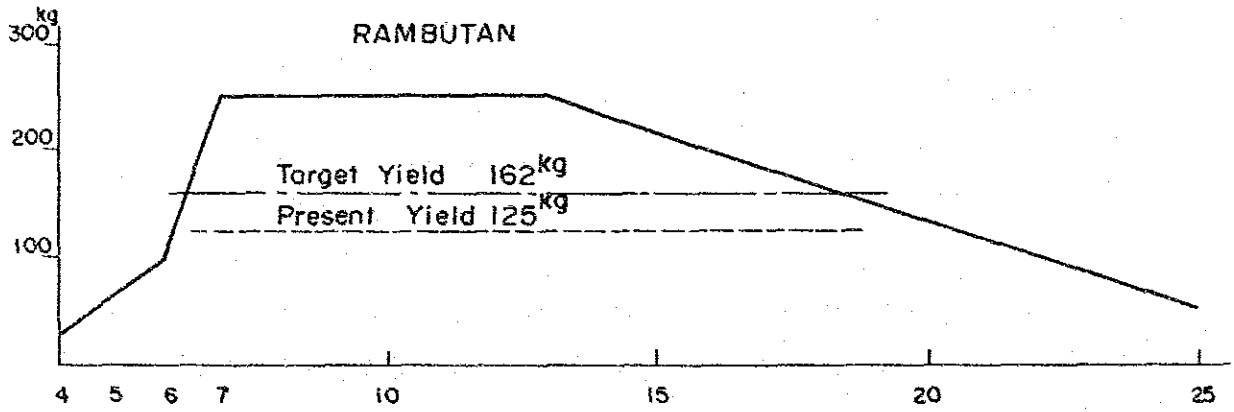
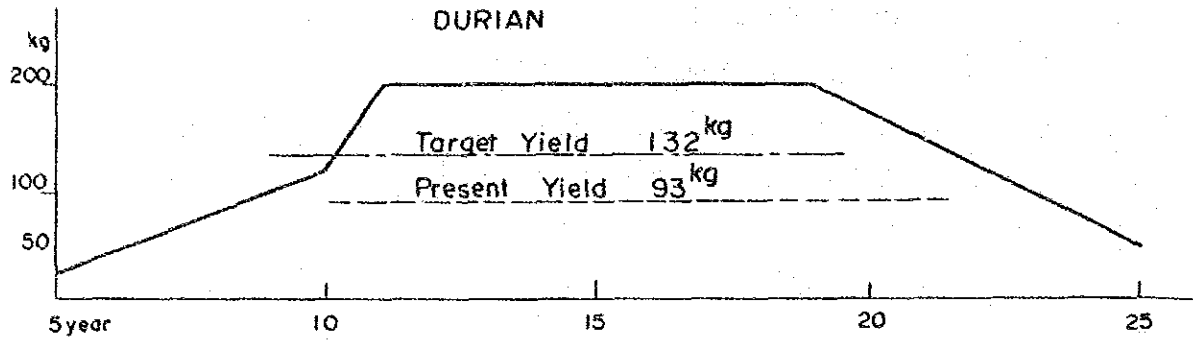
- i) マカム郡の最近3年間の平均単位当たり収量
- ii) 県普及所の推奨値
- iii) チャンタブリ園芸試験場の試験成績
- iv) 果樹農家調査の結果。ただし原則として適切な施肥、防除、かんがい、除草等が実施されるものとした。

目標収量を決定するための手続きは以下の通りである。

- i) 樹齢別の果樹別の生産量の推定
- ii) 結実期間全体の総生産量の推定
- iii) 総生産量を結実期間で除した、平均生産量の推定

図 4-1に上記の計算にもちいた果樹別、樹齢別の生産量を示す。その結果、以下の目標生産量を設定した。

圖 4-1. 樹齡別果樹生產量



ドリアン	12.0	—	14.3 t/ha	1,900	—	2,300 kg/Rai
ランブータン	15.3	—	17.0	2,400	—	2,700
マンゴスチン	16.2	—	18.0	2,600	—	2,900

b) 畑作物

タイ国における大豆の主要品種にsojo-4及びsojo-5がある。この目標収量は農業普及局では1,560 kg—2,190 kgと設定しており、計画では中間の1,900 kgを採用した。落花生はタイナン9、ランパンおよびスコタイとし、同様に目標収量を農業普及局の設定した収量の中間をとり1,900 kgとした。これらの目標収量は適切なるかんがい用水と農業普及活動および農家の自助努力を期待したものである。

(3) 作物別の栽培法

主要作物の栽培法と作付カレンダーを表 4-1及び図 4-2に示す。同図・表中に特に述べた諸点は以下の通りである。

植付け期、植付け間隔、施肥(*1)、単位面積当たりの苗の本数、かんがい期間、成育中の栽培法(*2)及び収穫期

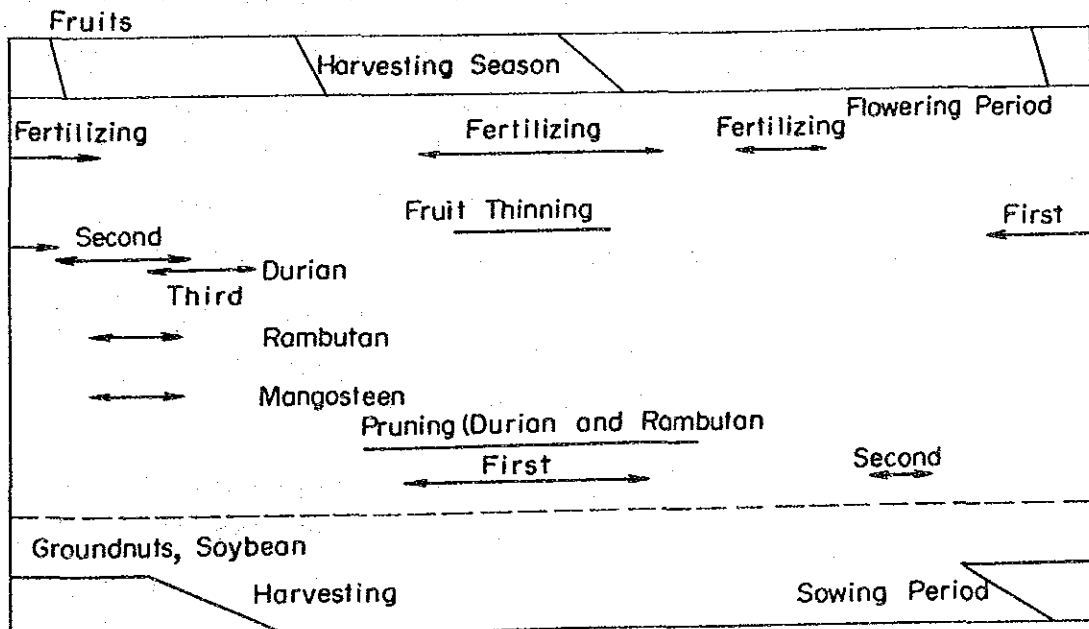
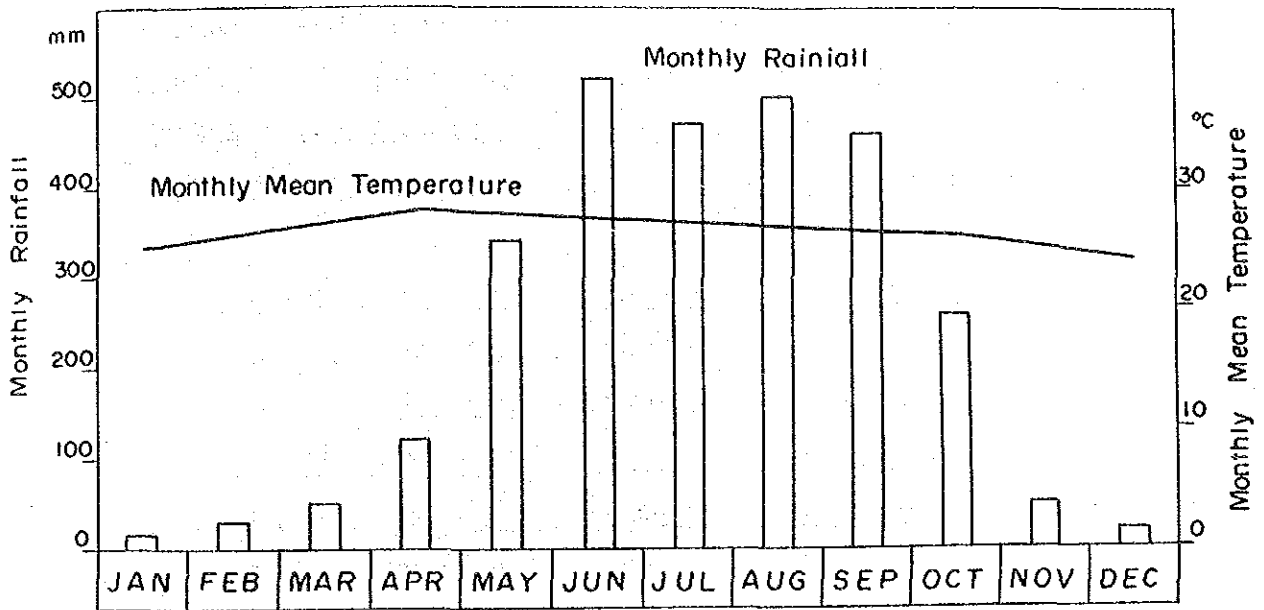
ただし、(*1)：15-15-15もしくは16-16-16の施肥は幼木に、また成長するに従い13-13-21もしくは8-24-24等の低窒素肥料を、樹齢10年には2.5kg/本程度また樹齢20年には4.5kg/本程度施与することが望ましい。低窒素肥料の施与の後は樹木は生き生きと頑強になり、Phytophthora病に侵されにくくなる。肥料の施与は年一回よりも二度に分けて施与することが望ましい。一回目は収穫の直後とし、活力の回復を図る。二回目は着らい期前とする。

(*2)：果樹のカバークロップは新植後4～5年間とし、作物は落花生、大豆、マングビーンが経済的にも土壌侵食防止の目的としても良い。

表 4-1. 作物栽培方法

Item	Planting/ Seeding Period	Pant Distance (m)	Basic Fertilizer	Seed Quantity	Irrigation Period	Top Dressing	Weeding (time)	Pesticide (time)	Other (time)	Harvest Period
Durian NBT ^{1/} NB ^{2/}	Jun-Sep	10x10	0.5-2 kg/tree	100 tree/ha	Oct-May	-	2-4	1-2	-	-
	-	-	2 "	"	do	2 kg/tree	2-3	5-7	fruit thinning 3 pruning 2-3	May-Jul
Rambutan NBT	Jun-Sep	10x10	0.5-2 kg/tree	100 tree/ha	do	-	2-4	1-2	-	-
BT	-	-	2 "	"	do	2 kg/tree	2-3	5-7	fruit thinning 1 Pruning 2	May-Jul
Mangosteen NBT	Jan-Sep	10x10	0.5-2 kg/tree	100 tree/ha	do	-	2-4	1-2	-	-
BT	-	-	2 "	"	do	2	2-3	5-7	fruit thinning 1	May-Jul
Groundnuts	Dec.	0.3x0.2	156 kg/ha	75 kg/ha without peel	Dec-Mar	-	2	0-1	-	Apr.
Soybean	Dec.	0.25x0.25	156 kg/ha	44 kg/ha	30	-	2	0-1	-	Apr.
Vegetables	Dec.		800 kg/ha		do	200	3	2-3	-	Mar-Apr.

図 4-2. 作付カレンダー



(4) 農業生産量

果樹の生産は降雨量の多寡によって左右され、不安定である。しかしながら事業完了後は全域に必要なかんがい用水が適切な水配分によって供給が可能となる。かんがい水の供給が安定すれば、肥料、農薬等の投資の効率が高まり、農業生産に対して相乗効果をもたらす。作物別生産量は次の通りである。

作物	面積 (ha)	反収 (kg/ha)	生産量 (t)
ランブータン	8,196.3	16,200	132,780
ドリアン	5,189.4	13,200	68,500
マンゴスチン	1,482.7	17,300	25,651
小計	14,868.4	-	226,931
落花生	24.8	1,900	47
大豆	24.7	1,900	47
野菜	12.4	15,000	186
小計	61.9	-	280
計	14,930.3	-	227,211

作物別の増加生産量は次の通りである。

作物	種別	目標収量 (t/ha)	現況収量 (t/ha)	増産量 (t)	面積 (ha)	増加生産量 (t)
ランブータン	既植	16.2	12.5	3.7	6,273.3	23,211
	新植	16.2	-	16.2	1,923.0	31,153
	小計				8,196.3	54,364
ドリアン	既植	13.2	9.35	3.85	3,981.3	15,328
	新植	13.2	-	13.2	1,208.1	15,947
	小計				5,189.4	31,275
マンゴスチン	既植	17.3	12.6	4.7	1,137.5	5,346
	新植	17.3	-	17.3	345.2	5,972
	小計				1,482.7	11,318
計				14,868.4	96,957	
落花生	新植	1.9	-	1.9	24.8	47
大豆	新植	1.9	-	1.9	24.7	47
野菜	新植	15.0	-	15.0	12.4	186
計				61.9	280	
合計				14,930.3	97,237	

注) - ランブータン、ドリアンの現況はマカム郡農業普及所の統計:1985-87の平均

- マカム郡のマンゴスチンの現況収量は若令樹が多いため低いが、計画が実施される時点では12.6~14.0t/haに達する旨、県農業普及事務所より強い勧告があり、これを採用した。

事業を実施しない場合の果樹の単収は、適切なかんがい用水量が得られていないため、施肥、農薬による効果は期待できず、現況の収量は将来も変わらないのが一般的である。

4.2.3 農業支援

(1) 展示圃場

本県にはチャントブリ園芸試験場があるが、技術普及のための展示園は設

置されていない。このため試験場の研究成果の応用、利用、果樹の品質改良を行なう展示圃場の創設が必要である。

最初の5カ年間は農家の農園で調査研究を行なう。農家の農園を10ha借用し5年後は新設された展示圃場で引き続き研究を実施する。展示圃場の概要は次の通りである。

1) 面積	10 ha
圃場	8 ha
建物敷地等	2 ha

2) 組織と職員等

組織職種	職員数	助手数	運転手・労務者
場長	1人		
かんがい	1	2人	
果樹栽培	1	2	
病虫害	1	2	20人
貯蔵	1	1	
庶務	1	1	
会計	1	1	
計	7	9	計20人

3) 業務内容

- a) 必要用水量の研究・調査
- b) かんがい方法の研究・調査
- c) かんがい組織の研究・調査
- d) 防除法の研究・調査
- e) 樹齢別生産量の研究・調査
- f) 果樹の貯蔵法の研究・調査
- g) 市場組織の研究・調査（選果、包装等を含む）
- h) 農業普及員及び農民の研修

4) 農業施設

- 包括的なかんがい組織
- 農道及び排水路等

5) 建物

- a) 事務所、会議室、及び実験室
- b) 教室
- c) 貯蔵施設
- d) 選果及び包装室
- e) 倉庫
- f) 車庫
- g) 住宅

6) 農業用機械及び車輛

(2) 農業普及所および園芸試験場

1) 農業普及事務所

a) 普及員の増強

現況の項で述べたように、普及員の絶対数が不足している。計画地区の上流地域、Tambon Khlong PhluとTakian Thongではキャッサバが主要作物で、果樹栽培の経験者が少ない。そのうえ、この2つのTambonを1人の普及員が担当している。本計画が実施されると、2,474 haが果樹に転換される。それらの農家の指導には、少なくとも4人の増員が望ましい。中流部では994.4 haが果樹に転換される。しかしこの地域は果樹栽培の経験が多く、また、2つの郡、4つの地方郡に跨がっているため問題は少ないものと考えられる。

b) 電話の設置

マカム郡の農業普及所ならびに各地方郡に配置されている普及員事務所には電話が設置されていない。このため、円滑な運営は望みがたい。

2) チャンタブリ園芸試験場

本試験場は1986年に設立された。それまでは試験地として運営されていた。1988年に試験施設、建物等がほぼ完成している。本格的試験はこれからであり、下記の項目について格段の研究が望まれる。

- 収穫期の幅を拡げることに関する研究
- 果実の保存期間を長くすることに関する研究
- 果実の品質の向上に関する研究
- 病虫害の防除に関する研究
- 品種改良に関する研究
- その他に関する研究

4.2.4 農業協同組合と農民グループ

(1) 農業協同組合

農業協同組合は各郡で設立され、運営されているが、県農業協同組合事務所の熱心な指導にもかかわらずそれらの活動は必ずしも活発ではない。協同選果均一化された包装、その他の協同作業により果実の市場価格が大幅に左右されるため、農業協同組合組織への加入員を増強し、品質管理と流通を管理するためのシステムを設立することが強く望まれる。また、これを実現するために政府の補助による強力な支持が期待される。

(2) 農民グループ

農業協同組合と農業普及事務所、各々の傘下のもとに農民グループがあるが

両者の活動目的は農業投入資材、生産物の協同売買、協同栽培管理、品質管理等、共通しているため統合化が望まれる。本事業の実施に伴い、果樹生産の大幅な増産が期待されるため、市場リスクを回避し運搬費を節減するための、作業の協同化が重要な課題である。グループ単位での市場調査等が促進されるべきであり、こうした活動によって農民間に輸出等への強い志向がもたらされるであろう。

4.3 かんがい開発計画

4.3.1 かんがい対象面積

調査対象地区面積はチャンタブリ川流域の上流部、及び中流右岸地区から国家エネルギー庁 (NEA) によって実施中のポンプかんがい地区、および実施が予定される Khlong Thung Pel 事業地区を除外した、67,730ha である。ドリアン、ランブータン及びマンゴスチンに代表される果樹がかんがいの主対象である。現在農用地として利用されている28,269.4haのうち、11,400.0ha (40.3%)が果樹によって占められ、ゴムが8,366.7ha (29.6%)、キャッサバに代表される畑作物が7,856.1ha (27.8%)、そして646.6ha (2.3%)が水稲である。地方郡 (Tambon) 及び郡 (Amphoe) 別の土地利用の現況は以下のとおりである。

地方郡別、作物別土地利用 (ha)

地方郡 (郡)	水田	畑作	果樹	ゴム	その他	合計
Khlong Phlu	242.0	6874.3	1780.0	2119.4	19414.3	30430.0
Takian Thong	318.1	671.2	1321.6	919.9	8439.2	11670.0
Pluang	14.0	71.5	4086.6	2377.0	3750.9	10300.0
Wang Saem	17.7	-	397.5	140.2	374.6	930.0
Tha Luang	4.8	-	227.5	189.4	1078.3	1500.0
Salang	50.0	12.8	945.1	1326.6	2395.5	4730.0
Tha chang	-	8.0	90.1	128.6	43.3	270.0
(Tha Mai)	-	218.3	2551.6	1165.6	3964.5	7900.0
Total	646.6	7856.1	11400.0	8366.7	39460.6	67730.0

現在地区内では、胡椒を含む果樹のみがかんがいの対象である。土地利用の現状及び営農形態に鑑み、水稲、畑作、ゴムから果樹への作物転換計画と現況水田への裏作 (野菜、落花生、大豆) の導入が計画された。その詳細を付属書-Pに示すと共に下表に要約する。

作物転換計画の要約 (単位: ha)

ゾーン	水源	現況				果樹への転換		計画	水田	計
		果樹	水稲	畑作	ゴム	果樹	裏作			
上流部	河川	1534.9	-	986.3	79.3	2592.6	46.1	2638.7		
	溜池	1759.0	-	1256.4	160.0	3175.4	15.8	3191.2		
	小計	3293.9	-	2242.7	239.3	5768.0	61.9	5829.9		
中流右岸	河川	1390.0	53.2	20.9	115.4	1579.5	-	1579.5		
	溜池	6716.1	-	20.1	784.7	7520.9	-	7520.9		
	小計	8106.1	53.2	41.0	900.1	9100.4	-	9100.4		
合計		11400.0	53.2	2283.7	1139.4	14868.4	61.9	14930.3		

(注) 上流部河川掛かりの現況果樹からは、KP-2ブロックの果樹7.9 haがかんがい計画から除外されている。

よってかんがい対象面積の既設園、新規開発園別の内訳は以下の通りである。

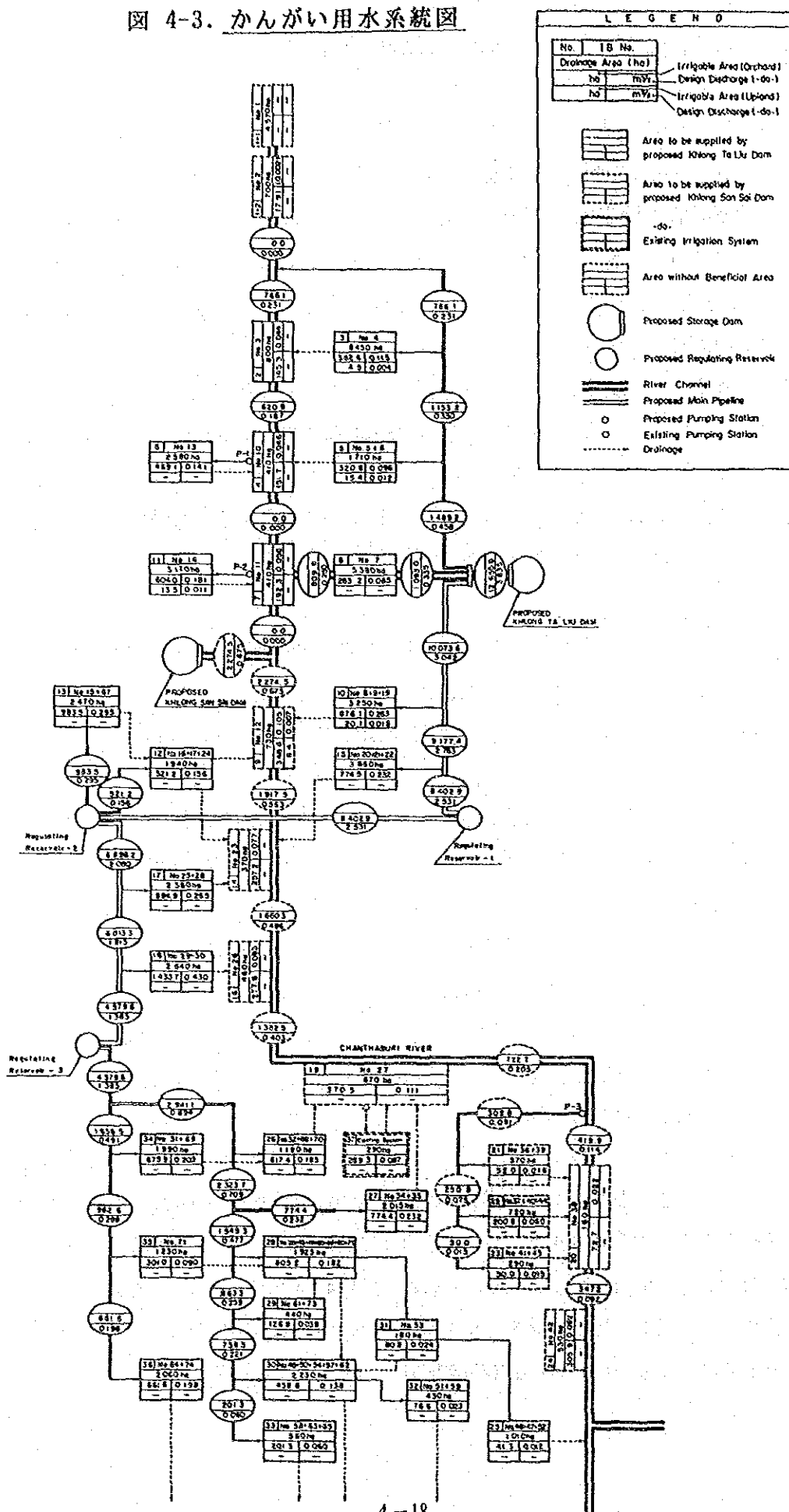
かんがい対象面積 (ha)

地目	かんがい面積
果樹園: 既設園	11,392.1
新規開発	3,476.3
水田裏作: 新規開発	61.9
計	14,930.3

4.3.2 用水系統と貯水池別水配分

選定された貯水ダムの位置、可能貯水容量、ヘッド、受益地の面積、地形条件等から、用水系統を図 4-3に示すように決定した。予定されるダム群 (No. 4 dam = Khlong Ta Liu Dam, No. 5 dam = Khlong San Sai Dam) の有効水頭の観点から、No. 5ダムはチャンタブリ川本流沿いの河川水直接利用掛かりの面積に優先的に利用するものとし、基本的水配分を以下のように決定した。

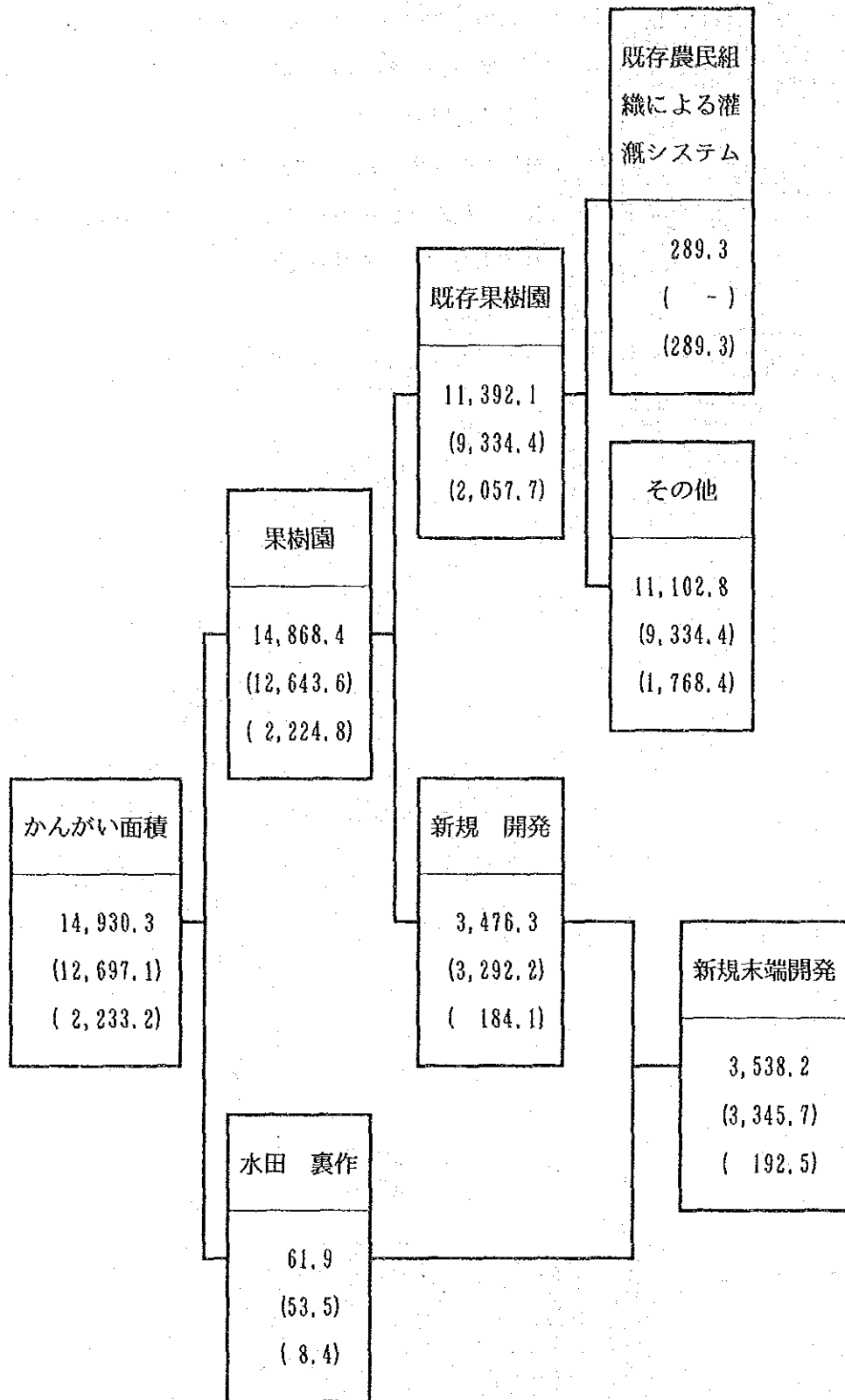
図 4-3. かんがい用水系統図



Khlong Ta Liu ダム：ダム地点での高エネルギー水頭を有効に利用し、主として重力で約12,700haのかんがい受益地に水を配分する計画とした。

Khlong San Saiダム：有効水頭が低いため、貯水をチャンタブリ川に放流し、河川から直接取水するかんがい受益地約2,200haに水を配分する計画とした。

従って、両ダムに対する水配分は以下のように要約される。



注) 括弧内上段はKhlong Ta Liu ダム掛かり
 下段はKhlong San Saiダム掛かり
 単位はha

ダムは操作はまずそれぞれの受益地に優先的に水が配分され、どちらかのダムが空になり且つ他方に貯水残があればそれが融通される。

4.3.3 ダムの必要貯水量

最近20ヵ年 (1967-1986) の10日単位の水収支解析を行なった。各年の必要貯水量を確率処理し、5年、7年及び10年確率の必要貯水量を算出した。演算に用いた基本諸元は以下のとおりである。

ダム諸元

地形、地質的に建設可能なダムの最大規模は、Khlong Ta Liu (No.4) ダムが約43.2 MCM、Khlong San Saiダムが12.9 MCMである。この範囲内で基準渇水年に要求される貯水規模を水収支解析により決定する。

貯水ロス

貯水池水面からの蒸発損失のみを見込む。浸透損失、および貯水面降雨量は水収支解析上見込まない。

かんがいブロック内流出量利用可能量

流域内の流出量がかんがいに利用出来るものとする。これが実質上有効雨量に相当する。河川水直接利用地区では、河川もしくは溪流に到達した流出水の80% が利用可能であるとする。しかしながら、かんがいの実施はせいぜい日中の12時間程度であるので、利用率は $80\% \times 12/24 = 40\%$ である。一方溜池水利用地区では、夜間の流出水も溜池に貯水可能であるが、地区内の流出水を100%補足できる程度に溜池は分布していない。よって単純に50% と推定した。

溜池容量

詳細なサンプル調査地区（第五章で後述する）における調査結果から 920 cu.m/ha とした。

サンプル調査地区の溜池容量

調査地区	果樹面積 (ha)	溜池数	溜池容量 (cu.m)	単位容量 (cu.m/ha)	安全率	安全容量 (cu.m/ha)
地区-2	342.1	109	458,820	1,341	0.7	940
地区-3	289.3	72	379,222	1,311	0.7	920
採用値						920

上記の諸元と作物転換計画に基づくかんがい対象面積により、貯水池の水収支解析を行なった。図 4-4に貯水池への流入量、図 4-5に貯水池の貯留量変化を示す。水収支解析により、渇水年別の必要貯水容量は以下のように決定された。

予定ダムの必要貯水容量 (MCM)

ダム	渇水確率		
	1/5	1/7	1/10
予定No.4ダム (Khlong Ta Liu dam)	28.0	30.5	33.0
予定No.5ダム (Khlong San Sai dam)	7.9	8.6	9.3
計	35.9	39.1	42.3

水収支解析結果から水源と受益地間の水運用の状況を1967年から1986年までの20年間の平均値として表現すると以下の通りである。

図 4-4. 計画貯水池への流入量

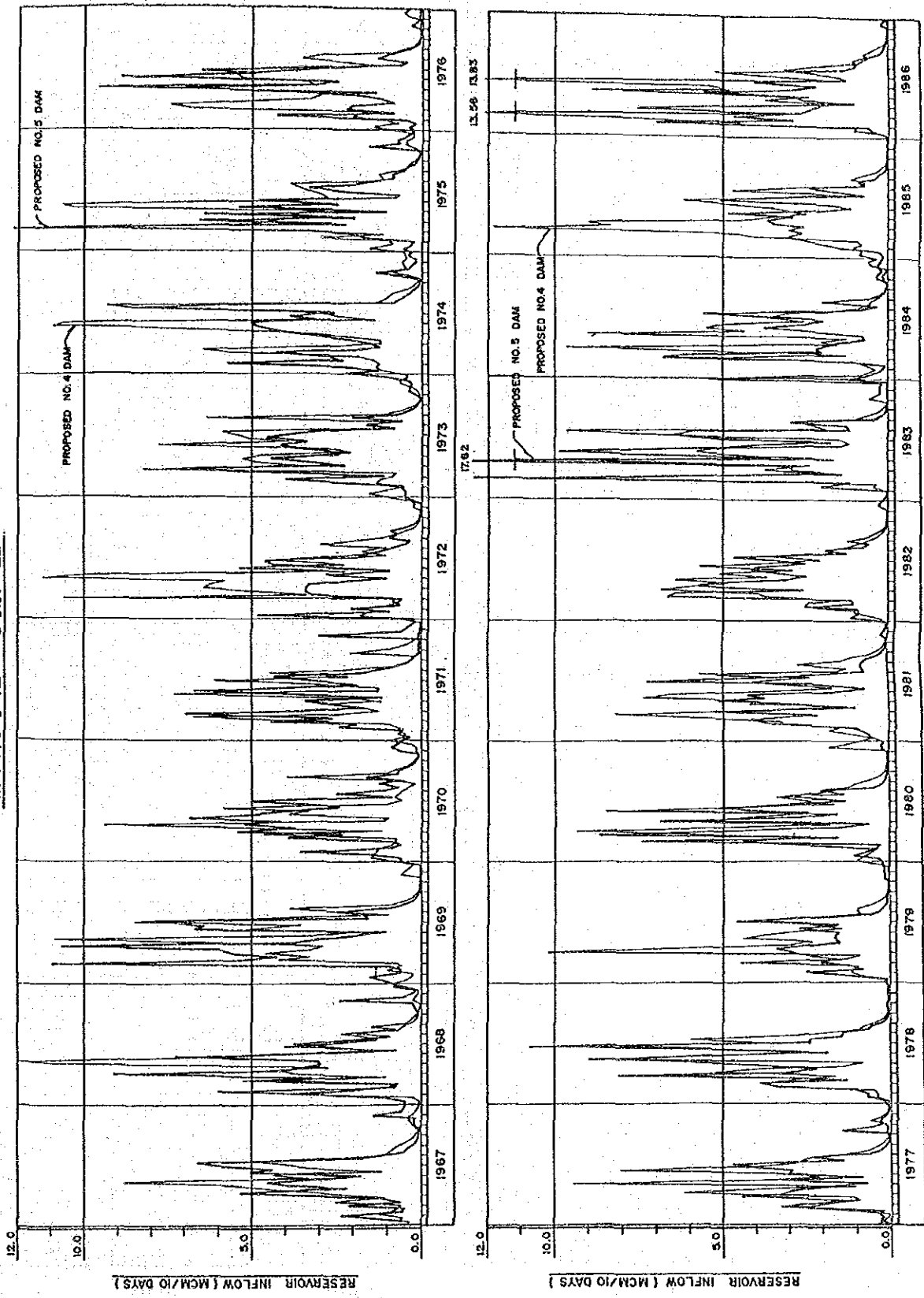
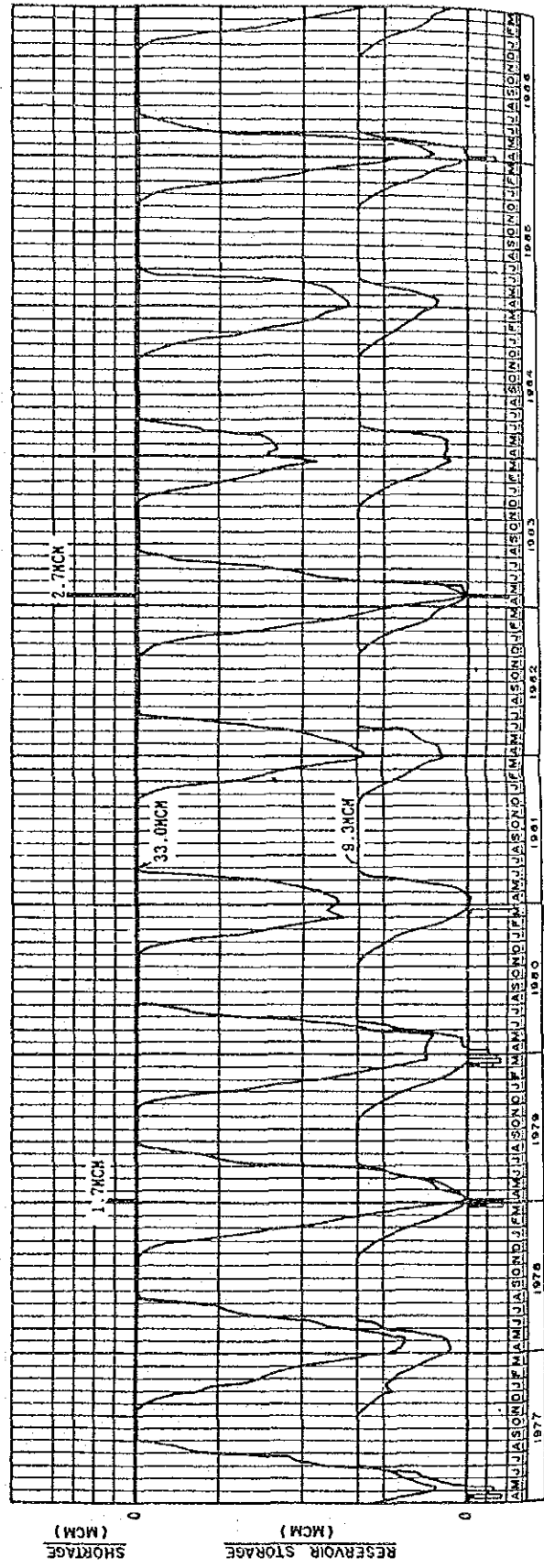
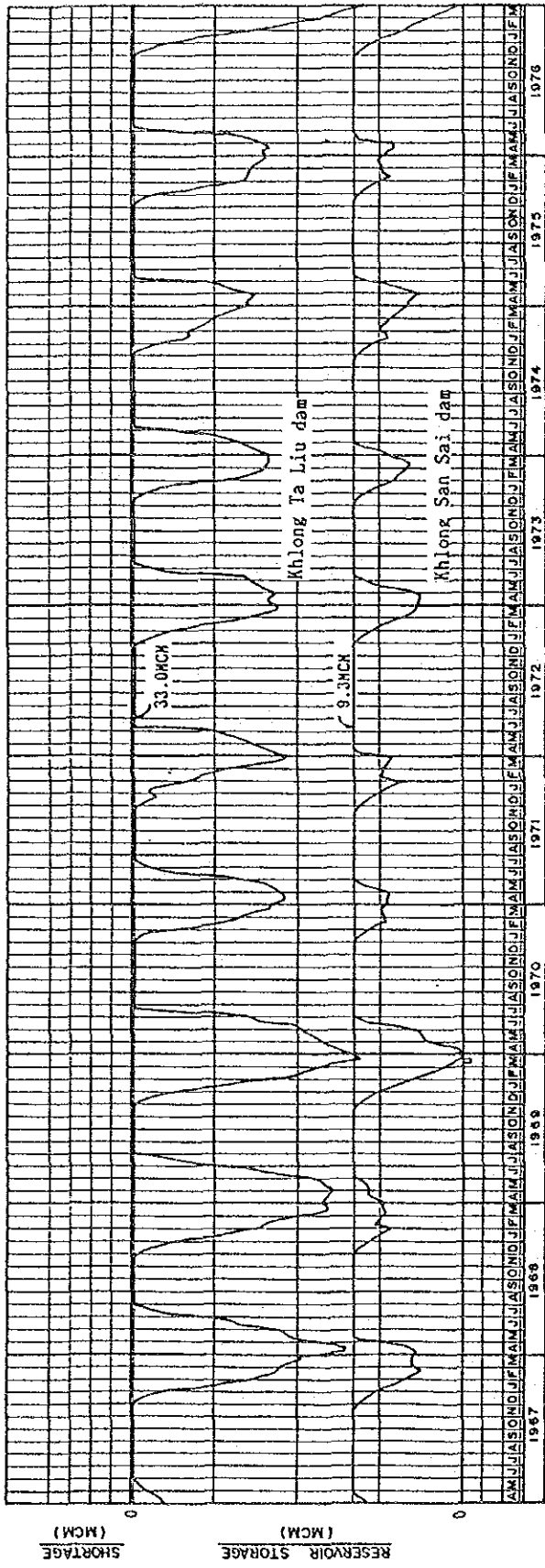


図 4-5. 貯水池のシミュレーション結果



	水源 : 河川水の利用		溜池水の利用		計		
	期間(月) :		11-4	5-10	11-4	5-10	11-4
かんがい面積 (ha)	4,807.4		10,122.9		14,930.3		
- 果樹園	4,759.0		10,109.4		14,868.4		
- 水田裏作		48.4		13.5		61.9	
かんがい必要水量 (MCM)	22.1	17.1	46.4	36.3	68.5	53.4	
- 果樹園	21.8	17.1	46.3	36.3	68.1	53.4	
- 水田裏作	0.3	-	0.1	-	0.4	-	
水源 (MCM)	22.1	17.1	46.4	36.3	68.5	53.4	
- 河川流出水	8.6	17.1	-	-	8.6	30.0	
- 溜池の初期貯水量	-	-	9.3	0.0	9.3	0.0	
- 溜池への流入量	-	-	18.3	36.3	18.3	36.3	
- ダムからの放流量	13.5	0.0	18.8	0.0	32.3	0.0	

第五章 事業施設

第五章 事業施設

5.1 貯水ダム

5.1.1 概要

本計画の主要水源は流域内の降雨による流出の表面流出及び中間流出成分である。RID の水文部 (Hydrology Division) が実施している、チャンプリ川バン・プク地点 (流域面積677.3 sq. km) での年間平均流出量は914MCMである。本計画地区はかんがい開発に対する十分な水資源を有していると考えられる。これらの水資源の最も有効な利用法は貯水ダムを建設し、雨期に貯水した水を乾期にかんがい地区に放流することである。

第一次現地調査 (プレF/S調査) 期間中に19カ所のダムサイトが予備的に選定された。調査においては、主として社会条件 (果樹園地帯における用地取得の問題)、貯水池規模、地形及び地質の観点から、ダム地点は山岳部もしくは丘陵部に選定されることが得策であるとの判断に達した。本調査では事業実施のための最優先地区として流域の上流部及び中流右岸部が選択された。よってダム地点としては、山岳部もしくは丘陵部に位置し、かつ受益地からも距離的に近いNo.1、No.2、No.4およびNo.5サイトが詳細調査の対象として選択された。

5.1.2 ダム地点の選定

RID によって作成された 1/1,000および 1/4,000縮尺の地形測量図に基づいて前記 4ダム候補地点の中から最適な地点を選択するための調査を、以下の項目について行なった。

地形: Khlong Ta Liu (No.4)を除く他の 3カ所の地点は河床幅が広く、左右両岸のアバット部の傾斜が緩やかであり、地形的な観点からはダム適地とは言えない。

地質：地質調査の結果、No.1およびNo.2ダム地点の基礎は透水性が高いことが予想される。

盛土材料：No.1およびNo.2の両サイト近傍には、不透水性の盛土材料の採取地点が見当たらない。

ダム地点の位置：全サイトともかんがい目的の貯水のために適した場所に位置していると判断される。うち、重力主体のかんがい方法を考慮すれば、No.4サイトが最も適していると考えられる。

貯水池規模：付属所-IIに示したように、貯水規模はNo.4、No.1、No.5、No.2の順である。

水価：概算の数量に基づく水価は以下の通りである。

<u>ダムサイト</u>	<u>有効貯水量</u> (MCM)	<u>築堤量</u> (千cu.m)	<u>建設費</u> (百万円)	<u>水価</u> (円/cu.m)
No.1	29.74	9,350	935	3.17
No.2	8.76	885	88.5	0.98
No.4	34.65	5,000	750	2.08
No.5	9.80	600	60.0	0.59

注) 有効貯水量：No.4サイトを除き、地形的な最大規模である。

建設費：用地取得費と補償費は含まない。建設単価として、ロックフィル・ダムが想定されるNo.4ダムには150円/cu.m、その他のダムには100円/cu.mを適用した。

水価：需要量に基づく年間水価である。

上記の検討から、No.4とNo.5ダムの組合せが最適と考えられる。

5.1.3 ダムサイトの地形、地質及び築堤材料

(1) ダムサイトの地形、地質調査

予定ダム地点においては 1/1,000縮尺の、また貯水池敷きでは 1/5,000の地形図に基づいて調査を行なった。その結果、No.4 (Khlong Ta Liu)ダムサイト及びNo.5 (Khlong Sn Sai) サイトが有利であると判断された。実施した地質調査の主要項目は以下の通りである。

ダムサイト	調査項目及び数量
Khlong Ta Liu (No. 4)	ボーリング : 3孔、総延長 224m. 透水試験 : 3孔、67回 標準貫入試験 : 1孔、13回
Khlong San Sai (No. 5)	ボーリング : 4孔、総延長 100m. 透水試験 : 4孔、20回 標準貫入試験 : 4孔、41回

(2) 地形及び地質

1) Khlong Ta Liu ダムサイト

地形

標高 1,000~1,500mの山岳部を貫流するKhlong Ta Liu 川が形成した溪谷に位置する。河床部の標高は約140mである。右岸部のアバットは標高340mから360mの尾根の一部を形成しており基底部は幅約400m傾斜勾配は20から30°である。予定されるダム軸上には標高190m付近に傾斜勾配の変化点があり、それより低位部はより緩やかとなっている。左岸アバットは山頂部が標高500mから700mの巨大な山塊の一部をなしており、傾斜勾配は25から35°である。ダム軸上には中間部に約15°の緩傾斜部がある。河幅は20 mから30 mであり、比高3mのテラスを伴っている。溪谷の基底部はやや広く、100mから130mの

幅を持っている。ダムサイトおよび近傍には自生の樹木が生えており、国家の保全林に指定されている。

地質

ダムサイトの基岩は硬頁岩が変砂岩を部分的に含む花こう岩である。被覆層は両アバット部では崖錐、河床部沿いには河川堆積物が見られる。花こう岩は薄灰色で硬く、中～粗粒質であり、中位に固結している。節理は、 $N0^{\circ} \sim 50^{\circ} W$ および $40^{\circ} \sim 90^{\circ} NE$ のものが優勢であるが、低角のものも認められる。露頭は、河道沿い、及び高所の急傾斜地に散見される。土砂状の強風化帯は、河床部がアバットメント下部では、あまり発達していないが、アバット高所では、深度10m(左岸)～19m(右岸)まで認められる。硬質頁岩及び変砂岩はダムサイトの河床部～右岸部、想定ダム軸の上流約300m付近の河床右岸及び、より上流の支流合流点付近に花こう岩脈に貫かれたり、花こう岩の捕獲岩体として認められる。頁岩中には部分的に砂岩のラミナが認められる。崖錐堆積物は、花こう岩の大小の角礫を主体とし、想定ダム軸付近及びその下流側の右岸裾部で広く分布している。河床堆積物は、谷底部全域に分布し、厚さは段丘部で8m程度である。主として、花こう岩及び硬質頁岩の大小の礫からなる。谷が直線的であること、及び兩岸の分布岩が硬質であるにもかかわらず、谷幅が広いことから、谷沿いに、やや規模の大きい断層破碎帯の存在が懸念される。破碎帯の有無とその規模、及び被覆層や風化帯の詳細分布については、今後ボーリング調査及び弾性波探査を実施し、明らかにする必要がある。縮尺1:250,000地質図「CHANGWAT CHANTHABURI」によれば、上記頁岩は、Pong Nam Rom累層に属し、花こう岩と共に三畳紀のものである。

なお、ボーリング孔の透水試験結果によれば、ダムサイトの岩盤は強風化部を除き、概ね数ルジオン以下の難透水性を示す。但し、右岸アバット高所では、深度40m付近まで20m程度の透水性を示す。またアバット高所の地下水位は、左岸で深度約20m、右岸で深度約12mである。

2) Khlong San Saiダムサイト

地形

本ダムサイトは、頂部標高 EL. 50~60m で、2~5 度（河道近くは約 10度）の勾配の緩斜面をもつ、なだらかな丘陵地内に位置し、地形状況は、No. 2ダムサイトと類似している。ダムサイトを流れる主河川は、幅 10~15m を有し、50m~100mの振幅で蛇行している。河床標高は想定ダム軸付近で、約 EL. 30m である。主河川の左岸側 150~200m 付近には、幅約数m の小川が、ほぼ平行に流れている。ダムサイト及びその周辺は耕地であり、右岸アバットメントは主としてゴムの木が、左岸アバットメントには、キャッサバ及びゴムの木が主として栽培されている。

地質

河道沿いに小分布する河床堆積物を除き、ダムサイト及び周辺は、風化花こう岩からなる。風化花こう岩はボーリング結果から、風化程度により、次のように区分される。

Iゾーン：強風化花こう岩

全長石と大部分の黒雲母は粘土化し、軟質な砂質粘土~粘土質砂状を呈する。表層部は鉄分の濃縮や脱水を生じ、土壌化している。N値は10~20を示す。

IIゾーン：中風化花こう岩

花こう岩の組織は明瞭に残されているが、構成鉱物間の結合力はほとんど失われ、簡単に砂状化する。長石は、なかば粘土化している。N値は、ほぼ 50 以上を示し、送水掘りでは砂状のカッティングしか採取できない。

IIIゾーン：弱風化花こう岩

IIゾーンとIVゾーンの中間的なもので、送水掘りにより、半ば砂状、半ば柱状のコアとして採取される。長石は、若干変質している。

Ⅳゾーン：花こう岩

ほとんど風化作用を受けていない。大部分が柱状コアとして採取される。高角のやや破砕された亀裂が認めれるが、亀裂面は密着しているものが多い。

Ⅱゾーンは、兩岸アバットで、11～13mの厚さを有し、上部4～5mは下部に比べ砂分に富む。河道付近では、Ⅰゾーンは欠けている。Ⅱゾーンは、河床部～右岸アバットで3.5～5mであるが、左岸アバットでは9m以上と厚い。大局的に見て、風化帯は左岸側で厚く右岸側でより薄いものと推定される。Ⅰゾーンは、難透水性とみなされる。河床堆積物は、柔らかいシルト質砂～粘土混じり砂よりなり、厚さは、数m以下である。

(3) 盛土材料

盛土材料は不透水性材、半透水性材、透水性材およびフィルター・ドレイン材に分類される。Khlong San Saiダムはアースフィル・タイプであり、不透水性材で盛土される。ダム地点周辺での地質、盛土材料調査の結果、花こう岩の風化土壌が表層土に4mから5mの厚さで豊富に分布している。この土壌は不透水性材として適当である。Khlong San Saiダムの築堤量は約 570,800cu.mで、土取り場の土量はその2倍以上であると見積もられている。

Khlong Ta Liu ダムの土取り場はダム地点下流3.5 kmから6 km地点の山麓に位置している。材質は花こう岩の風化土壌であり、特性はKhlong San Saiダムにおけるものと同質である。フィルター・ドレイン材は同じく山麓部の河床砂礫層から採取される。採石所はダムサイト上流部約700mの2つの支流の合流点付近の標高400m地点である。岩は硬頁岩を部分的に含む硬花こう岩であり、ロックフィル・ダムの透水性材料として相応しい。これらの岩を被覆している風化質は半透水性材として使用できよう。

5.1.4 予備設計

(1) 貯水池規模

両ダムの貯水池規模はかんがい計画において水収支解析で求められた10年確率渇水に対応する規模を採用する。貯水池の設計水位は付属書-IIに示す貯水位-貯水量-貯水面積曲線から求めた。ダム規模の決定は付属書-II.10 に述べた基準によった。表 5-1に決定されたダムおよび貯水池規模を示した。

(2) ダム形式の選定

ダム形式はフィルダムとコンクリートダムに大別される。予定ダム地点は比較的緩やかな地形と広い谷部によって特徴付けられる。一般に溪谷部の形状を表す、ダム高と谷幅との比率、を採用すれば、Khlong Ta Liu ダムが 7.5、Khlong San Sai ダムが51である。これより、フィルダムが適していると判断さ

表 5-1. Khlong Ta Liu ダム及びKhlong San Saiダムの諸元

NAME OF DAM	SQ. KM	KHLONG TA LIU DAM	KHLONG SAN SAI DAM
DRAINAGE AREA	SQ. KM	70.20	44.50
ANNUAL RUNNOFF DISCHARGE			
* AVERAGE	MCM	76.79	65.67
* 10-YEAR DROUGHT	MCM	56.49	49.03
RESERVOIR SCALE			
* SEDIMENTATION	MCM	1.2	0.75
* LIVE STORAGE CAPACITY	MCM	34.65	9.80
* TOTAL STORAGE CAPACITY	MCM	35.85	10.55
* RESERVOIR AREA IN FWL	ha	163	264
* LOW WATER LEVEL	M	LWL 161.50	LWL 35.20
* FULL WATER LEVEL	M	FWL 213.50	FWL 42.70
* HIGH WATER LEVEL	M	HWL 215.00	HWL 43.70
DAM SCALE			
* DAM CREST ELEVATION	M	EL 217.50	EL 46.20
* EL. OF MIN. CORE TRENCH	M	EL 130.00	EL 25.00
* DAM HEIGHT	M	87.50	16.2
* CREST LENGTH	M	618.0	954.60
* DAM VOLUME	CU. M	4,701,000	570,800
* UPSTREAM DAM SLOPE	—	2.5	3.0
* DOWNSTREAM DAM SLOPE	—	2.0	2.5
SPILLWAY			
* DESIGN FLOOD DISCHARGE	cu. m/s	315.0	125.0
* OVERFLOW DEPTH	M	1.5	1.0
* CREST LENGTH	M	90.0	63.0
INTAKE			
* MAX. DISCHARGE	cu. m/s	3.835	0.675

れる。

ダム高、サイト近傍の盛土材料の分布状況、アバットの地形、基礎の地質等を総合的に判断してダム形式を次のように選定した。

Khlong Ta Liu ダム： ロックフィルダム

Khlong San Saiダム： アースフィルダム

選定の詳細については、付属書-IIに記載した。

(3) 余水吐のルートと形式

地形および地質条件から判断し、両ダムサイトとも右岸部に余水吐のルートを選定した。余水吐の形式については以下に示す理由により、自然調節式の余水吐とした。

- ゲート式の余水吐は日常の管理操作が必要であり、かつダムのような重要構造物では厳密な維持管理が要求されるため、ゲート付きの余水吐は望ましくない。
- ゲート操作の遅れやミスが懸念される。

余水吐の越流部の形状は地形条件によった。Khlong Ta Liu ダムの余水吐はダム軸が等高線に対して直角となっているため、側溝余水吐タイプとした。一方、Khlong San Saiダムはシュート形式余水吐が最適である。両ダムとも、URBRタイプIIの静水池を採用した。

(4) 仮排水工事

ダムの建設期間を通して、河川の流量は仮排水路を通じて排水される。予定されるKhlong Ta Liu ダム地点は両アバットの地形が急であり、河床幅がさほど広くなく、かつ流量が大きい。従って分水トンネルが最適となる。トンネルは右岸側に施工される。堤高20 mの副ダムをダムサイト上流側に建設する。分水トンネル及び副ダムの設計流量は10年確率の洪水量として225 cu.m/sを採用

した。トンネルは直径5.4mの円形断面である。

Khlong San Saiダムの仮排水工は、ダム堤長が600mと長いため水路タイプを採用する。

(5) 取水施設

Khlong Ta Liuダムの取水施設は分水トンネルを利用する。ダム建設の完了後、トンネル内部に鋼管を設置し、貯水池内に設けたドロップ取水口に連結する。Khlong San Saiダムの取水施設としては堤体下部に設ける底樋タイプとした。

(6) 基礎処理

1) 掘削と除去

ダムの基礎はN値が20以上の基岩もしくは硬質基盤とする。従ってそうした基盤を被覆している緩い、または軟弱な層を掘削し、除去する。

2) グラウチング

岩基礎からの浸透水を遮断するために、グラウチングをほどこす。

Khlong Ta Liuダムにおけるグラウチング諸元は以下の通りである。

- 主カーテン・グラウチング : L = 16,500 m
- 補助カーテン・グラウチング : L = 9,900 m
- ブランケット・グラウチング : L = 8,800 m

Khlong San Saiダムの基礎は花こう岩の強度に風化された層で形成されている。従って浸透水遮断のための基礎処理は特に必要ない。基礎処理に関する詳細を付属書-IIに記した。

5.1.5 施工計画とスケジュール

(1) 基礎条件

1) 作業可能日数

土工事は降雨によって重大に影響されるため、ムアン郡での過去10年間の気象データに基づいて建設期間中の月別平均作業可能日数を推定した。

月別平均作業可能日数

工種	雨期	乾期
不透水性ゾーンの盛土	16	25
それ以外のゾーンの盛土	21	25
標準的土工事	21	25
コンクリート工事	25	25
グラウチング工事	25	25
トンネル工事	25	25

2) 工事量

両ダムの工事量は以下の通りである。

工種	Khlong Ta Liu ダム	Khlong San Sai ダム
分水トンネル	直径5.4m円形断面 延長 L=660m	-
ダム盛土	4,701,000 cu.m	570,800cu.m
グラウト	L=32,500m	-
余水吐掘削	427,000cu.m	180,000cu.m
余水吐コンクリート	24,000cu.m	15,000cu.m
取水工	コンクリート巻きたて 圧力鋼管、直径1,200mm L=332m	同左 鋼管、直径700mm, L=95m

(2) 施工法

1) 仮排水工事

ダム及び付帯構造物の建設期間を通して、河川の通常の、もしくは洪水流量を分水するための仮排水工事が必要である。 Khlong Ta Liu ダムではダム地点の地形条件からトンネル方式が最適である。 このトンネル工事は他の全ての工事に先駆けて行なわれる必要がある。必要断面が35.8m²と小さいので、全断面掘削法が適用されよう。 コンクリート工事が終了した後、モーター・グラウチングを注入する。分水トンネルの施工完了後ダムの上流部にコファードムを建設する。

Khlong San Saiダムでは、谷部が非常に広く堤頂長が990mと長いいため分水路タイプが採用される。

2) 掘削工事

仮排水路工事の終了後、ダム基礎、構造物基礎、土取場、採石所での掘削工事を開始する。掘削工事は以下のように分類される。

剝取り及び一般掘削工事

掘削 : 32ton ブルドーザ
積込み : 3.3 cu.mトラクターショベル又はホイールローダ
運搬 : 15ton ダンプトラック

岩掘削工事

掘削 : ブラスト (ベンチカット法)
集積 : 3.2tonブルドーザ
積込み : 3.3 cu.mホイールローダ
運搬 : 20ton ダンプトラック

3) 盛土工事

表土剝、一般掘削、岩掘削工事、及び基礎処理工事が終了した後、不透水性、フィルター、半透水性、および透水性の各ゾーンの盛土工事を開始する。各ゾーンの盛土材料の数量は以下の通りである。

ゾーン	Khlong Ta Liu ダム	Khlong San Sai ダム
不透水性	887,000	574,000
フィルター及びドレイン	395,000	34,000
半透水性	1,598,000	-
透水性	1,821,000	-
リップラップ	-	17,500
リップラップのフィルター	-	5,300
計	4,701,000	570,800

各盛土材料の適用法は以下の通りである。

材 料	Khlong Ta Liu ダム	Khlong San Sai ダム
不透水性	土取り場	土取り場
フィルター及びドレイン	河床部の砂礫層	同左
半透水性	採石場 余水吐	-
透水性	採石場 余水吐 トンネル	-
リップラップ	-	購買
リップラップのフィルター	-	購買

本調査の段階では材料の転圧を以下のように計画する。事業の実施段階では巻だし盛土試験を行なって転圧工法を検討する必要がある。

ゾーン	巻きだし 転圧		使用機械
	厚 (cm)	回数	
不透水性	20	8	10ton タンピングローラー バイブレータ付き
フィルター及びドレイン	30	5	10ton フラットローラー バイブレータ付き
半透水性	40	5	同上
透水性	100	5	同上

4) コンクリート工事

分水トンネル、余水吐、取水施設等に使用されるコンクリートの総量は、Khlong Ta Liu ダム及びKhlong San Saiダム、それぞれ37,000、15,700cu.mである。0.75cu.m容量のミキサー2台を使用したバッチプラントを設置し生コンクリートを生産する。プラント容量は毎時26cu.mと見積もられている(0.75 x 2 x 20 x 85%)。

5) 基礎処理

ダムのコア・トレンチ掘削後、トレンチ沿いのグラウチングを開始する。グラウト孔の掘削と注入はコア・トレンチの設計標高上1.0m地点より行なう。基礎処理はブランケット・グラウチング、主カーテン・グラウチング及び補助カーテン・グラウチングを実施するが、注入は段階別に行なうものとする。

(3) 施工工程

両ダムの工事工程は、土工事及びコンクリート工事の数量とそれに基づいた最適な建設機械の選択により、図 6-3に示すように決定した。

5.2 主要送水パイプライン・システム

5.2.1 概要

本事業で提案されるかんがい計画の骨子は、雨期の豊富な流出水を地区の上流部に建設が予定される貯水ダムに貯水し、その貯水量を乾期に主として果樹をかんがいする目的に使用するものである。その前提として、まず河川の自流水を最大限に有効利用し、かつ河川沿いに設置された既存のかんがい施設を有効に利用することが重要である。このため、末端施設を含めて、水源からかんがいの現場までの最適な導水、送水、配水のシステムを技術的かつ経済的側面から検討することが必要である。

計画地区では果樹かんがいにはミニ・スプリンクラー・システム、胡椒にはドリップかんがいに代表される、散水かんがい方式が支配的である。これらの節水型かんがい方式は、改良されたスプリンクラー・ヘッドの使用と相俟って計画地区では根付いており、マイナスの側面はなんら報告されていない。従ってこのかんがい方式が今後とも継続採用されるであろうと考えられる。

かんがい施設の計画と設計に考慮されるべき諸点は次の通りである。

- 安定したかんがい水源の確保

乾期には河川の自流水がほとんどなくなるため、安定したかつ安価な貯水型の水源の確保が必要である

- 現況施設の有効利用

既存の河川沿いの小規模ポンプ、河川から遠隔地では溜池と溜池以降の末端かんがい施設の有効利用が重要である。また、河川自体を送水施設として利用することが考えられる。

- 施設の維持管理

建設完了後の事業の円滑な運営には、簡便かつ容易な施設の維持管理が重要である。

- かんがいシステム中の調整機能

主要なかんがい施設は貯水ダム、送水施設としての自然河川、主導・送水パイプライン、揚水機場である。高いかんがい効率を得るためにはかんがいの現場における水管理が十分に実行される必要がある。導送水系としては設計断面が大きいほど時間と労力の節減が期待できる。一方事業経済の側面からは施設規模はなるべく小さく取りたい。このため、施設容量は原則として24時間流量とする。しかしながら、かんがいの現場ではかんがいの実施は日中せいぜい12時間であるためシステム内での調整機能が要求される。このため既存の溜池の有効な活用を考える必要がある。

- 合理的な導・送水システムの選定

施設の維持管理、用地補償、施設の経済断面、受益地区の地形条件等の観点から導・送水システムには管水路が有利であると考えられる。

- 事業経済性

初期投資額のみでなく、維持管理費をも考慮した経済性の側面からの検討が重要である。

- 設計及び施工面での適合性

現場における設計、施工面での水準、材料の調達等を考慮する必要がある。

5.2.2 かんがい計画

地区の上流部に位置する私企業経営のゴム園約1,407 ha、中流右岸に属するNBA が実施中のポンプかんがい地区約2,990 ha及び実施予定の Khlong Thung Pei事業地区12,830haを除外した後の、計画かんがい面積は以下の通りである。

計画かんがい面積 (ha)

作目および水源	建設予定ダム		計
	Khlong Ta Liu	Khlong San Sai	
果樹	12,643.6	2,224.8	14,868.4
- 河川水利用	3,126.3	1,632.7	4,759.0
- 溜池水利用	9,517.3	592.1	10,109.4
水田裏作	53.5	8.4	61.9
- 河川水利用	40.0	-	48.4
- 溜池水利用	13.5	-	13.5
合計	12,697.1	2,233.2	14,930.3
- 河川水利用	3,166.3	1,641.1	4,807.4
- 溜池水利用	9,530.8	592.1	10,122.9

かんがい水需要のピーク時（1月）における、かんがい施設の設計流量は以下の通りである。

かんがいの設計流量

ダム水源	果樹		水田裏作	
	面積	流量	面積	流量
	(ha)	(cu. m/s)	(ha)	(cu. m/s)
Khlong Ta Liu	12,643.6	3.793	53.5	0.042
Khlong San Sai	2,224.8	0.667	8.4	0.007
合計	14,868.4	4.460	61.9	0.049

上記のかんがい要求量に見合う貯水池はKhlong Ta Liu dam (No.4) 及び Khlong San Sai dam (No.5) であり、有効貯水容量はそれぞれ34.65MCMおよび9.8MCMである。図4-3に示す用水系統図より、かんがい方法別の面積を累計すれば以下のとおりである。

かんがい方法 (施設)	面積 (ha)
主要導・送水施設掛かり	11,604.1
農民個人施設による取水 (小規模ポンプ)	2,405.9
ポンプかんがい (上流部)	617.5
同 (下流部)	302.8
計	14,930.3

5.2.3 予備設計

(1) 受益地区の特性等

調査地区の主要送水系の比較検討に際しての留意事項は以下のとおりである。

- 貯水ダムが比較的高位部の山岳部に建設が予定されるため、高エネルギー水頭が利用可能である。
- 受益地区の地形が褶曲性に富み、かつ複雑である。
- 送配水の最終目的地が河川もしくは地区内に点在する溜池であること。
- 約3,600 haの農地が果樹に転換される予定 (新規開発) であり、そこでは最末端かんがい施設の整備が必要であること。
- 提案される施設は経済的に妥当性があること。
- 施設の維持管理が容易でかつ安全であること。

(2) 設計基準

1) 主要送水システムの水力設計

- a) 摩擦損失水頭の計算はヘーゼン・ウイリアムス公式によった。設計に採用した流速係数 C の値は鋼管 130、PCパイプ 130及びアスベストセメントパイプ 140である。
- b) 管内流速は損失水頭に関係して管路の経済性に大きく影響する。使用管種によっても違うが、管内摩擦やバルブ操作等による異常な圧力変動も考慮して、下記を目安とした。

管径 (mm)	設計流速 (m/s)
75~150	0.7~1.0
200~400	0.9~1.6
450~800	1.2~1.8
900~1,600	1.3~2.0

c) 幹線水路は延長が長大でしかも末端地点の所要エネルギーヘッドが高くかつダム放流の取水水位に制限もあって動水勾配を極力小さめに抑えなければならない。試算の結果動水勾配の上限を2/1000とし、1/1000から2/1000の範囲に納まるようにした。

d) 損失水頭には直管損失水頭に屈曲および断面変化等の損失として3%を加算した。

2) 主要送水システムの構造設計

a) 管頂からの埋戻し深さは耕うん作業、パイプが横断する施設の状況、地盤の状況等を考慮し、口径150 mm以下のパイプは0.60 m、また口径200mmから1,600mm のパイプは1.0 m とした。

b) 埋設管の基礎は地盤の状態、荷重条件、使用管種の特性等を十分考慮して標準を次の通りとした。

- 基礎工法：120° 砂基礎

- 基床厚 : ϕ 200~450mm t=15cm

ϕ 500~900mm t=20cm

ϕ 1000~1600mm t=30cm

c) 管種及び管級選定に当って、内水圧の考え方は次によった。

- 水撃圧の大きさは静水圧の40%、或いは3.5 kg/sq. cmのいずれか大きいほうを取った。

- タイ国産パイプ製品の表示試験水圧に対する設計水圧の取り扱いは次によった。

PCパイプ：試験水圧15kg/sq. cm製品の場合、設計水圧 7.5kg/sq. cm

ACパイプ：試験水圧15kg/sq. cm製品の場合、設計水圧10.0kg/sq. cm

d) 鋼管の管級選定

管径の大きい（口径1,350mm 以上）基幹水路については内水圧の差が大きいので経験上内水圧設計水頭 8.5kg/sq. cm（静水圧水頭5kg/sq. cm）を境に管厚を2種別にした。また口径1,200 mm以下の中小口径管については、設計内水圧が 8.5kg/sq. cm以内であることから標準板厚管を用いることとした。

3) 管種の選定

タイ国で供給可能な圧力管路用パイプの特性は以下の通りである。

PVC管

軽量で耐蝕性、内面粗度は最も滑らかである。継手には接着工法とゴム輪工法があり、いずれも施工が簡単である。一般市販品としては13から150 mmである。

アスベストセメント (AC) 管

耐蝕性大。強度は鋼管に比して小さい。大きな衝撃は避けた方がよい。継手の水密性は良く、内圧の比較的大きいパイプラインに適する。15kg/sq. cm級の一般市販品は口径 100mmから600 mmである。

PC管

耐蝕性および重量が大。継手の信頼性は他種と比べて低い。低圧のパイプラインに適する。15kg/sq. cm級の一般市販品は、口径 400 mmから1,500 mmである。

鋼管 (SP)

外面塗覆装が完全であれば腐食の心配はない。重量は小さく、強度は大きく、靱性に富み、衝撃に強い。継手は現場溶接であるが、完全であれば管体と同等の破壊水圧に耐える。内外圧の大きいパイプラインに適する。

各管種の特性和経済性を考慮して下記の管種を選定した。

PVC管 : $\phi 150\text{mm}$ 以下、静水圧水頭 6.5kg/sq. cm 以下

AC管 : $\phi 200\text{-}600\text{mm}$ 静水圧水頭 6.5kg/sq. cm 以下

PC管 : $\phi 700\text{mm}$ 静水圧水頭 3kg/sq. cm 以下

SP : $\phi 700\text{-}1,600\text{mm}$ 静水圧水頭 3kg/sq. cm 以上

4) 頭首工の施設計画

河川条件 : 河川幅 = 30m

計画洪水量 = 315cu. m/s

河床地質 : 砂礫

堰の計画諸元 : 堰の形式 : 可動堰

堰の長さ : $15\text{m} \times 2$ 門

堰の高さ : 2.50 m (シエルタイプ鋼製ゲート)

計画取水位 : WL. 136.00m

計画取水量 : max. $3,500\text{cu. m/s}$

5) 調整池の施設計画

鉄筋コンクリート擁壁構造の調整池が3カ所建設される。各調整池の諸元は長 50 m 、幅 50 m 、深さ 3.5m 、うち有効深 2.5m である。付帯調節施設はサブマージド・ディスク・バルブによる流入調節と余水吐による自然放流調節施設である。調整池の1カ所当たりの有効貯水量は $6,250\text{cu. m}$ で、これは夫々 0.7 から 1.3 時間分の調整能力に相当する。

6) ポンプ施設

主要送水パイプライン施設がカバーできない地区に、計3カ所のポンプ場が設置される。各機場が受持つかんがい面積は以下の通りである。

機場	灌漑ブロック	水源	灌漑面積 (ha)	ピーク流量 (cu. m/sec)
No.1	6	チャントブリ川	469.1	0.141
No.2	11	同	617.5	0.192
No.3	21-23	同	302.8	0.091

ポンプ台数は各機場とも2台分割、1台予備とし、吐水槽容量はポンプのピーク流量の30分容量とする。ポンプ場の主要諸元は以下の通りである。

主要諸元

ポンプ1台当り設計流量 (cu. m/min)	4.23	5.76	2.73
送水管：延長 (m)	2,300	4,500	2,500
口径 (mm)	300	350	250
動水勾配 (m/1,000m)	10.2	10.1	10.3
揚程：実揚程 (m)	45.0	50.0	45.0
全揚程 (m)	68.5	95.5	70.8
ポンプ口径 (mm)	200	250	150
モーター出力 (kw)	110	210	75

(3) 主要送水系の比較設計

地形条件、水理条件、現地における設計や工事の標準や水準、初期投資額のみならず施設に維持管理費をも考慮した経済性、管理の容易性等を踏まえた上で、最適な導水システムを選択するために以下の3つの比較案に関する検討を行った。

比較案-1

- No.4ダム (Khlong Ta Liu dam: L.W.L. 160m) とかんがいの受益地 (BL100 m から30m) との間の有効エネルギー・ヘッドを最大限に利用し、約11,500haの農地を重力かんがい方式でカバーする。 主要な送水管路は地区境界の山際に布設され、チャンタブリ川を横断して右岸側に送水する。 貯水ダムの取水施設と主要パイプラインの終点との間には3か所の調整池、分水施設及び各種の付帯施設が設置される。 システム概要を図5-1に示す。

- 給水目標水位は受益地域の土地利用状況からして以下のように設定される。

上流部の左岸域 : BL約100m

上流部の右岸域 : BL約80m

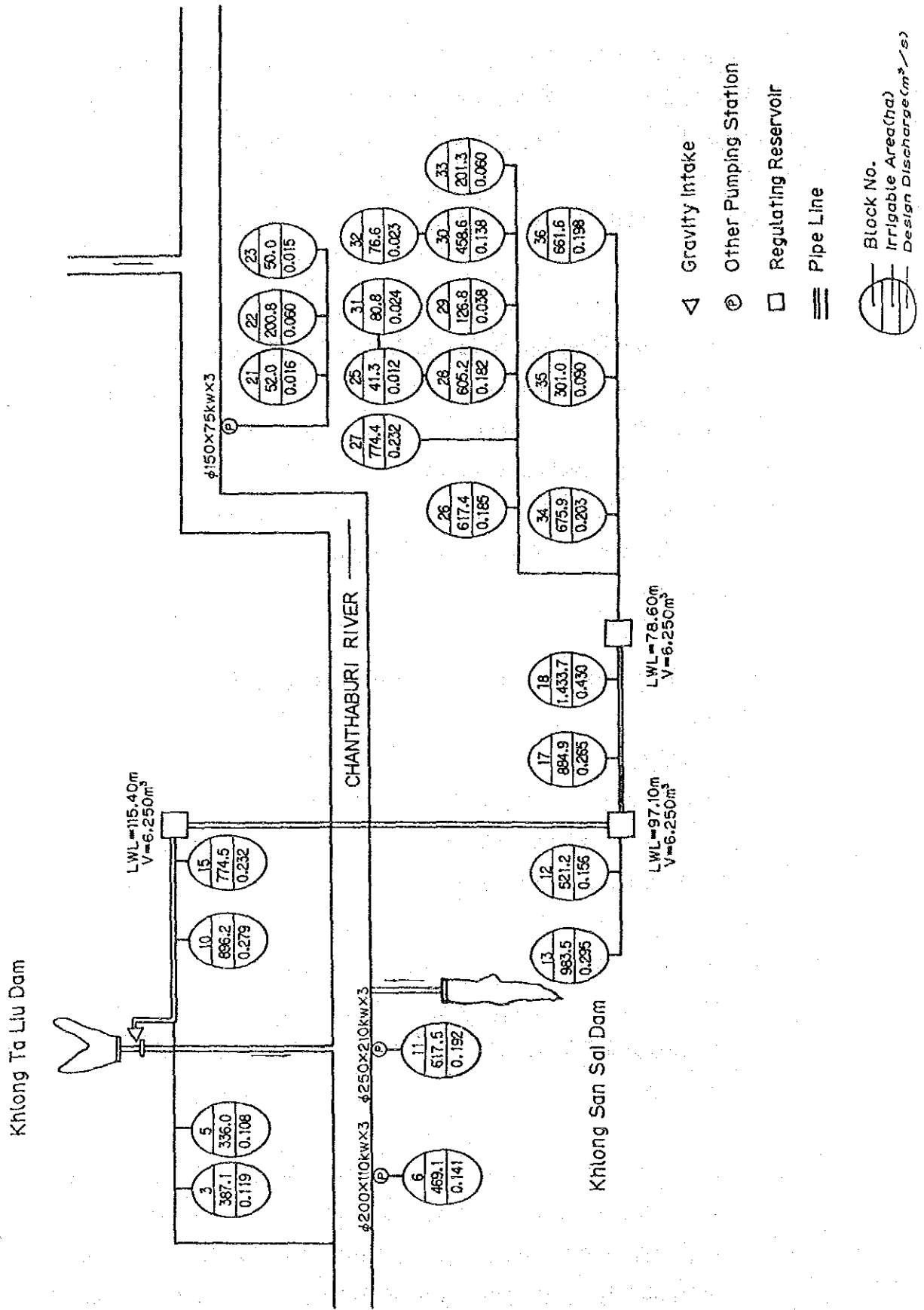
中流右岸部の左岸域 : BL約50m

中流右岸部の下流部 : BL約50m

- 主要送水パイプラインによってかんがいされるためには、立地的に困難なKhlong San Saiダム地点上流右岸地域及びChok Lao山とチャンタブリ川との間の低平地域については、ポンプかんがいシステムを導入することとした。

- 基幹送水パイプラインは用水供給の割合が左岸に30%、右岸に70%である。 施設の総合関連性を考慮し、左岸から右岸への送水路線の位置の選定に配慮するとともに、主要基幹路線にはパイプの設計圧力水頭軽減の有利性も考慮して、約10km程度の間隔をおいてオープンタイプの調整

图 5-1. 主要送水施設設計画 (比較案-1)



池3カ所を設けた。

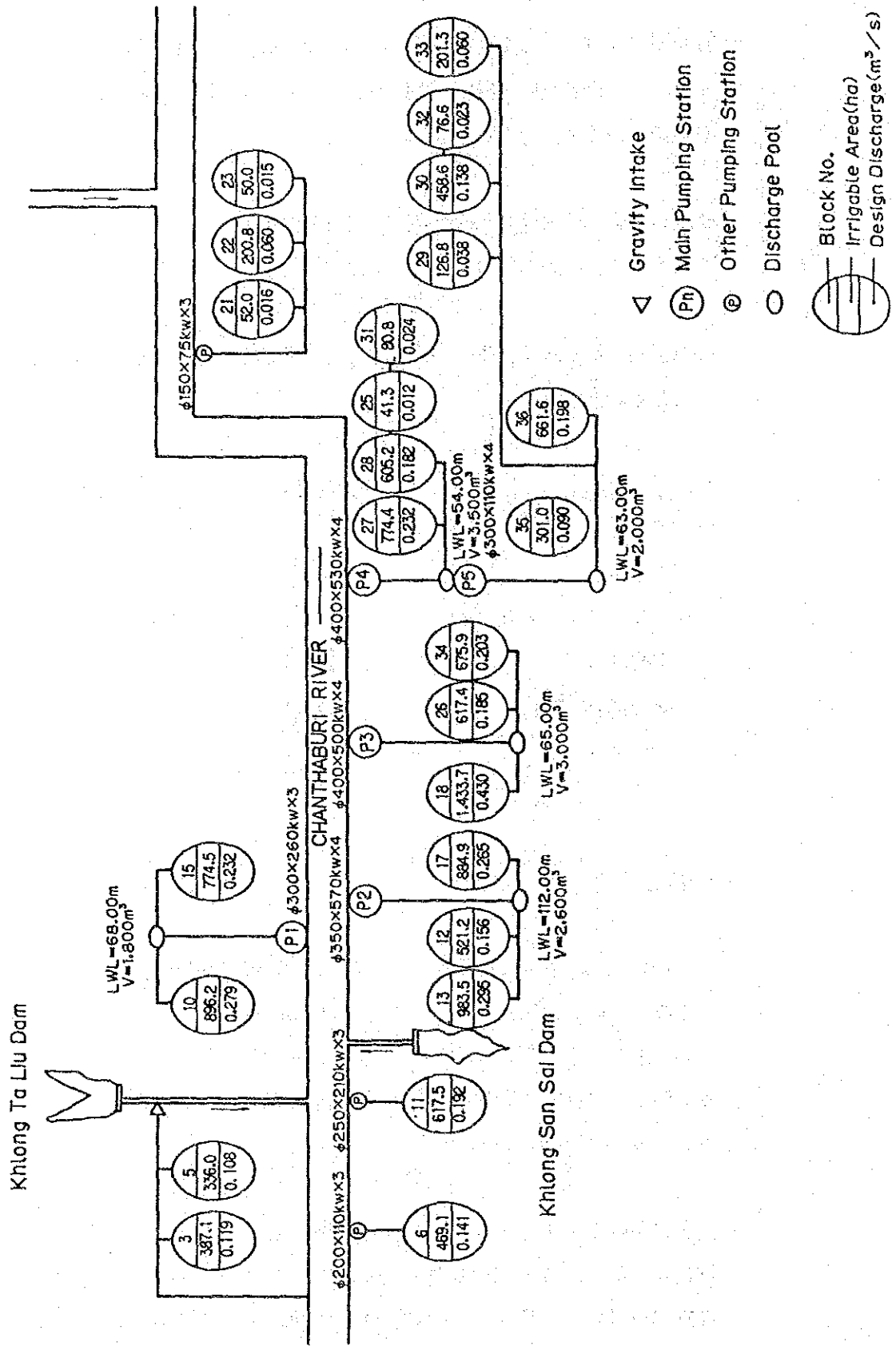
- 幹線パイプラインの走行位置は上段位路線は概ね目標給水域の80%以上をカバーし得る高い位置に、中段位路線は主な水源域である沢の上流域を通過し得る高位背走路線とした。
- 路線の選定は管水理の条件を満たす縦断条件下で、施工性と管理面の利を考え、既存の道路路線を優先的に採用した。
- 付属書-IIに示す水理計算書に基づき、主要地点での有効水頭は以下の通りである。

地点	L.W.L.(E.L.m)	N.W.L.(E.L.m)
頭首工		
- 取水位		136.0
- パイプライン入り口水位	133.0	135.5
調整池-1	115.4	117.9
調整池-2	97.1	99.6
調整池-3	78.6	81.1

比較案-2

- かんがい地域が広域に亘るので、地理的、管理面、安全性、経済性、等を考慮し基幹ポンプ・システムを約2,000 haを目安に5地区に分けた。そのうち、下流部のかんがい域は3,300 haを擁し、概ね上・下段域に面積も略2分されているので安全性、経済性の観点から2段揚水とした。システムの概要を図5-2に示す。
- 上記の基幹ポンプ・システムによって給水することが立地的に困難な地域は比較案-1の場合と同様に別の小規模ポンプを採用した。また上流部左岸域はKhlong Ta Liu ダム直下流から取水し、重力導水とした。

图 5-2. 主要送水施設設計画 (比較案-2)



- 送水系ポンプ設備は原則として24時間連続運転となるため、ポンプの保守点検、安全性、危険分散を考慮して、3台分割とし、予備機を1台とする。ただし受益面積が1,000 ha以下の地域に対するポンプは2台分割とし、予備機1台とする。
- ポンプ揚水の送水管路先には吐水槽を設ける。水槽容量は約1時間の最大揚水相当量を保有する。吐水槽からの給水路の形式は自然流下式管水路方式とする。
- ポンプ設備の主要諸元を以下に示す。

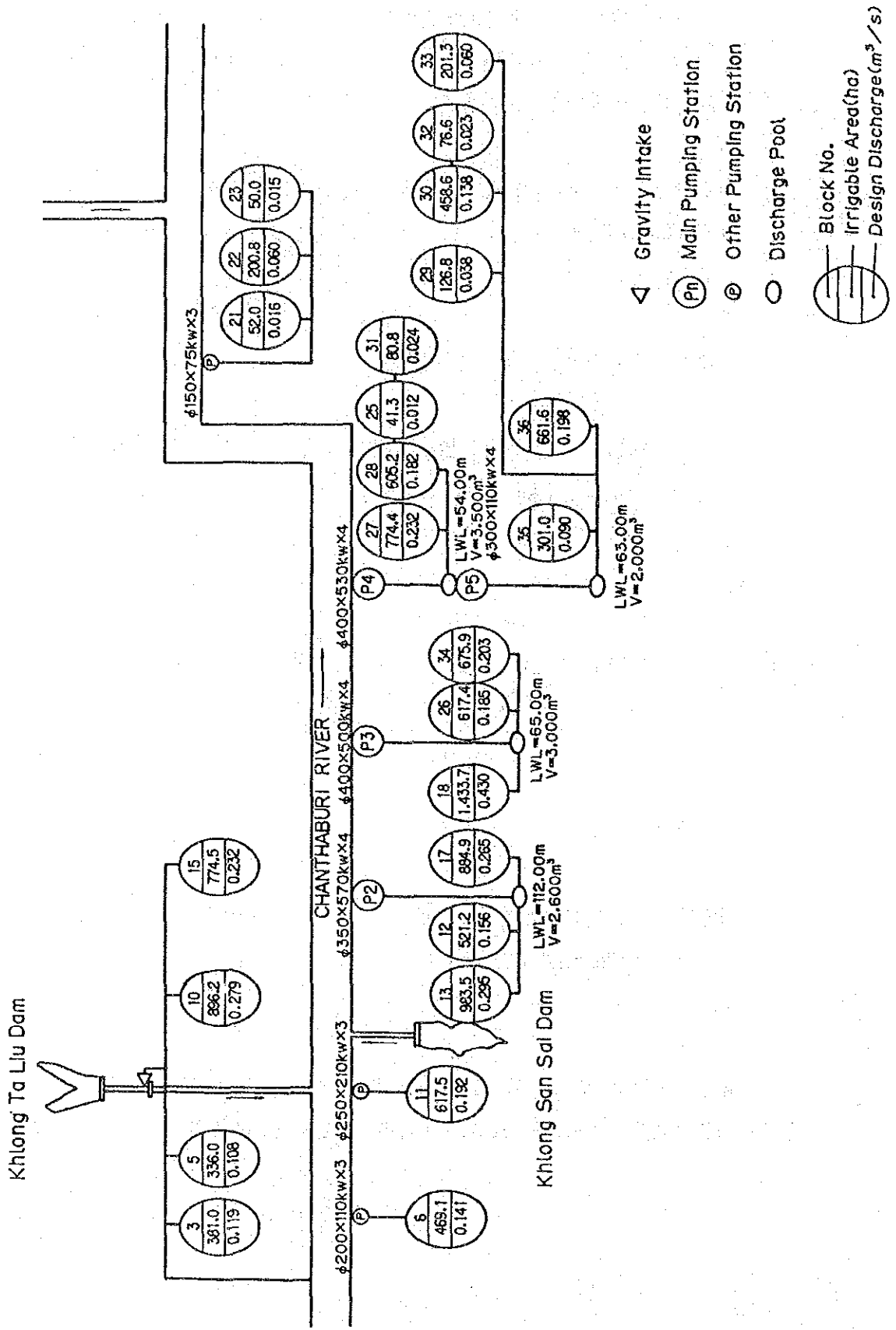
機場	全揚程 (m)	設計流量 (cu. m/s)	口径 (mm)	モーター出力 (kw)
No. 1	67.6	10.22	300	260
No. 2	106.0	14.32	350	570
No. 3	80.9	16.36	400	500
No. 4	71.3	19.70	400	530
No. 5	26.8	10.94	300	110

比較案-3

比較案-1と比較案-2との折衷案であり、技術的には比較案-2により近い。システムの概要を図 5-3に示す。

最適な送水系システムを決定するために、建設の初期投資額のみならず施設の維持管理費をも含めた経済比較を予備的に下記のとおり行なった。

图 5-3. 主要送水设施设计图 (比较案-3)



経済比較（100万パーツ）

項目	比較代替案		
	案-1	案-2	案-3
1. 施設建設費			
- 貯水ダム	665.0	665.0	665.0
- 頭首工	16.5	4.5	8.8
- 水位調整堰	-	30.4	23.4
- 主要送水パイプライン	559.6	251.7	260.9
- 主要ポンプ設備	-	210.0	174.0
- 調整池	11.6	32.4	27.9
- その他ポンプ設備	102.9	102.9	102.9
- ラテラル/サブラテラル	86.6	86.6	86.6
- 連絡パイプライン	39.7	39.7	39.7
- 最末端かんがい施設	329.4	329.4	329.4
計	1,811.3	1,752.6	1,718.6
(率)	(100.0)	(96.8)	(94.9)
2. 維持管理費（45年間）			
- 人件費	31.3	85.4	74.8
- 電力料金	72.7	603.4	530.6
- 補修費	44.8	139.2	123.2
- 更新設備費	144.0	438.0	387.6
計	292.8	1,266.0	1,116.2
(率)	(100.0)	(432.3)	(381.2)
3. 総合評価			
現在価値	1,192.5	1,229.1	1,196.8
(比率)	(1.000)	(1.031)	(1.004)

上記の表で示した主要施設は基幹施設と末端施設の2つの部分に分類される。約200haまでのかんがい区をカバーする基幹施設は上述の表中、貯水ダム、頭首工、水位調整堰、主要送水パイプライン及び主要ポンプ設備までを含んでおり、200ha以下の末端かんがい区には、それ以降の施設が含まれている。本計画では政府がこの基幹施設を、また受益農民が末端施設を建設するのが望ましいと

考えられる。それは本報告書第八章に示す如く、当該事業負担区分についての受益農民の事業費負担能力が認められるからである。

既述の各代替案に対する技術的評価と維持管理面からの総合評価は次のとおりである。

比較代替案-1

- 自然流下方式が主体で三ヶ所のオープンタイプの調整池と有機的に接続されており、利水が容易でありかつ安全である。
- ポンプ掛かり地区は比較的小規模で、水管理上問題が少ない。
- 調整池容量との関係もあるが、一本の基幹水路で導水されるために、管路の災害等による長時間の断水が想定される。

比較代替案-2

- 各団地ごとに独立したポンプ揚水となるので、危険分散の点から他案に比較して有利であり、制御しやすい。
- 各機場ごとに管理人を常駐させる必要があり、河川の水位調節、下流への放流量を調節確保しながらポンプの運転を行なう必要がある。
- 停電、災害時の運転休止が予想される。
- 多額の年間管理費（主として電力料金）が必要である。

比較代替案-3

- この案は上記2案の中間的施設計画であり技術的には第2案により近い。

経済的比較においては殆ど差は認められないが、農民負担及び将来の維持管理の面では第1案は他の案に比べて低廉である。施設の維持管理等技術的な評価としては、自然流下方式が他案より安全かつ容易で、河川取水における分水操作（ポンプ揚水の場合）の困難性が少ない。従って、本事業のかんがいシステムは、自然流下方式を主体とする代替案-1を採用す

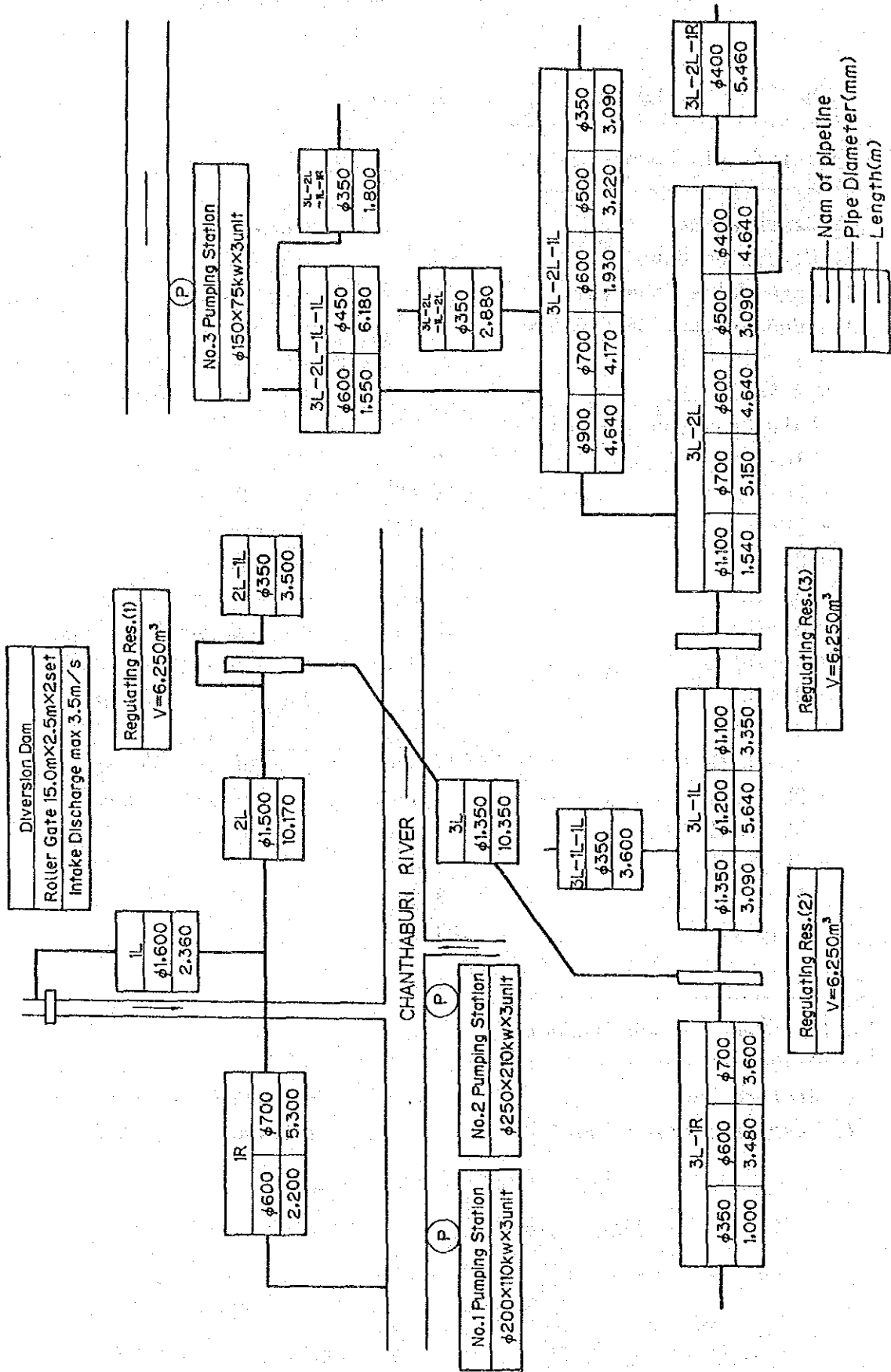
表 5-2. 主要かんがい施設

<u>Sub-project and Facility</u>	<u>Quantity</u>	<u>Specification</u>
Khlong Ta Liu Sub-Project		
1. Storage Dam	1	Storage Capacity = 35.85 MCM.
2. Diversion Dam	1	Maximum Discharge=3.5cu.m/sec
3. Regulating Reservoir	3	Total Volume = 18.750 cu.m
4 Pumping Station	2	
4.1 No.1 P.S.	1	φ 200mm x 110kw x 3units
4.2 No.2 P.S.	1	φ 250mm x 210kw x 3units
5. Main Conveyance Pipeline		
- 1L	2,360m	φ 1,600 mm
- 2L	10,170	φ 1,500 mm
- 2L-1L	3,500	φ 350 mm
- 3L	10,350	φ 1,350 mm
- 3L-1R	8,080	φ 700 mm~350 mm
- 3L-1L	12,080	φ 1,350 mm~1,100 mm
- 3L-1L-1L	3,600	φ 350 mm
- 3L-2L	14,420	φ 1,100 mm~500 mm
- 3L-2L-1R	10,100	φ 400 mm
- 3L-2L-1L	17,050	φ 900 mm~350 mm
- 3L-2L-1L-1L	7,730	φ 600 mm~450 mm
- 3L-2L-1L-1R	1,800	φ 350 mm
- 3L-2L-1L-2L	2,880	φ 350 mm
- 1R	7,500	φ 700 mm~600 mm
Total	108,120	

Khlong San Sai Sub-Project

1. Storage Dam	1	Storage Capacity = 10.55 MCM
2. Pumping Station (No.3 P.S.)	1	φ 150mm x 75kw x 3units

図 5-4. 主要送水システムの要約



る。採用された送水系システムにおける主要施設の配置を巻頭の計画一般平面図に、また主要諸元を表 5-2 および図 5-4 に示した。

5.3 末端配水システム

5.3.1 概要

かんがいの実状と現況のかんがい施設に関するサンプル地区の調査から以下の諸点が明らかとなった。

- 河川水直接利用地区では、果樹園の全ての区画が少なくとも一個の小規模なポンプを川沿いに設置しており、ポンプの総数はほとんど数えきれないほどである。
- また上記の地区は河川の本流沿いに平均幅470m程度に分布している。
- 溜池水利用地区においては、各農家が自分の果樹園の最低標高部近傍に最低1個、通常は複数個の溜池を擁しており、単位面積当たりの溜池の平均容量は920cu.m/haである。従って溜池は溪流、支流沿いに多く分布することになる。溜池の幾つかは河床部を掘削したものもあるが、大部分は支流の近傍には位置するが、独立している。
- 雨期の流入水によって満水した溜池はかんがいの開始に伴って水位が低減するが、かんがいの初期にはかなりの量の土中からの補給水が見込まれる。このような補給水は時間の経過に伴って減少するが、かんがいの全期間を累積すれば平均的に溜池は二回使いされている勘定となる。
- このことは溜池の水収支解析の結果とも一致し（付属書-A参照）、したがって土中からの補給水は流出解析における、中間流出及び地下水流出の成分に相当するものと考えられる。
- 小規模のポンプ施設と配水管路は既に既存の溜池の全てに設置されてい

る。

以上の観点から、本地区の末端かんがいとしては、河川水直接利用地区に対しては河道内の安定したかんがい水の確保が、また溜池利用地区についてはかんがい水の溜池への直接補給が重要である。

地区の溜池の密度は現地調査の結果920 cu.m/ha と推定されているが、かんがい初期の満水量及びかんがい期間中の補給水によって、かんがい必要水量の約60% が溜池から賄われているものと推定される。したがって残りの約 1/3が本計画で新規に建設される貯水ダムから補給される必要があり、その水を既存の溜池まで送水、配水するための施設が必要である。

5.3.2 末端配水システム

(1) 末端配水システムの比較検討案

計画地区に最も適する末端配水システムを検討するために、サンプル調査地区-2を対象として、既存の溜池群に送水、配水するための施設のモデル設計を比較案2案について行なった。

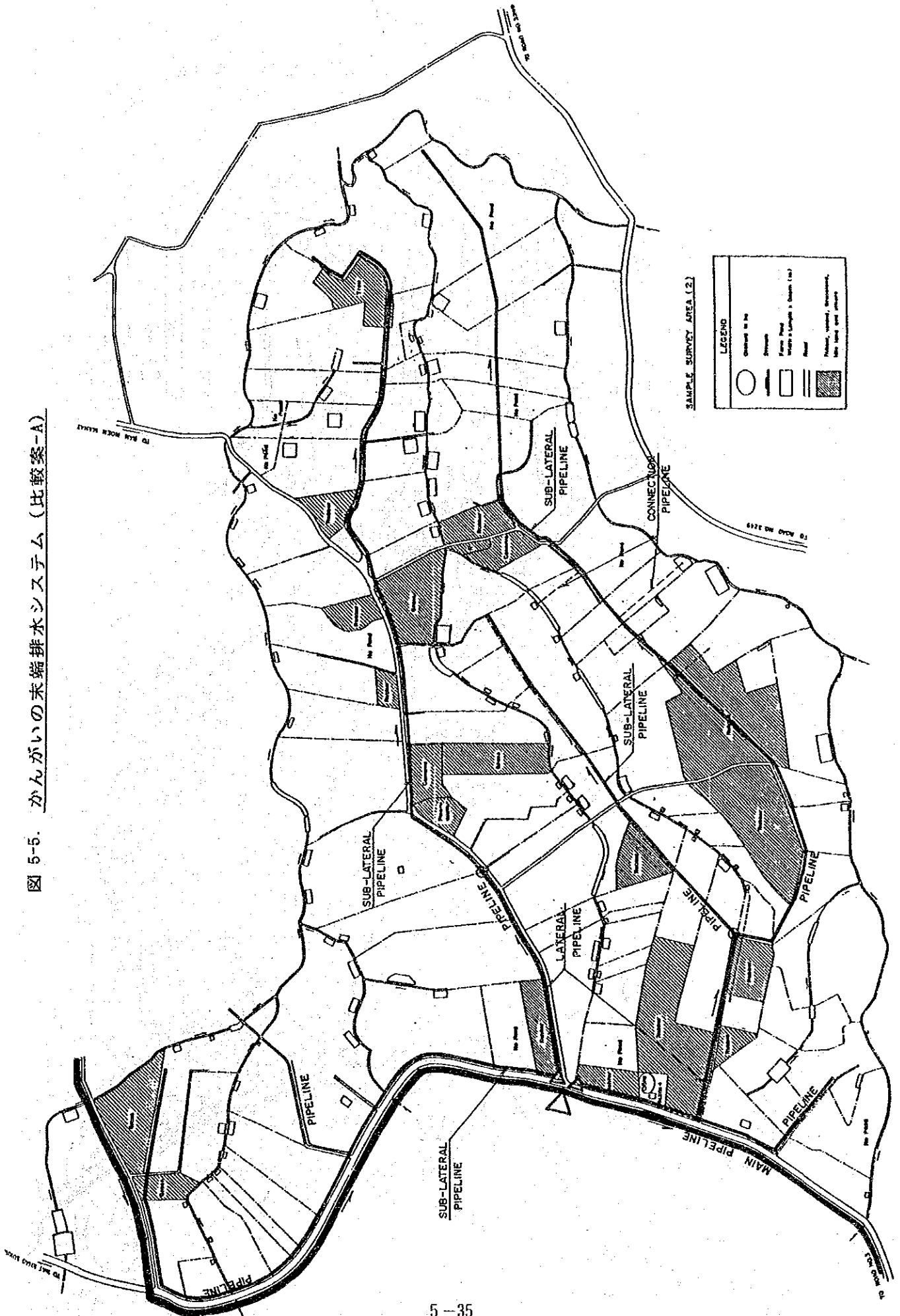
比較案-A

主もしくは二次の幹線管水路より分水し、配水管水路及び連絡管水路を通じて全ての溜池に配水する完全計画である。システムの概要を図 5-5に示す。

比較案-B

ほとんどの溜池群が地区の溪流や細流沿いに分布している事から、主もしくは二次の主管水路から溪・細流の上流部に必要水量を放流する。一方新規開発地区に対しては、別途送配水路を設け、溜池に配水する。システムの概要を図 5-6に示す。

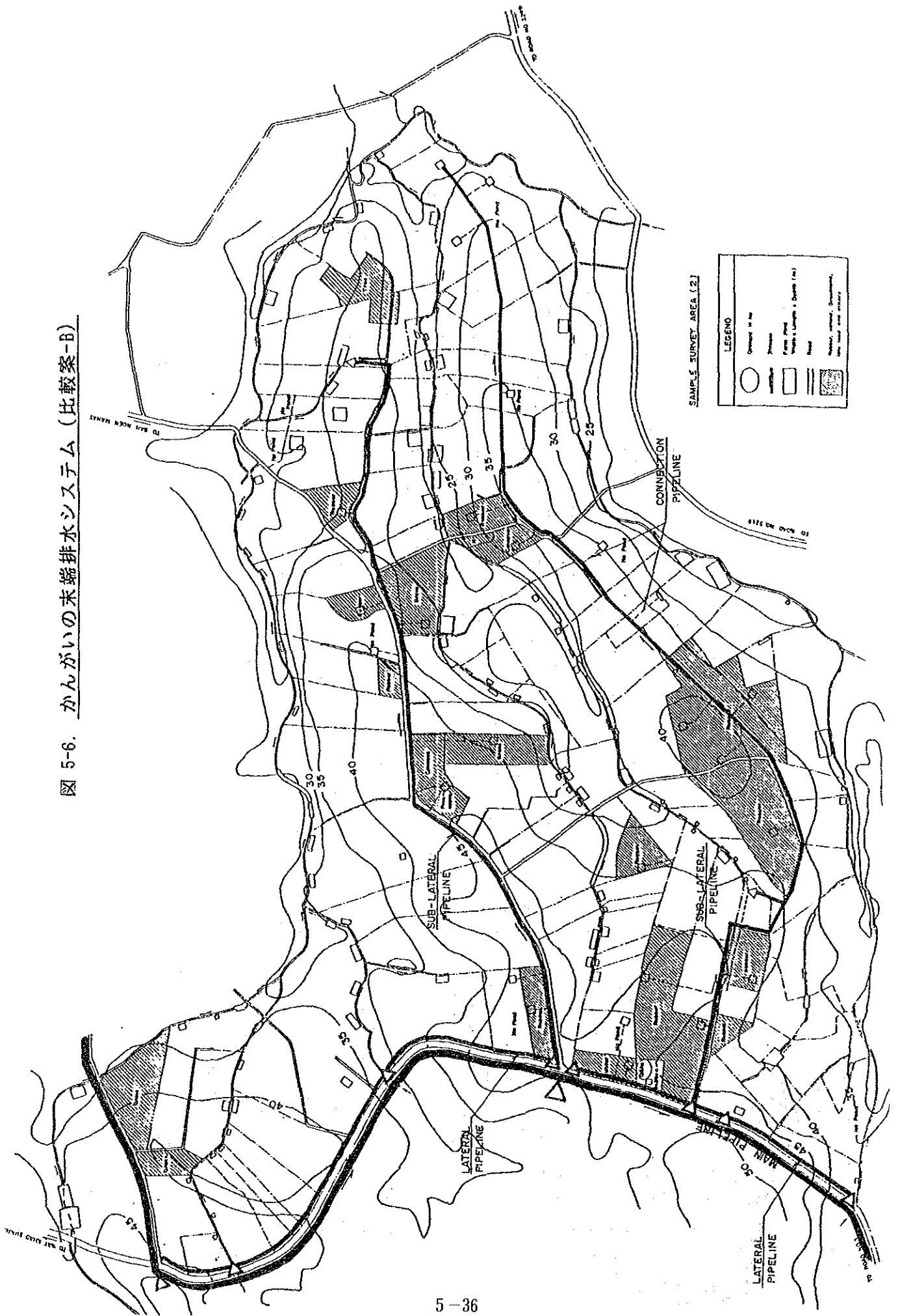
図 5-5. かんがいの末端排水システム (比較案-A)



SAMPLE SURVEY AREA (2)

LEGEND	
○	Outfall to the
□	Private
▭	Public Road
▭	Public's Property & Station Land
▭	Water
▭	Public, National, Municipal, etc.
▭	Other land use

図 5-6. かんがいの末端排水システム (比較案-B)



事業費の比較は以下のとおりである。

(単位：パーツ/ha)

管水路	比較案-A	比較案-B
ラテラル管水路 (口径 250~300mm)	2,620	3,850
サブ・ラテラル (口径 75~150mm)	6,150	4,500
連結管水路 (口径 50mm)	6,410	610
計	15,180	8,960
(比)	(1.00)	(0.59)

両比較案の技術的、経済的評価は次のとおりである。

比較案-A

長所：- 最も水損失の少ないシステムである。

- ローテーションかんがいが採用されたとしても、完全かつ円滑な水管理がされ得る。

短所：- 建設費が高い。

比較案-B

長所：- 建設費が低廉である。

- 新規開発地区にとっては比較案-Aと同じく完全計画であり、十分なかんがい効果が期待出来る。

短所：- 特に既存の果樹園にとっては不完全計画であり、溪・細流に放流された極めて少量な水の取水が困難なことに加えて、新たに取水設備への投資が必要である。

上記の検討より、比較案-Aが技術的、かつ水管理の側面から望ましい。

(2) 端末配水システムの設計

1) ラテラル/サブラテラル管水路

第三章、3.4.2で述べたサンプル調査地区-2、1/10,000地形図上で抽出した追加サンプル地区-4 (図 5-7参照) においてラテラル及びサブラテラル管水路以降の端末配水システムのモデル設計を行なった。結果を次に要約する。

ラテラル/サブラテラル管水路

項目	サンプル地区-2		サンプル地区-4	
	(m/ha)	(Baht/ha)	(m/ha)	(Baht/ha)
かんがい面積 (ha)	374		520	
ラテラル管水路 (口径250-350mm)	4.5	2,620	5.2	3,150
サブラテラル管水路 (口径 75-200mm)	24.9	6,150	26.2	4,150
計	8,770		7,300	
平均	8,030			

2) 連絡管水路

計画地区では各農家は複数の溜池を所有している場合もあるが、本事業では各農家1戸当り1溜池にかんがい水を供給する。ラテラルもしくはサブラテラル管水路と溜池を結ぶための連絡管水路諸元は、サンプル調査地区-2及び3での調査結果より以下のように推定された

項目	サンプル地区-2	サンプル地区-3	計
果樹農家数 (戸)	93	45	138
所有果樹園 (ha)	342.1	289.3	631.4
供給する溜池密度 (個/ha)	$138/631.4 = 0.22$		
連絡管水路密度 (m/ha)	$250\text{m/溜池} = 250 \times 0.22 = 55$		

図 5-7. サンプル地区-4平面図

