

インドネシア共和国  
公共事業省水資源総局

# アサハン河下流域開発計画調査

## 中間報告書 (概要)

JICA LIBRARY



1034319(2)

1985年10月

07881

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85.12.28	108
登録No. 12280	617 SDS

## 序 文

日本国政府は インドネシア共和国政府の要請に基づき、アサハン河下流域開発計画調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこれを実施することとなった。

本調査は アサハン河下流域開発の基本方針 及び 緊急治水計画策定を主とした パートⅠ 及び農業開発計画策定を主とした パートⅡ から成っており、当事業団は今回、日本工営株式会社 津田誠氏 を団長とする調査団を 昭和59年10月から 昭和60年7月まで同国へ派遣し、パートⅠの調査を実施した。

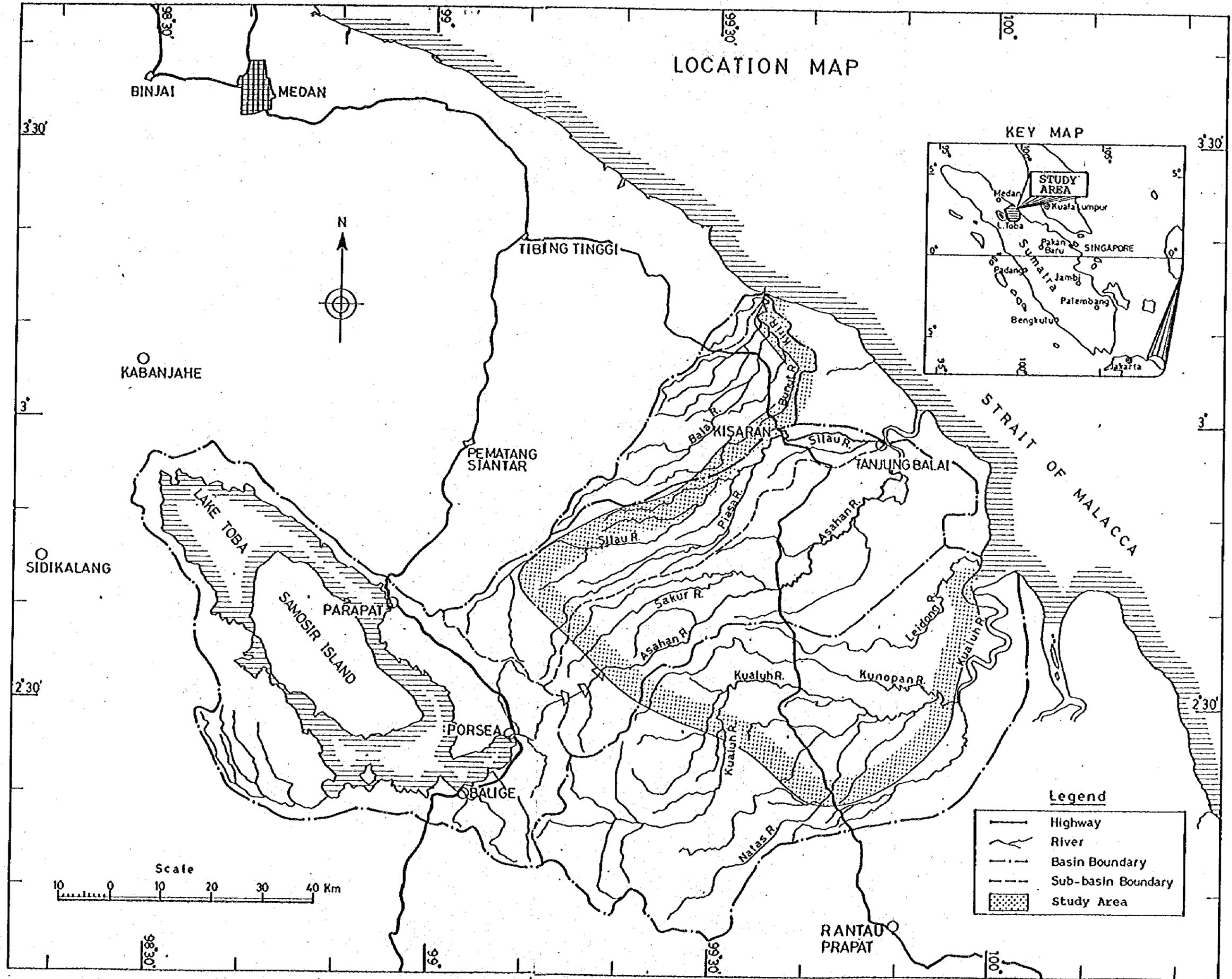
同調査団は、インドネシア国政府関係者と意見交換を行うとともに、帰国後 現地調査結果を基に国内作業を進め、ここにパートⅠ調査の報告書（インテリム・レポート）を提出する運びとなった。

本報告書が インドネシア国の水資源開発に寄与するとともに、日本・インドネシア両国間の友好親善の促進に役立つならば、これに勝る喜びはない。

最後に、本調査団に対し、種々協力をいただいた関係各位に対し、ここに深甚なる謝意を表する次第である。

昭和60年10月

国際協力事業団  
総裁 有田 圭輔



## 要 約

1. アサハン河下流域開発計画調査（マスタープランスタディー）は アサハン・シラウ・ブヌット・クアルーの四河川の下流域に広がる 約 6,000平方キロメートルの地区を対象として、その土地および水資源開発のマスタープランを樹立することを目的とする。このマスタープランは、生産性向上・雇傭機会増大・入植促進および住民の生活水準向上と言う長期政策の観点から 紀元2005年を目標とした開発プログラムを画くことである。
2. 上記計画樹立に必要な 全ての調査・研究作業実施のプログラムは、順序良く能率的に実施するために パートⅠ および パートⅡ の二段階に区分することとした。

パートⅠの調査・研究作業は主として 下記の5目標に対し実施された。即ち

- i) 対象地域の自然条件および社会経済状態に基き土地および水資源開発の基本的方向を見出すこと。
- ii) この地域の洪水防ぎょマスタープランの樹立。
- iii) 緊急に必要な洪水防ぎょプロジェクトのフイージビリティ・スタディを実施すること。
- iv) トバ湖水位調節の研究とその結果に基いた勧告を行うこと。
- v) パートⅡに必要な調査・研究作業のプログラムを勧告すること。

パートⅡの作業は、パートⅠにおいて 立てられた洪水防ぎょマスタープランと整合性ある農業開発マスタープランを立てることを 主な目的として パートⅠに引き続き実施される予定である。

この中間報告書は パートⅠ の研究成果を総て述べたものである。

3. 本マスタープラン対象地域は 北スマトラ州アサハン県 およびラハバンバトウ県内にあり、州都メダン市の南東 約 160キロメートルの所に位置している。この地域は熱帯性モンスーン地帯で豊富な水および土地資源に恵まれているため、往時より 主としてゴム・油ヤシおよびヤシの大農園が発達した。しかし人口の増加と共に（現在約30万人）水田・畑が次第に増加し、現在水田は 77,000ヘクタール、畑は 約15,000ヘクタールに達している。しかしこの地域はまた熱帯性の激しい降雨によってしばしば洪水に見舞われ、田畑の作物のみならず公共施設や個人住宅等にも相当の被害を蒙っている。近年インドネシア政府は堤防を築く等の努力を傾注しているが、未だ主要河川の洪水流下能力は 最大高水量に比して著しく小さく、既設堤防もしばしば破壊されている。そのため 洪水防ぎよマスタープラン樹立が緊急に必要とされている。

4. 社会経済調査および土地利用調査によって明らかになったことは、本計画地域の土地利用は極めて優れた形態下に発達しており沼沢地を除いては未利用の土地はほとんど無い。相当大規模なゴム・油ヤシおよびココナツヤシの農園が全面積の 32%も占めており、かなり高い収入源となっているが、これら大農園は集約的であるためそれ程多くの労働者家族を吸収することはできない。これとは対照的に水田の農家は1戸当りの保有面積が平均 0.8ヘクタール程度と極めて小さく単位収量も低いため依然として増加する農家人口を支えることが難しくなっている。単位収量が低いのは主として かんがい開発が不十分なためである。従って人口増加の圧力を緩和し 1人当り収入増を計るためには、耕地の生産性を増大させることが緊急の要務である。また計画地域の水稲の生産量は同地域の需要に対しても不足している。

上記の諸事実は 洪水防ぎよおよび 農業開発のマスタープランを 早急に立てるべきことを示唆している。特に緊急を要する洪水防ぎよ対策は 最もひどい被害を受けている地区に実施される必要がある。

5. この計画地域内の4主要河川、即ち ブヌット河・シラウ河・アサハン河 およびクアルー河に対する洪水防ぎよマスタープランは本中間報告書に記述した通りである。

種々の比較案の中で最も経済的な解決案を推奨したが、アサハン河については盛土堤防と自然遊水池との組合せ案、他の三河川については何れも盛土堤防が推奨される。これ等の河川の長期洪水防ぎよ計画の目標としては 30年確率洪水規模が推奨される。

6. 洪水被害調査を行った結果、最も被害額が多く、面積が広く、頻繁に被害を受けている地区は アサハン河のブラウラジャ以下の下流域と シラウ河のキサラン市以下の下流域であることが判明した。従ってフィージビリティ・スタディはこれ等の河川について実施した。洪水防ぎよ計画の規模については、経済比較を行った結果、長期計画に対する確率規模は30年、緊急計画については10年確率が推奨される。この緊急洪水防ぎよ計画についてフィージビリティ・スタディを実施した結果、総工事額 364.84 億ルピアに対して、その内部収益率は12.4%であることが解った。

地質及び土質工学的調査の結果、盛土堤防の建設については 基礎にも 土質材料についても重大な問題は無い。ただ盛土材料は施工の前に 注意深く乾燥させる必要が指摘される。

7. 水資源調査の結果、計画地域には地表水・地下水とも淡水資源は極めて豊富で現在は地表水の 2%程度しか利用されていないことが判明した。水質調査では トバ湖・アサハン河・シラウ河・ブヌット河・クアルー河の夫々の化学分析の結果、何れも清浄で未だほとんど汚染されておらず、飲用水、かんがい用水等 何の目的にでも使用できる。しかし将来共水質を良好に保つためには、大工業開発は避けるべきであり、また事前に水質を汚染しないかどうか徹底的にチェックすべきである。

また水資源調査では ブヌット河下流域が かんがい用水に著しい不足があることが認められた。特に乾期にひどいので この解決のためにシラウ河からの分水の可能性を経済性と共に パートⅡ の作業で研究することは充分価値があると考えられる。

アサハン河々口における塩水そ上については二回大潮の日に測定した所、塩水の最上

流嶺は 河口より僅か6キロメートルの河底にしか及んでおらず、洪水防ぎよ計画では タンジュンバライ市下流は現状のままで何等変更を行わないので問題は無い。また調査時はアサハン河・シラウ河の流量が 最濁水時であったので これ以上に ぞ上することは無いと考えられる。クアルー河々口の 塩水ぞ上調査は パートⅡ で実施することが推奨される。

8. 流砂調査と解析の結果は 上流の森林に若干荒廃部分が見られるものの それ程重大な問題とはなっていない。調査は地上踏査・流砂測定・河床土砂分析およびランドサット衛星写真によって行った。ただ タンジュンバライと河口の間の河床は 長年月の間に上昇しているが 港灣としての機能はメダン市北方のペラワン港の近年の拡張によって肩代りされている。またシラウ河の河床も 毎年若干上昇傾向が認められるが 今直ちにしゅんせつしなければならぬ程ではない。しかし将来共 緊急洪水防ぎよ施設完工後どのような変化を生ずるかは長期にわたり観測・測定を継続することが必要であろう。

9. 環境調査の結果は 現在の所 社会保健の改善以外には重大な問題はない。ただこの地域には 5,000~20,000ppm の塩水に産卵する特性を持った学名 *Anopheles Sundaicus* と言う 特殊なマラリア蚊が生息しており、このため塩水を利用する養魚場や 塩水ぞ上を拡大するような河床のしゅんせつは この蚊を増殖することとなるので推奨できない。今回の洪水防ぎよ計画や農業開発では 特にこの地域の環境を破壊するような点はなく、むしろ開発によって家庭用水の利便が増したり、輸送・交通が便利になる等の利便の方が多いと考えられる。

10. トバ湖の水位調節の解析・研究は 洪水調節および最も効率的な水利用の双方の要求を満足させ得る解決案を明らかにした。その方法は制限水位および放流量を 季節毎にコントロールし、Regulating Dam からの 洪水放流量も改定することである。本中間報告書に詳述してあるが、例えばその一例として Case V のような操作を行えば、トバ湖に 100年確率洪水が流入した場合でも最大  $300m^3/sec$  以下の洪水放流量で トバ湖水位を既定の洪水制限水位 EL.905.50m以下に抑えることが可能である。また一方

利水の面でも EL.902.40m の最低制限水位を割らずに 最低  $80\text{m}^3/\text{sec}$  の放流量を確保できる。

そのような水位調節を行った場合でも 過去43年間のトバ湖流入量の記録に適用して見ると、年平均流入量  $101\text{m}^3/\text{sec}$  の中 長年平均で  $95.6\text{m}^3/\text{sec}$  はアルミ生産向け発電に使用できる。これは年産 225,000トンの設備に対し 約95%の稼働を確実にすることを意味している。

11. 上記の研究に加えて 下流に与える洪水の影響を軽減する方法を研究した。それは緊急洪水防ぎょ施設が完成するまでは 現在の河道の洪水流下能力が著しく小さいからである。この研究の結果、若しRegulating Damにおける洪水放流量を上記と異なり  $200\text{m}^3/\text{sec}$ のまま抑えていたとすると、トバ湖の水位は 最高時 EL.905.47mで 制限水位内にとどまることが分った。従って下流の緊急洪水防ぎょ施設完成までの期間はこのような調節を行うことが推奨される。

12. たとえ将来上記のように トバ湖よりの洪水放流量は減少したとしても、それ以下ブラウラジャまでの残流域からの洪水流出量もかなり大きいので、洪水予警報システムを下流域に設備することが推奨される。

この予警報設備は 残流域内に4ヶ所のロボット雨量計、4ヶ所のロボット河川水位計と、キサランに操作事務所を設け、この事務所とメダン市にある公共事業省北スマトラ地方局事務所とを連絡する無線施設が必要であろう。

13. 上述の洪水調節に関する研究に関連して 現在計画中の アサハン第3発電所の取水ダムは相当高く大きな有効貯水量を有していることを知った。同発電計画のフィージビリティ報告書によると、このダムは発電用水調節のため 満水位と低水位間 5mの有効水深で約12百万 $\text{m}^3$ の有効貯水量を持っている。若しこの有効貯水量を Regulating Dam 以下の 214平方キロメートルからの洪水調節に用いると、例えば30年確率洪水ピー

ク流量  $407\text{m}^3/\text{sec}$  を僅か  $100\text{m}^3/\text{sec}$  にまでカットでき、ブラウラジャにおける30年確率ピーク流量  $1,355\text{m}^3/\text{sec}$  を  $1,043\text{m}^3/\text{sec}$  に低減できる。この調節後の高水量は緊急洪水防ぎょ施設の設計高水量  $1,100\text{m}^3/\text{sec}$  よりも小さい。従ってアサハン第3発電所の取水ダムにこのような洪水調節機能を持たせて計画することを強く推奨する。このような洪水調節を同取水ダムで行っても、それによる電力量損失は年間総発電電力量の僅か1%にも満たない。

14. パートIIに必要な作業の作業範囲・スケジュールや調査プログラムの詳細についてはこの中間報告書に述べた通りで、円滑かつ早期実施が望まれる。

以上

# 目 次

序 文	頁
位 置 図	
要 約	
<b>第一章 緒 言</b>	
1. 1 本 報 告 書 の 目 的	1
1. 2 調 査 の 進 捗	1
1. 3 従 事 し た 職 員	2
1. 4 ノ ウ ハ ウ の 伝 達	2
<b>第二章 本調査目的の背景</b>	
2. 1 本 調 査 の 背 景	4
2. 2 調 査 研 究 の 目 的	4
2. 3 対 象 地 域	5
<b>第三章 計画地域の現況</b>	
3. 1 地 形	7
3. 2 気 候	8
3. 3 水 文	9
3. 4 地 質	10
3. 5 土 地 利 用	11
3. 6 社 会 経 済	14
3. 7 河 川 現 況	16
3. 8 洪 水 流 量	17
3. 9 洪 水 被 害	18
3. 10 水 利 用 現 況	19

3.11	塩水ぞ上状況	20
3.12	流 砂	21
3.13	農 業 現 況	21
3.14	かんがい排水	23

#### 第四章 水・土地資源開発基本計画

4.1	開発の基本的方向	25
4.2	長期洪水防ぎよ計画	26
4.3	将来の水利用	26
4.4	環 境 評 価	26

#### 第五章 緊急洪水防御計画のフィージビリティ・スタディ

#### 第六章 トバ湖水位調節

6.1	トバ湖	33
6.2	水 文 資 料	34
6.3	トバ湖への正味流入量	35
6.4	調 節 研 究	36
6.5	トバ湖による洪水調節	38
6.6	緊急洪水防ぎよ施設完成までの臨時の操作	39
6.7	シグラグラ・タンガ・アサハン第3ダムによる洪水調節	39
6.8	勦 告	39

#### 第七章 パートⅡ作業計画

7.1	作業の手法及び順序	40
7.2	作業スケジュール	40
7.3	報 告 書 類	43
7.4	調 査 団 員	43

# 第一章 緒 言

## 1.1 本報告書の目的

この中間報告書は 1984年7月27日 日本政府の国際協力事業団（以下 JICA と略称）とインドネシア共和国政府の公共事業省水資源総局（以下 DGWRD と略称）との間に合意された「作業範囲」に基いて作成されたものである。

この報告書は パート I 作業の調査・研究のすべての結果を報告したもので、その目的は、i) 土地および水資源開発の基本的方向を見出すこと、ii) 洪水防ぎの基本計画を策定すること、iii) その基本計画の中で 特に緊急を要する洪水防ぎの緊急計画を選び そのフィージビリティ・スタディを行うこと、iv) トバ湖の水位調節に関する研究・解析を行い その結果勧告を行うこと、v) パート II 作業の詳細な調査・研究プログラムを勧告することである。

## 1.2 調査の進捗

パート I の調査・研究は 1984年10月より開始され、ほとんどすべての現地作業は 1985年7月未完了した。その後残りの解析・研究は 日本国内で実施され 同年9月未完了した。かくしてこの中間報告書は 同年10月半ばに編集されたものである。

調査期間中 JICA 調査団は 下記の4報告書を DGWRD に提出した。

- |                    |             |
|--------------------|-------------|
| 1. インセプション・レポート    | 1984年12月 5日 |
| 2. プロGRESS・レポート I  | 1985年 1月29日 |
| 3. プロGRESS・レポート II | 1985年 3月23日 |
| 4. ディスカッション・ノート    | 1985年 7月26日 |

各報告書提出後 JICA 調査団とDGWRDは 日本政府の監理委員会やインドネシアの関係諸官庁の代表を含めて公式会議を開き、上記報告書について討議を行い、その都度その結果を議事録として確認し合った。また1985年 8月19日付DGWRDの公文に述べられた すべてのコメントについては本中間報告書ですべて答えを記載し

た。

### 1.3 従事した職員

JICAは 津田誠氏を団長とし、小野寛氏を副団長とする15名の専門家より成る調査団を編成し夫々の専門分野の調査に派遣した。更にJICAは、理事中沢式仁博士を委員長とする6名より成る監理委員会を組織し、調査団に諸種の勧告を行うと共にその研究結果の監理を実施した。

監理委員は 上記のDGWRDとのすべての公式会議に出席し、双方の見解を交換し研究作業遂行の万全を期した。

DGWRDはできるだけ深いノウハウの伝達を期するためインドネシア人職員を12名バンドン市の技術会社より選んで1984年12月より逐次任命した。彼等はJICA調査団員と専門を同じくする者達で一緒に作業した。

### 1.4 ノウハウの伝達

上記12名のカウンターパートについては、作業を共にしながらの訓練を行い 主として下記の事項の教育を実施した。

- a) 地上踏査・試料の採取・現場試験・諸機関よりの資料収集・現地住民よりの聞き取り調査等を含む実際の現地調査
- b) 統計資料の解析・技術的な数値計算や図上解析・水文解析・水理計算・確率解析・土地利用図作成等の解析作業  
特に洪水防ぎょ計画については電子計算機による洪水特性解析・河道流下能力計算・貯溜関数法による洪水解析等を訓練した。
- c) 水文・水理・土質工学・社会経済・土地利用等の分野では 調査・試験・解析の結果に対する技術的判定について教育した。

ただ現地調査期間が短く、カウンターパートの任命が遅れたこともあって 訓練期

間は5ヵ月未満となった。しかし期間は短くても 実際の作業を通じての訓練であったため その場で理解できる利点がありカウンターパート達に取って極めて有効であった。

## 第二章 本調査目的の背景

### 2.1 本調査の背景

本調査対象地域は スマトラ島のマラッカ海峡に面した北スマトラ州中央部に位置し、豊富な水および土地資源を有しており、その開発ポテンシャルは極めて高い。特にアサハン河の源である トバ湖は  $1,100\text{km}^2$  におよぶ広大な水面積を有し 水資源の自然調節によって安定した水供給源となっている。また水面標高がEL 905mと高いのでその年平均流量 約  $100\text{m}^3/\text{sec}$  を利用し、現在総設備容量 603MWに達するシグラグラおよびタンガの二発電所で発電し、クアラタンジュンにあるアルミニウム製錬工場（年産 225,000トン）に電気を供給している。

雨量が多いのと洪水防ぎょ施設の不備のため、この地域はまたしばしば洪水に悩まされている。この地域には四つの主要河川がある。即ち北部のブヌット河、中央部のシラウ河およびアサハン河、それに南部のクアルー河である。これ等の河の上流域の標高 1,500mに達する分水嶺より下の斜面では 年間 4,500mm以上の降雨量を有しており、標高が低くなるにつれて少なくなりマラッカ海峡海岸では 1,300mmとなる。しかしこの山岳部の激しい雨は下流沿岸低地にしばしば洪水をもたらしている。このような洪水被害と社会施設の不備とにより、この地域はメダン市やその周辺に較べて社会経済の発達がかなり制約され遅れている。

上記の現状は この地域の水資源開発によって土地の生産性を向上させる必要性が大きいことを示唆している。また自然増や移住を含めた人口増加は引続いており、これ等住民の雇傭機会の増大や民生安定が緊急に必要とされている。

### 2.2 調査研究の目的

従って本調査研究の目的は、この地域の生産性向上・雇傭機会の増大・入植促進および生活条件の改善を目途とする長期政策の観点から 紀元2005年までの土地および水資源開発の基本計画を策定することにある。

実際の調査・研究作業のプログラムは、順序良く能率的に実施するために  
パートⅠおよび パートⅡの 二段階に区分することとした。パートⅠの作業は下記  
の5目標に対して実施された。即ち

- I) 対象地域の自然条件および社会経済状態に基き 土地および水資源開発の基本的  
方向を見出すこと。
- II) この地域の洪水防ぎよマスタープランの樹立。
- III) 緊急に必要な洪水防ぎよプロジェクトの フィージビリティ・スタディを実施す  
ること。
- IV) トバ湖水位調節の研究と その結果に基いた勧告を行うこと。
- V) パートⅡに必要な調査・研究作業のプログラムを勧告すること。

パートⅡの作業は、パートⅠにおいて立てられた洪水防ぎよマスタープランと整合  
性のある農業開発マスタープランを立てることを主な目的として パートⅠに引き続  
き実施される予定である。

この中間報告書は パートⅠの研究成果を総て述べたものである。

### 2.3 対象地域

本調査地域は、ブヌット河およびクアルー河の一部を含む アサハン河下流域一帯  
(約 6,000km<sup>2</sup>) を基本計画の対象とする。またアサハン河の水源であるトバ湖につ  
いては、下流域に与える洪水の問題や 最適利水に関連した外的条件として 計画に  
考慮する。

本地域は行政的には北スマトラ州のアサハン県 およびラブハンバトウ県に属して  
おり、州都メダン市の東南方約 160kmの所にある。水および土地資源の豊富なことか  
ら本地域は昔からゴム・ココナッツ および油ヤシの大農園として開発されて来た。  
人口増加に伴って(現在約80万人に達する)水田も 77,000ヘクタールの水準に達し、

畑も 15,000ヘクタールに達した。しかし熱帯性の激しい降雨のため しばしば洪水を生じ これ等農作物のみならず 社会施設や個人財産にも著しい被害を与えている。近年インドネシア政府の堤防建設等の努力にも拘らず 現在でも主要河川の洪水流下能力は著しく小さく、堤防はしばしば破壊されている。これが この洪水防ぎの基本計画を緊急に必要とするゆえんである。

本地域は、未だ給電施設も貧弱で また南方の丘陵地帯にある石炭を除いては地下鉱物資源もないため大規模な工業は無い。キサラン市やタンジュンバライ市等の主要都市は、個別にディーゼル発電機で給電されている。もっとも現在 メダン送電線網とキサラン市を結ぶ送電線が工事中である。

### 第三章 計画地域の現況

#### 3.1 地 形

本計画地域は、マラッカ海峡に面した北スマトラ州の中央部にあり、海岸線に平行に北西方より南東方に走っている。地形は略これと平行に4つのゾーンに分けられる。即ち

- i) 標高 100m から 1,500m 間の山岳森林地帯
- ii) 標高 15m から 100m 間の広い丘陵地帯
- iii) 標高 15m 以下の広い沖積平野
- iv) 海岸砂丘 (巾 2 内至 3 km で最高標高 10 内至 14m)

域内の主要河川は 略これ等のゾーンを直角に横切って南西から北東に流れている。低い丘陵地帯はゴム・油ヤシの農園に利用され、またその山裾を道路や鉄道が走っている。従って主要な都市・部落も この交通路沿いに発達している。二次道路はこれと直角に山地方向と海岸方向にもあるが貧弱で雨期には通行できぬものが多い。

沖積平野は、4 m 以下の低い湿地帯と 4 ~ 15m の間の田畑に分れている。水田が最も発達しているが 河川の氾濫による被害もまたこの平野が最も高い。湿地帯は灌木林または 10m を越す樹木の茂った林となっている。近年は人口圧力のため、この周辺から人間が少しずつ定着し始めている。

海岸砂丘は主としてココナツ園や田畑に利用されている。この砂丘の標高が高いため 河川の氾濫水が湿地帯に滞留し、海峡への直接排水ができず、また河川本流に戻らざるを得ない地形となっている。潮位の影響を受ける海岸線は主としてマングローブ林となっている。

### 3.2 気 候

本地域は北緯2~3度、東経99~100度の間にある熱帯に属しているため 海岸地方では年平均気温26℃位で月変化は極めて小さい。最高・最低気温は21~33℃である。但し標高約 910mにあるトバ湖畔ではこれより何れも6度程度低い。

年雨量は山岳部頂上附近で 4,500mmに達するが標高が低くなると共に少なくなり海岸では 1,500mm程度となる。しかし、トバ湖流域では南部で 2,000~ 2,200mm、北部で 1,400~ 1,600mm、全流域平均では 1,820mm程度と少ない。

この地域は9~12月の 東シナ海よりのモンスーンによる主雨期と3~5月のインド洋よりのモンスーンによる弱い雨期の双方の影響を受けている。従ってマラッカ海峡側は 主雨期の最盛期が10月にあるのに トバ湖周辺やインド洋側のシボルガでは11月にあり1カ月か1カ月半遅い。反対にインド洋よりのモンスーンの最盛期はシボルガやバラバットでは4月にあるのに ペマタンシアンタール市では5月に見られメダン市では ハッキリしたピークは消えてしまっている。従って両雨季最盛期の間隔は トバ湖周辺では7カ月もあり、その為6月・7月の比較的乾期には、月雨量が60~70mmと減少する。しかしメダンやペマタンシアンタールでは、この間隔が5カ月しかないため乾期と言える6月7月もかなり降雨がある。

相対湿度は年間を通じて高く、月平均は最低82%から最高92%（夜は 100%のことも多い）年平均88%である。

風・日照・蒸発の記録は少なく、また欠測が多いので断言できないが おおむね次のことが言える。

風速は時たま疾風が年に2~3度吹くことがあるが 年平均風速は僅かに 0.3m/secで季節変化も極くわずかである。日照時間は6~9月に若干多いが、他の月は降雨日数が1カ月15日以上もあるため極めて短い。

蒸発は上記のような不完全な記録から推算して見ると トバ湖周辺で年 1,300mm位と推定される。これは標高による低温や降雨日数が多いためと考えられる。(降雨日数は年間 190~ 220日) 従って湖面よりの蒸発は 年間約 930mm程度と推定される。

### 3.3 水 文

#### 3.3.1 降 水 量

計画地域内には80カ所の雨量観測所があり、そのすべての記録を集めて解析した。平地部にはかなりの観測所があるが 山地には密度が薄く欠測もまた多い。しかし河川流量や洪水解析には夫々の地区を代表する観測所の記録を基にして対照してチェックの上使用した。また1日最大雨量・二日最大雨量やその確率雨量も算定した。最近の自記雨量計による時間雨量も若干の地点で利用できるが、スコール性の雨のため最初の1時間に降る雨量の占める率が高いのが特徴であるが、絶対雨量や継続時間および総雨量は比較的小さい。

#### 3.3.2 河 川 流 量

域内の河川については、シラウ河の流量観測所が キサランの国道橋地点に、アサハン河のそれはブラウラジャに、クアルー河のそれはプロドゴムにあるが、未だ観測期間が7年以下と短い。ブヌット河には測水所が無いので推定に依った。

これ等三ヶ所の測水所では、過去夫々数十回の測水記録がある。ただ大流量の時の測水が少ないうらみがあったので今回の調査で実施した。過去の測水資料や今回の測水の結果、三カ所とも河横にはほとんど大きい変化が見られないので、水位流量曲線を作成し、過去の水位記録から流量に換算した。

この結果 キサランの年平均流量は、約 $61\text{m}^3/\text{sec}$ 、プロドゴムのクアルー河の流量は殆んど同じ $61\text{m}^3/\text{sec}$ で、ブラウラジャのアサハン河の平均流量は 約  $152\text{m}^3/\text{sec}$ となった。流域  $100\text{km}^2$  当りの比流量は シラウ河が  $5.83\text{m}^3/\text{sec}$ 、クアルー河が  $5.50\text{m}^3/\text{sec}$ で 良く似ているが、アサハン河はこの値が  $3.29\text{m}^3/\text{sec}$ と極

めて小さい。更にこれをトバ湖流域で見ると  $2.48 \text{ m}^3 / \text{sec}$ しか無い。これは降雨量が少ないことや湖面蒸発によるものと考えられる。またトバ湖流域を除いた残流域のブラウラジャにおける比流量は  $7.12 \text{ m}^3 / \text{sec}$ と 極めて大きく、この山岳地帯が  $4,500 \text{ mm}$ にも達する多雨地区であることを裏書きしている。従って残流域からの洪水ピークもまた大きい。

### 3.3.3 潮 位

アサハン河々口の バガンアサハン検潮所（位置北緯  $3^\circ 01'$ 、東経  $99^\circ 52'$ ）とアルミ工場のあるクアラタンジュン港（位置北緯  $3^\circ 22'$ 、東経  $99^\circ 28'$ ）の1年間の毎時潮位記録を集め解析した結果、夫々の観測結果にはほとんど大きな誤差はなく、バガンアサハンの平均潮位を0として水準測量の基準とした。この平均潮位0から見ると最高潮位は  $2.25 \text{ m}$ 、最低は  $-1.75 \text{ m}$ であり、年平均高潮位は  $1.17 \text{ m}$ 、同低潮位は  $-1.16 \text{ m}$ と計算された。

### 3.4 地 質

この地域の基岩は トバ湖の噴火による第四紀の噴出岩で 主としてイグニンプライト（閃結凝灰岩）でその上に薄い何層もの凝灰岩の砂層がある。この基岩は堅硬でトバ湖周辺より山岳地では下方に露出している。一番表層にはローム系の赤色土が  $5 \sim 10 \text{ m}$ の厚さで乗っている。

ただクアルー河の国道橋より約  $25 \text{ km}$ 上流のペルラオイアン部落附近では 前第三紀層の堆積岩の間に石炭を挟んだものが見られる。

低い丘陵地帯では、第四紀と見られる白色凝灰岩を  $5 \sim 10 \text{ m}$ のラテライトが覆っており、この凝灰岩は所々に軽石を含んでいる。このラテライト層の間には薄い砂礫層を数層含んでおり、北東方に僅かに傾斜している。

低い丘陵地帯の最先端は 砂やシルトより成る段丘堆積物が帯状に分布したり、低い峰となって突出していたり、また平地に残って島状に点在したりしている。これ等海成段丘堆積岩は沖積紀前期のものと見られる。

沖積平野の標高の高い部分は 主として細かいシルトや粘土質土壌より成り、薄い砂層や有機質土壌を挟んでいる。これ等は後背地から運ばれて来た沈澱物である。

湿地帯はアサハン河とクアルー河の間に広く広がっており細かいシルト質、粘土質および有機質土壌より成っている。

海岸砂丘は細砂から粗砂によって成っており、イグニンプライトより産出された硬い石英を多量に含んでいる。

### 3.5 土地利用

#### 3.5.1 土地利用現況

計画地域の現在の土地利用区分は次表のようになっている。

土地利用区分	面積 (ha)	面積率 (%)
1. 市街地・宅地	9,079	1.4
2. 水田	90,832	13.7
3. 畑	15,442	2.4
4. ココナッツ林	43,230	6.5
5. ゴム園	107,607	16.3
6. 油ヤシ園	58,398	8.9
7. 森林	158,440	23.9
8. 灌木沼沢地	48,592	7.3
9. 森林沼沢地	125,851	19.0
10. その他	4,100	0.6
計	661,571	100.0

森林には自然林の他に二次林を含んでいる。二次林は住民が自然林の中に ゴム・油ヤシ・コーヒー等の木を混植しているもので 細かく分類することは不可能である。森林は良く維持されており、大規模な地すべりや深地はない。

水田は全地域の14%を占め 主として低い沖積平野に分布している。畑ではキャッサバ、トウモロコシや豆類・野菜を栽培している。

ゴム園・ヤシ園等は 全面積の32%も占めているが、近年のゴム価格の低落によってゴム園面積は次第に減っており、大部分油ヤシに転換している。またココナツ園も一部水田に変わりつつある。

湿地帯は 全体の26%を占めているが、フカブカの地盤と洪水のため入植が阻まれている。しかし近年の人口圧力のため止むを得ず住民がその周辺より次第に開発しつつある。

### 3.5.2 現在の土地利用の適合性

この土地利用現況は 地形をうまく利用していることを示している。

これは、土地利用図と地質図・地形図を重ねて見ると良く判る。即ち以下の適合性が良く認められる。

- a) ゴム園は 107,600ha にも及ぶが 主としシラウ河沿いの丘陵地と南部のクアルー河沿いの丘陵地に多い。これは地形的に排水が良く また地質的に下層に凝灰質砂層を持っている点を利用している。また排水性の高い砂礫層を持つ段丘にも植えている。
- b) 油ヤシ園は、58,400haあり 主として、アサハン河沿いの丘陵地帯を利用している。

- c) ココナツツ園は海峡沿いの海岸砂丘地帯に多く水分の塩素分をうまく利用している。
- d) 大部分の水田は土壌の保水能力が高く、且つ引水の容易な河沿いの沖積平野および湿地帯の周辺に多い。
- e) 鉄道・国道は排水良好で地盤の良い丘陵地 またはその裾を走っている。二次道路は 河川の支流沿いの自然堤防を利用している。従って都市や部落もこれ沿いに発達している。
- f) 丘陵地で引水が出来ない高台は場所によって畑として利用している。

上記の土地利用は、地形・地質・土壌等を 長い歴史を通じて得た人智で 実にうまく利用しており、これを変更する必要性は全く無い。ただ既に寸土余さず利用されている（湿地以外は）ので 今後の開発は土地の生産性を高めることや、将来何かの国家的あるいは社会的要求か経済的な理由から 何等かの作物転換が生ずるかも知れない。

### 3.5.3 将来の望ましい開発方向

上述のように 既に土地利用は完全であり、寸土余さず利用されているので、人口増加を吸収するためには 現在の既耕地の生産性を高める以外に無い。沼沢地はその土壌条件や 経済性を 今後十分確認する必要がある。

24%を占める現在の森林は、土壌保全・水源かん養、或いは家畜飼料供給や 住民の燃料供給のため極めて重要なので 現状程度はそのまま確保して置くべきである。

経済性の観点から見ると 土地の生産性を上げるには、既耕地のかんがい開発によるのが最善であろう。またこの地域の米が需要に満たないので、その自給上からも最

も優先度が高いと判断される。

### 3.6 社会経済

#### 3.6.1 社会経済現況

計画地域は、アサハン県の13郡と ラブハンバトウ県の3郡およびキサラン市とタンジュンバライ市を含み、1983年の人口は、798,900人である。人口増加率は1.2%である。

農耕地の中の2/3に当る面積はゴム・ココナツ・油ヤシの農園で残りが田畑となっており、人口の65%は農業に従事している。この地域のGDP内に占める農業のシェアは、1980年で64%に上る。

1981年のアサハン県、ラブハンバトウ県、及びキサラン市、タンジュンバライ市の1人当り収入は夫々Rp, 331,000、Rp, 314,000、Rp, 372,000であり、これ等は北スマトラ州全平均のRp, 283,000より何れも高い。しかしメダン市平均のRp, 386,000よりは低い。この地域の平均総収入がかなり高いのは大農園の生産が高いため、一般の農民は、1戸当り平均0.8haと耕作面積が小さく、単位収量も初で1ha当り2.9tと低いため上記平均収入より農民の収入はかなり低い。

労働可能人口は419,000人であるが、実際の農業労働人口はその51%に当る212,900人でかなりの余剰労働力が半失業状態にある。そのため農民は十分な肥料・農業・改良品種の種子・水牛等を購入する経済力が無い。

取耕地正味74,000haの中、かんがい施設があるのは僅かに約20%でその施設も不十分である。そのため、水稻の収穫量も不安定で、例えば1981年の干魃年には平年作の約半分しか収穫できなかった。またこれ等の水田は河川沿いに発達しているので洪水が起った場合、最も被害を受けている。

交通・通信・電力供給・給水等の社会施設は、キサラン市やタンジュンバライ市では比較的発達しているが、それ以外の地方にはかなりの格差がある。このため近年青年層の中には域外に流出している事実が認められる。

### 3.6.2 社会経済開発の基本的方向

上述の如く、この地域の自然条件は一般に良好で、しばしば起る洪水被害以外には地域開発を阻害する制約条件は何もない。

土地利用調査で明白なように、強い人口圧力のために、この地域は沼沢地以外はほとんど完全に寸土余さず利用されている。残されている湿地は勿論その開発のポテンシャルや経済性が十分検討されなければならないが、その開発には相当の長年月と多くの投資を必要とするであろう。従って、土地生産性の向上は先ず既耕地から始めることが推奨される。

既耕地の生産性を上げる方法の中で、先ず最も必要なことは、洪水被害を防ぐことである。最も被害の大きいアサハン河およびシラウ河について洪水防ぎよを行うことが緊急の要務であろう。

二番目に重要なことは、既設かんがい排水施設の修復改良である。何故ならば、これは最少の投資で最も早く便益を生ずるからである。またかんがい改良は、大規模計画のみでなく、小さな支流を利用している小規模かんがい施設の改善にも重点が置かれるべきである。

三番目の優先度は、既設かんがい施設の拡張または延伸によるかんがい面積の増加と新規のかんがい施設によるかんがい面積の増加に与えられるべきである。この新規のかんがいには、現在の低湿地も含めて考えるべきである。

上述の開発を全部考えるとかなりの長年月を要し、この基本計画の目標年である紀元2005年を超えるかも知れない。従ってプロジェクトの実現は各プロジェクトの経済性およびその優先順位を十分慎重に研究した上で現実的な計画を立てることが肝要である。

### 3.7 河川現況

#### 3.7.1 一般現況

ブヌット河は延長59km、流域面積 621km<sup>2</sup> で標高約 300mの低地より水源を発している。河中は国道橋地点で15mと小さく、中流部で20~25m、キリ河と合流してから40~50mの小さな河である。下流両岸はほとんど水田でかなりのかんがい施設があるが水源不足で乾期には不足が甚しい。洪水ピーク流量も極めて小さいにも拘らず河道が小さい為、時々被害を生ずる。近年公共事業省は両岸に総延長14kmの堤防を築造したのでその後の洪水被害はかなり小さくなった。

アサハン河の一大支流であるシラウ河は延長約 100km、流域面積 1,180km<sup>2</sup> で上流はかなり高い山岳地帯に発し急流を成しているが、平野部のキサラン市附近から勾配は、1/800 程度となり アサハン河との合流点タンジェンバライ市附近では、1/1,500 の勾配となる。この両岸には水田が多く、自然取水設備も両岸に多数ある。堤防も両岸総延長28kmできているが 高さも低く時々洪水で破壊される。

アサハン河は上流トバ湖流域を含めて 6,863km<sup>2</sup> の流域を有し、152kmの延長を有する。この河は、トバ湖の出口から既設のシグラグラ発電所およびタンガ発電所を経て急流を成しながらブラウラジャの国道橋に至る。それから下流は緩かな沖積平野を蛇行しながら流下する。ブラウラジャ附近で1/4,000 の勾配は タンジェンバライ附近では1/13,000の緩勾配となる。河中は狭い所では50m程度で、洪水は主として右岸低地に溢水し、広い沼沢地を形成している。

クアルー河は延長 165km、流域 3,820km<sup>2</sup> の河で、状況はアサハン河と同じく急勾

配の山岳地より緩勾配の河口まで似ている。最下流部は兩岸共低平湿地帯を成す。

### 3.7.2 既設堤防

ブヌット河は延長14km、シラウ河は28km、アサハン河は15km、クアルー河は29kmの低い堤防を持っている。通常 堤防幅は 2～ 3.5mで、高さは 1 mから最大 4 m程度、法面勾配は 1対1から 1対2である。しかし、これ等堤防は河岸近くに非計画的に築造されているため、特にアサハン河やシラウ河では、1～2年に1回位づつ破壊されている。

### 3.7.3 現河道流下能力

河川測量及び同日水位観測等の結果から 水理計算によって得た主要四河川の高水量流下能力は、洪水ピーク流量に較べて著しく小さい。

## 3.8 洪水流量

### 3.8.1 過去の主要洪水

過去の測水記録から各河川の主要洪水を見ると、1973年、1977年、1979年及び1984年に大きいものが記録されている。洪水は 9月～12月に多く、また12月に大きい。しかし 1984年のアサハン河の洪水は、トバ湖からの放水流が重なった関係で2月末に最大を記録している。しかし量的に最大であったのは アサハン・シラウ両河川については1973年12月の洪水である。

### 3.8.2 洪水流量解析

この河川の流域を各支流合流点毎に区分し、その各々の流域内の雨量とキサラン測水所やブラウラジャ測水所の流量とを照合し、貯溜関数法で過去の1975、1977、1982および 1984年の洪水の実測データから式の係数を算出した。

また、1日最大雨量の確率計算より求められた 100年、50年、30年、15年、10年、5年、2年の 各確率雨量をこれに適用して、各測水所地点における確率洪水流量の

波形を1時間単位で算出した。

この結果は、次表に示す如くである。但しブヌット河には観測記録が無いので推算した。

河川	場 所	確 率 年(年)						
		2	5	10	15	30	50	100
アサハン	ブラウラジャ	625	826	1,001	1,106	1,355	1,523	1,839
シラウ	キサラン	449	457	565	670	911	1,055	1,300
クアルー	プロドゴム	661	729	880	978	1,101	1,270	1,378
ブヌット	合流点	51	63	70	73	80	88	95

すべての洪水防ぎょ計画や洪水被害額の算定には上記洪水を基準とした。

トバ湖の既設調整ダムからの放流がブラウラジャに到達する時間と、残流域からの洪水のブラウラジャに至る到達時間を水理計算した所、双方共約6時間でほとんど同じである所から、双方のピーク流量のダブリを避ける方法は、極めて困難であると判断された。従ってブラウラジャにおける計画高水流量には調整ダムからの最大放流量  $400m^3/sec$  を含めた。

### 3.9 洪水被害

過去の洪水被害は、関係官庁の被害調査記録や 住民への聞き取り調査 および地形図との照合により、過去の洪水による被害額を算定した。またこれ等の洪水の確率より推算して計画高水流量が生じた場合(2年、10年、30年、100年確率等)の1985年3月現在の市場価格による在るべき損害額を算定した。

またこの基本計画の目標年である紀元2005年の物価水準や 在り得べき開発条件を想定した洪水被害額も算定した。

その結果は次の二表に示す如くである。

1985年物価水準による被害額（百万ルピア）

河川名	確率洪水年(年)					
	2	10	15	30	50	100
アサハン	1,464	3,561	3,657	3,779	3,834	3,888
シラウ	4,729	5,965	8,698	10,463	11,590	12,717

2005年水準

アサハン	2,179	5,993	6,138	6,406	6,487	6,567
シラウ	13,045	15,445	24,614	30,370	33,988	37,606

これ等 各確率年に相当する被害額より数値積分して 年平均洪水被害額を算定した。1985年現在の物価水準及び開発現況を基準にした場合の年平均洪水被害額は、49.43 億ルピアであり、紀元2005年における想定被害額は年平均 118.79 億ルピアと見積られた。

3.10 水利用現況

現在計画地域内の水利用は河川水と井戸水とにその水源を頼っているが、総使用量は河川水の賦存量の未だ2%に満たない。最大使用量はかんがい用水である。

従って将来共工業用水・水道用水・かんがい用水・河川維持用水を考えても水資源には十分の余裕があると判断された。ただ地域的水収支の不均衡はブヌット河流域に認められる。即ちブヌット河は自然流量が小さいため、下流の水田地域で乾期には特に著しい水不足を生じている。この解決策として シラウ河上流より $10\sim 15m^3/sec$ 程度の水量を切替水路を開削してブヌット河に転流してやる案が考えられた。今回の調査の結果、地形的には十分その可能性があることが判ったので 今後 パートⅡの調査作業で十分検討する価値があると思われる。

シラウ河沿いの既設かんがい取水設備はすべて自然取水型なので、将来の緊急洪水防ぎょ施設設計の際、これ等取入口の改良を十分考える必要がある。

またアサハン河およびクアルー河下流域では、水利用を理想的に行っても未だ余剰を生ずると思われ、この地域については低湿地の排水の方が遥かに重要な問題であると認められた。

都市における水道は、キサラン市およびタンジュンバライ市の水道共 シラウ河の水を取水しているが、両市合しても最大取水量は毎分 $7m^3$ に過ぎない。ほとんどの地方住民は、飲料水は井戸に頼っており、洗濯や浴用は河水に大部分頼っている。今後 パートⅡにおけるかんがい計画では 水路に家庭用水供給も十分含めて考えることが、住民の利便上も衛生上も重要である。

最終的な水資源配分の最適計画は、パートⅡにおける農業用水配分確定後、樹立する予定であるが、現状の豊富な賦存量から見て 各目的別使用量に著しい制約が生ずることは先ず無いと考えられる。むしろ低湿地における排水改良、低湿地にある村落の下水処理等が重要と見られる。これ等は洪水防ぎょ施設や かんがい施設の計画・設計時に十分排水を考慮することによって改良を果すこととしたい。

### 3.11 塩水そ上状況

アサハン河口における塩水そ上調査は、1985年 2月26日と 3月 8日の2回実施した。この中 3月 8日は大潮で、バガンアサハン検潮所の最高潮位は1.89m、最低潮位は-2.01mであった。各測定地点では 異なる水深の水の電気伝導度を測定した。その結果は塩水くさびの最上流端は河口より僅か6km上流の河床で終わっていることが判明した。なお、この測定日のアサハン河およびシラウ河の流量は最濁水時で、双方の流量はキサランとアラウラジャのものを合計しても約 $150m^3/sec$ でしかなかった。従って塩水そ上は今回の河川改修計画や かんがい用水取水によって他に塩水被害を与えることは生じないと判断される。

### 3.12 流 砂

詳細な流砂・堆砂量調査は、アサハン河およびシラウ河について行った。測定・解析の結果、西河川流域での流砂生産量は、 $500\sim 550\text{m}^3/\text{km}^2$  程度であると見積られた。また河を流下している年間土砂量は、シラウ河で約  $400\text{m}^3/\text{km}^2$ 、アサハン河で  $260\text{m}^3/\text{km}^2$  であった。

また地上踏査や ランドサット衛星Ⅳ号の1984年 6月 8日のデータをカラー写真として分析した所、計画地域の森林には、大規模な地すべり等は無いことが判った。ただし、若干山腹に所々乱伐が見られるが小規模である。これは土壤保全と水源かん養の点から別途防止の要がある。従って上記土砂の生産は 山地及び平地のシートエロージョンによるものと判断された。その大きな土砂源はゴム園や油ヤシ園の木の植替にあると見られる。ゴム樹等は20~30年で老朽化するので全部機械で除去して若木を植える。計画地域には166,000ha に及ぶ樹園があり、毎年50~80 $\text{km}^2$  は植替えが行われている。植替後10年間位は、これ等の土地は1年に2~3mm浸蝕されると見られるから、これだけでも 計算すると  $230\sim 550\text{m}^3/\text{km}^2$  となる。従って古い木を除去した後、できるだけ早く若木を植え 下草を成長させることが望ましい。

アサハン河は上流のトバ湖が洪水調節にも極めて役立っているが、周囲の陸地よりの土砂を総て沈砂しており、出口からは清澄な水が流れ出ている。従ってアサハン河は流砂量が比較的少ない。

上記の程度の流砂・堆砂量では 今何等かの砂防を実施する必要には迫られていない。しかしシラウ河の河床は、年々若干上昇気味なので 緊急洪水防ぎよ施設完工後も長期にわたってどのような河床変化を起こすか観測を続けることが望ましい。

### 3.13 農 業 現 況

1983年におけるこの計画地域の総戸数は 155,000戸で 人口は 828,000人である。この中 88,500戸は農家で全体の57%に当る。また農業労働人口は 213,000人で全体

の51%に当る。しかし1戸当り耕作面積がわずか0.8ha程度と小さいため、上記労働力の中、60~80%は余っている。農家の70%は自作農である。

この地域の土壌は、沼沢地のピート層や硫酸性土壌や鉍物質土壌部分を除けば、農作には問題なく適している。

主要な作物は、水田では水稲、畑では陸稲・トウモロコシ・大豆・キャッサバ・甘しょ・モンゴ豆・落花生等である。水稲は雨期の始まり、即ち9月から12月の間に植付けられ、翌年2月~4月の間に刈入れられる。陸稲は普通7月~10月に植えられ、12月~3月に刈取られる。

水稲の種子の約60%は改良品種の種子を用いているが、未だ肥料や農薬の使用量は低く、低収量の一理由となっている。低収量のもっとも大きい原因は、未だかんがい施設が水田の20%にしか普及しておらず、またその施設も不完全であることが大きい。

現在の計画地域内の主作物の年平均生産量とその反収は次表に示す通りである。

作物	単位収量(t/ha)	総生産量(t)
水稲	2.9	184,000
陸稲	1.8	27,000
トウモロコシ	1.9	5,000
キャッサバ	12.3	12,000
甘しょ	12.2	3,000
落花生	1.0	300
大豆	1.1	800
モンゴ豆	1.2	400

上表に見る如く各作物共平均反収は極めて低い。しかも最近の5カ年では伸びてい

ない。また水田は始終干ばつや水害に見舞われており、生産量が年によって大きく異なっている。例えば最近の6年間では最低 131,000トンから最高 212,000トンの年がある。

農業における主な問題点は次の如くである。

- (1) 施肥量の少ないこと。
- (2) 種子の60%は改良品種であるが、証明付きの種子は僅かに6%に過ぎないこと。
- (3) 病虫害およびネズミによる害が大きいこと
- (4) 始終洪水被害を受けていること、および排水が悪いこと。
- (5) 未だかんがい面積が20%しかなく、80%は未だ天水田であること。

### 3.14 かんがい排水

今回のかんがい排水調査は次の目的で実施した。即ち

- i) 計画地区の水稲増産計画の現況をつかむこと。
- ii) 水稲増産計画に関する問題点があれば、これを明らかにすること。
- iii) かんがい用水を現在どの程度使用しているかをつかむこと。
- iv) 将来のかんがい排水開発の可能性を確かめること。

水稲増産計画は、公共事業省北スマトラ地方局 および各県事務所で計画されているが、計画面積はアサハン県内で、23地区 25,100ha、ラブハンバトウ県で、8地区 7,500ha となっている。この中既かんがい面積は6,800ha しか無い。かんがいはあるものの乾期にはこの中の2,050ha のみしか作付できない。現在のかんがい水路平均密度は1ha当り 19mと小さく、適切な水管理を行うには程遠い。

現在のかんがい排水の問題点は下記の如くである。

- a) アサハン河・シラウ河沿いの農地は、しばしば洪水被害をこうむる。
- b) ブヌット河沿いのかんがい地は著しい水不足である。

- c) シラウ河沿いのかんがい地区は、取入口が自然取入れのため 河の水位変動によっては十分取水できないことがある。
- d) 大部分のかんがい水路は密度が薄く、また排水不十分。
- e) 末端の三次水路がほとんど無く また量水施設も無い。
- f) 農道が不備で車で近づくこともできない所が多い。
- g) かんがい施設維持管理の予算も人数も極めて少ない。
- h) 多くの構造物で1970年代に建設されたものは だいぶ壊れているのに 未だ修復されていない。特に門扉に著しい。

単位用水量を PROSIDA の採用している計算法で算出して見ると 雨期作に対しては、アサハン県で  $0.87 \text{ 畝/sec/ha}$  となる。又乾期作についてはアサハン県で  $1.45 \text{ 畝/sec/ha}$  , ラブハンバトウ県で  $1.16 \text{ 畝/sec/ha}$  となる。今後 パートⅡ 調査で十分検討するものとする。

かんがい排水開発の可能な地区は、夫々の河沿いの上下流にある。今後 パートⅡ 調査でこれ等の地区を精査して 土壌や地形・経済性等を十分吟味の上 開発基本計画を策定することとする。

## 第四章 水・土地資源開発基本計画

### 4.1 開発の基本的方向

既述の社会経済調査で明らかなように、この計画地区の交通・通信・給電・給水等の社会施設は、極めて不備であり、また地下資源もほとんど無いので、今直ちにこの地区で工業開発を考えることは投資効率からも社会経済的観点からも適切ではない。土地利用調査で明らかな如く、既に未利用地はほとんど無いので開発目標としては、土地の生産性を向上させることが基本となる。従って豊富な水資源を利用してかんがいによる農業開発を行うことが最も適切である。ただ本計画地区の農地は毎年のように洪水被害を受ける所が多いので、先ず洪水防ぎよを行って農地を保全することを先行させる必要がある。

このために先ず全地域の長期洪水防ぎよ基本計画を立案し、それに見合った農業開発基本計画を立案する必要がある。

農業開発の内部の優先度としては、既耕水田へのかんがいによって反収を上げ、農民の生活水準を上げ、人口増の吸収を計る必要がある。またかんがい排水開発についても第一には既設かんがい施設の修復・改良が最も緊急を要するし、最小の費用で最も早く経済効果を挙げる事が出来よう。このかんがいは大規模なもののみならず、100~500haと言う小規模のかんがい計画も共に考える必要がある。

次には、既設かんがい施設の拡張或いは延伸および沼沢地も含めた新規かんがいによってかんがい面積の増加を計ることである。これ等全部の開発にはかなりの費用と長期間を要するので、本調査の目標年である紀元2005年内に全部入れることは困難と考えられるので、各プロジェクトの経済性およびその開発優先順位を十分検討して基本計画を立てることが肝要である。

## 4.2 長期洪水防ぎょ計画

主要四河川について、夫々の洪水防ぎょ比較案を立て、その便益—費用比を計算した結果、アサハン河では 堤防と自然遊水池の組合せが最も経済的であり、他の三河川は通常の堤防と若干の拡巾等河道改修に依るのが最も経済的であると判断された。

また長期治水計画の規模としては、15年、30年、50年確率規模の便益—費用比率を算定した所、何れも30年確率が最善と言う結果を得た。従って本地域の長期治水基本計画の規模は 30年確率高水量を基準として計画することとした。

## 4.3 将来の水利用

水資源調査 および水利用現況調査の結果、本計画地区の地表水・地下水共その賦存量は豊富で、現在は河川水の 1.2%しか利用していないことが判明した。ただブヌット河のみが著しい水源不足状況にある。そこでシラウ河の上流から $60m^3/sec$ の年平均流量の中  $10\sim 15m^3/sec$ を分水する方法を考究した。幸い地形的には約6kmの水路で分流できることが判明した。従って パートⅡにおいてこの分流案を十分調査する価値がある。

その他では先ず何れの目的に将来水を使用しても不足を生ずる恐れはない程、水資源は豊富である。最終的な水利用配分計画は パートⅡの農業開発計画による所要水量を勘案して計画するものとする。

## 4.4 環境評価

### 4.4.1 自然条件

現在の計画地域  $6,000km^2$  の中で 24%に当る面積は森林で一部荒れてはいるが、水源かん養・土壌保全や水質・空気の汚染防止に役立っている。この程度の森林は、今後も環境保全のためそのまま保護して置くことが望ましい。

またゴム園・油ヤシ園・ココナツ林の占める面積は32%もあり、経済活動に役立っているのみでなく 緑の保全で人間生活に十分の潤いを与えている。

自然条件の中で唯一の問題点は、都市・村落周辺の低湿地である。極めて緩勾配の土地であり、排水や下水が未発達なので雨期にはこのような場所は、汚水に溢まされている。ただこの地域には幸いなことに淡水に住むマラリヤ蚊は居らず、塩水と混合した所に産卵する特殊な種類のマラリヤ蚊であるため、低湿地のためにマラリヤが蔓延することはない。

#### 4.4.2 社会保健状況

計画地区で多いのは、マラリヤと結核で時としてコレラ・破傷風及び狂犬病が発生する。この中、社会的に問題なのは伝染性の強いマラリヤ・結核・コレラであるが結核は生活向上による栄養増加によって減少させられると考えられ、開発によって住民の収入が上がることは好結果を生むであろう。

この地区のマラリヤ蚊は、5,000~20,000p.p.m の塩水に産卵し、増殖する特殊な蚊で、マラリヤの発生は従って海岸から1Km位の巾の範囲で生ずる。従って塩水そ上を生じたり、塩水と淡水の混合水での養魚は望ましくない。

コレラは、水伝染性であるので 低湿地帯の排水や下水の改善が良い効果をもたらすであろう。この点から見ると、将来のかんがい開発で清浄な淡水を家庭用水としたり、農道沿いに排水路を多数設けることは良い結果をもたらすものと思われる。

#### 4.4.3 給水及び水質

計画地区では 70%程度の飲料水は井戸に頼っており、洗濯・浴用には河の水を相当利用している。水道はキラン市(23%)とタンジュンバライ(50%)しか無く何れもシラウ河より取水している。ゴムや油ヤシ加工工場等は個別に深井戸から取水している。

今回、四河川の水質分析を行った結果 何れも清浄であり何に使用しても差支えないことが判明した。またトバ湖の水質も 1981年の北スマトラ大学の調査結果で極めて清浄であることが判っている。

現在は、この地域には大工業はないので 汚染はほとんど問題となっていないが、将来ゴム工場や油ヤシ工場の拡張でもある場合は 排水処理を十分させなければならない。新聞報道によれば トバ湖出口にあるボルセア附近に パルプとレイヨンの工場が計画されている由である。通常レイヨン工場では クラフトパルプ法を用いて木材より原料を抽出するが、それには塩素酸化物を多量に使用する。これ等塩素酸化物は木材から出るリグニンやペーパセルローズおよびガンマセルローズと共に廃液に入り悪臭と共に水を黒かっ色に汚染する。

これ等の汚染源は化学的な浄化装置で除去することは困難で、通常河川に放流される。またこの汚染源は自然の生物化学作用でも分解されないため河の下流での自浄作用は期待できない。

従って、たとえ河水で薄められるとは言え、これ等の汚染物質は水や空気に悪臭を与えたり、水をかっ色に汚染するので、下流での水利用に障害を与えるであろう。従って、このようなレイヨン工場を河の上流端に設けることは避けるべきである。

また一方、トバ湖周辺の森林を伐採し過ぎると表土の侵食を増大させ地表からの蒸発を増加させるであろう。その結果、長年月の後にはトバ湖への洪水流入がもっと激しくなる結果となるであろう。

#### 4.4.4 開発の環境に与える影響

本報告書で勧告しているように、この地域の開発は 先ず緊急洪水防ぎょ施設の建設で、次いで将来農業開発を行うこととなる。

治水工事が完工すれば氾濫が少なくなり、今までの氾濫面積が減少し、また冠水期間が短くなるので 周辺の水生諸疾病の減少に役立つであろう。また堤防沿いの道路は住民の交通や輸送を大いに便利にするに違いない。特にシラウ河の治水はタンジュンバイ市の低湿地の冠水を緩和し 住民の悩みを軽減することであろう。

パートⅡで計画される農業開発では、かんがい水量に家庭用水量を加えて計画することが推奨される。これによって住民の衛生状態の改善に寄与することとなる。また水路沿いの農道やまたその農道沿いに排水路を計画することによって排水不良の地区は改善されることが期待される。

農業開発や水路開発によって マラリヤ蚊が増殖されることは、この計画地区では生じないことは上述した通りである。また、治水計画でも下流では何等しゅんせつ工事は考えてないので塩水そ上が現在よりひどくなることはないと考える。

## 第五章 緊急洪水防御計画の フィージビリティ・スタディ

アサハン河及びシラウ河の緊急洪水防ぎょ計画の計画確率規模を策定するため 5年、10年、15年確率高水量に対して概略計画を行い、その工費を算定し、他方で洪水被害額軽減による便益を計算した。その結果 便益-費用比は10年確率規模が最も高いので10年確率規模を目標として採用した。

この計画で必要となる堤防延長は、アサハン河で 43km、シラウ河で 19km、合計 62kmとなる。また河道改修を要する部分は延長57kmである。

また、これ等の主工事数量は掘削量約 365万 $m^3$ 、盛土量 227万 $m^3$  でその他既設かんがい取入口の改修5カ所及び排水暗きょ12カ所を含んでいる。

工事期間は着工後3カ年を要すると考えられるが、それ以前の用地収用や財政措置・詳細設計に要する時日を考慮すると 全体で6カ年かかると考えられる。

これ等の工程や施行法を立案し、現地で調査した工事費単価を基にして、1985年3月現在の価格で工費を算定すると 総工事費は 365億ルピアとなる。この中現地通貨分約93億ルピアで、残りの外貨分はUS\$換算24,750千ドルと見積られる。(換算レートは1ドル= 250円= 1,100ルピアとした) また完工後の毎年の維持管理費は、1.36 億ルピアと見積られる。

この治水工事によって生ずる直接の洪水被害軽減額は 毎年平均46.1億ルピアと見積られ、またこれによって守られる土地の便益が 5.14 億ルピアと見積られ、合計便益は年間51.24 億ルピアとなる。

また工事費より税金及び建設業者の利益を除いた経済理論費用は、約 354億ルピアとなり、これと上記便益とにより、経済寿命を50年として計算すると内部収益率は12.4%となる。また便益-費用比は年12%の割引率で 1.03 となる。

また上記経済評価について感度分析を種々のケースについて行った。例えば工費が見積りより20%増加した場合でも、内部収益率は10%強となった。

また財務費用を実際の金融費用や物価上昇を考慮して計算した。物価上昇率を例えば、外貨部分については毎年3%とし、現地通貨については過去5カ年にインドネシアの物価上昇率の平均として12%を取ると 所要財務費用は、総額約 514億ルピアで、この中 187億ルピアが現地通貨、2千9百72万ドルが外貨分として必要であろう。これの毎年の支出工程表も作成した。(主報告書附表 5.5参照)

この緊急治水工事实現によって得られる社会経済的影響は種々あるが、その主なものは下記の如くである。

- (1) 過去洪水に悩まされていた農地の中、約10,600haが被害をまめがれ浸水家屋 8,700戸が救われる。
- (2) また1カ月~3カ月にも及ぶ過去の冠水で途絶していた交通が便利になるとか、汚水による悪い衛生状態が改善される等の金に換算できない間接的な便益を生ずる。
- (3) また未耕地の中、約4,700ha が洪水を免れるので将来農地として開発可能となろう。同様に今まで冠水していた土地の中、500ha は宅地として利用できよう。
- (4) この治水工事实施による労働者雇用は約60万人・日と見られ、それに依ずる収入が得られると共に一部は運転工・機械工等の技能を身につけることができ、例え工事完了後でも他に雇傭される可能性を高めることとなろう。この他に砂利・砂・木材といったこの地方の生産品の販売によって この地域に落ちる工事費の一部が収入源ともなる。

この工事实施に当っては 650戸の住民の移転を必要とする。この人々に与える代替宅地は約20haであるが、上記(3)に述べた宅地500ha、農地 4,700ha の中の一部を優先的に与えることで解決することが出来ると考えられる。

上述のように このフィージビリティ・スタディによって この緊急洪水防ぎ計画は、アサハン河・シラウ河沿いの住民の生活・農地の安全性を確保し、その農家収入を増加させるのに著しく貢献できることは明らかとなった。また経済的にも十分成立するし 技術的にも何等の問題は無い。従って本計画を早期に実現することが推奨される。

上記緊急計画では、トバ湖よりの  $400\text{m}^3/\text{sec}$  の放流量に加えて 残流域よりの10年確率高水量に対して安全な如く計画されているが、残流域からの洪水のみでも20年或いは30年確率洪水が生ずることは十分考えられ、プラウラジャでの測水のみでは これ等の危険性の予測ができない。従って事前に下流民に出す警報施設や洪水の予測のために 残流域内にロボット雨量計等を設備することが必要と考えられる。

例えば流域内に4個のロボット雨量計・主要河川に4個所のロボット水位計を設置し、キサランの制御室で刻々にデータを知り洪水予警報を発することは、緊急治水工事以前にでも極めて住民の安定に役立つと考えられる。またキサランとメダン市の公共事業省北スマトラ地方局との間に 無線連絡設備を設けて刻々の報告と指示を受けられるようにするのが望ましい。これ等の設備費は約6億円程度要するが、住民の民心安定に役立ち、且つ将来のインドネシアの洪水予警報システムのモデルとしても技術的にも政策的にも大きな効果があろう。

## 第六章 トバ湖水位調節

### 6.1 トバ湖

トバ湖は標高約 905mにある面積 1,100km<sup>2</sup>の大きなカルデラ湖で、その自然調節能力も大きくアサハン河の水源となっている。しかし近年1978年より81年には4年続きの渇水年が生じたため 現在の発電や下流の利水にもその影響が心配され、また1983年末より、84年 5月にかけてかなりの洪水を生じたため下流域の治水計画に与える影響を技術的に研究する必要を生じた。

現在 クアラタンジュンにあるアルミ工場（年産 225,000トン）に必要な電気をシグラグラ発電所とタンガ発電所で発電して利用している。このために、トバ湖からの放水量を出口から約14km下流に設けられた調整ダムで調整しながら放流している。

（1981年 2月以降）

過去の自然流出状態では最高 207m<sup>3</sup>/sec 流出した日があり、また最渇水日には最低38m<sup>3</sup>/secに下った記録がある。しかし現在は発電のための調整により年間を通じて通常 95～100m<sup>3</sup>/sec程度放流しており、84年 1月末の洪水時には僅かな期間であるが 250m<sup>3</sup>/secまで放流したことがある。

これ等の調整ダム・二発電所・アルミ工場等の諸施設はINALUMとインドネシア政府との基本協定に基づいて INALUMが所有権を有し運用権を持って運営している。また調整ダムによるトバ湖水位調節は 現行操作規定に則って運営されている。

主な操作規定は次の如くである。

- i) 発電のためにトバ湖水位を満水位 905.00 mと低水位 902.40 mの間で運用すること。水位が 902.40 mに下ったら 水をそれ以上使用してはならない。
- ii) 905.00 mを超して洪水流量が流入する時は 洪水水位が 905.50 mを超えないように調整ダムから最大 400m<sup>3</sup>/secまで放流してよい。ただし水位毎に

下記の基準に依る。

<u>水 位</u>	<u>放流量 (m<sup>3</sup> /sec)</u>
EL. 905.05 m以上	186
EL. 905.10 m以上	242
EL. 905.15 m以上	315
EL. 905.20 m以上	400

III) ただしこのような操作を正しく実施しても 制限水位 905.50 mを超えるような異常洪水が発生した場合は超過しても不可抗力としてINALUMは免責される。

上記以外の細かい規定や条件は無い。

## 6.2 水 文 資 料

雨量記録は、流域内外に10カ所の観測所の記録があるが、戦時中は無く また戦後の記録もかなり欠測が多い。雨量記録が10カ所揃っている期間、即ち1919~40年と1974~1980年の月雨量にThiessen法を適用して算出した年平均・流域平均雨量は 1,820 mmである。ただし場所によって 主として南部で多く 北部で少ないが、長年平均で 2,730mmの観測値が最大で、最小の観測所では、 1,470mmである。

トバ湖の水位記録は数箇所にあるが、最も長期間で信頼度の高いのは、ジャンジマトグの記録で1963年 5月よりの記録がある。

トバ湖からの流出量は過去 シルアールとシモレアの二測水所の記録がある。日水位記録は、1916年から1981年 1月までの間で戦時中や欠測期間がかなりあるが、延べにして約43年分は利用できる。シルアール測水所で流速計で実測された流量測定記録は1961年~80年の間で約 590回測定されている。これ等の記録からシルアールの水位-流量曲線を用いて水位を流量に換算することができる。

またシルアールの水位とジャンジ マトグの湖水位との間にも略々一定の関係が見出されるので過去の水位や流量はその何れか記録のあるものから換算して、上記の43年 1ヶ月の日流出量を算出した。

また1981年 2月以降の調整ダムよりの放流量は、1985年 1月末まで利用できる。

また現在のシグラグラ発電所取水ダム附近にあったシモレア測水所の1956～84年の流量記録と 同じ期間のシルアールのそれとの差から 現在の調整ダムとシグラグラ取水ダムとの間の残流域からは年平均  $3\sim 10\text{m}^3/\text{sec}$  の流出量があることが知られた。その平均は約  $5\text{m}^3/\text{sec}$  である。

### 6.3 トバ湖への正味流入量

トバ湖からの実際の流出量は、シルアールまたは現在の調整ダム地点の流量記録で把握でき、またトバ湖の水位記録から同日の貯溜量または放水量が解るので、この両者を合わせて正味流入量を算定した。正味と言うのは、湖面からの蒸発量やその他のロスが不明なので総流入量は算定できないからである。また実際の水利用の研究にはこの正味流入量を用いることで十分である。

湖面積が極めて大きいので流入量による湖面水位の変化は小さいので長年の水位計算には1カ月を上旬・中旬・下旬に分けた10日平均流入量を算出して行った。また特に洪水期間等の細部計算には毎日の流入量を使用した。計算基礎データは、1916～32年および1957～1985年 1月の間の欠測期間を除く43年 1カ月を用いた。

#### 6.4 調節研究

現在のアルミ工場をフル稼働させるのに必要な電力は、常時 426MWを要する。勿論豊水時はこれ以上発電でき、余剰電力はPLNに50MWまで売電することができるが、先ずこのアルミのための最低限必要電力を確保できるかどうかのチェック計算を基本とした。

今の二発電所で 426MW発電するのに必要な流量は、シグラグラ取水ダム地点で  $105.4m^3/sec$  である。これから残流域よりの流入量  $5m^3/sec$  を差引くと調整ダムでは約  $101m^3/sec$  の放流量が必要である。

今上記43年 1カ月の正味流入量に基き毎日  $101m^3/sec$  平均ズツと使用したらどうなるかを計算した所、次の結果を得た。

- i) 最高洪水位は、EL. 905.42 mで収まり制限水位を超えない。
- ii) 最大洪水時、規定通り放流すると  $400m^3/sec$  が30日間続く。
- iii)  $101m^3/sec$  使用できる期間は43年 1カ月の中、41年10カ月で97.2%の間である。
- iv) 湖水位がEL. 902.40 mの低水位に下って発電できない期間は、2.8%に相当する1年2カ月位あり、殆んど1978~83年の渇水年中に生じる。

上記の結果から湖水位が 渇水年でも低水位を下廻らないようにするためには もっと最渇水期以前に使用水量を用心して予じめ減じて行くような運転が必要であることが判る。

また上記の43年の計算結果を見ると、1978~81年の4年続きの渇水期中でも平均  $80m^3/sec$  以上は使用できそうだとすることも判った。それに乾期末の9月末~10月には上記の発電運転をするとほとんど湖水位は、EL. 904.50 m程度に下ることも判った。そのため1931~32年の大洪水流入があっても制限水位 905.50 mまでは上らないと

言うことも判った。

そこで、渇水年が異常に続くような場合には、使用水量を $80\text{m}^3/\text{sec}$ まで湖水位に応じて少しづつ下げる案を考えた。また一方洪水に対しては月また旬毎に実際に近い制限水位を設けて置けば $400\text{m}^3/\text{sec}$ まで放流しなくても $905.50\text{m}$ を超えないであろうと推定されたので最大 $300\text{m}^3/\text{sec}$ までに抑えた放流量操作を仮定して Case I として計算してみた。その結果は洪水に対しては最大 $300\text{m}^3/\text{sec}$ を40日放流するのみで、最高水位は $905.37\text{m}$ に収まり、低水位は $902.41\text{m}$ まで下るが、その時でも $80\text{m}^3/\text{sec}$ ズツと使用しながら水位が回復することが判った。しかし長年平均の発電使用水量は、 $94.6\text{m}^3/\text{sec}$ で $101\text{m}^3/\text{sec}$ の $93.7\%$ となりアルミ生産平均約 $210,000$ トンとなる。

もっと無効放流を減じ発電使用水量が増加できる方法を見出すために数字を種々変えてトライアル計算をした結果 Case V が一つのモデルとして良さそうだと言う案となった。

即ちその方法は次の4つの条件に基くものである。

i) 季節制限水位は各月末で下記の如くする。(El.  $900\text{m}$ を省略)

7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3~7月
5.00	4.84	4.58	<u>4.52</u>	4.64	4.76	4.88	5.00	5.00

ii) 洪水余剰水放流は下記の如く行う。

<u>水 位</u>	<u>放流量 (発電用水を含む)</u> ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )
5.00 ~ 5.10 m	200
5.10 ~ 5.20 m	250
5.20 ~ 5.50 m	300
5.50 m以上	400

iii) 上記 i) の制限水位を季節水位が超えている場合は、20cm未滿超過の時余剰水を発電用水の他に $50m^3/sec$ 放流する。20cm以上超えている時は $75m^3/sec$ 放流する。

iv) 905.00 m以下の水位の時の発電使用水量を次の如くする。

水位範囲	使用流量 ( $m^3/sec$ )	
	水位下降時	水位上昇時
904.50 m以上	101	101
904.25 ~ 4.50	101	98
904.00 ~ 4.25	98	95
903.75 ~ 4.00	95	92
903.50 ~ 3.75	92	80
903.25 ~ 3.50	86	80
902.40 ~ 3.25	80	80
902.40 m以下	0	0

この Case V のモデルの場合は次のような結果となる。

- i) 最大放流量  $300m^3/sec$  は最悪時30日続くと最高洪水水位はEL. 905.34 mで収まる。
- ii) 長年平均使用水量は、 $95.6m^3/sec$  で  $101m^3/sec$  の94.6%、即ちアルミ生産量の長年平均は、213,000トン程度となる。

#### 6.5 トバ湖による洪水調節

上記の Case V の場合は、洪水流入前の湖水位が特に1930~31年の大洪水の時（これは100年確率洪水に匹敵している）に前年からの水位の関係で9月末水位が上述の規制水位より低くなっていたので上述のようにEL. 905.34 mで収まったが、念の為、これが9月末の規制水位 EL. 904.64 mから流入し始めたと仮定し、日流入量で精密に計算した所、次の結果を得た。

最大放流量  $300m^3/sec$  が44日継続し、最高洪水水位は、EL. 905.49 mとなる。

上記の数値計算によって季節制限水位を守れば 100年確率洪水でも 905.50 m以下で収まることが判った。

#### 6.6 緊急洪水防ぎよ施設完成までの臨時の操作

緊急洪水防ぎよ施設が完成するまでの現状では下流の洪水量流下能力が著しく小さいので 出来れば調整ダムからの放流量をこの臨時の期間中もう少し抑えて運用できないかの研究を行った。その結果、最大放流量を  $200\text{m}^3/\text{sec}$  のまま抑えても Case V のような運転をしていればトバ湖水位は 905.50 m を超さないことが判った。

#### 6.7 シグラグラ・タンガ・アサハン第3ダムによる洪水調節

既設の二発電所の取水ダムは残流域よりの洪水を調節できる程の大きな貯水量は有していない。ただ現在計画中のアサハン第3発電所の取水ダムは大きい調節容量を有しており、その洪水調節効果は極めて大きいので、計画にその機能を持たせることを推奨する。この地点の残流域  $214\text{km}^2$  からの例えば、30年確率洪水量  $407\text{m}^3/\text{sec}$  も  $100\text{m}^3/\text{sec}$  にカットできるので、緊急洪水計画の10年確率洪水規模が30年確率洪水に対しても安全となる。

一方有効水深5mで洪水調節を行ってもその落差の減少による発電力量の減少は僅かに総電力量の1%以下にしかない。

#### 6.8 勧告

上述のような方法で水位・流量をコントロールすれば トバ湖の水位調節が洪水調節及び利水の両面からの要求を満たすことができることを示している。

しかし上述の Case V はあくまでも一つの可能なモデルを示したに過ぎず、水位や流量の数字は或る程度実際の必要に応じて変えることが出来る。従ってこの件に直接関係のある諸機関がこの問題を良く検討し討議して 最善の最終解決に到達することを勧告する。

## 第七章 パート II 作業計画

### 7.1 作業の手法及び順序

パート I の研究によって明らかとなった 当計画地域開発の基本的方向に拾って、本計画地域の農業開発の基本計画を作成することが パート II の命題である。その目的は農業生産性向上・雇傭機会増大・入植促進 および生活水準向上を目標として紀元2005年に至る農業開発の長期政策を立案し、その中の有望なプロジェクトの開発優先度を評価することである。

JICA調査団は パート II の作業を2段階に分けて実施する。第一段階はインドネシア国内でカウンターパートと共に実施する作業で、その内容は(a) 現地調査の実施、(b) 土地及び水資源の開発ポテンシャルの評価、(c) 予備的な農業開発基本計画の立案 である。これらの結果は全てプログレス レポート(IV)で報告する。

第二段階は、帰国後国内で実施する作業で、詳細な農業開発計画の立案及び有望プロジェクトの開発優先度の決定が中心となる。

### 7.2 作業スケジュール

#### 7.2.1 第一段階作業

インドネシア国内で、農業開発計画の立案に必要な全ての現地調査を行うが、その内容は下記の通りである。

##### (A) 現地調査

- |          |                               |
|----------|-------------------------------|
| (1) 地形測量 | a) 測量の範囲・仕様書を作成し実作業はイ政府で実施する。 |
|          | b) その成果をチェックする。               |
| (2) 水文調査 | a) 追加水文資料の収集                  |
|          | b) クアルー河々口及びレイドン河の潮位調査        |
|          | c) クアルー河々口の塩水そ上調査             |
|          | d) シラウ河・フヌット河の流量測定            |

- e) シラウ河の流砂調査
- (3) 水資源調査
  - a) アサハン・シラウ・クアルー・ブヌット河及びその支流の低水量資料収集・解析
- (4) 土壌調査
  - a) 土壌調査の作業範囲・仕様書を作成し実作業はイ政府で実施する
  - b) その作業の監督及び結果に対する判定
- (5) かんがい排水調査
  - a) 既設かんがい排水施設の資料・図面収集
  - b) 同上の現状調査
  - c) 現在実施されている維持管理の調査
- (6) 社会施設現況調査
  - a) 計画地域内既存社会施設の調査
  - b) その現状を現地で確認調査すること
- (7) 農業調査
  - a) 農業関係追加資料の収集
  - b) 現在の濃耕法とその技術水準の調査
  - c) 水稻の単位収量調査
- (8) 農業経済調査
  - a) 農業経済関係追加資料収集
  - b) 農家経済の聞き取り調査
  - c) 農産物価格および生産費調査
  - d) 農産物市場調査
  - e) 農業開発に対する農民の意欲の聞き取り調査
- (9) 農業支援体制調査
  - a) 現在の農業支援組織・活動状況の調査
- (10) 環境調査
  - a) 現存ゴム工場及び油ヤシ工場の廃水処理調査並びに主要都市の汚水処理調査
- (11) 建設価格調査
  - a) 建設材料・賃金・建設工事費の調査
- (12) 内陸魚業調査
  - a) 近隣地区の内陸魚業現況の調査
  - b) 内陸魚業開発可能性の検討

- (13) 域内移民調査
  - a) 域内移民の現況調査
  - b) 将来の域内移民計画や規則や移民に対する土地制度の社会慣習に関するデータの収集

(B) 予備的な農業開発基本計画の立案

- a) 土地利用計画
- b) 農業計画
- c) 水利用計画
- d) かんがい排水計画
- e) 地方開発計画
- f) 農道改良計画
- g) 湿地開発計画
- h) 種子増殖計画
- i) 収穫後処理改良計画
- j) 農産物加工計画
- h) 内陸魚業開発計画（若し出来れば）

7.2.2 第二段階作業

帰国後国内で実施される第二段階作業には以下の作業を含む。

- (1) 農業関連所要インフラストラクチャ計画
- (2) 各計画の費用及び便益の見積り
- (3) 農業開発計画の確定
- (4) 提案するプロジェクトの評価
- (5) 優先度の高いプロジェクトの選択
- (6) パートIで提案された洪水防ぎょ計画との調整

### 7.3 報告書類

JICA調査団は下記の報告書をイ政府DGWRDに提出するものとする。

(1) プロGRESS・レポートⅢ	30部
(2) プロGRESS・レポートⅣ	30部
(3) ドラフト・ファイナル・レポート	30部
(4) ファイナル・レポート	50部

### 7.4 調査団員

JICA調査団は このパートⅡ作業実施のために 下記の専門家より成る調査団を組織するものとする。

- 1) 団長
- 2) 農業経済専門家
- 3) 農業／土壌専門家
- 4) 水資源専門家
- 5) 水文専門家
- 6) かんがい専門家
- 7) 排水専門家
- 8) 設計技師
- 9) 農村開発計画専門家
- 10) 河川技師
- 11) 測量指導技師