

国際協力事業団

ウエストナム社会主義共和国ハノイ市人民委員会

ウエストナム国ハノイ市排水・下水整備計画調査

最終報告書

要約

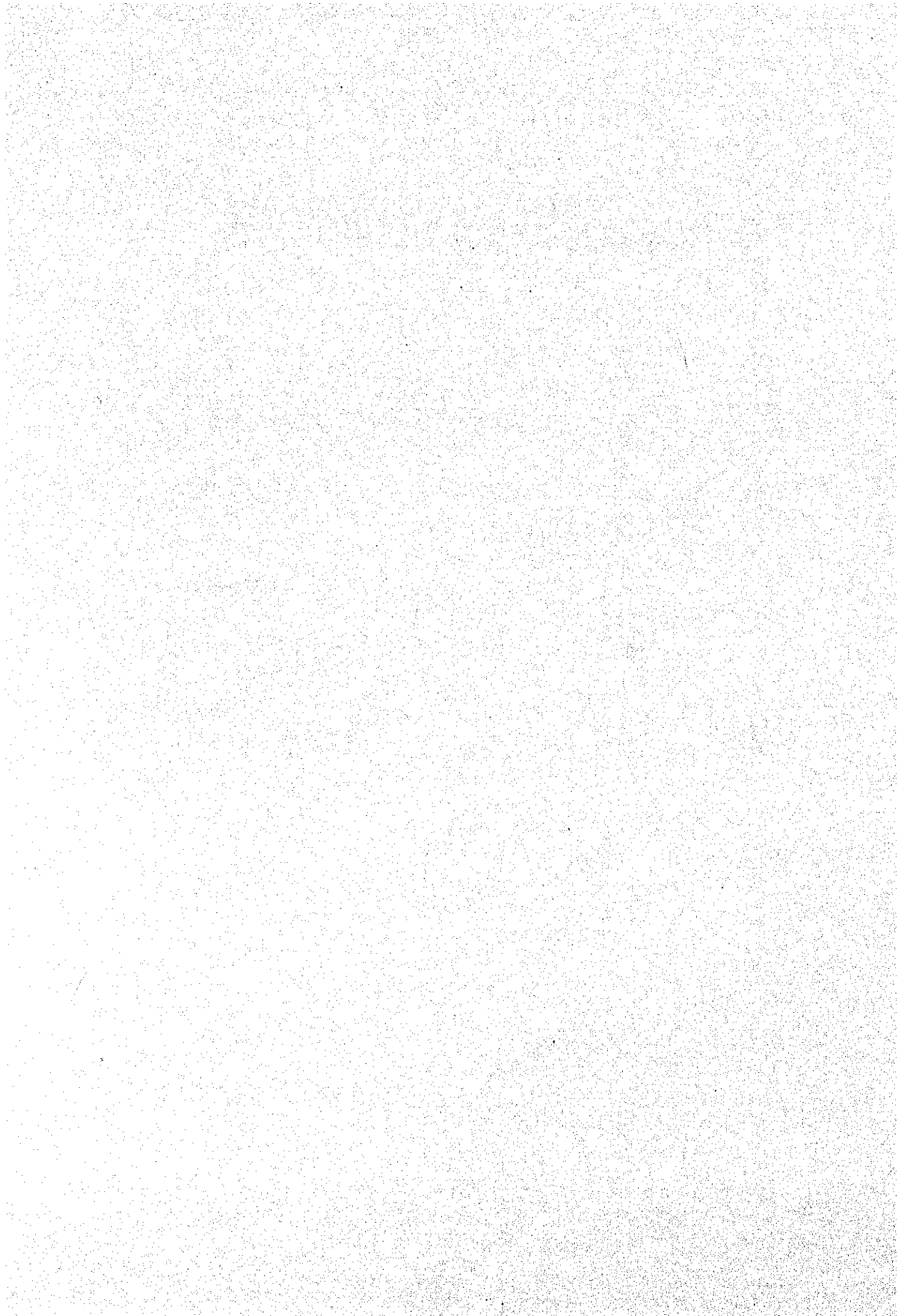
1995年2月

日本工営株式会社
株式会社 建設技術研究所

建設工
C (5)
95-030

国際協力事業団
ウエストナム国ハノイ市排水・下水整備計画調査
最終報告書
要約
1995年2月

385
ARY



国際協力事業団

ヴェトナム社会主義共和国ハノイ市人民委員会

ヴェトナム国ハノイ市排水・下水整備計画調査

最終報告書

要約

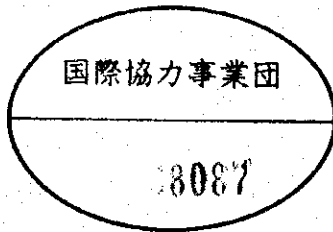
JICA LIBRARY



1121095121

1995年2月

日本工営株式会社
株式会社 建設技術研究所



事業費の見積り

見積ベース価格： 1994年価格

貨幣換算レート： US\$1 = Dong 10,800 = Yen 100

序 文

日本国政府は、ヴィエトナム社会主義共和国政府の要請に基づき、同国のハノイ市排水・下水整備計画にかかるマスタープラン策定及びフィ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11月から平成6年12月までの間、3回にわたり、日本工営株式会社の加藤道人を団長とし、同社及び株式会社建設技術研究所から構成される調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ヴィエトナム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。

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

平成7年2月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

1995年2月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎 殿

伝 達 状

謹啓 時下益々御清栄のこととお慶び申し上げます。

さて、ここにベトナム国ハノイ市排水・下水整備計画調査の最終報告書を提出致します。
本報告書は、貴事業団との契約に基づいて、1993年11月から約1年4ヶ月間をかけて、日本
工営株式会社と株式会社 建設技術研究所との共同体で実施しました調査の結果を取りまとめた
ものであります。

報告書には、本調査の成果として(i)ハノイ市の排水・下水整備計画に係わる2010年までのマ
スタープラン(マイルポ-ト Part 1)及び(ii)優先プロジェクトとして選定したトーリック川流域排水
事業のフィージビリティ調査(マイルポ-ト Part 2)の結果を示しております。調査の実施課程におき
ましましてはベトナム側関係機関からの積極的参画を頂き、調査団と共に議論を尽くし、相互
の意見を集約する事に意を注ぎました。従いまして、本調査の実施に際しては、多くのヴェ
トナム国関係者の協力と示唆を仰いでおります。

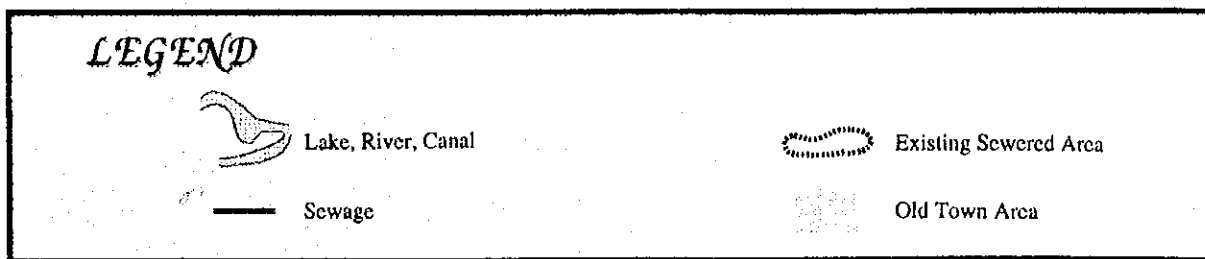
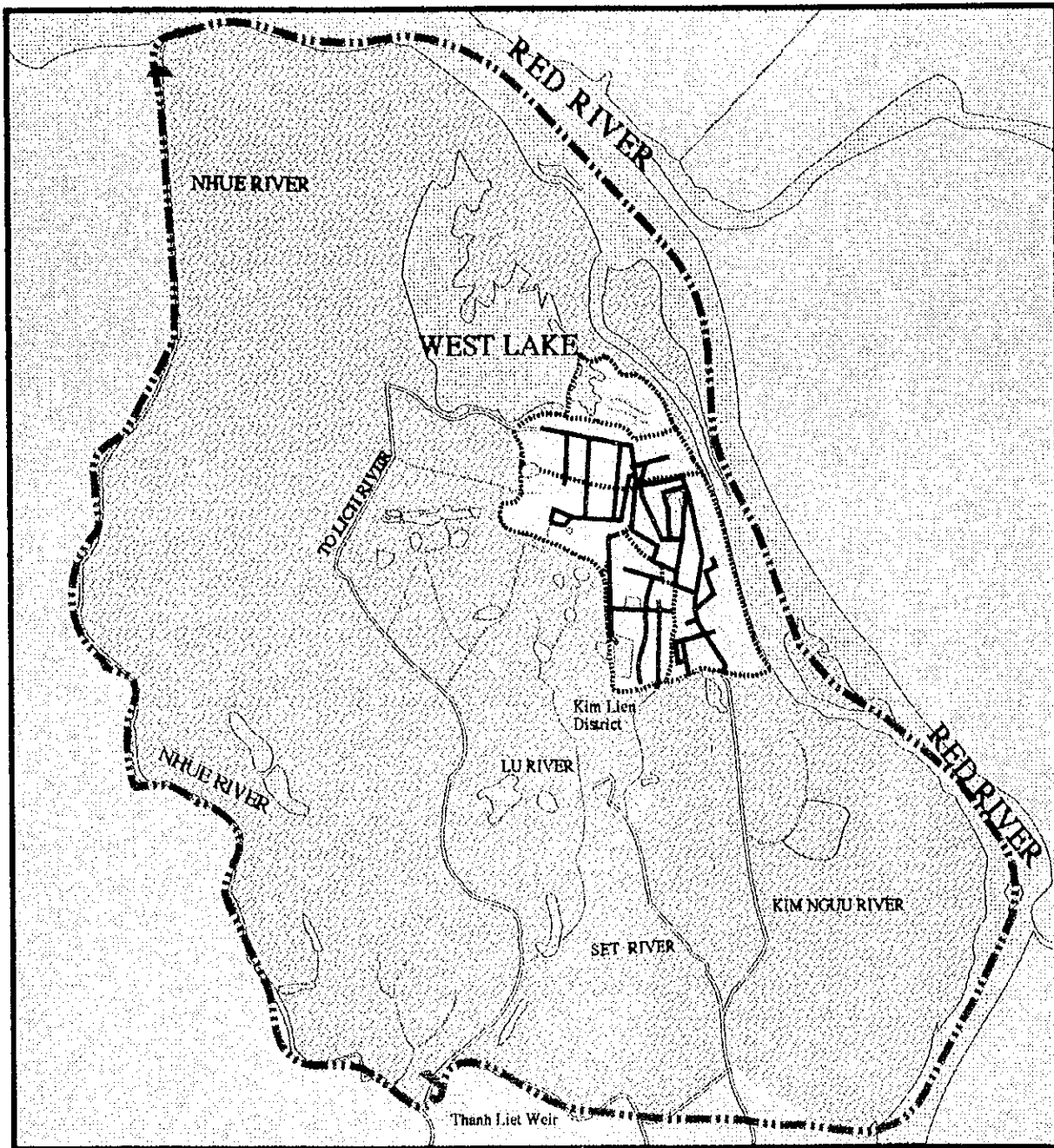
本報告書の提出にあたりまして、貴事業団及び作業管理委員会ならびに外務省及び建設省に
心からの感謝を申し上げますと共に、ベトナム政府関係者、とりわけハノイ市人民委員会、ハ
ノイ市交通公共事業局及びその他のハノイ市関係部局、ハノイ市排水下水公社、さらには国家
計画委員会、建設省、水資源省、科学技術環境省をはじめとする関係省庁のご好意、ご協力に
深く感謝致します。

また、調査期間中、終始変わることなく、真摯に共同作業を遂行してくれたカウンターパー
トの方々に対して、深甚なる謝意を表する次第です。

最後に、本報告書が、ハノイ市の発展の一助となるように念じてやみません。

敬 具

団 長 加 藤 道 人
ベトナム国ハノイ市排水・
下水整備計画調査
共同企業体
日本工営株式会社
株式会社 建設技術研究所



調 查 位 置 図

ヴェトナム国ハノイ市排水・下水整備計画調査

調査期間： 1993年10月29日～1995年2月28日

受入機関： ハノイ市人民委員会

概 要

1. 背景

ヴェトナム政府は政治、経済、文化の中心地であるハノイ市の持続ある経済成長と衛生環境改善を目して排水下水改善事業を早期に実施すべく優先施策の一つとして取り上げて来た。

ハノイ市の既存の排水下水施設は老朽化し、流下能力の減少が著しいため、市街地における度重なる浸水氾濫及び周辺地区の河川・湖沼の水質劣化を生じせしめている。これらは、都市居住環境の悪化及び経済発展の阻害要因になっている。特に近年は郊外地区における人口の増加と開発が適切な排水下水施設を講じないまま進んでいるため、問題がさらに顕在化しており、伴って洪水氾濫被害も増大している。

2. 目的

ハノイ市の社会・経済発展のための社会基盤整備である洪水防御及び都市化により増加する水質汚濁の防止対策を目的に、ハノイ市中心地区（約135 km²、調査位置図参照）を対象とした、排水・下水整備マスタープラン（目標年次2010年）を策定するとともに選定された優先案件のフィージビリティ調査を実施する。

3. 調査対象地域

調査地域は、紅河（北側、東側）、ヌエ川（西側）及び古トーリック川（南側）を境界とするハノイ市中心地区（既成市街地+新興開発重点地区）である。同地区はハノイ市全域925 km²のうち約135 km²（西湖を含む）を占める。

4. 計画の概要

4.1 基本方針

本調査の主体である排水計画および下水計画をメインフレームとして利水計画を含むその他の都市計画事業との整合性を持たせる形での総合的計画立案につとめるとともに、適性規模という見地から事業の実現性に配慮した段階的整備計画の提案が必要である。

この観点から、マスタープランでは排水事業と下水事業の二つに大別し、それぞれの事業を2020年までに段階的に整備することを計画の目標とした。

マスタープランの諸計画のうち、地域のニーズあるいは技術的ニーズを勘案して優先案件を選

定し、フィービリティ調査を実施した（後述 4.3）。

4.2 マスタープランの内容

計画内容は表-1の通りである。

表-1 マスタープラン諸計画内容

プロジェクト	内 容
排水計画	
A. To Lich 川流域排水計画	- 流域面積約77.5 km ² に対して2004年までに整備
B. Nhue 川流域排水計画	- 流域面積約57.9 km ² に対して2015年までに整備
C. 下水管渠／排水路浚渫工事	- 総延長約120 kmの既設合流式管渠と約31 kmの排水路の浚渫のための機材調達（緊急事業として）および浚渫工事の実施
D. 西湖保全計画	- 西湖環境総合調査を別途実施する旨提言
E. 市内湖沼保全計画	- 約50池の湖岸改良と約20池の水質改善を長期的に実施
下水道整備計画	
H. 集中下水処理計画	- 5つのゾーンに公共下水処理施設を2020年までに整備
I. 各戸処理計画	- 2つのゾーンにおいて地区処理施設／各戸浄化槽を導入
J. 特定地区モデルプロジェクト	- 公共下水処理施設整備の本格的実施は2000年以降と想定されるため、特定地区にてパイロット事業として先行着工
K. 河川希釈用水導水計画	- 紅河を水源とする暫定的試案の提示
非施設の対策	- 排水・下水事業をサポートする法的財政的対策を提言

4.3 優先案件事業の内容

マスタープラン諸計画案のうち経済性が最も高くかつ民生安定／衛生環境改善の効果が大きいと判断されたトーリック川流域排水計画が優先事業として選定された。その事業内容は表-2のとおりである。

表-2 各期におけるトーリック川流域排水事業の内容

工事内容	第1期工事 (1995年～2000年)	第2期工事 (2000年～2004年)
(a) ポンプ場 (排水容量：90 m ³ /s)	45 m ³ /s	45 m ³ /s
(b) 調整池 (洪水調節容量：519万m ³)	387万m ³	132万m ³
(c) 河川改修 (総延長：33 km)	33 km	—
(d) 市街地排水路改修 総延長：30.8 km - 堆積汚泥の除去 (緊急プロジェクト) - 水路断面拡大	30.8 km —	— 30.8 km
(e) 水門工 (全水門工設置：7ヶ所)	7ヶ所	—
(f) 橋梁／カルバート工：125ヶ所	96ヶ所	29ヶ所
(g) 市街部湖沼浚渫・保全工 - 浚渫工：18池 - 保全工：11池	4池 —	14池 11池
(h) 下水管渠の整備 - 既設管渠の汚泥除去：総延長120 km (緊急プロジェクト) - 管路の増・新設：225 km - カルバートの増・新設：116千m ³ (空m ³)	120 km 35 km 22千m ³	— 190 km 94千m ³

5. プロジェクトコスト

本調査は2010年までのマスタープラン作りを目しているが、予備的検討の結果、主として財政上の限度から全ての事業を今後15年間で実施することは困難であろうと考えられた。よって、実施期間を2020年までと設定した。

マスタープランにおける施設の対策の総概算事業費 (1994年価格) はUS\$1,162 million (Dong 12,550 billion) 相当で、事業別年平均所要資金は表-3のとおりである。

表-3 事業実施の所要資金

(単位：US\$ million 換算)

事業	1995 - 2000 年平均	2001 - 2005 年平均	2006 - 2010 年平均	2011 - 2015 年平均	2016 - 2020 年平均	合計
排水事業	28.6	36.1	26.1	7.1	0	524.1
下水道整備事業	4.7	25.8	32.1	32.3	31.9	637.9
計	35.3	61.9	58.2	39.4	31.9	1,162.0

優先案件であるトーリック川流域排水プロジェクトの総事業費は表-4に示すとおり、US\$377 million (Dong 4,069 billion) に上る比較的大型プロジェクトである。主として資金調達の見地上、段階的实施が望ましいし、技術的にも段階的实施が可能である。本調査では2期にわたる実施計画を提言する。

表-4 実施段階別事業費用

(単位：US\$ million 換算)

項目	第1期工事 (1995年～2000年)			第2期工事 (2000年～2004年)			合計
	外貨	内貨	計	外貨	内貨	計	
建設工事費	80.0	23.7	103.7	69.9	31.7	101.6	205.3
浚渫機械購入	8.8	0.9	9.7	0	0	0	9.7
小計	88.8	24.6	113.4	69.9	31.7	101.6	215.0
政府管理費	0	3.4	3.4	0	3.0	3.0	6.4
土地収用・補償費	0	15.2	15.2	0	20.0	20.0	35.2
小計	0	18.6	18.6	0	23.0	23.0	41.6
エンジニアリングサービス費	10.7	4.7	15.4	12.2	6.5	18.7	34.1
物理的予備費	9.3	5.5	14.8	9.3	7.9	17.2	32.0
計	108.8	53.4	162.2	91.4	69.1	160.5	322.7
輸入税	0	4.0	4.0	0	3.3	3.3	7.3
物価上昇予備費	9.1	4.4	13.5	19.0	14.3	33.3	46.8
事業費合計	117.9	61.8	179.7	110.4	86.7	197.1	376.8

6. 評価

本調査による排水及び下水道事業は、経済・財務面、技術面、環境面から実行可能なものと判断された。特に優先案件として取り上げられたトーリック川流域排水事業は洪水防御/排水改善を主目的とする為、都市居住環境の改善、民生の安定化、さらには都市交通の改善等その波及効果が大きいと評価された。

6.1 経済評価

排水事業及び下水道整備事業の便益は相互に関連するが、本調査においては排水事業においては洪水浸水被害額の軽減に対する便益、下水道事業においては土地価値の上昇を含む衛生改善に伴う便益を算定し、それぞれのコストを比較し、経済評価指標を表-5のように求めた。

表-5 経済評価の結果

プロジェクト	事業費 (US\$ million 換算)		年便益 (US\$ mil)	EIRR (%)
	財務費用	経済費用		
排水事業				
A) To Lich 川流域排水計画	317.4	285.7	12.6	11.6
- 第一期工事	160.4	146.8	7.6	11.7
- 第二期工事	157.0	138.9	5.0	11.4
B) Nhue 川流域排水計画	206.7	174.8	2.7	9.3
計	524.1	460.5	15.2	10.9
下水道整備事業				
A) 集中下水処理計画	567.1	523.4	63.4	5.2
B) 各戸処理計画	70.8	66.1	6.1	-
計	637.9	589.5	69.5	5.2

排水事業は全体EIRRが10%以上となり経済的妥当性が示された。下水道事業については各戸処理計画が負のEIRRを呈するも、ハノイ市全体の衛生環境改善の見地から全事業を一体的に評価すべきである。集中下水処理計画のEIRR(5.2%)は、下水道事業の経済性として十分妥当なものと判断される。

6.2 財務分析

1993年のハノイ市開発事業財源の実績から、ヴェトナム国の国家予算が概ねGDPの伸びに準じて増加(10~12%)するものとして、表-6のとおりハノイ市開発事業予算及び排水下水事業予算を試算した。

表-6 ハノイ市開発事業予算の予測

(単位: US\$ million 換算)

項目	2000	2005	2010
ハノイ市開発事業予算	343	635	1,081
うち、排水下水事業充当分	34	64	130

表-3の所要資金額は、年度によって多少の過不足はあるが全体として財源手当て可能範囲内にあると言える。よって、提言する実施計画案は概ね実行可能な枠内にあると考えられる。

6.3 環境影響評価

排水下水事業、特に下水事業は住民の居住環境及び水質の改善を目指す点、基本的には環境改善を促す事業である。マスタープランに提言された諸計画案は概ねこの認識上にあり、大きな環境上の問題をもたらすものではない。さらに、F/Sで取り上げられたトーリック川流域排水プロジェクトも、総じて環境改善効果をもたらす。洪水氾濫は住民にとって経済的ロスであるばかりでなく、衛生環境の悪化をもたらしているのが解消されるし、また河川・湖沼の施設の改善は市民にアメニティの場を作り出し居住環境の改善を供する。

しかしながら、計画案の実施において負のインパクトが生じる事項も多々ある。想定される環境問題及び対応策は表-7に示すとおりである。

表-7 今後注視すべき環境項目

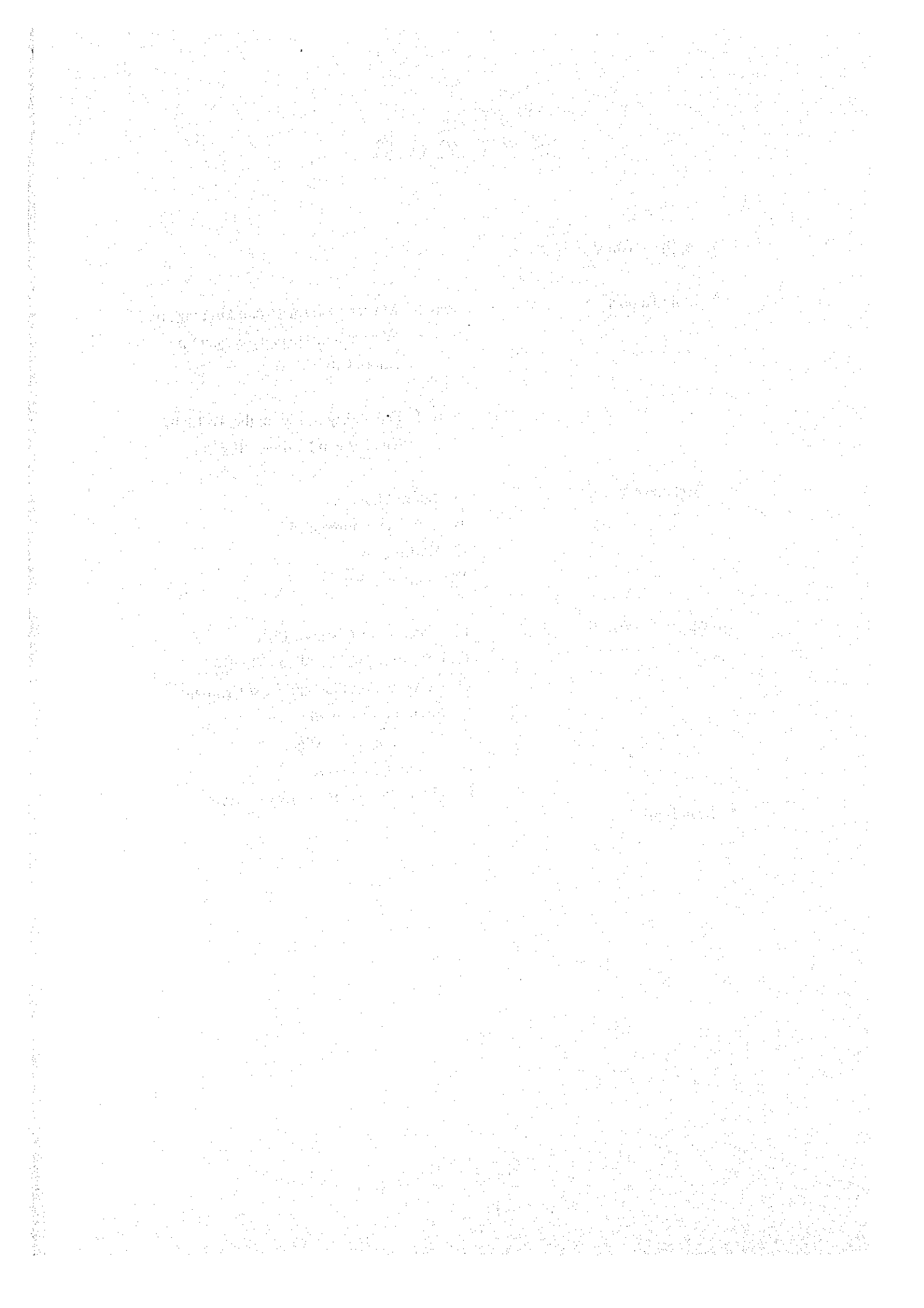
環境項目	評定	問題点と対応策
住民移転	負	<ul style="list-style-type: none"> - 補償数を最小化する計画の立案。 - 補償金及び代替地等補償に関する実施体制の整備。
湖沼・河川流域	不明	<ul style="list-style-type: none"> - 浚渫等により生態系への影響が懸念されるので、本事業と併行して環境モニタリングプログラムの実施。
景観	正	<ul style="list-style-type: none"> - ポンプ場や調整池の景観は変化するが、周辺開発計画との整合をとることにより改善方向となる。
地下水	不明	<ul style="list-style-type: none"> - 概ね改善方向となるが、調整池地区においては地下水に影響のないよう設計上の配慮が必要。今後のモニタリングが必要。
調整池堆砂	負	<ul style="list-style-type: none"> - 定期的浚渫を要するとともに最終処分場の確保が必要。
下水管渠／排水路 堆積汚泥	負	<ul style="list-style-type: none"> - 同上

7. 提言

- 1) 本事業の実施・運営に関し中心的役割を果たすハノイ排水下水公社の組織強化、特に中堅技術要員の増強、技能要員の訓練、OM財源の補助等が必要であること。
- 2) トーリック川流域排水事業の計画、管理、調整等を担当する新組織を設立すること。
- 3) 環境データが不十分ゆえ環境モニタリングプログラムを別途実施すること。
- 4) 本調査地域の大半において5～10 mm/年の地盤沈下が観測されているので、今後とも地盤沈下の監視に留意すること。
- 5) 排水計画上重要な役割を果たす市内湖沼は将来とも保存すべきこと。
- 6) 西湖に関わる事業は総合環境調査の後に実施すべきこと。
- 7) 調整池／ポンプ場の隣接地は将来の増設に備えて保留しておくこと。
- 8) 河川・湖沼の水質改善は下水道整備事業を実施しないと根本的には改善されないため、事業化への一歩としてF/S調査を開始すべきこと。
- 9) ゴミ収集／屎尿収集に携わる都市環境公社の役割は都市衛生保全上重要であるため、その組織の強化及び必要資機材の整備は緊急課題であること。

報告書の構成

1. 要約 (和文/英文)
2. Main Report
 - Part I: Master Plan for Urban Drainage and Wastewater Disposal System in Hanoi City
 - Part II: Feasibility Study on the To Lich River Basin Drainage Project
3. Appendix Vol. I
 - A. Socio Economy
 - B. City Development Plan
 - C. Hydrology
 - D. Drainage Plan
4. Appendix Vol. II
 - E. Wastewater Disposal Plan
 - F. Environments and Water Quality
 - G. Construction Plan and Cost Estimate
 - H. Economic Evaluation
 - J. Geotechnical Investigation
 - K. Topographic Survey
 - L. Urgent Project-Basic Design Report
5. Data Book



ハノイ市排水・下水整備計画調査

要約報告書

目次

	<u>ページ</u>
1. 序章	1
1.1 調査の背景.....	1
1.2 調査の目的.....	1
1.3 調査地域.....	1
1.4 調査の実施体制.....	1
1.5 調査の進捗.....	2
1.6 謝辞.....	2
2. 調査地域現況	3
2.1 主要社会経済指標.....	3
2.2 住民インタビュー調査.....	3
2.3 都市計画の中での位置づけ.....	4
2.4 自然条件（地形・気象・水文）.....	4
2.4.1 地形条件／流域区分.....	4
2.4.2 気象水文概況.....	5
2.4.3 計画降雨／洪水量.....	6
2.4.4 河川／排水路疎通容量.....	6
2.4.5 洪水氾濫解析.....	7
2.4.6 低水流量.....	7
3. 全体計画（マスタープラン）の策定	14
3.1 排水計画.....	14
3.1.1 トーリック川流域排水計画.....	14
3.1.2 ヌエ川流域排水計画.....	15

3.1.3	既設下水管渠／排水路の浚渫工事（緊急プロジェクト）	16
3.1.4	紅河及びヌエ川改修計画	17
3.1.5	非施設の対策	18
3.2	湖沼保全計画	19
3.2.1	西湖保全計画	19
3.2.2	市内湖沼の保全計画	19
3.3	下水道整備計画	20
3.3.1	全体計画策定のコンセプト	20
3.3.2	集合処理下水道計画	22
3.3.3	On-site 処理計画	23
3.3.4	パイロット事業としての処理計画案	23
3.3.5	河川希釈／維持用水導水計画	24
3.3.6	廃棄物及び排泄物の処理	24
3.3.7	非施設の対策	24
3.4	事業費の算定	25
3.5	実施計画	26
3.6	計画案の経済財務評価	26
3.6.1	プロジェクトの便益	26
3.6.2	経済評価	27
3.6.3	財務的検討	28
3.6.4	建設資金及び OM 費用の財源	29
4.	トーリック川流域排水プロジェクト（フィージビリティ調査）	34
4.1	優先プロジェクトとしての選定	34
4.2	プロジェクトの目的	34
4.3	プロジェクト地区の現況	35
4.3.1	地勢現況	35
4.3.2	水文解析	37
4.4	プロジェクトの計画概要	37
4.4.1	計画策定の概念	37

4.4.2	ポンプ容量と調整池計画の最適組合せ案	38
4.4.3	施設計画概要	38
4.4.4	事業費の算定	41
4.5	実施工程計画	42
4.5.1	段階的实施案	42
4.5.2	建設工事工程計画	43
4.6	プロジェクトの経済評価	43
4.6.1	実施段階別事業費	43
4.6.2	実施段階別のプロジェクト経済評価	44
4.6.3	感度分析	45
5.	環境影響	52
5.1	ハノイ市の排水下水環境現況	52
5.2	マスタープランに関わる予備的環境要素の検討	53
5.3	トーリック川流域排水プロジェクトに関わる環境影響評価	53
6.	実施に関わる勧告	54
6.1	計画案の実施に関わる事項	54
6.2	環境に関わる事項	55
6.3	実施体制に係わる事項	55

付 図 リ ス ト

		<u>ページ</u>
図 2.1	現況土地利用図.....	8
図 2.2	将来土地利用図 (2010 年).....	9
図 2.3	流域区分図.....	10
図 2.4	1984 年洪水氾濫図.....	11
図 2.5	1989 年洪水氾濫図.....	12
図 2.6	平均年洪水氾濫図.....	13
図 3.1	排水マスタープラン計画図.....	30
図 3.2	下水道整備マスタープラン計画図.....	31
図 3.3	マスタープラン実施計画案 (1/2) - (2/2).....	32
図 4.1	ポンプ及び調整池運用概念図.....	46
図 4.2	イエンソポンプ場計画図.....	47
図 4.3	イエンソ調整池計画図.....	48
図 4.4	イエンソ調整池容量配分図.....	49
図 4.5	タンリエット堰計画図.....	50
図 4.6	トーリック流域排水プロジェクト工程表.....	51

付 属 資 料 リ ス ト

		<u>ページ</u>
付属資料 - 3.1	下水管渠／排水路浚渫用機材リスト.....	付資 1
付属資料 - 3.2	調査対象地域と紅河・ヌエ川本流の関係位置図.....	付資 2
付属資料 - 3.3	下水道整備計画－処理区域別特性.....	付資 3
付属資料 - 3.4	排水計画事業費の算定 (1/8) - (8/8)	付資 4
付属資料 - 3.5	下水管渠／排水路浚渫機材調達費用の算定.....	付資 12
付属資料 - 3.6	下水道整備事業費の算定.....	付資 13
付属資料 - 3.7	事業実施所要資金の年度別フロー.....	付資 14
付属資料 - 4.1	ハノイ市の雨量強度.....	付資 15
付属資料 - 4.2	計画洪水ハイドログラフ.....	付資 16
付属資料 - 4.3	水門工の計画概要.....	付資 17
付属資料 - 4.4	湖沼浚渫及び保全工の概要.....	付資 18
付属資料 - 4.5	トーリック川流域排水プロジェクト事業費.....	付資 19
付属資料 - 4.6	第1期・第2期別工事内容内訳 (1/2) - (2/2)	付資 20
付属資料 - 4.7	下水管渠増設計画.....	付資 22
付属資料 - 4.8	事業費・便益のキャッシュフロー (1/3) - (3/3)	付資 25

1. 序章

1.1 調査の背景

ハノイ市は紅河デルタに位置し、ヴィエトナム国の首都として政治、経済、文化の中心地である。ハノイ市全域の人口は約 200 万人、うち約 100 万人が本調査の対象地区である市街部に居住している。

既存の排水下水施設は老朽化し、流下能力の減少が著しいため、市街地における度重なる浸水氾濫及び周辺地区の河川・湖沼の水質劣化を生じせしめている。これらは、都市居住環境の悪化及び経済発展の阻害要因になっている。特に近年は郊外地区における人口の増加と開発が適切な排水下水施設を講じないまま進んでいるため、問題がさらに顕在化しており、伴って洪水氾濫被害も増大している。これらの現状に鑑み、ヴィエトナム政府はハノイ市の持続ある経済成長と衛生環境改善を目して排水下水改善事業を早期に実施すべく優先施策の一つとして取り上げて来た。

こうした背景からまず取り組むべき課題はマスタープラン作りとして、ヴィエトナム国政府は 1992 年 12 月に日本国政府あて本調査の協力要請を行った。これを受け、1993 年 6 月国際協力事業団 (JICA) は事前調査団を派遣しヴィエトナム国と協議の上、調査の内容 (Scope of Works) を定める協議議事録 (主報告書 Part 1 の付属資料 1 参照) の署名を行った。

1.2 調査の目的

協議議事録に基づき本調査の目的としたところは以下のとおりである。

- (1) ハノイ市の都市排水及び下水道整備に係わるマスタープラン (M/P) の策定 (段階的実施計画案の提言を含む)
- (2) マスタープランの中で取り上げられたもののうち、優先プロジェクトに対するフィージビリティ調査 (F/S) の実施

1.3 調査地域

調査地域は、紅河 (北側、東側)、ヌエ川 (西側) 及び古トーリック川 (南側) を境界とするハノイ市中心地区 (既成市街地+新興開発重点地区) である。同地区はハノイ市全域 925 km² のうち約 135 km² (西湖を含む) を占める。

1.4 調査の実施体制

本調査は JICA が編成した 12 人の専門家からなる調査団 (Study Team) によって実施された。また、JICA は作業監理委員会 (Advisory Committee) を設け、調査団への技術的指導にあたらしめた。

ヴィエトナム国側においては、ハノイ市人民委員会 (Hanoi People's Committee = HPC) が本調査のカウンターパート機関であった。HPC は調査運営委員会 (Steering Board) を設け、調査の方向づけ及び調査成果に係わる協議等にあたらしめた。運営委員会には HPC の他関係省庁・

機関が参画した（運営委員会メンバーを主報告書 Part 1 の付属資料-2 に示す）。

1.5 調査の進捗

JICA は 1993 年 11 月に調査団を現地に派遣し、調査を開始した。約 16 ヶ月にわたる調査を経て 1995 年 2 月に全作業を完了した。

年・月	提出した報告書	備 考
1993 年 11 月	インセプションレポート	調査計画案の提示
1994 年 2 月	プログレスレポート (1)	第 1 次現地調査 (M/P 対象) の成果の提示
1994 年 7 月	インテリムレポート	M/P ドラフト案の提出
1994 年 9 月	プログレスレポート (2)	第 2 次現地調査 (F/S 対象) の成果の提示
1994 年 12 月	ドラフトファイナルレポート	M/P 及び F/S 計画案の提示
1995 年 2 月	ファイナルレポート	ヴェトナム側コメントを取り入れた最終成果の提出

現地（ハノイ市）においては、調査団はハノイ市下水・排水公社内に事務所をおき調査活動に従事した。

1.6 謝辞

ファイナルレポート提出にあたり、調査団は Steering Board のメンバー及びハノイ市人民委員会、ハノイ市交通公共事業局、ハノイ市下水排水公社ならびにその他の関係機関のカウンターパートから受けた本調査に対する懇切な協力と支援に対し、ここに謝意を表すものである。

また、調査実施においては調査全期間にわたって作業監理委員会及び JICA 本部から種々の指導を頂いた。また現地においては日本大使館、国内においては建設省及び外務省からもガイダンスを頂いた。併せて、ここに多大の謝意を述べる次第である。

2. 調査地域現況

2.1 主要社会経済指標

本調査においてベトナム国全体及びハノイ市に係わる諸社会経済指標を吟味した。うち、ハノイ市に係わる主要指標を以下に示す。

ハノイ市の主要社会経済指標

項目		ハノイ市全体	調査対象地域 (マスタープラン)	データの用途	
(a) 面積：	km ²	925	135		
(b) 人口：	1992	百万人	2.1	1.2	洪水被害、汚水量の推定
	2000	〃	2.3	1.38	
	2010	〃	2.7	1.60	
(c) RGDP：	1990	US\$ X 10 ⁶	920	—	資産価値算定
	2000	〃	3,210	—	
	2010	〃	12,850	—	
同伸び率：	実績	%	11.8	—	資産価値の伸びの算定
	2000	〃	13.3 ^{*1}	—	
	2010	〃	14.9	—	
1人あたり：	1990	US\$	447	—	資産の伸びの算定
RGDP	2000	〃	1,382	—	
	2010	〃	4,715	—	
(d) 観光客数：	1993	百万人	0.45	—	下水事業便益算定
	2000	〃	1.5	—	
	2010	〃	3.5	—	
(e) 罹病者数：実績（平均） ^{*2}					
— 下痢疾患	人	48,000	—	—	下水事業便益算定
— 赤痢	〃	4,800	—	—	
(f) 家計収入： 1993					
— Urban	US\$	—	960	—	支払能力の算定
— Suburban	〃	—	890	—	

(注) *1 ヴィエトナム国全体のGDPの伸び率は8%/年と推定

*2 本調査による算定（公式統計値に表われない罹病者数を含む）

上記の諸指標は計画案のフレームの設定あるいは経済便益の算定といった本調査の基礎資料として用いられた。

2.2 住民インタビュー調査

調査地域の住民の意識に係わる基礎情報を収集するために1993年12月に住民インタビュー調査（約160家族に対するサンプル調査）を行った。特に興味深い判明事項としては下記のとおりであった。

- (a) インタビューした全ての住民が排水下水事業の重要性を認識している。理由として、(i) 悪臭除去、(ii) 蚊及び病原菌への恐れ、(iii) 安全な飲料水保全（地下水汚染の恐れ）であった。
- (b) 下水道料金のレベルとして約 93% の住民が月当たり 20,000 Dong 以下が支払い限度と考えている。
- (c) 約 80% の住民が年 1 回以上、50% が年 5 回以上の洪水浸水に悩まされている。

2.3 都市計画の中での位置づけ

ハノイ市の都市計画マスタープラン（目標 2010 年）は 1993 年 3 月政府によって承認された。調査対象地区の現況土地利用を図 2.1 に示し、将来の計画、土地利用（2010 年）を図 2.2 に示す。主要国道沿いを中心として将来の開発は北西部、南西部、南部に進んで行く計画となっている。

本調査における排水下水計画は上記都市計画マスタープランとの整合性に重きを置いて策定している。特に留意した事項としては以下のとおりである。

- (a) 将来ともハノイの経済活動の中心地は既成市街部である点、排水下水事業の優先地区であること
- (b) 将来とも多くの湖沼が保全される。これらの湖沼を排水下水計画に組み入れること
- (c) 将来道路計画及び地区開発計画（西湖周辺、Linh Dam 周辺開発計画等）との整合を計ること
- (d) 調査地区の北西部、南部の一部地区は現況どおり農地、養漁池が残存する。排水計画上、これらを有効に利用すること。

都市計画マスタープランにおいては、排水下水事業は都市交通セクターと並ぶ優先開発セクターとして位置づけられている。将来事業の一部を為す (i) Yen So ポンプ場計画及び (ii) Yen So 調整地工事は既に政府承認され、後者は 1994 年より着工されている。

2.4. 自然条件（地形、気象、水文）

2.4.1 地形条件／流域区分

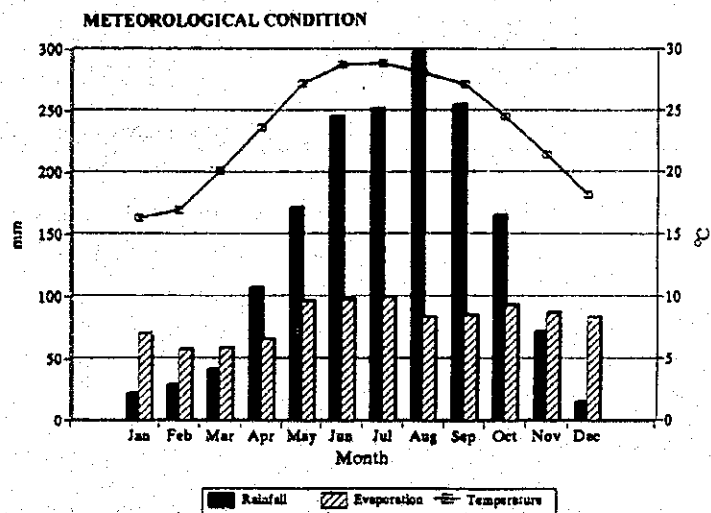
調査対象地域は非常に平坦な地形を呈している。北東部の市街地の高い所で EL. 6 - 9m 程度で、南部（Yen So 地区）では EL. 4.5m 程度である。地質的には紅河三角州の沖積地で地表部約 20m は粘性土及びシルト層、その下に砂質土層となっている。

調査地域は地形条件に従って大きく 2 つの流域に分けられる。即ち、To Lich 川流域及び Nhue 川流域である（図 2.3 参照）。To Lich 川流域の排水は 4 つの河川（To Lich, Lu, Set 及び Kim Nguu）を通じ、Thanh Liet 堰を経て Nhue 川に為されている。Nhue 川流域には目立った河川はないが、排水路によって 4 つの支流流域に区分できる（Co Nhue, My Dinh, Me Tri 及び Ba Xa）。各々の流域／支流流域の集水面積は後述 2.4.3 の表に示すとおりである。

2.4.2 気象水文概況

ハノイ市の気象は、調査地域のほぼ中央部に位置するラング気象観測所で記録されている。年平均気温は 28℃、年平均雨量は 1,670mm となっている。降雨量の約 90% が 4～5 月から 11 月にかけての雨期に集中している。気温、降雨量及び蒸発量の年間変化を下图に示す。

ハノイ市の月平均気温、降雨量及び蒸発量



詳しくは後述するが強降雨時においてNhue川の水位が上昇した場合、Nhue川への重力排水が不可能となる。その際はポンプによる機械排水が必要となる。トーリック流域からのポンプ吐出水は紅河に排水することになるが、その紅河の水位条件は下表のとおりである。

紅河水位の季節的変動

	雨季 (8月)	乾季 (3月)	平均
最高	11.44	4.18	6.67
最低	6.04	2.01	3.57
平均	8.55	2.68	5.01

(注) ハノイ水位観測所1956～1990年の記録に基づく

ハノイ市街部の標高は大方において EL. 5～7m (平均約6m) であるので、1年のうち約4ヶ月程度は紅河の水位が高い。既設の紅河堤防がハノイ市を紅河氾濫から守っている点、紅河堤防の役割は大きい。

2.4.3 計画降雨／洪水量

本調査の排水計画における降雨の計画確率年はヴェトナム国の既存計画基準に準じ、都市排水工は5年確率、洪水防御／河川工計画において10年確率とした。計画降雨量及び流域毎の計画洪水量は下表のとおりである。尚、洪水解析は貯留函数法を用いて算定した。

計画降雨量／計画洪水流量

項目	市街地排水計画 (雨水管渠計画)	洪水防御計画 (河川改修／ポンプ計画)				
		(To Lich)	(Co Nhue)	(My Dinh)	(Me Tri)	(Ba Xa)
計画確率年	5年	10年				
計画雨量	70mm/hr	310mm/2 days				
集水面積 (km ²)	—	77.5	19.7	13.6	14.7	9.9
計画洪水流量 (m ³ /s)						
— Alt. 0 (湖沼貯留なしの仮定)	—	256	—	—	—	—
— Alt. 1 (現況湖沼状態)	—	203	55	26	31	14
— Alt. 6 (18の湖沼浚渫後)	—	174	—	—	—	—

(注) 洪水流量は2010年の土地利用に基き算定している。

上表の To Lich 川流域洪水流量算定値に示される如く、湖沼による自然貯留効果が比較的大きいことがわかる。即ち、湖沼貯留がないと仮定したケース (256m³/s) に比べ、現況の湖沼貯留状態でのピーク流出量は203m³/s、さらに排水上重要な役割を持つと目される18の湖沼を浚渫し積極的貯留効果を持たせる場合ピーク流出量は174m³/sに低減できる。

2.4.4 河川／排水路疎通容量

To Lich 川流域の排水の基幹河川となっている4つの河川 (図2.3参照) の通水容量は場所によって異なるが概ね1.2年洪水流量を流せるだけの容量しか持っていない。このことは、計画洪水防御レベルを10年確率にするためには河川改修工事を実施せねばならないことを意味する。現状の通水容量は以下のとおりである。

- To Lich 川 : 10m³/s (上流部) — 50m³/s (中、下流部)
- Lu 川 : 約 15m³/s
- Set 川 : 約 10m³/s
- Kim Nguu 川 : 20m³/s (上流部) — 40m³/s (下流部)

上記4河川に流れ込む市街地排水路については、排水路／場所別によって異なるが総じて1年洪水流量以下の通水容量しかない。排水路上には200ヶ所以上の小橋梁／カルバートがあるが、主としてこれらの施設において通水断面狭小になっていることが通水容量不足の主因である。

2.4.5 洪水氾濫解析

聞きこみ調査及びスポット標高測量に基いて、既往洪水の氾濫図を作成した。図 2.4 に 1984 年洪水氾濫図（100 年確率以上）、図 2.5 に 1989 年洪水氾濫図（約 8 年確率洪水）を、また図 2.6（平均年洪水）に常習的氾濫地区の分布を示す。

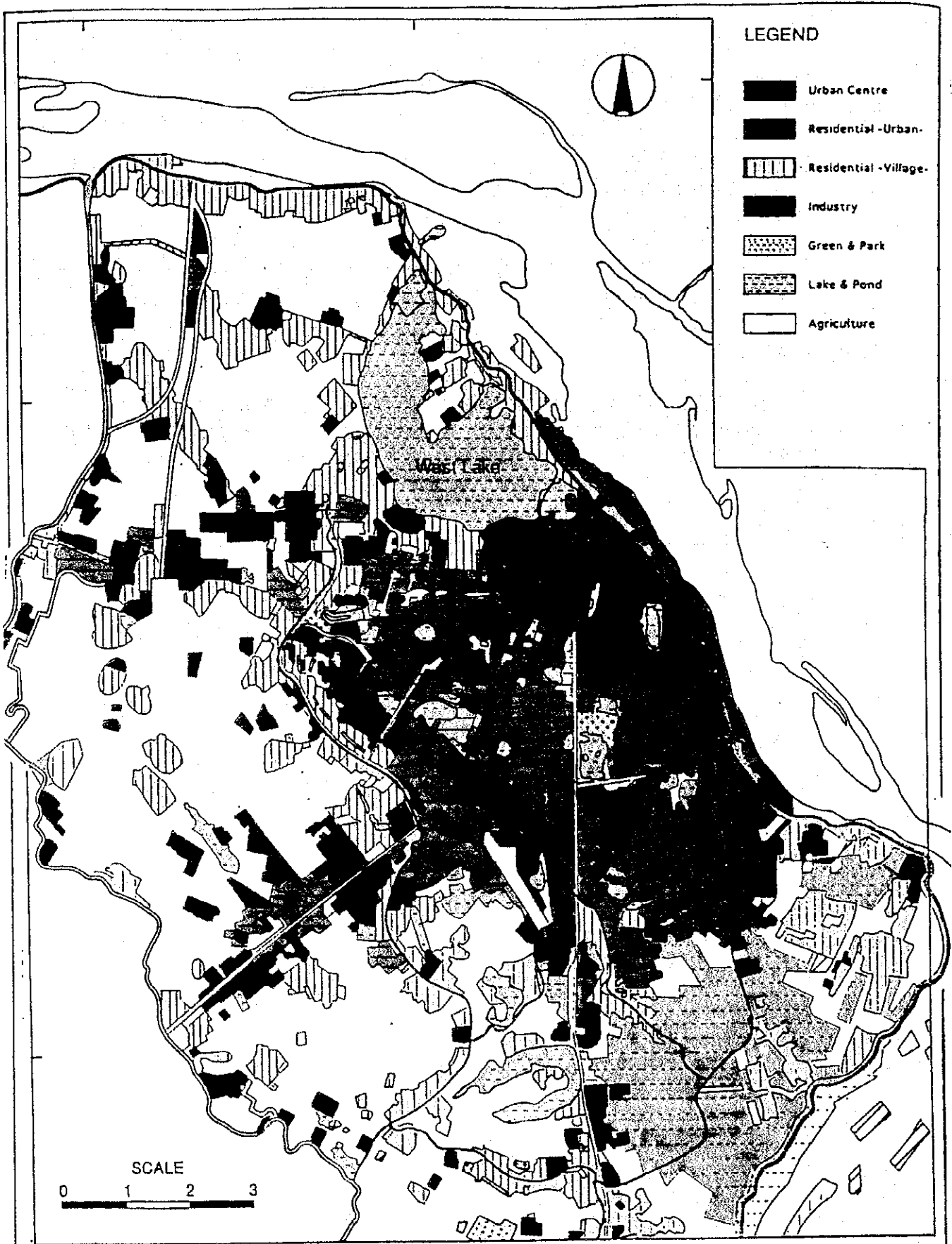
これらの氾濫実績情報を検証値としてポンドモデルに基く洪水氾濫解析を 1.2 - 50 年確率洪水について行った。同解析から得られた地区別の湛水深／湛水期間等を洪水被害算定に用いた。

2.4.6 低水流量

市内河川／排水路の全てについて乾季における低水量を含め流量実測記録はない。本調査期間中の 1993 年 12 月に 6 地点において低水流量観測を行った。これらの観測結果、上水道供給量及び日本における濁水流量経験値を総合して、下記を乾季における To Lich 川の低水量の大まかな目安値として算定した。

- Thanh Liet 地点低水量 : 5.0m³/s
- 上水道供給による流出量 : 4.5m³/s
- 自然流出量 : 0.5m³/s

上記自然流出量値を下水道計画における河川の希釈流量値として用いた。



LEGEND

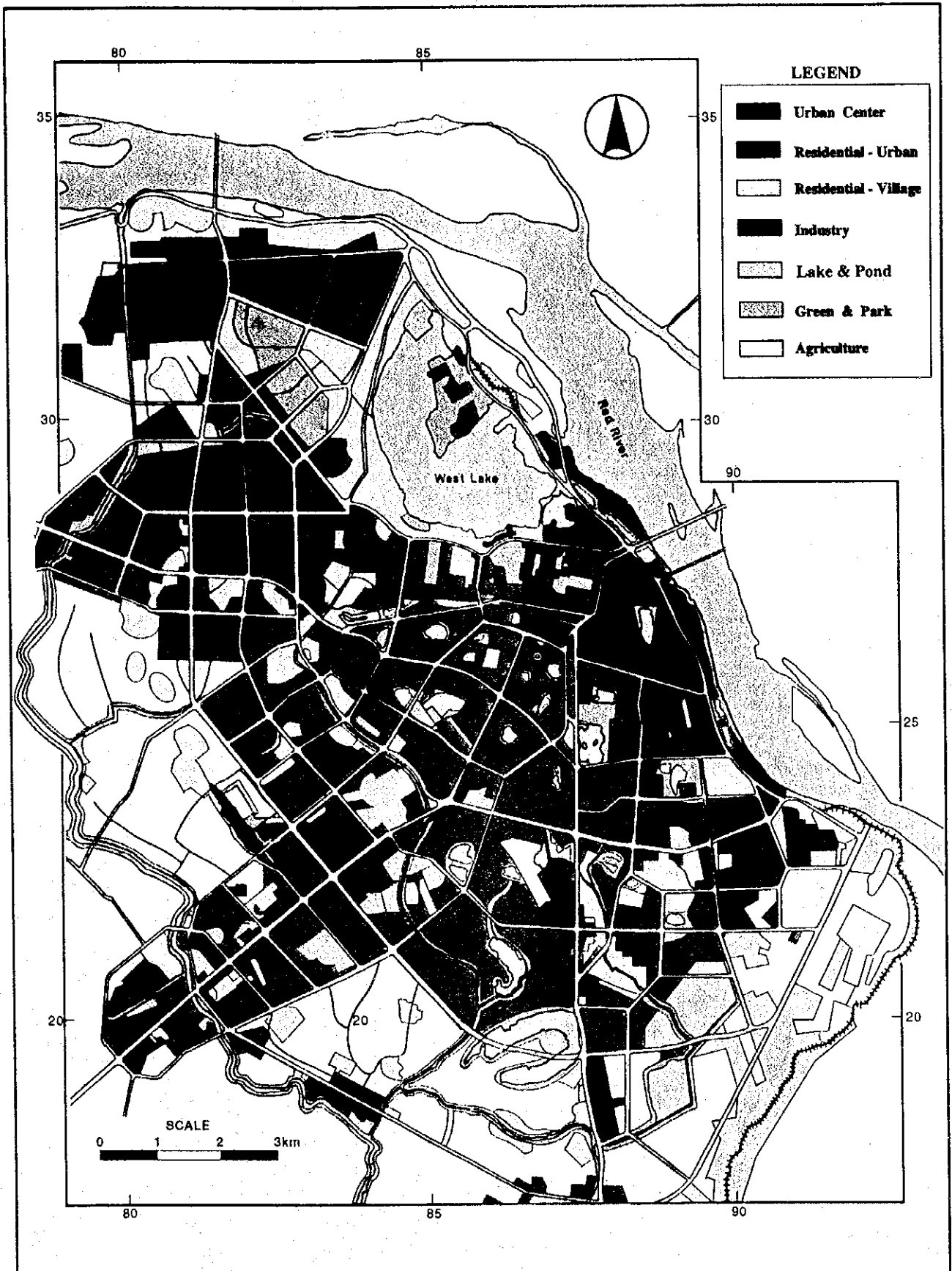
- Urban Centre
- Residential-Urban
- Residential-Village
- Industry
- Green & Park
- Lake & Pond
- Agriculture

SCALE
0 1 2 3

SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTEWATER
DISPOSAL SYSTEM IN HANOI CITY

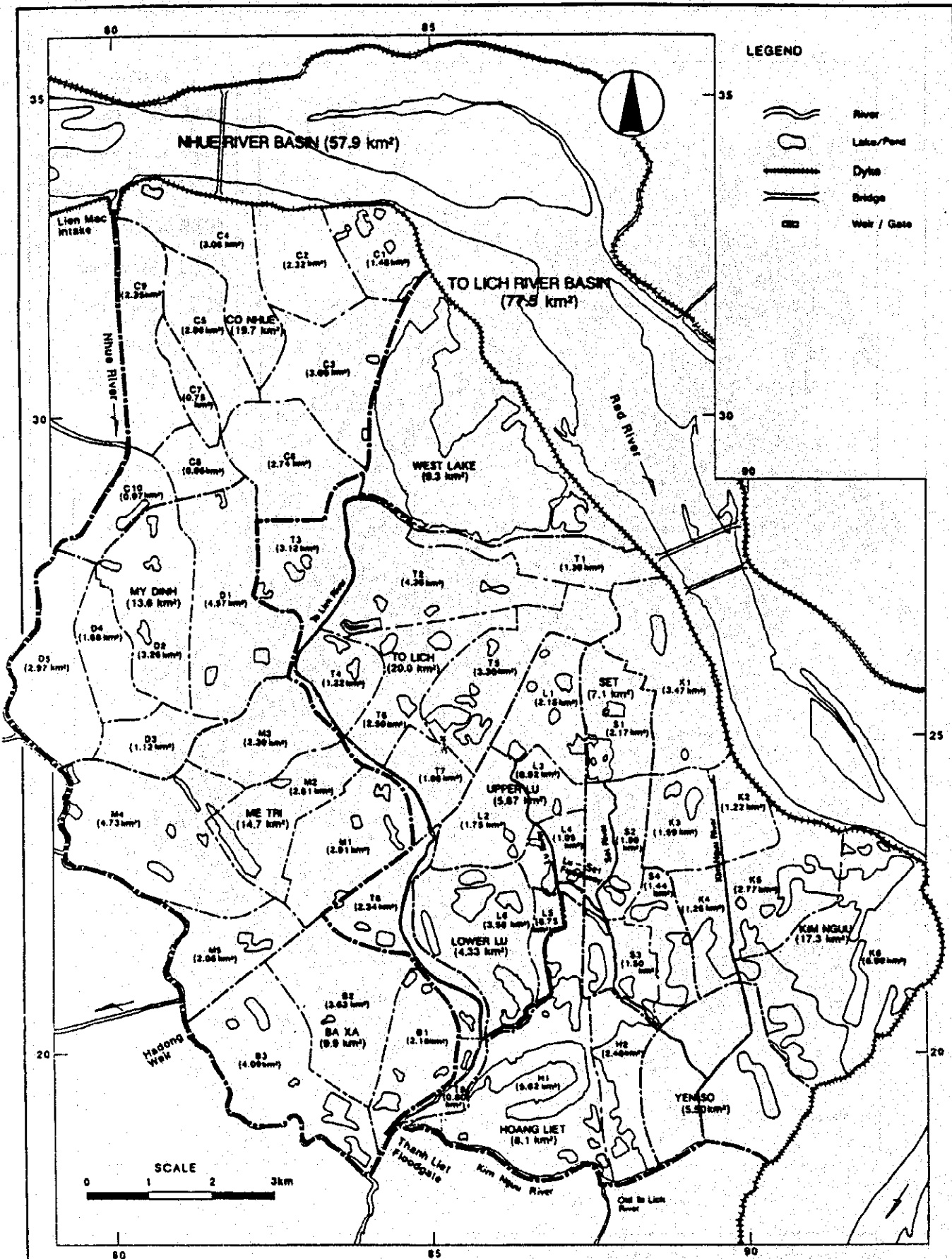
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

图 2.1 現況土地利用図



SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
 THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTEWATER
 DISPOSAL SYSTEM IN HANOI CITY
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

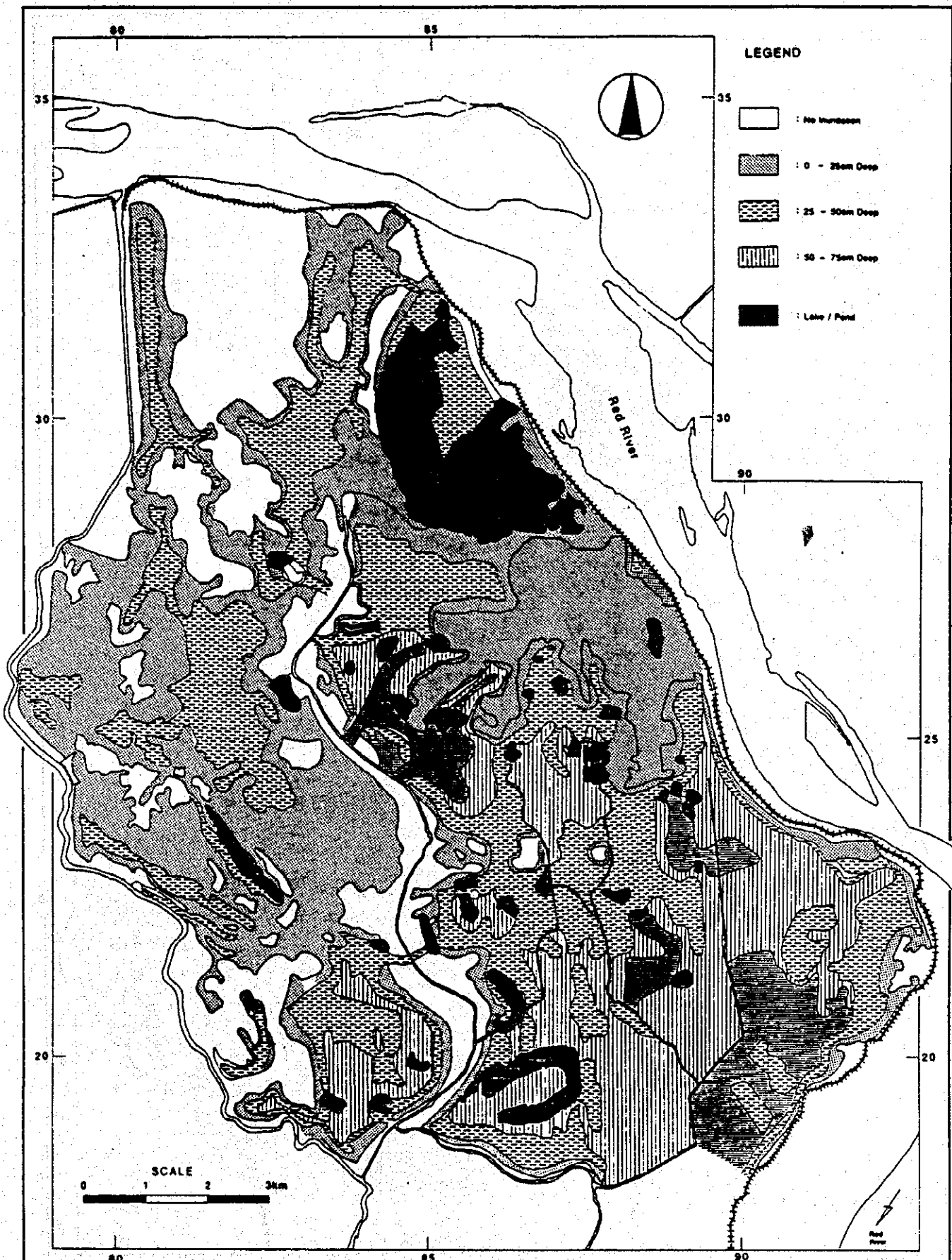
图 2.2 将来土地利用图 (2010 年)



SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
 THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTEWATER
 DISPOSAL SYSTEM IN HANOI CITY

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

图 2.3 流域区分图



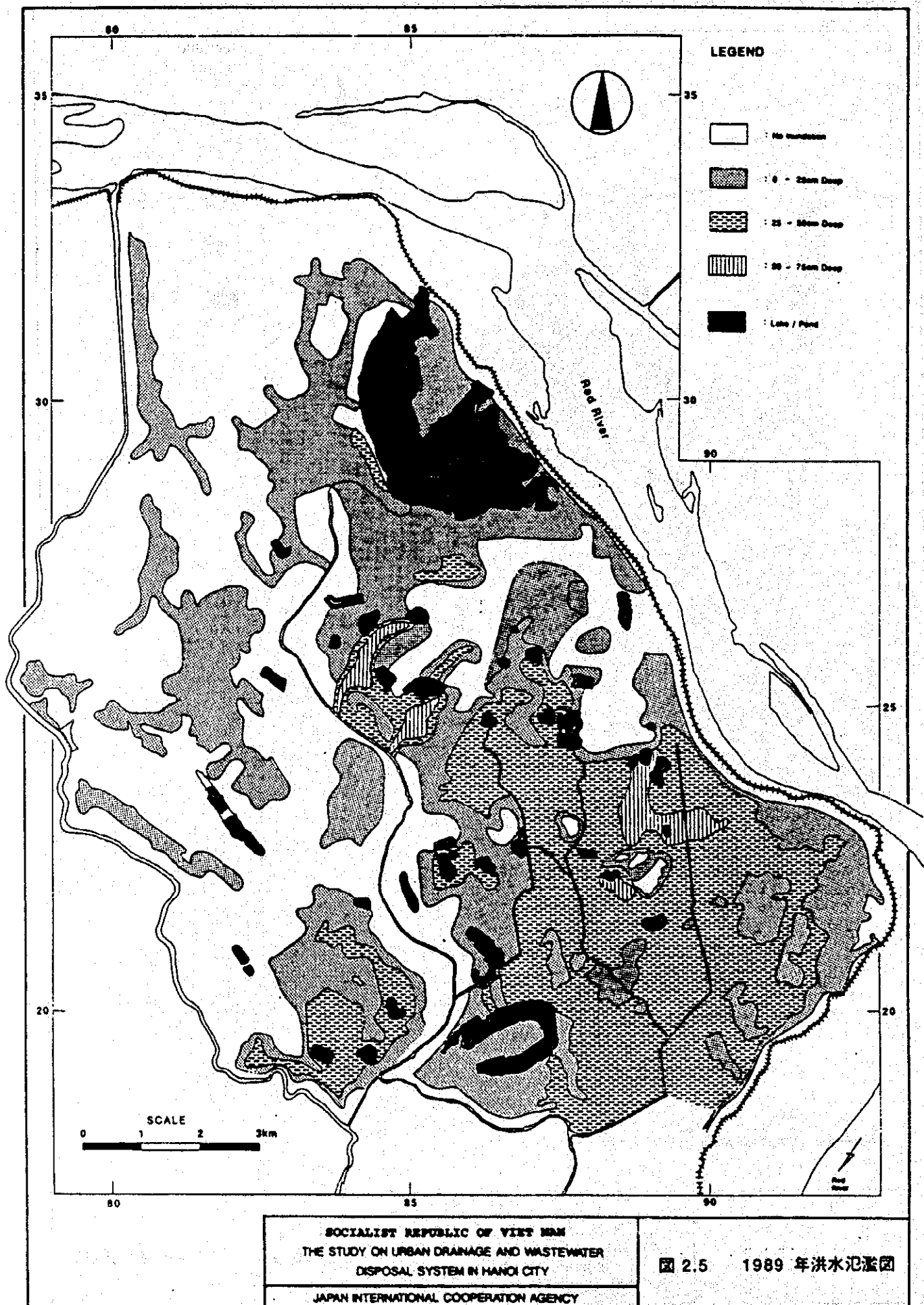
LEGEND

- : No Inundation
- : 0 - 25cm Deep
- : 25 - 50cm Deep
- : 50 - 75cm Deep
- : Lake / Pond

SCALE
0 1 2 3km

SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
THE STUDY ON URBAN DRAINAGE AND WASTEWATER
DISPOSAL SYSTEM IN HANOI CITY
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

图 2.4 1984 年洪水氾滥图



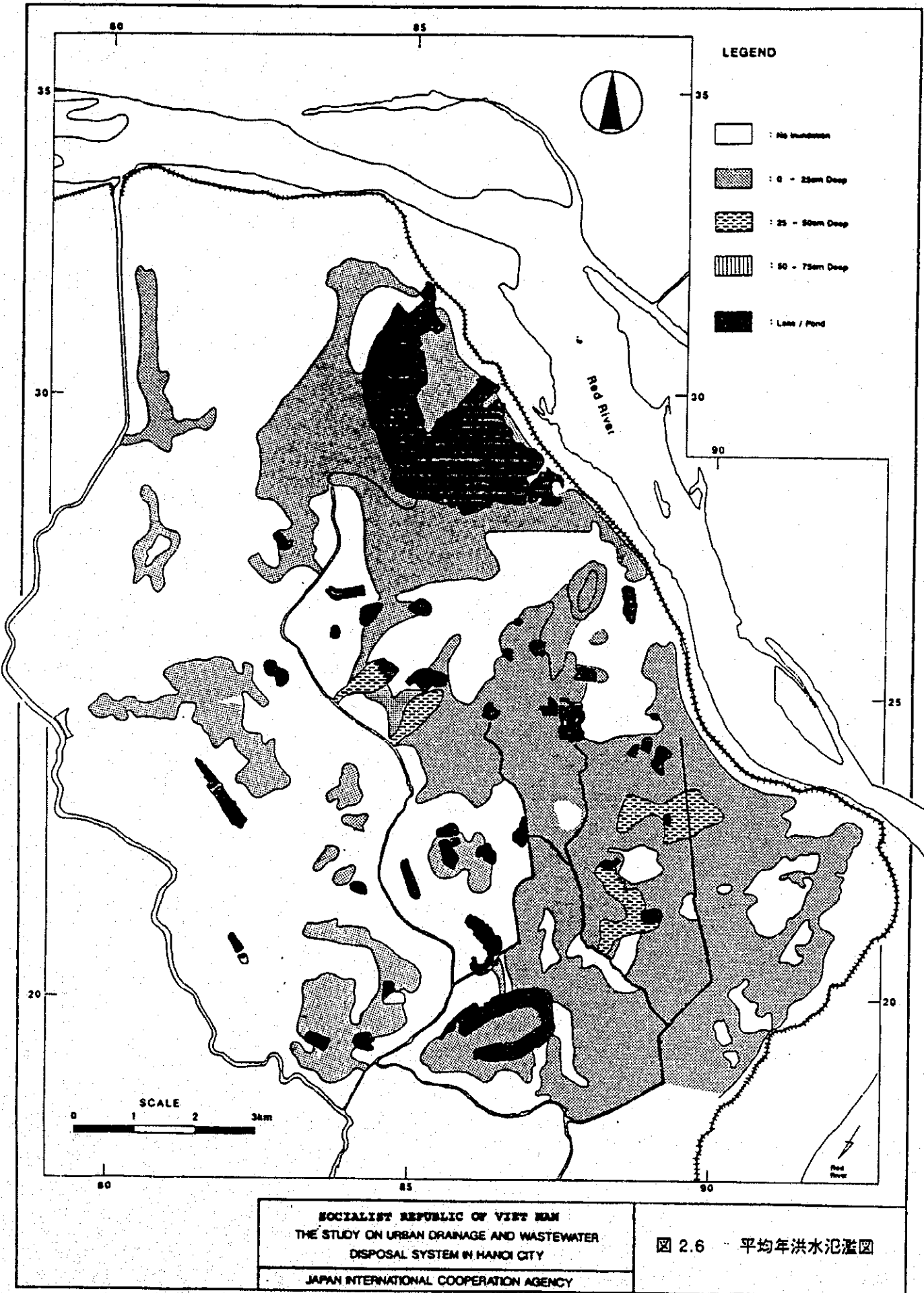
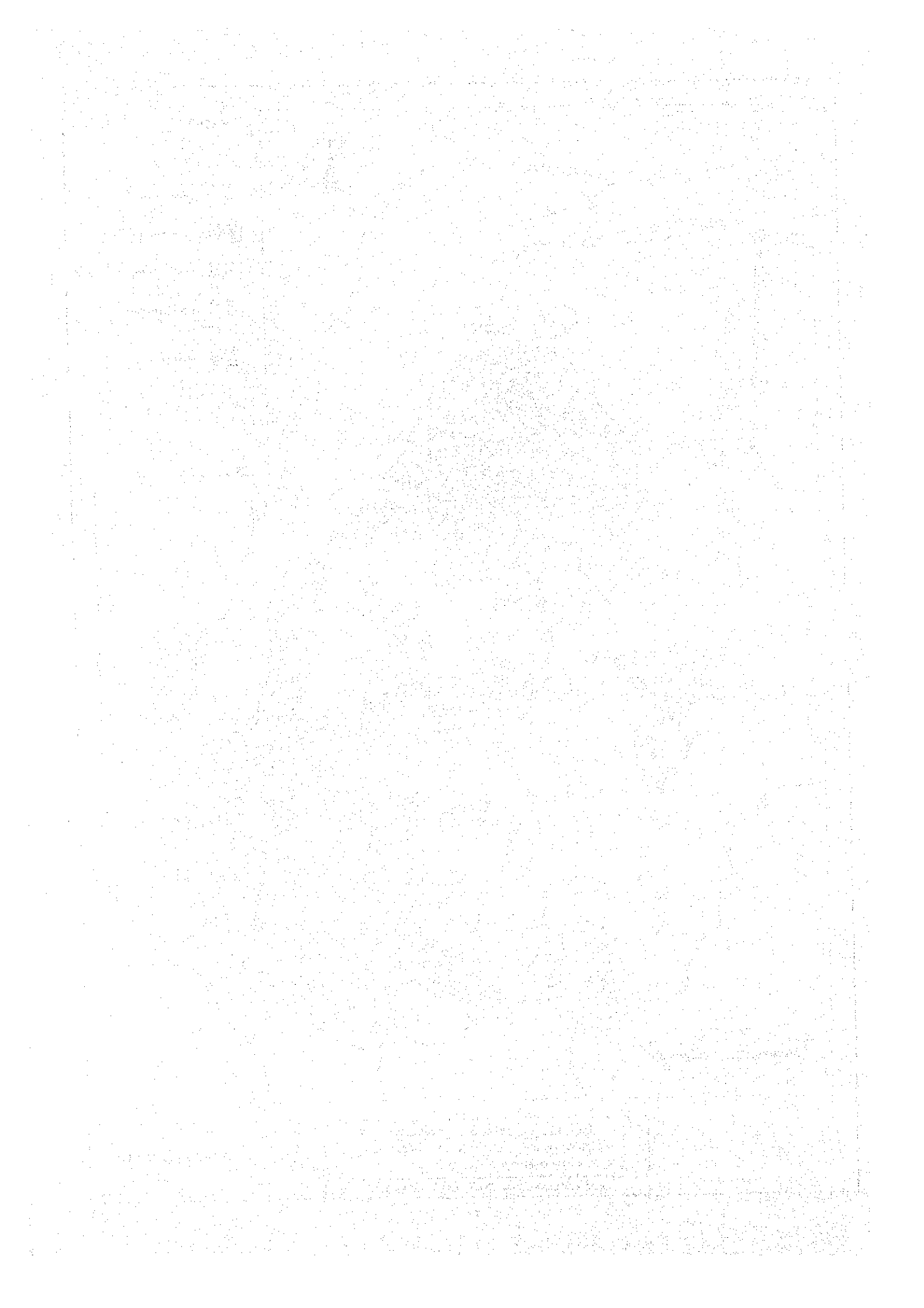


图 2.6 平均年洪水氾滥图



3. 全体計画（マスタープラン）の策定

マスタープランは大きく区分して雨水排水計画と下水排水計画よりなる。計画案策定においては、幾つかの代替案の検討を踏まえて作成し、また排水及び下水計画の整合性について留意した。計画案の作成は雨水排水計画においては流域区分別に、下水排水計画においては流域区分に加え人口分布また全体都市計画の要素を加味し、地区毎の計画案を策定している。

3.1 排水計画

3.1.1 トーリック川流域排水計画

To Lich 川流域の全体排水計画については下記のコンセプトに基く計画案を提言している。

- (a) 西湖流域（9.3 km²）からの豪雨時流出量については全量を一時的に西湖（湖面積 5.67 km²）に貯留する。
- (b) 排水系統上肝要な役割を果たすと思われる湖沼のうち未浚渫の 18 の湖沼の浚渫を行い自然貯留効果の増大を計る。
- (c) 国道 1 号線上の橋梁（Kim Nguu 川 3.9km 地点、Van Dien 北 1km）の再改築を避けるため、Lu 川上流域（Upper Lu）からの流出水を Set 川に転流させ（Lu-Set Floodway）、また Hoang Liet 流域からの流出水は Set 川方面に転流する（Linh Dam Channel）。
- (d) 年数回程度の小洪水は Nhue 川への自然流下が可能である。しかし、中程度以上の洪水（ほぼ 1.2 年確率以上の洪水）の場合、Nhue 川の水位上昇が伴うため Thanh Liet 堰からの重力排水が困難となり、場合によっては逆流が生じる。このために、紅河へのポンプ排水を計画せねばならない。ポンプ場地点としては Yen So 地区が適当である。
- (e) 建設費の比較検討の結果、ポンプ容量と調節池の最適な組み合わせは次のとおりである。
 - － ポンプ容量 : 90 m³/s
 - － 調整池 : 519 万 m³調節池容量については、Yen So 地区で 387 万 m³の調節池を新設し、残り 132 万 m³を既存のLinh Dan 湖及び Dinh Cong 湖で調節する。
- (f) 周辺居住環境改善及び河川／湖沼保全の目的で市内の主要池、Yen So 調整地及び河川・排水路沿いの一部に水辺公園やその他の景観改善工の設置を配慮する。

上記のコンセプトに基く To Lich 川流域排水計画の主要工事概要は下記の通りである。計画位置図を図 3.1 に示す。

To Lich 川流域排水計画概要 (主要工事のみ)

-
- (a) Yen So ポンプ場 : 90 m³/s (流入水路/吐出水路計 2,100m を含む)
- (b) 調整池 :
- Yen So 調整池 (新設) : 調整容量 3,870,000 m³
敷地面積 203 ha
 - Linh Dam 湖 (浚渫) : 調整容量 1,070,000 m³
 - Dinh Cong 湖 (浚渫) : 調整容量 250,000 m³
- (c) 河川改修 (4 河川) : 改修総延長 33.0 km
水門工設置 7ヶ所
橋梁/カルバート改修 29ヶ所
- (d) 排水路改修 (市街部) : 改修総延長 30.8 km
水門工設置 1ヶ所
橋梁/カルバート改修 81ヶ所
- (e) 湖沼浚渫 (市街部) : 18 湖沼
- (f) 雨水管渠改修/新設 : 市街部全域約 6,200 ha
-

3.1.2 ヌエ川流域排水計画

計画算定のコンセプトは以下のとおりである。

- (a) Nhue 川の改修計画基本方針 (水資源省) にしたがって Nhue 川への許容排水量は比流量 0.6m³/s/km² 相当とし、それ以上の洪水流出量は調節池にて処理する。但し、許容排水量についてはフィージビリティ・スタディの段階で水資源省と再度協議し、了解を得るものとする。
- (b) 自然排水方式と機械排水方式との比較を行った結果、コスト的に安い機械排水方式を採用することにした (自然排水方式は約31 km² の埋立を必要とする)。Nhue 川の水位が低いときには自然排水が可能ないようにポンプ場に隣接して自然排水門を設置する。
- (c) 水辺環境改善の目的で、調節池まわりおよび排水路沿いの一部に To Lich 川流域と同種の対策工を講じる (第3.1.1節の(f)項)。

以上のコンセプトに基づく Nhue 川排水計画の概要は下表のとおりである。計画図を図3.1に示す。

Nhue川排水計画概要

項目	支流区分				合計
	Co Nhue	My Dinh	Me Tri	Ba Xa	
(a) ポンプ場					
容量 (m ³ /s)	12	8	9	6	35
(b) 調整池					
治水容量 (m ³)	3,020,000	1,590,000	1,600,000	1,070,000	7,280,000
池面積 (ha)	76	40	40	27	183
敷地面積 (ha)	84	44	44	30	202
(c) 排水路改修:	54,800 m (約 90ヶ所の橋梁改築を含む)				
(e) 雨水管整備:	3,950 ha (新興開発地区における新設)				

(注) ポンプ場には自然流下水門を併設する

尚、ヌエ川左岸（東側）地域の洪水防御策のひとつとして、マスタープランで提言しているヌエ川護岸道路及び堤防改修計画は、水資源省のヌエ川改修計画基本方針と密接に関連するので、その実施についてはF/S時に他の施設対策を含め再度検討する必要がある（第3.1.4節参照）。又、工事実施機関は水資源省が望ましいので、上記（a）項の許容排水量の問題同様、水資源省との協議を要する。

3.1.3 既設下水管渠／排水路の浚渫工事（緊急プロジェクト）

現況、既存市街地（主として4つのQuan地区）において総延長約120kmの下水管渠（合流式）と約31.3kmの排水路がある。長年の汚泥堆積が進んだ結果、現状の堆積量は下水管渠内において約26,000m³（通水断面の約32%相当）、排水路において約90,000m³（通水断面の24%相当）と算定される。これらの堆積汚泥は下水管渠／排水路の通水容量を減少させ市街地氾濫の一因となっており、また排水路沿いの水辺環境の劣化（悪臭、美観、衛生状況）の最大の要因となっている。

本件は即効性があり、また現状改善のニーズとしても高いため緊急プロジェクトとして提言する。プロジェクト形成方式としては、(i) 技術的にハノイ市排水下水公社（SDC）直営ベースで浚渫工事が実施可能であること、(ii) 極力早い時点での工事開始を可能せしめるという二点の見地から必要機械のSDCへの供与という形のプロジェクト調達を提言する。

調達には浚渫工事に必要な機械、スベアパーツ及び材料を含む。調達すべき機械は、洗浄式ジェットクリーナー、汚泥吸引車、クラブ式浚渫機械、その他約15種の機械である（リストは付属資料-3.1参照）。機械台数は上記の堆積汚泥を約3.5～4年の期間で除去する計画として算定してある。

3.1.4 紅河及びNhue川改修計画

上記の To Lich 川流域及びNhue川流域排水計画の実施と併行して将来的には下記のプロジェク
クトを形成して行く必要がある。本項は本調査対象地域外の事柄 (MOWR所轄) であるが、
関連する計画として記述するものである。本調査対象地区と紅河・Nhue川との関係位置図を
付属資料- 3.2 に示す。

(1) Nhue川上流部右岸改修計画 (To Lich 合流点より上流部; 河川延長 20km)

上述第 3.1.2 節の Nhue川流域排水計画によって同河川左岸地区 (ハノイ市側) は洪水
防御が為される一方、右岸地区 (Ha Tay 県側) は反して状況が悪化する。従って、左
岸地区改善事業と併行して右岸地区洪水防御計画を形成・実施する必要がある。

右岸地区洪水防御事業の骨格としては、(i) Nhue川右岸沿いの堤防建設と(ii) 内水排除
(ポンプ場+調節池) が基本になると思われるが、ダイ (Day) 川への転流計画も代案
として吟味されるべきである。

(2) Nhue川下流域洪水防御計画 (To Lich 合流点よりDay川合流点までの下流部; 河川延長 50km)

現状、Nhue川下流部の疎通容量は狭小であり、毎年の如く洪水氾濫を起こしている。
将来的には、Nhue川下流部の洪水防御事業を実施する必要がある。本格的河道改修に
はかなりの年月と多大な事業費を要する点、当初は低い防御レベル、優先地区での輪中
堤計画、遊水池計画 (低地水田を含む) の導入といった緩やかな治水計画とすることが
实际的であろう。

Nhue川疎通容量不足のために To Lich 川からの排水量は最大 $30\text{m}^3/\text{s}$ に規制されており、
ハノイ市排水の条件規制の一つになっている。長い将来においてハノイ市の開発が進む
につれて洪水防御レベルを現計画の 1/10 年確率から 1/25 年、1/50 年確率といった具合
に上げて行かねばならないだろう。その場合、紅河へのポンプ排水の容量アップによる
対応が主力になると考えられるが、一方においてNhue川への重力排水 (自然排水) を
併用し得ればさらに望ましい。

かような点を踏まえて "Nhue川総合洪水防御計画調査" と言った調査から入ることを
勧告したい。

(3) 紅河堤防保全プロジェクト

前述した如く (第 2.4.2 節)、紅河堤防はハノイ市にとって紅河からの氾濫防止の生命
線となっている。既存堤防は 11 世紀に構築されて以来改修を重ね、現状一応安定した
状態にあるが、場所によって堤防断面への住居構築侵入、法面の欠損、高水位時の漏水
等が見られる。

水資源省 (MOWR) は ADB の資金援助を受けて 1994 年末より堤防補強工事を開始の
予定である。将来にわたって紅河堤防の保全是ハノイ市にとって最重要事の一つである。

3.1.5 非施設の対策

上述の第3.1.1から3.1.3節に述べた施設の対策に加え、下記の非施設対策を併せて講ずることが望ましい。

(1) 洪水氾濫域管理

本項は、基本的には洪水被害ポテンシャルを現状以上に増大せしめないよう政策を施すことを趣旨とし、特に当面洪水防御計画の見込まれない地区に適用すべきである。ハノイ市の場合、特に下記点において積極的施策の実行を要する。

- (a) 将来都市計画によれば、調査対象地区の北西部（My Dinh - Me Tri 地区の一部）、南部（Ba Xa - Hoang Liet 地区の一部）及び南東部（Yen So - Kim Nguu 地区の一部）は当面の間開発が予定されていない（図 2.2）。これらの地区においては住居や工場等の建設に対する抑制を行い、むしろ積極的に一時的洪水貯留地として残しておくべきである。
- (b) 紅河の堤外地（河川側）は現状かなりの程度において居住地として使途されている。これらの現住民の移転は実際的でないとしてもこれ以上の居住増がないよう建築認可等において抑制すべきである。現地にリスクレベルを示す立看板（頻度別危険水位の表示）を立てることも住民自身の判断材料となる。但し、紅河の堤外地は本調査対象外であったので、当地域の洪水氾濫域管理に関する調査が別途、ハノイ人民委員会と水資源省との共同作業にて実施されることを提言する。

(2) 土地開発に伴う雨水調整池の設置義務

新たに開発される住宅団地や工場開発に対して雨水調整池の築造義務を法令によって定め（設計基準も含めて）、厳格に履行させること。

(3) 洪水予警システム

To Lich 川流域の場合、市街地における降雨から 4 ～ 5 時間後には Thanh Liet あるいは Yen So 地点における洪水流出となって予知から警告発令までの時間的余裕がない。従って、降雨実測に基づく予知に限り實際上機能し得る予警システムは作りにくい。Nhue 川流域についても同等のことが言える。但し、将来的にはレーダー雨量計による降雨予測を行なう手法の導入が考えられる。

第 3.1.1 節に述べた To Lich 川流域排水計画には洪水予知システムの設置を含んでいるが、主として Yen So ポンプ場及び Thanh Liet 堰を含む水門工の操作の補助装置としての位置づけである。

他方、本調査の対象地区外の事柄ながら紅河堤外地の住民に対する洪水予警体制の整備は必要である。紅河上流域の洪水流出解析を含む調査に基いて、然るべき予警システムが早期に構築されるべきことを提言する（MOWR）。

(4) 住民への広報及び教育

河川を含む排水施設管理に係わる大筋の規制は整備されている（e.g. Government Regulation No. 6032）。むしろ、問題はいかに一般住民の認識を向上させるかという点において住民への広報及び教育が重要である。排水施設運営・管理上は特に下記点に係わる住民の関心の喚起が大切である。

- (a) 河川・排水路・湖沼管理地内における不法占拠・無断使用の禁止
- (b) 河川・排水路・下水管渠へのゴミ・汚物等の不法投棄禁止

広報・教育はテレビ等の視覚的マスメディアによる方法と、現地における立看板の表示による方法が効果的である。さらに積極的施策として、地域別の人民委員会あるいは協同組合を通じ河川・排水路・湖沼清掃キャンペーンを組織して実際に住民参加型の清掃作業を実施することを提言したい。

3.2 湖沼保全計画

3.2.1 西湖保全計画

西湖は市民のリクリエーション及び内面漁業用途、またビジター向けの観光資源として今後とも保護すべき重要資源である。湖の自然環境保全という観点からは、将来実施事業として下記が上げられる。

西 湖 保 全 計 画 概 要

-
- | | | |
|-----------------|---|--------------------------------|
| (a) 湖岸道路／公園／護岸工 | ： | 住民による不法占拠（埋立）、ゴミ投棄等の防止 |
| (b) 湖底浚渫工 | ： | 湖底汚泥除去による水質改善、漁業改善、洪水調節容量増 |
| (c) 下水流入防止工 | ： | 現状流入している下水の処理あるいは転流（後述 3.3 参照） |
-

上記 (a) については、ハノイ市交通公共事業局傘下の公共事業設計会社が西湖周辺開発計画案を策定しており、今後周辺開発とともに整備されて行くだろう。(b) 及び (c) については、別途提言する“西湖環境総合調査”における判明事項を踏まえた上で逐次実施されて行くべきものとする。

3.2.2 市内湖沼の保全計画

ハノイ市は多くの湖沼を持つことによる独特の立たづまいを見せている。現況は必ずしも水質環境が良いといった状態になく、むしろ居住環境劣化の一要素となっているが、将来においては周辺住民のアメニティーの場として供用し得るポテンシャルがある点、今後とも保全すべき資源である。

また、湖沼は治水上も重要な役割を果たしている。都市計画マスタープラン及び本調査において将来とも残すべきとしている湖沼（約86池）については将来とも必ず保存すべきで埋立など行なってはならない。上述 3.1.1 に述べた To Lich 川流域排水計画において排水上重要と思われる18の池の浚渫、11の池の湖岸環境改善計画、及びモデルプロジェクトとして2つの池

のエアレーション工を含んでいる。

加えて、長期的にはその他の小湖沼の湖岸改良計画（湖岸道路／歩道、公園等、仮に 50 池を想定）を目指すべきであるし、またモデルプロジェクトにおける水質改善効果を観察した上で、幾つかの湖沼についてはエアレーション工の実施（仮に20 池を想定）を行なう計画としている。

3.3 下水道整備計画

3.3.1 全体計画策定のコンセプト

(1) 現況の問題点

ハノイ市では近年の都市化による汚水量の増加にともない、湖沼及び河川の汚染と住民の生活環境の悪化が深刻化している。しかしながら、本格的な下水処理場は無く、また既設下水管渠のほとんどはフランス時代に布設されたもので老朽化している。

(2) 計画の基本フレーム

計画の基本フレームは以下のように設定した。

- (a) 計画目標年 : 2010 年
- (b) 計画対象地域 : 135 km²
- (c) 計画人口 : 1,597,000 (2010 年)
- (d) 計画原単位 : 以下の通り

項目	汚水量	汚濁量
家庭汚水		60 (g/人/日)
- 公共上水道整備地域	180 (l/人/日)	
- 公共上水道未整備地域	100 (l/人/日)	
営業汚水		200 (mg/l)
- 小工場	15 (l/人/日)	
- 事務所等	40 (l/人/日)	
工場廃水	28 (m ³ /ha/日)	400 (mg/l)

(e) 現況と将来の汚濁量：

項目	1992 年	2010 年
汚水量 (1000 m ³ /日)	173.9	378.4
汚濁量 (ton/日)	64.2	119.7
汚水の平均 BOD (mg/l)	369	316
汚水の平均 SS (mg/l)	332	285

(3) 河川水質の予測

No. 河川/ポイント	排水面積 (ha)	現状水質 推算値 (BOD:mg/l) 1992	予測水質 (BOD:mg/l)	
			下水事業 実施前 2010	下水事業 実施後 2010
			(1) トーリック/上流	1,690
(2) トーリック/ルー川合流点	2,960	46	89	13
(3) トーリック/タンリエット	6,820	31	54	8
(4) ルー	460	62	130	19
(5) キムヌー	1,960	52	79	12
(6) セット	2,850	41	54	8

(注) ヴェトナム国の河川に関する環境基準によると、ハノイ市の河川の許容水質 (BOD) は、25mg/l 以下となっている。

(4) 処理水質基準値の設定

人口密度 (人/ha)	BOD 除去率 (%)	処理水質基準値 (BOD: mg/l)		対象河川
		生活污水	工場汚水	
50 以下 ^{*1}	75	90	50	トーリック及びキムヌー 下流部
50 - 350 ^{*2}	80	60	50	セット、トーリック川と ルー川合流点上流部
350 以上 ^{*3}	85	50	50	ルー及びキムヌー上流部

(注) *1 : 低人口密度地区 (農村地)

*2 : 中人口密度地区 (市街地周辺)

*3 : 人口集中地区 (市街地)

(5) 下水道整備全体計画案

調査対象地域の地区別特性 (前述の将来土地利用や地区別人口分布/汚濁予測量 (付属資料 - 3.3) 等を総合勘案) 及び排水流域区分等を考慮の上、7つの処理区域 (Zone) を設定した。各々の Zone についての幾つかの代替案検討を踏まえた結果、下記の整備計画案の実施が最適と思われる。全体計画図を図 3.2 に示す。

下水道整備事業全体計画案の概要

処理区域	面積 (ha)	人口 (2010年)	汚水量 (m ³ /日)	下水道整備計画 (マスタープラン)
Zone 1				
Zone 1-1	930	40,000	8,300	中規模コミュニティ・プラント
Zone 1-2	1,060	47,000	7,900	大規模コミュニティ・プラント
Zone 2				
Zone 2-1	990	304,000	73,400	大規模集合処理下水道 (第一期)
Zone 2-2	1,010	129,000	36,000	大規模集合処理下水道 (第二期)
Zone 3	1,350	299,000	70,400	中規模集合処理下水道
Zone 4	500	190,000	44,700	中規模集合処理下水道
Zone 5	2,500	244,000	56,500	中規模集合処理下水道
Zone 6				
Zone 6-1	870	114,000	29,800	中規模集合処理下水道 (第一期)
Zone 6-2	2,290	180,000	43,200	中規模集合処理下水道 (第二期)
Zone 7	1,740	49,000	8,300	On-site 処理/コミュニティ・プラント

(6) 下水排除計画

上記整備計画に伴う下水排除方式は以下のとおりである。

- (a) 完全分流式 : Zone 2-2, 5 と 6 (新規供用地区=現状未整備地区)
- (b) 部分的分流式 : Zone 2-1, 3 と 4 (現況一部合流式下水管布設地区)
- (c) 雨水排水路利用式 : Zone 1 と 7 (On-site/Community Plant 計画地区)

3.3.2 集合処理下水道計画

計画対象地域の約 72% に将来は集合処理式下水道施設 (5系統) を整備する計画である。Zone 別の施設計画の最終案は以降の F/S 調査/詳細設計において個々に吟味する必要があるが、本調査では汚水処理方式としてはオキシデーションディッチ方式、汚泥処理方式としてはドライベッド方式を最適案として推奨する。又、提案された処理施設の位置は今後の社会経済状況を鑑みて実施時に再度検討される事項である。提言した集合処理式下水道整備事業の主要施設は以下のとおりである。

集合処理方式下水道整備の主要施設

処理区域	排除施設		処理場 施設面積 (ha)	汚泥処理 ドライ・ベッド (ha)
	管渠 (km)	雨水吐室 (ヶ) ポンプ (ヶ)		
Zone 2	392	4 5	9	5
Zone 3	275	7 3	8	—
Zone 4	87	8 3	5	—
Zone 5	505	— 2	6	4
Zone 6	589	— 3	7	—

3.3.3 On-site 処理計画

地形要素／将来人口規模に判じ Zone 1 及び Zone 7 については集合処理方式は経済的でない。地区別小プラントによる処理あるいは各戸浄化槽による処理方式が適合する。

地区別小プラント及び各戸浄化槽による処理計画

地区区分	Zone 1		Zone 7
	Zone 1-1 (West Lake)	Zone 1-2 (Co Nhue)	(Thanh Tri South)
工業地区	14 プラント	1 プラント	10 プラント
商業地区	*	—	9 プラント
住居地区	32 プラント	1 プラント	9,000 浄化槽

(注) プラント：各地区／団地（住居・工業）別の小処理プラント（Community Plant）

浄化槽：各戸別浄化槽

*：工業地区の14プラントの中に含めて計上してある

—：該当事業なし

住宅団地／工業団地においては開発者が各々の団地において適切な処理システムを設置するよう義務づける。既成村落向け小処理プラントや各戸浄化槽については、HPCの低利ローンの融資を受けて村落共同体あるいは各戸所有ベースの設置とする方式を提言する（後述第3.3.7節参照）。但し、地区の社会事情等によっては、村落向けの On-site 処理施設の設置は公共事業として実施する必要も生じうるだろう。又、この地域の将来の開発状況によっては、On-site 処理よりはむしろ集合処理による対応が実際的である可能性もあるので、今後の F/S 調査が必要である。

3.3.4 パイロット事業としての処理計画案

集合処理方式下水道整備事業の本格的実施を仮に2000年以降とする場合、パイロット事業的に幾つかの処理施設を先行着工して良い。パイロット事業に値すると思われるプロジェクトは以下のとおりである。

- (a) Kim Lien 地区処理場修復：既存施設の有効利用という観点から、リハビリテーションを実施する。オキンデーション・ディッチ処理方式のOM技術育成の意味合いもある。
- (b) Truc Bach 処理プラント計画：Community Plant のモデルケースとして現状下水管渠からの流入水の処理。実施時期については西湖汚染の今後の程度による。
- (c) 市街地湖沼での汚水流入処理：湖沼水質保全が緊急事項となった場合の応急的措置として考えられて良い。流入下水管渠末端での簡易沈殿池による処理又はインターセプターによる汚水流入防止が対策案として考えられる。

上記計画について本調査では試案を示しているが（付属報告書E）、最終的には別途提言する
" 下水道整備フィージビリティ調査（Zone 2, 3 & 4）" 及び " 西湖環境調査" の提言に従う
ことが適切である。

3.3.5 河川希釈／維持用水導水計画

本案は暫定的試案として予備的検討に留めている。下水道整備後は乾季排水量の一部が処理プラントへ直送されるため河川用水が減少する。特に Zone 2, 3 及び 4 において河川用水不足（農業用水の確保、河川最小流量の維持）の問題の発生の可能性をなしとしない。

西湖及び市街池湖沼は上記用水を補給できるほどの水資源量を有しない。紅河を水源として Lien Mac 既設ポンプ場からの導水案が考えられるが、紅河水の導水は浮遊砂の流入、生態系への変化といった新たな問題を誘起するので慎重を要する。また、本案以前の事項とし (i) 処理下水を極力上流部に放水すること（即ち上流部における処理場設置）、(ii) 下水以外の汚濁物の河川への流入防止、(iii) 河川清掃作業といった処置を講ずべきである。

下水道整備後、Zone 2 及び Zone 4 流域の実際の河川環境を見た上で導水の是非に関わる判断をしても遅くない。

3.3.6 廃棄物及び排泄物の処理

下水道整備事業と併行して都市環境公社（URENCO）が管轄するゴミ及び屎尿収集処理体制の強化が肝要である。具体的には下記事項が特に速効的である。

- (a) 公衆便所の改修・増設 : 現況オーバーロードしていることは正
- (b) ゴミ収集／屎尿収集力強化 : 必要機材の調達（概略費用 US\$ 15 million）

3.3.7 非施設的対策

上述の第 3.3.1 - 3.3.6 節に述べた施設的対策に加え下記の非施設的対策を実施することが必要である。特に集合処理システム布設が遅れる地区において重要である。

(1) 各戸浄化槽設置の義務づけ

現状、約 18 万人の住民が汲み取り式便所を用いている。条例による指導強化を含め浄化槽設置を促進する。前出第 3.3.3 節に述べた低利ローン融資制度を適用する。

(2) 工場における予備処理の履行

既成の法令を遵守させるべく、検査・監視体制を強化する他はない。SDC による水質モニタリングプログラム（後出第 5.1 節）に基いて優先監視域を定め、地区別に逐次実行して行くといった体制が適当である。

また、併行して都市計画上の施策として、汚水源とみなされる工場については域外の工業団地等への移転を積極的に進めることが望ましい。

(3) 各戸浄化槽設置/地区別処理施設向けのソフトローン供与のための Fund の設置

HPC が上記目的のための Revolving Fund を設置する。実施部署としては土地住宅局 (Department of Land and House) が適切である。

(4) 住民への広報及び教育

趣旨としては前述第 3.1.5 節 (6) に述べた事柄と同じである。特に (a) ゴミ及び尿尿の不法投棄が公共モラルに反すること、(b) 衛生の重要性への注意喚起が主題となる。

(5) 水質モニタリングプログラム

1993 年 5 月以来、SDC によって調査開始され、有用なデータが集積されつつあるが、尚長期に渡る観測を要する。HPC あるいは今後実施される排水下水関連プロジェクトにおいて資金上の支援を行うべきである。

3.4 事業費の算定

前述第 3.1 ~ 3.3 節に述べた諸計画の概算事業費 (1994 価格) は下表のとおり算定した。

マスタープラン概算事業費

(単位: US\$million)

プロジェクト	事業費			備考
	計	外貨	内貨	
<u>排水計画</u>				
A. To Lich 流域排水計画	317	197	120	詳細付属資料-3.4 と 3.5 参照
B. Nhue 流域排水計画	207	129	78	詳細付属資料-3.4 参照
C. 紅河・Nhue 川改修計画	-	-	-	-
D. 非施設の対策	(10)	-	(10)	*
<u>湖沼保全計画</u>				
E. 西湖保全計画	(110)	(50)	(60)	*
F. 市内湖沼保全計画	(10)	(2)	(8)	*
<u>下水道整備計画</u>				
G. 集中下水処理計画	567	397	170	詳細付属資料-3.6 参照
H. 各戸処理計画	71	30	41	詳細付属資料-3.6 参照
I. 河川希釈用水導水計画	(60)	(40)	(20)	*
J. 公共便所/廃棄物処理	-	-	-	-
K. 非施設の対策	(20)	-	(20)	*

(注) 上記価格は 1994 Base Price (価格予備費を含まない)

* 概略見積り (経済評価からは除かれている)

- 他機関による実施事業

外貨・内貨の内訳は概算区分による

3.5 実施計画

本調査は2010年までのマスタープラン作りを目しているが、予備的検討の結果、主として財政上の限度から全ての事業を今後15年間で実施することは困難であろうと考えられた。よって、実施期間を2020年までと設定し、図3.3に示す実程計画案を策定した。実施計画案策定において考慮した点は下記のとおりである。

- (a) 予備的検討の結果経済性の高いと目されるプロジェクトから逐次実施する（排水計画）
- (b) 経済性の他、地域のニーズ（既成市街地）あるいは技術的ニーズ（河川汚濁負荷量低減）を勧案する（下水道計画）
- (c) 効果を早期に実現するためには地区別に重点的に実施して行く方が良い。
- (d) 財政上の限度及び関係機関の技術作業量負荷を均等にするために複数のプロジェクトの併行実施は極力避ける。
- (e) 比較的費用負荷の小さい非施設の対策は早期に開始する。

3.6 計画案の経済財務評価

提言されたマスタープランのうち主たる実施事業である施設の対策（排水及び下水道計画）について経済・財務評価を行った。

3.6.1 プロジェクトの便益

排水事業及び下水道整備事業の便益は相互に関連し、ある部分は不可分の性質のものもあるが、本調査においては事業別に以下の便益を想定した（一部は定性的便益の評価）。

- 排水事業 : (a) 洪水浸水被害額の軽減
 (b) 都市住居／衛生環境の改善（定性的評価）

- 下水道整備事業 : (a) 疾病の減少
 (b) 観光振興による収入
 (c) 地下水源の保全
 (d) 土地価値の上昇
 (e) 農業・内水面漁業の改善（定性的評価）
 (f) 都市居住／衛生環境の改善（定性的評価）
 (g) ハノイ市都市開発活性化への寄与（定性的評価）

各々の便益項目についての評価内容及び金銭的算定値は別冊の主報告書及び付属報告書に述べている。

3.6.2 経済評価

(1) 排水事業 (施設の対策)

プロジェクト	事業費 (US\$ mil)		年便益 ^{*3} (US\$mil)	EIRR ^{*4} (%)	総合的 ^{*5} 優先順位
	財務費用 ^{*1}	経済費用 ^{*2}			
To Lich 川流域排水計画	317.4	285.7	12.6	11.6	
— 第一期工事	160.4	146.8	7.6	11.7	1
— 第二期工事	157.0	138.9	5.0	11.4	2
Nhue 川流域排水計画	206.7	174.8	2.7	9.3	
— Co Nhue 支流域	86.2	73.2	0.2	—	3
— My Dinh 支流域	41.0	35.4	1.0	11.1	4
— Me Tri 支流域	53.6	42.1	1.0	10.0	5
— Ba Xa 支流域	25.9	24.1	0.5	9.3	6
計	524.1	460.5	15.2	10.9	

- (注) *1 1994 base Cost (Price Contingency を含まず)
 *2 内部移転費用、税金等を含まず。農地における Production Foregone はコストとして算入
 *3 1994 価格レベルの年便益値。EIRR 計算においては 2015 年まで地区の GDP 伸び率に準じ資産価値 (洪水被害ポテンシャル) が伸びて行くと想定 (To Lich : 8%, Nhue : 11%)
 *4 一印は負の EIRR (年経費 > 年便益)
 *5 EIRR の他、技術的ニーズを勘案した総合評価に基づく。

上表に示す如く排水事業は総じて経済的に Viable である。Co Nhue 支流域の経済性が悪いが地形的に標高が高いところに位置するため被害ポテンシャルが小さいことによる。Co Nhue 支流域は排水系統上 My Dinh 支流域以下の下流部に先行して実施する必要がある。経済性が高い点に鑑み、To Lich 川流域排水計画の優先度が高いことがわかる。

(2) 下水道整備計画

プロジェクト (計画地域)	事業費 (US\$ mil)		年便益 ^{*3} (US\$mil)	EIRR ^{*4} (%)	総合的 ^{*5} 優先順位
	財務費用 ^{*1}	経済費用 ^{*2}			
Zone 1-1 ^{*6} (West Lake)	26.2	22.5	3.8	4.4	4
Zone 1-2 ^{*6} (Co Nhue)	25.0	24.5	1.7	—	9
Zone 2-1 (Hoan Kiem-Hai Ba Trung)	85.5	82.4	11.3	5.7	1
Zone 2-2 (Hai Ba Trung - Than Tri)	52.5	51.0	3.5	—	5
Zone 3 (Ba Dinh - Dong Da)	109.8	90.6	15.5	8.2	3
Zone 4 (Dong Da)	69.5	55.2	8.7	6.7	2
Zone 5 (Co Nhue - My Dinh)	114.9	111.5	11.2	1.9	7
Zone 6-1 (Dong Da - Than Tri)	45.1	44.2	4.5	2.1	6
Zone 6-2 (Me Tri - Ba Xa)	89.8	88.5	8.7	1.7	8
Zone 7 ^{*6} (Tan Tri south)	19.6	19.1	0.6	—	10
計	637.9	589.5	69.5	5.2 ^{*7}	

(注) *1～*5 前表(注)に同じ

- *6 Zone 1-1 及び Zone 7 は On-site 処理 (各戸私有施設) の提言としている。従って一般公共事業とは別枠の低利ローン貸付資金の財源手当となる (Revolving Fund 所要資金=約 7 million US\$)
- *7 Zone 1 と 2 の On-site 処理はのぞく

Zone 1-2, Zone 2-2 及び Zone 7 において負のEIRRを呈しているが、ハノイ市全体の衛生環境の改善という見地から全事業を一体的に評価すべきである。Zone 1と7を除く計画地域の平均EIRR (5.2%) は下水道事業の経済性としては相当以上であり、全事業を段階的に実施すべきことを提言し得る。

3.6.3 財務的検討

(1) 事業実施所要資金

前出第 3.5 節の実施計画案に基く所要資金の推移は下表のとおりである。

事業実施 (施設的対策) の所要資金

(US\$ million)

事業	1995 - 2000 年平均	2001 - 2005 年平均	2006 - 2010 年平均	2011 - 2015 年平均	2016 - 2020 年平均
排水事業	28.6	36.1	26.1	7.1	0
下水道整備事業	4.7	25.8	32.1	32.3	31.9
計	35.3	61.9	58.2	39.4	31.9

(注) 年度別詳細は付属資料 3.7 に示す。

(2) 排水・下水開発事業財源の予測

実施計画の実現性の検討の一要素として将来の公共事業財源について予備的検討を行った。現況、国家開発事業予算のうち 5～7% がハノイ市の開発事業に向けられ (500～600 Billion Dong)、またハノイ市自身の財源として約 200 billion Dong (1993) があてられている。うち約 10% が排水下水事業に充当されている。将来の財源予測は極めて困難であるが、本調査においては下記の仮定に基づいて算定した。

- (a) 国家開発予算は概ね GDP の伸びに準じて増加する (10 - 12% = SPC 推算値)
- (b) ハノイ市の開発事業には国家予算の 7 - 10% があてられる。
- (c) ハノイ市開発予算のうちの 7 - 12% が排水下水事業に充当される。

上記に基いて試算したハノイ市開発事業予算及び排水下水事業予算は下記のとおりである。

ハノイ市開発事業予算の予測 (推算)

(単位: US\$ million)

	2000	2005	2010
ハノイ市開発事業予算	343	635	1,081
うち、排水下水事業充当分	34	64	130