ミャンマー連邦

シッタウン河流域カバウ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

平成６年６月

社団法人　海外農業開発コンサルタンツ協会

まえがき

この報告書は、前年度の踏査に引続き、年間を通した現地の状況を把握するため、１９９４年４月に乾期調査を実施したミャンマー連邦シッタウン河流域カバウン地区のかんがい開発計画乾季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。

カバウン地区は、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１１ヶ所のプロジェクトを推薦しており、ミャンマー政府も下記のように最優先順位を与えている開発計画地区の１つである。

１９９４年２月２５日付けで、ミャンマー連邦農業大臣より、ＡＤＣＡ宛に、本地区は２７０，０００人の人口を抱える受益地区でかんがい開発を必要としていること、更に地域開発計画の一環として水力発電も考慮に入れたい旨、申し出があった。この要請に従い、現在かんがい局で実施中のカバウン地区に関する調査結果を照合するため、本調査団は１９９４年４月１９日より５月３日まで、かんがい排水及び航測図化調査に加え、発電の可能性の確認を併せて、プロファイ現地調査を行った。

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タングー郡およびその周辺である。カバウン川は自流域に恵まれ、年平均流量は約４２．５m3/sと豊富で、下流では雨期に約３７，０００ｈａの天水田農業が営まれている。本計画はこの豊富な水資源と既農地を使い、乾期水稲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３０，０００ｋｗの発電が見込まれている。

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)を参考にしてまとめた。

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、現在独自に基礎調査（Ｐｒｅ－Ｆ／Ｓ）を継続・実施してお

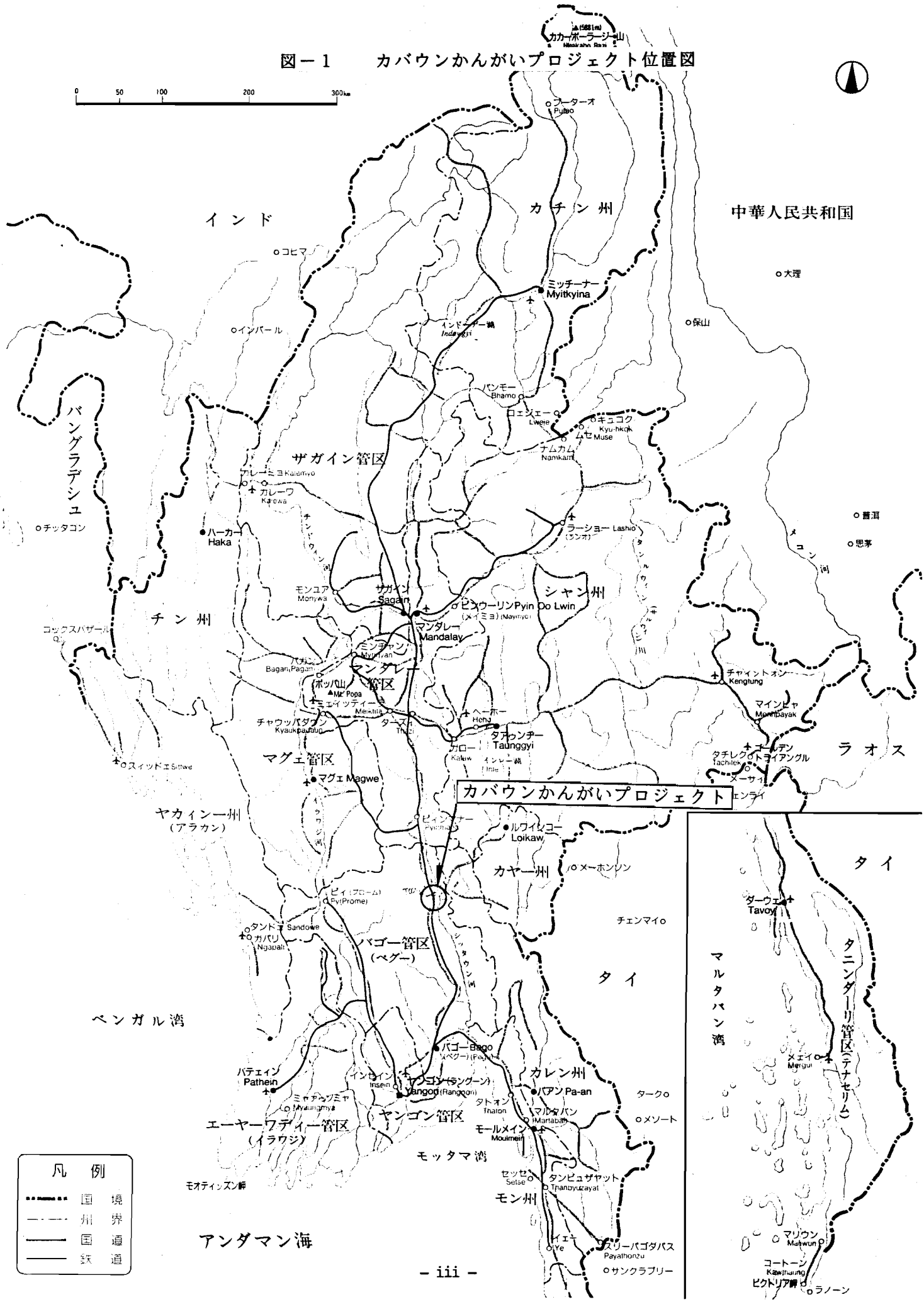
り、本調査団としてもプロジェクトの早期実現を願うものである。

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６年６月

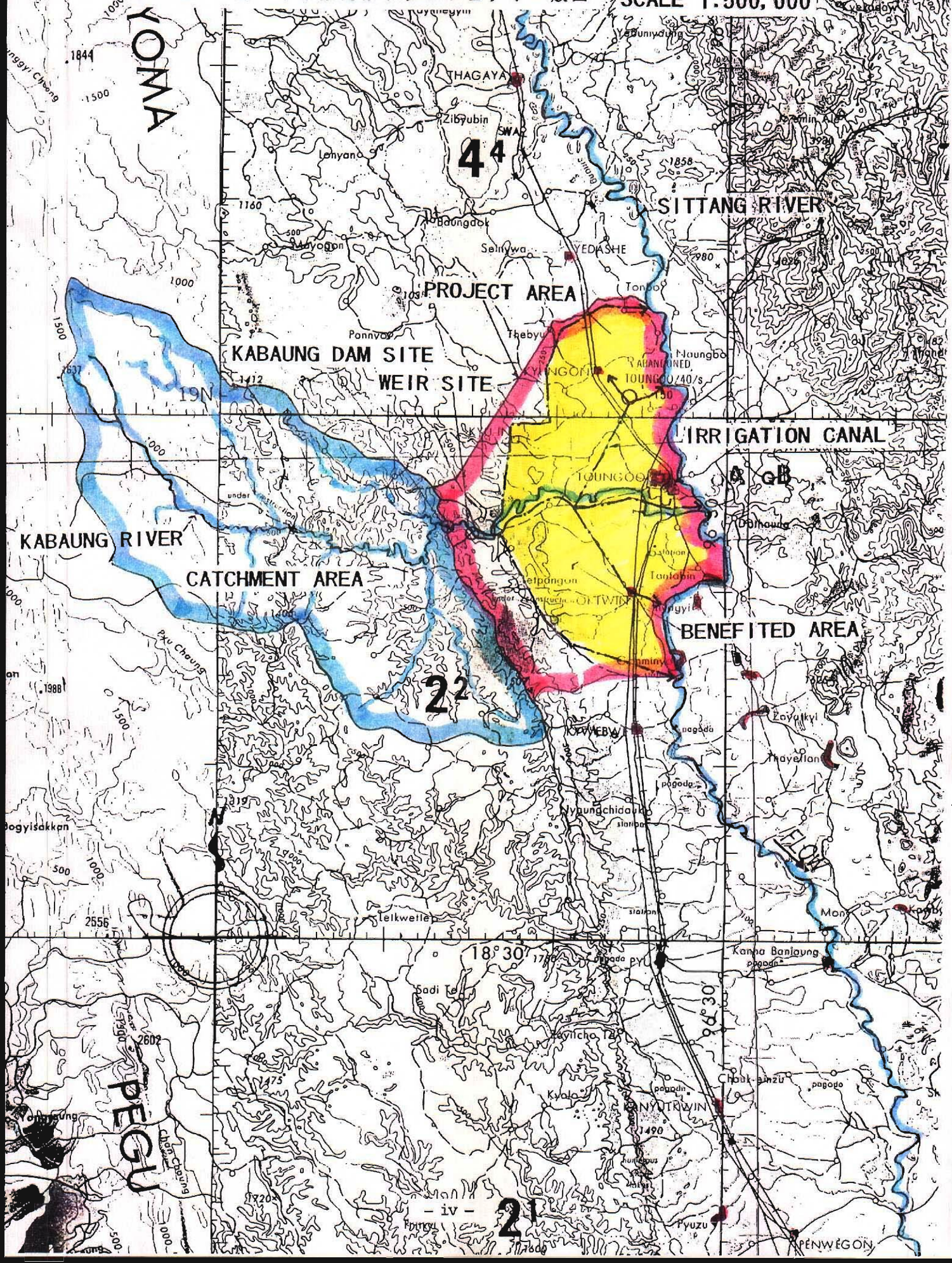
団長　　新井　弘隆

図－1　カバウンかんがいプロジェクト位置図



GENERAL PLAN OF KABAUNG IRRIGATION DEVELOPMENT PROJECT

図－2　カバウンかんがいプロジェクト一般図　SCALE 1:500,000

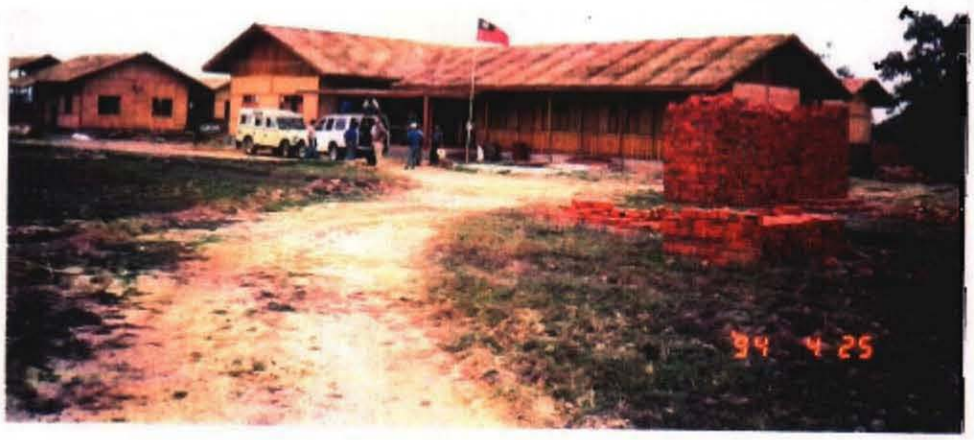


カバウンかんがいプロジェクト

現　地　写　真

（平成６年４月２４日～４月２８日撮影）

No. 1　タングー市内



No. 2　かんがい局　第６建設事務所（タングー市）

No.3　ダムサイト候補地
（カバウン川上流より撮影）

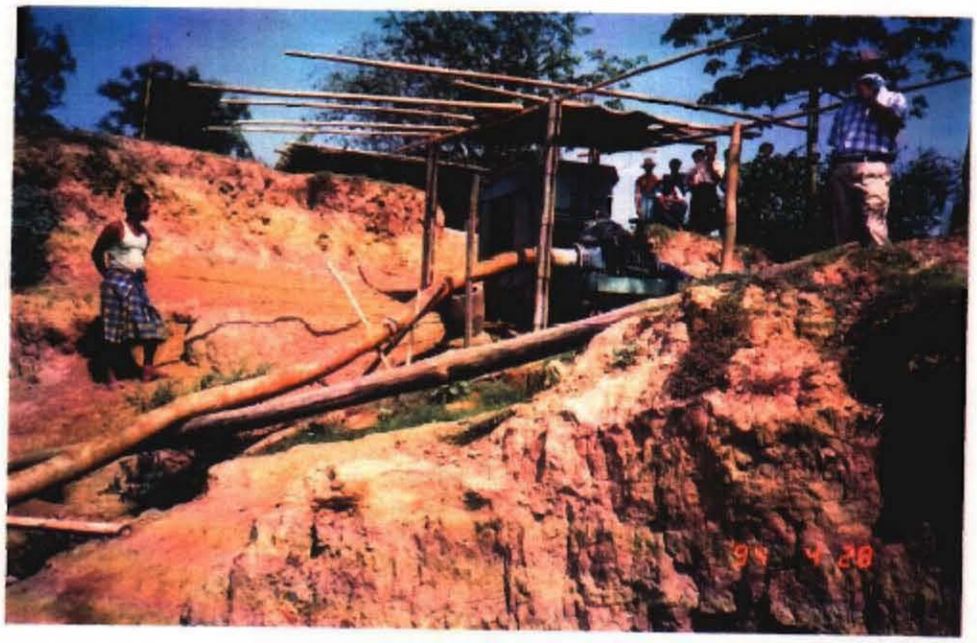
No.4　ダムサイト候補地
（カバウン川上流より撮影）

No.5　頭首工サイト候補地（カバウン川右岸より上流を望む）

No. 6　受益地（天水田）

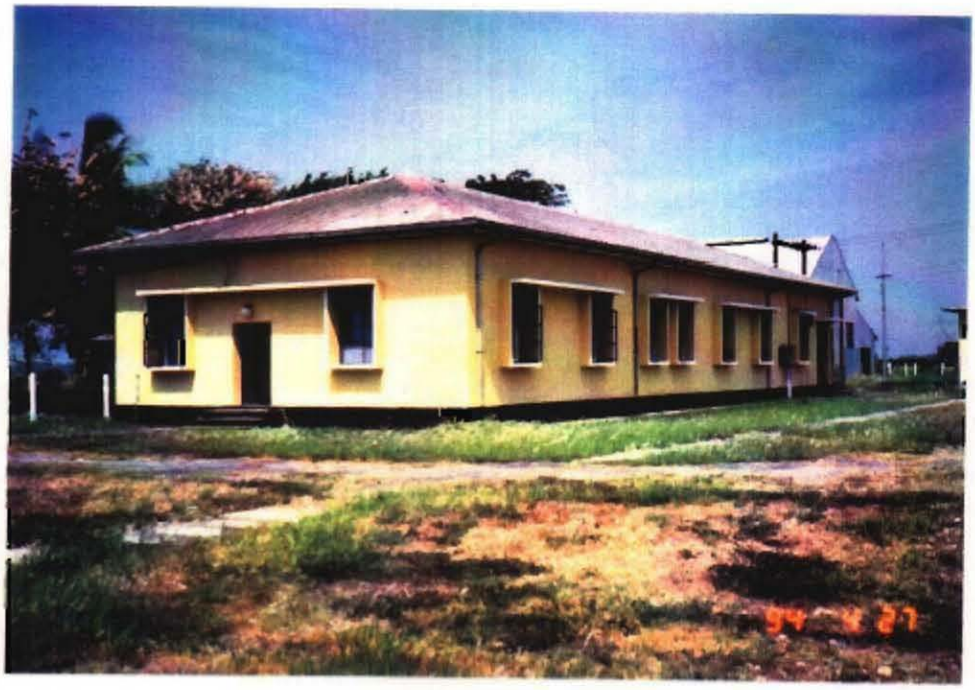
No. 7　ヤンゴン ― マンダレー間の鉄道

No.8　　シッタウン河（オクトウィン郡）

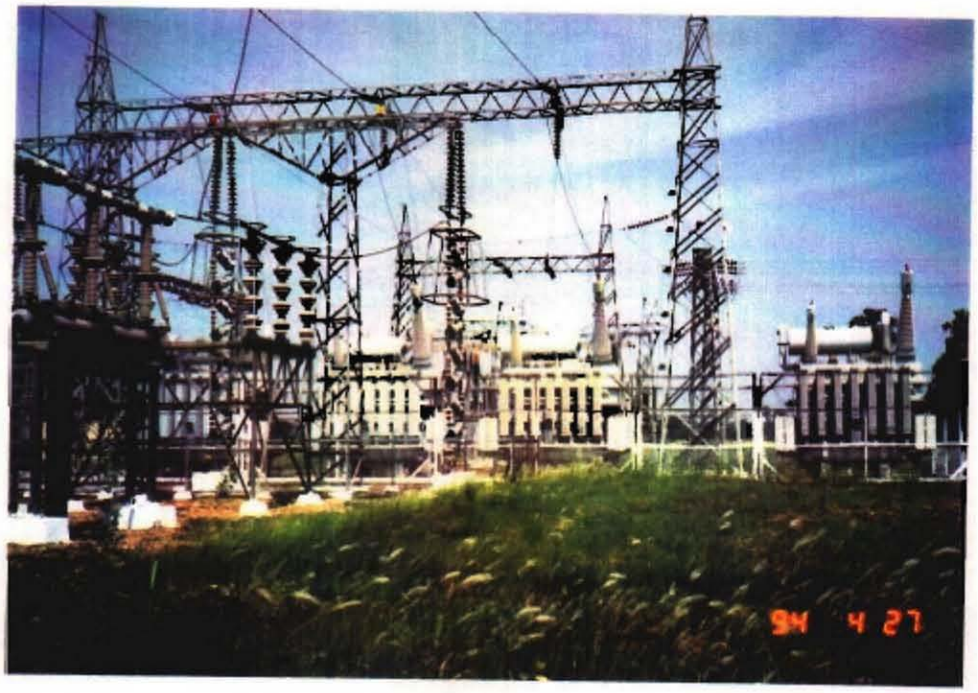


No. 9　夏季水稲作　移動式ポンプ
（シッタウン河右岸、オクトウィン郡）

No. 10　夏季水稲作



No. 11　タングー市変電所、制御室、事務所



No. 12　タングー市 230 kv 変電所

シッタウン河流域カバウンかんがい開発計画

目　次

まえがき ---------- i
位置図 ---------- ii
一般図 ---------- iii
現地写真 ---------- iv

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 ---------- 5
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 ---------- 7
　１．４．３　土地利用および農家経営規模 ---------- 8
　１．４．４　主要作物 ---------- 9
１．５　かんがい農業 ---------- 10
　１．５．１　概要 ---------- 10
　１．５．２　関係機関及び諸制度 ---------- 13
　１．５．３　かんがい開発事業 ---------- 14
　１．５．４　実施中の日本の技術協力及び経済協力 ---------- 17
　１．５．５　排水事業 ---------- 17

第２章　カバウ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 ---------- 19
２．３　プロジェクト調査着手の妥当性 ---------- 20
２．４　計画地区の現況 ---------- 21
　２．４．１　地域の概要 ---------- 21
　２．４．２　流域 ---------- 23
　２．４．３　地質 ---------- 23
　２．４．４　土壌 ---------- 24
　２．４．５　農業 ---------- 25
　２．４．６　洪水被害 ---------- 27

2．4．7　農家の年間粗収入 ---------- 28
2．5　かんがい開発計画 ---------- 28
2．5．1　計画地区 ---------- 28
2．5．2　マスタープランでの基本的計画値 ---------- 28
2．5．3　開発の適正規模 ---------- 29
2．5．4　水源の位置 ---------- 30
2．5．5　気象 ---------- 31
2．5．6　水源流量 ---------- 31
2．5．7　かんがい施設 ---------- 32
2．5．8　建設資材 ---------- 33
2．5．9　工事用電力 ---------- 34
2．6　夏期稲作展示圃場整備計画（案） ---------- 35
2．7　かんがい局の調査の進捗 ---------- 36
2．8　今後の課題 ---------- 38

第3章　水力発電計画 ---------- 39
3．1　電力事情 ---------- 39
3．1．1　エネルギー資源 ---------- 39
3．1．2　エネルギー政策 ---------- 40
3．1．3　電力の現状 ---------- 41
3．2　カバウン水力発電計画 について ---------- 55
3．2．1　プロジェクトの概要 ---------- 55
3．2．2　計画地域の地質概要 ---------- 57
3．2．3　プロジェクトの現況 ---------- 61
3．2．4　計画地点及び関連地域の現況調査に対するコメント ---------- 61
3．2．5　今後調査すべき事項 ---------- 67

第4章　航空写真測量による地形図の作成 ---------- 72
4．1　カバウン地区の地形図の作成 ---------- 72

添付資料
1．　付表・付図 ---------- 76
2．　現地レポート（英文） ---------- 97
3．　調査者略歴 ---------- 124
4．　調査日程 ---------- 126
5．　面会者リスト ---------- 127
6．　収集資料一覧表 ---------- 130

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（１９９２／９３） ---------- 7
表－４　土地利用 ---------- 8
表－５　経営規模（１９９２／９３） ---------- 8
表－６　作付率（１９９２／９３） ---------- 9
表－７　主要作物作付面積及び収量（１９９２／９３） ---------- 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 ---------- 11
表－１０　かんがい率 ---------- 11
表－１１　作目別かんがい面積 ---------- 11
表－１２　水系別流出量 ---------- 12
表－１３　かんがい施設別面積 ---------- 15
表－１４　かんがい局実施によるかんがい面積及び洪水防御地区 ---------- 16
表－１５　排水事業面積 ---------- 17
表－１６　作付時期 ---------- 27
表－１７　タウングー市の気象 ---------- 31
表－１８　カバウン川月平均流量 ---------- 32
表－１９　資材単価（タウングー市） ---------- 34
表－２０　ミャンマーの発電設備 ---------- 41
表－２１　MEPEの発電設備の年度別移推 ---------- 42
表－２２　MEPEの発電電力量の年度別移推 ---------- 42
表－２３　MEPEの主要発電設備名とその発電可能容量 ---------- 43
表－２４　小水力発電設備 ---------- 44
表－２５　MEPEの既設基幹送電線（２３０ｋｖ）系統 ---------- 47
表－２６　既設１３２ｋｖ送電線 ---------- 47
表－２７　既設６６ｋｖ送電線 ---------- 48
表－２８　現在計画中の送電線 ---------- 48
表－２９　１９９１年のアジア地域の国民一人当たり消費電力量 ---------- 50
表－３０　MEPEの現行電気料金 ---------- 50
表－３１　MEPEの２０００年までの電力需要想定値 ---------- 51
表－３２　MEPEの新規電源開発計画 ---------- 52
表－３３　２０００/０１年に於けるMEPEの発電設備計画 ---------- 54
表－３４　ダムサイトの地質（Yenweプロジェクト） ---------- 68
表－３５　Ｆ／Ｓ期間中に必要な調査工事 ---------- 70
表－３６　月及び年平均雨量　（タングー市）１９６１－９２ ---------- 77

表－３７　月及び年平均気温　（タングー市）１９６４－９２ ---------- 80
表－３８　月別最高気温　（タングー市）１９６４－９２ ---------- 81
表－３９　月別最低気温　（タングー市）１９６４－９２ ---------- 82
表－４０　月平均湿度　（タングー市）１９６４－９１ ---------- 83
表－４１　月平均日蒸発量　（タングー市）１９６６－９１ ---------- 84
表－４２　年最大風速及び風向（タングー市）１９６４－８１ ---------- 86
表－４３　月総流出量（タングー市、カバウン川）１９６５－９２ ---------- 87
表－４４　事業地区土壌区分 ---------- 89
表－４５　事業地区現況土地利用 ---------- 90

付図一覧

図－１　カバウンかんがいプロジェクト位置図 ---------- iii
図－２　カバウンかんがいプロジェクト一般図 ---------- iv
図－３　主要変電所及び基幹送電線連系図 ---------- 46
図－４　ミャンマーの地質特性図 ---------- 58
図－５　シッタン河流域の地質状況 ---------- 59
図－６　ミャンマーの地震発生状況 ---------- 60
図－７　ダム軸のシフト案 ---------- 63
図－８　ミャンマー既存主要送電系統 ---------- 65
図－９　カバウン・プロジェクトの送・変電関係 ---------- 66
図－１０　カバウン地区地形図作成地域 ---------- 75
図－１１　月平均雨量図（タングー市）１９６１－９２ ---------- 78
図－１２　年平均雨量図（タングー市）１９６１－９２ ---------- 79
図－１３　月平均気温、湿度、蒸発量図（タングー市） ---------- 85
図－１４　月平均雨量及び流出量図（タングー市、カバウン川） ---------- 88
図－１５　カバウン地区レイアウト図 ---------- 91
図－１６　シッタン河流域水文観測所位置図 ---------- 92
図－１７　カバウン地区土地利用図 ---------- 93
図－１８　カバウン地区土壌図 ---------- 94
図－１９　農業省かんがい局組織図 ---------- 95
図－２０　MEPE組織図 ---------- 96

シッタウン河流域カバウンかんがい開発計画

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ンダマン海に臨み、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ンドウィン河、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ウン河が、この国の大河川である。

ミャンマーは熱帯モンスーン気候地帯に属し、降雨が続くのは南西モン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月までの北東モンスーン期は、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ンの発生など４、５月までの前モンスーン期がある。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、カチン、チン、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７

０％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.　ヤカィン一州（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.　マグェ管区	中部イラワジ両岸
	4.　バゴー管区（ペグー）	南部デルタ
	5.　エーヤーワディー管区（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、シッタウ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。水稲（籾ベース）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

表－2　基礎指標

面積		67.7万km2	
人口		42,330千人（92年度推定）	
年間人口増加率		1.88（92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（%）			
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（籾ベース）		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、シッタウン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°Ｃであるが、マンダレーでは１月の平均気温は２０°Ｃで４月が３２°Ｃと月較差が大きい。シャン州のタァゥンジー市（標高１４３６ｍ）では年平均１９°Ｃ、月平均１３～２３°Ｃ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：

マグェ管区　　：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っている。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、ヤカィン州、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　シッタウン河水系

シッタウン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。シッタウン河は上流部では深い渓谷を流れ、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。

シッタウ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提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壌水分利用可能量が水稲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壌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、ヤカィン州）では南西モンスーン期には常に多雨に見舞われ、土壌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、粘性の強い土壌、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稲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稲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１，０００～２，０００ｍｍ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、焼き畑による陸稲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。ここと対照的に、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　：　２．５－３．７ｔ
２）デルタ地帯の提内水田　：　２．５－３．７ｔ
３）多雨地帯の天水田　：　１．７－２．５ｔ
４）少雨地帯の天水田　：　１．２－１．９ｔ

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稲作に適しているし、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	多品目播種面積	作付率
	千ｈａ	千ｈａ	%
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．じゃがいも	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６５０万は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、外貨不足のために充分な肥料、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。

ミャシマーの過去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

区分＼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（ｋｍ2）	年平均流出量（億ｍ3）
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．シッタウン水系	３３，２００	４８０
４．ビリン水系	２，４００	６０
５．バゴー水系	５，３００	８０
６．ヤカィン地域	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（ＳＬＯＲＣ：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－19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。

かんがい局の常傭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を支払はなけらばならない。

（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（Quarternary 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　スペアーパーツ、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。

昨年（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はかんがい施設別の整備面積を示す。過去３０年のかんがい面積の平均増加は１７４，０００ｈａ で、中でもタンクや貯水池によりかんがいされた面積の延びは著しく注目に値する。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　かんがい施設別面積

（単位：千ｈａ）

区分	1989/90	1990/91	1991/92	1992/93
1．ダム、頭首工	517	517	503	507
2．タンク	193	194	186	196
3．井戸；機械力	6	6	7	12
人力	16	16	19	19
4．ポンプ；ディーゼル	130	124	129	171
電気	0.8	1.2	1.6	2
5．水車	0.8	0.4	0.4	0.4
6．その他	142	144	151	160
合計	1,005	1,003	998	1,068

（1992/93の数値は暫定値である）

表－１４　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）

１９９３年１０月現在、農業省かんがい局および外国援助によるかんがい開発に関わる調査およびプロジェクト実施状況は下記の通りである。

（１）　プロジェクト発掘調査（Identification）：４１地区

（２）　予備調査（Preliminary Study）　　：１４地区

（３）　中国の協力によるプロジェクト

１）Thazi Dam Project:　F/S 完了

２）Bangon Dam Project:　F/S 完了

３）Taungpinle Dam Project: ミャンマー政府により現在施工中。
１９９４年５月完了予定

（４）　その他のプロジェクト

１）Kabaung Dam Project:　Pre F/S 実施中

２）Lebyu Dam Project:　来年度ミャンマー政府により工事着工

３）Letpan Dam Project:　取り消し

４）Mu River Dam Project:　ミャンマー政府によりFinal Design 終了
（２００，０００ｈａ）

５）Sinthe Dam Project:　UNDP によりF/S 終了

６）Yenwe Dam Project:　UNDP と ADB により F/S 終了

７）Yinmale Dam Project:　取消し

８）Sadon Dam Project:　ミャンマー政府により D/D 終了

９）Namlet Dam Project:　ミャンマー政府により現在 Study 中

１０）Yin Dam Project:　World Bank にリクエストしたが、ミャンマー政府により独自に現在施工中

１１）Sameikkon Second Pump Irrigation Project:　ADB により F/S 完了

イラワジ川左岸より取水（６，８７０ｈａ）

１２）Upper Pakannge Second Pump
Irrigation Project: ADB により F/S 完了
イラワジ川右岸より取水（６，０２０ｈａ）

１３）Paunglaung Second Pump
Irrigation Project: ADB により F/S 完了
イラワジ川右岸より取水（１，５２０ｈａ）

１．５．４　実施中の日本の技術協力及び経済協力

１９８８年以降新規協力案件は全て停止されており、継続案件の一部が再開されている。現在協力中の案件は次の通りである。

１）かんがい技術センター計画(ITC)　協力期間：88.4.1-95.3.31
(Irrigation Technology Center Project, JICA)
２）中央林業開発訓練センター計画(CFDTC)　：90.8.1-95.7.31
(Central Forestry Development Training Center Project, JICA)
３）3.南ナウィンかんがいダム・プロジェクト，95年完成見込み
(South Nawin Irrigation Dam Project, OECF)

１．５．５　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年の中１０年ごとの平均面積増加は１５４，０００ｈａになる。

表－１５　排水事業面積　単位：千ｈａ

タイプ	１９４０／４１	６１／６２	８１／８２	８９／９０
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　カバウンかんがい開発計画

２．１　一般

カバウ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。本地域はＡＤＣＡにより、平成５年１１月に実施されているシッタウン河流域踏査の１地区でもある。今回平成６年４月に、灌漑排水及び航測図化調査に加え、発電の可能性の確認を併せて、乾期における現地調査を行った。ミャンマー政府、農業省かんがい局は、本プロジェクトの推進に極めて熱心で、現在独自に基礎調査（Ｐｒｅ－Ｆ／Ｓ）を実施している。

計画対象地域はシッタウン川流域の中流域に位置するバゴー管区タング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グー山脈を源にしているカバウン（Kabaung）川が流下し、シッタウン川に流入している。カバウン川は自流域に恵まれ、年平均流量は約４２．５ｍ３／ｓと豊富で、下流では雨期に約３７，０００ｈａの天水田農業が営まれている。本計画はこの豊富な水資源と既農地を使い、乾期水稲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３０，０００ｋｗの発電を行う計画である。

計画対象地区はシッタウ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ウン川渓谷調査団によるReport on SITTANG VALLEY WATER RESOURCES DEVELOPMENT (September 1964)を参考にしてまとめた。

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	:	１，０８０ｋｍ2
かんがい面積	:	５４，７００ｈａ
提高	:	５０ｍ
提長	:	３００ｍ
ダムタイプ	:	コンクリート　ダム
発電規模	:	３０，０００ＫＷ

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かんがいなしの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、気象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これらの地域では、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、カバウン川は、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

この地区のうち、定期的（３年に一度）に生じる洪水の影響を受ける地区や、またそれによってできる沼地を合わせた全体の広さは約４０，０００ｈａあり、この地区の作物は多大な洪水被害の影響を受けている。もし、洪水調節によりクン支流の河口の水位を０．６ｍ下げることができれば、この地域の洪水被害地域を１０，０００ｈａに減少することができ、１．２ｍ下げることができれば、洪水被害を完全になくすことができると言われている。

（３）　住民の生活向上

地区内の一人当りの年間粗収入は非常に低く、国の平均に較べても６０％程度である。従って、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ことが早急に必要である。それと同時に、地域格差を無くすようにしなければならない。

（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産品であったが、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・ハーベストの改善により、より良質米を確保出来ること、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

この地区の土壌は沖積地の富栄養のフルヴィソル、フルヴィック・カンビソル、及びカンビソルで約６０％、グレイソル、フェリック・ルビソルが約２０％を占めている。問題の少ない弱酸性土壌であり、水稲作に適している。グライソル、プラノソルも一部分布しているが排水により過湿に留意すればよく、この地区の土壌は問題はない。

(2) 労働力

地区内にはタングー市があり、オクトウィン郡を合わせると約２７０，０００の人口があり、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

プロジェクト完成後の農産物の流通の観点から、最大の市場はヤンゴンであり、また プロジェクト地区内には人口２７０，０００のタングー市及びオクトウィン町があり、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。また、ヤンゴンまで約２８０ｋｍ，バゴーまで約２００ｋｍ、マンダレーまで約４００ｋｍである。また、ここには電話も敷設されている。

(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）　プロジェクト実施に必要なデータの完備

農業省かんがい局が基礎調査を継続しており、１９９３／９４の乾期中に地質調査を除きほぼ完了する。故に、調査の着手に対しては問題ない。

（６）　プロジェクト実施済みの類似案件の実現化状況

この地区の周辺においては下記のプロジェクトは既に完了し、維持管理の状況に入っており、前回の調査期間中これらを見せてもらったが管理は良く行われていた。

（１）Yezin Dam Project
（２）Kinda Dam Project
（３）Sedawgyi Multipurpose Dam Project

更に隣接地区Minye Chaung Dam Project（かんがい受益面積約４００ｈａ）が施工中である。

また、工事実施について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

故に、上記の調査実施済みの類似案件の実現化状況および維持管理状況から見た限り、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

本プロジェクトはバゴー管区の北部タングー市周辺、北緯１８°５５'、東経９６°２０'に位置する。首都ヤンゴンからの距離は約２８０ｋｍ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ウン河の右岸側に位置し、西方のペグー山脈と東方のカレン山系に挟まれた、幅約１０～２０ｋｍの谷底平野である。

本地区は主要水源となるカバウン川の両岸に展開している沖積平野、約１３５，０００エーカー（５５，０００ha）の天水田地帯である。

（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タングー郡及びオクトウィン郡からなる。タングー郡は２４の町村、オクトウィン郡は２７の町村がある。両郡の人口は、それぞれ約１９２，０００人，７７，０００人、合計約２６９，０００人である。タングー郡の家族数は３７，０００戸、オクトウィンのそれは１５，５００戸である。このうち農家数は約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ウン河が境界となり、北側の境界はシッタウン河への直接流入小河川Nangyun川で、タングー市とイェダシェ市（Yedashe）の境界、また北方のスワかんがい開発プロジェクト計画地域と同一の境界となる。南側は現在施工中のMinye Chaung ダム・プロジェクトの受益境界、Banbuwegon村である。西側は山麓と現況天水田平野部が境界となる。南北の距離は約３８ｋｍ、東西は中央部で約２０ｋｍ、両端で約１０ｋｍの幅に広がった平坦な矩形形状である。プロジェクト地域の面積は約５５，０００ｈａが計画されており、このうち約６７％が雨期作の天水田（約３６，８００ｈａ）である。

受益地の地盤標高は海抜１１０～２５０ｆｔ（３３．５～７６．２ｍ）、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。地区の北部及びカバウン川左岸は浅い小河川が比較的多く分布している。

（４）　道路・交通

地区内の主要道路はシッタウン河と平行して走る、基幹国道ヤンゴン－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。カバウン川を横断する橋は橋長５４０ｆｔ（１６５ｍ）、幅員５ｍのトラス橋である。トラス高は２．０ｍ、５径間、ピアー高４．５ｍ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オクトウィン市から西方にゆく市町村道が主たるものである。この道路は一部砕石舗装道路であるが山岳地域は無舗装の林道に変わっている。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利用可

能である。本道路は流域界であるペグー山脈を越えイラワジ川沿いのピイ市（Py, 旧Prome市）まで通じている。ダムサイト右岸付近へは、オクトウィン市より、この道路の約２４ｋｍ地点に分岐点があり、かなりの急勾配でかつ不整形の開拓道路があり、乾期にはジープで利用可能である。頭首工サイトも同じルートが使える。

２．４．２　流域

カバウン川はペグー山脈のMyaukmwetaung山頂、標高１，８４９ｆｔ（５６４ｍ）mを源とし、ほぼ西から東に流れシッタン河の一支線である。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。カバウン川の合流点付近での流域面積は６１６平方マイル（１，５９５ｋｍ２）、流路全長１２０ｋｍである。この山地のカバウ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。流域の植生は３，０００種あると言われており、チーク、Pyinkado, Thityd-Ingyin, In-kanyinなどを主要資源とする山林で、伐採林地帯である。

２．４．３　地質

本地域はミャンマー中央低地帯に属している。この地域は最も最近陸化が完成された地域とされ、第３紀の終わりまではアラカン山地とシャン高原地帯の中間に横たわる古ビルマ湾と呼ばれた海であったと考えられている。この低地帯の東部とシャン高原とが接する所は、南北に延々と走る大地質断層と見られている。この２つの高原に挟まれたシッタウン河流域は、現在のイラワジ河、チンドウィン河の前身であった大河が運び込んだ砂岩、頁岩及び粘板岩よりなる第３紀堆積物で大部分が厚く覆われている。

その後もイラワジ河、シッタウン河の河口付近では第４紀の沈殿物による堆積が進行し、本地域の流域でもあるペグー丘陵を形成した所も生じた。

地質構成からシッタウン河流域を見ると、３地域すなはち東部、西部および中部に分けられる。東部は砂岩、頁岩、石灰岩、花崗岩および片麻岩で代表されているように堆積岩、火成岩および変成岩層によって特徴づけられる。西部はペグー地層の砂岩および頁岩、イラワジ地層の砂岩および泥岩が広く分布している。また、中部平原は９０ｍの深さに及ぶ沖積層が広がっている。

2.4.4 土壌

シッタウ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ウン河沿いやカバウ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。

タングー地区のシッタウン河沿いの所は、低湿地土が沼地土と混ざり合っている所もあるが、洪水防御や開墾を行えば、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。

カバウ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、カンビソル、グレイソル、ルビソル等からなる。左岸にはルビソル、右岸にはカンビソルが広く分布している。下記に受益地に見られる各代表土壌の性格を示す。

1）フルヴィソル

沖積低地の土壌で、受益地内ではカバウン川の両岸及びシッタウン河沿いに見られる河成の堆積土である。洪水により新しい堆積で絶えず若返っている。畑作、稲作の生産性が高い。

2）グライソル

地下水の影響を受ける土壌で、通年あるいはある期間土壌中で水位が高くなって生成する。低地のフルヴィソルと併存し、稲作にもっぱら利用、また排水されて園芸、牧畜、木本作物栽培に利用される。オクトウィン町に近い鉄道の東側に見られる。

3）カンビソル

カンビソルは土壌生成に要する時間が限られている土壌で、中程度に発達した土壌で、母材の風化は微弱乃至中程度である。粘土、有機物、遊離の鉄、アルミニュウム化合物の集積量が少ない。さまざまな気候、地形、植生の条件下で各種各様の岩石から風化生成した中粒乃至細粒の母材の上に生成する。自然肥沃度が高い。地区内での代表的土壌である。

4）ルヴィソル

表層土から粘土がある深さの集積層に移動しているのが特徴である。各種粘土を含み、厚い粘土層が発達しない限り排水も良い。農業利用度が高く、穀作、シュガービート、飼料作物等に良い。受益地北部に広範に広がって分布する。

5）プラノソル

乾期と雨期が交代する気候の下で粘土が破壊され、移動にり生成されている。主に自然植生の極盛相が草本あるいは疎林下の平坦乃至波状地形の入水地に生成する。カバウン川右岸の受益地西部境界の高位部に少し分布している。施肥と周到な水管理により、収量が得られる。

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単作が行われている。この地域の土壌は緩んだ沖積土で肥沃なため高収量を上げることができるが、洪水による被害を最小限にすることが重要である。この地区では作物の収量はシッタウン川の両岸に広がる低位部、約４０，０００ｈａの耕地に被害を及ぼす洪水により影響を受ける。現地盤より１ｍから１．２ｍも高い洪水はだいたい３年に１度の割合で発生し、洪水の継続期間は数日から２カ月とまちまちである。このような状況が発生すると作物は全体的に壊滅されるか、収量が相当量減収してしまう。また、この地区は乾期には水不足に悩まされている。

ここでは、６月から１０月までの間に通常の降雨があり、適度な排水を行っていれば、水田は平年作を確保するだけの土壌水分量を維持しているが、年によりモンスーン期に降雨が不安定なことがある。農民はモンスーン到来が遅れると、栽培期間の短い水稲作に変えるが、それでも到来の遅れが明瞭な場合はピーナッツの栽培にすぐ切り替える。このような年は、一般的に全ての作物の収量は減少する。

この地区は作物生産量、特に水稲では国内一位の部類に入る。次に、この地区で将来拡大が有望なものはサトウキビで地下水位が高い所や水稲収穫後の水田で土壌水分が残っている所では相当の収量を上げている。

作付け規模は小さくなるが、受益地内では乾期に深井戸やポンプを利用したかんがい稲作、カバウン両岸での浅井戸による畑作かんがいが見られる。オクトウィン付近の深井戸は数カ所あり、４インチＰＶＣパイプを用い、粘土層約２００ｆｔ（６０ｍ）を掘削し、乾期水稲作と雨期作の補給を行っている。５馬力程度のジーゼルエンジンを使用し、１カ所で１～２ｈａの水田をかんがいしている。一方乾期のポンプアップ地区（Ｏｎｂｉｎ村）はオクトウィン郡のシッタウン右岸にあり、その規模は１００エーカー（４０ｈａ）である。水源はシッタウン河本流である。シッタウン河の乾期と雨期の水位差が数ｍあるため、ポンプは可動式タイプにして、雨期には撤去している。

ポンプ規格は、

横軸渦巻きポンプ、	口径１５０ｍｍ
ディーゼルエンジン	３６馬力
揚水量	３．４ｍ３／分
全揚程	６．５ｍ

かんがい用水路は、乾期の地区内自然小河川を利用し、かんがい用水を逆流させている。

浅井戸の畑作かんがいは、地下水位約３ｍ程度のカバウン川右岸に見られた。竹竿と石油缶を使用した釣瓶井戸を利用した、人力によるドリップかんがいである。作目は、トウモロコシ、落花生、緑豆、とうがらし、ひまわり、ごま、タバコ等である。

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、１２０日で収穫、ローカル品種は８月播種、１５０日生育、１２月に収穫するパターンであった。下表にミャンマーの代表的な水稲品種及び、陸稲の播種期、収穫期（１９８６年当時）を示す。

表－１６　　作付時期

品種	生育期間	播種期	収穫期
１．早生種（Kaukyin）	150日以下	６月４日 ～７月４日	10月１日 ～11月２日
２．中生種（Kauklat）	150～170日	７月２日 ～８月２日	11月２日 ～12月２日
３．晩生種（Kaukkyi）	170日以上	７月２日 ～８月２日	12月２日 ～１月２日
４．冬作種（Mayin）	140～150日	11月１日 ～12月１日	３月１日 ～４月１日
５．陸稲	150日	５月１日 ～６月１日	10月１日 ～11月１日

マスタープランで提案されている畑作かんがい及び樹園地かんがいの品種及び作付率を以下に示す。

落花生	２０％
果樹園	５％
サトウキビ	１０％
タバコ	１５％
とうがらし	５％
豆類	１０％
野菜	１０％
トウモロコシ	１０％
綿	１０％
休耕地	５％
計	１００

２．４．６　洪水被害

この地区のうち、定期的（３年に１度）に生じる洪水位は現地盤より０．９ｍから１．２ｍに達し、この影響を受ける地区の広さは約５，７００ｈａに及ぶと言われている。現地踏査（乾期）の聞き取りでは、４年に１度程度、８月に洪水があり、シッタウン河右岸の自然堤防上２０ｃｍ程度湛水するとのことである。期間は３～４日である。対岸にはすでに堤防が建設されており、本地区の洪水防御施設の建設は遅れている。

２．４．７　農家の年間粗収入

タングー郡の農家の年間粗収入は９２／９３の作物収入を換算すると約１５，５００チャットであった。この収入は非常に低く、国の平均に較べて６０％程度とみられる。従って、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が急務である。

タウングー市の聞き取り米価格は

　　籾　：２００チャット／バスケット（　６チャット／ｋｇ）

　　白米：５６０チャット／バスケット（１６チャット／ｋｇ）

である。

２．５　かんがい開発計画

２．５．１　計画地区

本受益対象地域は、前述したようにカバウン川の両岸に広がる現況天水田地域である。上流境界はスワかんがい計画地域、下流境界ははミンイェかんがい地区と接しており、挟まれた開発可能地全域（総面積１３５，７００エーカー、約５５、０００ｈａ）をカバーしている。天水田は約９０，９００エーカー（３６，８００ｈａ）あり、ブッシュが約１４，７００エーカー（５，９００ｈａ）である。この２区域について、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る。受益面積は天水田を対象として取り上げ、３６，８００ｈａからの検討が必要である。

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）	：５５，０００ｈａ
コンクリートダム	：　５０ｍ（高さ）
流域面積	：　１，０８３ｋｍ２
貯水位	：　１１９ｍ
貯水面積	：　７８ｋｍ２
有効貯水量	：　９３７百万ｍ３
総貯水量	：　１，３６９百万ｍ３
最低水位	：ＥＬ　１０３ｍ
年利用可能水量	：　９６２百万ｍ３
発電機	：１５，０００ｋｗ　ｘ　２台
年平均発電量	：　１２０百万ｋｗｈ
確率洪水量	：　１，２００ｍ３／ｓ（１／１，０００）

		９００ｍ３／ｓ（１／２０）
頭首工（ダム下流６ｋｍ）	：	１カ所
北幹線用水路	：	３５．４ｋｍ
東幹線用水路	：	２４．１ｋｍ
南幹線用水路	：	３８．６ｋｍ
二次用水路	：	３８．６ｋｍ（３本）
洪水防御面積	：	５，７００ｈａ

２．５．３　開発の適正規模

マスタープランによれば、地区面積５５，０００ｈａの雨期水稲作、同面積の乾期畑作を計画しているが、かんがい局の現況土地利用図によれば、

耕作農地	：	３８，７６３　ｈａ
農園	：	７２５
ブッシュ	：	５，９６４
荒廃地	：	５２２
宅地、池、河川敷など	：	８，９４４
計		５４，９１８

であり、農園、荒廃地、宅地、池、河川敷などを除くと、農地としての利用可能地はブッシュを造成しても、最大約４３，８００ｈａと見られる。さらに水路敷き、道路、畦畔など潰れ地を２０％と仮定すると、純かんがい面積のポテンシャルは、地形上からは、約３５，０００ｈａと見られる。

現況の土地利用図は、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、今後より精度の高い航測測量で、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。

なお、現在入手の土地利用図及び土壌図に示されたプロジェクトの図化面積は、図上測定によれば下記の通りであり、マスタープランと食い違いがある。これは現在、地区南側にMinye Dam Projectを建設中で、Kywebwe村（約４，３００ｈａ）が、本プロジェクトから落ちるためと考えられる。この点に関しては、かんがい局のチェックが必要である。

１）土地利用図：

縮尺　１：６３，３６０

プロジェクト面積　：　５０，６３０ｈａ（減４，３００ｈａ）

2）土壌図

縮尺 1：25,000

プロジェクト面積 ：右岸 22,910ha

左岸 27,720

計 50,630 （減4,300ha）

さらにマスタープランによれば、頭首工下流の第1分水施設の計画水位はEL 220ft（EL67.06m）としているが、受益地内の標高は大部分がEL 200ft以下と見られる。頭首工予定地の河床標高との関係は、

河床標高 EL62.9m

第一分水位 WS67.1m

・受益地 EL61.0m

である。堰上げ高は大きく、一方水路損失は十分に見ている計画と言え、整合性の検討が必要であり、標高の面からも正確な地形図が必要である。

事業のアプローチとしては、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、シッタウン河両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44km、ダムの流域面積は418平方マイル（1,082km2）である。本地点はダムポケットが最も大きくとれる地点である。しかしながら、河床は厚い砂層とみられ、早急な地質調査が求められている。本調査の段階では、約10km上流（支川Thabyek川）までの河川調査が追加されるべきで、この間での地質調査を含めたダムサイト及びダムタイプの比較検討が必要である。

（2）頭首工サイト

ダムサイトの下流約6kmに頭首工が計画されている。ダム下流の間接流域は狭い。かんがい局の最近の地上測量結果によれば、ダムサイトと頭首工地点の河床標高はそれぞれ68m,63mである。カバウン川とシッタウン河の合流点の河床標高は未確認であるが、現状の地形図（1944年作成、 縮尺1：63,300）より推定し、EL140ft（42.7m）、流路長44kmとして平均河床勾配は1／1,800である。右岸には砂岩の露頭が見られた。現在ミオ

筋は右岸であり、取水は右岸取り入れが計画される。現在の位置では頭首工は幅が広く、地形的には下流の方が望ましい。

頭首工の位置についてもダム同様、比較案は現在ない。現在案では右岸に比高やく２５ｍの山があり、沈砂池のスペースにやや無理があり、下流直線部約３．５ｋｍの範囲で候補地を再検討する余地がある。

２．５．５　気象

受益地内には、タウングー市に気象観測所があり、ここの観測データが、灌漑計画に使用される。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。タウングー市の月平均一般気象は次表の通りである。

表－１７　　タウングー市の気象

月	平均気温 °C	湿度 %	降雨量 mm	蒸発量 mm／日
１月	22.6	69	7	4.0
2	24.9	57	1	4.6
3	28.6	54	3	6.4
4	31.1	54	26	7.6
5	29.9	70	152	5.9
6	27.3	87	339	3.8
7	26.8	88	377	3.4
8	26.7	90	404	3.4
9	27.6	85	244	4.1
１０	27.6	82	152	4.2
１１	25.9	78	39	3.8
１２	23.0	74	14	3.4
年平均	26.8	74	1,757	1,665 mm

注）１９６１～９２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１，０８２ｋｍ２である。この地点での実測流量データはない。下流約４０ｋｍ地点の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－１８　カバウン川月平均流量（１９６５－９２）

位置 月	タウングー市 流域面積 1,595 km2	ダムサイト予定地 流域面積 1,082km2
	m3/sec	m3/sec
１月	9.1	6.2
2	7.2	4.9
3	4.5	3.1
4	3.6	2.4
5	16.6	11.3
6	40.5	27.5
7	58.2	39.5
8	120.6	81.8
9	129.9	88.1
１０	75.8	51.4
１１	30.0	20.4
１２	13.7	9.3
年平均	42.5	28.8

なおカバウン川の下流の流況の特徴は、雨期と乾期の水位差は約２ｍと小さい。さらに５月から１１月にかけて降雨による水位増があらわれるが、シッタウン河の洪水位とは対照的で、比較的なだらかな水位変化を示し、降雨のピークが均されている。また河床は砂で厚く堆積しており、コンクリートの骨材となる砂利はない。これらのことより判断して、流域の流出水は伏流している可能性が高い。本格調査に際しては、ダムサイトの上流から頭首工下流まで数カ所で同時流量観測を実施し、量的な変化を把握すべきである。 また受益地では自噴水（０．０５ lit./sec）も見られ、広範囲の地下水位調査（雨期および乾期）が今後のＦ／Ｓ調査で提案される。

２．５．７　かんがい施設

（１）頭首工

マスタープランによれば、ダム下流の計画水位はＥＬ２２６ｆｔ（６９ｍ）としている。よって現在かんがい局で計画している頭首工サイトの河床標高より、堰上げ高は６ｍである。約１，２００ｍ３／ｓｅｃの洪水量を想定すると、洪水位はおよそＥＬ２３８ｆｔ（７２．５ｍ）まで上昇することとなり、下流受益地からの必要水位を十分検討し、堰上げ高を極力低くすべきである。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

幹線用水路総延長、約１００ｋｍ，二次水路約４０ｋｍが予定されている。構造は盛土水路である。受益地は左岸の方が約４，８００ｈａ広く、頭首工の取り入れは左岸が予定される。頭首工下流から第１分水工までは左岸の導水路を建設する。第１分水工により左右岸の分水を行う。右岸の幹線水路は、カバウン川を横断する必要があり、延長２００ｍクラスのサイホンまたは水路橋構造となる。

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となだらかで、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。

２．５．８　建設資材

ミャンマーの構造物の特徴は、圧縮応力に関しては、煉瓦を主に使用し、モルタルによる練積施工を多用していることである。受益地内の粘土は豊富にあり、煉瓦は十分に使用できる。細骨材としての砂も、川砂、山砂ともに量的に問題ない。しかしながら粗骨材としての砂利、玉石、採石はタウングー市付近ではシッタウン河の左岸側に求められる。ダムサイト上流３マイルに採石可能地があると言われており、カバウン川上流の採石可能性調査、賦存量調査が必要である。

シッタウン河左岸の川砂利は、丁度カバウン川の河口の対岸に位置するThaukyegat川，Dolthanng村の河床より、ボートを使用して採取している。タウングー市より約８マイル（１３ｋｍ）である。採石場はタウングーより約４マイル（６．４ｋｍ）離れたDonshal campにあった。砂岩が産出され、埋蔵量は約４２，００

0ｍ3である。また約7マイル離れたところにも採石場があり、そこの埋蔵量は127,000ｍ3といわれている。

タウングー市でDolの資材単価は次表の通りである。現在公定レートは1US$＝5.77チャット、実勢価格は、おおむね1円＝1チャットである。

表－19　資材単価（タウングー市）

名称		数量・単位	価格（チャット）	備考
1.レンガ	（現場渡し）	1,000個	3,200	雨期
	（工場渡し）	1,000	2,500	乾期
2.河床砂利	（現場搬入）	100cuft	1,500	雨期
	（採取場渡し）	100	500	乾期
3.砂	（現場渡し）	100cuft	750	雨期
	（採取場渡し）	100	100	夏期
4.石灰		1袋	90	
5.割石	1－2インチ	100cuft	700	
	2－4	100	550	
	6－9	100	500	
6.セメント		1袋	550	50kg
7.ガソリン		4.5 lit.	16	政府価格
		(1 Gallon)	200	市場価格

セメントは国内産、鉄筋はインドから輸入に頼っている。丸鋼、異形鉄筋の両者を使用している。

2.5.9　工事用電力

タウングーは、バルーチャン発電所から100,000kw，ピンマナ発電所から20,000kwが来ているが、ヤンゴンへ90,000kw出している。

現在タウングー市にはピークで28,000kwの電力を市内、官庁、紙工場などで使用しており、殆ど工事にまわせる余力はない。よって工事用電力は、全てディーゼル発電機を使用することになる。

２．６　夏期稲作展示圃場整備計画（案）

ミャンマーでは１９９２年からSummer Paddy Cultivation Programとして、乾期の稲作を奨励し始めた政府が農民に小型ポンプを貸出し、小河川に仮締切りを建設し、かんがい水を供給する計画である。２．４．５農業の項で述べたポンプアップかんがいが実例である。しかしながらこの地区はシッタウン河に近く、展示効果は低い。展示効果を高めるには、受益地の中央を走る国道及び鉄道沿いの両側に広がる天水田地域に、モデル圃場を造成する整備計画が本プロジェクトに先行して実施することが提案される。本地域はヤンゴン市とマンダレー市の中間に位置し、農民に対する夏期稲作の展示効果は大きい。

計画の概要：

１）場所：タウングー市の郊外Kanyo村周辺（カバウン左岸）およびオクトウィン町の南（カバウン右岸）の２カ所

２）モデル圃場：１００ｈａx2カ所
　　鉄道沿い両側、長さ２．５ｋｍ、幅４００ｍ

３）水源：シッタウン河

４）取水量：０．１５ｍ３／ｓｅｃ／ヶ所

５）取水施設：ポンプ場、２カ所
　　ポンプ規模：縦軸斜流ポンプ、口径２００ｍｍ、２台／ヶ所
　　取水容量４．５ｍ３／分／台
　　揚程　６．５ｍ
　　ディーゼル発電機：１０ｋｗ、２台／ヶ所

６）導水路：左岸　１．６ｋｍ
　　右岸　３．２ｋｍ

上述の計画はＦ／Ｓの中で検討するか、無償資金協力の範囲で検討するかのサウンディングが必要である。Ｆ／Ｓの中で検討し、本工事と同じ期間に建設するであれば、言うまでもなく効果発生の時期は、相当期間待たねばならない。

2.7 かんがい局の調査の進捗

かんがい局では１９６４年国連のシッタン河渓谷水資源開発に関する多目的有効利用のためのマスタープラン調査結果のダムサイト、頭首工サイト及びかんがい開発計画に基づいて、１９９３年からPRE-F/Sとして、下記の調査を進行中である。　なお現地の使用可能な地形図は１９４４年に作成された1:63,360の地形図、コンターライン50ft(15.24m)及び森林局が１９８２年に撮影した航測モザイク写真を利用している。

（１）地形測量

a.予定ダムサイト周辺地形測量は平面図の作成、ダム軸の横断図の作成が１９９４年１月に実施された。

ダムサイト周辺地形平面図　：　縮尺S=1:1,200
図化範囲　ダム軸の上下流各300m、約44ha
コンター間隔　10ft(3m)

横断図　：　１測線
縦縮尺　1:600、横縮尺　1:1,1200
測線長　430m
測量比高、左岸85m、右岸93m

b.貯水域平面横断測量

図化縮尺　1:6,000または1:12,000、コンター間隔1.5-3.0mが想定されているが、測量区域は未定で、実施されていない。

c.予定頭首工サイトの平面、横断図（１測線）が作成されている。

平面図　：　縮尺S=2,400
図化範囲　ダム軸の上下流それぞれ240m,360m
左右岸それぞれ260m,170m、計約30ha
コンター間隔　2ft(0.6m)
左岸比高9.8m,　右岸比高29.0m

d.受益地地形図

未整備。

（２）土壌、土地利用および社会・農業経済調査

a.土壌図はかんがい局の測量調査部で作成中である。縮尺は約1:25,000で、１９８２年に作成された森林局の航空モザイク写真を利用して作成している。

b.土地利用図は受益地について縮尺1:63,360で、１９９４年４月に作成されている。

c.社会・農業経済調査は、主としてタングー及びオクトウィンの２郡について概査されている。

（３）水文観測及びデータ収集

a.カバウン河の流量および河況資料は、ダムサイトから約１８マイル（29km）下流の道路橋地点でのデータ（日流量、月流量、年流量）が利用可能である。洪水量、流砂量、滞砂量はダムサイトで算定される。

b.現在予定されているダムサイトと頭首工の中間部にスタッフ量水標及び自記流量測定を実施するためのケーブルの基礎コンクリート工事が開始されている。

（４）地質調査

a.現在地域の広範囲な地質図はあるが、地区の詳細な資料は無い。
かんがい局では物理的な地質調査及び建設骨材調査は、彼らで実施可能としている。

b.かんがい局では１９９４年の乾期にダム軸のボーリング調査を実施する予定であるが、４月現在、現場にはボーリング機械の搬入は行われていない。。

2.8　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）ダム貯水域の主要木材伐採計画の概定
5）頭首工下流の生活用水の使用状況
6）骨材採石候補地の概査、選定
7）ダムサイト候補地（比較案を含む）のボーリング調査
8）頭首工予定地（比較案を含む）のボーリング調査
9）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
10）現在かんがい局で実施中のPre－F／Sレポートのとりまとめ
11）夏期稲作展示圃場整備計画への対応

第３章　水力発電計画

３．１　電力事情

３．１．１　エネルギー資源

ミャンマー国のエネルギー資源は、石油、天然ガス、石炭及び水力資源がその代表的なものである。以下にミャンマー国のエネルギー資源の概要について述べる。

１）石油資源

ミャンマーの石油の推定埋蔵量は、２１．３億バレルと言われている。石油の生産量は７９年度（７９年４月から８０年３月）には １１００万バレルであったが、その後、既存油田の生産力の減少（生産プラントの老朽化、スペアパーツの不足）、新規油田開発の遅れ等により石油生産量は低迷しており、９２年度の生産量は６８０万バレル程度に留まっている。この為、最近では国産原油の不足分を補うために国内需要の約２０％を輸入原油により賄なっている。

主要石油油田はガス田同様、エーヤーワディー（旧名イラワジ）河中流部のミンブ堆積盆地にあるが、まだ未探査地域が可成りあるので今後の調査により開発可能な油田はまだ増えそうである。

２）天然ガス資源

ミャンマーの天然ガスの埋蔵量は、１１兆立方フィートと推定されている。このうち４兆立方フィートがミャンマーの中部内陸部に、７兆立方フィートがミャンマー近海のマルタバン沖（Gulf of Martaban)にあると言われている。

ガスの生産量は、石油と同様の理由により、９０年から９１年にかけて生産量は低迷し、電力供給の逼迫や天然ガスを原料とする肥料生産の減少等の問題を来たしたが、９２年度になり生産量は回復基調に転じ、その生産量は暫定値で４２５億立方フィートと見積もられている。

３）石炭資源

石炭の埋蔵量は、２．８～ ３億トンと推定されており、現在確認されている埋蔵量は２億トンと言われている。これらの賦存地帯はエーヤーワディー河やチンドウイン河流域及びミャンマー南部であり、埋蔵量が確認され現に採掘されてい

る主要炭田はマンダレーの北西２００キロにあるカレワ（KALEWA）炭鉱及びチンドウイン河流域にあるダツウェクヤンク（Dathwekyank)炭鉱等であり、その量は各々、８～１２ 万トン及び３０００ 万トンと見積もられている。１９９１年の石炭の生産量は国連統計資料*1/ によれば ４４０００トン、リグナイトは３９０００トンであった。
（国連資料 *1/ Energy Statistics Yearbook - 1991）

４）水力資源

ミャンマーの主要河川は、いずれも国土の北部から南部方向へ流下している。最も大きい河川は エーヤーワディー(Ayeyarwady)河であり、国土の約６０％ を集水面積(４１.６万平方キロ、年間平均流出量は４３２０億立方メートル）とする大河川である。次いでタンルウイン(Thanlwin - 旧サルウイン）、チンドウイン(Chindwin)、シッタウン(Sittang)河等と続く。また、年間の降雨量は地域によりばらつきが多く、８００～４０００mmであり、水力資源は非常に豊富である。

ミャンマーの包蔵水力は１億ｋＷ 余と言われ、そのうち、開発可能な水力は４０００～６０００万ｋＷと推定されている。１９９３年現在のミャンマーの水力発電設備容量は２７７ｍＷであり、その開発比率は開発可能水力に対し０.７～０.５％程度で、ほとんど開発されていないと言っても過言ではない。これからの開発が期待されるエネルギー資源である。

５）森林資源

ミャンマーは国土の４８％（３２万平方ｋｍ）を森林が占めており森林資源は豊富である。中でも世界の生産量の７５％を占めるチーク材の輸出は外貨獲得に大きく寄与しているが、生産量は減少の傾向にあり、他の硬質木材の育成・輸出に注力している。しかし、反面、電力エネルギーの恩恵を受けられるのは、主として首都圏周辺及び地方の主要都市の送配電設備のある地域の住民のみであり、まだその普及率は低く地方の住民の大多数は日常生活に必要なエネルギーを薪から得ているのが現状である。その為に、薪の生産量は年々増加しており、９１年には１８.１百万立方メートルに達している。

３.１.２　エネルギー政策

ミャンマー 国は、以上に述べたように、各種の天然エネルギー資源に恵まれているが、全国の発電設備が合計で１０００ｍＷ余に過ぎない事でも明らかなように、人口４２百万人（９２年度推定値）に対する一人当たりの電力設備の割合は

極めて小さく、これらの資源を有効利用するに至っていない。

政府のエネルギー開発政策では、市場解放経済政策を強力に推進するため、その根底を担うエネルギー開発、特に石油・天然ガスの開発促進と共に、水力開発には最優先順位が与えられている。

3.1.3 電力の現状

1）組　織

ミャンマーの電気事業は、国の電力政策をエネルギー省(MINISTRY OF ENERGY - MOE)が担当し、その実施面（調査、設計、建設、運転・保守、売電等）をミャンマ電力公社（MYANMA ELECTRIC POWER ENTERPROSE - MEPE)が担当している。この他に、製造工場等の自家用発電設備があり、その余剰電力をMEPEに売電している。MEPEと自家発との比率は７：３である。MEPEの所有する９４年５月現在の主要発電所及び基幹送電線連系網を図－３に示す。MEPEは、全国組織を有し、約１５０００余名を雇用しており、その７３％（１１０００人）は技術者である。MEPEの組織を図－２０に示す。

2）電力事情

（i）発電設備

ミャンマー国の総発電容量は１９９３年度末現在、約１０２７ｍＷであり、その増加量は１９８８年度（１００１ｍＷ）からほとんど増えていない。１９９３年度末の実績と内訳は下表のとおりである。

表－２０　ミャンマーの発電設備（単位：ｍＷ）

発電設備	MEPE	他の事業者	合　計
水　力	277.0	-	277.0
火　力	60.0	-	60.0
ガス・タービン	331.9	-	331.9
ディゼル	78.1	-	78.1
合　計	747.0 ＊2/ (73%)	280 *3/ (28%)	1.027.0 (100 %)

(*2/: MEPE の資料、*3/: 国連資料- Energy Statistics Yearbook 1991)

この表からも判る通り、電力公社が全体設備の７３％（７４７ｍＷ）を所有し

ている。残りの２８０ｍＷは肥料工場などに設置された自家発電設備であり、その余剰電力をMEPE に売電している。

電力公社の設備別構成は、水力２７７ｍＷ（３７％）、火力（オイル）６０ｍＷ（８％）、ガス・タービン ３３１.９ｍＷ（４４％）、ディーゼル７８.１ｍＷ（１１％）となっている。１９８０年から１９９３年までのMEPEの発電設備の推移を 表－２１、２２及び２３に示す。

表－２３に示す大型発電設備の他、MEPE は MEPE の送配電線が行き渡っていない地域に対しては、小規模な水力発電設備を設置して電化を推進している。
１９９４年４月現在、全国で２３カ地点あり、その設備出力は１６.２ｍＷ（内有効は４.４ｍＷ？）である（表－２４参照）。発電設備の多くは中国製の機器類が用いられている。

表－２１　MEPEの発電設備の年度別移推　（単位：ｍＷ）

発電設備	1980	1985	1990	1991	1992	1993
水　　力	168	224	249	249	277	277
火 力（オイル）	42	42	60	60	60	60
ガス・タービン	174	256.9	331.9	331.9	331.9	331.9
ディーゼル	81.47	78.56	96.92	100.52	78.18	78.11
合　計	465.47	601.46	737.82	741.42	747.08	747.01

（　MEPE資料より　）

表－２２　MEPEの発電電力量の年度別移推

（単位：百万ｋＷｈ）

発電設備	1980/81	1985/86	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94
Hydro	720.19	1,003.48	1,248.45	1,238.27	1,518.37	1,536.00
Steam(Oil)	79.10	55.00	28.11	48.32	24.76	28.50
Gas Turbine	375.55	996.38	1,292.60	1,365.77	1,402.12	1,430.00
Diesel	46.26	41.66	64.51	46.16	50.74	60.50
合　計	1,221.1	2,096.52	2,633.67	2,698.52	2,995.99	3,061.00

Notes: Data for financial year (from March to April) only is available.
Data for self generator is not available.

表－２３　MEPEの主要発電設備名とその発電可能容量

設備名	タイプ	単機容量 (mW)	台数 (No)	設備容量 (mW)	発電可能容量 (mW)	完成時期
Baluchaung I	Hydro	28	1	28	28	Aug. 1992
Baluchaung II		28	6	168	160	1960, 1974
kinda		28	2	56	56	Dec. 1985
Sedawgyi		25	2	25	25	Sep. 1987
Sub-total				277	269	
Kyunchaung	Gas/T	18.1	3	54	50	Jul. 1974
Mann		18.45	2	36	32	Sep. 1980
Shwedaung		18.45	3	54	51	1982, 83, 84
Myanaung		16.4	3	66	60	1975, 1984
Tharkayta				57	57	1990
Ywama		18.45	2	36	32	Apr. 1980
Thaton				18	13	Sep. 1984
Kyaiklat				10.9	5	1983
Sub-total				331.9	300	
Mawlamyaing	Steam			12	3.5	Jun. 1980
Ywama				30	8	1958, 1976
Thaton				18	12	Oct. 1986
Sub-total				60	23.5	
合　計				668.9	592.5	

(MEPE 資料による)

表－２４　小水力発電設備

	設備名	設備容量 (kW)	有効出力 (KW)	設置場所	竣工年月日
1	Tatkyi	2,000	500	Shan State	1987
2	Mogok	4,000	400	Mandalay Div.	Sep.1989
3	Ngasip	1,000	0	Chin	1986
4	Daung Va	400	400	Chin	1984
5	Zalui	400	400	Chin	1984
6	Namkham	300		Shan	1988
7	Zinkyaik	198	190	Mon	1984
8	Muse	192		Shan	1988
9	Putau	160		Kachin	1987
10	Myitnge	154		Tanintharyi	1987
11	Hpasaung	162		Kayah	1988
12	Hpapun	64		Kayin	1987
13	Nam Lap	480		Shan	Nov.1991
14	Nam Laung	200		Chin	May 1992
15	Mali	192		Tanitharyi	Jul.1992
16	Kunhein	150		Shan	1991
17	Kattalu	150		Tanitharyi	Jul.1991
18	Chinshwehaw	100		Shan	Feb.1992
19	Galaing Chaung	1,260		Kachin	Sep.1991
20	Selu	24		Shan	Mar.1992
21	Paletwa	50		Chin	-
22	Mongla	30		-	Mar.1992
23	Kyaing Krahkha	2,520	2,520	Kachin	Apr.1993
	TOTAL	16,222	4,410		

（MEPE の資料による）

（ii）送・配電設備

MEPEの１９９３年現在の送電設備は、２３０ｋｖ基幹送電系統、１３２ｋｖおよび６６ｋｖ系統から成り、NATIONAL GRIDを形成している。

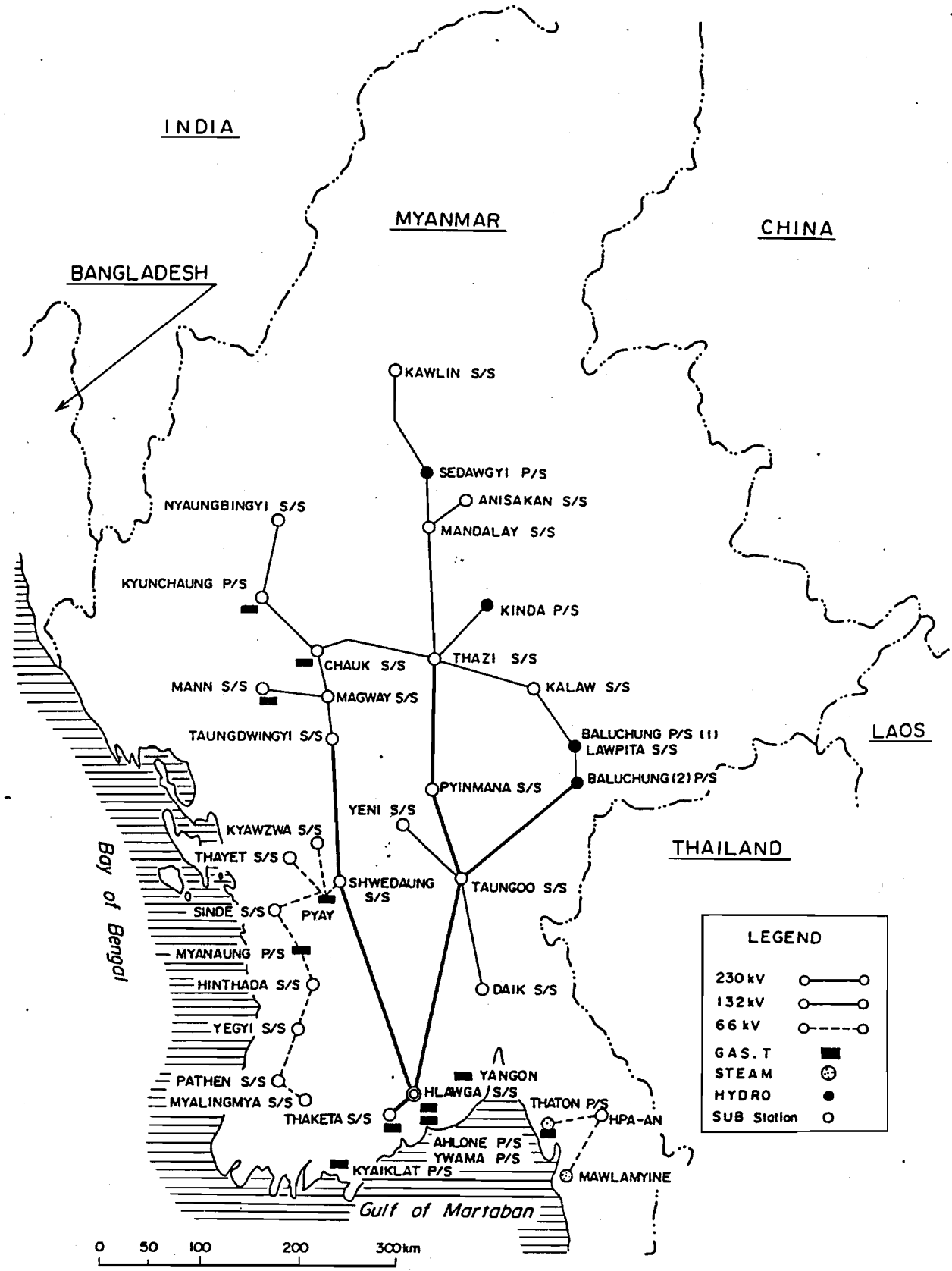
２３０ｋｖ線は、首都 ヤンゴンから東部、中央部及び西部の主要発電所を連系しており、東部では ヤンゴンから バルーチャン(Balu Chaung)水力発電所まで、中央部ではタジ（Thazi)変電所まで、西部では タウンデユンギィ(Taungdwingyi)変電所までの間を各々結んでいる。この総亘長は １０４９.５ｋｍである。表－２５にその詳細を示す。

１３２ｋｖ線は、中部から北部にかけて主として配置されており、マンダレー地方の タジ（Thazi)変電所を中心として、また、トングー(Tangoo)変電所周辺の発電所と接続している。総亘長は １５１６.５ｋｍに及ぶ。表－２６に詳細を示す。

６６ｋｖ系統線はバゴー(Bago)地方のシュウェダウン（Shwedaung)変電所からピヤヤ(Pyaya)発電所及びミャナウンヤ(Myaungmya)発電所を経由し、エヤワディー地方を南下しているものと、ヤンゴン市の東部 のタトン(Thaton)発電所とモウルメイン(Mawlamyine)火力発電所間約９７ｋｍを連系している。６６ｋｖ送電線の総亘長は ８５８.６ｋｍ である。表－２７にその詳細を示す。また、これらの主要発電所及び基幹送電系統図を図－３に示す。

ミヤンマーの配電線の電圧は、３３ｋｖ、１１ｋｖ、６.６ｋｖ、３.３ｋｖおよび４００/２３０ｖが使用されている。配電方式は、１相２線式及び３相４線式である。

首都ヤンゴンの配電系統は、３３ｋｖ、６.６ｋｖ、および４００/２３０ｖで構成され、地中に埋設されている。



LOCATION OF MAIN POWER PLANTS AND TRANSMISSION LINE BY MEPE
(As of May 1994)

図－3　主要変電所及び基幹送電線連系図

表－２５　MEPEの既設基幹送電線（２３０ｋｖ）系統

送電線区間名	線亘長（ｋｍ）	回線数	コンダクター サイズ	コンダクター タイプ	竣工年月日
Lawpita - Toungoo	154.1	1	795 MCM	ACSR	1960
Toungoo - Hlawga	248.5	1	795	ACSR	1960
Hlawga - Thakete	22.0	1	795	ACSR	1985
Shwedaung - Hlawga	234.0	1	2 x 605	ACSR	1987
Taungdwingyi-Shwedaung	159.0	1	2 x 605	ACSR	1987
Thazi - Pyinmana	133.9	1	795	ACSR	1988/89
Pyinmana - Toungoo	98.0	1	2 x 265/35	ACSR	1988/89
TOTAL	1,049.5				

（ MEPE 資料による）

表－２６　既設１３２ｋｖ送電線

送電線区間	亘　長（KM）	回線数	コンダクター サイズ	コンダクター タイプ	竣工年月日
Lawpiti - Kalaw	158.7	1	397.5 MCM	ACSR	1963
Kalaw - Thazi	72.7	1	379.5	ACSR	1963
Thazi - Mandalay	130.6	1	336.4	ACSR	1963
Mandalay - Anisakan	34.0	1	397.5	ACSR	1983
Kinda - Thazi	78.0	1	300/50(mm2)	ACSR	1985
Thazi - Chauk	144.3	1	336.4	ACSR	1969
kyunchaung - Nyaungbingyi	146.4	1	397.6	ACSR	1982
Toungoo - Yeni	72.4	1	397.5	ACSR	1985
Taungdwingyi - Magwe	69.2	1	397.5	ACSR	1987
Mann - Magwe	61.9	1	397.5	ACSR	1987
Magwe - Chauk	106.2	1	397.5	ACSR	1987
Sedawgyi - Mandalay	64.4	1	336.4	ACSR	1988
Toungoo - Daik	152.7	1	336.4	ACSR	1988/89
Baluchaung I- II	5.5	1	336.4	ACSR	1992
Sedaw - Kawlin	220.0	1	397.5	ACSR	?
TOTAL	1,516.5				

（ MEPE資料による ）

表－２７　既設６６ｋｖ送電線

送電区間名	総亘長 (km)	回線数	コンダクター サイズ	コンダクター タイプ	竣工年月日
Chauk - Kyunchaung	39.0	1	266.8	ACSR	1974
Myanaung - Prome	108.0	1	336.4	ACSR	1978
Myanaung - Bassein	242.3	1	336.4	ACSR	1979
Bassein - Myaungmya	26.4	1	266.8	ACSR	1979
Kyunchaung - Pakokku	33.8	1	266.8	ACSR	1974
Prome - Thayet	67.6	1	266.8	ACSR	1971
Kyunchaung - Wazi	29.0	1		ACSR	1975
Pyome - Kyawzwa	27.4	1	336.4	ACSR	1987
Chauk - Sale	8.0	1		ACSR	1975
Chauk - Nyaung U	45.0	1		ACSR	1975
Kalow - Taunggyi	47.0	1		ACSR	1975
Myanaung - Kyangin	14.5	1		ACSR	1976
Bassein - Bassein Glass Factory	9.7	1		ACSR	1979
Payagyi - Sittaung	48.3	1		ACSR	1980
Shwedaung - Prome	16.1	1		ACSR	1981
Thaton - Moulmein	96.5	1		ACSR	1987
TOTAL	858.6				

（ MEPE 資料による ）

表－２８　現在計画中の送電線

送電線規模	計画区間	亘長（ｋｍ）	建設完了年次
230 kv	Paunglong - Pyinmana	10	1999
	Pyinmana - Toungdwingyi	112	?
132 kv	Bego - Thaton	161	1995
	Lawpita - Kalaw	158	?
66 kv	Zawgyi - Taungyi	95	1994

（ MEPE 資料による ）

（iii）電力需給の現状

発電電力量

MEPEの１９９０年度以降の発電電力量の実績は、表－２２に示されている。MEPEの発電電力量は、１９８０/８１年（１２.２億ｋＷｈ）を１.０とすると、それ以降毎年増加して１９９３/９４年では２.５倍（３０.６億ｋＷｈ）に伸びている。

電源別構成比率における発電電力量のシェアーを見ると、水力発電のシェアーは８０/８１年は５９％であったが、その後、ほぼ ５０％ 前後の電力量を保っている。ガス・タービン発電は、８０/８１の３０％から毎年増加を続けており、９３/９４年では４７％のシェアーを占めている。９３/９４年での水力と火力の比は５２：４８であり、９０/９１年の４９：５１の火主水従が逆転しているが、その差は僅かであり、今後の政府の電力設備への投資動向如何によりこの比は変わって行くであろう。

消費電力量

１９９１年における ミャンマーの消費電力は国連の資料（Energy Statistics Year book, 1991)によれば２４億ｋＷｈであった。その内訳は不明であるが、同年の国民一人当たりの消費電力量は５６ｋＷｈ/ 年でアジアの中でも最低の位置にあり、アジアの平均値（８４９ｋＷｈ）の僅か６.６％に過ぎず、電化率は極端に低いと言えよう。この原因は電力の供給力不足から潜在需要が顕在化しえないものと思われる。

事実、首都ヤンゴンにおいても、最近、電力の供給が量・質共に安定して来たと言われているが、工場、事務所やホテルでの電力需要が旺盛で、夕方の電力消費のピーク時には電圧の低下や停電が常時発生している。現在、ヤンゴン市内では大型のホテルや事務所用ビルディングの建設ラッシュを迎えており、今後これらが完成しても新しい電源の投入が期待できないので電力の逼迫度は現在以上になるものと思われる。

表－２９　１９９１年のアジア地域の国民一人当たり消費電力量
（低い国をピックアップ）

国　名	電力消費量 (kWh / capita)
アフガニスタン	５７
バングラディシュ	７７
ブータン	１１６
カンボディア	８
ラオス	９５
＊ミャンマー	５６
ネパール	４３
（　日　本	７１６１）
アジアの平均	８４９

（ 国連資料 ）

(iii) 電力料金

MEPE の現行の電気料金を表－３０ に示す。

表－３０　MEPE の現行電気料金

区分	電気料 (ﾁｬｯﾄ/kWh)	容量料金 (ﾁｬｯﾄ/HP)	固定料金 (ﾁｬｯﾄ)
General Purpose	Flat Rate 0.50	-	Single Phase 2 Three Phase 5
Domestic Power (Yangon only)	Flat Rate 0.50	-	Single Phase 2 Three Phase 5
Small Power	Flat Rate 0.50	1	Sigle Phase 8 Three Phase 15
Industry	(Minimum of 2,000kWh) Flat Rate 0.45	1	Three Phase 25
Large Industry	(Minimum of 4 x 106) Flat Rate 0.40	1	Three Phase 25
Bulk	(Minimum of 2,000 kWh) Flat Rate 0.45	1	Three Phase 25
Street Light	(Minimum of 40 Watts) 40 Watts Kyats 0.08 Every additional 10 Watts Kyats 0.02	-	-
Temporary Lighting	For metered connections as same general purpose	-	-

（ MEPE 資料による ）

（iv）電力需給計画と開発計画

需給計画

MEPE の電力需給計画は、これまでに得られた電力市場に関する種々の資料、国の経済状況、現有の発電設備出力（能力）等を考慮して設定されている。特に、過去の年間平均発電電力量及び消費電力量、ピーク負荷、平均電力料金、消費物価指数、人口増加率、発電容量、未電化戸数、等を重要視して、計画想定期間内において投入されるであろう計画地域内に予定されている主要開発計画の電力需要想定値（工業開発計画、大型の公共福祉事業、ホテルや農産加工事業等）を求めて、この需要想定値に最も合致したモデル（単純回帰、数次回帰、二次方程式による）を作成して想定している。

下表－３１にMEPEの現時点における２０００年までの各年のピーク電力及び発電電力量の電力需要想定値を示す。

表－３１　MEPEの２０００年までの電力需要想定値

	unit	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Peak Power	mw	560	604	652	704	739	775	813	856
Annual Energy Requirement	106kWh	2,800	3,140	3,510	3,860	4,247	4,586	4,952	5,348

（MEPEの資料による）

電源開発計画

MEPEは、上記の長期電力需要想定値に基づいて、１９９４年度から２００１年度までの８年間に亘る新規電源の年度別投入計画を作成している（表－３２参照）。

表－３２　MEPEの新規電源開発計画

開発開始年度	プロジェクト名	場所	タイプ	設備出力 (mW)	発電電力量 (106kWh)	運転開始年
1994/95	Laivi	Chin	Hydro	0.6	2.6	Apr. 1994
	Nammyaw (Leshio)	Shan		4.0	17.0	Apr. 1994
	Nam Wop (Kyaington 1)	Shan		4.0	17.0	May 1994
	Tunzan	Chin		0.075	0.3	1994
	Nam Khan Kha (Mogaung)	Shan		5.0	20.0	1994
	Kyukok	Shan		3.0	12.0	1994
	Sub-total			16.675	68.90	
1995/96	Zichaung (Kalay)	Sagsing	Hydro	1.26	5.0	1995
	Nam Saung Gaung (Kyauk Me)	Shan		4.0	17.0	1995
	Chin Shwe Haw (Parkyathaw)	Shan		0.2	0.8	1995
	Mindat	Chin		0.4	1.7	1995
	Hseinwl	Shan		6.0	20.0	1996
	Nam Saung Chaung (Kunlon)	Shan		0.5	2.0	1996
	Ahlon	Yangon	Gas/T	93.0	550.0	1995
	Yangon Distribution Sys.	Yangon	Diesel	5 x 0.86	20.0	1995
	Tanyin Development Dist. System	Yangon	-	-	-	1995
	Sub-total			109.66	616.50	
1996/97	Zawagyi	Shan	Hydro	18.0	80.0	1996
	Zawagyi-Taung Gyi	Shan	66 kv	57 Miles	-	1996
	Taung Gyi	Shan	Substation	-	-	1996
	Taik Kyi	Yangon	Gas/T	93.0	550.0	1997
	Bago-Thaton State & Div.	-	132kv	-	-	1996
	Distri. System	-	Disel	10x0.5	20.0	1996
	Sub-total			116.0	650.0	

1997/98	Shwe Daung	Bago	Waste Heat	26.5	150.0	1997
	Thaketa	Yangon	ditto	26.5	150.0	1997
	Lawpita-Kalaw	-	132kv	-	-	1997
	Ahlone	Yangon	Waste Heat	46.0	250.0	1997
	Sub-total			106.0	600.0	
1998/99	Zaungtu	Bago	Hydro	20.0	75.0	1998
	Zaungtu-Bago	Bago	66kv	52 Miles	-	1998
	Mann	Magwe	Waste Heat	45.0	250.0	1998
	State & Divi. Distri.System		Diesel	10x0.5	20.0	1998
	Sub-total			70.0	345.0	
1990/2000	Paung Iaung	Mandalay	Hydro	280.0	810.0	2000
	Paung Laung-Pyinmana	-	230 kv	12 Miles	-	2000
	Pyinmana-Magwe	-	230 kv	-	-	2000
	State & Divi. Distri.System	-	-	-	-	2000
	Sub-total			280.0	810.0	
2000/01	Baluchaung (No.3)	Kayar	Hydro	48.0	330.0	2001
	Baluchaung (No.1 & 3)	Kayar	132 kv	6 Miles	-	2001
	Sub-total			48.0	330.0	
2001/02	Yeywa	Mandalay	Hydro	400.0	1,400.0	2002
	Yeywa-Mandalay	-	230 kv	-	-	2002
	Sub-total			400.0	1,400.0	
Total		Hydro:		795.035	2,810.4	
		Gas Turbine:		186.0	1,100.0	
		Diesel:		14.3	60.0	
		Waste Heat:		151.0	850.0	
		(Sub-total		1,146.335	4,820.4)	
		Trans.Line 230kv:		12 Miles + α		
		132kv:		6 Miles + α		
		66kv:		109 Miles		

（MEPE 資料による）

１９９４年度から２００１年度の８年間における新規電源設備投資計画により、

水力発電は、７９５ｍＷ（２８．１億ｋＷｈ）、ガスタービンは１８６ＭＷ（１１億ｋＷｈ）、ヂーゼルは１４．３ｍＷ（０．６億ｋＷｈ）、廃熱利用による発電 １５１ｍＷ（８．５億ｋＷｈ）が増加する事になり、この計画が予定通りに完成し、且つ既設の設備が引き続き稼働出来るとするならば、２０００/０１年のMEPEの発電設備容量及び電力量の総計は 表－３３に示すように１８９３．３１ｍＷ（７８．８１億ｋＷｈ）となり、MEPEの２０００年に必要となる電力；ピーク電力及び電力量は８５６ｍＷ及び５３．４８億ｋＷｈとなり十分賄える計算になる。

２０００/０１の設備容量及び電力量の増加比率は、９３/９４の各々２．５３（２．５７）倍となる。個々の設備については、水力が１０７２ｍＷとなり、現在の３．９倍増、アワーは４３．４６億ｋＷｈとなり２．８倍増となる。ガス・タービンは ２０００/０１年では総計５１７．９ｍＷ（ ２５、３０億 ｋＷｈ）となり、９３/９４に比べて、ｋＷで１．５６倍、ｋＷｈで１．７７倍となる。

表－３３　２０００/０１年に於ける MEPE の発電設備計画

発電設備	1993/94年の設備 (m W)	(106kWh)	1994/95 - 2000/01 増設分 (m W)	(106kWh)	総　計 (m W)	(106kWh)
水　力	277.0	1,536.0	795.0	2,810.4	1,072.0	4,346.4
火力(ｵｲﾙ)	60.0	28.5	-	-	60.0	28.5
（廃熱）	-	-	151.0	850.0	151.0	850.0
ｶﾞｽﾀｰﾋﾞﾝ	331.9	1,430.0	186.0	1,100.0	517.9	2,530.0
ﾃﾞｨｰｾﾞﾙ	78.11	66.5	14.3	60.0	92.41	126.5
合　計	747.01	3, 061.0	1,146.3	4,820.4	1,893.31	7,881.4

３．２　カバウン水力発電計画

３．２．１　プロジェクトの概要

本プロジェクトの属するSITTANG 川は、１９６３年に７名の国連の専門家と農業省かんがい局（IRRIGATION DEPARTMENT - ID)の協同作業により６～１２カ月かけて同河川の総合開発計画のマスタープラン調査が行われ、１９６４年９月に報告書*1/が作成された。(*1/ Energy Statistics Yearbook 1991)

この調査レポートによれば、SITTANG川の本流及び支流全体で１２のプロジェクト（本流上流部１カ所、１０カ所が支流に、下流のCOASTAL PARTに１カ所）がスタディーされ、YENWE-PYUNTAZA, SINTHE及びHANTHAWADDYの３プロジェクトがFIRST PRIORITY PROJECTSとして選定され次期調査（F/S)への移行が勧告された。この内 ２プロジェクト（YENWE & SINTHE)のF/Sは既に完了している。国連の調査の主たる目的は、SITTANG川の有する各種のポテンシャルの開発可能性の調査であった。

SITTANG 川は、流路延長６４０ｋｍ、流域面積３３．７千平方キロ、年間平均流出量４９３．４億トンを持ち、流域の標高差は１１６０ｍあり、年間の雨量は北部で９００ｍｍ、南部では３８００～５１００ｍｍにも及ぶが、これらは何れも雨期の間（５月～１０月）の６～７カ月のうちにその９０％が集中する特性を持つ河川である。

計画の検討においては、上述したような特性を持つSITTANG川の雨期の流量をダム等により貯留してかんがい、発電、洪水調節 等に利用しようとするものであった。そしてスタディーの結果、１２ のプロジェクトが選定されたものである。これらのプロジェクトが全て完成した暁には、総流出量の ３０％に当たる １４８．０億トンの貯流が可能になり、出水期の洪水は４０％調節され、２４３０００ヘクタールの河川沿いの常時氾濫原や沼沢地が救済される。また、同時に、新たに約８１万ヘクタールのかんがいシステムの導入が可能となると共に、１０００ｍＷの水力発電の計画が可能となると評価している。

ミャンマーの水力発電のポテンシャルは、総計で１００百万ｋＷ、または１４０ｋＷ／ｋｍ2と言われ、隣国の中華人民共和国、インド、パキスタン等のポテンシャルに比べて非常に大きいと言われている。SITTANG 川の水力のポテンシャルは、おおよそ２４００ｍＷ、その電力量は約２１百万ｋＷｈと見積もられ、実際

に利用可能なポテンシャルはほぼこれらの半分であろうと推定されている（１０百万ｋＷｈ）。しかしながら、これらのポテンシャルは未開発のまま放置されているのが現状である。

カバウンプロジェクトは上記１２のプロジェクトの中の一つであり、SITTANG川の中流部右岸の支流 KABAUNG 川にダム・貯水池を造り、高水時の流量を貯溜・調整して、下流域のかんがいと水力発電を行うもので、国連により計画された当プロジェクトの計画諸元は次の通りである。

カバウン・プロジェクトの計画諸元 （国連）

位　置　　：SITTANG 川の右岸にある 支流 KABAUNG 川。本流の河口より約４４ｋｍ（２７.４マイル）上流のペグヨマ（PEGU YOMA）山脈の丘陵地帯
流域面積　：１０８２.６ｋｍ2（４１８平方マイル）
年平均流出量：１１５９.５百万立方メートル（０.９４百万エーカー・フィート）
洪水流量　：１０７０百万立方メートル（１,０７０ｋｍ3）
低水流量　：９４百万立方メートル（０.０９４ｋｍ3）
比流量　　：０.０３４ｍ3/ 秒/ｋｍ2（３４.０リットル/平方キロメートル）
河床幅員　：６８～７３ｍ（７５～８０ヤード）
基礎岩盤　：ペグ層群の薄い細粒砂岩の層を持つ頁岩と砂質頁岩の互層堆積岩基盤は ５０～５３度の角度で上流方向（方位角３４５度～３５０度）に沈下している。
地震の震度　：８ DEGREE BY USSR STANDARD
貯水池水位　：EL. １１９ｍ （３９０フィート）
湛水面積　：７７.７平方キロメートル（３０平方マイル）
ダムの種類　：コンクリート
ダ　ム　高　：約５０ｍ（１６４フィート）
計画洪水量　：１２００ｍ3/秒（１０００年計画洪水の場合 ）
総貯水容量　：１３６９.１９百万立方メートル（１.１１百万エーカーフィート）
有効貯水容量：９３７.４６百万立方メートル（０.７６百万エーカーフィート）
最大利用水深：EL.１０３.０ｍ
水車の落差　：５０ｍ
設備出力　　：３０ｍＷ（１５ｍＷ Ｘ ２台）
年発生電力量：１２０百万ｋＷｈ
建設工期　　：３～４年
かんがい可能面積：約５４０００ヘクタール

３．２．２　計画地域の地質概要

１）計画地域の地質特性

計画地域は、図－４に示すように、新世代(Central Cenozonic Belt)のPegu Yoma Uprift東端付近からSittang Depressionにかけて分布する。Pego Yoma Uprift には、中新世のUpper Pegu層群（Series)が分布している。この地層は、砂岩、頁岩、泥岩から構成され、南方の軸を持つ褶曲が発達している。このUpriftの東縁は、鮮新世（Pliocene)のIrrawaddy層群が細長く分布し、低固結の砂岩及び礫岩で構成されている。Sittang Depressionは、図－５に示すように、第四紀の未固結のシルト、粘土、砂から構成されている。

当プロジェクトで計画される構造物のうち、ダム・貯水池からWeirサイト付近にかけてはUpper Pegu層群が分布し、Weirサイト付近にはIrrawaddy層群が、かんがい地域には第四紀層が各々分布する。

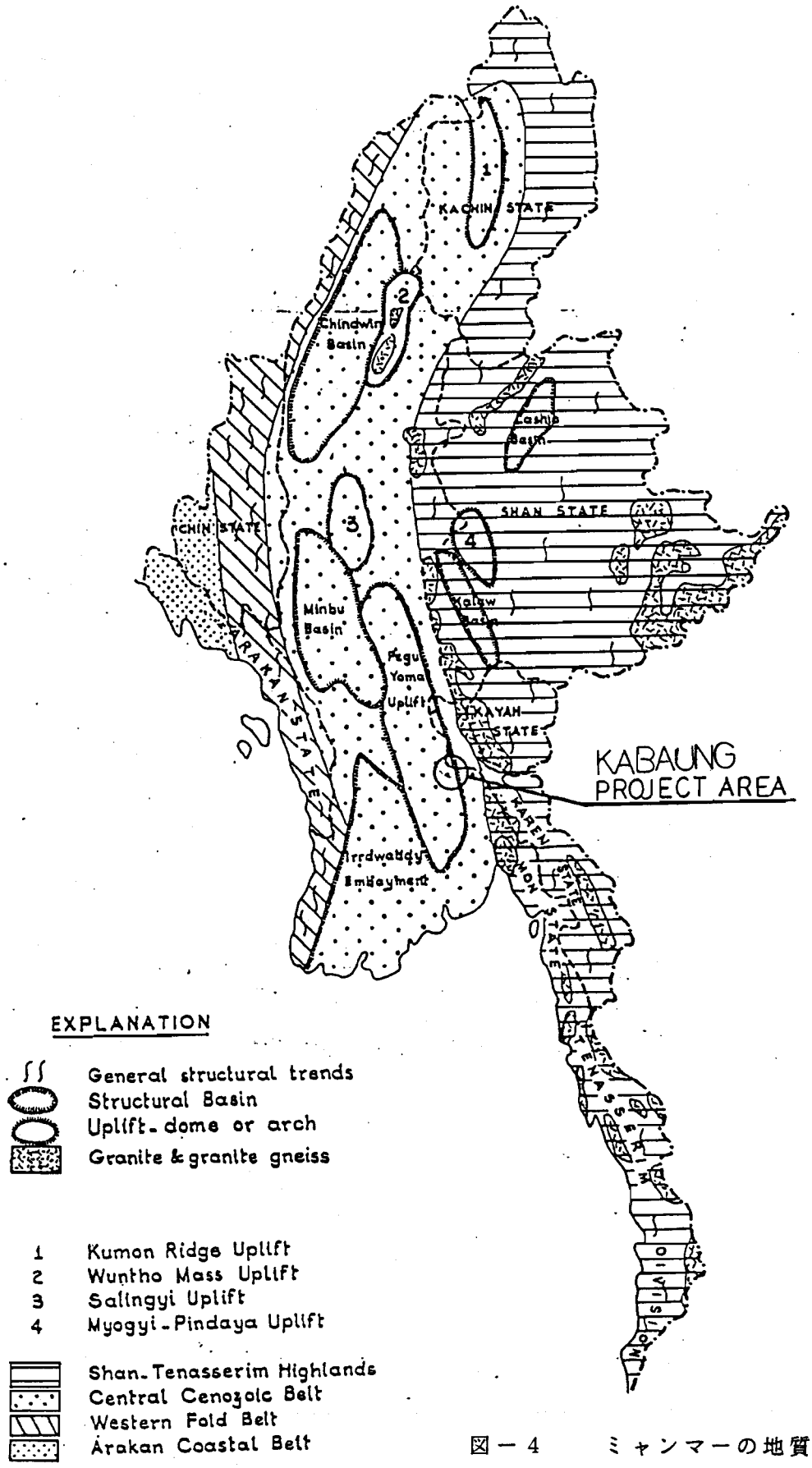
なお、Upper Pegu層群とIrrawaddy 層群との境界には南北に延びる断層が存在する。この断層は、ミャンマー国を南北に縦断する構造線の一部であり、この構造線沿いにマグニチュード７クラスの地震が発生している。（図－６参照）

２）既往の地質調査工事

当計画のためにこれまでに実施された地質調査はボウリング、弾性波探査を始め何等の調査工事もなされていない。

従って、当地点の地質やその調査工事については、下記の限定された資料を最大限活用して計画地点の地質的解明を試みた。特に下記資料のうちYENWE Project の地質・建設資材の材料に関するデータは既にこの地点のフィジビリティ・スタディーが１９８１年に終了しているので可なり詳細な地質・材料データが利用できる事、当プロジェクトに比較的近く（約９０ｋｍ）地質層群や地震帯が類似している事等から当プロジェクトの主要構造物地点の地質や今後の調査計画を策定する上で有効な参考資料となった。以下に当プロジェクトのスタディーに用いた地質・材料等に関する参考文献のリストを記す。

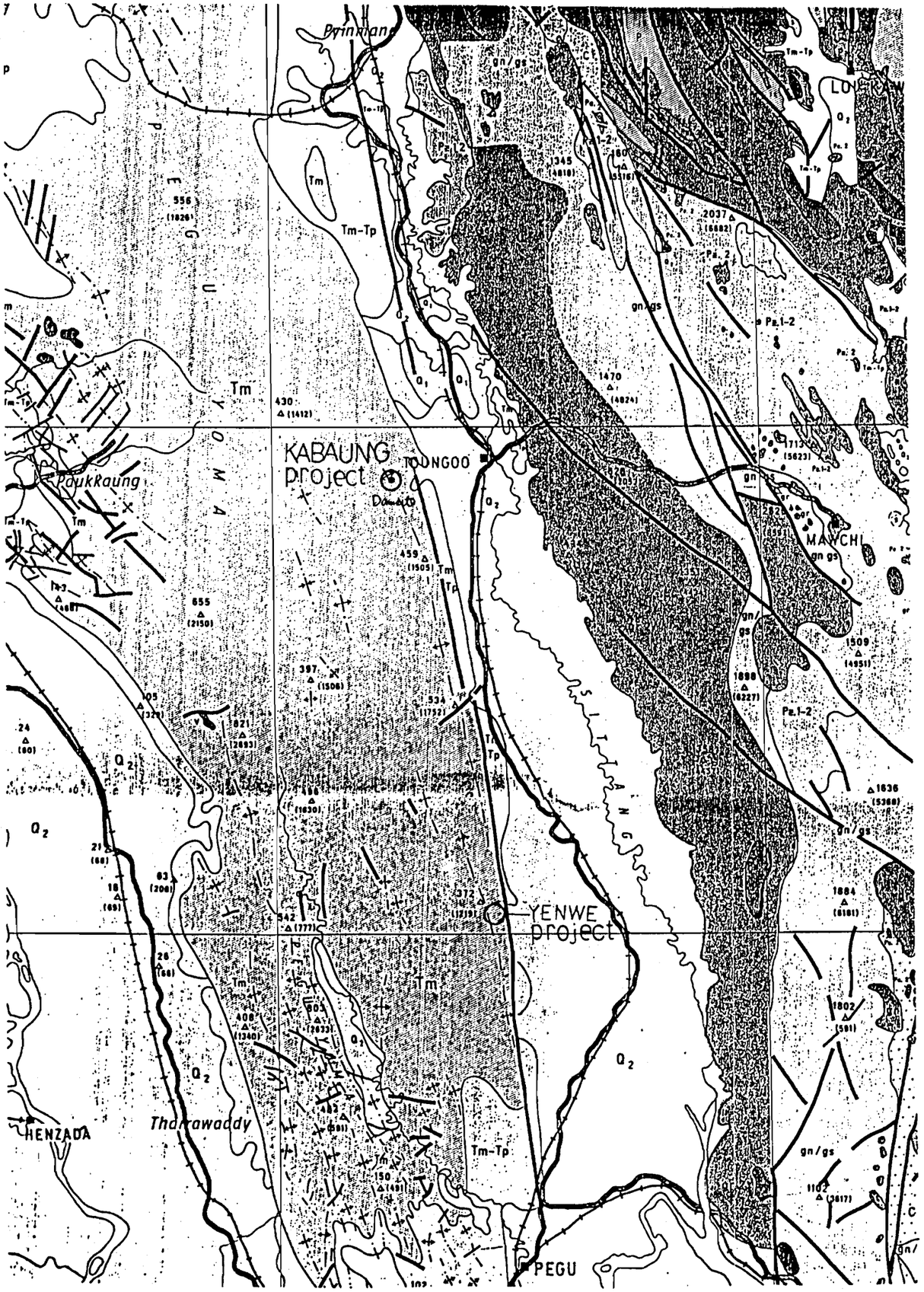
- １：６３３００の地形図
- Briefing of Field Reconnaissance on Kabaung Irrigation Development Project in Sittang River Basin, May 1994 by ADCA
- １９９４年４月から５月にかけて実施した現地調査時撮影した現場写真



図－4　ミャンマーの地質特性図

Generalized Tectonic Map of BURMA

(From Geological Map of BURMA, Scale 1:1,000,000, 1977)



REGEND

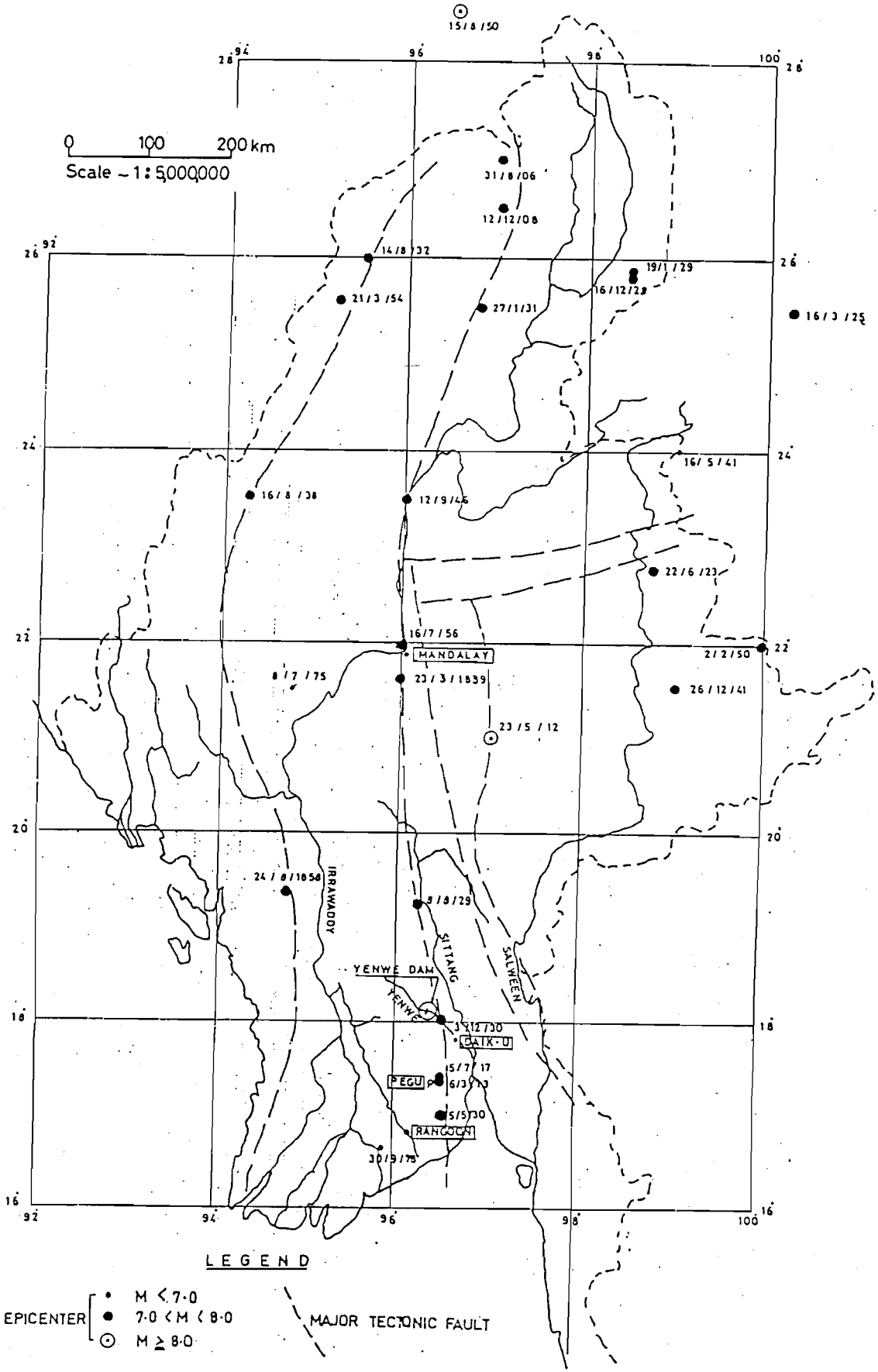
- Q_2 — HOLOCENE - Alluvium
- Q_1 — PLEISTOCENE - Older Alluvium and Gravels
- Tm-Tp — MIOCENE - PLIOCENE - Irrawaddy Formation and its equivalents
- Tm — MIOCENE - Upper Pegu Group and its equivalents
- Tφ — OLIGOCENE - Lower Pegu Group and its equivalents
- Tφa / Tφb — EOCENE - a-Molasse-type units (along Central Belts)
  b-Flysch-type units (along Western Ranges)
- K — CRETACEOUS - Globotruncana-bearing Flysch units of Western Ranges and Orbitolina-bearing Limestones of Northern Burma
- JK — JURASSIC - CRETACEOUS - Kalaw Red Beds and its equivalents
- J — JURASSIC - Namyau Series, Loi-an Series and their equivalents
- Ꞧ — 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
- Є — CAMBRIAN - Pangyun Beds of Northern Shan States, Moloheln Group of Southern Shan States
- Pz.1 — LOWER PALEOZOIC - Undifferentiated rocks of probably Lower Paleozoic age exposed in the eastern part of the Shan States and Kayah State
- PЄ — PRECAMBRIAN - Chaungmagyi Series and its equivalents
- gs — LOW GRADE METAMORPHICS (of GREENSCHIST FACIES) Kanpetlet Schist and similar schists of Naga Hills
- gn/gs — UNDIFFERENTIATED METAMORPHICS (mainly SCHISTS and GNEISSES)
- gr / gr.2 / gr.1 — GRANITES and other NON - BASIC INTRUSIVES
  gr. 2 - MESOZOIC, gr. 1 - PALEOZOIC
  Unnumbered where age is not known
- b — GABBRO and related INTRUSIVES
- ub — ULTRABASIC and BASIC INTRUSIVES (mainly PERIDOTITE and SERPENTINE) - (CRETACEOUS - EOCENE)
- V — VOLCANICS - (mainly BASIC) (mainly CENOZOIC)

O : Distributing in Project Area

● : For Construction Materials

Geological Situation of the KABAUNG Project
(From Geological Map of Burma, Scale 1: 1,000,000, 1977)

図－5　シッタン河流域の地質状況



EPICENTER MAP OF STRONG EARTHQUAKE IN BURMA

(From YENWE Multipurpose Project Feasibility Report, 1981)

図－6　ミャンマーの地震発生状況

- Feasibility Report(Final) on Sinthe Project, Part II, Vol.3 Geological Report. USSR. 1974
- Yenwe Multipurpose Project, Feasibility Report, Main Report Nippon Koei Co., Ltd. July 1981
- Yenwe Multipurpose Project, Feasibility Report, AppendixIII Geology. Nippon Koei Co., Ltd. July 1981
- Geological Map of Burma, 1977

3.2.3 プロジェクトの現況

本プロジェクトはかんがいが主たる目的であるのでSITTANG 川の水利権を持つ農業省かんがい局が管轄し、推進している。かんがい局がこれまでに実施した水力発電計画部門に関し実施した主要調査工事は次の通りである。

a. 地形測量調査
国連の勧告に基づきかんがい局が選定したダム地点の地形図作成
（縮尺 1：1200、コンター間隔 2～5フィート）

b. ダム下流域における測水板の設置
かんがい局の選定したダムサイトの下流約6km地点に流量測定のための測水板を取り付けたが、高水測定には更に測水板の追加が必要である。

本プロジェクトはかんがい局が最も精力的に調査及び建設に向け力を注いでいる3つのプロジェクトの中の一つであり、現地では既に調査事務所をタングー市に設置して本格調査・建設に向け準備に入っている。ダム軸のボーリングも今期の雨期明けに開始されるべく、現在機械搬入路の準備中である。

3.2.4 計画地点及び関連地域の現地調査に対するコメント

現地調査は平成6年4月25日より27日まで行われ、ダムサイト周辺調査を25日午後に実施した。サイトへの進入路はまず、タングー市より鉄道線路に沿う国道を約14km程 オクトウィン町Oktwin)まで南下し、そして約14kmのアスファルト道路を西に進むと丘陵・山岳地にたどり着く。そこからは4輪駆動のジープで山道を約10km西北方向に進むと行き止まりとなり、約2km程歩きカバウン川に到着する。以下にカバウン計画地点の現状、今後の調査の必要性と調査必要事項等に付き述べる。

1）カバウン川の特性

かんがい局が選定したダム予定地点に於けるカバウン川の特性は次の通りある。

河川幅員　：　６０～６５ｍで河川勾配は非常に緩やかで上・下流で蛇行している。

河床の状況：　上流及び下流とも一面砂のみで砂利や転石は一つも見当たらない

両岸の状態：　両岸とも２次疎林とブッシュで覆われている。右岸は１：２．４程度の一定した傾斜、左岸は途中（EL450Feet）までは１：１．１、それより上は１：４程度の傾斜となる。斜面の崩壊箇所は見当たらない。

露出岩盤　：　両岸に岩盤が露出している（砂岩、砂岩と頁岩の互層）

地表流量　：　約０．２～０．３ｍ3/秒

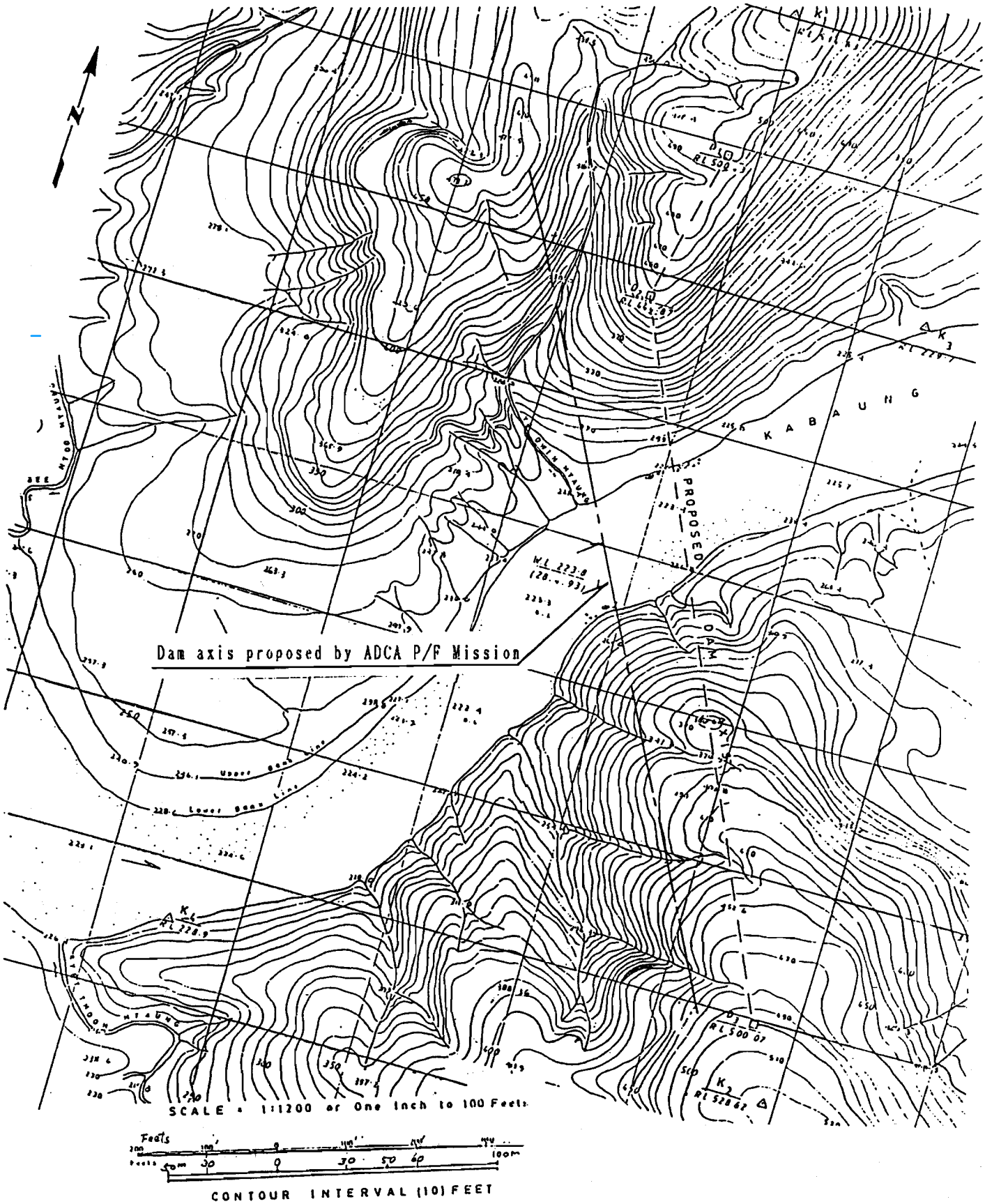
2）ダム軸

前述したように、かんがい局で選定したダム軸及びその周辺を含む地形測量図（１：１２００）はほぼ完成しており調査時点で現地にて利用出来た。この地形図によれば、ダム軸は両岸の最も突出した（最も狭くなった）所を結んだ箇所が選定されている。ダム堤体底幅の比較的狭いコンクリートダム（国連のスタディーでは５０ｍ程度の高さ）であればこれでもよいであろうが、ダムタイプの比較検討の結果、ダムの底幅がより大きく必要なダム（ロックフィル、アースフィル）が選定されるとこの軸ではダム下流側の築堤工事量が増加するので、ダム軸を河川のセンターにおいて約４０ｍ（１２０フィート）位上流へ移動する方がベターと思われる（図－７参照）。

このダムサイトの他に、１：６３３６０の地形図を用いてダムサイト適地を机上で検討した。その結果、２～３の地点が候補に上がったが、地質条件は加味せず単に地形的観点に限って見た場合、現在プロポーズされているサイトは最下流に位置している事もあり流域面積も最大で最も効率よく貯水出来ると判断されるが、最終決定は今後準備されるであろうより詳しい航空写真測量に基づく地形図や地質・材料調査結果等により選定され比較・決定されねばならない。

3）ダムサイトの地形・地質

今回の現地踏査には地質専門家の参加が無かったので、現地調査で採取したダムサイト近辺の露出岩片や既存のF/S Reports、現地調査に参加した団員からのインフォメーション、現地調査時撮影した現場写真及び１：６３３６０の地形図、等に基づいて当地点の地形・地質・材料のラフな評価をダム地質専門家に依頼した。その結果については本レポートの各所に記述されているので参照されたい。


Dam axis proposed by ADCA P/F Mission
PROPOSED
KABAUNG
SCALE = 1:1200 or One Inch to 100 Feet
CONTOUR INTERVAL (10) FEET

図－7　　ダム軸のシフト案

4）発送電計画

カバウン発電所の運転は、下流の取水工地点の調整容量は余り期待できないのでかんがいの必要量に対応した運転となるであろう。発・送電設備の詳細は今後のスタディーにより決定されるが、国連のスタディー結果（落差及び水量）からして３０ｍＷ 程度の発電規模が予想される。この場合、発電設備は１台が経済的であると思われるが、かんがい期と非かんがい期とでは水量に大きな差があるので大型機１台よりも小規模で２台に分けた方が効率的運転ができ有利である事、故障時や点検修理時の下流に及ぼす影響等を考慮するとマスタープラン同様に、２ユニット（@１５ｍＷｘ２）とする事がベターと思われる。

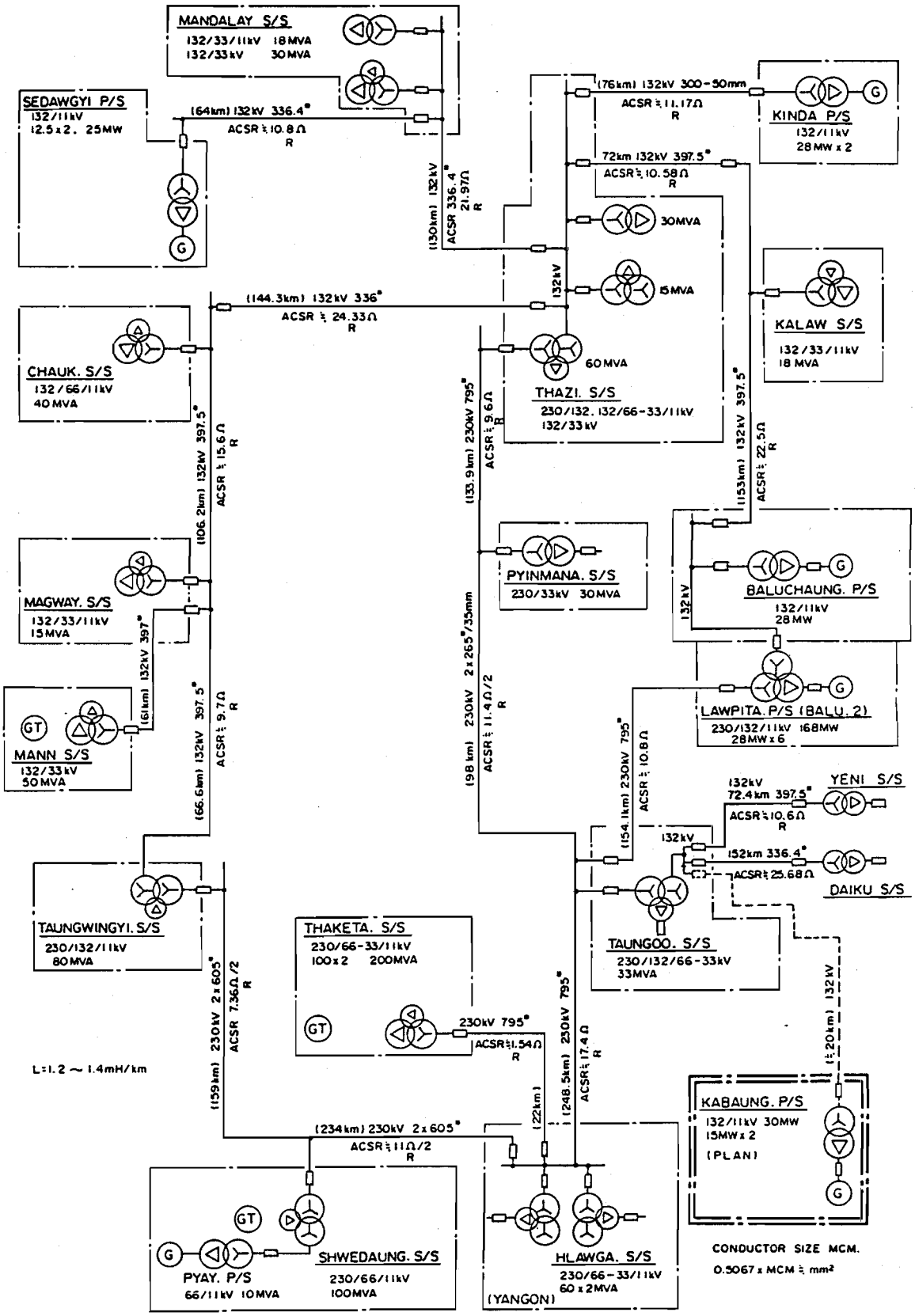
カバウン発電所で発生する電力は、図－８及び９に示されるように、約２０ｋｍの１３２ｋｖ（１回線）送電線により既設のタングー変電所に送られナショナルグリッドに連携されて、全国各地に基幹送電網を通じて供給される事になる。

カバウン計画の主たる目的はかんがいと発電部門からなる多目的プロジェクトであり、関連する官庁は、前述したように、かんがいを担当する農業省かんがい局と発送配電を担当するエネルギー省管轄下のミャンマ電力公社（MEPE)とから成る。 この様なケースに於いては、発電部門のシビルワークスで共通部分（ダム及び発電用の取水ゲート迄）はかんがい局が、発電専用施設のペンストックや水車発電機の据え付け、送電設備の建設等はMEPEが実施する。発電所の建て屋工事はダムに付随する場合はかんがい局が行う。建設工事完了後、発電設備はMEPEに移管せれ運転される。

カバウン計画が将来建設準備に入った場合、工事用電力の供給が問題となる。現時点に於けるタングー変電所の余剰電力はほとんど無く、また、当分の間、地域内の新規電源開発は見込めない事が今回の調査で判明した。従って、工事が始まるまでにこの現状が続く場合、本プロジェクトの工事用電力としては、プロジェクトサイトにディーゼル発電機を据え付けるか、または、カバウン発電所用送電線を先行して建設し、ディーゼル発電機は保守・運転、運搬等に便利な既設のタングー変電所内に設置する等の考慮が必要となる。

図－８及び９に既設のタングー変電所の主要送電系統とカバウンプロジェクトの送・変電関係を示す。

(Figures indicated shows only the existing MEPE power system interconnected by 230kV and 132kV transmission lines.)



図－8　　ミャンマー既存主要送電系統

EXISTING INTERCONNECTED SYSTEM OF MYANMAR (MEPE) (As of May 1994)

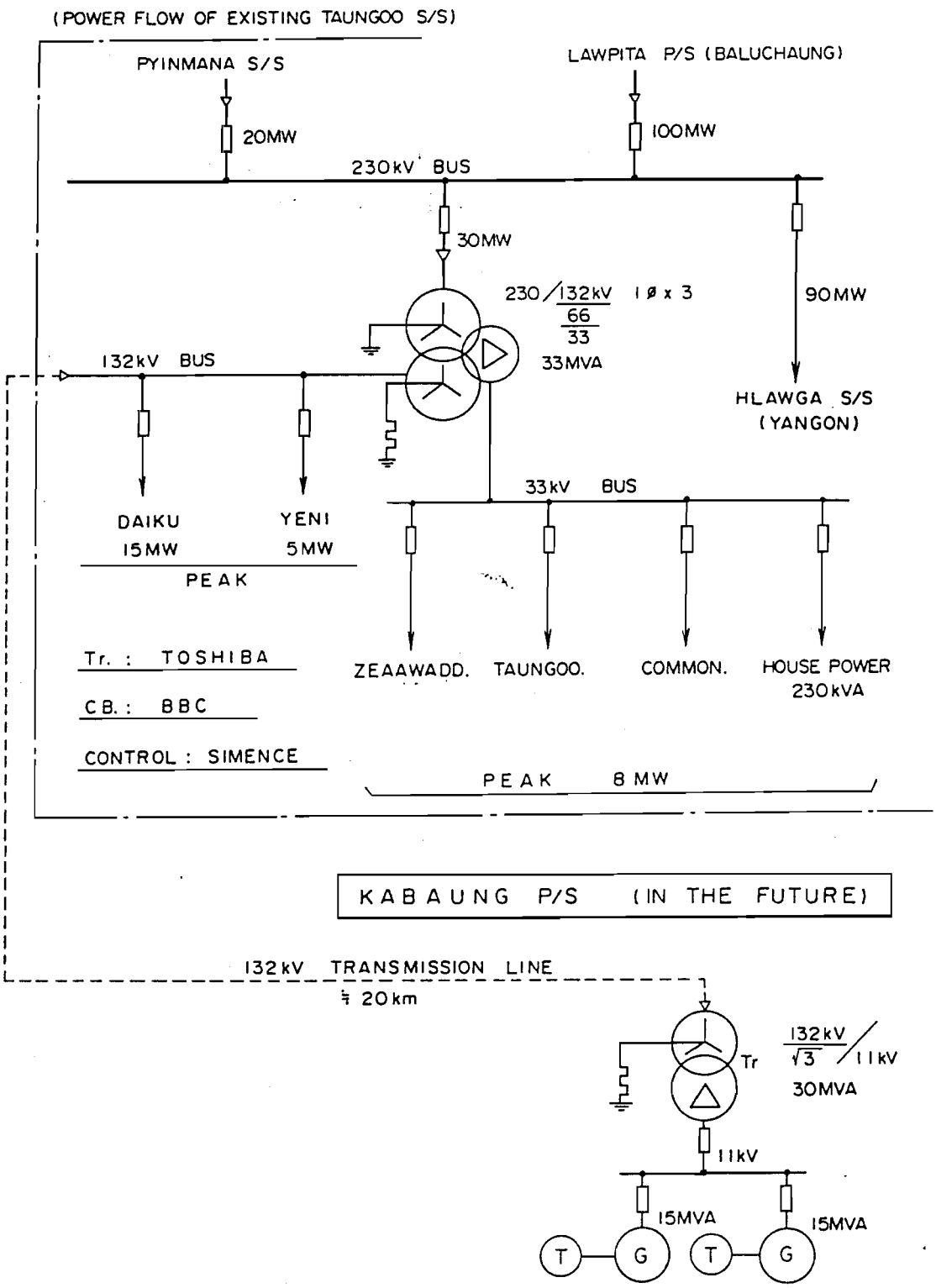


DIAGRAM OF TAUNGOO S/S (1963 in opration)

図－9　カバウン・プロジェクトの送・変電関係

3.2.5 今後調査すべき事項

今回の現地は期間が極めて短く、又、ダムサイトのボーリング調査もまだ着手されていない現状で今後の調査に必要な調査項目やその数量を言及する事は早計と思うが、現地を概査した結果及びダム地質専門家の机上検討結果等から今後当プロジェクトを前進させるためには少なくとも次のような調査が必要・不可欠であるとの結論に至った。

1）ダムサイトの地形図の範囲拡大

1：1200のダムサイト地形図はコンクリートダムを想定したダム軸を中心とした小範囲のもである。従って、今後のダムタイプの比較検討にはフィルタイプダムの場合の仮排水路や洪水吐き地点の検討のために両岸とも各々150m程度現在の地形図の測量範囲を拡大する必要があろう。

2）ダム築造用資材調査

今後のスタディーにより、何れのタイプのダムが最終的に選定されるにしても当地点に於いて利用出来る建設用骨材は砂しか見当たらず、他の建設用資材の調査が非常に重要である。特に、現時点では、コンクリート用粗骨材、ロックフィルダム用のリップラップ材に適した岩石、フィルダムのコアー材料用粘土等がプロジェクトの近くでは見当たらないので広範囲に調査し、これらを探し出して、テストボーリングにより利用可能数量、その特性、搬入費用等を確認する必要がある。詳細については次の地質調査c.iii 項で記述する。

3）地質・材料調査

当計画地域の地質・材料に関する資料は皆無に近いので、地質構造上同じ位置にあり、地質が類似しているYENWE Projectの地質・材料に関する資料を参考にして、当地点の今後の調査で必要と思われる地質・材料調査工事につきその概要を取りまとめた。

(i) カバウン・ダムサイトの地質

かんがい局で選定しているダムサイトにはUpper Pegu Seriesの砂岩、頁岩及び泥岩が分布する。これらの地層は褶曲を示し、現地調査時の現場写真を見ても急傾斜した砂岩や頁岩 がはっきり認識できる。YENWE Projectのダム地点は深さ約150mの谷に高さ約70mのフィルダムを建設するものである。その基盤はUpper Pegu Seriesの頁岩及び泥岩を挟在する砂岩から成るが、ボーリングおよび弾性波探査の結果によれば堆積性軟岩に相当すると報告せれている。その特性は次表の通りである。

表－３４　ダムサイトの地質（Yenweプロジェクト）

	厚さ 河床	厚さ 斜面	弾性波速度 (km/sec)	透水性 (x10-5cm/sec)	N値	一軸強度 (kgf/cm2)
風化岩	10m <	10-30m	0.6-0.8	20	> 20	-
弱風化岩	10m <	10-40m	1.3-1.5	20		15
新鮮岩			2.4-3.2	4		50

今後の当地点の地質調査に際しては、踏査、弾性波探査、ボーリングを主体とする調査により、表層堆積物、風化岩、新鮮岩の分布と性状を明らかにして行く必要があるが、YENWE 地点と同様の堆積性軟岩を調査対象とするので、スレーキング等に対する注意が必要である。調査時における主な注意点は次の通りである。

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（地滑り、クリープ、岩盤の緩み等）に留意する事

ボーリング　：砂岩の風化部は低固結しているのでコアーが流出しない様注意する事

透水試験　：限界圧力が求められるよう低圧側の圧力ステップを細かくとること

孔内水位　：削孔期間中は毎日水位を記録し、削孔に伴う孔内水位変化を把握する事

岩石試験　：コアーを利用して実施するが、コアーの含水比を出来る限り変化させない状態で実施する事

岩石試料分析：粘土鉱物の種類を把握するためのＸ線分析等の実施

（ii）貯水池

貯水池地域においては周辺斜面の安定性と湛水地域の保水性を確認する必要がある。

貯水池予定地域はUpper Pegu層群の砂岩、泥岩及び頁岩が分布し、南北方向を軸とする褶曲が発達していると予想される。この様に褶曲が発達し、且つ、堆積性の軟岩が分布する場合、日本においては（新潟県及び長野県）地滑りの多発地帯となっている。それ故、YENWE Projectの貯水池地域には、地滑り等の不安定箇所はなかったと報告されているが、カバウン地点における貯水池地域内の地滑り等の分布のチェックは必要と思われる。

貯水池の保水性については特に問題ないと思われるが、他の流域へつながる断層破砕帯の有無のチェックが必要である。

ADCA May '94の報告書では、ダム地点付近から下流にかけて河川の流量が増加したり減ったりしているとの事であるが、これが、地山の中の水みちの存在を示すのか、或いは、河床堆積物の分布（河川横断方向の断面積の変化）によるものなのかを明らかにすべきであり、この地域も調査範囲に含めるべきである。

貯水池地域の調査には空中写真判読と踏査の組み合わせが有効である。空中写真により地滑りリニアメント、砂岩、頁岩等の概略分布を把握し、重要箇所を踏査で確認する事が肝要である。踏査に際しては、表流水の状態、湧水或いは伏流地点の把握、水質（水温、ｐｈ）のデータの収集が望まれる。

（iii）材料調査

ダム地点周辺に分布する堆積性の軟岩、或いは、これに由来する河川堆積物からコンクリート用粗骨材を得るのは難しい。YENWE ProjectではSITTANG川左岸の花崗岩地域から流れ出す河床砂礫が候補とされている。カバウンの場合、コンクリート細骨材の採取地としてはダム地点付近の河床堆積物が先ず挙げられる。

ロックフィルダムの場合の堤体材料のうち耐久性が要求されるリップラップ材については、先ずサイト周辺の砂岩の新鮮部が利用出来るか否かのを調査で確認する必要がある。その結果が不可であれば SITTANG 川左岸の花崗岩に求めざるを得ないであろう。YENWE Projectではダム地点付近の砂岩は水浸状態での性状を確認してから使用を検討するとしている。

これ以外の材料については、ダム地点周辺の風化岩や河成体積物より採取出来るものと思われる。

（iv）断層調査

Pegu Yoma Uprift東縁の断層は活断層の可能性があるので構造物は耐震設計とする必要がある。その為に、この断層の活動性及び長さ（活断層とされた場合、マグニチュウドを決めるファクターとなる）の把握が必要となる。この調査は航空写真判読と踏査により実施される。即ち、航空写真判読で断層沿いの変位地形を探し、踏査でその性状を確認する手順が有効である。

(v) 調査工事計画

調査工事計画は地質専門家の現地視察に基づいて最終的に決められるが、これまでに入手した情報や参考資料の分析結果から当地点で必要と考えられる調査工事を列記すれば次のようになる。

表－３５　Ｆ／Ｓ期間中に必要な調査工事

項　目	調査の種類	数　量	備　考
ダム関係	弾性波探査	３測線	ダム軸沿い、両岸中標高部上下流方向
	ボーリング	５孔	河床１孔、両岸各２孔、何れもダム軸上
			弾性波探査支点及び測線上
			透水試験実施
			孔内水位測定実施
	踏　査	ダムサイト周辺	1/5000 程度の地形図使用
	岩石試験	一　式	物理試験、一軸試験、圧縮試験、超音波速度測定
	試料分析	一　式	Ｘ線分析、顕微鏡分析
貯水池	空中写真判読	湛水地域とその周辺	地滑り地形、リニアメント
	踏　査		本流、主要支流沿い
			主要な地滑り地形、リニアメントの確認
			表流水の状況も記録
材　料	踏　査	ダムサイト周辺及び下流域	骨材、盛り立て材料の採取候補地点の選定（調査工事を実施）
	ピット		
	弾性波探査		材料の賦存量と品質の概略把握
	ボーリング		
	材料試験	一　式	材料の品質の確認
断　層	航空写真判読		断層変位地形の有無のチェック
	踏　査		断層通過位置（変位地形の疑いのある箇所が中心）

4）水文調査

（i）地表水調査

カバウン川の地表水の観測資料はタングー市の近郊で カバウン川を渡河する国道橋の場所に於いて１９６５年６月から１９７４年１２月までの１０年間の資料があるが、１９７５年以降は測水されていない。最近になり、カバウンダム予定地点の約 ６ｋｍ下流のSHINPINN KYETTHAUKにおいてスタッフゲージによる低水位測水が始められたが、まだそのデータは利用出来ない。早急に高水測定用量水標を設置して観測体制を整備し、測水観測を進める事が必要である。

（ii）地下水調査

かんがい局の選定したダムサイトの地表水の量は流域面積に比較して非常に少ない。河床の堆積砂が基盤上可成り厚く堆積していると思われる事から、流量の一部はこの堆積砂層中に浸透して伏流しているものと思われる。従って、この伏流水の量が多い場合はダム完成により伏流水は伏流出来ず貯水池利用可能水量にカウントされよう。従って、この伏流水の概要を把握するため、ダムサイト上・下流に観測井を数カ所設けて同時観測により地下水位とその流量を観測する必要があろう。

又、河床基盤の状況により断層等による地下岩盤からの漏水も考えられるのでその可能性調査及びルートの解明の為、上・下流に幾つかの観測点を設置してその関連を調査する事が重要である。

5）送泥量調査

カバウン川の流域を形成する基盤は河床の状況からも判るとおり砂岩、頁岩及び泥岩から成る。ダムサイト付近の河床勾配は非常に緩く、堆積層の厚さは可成り深いと予想されるが、洪水時には可成りの河床堆積物が流下していると予想されるのでダムの堆砂計画のために継続的な測定が必要である。

4章　航空写真測量による地形図の作成

4.1　カバウン地区の地形図の作成

(1)　測量及び図化面積

KABAUNG のダムサイト予定地は、SITTANG川支流の KABAUNG川で、TOUNGOO市から車で約 1時間20分、さらに山道を約３km進んだ山岳地に位置している。
この計画地域の調査に必要となる地形図類でFeasibility Studyに使用できる内容のものは存在せず、本調査が開始される前に以下の地形図類が準備されるべきである。

１）かんがい地域の1:5,000の地形図の作成

・作成面積：約1,128km2

・等高線間隔：　１ m

２）貯水域の1:10,000の地形図

・作成面積：約　500km2

・等高線間隔：　10 m（必要に応じ間曲線5mを入れる。）

なお、これらの地形図作成と地質判読のために、縮尺1/20,000の航空写真を流域を含めて撮影するものとする。撮影対象面積は約2,953km2である。（これらの測量対象地域については図－１０を参照のこと）

計画地域の概要は、以下を目途としている。

かんがい面積	55,000 ha
純かんがい面積	35,000 ha
貯水域面積	7,800 ha
集水面積	108,300 ha

これらは正確な地形図がないため、マスタープランの数値を参考とした概算の面積である

(2) 現地調査結果

地形図の作成に関する調査の結果は、以下の通りである。

a.GEODETIC NETWORKについて

・三角点は林業省測量局によって管理されており、本計画地域内および周辺地域に存在する既存の三角点は非常に少ない。

b.水準点について

・水準点は林業省測量局によって管理されており、本計画地域内および周辺地域における水準点は、ヤンゴン－マンダレイ・ハイウエイ沿いに存在するのみである。

・水準点の高さの基準は、ミャンマー国全体で統一されている。

・かんがい局によって、ダム・サイト予定地の近くに水準点が設置されている。この水準点は、測量局が管理する水準点から直接水準測量によって求められたものである。

c.既存の地形図について

・1944年に測量局によって作成された縮尺1:63,360の地形図が本計画地域を包含している。この地形図は、INCH-YARD SYSTEMで表記されている。

d.既存の航空写真について

・本計画地域は、1984年に空軍によって撮影された縮尺1:24,000の航空写真が存在する。

e.既存の地形図、航空写真および測量成果等は、林業省測量局により管理されており、これらを入手するためには、ミャンマー国農業省を通して林業省測量局に正式に申請しなければならない。今回の調査期間中に、これらを入手すべく申請したが、1994年 5月現在入手できていない。

f.現在、ミャンマー国内に、民間の測量会社は存在しない。

g. 5月から10月までの雨季の間、現地測量の実施は困難である。

(3) 地形図作成の留意点

a.地形図作成の手法について

現在、ミャンマー国におけるかんがい計画のための地形図は、地上測量法により作成されているが、本計画のような大規模なかんがい計画のためには、

・作業期間の短縮

・季節による制限（雨季には現地作業ができない）

・精度の向上

などの観点から、航空測量法による地形図の作成が有利である。

b.標定点測量について

・空中三角測量のための標定点として、本計画地域および周辺地域に存在する三角点のみでは不足であり、標定点測量による標定点の増設が必要である。

・作業期間短縮の観点から、ＧＰＳ(Global Positioning System) による標定点測量が有利である。

c.高さの精度向上について

かんがい計画において、高さの精度が極めて重要である。縮尺 1:5,000地形図の高さの精度を向上させるため、直接水準測量(Spot Levelling)を、細かに実施すべきである。

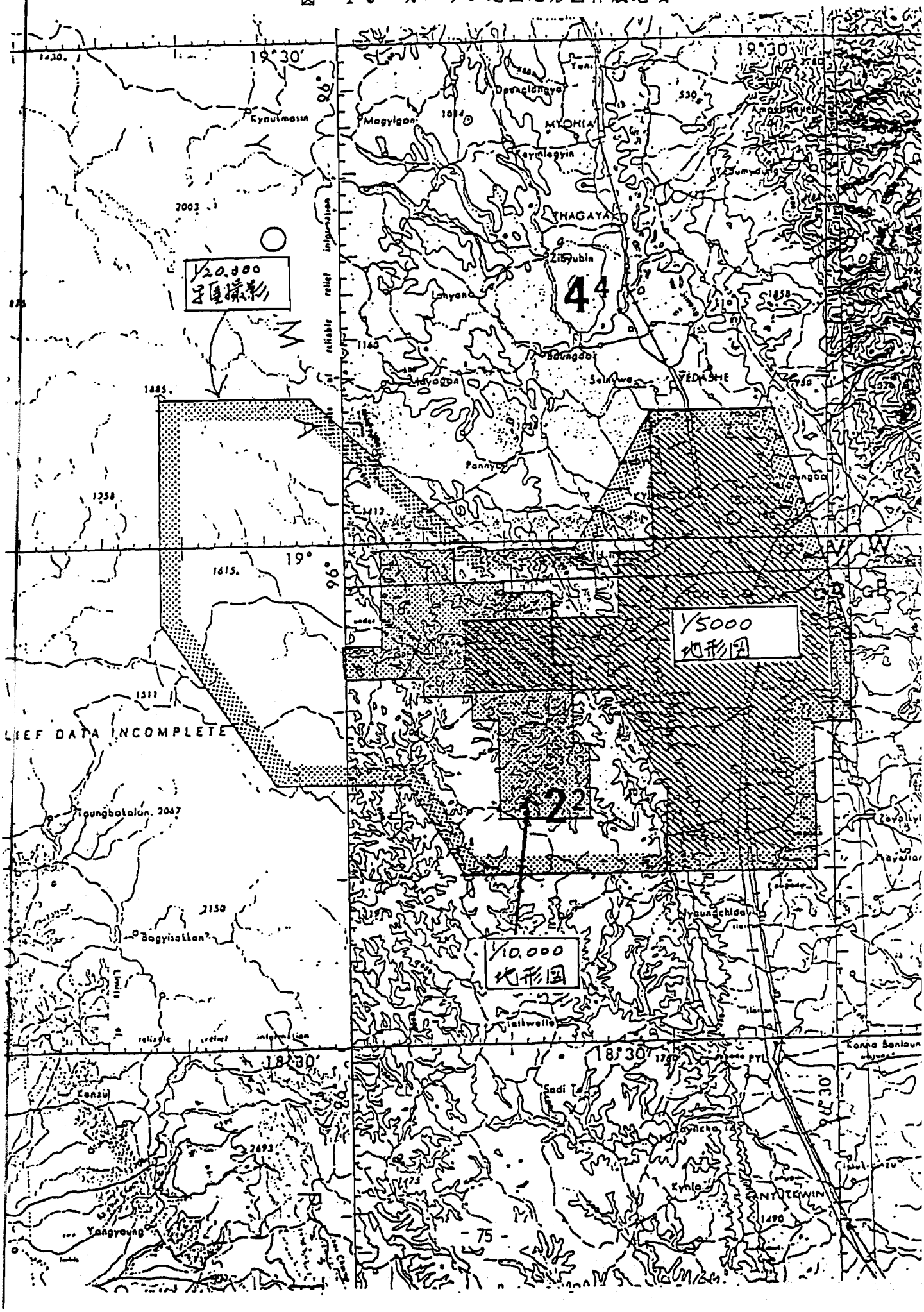
d.航空写真の撮影について

・1984年に撮影された航空写真が存在するが、撮影後、すでに10年近く経過しており、かんがい計画に重要な土地利用の形態が大幅に変化しているので、新たに縮尺1:20,000の航空写真を撮影すべきである。

・航空写真を撮影すべき面積は、およそ300,000haである。

e.標定点測量、水準測量などの現地作業は、雨季を避けて行われなければならない。

図－１０　カバウン地区地形図作成地域

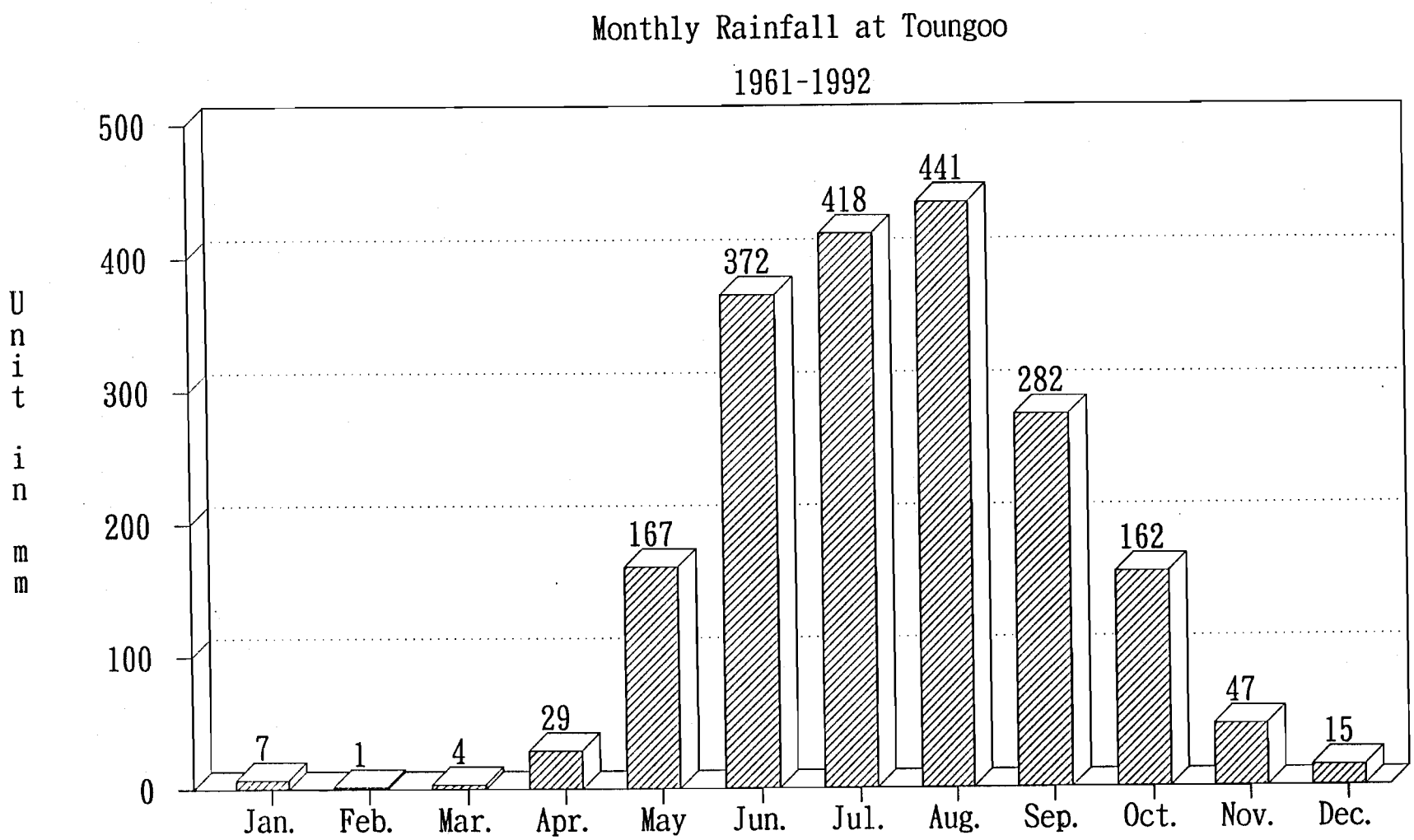


添付資料 1　付表・付図

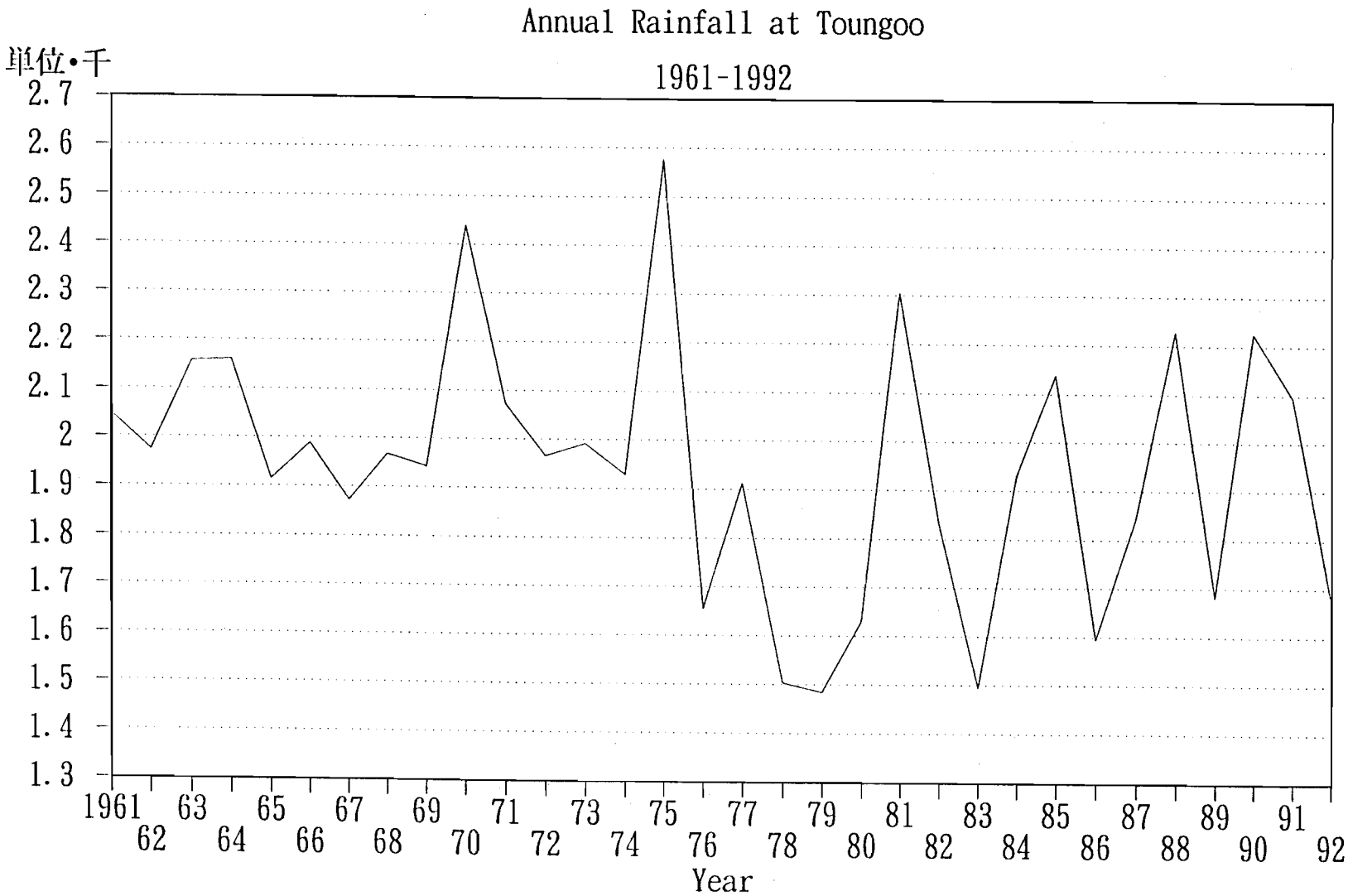
表－３６　月及び年平均雨量　（タングー市）１９６１－９２

Unit : mm

Sr.No.	Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Total
1	1961	0	1	0	18	220	339	456	591	322	94	6	1	2,047
2	1962	0	0	0	69	140	388	557	332	322	141	25	0	1,973
3	1963	0	0	0	110	95	425	387	396	341	369	1	33	2,157
4	1964	0	0	4	11	384	432	499	383	282	133	35	0	2,161
5	1965	0	23	32	0	93	469	335	342	303	226	36	56	1,915
6	1966	0	0	4	0	236	520	360	375	129	280	58	26	1,989
7	1967	0	0	0	24	124	367	444	366	374	167	5	2	1,873
8	1968	12	0	1	21	158	537	338	499	190	209	2	0	1,967
9	1969	0	0	0	25	291	363	304	554	237	167	0	0	1,942
10	1970	8	1	1	3	210	360	421	572	464	244	143	13	2,439
11	1971	0	0	0	13	257	542	475	465	197	68	43	13	2,073
12	1972	5	0	0	91	118	324	619	442	250	67	45	5	1,966
13	1973	0	1	18	0	284	261	429	529	233	116	120	0	1,991
14	1974	0	0	31	31	146	422	401	373	275	151	99	0	1,929
15	1975	50	0	0	0	359	361	524	710	274	171	81	47	2,577
16	1976	0	0	0	13	157	370	477	383	118	121	2	14	1,655
17	1977	73	0	0	122	140	301	429	338	251	152	17	91	1,913
18	1978	27	1	3	0	37	302	379	338	309	92	16	0	1,504
19	1979	0	0	0	36	57	296	397	444	179	52	12	12	1,485
20	1980	0	0	0	10	102	199	408	413	330	159	9	0	1,630
21	1981	0	0	0	37	128	337	689	521	375	132	62	24	2,305
22	1982	0	0	0	15	142	347	368	555	368	28	11	0	1,834
23	1983	0	0	0	0	63	279	180	298	300	204	121	50	1,495
24	1984	0	7	0	33	179	512	327	528	118	227	0	0	1,931
25	1985	0	0	0	34	159	368	370	711	228	186	83	0	2,139
26	1986	0	0	2	3	128	303	356	482	142	99	15	65	1,595
27	1987	43	0	6	25	129	336	460	321	220	186	117	0	1,843
28	1988	0	0	0	71	206	503	417	393	207	351	81	0	2,229
29	1989	2	0	7	4	112	295	245	263	487	267	0	0	1,682
30	1990	0	10	5	99	302	454	568	357	374	23	34	0	2,226
31	1991	0	0	0	9	80	448	400	450	410	124	145	28	2,094
32	1992	0	0	0	0	117	147	353	392	409	182	70	1	1,671
	Mean	7	1	3	26	152	339	377	404	244	152	39	14	1,757



図－１１　月平均雨量図（タングー市）１９６１－９２



図－１２　年平均雨量図（タングー市）１９６１－９２

表－３７　月及び年平均気温　（タングー市）１９６４－９２

Unit: Celisus,C

Sr.No.	Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Mean
1	1964	23.2	26.4	29.2	31.5	29.2	27.4	26.8	26.8	27.6	28.0	27.5	22.7	27.2
2	1965	23.1	24.8	27.3	30.8	30.7	27.0	26.4	27.1	27.6	27.2	26.5	25.0	27.0
3	1966	24.1	25.5	28.8	32.5	29.8	27.2	27.1	27.2	27.9	27.6	27.7	24.1	27.5
4	1967	24.1	24.6	27.7	30.6	30.0	27.8	26.9	26.7	27.0	27.4	25.7	23.6	26.8
5	1968	23.1	24.5	28.3	30.5	29.7	27.2	27.0	26.5	27.6	27.7	27.0	23.7	26.9
6	1969	21.7	25.0	28.8	31.0	29.9	27.5	26.8	26.3	27.7	28.1	26.0	23.2	26.8
7	1970	22.9	24.5	28.9	31.7	29.2	27.5	26.6	26.9	27.4	28.0	25.7	23.2	26.9
8	1971	22.5	24.3	29.1	30.9	29.9	26.6	26.3	26.3	27.6	27.3	23.7	22.8	26.4
9	1972	22.6	24.4	28.4	29.8	30.8	27.7	28.4	24.6	26.7	27.0	24.9	24.1	26.6
10	1973	23.4	25.6	29.0	32.0	28.8	28.2	26.5	27.0	27.6	28.2	25.3	22.3	27.0
11	1974	21.0	24.0	27.8	29.6	28.5	26.6	26.4	26.7	27.3	27.8	26.4	22.5	26.2
12	1975	22.5	25.1	28.3	31.1	28.8	27.0	26.4	26.3	27.2	27.7	25.9	22.9	26.6
13	1976	22.0	24.2	28.7	31.1	28.5	27.2	26.9	26.8	27.7	27.8	27.5	23.0	26.8
14	1977	22.4	25.3	29.1	29.3	29.4	27.9	27.3	27.3	27.8	27.5	26.1	23.0	26.9
15	1978	22.6	25.2	27.9	31.2	30.1	27.7	27.0	26.9	27.3	27.9	26.1	23.7	27.0
16	1979	23.2	25.7	28.8	31.2	30.1	28.1	27.5	26.4	28.0	27.4	26.5	23.7	27.2
17	1980	22.1	24.4	29.8	32.5	30.7	27.3	26.7	26.8	27.4	27.8	26.5	23.9	27.2
18	1981	23.1	25.4	28.9	31.2	30.0	26.8	26.7	26.7	27.3	27.9	25.3	23.1	26.9
19	1982	22.6	25.0	28.7	31.0	30.5	26.5	26.6	26.2	27.5	26.2	26.1	22.1	26.6
20	1983	21.6	26.0	29.0	32.5	32.5	27.6	28.2	27.7	27.7	28.0	25.0	21.5	27.3
21	1984	22.0	26.5	28.6	31.0	29.0	26.5	27.0	27.0	28.0	25.5	26.0	23.5	26.7
22	1985	24.0	25.0	28.5	32.0	30.1	27.1	26.7	26.6	28.0	28.0	25.0	23.5	27.0
23	1986	23.0	25.0	29.0	32.1	30.6	27.9	27.0	27.6	28.5	28.1	26.0	24.0	27.4
24	1987	23.0	24.5	27.7	30.5	31.5	27.8	26.9	27.5	27.8	28.6	27.0	22.7	27.1
25	1988	23.3	26.5	28.9	30.5	29.3	26.5	26.7	26.4	27.5	26.7	24.0	22.8	26.6
26	1989	21.5	23.2	28.0	30.2	30.0	26.5	27.0	26.5	26.8	27.0	24.5	21.2	26.0
27	1990	22.2	24.7	27.8	30.9	29.0	27.3	26.2	27.3	27.6	27.9	26.7	22.8	26.7
28	1991	22.5	25.0	30.0	32.0	31.0	27.5	26.0	26.0	28.0	27.5	25.0	22.0	26.9
29	1992	21.5	23.0	28.0	31.5	30.5	28.5	26.5	26.5	28.0	27.5	25.5	21.2	26.5
	Mean	22.6	24.9	28.6	31.1	29.9	27.3	26.8	26.7	27.6	27.6	25.9	23.0	26.8

表－３８　月別最高気温　　（タングー市）１９６４－９２

Unit : Celisus, C

Sr.No.	Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Mean
1	1964	32.0	36.7	37.2	40.0	33.9	30.5	29.8	29.6	31.0	32.2	32.4	30.5	33.0
2	1965	31.0	33.6	35.7	37.7	36.1	30.0	28.8	30.5	31.2	31.2	32.2	30.9	32.4
3	1966	31.5	34.6	37.4	39.8	34.3	30.4	30.0	30.0	31.8	32.1	33.0	30.2	32.9
4	1967	30.8	33.6	35.9	36.9	34.7	31.3	29.7	29.4	30.3	31.5	31.3	30.1	32.1
5	1968	30.7	34.0	36.0	37.6	34.9	30.6	30.1	29.2	31.4	32.3	33.2	30.7	32.6
6	1969	30.1	34.5	37.2	37.2	35.1	31.0	30.0	29.2	32.0	33.0	32.1	30.1	32.6
7	1970	31.2	34.0	37.5	38.6	33.8	31.0	29.5	30.0	30.8	32.3	31.0	29.0	32.4
8	1971	30.3	33.3	36.8	38.2	35.2	29.6	29.0	29.3	31.3	32.8	30.3	30.1	32.2
9	1972	30.5	33.7	36.5	36.1	36.2	32.0	29.5	29.6	32.4	33.7	32.2	30.6	32.8
10	1973	31.5	33.8	37.1	38.4	33.6	31.9	30.2	30.1	31.3	33.2	30.4	29.4	32.6
11	1974	29.9	33.7	36.0	36.2	34.0	30.4	30.1	30.3	31.8	33.2	32.1	30.3	32.3
12	1975	29.6	33.7	36.8	38.9	34.1	31.1	30.5	30.0	31.9	33.0	32.8	29.7	32.7
13	1976	30.8	34.0	37.3	38.1	33.4	31.0	30.3	30.2	31.7	32.7	33.4	29.7	32.7
14	1977	29.8	33.8	37.0	35.5	34.7	31.8	30.7	30.8	31.6	32.4	32.4	29.8	32.5
15	1978	30.3	33.5	36.0	38.1	35.4	31.1	30.4	30.0	30.9	33.0	33.0	31.2	32.7
16	1979	32.0	35.0	37.5	38.3	36.0	32.3	31.5	29.7	32.8	33.1	34.0	31.4	33.6
17	1980	32.0	34.8	39.5	39.5	36.9	31.0	29.9	30.2	31.2	32.7	32.9	31.6	33.5
18	1981	31.5	34.9	37.4	38.2	35.5	30.0	29.9	30.1	31.1	33.0	30.5	29.3	32.6
19	1982	30.1	34.0	37.4	37.7	36.0	30.2	30.0	29.0	31.0	29.0	32.2	29.2	32.2
20	1983	30.0	34.0	37.0	40.0	39.0	31.2	31.4	31.0	31.3	32.0	29.0	28.0	32.8
21	1984	29.0	34.0	36.2	37.0	34.0	30.0	30.0	30.0	32.0	28.0	32.0	30.0	31.9
22	1985	32.0	34.0	37.0	39.0	35.1	30.0	30.0	29.2	32.0	33.0	29.0	30.0	32.5
23	1986	31.0	34.0	37.0	39.0	36.2	31.4	30.0	31.0	33.0	33.0	32.0	30.0	33.1
24	1987	29.6	32.6	35.7	37.9	37.5	30.9	29.7	30.8	31.6	33.3	31.4	29.3	32.5
25	1988	31.1	35.2	37.2	37.9	34.8	31.0	30.7	30.1	32.0	31.4	29.0	29.6	32.5
26	1989	30.0	33.2	36.0	38.0	36.0	31.0	32.0	31.0	31.3	32.0	31.0	28.4	32.5
27	1990	30.4	32.8	35.4	38.0	34.0	30.6	29.3	30.9	31.3	32.9	31.9	29.9	32.3
28	1991	31.0	34.0	38.0	39.0	38.0	32.0	30.0	30.0	33.0	33.0	31.0	29.0	33.2
29	1992	29.0	31.0	36.0	38.0	37.0	33.0	30.0	30.0	32.0	32.0	30.0	27.5	32.1
	Mean	30.6	33.9	36.8	38.1	35.4	31.0	30.1	30.0	31.6	32.3	31.6	29.8	32.6

表－３９　月別最低気温　　（タングー市）１９６４－９２

Unit : Celesus, C

Sr.No.	Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Mean
1	1964	14.4	16.1	21.1	23.0	24.4	24.2	23.8	23.9	24.2	23.8	22.5	14.8	21.4
2	1965	15.1	16.0	18.9	23.9	25.2	23.9	23.9	23.7	23.9	23.2	20.4	19.1	21.4
3	1966	16.6	16.3	20.2	25.2	25.2	23.9	24.2	24.3	24.0	23.1	22.4	18.0	22.0
4	1967	17.4	15.6	20.4	24.2	25.2	24.2	24.0	23.9	23.7	23.2	20.0	17.0	21.6
5	1968	15.4	15.0	20.6	23.4	24.4	23.7	23.8	23.7	23.7	23.1	20.7	16.7	21.2
6	1969	13.3	15.4	20.3	24.7	24.7	24.0	23.6	23.4	23.4	23.2	19.9	16.2	21.0
7	1970	14.5	15.0	20.3	24.8	24.6	24.0	23.7	23.8	23.9	23.6	20.4	17.4	21.3
8	1971	14.7	15.3	21.4	23.6	24.5	23.6	23.5	23.3	23.8	21.8	17.1	15.4	20.7
9	1972	14.6	15.0	20.3	23.5	25.3	23.4	27.2	19.6	20.9	20.3	17.6	17.6	20.4
10	1973	15.2	17.4	20.9	25.6	24.0	24.4	22.8	23.8	23.9	23.9	23.1	15.2	21.7
11	1974	12.1	14.2	19.6	23.0	23.0	22.8	22.6	23.1	22.7	22.4	20.6	14.7	20.1
12	1975	15.4	16.4	19.7	23.1	23.5	22.9	22.3	22.6	22.5	22.3	18.9	16.1	20.5
13	1976	13.2	14.4	20.0	24.0	23.6	23.4	23.5	23.3	23.7	22.9	21.6	16.2	20.8
14	1977	14.9	16.7	21.2	23.0	24.0	23.9	23.8	23.7	23.9	22.6	19.9	16.2	21.2
15	1978	14.8	16.9	19.8	24.2	24.8	24.3	23.6	23.8	23.7	22.8	19.2	16.2	21.2
16	1979	14.4	16.3	20.0	24.1	24.5	23.8	23.4	23.0	23.1	21.6	19.0	16.0	20.8
17	1980	12.2	14.0	20.1	25.4	24.5	23.6	23.5	23.3	23.5	22.8	20.1	16.2	20.8
18	1981	14.6	15.9	20.4	24.1	24.5	23.6	23.5	23.3	23.5	22.8	20.1	16.9	21.1
19	1982	15.0	16.0	20.0	24.3	25.0	23.1	23.2	23.4	24.0	23.4	20.0	15.0	21.0
20	1983	13.1	18.0	21.0	25.0	26.0	24.0	25.0	24.3	24.1	24.0	21.0	15.0	21.7
21	1984	15.0	19.0	21.0	25.0	24.0	23.0	24.0	27.0	24.0	23.0	20.0	17.0	21.8
22	1985	16.0	16.0	20.0	25.0	25.0	24.1	23.4	24.0	24.0	23.0	21.0	17.0	21.5
23	1986	15.0	16.0	21.0	25.1	25.0	24.3	24.0	24.1	24.0	23.1	20.0	18.0	21.6
24	1987	16.4	16.3	19.8	23.2	25.5	24.7	23.8	24.1	23.9	23.8	22.6	16.1	21.7
25	1988	15.5	17.8	20.6	23.1	23.8	22.0	22.6	22.7	23.0	22.0	19.0	16.0	20.7
26	1989	13.0	13.2	20.0	22.4	24.0	22.0	22.0	22.0	22.2	22.0	18.0	14.0	19.6
27	1990	14.0	16.6	20.2	23.8	23.9	23.9	23.1	23.6	23.8	22.8	21.5	15.7	21.1
28	1991	14.0	16.0	22.0	25.0	24.0	23.0	22.0	22.0	23.0	22.0	19.0	15.0	20.6
29	1992	14.0	15.0	20.0	25.0	24.0	24.0	23.0	23.0	24.0	23.0	21.0	14.9	20.9
	Mean	14.6	15.9	20.4	24.1	24.5	23.6	23.5	23.4	23.5	22.8	20.2	16.2	21.1

表－４０　月平均湿度　　（タングー市）１９６４－９１

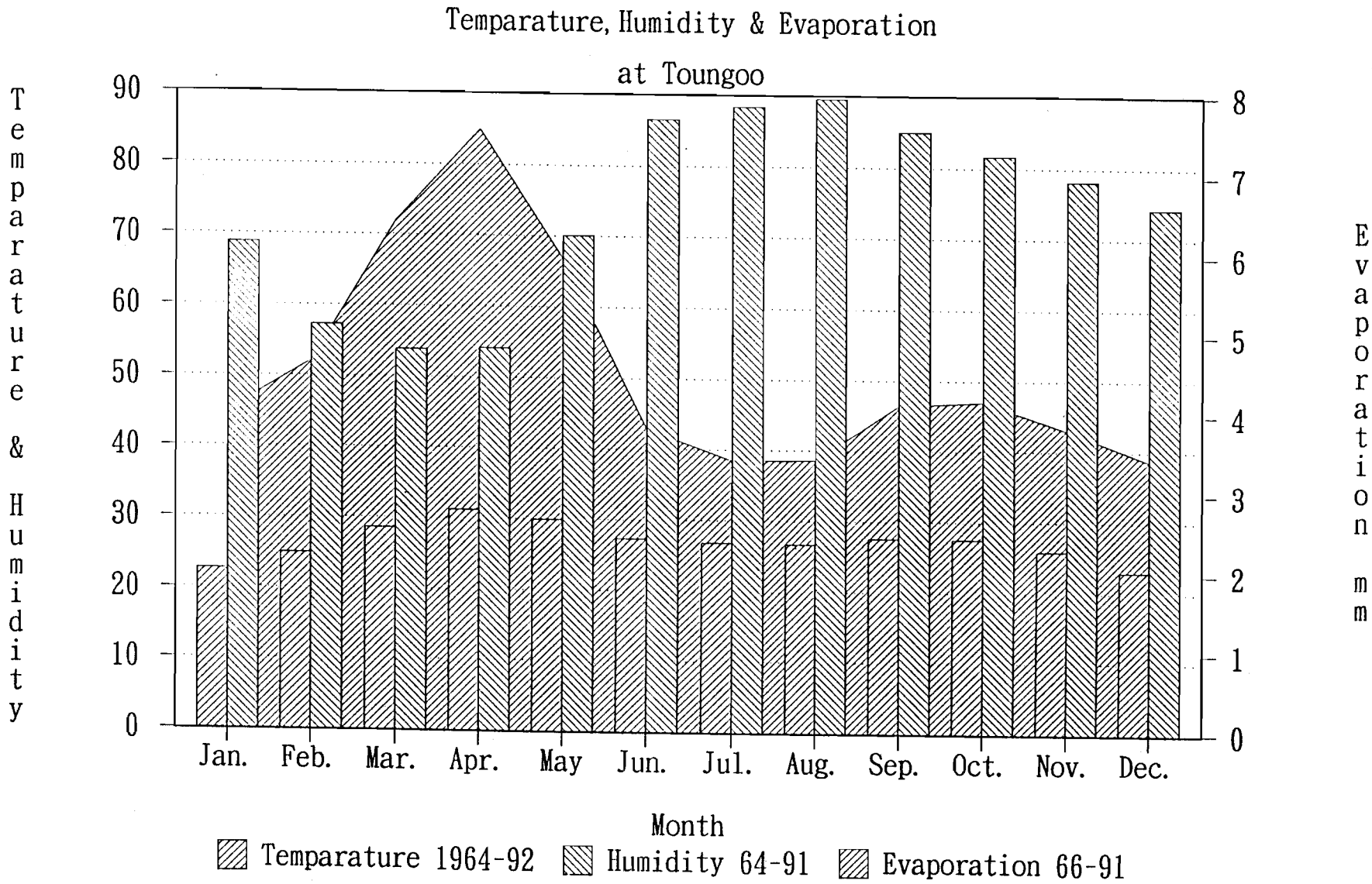
Sr.No.	Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Mean
1	1964	66	54	52	51	76	87	88	91	87	83	78	74	74
2	1965	68	58	53	50	66	89	84	87	86	86	80	80	74
3	1966	74	59	67	54	76	89	89	92	84	83	82	76	77
4	1967	69	56	49	53	71	84	89	91	88	81	78	74	74
5	1968	72	55	50	53	69	88	86	91	85	86	79	77	74
6	1969	67	58	52	57	73	87	90	89	85	82	76	73	74
7	1970	65	55	49	50	78	89	91	91	87	85	80	78	75
8	1971	69	56	51	51	69	89	90	90	85	78	77	73	73
9	1972	69	56	56	59	64	85	88	91	80	80	81	78	74
10	1973	71	57	55	52	78	81	87	89	85	78	85	79	75
11	1974	70	60	60	60	76	87	89	87	83	79	83	80	76
12	1975	80	67	60	53	75	85	88	89	83	79	80	79	77
13	1976	74	62	58	54	77	87	91	89	86	83	75	76	76
14	1977	74	60	58	64	72	85	88	87	85	83	76	74	76
15	1978	72	65	56	53	70	85	88	89	88	82	72	67	74
16	1979	60	53	52	55	68	82	86	90	82	78	68	67	70
17	1980	60	48	52	50	65	85	90	89	89	84	76	70	72
18	1981	63	53	49	52	70	87	94	90	85	83	83	76	74
19	1982	72	56	52	54	68	89	88	92	88	82	77	74	74
20	1983	68	58	55	54	58	87	85	88	86	84	84	76	74
21	1984	74	65	54	60	70	89	88	92	84	82	72	72	75
22	1985	62	50	48	54	71	90	91	94	85	81	82	72	73
23	1986	72	56	53	54	66	86	90	90	82	82	76	74	73
24	1987	73	60	58	56	60	84	88	89	87	81	81	73	74
25	1988	70	57	50	56	72	90	88	90	83	85	78	77	75
26	1989	69	56	59	52	70	86	83	88	84	82	76	70	73
27	1990	62	57	48	50	75	87	90	84	84	76	74	68	71
28	1991	62	54	50	52	59	86	89	90	84	80	80	75	72
	Mean	69	57	54	54	70	87	88	90	85	82	78	74	74

表－４１　月平均日蒸発量　（タングー市）１９６６－９１

Unit : mm

Sr.No.	Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Total
1	1966	10.1	10.4	9.7	9.6	5.8	3.0	3.6	3.5	5.0	4.5	4.8	4.0	2,240
2	1967	5.3	5.0	5.7	8.4	6.7	4.6	3.2	2.2	3.3	4.6	4.5	4.2	1,753
3	1968	4.0	5.4	6.9	8.4	7.4	2.7	3.4	2.1	4.3	4.2	4.5	4.2	1,752
4	1969	4.1	5.3	6.9	7.9	6.1	3.7	2.5	3.0	4.4	4.0	3.3	3.1	1,648
5	1970	4.1	5.5	7.3	8.9	5.2	3.5	2.5	2.5	3.8	4.3	4.3	3.7	1,687
6	1971	4.2	6.1	9.2	9.7	7.1	2.5	1.9	2.2	3.7	4.4	3.8	3.8	1,779
7	1972	3.6	1.6	6.8	7.6	2.6	5.1	2.8	4.6	4.4	4.7	4.6	3.2	1,575
8	1973	3.8	1.4	6.6	8.7	5.5	4.5	3.6	3.6	4.3	4.7	3.8	3.8	1,658
9	1974	3.8	4.7	6.2	6.9	5.9	3.7	3.7	3.9	4.2	4.3	3.8	3.8	1,669
10	1975	3.5	4.6	6.2	8.0	6.1	5.1	4.4	4.2	4.8	4.7	3.8	3.1	1,778
11	1976	(4.0)	(4.6)	(6.4)	(7.5)	(5.9)	(3.8)	(3.4)	(3.4)	4.8	3.6	3.6	3.4	1,658
12	1977	(4.0)	(4.6)	(6.4)	(7.5)	(5.9)	(3.8)	(3.4)	3.8	(4.1)	(4.2)	(3.8)	(3.4)	1,669
13	1978	3.4	4.0	5.1	7.5	6.2	4.2	3.6	3.6	(4.1)	(4.2)	(3.8)	(3.4)	1,615
14	1979	(4.0)	(4.6)	(6.4)	(7.5)	(5.9)	(3.8)	(3.4)	(3.4)	(4.1)	(4.2)	(3.8)	(3.4)	1,657
15	1980	(4.0)	(4.6)	7.1	7.9	6.5	4.0	3.2	4.4	3.7	3.9	4.0	3.5	1,732
16	1981	3.6	4.4	5.9	6.9	5.8	3.5	3.5	3.0	3.9	4.0	3.5	3.2	1,556
17	1982	3.0	4.3	5.7	7.3	5.9	3.9	4.4	2.8	4.1	3.9	4.3	3.3	1,607
18	1983	3.5	4.3	6.8	7.0	7.4	3.7	4.1	3.5	4.3	3.8	3.3	3.7	1,686
19	1984	3.0	4.5	6.0	6.0	5.6	4.0	4.8	4.3	4.0	3.7	3.7	3.1	1,607
20	1985	4.0	4.0	5.0	7.0	5.0	3.0	3.0	4.0	4.0	3.4	3.0	4.1	1,506
21	1986	3.6	4.2	5.4	7.0	6.2	3.9	3.6	3.5	4.4	4.0	3.6	3.4	1,605
22	1987	3.0	4.0	6.0	6.0	7.0	(3.8)	(3.4)	4.0	4.0	5.0	5.0	3.0	1,649
23	1988	4.0	5.0	6.0	6.0	5.0	(3.8)	3.0	3.0	4.0	4.0	3.0	3.0	1,517
24	1989	3.4	4.8	5.5	7.2	6.1	4.1	3.9	3.5	3.8	3.8	3.1	2.8	1,579
25	1990	3.6	4.0	5.4	6.9	4.8	3.5	3.2	4.0	3.9	4.3	3.6	3.1	1,529
26	1991	3.6	4.5	6.0	7.1	6.8	3.9	3.4	3.2	3.9	4.1	3.1	2.7	1,590
	Mean	4.0	4.6	6.4	7.6	5.9	3.8	3.4	3.4	4.1	4.2	3.8	3.4	1,665

図－１３　月平均気温、湿度、蒸発量図（タングー市）



表－４２　年最大風速及び風向（タングー市）１９６４－８１

Unit : m.p.h

Sr.No.	Year	Max. Wind Speed (m.p.h)	Direction
1	1964	14.4	SE
2	1965	11.8	SE
3	1966	11.5	SW
4	1967	16.9	SSE
5	1968	11.8	SSE
6	1969	11.0	SE
7	1970	13.3	S
8	1971	11.0	N
9	1972	9.7	S
10	1973	9.7	SSE
11	1974	8.7	SW
12	1975	9.6	SW
13	1976	25.0	S
14	1977	17.0	N
15	1978	15.0	S
16	1979	10.6	SSE
17	1980	10.0	S
18	1981	9.0	S
Mean		12.6	

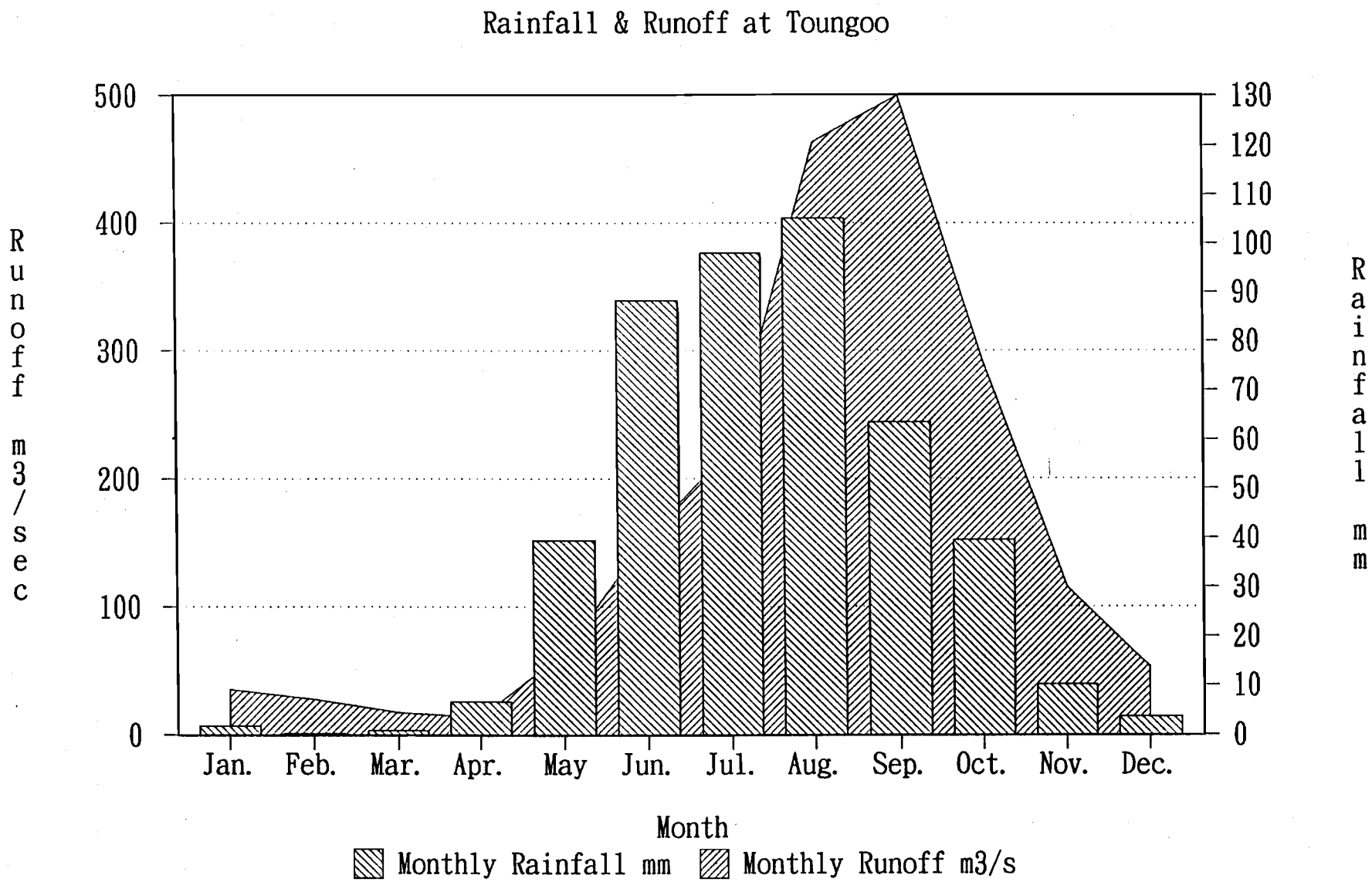
表－４３　月総流出量（タングー市、カバウン川）１９６５－９２

MONTHLY RUNOFF OF KABAUNG CHAUNG IN ACRE-FEET AT TOUNGOO

Station : Road Bridge No.1/173
Stream : Kabaung
Township: Taungoo
Catchment Area: 616 SQ.Miles (1,595km2)
Unit : Acre-Feet

Sr.No.	Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Total
1	1965	----------	----------	-No Gauge	----------	----------	96,026	120,014	150,563	200,206	164,885	53,335	25,071	809,900
2	1966	10,468	6,292	3,746	881	3,067	57,495	109,049	199,192	181,766	115,274	45,196	33,306	765,732
3	1967	28,137	22,585	18,729	13,513	26,480	61,134	95,932	176,344	201,198	120,328	42,708	20,500	827,588
4	1968	14,614	3,716	2,335	5,597	15,147	74,431	87,655	208,701	247,425	122,639	31,208	15,705	829,173
5	1969	12,593	7,734	3,395	1,697	42,971	63,585	118,970	417,102	233,021	146,966	49,027	28,448	1,125,509
6	1970	22,501	21,321	8,916	5,298	64,538	109,421	145,843	336,590	413,012	303,378	90,528	53,191	1,574,537
7	1971	45,378	31,288	24,685	14,795	59,614	139,265	211,849	426,023	390,157	215,970	78,836	36,549	1,674,409
8	1972	31,535	22,992	17,125	15,208	31,211	96,885	126,667	204,772	199,283	132,331	54,016	27,156	959,181
9	1973	17,677	12,096	7,587	1,346	69,938	70,902	165,928	332,278	428,702	231,028	91,236	28,312	1,457,030
10	1974	16,947	14,559	12,044	16,624	49,856	119,289	134,953	279,119	353,289	213,860	121,352	43,388	1,375,280
11	1975	25,606	18,290	12,583	9,657	46,529	113,981	169,143	350,576	365,647	226,792	84,425	39,945	1,463,174
12	1976	16,446	11,747	8,082	6,203	29,885	73,209	108,638	225,170	234,850	145,665	54,225	25,656	939,776
13	1977	19,013	13,581	9,344	7,171	34,549	84,635	125,594	260,314	271,505	168,400	62,688	29,660	1,086,454
14	1978	14,942	10,673	7,343	5,635	27,151	66,512	98,701	204,574	213,369	132,342	49,265	23,309	853,816
15	1979	14,755	10,539	7,251	5,565	26,812	65,681	97,468	202,018	210,702	130,688	48,649	23,018	843,146
16	1980	16,194	11,567	7,958	6,107	29,426	72,085	106,971	221,715	231,246	143,430	53,393	25,262	925,354
17	1981	22,905	16,361	11,256	8,638	41,621	101,959	151,303	313,601	327,082	202,872	75,521	35,732	1,308,851
18	1982	18,223	13,016	8,955	6,673	33,114	81,118	120,376	249,498	260,224	161,401	60,084	28,428	1,041,110
19	1983	14,853	10,610	7,299	5,602	26,991	66,119	98,118	203,365	212,108	131,559	48,474	23,171	848,269
20	1984	19,192	13,709	9,432	7,238	34,875	85,443	126,778	262,768	274,064	169,988	63,279	29,940	1,096,706
21	1985	21,297	15,183	10,446	8,017	38,627	94,623	140,416	291,035	303,546	188,274	70,087	33,161	1,214,712
22	1986	15,853	11,324	7,791	5,979	28,807	70,568	104,720	217,050	226,380	140,412	52,269	24,731	905,884
23	1987	18,314	13,081	9,000	6,907	33,279	81,523	120,976	250,742	261,521	162,208	60,383	28,570	1,046,504
24	1988	22,150	15,822	10,885	8,354	40,250	98,600	146,318	303,268	316,305	196,188	73,032	34,554	1,265,726
25	1989	16,714	11,936	8,214	6,303	30,371	74,400	110,405	228,833	238,671	14,835	55,107	26,073	821,862
26	1990	22,117	15,798	10,869	8,341	40,191	98,454	146,101	302,819	315,837	195,897	72,924	34,502	1,263,850
27	1991	20,807	14,862	10,225	7,847	37,810	92,623	137,448	284,884	297,131	184,295	68,605	32,460	1,188,997
28	1992	16,608	11,863	8,161	6,263	30,178	73,928	109,705	227,382	237,157	147,096	54,758	25,908	949,007
	MEAN	19,846	14,168	9,765	7,461	36,048	85,139	126,287	261,796	273,050	164,600	63,022	29,847	1,087,912
Mean in m3/sec		9.1	7.2	4.5	3.8	16.6	40.5	58.2	120.6	129.9	75.8	30.0	13.7	42.5
Max.		45378	31288	24685	16624	69938	139265	211849	426023	428702	303378	121352	53191	1674409
Min.		12593	3716	2335	1346	15147	57495	87655	150563	181766	14835	31208	15705	765732
Max in m3/sec		20.9	16.0	11.4	7.9	32.2	66.3	97.6	196.2	204.0	139.7	57.7	24.5	65.5 (月間最大日流量)
Min.in m3/sec		5.8	1.9	1.1	0.6	7.0	27.4	40.4	69.3	86.5	6.8	14.9	7.2	30.0 (月間最小 〃)

図－１４　月平均雨量及び流出量図（タングー市、カバウン川）



表－４４　事業地区土壌区分

Unit : ha

Symbol	Present Land Use	Area (ha)	%	Remarks
U	Urban Land	6,992	12.7	town,villages
W S	Seasonal Pond Streams	1,952	3.6	mostly dry in the dry season including eroded banks
	sub total	8,944	16.3	
J2	Eutric Fluvisol	45	0.1	flood plain, loose and loamy sand, 0-12 inches loamy top soils
J3	Eutric Fluvisol	561	1.0	loamy soil 1-3 feet deep over sand
J5	Eutric Fluvisol	2,103	3.8	silty clay loam and silty clay, moderate drainage
J7	Gleyic Eutric Flubisol	320	0.6	fine texuture in old streams
B1	Flubic Eutric Cambisol	17,142	31.2	on young alluvium, fine texture
B3	Flubic Eutric Cambisol	5,098	9.3	medium texture, seasonal water table
B5	Flubic Eutric Cambisol	1,295	2.4	medium to fine,in old streams
B9	Eutric Cambisol	6,396	11.6	on old alluvium, fine texture with ferro manganese concretions
B15	Flubic Eutric Cambisol	70	0.1	on ancient alluvium,
G1	Eutric Gleysol	1,824	3.3	greysols of valley bottoms
G2	Eutric Gleysol	945	1.7	in marshland
L1	Ortic Luvisol	72	0.1	on old and ancient alluvium,
L2	Ferric Luvisol	925	1.7	on high terrace
L6	Ferric Luvisol	8,345	15.2	loam to sandy clay on old alluvium, slow drainage
W2	Soladic Planosol	831	1.5	on ancient alluvium
		54,918	100	

注）面積は概算、Minye地区とのオーバーラップはチェックが必要である。

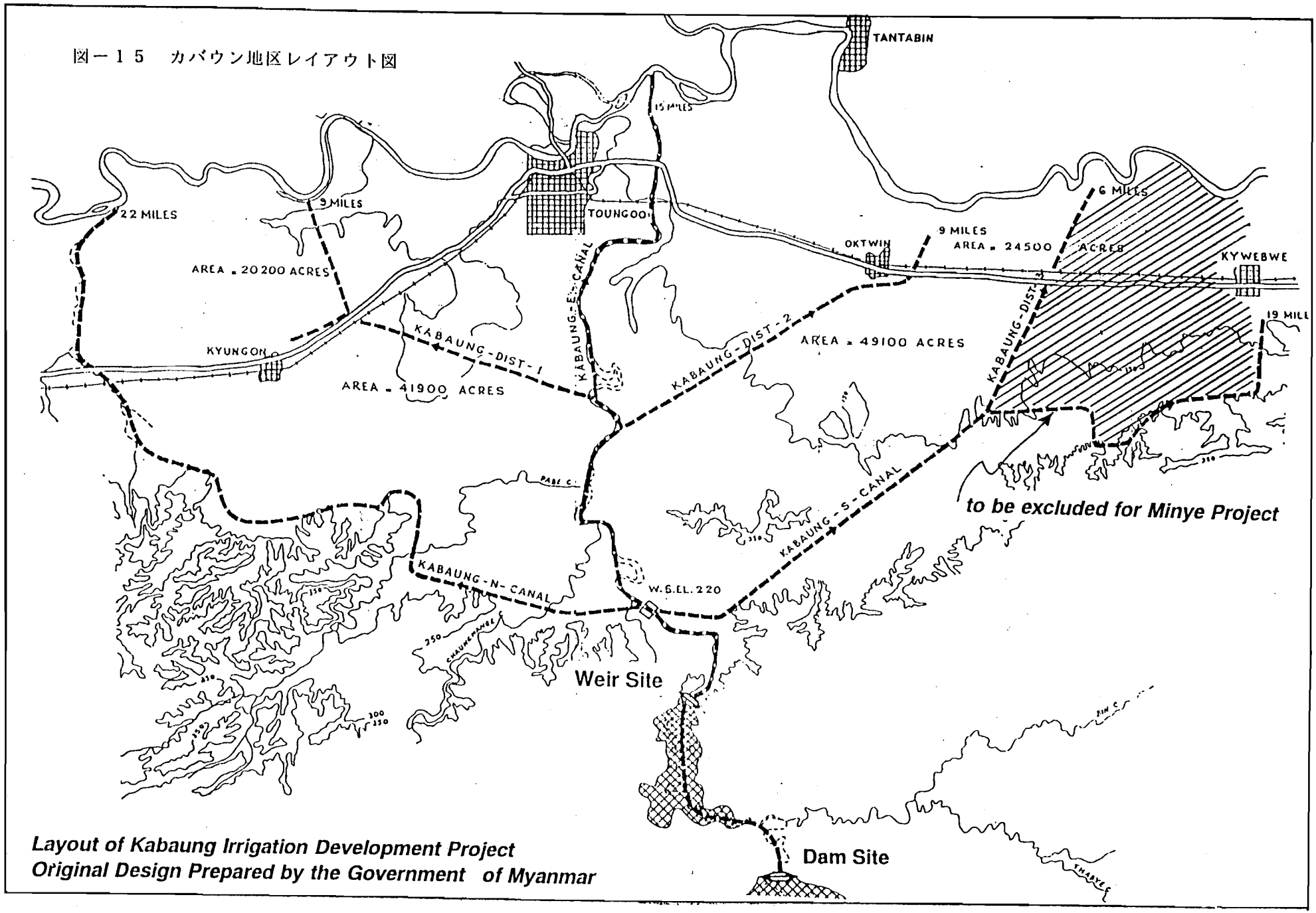
表－４５　事業地区現況土地利用

Project Area

Symbol	Present Land Use	Area (ha)	%
U	Urban	6,992	12.7
W	Seasonal Pond		
S	Stream	1,952	3.6
X	Waste Land	522	1.0
T	Thicket	5,964	10.9
P	Plantation	725	1.3
	Cultivated Land		
Cp	Paddy	19,366	35.3
Cd	Upland Crops	1,981	3.6
Cm	Paddy+Upland Crops	17,415	31.7
	Total	54,918	100.0

注）面積は概算、Minye地区とのオーバーラップはチェックが必要である。

図－１５　カバウン地区レイアウト図

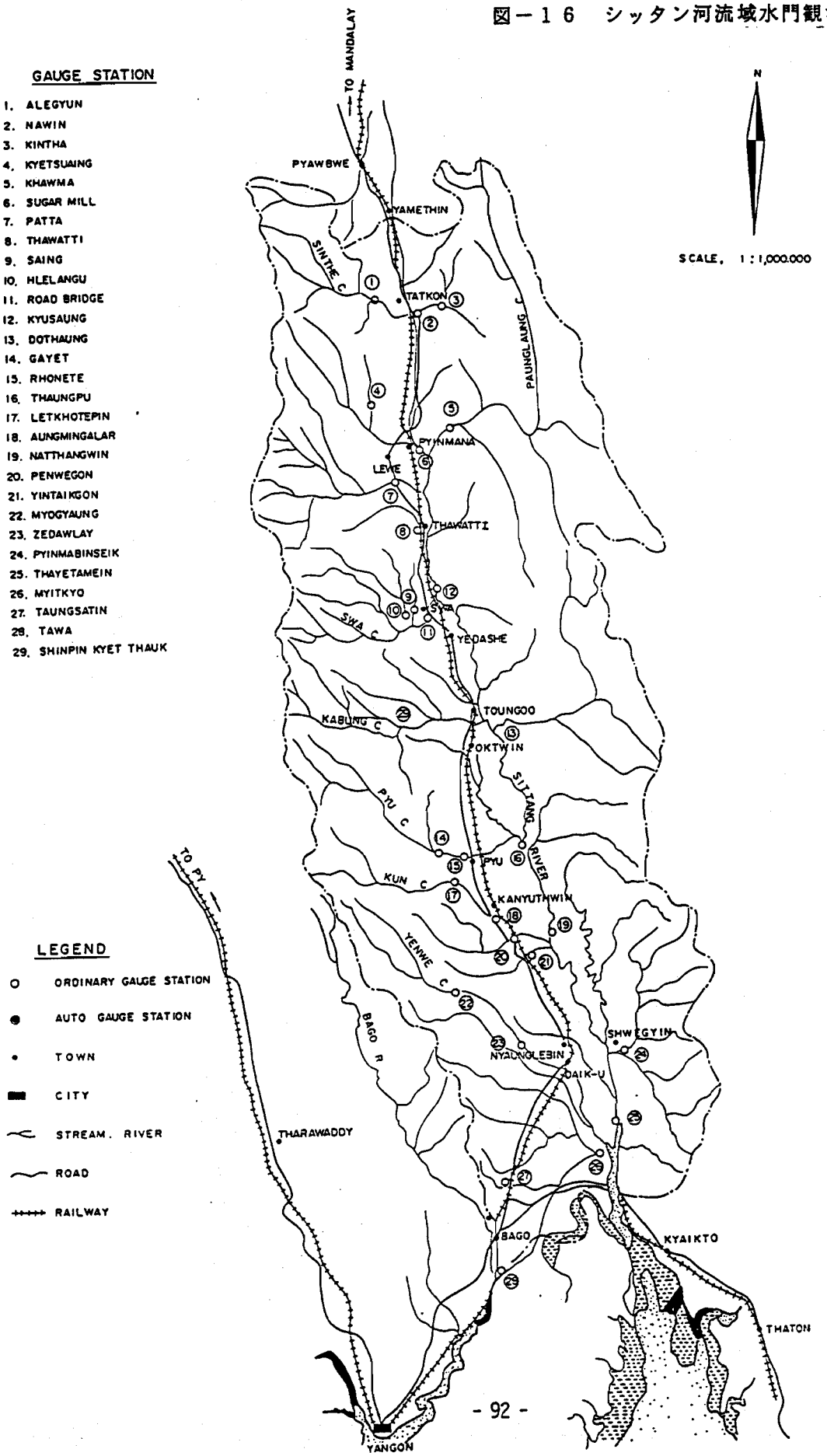


Layout of Kabaung Irrigation Development Project
Original Design Prepared by the Government of Myanmar

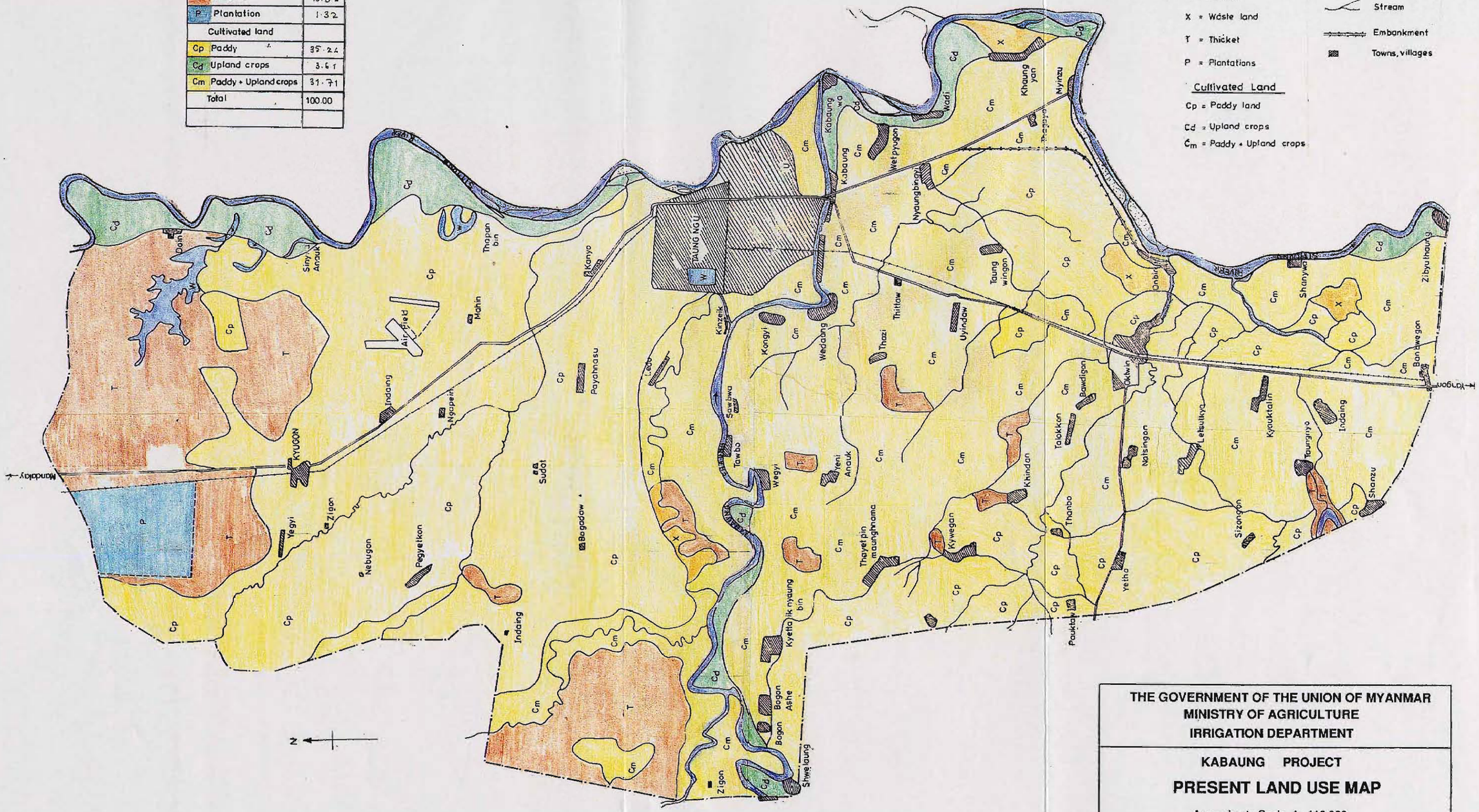
SITTANG RIVER VALLEY

GAUGE LOCATION MAP

図－１６　シッタン河流域水門観測所位置図



Present land Use		%
U	Urban	12.73
W	Seasonal pond	3.56
S	Stream	.
X	Waste land	0.95
T	Thicket	10.86
P	Plantation	1.32
	Cultivated land	
Cp	Paddy	35.24
Cd	Upland crops	3.61
Cm	Paddy + Upland crops	31.71
	Total	100.00



図－１７　カバウン地区土地利用図

THE GOVERNMENT OF THE UNION OF MYANMAR
MINISTRY OF AGRICULTURE
IRRIGATION DEPARTMENT

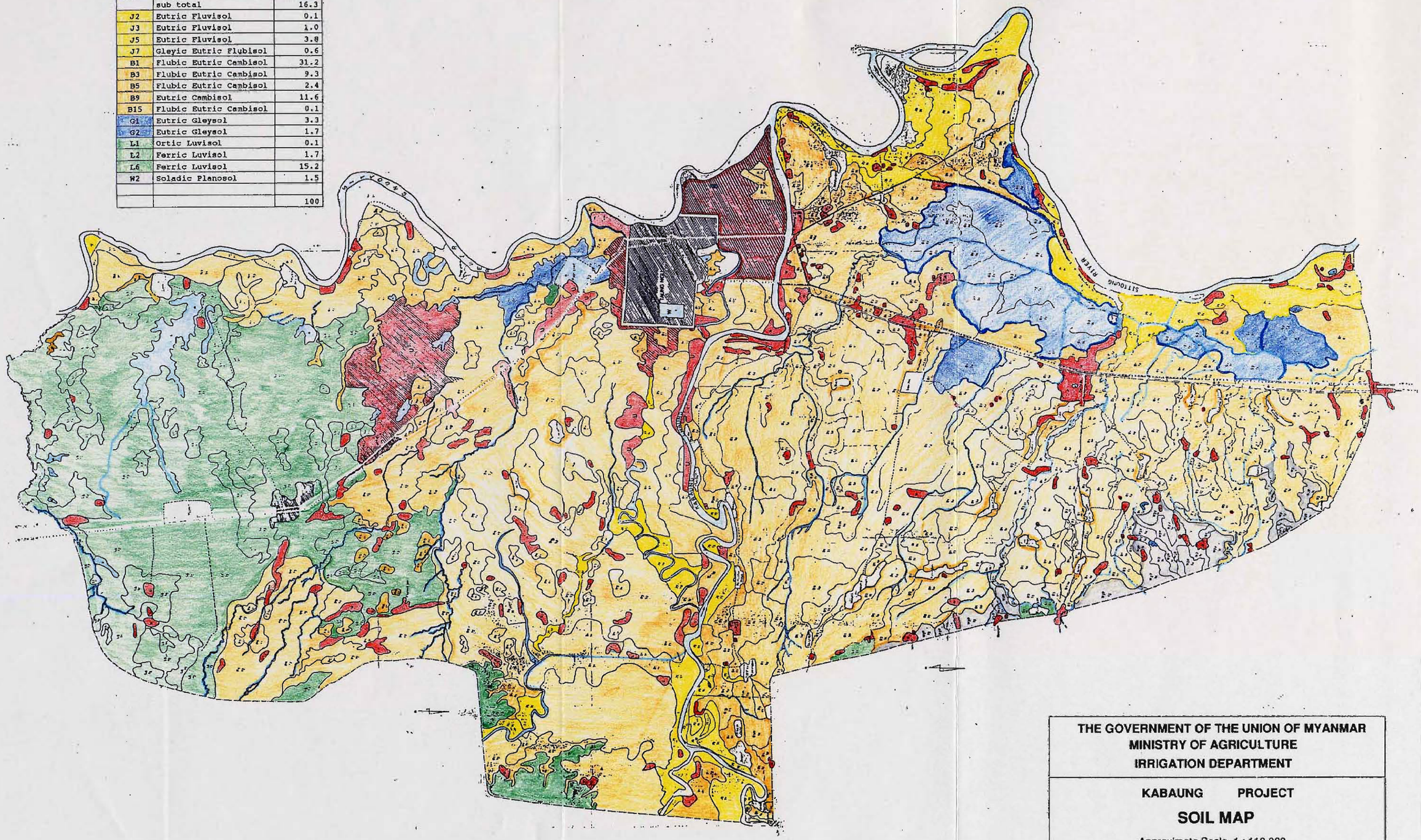
KABAUNG PROJECT

PRESENT LAND USE MAP

Approximate Scale 1 : 110,000
Base on uncontrolled photo mosaic

April 1994	Prepared by U. Than Shwe (Staff Officer) Soil U. Nyo (Staff Officer) Survey Approved by U. Hil Auna (Assistant Director) Section

Symbol	Present Land Use	%
U	Urban Land	12.7
W	Seasonal Pond	
S	Streams	3.6
	sub total	16.3
J2	Eutric Fluvisol	0.1
J3	Eutric Fluvisol	1.0
J5	Eutric Fluvisol	3.8
J7	Gleyic Eutric Flubisol	0.6
B1	Flubic Eutric Cambisol	31.2
B3	Flubic Eutric Cambisol	9.3
B5	Flubic Eutric Cambisol	2.4
B9	Eutric Cambisol	11.6
B15	Flubic Eutric Cambisol	0.1
G1	Eutric Gleysol	3.3
G2	Eutric Gleysol	1.7
L1	Ortic Luvisol	0.1
L2	Ferric Luvisol	1.7
L6	Ferric Luvisol	15.2
W2	Soladic Planosol	1.5
		100



図－１８　カバウン地区土壌図

THE GOVERNMENT OF THE UNION OF MYANMAR
MINISTRY OF AGRICULTURE
IRRIGATION DEPARTMENT

KABAUNG PROJECT

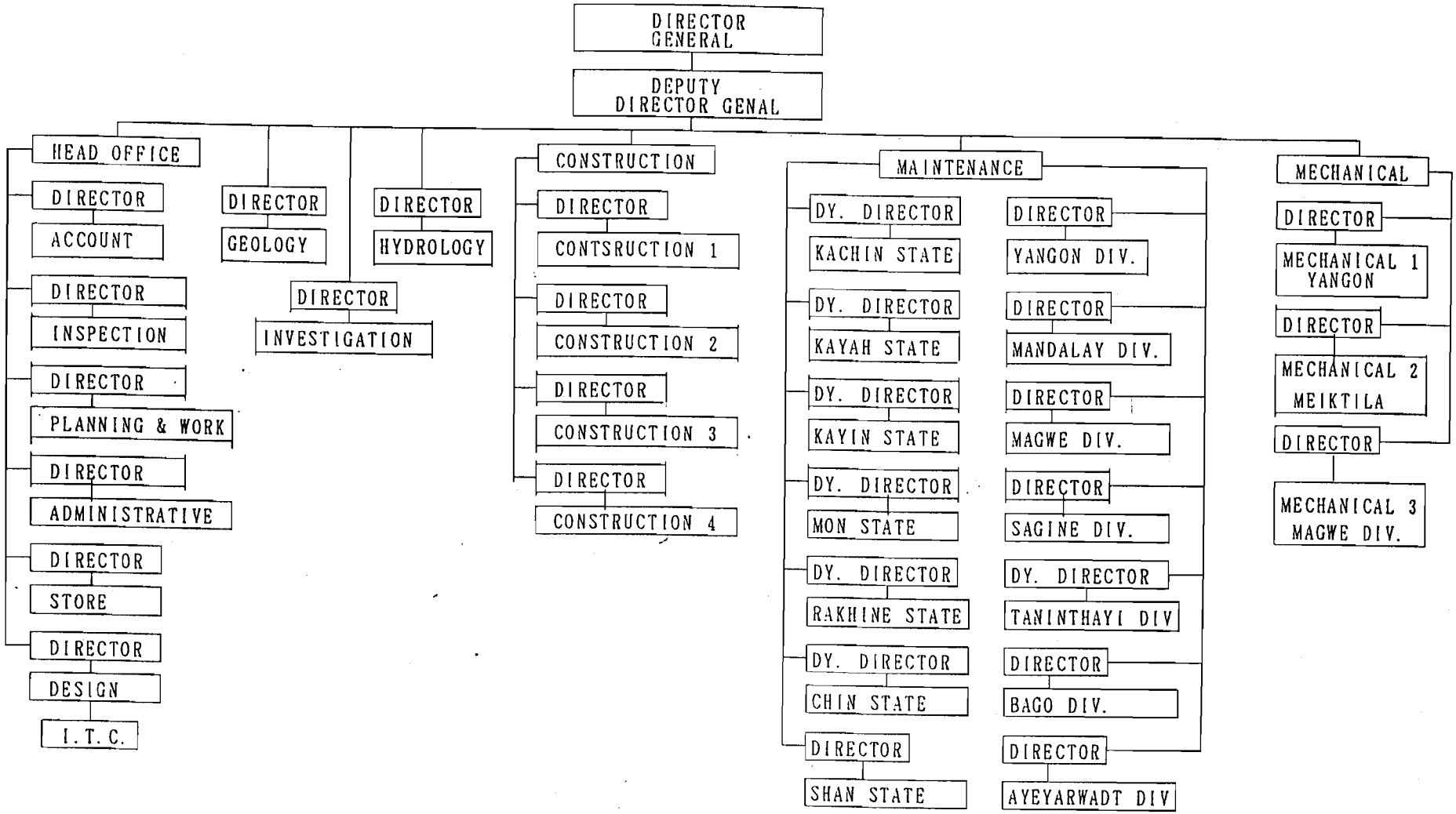
SOIL MAP

Approximate Scale 1 : 110,000
Base on uncontrolled photo mosaic

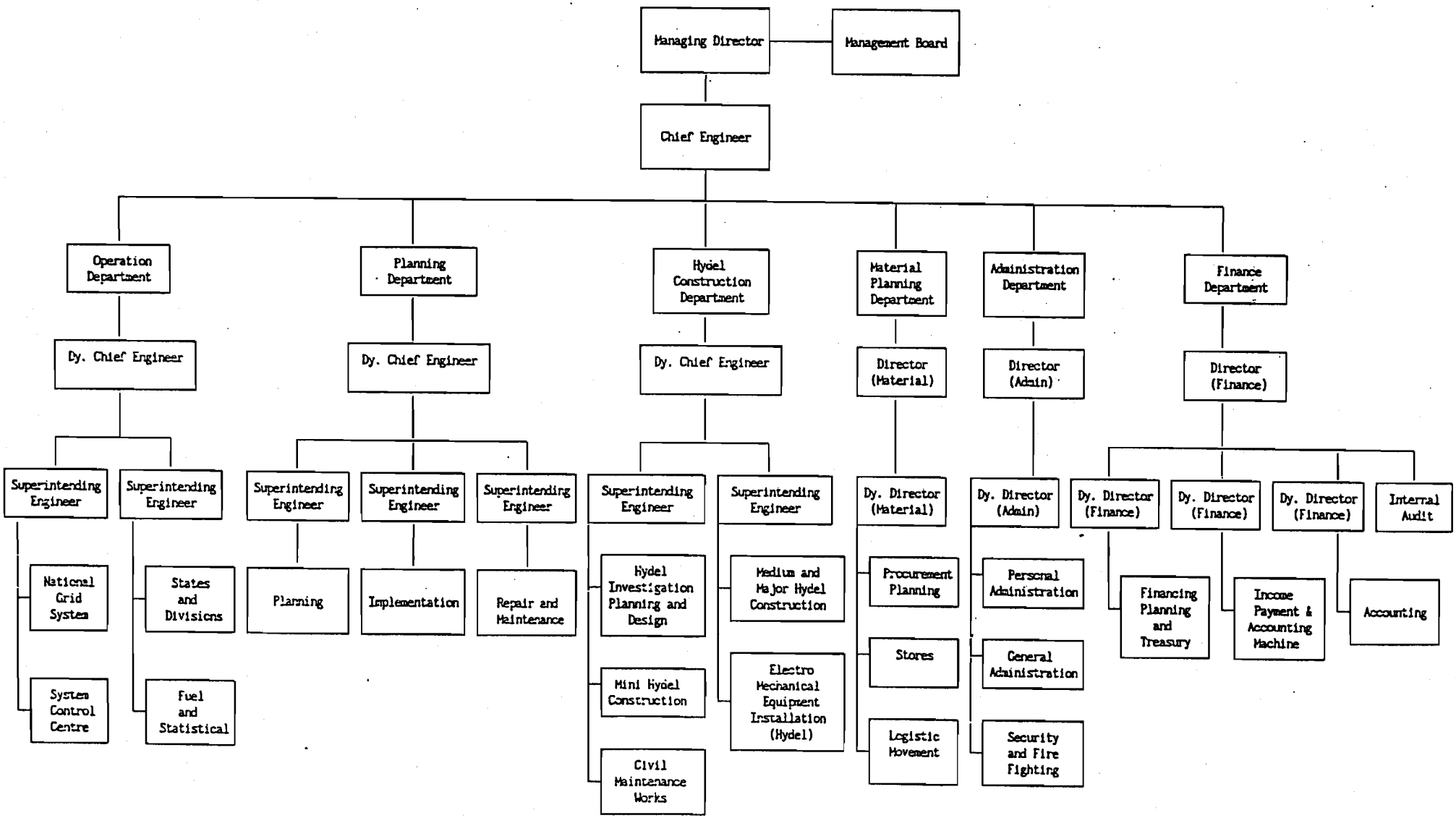
April 1993

Prepared by U. Than Shwe (Staff Officer) Soil
U. Nyo (Staff Officer) Survey
Approved by U. Hil Auna (Assistant Director) Section

図－１９　農業省かんがい局組織図



図－２０　NEPE組織図


Managing Director
Management Board
Chief Engineer
Operation Department
Planning Department
Hydel Construction Department
Material Planning Department
Administration Department
Finance Department
Dy. Chief Engineer
Dy. Chief Engineer
Dy. Chief Engineer
Director (Material)
Director (Admin)
Director (Finance)
Superintending Engineer
Superintending Engineer
Superintending Engineer
Superintending Engineer
Superintending Engineer
Superintending Engineer
Superintending Engineer
Dy. Director (Material)
Dy. Director (Admin)
Dy. Director (Finance)
Dy. Director (Finance)
Dy. Director (Finance)
Internal Audit
National Grid System
System Control Centre
States and Divisions
Fuel and Statistical
Planning
Implementation
Repair and Maintenance
Hydel Investigation Planning and Design
Mini Hydel Construction
Civil Maintenance Works
Medium and Major Hydel Construction
Electro Mechanical Equipment Installation (Hydel)
Procurement Planning
Stores
Logistic Movement
Personal Administration
General Administration
Security and Fire Fighting
Financing Planning and Treasury
Income Payment & Accounting Machine
Accounting

添付資料 2　現地レポート（英文）

注）付図は本文と重複のため一部省略した。

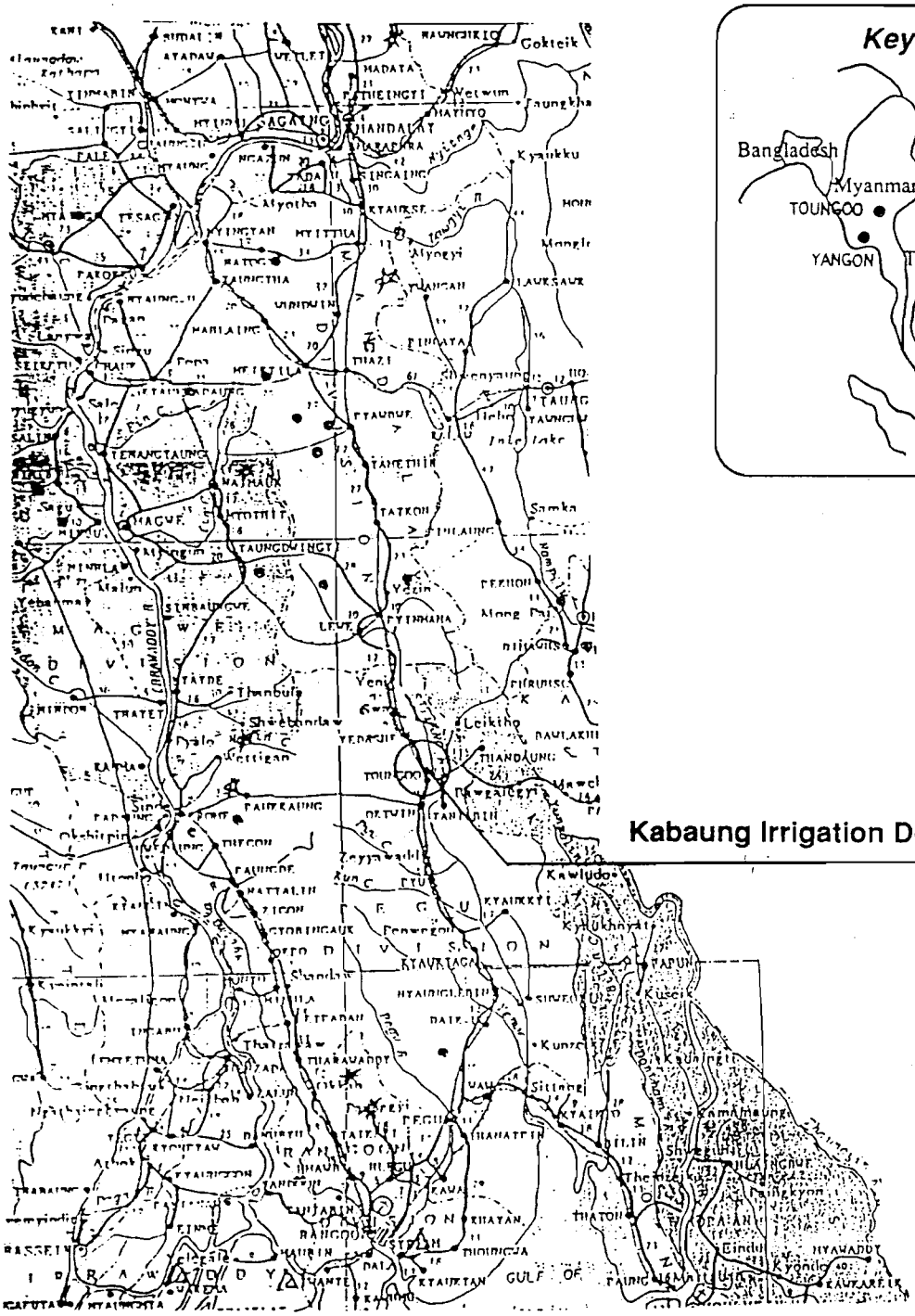
BRIEFING OF FIELD RECONNAISSANCE SURVEY
ON
KABAUNG IRRIGATION DEVELOPMENT PROJECT
IN
SITTAUNG RIVER BASIN

UNION OF MYANMAR

MAY 1994

AGRICULTURAL DEVELOPMENT CONSULTANTS ASSOCIATION
JAPAN
(ADCA)

Location Map



Kabaung Irrigation Development Project

BRIEFING OF FIELD RECONNAISSANCE SURVEY
ON
KABAUNG IRRIGATION DEVELOPMENT PROJECT
IN
SITTAUNG RIVER BASIN

UNION OF MYANMAR

1. ACTIVITIES DURING FIELD SURVEY

Date	Day	Irrigation and Drainage	Hydropower	Photomapping
April 24	Sun.	Moved from Yangon to Toungoo. Field Reconnaissance Survey on the proposed dam site	Moved from Yangon to Toungoo. Field Reconnaissance Survey on the proposed dam site.	Moved from Yangon to Toungoo. Field Reconnaissance Survey on the proposed dam site
25	Mon.	Construction Circle No. 6, Toungoo Office. Inspection on a shallow well (15 ft.) and a deep well (140 ft.). Field reconnaissance survey at proposed weir site. Surveyed artesian well in Oktwin Township Office.	Moved to Kinda existing power station. Visited Kinda Irrigation Project Office in Myittha Township. Observation of rockfill dam, reservoir, spillway gates, power intake facilities, and power station.	Field reconnaissance survey at proposed weir site.

26	Tue.	Reconnaissance survey on water level gauging station near Toungoo bridge on Kabaung river. Reconnaissance survey on the confluence with Sittaung and Kabaung river. Check of the south border of Kabaung Project. Site inspection of Minye dam construction. Internal meeting at Hotel Thiri Myanmar.	Observation of intake weir, and irrigation canals. Moved to Toungoo by car. Internal meeting at Hotel Thiri Myanmar.	Reconnaissance survey on water level gauging station near Toungoo bridge on Kabaung river. Reconnaissance survey on the confluence with Sittaung and Kabaung river. Check of the south border of Kabaung Project. Site inspection of Minye dam construction. Internal meeting at Hotel Thiri Myanmar.
27	Wed.	Visited Meteorological Office at Toungoo, and inspected measurement apparatus. Visited Forest Department, Toungoo District, Bago Division. Reconnaissance survey on the north border of Kabaung Project, and Toungoo Township border. Interviewed pump irrigation farmer.	Observation of Toungoo existing substation. Moved to Yangon by car.	Visited the survey team which is carrying out the plain table survey in the southern part of Toungoo. Moved to Yangon by car.
28	Thur.	Visited pumping station at Onbin village along Sittaung right bank, and Oktwin Myanmar Agricultural Service Office. Return to Yangon.	Evaluation of collected data and information at hotel.	Visited Survey Department, Ministry of Forestry.

2. TECHNICAL FINDINGS BY THE SURVEY TEAM

2-1. Irrigation and Drainage

(1) Decision of the Weir Site

At present, a weir site has already been fixed, and the topographic survey has been done for the weir site. However, in the stage of the Feasibility Study, 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.

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 Kabaung river. The weir site is decided in the Feasibility Study.

(2) Installation of Additional Gauging Station

The water level has been observed at a gauging station located just downstream from the bridge of the Yangon-Mandalay road on the Kabaung river. According to the hydrograph at the gauging station prepared by the meteorological office in Toungoo, the shape of the hydrograph during the rainy season is almost flat, and the difference of the hydrograph height between the rainy season and the dry season is a little. On the other hand, the hydrographs of other rivers around the Kabaung river are of usual with triangular shapes, having much differences of river discharges between the rainy season and the dry season.

This shape of the hydrograph for the Kabaung basin may depend on the following situation:

1) The river flows run into the underground due to the permeable materials of the river bed.

   There exist some artesian wells along the Yangon-Mandalay road which are utilized for the summer paddy cultivation. Generally, the ground water surfaces are located about 3- 4 meter from the ground in the area.

2) The basin may have storage effect due to flat topography.

Therefore, the actual runoff from the catchment area can not be estimated by the use of the water levels at the gauging station mentioned above. In order to grasp more accurate river discharges, an additional gauging station should be installed at the propose weir site or the site upstream from the propose weir site.

(3) Survey for New Quarry Site

The existing quarry sites are located in the Thaunkyegat river and Donshal Camp, the left bank of the Sittaung river. They are located about 50 km from the job site. Transportation of construction materials will be costly. In the Feasibility Study, new quarry site is surveyed in consideration of economical transportation cost.

2-2. Hydropower

(1) Dam Axis

The topography of the dam site selected by UNDP is slightly different from that actually surveyed by the Irrigation Department. Namely, natural form of the left bank, which will be the abutment for the dam, is thin, comparing that shown in the drawing prepared by UNDP. It is, therefore, better to shift only a little the proposed dam axis of the left side to upstream side. The crest length of the dam will become longer than the original dam length.

The proposed dam site is the most reasonable site only in viewpoint of the topographic maps of 1:63,000. However, final decision of the dam site should be made in the further Feasibility Study Stage taking into consideration of the results on the technical and economical studies.

(2) Confirmation of Geological Situation by Boring

There are no boring records at the proposed dam site at present. According to the information by a geologist at site, interbedded sand and shale is distinguished in this area. So that borings and permeability tests at dam site should be carried out as soon as possible in order to confirm the underground geological condition as well as overburden (topsoil) depth, bedrock properties, weathering condition of the rocks, etc.

(3) Survey on the Underground Water Level

During the field survey, run-off at the proposed dam site was observed around 0.2- 0.3 m^3/sec. According to the observation results by Irrigation and Drainage Team of ADCA, more increased run-off was also observed at approximately 1 km. downstream point of the dam site. However, no run-off observed at the proposed weir site. Furthermore, there are many wells (artesian well) in the proposed irrigation area, and underground water surface level was observed shallow at only 3- 4 m. from ground surface in that area. Historical run-off records of the Kabaung river at Toungoo meteorological station shows that the run-off curve during wet season did not make sharp peak trend, comparing with other river's one in the same basin. Taking into account the above mentioned situations, certain amount of seepage water from the upstream portion of the Kabaung river will be considered. Survey and analysis on the relationship between surface run-off and underground water level should be made and clarified in the further Feasibility Study Stage.

(4) Materials for Dam Construction

Concrete type of dam has temporally been proposed by UNDP so far. The Kabaung river is producing only a lot of sand. There are no other construction materials such as gravels for concrete/ concrete dam, core and rock materials for rockfill dam in the Kabaung river. Suitable quality and amounts of those materials should be investigated widely and immediately. There are a lot of said materials in the left bank of the Sittaung river. However, it is far away (more than 50 km.) from the Kabaung Project site. It should be investigated at the vicinity area of the Project first. Also laboratory test on the sand in the river should be done soon. Those survey are very important matters especially for determination of the type of dam of the Project.

(5) Electrical Aspect

There are no any problems on the electrical aspect at present. Electric power generated at the Kabaung Station will be interconnected to the existing national grid of the Toungoo Substation.

2-3. Photomapping

The scales and the covering areas of the existing maps and the topographical maps prepared by Irrigation Department are not enough to perform the Feasibility Study. The following maps are required for the Feasibility Study and are prepared at the onset of the Feasibility Study:

1) Aerophoto maps with scale 1:10,000 covering reservoir area. The aerophoto mapping coverage is about 500 km^2.

2) Aerophoto maps with scale 1:5,000 covering the dump site, the weir site, and the irrigable area. The aerophoto mapping coverage is about 700 km^2.

3. QUESTION BY DIRECTOR OF DESIGN, IRRIGATION DEPARTMENT
(Apr.25, 1994)

- Fixation of dam site (by ADCA experts)
- If possible, go and see the weir site.
- To ask dam site detailed contour map (tracing) from U Soe Naing, AE(survey)
- Status of basin survey?
- Status of irrigable area survey?
- Any additional assignment by ADCA experts?

4. INFORMATION AND QUESTION BY DIRECTOR OF DESIGN
(Apr.23, 1994)

(1) Topographic Survey

- Proposed dam axis detailed survey.
  Originally proposed damsite
  Ref. 1" = 1 mile map No.94 B/1, Grids 655,920
  Scale of Survey : 1:1,200 (1"=100')
  Contour Interval 2' to 5'
  Area covered : 1000' u/s and 1000'd/s of dam axis
  Status of survey : completed
  (Area coverage : to be confirmed at site)
- Proposed irrigable area survey
  Scale of survey : 1:3,960 (1"=330')
  Contour interval : 1' to 2'
  Gross area to be surveyed: 150,000 acres
  Area covered by Topo-survey up to now >....80,000 acres
  (Area coverage : to be confirmed at site)
- Proposed reservoir area survey
  Scale of survey : 1:6,000 or 1:12,000
  Contour interval : 5' to 10'
  Status of survey : not yet started.

(2) Soil, Land and Socio-economic Survey of Service Area

Soil type, Soil classification, Land use, Land classification, Socio-economic, Agriculture
Status of survey : completed

(3) Hydrological Survey and Data Collection

- Long term river flow and river stage data of Kabaung river at road bridge site about 18' miles or so.
  D/S of damsite is available.
  Daily flow → Monthly flow → Yearly
- Flood data
  To be compiled at dam site
- Sediment data

To be compiled at dam site

(4) Geological Survey

- Expert Regional Geology, no detailed geological investigation has been carried out at damsite nor in the proposed reservoir area.
- Necessity to do both geotechnical and geophisical investigation.
- ID can carry out geological investigation only.
- ID can carry out construction materials investigation.

5. PERSONS CONCERNED FOR SURVEY

Name	Position
(1) Ministry of Agriculture	
H.E U KYAW TIN	Deputy Minister, Ministry of Agriculture
U MYINT THEIN Ph.Dr.	Director General, Department of Agricultural Planning
U AUNG PAR THEIN	Director General, Irrigation Department
U THAN MYINT	Deputy Director General, Irrigation Department
U MAUNG MAUNG THWIN	Director of Planning, Irrigation Department
U WINN	Director of Geology, Irrigation Department
U OHN MYINT	Director of Design, Irrigation Department
U TIN HTUT OO	Agricultural Economist, Department of Agricultural Planning
U KHIN MG NYUNT	Assist. Director of Design, Irrigation Department
U SEIN WIN	Assist. Director of Investigation Branch, Irrigation Department
U HTUN HLA	Assist. Director of Hydrological Branch, Irrigation Department
U THAN SHWE	Staff Officer for Soil Survey, Survey and Investigation Branch, Irrigation Department
U SOE NAING	Staff Officer for Civil, Survey and Investigation Branch, ID
U MIN AUNG THAN	Staff Officer for Hydrology Division, ID
U TIN MAUNG SOE	Staff Officer for Design Branch, ID
U HLA MYINT	Staff Officer for Geology, ID
(2) Construction Circle No.6	
U MYINT SOE	Dy. Director, Irrigation Toungoo Office
U SAN HTU	Staff Officer for Maintenance, Toungoo Office
(3) MINYE Project	
U KHIN MG TINTA	Assistant Director
U WIN BO	Staff Officer
U KO KO OO	Staff Officer
(4) PATHI Project	
U THAN SOE HLAING	Assistant Director
(5) KINDA Irrigation Project	
U SOE NAING	Assistant Director, Irrigation Department, Myitta Township
U LU MAW	Senior Agricultural Engineer (SAE), Operation & Maintenance of KINDA Dam
(6) Ministry of Energy	
Myanmar Electric Power Enterprise(MEPE)	
U BO KYIN	Chief Engineer, Advisor

U KHIN MYINT	Dy. Chief Engineer, Planning
U SEIN TI	Dy. Chief Engineer, Hydroelectric
U WIN KYAW	Superintending Engineer, Hydroelectric
U SOEWIN	Electrical Engineer, Toungoo Substation, Toungoo

(7) Ministry of Forestry

U KHIN WIN	Assistant Director, Forest Dept. Toungoo District, Bago Division

(8) Settlement and Land Records Department

U THET KHINE OO	Staff Officer, Land Records in Toungoo Office

(9) Meteorological Department

U NYA HAN	Chief Engineer in Toungoo Office

(10) Myanmar Agricultural Service

U TIN HTAY	Assist. Manager, Oktwin Office

5. COLLECTED DATA LIST

(1). Maps

1). Photocopy of Topographic Map covering Kabaung Project Area, Scale 1:63,360, Revised 1944
2). Topographic Survey Map for Kabaung Proposed Dam Site, Scale 1:1,200, surveyed 1993/94
3). Longitudinal Section of Proposed Dam Site, Vertical Scale 1:600, Horizontal Scale 1:1,200
4). Topographic Survey Map of Kabaung Proposed Weir Site and Section of the Weir Axis Map Scale 1:2,400, Section Vertical, Scale 1:120, Section Horizontal Scale 1:600
5). Soil Map No.1 and 2 for Kabaung Irrigation Area, Scale 1:25,000, Covering Area 55,000 ha, April 1993
6). Present Land Use Map for Kabaung Project, Scale 1:63,360, Covering Area 55,000 ha, April 1994

(2). Reports

1). Feasibility Study Report on Sinthe Project Development of the Sittang River Valley by USSR in 1974 under UNDP
- Part I, General Outline
- Part II, Field Survey and Studies,
- Volume 2, Hydrologic Report
- Volume 3, Geological Report
- Volume 6, Present State of Agriculture
- Part III, Project, Volume 2, Irrigation System

2). Feasibility Study Report on YENWE Multipurpose Project by Nippon Koei Co.,Ltd. in July 1981 under ADB
- Main Report
- Appendices Volume I (abstract)
- Appendices Volume II (abstract)

(3). Meteology and Hydrology

1). Location Map of Water Level Gauge in Sittaung River Valley, S= 1:1,000,000
2). Meteorological Data at Toungoo
- Monthly Rainfall 1961-1992
- Mean Monthly Pan-Evaporation 1966-1991
- Mean Monthly Temperature 1964-1992
- Mean Monthly Maximum Temperature 1964-1992
- Mean Monthly Minimum Temperature 1964-1992
- Mean Monthly Relative Humidity 1964-1991
- Annual Maximum Wind Speed and the Direction 1964-1981
- Field Data on Monthly Mean Max.and Mean Min.
- Temperature 1987-1993
- Field Data on Monthly Rainfall and Rainy Days 1984-1993

3). Monthly Runoff of Kabaung River 1965-1974

(4). Others

1). Soil Test Results in Kabaung Project
2). Water Quality Test Results in Kabaung Project

3). Present Land Use in Oktwin Township 1992/93
4). Land Use Statistic in Toungoo Town ship 1990/91-1992/93
5). KWIN Index Map for Kabaung Dam Project S=1:126,700
6). Geological Map of Sittang River Valley, S=1:2,027,000
7). Isoseismal Map of Sittang River Valley, S=1:2,534,000
8). Drilling Log for Deep Well at Kabaung and Minye Area, 2 places

ATTACHMENT

DRAFT TERMS OF REFERENCE
FOR
FEASIBILITY STUDY
ON
KABAUNG IRRIGATION DEVELOPMENT PROJECT
IN
SITTAUNG RIVER BASIN

UNION OF MYANMAR

1. Background and Supporting Information

1.1 General Information

The Kabaung Irrigation Development Project is located about 280 km north from Yangon, the capital of the Union of Myanmar, which will become a key area for the marketing of agricultural products.

The irrigation development area is about 55,000 ha. which has already been developed for rain-fed paddy fields by local people.

The Kabaung Irrigation Development Project has considerable potentiality for irrigation development, from the viewpoint of topography, soil, water resources, and marketing of agricultural products. The average annual rainfall is in the region of 2,800 mm, and seasonal variation is pronounced.

On the other hand, however, annual gross income per capita in the Project Area is extremely low, being about 60 % of that of the states in average. Therefore, stabilization of agricultural infrastructures that will affect livelihood of local people is pressing.

1.2 Necessity of Project Implementation

The necessity of the project implementation is summarized as follows:

(1) Stabilization of rainy season crops and expansion of dry season crops.

Agriculture in the Project Area is generally single cropped with cultivation carried out during rainy season without irrigation. The Kabaung river has considerable discharge during the monsoon period and dry up almost completely during the other half of the year. The Project Area suffers from the scarcity of water during the dry season.

(2) Alleviation of flood damages

In the Project Area, the yields of various crops are affected by floods spreading over the area up to 40,000 ha. along the right and left banks. High floods with water level up to 0.9m-1.2m above the ground occur almost every 3 years. In such cases crops are seriously damaged.

(3) Improvement of livelihood of local people

The annual gross income per capita in the Project Area is extremely low, being about 60 % of that of the state in average. The regional differentials in development should be reduced between the Project Area and other developed region.

(4) Positive impact on the region in and around the Project

The implementation of the Project will surely give the positive impact on in and around the Project Area as well as the Division.

(5) Reduction of electric power shortage

The chronic electric power shortage assumes serious aspect in Myanmar, and domestic use as well as industrial use is largely restricted. Thus the government is planning on utilizing the unused water-power resources effectively and on improving the present situation without delay in order to supply stable electric power which forms the basis of economic development.

Therefore, the reservoir should be planned for the purpose of flood mitigation as well as irrigation in the project. In addition to this, the problem of irrigation during dry season must be solved together with the problems of flood mitigation, and hydraulic power generation.

1.3 Justification of the Project

Myanmar Government has already given the high priority over the Kabaung Irrigation Development Project among other many new irrigation projects from the following point of views:

(1) Soils

The best soils appear near the Sittaung and Kabaung rivers. They are enriched with silt deposited by annual floods.

(2) Labor forces

In the Project, Taungoo township is located. The population is about 400,000, if the nearest area, Swa is included. Thus labor forces can be expected.

(3) Marketing of the agricultural products

The largest market will be Yangon, and the Project embraces Taungoo township which has the population of about 270,000. The following main lines of communication cross this area : highway and railway from Yangon to Mandalay, and telephone lines.

(4) Early realization of irrigation effect

Since the existing paddy fields are rainfed, new development of the paddy fields is not necessary. Consequently, irrigation effect can be realized soon after the implementation of the Project.

(5) Availability of data required for project execution

Irrigation Department continues the basic survey (Pre-Feasibility) and will complete the survey during dry season in 1993/94. Therefore, the start of the survey for the Project offers no problem.

(6) Experiences of the execution of similar projects

As for the experience of the construction, the Government has completed the following large scale projects in cooperation with foreign countries. Therefore, the Government is directly undertaking the construction works up to the medium scale project based on the past experience.

a) South Nawin Dam Project
b) Kinda Dam Project
c) Ngalaik Dam Project
d) Sedawgyi Multipurpose Dam and Irrigation Project

In addition to the above, the following distinct points are justified:

1) Full use of available water resources of the Kabaung river for irrigation development with provision of a reservoir.

2) Possibility for introduction of gravity irrigation and drainage system in the Project.

Under the circumstances as mentioned in the above, irrigation development should be immediately carried out to promote agricultural development for food stuffs production, in order to improve living conditions for local people, and to establish well balanced regional development. The implementation of the Project will surely give the positive impact on in and around the Project Area.

1.4 Project Tittle

The Study is to be titled as "Feasibility Study on the Kabaung Irrigation Development Project in the Sittaung River Basin".

1.5 Institutional Frame Work

The existing agency for the study will be Irrigation Department, Ministry of Agriculture. The technical assistance is expected to be provided by foreign aid.

Counterpart and logistic support for the satisfactory completion of the Project will be provided by Irrigation Department, Ministry of Agriculture. Liaison with other departments will be arranged through counterpart staff.

2. Objective of the Study

The study aims at formulating the optimum project plan and assessing technical, financial and economic feasibility of the Project. The study consists of three (3) schemes : irrigation and drainage system development scheme, hydropower development scheme by the use of water to be applied to irrigation, and aerophoto mapping scheme.

The essential components to be covered by the study are :

(1) Irrigation and drainage system development to be undertaken from the viewpoint of stabilizing agricultural production of dry and wet seasons, and increase of farmers' income through increased cropping intensity.

The study will cover the irrigation area of approximately 55,000 ha., providing an intake weir for irrigation at the downstream of the main dam.

(2) Hydroelectric power development scheme by the use of water to be applied to irrigation to contribute toward meeting energy demand of the regions concerned.

The study will cover the provision of a dam and a reservoir, and power station for approximately 30 MW capacity on the Kabaung river in order to store the wet season's river discharge and regulate it for irrigation and hydropower purpose.

(3) Aerophoto mapping scheme to produce 1:5,000 scale topographic maps (Area to be covered by the topographic maps is 105,800 km^2).

3. Plan of Operation

3.1 Scope of Work

3.1.1 General

The activities to be undertaken by the Study Team will be divided into three (3) stages as follows:

1. Preliminary Investigation Stage (Stage-I)
2. Detailed Investigation Stage (Stage-II)
3. Feasibility Study Stage (Stage-III)

General work flow diagram is illustrated in the attached Figure. Detailed plan of operation is described hereunder.

3.1.2 Stage-I : Preliminary Investigation Stage

Major items to conduct the basic study on the irrigated agricultural development plan, and hydropower generation plan of the Project Area will be as follows:

(1) Collection and review of reports and data such as :

- Topographic maps with scale of
- Landsat image (Landsat-TM: Thermal Mapper), 1:200,000
- Meteorology, hydrology and hydraulics,
- Physiography, geology and seismology,
- Land use and land capability,
- Soils,
- Existing domestic and industrial water supply system,
- Existing irrigation and drainage systems,
- Agriculture and agro-economy,
- Natural and social environment,
- Water quality and ground water,
- Inland navigation and fishery and
- Regional economy and sociology

(2) Topographic mapping (Scale 1:5,000) of the Study Area and longitudinal and cross sectional survey along the river concerned including prospective headworks, dams and bridges.

(3) Study on river conditions, water quality, and sediment transport.

(4) Meteorological and hydrological survey and study including the following items:

- Air temperature,
- Relative humidity,
- Sunshine hour,
- Wind direction,
- Wind velocity,
- Evaporation,
- Rainfall,
- Runoff data,
- Flood records,
- Rating curves at the existing gauging station,
- Supplemental discharge measurement,
- Sampling of riverbed materials, and
- Suspended load.

(5) Installation of meteological station and water level gauging station at the proposed weir site.

(6) Pedological survey and study to assess soils and land classification and use, using the existing soil maps, land classification and land use maps.

(7) Geological and geotechnical survey and study to review the existing data and reports prepared by the agencies concerned, and to execute field reconnaissance survey for regional geological conditions of the river basin, prospective damsites and intake sites, and river channels.

(8) Irrigation and drainage survey and study to assess existing irrigation and drainage facilities, irrigation method, water management, operation and maintenance of existing facilities, water right and flood damage to the existing irrigation area and facilities.

(9) Agricultural survey and study to review the existing cropping patterns and farming practices, planted areas and yield, estimated crop production in the Study Area.

(10) Agro-economic survey and study to analyze agro-economic data such as national and Bago Division policy for agricultural development, farm population, labor force, land tenure, farm economy, market and farm gate prices of agricultural outputs and inputs, agro-industry, marketing, and to review data on agricultural support systems such as research, extension services, agricultural credit, farmer's cooperatives, etc.

(11) Domestic and industrial water supply survey and study to prepare inventory of existing and planned domestic and industrial water supply systems, and to review and assess problems and needs involved in domestic and industrial water supply.

(12) Inland navigation survey and study to make inventory survey for existing and planned navigation in the river, and to review and assess problems and needs involved in navigation in the river and community traffic in the region.

(13) Flood and flood damage survey and study to prepare flood inundation maps of the major flood using existing topographic maps, and to estimate value of both the direct and the indirect damages.

(14) Dam and hydropower survey and study to review, screen and scoop potential damsites including multipurpose and hydropower damsites already identified by previous studies by use of existing study reports, available topographic maps, geological maps, field reconnaissance survey results.

(15) Survey on transportation route, transmission line route, substation sites.

(16) Survey on the existing hydropower, transmission system and other facilities.

(17) Survey on the houses, roads, lands, etc. to be compensated.

(18) Socio-economic survey and study to analyze socio-economic data such as national and regional development plans, general economic indicators,

population, transportation, electricity demand, and to assess socio-economic impact from the implementation of the Project.

(19) Environmental survey and study to execute field reconnaissance on natural and social environment, and water quality tests of the river concerned, and to assess water quality for domestic and industrial water supply and irrigation water use.

(20) Formulation of alternative development scheme(s) and its comparative study to select the optimum development scheme(s).

(21) Preparation of the detailed investigation program.

3.1.3 Stage-II : Detailed Investigation Stage

Based on the result of the studies in the Preliminary Investigation Stage, the detailed investigation and the study will be carried out for the selected site as follows:

(1) Hydrological and hydraulic studies to execute the following analysis such as rainfall, draught runoff and flood flow, and to establish design base flow for water use and design flood discharge.

(2) Discharge observation and sediments at observation stations concerned.

(3) Flood inundation and damage study to estimate flood inundation area and damages for the cases of with and without project.

(4) Agricultural irrigation development plan to identify and delineate irrigable areas, and to formulate alternative irrigation development, taking into account the following items:

- Cropping pattern,
- Farming practices,
- Projected yield and production,
- Agricultural inputs and outputs,
- Farm economy, and
- The capacity of post harvest facilities and transportation.

(5) Investigation for Drainage

(6) Domestic and industrial water supply to project future demand of domestic and industrial water supply, and to formulate alternative water source development plans for municipal and industrial water supply.

(7) Inland navigation plan to formulate overall inland navigation plan of the main stream of the Kabaung river and its allied rivers taking into account community transport of the region.

(8) Fishery plan to identify and delineate existing fishing and planned fish culture and to formulate appropriate alternative measures to protect right of fishery.

(9) Geological investigation and material

- Seismic prospecting of the sites for the main structures as well as dam, diversion, intake, penstock, spillway, power station, quarry sites, etc.

- Drilling work and permeability tests of the sites for main structures of the hydropower schemes.

- Inspection of the test adit excavated at the damsite.

(10) Survey on power scheme

- Review and analysis of relevant information on growth of power (energy) consumption, forecasts of power, energy and peak demand, characteristics of power consumption pattern, etc.

- Review and analysis of the existing power transmission system, power expansion program including those of transmission line and substation.

(11) Assessment of environmental impact on the Project Area

(12) Compensation investigation of houses, trees, roads, lands and rights to be affected by the Project.

3.1.4 Stage-III : Feasibility Study Stage

Based on the results of the studies in the Preliminary and Detailed Investigation Stages, the study will be carried out for the selected sites as follows:

(1) Optimization studies to identify the optimum project including alternative studies.

(2) Determination of the basic items for the irrigation development plan including:

- Irrigation and drainage canal networks and facilities

- Land use and cropping pattern

- Operation and maintenance for facilities and water management

- Agricultural farming and supporting system

- Others

(3) Formulation of the irrigation agriculture development plan for the Project

(4) Review and study of the optimum power generating program

- Identification of the timing, staging and phasing of the power generating program and the expansion plan for the transmission line.

(5) Preliminary designing of the major structures of the Project

- Irrigation and Drainage facilities; intake weir, headrace, main and secondary canals, drainage canals, and related structures.

- Hydroelectric power facilities; dam and related facilities, hydropower station, switchyard, quarry/borrow site, transmission line and temporary construction facilities.

(6) Environmental Assessment to identify significant environmental parameter items which are expected to be affected by prospective development project such as :

- Adverse effect due to construction of dams, headworks, and irrigation and water supply facilities.

- Influence of river improvement to riparian, and

- Resettlement of inhabitants in the proposed reservoir area.

(7) Cost estimate

- The cost estimate in the local and foreign portions of the Project will be made. The schedule of yearly disbursements will be worked out.

(8) Preparation of the implementation schedule

- Implementation plan of the Project will be formulated in a bar chart.

(9) Economic and financial analyses of the Project

- The economic analysis will be include computation of the economic project cost, operation and maintenance costs, project benefit, economic internal rate of return (EIRR) and its sensitivity analysis.

- The financial analysis will include computation of financial project costs, cash flow, financial rate of return and its sensitivity analysis.

3.1.5 Transfer of Technical Knowledge

To transfer technical knowledge to counterpart personnel through on-the-job training, and seminars on the irrigation development planning including hydropower development planning and aerophoto mapping which are to be held occasionally through the study period.

3.2 Work Schedule

The work schedule is shown in the attached Figure.

WORK SCHEDULE AND ASSIGNMENT SCHEDULE OF EXPERT

MONTH

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
WORK SCHEDULE																																				
I. Aerophoto Mapping Scheme																																				
A. Work in Myanmar																																				
1). Preparation																																				
2).Aerial Photograpy																																				
3). Ground Control Point Survey																																				
B. Work in Japan																																				
1). Aerial Triangulation																																				
2). Machine Plotting																																				
3). Editing																																				
4). Fair Drawing																																				
II. Irrigation and Drainage System Development Scheme																																				
1). Phase-I																																				
2). Phase-II																																				
3). Phase-III																																				
III. Hydropower Development Scheme																																				
1). Phase-I																																				
2). Phase-II																																				
3). Phase-III																																				
ASSIGNMENT SCHEDULE OF EXPERT																																				
A Irrigation, Drainage and Hydropower Development																																				
1) Team Leader																																				
2). Meteo-hydrology																																				
3). Engineering Geology																																				
4). Geology (Drilling/Materials)																																				
5) Geology (Seismic Prospecting)																																				
6). Socio-economy																																				
7) Environmental Assessment																																				
8). Project Evaluation																																				
B Irrigation and Drainage System Development Sheme																																				
1). Irrigation and Drainage Development Plan																																				
2). Irrigation and Drainage Structure Plan																																				
3). Irrigation and DrainageDesign																																				
4). Farm Practice and Cultivation																																				
5). Soil and Land Use																																				
6). Agro-economy and Institution																																				
C Hydropower Development Scheme																																				
1). Scheme Leader (Civil Engineer)																																				
2). Planning (Civil Engineer)																																				
3). Design (Civil Engineer)																																				
4). Rock Mechanics and Materials (Civil Engineer)																																				
5). Power Market and Power Engineerign (Electrical Engineer)																																				
6). System and Transmission Line (Electrical Engineer)																																				
7). Power Economics (Economist)																																				

3.3 Reports

The following reports will be prepared and submitted to the Myanmar Government:

(1) Inception Report I

20 (twenty) copies at the commencement of the Stage-I Study

(2) Progress Report I

20 (twenty) copies at the end of field works of the Stage-I Study

(3) Progress Report II

20 (twenty) copies at the end of field works of the Stage-II Study

(4) Interim Report

20 (twenty) copies at the commencement of the Stage-III Study

(5) Draft Final Report

20 (twenty) copies within one(1) month after the end of the Stqage-III Study.

The Government of Myanmar is requested to comment on the Draft Final Report within one (1) month after submitted to the Draft Final Report.

(6) Final Report

50 (fifty) copies within one (1) months after receiving the comments of the Governments of Myanmar on the Draft Final Report

3.4 External and Government Inputs

3.4.1 Experts required for the Study

(1) Experts required for the Study

The following expatriate experts will be required for the successful completion of the study (Refer to the attached Figure):

(2) Instrument and equipment required for the study

The donor country will arrange vehicles, instruments and equipment necessary for the study in order to enable the Study Team to operate efficiently.

(3) Fellowship

Totally 18 men-month (Feasibility Study:12 men-month=4 men x 3 months, and Topographic Mapping: 6 men-month=2 men x 3 month) will be required.

3.4.2 Government Inputs

The Government of Myanmar will provide available data, materials, facilities and counterparts as follows:

- To provide available topographic maps covering the whole area.
- To provide available data and engineering materials related to the study.
- To designate the counterpart personal to cooperate with the Study Team in conducting the study effectively.
- To provide the office space with necessary furniture and stationery in the Study Area and to bear its running cost including water, electricity and telephone charges.
- To provide necessary drivers and running cost.
- To arrange coordination with several institutions relevant to the study.
- To exempt any taxes and duties imposed by the Government on the goods to be brought by the Study Team into Myanmar.
- To make arrangement of exemption of salary taxes, duties and levies imposed to the Study Team members during the study period.
- To guarantee the security of the Study Team during the field works, and
- To allow the Study Team to take all data and documents related to the study including aerial photographs, survey data, etc.out of Myanmar to abroad.
- To provide vehicles and the running costs for Myanmar counterparts.
- To request other government organizations concerned to cooperate with the Survey Team for smooth implementation of the study.

添付資料　3　　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、フィリピンに出張）

（２）　井関　善民

（株）日本農業土木コンサルタンツ　海外部部長

昭和４１年３月	東京農工大学農学部農業生産工学科卒業
昭和４１年４月	茨城県農地部入庁
昭和４３年６月	（財）日本農業土木コンサルタンツ技術部入社
昭和４３年～４８年	技術部にて主に国内コンサルタンツ業務に従事
昭和４９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、タイ、 ラオスに出張）

（３）　角田　東

（株）ＥＰＤＣインターナショナル　土木部部長代理

昭和３５年３月	宇都宮大学農学部農業工学科卒業
昭和３５年４月	新潟県農地部入庁
昭和３８年９月	電源開発（株）　海外技術協力部入社
昭和６０年１２月	（株）ＥＰＤＣインターナショナルへ出向
昭和６２年～平成３年	インドネシア国共同組合省へＪＩＣＡ専門家 派遣
．平成３年～現在	（株）ＥＰＤＣインターナショナル土木部 （この間インドネシア、タイ、フィリッピン、 ラオス、トルコ、ペルー、コロンビア、 ヴァヌアツへ出張）

（４）　小谷　二之助

（株）ＥＰＤＣインターナショナル　技術委員

昭和２７年３月	神奈川大学短期大学電気科卒業
昭和２８年３月	関西電力（株）入社
昭和３０年３月	電源開発（株）入社
昭和５５年４月	開発電気（株）入社
昭和６２年８月～現在	（株）ＥＰＤＣインターナショナル （この間インドネシア、マレーシア、ラオス、ブータン、パキスタン、エクアドルへ出張）

（５）　小野　茂

アジア航測株式会社　　海外部課長

昭和４７年３月	東京農業大学農学部林学科卒業
昭和４８年４月	アジア航測株式会社入社
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４８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、モンゴルへ出張）

添付資料 4　調査日程

ﾐｬﾝﾏｰ連邦ｼｯﾀｳﾝ河流域ｶﾊﾞｳﾝかんがい開発計画ﾌﾟﾛﾌｧｲ調査工程

年月日	移　動	工　程	滞在地
H6 4 19 (火)	成田 →ﾊﾞﾝｺｸ	TG641, AM11:00-15:30	ﾊﾞﾝｺｸ
20 (水)	ﾊﾞﾝｺｸ→ﾔﾝｺﾞﾝ	内部ﾐｰﾃｨﾝｸﾞ（午前） TG305, PM15:00-15:40	ﾔﾝｺﾞﾝ
21 (木)		JICAﾐｬﾝﾏｰ事務所挨拶 在ﾐｬﾝﾏｰ日本大使館挨拶 U SEIN TUN 墓参 農業省副大臣表敬	ﾔﾝｺﾞﾝ
22 (金)		農業省かんがい局打合 ITCﾔﾝｺﾞﾝ事務所挨拶 かんがい局測量調査部打合	ﾔﾝｺﾞﾝ
23 (土)		かんがい局設計部にて 現地調査工程打合	ﾔﾝｺﾞﾝ
24 (日)	ﾔﾝｺﾞﾝ→ﾀﾝｸﾞｰ	ﾄﾖﾀﾗﾝﾄﾞｸﾙｰｻﾞｰにて移動 ﾀﾞﾑｻｲﾄ踏査	ﾀﾝｸﾞｰ
25 (月)	(ﾀﾝｸﾞｰ→ｷﾝﾀﾞ)	かんがい局ﾀﾝｸﾞｰ建設事務所訪問 井戸調査，頭首工ｻｲﾄ踏査 ﾀﾝｸﾞｰ市役所訪問，自噴井踏査 ｷﾝﾀﾞﾀﾞﾑ視察	ﾀﾝｸﾞｰ/ﾐｯﾀ
26 (火)	(ｷﾝﾀﾞ→ﾀﾝｸﾞｰ)	ｶﾊﾞｳﾝ川水位観測地点踏査 ｼｯﾀｳﾝ川合流点踏査 ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ南部境界確認踏査 ﾐﾝｲｪﾀﾞﾑ建設現場視察 ｷﾝﾀﾞかんがい施設視察 内部ﾐｰﾃｨﾝｸﾞ	ﾀﾝｸﾞｰ
27 (水)	(ﾀﾝｸﾞｰ→ﾔﾝｺﾞﾝ)	ﾀﾝｸﾞｰ気象観測所視察 ﾀﾝｸﾞｰ森林局事務所訪問 ﾀﾝｸﾞｰ土地局事務所訪問 ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ北部境界確認踏査 ﾎﾟﾝﾌﾟかんがい農家聞き取り調査 ﾀﾝｸﾞｰ市送電施設視察	ﾀﾝｸﾞｰ/ﾔﾝｺﾞﾝ
28 (木)	ﾀﾝｸﾞｰ→ﾔﾝｺﾞﾝ	ｼｯﾀｳﾝ川ﾎﾟﾝﾌﾟかんがい施設視察 ｵｸﾄｳｨﾝ農業普及所訪問 森林省測量局訪問 資料収集	ﾔﾝｺﾞﾝ
29 (金)	(ﾔﾝｺﾞﾝ発)	農業省かんがい局打合せ 資料収集	ﾔﾝｺﾞﾝ
30 (土)	(成田着)	報告書作成	ﾔﾝｺﾞﾝ/東京
1 (日)		報告書作成、資料ｺﾋﾟｰ 副大臣主催報告会	ﾔﾝｺﾞﾝ
2 (月)	ﾔﾝｺﾞﾝ→ﾊﾞﾝｺｸ	現地調査報告会，資料収集 TG306, PM16:40-18:20	ﾊﾞﾝｺｸ
3 (火)	ﾊﾞﾝｺｸ→ 成田	TG640, AM11:00-19:00	東京

注：ｷﾝﾀﾞﾀﾞﾑ視察は電力担当者、29日離緬は測量担当者

添付資料　5　面会者リスト

Name	Position
Ministry of Agriculture	
H.E U KYAW TIN	Deputy Minister, Ministry of Agriculture
U MYINT THEIN Ph.Dr.	Director General, Department of Agricultural Planning
U AUNG PAR THEIN	Director General, Irrigation Department
U THAN MYINT	Deputy Director General, Irrigation Department
U MAUNG MAUNG THWIN	Director of Planning, Irrigation Department
U WINN	Director of Geology, Irrigation Department
U OHN MYINT	Director of Design, Irrigation Department
U TIN HTUT OO	Agricultural Economist, Department of Agricultural Planning
U KHIN MG NYUNT	Assist. Director of Design Irrigation Department
U SEIN WIN	Assist. Director of Investigation Branch, Irrigation Department
U HTUN HLA	Assist. Director of Hydrological Branch, Irrigation Department
U THAN SHWE	Staff Officer for Soil Survey, Survey and Investigation Branch, Irrigation Department
U SOE NAING	Staff Officer for Civil, Survey and Investigation Branch, ID

U MIN AUNG THAN	Staff Officer for Hydrology Division, ID
U TIN MAUNG SOE	Staff Officer for Design Branch, ID
U HLA MYINT	Staff Officer for Geology, ID
Construction Circle No.6	
U MYINT SOE	Dy. Director, Irrigation Toungoo Office
U SAN HTU	Staff Officer for Maintenance, Toungoo Office
MINYE Project	
U KHIN MG TINT	Assistant Director
U WIN BO	Staff Officer
U KO KO OO	Staff Officer
PATHI Project	
U THAN SOE HLAING	Assistant Director
KINDA Irrigation Project	
U SOE NAING	Assistant Director, Irrigation Department, Myitta Township
U LU MAW	Senior Agricultural Engineer (SAE), Operation & Maintenance of KINDA Dam
Ministry of Energy	
Myanmar Electric Power Enterprise(MEPE)	
U BO KYIN	Chief Engineer, Advisor
U KHIN MYINT	Dy. Chief Engineer, Planning
U SEIN TI	Dy. Chief Engineer, Hydroelectric
U WIN KYAW	Superintending Engineer, Hydroelectric
U SOEWIN	Electrical Engineer, Toungoo Substation, Toungoo
Ministry of Forestry	
U KHIN WIN	Assistant Director, Forest Dept. Toungoo District, Bago Division

Settlement and Land Records Department

U THET KHINE OO	Staff Officer, Land Records in Toungoo Office

Meteorological Department

U NYA HAN	Chief Engineer in Toungoo Office

Myanmar Agricultural Service

U TIN HTAY	Assist. Manager, Oktwin Office

添付資料 6 収集資料一覧表

(1) Maps

1) Photocopy of Topographic Map covering Kabaung Project Area
   Scale 1:63,360, Revised 1944
2) Topographic Survey Map for Kabaung Proposed Dam Site
   Scale 1:1,200, surveyed 1993/94
3) Longitudinal Section of Proposed Dam Site
   Vertical Scale 1:600, Holizontal Scale 1:1,200
4) Topographic Survey Map of Kabaung Proposed Weir Site and Section of the Weir Axis
   Map Scale 1:2,400, Section Vertical Scale 1:120,
   Section Horizontal Scale 1:600
5) Soil Map No.1 and 2 for Kabaung Irrigation Area
   Scale 1:25,000, Covering Area 55,000 ha, April 1993
6) Present Land Use Map for Kabaung Project
   Scale 1:63,360, Covering Area 55,000 ha, April 1994

(2) Reports

1) Feasibility Study Report on SINTHE Project
   Development of the Sittang River Valley
   by USSR in 1974 under UNDP
   - Part I, General Outline
   - Part II, Field Survey and Studies,
     - Volume 2, Hydrologic Report
     - Volume 3, Geological Report
     - Volume 6, Present State of Agriculture
   - Part III, Project
     - Volume 2, Irrigation System
2) Feasibility Study Report on YENW Multipurpose Project
   by Nippon Koei Co.Ltd. in July 1981 under ADB
   - Main Report
   - Appendices Volume I (abstruct)
   - AAppendicies Volume II (absrtuct)

(3) Meteology and Hydrology

1) Location Map of Water Level Gauge in Sittaung River Valley
S= 1:1,000,000
2) Meteological Data at Toungoo
Monthly Rainfall 1961-1992
Mean Monthly Pan-Evaporation 1966-1991
Mean Monthly Temparature 1964-1992
Mean Monthly Maximum Temparature 1964-1992
Mean Monthly Minimum Temparature 1964-1992
Mean Monthly Relative Humidity 1964-1991
Annual Maximum Wind Speed and the Direction 1964-1981
Field Data on Monthly Mean Max. and Mean Min.
Temparature 1987-1993
Field Data on Monthly Rainfall and Rainy Days 1984-1993
3) Monthly Runoff of Kabaung River 1965-1974

(4) Others

1) Soil Test Results in Kabaung Project
2) Water Quality Test Results in Kabaung Project
3) Present Land Use in Oktwin Township 1992/93
4) Land Use Statistic in Toungoo Town ship 1990/91-1992/93
5) KWIN Index Map for Kabawung Dam Project S=1:126,700
6) Geological Map of Sittang River Valley
S=1:2,027,000
7) Isoseismal Map of Sittang River Valley
S=1:2,534,000
8) Drilling Log for Deep Well at Kabaung and Minye Area, 2 places