

評 価 調 査 報 告 書

ウオノギリ多目的ダム計画
及び
関連灌漑・河川改修計画

1 9 8 9 年 5 月

国際協力事業団

インドネシア事務所

評 価 調 査 報 告 書

ウオノギリ多目的ダム計画
及び
関連灌漑・河川改修計画

JICA LIBRARY



1078331 [4]

20198









1989年5月

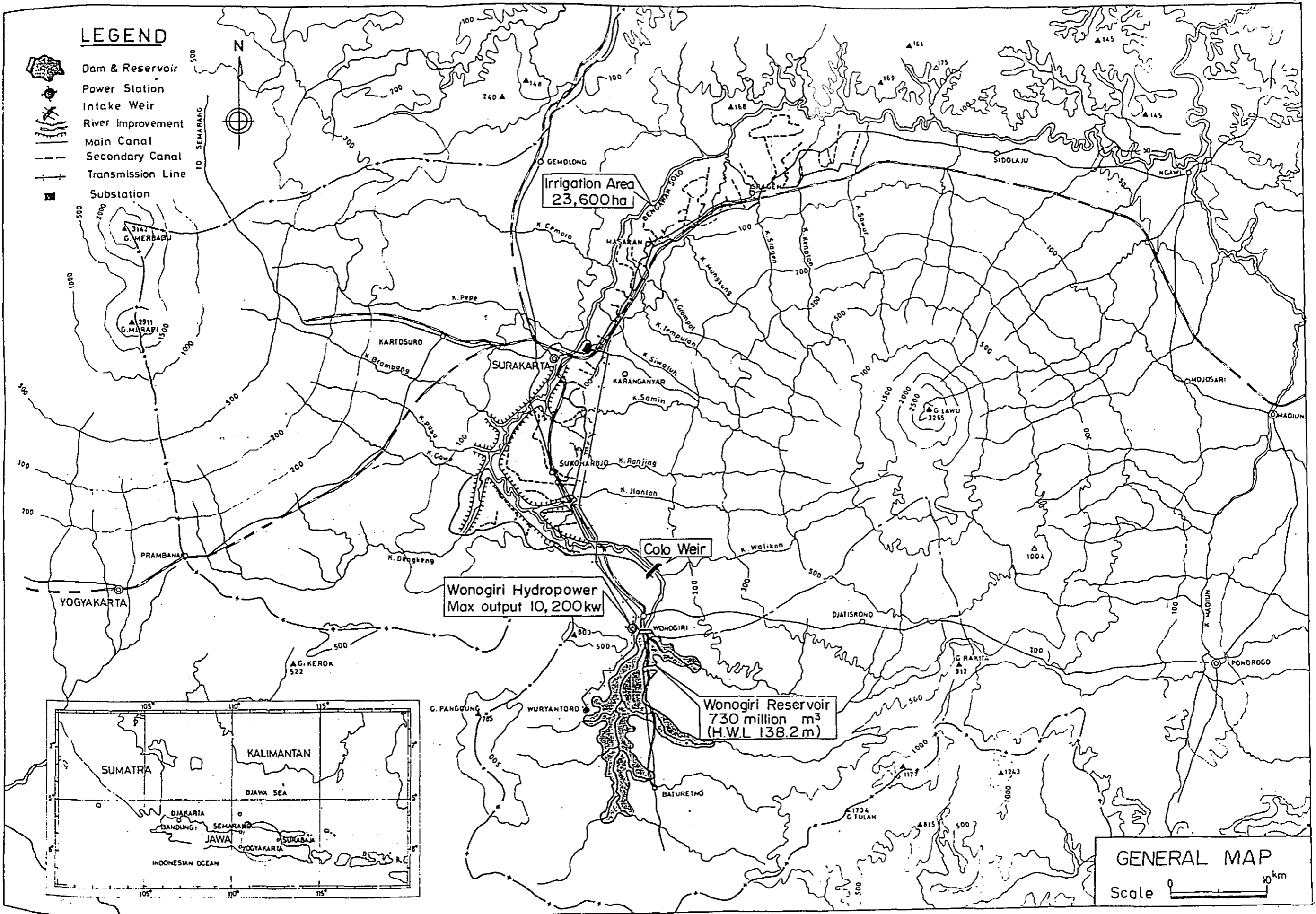
国際協力事業団

インドネシア事務所



LEGEND

-  Dam & Reservoir
-  Power Station
-  Intake Weir
-  River Improvement
-  Main Canal
-  Secondary Canal
-  Transmission Line
-  Substation

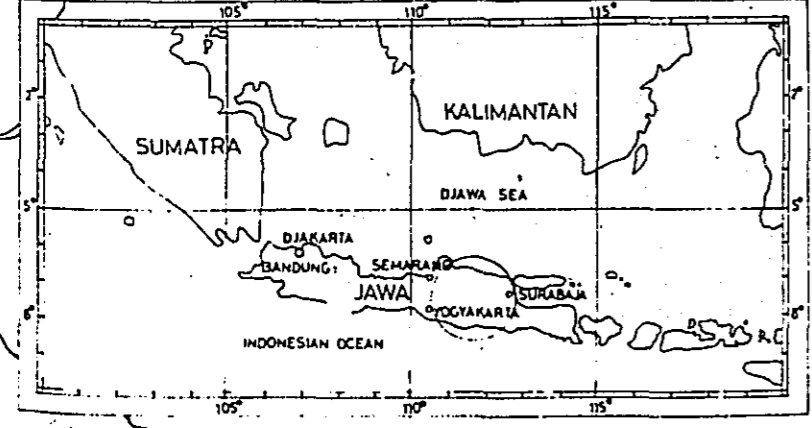


Irrigation Area
23,600 ha

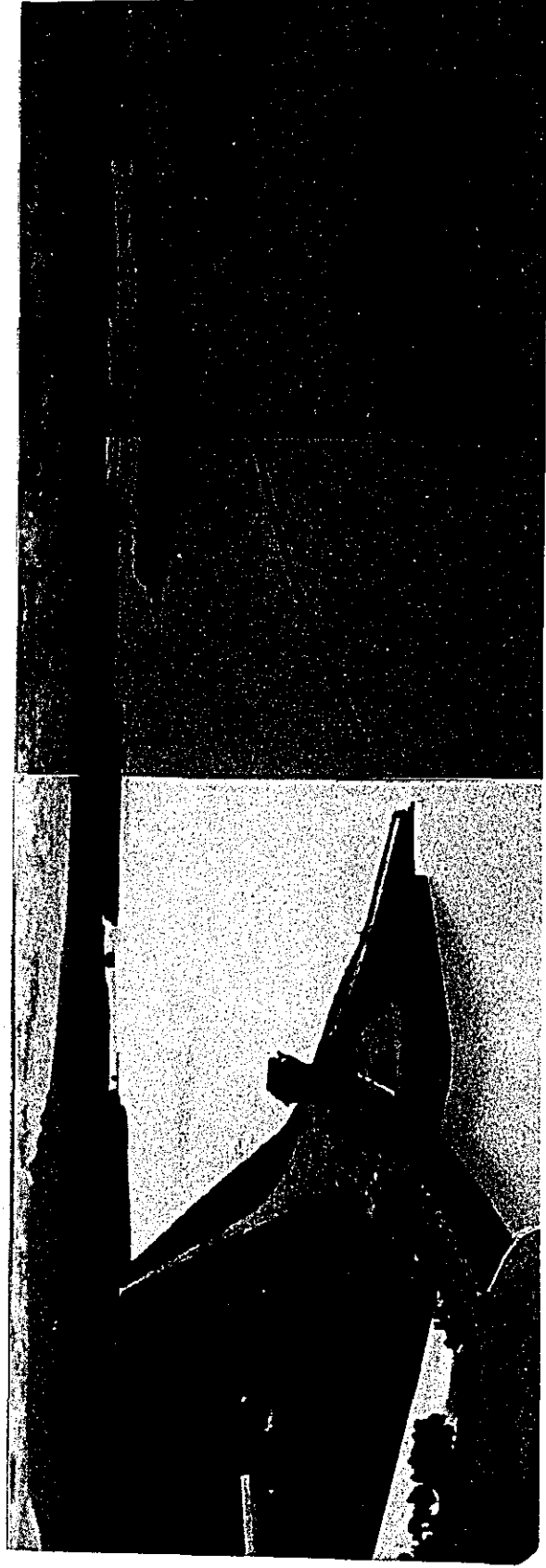
Wonogiri Hydropower
Max output 10,200 kw

Wonogiri Reservoir
730 million m³
(H.W.L. 138.2 m)

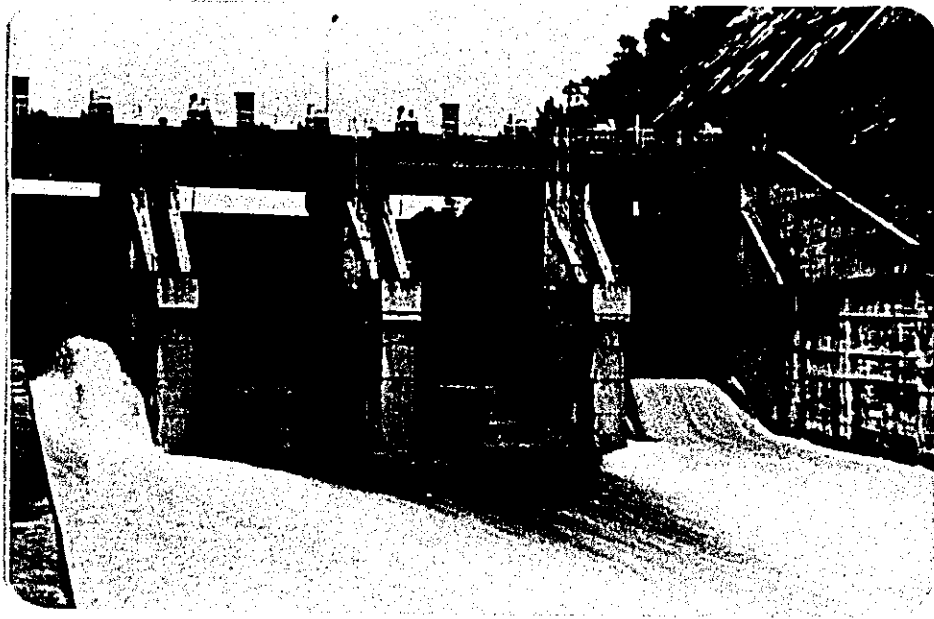
Colo Weir



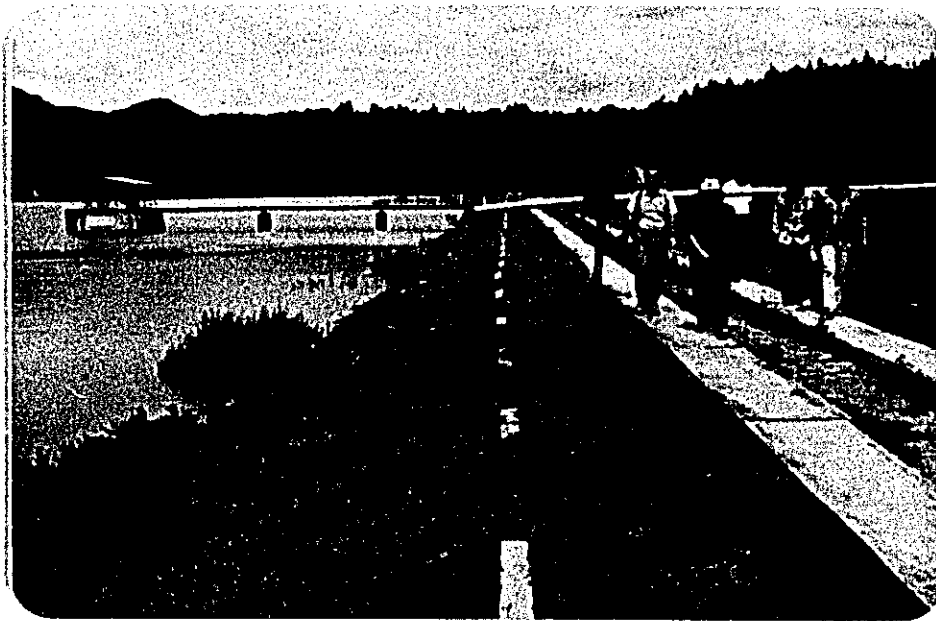
GENERAL MAP
Scale 0 10 km



ウオノギリダム及び貯水池全景



ウオノギリダム余水吐水門



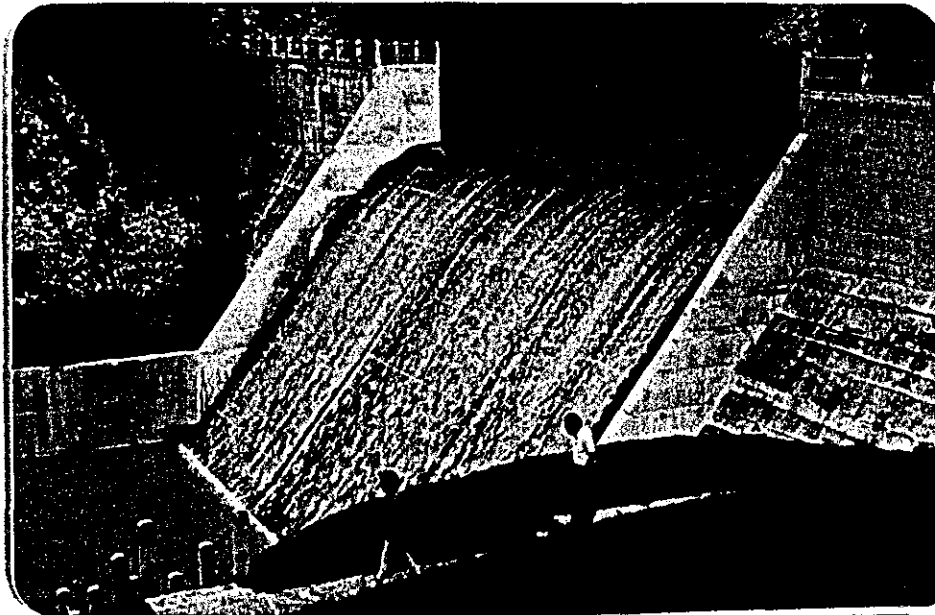
ナワンガン小規模ダム



クドウワウンチエックダム及び堆砂状況



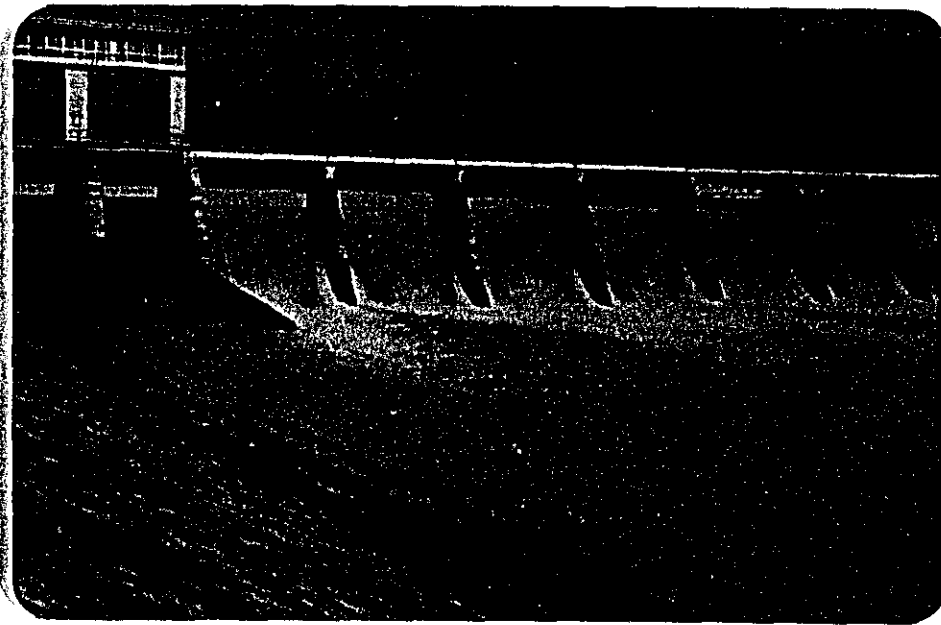
クドウワン川堆砂状況



ネクックチェックダム



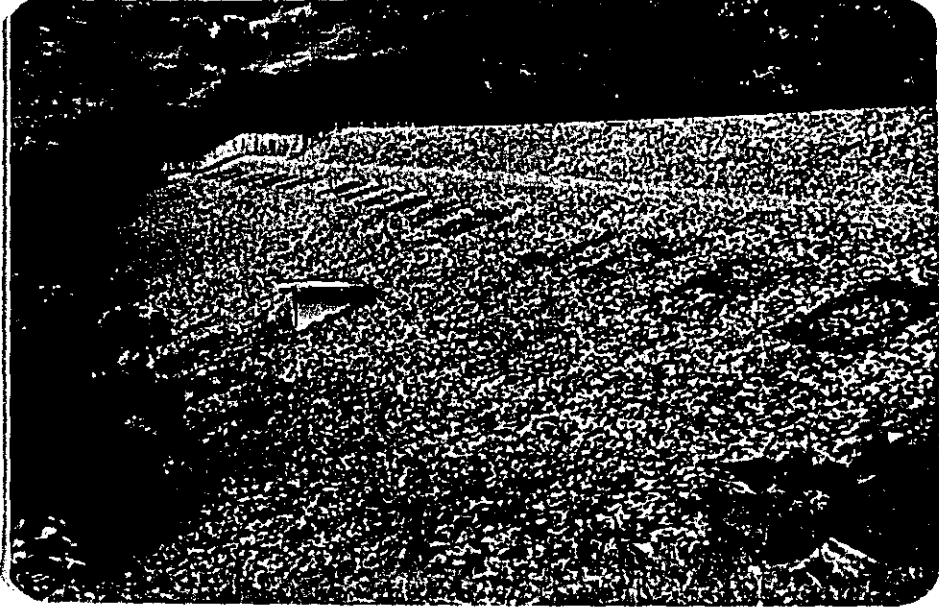
ソロ川源流部



チロ口取水堰



ソンプトリダム及び貯水池



パランジニボダム及び貯水池

目 次

	ページ
第1章 序論	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査目的	2
1-3 調査検討事項	2
1-4 団員構成	2
1-5 調査行程	3
第2章 ソロ川流域開発の経緯	4
2-1 流域概況	4
2-2 事業を取り巻く背景	4
2-3 1974年マスタープランの概要	6
2-4 個々のプロジェクトの進展	8
第3章 ウオノギリ多目的ダムおよび関連灌漑、河川改修事業等の 部門別現状、問題点及び評価	10
3-1 事業概要	10
3-2 ウオノギリ灌漑事業の建設費用	14
3-3 洪水調節	15
3-4 灌漑／農業	15
3-5 発 電	26
3-6 ダム管理	26
3-7 流域管理	37
3-8 水管理（水配分）	37
第4章 今後の技術協力の可能性、必要性とその在り方	43
4-1 インドネシア側の評価と要望	43
4-2 日本側の対応	45

添付資料

ページ

ソロ川上流部地域図
現地写真

付 図

図 - 1	ウオノギリダム貯水池容量配分	1 1
図 - 2	ウオノギリダムがある場合と無い場合の洪水流量比較	1 6
図 - 3	Wonogiri Irrigation Extension Project (WIEP)	2 4
図 - 4	Wonogiri Second Phase Project	2 5
図 - 5	ウオノギリダム管理図	2 8
図 - 6	ウオノギリダム貯水位、雨量、漏水量比較図 (1987)	2 9
図 - 7	ウオノギリ貯水池埋砂量測量位置図	3 0
図 - 8	堆砂形状縦断図 (ソロ本川)	3 1
図 - 9	堆砂形状縦断図 (クデウアン川)	3 2
図 - 1 0	堆砂形状縦断図 (テイルトモヨ川)	3 3
図 - 1 1	堆砂形状縦断図 (プリン川)	3 4
図 - 1 2	堆砂形状縦断図 (アラン川)	3 5
図 - 1 3	ウオノギリダム上流ダム群位置図	3 6
図 - 1 4	常習冠水地帯	3 9
図 - 1 5	既存通信網 (VHF)	4 0
図 - 1 6	ウオノギリダム洪水予警報システム	4 1
図 - 1 7	全流域通信網計画	4 2
図 - 1 8	ソロ川下流開発全体計画 (CIDAによる)	4 8
図 - 1 9	ブンガワンソロ プロジェクト組織図	5 5

付表

表 - 1	灌漑計画概要推移一覧	2 3
表 - 2	ウオノギリダム管理データ	4 9

第 1 章 序 論

1 - 1 . 調査の背景

ソロ川はジャワ島最大の河川である。その流域面積はおよそ16,020 km² 流路延長約600 kmに及び、中部ジャワ州、東部ジャワ州の主要地域をカバーする上で最も重要な河川の一つとして位置づけられている。

ソロ川の流域開発に対する日本政府の協力は1972年旧海外技術協力事業団(OTCA)による水資源総合開発マスタープランスタディに始まり、1974年のウオノギリ多目的ダムフェージビリティスタディ(F/S)、1976年のウオノギリダム計画に関する灌漑及び河川改修計画フェージビリティスタディ(F/S)と水系一貫した流域開発に資すべく一連の開発調査が実施された。これらに基づきウオノギリ多目的ダム(1977-1980)ウオノギリ灌漑事業(1979-1987)が円借款により完成し、またソロ川上流改修、マディウン川河川改修(1987)の各事業が円借款により実施されるに至った。これ迄の開発努力の結果、流域の洪水被害の軽減、灌漑による米生産量の増加、電力供給等の直接効果のみならず、事業を実施して行く過程でのインドネシア人技術者の育成及び技術の向上、更に地域社会経済開発等に対し多大なる効果を生み出してきた。

然しながら、マスタープラン当初から数え既に16年を経た現在、その間完成した施設も維持管理の問題、開発された水資源の効果的利用、及び貯水池堆砂問題と言った新たな課題を投げ掛けており、また未だ事業実現に至っていない下流部の開発も含めこれ迄の16年間における社会経済的及び、自然条件的状況の変化に対応した新たな治水利水事業がインドネシアサイドから要望されている。

1 - 2 調査目的

前述の背景から、過去ソロ川のマスタープラン、ウオノギリダム計画策定等に深く協力してきた我方として、この段階でウオノギリダムを中心としたソロ川開発の現状と問題点を把握し、今後のソロ川流域開発に対する我方の技術協力の必要性、可能性を検討すると共に今後の類似協力案件の形成、策定にフィードバックさせることの有意義性から本調査を実施するに至った。

1 - 3. 調査検討事項

- 1) ウオノギリダム及び関連事業に係る流域開発の現状と問題点の把握
- 2) 当該事業の社会経済、技術開発への貢献度（直接及び間接的効果）
- 3) ズンガワンソロ事業所の現状認識と今後の開発及び維持管理に対する考え方及び日本への要望事項の把握
- 4) 今後のソロ川流域開発の在り方及び技術協力の必要性、可能性の検討

1 - 4. 団員構成

萩原 知	JICAインドネシア事務所 (協力企画/全体調整)
木村克彦	公共事業省水資源総局計画局派遣専門家 (農業/灌漑 担当)
尾芦直人	公共事業省水資源総局河川局派遣専門家 (河川/砂防/電力 他担当)

現地調査支援

Mrs. Muryati S	Chief of Designing Division, Directorate of Rivers, Department of Public Works
Mr. Hartono	Staff of Maintenance Division, Directorate of Rivers, Department of Public Works

1 - 5. 調査行程

3月13日(月)

ジャカルタ → ソロ
ブンガワンソロ事業所表敬及び打合せ
ウオノギリダム及び貯水池周辺水利施設視察
※ クドウワンチェックダム
※ ナワンガン小規模ダム
※ ビデクソ小規模ダム
※ ネクック小規模ダム

3月14日(火)

ウオノギリダム及び貯水池周辺水利施設視察
※ クドウワンチェックダム(上流)
※ ソンプトリダム
※ パランジョボダム

ソロ川チョロ取水堰

ソロ川上流部改修工事現場視察

3月15日(水)

ブンガワンソロ事業所ミーティング及び資料収集
ソロ → ジャカルタ

第2章 ソロ川流域開発の経緯

2-1. 流域概況

ソロ川流域は、上流部ソロ川流域（6,072 km²）、マデイウン川流域（3,775 km²）下流部ソロ川流域に大きく区別される。ソロ川本川及びマデイウン川はいずれもその源を南部の Sewu 山塊に発し両者は Ngawi 市にて合流する。この合流点より下流を下流部ソロ川と称し、Ngawi より下流部ではソロ川は Kendong 山塊を貫き北流し、Cepu 付近から流を転じ、広大な沖積平地を東流して Gresik の北部に到達し、更に流を北に転じジャワ海に注ぐ。ソロ川の特長はその主流の著しい蛇行と河川勾配の極めて緩やかなことである。その主流総延長は蛇行中心線延長400kmに対して約600kmであり、河口より500km上流部の河底標高は100mでしかない。ソロ川上流部のデンケン川は有名な活火山であるメラピ山の南斜面を流れている。この火山から発生する大量の土砂はデンケン川に流れ込み、更にその後ソロ川本川に流れ込んでいる。ソロ川下流部の低地部には Jero や Jabung 等の広大な湿地帯が存在している。

流域の年平均雨量は 2,100mm（338億 m³）で、その80%は10月から4月までの6ヶ月間に降る。6月から9月までの乾季には10%位の雨量があるだけである。残りは10月と5月に降る。雨季における降雨は比較短時間であるが降雨強度は大きい。地表水は年間約 18,000 m³の土砂を上流部ソロ川流域及びマデイウン川流域より運んでおり、これは年間 1.8 mm の地表面が侵食されていることを意味する。

2-2. 事業を取り巻く背景

(1). 洪水

1974年マスタープラン調査当時以前のソロ川の河道通水能力は、500m³/秒程度と小さく流域の洪水を流下せしめるのに十分でなかった。また、農地の増加に伴う森林の減少によって土砂の流失が助長され、この砂は川にたまり一層ソロ川の疎通能力を減少させる結果となった。雨季毎に本流沿いの地域は氾濫に見舞われ、毎年約 93,600 haの土地と約 55,100 戸以上の

家屋が被害を受け、その被害額は約173万ドルに及んでいた。特に1966年並びに1968年には流域は大洪水に見舞われ、延長600kmを持つソロ川沿いの殆ど全ての地域で、120,000 haの土地と150,000戸以上の家屋に氾濫による大きな被害をもたらしている。

(2). 米生産と灌漑

ソロ川のマスタープランが策定された1970年代の半ばから、フィージビリティースタディが完成する70年代の後半にかけて米の生産は1974年の1,461万トンから79年の1,753万トンへと年率4%台の高い伸び率を示したが、需要の面でも高い人口増加率と旺盛な1人当りの消費量の伸びから、米は常に不足し、毎年100~200万トンの輸入を行なってきた。1980年代(Pelita III~IVの期間)となって、1983年に2,400万トンと、1984年には念願であった自給ラインをオーバーする2,583万トンの米の生産を記録した。Pelita IVの第4年目に当たる1987年には2,725万トンと好生産を上げたが、急増する人口から辛うじて自給を維持できる水準にあったと言える。米生産の伸び率はPelita IIIの期間は6.6%と効率であったがPelita IVでは2.0%と人口の増加率と同程度で鈍化している。

米自給達成の道程は長く厳しいものであったが、この間のインドネシア政府の地道な行政努力を高く評価すべきである。Pelita I, IIに引き続いてPelita IIIにおける米増産の成功は第一には1964年に始まったビマス計画、インマス計画およびインスス計画等一連の米増産計画のパッケージの普及定着である。第2には多収品種の普及、肥料農薬の使用を容易にした融資制度(ビマス計画の一環)、補助金制度、生産物資供給システム等制度面の整備である。第3には農民の生産意欲を刺激するための米の最低保証価格の設定と食糧調達庁(Bulog)による買入れ制度、第4には優良品種の開発、施肥防除等栽培技術の確立に寄与した試験研究の成果が上げられている。

もう1つの成功の要因は上記の高生産性稲作農業の導入を可能にした土地基盤の整備を忘れることは出来ない。Pelita IIの初年度1974年の灌漑水田面積は3,657,000 haであったが10年後の1983年には4,899,000 haと

約34%の増加で年率約3%の伸び率となっている。この灌漑水田はその整備水準に応じて、Technical Irrigation System、Semi-Technical Irrigation System 及び Non-Technical Irrigation System に大別されるが、整備水準が高く二期作化が可能な Technical Irrigation System の増加が著しい。

然しながら、1986年度以降国家財源の過半を占めた原油価格の暴落から開発予算は大幅に削減され、新規の灌漑開発事業は低迷して伸び悩んだ。

このような状況の中で1989年4月から第5次開発五カ年計画 (Repelita V) がスタートした。灌漑分野についての政策の基調は Pelita-IV が踏襲されなканずく既存施設の維持管理の適正化、即ち管理費の受益者実費負担化が強調されている。また新規灌漑開発については2.0% ~ 1.9%の年増加率で依然として伸びる人口に対し自給維持のための米増産と、大都市近郊で進む優良水田の宅地化、高速道路用地への他転に見合った灌漑開発がこの5ケ年に50万ha必要とされている。

(3). 電 力

流域内の電力供給量を満たすのに十分ではなかった流域内の発電施設容量は既存の Madiun 系統及び単独ディーゼル発電を含めても僅か167MWでしかなく、既存の Tuntang 系統が流域の西側一部をカバーしている以外は連結送電網はなく各発電所は送電線で結ばれていない状況であった。電力不足は流域の経済発展、特に工業開発を非常に困難にしていた。

2-3. 1974年マスタープランの概要

この基本計画の暫定目標年次は西暦2000年とされた。流域は常習的に洪水及び灌漑用水不足に悩まされていたので最初の焦点は二つの目的に合わされた。プロジェクトの中には長い時間と莫大な建設費用とを要するものが含まれていたが基本的には大きな費用を要せず、より大きい効果を早い時期に期待しえる計画を優先すべく立案された。更に、洪水防御と灌漑用水補給の必要度は、この流域では殆ど同程度であったので、この点はプロジェクト実施計画立案に際し十分な考慮が成された。

先ずソロ川の洪水防御計画は1966年の洪水の規模を基礎として、ウオノギリ地点で60年確立を持つ洪水を防御することを基準に立案された。計画対象洪水流量は当時のソロ川の通水能力に比較して、上流部ソロ川で8~10倍、マディウン川で3~5倍、下流部ソロ川で8~13倍の大きさを持っていたので、洪水防御計画は次のように計画された。

- (1) 上流ソロ川では Wonogiri 多目的ダムの建設とダム下流から Sragen に至る 117 kmの区間の河道改良との組み合わせ。
- (2) Madiun川では Bedegen 及び Bendo 多目的ダムの建設と Dan Jati より Ngawi に至る 71 kmの区間の河道改良と Madiun 市を迂回する洪水放流路の組み合わせ。
- (3) 下流部ソロ川では Jipang 多目的ダム建設と Cepu より Sembayat に至る間 176 kmの区間の河道改良 Jabung 遊水池との組み合わせの他に、Jero 湿地の排水改良計画も含まれる。

次に流域の農業開発としては年間を通じて灌漑可能な面積を拡げ、この地域に適切な耕作体系を導入することにより、耕地の集約利用を計るべく策定された。この結果、灌漑用水量は年間4.6億 m^3 必要とされ、これらは前記の4多目的ダム (Wonogiri, Badegen, Bendo, Jipang) と25の支流貯水池より供給される計画となった。

次に砂防計画であるが、広い耕地での雨水による表面侵食および支流における河岸侵食等により、ソロ川河道に土砂が流失し、河道の上昇、河積の減少等の深刻な問題が生じていたので、これに対処するためにデンケン川流域、ウオノギリ上流域等に多くの貯砂ダム等が計画された。

以上の基本計画を具体的に記述すると次のとおりとなる。

(A) 短期計画

(1) 上流部ソロ川流域

- (a) ウオノギリ多目的ダム
- (b) ウオノギリ灌漑開発計画
- (c) スラカルタ市上流約23kmのソロ川河道改修計画

(2) マデイウン川流域

- (a) マデイウン川下流危険部とマデイウン市近傍の河道改修計画
- (b) Bendo 多目的ダム (選択)
- (c) Bendo 灌漑計画 (選択)

(3) 下流部ソロ川流域

- (a) Bojonegoro~Babat間の下流部ソロ川危険箇所、合計45kmの河道改修計画とBabat下流部堤防のたけ上げ工事、並びにJero湿地の排水計画
- (b) Jipang多目的ダム (選択)
- (c) Jipang灌漑計画 (選択)

(4) 全流域内の灌漑施設改良計画

(B) 長期計画

- (1) マデイウン川全区間の河道改良とマデイウン市迂回洪水放流路計画
- (2) 下流部ソロ川のBabatより上流区間の河道改良とJabung遊水池計画
- (3) Badegan 多目的ダムと同灌漑計画
- (4) 上流部ソロ川スラカルタより下流部の河道改良計画
- (5) 単一目的支流貯水池灌漑計画
- (6) 砂防計画と再植林計画

これらの他に、地下水開発も長期的観点から、地域的需要に応ずるためにタイミング良くなされる必要があるとされた。

2-4. 個々のプロジェクトの進展

1974年のOTCAによるマスタープランの完成後、上流部ソロ川及びマデイウン川流域については、日本の援助で技術協力及び経済協力が実施され

てきたが、下流部ソロ川については、カナダの援助でF/S調査（1986年完成）実施されたにすぎず、プロジェクト自体の進展はない。

上流部ソロ川及びマデイウン川流域における日本の援助によるプロジェクトの進展状況は次のとおりである。

(1) ウオノギリ多目的ダムプロジェクト

*F/S調査（JICA） 1974年度、1975年度

*E/Sローン（OECE）L/A：7億5千万円 1974年度

*建設費ローン L/A：98億7千万円 1975年度から

ダム完成1982年

(2) ウオノギリ灌漑プロジェクト

*F/S調査（JICA） 1975年度、1976年度

*E/Sローン（OECE）L/A：5億1千3百万円 1976年度

*建設費ローン L/A：98億円 1977年度から

プロジェクト完成1988年

(3) ソロ川上流河川改修プロジェクト

*F/S調査（JICA） 1975年度、1976年度

*E/Sローン（OECE）L/A：8億500万円（マデイウン川と共同）1980年度

*建設費ローン（OECE）L/A：47億4千6百万円 1985年度から工事施行中

(4) マデイウン川緊急治水プロジェクト

*F/S調査（JICA） 1980年度

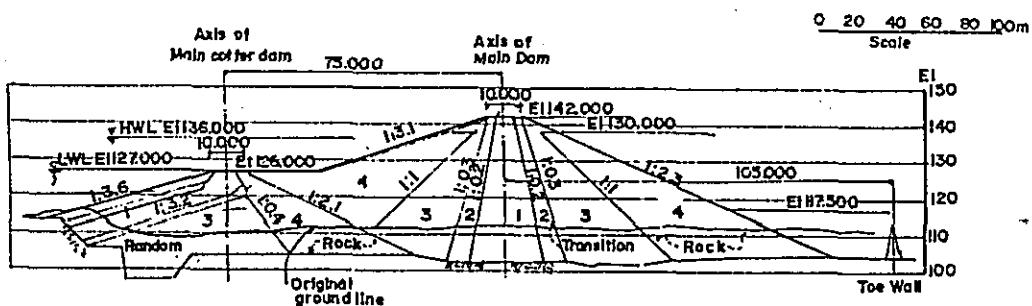
*E/Sローン（OECE）L/A：8億500万円（ソロ川上流と共同）1980年度

*建設費ローン（OECE）L/A：64億円 1984年度から工事施行中

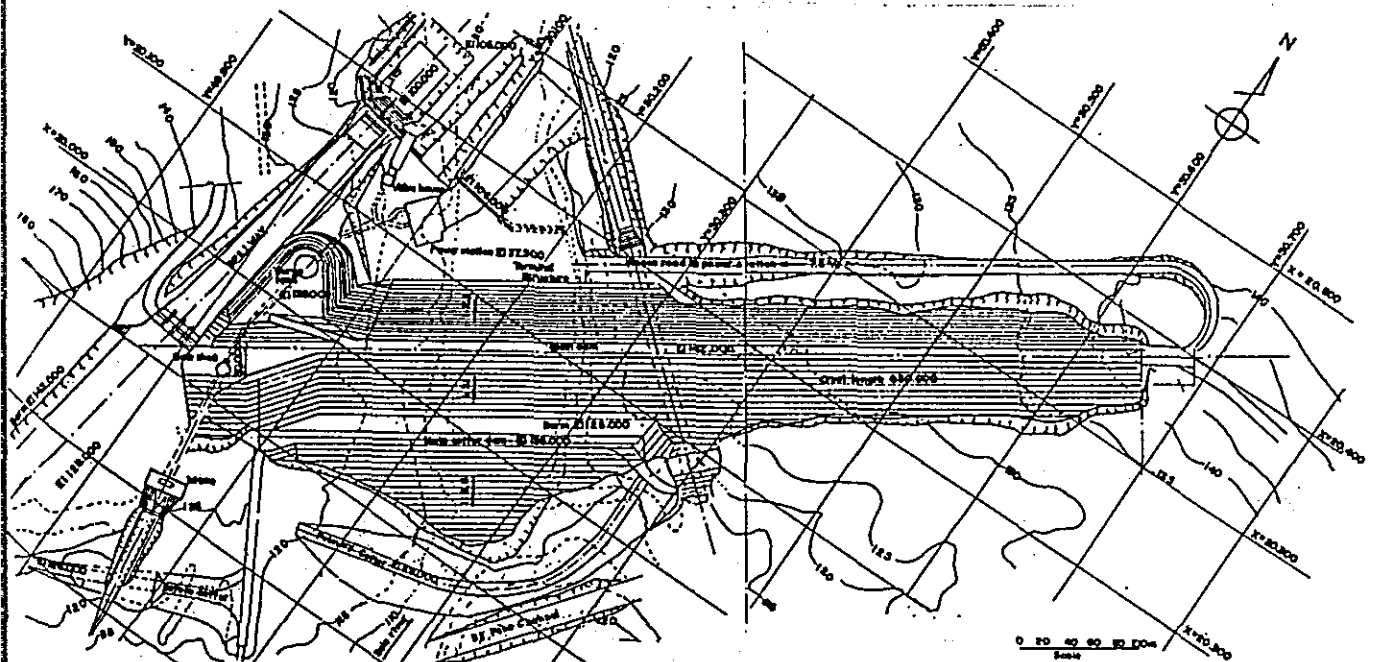
第3章 ウオノギリ多目的ダム及び関連 灌漑・河川改修事業等の部門別 現状、問題点及び評価

3-1. 事業の概要

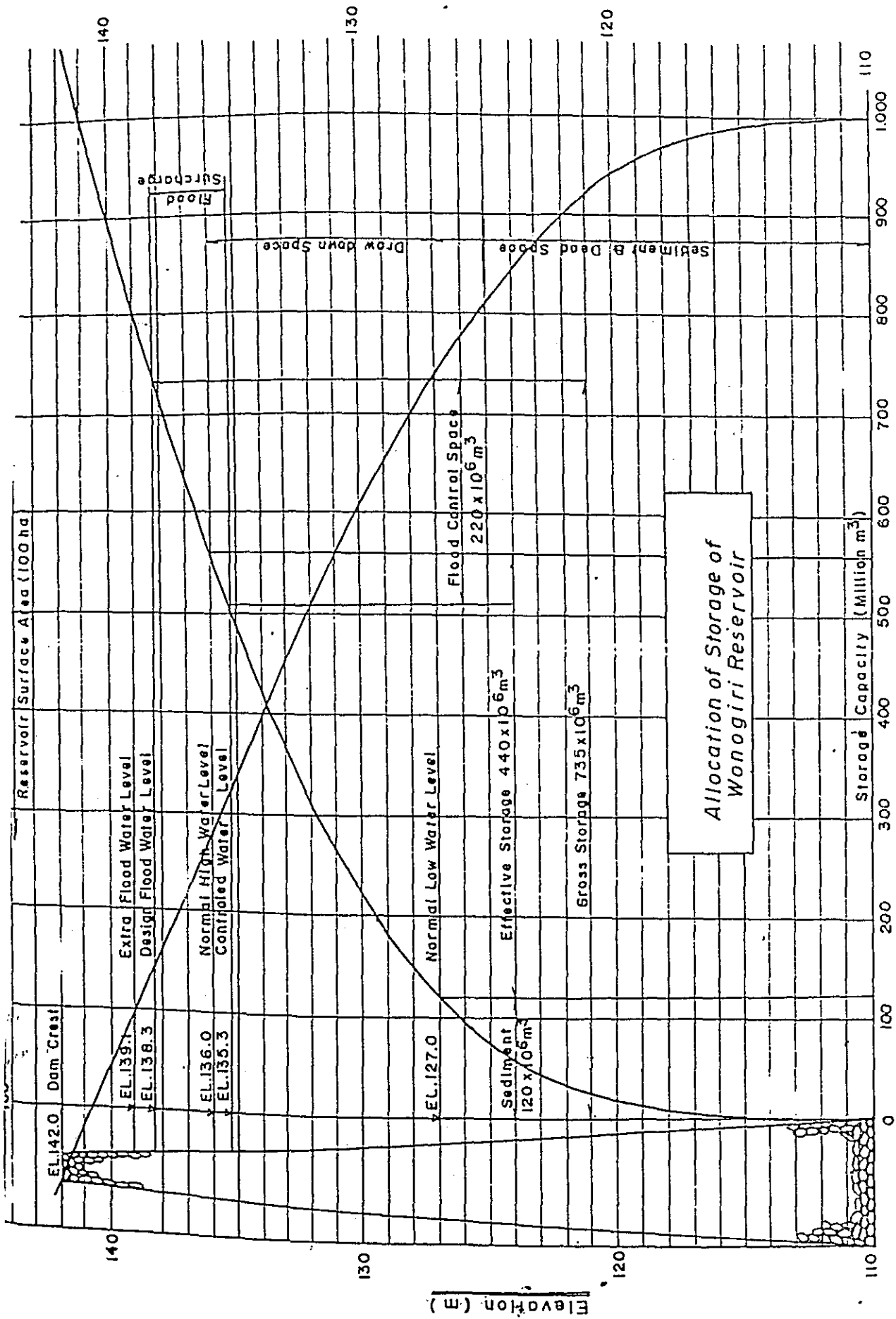
ウオノギリダムはスラカルタ市より約35km上流のソロ川本川に建設された多目的ダムでダムサイトにおける集水面積は1,350km²である。ウオノギリダムは、洪水調節、灌漑用水の補給(23,600haの水田)、水力発電(13mw)を目的とする多目的ダムである。ダムは堤高40mで堤頂長830m、堤体積約1,423,000m³のロックフィルダムで基礎岩盤は凝灰角礫岩である。設計時の貯水池の有効貯水量は4億4,000万m³であり、ウオノギリダムの諸元は次のとおりである。



TYPICAL CROSS SECTION



GENERAL PLAN



図一 1 ウオノギリダム貯水池容量配分

(1) ウオノギリダム

PROJECT FEATURES

位 置	Location	* Central Java
近傍都市	Nearest city	* Surakarta
河川名	River	* Solo
目 的	Purpose	* Flood control, irrigation water supply hydroelectric power generation and domestic water supply
集水面積	Catchment area	* 1,350km ²
工事期間	Period of construction	* 1977-1982
ダム形式	Type of dam	* Rockfill, zoned with center core
堤 高	Height	* 40.0m
堤頂長	Crest length	* 830m
堤体積	Embankment volume	* 1,423 x 10 ³ m ³
基 礎	Foundation	* Tuff breccia
貯水池	Reservoir	*
水没面積	-Inundated area	* 90km ²
総貯水量	-Gross storage capacity	* 780 x 10 ⁶ m ³
有効貯水量	-Effective storage capacity	* 440 x 10 ⁶ m ³
利用水深	-Drawdown range	* 9.0m
洪水吐 形 式	Spillway -Type	* Gated weirs with open chuteway and stilling basin
ゲート	-Gate	* 4 nos of radial gates of 7.5m(W) x 7.8m(H)
放流量	-Discharge capacity	* 1360m ³ /sec

ウオノギリ灌漑対象地域はウオノギリダムの下流ソロ川沿いの台地の右岸側で、取水堰付近では左岸側にも給水する。灌漑用水の水源はウオノギリダムでダムより下流14kmのチョロ地点に取水堰を設け、全長約94kmの幹線水路がソロ川兩岸に建設された。

チヨロ取水堰および灌漑水路の諸元は次のとおりである。

(1976年9月 JICA F/S)

(2) チヨロ堰

PROJECT FEATURES

位置	Location	* Central Java
近傍都市	Nearest city	* Surakarta
河川名	River	* Solo
目的	Purpose	* Regulation of the peak outflow from Wonogiri power station & irrigation water supply
集水面積	Catchment area	* 1,550km ²
工事期間	Period of construction	* 1980-1982
ダム形式	Type of barrage	* Non-gated and concrete weirs
堤高	Height	* 10.87m
堤頂長	Crest length	* 100m
基礎	Foundation	* Weathered rock base of tuff breccia
貯水池	Reservoir	
総貯水量	-Gross storage capacity	* 8.9 x 10 ⁶ m ³
有効貯水量	-Effective storage capacity	* 1.2 x 10 ⁶ m ³
利用水深	-Drawdown range	* 0.75m
洪水吐	Spillway	
	-Spillout discharge	* 2,000m ³ /sec

用水路

		右岸側	左岸側
灌漑面積 (ha)		19,600	3,600
灌漑方法		自然流下方式による周年灌漑	
幹線用水路、	水路長 (km)	62.4	31.4
	水路勾配	1 / 2,500	1 / 6,000
	最大流量 (m ³ /s)	24.3	5.2
第2次幹線用水路	水路長 (km)	69.6	11.6
末端用水路	水路長 (km)	合計 928	

3-2. ウオノギリ灌漑事業の建設費用

1979年2月のL/A時点での見積総事業費は222億5,900万円で1988年12月のPCR (Project Completion Report)での実績総事業費は138億1,290万円と見積額の約60%に減少した。この理由は円通貨の高騰によるもので、ドル建で試算すれば8,627万ドルから1億232万ドルと約18%の増加となり、ルピア建で約5倍に激増したことになる。この理由は工事期間が約3.5年遅延して長期化する間2度のルピア通貨のDevaluationがあったこととルピアの高いインフレに起因するものである。

総事業費

区分	F/S (1977)	見積D/D (1977)	実績 (1988)
円 (百万円)	13,870	22,259	13,813
ドル (千\$)	46,700	86,270	102,320
ルピア (百万Rp)	19,380	35,800	177,010

通貨換算レート

	1976年	1977年	1988年
円	297	258	135
ドル	1	1	1
ルピア	415	415	1,730

灌漑事業として見ると単当事業費は約4,300ドル/ha (102.3 MUS\$ ÷ 23,200 ha) で他の多くの灌漑事業の平均値と対比して安価である。

3-3. 洪水調節

洪水調節計画は、ウオノギリダムによる洪水調節と、下流での河川改修による洪水防御から成る。ダムサイトでのピーク流量が $2,000\text{m}^3/\text{秒}$ 以下の洪水の場合、ダムは流入洪水の大部分を調節し、 $400\text{m}^3/\text{秒}$ だけの流量の放流を行なう。この調節によって下流での洪水流量はスラカルタ市で $2,000\text{m}^3/\text{秒}$ 程度に減少するが、ソロ川の現在の河道は $500\text{m}^3/\text{秒}$ 程度の通水能力しかなく、従ってスラカルタ市付近での氾濫を無くするためには現在 O E C F ローンにて施行中のソロ川上流河川改修プロジェクトの完成を待たねばならない。

図-2 は 1985 年 3 月の洪水時の河川流量の観測結果を元にウオノギリダムがあった場合となかった場合のシュミレーション結果を比較した図である。これによるとウオノギリ貯水池へのピーク流入量が $2,850\text{m}^3/\text{秒}$ であったのに対し、ダムからの放流量を $400\text{m}^3/\text{秒}$ 以下に抑えた結果スラカルタ地点でのソロ川のピーク流量は $1,025\text{m}^3/\text{秒}$ (観測値) におさまり、ダムがなかった時の同地点のピーク流量 $1,936\text{m}^3/\text{秒}$ (シュミレーション値) に比べると大幅な減少が見られ洪水調節にウオノギリダムが大いに寄与していることがわかる。

従って、現在工事中のソロ河上流河川改修プロジェクトが完成すれば、スラカルタ市付近の洪水防御についてはほぼ大丈夫となるが、今回のプロジェクト実施から取り残されたスラカルタ市より下流部の洪水被害地域 (スラーゲン地区)、メラピ火山よりの土砂で河床上昇が問題となり洪水被害を受けているソロ河支川のデンケン川流域、そしてはるか下流部ソロ川流域には依然として洪水防御の問題が残っており早急な計画立案が望まれる。

3-4. 灌漑 / 農業

(1) 作付け体系 (Cropping Pattern) の変更

計画 (F/S, D/D)	水稲	2.5 期作 (2 年 5 期作)
変更 (建設)	水稲	2 期作 + Polowijo

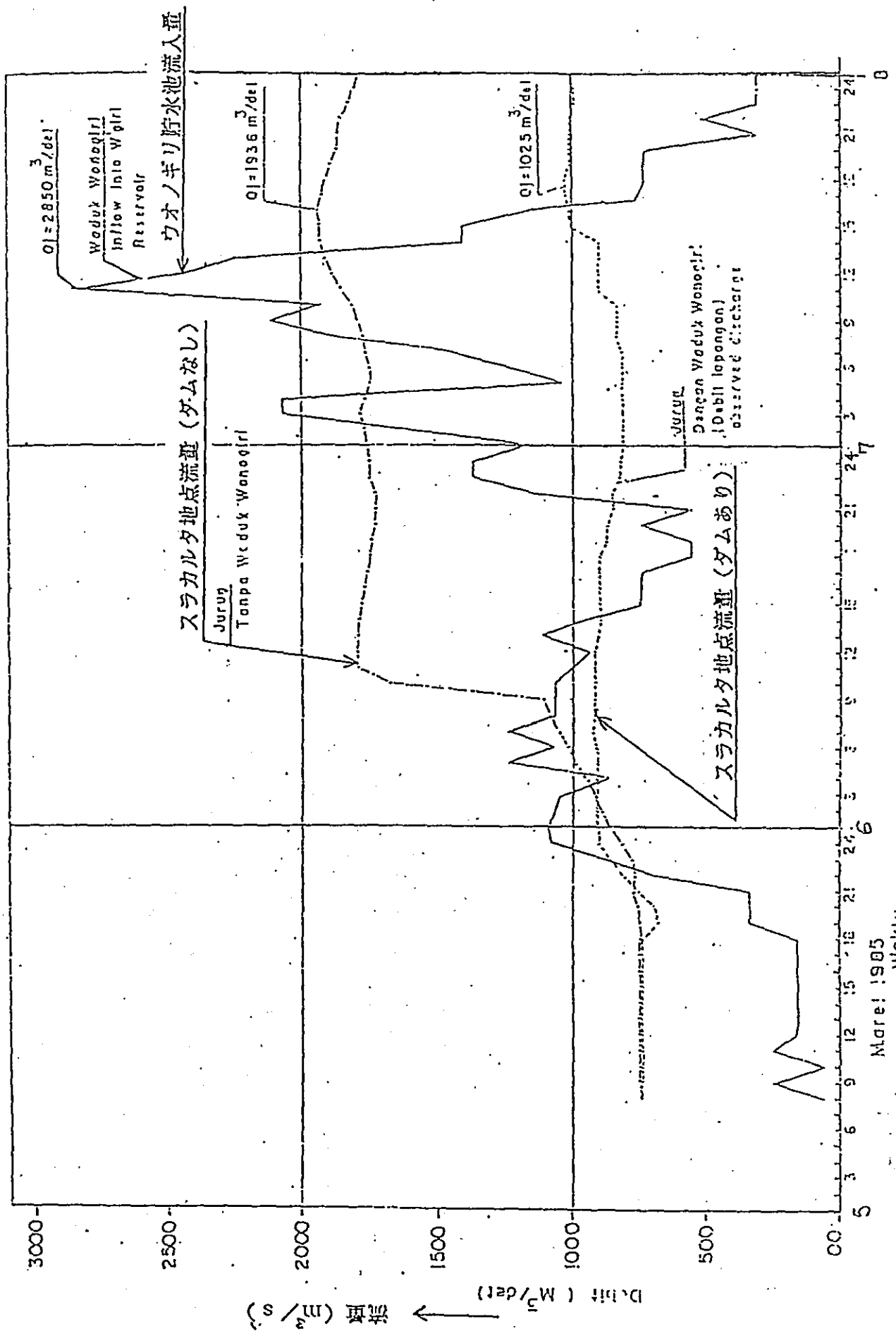


図-2 ウオノギリダムがある場合と無い場合の洪水流量比較

変更理由：

1985年頃、農業大臣が当地域視察の折、米の自給達成による作目の多様化（乾季 Polowijo の導入）の必要性が強調され指導されたとのこと。また高度稲作営農による各種障害（病虫害の異常発生、土壌酸化等）の回避を図るためとブンガワンソロ事業所（PBS）は説明している。

然しながら、このような計画に係る重要事項に係わらず、変更に関する関係からの通達等のエビデンスが何も見当たらない。また計画局の文書処理等計画変更に類する手続きもなされていない。この変更によって農業生産や農家経済の他に下記のような施設容量規模にも大きな影響を与えることとなる。

a. ウオノギリダム灌漑用貯水容量

計画	400	MCM
変更	300	MCM

b. 灌漑水路	右岸	左岸	計 (m ³ /sec)
計画	24.3	5.2	29.5
変更	20.8	5.0	25.8

この Cropping Pattern の変更が持ち出された時点ではこれら基幹施設の大半は工事が完了していた。事業の進展の度合い、インドネシア国の事業制度等を含め総合判断する場合、Cropping Pattern は米 2.5 期作に普及の可能性もあり事業計画の変更とするよりむしろ、施設運用上の問題点として弾力的に捉えることが妥当と思慮される。

1989年のOECFの事後評価実施時の14戸の農家からのインタビューによる調査によれば、Cropping Pattern は政府の指導に反し79%の面積率で水稲3期作が行なわれ14%が水稲2期作+ Polowijo、7%が水稲2.5期作との結果であった。

水稲3期作による病虫害多発化問題であるが、JICA作物保護プロジェクトの専門家によれば全州的な広域規模であれば問題となるが、2~3万haの広がりでは定性的には言えるが実質的には全く問題にならないとのことで、もしあるとすれば他の要因が大きいとの専門意見であった。

(2) 農業生産

事業を実施なかった場合の将来 (Without project future) の米生産量は F / S 調査によれば、灌漑地区 (雨季) 4.0 t/ha、天水田 (雨季) 2.8 t/ha、浸水田 (雨季) 2.0 t/ha、等土地基盤の条件に応じて多様であり、平均で 3.59 t/ha となっている。他方事業を実施した場合の将来 (with project future) は 5.5 t/ha と計画されてきた。然しながら O E C F の事後評価時点では 7.47 t/ha の高収量となっており、事業の成功を決定的なものとなしている。

農業省の作目の多様化、灌漑 Polowijo の振興を唱えるにもかかわらず、農家レベルで実施されていない原因に適切なる灌漑畑作技術がなく、土壌が過湿になったり、作目の選択ができず、また稲作に比べて収益が上がらないことが指摘されている。適切なる灌漑畑作営農技術の普及が待たれている。

(3) 農道計画の廃案

農道建設計画は F / S から D / D の段階までは含まれていたが建設の段階で廃案にされた。理由として別途事業として農村道の建設があったこと。灌漑水路沿いの Inspection Road が農道の役割を果たしていることを上げている。

然しながら、最大の理由は水資源総局が行政機構上農道事業の実施主体に成り得ず、事務手続きの煩わしさを回避したものである。事業計画が現状で感覚的に判断されて、近い将来の Needs に対応する農村開発事業が廃止されている。

(4) 建設工事の遅延

コロ (Colo) 取水堰の建設は予定の工期より若干早めに完工したが水路建設の 2 つの工区 (全体で 4 区) で 3 年半と大幅な工事の遅延が発生した。その原因は種々あるが最大に理由はルピアの Devaluation により建設資材が高騰、請負契約条項に基づいて業者が契約を破棄したために再度の工事の発注を余儀なくされたことによる。

(5) チョロ取水堰下流護床工の一部洗掘流亡

土砂吐水門下流エプロンに続く十字ブロック (5.0t/ヶ) の護床工は洪水時土砂吐からの射流 (数百メートルも飛ぶとのこと) によって再度の洗掘流亡を起こして修復が成されている。これは堰本体のエプロン上で跳水が起こるべきところ起こらないことに起因するものである。この理由は設計と土砂吐水門の操作規定によれば ①には土砂吐水門の開放が洪水の固定堰越流水深が1 m以下で行なわれたか、或は②下流河床高が設計条件よりも過度に低下したかによるものである。

(6) 事業効果

A : 直接効果

O E C F の事後評価の時点 (1989年1月) での算定によれば、水稲2期作+Polowijoとし、単収実績 7.47 t/haを採用するとIRRは35.1%となりダムの灌漑分の費用を負担しても22.3%と極めて高い率となる。また単収を控え目に6.5 t/haとする時IRRは25%と算定され、経済的には効果の高い事業といえることができる。しかしこの場合1億トンのダム余剰水が含み資産となっている。

B : 間接効果

a ソロ川下流の水源函養

ソロ川河口より70 km上流、Bojonegoroより約35 km下流のBabat地点での流況は下表の通りで、ウオノギリダム完成の1983年以降、乾季流量は数倍に増強され安定した。当地区の灌漑は政府の水稲2期作+Polowijoにもかかわらず実際には79%が水稲3期作を行っており、この灌漑用水のうち水田からの蒸発散量の増加分以外のほとんどはソロ川に還元流下するものである。

Babat 地点年間最小流量 (m³/秒)

年	Q min	年	Q min	備 考
1968	2.30	1978	17.40	1982年以前の 平均 9.36m ³ /秒
69	2.10	79	13.00	
70	4.20	80	9.00	
71	4.30	81	10.90	1982年から過去 10年間の平均 12.41 m ³ /秒
72	3.40	82	22.00	
73	8.00	83	47.40	
74	6.00	84	38.98	1982年以降の 平均 36.60 m ³ /秒
75	30.00	85	39.92	
76	3.00	86	38.52	
77	4.80	87	18.17	

この結果ソロ川下流沿岸には現在77ヶ所の灌漑揚水機場があり、総揚水量 12.28 m³/秒の水源が安定保証されたことになる。

b. WIEP (Wonogiri Irrigation Extention Project)

WIP (Wonogiri Irrigation Project) の右岸幹線は、東の Lawu 山に発する多くのソロ川の支流を横断し、この横断地点より下流の支流掛りの水田受益地に取り込んだ。その結果、支流掛り面積は支流の下流で減少し、その用水を支流の上流に濃縮して灌漑することが可能になる。

このWIEPは、上記の考えのもと Lawu 山西側 26,800 ha の水田を対象とし灌漑改良事業を行なおうとするもので、1988年ブンガワンソロ事業所 (BSP) はD/Dを作成した。

区 分	現況 (ha)	計画 (ha)
技術水田	16,350	24,050
半技術水田	5,550	0
天水田	4,900	2,750
計	26,800	26,800

この 24,050 ha の灌漑改良水田の作付率は現況の 1.25 から 1.50 と増加。単収現況の 2.6 ~ 3.9 t/ha が 5.5 t/ha に増加すると見込まれている。事業費は 15.5 Million US\$ (1979年積算)、IRRはWIEP単独で 38.9%、WIP (ダム負担を含む) との総合評価で 14.2%とWIP単独の 12.1%を好転させる優良案件である。

W I P の稲の単収実績が 7.47 t/ha で 3 期作が実際に行なわれ、農家の所得は数倍増となった。この W I P の成功の側面に、水路が通らないが故天水田のまま、低生産農業を余儀なくされている貧困農家の存在が顕著となり、事業地区内外の所得格差が新たな社会問題を惹起している。この問題に対しても W I E P は問題解消対策として効果的事業となる。

(7) 事業の評価

ルピアの Devaluation に起因して請負業者が契約を破棄、これにより 3 年半の工期の遅延があったが、これ以外には F / S に準拠する D / D、建設工事と事業の進展は順調で工事の質も良好である。また灌漑事業の効果として単収を見ると F / S では 5.5 t/ha であったが実績では 7.47 t/ha と非常に高く事業の総合評価として優良事業であると言える。

(8) 勧告

(8) - 1. 水路掘削法面の一部崩壊

水路の掘削法面の一部崩壊が見受けられる。設計時点で適切なる調査を行なうとともに、施行時に土質に応じた設計変更が望ましい。然しながら設計時点の十分な土質調査による崩壊発生未然防止にこだわると調査への過大投資と工事の過大設計となり兼ねない。現在発生している崩壊は通水に大きく障害を与えるものではなく、従い新たな崩壊を未然に防止すべく対策を図るとともに、崩壊発生箇所については適切な修復、改修などが望まれる。

(8) - 2. チョロ堰の土砂吐水門下流護床工

この護床工の洪水による洗掘流亡事故は土砂吐からの洪水放流が、射流のままではるか下流まで護床工の上を流下することにある。設計では通常下流エプロンの上で跳水を発生させ、常流に変わるようにされている。この事故の原因は①下流の河床の異常低下か②固定堰頂の洪水越流水深が 1.0 m 未満で土砂吐を開放したことに起因すると考えられる。

従い、これら原因の究明を行ない事故の再発を防止しなければならない。更に護床工上に射流が走る恐れがある場合には下流エプロンの下流部にデフレクターを設けるのも一案である。

(8) - 3. 作付け体系 (Cropping pattern) の変更

作付け体系 (Cropping pattern) の変更は灌漑事業の計画にとって基本的な重要事項となるが、主要基幹施設が完成した後では事業計画の変更とならず、事業の運用事項となろう。然しながら、作付け体系の変更に関連し Wonogili Second Phase Project や Wonogili Irrigation Project Extention 等の事業を行なおうとなれば、その事業の大きさから W I P に多大の影響があり、これら関連事業決定に先立って、変更計画の検討、策定を行なう必要がある。

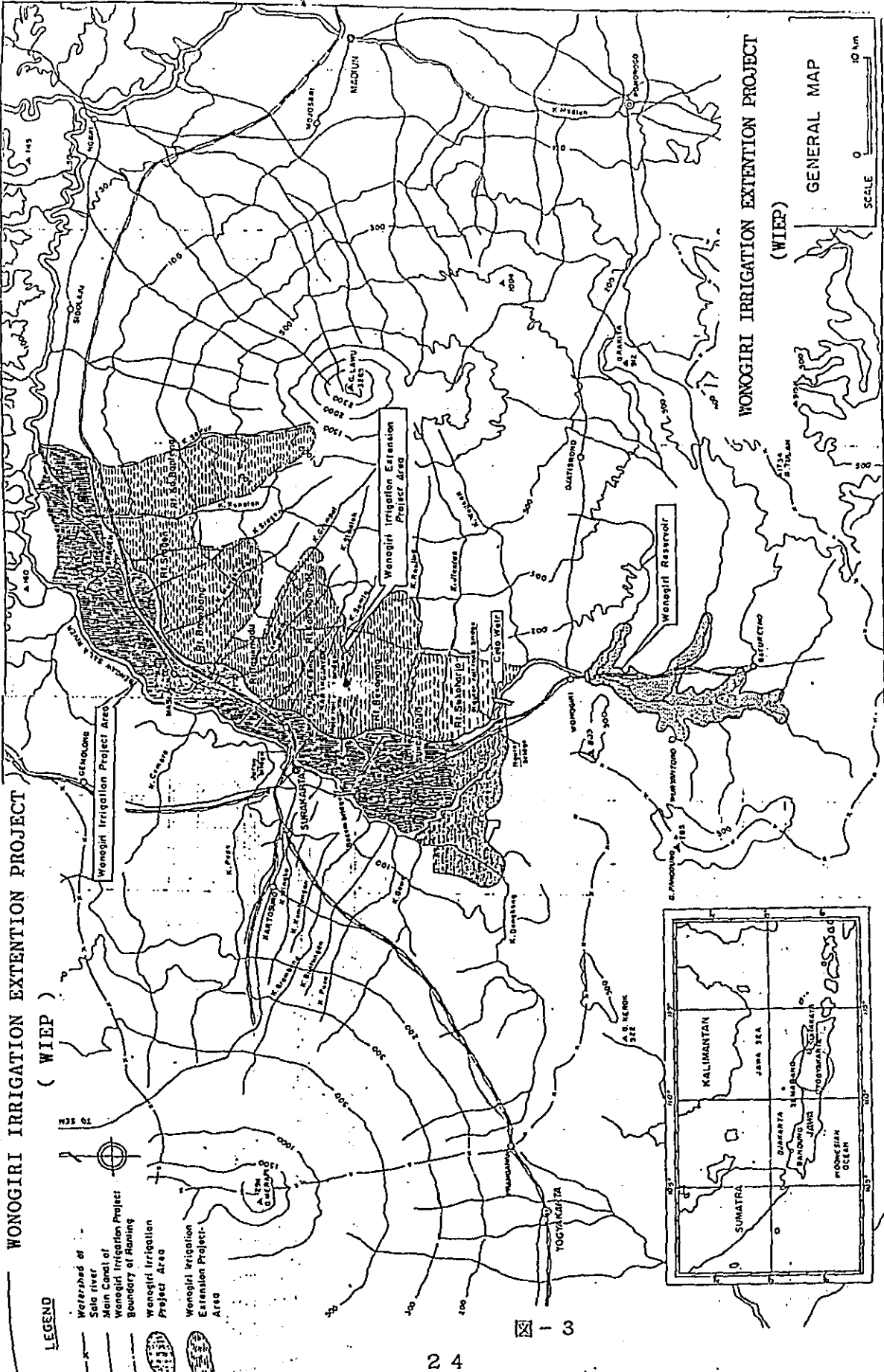
多摩川治水計画十年間の歴史とその成果

項目	単位	ソロ川 M/P (1974年4月)	ダム F/S (1975年10月)	灌漑河川 (1976年9月)	灌漑 D/D (1977年3月)	灌漑 PCR (1988年12月)
灌漑事業面積	ha	22,000	23,600	23,200	23,200	23,574
取水堰						
タイプ			コンクリート固定比	同左	同左	同左
堰長	m		108	108	117.75	117.75
堰高	m		10	9	8.68	8.68
土砂吐			5m x 4.6m x 3門	7.5m x 7.5m 2門	同左	同左
取水門			両岸取入れ	両岸取入れ	右岸片側取入れ	同左
ゲート					2.6m x 5.2m 4門	同左
取水位	EL. m		106.5	107.0		
取水量						
右岸幹線	m ³ /sec	45.0	29.6	24.3	24.3	(24.3) 20.8
左岸幹線	m ³ /sec	5.0	4.0	5.2	5.2	(5.2) 5.0
河川維持用水量	m ³ /sec				2.0	2.0
幹線水路		土水路	土水路	土水路	土水路	土水路
右岸幹線	Km	192	63.9	62.4	65.0	64.1
左岸幹線	Km	192	25.6	31.4	30.0	22.2
支線水路延長	Km	192	144.9	81.2	80.0	142.5
第3次水路延長	Km			928.0	925.0	1,923.5
排水路	Km				930.0	1,296.8
調整池			調整池あり	要検討	なし	なし
農道工				あり	あり	なし
灌漑作付計画		水稲2期作+ 裏作複合3夕付	水稲2期作+ Polowijo	水稲2.5期作	水稲2.5期作	水稲2期作+ Polowijo
計画収量(稲)	t/ha	4.89	5.5	5.5	5.5	実績 7.47
ダム灌漑用貯水容量	MCM	400	400	400	400	300
事業費(ダム除く)	M US\$	15,300	33,100	46,700	86,270	102,320
事業費(単当)	US\$ /ha	700	1,400	2,010	3,720	4,340
IRR(ダム含む)	%	14.0	13.9	12.1	11.8	22.6

*1 : 22,259 Million ¥ ÷ 258 ¥/US \$




*2 : 13,813 Million ¥ ÷ 135 ¥/US \$

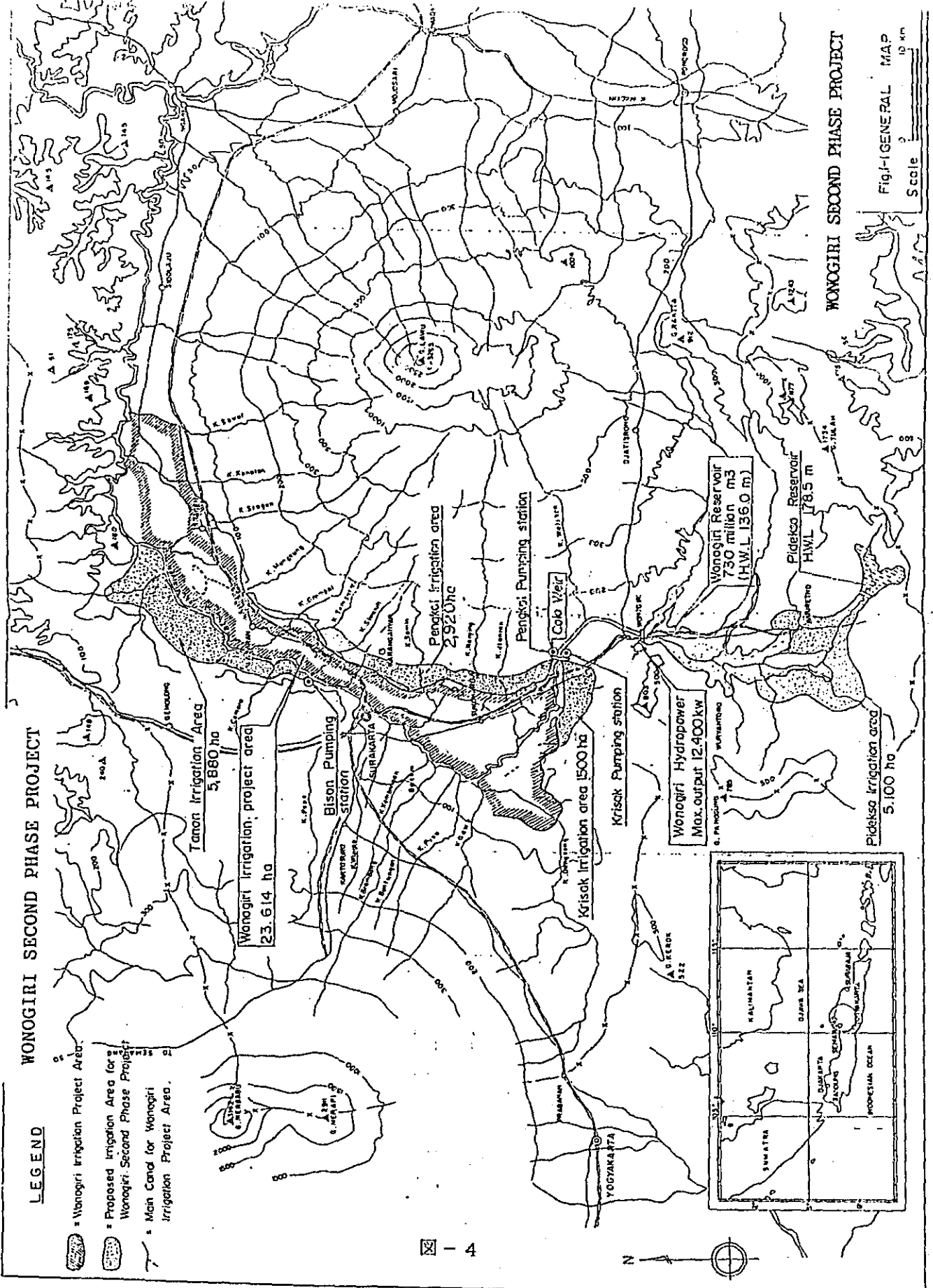
表 - 1



WONOGIRI SECOND PHASE PROJECT

LEGEND

-  = Wonogiri Irrigation Project Area
-  = Proposed Irrigation Area for Wonogiri Second Phase Project
-  = Main Canal for Wonogiri Irrigation Project Area



WONOGIRI SECOND PHASE PROJECT

Fig.1-1 GENERAL MAP

Scale 1:50,000

3-5. 発電

ウオノギリ発電所には 6,200 kw の発電機が 2 ユニット設備されている。発電所のそばにスイッチヤードがありここから 22 kv の送電線が下記の 4 系統伸びている。

Line No	to
WG-1	Wuryantoro - Pracinantoro
WG-2	Klaten Substation
WG-3	Sala Timur Substation
WG-4	Nagadirojo

これら 4 系統の送電線のうち WG-1 と WG-4 は農村向けであり、他の 2 線は PLN の 150 kv システムへ送電する幹線となっている。

ウオノギリ発電所における月間発生電力量は次のとおりであり地域の社会経済活動に大いに貢献している。

	1983	1984	1985	1986	1987	1988
1 月	944.3	6,948.3	8,166.0	7,028.2	8,746.2	6,660.5
2 月	3,400.4	6,721.0	7,971.3	7,645.1	8,250.1	8,120.0
3 月	3,360.0	7,202.3	9,055.6	9,059.8	9,115.5	4,072.4
4 月	5,845.7	6,936.2	6,877.6	8,760.9	3,355.9	2,748.6
5 月	7,570.7	6,980.6	5,102.6	3,532.1	2,686.6	3,022.6
6 月	4,622.4	4,772.8	3,230.1	3,124.4	3,176.2	3,295.2
7 月	4,643.7	4,390.7	3,536.6	3,439.6	2,411.8	4,032.9
8 月	3,742.1	4,057.6	3,494.6	3,147.6	1,715.6	3,812.8
9 月	3,610.6	4,833.7	3,224.9	2,995.8	2,231.4	3,827.0
10月	3,800.5	6,443.1	3,360.3	2,860.4	1,502.5	3,094.8
11月	4,334.2	2,254.0	3,011.9	3,487.6	1,233.1	
12月	4,928.0	7,982.5	8,248.1	2,799.4	5,850.4	

3-6. ダム管理

ダム管理自体はブンガワンソロ事業所の手で実施されており問題はない。ダムの管理状況を示す年表（図-5、表-2）もあり参考に示す。

またダムの安全管理のための堤体の挙動については、ダムの漏水量が 2 か所で測定されている（図-6）。1987年のデータでは漏水量は最大で約 15 ℓ/秒記録されているが降雨量との相関が強く、ダム堤体からの真の漏水量が把握されていない。ウオノギリダムではダム本体の問題よりも貯水池回りの環境問題、特に貯水池内の堆砂と貯水池の濁りの問題が大きい。

ウオノギリ貯水池の場合貯水池が皿池状のため有効貯水量内への堆砂が進行しており、計画値 4.4 億 m^3 に対し 1987 年（完成後 7 年）にて 4.0 億 m^3 に減少している。貯水池内を大きく浚渫ということは考えられないので水源地における土砂生産の抑制、及び砂防工事を進める必要がある。図-7~11 に 1987 年現在の堆砂状況を示す。

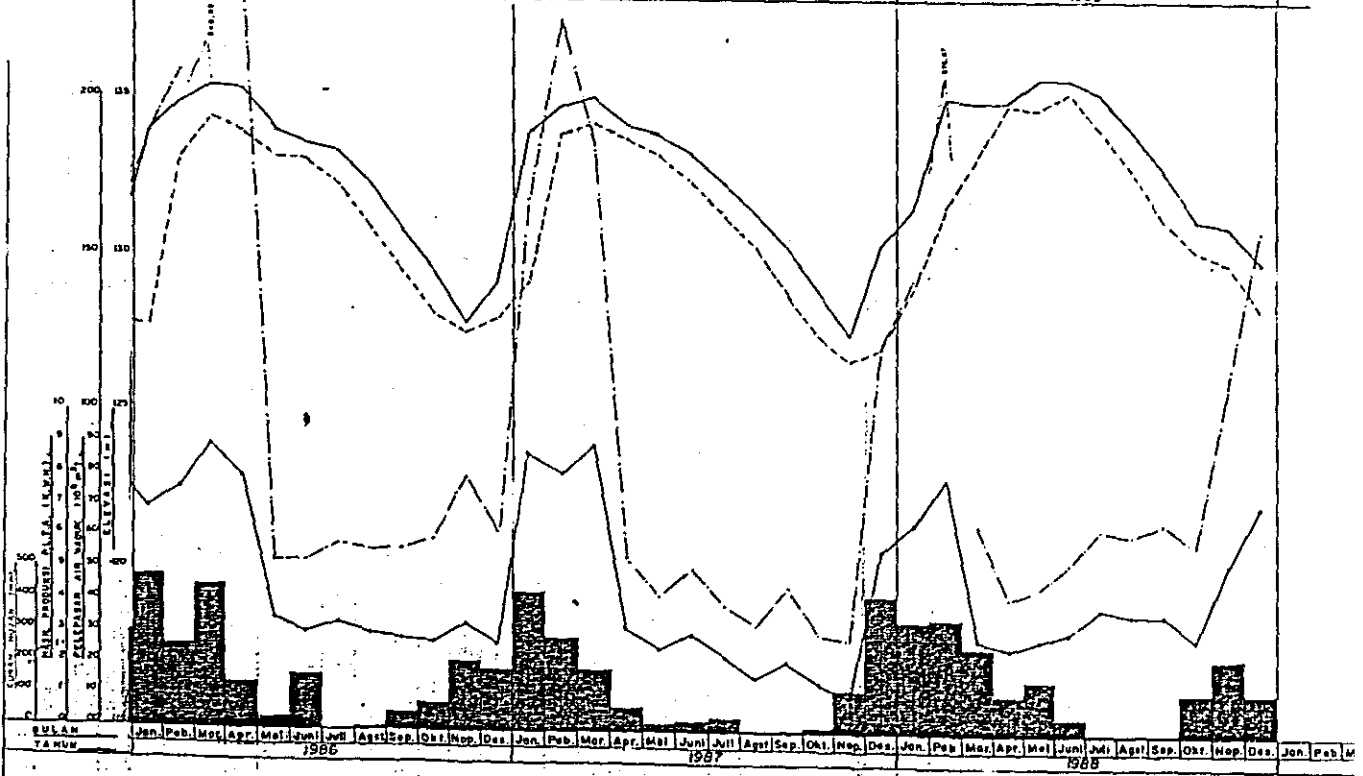
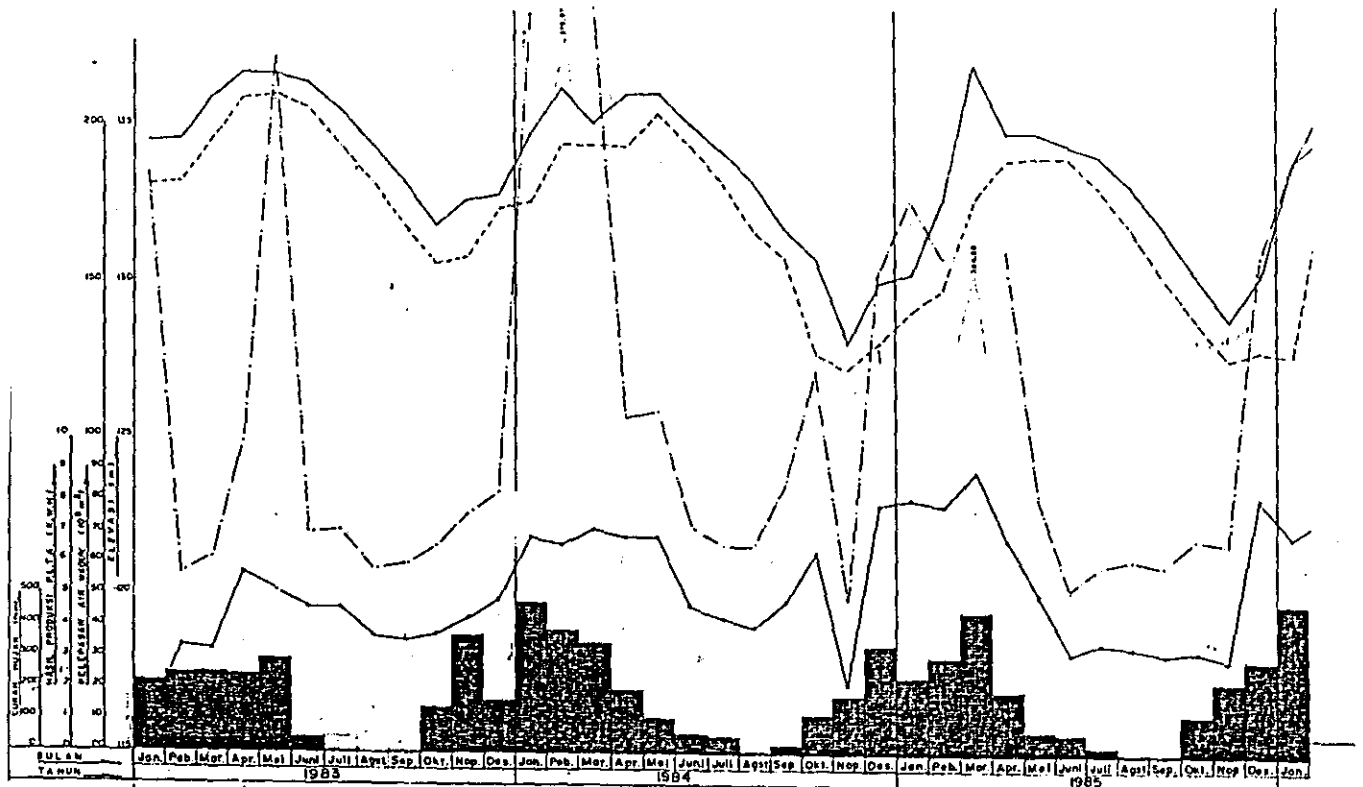
ダム計画時の年間流出土砂量は 1.2 mm / 年（比堆砂量 1,200 m^3 /年/ km^2 ）と推定されたが、1987 年に発表された調査結果では 4.8 mm / 年（1981 年~1985 年のデータ使用）とされこれが最近の再調査では 3 mm / 年という報告もある。いずれにしても計画時よりもかなり多量の土砂が貯水池に流入していることは事実であり、早めに対策計画立案の必要がある。ブンガワンソロ事業所でもっとも懸念しているのはダム直上流の右支川 Keduwang 川からの堆砂で、この川は流域面積も比較的大きく、耕作地も多いので土砂の流出が激しく、近い将来ダム堤体付近まで堆砂が進むのではないかと言うものである。堆砂問題が深刻なブランタス川水系のウリンギダムと違ってウオノギリダムは集水面積に比べて貯水池の面積（容積）が大きく、総体的に貯水池が埋まる割合が小さいので特に緊急と言う問題ではない。然しながら有効貯水容量が年々減少しているので何らかのスタディーは必要である。

即ち、

①貯水池内堆砂抑制策としては、上流農地開発の規制、貯水池末端における貯砂ダムの建設と定期的排砂、チェックダムの建設などが考えられるが農民の生活の問題、土捨場の問題等多くの難問がある。

②有効貯水容量の減少対策としては、浚渫による容量アップ、有効貯水容量の減少を容認した場合の貯水池運用計画の見直し等の検討が必要となろう。

現在、図-13 に示すようにウオノギリダムの上流域において砂防用のチェックダムは全体で 19 計画されその内 10 が完成している。一方灌漑用ダムは 7 計画され、4 つ（Parangjoho, Songputri, Nawangan, Nekuk）が完成している。また計画中の灌漑用ダムのなかで Pidekso ダムについては詳細設計が 1984 年に既に終了しブンガワンソロ事業所としては早期着工を望んでいる様子であったが IRR が 6% と低いのが難点である。

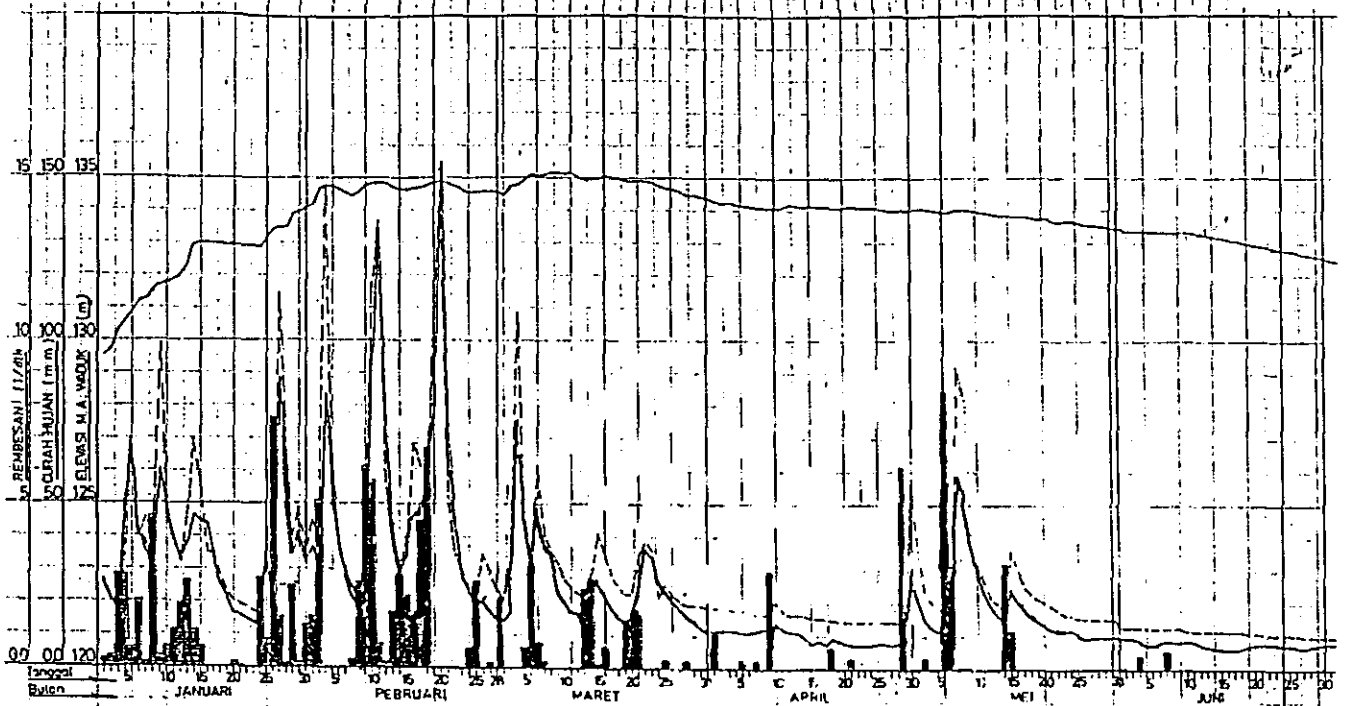


KETERANGAN 凡例

- Elevasi air waduk max. 最高貯水位
- - - - - Elevasi air waduk min. 最低貯水位
- - - - - Pelepasan air waduk 放流量
- > Hasli produksi PLTA 発生電力値
- > ウオノギリダム流域平均雨量
- Curah hujan rata-rata di C.A. waduk wahagiri

図-5 ウオノギリダム管理図

HUBUNGAN ANTARA CURAH HUJAN DILOKASI BENDUNGAN,
 ELEVASI M.A. WADUK, REMBESAN STA 14 DAN STA 20,
 TERHADAP WAKTU WADUK WONOGIRI TAHUN 1987



KETERANGAN

- = ELEVASI M.A. WADUK (RESERVOIR ELEVATION)
- ▬ = CURAH HUJAH (RAIN FALL)
- ▬ = REMBESAN STA 14 (LEAKAGE AT STA 14)

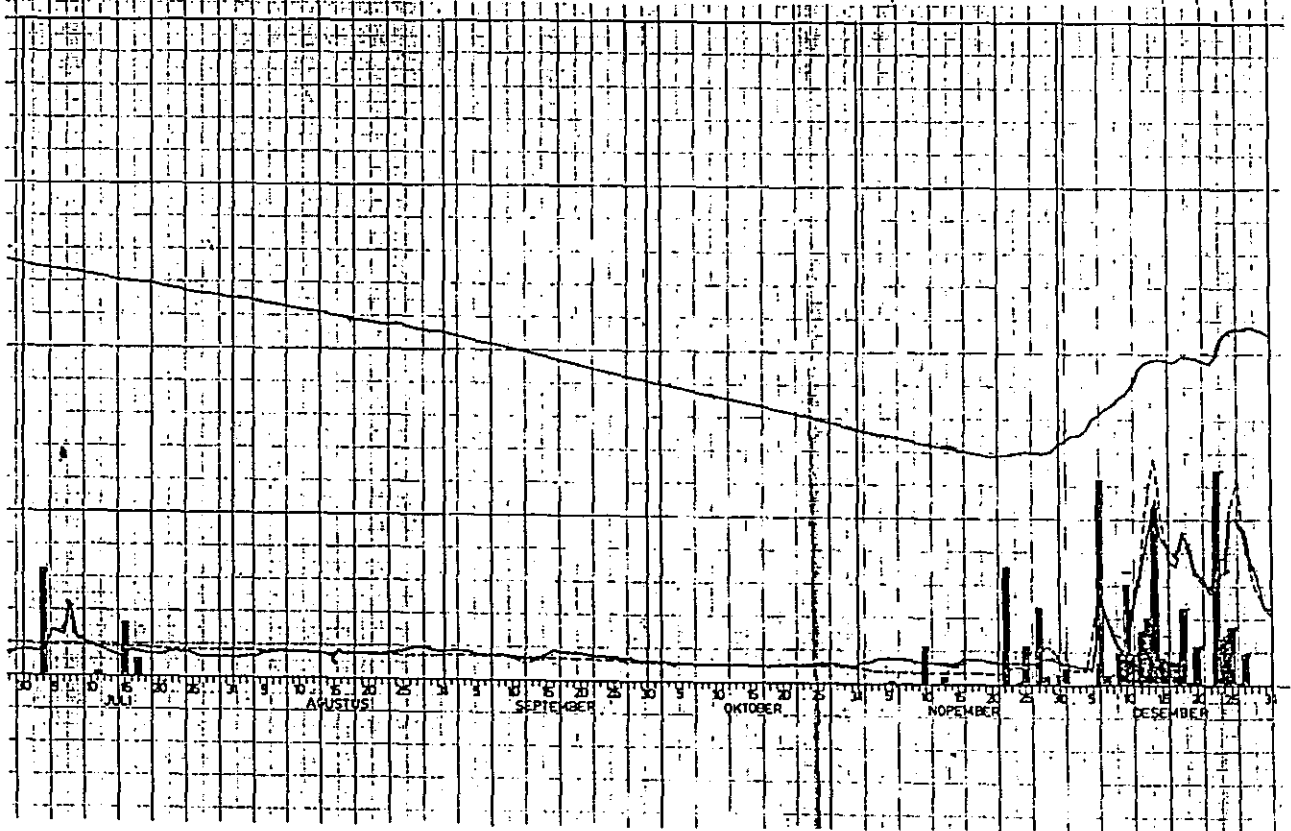


図-6 ウオノギリダム貯水位、雨量、漏水量比較図 (1987)

LOKASI PENGAMATAN SEDIMENTASI
WADUK WONOGIRI

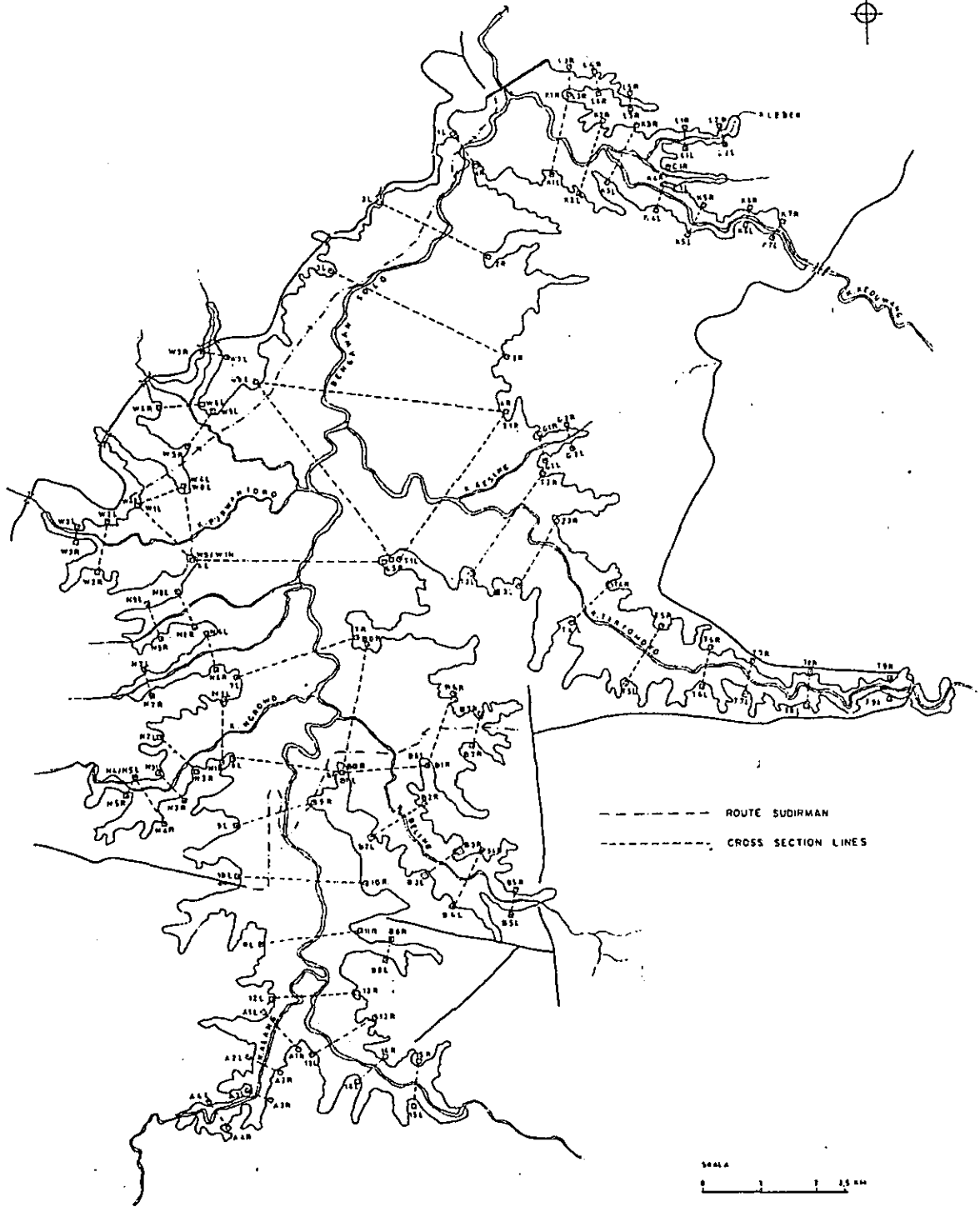


図-7 ウオノギリ貯水池埋砂量測量位置図

EL. TERENDAH PENAMPANG MEMANJANG SUNGAI B. SOLO

SKALA H 1 : 50.000,
V 1 : 200

----- RAMPANG SEBELUM TERGENANG
 - - - - - TAMPANG HASIL PENGUKURAN Th. 1985
 _____ TAMPANG HASIL PENGUKURAN Th. 1987
 → PERKIRAAN TITIK TEMU ANAK KALI DI B. SOLO

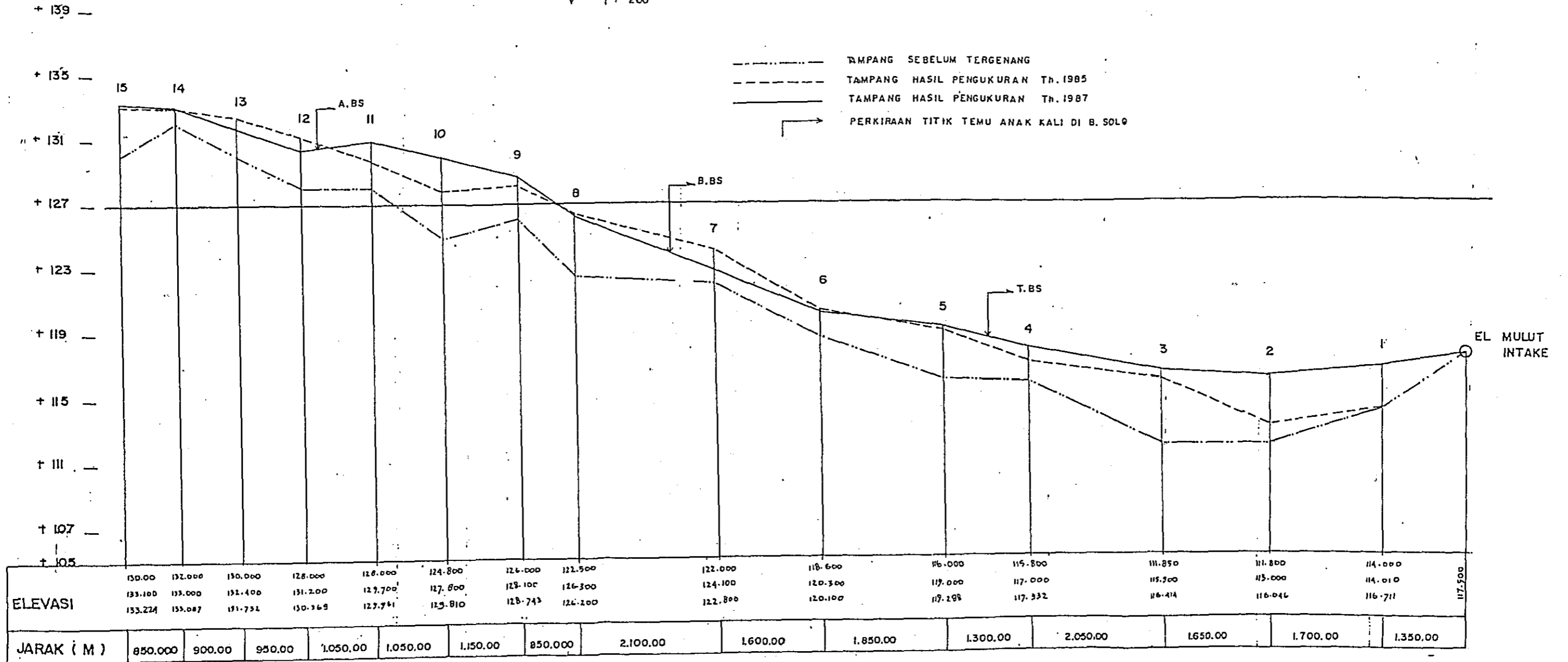


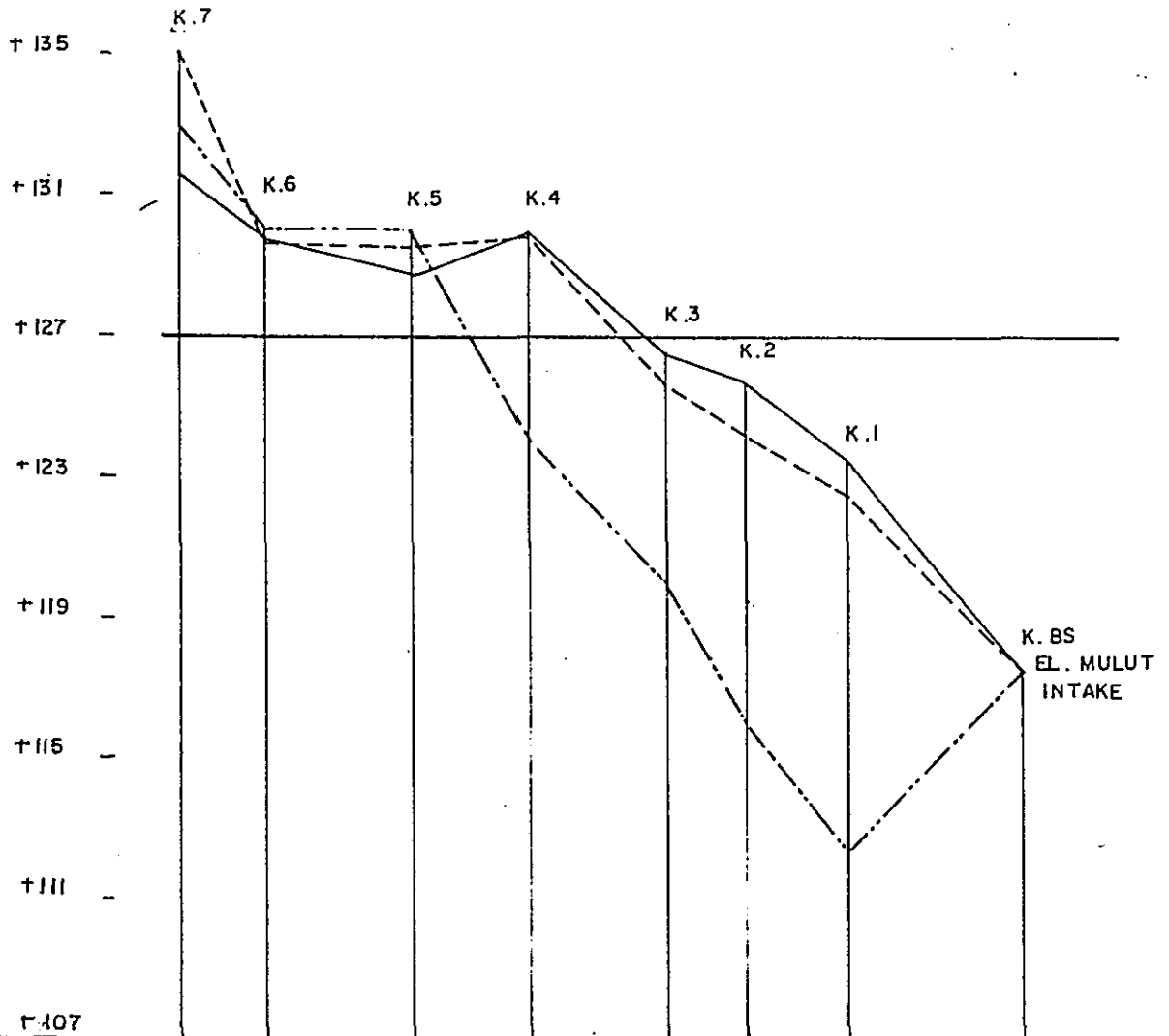
図-8 堆砂形状縦断図 (ソロ本川)

EL. TERENDAH PENAMPANG MEMANJANG

K. KEDUANG

SKALA H 1 : 50.000
V 1 : 200

----- TAMPANG SEBELUM TERGENANG
 - - - - - TAMPANG HASIL PENGUKURAN Th. 1985
 _____ TAMPANG HASIL PENGUKURAN Th. 1987



ELEVASI	TH. '75	132.900	130.000	130.000	124.000	120.000	116.000	112.400	117.500
	TH. 85	135.000	129.500	129.500	129.800	125.600	124.200	122.500	117.500
	TH. 87	131.587	129.666	128.775	129.927	126.468	125.791	123.447	117.500
JARAK (M)		600.00	1.000.00	850.00	950.00	550.00	700.00	1200.00	

図 - 9 堆砂形状縦断図 (クデウアン川)

EL TERENDAH PENAMPANG MEMANJANG

K. TIRTOMOYO

SKALA H 1 : 50.000

V 1 : 200

- TAMPANG SEBELUM TERGENANG
- TAMPANG HASIL PENGUKURAN Th.1985
- TAMPANG HASIL PENGUKURAN Th.1987

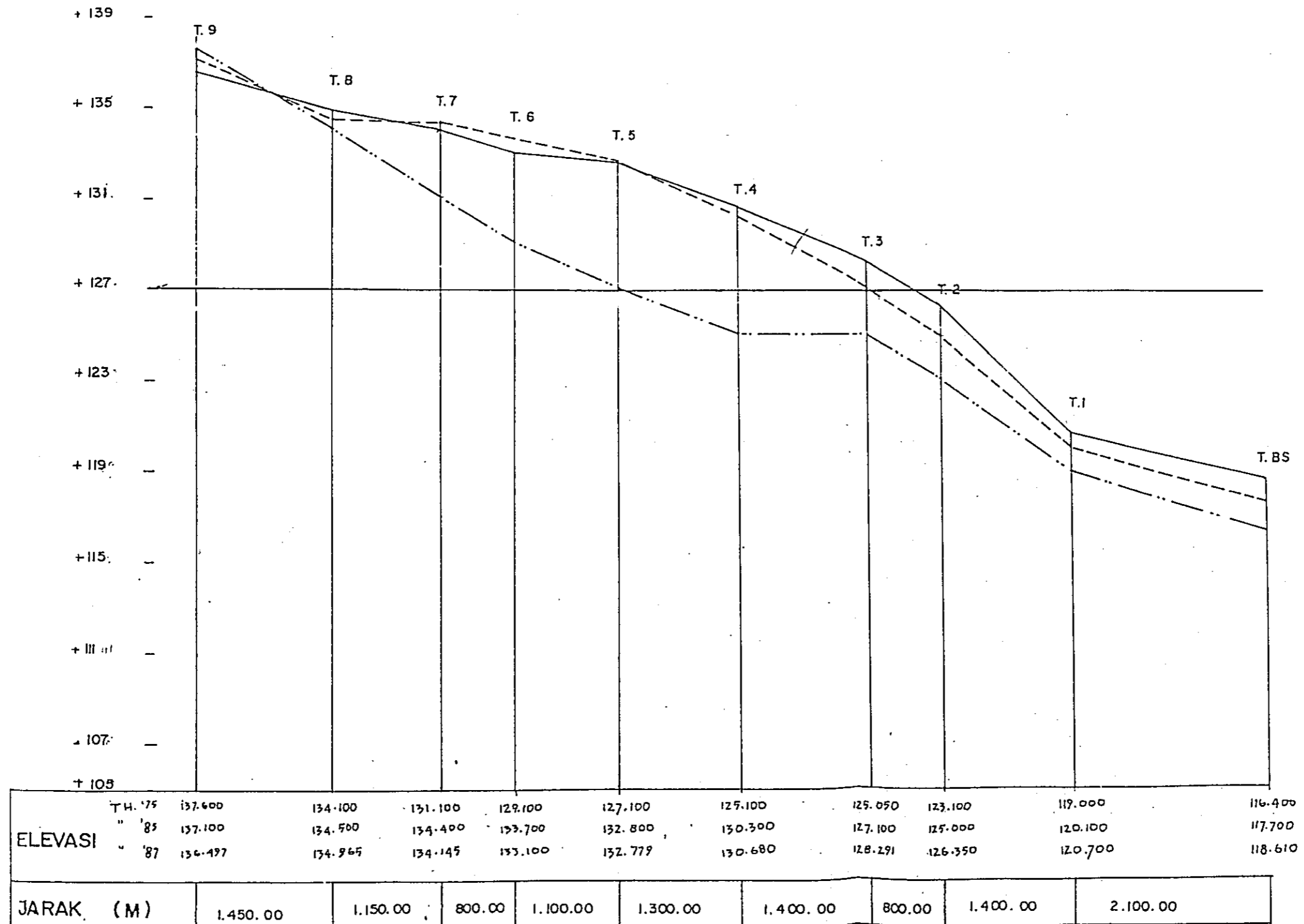


図-10 堆砂形状縦断面図 (テイルトモヨ川)

EL. TERENDAH PENAMP. MEMANJANG
K. BELING

SKALA H 1 : 50.000

V 1 : 200

----- TAMPANG SEBELUM TERGENANG
 - - - - - TAMPANG HASIL PENGUKURAN Th 1985
 _____ TAMPANG HASIL PENGUKURAN Th 1987

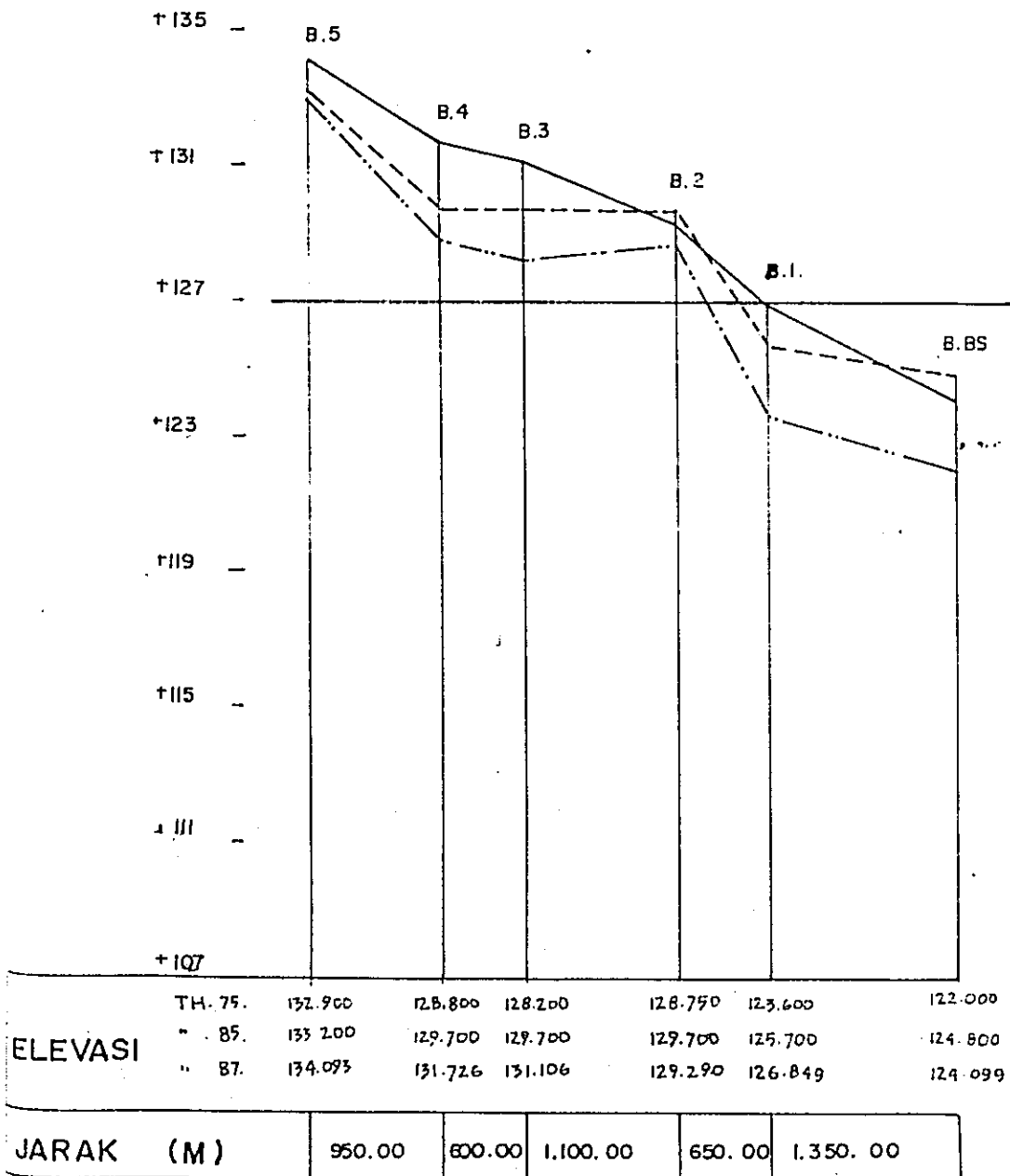
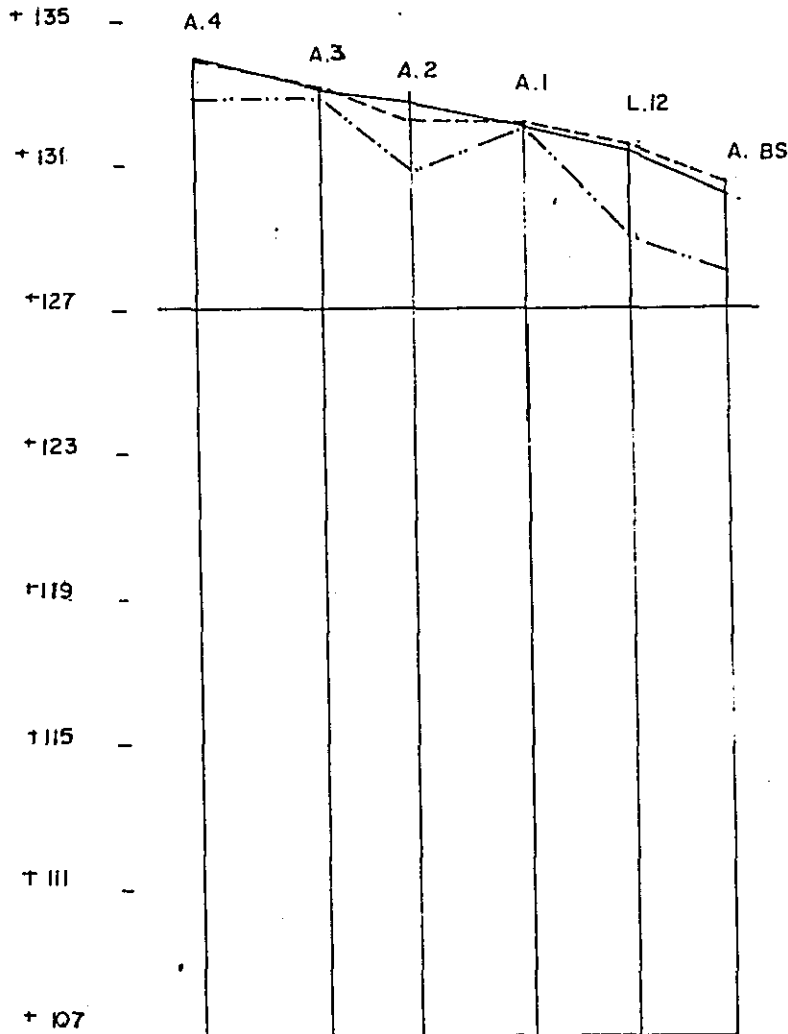


図 - 1 1 堆砂形状縦断面図 (ブリン川)

EL. TERENDAH PENAMP. MEMANJANG K. ALANG

SKALA H 1 : 50.000
V 1 : 200

----- TAMPANG SEBELUM TERGENANG
- - - - - TAMPANG HASIL PENGUKURAN Th 1985
————— TAMPANG HASIL PENGUKURAN Th 1987



ELEVASI	TH. '75.	132.800	132.800	130.800	132.000	129.000	128.000
	TH. '85.	133.900	133.100	132.200	132.100	131.500	130.450
	TH. '87.	133.980	133.033	132.500	132.060	131.368	130.170
JARAK (M)	850.00	600.00	750.00	700.00	650.00		

図 - 1 2 堆砂形状縦断面図 (アラン川)

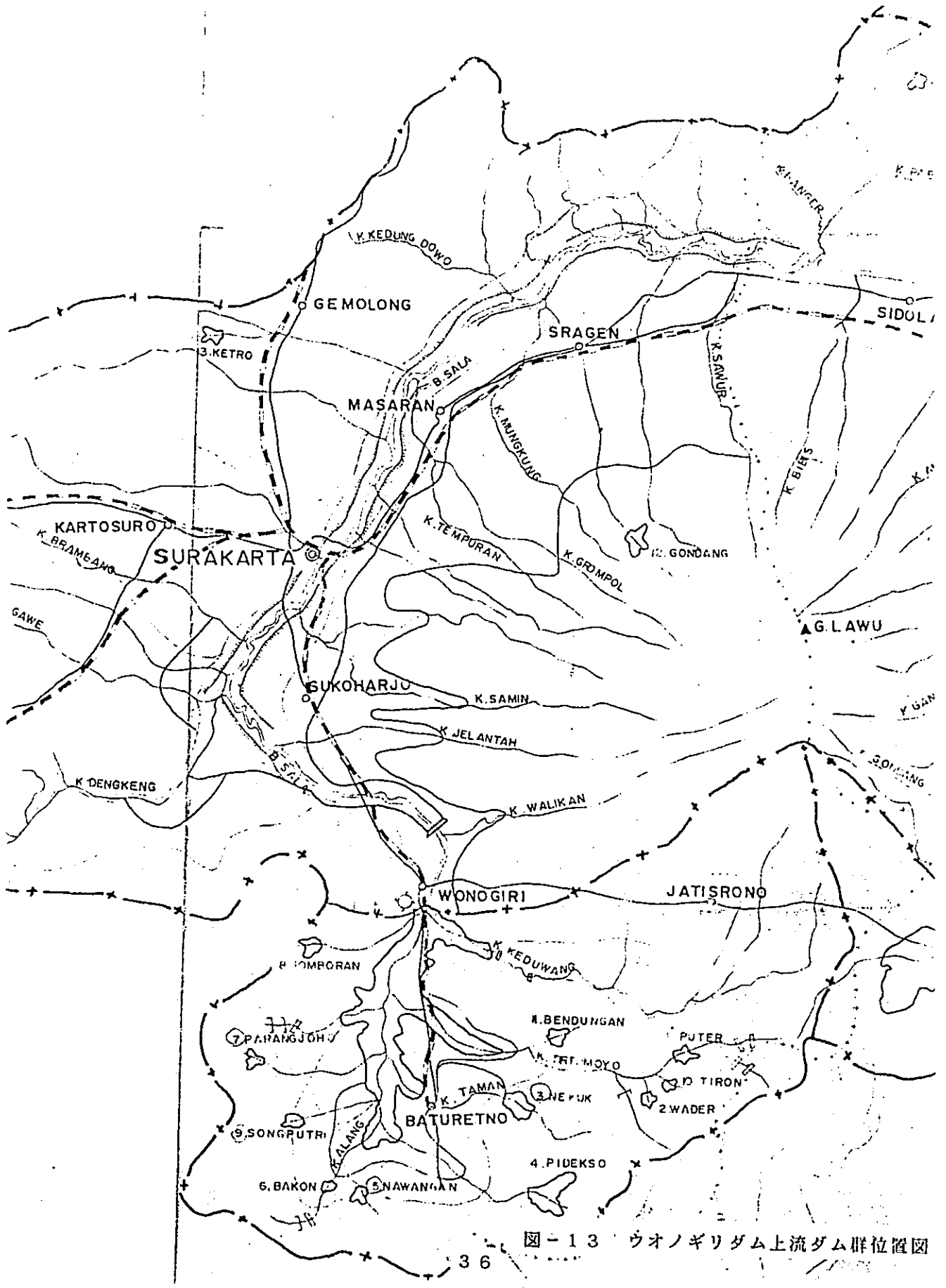


図-13 ウオノギリダム上流ダム群位置図

3-7. 流域管理

ソロ川においては、図-14に示されるような地域が常習冠水地帯となっている。これらに対処するため流域全体をカバーする通信網として図-15に示すVHF網が形成されており、日常の河川管理に使用されている。

一方ウオノギリダム管理用に図-16に示す洪水予警報網がウオノギリダムの一環として建設されたが、現在の財政難のため維持管理費（主として電気代）の割り当てがなく運用を休止せざるをえない状況にある。

ソロ川上流河川改修プロジェクトにて図-17に示される全流域をカバーする洪水予警報網の詳細設計が実施されているが、その実施には日時を要するものと考えられる。

3-8. 水管理（配分）

(1) 灌漑貯水容量の余剰とその活用

Cropping Patternを変更したとすると、水収支計算の結果ウオノギリダムに約1億 m^3 の余剰容量が発生する。

ダム	灌漑貯水容量	貯水利用可能量	灌漑面積
F/S, D/D	400 MCM	483 MCM	23,200 ha
変更	300 MCM	372 MCM	23,574 ha

この余剰容量の活用につき、本件OECFローン事業の一環として1982年 Wonogili Second Phase Project のF/Sが実施（日本工営の請負）された。この事業の概要は：

Pedekuso Dam	有効貯水量 47.3 MCM (総貯水量 114.8 MCM)	をウオノギリダム上流に追加建設、CA = 117 km ² , h = 38 m
受益地	上流 (ウオノギリダム～ペデイクソダム間) の Pedekuso Irrigation Area	5,100 ha
	: チャロ堰左岸Krisakポンプ場	→ Krisak Irrigation Area 1,500 ha
	: チャロ堰右岸 Pendol ポンプ場	→ Pendol Irrigation Area 2,920 ha
	: 下流 Bison ポンプ場	→ Tanon Irrigation Area 5,880 ha
	合計	15,400 ha

この Cropping Pattern は水稲2期作 + Polowijo、事業費 1,171億 4,000 万 Rp (≒ 120 million US\$) である。

この事業の運営には3か所の大規模なポンプ機場の運転が必要でO & Mコストの問題から事業の具現化の動きは見られなかった。

1987年 ブンガワンソロ事業所(PBS)は自然流下(ポンプによらない通常の)方式でダム余剰水の活用によるウオノギリ灌漑事業拡大計画(Wonogiri Irrigation Project Extension)をローカル予算で策定した。これは追加水路のD/Dが中心であってダムの水収支、事業の経済評価等は含まれていない。この追加水路の受益面積は右岸幹線末端の東部ジャワ州や Losari 地区貯水池掛りの 500 ha、及び左岸幹線西端 Denken 川周辺 3,500 ha 合計 4,000 ha とするものである。

左岸追加地区への水路は地形上導水勾配が不足するので現況左岸幹線のかなり上流部から緩勾配の平行水路を新設、現況水路はサイホンであるが、追加新設水路は水路橋にするなど損失水頭を大幅に節減して新受益地区に自然流下させようとするものである。現在すでに右岸幹線最下流端から 1,500 ha の Losari地区への支線水路の建設が開始されている。この Wonogiri Irrigation Project Extension には 4,000 ha の受益面積があり、親となる Wonogiri Irrigation Project の当初計画 23,200 ha に対し17%の増となり計画上にも種々影響を与えるものである。従って、WIEPの着工に先立ちダム貯水余剰水の最適利用の観点からも全体計画の見直しが緊急とされている。

(2) 水管理用通信施設

右岸幹線が64kmと長大であり、取水源がダム貯水であることから用水の効率利用の確保が重要とされている事業地区である。F/S調査では幹線水路の中、下流に調整池建設の検討を提案しているが、地形上また用地調達の面でも難しく実現に至らなかった。現況では無線による水管理用通信施設が建設され効用を発揮している。

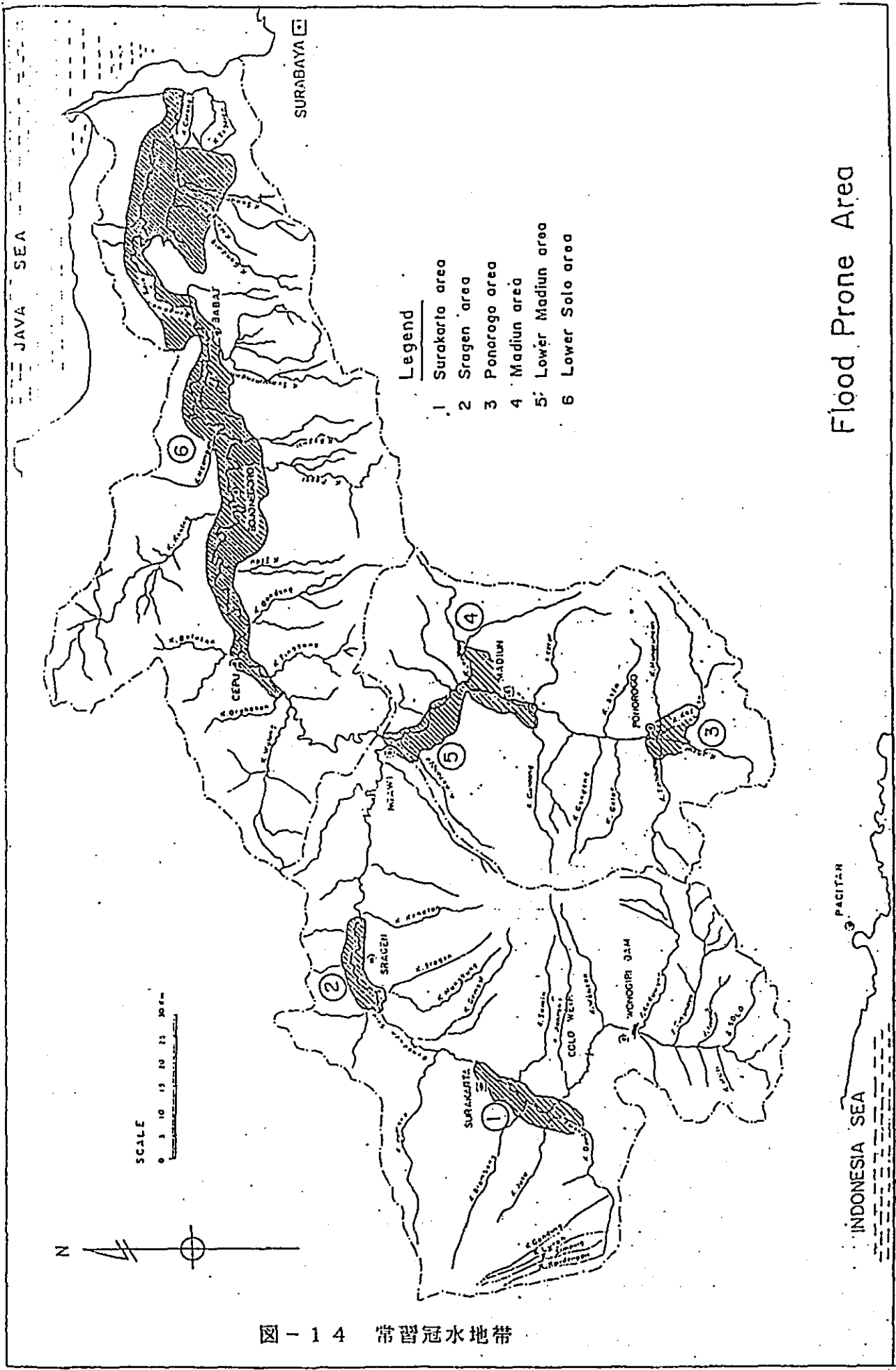


图-14 常習冠水地帯

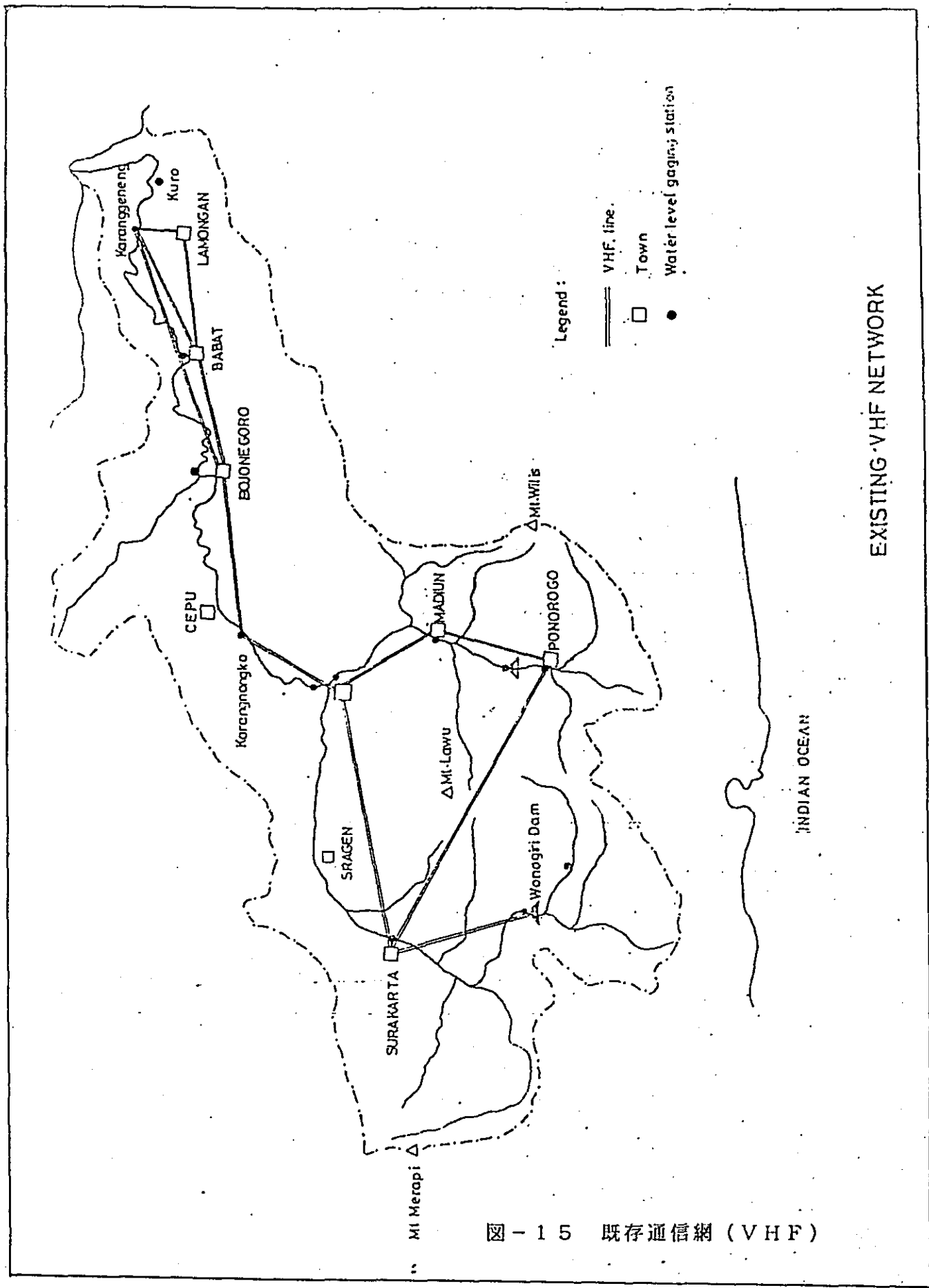
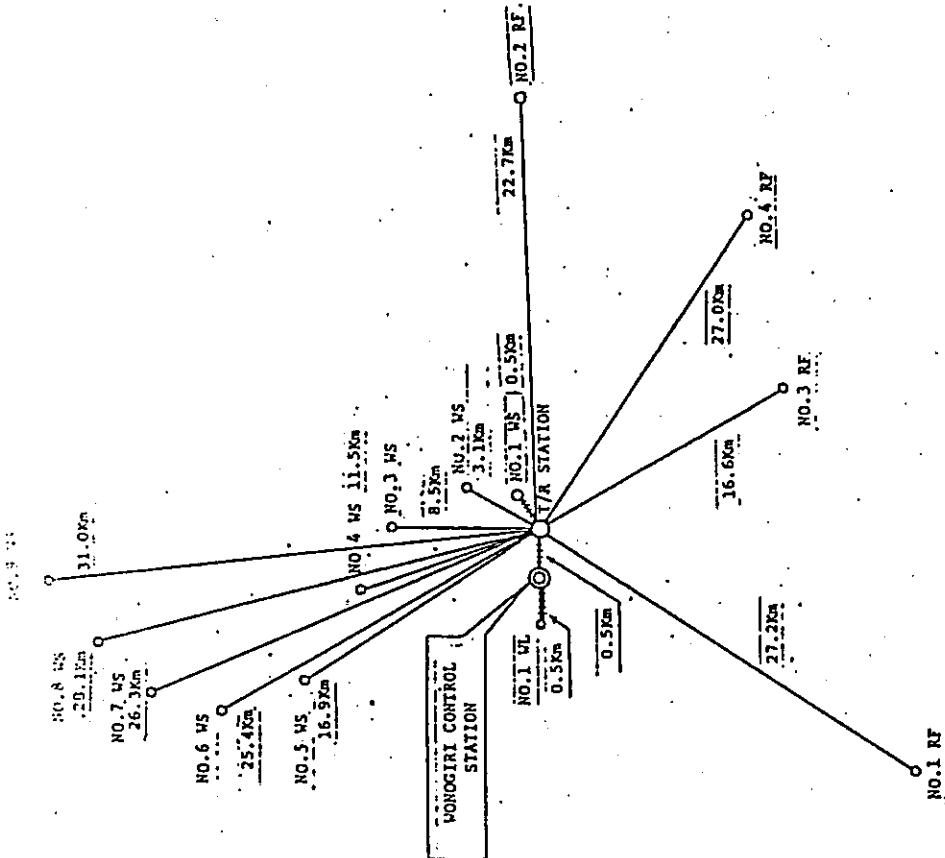


圖 - 15 既存通信網 (VHF)

NOTES

- RF: RAINFALL GAUGING STATION
- WL: WATER-LEVEL GAUGING STATION
- VS: WARNING STATION
- : VHF LINKS (70 MHz BAND)
- : OVERHEAD CABLE LINE
- : MEASURING CABLE

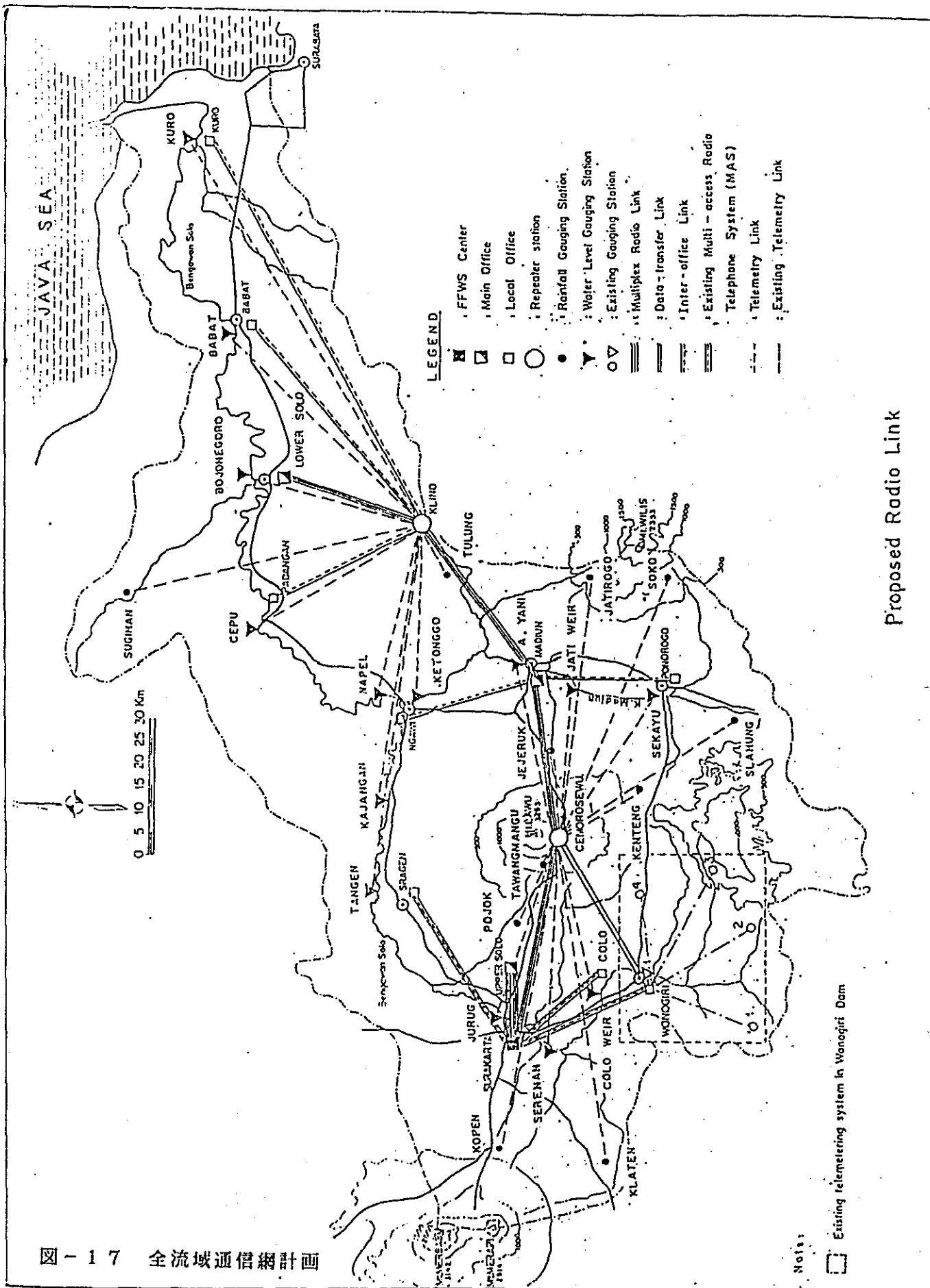


STATION NAME	RADIO FREQUENCY (MHz)	
	TRANSMITTER	RECEIVER
T/R STATION	73.300	75.300
NO.1 RF STATION		
NO.2 RF STATION	75.300	73.300
NO.3 RF STATION		
NO.4 RF STATION		
NO.1 WL STATION		
NO.1 VS STATION		
NO.2 VS STATION		
NO.3 VS STATION		
NO.4 VS STATION		
NO.5 VS STATION	75.300	73.300
NO.6 VS STATION		
NO.7 VS STATION		
NO.8 VS STATION		
NO.9 VS STATION		

Radio Equipment is not equipped in NO.1 WL and NO.1 VS.

Flood Forecast and Warning System for Monogiri Dam

図 - 15 ウオノギリダム洪水予警報システム



Proposed Radio Link

圖 - 1 7 全流域通信網計畫

第4章 今後の技術協力の可能性、 必要性とその在り方

4-1. インドネシア側の評価と要望

(1) 開発調査に関して

ソロ川開発の歴史は前述したとおり。本格的な流域全体の総合開発としては1974年のOTCAによるマスタープラン作りに始まり、その後上流部ソロ川流域、マデイウン川流域においては日本の援助にてウオノギリダムを始めとしてビッグなプロジェクトが完成または進行している。然しながら下流部ソロ川流域についてはカナダの技術協力にてF/S調査が進められたが(図-18を参照)、インドネシア側としては『トラック一杯の報告書は出来たが、現地では何も進んでいない』と言ったあからさまな批判が飛び、ついには下流部ソロ川も日本の援助でお願いしたいという状況になっている。

前回のOTCAマスタープラン作りから早くも16年経過し、その間ソロ川を取り巻く社会経済状況は大きく変化してきており、治水に対する重要性の認識の増大、都市用水需要の増加等に対応した新たなマスタープラン作りの要請が強く出されている。現にブランタス川では日本の手で1961年、1973年、1984年と3回にわたってマスタープラン作りが成されており、これとの比較においても要望が強い。またこれと平行して前回のマスタープランに入っていないながら実際のF/S調査が延び延びになっている上流部ソロ川流域のデンケン川流域およびスラーゲン地域に対する洪水防御計画のF/S調査に対する要望調査も強く打ち出されている。

(2) 河川管理に関して

現在ウオノギリダム管理を始めとしてソロ川の河川管理上幾つかの問題点が出ている。一番の大きな問題点はウオノギリダム貯水池の堆砂問題である。この問題はブンガワソソ事業所以外にも、大学、研究機関等も独自に調査を進めており地域の大きな社会問題として提起される可能性もある。ブランタス川のウリンギダムの場合と違って数年でダム貯水池が埋まってしまう程深刻で

はないが長期的な対策の検討を行う必要性が強いと考えられている。

次に河川管理上の直接の問題として、洪水予警報システムが休止していると言うことである。この原因はこのシステムを維持管理するための予算がないことに起因しており、インドネシア側から河川の維持管理費に対する援助要請が出ている。当然のことながら現在工事が進められているソロ川上流、マデイウン川の堤防等についても完成後は維持管理費が必要となるのは必至であり、テレメーター等の設備を導入すれば益々管理費の増大は避けられない。

(3) 灌漑農業開発について

Repelita Vは従前の Pelita シリーズに引き続き ①開発成果の公正な配分 ②十分な経済開発 ③健全かつ活力ある社会とその安定の三大原則によって立案され、重点は経済開発なканずく食糧の自給と作物の多様化を中心とする農業開発ならびにバランスある工業開発に重点が置かれている。ソロ川の上流域では、ウオノギリ多目的ダムおよびウオノギリ灌漑事業の我国協力による大規模な農業開発のほか、国際金融機関の援助による地下水開発事業等により農業基盤の整備は大いに進展し、農業の生産性は飛躍的に伸びてきた。

然しながらソロ川の下流域では1983年末カナダの協力によってフィージビリティスタディ(F/S)が展開されてきたが資金協力へのパイプラインとは成らず、或は要となる本流開発のJipangダム計画の用地取得の困難化、支流開発のポテンシャルの低さなどが重なってF/S以降の新しい進展を見ることは出来ず開発から取り残されてきた。

ソロ川下流の農業は他にめぼしい産業がなく住民生存のための重要な生業と成っているが、水利に恵まれず雨季にはしばしば洪水に見舞われるなど農業の低生産性を余儀なくされている。この結果ソロ川の上下流の社会、経済なканずく農業開発分野での格差は拡大し新たな社会問題を招来するに至っている。またウオノギリ多目的ダム及びウオノギリ灌漑事業は前章の3-4で述べたように間接効果として ①ソロ川下流渇水流量の増強、② Wonogiri Irrigation Extension Project (WIEP) の可能性の創出があり、加えてCropping Pattern の変更から ③ウオノギリダムに1億m³の灌漑用水の余剰水の

の活用化の緊急課題を抱えている。これらの課題はソロ川上下流開発格差の是正、ダム余剰水の水系全体としての最適利用、下流洪水増加流量の評価、活用等水系開発戦略の策定には上下流は不可分となっている。従って、農業開発の分野でもこれまでの進展と今後の課題を踏まえ、Repelita Vの国家開発の理念に沿ったソロ川開発マスタープランの見直しを行うことが緊急となっている。

4-2. 日本側の対応

ソロ川は既に開発が終了して管理に入っている部分、現在工事施行中の部分、いまだ未開発で今後開発が期待される部分が全て入り込んだ状況にあると言える。しかもかつてはかなりの人数の日本人専門家（JICA Expert）のもと技術の集積が計られた時期もあったが現在は時々在ジャカルタの専門家が指導に行く程度であり十分なアフターケアができないのが現状である。然しながら過去の開発による問題等を踏まえて、今後の開発計画を進めるうえで現在一番重要な時期にあるとも言える。その意味でソロ川を上流から下流まで一貫したマスタープランのレビューを行なうことは非常に有意義であると思われる。

次に現在幾つかの河川プロジェクトが進行しつつあり過去に完成したプロジェクトも含めて、河川総合管理システム等ソフト面での技術協力も重要と思われる。当然のことながら水配分と言った量の問題と共に水質、貯水池対砂等河川環境がらみのノウハウの技術指導も今後進めていく必要がある。河川維持管理費不足についてはインドネシア側の財政努力によるしかないが、プランタス川のように水公団設立のための助言等の協力の余地は残されている。

またソロ川だけに限られたことではないが、過去JICAスタディーを経てOECD等日本の経済技術協力にて完成したプロジェクト（例えばウオノギリダム、ウリンギダム等）が多数あるが、管理がうまくなされているか、管理上の諸問題が発生していないか、今後のより良い管理体制はどうか等についてプロジェクト完成後5年ないし10年後JICAにてフォローアップ調査を制度化することは非常に重要かつ援助効果の点からも有意義であるといえる。その結果、今後の新規プロジェクトへのフィードバックにつなぐことも容易にな

り日本の援助のきめ細かさという点において被援助国からの評価もより高くなると考えられる。

以上述べた事項をテーマ別に考えるならば、次のような案件が上げられる

A：開発調査案件＊ソロ川全体マスタープランのレビュー

＊デンケン川流域、スラーゲン地区洪水防御計画F/S調査、ダム1億m³余剰水の最適利用、下流増加濁水量の評価とその活用等のF/S調査を含む。

B：専門家派遣

＊ウオノギリダム堆砂対策計画調査（排砂計画、上流砂防計画）

＊河川統合管理システム計画

C：セミナー

＊ダム堆砂対策、河川統合管理システム等のセミナー

D：一般無償資金協力

＊ソロ川下流沿岸ポンプ灌漑事業

E：食糧増産援助無償協力（KR-II）

＊地下水開発事業へのDrilling Rig等の無償供与

F：有償資金協力

＊Wonogiri Irrigation Extension Project の建設のためのローン

参考引用文献

1. ソロ川流域開発調査計画基本計画報告書
(OTCA) 1974年 4月
2. ウオノギリ多目的ダム計画F/S調査報告書
(JICA) 1975年10月
3. ウオノギリ多目的ダム計画関連灌漑及び
河川改修計画F/S調査報告書 (JICA) 1976年 9月
4. Wonogiri Irrigation Project Completion Report
(Nippon Koei) 1987年11月
5. インドネシア農業を語るシンポジウム
(JICAインドネシア事務所) 1988 11月
6. Project Completion Report, Wonogiri Irrigation
Project (DGWRD) 1988年12月

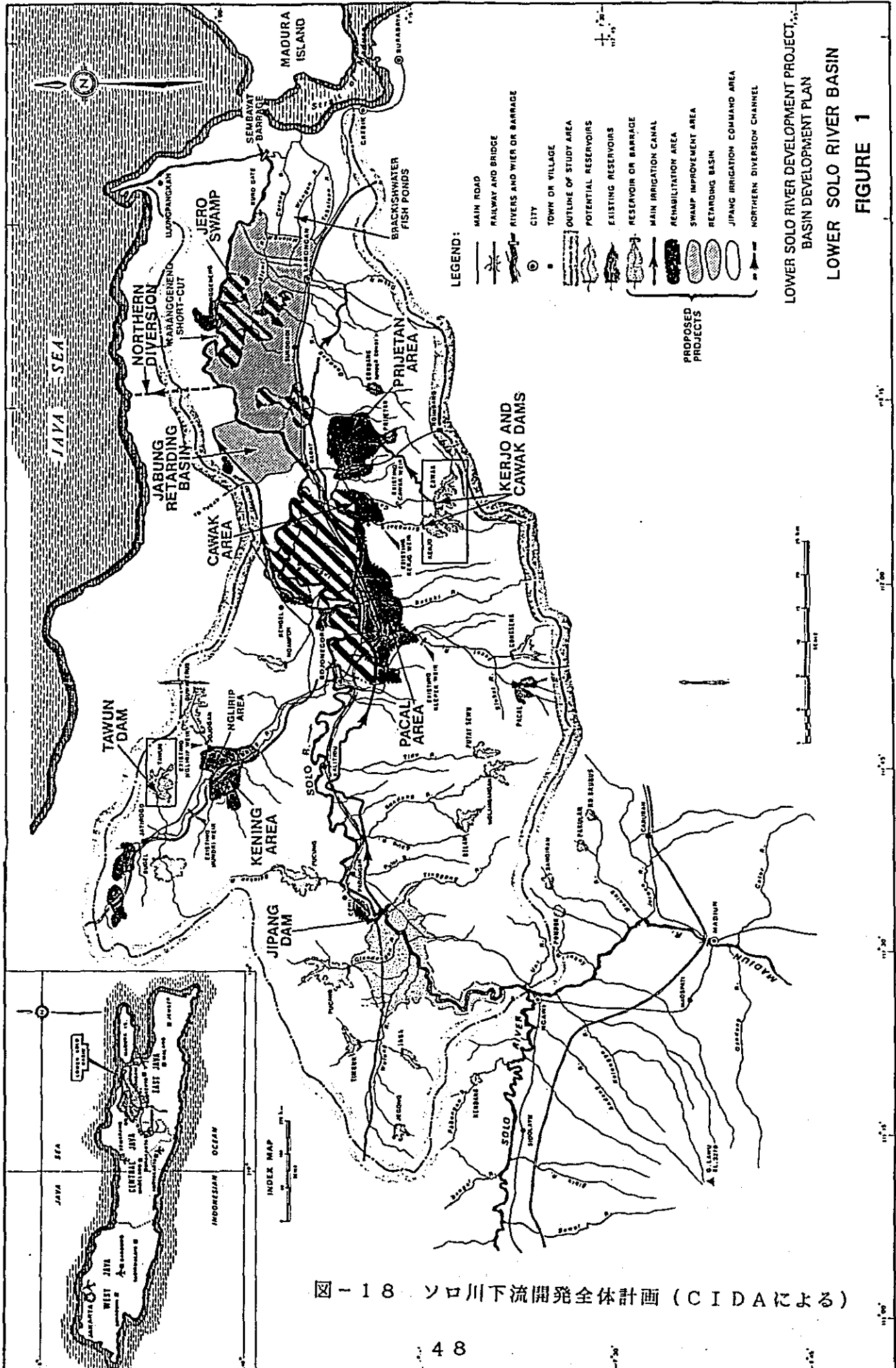


図-18 ソロ川下流開発全体計画 (CIDAによる)

ウオノギリダム管理データ 1983年

	各観測所平均雨量			4 観測所 合計雨量	水面標高		発生電力量 Hasil- produksi P.L.T.A. K.W.H.	Colo灌がい 用水取水量 kebutuhan air irigasi Colo m³	放流量		合計放流量 Total pelepasan air waduk m³
	Curah hujan rata-rata distasiun				Evaluasi muka air				洪水吐 Debit air yang dilepas dari Spillway m³	発電機 Turbine m³	
	Praent (mm)	Jesim. (mm)	Blwam. Tiriny (mm)		minimum (m)	maximum (m)					
1月	55,9	55,2	101,8	227,2	133,19	134,53	944,300	3,346,278	102,916,000	82,237,400	185,153,400
2月	56	76,3	83,6	250,2	153,25	154,62	3,440,000	3,374,382		57,610,940	57,610,940
3月	49,2	60,0	105,1	214,3	134,54	135,90	3,557,600	5,809,316	1,692,000	61,286,661	67,090,661
4月	70,2	61,9	80,3	249,9	135,92	136,71	5,615,700	8,157,715	32,580,000	67,162,686	99,742,366
5月	26,9	66,3	131,2	320,4	136,06	136,71	7,570,700	9,048,948	108,810,000	117,861,480	225,671,480
6月	25	5,6	12,4	44	135,69	136,46	4,622,400	14,082,932		70,921,800	70,921,800
7月	-	4	-	4,7	134,49	135,69	4,643,700	20,014,195		71,130,880	71,130,880
8月	-	-	-	-	133,29	134,49	3,742,100	17,701,554		58,954,500	58,954,500
9月	-	1,6	-	1,6	131,86	133,29	3,610,600	15,444,225		60,634,440	60,634,440
10月	25,4	54,4	44,7	144,2	130,71 (27-10-82)	131,87	3,800,500	31,267,987		66,160,440	66,160,440
11月	71,3	116,6	130,2	374,9	130,02	132,69	4,334,200	35,955,360		76,137,140	76,137,140
12月	39,3	66,7	43,3	164	132,33	132,83	4,928,000	11,661,801		83,109,600	83,109,600
合計	413,2	599,4	740,6	2017			50,641,600	175,984,70	245,998,000	873,158,067	1,119,156,067

ウオノギリダム管理データ 1984年

	各観測所平均雨量			4 観測所 合計雨量	水面標高		発生電力量	Colo灌がい 用水取水量	放流量		合計放流量
	Curah hujan rata-rata distasiun	Btwm.	Tirtmy		Evaluasi muka air	洪水吐			発電機		
	Praamt (mm)	Jtism. (mm)	(mm)	Total curah hujan dari ke: 4 stasiun (mm)	minimum (m)	maximum (m)	Hasil- produksi P.L.T.A. K.W.H.	kebutuhan air irigasi Colo m³	Debit air yang dilepas dari Spilway	Turbine	Total pelepasan air waduk m³
1月	135	121	174	487	132,61	134,88	6.948.310	14.715.873	126.550.000	111.223.520	237.773.520
2月	79,5	121,4	155,6	392,8	134,50	136,34	6.721.000	11.919.511	260.010.008	115.962.792	375.972.800
3月	86,9	78,3	132,9	353,6	134,50	135,20	7.202.300	14.111.436	226.530.000	67.361.840	293.691.840
4月	34,5	55,2	89	202,5	134,45	136,13	6.936.167	11.507.279		107.704.400	107.704.400
5月	20,1	21,0	50	113,7	135,52	136,78	6.980.600	9.963.631		109.532.160	109.532.160
6月	9,7	14,4	27,3	61,5	134,41	135,20	4.772.800	8.050.026		73.244.960	73.244.960
7月	7	18,4	14,9	50,1	133,29	134,53	4.390.700	9.368.369		66.793.430	66.793.430
8月	0,2	1,0	0,0	5,9	131,79	133,31	4.057.600	22.115.160		67.602.040	67.602.040
9月	26,7	-	-	26,7	130,90	131,65	4.833.700	9.941.875		66.818.320	66.818.320
10月	15,3	47,2	46,4	122,4	127,81	130,89	6.443.100	13.896.775		122.652.840	122.652.840
11月	20,1	56	87,3	167,5	127,33	128,17	2.254.600	18.292.150		49.454.260	49.454.260
12月	59,5	116,2	114,2	343,6	128,17	130,11	7.962.500	15.454.774		174.229.560	174.229.560
合計	496,5	653,5	894,4	2349,3			59.523.577	159.336.859	613.090.008	1.154.980.192	1.768.070.200

Dibuat oleh.
Ka. Urs. Peng. Data & Evaluasi

Mengetahui,
Assisten E & P

ウオノギリダム管理データ 1985年

	各観測所平均雨量			4 観測所 合計雨量		水面標高		発生電力量	Colo灌がい 用水取水量	放流量		合計放流量
	Curah hujan rata-rata distasiun			Total curah hujan dari ke: 4 stasiun		Evaluasi muka air		Hasil-prochuksi P.L.T.A.	kebutuhan air irigasi Colo	Debit air yang dilepas dari	Total pelepasan air waduk	m ³
	Pracant (mm)	Jtsem. (mm)	Bhwm. (mm)	Tirtmy (mm)	minimum (m)	maximum (m)	K.W.H.	Spilway	Turbine	m ³		
1月	26,9	92,1	92,7	33,3	129,17	130,39	8.166.000	10.530.795	-		177.848.040	
2月	73,3	63,6	136,2	45,6	129,92	132,79	7.971.339	8.621.053		159.333.540	159.333.540	
3月	66,9	107,8	206,1	55,5	132,82	134,34	9.055.600	12.701.172	226.530.000	157.756.240	384.286.240	
4月	34,5	55,5	89	23,8	134,05	134,99	6.077.600	16.564.833		114.852.840	114.852.840	
5月	15,3	30,9	5,7	11,6	134,14	134,94	5.102.600	14.441.200		82.226.880	82.226.880	
6月	9,7	14,4	27,3	10,1	134,17	134,50	3.230.100	12.680.064		53.846.000	53.846.000	
7月	-	2,9	6,2	15,8	133,19	134,19	3.538.600	10.891.935		60.658.740	60.658.740	
8月	1,5	3,4	-	0,2	131,88	133,20	3.494.600	10.818.350		62.685.600	62.685.600	
9月	-	5,6	-	-	130,32	131,90	3.224.900	13.511.067		60.240.520	60.240.520	
10月	29,4	60,3	33,1	7,6	128,92	130,33	3.360.300	54.262.540		69.579.000	69.579.000	
11月	34,7	67,8	101	28,2	127,98	128,98	3.011.900	10.928.260		67.825.880	67.825.880	
12月	36,8	78,2	145,2	49,1	127,96	130,38	8.248.100	10.177.004		178.454.880	178.454.880	
合計	349	556,7	842,5	280,8	2060,1	2060,1	65.281.639	186.128.281	226.530.000	1.245.523.040	1.472.053.040	

1.245.523.040

Dibuat oleh,
Ka. Urs. Peng. Data & Evaluasi.

Mengetahui,
Assisten E & P

ウオノギリダム管理データ 1986年

	各観測所平均雨量			4 観測所 合計雨量	水面標高		発生電力 Hasil- produksi P.L.T.A. K.W.H.	Colo灌がい 用水取水量 kebutuhan air irigasi Colo	放流量		合計放流量 Total pelepasan air waduk
	Praamt (mm)	Jtsum. (mm)	ibtwm. (mm)		Minimum (m)	maksimum (m)			Spilway Debit air yang dilepas dari	Turbine	
1月	125,77	112,14	192,09	484	127,85	134,10	17.028.200	10.787.869	25.415.000	153.752.400	189.167.400
2月	40,15	79,63	108,05	269,90	133,20	134,92	7.645.122	8.555.673	76.590.000	133.353.760	205.943.760
3月	81,66	115,07	190,65	458,28	134,49	135,48 (29-3-86)	9.059.800	9.427.268	188.424.000	160.502.520	348.926.520
4月	31,62	65,66	19,04	144,84	134,06	135,33	8.760.900	14.409.661	101.080.000	146.735.520	250.615.520
5月	6,09	14,41	14,07	35,94	133,24	134,06	3.532.100	16.497.030		53.029.520	53.029.520
6月	57,81	33,90	61,27	173,98	133,65	133,68	3.124.400	17.900.520		53.768.160	53.768.160
7月	-	-	-	-	132,31	133,42	3.439.640	23.460.105		59.768.160	59.768.160
8月	1,94	0,5	0,8	3,24	130,91	132,31	3.147.600	23.357.568	64	57.011.040	57.011.040
9月	6,79	21,36	19,87	54,39	129,59	130,89	2.995.600	30.999.110	4	58.397.040	58.397.040
10月	2,13	42,99	24,01	86,01	128,25	129,60	2.860.400	24.609.312		60.876.720	60.876.720
11月	45,74	46,19	107,23	220,31	127,69 (24-11-86)	128,00	3.487.600	29533.248		81.640.240	81.640.240
12月	38,99	65,68	90,66	195,33	128,06	129,28	2.799.400	40.074.184		63.433.080	63.433.080
合計	436,93	597,75	627,93	2126,22			57.880.962	256.611.581	402.309.000	1.086.650.560	1.488.959.560

Dibuat oleh.
Ks.Urs. Peng. Data & Evaluasi

Mengetahui,
Assisten E & P

ウオノギリダム管理データ 1987年

	各種測所平均雨量			4 観測所 合計雨量		水面標高		発生電力量		Colo灌がい 用水取水量		放流量 洪水吐 発電機		合計放流量 Total pelepasan air waduk
	Curah hujan rata-rata distasiun	Jstsn. (mm)	Bhwm. (mm)	Tirtmy (mm)	Total Curah hujan dari ke: 4 stasiun (mm)	Evaluasi muka air		Hasil- produksi P.L.T.A.	kebutuhan air irigasi Colo	Debit air yang dilepas dari Spillway	Turbine	m ³	m ³	
	Pracnt (mm)					minjman (m)	maximum (m)							
1月	95,64	117,75	182,57	44,62	440,6	129,30	134,04	8.746.200	15.257.998	-	169.198.200	169.198.200	169.198.200	
2月	40,95	68,11	134,97	33,38	297,4	134,03	134,88	8.250.100	33.672.583	82.980.000	143.353.440	143.353.440	226.333.440	
3月	28,32	71,02	57,96	42,37	199,7	134,31	135,15	9.115.500	-	30.060.000	156.067.200	156.067.200	186.127.200	
4月	10,28	24,05	31,38	13,38	78,74	133,90	134,30	3.355.900			55.452.000	55.452.000	55.452.000	
5月	7	3,73	12,82	4,62	28,18	133,40	134,05	2.686.600			43.048.080	43.048.080	43.048.000	
6月	10	1,3	12,3	7,76	31,06	132,50	133,43	3.176.200			52.515.360	52.515.360	52.515.360	
7月	7	5	2	32	44	131,47	132,50	2.411.800			40.980.960	40.980.960	40.980.960	
8月	3				3	130,45	131,50	1.715.600			34.110.640	34.110.640	34.110.640	
9月	-	5	-	-	5	128,98	130,47	2.231.400			46.502.280	46.502.280	46.502.280	
10月	-	14	-	-	14	127,61	129,01	1.502.500			31.514.620	31.514.620	31.514.620	
11月	16,68	56,07	30,50	19,75	131	126,83	127,65	1.235.100			29.136.600	29.136.600	29.136.600	
12月	91,57	134,6	153,6	56,9	436,7	127,21	130,55	5.850.400			122.180.800	122.180.800	122.180.800	
合計					1708,9			52.275.368		133.040.000	841.331.800	841.331.800	9.954.361.800	

Dibuat oleh:
Kasub. Urn.

Mengetahui,
Assisten E & P

ウオノギリダム管理データ 1988年

	各観測所平均雨量			4 観測所 合計雨量 Total curah hujan dari ke: 4 stasiun (mm)	水面標高		発生電力量 Hasil- produksi P.L.T.A. K.W.H. m³	Colo灌がい 用水取水量 kebutuhan air irigasi Colo m³	放流量		合計放流量 Total pelepasan air waduk m³
	Curah hujan rata-rata distasiun				Evaluasi muka air				洪水吐 Spillway m³	発電機 Turbine m³	
	Prcamt (mm)	Jtsm. (mm)	Btwm. (mm)		minimum (m)	maximum (m)					
1月	52,38	91,6	156,1	51,25	129,19	131,69	6.660.500	-		142.098.480	142.098.480
2月	65,57	64,08	176,84	54,62	131,69	135,21	8.120.450			270.676.800	270.676.800
3月	58,39	90,6	82,38	52,37	133,46	135,10	4.072.400			66.441.960	66.441.960
4月	52,88	25,36	44,71	6,25	135,01	135,15	2.748.600			43.596.360	43.596.360
5月	32,98	48,06	62,92	27,62	134,90	135,88	3.022.600			46.998.360	46.998.360
6月	2,1	18,16	22,36	13,75	135,41	135,87	3.295.200			50.451.840	50.451.840
7月	0,388	3,48	-	-	134,29	135,42	4.031.900			65.365.200	65.365.200
8月	5,6	0,5	0,41	-	133,03	134,31	3.812.800			63.621.560	63.621.560
9月	0,6	3,2	1,2	0,5	131,44	133,05	3.827.000			67.521.160	67.521.160
10月	15,7 28,04 11,34	71,8	92	19,5	130,50 130,60	131,45	3.097.800			69.833.664	69.833.664
11月	54,7	71,8	95,15	25,5	130,05	131,25	5.495.500			112.150.080	112.150.080
12月	37,4 31,15	49	74,6	25,1	129,18 129,18	131,08	7.272.400			167.486.012	167.486.012
合計	378,05	492,60	808,67	252,26			55.574,00			1.166.162.176	1.166.162.176

Dibuat oleh.
Kasub. Drs.

Mengetahui,
Assisten E & P

STRUKTUR ORGANISASI
PROYEK PENGEMBANGAN WILAYAH SUNGAI BENGAWAN SOLO

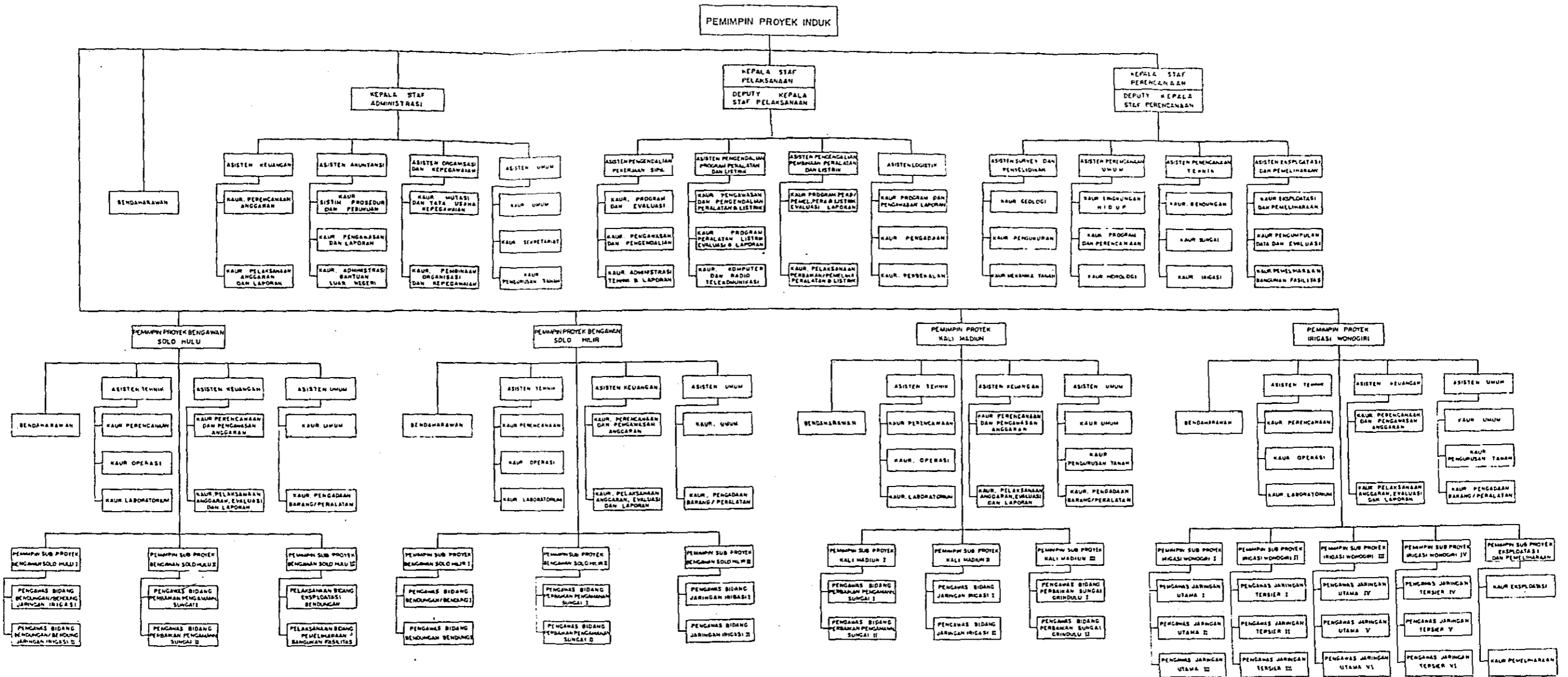


図-19 ブンガワンソロ プロジェクト組織図

