

ミャンマー連邦

シッタン河流域クンかんがい開発計画
プロジェクトファイディング調査報告書

平成7年5月

社団法人 海外農業開発コンサルタント協会

まえがき

この報告書は、1995年5月に調査を実施したミャンマー連邦シッタウン河流域クン地区のかんがい開発計画調査についてとりまとめ、開発実施に向けてのアプローチを記したものである。ミャンマー政府、農業省かんがい局は、本プロジェクトの推進に極めて熱心で、本調査団としてもプロジェクトの早期実現を切に願うものである。

クンかんがい開発計画は、1964年に国連がシッタウン河渓谷水資源に関する多目的有効利用のためマスタープラン調査を実施し、その中で将来有望と見られる11カ所のプロジェクトを推薦しており、その一つの開発計画地区である。今回雨期が始まったばかりの平成7年5月に、かんがい排水及び航測図化調査に加え、かんがい用水を利用した発電の可能性の確認を併せて、現地調査を行った。ミャンマー政府、農業省かんがい局は、本プロジェクトを上流側に展開するカバウンかんがい開発計画以後のシッタウン川中流域開発の一つとして考えている。

計画対象地域はシッタウン河流域の中流域に位置するバゴー管区ピュー郡およびその周辺である。地区内をシッタウン川の右岸に連なるペゲー山脈を源にしているクン川が流下し、シッタウン川に流入している。本計画は豊富な水資源と既農地（天水田）を使い、雨期作の安定を計り、乾期水稻作を大幅に取り入れ、地域農業の発展を目的としている。更にダム建設により、水資源の有効利用を図り、約84,000kwの発電を行う計画である。

計画対象地区はシッタウン河流域に位置するため、この地区へのアプローチは一部、国連シッタウン河渓谷調査団によるReport on SITTANG VALLEY WATER RESOURCES DEVELOPMENT (Sep.1964)を参考にまとめた。

最後に、この調査の実施に際し、ご支援とご協力をいただいたミャンマー連邦国政府関係者および在ミャンマー国日本大使館、JICAミャンマー事務所、農業省かんがい局かんがい技術センター計画派遣専門家、農林水産省の関係各位に対し、ここに深甚の謝意を表すものである。

平成7年5月

団長 新井 弘隆

ミャンマー(ビルマ)全図

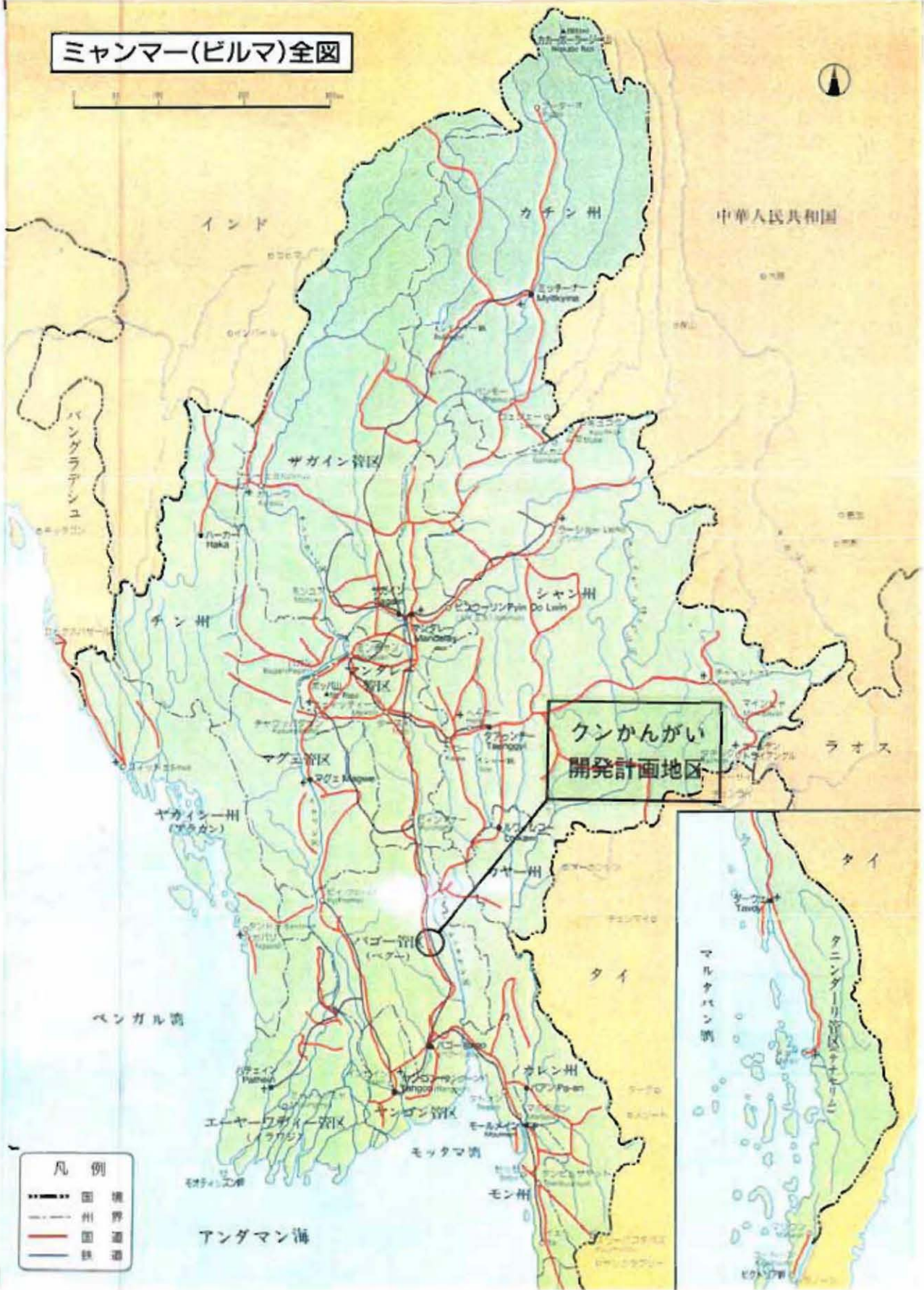


図-1 位置図

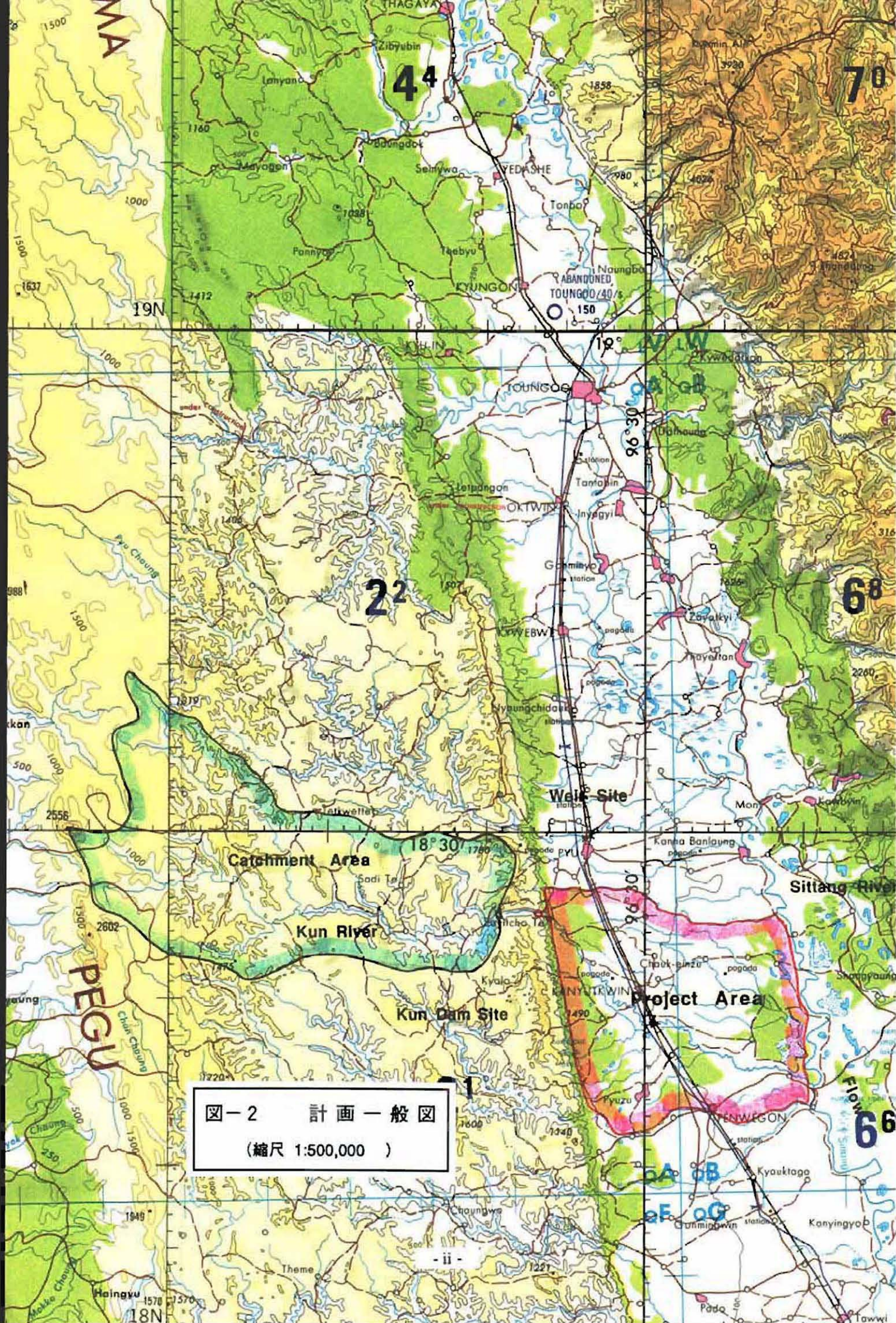


図-2 計画一般図
 (縮尺 1:500,000)

クンかんがい開発計画

現 地 写 真

(平成7年5月14日～5月18日)



クン川標高約80mの河床露頭状況
頁岩薄層を挟在する砂岩。
新鮮、堅硬、塊状である。



クン川標高約80mの河床露頭状況
新鮮、塊状、堅硬な砂岩（薄い
頁岩を挟在）。ポットホールが
見られる。





上流側
↓

頭首工子定地点



下流側
↓

クノ地区現地写真



↑
クンプロジェクト上流地域の天水田

← 地区内の気象観測所

Nyaungbinthaにあるミャンマー
農場(MFE)の管理。



クンプロジェクト中流地域の天水田



Indawgan村での聞き取り調査



111



クンプロジェクト下流地域の天水田



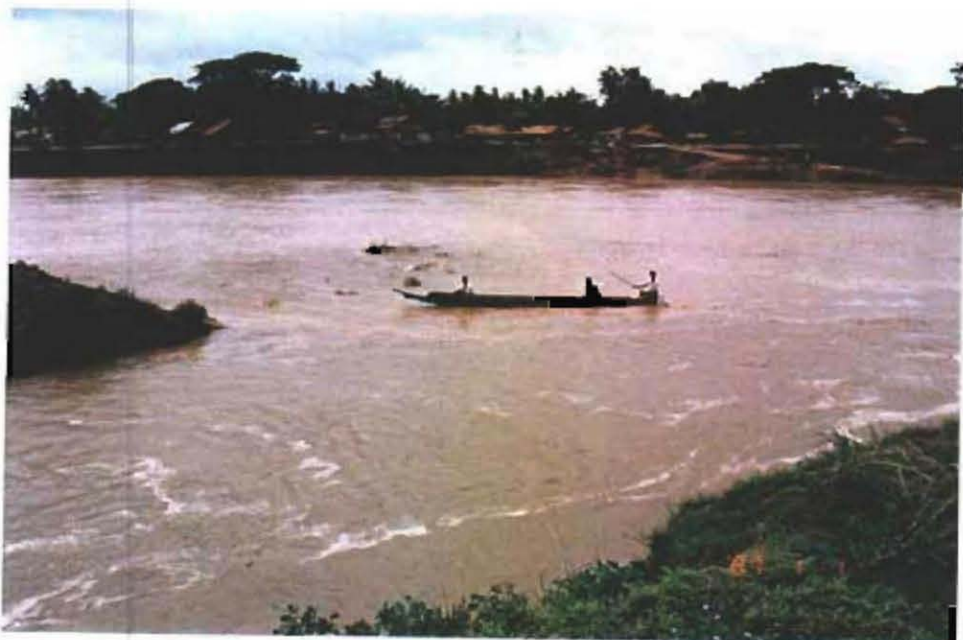
農民への聞き取り調査



中流部のクン川
前方は、ヤンゴン・マンダレー間
鉄道の鉄橋。



国道下のクン川量水標



クン川とシッタソ河の
合流点

前方が、シッタソ河、
手前がクン川。



クン川最下流



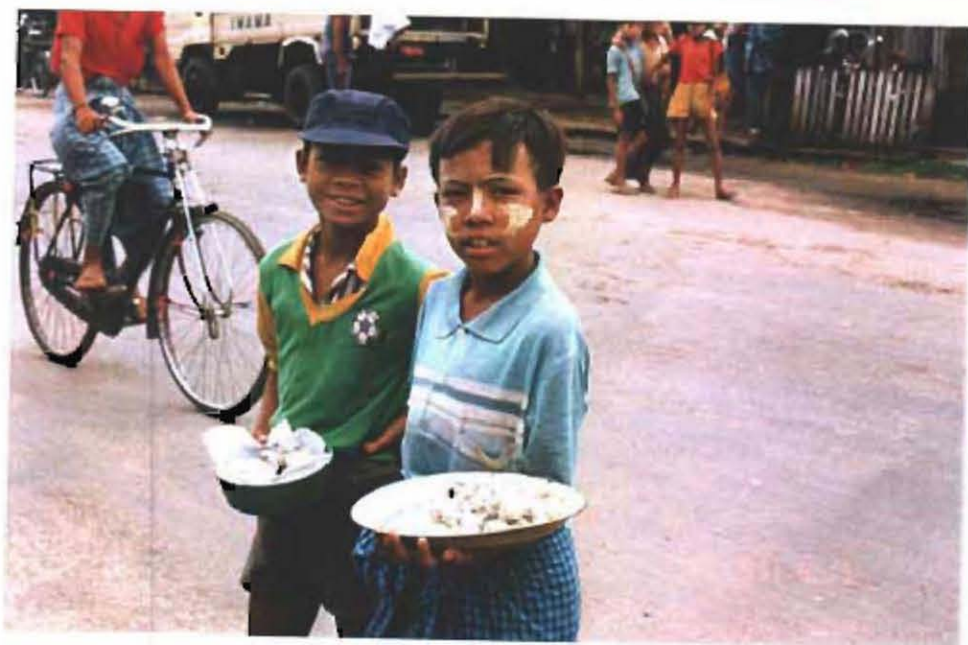
クン川最下流付近の
共同手押しポンプ



←
ビュー町の朝の風景



←
ビュー町の朝の風景



←
ビュー町の朝の風景
うずらの卵売り



←
地区内の農家状況



←
地区内の農家状況



←
地区内の農家状況



←
農家の米倉



←
稲わらの保管
牛や水牛のえさとなる。



←
農作業場



←
Korde村での聞き取り調査



←
Korde村での聞き取り調査



←
村の雑貨屋



↑ 砂利採取場 (Taunkyeget River, Dothaung付近)

シッタソ河左岸に位置し、位置は図-10に示す。
乾期に河床部より砂利を採取している。



↑ 採石場 (Donshal Camp)

新鮮、塊状、堅硬な花崗岩が分布する。シッタソ河左岸に位置し、位置は図-10に示す。この採石場は軍隊により管理され、碎石されている。

ミャンマー連邦国
シッタウン河流域クンかんがい開発計画
プロジェクトファインディング調査報告書

目 次

まえがき	
位置図	i
計画一般図	ii
現地写真	iii
第1章 ミャンマーの農業開発の現況	1
1.1 一般概要	1
1.1.1 地域概要	1
1.1.2 ミャンマーの基礎指標	3
1.2 気候	4
1.3 シッタウン河水系	4
1.4 農業事情	5
1.4.1 農業の地域性	5
1.4.2 部門別就業人口	6
1.4.3 土地利用および農家経営規模	7
1.4.4 主要作物	8
1.5 かんがい農業	10
1.5.1 概要	10
1.5.2 関係機関および諸制度	12
1.5.3 かんがい開発事業	13
1.5.4 排水事業	17
第2章 クンかんがい開発計画	18
2.1 一般	18
2.2 プロジェクトの必要性	18
2.3 プロジェクト調査着手の妥当性	19
2.4 計画地区の現況	20
2.4.1 地域の概要	20
2.4.2 流域	21
2.4.3 地質	21

2.4.4	土壌	21
2.4.5	農業	22
2.5	かんがい開発計画	23
2.5.1	計画地区	23
2.5.2	マスタープランでの基本的計画値	23
2.5.3	開発の適性規模	24
2.5.4	水源の位置	24
2.5.5	気象	24
2.5.6	水源流量	25
2.5.7	かんがい施設	26
2.6	今後の課題	26
第3章	クン水力発電計画	27
3.1	プロジェクトの概要	27
3.1.1	シットアン河流域の水資源開発	27
3.1.2	クン水力発電計画の計画概要	29
3.2	計画地域の地質概要	30
3.2.1	シットアン河流域の地質概要	30
3.2.2	プロジェクト地域の地質概要	30
3.3	プロジェクトの現況	32
3.4	今後調査すべき事項	33
3.4.1	気象・水文調査	33
3.4.2	地形図作成	33
3.4.3	地質調査	33
3.4.4	環境影響調査	35
3.5	計画地点および関連施設等の現況調査に関するコメント	36
第4章	地形図の作成	37
4.1	プロジェクトの現況	37
4.2	クン地区の地形図作成	37

付 表 一 覧

表 - 1	行政管区	2
表 - 2	基礎指標	3
表 - 3	部門別就業人口	7
表 - 4	土地利用	7
表 - 5	経営規模	8
表 - 6	作付率	8
表 - 7	主要作物作付面積及び収穫	9
表 - 8	米の生産量、消費量、期末在庫及び輸出量	10
表 - 9	かんがい面積及び輪作かんがい面積	10
表 - 10	かんがい率	10
表 - 11	作物別かんがい面積	11
表 - 12	水系別流出量	11
表 - 13	かんがい局実施によるかんがい面積及び洪水防御地区	14
表 - 14	かんがい局による完成予定プロジェクト	15
表 - 15	主要作物のかんがい予想面積	17
表 - 16	排水事業面積	17
表 - 17	1エーカー当りの耕作費	22
表 - 18	ニャウンピンタの気象	25
表 - 19	クン川月平均流量	25
表 - 20	シッターン河流域水力発電開発計画(UNDP Report)	28
表 - 21	フィジビリティ調査期間中に必要な調査	35

付 図 一 覧

図 - 1	クンかんがいプロジェクト位置図	i
図 - 2	クンかんがいプロジェクト計画一般図	ii
図 - 3	シッターン河流域図	38
図 - 4	シッターン河流域開発計画図(UNDP Report)	39
図 - 5	発電設備及び送電線位置図	40
図 - 6	クンプロジェクト計画一般平面図(UNDP Report)	41
図 - 7	クンプロジェクトダム付近平面図(UNDP Report)	42
図 - 8	ミャンマー付近のプレートテクトニクス	43
図 - 9	ミャンマーのテクトニクス概略図	44
図 - 10	クン地区地質図	45
図 - 11	ビルマ強度地震の震央図	46

添 付 資 料

1.	調査者略歴	.....	A-1
2.	調査日程	.....	A-2
3.	収集資料一覧表	.....	A-3
4.	面会者リスト	.....	A-6
5.	中間報告書	.....	A-8

シッタソ河流域クソかんがい開発計画

第1章 ミャンマーの農業開発の現況

1.1 一般概要

1.1.1 地域概要

ミャンマーはインドシナ半島西部、北緯10～28°、東経92°～102°に位置し、国土面積は約6,770万haで日本の1.8倍に相当する。このうち耕地面積は860万haで国土の12.7%を占めている。この他、休耕地が160万ha、耕作可能地が820万haあり、農地開発の可能性は高い。国土は南北に約2,000km、東西に約900kmにわたり、インド、バングラデッシュ、中国、ラオス及びタイと5カ国に接している。南はベンガル湾およびアソダマン海に臨み、北はヒマラヤ山脈の東端に位置する。この国最大の河川イラワジ河（エーヤーワディー河）及び中国チベット高原にその源を発しているサルウィン河の両2河川は国土内を縦貫し、南流している。この他北西部のイラワジ河の支流チソドウィン河、イラワジとサルウィン河（タンルウィン河）の中間を流れるシッタソ河が、この国の大河川である。

ミャンマーは熱帯モソスーン気候地帯に属し、降雨が続くのは南西モソスーン期の高温多湿な5月から10月に集中している。対照的に12月から3月までの北東モソスーン期は、比較的涼しく、殆ど全体的に日照りが続く。2月下旬からは気温が急激に上昇し、不順な天候、雷雨やベンガル湾のサイクロソの発生など4、5月までの前モソスーン期がある。一般にミャンマーの気候は次の3期に区分される。

- | | |
|----------|---------------------------------------|
| 1.雨期 | 5～10月 |
| 2.冬期（乾期） | 11～12月 |
| 3.夏期（乾期） | 2月下旬～4月末または5月初旬（Summer またはHot Season） |

総人口は1993年の統計によれば約4,200万人で、人口増加率は年率約2%、西暦2000年までに5,000万人に達するといわれている。民族はミャンマー族が人口の69%を占め、残りは小数の多民族（シャン、カレン、モン、カチソ、チソ、その他の少数民族）に分かれる。国民の85%は仏教徒である。就業人口の66%は農業に従事し、畜水産、林業とあわせると第1次産業は約70%をしめる。国内総生産（GDP）では39%が農業、次いで交易が22%、工業9%、畜水産業が7%を占める。一人当たりのGDPは約200ドルと推定されている。対ドルレートは、6.0774チャット（92/93年）である。

行政管区は以下の14に区分されている。

表-1 行政管区

区 分	名 称	位 置
7 州	1. カチン州	最北部
	2. チン州	西部
	3. ヤカインー州 (アラカン)	西部海岸地帯
	4. シャン州	東部高地
	5. カヤー州	東部
	6. カレン州	東南部
	7. モン州	東南海岸地帯
7管区	1. ザガイン管区	北部
	2. マンダレー管区	中部
	3. マグエ管区	中部イラワジ兩岸
	4. バゴ-管区 (ペゲー)	南部デルタ
	5. エ-ヤーワディー管区 (イラワジ)	イラワジ最下流
	6. ヤンゴン管区 (ラングーン)	南部
	7. タニンダーリ管区 (テナセリム)	マレー半島

農業に関しては、南部地域はイラワジ河、シッタ-ン河のデルタ地帯で、降雨量も多く、土地も肥沃で、稲作に好適な湿潤地帯で、ミャンマーの米の生産の3/4を占めている。一方、北部地域は乾燥高地地帯で豆類、綿花、タバコ、雑穀、香辛料等の畑作が行われている。かんがい地では二期作を含む稲作が行われている。そのほか南部ではゴム、北部では茶が栽培されている。ミャンマー全体の作付け面積(1991/92)の約50%は稲作地で、米穀農業が中心であることを示している。耕地面積860万haの約12%、107万haが、かんがいされている。水稻(粳ベース)の単位収量は低く2.7ton/haである。次いで豆類、ゴマ等、油脂原料作物が多い。

1.1.2 ミャンマーの基礎指標

ミャンマーの基礎指標としては以下の表のとおりである。

表-2 基礎指標

面積	67.7万km ²		
人口	43,130千人 (93年度推定)		
年間人口増加率	1.88 (93年度推定)		
国内総生産 (92/93)			
GDP	230,934百万チャット		
実質経済成長率	10.9%		
一人当たりGDP	5,455チャット		
部門別GDP構成比 (%) (92年度)			
農業	39.1	運輸	3.8
畜水産業	7.4	通信	0.8
林業	1.8	交易	22.3
鉱業	0.9	金融	0.6
製造	9.0	政府サービス	6.6
電力	0.7	その他サービス	4.4
建設	2.7		
主要産品生産量			
米 (粳ベース)	14,655千トン (93/94,Dec.)		
チーク	330千トン (92/93)		
原油	6.8百万バーレル (92/93)		
物価			
消費者物価上昇率	24.8% (92/93)		
通貨供給量増加率	11.8% (92/93)		
政府財政収支 (92年度)			
歳入	66,979百万チャット		
歳出	80,432 〃		
収支	▲13,453 〃		

1.2 気候

ミャンマー全土の65%が熱帯で、35%が亜熱帯に属する。地勢的に大別すれば；

- 低位地域 : 中央から南部にかけて大デルタを形成している地域。
イラワジ河、シッタソ河及びサルウィン河（タンルウィン）よりなる大デルタ地帯で、典型的な熱帯モンスーン地帯で、米の主要生産地である。
- 高原及び山脈地域 : 南部から北部及び西部の地域。
北部、中部ミャンマー及びシャン、カヤー地域は温帯に属し、丘陵山脈が多く、鉱物資源に恵まれている。

年平均気温は首都ヤンゴン市（標高23m）、マンダレー市（標高74m）共27℃であるが、マンダレーでは1月の平均気温は20℃で4月が32℃と月較差が大きい。シャン州のタァウンジー市（標高1,436m）では年平均19℃、月平均13～23℃である。ヤンゴン市での年平均湿度は74%である。

一般的にドライゾーンはシャン高原および北部ミャンマーを指しているが、かんがい局では年雨量が30インチ（760mm）以下の地域：

- マグエ管区 : Magway, Yenangyaung, Pakokku
マンダレー管区 : Pagan, Meiktila, Myingyan
ザガイン管区 : Sagaing, Monywa

等をドライゾーンといている。一年のうち4、5月が最も気温が高く、最も暑い時期である。

降雨量は地形と南西モンスーンによって変化している。年雨量は、

- 4,000～6,000mm : 海岸地帯、ヤカイン州、タニンダーリ山脈
2,000～3,000 : デルタ地帯
1,000～2,000 : シャン高原
500～1,000 : 中部ドライゾーン

1.3 シッタソ河水系

シッタソ河はマンダレー管区のヤメシン（Yamethin）町付近に源を発し、モッタマ（Moktama）湾に流入しており、約320kmに亘る山間平地を持ち、その延長は約560kmに及ぶ。全集水面積は33,200km²で、年平均流出量は約48,000百万m³である。また水源から河口までの全落差は約1,200mと見られる。シッタソ河は上流部では深い溪谷を流れ、下流部は流域面積の約1/3の広さからなる平原を流下する。

年間雨量のほとんどは6～7カ月間に集中し、北部の約900mm/年から南部の4,300mm/年までの範囲

で変化する。流域の平均年雨量は約2,800mmである。

シッタン河には常に安定した流量を持つ多数の支流が東西から流入している。流域の季節は11月から5月の乾期、6月から10月の雨期に二分される。中流部のカバウン市付近での乾期と雨期ピークの水位差は、およそ5mである。近年の観測データでは8、9月にピーク水位を持つ。1月から4月の水位変化は少なく、その差は50cm程度である。この流域の北部及び中部はかんがい開発に、また南部は洪水を防ぐ堤防を設けることにより堤内で稲作が可能である。この面積は約810,000haと見積もられている。またこの水系は農業開発のポテンシャルと共に豊富な降雨量に恵まれ、1,000メガワット程度の水力発電開発の可能性が期待されている。

1.4 農業事情

1.4.1 農業の地域性

ミャンマーの農業は大きく分けて次の3タイプにわけることができる。すなわち、

1. ドライゾーン農業
2. デルタ農業（海岸地帯を含む）
3. 丘陵地農業

各地域の農業の地域性を要約すると次のようになる。

1) ドライゾーン農業

ドライゾーンはマグェ、マンダレーおよびザガイン管区の大部分を占めている。この地域は西部のアラカン山脈と東部のシャン高原の間に挟まれた地域で、これらの地形条件により雨陰（Rain shadow）になっている部分である。ここでは年間を通じて常に土壤水分利用可能量が水稻の蒸発散量より小さい。

このような所で栽培されている作目はメイズ、小麦、きび、ゴマ、南京豆、ひまわり、豆類、綿、たばこ、さとうきび等で、これらは全栽培面積（ドライゾーン地域を含めた3管区）の40%に相当する面積で栽培されており、他の地域より多彩な作付計画になっている。しかしながら、かんがい組織が導入されている所を除くと土壤水分利用可能量の限界から収量が制限されがちである。

2) デルタ農業

ドライゾーンとは対照的に、デルタ地帯（イラワジ、ヤンゴンおよびバゴー管区の低地部）や海岸地帯（タニンダーリ、モン、ヤカイン州）では南西モンスーン期には常に多雨に見舞われ、土壤水分利用可能量も蒸発散量を十分上回っている。平坦な地形、粘性の強い土壤、それに排水不良を生じている地域等に、モンスーン期の多雨が加わることは水稻やジュート以外の作目の栽培は不可能に近い。このような状況のため、米の単作だけがこの地域には根

付いている。

しかし、このような低平地では、水を人為的に与えるよりも、むしろ排水や洪水時に洪水流の耕作地への流入を防げるような堤防等を設けることの方が一般に行われている。ここでの全面積は全国の耕地の50%になる。土壌中の残存水分が、かんがいをしなくても水稻栽培後の二毛作を可能にするように乾期になっても残っているので、豆類や油料種実等の乾期作物は、かなりの地域で栽培されている。

3) 丘陵地農業

北部、西部および東部ミャンマー（カチン、チン、シャン、カヤーおよびカレン州）の内陸丘陵地帯では、雨量は1,000～2,000 mmなので地形条件さえ良ければ天水田耕作は可能である。このような条件の所を除いては、焼き畑による陸稻栽培が現在も主流を占めており、このような場合でもメイズ、油料種実等の間作が行われている。

農民の所有農地規模の点から見ると、デルタ地帯はドライゾーンよりも大きな傾向を示している。また、農家収入も平均より上で、これは市場向きの余剰農産物が多量にあるためである。ここは対照的に、ドライゾーン地域では収量は低く、農家所得は全国平均より低い。

単位収量を上げる方法として水の投入が重要な要素であることは下記のかんがい稲作農業および非かんがい農業のha当たり収量を見れば明瞭である。

- | | |
|--------------------|-------------|
| 1) ドライゾーン地域のかんがい水田 | : 2.5-3.7 t |
| 2) デルタ地帯の堤内水田 | : 2.5-3.7 t |
| 3) 多雨地帯の天水田 | : 1.7-2.5 t |
| 4) 少雨地帯の天水田 | : 1.2-1.9 t |

1.4.2 部門別就業人口

農業部門に従事する就業者は約10,780千人で、全就労人口の65.5%を占めている。農業従事者数は過去10カ年で16%増を示したが、ここ数年はほぼ一定している。

表-3 部門別就業人口 (1992/93年)

単位：千人

部 門	就業人口	比率 (%)	備 考
農 業	10,790	65.5	
畜水産業	380	2.3	
林 業	180	1.1	
鉱 業	80	0.5	
工 業	1,200	7.3	
電 力	20	0.1	
建 設	300	1.8	
運輸・通信	410	2.5	
商 業	1,400	8.5	
その他	1,710	10.4	
計	16,470	100	

1.4.3 土地利用および農家経営規模

次表は現在までの土地利用の状況を要約したものである。この表からも分かるように国土面積の約12%が毎年耕作されているにすぎない。独立後50年経ったが、耕作面積の伸び率は非常に遅い。数字上からは、耕作には適しているが未だに使用されていない土地は約1千万haあることになる。このように未使用な土地でデルタ地帯に残っている土地は水稻作に適しているし、一方上部および中部ミャンマーに残っている土地は多作目の栽培に適している。現在未使用であるが耕作適地として残っている大部分の地域はザガインおよびタニンダーリ管区、シャン、カチン、およびチン州等である。

表-4 土地利用

(単位：千ha)

区 分	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93
1. 耕作地	8,039	8,145	8,153	8,442
2. 休閑地	2,031	1,912	1,887	1,646
3. 耕作可能荒廃地	8,427	8,347	8,287	8,199
4. 自然保護林	10,147	10,143	10,169	10,228
5. その他の森林	22,251	22,246	22,219	22,182
6. その他	16,765	16,867	16,945	16,963
合計	67,660	67,660	67,660	67,660

(1992/93の数値は暫定値である)

1961年に土地国有化法（Land Nationalization Act）が施行された後、農地規模および所有についてはかなり均等化されてきた。約58%の農民は4ha以下の耕作者で、約39%が4haから20haの間の耕作者であり、残りは20ha以上の農地規模を耕作している農民である。

表-5 経営規模（1992/93）

所有規模	世帯数 (千戸)	面積 (千ha)	世帯数比率 (%)	面積比率 (%)
2ha以下	2,722	2,623	61.8	26.4
2~4ha	1,095	3,147	24.8	31.7
4~8ha	489	2,742	11.1	27.6
8~20ha	99	1,099	2.2	11.1
20~40ha	1.5	38	0.03	0.4
40ha以上	1	274	0.02	2.8
計	4,407	9,923	100	100

1.4.4 主要作物

ミャンマー人の主食は米であり、一人当たりの消費量は年約200kgと高い。穀物自給率は、自給自足可能な農業生産の確保を農業政策の一つとしていることから、ほぼ自給率100%の状況にある。主要な作物は米の他、食生活の基幹をなす油料作物（落花生、ごまなど）があげられる。下表に作付率、主要作物の作付面積及び収量を示す。

表-6 作付率（1992/93）

	耕地面積 千ha	多品目播種面積 千ha	作付率 %
1. 単作	8,623	8,633	100
2. 混作及び連作		2,164	25.1
計	8,633	10,797	125.1

注) 耕地面積は農地指定以外を含む。

表-7 主要作物作付面積及び収量 (1992/93)

区 分	作付面積	収 量
	千ha	千トン
1. 米	5,100	14,915
2. 小麦	138	144
3. トウモロコシ	149	205
4. ソルガム	201	152
5. 豆類	930	700
6. 落花生	506	451
7. ゴマ	1,385	257
8. ヒマワリ	193	140
9. 綿	172	74
10. ジュート	55	39
11. ゴム	78	15
12. さとうきび	76	3,285
13. タバコ	4	17
14. ジャガイモ	16	147
15. コーヒー	8	1
16. その他	1,786	
計	10,797	

(1992/93の数値は暫定値である)

ミャンマーの92/93年度米生産量は、籾ベースで約1,490万トンに達している。93/94年度の目標値は1,670万トンとして、作付け面積を1,600万エーカー（約650万ha）まで伸ばす計画である。内400万エーカー（160万ha）は乾期作分である。このためかんがい事業の積極的推進、肥料、農薬の供給増大を図っている。さらに95/96年度までに2,200万トンまでの増産目標を有している。しかし現在諸外国からの援助が停止しており、大規模なかんがい事業ができないこと、外貨不足のために十分な肥料、農薬供給ができないこと等から、目標達成が困難と予想されている。

ミャンマーの過去5カ年の米の生産量、消費量、期末在庫、輸出量を下記に示す。米の主要な輸出先は中近東である。

表-8 米の生産量、消費量、期末在庫および輸出量

単位：千トン

年 度	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94 (Dec.9)	備 考
生産量	13,500	3,695	12,800	13,400	14,665	玄米、市場年
消費量	7,050	7,346	7,665	8,000	8,160	精米、市場年
期末在庫	1,362	1,783	1,357	804	744	精米、市場年
輸出量	186	176	185	275	400	精米、暦年

出典：世界の農林水産、Feb.1994

USDA World Grain Situation and Outlook,Dec.1993

1.5 かんがい農業

1.5.1 概要

前述のようにミャンマーは土地資源および水資源に対して開発の可能性を十分に持っており、しかもそれらは未だに手つかずの状態にある。現在、耕作地は耕作可能面積（18,287千ha）の約47%にすぎず、1年のうちの2期作を実施している面積はかんがい整備面積の18%にすぎない。低作付率に留まっている理由の一つとして挙げられるのは、水資源の有効利用がなされていないことと併せて、気象条件に左右されているということである。

表-9 かんがい面積および輪作かんがい面積

(単位：千ha)

区 分	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93
1. 播種面積	8,209	8,324	8,339	8,633
2. かんがい整備面積	1,005	1,003	998	1,068
3. 輪作かんがい面積	157	159	165	196
4. 延かんがい面積	1,162	1,162	1,163	1,264

(1992/93の数値は暫定値である)

表-10 かんがい率

(単位：%)

区 分	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93
かんがい整備率	12.2	12.1	12.0	12.4
輪作かんがい率	15.6	15.8	16.5	18.3
かんがい農地作付率	115.6	115.9	116.5	118.3

(1992/93の数値は暫定値である)

表-11 作目別かんがい面積

(単位：千ha)

作 目	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93
1. 米	852	869	835	890
2. 小麦	18	17	26	21
3. トウモロコシ	4	4	6	6
4. 豆類	31.9	29.9	40.8	39.2
5. 落花生	3	3	3	4.4
6. ゴマ	79	71	76	98.4
7. ヒマワリ	5	5	4	6.8
8. 綿	15	14	15	19
9. ジュート	26	28	25	41
10. さとうきび	8	8	8	8.8
11. 野菜・その他	119.1	113.1	123.4	131.4
全かんがい面積	1,162	1,162	1,163	1,264

(1992/93の数値は暫定値である)

水資源の有効利用の面から見ると、約120億m³すなはち、全水資源量の1.5%がかんがいに使われているにすぎない。州および管区の中でも、マンダレーは最大のかんがい用水使用地域であり、その次がザガインである。

水資源量のかんがいへの利用率を推定するために、国土全体の年平均流出量を各水系または地域別ごとに示す。

表-12 水系別流出量

水 系	流域面積 (km ²)	年平均流出量 (億m ³)
1. イラワジ水系	415,700	4,320
2. タンルウィン水系	284,900	1,110
3. シッターン水系	33,200	480
4. ビリン水系	2,400	60
5. バゴ-水系	5,300	80
6. ヤカイン地域	37,900	900
7. タニンダーリ地域	23,800	680
合 計		7,630

ミャンマーではかんがい、洪水防御、および開墾分野における水資源の将来開発に対する可能性は非常に高い。利用可能な水源をかんがいに全て使うことはできないが、各州および管区が利用できる割当量はヤンゴンを除いては非常に高い。

かんがい局は現在下記の方法で水資源の有効利用を計画している。

- 1) 主要河川および支流にはかんがい、水力発電、洪水防御のための多目的ダムプロジェクトを計画
- 2) 小河川にはかんがいのみを目的にした貯水池を計画
- 3) 取水堰の新設および修復
- 4) 大用水機場
- 5) 開墾、洪水防御および排水プロジェクト
- 6) 農民共同による、または個人によるかんがいの援助

1.5.2 関係機関及び諸制度

(1) 関係機関

プロジェクトを実施する場合、プロジェクトの内容にも依るが、国家法律秩序回復評議会（S L O R C : State Law and Order Restoration Council）のもとに下記の省庁が関係してくる。

- 1) Ministry of Agriculture
- 2) Ministry of Forestry
- 3) Ministry of Construction
- 4) Ministry of Home Affairs
- 5) Ministry of Livestock and Fishery
- 6) Ministry of Energy
- 7) Civil Administration

かんがい開発および排水開発に関係する機関は農業省かんがい局で、図-1のような組織になっており、建設、維持管理および機械部門は担当地域により分れている。この場合、少量の発電でも関係する場合には Ministry of Energy が関係してくる。

かんがい局の常備職員は全国で管理職300人以上（超勤手当なし）、その他の職員は27,000人以上から成っている。

(2) 事業規模の基準

ダムの高さ又はかんがい面積で次のようにプロジェクトを分けている。

- a) 大規模かんがいプロジェクト
 提高 : 30m以上 または
 かんがい面積 : 4,000ha以上
- b) 中小規模かんがいプロジェクト
 提高 : 15~20m
 かんがい面積 : 400~2,000ha

c) 村落かんがいプロジェクト

- タンク（提高）： 10m程度まで
かんがい面積： 20～400ha程度まで

(3) 水利権

ミャンマーでは水利権は農業省が所管している。故に、ダム、頭首工を建設した場合、下流への責任放流量も農業省が決定する。ただし、イラワジ河の場合は舟運のため運輸省所管である。イラワジ河以外の支流、小河川の舟運に対しては農業省が責任を持つ。

(4) 水利費

かんがい地区も洪水防御地区も1年に 25Kyat/ha を支払はなければならない。

(5) 補償費

ダム水没の場合はかんがい局とLand Record Departmentが共同調査を行い政府が代替地を探して与える。水路予定地の場合は農業省が農民に補償費を支払う。

(6) 水利用者組合

政府主導型のもので、施設等の補修に必要な労働に対して農民を参加させ、少しの賃金は支払う。このように参加させることにより、農民が施設の重要性を認識し始め、以前より維持管理が容易になってきた。

1.5.3 かんがい開発事業

現在、かんがい局は中小規模までのかんがいプロジェクトは全て調査、設計および施工に至るまで一貫して直営で実施している。この場合、かんがい局は4次水路（Quaternary Canal）まで責任を持つ。調査に関しては、大規模プロジェクトの場合は2乾期をかけ、中小規模のプロジェクトは1乾期で終了させている。工事は過去に下記の外国援助による大規模プロジェクトで経験しているので中小規模までのプロジェクトの工事は直営で実施している。

- 1) South Nawin Dam Project
- 2) Kinda Dam Project
- 3) Ngalaik Dam Project
- 4) Sedawgyi Multipurpose Dam and Irrigation Project

これらの直営事業に関わるプロジェクト・コストは10～15%は外貨分で、主に スペーパーパーツ、ゲート、鉄筋、止水板等を外国から購入するのに当てられ、残りの 85～90%は内貨分で賄っている。

政府によるかんがい事業と並んで、農民共同による、すなわち個人によるかんがいも古い歴史を持ち、政府プロジェクトの管理から外れている地区をできるだけ広く自分たちの力でかんがいするようにしている。それらのプロジェクトの中には政府プロジェクトとは異なるかんがいのタイプがあるが、小規模である。農民自身によるプロジェクトの実施に対しては、かんがい局が技術的なアドバイスを農民たちに与える他に、事業費の30%（最低）を援助している。

1992年から始められたSummer Paddy Cultivation Programは、2期作可能なかんがいシステムを持たな

い地域の乾期作を安定させるために、政府が農民に小型ポンプを貸出し、または分割払いで売却する計画で、その水源は農民自身の手で付近の小河川をせき止めて、かんがい水の供給を行う。この国は11月上旬には北東モンスーンが到来し、それから半年間は、ほとんど無降雨の状態が続くという。農民にとっては不安の多い乾期に入る。人々が大勢集まり、小さな河川を共同で締め切り、小型ポンプで自分たちの水田へ揚水するための水源作りがあちこちで見られる。

表-13は、かんがい局が実施したかんがい面積および洪水防御地区の面積である。1991/92を基準に見ると政府管理による全かんがい面積は全体の67%、すなわち670,000haである。

表-13 かんがい局実施によるかんがい面積および洪水防御地区

(単位：千ha)

区 分	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93
1. かんがい地区				
ダム、頭首工	427	391	391	390
タンク	228	276	279	280
計	655	667	670	670
2. 洪水防御地区				
堤防（輪中等）	1,074	1,079	1,079	1,079
排水	194	194	194	194
計	1,268	1,273	1,273	1,273

(1992/93の数値は暫定値である)

かんがい局は、引き続きかんがい面積を増やすための努力を続けており、表-14に示したように1994/95年度及び1995/96年度のかんがい局によるかんがい計画地区の完成予定面積である。

表-15は、かんがい局のかんがい計画地区完成予定による、主要作物に対してのかんがい予想面積である。かんがい予想面積は、1994/95年度で2,392千ha、1995/96年度で2,634千haであり、1994/95年度から1995/96年度へのかんがい面積の伸びを242千haと期待している。

表-14 かんがい局による完成予定プロジェクト(1/2)

プロジェクト年度 : 1994/1995

No.	プロジェクト名	州/管区名	町名	受益面積 (ha)	予定 工事費 (百万チャット)
1	Lainver Dam	Chin	Phalann	202	54.0
2	Tharsi Dam	Sagain	Monywa	405	31.2
3	Taunnawin Dam	Pegu	Pauk Khaung	25,293	876.3
4	Kyipin Dam	Pegu	Paantaung	*	42.4
5	Kamnni Dam	Pegu	Taungu	809	18.6
6	Minnye chaung Dam	Pegu	Oktwinn	809	35.0
7	Monchaung Dam	Mandalay	Tatkone	1,619	50.0
8	Myouth pinle Dam	Mandalay	Myinchan	607	25.0
9	Chaungkauk Dam	Mandalay	Pyawbue	3,642	120.0
10	Thattaw Dam	Mandalay	Tharsi	1,012	43.8
11	Middle Myanmar 9 section greenery project	Mandalay Magway Sagain	- - -	5,164 3,857 11,303	499.1
12	Shwenat taun Dam	Mon	Mawlamyain	81	33.0
13	Ngamooyate Dam	Yangon	Hlekuu	28,328	1,050.0
14	Tabuuhla (Oakkan) Dam	Yangon	Taikyi	21,044	885.0
15	Lower Myanmar Agricultural Development project part (1)	Yangon	Toonte Tanntapin Mhawbe	12,141	40.8
16	Namnhwaywan Weir	Shan	Mineyaung	405	6.5
17	Wanlan Weir	Shan	Kyaingtoun	20	6.2
18	Project of water pumping from sittaun myit for cultivation	Pegu Div.	Taungu	6,070	45.0
19	Project of water supply ,pumping water from Myitngemyit	Mandalay	Sintcain Tantarr Uu Myittharr	14,164	90.0
20	Natnaw (Hinthada) Water Pump Project	Eyawady	Hinthada	14,164	135.0
21	Water supply project at Eyawady myit wa kyun paw by lower level water pump	Eyawady	Ainme Warkema Myaunmya Shwelaung	66,773	630.0
	合計			217,912 ha	4,716.9

備考：* 上水道

表-14 かんがい局による完成予定プロジェクト(2/2)

プロジェクト年度 : 1995/1996

No.	プロジェクト名	州/管区名	町名	受益面積 (ha)	予定 工事費 (百万チャット)
1	Letpann Dam	Sagaing	Myinnmu	405	15.00
2	Buukhaa Dam	Sagaing	Monywa	809	20.00
3	Pathi chaung Dam	Pegu	Taungu	1,012	45.00
4	Pabe chaung Dam	Pegu	Taungu	1,619	70.00
5	Zaungtuu Dam	Pegu	Pegu	14,670	360.00
6	Taunnyo Dam	Pegu	Nattalin	20,234	750.00
7	Yaw chaung Dam	Magway	Pauk	809	124.80
8	Daungya Weir (By step) construction	Magway	Yenanchaung	749	31.20
9	Minndohn chaung Weir	Magway	Minndohn	4,047	100.00
10	Pasoath Weir	Magway	Saw	405	10.00
11	Bannkohn Weir	Magway	Tauntwingyi	486	51.80
12	Lephu Dam	Mandalay	Yamethin	2,630	126.00
13	Zeetaw Dam	Mandalay	Nahtoogyi	1,619	60.00
14	Tauntha Dam	Mandalay	Tauntha	809	30.00
15	Wuelaun Dam	Mandalay	Tauntha	607	35.00
16	Thametcu Dam	Mandalay	Tauntha	1,214	45.00
17	Middle Myanmar 9 section greenery Project (1)	Mandalay Magway Sagaing		56,874	2,264.80
18	Lower Myanmar Agricultural Development Project Part (1)	Yangon	Toonte	37,838	139.30
19	Zarmani inn Dam	Yangon	Thanhlyin	*	13.20
	合計			146,836 ha	4,291.10

備考： * 上水道

表一15 主要作物のかんがい予想面積

No.	作物名	1994/1995		1995/1996	
		作付面積	かんがい面積	作付面積	かんがい面積
1	水田	6,474,980 ha	2,004,410 ha	6,474,980 ha	2,044,880 ha
2	小麦	145,690 ha	24,280 ha	145,690 ha	28,330 ha
3	トウモロコシ	161,870 ha	8,090 ha	165,920 ha	12,140 ha
4	食用油トウモロコシ	206,390 ha	-	206,390 ha	-
5	落花生	534,590 ha	8,090 ha	544,300 ha	12,140 ha
6	ごま	1,416,400 ha	101,170 ha	1,424,490 ha	121,410 ha
7	ひまわり	171,180 ha	12,140 ha	183,320 ha	18,210 ha
8	からしな	13,350 ha	-	17,000 ha	-
9	ごま (別品種)	37,230 ha	-	41,680 ha	-
10	ココナッツ	7,690 ha	-	10,120 ha	-
11	豆類	2,023,430 ha	48,560 ha	2,225,770 ha	128,690 ha
12	とうがらし	84,980 ha	24,280 ha	87,010 ha	28,330 ha
13	玉葱	26,300 ha	16,190 ha	28,330 ha	20,230 ha
14	にんにく	14,160 ha	10,120 ha	16,190 ha	12,140 ha
15	ジャガイモ	18,210 ha	-	22,260 ha	-
16	生姜	2,020 ha	-	2,830 ha	-
17	ウコン	4,050 ha	-	4,860 ha	-
18	ジュウト	43,710 ha	33,590 ha	48,560 ha	38,040 ha
19	綿花	283,280 ha	22,660 ha	404,690 ha	40,470 ha
20	サトウキビ	58,680 ha	-	80,940 ha	28,330 ha
21	タバコ	4,050 ha	-	4,860 ha	-
22	ゴム	91,860 ha	-	121,410 ha	-
23	コーヒー	7,690 ha	-	10,120 ha	-
24	桑	2,020 ha	-	2,430 ha	-
25	野菜	161,870 ha	8,090 ha	161,870 ha	12,140 ha
26	果樹	364,220 ha	64,750 ha	404,690 ha	80,940 ha
27	その他	735,720 ha	6,070 ha	735,720 ha	8,090 ha
	合計	13,095,620 ha	2,392,490 ha	13,576,430 ha	2,634,510 ha

1.5.4 排水事業

洪水防御地区および排水開発地区の傾向は下表（単位：千ha）に示される。この表から、過去30年の10年ごとの平均面積増加は154,000haになる。

表一16 排水事業面積

単位：千ha

タイプ	1940/41	1961/62	1981/82	1989/90
洪水防御地区	552	733	918	1,073
排水地区	—	73	184	194
合計	552	806	1,102	1,267

第2章 クンかんがい開発計画

2.1 一般

クンかんがい開発計画は、1964年に国連がシッタン河渓谷水資源に関する多目的有効利用のためマスタープラン調査を実施し、その中で将来有望と見られる11カ所のプロジェクトを推薦しており、その一つの開発計画地区である。今回雨期が始まったばかりの平成7年5月に、かんがい排水及び航測図化調査に加え、かんがい用水を利用した発電の可能性の確認を併せて、現地調査を行った。ミャンマー政府、農業省かんがい局は、本プロジェクトをカバウンかんがい開発計画以後のシッタン川中流域開発の一つとして考えている。

計画対象地域はシッタン川流域の中流域に位置するバゴ管区ピュー郡およびその周辺である。地区内をシッタン川の右岸に連なるペゲー山脈を源にしているクン (Kun) 川が流下し、シッタン川に流入している。本計画は豊富な水資源と既農地を使い、雨期作の安定を計り、乾期水稻作を大幅に取り入れ、地域農業の発展を目的としている。更にダム建設により、水資源の有効利用を図り、約84,000kwの発電を行う計画である。

計画対象地区はシッタン川流域に位置するため、この地区へのアプローチは国連シッタン川渓谷調査団によるReport on SITTANG VALLEY WATER RESOURCES DEVELOPMENT (September 1964)を参考にまとめた。

上述のマスタープランでのプロジェクトの開発規模は下記の通り提案されている。

集水域	:	895 km ²
かんがい面積	:	96,300 ha
提高	:	48 m
提長	:	160 m
ダムタイプ	:	コンクリートダム
発電規模	:	84,000 kw

2.2 プロジェクトの必要性

(1) 雨期作の安定および乾期作の拡張

この地区の水田は天水田で一般に雨期に単作が行われており、年間を通して不安定な降雨状態を別にすれば、気温条件と土壌条件は二作や三作にも適している。不安定な降雨状態の地域で、雨期に収量増を狙うのであれば、かんがいの導入のみがこれを可能にする。また、クン川は、モンスーン期間中はかなりの流量が期待できるが、後の半年はほとんど渇水状態になる。このためこの地域は、乾期には水不足が生じ、一部のポンプ補給を除いて、大半は作付け不可能な状況である。

(2) 洪水被害の削減

地区のうち、下流側では毎年雨期にクン川の水位の上昇により生じる洪水の影響を受ける地区や、それによってできる沼地もあり、この地区の作物の減収を引き起こしている。また、10年に一度大きな洪水が起きていると言われている。もし、洪水調節によりクン川の水位を下げる事ができれば、この地域の洪水被害地域を減少することができるとされている。

(3) 住民の生活向上

かんがい開発および洪水からの被害を減少させるような農業基盤の安定を図り、住民の生活を向上させる。

(4) 周辺地域へのインパクト

プロジェクトの実施はプロジェクト周辺地域へも確実にインパクトを与える。

(5) 電力不足の軽減

現在のミャンマーの慢性的電力不足はかなり深刻になっており、産業、一般家庭とも多大な影響をうけていることから、政府としては経済開発の基盤たる電力の安定供給に努めるべく、未利用の水力資源を有効に活用し、早急に現状の改善を図りたいとしている。

(6) 農産物貿易の振興

農産物貿易は1980年代ミャンマーにとって主要な輸出品であったが、ミャンマー米の国際価格の低迷により輸出不振に止まっている。これは主としてミャンマー米の質、量および流通機構に起因するのであろう。精米技術、貯蔵技術が低いこと、流通段階での輸出用米の確保が出来なかったことによるといわれている。このためミャンマー政府は特に米の作付増を奨励し、米など農産品取引の自由化を認めている。本プロジェクトの実施は米の増産に寄与することに加えて、夏季にも十分なかんがい用水が使用出来、品種改良が可能なこと、ポスト・ハーベットの改善により、より良質米を確保出来ること、夏期の作付けに輸出用豆類の導入できること、地理的に恵まれた輸送手段があり農産物の輸出促進に大きく寄与可能なこと等、多々期待がもたれる。

2.3 プロジェクト調査着手の妥当性

プロジェクト調査着手の妥当性としては下記の事項があげられる。

(1) 土壌

この地域の一般的な土壌は沖積地の富栄養のフルヴィソル、フルヴィック・カンピソル、及びカンピソルであり、問題の少ない弱酸性土壌であり、水稻作に適している。グライソル、プラノソルも一部にみられるが排水により過湿に留意すればよく、土壌としては問題はない。

(2) 労働力

地区内のピュー郡をに約250,000の人口がある。その内農家数が約22,900戸あり、所有耕作地を持たない農業労働者も多数であり、労働力は期待できる。

(3) プロジェクト完了後の農産物の流通

地区内には、ヤンゴンからマンダレー間の幹線道路および鉄道が通っている。現在、ヤンゴン～バゴー間の幹線道路は既に6車線に拡幅されており、バゴー～マンダレー間で6車線への拡幅工事が進められている。プロジェクト完成後の農産物の流通の観点から、最大の市場は首都ヤンゴンであり、ヤンゴンまで南に約210kmである。また、ヤンゴンまでの途中にある大きな都市バゴーまで約130kmである。北には、マンダレーがあり約470kmである。その先は中国であり、乾期に輸出用の豆類を生産するなら、輸出も可能である。

(4) かんがい効果の早期発生

この地区の既存水田は天水田のため新規開田の必要がない。そのため、プロジェクト実施後すぐにかんがい効果が発生する。

(5) プロジェクト実施済みの類似案件の実現化状況

実施担当局となる農業省かんがい局は、この地区の周辺において、既に多数の中小規模のプロジェクトの工事は直営で実施しており、維持管理の状況も良く行われており、また外国援助による大規模プロジェクトで経験しているのでプロジェクト調査の着手は問題ないと思われる。

また、プロジェクト実施に対しても テクニカル・スタッフの確保およびその支援は問題はない。

2.4 計画地区の現況

2.4.1 地域の概要

(1) 位置

本プロジェクトはタンダー市より南80kmのカニウトウィン(Kanyutkwin)町を中心に、北緯18° 20'、東経96° 30'に位置する。首都ヤンゴンからの距離は約200kmである。受益地はミャンマー連邦の中央部を流れるシッタン河の右岸側に位置し、西方のペゲー山脈と東方のカレン山系に挟まれた、幅約25kmの谷底平野である。

(2) 行政区界及び人口

ミャンマー連邦は7つの管区と7つの州からなる。本事業区域はヤンゴン管区に隣接したバゴー管区内のピュー郡からなる。ピュー郡の人口は、約250,000人である。自作農家数は22,900戸である。農業労働者を含めて農業従事者は全体の約85%と見られている。なおバゴー管区の州都はヤンゴンに近いバゴー市である。

(3) 受益地

本受益地の東側はシッタン河が境界となり、北側の境界はピューかんがい地区で、南側はエンウイかんがい地区である。西側は山麓と現況天水田平野部が境界となる。東西は約25kmの幅に広がった平坦な矩形形状である。本地区は主要水源となるクン川の両岸に展開している沖積平野の天水田地帯である。受益地の地盤標高は海拔60～150ft (18.3～45.7m)、地形勾配は概ね東西、西南方向に傾斜しておりその傾斜は1/1,000程度である。

(4) 道路・交通

地区内の主要道路はシッタン河と平行して走る、基幹国道ヤンゴンーマンダレー街道である。本道路は現在ヤンゴンから3倍に拡幅中であるが、プロジェクト地内での総幅員は9.5m、アスファルト舗装幅6.5mである。この道路と平行して鉄道が地区内を縦貫している。この鉄道は首府ヤンゴンからマンダレー経由で、最北州のカチン州ミッチーナ市まで敷設されており、ほぼミャンマー連邦国土を縦貫している。地区内を東西に走る道路は、ペンウェゴン(Penwagon)の町より東方のクン川河口へアスファルト舗装道路が主たるものである。本地区のダムサイト、頭首工サイトへのアクセス道路としては、国道(129マイルポスト)より進入が可能であるが、雨期には四輪駆動車でもアクセスが難しい。

2.4.2 流域

クン川はペグー山脈の標高420m～540mを源とし、ほぼ西から東に流れシッタン河の一支流である。ペグー山脈はその地盤標高、形状からみて低い丘陵台地の地形を示している。クン川の合流点付近での流域面積は600平方マイル(1,555km²)、流路全長120kmである。この山地のクン川の支流の長いものは、左岸側で数本、右岸側に数本流れているが、左岸側の方が長く、右岸のそれは比較的短い。

2.4.3 地質

本地域の地質概要については、第3章の計画地域の地質概要に詳しく述べられている。

2.4.4 土壌

シッタン河流域の土壌は地形によって特徴づけられ、二つの主要なグループ、すなわち、丘陵地帯の土壌と平原地帯の土壌に分けられる。丘陵地帯の土壌は良好な排水状況下の植生の地帯の岩石で、しかも風化の進んだものにより形成された沖積層で構成されている。一方、平原地帯の土壌は排水不良条件のもとに形成された緩んだ沖積地の上に構成されている。

丘陵地帯の覆土の大部分は黄褐色森林土で代表され、それ以外の所はラテライトで被われている。最北西端地帯は赤褐色森林土および風化したサバンナ土壌で被われており、シャン高原の東部地帯は結晶質岩類で構成されている赤色山岳土である。中部平原の大部分の土壌は低湿地粘土質沖積土またはそれらが分解したものである。

最も良い土壌はシッタン河沿いやクン川周辺に分布しており、それらは毎年発生する洪水により沈積したシルトに富んでいるためである。

クン地区下流側のシッタン河沿いの所は、低湿地土が沼地土と混ざり合っている所もあるが、洪水防衛や開墾を行えば、これらの土壌は肥沃なため高収量を期待できるものと思われる。

クン川両岸の受益地の代表土壌は、FAOの土壌区分で調査されており、フルヴィソル、カンピソル、グレイソル、ルビソル等からなる。左岸にはルビソル、右岸にはカンピソルが広く分布している。

2.4.5 農業

この地区の主たる農業は天水田で、一般に雨期にかんがいなしの稲作が行われている。ここでは、5月から10月までの間に通常のモンスーン降雨があり、水稻に必要な水分量を確保することができるが、年によりモンスーン期に降雨が不安定なことがあり、このような年は収量に影響を及ぼす。

作付時期に関する現場での聞き取りでは、5月に高収量品種を播種し、115日で収穫する。ローカル品種の作付けは、ほとんど行われていない。地区内で地下水位が高い所や水稻収穫後の水田で土壌水分が残っている所では、サトウキビや豆類を水稻収穫後に作付けが行われており、相当の収量を上げている所もある。

農業経営は、すべて自作農経営であり、小作農経営はない。農家の平均所有農地面積は、約2haであり、ほとんどの農家は農業労働者を雇い耕作している。聞き取り調査では、下記の表に示すように、全耕作費用に対して約70%が借り入れ労働の費用となっている。そのため、農家戸数はそれほど多くないが、農業に従事する人口比率は高い。

表-17 1エーカー当りの耕作費

単位：チャット

	家族労働費用	雇用労働費用	資材費用	計
苗代期間	490			490
移植及び成育期間		3,175		3,175
収穫期間		1,230		1,230
施肥等			1,405	1,405
合計	490	4,405	1,405	6,300

2.5 かんがい開発計画

2.5.1 計画地区

マスタープランによると北部境界はピューかんがい地区と南部境界はエンウイ(Yenwe)かんがい地区に挟まれた開発可能地（総面積238,000エーカー、約96,300ha）を計画している。これらは水源利用可能量の面からプロジェクト規模、かんがい面積が決定されており、ピューかんがい地区およびエンウイかんがい地区のプロジェクト規模と相互関連があり、将来これらを含めたシッタン河中流域全体の水資源開発プロジェクトとして位置付けされたクンかんがい計画地区のプロジェクト規模の検討が必要である。

しかし、地形上本計画受益地の東側はシッタン河が境界となり、西側は山麓と現況天水田平野部が境界となる。問題となるのは、南北の境界である。本報告書では、ピューかんがい地区に接する北側の境界は西から東へ流れ両プロジェクトを二分する小河川Zaha川とし、南側の境界は西側は山麓よりシッタン河に直接流入する中河川のTonkan川として計画する。

計画地区は、南北の距離は約20km、東西は約25kmの幅に広がった平坦な矩形形状である。この計画地域の面積は約50,000haで、本かんがい対象地域はクン川の両岸に広がる現況天水田地域である。

2.5.2 マスタープランでの基本的計画値

マスタープランでの基本的な計画値は次の通りである。

地区面積（かんがい面積）	：	96,300 ha
コンクリートダム	：	48m（高さ）
流域面積	：	893 km ²
貯水位	：	EL.160.0 m
貯水面積	：	93.2 km ²
有効貯水量	：	1,135百万m ³
総貯水量	：	1,715 百万m ³
最低水位	：	EL.14.4 m
年利用可能水量	：	1,258百万m ³
発電機	：	84,000 kw (4 unit)
年平均発電量	：	325百万kw h
確率洪水量	：	1,100m ³ /s (1/1,000) 720m ³ /s (1/20)
頭首工（ダム下流5km）	：	1カ所
東幹線用水路	：	12.9 km
南幹線用水路	：	54.7 km
二次用水路	：	99.8 km (5本)
洪水防御面積	：	5,660 ha

2.5.3 開発の適正規模

マスタープランによれば、水源利用可能量の面からかんがい面積96,300haの雨期水稲作、同面積の乾期畑作を計画しているが、計画地区の現況の土地利用図や土壌図が作成されていないまた頭首工地点の取水標高や計画地区内の田面標高がはっきりしないため、純かんがい面積のポテンシャルを決定するには難しい。

計画地区の現場踏査によると計画地区の大半が天水田であり、今後水路敷き、道路、畦畔など潰れ地をあるとしても、全計画地区の面積の約50%から60%の純かんがい面積のポテンシャルが推定でき、純かんがい面積25,000ha～30,000haと考えられる。

現況の地形図は、アンコントロール・モザイク写真を利用して作図されており、標高の面からも正確な地形図が必要であり、また土地利用図を作成するうえで、今後より精度の高い航空測量で、縮尺1:5,000の地形図を作成し、受益境界を明確にする必要がある。

開発規模についてのアプローチは、雨期作として、現況天水田へのかんがい用水の補給、乾期作として、ダムの有効貯水量を使用した水稲作及び畑作から収益を求める。併せて、ダムからの放流により得られる電力、シットン河兩岸の洪水に対する調整機能などからも計画される。

2.5.4 水源の位置

(1) ダムサイト

予定されているダムサイトは平野部から山地に入った地点の狭窄部に位置し、河口から約50km、ダムの流域面積は345平方マイル（893km²）である。

(2) 頭首工サイト

ダムサイトの下流約5kmに頭首工が計画されており、かんがい用水として発電所放水口からの放流水を利用するため放水口より下流側の位置に頭首工が設置されることとなる。取水は兩岸取り入れが計画されているが、現在の位置では頭首工は幅が広く、地形的にはもう少し上流の方が望ましい。一部砂岩の露頭が見られた。

頭首工の位置については、発電所放水口の位置、受益地の高さ、地質等検討して位置を再検討する必要がある。

2.5.5 気象

受益地内には、ニャウンビンタ(Nyaungbintha)に気象観測所があり、ここの観測データが、かんがい計画に使用される。ダム流域に関しては、別途の観測所のデータから広域的に検討する必要がある。ニャウンビンタの月平均一般気象は次表の通りである。

表-18 ニャウンビンタの気象

月	平均日最大気温	平均日最小気温	降水量
	℃	℃	mm
1月	33.6	15.0	4
2月	35.2	16.1	2
3月	37.9	19	12
4月	39.2	21.7	31
5月	38.2	22.9	208
6月	34.4	19.9	594
7月	31.0	21.3	669
8月	31.3	21.5	781
9月	32.7	22.8	322
10月	34.2	23.4	195
11月	34.9	22.9	79
12月	33.8	15.6	12
年平均	34.7	20.2	2,907

注) 1985~94の範囲で可能なデータを使用。

2.5.6 水源流量

ダムサイト候補地の流域面積は895km²である。この地点での実測流量データはない。下流約25km地点のアウンミンガラ観測データを使用し比流量で示せばダムサイトの月平均流量は下表の通りである。

表-19 クン川月平均流量 (1992-94)

位置	アウンミンガラ観測所 流域面積 1,015 km ² m ³ /sec	ダムサイト予定地 流域面積 895km ² m ³ /sec
1月	3.9	3.4
2月	3.5	3.0
3月	3.1	2.7
4月	2.9	2.6
5月	4.8	4.3
6月	17.5	15.4
7月	31.7	27.9
8月	48.9	43.1
9月	35.9	31.7
10月	15.7	13.8
11月	6.2	5.5
12月	4.3	3.8
年平均	14.8	13.1

なおクン川の中流の流況の特徴は、雨期と乾期の水位差は約1.5mと小さく、6月から11月にかけて降雨による水位増があらわれ、8月にピークがあらわれる水位変化を示す。

2.5.7 かんがい施設

(1) 頭首工

本地区北側のピューかんがい地区との相互水資源利用の可能性を考慮し、下流受益地からの必要水位を十分検討し、堰上げ高を決定しなければならない。計画に当たって特に留意すべき事項を下記に示す。

1. 経済的な下流必要水位の検討
2. 洪水位の検討、狭窄部断面などのコントロール・ポイントより水面追跡を行うこと。
3. 上流の発電水位に留意すること。
4. ミオ筋の変化しない位置を選定すること。
5. 沈砂地が必要であること。
6. 下流の河床低下に充分耐えられる構造とすること。

なお計画に際しては、少なくとも頭首工の上下流で4kmの河川縦横断測量が必要で、F/S調査の初期には行わねばならない。

(2) 用排水路

頭首工からの取り入れは左右岸取水となり、構造は盛土水路である。マスタープランでは、幹線用水路総延長約67kmで、左岸の東幹線用水路約13km、右岸の南幹線用水路約55km、二次水路約100kmが予定されている。本計画地区は、当初計画より右岸受益地は小さくなっており、右岸側より左岸側の方が広がっている。従って、南幹線用水路延長は短くなり約25km程度となる。また、二次水路についても短くなる。

雨期の地下水位は1.0～1.5mと高く、排水路が必要である。しかし地区内の小河川の分布は比較的密度が大きく、極力これらの河川整備を行うことが望ましい。地形勾配が1/1,000とならなかで、現況の地形図では末端が不明である。正確な地形図の作成が待たれる。

2.6 今後の課題

以下の項目は明確でないので、F/S調査までに準備すべきである。

- 1) 受益面積の概定
- 2) 受益農家概数
- 3) 頭首工上流部の家族及び住民数
- 4) 頭首工下流の生活用水の使用状況
- 5) 骨材採石候補地の概査、選定
- 6) ダムサイト近くでの流量観測施設の建設および水位観測
- 7) 雨期時の湛水域の概定

第 3 章 クン水力発電計画

3.1 プロジェクトの概要

3.1.1 シッタナ河流域の水資源開発

クン(Kun)プロジェクトはシッタナ河(Sittang River)の中流部、シッタナ河支流クン川(Kun Chaung River)に位置し、クン川下流域のかんがい開発の一環として計画されている水力発電計画である。

シッタナ河は 図-3 に示すようにイラワジ河(現地名Ayeyarwady)、とサルイン河(現地名Thanlwin)の間を流下する延長640 km、流域面積33,678 km²を有するミャンマー第4の河川である。シッタナ河の流域には広大な水田が広がり、ミャンマー最大の米作地帯である。また、この河川に沿って国道1号線及び鉄道がマンダレー(Mandalay)に通じている。国道筋にはピンマナ(Pyinmana)、トンゲー(Toungoo)、ピュー(Pyu)、ニャウンレビン(Nyaunglebin)等の都市がある。シッタナ河流域には多くの支流があり、山間部には水力開発地点が多数ある。

シッタナ河流域の水資源開発マスタープラン調査は1964年、UNDPによって実施され、かんがい、水力発電を含む開発計画地点が多数提案されている。表-20、図-4にその計画概要を示す。これらの計画地点の一部は既に建設が完成、またはF/Sが完了しているが、大半の地点は未開発である。

かんがい局はシッタナ河流域のかんがい、洪水調節、水力発電を含めた多目的開発を計画しており、一方、ミャンマー電力公社(MEPE)は水力発電開発を計画している。ミャンマー政府は農業省(かんがい局)とエネルギー省(MEPE)とが連絡会議を持ち、水資源の有効利用について協議している。

シッタナ河流域は首都ヤンゴンに近く、かつ、交通機関も発達している一大農業地帯である。しかし、かんがい設備が少なく、大半が天水田であるため生産量が少ない。現政府はこの地域を総合開発の拠点としており、今後、数多くの水力発電を含めたかんがい開発が期待されている地域である。

また、シッタナ河本流沿には、図-5に示すように上流地点及び隣接河川で開発した既設発電所からの基幹送電線(230 kV)が完成していて、ヤンゴン付近の変電所まで連系されている。シッタナ河流域の水力発電開発計画地点は、いずれもこの基幹送電線に近く、既設変電所の利用または新設する事により、送電線が短距離で接続する事が出来るメリットがある。

表-20 シッタン河流域水力発電開発計画 (UNDP Report)

Serial No.	Characteristics	Unit	Yenwe	Bawgata	Thauk yegat.	Kabaung	Kun	Pyu	Paunglaung
1	Installed capacity	MW	36	160	400	30	84	65	175
2	Annual power output	Million kwh.	135	500	1,350	120	325	260	1,000
3	Total time of utilization of full capacity per annum.	hours	3,750	3,120	3,380	4,000	3,880	4,000	5,700
4	Capacity utilization ratio	hours	0.43	0.36	0.38	0.46	0.44	0.46	0.65
5	Investment of power-plant	Million Kyats	25.5	166	435	22	75	90	300
6	Investment per kw. of installed capacity.	Kyat/kw	710	1,040	1,090	740	900	1,390	1,710
7	Investment per kwh. of produced power.	p/kwh.	18.9	33.2	32.2	18.4	23.0	34.6	30.0
8	Depreciation	Thousand kyats	357	2,570	6,750	308	1,162	1,394	4,640
9	Annual operation costs	Thousand kyats	560	1,170	1,670	540	750	675	1,190
10	Total annual expenditures	Thousand kyats	917	3,740	8,520	848	1,912	2,069	5,830
11	Power production cost per kwh.	Pyas/kwh.	0.68	0.75	0.63	0.706	0.589	0.796	0.583
12	Share of fuel cost in thermal power production cost.	Pyas/kwh.	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
13	Difference in cost between thermal and hydro-power.	Pyas/kwh.	6.7	6.6	6.8	6.7	6.8	6.6	6.82
14	Savings per year in terms of money.	Million Kyats	9	33	91	8.02	22.2	17.2	68.17
15	Returned period based on additional investment.	Year	3	5	5	3	3.4	5.2	4.4

Note : 100 Pyas = 1 Kyat.

3.1.2 クン水力発電計画の計画概要

クン水力発電計画はUNDPにより実施されたシッタン河総合開発計画のマスタープラン調査によって提案されたプロジェクトの1つであり、クン川下流地域のかんがい用水を貯留するダムを利用した水力発電開発計画である。

クン水力計画地点はヤンゴンの北北東約180 km、ピュー(Pyu)町の南西約36 kmに位置する。同計画はシッタン河の支流クン川に高さ65 mのコンクリートダムを建設し、延長5 kmの導水路トンネルによる落差110 mを利用して、最大出力84 MWを発電しようとする計画である。発電に使用した水は河川に放水し、下流地域のかんがい用水として利用する計画である。UNDPによるマスタープランで提案されている水力発電計画は 図 - 6、図 - 7 に示す。計画の諸元は以下の通りである。

Hydrology	
Catchment area	893 km ²
Average annual runoff	1,540 MCM
Average flow	48 CMS
Reservoir	
Reservoir area	82 km ²
Storage capacity	1,666 MCM
Dam	
Type	Concrete gravity dam
Crest length	200 m
Dam height	65 m
Headrace	
Type	Pressure tunnel
Length	5 km
Powerstation	
Type	Above ground
Head	110 m
Installed capacity	84 MW
Turbine	Francis
Energy	
Annual generation	350 GWh

3.2 計画地域の地質概要

3.2.1 シッタソ河領域の地質概要

プレートテクトニクスの考え方によれば、広域的にはインドプレートが南からユーラシアプレートに貫入するように衝突しており、ミャンマー連邦はその衝突境界の東端のユーラシアプレートに位置しており、この応力の影響を受け地質構造が形成されていると考えられる（図-8下 参照）。

シッタソ河はYAMETHIN付近のイラワジ河との分水嶺付近に源を發し、南流しマルタバン湾(Gulf of Martaban)に注いでいる。流域の地形は本流のつくる低地を挟んで右岸側は標高 300~500m程度のなだらかな山々からなるのに対し、左岸側は対象的に標高1,000~1,900mの比較的急峻な山々からなる。

この地形的な特徴は次のような地質分布及び地質構造を反映している。すなわち、ミャンマー国は南北方向に連続する地質構造を持ち、西から東へArakan Coastal Belt、Western Folded Belt、Central Cenozoic Belt、Shan-Tenasserim Hightlandの4つの構造帯に区分される。このうちシッタソ河流域は図-9に示すように本流および右岸支流はCentral Cenozoic Beltと名付けられた新第三紀以降の活動によって形成された低地に位置する。この低地は厚い未固結の砂礫層からなる沖積低地と、新第三紀の軟質な砂岩、頁岩等からなる計画地域の位置する右岸の山地で構成されている。一方、シッタソ河の左岸はShan-Tenasserim Hightlandと呼ばれる高地で、古い時代の堆積物岩及び花崗岩等の硬い岩石からなっている。

このシッタソ河沿いに、南はマルタバン湾から北はインドとの国境付近まで南北方向の断層が約1,200kmにわたって断続しながら延びている。計画地域周辺では右岸の新第三紀の堆積岩分布地の東端付近の低地をこの断層は通過している。この断層は中田(1990)によれば、サガイン断層(SAGAIN FAULT)と呼ばれる右横ずれ断層であり、前述のプレートの動きの影響を受けていると考えられる（図-8上 参照）。

3.2.2 プロジェクト地域の地質概要

(1) 計画地域の地質特性

今回の現地予察結果と既存資料の検討によって判明した事項を以下に示す。

1) 既存資料

- ・ 既往の地質調査にはUNDP(1964)のシッタソ河流域のマスタープラン調査及びNorconsultA.S.(1981)による調査があるが、いずれも短期間の現地予察のみであり、ボーリング等の調査工事はなされていない。また、かんがい局による地質調査もなされていない。
- ・ 既存の地質図(1977)によれば、計画地点にはほぼ南北方向の走向を持つ新第三紀の砂岩、頁岩が分布している。これらの地層は南北方向に褶曲して分布している。計画地域に分布する地層は新第三紀中新世のペグ統であり、主に砂岩・頁岩からなる。また、この地層の分布地の東端にはペグ統を不整合に被覆して僅かに新第三紀中新世から鮮新世の主として砂岩から

なるイラワジ統が分布している。また、シッタン河沿いには第四紀の河川堆積物が厚く分布している。なお、地質図によればダム地点下流約 5kmでは、このペグ層とイラワジ層の境界は南北方向の断層となっている。また、この南北方向の長い断層を切りダム地点近傍を通過する東北東-西南西方向の断層が存在する。

- ・ 中田(1990)、加藤(1989)及びかんがい局の地質技師の話を総合すると、前述の南北方向の断層はサガイン断層と呼ばれる右横ずれ断層であり、活断層である。

2) 現地調査

今回の調査は雨のため道路状況も悪く、アプローチに時間がかかることからダム地点は踏査出来なかった。踏査したのはクン川の谷の入口付近及び導水路途中の沢である。クン川の谷の入口から導水路途中のクン川左岸の尾根では風化により軟質となった砂岩や頁岩等の露頭が山道沿いの多くの箇所を確認された。なお、この岩盤の上を岩石の強風化部または崖錐堆積物、表土が厚さ 1~1.5m程度で覆っているのが確認された。また、標高約80mの谷が急であるクン川の河床には薄い頁岩を50-100cmおきに挟在する新鮮、硬質で塊状の粗粒砂岩が広く露頭しているのを確認した。この箇所では地層の傾斜は緩く、クン川の谷の入口付近の走向・傾斜と合わせて考えると背斜構造がこの近傍に存在する可能性もある。

UNDP(1964)の計画したダム地点は、報告書によればV字谷をなし、ペグ統の細~中粒砂岩と砂質頁岩が分布する。また、地形図からも急峻な谷であることが伺え、前述の沢のような新鮮、堅硬な基盤岩が露頭している可能性がある。すなわち、ダム基礎の岩盤が、今回確認したダム計画地点下流約 3kmの河床に見られるような新鮮な砂岩主体の岩盤であれば 50m級のコンクリートダムの支持力は十分得られると推定される。

(2) 建設材料

建設材料については天然のコンクリート骨材は砂以外この近傍には分布しない。また、採石を近傍の原石山に求めるのもかなり難しいと考えられる。コンクリート骨材採取の原石山の候補としてはシッタン河左岸の花崗岩及び可能性は低いクン川流域の新鮮な砂岩が挙げられる。これら建設材料の分布状況・品質等については今後調査が必要である。

今回の現地調査及び既存資料から判明した事柄を以下に示す。

- ・ コンクリート骨材のうち砂以外のものをシッタン河の右岸から得ることは難しいと考えられるが新鮮な砂岩部が粗骨材として使用可能かどうかを調査・試験しておく必要がある。但し、この岩石は次に述べる花崗岩質の岩石と比較すると品質は落ち、重要構造物のコンクリート骨材としての利用の可能性は低いと考えられる。
- ・ コンクリート骨材の採取地として現時点で質的に確実と思われる候補は 図 -10 に示すように今回確認した既存の採石場及び礫の採集場所のような 1シッタン河左岸支流の河床砂礫層(花崗岩や先第三紀の地層の礫) 2シッタン河左岸の花崗岩である。これらを利用する場合に

は運搬距離がかなり長くなる。

- ・ ロックフィルタイプのリップラップ材料に関してはペグ層の新鮮・堅硬な砂岩等ならば使用可能と考えられる。
- ・ 他のフィルの材料は右岸側のペグ層あるいはイラワジ層の新鮮部～強風化部等が使用可能と考えられる。

(3) 地震

既存資料の検討によって判明した事項を以下に示す。

- ・ 地震に関する記録はDepartment of Meteorology and Hydrologyにある。
- ・ UNDPの報告書によれば本地域の地震強度はゾビエトの12段階基準のうち、8を示している。
- ・ 参考に当計画地点の南約40kmで実施されたYenwe計画のフィージビリティ調査報告書での地震強度について次に記す。Yenwe計画のフィージビリティ調査報告書では過去の地震の規模と位置(1839～1978年)から確率的手法で期待地震加速度を計算しており、計画地点では100年確率で120galという値となり150galを設計値として使用している。
- ・ なお、ミャンマーを南北に縦断する断層が既存地質図(1977)に記載されており、計画地域に近接していること、地震の震源がこの断層沿いに分布していることから(図-11参照)今後、この断層の正確な位置、規模、活動性等について文献や空中写真等で調査し計画上考慮する必要がある。
- ・ 加藤(1989)は「(ビルマ西部から中央部に掛けて地震・地震断層・活断層の項で)今世紀の地震活動のうち、ビルマ中央部をほぼ南北に延びる長さ約100kmの右横ずれのSagain断層上に発生した7つの地震が特徴的である。これらの地震及び地震断層のパラメータは必ずしも明確でないがSagain断層の変化速度は年1～数cmのオーダーであると思われる。」と述べている。

3.3 プロジェクトの現況

クン水力プロジェクト地点周辺は、国道から約6 kmより急峻な山岳地帯となり、標高100-200 mの低い山々が連なっている。ダムと発電所間のクン川の河川勾配が急であり、ダム水路式水力発電計画地点として適当な地形である。クン水力発電計画は、UNDPによるマスタープラン調査以来、外国のコンサルタントにより短期間の現地踏査は実施しているものの、かんがい局による地形測量、地質調査等の調査は実施していない。河川の流量測定はかんがい局によって実施されている。

発電所予定地点へは、国道から分岐して約6 kmの農道を利用する事により簡単にアプローチ出来る。

しかし、発電所地点より上流は山岳地帯となり、約7 km上流のダムサイトまでは尾根づたいのフートパスのみで、車両によるアプローチは不可能である。

3.4 今後調査すべき事項

3.4.1 気象・水文調査

クン川流域内の気象観測所で引き続き雨量、気温、蒸発量等の気象データを観測することが必要である。また、クン川下流地点にある測水所では水位、流速測定を引き続き行う必要がある。

3.4.2 地形図作成

貯水池を含む計画地域の既存地形図としては、1944年に作成された縮尺1:63,360がある。今後、水力発電計画の調査には少なくとも、貯水池範囲で縮尺1:10,000、ダム、水路、発電所地区で縮尺1:1,000の地形図が必要となる。これら地形図作成の詳細については第4章で述べる。

3.4.3 地質調査

(1) ダム地点

本地点には昨年報告したカバウン地点から連続する同じ地質時代の砂岩・頁岩等が分布しており、共通する地質的な問題があると思われ、地表踏査、弾性波探査、ボーリングを主体とした調査により、表層堆積物、基盤岩の分布・性状等を明らかにしていく必要がある。特に、分布する基盤岩は新第三紀の堆積岩であり、所謂軟岩に区分されることから、スレーキング特性等に注意を払って調査する必要がある。すなわち、調査時における主な注意点は次のとおりである。

踏査	：風化岩の状態（特にスレーキングの程度）、斜面表層の不安定現象（地すべり、クリープ、岩盤の緩み等）に留意すること。
ボーリング	：砂岩の風化部は軟質となっているので、掘削中にコアが流出しない様に注意する事また、掘削中は孔内水位を定期的に測定し、掘削に伴う孔内水位変化を把握する。
透水試験	：限界圧力が求められるように低圧側の圧力段階を細かくとること。
岩石試験	：ボーリングコアを利用して実施するが、コアの含水比を出来る限り変化させない状態で実施する事。また、スレーキングの程度を試験すること。
岩石試料分析	：X線分析等により含有粘土鉱物の種類を把握する。

(2) 貯水池

貯水池地域においては周辺斜面の安定性と貯水池の保水性を調査する必要がある。保水性につい

ては石灰岩等の特殊な岩石は分布しないと予想されることから特に大きな問題は無いと思われるが地形的な鞍部等については地質状況・透水性等を調査しておく必要がある。

貯水池地域の調査については、貯水面積が広いことから航空写真判読と踏査の組み合わせが効率的で有効である。まず、航空写真において、リニアメント、地すべり、崩壊地の分布、地層の分布等の概略を把握し、重要箇所について踏査し確認する。なお、踏査に際しては、表流水の状態、湧水及び伏流地点の把握、水質（水温、pH）のデータも記録することが望まれる。

(3) 水路経過地

水路経過地についても航空写真判読と踏査の組み合わせが有効である。まず、航空写真において、リニアメント、地すべり、崩壊地の分布、地層の分布等の概略を把握し、経過地を横断する沢や平行する河川沿いの露頭で、岩盤の状況(風化の程度、亀裂の頻度、硬さ)、断層の分布等について踏査により確認する。なお、踏査に際しては、表流水の状態、湧水及び伏流地点についても調査する。

なお、ダム地点を通過する東北東－西南西の断層は水路と低角度で交差する可能性があるのでその性状等注意して調査する必要がある。

(4) 発電所地点

水圧管路から発電所地点にかけては踏査により、表層堆積物の厚さ、分布、斜面の安定性、岩盤の分布状況を把握し、必要に応じてボーリング等により表層堆積物の厚さ、基盤岩の性状等を確認する必要がある。

(5) 建設材料

・コンクリート骨材

一般には計画地域に分布する新第三紀の堆積岩及びこれに由来する河川堆積物から質の良いコンクリート粗骨材を得ることは難しいと考えられる。しかしながら、まず最初に、この地域の新鮮な砂岩が利用可能か試験をする必要があると考えられる。その結果が不可であればシタン河左岸の花崗岩または左岸側の第三紀より前の岩石及び花崗岩に由来する河川堆積物を候補として調査しなければならない。

・ロックフィル骨材

ロックフィルダムのリップラップ材料については、導水路経過地近傍の沢で見たような岩質の砂岩であれば使用可能と考えられる。今後ダム地点の近傍で新鮮・堅硬で耐久性のある砂岩が分布するかどうか確認する必要がある。

また、その他の材料についてもダム近傍で調査する必要がある。

(6) 断層調査

前述したサガイン断層は既存文献で活断層とされていることから、この断層及びこれから派生する断層について位置、規模、活動性等を調査する必要がある。すなわち、既存の地質図によればこのサガイン断層はダム地点付近に記載されている東北東－西南西方向の短い断層で切られ、雁行状にずれていることから、この別方向の断層の性状も調査する必要がある。

この調査は通常航空写真判読と踏査による確認により実施される。即ち、航空写真で判読された

リニアメント及びリニアメント沿いの変位地形の性状を現地踏査で確認するといった手順が有効である。この調査により、断層の長さとその活動性について見当を付け、設計上必要ならば更に詳細な調査を実施する。

(7) 調査工事計画

調査工事計画は現地踏査結果に基づき策定されるが、これまでに入手した情報及びクン地点、カバウン地点の地表地質状況等から当地点で必要と考えられる地質調査工事等は次のとおりである。

表-21 フィージビリティ調査期間中に必要な調査工事

地点	調査の種類	数量	備考
計画地域	航空写真判読	計画地域全域	リニアメント、地すべり地等の判読。
	踏査	計画地域全域	縮尺1/5,000～10,000の地形図使用。
ダム	踏査		縮尺1/1,000～1/5,000の地形図使用。
	弾性波探査		ボーリング地点を通るように計画する。
	ボーリング	5孔	ダム軸沿い。透水試験、孔内水位測定実施
	岩石試験	一式	物理性状、一軸圧縮試験、圧縮試験、超音波速度測定。
	試料分析	一式	岩石顕微鏡観察、X線分析。
貯水池	踏査	貯水池地域及びその周辺地域	主要な地すべり地形、崩壊地、リニアメントの確認。表流水の状況も記録。
			縮尺1/5,000～10,000の地形図使用。
水路	踏査	水路経過地周辺	計画地域の写真判読結果を考慮し踏査。
			縮尺1/5,000～10,000の地形図使用。
発電所	踏査	水圧管路及び発電所	計画地域の写真判読結果を考慮し踏査。
			縮尺1/1,000～1/5,000の地形図使用。
	弾性波探査		地表踏査の結果、必要ならば弾性波探査及びボーリングを実施する。
建設材料	踏査	ダム地点周辺及び下流域	縮尺1/5,000～10,000の地形図使用。
	立坑		
	弾性波探査		
	ボーリング		
	材料試験	一式	

3.4.4 環境影響調査

クンダムの築造により、約82 km²の貯水池が出来る。この貯水池内は大半が二次森林で覆われており、小さな集落が点在している。ダム、発電所地点を含む計画区域内の自然環境及び社会環境の影響並びに建設の伴う補償について今後詳細な調査が必要である。

3.5 計画地点及び関連施設等の現況調査に関するコメント

(1) レイアウト

本計画地点周辺は国道から約6 kmより急に山岳地帯となり、標高100-200 mの低い山々が連なっている。この山岳地帯を流下するクン川は河川勾配も急であり、ダム水路式の発電計画は基本的には適当であると判断される。現在、具体的な構造物のレイアウトは決定していないが、地質及び地形条件から主要構造物の計画について以下のことが言える。

(2) ダム

現時点では、高さ65mの重力式コンクリートダムが計画されている。しかし、ダム地点の地形測量、地質調査が未実施であり、正確なダムサイトは決まっていない。ダム軸の選定に当たっては詳細なダム地点周辺の地形測量、地質調査が必要である。コンクリートダムの場合、骨材用の原石山の位置選定が計画の重要な要素となる。

(3) 導水路

導水路はクン川左岸に約5 kmの圧力トンネルが計画されている。このトンネルルート部は200 m級の山岳地帯であり、中間には数カ所沢があり、地形が落ちこんでいる箇所がある。圧力トンネルは設計、施工上、一定の土かぶりが要求される。正確な地形図を用いて土かぶりが十分確保できるようなルートを選定する事が必要である。

(4) 発電所

発電所は山岳部の末端のクン川岸に計画されている。しかし、正確な位置は不明である。発電所は重要構造物であり、岩盤基礎上に建設する事が要求される。また、導水路、サージタンクから発電所間には水圧鉄管が計画される。この水圧鉄管は末端では100 m以上の水圧が作用する高圧管となるため、岩盤基礎が要求される。また、構造設計上、その延長は出来る限り短い方が経済的である。これらのことを勘案すると、発電所の位置は下流の平坦部よりは少し山間部の地形、地質の安定している場所を選定する事が望ましい。

(5) 頭首工

発電所放水口から放水される水は下流の頭首工によりかんがい用水として使用される計画である。この頭首工の位置は標高、川幅、基礎条件等から平坦部の最上流部を選定する事が望ましい。発電所の位置と密接な関係があるため発電計画とかんがい計画を総合して決定することが必要である。

(6) 原石山

3.2.2 (2)で述べたように、本プロジェクト付近にはコンクリートダム用として多量かつ、良質なコンクリート骨材は分布していない。特に粗骨材は、近傍で採取する事はかなり困難であると考えられる。今後詳細な調査が必要であるが、現時点ではシッタン河左岸の花崗岩が原石山の候補地にあがっている。しかし、この候補地はダム地点から100 km以上離れているため、骨材の運搬費が非常に高くなりコンクリートの単価に大きく影響するものと想定される。

第4章 地形図の作成

4.1 プロジェクトの現況

(1) 既存図

クンのダム予定地点については1/5,000縮尺の地形図があるがその出所と正確な範囲は明らかでない。

全体をカバーするものとしては1インチ=1マイルの基本図がある。

(2) 既設測量点

クンプロジェクト地域ではまだ測量を実施した実績はない。1点だけ基準点らしきコンクリートの標石があるが、その由来は不明であった。

4.2 クン地区の地形図作成

前項で述べたごとく、クン地区については使用できる測量データや地形図がほとんどないことから、F/S実施にあたっては以下のような地形図作成を行う必要がある。但し、新規地形図作成範囲や内容を最終的に決める前には、既存の1/5,000地形図の範囲、精度など明らかにすることとする。もし1/5,000既存図が使用に耐えると判断された場合には、その分だけ作業量を減らすこととなる。

湛水域	1/10,000	5mコンター
かんがい地域	1/5,000	1mコンター
導水路（ダムから発電所まで500m巾）	1/1,000	500m巾

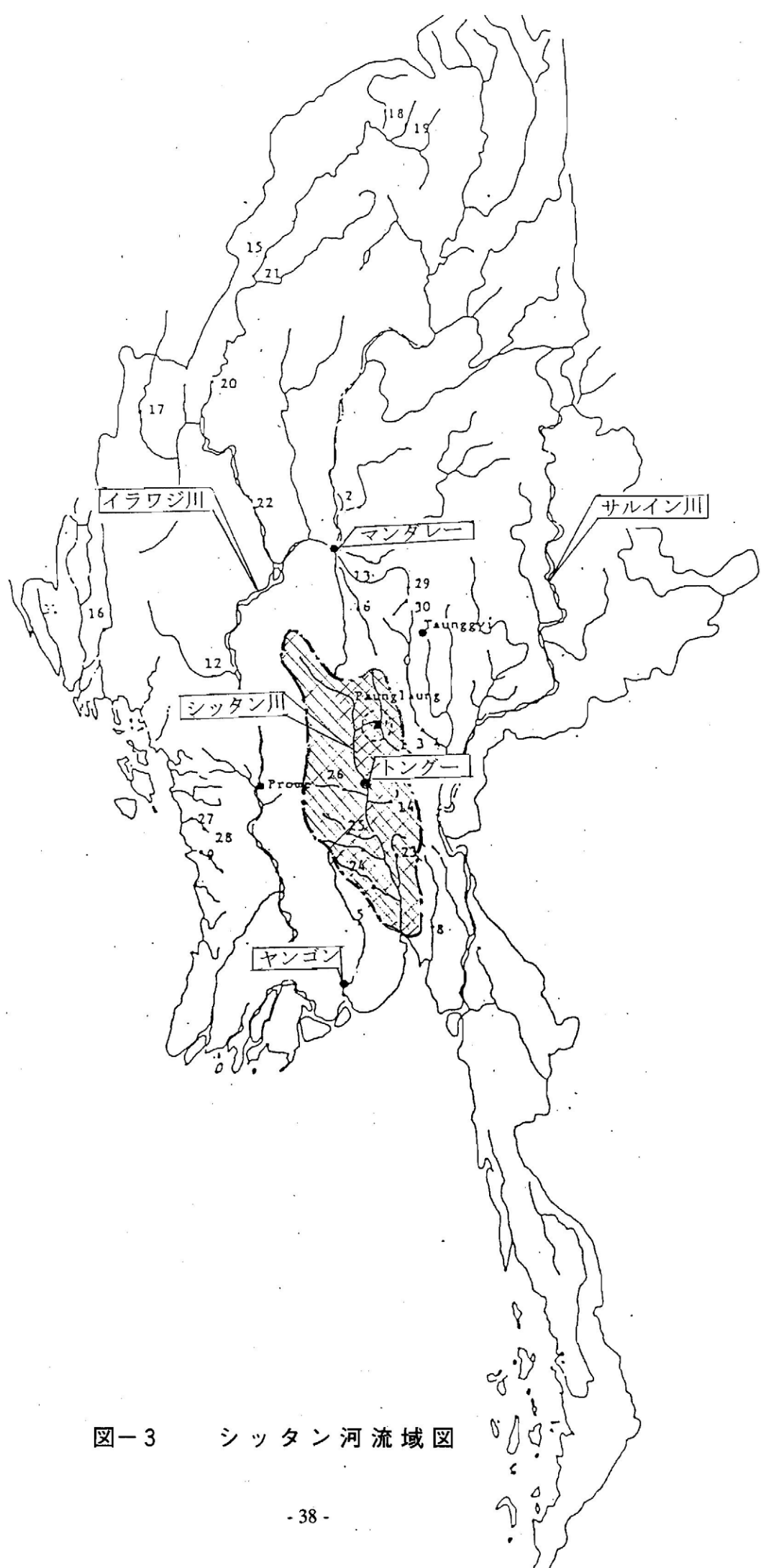


図-3 シッタウン河流域図

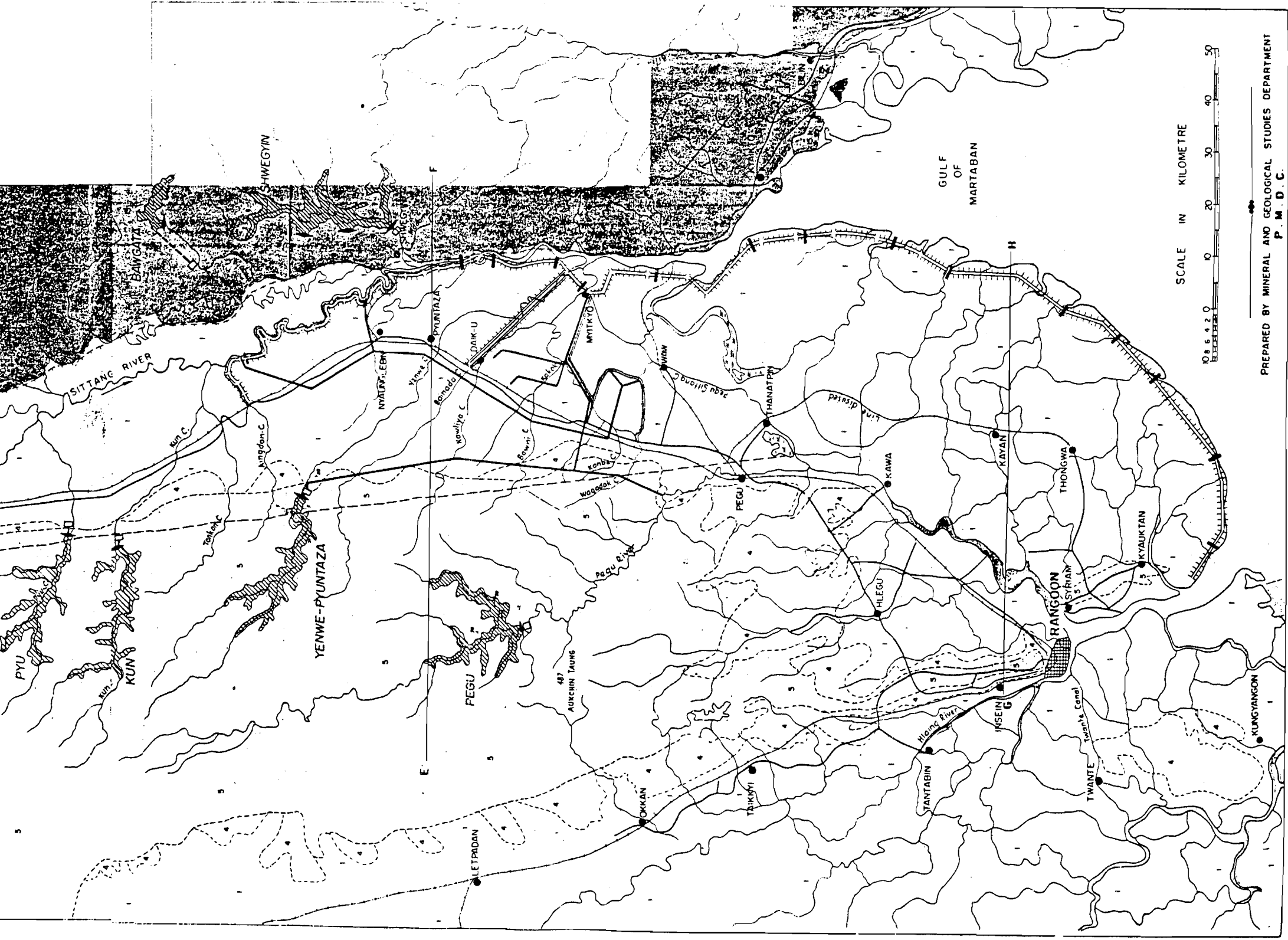
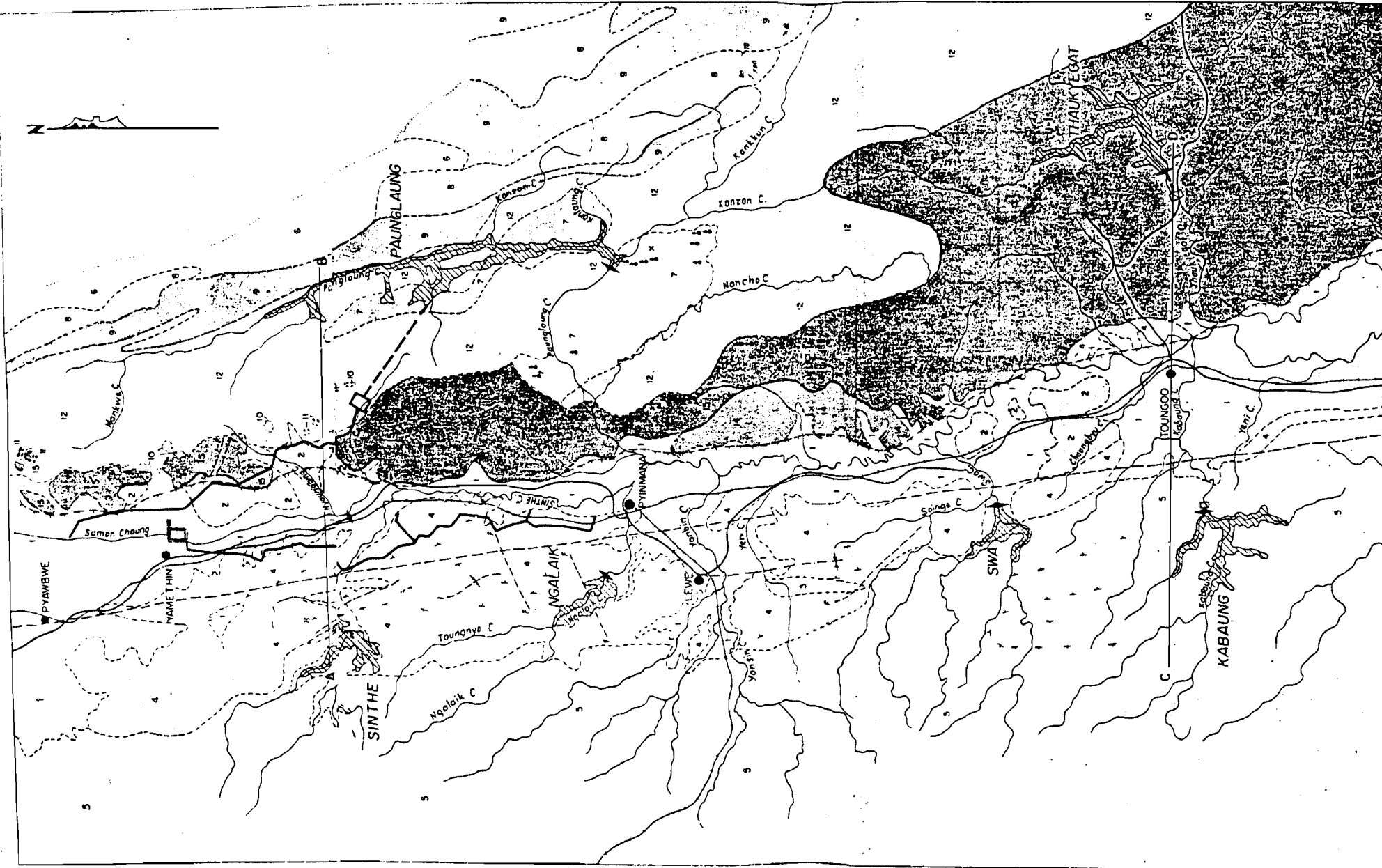


図-4 シッタソ河流域開発計画図



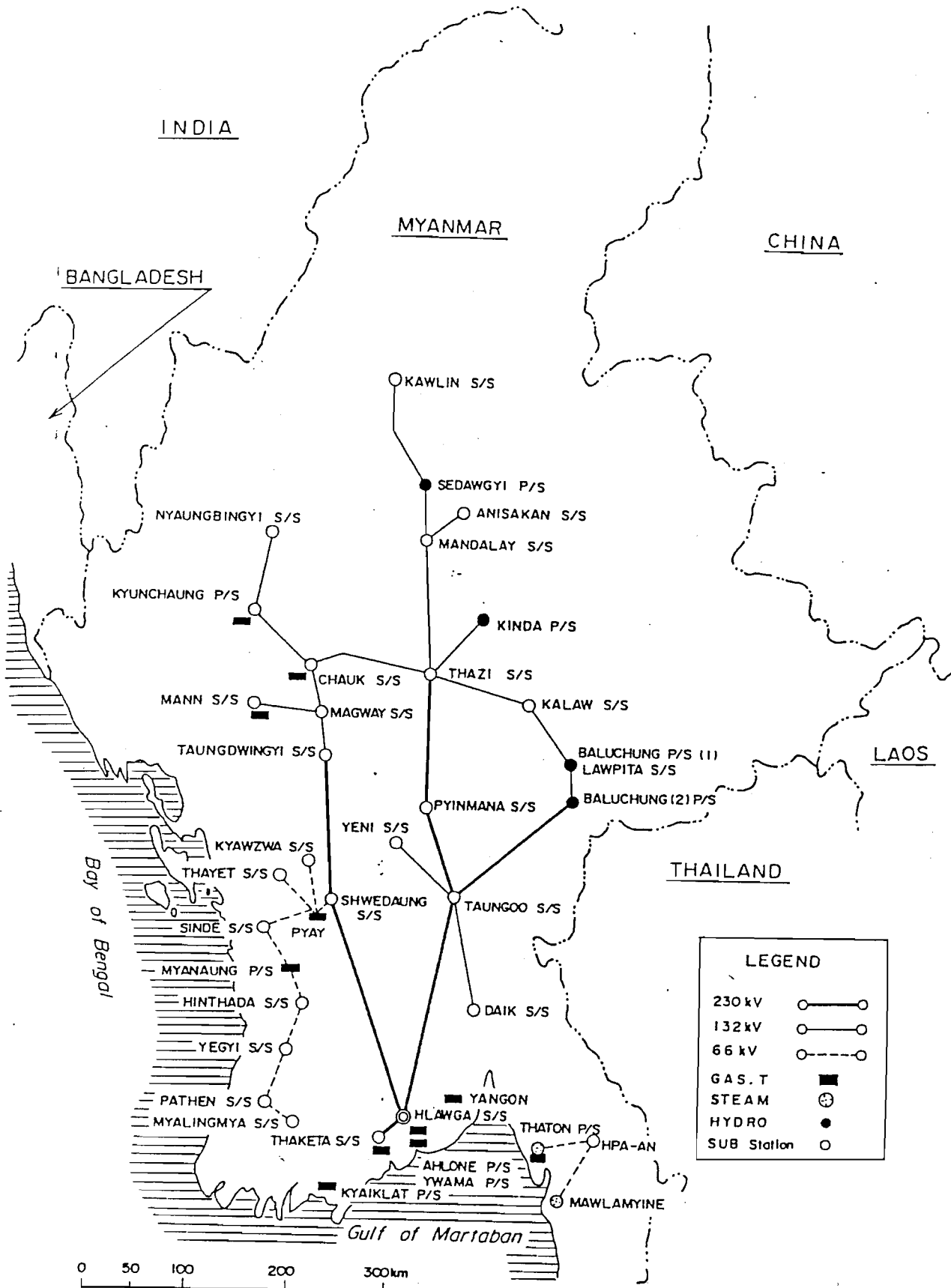


図-5 発電設備及び送電線位置図

(As of May 1994)

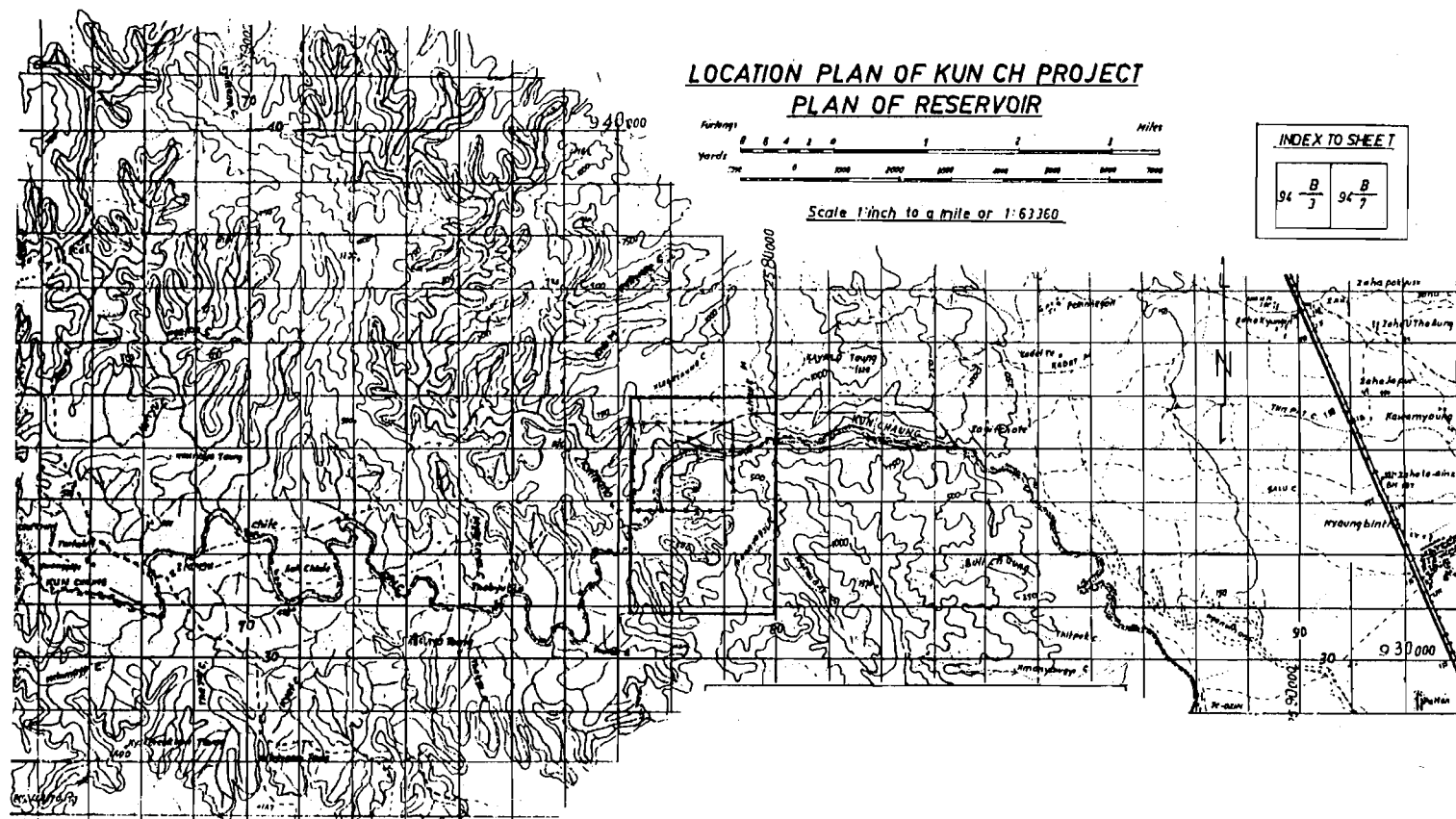


図-6 クンプロジェクト計画一般平面図

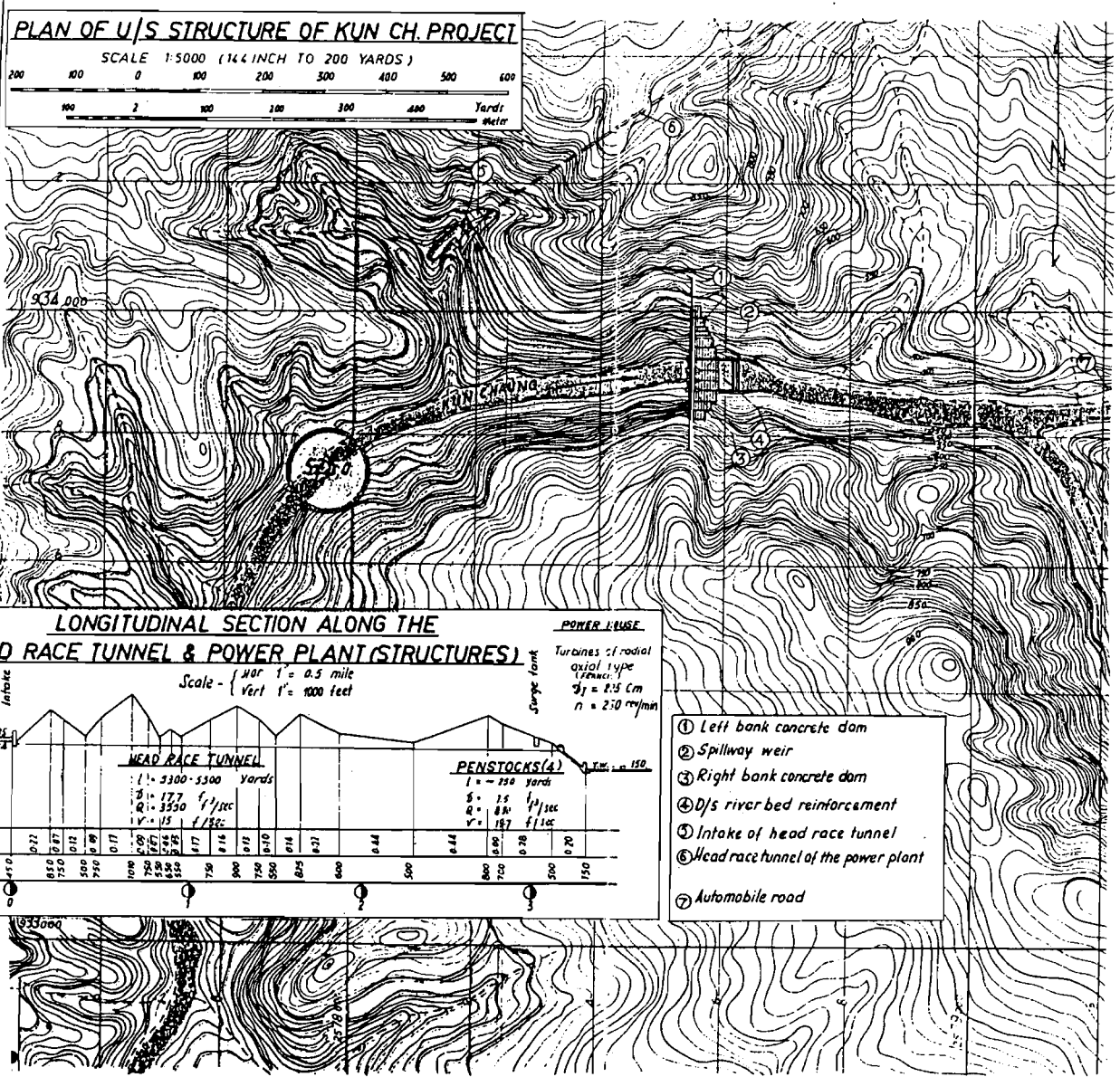
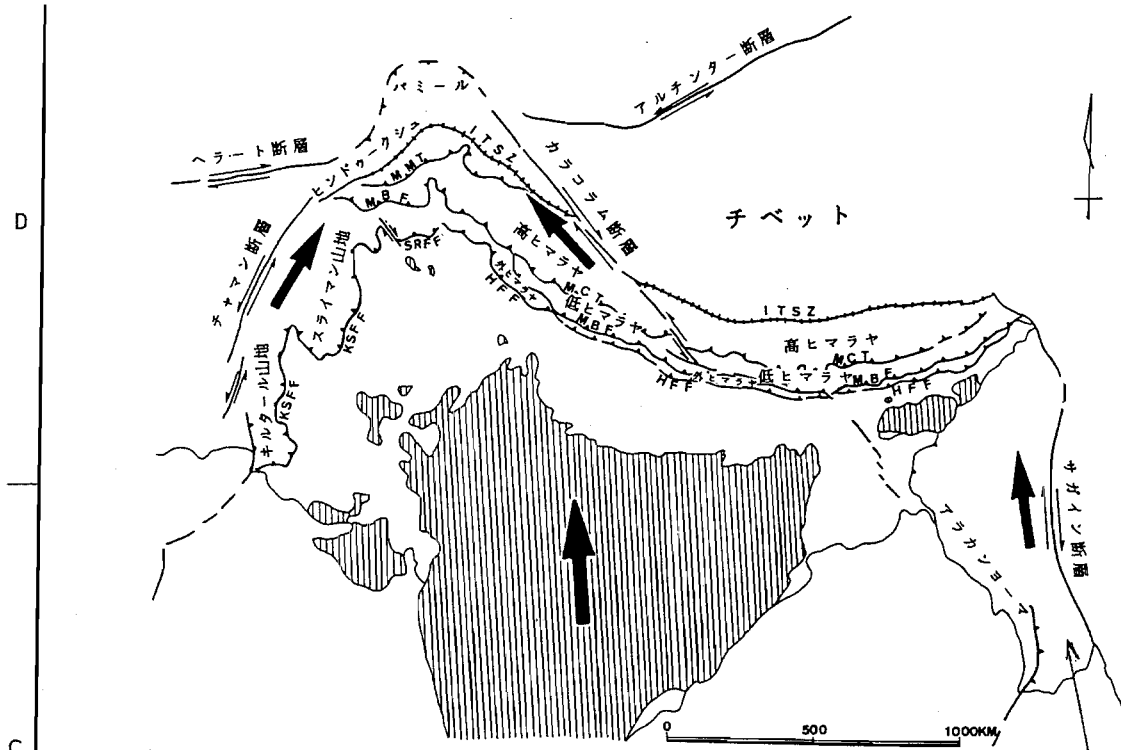


図-7 クンプロジェクトダム付近平面図



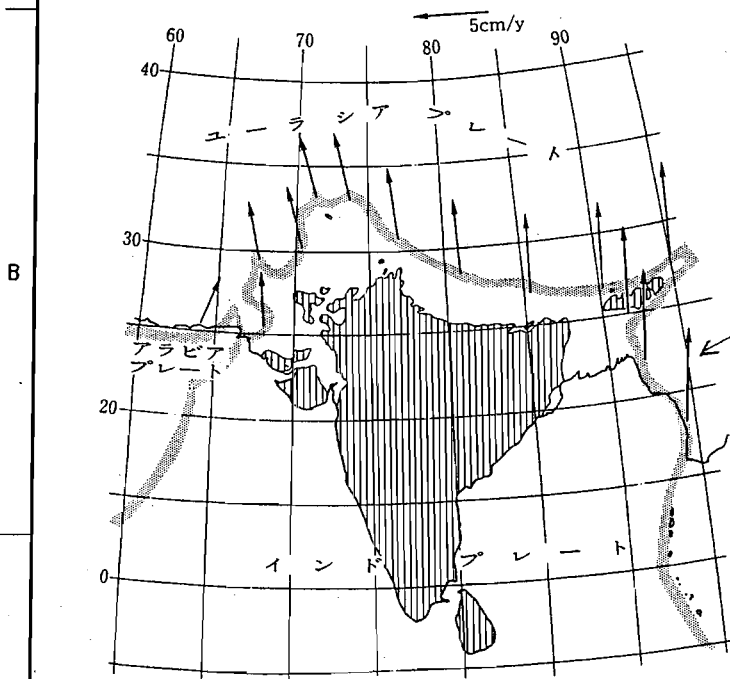
ヒマラヤとその周辺の主要構造 (Nakata, 1975)

ITSZ: インダス-ツァンポ縫合線 HFF: ヒマラヤ前線断層

MCT: 主中央衝上断層 SRFF: ソールトレンジ前線断層

MBF: 主境界断層 KSFF: キルタール・スライマン前線断層

縦線の範囲はインド大陸の基盤岩類分布地域



インドプレートとユーラシアプレートとの相対運動 (中田, 1989)

運動ベクトルは Minster and Jordan (1978) に基づき算出。

注) 出典: 変動地形とテクトニクス
米倉ほか編、古今書院、1990年

Kun Irrigation Development Project





ミャンマー付近の
プレートテクトニクス

Agricultural Development
Consultants Association
JAPAN
(ADCA)





図-8

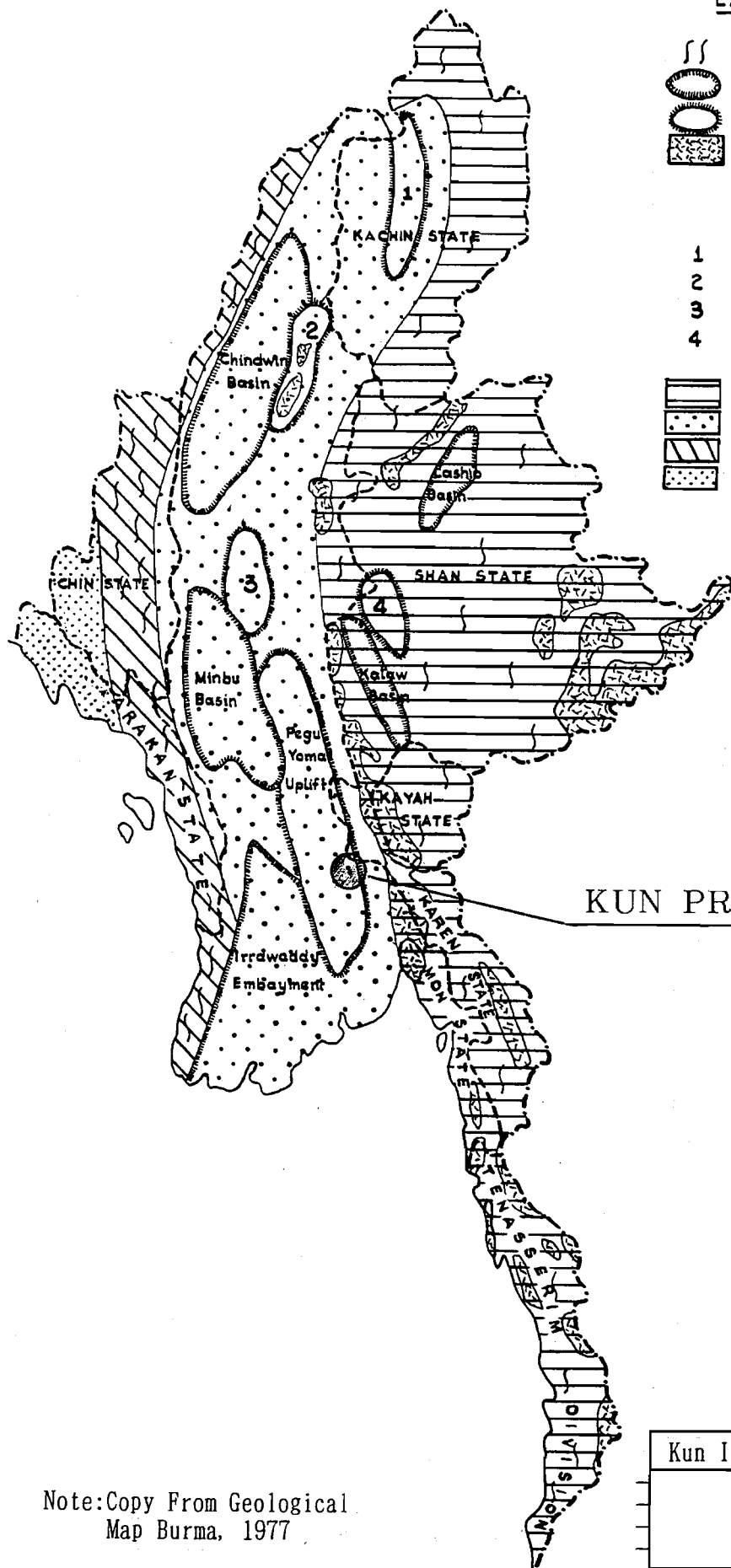
LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
REVISION			

EXPLANATION

-  General structural trends
-  Structural Basin
-  Uplift - dome or arch
-  Granite & granite gneiss

- 1 Kumon Ridge Uplift
- 2 Wuntho Mass Uplift
- 3 Salingyi Uplift
- 4 Myogyi - Pindaya Uplift

-  Shan-Tenasserim Highlands
-  Central Cenozoic Belt
-  Western Fold Belt
-  Arakan Coastal Belt



KUN PROJECT

Note: Copy From Geological Map Burma, 1977

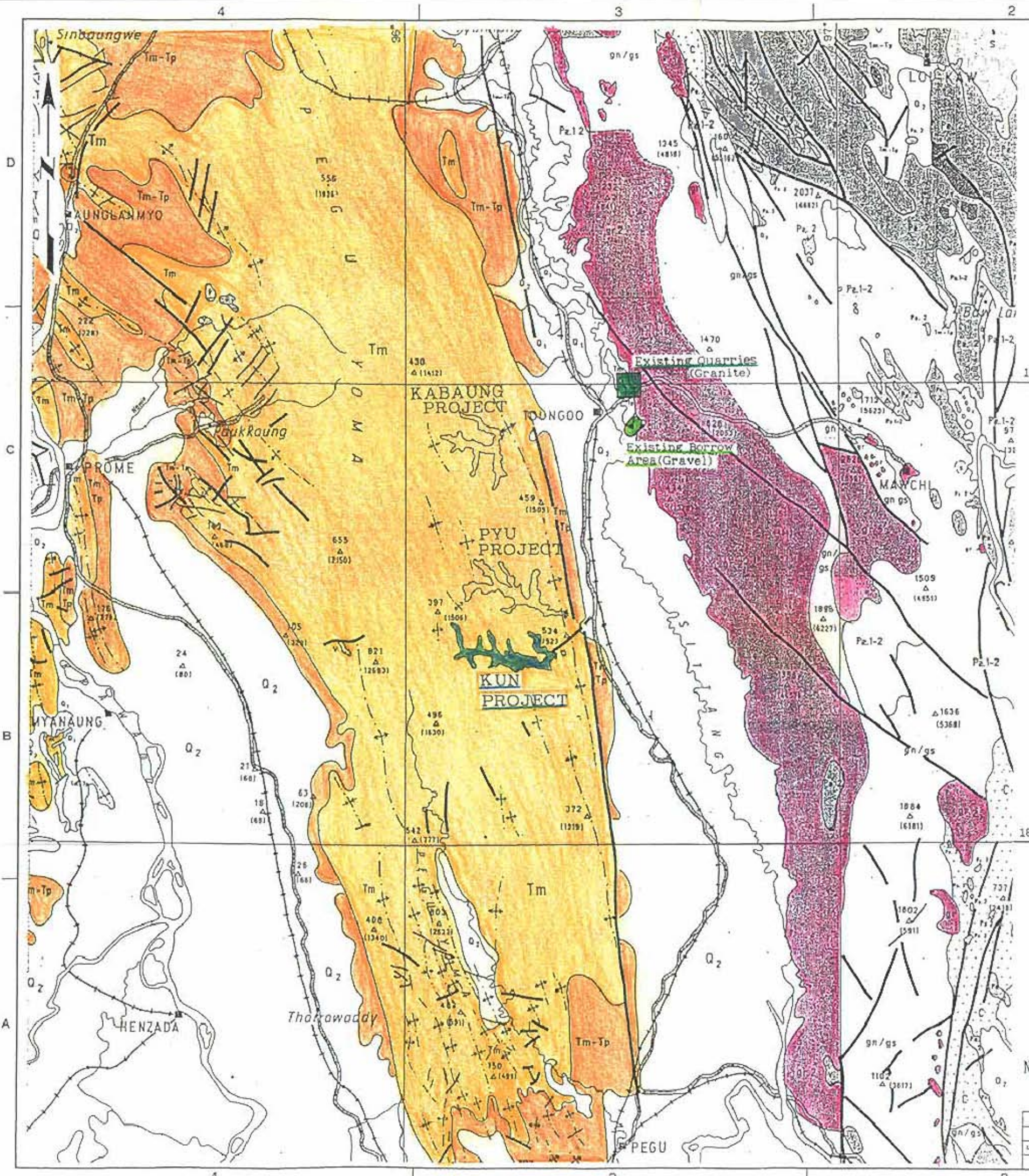
Kun Irrigation Development Project

ミャンマーの
テクトニクス概略図

Agricultural Development
Consultants Association
JAPAN
(ADCA)

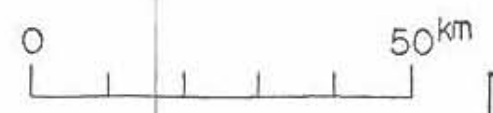
図-9

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
REVISION			



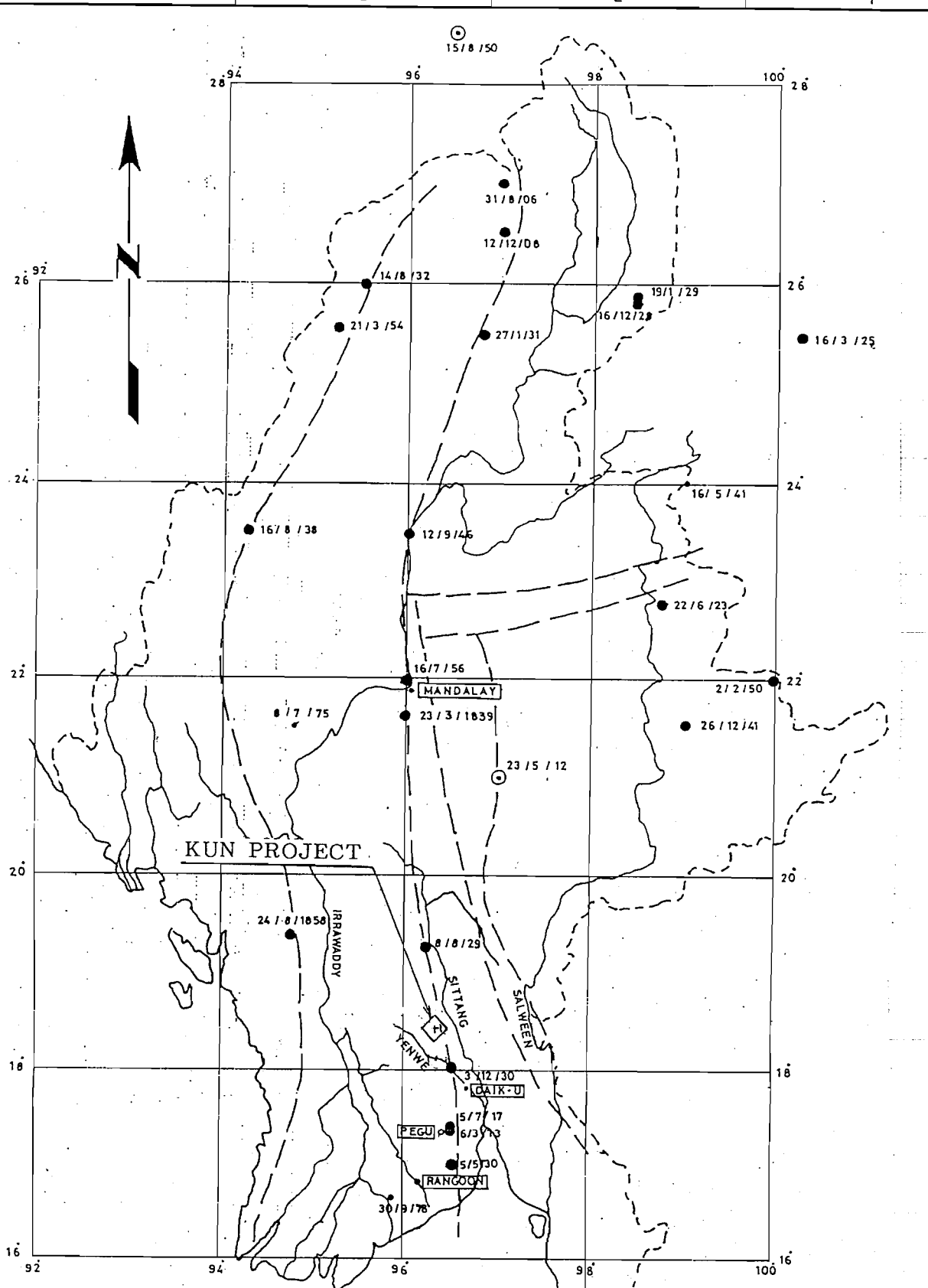
LEGEND

- Q₂ HOLOCENE - Alluvium
- Q₁ PLEISTOCENE - Older Alluvium and Gravels
- Tm-Tp MIOCENE - PLIOCENE - Irrawaddy Formation and its equivalents
- Tm MIOCENE - Upper Pegu Group and its equivalents
- Pz OLIGOCENE - Lower Pegu Group and its equivalents
- E EOCENE - a-Molasse-type units (along Central Belts)
b-Flysch-type units (along Western Ranges)
- J JURASSIC - CRETACEOUS - Kalaw Red Beds and its equivalents
- J JURASSIC - Namyau Series, Loi-an Series and their equivalents
- T TRIASSIC - Bawgyo Group, Kamawkala Limestone and their equivalents
- P PERMIAN - Yinyaw Beds, Martaban Beds and their equivalents
- Pz.2 UPPER PALEOZOIC - (mainly CARBONIFEROUS - PERMIAN) - Plateau Limestone, Moulmein Limestone and their equivalents
- C CARBONIFEROUS - Taungnyo Series, Lebyin Group and their equivalents
- Pz.1,2 PALEOZOIC - (mainly UPPER PALEOZOIC and partly LOWER PALEOZOIC) Mergui Series, Mawchi Series and their equivalents
- S SILURIAN - Mibayataung Group (of Southern Shan States) and its equivalents
- O ORDOVICIAN - Pindaya Group (of Southern Shan States) and its equivalents
- Pz.1 LOWER PALEOZOIC - Undifferentiated rocks of probably Lower Paleozoic age exposed in the eastern part of the Shan States and Kayah State
- gn/gs UNDIFFERENTIATED METAMORPHICS (mainly SCHISTS and GNEISSES)
- gr.2 GRANITES and other NON - BASIC INTRUSIVES
gr.2 - MESOZOIC, gr.1 - PALEOZOIC
Unnumbered where age is not known
- V VOLCANICS - (mainly BASIC) (mainly CENOZOIC)
- Geological Contact
- Faults - dashed where concealed or approximately located
- Thrust - sawteeth indicate dip direction of thrust plane
- Anticlinal Axis - short-dashed where concealed or approximately located
- Synclinal Axis - short-dashed where concealed or approximately located
- Roads



Note: Copy From Geological Map Burma, March, 1977. Scale 1:1,000,000

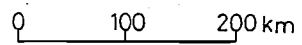
Kun Irrigation Development Project	
クン地区地質図	
図-10	AGRICULTURAL DEVELOPMENT CONSULTANTS ASSOCIATION JAPAN (ADCA)
LOCATION	DATE
REVISION	BY



KUN PROJECT

LEGEND

- M < 7.0
- 7.0 < M < 8.0
- ⊙ M ≥ 8.0
- MAJOR TECTONIC FAULT



Note: From Yenwe Multipurpose Project Feasibility Report, July 1981

Kun Irrigation Development Project

ビルマ強度地震の震央図

Agricultural Development Consultants Association
JAPAN
(ADCA)

図-11

LOCATION	DATE	DESCRIPTION	BY
REVISION			

添 付 資 料

1. 調査者略歴
2. 調査日程
3. 収集資料一覧表
4. 面会者リスト
5. 中間報告

添付資料 1 調査者略歴

(1) 新井 弘隆

(株) 日本農業土木コンサルタンツ 理事

昭和35年3月 東京教育大学農学部農業工学科卒業
昭和35年4月 (財) 日本農業土木コンサルタンツ入社
昭和35年～49年 (財) 日本農業土木コンサルタンツ技術部
昭和49年～52年 コロンボプラン水利構造専門家としてインドネシア共和国
公共事業電力省水資源総局かんがい局に勤務
昭和52年～現在 (株) 日本農業土木コンサルタンツ海外部
(この間、インドネシア、フィリピン、ミャンマーに出張)

(2) 久保田 親典

(株) 日本農業土木コンサルタンツ海外部 次長

昭和50年 宮崎大学農学部農業工学科卒業
昭和50年～54年 国際協力事業団日本青年海外協力隊派遣マレーシア国
排水灌漑局に勤務
昭和54年 (株) 日本農業土木コンサルタンツ入社
昭和54年～63年 (株) 日本農業土木コンサルタンツ技術部
平成元年～現在 (株) 日本農業土木コンサルタンツ海外部
(この間、インドネシア、カンボディアに出張)

(3) 手塚 徳治

(株) EPDCインターナショナル 営業本部部長

昭和34年3月 中央大学工学部土木工学科卒業
昭和34年4月 電源開発(株) 土木部入社
昭和51年～昭和62年 電源開発(株) 海外技術協力部
平成7年4月 (株) EPDCインターナショナルへ出向
平成7年4月～現在 (株) EPDCインターナショナル 営業本部
(この間タイ、マレーシア、ラオス、トルコ、ネパール、韓国へ出張)

(4) 石井 秀夫

(株) EPDCインターナショナル 課長

昭和51年3月 東京教育大学理学部地学科卒業
昭和51年4月 電源開発(株) 入社
昭和61年～平成1年 (財) 新エネルギー財団へ出向
平成元年～平成6年 電源開発(株) 技術開発部、火力部
平成7年4月～現在 (株) EPDCインターナショナル出向
(この間コロンビア、タンザニア、アルゼンティンへ出張)

(5) 小野 茂

アジア航測株式会社 海外部部長

昭和47年3月

東京農業大学農学部林学科卒業

昭和50年9月

米国ワシントン大学林学部森林管理修士課程修了

昭和51年1月

アジア航測株式会社入社

昭和58年9月

米国ワシントン大学林学部地域開発計画M.Sc修了

昭和51年～現在

アジア航測株式会社海外部

(この間インドネシア、マレーシア、タイ、クエート、リベリア、サウジアラビア、ザイール、象牙海岸、コロンビア、パナマ、ベネズエラ、モンゴル、ミャンマーへ出張)

添付資料 2 調査日程

年 月 日	移 動	工 程	滞在地
H6. 5.09 (火)	成田 →バンコク	TG641, AM11:00-15:30	バンコク
5.10 (水)	バンコク→ヤンゴン	TG305, PM14:50-15:40	ヤンゴン
5.11 (木)		在ミャンマー-日本大使館挨拶 資料収集リスト及び現地調査スケジュール作成	ヤンゴン
5.12 (金)		農業省かんがい局打合 ITCヤンゴン事務所挨拶 かんがい局測量調査部打合	ヤンゴン
5.13 (土)		農業省副大臣表敬 かんがい局設計部にて現地調査工程打合	ヤンゴン
5.14 (日)	ヤンゴン→タンゲー	トヨタラント「クルサー」にて移動 ITC見学 かんがい局タンゲー-建設事務所訪問	タンゲー
5.15 (月)		ミャンマー-農業サービス事務所訪問 ミャンマー-農場公社訪問 カハウン川水位観測地点踏査 ダム視察	タンゲー
5.16 (火)		クン頭首工サイト踏査 クンダム計画地点踏査 地区内農家聞き取り調査	タンゲー
5.17 (水)	(タンゲー→ヤンゴン)	プロジェクト南部境界確認踏査 プロジェクト北部境界確認踏査 クン川とシッタウン川合流点踏査 地区内農家聞き取り調査 カハウンダム流域調査	タンゲー/ ヤンゴン
5.18 (木)	タンゲー→ヤンゴン	パティダム建設現場視察 シッタウン川左岸採石場視察 森林省測量局と打合せ 資料収集	ヤンゴン
5.19 (金)		農業省かんがい局打合せ JICAミャンマー-事務所挨拶 資料収集	ヤンゴン
5.20 (土)		資料収集、報告書作成	ヤンゴン
5.21 (日)		報告書作成、資料コピー 副大臣主催報告会	ヤンゴン
5.22 (月)	ヤンゴン→バンコク	現地調査報告会,資料収集 TG306, PM16:40-18:20	バンコク
5.23 (火)	バンコク→成田	TG640, AM11:00-19:00	東京

注：()は測量担当者

添付資料 3 収集資料一覽表

(1) 地図類

- Topographic Map covering Kun Project Area, Scale 1:63,360, Revised 1944
- General Geological Map of the Sittang River Basin, scale 1;500,000, 1964
- Soil Map of Kabaung Dam Project, scale 1 : 25,000
- Land Classification Map of Kabaung Dam Project, scale 1 : 25,000
- Present Land Use Map of Kabaung Chaung Dam Project, scale 1 inchi to 1 mile

(2) 報告書

- Brief on Kun Hydroelectric Project
- Reconnaissance Summary of Kun Hydropower Project
- Kun Hydropower Project Salient Features
- Kun Hydropower Project Vicinity Map
- Soils and Land Classification for Irrigation of Kabaung Project (Main Report)
- Soils and Land Classification for Irrigation of Kabaung Project (Appendix-4 Land and Agricultural Statistic Data and Socio Economic Data)
- 1/3,960 Topographic maps of Kabaung Irrigable Area (sample only)
- Index Map of 1/25,000 Aerial Photographs of Kabaung Area

(3) 氣象・水文資料

- Locations of the HIC's Hydrological Gauging Stations and the D.M.H.'s Climatic Station
- Meteorological Data at Toungoo
 - Daily Rainfall Data 1961 - 1982
 - Monthly Rainfall Data 1961 - 1992
 - Mean Monthly Temperature Data 1964 - 1992
 - Mean Monthly Maximum Temperature Data 1964 - 1992
 - Mean Monthly Minimum Temperature Data 1964 - 1992
 - Mean Monthly Relative Humidity Data 1964 - 1991
 - Monthly Pan-evaporation data 1966 - 1991

Annual Maximum Wind Speed Data 1964 - 1981

- Meteorological Data at Thandaung
 - Daily Rainfall Data 1982 - 1992
 - Monthly Rainfall Data 1982 - 1992

- Meteorological Data at MFE Nyaungbintha Farm
 - Daily Rainfall Data 1990 - 1994
 - Monthly Rainfall Data 1985 - 1994
 - Monthly Maximum Temperature Data 1987 - 1994
 - Monthly Minimum Temperature Data 1987 - 1994

- Runoff Data for Kabaung Chaung at Shinpinkyetauk Village
 - Recorded Maximum Stage/Discharge Flood Hydrograph during 1994
 - River's Stage and Daily/Monthly/Annual Streamflow 1993 -1994
 - Gauging Data 1994

- Runoff Data for Kun Chaung at Aungmingalar Station
 - Annual Inflow Estimations
 - River's Stage and Daily/Monthly/Annual Streamflow 1992 -1994
 - Gauging Data 1965 - 1994

添付資料 3 収集資料一覽表

(1) 地図類

- Topographic Map covering Kun Project Area, Scale 1:63,360, Revised 1944
- General Geological Map of the Sittang River Basin, scale 1;500,000, 1964
- Soil Map of Kabaung Dam Project, scale 1 : 25,000
- Land Classification Map of Kabaung Dam Project, scale 1 : 25,000
- Present Land Use Map of Kabaung Chaung Dam Project, scale 1 inchi to 1 mile
- Kun Hydropower Project Vicinity Map
- 1/3,960 Topographicmaps of Kabaung Irrigable Area (sample only)
- Index Map of 1/25,000 Aerial Photographs of Kabaung Area

(2) 報告書類

- Brief on Kun Hydroelectric Project
- Reconnaissance Summary of Kun Hydropower Project
- Kun Hydropower Project Salient Features
- Soils and Land Classification for Irrigation of Kabaung Project (Main Report)
- Soils and Land Classification for Irrigation of Kabaung Project (Appendix-4 Land and Agricultural Statistic Data and Socio Economic Data)

(3) 氣象・水文資料

- Locations of the HIC's Hydrological Gauging Stations and the D.M.H.'s Climatic Station
- Meteorological Data at Toungoo
 - Daily Rainfall Data 1961 - 1982
 - Monthly Rainfall Data 1961 - 1992
 - Mean Monthly Temperature Data 1964 - 1992
 - Mean Monthly Maximum Temperature Data 1964 - 1992

- Mean Monthly Minimum Temperature Data 1964 - 1992
- Mean Monthly Relative Humidity Data 1964 - 1991
- Monthly Pan-evaporation data 1966 - 1991
- Annual Maximum Wind Speed Data 1964 - 1981
- Meteorological Data at Thandaung
 - Daily Rainfall Data 1982 - 1992
 - Monthly Rainfall Data 1982 - 1992
- Meteorological Data at MFE Nyaungbintha Farm
 - Daily Rainfall Data 1990 - 1994
 - Monthly Rainfall Data 1985 - 1994
 - Monthly Maximum Temperature Data 1987 - 1994
 - Monthly Minimum Temperature Data 1987 - 1994
- Runoff Data for Kabaung Chaung at Shinpinkyetauk Village
 - Recorded Maximum Stage/Discharge Flood Hydrograph during 1994
 - River's Stage and Daily/Monthly/Annual Streamflow 1993 -1994
 - Gauging Data 1994
- Runoff Data for Kun Chaung at Aungmingalar Station
 - Annual Inflow Estimations
 - River's Stage and Daily/Monthly/Annual Streamflow 1992 -1994
 - Gauging Data 1965 - 1994

添付資料 4 面会者リスト

(1) 農業省

U TIN HLAING	Deputy Minister, Ministry of Agriculture
Dr. MYA MAUNG	Director General, Department of Agricultural Planning
U AUNG PAR THEIN	Director General, Irrigation Department
U OHN MYINT	Director of Design, Irrigation Department
U ZAW WIN	Director, Planning and Works
U OHN GAING	Deputy Director, Design Branch
U KHIN GUI	Deputy Director, Planning and Works
U KYAW WIN	Assist. Director, ID
U KHIN MG NYUNT	Assist. Director of Design, ID
U SOE THAN	Assist. Director of Design, ID
U MYINT THEIN	Assist. Director of Geology, ID
U THAN SHWE	Assist. Director of Soil Survey, ID
U NYO	Staff Officer of Soil Survey, ID
U HLA WIN	Staff Officer, ID
U THAN KYAW	Staff Officer of Geology, ID
U TIN OO	Assist. Director, Hydrological Investigation Circle, ID
U MYA WIN	Assist. Engineer, Construction Circle No.5
U SOE NAING	Staff Officer, ID

(2) 森林省測量局

Capt. U TUN AUNG	Director General
U MYINT LWIN	Director of Aerial Survey
U KAN SINT	Assist. Director of Administration Directorate
U THAN MYINT	Director of Administration and Planning
U TIN MYINT	Deputy Director of Administration Directorate

(3) ミャンマー電力公社 (MEPE)

U WIN KYAW	Assist. Chief Engineer of Hydroelectric Department
------------	--

(4) 第6方面建設所

Mr. KHIN MG TIN	Deputy Director
U SAN HTU	Assist. Director (Maintenance)

(5) シッターン河採石場

MAJOR TINT LWIN	Southern Command, Head Quater
LIEUT. THANSEN	Southern Command, Head Quater
U KYAW TINT	Mining Engineer, Quarry Site

U AYE KO Geologist, Quarry Site

(6) ミャンマー農業サービス(MAS)

U TIN MYINT District Manager, Nyaungbintha Office
DAW KHIN WIN Sub. Assist Manager, Nyaungbintha Office

(7) ミャンマー農場(MFE)

U HLA MOE Farm Manager, Nyaungbintha Farm

(8) かんがい技術センター

Mr. KAJIWARA JICA Expert
Mr. K. WATANABE, JICA Expert
Mr. Y. OCHII, JICA Expert

(9) 日本大使館

Mr. M. MASUO Second Secretary

(10) 国際協力事業団

Mr. Y. YOSHIDA JICA Representative to Myanmar Head Officer

中間報告書

(本調査報告書と重複する図及びリスト類は省略)

**BRIEFING OF FIELD RECONNAISSANCE SURVEY
ON
KUN IRRIGATION DEVELOPMENT PROJECT
AND
HYDROPOWER DEVELOPMENT AND GEOLOGICAL SURVEY
ON
KABAUNG IRRIGATION DEVELOPMENT PROJECT
IN
SITTANG RIVER BASIN

UNION OF MYANMAR**

MAY 1995

**AGRICULTURAL DEVELOPMENT CONSULTANTS ASSOCIATION
JAPAN
(ADCA)**

**BRIEFING OF FIELD RECONNAISSANCE SURVEY
ON
KUN IRRIGATION DEVELOPMENT PROJECT
AND
HYDROPOWER DEVELOPMENT AND GEOLOGICAL SURVEY
ON
KABAUNG IRRIGATION DEVELOPMENT PROJECT
IN
SITTANG RIVER BASIN
UNION OF MYANMAR**

1. TECHNICAL FINDINGS

1-1. Irrigation and Drainage for Kun Project

(1) Preparation of the Topographic Maps with Large Scale

Delineation of the irrigable areas are made from broad and comprehensive viewpoints paying attention to the factors such as water sources available for irrigation, agricultural conditions, land use, soil and land suitability, influence of flood, and drainage conditions.

Within the project area, certain areas will not be irrigated, including land locally out of command, land locally with unsuitable soil for cultivation, roads, settlements, etc.

At present, the gross project area can not be delineated because of insufficient indication of elevations and indistinct contour lines of the topographic maps. The topographic maps with large scale are very important materials in the case of the map study.

(2) Decision of the Weir Site

A weir site has already been proposed downstream from the outlet of the power house. However, alternative plan of the weir sites in connection with feasibility of gravity command as well as locations of sedimentation basins has to be studied from technical and economical point of views.

The proposed weir is located at the bent of the river and the saddle of the right bank is far from the river. Thus, the weir length will be long. If the weir site is shifted about 200 - 300 meters to the upstream, the either side of the bank is approaching to the river.

In this project, flushing sand from the sedimentation basin to the river should be facilitated effectively because a lot of sand are found in the Kun river.

(3) Installation of Additional Water Level Gauging Station

The water level has been observed with two staff gauges attached to the bridge piers of the Yangon-Mandalay road on the Kun river. In order to grasp more accurate river discharges, an additional water level gauging station should be installed at the propose weir site or the site upstream from the proposed weir site.

(4) Delineation of the Project Area

Irrigation development should aim to maximize the potential agricultural benefits through efficient use of the available land and water resources. The study of agriculture and irrigation potential in the project is a major component of the water resources development plan. The planning of future water resources development requires studies of individual aspects, and they are brought together in a framework capable of integrated analyses to produce the development plan.

Water resources in the tributaries of the Sittang river is very limited during dry season. In addition to this fact, the Kun and Pyu irrigation projects are located side by side along the Sittang river.

Therefore, the delineation of the project should be made considering the integration of the water resources in the two basins. Namely, the decision of scheme sizing should be made paying attention to water balance in two basins.

In order to assess reliable flows, an additional water level gauging station should be installed at the proposed weir site or the site upstream from the proposed weir site in the Pyu river.

(5) Survey for New Quarry

The cost and transport of construction materials has a significant impact on the cost of irrigation development. Therefore, construction materials should be used as much as possible which can be locally obtained.

The existing quarry sites are in the Thaunkyegat river and Donshal Camp which are located in the left bank of the Sittang river. They are located far from the job site. Transportation of construction materials will be costly. In the future study, new quarry site should be surveyed in consideration of economical transportation cost.

1-2. Hydropower Development and Geological Survey

1-2-1 Kun Project

(1) Layout

A concrete gravity dam with 65 m height, a headrace tunnel with 5 km long and installed capacity 84 MW with head 110 m have been preliminary planned. Topographic maps of 1:63,360 are only available for the selection of the dam site and the waterway at the present. For the dam site, map of 1:5,000 has been prepared by UNDP.

Kun river has high head with a lot of steep rapids between the dam site and the powerhouse site. The layout is seems suitable. Tunnel route and the location of surge tank should be selected considering geological condition.

Location of the powerhouse site should be selected on the sound rock foundation at the mountain area where to keep shortest penstock line from the surge tank. High pressure penstock will also require on the sound rock foundation.

The weir site for the Kun Irrigation Project will be located at the upstream of the flat area as much as possible.

Aerial photographic maps of 1:10,000 covered reservoir area and of 1:1,000 covered dam waterway are necessary for the Feasibility Study.

(2) Geology

According to the Geological Map of Burma, the project area is underlain by sandstone and shale of Upper Pegu Series.

During our field reconnaissance, we can't go to the dam site, reservoir area and power station site, which is proposed by the UNDP's Report, but we surveyed the Kun valley near the headrace tunnel route and grasped the topographical and geological feature of this area.

There are massive sandstones with intercalation of thin shale. As compared with sandstone at the Kabaung dam site, sandstone at this area is more fresh and hard.

The topography at the area reflects soundness of bed rock as so, the slope of valley is steep and the gorge is V-shaped valley.

(3) Access Road

At the present, the following existing roads are available access to the dam and powerhouse sites.

- Pyu - Powerhouse site, earthen road, approximately 6 km
- Powerhouse - Dam site, foot path, approximately 8 km

1-2-2 Kabaung Project

(1) Dam Site

1) Hydropower Development Plan

Kabaung dam site proposed by UNDP is reasonable in viewpoint of topographic map of 1:63,360. Map of 1:1,200 at the dam site has been prepared by Irrigation Department(ID). Any geological investigations are not carried out at the present.

The dam site, however, is not so high mountain area and has thin ridges. Especially, the left bank near the dam axis has a deep creek. Therefore, it is recommended that selection of the dam axis and high water level of the reservoir should be carefully studied considering the topographic condition and the geological information. A concrete gravity dam with 50 m height has been proposed by UNDP's report.

It is recommended that the upper part of the left bank ridges should be checked the location of the bed rock.

2) Geology

The basement rocks of this dam site are mainly composed of sandstone and alternation of thin bedded sandstone, sandy shale and shale of Upper Pegu Series of Miocene Age.

The bed strikes N10° to 50° W and dips 45° to 80° SW. Some little foldings strikes north-south and plunging to the north are distributed at the downstream of dam site. At the right bank, a fault is assumed to exist from discordant structure of massive sandstone and alternation of sandstone and shale.

Sandstone is khaki, medium to coarse grained, weathered and somewhat soft. Shale is gray to dark gray, fairly fresh and somewhat brittle.

Surface deposits such as talus deposit and alluvium deposit are seemed to thin. There are terrace deposit consisted of fine-grained sand over some 3 meter in thickness is distributed at the upstream of right bank and downstream of the left bank. Alluvium in the river bed at the dam site is mostly sand and silt.

Two small collapses are seen at the ridge of both banks.

It is recommendable to do primary geological investigation works, such as, geological mapping around the dam site area.

(2) Type of Dam

Considering the topographic and geological conditions at the dam site, a concrete gravity dam type or a rockfill dam type are recommended at the investigation stages. Type of the dam will be selected based on the further investigations. Both dam types have characteristics as follows:

Alt.- A Concrete Gravity Dam

Much quantity of foundation excavation will be required at the both abutments to obtain the sound rock.

A large quantity of aggregate are required for the concrete gravity dam. Concrete aggregate is very difficult to find out at the vicinity of the dam site. No natural aggregate excepting sand is distributed along the Kabaung River.

Some natural aggregate of gravels will be obtained from the left tributaries of the Sittang River. And some quarries of granite are operation at the left bank of the Sittang River near the Toungoo. However, they have the drawback that it is far away from the dam site, the hauling distance being 37mile(60km) or more.

The candidate quarry site at the left bank at the Sittang River is not realistic in economical point of view because of long distance transportation.

Following main structures will be planned.

- A diversion tunnel will be planned at the right bank.
- Spillway will be planned at the center of the concrete dam.
- Powerhouse, switchyard will be planned immediately downstream of the dam at the right bank.

Alt.- B Rockfill Dam

Dam foundation seems suitable for rockfill dam. Embankment material will be obtained at the vicinity of the dam site.

It is necessary to investigate riprap material quarry site as near to the dam site. Fresh, compacted sandstone like the Kun area is a candidate for riprap material.

With regard to materials other than riprap, it is thought they can be collected from weathered rock and river deposit nearby the dam site.

Following main structures will be planned.

- Large capacity of diversion tunnels will be required during the dam construction.
- Schute type spillway will be planned at the left bank.
- Powerhouse, switchyard will be planned immediately downstream of the dam at the right bank.

(3) Reservoir Area

Topographic map of 1:63,360 is covered the reservoir area. The map, however, is not clear at the present situation such as villages, roads, forests and so on. Aerial photo mapping of 1: 10,000 is necessary for the Feasibility Study.

The reservoir area is underlain by sandstone and shale of Upper Pegu Series. These rocks are deeply weathered, soft and poor erosion-proofness, so that may cause small collapses and large sedimentation after impounding the water.

It will be no problem in particular regarding water-tightness of the reservoir, but it is necessary to check the geological and hydro-geological condition of narrow ridge forming reservoir rim.

(4) Access Road

At the present, existing road conditions to access the dam and powerhouse sites, and the candidate quarry site are as follows:

- Toungoo---Entrance of Temple, paved road, 37 km
- Entrance of Temple---Temple, earthen road, 6 km
- Temple-dam site, foot path, approximately, 3 km
- Toungoo--Candidate quarry site(left bank of the Sittang River), paved road, approximately 14 km

1-3. Survey and Mapping

1-3-1 Kun Project

(1) Existing Data

No aerial photos nor topographic maps except for 1/63,360 base maps exist. Further, no survey work has been done in the project area, so no valid control points or bench marks are available in the area.

One bench mark established by the Myanmar Survey Department was found in the Ministry of Agriculture facility complex near Pyu.

(2) Survey and Mapping

Since no survey and mapping data are available, the following work will be necessary for the feasibility study.

- 1) 1/20,000 scale aerial photography covering entire project area.
- 2) 1/10,000 scale photogrammetric mapping of the reservoir area.
- 3) 1/5,000 scale photogrammetric mapping of the service area.

As mentioned previously for the Kabaung project, coordination among ministries concerned is necessary.

1-3-2 Kabaung Project

(1) New Findings on Existing Data

1/25,000 scale aerial photos taken in 1984 were inspected at the Survey Department. It was found that the photographs cover almost entire project area, but paper prints are available only for service areas. Considering the fact that they are 10 years old it would be better to take new aerial photographs for the purpose of the feasibility study.

1/3,960 scale 1 foot contour topographic mapping made a progress since last year and approximately 75 percent of the service area has been covered. The map does not show boundaries between neighbouring patches in cultivated areas.

(2) Survey and Mapping Work

For the feasibility study of the project, photogrammetric mapping of the project area as mentioned in the 1994 report will be required. But if 1/3,960 scale topographic mapping is completed before the start of the feasibility study, then, 1/5,000 scale photogrammetric mapping of service area proposed in 1994 report may not be required.

And for the mapping work, participation of the Survey Department of the Ministry of Forestry is necessary. A request was already made to the Survey Department from the ADCA mission to make a tentative time and cost estimation for the work. The estimation is expected to be completed within one month time and will be delivered to the Irrigation Department.

During the meeting with the Director General of the Survey Department, it was found that a joint meeting of the Ministry of Agriculture, Forestry and Defence should be held to discuss various matters such as security clearance procedures.

Discussion with the Ministry of Defence will be important for two reasons. One is the security clearance for taking aerial photographs and also to take the photographs out of Myanmar to Japan if data processing should be done in Japan. For this matter consultation with the Ministry of Foreign Affairs (Political Division 1) will be also necessary. The second reason is the possibility of using Myanmar army helicopters to transport surveyors for ground control point survey. The reservoir area is not high in altitude but has relatively steep valleys and carrying out ground control point survey on foot takes very long time. Further, use of radio communication devices is essential for efficient survey and this will also needs permission from the Ministry of Defence.

2. ACTIVITIES DURING FIELD SURVEY

Date	Date	Irrigation & Drainage	Mapping	Geology and Hydropower Planning
May 14	Sun.	Moved from Yangon to Toungoo. Visited Construction Circle No.6 Toungoo Office.	Moved from Yangon to Toungoo. Visited Construction Circle No.6 Toungoo Office.	Moved from Yangon to Toungoo. Visited Construction Circle No.6 Toungoo Office.
15	Mon.	Visited Myanmar Agricultural Service Office at Nyaungbintha in Pyu Township. Visited Nyaungbintha Farm of Myanmar Farm Enterprise in Pyu Township.	Discussion with surveyors of the Irrigation Department Inspection of bench marks Observation of a part of expected reservoir area of Kabaung dam	Reconnaissance survey at Kabaung dam site Geological reconnaissance around the Kabaung dam site Survey on Kabaung water level gauging station Access road survey from Toungoo to the Kabaung dam site
16	Tue.	Reconnaissance survey at proposed Kun weir site. Visited Pyu Township Agriculture Office. Interviewed farmer at Kornde Village.	Field reconnaissance survey of Kun Project area	Reconnaissance survey at the Kun project site Geological reconnaissance around the Kun project Access road survey from Pyu to Kun site
17	Wed.	Check of the south and north border of Kun Project Reconnaissance survey on the confluence of the Sittang River and the Kun River Reconnaissance survey on the irrigable area	Inspection of a bench mark in Pyu area Return to Yangon	Reconnaissance survey in the Kabaung reservoir area
18	Thur.	Reconnaissance survey at the quarry site at the left bank of the Sittang River Visited Pathi irrigation dam project under construction Return to Yangon	Meeting with the Survey Department of the Ministry of Forestry Visit workshop of the Survey Department	Reconnaissance survey at the quarry site at the left bank of the Sittang River Visited Pathi irrigation dam project under construction Return to Yangon