

全体実施計画

SECTOR	PROJECT	'85	'86	'87	'88	'89	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	
IRRIGATION & AGRICULTURE	AI- 1 Naru-Turi	_____																
	AI- 2 East Java I. Rehabil	_____																
	AI- 3 Lodayo-Tulungagung	_____																
	AI- 4 P2AT. Kediri-Nganjuk	_____																
	AI- 5 East Java Groundwater	_____																
	AI- 6 Mrican Barqage	_____																
	AI- 7 Paper-Petegongan	_____																
	AI- 8 Wonorejo	_____																
	AI- 9 Tugu	_____																
	AI-10 Widas Extension	_____																
	AI-11 Beng	_____																
	AI-12 Lesti-Left	_____																
	AI-13 Cottan-Lasari	_____																
DOMESTIC & INDUSTRIAL WATER	MW- 1 Push Back from Ngrowo River Basin	_____																
	MW- 2 Karangpilang Treatment Works Stage 1	_____																
	MW- 3 Karangpilang Treatment Works Stage 2	_____																
	MW- 4 Umbulen Spring Development	_____																
	MW- 5 Urban	_____																
	MW- 6 SMA	_____																
	MW- 7 Rural	_____																
FLOOD CONTROL	FC- 1 Middle Reach River Improvement	_____																
	FC- 2 Tulungagung Drainage	_____																
	FC- 3 K. Surabaya (Stage 2)	_____																
	FC- 4 Widas Flood Control & Drainage	_____																
	FC- 5 Lodayo Diversion Scheme	_____																
WATERSHED MANAGEMENT	WS- 1 G. Kelud	_____																
	WS- 2 Upstream of K. Brantas	_____																
	WS- 3 Reforestation (K. Brantas/ K. Konto/K. Ngrowo)	_____																
HYDRO-ELECTRIC POWER	EP- 1 Sungguruh	_____																
	EP- 2 Lesti III	_____																
	EP- 3 South Tulungagung	_____																
	EP- 4 Wonorejo	_____																
	EP- 5 Tugu	_____																
	EP- 6 Beng	_____																
	EP- 7 K. Konto II	_____																
	EP- 8 Genteng I	_____																
	EP- 9 Lumbang Sari	_____																
	EP-10 Kepanjeng	_____																
DAM DEVELOPMENT	MP- 1 Wonorejo Dam	_____																
	MP- 2 Tugu Dam	_____																
	MP- 3 Kedungwarak Dam	_____																
	MP- 4 Beng	_____																
	MP- 5 K. Konto II	_____																
	MP- 6 Genteng I	_____																
AQUA-CULTURE	AQ- 1 Brackish Water Fish Pond (Stage 1)	_____																
WATER MANAGEMENT SYSTEM	WM- 1 Flood Forecasting System	_____																
	WM- 2 Water Management System Stage 1	_____																
	WM- 3 Water Management System Stage 2	_____																
	WM- 4 Water Management System Stage 3	_____																

最終報告書
ウィダス川流域開発計画調査
第1次調査

目 次

	頁
序 文	
伝 達 状	
要 約	
目 次	
添 付 表	
添 付 図	
略 語 表	
別 冊	
1. 序 章	1. 1
1.1 典拠	1. 1
1.2 プロジェクトの背景	1. 1
1.3 技術援助	1. 2
1.4 第1次調査	1. 2
1.5 謝 辞	1. 3
2. 調査対象地域の現況	2. 1
2.1 概 要	2. 1
2.2 自然条件	2. 1
2.3 社会経済状況	2. 3
2.4 行政機構と機関	2. 9
2.5 流域における水資源開発	2. 10

3. 部門別計画	3. 1
3. 1 序 論	3. 1
3. 2 水文解析	3. 2. 1
3. 2. 1 序 論	3. 2. 1
3. 2. 2 水文資料	3. 2. 1
3. 2. 3 低水解析	3. 2. 3
3. 2. 4 高水解析	3. 2. 6
3. 2. 5 水 質	3. 2. 10
3. 3 農業及び灌漑	3. 3. 1
3. 3. 1 序 論	3. 3. 1
3. 3. 2 農業現況	3. 3. 1
3. 3. 3 灌漑現況	3. 3. 4
3. 3. 4 農業及び灌漑開発の基本方針	3. 3. 5
3. 3. 5 灌漑計画の立案	3. 3. 6
3. 3. 6 開発優先順位	3. 3. 12
3. 3. 7 灌漑用水量	3. 3. 13
3. 4 家庭・工業用水	3. 4. 1
3. 4. 1 序 論	3. 4. 1
3. 4. 2 水供給の現況	3. 4. 1
3. 4. 3 実施中及び計画水供給プロジェクト	3. 4. 4
3. 4. 4 将来の水需要	3. 4. 5
3. 5 洪水防御計画	3. 5. 1
3. 5. 1 序 論	3. 5. 1
3. 5. 2 現況及び問題点	3. 5. 1
3. 5. 3 想定洪水被害	3. 5. 9
3. 5. 4 実施中及び将来洪水防御プロジェクト	3. 5. 14
3. 5. 5 洪水防御計画	3. 5. 18
3. 6 流域管理	3. 6. 1
3. 6. 1 序 論	3. 6. 1

3.6.2	流域管理上の問題地区	3.6.1
3.6.3	ブランクス河上流及びレスティ川地域	3.6.3
3.6.4	クルド山地区	3.6.9
3.6.5	コント川上流	3.6.17
3.7	発電計画	3.7.1
3.7.1	序 論	3.7.1
3.7.2	現況電力事情	3.7.1
3.7.3	開発の必要性	3.7.3
3.7.4	計画策定	3.7.6
3.7.5	評 価	3.7.8
3.7.6	水力発電開発調査の結果	3.7.9
3.8	ダム開発	3.8.1
3.8.1	序 論	3.8.1
3.8.2	既存ダム及び貯水池	3.8.1
3.8.3	ダム開発計画の策定	3.8.9
3.8.4	ウィダス河流域開発計画	3.8.22
3.9	養漁計画	3.9.1
3.9.1	序 論	3.9.1
3.9.2	政府の基本方針	3.9.1
3.9.3	現 況	3.9.1
3.9.4	開発計画	3.9.3
3.9.5	インドネシア人の漁業専門家による調査報告書についての見直し	3.9.4
3.10	水配分計画	3.10.1
3.10.1	序 論	3.10.1
3.10.2	現況及び将来の利用可能水量	3.10.1
3.10.3	現況の利水及び将来の水需要	3.10.5
3.10.4	水収支	3.10.10
3.10.5	水配分	3.10.11
3.11	水管理システム	3.11.1

3.11.1	序 論	3.11.1
3.11.2	既存水管理システム	3.11.1
3.11.3	実施下にあるプロジェクト	3.11.3
3.11.4	統合水管理システム	3.11.3
3.12	環境評価	3.12.1
3.12.1	序 論	3.12.1
3.12.2	現況環境問題	3.12.1
4.	マスター・プラン	4.1.1
4.1	部門別調査の結果	4.1.1
4.2	優先度の検討	4.2.1
4.3	実施計画	4.3.1
4.4	資金計画	4.4.1
4.5	マスタープランの行動計画	4.5.1

添 付 表

	頁
1.1 作業監理委員、調査団、カウターパートの名簿リスト	T - 1
2.3.1 国民総生産、投資（1983/84 - 1988/89）	T - 2
2.3.2 政府開発予算の部門別内訳	T - 3
2.3.3 農業部門の成長率	T - 4
2.3.4 東部ジャワでの職業別人口	T - 5
2.3.5 東部ジャワにおける就学率	T - 6
2.3.6 東部ジャワにおける部門別GROP	T - 6
2.3.7 東部ジャワでの農業生産	T - 7
2.3.8 東部ジャワにおける製造業の経済指数	T - 8
2.3.9 東部ジャワの輸出入	T - 9
2.3.10 東部ジャワの予算一覧	T - 10
2.3.11 東部ジャワでの農業生産見込み（1984 - 1988）	T - 11
2.3.12 東部ジャワGROPに対する製造業部門の寄与率（1984 - 1989）	T - 11
2.3.13 1961, 1971, 1980年における県及び市毎の人口	T - 12
2.3.14 県及び市における都市、農村毎の人口（1980）	T - 13
2.3.15 年齢別人口（1980）	T - 14
2.3.16 部門別就業人口の割合	T - 15
2.3.17 部門別就業人口の推定値	T - 16
2.3.18 人口移動（1982 - 83）	T - 17
2.3.19 ブランタス流域内の県別土地利用	T - 18
2.3.20 ブランタス流域内の県及び市におけるGROP, 人口, 1人当りのGROP	T - 19
2.3.21 ブランタス流域内における農業生産	T - 20
2.3.22 ブランタス流域内の家畜数	T - 22
2.3.23 林業に関するデータ	T - 23
2.3.24 養漁生産	T - 24

2.3.25	ブランクス流域内での製造業部門の工場数及び雇用数	T - 25
2.3.26	ブランクス流域内の種類別建物数	T - 26
2.3.27	県及び市別の家屋床面積の分布	T - 27
2.3.28	県及び市別の都市、農村における使用燃料	T - 27
2.3.29	県及び市別の都市、農村における飲料水の水源	T - 28
3.2.1	洪水解析のために選定した雨量観測所	T - 29
3.2.2	自然流量の計算	T - 30
3.2.3	タンクモデル係数	T - 31
3.2.4	タンクモデル係数の適用	T - 32
3.2.5	推定流量	T - 33
3.2.6	支川を含む純粋消費量の推定値	T - 34
3.2.7	タンクモデルによって調整された流量推定値	T - 35
3.2.8	ムリリップでの流量帰属とブルニンでの流量記録との差	T - 36
3.2.9	ジャボン-ブルニンにおける利用可能水量	T - 37
3.2.10	ジャボン-ブルニンにおける利用可能水量(乾季・雨季別)	T - 38
3.2.11	1日、3日確率雨量	T - 39
3.2.12	流域貯留関数	T - 40
3.2.13	河道貯留関数	T - 41
3.2.14	現況ブランクス河にける50年確率洪水ピーク流量	T - 42
3.2.15	現況ウイダス川における25年確率洪水ピーク流量	T - 43
3.2.16	スラバヤ川における流量及びB.O.D値	T - 44
3.3.1	月間平均雨量	T - 45
3.3.2	ブランクス流域内の土地利用可能容量による分類	T - 46
3.3.3	かんがい水田面積の歴史的変化	T - 46
3.3.4	将来かんがい計画の便益及び内部収益率	T - 47
3.3.5	計画中のプロジェクトに関する便益及び内部収益率	T - 47
3.3.6	取水口流量と必要水量の比較	T - 48
3.3.7	ブランクス河から供給されるかんがい地区での水需要	T - 50
3.4.1	スラバヤ水道局の供給量及び受益者数	T - 51

3.4.2	スラバヤ水道局の分類別水供給量	T - 51
3.4.3	BNA及びIKKプロジェクトが成りたつ基準	T - 52
3.4.4	BNA及びIKKプロジェクトの推定建設費	T - 53
3.4.5	インドネシア全国人口推定	T - 54
3.4.6	推定人口成長率	T - 55
3.4.7	調査地域の人口推定	T - 56
3.4.8	1人当りの水消費量の国際比較	T - 57
3.4.9	月間支出額別の世帯数	T - 58
3.4.10	水需要	T - 59
3.5.1	浸水地区における推定水深	T - 60
3.5.2	土地利用及び行政区別のメッシュ数	T - 61
3.5.3	行政区別の建物数及びその種類	T - 61
3.5.4	被害率	T - 62
3.5.5	水深及び確率洪水別の浸水面積	T - 63
3.5.6	確率洪水別の洪水被害額	T - 64
3.5.7	年平均洪水被害	T - 64
3.5.8	インドネシア主要河川での計画洪水及びその規模	T - 65
3.5.9	プランタス河における確率洪水ピーク流量	T - 66
3.5.10	ウィダス川における25年確率洪水ピーク流量	T - 67
3.5.11	建設費の比較	T - 68
3.5.12	現在価値及び内部収益率	T - 68
3.5.13	計画案のプロジェクト費用	T - 69
3.5.14	クンチールダムが存在する場合としない場合の建設費	T - 70
3.5.15	計画案のプロジェクト費用	T - 70
3.6.1	計画砂防ダム及びシングルダム流域にあるレスティⅢダムの堆砂量	T - 71
3.6.2	砂防ダムの推定建設費	T - 72
3.6.3	クルド山の流域面積	T - 73
3.6.4	火山溶岩物が堆積する地区での河床こう配	T - 73
3.6.5	同上地区での平均月間降雨量	T - 74

3.6.6	主要5河川に及ぼす火山崩壊物の量	T-74
3.6.7	火山溶岩物が堆積する地区での生産土砂量と流出土砂量の比較	T-75
3.6.8	15年間に亘る生産土砂量と流出土砂量の比較	T-75
3.6.9	残存堆砂容量及び調節可能容量	T-76
3.6.10	コント川流域上流での平均月間雨量	T-77
3.7.1	東部及び全ジャワ島における売電量と発電・電力量	T-78
3.7.2	過去の電力需要推移とその将来予測	T-79
3.8.1	カラクテス水力発電所での発生一次電力と二次電力量の比較	T-80
3.8.2	1982年での運転方式による乾季流出流量比較	T-80
3.8.3	カラクテス及びラホール貯水池への流入量予測回帰式	T-81
3.8.4	既存ダムの余水ばき容量の検討	T-82
3.8.5	将来ダムプロジェクトの概要	T-83
3.8.6	水の単位価値	T-85
3.8.7	プロジェクトの便益及び内部収益率	T-86
3.8.8	ウィグス流域開発代替案の概要	T-88
3.10.1	ジャボン-プルニンでの利用可能水量	T-89
3.10.2	グロオ川流域からの還元水量	T-90
3.10.3	プランタス河流域かんがい面積の変化	T-91
3.10.4	かんがい用水需要	T-92
3.10.5	将来水需要	T-93
3.10.6	将来水需要に対して不足する水量	T-98
3.10.7	ジャボン-プルニンでの水収支	T-99
3.12.1	インパクトマトリックス (RRM)	T-101
4.1	資金運用計画	T-105
4.2	代替資金運用計画	T-107

3.3.3	ブランクス河流域内現況作付形態	F - 27
3.3.4	低作付率地区の分布	F - 28
3.3.5	ブランクス河流域のかんがい地区	F - 29
3.3.6	かんがい網図	F - 30
3.3.7	実施中および将来かんがいプロジェクト位置図	F - 31
3.3.8	ウィダス拡張地区の一般計画図	F - 32
3.3.9	ベンかんがい地区の一般計画図	F - 33
3.3.10	ゴタン-ロザリかんがい地区の一般計画図	F - 34
3.3.11	レスティ左岸かんがい地区の一般計画図	F - 35
3.3.12	ウィダス南拡張区の一一般計画図	F - 37
3.3.13	計画作付体系	F - 38
3.4.1	既設ガゲル浄水場及び計画カランピラン浄水場位置図	F - 40
3.4.2	BNA及びIKKプロジェクトの位置図	F - 41
3.4.3	インドネシアの出生及び死亡率	F - 42
3.4.4	1人当り生活用水需要	F - 43
3.5.1	ウィダス川水系図	F - 44
3.5.2	ウィダス川流域内既存河川構造物位置図	F - 45
3.5.3	ポロン川及びブランクス河における既存河川構造物位置図	F - 46
3.5.4	ブランクス河の河床変動	F - 47
3.5.5	ブランクス河流砂量	F - 48
3.5.6	推定氾濫地区	F - 50
3.5.7	確率洪水による想定氾濫地区	F - 51
3.5.8	既完洪水防御プロジェクトの位置図	F - 53
3.5.9	実施中及び計画中の洪水防御プロジェクト位置図	F - 53
3.5.10	インドネシア河川の比流量と流域面積の関係	F - 53
3.5.11	比較検討の為の代替案	F - 54
3.5.12	ウィダス川流域の遊水池案	F - 56
3.5.13	洪水放水路の計画概要	F - 77
3.5.14	計画案1に対する確率洪水波形(ケース 1-1)	F - 58

3. 5. 15	計画案 2 に対する確率洪水波形 (ケース 1 - 1)	F - 59
3. 5. 16	計画案 1 に対するウィダス川での 25 年確率洪水波形 (遊水池なしの場合)	F - 60
3. 5. 17	代替案に対する洪水流量配分 (計画案 1)	F - 61
3. 5. 18	代替案に対する洪水流量配分 (計画案 2)	F - 62
3. 5. 19	選定計画案の洪水流量配分	F - 63
3. 5. 20	ウィダス川流域の一般位置図	F - 64
3. 5. 21	クンチール洪水防御ダムの代替案	F - 65
3. 5. 22	クンチール洪水防御ダムの為の洪水流量配分 (25 年確率洪水)	F - 65
3. 5. 23	ウィダス川洪水防御計画暫定基本代替案	F - 66
3. 6. 1	ブランタス河流域内浸蝕可能地域	F - 67
3. 6. 2	レスティ川流域内の浸蝕可能地域	F - 68
3. 6. 3	計画砂防ダムの位置図	F - 69
3. 6. 4	ブランタス河上流域の河川縦断図	F - 70
3. 6. 5	ブランタス河の河床変動	F - 72
3. 6. 6	クルド火山爆発物の分布	F - 73
3. 6. 7	クルド火山周辺流域図	F - 74
3. 6. 8	15 年間の計画土砂配分	F - 75
3. 6. 9	クルドプロジェクトによる噴出物分布計画	F - 76
3. 6. 10	15 年間の計画土砂配分	F - 77
3. 6. 11	災害防御施設の一般位置図	F - 78
3. 6. 12	コント川上流域の土地浸蝕性図	F - 79
3. 6. 13	コント川上流域での浸蝕防止対象試験地区位置図	F - 80
3. 7. 1	東部ジャワ送電網	F - 81
3. 7. 2	東部ジャワの日負荷曲線	F - 82
3. 7. 3	東部ジャワの過去の日負荷曲線	F - 83
3. 7. 4	東部ジャワ、インドネシア電力公社 (P L N) の組織図	F - 84
3. 7. 5	東部ジャワ及び全ジャワ島における過去の電力需要とその予測	F - 85
3. 7. 6	全ジャワ島における送電網拡充計画	F - 86

3.8.1	カランカテス・ダムの推定貯水容量曲線	F - 87
3.8.2	貯水池水位計画（カランカテスダム）	F - 88
3.8.3	ダムプロジェクトの位置図	F - 89
3.8.4	ゲンテンIプロジェクトの計画一般図	F - 90
3.8.5	ゲンテンIプロジェクトのダム平面図	F - 91
3.8.6	ゲンテンIプロジェクトの主要構造物	F - 92
3.8.7	コントIIプロジェクトの計画一般図	F - 93
3.8.8	コントIIプロジェクトのダム平面図	F - 94
3.8.9	コントIIプロジェクトのダムと余水ばき	F - 95
3.8.10	ババダンプロジェクトの計画一般図	F - 96
3.8.11	ババダンプロジェクトの主要構造物	F - 97
3.8.12	クンチール・プロジェクトの位置図	F - 98
3.8.13	クンチール・プロジェクトのダム平面図	F - 99
3.8.14	クンチール・プロジェクトの主要構造物	F - 100
3.8.15	スマントック・プロジェクトの位置図	F - 101
3.8.16	スマントック・プロジェクトのダム平面図	F - 102
3.8.17	スマントック・プロジェクトの主要構造物	F - 103
3.8.18	クドゥンワラック・プロジェクトの位置図	F - 104
3.8.19	クドゥンワラック・プロジェクトのダム平面図	F - 105
3.8.20	クドゥンワラック・プロジェクトの主要構造物	F - 106
3.8.21	ベン・プロジェクトの位置図	F - 107
3.8.22	ベン・プロジェクトのダム平面図	F - 108
3.8.23	ベン・プロジェクトの主要構造物	F - 109
3.8.24	ルンバンサリ・プロジェクト位置図	F - 110
3.8.25	ルンバンサリ・プロジェクトのダム平面図	F - 111
3.8.26	ルンバンサリ・プロジェクトの主要構造物	F - 112
3.8.27	クバンジェン・プロジェクトの位置図	F - 113
3.8.28	クバンジェン・プロジェクトのダム平面図	F - 114
3.8.29	クバンジェン・プロジェクトの主要構造物	F - 115

3.8.30	クドゥンワラック・ダムの建設費と有効貯水容量の関係	F - 116
3.8.31	スマントック・ダムの建設費と有効貯水容量の関係	F - 117
3.8.32	クンチール・ダムの建設費と有効貯水容量の関係	F - 118
3.10.1	ジャボン-ブルニンでの利用可能河川の流況曲線	F - 119
3.10.2	ジャボン-ブルニンでの流量と相当仮想貯水容量の関係	F - 120
3.10.3	乾季における将来の水需要	F - 121
3.10.4	将来水収支	F - 122
3.10.5	優先度を考慮した将来水収支	F - 123
3.11.1	既存無線通信網	F - 124
3.11.2	洪水警報組織	F - 125
3.11.3	ブランタス川中河域河川改修プロジェクトで計画されている 洪水予警報計画	F - 126
3.11.4	提案する総合水管理システム	F - 127
3.11.5	マラン市に予定される水管理のためのコンピュータ・システム	F - 128
3.11.6	概略システム系統図	F - 129
3.11.7	水管理の組織図	F - 130
3.11.8	低水管理の為のフロー・チャート	F - 131
3.12.1	環境調査のフロー・チャート	F - 132
3.12.2	スラバヤ地区工場の位置および取水地点位置図	F - 133
4.1	全体実施計画	F - 134

1. 序 章

1.1 典 拠

ウィダス川流域開発計画調査は、1984年3月3日インドネシア政府公共事業省、水資源開発総局と日本政府との間でとりかわされた調査作業計画に基づき実施されたものである。

上記作業計画に従い、本調査は第1次調査と第2次調査に分かれる。第1次調査は1973年海外技術協力事業団（O T C A）によって作成されたブランクス河流域開発計画マスター・プラン（1973年マスター・プラン）の見直しを行うことを目的とする。第2次調査は、第1次調査により策定されたウィダス川流域開発計画に含まれるプロジェクトのうち、最優先プロジェクトについてのフェージビリティ調査を実施しようとするものである。

この報告書は、第1次調査の最終報告書である。

1.2 プロジェクトの背景

ブランクス河は、東部ジャワに位置し、流域面積12,000km²である。流域は肥沃な土地と豊富な水資源に恵まれている。

1961年に、水力発電、洪水防禦、水供給の水資源開発に重点をおいた最初のブランクス河流域開発全体計画が策定され、この計画に基づいて1960年代にはトルグアグン排水トンネル計画、カランカテス多目的ダム計画、セロレジョグム計画等のプロジェクトが完成した。

さらに1973年にはO T C Aによりブランクス河流域総合開発計画の見直しが実施され、灌漑と洪水防禦を中心に水資源開発計画が策定された。これに基づきポロン川改修計画、スラバヤ川改修計画、ウリンギ多目的ダム計画、ロードヨートルグアグン灌漑計画、ウィダス灌漑計画等が1970年代に完成した。1978年にはブランクス河中流域河川改修計画が着工し、現在実施中である。

これらの開発により、スラバヤ首都圏を中心とした工業化と都市化と共にブランクス河流域の経済は急速な発展を遂げた。一方それにともない水需要が増加し、特に旱魃年の乾期には深刻な水不足をもたらしている。

流域では多くの洪水防禦計画が実施されているものの、支流域は依然として洪水の危険にさらされている。また灌漑による農業発展は、流域での急速な人口増加による

食糧需要の増大を満たすとともに、インドネシアの主要穀倉地帯として流域外へも食糧を供給するために増々重要となっている。以上のような流域の現況に鑑み、開発計画の総合的な見直しが必要となった。

1.3 技術援助

以上の観点からインドネシア政府は、1973年マスター・プランの見直しのため日本政府に対し技術援助を要請し、これに対して日本政府は、国際協力事業団（JICA）を通じて技術援助を行うことを決定した。国際協力事業団は、各分野の専門家からなる調査団を組織し、更に調査団に技術的支援を与える作業監理委員会を設立し、一方インドネシア政府は、カウンターパートの技術者、専門家を準備した。調査団、作業監理委員会、カウンターパートに関する名簿は表1に示してある。

1.4 第1次調査

第1次調査は、プランタス河流域開発における1973年マスター・プランを見直し、西暦2000年までを対象としたマスター・プランを作成することを目的とする。調査作業計画に基づき、調査は、(1)農業・灌漑 (2)家庭用水・工業用水供給 (3)洪水防禦 (4)流域保全 (5)電力 (6)ダム開発 (7)水配分 (8)水管理システム (9)環境アセスメントの各分野について実施した。尚調査団はインドネシア政府の要請により、栽培漁業についてインドネシア政府技術者によって作成された計画書に対するコメントを提示することとした。

調査は1984年6月に開始された。調査団は1984年7月にインセプション・レポート、1984年10月にプログレス・レポート、1984年12月に中間報告書、1985年3月にドラフト・ファイナル・レポートを提出した。調査はインセプション・レポートに示された調査内容、方法、工程に沿って実施された。このファイナル・レポートはドラフト・ファイナル・レポートについてのインドネシア政府の意見を十分に検討し、これを包含して作成、ここに提出するものである。本報告書は4章からなり、第1章は調査の概要について、第2章は調査地域の自然、社会経済、行政等の現状について、第3章は部門別調査の結果について、第4章は各部門の検討結果に基づき優先順位の決定、実施計画、必要資金行動計画等の全体実施計画について提示してある。

1.5 謝 辞

調査実施にあたり、調査団は、インドネシア政府諸機関の調査全般にわたる意見を重視し、これを調査結果に反映するようにつとめた。多くの情報、及びデータの提供、打合わせ協議、貴重なアドバイス等調査に対する様々な御支援、御協力をいただいたインドネシア政府関係者並びに関係各位に対し深甚なる謝意を表する次第である。また調査実施にあたり多大な御支援を賜った外務省、在インドネシア大使館関係者に対し心から感謝の意を表するものである。

2. 調査対象地域の現況

2.1 概 要

本章は、ブラントス河流域の自然、社会、経済、行政機構、ブラントス河流域開発の現状を内容としている。

2.2 自然条件

位 置

ブラントス河流域は東部ジャワに位置し、東経 110度30分より 112度55分、南緯 7度1分より 8度15分に亘り、流域面積は12,000km²である。流域は、東はプロモ山 (2,392m) とスメル山 (3,676m)、南はキドゥル山脈、西はウィリス山 (2,169m) とその連山、北はケドゥン山脈とマドゥラ海峡によって区切られ、アルジュノ山 (3,339m) ブタク山 (2,868m) クルド山 (1,731m) からなるアルジュノ山塊が流域中央に位置する。

ブラントス河は、アルジュノ山塊南斜面に源を発しマドゥラ海峡に注ぎこむ全長 320 kmの河川であり、その本流はブラントス上流、カランカテスダム-ロドヨダム間、ロドヨダム-グロオ川との合流点間、グロオ川との合流点-レンコンダム間、レンコンダム-河口間の5区間に区分される (図2.2.1参照)。

ブラントス河は、マラン高原を南流し、クバンジュン附近より西にその方向を向け、左岸支流レスティ川、右岸支流メトロ川と合流の後、カランカテスダムに達する。このダムサイトの流域面積は、レスティ川流域面積 625km²を含めて、約 2,050 km²に達する。この区間の平均勾配は、1 / 200 を超える (図2.2.2参照)。さらにブラントス河はウリンギダム、ロドヨダムを経てグロオ川との合流点まで西へ向って流れる。

この区間は、3,600km²の流域面積を持ち勾配は下流に向って緩くなり、グロオ川合流点附近では、約1 / 1000になる。クルド山南側山腹を流れる支流から、クルド山の爆発による多量の土砂が流入する。

グロオ川との合流点からブラントス河はケディリ、クルトソノをへてプロツまで北北東に流れ、プロツから東流してモジョケルトに至り、ここでボロン川とスラバヤ川に分れる。ボロン川は東流してマドゥラ海峡に流出し、スラバヤ河はスラバヤ市を通りその北方で海峡へ流出している。この区間は左岸からウィダス川、右岸か

らコント川、アルジュノ山塊に源を発するその他の支流が合流している。レンコンダムまでの流域面積は 8,650km²であり、勾配は 1/1500より 1/2000の間である。ポロン川は、雨期洪水時における洪水の主排水路である。スラバヤ川はスラバヤ市への用水の供給とスラバヤ川流域の洪水排水の機能を持っている。

地質及び土壌

東部ジャワの地質は、ネゴジェノ第3紀層からなり玄武岩、安山岩などの火山岩によって構成されており場所によって石灰岩が見られる。ブラントス河流域は、集塊岩、角礫岩、凝灰岩、石灰岩及び火山灰によって構成されている（図2.2.3参照）。

流域内の活火山は、東端に位置するスメル火山と中央部に位置するクルド火山の2つであり、スメル火山は常時噴火しているもののその噴出物の大部分は流域外に降下している。クルド火山は、今世紀に入り1901年、1919年、1951年、1966年の4回噴火しており、大規模な噴火によって多くの人命や財産に多大な被害を与え、また噴火物の堆積は河床の上昇の原因となった。クルド火山の噴火の周期は平均15年で、噴火時の噴火物は約 200百万m³と推定される。平野部はローム、沈積土、泥などの沖積土におおわれ耕作に適しており、また丘陵部及び山岳部は風化した火山の噴出物によっておおわれている。

気象

流域の気候は熱帯性季節風により、通常の間は、11月から4月までの雨季と、5月から10月までの乾季に分かれる。年平均気温はマランで摂氏24.1度、ポロンで摂氏26.6度であり、流域の年平均降雨量は 2,000mmで、そのうち80%が雨季に降る。年間降雨量の変動は大きく、多い年には 2,958mmに達し、早魃年には 1,374mmにすぎない。また高地では降雨量は多く、特にクルド火山の南・西斜面では年間降雨量は 3,000mmから 4,000mmにも達する。また年間を通じての平均相対湿度は73%から82%である。現状の水利用状況において、乾季におけるカランカテスダムおよびモジョケルト地点の平均流量は以下の通りである。

	単位：m ³ /sec					
	6月	7月	8月	9月	10月	11月
カランカテス	63.0	63.0	41.6	40.1	48.6	71.4
ジャボン	163.0	100.0	57.8	62.0	106.1	186.0

最近の大きな洪水は1984年3月2日から5日の間に起きたもので、ピーク時の最大流量はカランカテスで $1,180\text{m}^3/\text{sec}$ 、グロオ川合流地点上流のパケルで $1,100\text{m}^3/\text{sec}$ 、ケディリで $1,020\text{m}^3/\text{sec}$ 、ポロンで $1,470\text{m}^3/\text{sec}$ であった。

2.3 社会経済状況

本節では、当調査の社会経済的背景としてのインドネシア全国および東ジャワの社会経済の現況について述べ、更にブランクス河流域について経済社会の現況と将来予測を明らかにするものである。

2.3.1 インドネシア経済

インドネシアは、3,000以上の島からなり、国土総面積は $1,919,433\text{km}^2$ におよぶ。また人口は、1980年で1億47百万人で、そのうち62%の人口が、国土の7%しかないジャワ島に集中している。

1. 経済の現状

1980年のGDPは、184兆960億ルピアであり、同じく1981年は199兆580億ルピア、1982年は204兆150億ルピア、1983年は214兆360億ルピアであった。(いずれも1975年価格)。部門別では1979年から1983年において、農業部門のGDPに占めるシェアは、32.0%から29.9%に落ちたものの依然として大きなシェアを持つ。一方工業部門に関しては、1979年から1983年において同部門のGDP全体に占めるシェアは13.7%から15.1%まで伸びたものの、そのシェアは依然として小さい。

また1人当りGDPは、1980年で約307千ルピアであった。

農業部門での主要政策目標は主食の増産にあり、1970年代後半から1980年代初頭にかけて年百万トン以上あった米の輸入は、近年の農業開発の進展と恵まれた天候による国内生産の増加により1980年の百万トンから1982年には30万トンに減少している。

2. 経済開発計画

1969年以来インドネシア政府は第1次から第4次までの経済社会開発5ヶ年計画を実施してきている。1984/85年から始まった第4次経済社会開発5ヶ年計画は以下の通りである。

(1) GDPと投資

第4次計画では1988/89年の目標GDP（現行価格）を1,381兆260億ルピアと設定し、投資の増大によって達成するものとしている（GDP及び投資については、表2.3.1を参照）。

(2) 予算

第4次計画における予算は、786兆95億円計上されており、主な内訳は、鉱業・エネルギー 15.43%、教育 14.68%、農業灌漑 12.74、通信・観光 12.62%、地域開発6.84%で、さらに詳細な予算配分は表2.3.2に示してある。

(3) 農業

第4次計画における農業部門の年成長率は3%と設定されており、また1988年の米の生産目標は、表2.3.3の通り28,624千トンとなっている。また、灌漑の整備は既存施設の改修によるもの360,000ha、新規建設によるもの600,000ha、灌漑用水路整備によるもの720,000ha、湿地帯の開発によるもの460,000ha、頭首工建設によるもの500,000haの合計2,640,000haが目標となっている。

(4) 工業

第4次計画において金属機械工業には、17%の年成長率が目標とされており、特に工業用機械、工具、農業用機械等の生産増大がみこまれる。金属機械工業の発展はインドネシアの輸入代替工業化がさらに高度な分野へ移行することを意味する。また計画は、中・大規模工業と小規模工業の関連を強化し、小規模工業の育成をはかることを目標としている。

2.3.2 東ジャワの地域経済

東ジャワ州はジャワ島の1/3を占め、面積48,372km²、人口29,169,004人（1980年現在）でインドネシア第2の都市スラバヤを首都とする。州は37の県、553の郡、8,356の村からなっている。

1. 人口と労働力

東ジャワの1970年代の人口の年平均増加率は1.50%で、全国の年平均成長率の2.43%を下回る。表2.3.4は職業別就業人口を示しているが、東ジャワの人口の50%以上が農業に従事している。

また表2.3.5は学歴別の就業人口構成を示しているが、初等教育を終了してい

ない者が全体の66%となっており、高等教育以上を受けている者は4.2%のみである。

2. 経済の現状

(1) 地域総生産

1980年の地域総生産（GRDP）は、287兆15億ルピアであり、1982年では、324兆90億ルピア（いずれも1975年価格）で、GDPの16%を占める。部門別のGRDPと年平均成長率は表2.3.7の通りであるが、農業部門のGRDPが東部ジャワのGRDPに占める割合は低下傾向にあるものの、1982年で、その1/3を占めている。また商業部門における同比率は1982年で25.3%で、一方工業部門は高い成長率を維持しているものの依然としてそのシェアは小さく15.4%にとどまっている。

(2) 農業

農業部門は食糧作物、換金作物、農園作物、牧畜、林業、漁業に分類され、表2.3.7に各作物の1982年の生産量が示してある。主要な生産物は米、キャッサバ、メイズ、シュガーケーンであり、農園作物、林業、牧畜、漁業は東ジャワの農業生産に占める比率は比較的小さい。

(3) 製造業

製造業部門は、少数の中・大規模工業と多数の小規模な家内工業によって成り立っており、1982年の東ジャワにおける各業種の事業所数、総従業員数、付加価値額は表2.3.8の通りである。

(4) 輸出入

東ジャワの1982年の輸出入は表2.3.9の通りであるが、この地域の経済構造を反映し、農産物を輸出し、工業製品、消費財を輸入する傾向にある。

(5) 東ジャワ州の歳入と歳出

表2.3.10は東ジャワ州政府の1982/83年会計年度における歳入及び歳出を示したものであるが、歳入のうち中央政府からの受入額が74%を占め、歳出のうち17%が開発にかかわる支出である。

3. 開発計画

(1) GRDP

東ジャワの西暦2000年までのGRDPの予測額は、1984年 3,555百万ルピア、1990年 4,958百万ルピア、2000年 8,076百万ルピアと推定した。

(2) 開発目標

食糧作物の目標生産量は、表2.3.11の通りであり、特に米の生産量は、1988年で838万トンに目標が設定してある。また表2.3.12には、東ジャワのGRDPに占める製造業の比率を示しており、1984年の19.18%から1989年の27.89%にそのシェアを伸ばすことを目標としている。

2.3.3 流域の社会経済状況

1. 対象地域

ブランクス河流域は11,800km²におよびケディリ、シダルジョ、モジョケルト、ジョンパン、ウガンジュクの各県とスラバヤ、ブリタール、マラン、モジョケルト、ケディリの各市の全域及びトレンガレク、トルグアグン、ブリタール、マラン各県の大部分とマディウン県の一部を含む。インドネシア海に面した南部臨海地域は流域外であるが、同地域の経済活動は小さいことから社会経済調査を、同地域に関連する県を含む県及び市を基礎に行った。

また同様の理由でマディウン県の一部地域のデータは流域内ではあるが、調査では対象外とした。

2. 地域の概況と人口

行政上の区分では、9つの県と5つの市よりなり、13,869km²の面積を占め、1980年の人口は12.01百万人である。同域の人口及び人口密度、1970年から1980年の期間の年人口増加率は表2.3.13の通りである。ケディリ県、シダルジョ県及びすべての市は1000人/km²以上の高い人口密度をもち、シダルジョ県とケディリ、マラン、スラバヤの各市は年率2%以上の人口成長率を示している。特にスラバヤ-マラン間的高速道路沿いをもっとも人口成長率が高い地域である。

1980年に実施された国勢調査によると流域の都市と農村の人口は、各々3,503,608人、8,492,579人で、その比率は29.2%、78.8%となる。県別の人口は表2.3.14の通りである。

表2.3.15は、1980年における年齢別人口を示しているが、15才から49才までの就業人口は、6,031,594人で流域の人口の50%を占める。また表2.3.16は、就業人口の構成比率を示している。表2.3.15及び表2.3.16より推計した県及び市ごとの部門別就業人口は表2.3.17の通りであり、9県の人口に占める農業部門の就業人口の比率は62%となっている。1982年から1983年の間の流域からの流出入口は表2.3.18のように、12,794家族48,223人となっている。

土地利用では、水田が3,450㎥で全体の29.24%を占め最も多く、以下森林22.1%、住宅地20.3%となっており、遊休地はみられない。県別の土地利用状況は表2.3.19の通りである。

3. 経済の現状

(1) GRDP及び1人あたりGRDP

1980年の流域の地域総生産（GRDP）は25兆470億ルピアでGDPの5.6%を占めており、また1人当たりGRDPは214,762ルピアで1人当たりGDPの70%に相当する。流域で1人当たりGDPを上回る1人当たりGRDPを持つ地区は、スラバヤ市だけで、すべての県で1人当たりGRDPは1人当たりGDPの70%以下となっている。

(2) 経済の部門別構成

流域経済の産業別構成についてのデータはないが、東部ジャワ州の構成とほぼ同じであり、農業部門が大きなウェイトを占めているものと推定する。

(3) 農業

(a) 食糧作物

農業は、生産及び就業人口で流域において大きなシェアを占めている。

表2.3.21は、流域の主要作物の耕地面積、生産量を示している。

(b) 牧畜業

牧畜は、やぎと肉牛の飼育を中心に羊、水牛、乳牛、馬の飼育が行われており、表2.3.22に地域別家畜数が示してある。

(c) 林業

流域内で1982年に伐採した森林は4,639haにおよび内2,767haがチークで、残り1,872haがジャングルである。1982年には建築用に91,254m³、燃料用に

48,139m³の木材が生産され、一方 5,298haの植林が行われた(表 2.3.23を参照のこと)。

(d) 内陸漁業

表 2.3.24のように1982年の内陸漁業の生産量は19,614トンで、その大半がシドアルジョ県とスラバヤ市の塩水養魚池で水揚げされたものである。

(4) 製造業

流域での各種製造業の構成は東ジャワと同様と推定される。スラバヤ及びスラバヤ-モジョケルト間、スラバヤ-マラン間の道路沿いに工場が集中している。スラバヤには、食品罐詰、飲料水、合板、機械、家具、印刷、シドアルジョには石棉、セメント、窯業、飼料、ワイヤー、マランとクディリには繊維、タバコの工場が操業している。表 2.3.25は、1982年の流域内の製造業の事業所数と従業員数を示している。中・大規模工業の就業者数は、260,324人、家内工業の就業者数は、322,587人で依然として流域の製造業は軽工業中心である。

(5) インフラストラクチャー

(a) 灌漑施設

ブランクス河の本支川流域において長年灌漑施設の整備が図られており、現在灌漑面積はテクニカル 223,400ha、セミテクニカル37,100ha、ノンテクニカル51,000haであるが、一部施設に老朽化がみられ補修工事がなされている。

4. 社会指標

流域の生活水準を示す指標となる用途別の建物数(表 2.3.26)、住居の床面積別軒数(表 2.3.27)、燃料別の照明数(表 2.3.28)及び飲料水の水源別件数(表 2.3.29)より、流域の電力供給、浄水の供給は、低水準にあるといえる。

2.3.4 流域における将来の社会経済開発

流域の社会経済の現状と資源の保有状況及び国と州の開発計画を鑑み、将来の社会経済開発に関しては水資源開発を中心に、経済概況、農業、工業、社会情勢を検討する。

(1) 経済概況

流域の経済は基盤を農業部門においており、大きな人口と低い1人当たりGRD

Pによって特徴づけられるが、この状況を短期間に変えることは難しい。いずれにしる、地域経済の発展に伴って流域経済も発展すると考えられる。

(2) 農業部門

農業部門における主要な開発目標は以下の通りである。

- ・実質所得の向上を通じての農業労働者と農民の生活向上
- ・流域人口が必要とする食糧需要の充足
- ・農業関連産業への農作物の供与

農業部門は、耕地の外延的拡大が不可能なことから、過去においては充足していた水供給が逼迫していることから厳しい環境におかれている。さらに国外では国際市場における熱帯農産物需要の不安定性、国内では米の自給の漸次的達成や他の地域での生産増大による流域の米の生産増大の限界という内外の問題を抱えている。以上のことより、前述した開発目標を達成するためには、水の有効利用、農業技術の向上、高収量品種の導入、2期作の振興が必要である。ただし、現在労働過剰である流域の農業部門でこのような集約的農業が実施された場合、農業部門での労働力吸収は見込めない。

(3) 製造業部門

ブラントス流域は、国際港、通信網、交通網、市場、豊富な労働力を備えたスラバヤを中心として、インドネシア全国の中でも最も工業の立地に適した地域といえる。工業の立地において土地と水は必須条件である。土地についてはスラバヤに利用可能な土地があるものの、水については、現状の流域全体での水収支より工業の水需要に対応することが難しい。インドネシアにおいて工業化が国策であり、流域経済において農業部門の発展可能性が小さいことから、流域の工業化の促進が必要であり、その基盤整備としての水資源開発が重要となる。

(4) 社会問題

スラバヤ地域への人口流入は将来においても増大すると考えられる。基本的なニーズとして都市への飲料水の供給と下水道の整備は、都市化が進むにつれ重要となり、この点から水資源開発が重要であるといえる。

2.4 行政機構と機関

行政機構

ブランクス河流域は、東部ジャワ州を含み、ケディリ、シドアルジョ、モジョケルト、ジョンパン、ウガンジュク、トレンガレク、トルグアグン、ブリタール、マラン、マディウンの10県とマラン、ブリタール、モジョケルト、スラバヤ、ケディリの5市の全域ないし一部にひろがっている。県と市はさらに197の郡と2,552の村に分けられる。

機 関

水管理に関連する機関は、灌漑局とBRBDEOである。東部ジャワ灌漑局は、4つの県、12の灌漑地区、289の灌漑単位によって構成されている。以前は低水、洪水に関するブランクス河の河川管理は、灌漑局の管理下にあった。1961年にBRBDEOがブランクス河の大規模水資源開発の実施主体として設立され、河川管理はBRBDEDに漸次移管された。現在BRBDEDは、上流域、中流域、下流域、トルグアグンの4つのプロジェクト事務所によって構成され河川及び主要構造物の建設、維持管理を行っているが、小河川及びそれに付随する構造物そして水利権管理については灌漑局の管轄下にある。河川局の下に、クルド山噴火物を制御する為の事務所が組織され、この事務所は、クルド山地区の砂防施設の建設及び河川の維持管理を行っている。

2.5 流域における水資源開発

1960年以前、長期間にわたり水資源開発が行われており、1857年の旧レンコングムなどブランクス河本流の現在の灌漑及び水路システムは殆どがオランダ植民地時代に建設された。

1960年代以降、1961年に策定され、1973年に改訂されたブランクス河マスター・プランに基づいて、貯水施設、灌漑システム、洪水防禦施設、発電施設などブランクス河流域の水資源開発が行われてきた。実施された主要なプロジェクトは以下の通りである。

プロジェクト名	完成年
トルグアグン排水プロジェクト	1961
セロレジヨ多目的ダムプロジェクト	1972
カランカテス多目的ダムプロジェクト	1973
ブランタス・デルタ灌漑改修プロジェクト	1973
新レンコンダム・ボロン川改修プロジェクト	1977
ラホールダム（カランカテス、第Ⅱ期）	1977
ウリンギ多目的ダムプロジェクト	1978
スラバヤ川改修プロジェクト（第Ⅰ期）	1981
ベニンダム・ウィダス灌漑プロジェクト	1982
ロドヨダム・発電所建設プロジェクト	1983
ロドヨートルグアグン灌漑プロジェクト	1984
ブランタス中流域河川改修プロジェクト（第Ⅰ期）	1985
クルド火山災害防止プロジェクト	実施中
トルグアグン排水プロジェクト	実施中
シングル水力発電プロジェクト	実施中
ワルトゥリ灌漑プロジェクト	実施中
ウォノレジヨダム・灌漑プロジェクト	実施中
東部ジャワ灌漑改修プロジェクト	実施中
東部ジャワ地下水プロジェクト	実施中

以上の完成したプロジェクトは、洪水防禦、水供給、電力供給を通じて流域の社会経済開発に大きく貢献した。

3. 部門別計画

3.1 序 論

本章では、流域内土地および水資源開発マスタープランに関連する部門別調査の内容と結果を述べる。対象とする分野は下記の通り

- 水文解析
- 農業およびかんがい計画
- 上工水計画
- 洪水防禦計画
- 流域保全計画
- 水力発電計画
- ダム開発計画
- 養漁計画
- 水配分計画
- 水管理システム計画
- 環境評価

各部門の調査は下記の内容を含む。

- (1) 1973-マスタープランの見直し
- (2) 部門別にこれ迄の開発と現在進行中の開発プロジェクトの現況解析
- (3) 将来開発の必要性検討
- (4) 開発可能性のあるプロジェクトの計画
- (5) プロジェクトの優先度検討

本調査によるマスタープランは西暦2000年迄の水資源開発計画を対象とする。但し部門によっては必要に応じ2000年以降についても参考のため検討を行う。部門別プロジェクトの経済検討は部門内プロジェクトの優先度を制定するためになされたものであり、フィジビリティレベルの経済評価を意味するものではない。

本、主報告書には、必ずしも詳細な図表および技術的な詳細は記述していない。それらについては附属報告書（附属書）を参照されたい。附属書では、下記の略号で部門を分類している。

HY = 水文

AI = 農業かんがい

MW = 上工水供給

RC = 洪水防禦計画

EP = 発電計画

WS = 流域保全計画

AQ = 養漁計画

MP = ダム開発計画

WM = 水管理システム計画

部門別詳細は附属報告書の中でNOTEとして示してある。水配分計画および環境評価は別冊に含まれていない。

3.2 水文解析

3.2.1 序 論

水文解析の目的は下記の通り

- 入手した水文資料とその信頼性についての検討
- 低水解析
- 高水解析
- 水質検討

3.2.2 水文資料

1. 気象資料

流域内10気象観測所（マラン、カランカテスダム、ウリンギダム、ベンド、ムリヤン、ブラクモヨ、セロレジョダム、ブニンダム、モジョアグンおよびボロン）の気象資料がある。これら観測所の位置は図3.2.1に示す通り、観測の内容は気温、相対湿度、蒸発、日照時間、風速であり、それぞれ月平均値を別冊・表HY-1.1に示す。

2. 雨量資料

流域内長期記録を有する雨量観測所は107ヶ所であるが、このうち時間雨量記録があり、流域内にほぼ均等に分布している52の観測所を水文解析のために選定した。選定した観測所は表3.2.1、図3.2.1に示すこれら観測所での月雨量はデ

ータ・ブックに、等雨量線図は附属書・図H Y - 1.1および1.2に示す。52観測所を使ったティーン図を図3.2.2に示す。

3. 水位・流量資料

かんがい局およびフランス事務所によって、フランス本川およびその支流の67の観測所で水位計測を行っている。このうち33の観測所では1970年代初めから自動観測記録計が備えられている。

フランス事務所は定期的な流量観測を実施しており、各観測所に対し、年1回水位-流量相関図を作成している。バケル、ケディリ、レンコン(ウィダス)、プロンおよびボロンの水位-流量曲線を附属表・表H Y - 1.3に示す。

本調査では下記観測所の流量資料を使用した、即ち

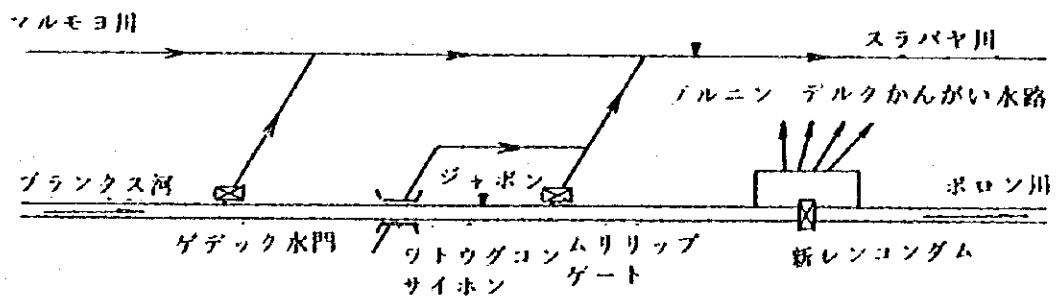
本川：カランカテスダム、バケル、ジェリ、ジョンビル、クルトソノ、ジャボン

支川：プロボ、カルンビット、メトロ、セロレジョ・ダム、ウォノレジョ、ブニン、グディカン、ブルニン、クドゥンソコ

本川の月平均流量は添付書に示す。

ダム・地点における流量は、貯水池の流出量と貯留量の変化から推定する。更にかんがい取水量を考慮して自然流量を推定する。

下流域の河川系を図示すると以下の通り



ジャボン地点における水位は新レンコンダムの背水によって影響され、ジャボンの記録から直接流量を推定するのは不適当なので、ジャボンの流量をムリリップ、新レンコンダムおよびデルタかんがい水路の流量の合計値として求める。

ゲデックゲートはフランス洪水路として作られたものであるが、ボロン河川改修後その機能は不要となった。現在、かんがい用水供給のため時々使用されて

いる。しかしゲート操作の記録はない。

4. 流域分割

水文解析のために、図3.2.2に示す通り、フランス流域を63の支流域に分割した。図3.2.3に63分割流域からなる流域系統図を示す。各流域毎のティーセンウエイトは附属書に示す。

上記ティーセンウエイトと52雨量観測所記録を使用して、バケル、ジェリ、ジョンビル、ケルトソノ、ジャボンの上流域の平均雨量を計算した。その結果は附属書に示してある。

3.2.3 低水解析

1. 序 論

長期かつ信頼度の高い低水記録は流域開発計画を樹てるために必須である。フランス流域では1950年代初期から流量記録があるが、これらの記録は水利構造物による人工的制御の影響を受けたものである。まず、かんがい取水の影響、1961年以降グロオ流域のインド洋への排水、1972年カランカテス貯水池の貯水開始による影響等である。水資源総合開発計画を策定するに当り、このような人工的制御の影響を受けない自然流量について検討した。

農業かんがい、上工水供給計画で述べる通り、流域の中・下流域、特にデルタ地域で大量の水需要があり、ジャボンと新レンコンダム間、およびスラバヤ川ブルニン下流で大量の取水が行われている。従ってフランス流域の低水量を把握する点として本川ではジャボン地点、スラバヤ川ではブルニン地点を選定した。本調査では、ジャボン地点とブルニン地点で各々別々に低水量を求め、これらの合計を流域全体（本川）の低水量と考えた。

図3.3.5のかんがい網図に示す通り、支流域に相当大きなかんがい面積がある。乾季には、ほとんど全ての支川流量がかんがいに使用しつくされている。支流には大きな貯水池がなく、可能な限り支流からの水は使用されつくされているので、支流域の水利用度を高める余地はない。従って流域内利用可能流量をフランス本川についてのみ推定する。

2. 流量および流出係数

雨量と流出量との関係を図3.2.4に示す。

28年間の記録に基づき平均流出係数を求めると40%と推定される（詳細は附属書・表HY-1.6参照）。

3. ジャボン地点低水量

フランス本流低水解析の方法として、2つの方法を採用した。即ち観測流量の原水戻しによる自然流量およびタンク・モデル法による推定である。

(1) 原水戻し

ジャボン観測流量にジャボン上流でのすべての取水量を合計して、更にカンカテス・ラホール貯水池の調節の影響を調整して自然流量を求める。

考慮したかんがい取水はモレック、ロドヨ、ムリチャン、ブスク、トゥリートゥングロノ、ヴァンダー、ジャティムレック、およびゴタン・ロザリである。セロレジョおよびブニン貯水池は支流域にあり、本流の流量に影響しない。又、ロドヨ貯水池は日調整池なので、フランス河日流量の大きさには影響しない。故にこれらの貯水池は原水戻しに考慮しないものとした。流域の土地利用は都市化、農業等により変化して来ており、それに伴い水文的状况も変化して来ている。現在の水文条件の下での流量を知るために原水戻しの解析を最近3年間1981から1983年について行った。結果は表3.2.2に示す（詳細は附属書・表HY-1.8/9/10および図HY-1.4参照）。

(2) タンク・モデル解析

(a) 支流域の選定

タンク・モデル解析の目的は出来るだけ自然な状態でのフランス流域の流量を推定することである。この為にかんがい用水取水のような人工的制御の影響が少なく、少なくとも2年以上の流量記録のある支流域を選定した。選定した支流域はプロボ、カルンピット、メトロ、セロレジョ、ウォノレジョ、ブニン、グダイカンである。

(b) タンク・モデル

雨量から流出量を推定するために、菅原博士によって開発された非湿型タンク・モデルを使用した。このモデルはフランス流域で既にブニングムかんがい計画、ウォノレジョグムかんがい計画で使用されたものである。かんがい用水需要は10日流量を基準としており、その他の水需要は月又は年単位

で求められているので10日タンク・モデルを使用した。(詳細附属書参照)

選定した各支流域について観測雨量と流出雨量からもっとも適合性のよいタンク係数を選定した。結果を表3.2.3に示す。

(c) 残流域

選定した支流域以外の残り56の流域について、これを前者7支流域の水文条件と類似した流域に分類し、各流域毎の流出量を1964年から1983年に亘って推定した。(詳細附属書参照)

(d) 本流の自然流量

ブランクス河、本流の自然流量は各支流域の推定流量の総和として求めた。この様にして求めたカランカテス・ダム、グロオ川、コント川、ウィダス川およびジャボン地点流量は表3.2.5の通り。

(3) 原水戻し流量とタンク・モデル流量との比較

1982年の原水戻し流量とタンク・モデル流量との比較を表3.2.6に示す。両者の差は原水戻しでは考慮しなかった支流域における水消費量とみなすことが出来る。この差を支流域における農業による水消費としてその植付けパターンに基づいて推定した。その結果は表3.2.6および図3.2.5に示す。これら図表から、この差は支流域取水に相当するものと考えて良いと判断される。

原水戻し流量とタンク・モデル流量との相関を図3.2.6に示す。この図から、タンク・モデルによって推定した流量を調整して本川自然流量を求めた。結果は図3.2.7に示す。

4. ブルニン低水量

3.2.2節で説明した通り、ブルニン流量はムリリップゲートおよびゲデックゲートによる人工的制御の影響を受けている。ゲデックゲートの操作記録はない。ブルニン流量とムリリップ流量との差は表3.2.8および図3.2.7に示す通りである。

一方、タンク・モデルによってブルニン地点におけるマルモヨ川の流量を推定した。ブルニン地点の流量とマルモヨ川流量との差はワトゥグコンサイフォン又はゲデックゲートを通じて流入した流量とみなすことが出来る。図3.2.8は乾季におけるこの差を示したものである。この図から、ワトゥグコンサイフォンおよ

びゲデックゲートからの流入量を推定した。その結果は以下の通り。

単位 m^3/s

日	6月	7月	8月	9月	10月	11月
1-10	4.22	3.91	3.59	3.28	2.97	2.65
11-20	4.12	3.80	3.49	3.18	2.86	2.55
21-31	4.01	3.38	3.38	3.07	2.76	2.44

6月～11月の平均値 - $3.33m^3/s$

上記から、ブルニン低水量をワトゥダコンゲデック流量とタンク・モデルで推定したマルモヨ川流量の和として推定した。

5. ジャボン-ブルニン低水量

ジャボン-ブルニン低水量をジャボン地点とブルニン地点の各々の低水量の合計として計算した。その結果は表3.2.9および3.2.10に示す通り。かくして推定した渇水年（確率）毎のジャボン-ブルニンの低水量は下記の通りである。

渇水ひん度	年	乾期	雨期	(単位： $10^6 m^3$) 年
2/20	1981/82	833.5	6,108.8	6,942.3
4/20	1964/65	867.1	4,438.8	5,305.9
10/20	1969/70	1,251.7	6,024.1	7,275.8
15/20	1972/73	2,207.7	6,274.8	8,482.4

3.2.4 高水解析

1. 序 論

フランス中流域河川改修工事は、10年確率洪水を対象とした第1期工事が今完了しようとしている。引続き50年確率洪水を対象とした第2期工事を開始する予定である。現行洪水配分計画は1978年までの水文資料に基づいて図3.2.9に示す通り決定されている。これによれば、50年確率洪水ピークはバケルで $1,500m^3/s$ 、クディリで $900m^3/s$ 、ボロンで $1,500m^3/s$ となっている。

1984年にフランス河でかなり大規模な洪水が発生した。クディリで $1,000m^3/s$ 、ボロンで $1,470m^3/s$ が記録され、ほぼ計画洪水量に相当するものであった。従って最近の水文資料を加味して洪水流量配分の見直しを行うこととした。

本章では、中流域改修プロジェクトで計画されている河道条件の下で、2、5、10、25、50、100年確率洪水の洪水配分を求める。違った河道条件に対する確率洪水流量分布は3.5節で述べる。

2. 洪水記録

過去の洪水ハイドログラフの記録を、これ迄の報告書・観測記録から収集した。

(附属書・図HY-2.1参照)

これら洪水ハイドログラフのうち、河川沿いの主要地点での記録の有無、洪水発生時の時間降雨記録の有無、および洪水規模を考慮し、1981年1月6-8日および1984年3月2-4日の2洪水を解析対象洪水として選定した。この時のカラソカテス、バケル、クディリ、プロソ、ポロン、レンコン(ウィグス)地点の洪水ハイドログラフは図3.2.11に示す通り、同じくこの洪水時での各地点上流域の時間雨量分布は図3.2.12および3.2.13に示す。

3. 解析方法と手順

確率洪水量は貯留関数法により確率雨量から求める。洪水解析は、河川水系モデルの作成、降雨解析、および貯留関数の推定を含む洪水解析からなる。解析の手順を図3.2.10に示す。(貯留関数法の詳細は附属書HY参照)

(1) 河川水系モデル

63の分割流域に加え、洪水貯留効果をもつ河川要素を考慮する。図3.2.14は洪水解析用河川水系モデルを示す。本川350kmを28の河道モデルで表わす。3つの貯水池、カラソカテス、ラホール、セロレジョを洪水調整池としてとり上げる。本川クディリ上流無堤部、およびウィグス川沿いウロ、クドゥソコ、ウィグスの常習氾濫地域を自然遊水池と考える。

洪水解析の基準点を主要支川と本川合流点上・下流、ダム地点、バケル、クディリ、プロソ、ポロンの各主要水位観測所地点に選んだ。

(2) 降雨解析

ブラタス河川規模、過去の洪水継続時間を考慮して、計画対象降雨を3日降雨とした。1960年から1983年に目りティーセン法で計算した流域平均日雨量として各年の流域平均の1日および3日雨量をとりあげガンベル法により流域平均1日および3日確率雨量を計算した。結果は表3.2.11に示す。(年最大値の頻度は附属書HY参照)

時間雨量分布は1981年1月6-8日および1984年3月2-4日の降雨パターンに基づき決定した。しかしカラソカテス上流、カラソカテスとバケルの間で

は数時間～1日降雨でかなりの降雨強度を示しており、必ずしも流域に一樣に分布していない。従ってこれら2支流域に対しては降雨量を調整することとした。(その詳細は附属書R Yを参照)

(3) 洪水解析

(a) 洪水流出係数

洪水時降雨量とカランカテス、セロレジョ、ダムサイトおよびグディカン水位観測所における洪水流出量との関係は図3.2.15に示す。この図から初期流出係数を0.3とした。地表を飽和する最大雨量は流域の地質・土質・植生を考慮して200mmとした。

(b) 貯留関数

流域および河道に対する貯留関数の係数KおよびPを1981年1月6～8日および1984年3月2～4日に記録された洪水ハイドログラフに依って試行さく誤法で推算した。その結果は表3.2.12および3.2.13に示す。

(c) 基低流量

雨季洪水による流量の増加が現われる直前の流量の平均値を基低流量として算定した。その結果バケルで92.1m³/秒、クディリで118m³/秒、およびブロンで435m³/秒となった。これらの数値から基低流量の比流量をコント川合流点上流域に対し0.3m³/秒/km²、コント川合流点下流域に対し0.6m³/秒/km²とした。

(d) 確率洪水

前述貯留関数を使って、2、5、10、25、50、100年確率降雨量から各々確率洪水量を推算する。

1981年および1984年の2つの降雨パターンに対し、各々図3.2.16および3.2.17に示す如く、洪水ハイドログラフを求めた。この様に求めた代表地点のピーク流量は表3.2.14および3.2.15に示す。これら2つのハイドログラフのうち大きな方をとり基準点の計画ピーク流量とした。

結果は下記の通りである（50年確率洪水ピークを示す）。

基準点	流域面積 (km ²)	ピーク流量 (m ³ /s)	比流量 (m ³ /s/km ²)
カラカンテス	2,050	2,180 L ₁	1.60
バケル	3,407	1,620 (38×10 ⁶)	0.48
クディリ	4,403	1,020 L ₁	0.23
コント-ウイダス間	5,679	1,210 (10.3×10 ⁶)	0.21
プロソ	7,441	1,480	0.20
レンコン・ダム	8,650	1,600	0.18

L₁: 河道貯留量 (m³)

(e) 確率洪水量計算値の検討

バケル、クディリ、レンコンおよびボロン地点の記録された洪水ピーク流量と上記計算値を比較検討する。岩井法により計算値から頻度曲線を描き、その上に記録値をプロットした結果、両者がよく一致していることが判明し、上記計算結果は信頼にたるものであると判断された。

上記の結果をまとめると下記の通り

頻度曲線から求めた50年確率洪水ピーク

基準点	流域面積 (km ²)	ピーク流量 (m ³ /s)	比流量 (m ³ /s/km ²)
バケル	3,407	1,610	0.47
クディリ	4,408	1,100	0.65
レンコン・ダム	8,650	1,600	0.18
ボロン	9,121	1,650	0.18

4. 現行計画洪水量

中流域河川改修プロジェクトは図3.2.9に示す計画洪水流量配分に基づき、河川改修工事を実施中である。この洪水流量を新たに求めた確率洪水量で確率評価すると以下の通りである。

河道域	計画流量 (m ³ /s)	確率年
クディリ-コント川合流点	900	20年
コント川合流点-ウイダス川合流点	1,100	20年
ウイダス川合流点-ブランカル川合流点	1,500	50年以上
ブランカル川合流点-レンコン	1,500	25年

3.2.5 水質

1. 流砂量

流砂量を掃流砂、浮遊砂およびウオッシュ・ロードの3つに分類する。ブラントス河中流域改修プロジェクトでは1972年から1977年間の流砂量記録を使用して流砂量と流量の関係を示す下記の式を求めている。

$$\text{ウオッシュ・ロード} \quad QW = 2.278 \times 10^{-7} Q^{2.156}$$

$$\text{浮遊砂量} \quad qs = 2.323 \times 10^{-3} (HU)^{0.562}$$

$$\text{掃流砂量} \quad qb = (0.5297 \times To^{0.11}) / (SG/P - 1) / pg$$

$$qs : \text{浮遊砂量} \quad (m^3/s/m)$$

$$QW : \text{ウオッシュ・ロード} \quad (m^3/s)$$

$$qb : \text{掃流砂量} \quad (m^3/s/m)$$

$$H : \text{水深} \quad (m)$$

$$U : \text{摩擦速度} \quad (m/s)$$

$$Q : \text{流量} \quad (m^3/s)$$

$$To : \text{河床での剪断応力} \quad (ton/m^2)$$

$$SQ : \text{砂の比重}$$

$$P : \text{水の密度}$$

$$g : \text{重力の加速度} \quad (m/sec^2)$$

ウオッシュ・ロードは直径 0.1mmより小さい細粒分をさす。

本調査では1978年から1983年迄のジョンビル/ケルトソノで観測された流砂量記録を上記公式による数値と比較検討した。その結果によるとブラントス中流域河川改修プロジェクトによって提案された公式と観測値に大きな差異がないことが判った。しかし1978年以降については記録が少なく比較検討が出来ない。今後定期的な観測を続け、この公式についてもっと詳細な検討を行うことを勧告する。

2. 水質

スラバヤ川およびマス川に沿うスラバヤ都市圏において1982年洪水期に水質汚染の問題が発生した。工業化、都市化が進みつつあるこの地域において水質管理は最も重要な事の1つである。スラバヤ川およびブラントス本川の流量が水質を左右する重要な要素の1つであると考えられるので、本調査において、スラバヤ

川とブランタス本川の流量と水質の関係について検討した。

スラバヤ川については、ジャギル・グムの飲料水取水口地点でスラバヤ水道局（PDAM）によって定期的な水質試験が行われており、本調査で1982年および1983年の試験結果（化学・物理試験）を入手した。

水質汚染の指標であるBOD値についてはスラバヤ、チブタ・カルヤ（DGC K）によって1982年高水期にスラバヤ川とブランタス本川に沿って8回観測されている。

図3.2.18は水質として、アンモニア、溶存酸素、窒素、マンガンの年変動を示している（1982年12月 - 1983年11月）。これらのうち、アンモニア（NH₃）以外の要素については雨季流量が増加しても必ずしも減少していない。アンモニアの変動は5月から11月の高水期には顕著である。

図3.2.19はグヌンサリダム地点の水質とジャボンおよびムリリップ地点流量との関係を示す。図に示す通り、アンモニア量はジャボンで40m³/秒、ムリリップで15m³/秒以下の流量になると明らかに増加している。

図3.2.16はプルニンおよびグヌンサリダム地点のBOD値を示す。スラバヤ川で13m³/秒以上、ブランタス川で41m³/秒以上の流量の下でプルニン6.1ppm、グヌンサリで2.5ppmとなっている。

3.3 農業及び灌漑

3.3.1 序 論

本章では、プランタス河流域における低開発地域の農業及び灌漑開発について、その収益性及び灌漑用に必要とされる水量の予測を行うことにより検討する。

灌漑開発計画を検討する上で、次の作業を実施した。

- 農業及び灌漑現況の把握
- 開発方針の策定
- 灌漑開発地域の選定
- 開発計画の策定
- 経済評価及び開発順位の検討

また、将来の灌漑用水量算定に対して、次の検討を行った。

- 取水口からの取水量現況調査及び問題点の把握
- 将来の用水量予測
- 水資源の有効利用対策の提示

3.3.2 農業現況

1. 気象条件

調査地域は熱帯モンスーン気候区に属し、降雨の伴う西季節風の影響で、12月から5月まで雨季となり、東季節風の影響により6月から11月にかけて乾季となる。しかし、雨期と乾季の季節の変わり目ははっきりしていない。

降雨量は地域により異なるが、年平均で約 1,750mm であり、その内80%近くが雨季に集中している(表3.3.1)。

また、気温は年間を通じて安定しているが、地域により或る程度の変動が見られる。たとえば、プランタス河上流では24.1℃、中流では27.3℃、下流では26.6℃である。相対湿度は、雨季に80%、乾季に75%である。さらに、日照時間は雨季に5時間から7時間、乾季に8時間から9時間と変動している。平均風速は、プランタス河下流域で毎時2kmから3km、中流域で毎時5kmから8kmで安定している。

2. 土 壌

既成の土壌図(The Central Soil Research Institute of Bogar in 1967.

Widas Irrigation and Wonogiri Irrigation Project) を参考として、土壌の特性を検討した結果、ブラングス河流域に分布する土壌は、以下の6種の土壌が大半を占める(図3.3.1)。

- 沖積土壌	347,000 ^(ha)	(全流域の29.4%)
- 地中海性土壌	: 129,000	(10.9%)
- リトソル(Lithosols)	: 95,000	(8.1%)
- レゴソル(Regosols)	: 288,000	(24.4%)
- アンドソル(Andosols)	: 93,000	(7.9%)
- ラトソル(Latosols)	: 185,000	(15.7%)

表3.3.2には、土地最適利用分類を示している。

3. 土地利用

土地利用状況の調査結果は以下のとおりである。

土 地 利 用 区 分	面 積 kd	割 合 (%)
1 耕 地	5,787	49
i) 水 田	3,450	29.2
ii) 畑	2,005	17.0
iii) プランテーション(Estate crop)	192	1.6
iv) プランテーション(Mixed)	140	1.2
2 森 林	2,608	22.1
3 草 地	33	0.3
4 湖沼及養漁池	226	1.9
5 荒 地	197	1.7
6 村 落	2,396	20.3
7 その他	553	4.7
合 計	11,800	100.0

水田はブラングス河流域及びその支流の沖積平野に広く分布しており、全水田面積の95%、3,165kdが灌漑されている(図3.3.5)。さらに、ブラングス河流域の都市化が進んでおり、土地利用状況に影響を及ぼしている(表3.3.3)。特に、Wonokromo及びSidoarjo灌漑地区の水田面積の減少は著しい。

一方、畑地はスメル山及びカウイ山、クルド山、ウィリス山の山麓の傾斜地に多く分布しており、天水利用である。

4. 作型及び作付率

かんがい局の資料によれば、現況の栽培作物は、水稲の他にサトウキビ、トウ

モロコシ、大豆、落花生、キャッサバなどである。

水稲は、12月から5月及び4月から9月の2回作付が行われ、水稲裏作物は水稲収穫後作付が開始される。また、サトウキビは一年を通して作付されている（図3.3.3）。

農作業は、耕起に家畜が使われる以外は人力に依っており、農業機械はほとんど導入されていない。

作付率は各灌漑区（Daerah Pengairan）で調査され、次の3ケースによって代表される。

- ケース1：水稲の雨季・乾季作
- ケース2：水稲の雨季・乾季作及びサトウキビの周年作
- ケース3：水稲の雨季・乾季作及びサトウキビの周年作、
水田裏作物（Pelowijo crops）の乾季作

各ケースの作付率は次のとおりである。

- ケース1：119%
- ケース2：134%
- ケース3：211%

流域の現況作付率はケース2、134%が代表とされる。低作付率の地域は以下のとおりである。

- ウィダス北部地区
- トレンガレック地区
- バトゥ地区
- ブランクス河左岸沿いベン地区
- ブリタールとケディリの間
- モジョケルト南部
- ブランクス河から取水しているゴタン・ロザリ地区
- レスティ左岸地区

畑作として、陸稲及びキャッサバ、トウモロコシ、パイナップル等が天水利用で栽培されている。

5. 収量及び生産量

収量及び生産量は、Agricultural service office 及び Plantation service officeの最近4年間の資料によれば次のとおりである。

作物	収量 (ha/ton)	収穫面積 (10 ³ ha)	平均収量 (ton/ha)	生産量 (10 ³ ha)
水 稲 (dry)	3.9~5.8	418	5.39	2,252
トウモロコシ (grain)	0.6~3.1	228	2.00	457
大 豆 (grain)	0.6~1.1	85	0.76	64
落花生 (fresh root)	0.5~1.2	32	0.76	24
キャッサバ	4.9~18.4	96	12.2	1,176
サトウキビ	55~97	82	76	6,262

6. 農地制度及び経営規模

全農家の約75%が自作農，約10%が小作農，残り約15%が自小作農となっている。小作料は一般に生産分に対する分益制度をとっており，生産量の約50%となっている。また，全農家の約38%が経営規模0.25ha以下であり，平均経営規模は0.57haである。

3.3.3 灌漑現況

既存の灌漑地区及び組織について，それぞれ図3.3.5並びに図3.3.6に示す。

ブラントス河流域の総灌漑面積は 316.5×10^3 haである。その内，末端水路まで Irrigation office によってかんがい用水が管理されているテクニカル灌漑地区は 228.4×10^3 ha (さらに Irrigation office が水源または1次水路のみ管理している) セミテクニカル灌漑地区は 37.1×10^3 ha，そして Irrigation office の管理は行われず，施設が未熟なテクニカル灌漑地区は 51×10^3 haである。

また，ブラントス河本流から取水している灌漑地区は，総灌漑面積 316.5×10^3 haの26%にあたる 81.6×10^3 haである (図3.3.5)。以下にその灌漑地区を挙げる。

灌 漑 地 区	灌漑面積 (ha)
1. モレック	3.991
2. ロドヨ	15.228 (建設完了後)
3. ワルジャエン-ケルトソノ	12.827
4. ベスク	539
5. ジャティモレク-ブンダール	1.076
6. トゥリ・トゥンゴロノ	9.373
7. ゴタン・ロザリ	4.238
8. ジャティクロン	618
9. マンゲタン	18.203
10. ボロン	12.339
11. ウォノクロモ	2.989

注：マラン上流部は上表に載せていない

3.3.4 農業及び灌漑開発の基本方針

1. 基本政策

REPELITA (第4次5ヵ年国家経済開発計画) の基本政策の中で食糧の増産が最優先とされている。その中で、農業及び灌漑開発の基本方針は、農家所得の向上及び雇用機会の増大、地域開発の支援を伴った食糧の自給体制の確立である。

栄養面から見た食糧政策の基本方針は、食糧消費形態及び食糧供給の多様化を図り、米に対する国民の依存度を下げることである。

2. ブランクス河流域の農業現況

ブランクス河流域はインドネシアの穀倉地帯の一つである。流域開発にあたって、インドネシア政府は水資源及び灌漑、電力開発調査に対して莫大な投資を行った。完成している計画は以下のプロジェクトである。

- カランカテス多目的ダム、ラホール・ダム
- ウリング多目的ダム
- セロレジョ多目的ダム
- 新レンコンダム
- ボロン川改修
- スラバヤ川改修
- ブランクス・デルタかんがい修復
- ウィダスかんがい

その結果、米の収量並びに生産量は飛躍的に伸びたが、その反面、水田裏作 (Polowijo) については収量の増加は見られない。

これは、乾季の灌漑用水の不足及び不十分な灌漑施設、生産資材の不足などが考えられる。

現在、プランタス河流域では農業のための土地開発は最大限に行われており、今後耕地の拡大は望めない（表3.3.3、図3.3.2）。また、水不足は農業部門だけでなく、急激な都市化に伴う非農業部門の拡大に対しても問題となっている。

Irrigation service及びBR8DE0、P2ATによる調査及び建設段階のプロジェクトは以下のとおりである（図3.3.7）。

プロジェクト名	灌漑受益地	現況
1 ロドヨかんがい	15,200	建設
2 ウォノレジョ・ダム及びかんがい	7,500	D/D+建設
3 ワル・トゥリーバパールベトロンガン	38,000	D/D+建設L1
4 トゥグー・ダム及びかんがい	4,500	F/S
5 東部ジャワかんがい修復	180,000 (50,000) L 2	調査+実施
6 東部ジャワ地下水開発	30,000 L 3	調査+実施

注：L 1 14,600haは未だF/Sの段階
L 2 ()内の数値は、プロジェクト実施を優先する地区
L 3 推定値

上記の各プロジェクトの事業内容は、既存の灌漑施設の補修並びに改修であり、食糧の増産、特に米の増産に目標を置いている。

3. 農業及び灌漑開発の基本方針

上記の状況を踏まえ、農業及び灌漑開発は次の基本方針を基に開発計画が策定されている。

- (i) 現況灌漑地区の作付率の向上
- (ii) 低開発地区に優先順位を与える
- (iii) 末端水路を含めた既存灌漑施設の改修及び補修による水資源の有効利用並びに水資源開発の実施
- (iv) 雨季の水稲及び乾季の水田裏作物 (Polowijo crops) の生産、増加の推進

3.3.5 灌漑計画の立案

1. 計画地区の選定

前述の基本方針に沿って、計画地区選定は調査・建設段階のプロジェクトを考慮し、次の項目に重点を置き、検討が進められた。

第一段階：

低作付率地区は、水稲及びサトウキビの作型であることが、流域全域に亘る調査から明らかになってくる。作付率は平均で 134%である（図3.3.4）

第二段階：

Java Irrigation Project (EJIP)及びEast Java Ground-Water Development Project (EJGDP)で進められている。調査・建設段階のプロジェクトは、本調査の開発計画の対象に含める。

第三段階：

EJIPで開発が最優先に挙げられている地区並びに今後水利用が望めない地区は、本調査の対象外とする。

第四段階：

さらに、EJGDPで開発が期待される地区並びに表流水の利用不可能な地域は対象外とする。

第五段階：

選定された地区は、社会経済的見地から判断が下される。

以上の検討が加えられた結果、次の4地区が候補として挙げられる（図3.3.7）。

- ウィダス拡張地区
- ベンかんがい地区
- ゴクン・ロザリかんがい地区
- レスティ左岸地区

2. 計画策定基準

(1) 計画作型及び作付体系

計画作型及び作付体系は、次の点を考慮し水田裏作物（Polowijo）の作付率を高める方向で決められる。

- ブランクス河流域並びにインドネシア全域で米の自給が1990年代に達成されることが予想される。
- 食生活の多様化と伴に水田裏作物（Polowijo）の生産増が望まれる。
- 大豆及び落花生、トウモロコシ等はインドネシア国民の植物性蛋白源となる。

- ブランクス河流域の水不足問題は、非農業部門の水需要の激増に伴い将来に亘って緩和されない。

(2) 灌漑用水量の設定

灌漑用水量は、5年確率の渇水年を基準として計算した。単位用水量は蒸発散量及び浸透損失量、苗代用水量、代掻き用水量の和から有効雨量を減じた値に等しく、灌漑用水量は灌漑受益地と単位用水量の積を灌漑効率で除したものに等しいとした。

蒸発散量は、PROSIDA/NEDECOの調査結果及びFAOの資料より得られた作物係数を用いた改良ペンマン法を適用し算定した。

(3) 灌漑施設

概略設計は既存灌漑地区を考慮し、次の条件で行われた。

- (a) 幹線水路の勾配を1:1.5、支川水路では1:1とする。
- (b) 幹線道路の全幅を6m、2次道路では3mとする。
- (c) 末端水路は、ヘクタール当り50mの割合で設ける。
- (d) 構造物は全て練石積工による。

(4) 建設費の算定

灌漑施設の建設費は、Irrigation service及びBRBDEO, Monorejo Irrigation Project から得た資料を参考として、1984年10月の価格を基に見積もられた。

(5) 期待収量

作物の期待収量は現況を考慮し、以下の様に設定した。

- 水稲	5.5 ton/ha
- 大豆	1.4
- 落花生	1.5
- トウモロコシ	3.5
- サトウキビ	110

(6) 事業便益

各生産資材の投入量は、事業を実施しない場合には現況に準じ、事業を実施した場合はビマス計画の基準投入量を基に設定した。また、事業を実施した場合の投下労働力は、ウォノレジョかんがいプロジェクト及びその他のプロジ

ュクトを基に設定した。事業便益は、事業を実施した場合と実施しなかった場合の差とした。

3. 開発選定地区の現況と計画案

選定された計画地区の現況と開発計画案の概要については、以下のとおりである。

(1) ウィダス拡張地区 (図3.3.8)

(a) 現況

本地区は、既存のウィダス灌漑地区の下流に隣接した、ウィダス河の北側に面した地域である。総面積は 3,040ha であり、その内、水田が 2,280ha、畑は 80ha である。

主な栽培作物は、雨期の水稲及び乾季の大豆、トウモロコシである。稲の作付率は 93% である。

(b) 計画案概要

灌漑計画地区は 2,250ha となり、雨期には稲、乾季には稲及び大豆、トウモロコシ、落花生が栽培される (図3.3.13)。その結果、計画作付率は 300% となる。

水源としてクドンワラック及びスマントック両河川に貯水池を建設し、それぞれ 950ha、1,300ha の灌漑計画地区に最大流量 1.8m³/秒、2.4m³/秒の灌漑用水を供給する。

建設費及び灌漑便益は以下のとおりである。

建設費

クドンワラック計画	RP. 6,386 × 10 ⁶
スマントック計画	RP. 46,759 × 10 ⁶

灌漑便益

クドンワラック計画	RP. 1,163 × 10 ⁶ /年
スマントック計画	RP. 1,591 × 10 ⁶ /年

(2) ベン地区 (図3.3.9)

(a) 現況

本地区は、クドン山脈沿いのプロツ市の北部に位置している。総面積は

4,180haであり、その内水田が 3,090ha、畑は 280haである。

主な栽培作物は、稲及び大豆、トウモロコシ、タバコである。稲の作付率は97%である。

(b) 計画案概要

灌漑計画地区は 3,200haとなり、乾季の稲の作付率及び水田裏作物 (Polowijo crops) の作付面積を拡げることにより、作付率は 273%となる (図3.3.13 (I))。タバコは計画案では他の水田裏作物 (Polowijo crops) へ転作される。

本計画においては、ベン川自然流とその補助水源として貯水池より灌漑用水を供給する。頭首工が、ベン及びゲンバン河の合流点の直下に建設され、取水された灌漑用水は、右岸の水田90ha及び左岸の水田 3,100haへ供給される。計画取水量は約 5 m³/sec である。

建設費及び灌漑便益は次のとおりである。

建設費

灌漑施設	RP. 5,175 × 10 ⁶
ダム施設	RP. 6,089 × 10 ⁶
事業便益	RP. 3,698 × 10 ⁶ / 年

(3) ゴタン・ロザリ地区 (図3.3.10)

(a) 現況

本地区はプロソ及びモジョケルト市にはさまれたブランタス河の左岸に位置している。総面積は約 6,850haで、その内、水田が 4,240haであり、水稻の作付率は97%である。

灌漑用水はブランタス河より取水されているが、ブランタス河の低水位が圃場の標高より低いこと、取水口及び水路の維持・管理が不十分であることから、乾季の水不足に悩まされている。

(b) 計画案概要

灌漑計画地区は 4,180haとなる。導入作物は、現況と同じ水稻及び大豆、トウモロコシ、落花生、サトウキビである。乾季の稲及び水田裏作物 (Polowijo crops) の作付率を向上させることにより、作付率は全体で 230%となる (図3.3.13 (I))。

ポンプ場が既存の3ヵ所の頭首工(Gottan, Ngares, dosari)に新設され、ブラントス河の水位が低下した場合に作動させる。各頭首工の灌漑受益面積はそれぞれ1,280ha, 2,280ha, 660haであり、取水量は $1.79\text{m}^3/\text{sec}$, $3.19\text{m}^3/\text{sec}$, $0.92\text{m}^3/\text{sec}$ である。

建設費はRp. $5,683 \times 10^6$, 事業便益は年間Rp. $3,933 \times 10^6$ である。

(4) レスティ左岸地区(図3.3.11)

(a) 現況

本地区はブラントス河の支流レスティ川の左岸沿いに位置する。計画地区の標高はレスティ川より25mから30m高い。平均勾配は約2%である。

地区内には灌漑施設がほとんど見られず、天水及び小河川を利用し、トウモロコシ及びキャッサバ、大豆、サトウキビなど畑作物が栽培されている。

(b) 計画案概要

灌漑計画地区は約2,300haとされ、本地区は傾斜地であることから、畑作が年3作実施される(図3.3.13(2))。

4ヵ所にポンプ場を新設し、レスティ川から揚水する。総取水量は最大で $1.76\text{m}^3/\text{sec}$ となる。

建設費は総計でRp. $4,213 \times 10^6$, 事業便益は年間でRp. $2,650 \times 10^6$ となる。

(5) ウィグス南部地区(図3.3.12)

(a) 現況

本地区は、ウィリス山のすそのから広がる沖積平野に位置しており、本地区の東部にはワルジャエン地区並びに北部には既存のウィグスカンがいプロジェクトの地区が接している。

灌漑揚水は主にクンチール川及びウィリス山からの小河川から取水されている。

本地区の総面積は9,400haであり、その内6,000haが水田となっている。稲の作付率は1.32である。

地下水開発も合わせてP2ATにより実施されている。地下水による灌漑受益地は2,600haである。

(b) 計画案概要

灌漑計画地区は 6,270ha であり、総作付率は 260% である。作型については図 3.3.13(2) のとおりである。

既存の灌漑施設に加えて、タンチール河、貯水池及び幹線水路 10km を建設し、3,780ha の地区を灌漑する計画である。既存の灌漑施設については、補修・改修が実施される。

建設費及び事業便益は以下のとおりである。

建設費

灌漑施設	RP. 75,000 × 10 ⁶
ダム施設	RP. 3,045 × 10 ⁶
便益	RP. 5,112 × 10 ⁶ / 年

(6) 経済評価

選定された 5 地区の灌漑計画案について、経済評価が行われた。結果の概要は以下のとおりである。

プロジェクト名	EIRR (%)
ウィダス拡張プロジェクト	
クドゥンワラック・ダム計画	11
スマントック・ダム計画	0.5
ベンかんがいプロジェクト	23
ゴタン・ロザリかんがいプロジェクト	12
ウィダス南部かんがいプロジェクト	4
レスティ左岸かんがいプロジェクト	18

3.3.6 開発優先順位

灌漑開発の優先順位の決定の際には、新規の開発計画及び調査建設段階の既存の開発計画を合わせて、経済性及び計画地区の現況などを考慮し検討が加えられた。

この決定に考慮された既存の開発計画は次のとおりである。

- (a) ウォノレジョ・ダム及びかんがいプロジェクト
- (b) トゥグ・ダム及びかんがいプロジェクト
- (c) ワル・トゥリかんがいプロジェクト

ワルジャエンプロジェクト

トゥリ・トゥングロノプロジェクト

(d) ワル・トゥリ・パパールベトロンガンプロジェクト

(ワル・トゥリせき)

(d)は(c)の拡張プロジェクトである。

1. 既存開発計画の経済分析

既存開発計画の事業便益は1984年価格を基に検討した。その結果は表3.3.5に示すとおりである。全プロジェクトが内部収益率12%を超えた。

2. 開発優先順位

開発優先順位については、各プロジェクトの内部経済収益率(EIRR)が12%以上か以下かで区別し、さらに、各計画の現在の調査段階で順位付けがされ、最後に現況の稲とサトウキビを合わせた作付率の合計が130%を超えるか否かで順位付けを行った。

11プロジェクトの順位付けの結果は以下のとおりである。

プロジェクト名	EIRR (%)	調査段階	作付率 (%)	順位
(a) ワル・トゥリかんがい トゥリ・トゥングロノ・ワルジャエン ワルジャエン	27 25	D/O D/O	> 130 > 130	I I
(b) ワル・トゥリ・パパールベトロンガン	18	D/O	> 130	I
(c) ウォノレジョ・ダム及びかんがい	18	D/O	> 130	I
(d) トゥグ・ダム及びかんがい	12	F/S	< 130	II
(e) ベンかんがい	23	調査	< 130	III. 1
(f) レスティ左岸かんがい	18	"	< 130	III. 2
(g) ゴタン・ロザリ地区かんがい	13	"	< 130	III. 3
(h) ウィダス拡張地区 クドゥンワラック・ダム スマントック・ダム	11 0.5	" " "	< 130 < 130	IV. 1 IV. 2
(i) ウィダス南部かんがい	4	"	> 130	IV. 3

L. (b)は(a)の拡張計画である、パパールベトロンガン地区はF/Sの段階で、その地区の作付率は130%以下である。

3.3.7 灌漑用水量

フランス河の各取水口において現在取水されている灌漑用水量の検討を行った。また、計画灌漑用水量を、計画実施後の土地利用及び作型、灌漑効率などを考慮して推算し、これを総合水収支分析に使用した。

1. 現況の灌漑用水需給

現況の用水供給量は、既存のプロジェクトの灌漑計画に従って実施されており、実際の取水量と既存灌漑計画の必要用水量を比較した限りでは、不足は起きていない。しかし、既存の灌漑計画では、生育期別の作物係数及び有効雨量等を考慮しておらず、精度の低い灌漑用水計画となっている。

2. 現況の潜在用水量

現況の作型及び有効雨量を考慮し、プランクス河より取水している地区の必要用水量について算定を行った。乾季の算定結果と実際の取水量を比較すると以下のとおりである。表3.3.6は、主な取水口別の比較結果を示す。

	単位 m ³ /秒					
	6月	7月	8月	9月	10月	11月
1982L 1						
現況の取水量 L 3	71.3	62.8	52.6	42.6	41.2	37.4
必要水量 L 4	57.4	52.2	45.5	38.9	29.7	22.4
差	13.9	10.6	7.1	3.7	11.5	15.0
1983L 2						
現況の取水量 L 3	79.7	71.3	51.4	43.2	49.1	—
必要水量 L 4	58.5	62.9	59.4	54.6	34.3	—
差	21.2	8.4	- 8.0	- 11.4	13.5	

注：L 1 ウォノクロモ地区は含まれていない
 L 2 ベスク、ブンデル・ジャティムレク、ウォノクロモ取水口は含まれていない
 L 3 工業用水2.43m³/秒を差し引く
 L 4 シドアルジョ地区の養漁池への水配分は除かれている。

全体的に、乾季の取水量は必要量を上回っており、より有効な水利用が望まれる。1983年8月及び9月の水不足は、マンゲタン及びボロン地区で稲作の実施が遅れた事に起因している。

従って、包括的な水管理は、河川水の有効利用に必要不可欠である。

3. 将来の灌漑用水量

スラバヤ地区の都市化は、ウォノクロモ及びシドアルジョ県で特に著しく、「Urban Development Study on Gerbang-Kertosuslio Region, JICA, 1983」によれば、人口の集中及び周辺地域の都市化の波は今後さらに激しくなると予想される。従って、ウォノクロモ及びシドアルジョの既存灌漑地域の大巾な減少が予想されるので、計画立案の際、十分考慮されねばならない（表3.3.3）。

12の将来の灌漑計画地区について、計画作型及び作付率を基に将来の用水量を

算定した結果を表3.3.7に示す。乾季の灌漑用水の月別の平均用水量を次に示す。

(Unit: m³/sec)

6月	7月	8月	9月	10月	11月
71.2	45.8	30.1	39.4	45.0	45.6

4. 灌漑用水の有効利用対策

灌漑用水を有効に利用するための対策を次の様に講じる必要がある。

(1) 水管理の組織化

現在、乾季の用水配分は、雨季作終了後、BRBOEO及びかんがい局、電力公社、チブダ・カルヤ等の組織のメンバーより構成された調整委員によって討議・検討される。その委員会は恒久的にブラントス河の灌漑組織を管理しているものではない。

また、ブラントス河上流域における必要以上の取水量に対して、下流域では取水制限が必要となる場合がある。この場合、用水需給量の予測に対して、適切な管理が行われていれば、多少なりとも水不足は緩和されるであろう。

従って、総合的かつ組織的に水の需給を予想し、限られた河川水を有効利用するための機関が必要となる。

(2) 水の配分

配水方式は、灌漑効率に著しく影響を及ぼす。配水量は必要最小限にすませるべきである。配水方式としては、以下の2方法が考えられる。

(a) 常時灌漑方式

ブラントス河流域では、この方式が現在の田越しかんがいの下で普及している。この方式では、水田は常に湛水状態であり、雨水の有効利用は行われない。一方、乾季には用水の労費が激しい。したがって、この方式は灌漑施設が発達した地域で、灌漑用水が充分利用可能な条件の下では有効であろう。

(b) 輪番灌漑方式

本方式は、灌漑区域をいくつかの地区に分け、地区毎に順次灌漑する方式であり、節水及び雨水の有効利用の面で有効な方式である。特に乾季の灌漑に有効である。

(3) 灌漑用水の配水制限

水不足が予想される場合、灌漑用水の供給は次の作物順に制限される。

- 1 取水権のない稲作
- 2 サトウキビ
- 3 水田裏作物 (Polowijo crops)
- 4 取水権付きの稲作

雨季の水稲の代掻、移植時に水不足が予想される時は、サトウキビ及び水田裏作物 (Polowijo crops) に対する配水が制限される。

(4) 灌漑施設の改修・更新

次の対策が講じられるべきである。

- 水路の漏水箇所にはライニングが施される。
- 各分水工に水門及び流量計を設置する。
- 分水工を可能な限り設ける。
- 輪番灌漑を実施する場合、通水能力が不足している時は水路を拡幅する。
- 配水に余裕をもたせるために調整池を設ける。

3.4 家庭・工業用水

3.4.1 序 論

1. 調査目的

家庭・工業用水の調査内容は、以下に示す通りである。

(1) 調査対照地域

ブラントス河流域及びスラバヤ都市圏（一部、ブラントス河流域以外も含む）

(2) 調査地域における現況水供給の検討

(3) 既存水供給プロジェクトの明確化

(4) この部門での政府方針に沿った水需要の推定

2. 調査対象地域

対象地域は、現況の水利用状況を考慮にいれ、以下の様に分類する。

(1) スラバヤ市

(2) スラバヤ都市圏（スラバヤ市以外の地域）

(3) その他の都市（コタマディヤ）

(4) 各県内市街地域

(5) 同地方部

3. 水需要の分類

(1) 家庭用水

(2) 工業用水（製造業、加工業及び港湾事業で使用する水を工業用水とする。工業用水需要は、既に取水権を持つ現況の需要と、現在水利権を持たない将来需要の2つに分類する）

(3) 商業用水（非工業部門の水需要）

(4) 社会用水（上記3部門以外の公共施設を中心にした水需要）

(5) 同地方部

スラバヤ都市圏に関しては、上記の水需要分類を適用するが、その他の地域では、工業、商業及び社会用水需要を1部門にまとめた水需要を推定する。

3.4.2 水供給の現況

1. 飲料水供給

1980年の国勢調査に基づき流域内の飲料水供給源の状況を調査した結果、下記の

表に示す様に、市街地の世帯では、上水道（パイプライン）普及率約50%であるが、地方では同比率は3%にすぎず、流域内全体では16%の普及率に留まっている。

フランス河流域における一般家庭の飲料水供給源

供給源	市 街		地 方		合 計	
	件 数 (10 ³)	%	件 数 (10 ³)	%	件 数 (10 ³)	%
パイプ	351,141	50.6	61,032	3.3	412,173	16.3
ポンプ	27,251	3.9	15,683	0.9	42,934	1.7
井 戸	296,009	42.6	1,345,726	73.6	1,641,735	65.1
湧 水	12,247	1.8	312,107	17.1	324,354	12.9
河 川	1,791	0.3	82,383	4.5	84,174	3.3
雨	40	0	2,238	0.1	2,278	0.1
その他	3,790	0.5	9,646	0.5	13,436	0.5
無回答	2,059	0.3	913	0	2,972	0.1
合 計	694,328	100.0	1,829,728	100.0	2,524,056	100.0

県及び市別の分類は別冊M W参照

2. 市街地における既存水供給能力

流域内市街地における既存水供給は、以下の様に報告されている。

市街地（コクマディア）	ズラバヤ	3,200ℓ / 秒	マラン	763ℓ / 秒
	モジョケルト	60ℓ / 秒	ケディリ	100ℓ / 秒
	ブリクール	60ℓ / 秒		
県（カバテン）	シドアルジョ	80ℓ / 秒	ジョンバング	36ℓ / 秒
	ウガンジュク	40ℓ / 秒		

ズラバヤ及び他の市街地における既存施設は別冊M W参照

3. 水の産出及び供給量

ズラバヤ水道局管轄地区では、1982年での水の生産量及び供給量は、付表3.4.1に示す様にそれぞれ $89.8 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、 $60.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ であった。水供給の用途別比率は以下の様に報告されている。

家庭用水	56.6%	工業用水	6.4%
商業用水	11.3%	政府用水	18.9%
社会用水	1.2%	その他	5.5%

尚、他の市街地における水供給の大部分は一般家庭用水である。

4. 1人当りの水供給量

スラバヤ水道局管轄地区では、付表3.4.2に示す様に、一世帯当り平均供給量は1.16m³/日であり、仮に10人がそれを利用してれば、1人当りの水供給量は116ℓ/日となる。一方、同地区で、総供給量を人口で割った1人当りの供給量は、49ℓ/日である。他の水道局管轄地区でも上記と同様な状況であり、一世帯当りの供給量は少なくないが、総供給量を人口で割った1人当りの供給量は少ない。

5. 水質

一般に、地下水及び湧泉水と比べて表流水は汚染されている。ガゲル浄水場取水口付近のスラバヤ川原水の水質は極端に悪く、その原因は市及び工業廃水が川に流れ込んでいること、そして河川維持用水の不足にある。表流水の水質を許容基準に維持する為には、工業用及び市の生活用廃水を制御する必要がある。下記にガゲル浄水場取水口付近のスラバヤ川の水質を示す。

ガゲル浄水場取水口付近のスラバヤ川水質

	単 位	乾 季	雨 季
濁度	N T V	4.5 - 3.5	5 - 500
p H		7.6 - 7.8	7.5 - 7.7
アルカリ度 (CaCO ₃)	mg / ℓ	160 - 185	130 - 200
総硬度 (CaCO ₃)	mg / ℓ	130 - 160	120 - 150
溶存酸素	mg / ℓ	0.8 - 6.0	0.7 - 6.0
マンガニウム消費量	mg / ℓ O ₂	5.8 - 14.0	8 - 26
COD/PV比		4	4 - 6
浮遊物質	mg / ℓ	40 - 160	40 - 6,000

データ出典：PDAM1982/83

6. 工業用取水

水道局供給による工業用水の他に、ブランクス河及びその支川からの工業用水取水がある。取水認可は、かんがい局によって行われている。認可済み及び認可手続き段階にある工業用水量は以下の通りである。

単位：m³/秒

地域/河川	認可済	認可手続中
ケディリ	0.7	
ウガンジュク	0.6	
モジョケルト	1.23	
シドアルジョ/マンゲタン	0.638	0.5
ポロン	1.291	
スラバヤ /スラバヤ川	1.092	
マス川	0.444	
Jeblok	0.075	
Total	6.07	0.5

注：別冊MW参照

かんがい局は、現在利用可能水が既に配分しつくされていることにより、工業用水認可を現状以上に増やす計画を持ちあわせていない。スラバヤ水利用調査（Surabaya Water Use Study）の報告では、ブランクス河及びスラバヤ川から取水している工場の純消費量は、認可済工業用水の26%と報告されている。

3.4.3 実施中及び計画水供給プロジェクト

スラバヤ都市圏（付図3.4.1参照）

1. スラバヤ市では、スラバヤ川からの取水量（ガゲル浄水場で処理）3 m³/秒以外に、水供給水源を持たないので、パスルアン南方10kmに存在するウンブラン湧泉を導水管でスラバヤ市まで導く計画を1978年に策定した。当初、この水供給プロジェクトは、1次及び2次に分けて実施される計画であった。1982年に見直され、現在の計画では、水供給量を、1990年までに1.4 m³/秒、更に1991年までに0.8 m³/秒増やす計画（現在詳細設計中）である。このプロジェクトの建設費は、1984年価格でRp 110×10⁹と見積られている。

1983年に、スラバヤ市南西25km地点のスラバヤ川沿いに位置するカランピラン浄水場計画が策定された。このプロジェクトは、1次から3次に亘って実施される計画であり、1次では1 m³/秒、2次及び3次では合計2 m³/秒の供給量増加を目的としている。1次計画では、デルク地帯のかんがい支川の修復によって節約される水を水源としている。1次計画の建設費は、1983年価格でRp 18.7×10⁹と推定される。2次及び3次計画の水源は明確化されていないが、代替案としてグロオ川流域のウォノレジョ貯水池からブランクス河に放流される水を水源として考えている。

3.4.4 将来の水需要

1. 水供給開発の基本概念

インドネシア第2の都市であるスラバヤ市を中心としたスラバヤ都市圏は、同国東部の経済活動の要として、将来インドネシアにおける最も重要な経済成長地域の1つと考えられており、スラバヤ都市圏への水供給は、同地域の経済成長のための重要な要素である。

第4次5ヶ年計画では、1980年末までに小規模及び中規模市街地においてそれぞれ1人当たり平均60ℓ/日及び90ℓ/日の水準で、人口の75%まで清浄水を供給することを計画している。水供給開発を計画するに際して、上記の国家計画を十分考慮に入れ、本調査では必要最少限の水需要を調査する。

2. 家庭用水需要

家庭用水需要は、1人当たりの消費量に給水人口を掛けて計算する。

(1) 人口予測

インドネシアの将来人口は、付表3.4.5に示されている人口予測と付図3.4.3に示されている推定出生及び死亡率に基づき、西暦2020年まで予測した。

1980年の国勢調査では、ブラントス河流域内での1971年から1980年までの人口成長率はインドネシア全体の同期間における人口成長率より低かった。同傾向が今後も続くものと仮定し、流域内の将来人口の成長率は、インドネシア全体の人口成長率逡減（付表3.4.6）に比例していくものと推定した。流域内総人口予測は、付表3.4.7に示されている。

スラバヤ都市圏に関する人口成長に関しては、既に「スラバヤ都市開発計画調査」によって予測されており、本調査では、1990年から2000年までの人口成長率を参考にして、2020年までの同地区における人口を予測した。流域内将来人口は、スラバヤ都市圏へ流入する社会人口増を差し引いた状態で予測している。

スラバヤ都市圏以外の市街地では、都市人口成長が年率2.5%で増加するものと仮定し、地方部での人口成長率は、県単位で予測された人口と県内市街地で予測された人口及びスラバヤ都市圏へ移動する人口のバランスを考慮に入れて予測している。

人口予測の結果は以下に示す通りである。

単位：×10³

	1980	1990	2000	2010	2020
スラバヤ都市圏	2,867.5	4,187.0	6,119.0	8,938.1	13,056.0
スラバヤ	(2,017.5)	(2,861.6)	(4,163.9)	(6,046.1)	(8,779.1)
他の市街地	(850.0)	(1,325.6)	(1,995.1)	(2,046.1)	(4,276.9)
市街地	1,608.4	2,058.8	2,635.4	3,737.6	4,318.4
地方部	7,870.5	8,479.2	8,798.4	8,636.9	7,671.6
合計	12,346.3	14,250.0	17,552.5	20,948.6	25,046.0

詳細な流域人口予測を、付表3.4.7に示す。

(2) BNA及びIKKプロジェクト

現在、流域内の62市を対象に、世銀の援助で東部ジャワ水供給プロジェクトが実施されているが、このプロジェクトは人口規模によって更に2つに分類される。

人 口	プロジェクト名
20,000人以上	BASIC NEED APPROACH(BNA)
3,000 - 20,000人	IBU-KOTA KECAMATAN (IKK)

両プロジェクトは、それぞれ1次及び2次計画に分かれており、1次計画は、1985年に2次計画は1990年に完了する予定である。その詳細は以下の通りである。

段 階	対象市街地数	給水人口	総供給量	1人当りの供給量
1次BNA	8	313,300	366ℓ/秒	100ℓ/日
1次IKK	23	115,200	80ℓ/秒	60ℓ/日
2次BNA	4	134,050	153.7ℓ/秒	100ℓ/日
2次IKK	27	179,030	122.5ℓ/秒	60ℓ/日

流域内でのこの両プロジェクト対象市町は、以下に示す通りである。

BNAプロジェクト

第1次

シンゴサリ、バトゥ、クバンジェン、トルンダグン、グヌット、モジョ
サリ、シドアルジョ、クリアン

第2次

ウリンギ、トレンガレック、パレ、ケルトソノ

IKKプロジェクト

第1次

マラン県(9IKKs)、モジョケルト県(6IKKs)、シドアルジョ
県(6IKKs)、トルングウグン県(4IKKs)

第2次

ウガンジュク県(7IKKs)、ケディリ県(7IKKs)、プリタール
県(6IKKs)、トレンガレック県(7IKKs)

上記両プロジェクトの位置図は付図3.4.2に、施設の概要及び建設費はそれぞれ付表3.4.3及び3.4.4に示されている。

(3) 1人当りの水需要

東部ジャワ(EAST JAVA WATER WORKS)の報告では、1人当りの水需要は以下の通りである。

<u>人 口</u>	<u>1人当り水需要</u>
100万人以上	120 ℓ / 日
50万 - 100万人	100 ℓ / 日
10万 - 50万人	90 ℓ / 日
2万 - 10万人	60 ℓ / 日
3千 - 2万人	45 ℓ / 日

尚、1人当りの水需要に関する国際比較を付表3.4.8に示す。

(4) 水道料金支払い能力から考えられる1人当りの水需要

以下の仮定と条件の下に水道料金を支払える必要最小限の月間所得を求めた。

- 水道料金は、月間所得の2%とする。
- 家族構成は4.9人/世帯とする。
- 水道料金は、1975年時のRp.30/m³を採用する。

求められた必要最小限の月間所得は以下に示す通りである。

水需要 ℓ / 人 / 日	家庭用水需要 m ³ / 月	料 金 Rp. / 月	所 得 Rp. / 月
100	14.70	441	22.050
150	22.05	661.5	33.075
200	29.4	882	44.100
220	32.4	970.2	48.510

上記の表と付表3.4.9に基づいて、1人当り水需要別の世帯構成比率を計算すると以下の通りである。

1人当り水需要 ℓ / 人 / 日	1980		1990		2000	
	世帯数 × 10 ³	構成比 %	世帯数 × 10 ³	構成比 %	世帯数 × 10 ³	構成比 %
100	421.0	70.5	694.7	81.4	1,109.7	89.3
150	308.1	51.6	561.7	65.8	972.4	78.2
200	223.4	37.4	448.1	52.5	835.3	67.2
220	195.8	32.8	409.2	47.9	781.5	62.8

次に、上水道普及対象外の世帯での1人当りの水需要を30ℓと仮定すると、1人当りの平均水需要は、上記の表も考慮に入れると以下に示す通りである。

単位：ℓ / 人 / 日

水 需 要 (上水道完備の場合)	1人当り平均水需要		
	1980	1990	2000
100	74.9	87.0	92.5
150	91.9	109.0	123.8
200	93.6	119.3	144.2
220	92.3	121.0	149.3

上表の数値に基づき、付図3.4.4に示す通り2020年迄の1人当り水需要量を推定した。地域別1人当り水需要は以下の通りである。

単位：ℓ / 人 / 日

	1990	2000	2010	2020
スラバヤ都市圏	119.3	149.3	167.5	190.0
都市（コタマディヤ）	109.0	123.0	137.5	150.0
各県内市街地区	87.0	92.0	96.0	100.0
同地方部	37.5	45.0	52.5	60.0

以上の結果を踏まえ、地域別の家庭用水需要を下表の通り推定した。

	1985	1990	2000	2010	2020
スラバヤ都市圏	370,755	499,509	913,567	1,497,132	2,480,640
スラバヤ	(257,159)	(341,388)	(621,670)	(1,012,722)	(1,688,029)
その他	(113,596)	(158,120)	(291,870)	(484,410)	(812,611)
その他都市	89,496	109,828	158,646	227,013	317,010
県内市街地	80,102	94,120	127,834	170,688	227,660
同地方部	277,116	308,971	395,903	453,477	472,967
合計	817,469	1,012,428	1,595,950	2,348,310	3,498,277

3. 工業、商業、社会用水

(1) スラバヤ都市圏

工業用水

付表3.4.10の工業別従業員数を基に、工業用水需要を推定した。その結果、1従業員当りの平均水需要は1.61m³/人/日となり、更に実際の工業用水需要に対する消費率30%を考慮に入れて、工業用水の純消費量を0.5m³/人/日と推定した。

「スラバヤ都市開発計画調査」では、1従業員平均工業用水需要を500ℓ/人/日と推定しており、現況での同消費量は100ℓ/人/日である。本調査ではこれらの中間値を採用し、1従業員平均工業用水消費量を200ℓ/人/日と推定した。

工業セクター従業員の年増加率を1980-1990年6.57%、1990-2000年6.62%、2000年以降は6.62%と推定した。

港湾事業に使用される水は、貨物量に比例するという仮定で推定した。

商業用水

「スラバヤ都市開発計画調査」により、商業セクター水需要は同セクターGDPの成長に比例すると仮定した。

社会用水

この部門の水需要は、人口成長に比例して増加すると仮定した。

以上の結果をまとめると、スラバヤ都市圏の工業、商業、社会用水需要は、下記の通りである。

単位：m³/秒

	1990	2000	2010	2020
工業				
認可済	4.04	4.04	4.04	4.04
非認可	0.71	3.38	6.18	11.27
港湾	0.03	0.04	0.08	0.16
商業会	0.44	0.83	1.60	3.00
商社	0.39	0.57	0.84	1.23
合計	5.61	8.86	12.74	19.70

(2) その他の地域

スラバヤ都市圏以外の地域における工業、商業、社会用水需要を、BNAとI KKプロジェクトの計画基準を考慮し、下記の仮定条件の下で推定する。

市街地	:	家庭用水需要の30%
県内市街地	:	" 20%
同地方部	:	" 5%

従って、同地域における工業、商業、社会用水需要の地域別合計を下記に示す。

単位：m³/日

	1950	1990	2000	2010	2020
その他の都市	26,849	32,948	47,594	68,104	95,105
県内市街地	16,019	18,884	25,572	34,139	45,532
同地方部	13,856	15,889	19,795	22,676	23,650
合計	56,724	67,721	92,961	124,919	164,287

3. 漏水率

水を供給する過程で漏水は不可避故、下記に示す漏水率を考慮する。

配水過程

スラバヤ都市圏及び市街地域 20%

地方部 5%

浄水過程 8%

4. 水需要合計

以上1から3までの結果より、地域別水需要合計を下記のように推定した。

単位：m³/秒

	1990	2000	2010	2020
スラバヤ都市圏	13.01	22.06	34.04	54.70
その他都市	1.98	2.87	4.10	5.72
県内市街	1.57	2.13	2.85	3.79
地方部	4.45	5.53	6.34	6.61
合計	21.01	32.59	47.33	70.82

5. 水需要調整

フランス河下流でのジャボン—プルニン間で、水収支を検計している関係上、同区間を基準に水需要を再推定する必要がある。このために、下記項目について水需要量を調整した。

(1) グロオ川流域を除外する。

(2) 現況水文サイクルに含まれている損失水量を除外する。

(1)の理由は、同流域が現在フランス河流域に含まれていないからである。(2)に関しては、特に都市部でのパイプラインを通じての水供給は、水源における損失量を考えなければならないが、そのような損失は現況水文サイクルに既に含まれている。従って、正味必要とする水需要は水文サイクルに含まれている純消費水量を推定した水需要から差し引いた値となる。フランス河流域での水文サイクルに含まれる純消費量は下記の通りである。

水供給システム 0.741 ℓ/秒

井戸、及びその他の供給源 1.991 l / 秒

上記の調整項目を考慮に入れて、水需要を再推定すると下記の様になる。

水需要	供給源	1985	1990	2000	2010	2020
スラバヤ都市圏						
家庭用水	表流水	5.57	5.80	11.56	20.31	35.06
	湧泉	-	1.70	2.20	2.20	2.20
社会用水	表流水	0.36	0.43	0.62	0.91	1.33
商業用水	表流水	0.35	0.48	0.90	1.73	3.24
その他地域						
家庭用水	地下水	2.54	3.45	5.41	7.52	9.06
社会・商業	地下水	0.70	0.84	1.16	1.57	2.08
合 計		9.52	12.70	21.85	34.24	53.51
スラバヤ都市圏						
工業用水 (認可済)	表流水	3.57	3.57	3.57	3.57	3.57
その他地域						
工業用水 (認可済)	表流水	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53
将来工業用水需要	表流水	1.58	1.81	4.70	7.77	13.36
合 計		7.68	7.91	10.80	13.87	19.46

6. 推定建設費用

水源費、導水費、浄水費、及び配水費を含んだ m³/日当り建設費を以下のように推定した。

- (1) 浄水処理を伴った河川の水 Rp. 629 × 10³ / m³ / 日
- (2) 市街地向けの地下水 Rp. 405 × 10³ / m³ / 日
- (3) 地方部向け地下水 Rp. 545 × 10³ / m³ / 日

工業水の開発費用は、工業セクターによって出資されるという条件で、公共投資の枠から除外した。推定建設費用の概要は下記の通り。

単位：Rp × 10⁹

供給源	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
河川	97.2	127.1	185.4	194.9	245.6	329.5	412.8
地下水	51.3	50.3	51.3	56.0	50.1	50.6	52.3
合 計 (5年分)	148.5	177.4	236.7	250.9	295.7	380.1	465.1

注：別冊 MW 参照

3.5 洪水防禦計画

3.5.1 序 論

図3.2.9に示す設計流量配分は、ブランクス流域開発計画（1973-マスター・プラン）で決定されたものである。この流量配分に従って洪水防禦計画が実施されて来ている。このうち一部はすでに完成し、一部は現在実施中である。この洪水防禦工事によって流域内排水状況は年々改善されて来ている。

上記マスター・プラン設定以来すでに10年以上経過し、流域は除々にかつ広く種々な分野で特にスラバヤ地区において開発が進んで来た。流域の都市化は過去数10年の顕著な変化の1つである。流域開発は流域内資産の増加をもたらし、それに伴い可能洪水被害額を大きくして来ている。

一方、ブランクス流域において過去数10年に亘り大洪水が発生したと報告されている。支流域においては、ウィダス流域で洪水防禦、排水対策が不備であったことにより常習的な広い面積に亘って激しい氾濫をこうむっている。

この様な状況に鑑み、流域内河川の現況と問題点についてまず調査し、流域全体の洪水防禦計画について検討した。更にブランクス河洪水防禦計画をウィダス流域の総合的洪水防禦計画との関係で検討を行った。

3.5.2 現況及び問題点

洪水防禦計画に関係するこれ迄の調査報告書及び資料をBRBDEOおよび他の関連機関から収集した。ブランクス流域のこれ迄の洪水防禦関連調査について、その背景、基本概要、現況をまとめると以下の通りである（附属報告書参照）。

1. 河川水系

ブランクス河の総流域面積は約12,000km²である。その主要支川はレスティ、コント、グロオ、ウィダス川である。一部小流域を除きグロオ川は現状ブランクス排水系統から独立した川である。ポロン川はブランクス最下流でマドゥラ海峡に注ぐ主排水路である。スラバヤ川はブランクス河の一派川であり、洪水路としてはブランクス河から独立した河川である。図2.2.1および2.2.2はブランクス河の水系および河川縦断を示す。

主要河川の流域面積は以下の通り

レスティ川	625km ²
コント川	687
ウィダス川	1,539
グロオ川残流域	177
ブランクス河本川	6,718
小 計	9,746
グロオ川	1,423
スラバヤ川	631
合 計	11,800

ブランクス河の総延長（水源からマドゥラ海峡まで）は約 340kmである。

2. 河川現況

(I) ブランクス本川

(a) 上流部

ブランクス川上流部、カランカテスダム地点の流域面積は約 2,050km²、そのうちレスティ川流域は 625km²である。平均河川勾配は 1/200 より急である。

この河道部においては河川は溪谷部を流れており、洪水防禦の問題はほとんどない。ブランクス本川上流部はレスティ川およびクルド山流域に較べ、山岳部の植生もよく流出土砂の問題はそれほど厳しくはない。レスティ川合流点直下流に、シングルダム（発電目的）が建設中である。

(b) カランカテス・ダムからロドヨ・ダム迄

この河道部に入る主要支川はブタック山およびクルド山の南斜面に源を発する右岸支川である。この区間にカランカテス、ウリンギ、ロドヨダムがある。ロドヨダム地点の流域面積は約 3,014km²である。この区間はクルド山の爆発に起因する流出土砂の問題がある。特にレクソ、プティ川が顕著である。

これら支川の上流部に砂貯めおよび砂防ダムがクルド山プロジェクトによって建設されて来た（附属書RC参照）。それら支川の平地部では河川通水

容量不足により常習的氾濫を起こしている。この為、流砂管理を含む河道改修計画が考えられており、同じくクルド山プロジェクトによって調査が行われている。これら計画の実施に当り、クルド山プロジェクトとBRBDEOと密接な協力が必要である。

(c) ロドヨ・ダムからグロオ川合流点迄

主要支川は右岸に流入するアラブ、ストック、ジャティブレン、左岸に流入するグロオ川である（流域面積 177km²）。

同区間でも、クルド山の爆発に起因する流出土砂及びブランクス上流から運ばれて来る流送土砂の問題がある。グロオ川合流点附近、右岸平野部は常習的氾濫地帯であり、支川についてはクルド山プロジェクトによって河道改修工事が計画されている（RC-2参照）。

グロオ川合流点におけるブランクス河流域面積は約 3,600km²であり、平均河床勾配は 1/500 から 1/1000である。

(d) グロオ合流点からレンコンダム迄

グロオ川を合流後、ブランクス河はプロソに向って北東に流れる。主要右支川はテルモス、ラナン、クレセク、スコルジョ、デルモ、スリンジンおよびコント川である。一方左支川はウィリス山に源を発するウィグス川である。

この区間下流端で、ブランクス河はスラバヤ川とポロン川に分かれる。スラバヤ川はブランクス本川の洪水は流さず、支川域洪水の排水路であり、スラバヤ川下流水供給のための水路である。

ケディリ上流数キロ・メートルから下流部は両岸堤をもっている有堤部であり、全長約90km、堤間巾は約 200mで低水路巾 150mである。平均河床勾配は、1/1,500 から 1/2,000 である。設計洪水位での平均流下能力は500 m³/秒から 1,700m³/秒である。（河川縦断、流下能力は附属書RC参照）

ブランクス本川ケディリ上流無堤地区はブランクス本川洪水の遊水池機能を有し、又ウィグス川合流点附近では頻繁に氾濫を起こしている。この区間においてもクルド山の爆発に起因する流出土砂の影響が激しい。

この区間の平地部を洪水と流出土砂から防ぐために、ブランクス本川の河川改修がBRBDEOによって行われており、クルド山流域河川改修工事と

砂防工事がクルド山プロジェクトによって行われている。

この様な工事によって、氾濫の状況はある程度改良されてきたが、なお人口稠密な平野部において氾濫を起している。この様な状況により、なお流域全体の洪水防禦、排水対策、砂防工事が必要と思われる。

レンコン・ダム地点のブランクス本川流域面積は 8,650km²でありこの区間の本川河道長は約 113kmである。

(e) レンコン・ダムから河口迄

この区間の主排水路をボロン川と呼ぶ。ボロン川は標高25m以下の低地部を流れ、最終的にマドゥラ海峡に注ぐ。

主要支川はサダール川およびカンビン川であり、共にブランクス河右岸に流入している。ボロン道路橋地点のブランクス本川流域面積は約 9,130km²、その間の河道長は約48kmである。設計洪水位での平均流下能力は 1,500m³/秒ないし 2,000m³/秒である。(河川縦断および流下能力については附属書 RC参照)

ボロン川は兩岸有堤河川であり、堤間巾 200m、低水路巾約 100mである。カンビン川合流点、ボロン橋近くに川巾 140mの狭窄部がある。特にサダール川周辺平地部は頻繁に氾濫を起しておりその対策が必要である。

(2) 主要支川

(a) レスティ川

レストィ川はスメル山の西斜面に源を発し、山岳地帯を南東に流れ、左岸支川ゲンテン川を合流し東流してカランカテスダム上流14km地点でブランクス本川に合流する。レストィ川流域面積は約 625km²、河道長は55kmである。

この区間では洪水の問題は小さいと思われるが地表浸蝕による流出土砂の問題が顕著である。表面浸蝕に対する対策が必要と思われる。

(b) コント川

コント川はアルジュノ山の西斜面に源を発し、山岳地を流下し、セロレジョダムに至る。セロレジョダムは灌漑、水力発電、洪水防禦の多目的ダムである。セロレジョダム下流で、クルド山に源を発する左岸支川を加え、北西に流れブランクス河に合流する。総流域面積は約 690km²である。

コント川の重要な問題は中流域における洪水氾濫と流出土砂である。このため下流部の築堤，中・上流部の貯砂池，砂防ダムが建設されて来た。しかしなお問題は解決されていない。

上記の様な現況から，コント川河川改修の詳細設計がクルド山プロジェクトで実施しつつあり，一部工事が実施されつつある。

(c) ウィダス川

ウィダス川はウィリス山の北斜面に源を発し，約30km北流し，左岸支川ブニン川を加え，約20km南流し，更に一大右岸支川クドンソコ川を合流する。クドンソコ川合流点下流で東北東に流れ，ポロン川河口から89km地点でブラタス本川に流入する。ウィダス川水系を図3.5.1に示す。（ウィダス，クドンソコ，ウロ川の河川縦断および流下能力は附属書RC参照）

ウィリス山に源を発するクドンソコ川はその左岸支川クンチールおよびウロ川を合流している。これら支川はウガンジュクの都市部を流下している。

ウィダス流域内に3つの自然遊水池がある。即ちウィダス川主流下流部，ウロ川の最下流部およびクドンソコ川中流部の遊水池である。これら遊水池は雨期間下流部の洪水ピークを減少させる役目を果たしている。

ウィダス川の流域面積は1,538km²，総流路長は約80kmである。ウィダス川中・下流部平均河床勾配は1/900ないし1/3,800である。

レンコン街上流部ウィダス川およびクドンソコ川には灌漑水田を洪水から守るために堤防が建設されている。又ウガンジュク市近くのウロ川ではウガンジュク市を洪水から守るため部分的に堤防が作られている。

ウィダス本川および支川の流下能力は極めて小さく，ウィダス川で100ないし400m³/秒主要支川で10ないし100m³/秒にすぎない。この様な現況から，ほとんど毎年洪水氾濫を起こしている。特にウガンジュク，レンコン，およびその周辺の洪水問題は重要である。1979年に記録的な洪水が発生し，2週間に亘り9,000haの氾濫を起こした。この洪水はBRBDEOにより25年確率洪水に相当すると推定されている。

上記の様な洪水氾濫は主として次の原因による。

- 洪水防禦施設が不十分であること

- ブランタス本川からの背水
- 経済的、社会的観点からウィダス流域の洪水防御、排水工事は必須であり早急に必要である。

(d) グロオ川流域

グロオ流域は北側はウイリス山、南側はガンピン丘、西側はウイリス山およびガンピン丘に連なる山岳地帯、東側はブランタス河によって形成された低い扇状地で囲まれている。総流域面積は 1,600km²である。

グロオ流域は現在2つの排水口を有する。1つはブランタス河であり、クラントウル、ババカン、バハル川を排水しており、その総流域面積は 177km²である。もう一つはバリット・アグンおよびバリットラヤ水路を通じインドネシア海に注ぐNo 1およびNo 2南トルングアグン排水トンネルである（これら排水路の縦断図と流下能力は附属書RC参照）。グロオ流域の約90%はインドネシア海に排水される。排水トンネルの総容量は 1,100m³/秒である。

グロオ流域特にトルングアグン市およびその周辺は古くは常習氾濫地帯であった。多くの洪水防禦工事が実施され、現在も一部実施中である。これにより洪水氾濫の状況は大きく改善された。しかし、バリットラヤおよびバリットアグン水路の土砂堆積の問題に注意を要する。

(e) スラバヤ川

スラバヤ川はもともとブランタス川の一派川であったが、モジョケルト地点にムリリップ・ゲートを設置することにより、ブランタス本川から分離されることになった。現在のスラバヤ川はマルモヨ川にその源を発し、ムリリップ・ゲートおよびゲデック・ゲートを通じてブランタス河の水を一部集め、更にその残流域の水を集めて流している。

源から約35km北東に流れ、インドネシア第2の都市スラバヤ市を貫流している。グヌンサリ・ダムがあり、その直下流で常習氾濫河川であるクドルス川を合流する。

スラバヤ市で、ウォノクロモ川とマス川の2つの派川に分かれる。ウォノクロモ川はスラバヤ川の本川であり、ジャギールダムから東方に真直ぐ流下してマドゥラ海峡に注ぐ。マス川はスラバヤ市の中心を通り蛇行しながら北

方に流れ、グベン・ダムを通過してスラバヤ港でマドゥラ海峡に注ぐ（詳細は
附属書 R C 参照）。

一方、ウジュンからウォノクロモ川迄約17kmに亘り、市の北東海岸線に沿
って防潮堤がある。これにより海からの高潮と海水の流入を防いでいる。

スラバヤ川は総流域面積 630km²でその内訳はマルモヨ川 290km²、ワトウダ
コン水路99km²、マス川14km²、その他小支川 227km²である。マルモヨ川水源か
らウォノクロモ水路末端迄の総河川長は約 100kmである。

マルモヨおよびマス川を含むスラバヤ川の本川は、スラバヤ川河川改修プ
ロジェクトによって大きく改良された。しかし、なおスラバヤ市街地域およ
びクドゥルス川流域背後地は常習的洪水氾濫が起こっている。特にスラバヤ
市街地域は毎年洪水問題が生じており、排水改良工事の実施が待たれる。

3. 既設構造物

フランス河流域にはダム、閘門、ゲート、揚水場、溝渠等、多くの河川関連
構造物がある（附属書参照）。

フランス河およびその支流の主要構造物はダムと閘門である。即ち、本川上
ではカランカテス、ウリンギ、ロドヨおよび新レンコン・ダムがあり、コント川
のセロレジョ・ダム、ウィダス川のブニン・ダムがある。上流域では水力発電用
シングル・ダムが建設中である。その他構造物として取水施設、カルバート、ポ
ンプ、溝渠があり、それらの位置は図 3.5.2 および 3.5.3 に示す。

ケディリ市直下流中流部にワルトゥリ灌漑計画でムリチャン堰の建設が提案
されている。この建設には河川の維持・管理の面から特別な注意を要する。

ウィダス流域、クンチール川の上流に、クンチール本川と左クンチール川（ク
ンチールの一派川）の洪水を制御するための分流堰がある。この堰はすでに老朽
化しており、洪水に対し危険であると思われる。

グロオ流域の主要構造物はNo 1 および No 2 南トゥルガグン排水トンネルおよ
び灌漑用取水施設である。

セガウエ取水堰および連絡水路を含むウォノレジョダムおよびトルガグン・ゲ
ートが BRBDEO によって工事中である。

スラバヤ川的主要構造物は取水施設と揚水場である。スラバヤ川最下流部でグ

ヌンサリ、ジャギール、ウォノクロモの3つのダムがある。これらのダムは都市部に対する水供給用である。

4. 河床変動および流砂能力

(1) ブランクス川の河床変動

ブランクス川本川およびボロン川の河床変動は東部ジャワ、灌漑局で測定されており、19ヶ所の観測資料が手に入った。

図3.5.4は年平均河床変動を示す。これはブランクス中流域河川改修プロジェクトで作成されたものに最近の資料を加味して作成したものである。この図で判る様に各地点の河床は全体として、ここ10年間低下の傾向を示している。特にブルワサリおよびケルトソノ下流部で顕著である。6水位観測所の水位-流量曲線も同じ様に河床低下傾向を示している。

(2) ブランクス河の流砂能力

ブランクス中流域河川改修プロジェクトで、ブランクス河の現状流砂能力と設計河川断面の流砂能力について検討している。図3.5.5(1)はその結果を示すものであり、年流砂量は場所により 1×10^6 から $6 \times 10^6 \text{ m}^3$ と変動している。

流砂量	地 点					
	ブルワ	ブル	ジュク	ジョンバ	ケルトソノ	ジャボン
掃流、浮遊砂量	870	1,150	1,250	1,400	1,500	1,650
ウァッシ・ロード	400	750	900	1,300	2,000	4,600
計	1,270	1,900	2,150	2,700	2,700	6,250

更に、ジャボンにおける総流砂量の配分を以下の様に提案している。

ジャボン地点・ブランクス本流 : $1.65 \times 10^6 \text{ m}^3 / \text{年}$

ボロン川 : 1.40×10^6

スラバヤ川およびホール・水路 : 0.25×10^6

本調査では、ブランクス本川現況での流砂能力を3.2節で求めた流砂公式と1979および1982年の2年間の月平均流量を使用して求めた。

1979年は豊水年であり1982年は過去10年間の渇水年である。その結果は下記の通り(図3.5.5(2)参照)。

(単位 m³/年)

年	バケル	ジョンビル	ケルトソノ	ジャボン
1979				
掃流砂	113,000	192,000	214,000	128,000
浮遊砂	565,000	962,000	1,072,000	642,000
小計	678,000	1,153,000	1,286,000	770,000
ウォッシュ・ロード	363,000	1,269,000	1,356,000	3,415,000
計	1,041,000	2,422,000	2,642,000	4,185,000
1982				
掃流砂	98,000	138,000	171,000	109,000
浮遊砂	492,000	690,000	857,000	544,000
小計	590,000	828,000	1,028,000	653,000
ウォッシュ・ロード	210,000	577,000	734,000	1,715,000
計	800,000	1,405,000	1,762,000	2,368,000

現状河川の流砂能力はなお提案されている設計流砂量以下であり、なお中流域の河川改修は流砂能力増強の面からも必要と思われる。

3.5.3 想定洪水被害

1. 序論

過去10年の間、ブランタス木川では堤防越流による洪水は起こっていない。支川ではウィグスにおいて、1979年洪水により大氾濫が起こった。しかし洪水被害に関する十分な記録はない。ここでは洪水防御工事の効果を測定するために、確率洪水被害を解析手法によって推定する。

下記の手法を用いた

- (a) 地形図による洪水氾濫域の設定
- (b) 洪水規模別洪水の氾濫面積 - 水深 - 期間の推定
- (c) 氾濫域内洪水被害対象財産価格の評価
- (d) 氾濫水深 - 期間別被害率の推定
- (e) 上記(a) - (d)から確率洪水被害額の算定

2. 洪水氾濫域

1/50,000地形図と調査により推定した想定洪水氾濫域を図3.5.6に示す。氾濫域は本川ではグロオ川合流点からモジョケルト地点迄、スラバヤ川では全域に及び海岸線迄、更にウィグス流域に氾濫域を想定した。本川沿いではケディリ、ケルトソノ、プロソ、ジョンバン、モジョケルト市を含み、ウィグス流域ではウガンジュクおよびレンコン市を含む。

3. 氾濫面積 - 水深 - 期間解析

推定確率洪水，地形図，および不等流計算に基づき面積 - 水深 - 期間の解析を行った。

1 / 50,000地形図により，海岸線から1 km間隔で全氾濫域をカバーする河川横断図を作成し，上記解析に使用した。マンニング粗度係数は下記の通り。

堤内地 / 内陸部	$n = 0.20$
河道部	
0 km - 60km	0.025
60km - 88km	0.028
88km - 140km	0.032
140km 上流	0.035
ウィダス川	0.030

各横断地点の水位 - 流量曲線を不等流計算で求め，2，5，10，25，50，100年確率洪水に対する氾濫深を求めた。結果は表3.5.1に示す。図3.5.7は，かくして求めた氾濫域を示す。

4. 氾濫域の資産価値

(1) 氾濫域資産種類

- 農地の各種農作物
- 養漁池
- 家屋，商店，ホテル，レストラン，工場等
- 建物の種類別内部資産
- 道路，溝渠，堤防，水路等，公共建造物

(2) 資産価値

代表的資産として下記項目をとり上げる。

- 農作物 : 米，豆，トウモロコシ，ピーナツ
- 養漁池 : 魚および養漁施設
- 建物 : 家屋（都市・地方），工場，倉庫 / ホテル / レストラン，商店
- 内部資産 : 建物別

上記資産別価値に関する資料がないので、解析的に現存の経済価値および項目別生産高を推算する（1984年の各項目別単価詳細は附属書RC参照）。

(a) ha当り農作物価値

農作物別現況単位収量および価値を求め、ha当り農作物価値を下記の様に推算した。

(単位：Rp/ha)

年	米	トウモロコシ	豆	ピーナツ
1984	648.360	305.280	265.260	778.700

(b) 建物の単価

建物の種類別単価は下記の様に推算した。

単位：10³Rp/建物

年	家屋 地方	家屋 都市	工場	商店	倉庫/ホテル/ レストラン
1984	905	2.580	302.500	107.910	23.925

(c) 建物当り内部資産額

単位：Rp

年	家屋	工場	商店	倉庫/ホテル/ レストラン
1984	745.400	7.2×10 ⁶	32×10 ⁶	1.82×10 ⁶

(d) ha当り養魚池価値

単位：10⁶Rp

年	魚	施設
1984	0.84	0.13

将来の資産価値の増加を洪水防範計画の耐用年限である2060年度迄推定した。1984年価値で将来資産額を下記の様に求めた。

(a) ha当り農作物の将来価値

単位：Rp/ha

年	米	トウモロコシ	豆	ピーナツ
1990	1,143,620	414,740	368,286	483,749
2000	1,397,390	657,475	538,412	661,973
2060	同上	同上	同上	同上

(b) 建物の将来価値

単位：10³Rp/建物

年	家屋 地方	家屋 都市	工場	商店	倉庫/ホテル/ レストラン
1990	1,062	3,030	354,750	126,500	28,220
2000	1,383	3,940	462,000	164,860	36,470
2020	2,230	6,340	743,875	264,980	58,740
2040	3,420	9,740	1,142,630	407,060	90,260
2060	5,030	14,329	1,680,250	598,900	132,830

(c) 建物別内部資産の将来価値

単位：Rp/建物

年	家屋	工場	商店	倉庫/ホテル/ レストラン
1990	870,140	14.2×10 ⁵	37.4×10 ⁵	2.4×10 ⁵
2000	1,124,140	17.9×10 ⁵	42.0×10 ⁵	3.3×10 ⁵
2020	1,778,410	34.1×10 ⁵	68.0×10 ⁵	5.1×10 ⁵
2040	2,684,390	64.4×10 ⁵	98.0×10 ⁵	7.5×10 ⁵
2060	3,888,410	95.3×10 ⁵	145.0×10 ⁵	10.9×10 ⁵

(d) ha当り養漁池資産の将来価値

単位：10⁶Rp/ha

年	魚	施設
1990	0.94	0.14
2000	1.15	0.16
2020	1.65	0.21
2040	2.28	0.26
2060	3.06	0.32

(3) 資産分布

氾濫域内資産の分布をメッシュ調査と経済資料による資産の平均分布から推定する。想定氾濫域を1/50,000地形図上500m間隔のメッシュで細分し、各

メッシュ毎に平均地表高および土地利用状況を調べた。総メッシュ数は 6,041
ヶで各メッシュ毎の土地利用状況は表 3.5.2 に示す（各メッシュの詳細情報は
データ・ブック参照）。

家屋、工場、倉庫/ホテル/レストラン、商店数はカブパテン毎に各 25ha 当
り平均建物数から推定した。但し建物は、同じカブパテン内各メッシュに均一
に分布しているものと仮定した。

家屋の都市部、地方部の分類は 1980 年東部ジャワ人口調査に基づき都市部と
地方部家屋類の比から推定した。表 3.5.3 はカブパテン別建物種類別建物数を
示す。尚将来の建物数の増加を下記の様に推定した。

単位：％・年

年	家 屋		工場	商店	倉庫/ホテル/ レストラン
	地方	都市			
1984					
	0.11	1.68	1.5	1.5	2.0
2000	0.19	2.05	1.0	1.5	1.0
2020	0.10	0.50	0.5	1.5	1.0
2040	0.10	0.50	0.5	1.5	1.0
2060					

5. 洪水被害

(1) 洪水被害の種類と被害率

洪水被害は計上可能なものと不可能な被害に分ける。計上可能被害を更に直
接と間接被害に分ける。直接洪水被害は洪水氾濫による資産価値の損失であり、
間接被害は直接被害にともなう経済活動の損失と考える。間接被害とは一般労
働力の損失、洪水避難による損失などである。

直接被害の被害率は以下の通り。

農作物および建物：表 3.5.4 の通り

養魚池 ：魚および施設に対し 100%

公共構造物 ：農作物および建物の総被害額の 30%（マレーシアでの
推定値を参考にして決定）

間接洪水被害の被害率は直接被害額の 10% とする。

(2) 洪水防禦施設なしの場合の確率洪水被害

確率洪水による氾濫面積は表3.5.5に示す通り、稲作、畑作、養漁池および建物別に推定する。

被害額はブランクス本川とウィグス流域の2地区に分けて推定する。確率洪水別被害額は1984年および2000年時点の想定経済状態について推定する。

かくして求めたある確率洪水規模迄の年平均洪水被害額を表3.5.7に示す。本川 139km地点迄の対象地域およびウィグス流域の現況での想定洪水被害額は、各々 $117,422 \times 10^6 \text{Rp}$ および $8,202 \times 10^6 \text{Rp}$ と推算された（100年洪水レベルまでの総被害額）。

(3) 既存洪水防禦施設ありの場合の洪水被害

ブランクス本川は約30年確率相当洪水を流下しうる。既設洪水防禦施設によって防禦しうる相当被害額は $114,000 \times 10^6 \text{Rp}$ と推定される。従って洪水に対する防禦率は97%とみなしうる（但し年平均総被害額を100年確率洪水迄考慮し $117,422 \times 10^6 \text{Rp}$ とした場合）。

(4) 計画洪水防禦施設による防禦可能被害額

次節で述べる通り、ブランクス本川に対し50年確率洪水、ウィグス流域に対し25年確率洪水を設計対象洪水とする。本川に関し、防禦可能被害額は $115,661 \times 10^6 \text{Rp}$ 、即ち防禦率98.5%となる。ウィグス流域の場合は防禦可能被害額は $7,689 \times 10^6$ 、防禦率は94%となる。

3.5.4 実施中および将来洪水防禦プロジェクト

流域開発計画の一環として1968年以來BRBDEOにより、多くの洪水防禦対策が実施されて来た。主な工事は、(a)ポロン川河川改修、(b)スラバヤ川河川改修、(c)トゥルグッゲン排水プロジェクト（実施中）、(d)ブランクス中流域河川改修（実施中）である。

実施中およびBRBDEOが計画している洪水防禦計画の概要は下記の通りである。

1. 実施中のプロジェクト

実施中のプロジェクトはOECF資金援助によるブランクス中流域河川改修、およびADBの資金援助によるトゥルグッゲン排水計画である（図3.5.8および

3.5.9 参照)。

(1) ブランクス中流域河川改修計画(第2期)

当計画はブランクス本川のケディリ市からレンコン・ダム迄の区間を対象とした洪水防禦計画である。浚渫、堤防嵩上げ、および一部通水能力の極めて低い河道部改修による通水能力の増加を目的としている。第1期工事は10年確率洪水を対象とし、第2期工事は50年確率洪水を対象とする。

第1期工事は1984/85年完成の予定であり、引続き2期工事を実施する予定である(詳細は附属書RC参照)。

(2) トゥルグェグン排水計画

1978年12月に同計画のフィジビリティ・スタディーが行われた。同プロジェクトは2段階に分けて実施する計画であり、第1期は1980年に開始された。

グロオ川とソン川合流点上流域グロオ川の洪水をインドネシア海に排水する計画であり、延長24kmの主排水路(バリット・アグン)と新排水トンネル(南トルガグン・トンネルNo2と呼び既設トンネルNo1と平行している)の建設からなる。バリット・アグン排水路は10年確率洪水を対象としている。

2. 将来プロジェクト

BRBDEOおよび他機関によって提案されている洪水防禦将来計画は、図3.5.9に示す。その概要は下記の通り。

(1) ウィダス流域洪水防禦・排水プロジェクト

本プロジェクトの初期段階の検討が1979年BRBDEOによって実施された。それによると計画は2つのカテゴリーに分けられる。即ち本川河道改修と洪水防禦及び灌漑の機能を持つ3つのダムの建設である。

河川改修は全長98kmでウィダス、クドウンソコ、クンチール、ウロ川を含む。提案されているダムはクンチール、クドウンソコおよびスマントック・ダムである。

この可能性調査は1985/86年JICAで実施される予定である。

(2) スラバヤ川河川改修プロジェクト(第2期)

DGWRDの管轄でBRBDEOによって策定された。目的はスラバヤ都市およびその周辺地区を洪水から守ることであり、1981年に完成した第1期工事

の継続事業となる。プロジェクトの内容は下記の通り。

(a) グスンサリ水路の改修 (50年洪水)

- 排水路改修 L = 6.7km
- 洪水路建設 L = 6.1km
- 灌漑水路の改修 L = 6.7km

(b) クドゥルス川改修 (20年洪水)

- 河川改修 L = 5.0km

(c) ウォノクロモ・ゲートの改修

- ゲートの電動化 2門
- 閘門シール改修 2門

詳細設計はO E C Fの資金援助の下で1985年開始される予定である。

(3) ウィダス川下流およびムリチャン堰計画

A D Bが資金援助を行っているプロジェクトである。その可能性調査は1981年英国の無償援助で行われた。

プロジェクトの目的は、ワルジャエン-トゥリトゥンゴノ地区24,000haの灌漑システムの改修である。

プロジェクトの内容は下記の通り (詳細は附属書 - R C 参照)。

- (a) ブランクス河本川に新しいバラージの建設
- (b) 約24,000haの灌漑施設の建設
- (c) 上記灌漑地帯を洪水から守るためのウィダス川下流部の河川改修

上記のうち(a)と(c)はB R B D E Oによって実施される予定であり、現在詳細設計中である。(b)はスラバヤ・灌漑局が実施中である。

(4) クルド山プロジェクトによる河川改修

クルド山プロジェクト事務所が実施中の砂防計画に関連した、クルト山腹に源を発するコント川および小支川下流部の河川改修計画である。

クルド山プロジェクトは緊急対策、短期対策および長期対策からなっており、コント川河川改修は緊急対策の一つとして現在詳細設計と共に一部実施中である。同プロジェクトによれば25年確率洪水を対象とする河川改修である (附属書 - R C 参照)。その他の小河川についてはまだその詳細が決まっていない。

(5) ワルットゥリ灌漑プロジェクトのムリチャン堰建設

ワルットゥリ地区38,000haの灌漑用水取水堰として既設ムリチャン取水口下流2km地点ブランタス本川に新たにムリチャン堰を建設する計画である。

堰の建設によって下記のような重要な問題が起こりうると考えられる。

(a) 堰上流部の堆砂

(b) 堰下流部の洗掘

ブランタス中流域河川改修プロジェクトは「ワルットゥリ堰の建設による中流域河川改修プロジェクトへの影響」と題する報告書を提出している。その報告書を要約すると

(a) 堰が建設された場合、ブランタス中流部の設計河道を維持するためには、年間約 630,000m³の維持浚渫を行う必要がある。

(b) クルド山が爆発した直後数年間は、それ以上の浚渫が必要となろう。

(c) クルド山の爆発によって予期せぬ量の土砂が流入した場合には、堰のゲートを全て完全に開けた状態で運轉せざるを得ない場合もありうる。

(d) 下流部の河床低下に関しては、適切な対策を講じる必要がある。

上記は定性的に正しいものと判断される。

堰建設に伴う将来の問題をなくす、或いは極小化するために、下記を勧告する。

(a) 下記の考えうる代替案について詳細検討を行い、ワル・トウリプロジェクトの開発計画を明確にすること。

(i) 堰を設けず揚水式灌漑とする案

(ii) 堰を設けず、自由取水式とする案

(iii) 堰を建設する案

(b) 上記代替案についての検討結果、最適案として堰の建設案が取り上げられた場合には、下記の点を明らかにしておくこと。

(i) 堰の運轉規則

(ii) 堰の運轉責任

(iii) 河川維持の責任

3.5.5 洪水防禦計画

1. 洪水防禦対策の必要性

50年洪水を対象とした中流域河川改修事業は現在実施中である。1981年および1984年に設計洪水に匹敵する大洪水が発生した。将来、流域の都市化、支川改修の進展により更に洪水規模が大きくなる可能性がある。これらを考慮し当調査では流域の洪水防禦計画について全面的見直しを行った。

ウィダス川流域では頻繁に洪水被害にさらされているが部分的な洪水対策しかなく、又ワルジャエン灌漑地区を守るための排水計画しかない。

この流域内で、洪水から守るべき重要地域は、ウガンジュク、レンコン等の都市部および東部、中部ジャワを結ぶ国道・鉄道等である。これらについての洪水対策が必要である。

2. 洪水防禦計画の基本概念

インドネシア全国主要河川の計画対象洪水規模は、表3.5.8および図3.5.10に示す通り。これを参考にして、プランタス流域の洪水防禦計画に対し下記の基本条件を考える。

(1) プランタス本川およびボロン川

- (a) 対象洪水 : 50年確率
- (b) 対象区間 : 河口からグロオ川合流点まで

(2) ウィダス川

- (a) 対象洪水 : 25年確率
- (b) 対象区間
 - ウィダス川 : 河口(プランタス河との合流点)から
グダイカン・ダム迄(42.7km)
 - クドゥンソコ川 : ウィダス川合流点からバドゥン橋迄
(10.0km)
 - ウロ川 : クドゥンソコ川合流点から17.8km地点橋梁迄
(17.8km)
 - クンチール川 : クドゥンソコ川合流点から13.0km地点橋梁迄
(13.0km)

(3) 他の支川

ブラントス河に流入する他支川については現状のままと考える。

3. 現行設計洪水量配分の見直し

ブラントス河の現行設計流量配分は図3.2.9に示す。

ポロン川	: 河口から新レンコンダム迄	1,500m ³ /秒
ブラントス河	: 新レンコンダムからウィダス川合流点	1,500m ³ /秒
	ウィダス川合流点からコント川合流点	1,100m ³ /秒
	コント川合流点から 139km地点	900m ³ /秒

洪水配分について、1984年に発生した既応最大洪水を含めて、新たに50年確率洪水を推算した。その結果は下記の通り。

ポロン川	: 河口から新レンコンダム迄	1,600m ³ /秒
ブラントス河	: 新レンコンダムからブランカル川合流点	1,000m ³ /秒
	ブランカル川合流点からウィダス川合流	1,500m ³ /秒
	ウィダス川合流点からコント川合流点	1,250m ³ /秒
	コント川合流点からグロオ川合流点	1,050m ³ /秒

上記の結果から、ブラントス河の現行設計洪水流量は20年確率又はそれ以上の確率に相当することが判明した。

4. ブラントス本川およびポロン川の洪水防禦計画

(1) 代替案

ブラントス河本川の洪水防禦計画を策定するに当り、下記の諸条件を考慮した。

(a) ブラントス河本川およびポロン川は 140kmに亘りすでに相当な河川改修が行われている。中流域河川改修工事は現在実施中であり、この完成後再度、大規模改修を行うことは、河川周辺の住民移轉、橋梁の嵩上げ等を要し、社会的な問題を引き起こすおそれがある。この様な問題が少ない代替案としてブラントス上流部においてロドヨ貯水池からインドネシア海に洪水を排水する洪水排水路案を考える(ロドヨ排水路)。

(b) 将来ブラントス河本川の洪水流下能力を増加させることは相当の費用と長

期間を要する。従って本川の洪水量を増加させる様な支川域の開発、支川改修、都市化は、その開発費用と河川流下能力増強対策の費用との見合いで計画するものとする。

- (c) クルド山は平均15年の周期で爆発している。爆発によって発生する土砂はブランクス本川に流入し河床上昇をもたらして来た。これに対し砂防工事によって流出土砂抑止工事を行って来たが、なお爆発直後の一時的な河床上昇を止めることは不可能と思われる。この様な状態においても前記洪水排水路案は有効に働くものと考えられる。

以上の様な考察から、将来ブランクス本川およびボロン川の大規模再改修を行うべきか否か、クディリ上流無堤地区（現在遊水池として働いている）を有堤化すべきか否か、更にウィダス（ブランクス河の1大支川として）川の洪水防禦のあり方について検討するものとして下記の代替案を考えた。

- (i) ブランクス河上流部からインドネシア海への洪水排水路案
- (ii) ブランクス本川およびボロン川の河道改修
- (iii) ウィダス流域洪水調節ダム
- (iv) ウィダス川自然遊水池の人工遊水池化
- (v) ウィダス川の河道改修
- (vi) 上記案の組み合わせ

上記のうち（iii）については、後述する様にクンチール洪水調節ダム案について別途検討した。その結果このダム地点の流域面積が小さいため、ウィダス下流部の洪水減少効果があまり期待出来ず経済的に成り立たないことが判った。従って本調査ではクンチール・ダム案は廃棄した。

上記検討の結果、ブランクス本川について、現在ある自然遊水池をそのまま残すか、或いは有堤河川とするかの2つの基本的代替案を考えた。

代替案1：クディリ上流無堤地区遊水池をそのまま残す。

代替案2：上記地区を有堤化する。

本調査では、現行中流域河川改修事業はそのまま実施され、完成されるものと仮定する。

上記基本代替案各々について更に下記代替案を考える。

(a) 代替案1 (ケディリ上流遊水池を残す)

ケース1 : ブランクス本川再改修 (ロードヨ排水路なし)

ケース1-1 : ウィダス川およびその支川の築堤による改修

(自然遊水池をなくする)

ケース1-2 : ウィダス川およびその支川の遊水池を含む改修

(遊水池の人工遊水池化)

ケース2 : ロドヨ排水路建設 (図3.5.13参照)

(排水路の通水容量を別途検討の上全体洪水防製事業の費用が最小になる案として 100m³/秒とした)

ケース2-1 : ウィダス川およびその支川の築堤による改修

(自然遊水池をなくする)

ケース2-2 : ウィダス川およびその支川の遊水池を含む改修

(遊水池の人工遊水池化)

(b) 代替案2 (ケディリ上流遊水池をなくす)

ケース1 : ブランクス本川再改修 (ロードヨ排水路なし)

ケース1-1 : 代替案1のケース1-1に同じ

ケース1-2 : 代替案1のケース1-2に同じ

ケース2 : ロドヨ排水路建設

(排水路通水容量を 400m³/秒とした)

ケース2-1 : 代替案1のケース2-1に同じ

ケース2-2 : 代替案2のケース2-2に同じ

(2) 洪水流量配分

各代替案について洪水流量配分を、貯留納致法によって下記の条件で推算した。

(a) 堤間巾

氾濫地域を堤防で防禦するものとした場合の堤間巾を流域面積と河川巾の関係 (附属書-R C 参照) から次の様に仮定した。

ケディリ上流部 200m

ウィダス川 200m

クドゥンソコ川	150 m
ウロ川	150 m
クンチール川	100 m

上記堤間巾により河道の貯留函数を等流計算によって求めた。

(b) 人工遊水池

ウィダス流域内、ウィダス、ウロ、クドゥンソコの3自然遊水池を人工遊水池（洪水調節を設ける）とする。

地形図、常習氾濫地区、家屋の数・分布から遊水池の大きさ（面積）を定め、各々の洪水調節容量を次の様に定めた。

ウィダス遊水池	$10 \times 10^6 \text{ m}^3$
ウロ遊水池	$8 \times 10^6 \text{ m}^3$
クドゥンソコ遊水池	$9 \times 10^6 \text{ m}^3$

遊水池の遊水効果は洪水ハイドログラフの上で、ある与えられた洪水流量以上の流量を遊水池に貯留するものと考えて算定した（水平カット方式）。

(c) ロドヨ排水路

ブラントス本川中・下流部の洪水が現況通水能力を超えない様に、上流ロドヨ貯水池からインドネシア海に放流するものとする。

(d) 支川からのブラントス本川への流入量

ウィダス川以外の支川からの本川への流入量は現況に同じと仮定した。即ち支川の改修は（若し実施する場合）本川に流量増をもたらさない範囲で行うものとする。

上記の条件の下で、各代替案に対する洪水流量配分を求めた。

図3.5.14は代替案1のケース1-1に対するハイドログラフ、

図3.5.15は代替案2のケース1-1に対するハイドログラフ、

図3.5.16は遊水池なしの場合のウィダス流域の洪水ハイドログラフを示す。

かくして求めた各代替案の洪水流量配分は、表3.5.9および3.5.10、図3.5.17および3.5.18に示す。

5. 設計条件

(1) 河川市

計画河川市を日本の基準に従って設定した(附属書-R C参照)。既に堤防のある河川については、原則として現状の河川市を考える。

(2) 低水路

低水路は現在の河状に応じて拡巾又は河床を下げる。著しい蛇行低水路はカット・オフ水路を作り直線化する。

(3) 設計洪水位

有堤河川について、設計洪水位は現行設計洪水位、或いは既応最大洪水位以上に上げない様にする。無堤河川で河床掘削により改良する河川に対する設計洪水位は出来るだけ陸地部地上高以下とする。

河川・通水断面は等流計算で求める。採用したマンニングの粗度係数は以下の通り。

ボロン	: 河口から47km地点	0.025
ブランクス河	: 47km - 60km	0.025
	60km - 90km	0.028
	90km - 140km	0.032
	140km - 160km	0.035
ウィダス川, クドゥンソコ川, ウロ川, クンチール川:		
	低水路	0.030
	高水敷	0.050

(詳細は附属書-R C参照)

(4) 堤防断面(附属書-R C参照)

(5) 支川の洪水防禦

対象河川の支川域については背水堤を考慮する。

(6) ロドヨ排水路

トンネル: 馬蹄型

開水路: 単断面台形

検討に使った対象流量とトンネル直径は下記の通り。

設計流量	トンネル直径
800m ³ /秒	6.2m × 2条
600	7.5m × 1条
400	6.2 × 1
300	5.4 × 1
200	4.4 × 1
100	3.1 × 1

(7) 遊水池

ウィダス遊水池の有効利用を考え、周囲堤、横越流堤、排水門を設けるものとした。周囲堤は 1.0m 以下の高さとした。

5. 河川改修計画

上記設計条件、洪水配分に基づき各代替案の河川改修計画を検討するが、マスター・プラン・レベルの検討にとどめる。

6. 最適河川改修計画の選定

(1) 工事費

各代替案について、土木工事直接工事費、土地その他補償費を単価×数量で工事費を推算した。単価はBRBDEOが現在実施している同種工事費を採用した。

代替案の比較は基本的には建設費で行う。但し、ある代替案では遊水池を新たに土地利用に廻すなど、経済便益を考慮する必要がある。

この場合新規利用可能地は灌漑田になると仮定し、現状の作付体型と生産高から 721,000Rp/haの土地利用価値を計上した。

各代替案の工事費は表 3.5.11および 3.5.12に示す。この表から判る様に 8つの代替案の中で代替案-1のケース 2-2が最少費用案であり、EIRRは、8.2%と推算される。一方プランクス本流およびボロン川の再改修案は非常にコスト高な案であるといえる。ケディリ上流無堤区間を有堤化する案は更にコスト高な案である。

上記検討の結果から、支流の河川改修は本川に流量増をもたらさない様に行うべきであり、ケディリ上流無堤区間はそのまま残すべきであると云える。

(2) 最適案の選定

ロドヨ排水路案（ $100\text{m}^3/\text{秒}$ 容量）は最も安い案であり、経済的ばかりでなく社会的に見ても有利な案である。

クルド山は平均15年間隔で爆発している。爆発後数年間過剰な砂の流入によりブランタスの河床高は1ないし2 m上昇し、流下能力が約 $400\text{m}^3/\text{秒}$ 低下することになる。この場合ブランタス本流の通水能力は10年確率洪水量相当以下に減少する。クルド山爆発の場合に対処する為には、ロドヨ排水路の容量をそれだけ増加させる必要があり、更に河道貯留効果の減少を加味するとロドヨ排水路の必要な通水能力は $600\text{m}^3/\text{秒}$ と推算される。

以上の検討の結果、代替案1のケース2-2に対し排水路容量を $600\text{m}^3/\text{秒}$ とする案を最適案として選定した。この場合の洪水配分は図3.5.19に示す。又その計画諸元は下記の通りである。

- ロドヨ排水路の建設

開水路 : 4.7km
トンネル : 5.5km
ゲード : 3門
容量 : $600\text{m}^3/\text{秒}$

- ブラントス本川の改修

河床掘削 : $250 \times 10^3\text{m}^3$
構岸 : $13,000\text{m}^2$

選定案の建設費は $121,000 \times 10^6\text{Rp}$ と見積もられる。管理費、技術費、予備費を含む総プロジェクト費用は表3.5.13に示す。

7. ウィダス流域の洪水防禦計画

前述のブラントス本川の洪水防禦計画に合う様にウィダス川については設計洪水を25年確率洪水、ブラントス本川への最大流入量を $270\text{m}^3/\text{秒}$ として計算する。 $270\text{m}^3/\text{秒}$ はブラントス本川で50年洪水が発生時、現状でウィダス川からの流入量に相当する。即ちブラントス本川流量を増加させない様にウィダス川の河川改修を考える。

ウィダス川洪水防禦計画の要素として下記のもの考えた。

- クンチール川上流洪水調節ダム
- 遊水池
- 河道改修

ウィダス流域の一般図を図3.5.20に示す。

(1) クンチール洪水調節ダム案

ウガンジユク市を洪水から守る一案としてクンチール・ダム案を考えた。比較検討の為にクンチール・ダムあり・なしの場合の代替案を考えた(図3.5.21参照)。

代替案1：河道改修とクンチール・ダム

クンチール・ダムはダムサイト上流からの設計対象洪水をすべてダムで貯留する様に考えた。

目 的：洪水調節専用

ダム・形式：コンクリート重力式

ダム・高：44m

貯水容量： $9 \times 10^6 \text{ m}^3$

流域面積：73km²

(クンチール・ダム案の概要は附属書-R C参照)

代替案2：河川改修のみ(ダムなし)

築堤と河床掘削を考える。

上記代替案の洪水配分は図3.5.22に示す。

両代替案の工事費は下記の通り(詳細は表3.5.14参照)

代替案1：	ダ ム	$25.738 \times 10^6 \text{ Rp}$
	河道改修	60.726×10^6
	計	86.464×10^6
代替案2：	河道改修	63.939×10^6

上記の通り代替案1の方が低コスト案であり、ダム案は棄却する。

(2) 遊水池案

ウィダス川流域下流部に3つの遊水池がある。(その位置については図3.5.20参照)各遊水池の面積と貯留量は大略下記の通りである。

	遊水池		
	ウィダス	ウロ	クドゥンソコ
水位 (m, SHUP)	38.0	45.0	45.0
面積 (ka)	10	7	12
容量 (10 ⁶ m ³)	10	8	9

(附属書 - RC参照)

上記自然遊水池を調節機能を持つ人工遊水池とし、その必要面積を概略下記のように決定した(これらの数値はJICAによる次段階の調査で再検討されるものであり、ここでは仮に1つの案として提示するものである)。

遊水池	所要面積 (ka)
ウィダス	10
ウロ	5
クドゥンソコ	5
合計	20

上記遊水池面積は毎年雨期には常習的に氾濫を起こす地域を人工遊水池面積として計画にとり入れたものである(遊水池案の概要は附属書 - RC参照)。

(3) ウィダス川洪水防禦計画

ウィダス川洪水防禦計画は、前述の通り、ブランクス本川から切り離し、独立して実施出来る様に策定する。

この調査の次段階(パートII調査)において、可能性調査を行い、総合的な計画と共に段階的实施を考慮した緊急対策案を策定する。以下にパートII調査の基本的方針を示す。

(a) 基本設計洪水

全体計画 : 25年確率洪水

緊急計画 : 10年確率洪水

(b) ブランクス本川の最大流出量 : 270m³/秒

更に下記の点を考慮してパートII調査を行う。

(a) クンチール洪水調節ダム案は採用しない。

(b) 3つの自然遊水池についてこれら遊水池を自然遊水池のまま残すか、調節可能な人工遊水池とするか詳細に検討する。

(c) ウガンジュク市を洪水から守るためにクンチール川、ウロ川の上流部洪水をウィダス川本川に直接排水する為の洪水路を考える。

上記の考えに基づき作成したウィグス洪水防禦計画の基本代替案を図3.5.23に示す。

8. クルド山に源を発する支流

クルド山プロジェクトではクルド山に源を発する諸流域で貯砂池、砂防ダムの建設およびこれら支川の河川改修を計画・実施中である。これらの支川改修はフランス本川の洪水流量を増加させない様に計画されるべきである。しかしクルド周辺小支川のみを考えてそれらの河川改修を行った場合本川の洪水流量増をもたらす可能性もある。ここでは代表例として10年洪水を対象とし、ゴボ川の河道巾と貯留効果について検討した。

河 巾 (m)	
90	レジメ・理論で推定した河巾
60	
30	日本での洪水量と河巾との関係から推定

(1) 河道貯留

各仮定した河巾に対し10年確率洪水ピーク流量と河道貯留量の関係を以下に示す。

	河 巾 (m)		
	90	60	30
洪水ピーク流量 (m^3/s)	160	170	200
貯 留 量 ($10^6 m^3$)	0.82	0.43	0.13

まだ無堤河川であるゴボ川の河巾は現在レジメ・理論で推定される河巾を有するものと考えられ、川巾の縮小はピーク流量増をもたらすことが判る。

従ってフランス本川の流量増をもたらさない様にするために、河巾をレジメ・理論で求められる河巾又は現状の洪水時河巾を維持する必要がある。

(2) 貯砂池の洪水貯留機能

一般に砂防施設は洪水調節機能は期待出来ない。しかしクルド山周辺にある貯砂池は堤間巾が500m以上あり洪水調節機能を有するものと期待出来る。

ゴボ川貯砂池は $2.912 \times 10^6 m^3$ の堆砂調節容量を持っている。余水吐頂上部の空虚容量は堆砂調節容量の20%と推定された。即ち $0.58 \times 10^6 m^3$ ($2.912 \times 10^6 \times 0.2$) の空虚容量は洪水調節に有効に働くものと考えられる。この容量は

川巾70mの河道貯留量に相当する。

上記の検討の結果から、河川巾は貯砂池がある場合洪水調節効果を考慮して決定することが許容されよう。

9. プロジェクト評価

(i) プロジェクトの費用と便益

(a) プロジェクト費用

前節で決定した最終選定案（ブランクス本川はロドヨ排水路＋本川改修，ウィダス川は遊水池＋河道改修）について，管理費，技術費，予備費を含むプロジェクト費用は下記の通り $161,200 \times 10^6 \text{Rp}$ と見積もられる。

		(Rp 10^6)
ブランクス本川	ウィダス川	計
85,000	76,200	161,200

（詳細は表3.5.15参照）

(b) 洪水防禦便益

直接・間接洪水防禦便益は3.5.3章で求めたこれら洪水被害額の減少分として計上される。

現状洪水防禦施設の状態での年平均洪水被害額は本川で $3,422 \times 10^6 \text{Rp}$ ，ウィダス川で $8,202 \times 10^6 \text{Rp}$ と推定される（表3.5.7参照）。

本川に対し50年確率洪水，ウィダス川に対し25年確率洪水を対象とした洪水防禦の実施によって，年洪水被害想定額は本川 $1,761 \times 10^6 \text{Rp}$ ，ウィダス川 $513 \times 10^6 \text{Rp}$ に減少する（表3.5.7参照）。従って洪水防禦便益は，各々 $1,661 \times 10^6 \text{Rp}$ および $7,689 \times 10^6 \text{Rp}$ と推算される。

ウィダス流域の遊水池案で示した様に，現状で約3,000haの自然遊水池は2,000haの人工遊水池に縮小される。その差1,000haは新たに水田として使用されるものと仮定し，その便益を $721,000 \text{Rp/ha}$ と推定した。

かくして求めた年洪水防禦便益は下記の通りである。

流域開発レベル(年)	ブランクス川	ウィダス川
1984	8,900	8,200
2000	17,500	16,400
2035	46,800	39,300

(2) 提案した洪水防禦計画の評価

上記プロジェクト費用・便益から、1984年を基準年として、50年のプロジェクト・ライフを仮定し、EIRRを算定した。結果は下記の通りである。

流域開発レベル	EIRR (%)		
	ブランクス川	ウィダス川	総合
現状レベル	7.9	8.4	8.2
将来開発レベル	15.7	14.5	15.0

償かん率を12%と仮定した時の(便益-費用)および(便益/費用)は下記の通り。

単位: 10⁶Rp

流域開発レベル	ブランクス川		ウィダス川		総合	
	B-C	B/C	B-C	B/C	B-C	B/C
現状レベル	-10,300	0.62	-14,500	0.66	-24,800	0.64
将来開発レベル	13,600	1.50	13,700	1.32	27,300	1.39

3.6 流域管理

3.6.1 序 論

流域管理は水資源開発の重要項目の1つである。流域から生産される流出土砂は河床を上げ、貯水池の貯水池容量を減少させる。流域の土砂生産を全くなくすることは不可能だが、ある許容範囲に抑制することは必要である。フランス本川にはダム、貯水池、排水路、改修河道等多くの河川構造物があり、流域保全には充分注意を払う必要がある。

上記の観点から、本章では下記について検討を行う。

- 既存の資料・報告書に基づき土砂生産の面からみた問題地域の選定
- 現行流域保全事業を含む問題地域の現況把握
- 必要に応じ可能な対策の考察
- 将来の流域保全事業に対する行動計画検討

調査期間が短いので、調査は既存の資料と報告書に基づいて行う初期段階の調査にとどまる。

3.6.2 流域管理上の問題地区

1. 浸蝕地域

土砂生産と流出は複雑な機構の1つであり、多くの要素がからんでいるが、流域の土壌と地表勾配は流域浸蝕の重要な要素である。

1972年から1976年にかけて、土地改良事務所によって流域の浸蝕可能地域が調査され、浸蝕地域を示す土壌生産地図“KEMAMPUAN TANAH”(1/50,000地図)が作成された。これに基づき作成した流域内の浸蝕可能地域を図3.6.1に示す。

	流域面積 (km ²)	浸蝕地域 (km ²)	浸蝕地域 (%)	流域面積に対する 浸蝕地面積 (%)
1. スングルー上流 ブランタス河流域	1,034	108.48	10.49	11.11
2. レスティ川流域	625	128.66	20.59	11.99
3. クルド山流域	2,003	10.84	0.54	1.01
4. セロレジョ上流 コント川流域	238	18.45	7.75	1.72
5. グロオ川流域	1,600	518.36	32.40	48.33
6. ウィダス川流域	1,539	40.42	2.63	3.77
7. その他	4,761	247.47	5.20	23.07
合計	11,800	1,072.68	9.09	100.00

2. 調査対象地域

支流域の中で最も浸蝕地の大きいのはグロオ流域であり、全浸蝕地の約48%を占める。現在バリット・アグン水路および南トルガグントンネルNo 2が建設中であり、この排水網を流出土砂から守る必要がある。しかし現在この流域には流域保全に関する資料は一切なく、今後の調査をまたざるを得ない。

クルド山流域（クルド山の南西斜面）は10.8km²の浸蝕可能地となっており、全浸蝕可能地の1%にすぎない。しかしクルド山の爆発によって大量の土砂流出があり、浸蝕とは別の見地から流域保全を考える必要がある。

カランカテス・ラホール貯水池およびセロレジョ貯水池は流域内の重要な貯水池であり、その機能を出来るだけ永く保つことが要望される。

経済、社会、生態的観点から流域保全の必要性を考慮し、本調査の対象地域として下記の3地域をとり上げた。

(1) ブランタス本川上流およびレスティ川流域

(2) クルド山周辺流域

(3) セロレジョダム上流からコント川流域

上記以外の地域については、その流域の開発の進展に伴い必要な調査・検討を行うことを勧告する。

3.6.3 ブランタス本川上流およびレスティ流域

1. 流域特性

カランカテス貯水池は、溪谷をなすブランタス河上流部の最下流端に位置している。レスティ川はブランタス上流部の1大支川である。ブランタス川は、アルジュノ山およびスメル山の山岳部森林地帯を越える広大な農耕地を有している。マラン市周辺は灌漑施設が発達しており稲作・サトウキビが栽培されている。これら灌漑地域の上の高地では、トウモロコシ、野菜、キャッサバが栽培されている。更により高い所では自然野菜、熱帯林が見られる。

625km²の流域面積を持つレスティ川がシングルー地点でブランタス河に合流している。レスティ川は表面浸蝕による大量の土砂を流出している。

2. 土地利用

農業省、森林省によってレスティ流域の土地利用状況が調査されている。カランカテス・ダム上流域の大部分は年間を通じて耕作されている。ブランタス上流域およびレスティ川流域の土地利用は以下の通り。

土地利用	ブランタス河上流		レスティ流域	
	面積 (km ²)	比率 (%)	面積 (km ²)	比率 (%)
水田	410.25	20.0	103.60	16.6
畑	721.83	35.2	255.00	48.8
農園	81.51	4.0	80.62	12.90
森林	578.74	28.2	126.47	20.3
(自然)			(81.69)	(13.1)
(植林)			(44.78)	(7.2)
荒地	3.32	0.2		
住居地	235.58	11.5	58.14	9.3
その他	18.77	0.9	1.27	0.2
合計	2,050.00	100.0	625.00	100.0

土砂生産から見た最も重要な土地利用はトウモロコシ、キャッサバ、ポテト等を栽培している畑地である。これら畑地は、全体として不整齊な段畑あぜ耕作となっている。等高線に沿った整齊なあぜ耕作はポテトのような作物には水はけが悪く不適当であるので採用していない。一方現在の畑地耕作は土地浸蝕を容易にしている。

3. レスティ流域の浸蝕地域

土地利用図によれば、流域内浸蝕地域は標高 1,000m 以下のスメル山麓周辺に集中している。浸蝕地帯と非浸蝕地帯の境界はレスティ川沿い標高 500m ゲンテ川沿い標高約 750m 附近である (図 3.6.2 参照)。

レスティ流域内浸蝕地帯の土地利用は下記の通り。

土地利用	面積 (ha)	比率 (%)
畑地	79.4	61.7
農園	21.3	16.6
植林	12.1	9.4
住居地	7.7	6.0
自然林	4.9	3.8
水田	3.3	2.5
合計	128.7	100.0

上表に示す通り、総浸蝕地面積の約 88% は畑地、農園、植林地で占められている。

4. 植林

レスティ流域の植林事業は 1969 年以来継続実施されて来ている。1983 年現在 870ha の植林が完成し、更に今後 5 年間に 520ha の植林計画がある。

主な樹種は、Pterospermum spp および Sweetnia Mahagani であり各々全体の 53% および 21% を占めている (附属書 - WS 参照)。

5. 土壌保全

土壌保全研究の一環として 4 年前から階段畑作工による試験的浸蝕防止工が実施されて来た (附属書 - WS 参照)。

上記試験畑の結果は次の様である。

- 試験地域の雨量および雨量強度は一般に高い。月雨量の極めて高い月には耕作地は空耕にしておくべきではない。
- 階段畑は浸蝕率を減少させる。階段畑での浸蝕率は階段を設けない場合に比べて 50% 以下である。
- 混合栽培は浸蝕率を減少させる。

6. 土砂生産

ブランクス河上流域 (カランカテス・ダム上流) の土砂生産量とカランカテス