

ミャンマー連邦

シッタウン河流域ピューかんがい開発計画

及び

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 8 年 3 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、1996年1月に調査を実施したミャンマー連邦シッタウン河流域ピューかんがい開発計画調査及びカバウンかんがい開発計画補足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。

両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た中の将来有望と判断された11カ所のプロジェクトの内の2地区である。ADCAは1993年以来、今回の調査までに3度にわたりシッタウン河流域のかんがい開発計画について現地調査を行ってきた。今回の調査で、マスタープランで推奨された11地区の有望プロジェクトの内、今回のピュー地区、カバウン地区の他にクンかんがい開発計画及びスワかんがい開発計画の合計4地区について調査を完了したことになる。

シッタウン河流域は、恵まれた土壌条件のもとに広く天水田による雨期単作が行われており、ミャンマー有数の穀倉地帯となっている。しかしながら、モンスーン期間には十分過ぎる降雨があるものの、乾期には全く降雨は期待できないという極端な気象条件から、モンスーン期には特にシッタウン河と各支流の合流点で洪水被害が生じる一方で、乾期には渇水状態が続き一部のポンプかんがいを除き大半は作付け不可能な状態にある。従って、シッタウン河流域に係るかんがい開発は、雨期作の安定化と乾期水稻作の大幅な導入が図れるばかりでなく、洪水被害の軽減とダム貯水池建設によるかんがい水を利用した発電で地域経済基盤の安定化に寄与するものである。

今回の調査の対象となった、ピューかんがい及びカバウンかんがい開発計画地域はシッタウン河流域の中流域に位置するバゴー管区ピュー郡とその周辺及びタウングー郡とその周辺である。地区内をシッタウン河の右岸に連なるベダー山脈を源にして、北にカバウン川、南にピュー川が流下し、シッタウン河に流入している。本計画はピュー川及びカバウン川の豊富な水資源と既農地（天水田）を使い、かんがい農業を導入すると共に洪水被害を軽減して地域農業の発展を図り、併せてミャンマー国の農業を中心とする経済基盤の安定化を目的としている。更にダム建設により、水資源を有効利用して、それぞれ、約65,000kwと85,000kwの発電を行う計画である。

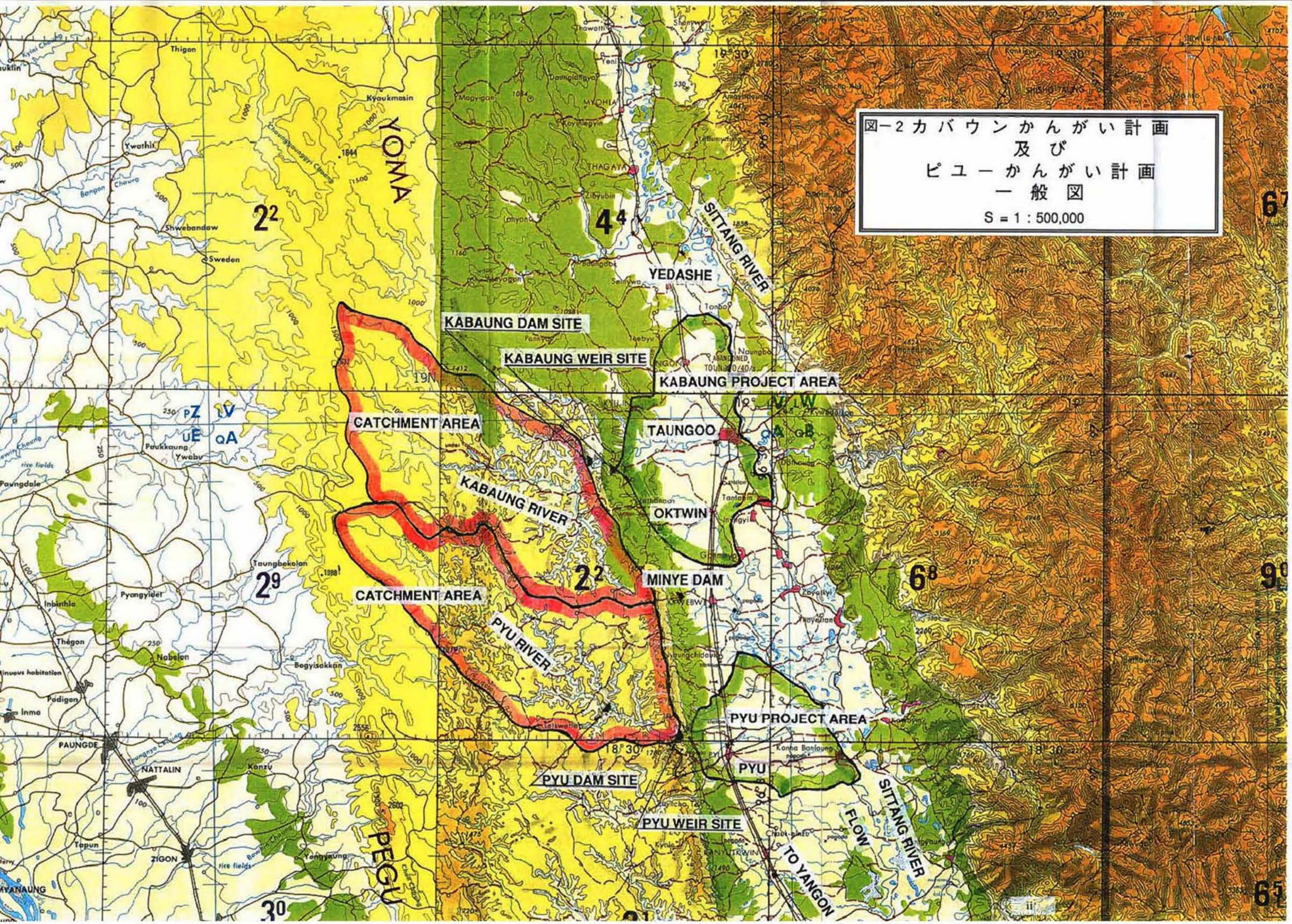
ミャンマー政府、農業省かんがい局はこれらのプロジェクトの推進に極めて熱心で、特にカバウンかんがい開発計画は高い優先順位を与えている。本調査団としてもシッタウン河流域のかんがい開発の優位性を鑑み、各かんがいプロジェクトの早期実現を切に願うものである。

尚、これら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 Resource Development(Sep.1964)」を参考にしている。

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

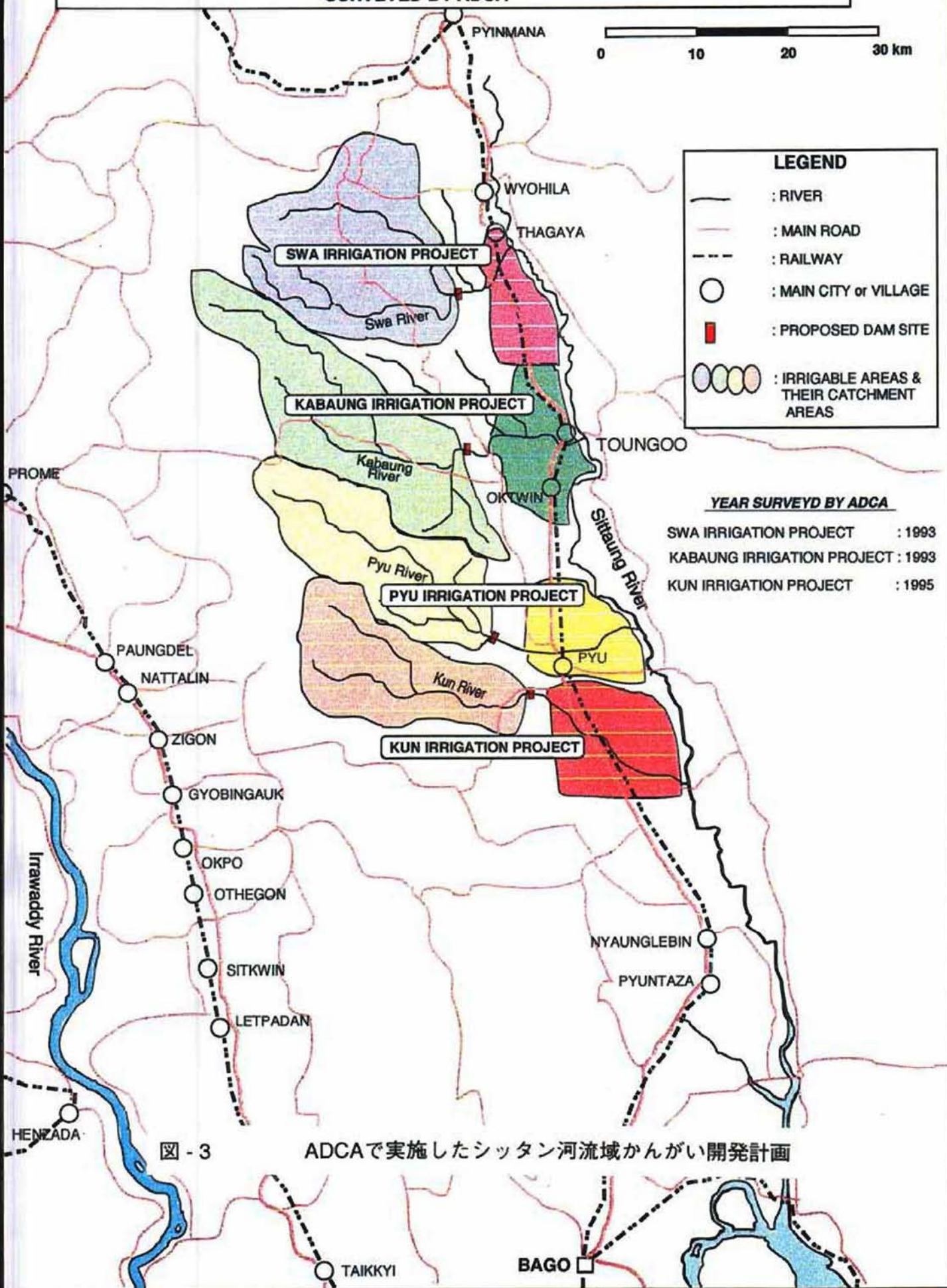


図-2 カバウンかんがい計画  
及び  
ピューかんがい計画  
一般図  
S = 1 : 500,000





**SITTANG RIVER BASIN  
LOCATION OF PROPOSED IRRIGATION & HYDROPOWER DEVELOPMENT SCHEMES  
SURVEYED BY ADCA**





ピューかんがい開発計画  
及び  
カバウンかんがい開発計画

## 現 地 写 真 集

(平成8年1月9日～1月26日)





写真1-1 かんがい総局長との調査結果報告会



写真1-2 農業かんがい総局（ヤンゴン）正面玄関





写真2-1 ビュー川下流部の状況（発電所下流約3 km地点）





写真1-5 南ナウインダム  
(下流法面)



写真1-6 南ナウインダム  
(上流法面)



写真1-7 南ナウインダム  
(取水工)







写真1-3 バティダム建設状況（ダム築堤全景）

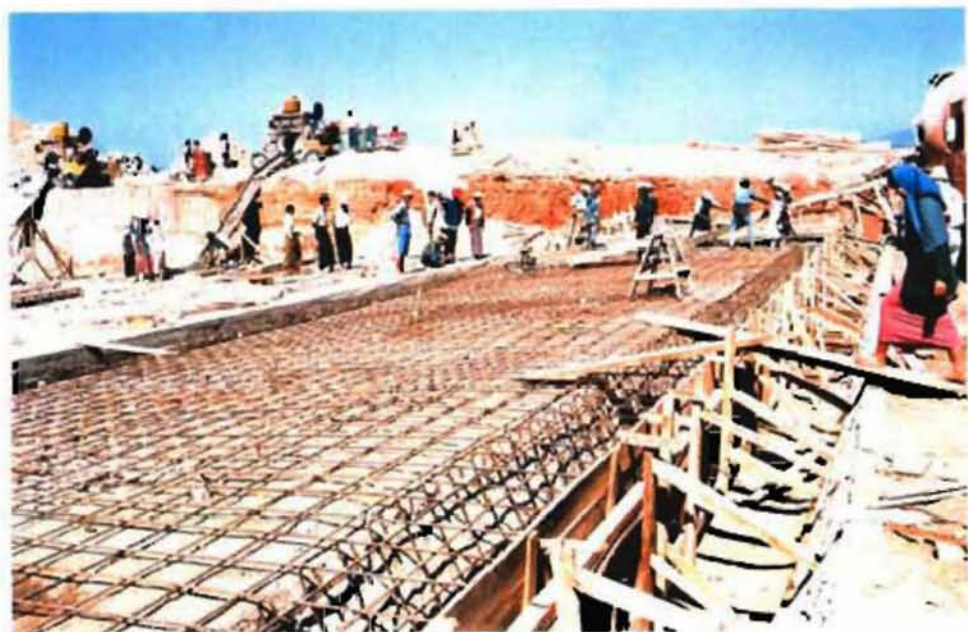


写真1-4 バティダム建設状況  
（洪水吐底版コンクリート打設）





写真2-2 ビュー川上流部の状況（発電所上流約1km地点）



写真2-3 ビュー川上流部の状況（ダム、発電所間）





写真2-6 ビューダム下流地点の斜面状況(1)



写真2-7 ビューダム下流地点の斜面状況(2)





写真2-8 ビュー川付近の測量基準点(BM)の確認(1)



写真2-9 ビュー川付近の測量基準点(BM)の確認(2)



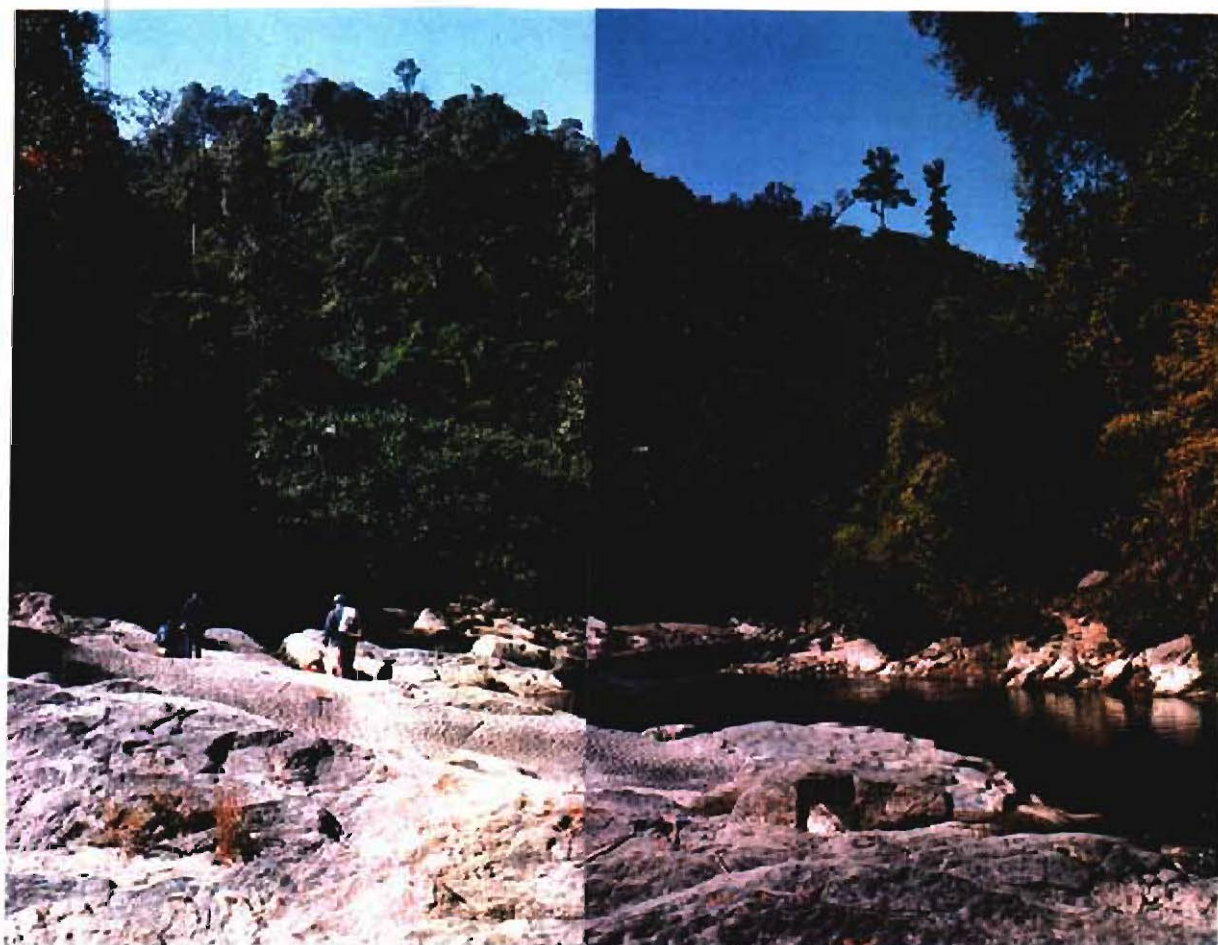


写真2-4 ビュー発電所地点（下流よりみる）



写真2-5 ビュー発電所地点（上流よりみる）





写真 2-10 ビュー計画地点山岳部左岸尾根道

ダム下流 1 km から谷の入口の部落 (Dainglaya) まで約 14 km 続く左岸の尾根道 (一部に急崖部、渡川部がある) の状況。



写真 2-11

ビュー計画発電所地点左岸の露頭

比較的、新鮮で堅硬な砂岩頁岩互層が分布する。





写真2-12 ビュー川現況測水標  
(ヤンゴン・マンダレー道路橋梁下)



写真2-13  
ヤンゴン～マンダレー道路  
ビュー川横断橋梁



写真2-14 ビュー地区内  
農家聞き取り調査







↑写真2-15 ビュー地区南側境界、Zaha Chaung

ビュー受益地↑



写真2-16 ビュー地区内  
乾期の裏作（黒まめ）



写真2-17 ビュー地区北側境界  
Thayet Chaung



↑ビュー受益地





写真3-1 カバウンドム地点（下流よりみる）



写真3-2 カバウンドム地点（上流よりみる）





写真3-3

カバウンダム下流河川（左岸山頂より発電所地点をみる）



写真3-4 カバウン発電所放水口付近





写真 3-5 カバウン貯水池区域（上流の河床状況）



写真 3-6 カバウン貯水池区域（既設道路橋）





写真3-7 カバウン貯水池区域（ダム直上流右岸斜面）



写真3-8 頭首工地点（下流よりみる）





写真3-9 カバウン測水所（カバウンダム下流1 km）



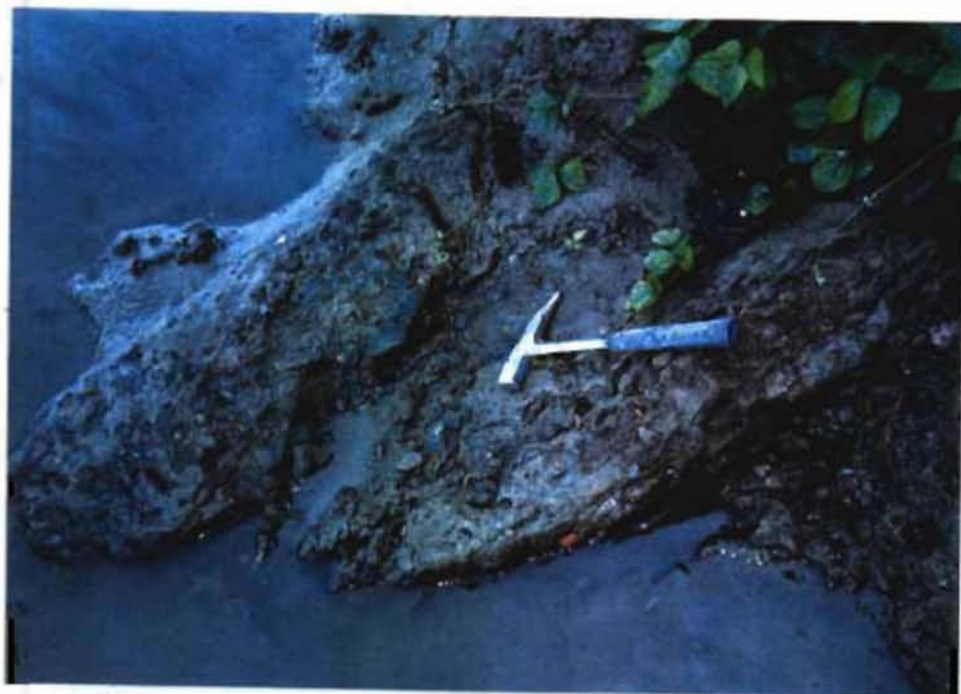


写真 3-10 カバウン計画頭首工地点の右岸川岸の露頭

ハンマーで容易に割れる程度まで軟質な砂岩  
及び頁岩が分布する。



写真 3-11 カバウン計画頭首工地点の右岸川岸の露頭

カバウン頭首工計画地点の右岸の河面より 2  
～ 3 m 上方では風化し、ハンマーで容易に掘  
れる程度まで軟質となった砂岩が分布する。





写真 3 - 12 カバウン計画ダム地点直下流左岸の堆積物

ダム下流左岸に小さな段丘を形成して砂層が分布する。



写真 3 - 13 カバウンダム地点近傍左岸の露頭

風化し軟質となっている砂岩。





写真3-14 カバウン計画ダム軸左岸の沢の露頭

比較的新鮮、堅硬な頁岩優勢な砂岩頁岩互層が分布している。画面右端は塊状砂岩である。



写真3-15 カバウン計画ダム地点直上流右岸の露頭

右岸に露頭する風化し黄土色を呈する砂岩。  
ハンマー軽打で容易に割れる。





写真 3-16

地区内ポンプかんがい事業  
(吐き出し部)



写真 3-17

地区内ポンプかんがい事業  
(呑み口部)



写真 3-18

地区内ポンプかんがい事業  
(幹線水路)





ミャンマー連邦国  
シッタウン河流域ピューかんがい開発計画  
及び  
カバウンかんがい開発計画補足調査  
プロジェクトファインディング調査報告書

目 次

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



|       |                  |    |
|-------|------------------|----|
| 2.4.1 | 地域の概要            | 20 |
| 2.4.2 | 流域               | 21 |
| 2.4.3 | 地質               | 21 |
| 2.4.4 | 土壌               | 21 |
| 2.4.5 | 農業               | 22 |
| 2.5   | かんがい開発計画         | 24 |
| 2.5.1 | 計画地区             | 24 |
| 2.5.2 | マスタープランでの基本的計画値  | 24 |
| 2.5.3 | 開発の適性規模          | 25 |
| 2.5.4 | 水源の位置            | 25 |
| 2.5.5 | 気象               | 25 |
| 2.5.6 | 水源流量             | 26 |
| 2.5.7 | かんがい施設           | 27 |
| 2.5.8 | 今後の課題            | 28 |
| 2.6   | ピュー川水力発電計画       | 29 |
| 2.6.1 | プロジェクトの計画概要      | 29 |
| 2.6.2 | 計画地点へのアクセス       | 29 |
| 2.6.3 | 既存資料             | 30 |
| 2.6.4 | 計画地点および周辺地域の現地踏査 | 30 |
| 2.6.5 | 今後調査すべき事項        | 31 |
| 2.7   | 地質               | 32 |
| 2.7.1 | 一般地形・地質概要        | 32 |
| 2.7.2 | ダム計画地点の地形・地質     | 33 |
| 2.7.3 | 建設材料             | 34 |
| 2.7.4 | 地震               | 35 |
| 2.7.5 | 今後調査すべき地質調査      | 35 |
| 第3章   | カバウンかんがい開発計画     | 39 |
| 3.1   | はじめに             | 39 |
| 3.2   | 一般               | 39 |
| 3.3   | プロジェクトの必要性       | 40 |
| 3.4   | プロジェクト調査着手の妥当性   | 41 |
| 3.5   | 計画地区の現況          | 42 |
| 3.5.1 | 地域の概要            | 42 |
| 3.5.2 | 流域               | 43 |
| 3.5.3 | 地質               | 44 |
| 3.5.4 | 土壌               | 44 |
| 3.5.5 | 農業               | 45 |
| 3.5.6 | 洪水被害             | 47 |
| 3.5.7 | 農家の年間粗収入         | 48 |



|        |                  |    |
|--------|------------------|----|
| 3.6    | かんがい開発計画         | 48 |
| 3.6.1  | 計画地区             | 48 |
| 3.6.2  | マスタープランでの基本的計画値  | 48 |
| 3.6.3  | 開発の適性規模          | 49 |
| 3.6.4  | 水源の位置            | 50 |
| 3.6.5  | 気象               | 51 |
| 3.6.6  | 水源流量             | 51 |
| 3.6.7  | かんがい施設           | 52 |
| 3.6.8  | 建設資材             | 53 |
| 3.6.9  | 工事用電力            | 53 |
| 3.6.10 | 今後の必要調査          | 54 |
| 3.7    | カバウン水力発電計画       | 55 |
| 3.7.1  | はじめに             | 55 |
| 3.7.2  | プロジェクトの背景        | 55 |
| 3.7.3  | プロジェクトの現況        | 56 |
| 3.7.4  | ダム位置およびダムタイプ     | 57 |
| 3.7.5  | 水圧管路および発電所       | 58 |
| 3.7.6  | 貯水池区域            | 58 |
| 3.7.7  | 頭首工（逆調整池ダム）計画    | 59 |
| 3.7.8  | 発送電計画            | 59 |
| 3.7.9  | 今後調査すべき事項        | 60 |
| 3.8    | ダム計画地点及び近傍の地形・地質 | 61 |
| 3.8.1  | ダム地点             | 61 |
| 3.8.2  | 貯水池地域            | 61 |
| 3.8.3  | 頭首工（逆調整池ダム）地点    | 61 |
| 3.8.4  | 建設材料             | 62 |
| 3.8.5  | 今後実施すべき地質調査      | 63 |
| 3.9    | 夏期稲作展示圃場整備計画（案）  | 66 |
| 3.10   | かんがい局の調査の進捗      | 66 |
| 第4章    | 地形図の作成           | 75 |
| 4.1    | ピュー地区の地形図作成      | 75 |
| 4.1.1  | 地形図作成の必要性        | 75 |
| 4.1.2  | 既存の基準点           | 75 |
| 4.2    | カバウン地区の地形図作成     | 76 |

## 付 表 一 覧

|             |                                         |    |
|-------------|-----------------------------------------|----|
| 表 - 1       | 行政管区 .....                              | 2  |
| 表 - 2       | 基礎指標 .....                              | 3  |
| 表 - 3       | 部門別就業人口 .....                           | 7  |
| 表 - 4       | 土地利用 .....                              | 7  |
| 表 - 5       | 経営規模 .....                              | 8  |
| 表 - 6       | 作付率 .....                               | 8  |
| 表 - 7       | 主要作物作付面積及び収穫 .....                      | 9  |
| 表 - 8       | 米の生産量、消費量、期末在庫及び輸出力 .....               | 10 |
| 表 - 9       | かんがい面積及び輪作かんがい面積 .....                  | 10 |
| 表 - 10      | かんがい率 .....                             | 10 |
| 表 - 11      | 作物別かんがい面積 .....                         | 11 |
| 表 - 12      | 水系別流出量 .....                            | 11 |
| 表 - 13      | かんがい局実施によるかんがい面積及び洪水防御地区 .....          | 14 |
| 表 - 14      | かんがい局による完成予定プロジェクト .....                | 15 |
| 表 - 15      | 主要作物のかんがい予想面積 .....                     | 17 |
| 表 - 16      | 排水事業面積 .....                            | 17 |
| 表 2 - 1     | 1 エーカー当りの耕作費 .....                      | 23 |
| 表 2 - 2     | ニャウンビンタの気象 .....                        | 26 |
| 表 2 - 3     | ピュー川推定平均月流量 .....                       | 27 |
| 表 2 - 4     | ピュー水力発電計画 フィージビリティ調査期間中に必要な地質調査 .....   | 38 |
| 表 3 - 1     | カバウンかんがい計画地域内ポンプかんがい事業 .....            | 46 |
| 表 3 - 2     | ミャンマーの代表的品種、播種期及び収穫期 .....              | 47 |
| 表 3 - 3     | タウンゲー市の気象 .....                         | 51 |
| 表 3 - 4     | カバウン川月平均流量 .....                        | 51 |
| 表 3 - 5     | 資材単価（タウンゲー市） .....                      | 53 |
| 表 3 - 6     | カバウン水力発電計画 フィージビリティ調査期間中に必要な地質調査 .....  | 65 |
| 表 3 - 7     | 開発5ヶ年計画（かんがい部門） .....                   | 69 |
| 表 3 - 8 (1) | 5ヶ年計画中に完成予定のかんがいプロジェクト(1996/97) .....   | 70 |
| 表 3 - 8 (2) | 5ヶ年計画中に完成予定のかんがいプロジェクト(1997/98) .....   | 71 |
| 表 3 - 8 (3) | 5ヶ年計画中に完成予定のかんがいプロジェクト(1998/99) .....   | 72 |
| 表 3 - 8 (4) | 5ヶ年計画中に完成予定のかんがいプロジェクト(1999/2000) ..... | 73 |
| 表 3 - 8 (5) | 5ヶ年計画中に完成予定のかんがいプロジェクト(2000/2001) ..... | 74 |



## 付 図 一 覧

|             |                                    |     |
|-------------|------------------------------------|-----|
| 図 - 1       | カバウンかんがい計画及びピューかんがい計画位置図 .....     | i   |
| 図 - 2       | カバウンかんがい計画及びピューかんがい計画一般図 .....     | ii  |
| 図 - 3       | ADCAで実施したシッタン河流域かんがい開発計画 .....     | iii |
| 図 - 4       | シッタン河流域図 .....                     | 77  |
| 図 - 5       | シッタン河流域開発計画図(UNDP Report) .....    | 78  |
| 図 - 6       | ミャンマー全土等雨量線図 .....                 | 79  |
| 図 2 - 1     | ピュー水力発電計画位置図 .....                 | 80  |
| 図 2 - 2     | ミャンマー国内の主要発電所および送電線 .....          | 81  |
| 図 2 - 3     | ピュー水力発電計画一般平面図(UN Report) .....    | 82  |
| 図 2 - 4     | ピュー水力発電計画主要構造物平面(UN Report) .....  | 83  |
| 図 2 - 5     | ピュー水力発電計画アクセスロード (踏査ルート) .....     | 84  |
| 図 2 - 6     | ミャンマーのテクトニクス概略図 .....              | 85  |
| 図 2 - 7     | ピュー及びカバウン計画地区地質図 .....             | 86  |
| 図 2 - 8     | ミャンマーの強地震分布 .....                  | 87  |
| 図 3 - 1     | カバウン水力発電計画一般平面図(UN Report) .....   | 88  |
| 図 3 - 2     | カバウン水力発電計画主要構造物平面(UN Report) ..... | 89  |
| 図 3 - 3     | カバウンドム及び発電所一般平面図 (ロックフィルダム) .....  | 90  |
| 図 3 - 4     | カバウンドム及び発電所一般平面図 (コンクリートダム) .....  | 91  |
| 図 3 - 5     | ミャンマー既存主要送電系統 .....                | 92  |
| 図 3 - 6     | カバウンプロジェクトの送・変電関係図 .....           | 93  |
| 図 3 - 7     | カバウンプロジェクト現況土地利用図 .....            | 94  |
| 図 3 - 8     | カバウンプロジェクト土壌図 .....                | 95  |
| 図 3 - 9     | カバウンプロジェクト内のポンプかんがい事業地区 .....      | 96  |
| 図 3 - 10(1) | 地域内の作物別作付け時期 (トウンゲー) .....         | 97  |
| 図 3 - 10(2) | 地域内の作物別作付け時期 (ピュー) .....           | 98  |
| 図 3 - 10(3) | 地域内の作物別作付け時期 (オクトウイン) .....        | 99  |
| 図 3 - 10(4) | 地域内の作物別作付け時期 (キンダ) .....           | 100 |
| 図 4 - 1     | ピュー地区地形図作成概略位置 .....               | 101 |
| 図 4 - 2     | カバウン地区地形図作成概略位置 .....              | 102 |

## 添 付 資 料

|    |               |     |
|----|---------------|-----|
| 1. | 調査者略歴 .....   | A-1 |
| 2. | 調査日程 .....    | A-3 |
| 3. | 収集資料一覧表 ..... | A-4 |
| 4. | 面会者リスト .....  | A-5 |
| 5. | 中間報告書 .....   | A-7 |

## 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）の間を流れるシッタン河が、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70%をしめる。国内総生産（GDP）では39%が農業、次いで交易が22%、工業9%、畜水産業が7%を占める。一人当たりのGDPは約200ドルと推定されている。対ドルレートは、6.0774チャット（92/93年）である。



行政管区は以下の14に区分されている。

表-1 行政管区

| 区 分 | 名 称                 | 位 置      |
|-----|---------------------|----------|
| 7 州 | 1. カチン州             | 最北部      |
|     | 2. チン州              | 西部       |
|     | 3. ヤカインー州（アラカン）     | 西部海岸地帯   |
|     | 4. シャン州             | 東部高地     |
|     | 5. カヤー州             | 東部       |
|     | 6. カレン州             | 東南部      |
|     | 7. モン州              | 東南海岸地帯   |
| 7管区 | 1. ザガイン管区           | 北部       |
|     | 2. マンダレー管区          | 中部       |
|     | 3. マグエ管区            | 中部イラワジ兩岸 |
|     | 4. バゴー管区（ペゲー）       | 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、シッタ河のデルタ地帯で、降雨量も多く、土地も肥沃で、稲作に好適な湿潤地帯で、ミャンマーの米の生産の3/4を占めている。一方、北部地域は乾燥高地地帯で豆類、綿花、タバコ、雑穀、香辛料等の畑作が行われている。かんがい地では二期作を含む稲作が行われている。そのほか南部ではゴム、北部では茶が栽培されている。ミャンマー全体の作付け面積（1991/92）の約50%は稲作地で、米穀農業が中心であることを示している。耕地面積860万haの約12%、107万haが、かんがいされている。水稻（粳ベース）の単位収量は低く2.7ton/haである。次いで豆類、ゴマ等、油脂原料作物が多い。

### 1.1.2 ミャンマーの基礎指標

ミャンマーの基礎指標としては以下の表のとおりである。

表-2 基礎指標

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



## 1.2 気候

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

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

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

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

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

等をドライゾーンといっている。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、ヤカイン州、タニンダーリ山脈  
2,000～3,000       ： デルタ地帯  
1,000～2,000       ： シャン高原  
500～1,000         ： 中部ドライゾーン

## 1.3 シッタソ河水系

シッタソ河はマンダレー管区のヤメシン（Yamethin）町付近に源を発し、モッタマ（Moktama）湾に流入しており、約320kmに亘る山間平地を持ち、その延長は約560kmに及ぶ。全集水面積は33,200km<sup>2</sup>で、年平均流出量は約48,000百万m<sup>3</sup>である。また水源から河口までの全落差は約1,200mと見られる。シッタソ河は上流部では深い渓谷を流れ、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。

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

## 1.4 農業事情

### 1.4.1 農業の地域性

ミャンマーの農業は大きく分けて次の3タイプに分けることができる。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エ、マングレーおよびザガイン管区の大部分を占めている。この地域は西部のアラカン山脈と東部のシャン高原の間に挟まれた地域で、これらの地形条件により雨陰（Rain shadow）になっている部分である。ここでは年間を通じて常に土壤水分利用可能量が水稻の蒸発散量より小さい。

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

#### 2) デルタ農業

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



付いている。

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

### 3) 丘陵地農業

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

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

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

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

### 1.4.2 部門別就業人口

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

表-3 部門別就業人口 (1992/93年)

単位：千人

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

## 1.4.3 土地利用および農家経営規模

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

表-4 土地利用

(単位：千ha)

| 区 分       | 1989/90 | 1990/91 | 1991/92 | 1992/93 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 1. 耕作地    | 8,039   | 8,145   | 8,153   | 8,442   |
| 2. 休閑地    | 2,031   | 1,912   | 1,887   | 1,646   |
| 3. 耕作可能荒地 | 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<br>(千戸) | 面 積<br>(千ha) | 世帯数比率<br>(%) | 面積比率<br>(%) |
|---------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| 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<br>千ha | 多品目播種面積<br>千ha | 作付率<br>% |
|-----------|-------------|----------------|----------|
| 1. 単作     | 8,623       | 8,633          | 100      |
| 2. 混作及び連作 |             | 2,164          | 25.1     |
| 計         | 8,633       | 10,797         | 125.1    |

注）耕地面積は農地指定以外を含む。

表-7 主要作物作付面積及び収量 (1992/93)

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

(1992/93の数値は暫定値である)

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

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



表-8 米の生産量、消費量、期末在庫および輸出量

単位：千トン

| 年 度  | 1989/90 | 1990/91 | 1991/92 | 1992/93 | 1993/94<br>(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m<sup>3</sup>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<br>(km <sup>2</sup> ) | 年平均流出量<br>(億m <sup>3</sup> ) |
|-------------|----------------------------|------------------------------|
| 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. ヤカイン地域   | 37,900                     | 900                          |
| 7. タニンダーリ地域 | 23,800                     | 680                          |
| 合 計         |                            | 7,630                        |



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

かんがい局は現在下記の方法で水資源の有効利用を計画している。

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

#### 1.5.2 関係機関及び諸制度

##### (1) 関係機関

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

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

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

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

##### (2) 事業規模の基準

ダムの高さ又はかんがい面積で次のようにプロジェクトを分けている。

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

c) 村落かんがいプロジェクト

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

(3) 水利権

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

(4) 水利費

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

(5) 補償費

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

(6) 水利用者組合

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

### 1.5.3 かんがい開発事業

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

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

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

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

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



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

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

表-13 かんがい局実施によるかんがい面積および洪水防御地区

| (単位：千ha)  |         |         |         |         |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 区 分       | 1989/90 | 1990/91 | 1991/92 | 1992/93 |
| 1. かんがい地区 |         |         |         |         |
| ダム、頭首工    | 427     | 391     | 391     | 390     |
| タンク       | 228     | 276     | 279     | 280     |
| 計         | 655     | 667     | 670     | 670     |
| 2. 洪水防御地区 |         |         |         |         |
| 堤防（輪中等）   | 1,074   | 1,079   | 1,079   | 1,079   |
| 排水        | 194     | 194     | 194     | 194     |
| 計         | 1,268   | 1,273   | 1,273   | 1,273   |

(1992/93の数値は暫定値である)

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

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

表-14 かんがい局による完成予定プロジェクト(1/2)

プロジェクト年度 : 1994/1995

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

備考 : \* 上水道

表-14 かんがい局による完成予定プロジェクト(2/2)

プロジェクト年度 : 1995/1996

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

備考 : \* 上水道



表一15 主要作物のかんがい予想面積

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

#### 1.5.4 排水事業

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

表一16 排水事業面積

| タイプ    | 単位：千ha  |         |         |         |
|--------|---------|---------|---------|---------|
|        | 1940/41 | 1961/62 | 1981/82 | 1989/90 |
| 洪水防御地区 | 552     | 733     | 918     | 1,073   |
| 排水地区   | —       | 73      | 184     | 194     |
| 合 計    | 552     | 806     | 1,102   | 1,267   |

## 第2章 ピューかんがい開発計画

### 2.1 一般

ピューかんがい開発計画は、1964年に国連がシッタウン河渓谷水資源に関する多目的有効利用のためマスタープラン調査を実施し、その中で将来有望と見られる11カ所のプロジェクトを推薦しており、その一つの開発計画地区である。今回、乾期が始まったばかりの平成8年1月に、かんがい排水及び航測図化調査に加え、かんがい用水を利用した発電の可能性の確認を併せて、現地調査を行った。ミャンマー政府、農業省かんがい局は、本プロジェクトをカバウンかんがい開発計画以後のシッタウン河中流域開発の一つとして考えている。

計画対象地域はシッタウンかわ流域の中流域に位置するバゴー管区ピュー郡およびその周辺である。地区内をシッタウン河の右岸に連なるバゴ（ベゲー）山脈を源にしているピュー（Pyu）川が流下し、シッタウン河に流入している。本計画は豊富な水資源と既農地を使い、雨期作の安定を計り、乾期水稻作を大幅に取り入れ、地域農業の発展を目的としている。更にダム建設により、水資源の有効利用を図り、約65,000kwの発電を行う計画である。

計画対象地区はシッタウン河流域に位置するため、この地区へのアプローチは国連シッタウン河渓谷調査団による 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    | : 1,040 km <sup>2</sup> |
| かんがい面積 | : 91,000 ha             |
| ダム堤高   | : 52 m                  |
| ダム堤長   | : 457 m                 |
| ダムタイプ  | : コンクリートダム              |
| 発電規模   | : 65,000 kw             |

### 2.2 プロジェクトの必要性

#### (1) 雨期作の安定および乾期作の拡張

この地区の水田は天水田で一般に雨期に単作が行われており、年間を通して雨期（モンスーン期）と乾期で両極端な降雨状態を別にすれば、気温条件と土壌条件は二作や三作にも適している。両極端な降雨状態は、雨期には天水田でも十分な水量をもたらす、逆に排水システムが問題になることが多く、特にシッタウン河と合流地点付近では洪水被害がたびたび起こる程である。雨期に収量増を狙うのであれば、雨期の初めのかんがいの補給と排水施設の整備がこれを可能にする。また、ピュー川は、モンスーン期間中は上述の通り十分な流量が期待できるが、後の乾期の半年はほとんど渇水状態になる。このためこの地域は、乾期には極端な水不足が生じ、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。従って、乾期作を拡張するには、貯水

機能を持ったダムを建設することが必要である。

(2) 洪水被害の削減

上述のとおり、地区のうち、下流側では毎年雨期にピュー川の水位の上昇により生じる洪水の影響を受ける地区や、それによってできる沼地もあり、この地区の作物の減収を引き起こしている。また、数年に一度は大きな洪水が起きていると言われている。もし、洪水調節によりピュー川の水位を下げることであれば、この地域の洪水被害地域を減少させることが期待できる。

(3) 住民の生活向上

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

(4) 周辺地域へのインパクト

プロジェクトの実施はプロジェクト周辺地域へも確実にインパクトを与える。

(5) 電力不足の軽減

現在のミャンマーの慢性的電力不足はかなり深刻になっており、産業、一般家庭とも多大な影響を受けていることから、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

ミャンマーの農業は、王朝時代から米作を中心に発展してきた。米は作付け面積の50%を占め、ついで、豆類、ゴマ、落花生の順となり、米は自給を達成し、外貨獲得手段として輸出を進めている。一方、油脂作物（落花生、ゴマ、ひまわり、オイルパーム等）は国内栽培が不十分で、食用油は輸入に依存している。生産量増大のため乾期の作付け面積の拡大を推進しているが、援助停止で大規模事業が困難であり、ポンプ、機械の導入も外貨不足で十分でない。現在までのかんがい施設の整備率は作付け面積の約17%であり、2000年にはこれを25%まで引き上げる目標を掲げている。

本プロジェクトの実施は米の増産に寄与することに加えて、夏季にも十分なかんがい用水が使用出来、品種改良が可能なこと、ポスト・ハーベットの改善により、より良質米を確保出来ること、夏期の作付けに輸入作物である油脂作物の導入ができること、地理的に恵まれた輸送手段があり農産物の輸出促進に大きく寄与可能なこと等、多々期待がもたれる。

## 2.3 プロジェクト調査着手の妥当性

プロジェクト調査着手の妥当性としては下記の事項が挙げられる。

(1) 土壌



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

(2) 労働力

地区内外には約250,000の人口があると見積られ。その内農家数は約23,000戸とみられ、その他所有耕作地を持たない農業労働者も多数あり、労働力は期待できる。

(3) プロジェクト完了後の農産物の流通

地区内には、ヤンゴンからマンダレー間の幹線道路および鉄道が通っている。現在、ヤンゴン～バゴー間の幹線道路は既に6車線に拡幅されており、バゴー～マンダレー間で6車線への拡幅工事が一部進められている。プロジェクト完成後の農産物の流通の観点から、最大の市場は首都ヤンゴンであり、ヤンゴンまで南に約200kmである。また、ヤンゴンまでの途中にある大きな都市バゴーまで約120kmである。北のマンダレーまでは約480kmである。その先は中国で、乾期に輸出用の豆類を生産するなら、輸出も可能である。

(4) かんがい効果の早期発生

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

(5) プロジェクト実施済みの類似案件の実現化状況

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

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

## 2.4 計画地区の現況

### 2.4.1 地域の概要

(1) 位置

本プロジェクトはタンゲー市より南 50kmのピュー(Pyu) 町を中心に、北緯18° 30'、東経96° 30'に位置する。首都ヤンゴンからの距離は約200kmである。受益地はミャンマー連邦の中央部を流れるシッタン河の右岸側に位置し、西方のペゲー山脈と東方のカレン山系に挟まれた、幅約25kmの谷底平野である。

(2) 行政区界及び人口

ミャンマー連邦は7つの管区と7つの州からなる。本事業区域はヤンゴン管区に隣接したバゴー管区内のピュー郡およびその周辺からなる。地区内外の人口は、約250,000人と見積られ。自作農

家数は約23,000戸とみられている。農業労働者を含めて農業従事者は全体の約85%と見られている。なおバゴー管区の州都はヤンゴンに近いバゴー市である。

### (3) 受益地

本受益地の東側はシッタウン河が境界となり、北側の境界はザイエット川(Thayet Chaung)で、南側はクンカンがい地区との境界でもあるザハ川(Zaha Chaung)である。西側は山麓と現況天水田平野部が境界となる。東西は約25kmの幅に広がった平坦な矩形形状である。本地区は主要水源となるピュー川の両岸に展開している沖積平野の天水田地帯である。受益地の地盤標高は海拔60～150ft (18.3～45.7m)、地形勾配は概ね東西方向に傾斜しておりその傾斜は1/1,000程度である。

### (4) 道路・交通

地区内の主要道路はシッタウン河と平行して走る、基幹国道ヤンゴンーマンダレー街道である。本道路は現在ヤンゴンから3倍に拡幅中であるが、プロジェクト地内での総幅員は9.5m、アスファルト舗装幅6.5mである。この道路と平行して鉄道が地区内を縦貫している。この鉄道は首府ヤンゴンからマンダレー経由で、最北州のカチン州ミッチーナ市まで敷設されており、ほぼミャンマー連邦国土を縦貫している。地区内を東西に走る道路は、ピューの町より東方のピュー川河口の町へアスファルト舗装道路が主たるものである。本地区の頭首工サイトの約200m下流の(Sinpachat)村へのアクセスは、国道より無舗装道路で進入が可能であるが、雨期には四輪駆動車でもアクセスが難しい。また、発電所予定地点までは乾期には河川流量が少なく、川沿いに徒歩で行くことが可能であるが、雨期にはアクセスは困難である。ダムサイトへのアクセスは、乾期に川沿いに徒歩で昇るルートと、山岳地をやはり徒歩で昇るルートがあるが、いずれのルートも険しく現時点では、詳細な現地調査は不可能である。

## 2.4.2 流域

ピュー川はペゲー山脈の標高420m～540mを源とし、ほぼ西から東に流れシッタウン河の一支流である。ペゲ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。ピュー川の合流点付近での流域面積は1,095 km<sup>2</sup>、流路全長約100kmである。この山地のピュー川の支流の長いものは、左岸側で数本、右岸側に数本流れているが、左岸側の方が長く、右岸のそれは比較的短い。

## 2.4.3 地質

本地域には、ほぼ南北方向の走行を持つ新第三紀の砂岩、頁岩が分布している。これらの地層は南北方向に褶曲して分布している。計画地域に分布する地層は、新第三紀中新世のペグ統であり、主に砂岩、頁岩からなる。また、この地層の分布地の東端にはペグ統を不整合に被覆して僅かに新第三紀中新世から新鮮世の主として砂岩からなるイラワジ統が分布している。また、シッタウン河沿いには第四紀の河川堆積物が厚く分布している。尚、地質図によればペグ層とイラワジ層の境界は南北方向の断層が存在する。これはサガイン断層と呼ばれる右横ずれ断層であり、活断層である。

## 2.4.4 土壌

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

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

最も良い土壌はシッタン河沿いやピュー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。

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

ピュー川兩岸の受益地の代表土壌は、FAOの土壌区分で調査されており、フルヴィソル、カンピソル、グレイソル、ルビソル等からなる。左岸にはルビソル、右岸にはカンピソルが広く分布している。

#### 2.4.5 農業

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

作付時期に関する現場での聞き取りでは、ローカル種を5～6月に播種し、120日で収穫する。高収量品種の作付けは肥料や農薬が不足がちのため、ほとんど行われていない。地区内で地下水位が高い所や水稻収穫後の水田で土壌水分が残っている所では、豆類を水稻収穫後に作付けが行われている。また、農業省機械化普及局の協力を得て一部小ポンプによる乾期水稻作がおこなわれており、相当の収量を上げている所もある。さらに、近年ピュー町近郊に砂糖の精製工場が建設され、一部の地域では強制的にサトウキビの作付けを行わされているが、農家経営は水稻作に比べて有利であるかはまだ不明である。

水稻作の収量は雨期作でエーカー当たり概ね80バスケット(約4.2 ton/ha)、乾期作で100～120バスケット(約5.2～6.4 ton/ha)といわれているが、一部洪水被害を受ける地域では40バスケット程度の低収量を余儀なくされているところも見られる。

農業経営は、すべて自作農経営であり、小作農経営はない。農家の平均所有農地面積は、約2haであり、ほとんどの農家は農業労働者を雇い耕作している。聞き取り調査では、下記の表に示すように、



全耕作費用に対して約半分が借り入れ労働の費用となっている。そのため、農家戸数はそれほど多くないが、農業に従事する人口比率は高い。

表 2 - 1 - 1          1 エーカー当りの耕作費  
(水稲作)

単位：チャット

|          | 家族労働費用 | 雇用労働費用 | 資材費用 | 計    |
|----------|--------|--------|------|------|
| 苗代期間     | 200    |        | 450  | 650  |
| 移植及び成育期間 | 1230   | 1140   |      | 2370 |
| 収穫期間     | 330    | 660    |      | 990  |
| 施肥等      |        |        | 1840 | 1840 |
| 合 計      | 1760   | 1800   | 2290 | 5850 |

1994年、出典：Myanmar Agricultural Service, Pyu

表 2 - 1 - 2          1 エーカー当りの耕作費  
(落花生)

単位：チャット

|          | 家族労働費用 | 雇用労働費用 | 資材費用 | 計    |
|----------|--------|--------|------|------|
| 苗代期間     | 2550   |        |      | 2550 |
| 移植及び成育期間 |        | 240    |      | 240  |
| 収穫期間     |        | 1200   |      | 1200 |
| 施肥等      |        |        | 4500 | 4500 |
| 合 計      | 2550   | 1440   | 4500 | 8490 |

出典：Myanmar Agricultural Service, Pyu

表 2 - 1 - 3          1 エーカー当りの耕作費  
(ゴマ)

単位：チャット

|          | 家族労働費用 | 雇用労働費用 | 資材費用 | 計    |
|----------|--------|--------|------|------|
| 苗代期間     | 750    |        |      | 750  |
| 移植及び成育期間 | 300    | 180    |      | 480  |
| 収穫期間     |        | 600    |      | 600  |
| 施肥等      |        |        | 1200 | 1200 |
| 合 計      | 1050   | 780    | 1200 | 3030 |

出典：Myanmar Agricultural Service, Pyu

## 2.5 かんがい開発計画

### 2.5.1 計画地区

マスタープランによると北部境界はカバウンかんがい地区と南部境界はクンかんがい地区に挟まれた開発可能地（総面積225,000エーカー、約91,000ha）を計画している。これらは水源利用可能量の面からプロジェクト規模、かんがい面積が決定されており、カバウンかんがい地区およびクンかんがい地区のプロジェクト規模と相互関連があり、将来これらを含めたシッタン河中流域全体の水資源開発プロジェクトとして位置付けされたビューかんがい計画地区のプロジェクト規模の検討が必要である。

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

計画地区は、南北の距離は約20km、東西は約25kmの幅に広がった平坦な矩形形状である。この計画地域の面積は約38,000haで、本かんがい対象地域はビュー川の両岸に広がる現況天水田地域である。

### 2.5.2 マスタープランでの基本的計画値

マスタープラン(Sept. 1964)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） | : 91,000 ha（今回調査の結果 38,000 ha）                                   |
| コンクリートダム     | : 52m（高さ）                                                        |
| 流域面積         | : 1,040 km <sup>2</sup>                                          |
| 貯水位          | : EL.142.0 m                                                     |
| 有効貯水量        | : 1,110 百万m <sup>3</sup>                                         |
| 総貯水量         | : 1,677 百万m <sup>3</sup>                                         |
| 最低水位         | : EL.124.0 m                                                     |
| 年利用可能水量      | : 123 百万m <sup>3</sup> /年                                        |
| 発電機          | : 65,000 kw                                                      |
| 年平均発電量       | : 260 百万kw h                                                     |
| 確率洪水量        | : 1,200 m <sup>3</sup> /s（1/1,000）<br>780m <sup>3</sup> /s（1/20） |
| 頭首工          | : 1カ所                                                            |
| 北幹線用水路       | : 19.3 km                                                        |
| 東幹線用水路       | : 19.3 km                                                        |
| 南幹線用水路       | : 4.8 km                                                         |
| 二次用水路        | : 38.6 km（4本）                                                    |

### 2.5.3 開発の適正規模

マスタープランによれば、水源利用可能量の面からかんがい面積91,000haの雨期水稻作、同面積の乾期畑作を計画しているが、現時点では計画地区の現況の土地利用図や土壌図が作成されていないし、また頭首工地点の取水標高や計画地区内の田面標高がはっきりしないため、かんがい可能面積を決定することは難しい。他方、南側境界線はクン灌漑地区と接しており、また北側のそれはミンエ(Minye)ダムプロジェクトとカバウン灌漑地区の受益地と相互に関連がある。これらを考慮して現時点でピュー灌漑地区の対象面積を推定すれば、約38,000haとなる。

計画地区の現場踏査によると計画地区の大半が天水田であり、今後水路敷き、道路、畦畔など潰れ地があるとしても、全計画地区の面積の約65%から75%の純かんがい面積のポテンシャルが推定でき、純かんがい面積は25,000ha～30,000haになると考えられる。

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

開発規模についてのアプローチは、雨期作として、現況天水田へのかんがい用水の補給と排水路整備、乾期作として、ダムの有効貯水量を使用した水稻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、シッタン河兩岸の洪水に対する調整機能などからも計画される。

### 2.5.4 水源の位置

#### (1) ダムサイト

予定されているダムサイトは平野部から山地に入った地点の狭窄部に位置し、河口から約40km、ダム地点での流域面積は1,040km<sup>2</sup>である。

#### (2) 頭首工サイト

ダムサイトの下流約13kmに頭首工が計画されており、かんがい用水として発電所放水口からの放流水を利用するため放水口より下流側の位置に頭首工が設置されることとなる。取水は付近の地形から左岸取り入れが有利と考えられるが、頭首工の位置について、発電所放水口の位置、受益地の高さ、地形、地質等、あるいは貯留機能の必要性を考慮して再検討する必要がある。

### 2.5.5 気象

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



表 2-2 ニャウンビンタの気象

| 月   | 平均日最大気温 | 平均日最小気温 | 降水量   |
|-----|---------|---------|-------|
|     | ℃       | ℃       | mm    |
| 1月  | 33.6    | 15.0    | 4     |
| 2月  | 35.2    | 16.1    | 2     |
| 3月  | 37.9    | 19.0    | 12    |
| 4月  | 39.2    | 21.7    | 31    |
| 5月  | 38.2    | 22.9    | 208   |
| 6月  | 34.4    | 19.9    | 594   |
| 7月  | 31.0    | 21.3    | 669   |
| 8月  | 31.3    | 21.5    | 781   |
| 9月  | 32.7    | 22.8    | 322   |
| 10月 | 34.2    | 23.4    | 195   |
| 11月 | 34.9    | 22.9    | 79    |
| 12月 | 33.8    | 15.6    | 12    |
| 年平均 | 34.7    | 20.2    | 2,907 |

注) 1985～94の範囲で可能なデータを使用。

#### 2.5.6 水源流量

ダムサイト候補地の流域面積は1,040km<sup>2</sup>である。この地点での実測流量データはなく、また、ビュー川のヤンゴン～マンダレー道路横断橋梁の下に量水標はあるものの水位と流量の関係は明らかではない。隣接のクン川下流地点のアウンミンガラ観測データを使用し、比流量から換算して推定するとビューダムサイトの月平均流量は下表の通りである。

表 2 - 3 ピュー川推定月平均流量 (1992-94)

| 位置  | アウンミンガラ観測所<br>流域面積 1,015 km <sup>2</sup><br>m <sup>3</sup> /sec | ダムサイト予定地<br>流域面積 1040km <sup>2</sup><br>m <sup>3</sup> /sec |
|-----|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1月  | 3.9                                                             | 4.0                                                         |
| 2月  | 3.5                                                             | 3.6                                                         |
| 3月  | 3.1                                                             | 3.2                                                         |
| 4月  | 2.9                                                             | 3.0                                                         |
| 5月  | 4.8                                                             | 4.9                                                         |
| 6月  | 17.5                                                            | 17.9                                                        |
| 7月  | 31.7                                                            | 32.5                                                        |
| 8月  | 48.9                                                            | 50.1                                                        |
| 9月  | 35.9                                                            | 36.8                                                        |
| 10月 | 15.7                                                            | 16.1                                                        |
| 11月 | 6.2                                                             | 6.4                                                         |
| 12月 | 4.3                                                             | 4.4                                                         |
| 年平均 | 14.8                                                            | 15.2                                                        |

#### 2.5.7 かんがい施設

##### (1) 頭首工

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

1. 経済的な下流必要水位の検討
2. 洪水位の検討、狭窄部断面などのコントロール・ポイントより水面追跡を行うこと。
3. 上流の発電水位に留意すること。
4. ミオ筋の変化しない位置を選定すること。
5. 沈砂地の必要性。
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査定4km程度の河川縦横断測量が必要で、F/S調査の初期には行わねばならない。

##### (2) 用排水路

頭首工からの取り入れは左岸取水となり、右岸側への配水は下流でサイホンあるいは水路橋でピュー川を横断する必要がある。水路構造は盛土水路である。マスタープランでは、幹線用水路総延長約44km、二次水路約39kmが予定されている。本計画地区は、当初計画より右岸受益地

は小さくなっており、幹線水路及び二次水路共延長は短くなる。

雨期の地下水位は1.0～1.5mと高く、排水路が必要である。しかし地区内の小河川の分布は比較的密度が大きく、極力これらの河川整備を行うことが望ましい。地形勾配が1/1,000となだらかで、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 今後の課題

以下の項目は明確でないので、F/S調査までに準備すべきである。

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



## 2.6 ピュー川水力発電計画

### 2.6.1 プロジェクトの計画概要

ピュー川水力発電計画は、1964年に国連(UN)が実施したシッタン河総合開発計画調査(マスタープラン調査)によって提案されたプロジェクトの1つであり、ピュー川下流地域のかんがい開発計画のダムを利用して発電を行う開発計画である。

本計画はシッタン河との合流点より15 km上流のピュー川地点に高さ51 mのコンクリートダムを建設し、6.8 kmの導水路を経て最大出力64 MWを得ようとする計画である(図 2-1)。発電に使用した水は下流地域のかんがい用水として利用される。ピュー発電所で発電された電力は、ピュー町付近の国道沿いにある既設230 KV送電線に接続して、ミヤンマー電力公社(MEPE)の送電線系統に組み込まれる計画である(図 2-2)。

UNによるマスタープランで提案されている水力発電計画の諸元は以下の通りである(図 2-3、図 2-4 参照)。

#### 水文

|        |                        |
|--------|------------------------|
| 流域面積   | 1,040 km <sup>2</sup>  |
| 年平均流入量 | 1,500 MCM              |
| 年平均流量  | 47.5 m <sup>3</sup> /s |

#### 貯水池

|       |                    |
|-------|--------------------|
| 満水位   | EL.140 m           |
| 貯水池面積 | 92 km <sup>2</sup> |
| 総貯水容量 | 1,666 MCM          |

#### ダム

|      |             |
|------|-------------|
| 形式   | 重力式コンクリートダム |
| ダム高さ | 51 m        |
| ダム頂長 | 460 m       |

#### 発電所

|         |             |
|---------|-------------|
| 総落差     | 95 m        |
| 最大出力    | 65 MW       |
| 水車      | フランスス (3 台) |
| 年間発生電力量 | 260 GWh     |

### 2.6.2 計画地点へのアクセス

タンダー町からピュー町までの約50 kmは国道1号線を利用できるが、ピューダムおよび発電所地点へはアクセス道路が無く、車両による進入は不可である。発電所地点下流約3 kmの部落

Sinpachat までは国道 1 号線のピュー町から分岐した農道（幅員 2-3 m）を利用して、かろうじて車両で進入できる（図 2-6-5）。

発電所地点までは Sinpachat 地点より川沿いのフートパスを利用して徒歩で約 1 時間で到達できる。ダム地点まではさらに約 4 時間を要する。ただし、この川沿いルートは雨期の通行は極めて危険である。

ダム地点へのアクセスとしては、この川沿いルート以外に左岸の尾根沿いにあるフートパスが利用できる。このルートは Daingtaya からダム地点まで片道約 5 時間を要する。このフートパスは雨期も通行可能であるが、一部に急峻な坂道があり、かつダム下流 1 km 地点ではピュー川を横断しなければならない。

今回の水力発電踏査には ADCA 調査団員 3 名、灌漑局 4 名、国土地理院 1 名、警護に当たった軍 6 名、その他を含め 17 名が参加した。踏査は灌漑局および軍のリコメンドにより日帰り行程とし、第 1 日目は往路は川沿いルートで発電所地点を経てダム下流約 1 km 地点まで調査し、復路は尾根ルートを選んだ。第 2 日目は発電所より下流地点の地形、地質状況を調査した。ダム地点、貯水池区域の調査を実施するためには現地キャンプの設営が必要である。

将来、本地点の開発を実施するためには国道から発電所およびダム地点までのアクセス道路の新設が必要である。

### 2.6.3 既存資料

ピュー川水力発電計画に関する既存資料としては以下の資料がある。

シッタソ河総合開発計画調査報告書（マスタープランスタデー），UN, 1964

地形図：縮尺 1:64,340, 1964

水文資料：水位観測資料、ピュー観測所、1994-1995

（水位のみ、流量資料はピュー川流域内には無い）

### 2.6.4 計画地点および周辺地域の現地踏査

ピュー川の山岳地帯入り口より川沿いルートにより、発電所、水圧鉄管地点を調査した。さらに河川渡渉、断崖越え、瀬渡りを繰り返し、約 5 時間かけてダム地点下流 1 km 地点まで河川の状態、両岸の地形および地質状態を調査した。

ピュー川中流部の両岸は標高 400-500 m の急峻な山が連続していて水力開発地点としては非常に適当な地形である。かつ、ダム地点と発電所地点間の河川勾配が急であり、水路式発電計画地点として効果的である。河床には転石、岩盤の露頭が多くみられ地質条件は比較的良好である。

### 1) 発電所地点

発電所地点のピュー川は写真 2-4 示すように、川幅が約 40 m、河床には直径 1-2 m の転石が多く、兩岸には岩盤が露出している。これより上流は急勾配が続き、川幅も狭くなり、大きな瀬がみられる。また、発電所より下流は川幅が徐々に広がり、河川勾配が緩くなる。下流の河床には砂が堆積し、玉石はほとんどみられない。

発電所地点右岸斜面は約 30 度で原生林で覆われている。本地点は地形、地質の観点から発電所地点として良好であると判断される。発電所上部の斜面も大きな尾根を形成していて調圧水槽、水圧鉄管の位置選定が容易であると判断される。また、ダム地点から発電所までの右岸の約 7 km に亘る導水路トンネル通過地は十分なかぶりを持った山地であり、導水路の計画上支障はないと思われる。

### 2) ダム地点

上記の通り、今回はダム下流約 1 km 地点までの河川状況、兩岸の地形状況を調査した。ピュー川は発電所の上流区間に急流河川が続き、その上流でいったん平坦となり再び急流となっている。ダム地点付近は兩岸共急斜面で、標高 500m 級の山から成り立っている。ダム下流対岸の山頂から調査した範囲では 50 m 級のダムサイトとして特に問題は無いと思われる。

### 3) 逆調整池ダム

ピューダムで貯留された水はいったん発電所で使用し、その放流水は下流地域のかんがい用水として利用される計画である。この発電所で発電した電力は MEPE (Myanmar Electric Power Enterprise) の送電系統に接続されてヤンゴン地区に送電される。ヤンゴン地区の電力需要に対応するため、MEPE はピュー発電所をピーク発電用として期待している。

ピーク発電は通常、一日当たり 6-8 時間運転される。一方、かんがい用水は 24 時間連続供給が要求される。従って発電所下流のかんがい用取水地点に日間調整のできるダム（逆調整池ダム）が必要となる。逆調整池ダムの計画には調整容量、取水水位はもちろん、ダム地点および調整池全体の地形、地質等を詳細に調査した上でダム位置、ダム高さ等を決定することが必要である。

かんがい局が最近建設した Kinda ダム、South Nawin ダム等にはそれぞれ大容量の逆調整池ダムが付随している。

## 2.6.5 今後調査すべき事項

ピュー水力発電計画のフィージビリティ調査を実施するためには以下の現地調査を実施することが望ましい。

### 1) 地形図作成（第 4 章. 航空写真図化 参照）



- ダム、貯水池、逆調整池を含むプロジェクト区域、 縮尺 1: 10,000
- ダム地域、水路ルート、発電所地域、 縮尺 1: 1,000

## 2) 地質調査

### 2.7.5 章参照

## 3) 気象、水文調査

- 流量測定（ピュー測水所）
- 浮遊土砂量測定
- 雨量データ
- 気温、蒸発量、その他

## 4) 環境影響調査

- 自然環境調査
- 社会環境調査
- 補償調査

## 2.7 地質

### 2.7.1 一般地形・地質概要

開発計画の策定されているシッタン河は YAMETHIN 付近のイラワジ河との分水嶺付近に源を発し、南流しマルタバン湾に注いでいる。流域の地形は本流のつくる低地を挟んで右岸側は標高 300～500 m 程度のなだらかな山々からなるのに対し、左岸側は対比的に標高 1000～1900 m の比較的急峻な山々からなる。

この地形的な特徴は次のような地質分布及び地質構造を反映している。すなわち、ミャンマー国は南北方向に連続する地質構造を持ち、西から東へ Arakan Coastal Belt、West em Folded Belt、Central Cenozoic Belt、Shan-Tenasserium Highland の 4 つの構造帯に区分される。このうちシッタン河流域は、図 2-7-1 に示すように、本流および計画地点の位置する右岸支流部は Central Cenozoic Belt と名付けられた新第三紀以降の活動によって形成されたなだらかな山地および低地に位置する。この地帯は厚い未固結の砂礫層からなる沖積低地と、新第三紀の軟質な砂岩、頁岩等からなり、計画地域の位置する右岸の山地で構成されている。一方、シッタン河の左岸は Shan-Tenasserium Highland と呼ばれる高地で、古い時代の堆積物岩及び花崗岩等の硬い岩石からなっている。

このシッタン河沿いに、南はマルタバン湾から北はインドとの国境付近まで南北方向の断層が約 1200 km にわたって断続しながら延びている。計画地域近傍ではシッタン河右岸の新第三紀の堆積

岩分布地域の東端付近をこの断層は通過している。この断層は中田（1990）によれば、サガイン断層と呼ばれる右横ずれ断層である。

## 2.7.2 ダム計画地点の地形・地質

今回の現地踏査結果と既存資料の検討によって判明した事項を以下に示す。

### 1) 既存資料

- ・既往の地質調査には UNDP(1964)のシッタン河流域のマスタープラン調査の現地踏査のみであり、ボーリング等の調査工事はなされていない。また、かんがい局による地質調査もなされていない。

- ・既存の地質図(1977、図2-7)によれば、計画地点にはほぼ南北方向の走向を持つ新第三紀の砂岩、頁岩が分布している。これらの地層は南北方向に褶曲を繰り返して分布している。計画地域に分布する地層は新第三紀中新世のペグ統であり、主に砂岩・頁岩からなる。また、この地層の分布地の東端にはこのペグ統を不整合に被覆して新第三紀中新世から鮮新世の主として砂岩からなるイラワジ統が僅かに分布している。また、シッタン河沿いには第四紀の河川堆積物が厚く分布している。なお、地質図(1977)によればダム地点下流約 2km では、このペグ層とイラワジ層の境界は南北方向の断層となっている。また、この南北方向の長い断層を切る東北東－西南西方向の断層が本地点南約 5km に存在する。

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

### 2) 現地調査

- ・今回の踏査に当たっては、ダム地点まで谷の入口から 9 km 程度の距離がありアプローチに時間がかかると予想されたため幕営装備を準備したが軍隊の警備等の問題から日帰り調査となり、発電所地点からダム地点下流約 1km までしか踏査出来なかった。今後、ダム地点、貯水池を踏査するにはサイト近傍に幕営する必要がある。

- ・国道から谷の入口(Sinpachat) まで約 9-15km の農道があり、乾期には車でアプローチ出来る。

- ・川沿いにはダム地点下流 1 km まで谷の入口(Sinpachat) から約 8km の山道があり、徒歩 5 時間を要する。但し、このルートは途中渡川を繰り返すため、雨期及び降雨後の増水時には、使用不能となると推察される。

- ・ピュー川左岸には、ダム地点下流約 1km から谷の入口(Daingtaya) まで約 14km の山道(徒歩 4 ～5

る事。また、掘削中は孔内水位を定期的に測定し、掘削に伴う孔内水位変化を把握する。

透水試験 : 限界圧力が求められるように低圧側の圧力段階を細かくとること。

岩石試験 : ボーリングコアを利用して実施するが、スレーキングを生じる可能性もあるのでコアの含水比を出来る限り変化させない状態で実施する事。

また、スレーキングの程度を試験すること。

岩石試料分析 : X線分析等により含有粘土鉱物の種類を把握する。

## (2) 貯水池

貯水池地域においては周辺斜面の安定性と貯水地の保水性を調査する必要がある。保水性については可溶性のある石灰岩等の特殊な岩石は分布しないと予想されることから特に大きな問題は無いと思われる。但し、貯水池の分水嶺を形成する尾根のうち、幅の狭い鞍部等については地質状況・透水性等を調査しておく必要がある。

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

## (3) 水路経過地

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

## (4) 発電所地点

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

## (5) 建設材料

・コンクリート骨材

時間) がある。この道は一部に急崖部や渡川部があるが大半はなだらかな尾根道であり、一部は牛による木材の運搬に使用されている。

・UNDP(1964)の計画したダム地点は、報告書によれば「谷は狭く、急峻であり、一部で峡谷を形成している。本地域にはペグ統の硬質な砂質頁岩と砂岩の互層が分布し、砂質頁岩が卓越する。」とされている。すなわち、ダム基礎の岩盤が、今回確認したダム計画地点下流約 1km までに見られるような比較的新鮮・堅硬な岩盤であれば 50m 級のコンクリートダムの支持力は十分得られると推定される。

・発電所地点には砂岩頁岩互層が分布しており、表層堆積物は薄いと推定される。水圧管路経過地及び発電所背面の地層は流れ目を形成している。

### 2.7.3 建設材料

ピュー川の下流部においては、天然のコンクリート骨材として利用可能な砂は河床及び段丘に広く分布しているが、礫の分布はごく極かであり、天然骨材としては砂以外利用出来ない。また、ピュー川中～上流部はカバウン地点と異なり、河川勾配が急な所もあり、巨礫が散見されるが河床堆積物の分布は僅かである。

コンクリート骨材採取の原石山の候補としてはシッタン河左岸に分布する花崗岩類及びピュー川流域の新鮮な砂岩が挙げられる。これら建設材料のうち特に砂岩については岩質、分布状況、品質等については今後詳細な調査が必要である。

今回の現地調査及び既存資料から判明した事柄を以下に示す。

・コンクリート骨材のうち砂以外のものをシッタン河右岸側から得ることは難しいと考えられる。すなわち、砂岩等は新第三紀に堆積したものであり、ペグヨウマ山地では風化し、軟質となっている部分はかなり認められるので、新鮮な砂岩部の分布状態と粗骨材として使用可能かの物理性状を慎重に調査・試験しておく必要があろう。しかし、シッタン河左岸に分布する花崗岩質の岩石と比較すると品質は落ち、重要構造物のコンクリート骨材としての利用の可能性は低いと考えられる。

・コンクリート骨材の採取地として現時点で質的に確実と思われる候補は図 2-7-2 に示すように既存の採石場及び礫の採取場所のような 1 シッタン河左岸に広く分布する花崗岩類 2 シッタン河左岸支流の河床砂礫層(花崗岩や先第三紀の地層の礫)である。これらを利用する場合には運搬距離がかなり長くなる。

・ロックフィルタイプのリップラップ材料に関してはペグ層の新鮮・堅硬な砂岩等ならば使用可能と考えられる。



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

- ・ロックフィル材

ロックフィルダムのリップラップ材料については、新鮮な砂岩であれば使用可能と考えられる。今後ダム地点の近傍で新鮮・堅硬で耐久性のある砂岩が分布するかどうか確認する必要がある。また、その他の材料についてもダム近傍で調査する必要がある。

## (6) 断層調査

サガイン断層は既存文献で活断層とされており、既存の地質図によればこのサガイン断層はダム地点付近に記載されていることから、この断層について位置、規模、活動性等を調査する必要がある。

この調査は通常航空写真判読と踏査による確認により実施される。即ち、航空写真で判読された変位地形及びリニアメントの性状等から断層の活動性を検討し、現地踏査で位置、性状を確認するといった手順が有効である。この調査により、断層の位置、連続性、長さとその活動性について把握し、設計上必要ならば更に詳細な調査を実施する。

## (7) 調査工事計画

調査工事計画は現地踏査結果に基づき策定されるが、これまでに入手した情報及びカバウン地点の地表地質状況等から当地点で必要と考えられる地質調査工事等は次のとおりである。なお、下記の調査工事を実施する前に詳細地形図作製が先行して実施され、それに基づいた踏査が実施されることが望ましい。

・他のフィルの材料は右岸側のペグ層あるいはイラワジ層の新鮮部～強風化部等が使用可能と考えられる。

#### 2.7.4 地震

既存資料の検討によって判明した事項を以下に示す。

・UNDP の報告書によれば本地域の地震強度はカバウン地点と同じくソビエトの 12 段階基準のうち、8 を示している。

・ミャンマーを南北に縦断する断層が既存地質図(1977)に記載されており、計画地域に近接していること、マグニチュード 7～8 の地震の震源がこの断層沿いに分布していることから(図 2-8) 今後、この断層の正確な位置、規模、活動性等について文献や空中写真等で調査し計画上考慮する必要がある。

・加藤(1989)は「(ビルマ西部から中央部に掛けて地震・地震断層・活断層の項で) 今世紀の地震活動のうち、ビルマ中央部をほぼ南北に延びる長さ約 100km の右横ずれの Sagain 断層上に発生した 7 つの地震が特徴的である。これらの地震及び地震断層のパラメータは必ずしも明確でないが Sagain 断層の変化速度は年 1～数 cm のオーダーであると思われる。」と述べている。

#### 2.7.5 今後調査すべき地質調査

##### (1) ダム地点

本地点にはカバウン地点から連続する同じ地質時代の砂岩・頁岩等が分布しており、共通する地質的な問題があると思われる。今後、地表踏査、弾性波探査、ボーリングを主体とした調査により、表層堆積物、基盤岩の分布・性状等を明らかにしていく必要がある。

特に、分布する基盤岩は新第三紀の堆積岩であり、日本では一般に軟岩に区分されることから、スレーキング特性等に注意を払って調査する必要がある。すなわち、調査時における主な注意点は次のとおりである。

|       |   |                                                                                   |
|-------|---|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 踏査    | ： | 風化岩の状態（特にスレーキングの程度）、斜面表層の不安定現象（地すべり、クリープ、岩盤の緩み等）に留意する。<br>また、南北方向のサガイン断層の位置に留意する。 |
| ボーリング | ： | 砂岩の風化部は軟質となっているので、掘削中にコアが流出しない様に注意す                                               |

表 2-4

ピュー川水力発電計画 フィージビリティ調査期間中に必要な地質調査

| 地 点  | 調査の種類          | 数 量                       | 備 考                                                              |
|------|----------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 計画地域 | 航空写真判読         | 計画地域全域                    | 地すべり地、リニアメント等の判読。                                                |
|      | 踏 査            | 計画地域全域                    | 縮尺 1/5,000 ～10,000 の地形図使用。<br>特にサガイン断層の位置・性状把握。                  |
| ダ ム  | 踏 査            | ダム計画地域                    | 縮尺 1/1,000 ～1/5,000 の地形図使用。                                      |
|      | 弾性波探査          | 3 測線                      | ボーリング 地点を通るように計画する。                                              |
|      | ボーリング          | 3 ～ 5 孔                   | ダム軸沿い。透水試験、孔内水位測定実施                                              |
|      | 岩石試験           | 一 式                       | 物理性状、一軸圧縮試験、圧縮試験、超音波速度測定、スレーキング試験等。                              |
|      | 試料分析           | 一 式                       | 岩石顕微鏡観察、X線分析。                                                    |
| 貯水池  | 踏 査            | 貯水池地域及び<br>その周辺地域         | 主要な地すべり地形、崩壊地、リニアメントの確認。表流水の状況も記録。<br>縮尺 1/5,000 ～10,000 の地形図使用。 |
| 水 路  | 踏 査            | 水路経過地周辺                   | 計画地域の写真判読結果を考慮し踏査。<br>縮尺 1/5,000 ～10,000 の地形図使用。                 |
| 発電所  | 踏 査            | 調圧水槽、水圧<br>管路及び発電所<br>地 域 | 計画地域の写真判読結果を考慮し踏査。<br>縮尺 1/1,000 ～1/5,000 の地形図使用。                |
|      | 弾性波探査<br>ボーリング | 1 ～ 2 孔                   | 地表踏査の結果、必要ならば弾性波探査及びボーリングを実施する。                                  |
| 建設材料 | 踏 査            | ダム地点周辺、<br>貯水池及び下<br>流 域  | 縮尺 1/5,000 ～10,000 の地形図使用。<br>コンクリート骨材<br>ロック材・土質材               |
|      | 立 坑            |                           | 地表踏査の結果、必要ならば弾性波探査、立坑及びボーリングを実施する。                               |
|      | 弾性波探査<br>ボーリング |                           |                                                                  |
|      | 材料試験           | 一 式                       | 比重、吸水率、アルカリ骨材試験、すり減り試験等                                          |
|      |                |                           |                                                                  |

## 第3章 カバウンかんがい開発計画

### 3.1 はじめに

1964年に国連はシッタウン河溪谷水資源の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た。カバウンかんがい開発計画は、その中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10月と平成6年4月に現地調査を行い、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行なった。これらの調査結果は平成5年11月及び平成6年6月に取りまとめられ、報告書はそれぞれADCAから提出されている。本報告書は、平成8年1月に実施した同じシッタウン河流域のビューかんがい開発計画の現地調査と時を同じくして行った補足調査に基づいて作成したものである。今回の補足調査は、前回の調査から変化した状況と、原石山可能性調査を含むダムサイトの詳細な踏査、及び受益地の境界について行なったものである。従って、本報告書は、前回までの報告書に若干の手直しを行なって作成したもので、大部分は前回報告書と重複することを記しておく。

### 3.2 一般

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ゲー郡およびその周辺である。地区内をシッタウン河の右岸に連なるバゴ（ベゲー）山脈を源にしているカバウン（Kabaung）川が流下し、シッタウン河に流入している。カバウン川は自流域に恵まれ、年平均流量は約42.5m<sup>3</sup>/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、乾期水稻作を大幅に取り入れ、地域農業の発展を目的としている。更にダム建設により、水資源の有効利用を図り、約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河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河溪谷調査団による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は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    | : | 1,080 km <sup>2</sup> |
| かんがい面積 | : | 54,700 ha             |
| ダム堤高   | : | 50 m                  |
| ダム堤長   | : | 300 m                 |
| ダムタイプ  | : | コンクリート ダム             |
| 発電規模   | : | 30,000 kw             |



### 3.3 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、乾期には極端な水不足が生じ、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

シッタウン河流域では、定期的（3年に一度程度）に生じる洪水の影響を受ける地域は、それによってできる沼地を合わせ約40,000haあり、この地域の作物は多大な洪水被害を受けている。もし、洪水調節により雨期のシッタウン河の水位を0.6m下げることができれば、洪水被害地域を10,000haに減少させることができ、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

地区内の一人当た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受けていることから、政府としては経済発展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

ミャンマーの農業は、王朝時代から米作を中心に発展してきた。米は作付け面積の50%を占め、ついで、豆類、ゴマ、落花生の順となり、米は自給を達成し、外貨獲得手段として輸出を進めている。一方、油脂作物（落花生、ゴマ、ひまわり、オイルパーム等）は国内栽培が不十分で、食用油は輸入に異存している。生産量増大のため乾期の作付け面積の拡大を推進しているが、援助停止で大規模事業が困難であり、ポンプ、機械の導入も外貨不足で十分でない。現在までのかんがい施設の整備率は作付け面積の約17%であり、2000年にはこれを25%まで引き上げる目標を掲げている。

本プロジェクトの実施は米の増産に寄与することに加えて、夏季にも十分なかんがい用水が使用出来、品種改良が可能なこと、ポスト・ハーベットの改善により、より良質米を確保出来ること、夏期の作付けに輸入作物である油脂作物の導入ができること、地理的に恵まれた輸送手段があり農産物の輸出促進に大きく寄与可能なこと等、多々期待がもたれる。

### 3.4 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・カンピソル、及びカンピソルで約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、水稻作に適している。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

地区内にはタンゲー市があり、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のタンゲ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、受益地の地形測量はほとんど終了し、スケール1:3,960地形図が入手可能である。また、ダムサイト近傍には新規の流量観測所が設置され、流量観測を継続中である。地質調査は行なわれていないが、ADCA調査団のコメントを受けて近じか実施するとのことである。故に、調査の着手に対しては問題ないと考えられる。

#### (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、維持管理に入っており、管理は良

く行われている。

- (1) Yezin Dam Project
- (2) Kinda Dam Project
- (3) Sedawgyi Multipurpose Dam Project
- (4) Minye Dam Project

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。また、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) Nga1aik Dam Project
- 4) Sedawgyi Multipurpose Dam and Irrigation Project

従って、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。

### 3.5 計画地区の現況

#### 3.5.1 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ゲー市周辺、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、西方のバゴ（ペゲー）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ゲー郡及びオクトウイン郡からなる。タンゲー郡は24の町村、オクトウイン郡は27の町村がある。両郡の人口は、それぞれ約192,000人、77,000人で合計約269,000人である。タンゲー郡の家族数は37,000戸、オクトウインのそれは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、タングー市とイエダシェ市 (Yedashe) の境界、また北方のスワカン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 1994 年に完成した Minye Chaung ダム・プロジェクトの受益境界、Banbuwegan 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拔 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、基幹国道ヤンゴンーマンダレー街道である。本道路は現在ヤンゴンから 3 倍に拡幅中であるが、プロジェクト地内での総幅員は 9.5m、アスファルト舗装幅 6.5m である。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イン市から西方にゆく市町村道が主たるものである。この道路は一部碎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バゴ山脈を越えイラワジ川沿いのプロム市 (旧 Pyi 市) まで通じている。この道路沿いに一部ダムの貯水池となる水没地域を見ることができる。ダムサイト右岸付近へは、オクトウイン市より、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。

### 3.5.2 流域

カバウン川はバゴ (ペゲー) 山脈の Myaukmwetaung 山頂、標高 1,849ft (564m) を源とし、ほぼ西から東に流れシッタウン河に合流する一支線である。バゴ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 (1,595km<sup>2</sup>)、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、右岸側で数本流れているが、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。



### 3.5.3 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、チンドウイ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地域すなわち東部、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。

### 3.5.4 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。

タンゲ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。

カバウン川兩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、もっぱら稲作に利用、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、移動により生成されている。主に自然植生の極盛相が草本あるいは疎林下の平垣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。施肥と周到的な水管理により、収量が得られる。

### 3.5.5 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。この地区での作物の収量は、シッタウン河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 月までの間にまとまった降雨があり、洪水被害を受けない地域では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

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、高収量品種はほとんど使用されてなく、ローカル品種を 5～6 月播種、150 日生育、9～10 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稻品種及び、陸稲の播種期、収穫期（1986 年当時）を示す。

| 表 3-2            |             | ミャンマーの代表的品種、播種期及び収穫期 |                   |  |
|------------------|-------------|----------------------|-------------------|--|
| 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 % |

### 3.5.6 洪水被害

この地区内で、定期的（3 年に 1 度程度）に生じる洪水水位は現地盤より 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、

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、栽培期間の短い水稻作に変えるが、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、特に水稻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稻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。

1995 年末の乾期より、カバウンかんがい地域には乾期にかんがい水を供給するため、シッタ川に 4 ケ所、カバウン川に 1 ケ所の計 5 ケ所のポンプかんがい事業が新規に展開されている。詳細は表 3-1 に示す通りであるが、かんがい面積は合計で約 4,500ha、用水路の総延長は 58.3km、排水路は 8.8km である。図 3-1 に位置図を示す。

表 3-1 カバウンかんがい計画地域内ポンプかんがい事業

| No. | 地区名       | 水源        | 灌漑面積<br>(ha) | 最大流量<br>(m <sup>3</sup> /s) | 水路延長<br>(km) |
|-----|-----------|-----------|--------------|-----------------------------|--------------|
| 1   | Wadi      | Sittang 川 | 2,185        | 6.26                        | 17.6         |
| 2   | Banbwebin | Sittang 川 | 291          | 1.13                        | 3.6          |
| 3   | Ywadanshe | Sittang 川 | 1,214        | 4.25                        | 22.5         |
| 4   | Thapanbin | Sittang 川 | 202          | 0.85                        | 5.8          |
| 5   | Uyindaw   | Kabaung 川 | 647          | 3.40                        | 8.8          |
| 合計  |           |           | 4,520        |                             | 58.3         |

ポンプかんがい事業は、乾期に可動式小型ポンプを数台から数十台河川沿いに設置して水路を通し水稻作にかんがいをし、雨期には撤去するものである。対象となっている地域は、主に乾期には洪水被害を受けるシッタ川沿いの低位部で、その肥沃な土壌から、高い収穫が期待されている。

また、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。オクトウイ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、乾期水稻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 の水田をかんがいでいる。一方、従来からの乾期のポンプアップ地区 (Onbin 村) はオクトウイン郡のシッタ川河右岸にあり、その規模は 100 エーカー (40ha) である。水源はシッタ川本流である。シッタ川河の乾期と雨期の水位差が数 m あるため、上記のポンプかんがい事業と同様に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       | : 3.4 m <sup>3</sup> /分 |
| 全揚程       | : 6.5 m                 |



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。

### 3.5.7 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整備が急務である。

タングー市の聞き取り米価格は次の通りである。

|    |                               |
|----|-------------------------------|
| 粳  | : 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) |

## 3.6 かんがい開発計画

### 3.6.1 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、下流境界はミンイエ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。

### 3.6.2 マスタープランでの基本的計画値

マスタープラン（Sept. 1964）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         | : 1,083km <sup>2</sup>    |
| 貯水位          | : EL.119m                 |
| 貯水面積         | : 78 km <sup>2</sup>      |
| 有効貯水量        | : 937 百万 m <sup>3</sup>   |
| 総貯水量         | : 1,369 百万 m <sup>3</sup> |
| 最低水位         | : EL103 m                 |
| 年利用可能水量      | : 962 百万 m <sup>3</sup>   |
| 発電機          | : 15,000kw x 2 台          |

## 2) 土壌図：

|          |                                                     |
|----------|-----------------------------------------------------|
| 縮尺       | : 1 : 25,000                                        |
| プロジェクト面積 | : 右岸 22,910 ha<br>左岸 27,720<br>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 EL220ft (EL67.06m) としているが、受益地内の標高は大部分が EL200ft(EL.60.96m)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  | EL. 62.9 m |
| 第一分水位 | WS.67.1 m  |
| 受益地   | EL. 61.0 m |

である。堰上げ高は大きく、一方水路損失は十分過ぎる程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稻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、シッタウン河兩岸の洪水に対する調整機能などからも検討する必要がある。。

## 3.6.4 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 (1,083 km<sup>2</sup>) 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。本格調査の段階では、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 : 63,360) 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。貯留機能の必要性を含め位置の検討が必要である。また、現在案では右岸に比高約 25m の山があり、沈砂池のスペースにやや無理がある。

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。

### 3.6.5 気象

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

表 3-3 タウンゲー市の気象

| 月      | 平均気温<br>℃ | 湿度<br>% | 降雨量<br>mm | 蒸発量<br>mm/日 |
|--------|-----------|---------|-----------|-------------|
| 1 月    | 22.6      | 69      | 7         | 4.0         |
| 2 月    | 24.9      | 57      | 1         | 4.6         |
| 3 月    | 28.6      | 54      | 3         | 6.4         |
| 4 月    | 31.1      | 54      | 26        | 7.6         |
| 5 月    | 29.9      | 70      | 152       | 5.9         |
| 6 月    | 27.3      | 87      | 339       | 3.8         |
| 7 月    | 26.8      | 88      | 377       | 3.4         |
| 8 月    | 26.7      | 90      | 404       | 3.4         |
| 9 月    | 27.6      | 85      | 244       | 4.1         |
| 10 月   | 27.6      | 82      | 152       | 4.2         |
| 11 月   | 25.9      | 78      | 39        | 3.8         |
| 12 月   | 23.0      | 74      | 14        | 3.4         |
| 平均(合計) | 26.8      | 74      | 1,757     | 1,655       |

### 3.6.6 水源流量

ダムサイト候補地の流域面積は 1,083 km<sup>2</sup> である。この地点での実測流量データはないが下流約 40km 地点の観測データを使用し比流量から推定すればダムサイトの月平均流量は下表の通りである。

表 3-4 カバウン川月平均流量(1965 年～1992 年)

| 月    | 位置 | タウンゲー市<br>CA=1,595 km <sup>2</sup> | ダムサイト予定地<br>CA=1,083 km <sup>2</sup> |
|------|----|------------------------------------|--------------------------------------|
|      |    |                                    |                                      |
| 1 月  |    | 9.1 m <sup>3</sup> /sec            | 6.2 m <sup>3</sup> /sec              |
| 2 月  |    | 7.2                                | 4.9                                  |
| 3 月  |    | 4.5                                | 3.1                                  |
| 4 月  |    | 3.6                                | 2.4                                  |
| 5 月  |    | 16.6                               | 11.3                                 |
| 6 月  |    | 40.5                               | 27.5                                 |
| 7 月  |    | 58.2                               | 39.5                                 |
| 8 月  |    | 120.6                              | 81.8                                 |
| 9 月  |    | 129.9                              | 88.1                                 |
| 10 月 |    | 75.8                               | 51.4                                 |
| 11 月 |    | 30.0                               | 20.4                                 |
| 12 月 |    | 13.7                               | 9.3                                  |
| 平均   |    | 42.5                               | 28.8                                 |

|                |                                    |
|----------------|------------------------------------|
| 年平均発電量         | : 120 百万 Kwh                       |
| 確率洪水量          | : 1,200m <sup>3</sup> /s (1/1,000) |
|                | 900m <sup>3</sup> /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. 1 km                         |
| 南幹線用水路         | : 38. 6km                          |
| 次用水路           | : 38. 6km (3 本)                    |
| 洪水防御面積         | : 5,700ha                          |

### 3.6.3 開発の適正規模

マスタープランによれば、地区面積 55,000ha の雨期水稻作、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、畦畔半など潰れ地を 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 程度になると見られる。

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、より精度の高い航空測量で、縮尺 1:5,000 の地形図を作成し、受益境界を明確にする必要がある。

なお、現在入手した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、地区南側に完成した Minye Dam Projec のため 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) |



尚、カバウン川の下流の流況の特徴は、雨期と乾期の水位差が約2mと小さいことである。また、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異なり、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。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。

### 3.6.7 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。従って、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1,200m<sup>3</sup>/secの洪水量を想定すると、洪水位はおおよそ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. 上流の発電水位と貯留機能の必要性に留意すること。
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なくてはならない。

#### (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右岸が予定される。頭首工下流から第1分水工までは右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。左岸の幹線水路は、カバウン川を横断する必要がある、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。受益地の地形勾配は約1/1,000とならなかで、現況の地形図では末端が不明である。正確な地形図の作成が待たれる。

### 3.6.8 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、採石はタウンゲー市付近ではシッタウン河の左岸側に求められる。現在までの調査ではダムサイト上流のカバウン川沿いには採石可能地は発見されていないため、カバウン川近傍の山地を踏査する採石可能性調査、賦存量調査が必要である。この調査は、ダムタイプの決定に際しても最も重要なファクターになるものである。

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 川の Dolthanng 村付近の河床より、ボートを使用して人力で採取している。タウンゲー市より約 8 マイル (13km) である。採石場はタウンゲーより約 4 マイル (6.4km) 離れた Donshal camp にある。砂岩が産出され、埋蔵量は約 42,000m<sup>3</sup> である。また約 7 マイル離れたところにも採石場があり、その埋蔵量は 127,000m<sup>3</sup> といわれている。

タウンゲー市で Do1 の資材単価は次表の通りである。現在公定レートは 1.0US \$ = 6.0 チャット、実勢価格は、おおむね 1.0US \$ = 120~130 チャットである。

| 表 3-5 |             | 資材単価 (タウンゲー市)       |          |       |
|-------|-------------|---------------------|----------|-------|
| 名 称   |             | 数量・単位               | 単価(Kyat) | 備 考   |
| 1.    | レンガ (現場渡し)  | 1,000 個             | 3,200    | 雨期    |
|       | (工場渡し)      | 1,000 個             | 2,500    | 乾期    |
| 2.    | 河床砂利 (現場渡し) | 100 ft <sup>3</sup> | 1,500    | 雨期    |
|       | (採取場渡し)     | 100 ft <sup>3</sup> | 500      | 乾期    |
| 3.    | 砂 (現場渡し)    | 100 ft <sup>3</sup> | 750      | 雨期    |
|       | (採取場渡し)     | 100 ft <sup>3</sup> | 100      | 夏期    |
| 4.    | 石灰          | 1 袋                 | 90       |       |
| 5.    | 割石 1-2 インチ  | 100 ft <sup>3</sup> | 700      |       |
|       | 2-4 インチ     | 100 ft <sup>3</sup> | 550      |       |
|       | 6-9 インチ     | 100 ft <sup>3</sup> | 500      |       |
| 6.    | セメント        | 1 袋                 | 550      | 50 kg |
| 7.    | ガソリン        | 4.5 lit.(1 Gallon)  | 16       | 政府価格  |
|       |             |                     | 200      | 市場価格  |

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

### 3.6.9 工事用電力

タウンゲー市には、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。現在タウンゲー市にはピークで 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。

#### 3.6.10 今後の必要調査

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（河川維持用水の必要性）
- 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) 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
- 10) 夏期稲作展示圃場整備計画への対応

### 3.7 カバウン水力発電計画

#### 3.7.1 はじめに

カバウン水力発電計画は、1964年に国連が実施したシッタウン河溪谷水資源総合開発マスタープラン調査の中で選定された11ヶ所のプロジェクトの中の1つで、かんがい開発を行なうダムを建設し、これを利用して発電を行なうと共に洪水調節に役立てようとするものである。第3章に述べた通り、平成5年10月と平成6年6月にADCAにより、かんがい開発と航測図化ならびに水力発電の可能性について現地調査を行ない、それぞれ報告書が提出されている。本報告は、平成8年1月に実施した、同じシッタウン河流域のピューかんがい開発計画の現地調査と時を同じくして行なったカバウン地区についての補足調査に基づいて作成したもので、水力発電計画に関しては、乾期のダムサイトの状況と特にダムタイプの決定に大きなファクターとなる原石山と土取り場の存在の可能性について調査した。

本報告書は平成6年6月に作成した報告書を元に今回の補足調査の結果を加味した内容となっている。従って、本報告書の内容は、前回の報告書とその殆どが重複していることを記しておく。

#### 3.7.2 プロジェクトの背景

シッタウン河は、流路延長640km、流域面積33,700km<sup>2</sup>、年間平均流出量493.4億トンの大河川である。流域の標高差は1,160mあり、年間の雨量は北部ドライゾーンで900mm、南部デルタ地帯では3,800～5,100mmにも達するが、これらは何れも雨期の間（5月～10月）の6～7ヶ月の内にその90%が集中する特性を持つ河川である。

上述のシッタウン河溪谷水資源総合開発マスタープランでは、このような特性を持つシッタウン河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。この計画によって選定されたプロジェクトが全て完成した暁には、総流出量の30%にあたる148.0億トンの貯留が可能となり、出水期の洪水は40%調節され、243,000haの河川沿いの常時氾濫原や沼沢地が救済されるとされ、同時に、新たに810,000haのかんがいシステムの導入が可能となると共に、1,000MWの水力発電の計画が可能に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/km<sup>2</sup>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。シッタウン河の水力発電のポテンシャルは、おおよそ2,400MW、その電力量は約21百万Kwhと見積られ、実際に利用可能なポテンシャルはほぼ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。

カバウン地区は、シッタウン河の中流部右岸の支流カバウン川にダム、貯水池を造り、高水時の



に述べるが、高さ 50 m 程度のダムサイトとしては大きな支障は無いと判断される。ただし、ダム基礎岩盤の地質が軟質でかつ、風化が進行しているためダムタイプはコンクリートダムよりはロックフィルダムの方が適当であると判断される。ダムタイプの選択は最終的にはボーリング、弾性波探査等の地質調査の結果によって決定することが望ましい。

現地踏査の結果、コンクリートダムまたはロックフィルダムを採用する場合、以下のような事項が考えられる。

(1) コンクリートダム(図 3-3)

- ダム軸は UN レポートで提案されている案とほぼ同じが適当である
- 新鮮な岩盤を得るためには多量の基礎掘削が予想される
- 砂を除く良質なコンクリート骨材がダム付近では採取できない
- かんがい局は原石山としてダム地点から約 60 km 離れたシッタン河左岸地点（花崗岩）を計画している。
- 仮排水トンネルは右岸に計画できる
- 洪水吐きはダム中央越流方式が適当である
- ダム本体に放流設備、排砂設備が設置できる

(2) ロックフィルダム(図 3-4)

- ダム軸は左岸側を少し上流にシフトした方がダムアバットメントの取り付けが良くなる
- ダム基礎掘削面積はコンクリートダムより広がるが掘削量は少なくなる
- ダム盛り立て材料がダム付近で採取出来る可能性がある（砂岩、頁岩）
- 仮排水トンネルは右岸に計画できる
- シュート型洪水吐きは左岸斜面に計画できる
- 放流設備、排砂設備は仮排水トンネルが転用できる

### 3.7.5 水圧管路及び発電所

カバウン発電所の位置はダム直下流の右岸平坦地が適当である。ロックフィルダムを採用する場合、取水口および水圧管路は右岸の尾根部に計画される。屋外開閉所も発電所に隣接して平坦地に計画できる。この平坦地は堆積層が深いと想定されるため、ボーリング等の地質調査により基礎岩盤の確認が必要である。

### 3.7.6 貯水池区域

カバウンダムの建設により、総貯水量 1,369 MCM, 貯水面積 78 km<sup>2</sup>の貯水池ができる。この貯水池区域の大半は原生林または 2 次森林で覆われており、主にチーク材、竹材の産出が行われている。

流量を貯留・調整して、下流域のかんがいと水力発電を行なうもので、国連により計画された当初の発電計画諸元は次の通りである。

| <u>カバウン・プロジェクトの計画諸元（国連）</u> |                                                                             |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 位 置                         | : シタウン河中流部支流カバウン川の河口より約 44km 上流のペグヨマ(Pegu Yoma)山脈の丘陵地帯                      |
| 流域面積                        | : 1,082.6km <sup>2</sup> (418 mile <sup>2</sup> )                           |
| 年平均流出量                      | : 1,164 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (0.94 x 10 <sup>6</sup> acre.ft)   |
| 年洪水流量                       | : 1,070 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (1.07 km <sup>3</sup> )            |
| 年低水流量                       | : 94 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (0.094 km <sup>3</sup> )              |
| 比流量                         | : 0.034 m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup>                                 |
| 河床幅員                        | : 68~73 m (75~80 yds)                                                       |
| 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 ny USSR Stanard                                                  |
| 貯水池水位                       | : EL. 119 m (390 ft)                                                        |
| 湛水面積                        | : 77.7 km <sup>2</sup> (30 Mile <sup>2</sup> )                              |
| ダムの種類                       | : コンクリート                                                                    |
| ダム堤高                        | : 50m (164 ft)                                                              |
| 計画洪水量                       | : 1,200 m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup> (1/1,000 年確率)                   |
| 総貯水容量                       | : 1,369 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (1.11 x 10 <sup>6</sup> acre.ft)   |
| 有効貯水容量                      | : 937 x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (0.76 x10 <sup>6</sup> acre.ft)       |
| 最低利用水位                      | : EL.103 m                                                                  |
| 最大利用水深                      | : 約 16 m                                                                    |
| 水車の落差                       | : 50 m                                                                      |
| 設備出力                        | : 30 MW (1.5 MW x 2 台)                                                      |
| 年発生電力量                      | : 120 x 10 <sup>6</sup> Kwh                                                 |
| 建設期間                        | : 3 ~ 4 年                                                                   |
| かんがい可能面積                    | : 55,000 ha                                                                 |

### 3.7.3 プロジェクトの現況

#### (1) 一般

本プロジェクトは、かんがいの主たる目的であるので、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本プロジェクトに係る水力発電計画に関する調査は次の通り

貯水池区域内にはカバウン川に沿ってオクトウインからプロムに通じるバゴーヨマ横断道路がある。この道路の大部分の区間は幅員約 6 m で簡易舗装されている。この道路沿いには小さな集落がある（約 40 戸以上が 2 カ所、約 20 戸以下が 7 カ所）。ダム建設時には、これらの道路および民家は貯水位上部に付け替えまたは移転が必要となろう。

### 3.7.7 頭首工（逆調整池ダム）計画

カバウン発電所はピューと同様、ピーク発電所としての運転が期待されている。そのためには発電所下流に日間調整のできる逆調整池ダムが必要である。現在、かんがい局は 5 km 下流地点に頭首工を計画している。この頭首工に逆調整池ダムの機能をもたせるためには十分な調整容量を確保できる高さのダムが必要となる。調整容量は 1 日の発電時間（放水量）と灌漑用水の供給量で決定される。頭首工計画地点は平坦地であり、川幅は約 80 m、両岸は 5-10 m の低い段丘地帯である。ダム上流部の約 2 km 区間は河床幅が 100 m 以上あり、左岸には小さな集落がある。

逆調整池を計画するためには調整池地域を全部カバーする地形図とダム地点の地質調査が必要である。また、この付近のカバウン川には多量の砂が堆積している。従って、ダムの計画には堆砂量の算定、および排砂設備の設計等に留意することが必要である。

### 3.7.8 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が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になるであろう。発・送電設備の詳細は今後の検討により決定されるが、国連の検討結果（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考えられるが、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 台に分けたほうが効率的な運転ができて有利であること、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 (@15MWx 2) とすることがベターである。

カバウン発電所で発生する電力は、図 3-5 及び図 3-6 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ウングー変電所におく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線を通じて供給されることになる。

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、前述の通り関連する官庁は、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ー電力公社（MEPE）とから成る。このようなケースに於ては、発電部門の土木工事で共通部分（ダム及び発電用の取水ゲートまで）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付け、送電設備の建設等は MEPE が実施することとなろう。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 に移管され運転さ

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。現時点に於けるタウンゲ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。従って、工事が始まるまで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付けるか、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ウンゲー変電所内に設置する等の考慮が必要となる。

図3-5及び図3-6に既設のタウンゲ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。

### 3.7.9 今後調査すべき事項

カバウン水力発電計画のフィージビリティ調査を実施するためには以下の現地調査を実施、または各データを継続して測定することが望ましい。

- (1) 地形図作成（第4章 航空写真図化参照）
  - ダム、貯水池、逆調整池を含むプロジェクト区域、 縮尺 1 : 10,000
  - ダム地区 縮尺 1 : 1,000
- (2) 地質調査  
3.8章参照
- (3) 気象、水文調査
  - 流量測定
  - 浮遊土砂量測定
  - 雨量データ
  - 気温、蒸発量、その他
- (4) 環境影響調査
  - 自然環境調査
  - 社会環境調査
  - 補償調査

### 3.8 ダム計画地点および近傍の地形・地質

#### 3.8.1 ダム地点

地表踏査の結果からは50m級のロックフィルタイプのダムであれば築造可能と考えられる。なお、今後の調査工事の結果によって、良好な基礎岩盤が確認されればコンクリートタイプのダムについても検討の対象となろう。

ダム地点に分布する砂岩頁岩互層は風化を受け軟質となっている箇所が多い。今後、調査ボーリングにより新鮮・堅硬な基盤の分布深度や基礎の透水性を調査する必要がある。ダム両岸のアバットの鞍部では沢に露出する基盤岩の状況から、地表から数m程度で風化岩が分布すると予想される。今回(乾期)、踏査した時点では両岸の鞍部を形成している沢には表流水は無かった。今後この鞍部の透水性と基盤岩の性状を把握するため、ボーリング(透水試験を含む)及び弾性波探査を実施することが望ましい。

なお、ダムアバット尾根下流に小崩壊が見られることや基盤岩の風化状況を考慮すると、鞍部については浸食に対する何らかの保護が必要となるだろう。

#### 3.8.2 貯水池地域

貯水池をダム上流約5kmまで調査したが、貯水池には雑木と竹が分布しており、河床勾配は緩やかで、谷は鍋底型の浅い形状を示し、尾根はなだらかな山容を呈している。河川に沿って発達する段丘や河床に砂～シルト質砂が広く堆積している。また、基盤の砂岩頁岩互層はN15-20°W方向の小さな背斜軸を200-600m間隔で形成して分布している。

また、上流部や山腹においては風化が深くまで及んでおり軟質化した基盤岩が広く分布しており、雨水による土砂の流出や湛水に伴う浸水による小崩壊が多く発生し、貯水池に堆砂することが予想される。貯水池からの漏水に関しては可溶性の石灰岩等の特殊な岩石や、初生的に空隙や水みちを持った地層が分布していないことから、ダム近傍の貯水池鞍部の保水性が確保されれば問題は無いと思われる。ダム近傍には大きな地滑りや崩壊地は無さそうであるが、今後、空中写真を活用して、貯水池内の地滑り地、崩壊地等の分布を調査する必要がある。

#### 3.8.3 頭首工(逆調整池ダム) 地点

頭首工(逆調整池ダム)地点はベグヨーマ山地の東端に位置している。本地点の上流の谷は、河床からの比高3m程度で川幅が240～500mと広く、浅い谷を形成しているが、頭首工地点では両岸とも幅の狭い小さな丘が張り出しており、川幅が狭まり約80mとなっている。このすぐ下流で山地は終わりシッタン河本流の形成した広い平地となっており、頭首工の下流約2km付近で大きく



である。

1) 地形測量調査

国連の報告に基づき、かんがい局が選定したダム地点の地形図作成  
(縮尺 1:1,200、コンター間隔 2～5 フィート)

2) ダム下流域における量水標の設置

かんがい局の選定したダムサイトの下流約 6 km 地点に流量測定のための量水標を設置した。しかし高水時測定用の量水標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て力を注いでいる 3 つのプロジェクトの中の一つであり、上記の他にも受益地内の地形図測量もほぼ終了している。また、ダム軸および原石山等のボーリング調査を行なうべく準備中である。

(2) ダムサイトへのアクセス

ダムサイトへの進入路は、タングー市より鉄道線路に沿って国道を約 14km オクトウィン町まで南下し、プロム市へぬけるアスファルト道路に折れ約 14km 西方に進むと丘陵・山岳地となる。ここより無舗装の山岳道路を西北に約 10km 進むと行き止りとなり、さらに徒歩で約 2km 進むとカバウン川に到達する。川沿いにダムサイトへはそれぞれこの地点から約 4km 上流、頭首工地点へは 2km 下流である。

(3) 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おけるカバウン川の特性は次の通りである。

|       |                                                                                                          |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 河川幅員  | : 60～65m で河川勾配は非常に緩やかなため上下流で蛇行している。                                                                      |
| 河床の状況 | : 上流及び下流共一面砂のみで、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 次疎林とブッシュに覆われている。右岸は 1:2.4 程度の一定した傾斜、左岸は途中まで(EL.450ft)までは 1:1.1、それより上は 1:4 程度となる。斜面の崩壊箇所は見当たらない。 |
| 露出岩岩  | : 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 0.2～0.3 m <sup>3</sup> /sec (平成 6 年 4 月 25 日)                                                        |

3.7.4 ダム位置およびダムタイプ

マスタープランスタデーで提案されているカバウンダム地点は地形的、地質的観点から最も適当な位置である。本地点の上下流約 5 km についてダム地点の候補地を調査したが、他に適当な候補地点は見あたらない。本地点の両岸を含め周辺の地形、地質状況を調査した。地質の詳細は 3.8 章

屈曲している。この現河川の脇に旧河川地形が残っており、頭首工下流 2km 付近から旧流路は大きく湾曲し頭首工の左岸 700m 付近まで屈曲している。

頭首工地点の河床標高は約 62m で、川幅は約 80m であり、河床には厚さ数 m 程度の砂が堆積していると推定される。右岸は標高 90m の山頂をなす丘が、川岸まで迫っており約 50 度の傾斜をなす崖となっている。この崖には砂岩及び頁岩が露頭する。左岸は河床からの比高約 2m の段丘が幅約 40m 続き、標高 70m の丘となっている。

発電と灌漑の目的を両立させるためには、前述のように頭首工に逆調整池能力を持たせる必要がある堰(ダム) 高を高くする必要がある。この場合には、地形的・地質的に漏水が生じる箇所がないか、逆調整池の範囲を含む詳細地形図を作製し、調査・検討する必要がある。

#### 3.8.4 建設材料

シッタン河右岸の計画地域周辺においては、天然のコンクリート骨材として利用可能な砂は河床及び段丘に広く分布しているが、礫の分布はごく極かであり、天然骨材としては砂以外利用出来ない。コンクリート骨材採取の原石山の候補としてはシッタン河左岸に分布する花崗岩類及びピュー川流域の新鮮な砂岩が挙げられる。これら建設材料のうち特に砂岩については岩質・分布状況・品質等については今後詳細な調査が必要である。

今回の現地調査及び既存資料から判明した事柄を以下に示す。

- ・コンクリート骨材のうち砂以外のものをシッタン河本流の右岸側から得ることは難しいと考えられる。すなわち、砂岩等は新第三紀に堆積したものであり、ペグヨウマ山地では風化し、軟質となっている部分がかかなり認められるので、新鮮な砂岩部の分布状態と粗骨材としての物理性状を慎重に調査・試験しておく必要がある。しかし、シッタン河左岸に分布する花崗岩質の岩石と比較すると品質は落ち、重要構造物のコンクリート骨材としての利用の可能性は低いと考えられる。

- ・コンクリート骨材の採取地として現時点で質的に確実と思われる候補は図 2-2 に示すように既存の採石場及び礫の採取場所のような 1 シッタン河左岸支流の河床砂礫層(花崗岩や先第三紀の地層の礫) 2 シッタン河左岸に広く分布する花崗岩類である。しかし、これらを利用する場合には運搬距離がかかなり長くなる。

- ・ロックフィルタイプのリップラップ材料に関してはペグ層の新鮮・堅硬な砂岩等ならば使用可能と考えられるがダムから上流 5km まで川沿いに踏査したが新鮮堅硬な砂岩は見出されなかった。今後も地表踏査により、材料採取候補地をダム近傍で探す必要がある。

- ・他のフィルの材料は右岸側のペグ層あるいはイラワジ層の新鮮部～強風化部等が使用可能と考

・ロックフィル材

ロックフィルダムのリップラップ材料については、新鮮な砂岩であれば使用可能と考えられるがコンクリート骨材の項で述べたように、ダム及びその上流 5km 位までの貯水池では確認されなかった。今後、更にダム地点の近傍で新鮮・堅硬で耐久性のある砂岩が分布するかどうか確認する必要がある。

また、その他の材料についてもダム近傍で調査する必要がある。

(5) 断層調査

サガイン断層は既存文献で活断層とされており、既存の地質図にはこのサガイン断層がダム地点の下流約 5km 付近を通過するように表示されていることから、この断層について計画地域の地質調査を行う際に位置、規模、活動性等を調査する必要がある。この調査は通常航空写真判読と地表踏査の組み合わせにより実施される。即ち、航空写真で判読された変位地形及びリニアメントの性状等から断層の活動性を検討し、現地踏査で位置、性状を確認するといった手順が有効である。この調査により、断層の位置、長さとその活動性について把握し、設計上必要ならば更に詳細な調査を実施する。

(6) 調査計画

これまでに入手した情報及びカバウン地点の地表地質踏査から当地点で必要と考えられる地質調査等は次のとおりである。

えられる。

### 3.8.5 今後実施すべき地質調査

#### (1) ダム地点

本地点には新第三紀の砂岩・頁岩等が分布しており、地表踏査、弾性波探査、ボーリングを主体とした調査により、表層堆積物、基盤岩の分布・性状等を明らかにしていく必要がある。特に、本地点に分布する基盤岩は新第三紀の堆積岩であり、日本では一般に軟岩に区分されることから、スレーキング特性等に注意を払って調査する必要がある。また、ダム基礎の性状は元よりダム取り付け部両岸鞍部についてもボーリングにより地質状態、地下水位、透水性等を確認する必要がある。

#### (2) 貯水池

貯水池地域においては周辺斜面の安定性と貯水地の保水性を調査する必要がある。保水性については可溶性のある石灰岩等の特殊な岩石は分布しないと予想されることから特に大きな問題は無いと思われる。但し、貯水池の分水嶺を形成する尾根のうち、幅の狭い鞍部等については地質状況・透水性等を調査しておく必要がある。貯水池地域の地質調査については、貯水面積が広く、樹枝状に沢が発達していることから航空写真判読と踏査の組み合わせが効率的で有効である。まず、航空写真において、地質構造、リニアメント、地すべり、崩壊地の分布、地層の分布等の概略を把握し、重要箇所について踏査し確認する。なお、踏査に際しては、表流水の状態、湧水及び伏流地点の把握、水質（水温、pH）のデータも記録することが望まれる。

#### (3) 発電所地点

発電所地点は現在ダム直下流右岸の段丘面に計画されている。段丘には厚さ 2 ～3m 程度のシルト質砂が堆積している。ダム基礎とともに地表踏査と弾性波探査、ボーリング調査を実施し、表層堆積物の厚さ、分布、斜面の安定性、岩盤の分布状況を確認する必要がある。

#### (4) 建設材料

##### ・コンクリート骨材

カバウンドダム地点及びその約 5km 上流の貯水池内を踏査したが表層からの風化が沢部まで及んでいることが多く、骨材となるような物性をもつ新鮮・堅硬な砂岩は地表では今のところ確認されていない。クン川、ピュー川等に分布する新鮮な砂岩であれば使用出来る可能性もあるので、広く原石山候補地の調査を行うべきである。その結果が不可であればシッタン河左岸の花崗岩類または左岸側の第三紀以前の硬質な岩石及び花崗岩に由来する河川堆積物を候補として調査しなければならない。

表3-6 カバウン川水力発電計画 フィージビリティ調査期間中に必要な地質調査

| 地 点  | 調査の種類  | 数 量                      | 備 考                                                              |
|------|--------|--------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 計画地域 | 航空写真判読 | 計画地域全域                   | 地すべり地、リニアメント等の判読。                                                |
|      | 踏 査    | 計画地域全域                   | 縮尺 1/5,000 ～10,000 の地形図使用。<br>特にサガイン断層の位置・性状把握。                  |
| ダ ム  | 踏 査    | ダム計画地域                   | 縮尺 1/1,000 ～1/5,000 の地形図使用。                                      |
|      | 弾性波探査  | 3 ～ 5 測線                 | ボーリング 地点を通るように計画する。<br>発電所地点の調査を兼ねる。                             |
|      | ボーリング  | 3 ～ 5 孔                  | ダム軸沿い。透水試験、孔内水位測定実施                                              |
|      | 岩石試験   | 一 式                      | 物理性状、一軸圧縮試験、圧縮試験、超音波速度測定、スレーキング試験等。                              |
|      | 試料分析   | 一 式                      | 岩石顕微鏡観察、X線分析。                                                    |
| 貯水池  | 踏 査    | 貯水池地域及び<br>その周辺地域        | 主要な地すべり地形、崩壊地、リニアメントの確認。表流水の状況も記録。<br>縮尺 1/5,000 ～10,000 の地形図使用。 |
| 発電所  | 踏 査    | 発電所地域                    | 計画地域の写真判読結果を考慮し踏査。<br>縮尺 1/1,000 ～1/5,000 の地形図使用。                |
|      | 弾性波探査  | ( ダムに含む)                 | ダム地点の調査を兼ねる弾性波探査及び                                               |
|      | ボーリング  | 1 孔                      | ボーリングを実施する。                                                      |
| 建設材料 | 踏 査    | ダム地点周辺、<br>貯水池及び下<br>流 域 | 縮尺 1/5,000 ～10,000 の地形図使用。<br>コンクリート骨材<br>ロック材・土質材               |
|      | 立 坑    |                          | 地表踏査の結果、必要ならば弾性波探査、                                              |
|      | 弾性波探査  |                          | 立坑及びボーリングを実施する。                                                  |
|      | ボーリング  |                          |                                                                  |
|      | 材料試験   | 一 式                      | 比重、吸水率、アルカリ骨材試験、すり減り試験等                                          |



### 3.9 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、かんがい水の供給を始めている。3.5.5 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を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：タウンゲー市の郊外 Kanyo 村周辺（カバウン左岸）およびオクトウイン町の南（カバウン右岸）の2カ所
- 2) モデル圃場：100ha x 2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：0.15m<sup>3</sup>/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4.5m<sup>3</sup>/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のであれば、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。

### 3.10 かんがい局の調査の進捗

ミャンマー政府は、1996/97年度から始まる開発5ヶ年計画の内、かんがい部門において表3-7に示すようにかんがい開発・営農改善の目標を掲げている。さらに、各年の個別の開発予定プロジェクトを表3-8に示す通りリストアップしている。

かんがい局では、この開発計画に沿った形で1964年に行なった国連のシッタン河溪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の結果を踏まえ、ダムサイト、頭首工サイト

及びかんがい開発計画に関して、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 の地形図で、コンターラインは 50ft (15.24m)、森林省が 1982 年に撮影した航測モザイク写真を利用して作成されたものである。

(1) 地形測量

- a. 予定ダムサイト周辺地形測且は平面図の作成、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,<br>約 44ha |
|              | コンター間隔 10ft (3m)              |
| 横断図          | : 1 測線                        |
|              | 縦縮尺 1:600、横縮尺 1:1,200         |
|              | 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=1: 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、合計約 30ha |
|     | コンター間隔 2 ft(0.6m)          |
|     | 左岸比高 9.8m、右岸比高 29.0m       |

- d. 受益地地形図

1996 年 1 月までに 1: 3,960 地形図測量がほぼ完了し、図化作業中である。

(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省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 1:63,630 で、1994 年 4 月に作成されている。
- c. 社会・農業経済調査は、主としてタンゲー及びオクトウインの 2 郡について概査されている。

表 3 - 7 開発 5 ヶ年計画 (かんがい部門)

## Five - Year Programme (Irrigation Sector)

| 項 目       | 単位     | 1995-96 | 1996-97 | 1997-98 | 1998-99 | 1999-2000 | 2000-2001 |
|-----------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|
| - 人口      | 百万人    | 44.70   | 45.51   | 46.33   | 47.17   | 47.98     | 48.81     |
| - 耕地面積    | 百万エーカー | 22.99   | 23.22   | 23.44   | 23.68   | 23.93     | 24.18     |
| - 作付面積    | 百万エーカー | 32.43   | 34.81   | 35.87   | 37.04   | 38.19     | 39.37     |
| - 作付率     | %      | 141     | 150     | 153     | 156     | 160       | 167       |
| - 純かんがい面積 | 百万エーカー | 4.75    | 5.43    | 5.79    | 6.02    | 6.28      | 6.67      |
|           | %      | 21      | 23      | 25      | 25      | 26        | 28        |
| - 総かんがい面積 | 百万エーカー | 7.27    | 8.10    | 8.68    | 9.38    | 10.17     | 10.96     |
|           | %      | 23      | 23      | 24      | 25      | 26        | 28        |
| 機械化耕作面積   |        |         |         |         |         |           |           |
| - 耕起      | 百万エーカー | 13.50   | 17.51   | 21.29   | 25.20   | 30.11     | 33.60     |
| - 収穫      | 百万エーカー | 3.00    | 4.80    | 6.60    | 8.40    | 10.20     | 12.00     |
| - 脱穀      | 百万エーカー | 3.96    | 6.12    | 8.28    | 10.44   | 12.60     | 14.76     |
| - 乾燥      | 百万エーカー | 0.09    | 0.41    | 0.72    | 1.04    | 1.35      | 1.67      |
| 使用機械台数    |        |         |         |         |         |           |           |
| - トラクター   | 台      | 7,000   | 7,600   | 8,200   | 8,800   | 9,400     | 10,000    |
| - 耕耘機     | 台      | 20,000  | 32,000  | 44,000  | 56,000  | 68,000    | 80,000    |
| - 大口径ポンプ  | 台      | 2,000   | 2,000   | 2,000   | 2,000   | 2,000     | 2,000     |
| - 小口径ポンプ  | 台      | 30,000  | 40,000  | 50,000  | 60,000  | 70,000    | 80,000    |
| - 高揚程ポンプ  | 台      | 4,200   | 6,000   | 8,000   | 10,000  | 12,000    | 14,000    |
| - ハーベスター  | 台      | 12,500  | 20,000  | 27,500  | 35,000  | 42,500    | 50,000    |
| - 脱穀機     | 台      | 5,500   | 8,500   | 11,500  | 14,500  | 17,500    | 20,500    |
| - 乾燥機     | 台      | 1,000   | 4,500   | 8,000   | 11,500  | 15,000    | 18,500    |
| 肥料        |        |         |         |         |         |           |           |
|           | 千トン    | 1,000   | 1,100   | 1,200   | 1,300   | 1,400     | 1,500     |
| 農業        |        |         |         |         |         |           |           |
|           | トン     | 1,726   | 3,112   | 3,501   | 3,936   | 4,362     | 4,564     |

### (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が設置され、1994 年より流量測定を開始、現在継続中である。

### (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 1996 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、1 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。

表 3 - 8 ( 1 ) 5 ヶ年計画中に完成予定のかんがいプロジェクト ( 1 9 9 6 / 9 7 年度)

The Irrigation Projects to be completed in (1996-97)

| No.                 | Name of Project                                             | Location         |                | Irrigable Area /<br>Projected Area<br>(Acre) | Project<br>Cost<br>(Million Kyats) |
|---------------------|-------------------------------------------------------------|------------------|----------------|----------------------------------------------|------------------------------------|
|                     |                                                             | State / Division | Town Ship      |                                              |                                    |
| 1                   | Taung Nyo Reservoir                                         | Bago             | Nattalin       | 50,000                                       | 750.5                              |
| 2                   | Series of Weirs along<br>Daungthe Chaung                    | Magway           | YenanChaung    | 1,850                                        | 31.2                               |
| 3                   | Pin Reservoir                                               | Mandalay         | Kyaukpadaung   | 13,360                                       | 442.8                              |
| 4                   | Yamar Chaung Reservoir                                      | Sagaing          | Pele           | 12,000                                       | 200.0                              |
| 5                   | Mu (Kindat) Diversion Dam                                   | Sagaing          |                | 500,000                                      | 1,999.0                            |
| 6                   | Maingkbay weir and Canal                                    | Shan             | Hsipaw         | 2,000                                        | 34.0                               |
| 7                   | Greening of nine Districts<br>in Central Myanmar            | Mandalay         |                | 75,069                                       | -                                  |
|                     |                                                             | Magway           |                | -                                            | -                                  |
|                     |                                                             | Sagaing          |                | -                                            | -                                  |
| 8                   | Lower Myanmar Paddy Land.<br>Reclamation Project<br>Phase I | Yangon           | Twantay        | 53,750                                       | -                                  |
|                     |                                                             | Bago             |                | -                                            | -                                  |
|                     |                                                             | Aye yarwaddy     |                | -                                            | -                                  |
| 9                   | Mindon Diversion Weir                                       | Magway           | Kanma          | 4,500                                        | 126.0                              |
| 10                  | Zawgyi Reservoir                                            | Shan             | Yatsauk        | 110,000                                      | 1,600.0                            |
| 11                  | Bangone Reservoir                                           | Magway           | Taung Dwin gyi | 2,000                                        | 70.0                               |
| 12                  | Hlanzaloke Reservoir                                        | Sagaing          | Manywa         | 2,000                                        | 45.0                               |
| 13                  | Thabyeyo Reservoir                                          | Mandalay         | Windwin        | 3,500                                        | 22.0                               |
| 14                  | Lepbyu Weir                                                 | Mandalay         | Yamethin       | 6,500                                        | 37.4                               |
| 15                  | Series of weirs along<br>Yaw Chaung                         | Magway           | Pauk           | 5,200                                        | 94.0                               |
| 16                  | Zeetaw Reservoir                                            | Mandalay         | Nabtogyi       | 4,000                                        | 600.0                              |
| 17                  | Saddan Reservoir                                            | Magway           | Myothit        | 10,000                                       | 200.0                              |
| 18                  | Pathi Reservoir                                             | Bago             | Taungoo        | 2,500                                        | 380.55                             |
| 19                  | Sunkan Reservoir                                            | Mandalay         | Myigyan        | 4,700                                        | 22.5                               |
| Total (19 Projects) |                                                             |                  |                | 862,929                                      | 6,654.95                           |



表 3-8 (2) 5ヶ年計画中に完成予定のかんがいプロジェクト (1997/98年度)

The Irrigation Projects to be completed in (1997-98)

| No.            | Name of Project                                            | Location                          |              | Irrigable Area /         | Project                 |
|----------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------|--------------------------|-------------------------|
|                |                                                            | State / Division                  | Town Ship    | Projected Area<br>(Acre) | Cost<br>(Million Kyats) |
| 1              | Nankathu Reservoir                                         | Ayeyarwaddy                       | Ingapu       | 25,000                   | 439.8                   |
| 2              | Humon Reservoir                                            | Shan                              | Lashio       | 1,000                    | 40.0                    |
| 3              | Sinthe Reservoir                                           | Mandalay                          | Tatkon       | 12,400                   | 560.0                   |
| 4              | Greening of nine arid<br>Districts in middle Myanmar       | Mandalay                          |              | 38,166                   | -                       |
|                |                                                            | Magway                            |              | -                        | -                       |
|                |                                                            | Sagaing                           |              | -                        | -                       |
| 5              | Lower Myanmar Paddy Land<br>Reclamation Project<br>Phase I | Yangon /<br>Bago /<br>Ayeyarwaddy |              | 77,500<br>-<br>-         | -<br>-<br>-             |
| 6              | Moemeik Weir                                               | Shan                              | Moemeik      | 6,770                    | 50.0                    |
| 7              | Wegyi Reservoir                                            | Bago                              | Paungde      | 60,000                   | 1,200.0                 |
| 8              | Bawni Reservoir                                            | Bago                              | Daikoo       | 4,000                    | 80.0                    |
| 9              | Mann Chaung Reservoir                                      | Magway                            | Minbu        | 37,500                   | 639.0                   |
| 10             | Bwattgyi Reservoir                                         | Magway                            | Aunglan      | 10,000                   | 200.0                   |
| 11             | Pabe Chaung Reservoir                                      | Bago                              | Taungoo      | 4,000                    | 70.0                    |
| 12             | Welaung Reservoir                                          | Mandalay                          | Taungtha     | 1,500                    | 35.0                    |
| 13             | Hinywat Chaung Reservoir                                   | Rakkbine                          | Arm          | 300                      | 160.0                   |
| 14             | Taungtha Reservoir                                         | Mandalay                          | Taungtha     | 2,000                    | 30.0                    |
| 15             | Yinmele Reservoir                                          | Magway                            | Taungdwingyi | 1,500                    | 52.0                    |
| 16             | Binedar Reservoir                                          | Bago                              | Daikoo       | 46,700                   | 934.0                   |
| 17             | Shwedarmo Reservoir                                        | Mandalay                          | Yemethin     | -                        | -                       |
| 18             | Ngamin Reservoir                                           | Magway                            | Taungdwingyi | 4,000                    | 80.0                    |
| 19             | Yanpae Chaung Reservoir                                    | Magway                            | Taungdwingyi | 4,000                    | 80.0                    |
| 20             | Zalathtaw Reservoir                                        | Bago                              | Bago         | 3,500                    | 70.0                    |
| 21             | Ngapyawtaing Reservoir                                     | Sagaing                           | Kantbalu     | 3,600                    | 81.7                    |
| 22             | Kaoliya Reservoir                                          | Bago                              | Daikoo       | 24,500                   | 490.0                   |
| 23             | Thekaw Reservoir                                           | Bago                              | Thagarwaddy  | 25,000                   | 500.0                   |
| Total (23) Nos |                                                            |                                   |              | 392,936                  | 5,791.5                 |

表 3 - 8 (3) 5ヶ年計画中に完成予定のかんがいプロジェクト (1998/99年度)

The Irrigation Projects to be completed in (1998-99)

| Sr             | Name of Project                                            | Location                      |             | Irrigable Area /         | Project                 |
|----------------|------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------|--------------------------|-------------------------|
|                |                                                            | State / Division              | Town Ship   | Projected Area<br>(Acre) | Cost<br>(Million Kyats) |
| 1              | Kabaung Reservoir                                          | Bago                          | Taungoo     | 135,000                  | 1,960.0                 |
| 2              | Yarzegyo Diversion Dam                                     | Sagaing                       | Kalay       | 11,000                   | 500.0                   |
| 3              | Lower Myanmar Paddy<br>Land Reclamation<br>Project Phase I | Yangon<br>Bago<br>Ayeyarwaddy |             | -<br>57,500<br>-         | -<br>-<br>-             |
| 4              | Paurgnet Reservoir                                         | Kachin                        | Shwegu      | 4,000                    | 100.0                   |
| 5              | Winphemon Reservoir                                        | Mon                           | Mawlamyaing | 12,800                   | 459.2                   |
| 6              | Swar Chaung Reservoir                                      | Bago                          | Taungoo     | 69,000                   | 1,093.7                 |
| 7              | Sun Reservoir                                              | Magway                        | Myothit     | 7,700                    | 154.0                   |
| 8              | Palin Reservoir                                            | Magway                        | Myothit     | 4,400                    | 88.0                    |
| 9              | Mazin Reservoir                                            | Bago                          | Bago        | 650                      | -                       |
| 10             | Bawlakhe Reservoir                                         | Kayah                         | Bawlaghe    | 300                      | -                       |
| 11             | Mon Chaung Reservoir                                       | Magway                        | Minbu       | 108,000                  | 3,548.0                 |
| 12             | Pade Chaung Reservoir                                      | Magway                        | Aunglan     | 4,000                    | 80.0                    |
| Total (12) Nos |                                                            |                               |             | 414,350                  | 7,982.9                 |

表 3-8 (4) 5ヶ年計画中に完成予定のかんがいプロジェクト (1999/2000年度)

The Irrigation Projects to be completed in (1999-2000)

| Sr            | Name of Project         | Location         |             | Irrigable Area /         | Project                 |
|---------------|-------------------------|------------------|-------------|--------------------------|-------------------------|
|               |                         | State / Division | Town Ship   | Projected Area<br>(Acre) | Cost<br>(Million Kyats) |
| 1             | Kun Reservoir           | Bago             | Taungoo     | 110,000                  | 1,711.0                 |
| 2             | Ma Mya Chaung Reservoir | Ayeyarwaddy      | Ingapu      | 40,000                   | 429.7                   |
| 3             | Nanlat Reservoir        | Shan             | Yatsauk     | 27,800                   | 518.4                   |
| 4             | Bawbin Reservoir        | Bago             | Thayarwaddy | 40,000                   | 743.2                   |
| 5             | Thoneze Reservoir       | Bago             | Thoneze     | 70,000                   | 850.4                   |
| 6             | Pyaing Chaung Reservoir | Rakhine          | Sittwe      | 25,000                   | 245.8                   |
| 7             | Paung laung Reservoir   | Mandalay         | Yemethin    | 53,180                   | 135.0                   |
| 8             | Yenwe Reservoir         | Bago             | Ryauk data  | 118,500                  | 4,217.0                 |
| Total (8) Nos |                         |                  |             | 484,480                  | 8,850.5                 |

表 3-8 (5) 5ヶ年計画中に完成予定のかんがいプロジェクト (2000/2001年度)

The Irrigation Projects to be completed in (2000-2001)

| No.            | Name of Project       | Location         |             | Irrigable Area /         | Project                 |
|----------------|-----------------------|------------------|-------------|--------------------------|-------------------------|
|                |                       | State / Division | Town Ship   | Projected Area<br>(Acre) | Cost<br>(Million Kyats) |
| 1              | Kadin Bilin Reservoir | Bago             | Thayarwaddy | 40,000                   | 465.7                   |
| 2              | Saingboke Reservoir   | Ayeyarwaddy      | Hinzada     | 1,000                    | 14.0                    |
| 3              | Hnepadaw Reservoir    | Mon              | Mantemyaing | 12,000                   | 197.0                   |
| 4              | Abit Reservoir        | Mon              | Mantemyaing | 20,600                   | 436.1                   |
| 5              | Phyu Chaung Reservoir | Bago             | Phyu        | 225,000                  | 13,500.0                |
| 6              | Mezali Reservoir      | Ayeyarwaddy      | Hinzada     | 47,000                   | 764.5                   |
| 7              | Salin Reservoir       | Magway           | Minbu       | 40,000                   | 830.6                   |
| 8              | Gamon Reservoir       | Bago             | Thayarwaddy | 15,000                   | 368.9                   |
| 9              | Minhla Reservoir      | Bago             | Thayarwaddy | 20,000                   | 347.6                   |
| 10             | Nyaungkine Reservoir  | Bago             | Padawing    | 4,000                    | 68.1                    |
| 11             | Palaw Reservoir       | Magway           | Pakokku     | 1,500                    | 40.2                    |
| 12             | Kanyin Reservoir      | Ayeyarwaddy      | Hinzada     | 40,000                   | 941.1                   |
| 13             | Thaphanzeik Reservoir | Sagaing          | Kyunhla     | -                        | -                       |
| Total (13) Nos |                       |                  |             | 466,100                  | 17,973.8                |

## 第4章 地形図の作成

### 4.1 ピュー地区の地形図作成

#### 4.1.1 地形図作成の必要性

現在、ピュープロジェクトの対象地域については1インチ=1マイルの国土基本図しか存在していない。したがって、フィジビリティ調査のためには新規の地形図を作成する必要がある。その内容は（図4-1）：

- 1) 集水域約1,040km<sup>2</sup>を含めたプロジェクトエリア全体をカバーする1/20,000航空写真の撮影。  
面積約2,800km<sup>2</sup>
- 2) 貯水池約92km<sup>2</sup>をカバーする縮尺1/10,000の地形図の作成（1/20,000航空写真利用）  
面積約200km<sup>2</sup>
- 3) ダム地域、発電所地域、頭首工地域、水路ルート、灌漑地域をカバーする1/5,000の地形図の作成（1/20,000航空写真利用）  
面積750km<sup>2</sup>
- 4) ダム地域、発電所地域、及び水路ルート対象地区の1/1,000地形図の作成（基本的に地上測量による）

#### 4.1.2 既存の基準点

プロジェクト対象地域内には、標定点測量の与点として使用可能な信頼できる基準点がほとんど存在しないため、標定点測量にあたっては対象地域外の国道や鉄道沿いに存在する国家基準点や水準点を与点として利用する必要がある。



#### 4.2 カバウン地区の地形図作成

カバウンの灌漑地域周辺については、ミャンマー農業省灌漑局が以前より自力で実測地形図（縮尺 1/3,960）を作成しており、今回は地形図作成がほぼ終了したとの報告を受けた。しかしながら、当面は下記理由により灌漑対象地域については新規に航空測量法により 1/5,000 地形図を作成する計画とする。

- 1) 灌漑局の実測の方法が平板法である。
- 2) 使用器材が大変に古く、精度、特に高さの精度が懸念される。
- 3) 1/3,960 地形図のカバー地域と実際のプロジェクト対象地域が一致するかどうか現時点では不明である。

現時点でカバウンプロジェクト地域で必要と思われる地形図作成業務をまとめると以下のとおりとなる。（図 4-2）

- 1) 集水域約 1,080km<sup>2</sup>を含めたプロジェクトエリア全体をカバーする 1/20,000 航空写真の撮影。  
面積約 3,000km<sup>2</sup>
- 2) 貯水池約 78 km<sup>2</sup>をカバーする縮尺 1/10,000 の地形図の作成（1/20,000 航空写真利用）  
面積約 500km<sup>2</sup>
- 3) ダム地域、発電所地域、頭首工地域、水路ルート、灌漑地域をカバーする 1/5,000 の地形図の作成（1/20,000 航空写真利用）  
面積 1,128km<sup>2</sup>
- 4) ダム地域、発電所地域、及び水路ルート対象地区の 1/1,000 地形図の作成（基本的に地上測量による）

付 図

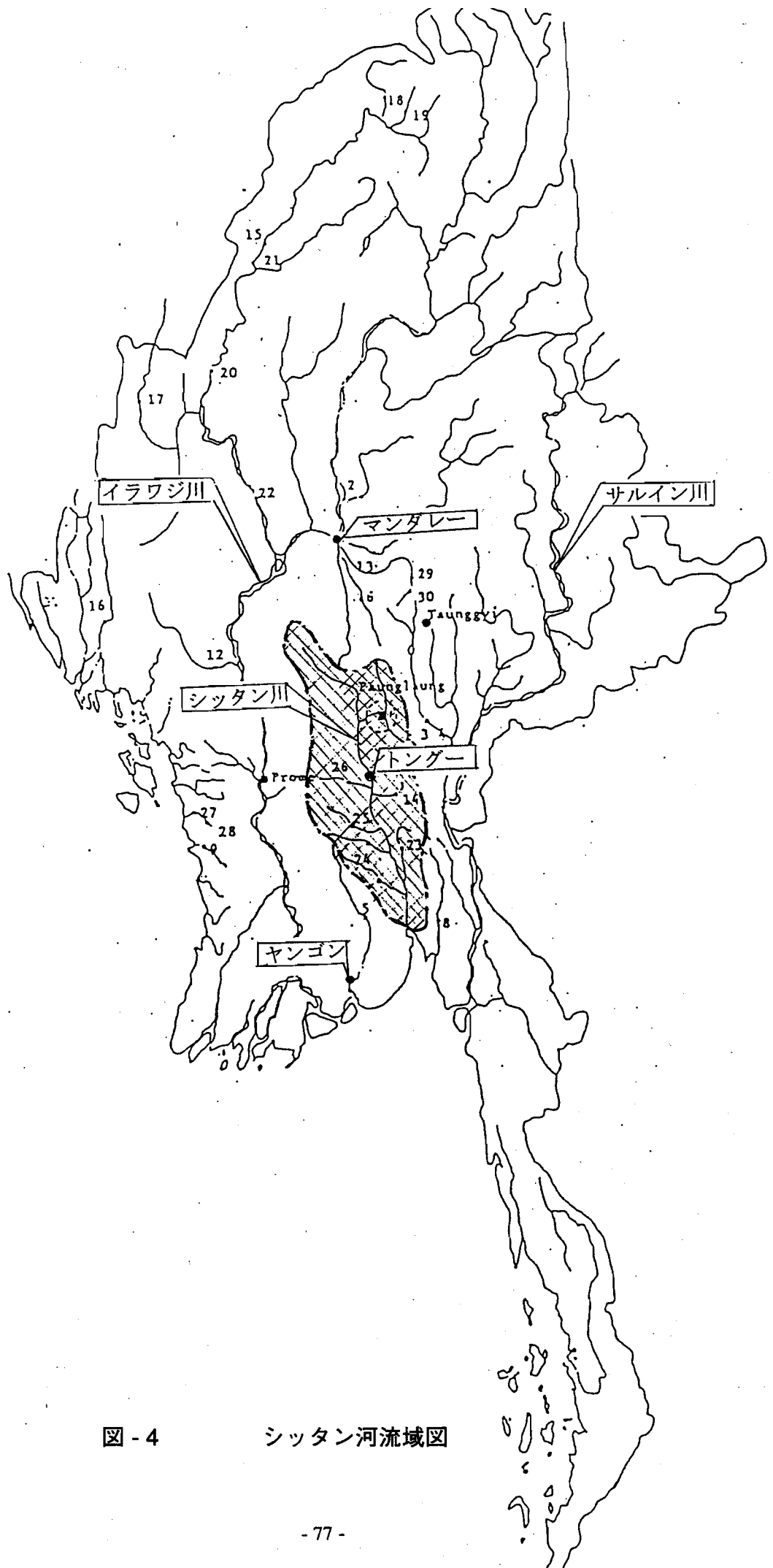


図 - 4

シッタタン河流域図

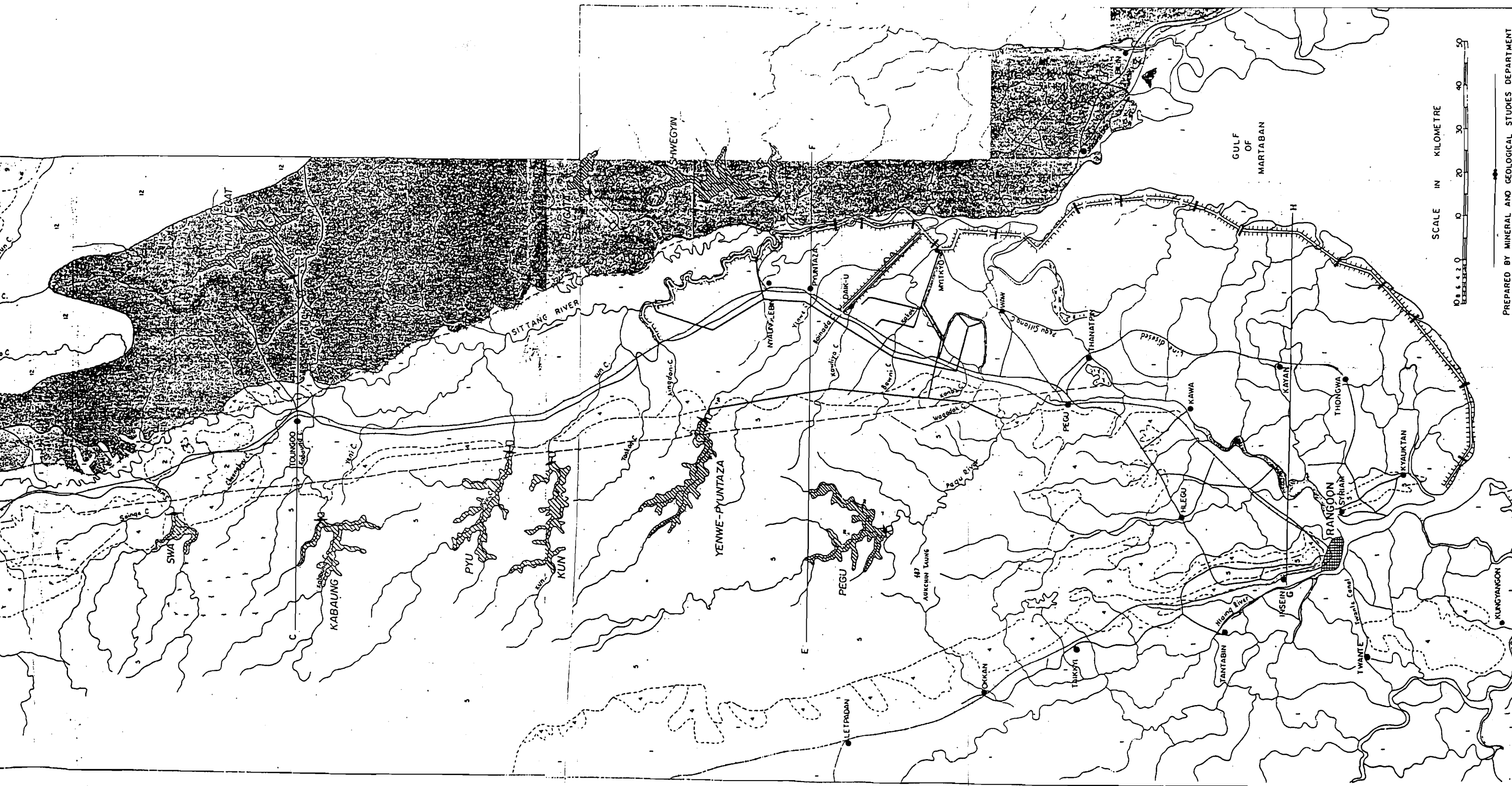


図 - 5 シッタナ河流域開発計画図(UNDP Report)

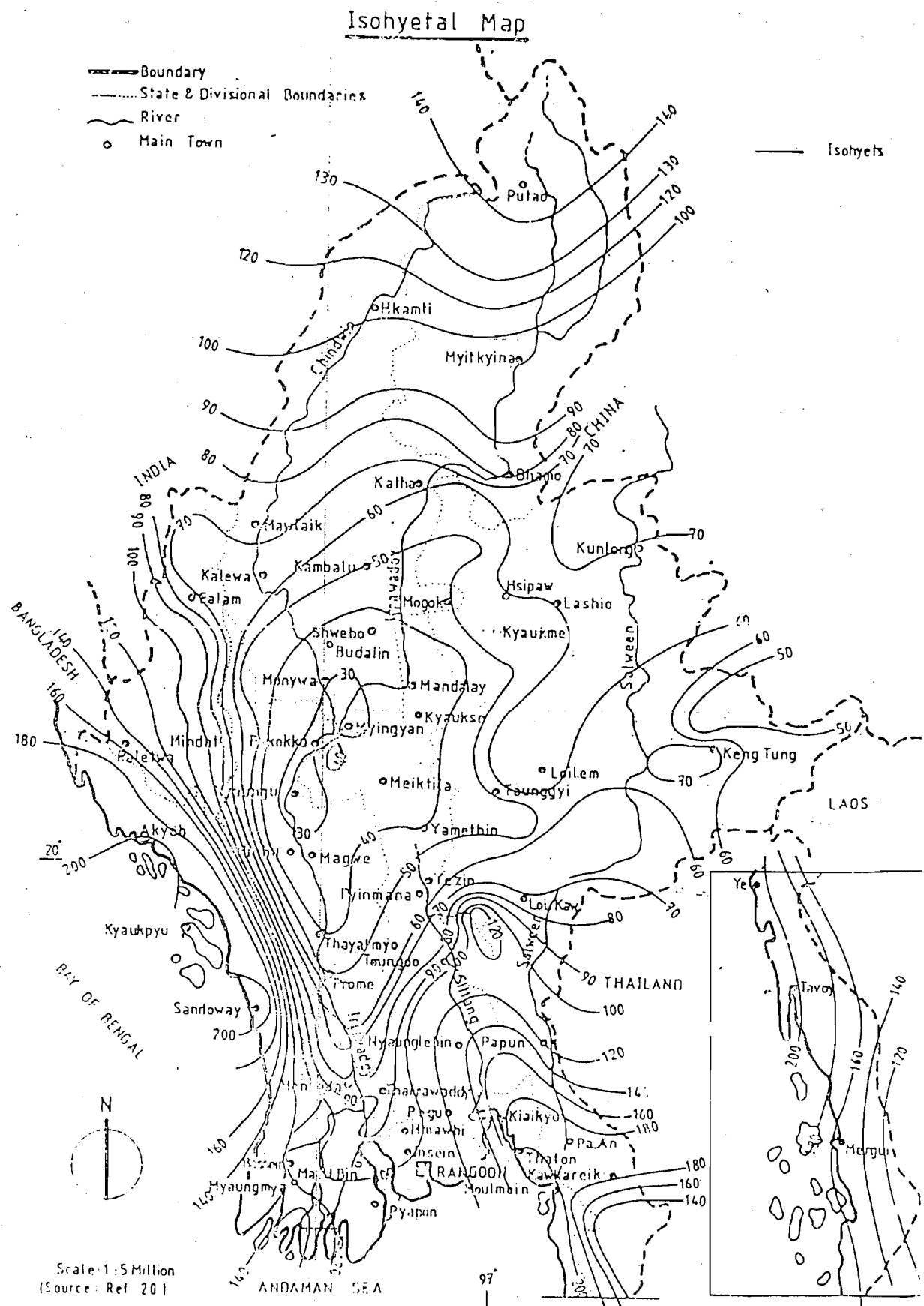


図 - 6

ミャンマー全土等雨量線図



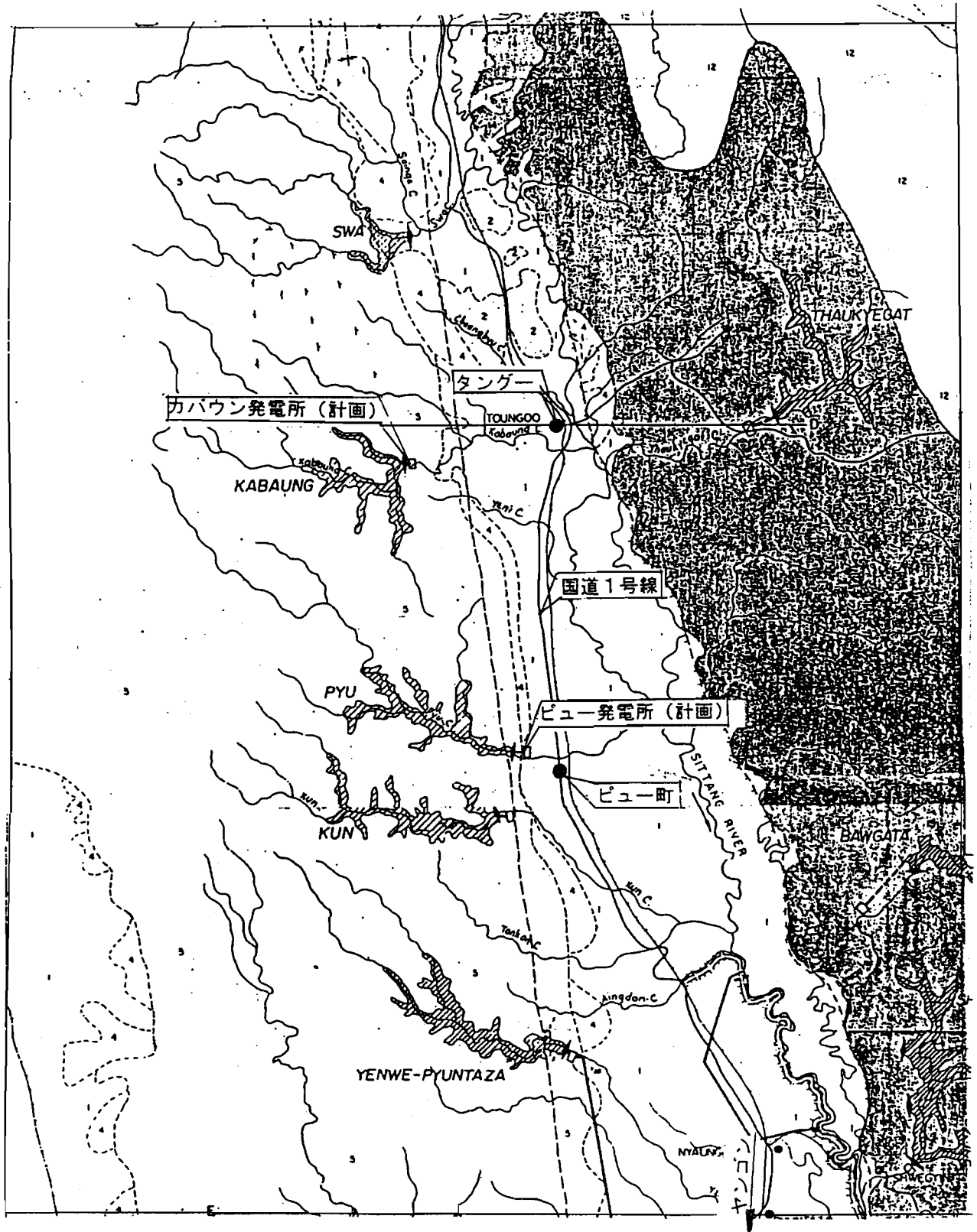
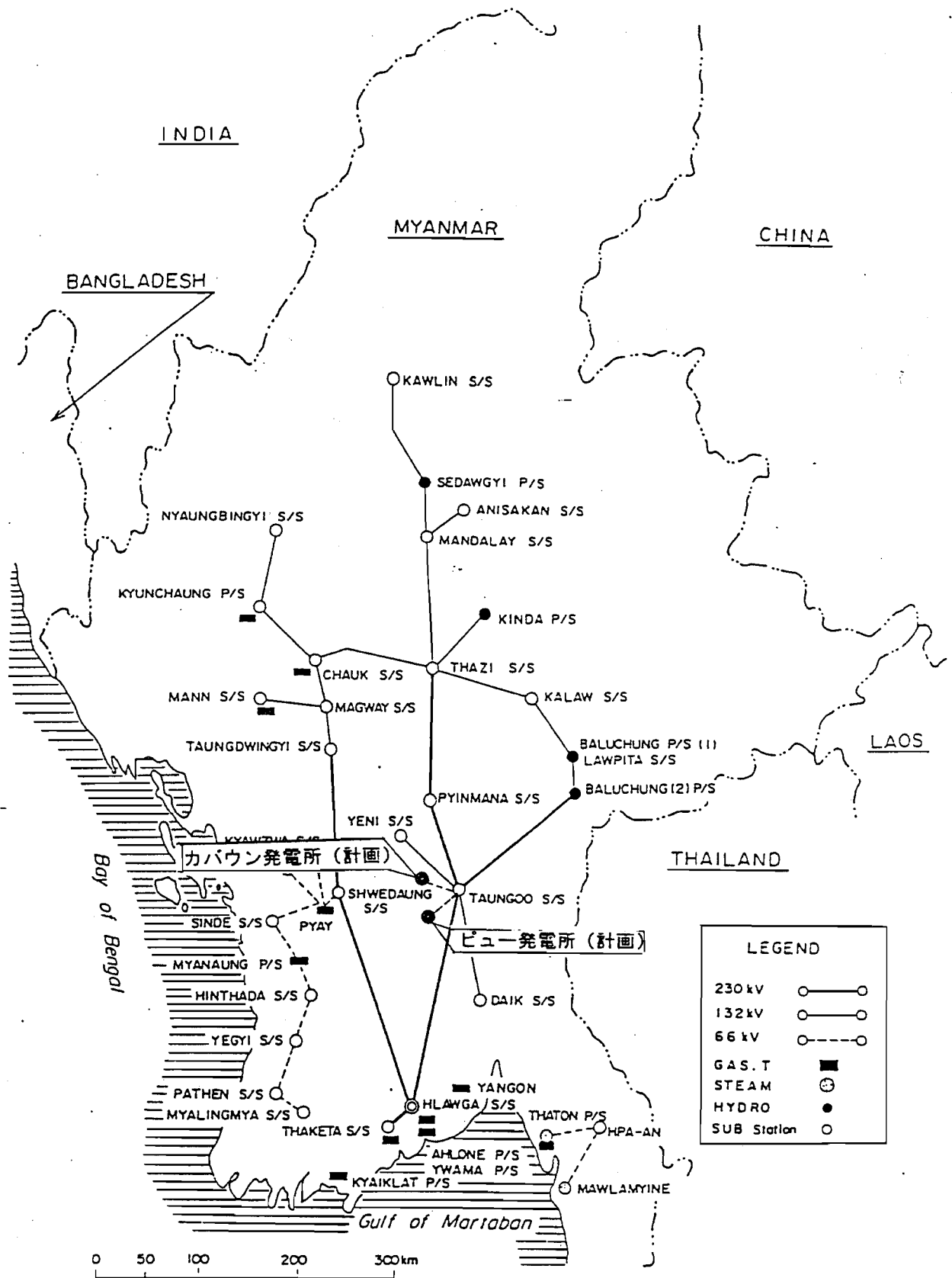


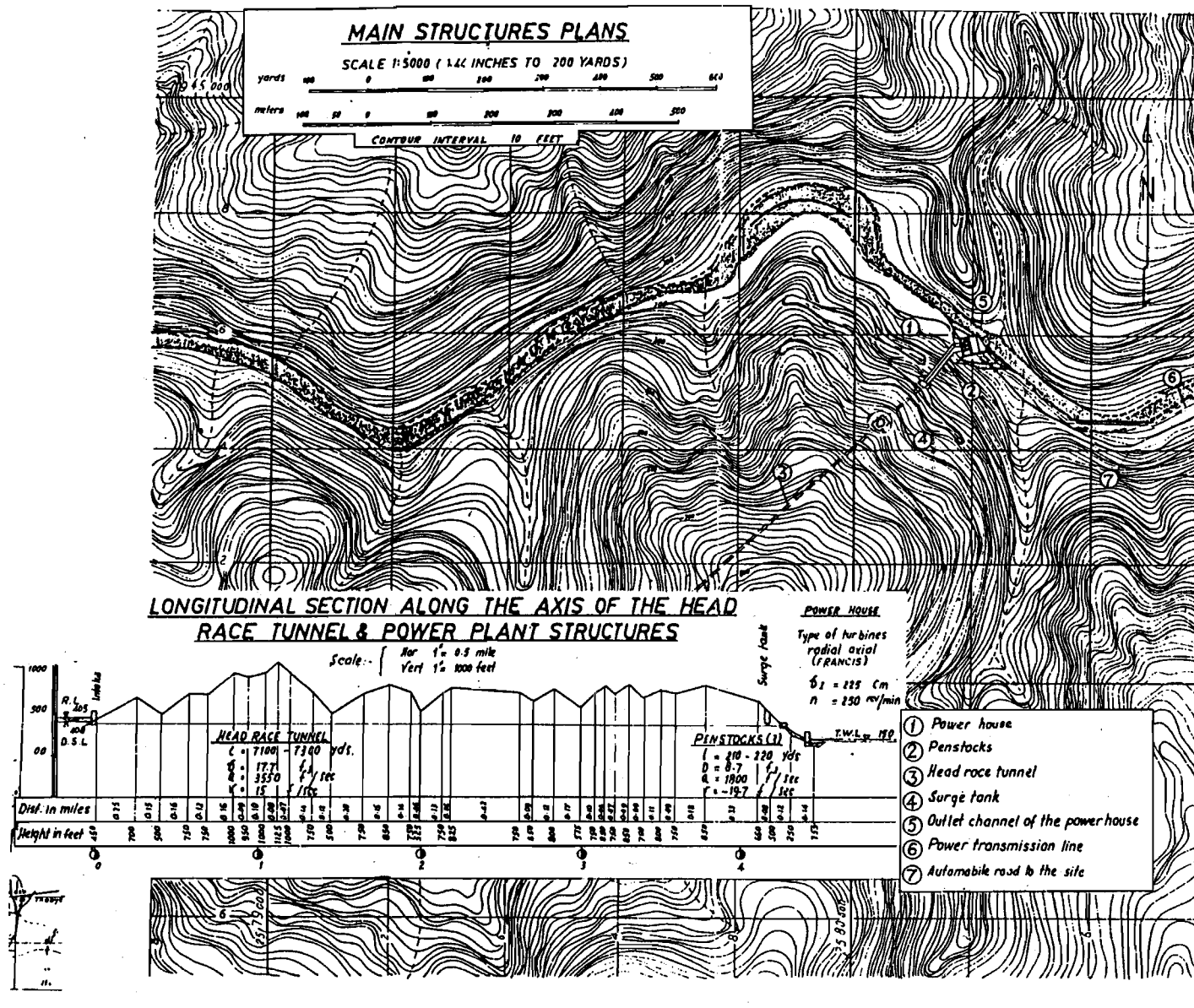
図 2-1      ピュー水力発電計画位置図



LOCATION OF MAIN POWER PLANTS AND TRANSMISSION LINE BY MEPE

図 2 - 2 ミヤンマー国内の主要発電所および送電線 (As of May 1994)





**MAIN CHARACTERISTICS OF THE SITE AND RESERVOIR**

| No. | CHARACTERISTICS                       | MEAS UNIT         | VALUE                  |
|-----|---------------------------------------|-------------------|------------------------|
| 1   | Catchment area                        | mile <sup>2</sup> | 406                    |
| 2   | Mean annual run off                   | acre foot         | 1.72 × 10 <sup>6</sup> |
| 3   | Retention level (R.L.)                | foot              | 465                    |
| 4   | Reservoir area at R.L. 465 f          | mile <sup>2</sup> | 36                     |
| 5   | Reservoir full capacity R.L.          | acre foot         | 1.35 × 10 <sup>6</sup> |
| 6   | Dead storage level D.S.L.             | foot              | 408                    |
| 7   | Nett draught of the reservoir         | acre foot         | 0.90 × 10 <sup>6</sup> |
| 8   | Regulated draught for Irrigation      | acre foot         | 1.0 × 10 <sup>6</sup>  |
| 9   | Minimum river water level             | foot              | 295                    |
| 10  | Maximum head of the dam at R.L.       | foot              | 170                    |
| 11  | Installed capacity of the power plant | Thous kW          | 65                     |
| 12  | Average annual power out put          | min               | 260                    |
| 13  | Number of units                       | unit              | 3                      |

**VOLUMES OF MAIN CONSTRUCTION WORK**

| No. | KIND OF WORK                  | MEAS UNIT             | VOLUME  |
|-----|-------------------------------|-----------------------|---------|
| 1   | Excavation including tunnel   | Thous ft <sup>3</sup> | 285/238 |
| 2   | Filling and backfill          | "                     | 35      |
| 3   | Concrete including reinforced | "                     | 245     |
| 4   | Stone dumping and facing      | "                     | 8       |
| 5   | Hydropower equipment          | ton                   | 1800    |
| 6   | Gates and metallic structures | ton                   | 775     |
| 7   | Grouting                      | length                | 6000    |

NOTE: Due to the absence of the topographic plan Scale: 1:5000 the volumes of construction work for the structures were not calculated but were assumed similar to those for KUN CHAUNG project.

UNITED NATIONS SITTANG RIVER SURVEY MISSION  
RANGOON, BURMA

REPORT ON SITTANG RIVER WATER RESOURCES DEVELOPMENT

PYU CHAUNG PROJECT

SCALE  
From 1:5000  
To 1:720

DRAWN BY D.N. KHRENOV

No. II - 7-7

図 2 - 4

ピュー水力発電計画主要構造物平面(UN Report)

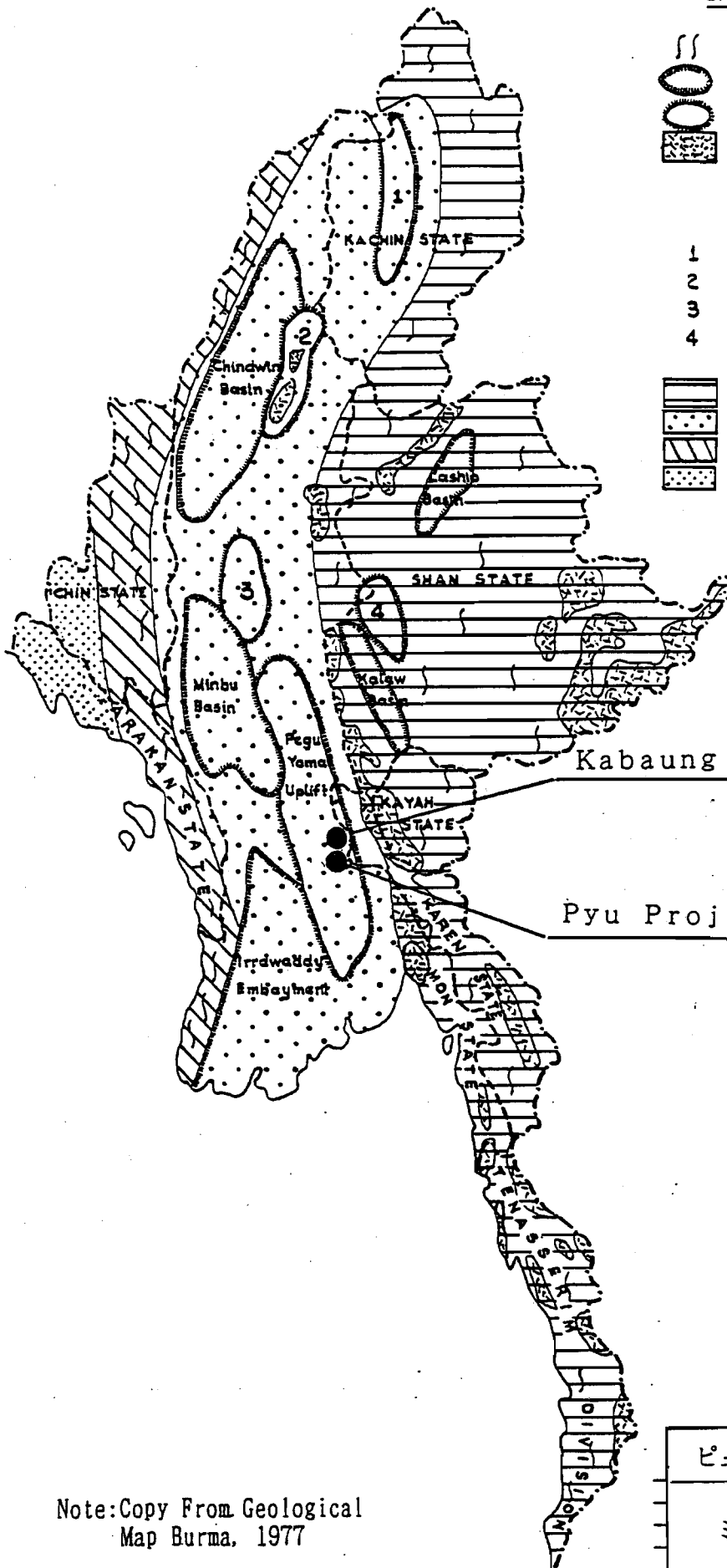
ピュー水力発電計画アクセスロード（踏査ルート）

# EXPLANATION

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

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

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



Note: Copy From Geological Map Burma, 1977

ピュー及びカバウンかんがい開発計画

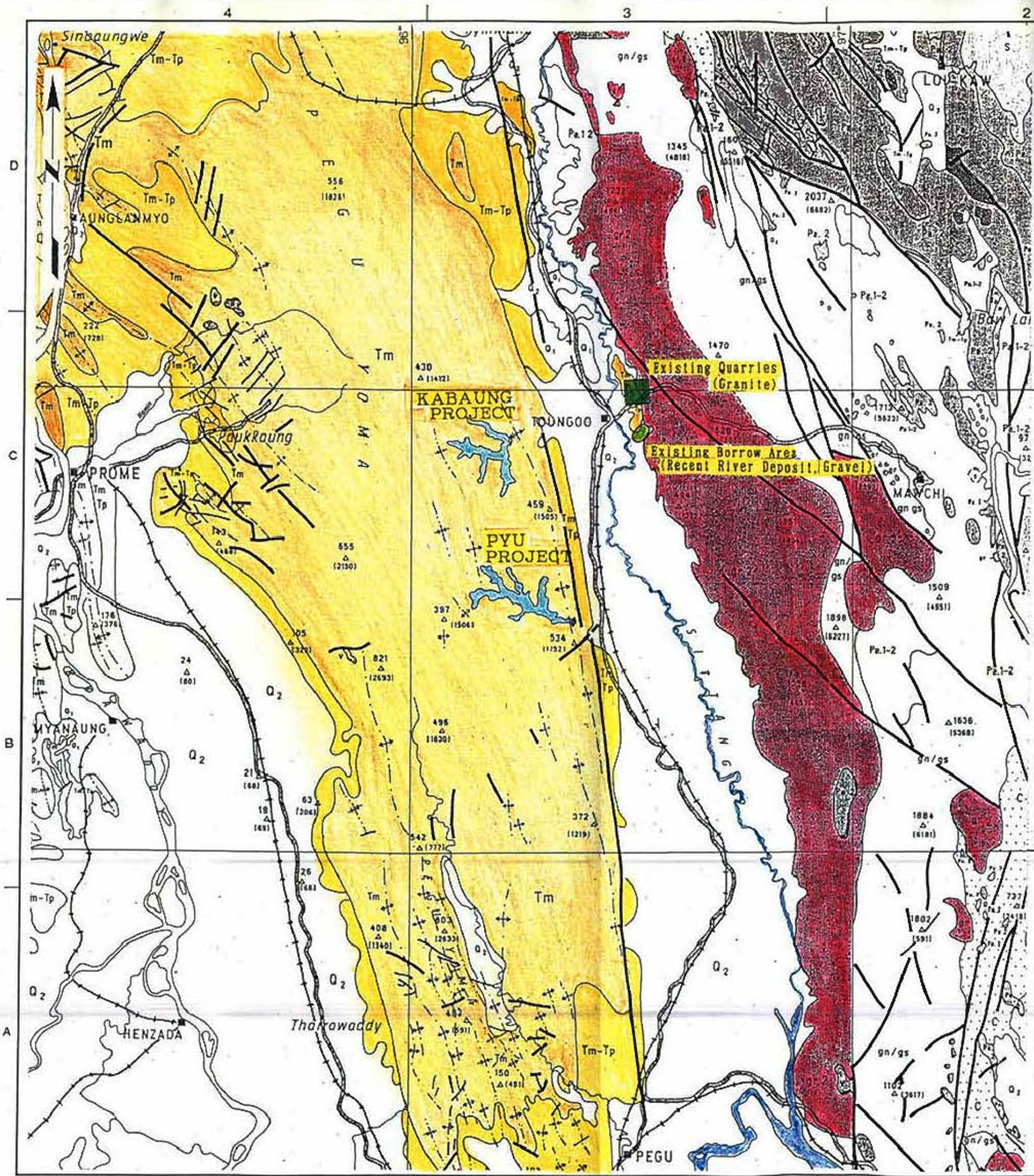
ミャンマーのテクトニクス概略図

図 2 - 6

Agricultural Development Consultants Association  
JAPAN  
(ADCA)

| LOCATION | DATE | DESCRIPTION | BY |
|----------|------|-------------|----|
| REVISION |      |             |    |





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



(Copy From The Geological Map Of Burma,  
March, 1977. Scale 1:1,000,000)

| LOCATION | DATE | DESCRIPTION | BY |
|----------|------|-------------|----|
| REVISION |      |             |    |

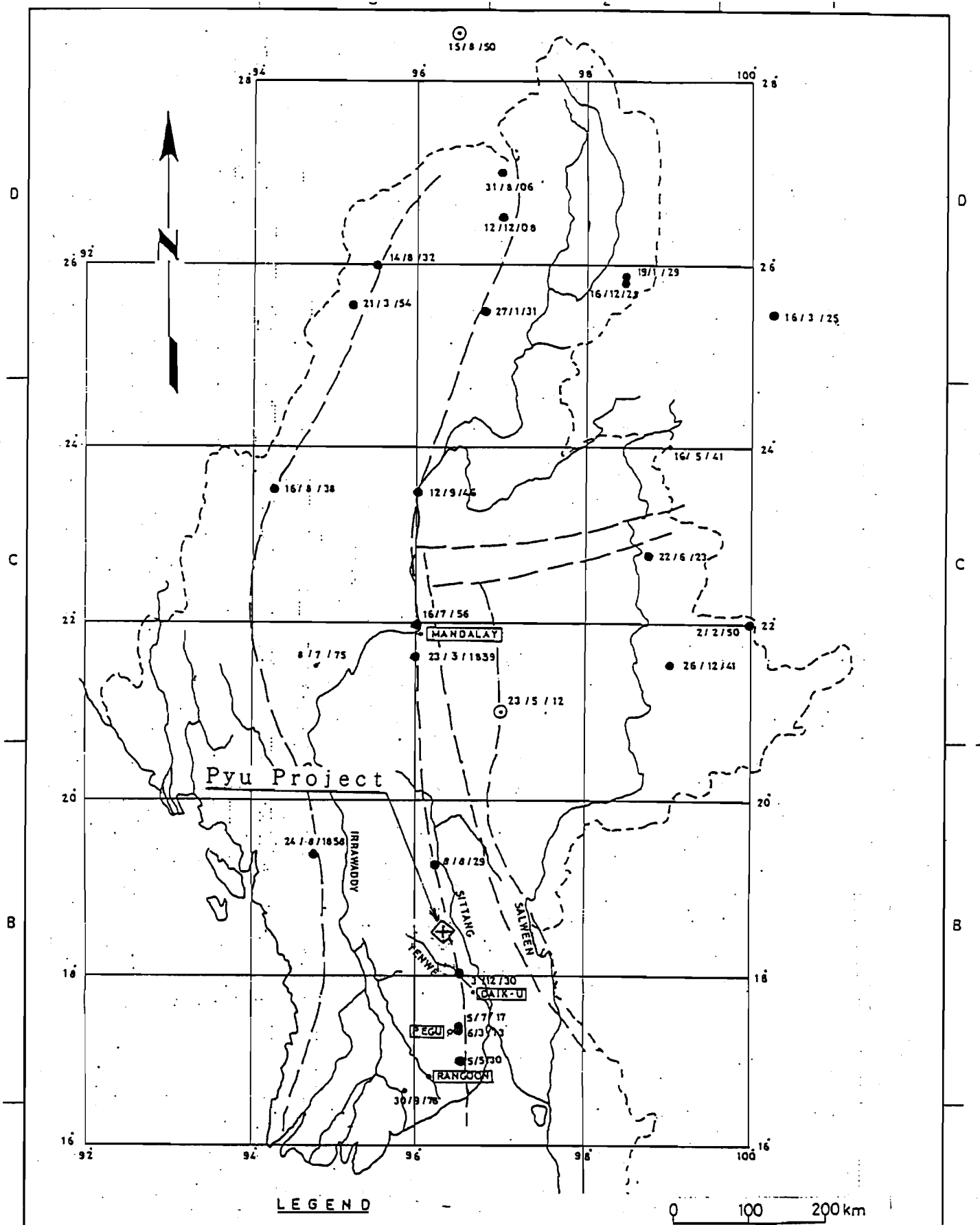
ビュー及びカバウンかんがい開発計画

ビュー及びカバウン計画地質図

図 2-7

Agricultural Development  
Consultants Association  
JAPAN  
(ADCA)





LEGEND

• M < 7.0  
 ● 7.0 < M < 8.0  
 ⊙ M ≥ 8.0

MAJOR TECTONIC FAULT

Note: From Yenwe Multipurpose Project Feasibility Report, July 1981

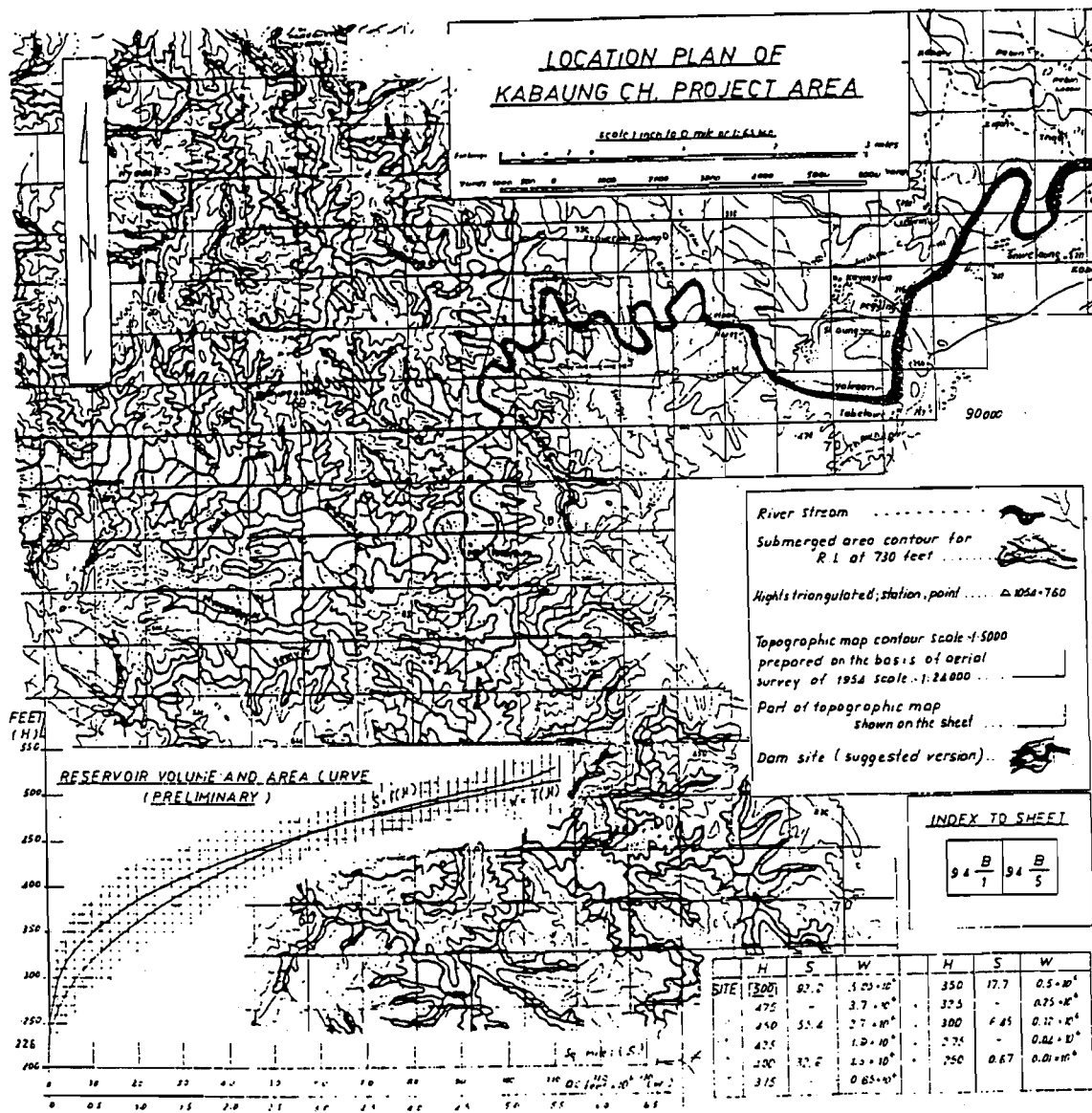
| LOCATION | DATE | DESCRIPTION | BY |
|----------|------|-------------|----|
| REVISION |      |             |    |

ピュー及びカバウンかんがい開発計画

ミャンマーの強地震分布

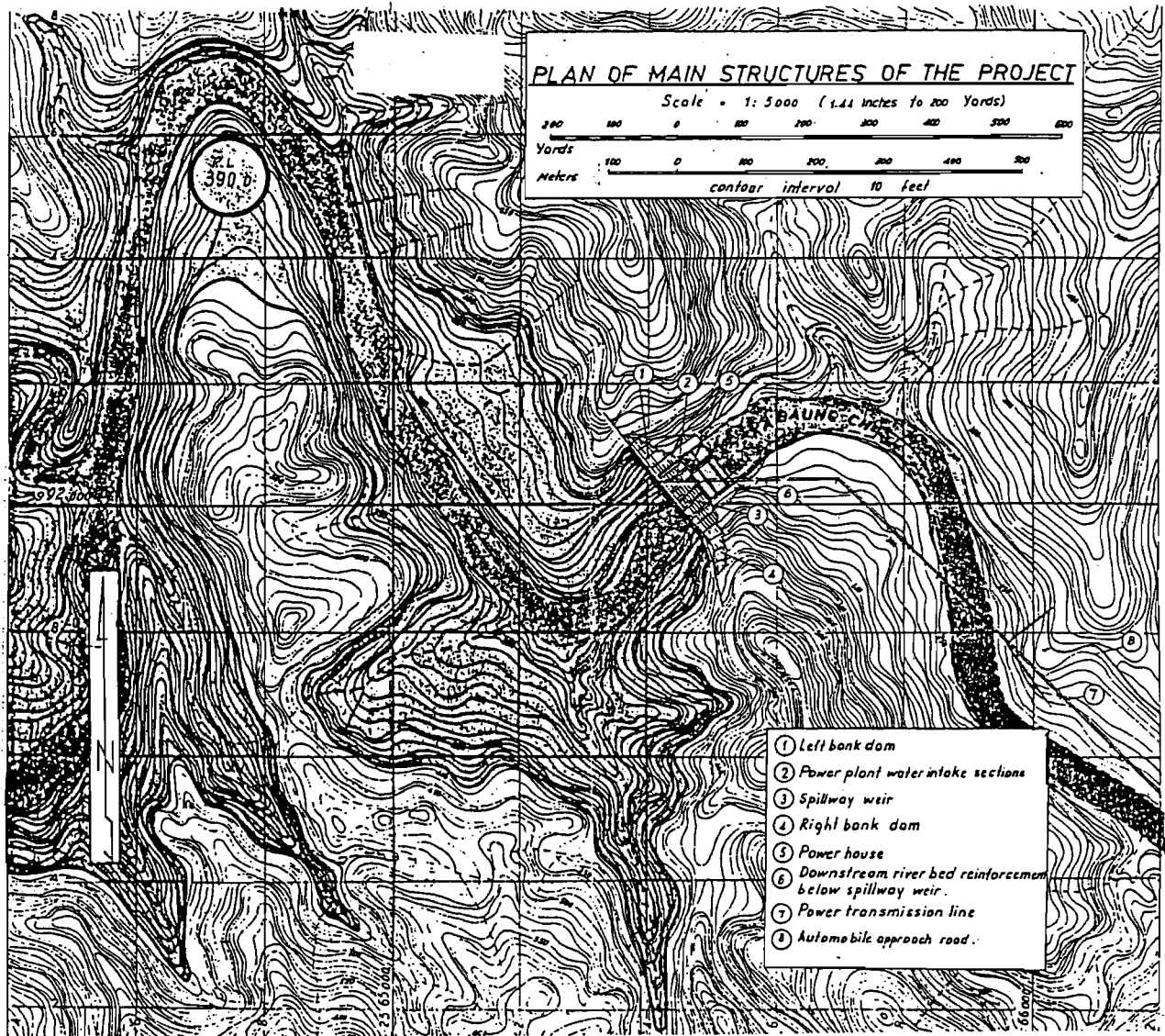
図 2-8

Agricultural Development Consultants Association JAPAN (ADCA)



Source: Report on Sittang Valley Water Resources Development, United Nations

図 3 - 1 カバウン水力発電計画一般平面図(UN Report)



Source: Report on Sittang Valley Water Resources Development, United Nations

図 3 - 2 カバウン水力発電計画主要構造物平面(UN Report)

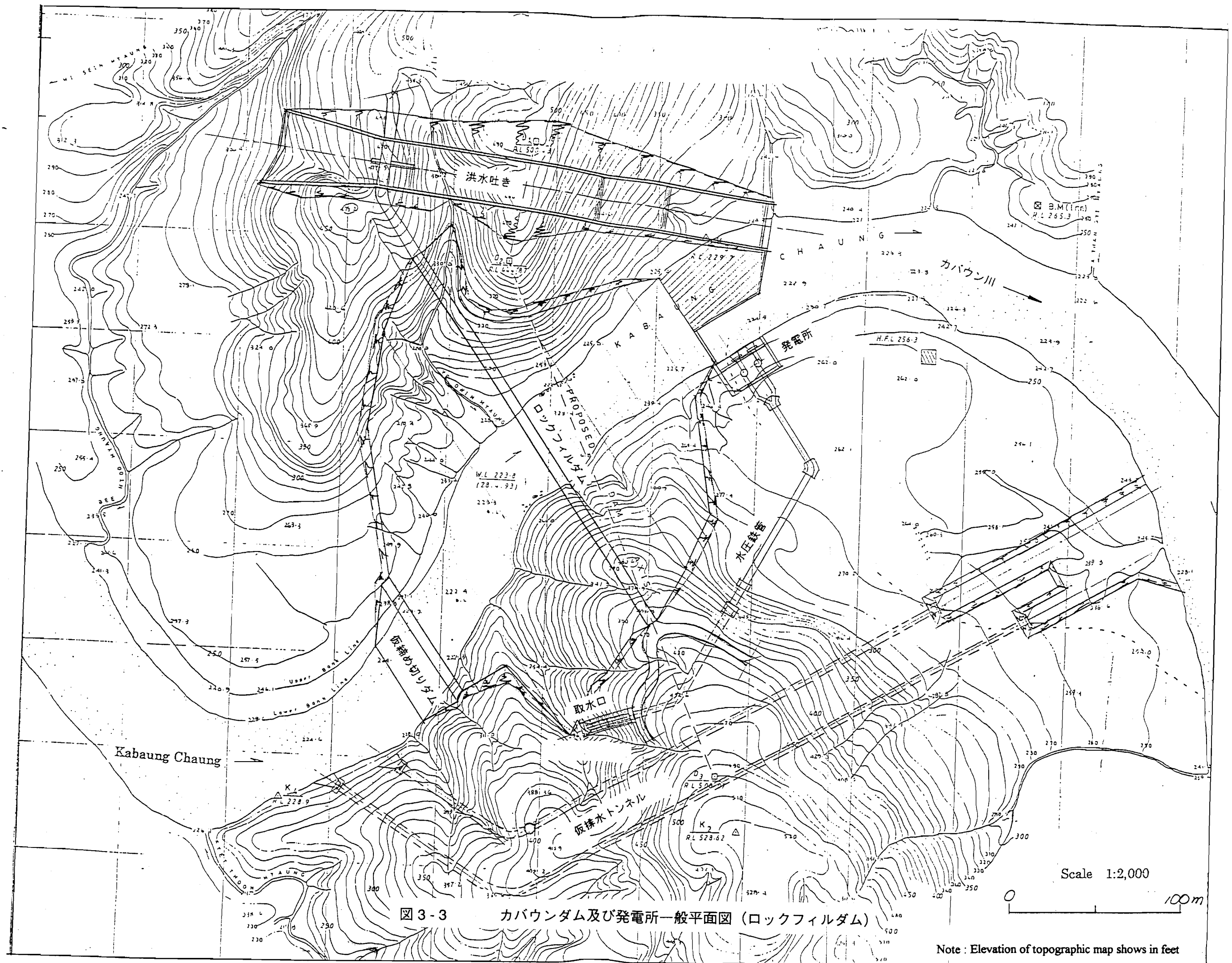


図 3-3 カバウダム及び発電所一般平面図 (ロックフィルダム)

Note: Elevation of topographic map shows in feet

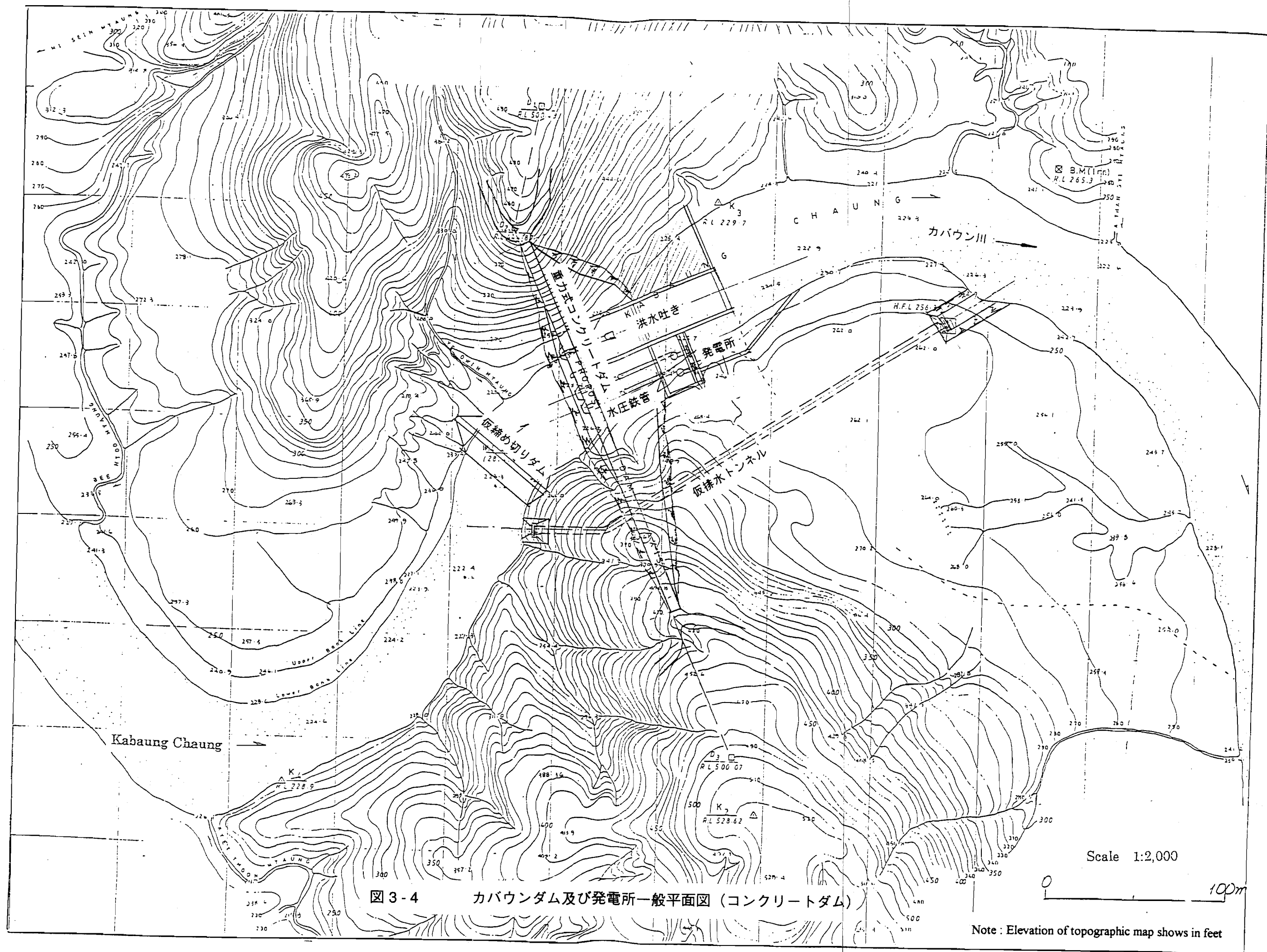


図 3-4 カバウンダム及び発電所一般平面図 (コンクリートダム)



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

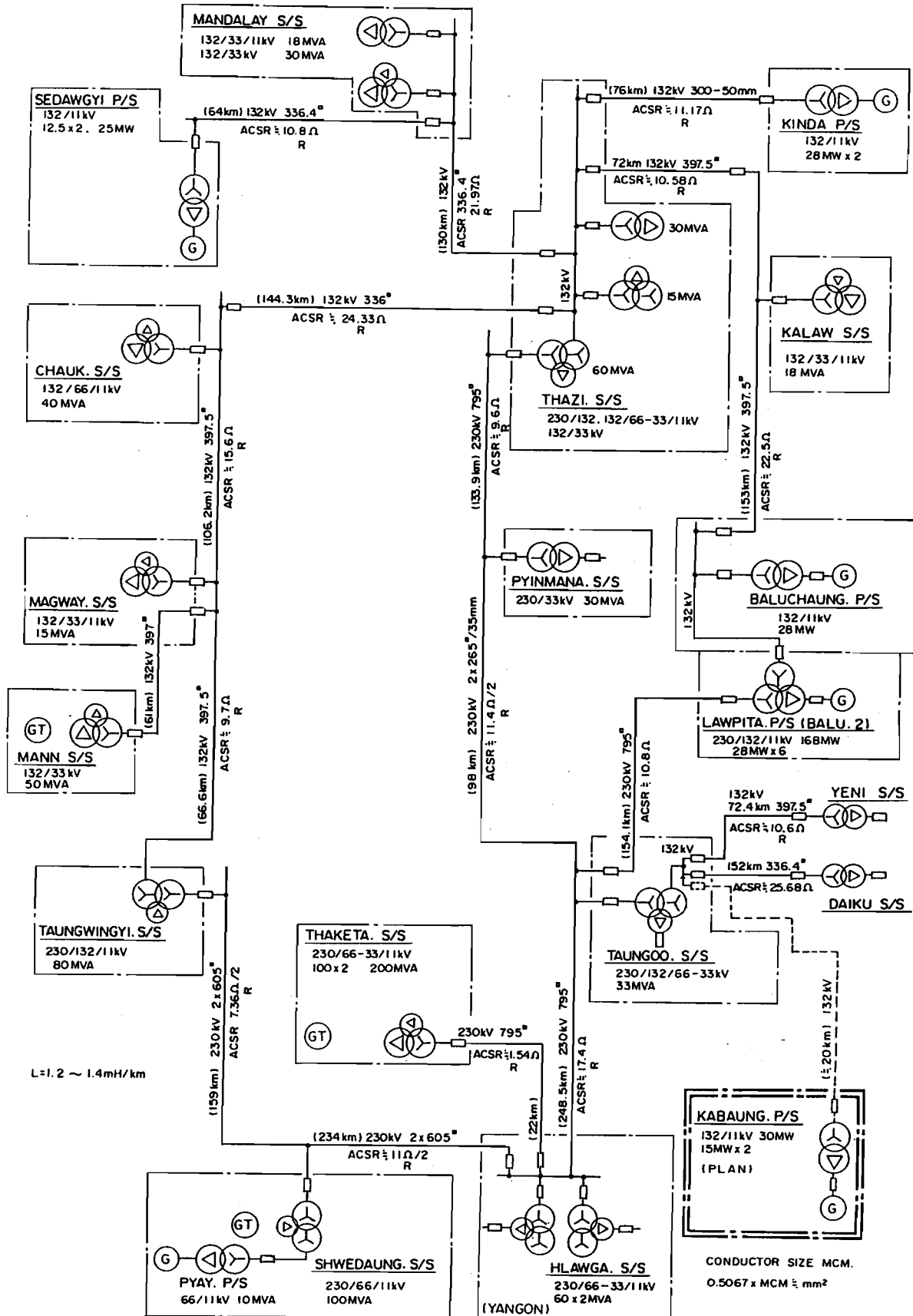


図 3-5 ミヤンマー既存主要送電系統

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

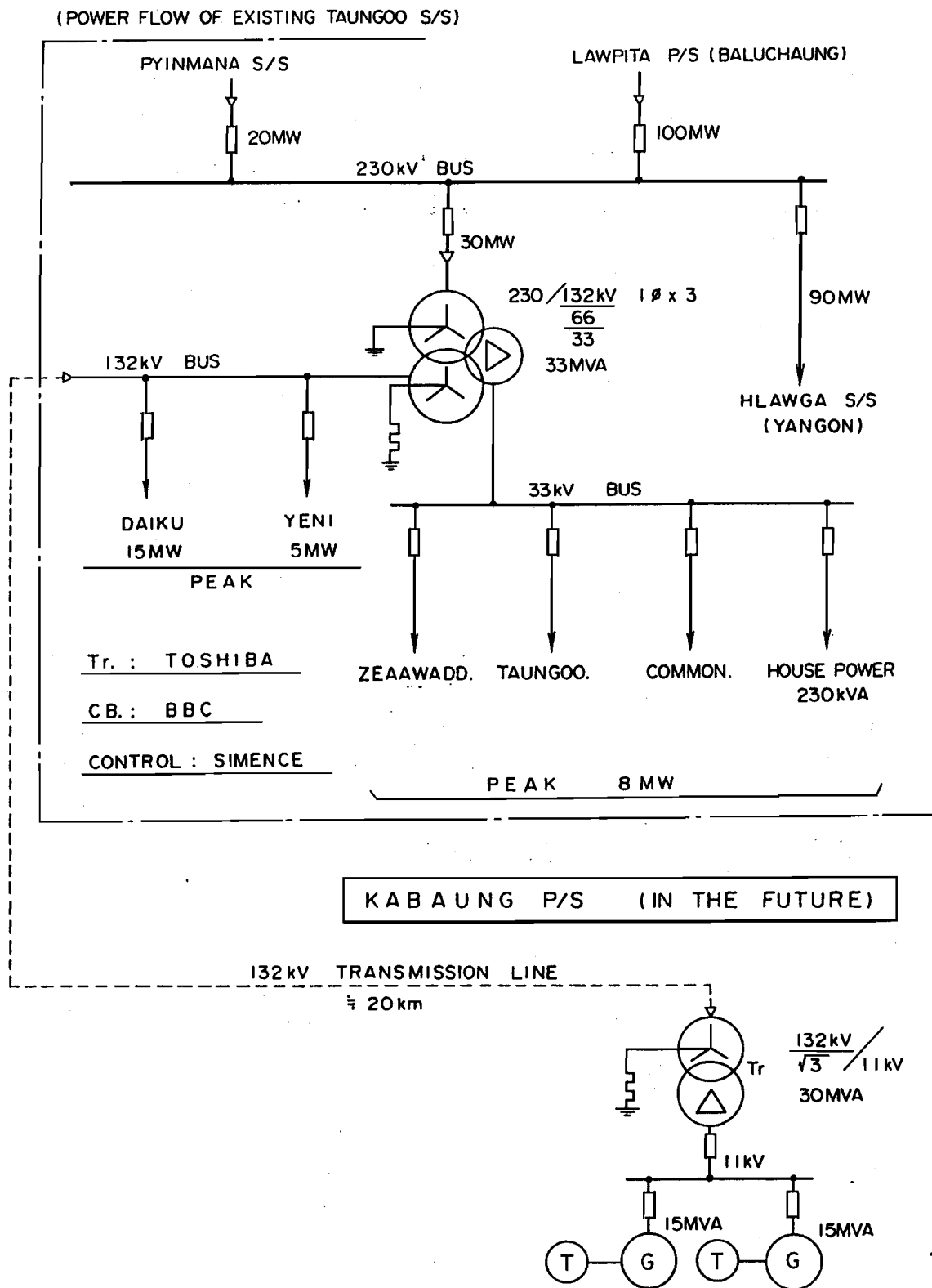


DIAGRAM OF TAUNGGOO S/S (1963 in operation)

図 3-6 カバウンプロジェクトの送・変電関係図



**Legend:**

- T = Thicket
- P = Plantation
- Cp = Paddy
- Cd = Upland crops
- Cm = Paddy + Upland crops
- Total

**Scale:** 1:32

**Area:** 10.82

**Area:** 15.24

**Area:** 3.61

**Area:** 11.71

**Area:** 100.00

**Map Title:** THE GOVERNMENT OF THE UNION OF MYANMAR  
MINISTRY OF AGRICULTURE  
IRRIGATION DEPARTMENT  
KABAUNG PROJECT  
PRESENT LAND USE MAP

$C_m$  = Paddy + Upland crops.

|            |                                                       |
|------------|-------------------------------------------------------|
| April 1994 | Prepared by U. Than Shwe (Staff Officer ) Soil        |
|            | U. Nyo (Staff Officer ) Survey                        |
|            | Approved by U. Hli 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 Fluvisol   | 0.4  |
| B1     | Fluvisol Eutric Cambisol | 31.2 |
| B3     | Fluvisol Eutric Cambisol | 9.3  |
| B5     | Fluvisol Eutric Cambisol | 2.4  |
| B7     | Eutric Cambisol          | 11.6 |
| B15    | Fluvisol Eutric Cambisol | 0.1  |
| G1     | Eutric Gleysol           | 3.3  |
| G2     | Eutric Gleysol           | 1.7  |
| L1     | Orthic Luvisol           | 0.1  |
| L2     | Ferric Luvisol           | 1.7  |
| L4     | Ferric Luvisol           | 15.2 |
| W1     | Solodic Planosol         | 1.5  |
|        |                          | 100  |

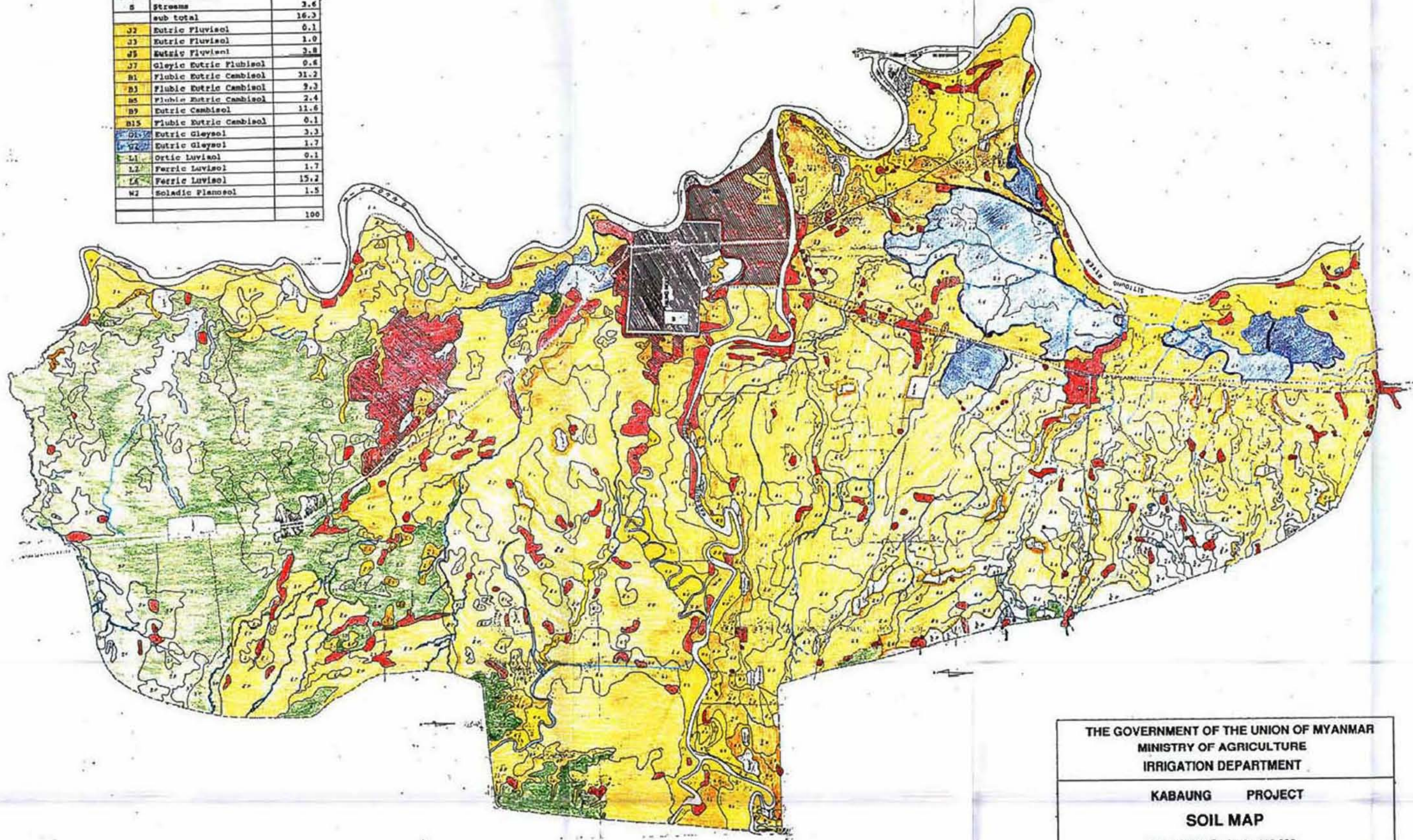


図 3-8

カバウンプロジェクト土壤図

|                                                                                            |                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| THE GOVERNMENT OF THE UNION OF MYANMAR<br>MINISTRY OF AGRICULTURE<br>IRRIGATION DEPARTMENT |                                                                                                                                        |
| KABAUNG PROJECT<br>SOIL MAP                                                                |                                                                                                                                        |
| Approximate Scale 1 : 110,000<br>Base on uncontrolled photo mosaic                         |                                                                                                                                        |
| April 1993                                                                                 | Prepared by U. Than Shwe (Staff Officer) Soil<br>U. Nyo (Staff Officer) Survey<br>Approved by U. Hla Auna (Assistant Director) Section |



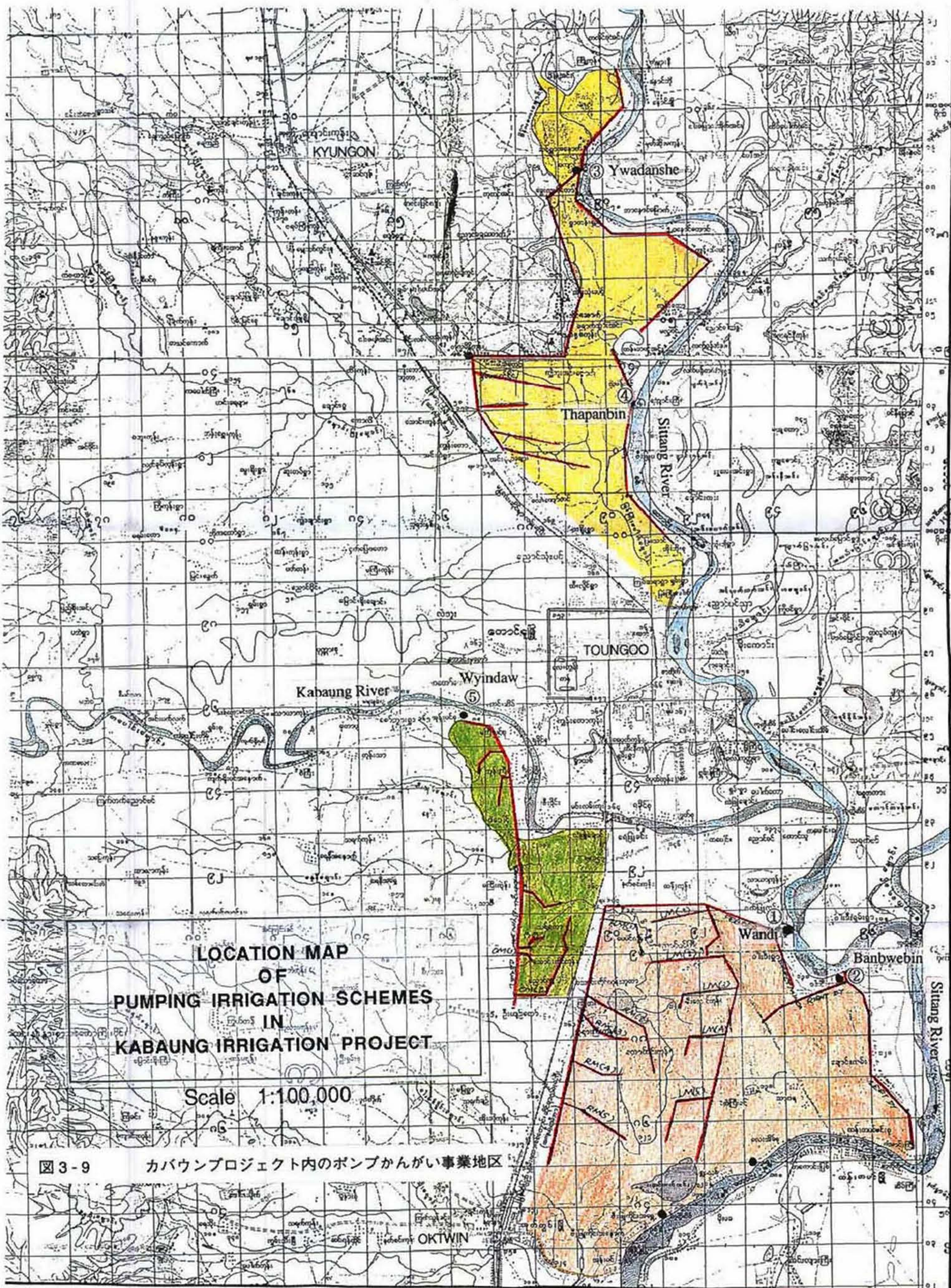




図 3 -10 (1) 地域内の作物別作付け時期(1) (トウングー)

### Cropping Season by Crop (Taungoo)

| Crop         | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Paddy        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Groung nut   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sesame       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Jute         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Black gram   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Green gram   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Bocate       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Lab lab bean |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Chilli       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sugar cane   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sun flower   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Source : Myanmar Agricultural Service, Taungoo

図 3 -10 (2) 地域内の作物別作付け時期(2) (ピュー)

**Cropping Season by Crop (Pyu)**

| Crop         | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Paddy        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Groung nut   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sesame       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Jute         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Black gram   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Green gram   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Bocate       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Lab lab bean |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Chilli       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sugar cane   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sun flower   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Source : Myanmar Agricultural Service, Pyu

図 3-10 (3) 地域内の作物別作付け時期(3) (オクトウィン)

### Cropping Season by Crop (Oktwin)

| Crop         | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Paddy        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Groung nut   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sesame       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Jute         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Black gram   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Green gram   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Bocate       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Lab lab bean |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Chilli       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sugar cane   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sun flower   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |

Source : Myanmar Agricultural Service, Oktwin

図 3 -10 (4) 地域内の作物別作付け時期(4) (キンダ)

### Cropping Season by Crop (Kinda)

| Crop         | Jan     | Feb     | Mar     | Apr     | May     | Jun     | Jul     | Aug     | Sep     | Oct     | Nov | Dec |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|-----|
| Paddy        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |     |     |
| Groung nut   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |     |     |
| Sesame       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |     |     |
| Jute         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |     |     |
| Black gram   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |     |     |
| Green gram   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |     |     |
| Bocate       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |     |     |
| Lab lab bean |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |     |     |
| Chilli       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |     |     |
| Sugar cane   | - - - - | - - - - | - - - - | - - - - | - - - - | - - - - | - - - - | - - - - | - - - - | - - - - |     |     |
| Sun flower   |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |     |     |
|              |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |     |     |
|              |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |     |     |
|              |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |     |     |

Source : Farmer Interview on the Kinda Village in Pyu Township



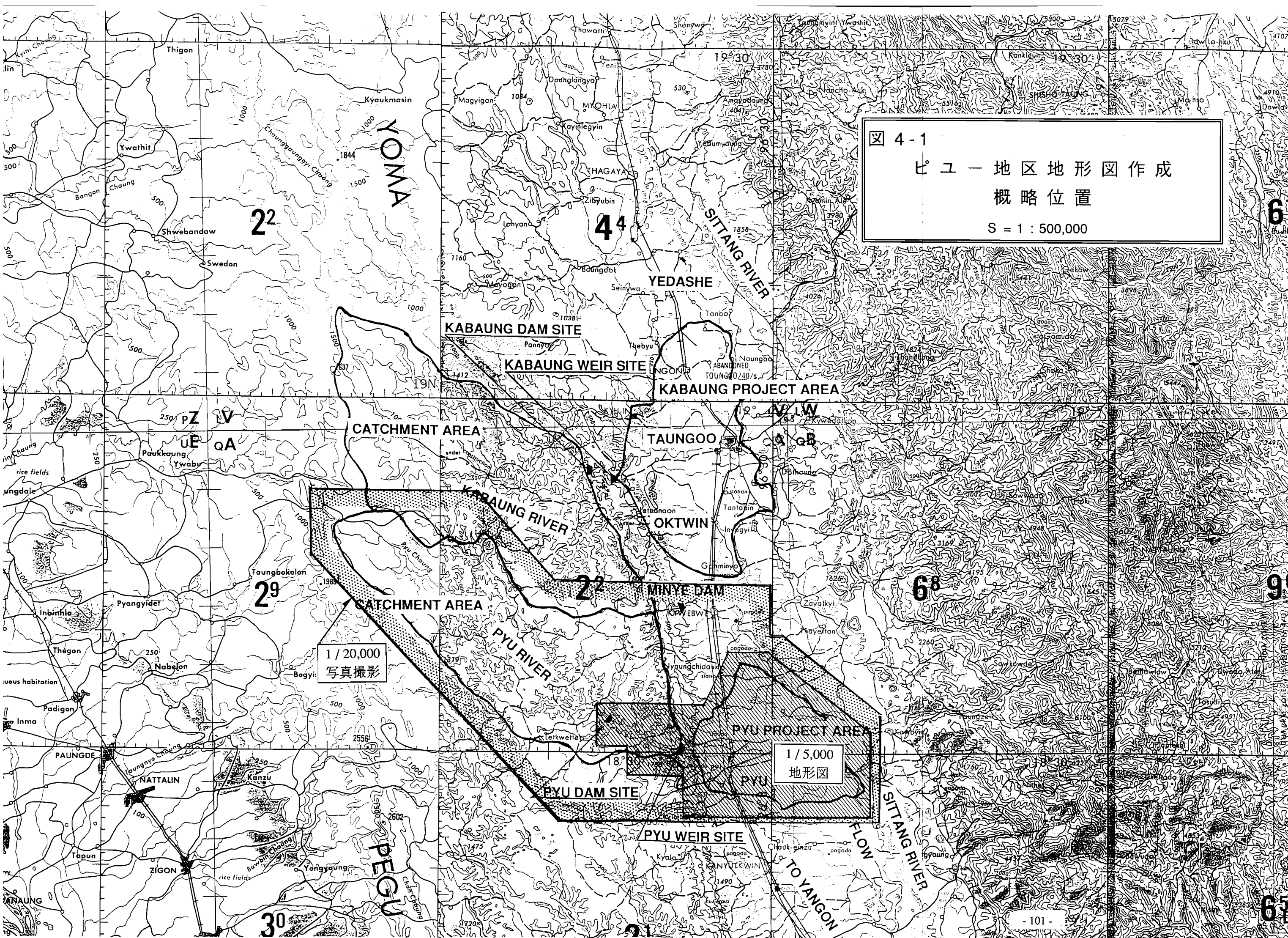


図 4-1  
ピュー地区地形図作成  
概略位置  
S = 1 : 500,000

1 / 20,000  
写真撮影

1 / 5,000  
地形図



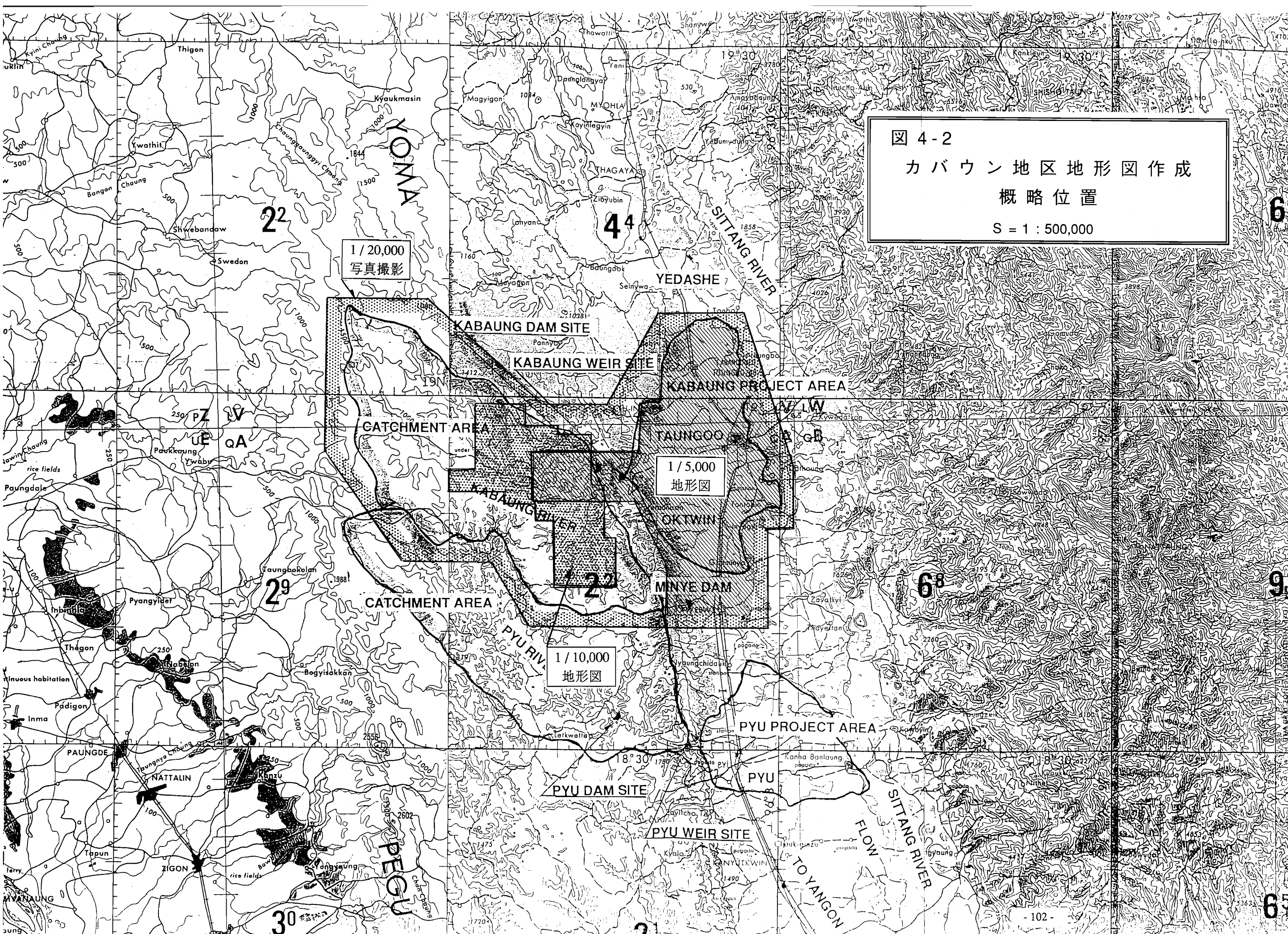


図 4-2

カバウン地区地形図作成

概略位置

S = 1 : 500,000

1 / 20,000  
写真撮影

1 / 5,000  
地形図

1 / 10,000  
地形図

## 添 付 資 料

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

## 添付資料 1 調査者略歴

### (1) 新井 弘隆

(株) 日本農業土木コンサルタンツ 理事

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

### (2) 五明 陽一郎

(株) 日本農業土木コンサルタンツ 次長

昭和 47 年 3 月 宇都宮大学農学部農業開発工学科卒業  
昭和 47 年 4 月 (財) 日本農業土木コンサルタンツ入社  
昭和 47 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 (株) 日本農業土木コンサルタンツ技術部  
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、タイに出張)

### (3) 久保田 親典

(株) 日本農業土木コンサルタンツ海外部 次長

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

### (4) 手塚 徳治

(株) EPDC インターナショナル 営業本部部長

昭和 34 年 3 月 中央大学工学部土木工学科卒業

|                |                                                                              |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 昭和 34 年 4 月    | 電源開発 (株) 土木部入社                                                               |
| 昭和 51 年～平成 7 年 | 電源開発 (株) 国際事業部                                                               |
| 平成 7 年 4 月     | (株) EPDC インターナショナルへ出向                                                        |
| 平成 7 年 4 月～現在  | (株) EPDC インターナショナル 営業本部<br>(この間タイ、マレーシア、ラオス、トルコ、ネパール、<br>韓国、インドネシア、ミャンマーへ出張) |

(5) 石井 秀夫

(株) EPDC インターナショナル 課長

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

(6) 小野 茂

アジア航測株式会社 海外部部長

|             |                                                                                                            |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 昭和 47 年 3 月 | 東京農業大学農学部林学科卒業                                                                                             |
| 昭和 50 年 9 月 | 米国ワシントン大学林学部森林管理修士課程修了                                                                                     |
| 昭和 51 年 1 月 | アジア航測株式会社入社                                                                                                |
| 昭和 58 年 9 月 | 米国ワシントン大学林学部地域開発計画 M.Sc 修了                                                                                 |
| 昭和 51 年～現在  | アジア航測株式会社海外部<br>(この間インドネシア、マレーシア、タイ、クエート、<br>リベリア、サウジアラビア、ザイール、象牙海岸、コロ<br>ンビア、パナマ、ベネズエラ、モンゴル、ミャンマーへ<br>出張) |



## 添付資料 2 調査日程

| 年 月 日         | 移 動          | 工 程                                                                                                             | 滞在地              |
|---------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| H 8. 1.09 (火) | 成田 → ハンコク    | TG641, 11:10-15:30                                                                                              | ハンコク             |
| 1.10 (水)      | ハンコク → ヤンゴン  | TG305, 8:30-9:40AM                                                                                              | ヤンゴン             |
| 1.11 (木)      |              | 在ミャンマー日本大使館、JICA 挨拶<br>農業省、かんがい局、計画局で<br>打合せ、資料収集リスト作成                                                          | ヤンゴン             |
| 1.12 (金)      |              | 農業省かんがい局調査スケジュール<br>打合せ、資料収集                                                                                    | ヤンゴン             |
| 1.13 (土)      |              | 林業省、MEPE で打合せ<br>資料整理、出発準備                                                                                      | ヤンゴン             |
| 1.14 (日)      | ヤンゴン → タウンゲー | タウンゲーに移動                                                                                                        | タウンゲー            |
| 1.15 (月)      |              | Minye Dam Project 視察<br>シタウン河、カハウン川ホップかんがい<br>事業視察。農業公社及び住居地籍<br>局で資料収集（かんがい班）<br>ピューダムサイト、逆長整池現地踏査<br>（ダム、航測班） | タウンゲー            |
| 1.16 (火)      |              | 砂利採取場、原石山候補地踏査<br>Pathi Dam Project 建設現場視察<br>カハウン地区南側境界線確認                                                     | タウンゲー            |
| 1.17 (水)      |              | シタウン河 No.5ホップかんがい視察<br>カハウン地区北部境界確認踏査<br>カハウン頭首工地点、ダムサイト踏査                                                      | タウンゲー            |
| 1.18 (木)      |              | ピュー頭首工、逆調整池踏査<br>ピュー受益地内農家聞き取り調査<br>（かんがい班）<br>カハウンダムサイト近傍原石山候補地<br>調査（ダム班）                                     | タウンゲー            |
| 1.19 (金)      |              | ピュー川水位観測地点踏査<br>ピュー地区南北境界線確認<br>ピュー受益地内農家聞き取り調査                                                                 | タウンゲー            |
| 1.20 (土)      | タウンゲー → プロム  | 南ナウインプロジェクトへ移動                                                                                                  | プロム              |
| 1.21 (日)      | プロム → ヤンゴン   | 途中、カハウンダム湛水地域調査<br>ヤンゴンへ移動                                                                                      | 南ナウイン管理所<br>ヤンゴン |
| 1.22 (月)      |              | 日本大使館へ報告<br>資料収集・整理                                                                                             | ヤンゴン             |
| 1.23 (火)      |              | 報告書作成                                                                                                           | ヤンゴン             |
| 1.24 (水)      |              | 報告書作成                                                                                                           | ヤンゴン             |
| 1.25 (月)      | ヤンゴン → ハンコク  | かんがい局で現地調査報告会                                                                                                   | ハンコク             |
| 1.26 (火)      | ハンコク → 成田    | TG306, PM16:40-18:20<br>TG640, AM11:00-19:00                                                                    | 東京               |

注：測量担当者は、1.17 ヤンゴン着、1.22 a 東京着

### 添付資料 3 収集資料一覧表

(1) Maps

- Topographic Map covering Pyu Project Area, Scale 1:63,360, Revised 1944
- Location and Irrigable Area Map of Pumping Project

(2) Documents

- Water Resources Management and Project Development  
(Planning for Development in Sittang River basin)

(3) Meteorology and Hydrology

- Meteorological Data at Taungoo
  - Monthly Rainfall Data 1961 - 1995
  - Mean Monthly Temperature Data 1964 - 1995
  - Mean Monthly Maximum Temperature Data 1993 - 1995
  - Mean Monthly Minimum Temperature Data 1993 - 1995
  - Mean Monthly Relative Humidity Data 1964 - 1994
  - Monthly Pan-evaporation data 1966 - 1995
  - Monthly Maximum Wind Speed Data 1964 - 1994
- River Discharge Data (1995) for Kabaung Chaung at Shinpinkyetauk Village
- River Discharge Data (1995) for Kun Chaung at Aungmingaiar Village
- River Discharge Data (1990-1992) for Swa Chaung at Hieiangu Village
- Gauging Data for Pyu Chaung at Station

(4) Others

- Labour and Material Cost of Taungoo Township
- Cost of Cultivation for Taungoo Township, Oktwin Township and Pyu Township
- Land Use in 1995/96 Year for Taungoo Township, Oktwin Township and Pyu Township

## 添付資料 4 面会者リスト

### (1) 農業省

|                    |                                                   |
|--------------------|---------------------------------------------------|
| U OHN MYINT        | Director General, Irrigation Department           |
| U ZAW WIN          | Director, Planning and Works, ID                  |
| U KHIN MAUNG NYUNT | Deputy Director, Design, ID                       |
| U TIN HTUT OO      | Director, Agricultural Planning Department        |
| U TUN AUNA         | Director, Settlement and Land Records Department  |
| U KYI WIN          | Deputy Director, Agricultural Planning Department |
| U KO GEI           | Director, Hydrological Investigation, ID          |
| U TIN OO           | Assist. Director, Hydrological Investigation, ID  |
| U CHIT LWIN        | Director, Geology Investigation, ID               |
| U KHIN ZAW         | Director, Construction Circle No.6, ID            |
| U NYO              | Assist. Director, ID                              |
| U HLA BAW          | Assist. Director, ID                              |
| U HLA MYINT        | Geologist, ID                                     |
| U HLA MYO AUNG     | Staff Officer, ID                                 |

### (2) 森林省測量局

|                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| U AUNG THANG    | Director General                  |
| U MYINT LWIN    | Director of Aerial Survey         |
| U SOE THAN      | Assist. Director of Aerial Survey |
| U MIN SEIN LWIN | Assist. Director of Aerial Survey |

### (3) ミヤンマー電力公社 (MEPE)

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

### (4) かんがい局第5方面建設所

|                   |                                      |
|-------------------|--------------------------------------|
| U KHIN MAUNG TINE | Deputy Director                      |
| U SOE MINT TUN    | Assist. Director (Pathi Dam Project) |
| U SAI SENG MOAN   | Assistant Engineer (Civil)           |
| U SOE NAING       | Assistant Engineer (Civil)           |
| U HTUN KHIN THAN  | Assistant Engineer (Civil)           |

(5) 農業機械化局第2方面事務所

|               |                                        |
|---------------|----------------------------------------|
| U MYINT KAING | Assist. Director, Mechanical Work Shop |
| U SHWE KAW    | Assist. Director, Mechanical Operation |
| U HTAY WIN    | Assistant Mechanical Engineer          |
| U KYAW KYAW   | Assistant Mechanical Engineer          |

(6) 居住地籍局

|            |                                |
|------------|--------------------------------|
| U WIN KYI  | Inspector, Oktwin Township     |
| U ONYU AYE | Staff Officer, Tangoo Township |

(7) 農業公社

|                   |                                          |
|-------------------|------------------------------------------|
| U THEIN WIN       | Assistant Manager, Tangoo Twonship       |
| DAW HRA HRA MYINT | Sub. Assistant Supervision, Pyu Township |

(8) 南ナウインプロジェクト

|               |                            |
|---------------|----------------------------|
| U TUN HLAING  | S.A.E, SNIP Nawin Dam Site |
| U KAN NYUNT   | Assist. Director           |
| U NYUNT MAUNG | Staff Officer              |

(9) かんがい技術センター

|               |             |
|---------------|-------------|
| Mr. Y. OCHII, | JICA Expert |
|---------------|-------------|

(10) 日本大使館

|              |                  |
|--------------|------------------|
| Mr. M. MASUO | Second Secretary |
|--------------|------------------|

(11) 国際協力事業団 (JICA)

|               |                                             |
|---------------|---------------------------------------------|
| Mr. N. TATENO | JICA Representative to Myanmar Head Officer |
|---------------|---------------------------------------------|

## 中 間 報 告 書

(本調査報告書と重複する図及びリスト類は省略)



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

**JANUARY 1996**

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

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

**A.     TECHNICAL FINDINGS**

In order to confirm project viability, site visits and brief inspection studies have been performed taking account of irrigation and drainage and hydropower development. At some places, local interviews with farmers have been made. The following is a summary of findings:

**1.   PYU IRRIGATION DEVELOPMENT PROJECT  
     (FIELD RECONNAISSANCE SURVEY)**

**1.1   Irrigation and Drainage**

**1.1.1   Preparation of the Topographic Maps with Large Scale**

Assessing the feasibility of gravity command for the project area requires more detailed topographic maps. In addition, delineation of the irrigable areas is made from broad and comprehensive viewpoints paying attention to the factors such as water sources available for irrigation, agricultural conditions, land use, soil and land suitability, influence of flood, and drainage conditions.

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

At present, the gross project area can not be delineated because of insufficient indication of elevations and indistinct contour lines of the topographic maps with 1/63,360 scale. The topographic maps with large scale are very important materials in the case of the map study.

**1.1.2   Tentative Boundary of Irrigation Service Area**

As mentioned above, it is difficult to delineate the project boundary in this moment. However, by using GPS (Global Positioning System) and the topographic map of 1/63,360, tentative boundary of the irrigation service area was delineated during the field

- 1) 1:10,000 scale topographic maps covering reservoir area.
- 2) 1:5,000 scale topographic maps covering dam site, weir site and irrigation area.

And to make these maps it is necessary to take new aerial photographs at the scale of 1:20,000. The aerial photos will cover not only the mapping area described above but entire catchment area.

### **1.3.2 Existing Geodetic Control Points**

Two bench marks established by the Irrigation Department in 1963 were found. However, as for one bench mark the elevation data carved on the surface of the monument is different from that obtained by the irrigation department from the record. Also considering the fact that these points were established more than 30 years ago, it will be better to carry out levelling survey using the Survey Department bench marks existing along Toungoo - Yangon road as given points.

## **2. KABAUNG IRRIGATION DEVELOPMENT PROJECT (ADDITIONAL FIELD SURVEY)**

### **2.1 Irrigation and Drainage**

#### **2.1.1 Alleviation of Flood Damages**

Because of uneven distribution of rainfall, the most of the tributaries run dry during the dry season. The farm lands suffer from the scarcity of water. On the other hand, reduction of areas suffering from the floods to the minimum level is the most important aspect in the Sittang river basin during the monsoon season. Most of fertile lands are inundated periodically. The yields of various crops are affected by floods from the Sittang river basin.

Therefore, the problems of irrigation during dry season should be solved together with flood control during the monsoon season. The introduction of storage dams will contribute to flood mitigation as well as irrigation. A year-round reliable supply of irrigation water can be expected with the introduction of reservoirs.

However, only the provision of the Kabaung dam can not solve the problem of flood control in the Sittang river basin. It contribute to only a portion of flood mitigation in the whole basin.

Namely, alleviation of flood damages can be solved through the development of the whole Sittang river basin. Development plan over the whole basin will be required.

#### **2.1.2 Pumping Irrigation Areas**

In the Kabaung service area, 4 pumping stations are working fully for summer cultivation, and construction of one station is under way. Some pumping stations cover the areas suffering from floods along the Sittang river.

survey. The north boundary will be the Thayet Chaung and southern one will be the Zaha Chaung. The gross area is roughly estimated at about 38,000 ha. The south boundary becomes boundary between the Kun and Pyu Irrigation Project service areas.

#### **1.1.3 Decision of the Weir Site**

A weir site is proposed at 200 m upstream from Sinpachat village and about 1.6 km downstream from the outlet of the power house. However, alternative plan of the weir sites including weir height in connection with feasibility of gravity command, locations of sedimentation basins as well as regulating function for released water from the main dam has to be studied from technical and economical point of views.

In the case when certain height of weir is required, the proposed weir will be a diversion dam from its function.

#### **1.1.4 Installation of Additional Water Level Gauging Station**

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

#### **1.1.5 Delineation of the Project Area**

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

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

#### **1.1.6 Other Findings**

- Summer paddy cultivation is being carried out using small pumps under the assistance of the Agricultural Mechanization Department of the Ministry of Agriculture. According to the interview with farmers in some villages, farmers prefer to cultivate summer paddy due to higher production compared with that in monsoon paddy.
- At present, floods cause considerable damages especially to agriculture along the Sittang river. Most of fertile lands are inundated periodically. Thus, monsoon cultivation makes farmers' risk high for paddy cultivation.
- The junction of the Pyu Chaung and the Sittang river had moved to about 2 km upstream from the points shown in the 1/63,360 scale topographic map. It may be caused by repeated flood in this area.

- Aggregate of concrete can be obtained from the upstream of the Pyu Chaung.
- A sugar refinery is being operated in the Pyu Township and sugarcane cultivation was started in some areas within the service area of the Project. The continuous supply of sugarcane is necessary in the future. Thus, detailed study on comprehensive agricultural development is required for the future study.

## **1.2 Hydropower Development and Geological Survey**

### **1.2.1 Hydropower Development**

#### **(1) Outline**

A concrete gravity dam with 50 m height, a headrace tunnel with 6.8 km long and installed capacity 65 MW power station have preliminary proposed at the midstream of Pyu river according to the Master Plan Study carried out by UNDP(Fig.1.2.1). The water of the Pyu dam reservoir has planned fully supply for the Pyu Irrigation Development after generated hydropower.

#### **(2) Hydropower Development**

On the field reconnaissance survey, characteristics of Pyu river and site condition of the hydropower project were surveyed as follows.

Upstream from proposed powerhouse site, both banks of Pyu river has steep slope and covered dense forest mountains 400 m-500 m in height. Pyu river between the dam site and the powerhouse site has steep gradient. Especially, upstream section of the powerhouse site, there are many rapids. Downstream from the powerhouse site, the mountain changes to low hill. At the Sinpachat village, Pyu river flow down in the flat area with very gentle river gradient and large width. Sediment along the Pyu river are a little on the upstream section from the powerhouse site, but increase from the site to the downstream section.

Proposed layout of Pyu hydropower project is considered suitable in topographical and geological point of view. Powerhouse site including penstock line seems very good condition in topography. Pyu dam site, however, did not survey this time by the reason shown in (4). However, surrounding the dam site are covered by dense forest and steep slope mountains. Pyu river near the dam site becomes more steep. It seems not so big problem for the construction of the dam.

Details of geological condition around the sites are described in 1.2.2.

#### **(3) Re-regulating Dam**

For the power supply purpose, MEPE has expectation that Pyu power station should be operated as the peak power generation since Pyu dam has large reservoir capacity. Peak power generation is approximately 6 hours per day. On the other hand, constant water supply will be required for the irrigation area. Therefore, construction of the re-regulating dam at the downstream of the powerhouse is



recommended. More detailed topographic map and geological information are required for the study of the re-regulating dam and reservoir capacity.

#### (4) Access to Project Site

Local road from Pyu township to Sinpachat village can be used by car only in the dry season. The road, however, is unpaved and very narrow. In rainy season, it is very difficult to use by car.

From Sinpachat to proposed powerhouse site and re-regulating dam site can easily access on foot along the river or crossing the river in dry season. But in rainy season, it is very difficult to access to the sites.

There are two ways to access Pyu dam site. One is along the river and another one is hill route. This time ADCA survey team tried to approach to the dam site, but did not approach to the dam site. The team could approach up to the junction approximately 1 km downstream of the dam site. One day trip for the dam site survey is not enough time. The river route, it takes 4-5 hours from Sinpachat to the junction in dry season and very dangerous the river crossing even in the dry season. The hill route, it takes approximately 4 hours. The hill route has many branches and there are steep sections. It is very difficult to carry equipment for the field investigation in future.

New access roads to the powerhouse site, the surge tank (end of the headrace tunnel) and the dam sites are required for the Pyu hydropower development.

#### (5) Further Field Investigation

To carry out feasibility study, the following field investigations are recommended.

- 1) Topographic Mapping (Ref.1.3)
  - Project area including Pyu dam reservoir area, re-regulating dam reservoir, access roads, scale 1:10,000
  - Dam sites, waterway route, penstock, powerhouse and etc., scale 1: 1,000
- 2) Geological Investigation (Ref.1.2.2)
  - Geological mapping
  - Core drilling work: dam site, penstock route, powerhouse site, quarry site
  - Seismic prospecting survey: dam sites, penstock line, powerhouse, quarry site
- 3) Hydrological Survey
  - River discharge at Pyu gauging station
  - Rainfall data
  - Suspended load sampling during rainy season
  - Other meteorological data
- 4) Environmental Survey

- Natural environmental survey
- Social environmental survey

### **1.2.2 Geology**

#### **(1) Outline**

As for Pyu project, no geological investigation works are performed, except UNDP's reconnaissance. This chapter presents brief geological and geotechnical comments based on the understanding through the field reconnaissance and the information given by ID's engineer prior to the site visit.

During the field reconnaissance, ADCA did not have chance to observe Pyu dam site and reservoir area, depending on its accessibility. But we could survey along the Pyu valley from the powerhouse site to 1 km downstream of the dam site (confluence of Thayet valley and Pyu river). It is necessary for the reconnaissance of dam site and reservoir area to camp near the dam site in dry season.

#### **(2) Topography and Geology**

The dam site proposed by UNDP's report is located at approximately 15 km upstream of the confluence of Sittang river and Pyu river. And powerhouse is 6 km downstream of the dam site along the Pyu river. Altitude of mountains in the project area is from 300 m to 500 m. The river has steep gradient and some small falls from 500m downstream of the powerhouse site to upstream of it. And in more upstream section to confluence of tributary Thayet, the river gradient is relatively gentle.

According to the Geological Map of Burma(scale 1/1,000,000, March, 1977), the project area is underlain by sandstone and shale of Miocene Age, which is called upper Pegu Group(Fig.1.2.2).

The powerhouse site is located on the right bank side of the Pyu river, and the penstock route passes on a steep slope( 60 degree). Some bedrocks consisting mainly of alternating beds of sandstone and shale, which strikes N 35 degree W and dips 30 degree NE, are observed on the stream floor, banks of the powerhouse site. Bedrock is somewhat weathered, hard to brittle, massive. Surface deposits are thin.

Nearby the dam site, a fault, so called "Sagain fault" is mentioned in the geological map in 1964 and 1977. It is recommendable to check this fault with aerial photograph interpretation and geological reconnaissance.

## **1.3 Aerial Photogrammetric Mapping**

### **1.3.1 Needs of New Topographic Maps**

There is no existing topographic maps covering the project area except for 1 inch : 1 mile national base map. Therefore, it will be necessary to produce new topographic maps for the feasibility study. Details will be as follows:

The study as to whether or not the pumping irrigation areas should be included in the Kabaung irrigation project will be required from the feasibility of gravity command from the weir, amount of reliable flows, and economical point of view.

### **2.1.3 Priority Area for Irrigation during Dry Season**

As mentioned in 2.1.1, only the provision of the Kabaung dam can not solve the problem of flood control in the Sittang river basin. However, there exist vital needs to cultivate paddy in the areas suffering from flood damages through a year. In the monsoon season, they can not expect their harvest.

Therefore, the areas suffering from flood damages should be given the first priority of irrigation during the dry season, if practicable.

In the case when the irrigation system covers the flood areas, more studies on structures of peripheral facilities will be required.

### **2.1.4 Provision of Farm Roads**

In the service area, only foot paths have been arranged in the paddy fields. Farm roads should be taken into consideration in the future study from the viewpoint of introduction of agricultural machines and marketing of products.

It is difficult to get farmers' understanding because they don't want to give up their lands. Before the commencement of feasibility study, this problem should be solved including the canal right of way.

### **2.1.5 Kind of Crops in the Future**

When a year-round reliable supply of irrigation water can be expected, what kind of crops for double cropping should be considered in irrigation planning? Paddy-paddy?

### **2.1.6 Maintenance Flow from the Weir**

From social aspects, maintenance flow should be released to downstream from the weir. If it is released, how is the discharge decided.

### **2.1.7 Function of the Weir**

Is the function of the weir only for irrigation use or for re-regulating dam considering hydropower?

## **2.2 Hydropower Development and Geological Survey**

### **2.2.1 Hydropower Development**

### (1) Outline

Following the reconnaissance survey carried out on May 1995, Kabaung dam site, reservoir area including candidate quarry sites and re-regulating dam site (weir site) were additionally surveyed.

### (2) Kabaung Dam Site and Powerhouse Site

- 1) Proposed Kabaung dam site is most suitable site in topography at the surrounding area. No other candidate dam sites did find out within approximately 5 km upstream and downstream of the proposed site.
- 2) At the present stage, rockfill dam type is better than concrete gravity type dam due to the geological condition of the dam foundation. Selection of the dam type will be finally decided based on the results of geological investigation such as core drilling, seismic prospecting survey.
- 3) Spillway location is suitable at left bank due to the topographic condition.
- 4) Location of powerhouse is suitable at the right bank.
- 5) Diversion tunnels are necessary at the right bank to protect overtopping during the dam construction
- 6) Sand flushing facility is necessary to flush out sedimentation in the reservoir.

### (3) Reservoir Area

- 1) Kabaung river has very gentle river gradient. A lot of sand sediment along the river beds. It is very important to estimate the sediment volume for the reservoir capacity calculation.
- 2) Almost of the reservoir area are covered by dense forest or secondary forest.
- 3) There is a main road in the reservoir area. The road is connected from Oktwin to Prome as the Bago Yoma Crossing Road. This road have to relocate to upper part on the planned reservoir high water level.
- 4) Along the main road, there are some villages at the low level near the bridges. 2 big villages(over 40 houses) and 7 small villages (under 20 houses) are preliminary estimated. These houses also have to relocate to the upper lands.

wide at the high water level (EL. 119 m). The slope on the bank is about 45 degree in average and steeper than that of right bank (40 degree).

Both abutments of the dam site have narrow ridges, which are around 150 m width at the planned high water level.

In this time, topographic condition and geologic condition of both dam abutments were checked. The conditions are as follows:

- The width at the top of narrowest parts in both ridges are from 5 m to 8 m.
- There are weathered, brittle, khaki colored alternating bed of sandstone and shale and/or sandstone under a few meters from the ground surface in the narrow ridges.

## (2) Reservoir Area

NNW-SSE trending mountain of some 300 m in elevation was cut by the Kabaung river and forming a winding, broad, shallow valley. Around the reservoir and dam site, river gradient is very gentle. The reservoir area is underlain by sandstone and shale of Upper Pegu Group. These rocks are deeply weathered, soft and poor erosion-proofness. And many terrace developed along the Kabaung river relative height some 2 m. These geological conditions may cause large sedimentation after impounding the water.

## (3) Construction Materials

### 1) Embankment Material

ADCA team carried out the field reconnaissance around the dam site and some parts of reservoir area, but can not find fresh, hard, massive sandstone for rock material. It is necessary to investigate more widely for candidate quarry sites of rock material near the dam site. In the worst case, it will be required using some quarries of granite at the left bank of the Sittang river near Toungoo township.

### 2) Concrete Aggregate

No natural aggregate excepting sand is distributed along the Kabaung river.

## (4) Weir Site

The weir site is located about 5 km downstream of the dam site in the east foot of Pegu Yoma mountain.

River bed at the weir site is elevation 62 m and around 80 m wide, and the valley is about 100 m wide at EL. 66 m. Low hill with EL. 90 m peak makes the 50 degree cliff on the right bank. Low hill with EL. 70 m peak and flat terrace 400 m wide at EL. 65 m on the left bank.

Weir site is underlain by sandstone and shale. The outcrops of weathered, very brittle, alternating beds of sandstone and shale are locally observed on the right bank. The interval of cracks in bedrock are from 5 cm to 30 cm. The left bank is covered with more than 3 m thick of terrace deposits and thin topsoil.

River floor is covered with loose sand, which will be more than a few meters thick.



#### (4) Re-regulating Dam

For the power supply purpose, MEPE has expectation that Kabaung power station should be operate as peak power generation(approximately 6 hours per day) as same as Pyu project. In the case peak power generation are adopted on Kabaung power station, a re-regulating dam is recommended at the proposed weir site. Thereby, constant discharge to the irrigation area will be controlled at the re-regulating dam. To study the re-regulating dam and reservoir capacity, more detailed topographic maps and geological information are required.

#### (5) Further Field Investigation

To carry out feasibility study, the following investigations will be required.

- 1) Topographic Mapping (Ref.2.3)
  - Project area including Kabaung reservoir and re-regulating dam reservoir, 1:10,000
  - Kabaung dam site and re-regulating dam site, 1:1,000
- 2) Geological Investigation(Ref.2.2.2)
  - Geological mapping
  - Core drilling works: dam sites, candidate quarry sites
  - Seismic prospecting survey: dam sites, candidate quarry sites
- 3) Hydrological Survey
  - Water level and discharge at Kabaung gauging station
  - Rainfall data
  - Suspended load sampling during the rainy season
  - Other meteorological data
- 4) Environmental Survey
  - Natural environmental survey
  - Social environmental survey

### 2.2.2 Geology

#### (1) Dam Site

The dam site is located on the Kabaung river about 20 km upstream of Toungoo township(Fig.1.2.2). NNW- SSE trending mountain of some 300 m in elevation was cut by the Kabaung river near the dam site.

River bed is elevation some 65 m and about 50 m wide.The valley is about 200 m

## **2.3 Aerial Photogrammetric Mapping**

### **2.3.1 Field Conditions**

According to existing maps, the reservoir area and most parts of catchment area of the Kabaung dam are inaccessible. During the field reconnaissance survey along the route crossing Pegu Yoma ranges, some logging roads were found. But the logging roads are of course not paved, and therefore, it is recommendable to start and complete the field survey work in mountain areas in dry season.

### **2.3.2 1:3,960 Scale with 1 Foot Contour Topographic Maps**

There was much progress and the mapping work has been almost completed. So, as for relatively flat irrigation areas this map may be used. But to make a smooth connection with new topographic maps to be produced by photogrammetric methods for the areas not covered by 1:3,960 maps, it will be necessary to carry out some field surveys in the 1:3,960 mapping area in addition to control point survey required for the new photogrammetric maps.