

国際協力事業団
エチオピア連邦民主共和国
第14州政府

エチオピア国

アデイス・アベバ洪水制御計画調査

最終報告書

要約

1998年5月

LIBRARY



J 1144064 (1)

日本工営株式会社
日本建設コンサルタント株式会社

社調二

J R

98-048

06
13
85

国際協力事業団
エチオピア連邦民主共和国
第14州政府

エチオピア国

アデイス・アベバ洪水制御計画調査

最終報告書

要約

1998年5月

日本工営株式会社
日本建設コンサルタント株式会社

報告書の構成

	要約 (日本語版)
分冊 I	要約 (英語版)
分冊 II	主報告書 (英語版)
分冊 III	付属報告書 (フェーズ I : マスタープラン)(英語版)
分冊 IV	付属報告書 (フェーズ II : フィージビリティスタディ)(英語版)
分冊 V	データブック (英語版)



1144064 [1]

対米ドル換算レート

1.0 米ドル = 6.8 プル = 114.7 円

(1997年6月現在)

序文

日本国政府はエチオピア連邦民主共和国政府の要請に基づき、同国のアデイス・アベバ洪水制御計画に係わる調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成9年4月から平成10年5月までの間、3回にわたり日本工営株式会社の重田哲朗氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

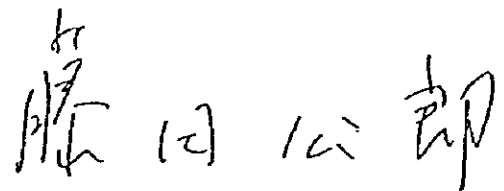
調査団は、エチオピア側関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書の完成となりました。

また、当事業団 国際協力専門員 渡辺正幸を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

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

終わりに、調査に御協力と御支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成10年5月



国際協力事業団

総裁 藤田公郎

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎 殿

今般、エチオピア連邦民主共和国におけるアディス・アベバ洪水制御計画調査を終了いたしましたので、ここに報告書を提出致します。

本調査は、貴事業団との契約により、弊社が平成9年3月から平成10年5月の15ヶ月にわたり実施してまいりました。今回の調査に際しましては、調査対象地域の現状を十分に踏まえ、アディス・アベバ市の洪水被害の軽減を図ることを目的とし、2020年を計画目標年とした洪水制御マスタープランの策定および最も優先度の高い水系を優先プロジェクトとして選定し、このフィージビリティ調査を実施いたしました。

洪水制御マスタープランは、洪水被害軽減による保全地域や裨益人口が大きいこと、および優先プロジェクトは、技術的にも経済的にも実施妥当性が高いことが確認されました。優先プロジェクトの実施に伴い、直接的な被害の軽減のみならず、人命の尊重、首都機能の維持、住環境の改善等多くの効果が期待でき、民生安定に大きく寄与するものであります。優先プロジェクトの早期実施を提言いたします。

なお、同期間中、貴事業団および関係各位には多大なご協力とご支援を賜り、心より御礼申し上げます。またエチオピア政府および第14州政府、エチオピア日本大使館、貴事業団エチオピア事務所および派遣専門家の皆様より貴重なご助言とご協力を賜りました。併せて御礼申し上げます。

平成10年5月

重田 哲朗

日本工営株式会社

アディス・アベバ洪水制御計画調査団

団長 重田 哲朗

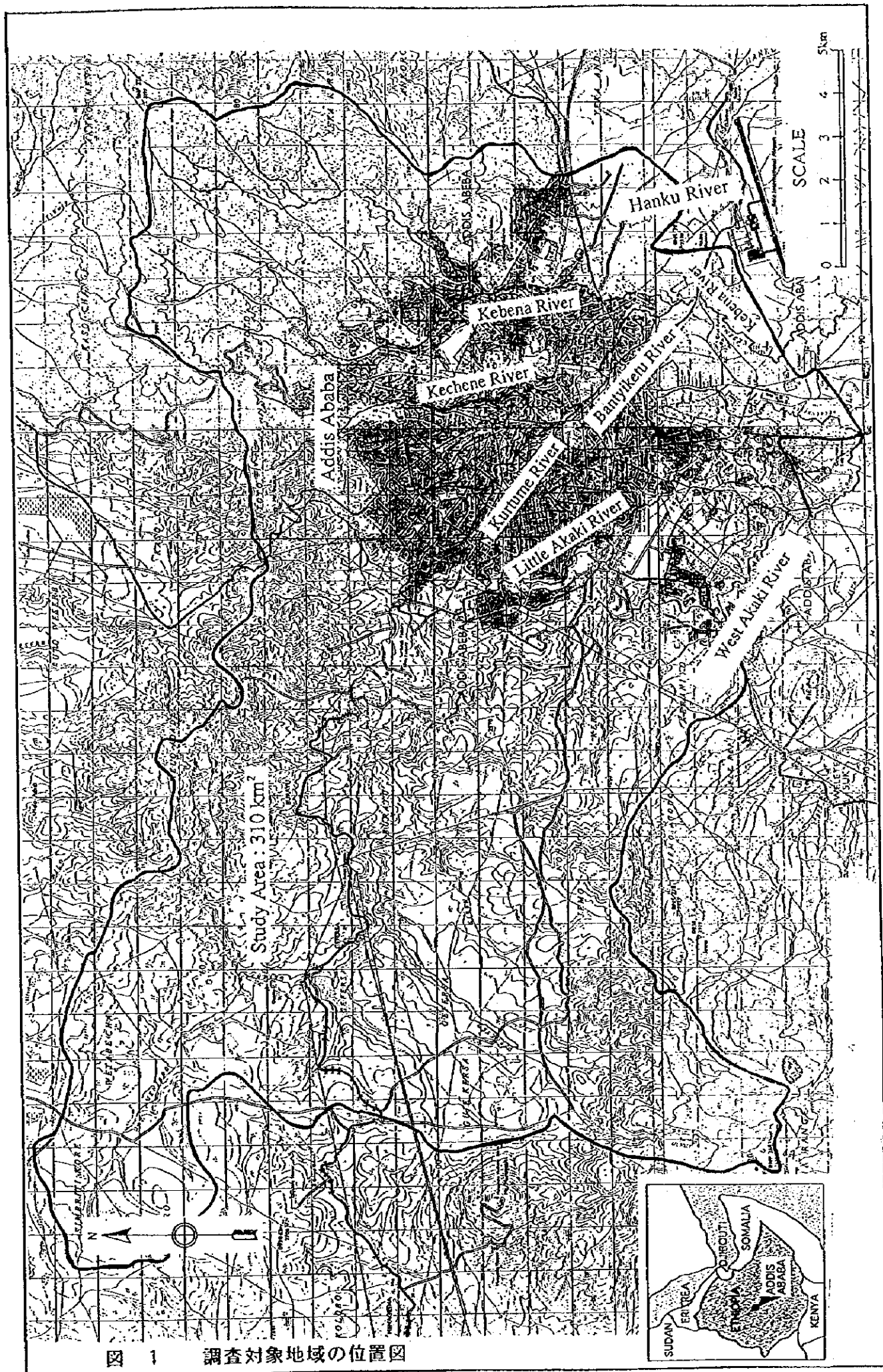


図 1 調査対象地域の位置図

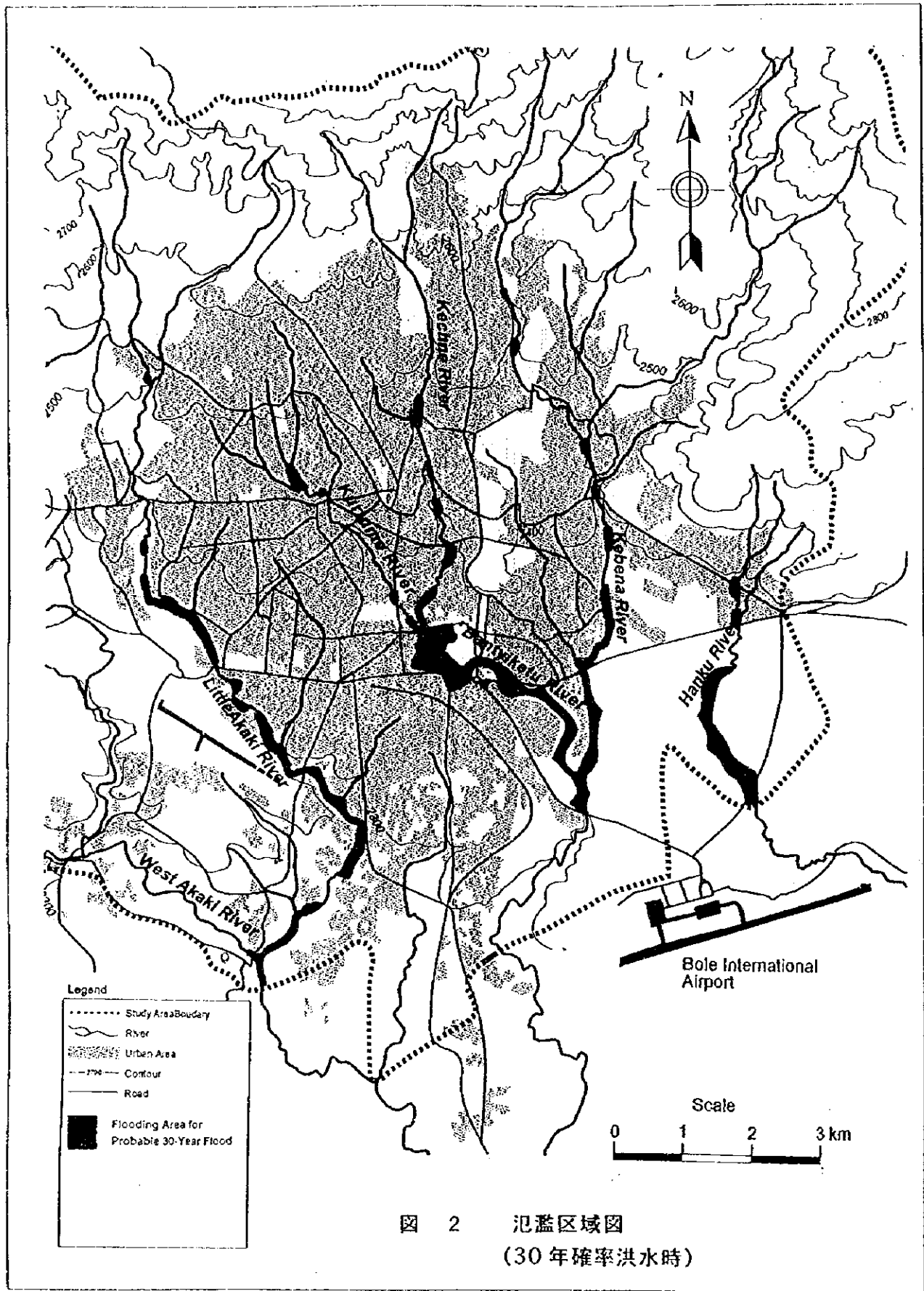


图 2 氾滥区域图
(30年確率洪水時)

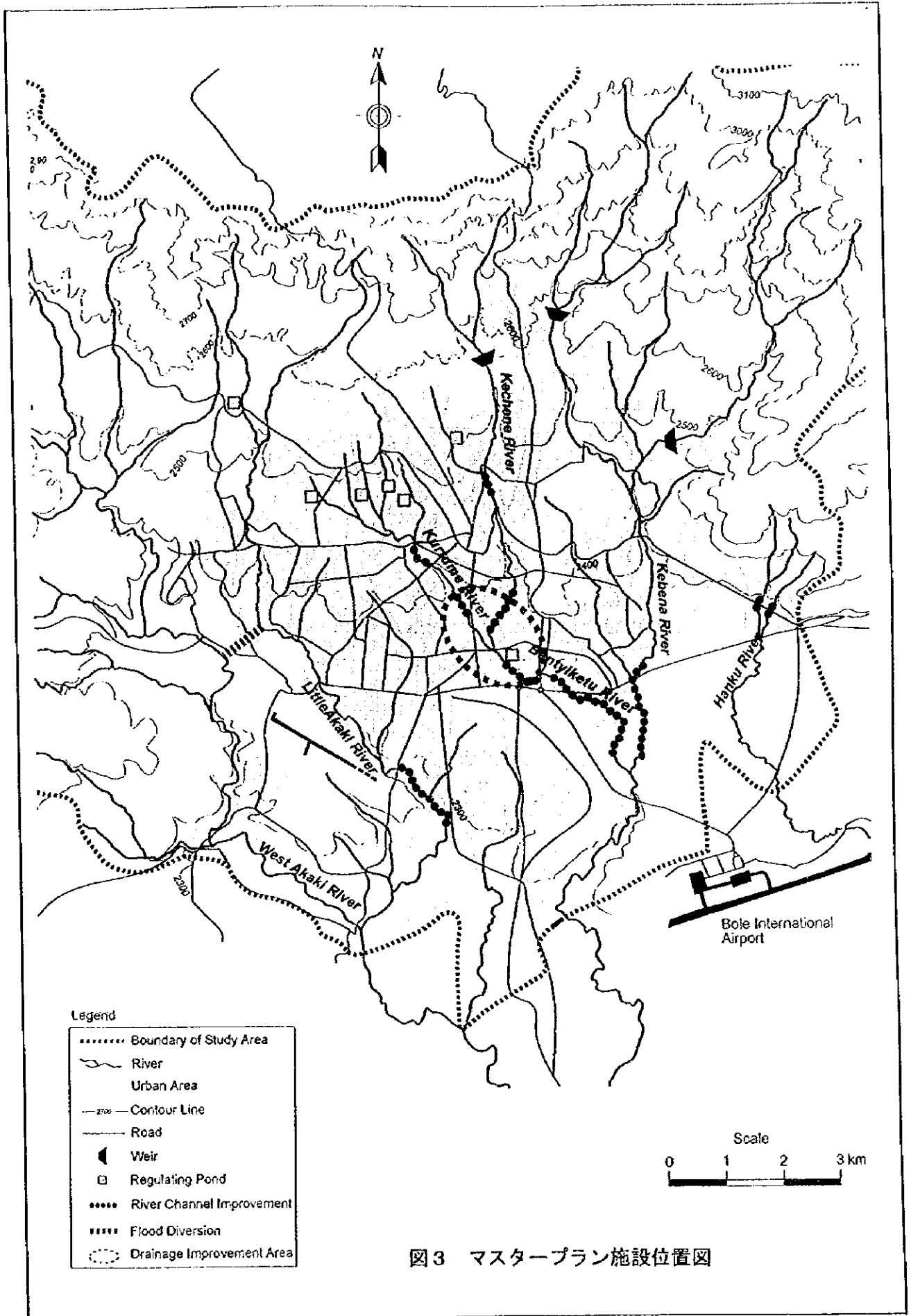


図3 マスタープラン施設位置図

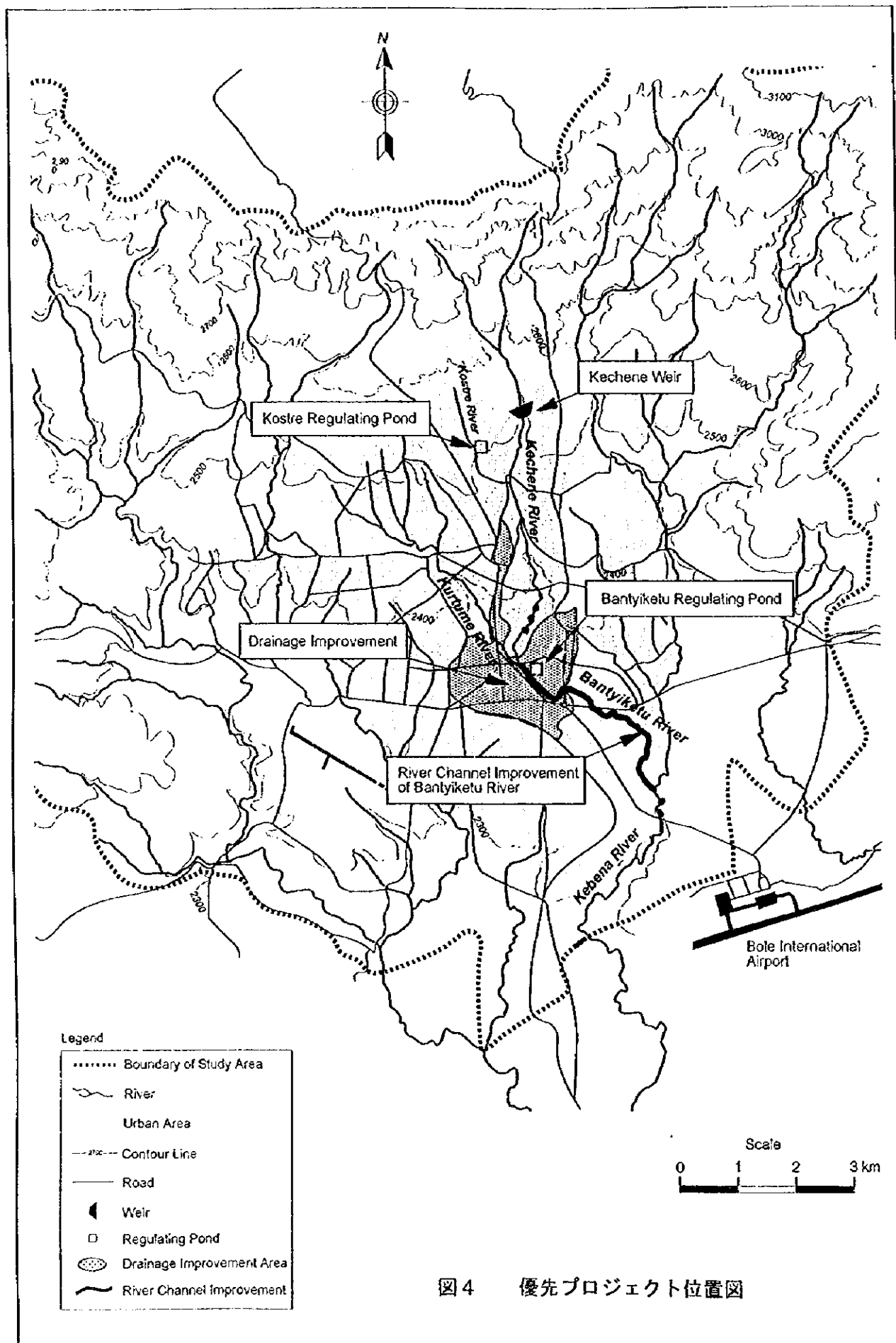


図4 優先プロジェクト位置図

エティオピア国アディス・アベバ洪水制御計画調査概要

1. 計画フレーム

(1) 対象地域

調査対象地域 : アディス・アベバ市街地を流下するアカキ川支川流域(310km²)
 洪水制御計画対象地区 : アディス・アベバ市街地 (168km²)
 市街地雨水排水対象地区 : 中央市街地区(低地地区) (2.61km²)

(2) 計画目標年次 : 2020年

(3) 計画条件 :		1997年	2020年
調査対象地域内人口(百万人)		1.8	4.4
調査対象地域内総生産(百万ブル)		1,370	8,150
土地利用 市街地(km ²)		168	200
農地/山林/その他(km ²)		142	110
計 (km ²)		310	310
河川計画高水	本川	30年確率	
	支川	20年確率	
雨水排水地区 計画降雨		1.5年確率(30mm/時間)	

2. マスタープラン

2.1 構造物対策

住民移転を少なく抑えるため上流域で洪水を貯留し河道の拡幅を最小限にとどめる。当流域の降雨は短時間に集中的に降り、河道の洪水量は降雨継続時間を過去の記録区から2時間として算出する。施設は維持・管理が容易な構造とする。また中央市街地区は雨水排水施設が不十分のため、豪雨時には排水不能となり洪水被害が顕著であることから、この地域の雨水排水計画を策定する。

水系/河川	構造物対策			
	堰堤	調整池	河道改修	他の対策
バンティクトゥ水系				
-ケチエネ川	1	1	1.0 km	橋梁の補修 1
-クルトゥメ川	0	4	0.8 km	--
-バンティクトゥ川	1	1	4.5 km	水管橋の改築 1
-市街地雨水排水	--	--	--	雨水排水路の建設 1.2km
ケベナ水系				
-ケベナ川	2	0	3.1 km	--
リトルアカキ水系				
-リトルアカキ川	0	1	1.5 km	洪水分水路 1km
ウエストアカキ水系				
-ウエストアカキ川	(非構造物対策のみ)			
ハンク水系				
-ハンク川	0	0	0.5 km	カルバートの改築 2

2.2 非構造物対策

非構造物対策は、氾濫原管理、流出抑制対策および災害時対応に対する次の6項目とする。

- 氾濫原管理 : 1)河川区域の設定
2)河川、洪水および不法行為に対する住民意識の徹底
- 流出抑制対策 : 1)水源地の植林
- 災害時対応 : 1)洪水警報システム
2)水防対策
3)雨水貯留対策

2.3 事業費

事業費は工事費(非構造物対策は施設設置費)、家屋移転費、事業運営費、技術費からなる。構造物対策と非構造物対策のマスタープラン事業費総額は763百万ブル(約129億円相当)である。

単位:億ブル(億円)

	バンティクトウ水系	ケベナ水系	リトルアカキ水系	ハンク水系	水系全体
事業費	1.5 (26.1)	3.9 (66.5)	2.1 (35.6)	0.02 (0.5)	7.6 (128.7)

2.4 事業の評価と優先プロジェクト

(1) 事業の評価

水系全体の被害軽減による保全面積は105km²、裨益人口は134.5万人(2020年)と多く、首都機能の維持と市民生活の安定に貢献できるプロジェクトである。中でもバンティクトウとリトルアカキ水系の経済的内部収益率は10%を上回り、経済効果の面からみても妥当性の高いプロジェクトである。なお、水系別優先順位は、経済的内部収益率、裨益人口等から総合評価を行い順位づけを行った。

	バンティクトウ水系	ケベナ水系	リトルアカキ水系	ハンク水系	水系全体
経済的内部収益率(%)	11.7	3.5	10.6	7.2	10.8
便益－費用比(B/C)	1.17	0.42	1.07	0.72	1.08
保全面積(km ²)	51	40	33	9	105
裨益人口(千人)	610	280	420	35	1,345
土地利用区分	政府機関/商業地区	標準宅地	過密宅地	標準宅地	—
事業実施優先順位	1	4	2	3	—

(2) 優先プロジェクト

水系別優先順位が1位のバンティクトウ水系の中で、経済性および社会的影響等の観点から、最も優先順位の高い構造物対策および非構造物対策を優先プロジェクトとする。フィージビリティ調査の対象である優先プロジェクトの概要は次の通りである。

構造物対策	対象河川	:	バンティクトゥ川とケチェネ川上流
	洪水防御施設	:	1堰堤、2調節池、バンティクトゥ川河道改修、付帯工事
	市街地雨水排水	:	中央市街地区(低地地区)
非構造物対策	氾濫原管理	: 1)河川区域の設定 2)河川と洪水に対する住民教育	
	災害時対応	: 1)洪水警報システムの設置 2)水防対策の実施	

2.5 実施計画

事業実施のための予算措置に要する期間を考慮し、事業の着手は1999年、事業の終了時期は計画目標年次の2020年とする。事業は水系別総合評価の高い順にバンティクトゥ水系ーリトルアカキ水系ーハンク水系ーケベナ水系の順に実施する。

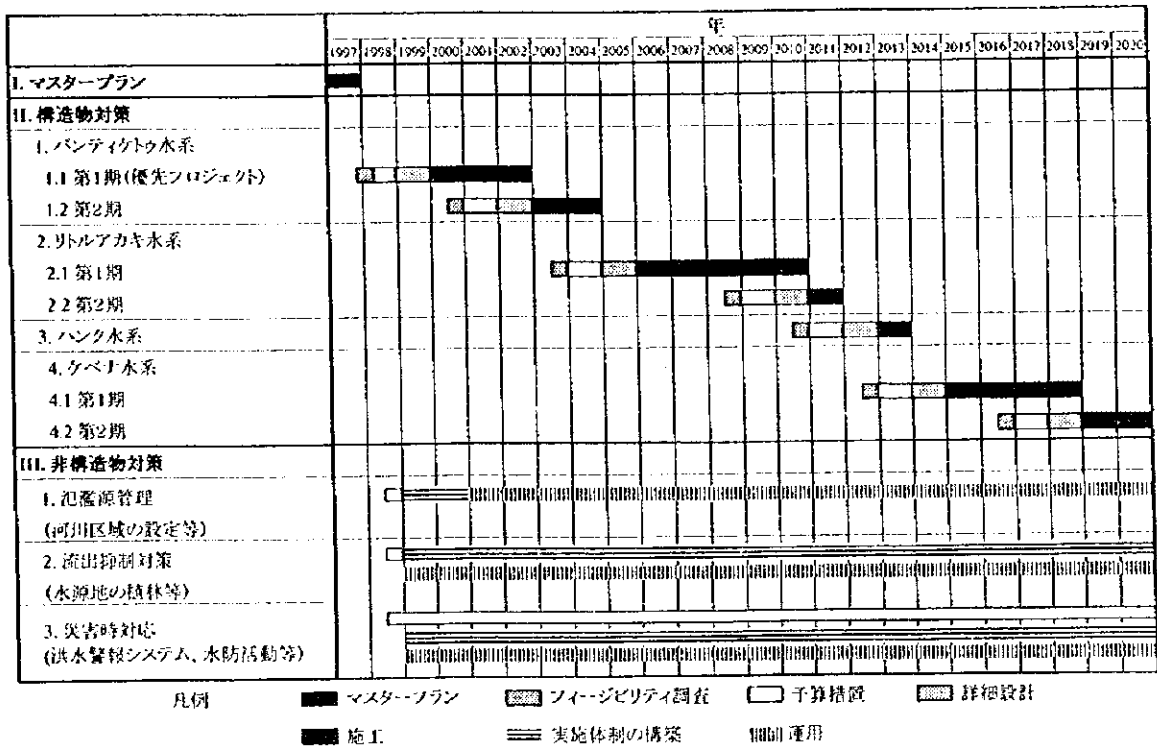


図 5 マスタープラン実施計画

(注) マスタープランでは、技術的な観点から洪水制御効果が比較的大きい洪水調節池・分水路を第1期に、河道改修を第2期に実施することを想定しているが、フィージビリティ調査の前に経済効果も考慮した優先プロジェクト(第1期)の検討を行い、その内容を確定する。

3. フィージビリティ調査

3.1 洪水制御計画

(1) 構造物対策

(a) バンティケトゥ水系

河道改修	洪水防御壁／護岸	: 11箇所、延長2,300m
	河道掘削	: 4箇所、延長2,000m
	築堤(土堤)	: 1箇所、延長100m
	水管橋改築等の付帯工事	: 1箇所、延長20m
調整池	バンティケトゥ調整池	: 貯水量:73,000m ³ 、面積:29,900m ²
	コストレ調整池	: 貯水量:26,000m ³ 、面積:6,500m ²
堰堤	ケチェネ堰堤	: 重力式コンクリート、高さ19.5m
貯水容量96,000m ³ 、放水口3孔(1.2m x 1.2m)		

(b) 市街地排水

中央市街地区(2.61km²)を対象とし 30mm/時間降雨が市街地に湛水しない計画とする。各排水系統の計画諸元は次の通りである。

排水区分	排水系統面積(km ²)	流量(m ³ /秒)	排水溝諸元
北部地区	0.25	0.7	深さ:1.1m、幅:1.3m
東部地区	0.73	0.5-1.5	深さ:1.2-1.5m、幅:1.3m
西南部地区	1.63	0.7-1.4	深さ:1.9-2.2m、幅:1.3m
計	2.61	7.4	

(2) 非構造物対策

構造物対策の効果を高めるため河川局は以下の非構造物対策を実施する。

- (a) 河川区域の設定:河川管理のため、計画対象河川の両岸に各々5m幅のオープン・スペースを設け河川境界を明示する。
- (b) 洪水警報システムの構築:水源地に雨量計を設置、観測データを河川局に伝達し降雨強度に基づき警報を発令するとともに水防活動の準備をする。
- (c) 水防活動の実施:コミュニティ組織を利用し、河川局の管轄のもとに行う。水防活動は、溢水の防止活動、住民の避難・誘導を主体とする。
- (d) 住民教育・啓蒙活動:河川管理・洪水等に関する住民意識の向上のため、河川管理委員会の指導のもとにコミュニティ組織を利用し実施する。

- (c) 植林事業への提案:雨水/土砂流出抑制のため農業局を中心に実施されている植林事業について関連機関と協議し、洪水制御計画に沿った提案を行う。

3.2 管理・運営計画

事業実施機関として、第14州の河川行政全体を統括する河川管理委員会を経済省に設置する。その下に河川局を設置し、河川の調査・計画・設計・工事等の一連の業務を担当する部門、維持・管理部門、および法制度の確立等河川行政に携わる部門等を置く。更に、既存のコミュニティ組織に洪水警報や水防活動の機能をもたせ、河川の管理・運営に対する一連の機能的な組織を確立する。

新組織の業務区分は次の通りである。

- | | | |
|----------|---|---|
| 河川管理委員会 | : | (1) 関連官庁との協議・調整
(2) 河川管理に係わる法制度の確立
(3) 必要な部・事務所の設置
(4) 予算措置の統括
(5) 用地取得の統括
(6) 住民教育の統括 |
| 河川局 | : | (1) 河川管理の実施
(2) 河川および河川構造物の維持・管理
(3) 洪水警報の指示/発令
(4) 河川の調査・計画・設計
(5) 工事の発注に係わる仕様書の作成、入札、契約
(6) 工事管理
(7) 住民移転に係わる業務 |
| コミュニティ組織 | : | (1) 河川施設の維持管理業務の補助
(2) 洪水警報
(3) 水防活動 |

3.3 事業費

優先プロジェクトの事業費は総額104.4百万ブル(17.6億円相当)で、内訳は以下の通りである。

構造物対策事業費:

単位:百万ブル(億円)

	堰堤/調整池			河道改修			市街地 雨水排水	合計
	ケチェネ 堰堤	コストレ 調整池	バンティケトゥ 調整池	洪水防御壁 /護岸	河道掘削	付帯工事		
事業費	27.6 (4.65)	8.8 (1.49)	18.6 (3.14)	19.5 (2.39)	3.9 (0.66)	1.2 (0.20)	18.3 (3.08)	97.9 (16.52)

非構造物対策事業費:

単位:百万ブル(億円)

	氾濫原管理		災害時対応		合計
	河川区域の設定	住民教育	洪水警報システム	水防活動	
事業費	2.9 (0.49)	0.1 (0.01)	2.3 (0.39)	1.2 (0.21)	6.5 (1.10)

3.4 事業評価

優先プロジェクトは、保全面積43km²、裨益人口47万人(目標年2020年)と多く、経済的内部収益率は12.8%と高い。経済性や被害軽減による地域住民への貢献度が高い。住民移転は4軒と少なく、国立自然公園や遺跡等は本調査地域にはない等、本プロジェクトが自然環境に与える負の影響は少ない。

- (1) 年平均便益 : 1,360万ブル(計画目標年次2020年)
- (2) 経済的内部収益率 : 12.8 %
- (3) 便益-費用比(B/C) : 1.29
- (4) 保全面積 : 43km²
- (5) 裨益人口 : 47万人(目標年2020年)、20万人(1997年現在)
- (6) 自然環境への影響 : 負の影響は少ない。

上記に加え、住環境の改善や衛生環境の向上による民生の安定、首都機能の維持等の定量化できない多くの便益が期待できる。

3.5 実施計画

優先プロジェクトは一水系(パンティケツ水系)全体を対象とした一連の洪水制御計画であり、洪水制御施設は各々独立して計画されているものの、相互に関連性をもち、全体を実施することにより相乗効果が期待でき、はじめて計画洪水に対応できる洪水制御計画となる。従って、優先プロジェクトは複数の施設からなるが、これらを1パッケージとして全体を1つのプロジェクトとして実施するものとする。

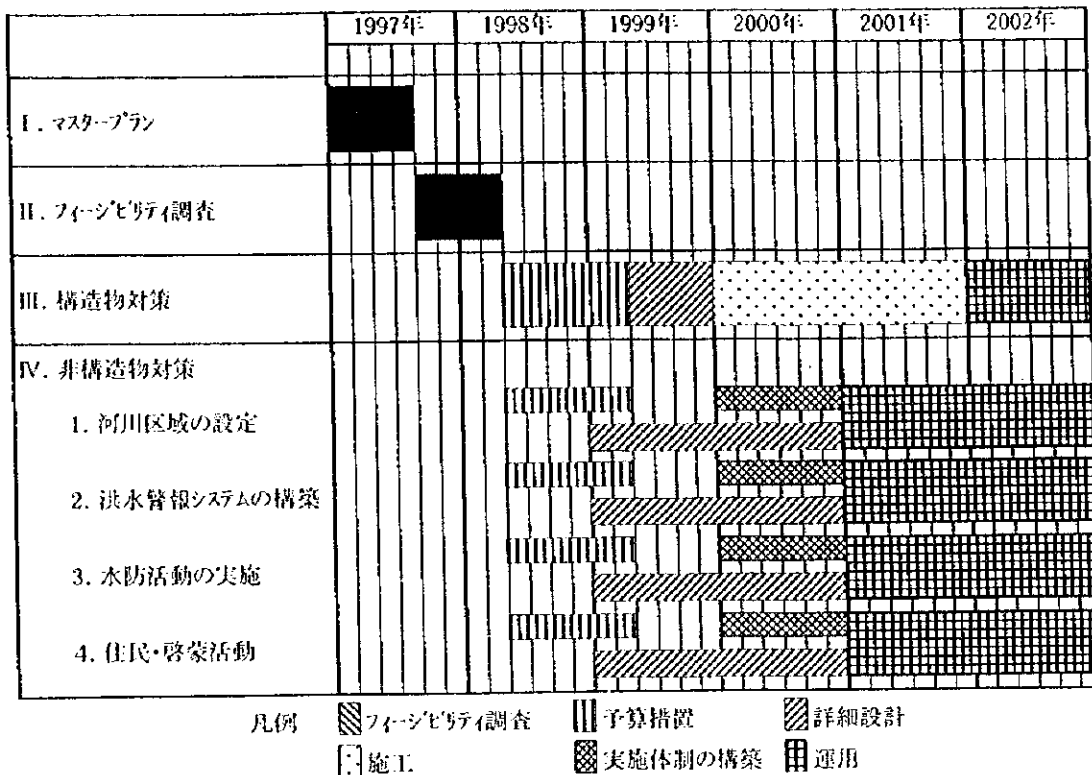


図 6 優先プロジェクト実施計画

4. 提言

(1) マスタープランの継続的实施

洪水による被害額は年々増加の傾向にある。洪水被害の大きい河川を対象とした優先プロジェクトをまず実施すべきである。引き続き事業実施優先順位に従い水系ごとに継続的に事業を実施することを提言する。

(2) 優先プロジェクトの早期実施

優先事業の経済的内部収益率は12.8%と高く、裨益人口は47万人と調査対象地域の総人口の11%を占める。当プロジェクトを実施することにより直接的な洪水被害の軽減のみならず人命の尊重、首都機能の維持、住民環境の改善、等民生安定上の効果は大きい。早期に優先事業を実施することを提言する。

エチオピア国
アディス・アベバ洪水制御計画調査

最終報告書
要約

目次

	頁
図 1 調査対象地域の位置図	i
図 2 氾濫区域図(30年確率洪水時)	ii
図 3 マスタープラン施設位置図	iii
図 4 優先プロジェクト位置図	iv
アディス・アベバ洪水制御計画調査概要	v
第1章 序論	1
1.1 はじめに	1
1.2 調査の目的	1
1.3 調査工程	1
第2章 調査の背景	2
第3章 調査対象地域の現況	3
3.1 地理・地形	3
3.2 気象	3
3.3 行政・組織	4
3.4 社会・経済	5
(1) 第14州の開発計画	5
(2) 社会	6
(3) 経済	7
(4) 土地利用	10
(5) 第14州政府の予算と諸外国の援助	11
(6) 住民移転対策	12
(7) 環境保護	12

3.5 河川の現況	15
(1) 河道状況	15
(2) 河道通水能	15
(3) 河川水の利用	16
(4) 河川構造物	16
3.6 洪水被害	16
3.7 市街地の雨水被害	17
第4章 計画基本条件	23
(1) 計画目標年次および洪水防御対象地区	23
(2) 計画対象河川	23
(3) 社会・経済	23
(4) 計画規模および計画高水	24
(5) 関連事業	25
第5章 マスタープラン	26
5.1 洪水制御計画	26
(1) 構造物対策	26
(2) 非構造物対策	27
5.2 事業費	28
5.3 組織・法制度	29
(1) 組織・体制	29
(2) 法制度	30
5.4 維持・管理	30
(1) 河川構造物	30
(2) 非構造物対策の施設	30
5.5 事業評価	30
5.6 実施計画	31
第6章 優先プロジェクトの選定	33
6.1 選定基準	33
6.2 優先プロジェクトの選定	33
6.2.1 構造物対策	33
(1) 優先水系の選定	33
(2) 優先プロジェクトの選定	34
6.2.2 非構造物対策	35
6.3 優先プロジェクト	36

第7章 フィージビリティ調査	37
7.1 計画条件	37
7.2 構造物対策	37
(1) 洪水制御施設	37
(2) 市街地排水計画	38
7.3 非構造物対策	41
(1) 河川区域の設定	41
(2) 洪水警報システムの構築	41
(3) 水防活動	42
(4) 住民教育・啓蒙活動	42
7.4 事業費	42
7.5 施工計画	43
(1) 工事数量	43
(2) 施工計画	43
7.6 管理・運営計画	44
(1) 管理・運営組織	44
(2) 新組織の業務	44
7.7 事業評価	45
(1) 社会・自然環境影響評価	45
(2) 便益	46
(3) 総合評価	46
7.8 実施計画	46
第8章 提言	50
本文中の図	
図 5 マスタープラン実施計画	vii
図 6 優先プロジェクト実施計画	xi
図 7 アディス・アベバの行政区分図	8
図 8 経済省組織図	9
図 9 調査対象地域の人口予測	6
図 10 国内総生産の推移	7
図 11 アディス・アベバ マスタープランの土地利用計画図	13
図 12 将来(2020年)の土地利用計画図	14
図 13 河川縦断図	18
図 14 調査対象流域模式図	20
図 15 アディス・アベバの洪水被害地域分布図	21

図 16	水系別の確率洪水被害額	22
図 17	降雨パターン図	24
図 18	計画降雨時間分布図	24
図 19	河川区域概念図	27
図 20	マスタープラン実施計画	32
図 21	市街地雨水排水計画(中央市街地地区)	40
図 22	新管理・運営組織	48
図 23	優先プロジェクト実施計画	49

巻末の付表・付図

付表

- | | | |
|-----|----|-------------------------|
| (1) | T1 | 国内総生産(GDP) |
| (2) | T2 | エティオピアおよび第14州の都市人口、農村人口 |
| (3) | T3 | 初期環境影響評価(IEE) |

付図

- | | | |
|------|-----|------------------------|
| (1) | F1 | 基本高水流量配分図(1/2)、30年確率洪水 |
| (2) | F2 | 基本高水流量配分図(2/2)、20年確率洪水 |
| (3) | F3 | 計画流量配分図(1/2)、30年確率洪水 |
| (4) | F4 | 計画流量配分図(2/2)、20年確率洪水 |
| (5) | F5 | 河道改修工事位置図 |
| (6) | F6 | バンティケトゥ調整池平面図 |
| (7) | F7 | コストレ調整池平面図 |
| (8) | F8 | ケチェネ堰堤平面図 |
| (9) | F9 | ケチェネ堰堤:下流面図及び縦断面図 |
| (10) | F10 | 築堤標準横断面図 |
| | F11 | 洪水防御壁標準横断面図 |
| | F12 | 護岸標準図 |
| (11) | F13 | 市街地雨水排水路標準横断面図 |

第1章 序論

1.1 はじめに

本最終報告書は、国際協力事業団とエチオピア国第14州政府との間で1996年10月11日に締結された「アディス・アベバ洪水制御計画調査」の実施細則に基づき、調査結果をとりまとめたものである。

1.2 調査の目的

本調査はアディス・アベバ市内を貫流するアカキ川支川の流域(流域面積:310km²)を調査対象地域とし、次の2点を目的として実施した。

- 1) アディス・アベバ市を貫流するアカキ川支川流域を対象に、計画目標年次2020年の洪水対策マスタープランを策定し、併せて優先事業に係わるフィージビリティ調査を実施すること。
- 2) 本調査を通じエチオピア側カウンターパートに技術移転を行うこと。

1.3 調査工程

調査団は1997年4月11日にインセプション・レポートを提出のうえ、調査実施方法等を第14州政府と協議し、その内容について双方合意した。調査は2段階(フェーズ1およびフェーズ2)で実施した。

フェーズ1調査は、1997年4月から1997年10月まで実施した。現地調査でアディス・アベバ市の気象・水文・地質等の自然条件、社会・経済状況、洪水被害とその発生機構等を明らかにすると共に、アディス・アベバ市を貫流する河川の洪水対策に係わるマスタープランを策定した。その中から構造物対策としてケチエネ川上流およびバンティケトゥ川の洪水対策を、また非構造物対策として氾濫原管理および災害時対応を優先プロジェクトとして選定した。マスタープランおよび優先プロジェクト選定の結果は中間報告書にとりまとめた。

フェーズ2調査は、1997年11月から1998年5月まで実施した。上記中間報告書を1997年12月9日に第14州政府に提出し、同報告書の内容について説明・協議を行い合意を得た。その後、上記優先プロジェクトに選定された構造物対策および非構造物対策のフィージビリティ調査を開始し、構造物対策および非構造物対策の詳細な計画を策定すると共にその実施可能性を検討した。

フェーズ1およびフェーズ2のすべての調査結果を最終報告書(案)にとりまとめ、1998年3月18日に第14州政府に提出、説明・協議を行い合意を得た。協議の結果および第14州政府のコメントを踏まえ、1998年5月に本最終報告書を作成した。

第2章 調査の背景

エチオピア国の国土面積は日本の約3倍にあたる112万 km²で、人口は1994年現在アフリカ第2位の55百万人である。1991年に暫定政府が樹立されるまでの15年間は社会主義体制が続いていた。暫定政府は従来の政策を転換し、民主主義、地方分権政策および市場経済の導入を基本政策とした新経済政策を推進した。1995年に成立した現政府はその政策を継承している。

アディス・アベバ市はエチオピア国の首都として、同国の政治・経済の中心であると共に内陸交通の要衝の地である。一方、アフリカ統一機構の本部が設置されており、同市は政治的にもアフリカにおいて重要な地位を占めている。

アディス・アベバ市はエチオピア国のほぼ中央部に位置し、エチオピア・プラトーと呼ばれる高原地帯の西域にある。同市の北側は標高3,000mを越えるイント山脈が走り、同山地を源流とするバンティケツ川、ケベナ川、ワルアカキ川、ウエストアカキ川およびハンク川の5水系(便宜上水系と呼ぶ)が市内を北から南へ貫流している。

同地域は6月から9月が雨期で、この時期にはしばしば集中豪雨が発生し洪水を引き起こしている。特に1978年、1994年および1995年には市内河川が大氾濫し、人命の損失、家屋の浸水・流失、橋梁等の河川関連構造物の損傷、交通途絶による都市機能の麻痺等、同市に深刻な被害を与えた。

アディス・アベバ市の人口は急激に増加しつつあり、1982年から1996年の14年間に1.2百万人から2倍の2.4百万人に達している。人口の増加に伴い、洪水による被害の危険度は年々増加の傾向にある。年平均洪水被害想定額は約24百万ブル(4.0億円相当)に達している。1978年の大洪水を契機とし、1982年同市の中央部を対象に洪水制御計画が立案されたが、実現には至らなかった。

このような状況からエチオピア政府は日本政府に対し、同市の洪水制御計画マスタープラン策定の技術協力を要請した。この要請を受け、日本政府は1996年国際協力事業団による事前調査団を派遣し、エチオピア政府の要請内容を確認すると共に、同年10月11日に第14州政府と国際協力事業団は「アディス・アベバ洪水制御計画調査」の実施細則を締結した。

同実施細則に基づき、本調査は1997年3月から1998年5月にかけて実施された。

第3章 調査対象地域の現況

3.1 地理・地形

アデイス・アベバ市は、エチオピア・リフトと呼ばれる高原地帯の西域にあるイントト山地南側斜面の標高2,700mから2,350mに広がっている。同市内にはイントト山地を源流とするパンティケトゥ川、ケベナ川、リトル・アカキ川、ウエスト・アカキ川、ハンク川の5水系の河川が貫流している。同市内を流れる河川の流域面積は310km²である。

調査対象地域の周辺では約2千万年前に地殻の隆起により高原台地が形成された。アデイス・アベバ市の南方約100kmには、このとき形成されたエチオピア・リフトバレーと呼ばれる大地溝帯が南北方向に走っている。調査対象地域の地質は主に火成岩に分類される玄武岩が基盤岩として広く分布しており、その風化土が薄くその表面を覆っている。表土は一般に調査対象地域の西側に厚く堆積し、ここに位置する河川(ウエストアカキ川)は比較的深い渓谷を形成している。一方東側にある河川の河道は概して浅い。

調査対象地域の東側は市街地や居住地域が集中している。一方イントト山地および調査対象地域の西側は、森林、畑、牧草地、等の緑地である。玄武岩の風化土は植物の生育に適しており、山地にはユーカリや針葉樹の森林がある。また市街地ではブーゲンビリアやジャカランダ等の花木もみられる。

3.2 気象

調査対象地域は赤道帯に位置するが、標高が高いため温帯・多雨地帯に属する。アデイス・アベバ市内にある気象観測所の記録によれば、同市の年間平均気温は22.6度(平均最高気温は3月で24.3度、平均最低気温は12月で7.7度)、年間平均降雨量は1,178mmである。

同地域の主雨期は6月から9月で、月間122mmから278mmの降雨があり、この期間に年間降雨量の約70%が集中する。4月は小雨期と呼ばれ95mm程度の降雨がある。その他の期間は乾季であるが、多少の降雨がみられる。1日の最大降雨量は93.5mm(1978年)と記録されている。

風は北東風が卓越するが、赤道に近いことから風は等高線に直交して吹き込むため強い低気圧が発生し得ず、月平均風速は0.4m/秒～1.0m/秒と弱い。

アディス・アベバの気象記録 (アディス・アベバ観測所)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	月平均	合計
降雨量(mm)	17	39	68	95	76	122	254	278	174	37	8	11	-	1,178
最高温度 (°C)	23.1	23.9	24.3	23.9	24.3	22.8	20.4	20.3	21.0	22.2	22.4	22.5	22.6	-
最低温度 (°C)	8.4	9.7	11.0	11.7	11.8	10.9	11.0	10.9	10.7	9.4	8.2	7.7	10.1	-
蒸発量(mm)	149	121	136	113	120	83	74	77	93	159	171	149	-	1,445
風速(m/秒)	0.9	0.8	1.0	0.8	0.9	0.5	0.5	0.4	0.5	1.0	0.8	0.8	0.7	-

出典:エチオピア気象庁(NMSA)

アディス・アベバの年最大雨量 (アディス・アベバ観測所)

年	60分	1日	年	60分	1日
1951	-	32.7	1974	45.3	62.5
1952	-	39.5	1975	20.6	28.9
1953	-	50.6	1976	21.6	48.6
1954	-	54.9	1977	44.3	59.4
1955	-	42.5	1978	63.1	93.5
1956	-	72.6	1979	23.0	50.6
1957	-	59.8	1980	31.3	36.3
1958	-	55.2	1981	23.8	58.0
1959	-	43.2	1982	31.9	41.4
1960	-	32.9	1983	24.8	50.1
1961	-	38.1	1984	44.3	55.4
1962	-	53.0	1985	26.8	43.2
1963	-	56.2	1986	32.0	83.8
1964	-	51.0	1987	48.2	56.8
1965	-	58.6	1988	24.4	35.5
1966	-	57.8	1989	34.9	49.2
1967	-	39.0	1990	18.8	39.6
1968	-	88.0	1991	20.3	47.3
1969	32.5	51.0	1992	20.5	51.4
1970	73.2	87.7	1993	38.8	53.5
1971	39.1	42.1	1994	38.8	53.5
1972	22.8	25.1	1995	58.0	85.3
1973	28.8	47.1	1996	25.0	67.0

出典:エチオピア気象庁(NMSA)

3.3 行政・組織

エチオピア国の行政区分は9州とアディス・アベバ市およびディレ・ダワ市の2特別市からなる。第14州政府(アディス・アベバ市)の行政区分は大きく6地域(Zone)、更に28地区(Wereda)に分割され、その下部組織として305郡(Kebele)と23農業共同組織に細分化されている(図7参照)。

第14州政府の行政組織では、州知事(市長)の下に副知事と秘書官を置き、副知事は社会省と経済省を統括し、秘書官は行政省と地域省を統括している。経済省は7局と4特別事務所(室)から構成される(図8

参照)。洪水対策室(Addis Ababa Flood Control and Prevention Office)はこの4特別事務所の1つである。洪水対策室は各省・局の代表者で構成される洪水対策委員会(Steering Committee)により統括・管理され、緊急洪水対策の実施機関である。

洪水対策室は1994年に設立され、緊急洪水対策の調査・計画および実施と洪水被害地区住民の移転計画等を担当している。1997年現在の職員数は14名で、そのうち技術者は6名である。現洪水対策室は、法制度上は恒久対策としての河川計画・河川管理の業務遂行の権限は保持していないが、暫定的にその権限が付与され、本調査において直接の担当窓口となった。現在第14州政府は、法制度に基づく洪水対策の新組織設立の準備を行っている。

3.4 社会・経済

(1) 第14州の開発計画

エチオピア政府は社会・経済中期5か年計画(1995-2000年)を策定し、経済成長の加速、平和と安定および民主政策推進という3つの目標を設定し、着実にその政策を押し進めている。その中で経済成長に関しては、年率7-10%の経済成長を目標としている。その達成のため、各関係官庁により公共投資計画の策定が進められている。また、第14州政府は開発5か年計画(1997/98-2001/02)の策定を検討している。計画は生活水準の改善、社会資本の整備、環境保全、教育や保険制度の充実、民主化の推進等多岐に及んでいる。洪水制御も開発の重要課題の一つとして位置づけられており、洪水制御マスタープランや緊急事業の計画策定も含まれている。また、洪水常習地区の明確化や住民移転のための調査実施等も計画されている。

第14州政府は、2006年を計画目標年として1986年に長期総合計画(Addis Ababa Master Plan)を策定した。現在はこの計画に基づいて第14州の開発を進めている。内容は都市機能の整備・発展に必要な人口政策、土地利用計画、農・工業振興計画、住宅計画、都市計画等、多岐にわたっている。

現在第14州政府が実施中または実施を計画している主な水資源関連開発プロジェクトは16プロジェクトで、このうち14プロジェクトは上水道関連事業である。その事業費総額は約3,700百万ブル(約666億円相当)である。このように第14州政府は将来の飲料水および工業用水の需要増を考慮した大規模な水供給計画を立案しているが、その実現には膨大な事業費が必要であり、外国からの融資・援助が必須であると思われる。

エチオピア国は約27万 kW の電力を開発しており、エチオピア電力公社が統括し運営・管理している。主力電源は水力発電でディーゼルおよび地熱発電が補助的に利用されている。アディス・アベバ市は国内最大の電力消費地域であるが、一人当たりの消費量はまだ低水準にある。しかし、工業化による急速な経済成長を目指しており、電力消費は急激な拡大が予想される。水資源の有効利用とクリーンエネルギーの観点から、今後も水力主体の電源開発が継続されるものと思われる。

近年、第14州政府の農業局等により、土壌流出の防止、在来種樹林の復元、薪・木材の供給等を目的とした植林事業が実施されている。洪水制御計画の非構造物対策の一つである流域保全計画との連携が可能と思われる。現在実施中の事業としてはアデイス・アベバ木材供給組合 (Fuel Wood Development and Marketing Organization) によるイント山腹5,000haを対象とした植林事業がある。この事業の主たる目的は燃料用の薪を計画的に植林し切り出すことである。

(2) 社会

エチオピア国の総人口は1994年現在54.9百万人と推定され、最近10年間の年平均伸び率は2.6%である。第14州の人口は1994年現在2.1百万人で最近10年間の年平均伸び率は3.5%と全国年平均伸び率を大きく上回っている。調査対象地域の人口は1997年現在1.8百万人と推定され、計画目標年次の2020年には4.4百万人に達するものと見られる(図9参照)。

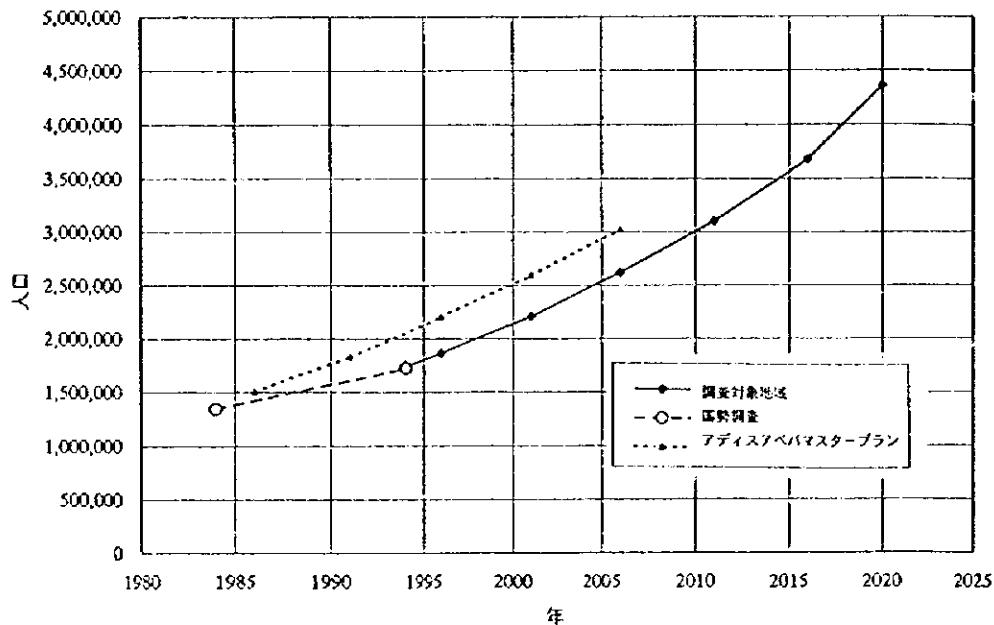


図 9 調査対象地域の人口予測

エチオピア国は70の部族と280の異なる言語をもつ多民族国家である。第14州最大の部族はアムハラ族で総人口の48%を占め、次いでオロモ族の19%である。宗教は第14州の総人口の82%がキリスト教徒 (Ethiopian Orthodox Union Church)、13%がイスラム教徒である。

教育制度は6・2・4年制で、更に大学がある。第14州の小学生は1994年現在約33.1万人で、都市地域の就学率は85%である。一方、農山村地域は37%と低くその格差は大きい。中・高生の就学率は年々高くなっている。

(3) 経済

エチオピア国の国内総生産高(GDP)は1994/95年現在34,063百万ブル(約6千億円相当)で、1人当たりのGDPは609ブル(約1万1千円相当)である。最近10年間のGDPの年平均伸び率は3.8%であるが、1人当たりの年平均伸び率は10.5%と逆にGDPの年平均伸び率を大きく下回っている(1980年～1994年の国内総生産および年平均伸び率は巻末付表T1参照)。

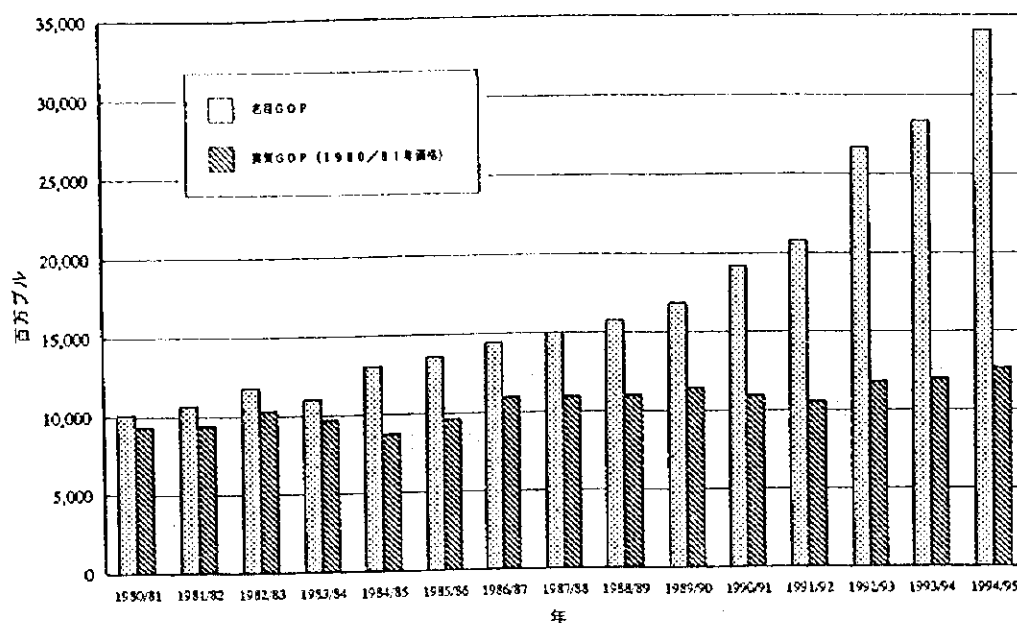


図 10 国内総生産の推移

1997年現在、第14州の地域内総生産(GRDP)に関する公式報告はない(現在市で算定中)。しかし、第14州の世帯数と一世帯当たりの平均的所得から推定すると調査対象地域のGRDPは1997年現在で1,370百万ブル(約231億円相当)、1人当たりのGRDPは760ブル(約1万3千円相当)と算定される。また計画目標年次の2020年には、GRDPは8,150百万ブル(約1,370億円相当)に達するものと予想される。

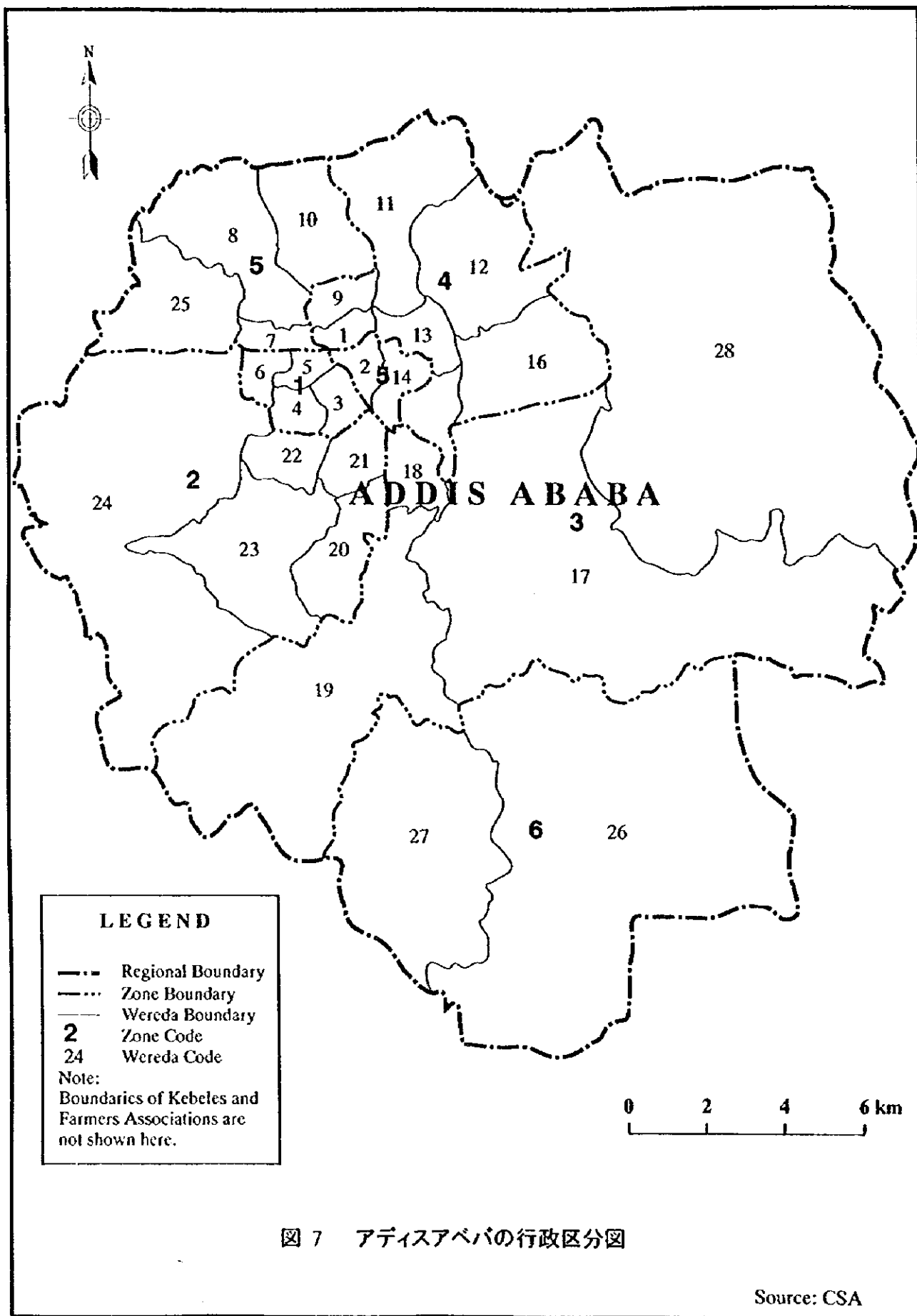


図7 アディスアベバの行政区分図

Source: CSA

エチオピア国の社会・経済中期5か年のなかで、農業はエチオピア経済の根幹をなすものであると述べられている。エチオピア国の総人口の85%は農作物や牧畜等の農業生産に従事している。第14州の農業生産面積は170km²で、その65%が耕地で17%が牧草地である。

エチオピア国の工業は砂糖生産が最大で、次いで綿織維製品生産である。しかし、最近ではセメント・ブロック製品や鉄筋等の工業産品が年々増加しつつある。第14州の南部は工業地域として発展しつつあり、織維工場、鉄工所、コンクリート製品工場、等が建設され、その産品は第14州の需要を満たすと同時にエチオピア各地に供給されている。

エチオピア国の最大輸出産品はコーヒーで、1996年には全輸出額の62%を占めている。年により変動はあるが年間4.5万トンから10.2万トン、総収穫量の80%から90%が輸出に当てられている。次いで、皮および皮製品の8.8%、金の11.4%である。

第14州では、1986年から1995年の10年間でみた年平均物価上昇率は7.5%と大きいですが、最近4年間平均では3.9%と比較的安定している。

(4) 土地利用

第14州の総面積は510km²で、このうち36%に相当する185km²が住居地区、49%に相当する250km²が森林や牧草地である。一方商業地区は3km²と小さい(図11参照)。

土地利用区分		面積(ha)	比率
1.	Existing Built-up Residential Area	8,051	15.7%
2.	Residential Expansion	10,445	20.4%
3.	Party, Government and Public Institutions	2,617	5.1%
4.	Higher Education and Applied Research Center	247	0.5%
5.	Commercial and Business Center	303	0.6%
6.	Transport Related Activities	1,759	3.4%
7.	Zonal Offices	324	0.6%
8.	Industrial	2,269	4.4%
9.	Embassies	238	0.5%
10.	Green Area	14,850	29.0%
11.	Wood Land	1,662	3.2%
12.	Functional Green for Permitted Use	8,518	16.6%
	Total	51,284	100.0%

出典: General Land Use Scheme of Proposed Core Area of the Addis Ababa City, National Urban Planning Institute

第14州の土地利用は先に述べた長期総合計画に沿って実施されている。それによれば、現在の市街地は西側へ更に2-3km 拡張し、調査対象地域の外側である南の地域は主に工業地区として発展する。アディス・アベバ市の水源地帯である調査対象地域の西側は、行政区分が異なるため長期総合計画には含まれていないが、将来もほぼ現状の森林や農地が維持され、現在の土地利用形態に大きな変化はないものと予想される。従って、人口増の多くの部分を現アディス・アベバ市街地で吸収することとなり、市街地は現在よりさらに過密化することが予想される。

以上より、計画対象年次2020年の調査対象地域の市街地は、現在の168km²から200km²に拡大し、逆に緑地(農地、牧草地、森林等)は現在の142km²から110km²に減少するものと予想される(図12参照)。

(5) 第14州政府の予算と諸外国の援助

第14州政府の1996/97年度および1997/98年度の予算を下記に示す。

	計画			実施		
	通常予算	開発予算	合計	通常予算	開発予算	合計
単位:百万ブル						
1996/97						
第14州	285.2	426.9	712.1	272.0	246.3	518.3
経済省	35.7	392.1	427.8	34.9	228.0	262.9
洪水対策室	--	7.6	7.6	--	0.7	0.7
1997/98						
第14州	332.0	378.2	710.2	--	--	--
経済省	57.0	330.7	387.7	--	--	--
洪水対策室	--	4.0	4.0	--	--	--

出典:第14州財務局

第14州の予算は1996/97年度、1997/98年度共に約7.1億ブル(約120億円相当)である。そのうち、経済省の予算は1996/97年度が4.3億ブル(約72億円相当)、1997/98年度が3.9億ブル(約65億円相当)である。一方、洪水対策室には1996/97年度に760万ブル(約1.3億円相当)が、1997/98年度には400万ブル(約7千万円相当)が計上されている。

1996/97年における第14州の経済省の開発予算を資金源別に示す。

1996/97年予算 (資金別)	第14州				経済省			
	計画		実施		計画		実施	
	百万ブル	%	百万ブル	%	百万ブル	%	百万ブル	%
1. 第14州政府歳入	293.6	69	196.4	80	276.3	70	186.7	82
2. 外国からのローン	83.3	20	28.1	11	76.9	20	23.8	10
3. 外国からの援助/贈与	37.3	9	18.4	7	26.2	7	14.6	6
4. その他の資金	12.7	3	3.4	1	12.7	3	2.9	1
合計	426.9	100	246.3	100	392.1	100	228.0	100

出典:第14州財務局

1996/97年における経済省の開発予算392.1百万ブルの内、76.9百万ブルは外国からのローン、26.2百万ブルを外国からの援助/贈与と予定していた。しかし、実施額ではそれぞれ23.8百万ブルおよび14.6百万ブルにとどまっている。開発予算のうち約60%は水供給および下水道整備にあてられている。

(6) 住民移転対策

プロジェクトの実施に当たり、住民移転対策は第14州政府にとって大きな問題である。第14州では移転者が自己の家を所有している場合は、移転に伴い家屋に対する補償を受けることができ、この補償金により家を新築したり借りることができる。現行制度では家屋所有者の移転問題は少ない。

一方、移転者が自己の家を所有せず借家の場合は、移転に対する補償金は支払われない。代わりにに政府が用意した新しい家や土地が提供されるが、家賃を支払えなかったり、家を新築できない場合が多いことが問題となっている。

第14政府はこのような問題を解消するため、借家の移転者を対象とし「家の維持費は政府負担とし家賃を安くする。更に移転者が所定の家賃を支払えない場合は、その不足分は政府負担とする。」という新しい住民移転制度を準備している。現時点では知事の決済待ちにある。

(7) 環境保護

エチオピア国政府は環境庁(National Environmental Protection Authority)を設立し、これに従い第14州政府は環境保護局を新設した。エチオピア国政府は1997年4月に環境保護基本政策を制定し、現在はこれに基づいた法案細則を検討している。

エチオピア国全土には、自然保護の観点から4地域が国立自然公園に指定されている。また、エチオピア国は長い歴史があり全国各地に遺跡が数多く見られる。しかし、それらは全て本調査対象地域外である。

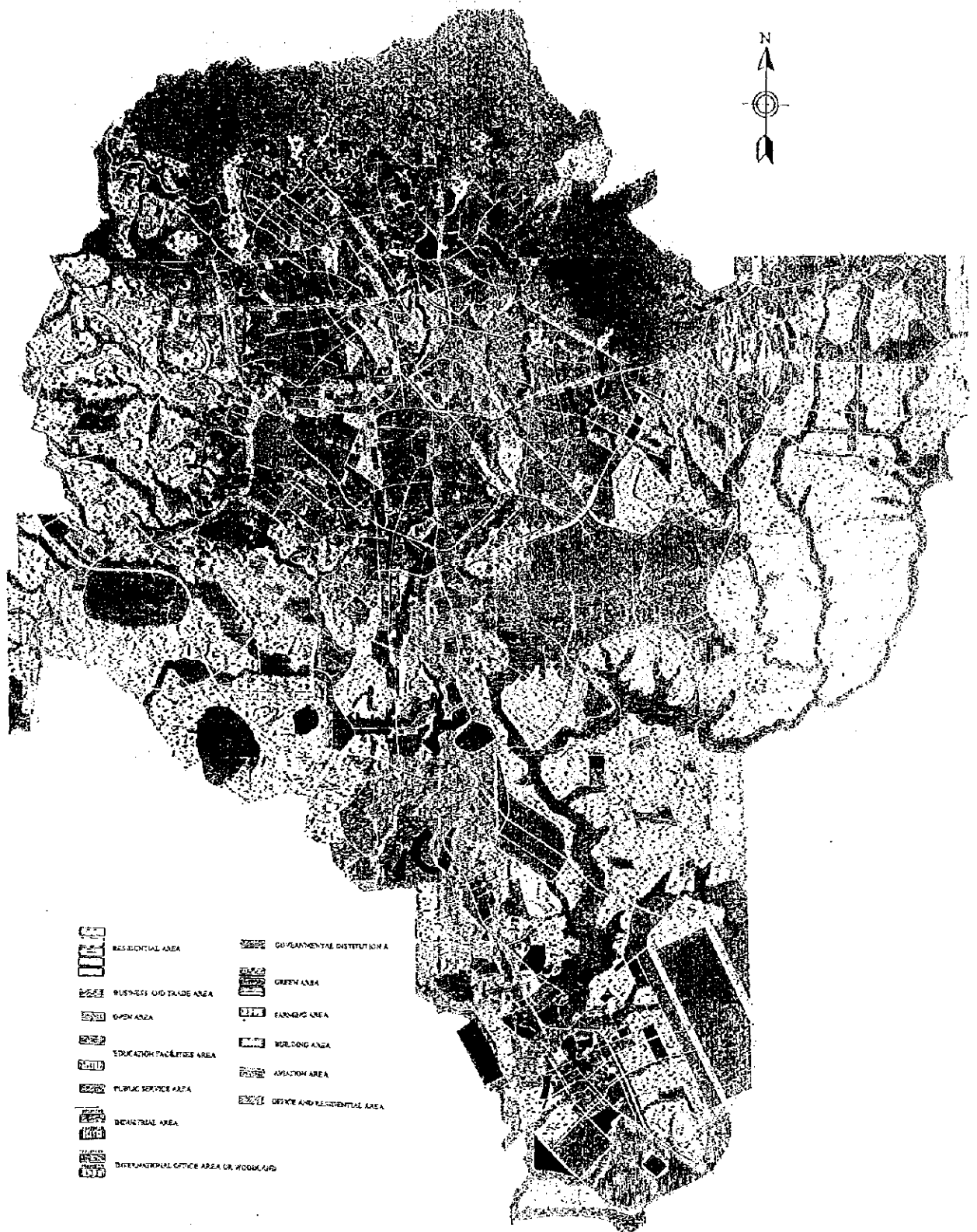


図 11 アディスアベバ・マスタープランの土地利用計画図

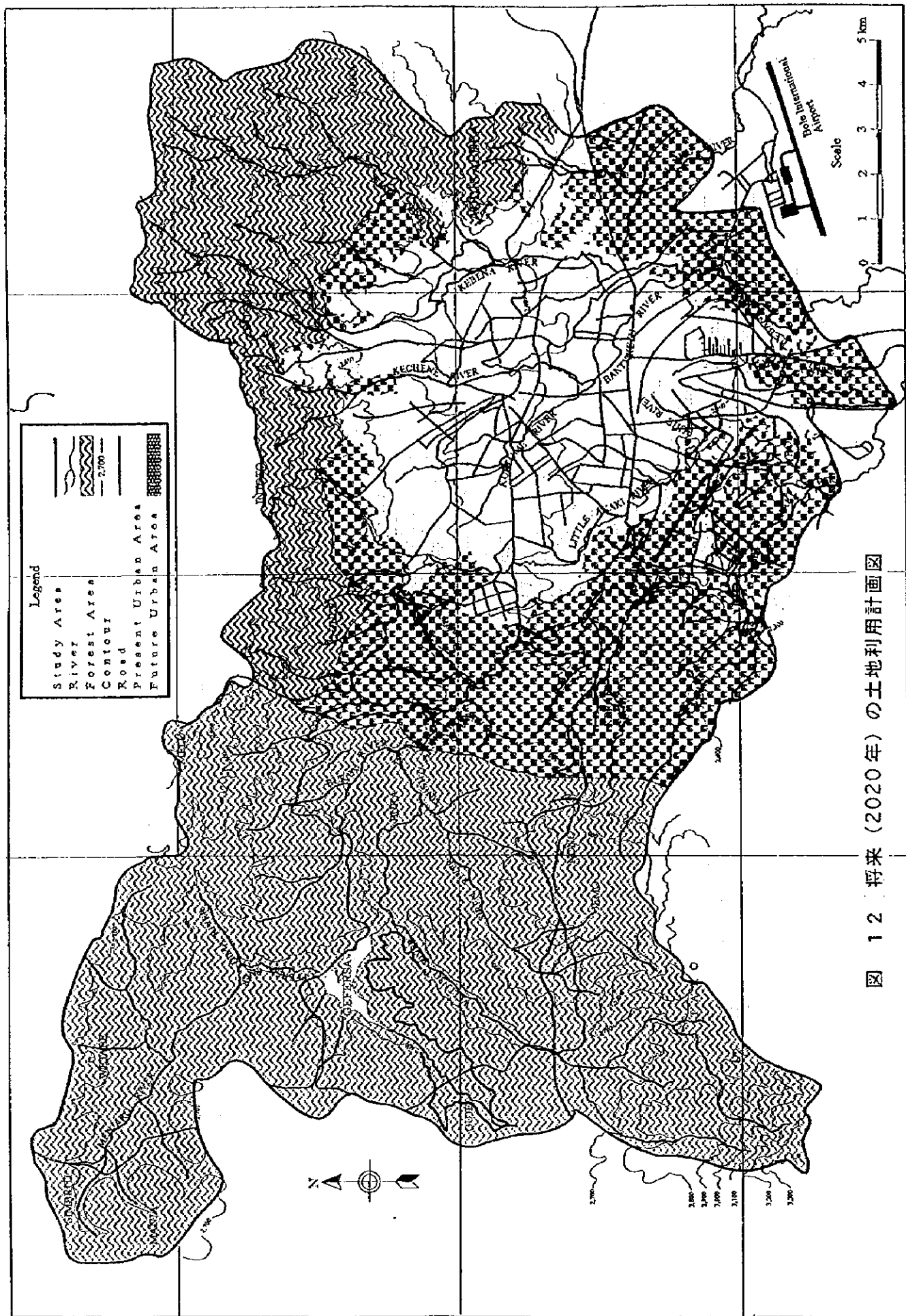


図 12 将来 (2020年) の土地利用計画図

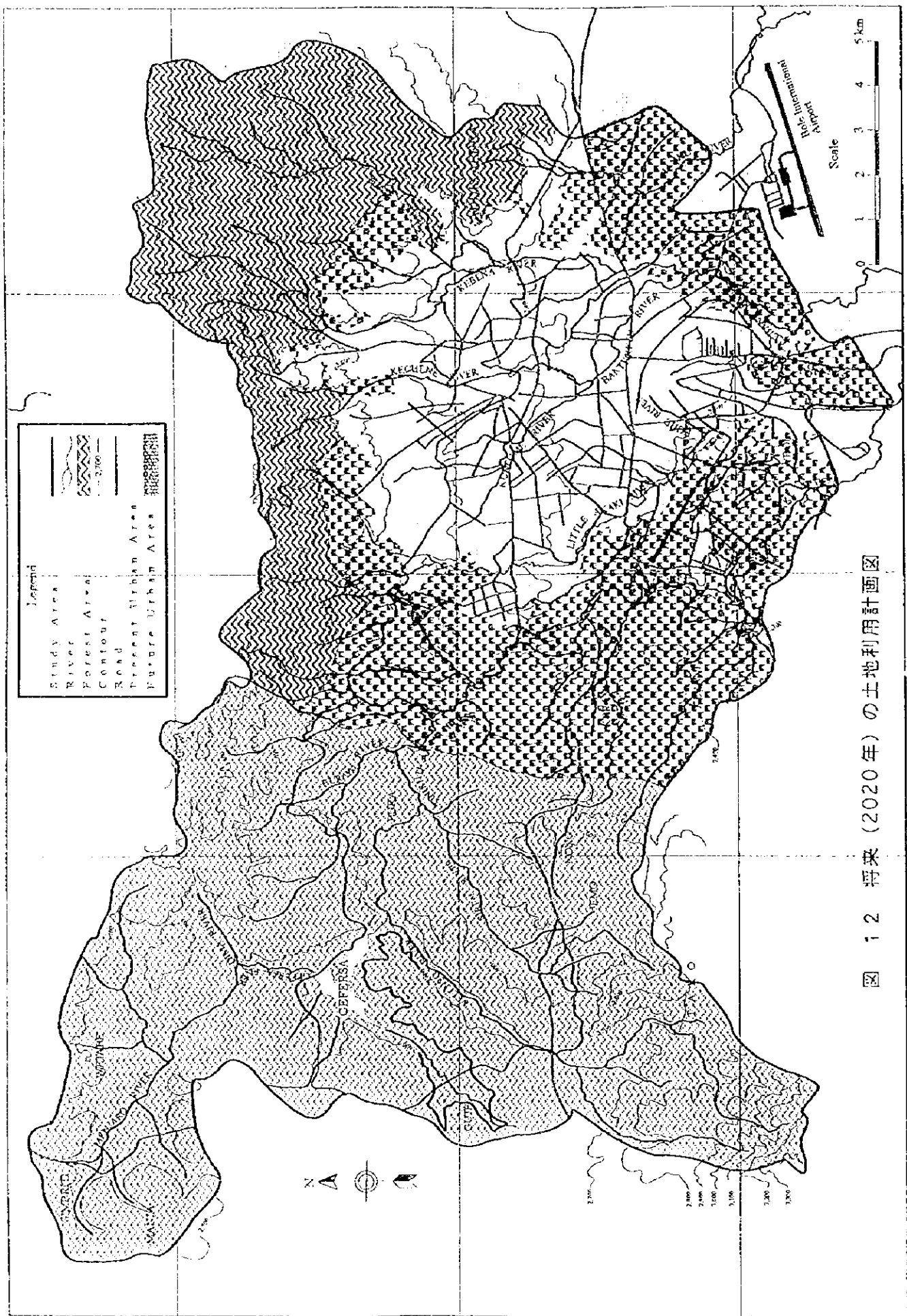


図 1 2 将来 (2020 年) の土地利用計画図

3.5 河川の現況

(1) 河道状況

市街地を流れる河川の両岸は基盤岩の上に薄く堆積した土砂で構成されている。合流点や部分的に河道が大きく広がった河床には粒径の粗い砂礫が堆積しているが、大部分の河床は概して岩盤が露頭している。河川勾配は1/20-1/100と急流で、洪水時の流速は4m/秒以上と早い(図13参照)。従って、洪水時は水衝部の河岸の洗堀、崩壊が激しい。

河道は急勾配で洪水時の流速は早く、河道の土砂掃流力が大きいので、河道に流入した土砂は全て下流に掃流され、市街地の河道は土砂の堆砂は認められず、河床の変動は見られない。

(2) 河道の通水能

アデイス・アベバ市の市街地には5水系、7河川が貫流している(図14参照)。各河川の通水能と、降雨から求めた確率洪水は次の通りである。

水系/河川	通水能(m ³ /秒)	確率洪水(m ³ /秒)				
		2年	5年	10年	20年	30年
バンティケトゥ水系						
-ケチェネ川	50-250	65	90	105	120	130
-クルトゥメ川	30-150	50	70	85	95	100
-バンティケトゥ川	30-300	120	160	190	215	230
ケベナ水系						
-ケベナ川	150-800	200	280	320	370	400
リルアカキ水系						
-リルアカキ川	50-300	110	145	170	195	215
ウエストアカキ水系						
-ウエストアカキ川	400-800	280	380	450	510	550
ハンク水系						
-ハンク川	20-150	50	65	75	90	95

ケチェネ川とクルトゥメでは局所的に通水能が2年確率洪水以下となる場所があるものの、計画対象区間の大部分で通水能は10年確率以上である。一方、バンティケトゥ川では計画対象区間の半分以上において通水能は5年確率洪水以下である。

ケベナ川ではバンティケトゥ川との合流点より上流約3kmまでの区間は、その大部分で通水能が7年確率洪水以下であり、局所的に2年確率洪水以下の場所もみられる。

リトルアカキ川の中流域(ウエストアカキ川合流点から上流3～9kmの区間)は家屋の密集地区であり、通水能は2年確率洪水以下である。一方、ウエストアカキ川では計画対象区間の大部分で、通水能は20～30年確率洪水以上である。

ハンク川の下流区間では通水能が2年確率洪水以下となるが、この付近は自然遊水池として機能しており土地利用も進んでいない。

(3) 河川水の利用

河水は上水道用水、農業用水、工業用水および生活用水に利用されている。調査地域にあるウエストアカキ川上流のグフェルサ貯水池は、日量2.5万 m³ の飲料水を市に供給している。農業用水は川の自然流量を利用し、5地域223haに灌漑している。

(4) 河川構造物

貯水容量約5百万 m³ をもつグフェルサダム(流域面積:57km²)は1938年に建設され、貯水池およびダムは上下水道公社(Addis Ababa Water Supply and Sewerage Authority)が運用・管理している。

洪水防壁や護岸は、主要河川を対象とし(主にリトルアカキ川)洪水対策室が2年前から建設を開始し、1997年現在まで約1,400m の洪水防壁を建設している。洪水対策室が設立される以前は、洪水防壁や護岸施設は河岸の家を守るため住民により建設されていた。従って、現在の河川構造物は公共施設と私有施設がある。

河道には17箇所の農業用の取水施設が建設されている。そのうち15取水施設はリトルアカキ川とウエストアカキ川の下流部にあり、他の2取水施設はバンティクトゥ川下流にある。この他、1鉄道橋、約150道路橋、および上下水道用の水管橋等が川を横断している。

河川を横断する橋梁の中には、所々に径間を狭めて河積を小さくしたものがある。洪水時にはこれらの橋の上流に河水を貯留することにより下流側の急激な流量の増加を軽減し、また水面勾配を緩やかにし流速の低減効果を期待したものと推察される。従って、橋の改築に当たっては、単に計画高水の流下能を持たせれば良いと言うだけでなく、その下流河道の流量増や流速増等の影響に対する慎重な検討が必要と考えられる。

3.6 洪水被害

過去、流域に大被害をもたらした洪水は1978年、1994年、1995年の3回報告されている。1978年の洪水では主にバンティクトゥ川沿いの住民が大きな被害をうけ、1,255家屋の流出・冠水、12名の死者を出した。1994年の洪水ではバンティクトゥ川およびリトルアカキ川沿岸の住民が大被害をうけ、1,954家屋の流出・

冠水等の被害があった。1995年の洪水被害の公式発表はないが、流域住民調査の結果から大きな被害があったものと推察される(図15参照)。

洪水発生 の直接原因は河道の洪水流下能の不足に起因すると言えるが、本来の河川区域に多くの家屋が侵入したことが被害を更に大きくしている。また、河岸の浸食或いは局部洗掘による家屋の流失も報告されており、洪水の流速が早い(4m/秒以上)ことも大きな被害発生原因の一つと言える。公式発表はないが、洪水被害は毎年発生しているものと推察され、年平均洪水被害想定額は24百万ブル(約4.0億円相当)と見積もられる。

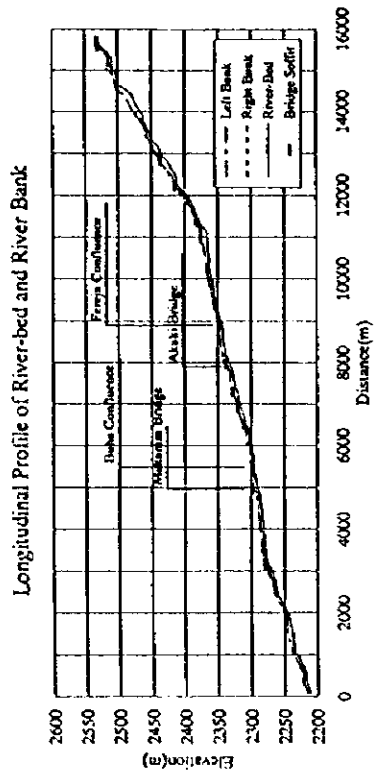
1997年および2020年における水系別の各確率洪水に対する想定被害額を図16に示す。

3.7 市街地の雨水被害

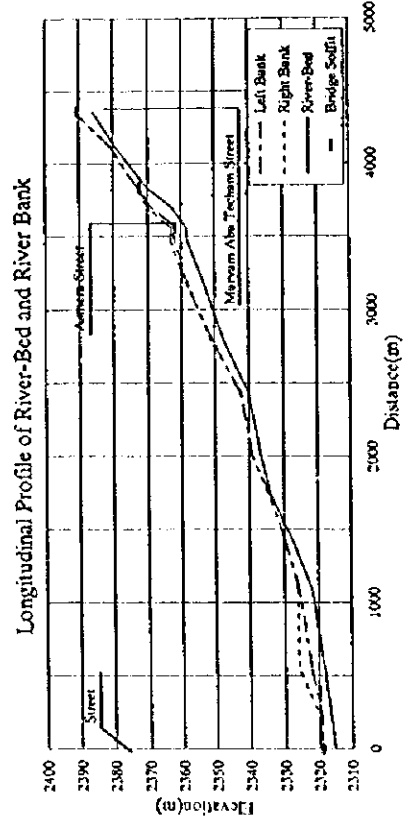
市街地は雨水排水施設が十分に整備されておらず、また施設の維持・管理が不十分なため、その機能が損なわれている。このため、市街地の低地部では雨水排水不良による湛水被害が頻発しており、家屋の浸水や交通遮断等、市民生活へ影響を及ぼしている。

特に、中央市街地区であるケチェネ川とクルトゥメ川が合流するバンティケトゥ川兩岸一帯は周辺地区より低地で、豪雨時には雨水が集中し排水不能となる。また、同地区は常習的な洪水の氾濫地帯でもある。従ってこの地区ではバンティケトゥ水系の洪水対策が実施され、洪水被害が軽減されたとしても、なお雨水による湛水被害は依然として残る。

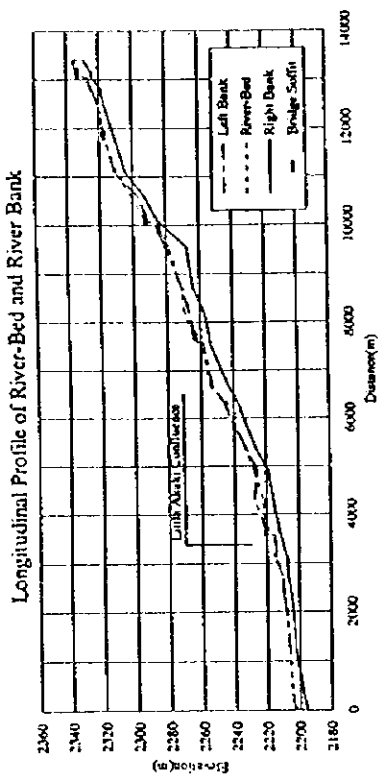
本調査は市街地全域の雨水排水対策の立案は対象としていないが、洪水制御の効果をより高めるため、同地区の雨水排水対策をも含め、洪水制御計画を策定する。



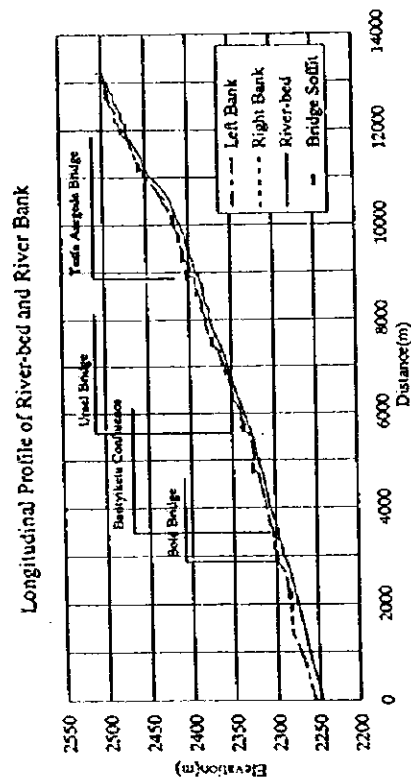
リトルアカネ川



ハンク川

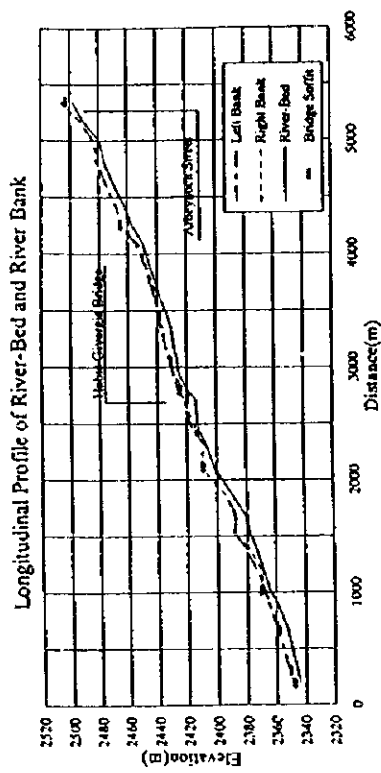


ウエストアカネ川

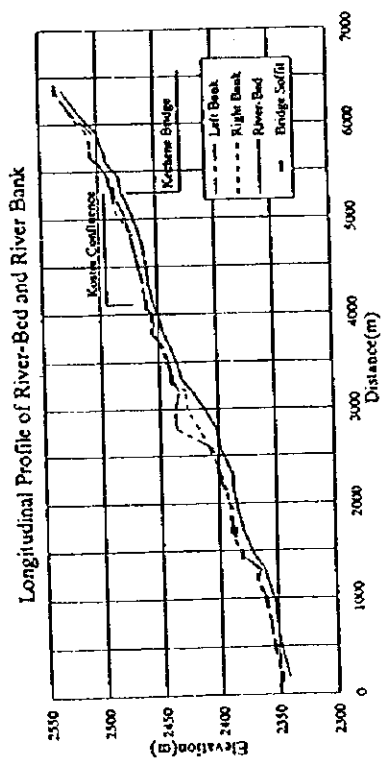


ケベナ川

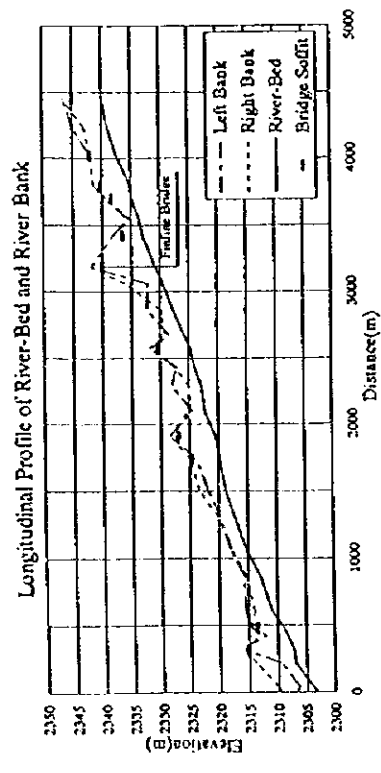
図 13 河川縦断面図 (1/2)



クルトクメ川



ケチエネ川



バンタイケツ川

図 1 3 河川縦断面図 (2 / 2)

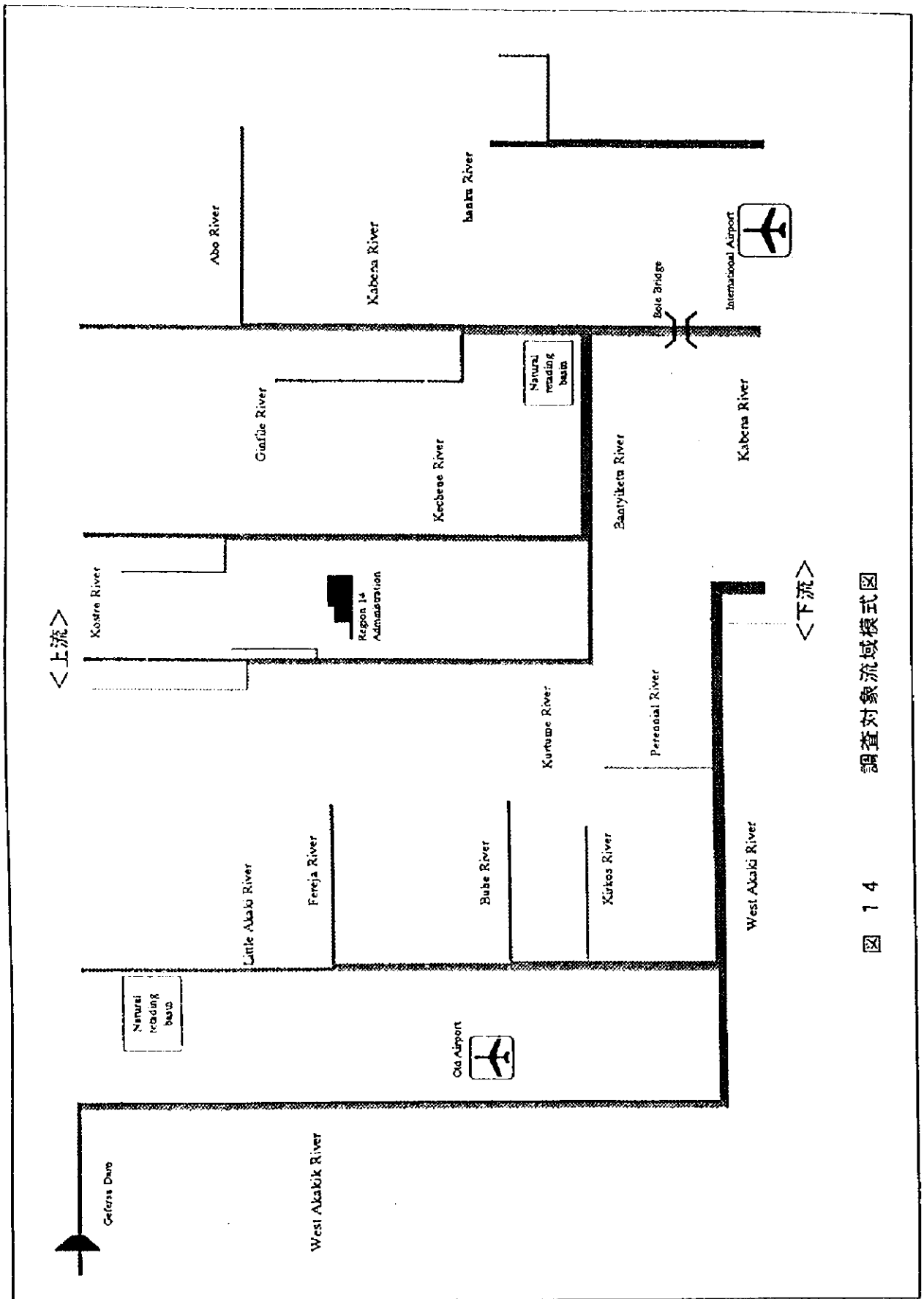


图 1 4 调查对象流域模式图

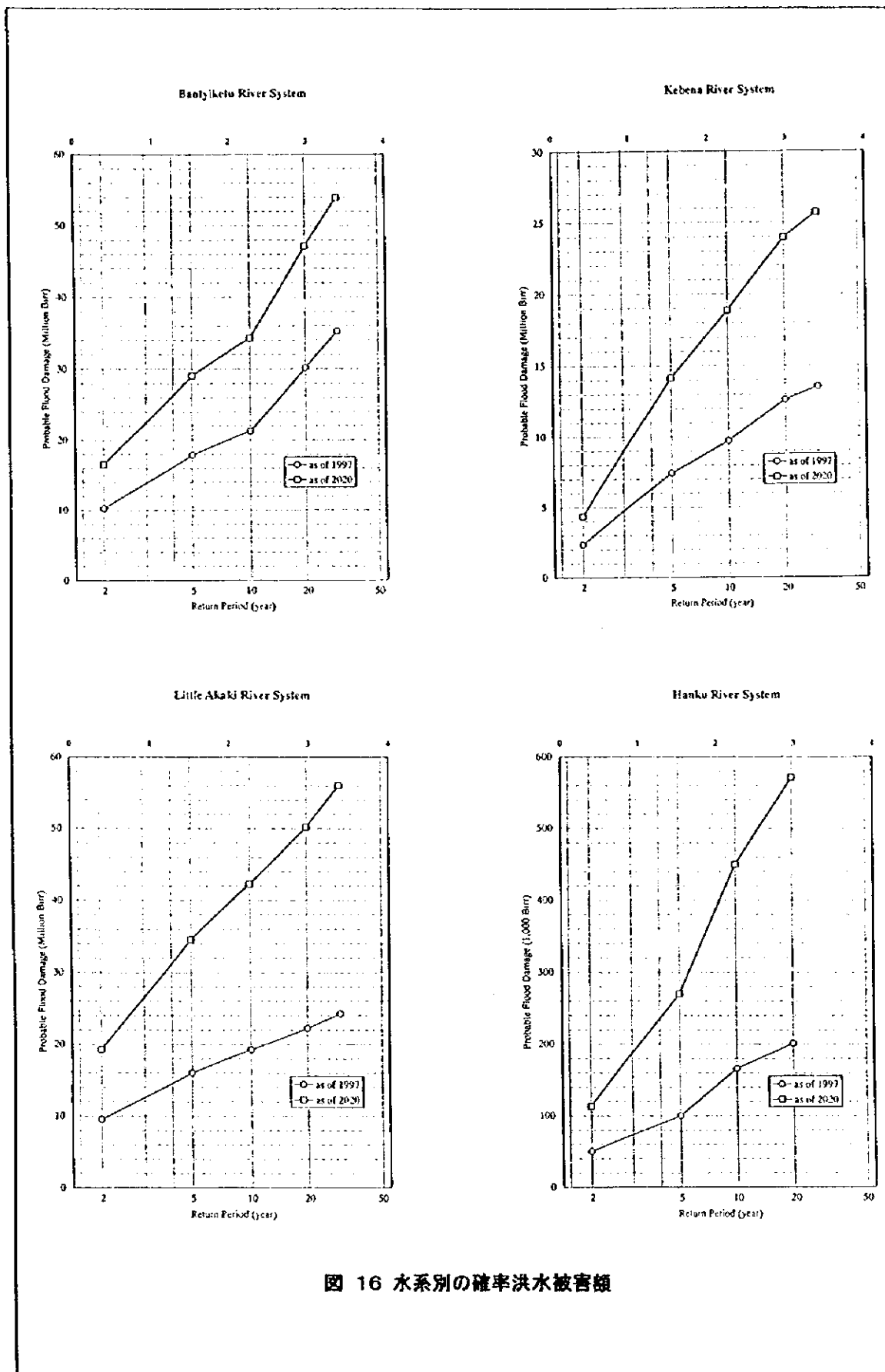


図 16 水系別の確率洪水被害額

第4章 計画基本条件

洪水制御計画マスタープラン策定および優先プロジェクト選定の基本的な諸条件を次のように設定する。

(1) 計画目標年次および洪水防御対象地区

計画目標年次	: 2020年
調査対象地域	: アデイス・アベバ市街地を流下するアカキ川支川流域 (310km ²)
洪水制御計画対象地区	: アデイス・アベバ市街地 (168km ²)
市街地雨水排水対象地区	: 中央市街地区(低地地区) (2.61km ²)

(2) 計画対象河川

調査対象地域の総面積は約310km²である。洪水制御計画対象地区の主要河川名および河川の概要は次表の通りである。

水系/河川	流域面積(km ²)	主流延長(km)	平均川幅(m)	河床勾配
バンティケトゥ水系				
－ケチェネ川	13.6	11.2	15	1/20－1/50
－クルトゥメ川	10.3	9.3	10	1/20－1/50
－バンティケトゥ川	5.4	4.5	20	1/100
ケベナ水系				
－ケベナ川	69.0	23.9	25	1/20－1/100
リルアカキ水系				
－リルアカキ川	30.8	20.5	15	1/25－1/100
ウエストアカキ水系				
－ウエストアカキ川	178.7	35.6	70	1/50－1/100
ハンク水系				
－ハンク川	11.1	8.6	8	1/50－1/70

注 バンティケトゥ川とはケチェネ川とクルトゥメ川の合流点からケベナ川合流点までの河道をいう。

(3) 社会・経済

計画目標年次の2020年における調査地域の社会・経済の諸状況を次のように設定する。

1) 人口	: 1997年 1.8百万人 2020年 4.4百万人
-------	--------------------------------

- 2) 調査対象地域内総生産 : 1997年 1,370百万ブル
 2020年 8,150百万ブル
- 3) 土地利用 : 1997年 市街地168km²、農地/山林/その他142km²
 2020年 市街地200km²、農地/山林/その他110km²

(4) 計画規模および計画高水

洪水制御計画規模は経済性、流域環境等を総合的に評価のうえ、最適計画規模を選定した。主要河川は30年確率洪水、支川は20年確率洪水とする。また、中央市街地区(低地地区)の雨水排水計画規模は1.5年確率とする。

- バンディケトゥ川、ケベナ川、リトルアカキ川、ウエストアカキ川 : 30年確率
 ケチェネ川、クルトゥツ川、ハンク川 : 20年確率
 中央市街地区の雨水排水 : 1.5年確率
 (30mm/時間)

当流域の降雨特性は短時間に集中的に降り、その降雨継続時間は2時間と短い(1回の降雨量の平均93%が1時間以内に降る)。河道の洪水量は降雨量をもとに降雨継続時間を2時間として合理式より算出する。

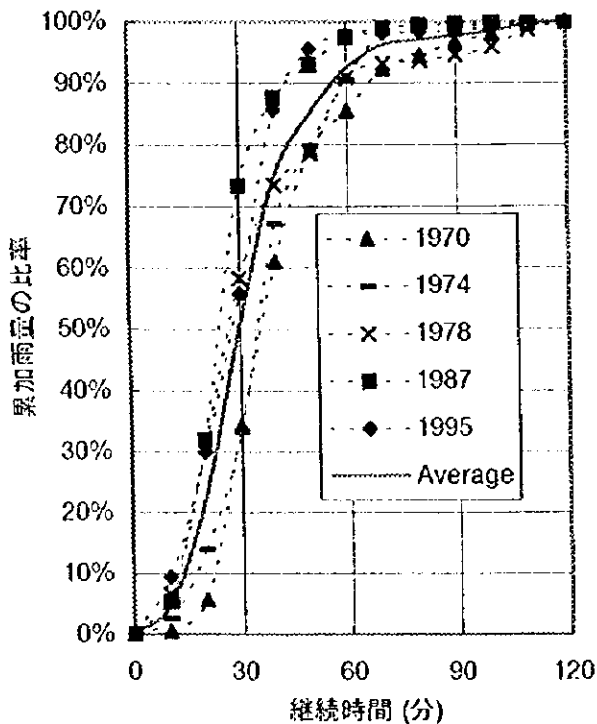


図 17 降雨パターン図

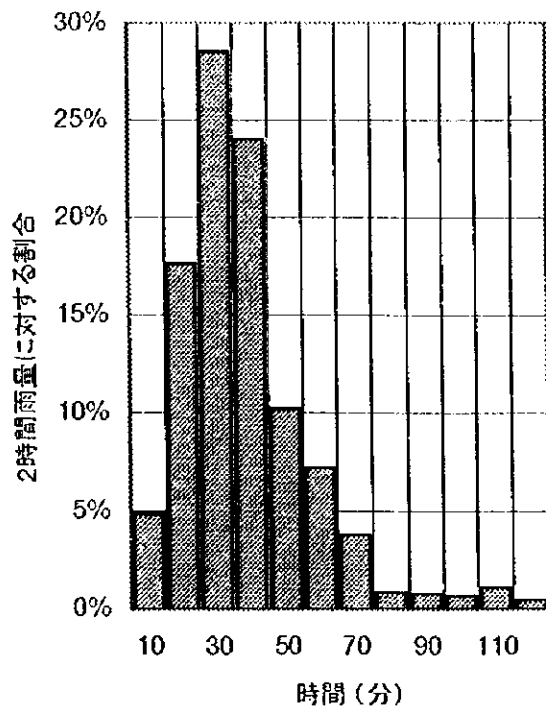


図 18 計画降雨時間分布図

計画規模での基本高水および計画高水は次表の通りである。

水系/河川	流域面積(km ²)	基本高水(m ³ /秒)	計画高水(m ³ /秒)
バンティケトゥ水系			
--ケチェネ川	13.6	120	85
--クルトゥメ川	10.3	95	80
--バンティケトゥ川	5.4	230	170
ケベナ水系			
--ケベナ川	69.0	580	400
リルアカキ水系			
--リルアカキ川	30.8	215	100
ウエストアカキ水系			
--ウエストアカキ川	178.7	550	600
ハンク水系			
--ハンク川	11.1	90	90

注 1) 各河川の流量は、その河川の最下流端での流量である。

2) 基本高水、計画高水の流量配分は巻末添付図F1～F4参照

(5) 関連事業

本洪水制御マスタープラン策定に当たり、関連する事業は次の通りである。

- 1) アディス・アベバ・マスタープラン(Addis Ababa Master Plan)、1986年第14州作成。
- 2) 河川構造物(洪水防壁)計画、1995年洪水対策室が作成、現在計画/実施中。
- 3) 植林事業、1994年に第14州農林局等が計画、現在実施中。
- 4) 下水道計画、1993年上下水道公社が作成、現在実施中。
- 5) 環状道路計画、1990年代に第14州政府が作成、現在実施中。
- 6) 洪水対策フイージビリティ調査、1982年第14州政府がフランスの技術協力により作成したが、現時点では未実施。

第5章 マスタープラン

洪水制御計画は、流域の自然特性や社会・経済的な諸条件を考慮し策定する。洪水制御計画は構造物対策(工事を伴うハード面の対策)と非構造物対策(組織や法制度の充実等ソフト面の対策)からなる。

5.1 洪水防御計画

(1) 構造物対策

第14州政府の強い要請から、洪水防御計画実施に際し住民移転を極力小さくすることを前提とする。また、容易で確実な施設の運用を目指し、洪水貯留施設(堰堤、調整池)は人為的操作を必要とする設備は持たず、自然流入・流出を原則とする。

住民移転家屋数を小さく抑えるとの観点から原則として現状の河道を拡張しないこととし、洪水制御計画策定の基本方針を次の通りとする。

- 1) 河川の上・中流域で堰堤や調整池により洪水をピーク・カットし出水を一時的に貯留する。中流域に計画される調整池は、遊休地または運動場のようなオープン・スペースを利用する。
- 2) 近くに洪水流下能に余裕のある河川がある場合は洪水の一部をその河川へ分流し、計画洪水流量を極力現状の河道流下能に合わせる。
- 3) 河川の上・中流域で洪水をピーク・カットし、洪水流量を減じた上で河道改修を行う。河道改修は築堤、洪水防御壁、護岸、河道掘削(河道整形)等の工事とする。なお、河川を横断する構造物は河道計画断面・洪水位に合わせ改修する。

ケチェネ川およびケベナ川はイント山域を水源とし、地形的に上流域には堰堤適地があり、堰堤を計画する。リルアカキ川上流域は堰堤適地が無く、調整池のみの計画とする。一方、クルトウメ川は山地部流域の少ない都市河川であり、洪水のピーク・カットは調整池のみでおこなう。

ウエストアカキ川の流下能は十分に大きく現状河道容量で計画高水を安全に流下させることが可能で、計画高水に対し河道の洪水流下能に余裕がある。よって、近接するリルアカキ川の洪水の一部を排水トンネルでウエストアカキ川に分流する。ウエストアカキ川は構造物対策を策定せず、非構造物対策のみとする。

ケチェネ川とクルトウメ川が合流するバンディケトゥ川両岸側一帯の中央市街地(低地地区) 2.61km²を3排水地区(北部地区、東部地区、南西地区)7排水系統に分割し雨水を排水する。各排水系統から排水溝(管)で河川または調整池に放流する。計画規模は1.5年確率降雨(30mm/時間)とする。

洪水制御計画は各河川共2案策定し、住民移転家屋、経済性および施工の容易さ等を総合的に比較検討し、評価の高い構造物対策案をマスタープランとする。各河川の構造物対策は次に要約されるとおりである。

水系/河川	構造物対策			
	堰堤	調整池	河道改修	他の対策
バンディケトゥ水系				
ーケチェネ川	1	1	1.0 km	橋脚の補修 1箇所
ークルトゥメ川	0	4	0.8 km	—
ーバンディケトゥ川	0	1	4.5 km	水管橋の改築 1箇所
ケベナ水系				
ーケベナ川	2	0	3.1 km	—
リトルアカキ水系				
ーリトルアカキ川	0	1	1.5 km	洪水分水路 1km
ウエストアカキ水系	(非構造物対策のみ)			
ーウエストアカキ川				
ハンク水系				
ーハンク川	0	0	0.5 km	カルバートの改築 2箇所
市街地雨水排水	—	—	—	排水溝の建設 1.2km

(2) 非構造物対策

流域の河川状況および社会環境から、非構造物対策として氾濫原管理、流出抑制対策、および災害時対応等について次の6項目を提案する。

- | | |
|--------|----------------------|
| 氾濫原管理 | 1) 河川区域の設定 |
| | 2) 不法行為禁止に対する住民意識の徹底 |
| 流出抑制対策 | 1) 水源地の植林 |
| | 2) 雨水貯留対策 |
| 災害時対応 | 1) 洪水警報システム |
| | 2) 水防対策 |

1) 氾濫原管理

河川区域は、河道管理用道路や出水対策活動等のため、兩岸とも堤防から幅5m は河川管理区域とする(図19参照)。

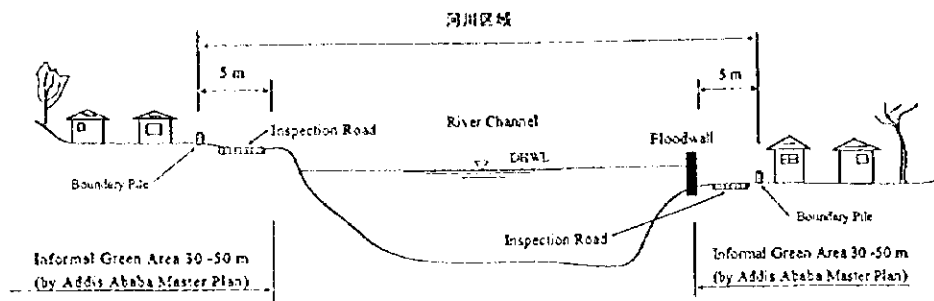


図 19 河川区域概念図

市内の水路や河川はごみ捨て場となっており、ごみの堆積により流下能が疎外されている。ごみ処理システムの確立とその充実が前提となるが、第14州の条例でごみの投棄を禁止すると同時に、市民への通達、教育を実施し不法行為禁止に対する住民意識の徹底を図ることが重要である。

2) 流出抑制対策

水源地の雨水保水機能を高め、同時に土砂の流出を抑制するため植林事業を推進する。現在すでに植林事業は第14州の農業局等で実施されており、当面は現組織にその実施を委ねるものとする。また、市街地にある官庁や大学の敷地内および空き地等を、雨水貯留施設として積極的に利用し雨水流出を抑制する。

3) 災害時対応

市街地への洪水到達時間は1-2時間と短く、流出予測に基づく洪水予報システムの確立は技術的に困難である。本計画の洪水警報システムでは雨量計をイント山水源地に設置し、降雨強度から出水の規模を判断し各コミュニティ組織に連絡するとともに、河岸住民にサイレンにより警報を発令する。

水防活動は、第14州政府の指導・統轄の基に、各コミュニティ組織が実行する。洪水時の水防活動は、1) サンド・バッグ等による洪水越水防止、2) 局所洗掘箇所への仮防壁の設置、3) 河岸住民の安全地帯への避難誘導、等の活動を行う。

5.2 事業費

事業費は工事費(非構造物対策は施設設置費)、家屋移転費、事業運営費、技術費からなる。構造物対策と非構造物対策のマスタープラン事業費総額は763百万ブル(約129億円相当)である。構造物対策および非構造物対策別の事業費内訳は次の通りである。

構造物対策事業費:

単位:百万ブル

種目	水 系				合計
	バンディケトゥ	ケベナ	別ルアカキ	ハンク	
1) 工事費	109.9	301.8	161.8	2.0	575.5
2) 家屋移転費	11.1	14.9	5.7	0.0	31.7
3) 技術料	16.5	45.3	24.3	0.3	86.4
4) 事業運営費	11.0	30.2	16.2	0.2	57.6
合 計	148.5	392.2	208.0	2.5	751.2

注 年間物価上昇率は外貨3%、現地貨6%と設定。

非構造物対策事業(施設設置費):

単位:百万ブル

種目	費用
1) 氾濫原管理	0.3
2) 流出抑制対策	0.2
3) 災害時対応	11.4
合 計	11.9

5.3 組織・法制度

(1) 組織・体制

第14州政府では洪水対策委員会が洪水対策事業を統括・管理しており、同委員会の下に実施機関として洪水対策室がある。しかし、これら現行組織はマスタープランの実施に必要な事業実施体制および運営・維持管理体制を確立するには、予算、要員等の面で充分ではない。よって現行組織を発展させ、かつ強化した新たな組織の確立が必要である。

新しい組織として第14州政府に、洪水制御計画マスタープランの実施および河川管理を統括する機関として「河川管理委員会(Addis Ababa River Board)」、事業実施および運営・維持管理機関として「河川局(Addis Ababa River Management Authority)」の設立を提案する。

また、洪水警報や水防活動等の災害対応のため、河川管理委員会と河川局の統轄の基に現コミュニティ組織にその機能を持たせることとする。

(2) 法制度

河川管理委員会と河川局は、河川区域の設定、河川へのごみ不法投棄の禁止等、河川管理に必要な諸法制度案を早期に作成・提案し、第14州政府で制度化する。そして洪水制御事業の着手後、早い時期に流域住民に通達する。

5.4 維持・管理

河道や河川構造物の機能維持のため、点検業務を所定のマニュアルに従い定期的に、また洪水後に実施する。この報告に従い補修工事等の諸対策を実施する。

(1) 河川構造物

洪水対策室によりこれまでに建設された河川構造物、または将来建設される全河川構造物については河川局が維持・管理を行う。一方、洪水防御壁のように個人的に建設された河川構造物の点検業務は河川局が実施するが、補修工事はその施設の所有者が実施する。点検の結果、改築が必要と判断された場合は、河川局が工事を実施する。以後その施設は第14州の所有施設とし、河川局が維持、管理を行う。

(2) 非構造物対策

非構造物対策に係わる施設の維持・管理は河川局が行う。第14州により制定された法規に対する違反行為は、河川局から河川管理委員会に連絡し第14州政府に報告する。そして、14州政府の法規に照らし必要な措置をとる。

洪水警報は河川管理委員会の指揮により、各コミュニティ組織に対して発令される。また、水防活動は河川局による指導の基に各コミュニティ組織が実施する。

植林事業は現在第14州の農業局が実施しているが、雨水流入抑制および土砂流出抑制のための水源地対策と言う観点から、河川局は農業局との協議により、計画実施の推進・指導を図る必要がある。

5.5 事業評価

洪水被害の軽減が便益として計上される。洪水被害の軽減は、洪水氾濫地域内の資産の被害の軽減(直接便益)と経済活動停止や交通障害等の被害の軽減(間接便益)からなる。従って、これ等の直接便益と間接便益の合計が、洪水制御計画の便益となる。これらの便益に加え作環境の改善や衛生環境の向上による民生の安定、首都機能の維持等の定量化できない便益が多くある。

洪水制御マスタープランの総事業費は763百万ブル(約129億円相当)である。経済的内部収益率(EIRR)は10.8%、割引率を10%とした時の便益-費用比は1.08と高い。また、本マスタープラン実施による裨益人口は134.5万人と多く、首都機能の維持、住環境及び衛生環境改善による市民生活の安定、人命の尊重等多くの効果が期待できる。特にバンテイクトゥ水系とリトルアカキ水系の洪水制御計画は経済的内部収益率も高く、裨益人口も多いことから優先度の高い計画と判断できる。

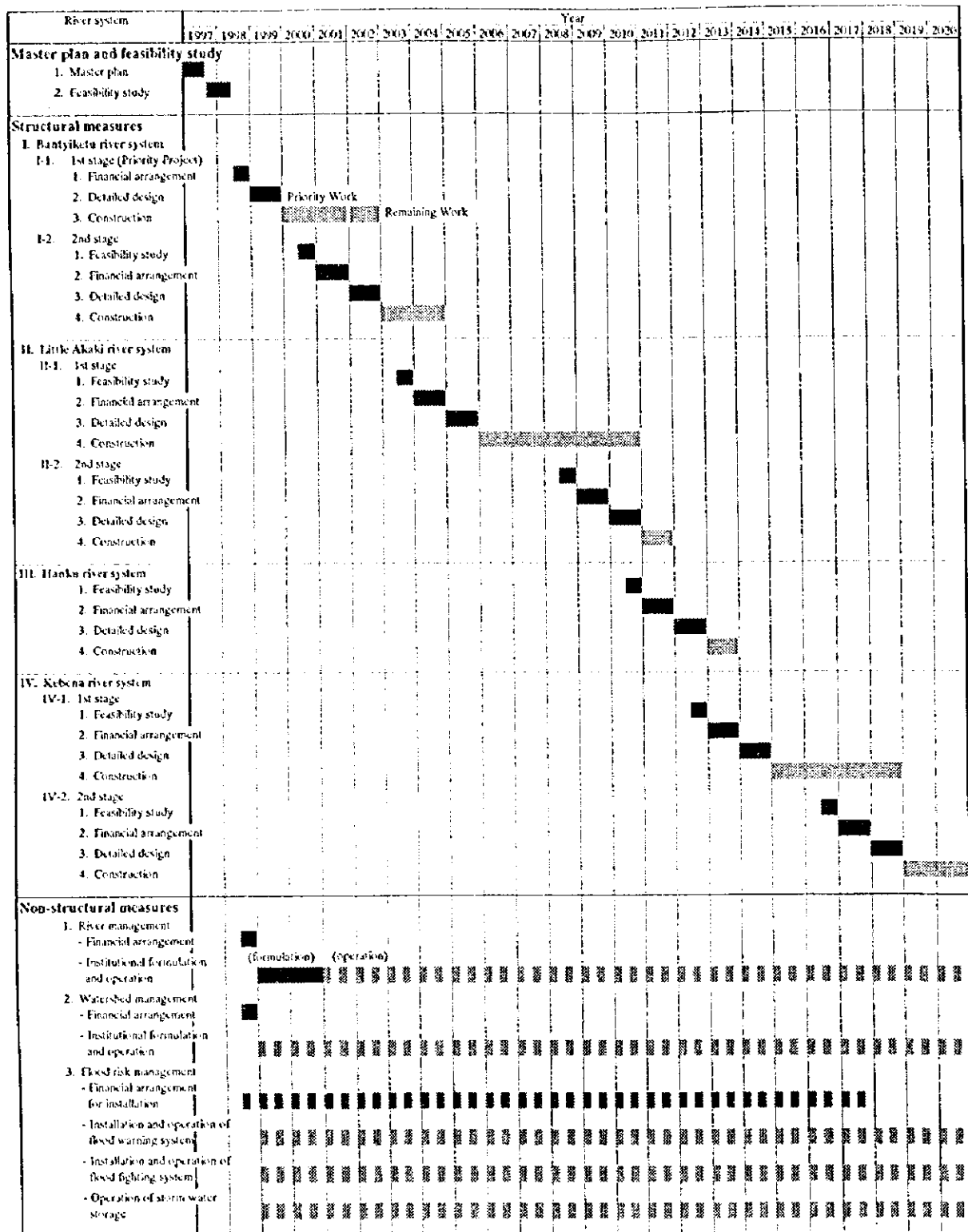
洪水制御計画マスタープランの水系別評価は次の通りである。

種目	水系				全体
	バンテイクトゥ	ケベナ	リトルアカキ	ハンク	
1) 事業費(百万ブル)	122	138	130	1.4	390.4
2) 経済的内部収益率(%)	11.7	3.5	10.6	7.2	10.8
3) 便益-費用比(B/C)	1.17	0.42	1.07	0.72	1.08
4) 保全地域(km ²)	51	40	33	9	105
5) 裨益人口(千人)	610	280	420	35	1,345
6) 社会・自然環境影響	負の影響が少ない。				

注 事業費は価格予備費を含まない。

5.6 実施計画

事業実施のための予算措置に要する期間を考慮し、事業の着手は1999年、事業の終了時期は計画目標年次の2020年とする。事業は水系別総合評価(6章6.2(1)の優先水系の選定を参照)の高い順にバンテイクトゥ水系-リトルアカキ水系-ハンク水系-ケベナ水系の順に実施する(図20参照)。



Note:- Feasibility studies include the study on both structural and non-structural measures.
 - All the master plan projects will be implemented river by river in order of priority. Each river system will be implemented being divided into two stages, except for the Hanka river system, i.e. 1st stage and 2nd stage.
 - Construction period of each stage is scheduled so that the yearly disbursement amount of construction cost should not exceed 500 million Japanese yen (equivalent 30 million Birr).

図 20 マスタープラン実施計画

第6章 優先プロジェクトの選定

優先プロジェクトは、フェーズ2のフィージビリティ調査の対象プロジェクトである。

6.1 選定基準

フィージビリティ調査の対象となる優先プロジェクトの選定基準を次のように設定する。

- 1) 技術的に実行可能であること。
- 2) 経済性に優れていること。
- 3) 便益がより高いこと。
- 4) 事業規模が適正であること。
- 5) 環境への影響が少なく、かつその影響が許容範囲にあること。

6.2 優先プロジェクトの選定

6.2.1 構造物対策

構造物対策の優先プロジェクトの選定は、(1)先ず経済的および技術的な観点から総合評価の最も高い水系を優先水系として選定し、(2)その水系から河川/施設の複数の組み合わせ案から、総合評価点の高い河川および洪水制御計画を優先プロジェクトする。

(1) 優先水系の選定

水系の優先順位は、経済性、裨益人口、環境影響などから総合評価を行い、順位づけを行った。優先順位1位のパンティケトル水系が優先プロジェクトの対象となる。

種 目	水 系			
	バンティクトゥ	ケベナ	リトルアカキ	ハンク
1)施設概要	・1堰堤 ・6調節池 ・河道改修	・2堰堤 ・河道改修	・分流水路 ・1調節池 ・河道改修	・2カルバート
2)事業費(百万ブル)	122	138	130	1.4
3)経済性				
-- 経済的内部収益率(%)	11.7	3.5	10.6	7.2
-- B/C	1.17	0.42	1.07	0.72
-- NPV(百万ブル)	11.4	-38.9	4.8	-0.3
4)社会的影響				
-- 裨益人口(千人)	610	280	420	35
-- 移転家屋	小	小	小	小
-- 土地利用区分	政府機関/商業	標準宅地	過密宅地	標準宅地
5)環境影響	負の影響は少ない			
6)総合評価点	51	34	44	41
7)優先順位	1	4	2	3

注 1)同条件で比較するため、事業費は価格予備費を除外している。

2)各種目の評価点は次の通り。

一事業費の評価:

全水系における裨益人口1人当たりの事業費平均値(290ブル)及び優先水系における各比較代替案の裨益人口1人当たりの事業費平均値(190ブル)を基準とする。

10点(C<190ブル)、7点(290ブル>C≥190ブル)、5点(C≥290ブル)、3点(C≥390ブル)

一経済的内部収益率(EIRR):

10点(EIRR≥13%)、7点(13%>EIRR≥10%)、5点(10%>EIRR≥5%)、3点(EIRR<5%)

一裨益人口(BP):

水系の平均裨益人口(35万人)を基準とする。

10点(BP≥45万人)、7点(45万人>BP≥35万人)、5点(35万人>BP≥25万人)、3点(BP<25万人)

一移転家屋(RS):第14州の主要な実施プロジェクトの最大移転家屋数を基準とする。

10点(RS<30家屋)、0点(RS≥30家屋)

一土地利用:

首都機能および市民の生活に必須な地域(政府機関および商業地域)を最重点地域とし、次いで過密住宅地、標準住宅地の順とする。

10点(政府機関のみ)、7点(政府機関、商業)、5点(過密宅地)、3点(標準宅地)

一環境影響評価(IEE):

社会自然環境に及ぼす影響の度合を基準とする。

10点(負の影響は少ない)、0点(顕著な負の影響がある)

(2) 優先プロジェクトの選定

バンティクトゥ水系から優先プロジェクト対象河川および施設を選定する。バンティクトゥ水系はケチエネ川、クルトゥメ川、バンティクトゥ川からなる。河川/施設の組み合わせは、経済的・技術的な観点から次の5案とする。

河川/施設	1案	2案	3案	4案	5案
クルトゥメ川					
—調整池	*	—	*	—	—
—河道改修	*	—	*	—	—
ケチエネ川					
—堰堤	*	*	—	*	*
—調整池	*	*	—	*	*
—河道改修	*	*	—	—	—
バンテイクトゥ川					
—調整池	*	*	*	*	*
—河道改修	*	*	*	*	—
市街地雨水排水	*	*	*	*	*

注 1) 河道改修は付帯工事を含む。

2) 「*」印は選定された施設・工事を、「—」は選定されなかった施設・工事を表わす。

優先水系の選定と同一の選定手法により、各河川/施設組み合わせ案は次の通り評価される。総合評価点の最も高い第4案を優先プロジェクトとして選定する。

種目	河川/施設の組み合わせ案				
	1案	2案	3案	4案	5案
1) 事業費(百万ブル)	122	93	80	87	75
2) 経済性					
—経済的内部収益率(%)	11.7	12.6	12.1	13.3	11.9
—B/C	1.17	1.27	1.22	1.35	1.20
—NPV(百万ブル)	11.4	15.6	11.0	18.9	9.3
3) 社会的影響					
—裨益人口(千人)	610	470	380	470	420
—移転家屋	小	小	小	小	小
—土地利用区分	政府機関/商業	政府機関/商業	政府機関/商業	政府機関/商業	政府機関/商業
4) 環境影響	負の影響は少ない				
5) 総合評価点	51	51	48	57	51
6) 優先順位				◎	

注 1) 事業費は価格予備費を含まない。

2) 各種目の評価点は優先水系の選定と同じとする。

6.2.2 非構造物対策

非構造物対策のうち、植林事業のように現在既に第14州政府で実施中の対策は優先プロジェクトから除外し、現在の実施機関に委ねる。緊急性と実用性、技術上、予算上等の観点から、氾濫原管理と災害時対応の諸活動を非構造物対策の優先プロジェクトとして選定する。

6.3 優先プロジェクト

フュージビリティ調査の対象となる優先プロジェクトの概要は次の通りである。

(1) 構造物対策

- 対象河川 : バンティケトゥ川全川とケチェネ川上流域
河川施設 : 1堰堤、2調節池、バンティケトゥ川河道改修(4.5km)
市街地の雨水排水(中央市街地区の低地地区、2.61km²)

(2) 非構造物対策

氾濫原管理

- 河川区域の設定
- 河川と洪水に対する住民教育

災害時対応

- 洪水警報システムの設置
- 水防活動の実施

第7章 フィージビリティ調査

マスタープランの中から選定された優先プロジェクトを、マスタープランと同一の計画基本条件及び方針で更に精度を上げて検討を行う。

7.1 計画条件

各施設の計画条件は次のとおりである。

(1) 洪水制御施設計画

1) 対象河川 ケチェネ川上流河道および下流河道、バンティケトゥ川全河道、ケベナ川下流河道

2) 計画規模 バンティケトゥ川およびケベナ川は30年確率洪水、ケチェネ川は20年確率洪水

3) 計画流量	地点	ケチェネ堰堤	コストレ調整池	バンティケトゥ調整池
	計画流量	85 m ³ /秒	34 m ³ /秒	175 m ³ /秒

注 1) ケチェネ川下流およびケベナ川下流河道は河道改修対象河川のバンティケトゥ川にスムーズに接続させる掘り付け区間である。

2) 各地点の計画流量は堰堤および調整池による流量調整前の流量である。

(2) 市街地雨水排水計画

1) 対象地域: 中央市街地(ケチェネ川とクルトゥメ川合流点付近の中央市街地の低地地区)

2) 地域面積: 2.61km²

3) 計画規模: 1.5年確率雨量(30mm/時間)

7.2 構造物対策

(1) 洪水制御施設

洪水制御計画は、住民移転を極力小さくすることと、容易で確実な施設の運用のため洪水貯留施設(堰堤、調整池)は人為的操作を必要としない施設とすること等を基本方針とし、洪水制御施設は次のとおりとする。

河川	施設計画
ケベナ川(下流)	ボレ道路橋直上流左右岸の護岸
バンティケトゥ川	バンティケトゥ調整池、河道改修(河道掘削、洪水防御壁、護岸、築堤)、付帯工事
ケチェネ川(上流)	ケチェネ堰堤、コストレ調整池
ケチェネ川(下流)	ケチェネ第2橋上流の洪水防御壁

注 各構造物の基本設計図は、巻末の付図F5～F13参照。

河道の水面追跡、調整池の取水敷高設定の検討、堰堤のオリフィス断面の検討および洪水吐施設検討、等の水理解析を行い、各施設の計画諸元を次のように設定する。

	施設	地点(河川)	諸元
河道改修	洪水防壁	ケチェネ川	箇所:2、延長:120m
		バンティクトゥ川	箇所:10、延長:1,110m
	護岸	バンティクトゥ川	箇所:5、延長:800m
		ケベナ川	箇所:2、延長:360m
	河道掘削	バンティクトゥ川	箇所:4、延長:2,000m
	築堤(土堤)	バンティクトゥ川	箇所:1、延長:100m
調整池	水管橋改築	バンティクトゥ川	箇所:1、延長:20m
	下水管改修	バンティクトゥ川	箇所:2、延長:40m
	バンティクトゥ調整池	カルトゥメーケチェネ合流点左岸	貯水量:73,000m ³ 面積 :29,900m ²
	コストレ調整池	ケチェネ川支川 コストレ川	貯水量:26,000m ³ 面積 :6,500m ²
堰堤	ケチェネ堰堤	ケチェネ川上流	形式:重力式コンクリート、 高さ:19.5m、 堤頂長:120m、 有効貯水容量:96,000m ³ 、 放水口:3箇所(1.2m x 1.2m)

なお、優先プロジェクトの対象河川には橋台、橋脚の洗掘に対する補強・修復を必要とする橋梁が2橋あるが、その計画は第14州政府が独自に策定しているため、構造物対策から除外する。

ケチェネ川の下流部では河道が湾曲している箇所が数箇所あり、湾曲部の外側では計画高水(85m³/s)に対し水位が約1.5m上昇することが予想される。しかし、ケチェネ川の下流部における河道通水能は計画高水を大きく上回り、かつ、湾曲部においても兩岸の住宅は河床より5m以上高い所にあるため、計画高水以下の流量が流下する場合、湾曲部の外側に位置する住宅が冠水する可能性は殆どなく、従って対策は不要と考えられる。

(2) 市街地排水計画

市街地排水計画は、中央市街地区(低地地区)2.61km²を対象とする。同地区の雨水排水施設が既に建設されている。しかし、維持・管理の不足により既設の排水路(管)はゴミ、土砂等により目詰まりし機能していない。同地区の雨水による洪水被害を小さくするため、現状の雨水排水能力の不足分に対し、施設を新たに建設する。詳細設計時に既設施設の現状の可能排水量を詳細調査し、新施設の計画排水量を決定することとするが、本フィージビリティ調査では不足容量を計画排水量の50%と設定する。市街地排水対象地域を3排水地区(北部地区、東部地区、南西地区)に区分し、更に7排水系統に細分割(N、E、WS地区)する(図21参照)。各排水系統から排水路で雨水を河川(一部はバンティクトゥ調整池)に排水する。排水路は維持・管理が容易な矩形の開水路とする。計画諸元は以下の通りである。

排水区分	排水系統面積(km ²)	流量(m ³ /秒)	排水溝諸元
北部地区 N1	0.25	0.7	深さ:1.1m、幅:1.3m
東部地区 E1	0.23	0.7	深さ:1.2m、幅:1.3m
E2	0.44	1.4	深さ:1.5m、幅:1.3m
西南部地区 WS1	0.53	1.5	深さ:1.9m、幅:1.3m
WS2	0.54	1.5	深さ:2.2m、幅:1.3m
WS3-1	0.39	1.1	深さ:2.1m、幅:1.3m
WS3-2	0.17	0.5	深さ:1.4m、幅:1.3m

(注)流量とは計画排水流量の50%。

