

3 パイロット・プロジェクト

3.1 コミュニティおよび学校における衛生改善施設

3.1.1 背景

BORDA はドイツのブレーメンに本部を持つ国際 NGO である。1977 年より環境に適した方法で社会的弱者の生活環境の改善に従事してきた。その主要な活動の一つが、分散型污水处理施設 (DEWATS) を組み込んだコミュニティレベルでの衛生改善 (CBS) プロジェクトの実施である。現在までに、東南アジアでは、BORDA による CBS が 290 基以上設置されている。

LIRE は、ラオスで活動している非営利団体で、ラオスにおける再生可能エネルギーの基点として、ラオスの多くの会社、組織、機関によって 2006 年に設立された。BORDA はエネルギー供給の分野で LIRE と協力関係を構築し、2009 年には、CBS や中小企業への DEWATS 適用を目的とした両者の協力プログラムを開始した。

JICA 調査団と BORDA-LIRE は、ビエンチャン市の水環境管理の課題について討議した。多くの協議を経て、両者はビエンチャン市におけるこれら課題の解決案と CBS 適用の可能性について共通認識に至った。これらは次のとおりである。

- 市内の村 8 ヶ所における BORDA-LIRE の調査によると、衛生問題が当面解決すべき課題である。ほとんどの家庭が水洗式のトイレを備えているが、適切なセプティックタンクは設置されていない。
- JICA 調査団は、調査を通じて市街地内を流下する排水路の水質悪化と、これは家庭雑排水の流入が原因である点を指摘した。水質改善は計画の一つであり、コミュニティにおける衛生改善との協働は、市内コミュニティの健康・衛生を向上させるのみならず、水質汚濁物質の削減にも寄与するものと判断した。

JICA 調査団と BORDA-LIRE は、Chantabury 郡の Thongkhankham 村と Khoualuang 小学校における CBS プログラムの共同実施を確認した。これらの処理対象はし尿および家庭雑排水である。こうしたプログラムは、それぞれの地域性に根ざし、環境に優しく、運用も簡単なものであり、ラオスの他の地域に移植可能なものとしている。さらに、衛生改善の有効性を高めるため、実際の施工現場における関係者へ環境教育活動を実施した。

まず、パイロットプロジェクトサイトの選定経緯を述べ、次に CBS と SBS の技術的側面と管理に関する組織等について以下に述べる。

3.1.2 プロジェクトサイト選定

(1) 統合パイロット・プロジェクト候補地の共同選定

2009年10月にPTI-JICA及びLIRE-BORDA共同でのパイロット・プロジェクトが開始された後、両者は前述の予備スクリーニング結果に基づき、「水環境教育 (+衛生教育)」及び「CBS/ SBS建設」を統合実施するための候補地を表3.1に示す通り絞り込んだ。

(2) 最終サイト選定

両者は前述の表 3.1 に基づき現地踏査と議論を重ね、最終的に以下の Chantabury 郡内に位置する 2 サイトを選定した。両サイトの概略位置を図 3.1 に示す。

- Thongkhankham 村 Unit 11-13 (CBS サイト、Hong Thong 排水区)
- Khoualuang 村 Khoualuang 小学校 (SBS サイト、Hong Pasak 排水区)

表 3.1 共同パイロット・プロジェクト候補サイトの統合選定

Village name (district)	Drainage area	Score in each preliminary screening		Total score	Remarks
		PTI-JICA (Environment education)	LIRE-BORDA (CBS/ SBS construction)		
Khoualuang (Chanthabouly)	Hong Pasak	6	6	12	Suitable for both SBS and CBS
Hongka (Chanthabouly)	Hong Pasak	3	6	9	Suitable for CBS
Thongkhankham (Chanthabouly)	Hong Thong	4	5	9	Suitable for CBS
Thongtoum (Chanthabouly)	Hong Pasak	2	6	8	Suitable for CBS
Nong Douang Thong (Sikhottabong)	Hong Wattay	-	5	-	Outside of objective Hong Pasak/ Hong Thong drainage areas
Nong Douang Neua (Sikhottabong)	Hong Wattay	-	6	-	

(3) 管轄機関によるパイロット・プロジェクト実施承認

サイト選定及び選定サイトでの活動と平行して、サイトを管轄する以下の関係機関と協議を重ね、選定 2 サイトでのパイロット・プロジェクト実施への賛同、承認、協力を取り付けた。

- PTI, MPWT (C/P 機関)
- DPWT (Thongkhankham 村を含む広範なエリアで DANIDA の協力を得て 2004 年頃に下水道事業を実施した。)
- Chantabury 郡事務所 (2 サイトが立地する郡内行政を統括。)
 <注：同事務所環境課には、JOCV 「環境教育」 隊員が 1 名派遣され 2010 年 2 月から 2 年間の活動を開始している。>
- ビエンチャン市教育局 (市内の 9 郡教育事務所を管轄)
- Chantabury 郡教育事務所 (郡内小中学校を管轄)
- Thongkhankham 村事務所 (対象サイト Unit 11-13 を含む村の行政を管轄)
- Khoualuang 村事務所 (対象の Khoualuang 小学校を含む村の行政を管轄)

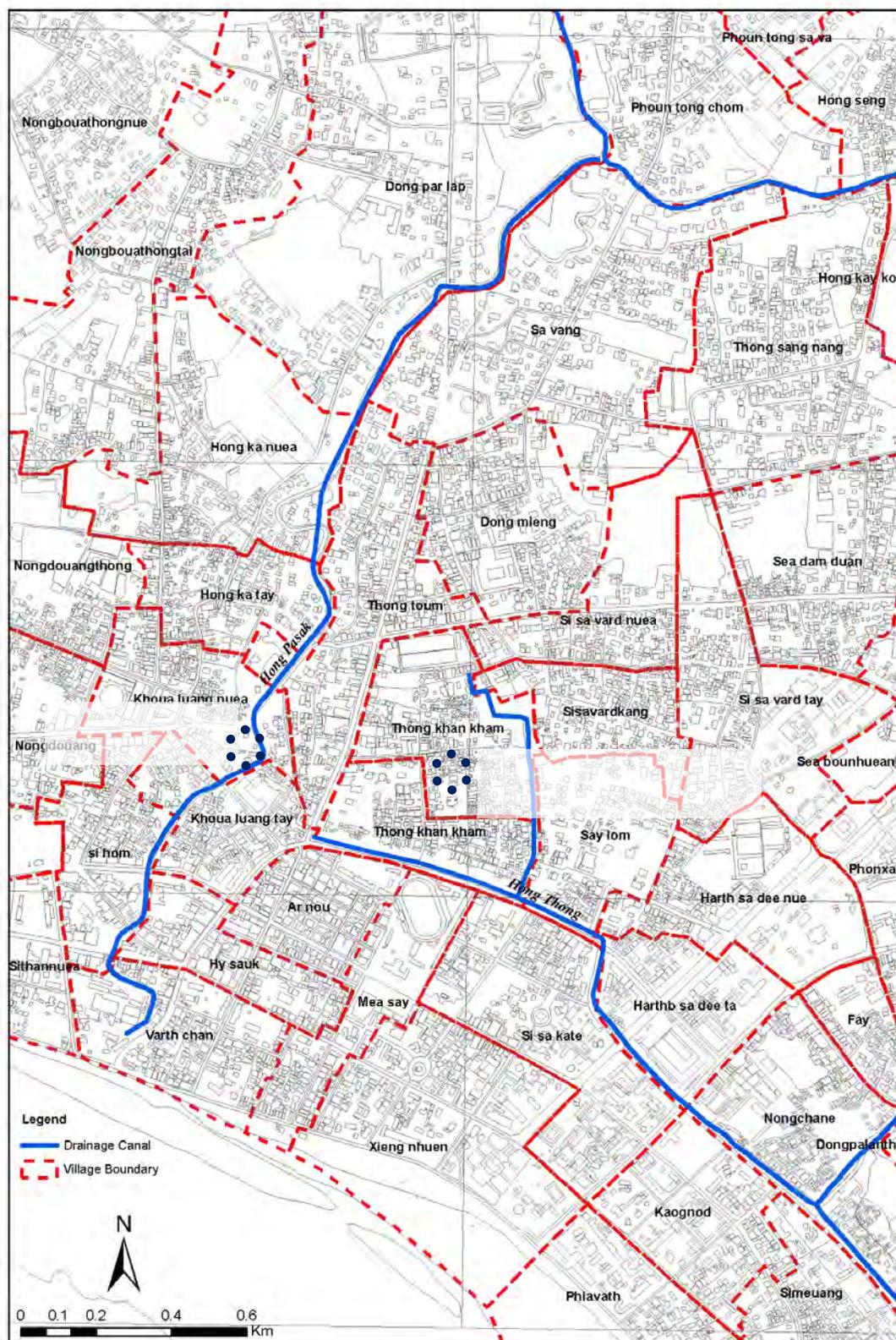


図 3.1 パイロット・プロジェクト対象 2 サイト位置

3.1.3 目的および関係者

CBS と SBS は同じような目的を持って実施された。それらは、次のとおりである。

- ビエンチャン市の密集市街地や学校における衛生状態および水環境を改善する。
- コミュニティや学校に排水処理対策を提供する。
- ラオスにおける分散型汚水処理のパイロット事業を実施する。
- 関係する住民・学校教師・生徒に水環境教育と併せて健康・衛生教育を行う。

こうしたパイロット・プロジェクトの便益を享受する関係者は次のとおりである。

表 3.2 CBS および SBS の便益享受関係者

	Thongkankam Village	Khoualuang Primary School
Location	Thongkankam Village, Chanthabouly District	Khoualuang Village, Chanthabouly District
Drainage Basin	Hong Thong	Hong Pasak
Number of User	146 people of 22 house holds	116 people in total 87 pupils 4 teachers 25 monks

3.1.4 CBS および SBS の設計

(1) CBS および SBS に対する参加型アプローチ

CBS と SBS 建設適地選定の終了後、JICA 調査団と LIRE は CBS と SBS に対して MPWT、DPWT、教育局、郡および村の事務所からの承認を得る作業を始めた。最終的に、2010年7月に関連政府機関の認可が得られた。

CBS と SBS の設計とは別に、現場では次のような活動を行った。

表 3.3 CBS および SBS のための参加型アプローチ

	CBS: Thongkankam Village	SBS: Khoualuang Primary School
Rapid Participatory Assessment	Nov. 2009	Nov. 2009
Discussion on Community/ School Action Plan	Nov. 2009	Jun. to Jul. 2010
Health Impact Assessment	Aug. 2010	Jan. 2010
DEWATS Information and Technology Presentation	Jul. to Aug. 2010	Jul. 2010
Establishment of CBS/SBS Committee	Aug. 2010	Aug. 2010
Determination of Contribution and O&M Fees	Aug. 2010	Aug. 2010

(2) CBS および SBS の施設設計

上表に示す活動と並行して、2009年12月にフィービリティ調査を実施し、その後、施設設計に移った。処理施設設計の基本条件は表 3.4 のとおりである。

表 3.4 CBS および SBS の設計条件

	Unit	CBS: Thongkankam Village	SBS: Khoualuang Primary School
Number of Users	people	146	116
Hydraulic Retention Time	days	2	2
Daily Wastewater to be treated	m ³	11.2	7
Inflow COD	mg/l	970	970
Inflow BOD	mg/l	540	540
Outflow COD	mg/l	80	65
Outflow BOD	mg/l	28	23
Land Requirement	m ²	30	21
Volume of Wastewater Treatment Plant	m ³	23.76	20.77

図 3.2 および図 3.3 に CBS および SBS の位置図および SBS の施設設計の概要を図 3.4 に示す。

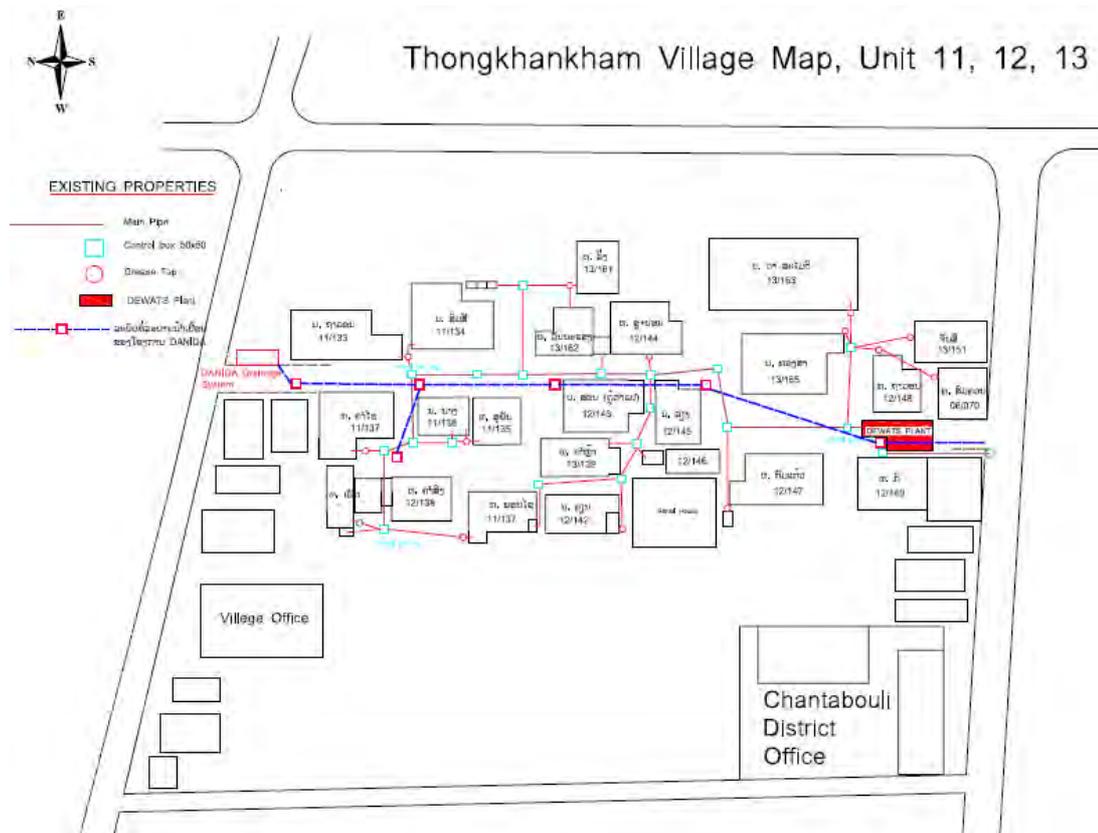


図 3.2 CBS 下水排水網の平面計画

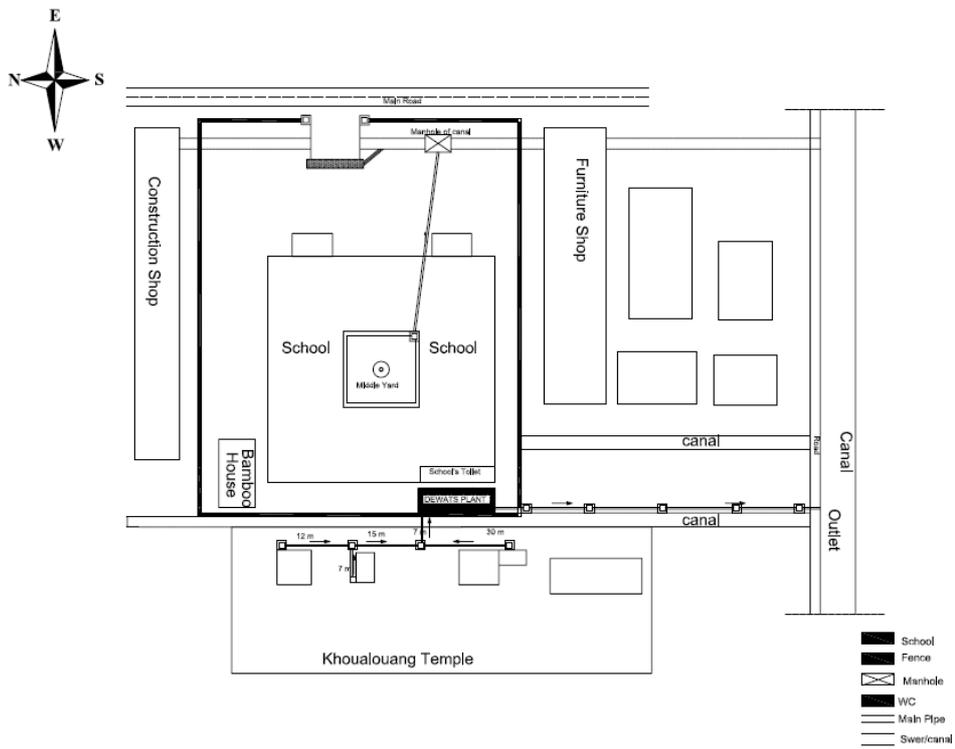


図 3.3 SBS 下水排水網の平面計画

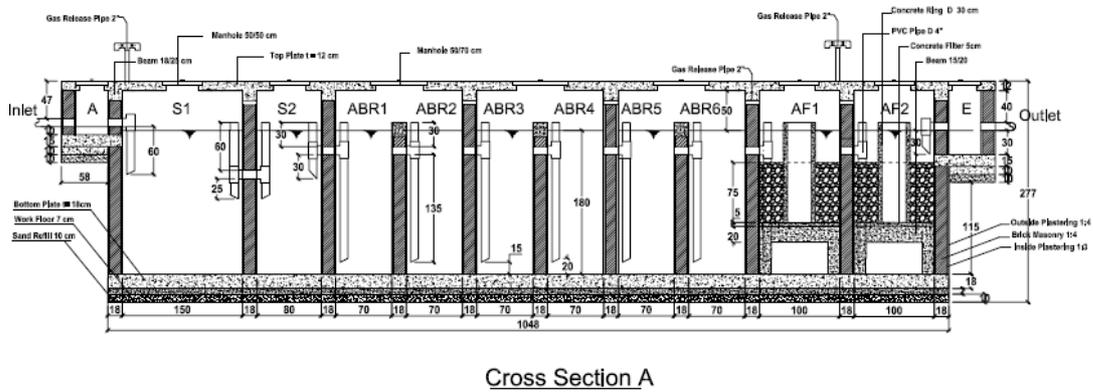
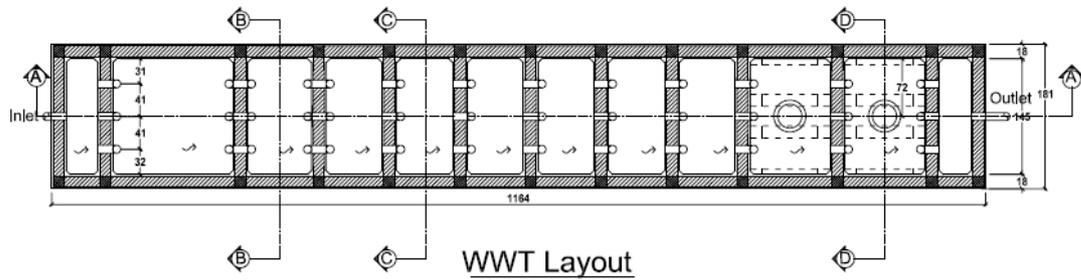


図 3.4 Khoualouang 小学校の SBS 施設構造

概算事業費は、CBS が 38,127USD、SBS が 41,593USD であり、これには建設費の 15%に相当する設計、施工監理、施設保証、および 3 ヶ月の施設運用費が含まれている。

3.1.5 CBS および SBS の管理組織

CBS ないし SBS の円滑な運用のために、それぞれの管理協議会を設立した。これらの組織は次のとおりである。

(1) CBS 管理協議会

CBS の管理協議会は、2010 年 8 月に Thongkhankham 村の CBS 利用者を主体に設立された。協議会の議長、さらにはその下に 2 名の副議長を選出した。副議長の下に 3 ユニットが置かれている。これらは、(i)財務・寄付金管理、(ii)施設運用・維持管理、(iii)大衆組織である。

(2) SBS 管理協議会

SBS の管理協議会は、2010 年 8 月に Khoualuang 小学校の教師、隣接する寺院の僧侶、および小学校に住む用務員の間で設立された。協議会の議長と副議長が選出された。副議長の下に、施設運用・維持管理の 1 ユニットが置かれている。

3.1.6 施設運用・維持管理

CBS および SBS が竣工した後、施設の十全な機能発揮を保証するには、施設運用・維持管理が重要である。この施設運用・維持管理は、予算措置と維持管理計画が含まれる。施設運用・維持管理費用は、CBS に対しては 22 世帯が各々毎月 5,000 kip 負担し、SBS に対しては毎月 50,000 kip を負担する。

3.1.7 CBS/SBS の汚水処理効果

CBS および SBS の汚水処理効果を検証するため、5 月 25 日にそれぞれの施設から水質サンプリング調査を実施した。これらの施設は 12 月末に完成し、ほぼ 5 ヶ月を経過しており、処理槽の汚泥もある程度安定し、所定の処理機能を発揮し始めていると考えられる。水質サンプリングの汚水を写真 3.1 に、水質検査結果を表 3.5 に示す。

これらの結果から、まず BOD₅ は都市排水基準(30 mg/l)をわずかに上回っているが、TSS ははるかに基準(40 mg/l)を満足している。しかし、汚泥が安定し始めているとはいえ、設置後 5 ヶ月でありフィリピンの事例では、2 年後まで排水水質の向上が期待できる事例もあり、今後の水質サンプリングによる検証も必要と考えられる。

また、除去率から見ると、CBS で BOD56%、TSS92%、Fecal Coliform56%であり、SBS で BOD68%、TSS96%、Fecal Coliform57%である。写真からも分かるように、浮遊物質の除去効果はかなり大きく、BOD および Fecal Coliform は今後とも汚泥のさらなる安定に応じて除去効果の増大が期待できる。



写真 3.1 サンプルングした汚水(2011年5月25日)

表 3.5 CBS および SBS の水質検査結果

Parameter	unit	Inflow Tank	Intermediate Tank	Outflow Tank
CBS				
pH		6.7	6.7	6.9
Water Temperature	°C	28.4	28.7	28.8
NH ₃ -N	mg/l	42.6	34.5	37.6
BOD ₅	mg/l	82	41	36
TSS	mg/l	168	40	13
Fecal Coliform	Clonies/100ml	5,370,000	2,685,000	2,369,000
SBS				
pH		6.7	7.0	7.2
Water Temperature	°C	27.7	28.1	27.7
NH ₃ -N	mg/l	83.7	36.7	55.8
BOD ₅	mg/l	99	38	32
TSS	mg/l	294	29	11
Fecal Coliform	Clonies/100ml	2,580,000	1,765,000	1,115,000

3.2 水環境/衛生教育

3.2.1 概要

パイロット・プロジェクトは以下の活動を統合させ、両者が同一サイトで連携して活動していく事で合意した。

- PTI-JICA：水環境教育（ソフトコンポーネント）
- LIRE-BORDA：CBS 及び SBS 建設（構造物対策）＋衛生教育（ソフトコンポーネント）

両者は基本合意に基づき、パイロット・プロジェクト適地 2 サイト選定（CBS 及び SBS を 1 箇所ずつ）を含む準備活動である Phase I（Project Location Preparation）を 2009 年 10 月から 2010 年 2 月にかけて共同で実施した。

その後、選定 2 サイトにおける本格パイロット・プロジェクト活動である Phase II（CBS Project Implementation）を 2010 年 6 月から 2011 年 3 月にかけて共同で実施した。Phase II の活動は、以下のように CBS 及び SBS の DEWATS プラント建設及び水環境/衛生教育で構成される。Phase II 期間中の主要合同イベント及びミーティング実績概要を表 3.6 にとりまとめた。

- DEWATS プラント建設（構造物対策）：詳細設計及び施工
- 水環境/衛生教育（小学校教師・高学年児童及びコミュニティ住民向け、非構造物対策）
 - 副読本開発・刊行及び普及
 - 各サイトでの TOT（training of trainers）ワークショップ

表 3.6 LIRE-BORDA との Phase II 共同活動・ミーティング概要

日時	場所	概要
2010年 6月22日	PTI	共同活動予定及び DEWATS 建設にかかる LIRE への現地再委託協議
6月23日	LIRE 事務所	DEWATS 建設にかかる LIRE への現地再委託手続き
6月29日	Thongkhankham 村 事務所	村長、副村長への DEWATS 着工に向けての CBS コミッティー設立等にかかる説明及び基本合意形成
6月30日	Khouluang 小学校	SBS ステークホルダー会議：教師への DEWATS 着工に向けての SBS コミッティー設立等にかかる説明及び基本合意形成
7月6日	Thongkhankham 村	CBS ステークホルダー会議：対象 Unit 11-13 住民へのプロジェクト概要説明
7月7日	Khouluang 小学校	SBS ステークホルダー会議：Khouluang 村長、教師、（隣接寺院）僧侶との SBS コミッティー設立にかかる協議
7月16日	Khouluang 小学校	SBS ステークホルダー会議：Khouluang 村長、教師、僧侶への技術的説明（DEWATS サービス範囲、設計等）及び SBS コミッティー設立にかかる基本合意形成
7月19日	Thongkhankham 村	村長への CBS コミッティー設立の再度要請
7月20日	LIRE 事務所	2 サイトでの環境/衛生教育ワークショップ（10～11月）概要及び環境/衛生教育副読本にかかる協議
7月21日	Khouluang 小学校	SBS ステークホルダー会議：教師、僧侶との SBS コミッティー設立にかかる協議及び DEWATS サービス範囲協議・合意
8月2日	Thongkhankham 村	CBS ステークホルダー会議：CBS の概要説明
8月9日	Khouluang 小学校	SBS ステークホルダー会議：SBS コミッティーのメンバー確定とメンバーの役割分担の確認
8月10日	Thongkhankham 村	CBS ステークホルダー会議：CBS 設置に係る工事の概要説明と CBS コミッティー設立の必要性の説明
8月24日	Thongkhankham 村	CBS ステークホルダー会議：CBS コミッティーのメンバー案作成と維持管理に関する説明・協議
8月31日	Thongkhankham 村	CBS ステークホルダー会議：CBS コミッティーのメンバー最終確認と維持管理に関する積立金についての協議と合意
9月28日	LIRE 事務所	DEWATS 建設進捗状況協議及び Thong Khan Kham 村サイトの DANIDA-DPWT プロジェクトの（実質放棄）埋設施設の取り扱い方針協議
10月5日	LIRE 事務所	2 サイトでの TOT ワークショップ開催準備及び副読本作成にかかる協議
10月8日	Khouluang 小学校	水環境/衛生教育 TOT ワークショップ（10～11月）開催準備協議
10月8日	Thongkhankham 村	TOT ワークショップ開催準備協議
10月8日	LIRE 事務所	DEWATS プラント建設進捗状況定例報告・協議
10月12日	Thongkhankham 村	第1回コミュニティ TOT ワークショップ開催
10月15日	PTI	DEWATS プラント建設進捗状況定例報告・協議
10月15日	Khouluang 小学校	第1回学校 TOT ワークショップ開催
10月19日	Thongkhankham 村サ イト	第2回コミュニティ TOT ワークショップ開催
10月22日	LIRE 事務所	DEWATS プラント建設進捗状況定例報告・協議
10月26日	Khouluang 小学校	第2回学校 TOT ワークショップ開催
10月29日	PTI	DEWATS プラント建設進捗状況報告・協議
10月29日	Thongkhankham 村サ イト	第3回コミュニティ TOT ワークショップ開催
11月2日	Khouluang 小学校	第3回学校 TOT ワークショップ開催
11月4日	LIRE 事務所	副読本編集及び印刷準備にかかる協議
11月5日	LIRE 事務所	DEWATS プラント建設進捗状況定例報告・協議

3.2.2 副読本の開発・普及

(1) 副読本開発

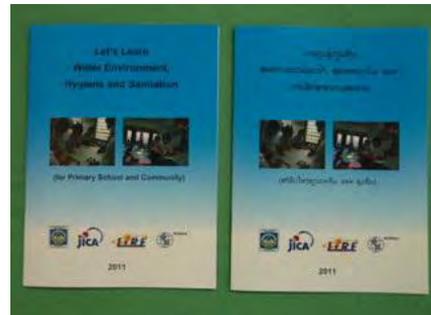
パイロット・プロジェクト Phase II の一環として、PTI-JICA と LIRE-BORDA が共同で、副読本「Let's Learn Water Environment, Hygiene and Sanitation」（全 23 ページ、ラオス語・英語版）を開発・刊行した。開発にあたっての基本方針は以下に示す通りである。

- 水環境モジュール（PTI-JICA）と保健・衛生モジュール（LIRE-BORDA）の統合
- TOT ワークショップ参加者との協議を通じた内容の最適化及び現地化
- 専門用語に依らず対象者が理解できる平易な言い回しの使用
- TCP アプローチ（Teacher - Children - Parent）の考慮
- （1）教室での授業と（2）屋内・屋外での参加型活動の組み合わせ（考慮すべき最も重要な事は「楽しみながら学ぶ」）
- 学校での原則として正規 7 教科外の「課外活動」の時間を使っての授業実施

副読本の目次構成を表 3.7 に示す。

表 3.7 水環境/衛生教育副読本の目次構成

Title: Let's Learn Water Environment, Hygiene and Sanitation (for Primary School and Community)	
Introduction	
Table of Contents	
1	Let's Learn about Water Pollution 1) If water is polluted, what will happen? 2) What is the cause of water pollution? 3) Does only human being use water? 4) Where does tap water come from and wastewater go?
2	Let's Learn How to Make Household Wastewater Clean
3	Let's Check around Your School/ Community 1) Let's check where polluted water is around you 2) Let's clean around your school or community together 3) Let's reconfirm proper quantity of detergent in laundry 4) Let's go to see new facilities to clean wastewater
4	Let's Wash Hands with Soap
5	Let's Learn Good and Bad Hygiene Behaviors
6	Let's Keep Clean Environment through Housekeeping 1) Keep your bathroom and toilet clean! 2) Keep your environment and surrounding clean!
Afterward	
Note: Chapter 1-3 were developed by PTI-JICA and Chapter 4-6 were developed by LIRE-BORDA	



(2) 副読本の印刷及び普及

パイロット・プロジェクト 2 サイトで始まった水環境/衛生教育を、今後ビエンチャン市内で面的に展開・推進していく（点から面へ）必要がある。このため、2011年1月から3月にかけて PTI-JICA 及び LIRE-BORDA は市教育局及び郡教育事務所の協力を得て、印刷・刊行した副読本ラオス語版 7,200 部を、4-5 学年を有する市内の全公立小学校 353 校（都心部 4 郡に重点配布）及び関係機関に説明・配布し普及に努めた（表 3.8 参照）。

表 3.8 副読本の関係機関への配布

Name of organization	Name of district	Number of school/ office	Number of copy distributed	Total
Department of Education	-	1	80	80
District Educational Office	-	9	40	360
Public primary schools in urban districts	1 Chanthabouly	22	40	880
	2 Sisattanak	22	40	880
	3 Xaysetha	39	40	1,560
	4 Sikhottabong	37	40	1,480
Public primary schools in suburb districts	5 Xaythany	83	5	415
	6 Hatxaifong	43	5	215
	7 Naxaithong	40	5	200
	8 Parkngum	38	5	190
	9 Sungthong	29	5	145
			Total	6,405
District offices in urban central area		5	160	800
			Total	7,205

3.2.3 TOT ワークショップ開催

(1) 概要

2010年10月から11月にかけて、パイロット・プロジェクトPhase II（CBS Project Implementation）活動の一環として、LIRE-BORDAと共同で、副読本を開発しつつ対象2サイトにて、児童・教師、住民を対象に水環境/衛生教育TOT（training of trainers）ワークショップを開催した。一連のワークショップは、マスタープランにおける活動推進ロードマップから優先事項として抽出したPhase 1活動を実際に実施したものである。

- 学校 TOT ワークショップ（Khoualouang 小学校）（3回：10月15・26日、11月2日）
- コミュニティ TOT ワークショップ（Thongkhantham 村 Unit 11-13）（3回：10月12・19・29日）

講師候補者としての受講生は、CBS/ SBS コミッティー構成員から適切な代表者が選定された。最終的に教師 4 名（SBS サイト）、Unit 11-13 代表 5 名（CBS サイト）が選ばれた。受講生が児童ないし一般コミュニティ住民を対象に自力で授業を行えるように訓練した（表 3.9、表 3.10 参照）。ワークショップは、対象サイトの教師・児童及びコミュニティ住民の積極的な参加が得られ、かつ参加者間での熱心な議論を通じて実践的な副読本開発を行う事も出来、成功裏に完了した。

(2) 学校 TOT ワークショップ (Khoualuang 小学校)

2010年10月・11月に Khoualuang 小学校にて水環境/衛生教育 TOT ワークショップを3回開催した。ワークショップのプログラムを表 3.9 に、実施の様子を写真 3.2 に示す。

表 3.9 学校 TOT ワークショップのプログラム

No.	Date	Program	Trainer	Trainee
1	Oct 15, 2010 (1:30-4:30 pm)	Model lecture by side reader	PTI-JICA & LIRE-BORDA staff	4 school teachers
		Discussion on side reader revision	All the trainers and trainees	
2	Oct 26, 2010 (1:30-4:30 pm)	Model lecture by side reader (hygiene and sanitation)	"Trained" 4 teachers	4-5 grades 23 pupils
		Participatory activities (School mapping)	PTI-JICA staff	4 school teachers
		Participatory activities (Hand wash practice)	LIRE-BORDA staff	
3	Nov 2, 2010 (1:30-4:30 pm)	Model lecture by side reader (water environment)	"Trained" 4 teachers	4-5 grades 23 pupils
		School mapping		
		Hand wash practice		

(3) コミュニティ TOT ワークショップ (Thongkhankham 村 Unit 11-13)

2010年10月に Thongkhankham 村 Unit 11-13 にて水環境/衛生教育 TOT ワークショップを3回開催した。ワークショップのプログラムを表 3.10 に、実施の様子を写真 3.3 に示す。

表 3.10 コミュニティ TOT ワークショップのプログラム

No.	Date	Program	Trainer	Trainee
1	Oct 12, 2010 (2-5 pm)	Model lecture by side reader	PTI-JICA & LIRE-BORDA staff	5 representatives of unit 11-13
2	Oct 19, 2010 (3-6 pm)	Model lecture by side reader	"Trained" unit representatives	Unit 11-13 residents (22 households)
		Participatory activities (Proper usage of detergent)	PTI-JICA staff	3 representatives of unit 11-13
		Participatory activities (Hand wash practice)	LIRE-BORDA staff	
3	Oct 29, 2010 (3-5 pm)	Proper usage of detergent	"Trained" unit representatives	Unit 11-13 residents (22 households)
		Hand wash practice		



第1回ワークショップにおける小学校教員を交えた副読本内容の協議。教師の意見も反映させ児童により分かりやすい内容に改訂。



第2回ワークショップにおける副読本を用いたトレーニング済み教師による4・5年生児童対象のモデル授業



第3回ワークショップにおける4・5年生児童による学校水環境地図作り（どこがどのように汚れているか学校周辺ウォーキング）



第3回ワークショップにおける4・5年生児童による学校水環境地図作り（教師がガイドし児童が野外調査の結果をグループごとに図化）



第3回ワークショップにおける4・5年生児童による学校周辺水環境地図作り（完成した地図について各グループの児童代表が説明）



第3回ワークショップにおけるトレーニング済み教師によるガイドに基づく石けん手洗い方法の実地講習

写真 3.2 学校 TOT ワークショップの実施光景



第1回ワークショップにおける講師候補としての対象 Unit 代表者への副読本による講義方法のトレーニング



第2回ワークショップにおけるトレーニング済み Unit 代表者を講師とした副読本による Unit 住民へのモデル授業



第3回ワークショップにおけるトレーニング済み Unit 代表者を講師とした Unit 住民対象の洗剤の適量計量デモンストレーション



第3回ワークショップにおける講習生としての Unit 住民による洗剤の適量計量実演



第3回ワークショップにおけるトレーニング済み Unit 代表者を講師とした Unit 住民への石けん手洗い方法のデモンストレーション



第3回ワークショップにおける講習生としての Unit 住民による石けん手洗い方法実演

写真3.3 コミュニティ TOT ワークショップの実施光景

3.3 パイロット・プロジェクトによる教訓

パイロット・プロジェクトとして、ラオスの NGO である LIRE との協力のもと、コミュニティ (Thongkhankham 村) および小学校 (Khoualuang 小学校) の衛生状態を改善する施設を建設し、これらに対して水環境・衛生教育を実施した。こうした活動を通して、コミュニティおよび学校における衛生改善施設 (CBS および SBS) ならびに水環境・衛生教育に関して得られた教訓を以下に整理する。

(1) CBS/SBS の汚水処理効果と継続的モニタリング活動の必要性

2011 年 5 月末に実施した水質サンプリング結果から、まず BOD₅ は排水基準 (30 mg/l) をわずかに上回っているが、TSS ははるかに基準 (40 mg/l) を満足していることが分かった。なお汚泥が安定し始めているとはいえ、設置後 5 ヶ月であり、フィリピンの事例では、設置後 2 年まで排水水質の向上が期待できた事例もあり、今後定期的な水質サンプリングによる検証が必要と考えられる。これによって、CBS/SBS のラオスでの適応性が明らかにされると考えられる。

いっぽう、CBS/SBS の十全な維持管理や運用にはコミュニティや学校の組織的な衛生施設に対する十分な理解や所定の維持管理活動が不可欠である。したがって、水質モニタリングに併せて組織の理解をより深めるような教育活動や組織・社会的活動に対するモニタリングも継続的に必要である。

(2) CBS/SBS の将来的な発展性と課題

パイロット・プロジェクトとして、CBS および SBS を実施し、その汚水処理効果については前項に述べたとおりである。いっぽう、Pre-F/S において明らかにしたビエンチャン市街地の衛生施設の設置率が極めて高いため、コミュニティにおける衛生改善のニーズは、全体から考えるとそれほど高いものではない。しかし、数は少ないが未だに点在する衛生施設の整っていない貧困なコミュニティや、郊外型の開発やプロジェクトのための移転住民の代替地整備に CBS は有効と考えられる。こうしたコミュニティにおける小規模分散型の衛生改善施設の十全な機能発現のためには、次のような課題を住民合意の下で解決していかねばならない。

- CBS はコミュニティが管理していく施設であるため、住民自治組織を活用した管理運営組織の立ち上げが重要である。
- CBS の維持管理には、油成分の定期的な抽出作業、数年に一度の汚泥引抜き委託、管路等の破損に対する補修等に充てる資金を、住民自身で賄うための月極め料金徴収システムを、住民合意の下に確立し、その円滑な運用が課題である。

Khoualuang 小学校に設置した SBS については、十分な用地があるため、トイレの改築も含めた衛生改善施設として生徒や教師に喜ばれている。また、隣接している寺院の寮からのし尿・排水も受け入れている。例えば、Pre-F/S で提案した Pakpasak Technical College に見られるように、寄宿舎を対象とした SBS も効果的と考えられる。さらに寺院や学校のし尿・排水を処理し、近接したコミュニティからの排水も受け入れる施設を計画すれば、より水質改善効果が期待できる。

(3) 環境教育の持続的な発展性

環境教育は、コミュニティと小学校において実施した。家庭雑排水の無処理排出等により水環境が悪化している現状を勘案すると、水環境が市民の日常生活に密接に関連しており、市民の環境に対する意識の向上が、水環境の改善に大いに影響することが分かる。このように市民の啓蒙、水環境の保全の周知を継続的に実施することが、上記のような構造物対策等の改善策と、いわば車の両輪となる。

環境教育を実施した過程で、課題はコミュニティにおける継続性・発展性を如何に担保するかであった。コミュニティ毎にワークショップを開催することは物理的に困難であり、持続性も保証され得ない。これに対して、小学校での環境教育については、次のような行政組織上の強さがあり、持続的発展性が大いに期待できる。

- ビエンチャン市教育局を頭に各郡の教育事務所が組織され、この事務所が郡内の小学校を管轄している。
- 小学校は、各コミュニティに1校ずつ設置されており、環境教育は学童を通して、父兄へ伝達される可能性が高い。
- したがって、今回実施した環境教育の副読本や教育内容を郡の教育事務所に技術移転し、教育事務所で郡内の小学校の教師を集めてワークショップを開くプロセスをとれば、学童を通して、市民の環境意識の啓蒙に大いに寄与する。

こうした地道な活動を続け、かつ構造物対策で水質改善された排水路の流水を現地で題材にすることにより、より現実味を帯びた環境意識の持続的な発展が図れるものと考えられる。

4 水環境管理マスタープラン（案）

マスタープランの基本的考え方および構成

マスタープランは、3つのコンポーネント【(1)構造物による水環境改善計画、(2)法制度整備計画、(3)水環境／衛生教育推進計画】から構成される計画の相互作用を勘案し策定した。

とくに構造物による水環境改善計画は、予測される急激な都市開発を踏まえ、2020年の目標年までに、どのように水環境を改善していくかというシナリオを検討した。水質悪化に対応するために、

対策無し：対策なしの環境悪化のケース

代替案1：従来型の下水処理施設を設置するアプローチ

代替案2：現実的な排水処理対策を行うアプローチ

を含む代替案を検討した。最適案は、ビエンチャンの将来の社会経済発展を踏まえて、最小費用、維持管理面の得失、将来への持続性、他地域への技術移転等の発展性などを比較検討し、代替案2を選定した。

(1) 構造物による水環境改善計画

対象地域では、雨期と乾期が明確に区分できる。最も緊急の課題は、ビエンチャンの生活雑排水が排水路へ無処理で直接排水されていることによる乾期の水質悪化である。乾期の水質汚濁は、ビエンチャン市の重大な都市環境改善課題の一つである。

本マスタープランでは、次のような、汚染の原因と対策の適用性を考慮した総合的な対策を提案している。(a)Hong Wattay 沿いの屠殺場等、高濃度の汚水を排出する施設に対する行政指導の強化、(b)Hong Pasak, Hong Khoua Khao 他の排水路沿いの遮集管ならびに簡易処理施設の設置による流入汚水の処理、(c)Hong Thong の高濃度の汚水を処理するため、Nong Chanh 湿地沿いに水路浄化施設の設置、(d)Nong Bo, Nong Tha, Nong Chanh 等の残存湿地の保全、これらに加えて、(e)新築ないし建替え時にCBS あるいはセプティックタンクを設置することによる各戸・コミュニティレベルでの衛生改善。こうした対策により、目標年次である2020年に向けて、衛生と水環境の改善を図るものである。

(2) 法制度整備計画

ADB や SIDA 等の様々なドナーは、環境教育、環境情報、国家土地利用計画、さらに公共投資政策、直接規制を含む多様な水環境保全の施策を提案し改善してきた。しかしながら、これらの法律や規定を効果的かつスムーズに実施するための細則やガイドラインが整備されておらず、これらを今後整備していく必要がある。

本マスタープランでは、排水管理ならびに衛生改善に焦点を当てた具体的なガイドライン案を提案している。セプティックタンクの設置促進とタンクに堆積する汚泥の適切な処理、工場排水の規制、排水路の適切な管理等を盛り込んだ「ビエンチャン市の排水管理のためのガイドライン(案)」とセプティックタンクの汚泥引抜き業者の管理に関する「汚泥引抜き・運搬業の管理規則(案)」を提示している。

(3) 水環境／衛生教育推進計画

環境の不可逆的な悪化を引き起こす可能性のあるビエンチャン市からの排水による水質悪化の進行を防ぐには、行政機関だけによる対策では不十分である。このためには、環境教育により、環境保全に関する意識の向上を通じ、市民（コミュニティの住民ならびに子供）が行政機関と協力し、水環境保全の役割を担うことが肝要である。

こうした観点から、CBS ならびに SBS の建設と並行して小学校の生徒ならびにコミュニティの一般住民を対象に、環境教育活動を実施した。パイロット・プロジェクトで実施した経験に基づき、マスタープランでは、本調査で作成した副読本の配布、小学校教師を対象としたトレーナーの訓練を通じた小学校生徒への環境教育の普及、さらには生徒と両親との対話による幅広い環境知識の周知といった好循環を提案している。

4.1 計画策定に係る検討事項

4.1.1 計画目標年（2020年）におけるフレームワーク設定

(1) 人口予測と都市地域の拡大

「Preparatory Survey on Industrial Zone Development in the Lao PDR, Interim Report, 2009, JICA」(以下工業団地予備調査)における人口予測と整合を取って、2020年までのビエンチャン市の人口予測が行ったものを次表に示す。人口は3%弱で一貫して増加する予測となっている。

表 4.1 ビエンチャン市の人口予測

Year	2005*	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Population (000 Person)	692	713	734	755	778	801	825	849
Year	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Population (000 Person)	874	900	927	955	983	1,013	1,043	1,074

Note: *) Population in 2005 is a data from Statistic Survey.

Source: Preparatory Survey on Industrial Zone Development in The Lao People's Democratic Republic, Progress Report, 2009, JICA

(2) ビエンチャン市の経済的發展

地域内総生産（GRDP）は、その地域の経済活動の規模を示す。ビエンチャン市の GRDP はその額だけでなく、国内における比率においても上昇するものと予測されている。首都としてのビエンチャン市の重要性は将来においてより高くなるものと予想されている。

表 4.2 ビエンチャン市の GRDP 予測

(Unit: constant in 2008 price, billion KIP)

Year	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
GDP	46,215	49,449	52,908	56,610	60,571	64,809	69,344
GRDP in Vientiane City	10,574	11,391	12,272	13,220	14,242	15,343	16,529
Share	22.9%	23.0%	23.2%	23.4%	23.5%	23.7%	23.8%
Year	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
GDP	74,196	79,575	85,344	91,531	98,167	105,284	
GRDP in Vientiane City	17,807	19,176	20,650	22,238	23,948	25,789	
Share	24.0%	24.1%	24.2%	24.3%	24.4%	24.5%	

Source: Preparatory Survey on Industrial Zone Development in The Lao People's Democratic Republic, Progress Report, 2009, JICA

GDP/GRDP は経済規模ないしその影響力を示し、一人当たりの GDP/GRDP は経済の発展または金銭的な豊かさを示す。ビエンチャン市の一人当たりの GRDP は上記の予測データから計算することができる。年率 4.5% から 4.7% で上昇している。経済の発展につれて一人当たりの消費が上昇することが一般的に知られている。それは、ビエンチャン市民一人当たりの消費が増え、環境への負荷も増大することを意味している。

表 4.3 ビエンチャン市の一人当たり GRDP 予測

(Unit: constant in 2008 price, thousand KIP)

Year	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
GRDP per capita	14,005	14,641	15,321	16,024	16,775	17,555	18,366
Growth Rate	-	4.5%	4.6%	4.6%	4.7%	4.6%	4.6%
Year	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
GRDP per capita	19,209	20,080	21,007	21,953	22,961	24,012	
Growth Rate	4.6%	4.5%	4.6%	4.5%	4.6%	4.6%	

Source: Preparatory Survey on Industrial Zone Development in The Lao People's Democratic Republic, Progress Report, 2009, JICA

4.1.2 計画目標年(2020年)における水質予測

2020年における Mak Hiao 川の水質については、水質モデルを使って本章で予測されている。

(1) 2020年の発生汚濁負荷量

表 4.4 は、2020年における種別ごとの発生汚濁負荷量を示している。また参考として 2009年の数値も示している。表 4.4 に示されている通り発生負荷量の総量は 45,081 kg/day に達する(これは、2009年値:31,485 kg/day の 1.43 倍に相当)。発生種別では、家庭・営業系が 26,186 kg/day(全体の 58.1%に相当)であり、家畜系(17,245kg/day で全体の 38.3%に相当)がこれに続く。工業系負荷量の 1,340 kg/day のうち 1,040 kg/day は、Vientiane Industrial Park から発生する。

表 4.4 種別ごとの発生汚濁負荷量(2009年および2020年)

		Pollution Load Generation (kg/day)		(2)/(1)
		2009 (1)	2020 (2)	
1	Domestic	16,326	22,451	1.38 ¹⁾
2	Commercial	2,441	3,735	1.53 ¹⁾
3	Industrial	300	1,340	4.47
4	Livestock	12,107	17,245	1.42
5	Non-point	309	310	1.00
	Total	31,485	45,081	1.43

Note: ¹⁾

The value of (2)/(1) for commercial is bigger than that of domestic, because the number of people to which the drinking water is serviced by pipe-pile increase year by year (in this Study, the commercial wastewater is supposed to originate from the area where the drinking water is supplied by pipe-line.).

流域別の発生汚濁負荷量は表 4.5 に示すとおりである。Hong Ke と Hong Xeng 流域での発生負荷量は、12,700 kg/day に達し全体の 28.2%に相当する。この結果から、両流域は、依然として Hak Hiao 川流域の主要な負荷量の発生源であることがわかる。種目別に見ると、Hong Ke と Hong Xeng 流域では、家庭・営業系の負荷量が支配的である(Hong Xeng: 86.1%、Hong Ke: 91.9%)。

その他の地域からの負荷量は、32,381 kg/day と量的には多いものの、種目別の発生量を見ると、その 49.3%が家畜系であることがわかる(表 4.6)。

表 4.5 流域別の発生汚濁負荷量(2020年)

Basin	Area (km ²) 2020	Pop. (person) 2020	Pop. density (per./km ²) 2020	BOD load (kg/d)		Percentage (%)	(2)/(1)
				2009 ⁽¹⁾	2020 ⁽²⁾		
Hong Xeng	56.6	163,852	2,896	7,574	10,106	22.4	1.33
- Nam Pasak	30.4	47,077	1,548	2,378	3,070	6.8	1.29
- Wattay	9.3	33,698	3,630	1,877	2,281	5.1	1.22
- Pasak	2.2	10,931	4,891	759	616	1.4	0.81
- Others	14.6	72,146	4,929	2,561	4,139	9.2	1.62
Hong Ke	9.5	44,173	4,631	2,900	2,594	5.8	0.89
Other areas	346.8	290,897	839	21,011	32,381	71.8	1.54
Total	412.9	498,922	1,208	31,485	45,081	100.0	1.43

表 4.6 流域及び種別ごとの発生汚濁負荷量(2020年)

Upper: Pollution load (kg/day), Lower: Percentage (%)

Basin	Point loads					Non-point load
	Total	Domestic	Commer- cial	Industrial	Livestock	
Hong Xeng	10,106 (100.0)	7,373 (73.0)	1,324 (13.1)	300 (3.0)	1,066 (10.5)	42 (0.4)
- Nam Pasak	3,070 (100.0)	2,118 (69.0)	273 (8.9)	0 (0.0)	655 (21.3)	23 (0.8)
- Wattay	2,281 (100.0)	1,516 (66.5)	303 (13.3)	300 (13.2)	154 (6.8)	7 (0.2)
- Pasak	616 (100.0)	492 (79.9)	98 (16.0)	0 (0.0)	24 (3.9)	2 (0.2)
- Others	4,139 (100.0)	3,247 (78.4)	649 (15.7)	0 (0.0)	232 (5.6)	11 (0.3)
Hong Ke	2,594 (100.0)	1,988 (76.6)	398 (15.3)	0 (0.0)	202 (7.8)	7 (0.3)
Others	32,381 (100.0)	13,090 (40.4)	2,013 (6.2)	1,040 (3.2)	15,977 (49.3)	260 (0.9)
Total	45,081 (100.0)	22,451 (49.8)	3,735 (8.3)	1,340 (3.0)	17,245 (38.3)	310 (0.6)

(2) 2009年から2020年における水質悪化の状況

2009年から2020年の間における水質変化の予測結果を図4.1にBODの数値によって示している。2020年のBODは、「無対策」という条件で予測されている（「無対策」という条件においては、セプティックタンク設置率の自然増のみを想定したものである）。

2009年に比べて2020年には流域全体で水質が悪化している。特にHong KeとHong Xengの両流域のほぼ全体において、想定される二次排水路整備により流出係数の上昇が予測され、それが主因となってBODが30 mg/lを超えている。Mak Hiao川の中流域（MP4及びMP5）ではBODの値が8.5～8.6 mg/lと2009年に比べてほぼ2倍となっている。水質の悪化はHong KeとHong Xengの両流域での悪化とVientiane Industrial Parkなどの大規模な開発地区からの処理水の流入によって引き起こされるものである。他方で、Mak Hiao川の最下流（MP6）では、Mak Hiao川の自然浄化機能が主な理由となってBODは約3 mg/lにとどまっている。

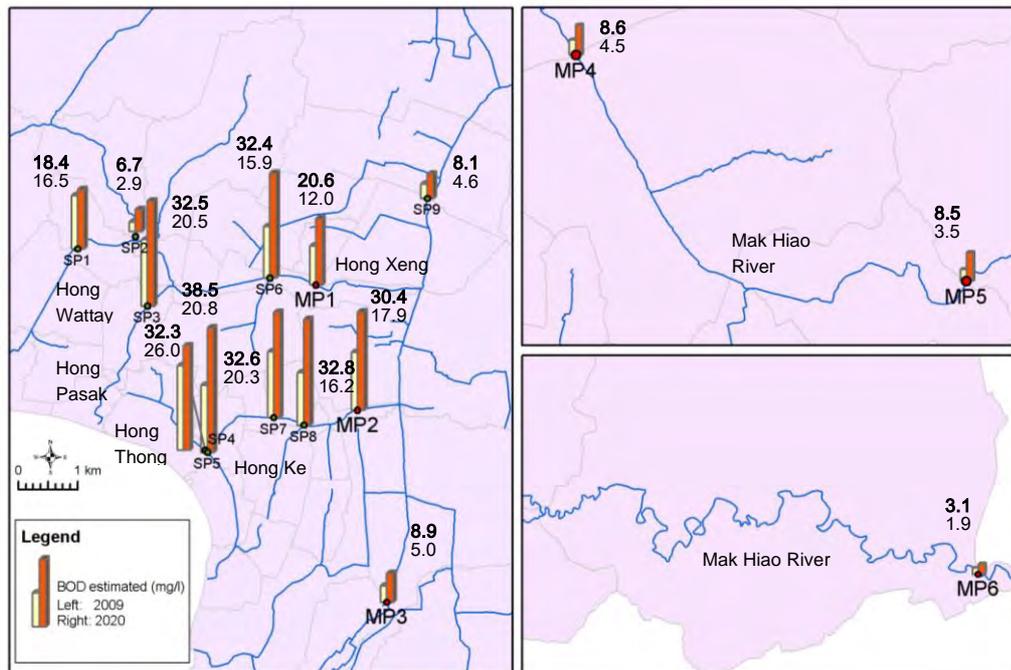


図 4.1 2009 年から 2020 年における水質の変化の予測

4.1.3 現状および将来における整備課題

調査の過程で水環境に関わる様々な課題が浮き彫りになってきている。これらを整理し、ビエンチャンの水環境を取り巻く整備課題を明確にすることにより、これに基づいた整備戦略、整備計画という一連の流れをスムーズに策定することが出来る。

(1) 調査対象地域の水環境の現状と将来における課題

(a) 都市排水路網の現状と将来の水質悪化

都市排水路における表流水は主に家庭からの有機汚濁物質によって水質が悪化している。市街中心部の排水を受け持ち、最も水質悪化の著しい Hong Thong と Hong Pasak において、BOD は現状で 20-30 mg/l である。これが、将来においては、Hong Ke 等を含むほぼ排水路網全域で、30 mg/l を超える水質悪化が予測されている。

(b) 排水路網内の水生生物の実態

ビエンチャン市街地の排水路は、雨水と汚水を共に排水する合流式排水路である。これらの排水路には、雨期に魚類の遡上が確認され、かつてほどではないが、市民は釣りや網による捕獲を楽しんでいる。こうした依然として豊かな水環境を、将来的に保全し、乾期においても魚類の生息が可能な環境に改善していくことが緊急の課題と考えられる。

(c) 水路蓋掛けの防止

いっぽう、Hong Pasak と同じく市街地中心部の排水を受け持つ Hong Thong は、ほぼ全区間、コンクリートで蓋掛けされている。こうした対応は、水質悪化した水路の悪臭や景観の悪さを、市民の眼からそらす一つの方策かも知れないが、本来の水環境保全の観点から、水路お

よびその流水の水質の実態が把握できなくなり、改善策の実施やその効果把握も困難となる。悪化した水環境を都市から離す方策よりも、都市活動の中で水環境を改善できる方策を一步一步実施していくべきであろう。

(d) コミュニティおよび家庭レベルでの衛生状況

2010年に当調査におけるプレ F/S 調査ならびに世銀 WSP (Water and Sanitation Program)の Rapid Assessment が実施された。これらの調査は、対象区域は異なるものの、ビエンチャン市のトイレ等の衛生施設の整備状況やその維持管理状況を調査したものである。いずれの調査からも、ビエンチャン市の家庭では、約 95%以上がセプティックタンクないしソークピットといったトイレを保有していることが分かった。しかし、その汚泥引き抜き等の維持管理が定期的に行われていないことも判明した。また、これらの施設はし尿専用であり、家庭雑排水は無処理のまま放流されており、これが水質汚濁の主要因となっている。

また、パイロット・プロジェクトで CBS (Community Based Sanitation)建設を実施したが、こうした各戸における衛生施設の高い普及率、そして CBS のための施設用地の確保の困難性を勘案すると、ビエンチャン市街地での CBS の普及はむしろ困難であると判断される。

(e) 湿地の保全

都市排水路網を流下した排水は、That Luang 湿地に流入し、その後 Na Khay 湿地を通過し、池状に滞留部分の多い Mak Hiao 川を経て、Mekong 河に注いでいる。こうした湿地や河道における自然浄化作用ならびに自然流域からの流出や灌漑用水の落ち水による希釈によって、2020年においても、メコン河合流点で 3 mg/l 程度と良好である。しかし、この中でも That Luang 湿地周辺で埋め立てを含む都市化が進んでおり、土地利用計画上から当湿地を保全するような方策を打ち出すべきであろう。さらに市内に残存している Nong Chanh、Nong Bo および Nong Tha も同様である。これを早急に実施しないと、ビエンチャン市内にかつて存在していて、今は市街地となった多くの湿地と同様な運命を辿る危険性がある。

(2) 水環境管理における法制度及び実施体制等の課題

(a) 環境管理における脆弱な行政管理能力

水環境のみならず環境全般において、行政機関の管理能力が低い。これは、地方はもとより中央においても実務経験の豊富な職員数の絶対的な不足、さらには水質モニタリングや水路維持管理等の行政サービスに対する予算の不足も顕著なことに起因している。とくにラオスの環境センターとして、今後高い期待を持たれている WREA ラボにおいて、水質等の環境因子に関する試験能力の強化は喫緊の課題である。

(b) 法制度整備の必要性

スウェーデン国際協力機構(SIDA)等の国際援助機関の支援によって、基本法令や重要規則を含む環境関連法制度の整備が進められている。しかし、これらの実施、あるいは効果的な規制を行うに当たっての実施細則やガイドラインの整備まで手が及んでおらず、整備された法制度の実効を上げるには、今後これらの実施細則やガイドラインの整備が不可欠である。

(c) 実用的な水質基準の整備の必要性

現行の表流水質の基準は、例えば本調査で目標としている BOD についてみると、一律 1.5 mg/l と極めて厳しい基準があるのみである。いっぽう、我が国を含め他の諸国には、水域が必要とする用途に応じて、守るべき水質が定められており、より現実的かつ実用的な水質基準の整備が必要になっている。

(d) 関連政府機関および NGO を統轄する実施・調整機関の強化ないし設置

水環境の改善には数多くの政府機関やドナー、NGO が関わっている。ところが、それらの活動について明確かつ具体的な方向性を示す統括的な機関が存在しない。汚水の管理には社会経済的な条件が複雑に関わっており、一つの責任ある機関またはネットワークが、さまざまな水環境に関わる活動を実施・調整することが必要である。これは、必ずしも単独の政府機関ではなく、環境センター的協議会でも十分機能すると考えられ、水環境改善に関して総合的なアプローチを採用・実施していくためにこうした組織は不可欠である。

(e) 住民の意識向上のための情報開示と啓発

家庭からの汚水による水質悪化のような一般の人々によって引き起こされる問題の解決のためには、人々の意識向上がきわめて重要である。環境に関する人々の意識向上・啓発にとって、まず環境情報の開示がカギとなる。現時点では、一般の人々が十分な情報を容易に得ることができる窓口となるような機関が存在しない。こうした住民に積極的に情報を流し啓蒙を図る組織づくりと普段の活動が、政府の適切で機動的な対策実施を後押しする良好な結果を産む。

4.2 水環境改善のための戦略

前節の計画条件と整備・改善すべき課題に基づき、本節では水環境管理マスタープラン策定のための水環境改善戦略を議論する。

4.2.1 計画目標と目的

(1) 計画目標

国家都市開発戦略及び投資計画（The National Urban Development Strategy and Investment Plan, NUDSIP）は水環境管理マスタープランと同じ 2020 年を計画目標年としている。NUDSIP のビジョンは、「ラオスは清潔で美しい現代的な都市センターを開発し、安全で安心のできる生活条件を提供し、文化遺産・施設を保護し、環境と人間の健康を守るものとする。」と述べている。このビジョンを受けて、都市下水戦略と投資計画案（The Draft Urban Wastewater Strategy and Investment Plan, UWSP）は 2020 年までのビジョンとして「ラオスは、人間の健康と環境を守り、都市センターの社会・経済開発を促進させるため、下水の管理を適切に行い都市の人々に良好な下水サービスを提供するものとする。」と述べている。

水環境管理マスタープランの目標は、これらの国家ビジョンを受けて、UWSP の目標に合わせて、「**ビエンチャン市の都市地域において持続可能な下水施設とサービスへのアクセス向上に資する**」ものとする。

(2) 計画の目的

水環境管理マスタープランの対象地域は、ビエンチャン市の市街中心部における最も密集した地域が源流である Mak Hiao 川流域である。本マスタープランの具体的な目的を以下の通りとする。

- Mak Hiao 川流域全体の水環境の現況、特に That Luang Marsh、Nakhai Marsh 及び Mak Hiao 川下流における自然浄化機能を保全する。
- 都市排水路網、すなわち Hong Ke、Hong Xeng において失われた水環境を回復し、水生生物の生息環境を保全・拡大する。
- 表流水の水質悪化の最大の原因となっているビエンチャン市の都市家庭における雑排水の処理を行い排水路内の水環境を改善する。

4.2.2 水質の全体的な目標

(1) 水質基準／ガイドライン

一般に水質基準は水の利用方法（便益的利用）と密接な関係があり、そのため多くの国では水質基準／ガイドラインにおいて水の利用方法と水質のクラス分けの関係を定めている。

計画上の水質目標値を設定するために調査対象地域の状況を検討した結果、Mak Hiao 川流域の調査対象地域における水生生物の保護及び便益的利用の観点から漁業用水が最も適切であると考

えられる。この水準を確保することによって、当然下位の農業用の水利用も可能となる。以下はアジア諸国における漁業用の典型的な水質基準である。

表 4.7 アジア諸国の漁業用表流水水質基準

Country	Japan	Philippines	Malaysia
Parameters			
Standards/Guidelines Name and Class	Environmental standards for conservation of living environment (Water quality in river) : Class C	Revised water usage and classification/water quality criteria : Class C	National water quality standards : Class III
Beneficial Use	Fishery for carp and crucian	Fishery water for the propagation and growth of fish and other aquatic resources	Fishery water to protect common and moderately tolerant aquatic species of economic value
BOD	≤ 5 mg/l	≤ 7 mg/l	≤ 6 mg/l
DO	≥ 5 mg/l	≥ 5 mg/l	≥ 3 mg/l
pH	6.5-8.5	6.5-8.5	5-9
SS	≤ 50 mg/l	-	≤ 150 mg/l

(2) 水生生物調査の結果

上表にあるとおり、アジア諸国における漁業用水に適した BOD は 5 ~7 mg/l である。水生生物調査の結果明らかになった魚類に関する状況は図 4.2、また調査地点は図 4.3 に示すとおりである。これらの数値から、様々な種類の魚類が河川の最上流域や下流域で生息していることがわかる。なお、そこでの水質は水質モニタリング調査によっても'fair'から'very good'の間で観察されている。

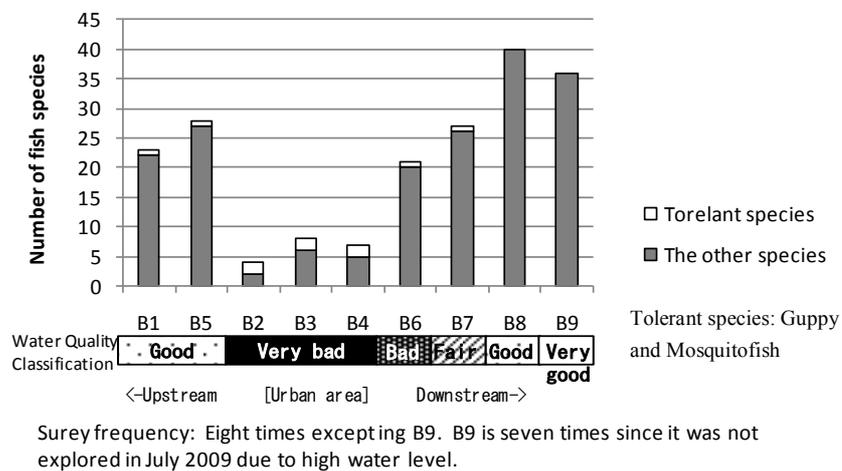


図 4.2 8 回の調査(2009 年—2010 年)で観察された総魚種数

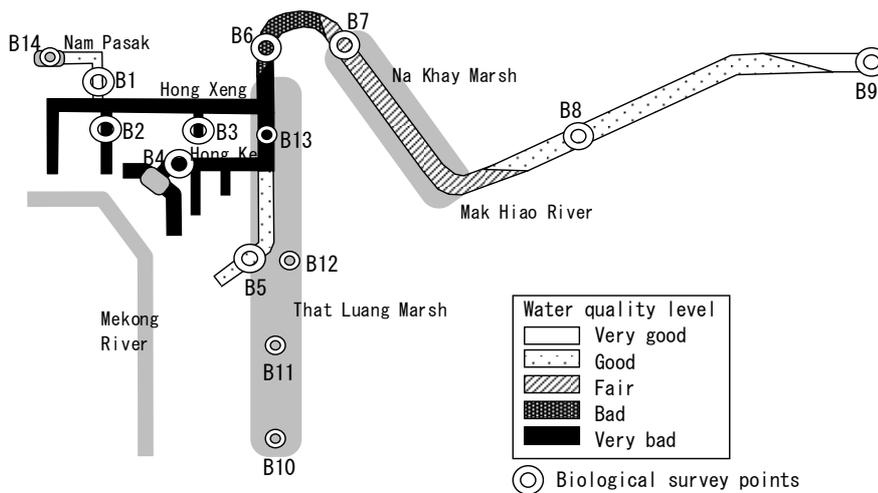


図 4.3 Mak Hiao 川流域の水質階級模式図

さらに、以下の図は水生生物調査による水質階級と水質モニタリング調査の実際の結果の間に関係があることを示している。水質階級は BOD によって容易に分類することができる。分かる。

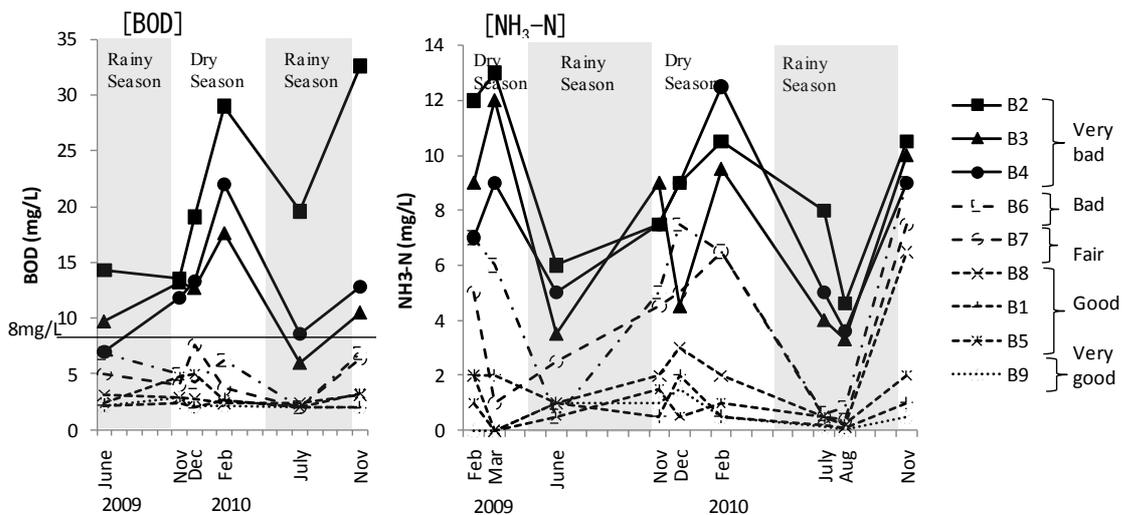


図 4.4 水生生物調査による水質階級と水質モニタリング調査結果との関係

(3) 水質の目標値

有機汚濁物質はビエンチャン市の都市部における水質悪化の最大の源となっている。したがって、BOD はマスタープランにおける水質の指標として適切なものといえる。BOD の計画目標値については、表 4.7 に示されている他の国の水質基準及び図 4.2～4.4 に示されている水生生物調査の結果をベースに以下の水質目標を設定する。

表 4.8 水質の計画目標値

River/Canal Stretch	Water Quality Requirements in BOD	Remarks
Down-most Stretch of Mak Hiao River (Near Rivermouth)	≤ 5 mg/l	Best requirement for fishery water
Middle Stretch of Mak Hiao including That Luang Marsh	≤ 8 mg/l	Allowable lowest requirement for sustaining fishery water
Urban Drainage System: Hong Xeng and Hong Ke	8 – 12 mg/l	Expected requirement for restoration of inhabitable environment for fish

Hong Ke と Hong Xeng の都市排水路網が合流式の開水路であるとしても、水環境改善のために、水質を向上させ、魚類の既存種だけでなく、生息できなくなった種を帰って来させることのできる最小限の水環境を回復する目標とすべきであろう。こうした努力が実れば、かつての水路がそうであったように、望ましい都市域の水環境を回復できるであろう。

4.2.3 総合的アプローチの必要性

水環境管理には、構造物対策、生物・植生対策、法制度面からの対策など様々な手段がある。構造物対策は、エンジニアリング、インフラ整備などハード的な手段である。生物・植生対策は、生物そのものあるいは生物が持つ機能をたくみに利用する手段である。法制度面での対策は非構造物対策ともいわれるもので、法令、制度の整備強化を指す。

公共用水域への排出から河川系の下流端への流下に至る汚水発生及び流出のプロセスにおいては、様々な機関や処理施設／浄化機能が関わっている。前者は建築物の所有者、衛生・排水・河川の各管理責任者などであり、後者は各戸の個別型、コミュニティ型、集中型の処理施設、湿地による浄化機能や河川水の流れによる希釈などが含まれる。水環境管理のプロセスにはその発生から処理の完了まで、数多くの利害関係者が関わっている。都市排水路網が少なくともその水がかつて利用されていた時点のレベルにまで浄化されるには、行政だけでなく、民間セクターやコミュニティも含めて全体として努力する必要がある。したがって、水環境管理に関して、様々な対策と幅広い利害関係者を含めた総合的なアプローチを採用する必要がある。

上記の水質管理面に加えて、雨水排水管理については、1990年のJICA調査を受けて、ADB等の多くのドナーが1991年から2008年まで改善事業を進めた。その結果、毎年の雨期においても排水路から越水被害が発生しない状態まで改善が進んでいる。こうした浸水被害の防除に関しては、現存する湿地の雨水貯留ならびに洪水緩和機能が大きく寄与していると考えられ、今後とも水質改善ならびに雨水排水の両面から現存湿地の保全を要望するものである。また、Hong KeならびにHong Xeng排水区域外における今後の都市域の拡大については、都市計画と調和をとった雨水排水システムの建設が望ましい。

4.3 構造物対策に係る代替案の検討

4.3.1 想定される代替案の組合せ

構造物対策とは、水質を改善するためのインフラの建設であり、水質改善方策にはさまざまな代替案が考えられる。適用可能な水質改善シナリオを次のように考えた。これらは、本調査で実施したパイロット・プロジェクトの成果やプレ・フィージビリティ調査の成果を踏まえたものである。

(1) 個別処理

(a) セプティックタンクないしソークピット

ビエンチャン市のほとんどの住宅やオフィスでは個別処理方式のセプティックタンクないしソークピットによってし尿を処理している。

(b) 合併浄化槽

合併浄化槽は日本で一般的に採用されている処理方式で、し尿と家庭雑排水の両方を処理するシステムである。公共下水道が敷設されていない地域での個別の住宅、集合住宅、公共施設などに採用されている。日本では、嫌気及び曝気を組み合わせた高い効率の処理方式が分散型処理施設として 30 年以上前から一般的に採用されている。しかし、初期コストが高く、さらに曝気のための電気料金や消毒槽の充填および汚泥の引抜き頻度が高い等、維持管理コストも高く、所得の低い世帯には適切な技術ではないが、公共の施設としては採用可能である。

(2) コミュニティ衛生改善

(a) CBS (Community Based Sanitation)

コミュニティのレベルで家庭下水を処理する、いわば個別型と集中型の間位置づけられる方式で、分散型下水処理システム (Decentralized Wastewater Treatment System, DEWATS) と呼ばれている。DEWATS は、従来型の下水処理システムの欠点とされる多量のエネルギーを必要とせず、下水の発生源あるいは処理水の再利用が行われるところになるべく近い場所で下水を処理するという優位性を持っている。

家庭用の典型的なシステムでは、沈殿槽のある第一次槽、嫌気性バクテリアが有機物を分解する上向流式のバフフルプレート付き反応槽となる第二次槽による処理を基本とし、空間的余裕があり、かつ高度な処理を必要とする場合は、水平流式植生フィルター、最終的に酸化と太陽光の紫外線による殺菌を行う熟成池からなる第三次槽が追加される。DEWATS は、BOD と COD の 80～85%、リン酸塩の 80%、アンモニアの 60%を除去することができる。

しかし既に述べたように、本システムは、一般的にビエンチャン市街地ではセプティックタンク等の衛生施設の普及率が高いため、本来のコミュニティレベルの衛生改善という主旨か

ら考えると適用が困難である。しかし、CBSは依然として、郊外型のコミュニティ開発で用地が十分用意できる新規開発、学校や寮等の公共公益施設の衛生改善に十分適用可能であり、効果を期待できる。

(b) 分散型下水処理システム

各戸の衛生施設の普及率が高いが、これはし尿の貯留・処理に限定されており、家庭雑排水については依然として無処理のまま放流されており、これが水質悪化の主要因となっている。一方、市街地内の二次排水路網(道路側溝等)は、維持管理の不十分さが目立つものの、整備はされており、この水路を通じて家庭雑排水が流入している。

こうした状況を踏まえると、二次排水路からの汚水を遮集して、地域レベルで分散処理を行うことが考えられる。よって、プレ・フィージビリティ調査では、CBSの代替案として、その実施可能性について検討した。この結果、小規模な遮集管を敷設し、排水路脇の公共用地を活用してCBSと同様なタイプの簡易型の処理施設を設置することによって、これらの二次排水路からの汚水の処理が可能となることが分かった。

(3) 集中型下水処理システム

(a) 合流式下水道と下水処理施設

現在のビエンチャン市のほとんどの場所では、汚水は雨水とともに排水路によって排水されている。こうした合流式下水道では、次のような2タイプの下水処理が考えられる。まず第1は、排水路によって流送された汚水をポンプアップして下水処理場に流入させて、処理水を再度排水路に排出する方法である。基本的には、下水処理場は排水路末端に計画され、乾期流量を基本に処理を行う。したがって、排水路末端に流下するまで、排水路内の水質は改善されない。

第2のタイプは、遮集管タイプで、汚水が幹線排水路に排出される直前に管路により遮集され処理施設に送られる。乾期には遮集された水のほとんどが汚水である。こうした遮集管方式によると、乾期には排水路内の流水が無くなるという新たな課題を引き起こす。

(b) 従来型下水システム

従来型の下水システムは、家庭からの取付管、下水管、中継ポンプ場(必要な場合)、下水処理施設から成る。この方式では汚水を発生源から処理施設まで長い距離を輸送させるため費用がかさむ。また、区域によっては流下の過程で揚水して処理施設へ送る必要がある。この方式においても、乾期には排水路内の流水が無くなるという新たな課題を引き起こす。

4.3.2 構造物対策の組み合わせ

上記の考察に基づいて、時間的・空間的に適切な検討案として可能な構造物対策の組み合わせを検討する。最初に対象地域をその空間的な特徴から、人口密集地、大規模開発地区、郊外型の人口集中地区、農村地区に区分する。

- (i) Hong Ke および Hong Xeng 排水区域：人口が密集している市街地で、周囲に郊外型の人口集中地区がある。

- (ii) 大規模開発地区：Vientiane Industrial Park 及び New City Development
- (iii) その他：新たな人口密集地及び農村地区

汚水処理の適切な構造物対策は上記の分類にしたがって選択すべきである。また、時間フレームを、(1)マスタープランの目標年である 2020 年までと、(2)長期目標年としてマスタープラン目標年から 10～20 年後に区分する。段階的に実施する改善対策には以下の 2 つのタイプがある。

- (i) 目標年である 2020 年以降も引き続き実施するもの
- (ii) 経済発展とともに対策をアップグレードするもの（例：セプティックタンクから合併浄化槽へ、合流式下水道／処理施設から従来型集中下水処理システムへ）

こうした区分に沿って、実施可能な構造物対策を整理したものが表 4.9 である。これは、土地の特性に応じて、長期にわたって建替えや新築時に時間を掛けて都市の衛生環境の基盤自体を変えていこうという考え方に基づいたものである。これを整理すると次のようになる。

- (1) 既成市街地：トイレ等の衛生施設が不十分で用地的に余裕がある区域においては CBS の設置を促進する。用地的に余裕の無い区域については、建替えや新築時に、短期的にはセプティックタンク、社会が豊かになるという想定の下で長期的には合併浄化槽の設置を図る。
- (2) 農村型集落：それぞれの家屋が離れている農村型集落では、同様に個別処理を原則として、建替えや新築時に、短期的にはセプティックタンク、長期的には合併浄化槽の設置を図る。
- (3) 外縁部での新規市街地および田園地域：これも上記(2)の農村集落への対応と同様である。

いっぽう、排水路については、集中型と分散型に分けて、これを代替案として比較することとした。

4.3.3 水質シミュレーションによる検討案の比較

表 3.9 にある可能な選択肢について、Hong Ke 及び Hong Xeng 流域に着目して検討する。ここでは以下の方法により比較検討を行う。

- Hong Ke 及び Hong Xeng 流域の構造物対策を想定する。
- 都市排水域から Mak Hiao 川河口までを含む流域全体の水質に及ぼす影響を評価する。
- さらに現存する Hong Xeng 上流部の Nong Bo および Nong Tha の各湿地については、現在の開発計画の中で、自然の浄化機能を保全することを提案する。

比較検討の過程を以下に示す。その結果を表 4.10 及び図 4.5 に示す。

表 4.9 構造物対策の可能な選択肢

Mak Hiao 川流域		時間軸方向における代替案		
排水区域	小区域	マスタープラン (2020 年)	マスタープラン後 10 - 20 年	
Hong Ke および Hong Xeng 排水区域	雨水排水			
	残存湿地および排水路	洪水緩和のため残存湿地の保全	排水能力増強のための排水路改修(必要であれば)	
	水質管理			
	既成市街地	衛生施設が不十分で用地的に余裕のある区域：CBS の設置	衛生施設が不十分で用地的に余裕のある区域：CBS の設置	
		用地的に余裕の無い区域：立替え時あるいは新築時にセプティックタンクの設置	用地的に余裕の無い区域：立替え時あるいは新築時に合併浄化槽の設置	
	農村型集落	立替え時あるいは新築時にセプティックタンクの設置	立替え時あるいは新築時に合併浄化槽の設置	
	排水路	(1) 集中型処理施設の導入 合流式水路を用いた処理場の建設	従来タイプの下処理場の建設(必要であれば)	
(2) 分散型処理施設の導入 ・ 遮集管を用いた分散型簡易浄化施設の設置 ・ 接触酸化型水路浄化施設の設置 ・ 植生工による自然浄化機能の強化				
残存湿地の保全	Nong Bo, Nong Tha, Nong Chanh 等の排水区域内に残された湿地の保全(上記の洪水緩和に加えて自然浄化機能の保全)			
新規大規模開発地域	工業団地あるいは新都市開発	雨水排水		
		雨水排水路の建設		
		水質管理		
		開発地域下流端で下水処理施設の設置あるいは工場・建物個別に汚水処理施設の導入		
その他	新規市街地	雨水排水		
		雨水排水路の建設(必要であれば)		
		水質管理		
	立替え時あるいは新築時に CBS あるいはセプティックタンクの設置	立替え時あるいは新築時に合併浄化槽の設置		
	田園地域	水質管理		
	立替え時あるいは新築時にセプティックタンクの設置	立替え時あるいは新築時に合併浄化槽の設置		

(1) 対策なし

仮に下水に関連するすべてのセクターで水環境を改善するための何らかの対策をとらない場合、目標年の 2020 年に BOD で示される水質がどれだけ悪化するかを示すものである。換言すれば、このケースは改善策の無い場合の将来の水質をシミュレートしたものである。現在の水質と比較してすべての場所で目標とされる BOD の数値を大幅に超えるものとなっている。

(2) 代替案 1

下水処理施設を設置し、既設の合流式排水路を利用して下水を処理場に導くものである。この対策は処理施設を建設する方法の中で最も早く完成させることができるものである。処理施設を建設する場所としては、処理すべき悪化した水質ならびに必要な用地確保の可能性から見て Hong Pasak、Hong Kai Keo および Hong Ke の下流端が設置可能である。処理対象の BOD が 30mg/l 前後であることを考えると、処理方法としては接触酸化型の処理施設が妥当と考えられ、汚濁負荷量の 70% が除去されると設定する。さらに、Hong Watty では、工場排水規則及び水質基準に基づき商工省またはビエンチャン市商工局による行政指導により、高濃度の汚水を排出している屠殺場に処理施設を建設させる。こうしたシミュレーションの結果では、合流式排水路を利用するため、処理施設の上流においては水質の改善は期待できないが、処理施設下流では、BOD 目標値を達成している。

(3) 代替案 2

集中型の下水処理方法ではなく、排水路の特性および汚染源に応じたそれぞれの対策を実施するものである。これらは、次のような対策から構成される。

- Hong Watty: 代替案 1 と同様に高濃度の汚水を排出する屠殺場に排水処理施設の設置をビエンチャン市商工局が行政指導する。
- Hong Pasak: 小分割区間に設置した遮集管と簡易処理施設を設置し流入汚水を処理する。
- Hong Khoua Khao, Hong Kai Keo, Hong Ouay Louay および Hong Phone Thanh: 十分な用地があるため、Hong Pasak と同様な処理を行う。
- Hong Thong: すでにほぼ全区間でコンクリートの蓋掛けがなされており、対策の実施が困難なため、最下流部で DANIDA が建設した取水施設を利用し、Nong Chanh 湿地の空地に水路浄化施設を建設し、これへ導水して処理する。

水路浄化施設は、コンクリートの蓋掛けがなされている Hong Thong の出口から汚水をポンプアップして、Nong Chanh 湿地の空地を利用して処理するものである。日本の実績を参考にして 70% の除去率を想定している。

シミュレーションの結果では、すべての場所で BOD 目標値を達成している。

表 4.10 比較検討の結果

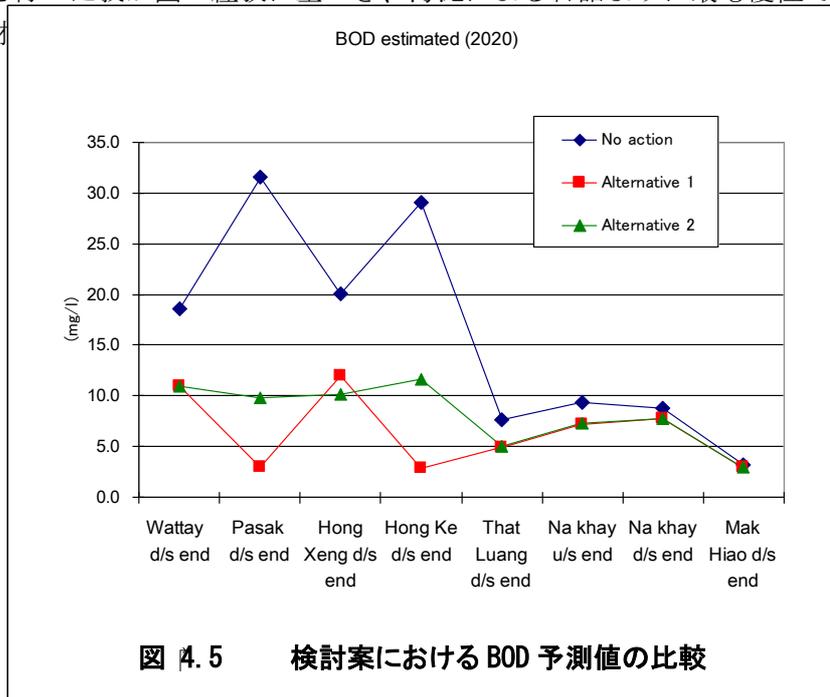
Alternatives	Outfall of Urban Drainage System				Mak Hiao River			Rivermouth
	Hong Watty	Hong Pasak	Hong Xeng	Hong Ke	That Luang Marsh Downstream End	Na Khay Marsh Upstream End	Na Khay Marsh Downstream End	
Target BOD	8-12				8			5
Present	16.0	19.7	11.7	17.2	4.6	4.5	3.5	1.9
No Action	18.6	31.6	20.1	29.1	8.1	8.6	8.5	3.1
Alternative 1	11.0	9.0	10.0	8.3	5.3	6.6	7.5	2.9
Alternative 2	11.0	11.4	10.2	11.2	5.5	6.7	7.5	2.9

unit: mg/l, Present: Simulation results under the conditions in 2009

Alternative 1: Construction of contact aeration plants in the downstream ends of Hong Pasak, Hong Kai Keo and Hong Ke

Alternative 2: Installation of small-scale wastewater treatment plants and in-stream wastewater treatment plant

なお、接触酸化型の処理施設および水路浄化施設については、さまざまな接触材を用いて浄化施設の実証実験を行った我が国の経験に基づき、汚泥による目詰まりに最も優位であるといわれるヒモ状の接触材



4.3.4 比較検討の結果

2つの検討案に関する施設建設費用、年当たりの維持管理費用を算出し、その結果を表 4.11 に示した。これより、建設費用でみると Alternative 2の方が高く、維持管理費用は、Alternative 1が高くなる。

代替案 1 の施設建設費用は、処理場建設費(接触酸化法を前提とする)を見込んでいる。代替案 2 では、水路沿いの分散型簡易浄化施設に加えて Hong Thong 下流端の接触酸化型の水路浄化施設の建設費を見込んだ。

維持管理費用については、代替案 1 は、接触酸化型処理施設の運転に係る電気代や汚泥処分費用を見込み、代替案 2 では、簡易処理施設と水路浄化施設から発生する汚泥処分費用および接触酸化型施設の運転にかかる電気代等を見込んだ。

表 4.11 検討案に係る概算費用

	Construction Cost (Mil. US\$)			O&M Cost (Mil. US\$) per year		
	Decentralized System	Contact aeration	Total	Decentralized System	Contact aeration	Total
Alternative 1	-	21.86	21.86	-	0.17	0.17
Alternative 2	14.65	3.07	17.72	0.01	0.03	0.04

比較検討の結果を以下の表に示す。これにより代替案 2 をビエンチャン市の水環境改善の最適案として提案する。分散型簡易浄化施設は、排水路の水質を必要な区間で改善することが出来、かつ運転・維持管理が容易である。設置場所さえ確保できれば、接触酸化型の水路浄化施設によって一部に存在する水質が悪化した場所も改善を見込むことができる。

なお、この最適案における水質予測結果を次頁の図に現況、無対策、対策後を併せて示す。

表 4.12 検討案の比較評価結果

評価項目	代替案 1 集中タイプ接触酸化型処理施設	代替案 2 分散タイプ簡易処理施設および接触酸化型水路浄化施設
(1) 建設費用	高	○：低
(2) 建設用地	Hong Pasak と Hong Kai Keo の最下流は民地、Hong Ke の最下流は元 EU ポンドで公共用地	○：接触酸化型は公共用地。簡易処理施設の水路沿いのものは公共用地、SBS は学校用地
(3) 維持管理・運転費用	高	○：低
(4) 維持管理・運転の容易性	維持管理に経験を要する	接触酸化型は代替案 1 と同様。簡易処理施設は維持管理・運転が容易であるが、基数が増えることにより管理が煩雑化する
(5) 水環境への影響	処理場の下流のみ水質が改善し、上流部の水質は改善されない	○：排水路区間全体にわたって水質が改善される
(6) 将来に対する持続性	集中タイプは、一団の敷地を必要とするため、早期に用地の先行取得をしておく必要有り	○：維持管理が容易であり、かつ水路沿いに空間(水路敷)があるため、将来においても対策の持続性は高い(必要な箇所に設置可能)
(7) 他の地域・水路への技術移転の必要性・発展性	接触酸化型の小規模処理施設としての技術移転の必要性有り(現地ですぐに入手可能な接触材の開発が不可欠)	○：接触酸化型は代替案 1 と同様。簡易処理施設(CBS および SBS を含む)の技術移転の必要性および発展性は高い。
(8) その他	分流式への移行を目指して、下水管網整備を進めていくのであれば、極めて長時間かつ費用の掛かる事業となる	○：比較的短期間に効果発現が期待できる。
総合評価	現状では優位性は低い	現状では優位性が高い

注: ○;比較優位

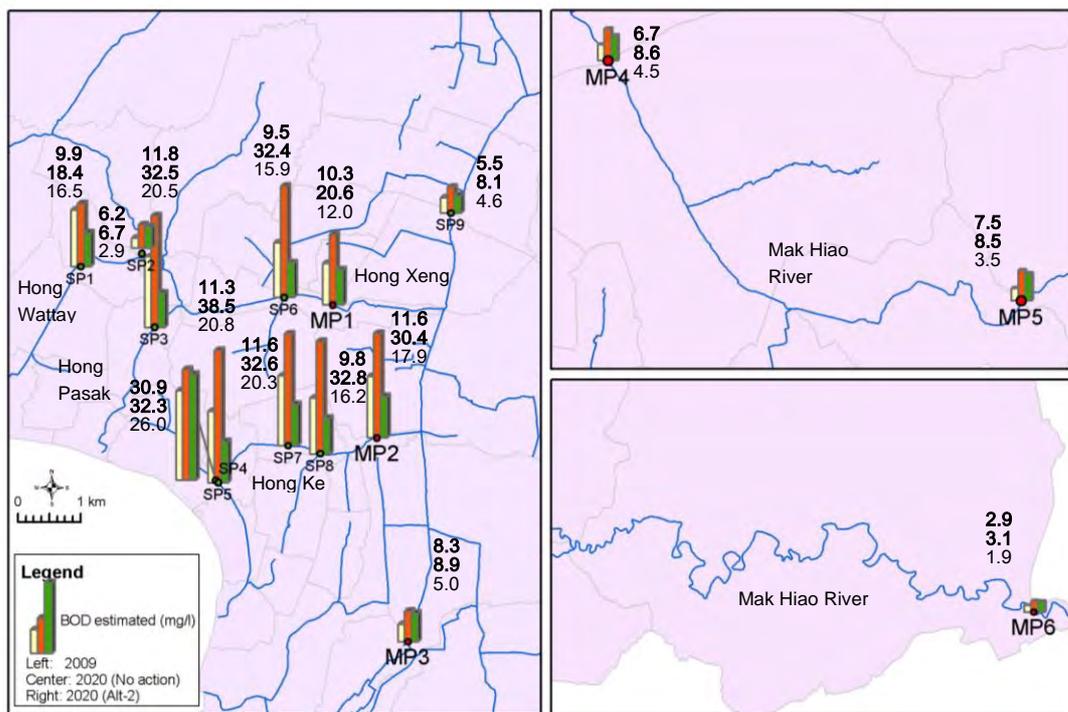


図 4.6 現況・将来無対策・対策後の BOD 予測

4.4 水環境管理マスタープラン

4.4.1 マスタープランの構成

4.2 節の水環境管理戦略で述べたように良好な水環境を達成するためには総合的なアプローチが必要である。総合的アプローチには以下の概念が含まれる。

- 構造物対策、生物・植生対策そして非構造物対策を統合する。
- 政府や民間を含む、汚水の発生・管理に関連するすべての利害関係者を参加させる。
- 個々の家庭の衛生改善から公共水域の水質改善までを対象とする。

したがって、マスタープランは、(i)構造物対策、(ii)法制度の整備、(iii)環境教育の3つのコンポーネントに分けられる。下図はこれらのコンポーネントの間の関係を示すものである。

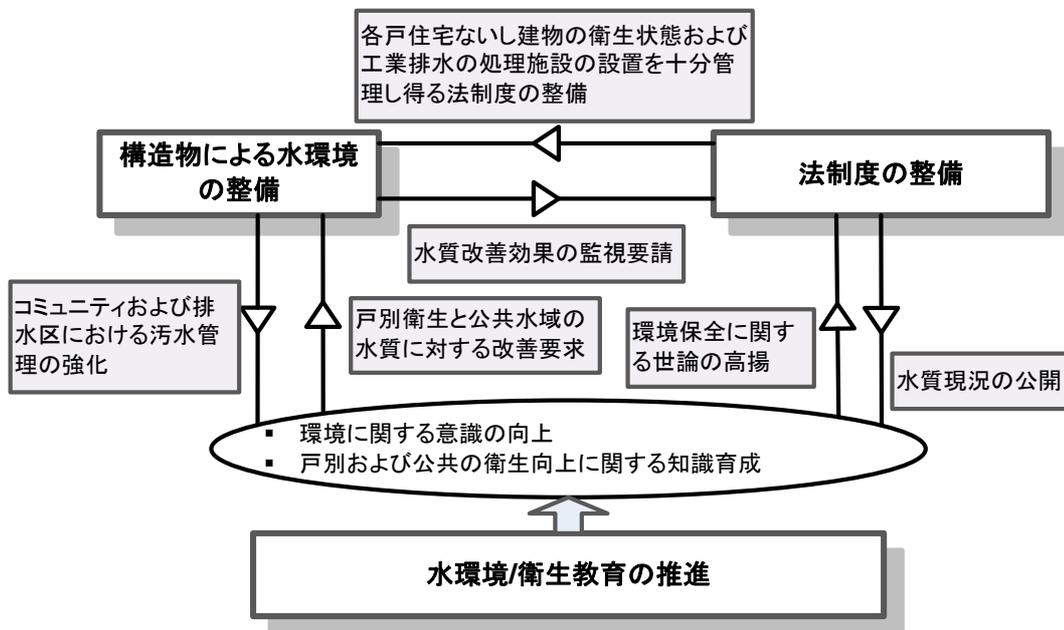


図 4.7 マスタープランの3つのコンポーネントの相互作用

4.4.2 構造物による水環境改善計画

(1) 改善の概念

「4.3.2 構造物対策の組み合わせ」で述べたように、水環境改善計画は空間的・時間的な特性を考慮して策定する。比較検討の結果、水環境改善の構造物対策コンポーネントは下表のようにまとめられる。

表 4.13 水環境改善の構造物対策コンポーネント

Mak Hiao 川流域		時間フレーム	
排水区域	小区域	マスタープラン (2020 年)	マスタープラン後 10 - 20 年
Hong Ke および Hong Xeng 排水区域	雨水排水		
	残存湿地および排水路	洪水緩和のため残存湿地の保全	排水能力増強のための排水路改修(必要であれば)
	水質管理		
	既成市街地	衛生施設が不十分で用地的に余裕のある区域：CBS の設置	衛生施設が不十分で用地的に余裕のある区域：CBS の設置
		用地的に余裕の無い区域：立替え時あるいは新築時にセプティックタンクの設置	用地的に余裕の無い区域：立替え時あるいは新築時に合併浄化槽の設置
	農村型集落	立替え時あるいは新築時にセプティックタンクの設置	立替え時あるいは新築時に合併浄化槽の設置
排水路	分散型処理施設の導入 ・ 遮集管を用いた分散型簡易浄化施設の設置 ・ 接触酸化型水路浄化施設の設置 ・ 植生工による自然浄化機能の強化		
残存湿地の保全	Nong Bo, Nong Tha, Nong Chanh 等の排水区域内に残された湿地の保全(上記の洪水緩和に加えて自然浄化機能の保全)		
新規大規模開発地域	工業団地あるいは新都市開発	雨水排水	
		雨水排水路の建設	
		水質管理	
		開発地域下流端で下水処理施設の設置あるいは工場・建物個別に汚水処理施設の導入	
その他	新規市街地	雨水排水	
		雨水排水路の建設(必要であれば)	
		水質管理	
		立替え時あるいは新築時に CBS あるいはセプティックタンクの設置	立替え時あるいは新築時に合併浄化槽の設置
	田園地域	水質管理	
立替え時あるいは新築時にセプティックタンクの設置		立替え時あるいは新築時に合併浄化槽の設置	

(a) 雨水排水

大規模開発地区を含む新たに都市が拡大した地区については基本的に排水路の新規建設または既存の排水路の改修を洪水対策の緊急性にしたがって実施する。

Hong Ke 及び Hong Xeng の排水域については、残存湿地を保全し、目標年である 2020 年までに洪水に対する遊水地としての機能を向上させる。このような湿地は、Nam Pasak の Nong Bo 湿地、Hon Wattay の Nong Douang 湿地、Hong Xeng の Nong Tha 湿地、Hong Ke の Nong Chanh 湿地などがあげられる。ちなみに Hong Xeng 排水区域での試算によると、流域内の湿地の雨水貯留量(0.5m の水深増に相当)は、最下流部の 2 年確率洪水ハイドログラフのピークを 90m³/s から約半分の 42m³/s に低減させる効果を持っている。

(b) 密集地区の汚水管理

CBS はし尿と家庭雑排水を受け入れるため、コミュニティの衛生改善と排水路における表流水の水質改善に大きな効果をもたらす。他方、セプティックタンクはし尿のみを受け入れ、家庭雑排水は処理されずに周囲に排出される。CBS を選ぶかセプティックタンクを選ぶかは地域コミュニティのトイレ等の衛生施設の整備状況による CBS 設置の必要性と設置する用地があるかどうかによって依存する。すなわち、東南アジアにおける CBS の普及状況を見ると、とくにトイレを有しない低所得者層が形成するコミュニティでの適用が、利用者のニーズに沿ってスムーズに受け入れられているようである。また、CBS の設置のための用地の確保も、普及に向けた大きな阻害要因となっている。現在の各戸への衛生施設の高い設置状況を見る限り、CBS 設置の必要性はきわめて低い。

セプティックタンクのそうした機能を向上させるため、日本では合併浄化槽が開発された。合併浄化槽はし尿と家庭雑排水を受け入れるが、曝気に電力が必要である。したがって、将来人々の所得が大幅に上昇した際には、各家庭の衛生向上のために浄化槽を導入すべきであろう。さらに、大規模開発地区は公共用水域の環境に重大な影響を及ぼすため、その下流端ないし各工場内に汚水処理施設を建設する。

(c) 農村地区の汚水管理

農村地区における家庭の衛生改善のために上述と同様の方法で現時点ではセプティックタンクを設置し、将来は合併浄化槽を設置することが推奨される。

(d) 残存湿地の開発計画

前述の残存湿地の中で、Nam Pasak の Nong Bo 湿地、Hong Xeng の Nong Tha 湿地では、湿地を含む開発プロジェクトが計画されている。これらの開発地域においては、開発地域からの排水の十全な処理とともに、流域内から排出される排水に対して、湿地が従来有していた自然浄化機能の保全を図るべきである。

(e) 排水路の水環境改善

排水路の水質を改善するため、排水路の汚染状況と対策の実施可能性を勘案し、次のような対策を実施する。さらに、水路内に自生し繁茂している植生は可能な限り保全し、これらの浄化作用も付加的に期待する。

- Hong Wattay: 高濃度の汚水を排出する屠殺場に、ビエンチャン市商工局が行政指導により排水処理施設を設置させる。
- Hong Pasak: 小分割区間に設置した遮集管と簡易処理施設を設置し流入汚水を処理する。
- Hong Khoua Khao、Hong Ouay Louay、Hong Phone Thanh、Hong Kai Keo: 十分な用地があるため、Hong Pasak と同様な処理を順次行う。なお、これらの排水路については、現地調査によれば、植生による自然浄化機能も認められることから、十分なモニタリング活動に基づいて、適切な対策工を検討する。

- Hong Thong: すでにほぼ全区間でコンクリートの蓋掛けがなされており、対策の実施が困難なため、最下流部で DANIDA が建設した取水施設を利用し、Nong Chanh 湿地の空地に水路浄化施設を建設し、これへ導水して処理する。

(2) 実施にあたっての留意点

構造物による水環境改善計画では、主な対策は遮集管と簡易処理施設、セプティックタンク、水路浄化施設である。表 4.14 に建設、維持管理の責任主体となりうる組織と主な課題を掲げている。遮集管と簡易処理施設と水路浄化施設の資金手当ては最も重要な課題である。他方で、セプティックタンクについてはガイドラインなど法制度の整備が緊急の課題である。

表 4.14 構造物対策の責任主体と主な課題

構造物対策	設置のための責任主体	運営維持管理の責任主体	主要課題
遮集管および簡易処理施設	ビエンチャン市 /VUDAA	ビエンチャン市 /VUDAA	施設設置費用の調達
セプティックタンク	家屋・建物所有者	家屋・建物所有者	設置のための法制度の整備
接触酸化型水路浄化施設	ビエンチャン市 /VUDAA	ビエンチャン市 /VUDAA	施設設置費用の調達

さらに、上述の構造物対策を円滑に実施するために以下の点に留意すべきである。

- 簡易污水处理施設の設置には、水路沿川のみならず、公立学校、寺院、地方政府の広い敷地も利用する。
- セプティックタンクの設置を普及させることが必要であるが、用地と価格の面から、廉価で狭い用地で済むソークピットを設置する傾向にある。タイではプラスチック製の普及型のセプティックタンクが主流であるが、ラオス人はし尿処理にプラスチック製品を用いることにいまだ抵抗がある。また、コスト面では現状のレンガ製のセプティックタンクとタイのプラスチック製品は同等(平均的な規模で 300USD)であるが、後者の方が狭い用地での設置が可能となる。いずれタイの製品が普及するものと思われる。
- これらの施設の維持管理や建設を円滑に実施するためには、排水路支線、地形データ、建設済みの施設のデータが統合されている GIS の構築が不可欠である。
- 様々なドナーや NGO による水環境向上活動を調整するため、環境・衛生センターを設立し、政府機関も含めた活動主体間の堅固なネットワークやコミュニケーションを構築する。

(3) 水環境整備に関する段階的整備計画

(a) 排水路網の水環境改善に関する中・長期的段階的整備計画

現状の水環境と将来予測結果を考慮し、将来の水質悪化を改善するための適切な戦略を中期・長期に分けて提案したものが図 4.9 である。

中期計画は、水環境改善計画の目標年次である 2020 年であるが、さらに管渠網の整備を含む本格的な下水道の建設は、長い年月と多大な投資を必要とするため、長期的な考え方の整

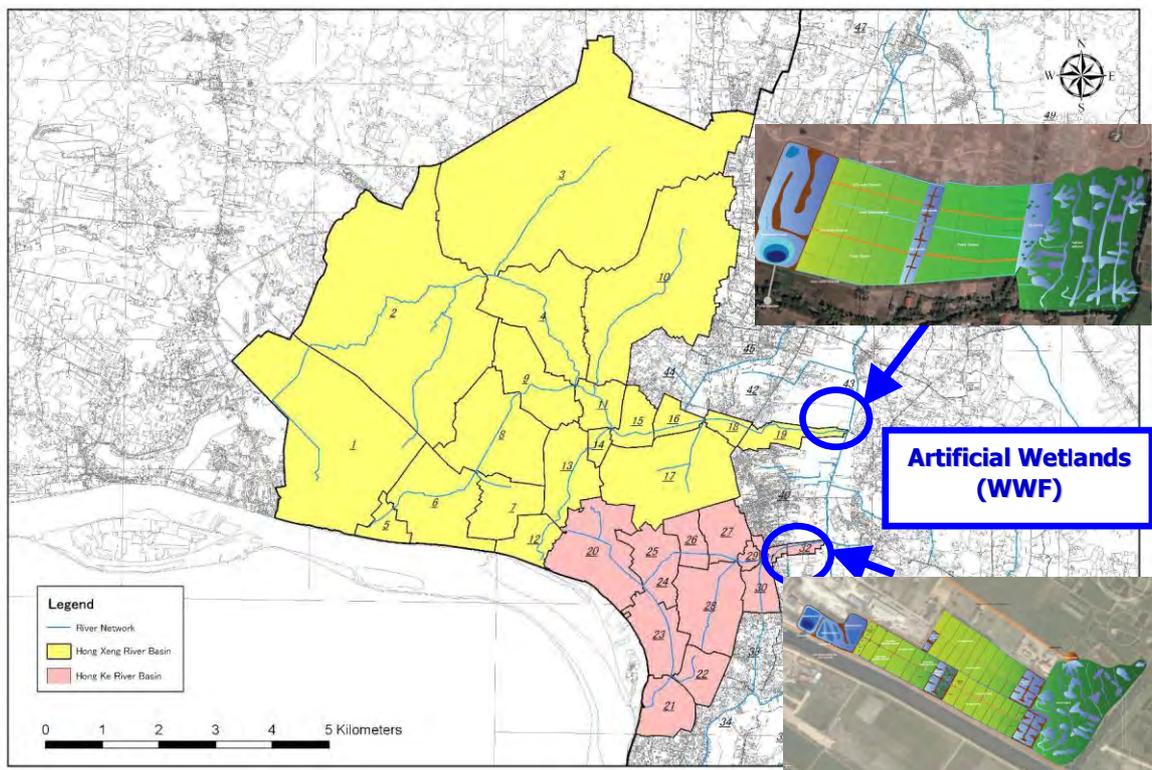
理が、更なる水環境の改善のためには必要となる。したがって、水環境改善戦略は、次のように三段階に分けて考えることが出来る。

第1段階：中期計画(2020年目標)

水環境に対して早急に適用可能な改善策が、最も汚濁が深刻な Hong Pasak を含む Hing Xeng、Hong Thong を含む Hong Ke に実施されるべきである。有効な手段としては、排水路沿いに設置する遮集管と簡易な処理施設である。さらに Hong Thong の出口の水路浄化施設も必要である。なお、簡易処理施設は、CBS/SBS と類似の形式・構造を持つ。併せて植生による浄化等の諸対策も実施する。

第2段階：長期計画(2020年以降)

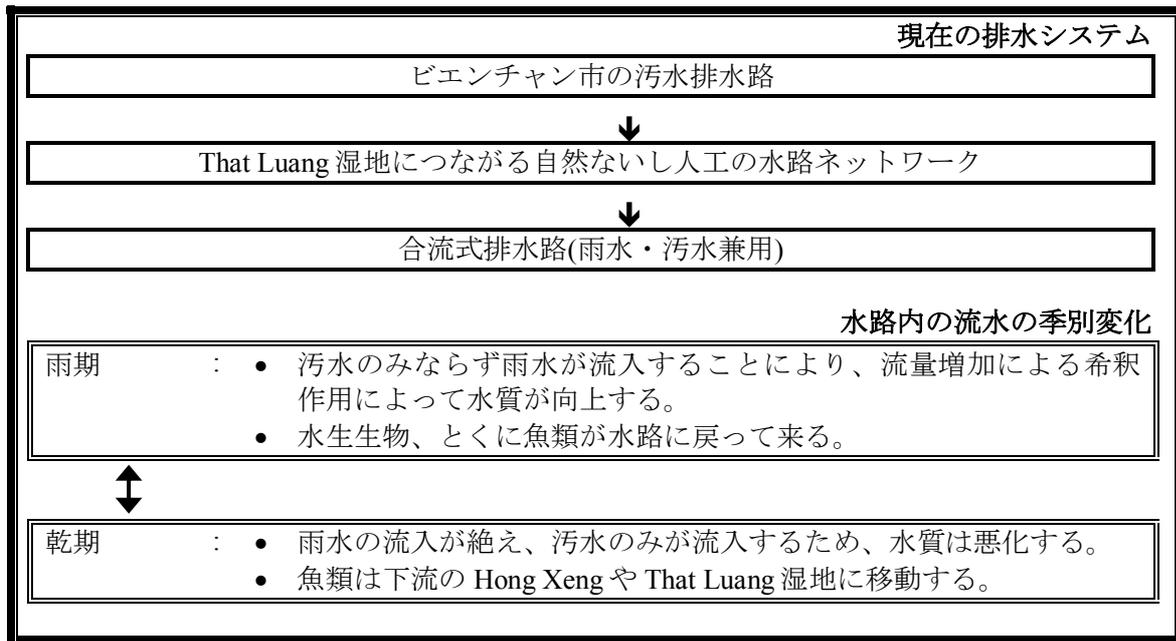
中期改善計画完成後、既存市街地の過密化や市街地の拡大によって、排水路の表流水の水質はさらに悪化すると想定される。Hong Xeng や Hong Ke の最下流端に下水処理場を建設することが考えられる。もし WWF が提案している人工湿地が実現すれば、これら人工湿地は同様な処理機能を期待できるであろう。また、こうした人工湿地は、維持管理が容易なこと、中期計画の効果により水質が向上した汚濁濃度の薄い流水に対して他の工法より改善効果が期待できること等の理由により推奨できる方策である。この概念図を以下に示す。



Source: WWF

図 4.8 WWF 提案による人工湿地計画概念図

現状



水質改善策

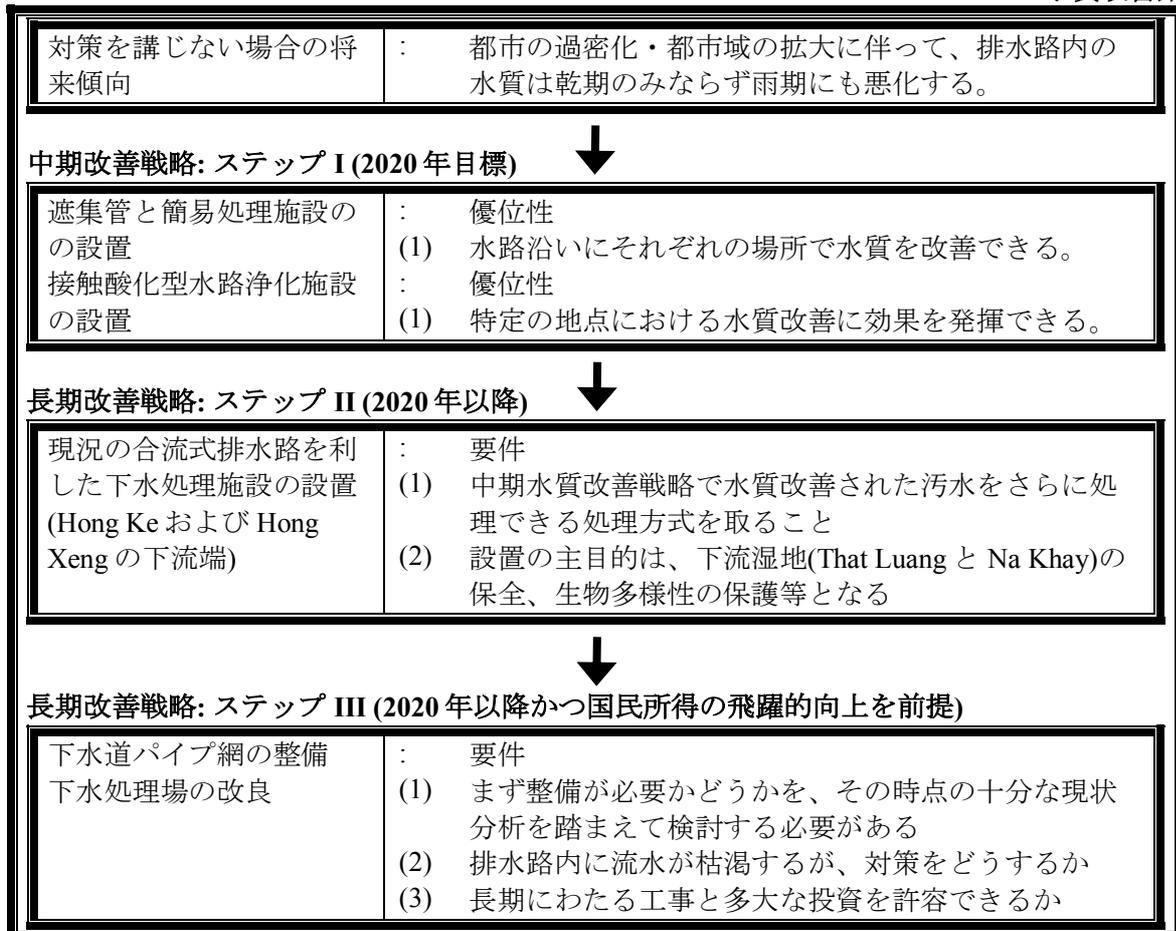


図 4.9 水環境の現状から考えた中長期の水環境改善戦略

第3段階：長期計画(第2段階以降)

第2段階終了後、下水集水区域が拡大し、公共下水に接続出来ていない家庭等の衛生環境を改善するため、管渠網の敷設に着手する。地下の幹線管渠は、排水幹線の堤防下に埋設され、二次水管渠からの汚水を遮集しながら下水を搬送する。一般に、幹線管渠の必要箇所、中継ポンプを設置する。こうした方策は、通常の下水道で必要となる方策であるが、第1段階での分散型処理がうまく機能し、第2段階で人工湿地が採用されると、むしろこの段階では排水状態が悪い限られた地域の2次排水路の改善を行い、簡易処理施設にうまく繋げていく方策、さらには拡大する新市街地での汚水処理方式等々、多大な投資を必要とするため、現状分析を踏まえた十分な検討のもとに、意思決定がなされるべきである。

(b) 排水路網の水環境改善に関する短期・中期的段階整備計画

前項では、水環境改善に関し、2020年目標の中期とそれ以降の長期的な整備の方向性を提案したが、ここでは、2020年の目標達成に向けた段階的な整備計画を提案する。

まず数年をかけて、水質浄化対策のショウケースとなるべく、早期に効果の現出が期待でき、市民のアクセス頻度が高い Hong Pasak の最上流部において、本件調査で実施したプレ F/S 結果を踏まえて、早急にパイロット・プロジェクトを実施する。これには次のような施設および環境改善対策を順次上流から実施するのが妥当であろう。最上流端から実施した場合、水質改善効果は眼に見えて明らかとなるであろう。

- 最上流部に位置する Pakpasak Technical College の学生寮のし尿と雑排水を対象とした SBS(School Based Sanitation)の建設
- 雑排水の取水を対象とした河川沿いの遮集管の設置と4基の簡易浄化施設
- 当該区間において水質浄化対策と併せて緑道整備を行い、市民の憩いの場に復活させる。

さらに、その後はプレ F/S 対象区間より下流部の Hong Pasak、および Hong Khoua Khao への対策拡張と Hong Thong の水路浄化施設の建設を実施する。これらの対策で、最も汚染の進んだ排水路での水質改善が実施されることになる。なお、これらの効果測定と全体的な水質モニタリングを同時並行的に行い、無対策水路の水質実態を踏まえて適切な対策を検討し、簡易処理施設の必要性の検討、植生浄化の可能性等を検証する。この目的は、ラオスの現状を勘案し、事業費削減を目途に、効果発現を最大限実現する方策を、モニタリング活動の中から、探っていくことである。こうした方針を出して、必要最小限の支援を行い、いずれラオス側カウンターパートに事業を引き継いでいく下地を作っていく。

少なくとも、水環境改善の基幹施設となるであろう Hong Pasak の簡易処理施設群と Hong Thong の接触酸化型水路浄化施設については、財政的支援を行うべきであろう。しかし、他の排水区域については、乾期における詳細な調査を実施し、C/P と協議の上、整備方針を確立して、順次技術的支援のみに切り替えていくべきである。この技術的支援の具体的な内容は次のとおりである。

- WREA に対してモニタリングの対象フィールドとして、排水路の水質調査を依頼し、水質モニタリングの技術的支援を行い、いずれ独自調査が可能なレベルに実地指導する。

- 水質モニタリング結果と併せて、WREA、PTI、ビエンチャン市 DPWT、VUDAA、およびラオス国立大学とともに、簡易処理施設以外の廉価な方法、例えば植生工等による水質改善を現地実験として実施する。これには、Hong Pasak と Hong Thong 以外の排水路で、その適用性を調査すべきであろう。
- 上記対策が可能かつ効果的なことが判明した場合、ラオス側で実施可能な対策工の選択肢が広がることとなるし、構造物対策の費用の削減にも繋がる。
- 懸案である Hong Wattay の屠殺場に対する行政指導についても、技術的支援を継続する。
- 新規開発地域である Nong Ping 地区、Nong Tha 地区の開発に対して、調査団が提示している開発前よりも悪化させないという水質条件を満たしているかどうか、その担保性も含め、C/P と十分検討する。

こうした活動を踏まえて、短期と中期の段階的な整備計画を整理したものが次表である。

表 4.15 排水路網の水質改善のための短期・中期的段階整備計画

年	年次目標	雨期(4月-9月)	乾期(10月-4月)
2011/2012	全体計画の策定	水質改善方針の検討および C/P 機関との協議	水質現状の詳細調査：対象排水路別整備方針の確立
2012/2013	Hong Pasak 上流の水質改善	現地調査に基づく F/S および D/D	上流端より順次建設
2013/2014	Hong Pasak 上流の水質改善	水質モニタリング、引き続き F/S および D/D Hong Thong の水路浄化施設の F/S	同上 他の排水路での対策詳細検討
2014/2015	Hong Thong 水路浄化施設の建設	Hong Thong の水路浄化施設の D/D	Hong Thong 水路浄化施設建設 (Nong Chanh 湿地沿岸)
2015/2016 to 2020/2021	水質モニタリングの実施を通して、対策を実施すべき排水路と適切な対策の選定および実施	対象排水路の選定と対策案の検討：Hong Pasak 下流、Hong Khoua Khao、Hong Kai Keo、Hong Ouay Louay、Hong Phone Thanh	適正対策の実施と水質モニタリングによる検証

これらの構造物による水環境改善計画に関して、排水路の管理者としてのビエンチャン市および関係機関の予算および人的資源は限られており、独自で実施可能な事業と、ドナー等の支援・協力が必要な事業に自ずと分類できる。これらを整理すると次のようになる。

表 4.16 構造物による水質改善のための関係機関および財源の分担

実施機関	実施項目
独自財源による事業	
ビエンチャン市および PTI	対象排水路の現地調査、植生の水質浄化への活用とそのモニタリング、必要であれば堆積土砂の浚渫
WREA	排水路網の水質定期モニタリング
ドナーによる支援と技術協力による人材育成	
ビエンチャン市および PTI	対象排水路の詳細整備方針の確立、水路沿いの簡易浄化施設の建設、水路浄化施設の建設

4.4.3 法制度整備計画

(1) 規則／ガイドラインのさらなる整備の検討

各分野における整備の検討が必要な規則／ガイドラインについて、水環境管理にかかる現況の実施能力に留意して表 4.17 にまとめてある。政府機関の一般的な活動に関するものは規則として整備されるべきであり、政府機関の活動でも詳細なものや国民や企業の活動にかかるものはまずガイドラインとして整備されるべきである。

検討すべき規則／ガイドライン間の関係について下図に示す。

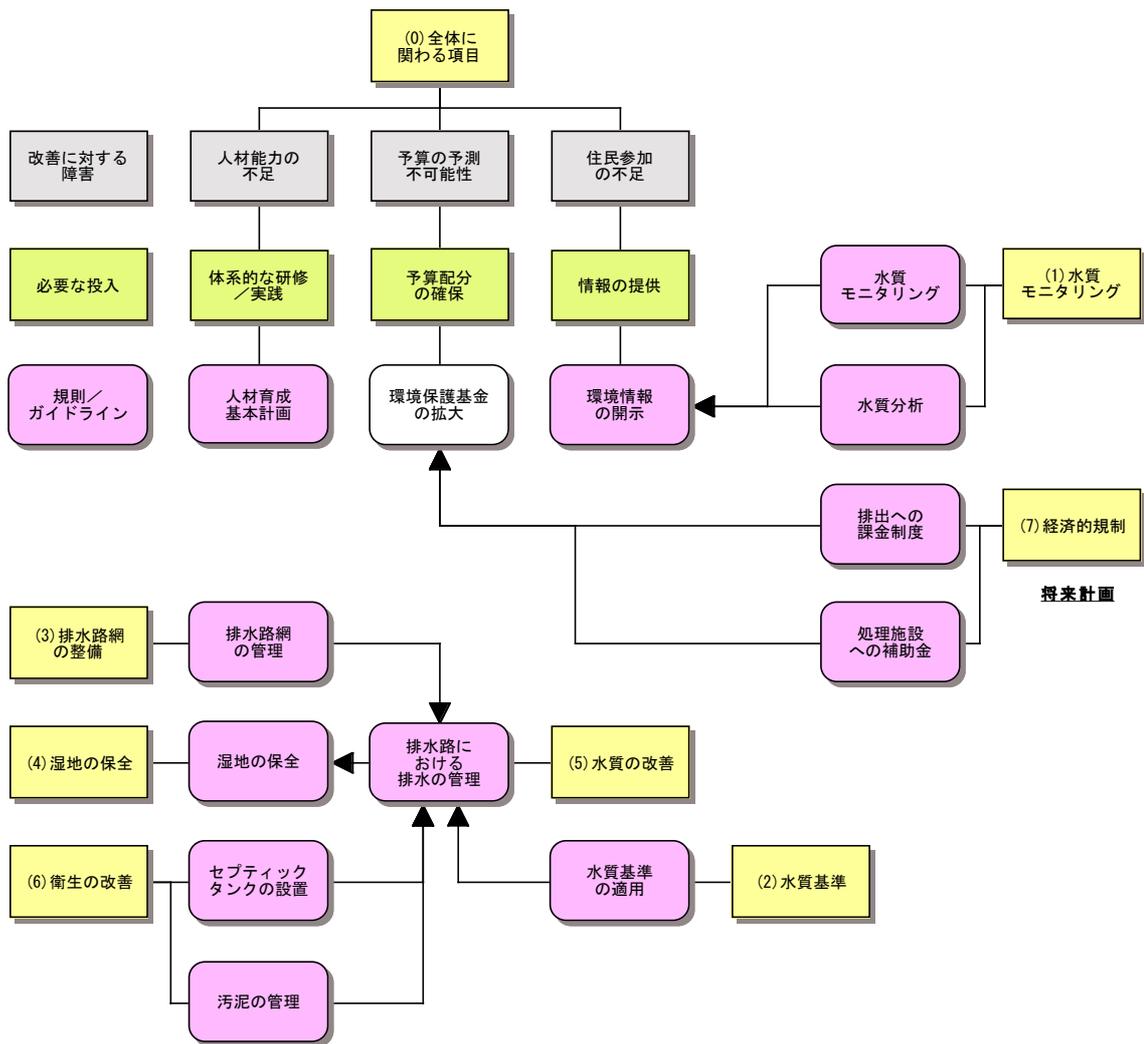


図 4.10 検討すべき規則／ガイドライン間の関係

表 4.17 整備を検討すべき規則／ガイドラインのメニュー

Specialized Field / Objective	Items to be Developed	Main Contents	Responsible
(0) General ◆ To support the implementation of the water environment management	• Regulation on environmental information disclosure	> Easy access to water environmental information > Annual report on water environment > Water environment database	> WREA
	• (Expansion of the Environment Protection Fund)	> (Expansion of the fund)	> EPF
	• Guideline on training master plan on technical staffs in government officials	> Clarify requirements to posts > Career build-up model	> Prime Minister's Office
(1) Water Quality Monitoring ◆ Basic data of water quality in the target area should be collected and accumulated by Lao engineers themselves, which will be the basis for the management and planning. ◆ Water quality monitoring network system (WQMNS) should be established to produce data accumulation. ◆ Capacity of WREA Lab should be developed to carry out its responsibility in the WQMNS.	• Regulation on water quality monitoring	> Periodical monitoring > Linkage between DOE-WREA and WREO > Linkage between WREA and DI-MIC > Clarify the responsibility of WREA Lab > Water quality database > Disclosure of the data	> WREA
	• Guideline on water quality monitoring	> Monitoring method > Establishment of WQMNS > Management of WQMNS > Training on monitoring	> WREA
	• Guideline on water quality analysis	> Analyzing method > Management of laboratory > Analyzing service to customers > Training on analysis	> WREA
(2) Water Quality Standards ◆ BOD value for the surface water standard was set at very severe level for the actual conditions without setup water quality classes.	• Guideline on water quality standard application in Vientiane City	> Setup of more realistic targets of water quality > Setup of water quality classes	> WREA
(3) Development of Drainage Network	• Guideline on the maintenance of drainage network	> Monitoring of drainage network > Maintenance requirements	> MPWT
(4) Conservation of Wetland ◆ It is required not only to conserve the functions of wetland but also to disseminate information to the public.	• Regulation on wetland conservation	> Monitoring of wetland (water quality, biodiversity, etc.) > Regulation on development at the periphery of wetland > Annual report on wetland > Establishment of a wetland conservation center	> WREA
(5) Water Quality Improvement (Drainage Canals) ◆ Presently, there is no regulation for domestic wastewater.	• Guideline on the wastewater management of drainage canals (Details of the guideline is shown in the later subsection.)	> Dredging requirements > Requirements of water quality monitoring > Development of database > Cooperation with DOE-WREA and MIC-DI	> MPWT
(6) Sanitary Improvement ◆ Septic tanks should be promoted in Vientiane City. ◆ Appropriate management is indispensable for effective function of septic tanks.	• Guideline on septage management (Details of the guideline is shown in the later subsection.)	> Monitoring of installations in the buildings > Performance requirements > Requirements for administration and management > Requirements for construction, installation and operation > Education and dissemination	> MPWT
(7) Economic Regulation ◆ Study of its applicability to Lao PDR in the future	• (Model Guideline of economic regulations)	> Effluent charges to factories' wastewater > Subsidies for the installation of treatment plants by factories	> WREA

(2) 排水路における排水の管理

これまでの調査結果によれば、都市排水路の水質は主に家庭の有機汚染物質により悪化している。これは、雑排水や時にはし尿が処理されずに排水路に流されていることによるものである。この問題に対する最も現実的で迅速な解決策としては、セプティックタンクの使用の普及とその適切な管理の促進があげられる。現時点では、雑排水と汚泥（セプティックタンクに貯まったスカム、泥及び汚水の混合物）に関する管理の枠組みは整備されていない。他方で、法制度がある程度整備されているのにも関わらず、工場からの排水によって排水路の水質のCODやBODが高い値を出している地点があるが、長い間放置されたままになっている。この場合最も重要な点は、法令や規則を如何に実効あるものとするかである。

(a) 排水にかかる既存の法令・規則

排水及び工場排水管理にかかる既存の法令・規則は下表の通りである。

表 4.18 汚泥及び工場排水管理にかかる既存の法令・規則

Classification	Title	Description
Basic Law	Environmental Protection Law	-
EIA	Decree of Environmental Impact Assessment	-
Water Quality Standard	The Agreement on National Environmental Standards in Lao	It contains Surface Water Quality Standard and Wastewater Discharge Standard.
Industrial Effluent	Regulation on the Wastewater Discharge from Industrial Processing Factories	It prohibits discharging directly or indirectly into public water body wastewater that may have adverse impacts on ecology of water body, health of people or use of water.

汚泥の管理に密接な関連があり、またそれに類似している固形廃棄物については以下の規則・ガイドラインがある。

- 1) Regulation on Business Registration of Solid Waste Transportation Service in Vientiane City
- 2) Ministerial Regulation on Landfill Management for Public Health
- 3) Guideline on Household Solid Waste Management in Vientiane

廃棄物収集業者が違法行為を行ったことが報告されると、VUDAAに出頭を命じられ警告を受ける。3度めの警告があった場合、業者の事業免許が取り消される。この行政罰については、所管するVUDAAの固形廃棄物及び最終処分場の責任者の裁量によって実施されている。

(b) 排水にかかる問題点

【雑排水】

現状では、雑排水はそれが排水路の水質悪化の主な原因であるにもかかわらず、実際上ほとんど処理されずに建物から排水路に流されている。大規模な建物（ホテル、レストラン、集合住宅、政府機関の建物など）では、雑排水のための個別型処理施設の設置は可能であるが、一般の住宅では土地の広さが十分に確保できないことや適切な管理をしているかどうかを戸別に検査することができないため、そうした施設の設置を要求することは現実的でない。したがって、大規模建物からの雑排水はそれら自身で管理し、一般住宅からの雑排水については政府が全体として管理すべきである。また、政府は長期的な観点から雑排水の管理に関して一般の人々に対して教育と知識の普及を図るべきである。

【汚泥】

セプティックタンク的设计基準は1991年に承認され、DHUPの「建設規則マニュアル」(1992年発行)に掲載された。基準では、3つの処理槽から成り、その大きさは利用者数に応じて決められている。排水基準がホテル、事務所、寮、病院、その他で異なるにもかかわらず、設計基準はどれに対しても同じものが使われている。WSPによればマニュアルは下記の理由によりセプティックタンクの設置には必ずしも役立っていないとされている。

- 省令は建物の改築には適用されないこと。
- 省令には処理施設建設の基準はあるが、それらの維持・管理の基準がないこと。セプティックタンクが効果を持つためには適切な維持・管理が不可欠である。
- 建設中ないし建設後の検査など、建物の所有者に法令を遵守させる仕組みがないこと。

セプティックタンクの維持・管理上の問題点は以下の通りである。

- (1) 建物の所有者の中に適切に汚泥を引抜かないものがあり、何年もそのまま使用している場合がある。そのため、し尿が処理されずに排水路に流れ出す事態を生じている。WSPの報告によれば、調査対象となったセプティックタンクの大部分は汚泥引抜き孔が最大でも6インチ口径のものが1つしかない。その理由は、建設を容易にしそれにより建設コストを引き下げるためであると思われる。これにより汚泥の蓄積状況を確認することが容易でなくなっている。
- (2) 汚泥引抜き業者はDistrictの役所に事業の認可を受けることを要求されているにもかかわらず、汚泥の運搬については全く規則がない。業者によれば、汚泥の処分池が市の中心部からかなり距離の離れたところに移設されたため、汚泥が公共の場所に不法に投棄されているとのことである。WSPは、ビエンチャン市周辺の農村部において汚泥が無差別かつ不法に投棄されている証拠があると報告している。

規則・ガイドラインの整備、関係機関の責任分担を明確にすることを含めた効果的な管理の枠組みを整備する必要がある。

【工場排水】

工場排水の法令・規則に関しては、EIA規則では環境管理モニタリング計画(EMMP)が承認を受けたことを示す証明書を要求している。また、工場排水規則は監督官庁による検査と罰則を規定している。従って、工場排水の管理に関しては、法制度はある程度整備されている。ここでの重要な点は如何に法令・規則が効果的に執行されるかということである。

(3) 雑排水管理の枠組みの提案

上記の問題点を考慮し、雑排水管理の枠組みは以下の表にまとめられる。

表 4.19 雑排水管理の枠組みの提案

Responsible	Objectives	Activities
Private house owners	To reduce the discharge of wastewater	To save the water use at each house
Large building (hotel, restaurant, apartment house, school, government office, etc.) owners	To treat domestic wastewater at source point	To construct an onsite wastewater treatment systems (CBS/SBC, for example)
DPWT/VUDAA	To improve the awareness of the general people on water quality	To promote environmental dissemination and education
	To improve the water environment of the canals	To dredge the canals periodically To construct clustered treatment facilities for domestic wastewater from private houses
	To enforce the regulation for the onsite wastewater treatment systems	To require an onsite wastewater treatment system on issuing a building permission To conduct inspection of the onsite wastewater treatment systems
MPWT	To promote the construction of onsite wastewater treatment systems	To issue the regulation for the onsite wastewater treatment systems

(4) 汚泥管理の提案

汚泥の管理については引抜き業者、ユーザーに加え、様々な政府機関が関係している。効果的な管理のためには、汚泥引抜きから最終処分に至る全てのステップについて関係者がなすべき活動や彼らの責任を明確にする必要がある。

MPWT や DPWT によるセプティックタンクの普及活動。 現状の市民の生活水準や監督官庁の人員体制を考慮するとビエンチャン市の新築・既存の全ての建物にセプティックタンクの建設を強制することは現実的でない。仮に規則を整備しても効果的に実施される可能性は低い。セプティックタンクないし CBS の設置促進については、まず住民の意識の向上と知識の普及を最初にすべきである。また同時に適切な維持管理についても普及すべきである。将来的には、建物の所有者に対する補助金や低利の融資を検討すべきである。

セプティックタンクの設計ガイドライン。 セプティックタンクの設計で普及しているものは汚泥の蓄積度合いが非常に確認し辛いこともあって、建物の所有者は何年にもわたって汚泥引抜きを行わないことがある。簡単に確認できるデザインを検討する必要がある。

汚泥引抜き業者の事業登録・検査。 汚泥引抜き業者についてはその会社の認可内容と業務結果については監督官庁のデータベースに記録する。業者が不法行為を行ったと通報された場合には DPWT が検査を行う。建物の所有者はそのデータベースに基づいて良い業者を選択する。結果として悪い業者は最終的に市場から退場することが期待される。

水質モニタリング。 管理システムの効果を評価するために、WREA ラボにより排水路を流れる汚水の水質の定期的なモニタリングがなされるべきである。WREA ラボの現状のキャパシティを考慮すると、水質の定期的なモニタリングを実施するには外国の援助機関による支援が必要である。

コンポスト施設。 汚泥引抜き業者は、汚泥を公共の場所に投棄するかまたは農家に肥料として売っているとのことである。衛生上の問題を避けるため、たとえ肥料として売られる場合でも適切に処理や管理が行われなければならない。コンポスト施設は汚泥を肥料として使う場合の衛生

的な解決策というだけでなく、不法投棄の防止策になり得る。コンポスト施設については DPWT が普及活動を行い、技術的な支援を大学や NGO が行うようにする。

(5) 工場排水にかかる法令・規則の実効性向上

法令・規則を如何に実効性あるものにするかについて検討するにあたり、最近発生した水質汚濁の2つの事例を比較検討し、次のような教訓を得た。

- キャッサバでんぷん工場：行政指導の結果、工場は廃水を処理するのに十分な施設を建設した。
- 屠殺場：屠殺場からの高濃度の廃水は、依然として公共水域に垂れ流されている。

対策が迅速にとられた事例と対策が不十分であった事例から、いくつかの教訓を引き出すことができる。2つの事例の間で最も異なる点は、政府内部の強力なリーダーシップの有無である。したがって、実効性をもたらす第一のカギは如何に政府上層部に強力なリーダーシップを取ってもらうかであり、第2のカギは政府上層部のリーダーシップがそれほど強くない場合でも如何に職員が容易に活動を開始できるようにするかということである。そのための可能な方策については以下が考えられる。

- 知識の普及と教育によって人々の環境問題に対する意識を向上させる。人々の意識が向上すれば、政府上層部はリーダーシップを容易にとることができ、また、職員も活動を開始することができる。さらに、ニュースバリューが上がるため、マスメディアも報道することになる。
- 法令や規則を実施するための手順、ガイドラインないしマニュアルを整備する。詳細なマニュアルが整備されれば、職員が上司にいちいち伺いをたてることなく業務を実施することが可能となる。マニュアルの記述を改善し、また誤りを防ぐため、マニュアルが使用された場合には見直しを行うものとする。
- 職員を適正に評価し、その評価に基づいて昇進を決める。職務の結果に基づいて昇進が決められることを職員が信じられれば、彼らの職務に対する士気と自信が高まるものと期待される。
- 事例の結果を記録するだけでなく、全ての政府職員の間で共有する。ここでの最も大きな問題は、実はキャッサバでんぷん工場での成功例が十分に分析されず、さらに他の事例、例えば食肉処理場の事例に適用されないことにある。

(6) 法令・ガイドラインの提案

現状の法令の整備状況と提案された雑排水管理の枠組み及び汚泥の管理フロー並びに工場排水規制の実効性向上の考え方を比較すると、以下の規則やガイドラインの策定を優先的に行う必要が明らかになった。

- ビエンチャン市の排水管理のためのガイドライン
- ビエンチャン市汚泥引抜き・運搬業の管理規則

(a) ビエンチャン市の排水管理のためのガイドライン案の概要

第1章【ガイドラインの目的】：ビエンチャン市の中心部にある排水路網では、その水環境が悪化し、水の色が黒くなり悪臭を放っているにもかかわらず、現在のところ排水の管理にかかる規則がない。このガイドラインは、必要な法令が整備されるまでの間、排水路の水質向上に資することを目的としている。

第2章【参照法令等】：環境や水質に関してラオスではいくつかの方針、法令、規則が制定されている。本ガイドライン策定にあたってこれらの既存の法令等を考慮している。そのため、本ガイドラインの適用・解釈においてはより慎重を期すため、それらを参照すること。

第3章【雑排水】：雑排水は、排水路の水質悪化の主な汚染源である。したがって、ビエンチャン市の水環境の向上には雑排水の管理が不可欠である。一般民家の住民に対しては生活の様々な場面において様々な方法での節水を推奨する。事務所、学校、市場、病院、劇場、集合住宅、ホテル、ないしレストラン等の大規模建物の所有者は、建物の敷地内に排水処理システムを設置する。他方、DPWT/VUDAAは、一般民家からの雑排水を処理する集合型排水処理システムの計画を策定し、建設を管理する。

第4章【セプティックタンクと汚泥】：ビエンチャン市の経済社会状況を考慮すると、し尿処理システムとしてセプティックタンクを推奨する。他方、セプティックタンクと汚泥の不十分な管理が排水路の水質悪化の原因ともなっているため、排水路の水環境を改善するためにセプティックタンクと汚泥の適切な管理を促進することが重要である。

第5章【工場排水】：法制度は既にある程度は整備されているといえる。ここでの主要な問題点は、法令をいかに効果的に執行するかである。そのため、関連機関の責任と活動を明確にし、さらに検査、罰則及び広報を規定した。

第6章【排水路】：排水路における汚泥の堆積は、水質を悪化させ、悪臭の発生と付近の浸水の原因となる。そのため、市の中心部における排水路の管理に関しては汚泥の浚渫が重要なポイントの1つである。予算や人員の不足により政府当局による浚渫が不十分であるため、住民の参加を検討する。

第7章【排水管理委員会】：排水管理には様々な利害関係者が関わっていることから利害関係者において情報の共有と管理を一元化するため委員会を設立する。

第8章【用語集】：本文の理解の助けとなるよう重要な技術用語をまとめて解説している。

(b) ビエンチャン市汚泥引き抜き・運搬業の管理規則案の概要

第1章【一般原則】：本規則は、汚泥引き抜き・運搬業を適切に管理し、都市地域の衛生及び水環境を改善し、また、汚泥引き抜き・運搬業の健全な育成により利用者に適切なサービスが提供されることを目的としている。

第2章【営業の認可】：汚泥引き抜き・運搬業者は、主に事業を行おうとする地域を管轄する District office から営業の認可を受けなければならない。

第3章【不法投棄】：不法投棄を知ったものは誰でも文書で関係当局に通報することができる。通報を受けた不法投棄の事実を明らかにするため、関係当局は汚泥引抜き・運搬業者の検査を行い、全ての車両について運行記録の提出を求めることができる。

第4章【制裁と補償】：車両の運行記録から汚泥引抜き・運搬業者が不法投棄を行ったことが明らかになった場合、当該汚泥引抜き・運搬業者の営業認可を失効させ、その後1ヶ月間営業の再認可を行わない。不法投棄を行った汚泥引抜き・運搬業者は、それによって生じた損害を補償するものとする。

第5章【データベースとデータの共有】：市の公共事業交通局は、認可事務所により認可を受けた汚泥引抜き・運搬業者のデータベースを作成する。

第6章【情報開示】：市の公共事業交通局は、汚泥引抜き・運搬のサービスを受けようとする者に汚泥引抜き・運搬業者のデータベースを開示するものとする。（建物の所有者はデータベースから事業者を選択できる。これにより不適切な事業者が最終的に事業から退場することが期待されている。）

(7) 実施スケジュール

整備が必要な規則／ガイドラインについて、それらは段階的に整備されるべきである。整備は下記の表に沿って実施されるよう提案する。優先されることになる対策に関連した規則／ガイドライン及び環境保護基金、訓練基本計画、情報公開などそうした対策を支援する規則／ガイドラインについての整備も優先される。さらに、モニタリングや WREA ラボに関連するものについても他のすべての水環境管理活動の基礎となるものであるため、整備は早い段階で行われるべきである。

表 4.20 実施スケジュール

Item	Time Frame		
	M/P (Until the year 2015)	M/P (Until the year 2020)	10 – 20 years after M/P
Budget	Expansion of the regulation on environment protection fund	Expansion of the environment Protection fund	Expansion of the environment protection fund
Human Resources Development	Development of guideline on training master plan for related agencies Making a training master plan of WREA Lab	Making training master plans of other related authorities Execution of the training master plan of WREA Lab	Execution of the training master plan of other related authorities
Regulations / Guidelines	Development of the prioritized regulation / guideline Development of the regulation and guideline on water quality monitoring, guideline on water quality analysis	Development of the regulation / guideline on other measures	Examination of economic approaches or indirect approaches
People's Participation	Development of the regulation on environmental information disclosure	Execution of activities stipulated in the regulation such as establishment of database, issuing annual report, etc.	Expansion of the people's participation activities

4.4.4 水環境/衛生教育推進計画

(1) 計画目標の設定

推進計画の計画目標（目標年 2020 年）は次の通り設定した。

C/P 機関の主導と関連機関の支援のもと、水環境/衛生教育がビエンチャン市街地で広く継続的に実施され、市民の水環境/衛生改善にかかる意識が向上し、日常生活において環境/衛生に配慮した行動を行えるようになる。

設定にあたっては以下の事項との整合性に留意した。

- 本マスタープランの水環境改善戦略
- “National Strategy on Environment Education and Awareness to the years 2020 and Action Plan for the years 2006 - 2010”（STEA（現 WREA の前身）が SIDA の支援を得て 2004 年に策定・公布）

(2) 活動推進ロードマップの策定

計画目標を達成するために、以下の項目に留意しつつ、具体的な活動推進ロードマップを策定した。その要旨を表 4.21 に全体を表 4.22 に示す。これらの実施主体は、郡の教育事務所であり、その傘下の小学校の教師が実質的な活動を行い、これを経験豊富な PTI 職員が補助する方式を取るのが適切であろう。

- マスタープランの構造物対策におけるフェーズ区分及び代替案区分との整合性
- 下水処理施設建設（構造物対策）と歩調を合わせた住民・学生対象の水環境/衛生教育（非構造物対策）実施によるソフトとハードの相乗効果発現
- パイロット・プロジェクト実施を通じて得た経験・教訓のフィードバックに基づく実効性・妥当性・持続性・発展性の検証

表 4.21 環境教育活動推進ロードマップ(要旨)

フェーズ	活 動	対象地域
Phase 1 (2010-2011)	- SBS/CBS 建設と歩調を合わせて、TOT (training of trainers) 活動が 1 次パイロット学校・コミュニティの生徒/教師・住民を対象に実施される。	Hong Pasak 及び Hong Thong 排水区
Phase 2 (2012-2015)	- 新たに 2 次パイロット学校・コミュニティが選定される。彼らを対象に 1 次パイロット学校・コミュニティの訓練済み講師により TOT が実施され、下水処理施設建設と歩調を合わせて活動が普及される。	Hong Ke 及び Hong Xeng 排水区
	- 関係機関が活動をモニター、支援、PR する	
Phase 3 (2016-2020)	- パイロット学校・コミュニティ数が漸次増加し、下水処理施設普及と歩調を合わせ、活動が持続的かつ広域的に実施・普及される。	Hong Ke 及び Hong Xeng 排水区、その他のビエンチャン市街地
	- 関係機関が活動をモニター、支援、PR する	

表 4.22 環境教育活動推進ロードマップ

Planning Objective to year 2020		Counterpart (C/P) agencies will implement water environmental and hygiene education sustainably and broadly in Vientiane urban area with the cooperation of related organizations so that the awareness of the citizens will be raised to behave in a good manner in their daily lives.	
Phasing		Activities	Target Area
Master Plan (until the year 2020)	Phase 1 (2010-2011)	1) The cooperation with the C/P agencies and related organizations will be established through conducting the following activities in line with "National Strategy on Environment Education and Awareness to the year 2020 (2004)".	Hong Pasak and Hong Thong drainage areas (built-up Vientiane urban center with the most deteriorated water quality)
		2) The 1st pilot school and community will be selected and awareness raising activities are conducted for the teachers, students and villagers there in line with SBS and CBS construction.	
		3) TOT (training of trainers) workshops with model classroom lectures and participatory activities will be conducted at the 1st pilot school and community to train potential trainers who are expected to promote the activities continuously.	
		4) Through above TOT workshops, an educational side reader will be developed.	
		5) PR activities by distributing the side reader will be conducted to disseminate the activity widely.	
		6) The lessons learned from Phase 1 activity will be reviewed in order to implement next Phase 2 smoothly and sustainably.	
		7) The capacity of the C/P to promote Phase 2 by themselves will be enhanced through above activities.	
		8) The cooperation with the C/P agencies and related organizations will be strengthened through conducting above collaborative activities.	
Master Plan (until the year 2020)	Phase 2 (2012-2015)	1) The 1st pilot school and community established will continue the activity regularly with the assistance of related organizations.	Hong Ke and Hong Xeng drainage areas (built-up Vientiane urban areas)
		2) The 2nd pilot schools and communities will be selected to disseminate the activities widely in line with the construction of wastewater treatment facility.	
		3) The 2nd pilot schools and communities (primary school teachers and key villagers) will be trained by the trained teachers and villagers of the 1st pilot school and community.	
		4) Above newly trained trainers will promote activities in their 2nd pilot schools and communities.	
		5) The relevant agencies will monitor and assist the above activities as well as conduct PR activity in collaboration with the relevant organizations.	
Master Plan (until the year 2020)	Phase 3 (2016-2020)	1) Pilot schools and communities will gradually be increased in a strategic manner with the same methodology in the Phase 2, so that the activities will be implemented and expanded sustainably and broadly in line with the construction of wastewater treatment facility.	1) Hong Ke and Hong Xeng drainage areas 2) Other surrounding urban areas to be developed
		2) The relevant agencies will monitor and assist the above activities as well as conduct PR activity in collaboration with the relevant organizations.	
10 - 20 years after Master Plan		1) The activity achievement and the lessons learned until 2020 will be reviewed in order to start next step activity smoothly and sustainably.	All the built-up Vientiane urban areas
		2) Pilot schools and communities will continuously be increased so that the educational activities will be implemented and disseminated sustainably and broadly in the target area.	

4.4.5 アクションプラン

マスタープランのコンポーネントの実施を円滑にするために、5年ごとの2つのフェーズを持つアクションプランを策定し、ローリングプラン方式により見直しを行うものとする。事業を取り巻く社会経済環境は急速に変化しているため、第1フェーズの終了後に結果を評価し、それをもとに第2フェーズのアクションプランを練り直す。下表はフェーズごとのアクションプランを取りまとめたものである。

表 4.23 水環境管理アクションプラン

Components	1st Phase Action Plan	2nd Phase Action Plan
Structural Water Improvement	<ol style="list-style-type: none"> (1) Finding funding donors for installation of SWTP with local interceptors (2) Detailed design and installation of simple wastewater treatment plants (SWTP) with local interceptors in Hong Pasak (3) Finding funding donors for in-stream treatment facilities (4) Implementation of in-stream treatment plant construction in Nong Chanh (5) Detailed survey and study on appropriate countermeasures for water quality improvement in other drainage canals 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Review of appropriate countermeasures for remaining drainage canals based on monitoring results (2) Installation or application of the appropriate measures for the drainage canals, if necessary (3) Implementation of conservation of remaining marshes, if necessary
Evaluation of Progress	<ol style="list-style-type: none"> (1) Checking progress in SWTP installation (2) Periodical monitoring on drainage canals and remaining marshes' situations 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Checking operational status of SWTP (2) Checking status on water quality improvement from monitoring results
Implementation Agencies	PTI, DPWT, WREA	
Institutional and Legal Improvement	<ol style="list-style-type: none"> (1) Expansion of the regulation on environment protection fund (2) Development of guideline on training master plan for related agencies (3) Formulation of training master plan of WREA Lab (4) Development of the prioritized regulation/guidelines (5) Development of the regulation/guidelines on water quality monitoring, and guidelines on water quality (6) Development of the regulation on environmental information disclosure 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Expansion of an environment protection fund (2) Formulation of training master plans of related agencies (3) Training activities for the WREA Lab (4) Development of the regulation/guideline on other measures (5) Execution of activities stipulated in the regulation such as establishment of database, issuing annual report, etc.
Evaluation of Progress	(1) Checking development process in above system	(1) Checking development process in above system
Implementation Agencies	MPWT, WREA	
Environmental Education	<ol style="list-style-type: none"> (1) Environmental education activities as a pilot project (2) Conducting training of trainers (TOT) (3) Environmental education activities in increased model communities in line with the construction of wastewater treatment facilities 	<ol style="list-style-type: none"> (1) Conducting training of trainers (TOT) (2) Environmental education activities in increased model communities in line with the construction of wastewater treatment facilities
Evaluation of Progress	(1) Monitoring progress of people's awareness and participation	(1) Monitoring progress of people's awareness and participation
Implementation Agencies	PTI, District Education Offices	

水環境改善の重要性に関しては、関係省庁すべてが認識しているところである。しかし、予算不足は如何ともし難く、とくに施設建設に投入すべき予算は極めて不十分である。したがって、水環境改善で中核として指導すべき組織、例えば PTI と本体の MPWT が中心となって、予算の効率的な配分を行うべきであろう。さらに、多くのドナーや国際 NGOs も水環境分野の支援に関心

を持っており、同様にこうした中心的組織が、上記アクションプランを参照しながら、オーバーラップを回避した効率的なプロジェクトの実施を行い、併せてモニタリングや法制度の整備を進めていくべきであろう。

5 プレ・フィージビリティ調査

5.1 背景、調査目的、調査対象区域の選定

5.1.1 背景および調査目的

2010年3月に提案された、ビエンチャン市水環境改善マスタープラン案では、排水処理の代替案の中でCBS(コミュニティ衛生改善施設)に高い優先順位を与えた。2010年6月から12月にかけて、Thonkhankham村でのCBS(Community Based Sanitation)とKhoualuang小学校でのSBS(School Based Sanitation)がパイロット・プロジェクトとして建設された。

こうした状況を勘案し、プレ・フィージビリティ調査(プレ F/S)は、CBS 整備区域の円滑な拡大と CBS/SBS の設置を通じた水質改善の効果的な達成のために実施したが、その目的は以下のとおりである。

- (1) 水環境および衛生状態の改善の方向性を議論するため、現状の衛生状態と地域の下水排水網の現状に関する情報を収集する。
- (2) 家庭レベルでの衛生改善と排水路の水環境改善の両者のバランスを取った適切な対策を提案する。
- (3) 選定した排水路の表流水の水質悪化に対して、現地の状況に応じた適切な対策を提案する。
- (4) 近い将来における有効な対策を流域に普及できるように、現実的な方策を提案する。

5.1.2 調査対象区域の選定

調査対象区域は次のような点に留意して選定した。

- (1) 緊急性：排水路内の水質悪化が著しいこと
- (2) 改善の可能性：対策施設の施工が容易であること
- (3) 改善効果の早期発現：小排水区域ないし排水区域の最上流部から始めること
- (4) 改善効果の視覚的確認：市民に改善効果を周知できること

こうした観点から、ビエンチャン市で最も汚染の進んでいる排水路として、ホン・パサクとホン・トン排水路が上げられる。2排水区域を比較し、最終的にプレ F/S 対象の優先地域として、ホン・パサク排水区域を選定した。

ホン・パサク排水区域において、期間内での可能性、投入可能な人的資源、対策実施可能な広さ等を勘案し、調査対象区域として排水区域の上流部を選定した。その結果、小排水区として図 5.1 に示すような 12 および 13 排水区をプレ F/S の対象とした。この 2 排水区の面積や人口がホン・パサク排水区域に占める割合は、表 5.1 に記すように、それぞれ 34%と 42%である。

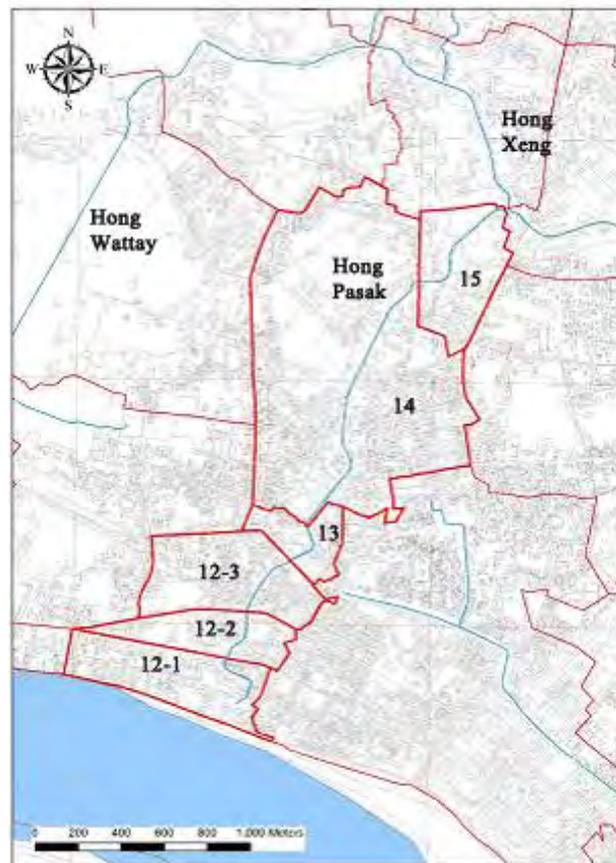


図 5.1 ホン・パサック排水区域

表 5.1 ホン・パサック排水区域の小排水区毎の面積と人口

Sub-Catchment Index	Catchment Area (km ²)	Population in 2009	Remarks
12-1	0.24	1,368	Catchment Area: 34 % Population: 42 %
12-2	0.15	1,147	
12-3	0.28	2,407	
13	0.10	847	
Sub-total	0.77	5,769	Total in the area of pre-F/S
14	1.24	6,971	
15	0.23	865	
Basin Total	2.24	13,605	

5.2 基礎データの収集整理

5.2.1 収集データ

現地再委託調査によってサンプルを収集したが、全試料数は 856 家屋・建物である。この試料の内訳をトイレのタイプで整理したものが次表である。収集したサンプルは、目視の検証によると対象区域の家屋・建物の約 90%程度をカバーしているとみなされる。さらに、表 5.1 と表 5.2 を比較して、人口は全体の 85%(=4,878/5,769)をカバーしていると考えられる。この結果、サンプルは対象区域の 85 から 90%をカバーしていると考えられる。

表 5.2 ホン・パサック排水路の上中流域から収集した衛生関連試料

	Sanitary Facilities	Houses/Buildings		Number of Residents
		Number	Percentile	
Residential House	Soak Pit	364	57	3,295
	Septic Tank	271	42	
	Others	6	1	
	Sub-total	641	100	
Commercial Building	Soak Pit	88	41	1,583
	Septic Tank	116	54	
	Others	11	5	
	Sub-total	215	100	
Total	Soak Pit	452	53	4,878
	Septic Tank	387	45	
	Others	17	2	
	Total	856	100	

5.2.2 衛生状態

表 5.2 に示したように、一般家屋と商業建物には顕著な違いが認められない。ソークピットないしセプティックタンクの設置割合が、両者とも概ね 50% ずつである。この理由は、回答者が、両施設の基本的な構造の違いやし尿処理の原理について、その違いを明確に把握できるだけの知識がないことに起因していることが考えられる。しかし、全体として当該地区では、98% 程度の家庭とビルが何らかのトイレを有していることが明らかである。

5.3 実施可能な水環境改善対策

現地再委託調査および現地踏査を踏まえ、CBS や SBS のような小規模な汚水処理施設の設置による水環境改善の可能性を検討した。詳細な現地調査の後、二次排水系統がすでに整備されていることから、この汚水を遮集管で受けて、簡易処理施設で処理する方式が適切であると判断された。

5.3.1 予備設計

(1) 簡易処理施設とインターセプターの位置

図5.2に、8箇所の簡易処理施設とそのインターセプターの設置位置を示す。用地所有は、T1とT8が学校関係で、T2からT7までの水路沿いの用地は公共用地である。

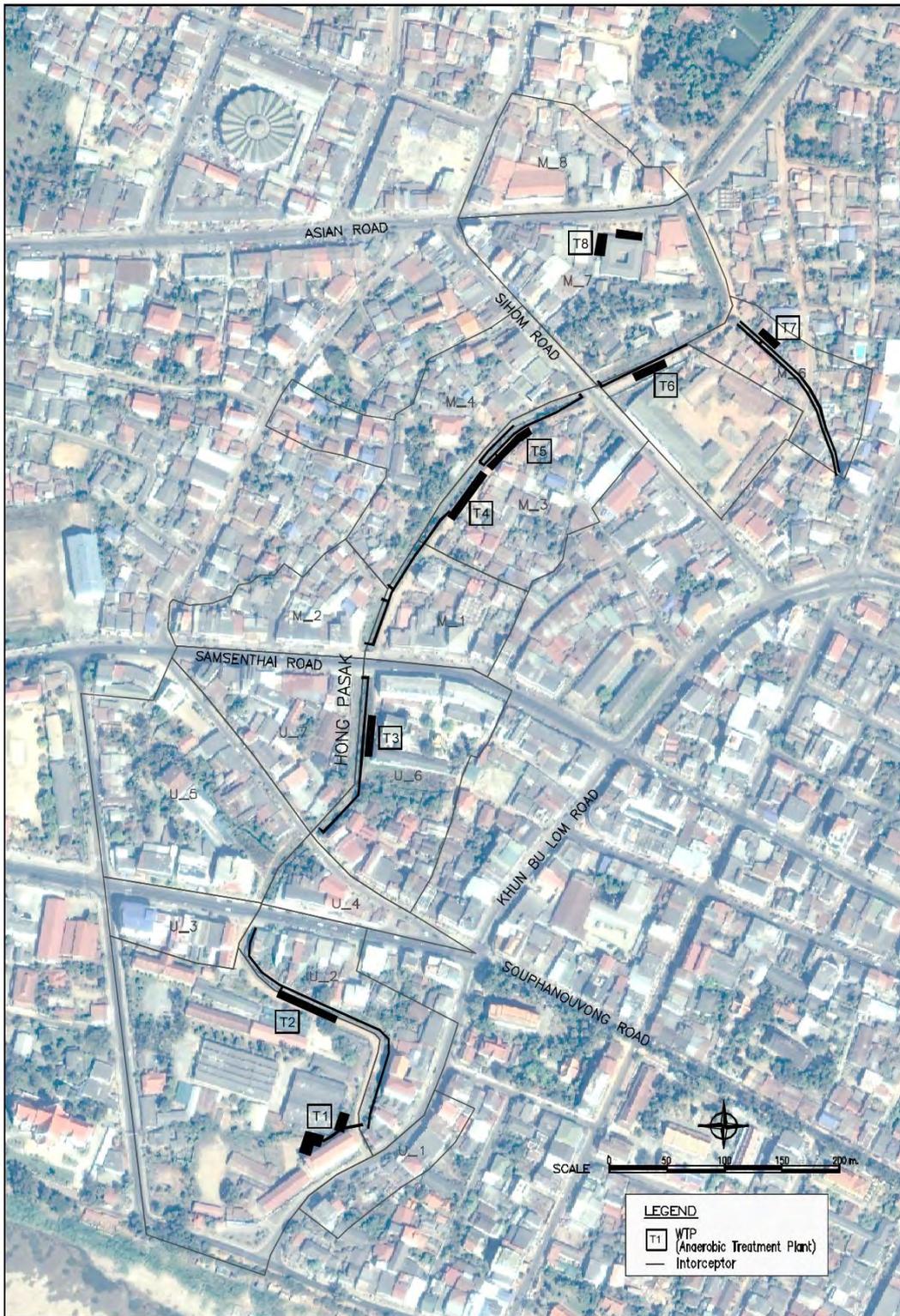


図 5.2 簡易処理施設とインターセプター的位置図

(2) WTP とインターセプターの予備設計

Hong Pasak 沿いに導入する処理システムは3つのコンポーネント:(1) 簡易処理施設, (2) インターセプター(簡易処理施設からの放流管を含む)と(3) コントロールボックス、から成る。

また、この簡易処理施設は3つのプロセス (沈殿槽・嫌気性リアクター・嫌気性フィルター)からなる。本施設は、図 5.3 に示すような構造であり、表 5.3 に示す設計条件に基づき容量を決定している。

表 5.3 簡易処理施設の設計条件

Item		Unit	Description	Remarks
Wastewater per capita (Daily maximum)	Pakpasak college	l/d/person	230	1)
	Others		270	2)
Design HRT (Hydraulic retention time)	Sedimentation tank	hrs	12	
	Anaerobic reactor	hrs	24	
	Anaerobic filter	hrs	12	
	Total	hrs	48	

Note: 1) $170 \text{ l/d/person} / 0.75 = 230 \text{ l/d}$ (assumed ratio of daily average/daily maximum is 1/0.75)

2) $170 \text{ l/d/person} \times 1.2$ (including commercial wastewater) / 0.75 = 270 l/d

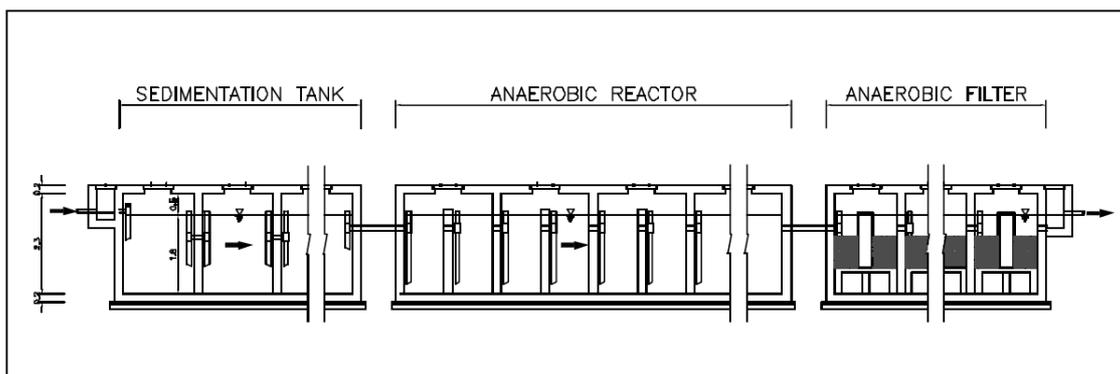


図 5.3 簡易処理施設の標準断面図

参考として、2つの簡易処理施設(T1, T5)の平面図と代表断面を図 5.5 および図 5.6 に示す。

5.3.2 水質改善効果

水質改善効果は、水質汚濁解析モデルを用いて、以下に列挙するような条件で評価した。

- 簡易処理施設は、実際に汚水の流入が認められるコアエリアからの排水の80%が遮集可能と想定し、さらに周辺部の10%の人口から発生する汚水を処理する。
- セプティックタンクの導入率は100%とする。
- 処理施設のBOD除去率を85%とする。

図5.4に、目標年次(2020年)における、Hong Pasak沿いのBOD予測値を、処理施設を、(設置する)/(設置しない)場合にわけて示した。これより、Hong Pasak沿いのBOD値は10 mg/l程度に低減されることがわかる。

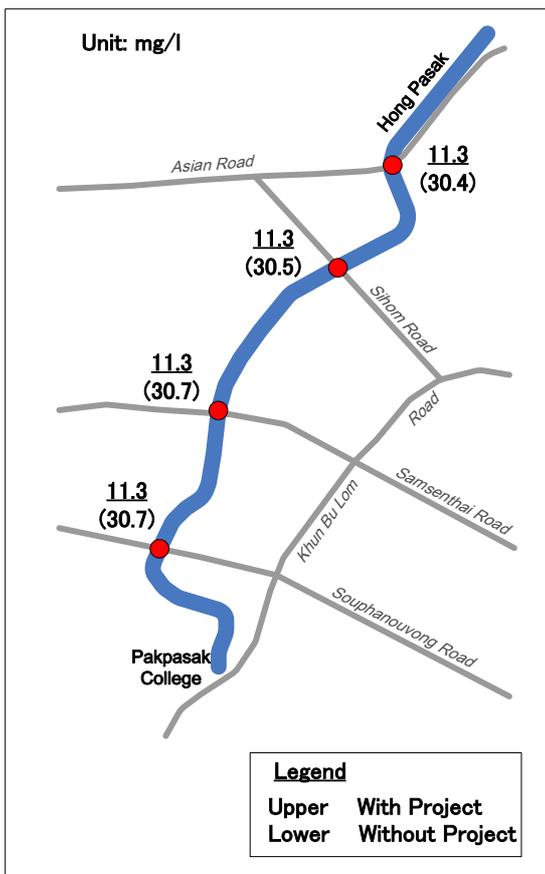


図 5.4 WTP による BOD の削減効果予測

5.3.3 概算事業費

概算事業費の総額は、1.28百万米ドルと見積もられる(表5.4)。

表 5.4 プレF/S エリア内に設置する簡易処理システムの概算事業費

	WTP	Interceptor	Control box	Total	Remarks
Direct cost					
T1	177,185	6,000	520	183,705	
T2	111,715	15,600	780	128,095	
T3	72,640	12,000	780	85,420	
T4	96,430	10,800	715	107,945	
T5	96,430	10,800	715	107,945	
T6	65,040	6,000	455	71,495	
T7	43,495	21,000	1,170	65,665	
T8	119,320	3,600	390	123,310	
Others ¹⁾	111,715	0	0	111,715	
Total	893,970	85,800	5,525	985,295	
Indirect cost 30% of direct cost				295,590	
Grand total				1,280,885	

Note ¹⁾ Contingency which is equivalent to construction cost of WTP with capacity of 80 m³/day.

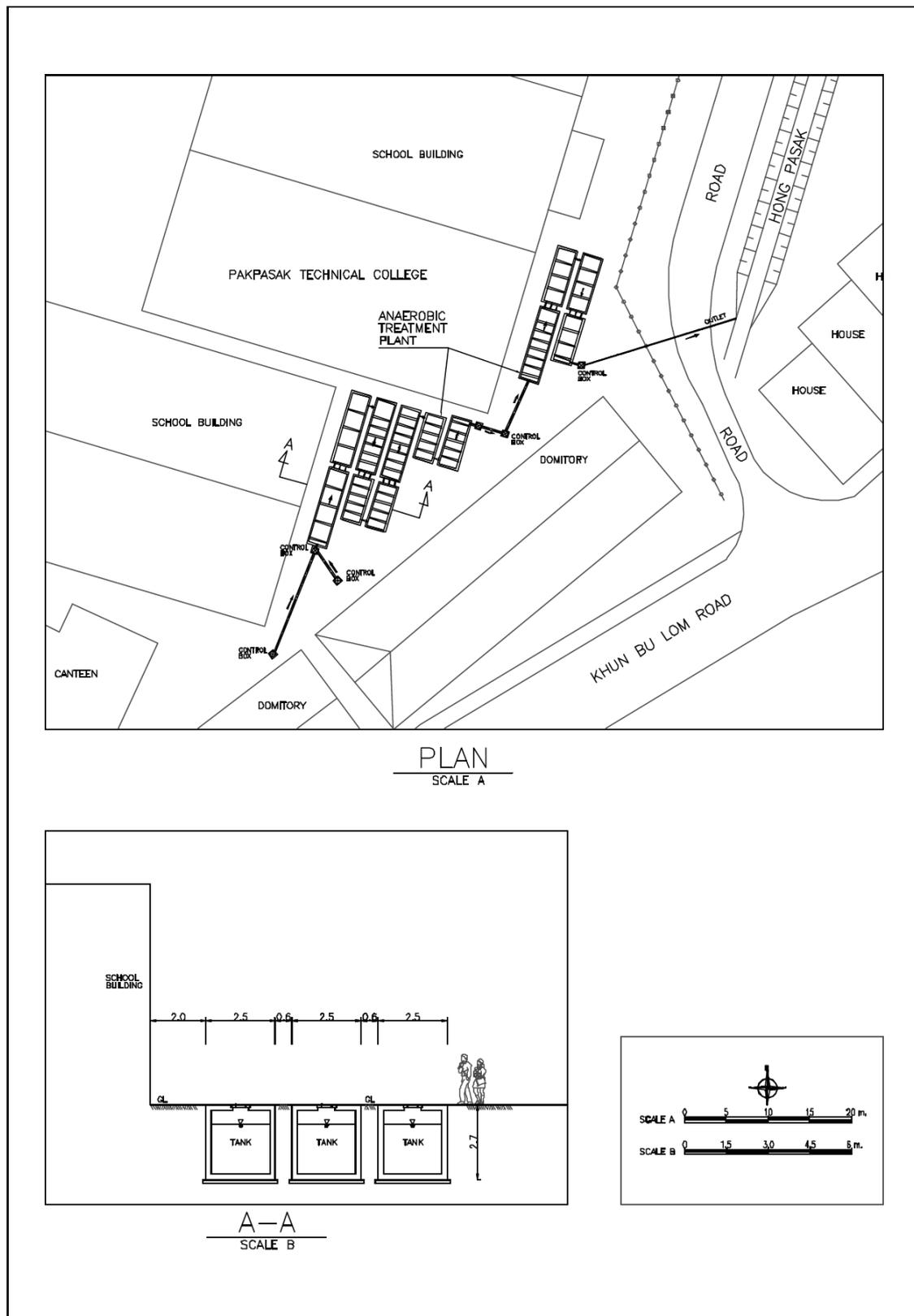


図 5.5 簡易処理施設(T1)の平面図および標準断面図

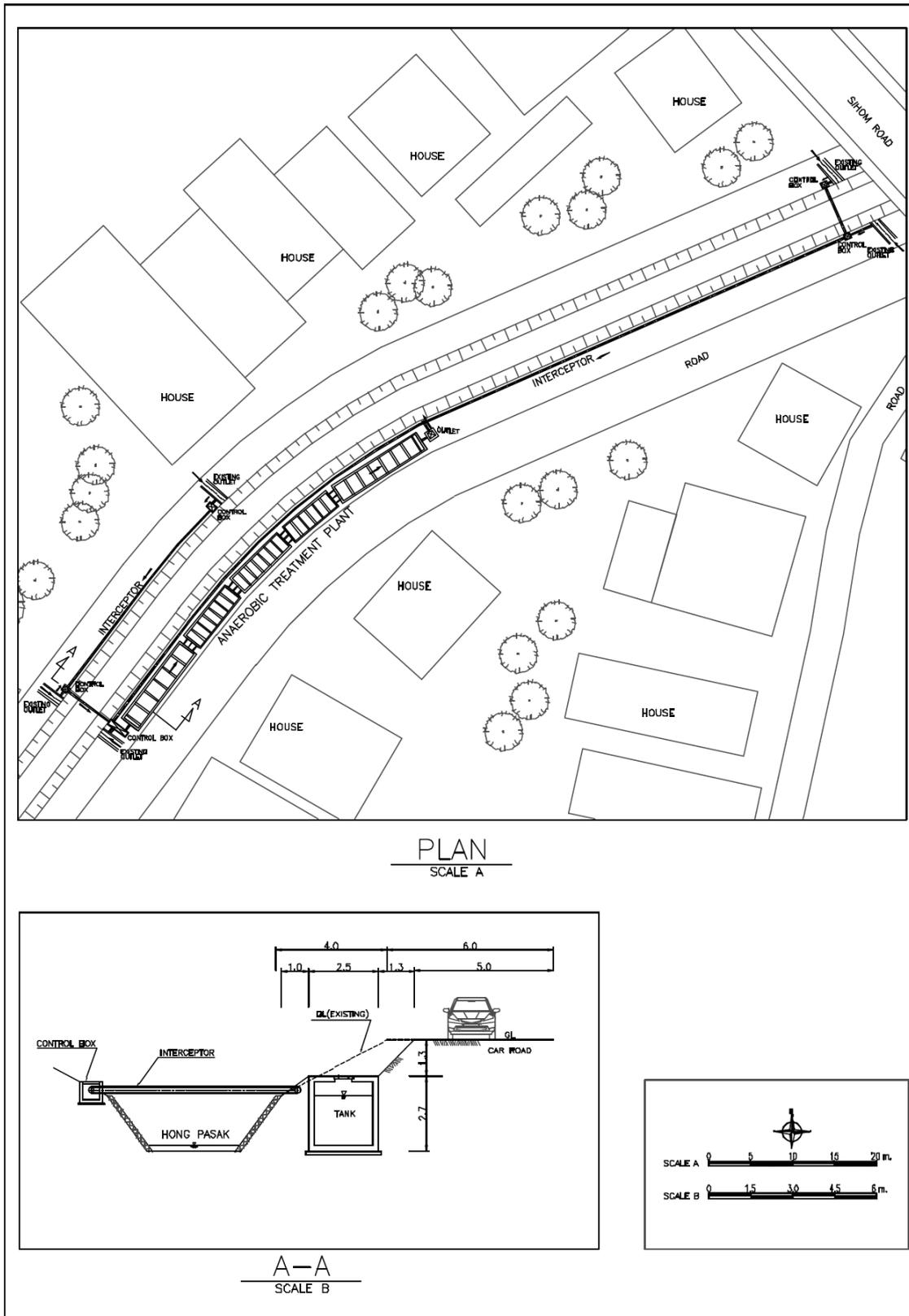


図 5.6 簡易処理施設 (T5) の平面図および標準断面図

6 提言

約2年半にわたる調査期間中に多くの改善すべき点、課題等が明らかとなった。これらはマスタープランとして、その改善方策をとりまとめた。ビエンチャン市では、非常に早い速度で都市化が進展しており、それにつれて都市の環境悪化も激化している。しかし、ビエンチャン市には、未だ残された自然が息づいており、これらを保全し、失われつつある自然環境を回復するのが急務と考えられる。こうした観点から、本調査をとりまとめるに当たり、今後マスタープラン実施に向けた際の留意事項となる諸点を最後に整理し、今後のビエンチャン市の水環境改善の一助とするための提言としたい。

(1) 構造物による水環境改善計画の早期の実施

ビエンチャン市の都市化は急速に進展している。しばしば言及したように、水環境改善は、物的な改善の視点からの人工的な汚水処理施設と、ビエンチャン市民に与えられた自然の財産としての湿地、湖沼、河川の自然浄化機能の保全を統合して実施すべきである。こうした考えに基づき、市民に貴重な環境を保全することの重要性を理解してもらうために、この改善計画をその最初のステップとして、出来る限り早く開始する必要がある。このような水環境改善の過程に伴い、環境改善に関する住民の意識向上も図りやすくなる。

(2) 水路蓋掛けの防止

Hong Pasak と同じく市街地中心部の排水を受け持つ Hong Thong は、Nong Chanh 湿地で Hong Khoua Khao と合流し Hong Ke となるが、合流直前までほぼ全区間、コンクリートで蓋掛けされている。こうした対応は、水質悪化した水路の悪臭や景観の悪さを、市民の眼からそらす一つの方策かも知れないが、本来の水環境保全の観点から、水路およびその流水の水質の実態が把握できなくなり、改善策の実施やその効果把握も困難となる。悪化した水環境を都市から引き離す方策よりも、都市活動の中で水環境を改善できる方策を一步一步実施していくべきである。

(3) 湿地の保全

都市排水路網を流下した排水は、That Luang 湿地に流入し、その後 Na Khay 湿地を通過し、池状に滞留部分の多い Mak Hiao 川を経て、Mekong 河に注いでいる。こうした湿地や河道における自然浄化作用ならびに自然流域からの流出や灌漑用水の落ち水による希釈によって、2020年の予測においても、メコン河合流点で 3 mg/l 程度と良好である。

しかし、この中でも That Luang 湿地周辺で埋め立てを含む都市化が進んでおり、土地利用計画上から当湿地を保全するような方策を打ち出すべきである。さらに市内に残存している Nong Chanh、Nong Bo および Nong Tha も同様である。これらの保全策を早急に実施しないと、ビエンチャン市内にかつて存在していて、今は埋め立てられて市街地となった多くの湿地と同様な運命を辿る危険性がある。

これら残存湿地に対しては、以下の二つの保全アプローチが必要である。

開発の侵入禁止と現有水面の保持

さまざまな開発が埋め立てを伴いながら、湿地の水面を縮小させていく。こうした行為を防止するために、公共水面であることを認知させるために、境界杭の役割を持つ外周道路を整備し、その内側での開発禁止を広く知らしめて、土地利用規制を実施すべきである。この結果、水環境の改善の観点からは、湿地の自然浄化機能が保全されることとなる。

周辺開発からの流入汚水のオンサイト処理

湿地の環境的価値を低下させる大きな要因に、周辺流入地域からの無処理汚水の流入による湿地の水質悪化がある。今後の周辺部の開発計画に対して、とくに湿地の保全対策の一環として、し尿のみならず雑排水を含む排水処理施設を設置することを行政指導すべきである。

(4) 行政指導の強化

調査対象地域には、水質汚染原因となる重要な特定汚染源（点源）がある。いくつかの小規模企業が高濃度の廃水を排出し、近隣の住民は悪臭と堆積した汚泥に不満を持っている。責任機関による行政指導の強化が、このような問題を解決するために必要である。このような企業は行政指導により、廃水処理のための適切な装置の設置を通じて、排水基準を遵守しなければならない。水環境の改善は、市民や行政組織等多くの利害関係者のそれぞれの努力によって初めて達成される。したがって、こうした仕組みがうまく機能し、行政機関への高い信頼が醸成されることが、行政と市民の一体化の一步となろう。

(5) 排水路の維持管理およびモニタリングの強化

主要な排水路は主として 2000 年代の ADB の事業によって、排水路床も含めたコンクリート三面張りの水路となっている。しかし、排水区域内からの細粒分の流出土砂の堆積により、排水路内にはかなりの土砂の堆積が見られ、これを基盤として、さまざまな種類の植生が繁茂している。こうした植生は、水質汚濁に対して、浮遊物質の沈降の促進や、植生に付着した生物膜等による接触酸化等を通して一定程度の浄化機能が確認されている。

こうした排水路の維持管理は、ドナーの手助けなしに管理者であるビエンチャン市で実施可能な方策である。こうした維持管理は、1) 堆積土砂の必要に応じた浚渫、2) 植生の自然浄化作用を念頭に置いた現地モニタリングを踏まえ、水路内植生の適切な管理、3) WREA との協力による定期的な水質モニタリングを実施し、現況の課題の把握、等から構成される。