# 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 の設置を通し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な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・パサックとホン・トン排水路が上げられる。表 5.1.1 は、上記要素について、2 排水区域を比較したものであるが、最終的にプレ F/S 対象の優先地域として、ホン・パサック排水区域を選定した。

ホン・パサッ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 5.1.1 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・パサック排水区域に占める割合は、表 5.1.2 に記すように、それぞれ 34%と 42%である。

表	5 1	1	プレF/S 対象選定のための 2 排水区域の比較
av.	i). I		ノ レ 「/ 3 ※ 1表 ル リ / 「 (2) リ / 1作 / に (2) 以 / 1. 2 (2)

Drainage Basin	Hong Thong	Hong Pasak
Evaluation Factors		
Urgency	Seriously deteriorated in water	Seriously deteriorated in water
	quality	quality
Remediable Possibility	Low due to highly congested area	Relatively high due to low congested
		area
Immediate Appearance of	No suitable sites to install	Possible if improvement works starts
Improvement Effects	improvement works due to highly	from the upstream end toward lower
	congested area	reaches
Visibility of Improvement Effects	Invisible due to covering the canal	Visible due to open sewer canal in
	with concrete	the entire stretch

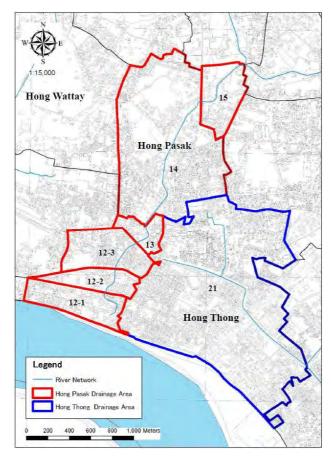


図 5.1.1 ホン・パサック排水区域

表 5.1.2 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 (km²)	Population in 2009	Remarks
12-1	0.24	1,368	Catchment Area: 34 %
12-2	0.15	1,147	Population: 42 %
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

基礎データ収集調査は、6月末から9月末にわたって実施した。ビエンチャンの市街地における衛生状況を示すいくつかの成果を以下に示す。

#### 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。このデータは、Quickbird の衛星画像に重 ね合わせて GIS データベースを作成した。

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 5.1.2 と表 5.2.1 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。

	Sanitary	Houses/B	uildings	Number of
	Facilities	Number	Percentile	Residents
	Soak Pit	364	57	
Residential	Septic Tank	271	42	2 205
House	Others	6	1	3,295
	Sub-total	641	100	
	Soak Pit	88	41	
Commercial	Septic Tank	116	54	1 502
Building	Others	11	5	1,583
	Sub-total	215	100	
·	Soak Pit	452	53	_
Total	Septic Tank	387	45	4,878
	Others	17	2	4,8/8
	Total	856	100	

表 5.2.1 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

#### 5.2.2 一般家屋・商業建物の衛生施設の設置・維持管理状況

表 5.2.1 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。

まず、こうした家屋や建物に両施設が時系列的にどのように設置されてきたかを見たものが **図 5.2.1** である。建物の年数に対応してトイレのタイプがどう変わったかを示している。政府の 建築指導によると、セプティックタンクの基準構造を 1992 年より新たな家屋・建物に適用する ことが指導されてきた。したがって、1990 年代や 2000 年代に建てられた新しい家屋・建物には、この基準化されたセプティックタンクが設置されているはずである。しかし、図にはそうした傾向は見ることが出来ない。

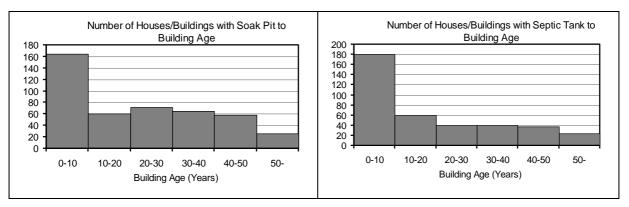


図 5.2.1 建物の古さと設置されたトイレの関係

いっぽう、図 5.2.2 はソークピットとセプティックタンクの汚泥をどのような頻度で引き抜いているかを示したものである。数にして 35%のソークピット、46%のセプティックタンクが引き抜きを行ったことがないとの回答であり、これには年代を経た施設も入っている。これらの施設を除けば、通常1年に1回程度の引き抜きが行われている。

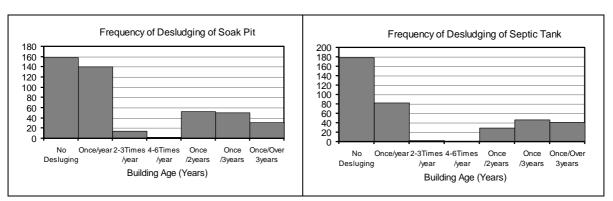


図 5.2.2 ソークピットやセプティックタンクに堆積した汚泥の引き抜き頻度

#### 5.2.3 プレF/S 調査による一般家庭の関連状況

## (1) 一般家庭の基本情報・水関連状況

このプレ F/S 調査で実際に回答を得た世帯総数は、**表 5.2.1** にあるように 641 世帯であり、居住者総数は 3,295 人であった。また、各世帯の月間総所得は、50 万 Kip から 3000 万 Kip まで回答の幅があるが、メジアンで 500 万 Kip となる。

水に関しては、対象地区は市街化された地区であり、水源はすべて水道水からであり、井戸・雨水利用の回答はなかった。各世帯の1日当りの水使用量は、かなりの幅があるが平均約 1,350L/日であり、東京都の1世帯平均よりも多くなっている。これは水道料金が安価なことも起因していると考えられる。この水の用途は、飲料他多様な用途があるが、特に家庭からの排水に係る用途として、回答した全世帯に対するそれぞれの用途の割合を図 5.2.3 に示した。留意する点は、油も含む汚水の排水が多いと考えられる家の洗浄(全世帯の 70%以上)、洗車・バイク(全世帯の 40%以上)も各世帯でかなりの割合で行っていることである。

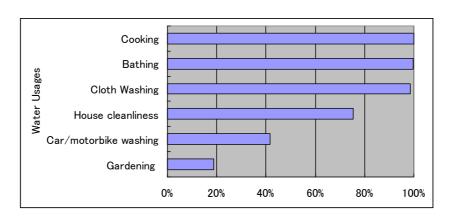


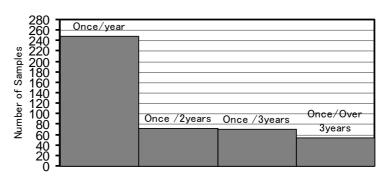
図 5.2.3 一般家庭の廃水に係る水利用用途の割合

## (2) 一般家庭のし尿等の処理状況

一般家庭の衛生施設の設置状況については、**表 5.2.1** に示したように、回答のあったほぼ全世帯で何らかのトイレ、台所があり、これに加え、全世帯の約 90%に浴室(シャワー室)が設置されている。

し尿処理に関しては、トイレの廃水は水洗とマニュアルの廃水が概ね 50%ずつと回答している。 また、一般家庭のトイレの汚泥の引き抜きの頻度を**図 5.2.4** に示した。一般家庭に限っても、多 くの家庭が、年に一回程度のトイレの汚泥の引き抜きは行っていると回答している。





Frequency of Desludging

#### 図 5.2.4 一般家庭のトイレの汚泥の引き抜き頻度

なお、このプレ F/S 調査の一般家庭へのヒアリングからは、し尿および家庭雑排水の処理状況については明確な回答が得られなかったが、本調査団員による詳細な現地観察によれば、このプレ F/S 調査対象地区の家庭、ホテル、食堂等の建物から、塩ビパイプ等を通じてホン・パサック排水路に雑排水が排水されている。

#### 5.2.4 し尿処理水および家庭雑排水の排出経路

調査対象家屋から排出される、し尿処理水(セプティックタンクの場合)と家庭雑排水の排水経路については、調査票の記載を元に GIS データベースに図として取り込んでいる。その一例 (Anou Village, Chanthabouly District) を以下に示す。



図 5.2.5 GIS データベース化した、し尿処理水および家庭雑排水の排出経路の例

# 5.2.5 側溝の諸元

各家屋につながる側溝についても現地調査が実施され、主な結果は下記の通りまとめられた。

Village	Sample #	Concrete	Earth	Natural	None	% of Concrete
Anou	12	10	0	2	0	83.3%
Haisok	56	40	2	1	13	71.4%
Khoaluang	228	140	10	5	77	61.4%
Nongduang	61	44	9	0	10	72.1%
Sihom	153	115	14	0	27	75.2%
Sithan	94	72	10	0	16	76.6%
Thongtoum	30	26	6	0	1	86.7%
Vatchan	28	16	0	5	7	57.1%

表 5.2.2 家屋につながる側溝数

Note: As some buildings are connected to both earth and natural drainage canals, the total numbers of connected drainages are not coincided with the sample number.

Vatchan Village を除いてコンクリート製側溝につながっている家屋はサンプル数の 60%以上あるが、Khoaluang Village の 61.4%から Thongtoung Village の 86.7%までその差がある。

家屋につながっている側溝の諸元は下記の通りまとめられた。

表 5.2.3 家屋につながる側溝の諸元

(Unit: cm)

		Cone	crete		Earth				Natural			
Village	Width		Depth		Width		Depth		Width		Depth	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min
Anou	100	10	100	10	-	-	-	-	100	100	-	-
Haisok	50	10	80	10	-	-	-	-	15	15		-
Khoaluang	300	5	300	5	60	10	40	10	50	1	30	10
Nongduang	80	15	100	10	20	10	50	5	-			-
Sihom	100	10	100	2	60	10	50	5	·			-
Sithan	70	10	100	10	100	10	50	10	1	1	1	-

# 5.2.6 世銀の水及び衛生プログラム (WSP) によるビエンチャン市家庭衛生状況迅速評価調査による関連情報

## (1) 収集データ

標記の調査には、既存の家庭の衛生施設のインタビュー調査が含まれており、このインタビュー調査は 2010 年の 6 月から 7 月に実施された。この調査はビエンチャン市内の中所得者ならびに低所得者層が多いビエンチャン市のコアの都市域と言える下表の 4 つの District 内の 16 の村落を対象に、ランダム抽出した合計 548 世帯に対して実施された。

表 5.2.4 WSP によるビエンチャン市家庭衛生状況調査のサンプル数

District Name	Urba	n Totals	Actual Sample Number		
	# of Villages	# of Households	# of Villages	# of Households	
Sikhottabong	36	9,869	4	140	
Chanthabuly	37	11,778	4	103	
Sisattanak	40	10,853	4	177	
Xaysetha	39	14,975	4	128	
	152	47,475	16	548	

Source: Rapid Assessment of Household Sanitation Services in Vientiane City, 2010. WSP

#### (2) 衛生施設(トイレ)の整備現況

WSP によるビエンチャン市内の住居のサンプリング調査では、回答者の約 95%が、何らかの個別の衛生施設(トイレ)を設置していると答えている。この衛生施設の内訳は、最も多いのがソークピット(49%)、次がセプティック・タンク(22%)となっている。本調査のプレ F/S の基礎データ収集調査では、それ以上(約 99%)が個別のトイレを設置しているとしている。これらの数字は、2005 年の人口センサスのビエンチャン市での比率(83%)を上回っている。これらの調査によれば、ビエンチャン都市域の低所得者層ならびに中所得者層においても、個別の衛生施設の設置率は 2005 年以降向上していると言える。

## (3) トイレの建設時期とセプティックタンク

WSP の住居の調査結果によれば、ほとんどのトイレの汚水は共同のセプティックタンクまたはインターセプタータンクではなく、オンサイトの衛生施設に排出されている。また、この回答によれば、1995 年以降に建設された衛生施設の約 25%がセプティックタンクとなっている。この比率は、前述の 5.2.2 に記載したように、セプティックタンクの基準構造を 1992 年より新たな家屋・建物に適用するという現地の建築基準を考えると、かなり低い比率と言える。ビエンチャン市の住居にセプティックタンクが実際に設置されていない理由は多くあると考えられるが、この調査からもセプティックタンクの設置が 1992 年以降、進んでいるという傾向は見られない。

## (4) 汚泥の引き抜きについて

衛生施設の汚泥の引き抜きについては、WSP の住居の調査結果によれば、全体の 37%の施設で数回にわたり、汚泥が一杯になったと答えている。これは、一方で 63%の施設が事前に汚泥を引き抜いているか、またはその衛生施設から、汚水が土壌に浸出している可能性もある。回答者の回答から、実際に汚泥を引き抜くのは、99%、民間の業者に任せており、住民のほとんどは汚泥の引き抜きの重要性を理解していないと思われる。

なお、セプティックタンクの汚泥の引き抜きは、状況によるが、2 年から 3 年に一度は引き抜くことが推奨されているが、この調査でのセプティックタンクの約 50%は汚泥を一度も引き抜いていないと答えている。これは、本調査のプレ F/S の基礎データ収集での結果とほぼ同じ割合と言える。

汚泥の引き抜き費用は、政府の基準で  $70,000~\mathrm{KIP/m^3}$ 以下とされている。通常の世帯では 1 回の引抜きで平均  $210,000~\mathrm{KIP}$  支払っている。なお、世帯の 1 ヶ月の総収入はプレ F/S を実施した地域のメジアンで  $5,000,000~\mathrm{KIP}$  である。通常年に 1 回の引抜きとすると、引き抜き費用は総収入の 0.35%となる。

## 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。

現地踏査において、排水区域が大きく二つの部分に分かれることが判明した。一つは中心部分で 汚水が直接ホン・パサック排水路に流入している。他は、周辺部分で平坦な地形や地域の排水網 がうまく機能していないため、ホン・パサックにスムーズに流入出来ない区域である。これらの 概念を図 5.3.1 に示す。通常この両区域の境界は、主要道路によって分割される。

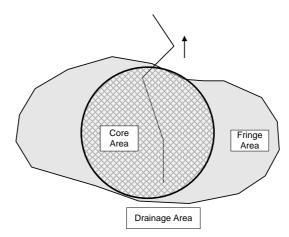


図 5.3.1 排水区域の特徴(中心部分と周辺部分)

つぎに、区間ごとの表流水や排水状況と、簡易処理施設および汚水収集管(インターセプター)の 設置可能性についてまとめる。

## 5.3.1 最上流部:上流端から Souphanouvong 道路

最上流部である 250m 区間のほとんどは Vatchan 村に属している。この区間を**図 5.3.2** に示す。当 区間では、次のような 2 種類の対策が可能である。

#### (1) Pakpasak 技術学校におけるSBS

Pakpasak 技術学校は、ホン・パサック最上流部の左岸に広いキャンパスを持っている。キャンパスの南東端に 2 棟の学生寮がある。写真 5.3.1 と 5.3.2 に示すように、2 基のセプティックタンクが学生寮のし尿を受けているが、老朽化し機能が低下している。また、雑排水排出のパイプが破損している部分も認められる。もし、現存のセプティックタンクが今でも利用可能であれば、SBS(図 5.3.6 中の T1)システムの中で、これらのタンクを沈殿槽として活用することも可能である。

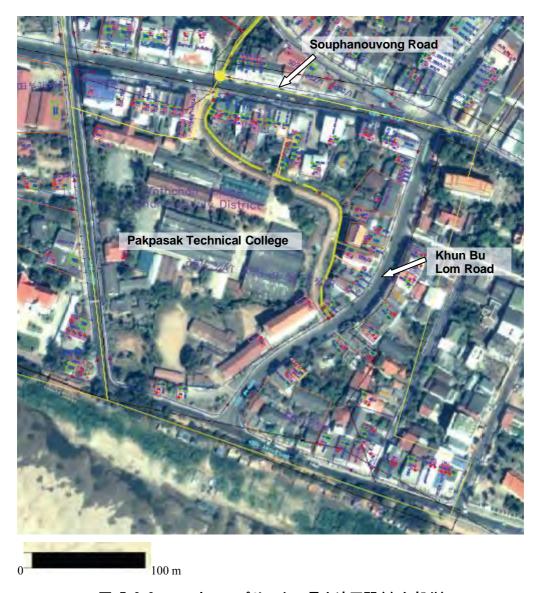


図 5.3.2 ホン・パサックの最上流区間(中心部分)

#### (2) 遮集管および簡易処理施設

ホン・パサック上流端は、2本の下水管が汚水を排出している。1本は Khun Bu Lom 道路の反対側の市街からの排水であり、もう 1本は主として Pakpasak 技術学校の学生寮からの排水である。この上流端から Souphanouvong 道路までの区間には、下の**写真 5.3.3** および 5.3.4 に示すように、右岸側から約 20本の小さなパイプにより雑排水が排水されている。

これらの雑排水を遮集管で集水し、汚水処理施設 (図 5.3.6 中の T2)を Souphanouvong 道路交差の直上流の左岸の排水路と側道の間の空間(公共用地)を利用して建設する。



写真 5.3.1 老朽化したセプティック・ タンク; 貯留しているし尿が溢流



写真 5.3.2 破損したパイプから流出す る洗濯水



写真 5.3.3 ホン・パサック最上流部右岸 の家庭・ホテル・食堂からの雑排水を放流 させている塩ビパイプ群



写真 5.3.4 左岸の汚水処理施設設置予定 区間

#### 5.3.2 上流部: Souphanouvong 道路から Samsenthai 道路

250m に及ぶ上流部は、Souphanouvong 道路と Samsenthai 道路に挟まれた区間である。これを **図 5.3.3** に示す。当区間の排水区域は、右岸は Haisok 村に位置し、左岸は Sihom 村である。

#### (1) 上流 80m 区間

当区間では8本の排水管から雑排水が排出されている。このうちの6本は上流端と下流端の道路沿いを集水する排水管である。こうした排水状況を**写真5.3.5**および**5.3.6**に示す。

このうち、区間の上下流端に位置する 6 本の排水管は、管底高が低く重力による汚水の取り入れが難しい。他の 2 本については、汚水量そのものが少ないか、あるいは近接する湿地を経てある程度浄化を受けているため水質がそれほど悪化していない。このような状況を考慮し、この区間については、インターセプターと簡易処理施設の設置は行わないものとする。.

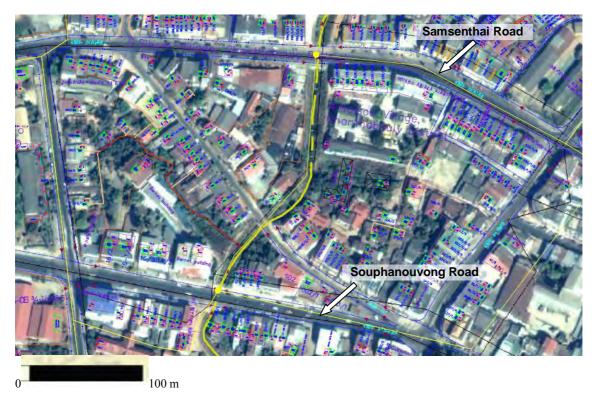


図 5.3.3 ホン・パサックの上流区間(中心部分)



写真 5.3.5 Souphanouvong 道路の側溝からの排水(右岸)



写真 5.3.6 左岸より雑排水を排出して いる 2 本の排水管

## (2) 下流 170m 区間

当区間では、約6本の排水口が雑排水を排水路に排出している。このうちの3本は上下流端の道路側溝からの排水である。これらの排水を遮集し、最下流右岸に予定する簡易処理施設(図 5.3.6 中の T3)に導き処理する。これらの排水口の状況を**写真5.3.7**と5.3.8に示す。



写真 5.3.7 最上流端の道路側溝からの 排水(左岸)



写真 5.3.8 下流部右岸からの雑排水の 排出

# 5.3.3 中流部の上流区間: Samsenthai 道路から Sihom 道路

Samsenthai 道路から Sihom 道路までの中流部の上流区間を**図 5.3.4** に示す。この区間長は 315m である。排水区域のほとんどは Khoaluang 村が占めているが、左岸の背後地は部分的に Sihom 村である。

この排水区域はホン・パサック排水区域の中で最も密集した市街地である。この地域は、 写真 5.3.9 と 5.3.10 に示すように、UN-HABITAT の「Rehabilitation Project of Sihom Area」(1991 年から 1997 年)により、開渠による下水排水網が整備されており、10 箇所以上の吐口により汚水が Hong Pasak に排出されている。よって、本区間ではこうした排水口の雑排水を遮集し、簡易処理施設で処理するのが適切である。さらにこれら施設の建設と並行して、コミュニティ遊歩道を市民の憩いの場、緑道として整備する。

利用可能地や既設吐口の位置を考慮すると, 2 箇所の簡易処理施設 (図 5.3.6 中の T4、T5) とインターセプターを設置するのが適切である。



写真 5.3.9 道路側溝を流下する住居地 域からの雑排水



写真 5.3.10 排水路から排出される雑排 水(左岸)



図 5.3.4 ホン・パサックの中流部上流区間(中心部分)

#### 5.3.4 中流部の下流区間: Sihom 道路から Asian 道路

Sihom 道路から Asian 道路にかけての区間を図 5.3.5 に示すが、区間長は 240m である。排水区域は Khoaluang 村に属している。この排水区域も、ホン・パサック排水区域の中で最も密集した市街地である。上流区間と同じく、UN-HABITAT により二次排水路が整備されている。写真 5.3.11 と 5.3.12 に示すように、約 7本の排水口がある。本調査のパイロット・プロジェクトで建設された Khoualuang 小学校における SBS は、この区間に位置する。また、軍の縫製工場が当区間の最上流右岸にある。

既設二次排水路の状況を鑑みると、Khoualuang 小学校の入口が簡易処理施設(図 5.3.6 中の T8)の 適地である。また、もう 1 箇所の簡易処理施設(図 5.3.6 中の T6)を Hong Pasak の右岸(公共用地)に設置することが可能である。

一方、本区間の中流域の汚水を収集する既設吐口の管底高が低いことを考慮し、3 つ目の簡易処理施設(図 5.3.6 中の T7)をインターセプターと共に建設することが必要となる。

また、これらの3つの処理施設とインターセプターの整備と並行して、コミュニティ遊歩道を市 民の憩いの場、緑道として整備する。



写真 5.3.11 対象区域で最も大きな2次 排水路(右岸)



写真 5.3.12 排水口から排出される雑排 水(左岸)



図 5.3.5 ホン・パサックの中流部下流区間(中心部分)

#### 5.3.5 予備設計

#### (1) 簡易処理施設とインターセプターの位置

前節で述べた事柄を踏まえ、**図5.3.6**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。.

## (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5.3.7に示すような構造であり、表5.3.1に示す設計条件に基づき容量を決定している。

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

表 5.3.1 簡易処理施設の設計条件

インターセプターについては、荷重軽減と施工性の向上を目的に、塩ビ管を用いることとし、埋設深も浅くする。塩ビ管の口径は200 mmとする。コントロールボックスは、管の方向を変えたり、ゴミや砂を貯め、内部を監視するために設ける。表5.3.2に、簡易処理施設の概要とインターセプターとコントロールボックスの必要数量および用地の状況をまとめる。

表 5.3.2 簡易処理施設・インターセプターおよびコントロールボックスおよび用地の概要

	Population		WTP		Interceptor	Control	Site
		Design	Total	Land	(m)	box	Ownership
		Inflow (m <sup>3</sup> /day)	length (m)	requirement (m <sup>2</sup> )		(no.)	
T1	585	135	85.6	230	100	8	School
T2	293	79	53.2	140	260	12	Government
T3	182	49	33.9	90	200	12	Government
T4	244	66	45.4	120	180	11	Government
T5	247	67	45.4	120	180	11	Government
T6	159	43	30.0	80	100	7	Government
T7	98	26	19.2	60	350	18	Government
T8	308	83	56.9	150	60	6	School
Total	2,116	548	369.6	990	1,430	85	

また、表5.3.3に、簡易処理施設の設計諸元をまとめる。

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

<sup>2) 170</sup> l/d/person x 1.2 (including commercial wastewater) / 0.75 = 270 l/d

表 5.3.3 簡易処理施設の施設諸元

	Waste-	Width	Length (m)			Number		Depth	
	water		Sedimen-	Anearobic	Anearobic	Sedimen-	Anearobic	Anearobic	
	$(m^3/d)$	(m)	tation tank	reactor	filter	tation tank	reactor	filter	(m)
T1	135	2.10	2.00	0.90	1.50	9	40	12	1.80
T2	79	2.10	1.60	0.90	1.40	7	24	8	1.80
T3	49	2.10	1.40	0.90	1.40	5	15	5	1.80
T4	66	2.10	1.60	0.90	1.40	6	20	7	1.80
T5	67	2.10	1.60	0.90	1.40	6	20	7	1.80
T6	43	2.10	1.50	0.90	1.30	4	13	5	1.80
T7	26	2.10	1.30	0.90	1.30	3	8	3	1.80
T8	83	2.10	1.60	0.90	1.50	8	25	8	1.80
Others 1)	80	2.10	1.60	0.90	1.40	7	24	8	1.80
Total									

	Length (m)				Remarks
	Sedimen-	Anearobic	Anearobic	Total	
	tation tank	reactor	filter		
T1	12.1	24.2	12.1	48.4	
T2	12.9	24.8	12.9	50.6	
Т3	13.0	25.0	13.0	51.0	
T4	13.2	24.7	13.5	51.4	
T5	13.0	24.4	13.3	50.7	
Т6	12.7	24.7	13.7	51.1	
T7	13.6	25.1	13.6	52.3	
Т8	14.0	24.6	13.1	51.7	
Others 1)	12.7	24.5	12.7	49.9	
Total					

Note 1) Contingency which is equivalent to construction cost of WTP with capacity of 80 m<sup>3</sup>/day.

さらに、参考として、3つの簡易処理施設(T1, T5, T8)の平面図と代表断面を**図 5.3.9** から **5.3.11**に 示す。

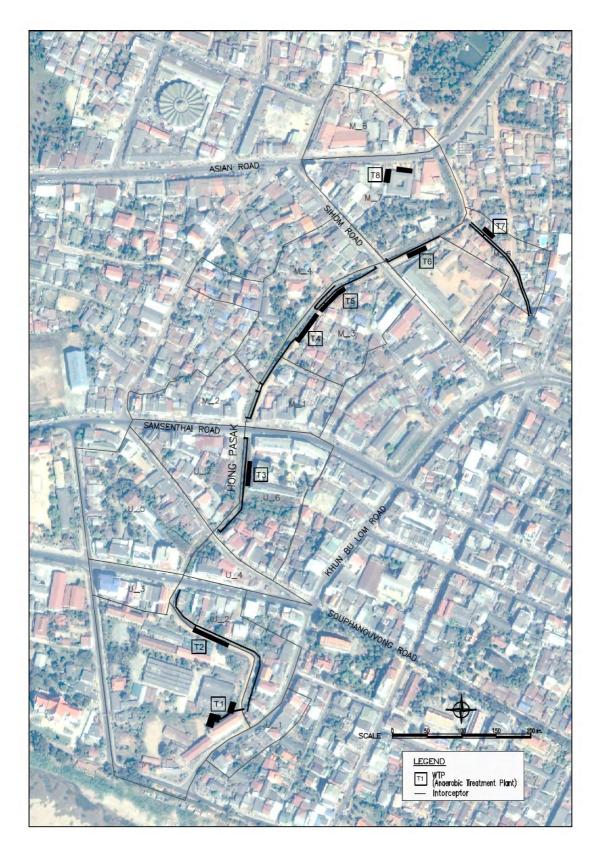


図 5.3.6 簡易処理施設とインターセプターの位置図

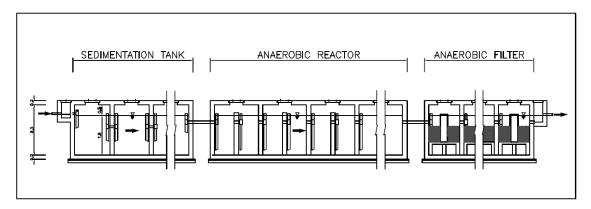


図 5.3.7 簡易処理施設の標準断面図

## 5.3.6 水質改善効果

水質改善効果は、**2.5節**で構築した水質汚濁 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、コアエリアの90%と、 周辺部の10%の人口から発生する汚水 を処理する(コアエリアと周辺部の定 義は、図5.3.1参照),
- 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 70% とする。.

**図5.3.8**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12 mg/l以下に低減されることがわかる。.

# 5.3.7 概算事業費

概算事業費の総額は、1.28百万米ドルと見積 もられた(表5.3.4).

簡易処理施設の直接工事費は、コンクリート 構造物の建設費用、掘削・埋戻に係る費用等 を見込んだ。インターセプターとコントロー ルボックスの建設単価は、それそれ 60米ド ル/m、65米ドル/個とした。

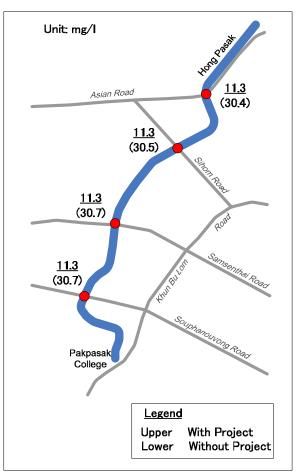


図 5.3.8 Hong Pasak 上流の BOD 予測値 (2020 年)

## 表 5.3.4 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

(単位: US\$)

	WTP	Interceptor	Control	Total	Remarks
			box		
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 <sup>1)</sup> Contingency which is equivalent to construction cost of WTP with capacity of 80 m<sup>3</sup>/day.

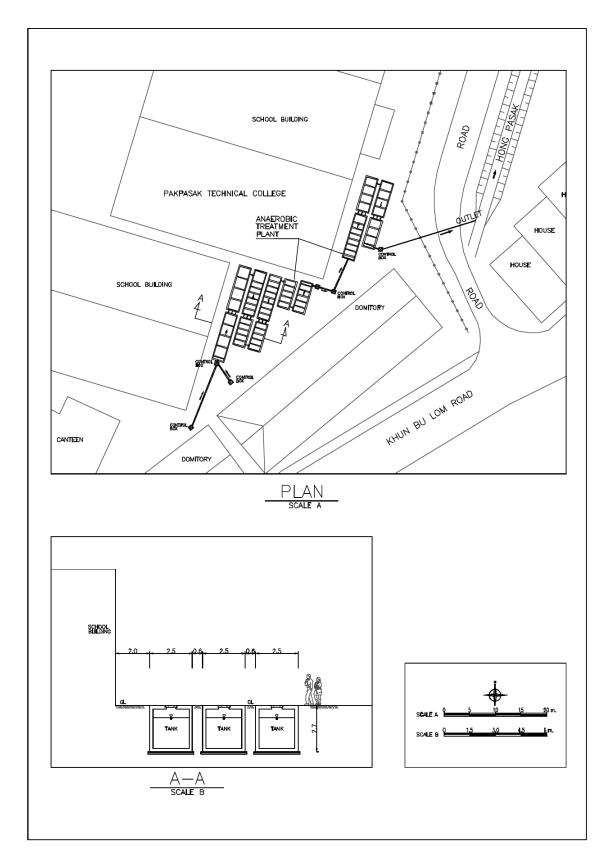


図 5.3.9 簡易処理施設(T1)の平面図および標準断面図

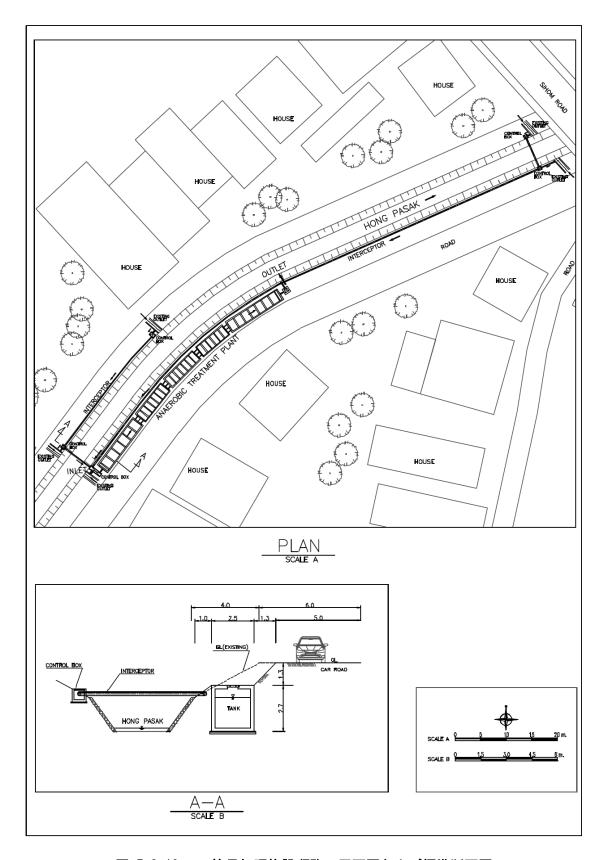


図 5.3.10 簡易処理施設(T5)の平面図および標準断面図

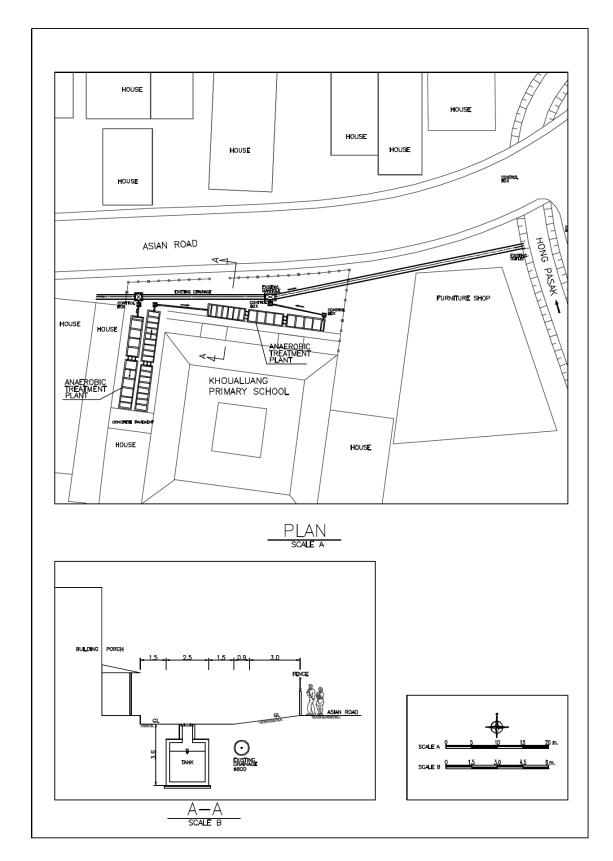


図 5.3.11 簡易処理施設(T8)の平面図および標準断面図

# 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。

## 6.1 構造物による水環境改善計画の早期の実施

ビエンチャン市の急速な都市化は想定以上の速さで進展している。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。

#### 6.2 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歩一歩実施していくべきである。

#### 6.3 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。

(1) 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。

#### (2) 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。

#### 6.4 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歩となろう。

## 6.5 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。