

国際協力事業団

フィリピン共和国
公共事業道路省

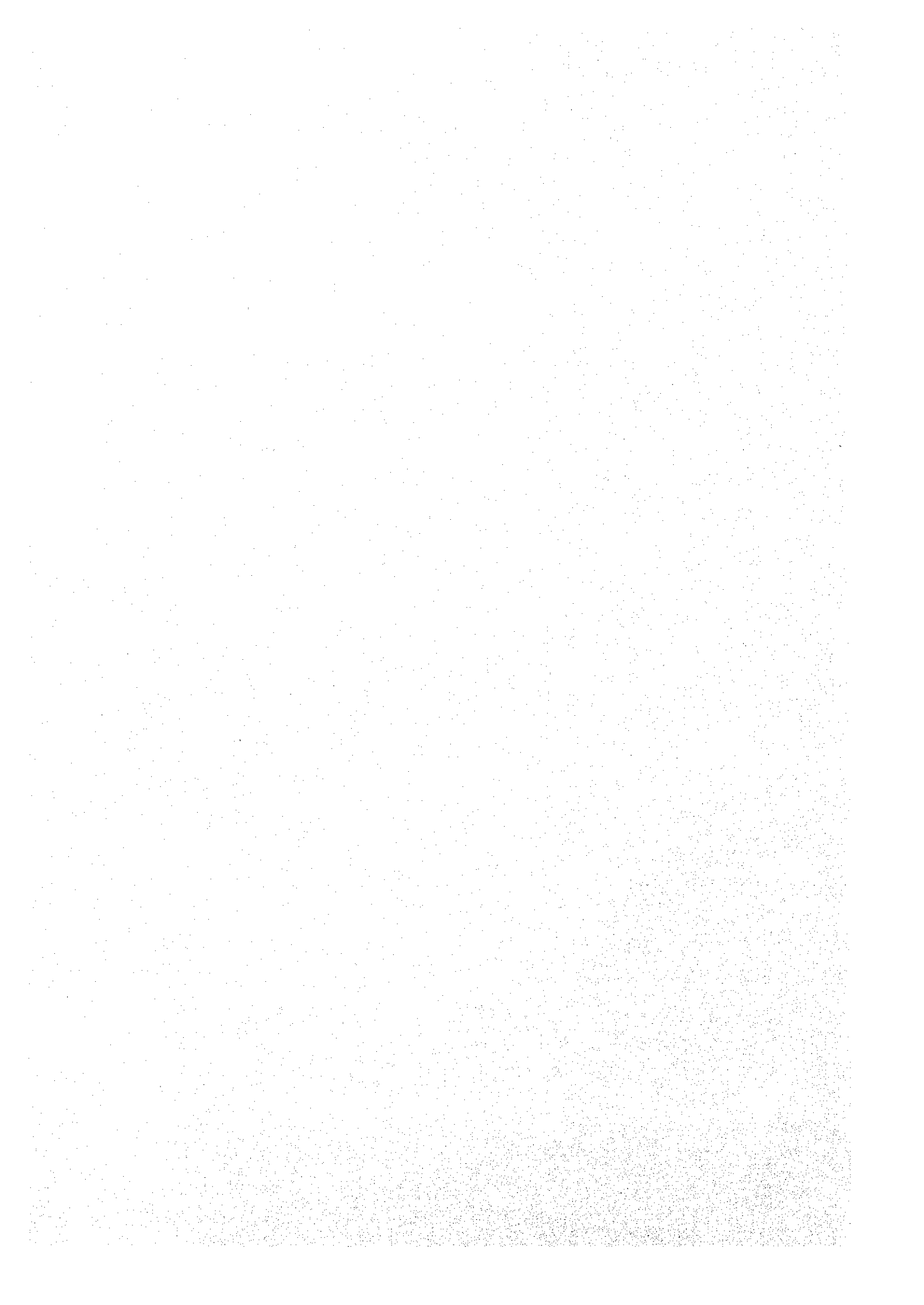
特定地方都市洪水防御計画調査

要約報告書

平成7年2月

株式会社 建設技術研究所
株式会社 パンフィックコンサルタンツ・インターナショナル

社 購 三
CR(3)
95-023



JICA LIBRARY



1121086111

国際協力事業団

8082

国際協力事業団

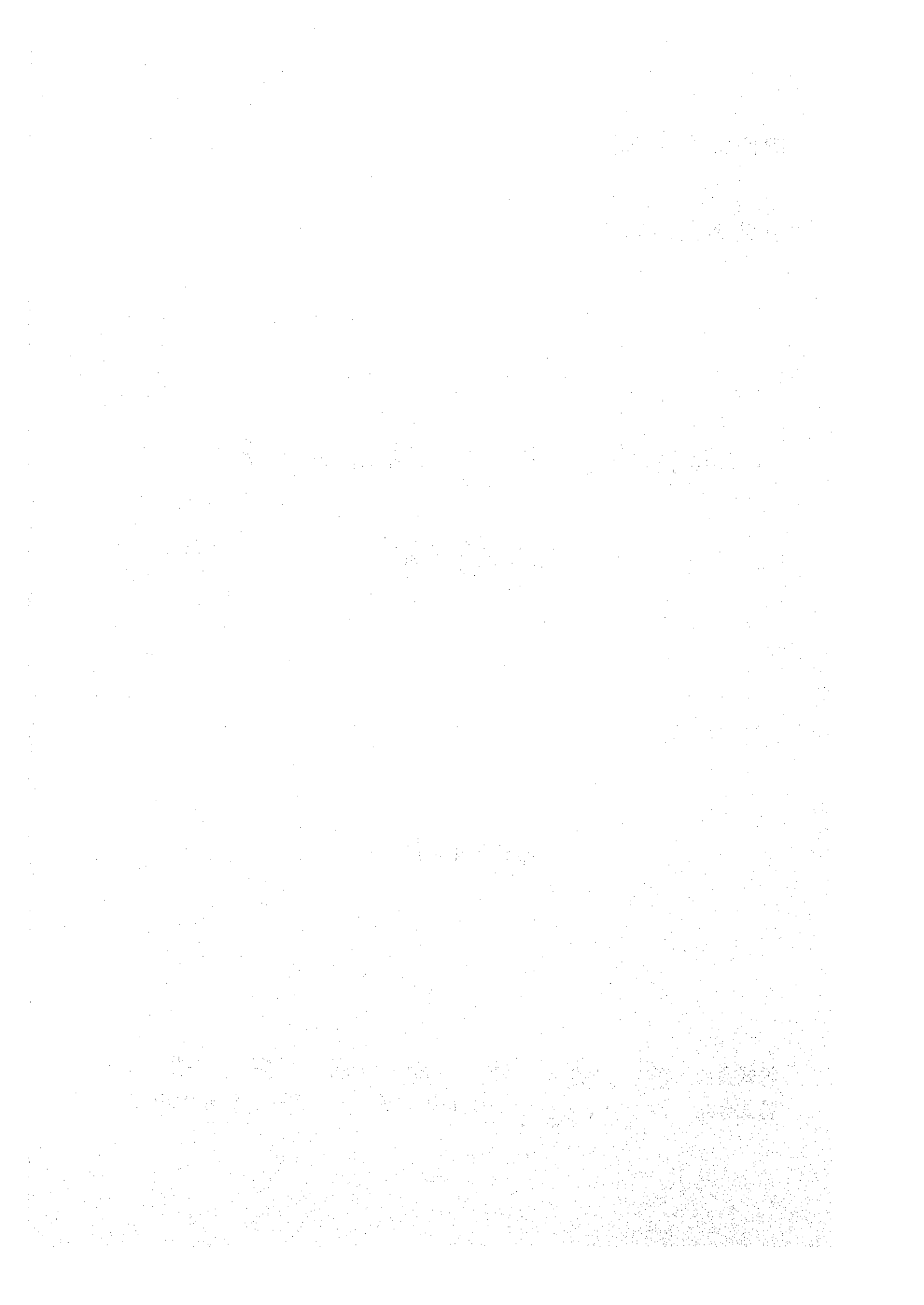
フィリピン国
公共事業道路省

特定地方都市洪水防御計画調査

要約報告書

平成7年2月

株式会社 建設技術研究所
株式会社 パシフィックコンサルタンツ・インターナショナル



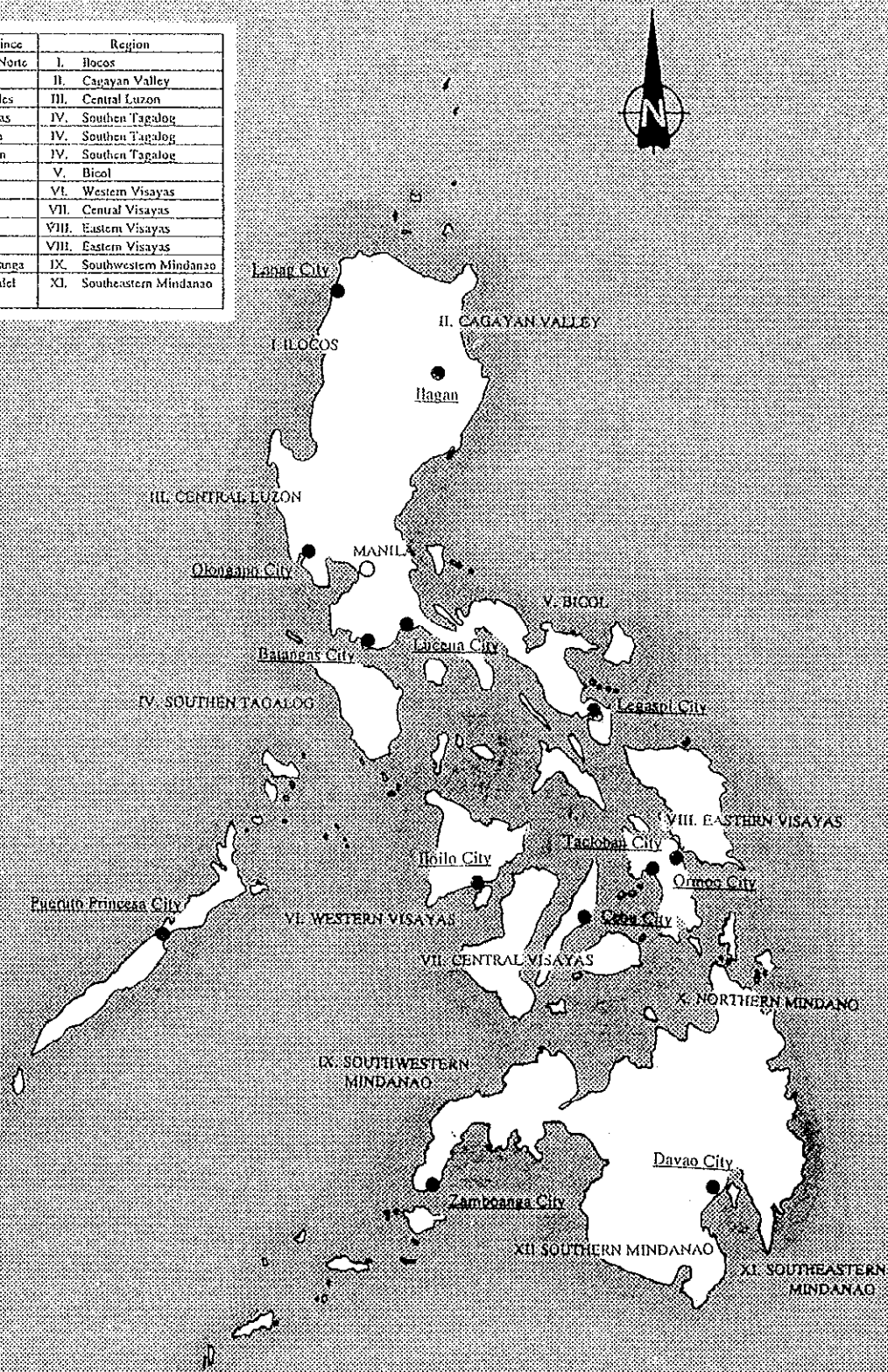
本報告書では、事業費を1994年6月価格で見積り、フィリピン・ペソで表示した。
また、使用した通貨換算率は以下の通りである。

1.00米ドル=98.8円

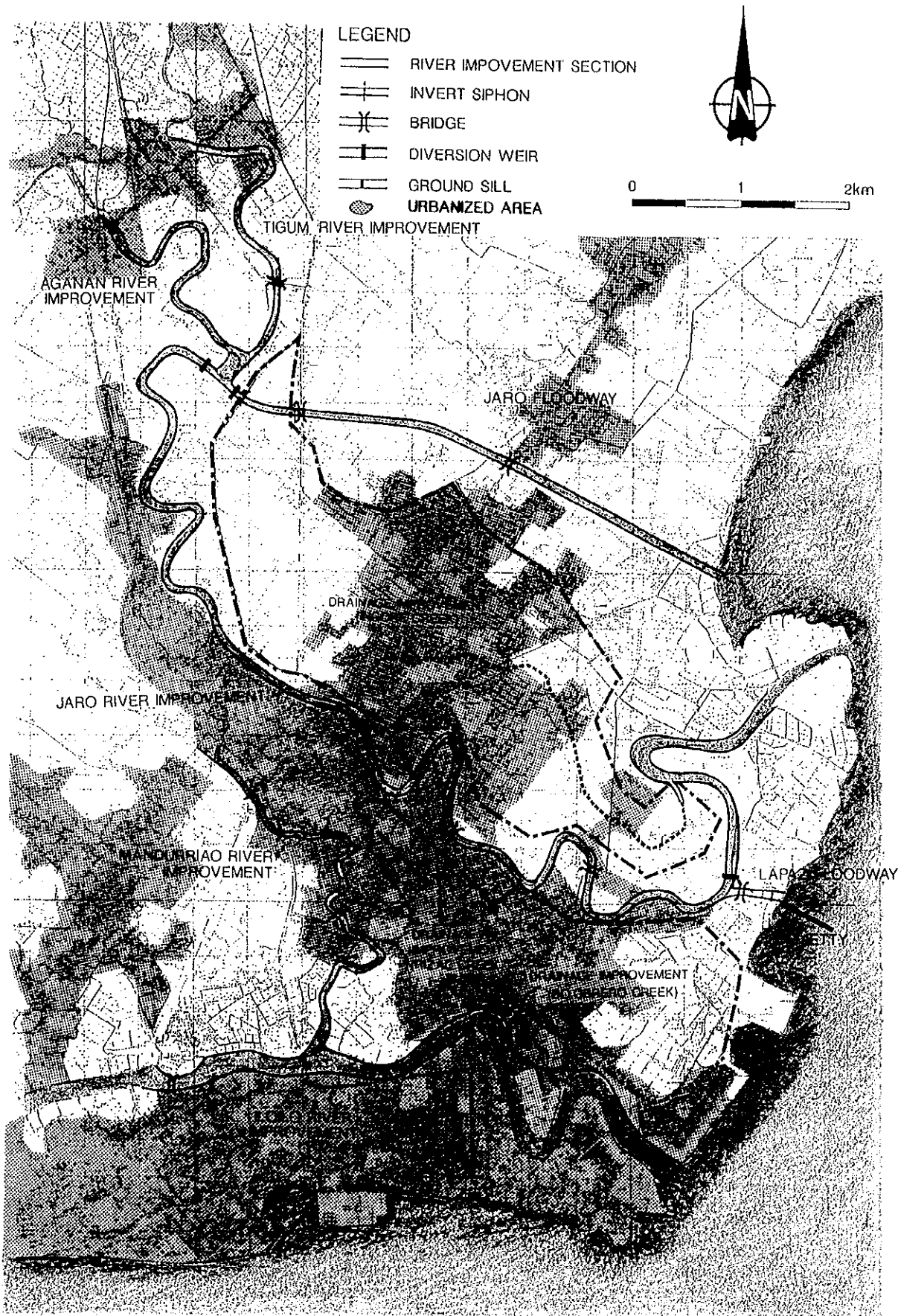
1 ペソ=3.67円

(1994年6月30日の通貨換算率)

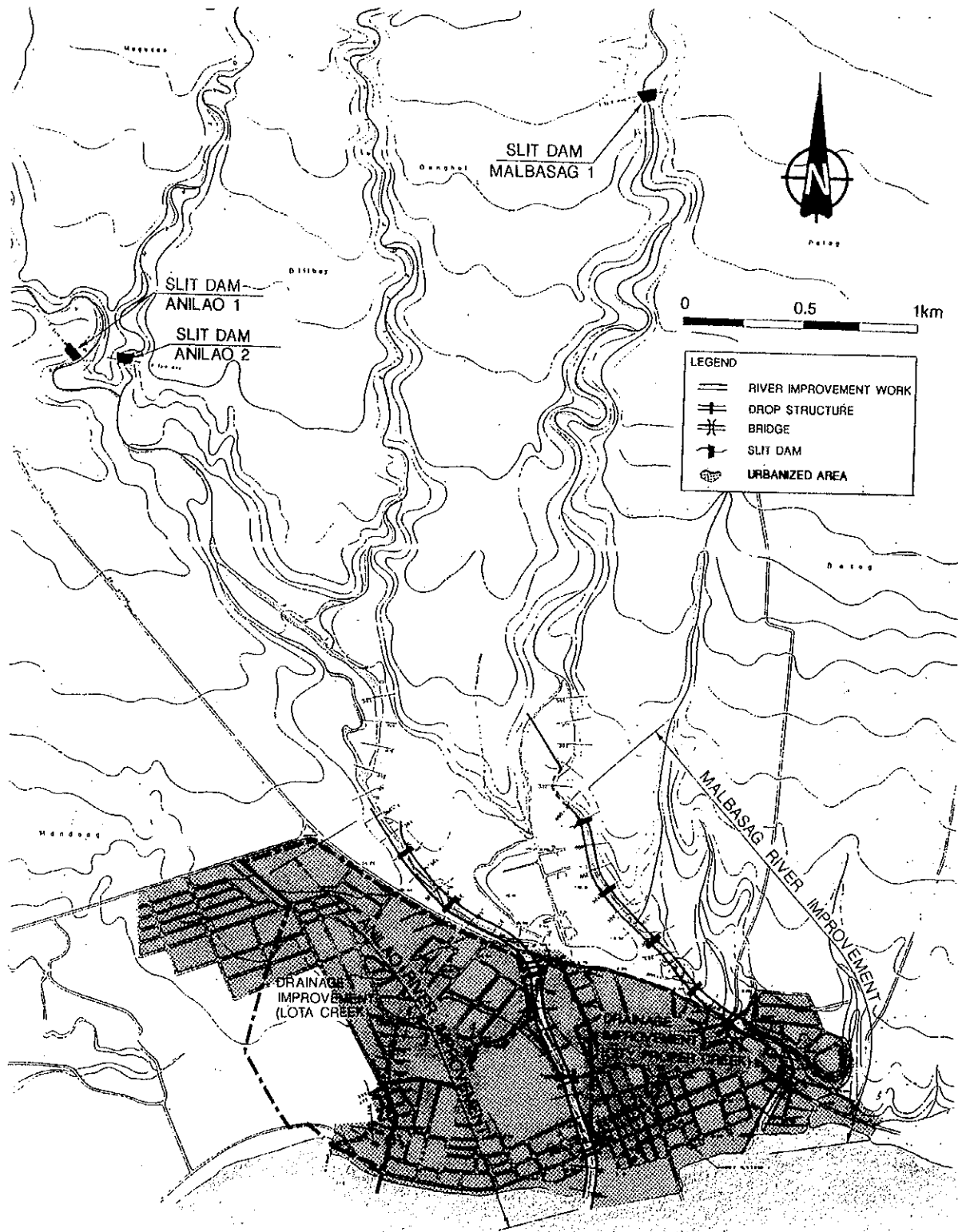
Name of City	Province	Region
Laoag City	Ilocos Norte	I. Ilocos
Iligan		II. Cagayan Valley
Olongapo City	Zambales	III. Central Luzon
Batangas City	Batangas	IV. Southern Tagalog
Lucena City	Quezon	IV. Southern Tagalog
Puerto Princesa City	Palawan	IV. Southern Tagalog
Legaspi City	Albay	V. Bicol
Iloilo City	Iloilo	VI. Western Visayas
Cebu City	Cebu	VII. Central Visayas
Tacloban City	Leyte	VIII. Eastern Visayas
Ormos City	Leyte	VIII. Eastern Visayas
Zamboanga City	Zamboanga	IX. Southwestern Mindanao
Davao City	Davao del Sul	XI. Southeastern Mindanao



位置图



治水事業基本計画図(イロイロ市)



治水事業基本計画図(オルモック市)

序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国の特定地方都市洪水防御計画にかかるマスタープラン策定及びフェージビリティ調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成5年1月から平成6年12月までの間、5回にわたり、株式会社建設技術研究所の阿部勝久氏を団長とし、同社及び株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルより構成される調査団を現地に派遣しました。

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

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

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

平成7年2月

国際協力事業団

藤田 公郎

総裁 藤田 公郎

伝 達 状

平成7年2月

国際協力事業団

総裁 藤田公郎 殿

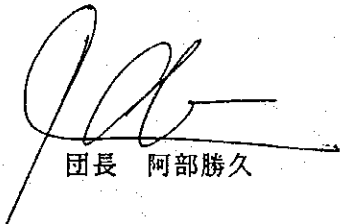
ここに、フィリピン国特定地方都市洪水防御計画調査の最終報告書を提出致します。
本報告書の計画策定に際しては日本国政府およびJICAの関係各位より御助言、御提案を頂いております。また、マニラにおいて最終報告書(案)の説明協議時にフィリピン政府の公共事業道路省を初めとする関係機関からのコメントも反映致しております。

最終報告書では調査当初に示された13都市のうち対策が必要と考えられる4都市についてのマスタープラン策定結果と、さらに問題の深刻なイロイロ、オルモックの2都市についてのフィージビリティ調査結果をとりまとめております。

フィリピン国の社会経済開発推進の緊急性と必要性に鑑み、当国が早急に本プロジェクトの実現に向けて次の段階に進まれることを期待しております。

本報告書を提出するにあたりJICA、外務省、建設省を初めとする関係機関に対し、また、調査期間中我々に多大な協力、支援を賜ってフィリピン政府の公共事業道路省やその他関係機関に対しても深甚な感謝の意を表するものであります。

フィリピン国特定地方都市洪水防御計画調査団



団長 阿部勝久

フィリピン共和国特定地方都市洪水防御計画調査

調査期間：1992年12月～1995年2月

受入機関：公共事業道路省

概要

1. 背景

フィリピンはその地理・地形、更に気象環境の為、洪水災害を被り易い条件の下にあり、洪水被害は、正常な開発にとって極めて深刻な阻害要因となっている。フィリピン政府は、国民のより安全で快適な生活環境を確保する為、営々と治水事業を実施して来ているが、ほとんどの治水投資はマニラ首都圏と流域面積が1,400平方km以上の主要河川流域に限定されており、それ以外の中小河川、特に地方中核都市を貫流する重要河川については治水対策はほとんど行われなかったというのが現実である。

地方中核都市では、近年都市化が進み、周辺からの人口流入が激しいため、洪水の被害が増大しているばかりでなく、治水工事が遅れ、ますます洪水に対し脆弱な体質を有するようになっていく。この事は地方での開発の遅れに繋がり、国土全体の調和のある発展と言う中長期目標とは相反するものである。これを解決するには、まず地方中核都市を貫流する中小河川の総合的な治水計画とその段階的实施計画の策定が必須となる。

2. 目的

全国で代表的な地方中核都市、13都市に係わる中小河川のインベントリーを作成し、優先度の高い4都市の関係河川について洪水防御のマスタープランを作成する。更に、マスタープランの対象4都市より緊急性の高い地域について正常な開発と快適な環境を創出出来る洪水防御計画を作成する。

3. 調査対象地域

各ステージごとの調査対象地域は、下記の通りである。

インベントリー調査： 対象13都市の総面積は8,746km²、対象河川は21河川

マスタープラン調査： 対象4都市(イロイロ、セブ、オルモック、タクロバン)の総面積は902km²、対象河川は9河川で総流域面積618km²

フィージビリティ調査： 対象2都市、イロイロ市及びオルモック市、総面積157km²対象河川4河川、イロイロ市ではハロ川及びイロイロ川、オルモック市ではアニラオ川及びマルバサック川

4. 提案プロジェクトの概要

事業計画はマスタープラン(全体計画)と、緊急計画の2段階で構成される。計画対象年は前者について2016年、後者について2001年とする。

マスタープラン

マスタープランの洪水防御計画の概要は下記の通りである。本調査対象河川の治水計画規模は一般に50年確率とし、都市排水の整備規模については5年または3年確率とする。

都市名	工 事		施工延長(km)	主要構造物
イロイロ	河川改修	ハロ川	18.90	河川護岸, 橋梁等
		イロイロ川	6.50	河川護岸, 橋脚保護工
	放水路建設	ハロ	4.80	分流工
		ラパス	0.60	分流工
	排水路改善	3水路	10.02	
セブ	河川改修	ブラカオ	2.70	河川護岸, 落差工, 橋梁
		キナルムサン	4.00	コンクリート擁壁, 落差工, 橋梁
		グアダルーパー	4.00	コンクリート擁壁, 落差工, 橋梁
		ラフッグ	5.00	コンクリート擁壁, 落差工, 橋梁
		スパンダク	5.50	コンクリート擁壁, 落差工, 橋梁
	排水路改善	9水路	10.85	
オルモック	河川改修	アニラオ	1.80	護岸, 落差工, 橋梁, スリットダム
		マルバサッグ	1.90	コンクリート擁壁, 護岸, 落差工, 橋梁, スリットダム
	排水路改善	2水路	1.83	
タクロバン	排水路改善	7水路	15.93	
合 計	河川改修	9 河川	50.30	
	排水路改善	21水路	38.63	

緊急計画

緊急計画における河川治水規模は20年確率とした。都市排水の整備規模はマスタープランと同じく5年または3年である。緊急計画の計画の概要は下記の通りである。

都 市	工 事		施工延長	主構造物
イロイロ	河川改修	ハロ	7.22 km	河川護岸, 橋梁2基
		イロイロ	6.5 km	河川護岸, 橋梁4基
	放水路建設	ハロ	4.8 km	分水路
		排水路改修	インゴレ	4,870m
			ボ・オブレロ	4,220m
		リザール	560m	
オルモック	河川改修	アニラオ	1.8km	河川護岸, 落差工3基, 橋梁2基 スリットダム2基
		マルバサック	1.9km	コンクリート擁壁, 落差工4基, 橋梁2基, スリットダム1基
	排水路改修	ロタオ	1,200m	

5. プロジェクト・コスト

マスタープラン

マスタープラン調査対象地域4都市における洪水防御計画の総事業費は7,535百万ペソと算定された。その詳細は以下の通りである。

(単位：百万ペソ)

都市/河川	建設費*	補償費	合計
イロイロ	1,977.9	696.6	2,674.5
河川(2河川)	1,834.5	664.3	2,498.8
排水	143.4	32.3	175.7
セブ	1,655.3	2,416.2	4,071.5
河川(5河川)	1,314.5	1,988.9	3,303.4
排水	340.8	427.3	768.1
オルモック	377.8	65.6	443.4
河川(2河川)	356.9	62.6	419.5
排水	20.9	3.0	23.9
タクロバン	274.4	98.2	345.6
排水	274.4	98.2	345.6
総計	4,258.4	3,276.6	7,535.0

*建設費は主要建設費、管理費、予備費及びエンジニアリング費を含む。

緊急計画

事業費の積算条件はマスタープランと同じである。イロイロ市とオルモック市での緊急計画の事業費は総計1,868.8百万ペソなり、詳細を下記に示す。

(単位：百万ペソ)

都市/河川	建設費*	補償費	合計
イロイロ市	1,194.4	239.0	1,487.4
ハロ川	602.8	128.7	731.5
イロイロ川	452.1	138.1	590.2
排水路	139.5	26.2	165.7
オルモック市	318.0	63.4	381.4
アニラオ川	179.8	33.5	213.3
マルバサグ川	128.9	29.1	158.0
排水路	9.3	0.8	10.1
総計	1,512.4	356.4	1,868.8

*建設費は主要工事費、管理費、予備費及びエンジニアリング費からなる。

6. プロジェクトの評価

6-1 経済・財務分析

マスタープラン

事業の経済的妥当性を評価するにあたり、費用と便益を経済価値に換算し、経済的内部収益率 (EIRR)を算定した。

将来資産を基に算定した結果、河川の洪水防御計画に対しては対象の4都市の中でオルモック市が最も経済効果が高く28.6%、次にはイロイロ市で21.9%、セブ市19.8%である。また、これらに都市排水路の整備を加えた都市全体の治水計画でも、オルモック市が最も高く27.8%、イロイロ市で21.3%、セブ市で21.1%である。タクロバン市では都市排水路の整備のみであるが27.8%と高く、すべての都市での治水事業はEIRRが15%を越えており、経済的に実施可能であると判断される。

緊急計画

事業の実施期間は①実施設計を1年、②事業対象地区と工事の準備は2年、そして③工事期間はイロイロ市で3年、オルモック市で2年とする。従って、総事業期間はイロイロ市で6年、オルモック市で5年となる。

経済評価の指標であるEIRR、また10%の割引率を適用した時のNPVとB/Cは各事業内容について下記の通りである。

資産基準	イロイロ市			オルモック市		
	河川	排水	合計	河川	排水	合計
現在資産で						
EIRR(%)	27.8	5.9	26.3	23.5	16.5	23.2
NPV(百万ペソ)	4,396	14	4,410	748	10	758
B/C	6.2	1.1	5.7	4.0	2.6	4.1
将来資産で						
EIRR(%)	38.6	13.9	37.0	32.6	26.2	32.3
NPV(百万ペソ)	10,450	184	10,634	1,572	27	1,599
B/C	13.3	2.8	12.2	7.3	5.2	7.2

EIRRは現在資産の条件下でイロイロ市では26.3%、オルモック市では23.2%となり両市共々経済的には極めて優良な事業であり、十分に実施可能と判断される。

6-2. 環境影響評価

マスタープランの対象4都市では、事業自身の性格より、概して都市と生活環境の格段の改善と向上が期待できる。環境に対し悪い影響としてその可能性が想定されるのは工事自体による騒音や振動、また交通にたいする一時的なものだけである。

一方、事業が都市域で行われる事から、事業の実施のための補償の問題は避ける事が出

来ない。家屋移転と用地買収についてはセブ市において最も顕著であり、タクロバン市がそれに次ぐ、イロイロ市では放水路の採用により問題は少なく、オルモック市においてもゾーニングによって補償の執行は容易であると考えられる。この事より、イロイロ、オルモックの両市が、セブ、タクロバンの両市に比べ事業の実施は容易で早期に可能となる。

イロイロ市とオルモック市に対する緊急計画では、その環境へ配慮した設計によって景観の改善さえも期待出来る。両市で実施された周辺住民へのインタビュー調査では90%以上が事業の効果を確信しており、その推進への積極的協力を示している。

7. 結論

7-1. 開発効果

開発効果は事業により地域住民の生命・財産が洪水から守られる他、以下のようになる。

- 1) 公共施設への洪水被害が減少するのでその機能がより長く維持される。
- 2) 洪水・浸水による交通渋滞が無くなる。
- 3) 現在の洪水氾濫区域での土地利用の高度化が図れる。
- 4) 洪水の無い中核都市の出現で地域経済の活性化が期待出来る。
- 5) 河川・排水路内のゴミや廃棄物が工事によって除去される。
- 6) ゴミ・廃棄物の除去によって河川・排水路の悪臭や非衛生的環境が無くなる。
- 7) 都市域での衛生的で健康的、且つ安全な生活環境が創出される。
- 8) 川辺等の水際の良好な景観が創出出来る。
- 9) 建設工事により当該地域の雇用環境が改善され、関連産業が活況を呈する。

7-2. 提言

以上の評価を考慮して今後の実施計画に対する提言は下記の通りである。

(1) イロイロ市

事業の早期完成のため、実施設計の時に補償のための作業を完了する事が望ましい。一般に、補償：土地買収と家屋移転は事業のスムーズな進捗に対し最も重大な影響を与える事から、事業実施機関が補償のための予算措置の早期着手が望まれる。

(2) オルモック市

早急な実施が望まれる。事業費が比較的小さい事、また市条例によって河道沿いの危険地域にゾーニングが施行されており補償の問題も極めて少ないと考えられる。従って、オルモック市の治水事業については通常の資金援助の他、早期に獲得可能な特別な資金による実施が望まれる。

また、オルモック市での治水事業費がマスタープランの規模50年と緊急計画の30年とでは大きな差が無い事（16%程度）、また提案されている環境設計の適用がマスタープランにおいてより容易で且つ有効である事を勧告し、実施設計の段階において治水事業の実施規模に対する詳細な検討がなされる事が望まれる。

目次

位置図

事業計画図

第1章 緒言	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の目的	1
第2章 インベントリー調査	2
2.1 調査地域	2
2.2 洪水と治水事業	4
2.3 マスタープラン地域の選定	5
第3章 調査対象地域	6
3.1 水文・水理	7
3.2 洪水状況	8
3.3 資産と被害	9
3.4 環境	11
第4章 マスタープラン	13
4.1 計画条件	13
4.2 治水計画	13
4.3 施行計画と積算	18
4.4 事業評価	21
4.5 マスタープランの実施	22
第5章 緊急計画	23
5.1 計画条件	23
5.2 緊急治水計画	25
5.3 事業費の積算と評価	29
5.4 緊急計画の実施	32

表一覧

表2.1	対象都市における最大流量及び月平均流量	T - 1
表2.2	対象13都市における都市／郊外部の人口及び人口密度：1990年度	T - 2
表2.3	リージョン別地域別総生産：1985～1990	T - 4
表2.4	洪水状況一覧	T - 6
表2.5	洪水被害一覧	T - 7
表2.6	既設治水施設	T - 8
表2.7	既設排水施設	T - 9
表2.8	インベントリー調査総合評価表	T - 10
表4.1	マスタープランにおける河川改修事業費：イロイロ市	T - 11
表4.2	マスタープランにおける河川改修事業費：セブ市	T - 12
表4.3	マスタープランにおける河川改修事業費：オルモック市	T - 13
表4.4	マスタープランにおける排水改修事業費：イロイロ市	T - 14
表4.5	マスタープランにおける排水改修事業費：セブ市	T - 15
表4.6	マスタープランにおける排水改修事業費：オルモック市	T - 17
表4.7	マスタープランにおける排水改修事業費：タクロバン市	T - 18
表4.8	経済的內部収益率一覧表	T - 20
表4.9	治水事業の環境影響マトリックス：イロイロ市	T - 21
表4.10	治水事業の環境影響マトリックス：セブ市	T - 22
表4.11	治水事業の環境影響マトリックス：オルモック市	T - 23
表4.12	治水事業の環境影響マトリックス：タクロバン市	T - 24
表5.1	緊急治水事業の支出計画	T - 25

図一覧

図2.1	フィリピン国における流出量と流域面積の関係	F - 1
図3.1	各流域の比流量	F - 2
図3.2(1/3)	50年確率洪水に対する氾濫面積と湛水深：イロイロ市	F - 3
図3.2(2/3)	50年確率洪水に対する氾濫面積と湛水深：セブ市	F - 4
図3.2(3/3)	50年確率洪水に対する氾濫面積と湛水深：オルモック市	F - 5
図3.3	既応最大洪水被害発生地域：イロイロ市	F - 6
図3.4	既応最大洪水被害発生地域：セブ市	F - 7
図3.5	既応最大洪水被害発生地域：オルモック市、	F - 8
図3.6	1994年7月29日洪水氾濫地域イロイロ市	F - 9
図3.7	洪水被害の構成	F - 10
図3.8	EISシステムの概念フローチャート	F - 11
図4.1	特定13都市全体事業実施計画	F - 12
図4.2	計画流量配分図：イロイロ市	F - 13
図4.3	計画流量配分図：セブ市	F - 14
図4.4	計画流量配分図：オルモック市	F - 15
図4.5(1/2)	ハロ川河川改修計画平面図及び横断図（下流部）	F - 16
図4.5(1/2)	ハロ川河川改修計画平面図及び横断図（上流部とハロ放水路）	F - 17
図4.6(1/7)	ハロ川計画縦断図（ラ、パス放水路－ハロ川 Sta. 8.085）	F - 18
図4.6(2/7)	ハロ川計画縦断図（ハロ川 Sta. 8.085 - Sta. 12.095）	F - 19
図4.6(3/7)	ハロ川計画縦断図（ハロ川 Sta. 12.095 - Sta. 16.660）	F - 20
図4.6(4/7)	ハロ川計画縦断図（ハロ川 Sta. 0.000 - Sta. 4.020）	F - 21
図4.6(5/7)	ハロ川計画縦断図（テイグム川）	F - 22
図4.6(6/7)	ハロ川計画縦断図（アガナン川）	F - 23
図4.6(7/7)	ハロ川計画縦断図（ハロ放水路）	F - 24
図4.7	イロイロ川 河川改修計画平面図及び横断図	F - 25
図4.8	イロイロ川 計画縦断図	F - 26
図4.9	マンドリアオ川 河川改修計画平面図及び横断図	F - 27
図4.10	マンドリアオ川 計画縦断図	F - 28
図4.11	ブラカオ川 河川改修計画平面図及び横断図	F - 29
図4.12	ブラカオ川 計画縦断図	F - 30
図4.13	キナルムサン川 河川改修計画平面図及び横断図	F - 31
図4.14	キナルムサン川 計画縦断図	F - 32
図4.15	グアダルーペ川 河川改修計画平面図及び横断図	F - 33
図4.16	グアダルーペ川 計画縦断図	F - 34

図4.17	ラフグ川 河川改修計画平面図及び横断図	F - 35
図4.18	ラフグ川 計画縦断図	F - 36
図4.19	スバンダグ川 河川改修計画平面図及び横断図	F - 37
図4.20	スバンダグ川 計画縦断図	F - 38
図4.21	アニラオ川 河川改修計画平面図及び横断図	F - 39
図4.22	アニラオ川 計画縦断図	F - 40
図4.23	マルバサック川 河川改修計画平面図及び横断図	F - 41
図4.24	マルバサック川 計画縦断図	F - 42
図4.25	河川遊水地位置図	F - 43
図4.26	マスタープラン事業実施計画	F - 44
図5.1(1/2)	緊急計画における計画流量配分図：イロイロ市	F - 45
図5.1(2/2)	緊急計画における計画流量配分図：オルモック市	F - 46
図5.2	ハロ川緊急河川改修計画	F - 47
図5.3	イロイロ川緊急河川改修計画	F - 48
図5.4	マスタープランと緊急計画の横断図：アニラオ川	F - 49
図5.5	マスタープランと緊急計画の横断図：マルバサック川	F - 50
図5.6	排水対象地域：イロイロ市	F - 51
図5.7	排水対象地域：オルモック市	F - 52
図5.8	インゴレクリーク排水改修計画平面図及び標準横断図	F - 53
図5.9	インゴレクリーク改修縦断図	F - 55
図5.10	ボ.オブレロクリーク排水改修計画平面図及び標準横断図	F - 56
図5.11	ボ.オブレロクリーク改修縦断図	F - 59
図5.12	リザールクリーク排水改修計画平面図及び標準横断図	F - 60
図5.13	リザールクリーク改修縦断図	F - 61
図5.14	ロタオクリーク排水改修計画平面図及び標準横断図	F - 62
図5.15	ロタオクリーク改修縦断図	F - 63
図5.16	河川環境護岸イメージ図	F - 64
図5.17	維持排水用溝	F - 65
図5.18	緊急計画の事業実施図	F - 66

1,000m³

第1章 緒言

1.1 調査の背景

フィリピンはその地理・地形、更に気象環境の為、洪水災害を被り易い条件の下にある。年平均の洪水被害額は約50億円に達し、また、このような被害は、正常な開発にとって極めて深刻な阻害要因となっている。

フィリピン政府は、国民のより安全で快適な生活環境を確保する為、嘗々と治水事業を実施して来た。1994年度の公共事業道路省の治水事業の予算は全体の13.8%-19億1千万ペソに達し、1993年～1998年にかかる中期開発計画では240億ペソが提案されている。

しかしながら、ほとんどの治水投資はマニラ首都圏と流域面積が1,400平方km以上の主要河川流域に限定されており、それ以外の中小河川、特に地方中核都市を貫流する重要河川についても治水対策はほとんど行われなかったというのが現実であった。中小河川流域はその面積においてフィリピン全土の3分の2を占め、従って、そこにおける洪水被害は相応の住民への影響を与え、国民経済の発展に対し重大なる阻害となっている。

地方中核都市では、近年都市化が進み、周辺からの人口流入が激しいため、洪水の被害が増大しているばかりでなく、治水工事が遅れ、ますます洪水に対し脆弱な体質を有するようになってきている。この事は地方での開発の遅れに繋がり、国土全体の調和のある発展と言う中長期目標とは相反するものである。これを解決するには、まず地方中核都市を貫流する中小河川の総合的な治水計画とその段階的实施計画の策定が必須となる。

日本政府は上記の計画作成に関するフィリピン政府からの要請に答え『特定地方都市洪水防御計画調査』を実施する事を決定し、国際協力事業団を通じ調査団を3回に亘り現地に派遣し、3段階の調査（インベントリー調査、マスタープラン調査、フィージビリティ調査）を終了し、ここに最終報告書を作成した。

1.2 調査の目的

調査の目的は以下の4点である。

- (1) 13都市に係わる中小河川の諸元に関する資料を収集整理し、河川のインベントリーを作成する。
- (2) 上記13都市より優先度の高い4都市の関係河川について洪水防御のマスタープランを作成する。
- (3) マスタープランの対象4都市より緊急性の高い地域についてフィージビリティ調査を実施する。
- (4) 調査を通じフィリピン側のカウンターパートに対し技術移転を図る。

第2章 インベントリー調査

2.1 調査地域

インベントリー調査の対象地域は次の13都市と関連21河川である。

No.	都市名	面積 (km ²)	人口 (1990)	関連河川	流域面積 (km ²)
1.	ラオアグ	108	83,756	ラオアグ	1,319.0
2.	イラガン	1,398	99,120	イラガン	1,840.0
3.	オロンガポ	103	193,327	サンタ・リタ	95.0
4.	バタンガス	283	184,970	カルンパン	406.0
5.	ルセナ	69	150,624	タヤバス	269.0
6.	プエルト・プリンセサ	2,107	92,147		
7.	レガスピ	154	121,116	ヤワ	70.0
				マカバロ	25.0
8.	イロイロ	56	309,505	ハロ	412.0
				イロイロ	106.0
9.	セブ	281	610,417	ブラカオ	10.7
				キナルムサン	17.8
				グアダルーペ	16.3
				ラフッグ	6.3
				スバンダク	12.6
10.	タクロバン	464	136,891	マンゴンバンゴン	4.9
				アブカイ	2.4
				ブラヤン	6.5
11.	オルモック	101	129,456	アニラオ	25.2
				マルバサッグ	11.1
12.	サンボアंगा	1,415	442,345	ツマガ	228.0
13.	ダバオ	2,211	849,947	ダバオ	1,623.0
	合計	8,746	3,403,621		6,506.8

*プエルト・プリンセサ市内外には河川はない。

水文環境

(1) 降水量

一般に降雨量はルソンで最も大きく、次にビサイヤ、ミンダナオの順で小さくなっている。13都市での既往の最大日雨量を次表に示す。

(単位：mm/day)

No.	都市	最大	第2位	第3位	記録期間
1.	ラオアグ	510.3	498.4	437.2	31年(1961-91)
2.	イラガン	746.0	349.7	345.4	31年(1961-91)
3.	オロンガポ	471.8	449.7	422.3	18年(1975-92)
4.	バタンガス	765.8	499.2	283.6	31年(1961-91)
5.	ルセナ	557.7	359.7	306.0	20年(1970-89)
6.	プエルト・プリンセサ	269.3	265.9	252.0	31年(1961-91)
7.	レガスピ	484.6	458.6	432.3	31年(1961-91)
8.	イロイロ	303.0	255.6	203.8	31年(1961-91)
9.	セブ	374.0	129.0	112.8	19年(1972-91)*
10.	タクロバン	204.0	167.9	163.6	31年(1961-91)
11.	オルモック	259.1	257.8	217.1	22年(1971-92)
12.	サンボアング	193.2	138.7	117.5	30年(1961-90)
13.	ダバオ	174.3	150.3	149.6	31年(1961-91)

*1990を除く。

(2) 河川流量

対象の関連河川にはほとんど観測施設がない。周辺を含めた観測所における最大と平均流量は表2-1にしめした。比流量では $1.2\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ ~ $15.3\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ である。関連河川での流出率は57%から99%で、平均は約75%である。フィリピンでの集水面積と流出量の関係はNWRC/BRSの調査によって図2-1の通りとなる。

社会・経済環境

(1) 人口

13都市の内、1990年の人口センサスで市人口として大きいのはダバオ、セブ、サンボアングそしてイロイロの順でこれらは300,000を越える人口を有する。人口成長率では1980年~1990年において、プエルト・プリンセサが最も高く4.2%、それより順にルセナ、ダバオ、タクロバン、バタンガス、サンボアングが全国平均の2.4%より高く、ラオアグが最も低く1.9%である。

市人口はさらに市街地と非市街地に分けられ、13都市について人口密度も合わせ表2-2

に示されている。13都市中、オルモック、バタンガス、ダバオ、ラオアグ、イロイロの5都市で最も高い人口集中市街地があり、一方、サンボアング、タクロバン、オロンガポではその市街地の人口密度は低くなっている。

(2) 地域内総生産額

13都市に係わるリージョンの内その地域内総生産額（GRDP）が最も大きいのはリージョンIVで1990年で148億ペソ、これは全国の14%に達する。また、一人当たりGRDPは17,863ペソでほぼ全国平均と等しい。他のリージョンのGRDPは全国平均よりも低く、特にリージョンVは7,896ペソと最低である。

1990年でのGRDPの成長率ではリージョンIIIが最高で7.1%、次にはリージョンVIIで3.9%。また一人当たりのGRDPの成長率では1985年～1990年の間でリージョンIII、V、VIIの3リージョンが全国平均の2.3%を越している。従って、表2-3に見るように地域間の格差は大きくなっている。

2.2 洪水と治水事業

洪水問題

13都市での洪水は関連河川の越水と市内排水路の不備による浸水がその主因である。表2-4に示すように13都市での洪水面積は2,385 haで全市街地面積の2.2%である。洪水面積ではイロイロ、レガスピ、ラオアグ、オルモック、セブの5都市が大きく190haを越す。市街地面積に対する洪水面積ではオルモックが最も大きく、バタンガス、ラオアグ、イロイロが続く。

洪水被害

市民防衛事務所（OCD）の台風による被害の集計が表2-5に示されている。洪水被害とは必ずしも一致はしないがその傾向は把握出来る。著しい被害は1991年11月5日台風ウリンによるオルモックでの死者数4,561名であろう（行方不明者数約3,000名は含まれていない）。被災人口ではセブ、レガスピ、オルモック、タクロバン、イロイロが大きく、セブが最大である。

既設の治水施設

(1) 河川

対象13都市の関連河川の治水施設の一覧を表2-6に、施設の状況を以下にまとめた。

- (a) 主要な治水施設は練石による護岸とコンクリート壁である。
- (b) これらの施設の規模は既往の洪水規模を基に設計されている。
- (c) ラオアグとヤワ川を除き流域全体の治水計画がない。
- (d) 施設の維持管理は財政上の問題より通常不十分である。
- (e) 地方都市の低平地での市街地の拡大は洪水被害を増大させている。
- (f) 都市小河川は土砂や廃棄物の堆積により閉塞されている。

(2) 都市排水路

対象13都市の排水路の一覧を表2-7に示す。

- (a) 排水路の計画・設計は市政府によって実施されている。
- (b) 排水路の整備は主に市街地の中心区域のみ実施されている。
- (c) 全体計画は作成されておらず、市街地での洪水は慢性的となっている。
- (d) 排水路の維持管理はほとんど実施されていない。
- (e) 排水管内での堆砂は多く、疎通能力を阻害している。

2.3 マスタープラン地域の選定

地方都市の優先度

13都市の中でマスタープラン調査を実施する都市の選定のための優先度を以下の要素より行った。

項目No.	要素	評価内容
1.	必要性	洪水の範囲
2.	緊急性	治水整備基準
3.	便益性	洪水被害の範囲
4.	地域間の格差是正	治水整備計画

地方都市の選定

上記の4項目の評価より(表2-8参照)優先度はオルモック、タクロバン、イロイロ、セブ、レガスピ、ラオアグの順となる。

評価点	都市
10 ~ 12	オルモック、タクロバン、イロイロ、セブ、レガスピ、ラオアグ
8 ~ 9	ロソカボ、パタンカスルセサ、サンボアガ、タハオ、イカソ
6 ~ 7	プエルト・プリンセサ

以上の結果より、オルモック、タクロバン、イロイロ、セブの4都市をマスタープラン調査の対象とする。

第3章 調査対象地域

マスタープラン調査の対象地域及び河川と排水路は以下の通りである。

都市No.	都市名	市面積(km ²)	人口(1990)	河川/排水路	流域/排水面積
1.	イロイロ	56	309,505		
	河川			ハロ イロイロ	412.00 106.00
	排水路			インゴレ ボ. オブレロ リサール	8.02 3.89 0.50
2.	セブ	281	610,417		
	河川			ブラワン キナルムサン グアダルーパー ラフッグ スバンダク	10.70 17.80 16.30 6.30 12.60
	排水路			マボロ ラック支川 ティナゴ パヒナ カランバ サタ・テラタ ハ・サック・サニコラス サトニーニョ ハ・ラソガ・イナヤソ	2.78 0.65 1.10 1.00 0.79 3.80 0.67 5.11 1.29
3.	オルモック	101	129,456		
	河川			アニラオ マルバサッグ	25.20 11.10
	排水路			ロタオ 市中排水	1.03 0.32
4.	タクロバン	464	136,891		
	河川			アブカイ マゴソハソソ ブラヤン	2.38 5.12 5.49
	排水路			ナガナガ ラソスーラン アレサソビル サッカハン	1.21 4.38 1.25 0.14
合計		902	1,186,269	河川 排水路	630.99 37.93

3.1 水文・水理

確率日雨量

4都市の代表観測所における確率日雨量は以下の通りである。(岩井法による)

(単位: mm/day)

確率年	イロイロ	セブ(ラフグ)	オルモック(メリダ)	タクロバン
2	121.1	91.4	130.7	119.9
5	159.6	123.5	184.7	146.1
10	191.7	145.7	221.7	161.2
20	227.3	167.5	259.1	174.5
50	280.7	196.7	309.5	190.2
100	326.7	219.4	349.0	201.3

この日雨量より算定した確率洪水流量は各河川について以下の様になる。

(単位: m³/s)

都市	河川	2年	5年	10年	20年	50年	100年
イロイロ	ハロ	360	493	696	966	1,391	1,765
	ティグム*	146	204	293	415	616	797
	アガナン*	214	289	403	551	775	968
	イロイロ	190	255	314	390	584	774
	マデリヤ*	36	45	54	63	91	119
セブ	ブラカオ	110	140	164	187	214	236
	キルムサン	109	140	162	185	213	235
	グアダルーペ	118	153	177	202	233	257
	ラフグ	63	80	93	106	121	134
	スバンダク	107	138	160	181	209	229
オルモック	アニラオ	247	313	362	453	603	719
	マルバサグ	129	162	195	250	328	387

*: 主要支川

都市排水路についての確率流量の算定には合理式を用いた。合理式における流出係数は下記のものを用いた。計算結果の比流量を図3-1に示す。

集水区域内の土地利用	流出係数
市街地（低密度、住宅）	0.50
市街地（中密度、住宅）	0.65
市街地（高密度、住宅）	0.80
山地、丘陵	0.70 - 0.80
森林、耕作地、低平地	0.50 - 0.75

洪水氾濫解析

河川の越水による氾濫解析は想定最大氾濫域を250m x 250mのメッシュブロックに分割して、2次元不定流モデルを用い氾濫流の水利諸元を算定する。但しオルモック市については、想定氾濫域が小さいので、125m x 125mのメッシュブロックを用いた。一方、都市排水路による越水湛水は各排水路断面における等流計算式より湛水幅を求め算定した。河川の50年確率流量に対する氾濫区域を図3-2に示す。

3.2 洪水状況

河川洪水

最近の洪水については1990年11月の台風ルピン（イロイロとセブ市）、1991年11月の台風ウリン（オルモック市）、更に1994年7月のモンスーン豪雨洪水（イロイロ市）による記録がある。

(1) 台風ルピン

台風ルピンによる豪雨でハロ川中流部の数箇所ですり越水し両岸に氾濫した。ピーク流量は約800m³/sと算定されこれは10年確率の洪水流量に相当する。氾濫域は図3-3に示した様に約1,400haに達し水深は0.5m～1.0m、湛水時間は数時間と報告されている。

同台風の時セブ市の対象5河川の中流部では大規模な越水は報告されていないが、下流低平地では疎通能力の不足の為海岸線に沿って越水湛水が起り、図3-4に示す様に約800ha、水深0.5m～1.5m、1時間～5時間を記録している。

(2) 台風ウリン

1991年の11月5日に台風ウリンの豪雨による鉄砲水はオルモック市市街地を一瞬のうちに洗い流してしまった。この時の洪水流量はアニラオ川で600-700m³/s、マルバサッグ川で250-300m³/sと推算される。これらは確率規模では20年～50年に相当する。浸水域は比較的小さく200haにすぎないが、氾濫水深は大きく1.5m～4.0mに達した。（図3-5参照）

(3) モンスーン豪雨

モンスーンによる集中豪雨が1994年7月27日～8月1日にかけてイロイロ市を含むハロ川中・下流全域を襲った。7月29日には日雨量で319.0mmを記録し、7月28日～30日の3日雨量では628.6mmに達した。この豪雨によりハロ川はその支川アガナン川、上流ティグム川を含め数箇所ですべり、市域の80%が水没するという状態であった。(図3-6参照) 浸水による被災戸数は25,000戸に達した。

雨水湛水

対象4都市での雨水湛水の常襲地帯とその湛水状況は以下の通りである。

都市	湛水箇所	湛水面積(ha)	湛水深(m)	湛水時間(hrs)
イロイロ	10	114.8	0.1 - 1.0	1 - 48
セブ	5	57.2	0.2 - 1.2	1 - 3
オルモック	4	37.5	0.2 - 1.0	1 - 48
タクロバン	7	205.6	0.2 - 1.0	1 - 72
合計	26	415.1		

3.3 資産と被害

社会経済計画

洪水被害の将来額の算定の為、対象地域の社会経済計画を設定する。

1993年～1998年にかけての中期開発計画は(1)継続的な経済成長と雇用創出、(2)物価の安定、そして、(3)効果的な投資、の3点を目標としている。本中期開発計画に沿って社会経済条件の将来値を設定した。目標のGNPとGRDPは以下の通りである。

項目	1993	1994	1995	1996	1997	1998	平均
GNP*	759.8	809.2	869.9	939.5	1,019.4	1,121.3	
年成長率(%)	4.5	6.5	7.5	8.0	8.5	10.0	7.5
一人当たりGNP**	11.4	11.9	12.4	13.1	13.9	14.9	
年成長率(%)	2.0	3.9	4.8	5.4	6.0	7.6	4.9
GRDP成長率(%)							
リージョンVI	2.8	6.7	7.1	7.7	8.1	9.6	7.0
リージョンVII	5.1	7.6	9.8	10.6	10.9	12.8	9.4
リージョンVIII	3.2	4.2	4.9	6.7	6.8	8.0	5.6

* : 百万ペソ1993年価格

** : 千ペソ1993年価格

(1) 人口予測

統計局(NSO)による2020年迄の対象4都市の人口予測は：

都市	1990	2000	2010	2020
イロイロ	308	353	387	415
セブ	610	742	851	946
オルモック	136	158	177	194
タクロバン	129	150	168	183

(2) GRDPの予測

2020年に至る各リージョンのGRDPは1985年の価格で以下のようになる。

リージョン	GRDP(億ペソ)	一人当たりのGRDP(千ペソ)
VI	155(3.1)	20.8(2.3)
VII	206(4.4)	33.0(3.2)
VIII	44(2.5)	10.4(1.8)

資産の評価

洪水被害の構成は図3-7に示す通りである。これより洪水被害の算定は以下の条件を基に行われた。

- (a) 直接被害は以下の5項目に分かれる。
 - 住居：建物と家屋内の家財を含む。
 - 工業：建物と機械、設備及び製品、半製品、原材料さらに利益
 - 商業：店舗と店内設備、機材、製品、材料及び利益
 - 農地：生産物と生産費及び利益、灌漑施設は公共施設とみなされる。
 - 漁業：養殖池（エビ）の生産物と利益（イロイロ市のみ）
- (b) 公共施設の被害は社会的なものと物理的なものがあり、これらを合わせ直接被害額の35%とした。
- (c) 間接被害は経済・生産活動に対する機会損失と緊急避難活動の費用と考えられる。一般に直接被害の10%とした。

確率規模別被害

河川氾濫についての確率規模別被害額は以下の様に算定された。被害額の算定は上記の資産に湛水深別被害率を掛け合わせて求めた。

(単位：百万ペソ)

都市/河川	確率規模 (年)					
	2年	5年	10年	20年	50年	100年
イロイロ市	389	583	837	1,125	1,378	1,591
ハロ川	290	405	558	751	921	1,041
イロイロ川	99	178	279	374	457	550
セブ市	356	597	752	1,016	1,325	1,515
ブラカオ川	44	74	83	94	102	108
キナルムサン川	65	123	180	277	331	355
グアダルペ川	80	159	213	333	441	518
ラフグ川	96	144	168	186	291	365
スバンダク川	71	97	108	126	160	169
オルモック市	106	186	205	229	252	262

同様に、雨水の浸水被害については：

(単位：百万ペソ)

都市	確率規模 (年)			
	1年	2年	3年	5年
イロイロ	14	15	16	16
セブ	118	167	167	168
オルモック	2	2	2	3
タクロバン	78	98	102	107

3.4 環境

環境影響評価システム

環境影響評価システム (EIS) は開発行為の環境に与える影響を評価する目的で組織、行政及び手続きを示したものである。

環境影響評価 (EIA) は事業の内容と経済的効果および環境上の妥当性が明らかになるフィージビリティ調査において実施されるものである。従って、計画の早い時期に他の調査とも平行して事業の環境への影響が把握され対応策も検討出来る。また、新たな提言も計画や費用の大きな変更なしで容易に反映され得る。

環境上重大な事業や地域での事業はこのE I Sを適用すべき範疇にはいり、事業実施主体は実施前にE C Cを申請しなければならない。

公共事業道路省では省令No. 72によって、環境上重大でE I Sシステムの範疇に入る事業を新たに規定している。追加の事業は大規模治水事業で、河川の拡幅、浚渫、築堤を含みその工事費が一億ペソを越えるものとした。従って本調査によって形成された事業はE I Sの対象となり、また、環境条件通過証 (Environmental Clearance Certificate: ECC)の環境天然資源省による公布が実施の条件となる。

E I Sの方法

システムは図3-8に示す方法によって実施される。

第4章 マスタープラン

4.1 計画条件

計画規模

マスタープランの計画規模の決定は次の条件を考慮する。

- (1) 対象河川に係わる被害ポテンシャルと治水容量
- (2) 既往最大の洪水
- (3) フィリピンでの他河川流域における治水計画規模

本調査対象河川の治水計画規模は一般に50年確率とする。これは対象河川の流域は小さいものの地方中核都市を貫流しており、また、既往の最大洪水の規模が30年～50年に達する事を勘案した。

都市排水の整備規模については排水面積が50haを越える場合は5年、それ以下は3年とする。

対象年

マスタープランの対象年は：

- (1) マスタープランの対象4都市及び関連河川はインベントリー調査の13都市の代表であり、さらに全国中小河川治水計画のモデルである。
- (2) 河川の治水事業では自然条件から社会的背景の違いによってその実施期間が大きく異なる。従って、全体計画の対象年は基本条件の予想可能な範囲内において出来る限り将来に設定する。
- (3) 治水事業も国家もしくは地域の開発計画の下位計画の一部として位置付けられる。それ故、治水事業の対象年も上位計画と整合性を合わせる。

現在、1993年～2022年の30年間について『国家全体計画』（National Physical Framework Plan）が長期開発計画として作成されようとしている。これは1993年～1998年の中期地域開発計画の総括計画として位置付けられており、13都市の治水事業の対象年とする。従って、マスタープランの対象年としては2016年とする。全体実施計画を図4-1に示す。

4.2 治水計画

河川

決定した計画規模を基に算定した計画洪水流量配分を図4-2～4-4に示す。

(1) ハロ川

ハロ・ティグム川の改修18.9kmと第1支川のアガナン川の改修4.0km、及びハロ放水路(4.9km)、ラパス放水路(0.6km)の建設である。改修計画法線・縦横断団を図4-5～4-6に示す。関連構造物は以下の通りである。

河川構造物	諸元/箇所	備考
土堤	26,700m	ハロ川
護岸	12,750m	
分水工	2箇所	ハロ、ラパス放水路
床固め	3箇所	放水路吐口
樋管 (スライドゲート)	2箇所	
樋管 (フラップゲート)	10箇所	
逆サイホン	3箇所	
橋梁	2箇所	再建設
橋梁	4箇所	新規

(2) イロイロ川

イロイロ川本川について河口より6.5kmの浚渫、築堤を行う。河川沿いの市街地については土地買収や家屋移転を減らせるべくコンクリート堤とする。改修計画法線・縦横断団を図4-7~4-8に示す。関連構造物は以下の通りである。

河川構造物	諸元/箇所	備考
土堤	3,430m	養魚池地区
コンクリート堤	4,780m	市街地域
護岸	300m	
樋管 (フラップゲート)	5箇所	
橋脚保護工	1,200m	3橋梁

イロイロ川の支川：マンドゥリアオ川については、本川合流点より上流4.8kmに及ぶ改修を行う。計画法線は図4-9に、縦断計画は図4-10に示す。関連の河川構造物は樋管 (スライドゲート)が2箇所、樋管 (フラップゲート)が2箇所さらに橋梁3箇所が再建設となる。

(3) ブラカオ川

河口より2.7kmの河川改修。計画河道法線、横断を図4-11に、縦断計画を図4-12に示す。関連構造物は以下の通りである。

河川構造物	諸元/箇所	備考
土堤	1,400m	
護岸	680m	
落差工	8箇所	
橋梁	1箇所	再建設

(4) キナルムサン川

河口より 4.0kmの河川改修、河道の拡幅、掘削、築堤、護岸を含む。計画河道法線、横断を図4-13に、縦断計画を図4-14に示す。関連構造物は以下の通りである。

河川構造物	諸元/箇所	備考
コンクリート擁壁	8,000m	
落差工	9箇所	
橋梁	6箇所	再建設

(5) グアダルーペ川

河口より 4.0kmの河川改修、計画河床は現況河床平均高を用いた。洪水流の減勢の為、数箇所の落差工を設置した。計画河道法線、横断を図4-15に、縦断計画を図4-16に示す。関連構造物は以下の通りである。

河川構造物	諸元/箇所	備考
コンクリート擁壁	6,400m	
落差工	3箇所	
橋梁	4箇所	再建設

(6) ラフッグ川

河口より 5.0kmの河川改修、拡幅、掘削、護岸工を含み、洪水流の減勢の為、数箇所の落差工を設置した。計画河道法線、横断を図4-17に、縦断計画を図4-18に示す。関連構造物は以下の通りである。

河川構造物	諸元/箇所	備考
コンクリート擁壁	8,000m	
落差工	6箇所	
橋梁	10箇所	再建設

(7) スバンドク川

河口より 5.0kmの河川改修、拡幅、掘削、護岸工を含み、洪水流の減勢の為、数箇所の落差工を設置した。計画河道法線、横断を図4-19に、縦断計画を図4-20に示す。関連構造物は以下の通りである。

河川構造物	諸元/箇所	備考
コンクリート擁壁	10,500m	
落差工	2箇所	
橋梁	8箇所	再建設

(8) アニラオ川

河口より 1.8kmの河川改修、特に下流部では、法線の変更が必要となる。2箇所のスリットダムを上流本川と第1支川に設置し、流木や巨石の流下を防ぐ。計画河道法線、横断を図4-21に、縦断計画を図4-22に示す。スリットダム以外の関連構造物は以下の通りである。

河川構造物	諸元/箇所	備考
土堤	1,800m	
護岸	4,000m	
樋管 (フラップゲート)	3箇所	
落差工	3箇所	
橋梁	3箇所	再建設(仮橋は建設中)

(9) マルバサッグ川

河口より 1.9kmの河川改修、特に下流部(アニラオ橋付近)では、法線の変更が必要となる。1箇所のスリットダムを本川上流に設置し、流木や巨石の流下を防ぐ。計画河道法線、横断を図4-23に、縦断計画を図4-24に示す。スリットダム以外の関連構造物は以下の通りである。

河川構造物	諸元/箇所	備考
土堤	1,250m	
護岸	2,400m	
樋管 (フラップゲート)	4箇所	
落差工	4箇所	
橋梁	2箇所	再建設

都市排水

築堤は原則として行わず、排水路の拡幅・掘削が基本である。排水路法線は急な湾曲を避け、狭窄部、橋梁箇所、カルバート部分を解消する。また、ポンプ場の建設を行わず、重力による自然排水を基本とした。さらに、排水施設の維持管理の容易さを考慮し、現況の開水路に準拠し管路・カルバート方式を避けた。しかしながら、セブ市の様に現況が主要道路の下で既に管路・カルバートになっているものは、改修計画もこれを踏襲した。

排水路の横断は台形の単断面とし、密な市街地では用地買収を少なくする為、矩形断面を採用した。台形断面の法勾配は市街化の程度によって、1:0.5、1:1、1:2を採用した。下記にまとめている。

形式	横断形	法勾配	護岸	土地利用
I	矩形	垂直	擁壁	密な市街地
II	台形	1:0.5	コンクリート張り	普通の市街地
III	台形	1:1	コンクリート張り	粗な市街地
IV	台形	1:2	芝張り	空地

排水路の改修延長は総計38,630mで、各都市ごとには下記に示す。

都市	改修延長(m)	備考
イロイロ	10,020	3水路
セブ	10,850	9水路
オルモック	1,830	2水路
タクロバン	15,930	7水路

非構造的治水計画

対象都市としている都市河川での洪水問題とその原因は当該河川に相応の洪水疎通能力が絶対的に不足していると言う構造的問題の他に、河川域での無計画な開発、土砂や廃棄物の河川での堆積、これらも含めた維持管理の欠如が主要なものである。従ってこのような問題に対する非構造的方法を用いる事によりある程度の洪水被害の軽減が図れる。非構造的方法としては、土地利用規制/ゾーニング、植林、維持管理の強化等が適用される。

(1) 土地利用規制/ゾーニング

この方法は対象とする都市河川全部に適用されるべきである。セブ市の河川では河道沿いに密に一般家屋や事業所が張り付いており、更には河道の中に建造物が建設されている。また、上流丘陵地には住宅団地が建設されている。

河川法や構造令等の規則の強力な実施がこれらの建造物の撤去の為必要であるし、オルモック市で施行されている河川沿いのゾーニングを行い建造物の規制を強化する事が重要である。

ハロ川の上流のティグム川の中～下流部は網状を呈し広い氾濫原を有する(図4-25参照)。この氾濫原は洪水時には遊水池となり極めて大きな逶減効果がある。この氾濫原は一部農地として利用されているが土地利用規制を行い将来とも現状を維持していく事が重要である。

(2) 植林

セブ市キナルムサン川の上流にあるブヒサンダム（堆砂のため現在は使われていない。）集水域では水源地管理の一貫として植林が行われている。セブ市の他河川流域についても植林を含める水源地管理が必要である。

(3) 維持管理の強化

対象とする河川全部が現在迄家庭廃棄物の投棄場所となっている。廃棄物は河道内に堆積し洪水の疎通の大きな阻害となっている。特に、この現象はセブ市において深刻である。河道内の土砂とゴミの除去を積極的に行う事により洪水の疎通能力の回復と良好な河川環境の創出が期待できる。

4.3 施行計画と積算

施行計画

以下の条件をもとに施行計画を策定した。

(1) 工事量

河川改修に係わる工事量は以下の通りである。

No.	工事内容	単位	イロイロ (2河川)	セブ (5河川)	オルモック (2河川)
1.	掘削	1,000m ³	3,144	1,176	391
2.	盛土	1,000m ³	598	30	45
3.	浚渫	1,000m ³	1,265	-	-
4.	護岸	1,000m	17	1	10
5.	擁壁	m	-	42,400	2,190
6.	コンクリート	1,000m ³	43	9	105
7.	芝張り	1,000m ²	275	39	22
8.	砂利舗装	1,000m ²	183	16	22
9.	落差工	m	-	528	219
10.	橋梁	m ²	5,100	6,665	2,080
11.	スリットダム	No.	-	-	3

同様に、排水路の整備の工事量は：

No.	工事内容	単位	イロイロ (3水路)	セブ (9水路)	オルモック (2水路)	タクロバン (7水路)
1.	掘削	1,000m ³	178	85	6	183
2.	護岸	1,000m ³	17	14	3	25
3.	橋梁	m ²	1,100	285	174	480

(2) 工法

工法は従来より用いられているものとする。

(3) 工事期間

現地での施行能力と資金力より、河川改修は3年、排水路整備は2年とする。

積算

積算条件は以下の通りである。

(1) 事業費

事業費は次の条件を前提として算定した。

- (a) 工事は請負契約を基にする。
- (b) 工事単価を原材料、労務、機械の一次財貨をもとに算定した。
- (c) 一次財貨は1994年6月を基準とした。
- (d) フィリピン・ペソを価格表示に使用した。

(2) 事業費の構成

事業費は主要建設費、補償費、管理費、エンジニアリングと予備費である。

(3) 主要建設費

主要建設費は準備費、工事費そして雑費である。

- (a) 準備費は工事費の15%とする。
- (b) 工事費は工事単価に工事数量をかけて求める。工事単価は直接費と間接費があり、直接費は材料、機械損料、そして労務費である。間接費は管理費、予備費、雑費更に利益と移動費、付加価値税である。
- (c) 雑費は準備費と工事費の合計の10%とする。

(4) 補償費

補償費は用地買収と家屋移転費に分けられる。

(5) 管理費とエンジニアリング

施行主の管理費は主要建設費と補償費の合計の5%とした。エンジニアリングは実施設計と工事監理にわけられ、主要建設費の16%とした。

(6) 予備費

予備費は主要建設費と補償費の合計の15%とした。

事業費

治水のマスタープランの総事業費は7,535百万ペソと算定された。その詳細は表4-1~4-7に示す。

(単位：百万ペソ)

都市/河川	建設費*	補償費	合計
イロイロ	1,977.9	696.6	2,674.5
ハロ川	1,257.8	526.2	1,784.0
イロイロ川	567.7	138.1	714.8
排水	143.4	32.3	175.7
セブ	1,655.3	2,416.2	4,071.5
ブラカオ川	128.9	127.2	256.1
キナルムサン川	243.7	321.1	564.8
グアダルペ川	253.4	422.3	675.7
ラフグ川	321.8	488.4	810.2
スバンダク川	366.7	629.9	996.6
排水	340.8	427.3	768.1
オルモック	377.8	65.6	443.4
アニラオ川	212.9	33.5	246.4
マルバサグ川	144.0	29.1	173.1
排水	20.9	3.0	23.9
タクロバン	274.4	98.2	345.6
排水	274.4	98.2	345.6
総計	4,258.4	3,276.6	7,535.0

*建設費は主要建設費、管理費、予備費及びエンジニアリングある。

4.4 事業評価

経済評価

事業の経済的妥当性を評価するにあたり、費用と便益を経済価値に換算し、経済的内部収益率 (Economic Internal Rate of Return: EIRR)を算定した。

表4-8にEIRRの一覧を示す。将来資産を基に算定した結果、河川の洪水防御計画に対しては対象の4都市の中でオルモック市が最も経済効果が高く28.6%、次にはイロイロ市で21.9%、セブ市19.8%である。また、これらに都市排水路の整備を加えた都市全体の治水計画でも、オルモック市が最も高く27.8%、イロイロ市で21.3%、セブ市で21.1%である。タクロバン市では都市排水路の整備のみであるが27.8%と高く、すべての都市での治水事業はEIRRが15%を越えており、経済的に実施可能であると判断される。

環境影響評価

環境影響の評価と予測は表4-9～4-12の相互作用マトリックスで示した。

(1) 便益的影響

- 河川・排水路内のゴミや廃棄物が工事によって除去される。
- ゴミ・廃棄物の除去によって河川・排水路の悪臭や非衛生的環境が無くなる。
- 川辺等の水際の良好な景観が創出出来る。
- 洪水の無い中核都市の出現で地域経済の活性化が期待出来る。
- 現在の洪水氾濫区域での土地利用の高度化が図れる。
- 洪水・浸水による交通渋滞が無くなる。
- 都市域での衛生的で健康的、且つ安全な生活環境が創出される。
- 公共施設への洪水被害が減少するのでその機能がより長く維持される。
- 建設工事により当該地域の雇用環境が改善される。
- 建設工事により当該地域の関連産業が活況を呈する。

(2) 不利な影響

- 河川改修と放水路の建設に伴って住民の移転が必要となる。
- 建設工事によって騒音と振動の問題が生起する。
- 掘削工事によって一時的にも河川水質と生態に影響が出る。
- 掘削土砂によって一時的にも工事箇所周辺に埃や悪臭が出る可能性がある。
- 建設の工事車両の通行の為、都市内外の交通状態が悪化する。
- 放水路の建設はルート沿いの農地と養魚池を減少させる。(イロイロのみ)
- マングローブが放水路からの洪水によって影響を受ける。(イロイロのみ)

4.5 マスタープランの実施

実施計画

4都市における治水のマスタープランの実施については以下の点より順位を設定した。

- (1) 洪水防御の緊急性、特に人的損失の恐れがある場合。
- (2) 事業のより高い経済効果が期待出来る。
- (3) 事業の実施にかかるより少ない悪影響とより良い環境の創出が期待出来る。
- (4) 事業の実施に伴う土地買収・家屋移転についての困難性の小ささ。

4都市の中でオルモック市の治水事業はそのEIRRが最も高く、そして1991年11月の水害の再来の可能性を勘案すれば、緊急性も最も高いと判断される。

経済効果では、次にイロイロ市とタクロバン市がセブ市より優先度が高いが、一方緊急性についてはイロイロ市とセブ市が河川の洪水氾濫の危険性が大きくタクロバン市に比べ高いと考えられる。但し、セブ市については、タクロバン市やイロイロ市に比べ、事業に伴う土地買収や家屋移転による社会的問題が大きいと考えられる。

以上より、事業実施の優先順位は(1)オルモック市、(2)イロイロ市、(3)セブ市、及び(4)タクロバンである。この順位を基にマスタープランの実施計画を図4-26に示す。

緊急計画対象地域の選定

以上により、緊急計画対象地域はオルモック市とイロイロ市となる。

第5章 緊急計画

5.1 計画条件

計画規模

緊急計画の規模は

- (1) 治水事業の緊急性
- (2) 事業の経済効果

の2条件より、早急なる実施の為、小さい事業規模を実現も容易である事を勘案し選定した。また、フィリピンでの他河川での河川改修事業の実績においてその規模が20年もしくはそれ以下である事を考慮した。

緊急計画の規模は河川の治水事業については20年確率とした。この各河川に対する計画洪水流量を下記に示すとともに、流量配分を図5-1を示す。

河川名	計画洪水流量(m ³ /s) (20年確率)
ハロ川	1,000
ティグム川	450
アガナン川	550
イロイロ川	400
マンドゥリアオ川	70
アニラオ川	460
マルバサッグ川	250

都市排水の整備については、マスタープランと同じとする。すなわち、排水面積が50ha以上では5年確率、50ha以下では3年確率とする。

計画対象範囲

河川改修にかかる緊急計画の事業範囲はマスタープラン（全体計画）の実施を段階的に（2段階）設定し、そのうちの第1段階とする。マスタープランの完成は緊急計画の規模の拡大部分として設定した。各河川での段階施工計画を以下に示す。

(1) ハロ川

20年確率規模の洪水処理能力を確保する為、緊急計画はハロ放水路の建設とハロ川本川の部分改修となる。ここで、ハロ放水路の計画洪水流量は850m³/sであり、ハロ川では平均250m³/sの流下能力があるので部分的に不足している断面の改修を行う。緊急計画の事業範囲を図5-2に示す。

緊急： 事業はハロ放水路の建設とハロ川本川の狭窄部について150m³/sの流下能力を確保するための部分改修。

全体： ラパス放水路の建設とハロ川全川改修。

(2) イロイロ川

改修対象区間がほぼ感潮区域にあり、全川に対し余裕高に相当する築堤が必要となる。緊急計画の事業範囲を図5-3に示す。

緊急： 全川に亘る築堤（土堤またはコンクリート堤防）と破棄された鉄道橋の撤去。

全体： 50年確率の洪水流量のための河道掘削と橋脚の防護工。

マンドゥリアオ川の緊急計画についてはマスタープランと同じであり、従って段階施工はない。

(3) アニラオ川

緊急計画における河川改修は全体計画との整合性を図り、手戻りを避けるため、計画河道幅を全体計画と同じとする。河川横断は複断面とし、高水路護岸のみを取り付ける。緊急計画の河道横断を図5-4に示す。

緊急： 全川での複断面河道の建設、高水路護岸の設置そして上流域でのスリットダム2基の建設である。

全体： 50年確率の流量に対し流下能力を増加させるため、高水路の拡幅と低水路護岸の建設。

(4) マルバサッグ川

現況河道周辺の土地利用を勘案し、緊急計画の事業範囲は河口から上流1.2km区間の右岸側の拡幅のみとなる。緊急計画の河道横断を図5-5に示す。

緊急： 河口より1.2kmまで、右岸側の拡幅による複断面河道と高水路護岸またはコンクリート擁壁の建設。上流にスリットダム1基の建設。

全体： 50年確率の流量に対し流下能力を増加させるため、高水路の拡幅と低水路護岸の建設。

(5) 排水路の整備

イロイロ市の3排水路とオルモック市の1排水路について以下の区間の改修を行う。図5-6および5-7に当該排水路の位置を示す。

都市/排水路	対象区間	
	(m)	区間名
イロイロ市		
インゴレ	4,870	ハロ-レハス道路～ハロ川
ボオブレロ	4,220	ブルゴス通り～イロイロ川
リサール	560	村通り～イロイロ川
オルモック市		
ロタオ	1,200	オスメニア通り～オルモック湾
合計	10,850	

河川堤防の建設に係わる内水域の排水については都市排水の整備の基準にそって計画を作成をした。

5.2 緊急治水計画

河川改修計画

(1) ハロ川

ハロ川の緊急治水計画はハロ放水路の建設、ハロ川の部分改修、ティグム川とアガナン川合流点上流の改修である。関連構造物は以下のものが含まれる。

構造物	諸元/箇所	備考
土堤	14,440m	
護岸	3,250m	
分土工(越流堰幅)	66m	放水路側
分土工(越流堰幅)	12m	本川側
床固め	50m	放水路吐口
樋管	7箇所	
逆サイホン	3箇所	ハロ放水路
橋梁	2箇所	新規：ハロ放水路

(2) イロイロ川

イロイロ川の緊急計画は河口からモロ橋迄の区間での堤防建設である。関連構造物は以下のものが含まれる。

構造物	諸元/箇所	備考
土堤	12,830m	
コンクリート護岸	4,780m	
護岸	2,050m	
樋管	9箇所	
橋梁	4箇所	3橋は再建設

(3) アニラオ川

緊急計画は全体計画（マスタープラン）と同区間の河川改修と流木、巨石の流下防止のためのスリットダム2基を建設である。

構造物	諸元/箇所	備考
土堤	1,800m	
護岸	3,600m	
樋管	3箇所	
落差工	3箇所	
橋梁	3箇所	1橋は建設中

(4) マルバサッグ川

アニラオ川と同様に、緊急計画では全川の改修と上流にスリットダム1基の建設が含まれる。

構造物	諸元/箇所	備考
土堤	1,250m	
擁壁	1,095m	
護岸	2,505m	
樋管	4箇所	
落差工	4箇所	
橋梁	2箇所	再建設

排水路の整備

(1) イロイロ市

代替案の検討（サポーティング・レポート：「都市排水計画」参照）よりインゴレ、ボ・オブレロ両排水路については捷水路（ショートカット）を採用した。従って、インゴレ排水路については4,870mの現水路の改修と580mの捷水路の建設となる。（排水路の法線、縦横断については図5-8と図5-9を参照）また、ボ・オブレロ排水路については4,220mの現水路の改修と200mの捷水路の建設である。（排水路の法線、縦横断については図5-10と図5-11を参照）

一方、リサール水路については現水路の拡幅と掘削、護岸である。排水路の法線、縦横断については図5-12と図5-13に示す。関連構造物は以下に総括した。

構造物	インゴレ	ボ・オブレロ	リサール
ライニング（2面張：m）	1,320	750	180
ライニング（3面張：m）	-	1,450	-
ボックスカルバート(m)	-	55	437
橋梁（箇所）	10	8	1

(2) オルモック市

ロタオ水路については1,200mの区間に対し拡幅と掘削、そしてライニングを行う。排水路の法線、縦横断については図5-14と図5-15に示す。関連構造物は以下の通りである。

構造物	諸元(m)
ライニング（2面張）	600
ボックスカルバート	75

設計での環境の考慮

河川は人々に水を供給し、洪水を軽減する一方で環境の保全に大きな役割を果たしている。また、特に都市河川においては河道を含む周辺の保護・保全の重要性が近年多くの人によって認識されて来た。従って、本治水計画においても計画立案にあたって積極的な環境への配慮を行った。河川に対する環境面からの需要は以下の2点に大別される。

(1) 河道と水質の維持

河川空間において快適さを創出するには次の要点を考慮する必要がある。

- 水質管理
- 河川水の安全な利用
- 河川景観の改善

(2) 河川と都市生活

良好な都市生活を促進する為、河川に対する次の点が重要である。

- 河岸での水利用
- 河川水の利用
- 河川空間の利用

これらの事柄より、具体的には計画設計の中に以下の構造計画を盛り込んだ。

(a) 落差工

アニラオ・マルバサッグ川で洪水流の減勢と安定のために設置する落差工には、①：水質保全の為の曝気、②：河川流の変化、③：河道景観の改善の効果が期待出来る。このため、構造には自然石を用い、落差も3段にわけ曝気と流れに変化を与える。

(b) 維持流量のための低水路

河川の平水や低水の利用（洗濯や水浴）が容易となる様河道の中央に低水路を設置する。低水の比流量はハロ川では $0.01\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ オルモック市では $0.1\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ であり水路の深さは $0.5\text{m}\sim 1.0\text{m}$ である。この低水路には自然の蛇行を与え、護岸の基礎には木杭や玉石を使用する。高水路の護岸は芝または玉石張りとする。

(c) 維持管理用道路

河道沿いには必ず維持管理用道路を設置する。これは散歩道としても使える。また、用地に余裕があれば並木等の植生を行い景観の改善を図る。

(d) 堤防階段

河川水の日常生活での利用を促進する為、堤防法面に階段を作り河川水への接近を容易にする。

(e) 構造物材料

河川構造物には出来る限り木材や石等の自然の材料を用い新しい治水構造物が周辺環境との調和を図る。

以上の構造物を計画に盛り込んだ改修構想図をオルモック市のアニラオ川、イロイロ市のハロ川について、図5-16に示す。

(f) 都市排水路

現在では都市の雨水排水路は同時に下水道としても使用されている。特に乾期には下水のみが流下することになる。排水路での下水の滞留は不衛生で不健康な臭いやガスを周辺に及ぼしている。このような状況を改善する為、計画されている排水路に維持通水溝を設置する。この通水溝は排水路の中央に設け（図5-17参照）小さな流量の通水を容易にする。

5.3 事業費の積算と評価

事業費

事業費の積算条件はマスタープランと同じである。イロイロ市とオルモック市での緊急計画の事業費を下記に示す。

(単位：百万ペソ)

都市/河川	建設費*	補償費	合計
イロイロ市	1,194.4	293.0	1,487.4
ハロ川	602.8	128.7	731.5
イロイロ川	452.1	138.1	590.2
排水路	139.5	26.2	165.7
オルモック市	318.0	63.4	381.4
アニラオ川	179.8	33.5	213.3
マルバサック川	128.9	29.1	158.0
排水路	9.3	0.8	10.1
総計	1,512.4	356.4	1,868.8

*:建設費は主要工事費、管理費、予備費及びエンジニアリング費からなる。

経済評価

経済評価の方法はマスタープラン時と同じである。事業の実施期間は①実施設計を1年、②事業対象地区と工事の準備は2年、そして③工事ではイロイロ市で3年、オルモック市で2年とする。従って、総事業期間はイロイロ市で6年、オルモック市で5年となる。

経済評価の指標であるEIRRは各事業内容について下記の通りである。

評価項目	イロイロ市			オルモック市		
	河川	排水	合計	河川	排水	合計
現在資産で						
EIRR(%)	27.8	5.9	26.3	23.5	16.5	23.2
NPV(百万ペソ)	4,396	14	4,410	748	10	758
B/C	6.2	1.1	5.7	4.0	2.6	3.9
将来資産で						
EIRR(%)	38.6	13.9	37.0	32.6	26.2	32.3
NPV(百万ペソ)	10,450	184	10,634	1,572	27	1,599
B/C	13.3	2.8	12.2	7.3	5.2	7.2

EIRRは現在資産の条件下でイロイロ市では26.3%、オルモック市では23.2%となり両市共々経済的には実施可能と判断される。

なお、経済評価のかかわるCash FlowはSupporting Report : SOCIO-ECONOMY に示した。

経済的感応分析は費用と便益の変化に対してのみ行った。費用と便益についてそれぞれ10%の増減を仮定した結果EIRRは下記の様になった。

	イロイロ		オルモック	
	便益		便益	
費用	原案	10%下降	原案	10%下降
原案	26.3	24.4	23.2	21.2
10%上昇	24.6	22.8	21.4	19.6

例えば、費用が10%上昇し、便益が10%下降してもEIRRは両市の事業で15%を越え、経済的には十分な妥当性を確認出来る。

環境影響評価

緊急計画の実施に伴う環境影響の評価を以下に示す。

(1) 物理・化学

(a) 表流水

河川や排水路に投棄されたゴミは工事の初期の段階で除去されるが、掘削や浚渫は濁度を増大させる。水質汚濁についてのモニターが必要になる。

(b) 地下水

イロイロ市については放水路の建設に伴って塩水の遡上が考えられるが、解析の結果、現在以上には上流へ行く事はない。また、ラパス放水路では海岸付近で養魚池に汽水が用いられており問題はない。

(c) 地形

イロイロ市について、ハロ並びにラパス放水路の建設によって上流からの土砂流送量が若干増加する事も考えられるが、海流、波、漂砂の解析の結果、吐口付近の海岸地形は現状とほとんど変化のない事が確認されている。

(d) 大気、騒音そして悪臭

工事での建設機械の稼働により廃棄ガス、埃の現出は避けられない。また、騒音や振動も増加する事が予想される。施工計画の検討によりこれらのガス、埃、騒音、振動を最少限とする努力が必要である。

(2) 生物

(a) 陸生動植物

河川沿いの果樹は移動の必要がある。一方、土壌の安定により将来の耕作には良好な環境が得られる。オルモック市では所謂「カンコン」が一時的に栽培出来なくなるが工事の後に再開は可能である。

(b) 水生動植物

イロイロ市においては河川の改修や放水路の建設によっても河口付近の砂州はほとんど影響を受けず、従って、マングローブの生育には影響はない。

(3) 景観

景観については悪影響は考えられない。かえって、河川改修での環境へ配慮した計画・設計によって景観の改善が期待される。

(4) 社会・経済

イロイロ市での128家族に対する事業実施に関するインタビュー調査では、54%が生活レベルを改善し、44%がより高い安定性と利便性を期待している。3%のみが事業の効果について否定的である。事業の悪影響については、大多数が可能性が低いと考え、29%はわからないとしている。

不法占拠者（スクォーター）の移転は大きな社会的問題として認識されている。概して、回答者の50%以上が15年以上継続して居住しており、移転問題の難しさを示している。しかしながら、65%が河川沿いの地域は危険であり、72%は近接区域という前提で移転を希望している。

他の社会・経済的影響として、短期ではあるが雇用機会の創出があり、建設労働者の移入、機械・材料の導入による地域経済の活況が予想される。

オルモックでも同様のインタビュー調査が47家族を対象に行われている。その内の63%は、事業が当該地域の安全と保全を促進し、20%は生活環境を改善するものと確信している。大多数は、事業の便益は、悪影響が例えあるとしてもこれを凌駕し、70%は悪影響はないと答えている。

5.4 緊急計画の実施

実施計画

緊急計画の実施計画は次の2点を勧告して作成した。

- (1) 工事期間をイロイロ市で河川改修は3年、排水路整備は2年。オルモック市で河川改修は2年、排水路整備は1年とする。
- (2) 事業の実施に対し海外からの資金援助を仮定する。

さらに、実施設計の期間を約1年、補償のためには2年を考えた。以上より、イロイロ市の緊急計画の完成年度を2001年、オルモック市は2000年である。（図5-18参照）実施計画に沿った事業の為の支出計画を表5-1に示す。

提言

本調査は1995年2月に完了した。緊急計画の対象であるイロイロ市では1994年7月に、オルモック市では1991年11月に大規模な洪水を被った。現在でも治水レベルは変わっておらず常に洪水の再来の条件下にある。特に、オルモック市の1991年の洪水では未曾有の被害と死者・行方不明約8,000名を数えており事業実施の緊急性は極めて高い。

(1) イロイロ市

事業の早期完成のため、実施設計の時に補償のための作業を完了する事が望ましい。一般に、補償：土地買収と家屋移転は事業のスムーズな進捗に対し最も重大な影響を与える事から、事業実施機関が補償のための予算措置の早期着手が望まれる。

(2) オルモック市

早急な実施が望まれる。事業費が比較的小さい事、また市条例によって河道沿いの危険地域にゾーニングが施行されており補償の問題も極めて少ないと考えられる。従って、オルモック市の治水事業については通常の資金援助の他、早期に獲得可能な特別な資金による実施が望まれる。

また、オルモック市での治水事業費がマスタープランの規模50年と緊急計画の30年とでは大きな差が無い事（16%程度）、また提案されている環境設計の適用がマスタープランにおいてより容易で且つ有効である事を勧告し、実施設計の段階において治水事業の実施規模に対する詳細な検討がなされる事が望まれる。