

ンプの故障や水質がよくないとの理由で乾期の生活用水の他にはあまり利用されていないけれども、深井戸の地下水は地下水開発の水源の対象にできる。

水理地質学的には、調査地区には4種の帯水層が分布している。1つは、河岸段丘や現氾濫原に位置する未固結な帯水層であり、他は、平坦地、高位段丘、丘陵、山地などの地下水を含む基盤岩類からなる帯水層である。

未固結な帯水層は新旧の沖積堆積物、礫、砂、シルト、粘土からなり、ムン川とその主要な支流に沿って分布している。このうち礫質、砂質堆積物からなる帯水層では、90%以上の井戸で真水が得られており、その揚水量（100 フィート以内の水位降下における揚水量：以下同様）は190～750 ℓ/minである。また、同じく未固結帯水層のうち、砂質、粘土質堆積物からなる帯水層では、80%以上の井戸で真水が得られており、その揚水量は40～190 ℓ/minである。しかし、基盤岩に岩塩の含まれている地域の砂質、粘土質堆積物からなる帯水層では、ほとんどの井戸が塩分を含む水である。

上部コラート帯水層は、岩塩や石膏を伴う頁岩、シルト岩、砂岩の白亜紀の岩石からなる。この帯水層は最も広い分布を示している。中・高位段丘地域や侵食からとり残された丘陵地域では、80～95%の井戸で塩分を含まず75～380 ℓ/minの揚水量を得る。しかし、雨期に氾濫する平坦地及び塩が地表に昇出する窪地や起伏地では、50～90%の井戸で塩水が出る。

中部コラート帯水層は、上部が Phu Phan 累層の砂岩、礫岩、下部は Phra Wihan 累層の厚く堆積した珪質砂岩、これらに挟まれる Sao Khua 累層の砂岩、頁岩、シルト岩などからなるジュラ紀の岩石から構成されている。ケスタ地形や独立した丘陵地域では、塩分を含まない地下水がほぼ50%の井戸で得られているが、揚水量は75 ℓ/min以下と少ない。

下部コラート帯水層は、暗褐色、灰褐色及びその他の様々な色調を呈する Phu Kra-dung 累層の頁岩や雲母に富む砂岩の下部ジュラ紀の岩石からなる。水理地質図で破線で示される地域では、ほぼ100%の井戸の25～60mの深さから揚水量75～380 ℓ/minの塩を含まない地下水が得られるが、より深い位置では地下水に乏しい。

2-8 社会・経済

2-8-1 行政区分及び人口

歴史的にみてヤソトン県は、ウボン・ラチャタニ県からいくつかの郡を分離して1983年に成立したものであり、従って、行政上の経験では両者の間に不可避的に相当の差がある。各県（チャンワット）はいくつかの村から成る郡によって構成されている（表 2-3）。

タイ国政府は農村開発の任務をいくつかの政府機関にゆだねている。例えば RID（灌漑）、ARD（緊急なプロジェクト）、CDB（小規模プロジェクト）、BPM（地方給水）及び DOF（内水面漁業）などである。他方、各県の事務所も自らが開発計画を策定している。実施の段階において上述の諸機関は、プロジェクトの実施にたずさわり、いくつかのプロジェクト、例えば小規模灌漑などは維持、管理の段階で農民の自主管理にゆだねられる。農村開発の計画について言えば、部落単位で行った調査に基づいて NESDB が総合計画を策定する。

行政区分でみると調査地区はウボン・ラチャタニ県の11の郡とヤソトン県の5つの郡に位置している。総人口は1980年で116万6,000人であったが、1987年には129万3,000人に達しており、年平均人口増加率は1.5%である（表 2-4）。調査地区の人口は1987年において両県につき各々、74%と64%に該当する。人口数は他のカテゴリーとして市街地区、衛生地区、農村地区としても分けられている。この区分に従うと農村地区の人口密度は低く（96人/sq. km）、ウボン・ラチャタニとヤソトンの市街地区だけがきわだって高くなっている（255人/sq. km）。このことから地方都市への人口の集中がうかがわれる。

世帯数は調査地区において1980年で20万、1987年で21万2,000になっている。1980年における1世帯当り5.8人を1987年の6.1人と比較すると、1世帯当り人数が増える傾向が認められる。世帯毎の職業をみると各郡ともに90%以上の世帯が農業に携わっている。このことは各郡内の市街地区はまだ小規模の発展しかしていないことを示している。

2-8-2 県民総生産と所得水準

17県から構成される（上部地域10県、下部7県）東北タイ地方は全体として農業主体の産業構造になっており、多くの観点で低開発地域として位置づけられている。調査

地区が各々の半分を占めるウボン・ラチャタニ、ヤソトンの両県も同じく農業主体の産業構造となっている。大多数の人口は、農業に従事しているながらも農業開発の遅れや生活条件のいくつかの問題に悩まされている。両県の1986年の産業別県民総生産を表 2-5に示した。

両県の第1次産業の県民総生産に対するシェアはヤソトン県で 21.3 %、ウボン・ラチャタニ県で 20.3 %といずれも国の平均 18.8 %を上廻っている。第2次産業についてはこの逆でヤソトン県 9.2%、ウボン・ラチャタニ県 16.6 %と国の平均 28.3 %より低いシェアとなっている。

商業部門の県民総生産が両県において相当大きな比重を占めており、また成長している。しかし、家族就労数を見るとそこでは農業が圧倒的に大きなシェアを占めている。上記の事実は農業部門の現状における低生産性を示すと同時に、同部門の市場メカニズムの若干のひずみをも示している。

世帯当りの所得水準を各郡における差異を知るために統計資料から表 2-6にまとめた。この表から調査地区の 52 %の世帯は所得が年 6,000バーツ以下であると推定される。世帯当りの所得を貧困クラス (9,000 バーツ以下)、通常クラス (9,000 ~13,200バーツ)、若干よいクラス (13,200~19,800バーツ)、富裕クラス (19,800バーツ以上) の4カテゴリーに分けると、東北タイでは 43 %の世帯が貧困クラスに属すると報告されている。貧困度に関する NBSDB の調査によると、流域内の16郡のうち12の郡は貧困度の高い郡と分類されている (表 2-7)。

2-8-3 社会開発の現状

第5次国家開発計画で明示された貧困撲滅計画は、その方法において第6次国家開発計画では、問題のある部落について解決策を施行するという方法におきかえられている。NBSDB の経験によると、所得水準の指標については信頼度に問題があったとしている。農村開発局 (CDD) と国家統計事務所 (NSD) は6つの指標によって部落ベースの開発水準について調査を実施している。この調査により、国平均の開発水準以下であるレベル1と認定された部落数を、その問題別に示すと次のとおりである。

低開発水準の部落数

指 標	ヤソトン県		ウボン・ラチャタニ県	
	部落数	(%)	部落数	(%)
電化	202	(30)	796	(33)
技能訓練	279	(41)	1,310	(55)
賃金	655	(96)	2,278	(95)
稲作	587	(86)	2,039	(85)
乾期農業	513	(76)	1,812	(76)
生活用水	525	(77)	1,936	(81)

注：全部落数、ヤソトン県 679、ウボン・ラチャタニ県2,393

現地調査結果からみて、地区内の国道や県道は比較的良好な状態にある。しかし、ひとたび幹線道路から離れた遠隔地へ行くと、RID のプロジェクトサイトに連結しているものなど以外の農業道路や村落道路は不完全な状態である。

灌漑水の不足と同時に、いくつかの部落では飲料水や生活水の不足に悩まされている。地方電化はかなり進んでいるが、まだ電気のない部落があり、全般として電化率は満足できるものではない。事実、電化率は現在では、各々ウボン・ラチャタニ県で 63%、ヤソトン県では 61%にとどまっている。県電力公社 (PBA) は調査地区でも地方電化を進めており、将来需要が増大した時には、その発展段階に合致するように適切な手段を講じることになっている。

全体として東北タイ地方と同様、この両県は教育施設について一定レベルのものを有しているが、調査地区内の多くの部落では、まだ教育と訓練施設が不足している。各郡には病院があり、ほとんどの村には健康管理事務所がある。しかし、いくつかの部落は健康管理上の問題があり、関係官庁はこれらの条件を改善する計画をもっている。

両県並びに調査地区において、農民組織活動が盛んであったとはとうてい認められない。両県における現今の農民組織の実状にかんがみ、しかるべき方法でこれを活発化させることが望ましいと言える。灌漑システムの確立は一般にこの目的に対しては大いに寄与するものである。表 2-8 に両県の農業協同組合の情報を示した。調査地区では農業開発に対して物理的な諸条件以外にもいくつかの制約条件があるが、そのうち農業金融の制約は主要な問題の 1 つと見做されてきた。この分野において BAAC 及びバンコク銀行により提供された金融は、過去において大きく寄与してきた。農業生産の増大に伴って将来には金融の量及び範囲が増加するものと考えられる。

表 2-1 : ウボン・ラチャタニの気候

Item	Station : Ubon Ratchathani												
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Year
Station	Elevation of Station above MSL : 123 m												
Index No.	Elevation of barometer above MSL : 127 m												
Latitude	Height of thermometer above ground : 1.5 m												
Longitude	Height of rain gage above ground : 0.8 m												
Pressure (+1000 or 900 mbr.)													
Mean	13.56	11.59	9.99	8.37	7.06	6.07	6.02	5.86	7.44	10.13	12.43	13.68	9.35
Extreme Maximum	25.20	23.32	23.28	20.56	14.63	13.35	13.45	13.75	16.13	18.36	21.46	23.45	25.20
Extreme Minimum	3.41	1.05	0.99	98.90	99.82	96.15	95.57	97.33	97.46	1.35	1.75	4.14	96.15
Mean Daily Range	5.14	5.60	5.74	5.56	4.96	4.28	4.10	4.21	4.51	4.52	4.42	4.64	4.81
Temperature (°C)													
Mean	23.5	25.9	28.6	29.6	28.8	28.1	27.6	27.2	27.0	26.5	25.0	23.4	26.8
Mean Maximum	30.9	33.3	35.4	35.9	34.4	32.7	32.0	31.4	31.2	31.3	30.7	30.1	32.4
Mean Minimum	16.8	19.4	22.4	24.3	24.6	24.4	24.1	23.9	23.7	22.4	20.0	17.6	22.0
Extreme Maximum	36.0	38.6	40.2	41.3	41.0	38.5	36.2	37.8	34.6	34.8	35.3	34.9	41.3
Extreme Minimum	8.5	11.7	13.0	15.9	19.4	21.0	20.2	20.7	20.5	15.7	13.0	8.5	8.5
Relative Humidity (%)													
Mean	65.0	63.2	62.1	66.1	75.2	79.5	80.5	82.7	83.2	77.4	71.8	68.5	72.9
Mean Maximum	86.7	83.7	81.2	83.1	89.8	92.2	92.5	93.7	94.2	90.3	87.3	87.2	88.5
Mean Minimum	41.1	40.8	41.3	45.8	55.6	62.3	64.5	66.9	67.3	60.4	53.1	47.1	53.9
Extreme Maximum	22.0	23.0	20.0	21.0	32.0	37.0	47.0	46.0	42.0	30.0	26.0	25.0	20.0
Dew Point (°C)													
Mean	15.7	17.6	19.9	21.9	23.5	23.8	23.7	23.7	23.6	21.9	19.1	16.7	20.9
Evaporation (mm)													
Mean-Pan	174.9	174.3	216.1	210.8	184.0	161.9	163.9	151.7	129.1	164.1	173.1	173.0	2,076.9
Cloudness (0-10)													
Mean	3.9	4.3	4.9	6.2	7.5	8.3	8.3	8.8	8.3	6.6	5.2	4.4	6.4
Sunshine Duration (hr)													
Mean	292.5	261.3	269.6	257.2	244.3	194.4	201.5	170.5	165.2	233.8	260.8	269.0	2,820.1
Visibility (km)													
0700 L.S.T.	7.5	6.3	5.9	7.5	10.4	11.0	10.8	10.4	10.2	10.7	10.4	9.1	9.2
Mean	10.5	8.5	7.4	8.9	11.7	12.0	11.9	11.5	11.5	12.2	12.4	11.9	10.9
Wind (Knots)													
Prevailing Wind	NE	N	S	S	S	S	S	SW	S	N	NE	NE	-
Mean Wind Speed	3.7	3.2	3.1	3.0	3.1	3.8	3.9	4.0	2.6	3.9	5.7	5.1	-
Maximum Wind Speed	32	46	42	56	60	60	41	68	46	55	40	50	68
Rainfall (mm)													
Mean	0.6	12.6	40.9	85.6	213.6	261.9	274.6	322.6	294.3	100.5	22.4	1.8	1,631.4
Mean Rainy Days	0.4	1.3	3.6	7.5	15.2	18.5	19.6	22.2	20.1	10.8	3.6	0.7	123.5
Greatest in 24 hr	4.8	62.0	124.1	100.2	138.5	189.4	203.9	141.1	130.3	113.4	71.8	8.2	203.9
Day/Year	27/64	27/85	14/60	12/78	18/56	4/72	7/70	18/70	5/68	9/67	5/64	15/66	7/70

Note: Observation for 30 years from 1956-1985, except evaporation of 24 years from 1962-1985.

表 2-2 : 既存水資源開発事業リスト

Item	Sebai	Sebok	Tung Lung	Total	
Watershed Area (sq.km)	3,950	3,730	860	8,540	
Annual Rainfall (mm)	1,482	1,694	1,691	1,596	
Annual Runoff (mm)	413	716	737	578	
	(MCM)	1,631	2,671	634	4,936
Paddy Field (ha)	178,800	149,600	17,600	346,000	
Existing Projects					
(1) MSIP					
- Nos. of Projects	5	3	-	8	
- Storage (MCM)	65.45	24.94	-	90.39	
- Irrigable Area (ha)	7,667	3,000	-	10,667	
(2) SSIP					
- Nos. of Projects	76	37	6	119	
- Storage (MCM)	23.58	12.10	2.54	38.22	
- Irrigable Area (ha)	3,326	2,037	192	5,555	
(3) SSWR					
- Nos. of Projects	41	38	1	80	
- Storage (MCM)	4.88	1.61	0.06	6.55	
- Irrigable Area (ha)	2,287	1,263	288	3,838	
(4) Total					
- Nos. of Projects	122	78*	7	207	
- Storage (MCM)	93.91	38.65	2.60	135.16	
- Irrigable Area (ha)	13,280	6,300	480	20,060	

Notes: MSIP : Medium scale irrigation project by RID
 SSIP : Small scale irrigation project by RID
 SSWR : Small scale water resources project by ARD and DLD
 * : Tung Ma Hew pump project (1,260 ha) is not included.

表 2-3 : 行政区分と面積

	Total Area (sq.km)	Administration		
		Tambon	Muban (Village)	Nos. of Houses
Yasothon Province				
1. Muang Yasothon	454.00	15	145	18,029
2. Kham Khuai Khaeo	638.05	12	90	9,716
3. Kut Chum	492.00	9	96	8,084
4. Loeng Nok Tha	1,234.91	13	132	15,044
5. Pa Tiu	217.00	5	43	4,808
<u>Sub-total</u>	<u>3,035.96</u>	<u>54</u>	<u>506</u>	<u>55,681</u>
Ubon Ratchathani Province				
1. Muang Ubon Ratchathani	939.38	16	172	38,736
2. Amnat Charoen	815.58	17	224	21,430
3. Senangkhanthom	546.00	5	50	5,772
4. Hua Taphan	425.00	8	75	6,641
5. Kuang Nai	782.82	17	152	13,543
6. Kutkhoa Pun	330.00	5	58	4,573
7. Muang Samsip	927.54	12	134	10,371
8. Phana	498.00	6	78	6,297
9. King A. Tan Sum	169.00	6	55	3,681
10. Si Muang Mai	1,300.00	10	102	7,026
11. Trakan Phutphon	1,366.45	18	194	11,579
<u>Sub-total</u>	<u>8,099.77</u>	<u>120</u>	<u>1,294</u>	<u>129,649</u>
<u>Total</u>	<u>11,135.73</u>	<u>174</u>	<u>1,800</u>	<u>185,330</u>

Source: Provincial offices of Yasothon and Ubon Ratchathani

表 2-4 : 人口と世帯数

Province, Amphoe	Population		Household	
	1980	1987 (per sq.km)	1980	1987
Yasothon Province				
1. Muang Yasothon	114,518	124,676	17,268	20,121
2. Kham Khuan Khaeo	63,589	67,717	9,651	10,962
3. Kut Chum	54,300	62,052	8,248	9,023
4. Loeng Nok Tha	91,424	100,387	14,451	18,411
5. Pa Tiu	28,352	30,510	5,021	5,357
Sub-total	352,183	385,342	54,639	63,874
Ubon Ratchathani Province				
1. Muang Ubon Ratchathani	202,549	229,913	36,419	42,719
2. Amnat Charoen	126,740	148,164	22,971	27,110
3. Senangkhanthom	32,386	34,668	5,553	6,912
4. Hua Taphan	43,571	48,017	7,896	7,452
5. Khuang Nai	94,400	102,741	17,084	14,968
6. Kutkhoa Pun	30,838	33,346	5,181	5,649
7. Muang Samsip	69,831	74,102	12,342	11,382
8. Phana	49,758	50,936	9,059	7,813
9. King A. Tan Sum	24,516	27,093	4,404	3,976
10. Si Muang Mai	45,302	50,741	8,194	7,440
11. Trakan Phutphon	93,561	107,895	16,102	12,616
Sub-total	813,452	907,616	145,204	148,037
Total	1,165,635	1,292,958	199,843	211,911

Source: Statistical report of Ubon Ratchathani and Yasothon province, Population census and annual survey of Population

表 2-5 : 県民総生産

- Unit: Million Baht -

Description	Ubon Ratchathani		Yasothon		Whole Country	
	1980	1986 (%)	1980	1986 (%)	1986	(%)
Primary Sector						
Agriculture	3,543	2,800 (19.8)	1,264	848 (21.3)	183,038	(16.7)
- Crops	2,750	1,847	947	647	124,906	
- Livestock & Others	793	953	317	201	58,132	
Mining & Quarrying	39	66	0	0	23,347	
<u>Sub-total</u>	<u>3,582</u>	<u>2,866 (20.3)</u>	<u>1,264</u>	<u>848 (21.3)</u>	<u>206,385</u>	<u>(18.8)</u>
Secondary Sector						
Manufacturing	649	962	93	88	226,572	
Construction	524	1,172	145	234	55,683	
Electricity & Water Supply	43	211	6	42	28,182	
<u>Sub-total</u>	<u>1,216</u>	<u>2,345 (16.6)</u>	<u>244</u>	<u>364 (9.2)</u>	<u>310,437</u>	<u>(28.3)</u>
Tertiary Sector						
Transportation & Communication	689	1,585	308	619	101,828	
Trade	2,179	3,791 (26.8)	744	1,251 (31.5)	204,094	(18.6)
Banking & Other Services	1,039	2,327	260	613	226,484	
<u>Sub-total</u>	<u>3,907</u>	<u>7,703 (54.5)</u>	<u>1,312</u>	<u>2,483 (62.5)</u>	<u>532,406</u>	<u>(48.5)</u>
Public Administration & Defence	657	1,220 (8.6)	154	278 (7.0)	49,138	(4.4)
<u>GPP/GDP</u>	<u>9,362</u>	<u>14,134 (100)</u>	<u>2,974</u>	<u>3,973 (100)</u>	<u>1,098,366</u>	<u>(100)</u>
<u>Per Capita GPP/GDP (฿)</u>	<u>5,873</u>	<u>8,039</u>	<u>6,342</u>	<u>8,058</u>	<u>20,860</u>	

Source: NESDB

表 2-6 : 郡別所得水準

Province, Amphoe	Below ฿6,000		฿6,000-10,000		฿10,000-20,000		Over ฿20,000		Total	
	Nos.	%	Nos.	%	Nos.	%	Nos.	%	Nos.	%
Yasothon Province										
1. Muang Yasothon	7,345	49	4,848	32	1,894	13	977	6	15,064	100
2. Kham Khuan Khaeo	1,932	30	2,950	47	989	15	525	8	6,396	100
3. Kut Cham	3,812	50	2,439	32	870	11	540	7	7,661	100
4. Loeng Nok Tha	9,045	61	3,424	23	1,282	9	1,017	7	14,768	100
5. Pa Tiu	2,357	55	1,416	33	377	9	146	3	4,296	100
<u>Sub-total</u>	<u>24,491</u>	<u>51</u>	<u>15,077</u>	<u>31</u>	<u>5,412</u>	<u>11</u>	<u>3,205</u>	<u>7</u>	<u>48,185</u>	<u>100</u>
Ubon Ratchathani Province										
1. Muang	8,484	48	4,912	28	2,964	16	1,421	8	17,781	100
2. Amnat Charoen	10,154	48	6,819	32	2,996	14	1,324	6	21,293	100
3. Senangkhanikhom	3,099	63	1,081	22	549	11	220	4	4,949	100
4. Hua Taphan	2,694	39	2,565	37	1,093	16	527	8	6,879	100
5. Khuang Nai	6,621	47	5,030	35	1,697	12	833	6	14,181	100
6. Kutkhoa Pun	3,144	70	857	19	322	7	170	4	4,493	100
7. Muang Samsip	5,629	51	3,294	30	1,386	13	707	6	11,016	100
8. Phana	3,366	55	1,708	28	756	12	314	5	6,144	100
9. King A. Tan Sum	2,333	62	1,015	27	265	7	131	4	3,744	100
10. Si Muang Mai	4,699	67	1,618	23	472	7	179	3	6,968	100
11. Trakan Phutphon	7,283	55	4,146	31	1,307	10	531	4	13,267	100
<u>Sub-total</u>	<u>57,506</u>	<u>52</u>	<u>33,045</u>	<u>30</u>	<u>13,807</u>	<u>12</u>	<u>6,357</u>	<u>6</u>	<u>110,715</u>	<u>100</u>
<u>Total</u>	<u>81,997</u>	<u>52</u>	<u>48,122</u>	<u>30</u>	<u>19,219</u>	<u>12</u>	<u>9,562</u>	<u>6</u>	<u>158,900</u>	<u>100</u>

Source: Provincial Office data in 1986

表 2-7 : 貧困度分級

<u>Province, Amphoe</u>	<u>Density Index</u>
Yasothon Province	
1. Muang	0.889
2. Kham Khuan Khaeo	1.248
3. Kut Cham	0.774
4. Loeng Nok Tha	0.963
5. Pa Tiu	1.119
Ubon Ratchathani Province	
1. Muang	1.091
2. Amnat Charoen	1.130
3. Senangkhanikhom	1.241
4. Hua Taphan	1.195
5. Khuang Nai	0.948
6. Kutkhoa Pun	1.270
7. Muang Samsip	1.053
8. Phana	1.134
9. King Amphoe Tan Sum	1.087
10. Si Muang Mai	1.164
11. Trakan Phutphon	1.160

Source : NESDB

Remarks : 1 = Medium density of poverty line
 > 1 = High density of poverty line
 < 1 = Low density of poverty line

表 2-8 : 農業協同組合とその他協同組合

(1) Ubon Ratchathani Province

Amphoe	Developed Farmers Group		Under Developed Farmers Group		Young Farmers Group	
	Nos.	Member	Nos.	Member	Nos.	Member
1. Muang Ubon Ratchathani	5	897	7	933	7	166
2. Amnat Charoen	6	1,389	4	299	8	268
3. Senangkhanikhom						
4. Hua Tapan	1	140	3	334	5	136
5. Khuang Nai	12	2,136	1	148	8	105
6. Kukhoa Pun						
7. Muang Samsip	6	862	3	483	13	248
8. Phana	1	79	5	569	4	67
9. King A. Tan Sum			2	261	4	91
10. Si Muang Mai			7	671	2	49
11. Trakan Phutphon			7	862	5	112
<u>Sub-total</u>	<u>31</u>	<u>5,503</u>	<u>39</u>	<u>4,560</u>	<u>59</u>	<u>1,303</u>
Other 10 Amphoes	<u>12</u>	<u>2,422</u>	<u>42</u>	<u>5,886</u>	<u>85</u>	<u>2,005</u>
<u>Total</u>	<u>43</u>	<u>7,925</u>	<u>81</u>	<u>10,446</u>	<u>144</u>	<u>3,308</u>

Source: Office of Agricultural Extension, Ubon Ratchathani

(2) Yasothon Province

Kind of Cooperative	Nos.	Member	Value of Holding Shares
1. Agricultural Cooperatives			
- General agri. cooperatives	10	7,010	10,791,150
- Swing agri. Cooperatives	1	420	110,900
- Federal Cooperatives	1	9	848,800
<u>Sub-total</u>	<u>12</u>	<u>7,439</u>	<u>11,750,850</u>
2. Saving Cooperatives	5	5,273	54,454,929
3. Shop Cooperatives	4	1,194	239,500
4. Service Cooperatives	1	75	176,800
<u>Sub-total</u>	<u>10</u>	<u>6,542</u>	<u>54,871,229</u>
<u>Grand Total</u>	<u>22</u>	<u>13,981</u>	<u>66,622,079</u>

Source: Report of Provincial Office of Yasothon

第三章 流域開発計画

第三章 流域開発計画

3-1 開発の目標

東北タイに属するセバイ・セボック流域は、高い貧困性、低い農業生産性、そして片よった所得配分のために、長く経済的貧困地域として位置づけられてきている。約90%の世帯が農業に従事しているが、この地域の農業生産高は全体の20%にしか過ぎない。また、この地域の主作物は米であるが、自然環境並びに技術的・経済的支援体制ともに十分でなく、他地域に比べ生産性が低い。

年間雨量についてみるとその90%が5月から10月の雨期に集中し、乾期には殆ど農業に必要な水が得られない。流域内の土壌も砂質で、耕土が浅く、肥効性に乏しい、など自然環境に恵まれていない。

この地域の農業は先進的とは言えない。灌漑農業すら、小・中規模事業の少ない水源に頼らざるを得なく、水田面積の約6%が灌漑施設をもつのみで乾期作も面積的に限られ、従って、土地利用率も低くなっている。

第6次国家計画の地方開発目標に従い、この地域の開発目標は、農業に必要な水資源開発を実施し濃密な農業支援サービスを通じて、農家所得を増大させることにある。

3-2 土地資源開発

現況土地利用における水田率は約70%と極めて高く、一方林野率は22%と低い。又、土地分級結果からみると水田として利用可能な面積は調査地区の65%である。すなわち農地としての開発可能地はほとんど開発されており、新規に開発する余地はないといえる。

このような状況から、調査地区における土地資源の開発方針は、既存農地の生産力を向上させることであり、このため土壌管理及び作物栽培上の改良技術の適用及び塩害対策が必要である。

土壌管理対策として、土壌の肥沃性を増大させるため適正な肥培管理を実施する。地区の土壌は大部分が砂質系土壌であり保肥力が弱い、チッ素やリン酸肥料の分施効果が高い。

また、堆肥の施用と緑肥作物の鋤込み等による有機物の投与は土壌の肥沃性を増大させる。

作物栽培上の塩害対策は、土地開発局が指導するように次のとおりである。分類「2」地域では、栽培を開始する前に土壤塩分の溶脱（リーチング）を実施し、栽培作物は耐塩性の作物及び品種とする。分類「3」地域では、栽培作物は耐塩性の作物及び品種とする。分類「4」地域では、水田内の塩分濃度を低くするためにリーチングを行う。分類「5」の地域では、特別な塩害対策は必要としない。なお、分類「1」の地域では作物栽培は不適である。現在のところ、塩害対策の最良の方法は水による土壤塩分のリーチングであり、これに加うるに、耐塩性樹種の植付、溶脱土壤養分の補給及び土壤の物理性改良、並びに耐塩性作物の作付があげられる。

土壤侵食は作物栽培の基を失うことである。また、沈砂は貯水池、水路の大きな問題でもある。土地開発発行の“タイ国における土壤侵食”(1981)によればヤットン県の土壤の79%、ウボン・ラチャタニ県の54%は侵食を受け易い。これ等のものの65%は特にその傾向を有しており、それは 652~6,044 ton/ha/year にも及ぶとしている。このような土地の水田利用は土壤侵食防止に有効な対策であるが、畑地として利用する場合には特別な策が考慮されねばならない。

3-3 水資源開発

3-3-1 地表水

当流域には年間 1,400~1,800 mmの降雨がある。雨水は、涵養林が少ないため、流域内に広く分布する天水田で直接に利用される以外は、その殆どが河川を通じて地区外に短期に流出する。その水量は平年で 49 億 cu.m と見込まれていて、この有効利用は当流域の開発計画には不可欠である。流域内の地下水は、塩分並びに鉄分を多量に含むため、灌漑を目的にした地下水源開発の可能性は低く、その利用は部分的で少量のものに限られよう。

稲の作付は雨期(5~10月)を中心に展開されるが、平年においても灌漑の需要は、降雨の少ない植付初期、生育後期に発生する。乾期の栽培においては、全面的に灌漑に依存しなければならない。従って、灌漑目的の水源地は、基本的に雨期の豊富な河川水の流出調整、つまり、貯水による雨水流出の平準化が必要である。貯水機能を持たない取水

堰等による水資源開発は、調整されない自然流出水の取水に依存するものであり、少降雨時の低流出時において必要な用水を取水するためには、貯水計画よりも相当大きな集水域を必要とする。要するに限られた本地区の水資源を効率に利用するために、水源開発は貯水池を持つ灌漑事業を優先すべきである。小規模ため池の建設や井堰等による取水は、この貯水事業の下流に立地するが、その受益面積は比較的小規模なものとなる。

セバイ、セボック及びタン・ルンの3河川沿いの低平地には広い面積で水田が広がっているが、その地形的制約から貯水池適地は存在しない。これら河川流出水の利用には、緩い河川勾配のため重力式の自然取水適地は見出し難く、従ってポンプ揚水による水資源開発となる。

3流域を含む調査地区の全流域 8,540 sq. kmは年平均49億 3,600 m³の流出量があり、下表に示すように、この調査地区の約 43 %に相当する 3,692 sq. kmが既存事業の集水域として利用されている。従って、残り約 4,848 sq. kmの流域からの年流出量約29億 m³が、将来事業による開発ポテンシャルである。

地表水開発ポテンシャル

	セバイ	セボック	タン・ルン	計
1.流域面積(sq. km)	3,950	3,730	860	8,540
2.年平均流出高(MCM)	1,631	2,671	634	4,936
3.既存事業				
-流域面積(sq. km)	2,169	1,344	179	3,692
-貯水量(MCM)	94	39	3	136
4.将来開発ポテンシャル				
-流域面積(sq. km)	1,781	2,386	681	4,848
-年平均流出高(MCM)	735	1,708	502	2,945

調査地区23地点において表流水の水質調査を実施した。この結果では、表流水のEC値及びPH値はこの水を農業用水に用いるにあたり問題をもっていないことが判明した。

3-3-2 地下水

調査地区の水理地質的な現況は、前述のように4つの帯水層が存在し、沖積堆積物からなる未固結帯水層では90%以上の井戸から190~750 l/minの揚水量の地下水が、上部コラート帯水層及び下部コラート帯水層では80~95%以上の井戸で75~380 l/minの揚水量の地下水が得られている。しかし、平坦地や基盤岩に岩塩を挟む地域では50

～90%以上の井戸で塩水が出てくる。DMR(1973年)発行の水理地質図では、セボック川上流域のAmphoe Amnat Charoenの南部に塩水の広範囲な分布が報告されている。また、今回の調査で実施した水質測定によれば、この地域のさらに南部、セバイ川中下流域及びセボック川中下流域で、電気伝導度が最大 $9,700 \mu \cdot \text{mho}/\text{cm}$ にも達する塩水が確認されている。これはセバイ川及びセボック川の中下流地域の塩類土壌の分布域とも調和している。さらにまた、この分布範囲は Maha Sarakham累層の分布とも一致しており、塩類土壌や塩水の原因の多くは Maha Sarakham累層中に挟まれる岩塩と推定されている。従って、調査地区の中央部～南西部では、1973年資料には塩水範囲になっていない地域でも、今回の水質測定で塩水が確認されているように、地下水開発によって塩水の範囲が広がる可能性がある。

また、調査地区内の地下水は多量の鉄イオンを含んでいる。約90%の井戸の地下水の鉄イオンの含有量は、WHOによる飲料水の基準値 0.3ppm を越えており、やむを得ない場合の基準値でありタイの飲料水の基準でもある 1.0ppm の値でも、70%の井戸の地下水がこの値を越えている。

基準に適した地下水の得られる井戸の割合

県	鉄イオンデータ のある井戸の本数	0.3ppm 以下の基準 値に適する井戸	1.0ppm 以下の基準 値に適する井戸
ウボン・ラチャタニ	469	38 (8.1%)	129 (27.5%)
ヤントン	409	57 (13.9%)	138 (33.7%)
全体	878	95 (10.8%)	267 (30.6%)

また、調査地区の全井戸に対する 1ppm 以下の鉄イオン含有量が得られる井戸の割合を郡別にまとめると、タン・ルン川流域の Si Muang Mai 郡、セボック川最下流域の Tan Sum郡では40%以上の井戸で基準に適した地下水が得られており、鉄イオン含有量の大きい地下水は少ない。他の郡では、基準に適した地下水の得られる井戸の割合はほぼ20～40%の比率であり、鉄イオン含有量の少ない地下水の分布範囲は特定できず、全体に鉄イオン含有量は大きい。

ところで、日本でもタイでも鉄イオンに対する農業用水としての規定が特にない。調査地区の地下水は、鉄イオン含有量の点から飲料水としては適さないが、塩水の影響の

及ばない地域、すなわちタン・ルン川流域、セボック川左岸側上流域、セバイ川上流域では農業用水として使用できる可能性が残っている。タン・ルン川流域、セボック川上流域では上部コラート帯水層の Khok Kruat 累層及び中部コラート帯水層の分布域であり、揚水量は約 100 ℓ/min以下である。また、セバイ川上流域では下部コラート帯水層の分布域であり、75~380 ℓ/minの揚水量が得られている。

3-4 灌漑農業開発

3-4-1 基本方針

調査地区においては農地の面積的拡大が作物生産の手段であった。林野から開発された農地は旱害を受け易く、地力は年々低下し続けている。この深刻な問題に対処するため、この地区の農業開発技術は質的なものであり、かつ内延的なものでなければならず、量的、外延的なものであってはならない。

タイ国における灌漑計画の進展には著しいものがある。1987年における灌漑面積は、各県により異なるが平均して農地の約19%である。東北地域においては、サコンナコン、カラシンの両県が10%を越すが、ヤトソン、ウボン・ラチャタニ両県は最低の5%以下である。このことは土地利用率に現れており、統計によれば1985/86において全国平均で土地利用率が110.2%であるのに対して、両県（農業経済グループ2）は、97.3%で全国の19グループ中最後から4番目である。当面、全国レベル迄土地利用率を増強することを目標として灌漑施設を強化すべきである。

灌漑用貯水池はまた内水面漁業の適地であり、水田もその対象たり得る。この観点から現在進行中の“稲作・漁業総合農業システム研究開発”計画の結果は注目される。

3-4-2 主要作物

ダムにより貯えられた水は、雨期作においては、高収量稲品種を少なくとも全水田面積の70%以上に作付して、高収・安定生産のために用いる計画である。現在、糯品種として、RD6 とNSP(ネオ サン パトン) が広く用いられており、粳品種としては、KDM105 (カウ ド マリ 105)、NG19が多い。将来はより新しい品種として、糯はNeo Ubon 1, RD15, 粳

としてKhao Pak Mawn 148、Khao Jao Chumpas 60などが用いられるようになるであろう。

乾期における貯水池の水は、水稲収穫後に作付される畑作物に用いられる計画である。その面積は灌漑水田面積の20%の予定である。勿論、両作物共新品種、新しい栽培方法が採用される予定である。さしあたり、落花生、大豆、スイートコーン、の3畑作物、西瓜、トウガラシの2野菜を計画する。

主要作物の収量は、類似地区の実績、試験結果などを参考にし、将来、灌漑の導入、末端灌漑施設の整備、十分な農業支援サービスの実施のもと、次のように設定した。なお、水稲の目標収量達成は灌漑導入後10年を要するものと予測した。

目 標 収 量		
作物	ton/ha	(kg/rai)
雨 期 稲	3.1 ~ 4.0	500~640
落 花 生	1.6	250
大 豆	1.6	250
ス イ ー ト ・ コ ー ン	12.5	2,000
西 瓜	18.8	3,000
トウガラシ	7.5	1,200

3-4-3 農業振興支援サービス

如何なる作物にとっても、生産性の向上は多くの支援部門の協力を得てはじめて達成できる。それは複合したものであり、その中の一つが欠除しても制限要因となり得るものである。それらの要因の中のいくつかのものとして市場、農産加工、関係機関の協力があげられる。

対象地域はバンコックの様な巨大市場より遠隔地にあり、唯ウボン・ラチャタニの様な地方都市が殆どの農家にとっての主市場である。市場性は作物生産にとって最も大きい刺戟要因の一つであり、市場の開発は重要であり作物の選択も慎重でなければならず、農民へのはっきりした指針を出す必要がある。

市場性に関連して農産加工産業がこの地又は周辺地域に奨励されるべきである。地方農産物を対象とした罐詰工場、加工工場の設立は農家への最も大きな刺戟である。

多数の国家機関が農業生産に密接に結びついている。現状よりみるに、これら関係機関間の協力がより实际的に農家の経営に必要であるとの立場からみて、情報交換、試験、

その他について改善の余地があり、より事業に密接した支援サービスが実施されねばならない。

3-4-4 灌漑・排水計画

(1) 灌漑計画

調査地域に造成されるダムの水は、雨期作には稲の生産安定及び多収性品種利用による高収レベルを確保するために用い、乾期作においては、灌漑可能面積の20%に作られる畑作物に用いる計画である。

雨期水稲及び乾期畑作物を栽培するために必要な水量は、夫々 970mm、459mmである。このうち、降雨により有効に供給される水量は 707mm、及び 31 mmと見込み、従って、水源に依存すべきネット水量は夫々 263mm及び428 mm、合計 691mmと算定される。乾期1～4月の全期間及び雨期におけるシロカキ時、並びに成育後期(10月、11月)に灌漑が不可欠である。

灌漑のための水源施設及び水路計画はこの水需要に基づいて計画する。灌漑の効果をフルに発現するために、幹線水路の建設と合わせて圃場施設の整備を実施する。事業計画はこれを含めて計画する。主要灌漑施設の運用は現状通り RIDによるものとし、末端の水配分管理は利水グループ (Water Users' Association) が行う計画とする。

計画ダムと貯水池の規模は雨期の河川流出水を最大限に貯水するため、技術的に可能な最大のダム高によって定める。本地区での総貯水池容量は灌漑を必要とする広大な耕地の水需要量と比較すると大きなものではない。この灌漑計画は、まず第一に雨期稲の灌漑面積を拡大すること、次いで乾期の裏作として畑作物に灌漑を導入することを目的とする。乾期畑作物の灌漑面積は、本地区の限られた水資源開発ポテンシャルを考慮し、水稲面積の20%とした。

セバイ川とセボック川沿いには、塩類土壌が分布している。この地域での作物栽培には、根群域の塩分を特定レベルにコントロールするための追加用水の供給が必要である。塩分コントロールのための用水(LR)をFAOの灌漑排水資料No24から算定すると次のとおりである。

$$LR = \frac{EC_w}{5 EC_e - EC_w} \times \frac{1}{Le}$$

ここに、 EC_w = 灌漑水の電気伝導度 (mmho/cm)
 EC_e = 減収許容範囲内の任意の作物に対する
 土壌飽和水の電気伝導度 (mmho/cm)
 Le = リーチング効率

LRの計算において、水稻ポテンシャル収量の100%を期待し、 EC_e は3.0mmho/cmとする。灌漑水の電気伝導度は実測値を参考に0.2 mmho/cm、またリーチング効率は0.6と推定すると、リーチングに必要な水量は灌漑用水量の3%となる。

(2) 排水計画

圃場での過剰な降雨や灌漑水の適切な排除が作物被害や農地での湛水を防ぐために必要である。水田のもつ貯水効果と水稻はある程度の湛水に耐えられることを考慮し、この計画では再現期間5年の3日間連続降雨量の70%を3日間で排除する排水路システムの建設を提案する。この場合の流域別の圃場レベル単位排水量は次の通りである。

流 域	設計降雨 (mm)	単位排水量	
		l/s / ha	(l/s / rai)
セバイ	217	5.8	0.9
セボック	238	6.5	1.0
タン・ルン	245	6.7	1.1

塩類土壌をもつ地域では、灌漑農業の効果を維持するために塩分コントロールが不可欠である。溶脱塩は液相で根群域に移動するので、その分布あるいは移動は水管理でコントロールできる。根群域の塩分コントロールのために地下排水が必要である。

地下排水施設の計画には土壌が制限要因となる。本地区内の塩類土壌地域の主要土壌についての情報は現時点では入手していないが、沖積土壌の多い地区での類似事業計画の経験からみて、地下排水のための明渠の深さは1.0~1.5 mまた、暗渠の間隔は30m前後が必要となろう。

3-5 流域総合開発計画

3-5-1 マスタープランの必要性

セバイ・セボック流域における農業開発の必要性、特に灌漑農業の重要性は、前節に述べたところであり、灌漑局 (RID) を中心にして、農村振興局 (ARD)、土地開発局 (BLD) などの政府関係諸機関が、灌漑施設の建設を積極的に進めてきている。しかしながら、本地区の地形的制約のため大規模な水資源開発事業は立地せず、本地区の灌漑農業の開発はいわゆる中・小規模の開発事業によらざるを得ない。事業主体も多様であり、開発事業は流域全体の開発ポテンシャルの効果的利用に配慮すること少なく、個々に進められてきたといえる。

水資源開発計画は水の開発可能量とその需要見込みとのバランスの中で樹てられるものである。当地域の水資源開発の可能性は灌漑を必要とする面積に比較して極めて小さい。それは、非常に短期に集中する降雨特性を持つ気候と水資源施設適地が少ないと言う自然状況の特性に起因する。

水資源ならびに土地の有効利用を計るために流域全体の利用計画を樹て、各機関で調整をとりつつ、灌漑事業を展開して行く必要がある。このため、この流域総合開発計画はセバイ・セボック流域に、個々の利水事業が適切な効果を発揮するような秩序正しい水資源開発構想を樹立するために作成されたものである。

3-5-2 全体計画

(1) 新規開発計画

本地区での水資源開発は人工的な貯水及び調整されない河川流出水の分水の2つの方法に区分できる。地下水の農業目的の開発は、限られた産水量と水質問題から、その可能性は少なく、この計画ではとりあげない。地形図と航測写真の分析及び現地の予備的踏査に基づき、RID が既に調査を実施した事業も含め、新規に開発可能な水資源を評価し、灌漑事業計画を作成した。

既設事業によって利用されていない集水域を地形図上 (1:50,000) に明らかにした。その結果、総流域面積8,540sq・kmのうち約 4,848 sq. kmの集水域が未開発であることが知られた。この水源の利用には貯水計画に第一優先度を与え、地形上の制約からダム建設

適地の得られない場合には河川分水計画によるものとした。

貯水計画の事業は、タイ政府の水資源開発事業実施における事業区分に従い、中規模灌漑事業 (MSIP) と小規模灌漑事業 (SSIP) とに区分した。なお、本地区には大規模灌漑事業に該当する事業は立地しない。河川分水計画はその取水方式により取水堰によるものとポンプによるものから成っている。取水堰による重力灌漑事業は全て小規模灌漑事業に属する。1965年3月に米国内務省開拓局によって作成された予備調査報告書“東北タイにおけるムン川及びチ川の水資源調査”は、Pa Tin郡の東北約15km地点に大規模ダム (Lam Sebai) の建設の可能性について触れている。同報告書はダム高16mで貯水量3億m³と概算している。この予備調査報告書が作成されてから既に25年を経過し、Lam Sebai 貯水予定敷には現在7ヵ所の小規模灌漑事業が建設されており、また多くの村落と約10,000 haの耕地が存在している。このため、本セバイ・セボック流域灌漑開発計画調査では上述 Lam Sebaiはポテンシアル大規模事業として採りあげなかった。

セバイ、セボック及びタン・ルンの3河川が合流するムン川の最下流部に貯水池を建設するパク・ムン事業計画が、1988年にタイ発電公社 (EGAT) によって作成された。この計画は灌漑計画を含む多目的水資源開発計画であり、本地区の一部農地も灌漑受益地とされている。RID は1989年からパク・ムン事業による灌漑計画の詳細調査を実施する予定である。このセバイ・セボック流域総合開発計画では、下流部水田の一部をパク・ムン事業の貯水によってポンプ灌漑することを提案している。

新規開発事業の計画は 3-6 貯水計画及び 3-7 河川分水計画に示したが、パク・ムン関連事業を除き、本地区の水資源開発事業によって新たに 36,990 haの水田に灌漑の導入が可能となる。

新規開発灌漑事業

事業区分	事業数	灌漑面積 (ha)
貯水計画		
- 中規模灌漑事業	26	26,010
- 小規模灌漑事業	87	4,350
小計	113	30,360
河川分水計画		
- ポンプ事業	41	4,030
- 取水堰事業	40	2,600
小計	81	6,630
計	194	36,990

(2) 改修計画

既存6中規模灌漑事業のうち4事業は、施設の老朽化及び不備のため所期の目的を達成していない。この4事業地区については用水路の改修と末端施設の建設を計画した。

また、NEAとDLDが建設したセボック川下流のTung Ma Hew地区はポンプ施設の破損により1978年から灌漑を実施していないので、これの改修を計画した。

改修灌漑事業

事業名	灌漑面積 (ha)	備考
Huai Pho	880	中規模灌漑事業
Ron Nam Sap	70	"
Nong Chang Yai	1,200	"
Huai Thamkhac	1,680	"
Tung Ma Hew	1,260	パク・ムン事業関連
計	5,090	

(3) 全灌漑面積

セバイ・セボック地区内の未利用集水域 4,848 sq. kmのうち、1,529 sq. km は貯水計画によって開発され、残りの集水域 3,319 sq. kmの水資源は地形的制約により河川分水により開発される。この新規事業の実施により 36,990 haの水田が灌漑可能となる。さらにセバイ、セボック流域の下流部にありパク・ムン計画により用水供給をうけることを提案した Tung Ma Hew地区など 5,400haのポンプ灌漑面積を加えると、計 42,390 haが最大開発灌漑面積である。

全計画事業が実施された時、本地区の灌漑面積は現況の 21,320 haから 63,710 haに増大することになる。これは全既耕水田面積 346,000haの 18 %に相当する。

流域総合開発計画の概要

事業区分	集水域 (sq. km)	灌漑面積 (ha)	貯水量 (MCM)
既存事業(203事業)	3,559	16,230	105.4
改修事業(5事業)	133	5,090	29.8
小計	3,692	21,320	135.2
新規開発事業			
— 貯水計画(113事業)	1,529	30,060	209.1
— 河川分水計画(81事業)	3,319	6,630	—
— パク・ムン関連7事業	—	5,400	—
小計	4,848	42,390	209.1
計	8,540	63,710	344.3

3-5-3 流域総合開発実施計画

セバイ・セボック地区の現況灌漑面積は既耕水田の僅か6%に過ぎず、タイ全土平均の灌漑面積率の約20%に比べはるかに低い。この低い灌漑率がこの地区の農業の低生産性をもたらす原因の1つである。この流域開発計画で提案した灌漑事業の実施により、42,390 haの灌漑地が増大し、灌漑面積率は18%に改善される。なお、新規開発事業及び改修事業の実施に要する総事業費は約204億円と1987年価格水準で概算された。

事業の実施と運用には灌漑局をはじめ多くの政府機関と地方住民が関与し、建設工事と同時に改良農業技術の普及、農業用資機材のスムーズな供給、適正な水管理など農業開発支援サービスの拡充も必要とする。短期間に全計画事業を本地区に実施するには財政的制約もある。

前述のように限られた水資源の開発には、最も効率的で灌漑面積の伸びの大きい中規模貯水事業から着工すべきである。短期開発の目標年を次の第7次5ヵ年計画の終了年である1996年に設定し、この期間に26中規模貯水事業のうち優先度の高い14事業を実施することを提案する。中規模灌漑事業の優先度選定については3-9に述べてある。

タイ発電公社(EGAT)の計画によると、バク・ムン貯水池は1993年に工事完了とされている。この多額の経費を要する大規模事業の投資効率を高めるためにも、バク・ムン事業関連のTung Ma Hew事業及びその他ポンプ分水事業も短期開発計画に含め、1996年迄に実施すべきである。

改修を要する5既存中規模灌漑事業は、受益者が既に灌漑の経験をもち、比較的少額の投資で高い効果が期待できるので、早期に着工すべきものである。

小規模灌漑事業は、この流域総合開発計画で検討した水源開発ポテンシャルと開発候補地を考慮し、2006年を目標年とする中期開発計画のもとに、毎年継続的に実施するものとする。さらに、中規模貯水事業のうち優先度の低い12事業もこの中期開発事業として実施する。

表3-1に流域総合開発計画の実施スケジュールを示した。これを要約すると次のとおりである。

流域総合開発事業実施計画

事業区分	灌漑面積 (ha)	事業費 (億円)
短期開発 (1990-1996)		
— 中規模貯水14事業	18,750	83.6
— バク・ムン関連7ポンプ事業	5,400	18.8
— 中規模改修5事業	5,090	3.9
計	29,240	106.3
中期開発 (1990-2006)		
— 中規模貯水12事業	7,260	56.4
— 小規模貯水87事業	4,350	15.6
— 小規模河川分水40事業	2,600	10.4
— ポンプ分水41事業	4,030	15.6
計	18,240	98.0
合計	47,480	204.3

3-6 貯水計画

3-6-1 ダム・サイトの選定

(1) 中規模灌漑事業

セバイ川流域では北部に標高 100-200 m の丘陵台地が広がり、ダム適地はその周縁の高位部標高 160-180 m に多く立地する。この地域で7ヵ所のダム・サイトが選定された。これより低位部では Phuttha Utthayan、Huai Pho の事業によって水資源の開発がなされている。標高 115-130 m の比較的平坦な土地が流域南部下流に細長く伸びており、ここでは多くの小規模灌漑事業が建設されている。

セボック川流域は円型を呈し、多くの支流は本川の北東部で 1/500~1/1000 の勾配で本川に合流している。ダム適地は支流の上流部に見出せる。褶曲の多い地形特徴を有するこの流域にはダム適地が多く、14 サイトが選定された。これら14 サイトの集水域以外では既存の水源地は少なく、多くの小規模事業の建設が可能である。セボック川の南西部は比較的なだらかな地形で中規模ダムの適地は少ない。Nong Chang Yai ダムはこの地帯に位置する唯一のケースである。地形は平坦であり、この地帯での貯水事業の進展は期待できない。

タン・ルン川流域の形状はやや細長いが、地形的特徴はセボック川に類似している。
標高 150～170 mの支流上流部に5ヵ所のダム・サイトが選定された。

現地踏査及び予備的なスタディの結果、26ヵ所の中規模事業としてのダム・サイトが選定された。26ヵ所のダムと貯水池計画は3-9に示したが、要約は次のとおりであり、約 660 sq. kmの集水域を利用し 1億7,400 万m³の貯水が可能である（表3-2 を参照）。

中規模貯水事業可能地

流域	事業数	集水域 (sq. km)	貯水容量 (MCM)
セバイ	7	147	50.6
セボック	14	388	97.0
タン・ルン	5	125	26.8
計	26	660	174.4

(2) 小規模灌漑事業

この計画で提案した中規模事業による集水域を除き、高位部地域と標高 130m 前後の平坦地に挟まれた標高 130～160mの中間地域の集水域、2,832 sq. km の内、2,173 sq. km は小規模の貯水池や取水堰による水資源の開発が可能である。

3流域のうちで最も水資源開発の進んでいるセバイ流域での、RID による小規模灌漑の実績（47事業）をみると、i) 流域の40%は貯水計画に、また60%は取水堰による河川分水計画に利用され、ii) 1事業当りの開発集水域面積は貯水計画で10 sq. km、河川分水計画で33 sq. kmであり、iii) 貯水計画の1ヵ所当りの貯水量は約0.5 MCM、即ち、集水面積 1 sq. km 当り0.04 MCMである。

RID の小規模事業の実績に基づくと、利用可能な集水域2,173sq. kmに、次に示すように87小規模貯水事業の建設による開発が可能であると推定できる。

小規模貯水事業可能地

流域	事業数	集水域 (sq. km)	貯水容量 (MCM)
セバイ	24	238	9.5
セボック	46	458	18.3
タン・ルン	17	173	6.9
計	87	869	34.7

3-6-2 灌漑面積

26中規模灌漑事業のうち10事業については、ダムサイト及び貯水池の詳細地形図が

RID によって作成されている。この10ヵ所について最近15ヵ年(1972-1986)の流出量を用いて灌漑面積を定める貯水池水収支計算を行った。他の16事業については上述の貯水池水収支計算を参考にして灌漑面積を推定した。小規模灌漑事業については、RID 実績に余裕を加え集水域20 sq. kmで水田100 ha (1 sq. km)を灌漑できるものとした。この結果、貯水計画による新規開発可能な灌漑面積は次のとおりとなる。

貯水計画による灌漑面積

事業	流域			計
	セバイ	セボック	タン・ルン	
1) 中規模灌漑事業				
事業数	7	14	5	26
灌漑面積 (ha)	7,000	14,460	4,550	26,010
2) 小規模灌漑事業				
事業数	24	46	17	87
灌漑面積 (ha)	1,190	2,290	870	4,350
3) 全灌漑面積 (ha)	8,190	16,750	5,420	30,360

貯水計画による受益地はダム直下流に位置する既耕水田を選定する。受益地は水源の分水標高に応じて重力灌漑の可能な水田として定まるが、一般にダム下流河川沿いに展開する水田が選定された。小規模灌漑事業は農民申請を受けて政府機関により計画・実施されるものである。この計画時点においては小規模灌漑事業の事業地区は特定できないものであるが、流域水資源開発総合計画の作成目的から、地形と水資源ポテンシャルを検討し、技術的に妥当な事業地区を図上に示す試みを行った。

3-7 河川分水計画

3-7-1 堰取水とポンプ分水

貯水計画による水源開発の困難な地区では河川の分水計画をたてる。河川分水には堰による取水とポンプによる取水とがある。河川分水計画は既設及び今回計画の中・小規模貯水池の集水域外の残流域から自由流出水を灌漑に利用しようとするものである。

堰による取水は重力灌漑を前提とし、そのサイトは適当な河川縦断勾配をもつ地点に限られる。河川勾配の緩い地域では、堰取水による重力灌漑は困難で、ポンプによる強制取水が必要である。このような地形制約から河川上流部に堰建設適地が多く、その下

流にポンプ取水地点が位置している。

河川分水計画の作成にあたって、堰による事業とポンプによる事業とを次の様な条件を設定して選定した。

堰取水；

- 河川流量と水稻灌漑用水量の検討及び地区内 RID事業実績から、11月がクリティカルな渇水量であった。この月における水田 100rai (16ha)に必要な用水量を確保するために必要な集水域は約 5,000 rai (800 ha)である。即ち、渇水時にも必要な水が得られるように集水域の大きな地点を選ぶ。
- 河川から受益地へ重力灌漑の可能な地形の地点を選ぶ。つまり適当な河川勾配をもつ地点であること。
- 堰構造物の規模を小さくするため狭隘な河川部であること。

ポンプ取水；

- 水源河川の流況の安定した地点
- 低揚程でポンプ運転が可能となるよう受益地標高と河川水位の差のなるべく小さい地点
- 近くに水田地帯のある地点

上記の諸条件のもとに河川分水適地を図上で選定したところ、2,016 sq. km の集水域がポンプ取水事業によって、また 1,303 sq. km が堰取水事業によって開発が可能であるとみられた。ポンプ取水事業は重力灌漑の可能性のない本流河川下流部沿いの標高 130m 以下の低平地に導入されよう。

河川分水事業可能地

区 分	流 域			計
	セバイ	セボック	タン・ルン	
開発可能集水域 (sq. km)				
ポンプ事業	1,039	853	124	2,016
取水堰事業	357	687	259	1,303
計	1,396	1,540	383	3,319

なお、セボック流域最下流端にあって、輪中堤を建設し 1978 年迄ポンプ灌漑を行っていた Tung Ma Hew地区はこの河川分水計画に含めず、パク・ムン計画貯水池を水源施設とする改修計画に含めた。さらに、セバイ川とセボック川下流部の水田で、上述の河川分水計画に含まれないものの一部は次項パク・ムン事業との関連で検討する。

3-7-2 灌漑面積

河川分水計画においては、RIDの本地区内で実施した事業実績から、集水域50 sq. kmで雨期稲水田100ha(1.0sq. km)が灌漑できるとした。堰取水による事業地区を地形状況を判断して図上に選定し、ポンプ取水事業適地は地形図(1:50,000)に基づきその範囲を図上に示した。ちなみに、口径300インチのポンプ1基で灌漑可能な面積は約100haである。

河川分水計画による灌漑面積

区 分	流 域			計
	セバイ	セボック	タン・ルン	
1) ポンプ事業				
事業数	21	17	3	41
灌漑面積 (ha)	2,080	1,700	250	4,030
2) 取水堰事業				
事業数	11	21	8	40
灌漑面積 (ha)	710	1,370	520	2,600
計 (ha)	2,790	3,070	770	6,630

3-7-3 バク・ムン関連事業

タイ発電会社が1988年3月に作成したバク・ムン多目的開発計画概要書によると、その事業は次の様に要約できる。

- バク・ムン事業は発電、農業及び漁業開発を目的とする多目的事業である。
- ムン川下流端に高さ17mのダムを建設し、常時水位をEL 108.0mに保つ。
- 34 MW × 4基の発電所を建設し、年間280 GWHの電力を供給する。
- 115 KV × 70 kmの送電線システムを建設する。
- ムン川周辺の25,600 haの農地に灌漑用水を供給する。
- ムン川を利用した漁業の振興を図る。

バク・ムン事業は、セバイ、セボック及びタン・ルンの3流域(8,540 sq. km)を含めた117,000 sq. kmの集水域から流出する年間240億m³の流出水を、貯水池(有効貯水量1億1,500万m³)で多目的利用のために調整するものである。一方、セバイ・セボック計画において提案する新規貯水容量は約2億1,000万m³である。従って、セバイ・セボックの水資源開発のバク・ムン事業に与える影響は無視し得るほど小さいといえる。

パク・ムン事業計画書 (SOGREAH 1985年10月) によれば、新規開発水源は 100,000ha の灌漑を可能とするであろう、また、開発の制限要因は今まではムン川の水の有効性であったが、これからは水ではなく、灌漑可能地の面積と高い灌漑コストとなるであろうとしている。パク・ムン事業計画は土地利用、土壌、計画貯水池水位からの標高差を考慮し、25,600haの土地をパク・ムン事業のポンプ灌漑地として選定しており、このうち 1,140ha がセボック流域の下流部にある。この 1,140haの水田よりも下流に位置する Tung Ma Hew 地区(1,260ha) はパク・ムン灌漑計画に含まれるのが妥当であろう。さらに、セバイ川、セボック川の両岸には広大な低平水田が展開しているが、このうち 3,000haはパク・ムン貯水池から灌漑用水の補給をうけるよう提案する。これにより、パク・ムン事業に含まるべき水田面積は 5,400haとなる。

3-8 改修計画

3-8-1 中規模灌漑事業

既存の6中規模灌漑事業について改修の必要性を調査した。堤高 13.5 m の Phuttha Utthayanダムは 1987 年に USAIDの援助を得てすでに改修が完了している。Huai Thamkhae ダムは堤高 18.5 mと比較的大きいが、1986年に新しく建設されたものであり、改修の必要はない。その他の4地区のダムは堤高 4～6 mの土堰堤で、改修の必要は認められない。

1952～53年に建設された Huai Pho, Rong Nam Sap の各事業地区の水路は改修を必要とする。改修内容は、受益地拡大(160ha)に伴う水路能力の拡張及びライニング工事(1.7km)であるが、いずれも小規模であり、SSIPで対応可能である。Phuttha Utthayan、Nong Chang Yaiの各事業地区の水路は1982～87年に改修が完了している。

末端ほ場施設工事は、Huai Pho, Rong Nam Sap, Nong Chang yaiそして Huai Thamkhae地区で必要であり、その総面積は3,827 haである。しかし、Huai Thamkhae(1,680 ha)、Rong Nam Sap(67 ha) は1989年及び1990年に RIDが工事に着手する計画となっている。以上を一覧表にして表 3-3に示す。

3-8-2 Tung Ma Hew 事業

NBA と DLDが建設した Tung Ma Hew事業はセボック川最下流部左岸に位置する 1,260 haの灌漑地である。この地区は1968年ならびに 1978 年の2度に亘って洪水被害を受け、それ以後灌漑がなされていない。現在は可搬ポンプによる応急的な灌漑により部分的（約700 ha）に稲の栽培がなされている。従って、改修による灌漑機能の回復が地元民により強く望まれている。この事業は優先されるべきであろう。事業の概要は以下のとおりである。

- 灌漑面積	1,260 ha
- ポンプ	1.50 cu. m/s × 150 HP × 6基
- 幹線用水路	L = 9.9 km
- 支線用水路	L = 18.00 km
- 洪水防御堤	L = 9.0 km
- 養漁池	4カ所

3-9 優先事業

3-9-1 中規模灌漑事業

(1) 事業地区の選定

フェーズ・Iスタディの当初、RID は中規模灌漑事業として33の候補地点を提示したが、このうち5つの事業については関係者の強い要請に基づき RIDは、すでに予備レベルの技術的調査を実施している。

候補事業の選定にあたっては、まず最初に地形図（縮尺 1:50,000）と航測写真による図上選定を行い、ついでに現地調査を実施した。この結果、新たに1候補事業を追加し、別に8事業を予備選定のための候補事業リストから除外し、最終的に選定対象の候補事業数は26カ所となった（表 3-4）。

候補事業の分布

流域	県	事業個所数	集水域(sq. km)
セバイ	ヤントン	5	115
	ウボン・ラチャタニ	2	32
セボック タン・ルン	"	14	387.8
	"	5	124.7
	計	26	659.5

26ダムサイトのうち、4ダムサイトについては地形図が既に作成されていた。 RID

はフェーズ I 調査実施にあたり、26ダムサイトの平面測量と図化を了え、さらに、この内 11サイトについては貯水池の平面図を作成した。

(2) ダム・サイトの地質

地表踏査と15ダムサイトで実施した延べ 62 坑のテストピットによる調査、既存資料の検討から、調査地域のダムサイト候補地の地質の特徴は以下のようにまとめられる。

各ダムサイト候補地では、基盤岩であるコラート層の砂岩が極めて浅く概ね地表 3 m 程度の深度で達する。この砂岩層の傾斜は極めて緩く、10°程度で一定しており、構造を断つ大きな断裂や破砕帯は存在していない。従って、ダムの支持基盤の観点からみれば、潜在亀裂（例えば砂岩層に挟まれて存在している層理に沿った亀裂の発達する頁岩層の存在など）に対する基盤の透水性に関する問題を除いて大きな問題はない。基盤の透水性に関しても、グラウト等の基礎処理をすることによって容易に解決でき、大きな問題ではない。しかし、基盤岩が浅いため、土被りがどのダムサイトにおいても極めて薄く、築堤材料、特に遮水材料に関しては乏しい。この傾向は、ダムサイト周辺、池敷予定地内に至ってもほとんど変わらない。従って、遮水材料に関する点では、いずれのダムサイトについても詳細な調査を必要としている。

(3) 水文

ダムサイトにおける利用可能水量を把握するため、月雨量と月流出の関係を検討した。この関係を示すモデルを作るために、M. 127、M. 132 及び M. 141 流出観測所の流量データを用いた。得られた関係式は下に示すが、この式を用いて 26 ダムサイトの年間流出量を推定した。

$$\Sigma Q = 2.2008 \times 10^6 \times (\Sigma R)^{2.6268}$$

ここで ΣQ : 累加流出量 (mm)
 ΣR : 累加雨量 (mm)

ダムに設けられる余水吐の設計に必要なダムの設計洪水量は、ピーク洪水量、洪水到達時間及びハイドログラフの基底長により定まる三角ハイドログラフを用いて推定した。

三角ハイドログラフの形状は、流域面積 101 sq. kmをもつM132流量観測所における、1986年9月の最大洪水のハイドログラフより推定した。対象洪水の生起頻度として、MSIPにおける貯水池に対する基準値 500年確率を採用した。また、常用余水吐の設計のために 100年確率の洪水ハイドログラフを表 4-3と 4-4に示した。

(4) 貯水容量と灌漑面積

貯水池容量は年平均流入量相当の大きさを持つことを原則とした。ダムサイト測量図及び現地踏査に基づき各サイトの技術的に可能な最大ダム高を定め、これにより求まる貯水容量と各サイトでの年平均流入量とを比較し、小さい方を暫定的に計画貯水容量とした。ついで、貯水池の平面図をもつ10事業地区について、10ヵ年間の貯水池水収支計算を次の様に行い、貯水池容量と灌漑面積を定めた。

貯水池水収支計算は1977～1986年の10年間にわたり月単位で行った。この計画における未知の要素には貯水容量と灌漑面積がある。従って、数回にわたりシュミレーションを行い、最近10ヵ年に1度の水不足が生じる程度の水収支で貯水量と面積を定めた。

水収支計算を行った10貯水池の結果から、(灌漑面積/有効貯水量)と(年平均流入量/有効貯水量)の関係を求め、これにより他の16事業の灌漑面積と貯水池容量を推定した。その結果を要約すると、26貯水池の総貯水池量1億7,440万 m^3 で計26,010haの水田を灌漑できる(表 3-5を参照)。

(5) ダムと灌漑排水施設

ダム余水吐の設計のための流量は、貯水池の常時満水位以上での洪水貯留効果を考慮して求めた。貯水池平面図を持つ10貯水池について洪水追跡を行い、最大洪水流入量と余水吐設計流量の関係を求め、これを他16貯水池に適用した。

ダムサイトの平坦な地形条件、つまり最も急峻な場合でもダム形状係数は約30と巾広い逆台形をなすことを考慮すると、アースフィル・タイプのダムの採用が一般に適している。従って、優先事業選定のための比較検討ではこのアースフィル・タイプを考える。

ダムの主要な計画基準は次のとおりである。

- ダムタイプ ; 上流 3 割、下流 2.5 割のアースフィルタイプ・ダム
- ダム天端巾 ; 6.0 m
- 余裕高 ; 最高水位上 1.5 m
- 滞砂量 ; 150 cu. m年/sq. km × 100 年 × 集水面積 (sq. km)

この結果、概略ダム高及び堤体積は、それぞれ 7.6~ 18.5m、及び 26,400 ~449,000 m³となった (表 3-4)。

幹支線用水路計画は各々の事業ごとに 1/5万の地形図に基づき計画した。路線は、現況水田に対して重力灌漑方式が採用できる様に計画した。路線は、落差工等の附帯施設の数及び土工量を少なくするためにできるだけ等高線にそって走る様にする。幹支線用水路は末端48ha (約 300ライ) まで配置し、これ以降は別に計画する圃場施設により、水管理を行うものとする。水路の標準断面としては、受益地の状況及び RIDが採用している基準に準拠して作成した。水路は台形開水路でコンクリート・ライニングとする。水路送水容量決定のための設計単位用水量は灌漑計画に基づき、幹支線用水路について 1.6%/ha (10%/rai)、圃場小用水路について 3.8%/ha (24%/rai) と定めた。

(6) 概算事業費

前述のダム、水路等の施設計画に基づき、各事業の優先度判定に資する目的で予備的な事業費を積算した。ダム工事費はダムの築堤量と余水吐の設計洪水量を基に積算する。

$$\text{築堤量 m}^3\text{当りの単価} \times \text{築堤量} + \text{設計洪水量 cu. m/s 当りの単価} \times \text{余水吐の設計洪水量} = \text{ダム工事費}$$

また、上記の単価としては、余水吐を除くダム工事費として 100パーツ/ m³、余水吐工事費として 200,000パーツ/cu. m/sec を採用した。

水路工事費は、設計流量ごとにタイプ分けした水路型式に基づき算定した。その型式ごとの m 当りの単価は以下のとおり。

水 路 型	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆	L ₇	L ₈
単価 (1,000パーツ/m)	1.2	1.3	1.4	1.6	1.7	1.8	2.5	2.6

建設工事実施に関連する技術経費、事務経費及び予備費を加え、次のように1987年価

格水準の事業費を求めた。 測量設計費、用地費、諸経費、コンサルタント費用、維持管理用機械等の直接工事費以外の費用は直接工事費に対するこれらの費用の占める割合を求めて計上する。 その割合は直接工事費の20%とする。 事業費は、上記までの費用に対し予備費としての10%を加える。

各事業毎の事業費は表 3-5に示した。 26ヵ所の中規模灌漑事業の総事業費は価格上昇予備費を含めず、約27億パーツである。 外貨為替レートを1パーツ= 5.2円とするとこれは約 140億円相当である。

3-9-2 優先事業の選定

(1) 予備選定

本地区での灌漑農業開発のためには貯水による中規模灌漑事業の実施が最も効果的である。 流域総合開発計画において、26ヵ所の中規模灌漑事業が技術的に実施可能とされた。 これら事業の段階的实施計画策定のため、社会・経済的な考慮を加え、各事業の優先度を評価することとした。

26事業のうち、セバイ流域の3事業 (BA-1, BA-2, BA-6) 及びセボック流域の1事業 (BO-2)については、RID は第6次国家計画のもとに1990年度に着工すべく予算措置をとることになっている。 従って、この4事業はこの選定対象外とし、22事業の優先度を判定する。

選定の第1ステップとして、各事業の経済性を便益・コスト比 (B/C) によって評価する。 施設計画、農業計画、コストと便益の算定は予備レベルのものであり、割引率を5%として B/C値を求めた。 そして B/C値が 1.0以下の6事業 (BO-6, BO-8, BO-9, BO-12, BO-19, TL-2) は低い優先度のものとし、最終的に次に示す16中規模灌漑事業について優先度の判定を行った。

選定対象16事業

	セバイ流域	セボック流域	タン・ルン流域
	BA-4	BO-3 BO-14	TL-1
	BA-5	BO-10 BO-15	TL-3
	BA-8	BO-11 BO-17	TL-5
	BA-9	BO-13 BO-18	TL-6
計	4事業	8事業	4事業

(2) 選定基準

事業優先度の判定は、今回調査で得られたデータと情報から次の6パラメーターによって行った。

- ① 経済性 : 高い B/C値に優先度を与える。
- ② 灌漑面積規模 : 灌漑面積が大きいほど地区へのインパクトは大きい。
- ③ 貯水池敷状況 : 池敷内に農地、家屋、公共施設が多い事業は事業費増大とは別に社会問題を提起する可能性がある。
- ④ 所得水準 : 低所得水準層の多い事業ほど開発効果が高い。
- ⑤ 土壌適性 : 土壌の作付に対する適性判定
- ⑥ 土木工事状況 : ダムサイトの基礎状況及びコア材入手の難易性を判定

1.0 ~ 1.8の範囲にある B/C値は、AからHのクラスに分級し、他のパラメーターについてはそれぞれ A, B, Cの3クラスに分級した。このクラスについての評点は B/C値には2~30、その他5パラメーターには1~5を与えた(表 3-6)。

(3) 高優先度事業

16 中規模事業を上述の選定基準により評点を行った。その結果は下に要約したように、6パラメーターの満点55に対し、各事業のスコアは49点から21点の範囲にあり、平均点は25点である。平均点を超える5事業をグループAとし、残りの16事業をグループA'(5事業)とグループB(6事業)とに分類した。また、前述の B0-6, B0-8, B0-9, B0-12, B0-19及び TL-2 の6事業が最低グループのCにランクされる。

16中規模事業のグループ分け

グループ	スコア	流域別事業			計
		セバイ	セボック	タン・ルン	
A	49	—	B0-11	—	1
	41	—	B0-18	—	1
	29	—	B0-13	—	1
	27	BA-5	—	TL-6	2
	小計	1	3	1	5
A'	25	BA-9	B0-17	—	2
	23	—	B0-3	—	1
	21	BA-8	—	TL-5	2
	小計	2	2	1	5

B	19	—	BO-10	TL-1	2
	19	—	BO-14	TL-3	2
	17	BA-4	BO-15	—	2
	小計	1	3	2	6
計		4	8	4	16

1989年度のセバイ・セボック流域灌漑開発計画フェーズⅡ調査においては、全体の工程を考慮して、高優先度をもつグループAの5中規模灌漑事業についてフィージビリティ・スタディを実施した。高優先度5事業の概要は次のとおりである。

高優先度5事業の概要

コード番号	事業名	流域	集水面積 (sq. km)	地区面積 (ha)
BA-5	Lam Se	セバイ	22.4	1,370
BO-11	Huai Khum Kham	セボック	36.8	3,650
BO-13	Huai Kham Phak Wan	セボック	13.5	1,110
BO-18	Huai Na Khai	セボック	31.3	3,100
TL-6	Huai Soob	タン・ルン	35.7	1,830

3-10 天水農業の改善

セバイ・セボック流域総合開発計画は、前節で述べたように、貯水計画と河川分水計画からなる灌漑事業の実施により、流域内の灌漑水田面積を63,710 haに増大させることを明らかにした。この灌漑面積は流域内の既耕水田346,000 haの18%に相当する。この調査で提案した総合開発事業でカバーされない耕地は別に対策を講じない限り、降雨に依存度の高い農業を余儀なくされよう。

セバイ・セボック流域の年降雨は約1,600 mmであり、この量は水稻や畑作物の蒸発散量を上廻っている。しかしながら、気候は雨期と乾期に明確に区分され、乾期には灌漑は不可欠である。また、雨期においても降雨パターンの不均一さにより、ほとんどの年には灌漑が必要となる。東北タイで実施されている研究・調査のデータを基にして、いかなる対策がセバイ・セボック流域の天水農業の改善に適用し得るか、農業生産のための投入資源のうち主要な役割をもつ水と土の保全という観点から検討を行った。

3-10-1 既往調査

東北タイの農業改善については従来よりタイ政府の諸機関により取組まれていた。

現在は天水農業の改善を目標としていくつかの活動が行われているが、その主なものは次のものである。

① 東北地域天水農業開発計画 (NERAD)

コンケン市郊外に本部を置き、1981～1989年の期間で、代表農村を選んで普遍的な生産性向上、収益増大の営農システムの研究をするもので、特に低収農家を対象にしている。この計画は農業協同組合省の関係局、USAID、ケンタッキー大学農学部との協力で実施された。主な成果をあげると次のとおりである。

- 稲の直播栽培
- 購買組合の結成
- 浅井戸の改良
- 稲作前の緑肥
- パバイア・リングロッド・パイラスの防除
- 農器具の改良（直播用）
- 水田養魚
- わけぎの種子からの生産
- ケナフの品種改良
- 地鶏の改良
- 石灰による土壌肥沃度の改良
- 水資源利用に関する総合的検討
- 養蚕改良

② コンケン大学

コンケン大学は、作付体系、混作体系など総合営農システムの研究・調査を行っている。1984年には USAID との間に営農システム研究計画についての協力関係が成立したが、これはそれ以前のフォード財団の援助による作付体系計画をひきついだものである。コンケン大学の計画は天水農業の現場での研究を重視している。その活動の一例として“ウボン・ラチャタニ県における混作モデルの設定による経済評価”があげられる。その目的とするところは、

- 農家の営農、土地利用の実態の把握
- 混作システムのモデル開発
- 各モデルの経済評価
- モデルの天然資源へのインパクトの推定
- 関連情報の提供

であり、結論として天水農業10モデル、灌漑農業4モデル、計14のウボン・ラチャタ

ニ県の生態系に適する混作営農モデルを提案している。

③ ツン・クラ・ロンハイ事業

オーストラリア政府の協力によるロイエット市に本部を置く地域開発事業であり、王室灌漑局、土地開発局、農業局がこの事業に参加している。同地域はセバイ・セボック流域の西方に位置する 3,360 sq. km の広大な地域で、洪水、灌漑、低肥沃土壌、一部地区での塩類土壌などの問題をかかえている。この事業は農業生産の増による収入の増、食物供給の改善、集団への参加を通して地域住民の生活水準の向上を目的としている。この事業の内容は次のとおりである。

- 土地の再区画
- 地下水の開発
- 水資源の開発
- 水産振興
- 植林
- 調査と普及
- 地域社会開発
- 技術援助

事業は1977年にスタートし、1989年に完了の予定となっている。この事業地区の自然状況はセバイ・セボック地区と若干異なる所があるが、この事業で実施された乾期作用の水源確保のための水田内用水溝の建設、あるいは節水効果を期待した晩期稲作などの方法は、セバイ・セボック地区内の天水農業に大いに参考となるものである。

④ 東北農業開発研究センター

国際協力事業団の技術協力事業であり、農業局、土地開発局、コンケン大学の協力により1985年から研究が進められている。その主なものをあげると次のとおりである。

- 育種 : 南洋アブラギリの育種、
- 栽培 : ソバの導入、果樹耐塩性、生育調整ホルモン、竹の導入
- 土壌肥沃度 : カリブスタイロ (Hamata) の混作、耕起の影響
- 土壌調査 : 土壌の微細形態分析、地下水と塩害、土壌型と化学肥料の関係

- 農業気象 : 土地利用と蒸発量
- 水文 : 池からの浸透水

なお、1988～1993年の間の次期研究計画として、自然環境と資源の評価、作物生育の改善及び土壌環境の改善の3テーマが設定されている。

3-10-2 天水農業改善の考え方

(1) 水の確保

流域総合開発計画で提案された貯水事業は、雨期の2～3ヵ月間に生じる余剰水を貯水池で調整し、少降雨の月に灌漑用に放流するものである。一方、河川分水事業は河川の自由流出水を堰またはポンプによって分水するものであるが、雨期ピークの2～3ヵ月間には、河川分水事業の流域では開発の対象となる多量の余剰水が期待できる。

水の確保に関する技術的問題のうち、小規模な水資源開発と土壌水分の保全が本流域の農業開発に適用しうる。

(a) 小規模水資源開発

天水農業地帯のために開発の余地のある水資源は、小溪流の流出水、雨水及び地下水である。地下水については前節において水文地質的検討を加え、農業用に地下水の開発しうる範囲をマスタープラン図に示した。この地域では深井戸の建設によって塩分の影響のない75～380 l/minの地下水が開発可能である。

小溪流の流れは、降雨パターンを反映して短期間に流出するので、貯水池適地がない限りは、灌漑目的には効果が少ない。しかしながら、チェック施設を設け、雨期の後期にその河道に貯水し、乾期初期の灌漑に利用する可能性が認められる。

流域での降雨の最大利用を計る方法として、一定規模の水田地帯に溜池を建設することにより、通常雨期の2～3ヵ月は発生する水田上の余剰降雨を補給灌漑に利用できる。このような試みは降雨の少ない東北タイ各地にみられている。

(b) 水分の保全

水資源の開発による灌漑水の補給と共に、耕作と作物管理など営農技術によって、雨水または灌漑水を耕地に保持し、かつ土壌表面から蒸発損失を減らし水分の保全に努

めることが、天水農業地域において必要な対策である。技術的に可能な方法として次のものがあげられる。

- ① 深耕
- ② 等高線耕作と水平ベンチ、テラス
- ③ 自然または人工のマルチング
- ④ 湿地、平坦地へ雨水を貯え、土壌表面からの蒸発損失を減らす。

(2) 節水栽培

- ① 感光性品種を用いて比較的遅い時期に水稻を栽培することは過剰栄養成長期間を切捨てることとなって、生育期間が短くなり、結果的には灌漑水の節約となる。
- ② 灌漑に必要な水は生育期間中の降雨、土壌の保水性、及び作物の根群の深さにより定まる。例えば、野菜は一般に根が浅く灌漑なしには生育は難しい。一方、果樹の栽培は根群が深く、また他の単年性作物に比べ少量の水を供給するのみで栽培できる。

(3) 土壌の保全

(a) 土壌肥沃度の改善

① 緑肥

元来、東北タイは極めて低い肥沃度の土壌で知られている。この不利な点を克服するため、稲作前に緑肥作物を栽培することが東北天水農業開発計画(NERAD)とタイ国際稲研究所(IRRI)共同計画において試験されている。試験結果によると、ささげなどの豆類が畑条件で、水分の多い条件では *Sesbania*(ネムの類、豆科)が適し、緑肥作物としてよいことが判った。

② 間作

Sytlosanthes hemata(カリビアン・ステロ)の Verano(ベラノ)品種をキャッサバの間作物として作り、被覆作物とした場合の試験が東北農業開発研究センターにおいて、1986/87に農業局によって実施された。キャッサバ不耕起栽培が行われ、間作のステロはキャッサバとの競合を避けて、キャッサバの生育初期は草高が7

～10cmになるように刈りこまれた。この処理区がキャッサバの根重、地上部重とも最高の収量を得た。このような土壌中の養分を経済的に増大させる考え方を導入し実施する必要がある。

(4) 塩類土壌対策

土地開発局の作成した報告書“東北タイにおける塩類土壌の特性とその管理”によれば、塩類土壌の開発方法は防御、開墾、短期塩分コントロールの3つがある。防御は長期的性質のものであり、開墾は中期的、そして短期塩分コントロールは低コストの即効的対策である。また同報告書は塩類土壌地の開発計画実施の場合には、それは諸分野を集合させたものであり、かつ統合されたものでなければならないと強調している。開発方法のアウトラインは次のとおりである。

(a) 塩分の防御

- 再植林により地下水位の低下
- 深い根領域の耐塩性永年作物の導入
- 集水域に深い阻水溝の設置

(b) 塩類土壌の開墾

- リーチング： 水文データの分析による排水システムの建設が必要である。耕地の均平はリーチング効率を高める。
- その他： 塩分を含む地下水が浅い凹地で開墾できないような土地は、ティラピアなどの養殖池あるいは耐塩性の飼料用採草地に転換する。

(c) 短期塩分コントロール

① リーチング

稲作の場合には初期の降雨が土壌塩分を減らすまで植付けをまつ。リーチングによるソーダ質土壌の開墾の場合には、土壌の透水性が急速に減退し、リーチング効率が低くなることが時々観測されている。リーチング水あるいは直接的に土壌へのCa⁺⁺の適用はこの現象を防止することができる。

石コウと石灰はこの目的に適う材料であり、最近では化学工場の副産物として入手できる。これら材料の適用は塩類土壌の開墾のために理論的に妥当性をもつが、実施のためにさらに詳細な調査が必要であろう。

② 水田の不陸修正

③ 有機材の適用

切殻、厩肥、緑肥、落花生殻などの有機材の適用は肥料消耗を補うため、及び土壌の物理性の改良に効果がある。

④ 耐塩作物あるいは品種の作付

土壌の塩分度に応じ異なる耐塩性を有する作物の作付を検討すること。水稲品種について、東北タイの中程度の塩分状況に適するのは Hom Om, Wan Sa Gui, Kao Ruang など 13 種がある。農家の圃場において長期間にわたりふり分けられた結果として高い耐塩性を持つ在来品種は新品種によって、とって代えられつつある。これら在来品種は収量ポテンシャルは低いけれども、塩類土壌において作付すべき品種として保存すべきである。

⑤ 水稲栽培技術の改良

－高密度植付け

移植稲には一般的には 20 cm × 20 cm の植付密度であるが、塩類土壌では、15 cm × 20 cm など高い密度が適する。

－老熟苗

約 35～40 日の老熟苗の移植が幼苗よりも好ましい。老熟苗は一般に耐塩性が高く生存率が高い。

－直播及び移植共に、初期降雨により水田の塩分がリーチングされた後に植付けることが必要である。

－分肥

分肥は水稲栽培の基本的な方法の一つであり、特に塩類土壌においては重要である。

－マルチング

マルチングは土壌からの蒸発を減らし、毛管力によって塩類が地表に集結するのを防ぐ。

3-10-3 天水農業改善へのアプローチ

(1) ファーム・ポンドによる雨水の貯留

村落池の建設、スワンプ改修などを含む小規模な水源開発に関する NERAD のスタディによれば、既存の小規模水源施設について次のような問題を指摘している。

- － 村落から遠く、効果的に利用されていない。
- － 水源の周辺の土地は比較的小数の農家に所有され、従って便益の配分が不均等。
- － 配水施設あるいは管理システムがないので、水利用の効率は低い。

小支流の流出水を利用しての取水堰と小規模貯水池の建設及びスワンプの改修が、今後も引続きセバイ・セボック地区において、限られた水資源の開発の一方策として進められるであろう。この場合には集水域の大きさ、水位と耕地の標高、河川流出高とその変

動など地形と技術に関する情報が必要である。

セバイ・セボック地区では多くの年において降雨が水稻の用水量を上廻っていることに着目し、水田地帯に多数の小規模な池（ファーム・ポンド）を掘削し、ここに余剰降雨を貯水する方法について予備的な検討を行った。

ファーム・ポンドの建設用地は受益農家の提供によることとし、この検討においては、10農家からなるグループで水田面積34haというケースを設定し、次の条件でファーム・ポンドの水収支を行った。

— 年雨量	:	1,400, 1,800 mm
— 雨期稲用水量	:	1,078 mm
— ファーム・ポンド面積:		1.7 ha (5%)
		3.4 ha (10%)

検討の結果、農家の同意が得られるであろうとみられる減歩5%でファーム・ポンド（水深2m）を建設した場合、年雨量1,400mm地域に必要な雨期稲灌漑用水の60%を、また年雨量1,800mm地域で75%をそれぞれ供給できることが判明した。なお、減歩を10%とする場合、前者では75%、後者で100%の灌漑用水の供給が可能である。

小・中規模灌漑システムによってカバーされない水田においては、水稻収量ポテンシャル100%を目標とせず、部分的な灌漑水の補給によって収量の安定と現況収量を上廻るある程度までの増収を計るべきである。灌漑水量に対する水稻収量反応は品種、生育段階、施肥などによって単純ではないが、一般的に生殖生長期における水分不足が栄養生長のそれよりも強く収量に影響するとされている。

農家の合意の得られるポンド用地面積、ポンドと小用水路の建設費、期待し得る水稻生産、タイ政府の技術、財政的な支援など多くの検討事項は残るが、タイにあっては比較的降雨の多いこの水田地帯での、圃場レベルの余剰雨水の利用が天水農業の改善に効果的な一つの方法である。

(2) 果樹栽培の導入と畜産の振興

果樹栽培は単年生作物栽培に比較して少量の水で可能である。また、施肥も根圏に行う（局所施肥）のみでよいので、土壤肥沃度を高めるための有機物施用の際にも極めて経済的である。家畜の導入に関しても、比較的少量の水で飼育が可能であり、厩肥生産

の立場から見ても有利である。唯、適当な飼料作物の導入普及がなされるべきであるが、現在調査研究が進行中である。

(3) 流域の用途別地帯分類

果樹栽培、畜産業の振興に当たっては、地形に依った流域の地帯分類がなされるべきである。そして各地帯においては、その地帯に特定された作物について、生産増強の努力を集中すべきであろう。タイ国環境庁においては、この考えの下に全農地を次に示す集水域クラス1よりクラス5の5段階に分類する作業を進めつつある。

集水域	クラス1	(WSC 1)	保存林地
"	2	(" 2)	商業林地 (含 草地等)
"	3	(" 3)	果樹地 (含 草地等)
"	4	(" 4)	畑地 (含 果樹、草地)
"	5	(" 5)	稲作地

(4) 天水農業の改善

天水農業の改善に際して、さしあたり次の研究が望まれる。

- (a) 貯水池からの水の浸透、蒸発の防止
- (b) 節水栽培
- (c) 稲の晩期栽培
- (d) 稲に対する施肥法
- (e) 稲作前・後期の短期作物栽培
- (f) 耐旱、耐塩性作物、品種の育種導入
- (g) 地下水の農業利用

(5) 農民の参加、関係機関の協力

計画の立案に関しては、農民の参加がはかられるのは当然であるが、運営に際しては適当な費用の分担がなされるべきである。これらは計画の成否に関与するところが大きい。一方、水資源開発に多くの機関が関与しているが、各機関の計画の立案、活動の調整をはかるための組織が望ましい。地域の状況にくわしい地方行政機関の役目が重視されるべきであろう。

表 3-1 : 流域總合開發計畫實施工程表

Description	Irrigable Area (ha)	1992 - 1996					1997 - 2001					2002 - 2006						
		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1. Short Term Development Plan (1990-1996)																		
1.1 Storage Scheme																		
- RID Planned MSIP: 4 Projects (BA-1, BA-2, BA-6, BO-2)	4,490																	
- MSIP Group A : 5 Projects (BA-5, BO-11, BO-13, BO-18, TL-6)	8,780																	
- MSIP Group A' : 5 Projects (BA-8, BA-9, BO-3, BO-17, TL-5)	5,480																	
1.2 Run-of-River Scheme with Pak Mun Project																		
- Tung Ma Hew Pump Project	1,260																	
- Sebai-Sebok Pump Project	4,140																	
1.3 Rehabilitation Scheme: 4 MSIP Projects	5,090																	
<u>Sub-total</u>	<u>29,240</u>																	
2. Middle Term Development Plan (1990-2006)																		
2.1 Storage Scheme																		
- MSIP Group B : 6 Projects (BA-4, BO-10, BO-14, BO-15, TL-1, TL-3)	5,330																	
- MSIP Group C : 6 Projects (BO-6, BO-8, BO-9, BO-12, BO-19, TL-2)	1,930																	
- SSIP : 87 Projects	4,350																	
2.2 Run-of-River Scheme																		
- SSIP Weir Project	2,600																	
- SSIP Pump Project	4,030																	
<u>Sub-total</u>	<u>18,240</u>																	
<u>Total</u>	<u>47,480</u>																	

表 3-2 : 中規模灌漑事業リスト

Basin	Province	Code No.	Project	Catchment Area (sq.km)	Storage (MCM)	
Sebai	Yasothon	BA-1	Huai Phong (*)	45.2	13.9	
	Ubon Ratchathani	BA-2	Huai Ban (*)	14.5	2.1	
	Yasothon	BA-4	Huai Pong Pode	8.7	3.4	
	- do -	BA-5	Lam Se	22.4	9.7	
	- do -	BA-6	Huai Yang (*)	25.0	4.6	
	- do -	BA-8	Huai San	13.7	8.9	
	Ubon Ratchathani	BA-9	Huai Hin Lat	17.5	8.0	
	<u>Sub-total</u>		<u>7 Projects</u>		<u>147.0</u>	<u>50.6</u>
	Sebok	Ubon Ratchathani	BO-2	Huai Si Tho (*)	28.2	8.0
- do -		BO-3	Huai Phra Lao (*)	23.0	6.2	
- do -		BO-6	Huai Kum Bi	16.4	1.1	
- do -		BO-8	Huai Saen Si	25.0	1.7	
- do -		BO-9	Huai Na Pho	26.4	0.3	
- do -		BO-10	Huai Khu Lu	44.7	6.3	
- do -		BO-11	Huai Khum Kham	36.8	22.0	
- do -		BO-12	Huai Thi	38.4	3.3	
- do -		BO-13	Huai Kham Phak Wan	13.5	10.6	
- do -		BO-14	Huai Tham	17.0	5.0	
- do -		BO-15	Huai Phai Ban	21.2	4.8	
- do -		BO-17	Huai Yang	14.6	6.3	
- do -		BO-18	Huai Na Khai	31.3	18.3	
- do -		BO-19	Huai Ba Hang	51.3	3.1	
<u>Sub-total</u>		<u>14 Projects</u>		<u>387.8</u>	<u>97.0</u>	
Tung Lung	Ubon Ratchathani	TL-1	Huai Tung Lung	40.3	7.8	
	- do -	TL-2	Huai Khut	18.8	1.2	
	- do -	TL-3	Huai Ngu Luang	11.4	2.9	
	- do -	TL-5	Huai Chalung	35.7	6.7	
	- do -	TL-6	Huai Soob	18.5	8.2	
	<u>Sub-total</u>		<u>5 Projects</u>		<u>124.7</u>	<u>26.8</u>
<u>Total</u>		<u>26 Projects</u>		<u>659.5</u>	<u>174.4</u>	

Note: (*) Pre-feasibility study by RID

表 3-3 : 改修事業リスト

Project	Catchment (sq.km)	Storage (MCM)	Irrigable Area (ha)	Rehabilitation Work		
				Dam	Main Canal	On-farm
1. Huai Pho	17	5.4	880	-	Enlargement - 17.9km	880 ha
2. Ron Nam Sap	1.7	0.4	70	-	Lining - 1.7km	70 ha
3. Nong Chang Yan	62	7.7	1,200	-	(Completed in 1982-87)	1,200 ha
4. Huai Thamkhae	52	16.3	1,680	-	-	1,680 ha
5. Tung Ma Hew	-	-	1,260	-	Dike - 9km Pump station - 6 Canal - 27.9km	1,260 ha
<u>Total</u>	<u>132.7</u>	<u>29.8</u>	<u>5,090</u>		<u>3 Projects</u>	<u>5 Projects</u>
6. Phurtha Utthayan	62	15.3	2,560	Constructed in 1987	Constructed in 1986	-
7. Sa Saming	2	1.0	120	-	-	-
<u>Total</u>	<u>64</u>	<u>16.4</u>	<u>2,680</u>			

表 3-4 : 中規模灌漑事業の主要諸元 (1/4)

Description	Huai Phong (BA-1)	Huai Ban (BA-2)	Huai Pong Pode (BA-4)	Lam Se (BA-5)	Huai Yang (BA-6)	Huai Sun (BA-8)	Huai Hin Lat (BA-9)
1) Location							
- Changwat	Yasothon	Ubon Rat- chathani	Yasothon	Yasothon	Yasothon	Yasothon	Ubon Rat- chathani
- Amphoe	Loeng Nok Tha	Senang Knikhom	Kut Chum	Loeng Nok Tha	Pa Tiu	Loeng Nok Tha	Amnat Charoen
2) River							
- Basin	Sebai	Sebai	Sebai	Sebai	Sebai	Sebai	Sebai
- Catchment Area (sq.km)	45.2	14.5	8.7	22.4	25.0	13.7	17.5
3) Reservoir							
- Total Storage Capacity (MCM)	14.50	2.35	3.5	10.00	4.85	9.10	8.26
- Dead Storage Capacity (MCM)	0.62	0.24	0.1	0.34	0.28	0.21	0.26
- Effect. Storage Capacity (MCM)	13.88	2.11	3.4	9.66	4.57	8.89	8.00
- High Water Level (El.m)	184.5	170.7	189.0	179.3	150.6	177.6	172.6
- Normal Water Level (El.m)	183.5	170.0	188.2	178.5	149.6	177.0	172.0
- Low Water Level (El.m)	176.3	166.2	181.0	171.4	144.0	168.4	164.8
4) Dam							
- Crest EL (m)	186.0	172.0	190.5	180.8	152.0	179.1	174.1
- Width of Dam Crest (m)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
- Length of Dam (m)	500	960	570	1,380	950	1,490	1,260
- Height of Dam (m)	13.0	12.0	13.6	13.7	12.2	15.6	17.6
- Embankment Volume ('000 cu.m)	112.0	157.3	151.9	239.1	257.0	441.6	338.1
- Design Flood (cu.m/s)	214	120	41	68	177	29	36
5) Distribution System							
- Irrigable Area (ha)	2,070	400	460	940	830	1,200	1,100
- Main Canal (km)	25.7	3.4	5.7	16.3	13.2	13.1	17.4

表 3-4 : 中規模灌漑事業の主要諸元 (2/4)

Description	Huai Si	Huai Phra	Huai Kum	Huai Saen	Huai Na	Huai Khu	Huai Khum
	Tho (BO-2)	Lao (BO-3)	Bi (BO-6)	Si (BO-8)	Pho (BO-9)	Lu (BO-10)	Kham (BO-11)
1) Location							
- Changwat	Ubun Rat-chathani	Ubun Rat-chathani	Ubun Rat-chathani	Ubun Rat-chathani	Ubun Rat-chathani	Ubun Rat-chathani	Ubun Rat-chathani
- Amphoe	Amant Charoen	Non Ngam	Phana	Kut Khao Pun	Kut Khao Pun	Trakan Phutphon	Trakan Phutphon
2) River							
- Basin	Sebok	Sebok	Sebok	Sebok	Sebok	Sebok	Sebok
- Catchment Area (sq.km)	28.2	23.0	16.4	25.0	26.4	44.7	36.8
3) Reservoir							
- Total Storage Capacity (MCM)	8.40	6.55	1.4	1.9	0.7	7.0	22.50
- Dead Storage Capacity (MCM)	0.44	0.35	0.3	0.2	0.4	0.7	0.55
- Effect. Storage Capacity (MCM)	7.96	6.20	1.1	1.7	0.3	6.3	21.95
- High Water Level (El.m)	177.0	172.9	160.5	140.5	160.0	160.3	163.5
- Normal Water Level (El.m)	176.0	172.0	159.5	139.5	158.8	159.3	162.5
- Low Water Level (El.m)	168.5	165.4	157.1	136.2	158.1	154.0	152.2
4) Dam							
- Crest El (m)	178.5	174.4	162.0	142.0	161.5	161.8	165.0
- Width of Dam Crest (m)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
- Length of Dam (m)	455	1,530	820	800	870	870	1,160
- Height of Dam (m)	15.5	15.9	10.0	7.6	9.8	10.5	18.5
- Embankment Volume ('000 cu.m)	251.7	309.6	94.9	93.5	86.5	123.4	333.8
- Design Flood (cu.m/s)	86	79	192	349	344	247	107
5) Distribution System							
- Irrigable Area (ha)	1,190	1,100	200	310	50	1,130	3,400
- Main Canal (km)	10.5	20.7	5.2	5.0	1.2	9.5	37.6

表 3-4 : 中規模灌漑事業の主要諸元 (3/4)

Description	Huai Thi (BO-12)	Huai Kham Phak Wan (BO-13)	Huai Tham (BO-14)	Huai Phai Ban (BO-15)	Huai Yang (BO-17)	Huai Na Khai (BO-18)	Huai Ban Hung (BO-19)
	1) Location	Ubun Rat- chathani Trakan Phutphon	Ubun Rat- chathani Trakan Phutphon	Ubun Rat- chathani Trakan Phutphon	Ubun Rat- chathani Trakan Phutphon	Ubun Rat- chathani Trakan Phutphon	Ubun Rat- chathani Tan Sum
2) River							
- Basin	Sebok	Sebok	Sebok	Sebok	Sebok	Sebok	Sebok
- Catchment Area (sq.km)	38.4	13.5	17.0	21.2	14.6	31.3	51.3
3) Reservoir							
- Total Storage Capacity (MCM)	3.8	10.80	5.3	5.1	6.47	18.78	3.9
- Dead Storage Capacity (MCM)	0.6	0.20	0.3	0.3	0.22	0.47	0.8
- Effect. Storage Capacity (MCM)	3.3	10.60	5.0	4.8	6.25	18.31	3.1
- High Water Level (El.m)	171.5	145.1	140.5	141.0	130.7	137.7	130.5
- Normal Water Level (El.m)	170.3	144.5	139.8	140.0	130.0	137.0	129.3
- Low Water Level (El.m)	166.6	136.5	133.5	135.0	124.0	130.0	127.0
4) Dam							
- Creat EL (m)	173.0	146.6	142.0	142.5	132.2	139.2	132.0
- Width of Dam Creat (m)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
- Length of Dam (m)	700	1,410	1,100	1,300	1,350	2,150	720
- Height of Dam (m)	12.7	14.3	11.8	13.3	12.2	15.7	10.0
- Embankment Volume ('000 cu.m)	71.9	432.3	191.7	175.1	288.5	449.0	67.1
- Design Flood (cu.m/s)	349	25	116	158	50	65	303
5) Distribution System							
- Irrigable Area (ha)	590	1,340	900	860	830	2,000	560
- Main Canal (km)	5.9	13.7	9.4	11.3	9.9	26.4	7.1

表 3-4 : 中規模灌漑事業の主要諸元 (4/4)

Description	Huai Tung	Huai	Huai Ngu	Huai	Huai Soob
	(TL-1)	Khut (TL-2)	Luan (TL-3)	Chalung (TL-5)	(TL-6)
1) Location					
- Changwat	Ubon Rat- chathani	Ubon Rat- chathani	Ubon Rat- chathani	Ubon Rat- chathani	Ubon Rat- chathani
- Amphoe	Trakan Phutphon	Trakan Phutphon	Sri Muang Mai	Sri Muang Mai	SriMuang Mai
2) River					
- Basin	Tung Lung	Tung Lung	Tung Lung	Tung Lung	Tung Lung
- Catchment Area (sq.km)	40.3	18.8	11.4	35.7	18.5
3) Reservoir					
- Total Storage Capacity (MCM)	8.44	1.5	3.1	7.23	8.50
- Dead Storage Capacity (MCM)	0.60	0.3	0.2	0.54	0.28
- Effect. Storage Capacity (MCM)	7.84	1.2	2.9	6.69	8.22
- High Water Level (El.m)	166.1	170.0	182.7	171.1	170.0
- Normal Water Level (El.m)	165.0	169.0	182.0	170.0	169.0
- Low Water Level (El.m)	159.2	166.5	176.5	163.9	160.2
4) Dam					
- Crest EL (m)	167.6	171.5	184.2	172.6	171.5
- Width of Dam Crest (m)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
- Length of Dam (m)	1,970	250	1,350	480	1,570
- Height of Dam (m)	14.3	9.8	11.7	12.3	17.7
- Embankment Volume ('000 cu.m)	283.4	26.4	162.2	77.0	304.0
- Design Flood (cu.m/s)	215	134	82	214	71
5) Distribution System					
- Irrigable Area (ha)	1,460	220	520	1,250	1,100
- Main Canal (km)	21.0	3.0	2.7	19.1	20.3

表 3-5 : 中規模灌漑事業の受益地と概算事業費

Code No.	Project	Irrigable Area (ha)	Project Cost	
			(฿1,000)	(or ¥ Million)
BA-1	Huai Pong	2,070	143,100	744
BA-2	Huai Ban	400	84,400	439
BA-4	Huai Pong Poda	460	45,400	236
BA-5	Lam Se	940	87,900	457
BA-6	Huai Yang	830	112,600	586
BA-8	Huai Sun	1,200	116,400	605
BA-9	Huai Hin Lat	1,100	98,400	512
BO-2	Huai Si Tho	1,190	112,600	586
BO-3	Huai Phra Lao	1,100	107,800	561
BO-6	Huai Kum Bi	200	72,900	379
BO-8	Huai Saen Si	310	114,900	597
BO-9	Huai Na Pho	50	103,100	536
BO-10	Huai Khu Lu	1,130	110,400	574
BO-11	Huai Khum Kham	3,400	186,800	971
BO-12	Huai Thi	590	117,000	608
BO-13	Huai Kham Phak Wan	1,340	103,700	539
BO-14	Huai Tham	900	82,600	430
BO-15	Huai Phai Ban	860	93,200	485
BO-17	Huai Yang	830	78,000	406
BO-18	Huai Na Khai	2,000	149,500	777
BO-19	Huai Ban Hung	560	106,600	554
TL-1	Huai Tung Lung	1,460	147,700	768
TL-2	Huai Khut	220	45,800	238
TL-3	Huai Ngu Luam	520	53,700	279
TL-5	Huai Chalung	1,250	116,600	606
TL-6	Huai Soob	1,100	105,200	547
	<u>Total</u> <u>26 Projects</u>	<u>26,010</u>	<u>2,696,300</u>	<u>14,020</u>

Note: Exchange rate of ฿1.00 = ¥5.2

表 3-6 : 評価基準と配点

Parameter	Class	Score	Specifications
1. Project Economy	A	30	B/C ratio 1.7
	B	26	= 1.6 - 1.69
	C	22	= 1.5 - 1.59
	D	18	= 1.4 - 1.49
	E	14	= 1.3 - 1.39
	F	10	= 1.2 - 1.29
	G	6	= 1.1 - 1.19
	H	2	= 1.0 - 1.09
2. Scale of Irrigable Area	A	5	more than 2,000 ha
	B	3	1,000 - 1,999 ha
	C	1	less than 1,000 ha
3. Reservoir Area Conditions	A	5	paddy fields of less than 50 ha/no houses/no existing facility
	B	3	paddy fields of 51 - 150 ha/several houses/some facilities
	C	1	paddy field of more than 150 ha/more than 10 houses/some small reservoirs
4. Income Level	A	5	less than ¥6,000/year/family
	B	3	¥6,001 - 10,000/year/family
	C	1	more than ¥10,000/year/family
5. Soil Suitability	A	5	
	B	3	
	C	1	
6. Civil Work	A	5	good foundation/available conditions for core material
	B	3	normal
	C	1	bad foundation/difficult obtaining of core material

第IV章 事業地区の現況

第IV章 事業地区の現況

4-1 位置と面積

セバイ・セボック流域総合開発計画のもと高優先度を与えられ、パッケージプロジェクトとしてフィージビリティ・スタディを実施するのは、セバイ流域、セボック流域及びタン・ルン流域に散在する Lam Se, Huai Khum Kham, Huai Kham Phak Wan, Huai Na Khai 及び Huai Soob の5中規模灌漑事業である。

事業地区の位置

事業名	流域	県	関係村落数
Lam Se	セバイ	ヤソトン	5
Huai Khum Kham	セボック	ウボン・ラチャタニ	13
Huai Kham Phak Wan	セボック	ウボン・ラチャタニ	5
Huai Na Khai	セボック	ウボン・ラチャタニ	10
Huai Soob	タン・ルン	ウボン・ラチャタニ	3

各事業地区は計画貯水池の直下流に選ばれ、村落、林地等を含む総事業地区面積は11,060haである。RIDの作成した事業地区地形図(縮尺1:10,000)、航測写真図(縮尺1:4,000)及び現地踏査に基づく土地利用調査によると、地区の72%が水田、23%が林地として利用されている。

現況土地利用 (ha)

事業地区	水田	林地	集落	その他	計
Lam Se	1,151	86	56	77	1,370
Huai Khum Kham	2,706	727	128	89	3,650
Huai Kham Phak Wan	994	48	6	62	1,110
Huai Na Khai	2,164	807	31	98	3,100
Huai Soob	959	828	17	26	1,830
計	7,974	2,496	238	352	11,060

4-2 自然状況

4-2-1 地形と地質

(1) Lam Se地区

Lam Se事業地区では、地区の北方で東から西へ延び、西方で南西方向に湾曲する標高 200~250 mの尾根と、地区の南西部でピークが北西-南東方向に直線的に配列する尾根とに囲まれた東西に長い集水域及び、標高 170mの等高線が示しているような南東方向に開いた半ダ円形の盆状地形をしている灌漑地域の、大別して2つの特徴的地形がみられる。

河川勾配は、集水域で 5/1000、灌漑地区で 2/1000 であり、ゆるい。Lam Se川は、集水域では西から東へ流下し、ダムサイト地点で流路を南方へ転じ、さらに灌漑地域の下流で再び流路を転じて南東に流下する。

Lam Se事業地区の地質は、灌漑地区では砂岩を主とする中部ジュラ系、ダムサイト~集水域では砂岩及びシルト岩を主とする上部ジュラ系が分布している。さらに集水域の北方ではこれらの上位の下部白亜系が分布している。中部ジュラ系と上部ジュラ系の境界は標高 170mの等高線に、上部ジュラ系と下部白亜系の境界は標高 200mの等高線に一致している。また、本事業地区の地層の地質構造が、北西-南東方向の軸を持つ背斜構造をとっており、その背斜軸と地区の南西部でピークが直線状に連なる山列とが一致している。このように、本地区の地形は地質状況を極めてよく反映している。

(2) Huai Khum Kham 地区

Huai Khum Kham事業地区では、集水域を取り囲む山地は標高 180~200 mで NW-SEの方向性をもって連なっている。これらの山地を開析する河川はこの方向にはほぼ直行する南西方向に流下している。このため、水系模様は水系頻度が小さく水系密度の大きな平行状模様をなしている。河川勾配は集水域で 5/1000、灌漑地区で 4/1000 である。

灌漑地域では砂岩を主とし頁岩及び礫岩を挟む下部白亜系が、ダムサイト付近から上流では砂岩を主としシルト岩・頁岩を挟む中部白亜系が分布している。これらの地層は概ね N70°Wの走向で、10°~20°南西に傾斜し、緩やかに累重した地質構造をとっている。

(3) Huai Kham Pak Wan 地区

Huai Kham Pak Wan 事業地区では、集水域を取り囲む丘陵は標高約 160m と低く、集水域の面積も 5 事業地区のうち最も小さい。等高線はおおまかには西北西—東南東方向にのびており、河川はこれらと斜交して西南西方向に流下している。水系模様は水系頻度が小さく水系密度の大きい平行状模様となっている。河川勾配は、集水域で 3.75/1000、灌漑地域で 2/1000 であり、ゆるい。

灌漑地域の中部～南部では、砂岩・シルト岩・頁岩を主とし岩塩や石膏などを含む上部白亜系が分布し、灌漑地域北部から集水域では、その下部の砂岩を主体としシルト岩・頁岩を挟む中部白亜系が広く分布している。これらの地層は、概ね $N60^{\circ}W10^{\circ}\sim 15^{\circ}SW$ で穏やかに累重した地質構造をとっている。

(4) Huai Na Khai 地区

Huai Na Khai 事業地区では、集水域を取り囲む丘陵は標高 150～160 m で、北東—南西の方向性をもって延びている。河川は Huai Na Khai がほぼ尾根と平行して南西に流下しており、支流はあまり発達していない。水系模様は水系頻度、水系密度ともに小さい平行状模様となっている。河川勾配は集水域で 4.3/1000、灌漑地区で 2.1/1000 である。

灌漑地域の最下流では上部白亜系が分布しているが、事業地区のほとんどでは中部白亜系が広く分布している。地質構造は概ね北西—南東方向で、 $5^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 南西方向に傾斜している。

(5) Huai Soob 地区

事業地区の北方では Phu Phan 山脈から連続する標高 200～250 m の山列が南東方向に延びている。集水域を取り囲む尾根はこの山列より派生して南西方向に延びており、標高 180～200 m である。水系模様は水系頻度が大きく、水系密度が小さく樹枝状の水系模様をなしており、南南西方向へ流下している。

灌漑地域～ダムサイトでは中部白亜系が広く分布しており、集水域では下部白亜系が分布している。この境界は概ね標高 160m の等高線に沿って位置している。

4-2-2 水文

(1) 降雨

セバイ・セボック流域には37ヵ所の降雨量観測所があり、このうち事業地区に関係するのは Loeng Nok Tha、Trakan Phutphon、Si Huang Mai 及び Sa Saming Tank の4ヵ所である。これら観測所では、1952年以降今日まで約30年間にわたり日降雨量の観測が継続的に実施されている。ただし、洪水量の推定に必要とする時間降雨量はウボン・ラチャタニ測候所を除いて観測されていない。

事業地区の年平均降雨量は1,600mmと多いが、このうち1,500mmは5月から9月の雨期に集中し、特に6月から8月の3ヵ月間に1,000mmも降っている。12月から4月の乾期の平均降雨量は100mmと少なく、稲作、畑作に全く不十分で、乾期の作物栽培には多くの灌漑用水を必要とする。6月から7月には2～3週間にわたり無降雨日が続くことがあり、この時深刻な水不足に悩まされる。また、8月から9月にかけては、熱帯低気圧または台風が年によっては2～3回進入し、豪雨による洪水被害を与えている。

(2) 流出

事業地区周辺の流域には6ヵ所の流量観測所がある。これら地点で観測された年間流出率は24～46%と変化し、観測所及び観測年により大きな較差を持っている。河川流出は、7月から10月に集中し、4月から6月の雨量の約90%は地中及び水田に吸収され流出は少ない。乾期の11月から3月にかけては全く河川流出がみられない。年間雨量損失は1,000～1,100 mmに達する。

雨期初期には強雨が生起する頻度が少ないこともあって、流出のピークは例外なく8月から9月にかけて起こる。雨に対する流域の反応はかなり遅く、洪水は雨が降り止んでから2～3日間続く。観測流量及び年間流出率を次表に示す。

年間平均流出

観測所	集水面積 (sq. km)	平均年雨量 (mm)	平均年流出 (mm)	平均年間 流出率 (%)	観測期間
M. 32	1,654	1,527	455	30	1965-'85
M. 32 A	1,535	1,422	343	24	1968-'72
M. 69	2,132	1,567	642	41	1971-'86
M. 132	101	1,545	390	25	1986
M. 141	382	1,808	839	46	1987
M. 127	414	1,794	649	36	1987

4-2-3 土壌と土地分級

(1) 概要

第二次現地調査は土地開発局(DLD)が作成した土壌図(1/100,000)に基づき既水田に対し実施したもので、オーガーボーリングによる土壌統の分布状態の確認を目的としている。土壌統別の特性は、第一次現地調査において実施した試坑及びボーリングによる土壌観察、採取した試料の理学性分析結果と今回の調査を併せ確認した。

事業地区の地形は、地区内の蛇行する河川により形成された沖積低地と、中・小河川の侵食・堆砂作用により形成された段丘(低位、中位、高位)から構成されている。事業地区の大部分を段丘が占め、沖積低地は河川沿いに広がる小面積の氾濫原にのみ発達している。これらの基岩はおもに中生代(三畳紀、ジュラ紀)の砂岩・礫岩である。

(2) 土壌分類

調査の結果、地区内 11,060 haには8土壌統が存在し、主たる土壌統は、ロイエット統、コラート・ポンピサイ アソシエーション及びポーラブ コンプレックスであり、これら3土壌統で調査地区面積の約77%を占めている(表4-1)。

(3) 土壌の特性

土壌は、主として砂岩及び礫岩の風化により生成された壤質土壌で、酸性を示す肥沃性の低い土壌である。各土壌等の特性は表4-2に示す。表層土壌の全般的な理化学的特性は次のとおりである。

- 土性は砂質含有率の高い砂壤土または壤質砂土であり、保水性は低い。
- 仮比重は 1.50 ~ 1.70g/cm³と大きく、孔隙率は 34 ~ 44%と小さい。ち密で土壌構造は未発達である。
- PH (H₂O 1:1) は 5.0 ~ 5.4 で酸性である。
- 塩基置換容量 2.8 ~ 6.0 m.e./100g に対し、塩基飽和度15 ~ 29%と低く、置換性塩基類の含有量が少ない。

(4) 土地分級

分級対象とする土地は既耕地となっている水田であり、本事業においてこれら水田に

排水施設の整備を計画するところから、土壤統別にその土壤の持つ自然特性、即ち、土性、作土厚、有効土層深及び自然肥沃度の4つの要因について基準値を設けた(表4-3参照)。

水稲作に対する適性度から事業地区の稲作地7,974haを、1級(最適)、2級(適)、3級(適性中程度)及び4級(適性限界)の4等級に区分した。その結果、事業地区内には、1級地及び4級地はなく、3級地が稲作面積の97%を占める。

土地分級面積 (ha)

事業地区	1 級	2 級	3 級	4 級	計
Lam Se	-	196	955	-	1,151
Huai Khum Kham	-	41	2,665	-	2,706
Huai Kham Phak Wan	-	-	994	-	994
Huai Na Khai	-	-	2,164	-	2,164
Huai Soob	-	-	959	-	959
計		237	7,737	-	7,974

(5) 土壤管理

計画地区内の土壤は、極めて粗粒質で有機物は欠乏状態にある。また植物生育に必要な養分を保持する粘土鉱物が少ないために栄養塩類も欠乏状態にある。よって土壤管理は当該地区で行われる肥効試験等の結果に準拠し、十分注意して行う必要がある。

具体的に土壤管理と生産性向上を図るための対策としては、まず第一に有機物の投与が挙げられる。当該地区は乾湿の差がきわめて大きく、土壤中の有機物の分解消耗も著しく連続的な投与を必要とする。稲わら堆肥3 ton/ha/年以上の投与が望ましい。第二に化学施肥方法も考慮する必要がある。第三に緑肥作物の栽培と土壤への鋤込み還元である。その他、深耕も生産性を上げるための有効な方法である。

4-3 農業

事業地区の農業の実態を知るため、RID 経済課の協力を得て各5地区より20農家をそれぞれ選び、計100戸の農家調査を行った。以降農業の現況についてはその結果を中心に述べる。

4-3-1 人口と世帯数

5事業地区がカバーする9ヵ村36部落の1988年における人口は15,853人、世帯数は2,592である。このうち2,310世帯(89%)が農業に従事し、農業人口は14,060人である(表4-4)。農家調査によると他の職業は報告されていない。

4-3-2 経営規模、営農類型、及び土地保有

農林統計によれば事業地区の平均経営規模はHuai Kham Phak Wanの3.5haからHuai Na Khaiの5.2haの間にあり、5地区平均で4.2haである。農家調査ではLam Se地区に15%の畑地が認められる他は、全ての農地は水田である(表4-5)。このことから知られるように本地区での営農は雨期稲単作と類型できる。

表4-6に示すように、全農地の84~99%が自作地であり、小作地は5地区平均で僅か2%弱に過ぎない。全国平均の79%(1986年)に比較し自作率は高い。

表4-7に示すように、各種ある土地所有権のうち、Nor Sor 3 Kor及びNor Sor 3が84%を占めている。Nor Sor 3は土地局から発行されているもので、権利の移転が可能であり、抵当に用い得る。

4-3-3 稲作

作付品種のほとんどが高収性品種であり、糯種が多い。農家調査においても90%を占める。施肥量は、大体96.3 kg/ha(複合肥料)であるが、指導されているものの1/3に満たぬ量である。

調査によると、稲作災害として、早害が先ずあげられ、虫害がこれについている。殺虫剤の施用は全面積の1/10程度にしかなされていない。除草剤は水田における養魚の関係で用いられていない。

農業統計(1986/87)によると、関係両県の過去4年の平均として、全水田の84%が収穫の対象となっている。今回の調査によると、関係5地区においては78%しか収穫されていない(表4-8)。しかし、地区内の差が大きく、91~60%の市がある。3地区の21農家を対象とした調査によると(表4-9)、水田面積の87%に作付がなされるが69%しか収穫されていない。これらから判断すると30%近くの水田面積が使用されていないこ

とが判る。収穫面積に対する収量は調査によると、平均して 1.1 t/ha であるが、これも地区間の差が大きく、1.4 ~ 0.8 t/ha の巾がある(表 4-8)。上記の 3 地区のみの調査においては 2 ~ 0.9 t/ha であるが、Huai Na Khai においては灌漑水による変動が大きいことが判った。籾、梗間の収量差はないようである。

4-3-4 家畜

郡、村、5 事業地区の平均農家頭数を付属報告書の C. 農業に示した。それによると、事業地区の農家当たりの水牛頭数が全国平均(1.3 頭、1986)の 3 倍になっているが、他の家畜においては全国平均以下であることが判る。東北地域全体を見ても水牛の数は多く、全国の 70% に当たる 440 万頭が数えられるが、その数は停滞気味である。水牛の頭数は関係両県の郡単位に見た場合、農地面積に比例しているように見受けられるが、村単位ではその傾向は伺われない。

農家調査の際、ヤントン県の Lam Se 地区以外ではトラクターは見られなかったが、これは農家調査によっても確かめられている。農作業における水牛などの重要性を裏付けるものである。事業地域においては、飼料は限られており、栄養計算からすると、主な飼料である稲わらでは半数の大家畜しか飼育出来ない現状である。

4-3-5 養魚

水産局は、東北タイ地方において、村落養魚池の建設による内水面漁業の振興に努めている。しかしながら、本事業地区内では養魚の実例はみられない。Huai Khum Kham 及び Huai Kham Phak Wan の 2 事業地区が位置する Trakan Phutphon 郡における内水面漁業の実態を水産局の資料から概観すると以下のとおりである。

(1) 池による養魚

1986 ~ 87 年に同郡に 63 の養魚を行っている農家があり、その面積は 1 ha であった。その内 29 農家は魚の疾病により被害を受け、34 農家だけが約 0.4 ha から 503 kg の水揚げを得た。水揚げの中 61% は自家消費、残りは 4,380 バーツで販売された。1988 年には 82 農家が養魚を行い、その面積は 1.6 ha であった。約半数の農家は Ku Sa Kom 村在住者である。この年 3 回の研修会があり 86 農家が受講した。池の掘削も行われ、1987 年には

59、1988年には105の養魚池が造られた。

(2) 水田における養魚

1986～87年には1.4haの水田において養魚が行われた。内0.5haは灌漑田、他は天水田である。水揚げは灌漑田においては約78kg、天水田からは約618kgであった。1988年には農家数は17、面積は3.2haとなった。研修会が開催され受講者は30農家であった。水田養魚は他のプロジェクトに於いても実施されている。例えば、東北地域天水農業開発計画(NERAD)に於いて、65農家の水田養魚の成績は、1984年に114kg/haの生産性を示したが1985年には274kg/haであったことを報じている。また、水田養魚は稲の収量を増加する試験結果を得ている。

トン・クラ・ロンハイ計画においては、圃いの中の養魚との比較を行っている。ウボン営農システム研究開発部も水田養魚に関して研究を続けているが、結論としてレポートに次のように述べている。

- ① 水田養魚は貧しい農民に対して、無理のない良質の蛋白供給源であり、所得の面からも有利である。
- ② 稲収量にはプラスの影響を与える。
- ③ 中位の収益性があり、貧しい人にとって重視されるべきである。

4-3-6 農業普及サービス

多くの政府機関がこの地区で独自の活動を行っている。農業に関与している多くの機関は農業・協同組合省の傘下にある王室灌漑局、普及局、農業局、土地開発局、畜産局、水産局、王室林野局などである。

作物生産に関して農民にとって最も密接な機関は普及局であろう。首都バンコックの本局の下に各県に県普及部があり、郡普及所を統轄している。普及員の多くは郡普及所に所属しており農民と直接に接触している。各村にも普及員はいるが郡普及所との連絡が主な仕事である。

例として、ヤソトン県農業普及部の1989年の活動テーマを掲げると下記のとおりである。

- ① 作物栽培普及 ; 輸出対象として稲、キャッサバなど
輸入抑制として落花生など
国内向けに大豆、糯など
- ② 生産システム改善 ; 混作、輪作など
- ③ 特殊地帯の普及活動 ; 基盤整備地区、キングスプロジェクトなど
- ④ 農業生産システム改善 ; 私企業、経済部門、農産加工関係との協力、援助
- ⑤ 農民の普及活動への参加 ; 農民の自主的活動の推進
- ⑥ 農民グループの育成、強化 ;
- ⑦ 農業普及サービスの強化 ; 種子供給、病虫害防除等
- ⑧ 農業普及活動のシステム、方法の改善 ; 計画、モニターリング、研究、
公私関係者の協力等
- ⑨ 普及員の能率向上 ; 行政、技術、社会経済的な見地から

表 4-1 : 土壤の分布

Soil Name	Symbol	Project					Unit:ha(%)
		BA-5	BO-11	BO-13	BO-18	TL-6	
Roi Et Series	Re	522(38.1)	2,231(61.1)	427(38.5)	775(25.0)	-	
Korat-Phon Phi Sai Association	Kt/Pp	-	584(16.0)	200(18.0)	1,966(63.4)	-	
Borabu Complex	Bbc	-	-	-	-	1,830(100)	
Korat Series	Kt	147(10.7)	775(21.2)	-	-	-	
Roi Et-On Association	Re/On	-	20(0.6)	483(43.5)	359(11.6)	-	
Korat, high-Phon Phi Sai Association	Kt-h/Pp	508(37.1)	-	-	-	-	
Sithon Series	St	167(12.2)	40(1.1)	-	-	-	
Roi Et, loamy	Re-1	26(1.9)	-	-	-	-	
Total		1,370(100)	3,650(100)	1,110(100)	3,100(100)	1,830(100)	

Note: BA-5 ; Lam Se, BO-11 ; Huai Khum Khaw, BO-13 ; Huai Khaw Phak Wan, BO-18 ; Huai Na Khai, TL-6 ; Huai Soob

表 4-2 : 土壤統の特性

Soil Series	Characteristics							
	Re	Re-1	Re/On	Kt	Kt/Pp	Bbc	Kt-h /Pp	St
Texture(surface) ¹⁾	SL	SL-L	LS-SL	LS-SL	LS-SL	SL-L	SL-L	SL-L
Depth(cm)								
to Subsurface Horizon	33	31	28	36	30	35	15	20
to laterite of rock	72	90	43	70	80	67	60	90
Physics Properties (surface)								
Hardness (g/cm ²)	19	17	21	17	18	18	-	-
Porosity (%)	40	43	36	40	42	41	-	-
Chemical Properties(surface)								
pH (1:1)	5.3	5.2	5.2	5.2	5.1	5.5	-	-
C.E.C.(m.e.q/100g)	3.7	5.4	5.7	4.0	7.0	2.5	-	-
Base Saturation (%)	27	25	15	24	21	25	-	-
Organic Matter (%)	0.41	0.58	0.51	0.54	0.56	0.39	-	-

Note: ¹⁾ SL; Sandy Loam, L; Loam, LS; Loamy Sand

表 4-3 : 土地分級基準

	Class I	Class II s	Class III s	Class IV
Texture				
Surface	loam to clay	sandy loams to clay	loamy sands to clay	loamy clay to heavy clay
Subsurface	sandy clay loam to clay	sandy clay loam to clay	loam to clay	sand to heavy clay
Depth				
to subsurface horizon	< 30 cm	< 40 cm	< 50 cm	> 50 cm
to laterite or base rock	> 90 cm	> 60 cm	> 30 cm	< 30 cm
Chemical properties (Surface)				
C.E.C.(m.e.q/100g)	> 8.0	> 4.0	> 2.0	< 2.0
ECx10 ³ (0-100 cm)	< 4 mho/cm	< 8 mho/cm	< 16 mho/cm	> 16 mho/cm
pH(H ₂ O)	5 to 8	5 to 9	4.5 to 9	< 4.5, > 9.0
Base saturation(%)	> 30	> 25	> 15	< 15

Note: II s and III s mean some soil problems exist in class II and III.

表 4-4 : 人口、世帯数、経営規模

(unit: households, persons)

Project	Total		Farm Household ^{3/}			Average Size of Farm (ha)
	Household ^{2/}	Population ^{2/}	Household	Population	Agricultural Area (ha)	
1. Lam Se	564	3,237	490	2,960	2,250	4.6
2. Huai Khum Kham	941	6,057	860	5,330	3,120	3.6
3. Huai Kham Phak Won	352	1,979	320	1,990	1,120	3.5
4. Huai Na Khai	481	3,083	420	2,460	2,180	5.2
5. Huai Soob	254	1,497	220	1,320	1,100	5.0
<u>Total</u>	<u>2,592</u>	<u>15,853</u>	<u>2,310</u>	<u>14,060</u>	<u>9,770</u>	<u>4.2</u>

Source: 1/ --- "Provincial Statistics, 1988", NSO, Office of Prime Minister.

Notes: 2/ --- Total of Muban concerned with the Projects.

3/ --- estimated based on 1980 Population and Housing Census.

表 4-5 : 調査農家の土地利用と作付率

Crop	Average of all Project		Lam Se		Huai Khum Kham	
	% of holding Farm	Area (rai)	%	Area (rai)	%	Area (rai)
Paddy	100	23.2	100	18.3	100	20.5
Upland	3	0.2	15	1.1	0	0
Fallow	23	4.6	0	0	15	0.9
Not-cleared	24	4.0	30	3.9	15	0.9
Pasture	1	-	0	0	5	0.2
<u>Total</u>		<u>32.0</u>		<u>23.3</u>		<u>22.5</u>
Cropping Intensity:						
Wet Season	73.2 %		83.2 %		91.7 %	
Dry Season	0		0		0	

Crop	Huai Kham Phak Wan		Huai Na Khai		Huai Soob	
	%	Area (rai)	%	Area (rai)	%	Area (rai)
Paddy	100	33.6	100	12.4	100	31.1
Upland	0	0	0	0	0	0
Fallow	10	2.5	70	17.3	20	2.1
Not-cleared	25	5.5	25	4.6	25	5.3
Pasture	0	0	0	0	0	0
<u>Total</u>		<u>41.6</u>		<u>34.2</u>		<u>38.4</u>
Cropping Intensity:						
Wet Season	80.8 %		36.2 %		81.0 %	
Dry Season	0		0		0	

Source: Field Survey by RID and JICA Team

表 4-6 : 土地保有

Project Farm Kind of Tenure	Average			Lam Se			Huai Khum Kham		
	Household Number(%)	Area (rai)	% of Total	Household Number(%)	Area (rai)	% of Total	Household Number(%)	Area (rai)	% of Total
All Farm Land :	98.0	31.0	94.3	95.0	21.9	91.3	100.0	19.8	84.0
Own	3.0	0.6	1.7	0	0	0	5.0	1.0	4.2
Rent (additional)	8.0	1.3	4.0	5.0	2.1	8.8	15.0	2.8	11.8
Free cultivation									
<u>Total</u>		<u>32.9</u>	<u>100.0</u>		<u>24.0</u>	<u>100.0</u>		<u>23.6</u>	<u>100.0</u>
Cultivated Area :	95.0	21.7	93.0	95.0	18.1	93.5	90.0	17.0	83.0
Own	3.0	0.6	2.4	0	0	0	5.0	1.0	4.9
Rent (additional)	5.0	1.1	4.6	5.0	1.3	6.5	10.0	2.5	12.2
Free cultivation									
<u>Total</u>		<u>23.4</u>	<u>100.0</u>		<u>19.3</u>	<u>100.0</u>		<u>20.5</u>	<u>100.0</u>
Project Farm Kind of Tenure									
All Farm Land :	95.0	41.5	97.0	100.0	34.7	99.9	100.0	36.9	94.4
Own	5.0	0.9	2.0	0	0	0	5.0	1.0	2.4
Rent (additional)	5.0	0.5	1.1	10	0	0.1	5.0	1.3	3.2
Free cultivation									
<u>Total</u>		<u>42.9</u>	<u>100.0</u>		<u>34.7</u>	<u>100.0</u>		<u>39.2</u>	<u>92.9</u>
Cultivated Area :	95.0	32.3	96.3	100.0	12.4	100.0	95.0	28.9	92.9
Own	5.0	0.9	2.5	0	0	0	5.0	1.0	3.1
Rent (additional)	5.0	0.4	1.2	0	0	0	5.0	1.3	4.0
Free cultivation									
<u>Total</u>		<u>33.6</u>	<u>100.0</u>		<u>12.4</u>	<u>100.0</u>		<u>31.2</u>	<u>100.0</u>

Source: Field Survey by RID and JICA Team.

表 4-7 : 土地権利の状況

(unit: %)

Certificate	Average		Lam Se		Huai Khum Kham		Huai Kham Phak Wan		Huai Na Khai		Huai Soob	
	Number of Farm	Area	Number of Farm	Area	Number of Farm	Area	Number of Farm	Area	Number of Farm	Area	Number of Farm	Area
N.S. 3 K.	48.0	48.5	73.7	60.0	25.0	21.2	42.1	47.7	60.0	74.1	40.0	33.1
N.S. 3	43.9	35.0	21.1	10.7	40.0	41.5	63.2	48.7	45.0	25.9	50.0	39.1
S.K. 1	13.3	6.9	15.8	2.6	35.0	22.8	0	0	0	0	15.0	15.2
B.C.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P.B.T. 6	12.2	9.0	15.8	23.7	10.0	13.2	15.8	3.5	5.0	0	15.0	12.5
S.T.K.	1.0	0.4	5.3	2.7	0	0	0	0	0	0	0	0
T.C.	1.0	0	0	0	0	0	0	0	5.0	0	0	0
Others	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Total</u>		<u>100.0</u>		<u>100.0</u>		<u>100.0</u>		<u>100.0</u>		<u>100.0</u>		<u>100.0</u>

Source: Field Survey by RID and JICA Team.

表 4-8 : 調査農家の作付と収穫面積

Area and Yield \ Project	Average	Lam Se	Huai Khum Kham	Huai Kham Phak Wan	Huai Na Khai	Huai Soob
Planted (rai)	23.2	18.3	20.5	33.6	12.4	31.1
glutinous	21.2	16.7	20.5	26.8	12.3	29.5
non-glutinous	2.0	1.6	0	6.8	0.1	1.6
Harvested (rai)	18.3	16.7	18.0	30.3	7.8	18.5
glutinous	16.4	15.1	18.0	23.8	7.7	17.2
non glutinous	1.9	1.6	-	6.5	0.1	1.3
Harvest/Plant (%)	78.4	91.3	87.9	90.2	62.9	59.5
<hr/>						
Yield (kg/rai)						
per planted area	141	211	183	137	98	77
glutinous	142	217	183	135	95	78
non-glutinous	166	149	-	146	320	49
per harvested area	175	231	208	152	156	129
glutinous	177	239	208	152	152	134
non-glutinous	171	149	-	153	320	62

Source: Field Survey by RID and JICA Team

表 4-9 : 3地区の作付と収穫面積

Item	Project Unit	Lam Se		Huai Na Khai		Huai Soob	
		rai	%	rai	%	rai	%
Total Paddy Field		17.6	100	25.8	100	30.3	100
Planted P. F.		16.0	91	21.7	84	26.3	87
Harvested P. F.		11.5	66	17.7	69	21.9	73
Yield (kg/rai)		320		168		139	

Source : Field Survey by JICA Team

Note : 1) Number of randomly sampled farmers in the three project sites are 7, 8 and 6 respectively

2) Planted area is means of 1987~1989

3) Harvested area and yield are means of 1987 ~1988

第V章 事業計画

第V章 事業計画

5-1 事業の目的と構成

本事業は灌漑の実施によって、①基幹食糧である雨期稲生産の安定と向上、及び②水稲の裏作として乾期畑作物栽培の導入、を第一目的とするものである。地区内の水田は全て天水補給状態での雨期稲の栽培に利用されており、降雨と河川流出のほとんどない乾期には作付はみられない。年平均雨量は概ね 1,600~1,800 mmとタイ国においては比較的豊富であるが、この70%は雨期の3ヵ月に集中しており、さらに、降雨は、月、季節、そして年において変動が大きい。このため、雨期稲作付の遅れが生じたり、あるいは収穫不能となる水田も多くみられる。農業統計によれば、ウボン・ラチャタニ及びヤソトン両県の最近数年間の収穫水田面積は全水田の平均約80%に過ぎない。

タイ政府調査によれば、ウボン・ラチャタニ県の全部落の81%は生活用水の不足に悩まされていると報告されている。この切実な特に乾期における生活用水需要に応え、事業地区内の各部落に対し、生活用水の供給を行い、地区内住民の生活水準向上の一助とすることを本事業の第二の目的とする。

上記の目的を達成するため、本事業は、① Lam Se、② Huai Khum Kham、③ Huai Kham Phak Wan、④ Huai Na Khai 及び⑤ Huai Soobの5地区において下記の開発計画を実施する。

① 水資源開発計画

- ダムと貯水池の建設
- 農業と生活用水目的の水源確保

② 灌漑農業開発計画

- 用水路網の建設
- 排水路の建設
- 末端圃場施設の整備
- 農業振興支援サービスの強化

③ 村落池計画

- 村落池の建設
- 飲雑用水、家畜用水の供給
- 村落池での養魚

5-2 水資源開発

5-2-1 河川流出

(1) 貯水池流入量

計画ダムサイトの流域は緩やかな起伏を持つ丘陵地で、疎らな林に覆われており、その流域面積13~36 sq. kmと小さい。計画ダム地点での流量観測値はないので、貯水池への流入量は流出モデルを作成し推定することとした。この流出モデルは、M132 流量観測所(110 sq. km)の1986年の流量を基に作成した。図5-1に同地点での流量実測値と算定値を対比した。

この流出モデルにより、計画ダム地点での流入量を20年(1968~1987)にわたり計算した。その概要は次のとおりである。

ダム地点での流出状況

事業地区	雨量 観測所	年雨量 (mm)	年流出 (mm)	年流出率 (%)
Lam Se	72042	1,641	602	36.7
Huai Khum Kham	67082	1,714	634	37.0
Huai Kham Phak Wan	67082	1,714	634	37.0
Huai Na Khai	67112	1,670	641	38.4
Huai Soob	67112	1,670	641	38.4

(2) 設計洪水量

確率設計洪水量を算定するに足る長期の流量観測値はないので、年最大3日連続降雨から設計洪水量の分析を行った。ウボン・ラチャタニ測候所の時間降雨の頻度分析を行い、これから、タルボット・タイプの降雨強度式を求め、設計日雨量を時間雨量に配分した。流出関数法により時間単位のハイドログラフを作成した。推定された100年確率洪水のピークの比流量は図5-2に示すとおりで、事業地区周辺にある既設及び建設中のダムの設計洪水量比流量包絡曲線に非常に近い値が得られた。

確率設計洪水量

ダム・サイト	集水面積 (sq. km)	ピーク洪水量(cu. m/s)	
		100年確率	500年確率
Lam Se	22.4	222	256
Huai Khum Kham	36.8	239	308
Huai Kham Phak Wan	13.5	157	192
Huai Na Khai	31.3	316	362
Huai Soob	18.5	239	270

5-2-2 水需要

(1) 灌漑用水

本事業の主目的はこの地域の基本的食糧である雨期稲の生産性を高めることである。乾期においては、この灌漑地の約20%に対し、畑作物栽培のための用水の供給を行う。この地域のRIDの既設灌漑事業では、年によりその貯水状況によって異なるが、乾期灌漑面積は3~40%に変動している。

計画作付体系により、作物消費水量を修正ペンマン法で計算した。灌漑分水量は灌漑システムの最上流地点での必要な灌漑水量であり、作物消費水量、代掻き用水、水田浸透水、及び灌漑システムからの損失水の合計である。作物別の灌漑水は次のとおりである。

灌漑用水量 (mm)

作物	圃場用水量 1/	灌漑分水量 2/
雨期作水稲		
- 在来種	1,002	1,670
- 高収量品種	887	1,478
平均	922	1,536
乾期畑作物	463	926

注： 1/ 有効雨量と損失水を含まない。
2/ 有効雨量を含まない。

期別圃場用水量 (mm)

月	雨期稲	畑作	月	雨期稲	畑作	月	雨期稲	畑作
12	-	13	4	-	47	8	221	-
1	-	98	5	-	-	9	201	-
2	-	111	6	40	-	10	205	-
3	-	194	7	178	-	11	77	-

(2) 村落用水

事業地区内の各部落に多目的利用の村落池を建設する。この池は12月から翌年4月までの5ヵ月間に計画貯水池から水の供給をうけ、住民の生活用水、家畜用水、及び養魚用水を供給するものである。

生活用水は、西暦2000年における推定人口の70%を対象として、ARDの基準値を参考として1人当たり1日45ℓの水を供給する計画とした。残り30%の人口は既存の井戸水

を利用するであろうとした。 飲用水は計画村落池沿いに設ける浅井戸を通して取水する。その他の生活用水はストレーナーを通して村落池から直接に取水する。

家畜用の水供給量は、ARD の基準値である牛50ℓ/day/頭、水牛57ℓ/day/頭を参考にして求めた。5事業地区内には約6,700頭の牛及び水牛が飼養されている。村落池を利用して運営する養魚用の水量としては、乾期における平均水面蒸発量4.0mm/day相当を見込むものとする。村落用水としての水需要は次のとおりである。

村落用水量

地 区	池数	水 需 要 (ℓ / s)			計 (m ³ /日)
		生活用水	家畜用水	養魚用水	
Lam Se	5	2.0	1.4	2.9	544
Huai Khum Kham	11	4.0	1.4	4.3	838
Huai Kham Phak Wan	5	1.0	0.7	1.6	285
Huai Na Khai	10	2.0	1.2	3.0	536
Huai Soob	5	1.0	0.5	2.0	302
計	36	10.0	5.2	13.8	2,505

5-2-3 水利用

(1) 貯水池水収支

計画作付体系と計画貯水池容量のもとで、合理的な灌漑面積を決定するために、1968年から1987年の20ヵ年について旬単位の貯水池水収支を検討した。灌漑用水と村落用水の他に貯水池からの損失水（湖面蒸発と浸透）も考慮した。灌漑面積を変数として、事業経済の観点から20年間に3度を超えない程度の用水不足を許容するという条件のもとで、最大灌漑面積を求め、これを計画面積とした。この結果は次のとおりである。

計画灌漑面積

地 区	有効貯水 (MCM)	計画灌漑面積 (ha)	
		雨期稲	乾期畑作
Lam Se	8.50	1,100	220
Huai Khum Kham	19.48	2,600	520
Huai Kham Phak Wan	8.19	950	190
Huai Na Khai	16.11	2,100	420
Huai Soob	7.59	920	180
計	59.87	7,670	1,530

20年間の貯水池水収支を図 5-3~5-7 に示した。この地区の水利用の特徴は、明確に雨期と乾期に分かれる降雨パターンを反映して、灌漑用と村落用のための貯水池放流は水稲生育後期である雨期の終り（10月と11月）及び乾期畑作物の栽培時期（1, 2, 3月）に集中する。20ヵ年間の貯水池収支から年平均水供給をみると次のとおりである。

年平均用途別水供給

単位；百万m³

用途	Lam Se	Huai Khum Kham	Huai Kham Phak Wan	Huai Na Khai	Huai Soob
灌漑	9.16	19.24	7.06	15.15	7.77
村落池	0.08	0.13	0.05	0.08	0.05
貯水損失	1.35	2.10	1.16	2.12	0.94
無効放流	3.38	3.03	0.80	3.67	3.47
計	13.97	24.50	9.07	21.02	12.23

(2) 貯水池運用ルール

貯水を効率的に運用し、雨期に地区面積の100%に水稲、乾期に地区面積の20%に畑作の灌漑を可能とするため、貯水位の運用ルールを異常渇水年を除く20ヵ年間の貯水池水収支計算に基づき、次のような提案する。

雨期稲灌漑については、各月末の貯水位を監視し、次に示す水位をガイドラインとし、貯水位がこれ以上の場合はここで計画されている灌漑スケジュールに従って、貯水池からの放流を行う。また、貯水位がガイドラインを下廻るならば、作物の生育時期と貯水量を勘案して時間灌漑、輪番灌漑などの節水灌漑を行うものとする。

貯水池運用ガイドライン水位 (EL. m)

時期	Lam Se	Huai Khum Kham	Huai Kham Phak Wan	Huai Na Khai	Huai Soob
6月末	173.0	155.1	138.1	134.9	155.9
7月末	173.9	157.0	139.1	135.3	157.7
9月末	177.1	160.7	142.1	137.0	160.6
11月末	175.2	178.3	140.3	135.3	157.9
3月末	173.3	155.8	138.1	133.8	155.7

貯水池水収支計算（1968~1987）によると、畑地灌漑面積はその年の水源量によって地区面積の5~35%に変動し、平均では20%となっている。この結果に基づいて得られ

た11月末の有効貯水量と次シーズンの畑地灌漑可能面積の関係を下に示す。1月から始まる乾期畑地灌漑面積は、前年の11月末の有効貯水量によって計画されるべきである。

貯水量と畑灌可能面積

畑灌可能 面積比 (%)	11月末の有効貯水量 (MCM)				
	Lam Se	Huai Khum Kham	Huai Kham Phak Wan	Huai Na Khai	Huai Soob
5	1.7	1.0	1.0	3.2	1.4
10	2.1	2.0	1.3	4.1	1.7
15	2.6	4.5	1.5	5.0	2.0
20	3.0	5.0	2.4	7.5	2.4
25	4.0	9.5	5.0	7.7	3.7
30	4.5	13.7	5.2	9.0	4.1
35	5.0	14.0	5.5	9.4	4.7

5-3 灌漑開発

5-3-1 灌漑地の選定

計画貯水池による灌漑地は、流域内の多くの水田の中から貯水池の直下流にある水田を選んだ。地形図(縮尺 1:10,000)に土地分級をプロットし、次いで用水路の位置を定め、この用水路によって重力灌漑の可能な水田を本事業での灌漑地とした。標高の高い水田と急傾斜地の水田は事業から除外した。

セバイ川流域の Se 川に貯水池を建設する Lam Se 事業の灌漑地は標高 160~170 m の平坦地上に選ばれ、地区面積 1,370ha のうち灌漑面積は 1,100ha である。Huai Khum Kham 事業の事業地区はセボック流域の Thi 川沿岸の標高 130~148 m の水田地帯が選ばれた。地区面積 3,650ha のうち灌漑面積は 2,600ha である。Kradian 川上流に位置する Huai Kham Phak Wan 事業は河川の左岸に広がる標高 125~136 m の地区 1,110ha (灌漑地 950 ha) を選んだ。河川の右岸は既存 Huai Tham Kae プロジェクトの受益地区となっている。Huai Na Khai 事業では、Na Khai 川と Ba Hang 川に挟まれた台地の標高 132m 以下の地区が選ばれた。地区面積は 3,100ha で、このうち灌漑地は 2,100ha である。タン・ルン川流域の Huai Soob 事業として Daeng 川に沿った標高 130~150 m にある 1,830ha が事業地区であり、このうち 920ha が灌漑地として選ばれた。

5-3-2 灌漑計画

(1) 灌漑用水

(a) 作物消費水量

作物消費水量(ET crop)は、作物蒸発散量(ETo)に作物の生育段階によって変化する作物係数(Kc)を乗じて得ることができる。FAOの灌漑排水資料No.24の修正ペンマン法に従ってETcropを求めると下記のとおりである。また、表5-1と5-2に作物蒸発散量(ETo)と作物係数(Kc)を示した。

作物蒸発散量(ETo)

月	mm	月	mm	月	mm	月	mm
1	140	4	197	7	157	10	143
2	146	5	172	8	143	11	148
3	199	6	143	9	132	12	132

(b) その他用水量

水田の耕耘、碎土などの農作業に先立って土を湿潤にするための代掻き用水が必要である。この水量は土壌の含水状態や田面上の湛水深(50~70mm)を考慮し250mmとした。畑地での初期湛水量は80mmとする。現地調査期間(1988年、9-10月)に実施した減水深測定結果及び事業地区の土性を参考にし、水田の浸透損失は2.0mm/日と計画する。

(c) 有効雨量

降雨の一部は作物の生育に利用される。この有効雨量はメクロン灌漑事業での圃場整備計画の経験から次のように推定する。

有効雨量(ER)

作物	有効雨量	上限値(mm)	
		月ベース	旬ベース
水稲	0.75R	200	70
畑作物	0.75R	120	50

R: 月または旬の降雨量(mm)

(d) 灌漑効率

事業計画のための灌漑効率は、FAOの灌漑排水技術書 No. 24 “作物用水量の計算”を参考にして以下のとおりとする。

灌漑効率

項目	水田	畑
適用効率	0.75	0.60
搬送効率	0.80	0.80
総合	0.60	0.50

(e) 灌漑分水量

圃場での灌漑必要水量に配水ロス、送水ロスを加え、事業地区へ分水すべき灌漑分水量が求まる。灌漑分水量は水稲作付期の8月にピークが生じる。地区別の最大灌漑分水量は次のとおり；

最大灌漑分水量

地区	最大分水量 (cu. m/s)	灌漑面積 (ha)
Lam Se	1.76	1,100
Huai Khum Kham	4.16	2,600
Huai Kham Phak Wan	1.52	950
Huai Na Khai	3.36	2,100
Huai Soob	1.47	920

(2) 畑地灌漑

畑地灌漑は土壤水分を適切なレベルに保つことにより作物の生育を維持するものである。作物に有効な土壤水分は土性によって異なる。本事業の各地区の土性は一般に砂壤土であり有効土壤水分は一般に低い。平均作物消費水量を5.0 mm/dayとするときの1回当たりの灌水量及び間断日数を次に示す。

灌水量と間断日数

地区	有効土壤水分 (mm)	間断日数	1回の灌水量 (mm)
Lam Se	21	4	20
Huai Khum Kham	35	7	35
Huai Kham Phak Wan	35	7	35
Huai Na Khai	12	2	10
Huai Soob	21	4	20