社会開発調査部報告書

No. 02

インドネシア国
ブランタス川流域水資源総合管理計画
事前調査報告書

平成８年12月

国際協力事業団

インドネシア国ブランタス川流域水資源総合管理計画事前調査報告書
平成八年十二月

インドネシア国
ブランタス川流域水資源総合管理計画
事前調査報告書

平成８年12月

国際協力事業団

序　　文

日本国政府は、インドネシア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る調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施することといたしました。

当事業団は、本格調査に先立ち、本件調査を円滑かつ効果的に進めるため、平成８年９月17日より10月５日までの19日間にわたり、国際協力事業団社会開発調査部長　黒田　秀彦を団長とする事前調査団（S／W協議）を現地に派遣しました。

調査団は本件の背景を確認するとともにインドネシア国政府の意向を聴取し、かつ現地踏査の結果を踏まえ、本格調査に関するS／Wに署名しました。

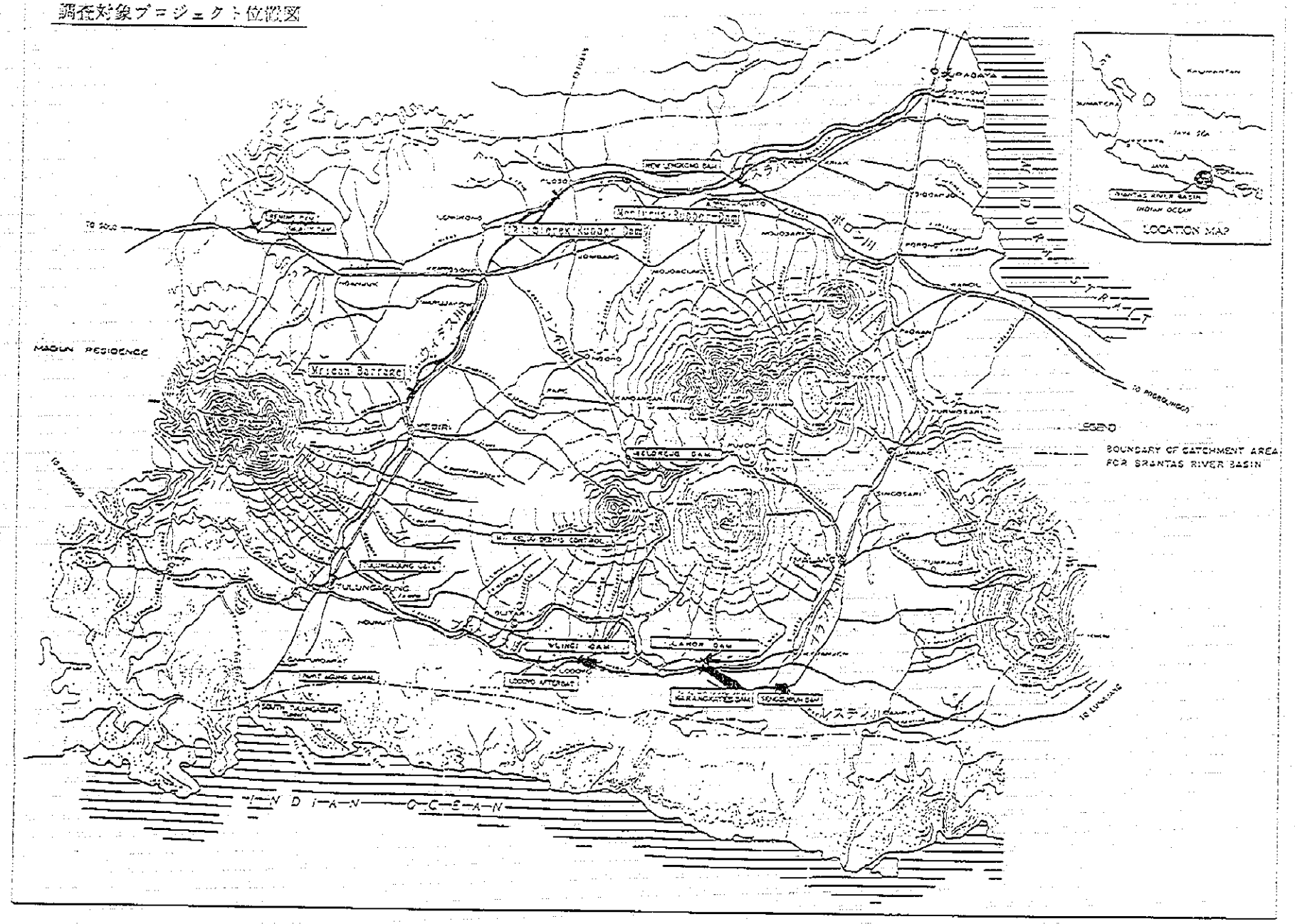
本報告書は、今回の調査をとりまとめるとともに、引き続き実施を予定している本格調査に資するためのものです。

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成８年12月

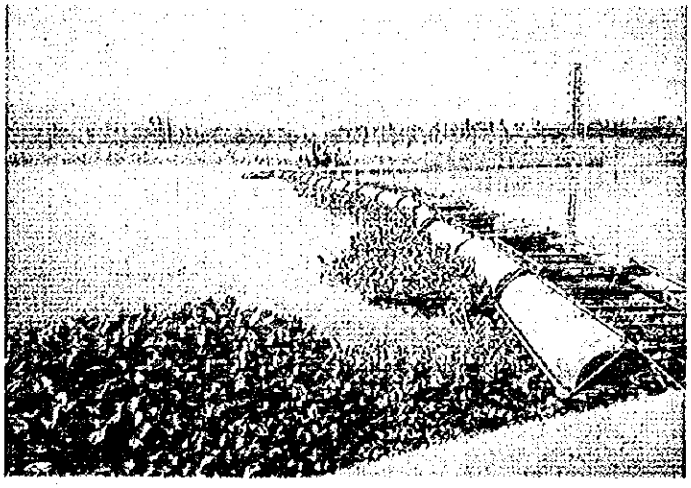
国際協力事業団
理事　佐藤　清

調査対象プロジェクト位置図



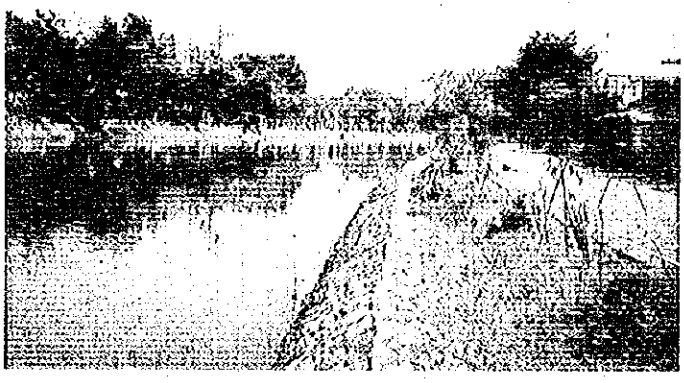
実施細則署名式

ブランタス川上流（マラン市内）

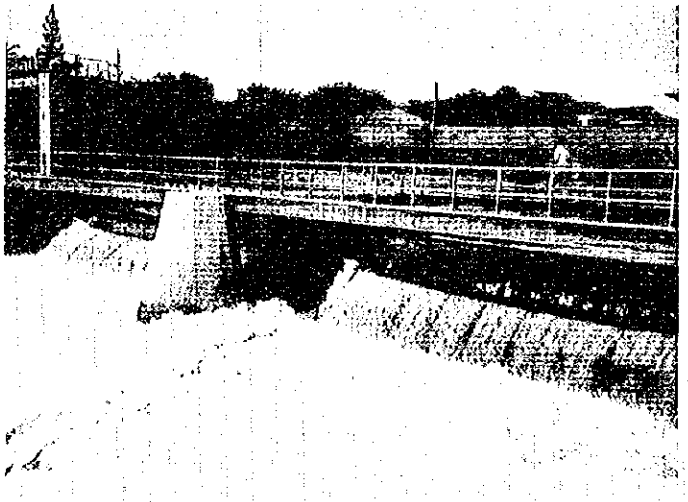


セングラーダム（ホライアオイが成育）

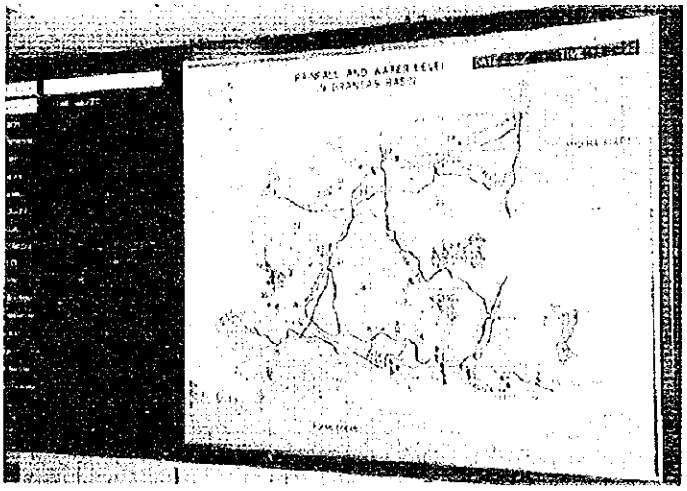
ブランタス川中流河道護岸



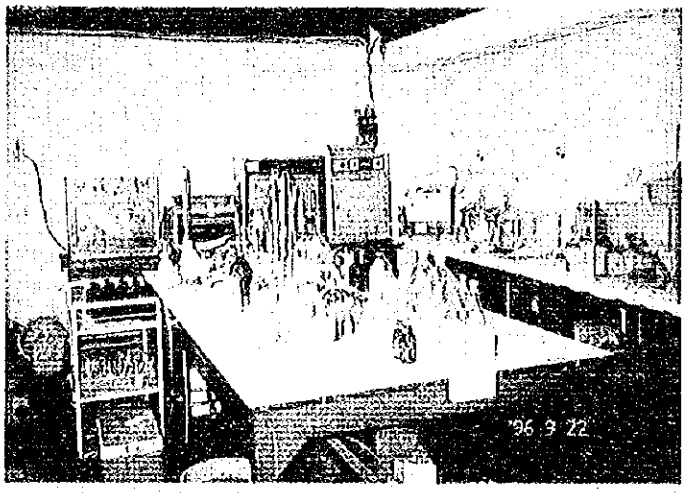
製紙工場の排水



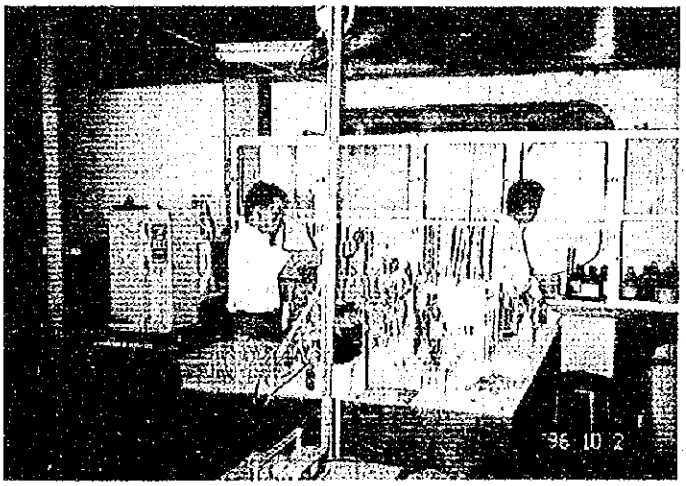
ジャギール・ゲイト
（洗剤混入による泡発生）



ＰＪＴ内のモニタリングステーション



水質分析室



水質分析室

目　　次

付属資料

第１章　事前調査の概要

１－１　事前調査の目的

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は、インドネシア国政府からの要請に基づき、流域の人口増加等により水需要増加と流域からの工業・生活排水等の流入により水質汚濁等により水需給の逼迫等の問題が見られるブランタス川流域を対象に、水質管理や流域保全、適正な水配分等による効率的な水利用計画、並びに、その流域管理のために必要となるモニタリング、法制度、管理機構の改善計画からなる水資源総合管理マスタープランを策定するものである。

事前調査団は、本件調査にかかる要請背景、実施体制の確認等の事項について調査、確認し、その結果に基づいて、本格調査のためのＳ／Ｗ及びＭ／Ｍに署名し、併せて本格調査の実施方針を策定することを目的として派遣された。

１－２　事前調査団の構成

１）黒田　秀彦 国際協力事業団社会開発調査部長	総括	1996年９月17日～９月28日
２）尾芦　直人 ㈱ダム水資源地環境整備センター調査第二部長	副総括／流域管理計画	同上
３）藤谷　浩至 国際協力事業団社会開発調査部社会開発調査第二課	調査企画	同上
４）米崎　文雄 水資源開発公団思川開発建設所第一調査設計課長	河川管理行政	同上
５）栄原　啓一 中央開発株式会社	水文・水理	1996年９月17日～10月５日
６）内田　晴敏 株式会社日水コン	水質・排水処理・環境	同上
７）高千穂　安長 株式会社さくら総合研究所	組織・制度	同上

1－3　事前調査日程

			官ベース	役務提供
1	9月17日	火	成田（1050）JL725 →ジャカルタ（1600）	
2	9月18日	水	JICA事務所・日本大使館表敬、打ち合わせ	
3	9月19日	木	DGWRD 表敬、S／W案説明　世銀・OECF訪問	
4	9月20日	金	ジャカルタ（0800）GA334 →スラバヤ（0920） ブランタス開発事務所表敬、S／W案説明、現況ヒアリング PJT 表敬、現況ヒアリング	
5	9月21日	土	現地踏査（マラン→クディリ、セングルダム・スタミダム・トゥルガグントンネル・ウォノロジョダム他）	
6	9月22日	日	現地踏査（クディリ→スラバヤ、ムリカン堰・ベニンダム・ラバーダム2ヵ所・ニューレンコンダム他）	
7	9月23日	月	現地踏査（スラバヤ周辺、ジャギールダム・工場排水排出現場等）	
8	9月24日	火	PJT にてS／W協議、M／M案作成 スラバヤ（1730）GA353 →ジャカルタ（1850）	
9	9月25日	水	S／W・M／M協議、署名	
10	9月26日	木	資料整理	
11	9月27日	金	大使館・JICA事務所報告 ジャカルタ（2330）JL726 →	資料収集
12	9月28日	土	→東京（0840）	資料収集
13	9月29日	日		ジャカルタ（1300）GA344 →スラバヤ（1420）
14	9月30日	月		資料収集
15	10月1日	火		資料収集
16	10月2日	水		資料収集
17	10月3日	木		資料収集 スラバヤ（1700）GA353 →ジャカルタ（1820）
18	10月4日	金		JICA報告 ジャカルタ（2330）JL726 →
19	10月5日	土		→東京（0840）

第２章　Ｓ／Ｗ協議等の経緯及び結果

２－１　Ｓ／Ｗ協議の概要及び結果

今回のＳ／Ｗ協議は、まず公共事業省水資源総局において全体会議を開催し、その後、現地で、ブランタス開発事務所、PJTと各々協議し、ジャカルタに戻った後、再度総局と全体会議を行った。今回の調査が流域管理計画を中心とするものであることは関係者の意見の一致するところであったが、スラバヤ市及びその周辺の水需要が増大している背景から、本調査で「水資源開発」にどれほどの比重を置くかは、インドネシア側でも様々な意見があるようであったが、最終的には、双方の合意が得られ、９月25日にＳ／Ｗ、Ｍ／Ｍの署名、交換を行った。

(1) Ｓ／Ｗ、Ｍ／Ｍのインドネシア側署名者

先方の署名者については、過去の水資源総局との署名の事例に習い、計画局長との署名とすることを当方より提案した。先方の中には、「今回の調査は水資源管理保全局が主体となるので、水資源管理保全局長の署名ではどうか」との意見もあったが、「水資源総局を代表する立場での署名が必要」な旨当方より説明し、従来通り計画局長との間で署名した。

(2) 調査名称・調査目的

調査名称については、当方の提案通りで特に異論はなかった。調査目的について、当初案では "～including a structural development plan for Perum Jasa Tirta (PJT)" としていたが、ブランタス開発事務所より、「PJTに限定すべきではないので、for以下を削除すべき」との意見が出された。当方も、PJTの組織改善を検討する際には、その他関連する行政機構等との業務範囲の検討が前提となり、PJTを含めた全体としての体制の在り方を考えるべき、という考えであり、PJTに限定すべきではない、との意見は理解できることから、先方の提案に同意した。また、今回の調査のアウトプットが、「適切な流域管理を行うための計画」であり、今回の調査の重点は「開発」よりも「管理」に重点が置かれることについても同意を得た。

(3) 調査対象地域

調査対象地域については、ブランタス川流域とする当方の案に対し、先方からは、スラバヤ周辺の関連地域にもブランタス川から水供給される予定であり、特にマドゥラ島には、ウォノロジョダム完成後（99年以降）３トンの水供給が予定されているので、これらを考慮せずに水配分計画を策定しても意味がない、との意見が出された。当方からは、流域外の地域の将来水需要を調査の中で予測するのは作業量から考えて困難であるが、インドネシア側で流域外の地域への水供給量について既存の計画があるのであれば、水配分計画を策定する際に与件として取り込むことは可能である旨回答し、先方の同意を得、その旨Ｍ／Ｍに記載した。

(4) 調査内容

ａ）当初のＳ／Ｗ案では、組織・制度の現況把握は、フェーズⅡの中で実施する形にしていたが、「現況把握はフェーズⅠで、その他の分野と併せて実施すべき」との意見が先方より出さ

れ、当方もそれに同意した。

b）水資源開発計画については、事前調査団派遣前に、優先すべき水資源開発プロジェクトのF／Sを本調査の中で実施してほしい、との先方の意向が伝えられており、協議の中でも、「水需給バランスを考えた時に、例えウォノロジョダムが完成してもその後又すぐに水が不足することが予想されるのだから、水資源開発計画の策定も本調査の中で実施してほしい」との意見が出された。これに対し当方からは、「水資源開発計画の策定までを本調査で実施するとすれば、全体作業量が膨大なものになってしまう。ブランタス川流域の水資源開発は既にかなりの程度まで実施されてきており、今回の調査の重点はより効率的な管理体制構築のための計画策定にある。水資源開発計画については、85年のM／Pで提言されながら未だ実施されていないプロジェクトも多いので、既存の計画のレビューにとどめたい」旨説明した。先方は、「85年のM／P以降、状況が変わってきたプロジェクトもあるので、過去に実施を提言されたプロジェクトについても現況を確認し、ウォノロジョダムの次に実施すべき水資源開発プロジェクトがどれかを示唆するまでは今回実施してほしい」と再度要望し、これについては、対応可能と判断し、その要望の範囲で調査を実施する旨M／Mに記載した。

なお、先方からは、「フェーズI終了段階で、ウォノロジョダムの次に着手すべきプロジェクトの見込みが立つと思われるので、その時点で、F／Sの実施をあらためて要請したい」との要望が出され、「正式要請が出されれば、資金源の目途等を考慮しながら検討する」旨回答した。

c）水需要予測に関して、要請の中で目標年次を2020年としていた理由を確認したところ、第2次25ヵ年計画の最終年次（2019年）から想定した、との説明があり、その間の社会・経済予測データの入手は可能であろうと判断されたことから、2020年までの水需要予測を行うこととし、M／Mに記載した。また、水利用の効率改善について先方より「作付けパターンの変更まで含めて検討するのか」との質問があり、「農民は、利益が最大となる作付けを現在実施しているはずで、水利用効率化のためにそれを変更するというのは現実的ではない」と回答し、作付けパターン変更までは考慮にいれない旨M／Mに記載した。

d）地下水調査に関して、水資源ポテンシャルの推定の際に地下水も考慮にいれてほしいとの要望が先方より出された。当方からは、地下水も含めるべき、との考え方は理解できるものの、十分なデータ等の提供が行われる必要がある旨説明し、M／Mに記載した。

e）河川環境、生態系について、本調査の対象に含まれるか、との質問が先方より出された。調査団内で検討した結果、流域で2、3地点を選定し、そこに住む魚類等のラフなインベントリーを作成する、という程度の調査であれば、全体の作業から見ても負担とはならず、自然環境を含めた流域管理の考えをモデル的に示すという点で意味がある、と判断されたので、その旨をM／Mの中で記載した。

f）その他、"river facilities" や "monitoring system" 等の表現について、包含する範囲を明

確にするために、先方の要望により、M／Mの中で説明を加えた。

(5) インドネシア側の便宜供与事項

先方からは、車両の提供は予算的に難しいとの説明があり、当方からは、考慮する旨回答し、M／Mに記載した。また、事務所の提供に関して、マランでのオフィスは問題ないが（PJT内に用意）、ジャカルタについては、会議室を必要に応じ確保することは可能だが、恒常的な事務室の確保は困難な旨説明があった。

(6) その他

a）ステアリングコミッティの設置については、先方も必要性を認め、水資源総局、プランタス開発事務所、PJT及びその他関連する機関から構成することをM／Mで確認した。

b）今回の調査においては、人材育成が重要なテーマの一つであるとして、C／Pの本邦研修について先方から強い要望があり、本部に要望を伝える旨を回答し、M／Mに記載した。

2－2　世界銀行との協議概要等

9月19日に、世界銀行を訪問し、ジャワ島の河川管理プロジェクトの概要を照会したところ、先方の説明は以下の通り（面談者：Mr. Irham Abla, Irrigation Officer)。

世銀の東ジャワでの調査はコンサルタントの選定が終わり、作業が始まったばかりであり、報告書などはまだない。（インセプションレポートは、別途入手した。）

世銀の河川流域管理の概要や方向性については、世銀のスタッフアプレイザルレポート（Report No.12872-IND）"Java Irrigation Improvement and Water Resources Management Project" May 25、1994に記載されている。

世銀の今回の調査については、コンサルタントの選定が遅れた上に、スケジュールそのものも遅れている。さらにインセプションレポートも行動計画が書かれているのみであり失望している。

なお、"Java Irrigation Improvement and Water Resources Management Project" について情報収集したところ、方針として、灌漑に対しても水使用に対する料金の徴収を提言していること、つまり受益者負担を徹底しようとしている点が最大のポイントと思われる。進捗状況としては、96年7月にインセプションレポートが出た段階であり、実際に進捗は遅れている模様である。

この他、アジア開発銀行のインドネシア事務所も訪問したが、河川管理についての具体的なプロジェクトはない模様で、特段の情報は得られなかった。

第３章　調査対象地域の概要

３－１　社会・経済状況

調査対象地域は、インドネシアのジャワ島の東部に位置し、東部ジャワ州にある。ブランタス川流域は、Trenggalek, Tulung Agung, Blitar, Kediri, Malang, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Nganjukの９つの県とKediri, Blitar, Malang, Mojokerto, Surabayaの５つの市から構成されている。表３－１－１に見るとおり、これらの県、市は、209の郡、2,971の村から構成されている。また、流域の中で最大の広さを有する地区は同表の通り、Malangであり、4,728.83㎢と全流域の約34％を占めている。次いでBlitarの1,651.86㎢（12％）が続いている（注１）。

（注１：Jawa Timur Dalam Angka 1994, East Java Statistics Office and the Government of East Javaに拠った。以下同じ）

表３－１－１　地区別郡・村数および面積

	郡	村	㎢
Trenggalek	13	157	1205.22
Tulungagung	19	271	1055.00
Blitar	18	248	1651.86
kediri	21	344	963.21
Malang	31	407	4728.83
Sidoarjo	18	353	591.59
Mojokerto	17	304	826.72
Jombang	20	306	1159.50
Nganjuk	20	277	1182.64
kediri	3	46	63.40
blitar	3	20	32.37
malang	5	57	118.57
mojokerto	2	18	16.46
surabaya	19	163	274.06
合　　計	209	2,971	13869.43

出所：Jawa Timur Dalam Angka 1994

３－１－１　人口推移

流域の人口は、1971年には1,020万人、1980年1,200万人、1990年1,300万人と着実に増加しており、表３－１－２の通り、1994年には、1,353万人とその増勢は止まっていない。

人口密度については、1980年の865人／㎢から989人／㎢へと密度が増えている。

表3－1－2　人口推移

地域・市	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Trenggalek	617,608	622,496	629,101	633,236	636,662	641,318
Tulungagung	889,092	895,346	900,631	905,102	911,706	917,356
Blitar	1,041,305	1,045,661	1,048,423	1,053,004	1,055,919	1,059,883
kediri	1,273,293	1,283,202	1,295,293	1,301,805	1,307,304	1,315,630
Malang	2,121,026	2,134,865	2,208,864	2,212,914	2,232,831	2,231,564
Sidoarjo	982,292	1,003,425	1,024,264	1,043,916	1,062,550	1,079,446
Mojokerto	770,655	784,499	791,471	800,111	809,471	818,383
Jombang	1,014,758	1,022,428	10,39,796	1,049,407	1,057,375	1,065,106
Nganjuk	936,150	939,648	948,417	950,835	955,354	957,949
kediri	228,604	230,018	231,018	230,497	231,371	232,685
blitar	115,532	116,333	116,940	117,471	117,877	118,753
malang	634,171	644,801	654,798	669,754	681,684	699,853
mojokerto	96,247	97,515	98,429	99,413	100,881	102,116
surabaya	2,181,223	2,184,702	2,214,087	2,246,880	2,270,082	2,294,148
合　計	12,903,945	13,006,929	13,203,523	13,316,337	13,433,060	13,536,184

出所：Jawa Timur Dalam Angka 1994

3－1－2　主要産業

流域が属する東ジャワ地区の地域内総生産高（RGDP）は、表3－1－3の通りであり、その構成比は、1994年は、工業32.47%、商業・ホテル・レストラン25.57%、農業24.42%サービス13.90%、金融8.49%、建設8.40%、運輸・通信8.15%、鉱業2.91%、ガス・水道1.27%となっている。

全体の80%を超える工業、商業・ホテル・レストラン、農業を各セクター別に概観すると、以下の通りである。

表3－1－3　産業別地域GDP　単位：百万ルピー現在価格

	1993	1994
農業	10,294,166	10,918,436
鉱業	1,006,930	1,301,178
工業	12,014,268	14,519,833
ガス・水道	480,319	566,754
建設	3,042,838	3,754,369
商業・ホテル	9,947,053	11,435,085
運輸・通信	3,293,196	3,643,875
金融	3,329,640	3,797,900
その他サービス	5,705,476	6,215,469
合　計	49,115,879	56,154,893

出所：Jawa Timur Dalam Angka 1994

(1) 工　業

規模的には従業員数19人以下の小工業が圧倒的に多い構造になっている。

1994年の市場価格によるRGDPは、145,198億ルピアであり、前年の120,143億ルピアより25,055億ルピア、21%の増加となっている。

(2) 商業・ホテル・レストラン

東ジャワ地区の貿易は堅調に推移しており、1994年の貿易額は6963百万米ドル、そのうち輸出額は3,355百米ドル、輸入額は3,608百万米ドルとなっている。

これを1980年と比較すると、輸出は10倍以上、輸入は3倍弱の伸びとなっており、急激に輸出が伸びている。

(3) 農　業

主要生産物は、水稲、陸稲、メイズ、キャッサバ、スイートポテト、ピーナッツ、大豆、やえなり、さとうきび、カシューナッツ、ココナッツ、コーヒーなどである。

1994年の主要産品の生産高は次の通りである。

水稲・陸稲	2,217千トン	ピーナッツ	29千トン
メイズ	733千トン	大豆	103千トン
キャッサバ	968千トン	やえなり	8千トン
スイートポテト	66千トン		

出所：注1の通り

3－1－3　輸出入の動向

表3－1－4のとおり、1980年と1994年を比較すると輸出入共に伸びているが、1987年と1994年の比較では、輸出は3.8倍、輸入は1.8倍の伸びであり、輸出が1988年以降急激に伸びていることがわかる。

表3－1－4　輸出と輸入の推移　　単位：百万ドル

	輸　出	輸　入
1980	322	1,301
1981	320	1,767
1982	279	2,065
1983	401	2,132
1984	565	1,788
1985	717	1,333
1986	858	1,784
1987	869	1,980
1988	1,023	1,687
1989	1,257	2,044
1990	1,614	2,478
1991	2,296	3,226
1992	2,974	3,914
1993	3,336	3,346
1994	3,355	3,608

出所：Jawa Timur Dalam Angka 1994

3－1－4　教育

流域の小、中学校および生徒数は、表3－1－5のとおり、小学校8,469校、中学校1,479校であり、生徒数は小学校1,567千人、中学校560千人である。なお、地域別学校数、生徒数は、表2通りである。

また、高等学校は一般の高校が14校、生徒数4,424人、職業訓練高校が195校、77千人（内技術高校が78校、41千人、経済高校が117校、37千人）である。

表3－1－5　学校教育の状況

	小学校数	生徒数	中学校数	生徒数
Trenggalek	491	72,641	51	20,671
Tulungagung	696	103,562	64	33,471
Blitar	772	124,083	84	29,800
kediri	869	160,380	95	41,635
Malang	1,389	268,177	258	70,339
Sidoarjo	635	133,060	130	56,952
Mojokerto	505	81,660	79	28,011
Jombang	630	102,256	117	39,543
Nganjuk	757	128,929	79	36,502
kediri	189	31,255	31	15,929
blitar	89	16,034	17	9,628
malang	372	77,606	101	37,081
mojokerto	68	12,588	17	8,082
surabaya	1,007	255,101	356	132,129
合　計	8,469	1,567,332	1,479	559,773

出所：Jawa Timur Dalam Angka 1994

3－1－5　医療

流域の病院数は1993年現在では、表3－1－6のとおり、一般病院が14、特殊病院が8、軍病院が16、個人病院が28であり、ベッド数は、一般病院が4,371床、特殊病院が1,816床、軍病院が2,423床、個人病院が3,538床となっている。

医療関係者数は、医師（Medic）169人、医師補（Paramedic）963人、投薬（Administration）869人となっている。

表3－1－6　病院およびベッド数

	一般病院		特殊病院		軍　病　院		個人病院	
	数	ベッド数	数	ベッド数	数	ベッド数	数	ベッド数
Trenggalek	1	96	0	0	0	0	1	59
Tulungagung	1	153	0	0	0	0	0	0
Blitar	1	182	0	0	0	0	0	0
kediri	1	206	1	100	0	0	0	0
Malang	1	120	1	1,260	1	434	3	284
Sidoarjo	1	278	0	0	2	73	4	312
Mojokerto	0	0	1	111	0	0	0	0
Jombang	1	242	0	0	0	0	1	138
Nganjuk	2	280	0	0	0	0	1	55
kediri	1	185	1	100	2	381	1	147
blitar	1	163	0	0	0	0	2	144
malang	1	760	1	108	1	49	4	478
mojokerto	1	153	1	na	1	434	2	103
surabaya	1	1,553	2	137	9	1,052	9	1,818
合　計	14	4,371	8	1,816	16	2,423	28	3,538

出所：Jawa Timur Dalam Angka 1994

保健所（Public Health Center）および準保健所（Sub Public Health Center）は、保健所が264、準保健所が591あり、勤務員の内訳は、内科医38人、医師補293人、投薬458人となっている。

3－1－6　宗教

地域の宗教は、表3－1－7のとおり、イスラム教が13,263千人と最も多く次いでキリスト教618千人、ヒンドゥー教85千人、仏教51千人となっている。

表3－1－7　宗教

	イスラム教	プロテスタント	カトリック	ヒンドゥー	仏　教
Trenggalek	636,346	1,306	354	29	19
Tulungagung	902,077	9,284	3,908	1,286	1,589
Blitar	997,342	16,199	14,738	21,434	3,586
kediri	1,306,301	26,859	7,814	7,344	213
Malang	2,154,669	58,756	14,055	14,928	4,521
Sidoarjo	1,070,105	14,549	11,342	1,822	2,225
Mojokerto	825,778	6,170	1,172	630	479
Jombang	1,039,641	11,850	3,962	817	1,018
Nganjuk	958,672	7,976	2,758	1,865	536
kediri	213,041	11,085	7,250	574	2,133
blitar	106,846	4,331	4,620	1,008	1,099
malang	714,866	52,328	47,829	7,007	6,978
mojokerto	88,675	7,079	3,762	181	2,391
surabaya	2,248,393	160,567	105,979	26,449	24,266
合　計	13,262,752	388,339	229,543	85,374	51,053

出所：Jawa Timur Dalam Angka 1994

3－2　自然状況

3－2－1　気象及び水文

(1) 気　候

ブランタス川（The Brantas River）流域の気候は、熱帯季節風により支配されている。通年の気候として、雨季は、12月から5月まで約6ヶ月、乾季は6月から11月まで残り6ヶ月間にわたる。気温は、熱帯地方に属するため、比較的高くて年間を通じ殆ど変化がないが、平均気温は標高が上がるに従い低下する。年平均気温は、マラン（Malang）平野では24.1℃、またポロン（Porong）地区では26.6℃に及ぶ。更に、年平均相対湿度も比較的高くて、場所により73%から82%にまで及ぶ。因みに、海岸部の湿度は、月平均60%から83%ぐらいの間で変化している。表3－2－1と図3－2－1～図3－2－3は、1961年～1990年の間のスラバヤ（Surabaya）、ジャカルタ（Jakarta）及び東京における気象の比較を示す。

年雨量の変動は大きくて、豊水年であった1968年では3,958mmとなり、渇水年であった1982年では1,374mmであった。標高が高い地域では、平均年雨量が通常高くなり、特にクルー活火山（Mt. Kelud）の南及び西の斜面（山腹部）では3,000～4,000mmに達する。他方、低地である下流域では、平均年雨量1,500～2,000mm程度である。以上を総合すれば、流域での平均年雨量は2,000mm前後であるが、その降雨量の80%以上が雨季に集中する。

(2) 気象・水文観測所

ブランタス川流域内には、多数の気象観測所、雨量計測ステーション、及び水位計測ステーション等がある（図3－2－4参照）。雨量、水位・流量、及び水質に対する観測・分析は、表3－2－2に示す観測所／測水所で実施されている。

現存する河川水位及び流量等のデータは、指定地点での現河川流量の総合評価のための限られた基本情報でもある。上記測水所の中に、ブランタス本川沿いにある遠隔測水所［ジェリ（Jeli）、クディリ（Kediri）、クルトソノ（Kertosono）、プロソ（Ploso）、新レンコン（New Lengkong）及びペルニン（Pering）測水所等を含む。］について、実施されている計測及びモニターリングは、その機能を果たしている。当該測水所等において、観測可能最低水位・最小流量は、表3－2－3により検証することができる。

ロドジョ・ダム（Lodojo Dam）の最小放水量が、1986年から1990年までの乾季に対して、10日平均値約30㎥／秒であることに鑑み、クディリ測水所では97㎥／秒以下の低流量を観測できないものと考えられる。

表３－２－１　ジャワ島と東京における1961～1990年期間気候特性の比較

項目 / 月別	平均気温（℃）			平均相対湿度（%）			平均降水量（mm）		
	スラバヤ	ジャカルタ	東京	スラバヤ	ジャカルタ	東京	スラバヤ	ジャカルタ	東京
１月	27.2	26.3	5.2	83	86	50	390.2	461.3	45.1
２月	27.3	26.5	5.6	86	84	52	236.2	269.4	60.4
３月	27.5	26.9	8.5	81	83	56	239.9	249.8	99.5
４月	27.9	27.5	14.1	84	82	63	158.6	144.7	125.0
５月	28.0	27.7	18.6	81	80	66	107.7	112.1	138.0
６月	27.4	27.3	21.7	69	78	73	47.8	93.6	185.2
７月	26.9	27.1	25.2	70	75	76	25.4	46.8	126.1
８月	27.3	27.1	27.1	63	74	73	4.0	75.8	147.5
９月	28.1	27.5	23.2	59	73	73	20.8	53.2	179.8
１０月	29.1	27.7	17.6	64	75	67	100.5	78.0	164.1
１１月	29.1	27.4	12.6	68	78	61	93.3	109.1	89.1
１２月	27.7	26.8	7.9	78	82	54	223.4	233.7	45.7
平均／合計	27.8	27.2	15.6	74	79	64	1647.8	1927.5	1405.5

注：スラバヤ 7° 13′ S 112° 43′ E（標高3 m）、ジャカルタ 6° 11′ S 106° 50′ E（標高8 m）、及び東京 35° 41′ N 139° 46′ E（標高5.3 m）

出所：理科年表、１９９６年

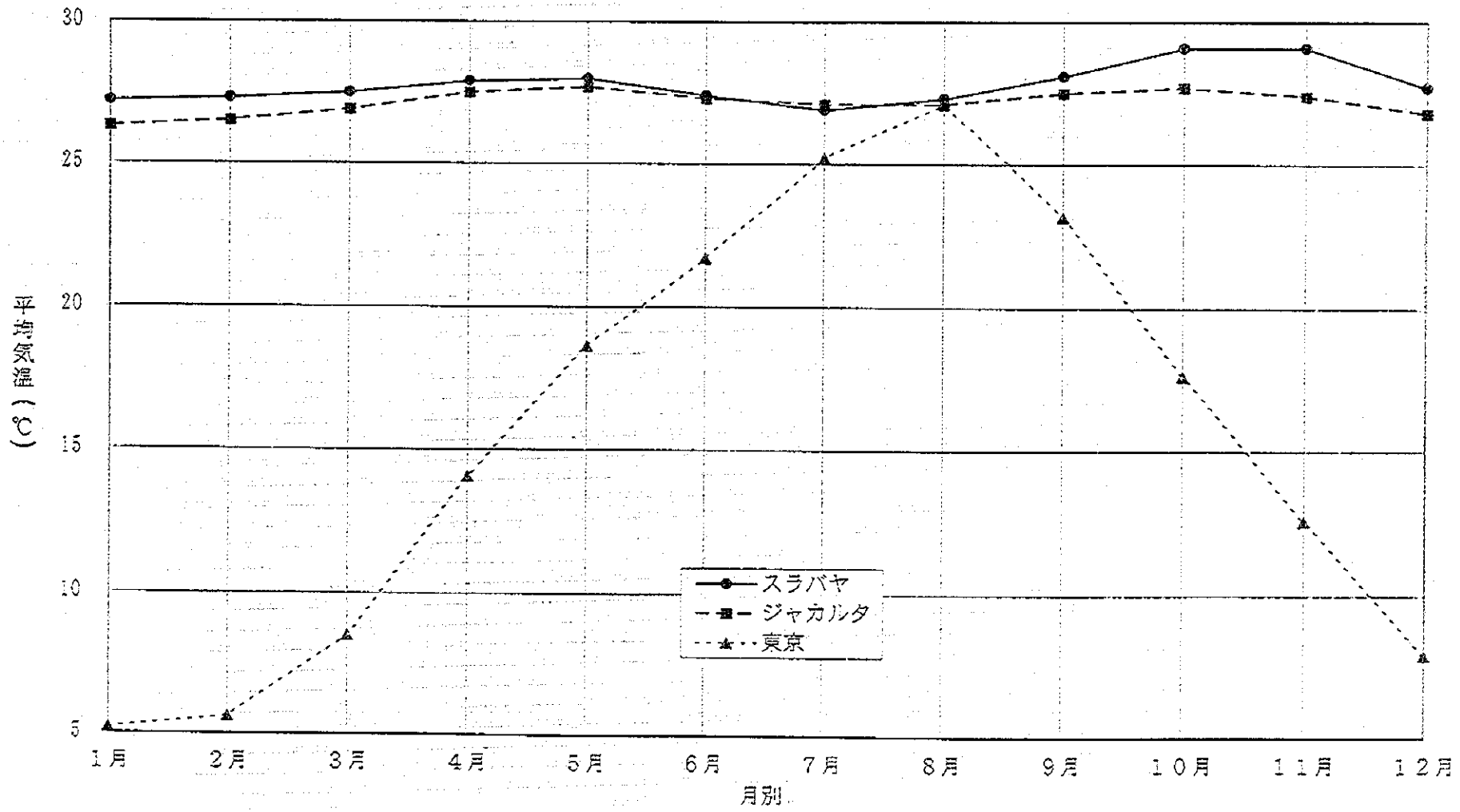


図３－２－１　スラバヤ、ジャカルタ及び東京における平均気温の比較

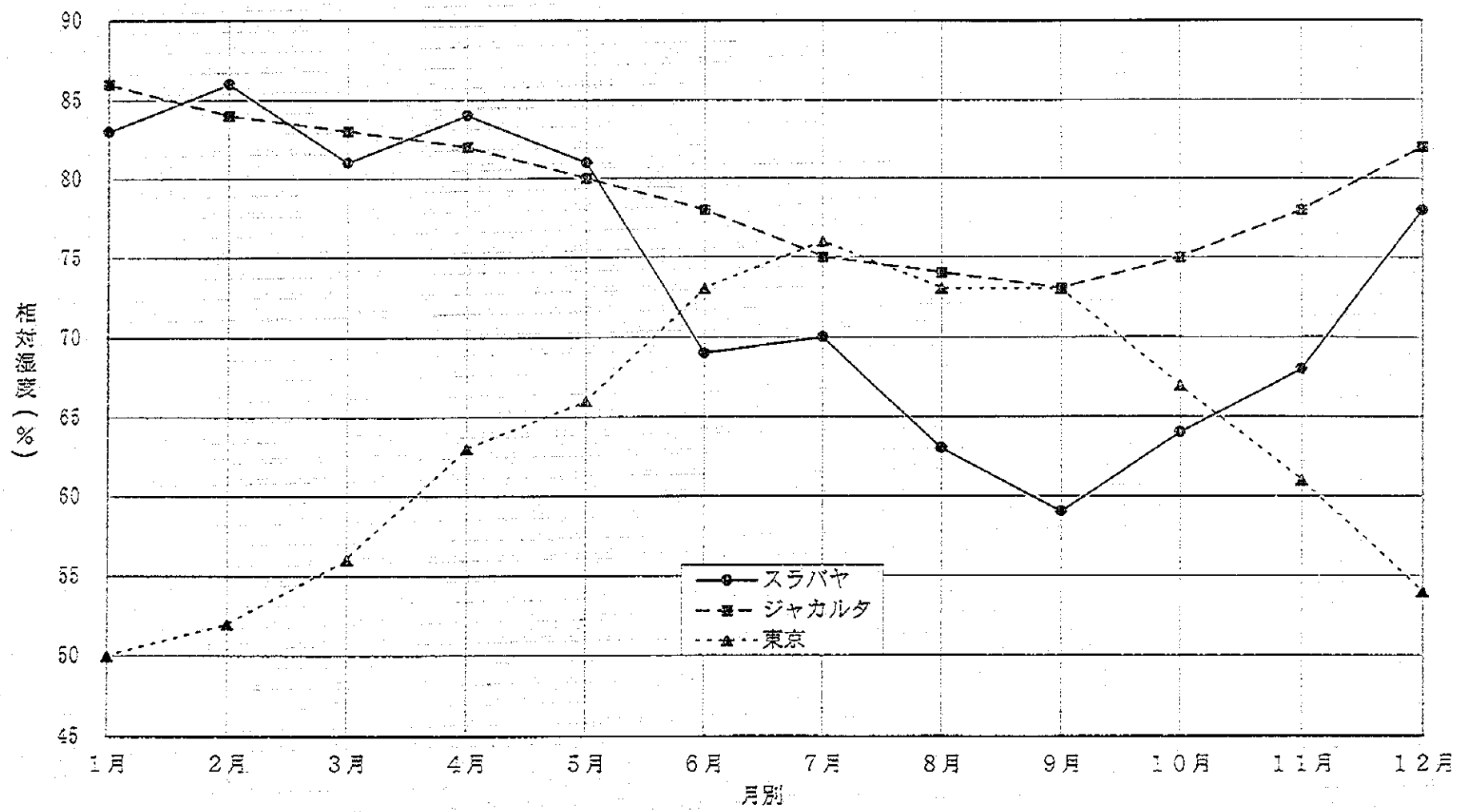


図3－2－2　スラバヤ、ジャカルタ及び東京における平均相対湿度の比較

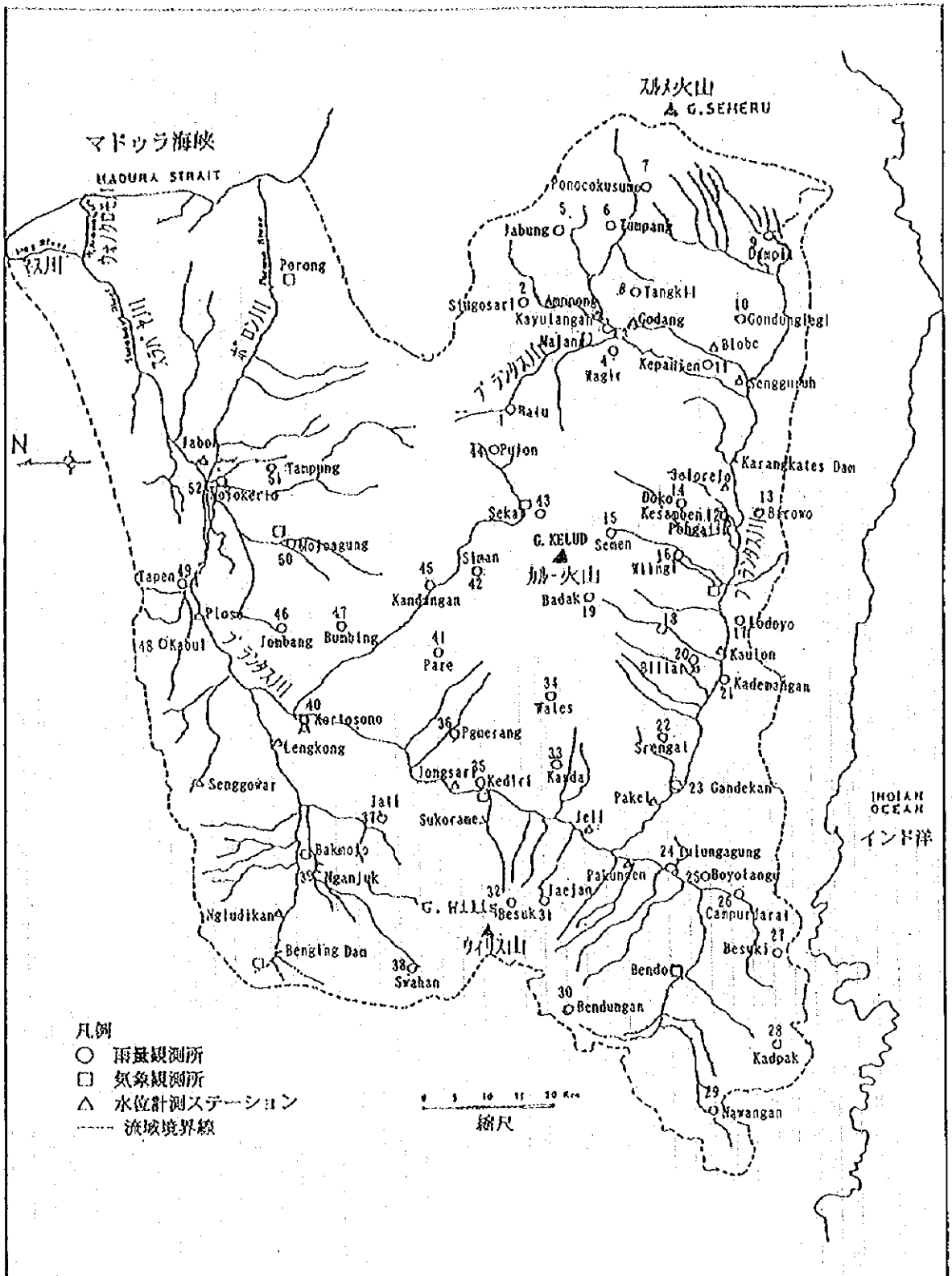


図３－２－４　ブランタス川流域内気象観測所及び測水所の位置

表３－２－２　PJTによる気象・水文観測

ＰＪＴ所管気象・水文観測所		観測所数	観　測　方　法
１）ＦＦＷＳよりの遠隔観測システム	雨量観測所	１８	リアル・タイム・ベース
	測水所	9	
	雨量／水位観測所	9	
	水位／流出量測水所	5	
	水位／雨量／流出量観測所	4	
小　計		３８	
２）ＢＴＳから伝送自記雨量計	雨量観測所	４１	自記式
	水位／流量測水所	３５	
３）流量測定	全ての測水所		月４～６回

註：PJTは水資源公社、FFWSは水予警報システム、BTSはプランタス事務所の略称である。
出所：PJT

表３－２－３　遠隔測水所における観測能力

項　　目	観　　測　　可　　能	
測　水　所　名	最低水位（EL.m）	最小流量（㎥／秒）
ジェリ（Jeli）	77.20	30
クディリ（Kediri）	60.30	97
クルトソノ（Kertosono）	40.31	19
プロソ（Ploso）	27.67	36
ペルニン（Pering）	8.00	15

出所：PJT

(3) 渇水記録

プランタス川流域は、1982年及び1987年に大渇水に見舞われた。プランタス事務所（BTS）及び関係省庁は、下記のような措置を対処した。

(a) 1982年大渇水

カランカテス（Karangkates）貯水池は、灌漑用水需要に従って貯水の放流を継続し、11月末に貯水位がEL.250mまで低下した。プランタス川流域水管理に関する調整委員会（Coordination Committee）は、緊急放水プランを討議し、カランカテス発電所の完全停止と共に、12月で24㎥／秒の放水量を保証するため、更に貯水位をEL.242mまで下げた。灌漑用水もぎりぎりの限界まで減少させたのみならず、面積約3,000haにわたる作物へも一時停止させるせざるを得なかった。なお、上記の調整委員会は、東部ジャワ州知事、東部ジャワ灌漑

局（EJIS）、電力局東部ジャワ支局（ブランタス支局）、BTS等から組織された。

(b) 1987年大渇水

カランカテス貯水池では、下流側の河床低下に対して、灌漑取水サイトへの水位上げ、灌漑用水への取得を可能にするために、乾季の始めに貯水を放流しなければならない。増加放水の結果として、放水は乾季の終わりに限定された。従って、スラバヤ川（The Surabaya River）沿いの水質の汚染が深刻となり、ンゲル（Ngagel）浄水場の浄化能力を超えてしまった。このような状況と打開するため、乾季の水田における全ての二毛作が禁止された。カランカテス貯水池も、２回の緊急放水を行った（放水量は、夫々500万㎥及び250万㎥であった）。因みに、1987年の大渇水は、1982年の大渇水よりも、更に深刻だったと報告されている。

3－2－2　地　形

(1) 地　形

ブランタス川は、インドネシア国東部ジャワ州（East Java Province）の中央に位置するアルジュノ山系（Mt. Arjuno）を、時計回りにほぼ一周して流れているジャワ島第２の大河である。その流域は、面積約11,800㎢で、東はスメル火山（Mt. Semeru）、西はウィリス山（Mt. Wilis）、南は標高300～500mインド洋と接するキドゥー（Kidul）丘陵地帯によって流域境界が形成されている。

ブランタス本川の流路延長は320㎞で、アルジュノ山の東南斜面に源を発し、マラン平野を南下し、クパンジェン（Kepanjen）付近でスメル火山より流れ込むレスティ川（The Lesti Rever）を合流して流れを西方に変える。続いて、カランカテス・ダム（Karngkates Dam）とウリンギ・ダム（Wlingi Dam）を通過して、トゥルンアグン（Tulungagung）付近で南方より支川ネロウォ川（The Ngrowo River）と合流する。ここで流れを北北東に変え、東のクルー活火山と西のウィリス山の山裾を流下し、途中クディリ市、クルトソノ市（Kertosono City）を通過する。その後、ブティク山（Mt. Butik）より流下する右支川コント川（The Konto River）と、ウィリス山の東北斜面より流下する左支川ウィダス川（The Widas River）と合流する。ウィダス川合流点付近より、緩やかに流路を東方に変えが、モジョクルト市（Mojokerto City）付近で、スラバヤ川とポロン川（The Porong River）に分流される。スラバヤ川は、スラバヤ市を貫流し、その北方でマドゥラ（Madura）海峡に流出する。他方、ポロン川は、東流して同海峡に注ぐ（図３－２－５参照）。

ブランタス川の主要支流域は、上流から集水面積625㎢を有するレスティ川、1,600㎢のグロウォ川、687㎢のコント川及び1,538㎢のウィダス川により成る。平均河床勾配は、パクー（Pakel）の上流部で１／800、中流部で１／1,250～１／1,900、下流部で１／3,000である（図３－２－６参照）。

ブランタス川は、殆ど火山の裾野を流下している。特に、次節に述べるクルー火山は、平均15～30年の間隔で噴火を繰り返しており、毎回1億m³前後もの土砂を噴出するため、ブランタス川による土砂の侵食、運搬、堆積作用が、極めて活発である。図3－2－7は、クルー活火山周辺の河川流域境界及び泥流被害可能地域の境界を示す。

(2) クルー活火山の噴火

前述のように、クルー活火山は、ブランタス川流域の中心部に位置している。噴火による噴出物がクルー活火山の南西部にある平野地域へ、泥流（Lahar）として流れ込んだことが報告されている。このように、泥流被害可能地域は、スムト川（The Semut River）、プティ川（The Putih River）、バダク川（The Badak River）、ノボ川（The Ngobo River）及びコント川らの主要支川を含み、ブランタス川河口から46kmと210km地点の間のブランタス川に合流する約2,003km²を覆っている（図3－2－8参照）。

クルー活火山は、1966年の噴火以後、1990年2月10日に再び噴火した。その火山噴火物は、鉱業及びエネルギー省（Ministry of Mines and Energy）の火山総局（Department of Volcanology）による表3－2－4に示す場所深度調査に基づいて、約1億2,500万m³と推定された。因みに、1966年の噴火物は、約9,000万m³と推定されている。

ウリンギ貯水池は、泥流により最低水位（EL.162m）まで、土砂堆積物により完全に埋められた。よって、一部の土砂が、圧力鉄管及びタービン・チャンバー（機械室）に流れ込んだため、水力発電は1990年3月6日に中止された。

水資源総局（DGWRD）及び電力公社（RLN）は、ウリンギ・ダムの水力発電への再開及び灌漑用水を確保するため、下記の応急措置で対処した。

－水力発電所の取水庭における浚渫；

－洪水吐ゲートによる堆砂の吐き出し；及び

－プティ川からグロンドン川（The Glondong River）への土砂流入に対するバイパス分水路建設。

表3－2－4　噴火堆積物から泥流に変るポテンシャル

影　響　圏	面　積 (km^2)	火　山 噴 出 物* (10 x 6 m^3)	堆積泥流** ポテンシャル (10 x 6 m^3)
1）ウリンギ地域		22.3	
レクソ川(The Lekso River)	93.5		2.5
スムト川(The Semut River)	--		11.0
ジャリ川(The Jari River)	59.6		--
プティ川(The Putih River)	77.6		4.5
アバブ川(The Abab River)	106.0		0.8
2）バダク地域		77.8	
バダク川(The Badak River)	505.2		12.0
ゲダ川(The Gedag River)	174.0		3.5
ペトゥンコボン川(The Petungkobong River)	112.4		1.0
スコレジョ川(The Sukorejo River)	155.2		4.0
3）ノボ／スリンジン地域		14.5	
ノボ川(The Ngobo River)	204.8		6.0
スリンジン川(The Srinjing River)	247.2		3.0
4）コント地域			9.8
コント川(The Konto River)	267.6		9.0
合計	2,003.3	125	57.3

註：*は、図3－2－6に基づく流域により、プラニメーターで測定されたものである。

　　**は、鉱業・エネルギー省火山局により推定された。

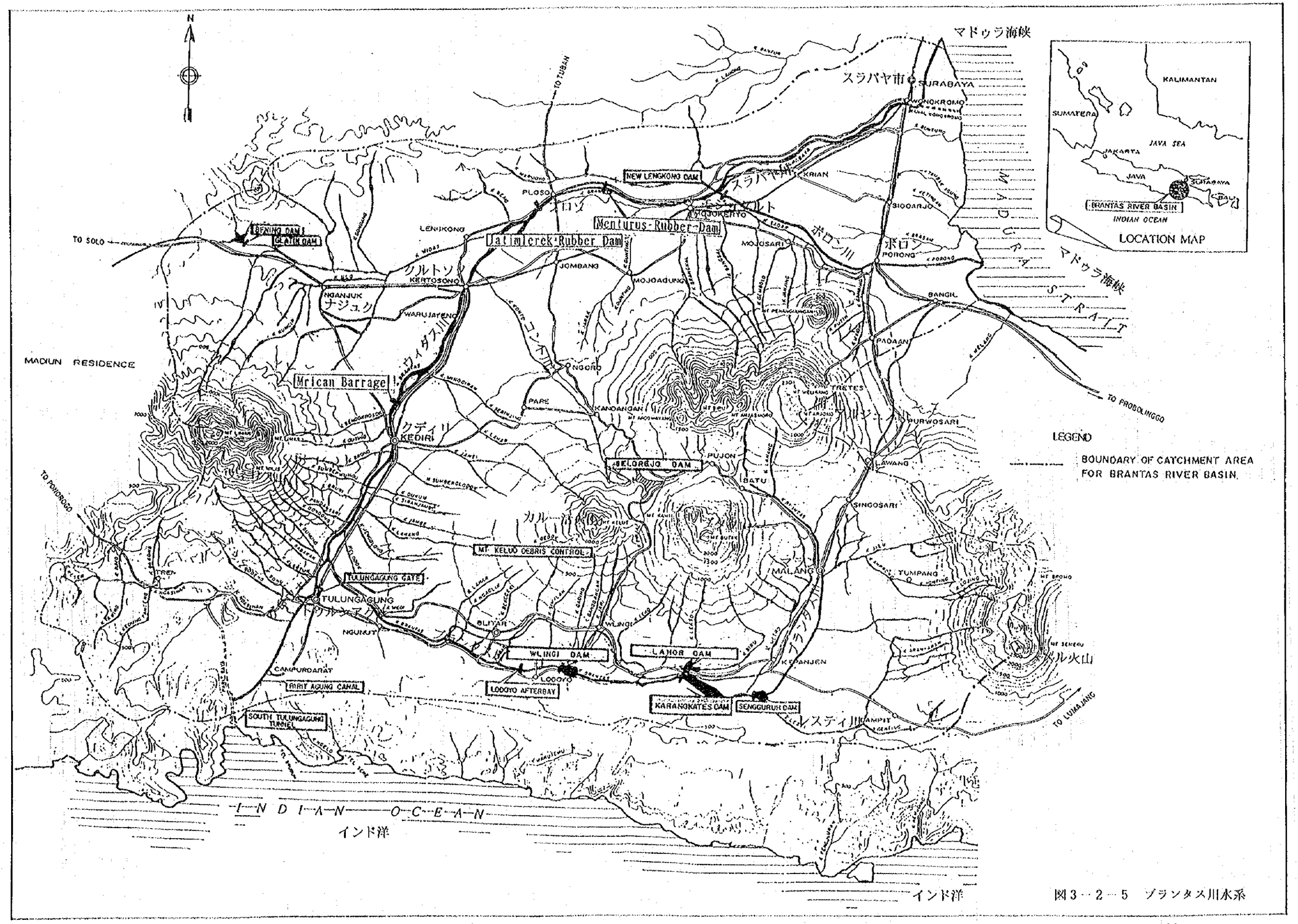


図3－2－5　ブランタス川水系

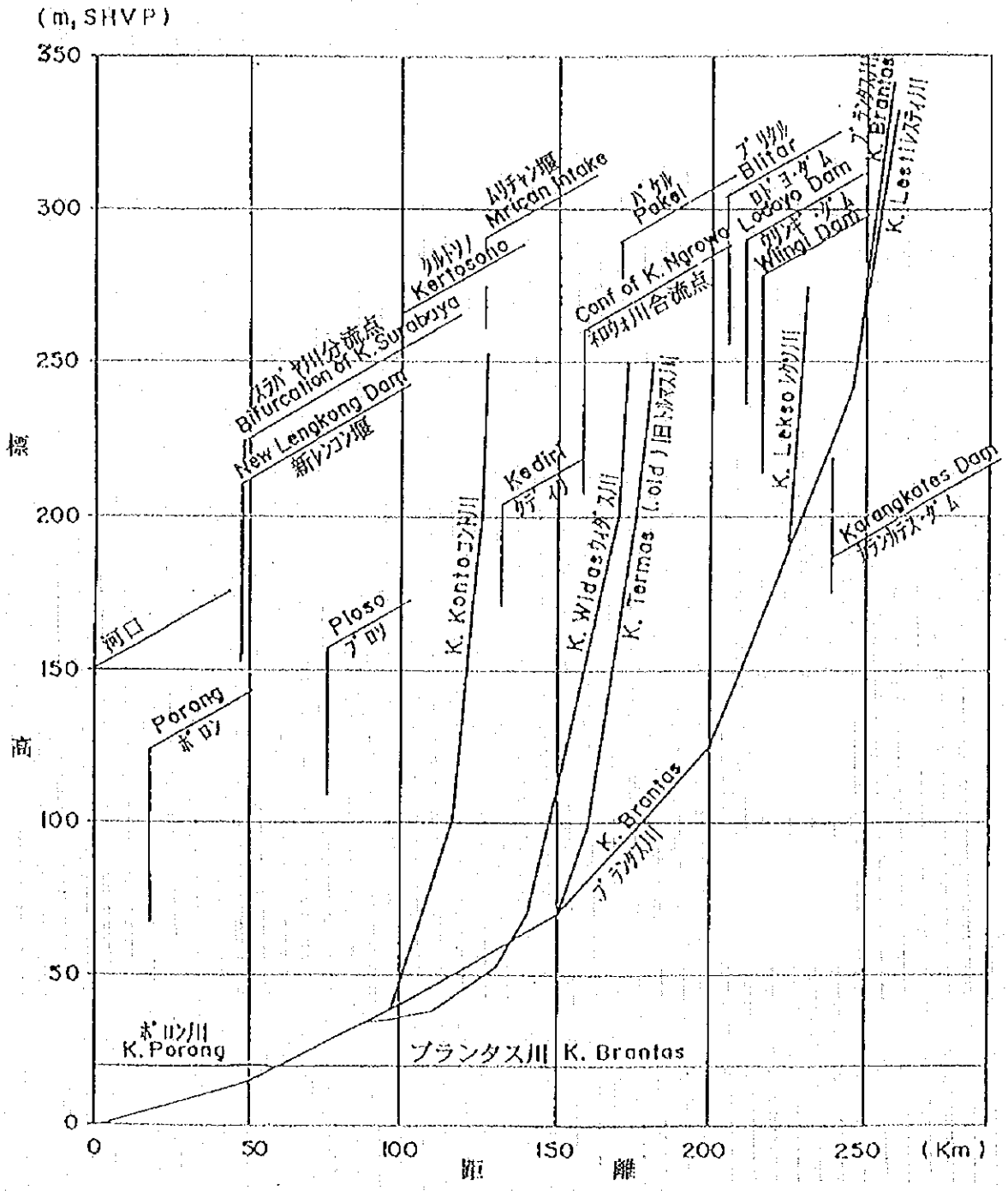
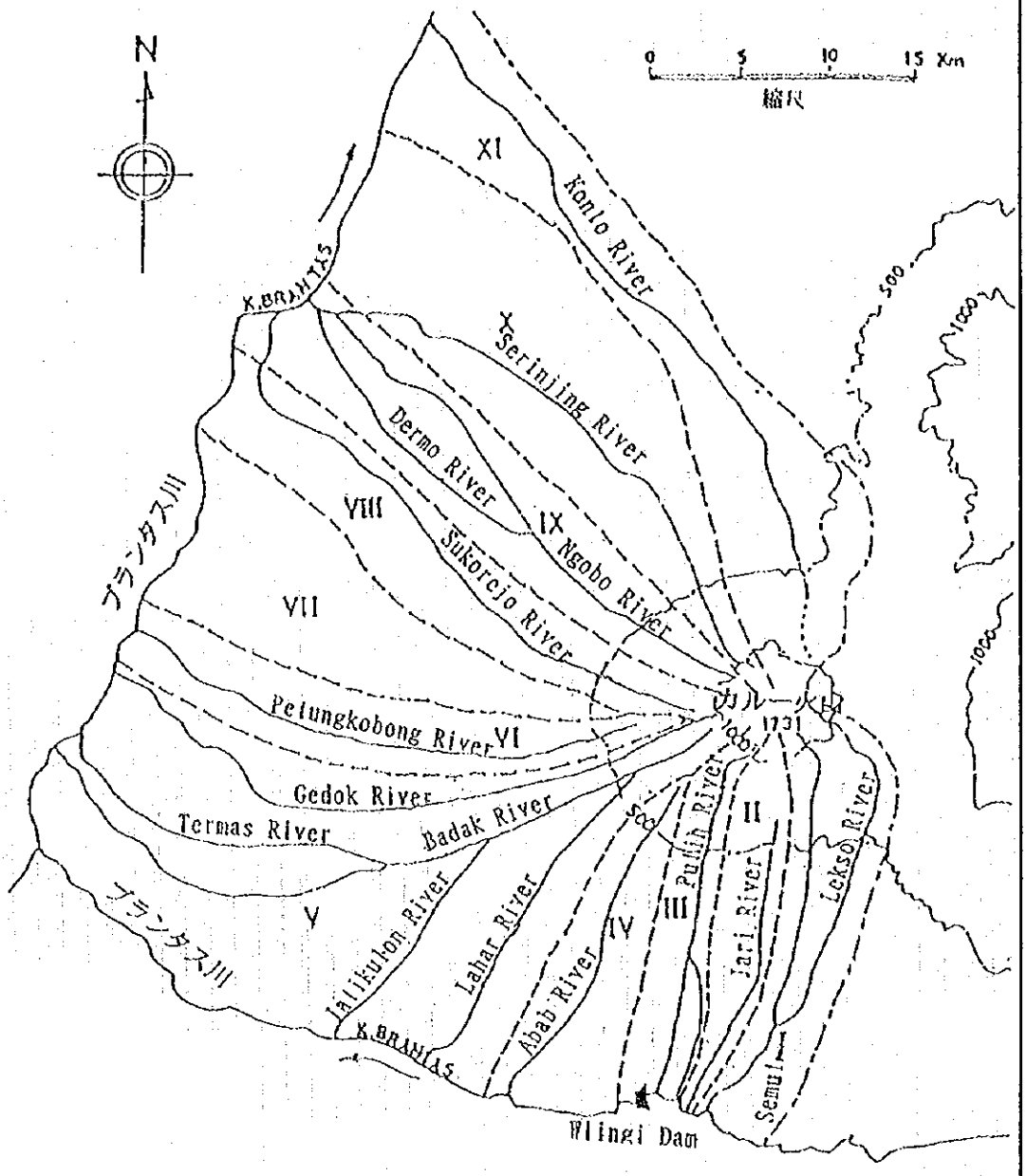


図3－2－6　ブランタス川及び主要支川の縦断



凡例

- - - - 泥流境界線

- - - - 河川流域境界線

図３－２－７　クルー火山周辺河川流域境界

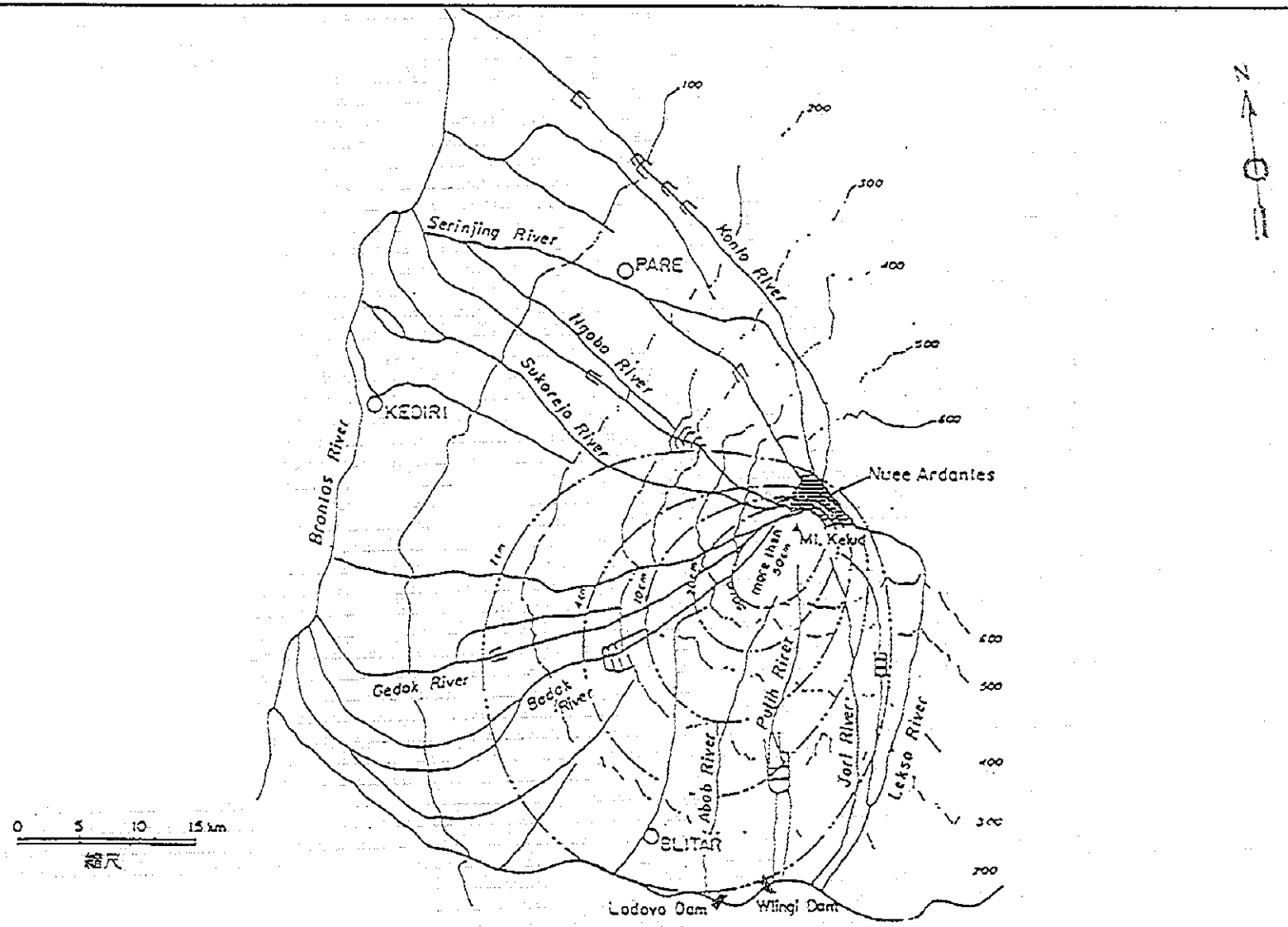


図３－２－８　1990年クルー活火山噴火による噴出物影響図／分布地域

第４章　ブランタス川流域の現況

４－１　日本による協力実績

ブランタス川への日本の技術協力は、1958年に、支流のNgrowo川流域の洪水をインド洋に放流するためのトンネルの建設計画への協力であった。また、61年に、インドネシア政府が、流域開発のマスタープランを策定した際にも、ブランタス事務所を通じて技術協力を行ってきた。

その後、71年から73年にかけて、当時の海外技術協力事業団（OTCA）が洪水防御と灌漑用水開発に重点を置いて、61年のマスタープランの見直しを行った。更にその約10年後に、水供給に重点を置いて、流域開発マスタープランのレビューを行い、併せて支流のウィダス川の治水利水計画フィージビリティ調査も実施している（「ウィダス川流域開発計画調査」84年～86年）。

こうした開発計画策定への協力は、具体的な事業化を伴って、実を結んでいる。60年代後半から70年代にかけて、カリコント・ダム、カランカタス・ダム、リンギ・ダムなど、洪水防御や発電を目的としたダムが、円借款を得て建設されたほか、灌漑や河川改修にも日本の資金協力が提供されてきた。現在も、ウォノロジョ多目的ダムの建設が円借款を得て進められている。（表４－１－１参照。）

こうした協力を支えた背景には、長期にわたり日本の河川技術者が専門家として活動し、インドネシア人カウンターパートを育ててきたことが、ベースとなっていることは言うまでもない。

これらの、人材育成、計画策定、そして資金協力まで、日本は一連の協力をブランタス川流域に実施してきており、それに対する高い評価が今回のインドネシア政府からの調査要請にもつながってきている。

表4－1－1　OECFによる借款実績

Power

Title and Location (Executing Agency)	Number, Date and Amount of Loan (Mil. Yen)			Objective and Description
Kali Konto (Selorejo) Dam an Power Plant Upstream of Brantas River, East Java [Perusahaan Umum Listrik Negara:PLN]	IP－19*	(Jan., 1970)	108	Construction of : (i) Power station (4.5 MW) (ii)70 KV transmission lines Note: IP-1,4,11,14 & 25 for Dam portion/DGWRD are shown in Irrigation and Flood Control Sector
	IP－28*	(Aug., 1970)	162	
	IP－51*	(Sep., 1971)	238	
		Total	508	
Karangkates (Sutami) Dam and Power Plant Upstream of Brantas River, East Java [PLN]	IP－18*	(Jan., 1970)	684	Construction of : (i) Power station (105 MW) (ii)154 KV transmission lines (110 Km) Note: IP-3,10,13,24 & 48 for Dam portion/DGWRD are shown in Irrigation and Flood Control Sector
	IP－27*	(Aug., 1970)	792	
	IP－50*	(Sep., 1971)	2,228	
	IP－91*	(Dec., 1973)	2,180	
	IP－114*	(Dec., 1976)	743	
	IP－135*	(Aug., 1975)	345	
		Total	6,972	
Wlingi Multipurpose Dam and Power Plant Wlingi, Brantas River Basin, East Java [PLN]	IP－162*	(Dec., 1976)	7,008	Installation of generator (27 MW) Construction of transmission line (Wlingi-Karangkates) Note: IP-123 & 146 for Dam portion/DGWRD are shown in Irrigation & Flood Control Sector

Irrigation and Flood Control

Title and Location (Executing Agency)	Number, Date and Amount of Loan (Mil. Yen)	Objective and Description
Kali Konto (Selorejo) Dam Upstream of Brantas River, East Java [Directorate General of Water Resources Development, Ministry of Public Works : DGWRD]	IP-- 1* (Sep., 1968) 94 IP-- 4* (Dec., 1968) 194 IP--11* (Sep., 1969) 166 IP--14* (Dec., 1969) 268 IP--25* (Aug., 1970) 374 Total 1,096	Construction of : Rockfill dam, 40m high and 411m long Note: IP-19,28 & 51 for power station and transmission line with PLN are shown in Power Sector.
Karangkates (Sutami) Dam Upstream of Brantas River, East Java [DGWRD]	IP-- 3* (Dec., 1968) 936 IP--10* (Sep., 1969) 821 IP--13* (Dec., 1969) 452 IP--24* (Aug., 1970) 1,285 IP--48* (Sep., 1971) 515 Total 4,009	Construction of : Rockfill dam, 100m high and 750m long Note : IP-18,27,50,91 114 & 135 for power station and transmission lines are shown in Power Sector.
Brantas Delta Irrigation Rehabilitation East Java [DGWRD]	IP--32* (Dec., 1970) 326 IP--54* (Sep., 1971) 142 Total 468	Rehabilitation and construction of irrigation facilities
Porong River Improvement East Java [DGWRD]	IP--33* (Dec., 1970) 445 IP--55* (Sep., 1971) 535 IP--149* (Feb., 1976) 480 Total 1,460	Improvement of discharge capacity of Porong River Note : rehabilitation Lo an Was extended on Non-IGGI basis in 1988 (Seep.120)
Surabaya River Improvement Surabaya City, East Java Province [DGWRD]	IP--109* (Sep., 1974) 1,399 IP--155* (Jul., 1976) 2,681 IP--308* (Dec., 1985) 418 IP--362 (Dec., 1990) 4,220 Total 8,718	Construction of : Kedurus River System channel improvement related structures & instalation of drainage pump station. NOTE : Upgrading work was financed under IP-347 (FY. 90/91)
Wlingi Multipurpose Dam Wlingi, brantas River basin, East Java [DGWRD]	IP--123* (Feb., 1975) 5,440 IP--146* (Jan., 1976) 710 Total 6,150	Construction of main dam with irrigation intake and subsidiary dam Note : IP-162 for Power Station and transmission line/PLN is shown in Power Sector.

Title and Location (Executing Agency)	Number, Date and Amount of Loan (Mil. Yen)	Objective and Description
Widas Irrigation East Java [DGWRD]	IP-198* (Mar., 1979) 1,833	Construction of irrigation facilities covering 8,800 ha of paddy field
Brantas Middle Reaches River Improvement East Java [DGWRD]	IP-178* (Oct., 1977) 504 IP-196* (Mar., 1979) 5,718 IP-285* (Feb., 1985) 6,000 Total 12,222	Improvement of discharge capacity of Brantas River middle reaches
Mt. Semeru Urgent Improvement East Java [DGWRD]	IP-263* (Oct., 1983) 2,308	Construction of Sabo facilities including river excavation and Sabo dams
Rehabilitation of Irrigation Scheme and Flood Alleviation Works North Sumatra, South Sumatra, Lampung, DKI Jakarta, West Java and East Java [DGWRD]	IP-347 (Dec., 1989) 21,518	Rehabilitation, up-grading and construction work for : 1. Utar River Flood Control and Improvement of Irrigation (Up-grading work) 2. Upper Komering Irrigation (1st phase) 3. East Jakarta Flood Control (1st phase) 4. Brantas River Improvement 5. Upper Citarum Flood Control (E/S)
Wonorejo Multipurpose Dam (Southwestern of Brantas River East Java) [DGWRD]	IP-370 (Sep., 1991) 241 IP-406 (Nov., 1993) 14,713 Total 14,954	To supply raw water for Surabaya and its vicinity for industrial and domestic use.
Mount Kelud Urgent Volcanic Disaster Mitigation Central Java [DGWRD]	IP-371 (Sep., 1991) 3,246	Construction of disaster ter prevention facilities in order to mitigate possible volcanic disaster in Mt. Kdlud area.

4－2　河川現況

4－2－1　一般

ブランタス川流域の水資源は、今まで灌漑、家庭及び工業等用水、並びに発電のために開発されてきた。合計面積77,000haの農耕地は、現在ブランタス川の直接配水により灌漑されている。流域の最低位地域にあるスラバヤ都市圏（SMA）への家庭及び工業用水供給のための水源は、ブランタス川に依存している。これらプロジェクトの大部分は、海外経済協力基金（OECF）、アジア開発銀行（ADB）、世界銀行（IBRD）及び外国等からの融資により建設されてきた。

ブランタス川は、現在灌漑及び水道、特に乾季における河川維持流量を含む用水等のため必要となる水需要で完全利用されている。新規水源開発が潜在的な将来水需要を満たすため求められて以来、長い歳月が過ぎている。特に、SMAの工業発展は、水需要と供給能力のアンバランス状態を加速している。

都市化は、ブランタス川流域で進行中である。スラバヤ都市人口への上水供給は、依然として低水準にある。その上に、SMAはインドネシアの主要工業化地域の１つでもあり、都市用水及び工業用水への潜在的な水需要は、増加の一方と予想される。スラバヤ川は、都市廃棄物及び工業廃棄物で汚染されたため、既に自浄能力の水準を越えている。水質モニタリングの結果、マラン（Malang）、クディリ（Kediri）、ジョムバン（Jombang）及びモジョクルト（Mojokerto）等都市地域に貫流しているブランタス本川の河水が、主に有機物に汚染されており、もはや深刻な限度にあることが明白である。健康的な河川環境を維持し、汚染された河水を蘇えらせるため、清流用水（希釈のための河川流量の最低必要条件）即ち河川維持流量の定量化が必要である。

4－2－2　利水

SMAにおける水の消費水準は、浄化水の欠乏と排水システムの不備のため、抑えられている。ングル（Ngagel）第Ⅰ及び第Ⅱ期の主要な改築工事は、より好ましい浄化水を生産するための浄化場建設を可能にすることが必要とする。2010年に、スラバヤの水需要は13.05㎥／秒と推定されるが、更に水不足の市町村を含む総合水需要は16.54㎥／秒となろう。

(1) 貯水施設

ブランタス川流域では、４つの貯水池が季節間の流量調節容量を持っている。1982年の地形測量に基づいて、推定有効貯水容量を表４－２－１に示す。

これらの内で、カランカテス貯水池は、ブランタス本川に位置し、下流域の多様な水需要に対応して、季節的運用を実施できる唯一の貯水池でもある。カランカテス貯水池を除いて、２つの貯水池（即ちコント川にあるスロレジョ貯水池及びウィダス川にあるブニン貯水池）は、季節的な運用に係わる給水に貢献できる。

表4－2－1　ブランタス川の有効水資源

水　系　名	貯　水　池　名	有効貯水容量（㎥）
ブランタス川 (The Brantas River)	カランカテス貯水池 (Karangkates Reservoir)	2億3，250万 (設計2億5，300万)
ブランタス川 (The Brantas River)	ラホール貯水池 (Lahor Reservoir)	2，860万 (設計2，940万)
コント川 (The Konto River)	スロレジョ貯水池 (Selorejo Reservoir)	5，290万 (設計5，010万)
ウィダス川 (The Widas River)	ブニン貯水池 (Bening Reservoir)	3，350万 (設計3，300万)
合　計　有　効　水　資　源		3億4，750万 (設計3億6，550万)

註：※は地形測量を行っていない
出所：PJT、BTS

しかしながら、両貯水池は、既に各支川の下流域の灌漑用水に配分され、よつてブランタス本川への追加的な給水を貢献する余剰容量が無い。従って、ブランタス本川にある河水をコントロールし使用可能な容量は、カランカテス及びロドヨ両貯水池の2億6,110万㎥である。

(2) 河川施設

ダム（ラバーダムを含む、砂防ダムを除く。）、堰、水門、樋門、幹線用水路等の主要構造物については、今回現地踏査の感想として、全般的によく維持管理されている。また、数ヶ所の気象・雨量観測所を踏査したが、施設等の管理状態はかなり良い。

(a) ダム及びスルース・ゲート

ブランタス川流域の河道には、多種類の河川施設が存在している。これら河川施設は、ダム、堰（橋梁兼用）、発電所、スルース・ゲート及び揚水機場等に分類される。これら主要施設の位置を、図4－2－1に表す。なお、ブランタス本川及び主要支川にある基本的な河川施設は、表4－2－2に列挙されるダム及びスルース・ゲートである。

これら河川構造物は、基本的な機能を助けるために、長期間に亘って夫々実施機関が、幾つかの改善、補修及びリハビリテーションを行って、比較的に良く維持管理している。また、あらゆる施設の円滑な運用管理のために、継続的に努力が払われている。しかしながら、改善されるべき幾つかの地点への運用管理、実施されるべき幾つかの工事への維持が、依然として残っている。

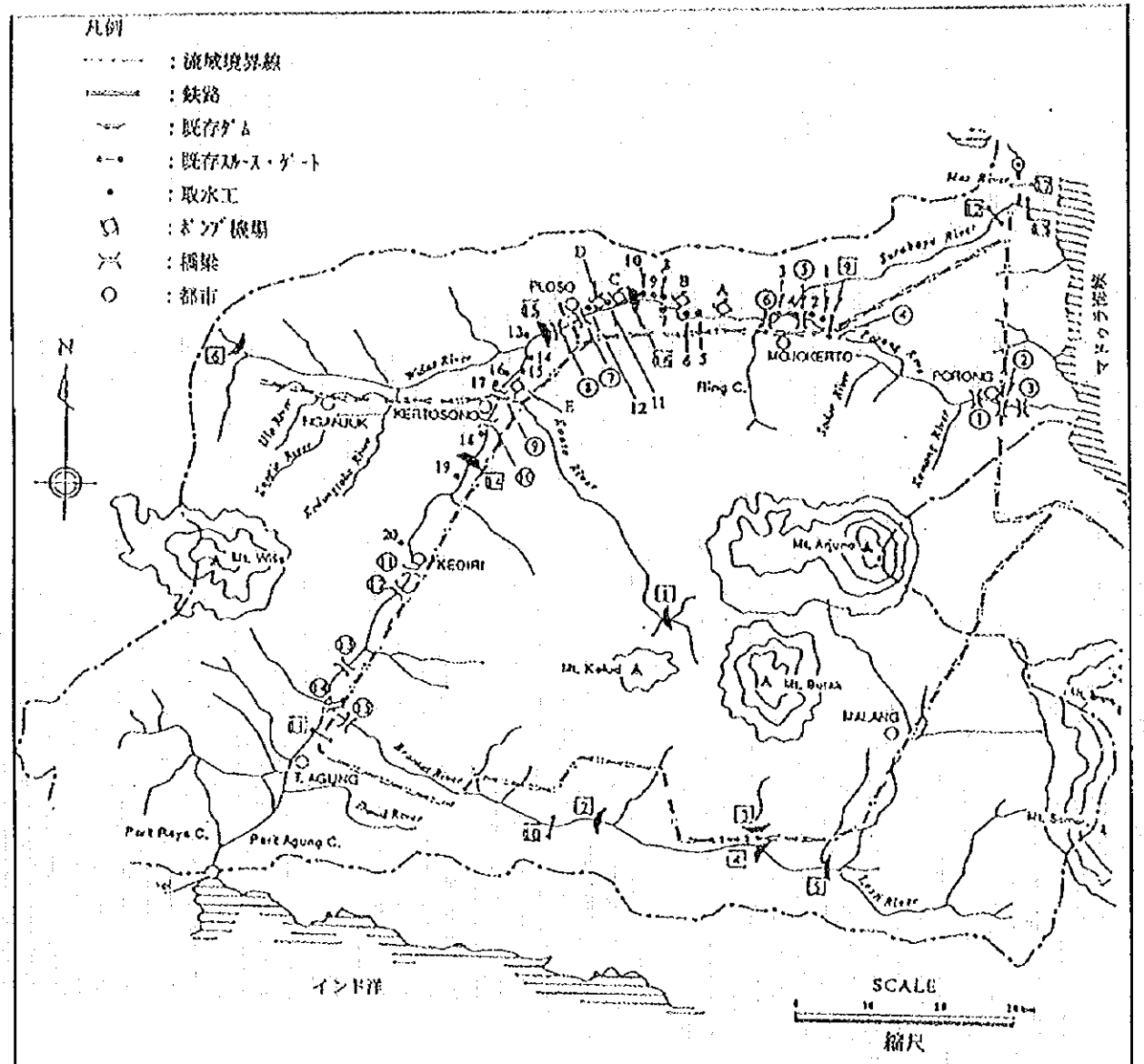


図4－2－1　ポロン川及びブランタス川にある河川施設の位置

表4－2－2　ブランタス本川及び支川にあるダムとスルース・ゲート

ダ　ム　名	河　川　名	スルース・ゲート名	河　川　名
スングルー・ダム (Senggurah Dam)	ブランタス川	新レンコン堰 (New Lengkong Barrage)	ブランタス川
カランカテス＆ラホール・ダム (Karangkates & Lahor Dam)	ブランタス川	ロドヨ・ダム (Lodoyo Dam)	ブランタス川
ウリンギ・ダム (Wlingi Dam)	ブランタス川	ムリリプ・ゲート (Mlirip Gate)	ブランタス川
ジャティムレレク・ラバーダム (Jatimlerek Rubber Dam)	ブランタス川	ムリチャン堰 (Mrican Barrage)	ブランタス川
メントゥルス・ラバーダム (Menturus Rubber Dam)	ブランタス川	グヌンサリ・ダム (Gunungsari Dam)	スラバヤ川
スロレジョ・ダム (Selorejo Dam)	コント川	ジャギル・ゲート (Jagir Gate)	スラバヤ川
ブニン・ダム (Bening Dam)	ウィダス川	ウォノクロモ・ゲート (Wonokromo Gate)	スラバヤ川

出所：TJT

(b) 流量分水／制御及び取水工施設

ブランタス本川及びその支川沿いには、揚水機場を含む60箇所の灌漑取水施設がある。大部分の施設は、19世紀と20世紀初期頃に建設されたものである。このため、数十年来の不十分なメンテナンスの結果、多数の施設が老朽化し、リハビリテーションを必要とする。

既存構造物の改修の代わりに、ワルジャエン（Warujayeng）、トゥリートゥンゴロノ（Turi-Tunggorono）及びゴッタン－ロサリ（Gottan-Losari）等灌漑地域に対し、取水工統合（取水構造物の改築と統合）が進行中である。ブランタス川流域の幹線揚水路沿いにある主要取水工は、表4－2－3に列挙される。また、ブランタス川の主要水路沿いにある主要灌漑取水工を通じて、取水データ記録は、総合低水流量管理のために不可欠である。主要灌漑取水工の流量計測方法及び水管理に関して、その責任機関は、表4－2－4に示すとおりである。また、PJTによるモニターリング地点と項目を、表4－2－5に示す。

3次水路灌漑システムは、流域の全可耕地の35%にあたる面積10万7,000haに提供されている。幹線揚水路及び支水路の合計延長は、2,450kmであり、灌漑施設の合計は、12,900箇所にも及ぶ。灌漑リハビリテーション計画が、面積凡そ5万5,000haの農耕地で実施されたにも拘らず、なお多数の施設は補修や改築を必要とする。また、大部分の幹線用水路及び支水路は、過剰シルト堆積及び疎通能力の減少等損害を蒙っている。なお、今回の現地踏査では、関連事項として、幹線用水路の破損護岸が見受けられた。

表4－2－3　ブランタス川流域の幹線揚水路沿いにある主要取水工

1）調節施設	
貯水池名	河川名
スングル（Senggurub）貯水池	ブランタス川（The Brantas River）
カランカテス（Karangkates）貯水池	ブランタス川
ラホール（Lahor）貯水池	ブランタス川
ウリンギ（Wlingi）貯水池	ブランタス川
スロレジョ（Selorejo）貯水池	コント川（The Konto River）
ブニン（Bening）貯水池	ウィダス川（The Widas River）
2）分水／制御施設	
ダム／堰名	河川名
ロドヨ・ダム（Lodoyo Dam）	ブランタス川
ムリチャン堰（Mrican Barrage）	ブランタス川
ジャティムレレク・ラバーダム（Jatimulrrek Rubber Dam）	ブランタス川
メントゥルス・ラバーダム（Menturus Rubber Dam）	ブランタス川
新レンコン堰（New Lengkong Barrage）	ブランタス川
ムリリブ・ゲート（Mlirip Gate）	ブランタス川
グヌンサリ・ダム（Gunungsari Dam）	スラバヤ川（The Surabaya River）
ジャギル・ダム（Jagir Dam）	スラバヤ川
3）ブランタス川沿い取水工を持つ灌漑システム	
既存灌漑システム	分水施設名
ロドヨ－トゥルンアグン（Lodoyo-Tulungagung）	ウリンギ・ダム（Wlingi Dam）
ワルジャエン－クルトソノ（Warujayeng-Kertosono）	ムリチャン堰
トゥリ－トゥンゴロノ（Turi-Tunggorono）	ムリチャン堰
ブスク（Busuk）	自由取水工
クドゥン－クディ（Kedung-Kudi）	自由取水工
ペンコル（Pengkol）	自由取水工
ジャティムレレク－ブンデル（Jatimulerek-Bunder）	ジャティムレレク・ラバーダム
ゴタン－コサリ（Gottan-Kosari）	メントゥルス・ラバーダム
ソト・ウール（Soto Wuluh）	自由取水工
ジャティクロン（Jatikulon）	自由取水工
ポロン（Porong）	新レンコン堰
マンゲタン（Mangetan）	新レンコン堰
シモワウ（Simowau）	グヌンサリ・ダム
4）家庭揚水のための取水工	
浄水システム	河川名
ナゲル浄水場（Ngagel Treatment Plant）	スラバヤ川
カランピラン浄水場（Karangpilang Treatmeal Plant）	スラバヤ川

出所：PJT

表4－2－4　主要灌漑取水工の流量計測方法及び水管理省庁／公社

取水工名	灌漑システム名	流量測定施設	責任機関
ウリンギ・ダム (Wlingi Dam)	ロドヨ (Lodoyo)	堰	PJT
ワル (Waru)	ワルジャエン－クルトソノ (Warujayeng-Kertsono)	パーシャル・フルーム	PJT
トゥリ (Turi)	トゥリ－トゥンゴロノ (Turi-Tunggorono)	パーシャル・フルーム	PJT
ジャティムレレク (Jatimlerek)	ジャティムレレク－ブンデル (Jatimlerek-Bunder)	パーシャル・フルーム	PJT
メントゥルス (Menturus)	ゴッタン－ロサリ (Gottan-Losari)	パーシャル・フルーム	PJT
ポロン (Porong)	ポロン (Porong)	堰	EJIS
マンネタン (Mangetan)	マンネタン (Mangetan)	堰	EJIS

出所：TJT、EJIS

(c) 表流水

ブランタス・デルタ (Delta Brantas) 地域への人口及び産業の集中が原因で、ブランタス川の中流及び下流には、莫大な水需要が存在している。また、多量の水が、ブランタス本川にあるジャボン測水所 (Jabon Gauge Station) 及び新レンコン堰 (New Lengkong Barrage) の間、及びスラバヤ川にあるペルニン測水所 (Perning Gauge Station) の下流側から抽出されている (図4－2－2参照)。従って、ブランタス川流域の有効な河水は、下記2箇所での自然河川流量の合計値により評価される。

－ブランタス本川のジボンは、ムリリプ・ゲート (Mlirip Gate) のすぐ上流側に位置している (集水面積8,252km²) ；及び

－スラバヤ川のペルニンは、全体集水面積420km²を有するマルモヨ川 (The Marmoyo River)、クドゥン・ソノ川 (The Kedung Sono River) 及びクドゥン・スムル川 (The Kedung Sumur River) の残留流域などを含む。

表4－2－5　モニターリング地点と項目

モニターリング地点	モニターリング主要項目
1）カランカテス・ダム (Karangkates Dam)	貯水池流入量と流出量
2）ウリンギ・ダム (Wlingi Dam)	ロドヨ灌漑システムにおける給水 カランカテス・ダムと共に残留地域の貯水池流入量 貯水池流出量
3）ロドヨ・ダム (Lodoyo Dam)	貯水池流入量と流出量
4）ジェリ測水所 (Jeli water level station)	ロドヨ・ダムの流出量 ウォノレジョ多目的ダムの流出量（予定）
5）クディリ測水所 (Kediri water level station)	ムリチャン堰への流入量
6）ムリチャン堰 (Mrican Barrage)	ワルージャエンークルトソノ灌漑システムへの給水 トゥリートゥンゴロノ灌漑システムへの給水
7）クルトソノ測水所 (Kertosono water level station)	ムリチャン堰の流出量 ジャティムレレク・ラバーダムへの流入量
8）ジャティムレレク・ラバーダム (Jatimlerek Rubber Dam)	ジャティムレレクーブンデル灌漑システムへの給水 ジャティムレレク・ラバーダムの流出量
9）プロソ測水所 (Ploso water level station)	メントゥルス・ラバーダムへの流入量
10）メントゥルス・ラバーダム (Menturus Rubber Dam)	ニッタンーロサリ灌漑システムへの給水 メントゥルス・ラバーダムへの流出量
11）新レンコン堰 (New Lengkong Barrage)	ホロンーマンゲタン灌漑システムへの給水
12）ムリリプ・ゲート (Mlirip Gate)	河川維持流量（スラバヤ川における最小流量）
13）ペルニン測水所 (Perning water level station)	ムリリプ・ゲートの流出量 グンヌンサリ・ダムへの流入量
14）グンヌンサリ・ダム (Gunungsari Dam)	グンヌンサリ・ダムへの流入量 カジンピラン浄水場への給水
15）ジャギル・ゲート (Jagir Gate)	マス川への河川流量 ジャギル・ゲートの流出量 ガゲル浄水場への給水

出所：PJT

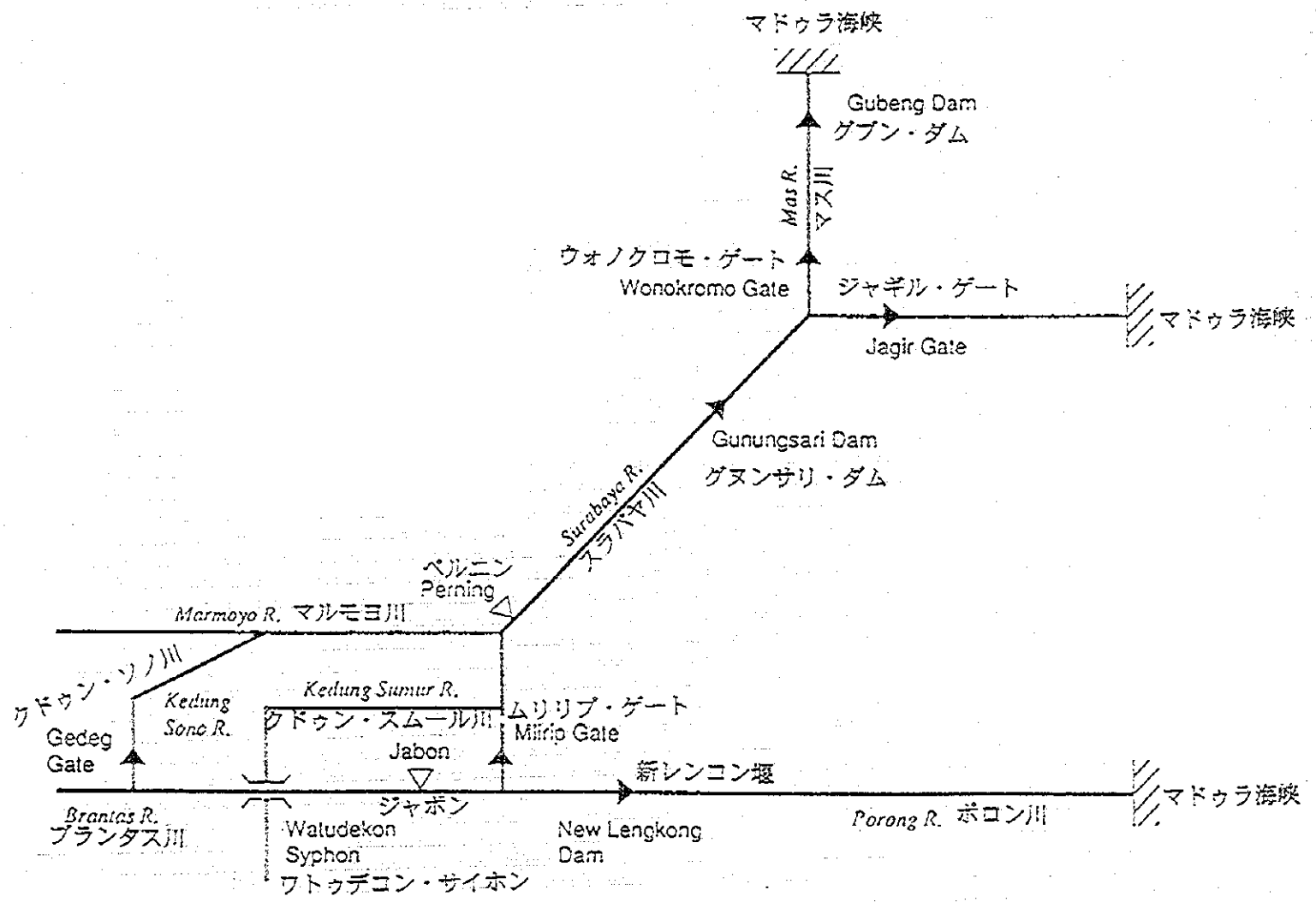


図４－２－２　スラバヤ川水系の概要

ブランタス川流域において、水資源は数年前より本川及びその主要支川沿いに、集中的に開発されてきた。従って、主要河川の流量観測記録は、灌漑用水ユーザー及び上流貯水池の流量調節に大きく影響されていた。上記の状況を考慮すれば、JICAによる1985年のウィダム洪水防御・排水計画における本格調査は、貯水池に支配されていないのみならず、1964～1983年期間のジャボン及びペルニン両サイトから灌漑用水が取られていない時点に実施されているので、自然のままの条件により、利用可能河水量が推定される（表4－2－6参照）。

表4－2－6　利用可能河水

順　序	西　　暦	乾季（6月～11月）（百万m³）	雨季（12月～5月）（百万m³）	年　　間（百万m³）
2／20	1981／82	834	6,109	6,943
4／20	1964／65	867	4,439	5,306
10／20	1969／70	1,252	6,024	7,276
15／20	1972／73	2,208	6,275	8,483
平均値（1964～1983年）		1,660	5,970	7,630

出所：PJT

4－2－3　治　水

(1) 現地踏査

(a) 河床砂利採取

ベン（Beng）とブランタス川の合流点と、新レンコン堰のすぐ上流部等に、河床砂利の採取行為がよく見受けられる。水資源公社（PJT）よりの聞き取りによると、それらは不法行為にあたるが、採取従業者らの生活政策と絡んでおり、取締りや罰則適用を行えないままにあるとのことである。

(b) 浚渫、洪水防御

スングルー貯水池（Sengguruh Reservoir）に流入するホテイアオイ（ウォーター・ヒヤシンス）の慢性的発生は、取水工で水力発電及び給水を妨害している。人力でのホテイアオイの随時除去は、かなりの出費節約になるものと考えられる。

スラバヤ川の分流では、来る雨季に備えて、洪水安全放流及び内水排除のために、浚渫工事が進捗中である。同時に、当該河川の本川及び分流では、流水疎通を測るために、ホテイアオイ除去作業も進行しつつある。

なお、各河川のダム堆砂問題が深刻であり、今回の現地踏査でも、貯水池には浚渫機械設備が多く見受けられた。

(c) 堤防漏水防止工事

ジャティムレレク・ラバーダム（Jatimlerek Rubber Dam）では、減勢工導流壁末端の両岸堤防に、漏水防止のため多数のスチール矢板が打ち込まれていた。

(2) 洪水吐設計洪水

ブランタス川流域にある既設ダムでは、洪水吐の設計洪水は、200～1,000年確立流量の1.2倍とされている。しかしながら、ダムの安全を最重視するためには、最大可能降水量（PMP）を用いて、現有洪水吐の設計洪水を見直すべきである。

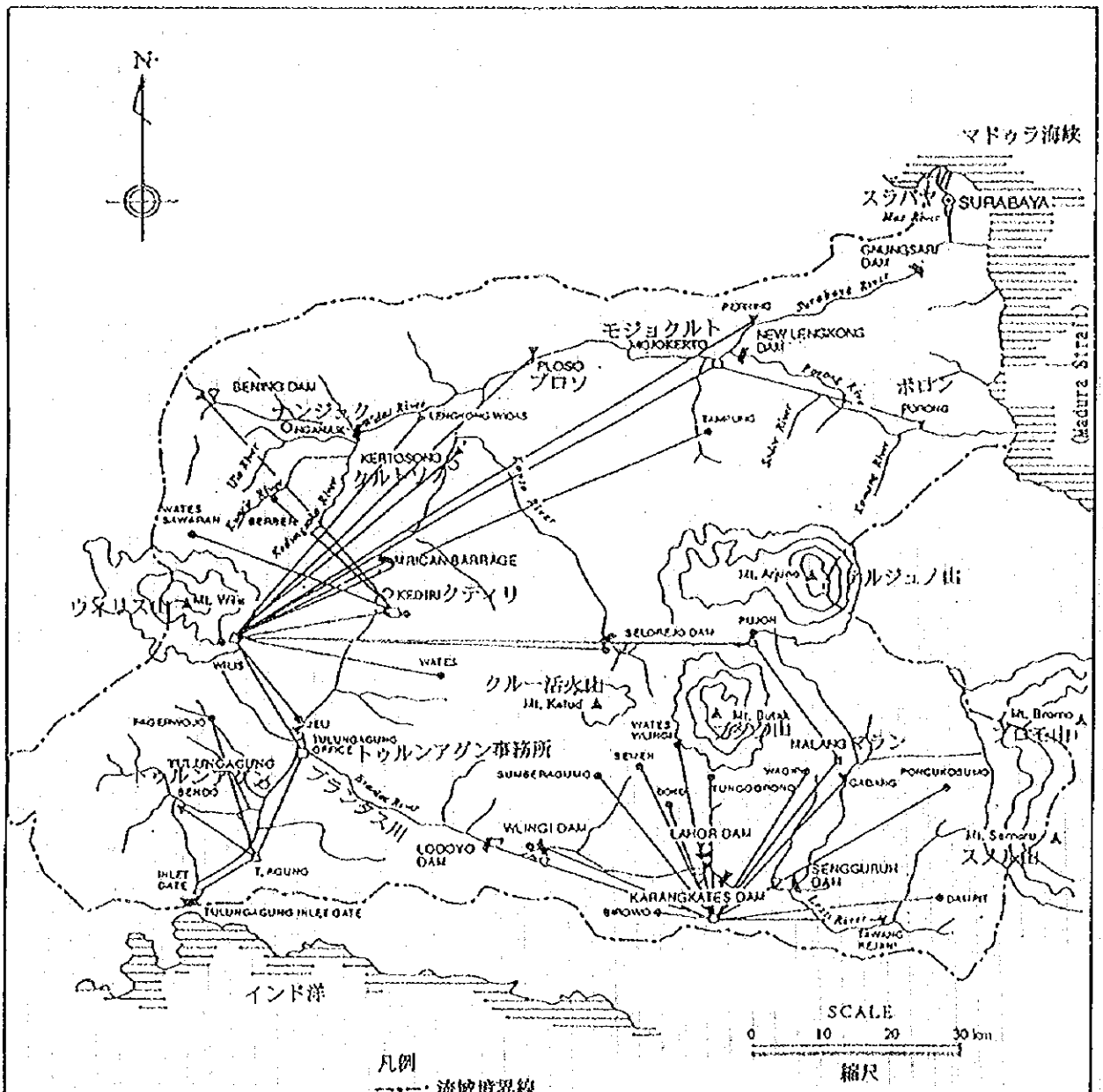
(3) 洪水予警報システム

近代化された洪水予警報システム（FFWS）が、OECFの融資によりブランタス川中流改修事業第Ⅱ期の1990年11月に設立された。表4－2－7に示される遠隔測定雨量計、水位計、通信システム及びコンピュータ等の設備は、洪水予警報のみならず、流域の低水流量運用管理に対しても有効である。しかしながら、FFWSにおける現在の遠隔測定観測ネットワーク（図4－2－3及び図4－2－4参照）では、ジャボン（Jobon）サイトの自然河川流量の予測に必要な測水所の数を満足できないという限界がある。

表4－2－7　FFWより提供される施設

サブーシステム	主　要　施　設	
(1) 遠隔測定システム (図4－2－3参照)	雨量観測ステーション 水位観測ステーション 雨量／水位観測ステーション 水位／流出量加速ステーション 水位／雨量／流出量観測ステーション 合　計	18 9 9 5 4 38
(2) 総合遠隔測定システム	マランのＰＪＴにあるマスター・ステーション クディリとトゥルンアグンのサブーマスター・ステーション ウリンギ及びスングルー両ダムのモニターリング・ステーション	プリンタ付き遠隔測定操作コンソール 遠隔測定データ表示設備 コンピュータ・システム設備 通信システム無線設備 サポーティング・システム設備
(3) 解析システム	中央処理装置 (CPU) ワーク・ステーション プリンタ ハード・ディスク モデム 磁気テープ インティグレイティド・イメージ・システム	Wang VS 7010 CPU 4セット 3セット 375 MB 6セット 1セット イメージメトランスファー・コレッタ－ 携帯式光学ディスク イメージ・モニタ イメージ・スキャナー
(4) 通信システム (図4－2－4参照)	マランの本部と12支部との間に押し応答簡易式の通信システム	レスティ (Lesti)、スングル・ダム (Senggurah Dam)、カランカテス・ダム (Karangkates Dam)、ウリンギ・ダム (Wlingi Dam)、ロドヨ・ダム (Lodoyo Dam)、トゥルンアグン (Tulungagung)、スロレジョ・ダム (Selorejo Dam)、クディリ (Kediri)、ブニン・ダム (Bening Dam)、新レンコン堰 (New Lengkong Barrage)、スラバヤ (Surabaya)、ポロン (Porong)

出所：PJT



凡例

- ---: 流域境界線
- ○ : 都市
- ● : 雨量観測所
- ▽ : 水位・流出量計測ステーション
- ▼ : 水位計測ステーション
- △ : リピーター・ステーション
- ◎ : モニターリング・ステーション
- ■ : マスター・ステーション
- □ : サブ・マスター・ステーション
- — : 無線リンク

図4－2－3　遠隔測定観測リンクにおけるネットワーク

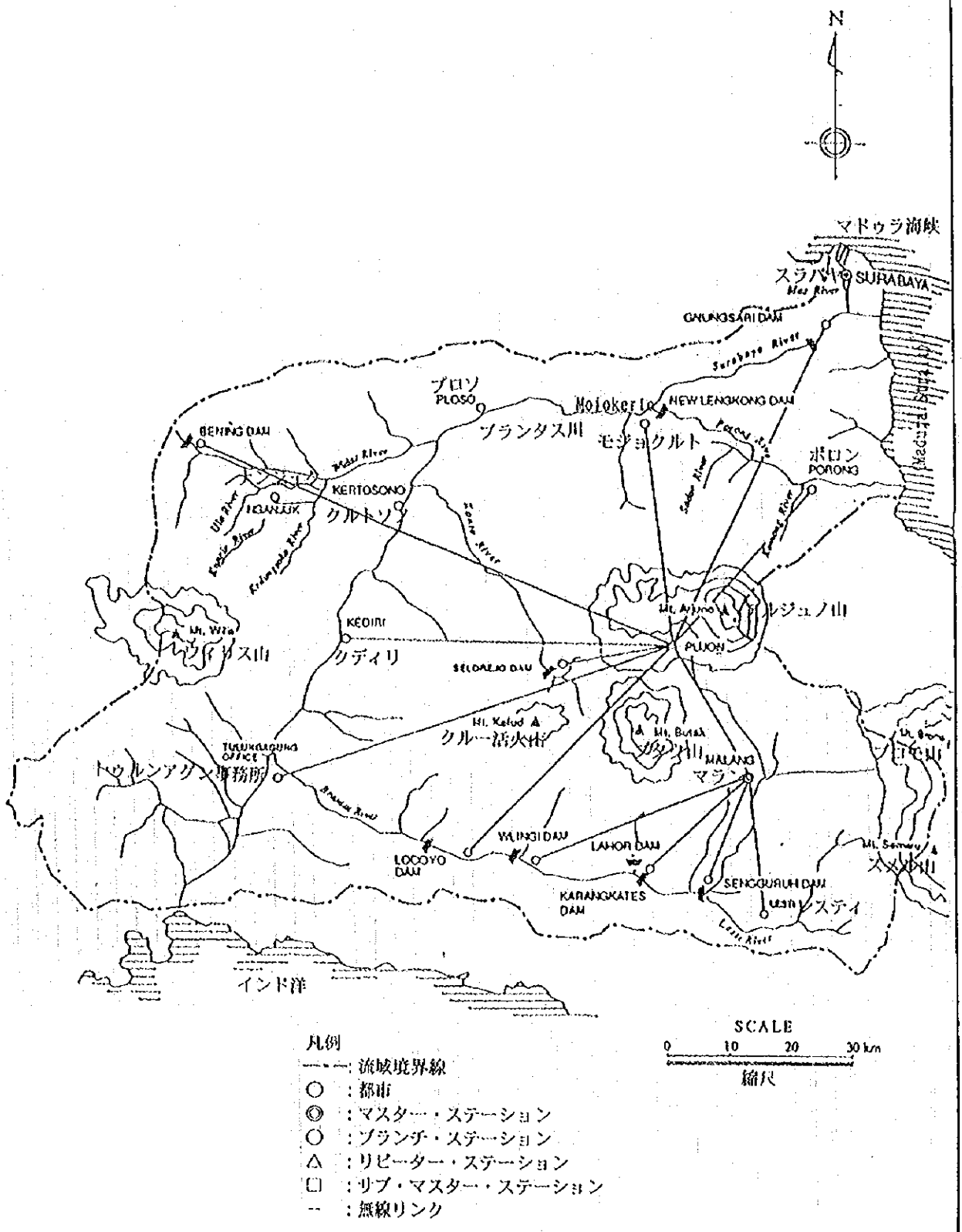


図4－2－4　通信無線リンクにおけるネットワーク

4－3　水質及び主要汚濁源

4－3－1　既存の計画

BRANTAS川流域の水質及び主要汚濁源の現況については、主に下記に示した計画および水質データを基に整理する。

－河川浄化プログラム "Program Kali Bersih (PROKASIH)"

－BRANTAS川流域の水質モニタリングと水質汚濁防止対策に関わるW. Q. M. P. C. S. PROJECT

－水質データ（1991年1月～1996年8月）

河川浄化プログラム "Program Kali Bersih (PROKASIH)"

東部ジャワ州の河川浄化キャンペーンの一貫として、BRANTAS川流域の水質モニタリングが1975年に開始された。このキャンペーンは、1989年にはインドネシア国全土の河川を対象とした河川浄化プログラムである "Program Kali Bersih (PROKASIH)" に発展し、現在に至っている。このプログラムは、工業、鉱業、観光セクターからの汚濁負荷を早急に削減し、長期的には家庭排水やノンポイントソースからの汚濁負荷削減を図ることを目的としている。BRANTAS川流域における対象河川は、1988年Governor Decree No: 187により、(1)Surabaya川、(2)Porong川、(3)Mangetan水路、(4)Brantas川、(5)Lesti川が選定されている。

このプログラムの実施機関は州であり、州知事・副知事のもと、4つのWorking Group (Industrial Pollution Control, Domestic Pollution Control, Prokasih, and Clean City Working Groups) からなる環境汚染、保護、制御に関わる委員会を1991年に設立している (Governor Decree No: 272)。内務省 (Ministry of Home Affairs) が中央政府と州政府間の調整機能を果たし、環境管理庁 (BAPEDAL) が技術および管理上の支援をしている。

水質モニタリングと水質汚濁防止対策計画 (W. Q. M. P. C. S. PROJECT)

BRANTAS川流域の水質モニタリングと水質汚濁防止対策にかかるW. Q. M. P. C. S. PROJECT (Brantas Basin River Water Quality Monitoring and Pollution Control System: 全体で5期) が、フランス政府の技術協力として、1985年8月から開始されている。このプロジェクトの第1期および第2期のBRANTAS Ⅰ (1986年6月～1988年5月) およびBRANTAS Ⅱ (1986年6月～1989年5月) と呼ばれる調査は、公共事業省水資源総局 (DGWRD) およびブランタス事務所 (Brantas River Basin Development Executiong Office) をカウンターパートとして進められ、その成果として、1989年5月には「A WATER QUALITY MONITORING AND POLLUTION CONTROL PROGRAM FOR BRANTAS RIVER BASIN MASTER PLAN」を策定している。さらに、BRANTAS Ⅲの調査が1994年から開始され、水資源総局とDGHSを窓口に、水資源公社 (PERUM JASA TIRTA) を実施機関と位置づけて実施されており、本年1996年

10月末には最終報告書が提出される予定である。

4－3－2　水質基準

水質基準については、インドネシア政府が定めたものとして、下記の2つがある。

－1990年第20号の「水質汚染規制に関するインドネシア共和国政府規則」が定める水質基準

水質基準をA（直接飲料用として利用可能）、B（上水道の水源として利用可能）、C（水産、家畜用）、D（農業、工業、発電などでの利用）の用途別に分類し、それぞれの目的に応じた基準を公布（第7条）。

さらに、州知事の権限（第10条－第14条）、排出許可制（第17条、第25条－第28条）、監視・モニタリング（第29条－第34条）、制裁（第37条）などの規定も含む。

－1991年人口環境省大臣令KEP－03／MENKLH／Ⅱ／1991号による「既に稼働している工場に対する排水規制に関する人口環境省大臣決定」

下記の業種毎の排水に係わる最大許容基準値に設定する。（第1条(1)）

さらに、州知事による上乗せ基準の設定（第1条(2)）に関する規定、および新規の産業に関する規定（第9条）がある。

業種は、苛性ソーダ、金属メッキ、製革、石油精製、パーム油、パルプ・製糸、ゴム、砂糖、タピオカ、繊維、尿素肥料、エタノール、グルタミン酸ソーダ、合板の14種である。

表4－3－1には、河川における用途別水質基準を示す。一方、工場からの排水規制は上記の大臣令により規定され、業種別排水基準および月平均許容排出量は表4－3－2に示したとおりである。このように排水規制が規定され違法した場合の罰則規定はあるが、ヒアリングによれば、違法行為に対して罰則規定を適用した事例はないようである。

東部ジャワでは、上記の中央政府が定めた用途別水質基準をもとに、上記の4－3－1で述べた計画で得た知見により多少の修正を加えた水質基準を設定している。

表4－3－1　用途別水質基準（中央政府）

水質項目		単位	用途別水質基準			
			A	B	C	D
物理的項目	臭気		無臭	-	-	
	溶存性物質	mg/L	1,000	1,000	1,000	2,000
	濁度	NTU	5	-	-	-
	味	--	無味	-	-	-
	色度	TCU	15	-	-	-
	電気伝導率	umho/cm (25°C)	-	-	-	2,250
無機化学的項目	水銀	mg/L	0.001	0.001	0.002	0.005
	アルミニウム	mg/L	0.2	-	-	-
	ヒ素	mg/L	0.05	0.05	1	1
	バリウム	mg/L	1.0	1.0	-	-
	鉄	mg/L	0.3	5	-	-
	フッ素	mg/L	0.5	1.5	1.5	-
	カドミウム	mg/L	0.005	0.01	0.01	0.01
	硬度	mg/L	500	-	-	-
	塩素イオン	mg/L	250	600	-	-
	6価クロム	mg/L	0.05	0.05	0.05	1
	マンガン	mg/L	0.1	0.5	-	2
	ナトリウム	mg/L	200	-	-	(60 %, alkali salt)
	硝酸性窒素	mg/L	10	10	-	-
	亜硝酸窒素	mg/L	1.0	1	0.06	-
	銀	mg/L	0.05	-	-	-
	pH	-	6.5 - 8.5	5 - 9	6 - 9	5 - 9
	セレン	mg/L	0.01	0.01	0.05	0.05
	亜鉛	mg/L	5	5	0.02	2
	シアン	mg/L	0.1	0.1	0.02	-
	硫酸イオン	mg/L	400	400	-	-
	硫化物, as H2S	mg/L	0.05	0.1	0.002	-
	銅	mg/L	1.0	1	0.02	0.2
	鉛	mg/L	0.05	0.1	0.03	1
	遊離アンモニア	mg/L	-	0.5	1	-
	溶存酸素	mg/L	-	> 6	> 3	-
	遊離塩素	mg/L	-	-	0.003	-
	ホウ素	mg/L	-	-	-	1
	コバルト	mg/L	-	-	-	0.2
	ニッケル	mg/L	-	-	-	0.5
生物学的項目	糞便性大腸菌	Total / 100mL	0	2,000	-	-
	大腸菌群	Total /100mL	3	10,000	-	-

出典：1990年第20号の「水質汚染規制に関するインドネシア共和国政府規則」が定める水質基準

注）上記の表には、有機化学物質（農薬などに含まれるもの）は含めていないので、上記の出典を参照のこと。

表4－3－2　業種別排水基準

業種分類名		BOD_5	COD	TSS	pH	NH_3-N	Oil & Grease	Phenols	Sulphide	CN	Hg	Cr^{6+}	Cr (total)	Cu	Pb	Zn	Cd	Ni	Metals (total)
苛性ソーダ	水銀電池製造工程	50.0 0.5		50.0 0.5	6.0-9.0						0.005 5 $\times 10^{-6}$								
	隔膜板工程	50.0 0.5		50.0 0.5	6.0-9.0									3.0 0.03	0.3 0.003	2.0 0.02			
金属メッキ	銅メッキ			60 6000	6.0-9.0					0.5 50				3.0 300			0.05 5.0		8.0 800
	ニッケル・メッキ			60 6000	6.0-9.0												0.05 5.0	5.0 500	8.0 800
	クロム・メッキ			60 6000	6.0-9.0							0.3 30	2.0 200				0.05 5.0		8.0 800
	亜鉛メッキ			60 6000	6.0-9.0							0.3 30	2.0 200				0.05 5.0		8.0 800
製革		100 5.0	250 12.5	100 5.0	6.0-9.0	10.0 0.25	5.0 0.25						2.0 0.1						
石油精製		100 13	200 26		6.0-9.0	10.0 1.3	25.0 3.25	1.0 0.13			0.5 0.65								
パーム油		250 1.25	500 2.55	500 1.25	6.0-9.0	10.0 0.05	25.0 0.125												
パルプ・製紙		150 15	300 30	150 15	6.0-9.0														
ゴム		100 4.0	250 10.0	100 4.0	6.0-9.0	10.0 0.4													
製糖		75 2.63	200 7.0	100 3.50	6.0-9.0				1.0 0.035										
タピオカ		100 6	250 15	100 6	6.0-9.0					0.5 0.03									
繊維		65 8.5	250 25	60 6	6.0-9.0		5.0 0.5	1.0 0.1					2.0 0.2						
尿素肥料		100 1.4	250 3.5	100 1.4	6.0-9.0	50 0.7	25 0.35					0.3 0.0042							
エタノール		100 2.0	250 5.0	75 1.5															
グルタミン酸ソーダ		100 12	250 30	100 12	6.0-9.0														
合板		100 1.0	250 2.5	100 1.0	6.0-9.0														

（注）1.　各項目、上記の数値は濃度を、下段数値は月間平均許容排出量を表す。このうち基準数値は月平均許容排出量で設定されている。濃度はあくまで参考である。

2.　濃度の単位：mg/l、月間平均許容排出量の単位：製品の単位生産量当たりの許容排出量で設定されている。
金属メッキ：mg/m2、石油精製：kg/1000 bbl per day、エタノール：kg/l、合板：kg/1000m2、以外はkg/tである。

表4－3－3は、東部ジャワでの用途別水質基準を示す。

表4－3－3　用途別水質基準（東部ジャワ）

水質項目	単位	用途別水質基準				
		A	B	C	D	E
pH	—	6.1-8.5	6.1-8.5	6.1-8.5	5.5-9.5	—
溶存酸素	mg／L	＞7	5-7	3-5	2-3	＜2
硝酸性窒素	mg／L	5-10	5-10	＞10	—	—
亜硝酸性窒素	mg／L	nil	＜0.06	＞0.06	—	—
アンモニア性窒素	mg／L	nil	0.01-0.5	0.5-1.56	1.56-6.22	＞6.22
生物化学的酸素要求量	mg／L	＜3	3-6	6-10	10-25	＞25
化学的酸素要求量	mg／L	＜10	10-25	25-40	40-80	＞80

出典：A WATER QUALITY MONITORING AND POLLUTION CONTROL PROGRAM FOR BRANTAS RIVER BASIN MASTER PLAN, May 1989

なお、水質に関してつぎのような州条例が設けられているが、詳細は資料は入手していないので、上記の水質基準および排水基準の内容を再確認する必要がある。

－Grouping and Standadizing of Effluents Quality in East Java (Governor decree No.136／1994)

－Grouping and Standadizing of Receiving Water Body Quality in East Java (Governor Decree No.413／1987)

現行の水質基準は用途別に規定したものであり、河川水質の将来目標像や管理目標値といった水質環境基準ではない。しかし、1989年の水質管理マスタープランでは、現況の水質を検討したうえで、表4－3－3で示した用途別の水質基準をもとに、将来の目標値（表4－3－4を参照）を提示している。

表4－3－4　河川における水質目標

河川名	位置	現況データによる水質等級	目標水質等級
Brantas	Upstream Malang	B	C
	In Malang	C	C
	Downstream Malang, upstream Lesti	D	C
	Karangkates dam to Wlingi dam	B	C
	In Lodoyo dam	C	C
	Downstream Lodoyo dam	B	C
	Ngunut to Ngrowo confluence	C	C
	Downstream Ngrowo confluence	B	C
	Kediri upstream (Ngronggo)	D	C
	Kediri sownstream (Mrican)	B	C
	From Mrican to Mekikis	D	C
	Konto confluence to Widas confluence	C	C
	Widas confluence to Tapen	C	B
	Watesprojo to Mojokerto	D	B
Surabaya	Mlirip to Marmoyo confluence	D	B
	Downstream Marmoyo confluence	B	B
	Driyorejo to Sepanjang	D	B
	Upstream Gunungsari dam	C	B
	Gunungsari to Jagir	C／D	B
Mas	Wonokromo disfluence to Petekan	D／E	C
Wonokromo	Downstream Jagir, upstream Nginden	D	C
Porong	At New Lengkong dam	D	C
	At Porong bridge/Gempol	C	C

4－3－3　水質の現況

BRANTAS川流域の水質データは、PJTにより定期的に収集・整理されている。今回の事前調査では、同河川流域の51箇所の観測点（表4－3－5参照）で、毎月採取している試料のデータ（1991年1月から1996年8月まで）を収集した。測定項目は、水温、pH、流量、BOD、COD、PV（過マンガン酸カリウム消費量）、SS、VSS、全リン、全窒素、リン酸イオン、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素である。

これらの水質データに基づいて、本格調査では水質の現況を詳細に検討する必要があるが、ここでは生物化学的酸素要求量（BOD）を指標にして、BRANTAS川流域の水質状況を概観する。そこでまず、雨期（1月）及び乾期（8月）について51ヶ所の観測点での水量および水質データ（BOD）を整理し、図4－3－1および図4－3－2に示した。また、51ヶ所観測点のうち4ヶ所を選定し、BODの経月変化およびBODと流量の関係を雨期（12月～5月）と乾期（6月～11月）とに区分して図4－3－3～図4－3－6に示した。選定した観測点は、Brantas川の中流域にあるKediri市の下流側に位置するJongbiru Bridge、Surabaya川とPorong川への分岐点にあるMejokerto市の上流側に位置するPadangan Bridge、Surabaya川にある2つの浄水場の取水点に位置するKarangpilangおよびNgage Treatmentである。

図4－3－1～4－3－6に示したデータから、水質（BOD）の一般的傾向としてつぎの4点が挙げられる。

1）流域全体でBOD濃度の変動が大きく、観測年による変動もある。

2）上水道の水源として適用可能とされる水質基準のランクBのBOD上限値6mg／Lを超過するデータが多く、中流域から下流域にかけて顕著である。

3）河口に近い下流域では、乾期にBOD濃度が著しく高い場合がある。

4）中流域にあるJongbiru BridgeやSurabaya川とPorong川への分岐点にあるPadangan Bridgeでは、乾期に、流量が小さい場合にはBOD濃度が高く、流量が多い場合にはBOD濃度が低い傾向を示している。

5）雨期には、乾期のような流量とBOD濃度との間には、必ずしも上記のような傾向はみられない。

表4－3－5　観測地点リスト

No.	コード	位　置	河　川	観測頻度
1	100	Dinoyo Bridge	Brantas	毎　月
2	130	Bumiayu Bridge	Brantas	毎　月
3	140	Seganggeng Tambanga	Brantas	毎　月
4	150	Blobo Bridge	Brantas	毎　月
5	160	Kd. Pedaringan Bridge	Brantas	毎　月
6	300	Sengguruh Bridge	Brantas	毎　月
7	350	Sutami Dam	Brantas	毎　月
8	380	Kalipare Bridge	Brantas	毎　月
9	390	Kesamban Tambangan	Brantas	毎　月
10	400	Ngembul Bridge	Brantas	毎　月
11	430	Wlingi Dam-1	Brantas	毎　月
12	440	Wlingi Dam-2	Brantas	毎　月
13	450	Lodoyo Bridge	Brantas	毎　月
14	460	Lodoyo Dam	Brantas	毎　月
15	470	Demangan Bridge	Brantas	毎　月
16	500	Pakel Tambangan	Brantas	毎　月
17	630	Jeli Bridge	Brantas	毎　月
18	700	Ngronggo Tambangan	Brantas	毎　月
19	720	Jongbiru Bridge	Brantas	毎　月
20	730	Mekikis Bridge	Brantas	毎　月
21	780	Nirombot Tambangan	Brantas	毎　月
22	940	Ploso Bridge	Brantas	毎　月
23	950	Jatigedong Tambangan	Brantas	毎　月
24	960	Betro Tambangan	Brantas	毎　月
25	990	Padangan Bridge	Brantas	毎　週
26	1000	Canggu Tambangan	Surabaya	毎　週
27	1020	Perning Bridge	Surabaya	毎　週
28	1030	Jrebeng Bridge	Surabaya	毎　週
29	1035	Cangkir	Surabaya	毎　週
30	1040	Bambe Tambangan	Surabaya	毎　週
31	1045	Karangpilang	Surabaya	毎　日
32	1050	Sepanjang Bridge	Surabaya	毎　週
33	1060	Gunungsari Dam	Surabaya	毎　週
34	1100	Ngagel Treatment	Surabaya	毎　日
35	1200	Petokan Bridge	Mas	毎　月
36	280	Wonokerto Bridge	Lesti	毎　月
37	290	Sengguruh Dam	Lesti	毎　月
38	570	Bendo Gate	Ngsinan	毎　月
39	600	Lembu Peleng	Ngrowo	毎　月
40	610	Plandaan Bridge	Ngrowo	毎　月
41	3010	Campurdarat Bridge	Parit Agung	毎　月
42	3020	Merayu Bridge	Parit Agung	毎　月
43	3030	Kendal Bridge	Tunnel Entr	毎　月
44	750	Selorejo Dam	Konto	毎　月
45	770	Kayen Dam	Konto	毎　月
46	810	Bening Dam	Widas	毎　月
47	900	Karangsemi Bridge	Widas	毎　月
48	910	Lengkong Bridge	Widas	毎　月
49	930	Beng Confluence	Beng	毎　月
50	1010	Jetis Bridge	Marmoyo	毎　週
51	2600	Porong Bridge	Porong	毎　月

1）については、BRANTAS川流域全体で、表流水が多目的に高度に利用されており、汚濁負荷量、河川流量、河川の自浄能力等が複雑に関連して、BOD濃度が変動しているものと考えられる。

2）については、BRANTAS川流域で表流水を水道原水として利用しているのはスラバヤ市であるが、その取水点であるKarangpilang（図4－3－5）およびNgage Treatment（図4－3－6）では、ほとんどのデータがその上限値を超えている。また、Mojokerto市が現在工事を実施している上水道施設（20万人に給水）では、取水点が新レンコン堰の上流右岸（Padangan Bridge付近）にあり、図4－3－3に示したように、ほとんどのデータがその上限値を超えている。このように、水道原水の水質として望ましくない水源に依存しなければ状況にある。これらの取水点の近辺では、工場排水や生活雑排水による汚濁負荷の削減を早急に図る必要があるが、取水点の変更についても現在検討されているようである。

3）については、感潮域にあたるため流水が停滞し、底泥からの負荷も加わりBOD濃度が高くなっていると考えられる。

4）については、上記3）とも関連して、乾期における水質改善のため河川維持用水が検討されている。Mlirip ゲートで最小流量15㎥／s が提案されているが、未だ確保されていないのが現状である。

5）については、雨天時に山林や都市部からの面源負荷や河床・ダム貯水池の底泥からの汚濁負荷等による影響が関与しているものと考えられる。

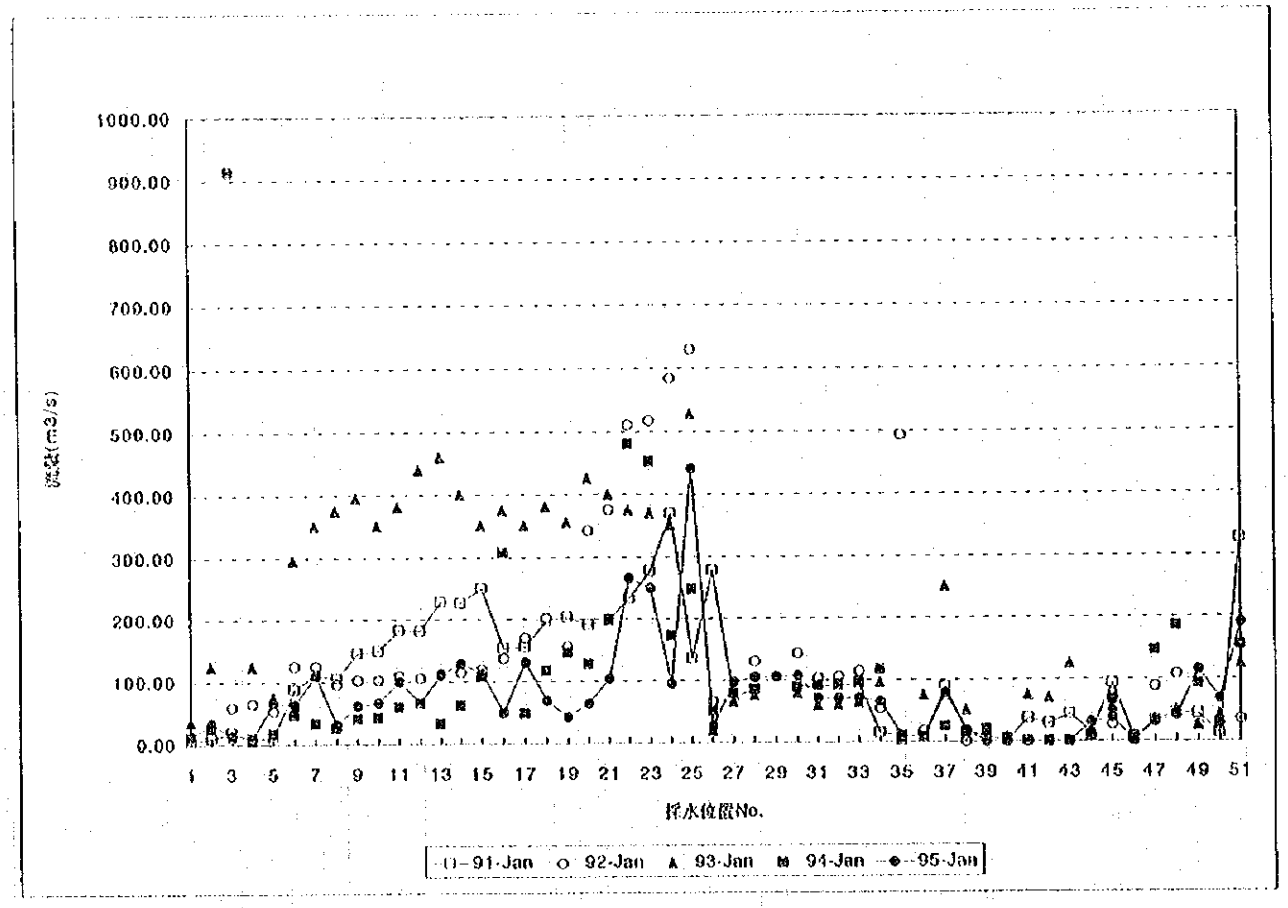


表４－３－１(a)　各観測点における雨期（１月）の流量観測値

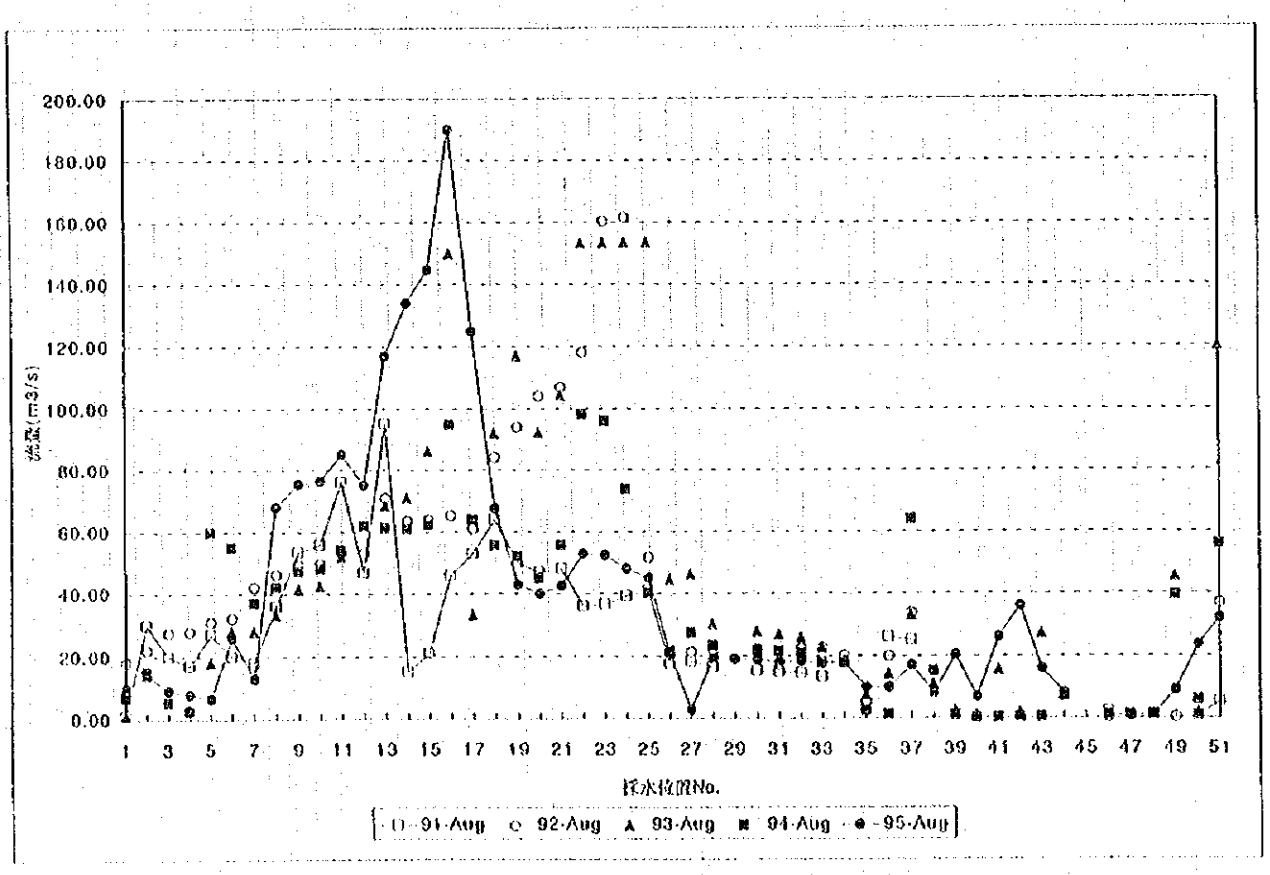


表４－３－１(b)　各観測点における乾期（８月）の流量観測値

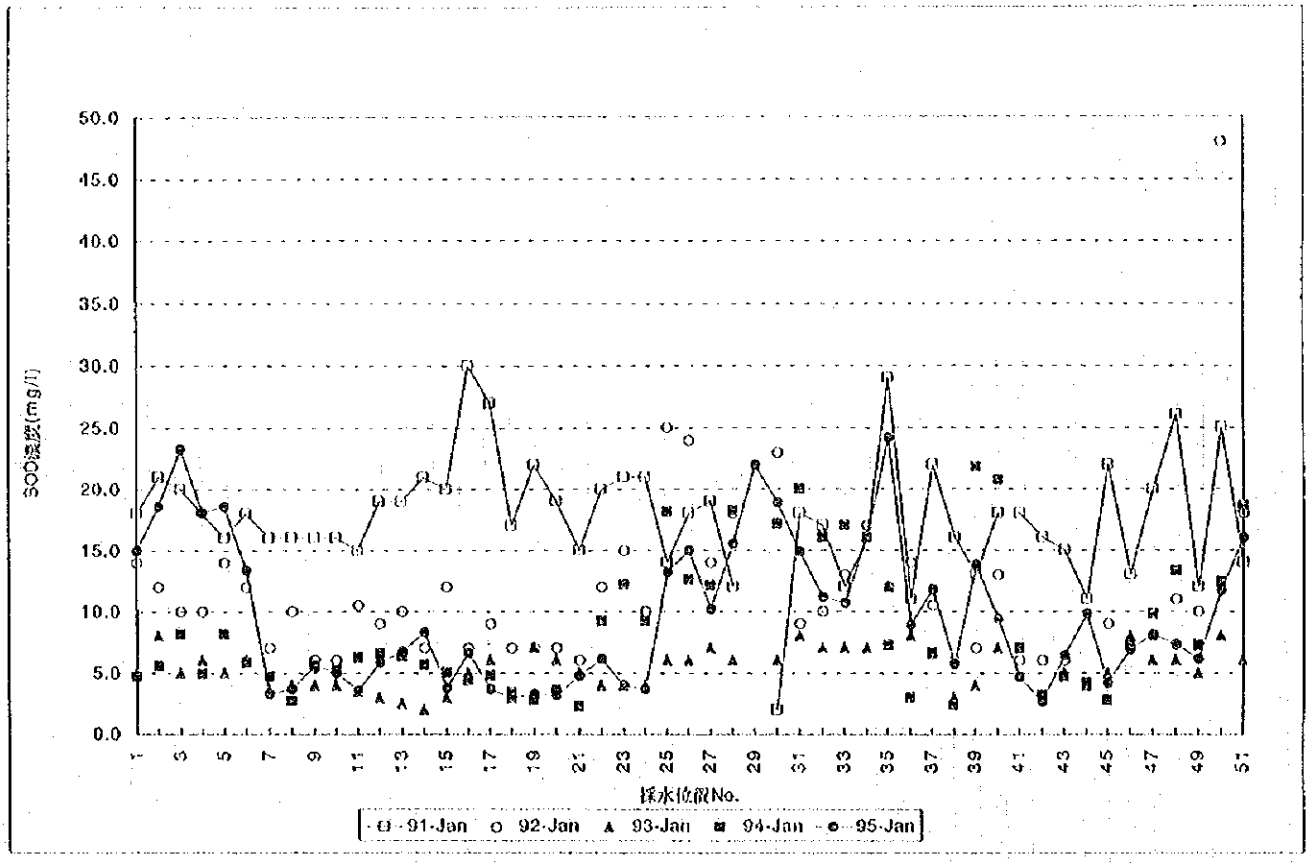


表４－３－２(a)　各観測点における雨期（１月）のBOD濃度測定値

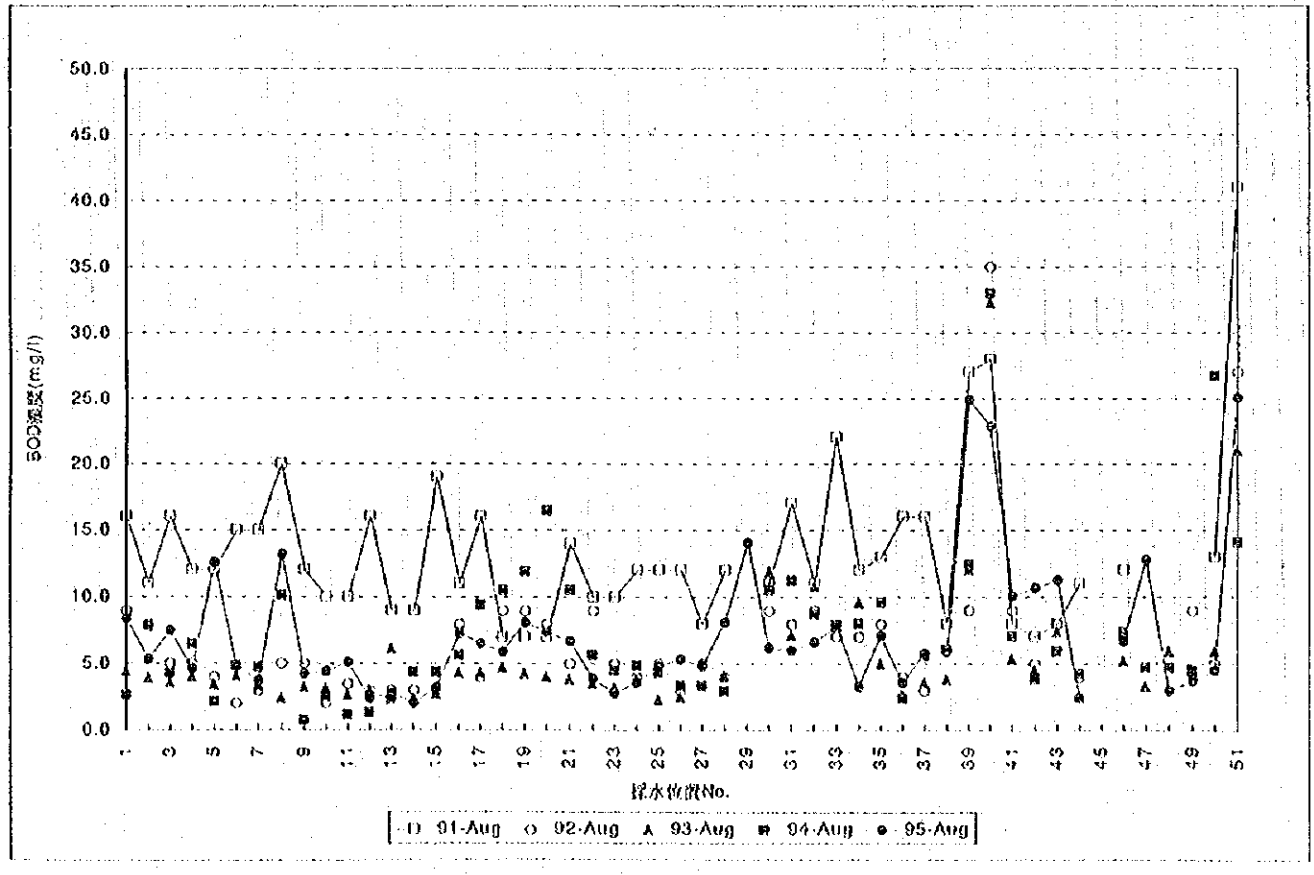


表４－３－２(b)　各観測点における乾期（８月）のBOD濃度測定値

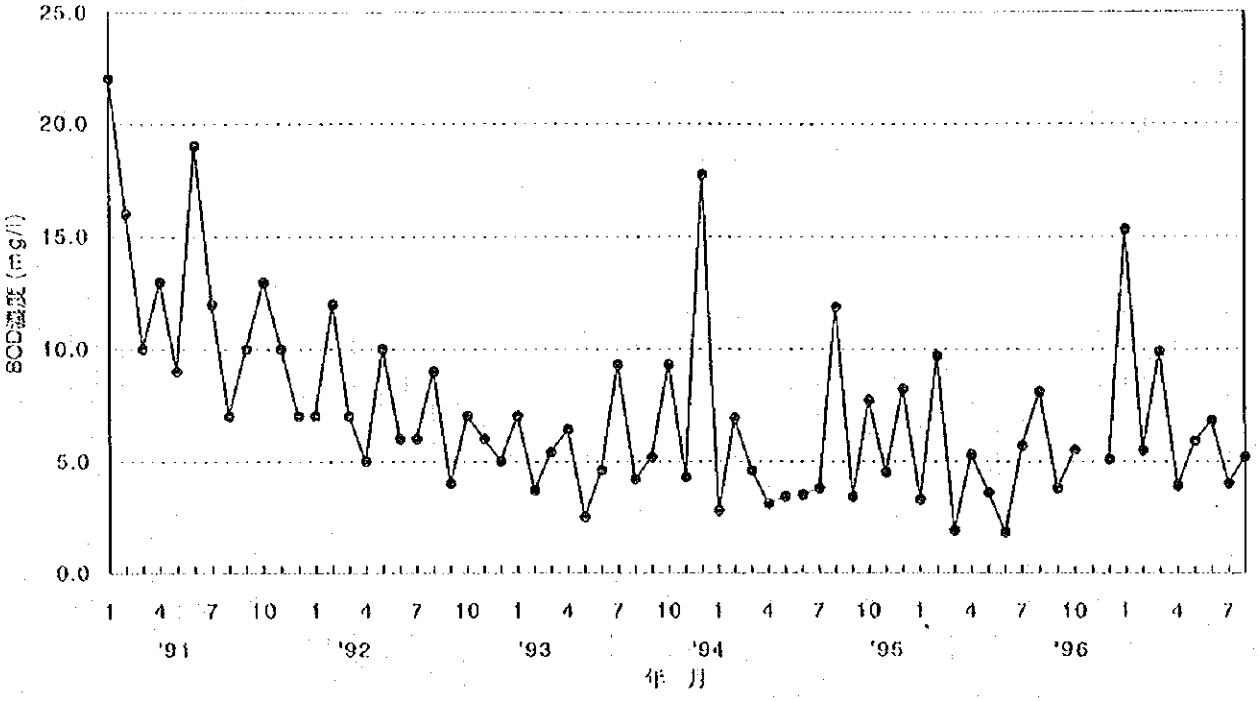


表4－3－3(a) Jongbiru Bridgeにおけるの BOD濃度経月変化

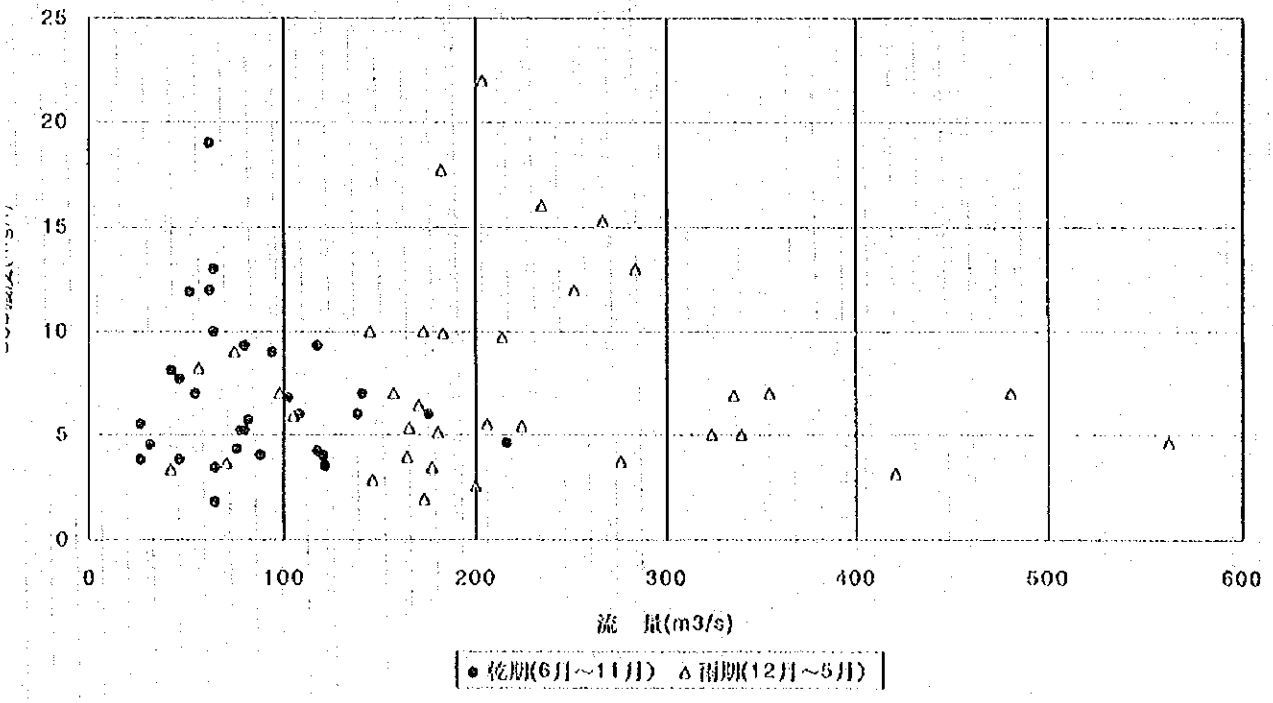


表4－3－3(b) Jongbiru Bridgeにおける流量とBOD濃度との関係

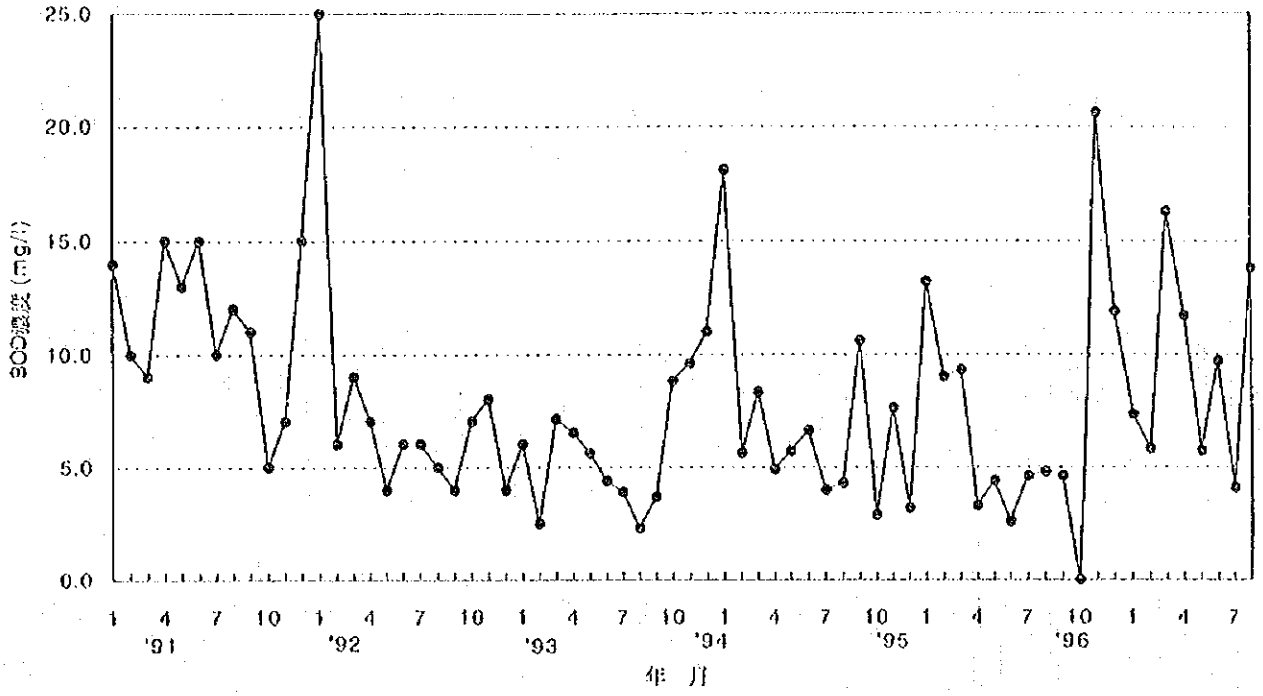


表4－3－4(a) Padangan BridgeにおけるBOD濃度経月変化

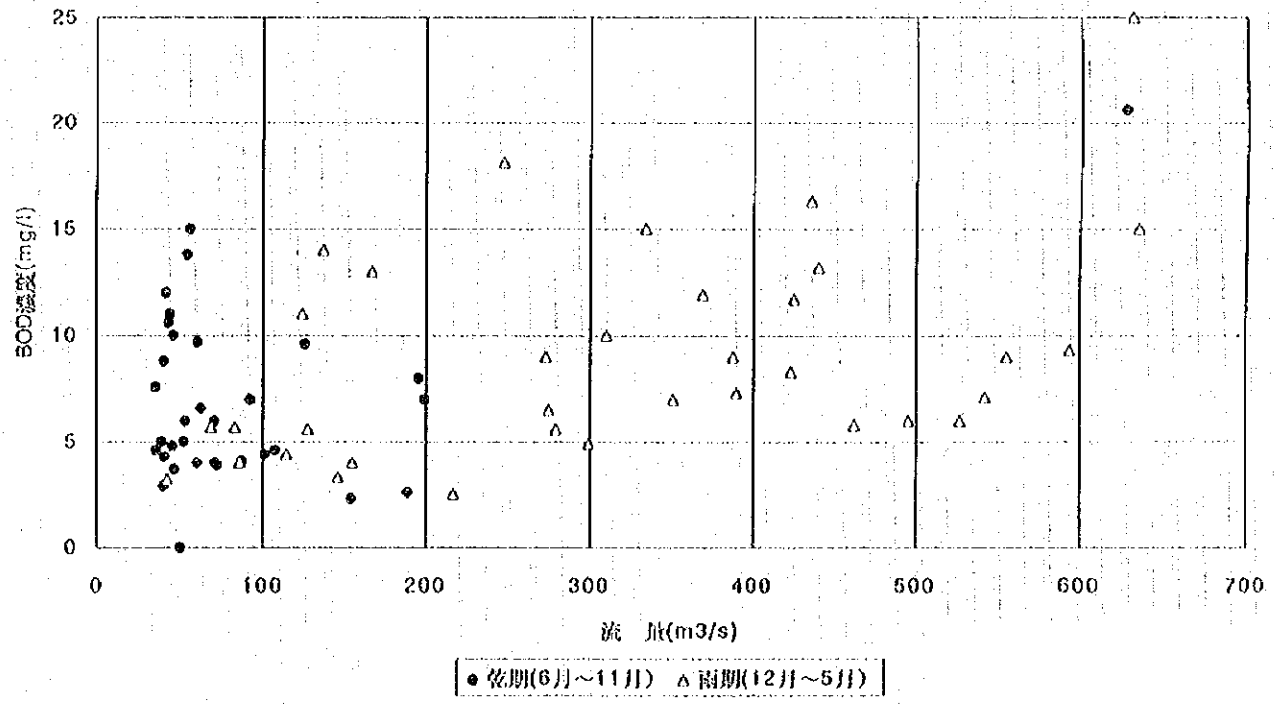


表4－3－4(b) Padangan Bridgeにおける流量とBOD濃度との関係

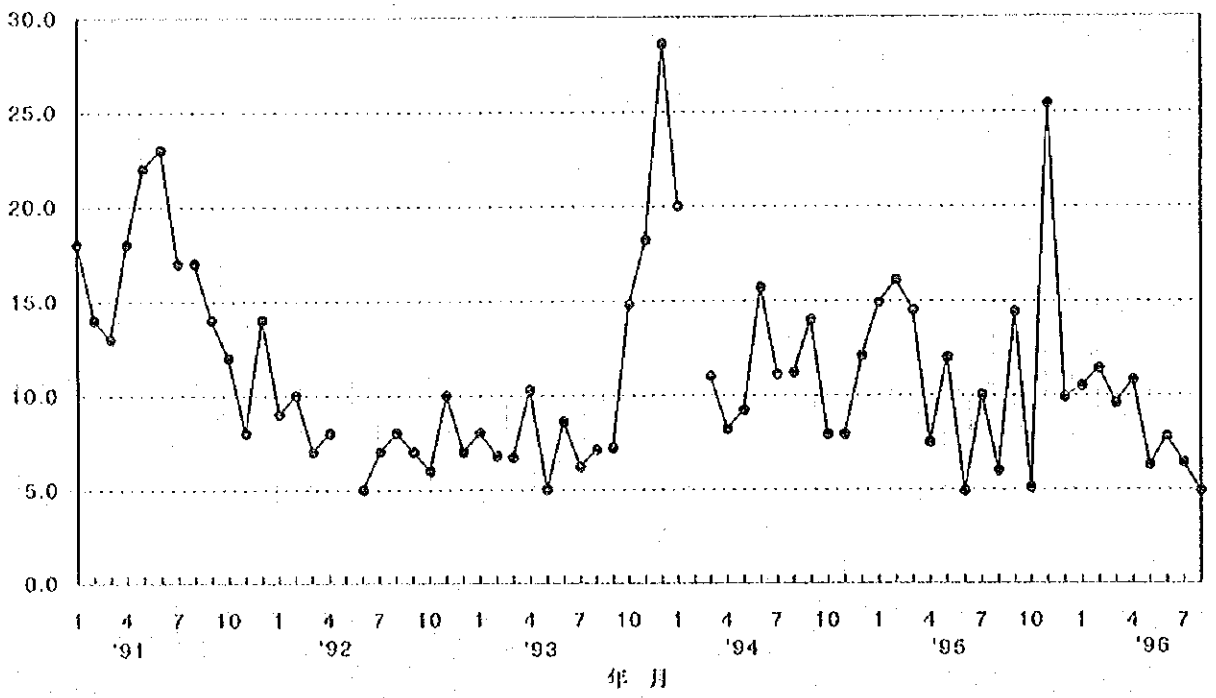


表4－3－5(a)　KarangpilangにおけるBOD濃度経月変化

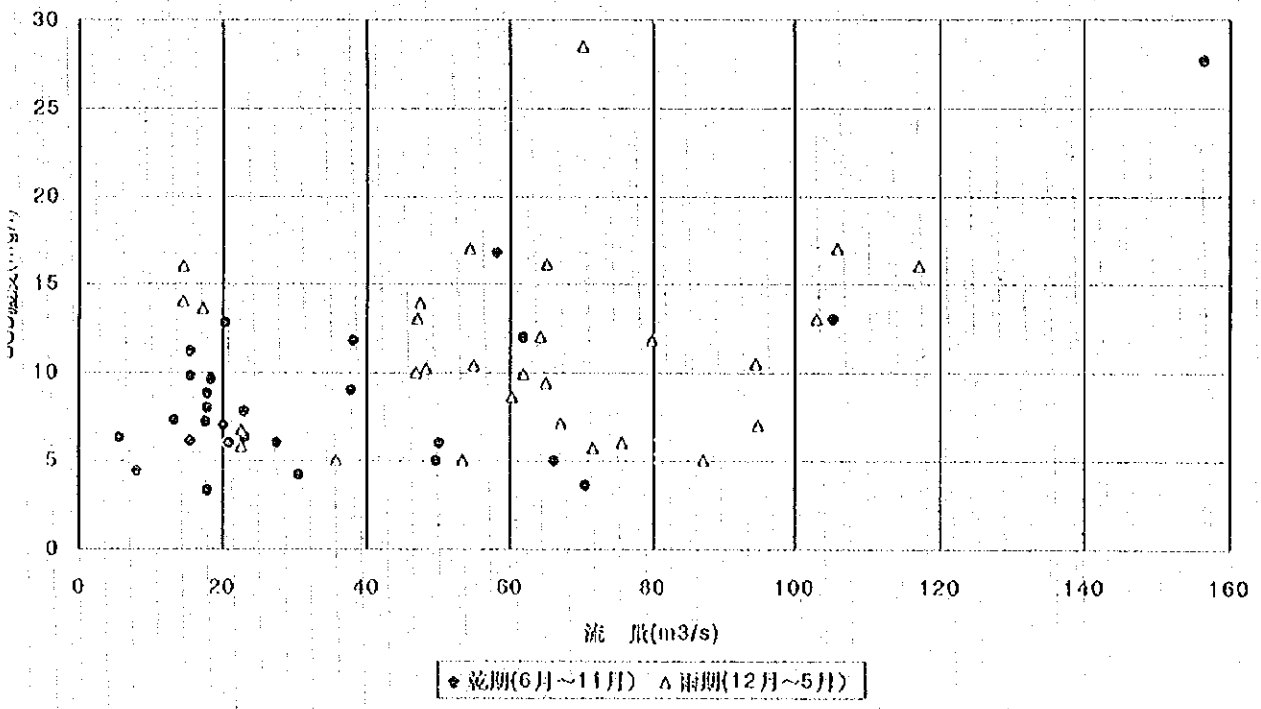


表4－3－5(b)　Karangpilangにおける流量とBOD濃度との関係

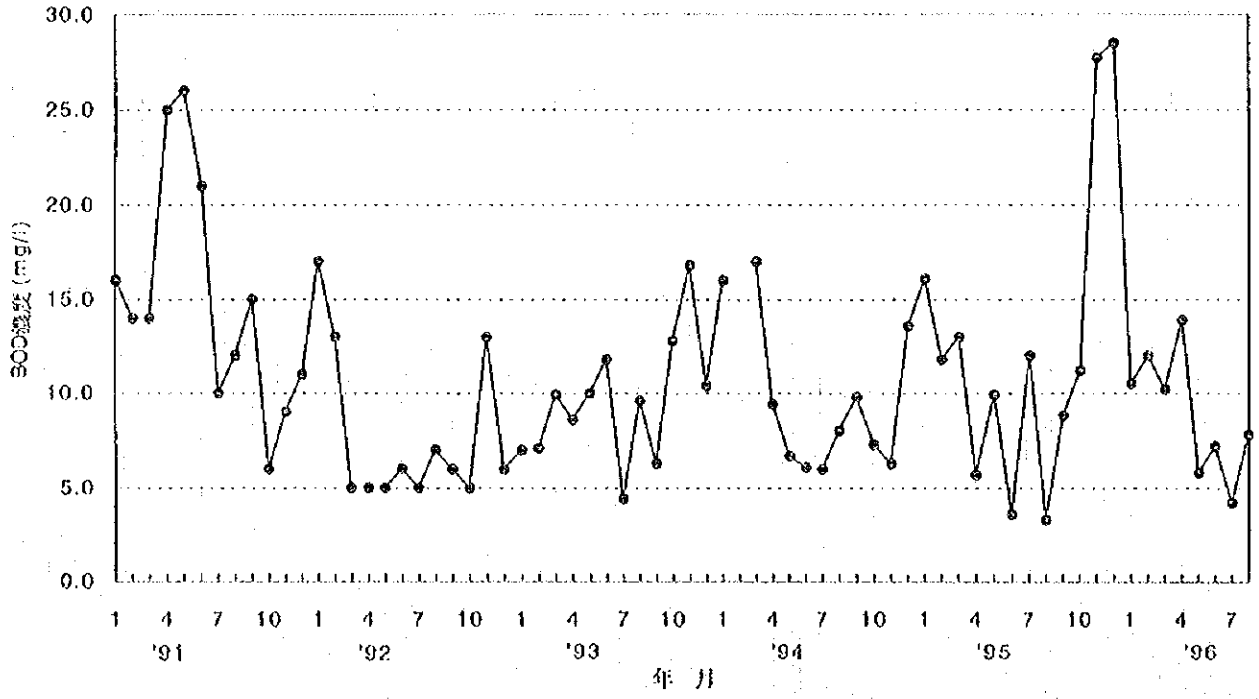


表4－3－6(a)　Ngage Treatmentにおける BOD濃度経月変化

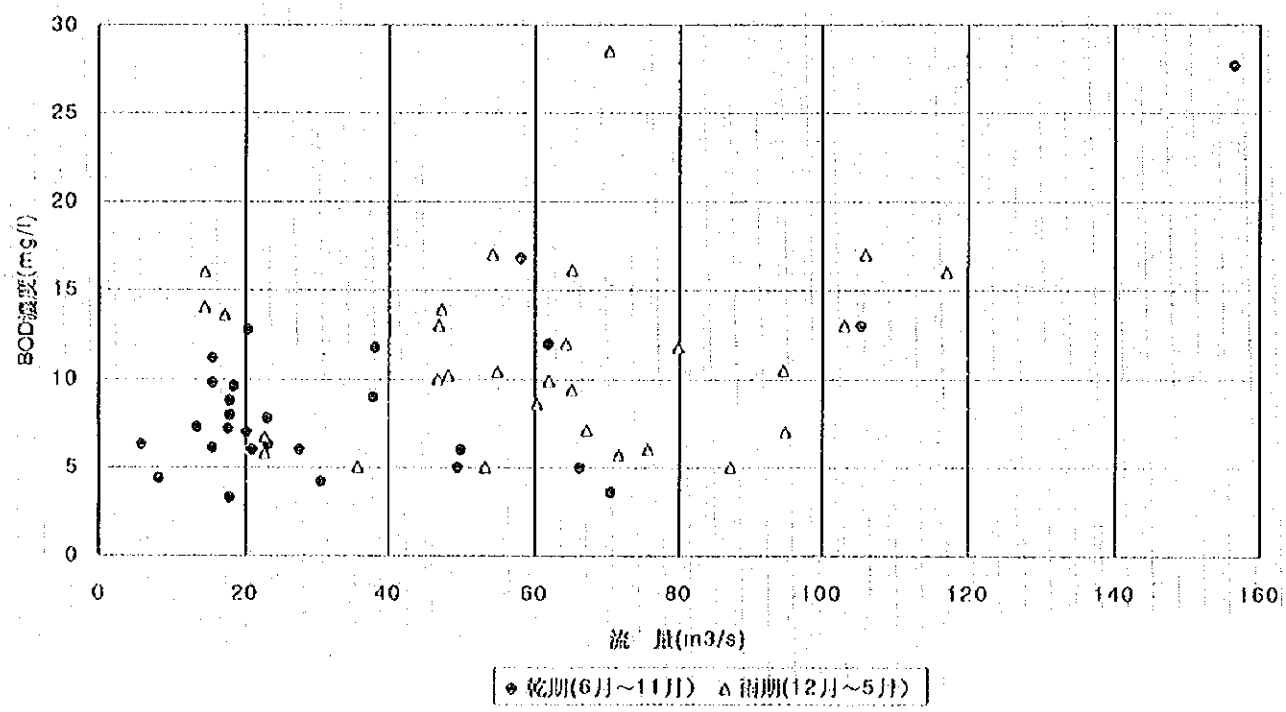


表4－3－6(b)　Ngage Treatmentにおける流量とBOD濃度との関係

4－3－4　主要汚濁源インベントリー

BRANTAS川流域の主要な汚濁源は、生活系排水と工場排水である。表4－3－6にブランタス川流域におけるBOD汚濁負荷量の推定値を示す。

発生負荷量でみると、ブランタス川流域で458ton BOD／日であり、その内訳は、工場排水で83ton BOD／日（18%）、生活系は375ton BOD／日（計82%、都市部22%、農村部60%）である。また、河川流域の位置別にみると、Mojokertの上流側で309 ton BOD／日（67%）、Surabaya川で55ton BOD／日（12%）、3河川（Porong川、Mas川、Wonokromo川）で97 ton BOD／日（21%）をそれぞれ占めている。

一方、流出負荷量でみると、ブランタス川流域で120ton BOD／日であり、その内訳は、工場排水で38ton BOD／日（32%）、生活系は82ton BOD／日（計68%、都市部46%、農村部22%）である。また、河川流域の位置別にみると、Mojokertの上流側で52 ton BOD／日（43%）、Surabaya川で24ton BOD／日（20%）、3河川（Porong川、Mas川、Wonokromo川）で44 ton BOD／日（37%）をそれぞれ占めている。

工場排水では、発生負荷量についてはMojokertoより上流域で28 ton BOD／日（35%）、Surabaya川流域で25ton BOD／日（30%）、Mas川、Worokromo川およびPorong川の流域で29 ton BOD／日（35%）である。一方、流出負荷量については、Mojokertoより上流域で8 ton BOD／日（21%）、Surabaya川流域で15ton BOD／日（41%）、Mas川、Worokromo川およびPorong川の流域で15ton BOD／日（38%）である。

工場排水による汚濁負荷量の約95%は52ヶ所の工場に由来している。その内訳を業種別でみると、発生負荷量では、製糖（20%）、蒸留（15%）、パルプ（14%）、製紙（25%）、流出負荷量では、蒸留（33%）、製紙（31%）、パルプ（12%）となっている。ただし、製糖工場では排水を灌漑に放流しているので、流出負荷量には含まれていない。

表4－3－6　汚濁負荷量推定値

河　川 主要都市名	汚濁源	発生負荷量 BOD (1,000kg／日)	シェア（%）	流出負荷量 BOD (1,000kg／日)	シェア（%）
Burantas up	都市部生活排水	14.1	3.0	3.8	3.0
Malang	農村部生活排水	51.1	11.0	5.0	4.0
	工業排水	8.7	2.0	1.2	1.0
Brantas middle 1	都市部生活排水	12.8	3.0	7.4	6.0
Malang	農村部生活排水	60.0	13.0	5.8	5.0
Blitar	工業排水	3.9	1.0	0.9	1.0
Tulungagung					
Brantas Middle 2	都市部生活排水	8.7	2.0	5.6	5.0
Kediri	農村部生活排水	57.1	12.0	5.5	5.0
	工業排水	7.6	2.0	1.1	1.0
Brantas Downstream	都市部生活排水	12.1	3.0	4.8	4.0
Kediri	農村部生活排水	65.1	14.0	6.3	5.0
Jombang	工業排水	8.2	2.0	4.9	4.0
Nganjuk					
Mojokerto					
小計					
	都市部生活排水	47.8	10.0	21.6	18.0
	農村部生活排水	233.2	51.0	22.6	19.0
	工業排水	28.4	6.0	8.1	7.0
Surabaya	都市部生活排水	12.2	3.0	7.6	6.0
Surabaya	農村部生活排水	14.4	3.0	1.4	1.0
	工業排水	28.4	6.0	15.2	7.0
Porong	都市部生活排水	0.7	0.2	0.2	0.1
Mojokerto	農村部生活排水	27.1	6.0	2.6	2.0
	工業排水	20.8	5.0	10.8	9.0
Mas	都市部生活排水	31.5	7.0	20.5	17.0
Surabaya	農村部生活排水	0.0	0.0	0.0	0.0
	工業排水	4.5	1.0	1.9	2.0
Wonokromo	都市部生活排水	8.4	2.0	5.5	5.0
Surabaya	農村部生活排水	0.0	0.0	0.0	0.0
	工業排水	4.1	1.0	2.0	2.0
小計					
	都市部生活排水	52.9	12.0	33.8	28.0
	農村部生活排水	41.6	9.0	4.1	3.0
	工業排水	54.3	12.0	29.9	25.0
計					
	生活排水計	375.4	82.0	82.1	68.0
	都市部生活排水	100.7	22.0	55.4	46.0
	農村部生活排水	274.7	60.0	26.7	22.0
	工業排水	82.7	18.0	38.0	32.0
合　計		458.1	100.0	120.1	100.0

4－3－5　排水処理施設の設置・稼働状況

工場における処理施設の設置・稼働状況についての資料は入手できなかったが、PROKASIHプログラムの報告書によると、例えばスラバヤ川沿いにある工場群のうち、2工場しか排水処理施設を設置していない。また、同報告書では、スラバヤ川沿いにある工場群を対象にして、廃水を収集し一括で処理する廃水処理場の建設も検討しているようである。今後、工場排水の取り扱いを中心に検討したとされるBRANTAS Ⅲの最終報告書の内容を調べる必要がある。

家庭排水については、現在、し尿を個別または集合型の衛生処理施設により処理し、生活雑排水は未処理のまま排水路を経由して河川に直接放流されているのが現状である。未だ衛生施設もない地域もある。これらの家庭排水処理の現状についても、BRANTAS Ⅲで検討することに名っいるので最終報告書の内容を調べる必要がある。また、PJTからのヒアリング調査では、Surabaya市を対象に3つのパイロットプロジェクトを実施予定であるという情報も入手しており、その詳細と水質汚濁防止M／Pにおける位置づけを明確にする必要もある。

4－3－6　河川水質および主要汚濁源のモニタリング実施体制の現況

河川浄化プログラム“Program Kali Bersih (PROKASIH)”では、観測点を30箇所設置し、河川水質および放流水質をモニタリングしている。採水及び水質分析は、PJT、BTKL、BPPIの3つの機関で実施している。測定項目は、それぞれ以下の通りである。

－河川水質

pH、溶存酸素（DO）、生物化学的酸素要求量（BOD）、化学的酸素要求量（COD）、浮遊物質（SS）、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、鉄、水銀、マンガン、亜鉛、二酸化ケイ素、6価クロム、リン酸イオン

－放流水質（工場排水など）

pH、DO、BOD、COD、アンモニア性窒素、全浮遊物質、クロム

河川浄化プログラムでは、汚濁負荷量が大きいか、あるいは有害な物質を排出する恐れのあるBRANTAS川流域にある39工場を選定している。その内訳は、対象河川等別に、(1)Surabaya川（15工場）、(2)Porong川（2工場）、(3)Mangetan水路（1工場）、(4)Brantas川（17工場）、(5)Lesti川（4工場）となっている。これらの工場排水は、毎月1回モニタリングを実施することになっている。

PJTでは、河川水質及び主要汚濁源のモニタリングを実施し、データセンターにおいてデータベース化している。河川水の採取は、表4－3－4に示したように現在51ヶ所で、毎日（2ヶ所）、毎週（9ヶ所）、毎月（40ヶ所）一度の頻度で実施している。また、工場排水については、41工場を対象に毎月採水している。

水質分析は、PJTのNew Lengkong Damの管理事務所内にある水質試験課で、分析担当者7人により実施されている。設備の面では、物理化学的、生物学的試験項目を実施するに十分な分析

機器を備えている。特に、工場排水の分析で求められる重金属の測定も原子吸光度計を備えており実施できる体制にある。現地視察時点では、水質試験室が３つに分けられており、必ずしも良い環境の中で実施しているとは言えない状況であったが、新規の試験室を増築中であり、完成後にはよりよい環境の中で実施されているものと期待される。

なお、PJTで分析可能な項目は、以下のとおりである。

pH、水温、水量、溶存酸素、浮遊物質、VSS、生物化学的酸素要求量、化学的酸素要求量、過マンガン酸消費量、ケルダール窒素、全リン、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、アンモニア性窒素、溶解性リン、濁度、アルカリ度、酸度、塩素イオン、硫酸イオン、総硬度、カルシウム、マグネシウム、ホウ素、フッ素、カドミウム、銅、クロム、鉄、マンガン、ニッケル、鉛、亜鉛、水銀、ケイ酸、大腸菌群

4－4　水利用状況

ブランタス川（The Brantas River）流域水資源は、水力発電、灌漑用水、都市用水、工業用水、河川維持流量、及び漁業用水等に利用／配分されてきた。このような様々な形態の水利用状況、低水流量管理及び構造物の管理等を下記に述べる。

4－4－1　水力発電

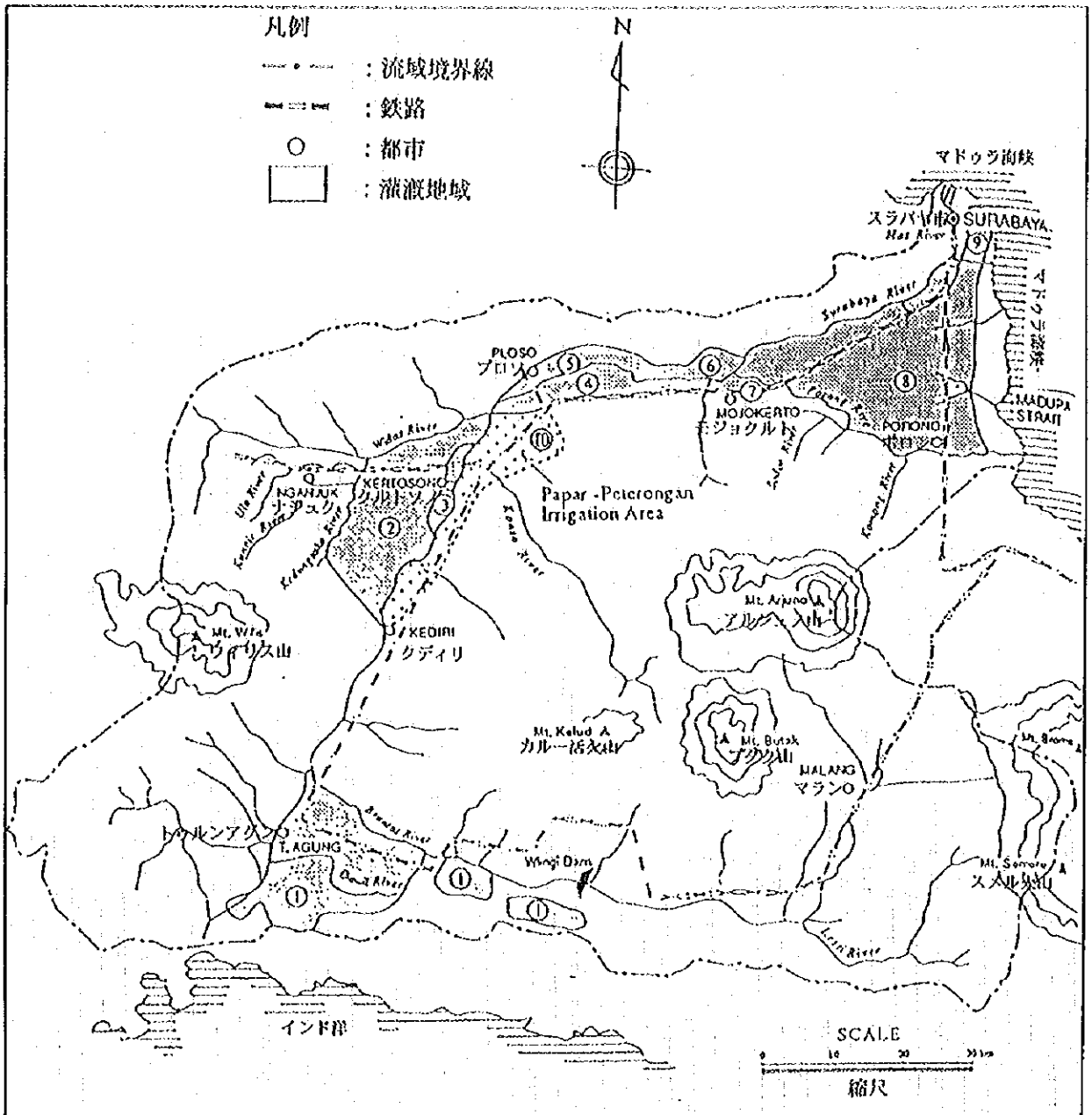
(1) 現況

表4－4－1に示すように、ブランタス川流域では、発電能力合計1億9,765万ワットを持つ7ヶ所の水力発電所が設置されている。ブニン水力発電所（Bening Hydropower Plant）を除いて、1986～1990年の平均販売電力量は、約665GWH／年であった（表4－4－2参照）。これら水力発電所は、ダムの直下に設置されているために、発電用水は放水路を通じてブランタス川に還流される。従って、ダム貯水は、水力発電に対して特別に放流される訳ではないので、ダム放水の純消費量とはなっていない。

(2) 課　題

3－2－2(2)節に述べたように、ウリンギ貯水池（Wlingi Reservoir）は、1990年2月のクルー活火山（Mr. Kelud）噴火の泥流堆積により、同年3月に水力発電を中止するせざるを得なくなった。その後、堆積土砂の緊急浚渫が行われたため、翌年4月より発電が可能となったものの、販売発電量は著しく減少してしまった。一方、ブニン貯水池（Bening Reservoir）への流入量が不足しているために、ブニン水力発電所の運営は、タービン翼の更新完了にも拘らず、1988年以来中止されたままである。

ブランタス川を管理する水資源公社（PJT）は、独立採算制を取っている。PJTの財政条件を成立させるため、都市・工業用水からの原水料金をRp.16／m³、及び販売電力に対してRp.16／kWH等を徴収することが前提条件となっている。このPJTの料金政策に対して、都市・工業用水ユーザー達は、1991年10月1日より上記料金への支払いを同意している。他方、電力公社（PLN）は、従来からブランタス川の水資源を利用しているが、PJTの要求にも拘らず、現在に至るまで料金支払いを行っていない。



① ロドヨ
Lodoyo

② ンガンジュク(ワルジャヨン-ケルトソノ)
Nrican(Warujayeng-Kertosono)

③ ブランタス左岸ケディリ
Brantas Kiri Kediri

④ トゥリ-トゥンゴロノ
Turi-Tunggorono

⑤ ブランタス左岸ジョンバン
Brantas Kiri Jombang

⑥ ブランタス左岸モジョクルト (コトゥン-ロサリ)
Brantas Kiri Mojokerto (Cotian-Losari)

⑦ ジャティクロン
Jatikulon

⑧ ブランタス・デルタ(ポロン、マランガン-グェール)
Delta Brantas (Porong, Mangetan Yoor)

⑨ シモワウ C.S
Simowau C.S

⑩ 新パパル-ペトロンガン
New Papar-Petrongan

図4－4－1　ブランタス川流域の灌漑地域（ウリンギ・ダムより下流部）

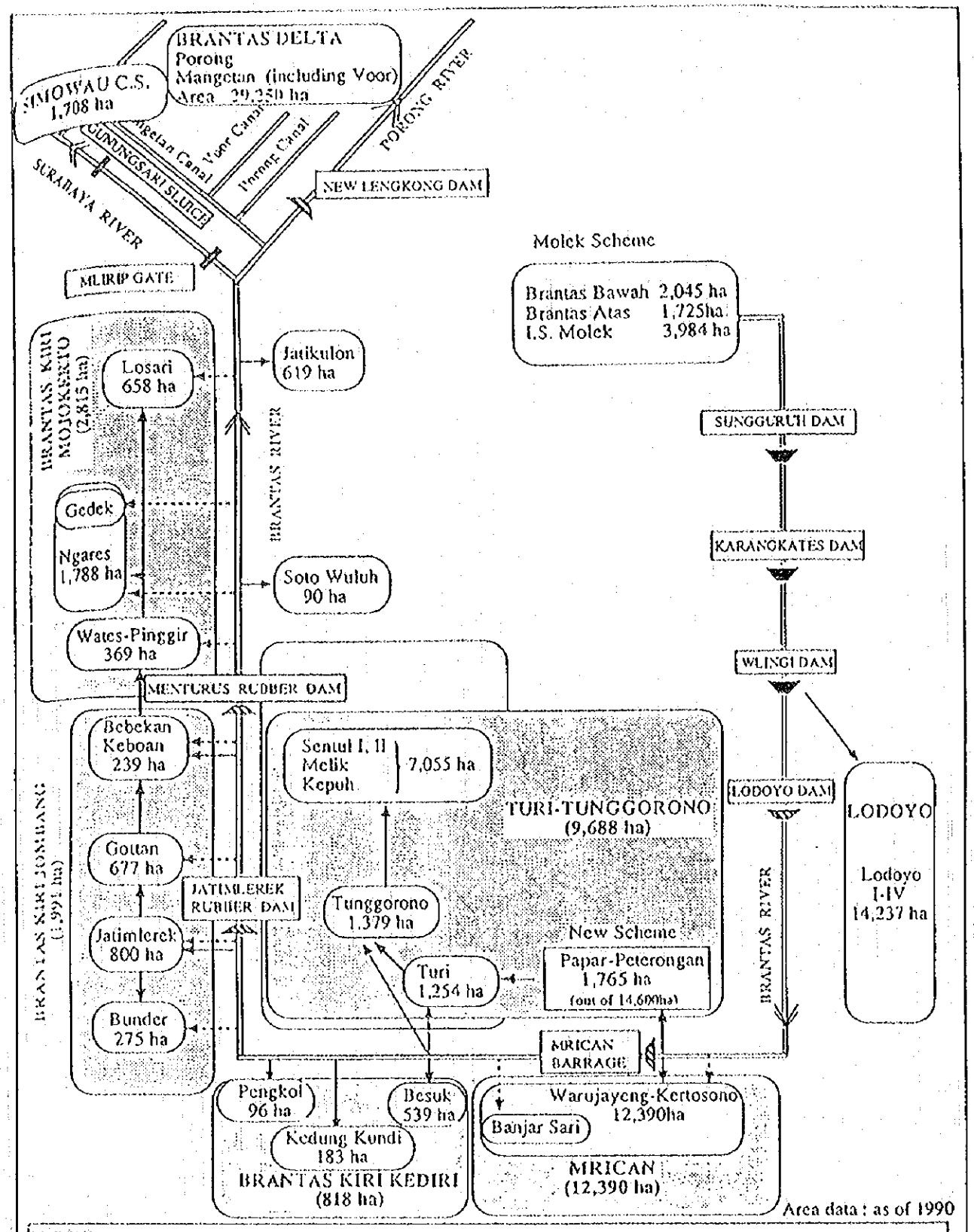


図4－4－2　ブランタス川流域の概要灌漑システム

表4－4－1　ブランタス川流域の発電所

発電所名	発電機容量 (MW)	発電量 (GWH/年)	備考
スングルー (Sengguruh)	2×14.5	91.02	スングルー・ダム(Sengguruh Dam)
カランカテス (Karangkates)	2×35	326	スタミ・ダム (Sutami Dam)
ラホール (Lahor)	35	72.2	ラホール・ダム (Lahor Dam)
ウリンギ (Wlingi)	2×27	164	ウリンギ・ダム (Wlingi Dam)
ロドヨ (Lodoyo)	4.5	36.74	ロドヨ・ダム (Lodoyo Dam)
スロレジョ (Selorejo)	4.5	49	スロレジョ・ダム (Selorejo Dam)
ブニン (Bening)	0.65	－	ブニン・ダム (Bening Dam) 流入量不足のため、1988年以来発電中止
合計	197.65	738.96	

出所：PJT、PLN

表4－4－2　ブランタス川流域の水力発電量

(単位：GWH)

発電所名	目標	1986	1987	1988	1989	1990	1991*
スングルー (Sengguruh)	98.6				82.7	74.0	59.7
カランカテス (Karangkates) {ラホール (Lahor)を含む}	417.3	515.8	415.5	458.5	451.	390.6	301.3
ウリンギ (Wlingi)	153.4	183.6	138.2	150.9	151.8	29.0	3.0
ロドヨ (Lodoyo)	34.7	36.2	26.9	38.7	31.8	37.3	25.2
スロレジョ (Selorejo)	25.8	24.0	21.2	18.1	23.2	25.4	19.0
ブニン (Bening)		0	0	中止	中止	中止	中止
合計	729.8	759.6	601.8	666.2	741.0	556.3	417.2

註：*は1991年について、9月までの合計値であった。
出所：PLN、PJT

4－4－2　灌漑用水

(1) 現　況

ブランタス灌漑システムの対象は、水田合計面積約34万4,000haであり、乾季において、灌漑農業はブランタス川の有効水資源の凡そ75%を消費している。ブランタス川流域の発展したインフラの恩恵で、1989年以来東部ジャワ州 (East Java Province) は、全国食料生産の30%以上を供給できることになっている。しかしながら、灌漑用水に配分される水量は、取水量で22億9,800万m³／年から24億4,800万m³／年までと変動している。

ブランタス川及びその支川は、流域にある灌漑地の7万5,283haに用水を供給している。表4－4－3に示す10箇所灌漑事業計画は、直接にブランタス本川から取水している。灌漑用水

効率の調査は、これら10箇所の事業計画に対し行われている。流域にある灌漑事業計画の位置及び概要の灌漑システムを、夫々図4－4－1及び図4－4－2に示す。

一方、灌漑地域は、灌漑施設の構造レベルから、用排水路分離型完全灌漑（テクニカル、工学的、技術的、または大規模）、用排水路非分離型不完全灌漑（セミ－テクニカル、半工学的、半技術的、または中規模）及び簡易・町村灌漑（シンプル、農民灌漑、または小規模）等の3等級に分けられる。ジャティクーロン・スキーム（Jatikulon Scheme）以外の既存事業計画は、1990年で用排水路分離型完全灌漑レベルに開発されてきた。

表4－4－3　ブランタス川流域にある灌漑事業計画

灌　漑　事　業　計　画　名	面積（ha）
1）ロドヨ（Lodojo）	14,239
2）ムリチャン（Mrican）	12,390
ワルジャエン－クルトソノ（Warujayeng-Kertsono）	
3）ブランタス左岸ケディリ（Kediri）	818
4）トゥリ－トゥンゴロノ（Turi-Tunggrono）	9,688
5）ブランタス左岸ジョムバン（Jombang）	1,991
6）ブランタス左岸モジョクルト（Mojokerto）	2,815
7）ジャティクーロン（Jatikulon）	619
8）ブランタス・デルタ（Delta Brantas）	29,250
9）シモンワウ（Simowau）C．S．	1,708
10）新パパル－ペトロンアン（New Papar-Petrongan）	1,765
合　計	75,283

出所：EJIS、PJT

東部ジャワ州灌漑局（EJIS）は、雨季及び乾季の年2回耕作シーズンの初めに、クロッピング・パターン（作付体系）及び単位用水量に基づき、灌漑用水量要望書を作成している。EJIS要求灌漑用水量は、1988年～1989年及び1991年には夫々31億7,800万㎥／年及び32億4,600万㎥／年に及ぶ。これらの数字は、スラバヤ大都市圏の工業用水及び飲用水を含んでいる。工業用水と飲用水を除く純灌漑用水量は、1988年～1989年及び1991年には、夫々24億8,800百万㎥／年及び25億4,000万㎥／年に達する。

一方、ブランタス川からの灌漑実際用水量は、1988年及び1989年に夫々22億9,800万㎥／年及び24億4,800万㎥／年と計測された。EJISより要望された灌漑用水需要量は、特に乾季において常に満足されていない。また、EJIS要求用水量は、殆ど年間を通じて必要用水量より多く、乾季にEJISが必要用水量以上過剰流量を要求している。

(2) 課　題

(a) 灌漑効率

世界銀行（IBRD）の国家調査報告書は、ブランタス川流域での低い灌漑効率を主張している。この報告書によれば、ワルジャエン（Warujayeng）灌漑事業計画の総合灌漑効率が23～45%と推定されている。報告書に標記された効率タイプ及びその最大達成レベルは、表4－4－4のとおりである。上記の状況を考慮すれば、大規模事業計画における現在の総合灌漑効率は、表4－4－5のように推定される。

表4－4－4　効率比較

効率タイプ	達成可能最大値	インドネシアのレベル
取水効率	90　%	20～70%
システム運用効率	70　%	45～65%
圃場利用／応用効率	80　%	65～80%
総合効率	50　%	6～36%

出所：IBRDの国家調査報告書

表4－4－5　総合灌漑効率

事業計画名 ＼ 項目	取水効率	システム運用効率	圃場利用推定効率	総合効率
ロドヨ（Lodoyo）	90%	88.3%	75%	60%
ワルジャエン－クルトソノ［ムリチャン］(Warujayeng-Kertosono, Mrican)	90%	57.5%	70%	36%
トゥリートゥンゴロノ（Turi-Tunggorono）	90%	58.8%	70%	37%
ブランタス・デルタ（Delta Brantas）	70%	57.8%	65%	26%

出所：EJIS

(b) スラバヤ大都市圏（SMA）にある農業土地の減少

インドネシアに第2大都市であるスラバヤ市（Surabaya City）及びその周辺地域は、住居、商業及び工業中心として人口密度が高い。このような都市化は、周辺の農地まで無計画に拡がっている。SMAの急速な都市化のため、ウォノクロモ（Wonokromo）灌漑システムは、1968年の6,729haから1984年の2,978haまで減少したと報告されていた。

4－4－3　都市用水

(1) 現況

ブランタス川は、毎年飲用水及び工業用水に対して、3億m³の原水を供給している。流域内の都市用水の大部分は、スラバヤ大都市圏（SMA）で消費されている。また、SMAの都市用水は、スラバヤ水道公社（PDAM）の公共水道システムにより供給されている。

PDAMの給水能力は、表4－4－6に挙げられる。ナゲル（Ngagel）及びカランピラン（Karanpilang）浄水場では、ブランタス川の分流スラバヤ川（The Surabaya River）から原水4.0m³／秒を取水している。また、ナゲル浄水場は、スラバヤ川のジャギル・ゲート（Jagir Gate）から原水3.0m³／秒を取水し、浄水規模として最大である。なお、表4－4－7はブランタス川水を直接利用する主要ユーザーを示すが、確認された取水工も当該表に載せている。

表4－4－6　PDAMの給水能力

施設／水源	給水能力（リトル／秒）	竣工年
パンダアン湧水（Pandaan Spring）	220	1903
ウムブラン湧水（Umbulan Spring）	110	1992
ナゲル（Ngagel）浄水場工事、Ⅰ期	1,000	1969
ナゲル（Ngagel）浄水場工事、Ⅱ期	1,000	1977
ナゲル（Ngagel）浄水場工事、Ⅲ期	1,000	1982
カランピラン（Karangpilang）浄水場工事、Ⅰ期	1,000	1990
合　計	4,330	

出所：PDAM

表4－4－7　ブランタス川水資源の登録ユーザー・リスト（その1）

取水量単位＝ℓ／秒

取水口	取水地点	河川名	水路名	用途	取水量	許可証	許可期間	備考
マラン(Malang)								
Dinas Perikanan Malang	Jl. Malang-Kepan	メトロ川(The Metro River)	Sal. Mergan	溜池用水	5	なし	不明	申請中
Puskopal Armatim	Songgoriti	ブランタス川(The Brantas River)	Sal. Kramatan	公園用水	5	なし	00-00-88～03-10-88	
Ays Tunggul	Sidomulyo	ブランタス川(The Brantas River)	Sal. Prambatan	リンゴ園灌漑用水	1	なし	00-00-81～24-07-88	
AMIR	Jl. Semeru 23	ブランタス川(The Brantas River)	Sal. Prambatan	洗浄用水	1	なし	00-00-90～05-09-88	
Pudyd Sarjono	Kendal Payak	メトロ川(The Metro River)	Sal. Mergan	製品処理用水	2	なし	不明	
クパンジエン(Kepanjen)								
Gunawan	Cepokmulyo	ブランタス川(The Brantas River)	Sal. Molek	養豚	1	なし	01-04-94～31-03-97	
Soleman	Karangpandan	メトロ川(The Metro River)	Sal. T. Sonosar	洗浄用水	1	なし	01-04-94～31-03-97	
Muslimin HR	Harjowinangun	ブランタス川(The Brantas River)	Sal. Kd. Kandan	飲料用水	10	なし	不明	
カスリ(Kasri)								
H. Amari Noor, BA	CIP Manunggal I	カムビン川(The Kambing River)	カムビン川	公園用水	10	なし	17-01-95～16-01-98	
クディリ(Kediri)								
PSA	DS Gadungan	プティ川(The Putih River)	プティ川	養魚	7	なし	不明	
TARI	Kepung	プティ川(The Putih River)	プティ川	養魚	7	なし	不明	
BBI Susilo Betomo	Pare	プティ川(The Putih River)	Sec. Pelempyana	養魚	9	なし	不明	
ガンジュク(Nganjuk)								
Waredi Kandar Disono	Sonoageng	ブランタス川(The Brantas River)	Sal. Sec. B16 B	養魚	5	なし	不明	
Socroso	Prambon	ブランタス川(The Brantas River)	Sal. Sec. B16 B	養魚	5	なし	不明	
ブリタール(Blitar)								
Perum Perhutani KPH Blitar		バダク川(The Badak River)	Sal. Sec. Dawu	樹液採取	3	なし	不明	
Musadik Wirawan	クリンギ (Wlingi)	レクソ川(The Lekso River)	Sal. Klemunan	養豚	10	なし	01-08-94～31-07-97	
Haryanto	Ciliwung	レクソ川(The Lekso River)	Sal. Tanggung	養豚	1	なし	不明	
Somodihardjo	Mayjen. Sungkono	レクソ川(The Lekso River)	Sumber Krutuk	養豚	1	なし	不明	
Suhendro	Jl. Kendedes 29	レクソ川(The Lekso River)	Sal. Ngadirejo	養豚	1	なし	不明	
トゥルンアグン(Tulung Agung)								
Pg. Mdiopanggung	Sidorejo	ソン川(The Song River)	Sal.	不明	250	あり	01-08-94～31-07-97	
Dinas Perikanan (Pembibitan)	Pahlawan PO. BOX	ソン川(The Song River)	Sal. Perk. Goso	溜池用水	1	なし	不明	申請中
K. Supardi	Ds. Srikaton	ブランタス川(The Brantas River)	ブランタス川	養魚	6	なし	10-11-95～11-11-98	
モジョクルト(Mojokerto)								
PT. Ajinomoto Indonesia	ムリリプ (Miliri)	ブランタス川(The Brantas River)	ブランタス川	冷却用水	455	あり	01-08-94～31-07-97	
PT. Ajinex International	ムリリプ (Miliri)	ブランタス川(The Brantas River)	ブランタス川	冷却用水	300	あり	30-06-95～29-06-98	
PD. Ameka Kimia (PD. ASEM/P. AL)	Wates	ブランタス川(The Brantas River)	ブランタス川	冷却用水	11	あり	01-10-93～31-10-96	
シドアルジョ(Sidoarjo)								
PT. Miwon Indonesia	Jl. Lingga No 1	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	冷却用水	500	あり	01-01-95～31-12-97	
UD. Karya Luhur	Driyorejo	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	ゼラチン製造処理用水	5	なし	17-01-95～16-01-98	
PDAM Legudi (Gresik)	Jagung Suparapto		スラバヤ川	飲料用水	200	なし	18-12-95～17-12-98	
PG. Tjandi	Jl. Raya Candi N	ブランタス川(The Brantas River)	APV. Kedungi	コンデンサ冷却用水	280	なし	01-05-94～30-04-97	
PT. Asahimas Flat Glass I	Tanjungsari	ブランタス川(The Brantas River)	APV. Buntung	飲料用水	20	あり	01-08-94～31-07-97	
PDAM Mindi (Delta Tirta)	Jl. R. Patah 72	ブランタス川(The Brantas River)	Voorkanal	飲料用水	20	あり	不明	
PDAM Pepe Sidoarjo	Jl. R. Patah 72	ブランタス川(The Brantas River)	APV. Jombionga	飲料用水	11	あり	不明	
PDAM Sidoarjo/Tambak Sumur	Jl. Raden Patah 7	ブランタス川(The Brantas River)	APV. Buntung	飲料用水	50	あり	不明	
PG. Krian-Sidoarjo (II)	DS. Tambak Kemera	ブランタス川(The Brantas River)	Sal. Bilingo/K. B	砂糖製品処理用水	150	あり	不明	
PT. Asahimas Flat Glass (II)	Bringin	ブランタス川(The Brantas River)	Sal. Pelayaran	ガラス製品処理用水	10	あり	不明	
PT. Hadtken Leather	Jl. Driyorejo	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	皮革製品処理用水	2	なし	不明	
PT. Soda Indonesia (II)	Jl. Raya Waru 31	ブランタス川(The Brantas River)	Alvour Buntung	工用水	20	あり	不明	
PT. Ispatindo	Kedungturi	ブランタス川(The Brantas River)	APV. Buntung	製品処理用水	12	あり	不明	
PT. Pakerin (II)	Bangun	ブランタス川(The Brantas River)	Sal. Mangetan K	紙製品処理用水	20	なし	不明	
M. Anwar	Jl. Raya Taman	ブランタス川(The Brantas River)	ブランタス川	養魚	2	なし	不明	

出所：PJT

表4－4－7　ブランタス川水資源の登録ユーザー・リスト（その2）

取水者	取水地点	河川名	水路名	用途	取水量	許可	許可期間	備考
シドアルジョ(Sidoarjo)								
PT. Surya Indo Algas	Jl. Bongkaran	ブランタス川(The Brantas River)	Purboyo	冷却原料用水	40	なし	01-01-'94～31-12-'96	
PT. Siantar Toop	Jl. Tambaksawah	ブランタス川(The Brantas River)	Alvoer Buntung	不明	15	なし	不明	
PT. Adya Buana Persada	Lebani Suko	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	製品処理用水	10	あり	03-10-'95～02-10-'98	
Bintoro Agung PT	Jl. Raya Sidorejo	スラバヤ川(The Surabaya River)	Ters. Vak N	皮革製品処理用水	1	なし	不明	申請中
PPSAB Jawa Timur (Taman)	Jl. Raya Mengantl	スラバヤ川(The Surabaya River)	Sal. Pelayaran	飲料用水	200	なし	不明	申請中
Mega Surya Mas	Karang Empat Bes	スラバヤ川(The Surabaya River)	VoorK. Buntung	工業水	30	あり	不明	
PT. Multipack Langgui (Wings S)	Driyeso Gresik	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	製品処理用水	35	あり	03-10-'95～02-10-'98	
Pabrik Tahu Sidomarkmur	不明	ブニン川(The Bening River)	スラバヤ川	豆腐飲料用水	1	なし	不明	
Perus. Kecap Sama Jaya	不明	ブニン川(The Bening River)	スラバヤ川	工業水	2	なし	不明	
ワノクロモ(Wonokromo)								
PT.Petro Kimia Gresik	Jl. Jend. A Yani Gresik	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	製品処理用水	200	あり	01-08-'94～31-07-'98	
Peesh. Tahu Sido Makmur	Jl. Kedungcoreruk 4 Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	大豆原料用水	5	なし	01-08-'94～31-07-'97	
PT.Surabaya Agung Industri	Bongkaran No.63 Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	冷却用水&製品処理用水	200	あり	01-08-'94～31-07-'97	
PD. Aneka Pangan	Jl. Ngagel 165 Surabaya	マス川(The Mas River)	マス川	冷却用水	12	あり	01-04-'94～30-03-'97	
PT. Suparma	Jl. Prapanca 33 Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	製品処理用水	60	なし	01-08-'94～31-07-'97	
PT. Asia Victory Industri LT	Karangpilang BRT Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	セラミクス製品処理用水	41	あり	01-08-'94～31-07-'97	
PT. Jayabaya Raya	Jl. Fr. Supratma Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	石鹸原料用水	4	あり	01-08-'94～31-07-'97	
PT. Gawerejo Industries Ltd.	Jl. Mawar No.14 Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	繊維製品処理用水	3	あり	31-07-'94～30-07-'97	
PT. Iglas (Persero)	Jl. Ngagel 153 Surabaya	マス川(The Mas River)	マス川	冷却用水	50	あり	01-08-'94～31-07-'97	
Steel Pipe Industry (PT. Spin)	Pacarkeling 5 Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	冷却用水&製品処理用水	17	あり	01-08-'94～31-07-'97	
PDAM Ngagel Surabaya	Ngagel Surabay	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	飲料用水	2500	あり	31-07-'94～30-07-'97	
PT. Suryo Sosro Kencono	Jl. Klampis Anom Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	工業飲料用水	12	あり	01-04-'94～31-03-'97	
PDAM Karang Pilang Surabaya	Warugunung Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	飲料用水	100	あり	23-02-'96～22-02-'99	
Yani Golf Club	Jl. Gunungsari Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	ガラス製品処理用水	20	あり	01-04-'94～30-03-'97	
Kebun Binatang Surabaya	Jl. Stall No.1 Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	飲料用水	50	あり	01-08-'94～31-07-'97	
PT. Waru Gunung	Kel. Warugunung Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	工業水	1	あり	不明	
PT. Wonosari Jaya	Jl. Simojawar 130 Surabaya	マス川(The Mas River)	マス川	工業水	5	なし	不明	
PT. Madya Setia Kelapa Murni	Jl. Boganin 4 Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	製品処理用水	2	なし	不明	
Pabrik Tahu Budi Purnomo	Kel. Pagesangan Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	豆腐製品処理用水	11	あり	不明	
PT. Pangestu	Jl. Mastrip 21A Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	工業水	1	なし	不明	
PT. Kedawung Setia IND.	Kel. Warugunung Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	工業水	5	あり	不明	
PT. Jawa Jaya	Jl. Raya Krikilan Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	繊維製品処理用水	1	なし	不明	
PT. Jaya Readymix	Jl. Dupak Rukun 7 Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	コンクリート原料用水	1	なし	17-01-'95～16-01-'98	
PT. Smart Corporation (PT. MUR)	Raya Rungkut IND Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	洗剤原料用水	25	あり	11-07-'94～10-07-'97	
PDAM (Krikilan)	Jl. Raya Mengantl Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	飲料用水	35	あり	18-12-'95～17-12-'98	
CV. Sumd Jaya (砂糖業)	Jl. Karangpilang Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	原料用水	5	なし	不明	
PT. Pakabaya Chopstick	Pagesangan 32 Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	竹製品処理用水	3	なし	不明	
Pabrik Tahu Balim Jaya	Jl. Mastrip 10 B Surabaya		SBYJII(Sumur)	豆腐製品処理用水	4	あり	不明	
Pabrik Tahu Soponyono	Jl. Mastrip 189 Surabaya		SBYJII(Sumur)	製品処理用水	4	なし	不明	
PT. Grand Family View	Jl. Majen Sungko Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	ゴム、ラテックス製品処理用水	100	あり	17-01-'95～16-01-'98	
PT. Adni Baladika	Jl. Khairil Anwar Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	家庭用水	100	あり	19-07-'94～18-07-'97	
Cuci Mobil Bakat Mas	Jl. Gunungsari Surabaya	スラバヤ川(The Surabaya River)	スラバヤ川	洗浄用水	2	あり	不明	
Pabrik Tahu Sumber Kecono	Jl. Dinoyo Surabaya	マス川(The Mas River)	マス川	製品処理用水	5	あり	不明	
PPSAB Jatim (Kayun)	Jl. Raya Mengantl Surabaya	マス川(The Mas River)	マス川	原料用水	220	あり	不明	
Pabrik Tahu Legowo	Jl. Gn. Sari II/Surabaya	スラバヤ川(Surabaya River)	スラバヤ川	製品処理用水	5	あり	不明	
PT. Pakuwon Darma	Basuki Rachmad 2 Surabaya	スラバヤ川(Surabaya River)	スラバヤ川	工業水	70	あり	22-06-'94～21-06-'97	
PT. Binatang Apollo	Jl. Tambangan 12 Surabay	スラバヤ川(Surabaya River)	スラバヤ川	繊維製品処理用水	5	あり	22-06-'94～21-06-'97	
PDAM Ngagel Surabaya	Basuki Rachmad 1	スラバヤ川(Surabaya River)	スラバヤ川	飲料用水	1000	なし	31-07-'93～30-07-'97	
モジョアグン(Mojoagung)								
PT. Kimia Farma	DS Tombok - Kesa Mojokerto	ブランタス川(The Brantas River)	ブランタス川	製品処理用水	10	あり	01-04-'94～30-03-'97	
パレ(Pare)								
PD. Canda Birawa (S. Hartono)	Pang. Sudirman 1 Kediri	コンロ川(The Konto River)	Sal. Induk Seri	タービン	65	なし	不明	

出所：PJT

(2) 課題

ブランタス本川沿いにある他の市町村は、湧水及び井戸を水源として依存している。また、スラバヤ川の原水水質は、ここ数年更に悪化しつつある。特に、1982年及び1987年、深刻な渇水現象の発生で、スラバヤ市は深刻な水不足を経験していた。スラバヤ川は、河川維持流量の欠乏が原因で著しく汚染された。そのため、取水口での水質は、既存浄水場の浄化能力を超過していた。更に、今後の課題は、下記に挙げられる。

(a) スラバヤ都市用水需要の増加

1985年に、PDAMは家庭給水を通じて54万9千人、公共給水栓を通じて66万人等を含む推定全人口の52%に水道管水を供給した。売出された平均水量は、17万3,000㎥／日であり、全生産能力28万2,300㎥／日（3.26㎥／秒）の凡そ60%にあたる。

既存水消費は、家庭、工業・商業、慣習及びバラ供給（売り）等4部門に分けられる。1985年のPDAMによる消費済みの明細は、表4－4－8のとおりである。

表4－4－8　1985年のPDAMによる消費済みの明細

部　　門	上水接続数	平均消費（㎥／日）	比率（%）
1）家庭	88,300	96,035	55.6
2）工業・商業	13,063	31,265	18.1
3）慣習	3,635	34,770	20.1
4）バラ供給（売り）	43	10,630	6.2
合　計	105,041	172,720	100.0

出所：スラバヤ給水マスター・プラン・アップデート、DGCK、1988年

上記により、上水の家庭接続による1人当たり消費量が、凡そ175リトル／日であることが分かる。SMAにおける都市水需要は、PDAMによる計画された人口、サービス比率、単位消費量、給水地域及び無効水等を考慮し計画され、表4－4－9に要約される。

表4－4－9　SMAにおける都市用水需要量

項　　目	1990	1995	2000	2005	2010
1）人口（千人）	2,673	3,099	3,592	4,162	4,827
2）サービス人口（%）	75.0	81.3	87.5	93.8	100.0
－家庭接続（%）	34.4	44.6	54.7	64.9	75.0
－給水栓行商人（%）	40.6	36.7	32.8	28.9	25.0
3）非需要比率（%）	37.2	37.5	38.0	38.6	39.3
4）無効水比率（%）	35.0	28.0	23.8	21.4	20.0
5）スラバヤ合計需要（㎥／秒）	5.73	6.78	8.32	10.39	13.06
6）スラバヤ以外他の需要（㎥／秒）	0.96	1.34	2.09	2.75	3.48
5）と6）の合計（㎥／秒）	6.70	8.12	10.41	13.14	16.54

出所：スラバヤ給水マスター・プラン・アップデート、DGCK、1988年

因みに、マドゥラ島（Madura Island）－スラバヤ連絡橋建設プロジェクトに関連して、マドゥラ島の西部が新工業及び商業中心地として明らかになり、そこへの水輸送を強調するスキームが存在している。上記を考慮し、工業発展が現行のPDAM給水システムに、多量の水需要増加を招くことは明らかであり、水需要が近い将来更に加速されるであろう。

更に、今回の現地踏査では、新レンコン堰の上流右岸側に、新たに取水工、沈砂池及びポンプ機場等進捗中である工事が見受けられた。これは、モジョクルト市（Mojokerto City）20万人への160～200リトル／秒の給水改善・拡張計画である。しかしながら、乾季におけるブランタス川の水資源も限られており、本計画への給水余裕は検討を要すると考えられる。

(b) 都市化

都市化は、下記の幾つかの問題を、引き起こすかも知れない。特に、下水システムが提供されなければ、環境的観点から家庭雑排水の増加によって、より多くの河川維持流量を必要とするであろう。

－家庭水需要の増加；

－家庭雑排水の流出物の汚濁負荷の増加；及び

－土地利用変化のため、洪水流出係数の増加。

4－4－4　工業用水

(1) 現況

1988年給水に関する東ジャワ州水資源マスター・プラン本格調査は、PDAMより供給される工業用水を除く許可工業用水量を報告しているが、その純消費量は表4－4－10のとおりである。

表4－4－10　SMAにおける都市水需要

取水場所	許可取水量（㎥／秒）	実際取水量（㎥／秒）	還元水量（㎥／秒）	純消費量（㎥／秒）
スラバヤ川	2.021	1.780	0.945	0.835
デルタ用水路	1.916	1.600	1.320	0.280
ブランタス川	0.675	0.335	0.270	0.065
合　計	4.612	3.715	2.535	1.180

出所：PDAM

(2) 課題

工業化の進展と、スラバヤを中心としたブランタス川流域の人口増加で、水需要が急激に増加しており、1995年では、給水が12㎥／秒に対して水需要が20㎥／秒という深刻な水不足に直面している。従って、新規水資源開発計画の策定が必要になっている。

4－4－5　河川維持流量

(1) 現況

(a) 流量とNH_3濃度間の関係

スラバヤ川にあるグヌンサリ・ダム（Gunungsari Dam）のNH_3濃度は、ブランタス川のジャベン（Jabon）測水所で40㎥／秒及びスラバヤ川に流入されるムリリプ・ゲート（Mlirip Gate）下流側で15㎥／秒以下である場合には、明確に増加している。

(b) 流量とBOD濃度間の関係

乾季における平均BOD濃度は、スラバヤ川及びブランタス川の流量が夫々13㎥／秒及び41㎥／秒である下に、ペルニン（Perning）測水所及びグヌンサリ・ダムでは夫々6.1ppm及び2.5ppmとして確認され、表4－4－11に列挙される。

表4－4－11　流量とBOD濃度間の関係

項　　目	BOD (ppm)		流量 (m³／秒)	
月　　別	ペルニン測水所	グヌンサリ・ダム	ムリリプ・ゲート	ジャボン測水所
7月	15.9	1.8	11.1	49.5
	17.4	3.7	11.1	49.5
8月	7.4	7.1	13.8	43.8
	1.9	2.0	13.8	43.8
9月	1.5	1.0	14.0	35.8
	1.1	1.8	14.0	35.8
10月	2.1	1.0	11.3	34.7
	1.4	1.8	11.3	34.7
平　　均	6.1	25	12.6	41.0

出所：Hasilモニターリングン、スラバヤのDGCK、1982年

1988年給水に関する東ジャワ州水道マスター・プラン本格調査は、スラバヤ川において1982年から1985年までの直接平均月別流入の水収支から、最小流量比率を研究しており、表4－4－12に要約される。当該本格調査では、海に流入するグヌンサリ・ダム下流側残留流量は、4.3m³／秒であるが、これをスラバヤ川への希釈のための河川維持最小流量と結論した。結論として、上記調査における清流用水は、表4－4－13のように要約される。

表4－4－12　スラバヤ川取水量

項　　目	グヌンサリ・ダム上流 ペルニン取水工	グヌンサリ・ダム下流
(1) 有効流量	17.1	9.9
(2) 水需要	7.2	5.6
－　家庭	0.0	3.3
－　工業	0.7	0.4
－　灌漑	1.5	1.5
－　損失	0.2	0.4
－　その他	4.8	0.0
(3) 残留流量［(1) － (2)］	9.9	4.3

出所：給水に関する東ジャワ州水資源マスター・プラン、1988年

表4－4－13　スラバヤ川最小流量

調　査　名	ムリリプ・ゲート（㎥／秒）	河口（㎥／秒）
ウィダス洪水制御・排水計画調査、1985年	15*	
給水に関する東ジャワ州水資源マスター・プラン、1988年	(17.1)	4.3

註：*は該河川流量に下流側の灌漑、家庭及び工業用水等への給水を含む。

(2) 課題

スラバヤ川は、都市生活雑排水及び工業廃水、並びに特に乾季において、自浄能力水準以下である継続的な取水の増加等により、汚染されてきた。結果として、その水質は飲料水の原水標準以下までに、悪化されてきた。

河川維持流量として、乾季における河川流量の最小値は、衛生・環境状態を考慮し供給されるべきである。しかしながら、1985年JICA本格調査で収集した上記(1)節の水質データに基づくスラバヤ川での許容水準である水質を維持するため、ムリリプ・ゲートに最小用水量15㎥／秒が提案されているにも拘らず、河川維持流量は未だ認可されていない。

4－4－6　漁業用水

漁業用水供給は現在は、水配分に公認されていない。東部ジャワ州漁業局（DPERIKAN）は、半塩水（汽水）養殖の強化を重要視されているブランタス・デルタ（Delta Brantas）地域の漁業を発展させるプログラムを計画した。また第5次国家5ヶ年計画の下に、地方漁業開発活動の1つとして、流域にある淡水魚養殖を計画してきた。

4－4－6－1　半塩水々産養殖

(1) 現況

半塩水養魚池の投資調査は、1989年にDPERIKANより行われた。ブランタスデルタ地域の半塩水養殖では、実際養殖面積は8,040haであり、1982年の14,410haから減少しているが、表4－4－14のとおりである。

表4－4－14　ブランタス・デルタ地域半塩水々産養殖の実際生産高

項　目	養魚池実際生産高			
河　川　流　域	(ha)	(%)	(トン)	(%)
(1) ブランタス川流域	8,043	17.7	17,605	32.6
〃　シドアルジョ (Sidoarjo)	7,043	15.5	16,605	30.7
〃　パスルアン (Pasuruan)	1,000	2.2	1,000	2.6
(2) 他の河川流域	37,325	82.3	36,360	67.4
合　計	45,638	100.0	53,965	100.0

出所：Dinas Perikanan Daerah, Java Timur, 1989年

半塩水養魚池面積は、可能潮汐灌漑地域内の限定地域に位置し、また殆ど全ての可能地域は、既に養魚池に占拠されている。養殖面積の減少が進んでいるが、これはSMAにおける現行都市開発にその原因がある。

半塩水養殖に対する淡水用水量は、インドネシア漁業輸出組合より1984年のブランタス・デルタ地域のシドアルジョ（Sidoarjo）地域にある11,150haに対して、13.54㎥／秒と推定された。なお、水制限のために半塩水養殖の給水、デルタ灌漑地域の還元水、ポロン用水路（Porong Canal）及びマンネタン用水路（Mangetan Canal）等の余剰用水に依存している。

1982年の養殖慣習と同じ条件で、該地域の80％がミルク・フィッシュとして利用されると仮定すれば、乾季における淡水用水量は、暫定的に約14.6㎥／秒と推定される。1985年から1990年までの乾季において、ポロン及びマンネタン両用水路を通じて、ブランタス川からのデルタ地域における月別灌漑用水は、表４－４－15に要約される。

表４－４－15　ポロン及びマンネタン両用水路における月別灌漑用水

（単位：㎥／秒）

月　別	1985	1986	1987	1988	1989	1990	平均値
6　月	47.3	43.4	43.1	45.1	43.2	48.0	45.0
7　月	46.5	43.3	40.5	32.9	51.1	41.9	42.7
8　月	44.1	40.3	17.2	29.6	41.5	30.8	33.9
9　月	34.1	35.3	11.3	23.4	30.1	32.9	27.9
10　月	32.4	31.9	11.3	30.7	21.5	27.9	26.0
11　月	41.4	35.6	15.4	44.1	33.2	34.6	34.1
平均値							34.9

出所：EJIS

(2) 課題

還元水流量比率が、20％であると仮定されれば、養魚平均有効水量は、約７㎥／秒と推定される。この流量は、EJISとDPERIKANとの間に確認された用水量に基づき、暫定的に推定された現行の淡水用水量14.6㎥／秒の半分しか満足しない。特に、流域の水需要から見ると、半塩水養殖漁業の開発に配分できる乾季流量はない。

現に、半塩水々産養殖のため、追加的な水を配分する余地はないのであろう。この意味では、半塩水々産養殖の強化は、灌漑地域の還元水による現行の水有効利用条件の下で管理されるべきである。

４－４－６－２　淡水魚養殖

淡水養魚池の面積約370haは、東部ジャワ州漁業局（DPERIKAN）に登録されている。それら

淡水養殖の取水ライセンスは、下記のように発行されてきた。

i）発行済みライセンス　：　27件

ii）許可面積　：　30.5ha

iii）合計許可利水

ブランタス川　：　—

灌漑用水路　：　10.2リトル／秒

他の水源　：　50.0リトル／秒

4－4－7　その他

(1) 生活用水

今回の現地踏査では、川沿い及び灌漑用水路には、下記のような生活に密着した風景が見受けられたが、衛生上の観点から改善する必要も考えられる。

— 洗濯

— 沐浴

— 排泄

(2) レクリエーション（親水）

今回の現地踏査では、貯水池、川沿い及び橋梁から魚釣りの風景が見受けられた。PJTは、下記に示すレクリエーション利用により、運営資本への収入として、ダム周辺や川沿い等を更に有効に開発したい意向がある。

— 水泳

— スポーツ

— 魚釣り

— キャンプ

(3) 舟運

今回の現地踏査では、川や用水路により分断された住民達は、交通手段として渡し船を利用する風景が随所に見受けられた。

— 渡し船（車の積載を除く）

— エンジン付きボート（漁業用5人乗り）

(4) 地下水

地下水は、鉱業及びエネルギー省（Ministry fo Mines & Energy）が所管している。ブランタス川流域における水収支の把握には、地下水の情報資料が不可欠であり、本格調査では同省の協力が必要となる。なお、今回の現地踏査では、下記に示す項目を対象として実施した。

— ブランタス中流

今回の現地踏査には、ポンプを用いる地下水灌漑（トウモロコシ畑及び水田）が国道沿

い［ナンジュク町（Nganjuk）～モジョクルト市］に見受けられた。

- SMA

洗濯、沐浴等生活雑用水（飲用、調理を除外）

- 地下水ポテンシャル

ゾーン区分による地下水ポテンシャルより見て、1.4～6.124㎥／日の採掘が可能である。

4－4－8　低水流量管理

(1) 現況

ブランタス川水を制御・管理するため、PJT（註：PJT設立以前ではBTS）は、低水流量管理を行ってきた。主要な作業は、下記のとおりである。

(a) 放水プランの作成と調整委員会の認可

全ブランタス流域に関する水利用は、PJT、BTS、東部ジャワ州立公共事業局（DPU）並びにPLN、PDAM、東部ジャワ州立工業局（DPRIND）及びEJIS等他の水利用者らの間に組織された調整委員会（Coordination Committee）を通じて決定されている。該委員会は、下記の方法で、乾季の初め6月及び雨季の初め11月に、定期的に開催されている。

－PJTは、最近の貯水池流入量記録に基づき、50%信頼度（平水年流量）を有する旬（10日）ベースにおける既存貯水池で来る6ヶ月間に対して、貯水池流入量を予測する。

－PJTは、全既存貯水池の現行の管理ルールに基づき、旬ベースの貯水池放水プランを、調整委員会へ提出する。

－調整委員会は、該放水プランに基づき、水利用者への給水量を決定する。

(b) 流量調整施設の管理

全流量管理施設は、PJTよりの管理命令及びマニュアルに従い管理されている。貯水池及び取水工からの実際放水は、実際流量状況に従って、下記の基準により行われている。

－乾季における実際貯水池流入量が、平水年に対し予測と等しく或はそれ以上であれば、貯水池管理は放水プランにより実施される。

渇水年であり且つ実際貯水池流入量が小さければ、追加的な放水及び水配分の調節（調整）が、調整委員会で討議される。

深刻な渇水であれば、灌漑用水取水工に制限条件は掛けられる。しかしながら、この場合には、全灌漑取水施設は、EJISにより管理される。

(2) 課題

深刻な渇水年であった1982年及び1987年の経験によれば、低水流量管理は、一般に良く行われてきた。しかしながら、調整委員会は、現に制度上支持なしであり、関係省庁・公社間の相互の同意に依存する役割と立場に限定されている。

4－4－9　構造物の管理

(1) ダム・貯水池管理

ウリンギ（Wlingi）及びブニン（Bening）両貯水池を除く全ての貯水池は、これらの竣工以来の管理規則によると一般的によく管理されていた。ブニン貯水池への流入量が不足しているために、ブニン水力発電所の運営は、タービン翼の更新完了にも拘らず、1988年以来中止されたままである。しかしながら、灌漑地域への給水は、制限された状況の下に実施されてきた。

既存ダムの維持、特にフィル・タイプ・ダムの安全のために、幾つかの技術的なモニターリング工事が、竣工以来実施されてきた。なお、各ダムにおいて、漏水、空隙圧及び沈殿での異常な観測状態は、今迄見られていない。

(2) ゲート操作

洪水時貯水池から余った水を放流し、且つ発電及び灌漑用水供給に対する設計水位を保持するため、全てのプロジェクトの洪水吐ゲート及びスルース・ゲートは、PJT及び東部ジャワ州公共事業局（DPU）の共同管理の下に、能率的に操作管理されている。特に、新レンコン堰、ムリリプ・ゲート及びグヌンサリ・ダムのゲート管理は、灌漑面積の用水量に従って良く管理されている。

(3) 土木構造物

土木構造物の顕著な損害は、ウリンギ・ダムの洪水吐エプロンの侵食及びロドヨ・ダム（Lodoyo Dam）下流の河床洗掘を除いて、発見されていない。構造物は、毎年定期検査の下に良く維持されている。侵食された洪水吐エプロン及び河床保護工は、まもなくOECFの円借款によるプランタス・リハビリテーション・プロジェクトの下で、実施されることが予定されている。

(4) 電力機械工事

全電力機械設備は、日常運転によって、良く維持管理されている。他方、補修作業は、毎年定期的な検査による情報に基づいてより実施されている。これらの検査、特に緊急時（例えば洪水の場合）においては、重要な役割及び機能を持つゲート、ホイスト・シール、コントロール・キャビネット、ゲート・シャフト等に集中する。緊急時ゲートの操作に用いられるスタンド・バイ（予備）発電機は、週2回の稼働操作によりテストされており、各堰毎に良く維持管理されている。