

イノホネの巻頭詞

この巻頭詞は、この雑誌の趣旨を述べ、読者に呼びかけるものである。この雑誌は、日本の文化と歴史を深く掘り下げ、その奥行きを明らかにすることを目的としている。読者は、この雑誌を通じて、日本の文化と歴史の魅力を十分に味わうことができる。

この雑誌は、日本の文化と歴史を深く掘り下げ、その奥行きを明らかにすることを目的としている。読者は、この雑誌を通じて、日本の文化と歴史の魅力を十分に味わうことができる。

(編集者)

編集者

編集者



インドネシア共和国

公共事業電力省 水資源開発総局

ソロ河流域開発調査計画

基本計画報告書

(主報告書)

JICA LIBRARY



1054863[5]

昭和49年4月

海外技術協力事業団

国際協力事業団

受入 月日 '84. 3. 19	108
登録No. 00852	61.7
	KE

はしがき

日本政府はインドネシア共和国政府の要請に基づき、ジャワ島ブンガワン・ソロ水資源総合開発のMaster Plan策定の調査を行なうことを決定し、その実施を海外技術協力事業団に依託した。

事業団は東京建設コンサルタント株式会社社長横田周平氏を調査団長に委嘱し、建設省、農林省、通産省および、日本工営株式会社、三裕コンサルタントインターナショナル株式会社、日本建設コンサルタント株式会社、株式会社建設技術研究所より調査団員の参加を求め、延べ19名より成る調査団を1972年5月より、1974年1月にわたりコロンプラン専門家として現地に派遣した。

調査団はインドネシア政府公共事業省水資源開発総局を始め、関係諸機関の協力を得て、現地において約20ヶ月の調査を行ない、各団員はその調査研究の成果を夫々の分野別に報告書にとりまとめ、これら専門家報告書に基づいて、団長グループが基本計画(Master Plan)報告書をとりまとめた。最終報告書は主報告書およびその付属報告書6分冊、計7冊より構成され、現地政府関係者との数次にわたる討論を経て現地において作成、インドネシア政府宛提出された。調査団帰国後、インドネシア政府よりの主報告書に対するコメントにより、部分的な修正が加えられ、ここに本報告書を提出する運びとなった。

この調査実施に当り、積極的な御支援、御協力を賜ったインドネシア政府関係諸機関、日本政府外務省、建設省、農林省、通産省および在外公館の各関係者に深く感謝の意を表わすと共に、この報告書が今後の同流域開発諸計画策定の具体化に役立ち、将来のインドネシア共和国の経済発展と日本、インドネシア両国の友好・親善に寄与することを心から願うものである。

昭和49年4月

海外技術協力事業団
理事長 田付景一

緒 言

本調査は日本政府とインドネシア共和国政府との間で1972年6月28日に取り交わされたPlan of Operationに基づき、海外技術協力事業団が依頼した調査団によりインドネシア共和国公共事業省水資源総局の協力のもとに実施されたものである。

1. 現地調査と作業範囲

現地作業は両国政府間で合意された作業実施計画書に定められた調査作業の範囲および専門家派遣スケジュールに基づいて、1972年7月より1973年12月まで実施された。この間調査団は、インセプション・レポート、4半期レポート、中間報告書（主文および10冊の専門家分野別報告書より成る）を提出した。

現地調査はソロ河流域の水資源総合開発に関連する全ての分野をカバーすべく努力し、主として次の諸点に力点を置いて調査研究を実施した。

- (1) 流域全域における水収支
- (2) 開発可能な水資源のポテンシャル
- (3) 本流沿いの一貫した洪水流量の把握
- (4) 水利用現況と洪水被害現況とポテンシャル
- (5) 多目的および単一目的貯水池計画の策定
- (6) 河川改修計画の策定
- (7) かんがいおよびかんがい農業計画の策定
- (8) 水力発電計画の策定
- (9) 社会経済的要素の把握

2. 調査成果ならびに報告書

調査研究の成果は、各派遣専門家によりとりまとめられ、付属報告書が作成された。これに基づいて、流域水資源開発の基本計画が策定され、主報告書としてとりまとめられた。この主報告書原案は、調査団帰国に先立って、インドネシア政府関係者にその付属報告書と共に提出され、その内容および構想について討検が加えられ、かつ調査団との間に討論がなされた。調査団は帰国後、インドネシア政府よりの主報告書に対するコメント

により、必要な修正加筆をなし、最終報告書を作成した。

この報告書は次のものより構成される。

- (1) Main Report (Master Plan)
- (2) Supporting Report
 - (a) Part One: Hydrology
 - (b) Part Two: Flood Control and River Improvement
 - (c) Part Three: Agriculture and Irrigation
 - (d) Part Four: Water Resources Development
 - (e) Part Five: Engineering Study
 - (f) Part Six: Socioeconomy
- (3) Annex
- (4) Data Book

主報告書は上記の(1)に該当するもので、(2)の Supporting Report の詳細な解析結果を集約したものである。

本報告書は、主文5章より成り、第1章は Master Plan と今後の調査研究に関する問題点に対する勧告の要約が述べられ、第2章ではソロ河流域の概要とその現況、第3章ではこの調査が行なわれた流域の開発の必要性、その開発機会と利用可能な資源について述べてある。第4章では各分野の開発計画をとり上げ、第5章でこれら諸計画の経済性を評価し、総合開発計画の中の優先順位について述べてある。更に第6章で今後の調査に対する勧告を付した。

3 調査団の構成および作業分担

調査団は団長以下コロンボプラン専門家として派遣され、各団員はその担当する分野の専門家として、現地においてカウンターパートと協力してその調査の責任を果すと共にインドネシア政府職員およびその補助職員に対しての技術指導ならびにアドバイスを適宜行なった。

調査団の構成およびそのカウンターパートは次表に示す如くであった。

調査団およびカウンター・パート構成

<u>担 当</u>	<u>団 員 名</u>	<u>カウンター・パート</u>
団長 (総括)	横田 周平	IR. SOEDARJOKO
顧問	橋本 敏男	IR. KOESDARJONO
	吉田 良三	IR. SMYONO
副団長		
(かんがい計画)	石坂 仁平	KR. M. SIDHARTO
副団長		
(河川計画)	村田 直人	IR. SURADJI
地域計画	小柴 一夫	IR. M. SIDHARTO
水文・水理	野辺 和美	DRS. SUPRAPTO
河川施設	庵原 照太郎	IR. SURADJI
		IR. PARMO
		IR. SUDARTO
		IR. NGIRHANTO
農業経済	副島 正男	IR. ISTIYANTO
		IR. SUHARTO
		IR. SUPARMO
農学・土壌	小岩 規男	IR. HENDROMOYO
		IR. BUSTAN
かんがい・排水	竹内 清二	IR. SUTANTO
	太田 邦雄	IR. MULYONO
		MR. DJOHAN
		MR. SUTRISNO
砂防	秋 和 嘉 一	MR. DARTAWAN
ダム	伊 東 徹	MR. SULARMO
水力発電	合 田 昌 満	IR. M. YUSUF GAYO
地質	境 田 正 宣	MR. SUKAMTO
測量	小 谷 淳 宣	IR. SUDARTO
庶務	猪 端 勝 一	MR. ACHMADIE
		DRS. BAMBANG
		TRIHARIONO
		DRS. LILIEK
		SUWARDI
業務調整	尾 野 光 二	
	長 谷 川 徹	
	笠 井 利 之	

4. 謝 辞

この調査の実施に際しては、インドネシア政府の各関係機関および多数の関係者より多大な支援を受け、諸資料の収集、説明、現地案内等に最大の便宜を与えられたこと、更には流域内において実施中の国際機関援助プロジェクト、上流ソロ河流域保全及び畑地開発調査、FAO、UN、ならびに上流ソロおよびマディウン流域地下水開発調査、IDA、より種々の協力を得られたことに対して調査団は厚く御礼申し上げます。

特に下記の諸機関および諸氏は調査団の作業に直接、密接な協力を与えられたことを付記して深い感謝の意を表わす次第である。

Governor's office of Central Java

Governor's office of East Java

Ministry of Public Works and Electric Power

-Central Java public works office

-East Java public works office

-Municipal and regency offices in the Basin

State Electricity Corporation

Ministry of Agriculture

Provincial office of Agriculture

Provincial office of Forestry

State Estate Corporation

Institutes

Agricultural Institute of Bogor

Soil Institute of Bogor

University of Gaja Madah

Mr. Noboru Sakuma Colombo plan Expert

Bengawan Sala Project office

Mr. Tatsuya Koonoike Colombo plan Expert

DGWRD Jakarta

Mr. Kiyomi Kasama Colombo plan Expert
DGWRD Jakarta

Mr. Junichi Kitamura
Colombo plan Expert
DGWRD Jakarta

目 次

I	要 約	1
	流域計画図	1 3
II	流域現況	
- 1	計画地域	1 5
1 - 1	地 形	1 5
1 - 2	一般地質	1 6
1 - 3	土 壤	1 6
1 - 4	土地利用	1 7
1 - 5	気 候	1 8
- 2	水資源の開発	1 9
2 - 1	雨 量	1 9
2 - 2	地 表 水	1 9
2 - 3	地 下 水	2 0
- 3	Sala河の洪水	2 0
- 4	かんがいと農業	2 1
4 - 1	かんがい	2 1
4 - 2	農作物の生産	2 4
4 - 3	家畜・森林・漁業	2 5
- 5	流域の一般経済	2 6
5 - 1	総体的経済成長	2 6
5 - 2	人 口	2 6
5 - 3	農 業	2 9
5 - 4	工 業	3 4
5 - 5	インフラ・ストラクチャーの開発	3 7
III	必要性、開発機会と資源	4 0
- 1	洪水防禦	4 0
1 - 1	河川系統の特徴	4 0

1 - 2	洪水流量	4 1
1 - 3	洪水被害	4 8
1 - 4	洪水防禦の必要性	4 4
- 2	農 業	4 5
2 - 1	農地拡大の限界	4 5
2 - 2	作物の生産量	4 6
2 - 3	農業生産資材	5 0
2 - 4	農業改良普及事業及び試験研究	5 1
2 - 5	農民組織及び生產品の販売	5 2
2 - 6	畜産、漁業及び林業	5 8
- 3	用水及び水資源	5 5
3 - 1	かんがい	5 5
3 - 2	家庭用水及びその他の用水	5 6
3 - 3	かんがい用水の需要	5 7
3 - 4	家庭用及びその他の水需要量	5 8
3 - 5	総需要水量	5 9
3 - 6	利用し得る水資源	6 1
- 4	経済開発の必要性	6 8
4 - 1	人口の成長	6 8
4 - 2	就業機会の増加の必要性	6 9
4 - 3	工業開発の必要性	6 9
4 - 4	移住の必要性	6 9
4 - 5	インフラ部門の改善の必要性	7 0
<u>IV 開発計画</u>		
- 1	洪水防禦計画	7 2
1 - 1	洪水防禦対策	7 2
1 - 2	提案された計画地点における計画高水量	7 8
1 - 3	提案された計画	8 1
1 - 4	洪水防禦計画の実施	8 8

- 2	農業およびかんがい開発	9 8
2 - 1	農地利用の計画	9 4
2 - 2	将来における農業	9 6
2 - 3	かんがい用水資源の計画	9 9
2 - 4	提案された用水量	1 0 4
2 - 5	開発計画	1 0 7
2 - 6	かんがいの便益	1 1 8
- 3	水資源開発計画	1 1 5
3 - 1	Wonogiri 多目的貯水池	1 1 6
3 - 2	Badegan 多目的貯水池	1 1 8
3 - 3	Bendo 多目的貯水池	1 1 9
3 - 4	Jipang 多目的貯水池	1 2 1
3 - 5	かんがい用単一目的貯水池	1 2 3
3 - 6	低水の流量配分	1 2 4
- 4	砂防計画	1 2 7
V	<u>Sala 河流域開発の全体基本計画</u>	1 3 4
- 1	基本計画の策定	1 3 4
1 - 1	提案された開発計画	1 3 4
1 - 2	部門別開発計画	1 3 6
1 - 3	マスター・プランの実施計画	1 4 1
- 2	経済性評価	1 4 4
2 - 1	総建設費	1 4 5
2 - 2	年間運転維持経費	1 4 6
2 - 3	年間便益	1 4 7
2 - 4	便益・費用比較 (B/C)	1 4 7
2 - 5	総合評価	1 4 9
- 3	計画の優先順位	1 5 0
V	<u>今後の調査研究についての進言</u>	1 5 2

表 および Fig. 目 次

表Ⅱ－ 1	流域内の土壌分類	17
表Ⅱ－ 2	流域内の土地利用	18
表Ⅱ－ 3	洪水の被害	21
表Ⅱ－ 4	現在のかんがい面積	22
表Ⅱ－ 5	水源別利用可能かんがい用水	22
表Ⅱ－ 6	水源別かんがい面積	23
表Ⅱ－ 7	人口圧迫	27
表Ⅱ－ 8	都市人口圧迫	28
表Ⅱ－ 9	労働人口	29
表Ⅱ－ 10	農作物収入	33
表Ⅱ－ 11	平均農家収入	33
表Ⅲ－ 1	通水能力の程度	41
表Ⅲ－ 2	1966年洪水のピーク流量	42
表Ⅲ－ 3	仮想洪水流量	42
表Ⅲ－ 4	洪水による年間の被害	43
表Ⅲ－ 5	可能最大洪水被害	44
表Ⅲ－ 6	収穫面積及び米の生産高	47
表Ⅲ－ 7	食用作物総生産量(米に換算)	48
表Ⅲ－ 8	主要作物の平均収量(1971)	49
表Ⅲ－ 9	現在のかんがい利用水量	56
表Ⅲ－ 10	家庭用およびその他の用途の水	57
表Ⅲ－ 11	かんがい作物栽培面積案	58
表Ⅲ－ 12	かんがい水需要総量	58
表Ⅲ－ 13	将来の給水需要	59
表Ⅲ－ 14	流域総合水収支	60
表Ⅲ－ 15	月別河川流量	62

表Ⅲ-16	余 剰 水	68
表Ⅲ-17	可能貯水容量	64
表Ⅲ-18	可能供給量	65
表Ⅲ-19	地下水資源のポテンシャル	66
表Ⅲ-20	将来の用水需要	67
表Ⅲ-21	流域の人口予測	68
表Ⅳ-1	計画地点高水流量	81
表Ⅳ-2	遊水池建設費	88
表Ⅳ-3	上流 Sala 河道改修コスト	84
表Ⅳ-4	Madiun 川河道改修コスト	85
表Ⅳ-5	下流 Sala 河道改修コスト	86
表Ⅳ-6	Jero 湿地帯排水計画コスト	87
表Ⅳ-7	洪水防禦計画建設コスト	88
表Ⅳ-8	区分流域別の洪水防禦年間便益	91
表Ⅳ-9	各計画の年間便益および建設コスト	98
表Ⅳ-10	全流域に対して提案される農作物栽培面積	95
表Ⅳ-11	計面前および計画後の主要作物収量	98
表Ⅳ-12	月別比流量	99
表Ⅳ-13	提案された多目的貯水池の貯水量	100
表Ⅳ-14	単一目的貯水池の貯水量	101
表Ⅳ-15	区分流域別既存貯水池	102
表Ⅳ-16	区分流域別既存天然泉	103
表Ⅳ-17	1,000ha 当り単位用水量	104
表Ⅳ-18	区分流域別の総必要量と最大所用量	106
表Ⅳ-19	建設コスト	108
表Ⅳ-20	建設コスト	108
表Ⅳ-21	建設コスト	109
表Ⅳ-22	建設コスト	110

表Ⅳ-23	支流貯水池かんがい面積	110
表Ⅳ-24	単一目的かんがい開発計画の建設コスト	112
表Ⅳ-25	かんがい改良計画	113
表Ⅳ-26	予想便益	114
表Ⅳ-27	単一目的貯水池かんがい計画	124
表Ⅳ-28	多目的貯水池計画の諸元	126
表Ⅳ-29	推定建設費	129
表Ⅳ-30	支流の砂防計画	132
表Ⅳ-31	提案された第一段階砂防計画	133
表Ⅴ-1	水力発電開発	139
表Ⅴ-2	建設費	146
表Ⅴ-3	年間運転維持経費	146
表Ⅴ-4	年間便益	147
表Ⅴ-5	便益・費用率 (B / C)	148
表Ⅴ-6	内部収益率	150
Fig. I	流域計画図	13
Fig. II	計画地点における計画高水流量	79
Fig. III	作付体系図	97
Fig. IV	低水流量配分図	125
Fig. V	砂防計画位置図	131
付表-1	Wonogiri 貯水池と上流 Sala 河々道改修との 組合せによる洪水防禦計画	156
付表-2	Jipang 貯水池と下流 Sala 河々道改修との 組合せによる洪水防禦計画	157
付表-3	暫定的基本計画実施スケジュール	158
付表-4	費用と便益の要約	159
付表-5	費用・便益比率 (B / C)	164

付 属 報 告 書 (別 冊)

- 第 1 部 水 文 編
- 第 2 部 洪 水 防 禦 と 河 川 改 修 編
- 第 3 部 農 業 と か ん が い 編
- 第 4 部 水 資 源 開 発 編
- 第 5 部 技 術 編 一 砂 防 ・ ダ ム ・ 水 力 発 電 ・ 地 質 一
- 第 6 部 社 会 経 済 編

Annex - 1 か ん が い 計 画 図

Annex - 2 測 量 成 果

デ ー タ ブ ッ ク

I 要 約

洪 水

1 ソロ河は河道通水能力が $500\text{m}^3/\text{s}$ 程度と小さく、流域の洪水を流下せしめるに充分でない。雨季毎に、本流沿いの地域は氾濫に見舞われ、毎年約 $93,600\text{ha}$ の土地と約 $55,100$ 戸の家屋が被害を受け、その被害額は約 178 万ドルに及ぶ。

1966年ならびに1968年には、流域は大洪水に襲われ、延長約 600km をもつソロ河沿いの殆んど全ての地域で、 $120,000\text{ha}$ 以上の土地と $150,000$ 戸以上の家屋に氾濫による大きな被害をもたらした。

これまでに、洪水防禦施設は、Surakarta市、Madiun市、Bojonegoro付近の延長合計約 142km の堤防の他は、建設されていない。

水 資 源

2 流域の約 $16,100\text{km}^2$ の地域は、平均して、毎年約 $2,100\text{mm}$ の降雨に恵まれる。流域内の地表水のポテンシャルは、平均年で、約 $16,700$ 百万 m^3 程度あるが、降雨の季節的変化が著しいため、現在は僅か $2,600$ 百万 m^3 しか、主として交流から、かんがいに取り入れられているに過ぎない。このように、流域内には、未だ約 $14,140\text{m}^3$ の余剰水が利用できるにも拘らず、その大部分は、有効な貯水施設がないため、無為に海に流出してしまっている。流域内には約 150 百万 m^3 の貯水容量が現存するだけである。

流域では火山の麓や石灰岩丘陵地帯に比較的多く見出される地下水が、河川水の不足を補うために広く利用されている。約 200 百万 m^3 および 900 百万 m^3 が年間家庭用水とかんがい用水として利用されている。

水 需 要

3 主要作物である水稻が、現在、 $545,000\text{ha}$ の土地で耕作されており、そのうちの約 $\frac{3}{4}$ がかんがいされている。暦月あるいは地

方により雨の降り方が均等でないため、かんがい面積は、しばしば、雨季において18%、乾季には44%ほど減少する。水不足は流域の作物栽培のより集約化をはかるための、極めて重大な妨げとなっている。

既存の水田589000haで、年間かんがいに必要な水の総需要は約13650百万 m^3 と見込まれている。しかし、現状はやっと3540百万 m^3 を供給できるに過ぎない。

現在の都市用水の供給は流域総人口の9%を満たしているに過ぎない。将来2000年時点でのこの総需要は優に690百万 m^3 に増大すると見込まれる。

このように、将来の水の総需要は全体で約14840百万 m^3 になり、そのうち、10600百万 m^3 が増加需要である。

農 業

4. 92百万人の人口を支えるため、農業生産の増大、第1に米、ついで砂糖きびや雑穀類、がこれまで大いに強調されてきた。ビマスやインマス計画がこれら作物栽培の集約栽培をリードして来ている。

農家一戸当たり平均約1.15ha、60%以上の農家が0.5ha、の土地しか持たぬ小規模営農が農家の収入を依然として低水準に止めている。畜産、林業、漁業分野は現在流域の農業経済にとってそれほど重要ではない。

流域の土地利用状況は、78%が耕地であり、22%が森林、残り5%がその他となっている。このような過剰耕地化は流域内のこれ以上の耕地拡大の可能性を否定し、かつ、現在の耕地の集約的利用を事実上余儀なくする。しかしながら、かんがい用水、生産要素の投入、農業技術普及等の不足が農業生産の発展を依然として抑制している。

電 力

5. 流域内の電力供給事情は需要を満たすに充分というには程遠い。流域内の発電設備容量は既存のMadison系統および単独ディ-

セル発電所を含めても僅か167MWでしかなく、既設のTuntang系統が流域の西側の1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。

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る。

供給可能な水のポテンシャル

6 流域内の水が充分あるにも拘らず、地表水の貯水可能容量は僅か約2246百万 m^3 でしかない。このうち80%が主流で、20%が支流に求められる。これらの貯水により年間約2206百万 m^3 の水が新たに利用可能となる（乾季分は約1778百万 m^3 ）。

更に、流域は地下水があることで知られており、その量は概略21億 m^3 と想定される。地下水の開発可能量を量的に正確に把握することは現段階では難かしいが、少くとも、地下水は将来の都市用水需要は賄いうると思われる。結論的には、たとえ都市用水需要が地下水で賄われるとしても、利用可能な水は将来の全需要を充足するには程遠く、僅か将来増加需要の22%を満たすに過ぎない。

洪水防禦計画

7 ソロ河の洪水防禦計画は1966年の洪水の規模を基礎として、Wonogiri地点で60年確率をもつ洪水を防禦することを基準に立案された。

計画対象洪水流量は、現在のソロ河の通水能力に比較して、上流ソロ河で8~10倍、Madiun川で3~5倍、下流ソロ河で8~18倍の大きさをもっているので、洪水防禦計画は次のように計画された。

- (i) 上流ソロ河では、Wonogiri多目的ダムの建設とダム下流からSragenに至る117kmの区間の河道改良との組合せ
- (ii) Madiun川では、BadegenおよびBendo多目的ダムの建設とDam JatiよりNgawiに至る71kmの区間の河道改良とMadiun市を迂回する洪水放流路の組合せ

(ii) 下流ソロ河では、Jipang 多目的ダム建設と Cepu より Sembayat に至る間約 176 Km の区間の河道改良と Jabung 遊水池との組合せ、他に、Jero 湿地の排水改良計画もこの流域に含まれる。

8 貯水池による洪水調節の効果と河道改良のための設計洪水流量は下表のようになる。

	上流 Sala (m^3/s)	K. Madiun (m^3/s)	下流 Sala (m^3/s)
貯水池洪水調節 容量 ($10^6 m^3$)	220	44	740
流入洪水流量	4,000	1,880	4,100
調節後放流量	400	250	1,200
河道改良設計 洪水流量	1,900	950	2,800

河道改良工事に要する総建設費は次表に要約される。

	上流 Sala	K. Madiun	下流 Sala
改良延長 (km)	80	54	14
流路堀削 ($10^6 m^3$)	165	106	177
築堤 ($10^6 m^3$)	114	49	159
しゅんせつ ($10^6 m^3$)	-	-	184
建設費 (\$1,000)	83,100	21,400	53,800

この他に Jabung 遊水池および Jero 湿地排水計画は夫々 68 百万ドル、59 百万ドルの建設費を必要とする。

上記の洪水防禦計画の実施により、上流ソロ流域で 4.9 百万ドル、K. Madiun 流域で 2.5 百万ドル、および下流ソロ流域で 7.1 百万ドル、流域全体で 14.5 百万ドルの被害が年間軽減されることになる。

かんがい農業計画

9 流域の農業開発は主として年間を通じてかんがい可能な面積を拡げ、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。

将来開発される総水量は約5746百万 m^3 であり、これはやっ
と811,000haの耕地をかんがいできるだけであるので、かんがい
農業計画地域は、必然的に、既存耕地545,000haのうちからこの範
囲に限られてしまう。

計画地域内の作付体系は主として米作をその他の作物栽培と組合
せて最大限に行なうことを目標とする。栽培面積は年間米作が
896,400ha、砂糖きびが21,800ha、煙草が17,900haと畑作が
89,700haとなる。

この作付体系によるとかんがい用水量は年間約4572百万 m^3 を
必要とし、これらは既設の水源を含め4つの主流貯水池と25の支
流貯水池より供給されることになろう。

この計画地域811,000haの中で、112,800haの面積について
10のかんがい開発計画が策定され、残りの198,700haについて
は12のかんがい施設改良計画が次表のように立案される。

(A) 多目的貯水池かんがい計画

	<u>Wonogiri</u>	<u>Badegan</u>	<u>Bendo</u>	<u>Jipang</u>	<u>合計</u>
かんがい面積(ha)	22000	4800	3000	54000	88800
幹線水路(km)	192	15	19	846	
最大取水量(m^3/S)	505	85	27	995	
建設費(\$1,000)	15800	1920	1880	41800	59900

(B) 単一目的支流貯水池かんがい計画

	上流Sala 流域	K. Madiun 流域	下流Sala 流域	全流域
かんがい区	2	5	10	17
貯水池数	6	5	14	25
総貯水量($10^6 m^3$)	87	58	216	361
かんがい面積(ha)	6100	3900	18500	28500
建設費(\$1,000)	26500	17800	65800	110100

(C) かんがい改良計画

	上流Sala 流域	K. Madiun 流域	下流Sala 流域	全流域
対象面積 (ha)	89400	64200	45100	198700
建設費 (\$1,000)	22220	16560	11220	50000

多目的貯水池計画

1.0 多目的貯水池は洪水調節、かんがい用水補給および水力発電を
主目的として計画され、上の順序に目的別優先度を考えた。

これら貯水池の計画概要は次表に示めす。

	<u>Wonogiri</u>	<u>Badegan</u>	<u>Beendo</u>	<u>Jipang</u>
河川	上流Sala	K. Madiun	K. Madiun	下流Sala
地点	Wonogiri上流 約2km	Ponorogo 西方約17km	Ponorogo 東方約15km	Cepu上流 約6km
流域面積 (km^2)	1850	228	188	10820
貯水池水位 (E1. m)				
H. W. L	1875	1970	2280	420
N. H. W. L	1855	1950	2250	420
洪水期制限水位	1845	1920	2210	835
L. W. L	1240	1620	1755	835
貯水池容量 ($10^6 m^3$)				
総貯水量	660	188	86	920
洪水調節容量 Δ	220	27	17	740

かんがい補給容量 <u>②</u>	440	109	68	740
発電用容量 <u>③</u>	(440)	(109)	(68)	(740)
堆砂容量	70	18	11	180
水没面積 (ha)	8800	600	800	14200
ダ ム				
型 式	ロックフィル	ロックフィル	ロックフィル	アースフィル
堤 高 (m)	81.5	60.5	80.5	27.5
堤 長 (m)	740	1700	420	5000
堤体積 (10^8m^3)	850	7750	2110	4200
洪水調節 (m^3/s)				
流入洪水流量	4000	850	580	4100 ^④
調節後放流量	400	150	100	1200
かんがい用水補給可能面積 (ha)				
	22000	4800	3000	54000
発 電				
設備容量 (kw)	13300	6000	3500	18000
年間発生電力量 (MWh)	84100	18800	10000	70800
建設費 (百万ドル)				
ダム・貯水池	192	860	119	628
発電所	58	48	82	178

① : H. W. L と制限水位の間の容量

② : N. H. W. L と L. W. L の間の容量

③ : かんがい用水を並行利用するので発電用容量は設けない。

砂防計画

1. 広い耕地での雨水による表面侵蝕および支流における河岸侵蝕等は流域内に別の問題を提起している。侵蝕された土砂は山麓地帯や支流の下流端に累積し、徐々に本流に流入している。本流への土砂流入は、流路堆砂を生ぜしめ、徐々に河積を減少せしめて

いる。

上流 K. Dengkeng の上流域 K. Woro 流域, Wonogiri 上流域および K. Madiun 上流域は, 本流への土砂流出という点で, 特に注目される。

全部で 18 の支流がこれらの流域から対象として選び出され, 次のような砂防計画が策定された。

	<u>K. Woro</u>	<u>Wonogiri 上流域</u>	<u>K. Madiun 流域</u>
支流数	1	4	8
土砂止ダム	1	-	-
貯砂ダム	-	10	82
床固工	-	40	88
流路工	-	4	8

これらに要する建設費は総額 515 百万ドルと見積られる。

基本計画

- 1.2 ソロ河流域開発の基本計画は上記の諸プロジェクトを計画のコアとして策定された。

この基本計画の暫定的目標年次は西暦 2000 年とされた。流域は常習的に洪水およびかんがい用水不足に悩まされてきているので, これら 2 つに最初の焦点を合わせた。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るが基本的には, 比較的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得る計画を優先すべく立案された。更に, 洪水防禦とかんがい用水補給の必要度は, この流域では殆んど同じ程度であるので, この点をプロジェクト実施計画に充分考慮した。

- 1.3 上記のような考え方に基づくと, 基本計画は次のようになる。

(A) 短期計画

(i) 上流 Sala 流域

- (a) Wonogiri 多目的ダム
- (b) Wonogiri かんがい開発計画
- (c) Surakarta 上流約28kmのSala河河道改修計画
- (ii) Madiun 川流域
 - (a) Madiun 川下流危険部とMadiun市近傍の河道改修計画
 - (b) Bendo 多目的ダム (選択)
 - (c) Bendo かんがい計画 (")
- (iii) 下流Sala流域
 - (a) Bojonegoro ~Babat 間の下流Sala河の危険箇所、合計45kmの区間の河道改修計画とBabat下流部堤防の嵩上げ工事、ならびにJero湿地の排水計画
 - (b) Jipang 多目的ダム (選択)
 - (c) Jipang かんがい計画 (")
- (iv) 全流域内のかんがい施設改良計画
- (B) 長期計画
 - (i) Madiun 川全区間の河道改良とMadiun市迂回洪水放流路計画
 - (ii) 下流Sala河のBabatより上流区間の河道改良とJabung遊水池計画
 - (iii) Badegan 多目的ダムと同かんがい計画
 - (iv) 上流Sala河Surakartaより下流部の河道改良計画
 - (v) 単一目的支流貯水池かんがい計画
 - (vi) 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
 ずるためにタイミングよくなされる必要がある。

経済評価

- 1.4. この基本計画に要する総建設費およびこれらのプロジェクトに
 期待される年間便益は次表のように推算される。

プロジェクト	建設費 (1,000USドル)			
	上流 Sala 流域	K. Madiun 流域	下流 Sala 流域	全流域
多目的貯水池	19,200	47,900	62,800	129,400
かんがい計画	15,800	3,800	41,800	59,900
発電所	5,817	4,339	8,151	17,807
河道改修	83,100	21,400	66,000	120,500
支流貯水池 かんがい計画	26,500	17,800	65,800	110,000
小計	99,417	94,739	243,551	437,707
かんがい施設 改良計画	22,220	16,560	11,220	50,000
砂防計画				5,158
合計				492,860

	年間便益 (1,000USドル)			
	上流 Sala 流域	K. Madiun 流域	下流 Sala 流域	全流域
I. 洪水調節	4,933	2,470	7,185	14,588
(1)貯水池	4,000	441	2,723	7,164
(2)河川改修	933	2,029	4,412	7,374
II. かんがい	9,086	4,412	20,447	33,945
(1)貯水池	7,111	3,130	15,603	25,844
(2)支流貯水池 かんがい	1,975	1,282	4,844	8,101
III. 発電	571	394	719	1,684
IV. かんがい改良	12,710	8,288	8,137	29,135
合計	<u>27,300</u>	<u>15,564</u>	<u>36,488</u>	<u>79,302</u>

15 基本計画に対する経済評価の結果は次の通りになる。即ち、プロジェクトの投資効率はいんがい部門で最も大きく、次いで発電洪水防禦の順となる。また、多目的貯水池計画が経済的に最大の

効果をもつ。

次表は基本計画の経済評価の一指針としての内部収益率を示めます。

計画別	内部収益率(%)			
	上流 Sala 流域	K. Madiun 流域	下流 Sala 流域	全流域
I. 多目的ダムおよびかんがい計画	16.2	5.9	10.8	12.0
II. 多目的計画および河川改修	13.8	7.6	9.2	10.5
III. 全開発計画	12.2	7.4	8.9	9.2
目的別				
I. 洪水調節	11.1	8.2	6.8	8.2
II. かんがい	14.0	6.5	11.1	11.1
III. 発電	8.9	7.8	7.6	8.8

1.6 経済的観点から見る限りでは、基本計画に提案される諸計画の優先順位は次のように推奨される。

- (1) Wonogiri 多目的計画
- (2) 上流 Sala 河の河川改良計画 (Surakarta より上流区間)
- (3) Madiun 川の河川改良計画
- (4) Jipang 多目的計画と下流 Sala 河の危険区間の河川改良計画、ならびに Jero 湿地排水計画

勧告

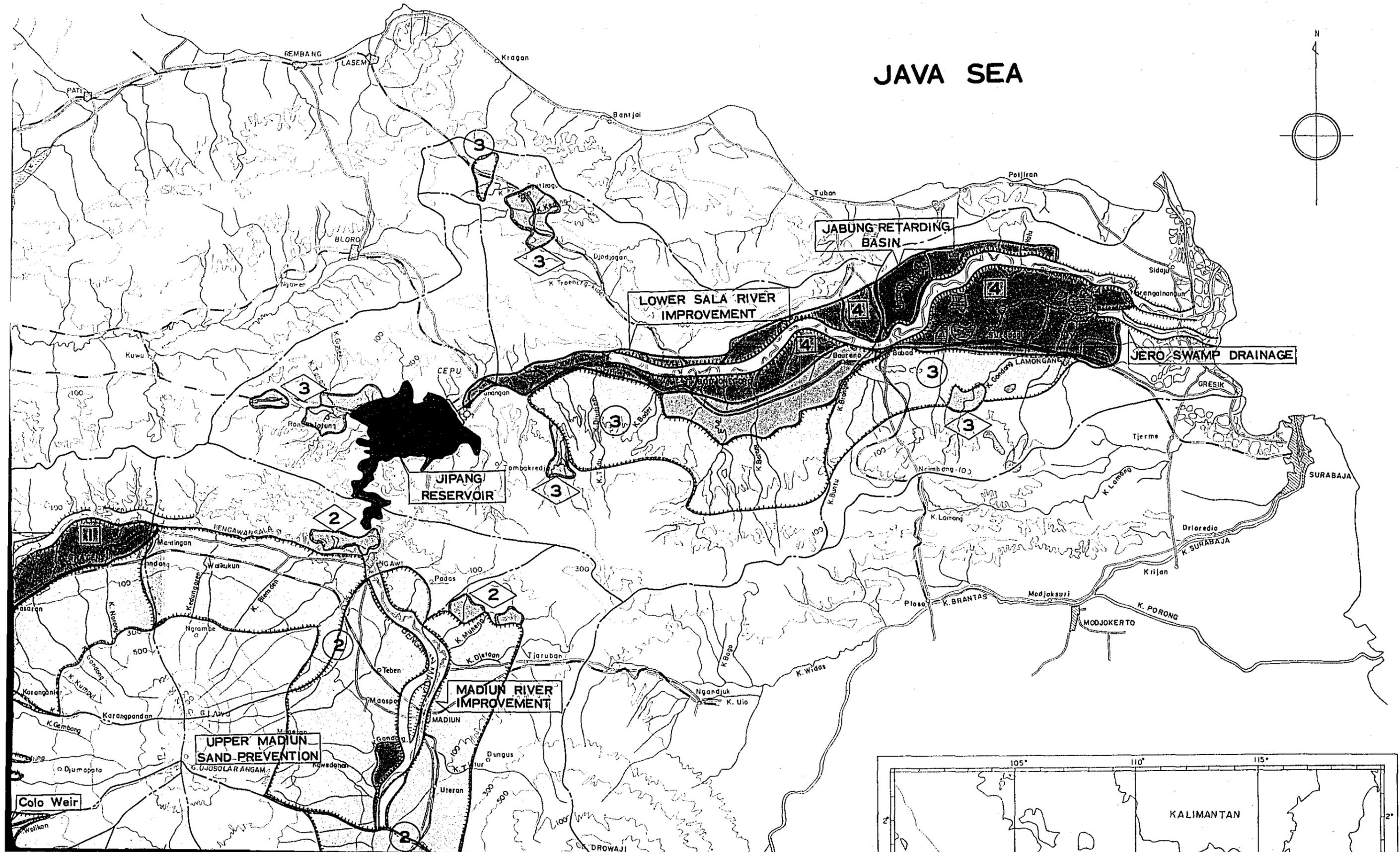
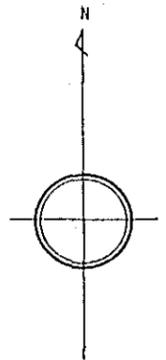
1.7 Wonogiri 多目的計画に対する Feasibility Study はソロ河開発計画の第2段階として早急に実施されるべきである。

1.8 流域の河川改修の全体の Feasibility Study の実施およびその実施計画を樹てる前に、次のような基礎的調査が詳しくなされる必要がある。

- ・ 河川または河川沿いの地域の正確な地形図の準備。

- ・ 洪水および内水による氾濫面積のチェック。
 - ・ 氾濫浸水区域内の被害の詳細調査。
 - ・ 洪水頻度に関する詳細研究，等
- 1 9 貯水池建設により水没する地域の150,000人住民の移転に対する具体的な計画を策定するために，関連各省で構成される調整委員会，若しくわこれに準ずるものが，国家レベル，あるいは，地域レベルで構成される必要がある。少くとも，住民移転に関する予備的な方針は，この問題に関連する諸官庁の合意に基づいて Feasibility Study 実施段階以前に準備されていなければならない。
- 2 0 支流貯水池かんがい計画のより明確な全貌を得るために，Feasibility Study に先立って具体的な現地調査測量を実施する必要がある。
- 2 1 地下水開発，畑地農業開発，再植林および地表侵蝕防止計画等に対しては，その計画をより具体化するために，関連諸事業所との密接な協力と合同研究がなされることが望まれる。更に次のような広範な調査研究が必要となる。
- ・ 地下水の量的把握，特に畑作地帯において
 - ・ 基本計画後の畑作地帯の耕地利用と畑作体系
 - ・ いわゆる危険地域と呼ばれ，再植林計画が必要とされる地域の確認と事情評価
 - ・ これらの地域の土質調査と適作植物の研究とある種の試験的研究，等
- 2 2 水文観測は引続き強化される必要がある。特に本支流における流量観測，流砂量測定。
- 2 3 基本計画地域内の補足的航空写真撮影と基本地上測量とに基づき，適当な縮尺の地形図の早期作成は強く望まれる。

JAVA SEA



JABUNG RETARDING BASIN

LOWER SALA RIVER IMPROVEMENT

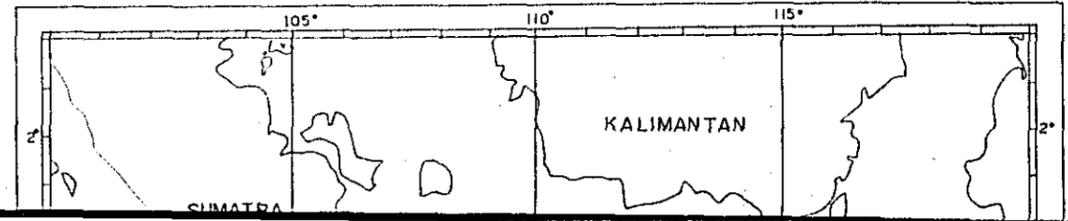
JERO SWAMP DRAINAGE

JIPANG RESERVOIR

MADIUN RIVER IMPROVEMENT

UPPER MADIUN SAND PREVENTION

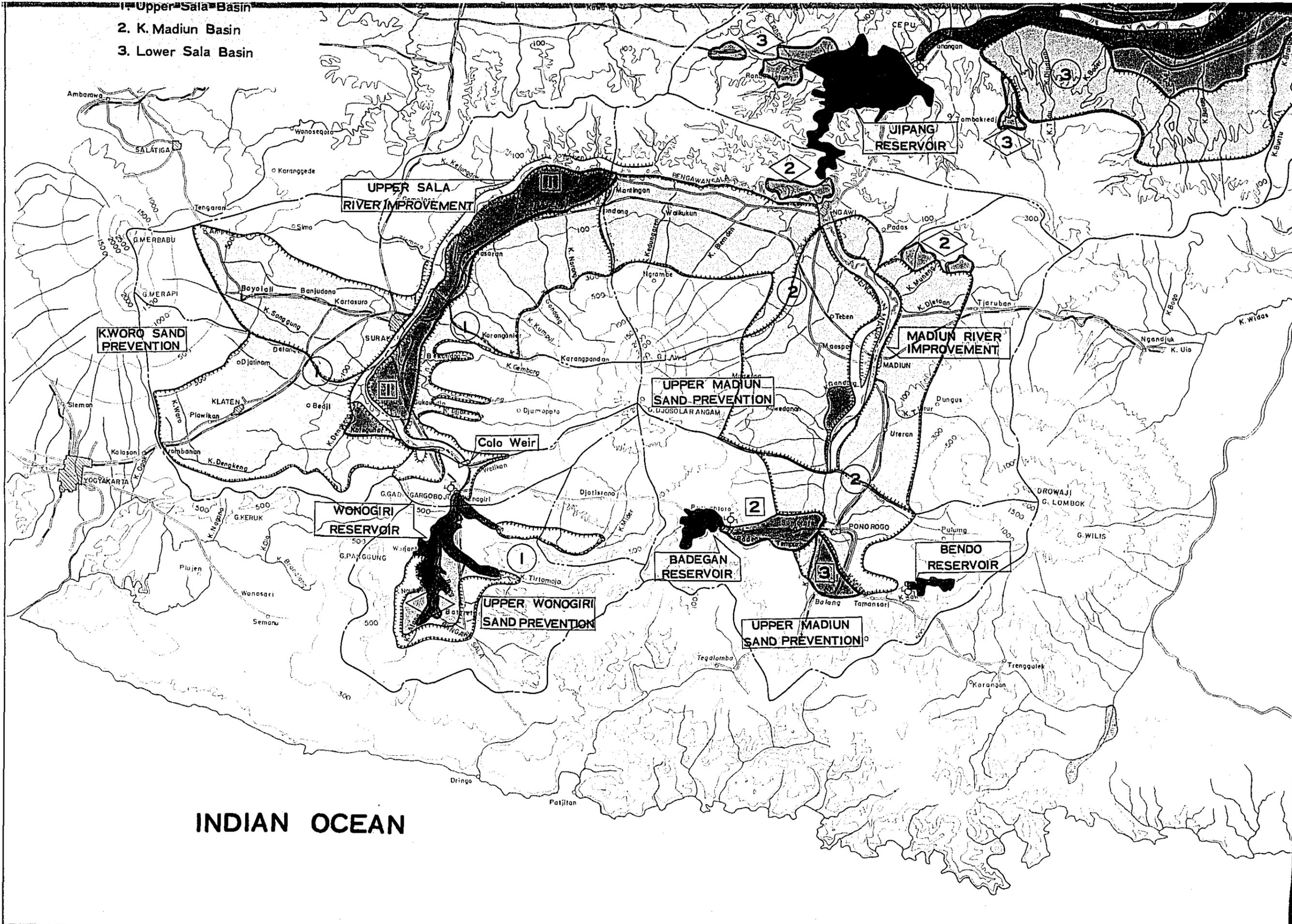
Colo Weir



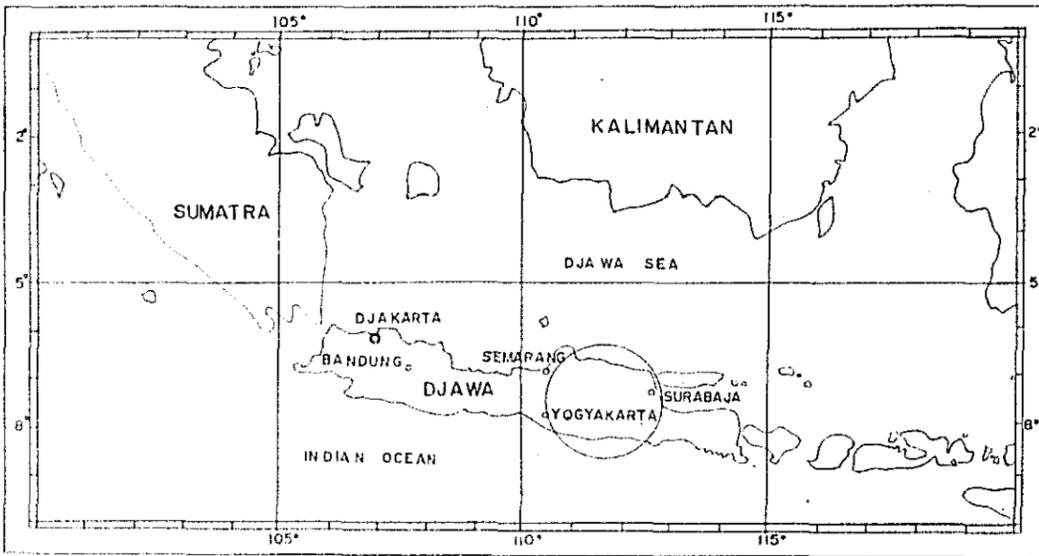
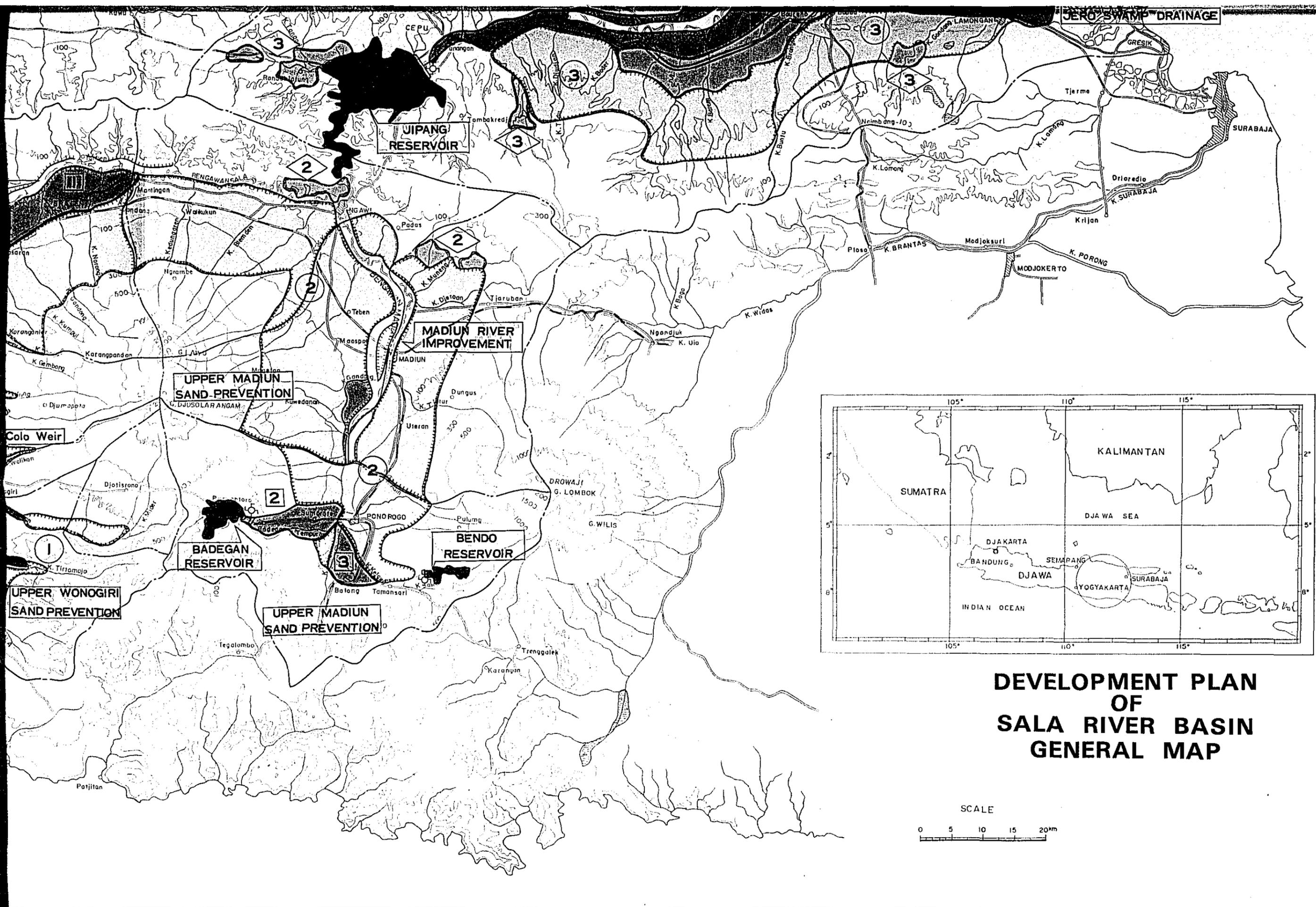
1. Upper Sala Basin

2. K. Madiun Basin

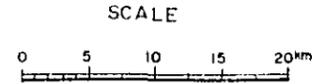
3. Lower Sala Basin



INDIAN OCEAN



**DEVELOPMENT PLAN
OF
SALA RIVER BASIN
GENERAL MAP**



II. 流域現況

II - 1. 計画地域

1 - 1. 地形

Bengawan Sala は Java 島最大の河で、延長約 600 km、流域面積は 16,100 km² を持ち Java 全域の約 12% を占める。

流域は東西に延びる 8 つの山、即ち南部の G. Sewu 山塊、中央部の Kendeng 山塊、北部の丘陵、および西部の G. Merapi, G. Merbabu と東部にある G. Wilis 等の火山により、その境界を形成している。またこの流域内には別の火山 G. Lawu がその中央にそびえており Bengawan Sala の上流地域を東西 2 つの流域に分割している。

Upper Sala と Madiun River はいずれもその源を南部の G. Sewu に発しており、それらの流域はそれぞれ 6,072 km² および 3,755 km² である。これら 2 つの河は、Ngawi で合流する。

Lower Sala River は Ngawi から Kendeng 山塊を貫き北流し、Cepu 付近から流れを転じ、広大な沖積平地を東流して、Gresik の北部に到達し、更に流れを北に転じジャワ海に注ぐ。

Sala River の特徴はその主流の著るしい蛇行と河川勾配の極めて緩かなことである。その主流総延長は蛇行中心線延長 400 km に対して、約 600 km であり、河口より 500 km 上流部の河底標高は 100 m でしかない。

Sala River の支流の主なもの、Upper Sala 流域の K. Dengkeng, Lower Sala 流域の K. Kening、および K. Madiun である。

K. Dengkeng およびその上流部 K. Woro は、有名な活火山 G. Merapi の南部斜面を流れている。この火山から発生する大量の土砂は K. Dengkeng に流れ込み、更にその後 Upper

Sala River に流れ込んでいる。

K Kening は Lower Sala 流域最大の支流でその流域は約 880 km² で、Bojonegoro で北から主流に合流している。この支流はしばしば主流の洪水流量を増加せしめ、下流に悪影響を及ぼしている。Lower Sala 流域の低地部には、Bengawan Jero や Jabung などの広大な湿地帯が存在する。

1 - 2 一般地質

Sala 河の水源地帯の第 3 紀層の丘陵地は、中新世火山岩の構成物や石灰岩より成る。G. Lawu 斜面の新しい火山堆積物とこの中新世火山構成物との境界は、Wonogiri 付近で Sala 河に合流する支流 K. Keduwan で区切られる。上流 Sala 河流域の火山斜面は一般に集塊岩質の砂、火山灰やロームなどの地味な堆積物でおおわれている。K. Madiun 流域のそれも又、火山性ローム、火山灰、砂、集塊凝灰岩や熔岩などでおおわれている。流域を上、下流に分割している Kendeng 山塊は第 3 紀および第 4 紀層の地質構成をもつ。北部丘陵地もまた、凝灰質砂岩、シルト岩、泥岩、石灰石などの第 3 紀層構成物より成る。主流部河谷には上記の地質構成成分からの沖積土が広く分布する。

1 - 3 土 壤

流域内の土壌は 8 ッのグループに大別される。このグループは下記の通りである。

表 II - 1

流域内の土壌の分類

<u>主なグループ</u>	<u>面 積</u>	<u>%</u>
Alluvial Soil	279,000	17.8
Regosol	124,000	7.7
Lithosol	121,000	7.5
Andosol	115,000	7.1
Mediterranean Soil	16,000	1.0
Latosol	115,000	7.2
Grumusol	802,000	18.8
Complex	588,000	8.4
計	1,610,000	100.0

河沿いの沖積土壌は、主として第 3 紀層からの土砂で構成され、多くは水田に利用されている。Regosol は主として G. Merapi と G. Lawu の斜面に存在し、水田に利用されている。Lithosol は丘や山の斜面に存在し主として畑や森林である。

Latosol は G. Lawu と G. Wilis の山ろく部分に存在し畑や森林になっている。Grumusol は Upper Basin と Lower Basin の沖積層土砂に隣接して存在する。この地域は水稻や砂糖きびや他の作物の主生産地となっている。

上記以外の土壌は土地利用の面からは、余り重要ではない。

1 - 4. 土地利用

流域内の耕地は約 1,148,000ha (1971年) もあり、これは全流域面積の 7.8% に当たる。流域内の森林面積は約 22% そのほか 5% ほどとなっている。特に Upper Sala 流域の耕作地は 8.7% を占めている。下記の表は流域の土地利用の分類を示している。

表 II - 2

流域内の土地利用 (ha)

	上流 Sala 流域	Madiun 流域	下流 Sala 流域	全流域
耕地	444,986	287,144	425,067	1,148,197
水田	183,777	147,980	213,444	545,151
畑地	187,527	44,814	145,868	377,709
小計	821,804	192,244	859,812	872,860
ヤード	123,682	85,900	65,755	275,387
農園	1,484	3,868	860	5,662
森林	32,805	119,874	189,862	342,041
その他	84,727	5,485	26,819	66,581
計	513,952	401,371	641,108	1,562,481 ^{L1}

^{L1}: 行政区域面積による。

1 - 5 気 候

Bengawan Sala Basinは緯度 $6^{\circ}49' S$ と $8^{\circ}08' S$ の間であり熱帯圏に属する。天候は主として東南アジアの熱帯モンスーンにより影響を受け、11月から4月までのモンスーンにより大量の降雨がある。その他の期間に於いては雨は殆んど降らない。

(a) 降雨量

年平均雨量は約2,100 mm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。雨期に於ける降雨は比較的短時間ではあるが降雨強度は大きい。

(b) 気温

低地に於ける気温は一年を通じて $27^{\circ}C$ と $29^{\circ}C$ の間である。しかし乍ら気温の日較差は通常年較差よりもはつきり

としている。

(c) 湿度

相対湿度は一年を通じ60～80%であるが乾季には80%以下になることもある。湿度の日変化は温度と同様のパターンを示めず。雨季に於ける湿度は60%以下に下ることはない。

II - 2 水資源の開発

2 - 1. 雨量

Bengawan Sala 流域の雨量は年間平均約2,100 mm (888億 m^3) である。このうち約40%が河川に流出する。流域はモンスーンの影響を受けて、雨量は年間を通じてかんがいのために均等な量の水を得るには片寄りすぎているし、降雨の分布も均一でない。この流域では850 mmの雨量(187億 m^3 /年間)が873,000 haの農地と970万人の人口のために直接消費される。

2 - 2. 地表水

流域の地表水は年間平均167億 m^3 である。地表水の各年・各月の変化は雨量のそれよりも著るしい。渇水年の流水量は上の平均値の約65%、豊水年のそれは約160%である。毎年洪水により地表水の大部分は海に流失する。そのような洪水は水を無駄に流してしまっただけでなく、大きな洪水被害をもたらす原因ともなる。なぜならば、流域内には洪水調節用の貯水池も、また、洪水防禦のための施設も皆無である。

他方、乾季には農業其の他への水の供給が不足する。年間に生ずる地表水のうち26億 m^3 位が活用し得るのみである。

地表水の質は良く、河口から70 km上流の Karanggene ng 地先での溶解物の含有量は300～500mg/lである。これより下流の地表水は多量の塩分や溶解物を含んでいる。渇水期には塩分を含んだ水が Karangbinangun の上流付近まで遡

とすることもある。Jero 湿地帯の地表水は塩分で非常に汚れている。

地表水は年間約 1.82 億 m^3 の土砂を Upper Sala および Madiun 流域から運んでいる。これは年間 1.8 mm 地表面が浸蝕されていることを意味する。

2 - 3 地下水

流域の地下水は火山や石灰岩の丘陵から湧き出る外、河沿いの沖積層からも得られる。流域全体の地下水貯蔵量は 2.1 億 m^3 である。現在流域全体の一般および農業用地下水利用量はそれぞれ 2.0 億 m^3 および 8.94 億 m^3 である。

地下水の質は秀れており、溶解物の含有量は約 $160 \sim 270$ mg/l であるが、浅層地下水は多量のバクテリアや溶解物を含んでいる。

II - 3 Sala 河の洪水

農地の増加に伴う森林の減少は洪水を更に助長する原因となっている。流域の平坦な地形は河底に土砂堆積を生じさせ Bengawan Sala の通水能力を減少させている。

現在 Sala 河の洪水は、その流量が 500 m^3 / 秒を越えると氾濫する。この洪水は雨季には長期間流域の広大な土地を浸水させる。

1966年と1968年にはSala河が大氾濫し、この時の洪水はその水量に於ても被害の程度に於ても過去に於て最大のものであった。1966年の洪水はSurakarta市およびその周辺に致命的被害を与え多数の人命の損失があった。1968年の洪水はUpperSala流域に被害を与えなかったがLower Sala, Lamongan地方の堤防を破壊し10万ヘクタール以上の土地を浸水させた。その被害の状況は下記の通りである。

表 II - 8

洪水の被害

	<u>1966年 洪水</u>	<u>1968年 洪水</u>
浸水面積 (ha)	142000	120000
被害人口	880000	670000
死亡または行方不明	168	16
避難人口	870000以上	140000以上
被災家屋	182000	152000
流失または破壊	10100	8100
浸水	171900	148900

注：1968年洪水の被害はUpper Sala流域を含まず。

これまでに、Surakarta 市周辺、Madiun 市付近および、Bojonegoro より下流地域の一部の堤防を除いては、流域の洪水対策への投資は未だなされていない。

Sala 河に毎年起こる洪水は、交通、通信機関に対して被害を与え、また、住民の日常生活をおびやかしている。被害諸施設の修復および罹災住民の救済に毎年多額の出費を余儀なくされている。

II - 4. かんがいと農業4 - 1. かんがい

流域の総農地のうち882,500haの水田はかんがい設備を有している。このかんがい面積は下記の通りである。

表 II - 4

	現在のかんがい面積			(h a)
	上流 Sala 流域	Madiun 流域	下流 Sala 流域	全流域
テクニカル	72,600	103,000	86,600	212,200
セミ・テクニカル	87,100	10,000	30,900	78,000
ノン・テクニカル	87,800	26,800	28,200	92,300
かんがい面積計	147,000	139,800	95,700	382,500
天水田	41,700	5,100	115,800	162,600
水田面積計	188,700	144,900	211,500	545,100

現在のかんがい区域は主として水田に使用されている。

Upper Sala 流域と Madiun 流域の面積 286,800 ha のうち 26% に当る 21,100 ha と 54,900 ha の区域は、11 の砂糖工場の砂糖きび栽培に使用されている。水源地別にみたかんがい用水は下記の通りである。

表 II - 5

水源種別	水源別利用可能かんがい用水	
	水源数	利用可能水量
河川流：マディウン河	1	180m ³ /秒
支流	1,340	
貯水池	82	1億4千790万m ³ /年
沼沢	11	5千960万m ³ /年
湧水：雨季	2,342	8381m ³ /秒
乾季	2,342	2329m ³ /秒
ポンプ揚水	124	106m ³ /秒

かんがい取水施設は、K. Madiun の Jati ダムを除いては殆んど支流に設けられている。Sala 河本流は小規模のポンプ揚水を除いては現在利用されていない。

流域内の既かんがい面積をその水源別にみると、下記の通りである。

表 II - 6

	水源別かんがい面積 (単位 ha)			小 計
	上流 Sala 流域	K. Madiun 流域	下流 Sala 流域	
河川・本流	-	13,600	-	13,600
支流	109,500	98,900	12,000	220,400
貯水池	28,800	25,600	43,900	98,300
沼 沢	-	-	26,600	26,600
湧 水	3,500	-	9,200	12,700
揚 水	5,200	1,700	4,000	10,900
総 計	147,000	139,800	95,700	382,500

これらは流域の全かんがい地域のうち、乾季のかんがい面積は利用可能な水資源の絶対量が不足するという制約を受けて約55%で行なわれているに過ぎない。

この流域に於ける有効降雨量を除く現在のかんがい利用水量は、各種の水源より得られる取水量を以って計算すれば、年間約87億 m^3 を推定される。更に、年間のヘクタール当り単位利用水量は、支流々毎に於ける水源の利用可能性に従って大きく変化する。Upper Sala流域およびK. Madiun流域に於ける使用水量は年ヘクタール当り $127 \times 10^8 m^3$ および $102 \times 10^8 m^3$ であり、これに対してLower Sala流域に於ける使用水量はわずかに年ヘクタール当り $4.9 \times 10^8 m^3$ である。

後者の農地が主として依存する水は、表面水、および浅層地下水であり、これは乾季には殆んど乾上ってしまうのに対して前者の地域では表面水および火山斜面にあって潤沢な水量を有する湧水の両方に依存する。

かんがいが行なわれている総地域の約18%が、雨季に於いてさえかんがい用水不足に現在悩んでいる。かんがい施設を現在有する382,500haの約45%の地域にあたる約168,600haの水田は、水資源の不足から、乾季にはかんがいされずに休耕

地として放置されている。

4 - 2 農作物の生産

流域の農業は概して、農場作物の耕作が主であり、これにサトウキビ（甘蔗）および煙草の栽培が加えられる。その他の農園換金作物はその重要性が少ない。

流域の食用穀物として、とりわけ水稲は最も重要な作物である。5ヶ年計画では農業開発の第一目標として、米の生産を増大するために大きな努力が払われてきた。全国的には、5年間に収穫面積は、わずかに14%増大しただけであるが、1967年の140万トンから1971年の220万トンまで、この期間に約1.5倍に米の生産の増加が達成された。

上記のような米の増収は、Bimas および Inmas 計画の下に行なわれた水稲栽培における農業技術改良が大きく寄与している。

上記と同じ期間に於ける米以外の主要農作物の増産には有利な傾向が現われていない。即ち、トウモロコシの収穫高は、収穫面積が36%増大したがわずかに8%の増収に止まり、大豆は収穫面積が21%増大したがわずかに10%増収しただけである。一方、収穫面積が11%減少したピーナッツは、18%の減収で、収穫面積が11%減少したキャッサバ（タピオカ）は17%の減収、収穫面積が24%減少したサツマイモの収穫は、22%減少した。畑作物の作柄がこのように悪かったことは、畑作物の栽培に対する改良努力が水稲栽培のそれに比して不足であったことに基因するものであるかもしれない。

サトウキビと煙草もまた、流域で栽培される重要な作物である。サトウキビは水稲との輪換耕作方式により栽培されている。サトウキビは、Upper Sala と K. Madiun 流域で、1971年に約16,200haの水田で主として収穫された。国营砂糖工場での総生産量は、1971年に於いて約209,000トンである。

煙草は、乾季の農作物として水田、および畑地の双方で栽培されている。多種の葉煙草が、全流域合わせて、1971年には約27600haの面積から約52600ton収穫された。

4-8 家畜・森林・漁業

流域内で飼育されている牛の大部分は農役用、肥料の供給、および食肉用に利用されている。流域内の酪農業は未普及の状態ではあるが、多数の乳牛が上流ソロ河流域、特にBoyolali地方に飼育されている。約4600頭の乳牛が現在2800の農家により飼育されており、牛乳生産は一頭当り1日4~6リットルである。水牛は主として水田耕作々業に利用され、馬は馬車索引用または食肉供給用として飼育されている。羊、山羊、豚等の小家畜は主として食用に、家きん類は食用或いは卵生産用に農家で飼育されている。

流域内の総森林面積は約847000haあり、これは流域全面積の約22%に相当する。特に、上流ソロ河流域の森林占有率は僅か全面積の約64%でしかない。森林の80%以上が標高500m以下の低いところに存在している。流域内の森林の半分以上の面積は国有林のパークであり、残りは、松科、マホガニー、その他の樹木である。標高1500m以上にある森林は松科の樹木でおおわれており、通常保存林に指定されている。しかしこの種の森林は、流域内では僅か51%でしかなく、流域の保護林的役割が十分に果たされているとは考えられない。

流域の漁業は、海岸線がなく、且つ海港もないことから、内水漁業に限られている。この国の内水漁業自体は、養漁地養殖の点で、比較的発達しており、主として農家の副業として行なわれている。一般的に、この流域で行なわれている内水漁業には6つの類型がある。

II - 5 流域の経済一般

5 - 1 総体的経済成長

第一次5ヶ年計画の実施後もたらされた順調な経済発展の流れに沿って、流域の経済事情は、確実なペースで好転しつつある。Surabaya-Geresik, Semarang, Yogyakarta のような隣接する大都市地域に於ける発展が、この流域に大きな刺激を与えている。流域内主要都市と地方都市もまた大なり小なり歩調を揃えて発展し続けている。しかし乍ら、依然として流域の経済成長は人口の稠密化に追付けないで、沈滞気味である。

国家経済が、GDP指標に見られるように、6乃至7%の年成長率を達成する程に、安定成長を確保する傾向をはっきり示しているのに対して、この流域が含まれている中部ジャワ州および東部ジャワ州の地域経済成長はGRP指標で年間4乃至5%の成長率を記録する程度に依然止まっている。国民一人当りGDPが1971年にすでに76米ドルに略々到達したにも拘らず、1971年に於けるこの地域の一人当りGRPは約60乃至70米ドルと推定されている。

GRPのうち農業は、約半分を占める。農業以外で最近二、三年間でかなりの程度の成長を達成したと見るべき生産分野は、製造業および建設業である。現在の経済活動の発展から判断する限りでは農業以外の経済生産分野は、大抵はこの流域外の大都市部で発展しているものである。

従って、この流域の経済発展は、大いに農業開発によって支えられて来たといえよう。

5 - 2 人 口

(a) 総人口

インドネシアの人口は、1961年の9千780万人から1971年の1億2千10万人へと増加した。これは過去

10年間に毎年2.22%の割合で増加してきたことになる。このような人口増加は今後10乃至20年間、続くものと予想される。下掲の表は、1971年のインドネシア全土と、ジャワおよびマドラ、中部および東部ジャワおよびSala流域に於ける人口圧迫を比較したものである。

表II-7

人口圧迫

	人口 (単位1,000)	総面積 (10 ⁸ Kms)	人口密度 人口/km ²	年間増加率(%) 1961-1971
インドネシア	120,149	2,027	598	2.22
ジャワ、マドラ	76,629	1,347	5,689	1.94
中部および東部ジャワ	47,404	81.9	5,788	1.66
ソロ流域	9,719	16.1	6,037	1.88

上の表は流域が人口過密状態にあることを示している。

(b) 流域の人口分布

この流域で人口が最も稠密な地域はKlaten 県の1,080人、Magetan 県997人である。

Surakarta 市とMadiun 市近くにある人口最密集地帯と対照的に、人口が比較的稀薄で1km² 当り200乃至360人の密度を有する諸地域は、Lower Sala 流域に位置している。

Surakarta 市とMadiun 市は、それぞれ414,000および186,000の人口を有する流域内最大の都市である。それぞれのKabupaten (県)の中心都市地域の人口は、39,000 (Lamongan) から74,000 (Bojonegoro)までの範囲である。流域の都市人口圧迫をインドネシア全土とジャワ島と対比すると下表の通りである。

表 II - 8

都市人口圧迫

	<u>インドネシア</u>	<u>ジャワ島</u>	<u>流域地方</u>
総人口 (単位千人)	119232	76102	9719
都市人口 (単位千人)	20765	13728	1255
地方人口 (単位千人)	984674	62375	8464
都市人口比率 (%)	174	180	129
地方人口比率 (%)	826	820	871
過去10年間の (総人口)	216	191	138
年平均増加率 (%) (都市人口)	375	342	268
(地方人口)	1.85	1.60	1.32

流域の都市地域の中には、Surakarta市の近くのKlaten県、Sukoharjo県、Boyolali県と、Madiun市の近くのMadiun県とそれにSurabaya市の近くのSurabaya県の若干の町のように、過去10年間に約5倍の人口増加を経験しているものである。

(c) 労働人口

種々の経済活動に従事している労働人口総数は、中部および東部ジャワの両方に於いて総人口の50%をわずかに越えている。このパーセンテージは政情が不安定な時期を除いては、年毎に次第に増加している。労働人口状況を1961年および1971年につき、経済生産分野別に示すと次表のごとくなる。

表 II - 9

	労働人口			
	中部ジャワ		東部ジャワ	
	1961	1971	1961	1971
総人口 (単位千人)	12,810	15,058	14,951	17,861
就労人口 (単位千人)	6,101	8,178	8,177	9,142
非就労人口 (単位千人)	848	184	429	179
就業率 (%)	50.0	54.8	55.0	52.2
登録失業率 (%)	5.4	1.6	5.0	1.9
農業 (%)	69.9	57.7	73.8	67.8
鉱業 (%)	0.1	0.0	0.1	0.2
製造業 (%)	7.4	13.0	4.7	5.7
建設業 (%)	1.7	1.4	1.8	1.4
電気、ガス、水道 (%)	0.1	0.1	0.1	0.1
商業 (%)	6.9	13.9	6.6	10.4
運輸、通信 (%)	1.7	1.8	1.8	1.7
サービス業 (%)	10.5	9.5	9.7	9.6
基の他 (%)	1.7	2.6	2.2	3.6

総人口が急速に増加したので若齢労働人口の増加結果を招来しており、現在、14才未満の要扶養年齢層の20%以上が就業している。

5 - 3 農業

(a) 農作物の生産

この分野は、インドネシア全体のみならず流域の経済成長を支える重要要素であることには、今までと変わらない。農作物の生産は総生産の約半分を占める。インドネシア政府の農業発展に関する政策は自給自足を達成するための食料、特に米の増産に重点を置いている。

流域に於ける米の生産量は、1971年には約220万ト

ンであった。これは、インドネシア全土に於ける産米総量の92%に当る。米以外の農作物について見ると、流域におけるトゥモロコシの生産は、この国の総生産量の約17%（1971）を占めた。トゥモロコシは最近、農作物中の重要輸出産品の一つとなっている。ピーナッツや大豆のような、その他の高蛋白質食用穀物は、それらの生産目標に未だ到達してはいない。これらの諸農作物の流域内の生産額は、全国総生産の約88%を占める。この流域に於けるサトウキビの生産は、全国総生産量の約25%を占める。

(b) 畜産

ソロ河上流域は、あらゆる種類の家畜数に於いて他を抜いている。牛族について言えばこの流域地方での水牛を除く牛の総数の約41%と水牛の約45%がソロ河上流域に飼育されている。ソロ河上流域に於ける乳牛総数はこの流域全体の96.8%に当る。ソロ河下流域はジャワの家畜の生産地域の主要なものの一つで毎月、約1,000乃至2,000頭の肉用牛を供給する。最近家畜に対する信用制度が、畜産普及を促進するために導入されている。家畜賃貸制度と家畜信用制度の実施が一般化しつつある。

(c) 林業

この流域の林業生産高は年間、チーク材約257,000m³、他の種類の木材、約58,100m³、薪、約483,000m³、および木炭、約860tである。これら生産物の大部分は国内消費用であり、ごく僅かのチーク材が輸出されている。

(d) 漁業

魚類は、インドネシアに於いて、最も重要な蛋白質源の一つであって、その需要は、今後大いに増大するものと予想される。流域に於ける総生産量は約60,000haの養殖池と約2,000km²の開水池から揚がる約13,000t（1971）と推定

される。冷蔵冷凍設備の不足、および輸送と流通の不備が各地方間の市場価格に大きな相異をもたらしている。産出魚の大半は時間を置かずに産地、若しくはその近隣で消費されており、遠隔地の市場に出荷するために塩漬、又は他の方法で保存加工することは稀である。

(e) 農業経済現況

最新の農業統計は、現在調査中であるので最近の10ヶ年間の農業事情の推移を示す集計は現在まとまっていないが、地域の関係庁から入手せる利用可能なデータから、現況は1968年の統計調査時点のそれと比較して次の如く把握される。

- (1) 過去7年間に平均すると、人口は約20%増加したが、農民人口は約10%減少した。
- (2) 水田面積は、Klaten 県以外の全部の地域で15乃至50%増大した。そしてSukoharjo 県を除いては、畑地耕作面積もまた6乃至48%増大した。
- (3) その結果農家の平均規模はSukoharjo 県以外では19乃至48%増大した。
- (4) 米の収穫面積は七つの県で17乃至84%増加し、一方二つの県では、2乃至49%減少している。

(i) 農業人口

この流域にある約3600の村の127万世帯が1972年末現在で農業により生産を営んでおる。この数は、流域の全世帯数の約62%に相当する。上記の他に、約14%が農業労働に就業している。従って世帯総数の76%が農業に従事していることになる。これらの農家の1世帯当り平均構成数は、594人で大部分は8乃至9人の規模である。

(ii) 農地

この農業地域に於ける土地利用比率を見ると、土地の93%が農作物の生産に用いられ、残りの7%が林地、草地、道路、墓地等に利用されている。農地の約58%は水田であってその中の41%が何らかの方法でかんがいされている。農家一戸当りの農地保有は115haと小さく、農家総戸数の60%以上が0.5ha未満である。

農民の小作形態は、通常は次の三つに分類される。即ち土地所有者から部分的小作および全面的に借地する方法がその一つで、農民総数の60%がこれに該当する。それと低額借地料によって借地する方法で、農民総数の約85%がこれに該当する。更に農作物分与形式による借地とである。

農地の耕作頻度は水田総面積の約70%、および畑地の約42%に於いて二期作が行なわれており、水田の約27%および畑地の残り58%が一耕作にしか使用されておらず、水田で三耕作が行なわれるものはわずかに8%である。

(iii) 農家経済

家畜の農家一戸当り保有数は、依然として少ない。牛、水牛、および馬のような大きな動物の保有飼育数の平均は、それぞれ1.9、2.0および1.5である。その他の小動物の保有飼育数の平均は、山羊が1.8、羊が3.3、豚が1.5、および鶏が1.4である。農民が栽培する農作物から生ずる農家収入は約17000ルピアと推計される。

表 II - 1 0

農作物収入

	米	トウモロコシ	タピオカ
収穫面積 (h a)	0.70	0.90	0.85
収穫量 (kg/h a)	2,614	478	1,508
生産量 (k g)	1,829	426	526
農家消費 (k g)	970	265	848
売渡し (k g)	859	161	178
単価 (ルピア/kg)	149	188	69
農家収入 (ルピア)	12,799	2,946	1,284

上記収入の他に農家の自己農地以外で従事した農業労働、
農地の賃貸し、農作物の加工販売から得る収入がある。

この流域の平均農家収入を次に掲げる。

表 II - 1 1

平均農家収入

	上流 Sala 流域	K. Madiun 流域	下流 Sala 流域
農家規模 (h a)	0.87	1.10	1.49
農家規模 (人数)	6	6	6
農作物収入 (ルピア)			
水 稻	46,800	34,200	45,400
畑 作	23,400	60,500	52,800
総収入	70,200	94,700	98,200
生産費 (ルピア)			
水 稻	24,000	17,000	22,500
畑 作	5,000	18,700	15,800
総コスト	29,000	35,700	38,300
正味農作物収入 (ルピア)	41,200	59,000	59,900
農地収入 (ルピア)	5,700	2,400	2,800

家畜収入 (ルピア)	2,000	3,500	1,400
正味総収入 (ルピア)	5,100	7,400	6,800
生計費 (ルピア)	5,400	7,180	5,890
負債 (ルピア)	800	800	100
その他経費 (ルピア)	1,100	1,800	2,300
総経費 (ルピア)	5,590	7,440	6,180
利益(+)又は 欠損(-) (ルピア)	-4,900	-400	+750

流域地方の農家の平均資産は、約46万5千ルピアと評価される。

5-4 工業

(a) 総体的事情

工業部門はこれまで長い間不振にあえいでいたが、既存設備の復旧ならびに拡張によってここ数年著しい成長をみている。1969年以来政府は、投資信用貸付制度と民間資本投資制度を導入し以来融資総額の40%以上が1971年11月現在の時点で工業部門に投下されてきている。一方、234プロジェクト、投資総額1,190億ルピアの国内投資案件、および240プロジェクト、投資総額460百万ドルの外国投資案件が1971年末現在承認されている。しかし、この国の順調な経済発展に刺激されて多額の資本投下が行なわれてきているとはいえ、運営資本の欠如、熟練管理、技術者の慢性的不足、更には原材料の入手難などの理由で、現実には生産性は充分とはいえない状況である。

流域内には、1,827の企業が現在全国雇傭労働者数の約20%を雇傭している。企業数からみれば、中部ノール

および東部ジャワが全国の約50%を占めるにも拘らず、ソロ河流域は企業数1,827、雇傭労働者数81,500人でわずかに両州の15%を占めるに過ぎない。これは、流域地方の製造工業が依然として未開発状態にあることを示す。

1971年末現在、44プロジェクト、総額148百万ドル、および181プロジェクト、総額550億ルピアの投資が両州になされつつあるが、流域内にはこのうち、外資プロジェクトが1つ、国内投資プロジェクトが28あるに過ぎない。

(b) 基礎重工業および化学工業

中部ジャワおよび東部ジャワに於いては、これらの工業施設は152に達する。しかしながら、この流域には、少数の小規模金属製錬工場や金属加工業の工場以外には、上記のような工業は何一つ存在しない。また、これらの基礎重化学工業に対する新投資計画は、流域内において未だ考えられていない。

(c) 繊維工業

中部および東部ジャワでこれまで工業部門に対する総投資額の約48%と12%が繊維工業に投下され、比較的大規模な近代的な設備が導入された。流域にはこの種の近代的紡績工場は未だ設立されていない。織布工業は、自動織布部門(ATM)で、大きく発展が見られるが、非自動織布部門(ATBM)は存続に苦慮している。中部、東部ジャワ両州には、12,000のATM機を有する総計185工場が操業をしている。流域内には、その中の25%がSurakarta地方に、10%がMadiun地域で操業中である。これらの織布工場の操業率は、1971年には約80%に達した。

非自動織布機 (A T B M) を使用する業界の現況は全く悲観的である。中部，東部ジャワ両州にある総計 91,000 基の A T B M のうち 20,000 基がこの流域内にあるが，このうちの 80% がかろうじて，操業を続けているに過ぎない。メリヤス工業は，流域内では Surakarta 地方に集中しているが，その操業率は全体として 50% に満たない。染色・仕上工場は流域内には設立されていない。パティク (ジャワ更紗) 工業は，この流域の最も代表的な繊維工業である。中部，東部ジャワのパティク企業 6,000 の中，約 4,000 はこの流域内にある。

(d) 軽工業および家内工業

1971年に中部，東部ジャワ両州に於いて，約 44,000 の軽工業が約 185,000 人を雇傭して操業を行なっている。最近の工業部門へ投資刺激が，この部門にかなりな程度の影響を与えている。しかし乍ら，この部門への大規模投資は，中小企業の活動を抑圧する結果となっている。

一方に於いて，この部門に属するものの中には，近代的な技術を導入すると同時に，製品の品質の向上と，新製品の開発を達成したものもあり，且つ国産製品が輸入品にとって代わる程に実力を備えてきたものもある。しかし，このような業種は未だ稀にしか見当たらない。

上記の軽工業の他に 20,000 以上の家内工業が中部，東部ジャワ両州で多種の日用品を製造している。これらの家内工業は流域内にも広く分布しており，その地方で入手し得る原材料を用いてそれぞれの地方の需要に応じている。

この流域では，家内工業もまた，運営資本の不足と貧弱な生産設備に悩んでいるばかりでなく，広範な地域に亘って分布していることと製品の種類が多岐にわたるために，製品の標準化と共同企業組織を実現することを困難にして

いる。

5-5 インフラ・ストラクチャーの開発

政府による最近の開発の諸計画は、農業についてインフラ部門に重点を置いている。既存かんがいシステムの修復と改良が最も優先的に扱われる。これに続いて優先するものは道路、橋梁、電力、水道、公共建物であって、これらに多額の資本が既に投下されている。このような投資は地方政府によって直接に行なわれるばかりでなく、カブパタン(県)とデッサ(村)が拠出する資金によっても、投資が行なわれている。

(a) かんがいシステムの復興と拡張

流域内には、この部門の大きなプロジェクトは無いが、若干のかんがい用ダムや、多くの村落用かんがいプロジェクトや小規模のポンプ揚水かんがい計画が中央政府および地方行政庁により現在、進行中である。此の部門に関連するプロジェクト中、流域内では河川改良プロジェクト、およびメラビー火山による自然災害防護のためのプロジェクト、更にこの報告書がそのマスタープランを取り扱うソロ河流域計画が含まれている。

(b) 電 力

この流域に於ける電力の供給能力と配電系統網の現況は、適切と言うには程遠い。州レベルで見ても、中部、東部ジャワは電力不足に長い間悩まされ、既存の送配電系統の需要すら満たすことはできなかつた。流域は既存の Tuntang 送電系統が西の一部分を、小規模な Madiun 系統が中央の一部分の限定された区域をカバーしている。その他の地方は、個別の電力供給源により狭い区域に電力供給が行なわれている。現在、これらの系統のいずれも相互に連結されていない。

既存の発電所の設備能力は、東部ジャワでは約 111MW

で、中部ジャワでは約87 MWである。これらの電力は70KV、80KV、25KVおよび15KV送電線によって送電されている。流域内にある総電力供給能力は、水力およびディーゼル発電所10ヶ所より成る16746KWに過ぎない。

(c) 陸上輸送システム

(i) 道路

車両不足と道路状況の不適切さが主な難点であるようである。1969年以来、主要道路の復旧と改良が政府の手で行なわれてきた。中部ジャワ、および東部ジャワに於いては、約14,600kmの主要道路網が形成されている。このうちの約2,700kmの修復改良を行うことが第1次5ヶ年計画の目標とされている。そして既に1,600kmが1971年末までに完工した。

またこの他に、「INPRES」(大統領訓令)計画の下での道路改良もまた実施中であって、合計約4,000kmが既に両州内で完工された。道路網の修復と改良については、現在主要商業道路が優先的に扱われる。

道路交通量の増大が既存の道路網の負荷を増大しつつある。

(ii) 鉄道輸送

二つの幹線が流域北部と南部を通っている。一つは北部線でスマランを経由して、ジャカルタとスラバヤを結ぶ。もう一つは南部線であってジョクジャカルタとスラカラタを経由する。これら二つの路線は依然としてジャワに於ける陸上輸送の動脈があつて、現在も経済的な長距離且つ大量輸送手段としての機能を果たしているが、鉄道施設が過度に老朽化していることと能力が低下しているために、道路運送手段にとって代わられている。

鉄道線路の修復および老朽鉄道車輛の更新が政府によって、輸送業務能力向上を目的として実施されている。

(ii) 港 灣

この流域には海港はないが、スラバヤとスラマンはこの流域に関連を持つ重要港である。流域から輸出または流域に輸入される全ての物資はこれらの港を通じて取扱われる。

しかし乍ら、これら二港の港務諸設備は旧式であるばかりでなく、維持管理の不足から大半は満足な機能を發揮していない。これらの港務諸設備の修復と拡張のための努力が政府によって行なわれてきている。

Ⅲ 必要性，開発機会と資源

Ⅲ - 1 洪水防禦

・ 1 - 1 河川系統の特徴¹⁾

(a) 河道の蛇行は全長平均でその流路を約50%も長くしている。現在の流路は，Sala河の上流及び下流で約50%，そしてMadiun川では約35%長くなっている。

(b) 河川の勾配は非常にゆるやかで，本流全体の平均勾配は1/50,000とゆうごくゆるやかなものである。区間勾配はSala河の上流では，1/3,000，Madiun川では，1/1,500から1/3,000，Sala河の下流では1/8,000から1/15,000，そして河口では1/21,000と変化している。

(c) 現在の河道断面は，本流の流路が沖積平野のシルト質土を切り進むことのできたものであるため，兩岸が河床より3乃至8m高い自然侵蝕流路の様相を呈している。

殆んどの河道は単断面であるが，河道の曲流の結果不均質な断面が河道の随所にみられる。

河幅は50m乃至200mの範囲で変化している。Salaは上流域では100m，Madiun川流域では50m乃至80m，Salaでは100m乃至200である。

河道の平均深さは通常平均河幅の1/10乃至1/30である。

(d) 河道の変動は河岸が殆んどシルト質土であるため，河道に沿って激しい。飽和状態になつている河岸土壌は河岸の崩壊をおこしやすく，また曲流部の偏心流は横侵蝕の原因となる。この様な状態が河道の蛇行を更に促進している。上流域からの流下土砂の50乃至60%は河口デルタを形成するようであり，残りは河川沿いの土地に拡散するか又は海底までおし流されるものと思われる。河口部主流路沿いの砂嘴はここ数年来年々100m位の速度で伸びている。このため河川の本流の水位は背水の

¹⁾：詳細は付属報告書第2部第1章参照

影響を受けて上昇し、洪水流下に好ましからぬ影響を及ぼす。

- (e) 通水能力は、狭い断面、ゆるやかな勾配及び低い河岸のため、非常に小さい。Sala 上流、Madiun川およびSala 下流の現河道の平均通水能力は、それぞれ約 $650 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $410 \text{ m}^3/\text{s}$ 及び $760 \text{ m}^3/\text{s}$ である。河道が無堤防であることにより、河岸の平坦地への洪水の氾濫による停滞が影響して河道の通水能力は全川を通じて、殆んど変らない。下表は現況河道の疎通能力を、通過せしめ得る河道の長さに比例して、示したものである。

表Ⅲ-1 通水能力の程度 (m^3/s)

河川	全長 (km)	比率(%)				
		10	30	50	70	90
Upper Sala 河	127	1310	860	650	450	240
Madiun 川	92	720	520	410	330	220
Lower Sala 河	202	1,160	900	760	600	390

1-2 洪水流量¹⁾

- (a) Sala 河の今までに観測された最大洪水流量は1966年3月及び1968年3月の洪水時のものである。本流沿いの各地点に於ける1966年の洪水時のピーク流量は次の表に示してある。

¹⁾：詳細は付属報告書，第1部第Ⅳ章参照

表Ⅲ-2 1966年洪水のピーク流量

地点	流域面積 (Km^2)	ピーク流量 Q_{\max} (m^3/s)	比流量 q_{\max} ($\text{m}^3/\text{s}/\text{Km}^2$)
Wonogiri	1,350	3,950	2.93
Surakarta	3,220	2,160	0.67
Ngawi (上流Sala)	6,072	1,890	0.31
Ponorogo	1,056	920	0.87
Madiun	2,294	920	0.40
Ngawi (Madiun川)	3,755	970	0.26
Ngawi (合流点)	9,827	2,740	0.27
Bojonegoro	12,811	2,510	0.20

(b) 河沿いの地域に氾濫を起さずに現河道に洪水を流下せしめる
という仮定に基づきこの流量を計算すると下表の通りとなる。

表Ⅲ-3 仮想洪水流量

地点	流域面積 (Km^2)	ピーク流量 Q_{\max} (m^3/s)	比流量 q_{\max} ($\text{m}^3/\text{s}/\text{Km}^2$)
Wonogiri	1,350	3,950	2.93
Surakarta	3,220	5,240	1.63
Ngawi (上流Sala)	6,072	4,820	0.80
Ponorogo	1,056	1,240	1.18
Madiun	2,294	1,710	0.75
Ngawi (Madiun川)	3,755	1,780	0.48
Ngawi (合流点)	9,827	6,330	0.63
Bojonegoro	12,811	6,230	0.49

現在の河道の疎通能力は、前表のような大きな洪水を安全に
流下するには全く不十分なものであることは明らかである。

1 - 3 洪水被害¹⁾

- (a) 流域内の氾濫区域は Wonogiri-Sragen, Ponorogo, Madiun-Ngawi, Cepu-Babat, Babat 下流の左岸側の地区等のように広い範囲にわたっている。上記の地域は毎洪水期には主な河川の水位の上昇による氾濫によりしばしば損害を受けている。これらの地域のほかに, Babat の下流の右岸の低地は本流の氾濫から堤防によつて守られているにも拘らず, Blawi 川や Corong川や他の小支川の排水不良のため常習的に冠水している地域がある。流域全体で毎年平均 92,300 ha の土地と 49,900 戸の家屋が洪水の被害を受けている。
- (b) 平均年間洪水被害は、直接的な作物被害及び家屋の被害等算定しうるものについてだけでも、流域全体で約 1,530 万ドルに上る。

この数字をそれぞれの流域に区別すると下記のようになる。

表 III - 4 洪水による年間の被害

	Upper Sala	Madiun	Lower Sala	流域
	流域	流域	流域	全体
氾濫面積 (ha)	13,200	6,500	72,600	92,300
被災家屋数	11,400	4,300	34,200	49,900
作物の被害 (1,000ドル)	1,260	650	6,840	8,750
家屋の被害 (1,000ドル)	1,980	1,940	2,580	6,500
被害額合計 (1,000ドル)	3,240	2,590	9,420	15,250

上記の洪水推定被害額は、将来、生活水準の向上及び農業生産性の向上に比例して当然増加しよう。仮に今後洪水防禦施策がとられないとすれば、現在の被害額は約 10 年後には、2000

¹⁾：付属報告書, 第 2 部, 第 II 章参照

万ドルにも達するであろう。

- (c) 可能最大洪水により生ずる可能最大被害は、流域全体で 157,800 ha の土地および 236,800 戸の家屋に及ぶものと推定される。年平均被害評価と同種の項目に基づく推定額は約 5,880 万ドルとなり、流域区分別にみると下表のようになる。

表 III - 5 可能最大洪水被害

	Upper Sala	Madiun	Lower Sala	流域
	流域	流域	流域	全体
氾濫面積 (ha)	32,900	13,700	111,200	157,800
被害家屋数	87,600	16,500	132,700	236,800
作物の被害 (1,000ドル)	3,780	1,100	10,610	15,490
家屋の被害 (1,000ドル)	29,700	5,120	5,520	43,340
被害額合計 (1,000ドル)	33,480	6,220	19,130	58,830

1 - 4 洪水防禦の必要性

- (a) 洪水防禦工事は現在までのところ、数箇所では小規模な緊急対策工事が行なわれて来ただけである。Sala 河の全長 600 Km のうち、現在 142 Km にわたって堤防があるのみである。即ち Sala 河の下流左岸沿いに 50 Km、右岸沿いに 80 Km、Surakarta 市周辺に 2 Km、そして Madiun 市の附近に 10 Km あるにすぎない。

各河川区間内の常習的に氾濫が起こる区間延長に対する現堤防延長の比率は次の通りである。

	左岸	右岸
上流 Sala 河	2	0
Madiun 川	15	15
下流 Sala 河	27	50

- (b) 主要河川沿いに発達した Surakarta, Madiun, Bojonegoro および Lamongan のような重要な都市部が洪水に見舞われると、多くの住民に不幸をもたらす且つ巨額の経済上の損害をもたらす。毎年の洪水に苦しむ 22 万の住民（大洪水の場合にはその数が 110 万にも及ぶ）を救済し、年間約 1,500 万ドルにも及ぶ経済上の損害を軽減するためには、洪水防禦対策を早急に講じる必要がある。
- (c) 他方、肥沃な農地の冠水は重要な農作物に巨額の損害を与えている。特に注意すべきことは、常習的な洪水に見舞われる地域には、現在かんがいされているか又は将来かんがいされる農地が多く含まれていることである。常習的な又はその時々おこる洪水はこれらの農地に於ける集約農業を大きく妨げるものであるので、流域の農業開発のためには、これらの地域に洪水防禦策を施すことが第一に必要である。

III - 2 農 業

2 - 1 農地拡大の限界

Sala 流域は重要な農業生産地の一つとして開発されてきた。農地の拡大は主として農園の換金作物の栽培のためになされてきた。戦後（第二次世界大戦）人口は急速に増え、食用作物生産のために農地の開墾もかなりの高い率で進められた。流域の現在の土地利用の分布からもわかるように、農家の庭先も含む農地の割合は、全体の面積の 73.5% に達している。支流沿いの低い沖積平野の大部分及び緩傾斜地は、水田として利用されている。水の便が充分でない傾斜地は、畑地として使われている。

現在流域全体の面積の内農作物の生産に使われていないのは、わずか 26.2% しかない。そのうち 21.9% は指定保安林が占めている。この様な状態は農地過剰とも言える。そして土地保全の見地からすれば殆んど危篤の状態とも言える。

この様な状況下では、農地を現在よりも拡大することはゆるされ

ないし、将来天然資源を最も有効に利用することを考慮した場合、土地利用の配分を再考慮せねばならないであろう。

2 - 2 作物の生産量¹

栽培する作物の種類はその時々の方場の需要によつて大きく変化する。現在この国の主食である米は、その重要性を決して失なわないであろう。自給自足を達成するため米の増産への努力が大いになされて来たが、最終目標を達成するまでには程遠い。

現在まで栽培技術の面で米の生産性はかなり向上し、一応満足できる水準に達した。しかしながら、流域内の現存の水田の利用度は水田の総面積の75%程度が最高である。これは水を充分に利用できないことに起因している。

(a) 流域に於ける水田の作付体系は現在3種類ある。つまり、上流Sala流域では水稻と畑作物の作付面積は毎年同じ率が保たれている。Madiun川流域では、畑作物の栽培が乾季に集中的に行なわれ、その作付け率は水稻の収穫が進むにつれて次第に増大される。

Sala下流域では、畑作物の栽培は乾季に集中的に行われる。サトウキビは水田で栽培されるが、作付面積は年間を通じて一定の率に定められている。

現在ある畑の栽培は主として天水に頼っている。畑の作付率は、乾季の最盛期の20%以下から両期の最盛期の約250%と大きく変化する。しかし、Sala下流流域の畑の作付率は非常に低く、雨期の最盛期に於いてさえも90%以下である。

(b) 現在の水田及び畑の作物生産量は所により大きな開きがある。米の生産のために進められたBimas/Inmas計画が成功したことは、高収量品種と進んだ栽培方法を広く普及する結果となつた。過去11年間の米の増産の歴史をたどると次の様になる。

¹：付属報告書，第3部，第IV章参照

表Ⅲ-6 収穫面積及び米の生産高

		水 稲		陸 稲	
		1960	1969/71	1960	1969/71
Sala	収穫面積 (ha)	222,854	229,465	18,856	23,912
上流流域	(%)	(100)	(103.0)	(100)	(126.8)
	生産高 (トン)	556,213	887,771	21,459	37,515
	(%)	(100)	(159.6)	(100)	(174.8)
Madiun川	収穫面積 (ha)	15,144	134,141	2,274	4,143
流域	(%)	(100)	(91.2)	(100)	(182.2)
	生産高 (トン)	461,243	518,775	4,457	9,994
	(%)	(100)	(112.5)	(100)	(224.2)
Sala	収穫面積 (ha)	280,330	225,929	8,833	9,222
下流流域	(%)	(100)	(91.2)	(100)	(104.4)
	生産高 (トン)	612,561	657,815	10,676	14,808
	(%)	(100)	(107.4)	(100)	(138.7)
流域全体	収穫面積 (ha)	654,628	623,535	29,963	37,277
	(%)	(100)	(95.3)	(100)	(124.4)
	生産高 (トン)	1,630,017	2,064,361	36,592	62,317
	(%)	(100)	(126.6)	(100)	(170.3)

この事実は、進んだ農業技術の導入及び生産資材の十分な投入により、ある程度までの米の増産を期待できることを暗示するものである。一方、畑作物の生産は、Sala下流流域のトゥモロコシ、Madiun川及Sala下流流域の大豆が過去数ヶ年上昇傾向を示している以外は、全体としては停滞又は後退している。

流域内の主要食用作物の年間生産量の中、米が占める部分は明らかに増大した。そして特に1968年以降はこの傾傾がつよく現われている。然しながら、食用作物全体の生産は次の表に示すように、減少の傾向を示している。

表Ⅲ-7 食用作物総生産量（米に換算） （単位：トン）

	1960		1966		1971	
	合計	米	合計	米	合計	米
Sala	646,439	300,390	698,155	384,969	783,957	518,203
上流流域	100%	(46.5%)	180.0%	(48.0%)	113.5%	(70.6%)
		100%		115.5%		172.5%
Madiun	524,269	242,165	443,390	192,174	488,327	300,760
川流域	100%	(46.2%)	84.6%	(43.3%)	93.1%	(61.6%)
		100%		79.4%		124.2%
Sala	687,213	324,084	779,650	313,975	626,376	356,872
下流流域	100%	(47.2%)	113.5%	(40.3%)	91.1%	(60.0%)
		100%		96.9%		110.1%
合計	185,791	866,639	1,921,195	841,118	1,848,660	1,175,835
	100%	(46.6%)	103.4%	(43.8%)	99.5%	(63.6%)
		100%		97.1%		135.7%

注：（）内の数字は食用作物の総生産量の中、米が占める率を示す。

食用作物以外の換金作物も流域では広く栽培されている。それらの中の主要作物はサトウキビ及びタバコである。この二つの作物は国内生産量の最も重要な部分を占めるものであり、将来その増産が要求される。

- (c) 主要作物の生産性は増産計画のある米を除き、一般的にはまだ低い水準にある。因襲的な農法及び不十分な生産資材の投入は作物の生産性を低くし、収穫を減少させるものとなる。改良された栽培方法、改良高収量品種の導入及び必要な生産資材の十分な投入は殆んど全部の作物の収量の増加を約束するものである。

表 III-8 主要作物の平均収量 (1971)

	(トン/ha)			
	Sala 上流流域	Madiun 川流域	Sala 下流流域	全流域
水 稲	3.79	3.77	2.58	3.33
陸 稲	1.42	2.51	1.57	1.62
トウモロコシ	0.58	0.65	0.48	0.54
カサバ	3.39	5.02	4.37	4.09
甘しよ	3.90	4.83	3.57	4.07
落花生	0.61	0.63	0.51	0.57
大 豆	0.33	0.54	0.67	0.55
サトウキビ	81.3	68.6	61.1	72.1
タバコ	4.61	0.56	1.11	1.90

2-3 農業生産資材

- (a) 作物を栽培する土地は、その地域の発展の過程に於いて、永年の経験に基づき、最も好しい位置に配分されているものである。流域内の耕作に適する土地は、現在では新たに農地を拡張する余地がない程度にまで広く利用されている。水資源の開発のように現在の自然状態を変える様なことがなされるならば、土地利用の改革及び再分配が必要となろう。土壌の適性は栽培する作物の選択を更にきびしく支配することとなろう。
- (b) 作物の生産にとって最も重要な生産資材は種子である。改良又は優良品種の種子はまだあまり普及されていないが、最近、改良品種の生産及び供給のための努力がなされており、このことは次第に増産に貢献している。更に増産をおし進めるには、優良品種の種子の増殖及び生産が不可欠である。生産過程に於いては改良種子の退化にも注意せねばならない。さもなくば予期した収穫を得ることはできない。
- (c) 肥料及び農薬は作物の生産過程に於いて重要な役割を果たすものである。土壌の中の栄養分及び他の成分の補給が最も重要である。施肥は期待される増産への手がかりの一つである。必要な肥料の配布は現在のところ量的にも又その種類についてもまだ不十分である。将来妥当な価格で十分に配布できるような体制をつくる必要がある。

生育中の作物は、しばしば病虫害による生育障害を受け、時としては、大きな損失を招く。関係当局の報告によると、作付した作物全体の8~10%は毎年前記のような病虫害による被害を受けている。現在数多くの農薬類が利用されているといわれているが、現在配布されている程度の農薬では不十分である。かんがい農業による改良品種の導入及び大量の肥料の使用は害虫類の生息及び細菌を発生させる好条件を与えることになるので必要な量の農薬の供給、害虫、細菌類生育に関する適切な調査及び病虫害予察体制の確立、病虫害駆除班の組織等による適当

な対策をたてることは作物の増産には欠くことのできないものである。

(d) 耕作機具、役畜用の機具等の農機具は作物の生産には必要欠くべからざるものである。これら農機具はどんどん改良されて作物の生産性及び作付率の向上に大きく貢献したことは過去の実績がこれを証明している。農民が安価で且つ良質の農機具を利用できるようにするため、農機具の十分な供給及び改良をせねばならない。鎌及び脱穀機の需要は大きく伸びることが予想される。

(e) 労力及び生産用資材は、一方では農業の生産性に関して基本的な要因であるが、他方農業生産費の重要な部分でもある。生産を最大にし生産費を最小限のものにするために如何に労力と他の資材を組合わせるかが農民の所得水準を高めるための決定要素となる。

地域に於ける他の経済活動とうまく調整して行なうのでなければ、農村地帯に於ける不完全雇用は営農の合理化を難しいものにするであろう。

2 - 4 農業改良普及事業および試験研究

農業改良普及活動はよく訓練された普及員が行い、研究で開発した科学的な方法を伝え又研究のために解決すべき問題を探知することである。

流域内及び周辺には国立農業試験所の2分場があり、農作物の試験栽培の大部分がここで行なわれている。東部ジャワのPasuruanにある糖業試験所はサトウキビ栽培に関する必要な指導をする。

上記の試験所のほかに、普及活動を支援するものとして多くの原種圃、果物及び野菜センター、換金作物の苗畑等の諸施設が運営されている。

当流域内では約1600名の農業改良普及員が普及活動に従事している。各町村に駐在している普及員は現在のところ2人以下

である。

将来の農業生産性の向上は現地の農民に新しい栽培技術を広く普及させることがその要因となる。このことは良く組織された能率的な普及活動によつてのみ達成できるのである。

ここで特に強調すべきことは、現在の普及活動の組織的な強化及び各種試験研究機関の相互間の緊密な協力体制の確立である。

2 - 5 農民組織及び生産品の販売¹

農家所得の格差は、農民の支配下にある資源の質的および量的な差と、その資源利用の方法の差に通常起因する。生産資材及び生産物の価格についての資料の欠如は農民が彼等自身の手持ちの資料に頼つた判断で余り有利でない作物を生産せざるを得ない状態にしてしまうことが度々ある。生産資材を小売商から購入し、その生産物を直接買手に売ることにより、農民は高い生産費と低い販売価格に悩まされることになる。

この様な農民にとつて不利な状態を是正し、農業所得を増大させるために、農民組合は大きな力となる。必要な農業生産資材は正式に認可された機関を通じて供給することができるし、又市場の需要についての情報入手も可能となる。その上、組合員のためには、市場で妥当な価格で生産した作物の販売が保証される。

農業協同組合 (Koperta) が現在存在する農民の全国的な経済団体である。然しながらこの組合の地方組織は未だ不十分なものである。組合が行つている主な活動は、生産資材を農民に供給すること、生産した作物の集荷とそれらを市場で販売すること、及び組合員に信用貸しをすることである。

この組合は農民の生活と密接なつながりのあるものではあるが、現状では、それが農業生産及び農民の生活を改善するという重要な役割を果たしているとはいえない。この組合の活動を妨げている主な原因は資本金の不足と考えられる。組合員である農民の所

¹ : 付属報告書第3部第V章参照

得水準が低いために、組合を運営するに要するまとまつた金額の運営資金の確保が困難である。

1973年の始めに、組合活動を促進するためBUUD（村の厚生制度）が政府の指導の下につくられた。

このBUUDの組織を発展させることはその活動をKUD組織（デサ組合）まで拡めるためのものである。このKUDを、全国的な多目的な組合で政府の援助を要しない能力を持つたものに仕上げるための努力が必要となる。

上記のほかに、サトウキビ栽培農民組合、かんがい協同組合等の様にそれぞれの活動に於ける特別の事柄を扱ういくつかの特定の協同組合がある。

農作物の流通経路は非常に複雑で、米と砂糖を除き、産物が生産者から消費者に渡るまでの経路をたどるのが実際には困難な市場構造を持っているのが実状である。

米価は普通他の主要商品の価格の変動を左右するものであるので、政府は生産者と消費者双方の生活費に大きな影響を及ぼすことのないように、最低米価を定めて米価を統制している。

農産物の流通経路の複雑なことは、しばしば、消費者価格を上昇せしめると共に、生産者の収入をも減ずる結果となる。生産物の適切な流通市場の確立が必要である。

2 - 6 畜産、漁業及び林業¹

(a) 畜産は農業経済開発上重要な役割を果たすものである。最近の成長経済は当流域に於ける畜産を振興した。主として地方の需要又は国内需要を満たすため農民及びいくつかの牧場で数多くの大小の家畜が飼育されている。

しかしながら流域には家畜の飼料を栽培するための土地が少いため、家畜を養う飼料は通常不足している。人間と家畜は食

¹ : 付属報告書第3部第VII章参照

料生産のための土地の奪い合いをしている様な状態である。従つて、飼料の問題が解決されない限りこれ以上家畜の数を殖やすことはかなり難しくなるであろう。

飼料の供給に限度がある以上、今後は家畜の頭数を増やすことよりもより質の良い飼育が必要であろう。他方、農業が完全に機械化されない限り、将来の農業のために畜力を軽視することはできない。

又、将来国民の生活水準が向上すると、より多くの畜産物の供給が要求される。飼料資源の少いことは、これらの矛盾をどの様に解決するかという困難をなげかけるのである。

- (b) 漁業、特に内陸養魚は当流域では重要な農業活動の一つである。内陸養魚は広く行なわれており、かなりの面積の淡水又は塩水の養魚場が流域内にある。しかしこれらの養魚場は海岸沿いの低地にあり、冷凍設備のない現在は遠隔地への魚の供給を目的としたものではない。内陸の遠隔地では、小規模な養魚場又は水田で淡水魚を養殖するか又は自然の湖、沼又は川で魚を取る。最近の米の増産計画による水田に於ける農薬の使用は、淡水の汚染の問題を生じ、水田に於ける養魚に悪い影響を及ぼしている。

国民の食生活が短期間に変ることはあり得ないのであるから、又国民は栄養状態の改善のためにはより多くのたんぱく質が必要であることも認識されているので、今後鮮魚の需要は急速に伸び続けるものと思われる。自由水面及びかんがい施設を流水養魚場として利用すること及び新たに建設される貯水池の利用等を充分検討する必要がある。

漁業のための基盤整備及び冷凍施設の建設は海洋漁業及び内陸漁業両方にとつて最も重要なものである。

- (c) 林業は、チーク材が少し生産される以外は、この流域では現在の所あまり重要なものではない。

流域内の森林の占める面積は極めて少ないので、現在ある森林からの生産を増やすことよりも植林をすることの方が急務といえよう。

然しながら、このことは森林の保全の問題と作物の耕作の問題が真向から対立することになる。この様な地域の多くの人々は作物を耕作することで生活をしているのであり、彼等は彼等の農地を再植林することには反対なのである。従つて、再植林計画は土地を失う人々に十分な職を与えること、又耕地を失なうことによる損失を補うに十分な利益の得られる種類の木を植えることを充分考慮した上で樹てねばならない。

Ⅲ - 3 用水および水資源

3 - 1 かんがい

1971年における本流域のかんがい地域は約382,500haである。支流における多くの堰および溪流からの小水路による分水は全地域のうち約59%をかんがいでいる。小貯水池かんがいは現存する82個所の貯水池により、このかんがい地域の約4分の1を占めている。地下水かんがい、沼沢水かんがいおよび主要支流および本流からのポンプかんがいは本地域の10%程度に当る。本流の取水堰によるものは、全地域のうち約5%をかんがいでいるに過ぎない。

かんがい地域は現存する総水田面積の約70%に達しているが、既存かんがいシステムの大部分はなお自然河川水によりその用水の供給を支配されている。総降雨は雨季においては、月間少なくとも約300mmという水稻栽培に必要な量を超えてはいるが、2週間位続く無降雨がしばしば起こるので、作物の成長に影響を与える。

乾季に雨が少なければ当然川の水は減少し、そのかんがい可能性をも狭はめる。河川流量の年間変動は雨季と乾季とでそれぞれ

れの季間平均流量比において約6，また極端な場合は約30以上である。自然水利用に当つて，このような状態は，現在のかんがい用水利用を制約している。

最近の人口増加と食料に対する需要は農業作物，特に米の生産が増加されることを不断に要求している。集約栽培はかんがい水田に対してのみ可能であり，天水田に対しては良い結果は期待できない。しかし，乾季における水稻栽培は現在わずかに69,000haすなわち総かんがい地域の約18%に限定されている。従つて，年間を通じてかんがい面積を拡張することが米の増産に対する今後の基本的解決策であるといえよう。

本流域の基準乾燥年におけるかんがい用水消費量は年間約35億 m^3 に達している。

表Ⅲ-9 現在のかんがい利用水量¹

(単位100万 m^3)

	上流 Sala 流 域	Mad i u n 川 流 域	下流 Sala 流 域	全流域
乾 季	714	432	138	1,284
雨 季	1,063	932	260	2,255
合 計	1,777	1,364	398	3,539

3-2 家庭用水およびその他の用水

上水道施設は8つの地方都市に備えられているが，いずれも水源は主として，近傍の泉に依存している。現在，流域内の都市人口の9%だけしか上水道により家庭用水を供給されていない。

Sarakartaのような大都市でさえ，普及率はわずかに17%程度

¹：なお付属報告書第4部，第I章を参照

に過ぎない。

都市用水供給施設による現在の給水量は年間約800万 m^3 であり、その内訳は、家庭用84%、工業用3%並びに公共およびその他の用途18%となつている。しかしながら、現存の給水網に生じる漏水やロスは全供給量の約30%に及ぶと推定される。本流域におけるサンプリング調査によれば、家庭用水の1戸当り消費量は都市地区においては120 ℓ /日また農村地区においては50 ℓ /日と推定される。上の数字に基づけば、本流域全体としては、年間約2億 m^3 の水が使用されているように考えられる。

表Ⅲ-10 家庭用およびその他の用途の水

	人 口	1人当り使用量 (ℓ ./日)	水使用量総計 (10^6 m^3)
給水施設をもつ都市地域	113,000	190	8
給水施設をもたない都市地域	1,142,000	90	38
農 村 地 域	8,464,000	50	154
総 計	9,719,000		200

3-3 かんがい用水の需要

本流域におけるかんがいの対象地域とされる既存の水田539000ヘクタールにおいて、次に掲げるような農作物栽培地域が設定された。

表Ⅲ-11 かんがい作物栽培面積案 (ha)

	上流Sala 流域	Madiun 川流域	下流Sala 流域	全流域
<u>雨 季</u>				
水 稲	177,200	130,360	209,100	516,600
砂糖きび	8,000	14,540		22,540
小計	185,200	144,900	209,100	539,200
<u>乾 季</u>				
水 稲	173,700	128,360	189,100	491,160
砂糖きび	8,000	14,540		22,540
たばこ	3,500	2,000	20,000	25,500
小計	185,200	144,900	209,100	539,200

上のそれぞれの流域における農作物栽培地域に対する年間かんがいに要する需要総量は下記のように13,650百万㎡と推定される。

表Ⅲ-12 かんがい水需要総量 (単位100万㎡)

	上流Sala 流域	Madiun 流 域	下流Sala 流 域	全流域
雨 季	1,125	862	1,181	3,168
乾 季	3,799	2,884	3,799	10,482
総 計	4,924	3,746	4,980	13,650

3-4 家庭用およびその他の水需要量

現存上水道施設の容量不足、都市人口の急増、生活水準の向上に伴い益々上昇する水消費量および工業用需要の増加は、将来に

おける給水需量をさらに増加することとなる。

現在の都市人口130万(1971年)は2000年には240万に増加するものと推定され、その間流域内の全人口は970万(1971年)から約1,600万に増加するものと予想される。

将来の一人当り水消費量は、各種の利用可能なデータを基礎とし、都市部で220ℓ/日、農村部で100ℓ/日と推定した。¹ 将来の総需要量は、都市部で年間192百万m³、農村部で年間496百万m³、合計688百万m³が全流域に対して推算される。

流域区分別の水の需要量は次のようになるものと思われる。

表Ⅲ-13 将来の給水需要

	上流Sala 流域	Madiun 川流域	下流Sala 流域	全流域
将来の人口 (1,000)	7,287	4,398	4,295	15,980
一人当り(ℓ/日)消費量		220	100	138
総需要水量 (10 ⁶ m ³)	314	189	185	688

3-5 総需要水量

本流域における将来の用水総需要量は年間約1,433.8百万m³と推定されその内訳はかんがいに対しては約1,365.0百万m³また家庭用およびその他の用途に対しては約68.8百万m³となる。

本流域の総合水収支は次表のように説明される。

¹：付属報告書，第4部，第1章参照

表Ⅲ-14 流域総合水収支

	上流Sala 流域	Mad iun 川流域	下流Sala 流域	全流域
<u>かんがい</u>				
将来需要量	4.924 (3.799)	3.746 (2.884)	4.980 (3.799)	1.3650 (1.0482)
現在使用量	1.777 (714)	1.364 (432)	398 (138)	3.539 (1.284)
増加需要量	3.147 (3.085)	2.382 (2.452)	4.582 (3.661)	1.0111 (9.198)
<u>家庭用その他</u>				
将来需要量	314 (157)	189 (95)	185 (93)	688 (345)
現在使用量	91 (46)	55 (28)	54 (27)	200 (101)
増加需要量	223 (111)	134 (67)	131 (66)	488 (244)
<u>総計</u>				
将来需要量	5.238 (3.956)	3.935 (2.979)	5.165 (3.892)	1.4338 (1.0827)
現在使用量	1.868 (760)	1.419 (460)	452 (165)	3.739 (1.385)
増加需要量	3.370 (3.196)	2.516 (2.519)	4.713 (3.727)	1.0559 (9.442)

注：単位：100万m³

括弧内の数字は乾季における水需要量

このように、各種の用途に対する将来の用水需要総量は約1,055.9百万m³となる。

3 - 6 利用し得る水資源

(a) 降 雨

年間の降雨量は流域における用水供給量の上限を定めるものであり、過去20年間の平均年降雨量は約2,102mmである。この値は渇水年の1,476mmから豊水年の2,894mmと変化している。その結果、流域はしばしば干ばつに見まわられてきている。1963年の干ばつ時には、乾季にはわずか20mmの降雨を記録したに過ぎなかつた。このような干ばつは1965, 1967および1972年にも記録された。

(b) 地表水

河川における年間流量特性は当該年の降雨のパターンに類似したものとなつている。河川の最大流量は雨季の末期の2月、または3月にあらわれ、また最小流量は乾季の終りの9月、または10月にあらわれる。

本流域の殆んどの支流の水はかんがい用に利用されているため、乾季には本流の流量はほとんど涸渇状態になる。一方、雨季には雨が集中するので、かんがいに使用してもなお豊富な流量が残されている。主要測水地点におけるBengawan Salaの流量は次表のようになる。[△]

[△] : 付属報告書, 第1部, 第II章参照

表 III - 1 5 月 別 河 川 流 量 (m³ / s)

測水地点	Juranggenpal (Wonogiri)	Jurug (Surakarta)	Dam Jati (Madiun)
河 川	上流 Sala	上流 Sala	Madiun
流域面積(km ²)	1,350	3,220	1,714
年平均	284	64.1	46.6
年平均最大	44.7	100.7	67.8
年平均最小	18.6	42.0	32.9
月別平均最大	64.8 (2月)	146.0 (2月)	103.6 (2月)
月別平均最小	1.8 (9月)	4.0 (9月)	4.0 (9月)
月平均最大	105.3 (1月)	237.4 (1月)	165.5 (1月)
月平均最小	0.5 (10月)	1.1 (10月)	1.9 (10月)
測水地点	Karangnongko (Cepu)	Bojonegoro	
河 川	下流 Sala	下流 Sala	
流域面積 (km ²)	10,007	1,281	
年平均	278.7	354.7	
年平均最大	438.0	550.9	
年平均最小	182.6	233.8	
月別平均最大	635.0 (2月)	812.8 (2月)	
月別平均最小	17.5 (9月)	22.4 (9月)	
月平均最大	1,032.0 (1月)	1,321.0 (1月)	
月平均最小	4.9 (10月)	6.3 (10月)	

蒸発後の降雨量と現在の水消費量との差が余剰水とみなされる。

これが開発し得る将来の用水供給に対する理論的限界を与える。流域の余剰水は実際的には各測水地点に現われる河川流量と考えられる。将来の用水供給に期待し得る余剰水の各区分流域ごとの推定値は次表の通りである。

表Ⅲ—16 余 剰 水

	上流 Sala 流 域	Madiun 川 流 域	下流 Sala 流 域	全流域
流域面積 (Km ²)	6,072	3,755	6,273	16,100
平均余剰水流量 (m ³ /s)	16.91	104.6	174.7	448.4
平均年間 余 剰 水 量 (10 ⁶ m ³)	5,333	3,299	5,509	14,141

上記の余剰水のほぼ80%は通常12月から4月までの期間に表われるため、余剰水利用の効率は雨季に貯溜した余剰水を乾季に利用する場合に最大となる。良好な貯水池地点が数少ないため本流域における可能貯水容量はそう大きく期待できない。次表に流域内の可能貯水容量を示めす。

表 III - 1 7 可能貯水容量[△] (100 万 m³)

貯水池	区分流域	流域面積 (km ²)	貯水容量	
			総量	有効
<u>多目的</u>				
Wonogiri	上流 Sala	1,350	660	440
Badegan	Madiun	223	138	109
Bendo	Madiun	138	86	68
Jipang	下流 Sala	10,820	920	740
小計			1,804	1,357
<u>単一目的</u>				
5 - 貯水池	上流 Sala	248	98.2	82.0
6 - 貯水池	Madiun	235	72.9	58.2
14 - 貯水池	下流 Sala	946	270.5	216.1
小計			441.6	356.3
総計			2,245.6	1,713.3

かくして、上記の可能貯水池容量による調整後、新たに供給し得る地表水は次表のように推定される。

[△] : 付属報告書第 4 部, 表 II - 1 1 参照

表Ⅲ-18 可能供給量¹ (100万m³)

	上流Sala 流域	Madiun 流域	下流Sala 流域	全流域
多目的貯水	539	169	1,159	1,867
池による	(439)	(152)	(857)	(1,448)
単一目的貯	78	56	205	339
水池による	(76)	(50)	(204)	(330)
新たに供給	617	225	1,364	2,206
し得る地表水	(515)	(202)	(1,061)	(1,778)

注 - 括弧内の数字は乾季(5月-10月)に供給し得る水量を示す

(c) 地下水

本流域はその地質形態によりある程度の地下水を保有していることが知られている。本部分の地下水は本流域からの二次的流出、天然泉および掘抜き井戸からの流出として乾季における河川水量に寄与している。地下水に関する水文解析によれば本流域は約7.1億m³の地下水のポテンシャルをもっている。²

しかしながら、このうち約5.0億m³は蒸発散により失われるものと推定され、従つて本流域における地下水資源のポテンシャルは総計2.1億m³程度と推定される。

¹ : 付属報告書第4部, 第II章, II-3-2参照

² : 付属報告書, 第4部, 第II章2節参照

表 III - 19 地下水資源のポテンシャル¹

	流域面積 (Km ²)	ポテンシャル	
		(10 ⁸ m ³)	(10 ⁸ m ³ /Km ²)
上流 Sala 流域	6072	1208	0.20
Madiun川流域	3755	905	0.24
全流域	16100	2109	0.13

本流域における浅井戸のサンプリング調査によれば、上流 Sala 流域および Madiun川流域における浅い滞水層、特に火山のふもとにあたる地帯では大きな可能湧出量をもっている。しかし下流 Sala 流域においてはその湧出量は、本流からの滞水層への補給の程度に依存するため、その量は少ない。

(d) 余剰水の利用可能性

本流域における将来の用水需給計画は次のように考えられる。

¹：付属報告書，第4部，表 II - 10 参照

表Ⅲ-20 将来の用水需給 (100万㎡)

	上流 Sala 流域	Madiun 川流域	下流 Sala 流域	全流域
<u>かんがい用水</u>				
将来需要	4.929	3.746	4.980	13.650
現在使用	1.777	1.364	3.98	3.539
増加需要	3.147	2.382	4.582	10.111
新規供給 可能地表水	6.17	2.25	1.364	2.206
新規供給 可能地下水	不確定	不確定	不確定	不確定
<u>家庭用及びその 他用水</u>				
将来需要	314	189	185	688
現在使用	91	55	54	200
増加需要	223	134	131	488
新規供給 可能地表水	-	-	-	-
新規供給 可能地下水	223	134	131	488

上表に見られるように、開発可能な地表水の総量は将来の流域内の総需要量を充足するにはほど遠い。殊に、将来ある程度地下水の開発が期待されるにしても、地表水が乾季におけるかんがい地域の拡張の可能性を制約することになり。しかし、将来の家庭用およびその他の用水の供給は、これに対する所要産出量が開発されるべき各水源に対し比較的小規模であるため、地下水を開発することにより充足されうるものと期待される。

結論的には、将来における総需要の22%がやつと満足される程度でしかないということになる。

Ⅲ - 4 経済開発の必要性

4 - 1 人口の成長[△]

流域の人口増加は、過去10年間、平均年率1.33%の割合で増加してきているが、ここ数年の増加率は約2%を示めしている。もしこの増加率が将来続くとすれば、流域の人口は今後約40年以内には2倍になると推定される。

一方、地方および国内の経済開発が進むにつれて、人口の農村部から都市部へ、あるいは低開発地域から開発地域への社会的移動が当然発生して来るが、農耕地の拡大がすでに限界に達していることから、流域内の余剰人口を農村部にこれ以上吸収することは實際上不可能となる。従つてこれら余剰人口は流域内外の都市部に必然的に流出せざるを得なくなる。たとえ、将来、この地域の経済開発が進むにつれて流出の割合は徐々に減少するであろうが、この傾向は将来もずっと続くものと思われる。

次表は今後30年間の流域の人口予測を示めたものである。

表Ⅲ - 21 流域の人口予測 (1,000人)

	<u>1971</u>	<u>1980</u>	<u>1990</u>	<u>2000</u>
総人口	9719	11,291	13,454	15,980
そのうち都市人口	1,255	1,512	1,933	2,397
都市人口の割合(%)	12.4	13.4	14.4	15.0

△：付属報告書、第6部 第Ⅱ章参照

4 - 2 就業機会の増加の必要性

1965 - 1971の間に、中部および東部ジャワにおける労働総人口は年間約202,000人の割合で増加している。本流域の労働人口は前記の総人口の22%に相当しているので、単純な計算によれば、この期間内に約44,500人が仕事を獲得していることになる。本流域では現在、世帯の人員構成は平均して4.7人であり、このうち就労人口は196人になつている。

このような家族構成が将来も継続され、また人口は上に述べたように増加するものと仮定すれば、本流域においては、少なくとも80,000人程度が毎年各種の経済活動に吸収されてゆかなければならないことを意味する。従つて、もし何らの就労機会が新たに追加されなければ求職者の数はつねに毎年80,000人から40,000人だけ現状の経済諸部門が提供する就労機会を超過してしまふことになる。

4 - 3 工業開発の必要性

上に述べた新規就労人口の増加が将来もたらずかも知れない潜在失業を解決するには、農業部門がこれら全ての余剰人口を吸収し得ない以上、流域自体の工業部門およびその関連部門をもできるだけ多くの就業機会を提供することができるよう、極力開発されなければならない。

この点で重要なことは、資本集約的なものより、むしろ、たとえば経済収益性が劣つても、未熟練労働者を多数雇傭し得るような労働集約的な工業部門を開発することである。流域内には大規模基礎工業を開発し得る可能性は少ないので、将来は繊維工業、軽工業、および家内工業等がむしろ有望であろう。殊に、既存の工業部門の再建は、この点早効性があると思われる。

4 - 4 移住の必要性

経済開発の進展により、かなりの就業機会が提供されるにしても、おそらくは、人口増加に追いつくことは不可能であろう。

流域外への、特に外領への移住が究極的には真剣に考えられねばならぬであろう。政府はジャワにおける人口問題を解決するためばかりでなく、外領地域の開発に必要な労働力を確保するためにも、ジャワから外領への移住に大きな努力を払ってきている。しかし、この移住の実現は、種々の理由から、現状では成功しているとはいえない。

このような外領における作業労働力は、それぞれの地方における人口増加にある程度依存することができるが、このような考え方は人口増加を抑制しようとする国家政策に背致するものである。従つて、これら外領における所要労働力は、過剰人口を保持している人口過密な地域から移動されなければならない。

もしこのような政策が実施拡大されるならば、ジャワ島の人口圧力もかなり改善されることになろう。

4 - 5 インフラ部門の改善の必要性

電力、用水供給、通信その他の公共施設等を改善することなくしては、経済開発はとうてい充分には期待することができない。

本流域の電力事情の悪さは、仮りに魅力ある資源が利用し得るにしても、企業の産業投資への関心を引きつけるには大きな障害となつている。

関連諸地域相互の経済交流を円滑化しまた外部的刺激により遠隔地域における開発を誘発せしめるには、第一に貧弱な輸送および通信の状態が改善されなければならない。

水資源の開発は住民の日常生活およびかんがいによる農作物の生産並びに工業用水の供給に密接に結びついている。約半年にも及ぶ乾季における水不足は、それだけ土地資源の生産性を大巾に阻害することになろう。

長い間のかんがい施設に対する維持、補修の欠如は、構造物の破損、水路の堆砂による埋没、水門の作動不能などのために、本来のかんがい効率を低下せしめている。流域内で最大の Dam Jati

かんがいシステムについてみると、幹線水路の効率は年々低下して来ており、現在は当初の80%程度の効率でしかない。

流域内の他のかんがい施設も殆んど同様な状態にある。このような既設かんがいシステムの修復はかんがい面積を拡張することによりかなり貢献することができよう。

また、一時的ではあるにしても、この建設そのものは過剰労働力または失業労働力を吸収する大きな雇傭機会を提供するものであり、また、職業訓練のため特別の投資をすることなくして非熟練労働者たちを訓練すると共に半熟練労働者たち、および熟練労働者たちの技術的および管理的水準を向上するために良い機会を提供することになる。

IV 開発計画

N - 1 洪水防禦計画

第Ⅲ章第1節で述べたように、Sala河の現在の常習的洪水の氾濫を解消するには、大規模な洪水防禦対策を終始一貫して計画しなければならない。計画対象高水のピーク流量は現状での最高洪水流量に比較して約2.5倍にも相当するので、¹本流域において提案されるべき洪水防禦対策は、貯水池、河道改修、築堤、遊水池、分水路または放水路および排水施設の適当な組合せにより、かなりな規模をもつものでなければならない。

1 - 1 洪水防禦対策²

(a) 本流域に対し提案されるべき基本的洪水防禦計画

上流Sala河流域において提案されるべき基本的計画はWonogiri地点における多目的ダム（流域面積1,350km²）の建設およびWonogiriとSragenとの間約117kmの区間内の河道改修から構成されよう。

Madiun川流域においては、Badeganダム（流域面積223km²）およびBendoダム（流域面積138km²）並びに既存のDam JatiとNgawiとの間の71kmの区間内の河道改修が基本的計画として提案されるよう。

また、下流Sala河流域においては、Jipang地点における多目的ダム（流域面積1,082.0km²）、Babatに近いJabung沼沢地の遊水池化およびCepuとSembayatとの間の約176kmの区間内の河道改修が基本的に提案されることになる。

上記に対する代替案としては、提案されたJabung遊水池およびBabatからSembayatにいたる下流区間における河道改修の代わりにBabat近傍からジャワ海への放水路が考えられよう。更に、右岸のJerr湿地帯の排水計画もまた下流地域における洪水防禦措置の1つとして考えられる。

¹：第Ⅲ章，1 - 2節参照

²：付属報告書，第2部，第Ⅲ章参照

(b) 上流 Sala 河流域における洪水防禦対策

この洪水防禦計画に対する基本高水流量は Wonogiri と K. Dengkeng 合流点の区間では現在の通水能力の約 10 倍に相当し、またこれに続く Sragen までの下流区間では約 8 倍に相当する。

もしこの区間の洪水防禦を単に河道改修のみで考えるとすれば、Surakarta より上流区間では約 2,000 m、また、下流区間では約 1,800 m というような、現在の河道幅約 100 m に対して、非常に幅広い河道を建設せねばならない。このことは次のような好ましからぬ影響を与えよう。即ち、河川沿いの肥沃な土地から多くの住民を追い立てることになり、また、この様な改修は下流に対して洪水流量を増加せしめ、且つ、本川沿いに設けられる河川施設の保守を困難にする。このような見地から、上流において貯水池により洪水流量を最大限に調節するように考えられねばならない。Wonogiri および Keduwan の2つの貯水池が提案される。これら貯水池と河道改修の組み合わせによる最適規模は、所要費用を比較することにより、考えられた組合せの中から決定された。

しかしながら、Wonogiri と Keduwan の組合せ計画は、所要建設費が Wonogiri 単独の場合の 192 百万ドルをはるかに超える 276 百万ドルを必要とすること¹、更にまた、この組合せによる計画は、洪水調節をより複雑かつ不安定とし勝ちであることから、最終的に採択し難いものである。

Wonogiri 貯水池と河道改修の組合せで、Wonogiri 貯水池の洪水調節能力を放流量 $400\text{ m}^3/\text{s}$ 、 $1,000\text{ m}^3/\text{s}$ および $2,000\text{ m}^3/\text{s}$ とした場合の洪水防禦計画に要する総建設費は、それぞれ 4,000 万ドル、9,100 万ドルおよび 17,500 万ドルと見積られた²。またこの比較から最も有利な結果は、Wonogiri

¹：付属報告書第 4 部，表 III - 2 参照

²：Appendix-1 参照

貯水池により洪水が最大限に調節されるような場合に生ずることが明瞭に理解される。

Wonogiri 地点での洪水期の基底流量が平均約 $400 \text{ m}^3/\text{s}$ であることから、Wonogiri 貯水池は流入量 $4000 \text{ m}^3/\text{s}$ を $400 \text{ m}^3/\text{s}$ に調節するケースを提案することとした。この規模で、下流河道改修に対する基本高水流量は Surakarta 地点での河道改修案のみの場合の $5240 \text{ m}^3/\text{s}$ に対して $1900 \text{ m}^3/\text{s}$ ですむことになる。更に、Wonogiri 貯水の洪水調節の波及効果は、下流 Bojonegoro 地点での洪水ピーク流量を $6400 \text{ m}^3/\text{s}$ から $5000 \text{ m}^3/\text{s}$ に低減させることになる。

(c) Madiun川流域における洪水防禦対策

この川の流域における基本高水流量は、平均して、既設の Dam Jati と Madiun の区間で現通水能力の約3倍、また Madiun と Ngawi との間では約5倍の大きさをもつ。

この流域においても、その洪水流量はでき得る限り上流流域に提案される Bendo 貯水池および Badegan 貯水池により調節することが望ましいのである。しかしながら、上記の両貯水池によりカバーされる流域面積は約 361 km^2 というように小さく、また、Ponorogo の上流流域に降雨が集中する場合は Madiun川の下流地域に比較して相対的にまれであることから判断すれば、これら両貯水池による洪水調節の効果は主として Ponorogo 地域において期待される。従つて、この流域における洪水防禦計画は次のように策定される。

Ponorogo 地域に対しては、洪水はでき得る限り提案された Bendo 貯水池および Badegan 貯水池により調節すべきであり、また下流 Madiun 地域に対しては、これらダムによる調節後の計画高水流量に合わせて河川改修を実施しなければならない。

河道拡幅ができないほど住居が密集している Madiun 市近傍の河川改修に対しては、ある流量を超える高水流量の場合に限

り使用される溢流形の洪水路が、Madiun 市を迂回して、その左岸に特に提案される。

(d) 下流 Sala 河流域における洪水防禦対策

この河川区間の現在の通水能力は Cepu と Babat との間では、Bojonegoro における基本高水流量 $6400\text{m}^3/\text{s}$ の約 8 分の 1 に過ぎず、また Babat から下流の区間では、この計画流量の 13 分の 1 以下である。

Bojonegoro における流量は上流流域において提案された Wonogiri 貯水池による調節が行なわれた後には約 $5000\text{m}^3/\text{s}$ に減少するものと想定されるが、それでもこの比率はなお Cepu と Babat との間では約 $1/6$ また Babat の下流においては約 $1/10$ 程度である。

従つて、このような大きい洪水流量を単に築堤と河道改良だけで処理することは實際上不可能である。というのはこの部分の河床を深く掘さくすることは、その標高の低いこと、および河川勾配が $1/8000 \sim 1/21000$ 以下と極めて緩いこと、またこの河沿いの土地は標高が低く平坦であり、かつ、人家が密集しているため、自から制約されるからである。そのために、ショート・カットおよび低水路部分の拡幅による河川改修がこの場合唯一の実際的な対策であるが、それでもなお、 18000m^3 以上の土工が必要となる。この関係からすれば、提案される Jipang 貯水池は下流 Sala 河流域における洪水防禦計画のため欠くべからざる最も基本的なものとなる。

Jipang 貯水池と下流河川に対する計画洪水量の配分は、ソロ河上流の場合と同様に、両者の組合せ費用の比較により検討された。

Jipang ダムと下流河川改修との組合せによる洪水防禦計画の建設費合計は Jipang 貯水池による調整放流量、 $800\text{m}^3/\text{s}$ 、 $1200\text{m}^3/\text{s}$ および $1600\text{m}^3/\text{s}$ の 3 つの場合に対し、それぞれ、

7,400万ドル, 9,200万ドルおよび10,800万ドルと推定された⁴。また, このコスト比較は, Jipang貯水池に洪水調節の役割りをより大きく持たせる程, 有利となることを示している。

しかしながら, 提案されたJipang貯水池の規模はある限界がある。というのはJipang貯水池はその経済性から7,400万 m^3 の容量をもつことが望まれているため, Jipang damにより洪水を $1,200 m^3/s$ に調節する場合はこの下流Sala流域に提案された。

従つて, この計画に基づけば, 下流Bojonegoro地点における計画高水流量はJipang damによる調節前の $6,400 m^3/s$ から $2,800 m^3/s$ に減少される。この結果, 下流部河道改修はこの流量の規模に合わせ従うことになる。

CepuとBabatの間の区間は, 現在, 河川勾配が約 $1/8,500$ と比較的緩いが, 蛇行部をショート・カットすることにより, $1/4,000$ 程度に改良し得よう。その結果, この区間の河道改修は現在の川幅を拡張することなく, 総量約 $5,600$ 万 m^3 の土工により実現することができよう。

一方Babatから下流の区間における洪水防禦対策は提案されたJabung遊水池, 放水路および現河道の改良等の組合わせ計画の比較により, 以下に述べるように策定された。

(i) 河道改修

この区間の河川勾配は $1/15,000 \sim 1/21,000$ というように極めて緩やかであり, また河川流路の蛇行も少ないので, よしんば蛇行をショート・カットにより改良するにしても, 河川勾配は $1/9,000 \sim 1/20,000$ 程度になるに過ぎない。

このような状態では, 洪水防禦を河道改修のみで行なうと

⁴: 付表-2参照

すれば、現在の低水路部分の幅を2.5倍にまで拡げることが不可避となる。それ故、この計画は4,700万 m^3 にもものぼる土工量と流路拡幅が河川流路の維持を困難にすることから、非実現的なものと考えられる。

(ii) 河道改修と遊水池との組合わせ

現在の Jabung 沼沢地に約6,000haの遊水池を建設することにより、この下流部の計画高水流量は、2,800 m^3/s から約900 m^3/s に調節され、以後は約1,900 m^3/s に減少する。この場合土工工事の総量は2,800万 m^3 程度であるため、この計画による現河道の改良はかなり実現可能と考えることができよう。

6,000haにも及ぶ広大な地域の水没補償を軽減するために、この遊水池の利用条件は、河川流量が1,900 m^3/s を超える時に限り使用するものとした。この利用基準は、通常の年であれば遊水池内は洪水に見舞われることがないので、遊水池内の土地を従来通り耕作に利用可能とする。

(iii) 放水路

この計画は Babat から左岸部の高さ約30mの低い丘陵部を貫通して放水路を掘さくすることによりジャワ海に直接2,800 m^3/s の高水流量を分水しようとするものである。長さ12kmのこの放水路は提案された水路の中央部分において約8kmの区間硬い岩石の丘を貫通しなければならない。また最短ルートによる場合でさえ約2,700万 m^3 の掘さく総量の工事が行なわれなければならない。このような巨大な工事の可能性は経済性という点ではかなり疑わしいものがある。

(iv) 放水路と遊水池との組合わせ

この計画においては、放水路の所要能力は Jabung 遊水池により約900 m^3/s 調節した後の約1,900 m^3/s に縮小される。この所要能力の減少を考慮してもなお、建設工事量は以

然として大きく、遊水池に要する費用をも含めて考えると、この計画もまた望ましくないように思われる。

上記の(i)から(iv)までの検討で明瞭に理解されるように、計画(ii)“遊水池と河道改修との組合わせ”がBabatから下流区間の洪水防禦対策としては最も望ましいものと考えられる。

上記とはまた別に、Jero湿地帯の排水計画が次の2つの場合につき検討された。

- この湿地の水を既存のKuro水門からSala河に直接排水する案。 - 既存の支流K. Corongを改修して湿地の水をMadura海峡に排水する案。

前者の場合には、Sala河の水位は洪水期においては湿地の地盤高よりもつねに高いため、この湿地の水の自然排水は實際上不可能であろう。換言すれば、Kuro地点におけるSHVP標高0mの水位に相当するSala河の流量はわずかに $300\text{ m}^3/\text{s}$ でしかなく、この水位においては、Jero湿地における湛水面積は約14,400haに達しているのである。その結果として、この湿地の排水はSala河本流の河川改修工事とは無関係に、後者の案によるか、あるいは、本流へのポンプ排水によらなければならない。

1 - 2 提案された計画地点における計画高水量

本流域における上記の洪水防禦対策のそれぞれの計画地点における計画高水流量は次に記載する通りである。またFig.11は提案された貯水池 - Wonogiri, Bendo, Badegan およびJipang - による洪水調節を図示したものである。

表Ⅳ-1 計画地点高水流量

地 点	Qmax (m ³ /s)		qmax (m ³ /s/Km ²)
Wonogiri ダム	調節前	4,000	2.96
	調節後	4.00	0.30
Surakarta	調節前	1,900	0.59
	調節後	2,600	0.43
Ngawi (上流Sala)	調節前	850	3.81
	調節後	150	0.67
Bendogiri ダム	調節前	530	3.84
	調節後	100	0.72
Ponorogo	調節前	900	0.85
	調節後	2,300	1.00
Madiun	調節前	2,700	0.72
	調節後	4,100	0.38
Ngawi (K. Madiun)	調節前	1,200	0.11
	調節後	2,800	0.22
Jipang ダム	調節前	2,800	0.19
	調節後	1,900	0.13

注 - Qmax は洪水ピーク流量を示す。

qmax は洪水比流量を示す。

1 - 3 提案された計画¹

(a) 貯水池²

ここに提案された貯水池は、それぞれ、次に示すような洪

¹ : 詳細は付属報告書, 第2部, 第IV章参照

² : 付属報告書, 第4部, 第III章参照

水調節のための容量をもつよりに計画された。

Wonogiri : 220,000,000 m³

Badegan : 270,000,000 m³

Bendo : 170,000,000 m³

Jipang : 740,000,000 m³

これらの容量は、来たるべき洪水に備え、12月から3月までの洪水期間中は空にされていなければならない。

(b) 遊水池

Jabung遊水池についての容量配分は次に掲げる通りである。

- (1) 総容量は 83m SHVP 標高の満水面以下で 316,000,000 m³ である。
- (2) 自己流域からの洪水流出量は 70,000,000 m³ と推定され、これは Sala 河の洪水流入量とは無関係にこの遊水池内につねに貯溜されなければならない。
- (3) さらにまた、30,000,000 m³ の堆砂容量が備えられる。
- (4) 従つて、洪水調節のための貯溜容量は 216,000,000 m³ とする。

上記の貯溜容量を使つて、計画洪水流量 2800 m³/s をクレストが 62m SHVP 標高の越流堤から遊水池内に溢流させることにより 1900 m³/s にカットすることができる。

この遊水池は、上の様に働くように設計されているため、Jipang貯水池の完成後は洪水流量が 1900 m³/s を超える場合にはつねに水が流入することになる。

以下に要約してあるように、Jabung遊水池の建設には四きよう堤および越流堤の建設並びに作物生産の減少その他に対する補償により 68 百万ドルのコストを必要とする。

表 N-2 遊水池建設費

項目	数量	金額 (1,000ドル)
堤防築造	30 × 10 ⁶ m ²	2,160
Deversoir	2,000 m	3,140
補償	6,000 ha	1,440
その他	一式	60
総計		<u>6,800</u>

(c) 河道改修

河道改修はこの全流域内の主要河川の総延長248Kmの区間に対し提案される。すなわち、上流Sala河に対し80Km、Madiun川に対し54Kmまた下流Sala河に対し114Kmとなつている。この河道改修の方法は低水路部を掘り、蛇行部をショートカットし、また堤防を建設することによる。

すなわち、

- (1) 低水路の平面形状計画は河川流路の極端な蛇行部分を修正するという観点から策定される。
- (2) この河川の縦断形状は低水路部の平面形状計画に従い、河床の縦断形状を円滑化するよう設計される。
- (3) この河川の横断形状は複断面形状をもつよう設計され、低水路断面で頻繁に発生する中小洪水流量を、また、全断面で計画高水流量を安全に流下せしめうるように設計される。
- (4) 内水の排除はSala河の計画高水位の背水端において建設される排水路を通じ内水を各支流に集めこれより本川に排水する。これらの支流は本流沿いの堤防を延長することにより洪水から護られる。

(i) 上流 Sala 河

この河川沿いの氾濫区域の現況および地形条件を基にして、断面幅 377 から幅 495 までの区間を改修区間と定めた。現在の河道は低水路の堀さくにより複断面となる様修正し、高水敷に堤防を設けて洪水をこの河道で流すようにする。この区間の河道改修に要する建設コストは次のように推定された。

表 IV -- 3 上流 Sala 河道改修コスト

項目	数量	金額 (1,000ドル)
堀さく	165 × 10 ⁶ m ³	19,470
堤防築造	11.4 × 10 ⁶ m ³	7,980
構造物	… 式	3,321
用地取得	1,396 ha	2,317
その他	… 式	12
総計		<u>33,100</u>

(ii) Madiun 川

断面幅 0 から幅 70 までの区間は上流 Sala 河と同じ方法により改良するよう決定された。しかしながら、Ngawi 周辺および Madiun 市周辺のある区間は、人家が密集していたり、また、橋梁のような多くの施設が存在するなどして広い高水敷の建設は非常に困難である。したがって、これらの地区での河道改修は現在の川市の中で許す限り最大限に実施される。またこのため、通水能力が不足するので、Madiun 市を迂回する放水路を提案することにより補なう。計画高水流量の本川と放水路に対する振り分けと、その改修及び建設規模は次の通りである。

	本 川	放水路
計画洪水流量	950 m ³ /s	750 - 1,350 m ³ /s
川 幅	70 m	285 - 515 m
水 深	5 m	2 m

Madiun川改修計画の建設コストは次のように推定される。

表 IV -- 4 Madiun川河道改修コスト

項 目	数 量	金額 (1,000ドル)
堀さく	1.06 × 10 ⁶ m ³	12,508
堤防築造	4.88 × 10 ⁶ m ³	3,416
構造物	一 式	4,466
用地取得	1,045 ha	999
その他	一 式	11
総 計		<u>21,400</u>

(ii) 下流 Sala 河

下流 Sala 河においては、河道は現在ある堤防の幅の中で改良することを基本とし、計画高水流量をその断面内に流下せしめるようにする。河幅を今以上広げることを避けるために、低水路はできる限り広く堀削し、それでも断面が不足する場合は、堤防のかさ上げを考えることとした。

河川改良区間は、断面流18から流194までである。この改良計画の建設コスト総計は以下に示すように5330,000ドルと推定される。

表 N-5 下流 Sala 河道改修コスト

項 目	数 量	金額 (1,000ドル)
堀 さ く	$1.77 \times 10^6 \text{ m}^3$	20,886
しゅんせつ	$1.84 \times 10^6 \text{ m}^3$	15,456
堤防築造	$1.59 \times 10^6 \text{ m}^3$	11,130
構造物	— 式	4,907
用地取得	2,058 ha	857
その他	— 式	64
総 計		<u>53,300</u>

(d) 放水路

4つのルート¹の放水路が、北部丘陵地を貫通する開さく水路、またはトンネル水路により、洪水を分水するよう提案される。これらのうち、トンネル分水計画は工事量およびコストが巨額にのぼるため放棄される。

開さく水路の分水計画ルートIIはSala河下流、断面71の近傍から分岐するものであるが、これとJabung遊水池と組合せると、コスト的には最も安く、約1,0610万ドルと推定される¹。

しかしながら、Jabung遊水池と下流河道の改修計画との組合わせ計画のコスト総計が約6,010万ドルであるのと比較すれば、これもあまり実現性があるとはいえない。従って、この放水路案は下流部の洪水防禦に対しては採択しないとした。

¹： 付属報告書，第2部，第IV章第4節参照

(e) Jero 湿地帯排水計画

Jero 湿地帯は E.L. 0.0 m (SHVP 標高) から E.L. -1.5 m までの極めて低い標高の地域にあり、また雨期には約 15,000 ha の面積が常習的に冠水している。この Jero 湿地帯の排水計画は次に掲げる 2 つの方法について検討された。すなわち、K. Corong を小規模、または大規模に改良することにより Madura 海峡に排水する案。また、Kuro 地点において小規模または大規模のポンプ設備により Sala 河に排水する案。この結果、所要建設コストおよび技術的見地より前者の計画がより可能性があることが明らかになった。Corong 川改修計画は、その改修幅が 40 m である場合の方が 80 m である場合よりも経済的に有利である。従つて、Jero 湿地帯に対する排水計画は 40 m の河巾をもつ K. Corong の改修により行なうものとした。なお、これにより最高湛水位は E.L. -0.5 m (SHVP 標高) に低下させることができる。

その建設コストは次に掲げるように 5,900,000 ドルを必要とするものと推定される。

表 IV - 6 Jero 湿地帯排水計画コスト

項 目	数 量	金額 (1,000 ドル)
堀さく	$1.22 \times 10^6 \text{ m}^2$	1,436
しゅんせつ	$4.07 \times 10^6 \text{ m}^3$	3,415
堤防	$277 \times 10^3 \text{ m}^2$	194
構造物	一 式	727
用地取得	215 ha	123
その他	一 式	5
総 計		<u>5,900</u>

(f) 建設コストの要約

Sala 河流域の洪水防禦のため提案された諸計画の建設コストは次に掲げるように要約される。

計 画	計 画 地 点	建設コスト (百万ドル)
<u>貯 水 池</u>		<u>4 7 1</u> (注)
	Wonogiri (上流 Sala)	6 4
	Badegan (Madiun)	7 1
	Bendo (Madiun)	2 4
	Jipang (下流 Sala)	3 1.2
遊 水 池	Jabung (下流 Sala)	<u>6 8</u>
河 川 改 修		<u>1 0 7 8</u>
	上流 Sala	3 3 1
	Madiun	2 1.4
	下流 Sala	5 3 3
排 水	Jero 湿地帯	<u>5 9</u>
		<u>1 6 7 6</u>

(注)：貯水地コストの洪水調節担分は貯水地容量の目的別の割合に従って振り分けられている。

1-4 洪水防禦計画の実施

(a) 洪水防禦計画の実施方法

本流域の洪水防禦計画を推進するために次に掲げる事項を一般的指針として考慮しなければならない。

(i) 上流 Sala 流域

(1) Wonogiri 貯水地は上流 Sala 流域ばかりでなく、上

流 Sala 流域に対しても大きな効果をもち、640 万ドルという比較的少ない洪水調節分担コストで建設できるのでこの計画はできるだけ速やかに推進さえなければならない。

- (2) Wonogiri と Surakarta 間の河道改修は、もしそれが Wonogiri 貯水池の建設と密接に関連して遂行されるとすれば、下流部に対して洪水のピーク流量を増加することなく、洪水防禦に極めて有効に働くように思われる。この為のコストは約 510 万ドルと比較的安い。

他方、Surakarta から Sragen までの河道改修は、経済的にみて、それほど効率的ではなく、また、下流部に対しては洪水のピーク流量の増加をもたらすので、下流 Sala 流域における洪水防禦対策の進捗の度合いに従い、遂次推進されることになろう。

(ii) Madiun 流域

Badegan および Bendo 両貯水池は Ponorogo 地域に対しては十分に効果的ではあるが、その効果を Ponorogo より下流域に対してはそれほど及ぼすものとは思われない。この流域における洪水防禦の便益の大部分は Ponorogo より下流域から生ずるので、この下流域における河川改修の方が上流における貯水池調節よりも Madiun 流域の洪水防禦のためにはより有効である。

言うまでもなく、河川改修は下流 Sala 河に対する流量の増加が被害をもたらさぬように下流 Sala 流域の洪水防禦対策の実施と歩調を合わせて推進されなければならない。

(iii) 下流 Sala 流域

- (1) 提案された Jipang 貯水池は将来この流域における洪水防禦の重要な対策ではあるにしても、この貯水池は河川改修がある程度進捗してからでないと、あまり効果的ではないように思われる。この判断は、この流域の可能最大洪水

被害と平均年間洪水被害との比率が、下に示めすように、上流 Sala 河流域のそれに比して小さく、またその年最大流量の変動が Bojonegoro において最近 10 年間では $1,800 m^3/s$ から $2,600 m^3/s$ の範囲にあることから立証されるであろう。

$$\text{上流 Sala 流域：} \quad \frac{33480 \text{ 千ドル}}{3240 \text{ 千ドル}} = 10.3$$

$$\text{下流 Sala 流域：} \quad \frac{19130 \text{ 千ドル}}{9420 \text{ 千ドル}} = 2.0$$

従つて、Jipang 貯水池により、その下流河川全域にわたつて一律に洪水を調節しようとするよりは、河川改修によりまず重要な地域の常習的な氾濫を排除することから始める方がより有効であろう。

しかしながら、河川改修工事は通常大きな費用と長い期間をその完成までに必要とすることから、河川改修を開始する前に段階的建設の最も有効な工程を研究しなければならない。また、Jipang 貯水池は、下流部の河川改修がある程度進み、貯水池による調節がそれ以上の河川改修には必要となる時点で建設される必要がある。

(2) Jabung 遊水池は河川改修の完成後、始めて効果的に働くことにならう。というのは、現存の洪水氾濫地域が、河川改修がかなりの程度完成するまでは、自然の遊水池としての働きをするからである。

(3) Jero 湿地帯の排水はこの地域の集約かんがい農業のためには必須なものであるので、これはこの地域のかんがい計画に先だつて行なわなければならない。そればかりでなく、この計画は今直ちに行なうことができ、また Sala 河

のその他の洪水防禦計画とは切離して行なうことができる。

(b) 各区分流域における年間便益¹

基本計画から得られる洪水防禦の年間便益は、流域全体で1,450万ドルとなるものと推定される。その内訳は下記に示されているように、上流 Sala 流域 320万ドル、Madiun 流域 250万ドル、下流 Sala 流域 890万ドルである。

表Ⅳ-8 区分流域別の洪水防禦年間便益

上流 Sala 流域		Madiun 流域		下流 Sala 流域		全流域
地域	金額 (千ドル)	地域	金額 (千ドル)	地域	金額 (千ドル)	金額 (千ドル)
Wonogir (注1) から上流		Ponorogo (注2) から上流	120	Sabat から 上流	4,360	
Wonogiri~ Surakarta	2,250	Ponorogo~ Ngawi	2,350	Babatから(注3) 下流	4,508	
Surakarta~ Sragen	950					
総計	<u>3,200</u>		<u>2,470</u>		<u>8,868</u>	<u>14,538</u>

(注1)： Wonogiri から上流の地域は洪水防禦計画には含まれていないので、利益は期待することはできない。

(注2)： この地域においては何らの河川改修計画も提案されていないので、その洪水被害の50パーセントだけが Badegan および Bendo 貯水池計画により減少するという前提で計算された。

(注3)： この地域における便益は Sala 河からの洪水被害の減少および Jero 湿地帯の内水被害の減少の総和である。

¹：詳細は、付属報告書，第2部，第Ⅳ章参照

(c) 各計画の年間便益

マスタープランの個々の計画は相互に関連してその機能を発揮するように計画されており、個々のプロジェクトの効果は、これら関連プロジェクトが全て完成された後でないと完全に発揮されないため、ある特定のプロジェクトの便益を算定することは極めて困難である。従つて、各計画の便益は、マスタープランの全ての計画が完成された後の状態で、各計画への配分流量の大きさに比例して、各区分流域の便益を振り分けることによつて、暫定的に評価した。

各計画の年間便益および建設コストは次表のように要約される。

表Ⅳ-9 各計画の年間便益および建設コスト

計 画 別		建設コスト (1,000ドル)	年間便益 (1,000ドル)
貯水池：	Wonogiri (上流Sala)	6,400	4,000
	Badegan (Madiun)	7,100	273
	Bendo (Madiun)	2,400	168
	Jipang (下流Sala)	31,200	2,723
河川改修：	上流Sala	33,100	933
	Wonogiri-Surakarta	(5,100)	(656)
	Surakarta-Sragen	(28,000)	(277)
	Madiun川	21,400	2,029
	下流Sala	58,300	2,286
	Babatから上流	(25,000)	(1,654)
	Babatから下流	(28,300)	(632)
遊水池：	Jabung (下流Sala)	6,800	438
排水：	Jero湿地帯	5,900	1,688
合 計		<u>167,600</u>	<u>14,538</u>

区 分 流 域 別 ¹	建設コスト (1,000ドル)	年間便益 (1,000ドル)
上流Sala流域	39,500	4,933
Madiun流域	30,900	2,470
下流Sala流域	97,200	7,135
全 流 域	<u>167,600</u>	<u>14,538</u>

Ⅳ-2 農業およびかんがい開発

食料の自給自足を達成することが重要な国家目標である以上、ここで提案される開発計画は米の生産増加をそれに合わせて第1の目

¹：付属報告書，第2部，第Ⅳ章，7-2節参照

標とし、次いで農家経済の改善のため、換金作物を取り上げるものとする。

・ 2 - 1 農地利用の計画

かんがい開発により土地の生産性を増加させるため、次に掲げるよりの目標を定めた。

- (1) 雨季作物栽培の生産性を安定させること。
- (2) 雨季の米作のかんがい地域を増加すること。
- (3) 乾季の米作の栽培地域を増加すること。
- (4) 砂糖きび、たばこ、および畑作物に対してかんがい水を供給すること。

全水田面積 545,100 ha の 58% に相当する 313,600 ha が現在雨季作のためにかんがいされている。しかし、これらの地域は、しばしば作物の生育に必要な水の不足に悩まされている。栽培面積を安定させ、かつ、増加させることは水資源を開発することにより効果的に達成し得るであろう。一方、現在、僅か 68,900 ha でしか行なわれていない乾季の米作も、慢性的な水不足で悩まされている。雨季の水を貯溜し得る貯水池の建設は、乾季の栽培面積の増加を可能とする。

(a) 計画対象地域

かんがい用水資源開発に関する検討の結果、この流域では、開発可能な水資源は 311,000 ha の面積しかかんがいできないことが明らかになっている。従つて、かんがい計画対象面積は以下に示されるように 311,000 ha が定められた。

<u>区分流域</u>	<u>計画対象面積 (ha)</u>
上流 Sala 河流域	117,500
Madiun 川流域	75,900
下流 Sala 河流域	117,600
全流域	311,000

(b) 作物栽培面積

農作物栽培計画を設定する際、主たる目標を米の生産を最大とすべく定め、次いで現在流域で重要な換金作物として栽培されている砂糖きび、およびたばこの栽培面積を増加させることに置いた。基本計画に提案される栽培面積は以下に要約されている。

表 N-10 全流域に対して提案される農作物栽培面積

区分流域	(単位 - ha)			
	水 稻	砂糖きび	た ば こ	畑 作 物
上流 Sala	1 7 7, 2 0 0 (3 8, 6 0 0)	8, 0 0 0 (8, 0 0 0)	- (3, 5 0 0)	1 3 7, 5 0 0 (2 7 2, 6 0 0)
Madiun川	1 3 1, 1 0 0 (1 5, 4 0 0)	1 3, 8 0 0 (1, 3 8 0 0)	- (2, 0 0 0)	4 4, 3 0 0 (1 5 8, 0 0 0)
下流 Sala	2 0 9, 1 0 0 (5 3, 2 0 0)	-	- (2 0, 0 0 0)	1 4 5, 9 0 0 (2 8 1, 8 0 0)
全 流 域	5 1 7, 4 0 0 (1 0 7, 2 0 0)	2 1, 8 0 0 (2 1, 8 0 0)	- (2 5, 5 0 0)	3 2 7, 7 0 0 (7 1 2, 4 0 0)

注 - 括弧内の数字は乾季作栽培面積を示す。

提案された 3 1 1, 0 0 0 ha のかんがい計画対象地区においては、その農作物栽培計画は以下に掲げるように配分される。

雨季：水稻	2 8 9, 2 0 0 h a
砂糖きび	2 1, 8 0 0 h a
総 計	3 1 1, 0 0 0 h a

乾季：水稲	1 0 7, 2 0 0 h a
砂糖きび	2 1, 8 0 0 h a
たばこ	1 7, 9 0 0 h a
畑作物	3 9, 7 0 0 h a
畑作物(2)	1 2 4, 4 0 0 h a
総計	3 1 1, 0 0 0 h a

上の数字のうち、畑作物(2)の栽培面積は無かんがいの地区の面積を示す。

2 - 2 将来における農業

(a) 農耕の型式

農作物栽培の作付体系は、一般に水の利用度、土壌の特性、各種の異なつた農作物の相対的収益性、リスクおよび農民の知識等によつて影響される。現在の水稲と砂糖きび、たばこおよび畑作物の輪換栽培による農耕型式は、大きく変えられることなく、将来も続けられていくであろうが、砂糖きびおよびたばこの栽培面積がわずかに増加するものと期待される。

提案された農作物作付体系は次に掲げるように4つの型に分類することができる。

形式	農作物作付体系	輪作期間
I	水稲(R) + 水稲(D)	1 2 ヶ月
II	水稲(R) + 畑作物	1 2 ヶ月
III	水稲(R) + たばこ + 畑作物	2 4 ヶ月
IV	水稲(R) + 砂糖きび + 畑作物	2 4 ヶ月

上表の(R)および(D)はそれぞれ雨季作および乾季作を示している。

一般化された作付体系は Fig. III に描かれている。

Fig. III

一般化した作付体系
GENERALIZED CROPPING PATTERNS

流域 Name of Basin	体系 Type	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sept.
Upper Sala Basin	I	Nursery puddling		Paddy rice (R)		Paddy rice (R)		Transplanting		Paddy rice (D)			
	II	Paddy rice (R)		Paddy rice (R)		Polowijo		Polowijo					
	III	Paddy rice (R)		Paddy rice (R)		Polowijo		Polowijo Tobacco					
	IV	Polowijo		Paddy rice		Paddy rice		Sugar cane					
Madiun Basin	I	Paddy rice (R)		Paddy rice (R)		Paddy rice (R)		Paddy rice (D)		Paddy rice (D)			
	II	Paddy rice (R)		Paddy rice (R)		Polowijo		Polowijo					
	III	Paddy rice		Paddy rice		Polowijo		Polowijo Tobacco					
	IV	Paddy rice		Paddy rice		Paddy rice		Sugar cane					
Lower Sala Basin	I	Paddy rice (R)		Paddy rice (R)		Paddy rice (R)		Paddy rice (D)		Paddy rice (D)			
	II	Paddy rice (R)		Paddy rice (R)		Polowijo		Polowijo					
	III	Paddy rice		Paddy rice		Polowijo		Polowijo Tobacco					
注 Remarks:		は雨季の水稲 (R) shows rainy season paddy						は乾季の水稲 (D) shows dry season paddy					
		Sugar cane ; 砂糖さび						Polowijo ; 畑作物					
		Land preparation period is 1 month 耕作準備期間は1ヶ月とした。											

(b) 将来の農作物収量

かんがい水の供給をせずとも、農作物の収量をさらに高めることは、ある程度、農耕技術の改善および生産財貨の投入量の増加により達成し得るであろうが、農作物成育に必要な水分の不足またはこれとは反対に水分の過剰は農作物の収量の一層の増加を計るには致命的要因となる。もし水資源および洪水防禦計画が開発されるとすれば、現在の水事情はかなり改善され、適切な水の配分、必要な時期の排水管理が可能となる。将来におけるこのような改善は、確かに、農作物収量の一層の増加を約束するものである。

従つて、将来の農作物収量の増加は2段階に期待されるよう。今後10年程の計画が実現されるまでの間の第1段階では、農耕技術の大幅な進歩によつてもたらされよう。また、計画実現後の第2段階では、かんがい水の供給による効果が期待されるであろう。将来における農作物収量は次の表のように推定される。

表Ⅳ-11 計画前および計画後の主要作物収量

農作物	収量 (全流域平均)		
	現在 (t/ha)	第1段階 (t/ha)	第2段階 (t/ha)
水稲	3.06	3.82	4.89
砂糖きび	1074	1100	1100
たばこ	1.90	2.52	3.86
とうもろこし	0.57	2.00	2.00
タピオカ	3.93	5.32	5.32
さつまいも	4.30	5.44	5.44
落花生	0.55	1.00	1.08

2-3 かんがい用水資源の計画

(a) 河川流量

期待しうる河川流量は計画基準年の降雨記録から推定される。かんがい計画のための基準年は1967/1968水文年にとられた。1967年5月から1968年4月にいたる期間の降雨量は1,623mmであり、これは7年生起確率の降雨量に相当する。区分流域毎の月別比流量は以下に掲げるように計算される。

表IV-12 月別比流量 (単位: $m^3/s / Km^2$)

年	月	月別比流量			
		上流 Sala 流域	Madiun川 流域	下流 Sala 流域	
1967	5	0.015	0.013	0.006	
	6	0.008	0.007	0.003	
	7	-	-	0.003	
	8	-	-	-	
	9	-	-	-	
	10	-	-	-	
	11	0.004	0.002	0.005	
	12	0.013	0.019	0.030	
	1968	1	0.013	0.019	0.016
		2	0.058	0.032	0.038
		3	0.067	0.061	0.047
		4	0.031	0.031	0.026

(b) 貯水池

多目的貯水池 - 4個所の多目的貯水池が提案され、またこれらの貯水池の全貯水容量のうち1,357百万 m^3 がかんがい目的に対し割当てられる。

表Ⅳ-13 提案された多目的貯水池の貯水量

貯水池	流域	流域面積 (Km^2)	総貯水量 (10^6 m^3)	かんがい用容量 (10^6 m^3)
Wonogiri	上流 Sala	1,850	660	440
Badegan	Madiun川	223	138	109
Bendo	Madiun川	138	86	68
Jipang	下流 Sala	10,820	920	740
	総計	12,531	1,804	1,357

単一目的貯水池 - 5万分の1の地形図に基づいた単一目的貯水池の検討から、かんがい目的のために25個所の支流貯水池計画が作成された。これらの25個所の貯水池の総有効貯水容量は、次表に示すように、356.8百万 m^3 となる。

表 IV - 14 单一目的貯水池の貯水量

区分流域	貯水池	流域面積 (Km ²)	総貯水容量 (10 ⁹ m ³)	有効容量 (10 ⁹ m ³)
上流 Sala				
Wonogiri	Pidekso	1 1 7 2	5 0 8	4 2 8
"	Puter	6 9 7	2 3 8	1 9 5
"	Tiron	2 5 7	8 8	7 2
"	Bendungan	1 1 7	5 8	5 0
"	Nekuk	1 7 9	7 2	6 0
"	Wader	5 4	1.8	1.5
小計	<u>6</u>	<u>2 4 7 6</u>	<u>9 8 2</u>	<u>8 2 0</u>
Madiun 流域				
Madiun	Kedungbrubus	8 0 2	2 4.8	2 0.0
Ngawi	Pakulan	2 9 8	9 4	7 6
"	Kendang	9 1.4	3 0.9	2 5.2
"	Pondok	3 3 1	4.4	3 0
"	Sangiran	2 1 0	3 4	2 4
小計	<u>5</u>	<u>2 5 5 5</u>	<u>7 2 9</u>	<u>5 8 2</u>
下流 Sala 流域				
Blora	Jaga	4 3 2	1 2 0	9 5
"	Pucang	8 1.9	2 2.7	1 3 0
"	Timbun	1 1 8 0	3 2.9	2 6 1
"	Jegong	2 2 9	6 3	5 0
Bojonegoro	Pucang	1 3 9 6	2 5 2	1 8 5
"	Nglambangan	4 8 9	1 5 6	1 2 6
"	Bugel	6 3 0	1 7 5	1 3 9
"	Guwatus	9 4.5	2 9 4	2 3 7
"	Gongsan	5 2 3	1 6 3	1 3 2
"	Belah	3 9 5	1 3 2	1 0 8
Lamongan	Gondang	7 1 0	3 2 5	2 7 6
"	Kerjo	5 0 0	1 3 9	1 1 0
"	Lamong	6 0 0	1 6 6	1 3 2
"	Gawak	5 9 4	1 6 4	1 3 0
小計	<u>1 4</u>	<u>9 4 4.2</u>	<u>2 7 0 5</u>	<u>2 1 6 1</u>
総計	<u>2 5</u>	<u>1,4 4 7 3</u>	<u>4 4 1.6</u>	<u>3 5 6 3</u>

既存の貯水池 - 82 個所の既存の貯水池は将来でも乾季には重要な水源として使用されることになろう。

次表は区分流域別に、既存の貯水池の有効貯水容量および流域面積を示したものである。

表 W-15 区分流域別既存貯水池

区分流域	貯水池の数	有効容量 (10^3 m^3)	流域面積 (km^2)
上流 Sala 流域			
Sragen	13	1,564	49.4
Karanganyar	3	7,611	107.0
Wonogiri	6	8,243	39.3
Klaten	1	2,413	5.5
Boyolali	2	9,715	29.9
小計	<u>25</u>	<u>29,546</u>	<u>231.1</u>
Madiun 流域			
Ngawi	2	2,880	17.4
Madiun	3	8,628	38.4
Barat	2	2,440	6.4
Ponorogo	1	18,669	21.0
小計	<u>8</u>	<u>32,617</u>	<u>83.2</u>
下流 Sala 流域			
Bojonegoro	10	34,169	244.4
Lamongan	39	51,549	157.6
小計	<u>49</u>	<u>85,718</u>	<u>402.0</u>
総計	<u>82</u>	<u>147,881</u>	<u>716.3</u>

(c) 湧水

河川流量および貯水池以外には2種類の水源、天然泉および

沼沢が利用されている。しかしながら、沼沢は、その貯水機能が提案された排水改良計画により低下させられることになるので、計画用水源から除外する。

次表は天然泉の湧出量を記載したものである。

表Ⅳ-16 区分流域別既存天然泉

区分流域	天然泉の数	湧出量 (m ³ /s)	
		雨季	乾季
上流 Sala 流域			
Sragen	232	208	099
Karanganyar	206	345	207
Wonogiri	367	292	154
Klaten	127	360	295
Boyolali	64	259	200
小計	<u>996</u>	<u>1464</u>	<u>955</u>
Madiun 流域			
Ngawi	470	382	283
Madiun	227	062	046
Barat	156	539	359
Ponorogo	295	143	095
小計	<u>1,148</u>	<u>1,126</u>	<u>783</u>
下流 Sala 流域			
Rembang	5	082	061
Blora	3	004	003
Bojonegoro	35	539	436
Lamongan	155	116	091
小計	<u>198</u>	<u>741</u>	<u>591</u>
総計	<u>2,342</u>	<u>3,331</u>	<u>2,329</u>

2-4 提案された用水量

(a) 単位用水量

用水量のそれぞれの構成要素は次のように推定される。

- (1) 農作物の消費水量は Blaney - Criddle 法により計算される。
- (2) 水田における浸透損失は雨季においては 2 mm/日 および乾季においては 3 mm/日 となるものと推定する。
- (3) 苗代および代かきに対する水は次のように推定されている。

季節	苗代	代かき
雨季	200 mm	150 mm
乾季	300 mm	250 mm

- (4) かんがいに対する有効降雨量は1日当り 5 mm から 80 mm の降雨量の80パーセントを有効であるとし、また1日当り 80 mm 以上の雨は 80 mm が有効であると仮定して推定される。
- (5) かんがい効率は平均 0.75 になるものと定める。

それぞれの農作物作付体系に対する単位用水量は次表に示すように推定される。

表IV-17 1,000 ha 当り単位用水量

作物作付体系	(単位 - m^3/s)			
	I型	II型	III型	IV型
上流 Sala流域				
5月	1.03	0.68	0.82	0.83
6月	1.48	0.55	0.76	0.88
7月	1.45	0.52	0.52	0.76
8月	1.63	0.52	0.52	0.66
9月	1.49	0.57	0.57	0.65
10月	1.19	0.54	0.39	0.52
11月	0.51	0.43	0.17	0.06
12月	0.29	0.49	0.45	0.08
1月	0.39	0.39	0.29	0.12

2月	0.29	—	0.09	0.11
3月	0.09	—	—	0.09
4月	0.42	0.28	0.31	0.23

Madiun 流域

5月	1.03	0.54	0.69	0.85
6月	1.48	0.54	0.57	0.88
7月	1.46	0.52	0.52	0.76
8月	1.65	0.54	0.54	0.66
9月	1.49	0.57	0.57	0.66
10月	1.34	0.52	0.51	0.68
11月	0.94	0.74	0.55	0.29
12月	0.28	0.62	0.46	0.42
1月	0.42	0.25	0.46	0.14
2月	0.32	0.05	—	0.11
3月	0.09	—	—	0.02
4月	0.52	0.26	0.35	0.29

下流 Sala 流域

5月	0.97	0.63	0.63
6月	1.43	0.52	0.52
7月	1.34	0.37	0.37
8月	1.59	0.51	0.51
9月	1.39	0.51	0.51
10月	1.09	0.37	0.34
11月	0.45	0.42	0.42
12月	0.14	0.29	0.29
1月	0.54	0.71	0.71
2月	0.46	0.25	0.25
3月	0.14	0.05	0.05
4月	0.48	0.32	0.32

(b) かんがい用水全必要量

かんがい用水必要総量は、取水されるかんがい用水年間総量と配水系統の最大所要量を決定する。

表Ⅳ-18 区分流域別の総必要量と最大所要量

区 分 流 域	かんがい面積 (ha)	総必要量 ($10^6 m^3$)	最大所要量 (m^3/s)
上流 Sala 流域			
Sragen	26,000	339	4832
Karanganyar	32,400	507	6128
Wonogiri	23,600	243	4290
Klaten	21,000	351	3727
Boyolali	14,500	167	2673
小 計	<u>117,500</u>	<u>1,607</u>	<u>21,650</u>
Madiun 流域			
Ngawi	12,700	169	2266
Madiun	14,500	196	2326
Barat	32,400	326	5307
Ponorogo	16,300	322	3126
小 計	<u>75,900</u>	<u>1,013</u>	<u>13,025</u>
下流 Sala 流域			
Rembang	900	15	163
Blora	3,600	85	652
Bojonegoro	71,900	925	12833
Lamongan	41,200	927	7385
小 計	<u>117,600</u>	<u>1,952</u>	<u>21,033</u>
総 計	<u>311,000</u>	<u>4,572</u>	<u>55,708</u>

2 - 5 開発計画

311,000 ha の土地に対して提案されたかんがい開発計画は、かんがい開発計画およびかんがい改良計画の2つから成り立っている。前者は多目的および単一目的貯水池の双方により開発された新規水源によるかんがい計画であり、また後者は取水堰の新設、既存のかんがい施設や水管理等の改良により、既存の水源の集約的使用を計るかんがい計画である。

本流域計画に対しては、10地区のかんがい開発計画が新規貯水施設の建設により、112,300 ha の面積を支配するよう提案され、また12地区のかんがい改良計画が既設水源および配分システムの改良/修復により198,700 ha の面積に対し提案される。

かんがい区域を選択するに当つては、既存の技術的 (technical) かんがい地区が優先されるが、提案された水源から遠く離れているわずかな面積の既存のかんがい地区は除外されている。その反面、この水源に近接した天水田地区が対象区域として選択される。

162,000 ha の既存天水田面積のうち約45,000 ha がこの計画実現後は技術的 (technical) かんがい水田に転換されることとなる。

(a) かんがい開発計画

(i) Wonogiri かんがい開発計画

提案された Wonogiri 貯水池は、かんがい用として、約440万 m^3 の貯水量をもっている。この貯水量により、Seksi Sragen および Karanganyar のかんがい地区、約22,000 ha がかんがいでき、この地域にI型からIV型までの作付体系を適用することにより、作物栽培面積は約42,000 ha に増加される。

この地域に対するかんがい用水は、最大50.5 m^3/s が Colo 取水堰から取り入れられ、右岸地域に対しては45 m^3/s および左側地域に対しては5.5 m^3/s が、延長157 Km, 35 Km の幹線水路により給水される。Wonogiri 貯水池のコストを除外して、

この計画の建設コスト推定額は下表のようになる。

表Ⅳ-19 建設コスト		(1,000ドル)
項目	数量	金額
Colo取水ダム		3,000
幹線水路	192Km	2,820
配水システム	22,000ha	5,500
用水取得		920
一般経費その他		3,060
総計		<u>15,300</u>

(ii) Badegan かんがい開発計画

109百万m³のかんがい用貯水容量をもつ Badegan 多目的貯水池により、4,800haの地域は水稲の2毛作を導入することができる。4,800haのうち、3,000haはPonorogo周辺に拡がっている既存の水田地区をカバーし、また残りの1,800haは既存のDam Jati 系統内の地区をカバーする。この計画は、既存のSumorobangun 取水堰の代わりに、新たな取水ダムおよび延長15Kmの幹線水路の建造、および既存の配水システムの改良を含んでいる。Bandegan ダムのコストを除外し、この計画の建設コストは次表のように推定される。

表Ⅳ-20 建設コスト		(1,000ドル)
項目	数量	金額
取水ダムと取水施設		480
幹線水路	15 Km	82
配水システム	4,800 ha	960
用地取得		37
一般経費その他		361
総計		<u>1,920</u>

(iii) Bendo かんがい開発計画

提案された Bendo 多目的貯水池の 6,800 万 m^3 の貯水容量を利用することにより，3,000 ha の地域をかんがいすることができる。既存の 3 つの取水ダムに加え，1 個所の取水ダムおよび延長 19 Km の幹線水路がこの計画では建設される。

項目	数量	金額
取水ダム		400
幹線水路	19 Km	68
配水システム	3,000 ha	600
用地取得		46
一般経費その他		266
総計		<u>1,380</u>

(iv) Jipang かんがい開発計画

Jipang 多目的貯水池に貯溜される有効貯水量 740 百万 m^3 は，下流 Sala 流域に拡がる地域にかんがい用水を供給することができる。水田 54,000 ha が雨季に，また水田 34,000 ha，たばこ 10,000 ha，および畑作物 10,000 ha が乾季に，それぞれ，かんがいされる。計画対象地域の地形は極めて平坦であるため，このかんがい計画の支配地域は細長い帯状となり，そのため全長 346 Km にも及ぶ幹線水路が配置されねばならない。この地域内には，約 48,400 ha にも及ぶ広大な沼沢地域が存在する。この沼沢地域は洪水調節対策により排水するよう計画される。

この地域へのかんがい用水は，Jipang 発電所の放水路端より取水され，32,000 ha の右岸地区に対しては長さ 187 Km の幹線水路を通し，最大 $60 m^3/s$ を，また 22,000 ha の左岸地区に対しては，Jipang ダムの直ぐ下流で Sala 河を横断する長さ

159 Kmの幹線水路を通じて最大40m³/sが供給されることになる。

このかんがい計画の総建設コストは次表のように推定される。

項目	数量	金額
取水施設		880
幹線水路	346Km	13740
配水システム	54,000 ha	15540
用地取得		2890
一般経費その他		8250
総計		41300

(Ⅴ) 単一目的かんがい開発計画

前に述べたように、総計25個所の単一目的貯水池が多目的貯水池諸計画により利益をうけられない地域のために、支流の水を利用すべく提案されている。これらの支流貯水池によつて提案されたかんがい地域は全流域で約28500haになり、各かんがい管区別には下記のようになる。

Seksi	貯水池	全貯水量 (10 ⁶ m ³)	かんがい面積(ha)
Wonogiri	6	820	6100
Ngawi	4	382	2900
Madiun	1	200	1000
Blora	4	586	3600
Bojonegoro	9	1299	13700
Lamongan	1	276	1200
総計	25	3563	28500

- (1) Seksi Wonogiri 地域 - Wonogiri 貯水池の上流において, K. Gares および K. Pidekso の 2 個所の支流かんがい区域が考えられる。K. Gares かんがい区は 2,500 ha をかんがいするため 4 個所の貯水池を含んでおり, K. Pidekso かんがい区は 3,600 ha をかんがいするための 2 個所の貯水池を含んでいる。
- (2) Seksi Ngawi 地域 - この地域は Ngawi 西側, Sala 河の北側の土地 2,900 ha の地域を, K. Tapen, K. Gurdo, K. Rejuno および K. Papungan に 4 つの貯水池を設け, それぞれによりかんがいするように計画される。
- (3) Seksi Mediu n 地域 - この地域は Caruban 北部の K. Gandul に沿った地域である。Kedungbrubus 貯水池が約 1,000 ha をかんがいするために設けられる。
- (4) Seksi Blora 地域 - Randublatung 近くの Jipang 貯水池西側の地域で 4 個所の支流区から構成される。4 個所の貯水池はそれぞれ K. Klatak, K. Sambangwangen, K. Wulug および K. Glاندang 区を構成し, 全体で 3,600 ha の地域をかんがいするために建設される。
- (5) Seksi Bojonegoro 地域 - 5 個所の支流かんがい区から構成され, 総面積 13,700 ha が 9 個所の支流貯水池によりかんがいされる。2 つの区は Jatirogo 近傍の K. Kuning の上流域に位置し, そして, これらのかんがい地域は, K. Kedunggede および K. Guwoterus に設けられる Bugel および Guwoterus の両貯水池により合計 3,300 ha となる。1,000 ha を支配する K. Baktokan かんがい区は Pucung 貯水池と共に Pandagan 付近の Sala 河の北側に位置している。もう 1 つの単一区は 2 個所の貯水池により 1,500 ha の地域をかんがいするように K. Gandong 流域に計画される。既存の Pacal かんがいシステムは Bojonegoro 南側地域に位置している。しかしながら, この Pacal ダムの貯水容量は既存の 16,700 ha 全体に給水するには充

分ではない。4個所の単一目的貯水池計画が7500haをかんがいすると共に、既存のPacal地区に対しても補水するよう提案される。

- (6) Seksi Lamogan 地域— 1,200ha が K.Gondang に設けられる Gondang 貯水池によりかんがいされるよう提案される。

これらの支流のかんがい計画に対して必要とされる建設コストの総額は次表のように推定される。

表Ⅳ—24 単一目的かんがい開発計画の建設コスト

Seksi	かんがい区	(1,000ドル)
		金額
Wonogiri	2	26,500
Ngawi	4	12,900
Madiun	1	4,900
Blora	4	18,000
Bojonegoro	5	43,200
Lamongan	1	4,600
総計	17	110,100

- (b) かんがい改良計画

既設かんがいシステムの現況は、構造物の老朽化、水路の堆砂、および、配水施設の維持管理の不備などにより、満足できる状態にない。既存の諸水源を十分に利用するためには、既存のかんがい施設の改良／修復が根本的に必要となる。

このため、次表のように、流域内で全部で12地区のかんがい施設改良／修復計画が提案される。

表Ⅳ-25 かんがい改良計画

Seksi	対象地域 (ha)	推定コスト (1,000円)
Sragen	16,500	4,100
Karanganyar	19,900	4,950
Wonogiri	17,500	4,850
Klaten	21,000	5,220
Boyolali	14,000	3,600
上流 Sala 小計	<u>89,400</u>	<u>22,220</u>
Ngawi	9,800	2,430
Madiun	13,500	3,850
Barat	31,200	8,380
Ponorogo	9,700	2,400
Madiun 小計	<u>64,200</u>	<u>16,560</u>
Rembang	900	220
Bojonegoro	34,200	8,500
Lamongan	10,000	2,500
下流 Sala 小計	<u>45,100</u>	<u>11,220</u>
全流域	<u>198,700</u>	<u>50,000</u>

2-6 かんがいの便益

提案されたかんがい開発計画の便益は、計画実現の以前・以後における農作物生産の純増加に基づいて推定される。この便益の算定に際しては次のような仮定がもうけられる。

- (1) かんがい補水は水田に対してのみ期待されるので、畑作地域における農作物の増加は、仮に農耕技術の改良により増収が期待されるとしても、考慮には入れない。
- (2) 米はインドネシアにおける国際的貿易商品の1つであるから、米の世界市場価格を便益評価に当つては採用する。そして単価は

c.i.f. Surabaya および Semarang 160ドル/tとする。

(3) その他の農作物の評価はそれぞれの農家軒先価格に基づいて算定される。

提案された開発諸計画から得られる便益は次表のように評価される。

Table IV - 26 予想便益

計 画	計画面積 (ha)	耕作面積 (ha)	年間便益 (1,000ドル)
I <u>かんがい開</u>			
<u>発計画</u>			
(1) Wonogiri	22,000	42,000	7,111
(2) Bendo	4,800	9,600	1,926
(3) Badegan	3,000	6,000	1,204
(4) Jipang	54,000	108,000	15,603
小計	<u>83,000</u>	<u>165,600</u>	<u>25,844</u>
(5) Seksi Wonogiri	6,100	11,100	1,975
(6) Seksi Ngawi	2,900	4,860	901
(7) Seksi Madiun	1,000	1,930	381
(8) Seksi Blora	3,600	6,670	1,068
(9) Seksi Bojonegoro	13,700	21,790	3,387
(10) Seksi Lamongan	1,200	2,400	389
小計	<u>28,500</u>	<u>48,750</u>	<u>8,101</u>
(I)の合計	<u>112,300</u>	<u>214,350</u>	<u>33,945</u>
II <u>かんがい改良計画</u>			
(1) 上流 Sala 流域	89,400	116,000	12,710
(2) Madiun 流域	64,200	85,510	8,288
(3) 下流 Sala 流域	45,100	59,940	8,137
(II)の合計	<u>198,700</u>	<u>261,450</u>	<u>29,135</u>
総 計	<u>311,000</u>	<u>475,800</u>	<u>63,080</u>

N - 3 水資源開発計画¹

本流域の水資源開発計画として、最終的に本流4個所の多目的貯水池および支流に計画される25個所の貯水池が提案される。

本流のWonogiri, Badegan, Bendo および Jipang 等の多目的貯水池は、主として洪水調節・かんがい用水補給および水力発電の諸機能をもつよう計画される。本流域における都市用水供給は地下水開発に依存するほうがより望ましいであろう。何故ならば、流域はかなり地下水資源に恵まれていることによる。淡水漁業、舟運、レクリエーション、河川浄化水などの目的は現在それほど重要とは考えられない。

多目的貯水池を計画するに当っては、洪水調節に最重点が置かれ、かんがい用水補給がこれに次いでいる。従ってこれら貯水池の貯水容量は、どの場合も、最初に洪水調節分が割り当てられ、残りの貯水容量がかんがいその他に割り当てられる。

水力発電の放流計画は利水面に於ける水利用の重要性の度合、ならびに代替貯水池を得ることの困難さの度合を考えて、かんがい用水の放流計画に従属させる。洪水調節目的に対するこのような貯水容量の優先的割当ては、一見利水目的に対する貯水容量を制約するようにみえるが、実際にはそうではない。というのは、今回の貯水池に対する基本的計画基準は、貯水池地点の物理的条件がその規模を制限しない限り、最大限にそれぞれの流域の水資源を開発するように考えられているからである。

これら貯水池の主要計画概要は表N-28に示す。

488百万 m^3 の家庭用水および工業用水の増加需要は基本的には地表水の開発に依存しないで、流域内に21億 m^3 のポテンシャルがあると推定されている地下水をその時に応じて開発する必要がある。

¹ : 付録報告書第4部参照

¹ : 付録報告書第4部第III章2節参照

3 - 1 Wonogiri 多目的貯水池

(a) ダムサイト

このダムサイトは Wonogiri の町から上流約 2 Km に位置している。この近くで、右岸の支流 K. Keduwan が Bengawan Sala に合流している。K. Keduwan との合流点の直下流と、またそれより約 2 Km 上流の地点と 2 個所の適当なダムサイトが提案されている。これら 2 個所のダムサイトの地形的および地質的条件を考え、また上流サイトでは下流サイトの流域面積の約 40 パーセントが除外されることを考慮すると、下流サイトの方が有利であるとして選択される。

このダムサイトの左岸は徐々に斜面が急になっているが、右岸は河床から 25 m 位までは穏やかな斜面となっており、そこから頂部標高が 140 から 145 m (S. H. V. P 標高) の比較的薄い尾根が約 2 Km 続いている。従って、ダムの天端は 145 m の標高以下に定めることが望ましい。そのダムサイトの基礎は河床部分が数 m の砂利層により、また兩岸の取付部分が 2 ~ 4 m の表土層に被われた集塊凝灰岩より成り立っている。

(b) 貯水池の規模

Wonogiri 流域における水資源を最大限に開発するために必要な貯水容量は約 510 百万 m^3 であると推定される。この貯水容量は Wonogiri 貯水池による 440 百万 m^3 と上流の支流の 6 個所の貯水池による 698 百万 m^3 とで確保される。

ダムは高さ 31.5 m、堤体積約 850,000 m^3 のロックフィル・タイプにより建設される。

(c) 洪水調節

Fig. II に示されているように、このダムにおいて 4,000 m^3/s の計画高水流量を 400 m^3/s に調節するためには、220 百万 m^3 の貯水容量を洪水調節に対し優先的に割当てる。この流量調節は Surakarta において 5,300 m^3/s の計画洪水流量を 1,900 m^3/s に

減少でき、また下流 Bojonegoro においては、計画高水流量 6,400 m^3/s を Jipang 貯水池と合わせて 2,800 m^3/s に減少させるような効果をもたらそう。

この貯水容量のうち、7,000 万 m^3 は、4 月以降余剰水を貯溜することにより、かんがい補給および水力発電のための使用することができる。

(d) かんがい用水補給

貯水容量 440 百万 m^3 により、年間約 5 億 3,900 万 m^3 (このうち約 4 億 3,900 万 m^3 が乾季の 5 月 - 10 月の間) が、そのダムの下流約 14 Km において計画される Colo 取水堰を通じ、上流 Sala 河沿いの 22,000 ha の農地をかんがいするために配分される。

(e) 水力発電

水力発電のための単独の貯水容量は特にとらず、かんがいに対する貯水容量を水力発電に対してもまた使用するよう計画する。この計画によれば、ダムの直下流に発電所を建設することにより、最大有効落差 23.7 m を利用して最大流量 65.1 m^3/s で最大 13,300 KW の発電がピーク運転により期待される。年間発生電力量は 34,100 MWH になる。Colo 堰に afterbay の役割りをもたせる。

(f) 建設コストおよび便益

この計画に関する建設コストおよび年間便益は以下のよう推定される。

建設コスト (1,000 ドル)

貯水池およびダム	:	19,200
かんがい施設	:	15,300
水力発電所	:	5,300
総計	:	<u>39,800</u>

年間便益 (1,000 ドル)

洪水調節	:	4,000
かんがい	:	7,111
水力発電	:	571
総計	:	<u>11,682</u>

3 - 2 Badegan 多目的貯水池

(a) ダムサイト

提案されたダムサイトは Ponorogo の西方約 17m の K. Madiun の左支流 K. Semorobangun に位置している、山岳部から流下する K. Semorobangun はこのダムサイト付近で平原に出る。このサイトの谷幅はかなり広く、また兩岸の取付部は緩やかな傾斜面を形成している。このダムサイトにおける基盤岩は集塊凝灰石である。

(b) 貯水池の規模

この貯水池の規模は特にダムサイトにおける地形的および地質的条件により限定されることはなく、また同貯水池による水没対象面積およびその人口はそれほど大きくない。従って貯水池の規模はでき得る限り大きくするほうが望ましい。

ダムは高さ 60.5m および堤体積約 7750 千 m^3 のロックフィル・タイプで建設されよう。

(c) 洪水調節

2,700 万 m^3 の貯水容量が、Fig. II に示されるように、 $850 m^3/s$ の計画高水流量も $150 m^3/s$ に調節するため洪水調節用として割り当てられる。この流量調節の結果、Ponorogo においては、 $1,400 m^3/s$

の計画高水流量を $900 m^3/s$ に、また、Madiun においては、 $2,600 m^3/s$ の計画高水流量を Bendo 貯水池の調節効果と合わせて $2,300 m^3/s$ にそれぞれ減少させることができる。

4 月以降余剰水を貯溜することにより、この容量のうち、1,600 万 m^3 はかんがい用水補給および水力発電のため使用することができる。

(d) かんがい用水補給

貯水池は 109 百万 m^3 の容量をかんがい用として貯溜する。その結果、5 月から 11 月までの期間においては、108 百万 m^3 の水を既存の取水堰を通じ Ponorogo 周辺の 3000ha の面積に対し、また下流 Madiun 流域の既存の Dam Jati 取水堰により支配されるかんがい地域内の 1,800ha 分に対しそれぞれ補給することができる。

(e) 水力発電

ダムの建設により 570 m の最大有効落差が利用可能となり、ダム直下流に設けられる発電所は最大使用水量 $1.22 m^3/s$ で 6000 KW の最大出力を発電することができる。年間発生電力量は、18800 MWH が期待しうる。

(f) 建設コストおよび便益

この計画の建設コストおよび年間便益は次のように推定される。

建設コスト (1,000 ドル)

貯水池およびダム	:	36000
かんがい施設	:	1920
水力発電所	:	2580
総計	:	<u>40500</u>

年間便益 (1,000 ドル)

洪水調節	:	273
かんがい	:	1926
水力発電	:	258
総計	:	<u>2457</u>

3 - 3 Bendo 多目的貯水池

(a) ダムサイト

Bendo ダムサイトは Ponorogo の東南約 15 Km、Madiun 川の右支流 K. Ngindeng に位置している。右岸の尾根と左岸の連続す

る山塊との間に位置する狭い溪谷部は，Sala 流域にはまれにしか見られない典型的なダムサイトを型成している。

右岸の 線は薄く，また，ダムサイト近くの頂部標高は SHVP 標高で約 245m であり，これによりダムの高さはある程度制限される。この付近の基盤は集塊凝灰石であり，その上層部の深さ 10～20 m は風化しておりかつ，キ裂が多いと想定される。

(b) 貯水池の規模

貯水池地域の状況は Badegan サイトと同じでありそこで，貯水池の容量は流域内の水を可能な限り調節できるよう最大規模で計画される。

ダムは高さ 80.5m，異体積 2,110 千 m^3 のロックフィル・タイプで建設されよう。

(c) 洪水調節

1,700 万 m^3 の貯水容量が，Fig. II に示されているように，計画高水流量 530 m^3/s を 100 m^3/s に調整するため，洪水調節用として割当てられる。この流量調節の結果，Ponorogo においては，1,400 m^3/s の計画高水流量は 900 m^3/s に，また Madiun においては，2,600 m^3/s の計画高水流量が Badegan 貯水池の調節効果と合わせて 2,300 m^3/s にそれぞれ減少される。

4 月以降余剰水を貯溜することにより，この貯水容量のうち 1,000 万 m^3 はかんがい補給および水力発電に使用することができると見られる。

(d) かんがい用水補給

6,800 万 m^3 の貯水容量が本貯水池においてかんがい用に割り当てられる。この計画によると，5 月から 11 月までの期間 6,500 万 m^3 の水が既存の取水堰を通じ Ponorogo 周辺の 3000 ha の地域に補給される。

(e) 水力発電

貯水池のこの規模に従い、発電所をダムのおすぐ下流に設けることにより、560mの最大有効落差が得られる。最大使用水量78 m³/s で8500 KWの最大出力の発電が可能と期待される。年間発生電力量10,000 MWHが生み出される。

(f) 建設コストおよび便益

この計画の建設コストおよび便益は次のように推定される。

建設コスト (1,000ドル)

貯水池およびダム	:	1,190
かんがい施設	:	1,380
水力発電所	:	1,760
総計	:	<u>1,504</u>

年間便益 (1,000ドル)

洪水調節	:	168
かんがい	:	1,204
水力発電	:	136
総計	:	<u>1,508</u>

3 - 4 Jipang 多目的貯水池

(a) ダムサイト

Jipang ダムサイトはCepuの上流的6 Kmに位置している。Bengawan Salaは、比較的急な勾配で、Ngawiから丘陵部を貫流した後、きわめて緩い勾配で蛇行しながらKarangnongko付近で平地部に出て、ダムサイトまで約17 Kmを流下する。この付近で川幅は約150 mである。左岸部の土地は、ダムサイト付近でその地表勾配は1/400位と極めて平らである。一方、右岸部は、河床から約20 mは急傾斜であるが、その奥は畑やパーク林の中を上下にうねりながら徐々にE.L. 50 mまでよりつめる。

ダムサイトの基礎は砂層を挟在する泥灰質粘土から成り、基礎

岩盤は期待できない。しかしながら、この泥灰質粘土層は固くしまっており、杭打ちによりコンクリート構造物の基礎として十分な支持力をもつものと期待される。基礎地盤の透水係数は粘上層においては 10^{-5} cm/s 、および砂質層においては 10^{-4} cm/s 程度であるため、浸透線 (seepage line) を伸ばすためにケミカル、グラウティングおよびシート・パイリングが必要となる。

(b) 貯水池の規模

もしこの貯水池規模を EL. 420 (S.H.V.P 標高) を超える水位に H.W.L を決める計画とすると、貯水池の背水は Madiun 川と Sala 河との合流点に位置する Ngawi からはるか上流、Sala 河においては上流 40Km また、Madiun 川においては 30Km 辺まで達することとなる。その結果、この流域の経済開発のため極めて重要な広大な土地の水没を急激に増加せしめることとなる。

Ngawi および近傍の地域に致命的な影響を与えない Jipang 貯水池の最高貯水位の限界は、従って、EL. 420m (S.H.V.P 標高) の近くにあるものと判断される。このように、慎重な工事を必要とする地質条件や地形条件から貯水池の規模が制約されるのではなく、上に述べた水没の問題がむしろ制約条件となる。

従って、貯水池の最高貯水位は 420m に定め、7 億 4000 万 m^3 の有効貯水容量が洪水調節、かんがい用水補給および水力発電用に確保される。

ロック材料が経済的距離の地域内では利用し得ないこと、およびダムサイトの地形・地質条件を考えて、ダムは高さ 27.5m、堤体積 4,200 千 m^3 のアースフィル・タイプにより建設されよう。

(c) 洪水調節

7 億 4,000 万 m^3 のこの貯水容量は、上流の貯水池群により $6,300 \text{ m}^3/\text{s}$ から低減された $4,100 \text{ m}^3/\text{s}$ の計画洪水流量を Fig. II に示されるように、更に $1,200 \text{ m}^3/\text{s}$ に調整することとなる。その結果、下流 Bojonegoro における $6,400 \text{ m}^3/\text{s}$ の計画洪水流

量は $2,800 \text{ m}^3/\text{s}$ に低減される。この貯水容量は、来るべき洪水に備え、洪水期の 12 月 - 3 月の間、空に保たれなければならないが、この貯水容量はまた、4 月以降余剰水を貯溜することにより、かんがい補給、および水力発電のため使用される。

(d) かんがい用水補給

4 月以降貯溜される 7 億 4,000 万 m^3 の貯水量の使用により、11 億 5,900 万 m^3 (そのうち乾期 5 月 - 10 月の間に 8 億 5,700 万 m^3) の水がダムの下流に設けられる取水堰を通じ、下流 Sala 河に沿い兩岸の 54,000 ha の農地をかんがいするために配分される。

(e) 水力発電

ダム直下流に発電所を設けることにより、15.5m の最大有効落差が利用でき、 $1,350 \text{ m}^3/\text{s}$ の最大使用水量で、最大出力 18,000 KW の発電が期待できる。年間発生電力量は 7,080 MW が生み出される。

(f) 建設コストおよび年間便益

この計画の建設コストおよび年間便益は次のように推定される。

建設コスト (1,000 ドル)

貯水池およびダム	:	6,230
かんがい施設	:	4,130
水力発電所	:	815
総計	:	<u>11,175</u>

年間便益 (1,000 ドル)

洪水調節	:	2,723
かんがい	:	15,603
水力発電	:	719
総計	:	<u>19,045</u>

3 - 5 かんがい用単一目的貯水池

全部で 25 の貯水池が、かんがいの地方需要に呼応するため、支

流に建設されることになる。これらの計画は次のように要約される。

表Ⅳ - 27

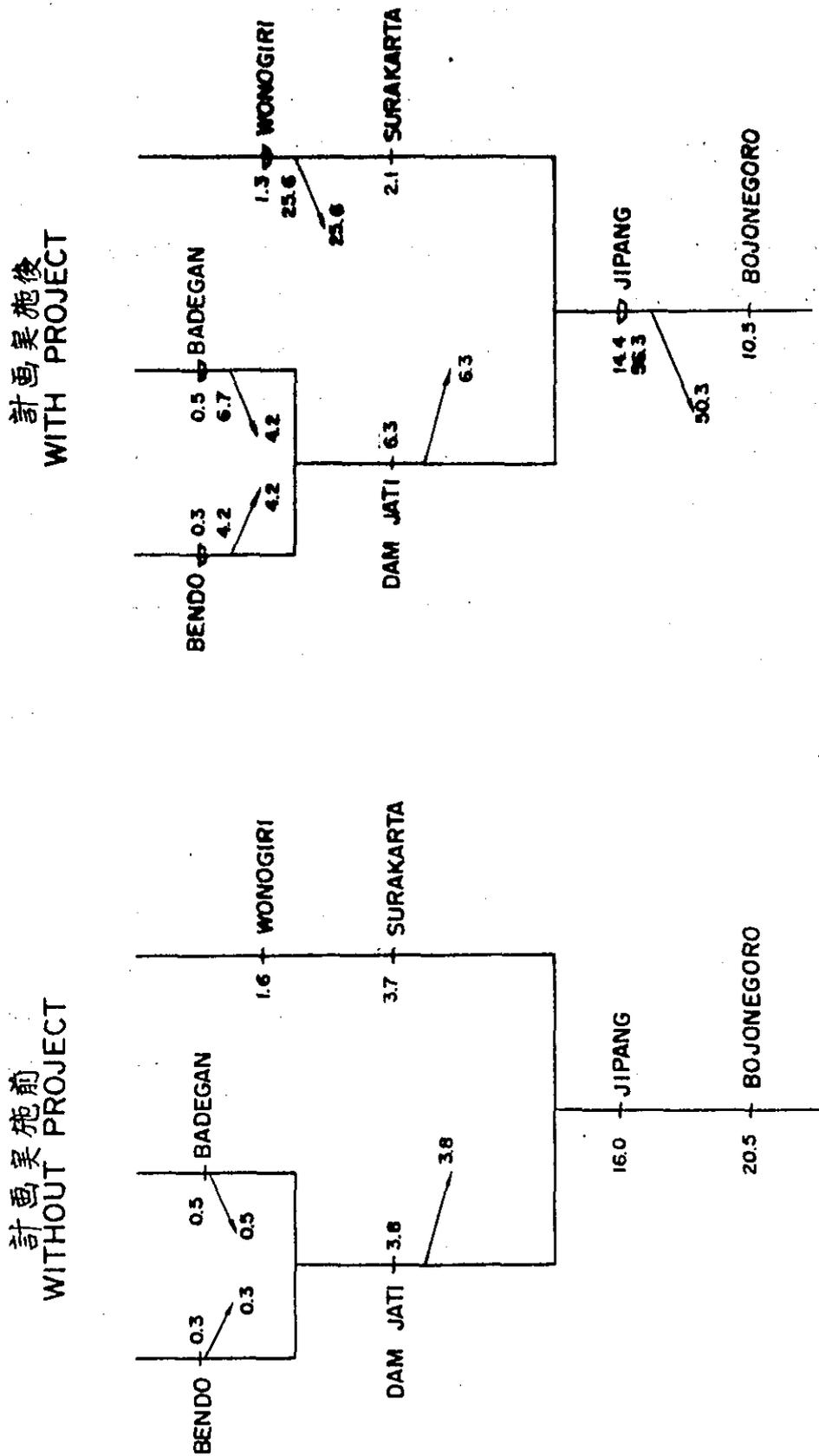
単一目的貯水池かんがい計画

	上流 Sala 流域	Madun 流域	下流 Sala 流域	全流域
貯水池の数	6	5	14	25
有効貯水容量 ($10^6 m^3$)	820	582	2160	3563
かんがいし得る面積 (ha)	6,100	3,900	18,500	28,500
建設コスト (1,000ドル)	26,500	17,800	65,800	110,100

3 - 6 低水の流量配分

乾季の河川流量は現在極めて貧弱であるが、貯水池の建設によりかんがい需要を満たすべくかなり改善されよう。Sala河の主要地点における代表的渇水年の乾季(6月~11月)の平均流量の配分は計面前および計画後についてFig.Nに示めされる。

Sala 河の低水流量配分図
 Fig. IV LOW WATER DISCHARGE DISTRIBUTION OF SALA RIVER



注：上段の数字はダム地点の流入量を示す。
 下段の数字はダムよりの調節放流量を示す。
 単位：m³/s

Note: Upper figures indicate inflow discharge at dam site.
 Lower figures indicate outflow discharge at dam site.
 Unit: m³/s

表Ⅳ - 28

多目的貯水池計画の諸元

	<u>Wonogiri</u>	<u>Badegan</u>	<u>Bendo</u>	<u>Jipang</u>
流域面積 (Km ²)	1,850	228	138	10,820
貯水池				
H.W.L (m)	1375	1970	2280	420
N.H.W.L (m)	1855	1950	2250	420
洪水期制限水位 (m)	1345	1920	2210	335
L.W.L (m)	1240	1620	1750	335
貯水容量 (10 ⁶ m ³)	660	138	86	920
洪水調節	220	27	17	740
かんがい	440	109	68	740
水力発電	440	109	68	740
堆砂容量	70	18	68	180
水没面積 (ha)	8800	600	300	14,200
移転住民	49,000	3,200	700	92,000
ダム				
タイプ	ロックフィル	ロックフィル	ロックフィル	ブースフィル
天端標高 (m)	1405	1995	2305	455
高さ (m)	31.5	60.5	85	275
天端長さ (m)	740	1,700	420	5,000
堤体積 (10 ³ m ³)	850	7,750	2,110	4,000

N - 4 砂防計画

広く耕地化された斜面の雨水による地表侵蝕と、支流や本流の河川流による河岸侵蝕とが Sala 河の堆砂の主な原因となっている。一つの特異な例が支流 K. Dengkeng の上流部に見られる。これは、G. Merapi の噴火による噴出土砂が同川に対する最大の土砂流出源となっている。

全流域の 70 % 以上の土地が作物栽培のために耕地化されているので、表面土壌の侵蝕は流域の殆んど全ての耕地で同じように起こっている。しかしながら、侵蝕土砂が主流へ直接流入することは、上流域を除いては、滅多に起らない。というのは、主流の両岸が広く平坦であるため、堆砂は山地斜面の麗で通常生ずるからである。勿論、河川の主流で長期間にわたって生ずる堆砂は、河川の通水能力を減減し、しばしば洪水氾濫を起し、また、下流への土砂の流送を増大するなどというマイナスの効果を生ずる。

流域の現在の土地利用や地形的特徴は、主要な支流、特に Sala 河や Madiun 川の最上流流域の支流からの侵蝕土砂の流出を防ぐことが重要であることを示している。それ故、砂防計画の対象地域としては、次の 3 つの上流流域を上げた。

- (i) K. Woro 地域 (K. Dengkeng 上流)
- (ii) Wonogiri 上流地域 (Sala 川の水源地域)
- (iii) K. Madiun 地域

G. Merapi の斜面に堆積した噴出土砂の無尽蔵な供給源は、K. Woro への土砂の流入、K. Dengkeng での堆砂と機能退化という深刻な問題を提起している。この K. Woro の第一の目標は、上流で出来る限り堆積土砂の二次流出を防ぐために向けられなければならない。

Wonogiri 上流地域における地表の不毛性は、支流流域の荒廃化を加速している。地表面の保水性、雨水保留性が少ないことは、溪流に奔流を生じ、支流沿いの河岸の侵蝕を激化しつつある。更に、植性の少ないことも、集約的な耕作によって地盤構造がゆるめられている地区

では表土侵蝕を悪化させる。

傾斜地における雨裂の発達，河岸の崩壊および階段農地の崩壊はこの地域では共通のものである。溪流や支流の縦および横方向の侵蝕は表土侵蝕よりむしろ河川の土砂流出の主な根源である。河川流路の固定化ならびに河岸や傾斜面の保護は，それ故に，支流の砂防えん堤建設と合俟って主要な施策となる。

上述の2つの河川地域とは異って，G.Lawu と G.Wilis から発する支流における縦侵蝕は，Wonogiri 上地域の支流とその特徴が殆んど同じである最上流の支流を除いて，K.Madiun 流域における著しい特徴である。東・西方向に流れる支流は，土砂堆積という点では，K.Madiun 本流には通常直接の影響を与えていない。しかしながら，長期にわたる縦侵蝕は必ずやこれらの支流で好ましからざる土砂の流出を生じよう。砂防堰堤の築造と共に河川流路の固定化は，これらの支流の第一の施策でなければならない。この他に，最上流部の支流は，Wonogiri 流域におけると同じ方法によつて対策が構じられよう。

全部で18の支流が，Fig.Vに示す如くに，この流域における砂防計画の対象として取り上げられる。チェック・ダム・砂防ダムおよび流路床固工と流路工が，下表のように，これらの支流に対して提案される。

	<u>K.Woro</u>	<u>Wonogiri</u> 上流域	<u>K.Madiun</u> 流域
チェック・ダム	1	—	—
砂防ダム	—	10	32
流路床固工	—	40	88
流路工	—	4	8

上記のうち，チェック・ダム1地点，砂防ダム18地点および床固工67箇所は，Sala 川流域の砂防計画の第一段階計画として企画される。残りの計画は，第二および第三段階計画とされる。それぞれの支流における上記の各種計画は表IV-30に要約されている。

提案された第一段階計画の完成により，約 1.61 百万 m^2 の土砂貯留能力が全部で 18 の砂防ダムによつて支流に確保される。 <1

上述の砂防計画に必要とする全建設代は，下記のように 2,138.7 百万ルピア，または 5.2 百万ドル相当と見込まれる。

表 V - 29 推定建設費 (百万ルピア)

	第一段階	第二段階	第三段階
	計画	計画	計画
チェック・ダム	70	—	70
砂防ダム	498.3	66.5	1,163.3
流路床固工	348.3	31.7	665.4
流路工	—	24.0	24.0
計	<u>916.7</u>	<u>1,22.2</u>	<u>2,138.7</u>
(百万米ドル)	<u>(2.21)</u>	<u>(2.94)</u>	<u>(5.15)</u>

第一段階計画に関しては，その建設工事量は砂防ダム，33,220 m^2 ，各種の床固工，26,800 m^2 と推定されている。この第一段階計画に対するコストの詳細は表 V - 31 に要約されている。

支流における上記砂防計画とは別に，傾斜地の段々畑に提案される斜面保護工は，雨水による斜面侵蝕や，表土の流失をある程度喰い止めるために，少なからず効果がある。

云うまでもなく，この流域水源地域の再植林の必要性は，重要である。しかしながら，その実現の可能性はよく計画された行政施策とその地域の住民の理解と協力を前提とする。このような地域での今以上の耕作を制限するとか，さもなければ，標高別に耕作を特定地域に制限するような立法措置が必要であるかも知れない。その上，地域住民は彼等が現在生計を得ている耕作地を再植林することを，当然のことな

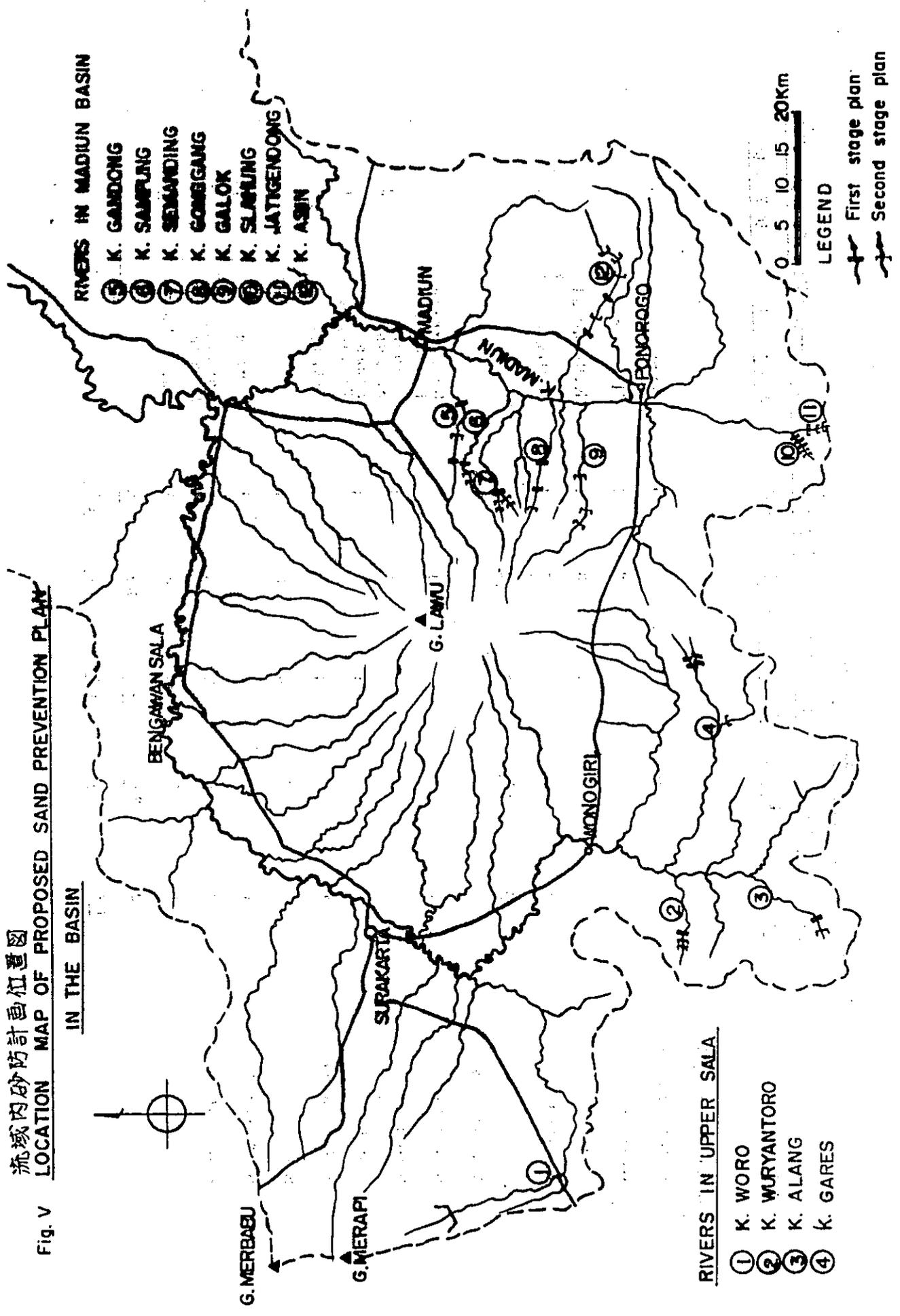
<1 : 更に詳細に関しては，付属報告書，第 5 部「砂防」表 VII - 2 を参照されたい。

がら、いやがる。

それ故、再植林計画の実施に際しては、どうしてもその地域に生活せざるを得ない住民を、たとえ彼等が耕地を失なっても、再植林することそれ自体で彼等の生計が成り立つよう十分な考慮がなされねばならない。

上に述べた諸計画の実施順序は、特定の場所および地域を指定して提案はしない。更に詳細な調査と地域毎の将来の必要性がそれらの優先度を決めることになろう。しかしながら、Wonogiri, Badegan および Bendo 等の貯水池の上流域の水源地管理の重要性は、それぞれの流域の水資源の効果的利用という点に関連して、特に、流域の水源地保全と貯水池堆砂という観点から、留意されねばならない。

流域内砂防計画位置图
 LOCATION MAP OF PROPOSED SAND PREVENTION PLAN
 IN THE BASIN



- RIVERS IN MADIUN BASIN**
- ⑤ K. GANDONG
 - ④ K. SAMPLANG
 - ⑦ K. SEMANDING
 - ⑧ K. GOMBANG
 - ⑨ K. GALOK
 - ⑥ K. SLAMUNG
 - ⑩ K. JATIGENDONG
 - ③ K. ASSIN

- RIVERS IN UPPER SALA**
- ① K. WORO
 - ② K. WURYANTORO
 - ③ K. ALANG
 - ④ K. GARES

0 5 10 15 20Km

LEGEND
 [Symbol] First stage plan
 [Symbol] Second stage plan

表-30 支流の砂防計画

第一段階計画 第二段階計画 提案ダムサイトおよび第一段階計画の暫定的優先順位

支流	第一段階計画		第二段階計画		提案ダムサイト		優先順位
	砂防ダム	床固工	砂防ダム	床固工	水路工	ダムサイト	
Wonogiri 上流域							
K.Wuryantoro	1	6	2	4	1	Semin	I
K.Ngrowo	-	8	-	3	1	Miyahan	III
K.Alang	1	8	1	3	1	K.Brangkal } K.Damon }	I
K.Gares	4	6	1	2	1		
小計	6	28	4	12	4		
K.Madiun 流域							
K.Gandog	2	4	1	4	1	Karangrejo Banjararjo	I
K.Gongang	2	4	1	3	1	Sembong Bungknk	II
A.Asin	2	5	4	8	1	Sedah Tanjung Sari	I
K.Semanding	1	5	4	7	1	Jeke tro	II
K.Galok		5	3	8	1		
K.Jatigendong	1	8	3	8	1	Gembes	I
K.Slahung	3	5	3	8	1	Dondong Dawang	I
K.Sampung	1	3	2	3	1	Sugih Kulon	III
小計	12	39	20	49	8		
総計	18	67	24	61	12		

表Ⅳ - 31 提案された第一段階砂防計画

流域	支流	砂防	堰堤	床固工	計
		体積(m ³)	コスト(10 ⁶ Rp)	体積(m ³)	コスト(10 ⁶ Rp)
K.Woro	K.Woro		70		70
Wonogiri	K.Wuryantoro	3,560	534	2,400	846
上流	K.Alang	2,290	3,435	3,200	7,595
	K.Gares	3,600	540	2,400	852
	小計	9,450	14,175	8,000	24,575
K.Madiun	K.Gandong	4,570	6955	1,600	8,935
	K.Gonggang	4,580	6,870	1,600	8,950
	K.Asin	1,980	297	2,000	5,570
	K.Semanding	2,020	303	2,000	5,630
	K.Jatigendong	1,920	288	3,200	7,040
	K.Slahung	4,950	7,425	2,000	10,025
	K.Sampung	3,750	5,625	1,200	7,185
	K.Ngrowo	-	-	3,200	416
	K.Galok	-	-	2,000	260
	小計	23,770	35,655	18,800	60,095
	合計	33,220	56,830	34,840	91,670

V. Sala 河流域開発の全体基本計画

V - 1 基本計画の策定

ソロ河流域開発の基本計画は、洪水防禦、水資源、かんがい農業に関する調査研究の結果に基づいて立案された。これらの調査研究は、流域ならびに国全体の経済開発の必要性の把握確認、流域が開発されねばならないその将来の方向を見出すこと、将来の開発の前に立ちほだかる主な阻害要因を見出し、これらに対して適当な対策をその代案を含めて計画し、夫々の部門に対して最も有利なプロジェクトを提案することが含まれている。

現在の開発政策は経済部門において、特に農業および工業部門での生産増大と品質向上に主眼点が置かれている。工業開発を刺激するような天然資源に恵まれていないことは、自然流域が農業開発とその関連産業に将来の繁栄の道を見出すような方向に導いて来た。流域経済は主に農業部門により支えられて来たが、農業開発は河川沿いの耕地の常習的洪水氾濫、乾季における水不足および排水不良による低地の長期に及ぶ洪水等により、大きく阻害されて来ている。人口の急激な増加とそれを支えるための食料増産の緊急性は、近い将来時点での農業開発に明るい見通しを与えているように思われる。

しかしながら、流域を更に発展せしめるには、先に述べたような阻害要因を取り除くことが急務である。中でも、洪水防禦、かんがい用水供給は同程度にその必要性は緊急であり、電力不足、土地侵蝕等がこれに続く。様々な計画が、常習的な洪水氾濫を解消し、水資源を最大限に開発するという観点から、策定されつつ研究された。

1 - 1 提案された開発計画

以下に示めすものは基本計画策定に際して提案された主要プロジェクトであり、これらの可能性のあるプロジェクトについてはその代替案を含めてその包括的な検討が付属報告書中に述

べられている。

(i) 洪水調節、かんがい及び水力発電用本流多目的貯水計画

- (1) Wonogiri 貯水池 (上流 Sala 河)
- (2) Badegan 貯水池 (Madiun 川)
- (3) Bendo 貯水池 (Madiun 川)
- (4) Jipang 貯水池 (下流 Sala 河)

(ii) 洪水防禦のための河川改修

- (1) Sala 河上流 (Wonogiri-Sragen)
- (2) Madiun 川 (Ponorogo-Ngawi)
- (3) Sala 河下流 (Cepu-Sembayat)
- (4) Jabung 遊水池 (Sala 河下流)
- (5) Jero 湿地の排水 (Sala 河下流域)

(iii) かんがい計画

- (1) Wonogiri かんがい計画 (A=22,000ha, Sala 河上流域)
- (2) Ponorogo および Madiun かんがい計画 (A=7,800ha Madiun 川流域)
- (3) Jipang かんがい計画 (A=54,000ha, Sala 河下流域)
- (4) Sala 河上流域支流かんがい計画 (A=6,100ha, 単一目的貯水池 6カ所)
- (5) Madiun 川流域支流かんがい計画 (A=3,900ha, 単一目的貯水池 5カ所)
- (6) Sala 河下流支流かんがい計画 (A=18,500ha, 単一目的貯水池 14カ所)

(iv) かんがい改良計画

- (1) Sala 上流かんがい改良, A=89,400ha
- (2) Madiun 流域かんがい改良, A=64,200ha
- (3) Sala 下流域かんがい改良, A=45,000ha

これらの計画は、究局的には、主流の洪水による常習氾濫の

完全な解消，約 310,000ha の土地の年間を通じてのかんがい，最大約 41,000KW の発電などの開発効果を流域にもたす。

水資源開発のポテンシャルに関する限り，上述の開発計画が実現された後でも，なお若干の余剰がある。しかしながら，流域の地理的条件は勿論のこと，経済的および社会的条件を考えると，このような余剰水源をも更に開発利用することは，おそらくは，採算のとれるものとはならないだろう。

1 - 2 部門別開発計画

(a) 洪水調節計画

次に掲げる計画が Sala 河の洪水防禦のためには最も望ましいものとして提案された。

- (1) Wonogiri 貯水池と河道改良，特に Surakarta 市より上流部が上流 Sala 流域に，
- (2) Madiun 流域の主として Ponorogo 地区のための Badegan と Bendo 貯水池
- (3) Dam Jati より下流部の Madiun 川の河道改良が Madiun 流域に，
- (4) 河道改良と Jabung 遊水池との組合せによる河川改修と Jipang 貯水池が下流 Sala 流域に，そして
- (5) Jero 湿地の排水計画（本流計画とは独立に）

これらの計画のうち，Wonogiri と Jipang 貯水池は最も基本的役割を果す。この 2 つなしには，現在の洪水氾濫を完全になくすことは，経済的には達成し得ない。中でも，Wonogiri 貯水池による効果は，上流流域のみならず，下流域に及ぶことから，この貯水池計画は最も優先されるべきものである。

他方，河道改修は完成までに長期間かつ莫大な経費を必要とするので，その実施は早期に効果が得られる比較的重要な箇所から開始し，漸次計画区間に拡大していかねばならない。

Sala 河上流の河川改修は、期待する効果が挙げられよう、Wonogiri 貯水池の完成前に、Surakarta の上流地域で少なくとも完了しなければならない。

Madiun 川においては、Badegan と Bendo 貯水池の下流域への波及効果はそれほど期待できないので、下流部の河道改良を先行せしめる方が望ましい。

Sala 河下流においては、洪水位は、Wonogiri 貯水池が建設されたとしても、上流の河川改修が相当程度まで完了するまでは、大きく変化しないであろう。しかしながら、上流改良が進むにつれて、下流の洪水波形は、敏感に変化するようになり、又流量自体も漸次増加するであろう。それ故、河川改修の間に、下流への流量を、少くとも現在の程度またはそれ以下にするべく、Jipang 貯水池を建設しなければならない。

Jipang および Badat より上流の河道改良が完成するまでは、上流の未改修区間で自然氾濫による貯溜効果が生じるので Jabung 遊水池の建設は必要ない。

(b) かんがい開発計画

現在のかんがい用水の供給状態は、現存の耕地全域にわたって、より十分な供給を要求している。提案された多目的貯水池と支流の単一目的貯水池を合せても、現在ある水田が要求するかんがい用水の増加需要は満足させられない。従って、新しく設けられる貯水池によるかんがい用水の供給は、主として、それらの貯水池によってかんがいされる範囲内の現存かんがい地区を対象とすることになる。

Wonogiri 貯水池は、440 百万 m^3 の有効貯水量をもち、下流流域、Colo 取水地点より右岸は Sragen、左岸は K. Dengkeng にまで広がる Sala 河沿岸地帯の 22,000 ha をかんがいすることができる。水稲 2 期作あるいは砂糖とひと米作の輪換耕作が年間を通じてこの地域では可能となる。この

他に、Wonogiri 貯水池の恩恵に浴さない貯水池上流地域のかんがい需要を満たすべく、6 個所の支流貯水池による 2 地域合計 6100ha のかんがい計画が提案される。

Madiun 川流域においては、Ponorogo 周辺の既存の水田 7800ha が Badegan および Bendo 貯水池によりかんがいはされる。水稻 2 期作あるいは、砂糖きび、米作および畑作の輪換耕作が年間を通じて完全に実施可能となる。この流域にも、現在かんがい施設がない流域下流部で 2 箇所合計 3900ha のローカルかんがい計画が提案される。

下流 Sala 流域では、支流の水や浅層地下水が広く利用されているが、これらの総供給量は現在の需要には追いつかないでいる。この流域は比較的降雨量が少なく、水源となる森林や高い山地に恵まれていないなどという自然条件から、水の保有量はかなり小さい。従って今以上の水資源の開発の可能性は比較的少ない。Jipang 貯水池がこの流域の慢性的水不足を解消するために不可欠な理由もそこにある。

しかしながら、Jipang 多目的ダムはその規模の経済性から総貯水量は約 740 百万 m³ と抑えられてしまうので、この貯水池によるかんがい対象区域は比較的狭長な約 5400ha の地域が限度となる。そのため、支流貯水池の開発を最大限に行ない Jipang 貯水池の容量減分を Jipang 貯水池の規模縮小による費用減少分に見合う範囲で補うことが必要となる。

15 の支流貯水池の建設により 10 地域合計 18500ha のローカルかんがい計画がこのため提案される。

上に述べたかんがい開発計画に加えて、将来の農業生産向上のためには、既設かんがい施設の改良も無視することはできない。これら既存施設の殆んどは修復もしくは改良の必要がある。構造物や水路施設の老朽化は早急に更新、修理を必要とし、その機能を發揮せしめるように最善の方法で維持管理されねばな

らない。流域内で合計12地区、198700haの既設かんがい施設の改良計画が提案される。

(c) 水力発電開発計画

その地形的特殊性と水資源の必要性とから、この地域では水力発電単独の開発計画は立てられていない。高低差が小さい流域の地形は、水力発電開発に適する可能地点を殆んど提供しない。それ故、ダム建設によって得られる落差のみが、Sala川の水力発電の機会を与えている。現在の電力不足が同流域の経済開発を著しく阻害しているために、この機会は十分に利用されなければならない。このマスタープランで開発される発電能力は、次のように期待される。

表V-1 水力発電開発

<u>発電所</u>	<u>最大出力 (KW)</u>	<u>発生電力量 (MWH/年)</u>
Wonogiri	13800	84100
Badegan	6000	18800
Bendo	3500	10000
Jipang	18000	70800
計	<u>40800</u>	<u>183700</u>

これらの水力発電所は、将来の電力供給の大部分が火力でまかなわれると思われるので、火力のピーク供給に対する効率の低さも考えれば、ピーク発電所として運転されるのが望ましい。

(d) 都市用水供給

流域における都市用水供給は、火山の傾斜地域に豊富に存在する地下水源に多く依存している。

家庭用水の総需要は、住民の生活水準が経済的開発によって向上するに従って将来増大するものと容易に考えられるし、工業および公共用水の如き他の用水も比例して増大するであろう。しかしながら、このような需要は、場所こそ多いが、規模とし

ては比較的にかさいものであり、総需要量とそかなりの量に達するが、個々の設備に対する必要量は、大規模な貯水施設を必要とするほど大きなものではないと思われる。それ故、予想しうる将来においては、都市用水に必要な水は、一般的に、貯水池を設けるより地下水の開発による方が経済的となる。従って、これら用水に対して地表水を特に割り当てることは考えない。市の用水需要に何らか急激な増大が起こる場合には、貯水池容量の再配分が必然的に行われよう。

(e) その他の開発計画

(i) 砂防計画

70%以上という耕地比率が示すように、流域は常に表面侵蝕が容易に発生し易くなっている。他方、傾斜地の高低の支流は、流水によって容易に縦横方向に侵蝕され易い火山性の比較的柔らかい地盤を流れている。このように、流域は、河川への砂やシルトの流入の大きな潜在力をもっている。現在、危険にさらされている地域は、S a l a河上流とM a d i u n川上流の地域に多く存在している。

本流への土砂の流出を喰い止めるために、砂防ダムが上の地域の支流に提案され、又将来の河川流路の侵蝕を防止するために、床固土が提案されている。全部で42の砂防ダムと128の水路強化工事のうち、それぞれ、18、67箇所が第一段階計画として実施される必要がある。

このような砂防計画に関連して、流域における侵蝕危険地区に対する再植林が農林部門と協調して行われる必要がある。

(ii) 農業開発計画

流域の資源の利用可能性を考えると、流域の経済構造における大きな変化の可能性は、将来あまり期待できない。従って基本的な開発政策は、相当数の人口を支えるために農業生

産のポテンシャルを向上せしめることに依然指向されよう。
安定した農業生産地域としての同流域を発展せしめるためには、次の基本的開発計画が導入されなければならない。

- (1) 現存のものを含めて、将来のかんがい地域は、水稲、砂糖きびおよび煙草生産地域として開発されるべきである。
- (2) 上記の主要生産地域においては、土地基盤の整備および耕作方法の改良・改善および経営の組織化が徹底してなされねばならない。
- (3) 畑作地域では、特に比較標高の高い傾斜地においては、園芸栽培が農家所得を上げるために企図されることが望ましい。
- (4) 山地傾斜部の過剰耕作地は、低生産農地から保存林又は家畜飼料生産地への転換等の抜本的な対策が、土地保全と流域管理という観点から必要不可欠となる。これは将来家畜育成と森林生産の開発計画に寄与しよう。

洪水防禦計画と貯水池計画が実現されれば、農業基盤整備確立のための主な障害が完全に除去される。より効果的な農業経営のため、圃場整備、水管理ならびに経営組織の強化改善は、上記の基本計画の実施の進展に応じて強力に促進されなければならない。他方、果樹園芸作物や家畜飼育圃地等の計画は、このマスタープランの実施後の経済的必要性における将来の変化を十分考慮して、長期計画として描かれよう。

1-8 マスター・プランの実施計画

流域開発の基本計画の実現は、差し当り、2000年を目標とする。提案された開発計画のうち、あるものは短期計画として近い将来に建設される必要があり、また、あるものは長期計画として取り上げられる。流域は慢性的な洪水氾濫と水不足に悩まされていることから、この両者に第一の焦点をおく。最も効果的な開発を達成するには、この両者のどちら

か一方が先行してはならず、一諸に実施される必要がある。

流域の現状からすれば、下流S a l a流域が他の流域よりも最初に開発されるべき機会をもつように見えるが、それは必ずしも当を得ているとはいえない。何故ならば、上流に先行して下流を開発することは、えてして、その時々々の財政負担を増大せしめる過剰投資を必要とし勝ちになる。その地域の開発の必要性が特別な重要性を持つならとも角、そうでなければ投資所要額に比して、早効性がありかつより大きな効果をもたらす計画から順に開発することが望ましい。

本流域においては、本流沿いの殆んど地域が洪水に対しては無防備の状態であり、かつ、乾季の水不足は流域全域に同程度に生ずるので、開発計画は比較的投資費用が少なくていながら最大の効果が期待し得るプロジェクトから着手する方針とする。

提案された諸計画の中には、河道改修や支流貯水池かんがい計画のようなその実施には長い時間を必要とする計画が含まれている。これらに対しては、段階的建設あるいは部分的実施計画がその必要性の度合いに応じて、また他の開発計画の実施状況に合わせて樹てられる必要がある。

プロジェクトの必要性の優先度、ならびに、それらに期待し得る効果に基づいて、差し当り、以下のように短期および長期計画の分類を試みた。

(a) 短期開発計画

1990年頃まで完成される必要があると思われるプロジェクトがこれに含まれ、次の諸計画がこれに含まれよう

(i) Sala 河上流流域

- | | | |
|-----|-----------------|----------|
| (1) | Wonogiri 多目的貯水池 | |
| (2) | Wonogiri かんがい計画 | 22,000ha |
| (3) | Wonogiri 水力発電所 | 13,800KW |

- (4) K. Dengkeng 合流点付近と Surakarta 市間、
L=28km の区間のソロ (Sala) 河改修

(ii) Madiun 川流域

- (1) Madiun 市周囲と下流部の或る区間の河道改修
(2) Bendo 貯水池 (選択)
(3) Bendo 水力発電所, 3500kw
(4) Bendo かんがい計画, 3000ha

(iii) Sala 河下流流域

- (1) Bojonegoro から Babat までの全延長45kmの
危険区間における Sala 河本流の河道改修 Babat 下
流の堤防強化と Jero 湿地帯の排水計画
(2) Jipang 多目的貯水池 (選択)
(3) Jipang かんがい計画 54,000ha および
(4) Jipang 水力発電

上記諸計画の中でも、他の計画よりも投資所要額が少なく
てすむ上流 Sala 河計画が第一に実施されよう。次いで、
現在の必要性の度合からみれば、Madiun 川と下流 Sala
河の部分的改良計画がそれに続くものであろう。Jipang
ダム建設は、少くとも下流 Sala 河の河道改修が危険地
区について終了する頃合いを見計らって Wonogiri につい
で着工されることが望ましい。Badegan と Bendo ダム
は、洪水調節という観点からのみでは、Jipang の後とな
らう。夫々の多目的貯水池の建設に合わせて、かんがい計画
および水力発電計画が平行して実施されることになる。

この他に、最も緊急な砂防計画、再植林計画等も全流域的
な計画として、この短期計画に含まれよう。更に、既設かん
がい改良・修復計画も第2次5ヶ年計画の優先プロジェクト
として実施されるべきであろう。

(b) 長期開発計画

上期短期計画の進展によって、それぞれの部門における必要性は、その時々で変わってくるかも知れない。短期計画の中のものでもその必要性の如何では、延期或いは先行されることも当然起りえよう。Wonogiri とその関連開発計画を除いて、短期計画に含まれるすべての貯水池計画は、その実施に際してこのような状況によって影響される。しかしながら、支流貯水池かんがい計画および河道改良計画等は、短期開発計画と関連しつゝ必要性の高い地域から段階的に実施される必要がある息の永いプロジェクトである。これらの長期計画は、必然的に同地域と国自体の経済的開発の実際の進展に一致するものでなければならぬが、これらの長期計画の中で、次の計画は、流域の社会経済的条件が将来変化しても少なくとも必要不可欠のものである。

(1) Madiun 川の河川改修と Madiun 市をバイパスする

分水路の建設

(2) Babat 上流の下流 Sala 河の河川改修と Jabung 遊

水池の建設

(3) Badegan 多目的貯水池とその関連計画

上記に加えて、各種用水のための地下水開発も流域の長期開発の一つであるが、これは、水不足が地表水の開発だけによつては解決出来ないためである。土地保全と関連植林計画も継続される必要がある。

基本計画の実施スケジュールは付表-3 に試案として示してある。

V - 2 経済性評価

上記のマスター・プランに述べた計画に基づいて、提案された開発計画の経済性評価が次の仮定条件に対して検討された。

- (1) 貯水池計画とそれらの関連発電およびかんがい計画の建設費は、推定建設期間にわたって各年同額の割り合いで支出されるものとする。
- (2) 河川改修と単一目的支流貯水池の建設費金は、公共部門に対する国家投資の増大に相応して支出されるものと考えらる。本検討に当っては、現在の年増加率を5%と想定し年に0.5%ずつ年増加率が伸びるものと仮定した。
- (3) かんがい計画の便益は建設完了後第6年目以降にその全量に達するとする。
- (4) 河川改修と単一目的貯水計画の便益は、それらへの投資の支出に比例して生ずるものと想定する。
- (5) 多目的貯水池プロジェクトのコストと便益は、その経済性を評価する必要上から、夫々の目的に対して貯水池の目的別容量配分比に応じて分担せしめた。しかし、水力発電への費用分担は、かんがい目的の貯水容量を従属的に使用すといふ計画であるので無視する。
- (6) 計画の経済寿命は建設完了後50年間を考える。
- (7) 経済性評価のための基準年は1974年の始めに定める。

2 - 1 総建設費

提案された開発計画に必要な建設費は下表に要約される。

表 V - 2 建設費 (1,000ドル)

	上流Sala流域	Madiun川流域	Sala下流流域	全流域
多目的貯水池	19,200	47,900	62,800	129,400
かんがい	15,800	8,300	41,300	59,900
発電所	5,817	4,389	8,151	17,807
河川改修	38,100	21,400	66,000	120,500
単一目的かんがい	26,500	17,800	65,800	110,100
開発計画合計	<u>99,417</u>	<u>94,789</u>	<u>248,551</u>	<u>437,707</u>
かんがい改良	<u>22,220</u>	<u>16,560</u>	<u>11,220</u>	<u>50,000</u>
砂防				<u>5,153</u>
総計				<u>492,860</u>

各区分流域毎のプロジェクト別の建設費の内訳およびいくつかの割り引き率について計算された資本化費用は付表-4に示してある。

2-2 年間運転維持経費

各計画に要する年間の運転維持経費は次表に要約される。

表 V - 3 年間運転維持経費 (1,000ドル)

	上流Sala流域	Madiun川流域	Sala下流流域	全流域
多目的貯水池	20	48	56	124
かんがい	199	40	497	736
発電所	54	44	82	180
河川改修	33	21	66	120
支流貯水池・かんがい	73	46	157	276
小計	<u>379</u>	<u>199</u>	<u>858</u>	<u>1,436</u>
既設かんがい	760	546	383	1,689
合計				<u>2,125</u>

2-3 年間便益

提案された開発計画から生ずる年便益は、下に示す如く期待される。

表 V-4 年間便益 (1,000ドル)

	上流Sala流域	Madiun川流域	下流Sala流域	全流域
I. 洪水調節	4,988	2,470	7,185	14,588
(1)貯水池	4,000	441	2,728	7,164
(2)河川改修	988	2,029	4,412	7,874
II. かんがい	9,806	4,412	20,447	83,945
(1)貯水池	7,111	8,180	15,608	25,844
(2)単一目的	1,975	1,282	4,844	8,101
III. 水力発電	571	894	719	1,684
IV. かんがい改良	12,710	8,288	8,187	29,185
合 計	<u>27,800</u>	<u>15,564</u>	<u>86,488</u>	<u>79,802</u>

いくつかの割り引き率について計算された、資本化便益は付表-4に示してある。

2-4 便益・費用比較 (B/C)

上記の建設費と便益のデータに基づいて、開発計画のそれぞれの組合せにおけるB/Cと目的毎のそれとが、マスタープランの経済性を判断するために、幾つかの割り引き率に対して表V-5のように試算された。

表 V - 5

便益・費用率 (B/C)

	上流 Sala 流域			Madiun 流域			下流 Sala 流域			全流域		
	60	90	120	30	60	90	30	60	90	30	60	90
割り引き率 (%)	339	210	142	170	009	066	365	197	121	382	220	148
I 計画組合せ別												
(1) 多目的貯水池, 発電所 とかんがい	232	153	107	183	114	080	259	160	102	277	172	114
(2) 多目的貯水池, 発電所, かんがいと河川改修	209	141	101	176	111	079	234	148	097	245	155	106
(3) 多目的貯水池, 発電所, かんがい, 河川改修と 単一目的かんがい	176	122	088	185	122	089	140	102	071	180	124	087
II 計画目的												
(1) 洪水調節	240	159	113	170	104	071	322	186	121	298	180	122
(2) かんがい	145	098	072	201	119	081	195	116	078	213	129	088
(3) 水力発電												

注: 詳細は付表 - 5 参照

2-5 総合評価

前記の便益・費用率に見られるごとく、この基本計画に提案された開発計画は、経済的に開発可能なものであることが証明された。部門別では、最大のB/Cはかんがい開発計画から得られ、発電、洪水調節の順となる。また、計画の組合せ別では、発電とかんがいを組合わせた多目的貯水池計画が最も高い経済収益性を示めしている。

表V-6はこれら各種の計画の組合せ別、および目的別の内部収益率を示めしたものである。

この表から次のようなことが結論づけられる。

- (a) プロジェクト別：Wonogiri プロジェクトは提案された諸計画中最も高い収益性をもち、Jipang プロジェクトがこれに次ぐ。上流Salaおよび下流Sala河の河道改良計画は、Madiun 川河道改良計画が、同流域内の各プロジェクト中最高の収益性をもつのに比較して、やゝその収益性が低い。しかしながら、これらの河道改良計画は各流域の洪水防禦に密接な関係を有し、これなくしては、Madiun 川流域以外の流域の多目的貯水池の本来の経済効果は期待できないことになる。Madiun 川流域では、Bendo プロジェクトがBadeganプロジェクトよりも秀れており、その優位性は同流域内の他のプロジェクトと組合せた場合でも変わらない。
- (b) 目的別：かんがい開発計画が上流および下流Sala河流域で最も高い経済収益をもつ。しかし、Madiun 川流域ではこれが2番目になる。

Madiun 川の河道改良計画による洪水防禦が、他の流域のそれと比較して、やゝ高い収益性を示めしている。

発電計画では、各プロジェクト殆んど同じような収益性をもつ。

表 V - 6

内部収益率 (%)

組合せ別	上流Sala	K. Madiun	下流Sala	全流域
	流域	流域	流域	
I. 貯水池と関連計画	162	(1) 59	108	120
		(2) (87)(55)		
II. 貯水池、その関連計画と河川改修	188	(1) 76	92	105
		(2) (89)(74)		
III. 貯水池、その関連計画河川改修と支流貯水池かんがい計画	122	74 (85)(72)	89	97
<u>目的別</u>				
I. 洪水防禦	111	82 (89)(88)	68	82
II. かんがい	140	65 (80)(57)	111	111
III. 発電	89	78 (60)(86)	76	88

注：(1)はBadagan計画を除いた場合

(2)はBendo計画を除いた場合

V - 8 計画の優先順位

マスター・プラン計画の経済性評価に関する限りでは、それぞれの開発計画の優先度は、次のように指定されよう。

優先順位

- (1) Wonogiri 貯水池、発電所およびかんがい計画と Surakarta より上流のSala河の河道改修
- (2) Madiun 川下流地域の河道改修
- (3) Jipang 貯水池とその関連計画、Sala河下流部の危険区間の河川改修とJero湿地の排水計画

上記の優先順位は、最優先計画の実現による影響如何では変わり得る。これらの諸計画のFeasibility studyを今後実施することにより、各プロジェクトの優先順位はより明確にされよう。

貯水池計画の優先度を定めることは比較的容易ではあるけれど

も、河川改修のそれを決めることはかなり難しい。どの個所が最重要区間として選定されるべきか？ この部分的改良の効果がどの程度河川全区間に波及するものか？ 投資財源がこれに対してどれ位利用できるのか等、これらは一般に実施計画の作成に相当な影響を与える。また、更に詳細な調査検討が完了した時点で再検討される必要がある。

V. 今後の調査研究についての進言

1. マスター・プランが結論づける限りでは、提案された Wonogiri 多目的計画は、S a l a 河流域の将来の洪水調節・かんがい用水供給および水力発電に最大の効果をもっているため、この計画を第一の優先計画として取り上げることを推奨出来る。マスター・プラン調査に続く実際的手段としてこの計画に関する Feasibility study の早期開始が強く推奨される。

2. 基本計画では最大規模の河川改修を段階的に実施することを提案したが、この段階的建設計画は今後の調査により流域に最も望ましい効果をもたらすような計画に練り直すことが必要である。

河川系についての水文、水理条件に対するの基本的な研究は、第1段階の計画として実施されねばならない最も危険な区間を探しだすために、十分な精度で S a l a 河の洪水機構を明確にすべく、引続き S a l a 河直轄事務所の手で継続されなければならない。

河川沿いの地域の社会経済状況についての詳細な調査もまた、基本計画の実施により期待される効果をよりはつきりと知るために実施されねばならない。

更に、現在直轄事務所が企図している緊急河川改修も、より効果的たらしめるために再検討されることが望ましい。

次に掲げるような Follow-up 調査が Feasibility study 以前に必要なものである。

- (i) 流域内の他の諸計画に対するものと共通の基準点をもつ河川の縦横断地形図作成のための測量
- (ii) 洪水氾濫区域の面積 - 氾濫水深相関を明らかにするためのチートク測量
- (iii) 被洪水地域の上地、建物、公共施設、住民の財産等に関する資産調査
- (iv) 洪水による被害あるいは損失について各類別毎の数量および金額についての調査

- (V) 過去の洪水の水位および規模等について聞きとりあるいは痕跡調査をできるだけ実施し、洪水の生起頻度の研究
- 8 本流貯水池は、流域の洪水調節と用水供給に重要な役割を果たすであろう。しかしこれには、計画貯水池地域における多数の住民の移転という問題が含まれる。諸計画が実現されるか否かは、この問題を解決することに大きく依存しており、それに対してはこれらの水没住民の集団移住に関する早期の行政上の準備が必要であろう。貯水池による水没地域の住民の移転問題を研究するために、特にこの問題についての協調が不可欠である。これには関連各省庁、即ち、農業、工業、労働、社会、移民、等は勿論公共事業省など全てが参加するものでなければならぬ。これら水没住民の移住は慎重に研究されねばならず、かつ、プロジェクト実施以前に適切な計画とその代案が樹てられることが望ましい。住民移転の主要計画について所要費用についての予備的研究が Feasibility study 以前あるいはこれと平行してなされることが望ましい。

4. 本流貯水池計画が実現されても、流域内の利用可能な水資源は将来需要の全てを賄うには絶対的に不足するので、各支流の水資源ポテンシャルの開発は必要不可欠なものとなる。

合計 25 の支流貯水池計画が基本計画では提案されているが、具体的な現地測量調査は今回なされていない。これらの計画についてより詳細なデータを得るために次のような調査研究が必要である。

- (i) 提案された計画概要をより明確にするため、貯水池地区およびかんがい地区の予備調査
- (ii) 支流の水資源の実際に開発可能な量を知るための水文調査研究
- (iii) 計画地点および地域の地質および土壌調査
- (iv) 十分な精度の計画予定地域の地形図の作成
- (v) 以上の調査研究の成果に基づいて、開発必要度が比較的高いと思われるいくつかのプロジェクトについての予備的検討。

上と同様な調査研究は、基本計画に取り上げられなかったが、直轄

事務所や地方庁で計画中あるいは実施中の支流や小支流貯水池計画についても必要である。

5. 支流開発の他に、流域の地下水のポテンシャルは、地下水源の利用可能量、有望な開発地域および経済的開発に関する諸問題について、現在別の調査団によって行なわれている調査の結果を考慮を入れながら更に詳細に研究しなければならない。これについては、地表水の開発と重複することなく、かつ、水資源を最も有効に利用することをねらい、慎重に研究されねばならない。地下水の開発をより包括的たらしめるべく、現在調査中のチームと密接な協力体制を保つことが必要である。

更に、今回の基本計画検討でカバーされなかった畑地の湧水や地下水のポテンシャルについて詳細な調査が、特に地表水の利用可能性が少ない地域について行なわれる必要がある。

6. 利用可能な水資源の絶対量の不足は、かんがい用水源から遠い畑地に何ら恩恵を及ぼさない。このような畑地は流域内で少なからぬ面積を占めている。これらの地域の現行耕作体系や栽培技術は、もし将来かんがいされる地域で、現在このような畑地でも栽培されている作物が充分生産し得るとなると、やがては転換せざるを得なくなるかも知れない。

このような畑地を流域の他の地域と同様に発展せしめるには、より高収益農業をこの地域に導入する必要がある。農業当局が企画している開発計画は十分に考慮されなければならない。畑作地域の開発にその将来開発の政策や計画は十分に反映される必要がある。より明確な開発計画を作成するには、直轄事務所と農業当局の合同調査研究が強く望まれる。

7. 拡大な上地の耕地化により、流域の大低の山地傾斜部は、侵蝕問題で危険な状況に直面している。再植林や植草によって原状に回復するという問題は企画されてはいるが、この計画の拡大は農業生産とも対決することになる。それ故に、再植林や植草は、そこに生活する住

民に彼等がこのために農業生産で失う収入を補償するに足り且つより収益性をもつものでなければならぬ。

早期成長樹木や家畜用飼料牧草の導入も考慮する価値のあるものである。これらの可能性は、流域の土地資源の生産性を上げるという観点から更に詳しく研究されなければならない。

いわゆる危険区域と呼ばれている地域の土壌や植生の詳細な調査は、再植林や植草のための木や草類の適性を知るためには不可欠である。土地利用当局や林野当局と協力して、これらの地域でいくつかの品種についての試験的植林を行なうことは推められよう。

- 8 水文観測は、水資源開発と河川工事にとっても最も基本的なものである。流域は、日雨量と日水位については比較的良く確立された観測網をもっているが、洪水調節計画や用水利用計画の開発や改良に対して重要であるにも拘わらず、時間降雨や高低水流量の観測は極めて貧弱である。

これらに関する連続観測やデータ収集は、S a l a河水系の主要観測所で企図されなければならない。上述の他に、河川の堆砂がこの流域で極めて重要な問題であるにもかかわらず、河川流砂量と河口問題の観測データは不十分である。これらの観測データの収集は強化されなければならない。

支流における測水所の設置と観測網の強化は、本流の観測網と同様系統的になされねばならない。

- 9 河川流域開発の確定計画の樹立に際しては、適当な縮尺の正確な地形図を備えることが必要不可欠である。

流域全域の地形図の何種類かが現在入手出来るが、それらの精度は詳細な計画作成に利用する程には信頼の置けるものではない。

航空写真と地上測量に基づいて描かれる正確な信頼のおける地形図の作成が強く進言される。

付表 - 1 Wonogiri 貯水池と上流 Sala 河々道改修との組合せによる
洪水防禦計画

	<u>Case-A</u>	<u>Case-B</u>	<u>Case-C</u>
<u>Wonogiri 貯水池</u>			
流入量 (m^3/s)	4,000	4,000	4,000
放流量 (m^3/s)	400	1,000	2,000
総貯水量 ($10^6 m^3$)	660	560	510
洪水調節容量	220	120	50
かんがい用容量	440	440	440
その他	70	70	70
ダム高さ (m)	81.5	80.5	29.5
建設費総額 (10^6 ドル)	19.2	18.2	17.4
洪水調節分担額 (1)	6.4	3.9	1.8
<u>河道改修</u>			
対象洪水流量 (m^3/s)	5,300	5,300	5,300
計画高水流量 (m^3/s)	1,900	2,500	3,500
河道改修延長 (km)	80	80	80
改修工事量(m^3)	236	895	1830
建設費 (10^6 ドル) (2)	83.1	86.6	173.0
<u>組合せ建設費合計, (1)+(2)</u>	<u>89.5</u>	<u>90.5</u>	<u>174.8</u>

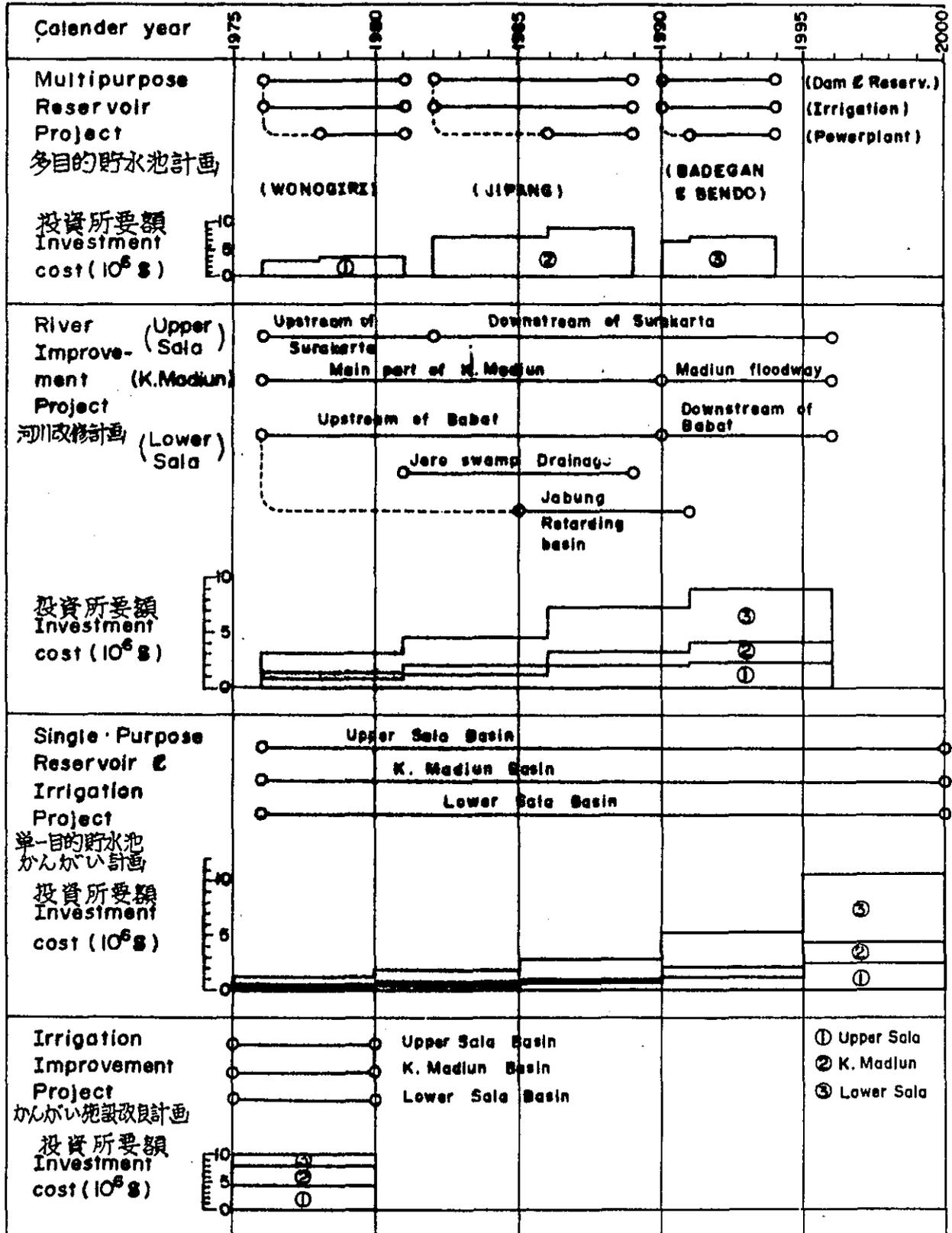
付表-2 Jipang 貯水池と下流 Sala 河々道改修との組合せによる

洪水防禦計画

	<u>Case-A</u>	<u>Case-B</u>	<u>Case-C</u>
<u>Jipang 貯水池</u>			
流入量 (m ³ /s)	4,100	4,000	4,100
放流量 (m ³ /s)	800	1,200	1,600
総貯水容量 (10 ⁶ m ³)	1,290	920	670
洪水調節容量	1,080	740	510
かんがい用容量	1,080	740	510
その他			
ダム高さ	80.0	27.5	25.0
建設費総額 (10 ⁶ ドル)	78.4	62.3	56.0
洪水調節分担額 (1)	<u>89.2</u>	<u>81.2</u>	<u>28.0</u>
<u>河道改修</u>			
対象高水流量 (m ³ /s)	5,000	5,000	5,000
計画洪水流量 (m ³ /s)	2,400	2,800	3,200
河道改修延長 (km)	114	114	114
改修工事量 (10 ⁶ m ³)	10.6	86.1	55.7
建設費 (10 ⁶ ドル) (2)	<u>84.2</u>	<u>60.1</u>	<u>79.4</u>
<u>組合せ建設費総額, (1)+(2)</u>	<u>73.4</u>	<u>91.3</u>	<u>107.4</u>

付表 - III
APPENDIX - III

マスター・プラン計画工程表
TENTATIVE SCHEDULE OF MASTER PLAN



付表 - 4 費用と便益の要約 (1,000ドル)

1. 上流 Sala 河流域

(A) <u>建設費</u>					1 21,687
(1) W'giriダム、貯水池					19,200
(2) W'giri水力発電所					5,817
(3) W'giriかんがい					15,800
(4) 河道改修					88,100
(5) 支流貯水池かんがい					26,500
(6) かんがい施設改良					22,200
(B) <u>年間純便益 (最終段階)</u>					<u>26,054</u>
(1) 洪水防禦					4,770
(a) W'giriダム					(3,870)
(b) 河道改修					(900)
(2) かんがい					8,816
(a) W'giriかんがい					(6,914)
(b) 支流貯水池					(1,902)
(3) 水力発電					518
(4) かんがい施設改良					11,950
(C) <u>資本化費用</u>	(i=8%)	(i=6%)	(i=9%)	(i=12%)	
	<u>93,648</u>	<u>75,008</u>	<u>62,177</u>	<u>52,758</u>	
(1) W'giriダム、貯水池	16,578	14,896	12,572	11,086	
(a) 洪水調節目的分担	(5,469)	(4,751)	(4,149)	(3,642)	
(b) かんがい目的分担発電所	(11,104)	(9,645)	(8,423)	(7,390)	
(2) W'giri発電所	4,456	3,758	3,179	2,707	
(3) W'giriかんがい	13,207	11,472	10,018	8,794	
(4) 河道改修	23,177	16,788	12,472	9,780	
(5) 支流貯水池かんがい	15,796	9,926	6,678	4,600	
(6) かんがい施設改良	20,839	18,698	17,258	15,886	

	(i=3%)	(i=6%)	(i=9%)	(i=12%)
(D) <u>資本化便益</u>	<u>511,149</u>	<u>261,454</u>	<u>158,744</u>	<u>98,814</u>
(1) 洪水防禦	82,556	87,802	20,241	11,817
(a) W'giriダム	(67,222)	(80,676)	(15,971)	(9,167)
(b) 河道改修	(15,884)	(7,126)	(4,270)	(2,650)
(2) かんがい	159,096	74,640	89,938	23,492
(a) W'giriかんがい	(138,966)	(64,226)	(85,080)	(20,911)
(b) 支流かんがい	(25,130)	(10,414)	(4,908)	(2,581)
(3) 水力発電	10,886	5,480	3,106	1,944
(4) かんがい施設改良	258,651	143,582	95,459	61,061

II. MADIUN 川流域

(A) <u>建設費</u>	<u>111,299</u>
(1) Badeganダム、貯水池	86,000
(2) Bendoダム、貯水池	11,900
(3) Badeganかんがい	1,920
(4) Bendoかんがい	1,880
(5) Badegan水力発電所	2,577
(6) Bendoかんがい	1,762
(7) 河道改修	21,400
(8) 支流貯水池かんがい	17,800
(9) かんがい施設改良	16,560
(B) <u>年間純便益 (最終段階)</u>	<u>14,809</u>
(1) 洪水防禦	2,480
(a) Badeganダム	(254)
(b) Bendoダム	(165)
(c) 河道改修	(2,011)
(2) かんがい	4,287
(a) Badeganかんがい	(1,874)
(b) Bendoかんがい	(1,177)
(c) 支流かんがい	(1,236)
(3) 水力発電	850
(a) Badegan水力発電	(232)
(b) Bendo水力発電	(118)

(4) かんがい施設改良 7742

	(i=8%)	(i=6%)	(i=9%)	(i=12%)
(C) 資本化費用	72,858	50,822	86,672	27,597
(1) Badeganダム、貯水池	20,841	12,287	7,848	4,455
(a) 洪水調節目的分担	(4,168)	(2,457)	(1,470)	(891)
(b) かんがい目的分担	(16,673)	(9,830)	(5,878)	(3,564)
(2) Bendoダム、貯水池	6,890	4,058	2,428	1,478
(a) 洪水調節目的分担	(1,878)	(814)	(486)	(295)
(b) かんがい目的分担	(5,512)	(3,244)	(1,942)	(1,178)
(3) かんがい	1,911	1,125	678	410
(a) Badeganかんがい	(1,112)	(655)	(392)	(239)
(b) Bendoかんがい	(799)	(470)	(281)	(171)
(4) 水力発電所	2,476	1,486	845	507
(a) Badegan発電所	(1,472)	(858)	(602)	(302)
(b) Bendo発電所	(1,004)	(588)	(348)	(205)
(5) Madiun川河道改修	15,008	10,858	8,129	6,288
(6) 支流貯水池かんがい	10,572	6,619	4,874	3,047
(7) かんがい施設改良	15,165	13,945	12,875	11,967
(D) 資本化便益	270,741	185,475	79,005	51,517
(1) 洪水防禦	37,989	17,282	8,999	5,216
(a) Badeganダム	(3,621)	(1,201)	(497)	(219)
(b) Bendoダム	(2,352)	(809)	(322)	(148)
(c) 河道改修	(31,966)	(15,222)	(8,180)	(4,854)
(2) かんがい	58,885	21,558	9,158	4,474
(a) Badeganかんがい	(26,718)	(9,186)	(3,657)	(1,618)
(b) Bendoかんがい	(16,777)	(5,770)	(2,296)	(1,017)
(c) 支流貯水池かんがい	(15,845)	(6,602)	(3,200)	(1,839)
(3) 水力発電	4,989	1,715	688	302
(a) Badegan水力発電	(3,807)	(1,187)	(458)	(200)
(b) Bendo水力発電	(1,682)	(578)	(230)	(102)
(4) かんがい施設改良	168,978	94,970	60,170	41,525

Ⅲ. 下流 Sala 河流域

(A) 建設費	<u>254,771</u>			
(1) Jipangダム、貯水池	62,800			
(2) Jipangかんがい	41,800			
(3) Jipang水力発電所	8,151			
(4) 河道改修	66,000			
(5) 支流貯水池かんがい	65,800			
(6) かんがい施設改良	11,220			
(B) 年間純便益 (最終段階)	<u>85,131</u>			
(1) 洪水防禦	6,978			
(a) Jipangダム	(2,682)			
(b) 河道改修	(4,846)			
(2) かんがい	19,762			
(a) Jipangかんがい	(15,075)			
(b) 河道改修	(4,687)			
(3) 水力発電	687			
(4) かんがい施設改良	7,754			
	(i = 3%)	(i = 6%)	(i = 9%)	(i = 12%)
(C) 資本化費用	<u>186,382</u>	<u>122,872</u>	<u>89,221</u>	<u>68,251</u>
(1) Jipangダム、貯水池	48,748	31,149	22,482	16,410
(a) 洪水調節目的の分担	(21,874)	(15,575)	(11,241)	(8,205)
(b) かんがい目的の分担	(21,874)	(15,575)	(11,241)	(8,205)
(2) Jipangかんがい	29,001	20,649	14,904	10,879
(3) Jipang水力発電所	5,892	3,618	2,451	1,679
(4) 河道改修	58,686	33,262	24,884	19,217
(5) 支流貯水池かんがい	39,380	24,748	15,774	11,978
(6) かんがい施設改良	10,275	9,451	8,726	8,088
(D) 資本化便益	<u>583,623</u>	<u>263,532</u>	<u>188,995</u>	<u>84,073</u>
(1) 洪水防禦	112,376	50,016	25,485	14,410
(a) Jipangダム	(43,477)	(17,299)	(7,984)	(4,000)
(b) 河道改修	(68,899)	(8,271)	(17,551)	(10,410)

(2) かんがい	289718	113816	50881	26965
(a) J i p a n gかんがい	(230886)	(87888)	(88486)	(18485)
(b) 支流貯水池かんがい	(58882)	(25488)	(12895)	(8480)
(3) 水力発電	10522	4187	1920	968
(4) かんがい施設改良	171007	96018	60759	41780

付表 - 5 費用便益比率 (B/C)

<u>CASE-1 (i=3%)</u>	<u>資本費用</u> (1,000ドル)	<u>便 益</u> (1,000ドル)	<u>B/C</u>
<u>I. 上流 Sala 流域</u>			
(1) 目的別			
(a) 洪水防禦	28,646	8,255.6	2.88
(b) かんがい	40,107	159,096	3.97
(c) 水力発電	4,456	10,886	2.48
(2) 計画別			
(a) W'giriダム, 発電所および かんがい	34,236	212,024	6.19
(b)(a)および河道改修	57,418	227,858	3.96
(c)(b)および支流貯水池かんがい	73,209	252,488	3.45
(3) かんがい施設改良	20,889	258,651	12.72
<u>II. MADIUN 川流域</u>			
(1) 目的別			
(a) 洪水防禦	20,549	87,989	1.85
(b) かんがい	34,666	58,835	1.70
(c) 水力発電	2,476	4,989	2.01
(2) 計画別			
(a) Badeganダム, Bendoダム	32,118	54,452	1.70
(b)(a)および河道改修	47,121	86,418	1.83
(c)(b)および支流貯水池かんがい	57,698	101,768	1.76
(3) かんがい施設改良	15,165	168,978	11.14
<u>III. 下流 Sala 流域</u>			
(1) 目的別			
(a) 洪水防禦	80,510	112,376	1.40
(b) かんがい	90,205	289,718	3.21
(c) 水力発電	5,892	10,522	1.95

(2) 計画別			
(a) Jipangダム、発電所および かんがい	78,141	284,885	365
(b)(a) および河川改修	186,777	853,784	259
(c)(b) および支流貯水池かんがい	176,107	412,616	284
(3) かんがい施設改良	10,275	171,007	1664
	資本費用	便益	B / C
<u>CASE-II (i=6%)</u>	(1,000ドル)	(1,000ドル)	
I. <u>上流 Sala 流域</u>			
(1) 目的別			
(a) 洪水防禦	21,584	87,802	1.76
(b) かんがい	81,048	74,640	2.40
(c) 水力発電	3,758	5,480	1.45
(2) 計画別			
(a) W'giriダム、発電所 およびかんがい	29,621	100,882	3.39
(b)(a) および河道改修	46,404	107,458	2.32
(c)(b) および支流貯水池かんがい	56,880	117,872	2.09
(3) かんがい施設改良	18,698	143,582	7.68
II. <u>MADIUN 川流域</u>			
(1) 目的別			
(a) 洪水防禦	14,129	17,282	1.22
(b) かんがい	20,818	21,558	1.04
(c) 水力発電	1,486	1,715	1.19
(2) 計画別			
(a) Badeganダム、Bendoダム、 水力発電およびかんがい	18,906	18,581	0.99
(b)(a) および河道改修	29,764	33,908	1.14
(c)(b) および支流貯水池かんがい	86,888	40,505	1.11
(3) かんがい施設改良	13,945	94,970	6.81

Ⅲ. 下流 Sala 河流域

(1) 目的別

(a) 洪水防禦	48,887	50,016	1.02
(b) かんがい	61,007	113,816	1.86
(c) 水力発電	3,618	4,187	1.16

(2) 計画別

(a) Jipang ダム, 発電所および かんがい	55,411	109,369	1.97
(b)(a) および河道改修	88,678	142,086	1.60
(c)(b) および支流貯水池かんがい	113,457	167,519	1.48
(3) かんがい施設改良	9,451	96,018	10.16

資本費用

便益

CASE-Ⅲ (i=9%)

B/C

(1,000ドル)

(1,000ドル)

I. 上流 Sala 河流域

(1) 目的別

(a) 洪水防禦	16,621	20,241	1.22
(b) かんがい	25,119	89,988	1.59
(c) 水力発電	3,179	3,106	0.98

(2) 計画別

(a) W'giri ダム, 発電所および かんがい	25,769	54,107	2.10
(b)(a) および河道改修	88,241	58,877	1.53
(c)(b) および支流貯水池かんがい	44,919	63,285	1.41
(3) かんがい施設改良	17,258	95,459	5.58

Ⅱ. MADIUN 川流域

(1) 目的別

(a) 洪水防禦	10,085	8,999	0.89
(b) かんがい	12,867	9,153	0.71
(c) 水力発電	845	683	0.81

(2) 計画別

(a) Badegan ダム, Bendo ダム, 発電所およびかんがい	11,294	7,458	0.66
---	--------	-------	------

(b)(a) および河道改修	1 9 4 2 8	1 5 6 8 5	0 8 0
(c)(b) および支流貯水池かんがい	2 3 7 9 7	1 8 8 8 5	0 7 9
(3) かんがい施設改良	1 2 8 9 5	6 0 1 7 0	4 6 7

Ⅲ. 下流 Sala 河流域

(1) 目的別

(a) 洪水防禦	8 6 1 2 5	2 5 4 8 5	0 7 1
(b) かんがい	4 1 9 1 9	5 0 8 8 1	1 2 1
(c) 水力発電	2 4 5 1	1 9 2 0	0 7 8

(2) 計画別

(a) Jipang ダム, 発電所および かんがい	8 9 8 8 7	4 8 2 9 0	1 2 1
(b)(a) および河道改修	6 4 7 2 1	6 5 8 4 1	1 0 2
(c)(b) および支流貯水池かんがい	8 0 4 9 5	7 8 2 8 6	0 9 7
(3) かんがい施設改良	8 7 2 6	6 0 7 5 9	6 9 6

資本費用

便 益

CASE-N (i=12%)

B/C

(1,000ドル)

(1,000ドル)

I. 上流 Sala 河流域

(1) 目的別

(a) 洪水防禦	1 3 8 7 2	1 1 8 1 7	0 8 8
(b) かんがい	2 0 7 8 8	2 3 4 9 2	1 1 8
(c) 水力発電	2 7 0 7	1 9 4 4	0 7 2

(2) 計画別

(a) W'giri ダム, 発電所 およびかんがい	2 2 5 3 7	3 2 0 2 2	1 4 2
(b)(a) および河道改修	3 2 2 6 7	3 4 6 7 2	1 0 7
(c)(b) および支流貯水池かんがい	3 6 8 6 7	3 7 2 5 8	1 0 1
(3) かんがい施設改良	1 5 8 8 6	6 1 0 6 1	3 8 4

Ⅱ. MADIUN 川流域

(1) 目的別

(a) 洪水防禦	7 4 6 8	5 2 1 6	0 7 0
----------	---------	---------	-------

(b) かんがい	8199	4,474	0.55
(c) 水力発電	507	302	0.60
(2) 計画別			
(a) Badeganダム, Bendoダム, 発電所およびかんがい	6845	3,299	0.48
(b)(a) および河道改修	13,127	8,158	0.62
(c)(b) および支流貯水池かんがい	11,967	4,152.5	3.50
(3) かんがい施設改良			

Ⅲ. 下流 Sala 河流域

(1) 目的別			
(a) 洪水防禦	27,442	14,410	0.58
(b) かんがい	81,062	26,965	0.87
(c) 水力発電	1,679	968	0.58
(2) 計画別			
(a) Jipangダム, 発電所および かんがい	28,968	23,458	0.81
(b)(a) および河道改修	48,185	33,868	0.70
(c)(b) および支流貯水池かんがい	60,168	42,848	0.70
(3) かんがい施設改良	9,088	4,178.0	5.16

