

第1章 アンボン地区の洪水対策

1.1 アンボン地区の概要

1.1.1 社会経済

(1) 人口

1990年10月の国勢調査によれば、アンボン市の人口は275,888人であり、その後の1996年6月にアンボン市統計局により行われた調査によれば、アンボン市の人口は304,334人であった。これらの数値によれば、アンボン市の年平均人口増加率は1.7%となる。1971年から1980年までの年平均人口増加率は4.5%で、1980年から1990年までは2.9%であった。

表-1.1 1961-1996におけるアンボン市の人口

年	1961年	1971年	1980年	1990年10月	1996年6月	1996年12月*
人口	99,142	139,704	207,702	275,888	304,334	305,252
年あたり増加率	-	3.5 %	4.5 %	2.9 %	1.7 %	1.7 %

注) * JICA調査団による推定値

出典:アンボン市統計局

調査地域には、20の村落(Desa)及び区域(Kelurahan)があり、それらが多かれ少なかれ本計画により影響を受けると考えられる。そのうち17の村落や区域は市中央部に、3つは上流域に位置する。調査地域内の人口は約16万人であり、市中央部に14.9万人、上流域に1.1万人住んでいる。バトゥメラ村を除く市中央部の人口密度は105人/haで、上流域は1.1人/haとなっている。

(2) 経済現況

アンボン市はマルク州の州都かつ商業の中心地で、1994年時点で州人口の11%、州GDPの25%を占めている。マルク州及びアンボン市における1983年から1994年までのGDP成長率は、それぞれ7.6%と7.5%であった。

マルク州及びアンボン市の一人当たりの平均所得は、およそ1.1百万ルピアと推定される。各所帯に5、6人の家族がいるため、所帯あたりの年収は5百万から7百万ルピアとなる。アンボン市民の80%は、政府あるいは民間サービス、小売、ホテル・レストラン、交通のセクターで働いている。

(3) 人口予測

上記の通り、本調査においては現在のアンボン市の人口増加率は年1.7%と推定され、この傾向が市内において将来的に継続すると仮定した。表-1.2にアンボン市の将来人口を示す。

表-1.2 アンボン市将来人口

年	1990	1996	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
人口	275,888	305,252	326,544	355,261	386,502	420,490	457,469	497,698	541,466

調査対象地域では、市中央部の人口増加は、既に利用可能な土地が少ないものの、高度化利用により0.5%の成長が見込まれ、上流域では1.7%の人口成長が可能であるとした。表-1.3に市中央部及び上流域の将来人口を、図-1.1にアンボン市及び調査地域の人口予測を示す。

表-1.3 調査地域の将来人口

年	1996	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
市中央部	149.205	152.212	156.055	159.996	164.036	168.178	172.425	176.779
上流域	11.646	12.458	13.554	14.746	16.043	17.453	18.988	20.658
調査地域合計	160.851	164.670	169.609	174.742	180.078	185.631	191.413	197.437

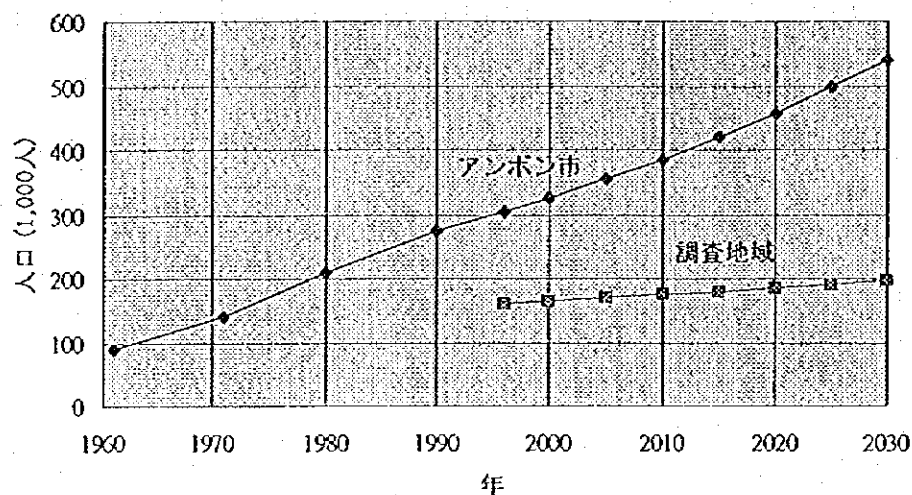


図-1.1 アンボン市及び調査地域の人口予測

(4) 将来GDP成長率

アンボン市の一人当たりGDPは1983年から1994まで年平均4.4%で伸びている。しかしながら、ビジネスサイクルというよりはむしろ統計上の問題により過去のGDPのデータは非常に変動している。表-1.4にアンボン市の一人当たりGDPの推移を示したが、1983年から1994年の平均では4.4%の成長、1983年から1988年の平均では5.5%、1988年から1994年は3.4%、1990年から1994年は5.7%の成長をしている。

表-1.4 アンボン市一人当たりGDP成長率の推移

年	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
成長率(%)	2.3	0.7	3.0	1.1	22.0	-7.0	5.3	1.2	4.0	13.1	5.0

出典:アンボン市統計局

本調査においては、過去10年間の傾向に基づいて、将来の一人当たりGDP成長率は4.5%と設定した。その結果、人口増加率が1.7%であることから、市のGDP成長率は、年6.3%となる。

1.1.2 自然地理

(1) 広域地形・地質

アンボン島は、東インドネシアのマルク州にあるバンダ海の北端に位置している。バンダ海は、スング島、バンダ島などによるバンダ弧 (Band Arc) に囲まれている。バンダ弧は、スンバ島、チモ

ール島、セラム島、タニンバル島を東西につなぐ外弧(非火山性)、およびフローレス島、アロル島、ウェタール島、バンド島そしてアンボン島をつなぐ内弧(火山性)から構成されている。

すなわち、アンボン島は上記の内弧の一部を構成し、基礎岩盤の大半は、新第三紀火山岩類である。これは、アンボン島が隆起して複雑な地質構造の地域となったことを示している。

(2) 調査対象地域の地形

アンボン島は、地溝であるアンボン湾の両側に位置する北島(Semenanjung Hitu)と南島(Semenanjung Lai Timor)から構成される。この2つの島は、はじめは分かれていたが、南島北端のパソ村付近に形成された陸繋島によって現在のようにつながり、ひとつの島となった。

調査対象の5河川は、脊梁山脈にその源を発し、急勾配の山地斜面を北西に流下し、丘陵高原、沖積平野を抜けてアンボン湾に注いでいる。これらの河川の流域は、概ね、山地部、台地部および沖積平野部に分類される。

(3) 調査対象地域の地質

地質構成については、表-1.5に示すように要約される。この地域の最も古い岩盤は、中生代に形成されたカニケ層および超塩基性岩類であり、アンボン島の南側に分布している。アンボン花崗岩は、第三紀に形成され調査対象河川の上流域に分布している。山麓付近の岩盤は、表層部が著しく風化している。台地部では、第四紀サンゴ石灰岩類が上記の基礎岩盤を覆うように分布する。

調査対象河川の低地部を構成する沖積平野は、主に、溪谷の出口に堆積した沖積扇状地(玉石、レキ、砂)および河口付近に堆積した沖積層(レキ、砂、粘土など)によって覆われている。

表-1.5 アンボン島の地質構成

年 代	地 層 名	岩 類 名
第四紀	沖積層	礫、砂、シルト、粘土
	サンゴ石灰岩層	サンゴ石灰岩
第三紀	アンボン火山岩類	安山岩、石英安山岩、火山角礫岩、凝灰角礫岩、凝灰岩
	アンボナイト	黒雲母花崗岩 黒雲母花崗閃緑岩
白亜紀～ジュラ紀	超塩基性岩類	ハルツバージャイト、グナイト、蛇紋岩、班レイ岩
ジュラ紀～三畳紀	カニケ層	砂岩、頁岩、シルト岩、礫岩、石灰岩

(4) 調査地域の土地利用現況

調査対象5河川の流域は、土地利用形態により上流域及び市中央部に分けられる。上流域は果樹や耕作地が若干見られるものの、ほとんどは灌木あるいは草地である。市中央部は、アンボン市の都市域のほとんどと重なっている。

市中央部の92%は、統計上は住宅地として区分されているが、この区分内でも急傾斜のため家が建てられず、草地や灌木が占めている土地が少なからずある。

土地局によって作られた「土地利用現況図」によれば、アンボン湾沿いおよび5河川沿いに住宅

地が多く見られる。バトゥメラ川、バトゥガジャ川、バトゥガントン川の上流には若干の森林があるが、5河川上流域のほとんどは灌木地、草地及び混交地で占められている。

(5) 将来の土地利用

<アンボン市>

アンボン市において、土地の保全のためのガイドラインが森林局により作られている。しかし、財政難および人材不足のため、その運用は非常に限られたものとなっている。土壌保全が洪水非構造物対策の観点からも非常に重要であることから、土地利用に関する諸機関の連携が促進され、土地利用・土壌保全の規制が早急に法令化されることが必要である。

<調査対象地域>

アンボン市がマルク州最大の商業地であり、一方で市中心部には将来の工業発展のための土地がもはやないことから、市中心部は今後も住宅地と商業地に特化していくことが考えられる。さらに、市の人口は今後もアンボン湾に沿って、市中心部の外側へと広がっていくであろう。

1.1.3 水文および洪水被害

(1) 気象

インドネシアの気象は、一般的に、海洋性熱帯気候に属し、高温多雨であり、気温の変化は小さく、10月から3月までの雨期と4月から9月までの乾期とがある。この雨期・乾期の違いは、スマトラからバリまでの西部地域およびイリヤンジャヤで明瞭であるが、イリヤンジャヤを除く東部地域では雨期の短いところが多くそれほど明瞭ではない。アンボンの調査対象地域では、これとは反対で、雨季は5月から10月である。年平均気温26.1度、年平均湿度83%であり、高温多湿を示している。図-1.2は、アンボン地域の気象要素の季節変動を示している。

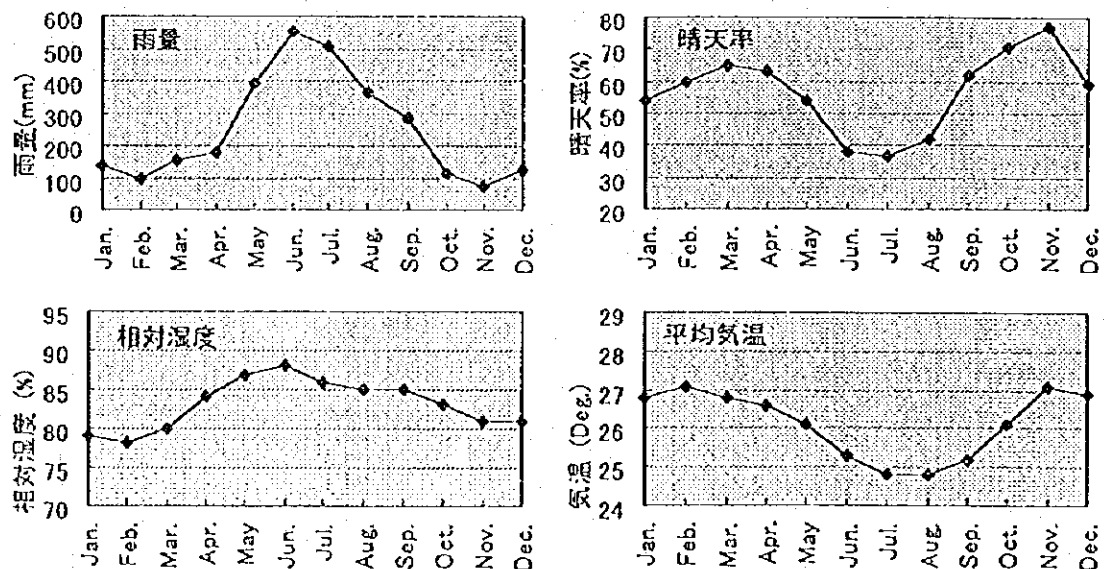
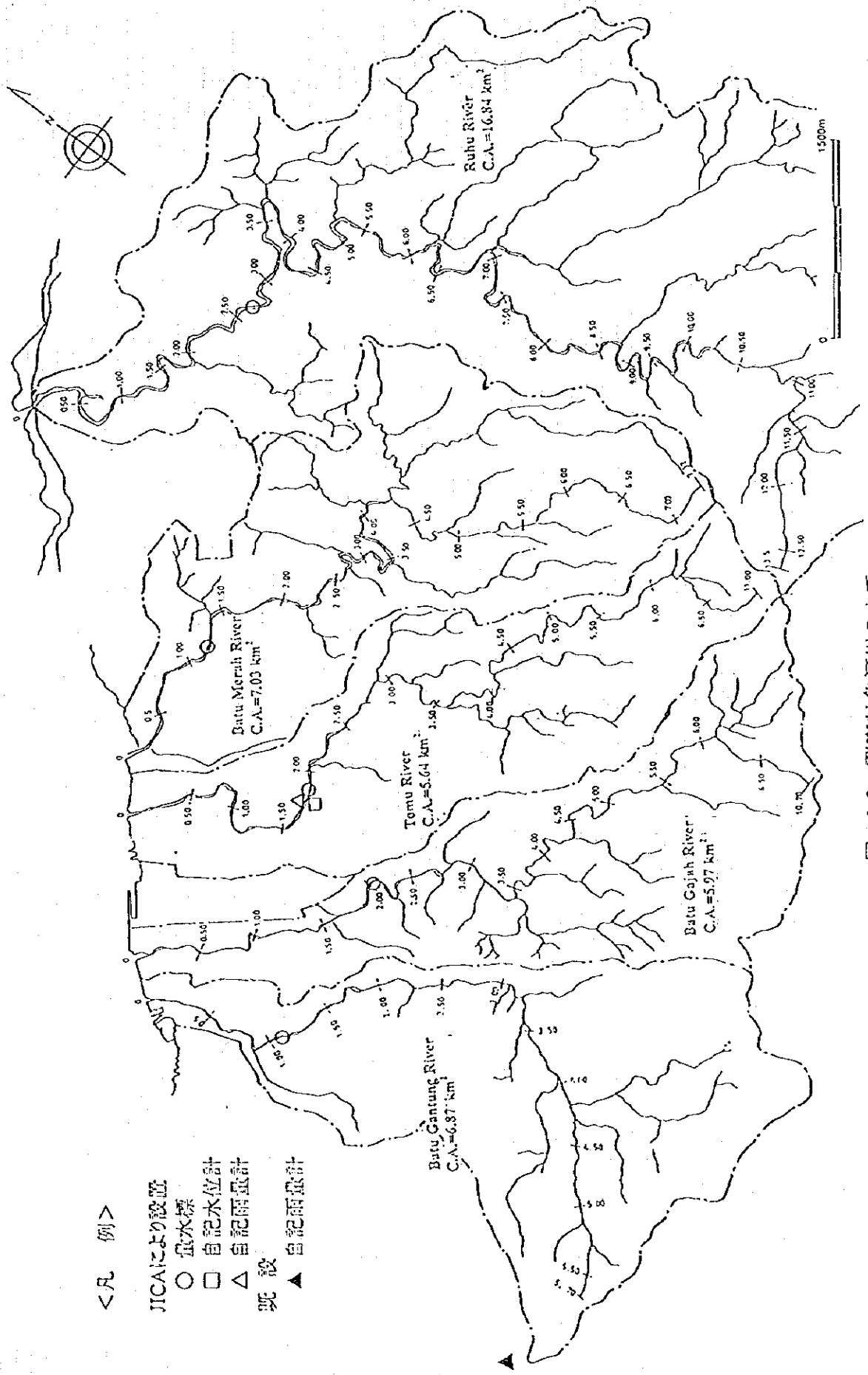


図-1.2 アンボン地域の気象要素の季節変動 [パティムラアンボン観測所]

(2) 水系

調査対象地域は、北からルフ川、バトゥメラ川、トム川、バトゥガジャ川、バトゥガントン川の5河川の流域を含んでいる。流域面積および主要河道延長は表-1.6に示すとおりであり、水系および流域界は図-1.3に示すとおりである。



- <凡 例>
- JICAにより設置
- 量水標
 - 自記水位計
 - △ 自記雨量計
- 既 設
- ▲ 自記雨量計

図-1.3 調査対象河川の水系

表-1.6 調査対象河川の流域面積・河道延長

河 川 名	流 域 面 積 (km ²)	主 要 河 道 延 長 (km)
ル フ 川	16.84	12.7
バトゥメラ川	7.03	7.3
トム川	5.64	7.0
バトゥガジャ川	5.97	6.7
バトゥガントン川	6.87	5.7

図-1.4に、これら5河川の縦断図を示すが、その河川特性の概要は以下のとおりである。

- ルフ川は調査対象5河川の中で最も北側に位置するとともに最も大きな流域を持ち、かつ、最も河床勾配の緩い河川である。下流および河口は他の河川から離れている。
- バトゥメラ川、トム川、バトゥガジャ川の3河川は、アンボン市中心地を流れており、流域および河床勾配については類似した特徴を有している。ただし、バトゥメラ川だけは、他の2河川よりも、河床勾配がわずかながら緩くなっている。
- バトゥガントン川は、調査対象河川の中で最も南側を流れ、かつ最も河床勾配の急な河川である。

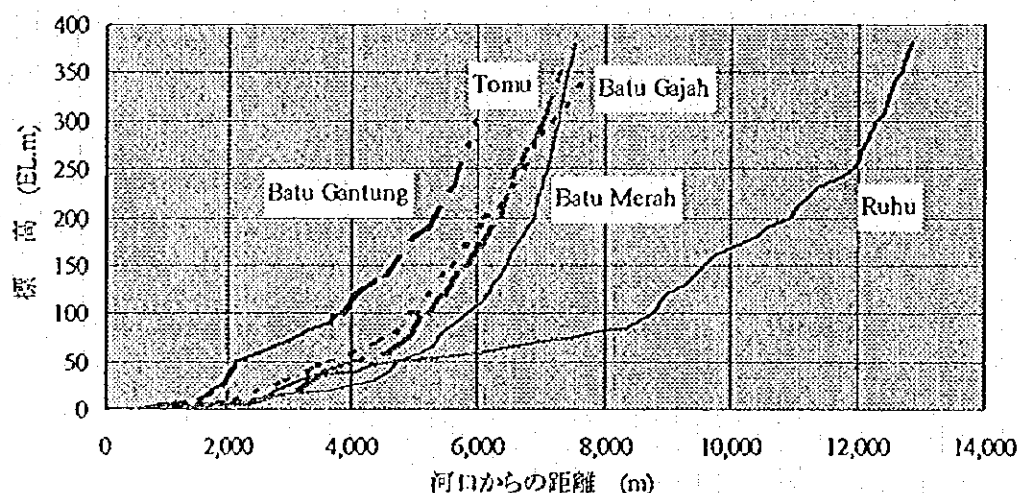


図-1.4 調査対象5河川の河道縦断特性

(3) 水文

(a) 水文観測所

調査対象地域において、気象・水文の既往観測データの精度を確認するために、JICA調査団によって、下記の水文観測所がアンボン地区に新たに設置された。

- 自記雨量計 : 1台(トム川流域)
- 自記水位計 : 1台(トム川)
- 量水標 : 5台(調査対象河川に1カ所ずつ)

JICA調査団によって新設された水文観測所の位置は、図-1.3に示すとおりであり、観測所の諸元は表-1.7のとおりである。この表には、各水位観測所および各河川の流域面積も示されている。

表-1.7 調査対象地域の水文観測所一覧

項 目	観測所 コード	河川名および 流域名	条 件	流 域 面 積 (km ²)	
				観 測 所	全 流域
量水標	S-RH-1	ルフ川	更 新	14.91	16.84
	S-BM-1	バトゥメラ川	新 規	6.14	7.03
	S-TM-1	トム川	更 新	3.99	5.64
	S-GJ-1	バトゥガジャ川	更 新	4.92	6.61
	S-GT-1	バトゥガントン川	新 規	5.89	6.87
自記水位計	AW-TM-1	トム川	新 規	3.99	5.64
自記雨量計	AR-TM-1	トム川流域	新 規	-	-
	AR-GT-1	ノナ山山頂	既 存	-	-

(b) 河川流況

流量観測資料が少なかったため、水位～流量曲線(H-Q)は等流計算を用いて算定した。等流計算では、河道現況および年間降雨量と年間流出高との関係などを踏まえて、主に低水流量を対象として、粗度係数は $n=0.050$ とした。各河川の流況は過去10年間に対して算定するものとしたが、日水位データが2年間(1994年10月～1996年9月)しか存在しないため、残りの8年間については、この2年間データを年間降雨量により比例換算して算定した。各河川の流況は、表-1.8に示すとおりである。

表-1.8 流況表

項 目	流 況 (m³/s)							総流出量 (10X6m³)	総流出高 (mm)
	平 均 Mean	最 大 (1)	豊 水 (95)	平 水 (185)	低 水 (275)	渇 水 (355)	最 小 (365)		
ルフ川									
平均値	1.77	33.91	1.65	0.91	0.55	0.28	0.16	56.06	3,760
比流量	11.90	227.44	11.08	6.11	3.72	1.86	1.10	-	-
トム川									
平均値	0.34	4.00	0.47	0.14	0.12	0.11	0.06	10.56	2,647
比流量	8.45	100.14	11.88	3.52	3.02	2.82	1.61	-	-
バトゥガジャ川									
平均値	0.39	5.03	0.43	0.22	0.13	0.10	0.00	12.13	2,459
比流量	7.84	102.18	8.65	4.41	2.69	1.96	0.00	-	-

注) 1) 平均は10年間(1982～1996:ただし、1984、1987～1989、1994を除く)平均値、

2) 比流量: (m³/s/100km²)

(4) 既往洪水被害

洪水被害調査に基づいて、既往洪水である1984年6月22日、1989年6月22日、1996年8月22日の3洪水および毎年洪水について、各河川ごとに洪水氾濫域を再現し、氾濫面積、氾濫水深、氾濫継続時間、被害家屋の清掃・復旧に要した時間を示した。

(5) 洪水予測および警報システム

(a) 洪水予測システム

伝統的な社会生活において、古くから降雨などの自然の兆候を読み取ることで、自然災害のひとつである洪水も予測されている。アンボン住民については、6～8月の雨期の経験に基づいてのみ洪水の予測をしている状況である。アンボン气象台によると、洪水の発生は降雨強度に大きく依存しており、日雨量が230～450mm/日になると洪水が発生しているとのことである。

(b) 洪水予警報システム

ある特定の地域では、洪水情報は、通常、イスラム寺院の太鼓、キリスト教会の鐘、伝統的な木製の合図太鼓、あるいは地域に見合ったその他の方法によって、その地域の住民に伝達されている。また、政府機関からも、電話などにより直接、間接に洪水情報が流されている。しかし、調査対象地域の住民の大半は、洪水予警報システムを持っていない。最も一般的な警報システムは、堤防上で叫んで知らせる程度である。

1.1.4 水利用および水需要

(1) 水利用現況

(a) 家庭用水

アンボン市内の家庭用水は、アンボン市水道公社 (PDAM) により、各住宅や公共水道の蛇口から供給されている。主な水源は湧水および深井戸であり、貯水槽を経由して配管網に連結されている。現在、PDAMはアンボン市の50の村(Desa)の内、20の村に水道を供給している。そして、その20村は大半が今回の調査対象地域に入っている。これは、PDAMによる上水道が市全体の住居の28%をカバーしていることになる。

一人当たりの水消費量は、住宅および公共水道の両者に対して評価されている。PDAMによると、1995年には約53,000人の住民が自宅で水道水を得ることができ、その量は一人当たり98.5リットル/人日と評価された。公共水道を利用している住宅数は、概ね4,600戸(あるいは約30,000戸という数字もある)であり、一人一日当たり50リットルの消費量に相当する。

(b) 非家庭用水

アンボン地域には、大きな工業用水需要は無いものの、PDAMからの非家庭用水は、アンボン市中心地域において給水量全体の45%を占めている(1995年)。非家庭用水の50%は、政府機関であり、役所、学校、病院およびその他の公共施設である。PDAMは、また、アンボンの中心地にある700以上の商業施設(主に商店、営業所、ホテル、レストラン)へも給水している。

(2) 将来の水需要

調査対象地域およびアンボン市全域を対象として、家庭用水および非家庭用水の需要を2030年まで予測した。その結果を表-1.9および図-1.5に示す。ここで実施した水需要の将来予測は、「水供給開発システム計画」に述べられた目標に基づいており、以下のような仮定がなされている。

(a) 家庭用水の需要

人口の推定

調査対象地域およびアンボン市全域の人口増加の推定については、1.1.1項で既に述べたとおりである。

用水給水範囲

現在、PDAMのネットワークによる給水は、アンボン市の人口の30%に満たない。国家計画によ

は2030年には100%に拡大すると想定している。

一人当たり水消費量

一人当たりの水消費量は、各住宅への給水に対しては100リットル/人日、公共水道への給水に対しては50リットル/人日と想定される。

(b) 非家庭用水の需要

政府機関、商業施設、工業用水などの非家庭用水は、現在、アンボン地域のPDAMによる給水量の30%を占めている。この非家庭用水の将来の需要は、現況を踏まえて調査対象のアンボン中心地域への給水量の45%と想定される。

(c) 漏水損失

現在、給水ネットワークにおける漏水損失量は、PDAMの調査によれば、全取水量の約40%に及んでいる。今後、この水の漏水損失は2000年までは現状(40%)のままであり、目標年の2015年までには徐々に25%まで引き下げられると仮定されている。

表-1.9 水需要の予測 (m³/日)

年	1996	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
人口増加								
調査対象地域	160,851	164,670	169,609	174,742	180,078	185,631	191,413	197,437
アンボン市	305,252	326,544	355,261	386,502	420,490	457,469	497,689	541,466
家庭用水需要								
調査対象地域	3,700	5,146	7,208	10,266	12,605	14,850	16,749	18,757
アンボン市	7,021	10,205	15,099	22,707	29,434	36,598	43,548	51,439
非家庭用水需要								
調査対象地域	3,027	4,210	5,898	8,400	10,314	12,150	13,703	15,346
アンボン市	3,027	4,477	6,774	10,595	14,521	17,587	20,403	23,517
水需要合計								
調査対象地域	6,726	9,356	13,106	18,666	22,919	27,001	30,452	34,103
アンボン市	10,048	14,681	21,873	33,302	43,955	54,185	63,951	74,956
漏水損失								
調査対象地域	4,484	6,238	7,057	8,000	7,640	9,000	10,151	11,368
アンボン市	6,698	9,787	11,778	14,272	14,652	18,062	21,317	24,985
必要水量合計								
調査対象地域	11,211	15,594	20,163	26,665	30,559	36,001	40,603	45,470
アンボン市	16,746	24,468	33,651	47,574	58,607	72,246	85,268	99,942

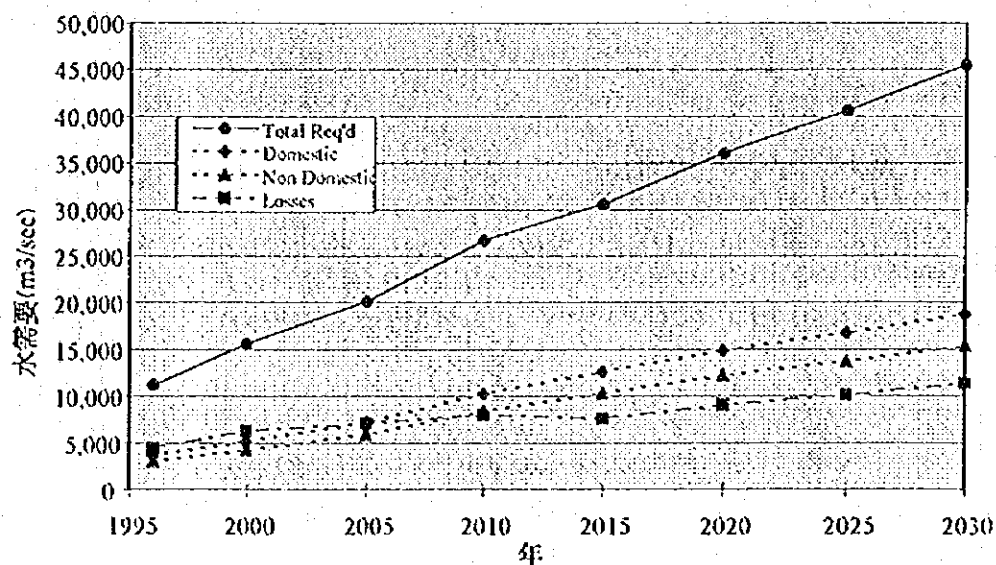


図-1.5 水需要計画(調査対象地域:市中心部)

1.1.5 環境

(1) 社会環境

(a) 住民移転・土地収用

住民移転および土地収用について、アンボン市はこれまでに、2つのプロジェクトによる経験を持っている。最も大きな住民移転は、1985-1987年に農業省漁業理事会の州機関によってパンダンカストゥリ(パトゥメラ地区)に漁港を建設する際に生じた。このプロジェクトは、インドネシア国政府の融資により始められたが、予算の窮乏のため、最終的にはアジア開発銀行に引き継がれ遂行された。

(b) 史跡および保護地区

調査地域には、マルク州政府により保護すべき文化財として指定された3つの史跡:ピクトリア砦、悪魔の足跡および日本人による洞窟がある。調査地域の近くには、2つの森林地区(シリマウ山およびノナ山)があり、マルク州政府によって森林保護地区として指定されている。シリマウ山森林地区のごく一部がルフ川最上流域内に含まれる。また、ノナ山森林地区は調査地域から完全に外れている。

(c) 公衆衛生

アンボン市には、9つの病院があり、そのベッド数の合計は849(1995年時点)である。アンボン市の人口286,475人(1995年資料)を踏まえると、医療サービスは、平均でベッド当たり337.5人/ベッドのレベルにある。また、簡単な医療活動のために、17のコミュニティーヘルスセンターおよび30のサブコミュニティーヘルスセンターがある。アンボン市の医療サービスのために、74人の医師および薬剤師、625人の看護婦を含め、合計1,116人のスタッフが働いている。

(d) 災害

調査地域において、重大な被害を生じた自然災害の主なものとしては河川洪水が挙げられる。その他の自然災害に関しては、まったく記録に残っていない。しかし、1996年12月31日に発生した地震は、数回にわたり、最大でマグニチュード5.5および5.3となり、アンボン中心地の住民は大きな揺れを経験した。

(e) 環境衛生

調査地域におけるPDAMの上水供給システムは、水源(泉および井戸)、貯水槽および主要配水管から構成されている。その給水ネットワークは、主にアンボン市の中心地をカバーしており、全人口の約30%に供給している(1996年資料)。一方、アンボンには公共下水システムが無いいため、家庭排水の大半、さらには住宅地区からの尿尿さえも河道に流れ込み、最終的にアンボン湾に放出されている。また、多数の簡易トイレが直接河道上に設置されている状況である。

(f) 廃棄物

アンボン市で廃棄物の収集・処理のために稼働している施設は、1995年までは最終処分場1カ所だけであった。1996年にさらに新たな廃棄物埋め立て処分場が建設された。しかし、多量のゴミが、道路脇、河川堤防、海岸線あるいは住宅地域などいたる所にみられる。

(2) 自然環境

(a) 動植物

調査地域の植生は、森林保護地区、雑木林、農林業地区、果樹園に分類される。主要生物種に関する調査によると、森林で見受けられる数種の鳥が調査地域で優位を占めており、その他に、猪、大トカゲ、ヘビ、鹿、野生の犬が生息する。種の総数は、森林伐採、狩猟などの人間による活動が増えるに従って徐々に減りつつある。

(b) 海岸環境

調査対象5河川が注ぎこむアンボン湾は、広大な漁場であるとともに、海上輸送の航路および観光資源としての機能をも併せ持っており、アンボン地域の振興にとってきわめて重要である。調査結果によると、アンボン湾は、生物の多様性を有し、漁獲における高い潜在能力を示している。しかし、不幸にも、この海岸環境は、沿岸地域の開発に伴う社会活動によって最近悪化の一途をたどっている。珊瑚礁およびマングローブ林の後退は、その最も重大な結果である。

(c) 景観

アンボン中心部は、地形的に沿岸部、丘陵部、山地部の3つの地域に分類され、それぞれの地域が異なった特色を持っていることで、独特な景観を創り出している。沿岸部は、凹凸の海岸線を持ち、外海に向かって広がっている。アンボン湾は、多彩な砂浜や美しい珊瑚礁で有名であり、ダイビング、シュノーケリングなどマリンスポーツのメッカとして世界中から訪れる観光客を魅了している。

(3) 環境汚染

(a) 水質汚染

調査対象地域においては水質監視の不足から、水質データはほとんどない。本調査期間中に実施した水質調査結果によると、調査対象5河川の水質は、ひどく汚染されている。これは、家庭、公共施設、トイレなどからの汚水、尿尿が川に流れ込んでいるためである。また、沿川住民が慣習的に行っている河道へのゴミ投棄も汚染源のひとつである。

(b) 海洋汚染

アンボン湾における水質調査データはないが、アンボン湾の主な汚染物質は、河道からの流出土砂である。この河道からの汚染物質のほかに、海へ直接投棄されるゴミおよび汚水が海洋汚染のもうひとつの汚染源である。

(c) その他

調査地域の気象環境については調査は行われていない。しかし、本地域では道路上の自動車を除いて排出ガスはほとんどないため、大気環境は良いものと考えられる。ただし、堆積したゴミが腐敗した場所、あるいは尿尿および下水が淀んでいる場所からは、しばしば不快臭が発生しており、特に下流地域で深刻である。しかし、不快臭についての解析に利用できるようなデータはない。

1.2 洪水解析

1.2.1 降雨解析

(1) 代表観測所および流域雨量

アンボン島には、ノナ山およびパティムラアンボンの2カ所に雨量観測所がある。パティムラアンボン観測所には日雨量、時間雨量ともに長期間にわたるデータがあるのに対して、ノナ山観測所は観測期間が短い上にデータの欠測が多いことから、パティムラアンボンをアンボン地域の日雨量、時間雨量の代表観測所とした。

(2) 確率雨量解析

(a) 確率日雨量および確率時間雨量

代表観測所パティムラアンボンの年最大日雨量および年最大時間雨量に基づいて確率雨量を算定し、表-1.10に示す。確率計算は、最小自乗法、積率法、岩井法およびガンベル法の各手法を用いたが、これらの内、プロットイングポジションの適合度の高い積率法による計算結果を調査地域の確率雨量に採用した。

表-1.10 確率日雨量および確率時間雨量〔パティムラアンボン〕

確率年(年)	2	3	5	10	20	30	50	100	200
確率日雨量(mm/日)	171.8	212.1	259.5	321.9	384.6	421.9	469.9	537.0	606.7
確率時間雨量(mm/時間)	45.1	52.5	60.7	70.9	80.6	86.2	93.1	102.5	112.0

注) -: 積率法による。
 -: 確率日雨量の計算データ...32年間年の最大日雨量(1959~1995)
 -: 確率時間雨量の計算データ...14年間の最大時間雨量(1959~1995)

(b) 降雨強度曲線

アンボン地域の降雨強度曲線は、前項で算定されたパティムラアンボン代表観測所の確率日雨量および確率時間雨量を用いて、クルボット式により作成した。

(3) 洪水雨量

既往最大日雨量は、1988年8月28日に記録された455 mm/日である。既往日雨量上位10位の大半には時間雨量データがなく、存在するのは2洪水のみである。これら2洪水のうちで大きい方の洪水波形を示すと、図-1.6のとおりである。図から分かるように、洪水波形はスムーズな山形ではなく、断続的かつ急増、急減する傾向を示す。これは、アンボン地域の降雨は、局所的かつ断続的であることを示している。

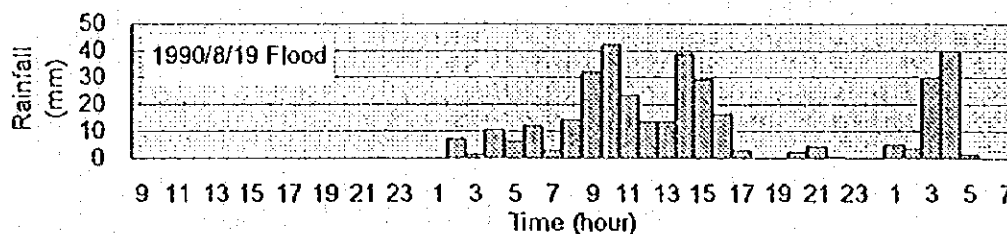


図-1.6 アンボン地域の主要洪水波形

1.2.2 洪水流出解析

(1) 計画降雨

(a) 検討対象降雨波形

日雨量データおよび時間雨量データがともに存在する上位5降雨を、検討対象降雨として選定した。すなわち、1986年6月18日洪水、1988年7月19日洪水、1990年6月6日洪水、1990年8月19日、1996年8月22日である。しかし、甚大な洪水被害を引き起こした1984年6月22日洪水、1989年6月21日洪水および1988年8月28日洪水は、時間雨量データがないために、検討対象降雨に含まれていない。

(b) 降雨継続時間

以下の理由により、降雨継続時間は1日とした。

- 主要降雨波形によると、ピーク流量に対して支配的な降雨期間は1日以内であると見なせる。
- 調査対象5河川の流域面積は、 $5 \text{ km}^2 \sim 17 \text{ km}^2$ と比較的小さく、洪水の出水、減水は速いものと想定される。

(2) 流出モデル

(a) 洪水流出モデル

本調査における洪水流出解析は貯留関数法によるものとし、流出モデルの検証は合理式により行った。

(b) 流域分割

調査対象河川の流域は、水位計の位置および主な合流点を考慮して、図-1.7に示すように2～4流域に分割した。

(c) 流出モデルの設定

流域分割に基づいて、調査対象5河川の流出モデルを図-1.8のように設定した。

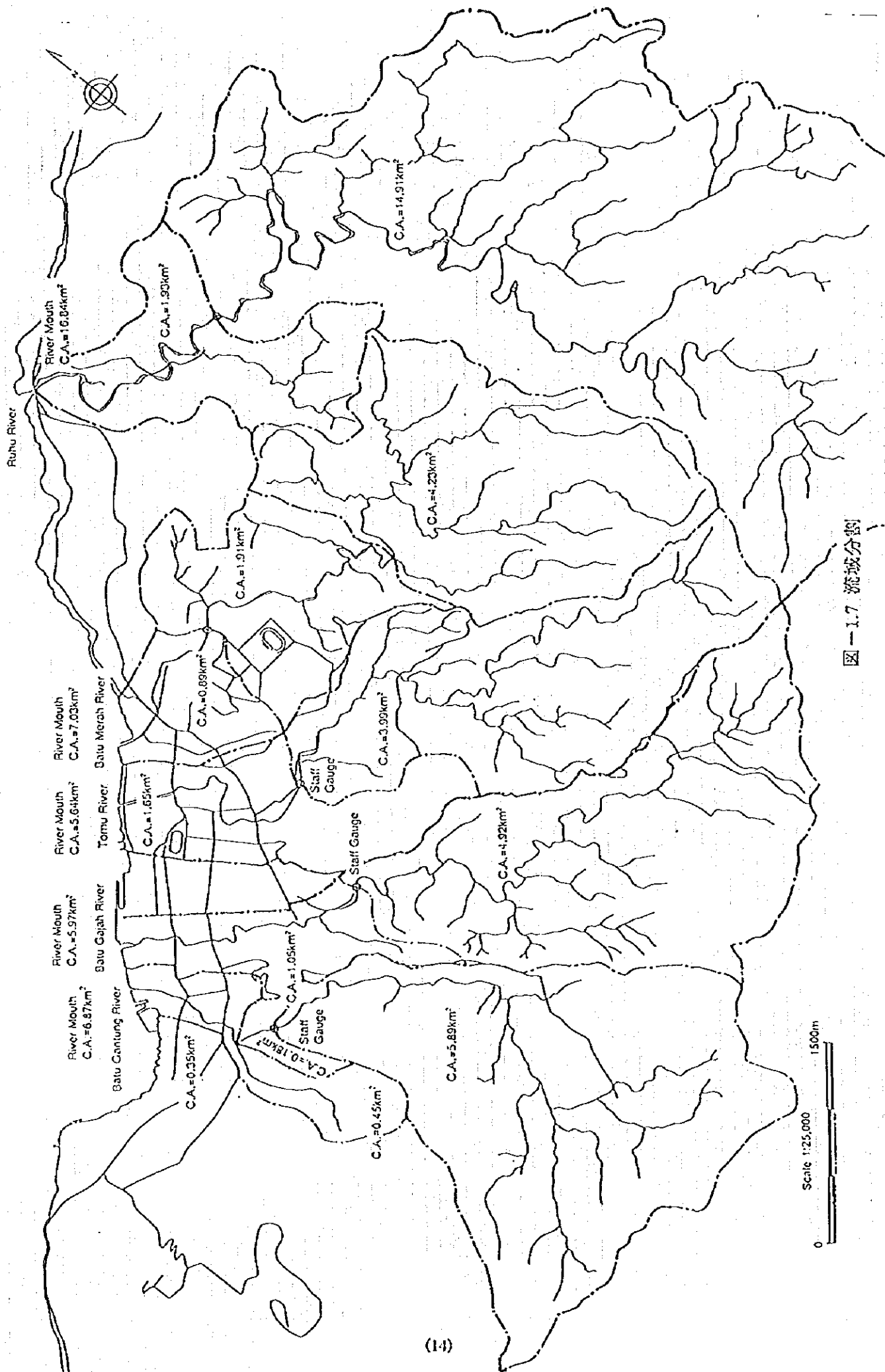


图-1.7 流域分割

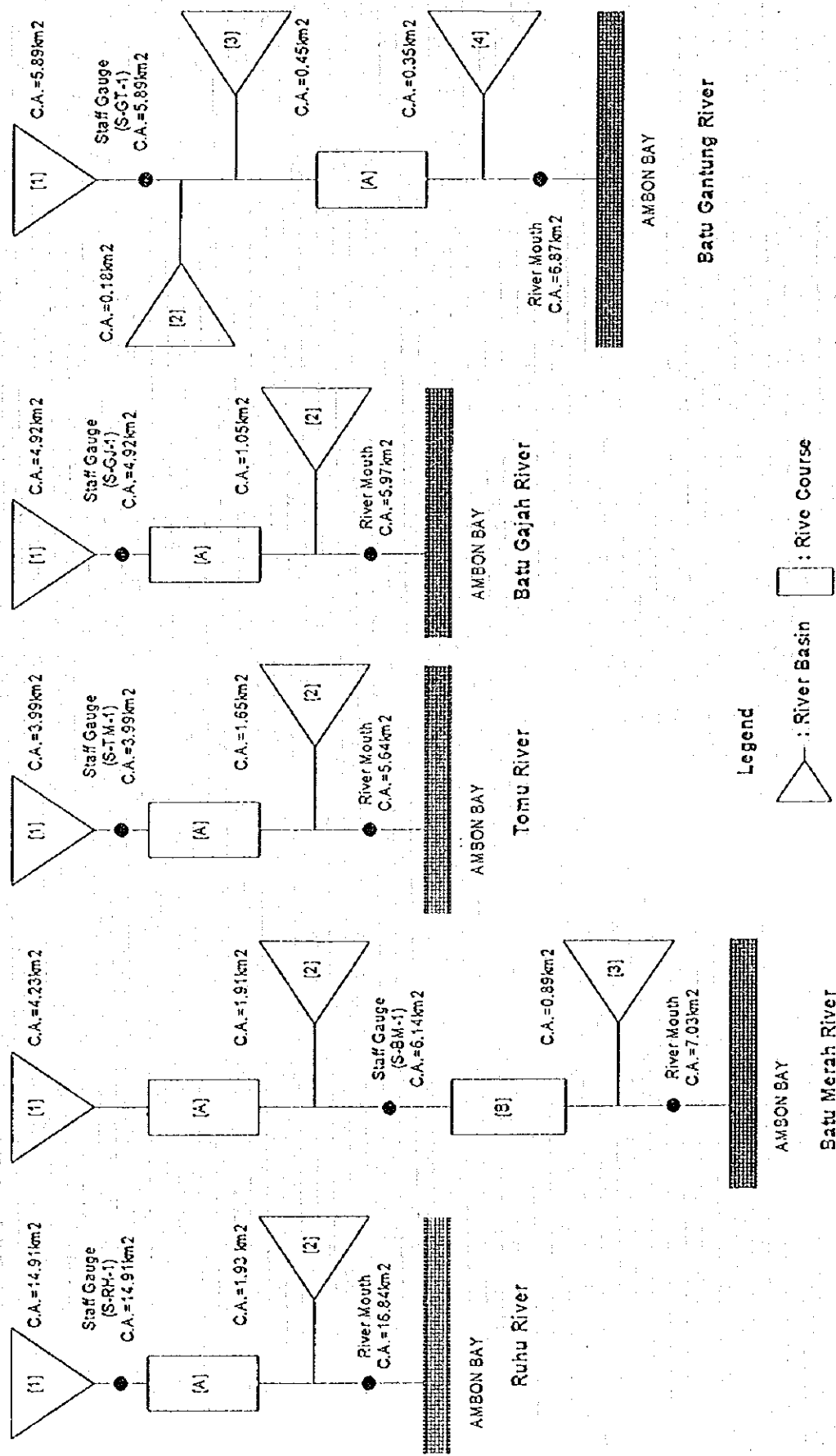


図-1.8 流出モデル

(3) 基本高水

(a) 流出計算

前節で設定した流出モデルを用いて、計画対象降雨である1984年6月18日、1988年7月18日、1990年6月6日、1990年8月19日および1996年8月22日の5洪水について、確率規模ごとの洪水流量を算定した。

(b) ピーク流量および洪水波形

各確率規模ごとに算定したピーク流量は、表-1.11に示すとおりであり、カバー率が80%となる1990年6月6日洪水を基本高水として設定した。カバー率は、選定した計画対象降雨群のなかで各降雨のピーク流量がどの程度の充足度になるかを示す率として定義される。算定したピーク流量の概要を示すと以下のとおりである。

- 最大ピーク流量は、1988年7月19日洪水である。しかし、実績降雨拡大後の雨量波形を見ると、実績降雨拡大後の最大時間雨量は、確率時間雨量の1.4～1.9倍と大きくなっており、1988年7月19日洪水は、基本高水に用いるには過大であると言える。
- 1984年6月18日洪水、1990年8月19日洪水、1996年8月22日洪水のピーク流量は、ほぼ同程度であるが、その他の洪水流量よりも小さい。
- 第2位のピーク流量は、1990年6月6日洪水であるが、この洪水の実績降雨拡大後の最大時間雨量は、各確率規模における確率時間雨量の0.8～1.1倍程度で時間雨量についても妥当な波形と言える。

確率年を5年、10年、30年、50年としたときの河口地点流量のハイドログラフを各河川ごとに示すと、図-1.9のとおりとなる。

表-1.11 計画ピーク流量(基本高水:1990年6月6日)

河川	地点	C.A. (km ²)	流 量	確率規模別・計画ピーク流量 (m ³ /sec)								
				2	5	10	20	30	50	70	100	200
ル フ	S-RH-1	14.49	流量 比流量	79 5.5	150 10.4	200 13.8	251 17.3	281 19.4	319 22.0	345 23.8	373 25.7	429 29.6
	河 口	16.84	流量 比流量	90 5.3	168 10.0	223 13.2	280 16.6	314 18.6	358 21.3	387 23.0	418 24.8	482 28.6
バトゥ メラ	S-BM-1	6.14	流量 比流量	42 6.8	73 11.9	94 15.3	115 18.7	127 20.7	143 23.3	153 24.9	164 26.7	186 30.3
	河 口	7.03	流量 比流量	49 7.0	84 11.9	108 15.4	132 18.8	145 20.6	163 23.2	175 24.9	188 26.7	213 30.3
ト ム	S-TM-1	3.99	流量 比流量	28 7.0	48 12.0	61 15.3	75 18.8	83 20.8	93 23.3	99 24.8	107 26.8	121 30.3
	河 口	5.64	流量 比流量	41 7.3	69 12.2	87 15.4	106 18.8	117 20.7	131 23.2	141 25.0	151 26.8	172 30.5
バトゥ ガジャ	S-GJ-1	4.92	流量 比流量	33 6.7	58 11.8	75 15.2	92 18.7	101 20.5	114 23.2	122 24.8	131 26.6	149 30.3
	河 口	5.97	流量 比流量	42 7.1	71 12.1	91 15.4	111 18.8	123 20.7	138 23.1	148 25.0	159 26.8	181 30.4
バトゥ ガントン	S-GT-1	5.89	流量 比流量	42 7.1	72 12.2	91 15.4	111 18.8	123 20.9	137 23.3	147 25.0	158 26.8	179 30.4
	河 口	6.87	流量 比流量	50 7.3	84 12.2	107 15.6	130 18.9	143 20.8	160 23.3	172 25.0	181 26.8	209 30.4

注) 比流量:単位 (m³/sec/km²)

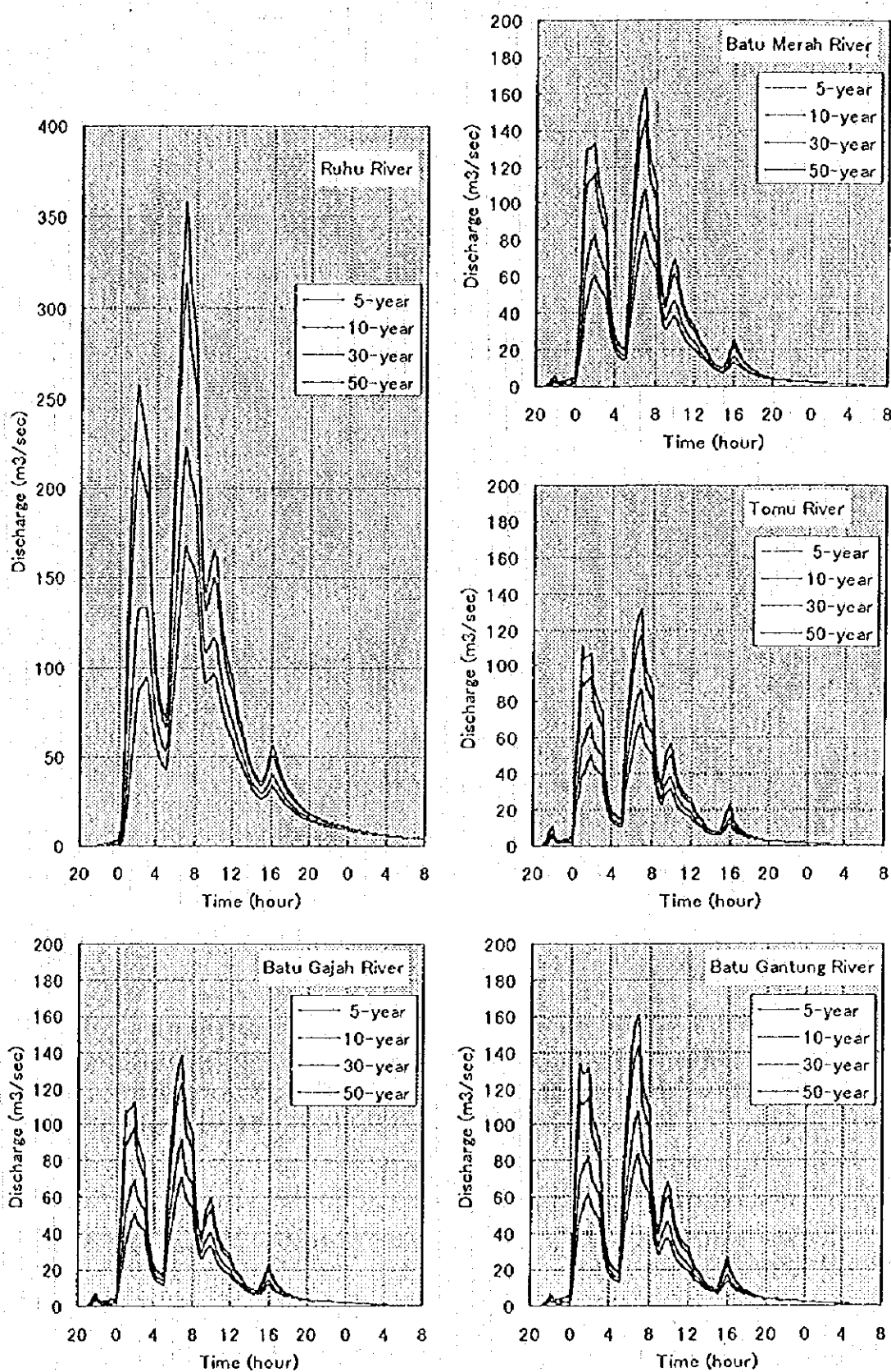


図-1.9 計画高水ハイドログラフ

1.2.3 洪水被害解析

(1) 河道の流下能力

調査対象5河川に対して、現地調査期間中に河道縦横断測量を実施した。この測量結果を用いて、河道の流下能力の検討を行った。河道横断図を基にして不等流計算を実施し、各横断面ごとの水位～流量曲線(H-Q)を、流量規模250 m³/sec (ルフ川については400 m³/sec)の範囲内で求めた。マンニングの粗度係数は0.025に設定した。ここで得られた水位～流量曲線と左右岸の堤防高さを比較して、各河道断面の流下能力を評価した。

表-1.12 河道流下能力の算定結果の概要

河 川 名	流下能力 (m ³ /sec) : 不等流計算				流下能力 (m ³ /sec) : 等流計算			
	余裕高なし		余裕高0.6m		余裕高なし		余裕高0.6m	
	平 均	最 小	平 均	最 小	平 均	最 小	平 均	最 小
ルフ川	60 - 80	50	40 - 50	34	60 - 80	44	40 - 60	30
バトゥメラ川	30 - 40	24	20 - 30	15	20 - 30	17	15 - 25	9
トム川	40 - 50	22	20 - 30	10	40 - 50	21	20 - 30	8
バトゥガジャ川	30 - 50	23	20 - 40	11	40 - 60	24	20 - 40	10
バトゥガントン川	40 - 60	36	20 - 40	20	50 - 70	38	30 - 50	22

(2) 洪水被害予測

治水事業の便益を評価するために、まず、事業なしの場合の洪水被害を推定する必要がある。次のような方法によって洪水被害解析を実施した。

- 1) 既往の主要3洪水および毎年発生する洪水について、地元住民への聞き込み調査および地形解析によって浸水域および浸水深を調査した。
- 2) 上記の洪水による被害額を評価した。
- 3) 上記の検討結果をもとにして洪水流量～被害額曲線を求めた。
- 4) 確率規模ごとの被害額を洪水の発生頻度で評価し、年平均被害軽減期待額(プロジェクトの年便益)を算定した。

(a) 一般資産被害額

1984年および1989年の洪水時における住宅および建物への被害額および氾濫域に関する記録が残されている。調査団は、聞き込み調査で得られた現地の被害状況と日本で既往被害実績にもとづいて設定された浸水深による被害率を比較した。その結果、双方の被害状況に類似性が認められたため、アンボン地域の被害額算定に際しては、日本の浸水深による標準被害率を適用することとした。

調査団は、現地調査を通じて洪水氾濫地域全域について一般資産の価値を評価し、資産のゾーニング地図を作成した。また、河川ごとに調査域内の約200戸の世帯に対する聞き込み調査により、洪水水位調査を行った。

(b) 公共土木施設等への被害

アンボン地区における公共土木施設等の被害額評価については、非常に限られたデータしか存在しないため、日本における標準被害率を適用するものとした。

(c) 営業停止による被害額

洪水氾濫が発生した後に通常の商業活動が復活するのに数日間を要している。住民への聞き込み調査では、住宅の清掃、復旧にかかる時間についても調査された。平均で見ると、浸水深が50cm未満のときの復旧所要時間は1.5日間、50～99cmのとき2.5日間、100～199cmのとき3.5日間、200～299cmのとき4.5日間、300cm以上のとき5.5日間である。

(d) 既往洪水被害額の推定

既往の主要3洪水および毎年洪水における被害額を推定した。

(e) 想定洪水被害額の推定

30年および100年確率規模洪水の洪水被害額を推定した。ここでは、全ての洪水流は河道内を流下するものとして仮定して、等流計算により氾濫水位を推定した。この推定洪水位、氾濫区域の微地形、過去の氾濫地域などに基づいて、30年および100年確率洪水の氾濫区域および氾濫水深を設定した。図－1.10は100年確率洪水の氾濫区域を示す。

(3) 洪水流量～被害額曲線

(a) 既往洪水流量の推定

既往洪水である1984年6月22日、1989年6月22日および1996年8月22日の3洪水について、氾濫区域の概ね最上流地点流量を推定した。推定方法は、以下に示すように想定洪水被害のときの推定方法と同様である。

- 1) 洪水被害調査の聞き込みにもとづいて、氾濫区域の最上流河道横断における氾濫水深を算定する。
- 2) 全ての洪水流は河道内を流下するものとして仮定して、河道水位、すなわち氾濫水位をもとにして等流計算により氾濫洪水流量を推定した。

(b) 洪水流量～被害額曲線

以上の検討結果をもとにして、洪水流量と洪水被害額との関係は、次の点を考慮して評価した。

- 無害流量は河道の流下能力と仮定する。
- 調査対象5河川全てにおいて、被害洪水は、年2～3回の頻度で発生している。
- 1996年8月22日の洪水は、3年確率規模の洪水と評価した。
- 1984年6月22日および1989年6月22日の2洪水は、ほぼ同程度の規模と見なされ、10年確率規模と評価した。
- 30年および100年確率洪水被害額は、調査団による推定結果を用いた。

洪水流量～被害額の関係は、各河川ごとに図－1.11に示す。

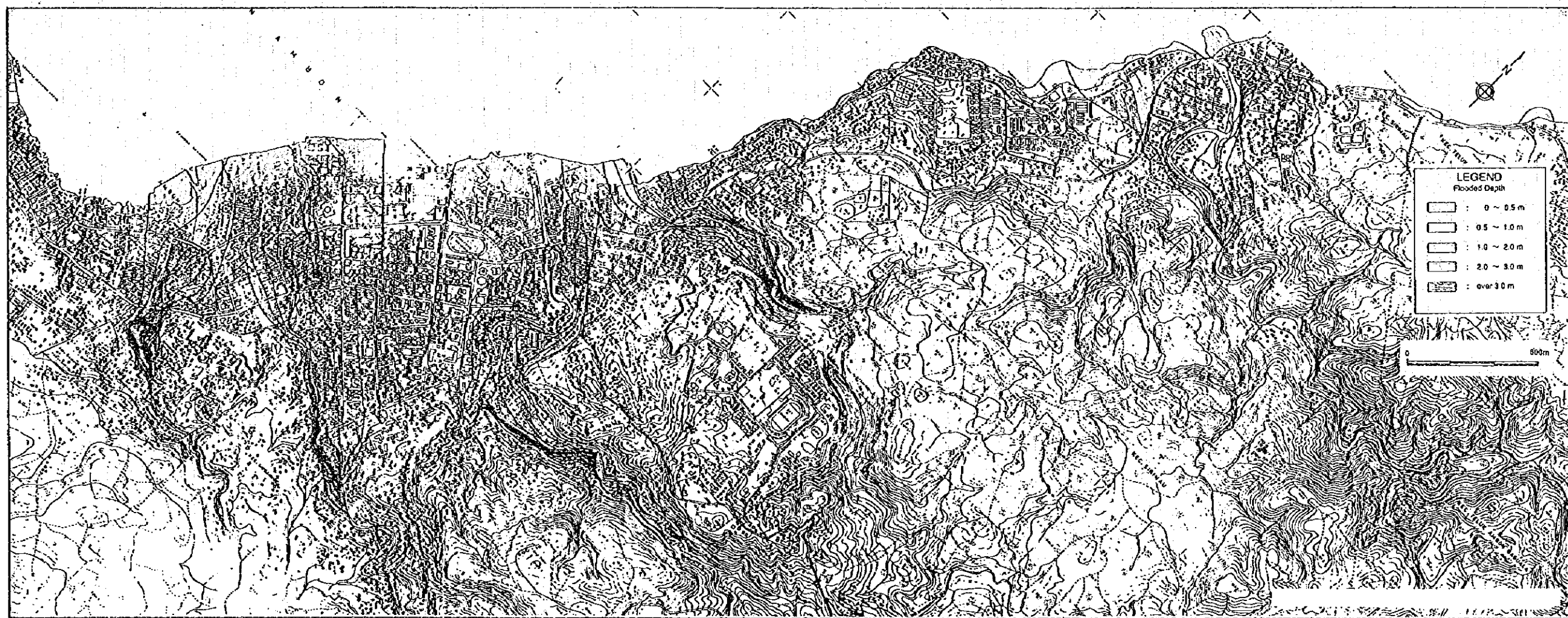


図-1.10 100年確率洪水の想定氾濫区域

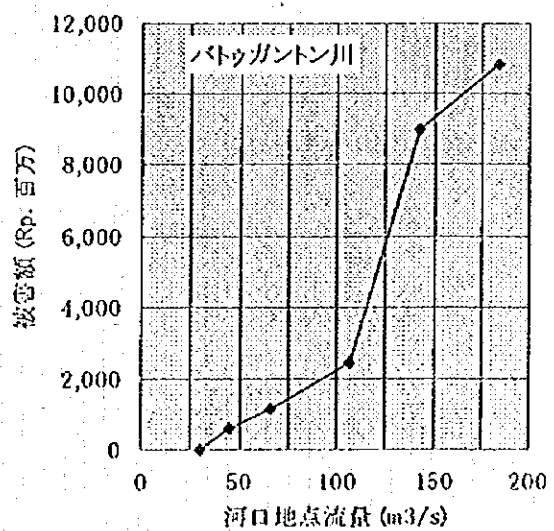
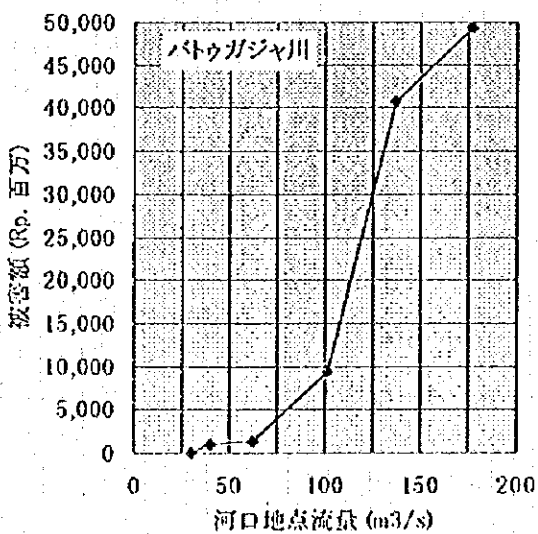
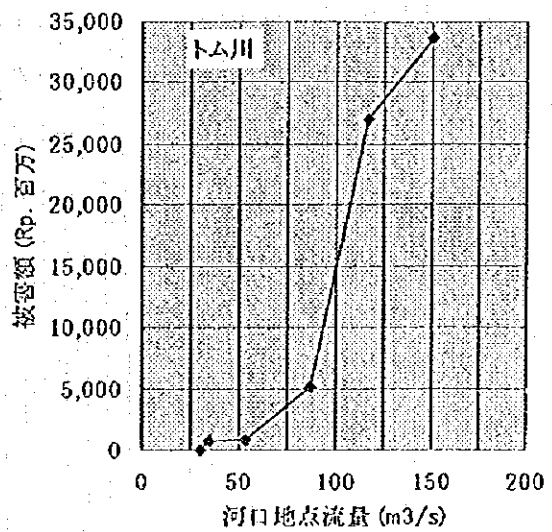
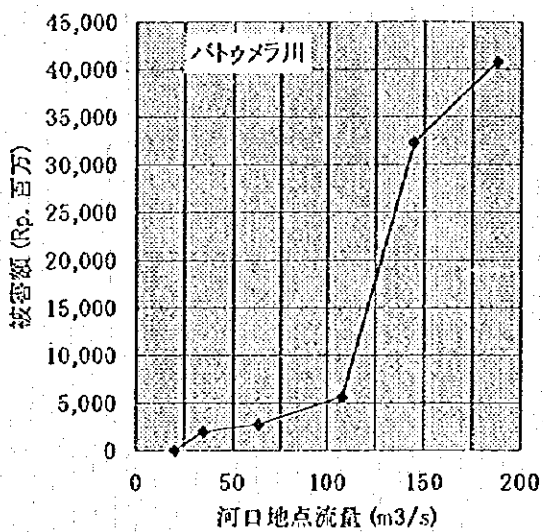
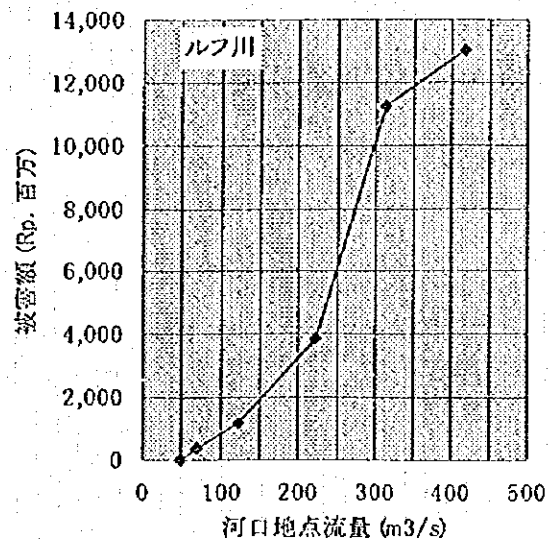
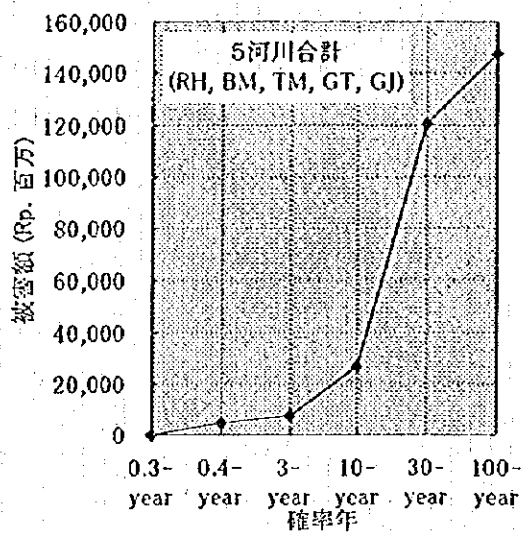


図-1.11 洪水流量/洪水規模～被害額曲線

1.3 洪水対策基本計画

1.3.1 計画の基本方針

アンボン地区洪水対策は、表－1.13に示すような計画条件および治水対策方針のもとで、計画を立案した。

表－1.13 アンボン地区洪水対策計画の基本条件

項 目	説 明
< 計画条件 >	
- 計画対象年	アンボン地域の治水計画の対象年は、2015年とする。 アンボン地域の利水計画の対象年は、2015年とするが、長期的観点からの水利用計画では2030年も視野に入れる。
- 保全区域と対象河川	本治水計画において対象とする地域はアンボン市の中心地区である。この地域(洪水氾濫区域)は、本調査で対象とする5河川(ルフ川、バトゥメラ川、トム川、バトゥガジャ川、バトゥガントン川)の下流部に当たる。
- 計画規模	アンボン地区の治水計画規模は、30年確率規模とする。
- 治水計画の目標	1)構造物および非構造物による治水対策により洪水被害の軽減を図る。2)洪水対策の実施を通して、河川環境の改善を図る。多目的ダムにより、3)アンボン市の水道用水のための水資源開発プランを提案する。
< 治水対策の方針 >	
構造物対策と非構造物対策	計画の目的(洪水被害の軽減)が十分達成できるように、治水および土砂流出抑制のために、構造物対策および非構造物対策によりマスタープランを策定する。
水資源開発と河川環境保全	マスタープラン策定時においては、河川環境保全のための計画、および多目的ダムによる水道用水の開発計画を提案する。
構造物対策	河川氾濫を生ずることなく計画洪水を海まで安全に流下させるための構造物による治水計画は、直接的に河川水を制御しようとするものである。構造物対策としては、1)河道の疎通能力を高めるための河道改修、2)河道のピーク流量を低減するためのダムおよび放水路、を考える。
非構造物対策	非構造物治水対策は、洪水被害を緩和するための構造物対策以外の対策であり、洪水流出抑制、洪水に強い流域や町づくり、水防活動の促進等種々の対策が考えられる。
洪水対策の代替案と最適案	計画規模(30年確率)の河道改修計画および、小規模河道改修とダムや放水路との組み合わせの代替案を検討し、最適な治水計画を立案する。

1.3.2 構造物治水対策

対象5河川の構造物治水対策として、河道改修、治水ダム、放水路および砂防ダムの計画を行った。これらの計画は以下に示す通りである。

(1) 構造物対策計画

<河道改修>

河道改修計画として提案した対策は、1)河道整形、2)河道掘削、3)バラベットの嵩上げ、4)三面張りコンクリート流路、5)河道拡幅、から構成される。これらの対策の採用優先順位は、原則として

上述した順序としたが、各河川における社会・環境影響程度、経済性および技術的な妥当性を考慮して各河川毎に対策工の採用を検討した。河道改修計画は、計画規模である30年確率で計画すると共に、ダムや放水路との組み合わせ計画のための5年および10年確率の河道改修計画についても検討した。各河川における河道改修計画は、表-1.14に示すとおりである。

表-1.14 河道改修計画

河川	項目	5年改修計画	10年改修計画	30年改修計画
(1) ルフ川	設計流量[河口地点] (m ³ /s)	170	230	320
	河道整形延長 (m)	1,600	1,600	1,600
	河道掘削, 深さ(m) & 延長(m)	1.0, 1,600	1.0, 1,600	1.0, 1,600
	コンクリート河道延長 (m)	-	-	-
	堤防嵩上げ延長 (m)、左岸 t, 右岸	300, 350	300, 350	300, 500
	河道拡幅区間延長 (m)	300	1,100	1,100
	改修橋梁ヶ所数	3	3	3
	取得用地面積 (m ²)	1,500	10,000	17,000
	住民移転 (家屋数)	40	147	147
(2) バトゥメラ川	設計流量[河口地点] (m ³ /s)	90	110	150
	河道整形延長 (m)	1,600	1,600	1,600
	河道掘削, 深さ(m) & 延長(m)	1.0, 1,600	1.0, 1,600	1.0, 1,600
	コンクリート河道延長 (m)	1,200	1,200	1,400
	堤防嵩上げ延長 (m)、左岸 t, 右岸	1,010, 1,070	970, 800	970, 800
	河道拡幅区間延長 (m)	70	950	1,200
	改修橋梁ヶ所数	1	1	1
	取得用地面積 (m ²)	350	4,750	7,750
	住民移転 (家屋数)	10	127	160
(3) トム川	設計流量[河口地点] (m ³ /s)	70	90	120
	河道整形延長 (m)	2,700	2,700	2,700
	河道掘削, 深さ(m) & 延長(m)	-	0.8, 2,100	0.8, 2,100
	コンクリート河道延長 (m)	-	-	2,100
	堤防嵩上げ延長 (m)、左岸 t, 右岸	770, 600	130, 20	130, 20
	河道拡幅区間延長 (m)	-	-	-
	改修橋梁ヶ所数	4	2	4
	取得用地面積 (m ²)	-	-	-
	住民移転 (家屋数)	-	-	-
(4) バトゥ ガジャ川	設計流量[河口地点] (m ³ /s)	80	100	130
	河道整形延長 (m)	2,600	2,600	2,600
	河道掘削, 深さ(m) & 延長(m)	1.0, 2,100	1.0, 2,100	1.0, 2,100
	コンクリート河道延長 (m)	-	700	1,900
	堤防嵩上げ延長 (m)、左岸 t, 右岸	140, 150	230, 150	230, 230
	河道拡幅区間延長 (m)	-	-	1,100
	改修橋梁ヶ所数	3	3	3
	取得用地面積 (m ²)	-	-	5,500
	住民移転 (家屋数)	-	-	147
(5) バトゥ ガント川	設計流量[河口地点] (m ³ /s)	90	110	150
	河道整形延長 (m)	1,450	1,450	1,450
	河道掘削, 深さ(m) & 延長(m)	1.0, 1,450	1.0, 1,450	1.0, 1,450
	コンクリート河道延長 (m)	250	900	1,300
	堤防嵩上げ延長 (m)、左岸 t, 右岸	50, 0	100, 100	-
	河道拡幅区間延長 (m)	-	-	550
	改修橋梁ヶ所数	2	2	2
	取得用地面積 (m ²)	-	-	2,750
	住民移転 (家屋数)	-	-	73

<治水ダム>

地形・地質状況を基にして、13 のダムサイト候補地(各河川2～3地点)を5河川の上流山地部に選定した。これらの各ダムサイト候補地は、ダム貯水量、貯水面積、補償数量(世帯数、公共施設)等の社会的・経済的な見地から評価し、最も有利なダムサイトを各河川1ヵ所ずつ選定した。

本調査対象流域は、流域面積が 20km² 以下と小さく、洪水時のダム管理を容易にするために、ダムの洪水調節方式として自然調節方式を採用する。すなわち、ダム洪水吐はゲートレスタイプとした。計画規模は、30 年確率とし、計画高水は 1990 年 6 月 6 日型洪水とした。ダム洪水調節計画は、5年確率および 10 年確率の河道改修を想定して、下流の計画高水流量を設定して行った。ダム及び貯水池の計画諸元は表-1.15に示すとおりである。

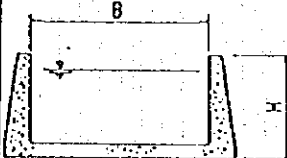
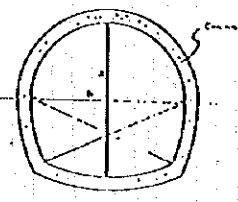
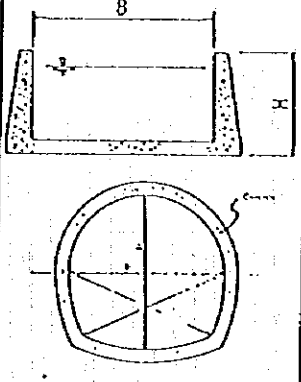
表-1.15 治水ダムおよび貯水池の諸元

項 目		ルフ川 RH-1		バトゥメラ川 BM-2		トム川 TM-1		ガジャ川 GJ-2		ガントン川 GT-1	
河道改修規模		1/5	1/10	1/5	1/10	1/5	1/10	1/5	1/10	1/5	1/10
ダムの流域面積 (km ²)		14.49		4.97		2.71		4.37		4.76	
基本高水 (m ³ /sec)	ダム地点	273		103		57		90		99	
	河口地点	314		145		117		123		143	
最大流入時のダム放流量 (m ³ /sec)		125	167	47	69	9	28	46	67	46	66
計画高水 (m ³ /sec)	ダム地点	138	197	51	77	10	30	51	70	50	71
	河口地点	170	230	90	110	70	90	80	100	90	110
調節流量	ダム地点	148	106	56	34	48	29	44	23	53	33
	河口地点	144	84	55	35	47	27	43	23	53	32
堆砂容量 (1000 m ³)		580		199		109		175		191	
河川維持流量容量 (1000 m ³)		251		86		47		76		83	
洪水調節容量 (1000 m ³)		2,272	1,528	869	536	1,047	399	574	357	725	425
有効容量 (1000 m ³)		2,523	1,779	955	622	1,094	446	650	433	808	508
合計貯水容量 (1000 m ³)		3,103	2,359	1,154	821	1,203	555	825	608	999	699
最低水位 (EL.m)		46.4		17.8		45.4		57.2		86.4	
常時満水位 (EL.m)		48.8		19.6		46.4		59.4		88.4	
サーチャージ水位 (EL.m)		60.0	57.6	27.0	25.1	59.2	52.8	68.0	65.3	99.5	96.0
ダム天端高 (EL.m)		64.0	61.6	31.0	29.1	63.2	56.8	72.0	69.3	103.5	100.0
ダム基礎高 (EL.m)		23.0		6.0		34.0		38.0		66.0	
ダムの余裕高 (m)		4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
ダム高 (m)		41.0	38.6	25.0	23.1	29.2	22.8	34.0	31.3	37.5	34.0
堤頂長 (m)		103.0	98.0	134.0	126.0	183.0	164.0	220.0	209.0	145.0	132.0
堤礎長 (m)		10.0	10.0	24.0	24.0	70.0	70.0	70.0	70.0	20.0	20.0
洪水吐	幅 (m)	3.7	5.3	2.5	4.3	1.0	2.0	2.4	3.5	2.2	3.0
	高 (m)	3.7	5.3	2.5	4.3	0.8	2.0	2.4	3.5	2.2	3.0
ダム勾配	上流面	1:3.0	1:3.0	1:3.0	1:3.0	1:3.0	1:3.0	1:3.0	1:3.0	1:3.0	1:3.0
	下流面	1:2.5	1:2.5	1:2.5	1:2.5	1:2.5	1:2.5	1:2.5	1:2.5	1:2.5	1:2.5
ダム天端幅 (m)		5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
ダム堤体容量 (1000 m ³)		201	172	115	91	271	159	406	335	228	174
取得用地面積 (1000m ²)		411	346	236	202	155	108	108	93	111	95
住民移転 (家屋数)		-	-	150	150	-	-	20	20	-	-

<放水路>

下流河道の洪水流量を低減するために、放水路計画を検討した。対象5河川では、地形的な特徴から3河川(ルフ川、バトゥメラ川、トム川)にのみ放水路計画が可能であり、その他の河川(バトゥガジャ川、バトゥガントン川)では技術的に妥当な放水路計画はできない。放水路の目的は、河道の流下能力以上の流量を分流することにある。放水路についても、河道改修が5年確率および10年確率で計画されるものと仮定した2ケースについて、放水路分流対象流量を設定して計画した。各河川で計画された放水路の諸元は表-1.16に示すとおりである。

表-1.16 放水路の諸元

項目	ルフ川		バトゥメラ川		トム川	
	DIV-RH1	DIV-RH2	DIV-BM1	DIV-BM2	DIV-TM1	DIV-TM2
一般条件	5年確率河道改修と放水路	10年確率河道改修と放水路	5年確率河道改修と放水路	10年確率河道改修と放水路	5年確率河道改修と放水路	10年確率河道改修と放水路
計画流量	150 m ³ /sec	90 m ³ /sec	60 m ³ /sec	40 m ³ /sec	50 m ³ /sec	30 m ³ /sec
<流入部>						
位置	1k100	1k100	1k600	1k600	2k700	2k700
河道高	EL. -0.50 m	EL. -0.50 m	EL. 2.70 m	EL. 2.70 m	EL. 11.70 m	EL. 11.70 m
最高水位	EL. 2.31 m	EL. 2.20 m	EL. 5.50 m	EL. 5.50 m	EL. 13.20 m	EL. 13.50 m
<吐口部>						
位置	0k500	0k500	河口から海岸線を北東へ850 m	河口から海岸線を北東へ850 m	0k800	0k800
河道高	EL. -1.59 m	EL. -1.59 m	EL. 0.00 m	EL. 0.00 m	EL. 1.50 m	EL. 0.70 m
最高水位	EL. 1.41 m	EL. 1.41 m	EL. 0.80 m	EL. 0.80 m	EL. 3.70 m	EL. 3.40 m
延長	290 m	290 m	1,200 m	1,200 m	1,150 m	1,150 m
- トンネル区間	-	-	1,200 m	1,200 m	900 m	900 m
- 開水路区間	290 m	290 m	-	-	250 m	250 m
勾配	1/270	1/270	1/440	1/440	1/110	1/110
取得用地面積	1,540 m ²	1,540 m ²	1,200 m ²	1,200 m ²	2,476 m ²	2,476 m ²
移転家屋	30	30	-	-	34	34
水路規模	開水路 幅 B × 高さ H = 7.0m × 3.5m	開水路 幅 B × 高さ H = 6.0m × 3.2m	トンネル 直径 D = 5.8m 断面積 A = 25.4 m ²	トンネル 直径 D = 5.1m 断面積 A = 19.7 m ²	開水路 幅 B × 高さ H = 4.0m × 2.6m トンネル 直径 D = 4.2m 断面積 A = 13.3 m ²	開水路 幅 B × 高さ H = 3.5m × 2.2m トンネル 直径 D = 3.5m 断面積 A = 9.3 m ²
標準断面						

<砂防ダム>

対象5河川の流域は、多量の土砂を生産しており、これらの土砂は河川を通じてアンボン湾に流入している。これら5河川では、下流河川の土砂流送能力以上の土砂流出があるため、下流部では河床上昇が生じ、洪水時の氾濫の原因の一つとなっている。このため、各河川に1か所ずつ砂防ダムを提案する。バトゥメラ川には既に砂防ダムがあるため、その他の河川に1ヶ所ずつ、合計4か所の砂防ダムの計画を行った。提案した砂防ダムの諸元は表-1.17に示すとおりである。

表-1.17 砂防ダムの諸元

河川	位置	基礎標高 EL.(m)	ダム高さ (m)	ダム延長 (m)	貯砂容量 (m ³)	用地面積 (m ²)
ルフ川	RH-1 ダム上流	EL.40m	10m	50 m	40,000	33,000
トム川	TM-1 ダムサイト	EL.45m	7 m	110 m	37,000	30,000
ガジャ川	GJ-2 ダム上流	EL.70m	8 m	80 m	10,000	16,000
ガント川	GT-1 ダム上流	EL.100m	11 m	40 m	36,000	6,000

注)砂防ダム建設による住民移転は無い。

(2) 治水計画の代替案と事業費の算定

これまでの構造物治水対策の検討結果を総合し、計画規模(30年確率)の治水計画代替案を提案し、これらの事業費を積算した。代替案およびその事業費等は表-1.18に示すとおりである。

(3) 最適案の選定

各河川の治水対策の最適案は表-1.18 および以下に示すように選定し、表-1.19 および図-1.12にとりまとめた。表-1.20には、その事業費および補償数量を示している。

<ルフ川> FCP-RH4: (河道改修[5年確率]、治水ダム、砂防ダム)

河道改修規模は、住民移転が最少となる5年確率規模が妥当である。治水計画規模(30年確率規模)を確保するため、治水ダムあるいは分水路との組み合わせを検討しているが、ダム案は次のような利点がある。すなわち、1)住民移転が全くない、2)多目的ダムとして、アンボン市の将来需要を満たす水資源を開発できる。従って、代替案 FCP-RH2 を採用した。

<バトゥメラ川> FCP-BM4: (河道改修[5年確率]、放水路)

最も経済的な代替案は FCP-BM1 であり、その事業費は Rp. 47,266 百万 (FCP-BM4 案の 92%) である。3番目に経済的な代替案は FCP-BM2 でその事業費は Rp. 52,994 百万円 (FCP-BM4 案の 103%) である。しかし、これらの案は 160 世帯の住民移転が必要である。したがって、2番目に経済的で住民移転数の最も少ない(10世帯)代替案 FCP-BM4 を採用した。

<トム川> FCP-TM1: (河道改修[30年確率])

代替案 FCP-TM1 を除いて最も経済的な代替案は、FCP-TM5(事業費 Rp. 24,691 百万:FCP-TM1 案の 94%)、FCP-TM4(事業費 Rp. 25,890 百万:FCP-TM1 の 98%) である。これらは、ダム計画を含む代替案であり、34 世帯の住民移転を必要とする。代替案 FCP-TM1 は、3番目に経済的な案であるが、その差は 2~6%と小さく、本案を最適案として採用した。

<バトゥガジャ川> FCP-GJ3: (河川改修[10年確率]、治水ダム、砂防ダム)

全ての代替案の事業費は概ね同程度である。最も経済的な代替案は FCP-GJ1(事業費 Rp. 54,438 百万:FCP-GT3 の 92%) であるが、147 世帯の住民移転が必要である。その他の案の住民移転は 20 世帯と少なく、2つの案のうち、より経済的な代替案 FCP-GJ3 を採用した。

<バトゥガント川> FCP-GT3: (河道改修[10年確率]、治水ダム、砂防ダム)

最も経済的な代替案は FCP-GT1(事業費 Rp. 40,212 百万:FCP-GT3 の 75%) である。本案は、127 世帯の住民移転が必要であり、事業費が代替案 FCP-GT3 に比べて 25%小さいとはいえ、

採用できない。その他の2案は住民移転が少なく(0~7世帯)、より経済的な代替案FCP-GT3を採用した。

表-1.18 構造物治水対策の代替案

ルフ川	FCP-RH1	FCP-RH2	FCP-RH3	FCP-RH4	FCP-RH5
事業構成	河道改修[30] 砂防ダム	河道改修[5] 治水ダム 砂防ダム	河道改修[10] 治水ダム 砂防ダム	河道改修[5] 放水路 砂防ダム	河道改修[10] 放水路 砂防ダム
事業費 (Rp. 百万)	44,932	66,998	84,586	43,694	46,838
住民移転戸数	147	40	147	150	177
最適事業選定評価	△	○	△	△	△
経済性	○	△	X	○	○
社会的影響	X	○	X	X	X
水資源開発可能性	X	○	○	X	X
バトゥメラ川	FCP-BM1	FCP-BM2	FCP-BM3	FCP-BM4	FCP-BM5
事業構成	河道改修[30] 砂防ダム	河道改修[5] 治水ダム	河道改修[10] 治水ダム	河道改修[5] 放水路	河道改修[10] 放水路
事業費 (Rp. 百万)	47,266	52,994	72,956	51,235	66,149
住民移転戸数	160	160	277	10	127
最適事業選定評価	△	○	△	○	△
経済性	○	○	X	○	△
社会的影響	△	△	X	○	△
水資源開発可能性	X	○	○	X	X
トム川	FCP-TM1	FCP-TM2	FCP-TM3	FCP-TM4	FCP-TM5
事業構成	河道改修[30] 砂防ダム	河道改修[5] 治水ダム 砂防ダム	河道改修[10] 治水ダム 砂防ダム	河道改修[5] 放水路 砂防ダム	河道改修[10] 放水路 砂防ダム
事業費 (Rp. 百万)	26,290	51,454	44,310	25,890	24,691
住民移転戸数	-	-	-	34	34
最適事業選定評価	○	○	○	△	△
経済性	○	X	△	○	○
社会的影響	○	○	○	△	△
水資源開発可能性	X	○	○	X	X
バトゥガジャ川	FCP-GJ1	FCP-GJ2	FCP-GJ3	-	-
事業構成	河道改修[30] 砂防ダム	河道改修[5] 治水ダム 砂防ダム	河道改修[10] 治水ダム 砂防ダム	-	-
事業費 (Rp. 百万)	54,438	62,217	58,933	-	-
住民移転戸数	147	20	20	-	-
最適事業選定評価	△	○	○	-	-
経済性	○	X	△	-	-
社会的影響	X	○	○	-	-
水資源開発可能性	X	○	○	-	-
バトゥガントン川	FCP-GT1	FCP-GT2	FCP-GT3	-	-
事業構成	河道改修[30] 砂防ダム	河道改修[5] 治水ダム 砂防ダム	河道改修[10] 治水ダム 砂防ダム	-	-
事業費 (Rp. 百万)	32,145	48,952	45,198	-	-
住民移転戸数	73	-	-	-	-
最適事業選定評価	△	○	○	-	-
経済性	○	X	△	-	-
社会的影響	△	○	○	-	-
水資源開発可能性	X	○	○	-	-

注)  : 最適治水計画案

表-1.19 洪水対策マスタープラン

項 目	ルフ川	バトゥメラ川	トム川	ガジャ川	ガントン川
	FCP-RH2	FCP-BM4	FCP-TM1	FCP-GJ3	FCP-GT3
<河道改修計画>					
改修規模 (再現確率年)	5-year	5-year	30-year	10-year	10-year
河道整形延長 (m)	1,600	1,600	2700	2,600	1,450
河道掘削 (m)	深さ	1.00	0.80	1.00	1.00
	延長	1,600	2,100	2,100	1,450
コンクリート河道延長 (m)	-	1,200	2,100	700	900
堤防嵩上げ延長 (m)	左岸	300	130	230	100
	右岸	350	20	150	100
河道拡幅延長 (m)	300	70	-	-	-
橋梁の改修ヶ所数	3	1	4	3	2
<治水ダム>					
ダム 形式	ロックフィル	-	-	ロックフィル	ロックフィル
ダム 高さ (m)	41.0	-	-	31.3	34.0
ダム 延長 (m)	103.0	-	-	209.0	132.0
<分水路>					
形式	-	トンネル	-	-	-
延長 (m)	-	1,200	-	-	-
標準断面 - 幅 (m)	-	5.8	-	-	-
標準断面 - 高さ (m)	-	5.8	-	-	-
<砂防ダム>					
ダム 高さ (m)	10	-	7	8	11
貯砂容量 (m³)	40,000	-	37,000	10,000	36,000

表-1.20 洪水対策マスタープランの事業費および補償数量

事業の内容	建設費 (百万 Rp)	間接費 (百万 Rp)	用地・補償費 (百万 Rp)	事業費 (百万 Rp)	用地面積 (m²)	移転家屋 (家屋数)
ルフ川	42,037	12,611	12,350	66,998	445,500	40
河道改修	9,323	-	-	-	1,500	40
治水ダム	31,344	-	-	-	411,000	0
砂防ダム	1,370	-	-	-	33,000	0
バトゥメラ川	39,021	12,147	508	51,235	1,550	10
河道改修	9,966	-	-	-	350	10
分水トンネル	29,055	-	-	-	1,200	0
トム川	20,223	6,067	0	26,290	30,000	0
河道改修	18,753	-	-	-	0	0
砂防ダム	1,470	-	-	-	30,000	0
バトゥガジャ川	43,006	12,902	3,025	58,933	109,000	20
河道改修	9,091	-	-	-	0	0
治水ダム	32,485	-	-	-	93,000	20
砂防ダム	1,430	-	-	-	16,000	0
バトゥガントン川	32,941	9,882	2,375	45,198	101,000	0
河道改修	7,327	-	-	-	0	0
治水ダム	24,284	-	-	-	95,000	0
砂防ダム	1,330	-	-	-	6,000	0
5河川合計	177,228	53,609	18,258	248,654	687,050	70
河道改修	54,460	-	-	-	1,850	50
治水ダム	88,113	-	-	-	599,000	20
分水トンネル	29,055	-	-	-	1,200	0
砂防ダム	5,600	-	-	-	85,000	0

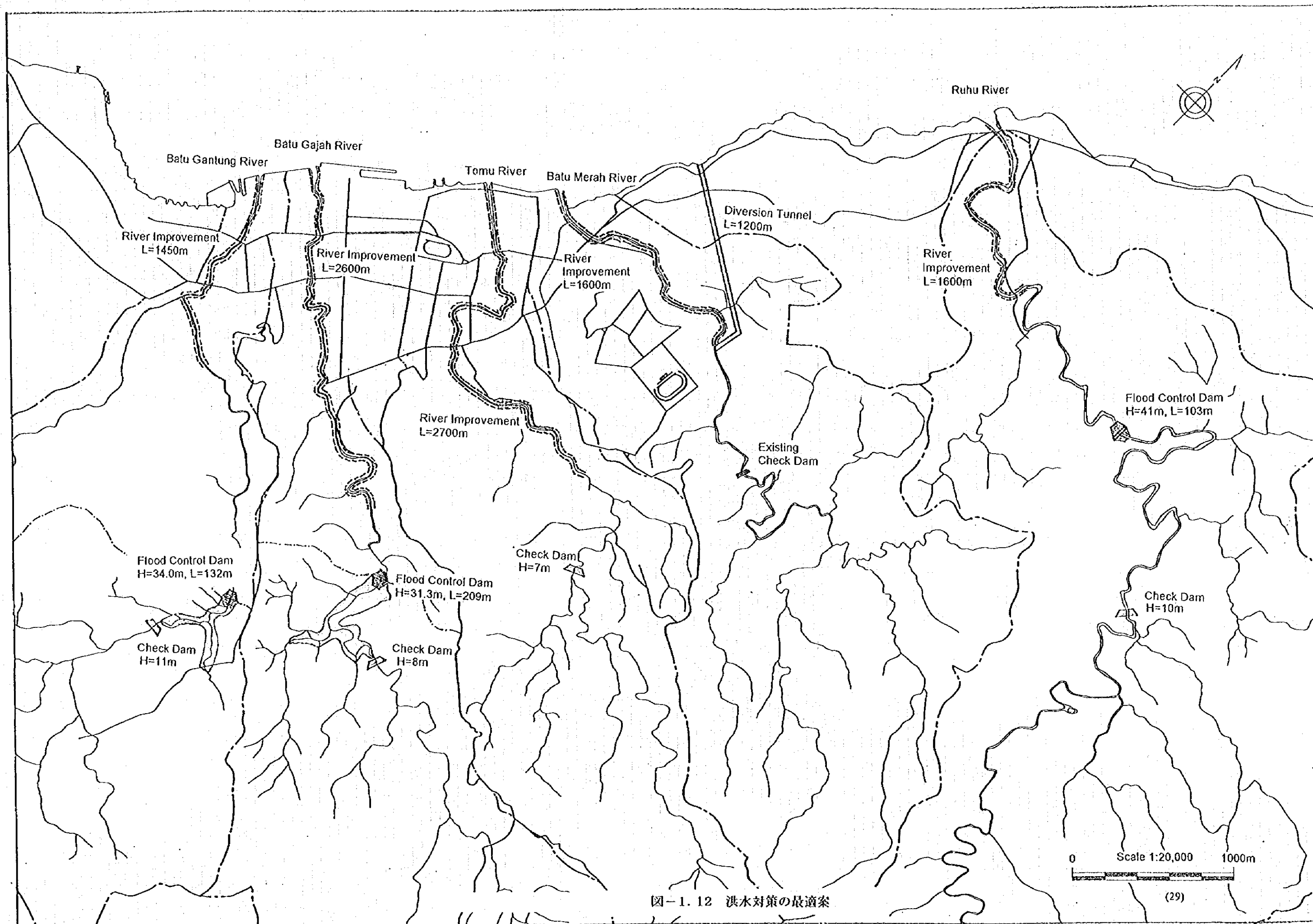


図-1.12 洪水対策の最適案

1.3.3 非構造物対策

非構造物洪水対策は、洪水被害を緩和するために、河道沿いに建設される構造物治水対策以外の対策である。非構造物対策の目的は、1)洪水流出を抑制すること、2)洪水に強い流域や町づくり、3)水防活動の促進、が挙げられる。現在及び将来の対象河川流域の状況を考慮して、主な非構造物対策として表-1.21に示す各対策を提案し、マスタープランに組み入れた。

表-1.21 アンボン地区における非構造物洪水対策

目的	方法	内 容	対象地域
洪水流出抑制	土地利用規制	森林や自然の保水機能を持つ地域を保全するために、地方政府による土地利用計画に基づいて実施する土地利用規制。	全地域
	植生の改善	植林や緑の回復を通して、洪水流量や土砂流出を低減するために行う積極的な植生の改善	上流域
	防災調整池	大規模開発によって増加する洪水流出や土砂流出を貯留するための防災調整池	全地域
	低地における雨水浸透	浸透性下水処理システム、浸透井戸、透水性舗装を利用した雨水流出率の低減	下流域
洪水に強い流域や町づくり	土地利用規制	決められた基準に従って、洪水氾濫予想区域における土地利用を規制する。	全地域
	洪水に強い施設	土地の嵩上げや防水性の高い構造等を採用することによって、洪水に強い公共施設や私的な建物の建設を促進する。	下流域
水防活動の促進	洪水対策のための組織	総合的な洪水対策システムのための洪水対策組織の設立	-
	洪水予測および警報システム	水防活動や迅速な避難行動を可能とするための洪水予測および警報システムの設立	下流域
	洪水氾濫危険区域図	洪水氾濫危険区域図を準備し、住民に対して公的に助言を行う。	下流域
	水防活動システム	緊急時への備えとして、ソフトおよびハードシステムを含む水防活動の組織	下流域
	河川管理区域	河川管理の必要な地域における河川管理区域の設定	下流域
	啓蒙活動	洪水対策方法および事業実施スケジュールを含む洪水対策システムについて周知・啓蒙する。	-
	人材の育成	洪水対策に関係する人材(技術者)の育成	-

1.3.4 河川環境管理

水質分析結果によれば、河川流域から排出される汚濁物は、既に河川水に深刻な汚染を引き起こすレベルに達しているのは明らかである。一般に、浄水システムの建設は、河川水質を改善するための汚濁物質の低減のためには最も効果的な対策である。しかし、現在の社会経済状況および調査地域の5河川の機能を考慮すると、本計画で浄水システムを提案することは現実的ではないと考える。これに代えて、水利用という目的に合致した河川環境管理のための実現可能な対策を提案する。

(1) ダム貯水池および上流域に関する提案

本マスタープランで提案された多目的ダムでは、その貯水池と上流域は、河川利用と河川環境管理に関して、1)利水の目的:水道用水の水源、2)水質の目標:グレードB以上(基準 No. 20/1990)、の目的を持つ同様な地域であると見なされる。対策としては次のものが考えられる。

- 河川内のトイレを全て撤去し、浄化水槽の利用を促進する。
- 小規模浸透施設を作ることによって、汚濁水、汚濁物が河川や貯水池に直接流入することを防止して、河川水および水路を保全する。
- ゴミ収集を強化し、河川や貯水池に廃棄物を投棄することを防止する。
- 貯水池における人々の洗濯、入浴を禁止する。

(2) その他の地域に関する提案

多目的ダムの下流域およびダムを建設しない河川では、河川利用と河川環境管理の目標は、1)水利用の目的:沿川住民による洗濯および入浴、2)水質の目標:糞便、ゴミ、および汚濁水の流出がないこと、である。河川水質のグレードAまたはBへの改善は、本マスタープランの枠組みの中では非現実的であることから、公衆衛生の観点から最小限の水質改善を目的とし、以下の対策を提案する。

- 河川内のトイレを全て撤去し、浄化水槽の利用を促進する。
- ゴミ収集を強化し、汚濁水、汚濁物が河川に直接投棄されることを防止する。
- 河川に通じる全排水路を調査し、商店、工場または事務所から河川に大量の汚濁水が流入している場所では、汚濁水浄化施設の設置が必要である。

(3) 公衆衛生教育

効果的な河川環境管理の実施に当たって、環境保全や水質改善の重要性の啓蒙が必要であり、そのためには公衆衛生教育は不可欠である。公衆衛生教育は、上で述べた水質改善対策と同時に実施していくべきである。

1.3.5 利水計画

(1) 水資源開発

アンボンにおける都市用水の需要は増加し続けており、代替水源の開発が必須である。アンボン市における水道用水の需要と供給を満たすため、10年確率渇水時においても、水道用水が取水可能なように、バトゥガジャダムで 8,000m³/日、バトゥガントングダムで 2,500m³/日の新規開発流量を開発することとした。この新規開発流量は、PDAMが「水道供給開発計画」に従って他の水源を開発すると仮定した場合、2015 年までに水供給の不足をカバーするのに十分である。更なる地下水開発は塩水化や枯渇を招くことになり得策ではない。また、2030 年までの長期的な展望に立つと、ルフダムにより 16,000m³/日の新規開発が必要である。アンボン市中心地区における水道用水の利水計画は表－1. 22に示すとおりである。

表－1. 22 水道用水開発計画(アンボン市中心地区)

項目	1996	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
将来水需要 (m ³ /日)	11,211	15,594	20,163	26,665	30,559	36,001	40,603	45,470
湧水	8,640	10,020	11,230	12,270	12,270	12,270	12,270	12,270
井戸	3,280	4,150	5,360	6,220	6,220	6,220	6,220	6,220
河川		2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600	2,600
Air Besar				8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
ガジャダム				2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
ガントングダム					16,000	16,000	16,000	16,000
ルフダム								
合計供給量 (m ³ /日)	11,920	16,770	19,190	31,590	47,590	47,590	47,590	47,590

(2) 多目的ダム計画

バトゥガジャ川、バトゥガントング川およびルフ川の治水ダムは、最適な洪水対策計画の一部として提案された。アンボン市の調査対象地域における利水計画に基づいて、表－1. 23に示すような多目的ダムを提案した。

表－1. 23 多目的ダムおよび貯水池の諸元

項目	ルフダム	バトゥガジャダム	バトゥガントングダム
ダムの流域綿性 (km ²)	14.49	4.37	4.76
堆砂容量 (1000 m ³)	580	175	191
利水容量 (1000 m ³)	1,064	955	639
治水容量 (1000 m ³)	2,763	380	513
有効容量 (1000 m ³)	3,827	1,335	1,152
総貯水容量 (1000 m ³)	4,407	1,510	1,343
ダム天端標高 (m)	67.7	78.6	106.9
ダム基礎標高 (m)	23.0	38.0	66.0
ダム高さ (m)	44.7	40.6	40.9
堤体容量 (1000 m ³)	235	404	262
ダム延長 (m)	112.0	200.0	139.0
放流設備 (m)	B3.9m x H3.9m	B8.0m x H3.40	B4.1m x H4.1m
用地面積 (1000m ²)	515,000	148,000	139,000
移転家屋 (家屋数)	-	30	-
ダム地点での洪水調節流量 (m ³ /s)	159	22	32
開発流量 (m ³ /days)	16,000	8,000	2,500
ダム建設費 (Rp. Mil)	36,616	49,480	35,306

1.3.6 事業実施スケジュール

洪水対策マスタープランの事業実施スケジュールは、経済性が高く、社会への負の影響の少ない事業に高い優先順位を付与することを原則として、表-1.24 に示すように設定した。事業実施期間は15年間とし、事業実施スケジュールは構造物対策と非構造物対策を含む。

表-1.24 洪水対策マスタープランの事業実施スケジュール

年度 項目	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
	1998 99	1999 00	2000 01	2001 02	2002 03	2003 04	2004 05	2005 06	2006 07	2007 08	2008 09	2009 10	2010 11	2011 12	2012 13
構造物対策															
<<< フェーズ-1 >>>															
1-1 準備															
(a) 調達															
- コンサルタント	XX														
- 建設業者			XX	XX											
(b) 詳細設計		XX	XX												
1-2 コンサルタントサービス															
(a) 調査・設計		XX	XX												
(b) 入札補助			XX	XX											
(c) 施工管理					XX	XX	XX	XX	XX	XX					
1-3 建設工事															
河道改修(5 河川)					XX	XX	XX	XX							
砂防ダム(4 ヵ所)					XX	XX									
分水トンネル					XX	XX									
多目的ダム(2ヵ所)					XX	XX	XX	XX	XX	XX					
<<< フェーズ-2 >>>															
2-1 準備															
(a) 調達						XX		XX	XX						
(b) 詳細設計							XX	XX							
2-2 コンサルタントサービス															
(a) 調査・設計							XX	XX							
(b) 入札補助								XX	XX						
(c) 施工管理										XX	XX	XX	XX	XX	XX
2-3 建設工事															
ルーフ多目的ダム										XX	XX	XX	XX	XX	XX
非構造物対策															
- 組織・体制	XX														
- 洪水予・警報システム		XX	XX	XX	XX										
- 洪水危険図		XX	XX												
- 水防体制		XX	XX	XX	XX										
- 広報活動		XX	XX												
- 人材育成		XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX						
- 土地利用規制		ZZ	ZZ	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
- 植生の改善		ZZ	ZZ	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
- 貯留施設		ZZ	ZZ	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
- 浸透施設		ZZ	ZZ	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
- 耐水施設		ZZ	ZZ	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=
- 河川管理区域		ZZ	ZZ	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=

[Note] XX: 治水工事事務所の所管
ZZ: 特別委員会で計画される ==: 所轄の部局が実施する

1.3.7 洪水対策マスタープランの評価

(1) 初期環境影響評価

初期環境影響評価(IEE)は、施設の建設段階および運用段階における環境への影響を調査することを目的とする。IEEの結果、住民移転、廃棄物および地下水の3つの環境要素に重大な影響がある予想された。また、その他の11の環境要素についてもある程度の影響が予想された。環境要素と各事業との環境評価マトリクスは表-1.25に示すとおりである。

表-1.25 環境評価マトリクス

河川	ルフ川			バトゥメラ川		トム川		バトゥガジャ川			バトゥガントン川		
施設	R/I	C/D	Dam	R/I	D/T	R/I	C/D	R/I	C/D	Dam	R/I	C/D	Dam
<建設段階>													
社会環境													
住民移転	×	-	-	-	△	-	-	×	-	×	×	-	-
経済活動	△	-	△	-	△	-	-	△	-	△	△	-	△
交通・生活施設	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
健康・公衆衛生	△	-	-	△	-	△	-	△	-	-	△	-	-
廃棄物	×	△	△	×	△	×	△	×	△	△	×	△	△
自然環境													
地形・地質	-	-	△	-	-	-	-	-	-	△	-	-	△
土壌侵食	-	-	△	-	-	-	-	-	-	△	-	-	△
地下水	-	-	-	-	×	-	-	-	-	-	-	-	-
海岸域	△	-	-	△	-	△	-	△	-	-	△	-	-
公害													
水質汚染	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
騒音・振動	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
悪臭	△	-	-	△	-	△	-	△	-	-	△	-	-
<運転段階>													
社会環境													
住民移転	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
経済活動	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
交通・生活施設	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
健康・公衆衛生	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
廃棄物	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
自然環境													
地形・地質	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
土壌侵食	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
地下水	-	-	△	-	×	-	-	-	-	×	-	-	×
海岸域	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
公害													
水質汚染	-	-	△	-	-	-	-	-	-	△	-	-	△
騒音・振動	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
悪臭	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

R/I: 河川改修, C/D: 砂防ダム, Dam: 多目的ダム

×: 重大な負のインパクト, △: 負のインパクトの可能性, -: 負のインパクト無し

(2) 経済評価

経済評価は、1)価格基準:1996年12月、2)計画規模:30年確率、3)プロジェクトライフ:50年、4)メンテナンスコスト:建設費の0.5%、5)標準変換係数:85%、6)資産の伸び率:5.0%、の仮定のもとに行なった。

各河川で個別的に事業が実施される場合には5年間、また、全河川の事業が実施計画に従って実施される場合には9年間を建設期間として、表-1.26に経済評価結果を示した。河川別の洪水対策事業は内部収益率が10.9%から21.8%の値を示し、実施可能性があると判断される。特に、バトゥメラ川及びトム川は高い内部収益率を示している。また、対象5河川全体の事業でみれば、16.0%の内部収益率を示しており、経済的観点から投資に値することが証明された。

表-1.26 アンボン地区洪水対策計画の経済評価

河川	事業形態	経済費用	正味現在価値 (割引率10%)	便益費用比率 (割引率10%)	内部収益率
ルフ川	河川改修及び多目的ダム	Rp 77,094 百万	Rp 18,965 百万	1.2	12.1%
バトゥメラ川	河川改修及び放水路	Rp 43,550 百万	Rp 90,614 百万	3.6	21.8%
トム川	河川改修	Rp 22,347 百万	Rp 36,514 百万	3.1	19.7%
バトゥガジャ川	河川改修及び多目的ダム	Rp 76,594 百万	Rp 45,628 百万	1.7	14.4%
バトゥガント川	河川改修及び多目的ダム	Rp 53,634 百万	Rp 6,256 百万	1.1	10.9%
5河川合計		Rp 273,219 百万	Rp 179,576 百万	2.2	16.0%

(3) 資金計画

1996/97年度のDGWRDの全予算はRp 3,098×10⁹であり、このうちRp 958×10⁹は外国からのローンで賄われている。Rp 430×10⁹は洪水対策事業に配分されており、現在その50%以上は外国からのローンで賄われている。

DGWRDは、毎年2つの新しい事業がOECDによってローンが可能であると予想している。アンボン市はマルク州の政治・経済の中心であり、アンボン地区洪水対策事業は、このようなOECDローンの強力な候補である。事業の経済性と効果の大きさが必要条件であるが、本事業は政府の東部地域開発方針と一致しており、高い優先順位を付与され、期待されている。本事業が採択された場合、維持管理費も中央政府から予算配分されるであろう。

本事業に対してOECDローンが利用できない場合は、政府の予算不足のため事業は縮小されるべきであろう。長期的な洪水対策を実施していくことが理想的であるとしても、必要不可欠な事業については、限定して実施する必要がある。

1.4 優先事業

1.4.1 優先事業の選定

経済性、緊急度、社会・経済環境への影響を考慮して、優先事業は、洪水マスタープランの中から表－1. 27に示すように選定した。

表－1. 27 優先事業の構成

河川	優先事業における計画規模	事業の構成
ルフ川	- 5年確率	(1) 河川改修(5年確率) (2) 砂防ダム
バトゥメラ川	- 30年確率	(1) 河川改修(5年確率) (2) 放水路
トム川	- 30年確率	(1) 河川改修(30年確率) (2) 砂防ダム
バトゥガジャ川	- 30年確率	(1) 河川改修(10年確率) (2) 多目的ダム (3) 砂防ダム
バトゥガントン川	- 30年確率	(1) 河川改修(10年確率) (2) 多目的ダム (3) 砂防ダム

1.4.2 優先事業計画

(1) 基礎条件

<優先事業の目的>

- 河川沿いに毎年発生している洪水被害の緩和
- アンボン市における家庭用水の供給
- 河川環境および河川水質の改善

<基本事項>

- 計画目標年 : 2015 年
- 目標終了年 : 2007/08 年度
- 計画規模 : 30 年確率(ルフ川のみ5年確率)
- 計画雨量 : 422mm(30 年確率)
- 計画降雨波形 : 1990/06/06 洪水

(2) ルフ川事業

(a) 河道改修計画

河道改修の範囲は、河口から 1K600 までの 1600m とした。河川流量配分は図－1. 13に示すとおりである。河道計画縦断および標準断面図は図－1. 14に示した。

(b) 砂防ダム計画

- 砂防ダムサイト位置 : 6K100(ルフダムの上流)
- 流域面積 : 10.9 km²
- 設計流量 : 281.0 m³/sec (100 年確率)
- 貯砂容量 : 40,000 m³

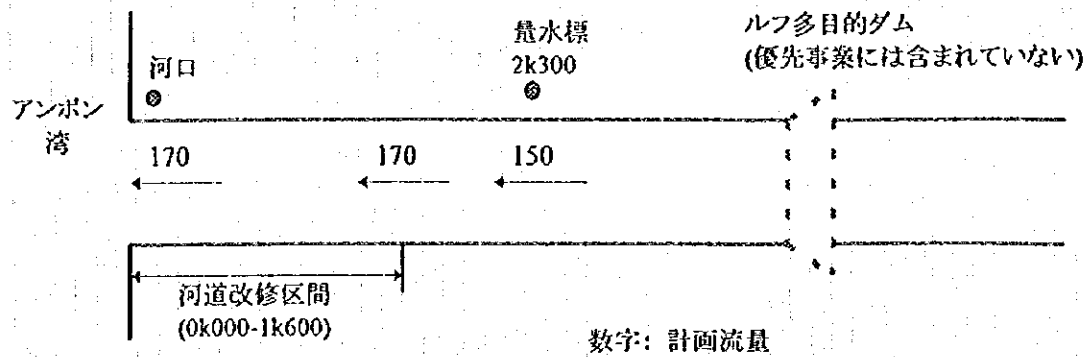
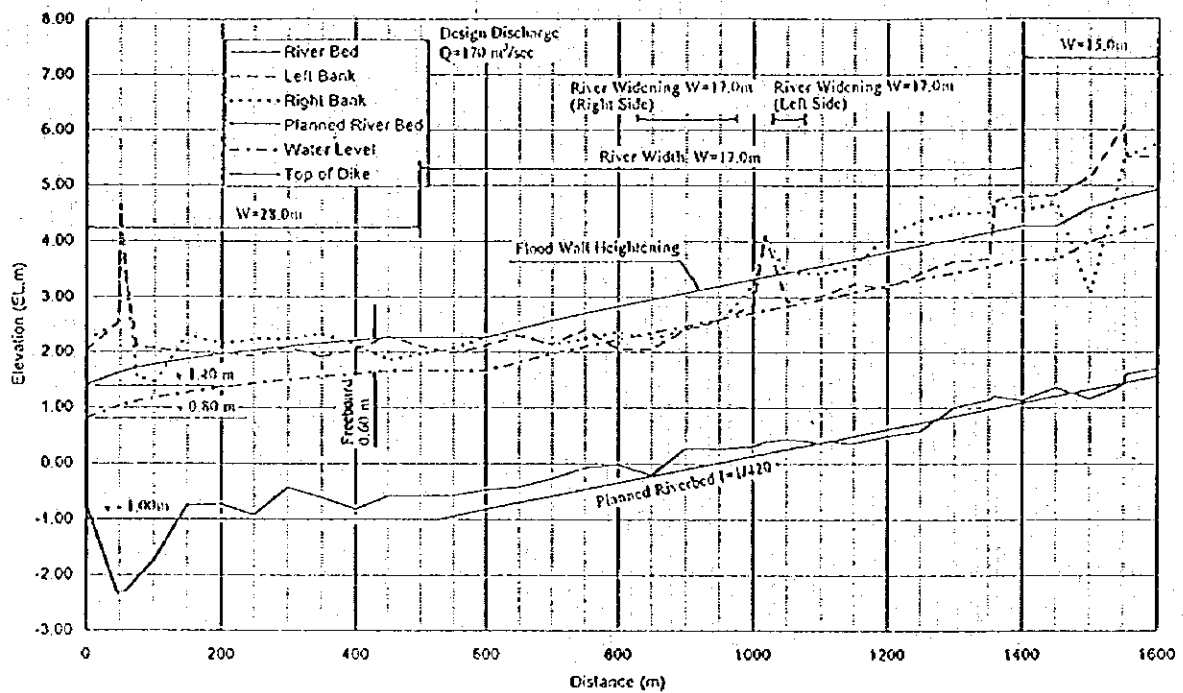


図-1.13 計画流量配分

[河道計画縦断]



[標準断面]

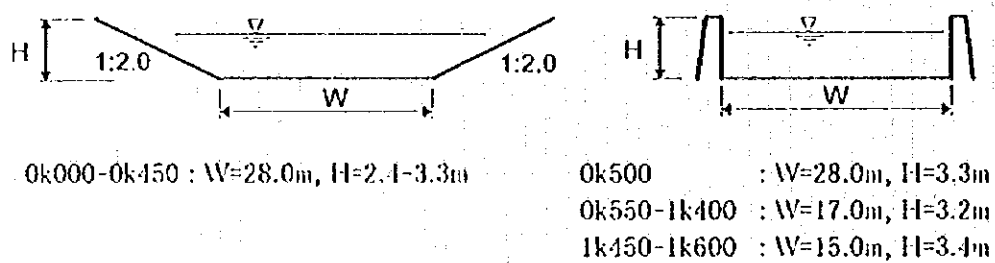


図-1.14 ルフ川河道改修計画

(3) バトゥメラ川事業

(a) 河道改修計画

河道改修の範囲は、河口から 1K500 までの 1500m とした。河川流量配分は図-1. 15 に示すとおりである。河道計画縦断および標準断面図は図-1. 16 に示した。

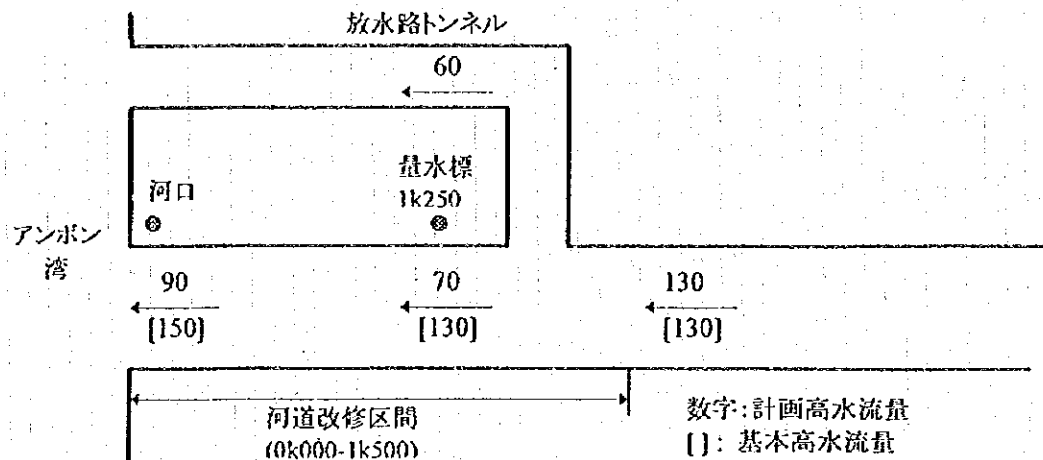
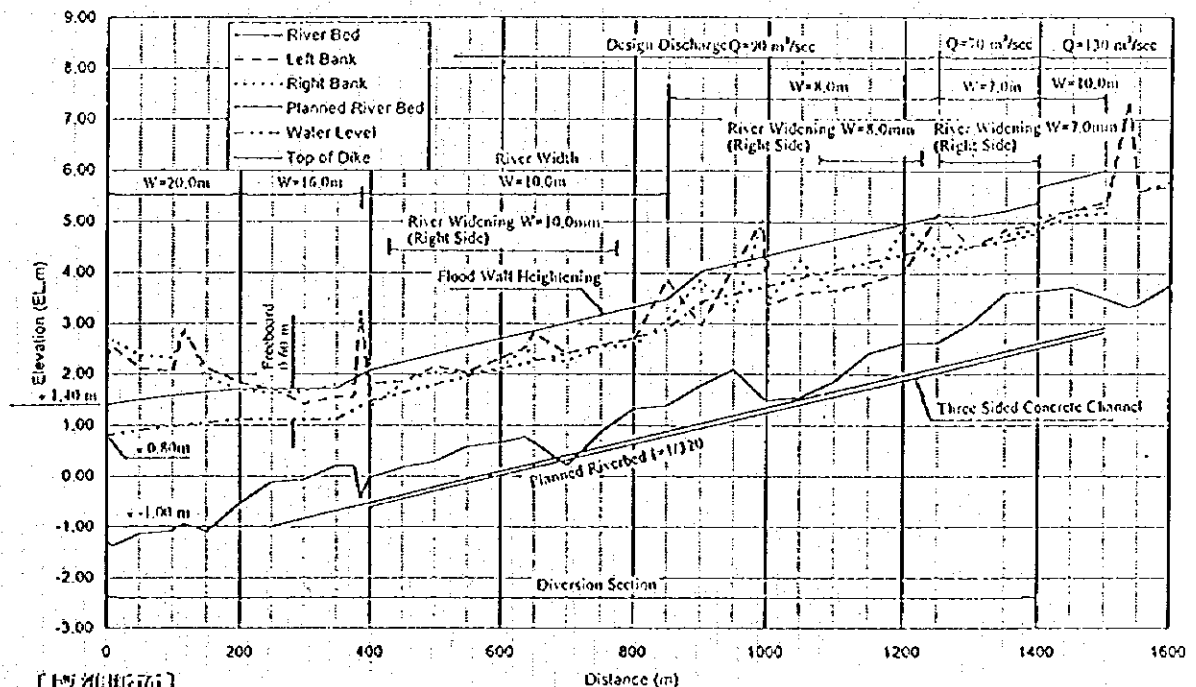
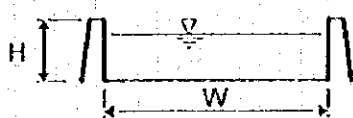


図-1. 15 計画流量配分

[計画河道縦断]



[標準断面]



0k000-0k600	: W=14.0m, H=2.0-2.9m
0k650-1k050	: W=12.0m, H=2.5-2.6m
1k100-1k500	: W=15.0m, H=1.9-2.6m
1k550-2k200	: W= 8.0m, H=2.1-2.7m
2k250-2k700	: W= 7.0m, H=2.4m

図-1. 16 バトゥメラ川河道改修計画

(b) 放水路呑口計画

- 放水路呑口位置 : 1k400
- 分水計画 : 放水上流河川 : 130 m³/sec
放水路 : 60 m³/sec
放水路下流河川 : 70 m³/sec
- 分水施設 : 横越流堰
- 分水開始流量 : 20 m³/sec

(4) トム川事業

(a) 河道改修計画

河道改修の範囲は、河口から 2K700 までの 2700m とした。河川流量配分は図-1. 17に示すとおりである。河道計画縦断および標準断面図は図-1. 18に示した。

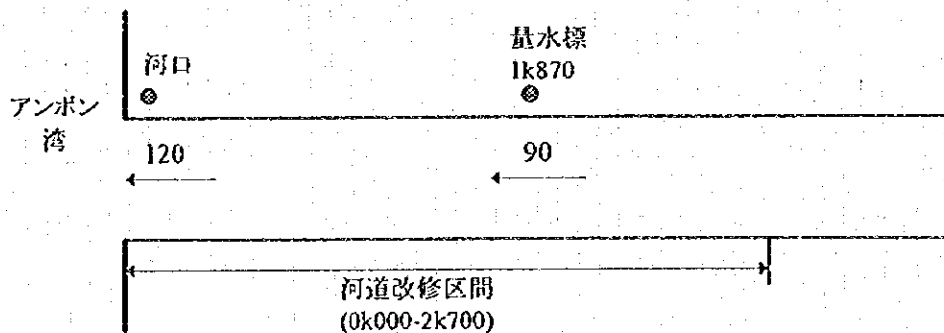


図-1. 17 計画流量配分

[計画河道縦断]

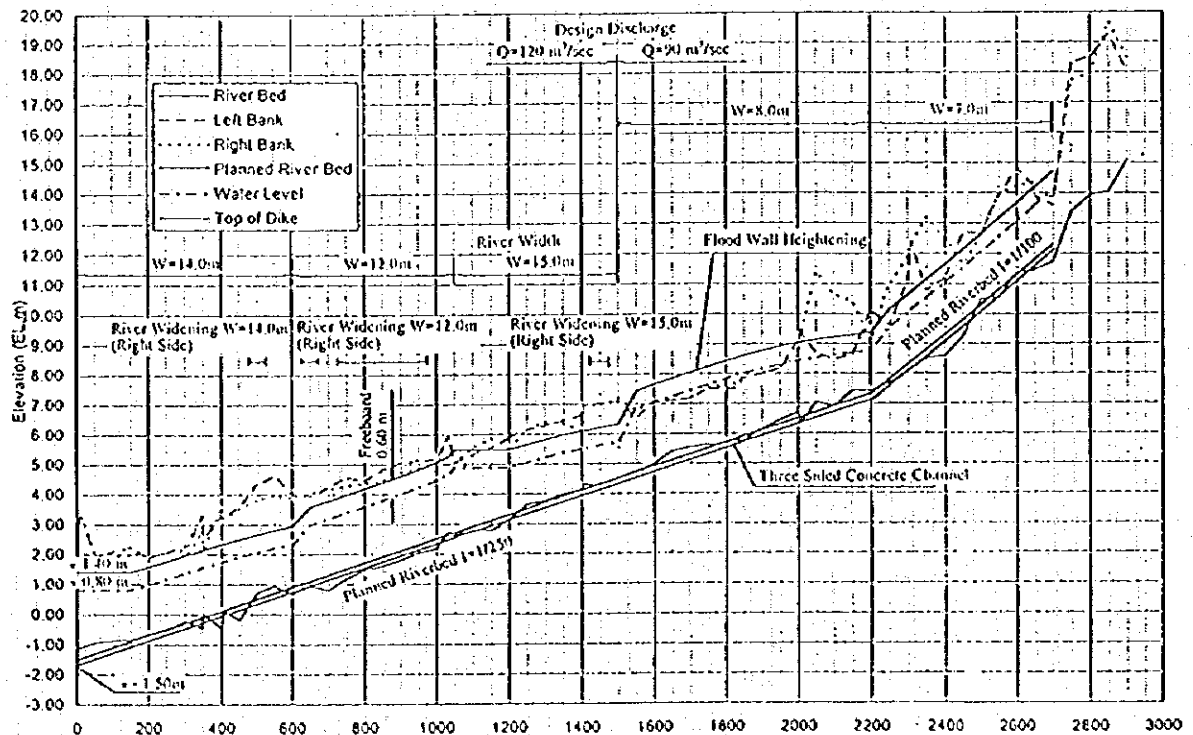
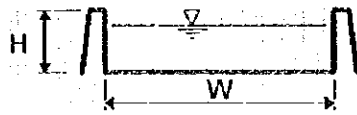


図-1. 18(1) トム川河道改修計画

Distance (m)

〔標準断面〕



0k000-0k600	: W=14.0m, H=2.0-2.9m
0k650-1k050	: W=12.0m, H=2.5-2.6m
1k100-1k500	: W=15.0m, H=1.9-2.6m
1k550-2k200	: W= 8.0m, H=2.1-2.7m
2k250-2k700	: W= 7.0m, H=2.4m

図-1. 18(2) トム川河道改修計画

(b) 砂防ダム計画

- 砂防ダムサイト位置 : 3K500
- 流域面積 : 2.7 km²
- 設計流量 : 73 m³/sec (100 年確率)
- 貯砂容量 : 37,000 m³

(c) 河川環境整備計画

トム川河川環境整備は、アンボン治水事業の一環として計画し、その内容は次のとおりであり、河川環境整備イメージは図-1. 19に示すとおりである。

- 河川を挟むマルディカバスターミナルとヴィクトリア公園の往来を容易にするために、幅の広い歩道橋を整備する。
- アメニティー向上のため、木陰や草花を配置する。
- 本整備地域は、市民のための憩いの場所として整備する。
- パラペットや護岸は、コンクリートではなく自然に近いものを用いる。

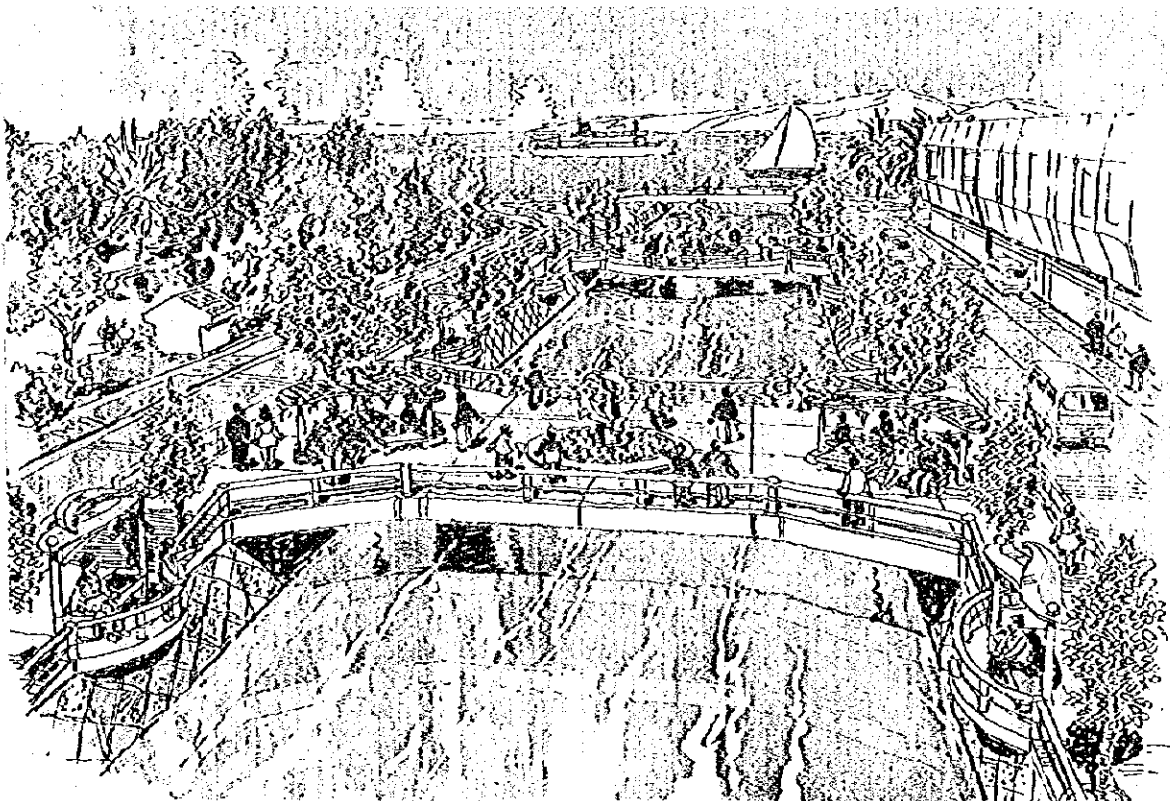


図-1. 19 トム川河川環境整備のイメージ

(5) バトゥガジャ川事業

(a) 河道改修計画

河道改修の範囲は、河口から 2K200 までの 2200m とした。河川流量配分は図-1.20 に示すとおりである。河道計画縦断および標準断面図は図-1.21 に示した。

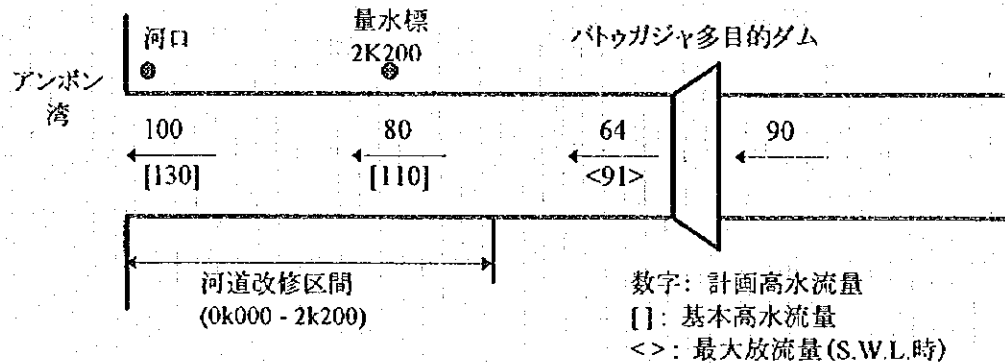
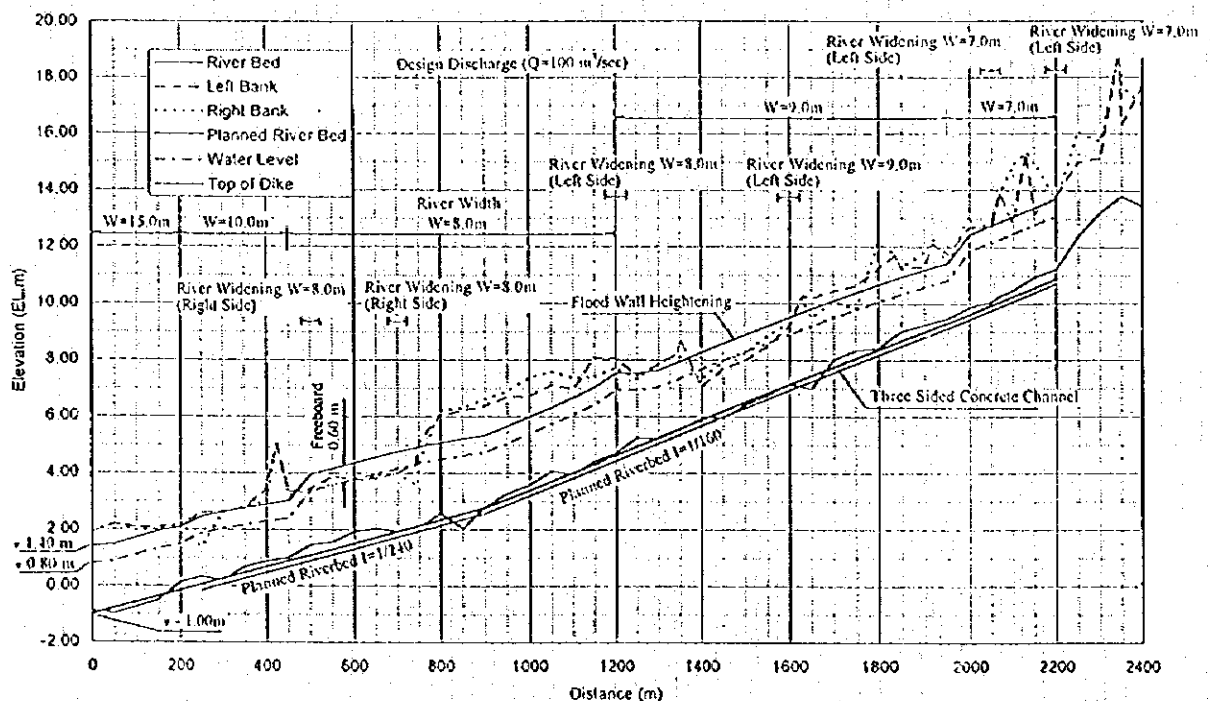
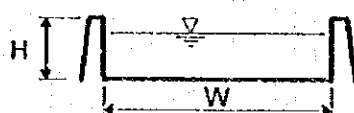


図-1.20 計画流量配分

[計画河道縦断]



[標準断面]



0k000-0k200	: W=15.0m, H=2.3-2.4m
0k250-0k450	: W=10.0m, H=2.1-2.4m
0k500-1k200	: W= 8.0m, H=2.6-2.9m
1k250-1k950	: W= 9.0m, H=2.1-2.6m
2k000-2k200	: W= 7.0m, H=2.8m

図-1.21 バトゥガジャ河道改修計画

(b) 砂防ダム計画

- 砂防ダムサイト位置 : 4K250
- 流域面積 : 2.8 km²
- 設計流量 : 74 m³/sec (100 年確率)
- 貯砂容量 : 10,000 m³

(c) バトゥガジャ多目的ダム

バトゥガジャダムの洪水調節方式として、自然調節方式を採用した。河口基準点および量水標基準点における計画高水流量をそれぞれ 100 m³/sec、80 m³/sec とし、ダム洪水調節計算を行った。利水計画では、新規開発流量を 8,000 m³/日 とした。これより、バトゥガジャ多目的ダムの諸元を表-1.28 に示すように決定した。また、ダム貯水池容量配分は図-1.22 に示すとおりである。

表-1.28 バトゥガジャ多目的ダムの諸元

項 目		単位	諸 元	摘 要
貯水池	流域面積	km ²	4.27	
	貯水池面積	m ²	144,000	
	総貯水容量	m ³	1,532,000	
	有効貯水容量	m ³	1,361,000	
	洪水調節容量	m ³	406,000	
	利水容量	m ³	955,000	
	：不特定容量	m ³	70,000	3,700 m ³ /日
	：新規開発容量	m ³	885,000	8,000 m ³ /日
	堆砂容量	m ³	171,000	400 m ³ /km ² /年
	設計洪水位 (H.W.L.)	EL.m	71.50	
	サーチャージ水位 (S.W.L.)	EL.m	70.50	
	常時満水位 (N.W.L.)	EL.m	66.60	
ダム	ダムタイプ	-	Rock Fill	
	堤頂標高	EL.m	75.00	
	基礎標高	EL.m	25.00	
	ダム高	m	50.00	

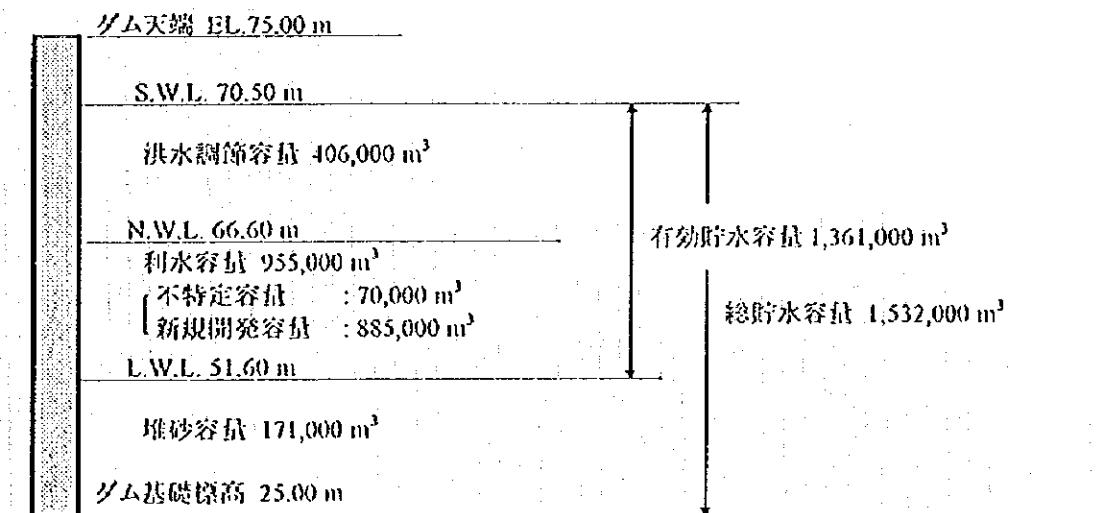


図-1.22 貯水池容量配分 (バトゥガジャ多目的ダム)

(6) バトゥガントン川事業

(a) 河道改修計画

河道改修の範囲は、河口から 1K450 までの 1450m とした。河川流量配分は図-1.23 に示すとおりである。河道計画縦断および標準断面図は図-1.24 に示した。

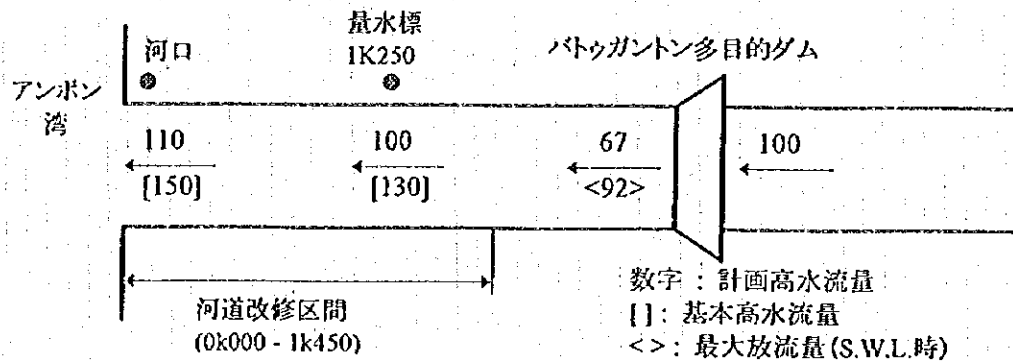
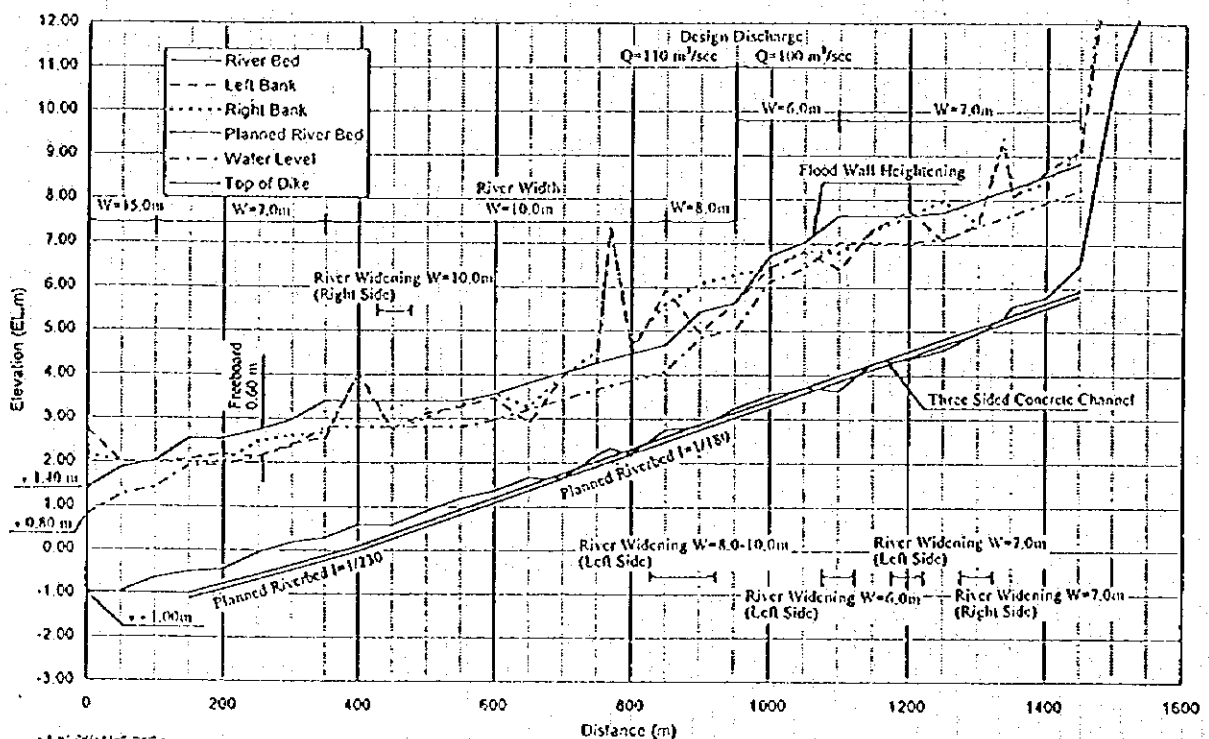
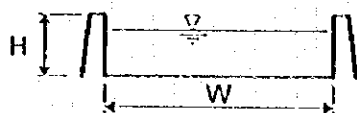


図-1.23 計画流量配分

[計画河道縦断]



[標準断面]



0k000-0k150	: W=15.0m, H=2.4-3.0m
0k200-0k350	: W= 7.0m, H=3.3-3.5m
0k400-0k850	: W=10.0m, H=2.1-3.3m
0k900-0k950	: W= 8.0m, H=2.5-2.6m
1k000-1k100	: W= 6.0m, H=3.3-3.7m
1k150-1k450	: W= 6.0m, H=2.9-3.4m

図-1.24 バトゥガントン河道改修計画

(b) 砂防ダム計画

- 砂防ダムサイト位置 : 4K000
- 流域面積 : 3.1 km²
- 設計流量 : 83 m³/sec (100 年確率)
- 貯砂容量 : 36,000 m³

(c) バトゥガントン多目的ダム

バトゥガントンダムの洪水調節方式として、自然調節方式を採用した。河口基準点および量水標基準点における計画高水流量をそれぞれ 110 m³/sec、10 m³/sec とし、ダム洪水調節計算を行った。利水計画では、新規開発流量を 2,500 m³/日とした。これより、バトゥガントン多目的ダムの諸元を表-1. 29に示すように決定した。また、ダム貯水池容量配分は図-1. 25に示すとおりである。

表-1. 29 バトゥガントン多目的ダムの諸元

項 目		単位	諸 元	摘 要
貯水池	流域面積	km ²	4.76	
	貯水池面積	m ²	139,000	
	総貯水容量	m ³	1,337,000	
	有効貯水容量	m ³	1,146,000	
	洪水調節容量	m ³	507,000	
	利水容量	m ³	639,000	
	：不特定容量	m ³	249,000	2,070 m ³ /日
	：新規開発容量	m ³	390,000	2,500 m ³ /日
	堆砂容量	m ³	191,000	400 m ³ /km ² /年
	設計洪水位 (H.W.L.)	EL.m	104.10	
	サーチャージ水位 (S.W.L.)	EL.m	102.10	
	常時満水位 (N.W.L.)	EL.m	96.80	
	最低水位 (L.W.L.)	EL.m	85.90	
ダム	ダムタイプ	-	Rock Fill	
	堤頂標高	EL.m	106.60	
	基礎標高	EL.m	70.00	
	ダム高	m	36.60	

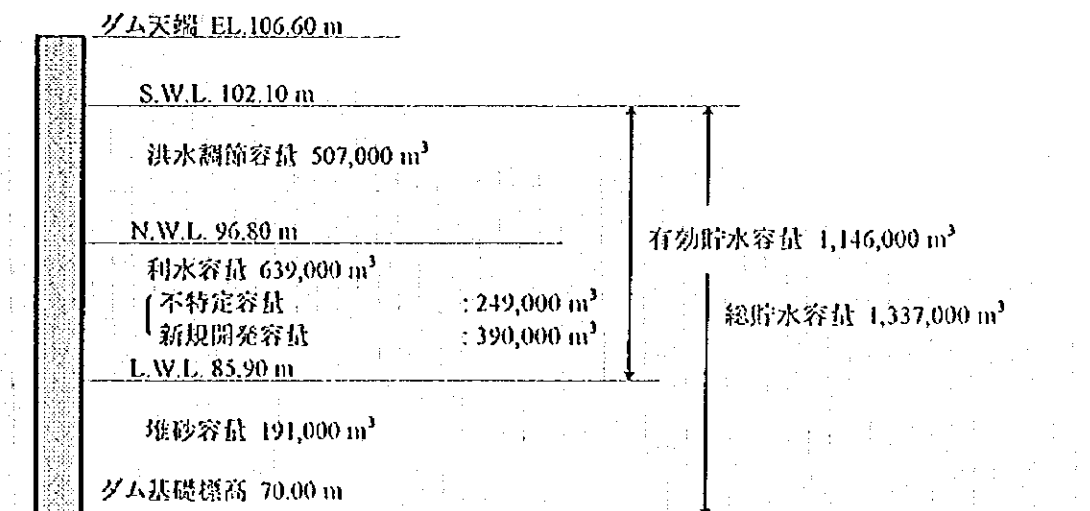


図-1. 25 貯水池容量配分(バトゥガントン多目的ダム)

1.4.3 設計および積算

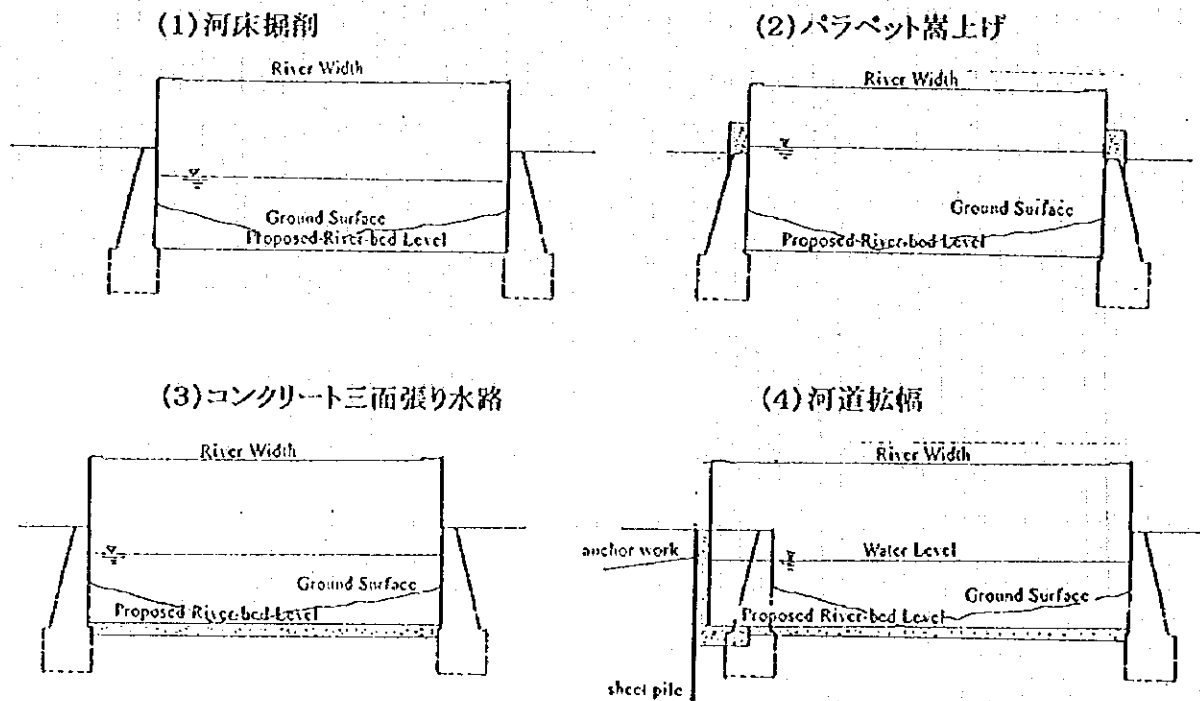
(1) 施設設計

(a) 河道改修施設の設計

河道改修施設の構造は、次の点を考慮して設計した。

- 1) 河道掘削に対して既存パラペットの安定を確保するためにシートパイルとアースアンカーを設計した。
- 2) 河道の中央にシートパイルを設置することによって、施工時の転流を行う。
- 3) パラペットはL型鉄筋コンクリート擁壁として設計した。

河道改修施設の標準断面は図－1. 26に示すとおりである。



図－1. 26 河道改修施設の標準断面

河道に通じる全ての排水路の流入口に、排水路幅に応じて設計された3タイプのゲートのいずれかを設置する。また、既存の橋梁は、河道改修状況に応じて付替えまたは補修を行う。

(b) 放水路の設計

放水路トンネルおよび固定堰の構造は表－1. 30および表－1. 31に示すとおりである。

表-1.30 放水路トンネルの諸元

項 目	数 値	摘 要
吐口水位標高(EL.m)	0.80m	朔望平均満潮位
呑口水位標高(EL.m)	2.80	
放水路トンネル延長(m)	900m	
放水路トンネル勾配	1/450	
断面の直径	6.00m	2r型標準馬蹄形

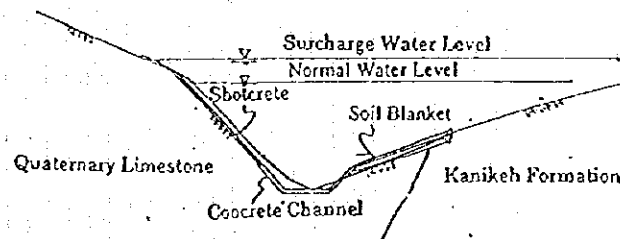
表-1.31 固定堰の諸元

項 目	本 川 側	放水路側
堰	固定堰	固定堰
堰頂	4.39m	5.29m
堰頂長	10.0m	18.0m
堰高	1.0m	0.9m
越流水深	2.6m	1.7 m

(c) ダムの設計

止水対策が必要であることおよびダム基礎の強度が余り期待できないことから、ダム形式としては、傾斜コア型ロックフィルダムタイプを採用した。主なダムの構造諸元は表-1.32に示すとおりである。

両ダムサイトおよび貯水池ともに第四期石灰岩が分布していることから、貯水池止水対策が必要であり、その構造を図-1.27に示すように設計した。



河床:コンクリート水路、緩勾配部:土質ブランケット、急勾配部:吹付けコンクリート

図-1.27 貯水池止水対策

表-1.32 ダムの主な構造諸元

構造	項 目	バトゥガジャダム	バトゥガントングム
ダム	タイプ	傾斜コア型ロックフィルダム	
	高さ	50.00m	36.60m
	堤頂長 / 堤頂幅	240 m / 10 m	100 m / 10 m
	ダム堤体積	597,000 m ³	159,000 m ³
	堤体勾配 : 上流面 / 下流面	1 : 3.0 / 1:2.5	1 : 3.0 / 1:2.5
洪水吐	タイプ	自由越流	
	幅 / 高さ	6.5m / 3.9m	4.2m / 4.2m
非常用 洪水吐	タイプ	ゲートレスタイプ	ゲートレスタイプ
	設計流量	190m ³ /s (2,000年確率)	220m ³ /s (2,000年確率)
	越流頂標高	EL. 66.60 m	EL. 96.80 m
	越流水深 / 越流頂長	1.5m / 13.5m	1.5m / 12.0m

(d) 砂防ダムの設計

砂防ダムは、練り石積み重力式ダムとし、その諸元を表－1. 33に示した。

表－1. 33 砂防ダムの諸元

河 川	ルフ	トム	バトゥガジャ	バトゥガントン
ダムタイプ	練り石積み重力式ダム			
基礎標高 (EL.m)	62.0	34.5	115.5	110.0
ダム高 (m)	3.8	4.9	6.1	3.5
堤頂長 (m)	51.0	39.0	32.0	25.0
越流水深 (m)	4.17	1.89	2.44	2.96
余裕高 (m)	0.80	0.60	0.60	0.60
水通し高さ (m)	4.97	2.69	3.04	3.56
水通し幅 (m)	17.0	15.0	10.0	8.0
堤体積 (m ³)	1,000	800	750	300

* ダム基礎標高は現河床より1m掘削するものと仮定した。

(e) ニトゥ川海岸埋立地の設計

埋立地を囲む海岸堤防の最大深さを平均海面から2mと仮定し、平均海水面より2mの高さで計画する。調査団により測量された深浅測量図を基に、埋立地の面積および土捨可能容量を求め表－1. 34に示した。

表－1. 34 ニトゥ川海岸埋立地の面積および土捨可能容量

名前	タイプ	面積	平均埋立深さ	土捨可能容量	海岸堤防の規模	
					平均高さ	延長
ニトゥ川	新規埋立	6.56 ha	3.0 m	196,800 m ³	4.5 m	865 m

(2) 施工スケジュール

優先事業全体は、次のように4つの工種に分けた。すなわち、1)河道改修、2)放水路トンネル、3)ダム、4)海岸埋立、である。これらの工種は、表－1. 35に示した施工スケジュールに従って建設する。全建設期間は、2002年4月から2006年3月までの5年間(60ヶ月)である。

(3) 工事数量と積算

各工種毎の建設費および補償費は、表－1. 36に示すとおりである。

表-1.35 施工スケジュール

工 種	単位	2002				2003				2004				2005				2006				2007			
		4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2	4	6	8	10	12	2
1.河道改修																									
1.1 準備工事	Ls																								
1.2 河床掘削	105,600 m ³																								
1.3 コンクリート打設	42,650 m ³																								
1.4 排水路ダート工																									
1.5 施設改修																									
1.6 シートパイル																									
1.7 アンカー工																									
2.放水路																									
2.1 準備工事	Ls																								
2.2 トンネル掘削	40,900 m ³																								
2.3 コンクリートライニング	13,950 m ³																								
2.4 取水口工	Ls																								
2.5 放水口工	Ls																								
3.ダム																									
3.1 準備工事	Ls																								
3.2 アクセス道路	4,110 m																								
3.3 貯水池止水工																									
(1) バックガジャダム	Ls																								
(2) バックガントダム	Ls																								
3.4 仮排水路トンネル																									
(1) バックガジャダム	398 m ³																								
(2) バックガントダム	192 m ³																								
3.5 掘削																									
(1) バックガジャダム	155,000 m ³																								
(2) バックガントダム	37,000 m ³																								
3.6 盛り立て																									
(1) バックガジャダム	571,000 m ³																								
(2) バックガントダム	159,000 m ³																								
3.7 排水吐																									
(1) バックガジャダム	12,420 m ³																								
(2) バックガントダム	10,580 m ³																								
3.8 初期盛り立て	Ls																								
4. 海岸防																									
4.1 海岸防																									

表-1.36 工種毎の建設費および補償費

単位:百万Rp.

工 種	河道改修									
	ルフ川 600m		バトゥメラ川 1400m		トム川 2,400m		バトゥガジャ川 2,200m		バトゥガントン川 1,450m	
	数量	費用	数量	費用	数量	費用	数量	費用	数量	費用
1.1 準備工事 (LS)	1	407	1	706	1	1,210	1	825	1	587
1.2 河床掘削 (m³)	25,900	389	20,600	309	28,000	420	18,800	282	12,300	185
1.3 コンクリート (m³)	3,050	2,248	7,200	5,306	15,900	11,719	9,950	7,333	6,550	4,828
1.4 排水路グート工(個)	18	163	14	145	19	186	25	247	9	105
1.5 橋梁改修・付替え(橋)	4	678	5	464	10	1,542	13	822	4	1,292
1.6 シートパイル (m)	600	1,197	1,140	2,274	1,010	2,015	920	1,836	630	1,237
1.7 アンカー工 (本)	100	395	400	1,580	205	810	180	711	130	514
1.8 砂防ダム (m³)	1,000	737	-	-	800	590	750	553	300	221
小計 (1) :建設費	6,214		10,784		18,492		12,609		8,969	
2.1 用地取得 (m²)	615	62	1250	250	1,781	802	859	387	791	356
2.2 住民移転 (戸)	5	225	21	945	10	450	19	855	26	1,170
小計 (2)	287		1,195		1,252		1,242		1,526	
建設費	6,214		10,784		18,492		12,609		8,969	
間接費 (25%)	1,554		2,696		4,623		3,152		2,242	
経済費用	7,768		13,480		23,115		15,761		11,211	

工 種	ダム				放水路		海岸埋立			
	バトゥガジャ川		バトゥガントン		バトゥメラ川		ニトゥ川			
	数量	費用	数量	費用	数量	費用	数量	費用		
1.1 準備工事 (LS)					1	1,107				
1.2 トンネル掘削 (m³)					40,900	2,548				
1.3 コンクリートライニング (m³)					13,950	12,338				
1.4 掘削 (m³)					5,500	83				
1.5 コンクリート (m³)					1,150	848				
2.1 準備工事 (LS)	1	3,825	1	2,500						
2.2 アクセス道路 (m)	2,100	317	2,050	310						
2.3 貯水池止水工 (m³)	47,500	21,150	40,000	18,000						
2.4 放水路トンネル (m)	398	3,821	217	2,083						
2.5 掘削 (m³)	155,000	2,279	37,000	544						
2.6 盛土 (m³)	597,000	14,925	159,000	3,975						
2.7 洪水吐コンクリート (m³)	12,420	9,154	10,580	7,798						
2.8 取水工 (LS)	1	3,000	1	3,000						
3.1 準備工事 (LS)							1	432		
3.2 海岸堤防 (m)							865	6,176		
小計 (1+2+3) :建設費	58,471		38,210		16,924		6,608			
5.1 用地取得 (m²)	92,100	3,842	148,500	4,455	3,000	600				
5.2 住民移転 (戸)	50	2,250	1	45	12	540				
小計 (5)	6,092		4,500		1,140					
建設費	58,471		38,210		16,924		6,608			
間接費 (25%)	14,618		9,553		4,231		1,652			
経済費用	73,089		47,763		21,155		8,260			

1.4.4 事業評価

(1) 環境影響評価

洪水対策基本計画時において、初期環境影響評価(IEE)が実施され、12項目に関して負の影響が予想された。これらのうち、住民移転、廃棄物および地下水が、事業実施時に重大な負の影響を及ぼすものと判断された。優先事業のための環境影響評価(EIA)は、これら12の環境項目について実施した。

調査団は、次のような現地調査を実施した。すなわち、1)住民移転となる可能性のある住民に対してのインタビュー調査、2)ダムサイトにおける水質調査、3)バトゥガジャダム、バトゥガントンダムおよびバトゥメラ放水路によって影響があると考えられる地域の地下水調査。

IEEにより予想された負の影響を及ぼす可能性のある12の環境項目について、影響の程度を評価し、可能な限りその影響を減するための対策を提案した。重大な負の影響を及ぼすものと判断された3項目に関しては、その影響を注意深く解析し、次のようにその結論を見いだした。

(a) 住民移転

事業の実施に当たっては、住民移転は避けられないが、その数を最小限にする事は可能であり、本調査ではこれを考慮に入れて計画・設計が行われた。住民移転は、非常に微妙な社会問題であり、アンボン市政府の責任の基に、満足のいく十分な解決が図られる必要があり、EIAレポートにおいて、社会影響を少なくするための提案を行った。さらに、妥当な補償と生活水準の確保についても、移転住民に対する継続的なケアを提案した。

(b) 廃棄物・建設残土

廃棄物・建設残土処理は、河道改修やダム建設で重要である。残土数量は設計において求められ、いくつかの土捨て場が提案された。すなわち、ニトゥ川河口埋立地、既存のゴミ捨て場、残土の再利用などである。これらの対策を通じて、建設残土処理は、事業実施期間中に大きな問題とはならないであろうと考えられる。

(c) 地下水

2つの多目的ダムおよびバトゥメラ放水路の建設、さらに三面張りの河道改修により、地下水への影響が考えれる。

ダムサイトの地質は透水性が高いことから、ダム建設後のダム下流における地下水位や湧水への影響を軽減するために、ダムサイト及び貯水池における止水対策を十分に行う必要がある。

放水路建設期間中では、トンネル掘削による地下水流出は避けられない。しかし、トンネル建設後は、コンクリートライニングを施すことによって地下水流出はほとんど生じないと考えられる。放水路トンネルの地下水流に対する上下流では、地下水位の上昇や低下が懸念される。このような地域に暮らし、地下水を利用している人々への影響を緩和するために、他の水源からの飲料水の供給手段を考えなければならない。

三面張りコンクリート水路は、地下水涵養を減じ、井戸水位の低下をもたらす可能性がある。したがって、三面張りコンクリート水路の設計に当たっては、その対策を考慮する必要がある。

(2) 経済分析

表－1. 37に経済分析結果を示す。経済分析は、次のケースについて行った。

- 1)各河川単独の治水事業として、5年間で事業を実施した場合
- 2)全ての優先事業を実施計画に従って9年間で実施した場合

各河川の河道改修単独事業では、内部収益率が 19.9%から 39.1%であり、高い実施可能性を示している。30年確率規模の治水事業となるバトゥメラ川、トム川、バトゥガジャ川およびバトゥガントン川では、内部収益率は 10.5%から 25.8%を示し、これらの事業も経済的に実施可能性が高い。これらのうち、バトゥメラ川、トム川の事業は内部収益率は非常に高く、バトゥガジャ川およびバトゥガントン川の事業でも 10%以上の内部収益率を示している。

優先事業全体では、内部収益率は 16.4%であり、経済的に実施可能であると判断できる。

表－1. 37 各河川の経済費用、正味現在価値、便益費用比率及び内部収益率

ケース		経済費用	正味現在価値 (割引率 10%)	便益費用比率 (割引率 10%)	内部収益率
ルフ川	河川改修 (5年確率)	Rp 7,768 百万	Rp 26,154 百万	5.3	28.1%
バトゥ メラ川	河川改修 (5年確率)	Rp 13,480 百万	Rp 88,955 百万	9.6	39.1%
	河川改修及び 放水路	Rp 34,635 百万	Rp 98,256 百万	4.7	25.8%
トム川	河川改修	Rp 23,115 百万	Rp 36,474 百万	3.0	19.9%
バトゥ ガジャ川	河川改修 (10年確率)	Rp 15,761 百万	Rp 52,938 百万	5.4	28.0%
	河川改修及び 多目的ダム	Rp 92,980 百万	Rp 37,262 百万	1.4	13.1%
バトゥ ガントン川	河川改修 (10年確率)	Rp 11,211 百万	Rp 29,932 百万	4.4	25.1%
	河川改修及び 多目的ダム	Rp 63,104 百万	Rp 3,619 百万	1.1	10.5%
5河川全体		Rp 221,602 百万	Rp 168,756 百万	2.2	16.4%

注) 優先事業の計画規模は、ルフ川のみ 5年確率規模、その他は 30年確率規模である。

1.4.5 事業実施計画

(1) 事業実施スケジュール

事業実施機関は、プロジェクトサイトに新設されるアンボン洪水対策事務所である。本プロジェクトは、OECFによる円租借が期待されている。全体事業実施スケジュールは表-1.38に示すとおりである。

表-1.38 事業実施スケジュール

項目	年度 月	(1) 1998/99		(2) 1999/00		(3) 2000/01		(4) 2001/02		(5) 2002/03		(6) 2003/04		(7) 2004/05		(8) 2005/06		(9) 2006/07		(10) 2007/08	
		4月 9月	10月 3月	4月 9月	10月 3月	4月 9月	10月 3月	4月 9月	10月 3月	4月 9月	10月 3月	4月 9月	10月 3月	4月 9月	10月 3月	4月 9月	10月 3月	4月 9月	10月 3月	4月 9月	10月 3月
1 ローン調達																					
a 宣誓																					
b ローン契約																					
2 調達																					
a コンサルティングサービス																					
b 建設工事																					
- 事前資格審査																					
- 入札書類準備																					
- 入札期間																					
- 入札評価																					
- OECFの同意																					
- 契約交渉																					
- OECFの同意																					
- L/C Open																					
3 コンサルティングサービス																					
a 調査・設計																					
b 入札																					
c 施工監理																					
4 建設工事																					
a パッケージ1																					
b パッケージ2																					
c パッケージ3																					
d パッケージ4																					
e パッケージ5																					
5 用地取得																					

注) 5つの施工パッケージは次のとおりである。

事業のパッケージ分割

パッケージ	事業内容
パッケージ1	- バトゥガジャ多目的ダム
パッケージ2	- バトゥガントン多目的ダム
パッケージ3	- バトゥメラ川河道改修
パッケージ4	- ルフ川河道改修 - トム川河道改修
パッケージ5	- バトゥガジャ川河道改修 - バトゥガントン川河道改修
	- ニトゥ川海岸埋立
	- バトゥメラ川放水路トンネル
	- ルフ砂防ダム
	- トム砂防ダム
	- バトゥガジャ砂防ダム
	- バトゥガントン砂防ダム

(2) 資金配分計画

全事業費は、1997年9月現在の通貨換算率で、302,049百万ルピア(12,379百万円)である。全事業費の内、242,838百万ルピア(9,952百万円)は、OECFによる円租借が期待される。その他の事業費59,211百万ルピア(2,427百万円)は、インドネシア政府予算により賄われる。優先事業の資金配分計画は表-1.39に示すとおりである。

表-1.39 優先事業の年間資金配分計画

単位:百万ルピア

項 目	合計	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08
コンサルティングサービス										
建設										
用地取得および補償										
1 建設費	246,302				49,708	50,699	51,716	52,748	27,055	14,375
a 直接費	203,555				41,081	41,900	42,741	43,593	22,359	11,880
パッケージ - 1										
- 基本費用	58,471				9,745	9,745	9,745	9,745	9,745	9,746
- 物価上昇	9,402				1014	1230	1449	1673	1901	2134
<合計>	67,873				10,759	10,975	11,194	11,418	11,646	11,880
パッケージ - 2										
- 基本費用	44,818				8,964	8,963	8,964	8,963	8,964	
- 物価上昇	6,685				933	1131	1333	1539	1749	
<合計>	51,503				9,897	10,094	10,297	10,502	10,713	
パッケージ - 3										
- 基本費用	27,708				6,927	6,927	6,927	6,927		
- 物価上昇	3,815				721	874	1030	1189		
<合計>	31,523				7,648	7,801	7,957	8,116		
パッケージ - 4										
- 基本費用	24,706				6,177	6,176	6,177	6,176		
- 物価上昇	3,401				643	779	919	1060		
<合計>	28,107				6,820	6,955	7,096	7,236		
パッケージ - 5										
- 基本費用	21,578				5,395	5,394	5,395	5,394		
- 物価上昇	2,971				562	681	802	926		
<合計>	24,549				5,957	6,075	6,197	6,320		
b 予備費	5% of a	10,178			2,054	2,095	2,137	2,180	1,118	594
c 事務費	5% of a	10,178			2,054	2,095	2,137	2,180	1,118	594
d Tax: 10% of (a + b + c)	22,391				4,519	4,609	4,701	4,795	2,460	1,307
2 用地取得および補償	23,732			3,761	3,837	3,914	3,992	4,072	4,156	
a 直接費	19,613			3,109	3,171	3,234	3,299	3,365	3,435	
- 基本費用	17,234			2,872	2,872	2,872	2,872	2,872	2,874	
- 物価上昇	2,379			237	299	362	427	493	561	
b 予備費	5% of a	981		155	159	162	165	168	172	
c 事務費	5% of a	981		155	159	162	165	168	172	
d 税金: 10% of (a + b + c)	2,157			342	349	356	363	370	378	
3 コンサルティングサービス	32,015	4,456	4,545	1,236	3,784	3,859	3,936	4,015	4,095	2,088
a 直接費	27,719	3,858	3,935	1,070	3,276	3,341	3,408	3,476	3,546	1,808
- 基本費用	24,723	3,708	3,708	989	2,967	2,967	2,967	2,967	2,967	1,483
- 物価上昇	2,996	150	227	81	309	374	441	509	579	325
b 予備費	5% of a	1,386	193	54	164	167	170	174	177	90
c 税金: 10% of (a + b + c)	2,910	405	413	112	344	351	358	365	372	190
合 計	302,049	4,456	4,545	4,998	57,329	58,472	59,645	60,835	35,306	16,463
OECFローン部分	242,838	4,051	4,132	1,124	46,575	47,501	48,456	49,423	27,200	14,373

[Note] 積算の基準日 : 1997年9月
通貨換算率 : 1 US\$ = Rp 2,928 = Y 120 Rp/Y = 24.4 Y/Rp = 0.041

1.5 提言

(1) 優先事業の実施

優先事業は、アンボン地区の洪水対策と水資源の開発を主要課題として、次のような事業で構成されている。

- ルフ川 : 河川改修、砂防ダム
- バトゥメラ川 : 河川改修、分水トンネル
- トム川 : 河川改修、砂防ダム
- バトゥガジャ川 : 河川改修、多目的ダム、砂防ダム
- バトゥガントン川 : 河川改修、多目的ダム、砂防ダム

インドネシア政府は、比較的開発の遅れた東方地域の開発を重要施策として掲げている。アンボンは、長い間インドネシア東方地域の社会・経済の中心であった。アンボン市における現在の社会基盤整備の重要課題は、市の中心地区の洪水対策と都市用水の開発である。これらのことから、本調査で提案された優先事業は、できるだけ早い機会に実施されるべきである。

ルフ川の多目的ダムは、優先事業には含まれていないが、長期的な水需要の観点から重要な事業である。優先事業に引き続いて実施されることが望ましい。

(2) 非構造物対策の実施

本調査において、非構造物洪水対策が提案された。その目的は、1)洪水流出を抑制すること、2)洪水に強い流域や町づくり、3)水防活動の促進、である。非構造物対策は構造物対策と同様に重要であり、調整機関としての特別委員会を設立して、構造物対策と平行して非構造物対策を実施していく必要がある。

(3) 事業資金の調達

優先事業の全事業費は、302,049 百万ルピア (12,379 百万円)と見積もられた。事業実施のためには、政府予算により 59,211 百万ルピア (2,427 百万円)が必要であり、その他の 242,838 百万ルピア (9,952 百万円)は、OECFにより租借が可能であると想定される。したがって、できるだけ早い段階から、中央政府は必要な準備、調整を行うべきである。

(4) 土地収用および住民移転への対応

優先事業実施に当たっては、144 戸の住民移転が必要であり、市街地において 8,300m²、山地部において 241,000m²の土地収用が必要である。これらの土地収用および住民移転は、アンボン市政府が担当するが、注意深く、適当な対応が必要である。

(5) 河川環境管理

非構造物対策の一つとして、洪水対策基本計画において河川環境管理が提案された。それらは、河川へのゴミ投棄の制限、浄化水槽や公共下水道のような衛生施設の整備である。生物環境の改善およびダム貯水池水質の保全のために、ダムおよび貯水池周辺は自然環境保全区域として指定されるべきである。貯水池周辺への植林は、この目的のための重要な対策である。

(6) 上水道配水計画

優先事業には、バトゥガジャおよびバトゥガントン多目的ダムによる水資源開発が含まれるが、浄水施設や配水ネットワークのような上水道配水計画は含まれていない。したがって、アンボン市政府は、ダムによって開発された水資源の配水計画を立案する必要がある。

(7) 水理・水文データ収集の継続的な努力

さらなる洪水対策計画および水資源開発計画のために、雨量や流量のような水理・水文データの収集が必要である。本調査において、雨量および水位観測所を設置したが、これらを利用して、継続的に水理・水文データを収集、解析および保管する必要がある。