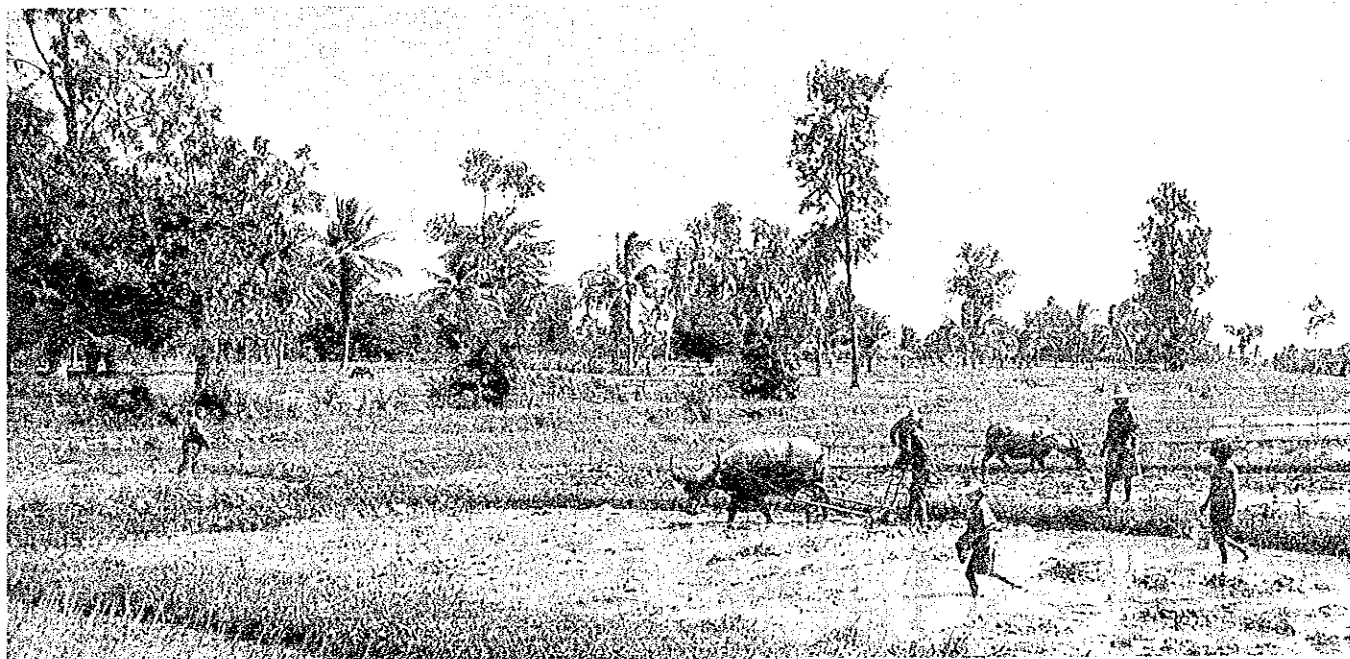


タイ 国

農業協同組合省王室灌漑局

ラム・ドム・ヤイ流域灌漑計画実施調査

報 告 書



平成4年12月

国際協力事業団

農 調 農
JR
92-53

タイ国

農業協同組合省王室灌漑局

ラム・ドム・ヤイ流域灌漑計画実施調査

報告書

JICA LIBRARY



1101640191

2045²

平成4年12月

国際協力事業団

国際協力事業団

24452

序 文

日本国政府は、タイ王国政府の要請に基づき、同国のラム・ドム・ヤイ流域灌漑開発計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成3年2月より平成4年1月まで3回にわたり、株式会社三祐コンサルタント 北村純一氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

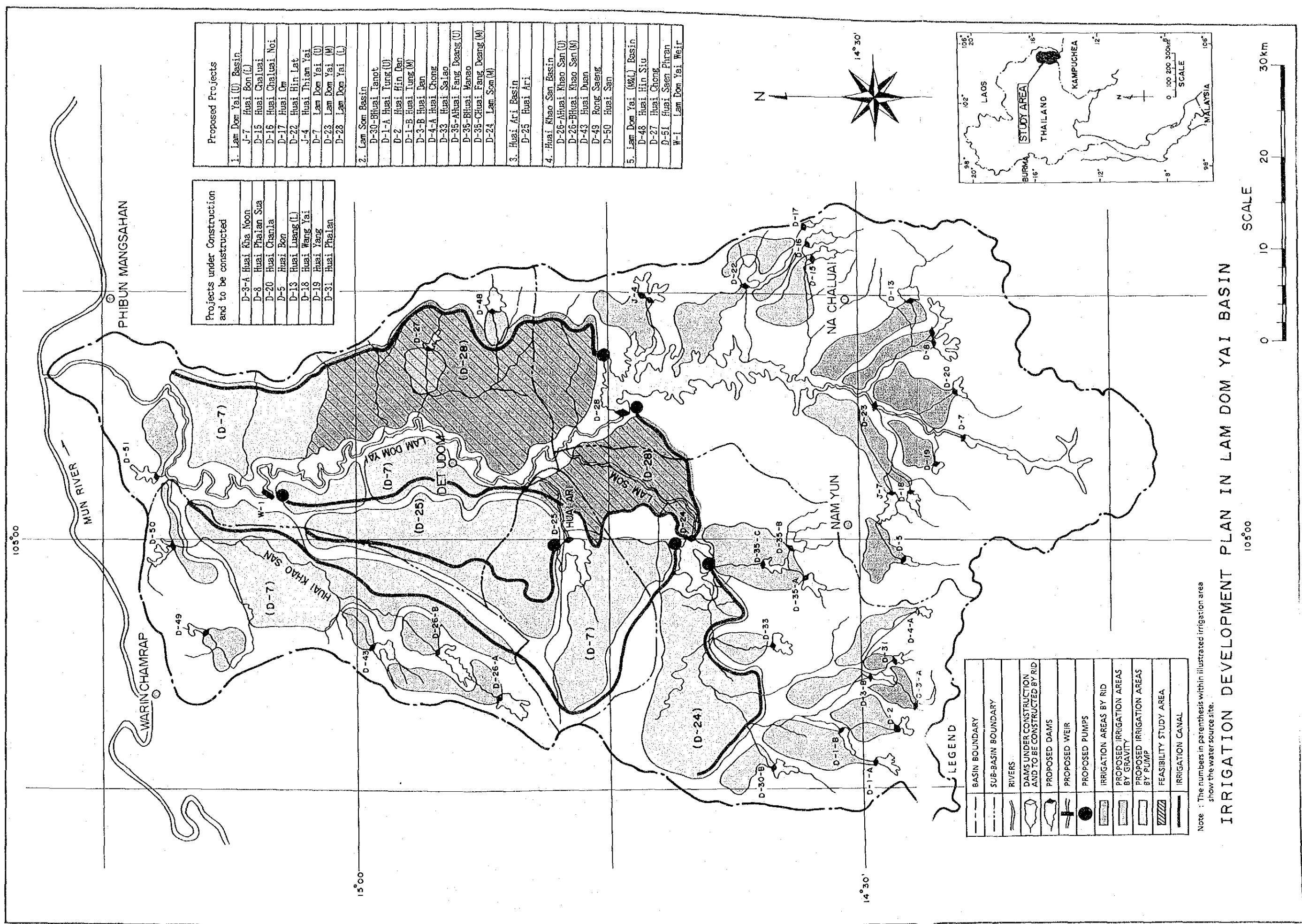
調査団は、タイ王国政府関係者と協議を行うとともに、計画調査地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成4年12月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介



Projects under Construction and to be constructed

D-3-A	Huai Kha Noon
D-8	Huai Phalan Sua
D-20	Huai Charla
D-5	Huai Bon
D-13	Huai Luang (L)
D-18	Huai Wang Yai
D-19	Huai Yang
D-31	Huai Phalan

Proposed Projects

1. Lam Dom Yai (U) Basin	
J-7	Huai Bon (L)
D-15	Huai Chalwai
D-16	Huai Chalwai Noi
D-17	Huai Om
D-22	Huai Hin Lat
J-4	Huai Thiam Yai
D-7	Lam Dom Yai (U)
D-23	Lam Dom Yai (M)
D-28	Lam Dom Yai (L)
2. Lam Som Basin	
D-30-B	Huai Tanot
D-1-A	Huai Tung (U)
D-2	Huai Hin Den
D-1-B	Huai Lung (M)
D-3-B	Huai Den
D-4-A	Huai Chong
D-33	Huai Salao
D-35-A	Huai Fang Deang (U)
D-35-B	Huai Manao
D-35-C	Huai Fang Deang (M)
D-24	Lam Som (M)
3. Hwai Ari Basin	
D-25	Huai Ari
4. Hwai Khao San Basin	
D-26-A	Huai Khao San (U)
D-26-B	Huai Khao San (M)
D-43	Huai Duan
D-49	Rong Saeng
D-50	Huai San
5. Lam Dom Yai (M/L) Basin	
D-48	Huai Hin Siu
D-27	Huai Chong
D-51	Huai Saen Phran
W-1	Lam Dom Yai Weir

LEGEND

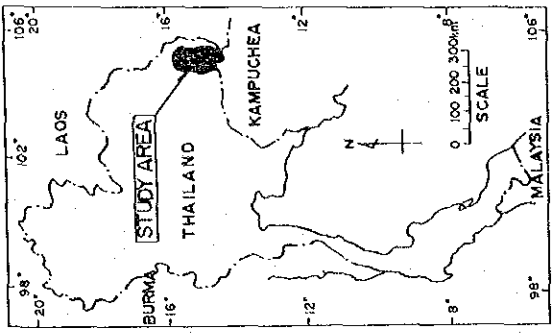
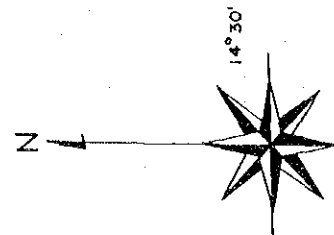
---	BASIN BOUNDARY
- - -	SUB-BASIN BOUNDARY
~ ~ ~	RIVERS
▭	DAMS UNDER CONSTRUCTION AND TO BE CONSTRUCTED BY RID
▭	PROPOSED DAMS
▭	PROPOSED WEIR
●	PROPOSED PUMPS
▭	IRRIGATION AREAS BY RID
▭	PROPOSED IRRIGATION AREAS BY GRAVITY
▭	PROPOSED IRRIGATION AREAS BY PUMP
▭	FEASIBILITY STUDY AREA
▭	IRRIGATION CANAL

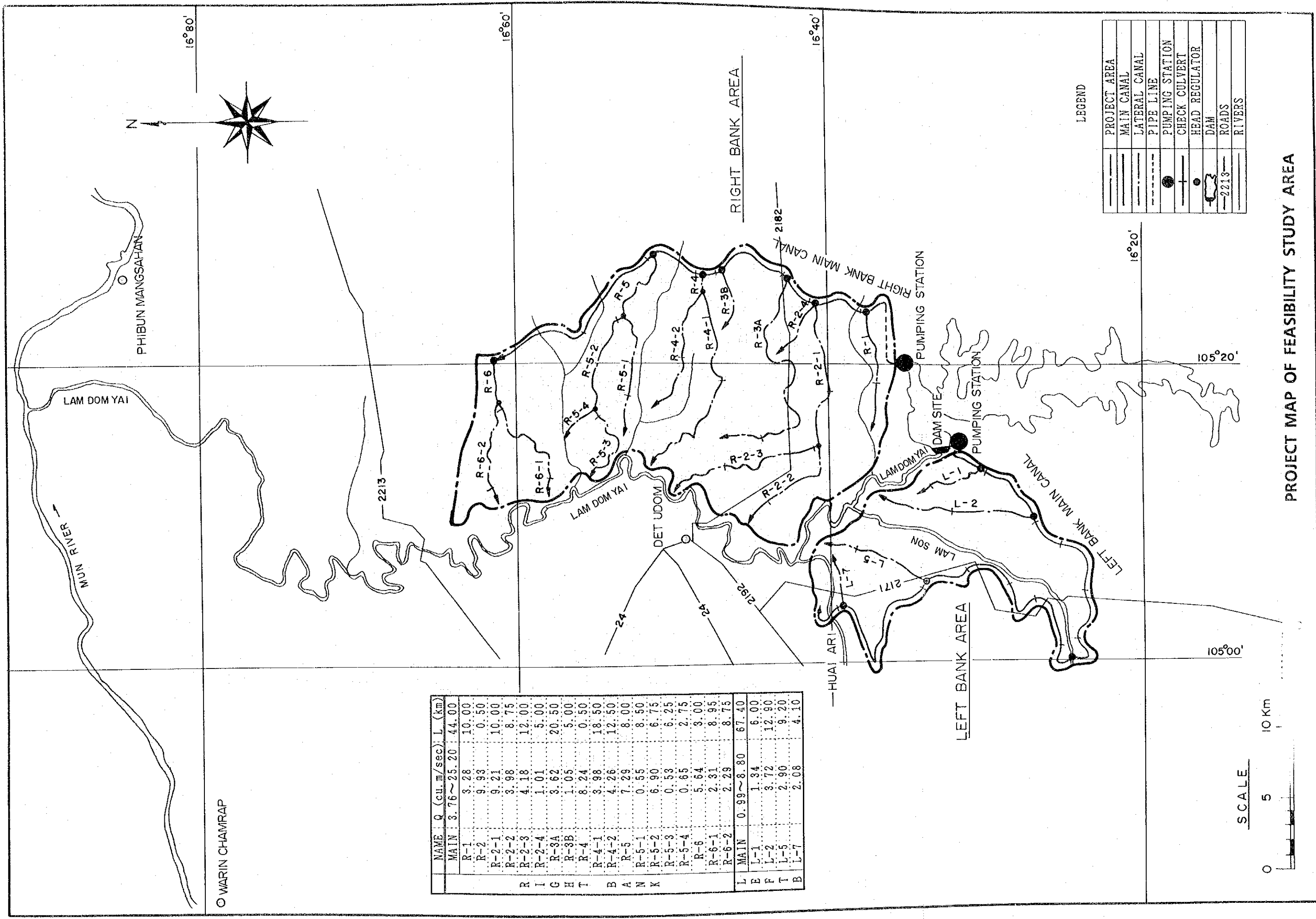
Note : The numbers in parenthesis within illustrated irrigation area show the water source site.

IRRIGATION DEVELOPMENT PLAN IN LAM DOM YAI BASIN

105°00'

SCALE



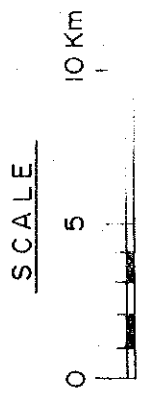


WARIN CHAMRAP

NAME	Q (cu. m/sec)	L (km)
MAIN	3.76~25.20	44.00
R-1	3.28	10.00
R-2	9.93	0.50
R-2-1	9.21	10.00
R-2-2	3.98	8.75
R-2-3	4.18	12.00
R-2-4	1.01	5.00
R-3A	3.62	20.50
R-3B	1.05	5.00
R-4	8.24	0.50
R-4-1	3.98	18.50
R-4-2	4.26	12.50
R-5	7.29	8.00
R-5-1	0.55	8.50
R-5-2	6.90	6.75
R-5-3	0.53	6.25
R-5-4	0.65	2.75
R-6	5.64	3.00
R-6-1	2.31	8.95
R-6-2	2.29	8.75
L MAIN	0.99~8.80	67.40
L-1	1.34	6.00
L-2	3.72	12.90
L-5	2.90	9.20
L-7	2.08	4.10

LEGEND

	PROJECT AREA
	MAIN CANAL
	LATERAL CANAL
	PIPE LINE
	PUMPING STATION
	CHECK CULVERT
	HEAD REGULATOR
	DAM
	ROADS
	RIVERS



PROJECT MAP OF FEASIBILITY STUDY AREA

目 次

	頁
序 文	
流域水源開発計画図	
フィージビリティ・スタディ地区計画一般図	
目 次	i
表の目次	vii
図の目次	vii
資料編の目次	ix
略語及び用語	x
要約及び勧告	1
PART - 1 (流域農業開発基本計画)	
第1章 序 論	1-1
1.1 調査の背景	1-1
1.2 調査業務の目的と範囲	1-1
1.3 国家開発計画における農業政策	1-2
1.4 東北タイ南部のための国家政策	1-3
1.4.1 水資源開発プロジェクト	1-3
1.4.2 ドム・ヤイ川流域灌漑開発事業	1-4
1.5 調査業務実施メンバー	1-5
第2章 調査地域の現況	2-1
2.1 地勢及び気象	2-1
2.1.1 位置及び地勢	2-1
2.1.2 気 象	2-2
2.2 行政及び人口	2-3
2.2.1 行政区分	2-3
2.2.2 人口分布	2-3
2.3 気象及び水文	2-6
2.3.1 気 象	2-6
2.3.2 水 文	2-10

2.4	水資源	2-17
2.4.1	地表水	2-17
2.4.2	地下水	2-21
2.5	地質及び盛土材	2-26
2.5.1	現地調査	2-26
2.5.2	調査地の地形地質	2-26
2.5.3	ダムサイト付近の地質	2-28
2.5.4	盛土材	2-30
2.6	土壌及び土地利用	2-32
2.6.1	土壌の性状	2-32
2.6.2	土地分級	2-32
2.6.3	土地利用	2-33
2.7	農業の状況	2-35
2.7.1	土地所有	2-35
2.7.2	現況作付体系と農地面積	2-37
2.7.3	作物生産	2-39
2.7.4	営農	2-39
2.7.5	畜産及び内水面漁業	2-44
2.7.6	農業生産物の需要と供給	2-45
2.8	農業経済の状況	2-48
2.8.1	農産物の生産費用と収益	2-48
2.8.2	農家所得及び貧困の状況	2-49
2.8.3	農産物の流通組織	2-54
2.8.4	政府の支援組織	2-56
2.8.5	農民組織	2-59
2.8.6	農業金融	2-60
2.8.7	農村社会基盤施設	2-61
2.9	灌漑状況	2-63
2.9.1	灌漑事業の概要	2-63
2.9.2	RIDが建設した事業施設	2-68
2.9.3	水利用状況	2-68
2.9.4	流域内の水利権施設	2-70
2.10	排水状況	2-74
2.11	環境の状況	2-76
2.11.1	まえがき	2-76
2.11.2	既存の流域資源	2-76
2.11.3	流域管理の実施	2-77

第3章 流域農業開発基本計画	3-1
3.1 開発の目的	3-1
3.2 分野別開発構想	3-3
3.2.1 水資源開発計画	3-3
3.2.2 土地利用開発計画	3-4
3.2.3 灌漑計画	3-10
3.2.4 灌漑農業計画	3-15
3.2.5 天水農業の改善計画	3-21
3.3 水資源開発計画	3-23
3.3.1 貯水池サイトの選定	3-23
3.3.2 水源開発による灌漑可能面積とその評価	3-23
3.3.3 水資源配分計画	3-27
3.3.4 流域水資源の段階的開発計画	3-31
3.4 水源施設計画と事業費	3-32
3.4.1 水源施設計画	3-32
3.4.2 事業費	3-34
3.5 優先開発事業計画地区の選定	3-36
3.5.1 優先開発事業計画地区の予備選定	3-36
3.5.2 優先開発事業計画地区の選定	3-37

PART-II (フイージビリティ・スタディ)

第4章 計画地区の現況	4-1
4.1 計画地区の位置	4-1
4.2 現況の状況	4-1
4.2.1 地形及び地勢	4-1
4.2.2 水文	4-2
4.2.3 土壌及び土地分類	4-4
4.3 農業の現況	4-9
4.3.1 土地利用	4-9
4.3.2 水利用	4-10
4.3.3 人口、農家所得及び農業労働力	4-10
4.3.4 営農規模、営農類型及び土地所有	4-12
4.3.5 農業生産	4-15
4.3.6 畜産	4-19
4.3.7 内水面漁業	4-20
4.3.8 市場流通	4-20
4.3.9 農業支援サービス	4-21
4.3.10 農家経済	4-22

第5章 開発計画	5-1
5.1 事業の目的と構成要素	5-1
5.1.1 事業の目的	5-1
5.1.2 事業の構成要素	5-3
5.2 最適事業規模の検討	5-5
5.2.1 計画地区の概定	5-5
5.2.2 比較案の策定	5-5
5.2.3 貯水池の水収支	5-7
5.2.4 最適事業計画規模の検討	5-9
5.2.5 貯水池の補償水位の検討	5-11
5.2.6 事業計画地区の選定	5-12
5.3 土地利用計画	5-16
5.3.1 土地利用計画の基本方針	5-16
5.3.2 土地利用計画	5-16
5.4 水資源開発計画	5-18
5.4.1 河川流出	5-18
5.4.2 用水量	5-23
5.4.3 水利用	5-24
5.5 灌漑・排水計画	5-30
5.5.1 灌漑計画	5-30
5.5.2 灌漑用水配水計画	5-34
5.5.3 ポンプ運転計画	5-40
5.5.4 排水計画	5-40
5.6 農業開発計画	5-44
5.6.1 作物の選定	5-44
5.6.2 計画収量	5-45
5.6.3 生産計画	5-49
5.6.4 計画営農類型	5-50
5.6.5 天水農業の改善計画	5-52
5.6.6 畜産及び内水面漁業計画	5-53
5.6.7 農業支援計画	5-56
5.6.8 農産加工及び流通計画	5-58
5.7 移住計画	5-59
5.8 農村開発計画	5-63
5.8.1 社会基盤施設	5-63
5.8.2 総合コミュニティー・センター	5-63

第6章 施設計画 6-1

6.1	ダム及び貯水池	6-1
6.1.1	地質状況	6-1
6.1.2	貯水池	6-8
6.1.3	ダム計画	6-8
6.2	揚水機場及び用水路	6-19
6.2.1	揚水機場	6-19
6.2.2	用水路	6-22
6.3	末端圃場施設	6-30
6.3.1	末端施設の標準設計	6-30
6.3.2	末端施設	6-31
6.4	移住施設	6-32
6.4.1	移住地の規模	6-32
6.4.2	移住施設と補償計画	6-32

第7章 事業実施計画及び維持管理計画 7-1

7.1	事業の実施	7-1
7.1.1	事業の実施機関	7-1
7.1.2	財源措置	7-1
7.1.3	建設方法	7-1
7.1.4	準備工事	7-1
7.1.5	工事管理事務所	7-3
7.1.6	コンサルティング業務	7-3
7.1.7	土地取得	7-3
7.2	施工計画	7-5
7.2.1	ダム	7-5
7.2.2	揚水機場	7-8
7.2.3	用水路	7-9
7.2.4	末端圃場施設	7-10
7.3	事業実施工程	7-13
7.4	維持管理計画	7-15
7.4.1	維持管理組織	7-15
7.4.2	維持管理計画	7-17
7.4.3	維持管理費	7-18
7.5	追加測量及び地質調査	7-19

第8章 事業費	8-1
8.1 事業費算定の前提条件	8-1
8.2 建設事業費	8-1
8.3 関連事業費	8-2
8.4 事業費	8-2
第9章 事業評価	9-1
9.1 緒論	9-1
9.2 経済的妥当性	9-1
9.2.1 経済評価の方法	9-1
9.2.2 経済的価格	9-2
9.2.3 事業便益	9-3
9.2.4 経済的事業費	9-6
9.2.5 経済的内部収益率	9-7
9.2.6 感度分析	9-7
9.3 代表的農家の財務分析	9-8
第10章 環境影響分析	10-1
10.1 序論	10-1
10.2 環境の背景	10-2
10.2.1 水棲生態系	10-2
10.2.2 陸棲生態系	10-3
10.2.3 社会環境	10-5
10.3 環境面に及ぼす事業の相互作用	10-8
10.3.1 計画事業の建設中	10-8
10.3.2 事業完了後	10-8

表 の 目 次

表 1-1	タイ国の灌漑事業制度	1-5
表 2-1	Ubon Ratchathani 観測所における気象資料	2-7
表 2-2	建設中及び建設予定の灌漑事業の概要	2-20
表 2-3	室内土質試験結果一覧表	2-31
表 2-4	流域内の土地分級	2-34
表 2-5	Huai Palan Sua 及び Huai Chanla プロジェクトの主要諸元	2-69
表 2-6	Huai Kao San 流域の流出量と灌漑必要水量	2-72
表 3-1	上、下流域別の灌漑用水量	3-13
表 3-2	流域水収支の要約と灌漑可能面積	3-26
表 3-3	水資源及び灌漑面積の評価	3-28
表 3-4	単位開発コスト	3-35
表 3-5	第一次選定事業計画地区の計画諸元	3-39
表 3-6	優先開発事業計画地区の選定評価	3-40
表 4-1	調査対象地区内の人口及び戸数	4-11
表 5-1	灌漑用水組織の比較検討	5-14
表 5-2	Plan A-1 及び Plan B-1 の計画主要諸元	5-15
表 5-3	計画地区の土地利用計画	5-17
表 5-4	水収支検討結果の概要	5-25
表 6-1	D-28 ダム及び貯水池の主要諸元	6-10
表 6-2	室内試験結果	6-12
表 8-1	專業費	8-3

図 の 目 次

図 2-1	流域内の人口分布図	2-5
図 2-2	ティーセン法による流域区分	2-8
図 2-3	タンクモデルの定数と流出解析	2-13
図 2-4	上、中、下流域別の月別流出量	2-14
図 2-5	流域内の河川模式図	2-18
図 2-6	流域内の水理地質図	2-22
図 2-7	流域内の水質分布図	2-23
図 2-8	流域内の地質図	2-27
図 2-9	現況作付体系	2-38
図 2-10	調査流域内の Tambon 別の水稲収量分布図	2-40
図 2-11	東北タイ南部地域の農業生産物の需要と供給動向	2-47
図 2-12	調査流域内の上、中、下区分別の農民の社会・経済問題分布	2-51
図 2-13	調査流域内の社会・経済開発状況	2-52

図 2-14	調査流域内の貧困度分布図	2-53
図 2-15	調査流域内の農産物流通形態	2-57
図 2-16	関係機関による灌漑事業の分布	2-64
図 2-17	各種事業の計画及び実施手順	2-66
図 2-18	Huai Kao San 流域における灌漑施設位置図	2-73
図 2-19	調査流域内の湛水状況	2-75
図 3-1	森林土地利用計画	3-6
図 3-2	計画作付体系	3-16
図 3-3	水源開発サイト	3-24
図 3-4	水資源の配分及び段階開発計画	3-29
図 3-5	水資源の配分計画とその灌漑面積の模式図	3-30
図 4-1	現況作付体系	4-16
図 5-1	貯水位別の池数内の戸数及び農地面積	5-8
図 5-2	常時満水位別のダム建設費及び灌漑面積の関係	5-10
図 5-3	計画洪水量の比較	5-21
図 5-4	常時満水位上の洪水位	5-27
図 5-5	貯水池運用カーブ	5-29
図 5-6	10日別灌漑用水量の変動(計画基準年)	5-33
図 5-7	平均年におけるポンプ運転時間の変動	5-41
図 5-8	計画作付体系(Type-I)	5-46
図 5-9	計画作付体系(Type-II)	5-47
図 5-10	D-28貯水池内の湖岸堤防位置図	5-61
図 5-11	移住計画地の概略位置図	5-62
図 5-12	集落コミュニティー・センターの概要図	5-65
図 6-1	ダムサイトの地質図	6-2
図 6-2	ダムサイト地質縦断図(A-A'ライン)	6-3
図 6-3	ダムサイト地質縦断図(B-B'ライン)	6-4
図 6-4	ダム軸(A-A'ライン)のルジオン値	6-6
図 6-5	テストピット及びオーガー・ボーリング位置図	6-7
図 6-6	D-28貯水池の貯水位 - 貯水面積 - 貯水容量曲線	6-9
図 6-7	洪水追跡検討結果	6-18
図 6-8	ポンプ場及び導水路位置図	6-23
図 6-9	水路標準断面図	6-25
図 7-1	王室灌漑局の組織図	7-2
図 7-2	事業実施組織図	7-4
図 7-3	工事工程表	7-12
図 7-4	事業実施工程表	7-14
図 7-5	維持管理組織図	7-16

資料編の目次

- A. TOPOGRAPHIC SURVEYS
- B. METEOROLOGY AND HYDROLOGY
- C. SOIL AND LAND USE
- D. GEOLOGY AND CONSTRUCTION MATERIALS
- E. WATER RESOURCES PLANNING
- F. IRRIGATION AND DRAINAGE
- G. ALTERNATIVE STUDY
- H. AGRICULTURAL AND AGRO-ECONOMY
- I. DAM
- J. ON-FARM DEVELOPMENT WORKS
- K. PROJECT COST
- L. PROJECT ECONOMY
- M. ENVIRONMENTAL STUDY
- N. COLLECTED DATA AND GOVERNMENT OFFICIALS INTERVIEWED BY STUDY TEAM
- O. REPLY TO COMMENTS ON DRAFT FINAL REPORT

略語及び用語

1) 機関

ALRO	Agricultural Land Reform Office, MOAC (農地改革事務所)
ARD	Accelerated Rural Development Office, MOI (農村開発促進局)
BAAC	Bank of Agriculture and Agricultural Cooperatives (農業、農業協同組合銀行)
CDD	Community Development Department, MOI (農村開発局)
CPD	Cooperative Promotion Division (組合振興局)
DLD	Department of Land Development, MOAC (土地開発局)
DMR	Department of Mineral Resources (鉱物資源局)
DOA	Department of Agriculture, MOAC (農業局)
DOAE	Department of Agricultural Extension, MOAC (農業普及局)
DOF	Department of Fisheries (漁業局)
DOL	Department of Livestock, MOAC (畜産局)
DOLA	Department of Local Administration, MOI (地方行政局)
EGAT	Electricity Generating Authority of Thailand (タイ発電公社)
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations (国連食糧農業機関)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)
MD	Meteorological Department (気象局)
MI	Ministry of Industry (工業省)
MOAC	Ministry of Agriculture and Cooperatives (農業、協同組合省)
MOE	Ministry of Education (教育省)
MOF	Marketing Organization of Farmers (農民流通公社)
MOI	Ministry of Interior (内務省)
MPH	Ministry of Public Health (公共保健省)
NEA	National Energy Authority (国家エネルギー庁)
NEB	National Environmental Board (国家環境委員会)
NESDB	Office of National Economic and Social Development Board, PMO (国家経済社会開発庁)
NSO	National Statistic Office (国家統計局)
OAE	Office of Agriculture Economy (農業経済事務所)
PAEO	Provincial Agricultural Extension Office (県農業普及事務所)
PEA	Provincial Electric Authority (県電力公社)
PMO	Prime Minister's Office (総理府)
RFD	Royal Forestry Department, MOAC (王室林野局)
RID	Royal Irrigation Department, MOAC (王室灌漑局)
TDRI	Thai Development Research Institute (タイ開発研究所)

2) その他の用語

DO	Dissolved Oxygen
F/S	Feasibility Study
EIS	Environmental Impact Study

GDP	Gross Domestic Product
GRP	Gross Regional Product
GPP	Gross Provincial Product
HYV	High Yield Product
LV	Local Variety
EIRR	Economic Internal Rate of Return
B/C	Benefit Cost Ratio
NPV	Net Production Value
GPV	Gross Production Value
NPV	Net Production Value
KWh	Kilowatt Hour
MW	Mega Watt
F. C	Foreign Cost
L. C	Local Cost
FY	Fiscal Year
CIF	Cost, Insurance and Freight
F. O. B	Free on Board
O/M	Operation and Maintenance
HWL	High Water Level
NWL	Normal Water Level
LWL	Low Water Level
EL	Elevation Above Mean Sea Level
MSL	Mean Sea Level
LSIP	Large-Scale Irrigation Project
MSIP	Medium-Scale Irrigation Project
SSIP	Small-Scale Irrigation Project
JICA Study Team	JICA Study Team assigned to the Study
Basin	Geographical area of Lam Dom Yai Basin, 4,905 sq.km
Study Area	Objective Area for Feasibility Study
Project Area	Selected Feasibility Study Area

3) タイの用語

Park	Region
Changwat	Province
Muang	Capital of Province
Amphoe	District
Tambon	Sub-District
Muban	Village
Mae Nam	Large River
Nam	A Medium-size river
Lam	A small river
Kwae	A tributary of a river
Huai	A rivulet

4) 度量の単位

mm	millimeter
cm	centimeter
m	meter
km	kilometer
sq.cm	square centimeter
sq. m	square meter
sq.km	square kilometer
rai	unit of land measurement
l, lit	liter
cu.m	cubic meter
MCM	million cubic meter
lit/sec	liter per second
m/sec	meter per second
ppm	part per million
pH	Potential of hydrogen
EC	electric conductivity
g	gram
kg	kilogram
ton, t	metric ton
sec	second
min	minute
hr.	hour
min.	minimum
max.	maximum
%	percent
No.	number
°C	degree centigrade
Cl	chlorine
HP	horse power
ET	evapotranspion
ppm	parts per million
N	nitrogen
P	phosphate
K	potassium
Baht	unit of Thai currency
US\$	US Dollar = 25 Baht

5) 変換係数

<u>Unit</u>	<u>Comparison</u>
Unit of Length :	
Millimeter (mm)	0.001 meter
Centimeter (cm)	0.01 meter
Meter (m)	
Kilometer (km)	1,000 meter
Unit of Area :	
Square centimeter (sq.cm)	0.0001 sq.m
Square meter (sq.m)	
Hectare (ha)	10,000 sq.m = 6.25 rai
Square kilometre (sq.km)	1,000,000 sq.m
Rai	0.16 ha
Unit of Volume :	
Cubic centimeter (cu.cm)	
Liter (lit)	0.001 cu.m
Cubic meter (cu.m)	1,000 liters
Unit of Weight :	
Gram (g)	
Kilogram (kg)	1,000 grams
Metric Ton (t)	1,000 kg
Unit of Flow :	
Liter per second (lit/sec)	cusecs
Cubic meter per second (cu.m/sec)	cusecs

要約及び勧告

	頁
1. 序 論	1
1.1 調査の目的	1
1.2 調査の範囲	1
2. Part-I (全流域調査)	1
2.1 流域の現況	1
2.2 流域農業開発基本計画	2
2.2.1 開発の目的	2
2.2.2 分野別開発構想	6
2.2.3 水資源開発計画	9
2.2.4 水資源施設計画とその費用	11
2.2.5 優先開発事業計画地区の選定	12
3. Part-II (妥当性調査)	13
3.1 地区の現況	13
3.2 開発計画	16
3.2.1 事業の目的及び構成要素	16
3.2.2 適正事業規模の策定	16
3.2.3 土地利用計画	19
3.2.4 水資源開発計画	19
3.2.5 灌漑開発計画	20
3.2.6 農業開発計画	23
3.2.7 移住計画	24
3.2.8 農村開発計画	24
3.3 施設計画	25
3.3.1 ダム及び貯水池	25
3.3.2 揚水機場及び用水路	26
3.3.3 移住施設	27
3.4 事業の実施と維持管理計画	27
3.4.1 事業の実施	27
3.4.2 施工計画	27
3.4.3 実施計画	27
3.4.4 維持管理計画	29
3.5 事業費	29
3.6 事業評価	29
3.6.1 事業便益	30
3.6.2 経済的事業費	30
3.6.3 経済的内部収益率	31
3.6.4 感度分析	31
3.6.5 代表的農家の財務分析	32
3.6.6 事業の妥当性	32
3.7 環境影響分析	32
3.7.1 環境影響評価	32
3.8 結論と勧告	33
3.8.1 結 論	33
3.8.2 勧 告	34

1. 序 論

1.1 調査の目的

本調査の目的は、東北タイ南部に位置するウボン・ラチャタニ県とシ・サ・ケット県の一部にまたがる、ドム・ヤイ川流域 4,905 km²を対象に農業開発基本計画を策定すると共に、優先開発地区に対する妥当性調査を実施することである。また、本調査の期間中、調査業務に参加するタイ国側カウンター・パートに対して業務を通じて技術移転を行う。

1.2 調査の範囲

本調査は3年次にわたって実施された。各年次の調査範囲は次の通りである。

第1年次 : 国内事前準備からフェーズI現地調査、即ち、全流域調査(前半)まで

第2年次 : フェーズI現地調査、即ち、全流域調査(後半)からフェーズII現地調査
即ち、優先開発地区に対する妥当性調査まで

第3年次 : 同妥当性調査、国内作業から最終報告書作成まで

2. Part-I (全流域調査)

2.1 流域の現況

1) 位 置

調査対象地域であるラム・ドム・ヤイ流域は、ウボン・ラチャタニ県の南西部並びにシ・サ・ケット県の南東部に位置している。ドム・ヤイ川の流域面積は 4,905 km²で行政の7つの郡 (Amphoe) と 58 の区 (Tambon) からなる。

2) 気 候

調査地域の気象は、インド洋からの南西モンスーンと中国大陸からの北東モンスーンに支配されている。南西モンスーンは調査対象地域に好ましい降雨をもたらす。北東モンスーンは強い干魃をもたらす。これら2つの明確な季節、即ち、1つは年間降雨量の90%以上が生起する5月から10月までの雨期と、他は11月から翌4月までの乾期である。月別の気温は 21.9°C から 32.4°C にわたって変化する。

3) 人口

調査地域内の人口は、395,000人、所帯戸数は69,000戸と推算される。平均家族規模は5.7人で、人口密度は91.7人/km²である。地域内の農家数は全戸数の81.3%を占める。

4) 水文

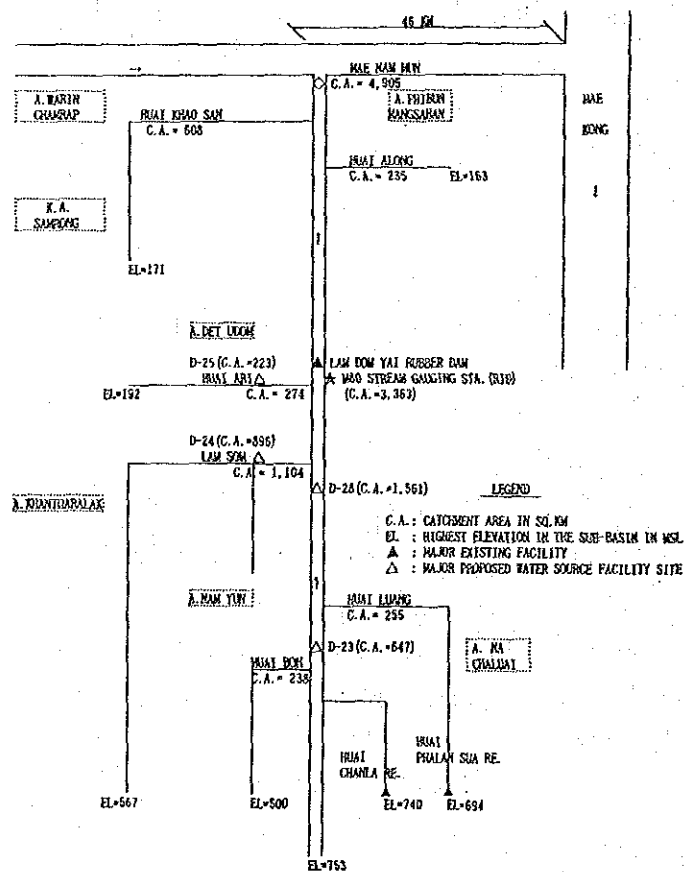
平均年降雨量の1,468 mmに相当する、ドム・ヤイ川全流域からの年平均流出量は2,652 MCM (543 mm)、また、1/5確率年の低水年では降雨1,272 mmに相当する流出量2,080 MCM (424 mm)である。流域流出量の月別分布では、その90%以上が5月から10月の雨期に集中する。

5) 水資源

a) 地表水

流域内の主な支流は6つであり、その河川系統を以下に示す。全流域の約7%に相当する上流域352 km²が既存事業、また、建設中並びに建設予定事業の集水域となっている。従って、残りの流域は約4,553 km²である。この流域からの流出量2,460 MCMが将来開発可能な水源ポテンシャルである。

流域内の河川模式図



b) 地下水

地下水開発に関する流域内の調査結果から、灌漑のための地下水開発は、以下の地域を除いて、開発の可能性が低いことが明らかになった。

- 十分な湧水がある地域
- 地表水利用の不可能な限られた小規模灌漑地域

6) 地形と地質

流域内の地形は、緩やかな丘陵が入り込む単調な平地からなる。これら地域は、洪水敷と呼ばれ、厚い肥沃な土壌によって覆われて、所々に湿地が残されている。基岩は低い隆起を形成し、隆起した所では地味は痩せて砂質であり、水稻作には適しない。地域の基礎岩盤は大部分、コク・クルアト層の細粒~中粒の砂岩、シルト岩からなる。しかし、露頭はほとんど見られない。

7) 土壌及び土地利用

調査地域の大部分の土壌は、砂岩と礫岩に由来する沖積物からなる。土地の形状は4つのタイプに分類される。即ち、沖積平野、低位段丘、中位段丘及び丘陵部である。しかし大部分の土壌(約75%を占める)は低位並びに中位の段丘生成物に由来する土壌である。

現況土地利用

地 目	面 積 (ha)	割 合 (%)
耕 地		
水 田	186,800	38.1
畑 地	45,400	9.3
小 計	232,200	47.4
非耕地		
森 林	193,400	39.4
居 住 地	23,600	4.8
公共用地、その他	41,300	8.4
小 計	258,300	52.6
計	490,500	100.0

調査地域の森林の大部分は、国有保全林である。しかし、著しい森林が不法な開拓によって農地に転換されている。しかしなお、これらは、森林として区分されている。

8) 農業の状況

調査地域の主要作物は雨期に栽培される水稻で、農作物作付面積の84.8%を占めている。そのほかはキャサバ、ケナフ、メイズ、落花生等の畑作物で13.4%を占め、雨期、乾期

を通じて栽培されている。果樹はマンゴー、キャッシュナッツ、パパイヤ等が主なもので、地域全体に栽培されていて1.0%を占め、その多くは軒先に隣接して栽培されている。次表は、主要作物の作付面積及び収量を示す。

主要作物の作付面積

作物	作付面積	面積割合	
	(ha)	(%)	
水 稲 (雨期作)	186,800	84.8	
	73,600	33.4	
	113,200	51.4	
水 稲 (乾期作)	400	0.2	
	187,200	85.0	
畑作物	29,500	13.4	
	キャッサバ	12,700	5.8
	ケナフ	13,000	5.9
	メイズ	2,500	1.1
	落花生	500	0.2
	その他(スイカ等)	800	0.4
果 樹	2,200	1.0	
	マンゴー	1,100	0.5
	キャッシュナッツ	200	0.1
	その他	900	0.4
野 菜	1,400	0.6	
合 計	220,300	100.0	

主要作物の生産量及び収量

作物	生産量	収 量
	(ton)	(kg/ha)
水 稲 (雨期作)	233,000	1,248
	94,000	1,273
	139,000	1,232
水 稲 (乾期作)	1,200	3,219
	234,200	
畑作物	キャッサバ (dry)	6,313
	ケナフ	1,300
	メイズ	2,900
	落花生	1,300
果 樹	マンゴー	4,675
	キャッシュナッツ	881
	その他	
野 菜	-	

ウボン・ラチャタニ県における土地所有規模は1.6～6.4 ha (10～40 rai)の間にあるものが主である。そして、所有形態は主として自己所有地が97.1%を占めるが、ほとんどが完全な不動産権利証書を持っていない。

9) 農業経済状況

主要作物の純収益

作物	収量 (kg/ha)	庭先価格 (Baht/kg)	粗収益 (Baht/ha)	生産費		純収益 (Baht/ha)
				変動費 (Baht/ha)	固定費 (Baht/ha)	
<u>単年生</u>						
米	1,250	3.2	4,000	3,694	713	- 407
キャッサバ	13,125	0.6	7,875	6,799	776	300
ケナフ	1,581	4.8	7,511	6,752	731	28
メイズ	2,900	1.3	3,770	2,783	975	12
落花生	1,306	7.1	9,314	8,770	648	- 104
<u>永年生</u>						
マンゴ	4,675	3.0	14,025	12,851	742	432
キャシューナッツ	881	13.0	11,444	6,452	2,244	2,748

10) 灌漑状況

ラム・ドム・ヤイ流域内の全耕地面積は、約 232,200 ha である。この耕地面積は全流域面積 490,500 ha の 47.4% に相当する。大部分の耕地における農業は、5月から10月に集中する雨期降雨に依存する天水農業である。王室灌漑局 (RID)、土地開発局 (DLD)、農村開発局 (ARD)、国家エネルギー庁 (NEA)、地方行政局 (DOLA)、及び農地改革事務所 (ALRO) によって実施された灌漑農地は僅か 10,630 ha に過ぎない。

2.2 流域農業開発基本計画

2.2.1 開発の目的

最貧困地域となっている本地域の開発阻害要因としては、以下の項目が挙げられる。

- 灌漑用水不足
- 劣悪な土壌条件
- 未熟な営農技術
- 営農作目の偏重と流通の困難さ

従って、開発の目的はそれらの開発阻害要因を除去し、以下の開発計画を樹立することである。

- 雨期稲を対象として、できるだけ広い地区に灌漑農業を導入すること
- 雨期の有効な河川流量を利用するために水源施設を建設すること

- 雨期作水稻を主体に用水補給を行い、乾期にはその残水を畑作物の灌漑水として利用する計画とすること
- 灌漑の対象からはずれた天水農業地帯には改善策を検討すること
- 森林保全のための土地利用計画を策定すること

2.2.2 分野別開発構想

1) 水資源開発計画

灌漑用水の需要パターンを考慮すると、灌漑のための水源は、貯水により雨水流出を平均化することを必要としている。従って、貯水池による灌漑事業が推進されなければならない。

上流部流域では受益面積 4,000 ha 以下の中規模事業を計画する。貯水池からの重力灌漑が可能であるが、その規模は小さい。

中流部及び下流部流域では、ドム・ヤイ川本流と大きな流域を持ったいくつかの支流の豊富な河川流量を利用した大・中規模灌漑事業が可能である。しかし、ポンプ揚水による水資源開発にならざるを得ない。

上述の事業による灌漑の不可能な農地に対しては、小規模溜池や井堰等の建設による水資源開発が、農村生活改善のための村落池と共に必要となる。計画された大・中規模貯水池地点の流量の5%は下流へ放流され、これら小規模水資源開発事業の水源量に充当させる計画とする。

2) 土地資源開発計画

計画土地利用

地 目	計画土地利用	
	面積 (ha)	割合 (%)
耕地		
水田	177,500	36.2
畑	44,500	9.1
小計	<u>222,000</u>	<u>45.3</u>
非耕地	193,400	39.4
森林	23,600	4.8
居住地	51,500	10.5
公共用地・その他	<u>268,500</u>	<u>54.7</u>
小計	490,500	100
計		

3) 灌漑計画

灌漑計画用水量

(単位 : mm)

項目	上流域 (Type-1) 1/	中・下流域 (Type-2) 2/
年間灌漑用水量		
平均年	478.5	332.8
計画年 (確率 1/5 年)	546.4	386.2

注) : 1/ Type-1 : ナム・エン降雨による灌漑用水量
 2/ Type-1 : デット・ウドム降雨による灌漑用水量

幹線及び支線用水路組織は、RIDで使用されている設計基準や水路密度に基づいて計画されるものとする。

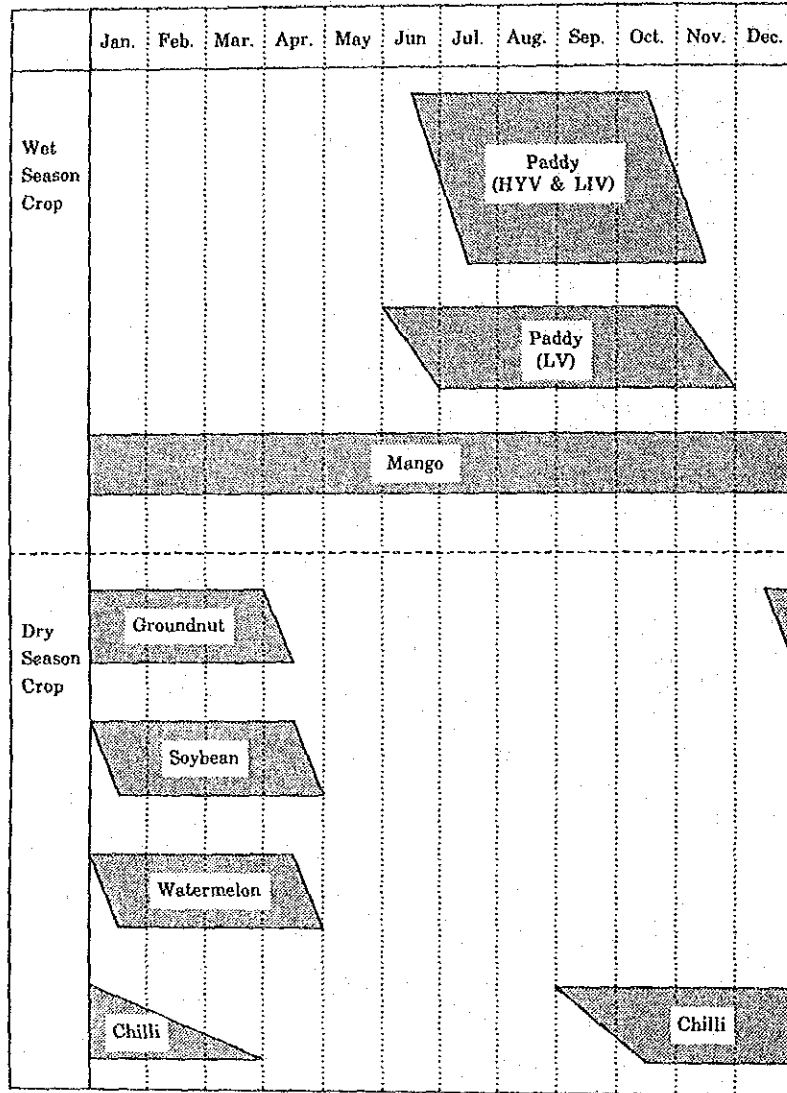
4) 灌漑農業計画

灌漑作物の目標収量

作物	目標収量		現況収量 1/
	kg/ha	kg/rai	
水稻 (雨期)	3,438	550	1,413 kg/ha
マンゴー	9,375	1,500	
落花生	1,563	250	1,363 kg/ha
大豆	1,250	200	1,125 kg/ha
スイカ	25,000	4,000	
チリー (fresh)	15,625	2,500	

注: 1/ ウボン・ラチャタニ、シ・ケ・サット両県の 1989/1990 年データによる

計画作付体系



将来の灌漑作物別純収益

作物	収量 (kg/ha)	価格 (Baht/kg)	粗収益 (Baht/ha)	生産費		純収益 (Baht/ha)
				変動費 (Baht/ha)	固定費 (Baht/ha)	
米	3,438	3.4	11,689	5,448	713	5,528
落花生	1,563	7.1	11,097	8,638	648	1,811
大豆	1,250	7.3	9,125	6,656	648	1,821
スイカ	25,000	0.9	22,500	14,830	706	6,964
チリー	15,625	7.0	109,375	73,644	788	34,943

事業計画後の農家所得

単位：(Baht)

項目	上流域	中流域	下流域
作付面積	4.25 ha (26.58 rai)	5.24 ha (32.73 rai)	4.50 ha (28.13 rai)
粗収益	60,106	65,803	61,690
生産費	31,114	33,220	31,252
間接費	1,986	3,057	3,168
純収益	27,006	29,526	27,270
家族労働所得	12,902	14,756	14,021
営農所得	27,006	29,526	27,270

5) 天水農業改善計画

現況の天水農業を改善するために、次の手段が考えられる。

- 1) 水分の保全(マルチング・緑肥耕作等)
- 2) 小規模村落池の建設

2.2.3 水資源開発計画

1) 貯水池サイトの選定

新規の水資源開発計画

項目	水源開発サイト					計
	Lam Dom Yai(U) 1/	Lam Som	Huai Ari	Huai Khao San	Lam Dom Yai (M&L) 2/	
流域面積 (km ²)	1,561	1,104	274	608	1,358	4,905
貯水池計画(カ所)						
- 大規模灌漑計画	2	-	-	-	-	2
- 大型中規模灌漑計画	-	1	1	-	-	2
- 小型中規模灌漑計画	6	10	-	4	4	24
小計	8	11	1	4	4	1
河川分水計画(カ所)						
- 大型中規模灌漑計画	-	-	-	-	1	1
計	8	11	1	4	5	29

注) 1/ U : Upstream, 2/ M : Middle Stream, L : Lower Stream

2) 灌漑面積と水源開発

計画灌漑可能面積

灌漑事業	灌漑可能面積	計画耕地面積に対する比率
1. 現況	(ha)	(%)
a) 小規模灌漑事業及び小規模水資源事業	6,700	3
計	6,700	3
2. 計画		
a) RIDによる建設中及び建設予定灌漑事業	8,960	4
b) 新規計画事業	91,870	41
計	100,830	45

- 注) 1. 小規模灌漑事業及び小規模水資源開発事業の灌漑面積は、その大部分が新規計画事業の灌漑面積内に含まれるので、計画の灌漑面積に入れていない。
 2. 計画耕地面積は 222,000 ha である。

3) 水資源配分計画

水資源配分計画は各支流域の灌漑可能面積の見地から灌漑需要量を算定し、流域内の利用可能水源を考慮し、各支流へ配分する方針とする。6つの主な支流域の既存農地に対する計画灌漑面積率は 37~58% となり、平均は 45% となる。

4) 段階的開発計画

流域水資源の段階的開発計画

期間	大規模または大型中規模		小型中規模		灌漑面積率
	事業名	灌漑面積 (ha)	事業名	灌漑面積 (ha)	
建設中・又は 建設予定 (1987~1995)	-	-	D-5, D-18, D-19, D-20, D-8, D-13 D-3-A, D-31	8,960	4
第1次開発 (1993~2000)	D-28	30,970	D-15, D-16, D-17 D-1-A, D-2, D-4-A	5,770	21
第2次開発 (1998~2005)	D-7 D-24	24,200 4,770	D-22, J-4, D-33 D-35-A, D-35-B D-35-C, D-26-A D-51	9,630	38
第3次開発 (2003~2010)	W-1 D-25	2,500 7,160	(その他 10 地区)	6,870	45
合計		69,600		31,230	

2.2.4 水源施設計画と事業費

1) 水源施設計画

計画されたダムの諸元は、以下の通りである。

- ダムタイプ : アースフィルタイプ、上流側斜面勾配 1 : 3.0
下流側斜面勾配 1 : 2.5
- ダム頂幅 : 堤高別に 6.0 ~ 10.0 m

ドム・ヤイ川の下流域に設置予定の堰は、高さ 3 m のラバーダムタイプとする。この計画において、7カ所のポンプ場が計画されている。ポンプの所要全揚程は 10.5 ~ 26.5 m である。

2) 事業費

各事業の優先度を判定するために、29カ所の地区に対し、予備的に概算事業費が算定された。事業費の算定は 1990 年 6 月時点の単価による。

単位開発コスト

Code No.	Project	Irrigable Area (A) (ha)	Project Cost (C) (million Baht)	Unit Development (C/A) (1,000 Baht/ha)
J-7	Huai Bon (L)	1,970	284	144
D-15	Huai Chaluai	850	95	112
D-16	Huai Chaluai Noi	590	102	173
D-17	Huai Om	650	124	191
D-22	Huai Hin Lat	2,240	245	109
J-4	Huai Thiam Yai	1,130	129	114
D-7	Lam Dom Yai (U)	24,200	2,822	117
D-23	Lam Dom Yai (M)	29,600	3,936	133
D-28 (A)	Lam Dom Yai (L)	30,970	4,209	136
D-28 (B)	Lam Dom Yai (L)	25,570	3,691	144
D-30-B	Huai Tanot	380	78	206
D-1-A	Huai Tung (U)	2,000	195	97
D-2	Huai Hin Dan	630	103	163
D-1-B	Huai Tung (M)	210	75	359
D-3-B	Huai Dan	950	127	134
D-4-A	Huai Chong	1,050	451	430
D-33	Huai Salao	740	88	119
D-35-A	Huai Fang Deang (U)	1,100	127	116
D-35-B	Huai Manao	1,200	123	102
D-35-C	Huai Fang Deang (M)	1,490	237	159
D-24	Lam Som (M)	4,770	887	186
D-25	Huai Ari	7,160	935	131
D-26-A	Huai Khao San (U)	1,240	159	128
D-26-B	Huai Khao san (M)	380	99	261
D-43	Huai Duan	240	59	245
D-49	Rong Saeng	630	74	118
D-50	Huai San	650	81	125
D-48	Huai Hin Siu	370	54	147
D-27	Huai Chong	490	78	159
D-51	Huai Saen Phran	1,090	117	108
W-1	Lam Dom Yai Weir	2,500	274	109

2.2.5 優先開発事業計画地区の選定

1) 優先開発事業計画地区の予備選定

29ヵ所の新規水源によって灌漑事業地区のうち、以下に示す6ヵ所の事業計画地区が予備的に優先度の高い農業開発事業として選定された。

農業優先開発事業計画地区

事業計画名	灌漑可能面積 (ha)
D-7 Lam Dom Yai (U)	24,200
D-23 Lam Dom Yai (M)	29,600
D-24 Lam Som	4,770
D-25 Huai Ari	7,160
D-28(A) Lam Dom Yai (U)	30,970
D-28(B) Lam Dom Yai (U)	25,570

- 注) 1) D-28 (A)事業は D-28 貯水池と D-7 貯水池が並存する場合の D-28 事業である。
2) D-28 (B)事業は D-28 貯水池と D-23 貯水池が並存する場合の D-28 事業である。

2) 優先開発事業計画地区の選定

優先開発事業計画地区の選定は、事業の経済性、灌漑地区の規模、貯水池状況、農家の所得水準、土壌の適正、土木工事状況(規模、費用、施工の難易度等)、環境の状況等の選定基準に基づき、技術性、経済性、並びに社会性(環境)の各観点から総合的な評価を行った。その結果、D-28 (A)の事業計画(ドム・ヤイ川下流事業計画)が技術、経済、社会的見地から見て最も優先度の高いことが判明した。その計画諸元は以下の通りである。

D-28 (A) 事業計画の概要

有効貯水量	: 117.1 MCM
貯水面積	: 39.1 km ²
常時満水位	: EL. 139.5 m (MSL)
ダム高	: 21.5 m
ダム長	: 2,000 m
灌漑面積	: 30,970 ha

3. Part - II (妥当性調査)

3.1 地区の現況

1) 計画地区の位置

ラム・ドム・ヤイ流域灌漑開発計画の妥当性調査の対象地区(71,700 ha)は、ドム・ヤイ川の兩岸に位置している。その面積は左岸地区 18,810 ha、右岸地区 52,890 haである。これらの地区は、行政上ヒブン・マングサーハン、デット・ウドム、ナ・チャルアイ、及びナム・ユンの4つの郡 (Amphoe)、17の区 (Tambon) に属している。

2) 自然条件

調査地区の地形は、全体的に南から北へ約 1/5,000 の緩い勾配をもっており、部分的に不陸が見られるものの比較的平坦である。地区の標高は約 120.0 m ~ 150.0 m の範囲にあり、現況の概要は以下の通りである。

計画地区の概要

項 目	左岸地区	右岸地区	合 計
行政区分			
郡 (Amphoe) の数	3	1	4
区 (Tambon) の数	9	8	17
面 積 (ha)			
耕地面積	14,400	35,920	50,320
その他	4,410	16,970	21,380
計	18,810	52,890	71,700
人 口			
人 口 (人)	16,860	40,040	56,900
人口密度 (人/km ²)	89.6	75.7	79.4

計画ダム流域における面積年間雨量は 1,416.4 mm である。雨期作水稻の計画灌漑期間中の連続干天日数は、10年確率で 50 日間と算定されている。

計画ダム地点の流域	:	1,560.9 km ²
上流域の既設または計画中の 6ヶ所の貯水池の流域	:	314.4 km ²
直接流域	:	1,246.8 km ²

直接流域からの平均年間流出量は 591 MCM で、流出率は 33 %、平均年間比流量は 0.474 MCM/km² である。

3) 土壌及び土地利用

調査地区の12の土壌統は7つの土壌群に分類される。これらの土壌の大半は砂質壤土、乃至、壤土質砂土である。土壌組成は砂、シルトが多く、土壌のpHは約4.5~6.0である。土壌の肥沃度と有機質含有量は低い。

調査地区内の大半の土壌は(全地区の約44%を占める)水稲栽培に適しており、次いで畑作に適している。調査地区の土壌の肥沃度並びに生産性を維持し、増大させるため適切な手段として、次のことが挙げられる。

- 有機質含有量の増大
- 土壌肥沃度の増大
- 土壌のpHの増大

4) 現況の農業

調査地区の現況土地利用は、以下の通り分類される。

現況土地利用

土地分類	左岸地区 (ha)	右岸地区 (ha)	計 (ha)
水田	11,530	29,830	41,360
畑地	2,280	1,510	3,790
休耕地	590	4,580	5,170
林地	4,240	16,450	20,690
居住地及びその他	170	520	690
合計	18,810	52,890	71,700

森林地区は、現在それを不法に占有している地区住民によって、耕地として利用されてきた。調査地区のドム・ヤイ川右岸の一部は、農地改革事務所(ALRO)によって、農業目的のために土地の割当て手続き中である。

大部分の耕地は雨期の降雨により雨期稲のみに利用されており、灌漑面積はRID、ARD並びに農民グループ等によって造られた小規模灌漑地区854haのみである。これらの灌漑地区では、落花生、野菜、西瓜、とうがらし等が栽培されている。

地区の全人口は、56,900人、9,670家族で、家族構成は5.9人/家族であり、人口密度は79.4人/km²である。農家戸数は地区の92%に相当する8,890戸である。

農家の農業労働力は、1戸5.8人のうち、3.9人と推定される。従って、調査地区の労働力は28,600人と推算される。

地区の農業は、天水による雨期作水稻栽培と、伝統的畑作物、即ち、キャッサバやケナフの栽培である。他方、乾期の営農は、灌漑水の不足から困難な状況下にある。平均農地規模は約4.6haである。大半の農民は、完全な土地所有権利は有しないが自作農である。僅かの農家が土地を所有せず、農業労働者として自作農民の農場で働いている。

現況作付面積

作物	左岸地区	右岸地区	計
	(ha)	(ha)	
水稻(雨期作)	11,532	29,826	41,358
粳米	5,305	12,780	18,085
糯米	6,227	17,046	23,273
水稻(乾期作)	176	9	185
畑作物	2,124	1,235	3,359
キャッサバ	745	191	936
ケナフ	1,313	1,022	2,335
メイズ	-	5	5
落花生	8	9	17
その他	58	8	66
果樹	136	238	374
マンゴー	75	71	146
ココナッツ	15	59	74
その他	46	108	154
野菜	23	41	64
合計	13,991	31,349	45,340

主要作物生産概況

作物	収量 (kg/ha)	左岸地区	右岸地区
		(ton)	(ton)
水稻(雨期作)	1,250	14,400	37,300
粳米	1,277	6,800	16,300
糯米	1,233	7,600	21,000
水稻(乾期作)	3,219	570	29
畑作物			
キャッサバ(dry)	5,629	4,200	1,080
ケナフ	1,431	1,900	1,460
メイズ	2,919	-	15
落花生	1,312	10	12

地区内の畜産は、牛、水牛、豚、鶏、家鴨等である。しかし、飼育環境は高温、多湿のため厳しい。

地区内の内水面漁業は、河川、湿地、池、湛水地における淡水魚に依存している。淡水魚は地区農民の主要な蛋白源である。

水稲を含む農業生産物の大半は、仲買人の手を経て市場に出荷されている。キャッサバ、ケナフ、落花生は、直接農場からの米の仲買人によって集められ、各流通経路によって取扱われている。農業支援サービスは、以下に示す役所によって実施されている。加えて2つの農協が地区内にある。

- 農業普及事務所
- 淡水漁業振興センター
- 農民のための流通機構 (MOF)
- 農業と農協銀行 (BAAC)

家族労働を含む農家経済は、僅かにプラスかまたはマイナスの値を示している。このことは、農家の経済状況は家族労働によって成り立っていることを意味する。

3.2 開発計画

3.2.1 事業の目的と構成要素

1) 事業の目的

タイ国内で最貧困地帯となっているラム・ドム・ヤイ流域の開発阻害要因としては、以下の項目が挙げられる。

- 灌漑用水不足
- 劣悪な土壌条件
- 未熟な営農技術
- 営農作目の偏重と未発達な流通

これらの開発阻害要因を除去するために、ドム・ヤイ川流域灌漑農業開発計画の目的は、以下の通り設定されなければならない。

- 雨期稲を対象として、できるだけ広い地区に灌漑農業を導入すること
- 雨期の有効な河川流量を利用するために水源施設を建設すること
- 雨期作水稲を主体に用水補給を行い、乾期にはその残水を畑作物の灌漑水として利用する計画とすること
- 灌漑の対象からはずれた天水農業地帯には、改善策を検討すること
- 森林保全のための土地利用計画を策定すること

上述の目的に合致させるべく、次のような灌漑施設建設計画が樹立されねばならない。

- ダム建設
- 揚水機場建設

上述の目的に合致させるべく、次のような灌漑施設建設計画が樹立されねばならない。

- ダム建設
- 揚水機場建設
- 水路網設置

2) 事業の構成要素

開発の目的を達成するための事業計画構成要素は以下の通りである。

- 水資源開発
- 灌漑・排水路組織の設置
- 灌漑農業の導入
- 農業支援サービスの改善

3.2.2 適正事業規模の策定

調査地区の面積

項目	左岸地区	右岸地区	計
	(ha)	(ha)	(ha)
全面積	18,810	52,890	71,700
耕作面積	14,400	35,920	50,320

作付計画の比較案

作付割合	作 付 率			灌漑用水量 (mm)
	雨 期	乾 期	年 間	
	(%)	(%)	(%)	
ケース-1	100	10	110	277
ケース-2	100	15	115	333
ケース-3	100	20	120	388

注：雨期作物：水稲
 通年作物：マンゴ
 乾期作物：落花生、大豆、スイカ、チリー、サヤインゲン

計画作付率は、地区の雨期作の用水補給をできるだけ広く均等に分布させ、雨期作水稲の安定化と、現在及び将来の畑作物の市場流通量を考慮し、115%と決定された。

1/5 確率渇水年において115%の作付率の場合、D-28貯水池の各代替水位に対して、以下に示す農地の灌漑が可能である。

貯水位別の灌漑可能面積

常時満水位 (EL. m)	貯 水 位 容 量		灌漑可能面積 (ha)
	総貯水容量 (MCM)	有効貯水量 (MCM)	
137.0	48.62	36.15	13,200
137.5	58.33	45.86	16,700
138.0	68.04	55.57	20,100
138.5	82.81	70.34	24,300
139.0	97.58	85.11	28,300
138.5	117.10	104.63	34,000
140.0	136.63	124.17	40,300
⋮	⋮	⋮	⋮
141.5	216.47	204.00	53,100

D-28ダムの貯水池及び貯水容量

水 位 (EL. m)	貯水池面積 (sq. km)	貯水池容量 (MCM)
125.7	0.00	0.00
132.0	0.79	2.49
134.0	5.67	8.95
136.0	14.59	29.21
137.0	19.10	48.62
138.0	24.24	68.04
139.0	34.84	97.58
140.0	43.27	136.63
141.0	50.00	180.00
142.0	63.17	243.07

注：死水容量は 12.47 MCM である (死水位； EL. 134.35 m)

事業の効果や社会局面を考えて、満水位 EL.139.5 m、余水吐越流水深 1.5 m、灌漑面積 34,000 ha の計画が事業計画上最適規模である。

貯水池の補償水位は、既往 30 年間の最高水位に匹敵する EL.140.0 m (越流水深 0.5 m) と決定した。

34,000 ha の計画灌漑面積の位置選定は、D-28 ダムに接続される揚水機場並びに灌漑組織を考慮して、4 ケースの比較案について検討を行った。その結果、ラム・ドム・ヤイの兩岸のそれぞれ独立した揚水機場を設置する案が最適案として選定された。計画灌漑面積は、左岸に 8,800 ha、右岸に 25,200 ha である。

3.2.3 土地利用計画

計画地区 34,000 ha の土地利用計画は以下の通りである。土地利用計画の策定に当たっては、基本的に耕地の拡大を図らず、流域の保全を十分に考慮したバランスのとれた計画とした。

計画地区の土地利用計画

(単位 : ha)

地 目	現況土 地利用	計 画 土 地 利 用				計
		耕 地		森 林	村 落 その他	
		灌 漑	天 水			
1. 耕 地						
水 田	31,430	25,740	2,200	1,910	1,580	31,430
畑	3,570	2,620	770	-	180	3,570
休閒地	1,500	1,420	-	-	80	1,500
小 計	36,500	29,780	2,970	1,910	1,840	36,500
2. その他						
森 林	18,410	4,220	-	14,190	-	18,410
村落その他	590	-	-	-	590	590
小 計	19,000	4,220	-	14,190	590	19,000
計	55,500	34,000	2,970	16,100	2,430	55,500

3.2.4 水資源開発計画

240 km の河川延長を有するドム・ヤイ川は、その下流端でムン川に合流する。計画ダム地点は、合流点の上流約 180 km に位置している。算出された計画洪水量及び土砂流入量は以下の通りである。

計画洪水量

確率洪水の算定

再現既間	洪水ピーク流量 (cu.m/sec)	比流量 (cu.m/sec/sq.km)
1,000	1,143.8	0.733
500	1,086.7	0.696
200	1,010.1	0.647
100	819.6	0.525
50	781.5	0.501

洪水吐設計洪水量

再現期間	確率洪水量
500年	1,086.7 m ³ /sec

仮排水施設の設計洪水量

再現期間	洪水比流量			確率洪水量 ダム地点 (cu.m/sec)
	53801	M 80 (cu.m/sec/sq.m)	平均	
10	0.225	0.258	0.242	377.0
5	0.196	0.187	0.192	298.9
3	0.172	0.142	0.157	245.1
2	0.150	0.109	0.130	202.1

土砂流入

ダム地点流域	:	1,246.8 km ²
平均年間流出量	:	591.0 MCM
平均年間 km ² 当たり浮遊土砂量	:	100.0 m ³ (110.0 ton)
平均年間土砂堆積量	:	124,680 m ³
100年間の土砂堆積量	:	12.5 MCM

D-28貯水池の貯水容量不足は、30年間の水収支計算では7回発生する。水収支計算の結果に基づき貯水池運用規定を想定した。即ち、貯水池の水位がEL.134.70 m以下に下がった場合、その時以降の灌漑面積は、目標灌漑面積の50%に減少されなければならない。

3.2.5 灌漑開発計画

1) 水稲の灌漑

事業計画地区は以下に示すように、ドム・ヤイ川兩岸に位置し、各々独立した揚水機場を計画した。

左岸地区	:	8,800 ha
右岸地区	:	25,200 ha
計	:	34,000 ha

灌漑計画のための計画作付体系は以下の通りである。

タイプ-I : (事業実施後最初の5年間)

雨期 : 水 稲 + 通年作物 (果樹)

乾期 : 畑作物 + 通年作物 (果樹)

タイプ-II : (続く45年間)

雨期 : 水 稲 + 畑作物 + 通年作物 (果樹)

乾期 : 畑作物 + 通年作物 (果樹)

両タイプの作付率は、	タイプ-Iでは、	雨期	100 %
		乾期	15 %
	タイプ-IIでは、	雨期	100 %
		乾期	16 %

計画基準年(1/5 渇水年)及び平均年の年間灌漑用水量は以下のように算定される。

年間灌漑用水量

項目	Type-I (MCM)	Type-II (MCM)
計画年	134.6	141.1
平均年	113.0	119.5

水稻栽培における灌漑方法として、2つの方式を提案した。即ち、輪番灌漑と同時灌漑である。

幹線水路の計画断面決定のための最大単位用水量は、雨期稲の代掻期に発生する。従って、計画断面決定のための単位用水量には、田面の有効雨量を考慮した値とする。但し、計画基準年は1/10 確率年を採用するものとする。検討結果、最大単位用水量は、1/10 確率年で0.930 lit/sec/haと計算される。その結果、5,000~6,500 haの支配面積を持つ幹線水路の設計単位用水量は、生活用水量を考慮して、1.00 lit/sec/haとする。

2) 畑作物の灌漑

導入される畑作物の栽培面積は以下の通りである。

畑作物の栽培面積

(単位: ha)

作物	タイプ-I	タイプ-II	
	(乾期)	(乾期)	(雨期)
落花生	3,417	3,757	-
大豆	1,122	1,122	-
スイカ	357	357	-
サヤインゲン	153	153	1,050
チリー	51	51	-
計	5,100	5,440	1,050

これらの畑作物に対する灌漑計画のための畑地灌漑調査結果を以下に示す。

インテーク・レート測定結果

測定位置	ベーシック・インテーク・レート (mm/hr)
1. Ban Rai Tai	14.7
2. Ban Nachan	4.8
3. Ban Kaon Charoon	33.1
4. Ban Mai Pattana	15.1
5. Ban Wari Udom	15.6
6. Ban Non	54.1
7. Can Nong Khu	16.4

土壌分析結果 1/

深さ (D) (cm)	真比重 (Sr) (g/cm ³)	仮比重 (Sa) (g/cm ³)	空隙率 2/ (P) (%)	圃場容水量 (Fc) (%)	しおれ点 (Wp) (%)
10	2.68	1.80	32.7	8.8	6.3
30	2.70	1.81	33.0	13.4	7.3
50	2.70	1.82	32.6	16.3	8.3
70	2.72	1.88	30.8	23.1	10.2

1/ : 7地点の平均値

2/ : $P = (Sr - Sa) \times 100/Sr$

上記表に見られるように、パーシク・インターク・レートは 50 mm/hr 以下である。この事から畑作物の灌漑方法は畝間灌漑が適当であると考えられる。

計画灌漑間断日数

作物	TRAM (mm)	最大作物消費水量 (mm/日)	間断日数 (日)
落花生	25.3	5.5	4.6
大豆	25.3	6.2	4.1
スイカ	40.8	5.2	7.8
サヤインゲン	25.3	6.2	4.1
チリー	25.3	5.5	4.6

以上の検討結果から、畑作物の灌漑間断日数は 5 日とする。

3) 灌漑のためのポンプ運転時間

2ヶ所の揚水施設が D-28 貯水池に隣接して設置される。これらのポンプの運転時間は主に雨期稲の代掻期、成育期後半の 10 月前後、更に乾期畑作物の全生育期間に集中している。

4) 排水計画

圃場における、洪水による湛水の原因は、一般に次の要因が挙げられる。

- 末端排水路の欠如
- 既存のクリークや小支川の不十分な排水容量
- 排水本川の水位上昇による地区内への洪水の逆流

排水計画としては、以下の対策を計画した。排水路の設計単位排水量は 8.14 lit/sec/ha である。

- 末端排水路の設置
- 連絡する既存の小クリークや小河川の浚渫

3.2.6 農業開発計画

1) 農業

作物	目標収量	
	(kg/ha)	(kg/rai)
雨期水稲	3,438	550
落花生(*)	1,563	250
大豆(*)	1,250	200
スイカ(*)	25,000	4,000
チリー (fresh)(*)	15,625	2,500
サヤインゲン(*)	9,375	1,500
マンゴー	9,375	1,500
キュウリ(+)	15,625	2,500
スイートコーン(+)	12,500	2,000
サヤインゲン(+)	9,375	1,500

注： * 乾期作
+ 雨期野菜作
目標の収量の実現は事業実施後ほぼ5年とする。

計画生産量

作物	作付面積		生産量		単位収量 (kg/ha)
	(タイプ-I) (ha)	(タイプ-II) (ha)	(タイプ-I) (ton)	(タイプ-II) (ton)	
雨期水稲	32,750	31,700	112,595	108,985	3,438
落花生(*)	3,417	3,757	5,341	5,872	1,563
大豆(*)	1,122	1,122	1,403	1,403	1,250
スイカ(*)	357	357	8,925	8,925	25,000
チリー (fresh)(*)	51	51	797	797	15,625
サヤインゲン(*)	153	153	1,434	1,434	9,375
マンゴー	1,250	1,250	11,719	11,719	9,375
キュウリ(+)		300		4,688	15,625
スイートコーン(+)		550		6,875	12,500
サヤインゲン(+)		200		1,875	9,375
合計	39,100	39,440			

注： * 乾期作
+ 雨期野菜作

2) 畜産

地区内の畜産振興は、以下の内容が考えられる。

- 水牛、豚、鶏、あひるの飼育
- 飼養改善
- 肉用牛の導入

3) 内水面漁業

ウボン・ラチャタニ県の淡水魚の養殖は次のように計画される。

飼育場所 : 養魚池及び水田
農家数 : 2,388 戸
総面積 : 500 ha
総生産量 : 500 ton

計画地区に隣接するラム・ドム・ノイ貯水池では淡水魚の養殖が1982年より実施されている。この実績より、淡水魚の種類としてTelapia、Local carp、Common carp(コイ)、Cat fish(ナマズ)等が奨励される。

3.2.7 移住計画

D-28貯水池の補償水位をEL.140.0mとした。この場合、農地及び住宅地1,930haと森林2,400haの合計約4,330haが水没する。一方、貯水により影響を受ける戸数は324と推定される。しかしながら、貯水池に沿った迂回路の機能を果たす低い湖岸堤(高さ2m)を設置することにより、移住するべき戸数を122に減少させることができる。

移住計画地の位置としては、1カ所は右岸のウボン・ラチャタニ農地改革事業計画地区内に、もう1カ所は林野局管下の保全林として区分されている左岸側が考えられる。

3.2.8 農村開発計画

本計画によって建設される維持管理用道路は、次の通りである。

維持管理用道路

項 目	有効幅員 (m)	道路延長 (km)	備 考
基幹道路(幹線)	6.0	111.4	ラテライト舗装
維持管理道路(支線)	4.0	188.4	ラテライト舗装
道路密度(m/ha)		8.8	

事業計画地区内の圃場レベルにおいても末端耕作道が設置される。これらの末端耕作道の建設は基本的には新しく設立される水利組合によって実施されることになる。末端耕作道総延長は約360kmと見積もられる(10.6m/haに相当)。

3.3 施設計画

3.3.1 ダム及び貯水池

D-28 ダム及び貯水池の主要諸元

貯水池

年平均流域降雨量	1,416 mm
流域面積	1,245 sq.km
平均年流出量	591 MCM
渇水年流出量 (5年確率)	501 MCM
設計洪水位	EL. 141.0 m
常時満水位	EL. 139.5 m
低水位	EL. 134.4 m
貯水面積 (常時満水位における)	39.1 km ²
総貯水量	117.1 MCM
有効貯水量	104.6 MCM
死水量	12.5 MCM

ダム

ダムタイプ	均一型アースフィルダム
堤長	2,000 m
堤高 (最大)	21.5 m
堤長標高	EL. 143.0 m
築堤量	約 850,000 m ³

洪水吐

形式	シュート式
堰長	170 m
流入堰長標高	EL. 139.5 m
設計流量	641 m ³ /sec
設計流入洪水量 (500年確率洪水)	1,087 m ³ /sec

放流工

形式	コンクリート巻き立て圧力管導水路
機能	- 建設期間乾期の河川水の仮排水 (最大 5.5 m ³ /sec) - 下流河川維持用水の放流

3.3.2 揚水機場及び用水路

1) 揚水機場

ポンプの原動機タイプの比較検討結果から電力の方がディーゼル機関より経済的に有利である。従って、ポンプの原動機は電力とした。

ポンプ揚程計算

項目	左岸地区	右岸地区
吐水位 (m)	148.0	158.0
LWL (m)	134.4	134.4
実揚程 (m)	13.6	23.6
諸損失 (m)	2.8	4.8
全揚程 (m)	16.4	28.4

ポンプ諸元

項目	左岸地区	右岸地区
灌漑面積 (m)	8,800	25,200
揚水量 (m ³ /sec)	8.8	25.2
全揚程 (m)	16.4	28.4
口径 (mm)	800	1,000
台数 (unit)	6	12
出力 (Kw/h)	370	880

送水パイプ諸元

口径 (mm)	:	2,000
本数 (本)	:	3
管厚 (mm)	:	20.0
基礎	:	180°砂基礎

ポンプ場への導水路の諸元は、台形素堀水路として底幅 B=20.0 m、法面勾配 1 : 2.0 (リップラップ材で法面保護) である。

2) 灌漑水路

幹線水路 : L=111.4 km (左岸地区 67.4 km、右岸地区 44.0 km)
平均勾配 I= 1/5,000、台形断面
q = 1.0 lit/sec/ha

支線水路 : L=188.4 km (左岸地区 32.2 km、右岸地区 156.2 km)
平均勾配 I= 1/4,500、台形断面
q = 1.5~2.9 lit/sec/ha

3.3.3 移住施設

移住のための灌漑施設を有する分譲地面積は1世帯当たり2.4 ha (15 rai)である。このため、移住対象農家122戸に必要な面積は、

$122 \text{ 戸} \times 2.4 \text{ ha/戸} \approx \text{約 } 300 \text{ ha}$ となる。

上述の300 haは個人の区画であるが、他に300 haの農業用及び社会基盤の公共施設用地が必要である。従って、ドム・ヤイ川の両岸にそれぞれ300 haの移住地を計画する。

水没財産は以下の通りである。

- 構造物資産 : 個人所有構造物資産 122戸
 公共所有構造物資産 道路及び橋梁、配電線約6.0 km
- 土地及び果樹 : 農地(水田) 1,930 ha
 森林その他 2,400ha

3.4 事業の実施と維持管理計画

3.4.1 事業の実施計画

事業の実施機関はRIDである。事業実施の財源措置について、その外貨部分は国際金融機関から支出され、一方、内貨部分はタイ国政府が予算措置を行う。

3.4.2 施工計画

ラム・ドム・ヤイダム(D-28ダム)は堤長2,000 mの大規模ダムである。ダムの工事は最初にダム軸にはほぼ直角に設けられる仮排水路から開始され、最後は乾期に仮排水路部分の盛土を行う。この際、右岸の放水工が乾期の河川水放流に用いられる。ダムの土工事は、各種重機による機械施工である。洪水吐の工事は任意の期間に施工する事ができるが、ダム土工事が2年目にピークとなるため、建設機械の集中を避けるため、3年目に行う。

3.4.3 事業実施計画

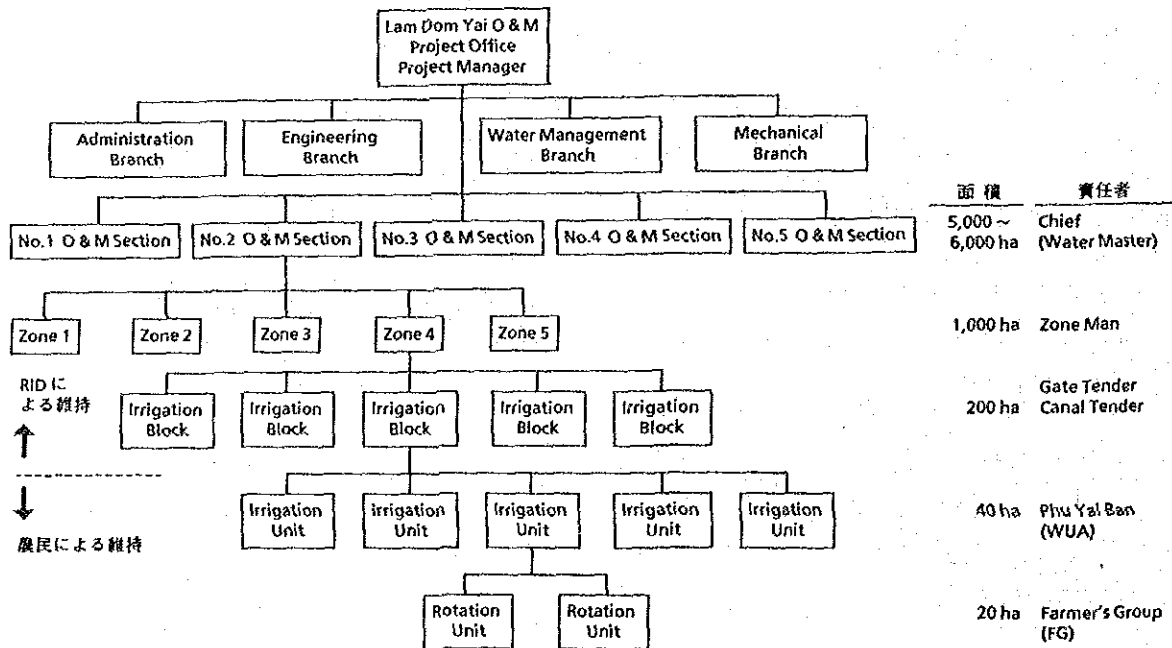
事業の実施期間は1993年から1999年までの7年間である。最初の灌漑用水の補給は2000年の雨期水稻作から開始される。

事業実施工程表

項目	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
	4 8	4 8	4 8	4 8	4 8	4 8	4 8	4 8
1. 妥当性調査	■							
2. タイ政府による評価		■						
3. 実施設計			■					
E/Sローン手続き			■					
コンサルタント募集			■					
実施設計作業			■					
4. 建設					■			
建設ローン手続き					■			
コンサルタント募集					■			
建設入札					■			
建設工事					■			
ダム					■			
揚水機場					■			
水路組織					■			
園場段階					■			
5. 用地買収と補償					■			
6. 事業の管理					■			
7. コンサルタントサービス					■			

■ : 環境面と経済妥当性を含む

事業施設の維持管理のための計画組織図



3.4.4 事業の維持管理計画

事業施設の維持管理はRIDの管轄におかれ、運営、管理される。施設の維持管理のため、計画地区は34のゾーン(平均1,000haの規模)並びに170の灌漑ブロック(平均200ha)に区分される。年間の維持管理費は下表に示すように32.6百万Bahtと見積もられる。

維持管理費

項目	費用 ('000 Baht)
給料と労賃	10,404
一般行政管理費	1,561
ポンプ運転費	14,963
機材修理維持費	4,421
燃料費	875
事務所維持費	380
計	32,604

3.5 事業費

事業費

(単位:百万バーツ)

項目	外貨	内貨	合計
1. 土木工事			
1.1 準備工事	2	19	21
1.2 ダム工事	150	135	285
1.3 ポンプ工事	595	24	619
1.4 水路工事	612	536	1,148
1.5 水没移転費	29	350	379
小計	1,388	1,064	2,452
2. 末端圃場施設整備費			
2.1 末端圃場施設	307	218	525
2.2 コミュニティーセンター	6	6	12
小計	313	224	537
3. 土地取得及び補償費	0	66	66
4. 技術及び管理費			
4.1 コンサルタント費	97	34	131
4.2 管理費	7	14	21
小計	104	48	152
5. 維持管理用資機材費	38	6	44
6. 計 (1 - 5)	1,843	1,407	3,250
7. 予備費 (10%)	184	141	325
8. 計 (6 - 7)	2,027	1,548	3,575
9. 物価上昇費	734	537	1,271
10. 合計			
末端圃場施設費を含む場合	2,761	2,085	4,846
〃 含まない場合	2,297	1,751	4,058

3.6 事業評価

事業の評価は以下の方針で検討した。

- 事業の経済評価は、経済、財務、社会経済的的局面から事業の妥当性の検討を通して行う。
- 経済の妥当性は、経済的内部収益率 (EIRR) を指標として検討する。
- 感度分析は、工事費の上昇、工期の遅れ、収益の減少、収益実現の遅れに対する事業の経済的妥当性を確認するために行う。
- 財務分析は、代表的農家の経済調査の結果から、損益計算と、資金繰りについて行う。
- 事業実施による社会的効果や経済的影響は、計量できない効果の検討と環境影響評価の中で取扱われる。

3.6.1 事業効果

本事業計画によって発現される事業効果として、以下の便益を考慮した。

- 農業生産便益 :		
	タイプ-I 純生産価値増加額	277,932 千 Baht
	タイプ-II "	344,014 千 Baht
- 内水面漁業便益 :	水田	32,388 千 Baht
	ダム貯水池	1,015 千 Baht
	集落池	574 千 Baht
- その他便益 :	管理用道路利用	3,737 千 Baht
	飲雑用水の確保	2,488 千 Baht
- 負の便益 :	水没地による年間負の便益	918 千 Baht

作物生産の目標達成年は、事業完了後5年後と想定した。

上述の計測できる便益に加えて、その他計測できない効果や社会経済的影響が事業の実施によって期待される。その主な効果は以下の通りである。

- 新しい雇用機会の創出
- 地方交通の改善
- 衛生状態の改良
- 湖水周辺地域環境の改善

3.6.2 経済的事業費

事業費は、直接事業費と間接事業費よりなる。これらの全ての費用は財務ベースで見積もられているため、経済的費用に換算する。算定された経済的事業費は以下の通りである。

外貨	:	1,684	百万 Baht
内貨	:	1,225	〃
計		2,909	〃

- 維持管理費

維持管理費について、財務価格には維持管理用機器の償却費は含まれない。通常、財務価格は係数 0.9 を乗じて経済価格に換算される。維持管理費の経済的価格は 31 百万 Baht である。

- 機器類の更新費

維持管理用機器は 10 年
ポンプ、ゲートは 25 年の耐用年数を採用する。

3.6.3 経済的内部収益率

事業の経済的指標は、純現在価値 (NPV)、便益・費用比率 (B/C 比) と経済的内部収益率 (EIRR) で表わされる。この計算結果は以下の通りである。

EIRR = 9%

項 目	割 引 率		
	8%	10%	12%
N. P. V. (1,000 Baht)	155,156	- 361,506	- 655,781
B/C 比	1.06	0.84	0.67

3.6.4 感度分析

工事費の上昇、工期の遅れ、収益の減少、収益実現の遅れの 4 つのパラメータを想定した。分析結果は以下の通りである。

感度分析検討結果

ケース	EIRR
1. オリジナル EIRR	9 %
2. 農産物価格・収量	
10%下落、減収	8 %
20%下落、減収	7 %
3. 生産費	
10%上昇	8 %
4. 工事費	
10%上昇	8 %
20%上昇	7 %
5. 生産量が目標より遅延した場合	
1年	8 %
2年	7 %
3年	7 %
6. (2)と(4)の組合せ	
各10%のケース	7 %
各20%のケース	6 %

3.6.5 代表的農家の財務分析

代表的農家の農家経済は、損益計算と資金繰りによって分析された。

3.6.6 事業の妥当性

また、東北タイ地方の資本の機会費用率は10%と見積もられている。このことから、算出されたEIRR 9.0%から判断して、この事業は経済的に実施可能である。更に、従来から行われてきた天水農業の改善、貧しい農村環境の改善、農業生産の増大による農家所得の拡大と地域経済の活性化を図るためにも、9%の内部収益率は少し低いですが、事業の実施を早急に進めることが望ましい。

3.7 環境影響分析

3.7.1 環境影響評価

ラム・ドム・ヤイ流域灌漑計画は、下表に示すように、NEBの指針によって定められている大規模事業の最小基準を超える規模となっている。このため、法令で定められた詳細な環境影響調査の実施が必要である。

ドム・ヤイ川流域事業の概要とNEBの基準

項目	事業規模	環境影響評価を要する NEBの最小基準
有効貯水量	104.6 MCM	100 MCM
貯水面積	43.3 km ²	15 km ²
灌漑面積	34,000 ha (212,500 rai)	12,800 ha (80,000 rai)

本調査では、現存する環境の課題と隘路、更に当該事業の実施によって引き起こされる環境資源の予想される変化を指摘する目的のために、以下の項目についてその概略を調査した。この結果、必要な対策は少なくないが、その対策を適切に行うことで環境問題への対応が可能である。

- 環境の背景
 - ・ 水棲生態系
 - ・ 陸棲生態系
 - ・ 社会環境
- 環境面に及ぼす事業の相互作用

3.8 結論と勧告

3.8.1 結論

ラム・ドム・ヤイ流域灌漑開発計画のための全体流域調査の結果として、D-28ダムを有するドム・ヤイ川下流事業が、29の支流開発事業の中で最優先事業として選定された。引き続き、この事業の妥当性調査が注意深く実施・検討された。この事業の主目的は農地に対する灌漑と合わせて生活用水と内水面漁業用水の供給である。この事業は、上述のごとく事業実施の高い優先度を有すると共に、給水によって事業計画地区に早急な効果をもたらし、地域開発を加速するべき緊急性をも有している。

それゆえ、慎重な調査・検討の結果、この事業は技術的に実施可能であり、経済的に妥当であることが結論付けられた。

3.8.2 勸告

- 1) ラム・ドム・ヤイ流域農業開発の事業実施計画は、水需要動向、給水政策の緊急性、投資効率等に見合った方向で段階的に実施すべく策定されなければならない。
- 2) 妥当性調査において検討された施設計画やその費用算定は、精度を更に高めるため、詳細設計段階において再検討されねばならない。また、詳細設計、用地取得、建設工事のための追加地形測量及び地質調査(分散性土も含め)が必要である。
- 3) 限られた水資源を積極的に利用する適切な水管理の基本概念の理解に基づいて、用排水計画が実施されなければならない。更にRIDは受益農民を教育し、また、協力して目標作物生産高の達成を図るため、末端灌漑排水施設の建設と維持管理の促進をはかることが重要である。
- 4) 事業の実施と完成後の維持管理の組織は、この事業が多目的水資源開発計画であり、また、段階的な実施計画を有することから強力にその機能を果たさなければならない。
- 5) 特に、事業完成後、ダム及び幹・支線水路等の基幹施設の水管理については極めて重要であるので、統一的にRIDの技術職員によって管理されねばならない。
- 6) 県段階での水管理委員会は、水資源の有効利用のために、各部門からの水需要の要請に基づいて水配分計画を調整する組織とすべきである。
- 7) 転換作物の栽培技術、高度の流通・加工システムを導入するために、農業普及、農民組織、信用、流通といった農業支援業務を政府の他機関と行政的、財政的に協力し、その対策の樹立が必要とされる。
- 8) 貯水池、揚水機場、灌漑水路の建設を伴うラム・ドム・ヤイ流域灌漑開発事業の実施に当たっては、単に技術的、経済的検討のみならず、第三者機関による社会環境影響調査の結果に従って、社会的、環境的配慮が必要とされる。
- 9) D-28貯水池によって水没する住居と土地に替わる移住地は、最終的には更に詳細な調査・検討の後、決定されねばならない。
- 10) 建設工程の遅れは、投資の効率に大きく影響するので計画通りの建設工事の実施が望まれる。

PART - I 流域農業開発基本計画

第1章 序論

第1章 序 論

1.1 調査の背景

東北タイ南部地域は、首都圏より遠く離れたカンボジア国境に接する辺境地域で後進貧困地域となっている。タイ政府は、東北タイ南部地域を貧困農村地域に指定し、第5次5ヵ年計画(1981~85)で、貧困解消を目的とした農業開発計画を策定し、第6次5ヵ年計画(1986~90)で、事業の実施に入っている。種々の施策が採られる中で、当地方の主要経済活動である農業に対する灌漑用水確保を目的とした水資源開発は最も重要かつ緊急の課題である。

本調査地区は、東北タイ南部の最南端に位置するウボン・ラチャタニ県の南西部並びにシ・サケット県の南東部に広がるドム・ヤイ川流域(ムン川の支流)である。この地域には、かつて移住者が森林を伐採して開拓し、約186,800 haの水田と、45,400 haの畑地より成る農地が展開している。これら農地のほとんどは、天水による農業を強いられているため、その農業生産性は著しく低い。ドム・ヤイ川は年間流出量26.5億 m^3 と豊富な水資源を有しているが、雨期の降雨については変動が激しく乾期には降雨がほとんど無いため利用しにくい現状となっている。従って、本流域に多くの貯水池、頭首工並びにポンプ場等の水源施設を配置して、農地に安定した灌漑用水を供給することが急務となっている。

このため、タイ国政府は、1988年12月日本政府に灌漑農業開発計画の策定に関する技術協力を要請してきた。この要請に応え、事前調査団が1990年12月にタイ国へ派遣され、農業共同組合省王室灌漑局(RID)との間で本調査の実施細則を定めた。この実施細則に基づき、1990年2月下旬から1991年10月中旬にわたり、流域全体の灌漑開発計画(マスター・プラン)の作成業務を行った。また、1991年10月中旬から1992年7月の間に灌漑開発計画の検討結果から選定された優先地区のフィージビリティ・スタディの検討を実施した。

1.2 調査業務の目的と範囲

本調査業務の目的は、東北タイ南部に位置するウボン・ラチャタニ県とシ・サケット県の一部にまたがるドム・ヤイ川流域(4,905 km^2)に農業開発基本計画を策定すると共に、優先開発地区に対する妥当性調査を実施する。また、本調査の期間中、調査業務に参加するタイ国側カウンター・パートに対して業務を通じて技術移転を行った。業務は、3年次にわたって実施し、各年次の調査範囲は次の通りである。

第1年次 (国内事前準備からフェーズI 現地調査(前半)までの期間)

- インセプション・レポートを先方政府に説明、協議し、調査実施内容、手法について合意を得た。
- 特にタイ国政府 (RID) 側が実施する航測図図化、地質・土質調査について工期を協議した。
- また、基本的な関係資料の収集と、現地の概略踏査を実施し、その結果をフィールド・レポートに取りまとめた。

第2年次 (フェーズI 現地調査(後半)からフェーズII 現地調査までの期間)

- 調査に関係する詳細資料を収集すると共に、既存の灌漑・排水事業及び RID の所有する計画の概要をレビューした。そして、流域内の利用可能水資源量及び土地資源の概定を行い、流域全体の水資源配分計画を策定した。一方、水源開発の可能性検討に基づいて、農業開発候補地の予備選定を行なった。
- 現地調査結果を取りまとめ、プロGRESS・レポート(I)を作成し、RID に説明、協議した。
- 国内作業において、現地調査及び資料分析結果に基づいて、農業開発基本計画の策定と優先開発地区の選定を行い、インテリム・レポートに取りまとめた。
- フェーズII 現地調査(妥当性調査)では、優先開発地区に関する詳細現地調査及び詳細資料収集を行い、灌漑計画を策定した。その結果をプロGRESS・レポート(II)に取りまとめた。

第3年次 (フェーズII 国内作業から最終報告書作成までの期間)

- 第1年次及び第2年次で実施した調査内容をレビューし、最終報告書を作成した。
- 最終報告書は、また、調査検討の過程において RID、作業監理委員と協議した事項も考慮し取りまとめた。

1.3 国家開発計画における農業政策

タイ国の経済・社会開発5ヵ年計画における農業政策は、第5次5ヵ年計画(1981~85)までは、政策方向と具体的生産目標が示され、GDPのうち、農林水産分野は、年平均2.9%の成長実績を示した。1986年から始まった第6次5ヵ年計画(1986~1990)における農業政策では、開発すべき地域、振興すべき作目、農業成長率等の方向が示された。農林水産分野では、第5次5ヵ年計画の実績に等しい年平均2.9%の成長目標が掲げられ、東北タイの開発が重要視されている。タイ国における農林水産業は、1987年には、GDPの16.0%、総輸出額の34.1%を占めており、依然として重要な産業である。しかし、農業所得について見ると、1986年には農業人口1人当たり5,343バーツで、非農業部門(47,237バーツ)の約1/9と

極めて低く、東北タイは更に低い状況下にある(3,122パーツ)。この事実からも、所得、特に農業所得の増大と地域格差の是正が求められ、本調査の重要な位置付けがなされていると言える。

1.4 東北タイ南部のための国家政策

1.4.1 水資源開発プロジェクト

東北タイの水稲作付面積(雨期)は、全国の約半分を占めていながら貧困農村が多いのは、北部の塩類土壌の問題もあるが、1950年代以降の人口急増のため、丘陵地及び中山間地に新規開田が増え、不安定な天水依存の水田が多くなり、土地の生産性が低下したことが挙げられる。この事から灌漑による農業生産の安定が重要となっている。

タイ国政府は、農業開発の中で特に農業用水の安定を図る水資源開発に重点を置き、第6次5ヵ年計画でカンボジア国境に沿った多くの支流域に中小規模(表1-1参照)の貯水ダムの計画、建設が進められている。この水資源開発の基本計画は、1983年に日本政府による「東北タイ南部中規模灌漑パッケージ事業」の妥当性調査でナコン・ラチャシマ(Nakhon Rachasima)及びブリラム(Buriram)2県に対して策定され、現在この事業計画の一部がタイ国政府の自己資金で実施されている。また、日本政府 OECF 資金による小規模灌漑事業は、この地域でも一部1979年代より実施されて来ている。しかし、適切な水管理、営農改善が未だなされておらず、農業生産はなお目標に到達していない。タイ国政府 RID では第7次5ヵ年計画で貯えた水を最大限、効率的に利用するための水管理システムの確立を目指している。営農改善では、雨期水稲作を安定させ、乾期に開発された水資源を利用して商業用作物の導入を図るべく、試験、研究、普及の事業が政府によって推進されつつある。

調査地区近傍で実施に移された大規模水資源開発事業としては、次のようなものがある。

1) パク・ムン (Pak Mun) 事業

タイ国電力公社(EGAT)は、ムン(Mun)川下流に発電、灌漑及び漁業開発を目的として、堤高17m、堤長300m、有効貯水量285百万 m^3 の多目的ダム建設計画を持っている。即ち、4基の発電所を建設し、年間280GWHの電力量を供給する計画である。1988年事業計画が樹立され、1991年早々に着工された。

2) ドム・ノイ川 (Lam Dom Noi) 流域灌漑開発事業

ドム・ヤイ川 (Lam Dom Yai) 流域の東隣りにある本事業地区には、貯水量 1,966 MCM のシリンドーン・ダム (Sirindhorn Dam) がタイ電力公社により建設され、その貯水を利用した RID によるドム・ノイ大規模灌漑地区が 1984 年に完成している。以下に事業諸元を示す。

地区面積	:	32,430 ha
灌漑面積	:	25,940 ha (乾期 8,000 ha)
受益戸数	:	10,000 戸
幹線用水路	:	90 km
支線用水路	:	140 km
ポンプ	:	φ36 インチ×10 台
工期	:	1968～84
総事業費	:	672 百万バーツ

1.4.2 ドム・ヤイ川 (Lam Dom Yai) 流域灌漑開発事業

タイ国政府 RID では、ドム・ヤイ川の豊富な水資源を利用した大規模灌漑事業計画、即ち、Dom Yai River Basin Irrigation Project (貯水容量 480 MCM) を 1957 に策定した。この事業計画は、ドム・ヤイ・ダムをドム・ヤイ川中流部に、また、ソム (Som) 川支流にソム・ダムを建設し流域の灌漑用水の安定供給を計る計画である。しかし、貯水池数には水没耕地や村落が在り、それらの補償が難しく、また多くの森林をも同時に水没させる等環境保全上の問題がクローズアップされ、実施に至っていない。しかし、この間、東北タイ南部の他県と同様、上述のような問題の少ない上、中流域に中小規模ダムを建設し灌漑用水を確保する水資源開発方式を採用する政策転換を図って来た。

このような経過をたどった結果、本事業地区の開発は、東北タイ南部の他県より遅れることとなった。このため RID では早急に流域の水資源開発・農業開発の基本計画を策定する必要に迫られ、本計画策定について JICA に技術協力を要請して来たものである。

タイ国の灌漑事業は通常以下の灌漑事業制度に従って実施されている。

表 1-1 タイ国の灌漑事業制度

事業区分	基準等
大規模灌漑	次の何れかに該当する地区 1. 受益面積 : 12,800 ha (80,000 rai) 以上 2. 貯水面積 : 15 km ² 以上 3. 貯水池容量 : 100 MCM 以上
中規模灌漑	1. 受益面積 : 12,800 ha (80,000 rai) 以下 2. 貯水面積 : 15 km ² 以下 3. 貯水池容量 : 100 MCM 以上 4. 事業費 : 10 百万バーツ以上
小規模灌漑	1. 事業費 : 10 百万バーツ未満 2. 工期 : 1 年 農家の生活用水、家畜、養魚用水等とともに、雨期作の灌漑用水を確保するための溜池、頭首工等の建設

1.5 調査業務実施メンバー

この調査業務に従事した JICA 作業監理委員、調査団員及び RID のコミッティー・メンバーは以下の通りである

JICA 作業監理委員

- | | |
|-----------|--------------------------------------------|
| 1. 中島 賢二郎 | 委員長(フェーズ I)
水資源開発公団、中部支社 建設部部长 |
| 2. 増井 久 | 委員長(フェーズ II)
農林水産省、構造改善局建設部設計課、施工企画調整室長 |
| 3. 福盛田 共義 | 委員
農林水産省、経済局国際協力課、海外技術協力官 |
| 4. 柴田 知弘 | 委員
農林水産省、構造改善局計画部、地域計画課、課長補佐 |

調査団員

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------------------|
| 1. 北村 純一 | 団長、(株)三祐コンサルタンツ |
| 2. 竹内 清二 | 灌漑、排水/水管理、(株)三祐コンサルタンツ |
| 3. 丹羽 豊隆 | 水源計画、(株)三祐コンサルタンツ |
| 4. 川村 敏徳 | 気象水文、内外エンジニアリング(株) |
| 5. 中村 晴彦 | 土質、地質、地下水、(株)三祐コンサルタンツ |
| 6. Dr. Vichan Vichukit | 土壌、土地利用、Thai Consultants Engineer Co. (TCEC) |
| 7. 小笠原 昭三 | 農業、内外エンジニアリング(株) |
| 8. 阿部 幸継 | 施設計画、積算、(株)三祐コンサルタンツ |
| 9. 内田 義弘 | 農業経済、事業評価、内外エンジニアリング(株) |
| 10. Mr. Pipat Pooripanyakun | 環境、Thai Consultants Engineer Co. (TCEC) |

RID コミッテイー・メンバー

1. Dr. Boonyok Vanthanaphuti Former Special Expert for Project Planing
2. Mr. Maitri Poolsup Former Director, Project Planning Division (PPD)
3. Mr. Kitla Thepalaglekha Director, PPD
4. Mr. Chat Sarikaphuti Director, Regional Irrigation Office V
5. Mr. Suthi Songvoravit Chief, Project Planning 1, PPD
6. Mr. Somphorn Thapthing Chief, Engineering Section, Topographic Survey Division
7. Dr. Thanu Harnpattanapanich Civil Engineer 8, Research and Laboratory Division
8. Mr. Mondhian Kangsasiatiam Civil Engineer 8, Research and Laboratory Division
9. Mr. Phonchai Klinkhachorn Hydrologist 5, Hydrology Division
10. Mr. Osot Charnvej Agronomist 6, Operation and Maintenance Division
11. Mr. Surakarn Atsavavallobh Civil engineer 7, Design Division
12. Mr. Suksun Phocharassaenkul Engineer 5, Data Processing Division
13. Mr. Manus Kurnnoetmanee Engineer 5, Planning and Budget Division
14. Mr. Theera Wongsamut Chief, Engineering Section, Medium-Scale Construction Division
15. Mr. Asni Molagool Project Manager, Phanom Dong Rek, Lerge-Scale Construction Division
16. Mr. Chamnuan Chaempaiboon Lower, Law and Land Division
17. Mr. Suppakiat Oransathian Civil Engineer 7, Ubon Ratchathani Irrigation Project
18. Mr. Vudhichai Chullakesa Chief, Project Planning 3, PPD
19. Miss Supha Sing-Intara Chief, Economic Section, PPD
20. Mr. Traibhun Mekjaroon Chief, Environmental section, PPD
21. Mrs. Chawee Wongprasithiporn Engineer 4, PPD
22. Miss Patcharavee Pinyophummin Engineer 4, PPD

第 2 章 調査地域の現況

第2章 調査地域の現況

2.1 地勢及び気象

2.1.1 位置及び地勢

調査対象地域であるラム・ドム・ヤイ(Lam Dom Yai)流域は、ウボン・ラチャタニ(Ubon Ratchathani)県の南西部並びにシ・サ・ケット(Si Sa Ket)県の南東部に位置し、流域の東部並びに西部はそれぞれノイ(Noi)川及びカユング(Khayung)川流域に接している。ラム・ドム・ヤイ流域の流域面積は4,905 km²で、この流域にはウボン・ラチャタニ県のワリン・チャムラップ(Warin Chamrap)、デット・ウドム(Det Udom)、ヒブン・マングサハン(Phibun Mangsahan)、ナ・チャルアイ(Na Chaluai)、ナム・ユン(Nam Yun)、及びサムロンク(K.A.Samrong)郡(Amphoe)が、また、シ・サ・ケット県のカンタララック(Kantharalak)郡が包含されている。

ドム・ヤイ川(延長約238km)はその水源をラオス及びカンボジアの国境に位置する山間部(標高約700m)に発し、中流部に位置するデット・ウドムの市街地を経て北上し、ムン川に合流している(合流部付近の標高約110m)。調査地域の現況は以下のように要約される。

項 目	調査地域の概要
行政区分	
郡(Amphoe)の数	7
区(Tambon)の数	58
面積(km ²)	
耕地面積	2,322
非耕地	2,583
計	4,905
人 口	
人 口(1,000人)	395
人口密度(人/km ²)	91.7

耕地の現況灌漑面積は水源施設が十分ないため約10,630 haのみである(全耕地面積232,200 haの約4.6%に相当)。この事が地域の農家収益を低めている原因の一つとなっている。

2.2 行政及び人口

2.2.1 行政区分

ラム・ドム・ヤイの調査地域は、東北タイ南部地方に位置するウボン・ラチャタニ県の南西部とシ・サ・ケット県の南東部の一部から成っている。調査地域の大部分を占めるウボン・ラチャタニ県は22の郡(Amphoe)によって構成されており、この内6郡が調査地域に含まれている。また、シ・サ・ケット県の一部はカンボジア国境に接したカンタララック郡の一部地域である。これらの行政区分は下記の通りとなっている。

調査地域の行政区分

県名	郡名	村の数
Ubon Ratchathani	Warin Chamrap	9
	Det Udom	21
	Phibun Mangsahan	3
	Na Chaluai	6
	Nam Yun	9
	K. A. Samrong	2
小計		50
Si Sa Ket	Kantharalak	8
小計		8
合計		58

出典：国家統計局(NSO)

調査地域内の行政区分の詳細は資料編H、表H-7に示す通りである。

2.2.2 人口分布

1990年度人口センサスの予備報告書によると、ウボン・ラチャタニ県の人口は1,870,000人、所帯戸数は384,000戸であり、平均家族数は4.9人となっている。また、1980年から1990年の10年間の年間人口増加率は2.0%を下回っている。

国家統計局及び内務省の県資料によると、調査地域に関連した行政区域の人口は427,086人(県全体の22.8%)であり、その所帯戸数は75,994戸(県全体の19.8%)である。家族数の平均は5.7人で、人口密度は1平方キロメートル当たり92人である。

調査地域内の人口は約395,000人、所帯戸数は69,000戸と推定され、その家族数の平均は5.7人、1平方キロメートル当たりの人口密度は91.7人である(表H-7参照)。

調査地域の農家数は下表に示すように、全所帯戸数の81.3%を占めている。

ナ・チャルアイやナム・ユンの町及びデット・ウドム郡、デット・ムアング市街地を除き、調査地域は主として農業生産活動に従事しており、住民の大多数は自作農または農業労働者である。調査地域の農家数は全所帯戸数の81.3%を占めている。

調査地域の郡別農家戸数

郡名	全所帯数	農家戸数	パーセント
Warin Chamrap	9,431	7,954	84.3
Det Udom	26,918	24,227	90.0
Phibun Mangsahan	3,355	2,874	85.7
Na Chaluai	6,604	5,992	90.7
Nam Yun	11,298	9,597	84.9
K. A. Samrong	1,873	1,829	97.6
Kantharalak	16,515	9,309	56.4
計	75,994	61,782	81.3

出典：National Statistic Office

図 2-1 は調査流域内の Tambon 別の人口分布図を示す。

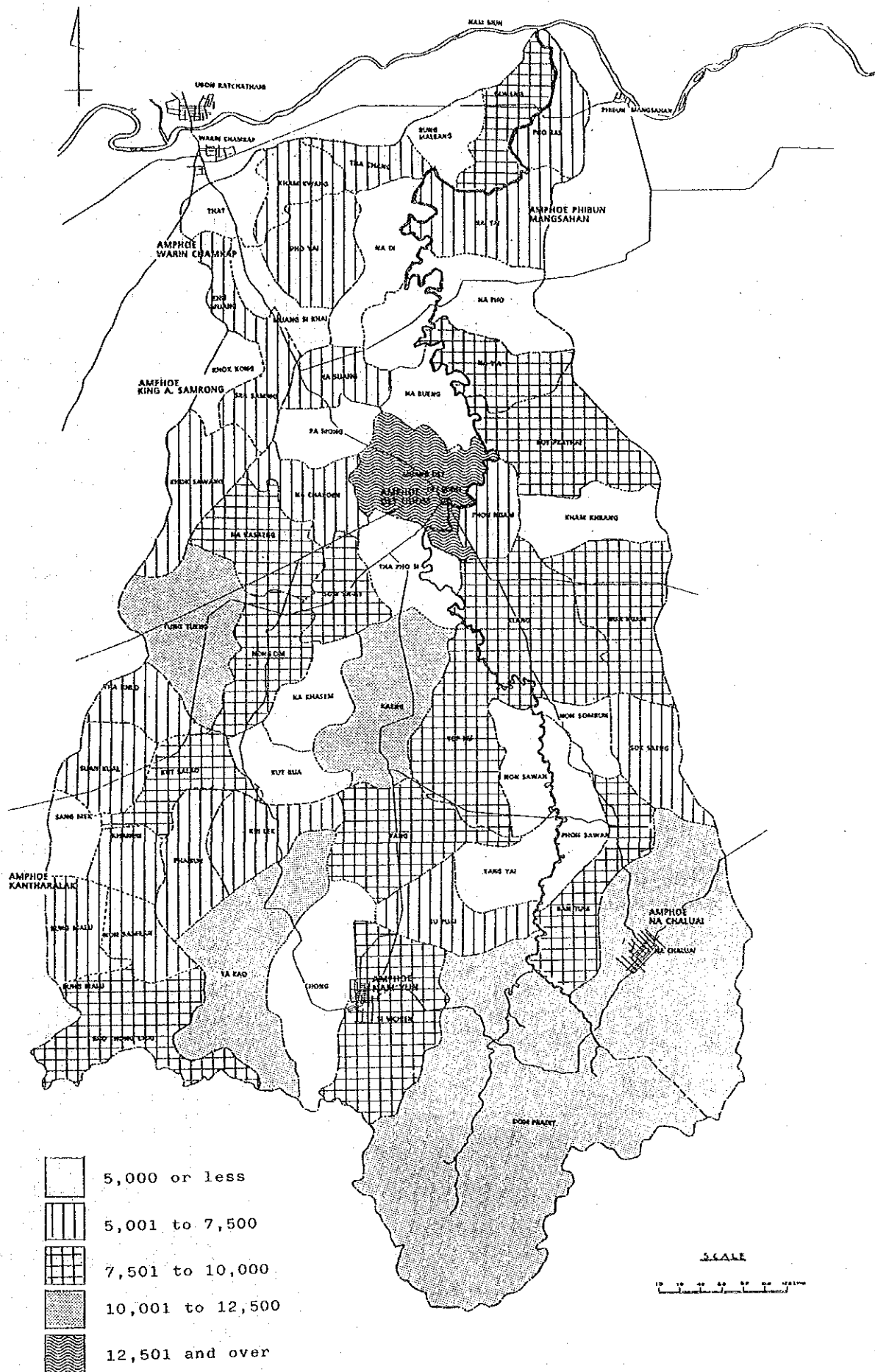


图 2-1 流域内の人口分布图

2.3 気象及び水文

2.3.1 気象

1) 気象データ

調査地域周辺の気象観測は、気象局及び他の政府機関、例えばRID水文部、等で行われている。多くの観測所は8インチの標準雨量升を備えた雨量観測所である。長期間の総合気象観測資料はウボン・ラチャタニの飛行場にある東北地域気象センターの観測値が利用可能である。センターでの月別観測資料の平均値を表2-1に示す。

2) 降雨量

13カ所の雨量観測所が気象局及びRIDの管轄の下に調査対象地域内及びその近傍で降雨の観測を行っている。ラム・ドム・ヤイ流域に関する雨量観測所でティーセン分割を適用すると、ラム・ドム・ヤイ流域は7雨量観測所により6カ所に分割される。対象となる雨量観測所の位置及びティーセン分割図を図2-2に示す。選定された観測所の詳細は以下の通りである。

調査地域周辺の降雨観測所

観測所名	RIDコード	観測期間	年平均雨量 (mm)	支配面積割合 (%)
A. Warin Chamrap	67072	1952-現在	1,417	8
A. Phibun Mangsahan	67022	1955-現在	1,730	6
A. Det Udom	67132	1952-現在	1,597	33
A. Buntharik	67142	1955-現在	1,503	6
A. Nam Yun	67382	1980-現在	1,356	41
A. Kantharalak	57063	1952-現在	1,303	6
平均			1,468	100

注：年平均雨量は1960年から1989年の平均値、欠測値は近傍資料の相関から補完

上表からラム・ドム・ヤイ流域の年平均雨量は1,468 mmと算定される。また、各観測所における月降雨の平均値は下表のように示される。一般的に月雨量の合計が100 mmを越えるのは5月からで、その後8月にピークを向かえるまで増加する。9月から1月まで月雨量の合計は減少傾向をたどり、乾期の中間の時期(12月から2月)には降雨の発現はほとんど見ない。

表 2-1 Ubon Ratchathani 観測所における気象資料

ITEM	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual	Elevation of the Station above MSL				
														123.0 meters	127.00 meters	1.50 meters	15.00 meters	
Station	UBON RATCHATHANI																	
Station Index	48407																	
Latitude	15° 15' N.																	
Longitude	104° 42' E.																	
Temperature (°C)																		
Mean	23.4	25.9	28.4	29.6	28.7	27.9	27.6	27.6	27.0	26.5	24.9	23.2	26.7					
Mean Max.	31.0	33.3	35.4	35.9	34.3	32.6	32.0	31.4	31.3	31.3	30.7	30.0	32.4					
Mean Min.	17.0	19.4	22.3	24.3	24.5	24.3	24.0	23.8	23.5	22.5	20.0	17.4	21.9					
Extreme Max.	36.5	38.6	40.4	41.3	41.0	38.5	36.2	35.8	36.8	34.8	35.3	35.0	41.3					
Extreme Min.	8.5	11.7	10.3	15.9	19.4	20.2	20.0	20.2	20.5	15.7	13.0	8.5	8.5					
Relative Humidity (%)																		
Mean	65	63	61	66	75	80	80	82	83	78	72	68	73					
Mean Max.	86	83	80	83	90	92	92	94	94	90	87	87	88					
Mean Min.	41	40	40	45	56	63	64	67	67	60	53	46	54					
Minimum	16	22	20	21	27	37	47	42	41	30	26	24	19					
Dew Point (°C)																		
Mean	15.8	17.5	19.7	21.8	23.5	23.8	23.7	23.7	23.6	21.8	19.1	16.5	20.9					
Mean	13.60	11.86	10.12	8.49	7.16	6.20	6.18	6.06	7.73	10.17	12.50	11.67	9.31					
Evaporation (mm)	172.7	171.9	214.4	209.0	183.8	160.0	162.6	148.8	132.3	157.4	168.7	172.7	2,054.3					
Mean	3.9	4.1	4.9	6.2	7.6	8.4	8.4	8.8	8.3	6.8	5.3	4.2	6.4					
Cloudiness (Deca)	293.3	262.9	270.8	256.0	238.4	189.6	198.4	170.1	163.5	228.5	255.6	274.0	2,801.1					
Mean	10.3	8.4	7.4	9.0	11.8	12.0	12.0	11.8	11.6	11.9	11.9	11.2	10.8					
Sunshine Duration (hrs.)	3.8	3.3	3.4	3.3	3.5	4.1	4.3	4.2	2.8	3.9	5.8	5.2	-					
Mean	N	N	S	S	S	S	S	S, SW	S	N	N	N	-					
Wind (knots)	32	43	42	50	60	55	52	37	50	40	45	42	60					
Prevailing Wind																		
Extreme Max.	0.7	11.4	30.6	86.6	214.7	267.0	273.2	328.0	297.4	98.5	24.0	1.9	1,634.0					
Rainfall (mm)	0.8	1.1	3.2	7.6	15.4	18.6	19.2	21.8	19.7	10.7	3.8	0.7	122.3					
Mean Amount	4.8	62.0	87.0	100.2	136.0	189.4	203.9	141.1	130.3	113.4	71.8	8.2	203.9					
Mean Rainy Days																		
Extreme Max.																		

Note: Data periods are from 1961 to 1990

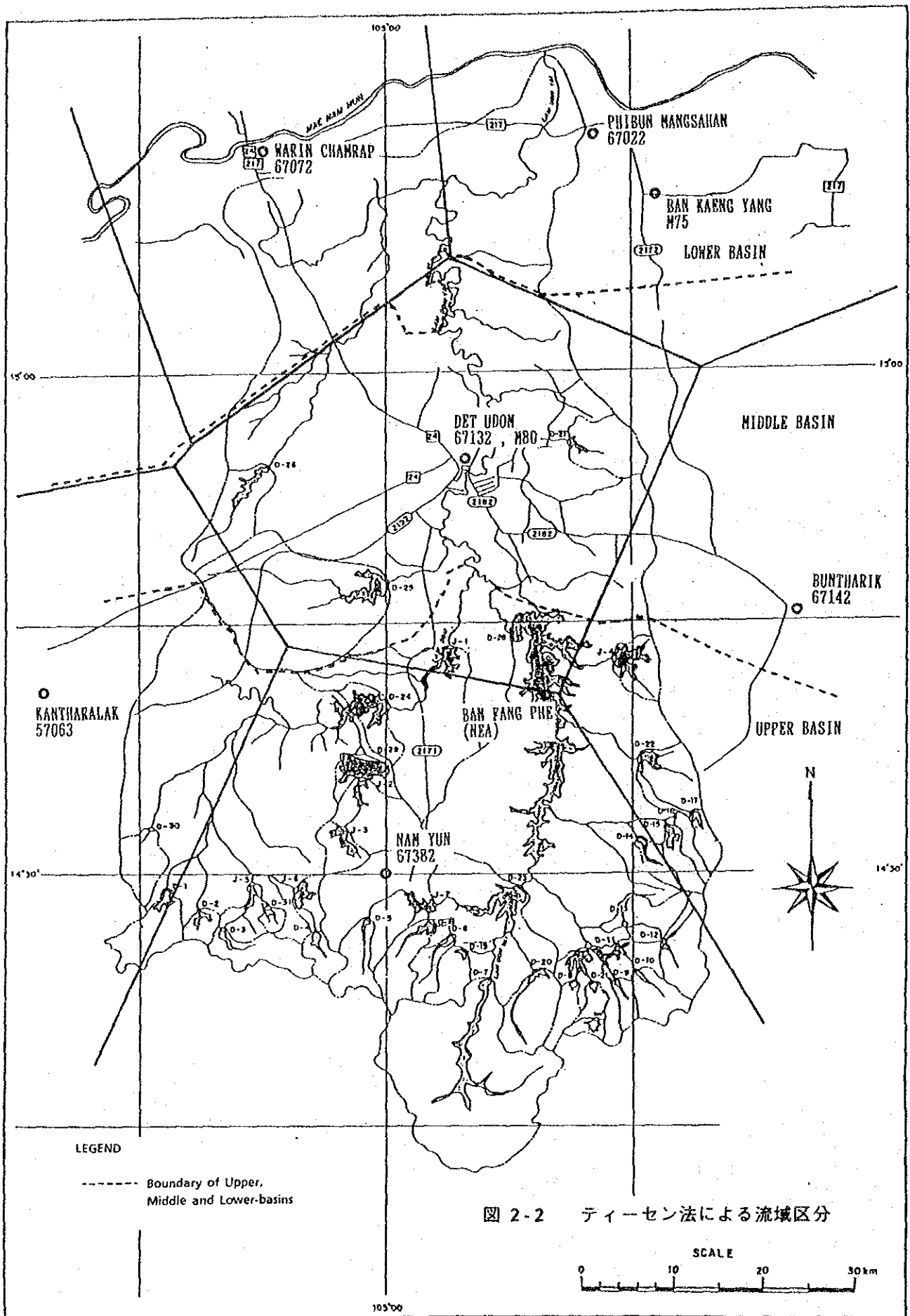


図 2-2 ティーセン法による流域区分

月平均降雨量

(単位 : mm)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
Warin Chamrap	0.3	11.5	31.8	68.7	173.4	221.0	244.2	286.7	273.2	87.2	16.9	1.7	1,416.8
Phibun Mangsahan	1.5	8.7	20.2	88.2	215.3	298.6	269.8	398.3	290.4	117.5	19.8	1.6	1,730.0
Det Udom	0.7	1.7	21.3	91.8	207.0	265.3	254.2	302.2	288.6	129.2	34.0	1.5	1,597.4
Buntharik	0.6	1.4	19.3	77.3	183.6	259.9	248.3	303.4	271.2	97.8	33.3	6.4	1,502.6
Nam Yun	0.7	6.2	26.0	87.1	211.3	175.3	145.0	177.4	343.9	143.0	37.6	2.5	1,356.1
Kantharalak	3.1	5.2	31.0	71.4	171.7	185.8	190.9	218.7	242.9	153.9	27.9	0.5	1,303.0

日雨量、2日連続、3日連続雨量の超過確率値は各雨量観測所観測値に基づき以下のよう
に算定される。

日雨量、2日連続、3日連続雨量の確率雨量

(単位 : mm)

観測所	連続日数	再現期間 (年)				
		5	10	50	100	500
Warin Chamrap	1-day	119.2	132.0	158.5	169.2	193.5
	2-day	155.7	179.7	233.8	257.4	313.8
	3-day	175.2	204.0	271.4	301.6	375.9
Phibun Mangsahan	1-day	154.8	186.1	268.1	308.4	415.1
	2-day	193.3	236.9	356.7	417.1	583.1
	3-day	214.2	259.3	378.7	438.0	596.3
Det Udom	1-day	118.5	135.0	169.7	183.9	216.6
	2-day	148.7	170.3	219.0	240.3	291.5
	3-day	174.7	198.4	250.0	271.8	322.7
Buntharik	1-day	132.6	158.5	215.5	239.8	297.2
	2-day	168.2	201.1	272.9	303.5	375.5
	3-day	195.0	229.7	304.3	335.6	408.6
Nam Yun	1-day	117.8	128.8	149.1	156.4	171.5
	2-day	140.7	159.2	201.2	219.7	264.2
	3-day	167.5	187.7	229.2	246.0	283.8
Kantharalak	1-day	101.6	118.8	160.1	179.0	226.3
	2-day	134.7	157.3	210.1	233.7	291.8
	3-day	161.9	187.2	243.2	267.1	323.5

2.3.2 水 文

1) 観測所

ラム・ドム・ヤイ流域の水位・流量及び浮遊土砂量の観測は、RID及びNEAによりデット・ウドム(M80)及びバン・ファン・フェ(Ban Fang Phe)においてそれぞれ行われている。その他のラム・ドム・ヤイ流域近傍の水位観測所としては、流域東側に隣接するM75(Ban Kaeng Yang)、西側に隣接するM66(Ban Nam Om)及びM98(Ban Alang)が利用可能である。上述した観測所の内、流量観測所の支配面積及び年降水量等を勘案し、デット・ウドム、バン・ファン・フェ、バン・カエン・ヤンの3カ所の流量観測記録を計画策定に利用する。選定された流量観測所の詳細は以下の通りである。

流量観測所の諸元

観測所名	RIDコード	流域面積 (km ²)	年平均面積雨量 (mm)	年平均流出量 (MCM)	流出率 (%)
Det Udom	M 80	3,363	1,417	1,524	32
Ban Fang Phe	(NEA)	1,410	1,369	704	36
Ban Kaeng Yang	M 75	388	1,696	312	49

また、各流量観測所の月平均流出量を下表に示すが、月間降雨量の分布と一致して、ドム・ヤイ川の月間流出ピークは一般に8月、9月、10月に出現するが、9月に発生する場合が顕著である。M80流量観測所の観測記録では、年間の総流出量は過去25年間で470 MCMから3,000 MCMまで変動する。年流出における流出率は降雨量の変化に追随して0.3から0.4と算定される。

月平均流出量

(単位：MCM)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
Det Udom (M80)	9.5	4.7	2.8	3.1	11.6	83.4	153.7	292.8	508.5	337.2	94.3	22.9	1,523.6
Ban Fang Phe	6.3	2.5	1.3	1.3	14.8	68.8	103.8	135.0	127.0	140.0	85.2	18.1	704.0
Ban Kaeng Yang	4.5	4.6	4.7	4.6	7.5	42.6	53.8	84.1	71.4	25.5	5.1	3.8	312.0

洪水のピーク流量は、M80流観所で1973年に1,924 cu.m/sをまた、M75流観所では1970年に1,180 cu.m/sをそれぞれ記録している。これらの数値は100年確率値に相当する。

2) 堆 砂

ラム・ドム・ヤイ流域の浮遊土砂は M80 及びバン・ファン・フェ観測所において測定されており、単位浮遊土砂量は以下のように示される。

単位浮遊土砂量

観 測 所	流域面積 (sq.km)	年平均流出 (ton)	範 囲 (100 ton)	単位土砂量 (cu.m/sq.km/year)
Det Udom (M80)	3,363	222,000	200 - 270	66.0
Ban Fang Phe (NEA)	1,410	70,000	15.4 - 133.4	49.6

3) 流域流出解析

ラム・ドム・ヤイ流域の賦存水資源量は、以下の手順により算定する。

- 流域単位降雨量の算定
- 流域単位流出量の算定
- 流域内各支流からの流出量
- 流域流出量

a) 流域単位降雨量

ラム・ドム・ヤイ流域の降雨は既述したように、ティーセン法での地域区分により上流・中流・下流に分類される。従って、流域流出量算定の基礎となる流域内降雨はこれらの区分及び流域界にあわせ、以下の値を採用する。

流域単位降雨量

(単位 : mm)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
上流域 (Num Yun)													
A	0.7	6.2	26.0	87.1	211.3	175.3	145.0	177.4	343.9	143.0	37.6	2.5	1,356.1
B	0.0	0.0	0.0	77.4	197.2	193.9	148.1	184.7	330.4	55.5	3.0	0.1	1,190.2
C	0.0	2.8	46.0	92.7	244.0	171.1	172.7	192.3	380.9	144.7	48.8	5.0	1,501.1
中流域 (Det Udom)													
A	0.7	1.7	21.3	91.8	207.0	265.3	254.2	302.2	288.6	129.2	34.0	1.5	1,597.4
B	0.0	7.3	2.1	94.6	149.3	335.9	235.8	246.0	183.8	110.2	6.7	0.1	1,371.6
C	0.0	2.9	25.8	102.1	242.6	201.8	422.4	309.2	311.8	135.3	48.3	0.0	1,802.2
下流域 (Phibun Mangsaban)													
A	1.5	8.7	20.2	88.2	215.3	298.6	269.8	398.3	290.4	117.5	19.8	1.6	1,730.0
B	3.3	3.4	12.0	56.1	195.7	234.3	334.0	292.6	189.1	67.7	0.0	0.0	1,388.3
C	0.0	0.0	39.6	70.8	345.5	209.1	259.6	514.3	358.9	220.7	35.8	0.0	2,054.4

- 注) : A : 平均年 (1960年から1989年の30年間平均)
 B : 渇水年 (1/5 非超過確率)
 C : 豊水年 (1/5 超過確率)

b) 流域単位流出量

ラム・ドム・ヤイ流域内の特定(支)流域の流出を算定するため、提案される水源施設位置での流域面積を勘案し2つの流出モデルを作成する。1つは流域面積600sq.km以下に対応するもので、他は流域面積600sq.km以上に対応するものである。流出モデルの構築にはタンクモデル法を採用する。モデルの同定にはM75流量観測所及びバン・ファン・フェ流量観測所資料を用い、前者は流域面積600sq.km以下、後者は600sq.km以上の流域面積に対応させる。モデル同定は流出の形状、月間単位での累加流出量、年間の流出率を勘案して試算を行い、図2-3に示すモデルを設定した。

c) 支流域からの流出

水源開発計画で提案される水源施設位置及び既設の水源開発施設位置を勘案し、流域内を水源開発を目的とする支流域単位に分割する。分割された各支流域からの流出は、対象支流域の位置により上記の単位降雨量、流出モデルを適用して算定される。上・中・下流域での単位流出量は以下のように示される(図2-2参照)。

流域単位流出量

(単位: mm)

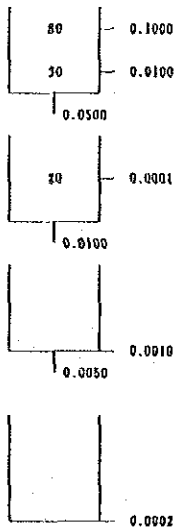
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
<u>上流域</u>													
A	1.8	0.8	0.6	0.5	10.0	21.3	20.3	49.5	159.0	88.2	14.5	3.5	367.0
B	2.1	0.9	0.5	0.3	4.4	18.3	33.8	46.8	145.3	48.8	4.2	2.5	307.7
C	1.1	0.5	0.2	0.1	15.2	12.3	34.3	63.8	190.8	68.6	16.7	4.0	407.5
<u>中流域</u>													
A	3.1	1.8	1.5	2.0	18.3	56.8	99.9	146.8	161.1	74.0	12.6	5.1	582.9
B	3.6	1.9	1.3	2.4	2.2	66.3	89.1	112.3	90.0	60.4	7.4	3.8	440.7
C	2.2	1.1	0.7	1.6	20.6	29.2	175.8	169.9	178.8	93.3	11.9	5.0	690.2
<u>下流域</u>													
A	3.1	2.0	1.7	2.9	15.7	73.6	100.8	206.2	167.0	67.4	9.0	5.0	654.6
B	2.7	1.4	0.9	0.6	4.0	34.3	98.0	130.4	100.7	23.4	4.2	2.4	402.7
C	3.9	2.7	2.5	2.6	42.7	50.3	88.0	254.9	244.2	148.4	12.0	7.7	859.9

注) : A: 平均年 (1960年から1989年の30年間平均)
 B: 渇水年 (1/5非超過確率)
 C: 豊水年 (1/5超過確率)

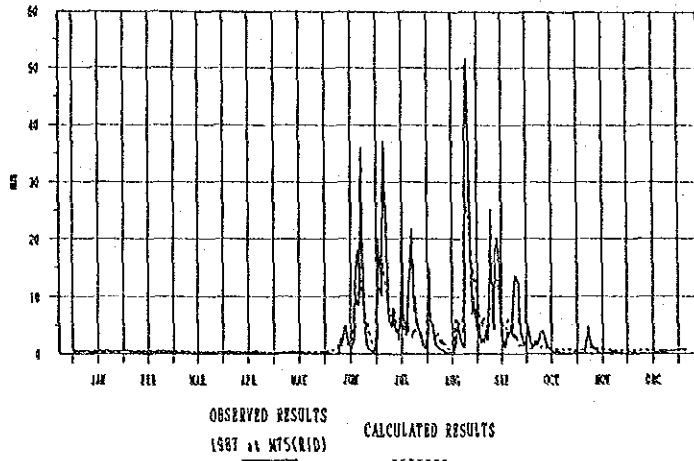
d) 流域流出量

各支流域からの流出は、上・中・下流域の年流出で取りまとめると以下のものであり、その月別分布は図2-4に示される。

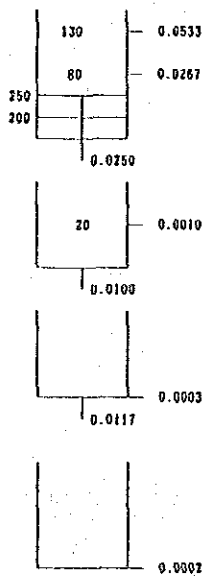
(1) Tank Model for the drainage area of less than 600 sq.km



TANK MODEL CALIBRATION



(2) Tank Model for the drainage area of more than 600 sq.km



TANK MODEL CALIBRATION

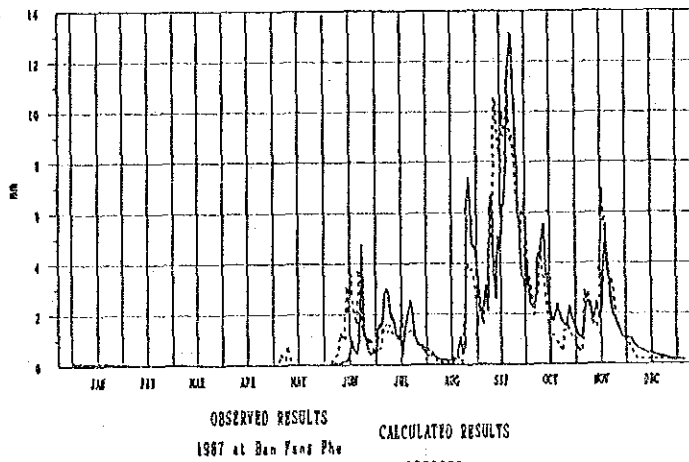


図 2-3 タンクモデルの定数と流出解析

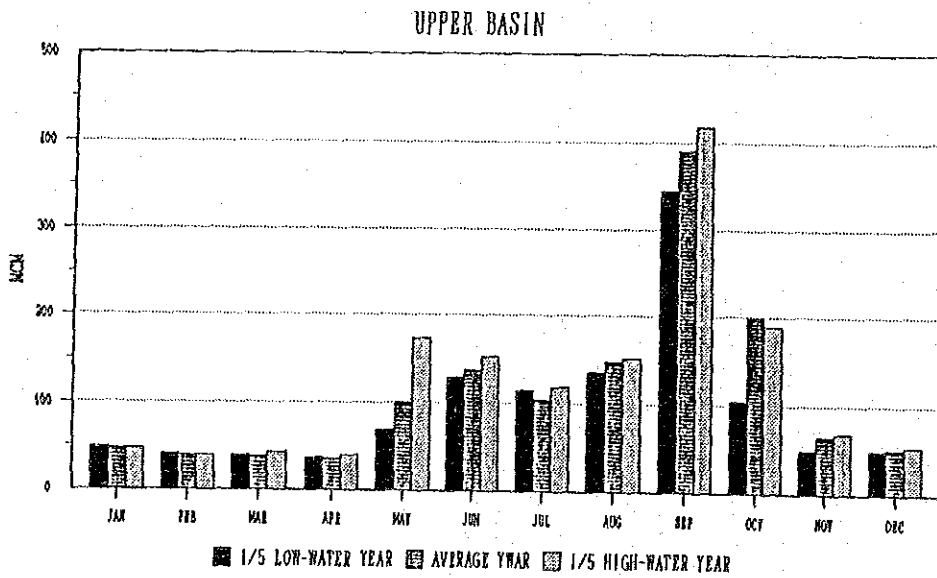
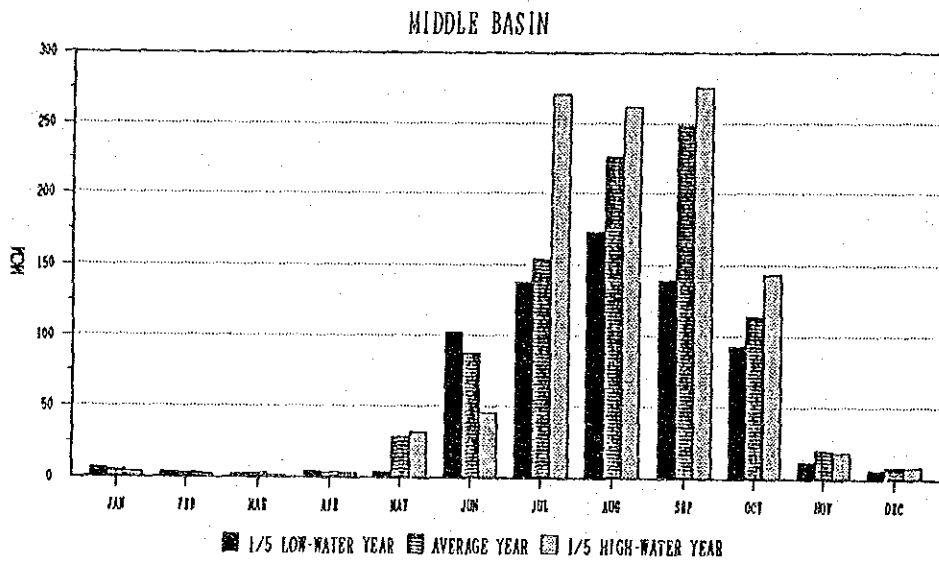
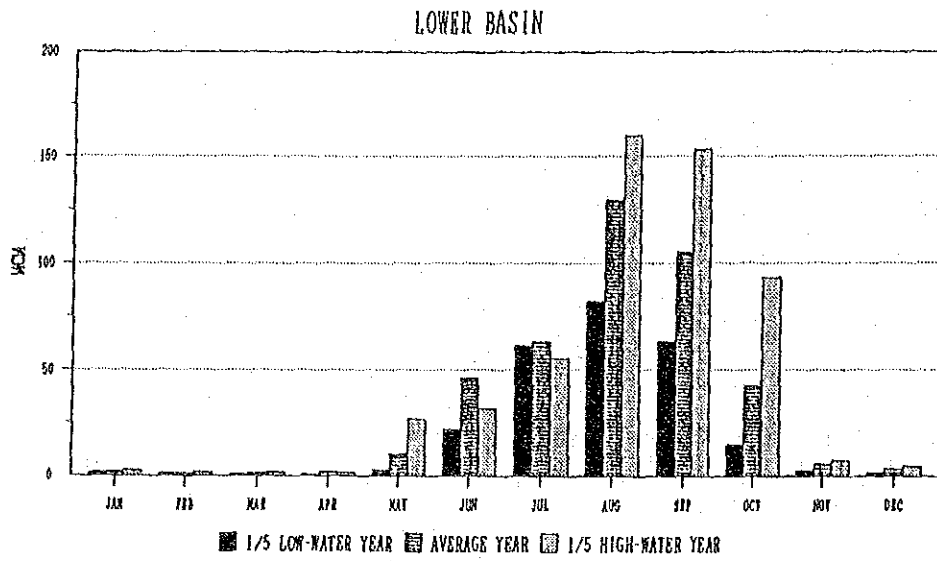


図 2-4 上、中、下流域別の月別流出量

各流域別の流出量

位置	流域面積 (sq. km)	平均年			1/5 渇水年			1/5 豊水年		
		雨量 A(mm)	流出 B(MCM)	B/A	雨量 A(mm)	流出 B(MCM)	B/A	雨量 A(mm)	流出 B(MCM)	B/A
上流域	2,740.7	1,356	1,346	0.36	1,190	1,151	0.35	1,501	1,490	0.36
中流域	1,537.4	1,597	896	0.36	1,372	677	0.32	1,802	1,061	0.38
下流域	626.9	1,730	410	0.38	1,388	252	0.29	2,054	539	0.42
全流域	4,905.0	1,468	2,652	0.37	1,272	2,080	0.33	1,666	3,090	0.38

4) 流出特性

上表から明らかなように、1/5 渇水年におけるラム・ドム・ヤイ流域雨量 1,272 mm に対し、2,080 MCM (424 mm) の流出が見積もられる。流出量の月別分布では流出の 90% 以上が 5 月から 10 月の雨期に集中する。雨期の流出においても流域の降雨分布に連動して、上流域では 9 月、中流域では 7、8、9 月、下流域では 8、9 月の流出が卓越する。これらの現象は上流域には森林部が多く、平年・渇水年・放水年においてもその流出が安定しているのに対し、中流・下流域では水田を主体とする農地が広く分布するため、降雨に対する流出が上流部に比較して早いことを示している。

5) 水質

現地調査期間中にダム計画地点近傍における地表水の水質試験を行った。試験項目は水温(T)、伝導度(EC)、濁度(Tur)、溶存酸素(DO)及び pH である。測定結果及び U.S. Salinity Laboratory の水質基準を以下に示す。

水質調査結果

測定場所	測定日	Q (cu.m/s)	T (°C)	pH	EC (us/c)	Tur (mg/l)	DO (%)
Lam Dom Yai (D-23)	13 Jun. '91	12.43	28	7.3	10	69	5
	9 Jul. '91	5.81	32	7.4	40	62	5
	13 Nov. '91	9.00	27	6.6	31	16	6
	17 Dec. '91	2.06	26	6.9	39	8	8
Lam Dom Yai (D-28)	12 Jun. '91	9.23	28	7.6	10	92	4
	9 Jul. '91	9.25	31	7.4	40	73	6
	12 Nov. '91	11.47	28	6.6	35	20	7
	16 Dec. '91	2.64	26	6.5	45	9	6
Lam Som (D-24)	13 Jun. '91	1.15	29	6.9	10	58	3
	10 Jul. '91	0.71	33	7.7	60	44	7
	13 Nov. '91	5.03	28	6.5	31	24	6
	17 Dec. '91	1.19	27	6.5	31	56	6
Huai Ari (D-25)	12 Jun. '91	0.90	28	6.1	20	35	4
	9 Jul. '91	4.38	33	7.6	50	140	4
	12 Nov. '91	0.30	28	6.7	58	25	4
Lam Som (J-1)	13 Jun. '91	7.39	27	6.9	20	75	4
	9 Jul. '91	1.91	33	7.2	30	82	6
	12 Nov. '91	7.23	29	6.6	33	66	6
	16 Dec. '91	1.51	27	6.5	35	33	7
Huai Bon (J-7)	13 Jun. '91	14.93	27	7.1	10	5	4
	10 Jul. '91	2.35	29	8.1	70	31	6
	13 Nov. '91	2.47	25	6.6	26	7	8
	17 Dec. '91	0.46	25	6.6	33	4	7
Huai Fang Deang (D-29)	14 Jun. '91	0.04	31	7.5	20	17	2
	10 Jul. '91	0.04	32	7.7	70	44	4
	13 Nov. '91	0.21	29	6.5	47	36	4
	17 Dec. '91	0.06	28	6.7	42	12	7
Huai Fang Deang (J-2)	14 Jun. '91	-	30	6.9	10	44	2
	10 Jul. '91	-	31	7.9	60	50	4
	13 Nov. '91	-	28	6.5	33	22	3
	17 Dec. '91	-	27	6.5	33	38	4
US Standard 1/				6.5-9.2	<250		5>

1/ US Salinity Laboratory の標準値

U. S. Salinity Laboratory の標準値と比較しても、調査地域内の地表水の水質は灌漑用水としての利用に特に問題はない。

2.4 水資源

2.4.1 地表水

1) 河川の形状

ドム・ヤイ川はムン川の右岸に位置する支流で、カンボジアとの国境線に位置するファン・ドン山脈に源を発し、ほぼ真北に流下してムン川に合流している。全流域面積及び河川延長はそれぞれ4,905 km²、238 kmである。本河川の河床勾配は非常に緩く、河口から190 km地点までの平均勾配は1/4,600である。また、流域は山間部が少なく、大きな支流が形成されていないため、貯水池として優良なダムサイトは非常に少ない。

流域の植生は、流域面積の39.4%が林地で、残りが農地及び居住地等によって占められている。流域内の主な支流は6支流あり、その概要を下表に、また流域を模式的に図2-5に示す。

主な支流の概要

支流	位置 1/	流域面積 (km ²)	河川延長 (km)	河川勾配	流域標高 (EL.m)
Huai Khao San	左岸	608	66	1/1,400	106 - 171
Huai Along	右岸	235	28	1/750	120 - 163
Huai Ari	左岸	274	42	1/1,000	123 - 192
Lam Som	左岸	1,104	96	1/1,200	124 - 567
Huai Luang	右岸	255	26	1/120	140 - 694
Huai Bon	左岸	238	17	1/90	143 - 500

1/ ドム・ヤイ川に対する位置

2) 地表水の水資源開発の現況

調査地域であるラム・ドム・ヤイ流域は、年平均雨量約1,470 mmを有しているところから、東北タイの中では、比較的豊かな水資源に恵まれていると言える。しかしながら、年間流出量の90%以上が雨期の6ヶ月(5~10月)に集中するため、安定した灌漑用水補給には、貯留能力を有する水源施設が必要である。

本流域の水資源施設計画は Dom Yai River Basin Project として1957年にRIDにより立案された。本計画は14ヶ所の貯水池をもつ大規模なものであったが、1982年に本事業の最終案が立案された後、水没補償の問題から実施されないままとなっている。

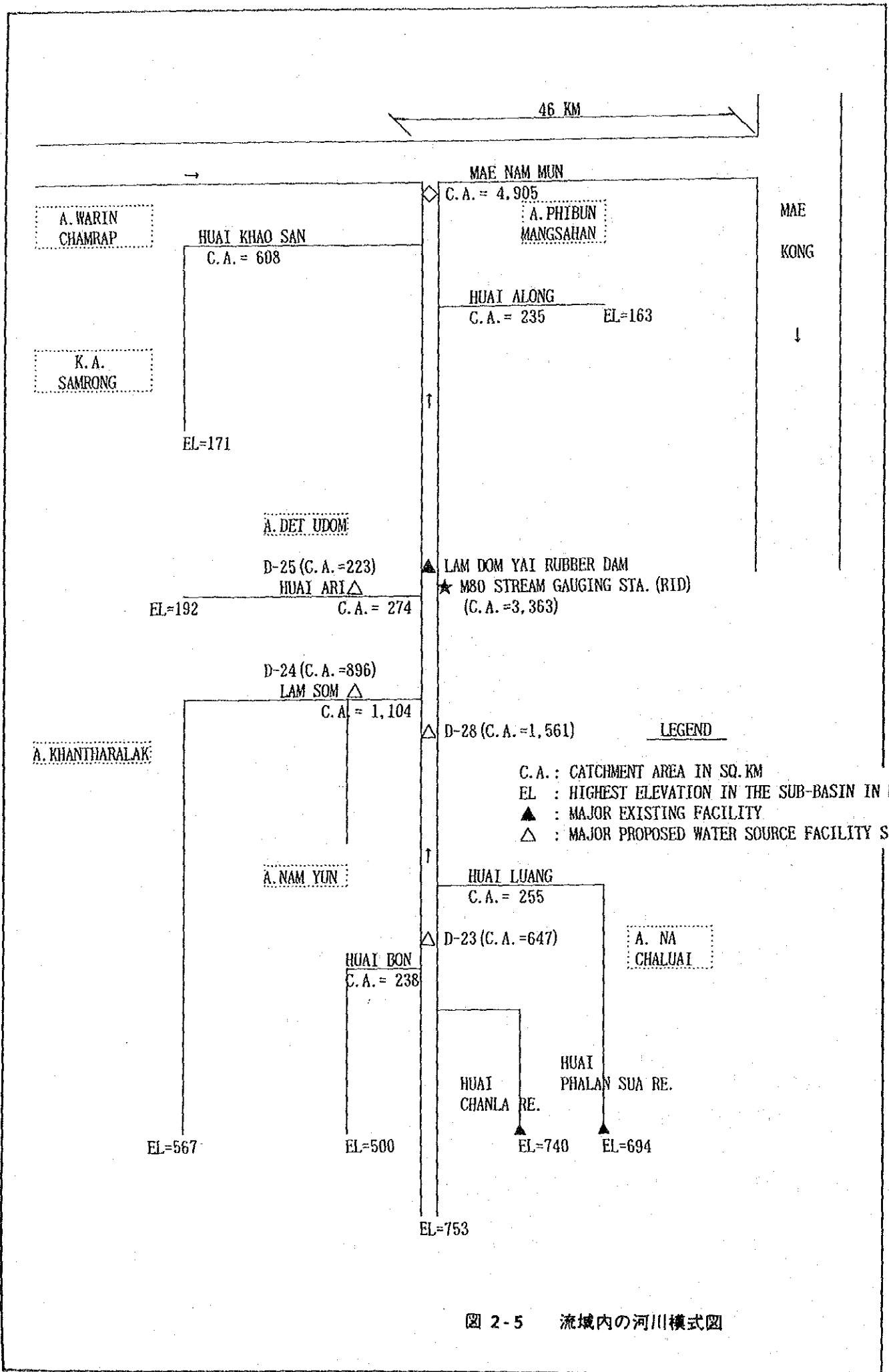


図 2-5 流域内の河川模式図

既設灌漑施設の状況は、下表に示すように、調査流域には小規模な貯水池、溜池、堰及び揚水機場が127ヵ所ある(建設中の施設も含む)。これらの大部分は、小規模な灌漑と生活雑用水の開発を主眼とした小規模水資源開発事業であり、1971年以来、RID, DLD, ARD, NEA, DOLA等の諸機関により実施されてきた。

建設中及び建設予定のものは、下表及び表2-2に示すように8地区あり、いずれも流域上流部に位置し、RIDが事業主体である。これらのうち、2地区は中規模灌漑事業で貯水池工事は完了しているが、用水路組織が建設中もしくは設計中であるため農地への灌漑は、一部を除き未だ実施されていない。他の6地区はカンボジア及びラオスとの国境の治安を主目的とする貯水事業(Phanom Dong Rek事業)で、現在1地区が建設されている。

既設、建設中及び建設予定の灌漑事業

事業主体	事業数	施設タイプ別事業数				貯水容量 (MCM)	流域面積 (km ²)	実施年
		貯水池	池	堰	ポンプ			
1. 既設事業								
RID事業								
SSIP	52	33	-	19	-	19.24	-	1979-91
DLD事業	7	2	-	5	-	0.17	-	1983-87
NEA事業	4	-	-	-	4	-	-	1980-94
ARD事業	30	2	25	3	-	0.57	-	1971-90
DOLA事業	34	-	-	34	-	-	-	1986-89
小計	127	37	25	61	4	19.98	-	-
2. 建設中事業								
RID事業								
MSIP	2	2	-	-	-	50.40	168.7	1988-92
PDRP 1/	1	1	-	-	-	8.00	31.9	1990-95
小計	3	3	-	-	-	58.40	200.6	-
3. 建設予定事業								
RID事業								
PDRP	5	5	-	-	-	41.56	151.4	1992-95
合計	135	45	25	61	4	119.94	352.0	-

1/ : Phanom Dong Rek Program

3) 地表水の開発ポテンシアル

調査地域4,905 km²からの年平均流出量は、2,652 MCMであり、下表に示すように、調査地域の約7%に相当する352 km²が既存事業、建設中並びに建設予定事業の集水域として利用されている。従って、残り約4,553 km²の流域からの年産出量約2,460 MCMが将来事業計画に利用できる開発ポテンシアルである。

表 2-2 建設中及び建設予定の灌漑事業の概要

Project	D-3-A	D-8	D-20		
	Huai Kha Noon	Huai Phalan Sua	Huai Chanla		
Location					
- Changwat	Si Sa Ket	Ubon	Ubon		
- Amphoe	Kantharakak	Nam Yun	Nam Yun		
- Tambon	Sao Thong Cha	Dom Pradit	Dom Pradit		
River Run-off					
Catchment Area (sq.km)	31.9	114.7	54.0		
Mean Annual Rainfall (mm)	1,331.3	1,508.2	1,430.0		
Mean Annual Run-off (MCM)	9.27	50.00	24.50		
Reservoir					
- Reservoir Surface Area (sq.km)	2.30	11.7	3.2		
- Total Storage Capa. (MCM)	8.00	33.50	16.90		
- Dead Storage Capa. (MCM)	0.72	1.12	0.60		
- Effec. Storage Capa. (MCM)	7.28	32.38	16.30		
- High Water Level (m)	201.50	171.43	171.86		
- Normal Water Level (m)	200.0	170.00	170.00		
- Low Water Level (m)	193.50	163.50	160.50		
Dam					
- Length of Dam (m)	820	2,170	3,850		
- Height of Dam (m)	16.7	13.50	20.0		
- Embankment Volume (1,000 cu.m)	-	560	1,280		
- Spillway Design Dis. (cu.m/s)	12.6	63.0	47.0		
Irrigation System					
- Irrigable Area (ha)	560	1,096	2,272		
Implementation					
- Project Status	Under Const.	Under Const.	Under Const.		
- Construction Period (Project)	1990-92 (PDR)	1988-92 (MSIP)	1987-99 (MSIP)		
- Construction Cost (MB)	82	154	114		
Project	D-5	D-13	D-18	D-19	D-31
	Huai Bon	Huai Luang (Lower)	Huai Wang Yai	Huai Yang	Huai Phalan
Location					
- Changwat	Ubon	Ubon	Ubon	Ubon	Ubon
- Amphoe	Nam Yun	Na Chaluai	Nam Yun	Nam Yun	Nam Yun
- Tambon	Si Vichien	Na Chaluai	Dom Pradit	Dom Pradit	Ta Kao
River Run-off					
Catchment Area (sq.km)	25.0	65.0	35.4	20.0	6.0
Mean Annual Rainfall (mm)	1,468.6	1,468.6	1,468.6	1,491.7	1,505.9
Mean Annual Run-off (MCM)	9.66	26.66	14.51	8.10	2.8
Reservoir					
- Reservoir Surface Area (sq.km)	0.46	2.48	1.78	1.00	0.75
- Total Storage Capa. (MCM)	6.44	18.00	9.80	5.67	1.65
- Dead Storage Capa. (MCM)	0.55	1.46	0.59	0.44	0.05
- Effec. Storage Capa. (MCM)	5.89	16.54	9.21	5.23	1.60
- High Water Level (m)	211.00	186.45	180.00	179.50	-
- Normal Water Level (m)	209.50	185.00	178.60	178.20	188.25
- Low Water Level (m)	190.00	174.50	168.40	168.14	184.50
Dam					
- Length of Dam (m)	840	2,240	1,075	1,500	700
- Height of Dam (m)	37.5	24.0	20.0	19.0	5.8
- Embankment Volume (1,000 cu.m)	1,444	1,459	444	-	-
- Spillway Design Dis. (cu.m)	106.3	160.0	146.9	-	-
Irrigation System					
- Irrigable Area (ha)	848	2,080	1,200	640	240
Implementation					
- Project Status	Waiting for Construction	Waiting for Construction	Waiting for Construction	Waiting for Construction	Waiting for Construction
- Construction Period (Project)	1992-93(PDR)	1992-93(PDR)	1992-93(PDR)	1994-95	1992(PDR)
- Construction Cost (MB)	115	153	84	54	5

地表水開発ポテンシアル

項 目	諸 元
流域面積 (km ²)	4,905
年平均流出高 (MCM)	2,652
既設事業 (小規模水源開発事業)	
- 集水面積 (km ²)	- 1/
- 貯水量 (MCM)	20
建設中及び建設予定事業 (MSIP, PDRP)	
- 集水面積 (km ²)	352
- 貯水量 (MCM)	98
将来の開発ポテンシアル	
- 集水面積 (km ²)	4,553
- 年平均流出高 (MCM)	2,460

注) 1/ 既設小規模水源事業地区は、将来の水源開発事業内に組み込むこととして、それらの集水面積約600 km²からの流出量は将来の開発ポテンシアルとして計上した。

2.4.2 地下水

1) 地下水性状

調査期間中、主として、バンコック及びウボン・ラチャタニの鉱物資源局 (DMR) から調査地域内に分布する約 300 ヲ所の既存井戸の資料を収集し、これに基づいて図 2-6 及び 2-7 に示した 10 万分の 1 縮尺の水理地質図及び水質分布図を作成した。

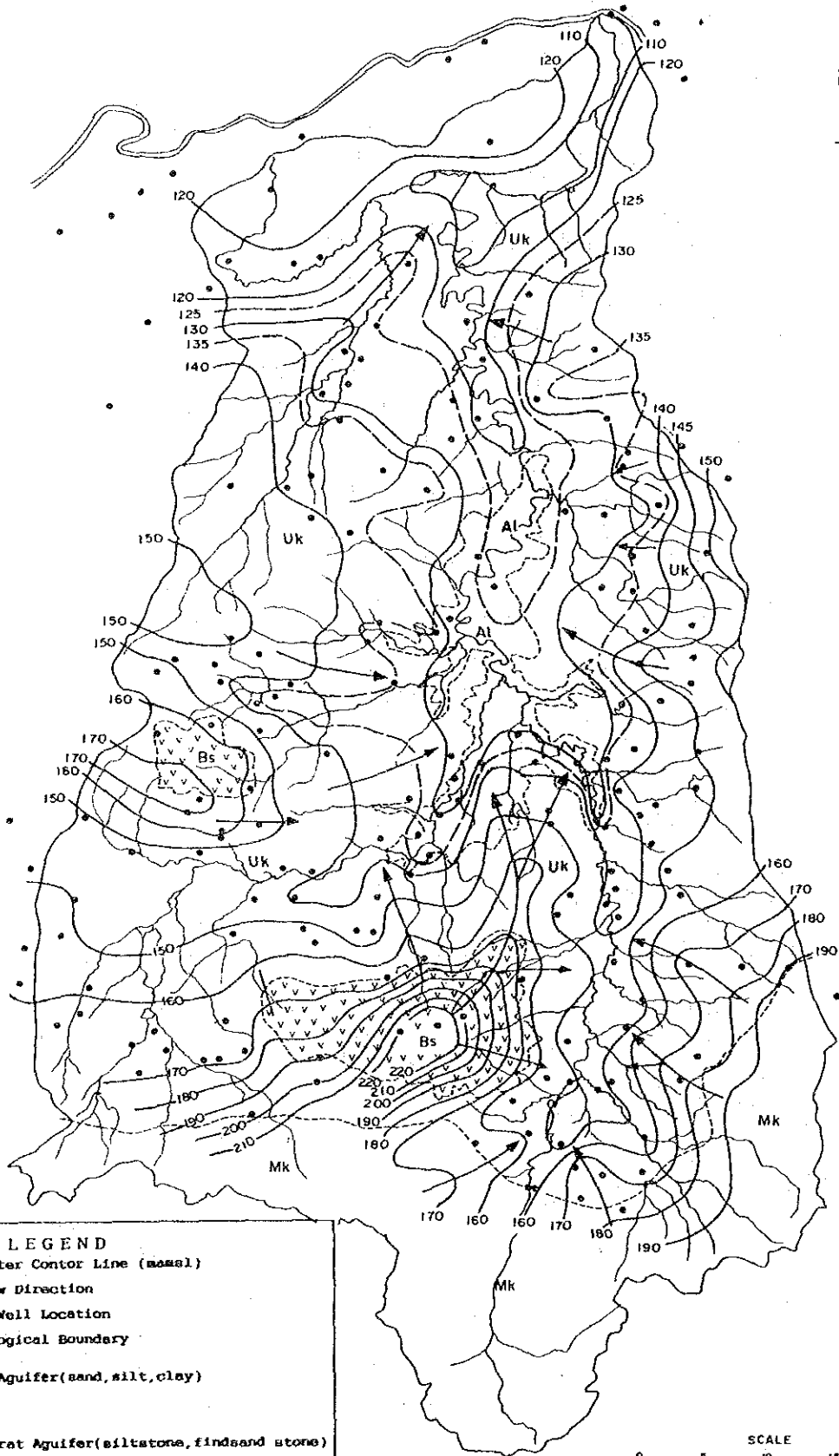
調査地域は、コラート台地の南東部に位置する。図 2-6 に示すように調査地域の帯水層は、岩質とその帯水性状から沖積帯水層、玄武岩層、上部コラート帯水層、中部コラート帯水層に区分される^{1/}。調査地域内の大部分の既存井戸は、沖積帯水層及び上部コラート帯水層に設けられている。上部コラート帯水層は、岩塩層を含む主に細粒砂岩、シルト岩よりなり、透水係数は 5×10^{-4} cm/sec 以下と低い。沖積帯水層の透水係数も 5×10^{-3} cm/sec と比較的低い値を示す^{2/}。

調査地域の地下水は、乾期に地表水が不足するため飲料に広く利用されているが、灌漑用にはほとんど利用されていない。収集された既存井戸の資料をとりまとめると次のようになる。

^{1/} : Vachi Ramnarong, 1985, Review on Groundwater in the North-eastern Thailand

^{2/} : RID, 1987 to 1991, Geological Investigation Reports in Ubon Ratchatani and Si Sa Ket Provinces

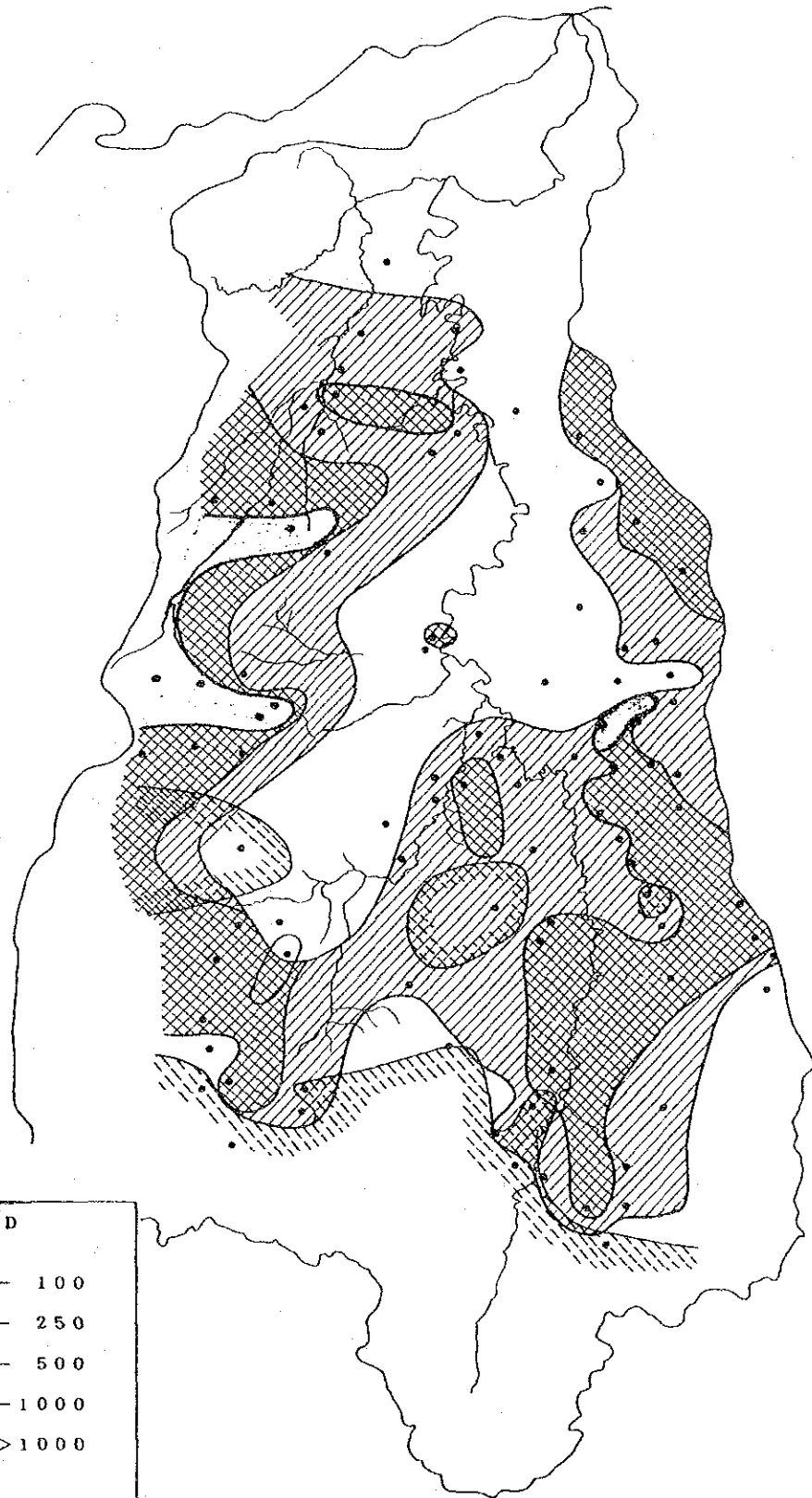
図 2-6 流域内の水理地質図



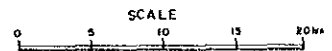
LEGEND

- Ground Water Contor Line (masal)
- Water Flow Direction
- Existing Well Location
- Hydrogeological Boundary
- Alluvial Aguifer(sand, silt, clay)
- Basalt
- Upper Khorat Aguifer(siltstone, findsand stone)
- Middle Khorat Aguifer(sandstone, conglomerata)

図 2-7 流域内の水質分布図



LEGEND	
EC Value ($\mu S/cm$)	
	0 - 100
	101 - 250
	251 - 500
	501 - 1000
	>1000
pH Value	
	less than 6.5
	Surveyed Well Location



既存井戸資料の要約

項目	井戸深度 (m)	地下水位 (m)	揚水量 (m ³ /hr)	水位降下 (m)	比湧水量 (m ³ /hr/m)
最大	82.9	16.4	32.60	42.1	3.43
最小	15.2	0.6	0.68	1.8	0.03
平均	32.5	5.4	4.76	13.1	0.52

上表に示すように、調査地における平均比湧水量は、0.52 m³/hr/m と算出される。即ち、この地域では 1m の水位降下で 0.14 l/sec の湧水が期待される事になる。上表より水位降下を 13.1 m とした場合の井戸当たりの平均揚水量は、1.83 l/sec (13.1m × 0.14 l/sec/m) となる。

1.0 l の用水で可能な灌漑面積を 1 ha とすると、井戸 1 本当たりの灌漑可能面積は、約 2 ha となる。

2) 地下水の水質

94 の既存井戸の電気電動度 (EC)、水素イオン濃度 (pH)、水温 (T) について、携帯用試験器を用いて測定を行った。測定結果を下表及び図 2-7 水質分布図に示した。

地下水の水質試験結果

EC の範囲 (μS/cm)	井戸数	pH 範囲	井戸数
100 以下	2	6.5 以下	14
100 ~ 250	19	6.5 - 9.2	80
250 ~ 500	37	9.2 以上	0
500 ~ 1,000	30		
1,000 ~ 5,000	6		
5,000 以上			
計	94		94

U. S. Salinity Laboratory では大部分の作物及び土壌に対する灌漑用水の EC 値は 250 μS/cm 以下であることとしている。また、タイ国の飲料水基準による pH の許容値は、6.5~9.2となっている。

上表に示したように、調査流域の既存井戸の 78% が EC 250 μS/cm を、pH 値では 15% が基準値の 6.5 を下回っている。また、面積で見ると調査地の 50% 以上の地域が EC の許容値を越えている。高い EC 値を示す地域は、主に東側のラム・ドム・ノイ (Lam Dom Noi) 流域と接するフハン (Phuphan) 層郡の分布する山地、及び西側のフハイ・カユング (Huai Khayung) 流域と接するマハ・サラカム (Muha-Sarakham) 層郡の分布する丘陵地において顕

著である。この高いEC値の原因は、調査地に分布する岩塩層等を含む上記の地質に由来するものと考えられる。地下水の水温は27.5~31.1℃で、水稻の灌漑には問題ない。

3) 地下水開発の可能性

調査地域における主な帯水層は、細粒砂岩、シルト岩及び未固結層であるが、細粒砂岩及びシルト岩は半透水または不透水層であり、1)で述べたように透水性は小さく、井戸当たりの湧水量が少ない。主に細粒分が卓越する未固結堆積層も同様に透水性は小さい。井戸1本当たりの平均灌漑面積は、2ha以下と考えられる。このため、2戸の農家に対して1本の灌漑井戸(調査地域の農家の平均耕作面積は1ha)が必要となり建設費、維持費に莫大な費用が必要となる。

調査地域の50%以上でEC値が許容値の250 μ S/cmを越えており、井戸を掘削しても塩分濃度が高く使用できない可能性がある。

これらの諸点から見て、当調査地域における灌漑用水に対する地下水開発は、十分な湧水量と適正な水質を維持できないと判断される。または、地表水による灌漑がまったく不可能な限られた地区を除いては不適當であると判断される。

2.5 地質及び盛土材

2.5.1 現地調査

予備的に選定された7カ所(D-23, 24, 25, 28, 29, J-1及びJ-7)のダムサイトを中心に、地質踏査及び盛土材のための試掘孔の掘削を行った。現地調査では、5カ所のダムサイト(D-23, 24, 25, 28及びJ-1)についてはRIDより入手された1万分の1地形図を、その他の2カ所のダムサイトについては5万分の1地形図を使用した。D-28及び25については航空写真の解析も同時に行った。

試掘孔は、D-23, 24, 25, 28, 29及びJ-7の6カ所のダムサイトにおいて18孔を掘削し、合計22の土質資料を採取した。これらの試料は、2回に分けてRIDの試験室へ送付し、盛土材料としての適正を判断するための室内試験を行った。室内試験は、RID, Research and Laboratory Divisionが担当した。

2.5.2 調査地の地形地質

予備的に選定された7ダムサイトの地区は、ラム・ドム・ヤイ流域の中流部に位置し、緩やかで単調な丘陵と、曲流するラム・ドム・ヤイ本流及びその支流よりなる。地形図や空中写真から明らかなようにこれらの河川は、その流域で蛇行を繰り返す。高水敷には旧河道が多く分布して、その一部は灌漑用の溜池として利用されている。またこれらの高水敷は、その肥沃な土壌により大部分が水田となっている。一方、丘陵部は基礎岩盤に由来する砂質またはシルト質の土壌が分布し、米作は少ない。

図2-8に示すように、ラム・ドム・ヤイの中流から下流域は、コラート層群のコク・クルアート及びマハ・サラカム層からなる。これらは主に細 - 中粒砂岩、シルト岩等からなり、それを残積土、ラテライト、段丘堆積物等の未固結層が厚く被覆する。そのため、調査地域内の中流部から下流部では岩盤の露頭は少なく、上述の7ダムサイトではD-23を除いて岩盤の露頭は見られない。

被覆層が厚く基盤岩の露頭が少ないため、ダムサイト付近の未固結層の厚さや岩盤性状の評価は難しく、これらの詳細な報告はボーリング調査後になされるべきである。しかしながら、設計及び積算の資料を供するため、地表踏査、地形図、試掘孔及び空中写真等からダムサイト付近の地質構造を推定し、各ダムサイト付近の地質図に示した。

図 2-8 流域内の地質図

