社会開発調査部報告書

No.02

国際協力事業団

インドネシア共和国
公共事業省水資源総局

インドネシア国

ブランタス川流域水資源総合管理計画調査

最　終　報　告　書

要　約

平成10年10月

日　本　工　営　株　式　会　社

日本建設コンサルタント株式会社

JICA LIBRARY
J 1146965 [7]

社調二
J R
98-116

1146965 [7]

国際協力事業団

インドネシア共和国
公共事業省水資源総局

インドネシア国

ブランタス川流域水資源総合管理計画調査

最　終　報　告　書

要　約

平成10年10月

日　本　工　営　株　式　会　社
日本建設コンサルタント株式会社

インドネシア国
ブランタス川流域水資源総合管理計画調査

英文報告書の構成

Volume I : *Executive Summary*

Volume II : *Main Report*

Volume III : *Supporting Report I*

Annex
1. Meteorology and Hydrology
2. Watershed Conservation, Sabo, and Flood Control
3 Water Quality.
4. Water Demand Forecast
5. Water Balance Study
6. Water Resources Development
7. River Facility
8. Effective Operation of Water Resources
9. Monitoring and Information System
10. River Environment

Volume IV : *Supporting Report II*

Annex
11. Institutional Study
12. Organization and Management
13. Human Resources Development
14. Financial Plan and Budget Resources
15. Water Charge Mechanism
16. Economic Evaluation
17. Socio-economic Framework

Volume V : *Data Book*

MH Meteorology and Hydrology
WQ Water Quality
IR Irrigation Water Demand
RS River Survey
CB Community and Beneficiaries' Participation Survey
BI Biodiversity Inventory Survey
AR PJT's Annual Report

和文報告書の構成

1. 最終報告書 要約

通貨換算率

The exchange rates used in this Study are:
US Dollar(US$) 1.00 = Indonesia Rupiah(Rp.) 2,446.6
Japanese Yen(¥) = Indonesia Rp.21.4
1997年6月現在

序文

日本国政府はインドネシア共和国政府の要請に基づき、同国のブランタス川流域水資源総合管理計画にかかわる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成9年2月から平成10年8月までの間、4回にわたり日本工営株式会社の佐藤秀樹氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

また、水資源開発公団 戸倉ダム建設所長の尾芦直人氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、インドネシア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成10年10月

藤田公郎

国際協力事業団

総裁 藤田公郎

伝　達　状

国際協力事業団
総裁　藤田 公郎　殿

今般、インドネシア共和国におけるブランタス川流域水資源総合管理計画調査を終了いたしましたので、ここに報告書を提出致します。

弊社は、貴事業団との契約により、平成9年2月から平成10年10月の21ヶ月にわたり本調査を実施してまいりました。今回の調査に際しては、調査対象地域における水需要の増加および水質悪化という現状を十分に踏まえ、水の有効利用と適切な水資源管理をめざした水資源管理システムの強化を図ることを目的とし、西暦2020年を目標年次としたブランタス川流域水資源総合管理マスタープランを策定しました。

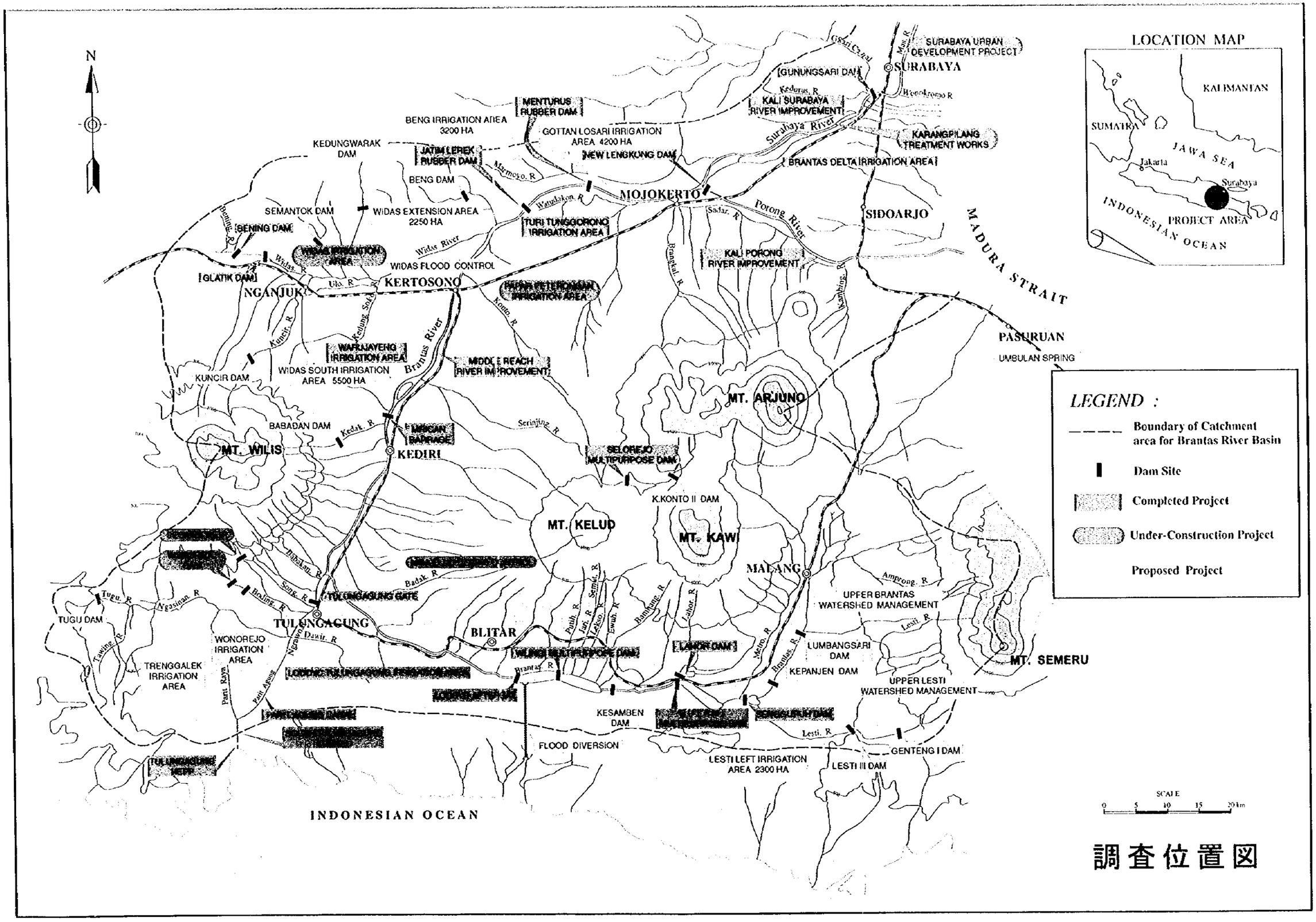
マスタープランでは水供給用ダムの建設、節水対策事業等を提案し、これらは全て技術的・経済的に実施妥当性が高いことが確認されました。また、マスタープランの実施のために組織・法制度を含めた水資源管理全般に関する提言をしております。組織管理体制の強化のために新水管理公社を2002年に設立することを提言し、その実現に向けての準備を緊急3ヶ年計画として早急に実施することを勧告しております。

なお、同期間中、貴事業団および作業監理委員会には多大なご協力とご支援を賜り、心より御礼申し上げます。またインドネシア政府、在インドネシア日本大使館、貴事業団インドネシア事務所および派遣専門家の皆様より貴重なご助言とご協力を賜りました。併せて御礼申し上げます。

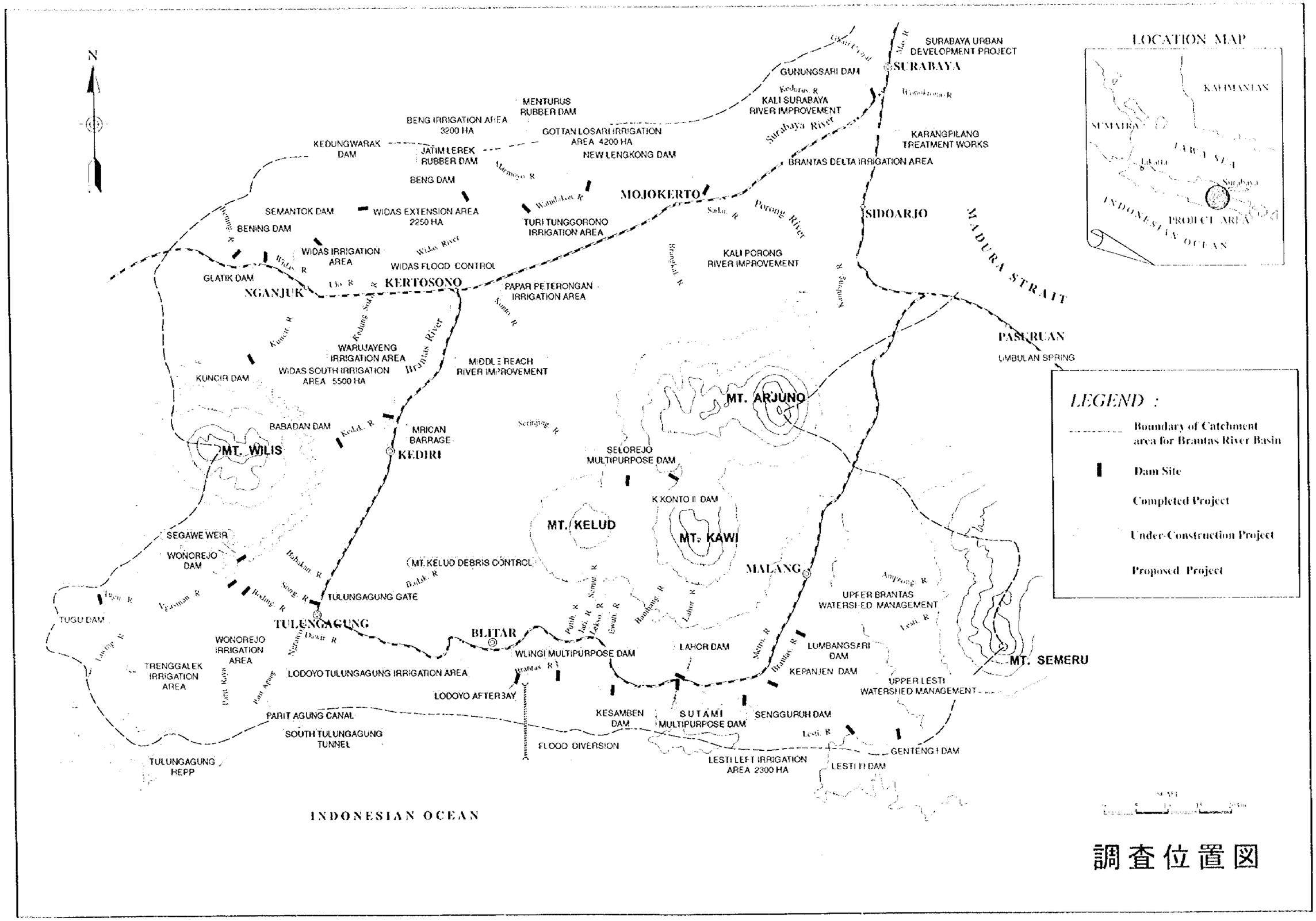
平成10年10月

佐藤秀樹

日本工営株式会社
ブランタス川流域水資源総合管理計画調査団
団長 佐藤秀樹


N
LOCATION MAP
KALIMANTAN
SUMATRA
JAWA SEA
Jakarta
Surabaya
INDONESIAN OCEAN
PROJECT AREA
SURABAYA URBAN DEVELOPMENT PROJECT
SURABAYA
GUNUNGSARI DAM
KALI SURABAYA RIVER IMPROVEMENT
Surabaya River
KARANGPILANG TREATMENT WORKS
BRANTAS DELTA IRRIGATION AREA
MENTURUS RUBBER DAM
BENG IRRIGATION AREA 3200 HA
GOTTAN LOSARI IRRIGATION AREA 4200 HA
KEDUNGWARAK DAM
JATIM LEREK RUBBER DAM
NEW LENGKONG DAM
BENG DAM
MOJOKERTO
SIDOARJO
MADURA STRAIT
SEMANTOK DAM
WIDAS EXTENSION AREA 2250 HA
TURI TUNGGOROONO IRRIGATION AREA
SENING DAM
WIDAS IRRIGATION AREA
WIDAS FLOOD CONTROL
GLATIK DAM
NGANJUK
KERTOSONO
KALI PORONG RIVER IMPROVEMENT
Porong River
PASURUAN
UMBULAN SPRING
WARUJAYENG IRRIGATION AREA
WIDAS SOUTH IRRIGATION AREA 5500 HA
MIDDLE REACH RIVER IMPROVEMENT
KUNCIR DAM
Brantas River
MT. ARJUNO
BABADAN DAM
MT. WILIS
KEDIRI
SELOREJO MULTIPURPOSE DAM
K.KONTO II DAM
MT. KELUD
MT. KAWI
MALANG
UPPER BRANTAS WATERSHED MANAGEMENT
TUGU DAM
TULUNGAGUNG
TULUNGAGUNG GATE
BLITAR
WONOREJO IRRIGATION AREA
TRENGGALEK IRRIGATION AREA
LAHOR DAM
LUMBANGSARI DAM
KEPANJEN DAM
MT. SEMERU
UPPER LESTI WATERSHED MANAGEMENT
KESAMBEN DAM
FLOOD DIVERSION
LESTI LEFT IRRIGATION AREA 2300 HA
GENTENG I DAM
LESTI III DAM
INDONESIAN OCEAN
SCALE
0 5 10 15 20 km
LEGEND :
Boundary of Catchment area for Brantas River Basin
Dam Site
Completed Project
Under-Construction Project
Proposed Project

調査位置図


N
LOCATION MAP
KALIMANTAN
SUMATRA
JAVA SEA
Jakarta
Surabaya
INDONESIAN OCEAN
PROJECT AREA
SURABAYA URBAN DEVELOPMENT PROJECT
SURABAYA
GUNUNGSARI DAM
KALI SURABAYA RIVER IMPROVEMENT
Surabaya River
KARANGPILANG TREATMENT WORKS
BRANTAS DELTA IRRIGATION AREA
MENTURUS RUBBER DAM
BENG IRRIGATION AREA 3200 HA
GOTTAN LOSARI IRRIGATION AREA 4200 HA
NEW LENGKONG DAM
KEDUNGWARAK DAM
JATIM LEREK RUBBER DAM
BENG DAM
MOJOKERTO
SEMANTOK DAM
WIDAS EXTENSION AREA 2250 HA
TURI TUNGGORONO IRRIGATION AREA
BENING DAM
WIDAS IRRIGATION AREA
WIDAS FLOOD CONTROL
GLATIK DAM
NGANJUK
KERTOSONO
PAPAR PETERONGAN IRRIGATION AREA
KALI PORONG RIVER IMPROVEMENT
Porong River
SIDOARJO
MADURA STRAIT
PASURUAN
UMBULAN SPRING
WARUJAYENG IRRIGATION AREA
WIDAS SOUTH IRRIGATION AREA 5500 HA
KUNCIR DAM
Brantas River
MIDDLE REACH RIVER IMPROVEMENT
MT. ARJUNO
BABADAN DAM
MRICAN BARRAGE
KEDIRI
MT. WILIS
SELOREJO MULTIPURPOSE DAM
K KONTO II DAM
MT. KELUD
MT. KAWI
SEGAWE WEIR
WONOREJO DAM
MT. KELUD DEBRIS CONTROL
MALANG
TULUNGAGUNG GATE
TULUNGAGUNG
UPPER BRANTAS WATERSHED MANAGEMENT
TUGU DAM
BLITAR
WONOREJO IRRIGATION AREA
WLINGI MULTIPURPOSE DAM
LAHOR DAM
LUMBANGSARI DAM
MT. SEMERU
TRENGGALEK IRRIGATION AREA
LODOYO TULUNGAGUNG IRRIGATION AREA
KEPANJEN DAM
UPPER LESTI WATERSHED MANAGEMENT
LODOYO AFTERBAY
PARIT AGUNG CANAL
KESAMBEN DAM
SUTAMI MULTIPURPOSE DAM
SENGGURUH DAM
SOUTH TULUNGAGUNG TUNNEL
FLOOD DIVERSION
GENTENG I DAM
LESTI LEFT IRRIGATION AREA 2300 HA
LESTI II DAM
TULUNGAGUNG HEPP
INDONESIAN OCEAN
LEGEND :
Boundary of Catchment area for Brantas River Basin
Dam Site
Completed Project
Under-Construction Project
Proposed Project

調査位置図

ブランタス川流域水資源総合管理計画調査

調査概要

1　調査の目的

ブランタス川は流域面積約１１,８００平方キロでジャワ島第二の大河川であり、東部ジャワ州の中で最も重要な水供給源としての役割を担っている。現在ブランタス川の水は乾期においては殆ど利用し尽くされているが、水需要は増加してきており水源対策が必須である。一方スラバヤを中心とする地域の急速な都市化によって水質が悪化している。

このような状況下において、水の有効利用と適切な水資源管理をめざした水資源管理システムの強化が必要とされている。本調査の目的は以下の通り。（調査対象地域図参照）

１）ブランタス川流域水資源総合管理マスタープランの策定

２）カウンターパートへの技術移転。

2　水資源管理計画立案の基本概念

ブランタス川水資源総合管理マスタープランの基本概念を以下のように規定した。またマスタープラン策定の目標年次を西暦２０２０年と定めた。

（１）水資源管理の目的と対象

水資源管理の目的は持続可能な社会の建設を支援することであり、水を必要なときに必要な場所に供給出来ることが要請される。この為に以下の５点を管理対象とする。

(a) 流域保全管理

(b) 治水管理

(c) 利水管理

(d) 水質管理

(e) 河川環境管理

（２）水資源管理の基本原則

以下に掲げる原則を水資源管理の基本原則と考えた。

(a) 一河川・一計画・一管理の原則

(b) 総費用回収の原則

(c) 汚染者負担の原則

(d) サービス対価の原則

（３）西暦２０２０年における社会経済指標

インドネシア政府の第２次２５ヶ年開発計画及び第６次開発５ヶ年計画（１９９４/１９９５年開始）を基に、計画目標年である西暦２０２０年における、ブランタス川流域内の社会経済指標を以下の通り定め、水需要予測など計画立案の基本値とした。

GRDP 成長率	：	７.６％／年
人口	：	１７,７００千人
人口１人当たりのＧＲＤＰ	：	約５,７００米ドル

3　プランタス川流域水資源総合管理マスタープラン

プランタス川水資源総合管理マスタープランを下記の通り提案すると共に、その実施のために以下のように勧告する。

（1）水資源管理全般の提言

(a) 流域管理水資源管理の定義の明確化

水資源管理とは全ての水関連管理と定義し、(i) 流域保全管理、(ii) 治水管理、(iii)利水管理、(iv) 水質管理、(v) 河川環境管理を包含するものと考える。

(b) 水資源管理の基本概念・原則の周知徹底（2、(2) 参照）

(c) 河川施設の維持・管理の必要性の明確化

（2）組織管理上の提言

(a) 水資源管理体制の強化

(i) 公共事業省をプランタス川水資源管理の監督官庁とし、水管理公社をその実施機関とすること

(ii) 流域水資源管理委員会を新設すること

(iii) プランタス開発事務所、クルド・スメル砂防事務所、及び現水管理公社を合併して新水管理公社を設立すること。

(b) 新水管理公社の組織・運営の改革

(i) 緊急３カ年計画を実施した上で新水管理公社を２００２年に設立すること。

(ii) 新水管理公社は現在、国有公社（Perum）であるが、自立的財政基盤が構築されたあと、２００５年を目標に水管理会社（Persero）に移行すること。

（3）水資源総合管理マスタープラン

(a) マスタープラン対象事業

水資源総合管理マスタープランとして、計画目標年である２０２０年までに実施すべきプロジェクトを以下のように提案する。（図 －S1 参照）

(i)	水供給のためのダム建設	・ Beng ダム建設 ・ Genten I ダム建設 ・ Kedungwarak ダム建設
(ii)	既設ダムの維持・堆砂防止対策	・ Wlingi, Lodoyo, Sengguruh ダムの浚渫 ・ Wlingi ダム近く右岸側の既設バイパス水路の延長
(iii)	節水対策事業	・ 既設灌漑用水路の改善 ・ 工業用水・都市用水利用合理化
(iv)	洪水防御対策	・ Widas 洪水防御事業の実施 ・ Lodoyo 放水路トンネルの建設 ・ 既設洪水予警報システムの改善
(v)	流域保全事業	・ 植林、階段工の実施 ・ 試験植林

(vi) 砂防事業
- Kelud 山噴火対策砂防
- Lesti 川/Brantas 川上流域

(vii) 水質モニタリング・改善事業

(viii) 河川環境改善事業

(ix) 水資源関連機関間情報システム及び 新水管理公社経営情報管理システムの導入

(x) 人材養成プログラムの実施

(b) マスタープランの概算事業費

水資源総合管理マスタープランの全事業費は、１９９７年６月価格で約２兆８０００億ルピア（１１.４億米ドル相当）であり、汚水処理場建設や森林・土壌保全事業などの関連計画に必要な投資額は同じく約４兆２千億ルピア（１７.２億米ドル相当）となる。図 – S1 に事業費内訳を示す。

(c) マスタープラン全体事業実施工程

策定したブランタス川流域水資源総合管理マスタープランに含まれる２０２０年までに実施すべきプロジェクトの全体実施工程は図 – S1 に示すとおりである。また３ヶ年計画を含む２００５年までの行動計画実施工程を図 – S2 に示す。

4 緊急３ヶ年計画の実施

本計画ではブランタス開発事務所、クルド・スメル砂防事務所、現水管理公社の３機関を統合し、新水管理公社を 2002 年に設立する事を提言している。その実現に向けて、管理と技術面での準備を、３ヶ年で行なうことを勧告する。（図 – S2 参照）

管理面 ：
- 現行ブランタス開発事務所、クルド・スメル砂防事務所、水管理公社の組織に関する詳細検討
- 水資源管理業務の内容の再確認
- 関連機関の権限と責任の明確化
- 流域水資源管理委員会関連機関間の調整
- 新水管理公社の事業目論見書の策定
- 新水管理公社設立に関わる法制度の制定
- 新水管理公社要員の教育

技術面 ：
- 河川台帳作成や構造物管理分担ルールの制定
- 情報管理システム及び経営情報管理システムの導入計画の策定
- 新水管理公社技術要員の教育

1999 年初頭から作業を開始し 2001 年までの３ヶ年で完了させる計画とする。準備作業は短期間であり、業務は多岐にわたるので、外部専門家、ｺﾝｻﾙﾀﾝﾄを採用して実施する。専門家、ｺﾝｻﾙﾀﾝﾄに期待する主要業務は下記のとおり。

a) ３ヶ年計画の実施計画書作成

b) 現行ﾌﾞﾗﾝﾀｽ開発事務所、ｸﾙﾄﾞ・ｽﾒﾙ砂防事務所、水管理公社の現状組織の詳細検討

c) 新水管理公社の設立の趣意書作成支援

d) 法制度の改訂作業支援
e) 技術関連業務実施仕様書の作成支援
f) 事務部門内部管理規定の作成支援
g) 水料金システムの確立支援
h) 関連機関内情報管理システムおよび新水管理公社経営情報管理システムの導入支援
i) ３カ年人材養成計画実施

5 フィージビリティー調査

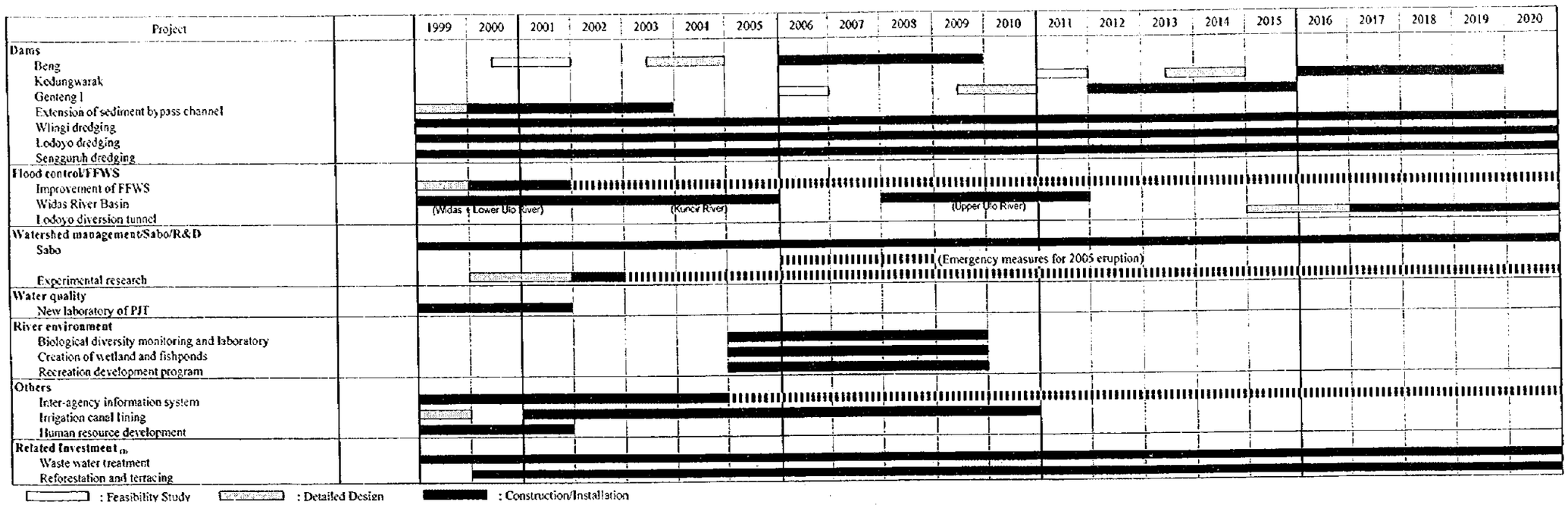
上記の３カ年計画の実施に加えて、以下の調査を別途中・長期計画に基づいて実施する。

(i) 流域保全計画の策定と水質改善計画実施に向けたマスタープラン策定
(ii) 水資源開発のために本調査で実施を提言した優先プロジェクト（Beng ダム、Kudungwarak ダム、Genteng I ダム）のフィジビリティー調査。

6 インドネシア国での経済活動

本調査期間中、１９９８年６月からルピア貨の大変動が始まった。 現在、沈静化に向かっているが、現状では将来の適正なルピア貨為替ルートを想定するには無理がある。本調査ではマクロ経済予測指標として１９９７年６月現在の為替ルートを使用している。

図 - S1　ブランタス川流域水資源総合管理計画実施スケジュール



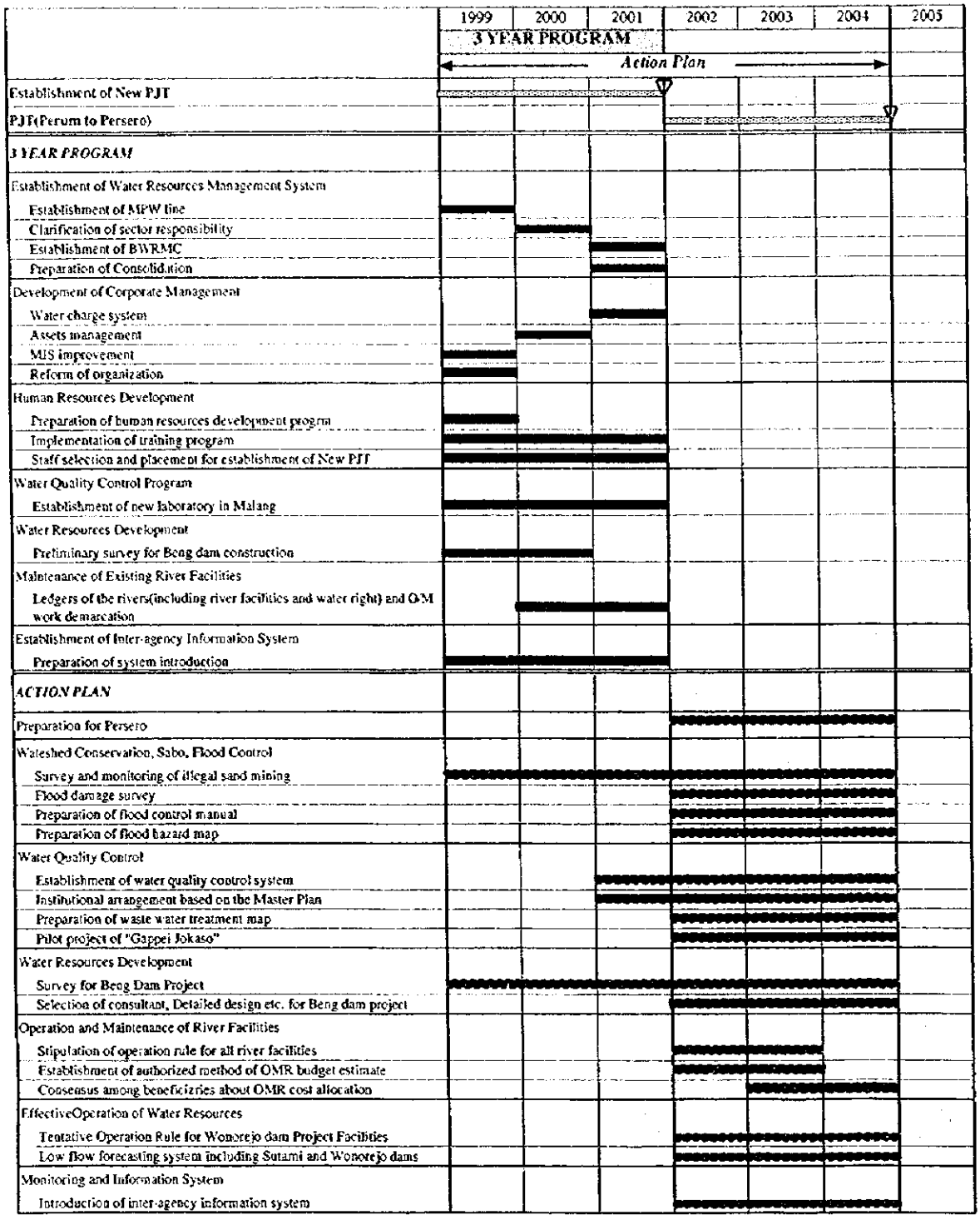
各プロジェクト投資金額

(Unit : million Rp. in 1997 price level)

Project	Total	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Dams																							
Beng	265,397	0	0	0	0	1,740	3,769	27,850	65,410	70,409	70,409	25,810	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kedungwarak	143,847	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,055	2,287	13,459	34,532	38,426	38,426	15,662	0
Genteng I	290,662	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,542	7,674	6,776	58,273	80,930	80,930	52,537	0	0	0	0	0
Extension of sediment bypass channel	50,729	1,209	12,380	12,380	12,380	12,380	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Wlingi dredging	202,683	14,428	14,428	14,428	14,428	14,428	7,679	7,679	7,679	7,679	7,679	7,679	7,679	7,679	7,679	7,679	7,679	7,679	7,679	7,679	7,679	7,679	7,679
Lodoyo dredging	198,056	9,215	9,215	9,215	9,215	9,215	8,993	8,993	8,993	8,993	8,993	8,993	8,993	8,993	8,993	8,993	8,993	8,993	8,993	8,993	8,993	8,993	8,993
Sengguruh dredging	14,278	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649	649
Total	*1,165,652*	*25,501*	*36,672*	*36,672*	*36,672*	*38,412*	*21,090*	*45,171*	*82,731*	*87,730*	*87,730*	*46,673*	*24,995*	*24,097*	*75,594*	*99,306*	*100,538*	*83,317*	*51,853*	*55,747*	*55,747*	*32,983*	*17,321*
Flood control/FFWS																							
Improvement of FFWS	56,667	7,617	8,016	446	0	0	856	61	61	1,086	6,133	6,989	5,108	61	0	0	856	61	61	1,086	6,133	6,989	5,047
Widas River	124,236	1,292	5,882	18,727	19,745	20,074	17,890	12,973	0	0	695	5,398	13,130	8,430	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lodoyo diversion tunnel	421,998	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,130	9,671	100,342	100,341	100,341	99,173
Total	*602,901*	*8,909*	*13,898*	*19,173*	*19,745*	*20,074*	*18,746*	*13,034*	*61*	*1,086*	*6,828*	*12,387*	*18,238*	*8,491*	*0*	*0*	*856*	*12,191*	*9,732*	*101,428*	*106,474*	*107,330*	*104,220*
Watershed management/Sabo/R&D																							
Sabo	559,992	1,890	19,055	19,325	34,800	34,801	34,801	34,801	63,763	47,450	47,450	18,488	18,488	18,488	18,488	18,488	18,488	18,488	18,488	18,488	18,488	18,488	18,488
Experimental research	6,984	0	482	781	674	160	162	165	860	165	165	165	165	860	165	165	165	165	860	165	165	165	165
Total	*566,976*	*1,890*	*19,537*	*20,106*	*35,474*	*34,961*	*34,963*	*34,966*	*64,623*	*47,615*	*47,615*	*18,653*	*18,653*	*19,348*	*18,653*	*18,653*	*18,653*	*18,653*	*19,348*	*18,653*	*18,653*	*18,653*	*18,653*
Water quality																							
New laboratory of PJT	4,500	500	500	3,500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
River environment																							
Biological diversity monitoring and laboratory	480	0	0	0	0	0	0	96	96	96	96	96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Creation of wetland and fishponds	44	0	0	0	0	0	0	9	9	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Recreation development program	648	0	0	0	0	0	0	130	130	130	130	130	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	*1,172*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*234*	*234*	*234*	*234*	*234*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*
Others																							
Inter-agency information system	17,714	42	191	241	2,583	2,608	67	0	0	1,997	1,997	0	0	0	1,997	1,997	0	0	0	1,997	1,997	0	0
Irrigation canal lining	160,365	4,719	1,976	15,691	15,691	15,691	15,691	15,691	15,691	15,691	15,691	15,691	15,691	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Human resource development	18,000	6,000	6,000	6,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	*196,079*	*10,761*	*8,167*	*21,932*	*18,274*	*18,299*	*15,758*	*15,691*	*15,691*	*17,688*	*17,688*	*15,691*	*15,691*	*0*	*1,997*	*1,997*	*0*	*0*	*0*	*1,997*	*1,997*	*0*	*0*
GRAND TOTAL (without VAT)	**2,537,280**	**47,561**	**78,774**	**101,383**	**110,165**	**111,746**	**90,557**	**109,096**	**163,340**	**154,353**	**160,095**	**93,638**	**77,577**	**51,936**	**96,244**	**119,956**	**120,047**	**114,161**	**80,933**	**177,825**	**182,871**	**158,966**	**140,194**
VAT (10%)	**253,728**	**4,756**	**7,877**	**10,138**	**11,017**	**11,175**	**9,056**	**10,910**	**16,334**	**15,435**	**16,010**	**9,364**	**7,758**	**5,194**	**9,624**	**11,996**	**12,005**	**11,416**	**8,093**	**17,783**	**18,287**	**15,897**	**14,019**
GRAND TOTAL (with VAT)	**2,791,008**	**52,317**	**86,651**	**111,521**	**121,182**	**122,921**	**99,613**	**120,006**	**179,674**	**169,789**	**176,105**	**103,002**	**85,335**	**57,130**	**105,868**	**131,952**	**132,052**	**125,577**	**89,026**	**195,608**	**201,158**	**174,863**	**154,213**
Related Investment (1)																							
Waste water treatment	3,995,000	77,000	77,000	127,000	127,000	127,000	127,000	127,000	186,300	186,300	186,300	186,300	188,300	220,300	220,300	220,300	220,300	220,300	221,800	221,800	221,800	221,800	283,800
Reforestation and terracing	162,294	0	1,009	8,069	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064	8,064
Total of related investments	**4,157,294**	**77,000**	**78,009**	**135,069**	**135,064**	**135,064**	**135,064**	**135,064**	**194,364**	**194,364**	**194,364**	**194,364**	**196,364**	**228,364**	**228,364**	**228,364**	**228,364**	**228,364**	**229,864**	**229,864**	**229,864**	**229,864**	**291,864**

(1) Related to Water Resources Management Plan, but not included in the program cost.

図－S2　3ヶ年計画およびアクションプラン実施スケジュール



インドネシア国
ブランタス川流域水資源総合管理計画調査

最終報告書 要約

調査位置図
調 査 概 要

目　　次

I. 調査の目的と範囲 …… 1
- I.1 調査の背景 …… 1
- I.2 調査の目的 …… 1
- I.3 調査対象地域 …… 1
- I.4 調査範囲 …… 1
- I.5 実施機関 …… 1
- I.6 調査日程と現地調査業務 …… 2

II. 調査地域の現況 …… 3
- II.1 自然状況 …… 3
- II.2 ブランタス川流域の社会・経済 …… 3
- II.3 経済開発計画 …… 3
- II.4 ブランタス川流域の概要 …… 4
- II.5 ブランタス川流域開発の歴史 …… 4

III. 水資源管理の基本概念 …… 5
- III.1 「水」の性質に対する理解 …… 5
- III.2 水資源管理の目的 …… 5
- III.3 水資源管理の諸業務 …… 5
- III.4 水資源管理の基本的諸問題 …… 6
- III.5 水資源管理の基本概念 …… 7

IV. 水資源管理調査概要 …… 9
- IV.1 水文調査・解析 …… 9
- IV.2 流域保全・砂防・洪水防御 …… 11
- IV.3 水質管理 …… 13
- IV.4 水需要予測 …… 16
- IV.5 水需給バランス …… 18
- IV.6 水資源開発 …… 20
- IV.7 河川構造物 …… 23
- IV.8 水資源の効率的運用 …… 26
- IV.9 モニタリングシステムと情報管理システム …… 28
- IV.10 河川環境 …… 30
- IV.11 組織・経営管理 …… 31
- IV.12 水資源管理法制度 …… 34
- IV.13 住民参加 …… 36
- IV.14 適正水料金の算定 …… 38

IV.15　人材養成計画 …… 40
IV.16　水管理公社の財政計画と収益源 …… 42

V.　水資源総合管理計画の実施計画 …… 46
V.1　２０２０年に至る全体実施計画 …… 46
V.2　統合前３ヶ年計画の実施 …… 46
V.3　２００４年までの行動計画 …… 48
V.4　事業投資計画と経済評価 …… 49

VI.　提言と勧告 …… 51
VI.1　プランタス川水資源管理の現況と問題点 …… 51
VI.2　提言と勧告 …… 53
VI.3　むすび …… 56

付　表
付　図

付　　表

表-1　ブランタス川流域における水資源管理の基本概念 …… 57
表-2　水資源開発プロジェクトを想定した水需給バランス …… 58
表-3　合併後の新水管理公社に必要な要員数 …… 59
表-4　水資源管理計画の維持管理費用 …… 60

付　　図

図-1　調査実施の関連組織 …… 61
図-2　水循環と水利用サイクル …… 62
図-3　スタミ貯水池縦断図（ブランタス川） …… 63
図-4　スングル，スタミ貯水池堆砂量経年変化 …… 63
図-5　自然流量算定のためのブランタス本川流出入模式図 …… 64
図-6　洪水危険予想地図 …… 65
図-7　水の流出入の解析モデル …… 66
図-8　水資源開発プロジェクト位置図 …… 67
図-9　洪水予警報システムの観測網および
追加観測所（ウォノレジョ） …… 68
図-10 関係機関相互情報管理システムの情報の流れ …… 68
図-11 水管理公社の組織（1997年12月） …… 69
図-12 民営化後（2005年）における水管理会社（Persero）の内部組織 …… 70
図-13 新水管理公社（Persero）の組織構成（2005年） …… 71
図-14 ブランタス川流域水資源総合管理計画実施スケジュール …… 72
図-15 3ヶ年計画およびアクションプラン実施スケジュール …… 73

略語表

1 単位

Length		Weight	
mm	millimeter	gr	gram
cm	centimeter	kg	kilogram
m	meter	t, ton	metric ton
km	kilometer		
Area		Time	
mm^2	square millimeter	sec	second
cm^2	square centimeter	min	minute
m^2	square meter	hr	hour
km^2	square kilometer	yr	year
ha	hectare		
Volume		Others	
cm^3	cubic centimeter	%	percent
m^3	cubic meter	℃	degree centigrade
Ltr	liter	10^3	thousand
		10^6	million
		10^9	billion

2 計画

ADIPURA	Kota Bersih *(Clean City)*
PROKASIH	Program Kali Bersih *(Clean River Program)*
REPELITA VI	Rencana Pembangunan Lima Tahun Tahap VI *(Sixth Five Year Development Plan)*

3 組織

BAPEDAL	Badan Pengendalian Dampak Lingkungan *(Environmental Impact Management Agency)*
BAPEDALDA	Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah *(Provincial Office of Environmental Impact Management Agency)*
BAPPEDA	Badan Perencanaan Pembangunan Daerah *(Regional Development Planning Agency)*
BAPPENAS	Badan Perencanaan Pembangunan Nasional *(National Development Planning Agency)*
BBLH	Biro Bina Lingkungan Hidup *(Bureau of Environmental Guidance, East Java)*
BKPMD	Badan Koordinasi Penanaman Modal Daerah *(East Java Regional Investment Coordinating Board)*
BMG	Badan Meteorologi dan Geofisika *(Meteorological and Geophysical Agency)*
BPPI	Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, Surabaya *(Agency of Industrial Research and Development, Surabaya)*

BPPT	Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi *(Agency for the Assessment and Application of Technology)*
BPS	Biro Pusat Statistik *(Central Bureau of Statistic)*
BRLKT	Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah *(Land Rehabilitation and Soil Consevation Agency, Ministry of Forestry)*
BTKL	Balai Teknik Kesehatan Lingkungan *(Agency of Environment Health Techniques, Ministry of Health)*
DBPP	Direktorat Bina Program Pengairan *(Directorate of Planning and Programming, DGWRD)*
Dep.HUT	Departmen Kehutanan *(Ministry of Forestry)*
Dep.KES/MOH	Departemen Kesehatan *(Ministry of Health)*
Dep.KEU	Departemen Keuangan *(Ministry of Finance)*
Dep.PE/MME	Departemen Pertambangan dan Energi *(Ministry of Mining and Energy)*
Dep.PRINDAG/MIT	Departemen Perindustrian dan Perdagangan *(Ministry of Industry and Trade)*
Dep.PU	Departemen Pekerjaan Umum *(Ministry of Public Works)*
Dep.TAN	Departmen Pertanian *(Ministry of Agriculture)*
DGWRD	Direktorat Jenderal Pengairan *(Directorate General of Water Resources Development, Ministry of Public Works)*
DIPENDA	Dinas Pendapatan Daerah Propinsi Daerah Tingkat I *(Provincial Revenue Service)*
DIPERTA	Dinas Pertanian Daerah Propinsi Daerah Tingkat I *(Provincial Agricultural Service)*
DJBM	Direktorat Jenderal Bina Marga *(Directorate General of Highways, Ministry of Public Works)*
DJCK	Direktorat Jenderal Cipta Karya *(Directorate General of Human Settlements,Ministry of Publiuc Works)*
DPERIKAN	Dinas Perikanan Daerah Propinsi Daerah Tingkat I *(Provincial Fishery Service)*
DPRIND	Dinas Perindustrian Daerah Propinsi Daerah Tingkat I *(Provincial Industry Service)*
DPU	Dinas Pekerjaan Umum *(Public Works Service)*
DPUK	Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten *(Municipal Public Works Service)*
DPU Pengairan	Dinas Pekerjaan Umum Pengairan Daerah Propinsi Daerah Tingkat I *(Provincial Water Resources Service)*
GOI	*(Government of Indonesia)* Pemerintah Indonesia
GOJ	*(Government of Japan)* Pemerintah Jepang

HIPPA	Himpunan Petani Pemakai Air *(Water Users Association)*
IBRD	*(International Bank for Reconstruction and Development)*
IPAIR	Iuran Pelayanan Irigasi *(Irrigation Service Fee)*
JICA	*(Japan International Cooperation Agency)*
Kem. Neg. LH	Kementrian Negara Lingkungan Hidup *(State Ministry of Environment)*
KPH	Kesatuan Pemangku Hutan *(Unit of Forestry Management)*
KPPPLH	Komisi Pengendalian dan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan Hidup *(Commision for Environmental Pollution Control and Abatement)*
LIPI	Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia *(Indonesian Institute of Science)*
MIT/Dep.PRIND	*(Ministry of Industry and Trade)* Departemen Perindustrian dan Perdagangan
MME/Dep.PE	*(Ministry of Mining and Energy)* Departemen Pertambangan dan Perdagangan
MOC	*(Ministry of Construction, Japan)*
MOF	(Ministry of Finance)
MOH/Dep.KES	*(Ministry of Health)* Departemen Kesehatan
OECF	*(Overseas Economics Cooperation Fund, Japan)*
PBS	Proyek Induk Pengembangan Wilayah Sungai Bengawan Solo *(Bengawan Solo River Basin Project)*
PDAB	Perusahaan Daerah Air Bersih *(Regional Clean Water Supply Company)*
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum *(Regional Drinking Water Supply Company)*
PGK	Proyek Gunung Kelud *(Volcanic Disaster Prevention Project of Mt. Kelud, DOI)*
PGKS	Proyek Pengendalian Banjir Lahar G. Kelud Semeru *(Volcanic Disaster Prevention Project of Mt. Kelud Semeru)*
PJT	Perum Jasa Tirta *(Jasa Tirta Public Corporation)*
PKB	Proyek Pengembangan Wilayah Sungai Kali Brantas *(Brantas River Basin Development Project)*
PLN	Perusahaan Umum Listrik Negara *(State Electric Power Company)*
PLN PJB II	P.T. PLN Pembangkitan Tenaga Listrik Jawa - Bali II *(PLN Electric Power Generator Corporation Java Bali II)*
POJ	Perum Otoritas Jatiluhur *(Jatiluhur Authority Public Corporation)*
PPPLD	Pengendalian dan Penanggulangan, Pencemaran Limbah Domestik *(Work Team for Controlling and Overcoming Domistic Waste Pollution)*

PPPLI	Pengendalian dan Penanggulangan, Pencemaran Limbah Industri *(Work Team for Controlling and Overcoming Industrial Waste Pollution)*
UNDP	*(United Nations Development Program)*
USAID	*(United States of Agency for International Development)*
WARDEC	*(Water Resources Development Corporation)*

4 その他

APBD	Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah *(Provincial Government Resources and Expenditure Budget)*
APBN	Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara *(Central Government Resources and Expenditure Budget)*
BOD	*(Biochemical Oxygen Demand)*
Bupati	*(Head of Regency)*
Camat	*(Head of sub District)*
COD	*(Chemical Oxygen Demand)*
CPI	*(Costumer Price Index)*
DIP	Daftar Isian Proyek *(Development Budget Allocation)*
DO	*(Dissolved Oxygen)*
EOM	*(Effective Operation & Maintenance (ISSD under IBRD)*
FFWS	*Flood Forecasting and Warning System*
GDP	*(Gross Domestic Product)*
GERBANG KERTOSUSILA	Gresik, Bangkalan, Mojokerto, Surabaya, Sidoarjo,Lamongan
GRDP	*(Gross Regional Domestic Product)*
HWL	*(High Water Level)*
IPEDA	Iuran Pendapatan Daerah *(Village Land Tax)*
ISF	*(Irrigation Service Fee)*
ISSP	*(Irrigation Subsector Project) (IBRD Project)*
Kabupaten	*(Regency)*
Kanwil	Kantor Wilayah *(Provincial Office of a Ministry)*
Kecamatan	*(District)*
Kotamadya	*(Municipality)*
LWL	*(Low Water Level)*
O&M	*(Operation & Maintenance)*
Polowijo	*(Second crop or collective term for all annual crops other than paddy and sugarcane)*
SS	(Suspended Solid)

I　調査の目的と範囲

I.1　調査の背景

ブランタス川は流域面積が約１１,８００平方キロのジャワ島第二の大河川であり、東部ジャワ州の中で最も重要な水資源としての役割を担っている。

ブランタス川流域の水資源開発マスタープランはこれまでに１９６１年、１９７３年、１９８４年と３回に亘ってOTCAやJICAによって実施されてきており、数々の水資源開発プロジェクトの提案を行ってその多くがこれまでに実現されてきている。

１９８７年にはOECF資金によってSAPS-I調査が実施され、ブランタス川流域管理のための新組織設立を提案した。これを受けて１９９０年に水管理公社設立のための関連法が施行され、１９９１年に同公社が発足した。水管理公社発足直後にSAPS-II調査が実施され、ブランタス川流域の維持管理の改善策や同公社の組織運営強化策が提案された。

現在ブランタス川の乾期の水は殆ど利用され尽くされていて、新たな需要に見合うような水資源は見あたらない状態である。またスラバヤを中心とする地域の急速な都市化によって水質が悪化しており、これらの改善を図るための新たな水供給プロジェクトとして、現在Wonorejoダムプロジェクトが実施中である。

このような状況下において、水の有効利用と適切な水資源管理をめざした水資源管理システムの強化が必要とされ、総合水資源管理計画の策定が望まれている。

I.2　調査の目的

ブランタス川流域水資源総合管理計画調査（本調査）の目的は以下の２点である。

1）ブランタス川流域の適正な開発と管理に資するために、水質管理や流域保全、適正な施設管理、水配分等による効率的水利用管理計画と、適切な流域管理のために必要となるモニタリング、法制度、関連組織の整備計画からなる同流域水資源総合管理マスタープランの策定、及び

2）カウンターパートに対する現地調査業務を通じての技術移転

I.3　調査対象地域

調査対象地域はブランタス川流域全域である。水配分計画の策定に際して、対象地域外へのブランタス川からの給水計画、及び対象地域外の河川からからスラバヤ等への給水計画について、インドネシア側で既存の計画を有する場合には与件として取り入れた。

I.4　調査範囲

調査は次の２段階に分けて実施された。

フェーズ　I　：基本調査と既存調査のレビュー

フェーズ　II　：総合水資源管理計画の策定

I.5　実施機関

インドネシア側は公共事業省水資源総局が調査団に対するカウンターパート機関かつインドネシア側関連諸機関の調整機関である。また１９９７年６月に水資源総局水資源保全局長を議長とする本調査のステイアリングコミッティーが設立された。本調査実施の組織関連図を図 - １に示す。

I.6　調査日程と現地調査業務

（1）　調査日程

本調査は１９９７年２月に開始され現在に至るまでおおむね次のような日程で実施された。

フェーズ I　：　１９９７年２月から１０月の間、２度の現地調査（第１次及び第２次）と第１次国内作業を実施。

フェーズ II　：　１９９７年１０月から１９９８年３月まで第３次現地調査と第２次国内作業を実施。

（2）　現地調査業務

本調査業務中に実施された再委託調査と調査団員によって行われたカウンターパートに対するレクチャー等のテーマは以下の通りである。

(a)　再委託調査

- (i)　河川環境インベントリー調査
- (ii)　河川縦横断測量
- (iii)　流域管理活動意識調査

(b)　レクチャー

- (i)　水資源開発シナリオと水需給バランス計算の考え方
- (ii)　水文観測と解析
- (iii)　灌漑用水需要
- (iv)　水質改善計画
- (v)　上工水の需要予測
- (vi)　財務状況と収入源、及び水管理公社の発展シナリオ

II　調査地域の現況

II.1　自然状況

ブランタス川は東部ジャワ州の、南緯７度１分から８度１５分および東経１１０度３０分から１１２度　５５分に囲まれた地域に位置する。気候帯は熱帯モンスーン帯に属し、例年５月から１０月までが乾季、１１月から翌年４月までが雨季である。流域平均雨量は約２,０００mm でその内の８０％以上が雨季に降る。

II.2　ブランタス川流域の社会・経済

（１）　人口

流域内の人口は１９９４年現在約１,３１５万人であり、インドネシア全体の７％、東部ジャワ州の４２％に相当する。１９９０年から１９９４年に至る人口増加率は年率で１％であり、流域人口の２６％が都市域に居住している。

（２）　経済成長

ブランタス流域の国内総生産は１９９５年時点で約３９兆ルピア[１９９５年平均通貨換算率（12,249 ルピア/米ドル）を適用すると約１７３億米ドル]となり、１人あたり１,２６９米ドルとなる。これは東部ジャワ全体（８７２ドル）や国全体（８８０ドル）のそれよりもそれぞれ４６％および４４％高くなっている。年間経済成長率（１９８３年から１９９５年の間）は国全体及び東部ジャワ州全体でそれぞれ6.8％と6.4％であるのに対して、流域平均は7.6％とかなり上回っている。１９８０年代前半の成長率は５～６％であったのに対して、同後半は７～８％にのびており、この GRDP の伸びはスラバヤ及びその周辺の急速な工業化によるところが大きい。流域内の就業人口の５３％は未だ農業に従事している。

II.3　経済開発計画

インドネシア政府は１９９４/１９９５財政年度に第２次２５ヶ年開発計画をスタートさせている。この中で２０１９/２０２０財政年度に至る社会・経済開発の指針を示している。これによるとインドネシアは、この計画期間中に“公正”、“経済成長”、“安定”の三本柱の調和を図りながら、離陸段階に移行して行くことをを目指している。２５ヶ年計画の目標値は、年間平均人口伸び率が1.2％、経済成長率7.3％/年である。

上記２５ヶ年計画の第一次社会経済開発５ヶ年計画(１９９４/１９９５年開始)である Repelita VI では以下に示す成長率を予測している。

人口増加	：	1.5％／年
ＧＤＰ	：	6.2％（１９９６年に7.1％に修正）
農業生産	：	3.4％／年
工業生産	：	9.4％／年

東部ジャワ州の開発計画は現在、州政府が準備中である。計画案には以下の目標値が示されている。

経済成長率	：	7.7％／年
人口増加	：	1.4～1.7％／年
土地利用増		
工業	：	3.0％／年
農業	：	0.3％／年
住宅	：	0.8％／年

以上の計画値を基に、本調査では２０２０年における社会経済指標を下記の通り想定した。

GRDP成長率	：	７.６％／年
人口（２０２０年）	：	１７,６９７千人
人口１人当たりのＧＲＤＰ	：	約５,７００米ドル

II.4　プランタス川流域の概要

プランタス川は Arjuno 山塊の南斜面に源を発し、Madura 海峡まで本川全長約３２０km である。プランタス川は最初南下した後 Kepanjen 付近で西に転じ、Lesti 川と Metro 川と合流した後 Sutami ダムに達する。Sutami ダム地点における河床高は海抜約２００m、集水面積は約２,０５０平方キロである。Wlingi ダムと Lodoyo ダムを経て Ngrowo 川との合流点に達するが、同地点での集水面積は約３,６００平方キロである。 Ngrowo 川と合流した後、北北東方向に転じ Kediri や Kertosono を経て Ploso に達する。ここから Mojokerto まで東方向に流れ、ここで Madura 海峡に注ぐ Porong 川とスラバヤ市の北で海に注ぐ Surabaya 川に分かれる。Mojokerto に至る間に合流する支川は Widas 川と Konto 川であり、Lengkong ダム地点における集水面積は約８,６５０平方キロである。

Porong 川は雨季期間中には洪水放水路の機能を持ち、Surabaya 川はスラバヤ市への水供給水路であるとともに、市内排水路の働きも果たしている。

II.5　プランタス川流域開発の歴史

プランタス川流域においては１９６１年の南 Tulungagung 排水プロジェクトの完成以来、主たるものだけで２０以上の灌漑、上工水供給、水力発電、洪水防御のプロジェクトが実施されてきている。プロジェクトの概要ははメインレポートのII.5に紹介されている。

III　水資源管理の基本概念

本章ではブランタス川流域水資源管理の基本概念(basic concept)を述べる。この基本概念検討にあたっては、管理システムの現状と問題点および管理に必要な業務とは何かを、技術面・管理面の詳細にわたって検討している。

III.1　「水」の性質に対する理解

「水」の性質については一般的に以下のように理解されている。水の性質に関連して、水循環と水利用サイクルを図 - 2に示す。

- 水は地球上のあらゆる生物の生命維持に必要である。
- 水は神から与えられた自然の賜物である。
- 水資源は経済財であるとともに社会財でもある。
- 水は有限な資源である。
- 水は季節と場所によって増減する。
- 水の需要・消費は社会の発展とともに増加する。
- 水資源開発は洪水被害増加と水需要増加などにともなって必要となる。
- 水資源開発には財源が必要である。

さらにブランタス川流域ではクルド山を特殊条件として考慮せねばならない。流域の中心に位置するこのクルド山は平均 15 年の周期を持って噴火している火山であり、噴火の度に多量の土砂を流出している。これが洪水とあいまって住民に多大の被害を与えてきた。そのためブランタス川流域水資源管理を検討するに当たってはクルド山を検討対象から外すわけにはいかない。本章では水の性質に対する上記のような理解の下に、水資源管理の基本概念について検討する。

III.2　水資源管理の目的

水資源管理の目的は、持続的社会建設を支える為に水と河川を公平かつ効果的に利用することにある。

社会の発展と経済活動の高度化に伴い、次のような水関連の諸問題が発生する。

- 渇水年における水不足
- 水騒動
- 持続的な水資源保全
- 潜在的洪水被害の増加
- 水質悪化
- 河川環境の悪化

このような諸問題を解決する為には水資源管理システムの確立が必要である。

III.3　水資源管理の諸業務

水資源管理に必要とされる諸業務は以下の５分野に別けて規定することが出来る。

(1)　流域管理

- 水資源保全管理
- 地滑りと土壌侵食防止管理
- 流出土砂(sediment)管理
- クルド山流出土砂(debris control)管理

（2）　洪水制御管理
・洪水制御工(flood control works)管理
・洪水被害管理

（3）　低水管理
・水供給管理
・水資源開発管理
・水収支管理
・低水(low water)管理

（4）　水質管理
・河川水質管理
・家庭排水管理
・工業排水管理

（5）　河川環境管理
・河川区域土地利用管理
・河川区域生物相(biota)管理
・河川空間観光利用管理

これらの業務は主として次のような活動によって達成されうる。
・現況のモニタリングと資料収集
・現況・問題点把握のための予備的分析
・水資源管理の基本計画策案
・基本計画で発掘されたプロジェクトのフィージビリティ・スタディーと詳細設計および付随的維持・補修工事
・プロジェクトの実施
・モニタリング・評価のフォローアップ（これは次の計画立案に反映される）

これらの工事は各段階において住民・受益者の参加に配慮して行なわれるべきであり、それによって住民・受益者らの水資源管理活動に対するニーズと要請を反映することが可能となる。

III.4　水資源管理の基本的諸問題

以下にプランタス川流域水資源管理の基本的諸問題(fundamental problems)を述べる。これらは水資源管理業務の最大の問題点である。

（1）　経験豊富な人材の不足
（2）　更なる水資源開発のニーズ
（3）　水資源開発を包含した水資源管理基本計画の策定
（4）　各セクター間の相互に競合する条件を充分考慮した包括的計画の策案
（5）　プロジェクト・構造物完成後の運転・維持をより適切に実施すること
（6）　運転・維持のための組織

プランタス川流域水資源管理には多くの省庁が携わっており、これら省庁の役割分担は必ずしも明確ではない。重複ないしはどの省庁もカバーしていない空白分野がいくつか見られる。

（7）　財務・予算

1）水管理公社の年度予算は受益者からの収入によっている。しかしながら、その基盤は必ずしもはっきりしていない。水管理公社は支払い能力のある資金源を見つけてそれから収入を得ている。すなわち受益者に対して、特定・不特定の区別に基づく費用割当てを行なっていない。これは将来必ず水管理公社の操業に問題となるであろう。

2）全費用回収原則(full cost recovery principle)（受益者負担原則を含む）と政府支払い義務原則(Government obligation principle) が考慮されるべきである。

3）水管理公社の収入は必ずしも公社が提供しているサービスと見合っていない。

4）水資源関連施設でプランタス開発事務所から公社へ移管されたものは必ずしもすべて水管理公社の貸借対照表に載っていない。これは水供給施設の維持・運転費用と減価償却などを包含する費用が計算基礎に入っていないことを意味する。水管理公社の将来の経営の為に、適正な資産管理システムを確立することが必要である。

III.5　水資源管理の基本概念

現状と問題点は前節で紹介したとおりだが、これらを充分考慮したうえで、プランタス川流域水資源管理の基本概念として下記を提言する。

（1）　水資源管理の目的と対象

1）水資源管理の究極の目的は水を必要な時に必要な場所に供給することによって、持続的社会建設を支援することにある。

2）水資源管理の対象範囲を下記の通りとする。

- 水資源保全
- 洪水制御
- 低水管理
- 水質管理
- 河川環境管理

3）環境容量（environmental capacity ）を河川流域全体に対して検討する。水資源開発と水利用は全流域の自然環境容量を保持する範囲に制限されるべきである。

（2）　1河川・1計画・1管理原則(one river、one plan、one management)

1）1河川は包括的なひとつの開発・管理計画によって開発・管理されるべきである。

2）1河川はひとつの管理システムによって管理されるべきである。

- 「1管理システム」とは原則として、ひとつの責任ある実施機関・組織(one responsible line organization)と定義される。
- 管理システムは一元的管理組織(unified organization)と水資源管理に密接な関係のある関連官庁(coordinating agencies)とから構成される。
- 相互に競合し、矛盾する次のような問題に対しては特に調整することが必要である。
  - 農地・プランテーション・森林の土地開発：経済開発と水保全・地滑り・土壌侵食などの流域管理と競合する
  - 水利用者間における水配分
  - 水利用と排水処理
  - 水利用と河川環境

（3）　総費用回収原則(full cost recovery principle)

水資源開発・管理に必要なすべての費用は次のような原則に基づいて回収されるべきである。

1）受益者負担原則(beneficiaries-pay principle)
すべての受益者は水代金(water service fee)を支払うことを義務づけられる。

2）政府負担原則(Government obligation principle)
受益者が多数でありかつ不特定であるため水代金を賦課できない場合は、その費用を政府が負担する。 洪水防御、水質管理、河川環境などが対象となる。

（4）　汚染者負担原則(polluters-pay principle)

1）住民や工場が公共下水道を使用する場合は、下水処理設備も含め、「下水道使用料」(sewerage service charge)を徴収する。

2）製造業の汚染者は、排水が政府の決める水質を超える場合は「罰金」(penalty)を支払う。

3）工場の汚染者は排水処理施設を設置するまでは「汚染費」(polluters fee)を払う。この規制を実施する場合には時限立法とすべきである。汚染費収入は排水処理施設の建設費に充当する。

（5）　サービス対価の原則(pay-to-service principle)

水資源管理の実施省庁は、提供したサービスに対する費用に応じてサービス料を受けるべきである。

これら水資源管理の基本概念は表 - 1に要約されている。同表にはこれら基本概念を本調査でどのように取り入れたかが対比されている。調査団の提案の詳細は、第IV章の調査概要の中に説明されている。

IV　水資源管理調査概要

IV.1　水文調査・解析

IV.1.1 現在の気象・水文観測体制

（1）　観測体制

ブランタス川流域における気象水文観測は、水管理公社、州水資源局や森林・土地保全局で実施されている。水管理公社においては計画管理室が担当しており、現地観測は ASA I（上流部水管理部）ASAII（下流部水管理部）がそれぞれ流域内水管理公社のすべての観測所を運用・統括を行している。

（2）　気象水文観測

水管理公社は流域内で 109 観測所において雨量を中心とする気象観測を行っていて、このうち 26 カ所がテレメーター化された観測施設である。水位流量を中心とする水文観測所は 52 カ所が運営されていて、その内 21 カ所がテレメーター観測所である。

IV.1.2 既設貯水池の堆砂

（1）　貯水池内堆砂の現況

ブランタス川流域内各貯水池の建設当時と最新測量結果による総貯水量と有効貯水量との比較を以下に示す。

貯水池	満水位 (m)	低水位 (m)	完成時			最新測量			最新測量/完成時	
			総貯水量 (百万.m³)	有効貯水量 (百万.m³)	完成年	総貯水量 (百万.m³)	有効貯水量 (百万.m³)	測量年	総貯水量 (%)	有効貯水量 (%)
Sengguruh	292.5	291.4	21.50	2.50	1988	3.37	1.17	Jul.1996	15.7	46.8
Sutami	272.5	246.0	343.00	253.00	1972	183.42	146.63	Aug.1997	53.5	58.0
Lahor	272.7	253.0	36.10	29.40	1977	32.88	26.54	Jul.1995	91.1	90.3
Wlingi	163.5	162.0	24.00	5.20	1977	4.97	1.41	Nov.1996	20.7	27.1
Lodoyo	136.0	125.5	5.80	4.20	1980	2.35	2.35	Nov.1996	40.5	56.0
Serolejo	622.0	598.0	62.30	50.10	1970	48.76	44.51	Nov.1993	78.3	88.8
Benibg	108.6	96.4	32.90	28.40	1981	31.70	28.05	Nov.1993	96.4	98.8

上の表に示されるように、完成以来貯水池への土砂流入によって総貯水量、有効貯水量とも大幅に減少した貯水池として、Senggruh, Sutami, Wlingi, Lodoyo の各ダムがあげられる。図 - 3 は Sutami ダムの貯水池縦断形状を示したものであり、図 - 4 は Sutami と Senggruh 両ダムの堆砂量経年変化を示したものである。同図から明らかなように、1988 年の Senggruh ダムの完成後は Sutami ダムへの堆砂進行が緩やかになっていて、この傾向は Senggruh ダムがほぼ満砂状態になった 1993 年以降も続いている。

（2）　将来貯水量予測

前述した Sutami、Lahor 両ダムの現在に至るまでの堆砂状況をもとに、近年の堆砂傾向が今後も続くと考えた将来貯水量予測量を以下に示した。

年	Sutami reservoir			Lahor reservoir		
	総貯水量 (百万.m³)	有効貯水量 (百万m³)	水位260m 以上の貯水量 (百万m³)	総貯水量 (百万.m³)	有効貯水量 (百万m³)	水位260m 以上の貯水量 (百万m³)
2000	180.72	144.76	94.18	31.99	25.75	20.33
2010	171.73	138.52	93.29	30.20	24.16	18.92
2020	162.74	132.28	92.40	28.41	22.57	17.51

IV.1.3 洪水解析

1984年に実施された前回のマスタープラン調査で行われた洪水解析で使用された1960年から1983年までのデータに加え、それ以降1996年までのデータを用いて下表に示すブランタス川New Lengkongダム上流域平均の3日最大雨量を算出した。

Return Period(Year)	Previous Study(1960~1983) (mm)	Present Study(1960~1996) (mm)
10	96	94
25	106	105
50	114	113
100	121	121

上表に示すように今回解析結果は1984年結果と殆ど同じか僅かに下回る程度であった。また1984年以降のPloso地点（Jatimlerek Rubber ダム下流）において観測された洪水記録は、1984年3月の1,228トン／秒と1992年3月の1,078トン／秒であり、いずれも同地点における設計高水流量1,500トン／秒を下回っている。以上の結果から前回のマスタープラン調査結果が有効であると判断した。

IV.1.4 低水解析

（1） New Lengkong堰地点における自然流量

いろいろな条件下における水需要量と河川流量やダム貯水量とのバランスを検証するために、New Lengkong堰地点における自然流量算出解析を行った。自然流量は、ブランタス川本川上で取水されている取水量や、上流各ダムの貯留量からの放流量を計算上取り除いて、このような人工的操作が行われないと仮定した場合の流下量を算出したものである。

本解析では、支川の流量は渇水期においてはすべて支川流域内で消費され、本川への流入はないと想定した。本解析で用いたブランタス川本川流出入模式図を図 - 5に示す。

（2） 渇水年

水供給計画を立案するために行う水バランス解析の中での利用可能流量として、本調査では10年確率渇水流量を用いることとした。渇水期間を6月から11月までの間と定め、上述のとおり1977年から1996年までの20年間に亘って算出した自然流量の内、渇水期間内の各年自然流量を比較し、20年間で2番目に小さい1977年を計画渇水年（10年渇水年）と定めた。1977年のNew Lengkongダム地点における渇水期間内自然流量は約819百万 m³であり、20年の内で最渇水年と分析された1982年は約741百万m³であった。

IV.2　流域保全・砂防・洪水防御

IV.2.1　流域保全、砂防、洪水防御の現況と問題点

1990 年現在、流域内土地利用は、農地 55%、森林 26%、住居 14%、その他 5%である。東ジャワ州の土地利用図によると、2008 年における土地利用は、1990 年にくらべて農地は減少傾向であり、森林および居住地域は、それぞれ 10.2%、21.8%の増加となっている。流域を確実に管理するため、土地利用を継続的に調査することが必要である。

流域内には、土壌侵食の危険性のある土地が広く分布している。森林省の 1988 年資料をもとに、流域内で侵食可能性のある面積として、約 3,300 km^2 が推定できる。特に、スングルダム上流域で土壌侵食は顕著で、土砂流出量は 1.89 mm/km^2/年に達している。スングルダム及びスタミダムの貯水容量を維持確保するため、スングルダム上流域の土地保全及び砂防対策の実施が緊急に必要とされている。

ブランタス川流域の流域保全計画を策定するため、現在定量的に把握されていない、地質、土壌、植生、土地利用、土砂生産及び流量の関係を明確にすることは重要なことである。従って、ブランタス川流域に関してその関係を調査研究することが望まれる。

クルド火山流域において、土砂生産は火山の噴火によるものである。流域下流に位置するウリンギダム及びロドヨダムでは、1990 年噴火の際、流出土砂により多大な損害を被っている。これに対処するため、近年、プティ川バイパス水路の建設及び砂防工事がクルド・スメル砂防事務所により進められているが、土砂流出を完全に制御するに十分なものではない。平均 15 年周期と言われているクルド火山の噴火は 2005 年に迫っている。流域の堆積土砂の現状を早急に把握し、次期噴火に備えた、詳細な土砂対策の策定と継続砂防工事の実施が必要である。

洪水防御事業は 1985 年に策定されたマスタープランにもとづき実施中である。マスタープランの残工事はウィダス川洪水防御事業及びロドヨ放水路建設である。ウィダス川洪水防御事業は、現在第 1 期事業（1/10 確率）が進行中であり、その進捗状況は、第 1 期工事量の約 65%である。

河川測量成果によると、ブランタス川中流部河床は低下傾向にある。河床低下量は、現地調査による推定不法土砂採取量による低下量とほぼ一致している。一方、上流域ではクルド火山噴火による土砂災害を防ぐため砂防工事が実施されており、供給土砂は次期噴火まで漸次減少することから、河床低下による河川施設の崩壊が予想される。したがって、下記の項目について実施することを提言する。

- 河床変動調査の継続
- 不法土砂採取の禁止
- 土砂採取地の河道から上流貯砂地への転換指導
- 河床変動と供給土砂の均衡を考慮した貯砂地堆砂の安全な流下方法の検討
- 貯砂地および採取土砂輸送施設（道路・鉄道）の整備

IV.2.2 提案事業および事業概要

（1）　流域保全

(a) 植林および階段工：2020 年までに侵食危険地について、植林及び階段工を実施し、土壌侵食防止、洪水流出量低減を計ることを提案する。本事業は、植林：170 km^2、階段工：3,070 km^2 より成り、土地改良・土壌保全庁が実施するものとする。

(b) 流域試験研究：将来の流域管理のために、コント川、レスティ川及びグロウォ川において流域試験地を設け、土地利用、流出量、土砂流出量について研究を行うことを提言する。研究は、対照 流域法を適用し、隣接した基本流域および裸地流域（約 1 km^2）を設け、その流域雨量、流出流量、流出土砂量の関係を明らかにする。その後、裸地流域に段階的に植林し基本流域との変化を研究する。本事業を土地改良・土壌保全庁と協力して新水管理公社が実施するものと

する。

（2） 砂防

(a) クルド火山流域：次回の噴火として 2005 年を想定しそれに対処することを提案する。噴火規模として 1990 年噴火規模を想定し、噴火量 142 百万 m^3 から流域圏外 37 百万 m^3、ブランタス川土砂流送能力 46 百万 m^3、噴火直後 3 年間に流出する短期流出土砂量 7 百万 m^3 を差し引いた量 $52\times10^6 m^3$ を長期計画抑制土砂量として対処することを提案する。また、緊急工事として、短期流出土砂量に対する工事を提案する。

(b) ブランタス川上流およびレスティ川：スングルー及びスタミダムに流入する土砂を軽減するため、スングルーダム上流域に 17 基の砂防ダムを設けることを提案する。提案した砂防ダムの計画抑制土砂量は 15.1 百万 m^3 である。

（3） 洪水防御

ウィダス川流域に大きな変化はないため、1985 年のマスタープランで提案された洪水防御計画に基づいて、現在進行中である残工事を継続実行することを提案する。ロドヨ放水路事業は、現在の河道計画上及びクルド火山の災害対策としても不可欠な事業である。ウィダス川改修事業の終了後この事業を実施することを提案する。

洪水防御事業の一環として、ハード面での対策に加えてソフト面での対策が必要である。本調査では、ソフト面での河川管理として洪水危険予想図の作成・公表することを提案する。ボロン川をモデル地域に選定し、1/50 確率洪水発生時を想定した洪水危険予想図は、図―6 に示す様である。

IV.2.3 事業費および便益

事業費は、直接工事費、管理費、技術費、予備費、維持管理を含めた工事費および土地補償費用とし、下記に示す。（なお、流域試験地研究にはランドサットによる流域状況分析費用を含むものとした。）

（1） 流域保全

工事費：植林および階段工：162,294 百万ルピア （土地改良・土壌保全庁、森林公社実施）

流域試験地研究：6,984 百万ルピア （新水管理公社実施）

便益：低減される侵食量を河川の掘削費用減少分として算定すると、その年平均掘削費用減少分は 1,643 百万ルピア/年となる。

（2） 砂防（クルド・スメル開発事務所、後に新水管理公社実施）

工事費： クルド山流域：470,373 百万ルピア

レスティおよびブランタス川上流：133,235 百万ルピア

便益： クルド山流域：長期計画抑制土砂量の 52.0 百万 m^3 を河川掘削費減少分として算定すると、29,539 百万ルピア/年となる。

レスティおよびブランタス川上流：スングルダムの浚渫費用の軽減として、17 ダムでの抑制土砂量が 22 年で満砂すると考えれば、年平均減少費用は 10,600 百万ルピア/年となる。

（3） 洪水防御（ブランタス川開発事務所、後に新水管理公社実施）

工事費： ウィダス川：135,761 百万ルピア

ブランタス川及びロドヨ排水トンネル：421,998 百万ルピア

便益：　1985年マスタープランにおいて、15.0%の内部収益率を算定している。

IV.2.4 行動計画

2002年の3機関の統合による新水管理公社設立、2005年における水管理会社への移行に伴い、次の行動が必要である。

1999年 ～ 2001年

（1）　侵食地、森林区域を詳細に取り入れた流域保全を目的とした土地利用図の作成。
（2）　クルド山流域からの流出土砂についての詳細な調査にもとづく土砂管理マスタープランの作成。
（3）　現在の流域状況を考慮した流域保全マスタープランの見直し。
（4）　流域保全計画の実施計画策定及び管理者への実施勧告。
（5）　既設砂防施設の堆砂実態調査。
（6）　貯砂地堆積土砂の材料としての品質向上対策及びその輸送対策。
（7）　河川台帳の作成。
（8）　1985年マスタープランで勧告されている遊水地の調査及びその境界杭の設置。

2002年 ～ 2004年

（1）　関係機関との合意にもとづく洪水防御マニュアルの作成。
（2）　流域全体の洪水危険予想区域図の作成及び公表。

1999年 ～ 2004年　（継続調査）

（1）　河川からの不法土砂採取実態調査。
（2）　洪水被害実績調査。

IV.3　水質管理

（1）　1997年現在、ブランタス川流域における水質モニタリングは、水管理公社、プロカシ（川をきれいにするキャンペーン）および公共事業省東部ジャワ州事務所が計92個所で実施している。加えて工場のモニタリングを、水管理公社が41工場、プロカシが58工場を対象に実施している。水管理公社の場合、サンプル採取と分析は実験室で行なわれている。年間モニタリング費用は採集と試験に75百万ルピア、人件費・資料検査・報告に78百万ルピアかかっている。

（2）　乾期中は流量減少と汚濁負荷のために水質は悪化してBODは5-10mg/lに達する。一方、雨期中—特に雨期の始めは沈泥が多くなる。スラバヤ川はブランタス川流域のなかでも有機物による汚染が最も進んでいる川の一つであり、常時BOD10-20mg/lノ高さを示している。ブランタス川上流マラン近辺の8-15mg/lがこれに続いている。

（3）　1994年に、ブランタス川流域内住民によって排出されたBOD汚濁負荷はおよそ380トン/日と推定されている。同じく工場(計62工場)からの排出は水管理公社とプロカシのモニタリングによるとおよそ2,000トン/日と見積もられている。加えて、水田、家畜、有機物ごみ、固形廃棄物や自然汚染源などが水質悪化の原因となっている。

（4）　ブランタス川流域には家庭排水の集中処理設備が無い。汲み取り槽（leaching pit）または浄化槽(septic tank)が"black water" に対する通常の処理設備であり、一方"gray water"に対する処理設備は存在しない。東部ジャワ州は州の工業排水基準を設定している。これによって業種別に排水の量、濃度、汚濁負荷を定めている。汚濁負荷の大きい工場に対する検査は工場排水対策管理班(PPPLI)によって実施されている。 PPPLI が選定した重要工場はすべて自家用の排水処理設備を持っている。しかしその他の工場はほとんど効果的な設備を持っていない。現在、工場排水の集中処理設備はスラバヤの公設工業団地に設置されている。同じく小規模工場の設備はシドアルジョとマランにも設置されている。

（5）　スラバヤ市内では、家庭排水の集中処理施設をマス川とウォノクロモ川近くに設置する計画がある。同様に工場排水に対してもマストリップ道路沿いに計画されている。汚濁負荷税(pollution charge)が水管理公社や関連官署によって現在検討されている。

（6）　本調査では乾期を、6月から11月までの6ヶ月間に設定した。水質調査地点(control point)は１０個所を人口稠密地区付近と地方水道公社の取水口付近に選定した。またBODを河川の有機汚染度の指標として設定している。

（7）　2020年の家庭・工場排水の処理規準(treatment level)を決める為に、計画中のプログラムを検討した。加えて、汚染管理のケースを、インドネシアの経済水準を顧慮した場合と、調査団の提案する新手法を採る場合とに別けて検討した。検討したケースは下記の通り。

-ケースI　：現行計画
-ケースII　：ケースIに加えてスラバヤ川沿いに集中排水処理設備を設置した場合
-ケースIII　：調査団の提案する新手法を適用した場合（屎尿と雑排水との合併浄化槽を設置）

（8）　試算結果：2020 年における調査地点の水質を、10 年渇水（ウォノレジョダムから8.02トン/秒の流量を想定）を想定してそれぞれのケースについて計算した。各ケースに対するBOD予測結果は下記の通り。

-ケースI　:2-17mg/l
-ケースII　:2-14mg/l
-ケースIII　:2-13mg/l

（9）　雨期中のSSと、他のBOD、T-Pなどとの相関係数は0.5～0.6であった。特に、SSとT-Pとの相関から、SSの中には農業化学薬品や家畜の糞尿が含まれていると見られる。このことから農業活動のような不特定汚染源（non-point source）が雨期における水質に対して重要な要因となっていると思われる。

（10）　2020年の水質目標はBOD6mg/l以下と設定した。決定に当たっては東部ジャワ州の水質基準と現況水質を勘案した。現況基準のうち、Cクラスに分類されている区間の基準を引き上げることを提案する。水質は乾期を基準にして計画されている。前述の3ケースの中からケースIIIを水質改善計画のために採用した。

（11）　データを意思決定のために、より信頼度が高くかつ有効なものにするために、モニタリング個所、検査項目、検査頻度を増やすことが必要である。施設に関しては、モジョクルトにある既設実験

室の拡充と、適時にモニタリングが出来るように新しい実験室をマランに設置することを提言したい。モニタリングを継続する為には計測機器を常に最良の状態に維持することが必要である。提案したモニタリングを実施する為の費用は年間550百万ルピアと見積もられる。

(12)　家庭排水処理のためには、集中排水処理設備、各個処理施設（合併浄化槽 combined type private sewage treatment system）その他衛生施設(sanitation facilities) などが適当と思われる。衛生施設を含む排水処理設備の所要投資額は総額1,050百万ルピアと見積もられる。

(13)　工場排水に関しては、大工場の影響の大きさを考えて、これら大工場は排出基準を守るべきである。大工場以外の工場の汚濁負荷減少率は20%である。高汚染地域(hot zone)や工業団地に立地する工場は将来、集中処理施設に連結されるだろう。費用を見積もるに当たっては、処理対象工場が最多の場合を想定して、それに対する各施設の最大容量が稼動すると想定して推算している。必要な投資額は概算2、280,000百万ルピア（1990年価格）と見積もられる。

(14)　農業汚染：家畜飼育農家の排水は、他のすべての農業汚染源の以前に処理されるべきである。農業化学薬品の汚濁負荷は主として土壌侵食に伴って発生することに重視すべきである。加えて、固形廃棄物と泥滓(sludge)の管理も必要である。自然汚染源(natural source)に対するは汚染管理は流域管理(watershed management)のなかで実施されるだろう。

(15)　直接処理(direct purification):河川維持用水の操作によって水配分を適正化することは、水質改善活動の一要素である。目標水質を達成するのに必要な河川維持用水は10箇所の水質調査地点において0.1-24トン/秒である。さらに、堆積した沈砂(sediment)、家庭排水や溝の泥滓などは流出する汚濁負荷を最少化するために除去されねばならない。他にも河流の中で水を浄化する方法はある。たとえば生物的浄化反応は研究開発の価値のあるものである。

(16)　支援活動：水質改善計画を実施していくために、関連する制度、人材開発、住民参加活動を強化することが提言される。

(17)　経営組織：水管理公社は水質管理のリーダーシップを取るべきである。同時に実施官署としての責任を持つことが要求される。一方、水管理公社は業務を他の官署に委譲してプロジェクトを実施することが出来るものとする。BBLH(BAPEDALDA)の機能を考えると、汚染管理の実施はBBLH(BAPEDALDA)の指揮、協働の下に行なわれることとなろう。

(18)　水管理公社への要請：水管理公社のなかに水質管理のための単独の部を設置する必要がある。そこには計画・協働課、水質モニタリング課、研究・開発課と実験室などが含まれる。この部には、環境計画、水質、コンピューターなどの技術者が必要であり、新事務所と関連設備の準備も必要となろう。所要投資額は4,500百万ルピアと見積もられる。

(19)　実施計画：対策は特定できる汚染源に先ず焦点を合わせるべきである。次に提案される対策の実施優先順位を付ける為に法・制度面の整備が考慮されるべきである。対策は緊急案件を先頭にして、優先度の高、中、低に応じてグループ別けされている。

(20)　責任官署：水質改善活動の実施にあたっては、水管理公社が監理することを提言する。その際、BBLH(BAPEDALDA)の協力が必要である。

(21)　行動計画：改善計画を段階的に実施する為に、2004年までに下記の活動が実施されるべきである。

-継続する水質管理システムの設立
-法・制度面の強化
-排水処理地図(waste water treatment map)の作成
-「合併浄化槽」のモデルプロジェクトの実施
-マスタープラン、フィージビリティ・スタディの実施

(22)　提言：ブランタス川流域の水質管理のために、汚濁負荷税の導入、村(Kampung)の環境改善、非汚染生産(cleaner production)の促進、インドネシアの適正技術の研究・開発などを提言する。

IV.4　水需要予測

水需要予測は、計画目標年である2020年における農業灌漑用水、汽水漁業用水、上水道、工業用水及び河川維持用水の需要量を、現状の水供給状況、将来のブランタス川流域の社会経済予測やいくつかの想定を基に推定した。最終的にはブランタス川本川の表流水を水源とする需要量を本調査における水需要量として算定した。

1996年時点においては、上記需要量の内の約88%が灌漑用水需要であったが、2020年には最大需要ではあるものの約38%に減少するという結果となった。2020年における灌漑用水需要に続く需要は上水道需要であり全体の25%強に増加すると予測した。

IV.4.1 需要予測の条件

需要予測をするに当たり各セクターで想定した条件等を以下に記す。

(1)　灌漑用水

(a) 需要予測調査対象の灌漑地域面積は83千ヘクタールであり、灌漑面積は1996年から2020年迄の間に、1990年代前半の実績をもとに年間0.38%ずつ減少すると想定した。

(b) 作付けパターンは現在のものが将来も変わらないと想定した。又灌漑効率は、ブランタス川流域における実績とDGWRDやFAOの資料を参考に50%とした。

(c) 灌漑水の還元率は平均30%であるとした。

(d) 需要量は一切節水対策を講じない場合と、灌漑水路からの浸透損失を水路をライニングすることによって減少させ、結果的に節水を行う場合の2ケースについて算定した。

(2)　汽水漁業用水

(a) 汽水漁業用水は原則としてBrantas Delta灌漑地域からの還元水によって賄われるとし、不足する場合のみブランタス川から取水すると想定した。

(b) 2020年には養殖池面積は、地域計画を参照して現在の15,700ヘクタールから11,500ヘクタールに減少すると想定し、2020年時点での養殖池面積の半分が集約的養魚に使用されると仮定した。

(3)　上水道

(a) 初めにブランタス流域全体の需要量を都市域需要とそれ以外に分けて算定した後、本川からの

取水需要量を算定した。

(b) 現状において地下水、湧水、支川などブランタス本川以外からの取水を行っている需要量については、2020年においても現在量はそのままの水源から取水され、今後増加すると考えられる量は全てブランタス本川に依存するものと想定した。

(c) 需要量の変化を算定する上で想定した人口の伸びなどは下表のとおりである。

	地域	1996	2020
人口 (千人)	都市域	6,545	9,312
	その他	7,263	8,385
PDAM による水道普及率 (%)	都市域	25	100
	その他	0	0
1人当たりの水使用料 (l／日)	都市域	70 - 224	120-250
	その他	50-60	60
料金非回収量率 (%)	都市域	19 - 54	20
	その他	0	0

(4) 工業用水

(a) 製糖工業、製紙工業、その他の工業に分けて需要量を推定した。

(b) 現状において地下水、湧水、支川などブランタス本川以外からの取水を行っている需要量については、上水道の場合と同じく 2020 年においても現在量はそのままの水源から取水され、今後増加すると考えられる量は全てブランタス本川に依存するものと想定した。

(c) 節水等の対策が講じられない場合と、再循環によって需要量の減少が計られたと想定した場合の双方について需要予測を行った。

(d) ブランタス川流域全体の 1996 年現在の需要量や、各工業の生産量想定伸び率及び 2020 年の工業別需要量予測量を以下に示す。

	単位	製糖	製紙	その他	合計
水需要量（１９９６）	百万トン／年	117	49	49	215
生産量変化率	%/年	0.0	6.3	8.3	8.3
生産弾力性	-	0.55	0.51	0.90	0.53
水使用量伸び率	%/年	0.0	3.2	7.5	4.4
必要総水量（２０２０）	百万トン／年	117	104	278	499
再利用率	%	45	43	52	48
純必要取水量（２０２０）	百万トン／年	64	59	133	257

(5) 河川維持用水

(a) 河川維持流量とは河川水質、川でのレクリエーション、景観維持、生態系保存、舟運などを損なわないように乾期中必要な最低流量であるとした。

(b) ブランタス川、スラバヤ川、ポロン川で合計 10 ヶ所の基準点を設定した。このうち 9 ヶ所において水質が河川維持流量を決める上での決定要因となり、必要最低流量が最大で 24 トン／秒（Ngagel 地点）と算定された。このうち河川維持流量として必要な流量は約 20 トン／秒であると想定した。

IV.4.2 2020年の予測水需要量

各セクター別の2020年における年間及び渇水期間（6月から11月まで）における水需要量（ブランタス川本流表流水のみ）は下表のとおりである。ここに示される合計量とは各需要の合計であって、還元水が下流で再利用されることを考えた全体の純需要量を必要水量として示した。

(百万トン)

		現在（１９９６年時点）		２０２０年	
		年間	(渇水期間)	年間	(渇水期間)
灌漑用水	(節水無し)	1,943.2	1,035.1	1,409.3	683.5
	(節水有り)	-	-	1,286.1	624.0
汽水漁業用水		40.8	20.4	268.7	134.3
上水道		108.0	54.0	930.0	465.0
工業	(節水無し)	104.0	78.8	388.0	233.8
	(節水有り)	-	-	146.0	89.3
河川維持用水		-	-	632.5	316.2
合計	(節水無し)	2,196.0	1,188.3	3,628.5	1,832.8
	(節水有り)	-	-	3,263.3	1,628.8
必要水量	(節水無し)	1,768.5	964.2	2,731.1	1,354.8
	(節水有り)	-	-	2,589.6	1,281.3

IV.5 水需給バランス

IV.5.1 水需給バランス検討の基本条件

水需給バランスの検討を行うにあたり適用した基本条件は以下に記すとおりである。

（1） 供給可能な河川流量

（IV.1.4）低水解析で前述した1977年流量から算出した自然流量（10年確率渇水自然流量）を供給可能な河川流量と想定した。また渇水期においては、支川からの流入が全く期待できないと想定した。

（2） ブランタス川上での取水施設

解析で考慮したブランタス川本川上の取水施設やダム、水流出入の解析モデルは図 - 7に示されている。

（3） 還元水の割合と戻り先

本調査では、インドネシアにおける実績分析や既存資料をもとに灌漑用水の本川への還元率を 30%と想定した。また都市部における工業用水と上水用取水量の場合は80%と想定した。ただし、図 - 7に示されるように、いくつかの灌漑地域や上工水需要地域の場合は、本川に全く戻らない場合も現状に併せて考慮した。

IV.5.2 水需給バランス解析

（1） 想定需要量

水需要量は、現状（1996年）と計画目標年である2020年のほかに、中間値として2010年の場合についても補助的に解析に用いた。また灌漑用水と工業用水について、考えられる節水対策を実施した場合としない場合に分けて、水需要量を想定した。

（2）　想定自然流量と水需給バランス

計画渇水年である 1977 年の場合の他に、以下の表に示される 12 年分の自然流量と 2020 年需要量とのバランス（ダムなどの調整能力を考えない場合）を分析した。

		1982	1977	1987	1980	1994	1991	1988	1996	1979	1995	1981	1978
渇水年確率		1/20	2/20	3/20	4/20	5/20	6/20	8/20	10/20	12/20	15/20	19/20	20/20
渇水期間中自然流量（百万 m^3）		741	819	891	992	1,034	1,054	1,382	1,598	1,737	2,008	2,316	3,928
渇水期間不足水量（百万 m^3）	節水策なし	609	624	532	563	328	341	333	168	215	176	114	0
	節水策有り	536	565	467	497	263	273	280	121	178	144	91	0
年間で水不足が生じる日数（カッコ内は 5 月及び 12 月の日数）	節水策なし	210 (20)	160 (10)	170 (10)	170 (10)	170 (10)	170	140	120	110	80	60	0
	節水策有り	200 (20)	160 (10)	170 (10)	170 (10)	160 (10)	150	120	110	80	80	50	0

1977 年は渇水期間中の自然流量比較から 20 年間で 2 番目、即ち 10 年確率渇水年と定義したが、水不足量という観点では上の表に見られるように 20 年の中で最も厳しい渇水年と考えられる。

渇水が厳しい上位 5 年を見ると、6 月から 11 月までの渇水期間以外にも水不足が生じると考えられる一方、20 年の内の半分程度の年においては、6、7 月及び 11 月には殆ど水不足が生じないと予想される結果となった。また 1978 年は 20 年間の中でも最も降雨量が多かった年であるが、2020 年における需要予測量に対して自然流量だけでまかなえる場合として注目される。

（3）　水資源開発を想定した場合の水需給バランス

6.水資源開発で述べるように、既設の Sutami ダムの他に現在建設中の Wonorejo ダムや本調査でその開発を提言する Beng ダムなど、ブランタス流域内で今後利用可能となる水資源開発プロジェクトを想定した場合の水需給バランスを、表 - 2 にまとめてある。同表から次のような判断が可能となる。

(a)　現状

Sutami ダムを水位 246m まで利用した場合でも、20 トンの河川維持用水を仮定すると 2 年に 1 度は水不足が生じる一方、河川維持用水を考慮しない場合には、5 年に一度の渇水が生じない限り水不足は生じないものと考えられる。

現状において河川維持用水を考えない限りにおいては、 Sutami ダムの水位を 260m まで利用することによって、5 年確率渇水以下の平水・豊水年においては殆ど需給バランスが取れた状態といえる。

(b)　2010 年時点（河川維持用水 20 トンを考慮した場合）

5 年確率渇水以上の渇水年においては、節水対策等を講じない限り 2 カ所以上のダム建設を実施しないと渇水期に水不足を生じることとなる。一方灌漑用水と工業用水の双方で節水対策が実現すれば、1 カ所のダム建設でほぼバランスが取れると考えられる。

(c)　2020 年時点（河川維持用水 20 トンを考慮した場合）

本調査で採用した 10 年確率渇水年（1977 年）を設計基準年とする限りでは、2020 年までに 3 カ所のダムを水供給用に建設しないと需要に間に合わないと考えられるが、それ以外の年については、2 箇所のダム建設によって需要を満足できると考えられる。

IV.6　水資源開発

本調査における水資源開発分野の調査目的は、ブランタス流域、特にスラバヤなど都市圏への水供給を主目的に、計画目標年である2020年における需要量を満たすために開発すべき有望プロジェクトを選定し、その中から現在建設中のウォノレジョ多目的ダム完成後その次に実施すべきプロジェクトを勧告することである。本調査ではBengダムプロジェクトをウォノレジョダムプロジェクトの次期プロジェクトとして勧告すると同時に、２０２０年までにGenteng Iダムと Kedungwarakダムプロジェクトを実施することを勧告することとした。

ブランタス川流域に関連する水資源開発プロジェクトは、ブランタス川流域内の既存開発計画、流域内の既存施設及び流域周辺の既存開発計画に分けることが出来る。本調査計画では、これら既存の計画、既存施設を将来水資源開発事業の検討対象として、新たなダム計画などの事業抽出は調査対象外とした。

IV.6.1 有望プロジェクトの選定

（1）　第一次選定

第一に既開発計画の主目的が水供給であることを条件とし、発電、洪水防御といった他の開発目的要因は考慮しなかった。この結果ブランタス流域内の既存開発計画の中からBengダム, Kedungwarakダム、Babadanダム、 Tuguダム、Genteng Iダムの５計画を選定した。

既存のダム・貯水池の中では、年間調整能力を持つSutamiダムと Lahorダムのみを検討の対象とした。さらにブランタス川流域外の開発計画の中ではUmbulan湧水供給計画とSolo川下流に計画されているSembayat堰からのSurabaya方面水供給計画を検討の対象とした。これらの計画地点は図 - ８に示されるとおりである。

（2）　第二次選定

ブランタス流域内開発計画の中から選んだ５計画について、建設費（ダム、揚水施設、浄水施設を含む）、用地買収・移転費、保守・運転費を算出した上で、単位水量当たりの開発費（単位水コスト）を算定した結果を以下に示す。なお算定に当たっては割引率12%を適用した。

	計画名	乾期水供給量 (百万 m^3)	建設費合計 (百万ルピア)	土地収容移転費 (百万ルピア)	年間運用維持費 (百万ルピア.)	単位水コスト (ルピア/m^3)
(1)	Beng ダム (雨季中にブランタス川から揚水して貯留)	147	399,948	132,000	48,905	889
(2)	Kedungwarak ダム (雨季中にウィダス川から揚水して貯留)	54	180,209	62,900	21,541	1,091
(3)	Babadan ダム (流域変更)	84	580,593	19,120	26,980	1,403
(4)	Tugu ダム	21	213,766	16,240	10,795	2,177
(5)	Genteng I ダム	70	399,159	7,680	22,374	1,199

上表に示すとおり、流域内既開発計画の中では単位水コストが比較的低いBeng ダム、 Kedungwarakダム、 Genteng Iダムの３計画を開発有望プロジェクトとして選定した。

Umbulan湧水供給計画については、下表に示すとおり経済的にも優れた計画である上に、その実施が決定的であると言われることから、本調査の中では実施決定事業として扱い、比較検討対象外とした。またSolo川下流に計画されているSembayat堰からのSurabaya方面水供給計画については、単位水コストが比較的高い上に、事業の実現がいつになるか不明である故、本調査の中ではブランタス流域内の３計画の次に実施されるべき事業として提案することとした。

計画名	乾期水供給量 (百万 m^3)	建設費合計 (百万ルピア)	土地収容移転費 (百万ルピア)	年間運用維持費 (百万ルピア.)	単位水コスト (ルピア/m^3)
Umbulan 湧水供給計画	60.7	270,500	3,380	13,615	907
Sembayat 堰水供給計画	108.8	589,739	85,058	48,051	1,387

以上のような評価の結果、建設中の Wonorejo ダムプロジェクトも含め、ブランタス流域における今後の水供給プロジェクトを実施の優先順位を付けてまとめたものが下表である。

優先順位	プロジェクト名	実施状況	供給能力(mil. m^3)	供給可能流量(m^3/sec)
1.	Wonorejo ダム	建設中	89.4	5.75
1.	Wonorejo Push-back 施設*	建設中	35.3	2.27
2.	Umbulan 水供給計画	実施決定	60.7	4.27
3.	Beng ダム	実施勧告	147.0	9.45
4.	Kedungwarak ダム	実施提案	54.0	3.5
4.	Genteng I ダム	実施提案	70.0	4.5
5.	Sembayat 堰	実施提案	108.8	7.0
Total			587.5	36.74

注) Tulungagung 堰にポンプ場を新設して Ngrowo 用等の水をブランタス川側に揚水

IV.6.2 プロジェクト実施計画の提案

本計画調査は、Wonorejo ダムプロジェクトの次に実施されるべき水供給のための水資源開発プロジェクトとして Beng ダムプロジェクトの実施を勧告する。Genteng I ダムや Kedungwarak ダムも実施有望なプロジェクトとして提案する。

(1) 将来の水需要増への対応策

予測された渇水期間（6 月から 11 月の間）の水需要量は約 13 億 5 千 5 百万トンである。一方本計画調査で計画渇水流量として選んだ 1977 年流量（10 年渇水流量相当）が利用可能な河川自然流量であると考ると、年間自然流量は約 5 8 億トンであり、このうち渇水期間の自然流量は約 8 億 2 千万トンであるが、需要量より自然流量が多い時期の分を除いた利用可能量は約 7 億 1 千 6 百万トンとなる。従って不足量は 6 ヶ月間の合計で約 6 億 3 千 9 百万トンである。

この不足量を埋めるために現在利用可能、または将来可能なものとして挙げられるのは次のようなものである。

(a) 既設ダム・貯水池 (Sutami ダムと Lahor ダム)の利用
(b) Wonorejo ダムプロジェクトと Umbulan 湧水供給計画
(c) Beng ダムなどの新規建設計画
(d) 灌漑用水の節水
既設の 11 灌漑地域（75,947 ha）を対象として、灌漑水路の浸透ロスを低減させることにより灌漑用水量需要の減少を計る。このための方策として主水路及び 2 次水路のライニングを行う事業の実施を提案する。需要の減少量は約 59.5 百万トン、総費用は約 2,366 億ルピア（1998 年 6 月価格）と推定される。

(e) 工業用水の節水

工業用水の再利用を計ることによって、2020 年において年間約 2.4 億トン、渇水期間で約 1.45 億トンの節水を計る。この費用は各工業用水利用者が負担する事を考える。

以上の諸プロジェクト・方策の実施による需要と供給の関係は下表のようになる。

	水需要	水資源と節水事業			
		開発量 (百万 m^3)	開発量累計 (百万 m^3)	建設費 (百万ルピア)	単位水コスト (Rp/ m^3)
２０２０年渇水期間純水需要量 (百万 m3)	1,355				
渇水期間河川自然流量 (計画渇水流量：利用可能分のみ)		716	716		
既設 Sutami/Lahor ダム(WL:272.5 - 260.0)		97	813		
Sutami/Lahor ダム(WL:260.0 - 246.0)		39	(852)		
Wonorejo ダムプロジェクト：ダム		89.4	902 (941)		
Push-back 施設		35.3	938 (977)		
Umbulan 湧水供給計画		60.7	998(1,037)		
節水方策： 灌漑水路ライニング		44.6	1,043(1,082)	236,581	789
(需要純減少量) 工業用水再利用		28.9	1,072(1,111)	-	
新規水資源開発(proposed)：Beng ダム		147	1,219(1,258)	133,374	889
Genteng I ダム		70	1,289(1,328)	271,542	1,199
Kedungwarak ダム		54	1,343(1,382)	80,952	1,091

注：(1) 渇水期間中の河川自然流量は利用可能量のみを示してある。

(2) カッコ内の数値は、Sutami, Lahor 両貯水池の最低水位まで利用した場合の開発量を示す。

(3) 建設費には浄水場建設費は含まない。

Beng ダムの開発を第一に勧告するが、10 年渇水年の場合は Genteng I と Kedungwarak ダム双方の開発が必要となる。その優先度は今後より詳細な調査を実施して決定されるべきであるが、本調査では Genteng I が水力発電開発も伴うこと、Sutami ダムの上流にあって位置関係が優れていることから、同ダムを Beng ダムの次に開発する方が有利と考える。

灌漑水路の水損失を減少させることによる需要の減少、水の再利用による工業用水の節水は費用はかかるが経済性は優れており、本調査ではその実施を強く推奨する。

Sutami ダムと Lahor ダムは、殆どの年において水位 260m までしか利用されていないが、渇水年である場合には水位 246m が最低水位になるような貯水池運用をすることによって既設貯水池の有効利用を図ることが望ましい。

（２） 水資源開発実施計画

水資源開発実施計画として以下のような事業の実施を提案する。

(i) 建設中の Wonorejo ダムプロジェクトの予定通りの実施

(ii) 実施が決定と言われる Umbulan 湧水水供給計画の 2005 年までの完成

(iii) Beng ダムプロジェクトの２００９年中の完成

(iv) Genteng I ダムプロジェクト と Kedungwarak ダムプロジェクトの 2010 年以降 2020 年までの実施・完成

(v) 既設の主要灌漑水路のライニング実施事業を 2010 年までに 10 年間かけて実施

以上の事業実施に関わる合計建設費用（浄水場建設費は除く）は約 7,224 億ルピア（ Kedungwarak ダムを実施しない場合は約 6,415 億ルピア）であり、実施スケジュールは図 - １４に示される。

（3）　短期行動計画

上記事業計画を実施する上で 1999 年から 2004 年までの間に行うべき行動を次のように提案する。

(a) Beng ダム建設のため予備調査
- プロジェクト地域内の水文観測
- Branntas 川からの取水地点及び揚水水路ルートの調査
- プロジェクト地域内の土地利用や必要移転家屋の調査

(b) プレフィージビリティー調査及びフィージビリティー調査の実施
- 提案 3 ダムに関わるプレフィージビリティー調査
- Beng ダムに関わるフィージビリティー調査

(c) Beng ダム建設実施のためのコンサルタントの選定、詳細設計の実施、建設の準備

IV.7　河川構造物

IV.7.1 河川構造物の現況

（1）河川構造物とその現況

プランタス流域の河道には、数多くの河川構造物が建設されている。これらの河川構造物は、諸管理機関によって良く維持管理がなされているが、解決すべき課題も残されている。特に緊急課題は、ロドヨ、ウリンギ、スタミ、及びスングルーの 4 つの貯水池における堆砂問題である。

（2）河川構造物の維持管理に関する組織 及び問題点

流域内の河川及び河川構造物の維持管理は、次の 5 機関で行われている。

機関名	管理区間・構造物
水管理公社	本川を含む 40 河川、及び河川内の構造物の維持管理修復。
電力公社　(PT PLN)	水圧管を含む発電設備の維持管理。
東ジャワ州水資源局（DPU Pengairan)	灌漑用水及び一部の都市水取水施設の維持管理。
プランタス開発事務所（PKB)	大規模構造物の修復。
クルド・スメル砂防事務所（PGKS)	クルド火山砂防施設の維持管理修復。

河川構造物の維持管理現況、及び管理機関の状況を踏まえて、プランタス川流域における河川構造物維持管理上の問題点は次のようであると考えられる。

(a) プランタス川全流域の河川構造物の維持管理を把握している機関がなく、管理すべき河川構造物の台帳が作成されていない状況である。

(b) 全流域内の河川構造物の維持管理活動についての計画・調整に明確に責任を持つ機関がないため、流域の水利用の基幹施設であるダム・貯水池及び堰について大きな課題があるにもかかわらず、対応策が確立されていない。

(c) 河川構造物の維持管理費用分担についての規定がないため、大部分の治水施設を管理する水管理公社が治水施設のための国家予算を配分されていない。従って、収入がある水利用施設に比較して、治水施設の維持管理は十分でない。

IV.7.2 河川構造物の機能改善・活用計画

貯水池内の堆砂により本来の機能を発揮できない状況にあるスングルー、スタミ、ウリンギ及びロドヨ貯水池について検討・計画した。

（1）スングルー及びスタミ貯水池の堆砂対策

スングルーダムとスタミダムの当初機能、及び現時点における貯水容量は下記に示すようである。

貯水地名	完成年	測量年	有効貯水容量（百万m3）			機能
			計画時	測量時	%	
スングルー	1988	Jul.1996	2.5	1.2	48.0	ピーク発電
スタミ	1972	Oct.1997	253.0	146.6	57.9	洪水調節、ピーク発電、灌漑・都市・工業用水補給

将来、スングルー貯水池が満砂した場合、堆砂によるスタミ貯水池の有効貯水容量の減少は、プランタス川にとってもっとも深刻な問題である。

スングルー及びスタミ貯水池への年間土砂流入量314万m^3に対処するため、上流に砂防ダムの建設を提案するとともに、貯水池内の浚渫について検討し、次の改善案を提案した。

(a) 土砂流入量が膨大で、浚渫に伴う残土処分が困難なことから、貯水池内の大規模浚渫は行わないものとする。

(b) スングルー貯水池は、満砂後、流れ込み式発電所とし、発電機能を維持するため発電取水口付近を維持浚渫する（年間4万m^3）。

(c) スタミダムの有効貯水量の減少分は新規水資源開発の一部によってカバーされることとする。

1999年より計画目標年2020年までの、スングルー貯水池の維持浚渫費は管理費を含め、総額約143億ルピア（年間約6.5億ルピア）と積算された。本提案事業実施に当たり、電力公社との合意形成の上、スングルーダムの流れ込み発電所としての新操作ルールを確立する事が急務である。

（2）ウリンギ及びロドヨ貯水池の堆砂対策

ウリンギ及びロドヨダムは、クルド火山南斜面に位置し、スタミダム放流量の効率的な使用のために建設されたダム群である。両ダムの本来の機能及び現時点における貯水容量は、下記に示すようである。

貯水池名	完成年	測量年	有効貯水容量（百万m^3）			機能
			計画時	測量時	%	
ウリンギ	1977	Nov.1996	5.2	1.4	27.1	ピーク発電、灌漑用水のための堰あげ、火山流出土砂の一時貯留
ロドヨ	1983	Nov.1996	4.2	1.9	45.5	スタミ、ウリンギダムの調整池、発電

両貯水池の土砂生産源であるクルド火山は、1990年2月に爆発した。この爆発の後、ウリンギ貯水池は急激に流下した土砂により満砂となり、数度にわたる浚渫、及び排砂により、現在の貯水容量に回復した。

ウリンギ及びロドヨ貯水池への年間土砂流入量143万m^3に対処し、スタミダム放流量の調節池としての機能を維持するため、次の改善案を提案した。

(a) クルド火山土砂バイパス河道を5年間で上流部に延長し、ウリンギ貯水池への土砂流入量を減少させる。

(b) ウリンギ貯水池については、貯水容量を浚渫により計画有効貯水量まで5年間で回復する。6年目以降、その有効貯水量を浚渫によって維持し、計画時の機能を発揮させるものとする。

(c) ロドヨ貯水池についても、貯水容量を浚渫により計画有効貯水量まで5年間で回復する。6年目以降、その有効貯水量を浚渫によって維持し、スタミダム及びウリンギダム放流のための調整池として、その本来の機能を発揮させるものとする。

1999年より計画目標年2020年までの事業費は予備費・技術経費・管理費を含め、次の如く積算された。

土砂バイパス河道の上流部延長：	572億ルピア
ウリンギ貯水池の浚渫：	2027億ルピア
ロドヨ貯水池の浚渫：	1990億ルピア

本提案の内、特に、土砂バイパス河道の延長、ウリンギ及びロドヨ貯水池貯水容量の回復は、早急に、出来れば2003年を目途に、終了することが望ましい。従って、土砂バイパス河道の詳細設計及び貯水池浚渫計画策定は急務である。

IV.7.3 新水管理公社設立後の河川構造物の維持管理

（1）河川構造物維持管理の割り振り

プランタス開発事務所、クルド・スメル砂防事務所及び水管理公社の3者統合後の組織（新水管理公社）は、プランタス川流域の公式の河川管理者として、水資源の管理について全責任を持つこととなる。しかしながら、プランタス川には数多くの構造物があり、それらを単一の機関で管理を完全に実施することは非常に困難である。従って、河川及び河川構造物を下記の如く区分し、他の機関にその維持管理の実施を委嘱することが提言される。

他機関に委嘱できない管理責任：

河川台帳（河川構造物、及び水利権台帳）の作成、流域水資源基本計画の作成、及び水利権許認可に対する公共事業大臣への意見諮問。

河川：

新水管理公社直轄管理区間（本川及び支川の特定区間）、州知事管理区間（支川の特定区間で新水管理公社の管理区間の上流区間）、県知事管理区間（2つの区間を除く区間で流域面積2km^{2}以下の区間）。

河川構造物：

管理施設（河川区間の管理者が直接管理する施設）、許可構造物（河川管理者の認可の基に河川管理者以外によって建設、維持管理された施設）。

新水管理公社の直轄管理として水管理公社の管理河川の内29河川及びクルド・スメル砂防事務所の管理している砂防区域全域を提案した。河川管理区間及び河川構造物の詳細な割り振りについては、関係機関の合意のもとに確立する必要がある。

（2）維持管理費用

新水管理公社（2002年発足）が直轄管理する河川及び河川構造物の維持管理費用は人件費及び機能改善に要する費用を含まない直接費で約234億ルピアと積算された。

IV.7.4 河川構造物維持管理上の行動計画

2002年の3機関の統合による新水管理公社設立、2005年における水管理会社（Persero）への移行のため、河川構造物維持管理上、上記の貯水池堆砂対策のほかに、特に、次の行動が必要である。

1999年～2001年

(a) ブランタス流域全域の河川台帳の作成。

(b) 河川台帳に基づいた関係機関の管理河川及び管理構造物の割り振り確定。

(c) 河川構造物の設置許可基準についての関係機関との合意形成。

(d) ウォノレジョダムの維持管理方法の確立、同維持管理要員の配員。

2002年～2004年

(a) ブランタス流域内の河川構造物すべてについての操作ルール明文化、それについての関係機関との合意形成。

(b) 水管理会社（Persero）の管理施設を対象とした維持管理費用積算方法及び費用負担配分方法についての関係機関との合意形成。

IV.8 水資源の効率的運用

（1）流域内の貯水施設とその現況

現在、ブランタス川流域内において、利水補給或いは洪水調節の目的を持つダムは次の4つである。

ダム名	河川	流域面積 (km^2)	完成年	有効貯水容量 (百万 m^3)	機能
スタミ	本川	2,050.0	1972	253.0	洪水調節、利水補給、発電
ラホール	ラホール川	160.0	1977	29.4	スタミダムの補完
ソロレジョ	コント川	89.5	1970	50.1	洪水調節、利水補給、発電
プニン	プニン川 (ウィダス川)	236.0	1982	28.4	利水補給、発電

この内、スタミ及びラホールダムは、トンネル水路により連結され、本川筋のダムとして、一体となって機能している。ソロレジョ、及びプニンダムは支川に位置するダムであり、用水補給能力は支川流域に限られている。

ブランタス流域の貯水池操作は、乾季及び雨季毎に、水管理公社によって用意される豊水、平水、渇水用の水配分予測を基とした貯水池操作パターン（POLA）の内から、州水管理委員会によって決定されるパターンに基づいて行われている。

（2）水配分の適正化

現在、スタミ・ラホールダムよりの用水補給は、POLAによって決定された水配分を満足するように行われている。その結果として次のような事象が生じている。

(a) ダム下流の流域流出量がPOLA作成時の予測流出量より多い場合は、下流部において余剰水が生じ、下流取水口の実績取水量は大きくなる。

(b) 上記とは逆に下流域流入量が小さい場合、下流取水口の不足分は、貯水池水位変化の許容範囲であれば、用水を補給する。

(c) 従って、POLAによって配分決定された用水量とは異なり、下流側取水口の取水量が上流域よりの流出量に比し、恒常的に過大になっている。

下流側の超過取水量を、上流の潜在的に耕作可能な地域の取水口に配分すれば、より効率的である。現在、水管理公社は FFWS を利用して低水時の流量を把握可能であること、プランタス本川の主要な農業用水は取水操作可能な可動堰によって取水されていることを考慮すると、最適な水配分を行うことは現時点においても可能である。水需要の増加する今後、最適な水配分は不可欠であり、水配分の適正化を提言する。

（3）スタミダムの操作ルール改定

現行のスタミダムの用水補給は、原則として、貯水池水位 EL 272.0 から 260.0 m の貯水容量を使用して用水配分を決定した POLA に基づいて行われている。つまり、EL 260.0m より LWL である 246m の貯水容量は余裕として使用されておらず、渇水年において、特別に使われた例があるのみである。1977 年から 1996 年までの記録によれば最低水位は、1977 年に 11 月に記録された EL 247.81 m である。

スタミダムの操作ルールについては、本来的には LWL までを対象として設定することが望ましいと考えられる。しかしながら、貯水池流入量を正確に予測する事が困難であることから、LWL までを対象として用水配分を設定することは、予期できない渇水時への対応を困難にすることとなる。以上の状況を踏まえ、POLA 検討時に 1/10 渇水年を対象として、HWL より LWL の容量の使用を前提とした用水配分及び操作パターンを準備することを提案する。これを参照することにより、渇水状況かどうかの判断、渇水状況への迅速な対応、また、260m 以下の貯水量の有効使用等が図られるものと考えられる。

上記の提案は、流入量予測の確立までの暫定案であり、流入量予測に基づいて貯水容量を LWL まで使用する操作ルールを作成することが望ましい。

（4）ウォノレジョダム・スタミダムの統合運用

現在、グロウォ川流域において、ウォノレジョダムが建設中である。ウォノレジョダム（2000 年完成）、トゥルンアグンのポンプ場（2003 年完成）により 8.02m3/s をスラバヤの都市用水・工業用水に新規補給する計画となっている。本調査では、両ダムの統合運用を考え、スタミダム・ウォノレジョダムからの用水補給方法について考察し、次の提言を行った。

(a) 渇水状況が深刻になるにつれて、スタミダムからの用水補給を優先する方法は適切でなくなる。スタミダムの貯水容量が空になった場合、ウォノレジョダムからの補給では、補給水路の能力に限界があるため十分な補給ができない事態が発生する。

(b) スタミダム下流に位置する発電所の発電量が大きいことから、ウォノレジョダムを優先する補給方法は適切でないと考えられる。

(c) 以上のことから、原則的に平常時の操作においては、スタミダムの用水補給を優先するものとし、渇水時においてはスタミダム及びウォノレジョダムの貯水容量比で補給する方法をとることが望ましい。

(b) ウォノレジョダムの完成後、スタミダムとの統合運用が必要となるが、貯水池統合運用の基本は、流量予測である。従って、低水流出予測法の検討及び確立が急務である。

（5）行動計画

2002 年の 3 機関の統合による新水管理公社設立、2005 年における水管理会社（Persero）への移行のため、特に、次の行動が必要である。

1999-2001

(a) 現在建設中のウォノレジョダムの暫定操作ルール・水配分ルールの設定、それに関する関係機

関との合意形成。

(b) 水再配分ルールの設定、それに関する関係機関との合意形成、水再配分のモニタリング。

(c) POLA 検討における 1/10 渇水年対象の用水配分・操作パターン準備の制度化。

2002-2004

(a) 完成予定のトゥルンアグンポンプ場を含めたウォノレジョダムの暫定操作ルール・水配分ルールの設定、それに関する関係機関との合意形成。

(b) グロオ流域を含むブランタス流域の流出量予測手法の確立、ウォノレジョダム・スタミダムの統合運用詳細検討、ウォノレジョダム・スタミダムの統合運用ルールの確立、それに関する関係機関の合意形成。

IV.9 モニタリングシステムと情報管理システム

(1) 洪水予警報システム

ブランタス川流域の洪水予警報システム（FFWS）は、テレメタリングシステム、解析システム、コミュニケーションシステムより構成され、洪水防御に資されている。観測データは、雨量 26、河川水位 10、貯水池の水位 11、堰、ダムからの放流量 10 である（図―8）。FFWS の操作、維持管理は水管理公社により行われている。

現在の FFWS に見られる問題点および改善策は次の通りである。

(a) 堆砂、河床低下により、低水時の水位観測に問題のある観測所があるため、観測所の移設を主とする改善案を提案した。

(b) ダム、堰の放流量データ自動収集システムの一部分で、手計算を伴う手続きがあるため、入力の遅れにより発生する問題がある。これに対し、流量計算の補助設備設置を提案した。

(c) FFWS の定数、プログラムの更新が困難である。これに対し、定数を簡単に更新できる機能の追加およびプログラム更新に必要な水文データの有効利用をはかるためのデータベースの構築を提案した。

(d) 実際の洪水に対する洪水予測の経験が無いことに対し、毎年の操作演習の実施を提案した。

(2) 低水管理システム

ブランタス川流域では、州の水管理委員会において取り決められる POLA（貯水池の操作計画）に基づき水配分および供給がなされている。水管理公社は現地からの電話報告により水配分状況を監視しており、監視補助として FFWS も使用されている。

また、ウォノレジョダム建設事業において、FFWS の拡張計画が提案されている。この計画は、新規建設ダム、堰等の施設に対して、FFWS 本来の機能を拡張するとともに、FFWS を構成する観測網、観測機器を用いた低水管理システムの構築を目的とし、主要取水地点流量、河川水位の自動監視機能の充実をはかるものである。

渇水に対しても同委員会が対策を講じている。明確な対応基準が無いため、渇水の発生に伴い同委員会は、渇水の発生状況により異なる対応をはかってきたようである。このような状況を踏まえると、系統的に渇水対策を講じるための明確な基準の策定が望まれるとともに、渇水の発生状況に応じて的確で迅速な対応をはかるために、同委員会の会員および関係機関は、常日頃から貯水池、河川の水量および取水量を把握しておくことが望まれる。

この問題に対し、水管理公社が FFWS により収集する貯水池、河川の水量および取水量の情報を、必要とする関係機関に提供するシステムの構築を提案した。

（3）　水質データ管理システム

現在、数機関により実施されている水質モニタリングは水質改善活動の一部であり、IV.3水質管理において、水管理公社が管理することが提言されている。

また、ウォノレジョダム建設事業において、自動水質観測所の導入が提案されている。

このように、将来において、水質データの管理は、その情報源および利用者の増加に伴い、より重要性が増すと考えられる。この状況を踏まえ、水質データの管理及び利用を簡易にできる水質データベースシステムの構築を提案した。

（4）　関係機関相互の情報管理システム

本調査の提案する新水管理公社によるブランタス川流域全体の水資源管理は、関係するすべての機関の協力によって初めて実現できるものである。

現在、水資源管理に関する多くの有益な情報は、関係する多くの実施機関が所有している。しかし、それぞれの機関の情報管理、機関相互の情報交換に関する問題により、管理機関または実施機関は、他の機関の所有する情報を有効に利用できない状況である。

このような状況の中で、関係機関の協力を得て流域全体の水資源管理を実施するためには、情報の一元的管理が必要となる。そのためには、関係機関相互の情報管理システムの構築が必要である。低水管理システムおよび水質データ管理システムにおいて提案されたシステムの機能を含め、コンピュータシステムを用いた広域通信網として、情報管理システムの構築を提案した（図―9）。

（5）　費用積算

既存 FFWS の改善に要する費用は約 938 百万ルピアと推算された。また、低水管理のための情報システム、水質データベースシステムを含む関係機関相互の情報管理システムの構築に要する費用は約 5,729 百万ルピアと推算された。この費用は、技術経費、管理費を含むものである。計画開始年 1999 年から目標年 2020 年までの FFWS および関係機関相互の情報管理システムの維持管理費はそれぞれ、約 62,975 百万ルピア、約 30,968 百万ルピアと推算された。これらには、電気機械設備の更新費が含まれている。

（6）　行動計画

2002 年の 3 機関の統合による新水管理公社設立、2005 年における水管理会社(Persero)への移行に向けて、FFWS の有効利用、関係機関相互の情報管理システムを適切に導入し利用することが必要とされる。

これに関し、次の行動が必要である。

1999 年～2001 年

(a) 洪水予警報システム及びそれにより収集される情報の最大限の利用をはかるための設備修繕。

(b) 専門家の助言、助力の下での関係機関における情報管理システム導入準備。

- 情報管理システムの基本方針の策定
- 関係機関の情報管理状況の調査、評価
- 最適システムの検討、計画、設計

2002 年～2004 年

(a) 情報管理システムの導入。

- 必要機器の設置、稼働テスト
- システム管理者およびシステムの利用者への教育