

**カンボジア国
主要地方都市における洪水浸水及び
雨水・下水排水に関する
情報収集・確認調査
報告書**

平成 28 年 11 月
(2016 年)

独立行政法人国政協力機構 (JICA)

建設技研インターナショナル
株式会社 日水コン

東大
JR
16-088

目 次

第1章 調査概要	1
1-1 調査の背景	1
1-2 調査目的	1
1-3 調査対象地域	2
1-4 調査団の構成	2
1-5 調査日程	2
1-6 主要面談者	4
第2章 都市洪水/雨水排水・下水排水/下水処理に関わる基本情報.....	6
2-1 カンボジア国の現状	6
2-1-1 自然環境.....	6
2-1-2 社会経済状況.....	8
2-2 都市洪水/雨水排水および下水排水/下水処理セクターの概要	12
2-2-1 組織・法制度.....	12
2-2-2 政策・開発計画の進捗状況と課題.....	15
2-2-3 援助機関の協力内容.....	18
第3章 対象3都市に関する情報収集・確認調査結果.....	19
3-1 対象3都市の現状	19
3-1-1 都市計画.....	19
3-1-2 河川の整備状況.....	20
3-1-3 上水道整備状況.....	25
3-1-4 公共用水域と汚水の水質.....	27
3-2 当該セクターの現状および課題（都市洪水/雨水排水、下水排水/下水処理）	31
3-2-1 実施機関の体制、能力.....	31
3-2-2 洪水、内水氾濫、洪水／浸水被害の発生状況.....	34
3-2-3 施設整備状況.....	42
3-3 ADBによる雨水排水・下水排水分野に関わる援助の実施内容・状況	44
3-4 対策案の検討	52
3-4-1 対策の基本方針.....	52
3-4-2 本邦技術の活用可能性.....	52
3-4-3 都市洪水/雨水排水.....	56
3-4-4 下水排水/下水処理.....	60
3-4-5 都市別優先順の検討.....	69
第4章 想定される協力の可能性.....	71
4-1 バッタバンにおける協力の可能性	71

4-1-1 雨水排水分野.....	71
4-1-2 下水・排水分野.....	72
4-1-3 「雨水・排水」および「下水・排水」組合せの可能性.....	72
4-2 シソポンにおける協力の可能性.....	73
4-2-1 雨水排水分野.....	73
4-2-2 下水排水分野.....	73
4-2-3 「雨水排水」および「下水排水」組合せの可能性.....	74
4-3 協力に向けた課題・留意事項.....	74
4-3-1 運営維持管理.....	74
4-3-2 ADB との調整.....	75
第5章 参考資料.....	76
5-1 下水収集システム.....	76
5-2 簡易水質試験結果（写真）.....	77

図表一覧

図 2.1	バタンバン市の過去 5 年間における月間降雨量.....	7
図 2.2	シソポン市の過去 5 年間における月間降雨量.....	7
図 2.3	カンボジア国内の州位置図.....	10
図 2.4	バタンバン州内のコミューン位置図.....	11
図 2.5	バンテイメンチェイ州内のコミューン位置図.....	12
図 2.6	第 3 次四辺形戦略 (Rectangular Strategy) 模式図.....	16
図 3.1	土地利用計画図 2020 年.....	19
図 3.2	シソポン市土地利用計画図.....	20
図 3.3	河川堤防の構造.....	20
図 3.4	調査対象 3 都市とその気近辺を流れる河川の位置.....	21
図 3.5	バタンバン市を流れるサンカ川の状況.....	22
図 3.6	シソポン市を流れるセレイ・ソポーン川の状況.....	24
図 3.7	ポイペト市付近を流れる河川の状況.....	25
図 3.8	バタンバン市における簡易水質調査地点.....	29
図 3.9	シソポン市における簡易水質調査地点.....	31
図 3.10	バタンバン州 DPWT の組織図.....	32
図 3.11	バンテイメンチェイ州 DPWT の組織図.....	33
図 3.12	シェムリアップにおける下水排水/下水処理ユニットの組織図.....	34
図 3.13	2013 年雨季のサンカ川の水位状況.....	35
図 3.14	バタンバン市におけるサンカ川の水位変動.....	36
図 3.15	洪水期におけるサンカ川の水位の日変動.....	37
図 3.16	シソポン市におけるセレイ・ソポーン川の水位変動.....	39
図 3.17	洪水期におけるセレイ・ソポーン川の水位の日変動.....	39
図 3.18	バタンバン市の既存下水処理場.....	42
図 3.19	バタンバン市の既存排水路網.....	43
図 3.20	シソポン市の既存排水路網.....	44
図 3.21	ADB による調査区域.....	46
図 3.22	バタンバン東部の管きょ施設平面図.....	47
図 3.23	バタンバン東部の処理施設平面図.....	48
図 3.24	バタンバン西部の管きょ施設平面図.....	49
図 3.25	管きょ施設平面図 (ポイペト).....	50
図 3.26	処理施設平面図 (ポイペト).....	50
図 3.27	前ろ過散水ろ床法のシステムフロー.....	53
図 3.28	一般的な浄化槽の構造例.....	54
図 3.29	ポンプ搭載型ゲート設置事例.....	55
図 3.30	一般的なポンプ場とポンプ搭載型ゲートを採用したポンプ場の施設配置例.....	55
図 3.31	公用地の位置.....	62

図 3.32	バットアンバン市の案 1 の概要図.....	66
図 3.33	バットアンバン市下水処理場概略配置図（高速散水ろ床法）	67
図 3.34	シソポン市の案 1 の概要図	68
図 3.35	シソポン市下水処理場概略配置図（高速散水ろ床法）	68
図 3.36	シソポン市の案 2 の概要図	69
図 5.1	各収集方式の説明	76

表

表 1.1	調査日程・内容	3
表 2.1	バットアンバン市の過去 5 年間における月間降雨量.....	6
表 2.2	シソポン市の過去 5 年間における月間降雨量.....	7
表 2.3	カンボジア国 産業別従事者率および GDP 比率.....	8
表 2.4	カンボジア国の人口構成	9
表 2.5	センサスによる州別人口（2008 年、2013 年）	9
表 2.6	バットアンバン州内のコミューン別人口.....	10
表 2.7	バンテイメンチェイ州内のコミューン別人口.....	11
表 2.8	生物多様性保全のための公共用水域の水質環境基準.....	13
表 2.9	人の健康保護のための公共用水域の水質環境基準.....	14
表 2.10	排水基準	14
表 2.11	道路関連の標準図.....	15
表 2.12	他ドナーによる雨水排水・下水排水分野の援助・協力一覧（カンボジア全体・完了分）	18
表 2.13	他ドナーによる雨水排水・下水排水分野の援助・協力一覧（カンボジア全体・継続分）	18
表 3.1	バットアンバン市における過年度の給水実績.....	26
表 3.2	シソポン市・ポイペト市における 2016 年 10 月の給水実績.....	26
表 3.3	サンカ川での河川水質調査結果（2015 年）	27
表 3.4	バットアンバン既存処理場流入水の水質調査結果（2015 年）	27
表 3.5	バットアンバン既存処理場放流水の水質調査結果（2015 年）	27
表 3.6	簡易水質調査実施日	28
表 3.7	簡易水質調査結果一覧（バットアンバン市）	29
表 3.8	簡易水質調査結果一覧（シソポン市）	31
表 3.9	ジェムリアップ下水道システムの概要.....	33
表 3.10	バットアンバン市における洪水／浸水被害の発生状況.....	38
表 3.11	シソポン市の旧バスターミナル周辺における洪水／浸水被害の発生状況	40
表 3.12	ポイペト市の国道 5 号線の北側における洪水／浸水被害の発生状況.....	41
表 3.13	近年実施されている ADB の調査等の概要	45
表 3.14	策定済み計画の計画諸元等（バットアンバン）	46
表 3.15	見直し計画の計画諸元等（ポイペト）	51

表 3.16	本調査対象都市にて活用の可能性がある本邦技術とその概要	52
表 3.17	バットアンバン市における対策案.....	57
表 3.18	シソポン市における対策案.....	58
表 3.19	バットアンバン市における対策案.....	60
表 3.20	シソポン市における対策案.....	62
表 3.21	バットアンバン、シソポンの下水道計画区域内人口	64
表 3.22	概略計画下水量.....	64
表 3.23	本ケースで適用されうる下水処理法とその特徴.....	65
表 3.24	都市別優先順の検討.....	69
表 4.1	バットアンバン市における雨水排水事業案（下水排水/下水処理事業と組合せる場合）	71
表 4.2	バットアンバン市における雨水排水事業案（雨水排水事業単独で実施する場合）	72
表 4.3	バットアンバン市における事業案（下水排水/下水処理）	72
表 4.4	シソポン市における雨水排水事業案（下水排水/下水処理事業と組合せ）	73
表 4.5	シソポン市における事業案（下水排水/下水処理）	74
表 5.1	バットアンバン市における簡易水質調査結果.....	77
表 5.2	シソポン市における簡易水質調査結果.....	81

略語表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFD	Agence Française de Développement	フランス開発庁
BMC	Banteay Meanchey	バンテイメンチェイ州
BTB	Battambang	バットアンバン州
CDC	Council for the Development of Cambodia	カンボジア開発評議会
CMDGs	Cambodia Millennium Development Goals	カンボジア国ミレニアム開発目標
DIH	Department of Industry and Handicraft	州工業手工芸局
DOWRAM	Department of Water Resources and Meteorology	州水資源気象局
DPWT	Department of Public Works and Transport	州公共事業運輸局
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
FS (F/S)	Feasibility Study	フィージビリティ・スタディ
GRP	Glass fiber Reinforced Plastics	ガラス繊維補強プラスチック
HDPE	High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
HWL	High Water Level	高水位
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
Lpcd (LPCD)	litre per capita day, unit water consumption per day per capita	一人一日当り給水量 (給水原単位)
LWL	Low Water Level	低水位
MOE	Ministry of Environment	環境省
MOWRAM	Ministry of Water Resources and Meteorology	水資源気象省
MPWT	Ministry of Public Works and Transport	公共事業運輸省
MP (M/P)	Master Plan	マスター・プラン
NPRS	National Poverty Reduction Strategy	国家貧困削減戦略
NRW	Non Revenue Water	無収水
NSDP	National Strategic Development Plan	国家戦略開発計画
PE	Polyethylene	ポリエチレン
PIU	Project Implement Unit	プロジェクトチーム
PVC	Polyvinyl Chloride Pipe	硬質塩化ビニル管
SEZ	Special Economic Zone	経済特区
WB	World Bank	世界銀行
WWTP	Waste Water Treatment Plant	下水処理場

第1章 調査概要

1-1 調査の背景

カンボジア王国（以下、カンボジア）の総人口は約 1,470 万人（2013 年センサス結果）であり、国土面積は約 181,000km² を有する。国土の大部分は低地である特徴的な地形と、熱帯気候に特徴的にみられる雨季の短期間集中豪雨により、毎年のように洪水・浸水被害が発生している。

南部経済回廊上に位置するバタンバン市、シソポン市、ポイペト市はカンボジアの主要地方都市として急速な人口増加や都市化が進んでいる。これらの都市における雨水・下水排水施設は、フランス植民地時代から 1960 年代に整備された施設が多いため老朽化が著しく、機能が低下している上、都市化の進展に排水施設整備が追従できておらず、豪雨による浸水が頻発している。

近年の急速な経済成長に伴い地方都市においても人口増加、経済活動の活発化が進み、洪水浸水がもたらす被害規模が拡大してきている一方で、これら地方都市では上水施設の整備が進み、水利用量の増加に合わせ、発生下水量は今後増加の一途を辿るものと推測される。

洪水浸水被害・排水不良は、工場や商店等の経済活動への影響が大きい他、家屋の浸水による市民生活への支障や道路の水没による交通渋滞、下水が既存排水施設から氾濫する等の衛生上の問題等を引き起こしている。

これまでのカンボジアに対する日本国の支援において、動脈系インフラの交通・上水道施設等は、プノンペン都を始め、主要な地方都市も対象に整備が進められており、プノンペン都においては排水施設整備等の静脈系インフラも着手されている。一方、地方都市における静脈系インフラ（排水施設・下水処理施設）の整備拡充は未だ他のインフラ開発に比較して遅れている状況である。今回の対象である上記主要地方 3 都市は、カンボジアはもとより周辺アジア地域と連担した発展が望まれており、そのためには静脈系インフラの排水施設・下水処理施設の整備が周辺地域の発展に必須の課題となっている。

主要地方 3 都市における洪水・浸水対策を目的として、2015 年にカンボジア国公共事業運輸省（以下、MPWT）より洪水対策道路整備（無償資金協力）を要請された。この要望に対して行われた JICA による現地事前調査では、道路整備の必要性は低いと判断されるものの排水分野（雨水・下水）における案件形成の可能性が確認された。無償資金協力を想定した新規案件形成の可能性の検討のために、洪水対策/雨水排水および下水排水/下水処理の分野の情報収集や概略検討が必要となった。

1-2 調査目的

本調査は、カンボジアの地方都市における洪水浸水被害の状況、下水・排水施設の現況・課題等の情報収集と分析を実施し、同分野における無償資金協力事業を念頭に JICA の今後の協力内容を検討することを目的とする。

1-3 調査対象地域

本調査は、JICA が継続的に支援している南部経済回廊上に位置し、洪水浸水被害が大きい国道5号線沿線の主要3都市（バットンバン市、シソポン市、ポイペト市）を調査対象都市とする。

1-4 調査団の構成

官団員

1. 総括：永田 謙二
Leader: Mr. Mr. Kenji NAGATA
JICA 国際協力専門員（水資源・防災）
Senior Advisor (Water Resources and Disaster Management), JICA
2. 協力企画：大森 駿
Cooperation Planning: Mr. Shun OMORI
JICA 東南アジア・大洋州部東南アジア第二課副調査役
Deputy Assistant Director, Southeast Asia Division 2, Southeast Asia and Pacific Department, JICA

コンサルタント団員

3. 都市洪水／雨水排水：松下 剛
Flood Prevention and Rain Water Drainage System: Mr. Tsuyoshi Matsushita
株式会社 建設技研インターナショナル防災部
CTI Engineering International Co.,Ltd., Disaster Management Division
4. 下水排水／下水処理：中嶋 宜信
Waste Water Drainage System: Mr. Yoshinobu Nakashima
株式会社 日水コン海外技術統括部
Nihon Suido Consultants Co.,Ltd., Overseas Services Department

1-5 調査日程

現地調査を2016年10月24日から11月15日に行った。

現地における行程および面会内容は次頁の表 1.1 に示す通りである。

表 1.1 調査日程・内容

Date			Southeast Asia Division 2, Southeast Asia and Pacific Department, JICA	Senior Advisor on Water Resources and Disaster, JICA	Flood Prevention and Rain Water Drainage System (Consultant)	Waste Water Drainage System (Consultant)
			Mr. Omori	Mr. Nagata	Mr. MATSUSHITA	Mr. NAKAJIMA
24-Oct	Mon	AM	10:50 Depart from NRT (NH 817)			
		PM	15:10 Arrival at PNH (NH 817)			
25-Oct	Tue	AM	8:00 Meeting with JICA Cambodia 10:00 Meeting with MPWT International Cooperation Department 10:50 Meeting with MPWT Road Infrastructure Department			
		PM	13:50 Meeting with ADB Consultant (PWSST) 15:00 Meeting with ADB Cambodia			
26-Oct	Wed	AM	10:00 Meeting with MOE Department of Climate Change 10:40 Meeting with MOE Department of Water Quality Management			
		PM	PNH ⇒ BTB 16:30 Meeting with ADB Consultant (PWSST)			
27-Oct	Thu	AM	8:30 Meeting with DPWT BTB 10:30 Meeting with DOWRAM BTB			
		PM	14:00 Courtesy Call & Meeting with Provincial Hall (BTB) 15:00 Site Check with DPWT's staff in BTB			
28-Oct	Fri	AM	8:40 Meeting with DPWT BMC 10:30 Meeting with DOWRAM BMC			
		PM	14:00 Courtesy Call & Meeting with Provincial Hall (BMC) 15:30 Site Check with DPWT's staff in SIS			
29-Oct	Sat	AM	9:00 Field Survey Dam			
		PM	Analysis of collected data 16:00 Internal Meeting			
30-Oct	Sun	AM	Field Survey (Access road for construction works) in BTB			
		PM	Internal Meeting BTB ⇒ SIS			
31-Oct	Mon	AM	8:30 Meeting with DPWT BMC 10:00 Site Check with DPWT's staff in POI			
		PM	Analysis of collected data			
1-Nov	Tue	AM	POI ⇒ SHR 10:00 Meeting with DPWT SHR			
		PM	SHR ⇒ PHN			
2-Nov	Wed	AM	8:30 Meeting with Consultant of Naational Road No.5 10:40 Meeting with MOWRAM			
		PM	14:00 Meeting with JICA Cambodia 16:00 Meeting with MPWT and ADB Consultants (GMS)			
3-Nov	Thu	AM	6:30 Arrival at NRT			
		PM	10:00 Meeting with MOWRAM 11:00 Meeting with ADB Consulatnt (GMS) PHN ⇒ BTB			
4-Nov	Fri	AM	8:30 Meeting with Provincial Hall BTB 10:00 Meeting with BTB Municiparity 11:30 Meeting with Water Works BTB			
		PM	15:00 Meeting with DOWRAM BTB 16:00 Meeting with BTB Municiparity			
5-Nov	Sat	ALL	Analysis of collected data			
6-Nov	Sun	ALL	Additional Field Survey			
7-Nov	Mon	AM	8:00 Meeting with DPWT BTB 9:00 Site Check with DPWT's staff in BTB			
		PM	Analysis of collected data			
8-Nov	Tue	AM	8:00 Meeting with DOWRAM BMC 10:00 Meeting with DPWT BMC			
		PM	14:00 Meeting with Provincial Hall BMC 15:00 Meeting with DIH BMC			
9-Nov	Wed	ALL	Additional Field Survey			
10-Nov	Thu	AM	BTB ⇒ PHN			
		PM	Analysis of collected data			
11-Nov	Fri	AM	10:00 Meeting with JICA Cambodia			
		PM	Analysis of collected data, Preparing site survey report			
12-Nov	Sat	ALL	Analysis of collected data, Preparing site survey report			
13-Nov	Sun	ALL	Analysis of collected data, Preparing site survey report			
14-Nov	Mon	ALL	Analysis of collected data, Preparing site survey report			
15-Nov	Tue	AM	6:30 Arrival at NRT			

1-6 主要面談者

(1) 援助機関

組織	氏名	部署	役職
JICA カンボジア事務所	安達 一		所長
JICA カンボジア事務所	伊藤隆司		次長
JICA カンボジア事務所	福沢大輔		
JICA カンボジア事務所	内田東吾		
JICA loan CP-P13/MPWT	Anthony Gourley	NR5 Improvement Project	Project Manager (KEI)
ADB Consultant	Michael Lee, Dr.	CDIA/TA8556 (Key Consultant)	Team Leader/Urban Water Supply Engineer
ADB Consultant	TAING Sophanara	CDIA/TA8556 (Key Consultant)	Deputy Team Leader/Urban Water Supply & Sanitation Specialist
ADB Cambodia Office	OUK Nida		Senior Infrastructure Officer
ADB Consultant	Nick Pilgrim	CDIA/Tonle Sap 2	Team Leader
ADB Consultant	Seng Bunrith	CDIA/Tonle Sap 2	Assistant Team Leader
ADB Consultant	Andrew Henricksen	CDIA/Tonle Sap 2	Wastewater Engineer
ADB Consultant/MPWT	Rocco M. Palazzolo	GMS Project (NJS Consultants)	Team Leader
ADB Consultant/MPWT	Som Kosal	GMS Project (Key Consultants)	Deputy Team Leader

Note:

ADB: Asian Development Bank

CDIA: Cities Development Initiative for Asia

TA: Technical Assistance

Tonle Sap 2: Second Integrated Urban Environmental Management in the Tonle Sap Basin Project

GMS Project: Greater Mekong Subregion: Southern Economic Corridor Towns Development Project

(2) 中央省庁

組織	氏名	部署	役職
MPWT	Vong Pisith	General Directorate of Public Works	Deputy General Director
MPWT	CHHIM Phalla	International Cooperation Dept.	Director
MPWT	HENG Rathpiseth	Road Infrastructure Dept.	Director
MPWT	HEANG Vutha	Sub-National Public Infrastructure and Engineering Dept.	Director
MOE	HENG Chan Thoeun	Dept. of Climate Change	Deputy Director
MOE	YEM Sokha	Cambodia Climate Change Alliance	Grants Management Officer
MOE (UNDP)	Julien Chevillard	Cambodia Climate Change Alliance	Trust Fund Administrator
MOE	PUTH Sorithy	Dept. of Water Quality Management	Director
MOE	LIM Say	Dept. of Water Quality Management	Deputy Director
MOE	CHHUN Monita	Dept. of Water Quality Management	Technical Officer
MOWRAM	Mao Hak	Technical Affairs	Deputy Director General
MOWRAM	Oum Ryna	Dept. of Meteorology	Director

Note:

MPWT: Ministry of Public Works and Transport

MOE: Ministry of Environment

MOWRAM: Ministry of Water Resources and Meteorology

UNDP: United Nations Development Programme

(3) バッタンバン州

組織	氏名	部署	役職
BTB Provincial Hall	Buth Kimsean		Deputy Governor
BTB, Provincial Hall	Dy Piech	Administration	Deputy Director
BTB Provincial Hall	Nhek In Sopheavy		
BTB Provincial Hall	Chok Chakriya	Investment Office	Chief
BTB Provincial Hall	Nget Makara	(Contact Person)	
BTB, DPWT	Kem Sokuntheary	(Drainage & Sewerage)	Deputy Director
BTB, DPWT	Nou Chhoviwan	Sewage Unit	Chief
BTB, DPWT	Prounh Ritha	Administration Office	Chief
BTB, DPWT	San Sereisith	Road & Bridge	Deputy Chief
BTB, DPWT	Ham Syna	Road & Bridge	Chief
BTB, DOWRAM	Khay Soda		Deputy Director

組織	氏名	部署	役職
BTB, DOWRAM	Huot Chandararith	Administration Office	Chief
BTB, DOWRAM	Mao Soksan	(Contact Person)	
BTB Municipality	Sok Kinna	LMUPC, BTB Office	Chief
BTB Municipality	Ty Kimheng	LMUPC, BTB Office	Deputy Chief
BTB Municipality	Toch Sophy	LMUPC, BTB Office	Engineer (Architect)
BTB Municipality	Song Soeung	Public Works Office	Chief
BTB, Water Supply	Seng Soroth		Deputy Director
BTB, Water Supply	Khorn Narith	Administration	Chief

Note:

BTB: Battambang

DPWT: Department of Public Works and Transport

DOWRAM: Department of Water Resources and Meteorology

LMUPC: Land Management, Urban Planning and Construction

(4) バンテイメンチェイ州

組織	氏名	部署	役職
BMC Provincial Hall	Chhoeuy Channa		Deputy Governor
BMC Provincial Hall	Lor Bunpich	Financial Div.	Director
BMC Provincial Hall	An Vannak	Administration	Director
BMC Provincial Hall	Keo Dararasmey	Intersector Div.	Director
BMC Provincial Hall	Norng Vuthy	Human Resource Management	Director
BMC Provincial Hall	Chhun Buntha (*)	Project & Investment Unit	Deputy Director
BMC Provincial Hall	Ly Thet	Procurement Unit	
BMC Provincial Hall	Sontey Ratha		Staff
BMC Provincial Hall	Um Sambath		Staff
BMC Provincial Hall	Vik Chamroeun (*)		Staff
BMC, DPWT	Kim Sovann		Director
BMC, DPWT	Chea Sovanthoun(*)	(Drainage & Sewerage)	Deputy Director
BMC, DPWT	Orn Siphea	Drainage & Sewerage Unit	Chief
BMC, DPWT	Sok Chantha	(Road & Bridge)	Deputy Director
BMC, DPWT	Hout Sambor		
BMC, DPWT	Chea Dararith		
BMC, DOWRAM	Hanh Vuthear (*)	(Contact Person)	Deputy Director
BMC, DOWRAM	Khiev Choun	Meteorology Office	
BMC, DOWRAM	Kim Chamroeun	Technical Div.	Deputy Chief
BMC, DOWRAM	Lay Sothy	Technical Div.	Officer
BMC, DOWRAM	Kiey Samrith	Technical Div.	Officer
BMC, DOWRAM	Tim Narong		Staff
BMC, DOWRAM	Hey Savun		Staff
BMC, DOWRAM	Mak Chantha		Staff
BMC, DIH	Maen Sokomar	Water Supply Office	Chief

Note:

BMC: Banteay Meanchey

DPWT: Department of Public Works and Transport

DOWRAM: Department of Water Resources and Meteorology

DIH: Department of Industry & Handicraft

(5) シェムリアップ州

組織	氏名	部署	役職
Siem Reap, DPWT	Kim Ponna		Director
Siem Reap, DPWT	Hiep My		Deputy Director
Siem Reap, DPWT	Lim Soktry	Administration	Deputy Director
Siem Reap, DPWT	Dit Sereyreatana		Chief Officer
Siem Reap, DPWT	Im Vibol (*)	Sewerage & Wastewater Treatment Unit	Deputy Chief
Siem Reap, DPWT	Say Pichenda		Chief of Unit
Siem Reap, DPWT	Takashima Shigeki		JICA Senior Volunteer

Note: DPWT: Department of Public Works and Transport

第2章 都市洪水/雨水排水・下水排水/下水処理に関わる基本情報

2-1 カンボジア国の現状

2-1-1 自然環境

(1) 概要

カンボジアは東側にベトナム、西側はタイ、北側はラオスと国境を接し、南側はシヤム湾に面している。国土は約 18 万平方キロメートルで、中央部地帯はほぼ平坦な氾濫平原から成る地域が占め、沖積世初期（約 6000 年前）の頃までは海面下にあった。低い丘陵地帯は南西部のシヤム湾及びタイ国境周辺並びに北東部のベトナム国境周辺に広がっている。メコン河が南北に流れ、北西部に巨大なトンレサップ湖を擁している。

気候はモンスーン気候で、雨季（5 月～10 月）と乾季（11 月～4 月）に大きく分けることができる。トンレサップ湖周辺の年間降雨量は 1,300～1,500mm であり、年間降雨量の 80% が雨季に降る。雨季の降雨には短時間に高強度の降雨が発生する特徴がある。

気温の季節変動は非常に小さく、月平均気温は、最低が 1 月の 25℃、最高が 4 月の 29℃である。地域による気温変化も少ない。

トンレサップ湖の平均水位は乾期で標高 1～2m、雨季（氾濫季）には 8～10m になる。雨季には増水した水が、トンレサップ川を逆流し、トンレサップ湖の広さは 3 倍にも拡大する。

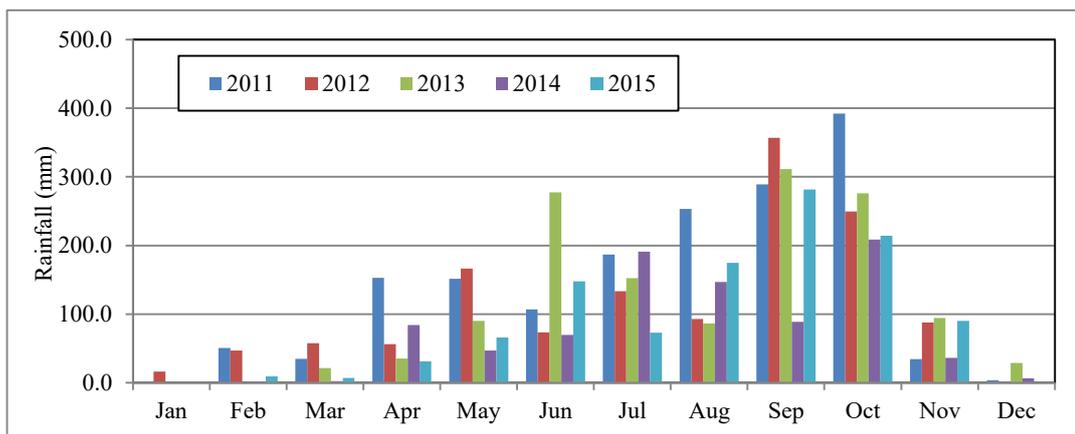
(2) 調査対象都市における降雨量

バタンバン市街地東部の DOWRAM 地内にて計測されている降雨量データを表 2.1、図 2.1 に示す。降雨データは日雨量を集計したものであり、時間降雨量は記録・保存されていない。年間の降雨量はここ 5 年間でおよそ 880mm～1660mm 程度で推移しており年により降雨量の差が大きい。特に 2014 年以降は降雨量が少ない。月間変動としては各年とも 7 月～10 月末の雨量が多く、特に 9 月・10 月にピークがみられる。

表 2.1 バタンバン市の過去 5 年間における月間降雨量

Month	2011	2012	2013	2014	2015
Jan	0.0	16.2	0.0	0.0	0.3
Feb	50.8	46.8	0.0	0.4	9.4
Mar	35.1	57.8	21.6	2.4	6.9
Apr	152.7	56.3	35.6	84.1	31.0
May	151.5	166.2	90.1	46.9	66.0
Jun	107.0	73.7	277.4	69.6	147.9
Jul	186.8	133.6	152.4	191.0	72.9
Aug	253.2	93.2	86.4	146.8	174.9
Sep	289.1	356.7	311.5	88.8	281.5
Oct	392.2	249.4	275.9	208.7	214.2
Nov	34.3	87.9	94.3	36.4	90.1
Dec	4.0	0.0	28.8	6.7	0.0
Total	1,656.7	1,337.8	1,374.0	881.8	1,095.1

出典：DOWRAM BTB



出典：DOWRAM BTB

図 2.1 バッタバン市の過去 5 年間における月間降雨量

シソポン市街地北部の DOWRAM 地内にて計測されている降雨量データを表 2.2、図 2.2 に示す。日降雨量が降雨データとして記録されており、時間降雨量は記録されていない。年間の降雨量はここ 5 年間でおよそ 580mm～1530mm 程度で推移しており、年間の変動差はバッタバンより大きい。バッタバン市と同様、2014 年以降は降雨量が少なく、ヒアリングによれば水利用のための水源確保が困難であったとの事である。月間雨量の変動は各年とも 7 月～10 月末までが多く、特に 9 月・10 月にピークがみられる。

表 2.2 シソポン市の過去 5 年間における月間降雨量

	2011	2012	2013	2014	2015
Jan	0	24.3	0.7	0	25.6
Feb	13	15.5	0	0.2	16.4
Mar	31.5	80.6	7.6	35.8	65.5
Apr	282.2	112.3	31.9	70.4	42.2
May	89.6	179.7	81.3	40.8	42.4
Jun	62.3	108.5	284.3	105.3	84.7
Jul	222.3	91.4	206.9	130.2	63.3
Aug	298.6	101.6	220.4	42.2	105.2
Sep	218.6	457.5	267.7	69.9	255.3
Oct	298	147.4	346.7	33.6	64.7
Nov	4.5	47.6	68.2	48.5	30.8
Dec	0	0	12.4	3.8	0.8
Total	1520.6	1366.4	1528.1	580.7	796.9

出典：DOWRAM BMC

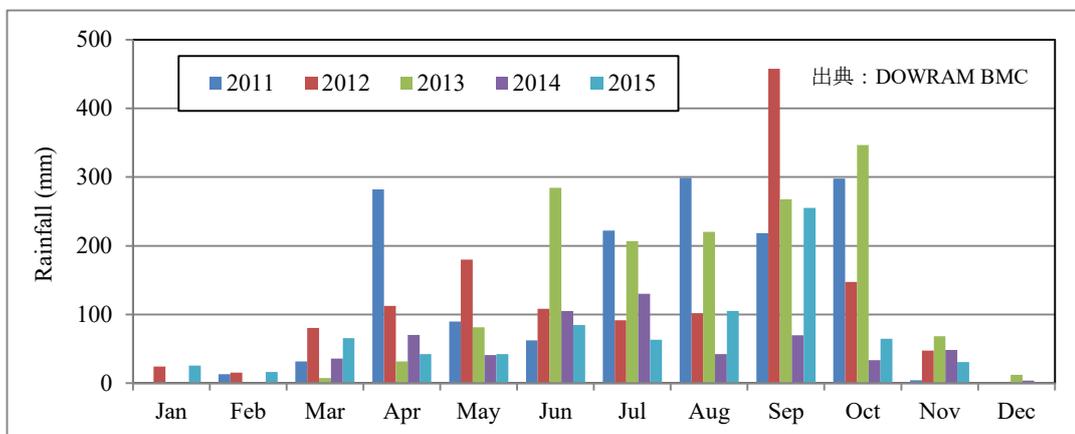


図 2.2 シソポン市の過去 5 年間における月間降雨量

2-1-2 社会経済状況

(1) 社会経済状況概説

カンボジア国の人口は、約 1,468 万人（2013 年政府統計）で、隣国のラオス（人口 649 万人、2015 年ラオス統計局）の約 2.3 倍、タイ（人口 6,593 万人、2010 年タイ国勢調査）の約 20%、ベトナム（人口 9,340 万人、2015 年国連人口基金推計）の約 16%である。

カンボジア国の GDP は約 177 億米ドル（2015 年推定値、IMF 資料）、国民一人当たり GDP は 1,140 米ドル（2015 年推定値、IMF 資料。2008 年カンボジア政府資料では 774.7 米ドル）であり、近隣国と比較しても未だ低い水準にある（ラオス：878 米ドル(2009 年 IMF 推定値)、ベトナム：1,064 米ドル(2009 年 ベトナム統計総局))、世界の最貧国の一つである。

カンボジア国は本来、メコン水系に開けた肥沃な土地と豊富な水資源に恵まれた農業を基幹産業とした国家であったが、1970 年代からの長期間の内戦と混乱により国土が荒廃し、農業施設の破壊等生産手段の喪失、技術者の喪失、労働人口の減少等に見舞われ、経済が悪化、停滞した。1980 年代には東側諸国からの支援を受け、1990 年代には民主化に伴い市場経済体制へ移行し、国際社会の援助により国家の復興と再建が図られた。1997 年の武力衝突およびアジア経済危機の影響で、海外投資や観光収入が減少し、一時経済成長率が鈍化したものの、2000 年代に入ってからには和平と安定が達成され、2004 年から 2007 年まで年率二桁の経済成長率を記録するなど、経済状況も回復傾向にあったが、世界経済危機の影響を受け、2009 年は 0.1%となったが、翌年の 2010 年には 6.1%にまで回復し、2011 年以降は 7%成長を続けている。

経常収支及び財政収支は慢性的に赤字であり、2015 年（IMF 予測値）では、前者は▲11.1%（対 GDP 比）、後者は▲2.0%（対 GDP 比）と予想されている。堅調な縫製品等の輸出品、建設業、サービス業及び海外直接投資の順調な増加により、今後も安定した経済成長が見込まれている。

(2) 産業別従事者率および GDP 比率

カンボジア国における産業別従事者率および GDP 比率を表 2.3 に示す。国民の約 64%が第 1 次産業に従事しており、従事者数の面からは農林水産業がカンボジア国の基幹産業であるといえる。一方、GDP 比率に着目すると、第 3 次産業が最大比率を示しており、第 2 次産業と第 1 次産業の比率の差も小さくなる傾向にある。

表 2.3 カンボジア国 産業別従事者率および GDP 比率

区分	従事者率 (%)		GDP 比率 (%)	
	2008	2013	2008	2014
第 1 次産業（農林水産業）	72.3	64.3	34.9	30.5
第 2 次産業（鉱工業）	8.5	11.5	23.8	27.1
第 3 次産業（サービス業）	19.2	23.8	41.3	42.4

出典：「Cambodia Inter-Censal Population Survey 2013, National Institute of Statistics, Ministry of Planning」

(3) 人口

1) 国および州別人口

2013年のカンボジア政府統計では、カンボジア国の総人口は約1,468万人であった。2008年の国勢調査結果では、1,339万人であり、2008年～2013年の5年間における平均人口増加率を算出すると、全国レベルで1.46%となり、東南アジアの平均増加率(1.1%)より高い値を示している。2013年のカンボジア政府統計における、カンボジア国の人口構成を次表に示す。

表 2.4 カンボジア国の人口構成

地域		人口 (千人)	男性 (千人)	女性 (千人)	年間平均人口 増加率(%)	世帯数 (千世帯)	1世帯当たり の人数(人)
全国	都市部	3,146	1,527	1,619	3.71	658	4.8
	村落部	11,530	5,594	5,936	1.34	2,505	4.6
	合計	14,676	7,121	7,555	1.46	3,163	4.6
バットアンバン州		1,121	557	564	1.79	-	-
バンテイメンチェイ州		730	355	375	1.47	-	-

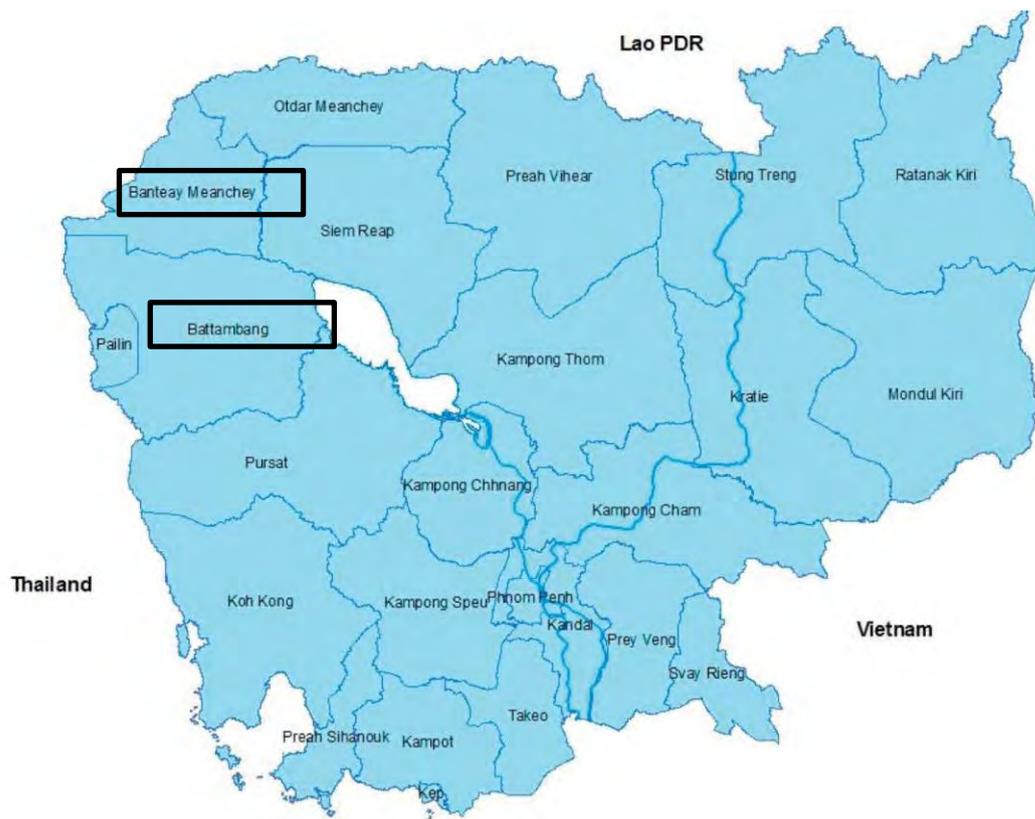
出典：「Cambodia Inter-Censal Population Survey 2013, National Institute of Statistics, Ministry of Planning」

カンボジア国内の州ごとの人口について、センサス発表値の2008年値、2013年値を表 2.5に示す。また、カンボジア国内の州位置図を図 2.3に示す。対象3都市が含まれるバットアンバン州、バンテイメンチェイ州は国全体の7.6%、5.0%を占める。

表 2.5 センサスによる州別人口 (2008年、2013年)

州	2008年			2013年			2013年 人口割合 (%)
	男性 (人)	女性 (人)	計 (人)	男性 (人)	女性 (人)	計 (人)	
Cambodia	6,516,054	6,879,628	13,395,682	7,121,508	7,555,083	14,676,591	100
Banteay Meanchey	331,715	346,157	677,872	354,604	374,965	729,569	5.0
Battambang	506,351	518,823	1,025,174	557,164	563,855	1,121,019	7.6
Kampong Cham	818,662	861,330	1,679,992	836,965	920,258	1,757,223	12.0
Kampong Chhnang	227,007	245,334	472,341	250,548	272,654	523,202	3.6
Kampong Speu	348,512	368,432	716,944	363,337	392,128	755,465	5.1
Kampong Thom	307,724	323,685	631,409	333,979	356,434	690,413	4.7
Kampot	284,123	301,727	585,850	303,709	307,849	611,558	4.2
Kandal	529,433	561,737	1,091,170	538,040	577,924	1,115,964	7.6
Koh Kong	59,327	58,154	117,481	61,319	60,944	122,263	0.8
Kratie	159,146	160,071	319,217	167,425	176,770	344,195	2.3
Mondul Kiri	31,372	29,735	61,107	37,098	35,582	72,680	0.5
Phnom Penh	708,799	792,926	1,501,725	816,145	871,900	1,688,045	11.5
Preah Vihear	85,319	85,820	171,139	116,737	118,633	235,370	1.6
Prey Veng	453,082	494,290	947,372	557,793	598,946	1,156,739	7.9
Pursat	192,954	204,207	397,161	208,292	227,305	435,597	3.0
Ratanak Kiri	76,115	74,351	150,466	91,265	92,434	183,699	1.3
Siem Reap	439,982	456,461	896,443	447,089	475,893	922,982	6.3
Preah Sihanouk	110,777	110,619	221,396	123,007	127,173	250,180	1.7
Stung Treng	55,634	56,037	111,671	62,149	60,641	122,790	0.8
Svay Rieng	231,578	251,210	482,788	286,073	292,307	578,380	3.9
Takeo	410,782	434,124	844,906	440,805	482,568	923,373	6.3
Oddar Meanchey	93,646	92,173	185,819	116,090	115,299	231,389	1.6
Kep	17,674	18,079	35,753	19,016	19,685	38,701	0.3
Pailin	36,340	34,146	70,486	32,859	32,936	65,795	0.4

出典：Cambodia Inter-Censal Population Survey 2013, Ministry of Planning.



出典：Cambodia Inter-Censal Population Survey 2013, Ministry of Planning.

図 2.3 カンボジア国内の州位置図

2) バッタバン州のコミューン別人口

表 2.6 にバッタンバン州内のコミューン別人口を示す。表中のコミューン別番号は図 2.4 のコミューン別位置図に対応している。バッタンバン市中心部は 0203 Krong Battambang および 0208 Sangkae 西部が該当し、1998 年から着実に人口が増加している。

表 2.6 バッタバン州内のコミューン別人口

州・コミューン	1998		2008		2013	
	(人)	(%)	(人)	(%)	(人)	(%)
02BATTAMBANG	816,129	100.0	1,025,174	100.0	1,155,038	100.0
0201 Banan	85,277	10.4	92,138	9.0	105,327	9.1
0202 ThmaKoul	116,793	14.3	113,443	11.1	128,046	11.1
0203 KrongBattambang	139,964	17.4	144,323	13.9	150,711	13.1
0204 Bavel	79,035	9.7	100,000	9.8	110,380	9.6
0205 AekPhnum	65,408	8.0	68,276	6.7	79,902	6.9
0206 MoungRuessei	107,834	13.2	112,704	11.0	124,454	10.8
0207 RotonakMondol	23,919	2.9	41,170	4.0	44,291	3.8
0208 Sangkae	106,267	13.0	111,663	10.9	127,062	11.0
0209 Samlout	23,000	2.8	39,701	3.9	44,612	3.9
0210 SampovLun	12,518	1.5	35,248	3.4	45,862	4.0
0211 PhnomProek	15,355	1.9	49,722	4.9	59,472	5.1
0212 Kamrieng	14,215	1.7	51,053	5.0	55,977	4.8
0213 KoasKrala	11,802	1.4	25,766	2.5	30,297	2.6
0214 RukhakKiri	14,742	1.8	39,967	3.9	48,645	4.2

出典：センサス

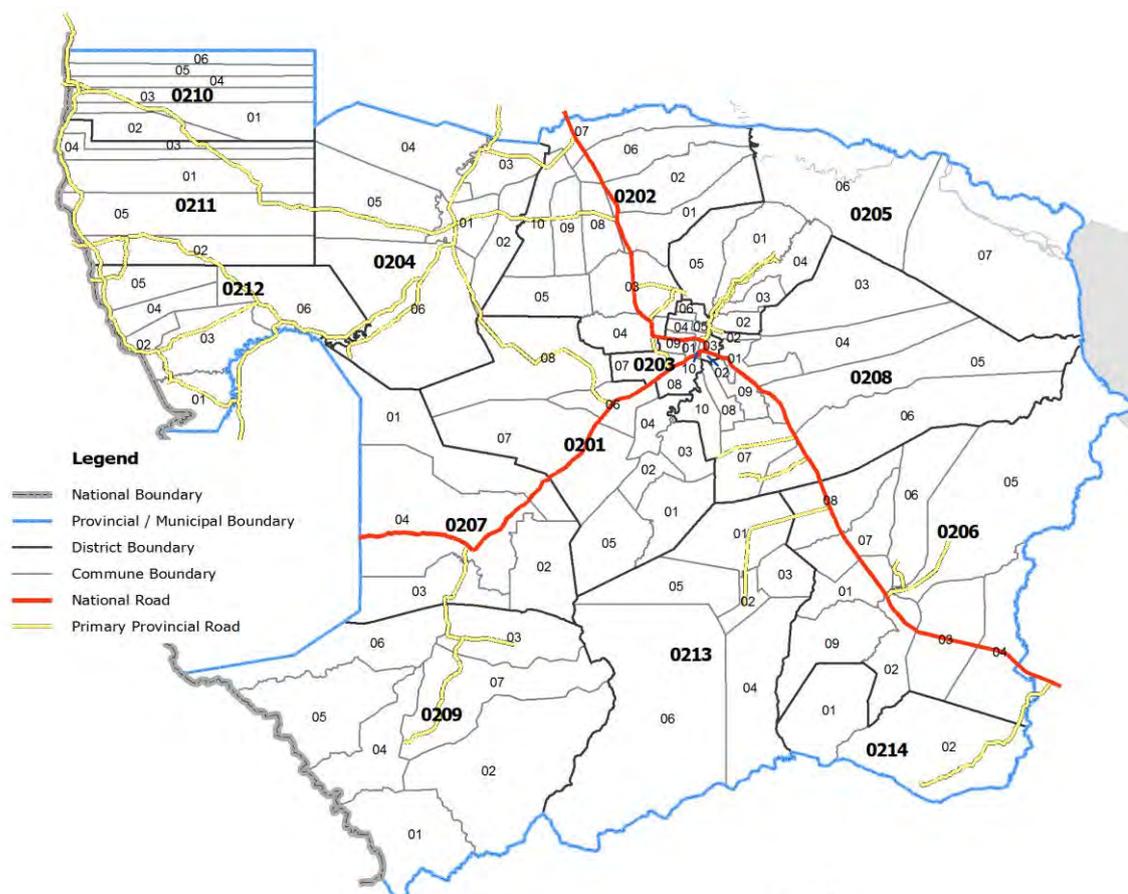


図 2.4 バッタバン州内のコミューン位置図

3) バンテイメンチェイ州のコミューン別人口

表 2.7 にバンテイメンチェイ州内のコミューン別人口を示す。表中のコミューン別番号は図 2.5 のコミューン別位置図に対応している。シソポン市は 0106 Krong Serei Saophoan に含まれ、1998 年から一定の微増傾向が確認できる。ポイペト市は 0110 Krong Paoy Paet に該当し、1998 年から 2008 年には 1.7 倍に増加したが、2008 年から 2013 年の期間では人口は概ね横ばいである。

表 2.7 バンテイメンチェイ州内のコミューン別人口

州・コミューン	1998		2008		2013	
	(人)	(%)	(人)	(%)	(人)	(%)
01BANTEAYMEANCHEY	579,772	100.0	677,872	100.0	763,787	100.0
0102 MongkolBorei	138,190	23.9	139,315	20.7	163,491	21.4
0103 PhnumSrok	45,251	7.8	46,935	6.9	58,717	7.7
0104 PreahNetrPreah	81,312	14.0	87,089	12.8	104,849	13.7
0105 OuChrov	40,111	6.9	47,196	7.0	57,875	7.6
0106 KrongSereiSaophoan	88,209	15.2	90,279	13.3	91,397	12.0
0107 ThmaPuok	53,536	9.2	61,189	9.0	69,689	9.1
0108 SvayChek	47,960	8.3	55,596	8.2	66,500	8.7
0109 Malai	22,724	3.9	42,284	6.2	47,676	6.2
0110 KrongPaoyPaet	62,479	10.8	107,989	15.9	103,593	13.6

出典：センサス

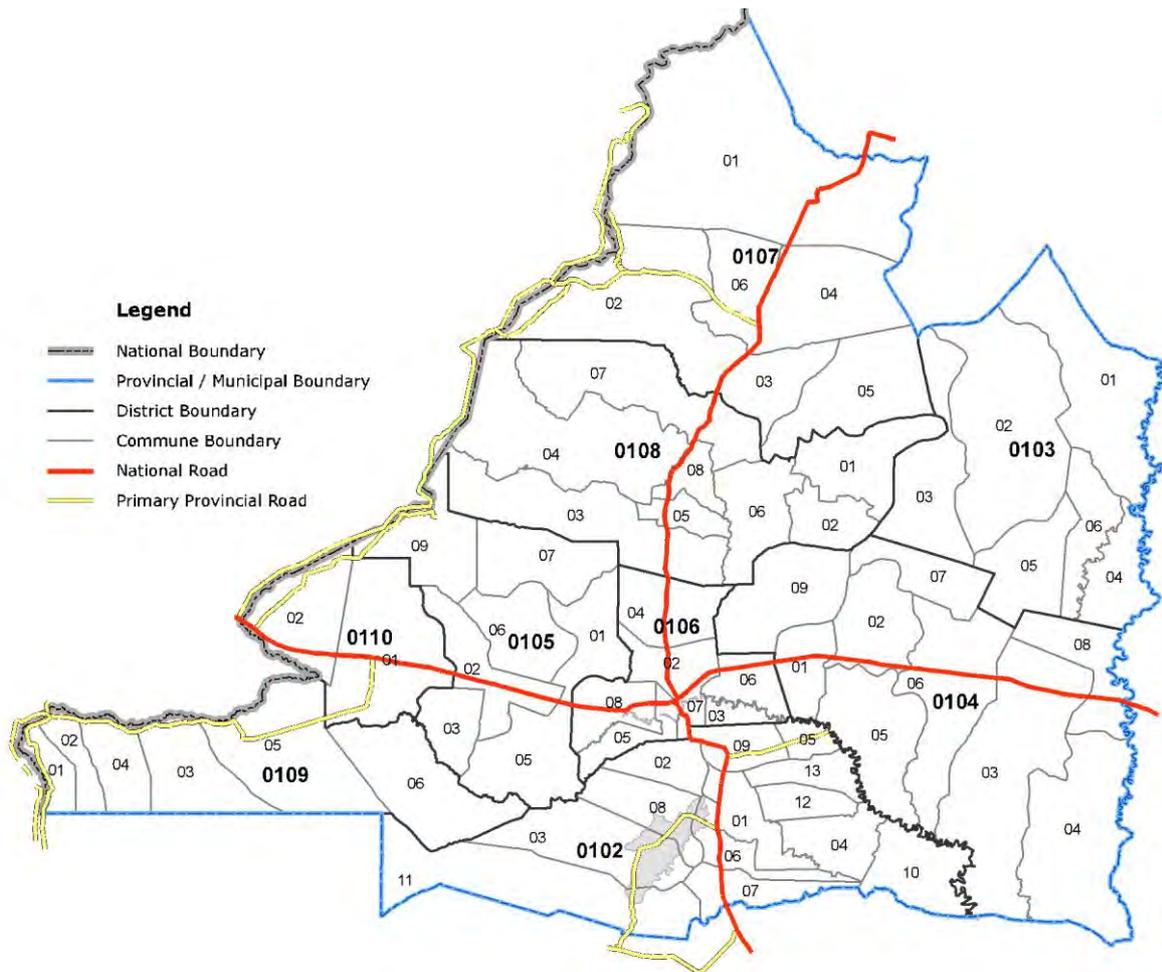


図 2.5 バンテイメンチェイ州内のコミューン位置図

2-2 都市洪水/雨水排水および下水排水/下水処理セクターの概要

2-2-1 組織・法制度

(1) 関連法制度

カンボジアにおける環境関連法規は下記の通りとなっている。

- 1) カンボジア王国憲法 (1993)
59 条により環境及び水、大気、地質、生態系等自然資源の保護及び適正な管理を規定
- 2) 環境保護及び自然資源管理法(1996)
保護すべき環境、国民の健康、環境計画の策定等について規定
- 3) 環境影響評価政令(1999)
環境影響評価、適用事業、手続き等について規定
- 4) 水質汚濁管理政令(1999)
水質の管理、排水規制等について規定
- 5) 固形廃棄物管理政令(1999)

適正な固形廃棄物の排出等に関して規定

6) 保護区の創設及び指定に関する政令(2008)

保護すべき地域及びその設定、管理、責務等について規定

7) 大気汚染及び騒音公害管理政令(2000)

大気質（環境、排出）、騒音・振動について規定

8) 水資源管理法(2007)

水資源管理、管理担当省等を規定。22条により公共用水への排水を規制

(2) 公共用水域の水質基準

公共用水域の水質基準は MOE から 1999 年に発令された Sub-Decree on Water Pollution Control に記されている。

表 2.8 生物多様性保全のための公共用水域の水質環境基準

1- River

No	Parameter	Unit	Standard Value
1	pH	mg/l	6.5 – 8.5
2	BOD ₅	mg/l	1 – 10
3	Suspended Solid	mg/l	25 – 100
4	Dissolved Oxygen	mg/l	2.0 - 7.5
5	Coli form	MPN/100ml	< 5000

2- Lakes and Reservoirs

No	Parameter	Unit	Standard Value
1	pH	mg/l	6.5 – 8.5
2	COD	mg/l	1 – 8
3	Suspended Solid	mg/l	1 – 15
4	Dissolved Oxygen	mg/l	2.0 - 7.5
5	Coli form	MPN/100ml	< 1000
6	Total Nitrogen	mg/l	1.0 – 0.6
7	Total Phosphorus	mg/l	0.005 – 0.05

3- Coastal water

No	Parameter	Unit	Standard Value
1	pH	mg/l	7.0 – 8.3
2	COD	mg/l	2 – 8
4	Dissolved Oxygen	mg/l	2 - 7.5
5	Coli form	MPN/100ml	< 1000
5	Oil content	mg/l	0
6	Total Nitrogen	mg/l	1– 1.0
7	Total Phosphorus	mg/l	0.02 – 0.09

出典：Sub-Decree on Water Pollution Control, Annex4

表 2.9 人の健康保護のための公共用水域の水質環境基準

No	Parameter	Unit	Standard Value
1	Carbon tetrachloride	µg/l	< 12
2	Hexachloro-benzene	µg/l	< 0.03
3	DDT	µg/l	< 10
4	Endrin	µg/l	< 0.01
5	Dieldrin	µg/l	< 0.01
6	Aldrin	µg/l	< 0.005
7	Isodrin	µg/l	< 0.005
8	Perchloroethylene	µg/l	< 10
9	Hexachlorobutadiene	µg/l	< 0.1
10	Chloroform	µg/l	< 12
11	1,2 Trichloroethylene	µg/l	< 10
12	Trichloroethylene	µg/l	< 10
13	Trichlorobenzene	µg/l	< 0.4
14	Hexachloroethylene	µg/l	< 0.05
15	Benzene	µg/l	< 10
16	Tetrachloroethylene	µg/l	< 10
17	Cadmium	µg/l	< 1
18	Total mercury	µg/l	< 0.5
19	Organic mercury	µg/l	0
20	Lead	µg/l	< 10
21	Chromium, valent 6	µg/l	< 50
22	Arsenic	µg/l	< 10
23	Selenium	µg/l	< 10
24	Polychlorobiohenyl	µg/l	0
25	Cyanide	µg/l	< 0.005

出典：Sub-Decree on Water Pollution Control, Annex5

(3) 排水基準

公共用水域への排水基準は環境省発令の水質汚濁管理政令（1999年）により定められており、放流先の水域を Protected Public Water Area（保護公共用水域）と Public Water Area（公共用水域）の2種類に分けて、それぞれの排水基準を定めている。下水処理場からの処理放流水にもこの排水基準が適用される。今回の対象都市であるバタンバン、シソポン、ポイペトを流下する河川は Public Water Area（公共用水域）に位置付けられている。表 2.10 に排水基準の内の主要な水質項目を抜粋して示す。表中には参考として日本、および近隣国のベトナムの処理放流水質に関わる基準値を合わせて示している。

表 2.10 排水基準

No.	Item	Unit	Protected Public Water Area	Public Water Area and Sewers	<参考> 日本	<参考> ベトナム
2	pH		6 - 9	5 - 9	5.8-8.6	6-9
3	BOD5 (5 days at 20°C)	mg/l	< 30	< 80	< 15	10-30
4	COD	mg/l	< 50	< 100	-	-
5	Total Suspended Solids	mg/l	< 50	< 80	< 40	10-30
10	Nitrate (NO3)	mg/l	< 10	< 20	< 20	15-30
15	Phosphate (PO4)	mg/l	< 3.0	< 6.0	< 3	5-12
35	DO	mg/l	> 2.0	> 1.0	-	-

出典：Sub-Decree on Water Pollution Control, Annex5、日本：下水道法施行令、ベトナム国：構造基準 TCVN7222:2002

(4) 施設設計基準

道路関連の構造物は MPWT により標準図が出版されており Part2-Road Structure にて道路付帯構造物の一種として暗渠の標準図が示されているが、下水排水/下水処理に関わる施設設計基準や標準図は無い。表 2.11 に標準図の章立てを示す。

表 2.11 道路関連の標準図

Part1-Road	Section 1	Format of Drawing
	Section 2	Road Geometry Design
	Section 3	Road Slope Protection
	Section 4	Road Drainage
	Section 5	Road Traffic Device
	Section 6	Attachment: Sample of Drawing
Part2-Road Structure	Section 1	Pipe Culvert
	Section 2	Box Culvert
	Section 3	Bridge(1)
	Section 4	Bridge(2)
	Section 5	Bridge(3)

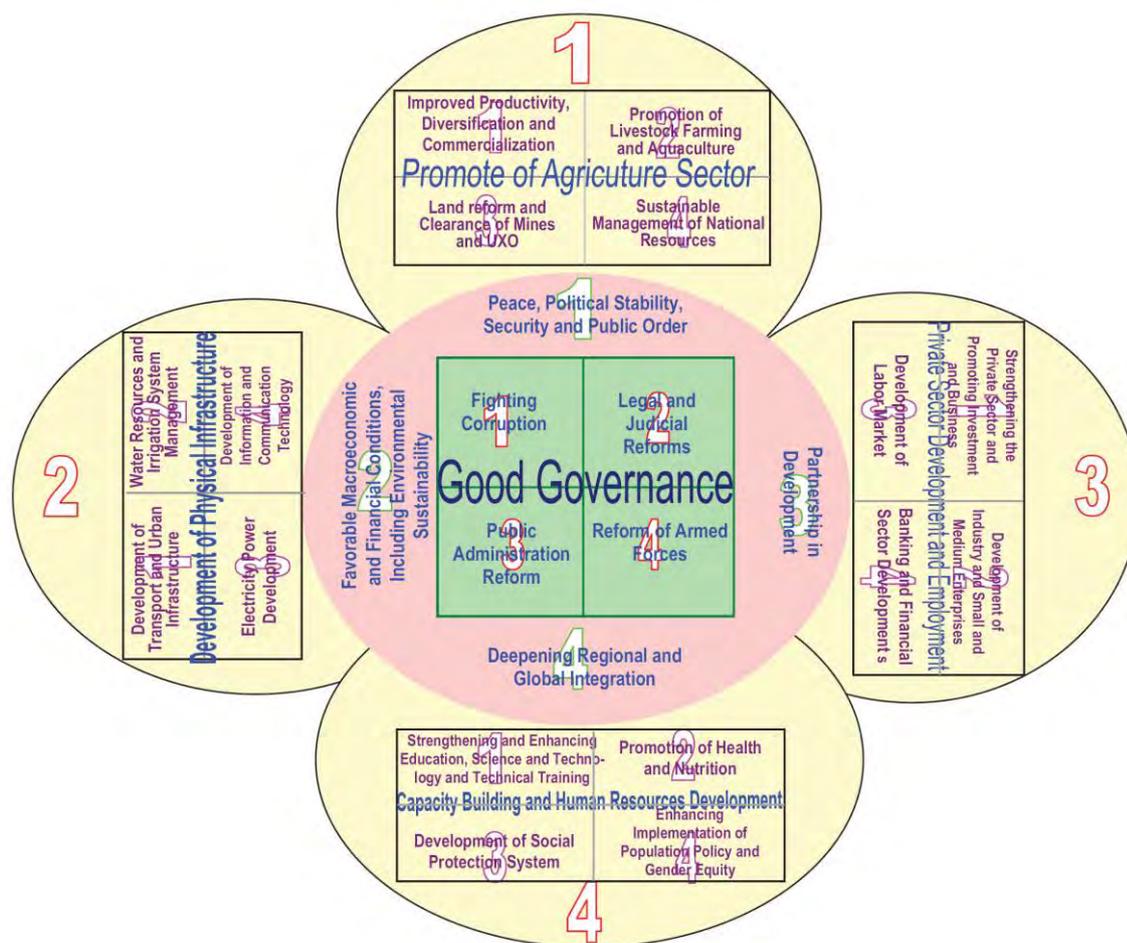
出典) Standard Drawing Aug.2012, MPWT

2-2-2 政策・開発計画の進捗状況と課題

当該セクターにおける国家レベルの開発計画について、以下に記述する。

(1) 四辺形戦略(Rectangular Strategy)

四辺形戦略は国家開発計画の基盤となる国家戦略であり、カンボジア王国で最上位の国家開発戦略文書と位置付けられている。第1次四辺形戦略は、2004年7月の第3次国民議会成立に伴いフン・セン首相により表明された。2008年9月に第1次四辺形戦略の方針を引き継ぎつつ「法の支配」に重点を置いた第2次四辺形戦略が発表された。2013年7月の第5回国議会選挙の結果、第5次国民議会（第4次フン・セン政権）を成立させたフン・セン首相は、第1次及び2次四辺形戦略が成功したことを踏まえ、これらの構成を踏襲しつつ、2013年9月に第3次四辺形戦略を発表した。



出典: Royal Government of Cambodia, “National Strategic Development Plan, 2014-2018”, 17 July 2014 (Translation)

図 2.6 第3次四辺形戦略 (Rectangular Strategy) 模式図

第3次四辺形戦略は、前戦略を引き継いだ形で、第2次四辺形戦略の達成事項と課題を踏まえ、下記の戦略目標を立てている。

- ① 経済基盤を多様化し、年平均経済成長率を7%とする。
- ② カンボジアの競争力を改善、国内外の投資を促進し、より多くの雇用を創出する。
- ③ 人材開発、環境・自然資源の持続的な管理・活用を行い、年間1%以上の貧困削減を達成する。
- ④ 国及び地方レベルにおける制度及びガバナンスを強化し、公共サービスの効果及び効率性を確保する。

これらの戦略目標を達成するための戦略の核をグッド・ガバナンスとし、汚職撲滅、司法制度改革、行財政改革、及び治安機構改革の4つの最重要課題を挙げている。さらに、戦略の最重要開発分野として、①農業分野の強化、②インフラの整備、③民間セクター開発と雇用創出、④能力構築と人材育成、の4つを挙げている。

この、②インフラの整備には、洪水対策と都市インフラの整備が含まれており、都市洪水/雨水排水および下水排水/下水処理セクターは、国の最重要開発分野として位置付けられる。

(2) NSDP(2014-2018) (2014年～2018年の国家戦略開発計画)

2014年9月18日にカンボジア計画省は、2014年から2018年までの国家戦略的開発計画(the National Strategic Development Plan 2014-2018 : NSDP(2014-2018))を発表した。

カンボジアにおいては、従来2001年から2005年までの、第2次社会経済開発計画(SEDPII 2001-2005)及び2003年から2005年までの国家貧困削減戦略(NPRS : National Poverty Reduction Strategy 2003-2005)という2つの国家計画に基づき開発が推進されてきたが、2006年1月、カンボジア政府は四辺形戦略(上記(1)参照)に基づく開発計画を打ち出すため、2006年以降の第三次社会開発計画と次期NPRS(2006-2008)を統合したNSDP(2006-2010年)を策定した。策定されたNSDPは2013年まで延長された。

NSDP(2014-2018)は、カンボジアの国家戦略である「四辺形戦略」を実施するためのアクションプランとして位置付けられている。このため、四辺形戦略に沿った形で、前NSDPの主な達成事項と課題、並びにNSDP(2014-2018)のためのマクロ経済フレームワークについて分析し、2014～2018の期間に優先的に取り組む政策、指標、実施のタイムフレームなどを、グッド・ガバナンス、戦略の実施環境、農業分野の強化、インフラの整備、民間セクター開発と雇用創出、能力構築と人材育成の項目に従って提示している。

この中でも、インフラの整備の優先政策、優先アクションに、洪水対策と都市インフラの整備が含まれており、都市洪水/雨水排水および下水排水/下水処理セクターの開発は、国の開発計画に沿ったものであるといえる。

2-2-3 援助機関の協力内容

他ドナーによる雨水排水・下水排水分野の援助内容は表 2.12、表 2.13 のとおりである。基本的にはシエムリアップ市への雨水排水・下水排水/処理の援助が中心であり、2010 年代より経済回廊に位置する地方都市への援助が開始されている。

今回の調査対象 3 都市を対象とした雨水排水・下水排水分野の援助内容は後の「3-3 ADB による雨水排水・下水排水分野に関わる援助の実施内容・状況」にて詳述する。

表 2.12 他ドナーによる雨水排水・下水排水分野の援助・協力を一覧（カンボジア全体・完了分）

No.	プロジェクト名	機関名	借入額土木工事分	プロジェクト対象地区	終了年次
1	Emergency Rehabilitation Project for Water Supply and Sanitation in Battambang	EU	Grant	バットアンバン 市中心部東地区 200ha	1994
2	Provincial Towns Improvement Project, (Part C: Wastewater Management System, and Part D: Local Governance and Resource Mobilization, in Sihanoukville	ADB	USD 11.19M	シアヌークビルの幹線管きよ整備 221.5ha (個別接続 3344 世帯含む)、下水処理場整備。	2007
3	Mekong Tourism Development Project, Part A1: Siem Reap Wastewater Management System	ADB	USD 14.37M	シエムリアップの幹線管きよ整備 264ha、下水処理場整備。	2009
4	Siem Reap Urban Development Project Drainage & Wastewater Master Plan Study, Priority Works	AFD	Grant	シエムリアップ東部の雨水排水整備。	2009
5	Siem Reap Sewerage System and Improvement of Siem Reap River	Korea EDCF	USD 26M	シエムリアップ市における排水管整備、合計 1,083ha (東部 397ha、西部 686ha)、中継ポンプ場整備。	2014

出典：HP

表 2.13 他ドナーによる雨水排水・下水排水分野の援助・協力を一覧（カンボジア全体・継続分）

No.	プロジェクト名	機関名	借入額	プロジェクト対象地区、事業コンポーネント	終了年次
6	Greater Mekong Subregion Southern Economic Corridor Towns Development (GMS)	ADB	USD 42M (Grant USD5.9 M)	バットアンバンの下水処理場、洪水防御。 ポイペトの下水処理場、廃棄物処理場。 ネアックルンの洪水防御。 バベットの道路。 (バットアンバン、ポイペトについての詳細は後述)	2018
7	Integrated Urban Environmental Management in the Tonle Sap Basin	ADB	USD 52M	プルサットの排水・堤防護岸、廃棄物処理場。 コンポンチュナンの洪水防御、廃棄物処理場。	2021
8	Second Greater Mekong Subregion Corridor Towns Development (GMS)	ADB	USD 38M	カンポットの下水処理場および管きよ、廃棄物処分場および雨水幹線。 シアヌークビルの廃棄物処分場の改良、雨水幹線整備。	2020
9	Provincial Water Supply & Sanitation Project (PWSSP)	ADB	USD 30M	シエムリアップの下水幹線布設替え。 バットアンバンの下水処理場、上水道給水区域拡張 コンポンチャムの腐敗槽汚泥処理施設、上水道給水区域拡張	2022

出典：HP

第3章 対象3都市に関する情報収集・確認調査結果

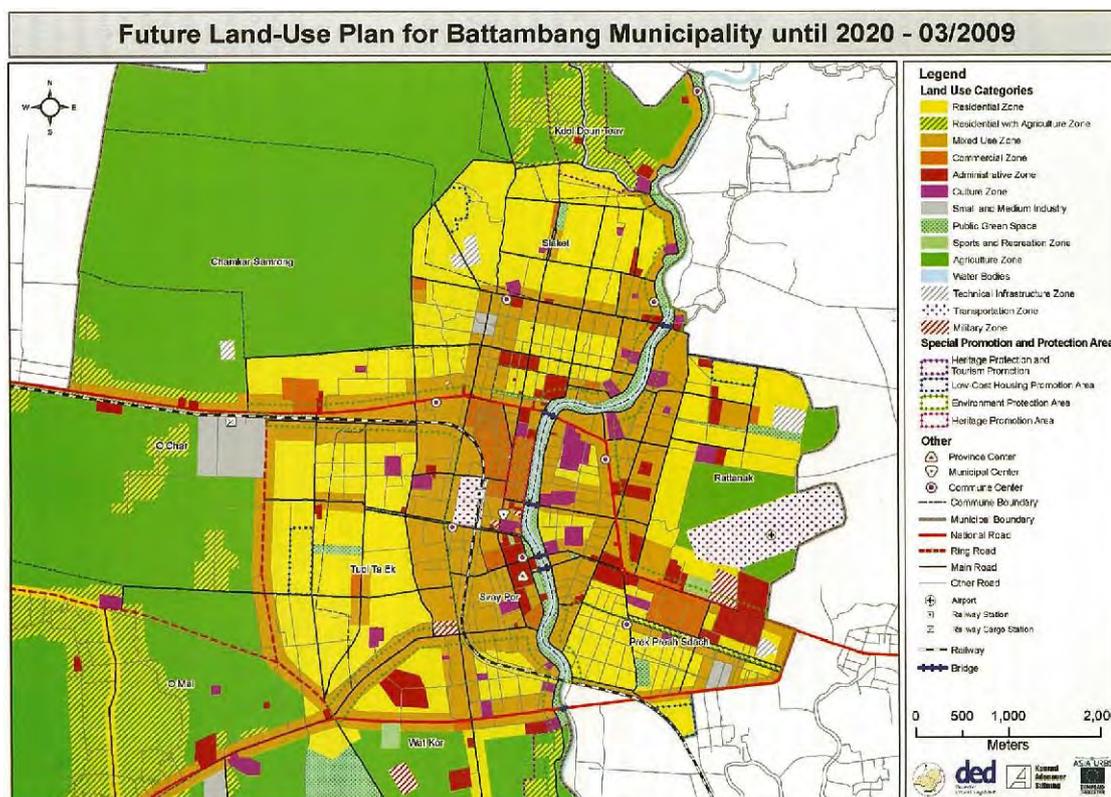
3-1 対象3都市の現状

3-1-1 都市計画

(1) バッタバンバン市

バッタンバン市における土地利用都市計画(MP)は GIZ の援助を受けて作成されており、2009年3月に策定・公表されている。同MPには現況の土地利用図を含め、将来年次を2020年に定めて、将来人口や将来土地利用計画(図3.1)を示している。

市の公共インフラに関わる目標も示されており、公共事業運輸分野では雨水排水・下水排水/下水処理についてのサービスの維持向上、既存処理場の改善、などが戦略目標として挙げられている。なお、雨水排水・下水排水に対する具体的な整備計画は記載されていない。



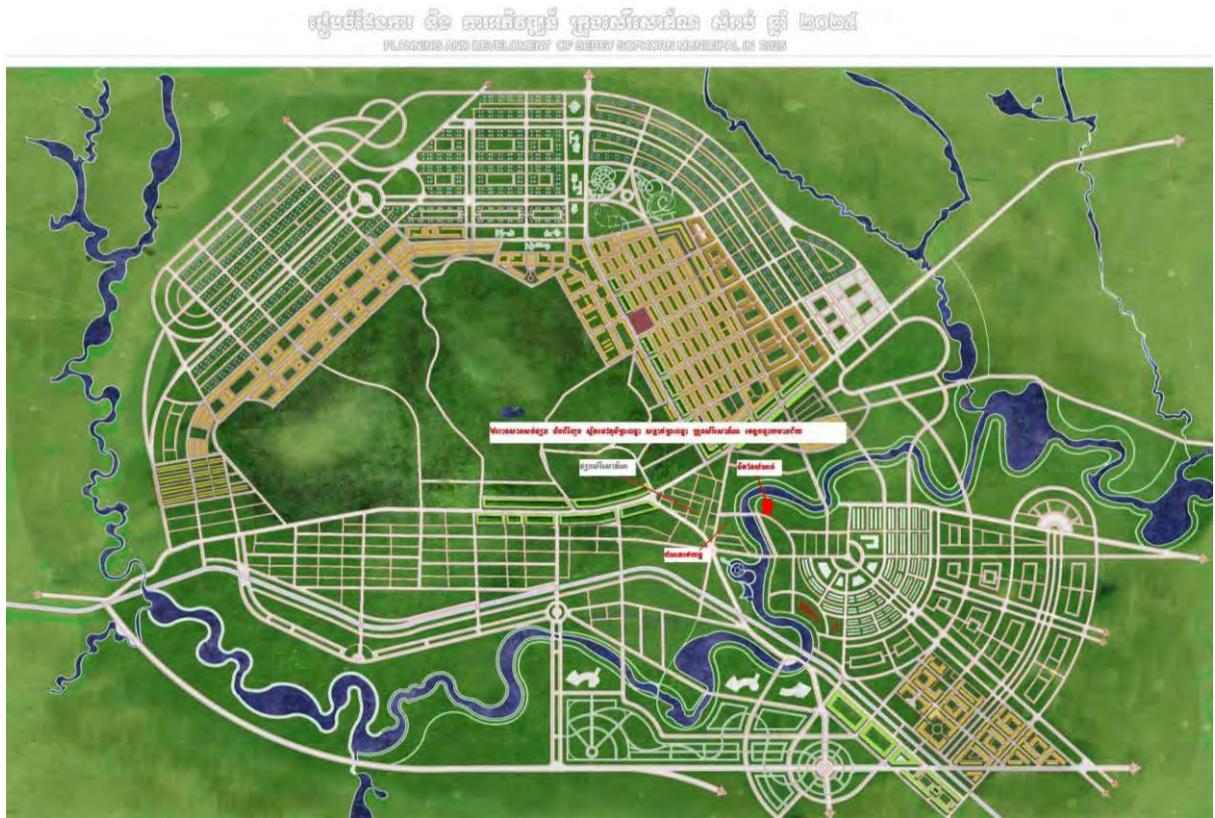
出典：Technical Report on the Land Use Master Plan for Battambang Municipality

図 3.1 土地利用計画図 2020 年

(2) シソポン市

シソポン市は図 3.2 に示す土地利用計画図は DPWT により作成済みであるが、将来人口等を記した計画書は存在せず、雨水排水・下水排水に関する具体的な整備計画もない。現況の中心市街地から北西部およびセレイソフォン川右岸の開発計画が窺えるが、本調査で想

定する協力は市街地中心部を対象とするため、これらの開発計画には影響を受けない。



出典：DPWT BMC 提供資料

図 3.2 シソポン市土地利用計画図

3-1-2 河川の整備状況

(1) 河川堤防の構造について

河川の堤防の構造は「掘込構造」と「築堤構造」に大別できる。下図の右側の堤防形式を掘込構造、左側を築堤構造と呼ぶ。また、水が流れる水路部分を「堤外地」、堤防によって守られている土地を「堤内地」と呼ぶ。

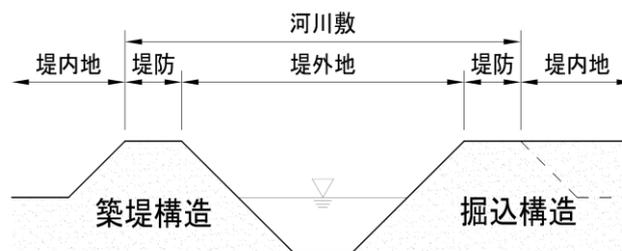


図 3.3 河川堤防の構造

「築堤構造」の河川では、洪水が堤防を越流した場合、堤内側で洗堀を受けて、堤防が決壊し、大きな災害が発生する危険性があり、掘込河川に比べて冠水時間が長くなる。「掘込構造」の河川では、平均して堤内地盤高が計画高水位より高い「掘込河道」となっており、洪水が堤内側に越流しても堤防が決壊することはなく、河川の水位の低下に伴い、冠水も比

較的早く解消される。

本調査の対象都市である、バタンバン市、シソポン市、ポイペト市の近辺を流れる河川は、いずれも「掘込構造」の河川である。したがって、数年に一度発生する外水氾濫から都市を完全に守るための堤防建設等の大規模な洪水対策を行うよりも、排水施設を整備して、外水氾濫や毎年頻繁に発生する内水氾濫による洪水・浸水の早期解消に努め、被害軽減を行うことが有効である。

(2) バタンバン市の河川の状況

バタンバン市の市街地の中央を南北方向にサンカ川が流れている。

サンカ川はトンレサップ川の主要支川の一つであり、バタンバン市内を流れトンレサップ湖北西部へ西側から流入する。サンカ川の流域面積は 6,053km² である。バタンバン市内の既存浄水場の取水施設の直上流の Hen Sen 橋に MOWRAM の水位・流量観測所があり、サンカ川の全体流域面積 6,053km² のうち、同観測所より上流域が占める流域面積は 3,194km² である。



出典：「Map of River Basin in Cambodia」 Department of Hydrology and River Works (DHRW), Ministry of Water Resources and Meteorology (MOWRAM)

図 3.4 調査対象 3 都市とその気近辺を流れる河川の位置

サンカ川は、堤防の構造が掘込構造である掘込河道で、低水路と高水敷の区別がない「単断面」の河川となっている。

サンカ川は基本的に土水路で、護岸等による河岸の被覆は行われていないが、例外的に市街地中心部に位置する、国道5号線がサンカ川を渡る部分に架かる Thmor Meas 橋とその南側の Sor Kheng 橋に挟まれる、延長1kmほどの区間の左右両岸にのみ護岸が整備されている。サンカ川の護岸整備区間の流路幅は約90m、流路高は約9mである。護岸整備は、公園の整備と同時に行われ、該当する区間の両岸には河川沿いに公園が整備されている。

河川の整備目標は設定されておらず、計画断面、計画高水流量、余裕高等の設定もない。また、現状では拡幅等の河道改修の予定もない。

一方、サンカ川上流には多目的ダムが建設中であり、同ダムは6千6百万 m^3 の洪水調節容量を有している。ダムの完成により、サンカ川上流域の降雨による洪水時のピーク流量がカットされ、バタンバン市における洪水被害が軽減されることが期待されている。

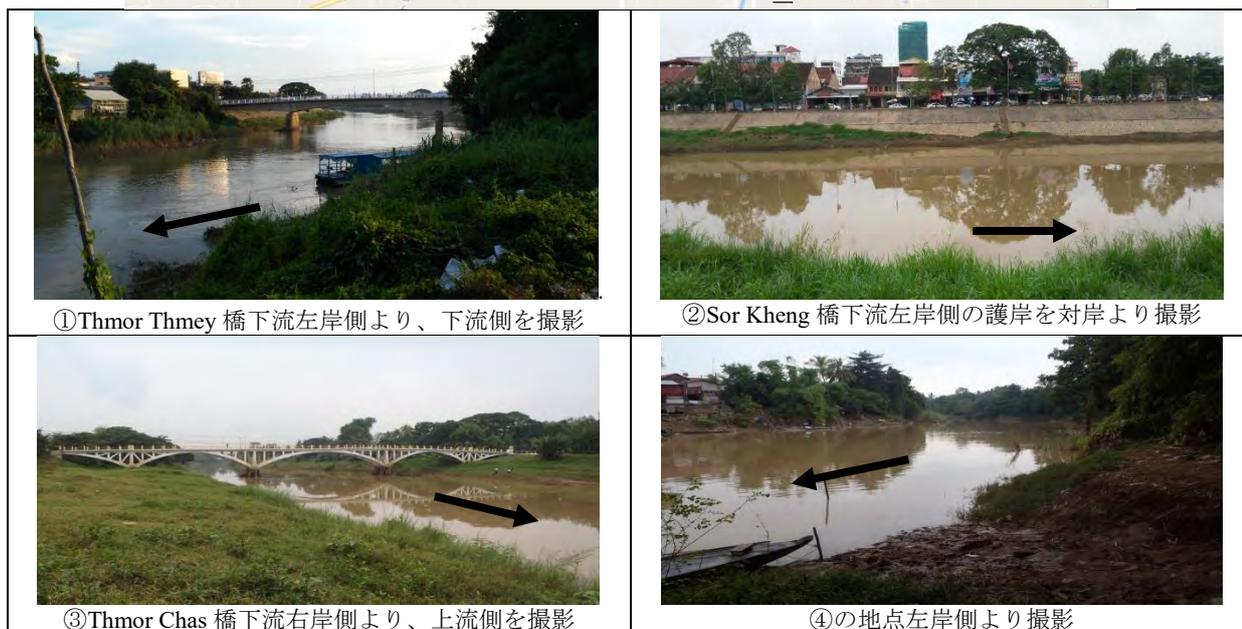
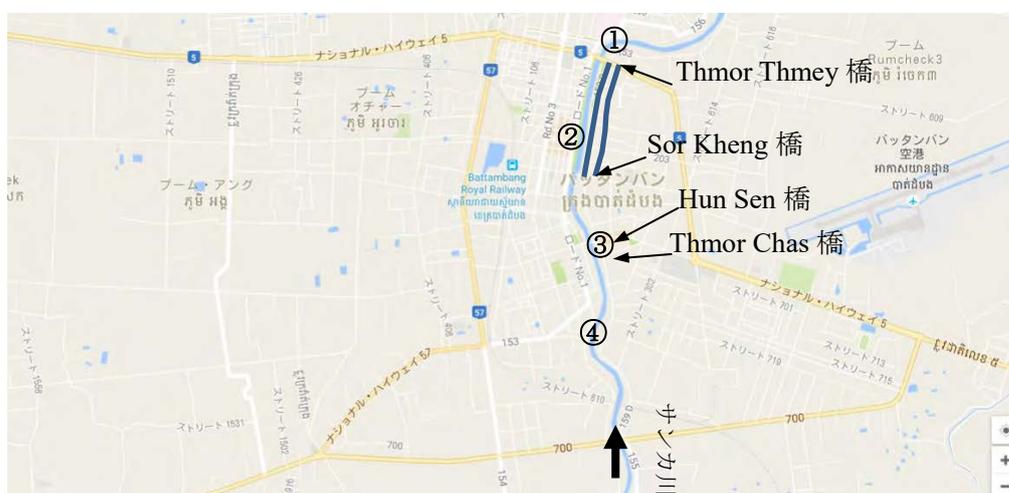


図 3.5 バタンバン市を流れるサンカ川の状況

(3) シソポン市の河川の状況

セレイ・ソポーン川は、東西に広がったシソポン市の市街地の南側を西から東に流れており、市街地の東端で北向きに流れを変えた後、市街地中心部を過ぎた付近から再び東向きに流れを変えている。

セレイ・ソポーン川はトンレサップ川の主要支川の一つであり、シソポン市内を流れた後モンコールボレイ川に合流し、さらにサンカ川に合流した後、トンレサップ湖北西部へ西側から流入する。セレイ・ソポーン川の流域面積は 4,343km² であり、全体流域面積のうち、2,388km² がカンボジア国内に位置している（図 3.4 参照）。シソポンの市街地中心にかかるコンクリート橋の左岸に MOWRAM の水位・流量観測所がある。

セレイ・ソポーン川は、堤防の構造が掘込構造である掘込河道で、低水路と高水敷の区別がない「単断面」の河川となっており、土水路で、護岸等による河岸の被覆は行われていない。

シソポン市周辺におけるセレイ・ソポーン川は、勾配が緩く、河川の流下能力は非常に低いと思われる。

河川の整備目標は設定されておらず、計画断面、計画高水流量、余裕高等の設定もない。また、現状では拡幅等の河道改修の予定もない。

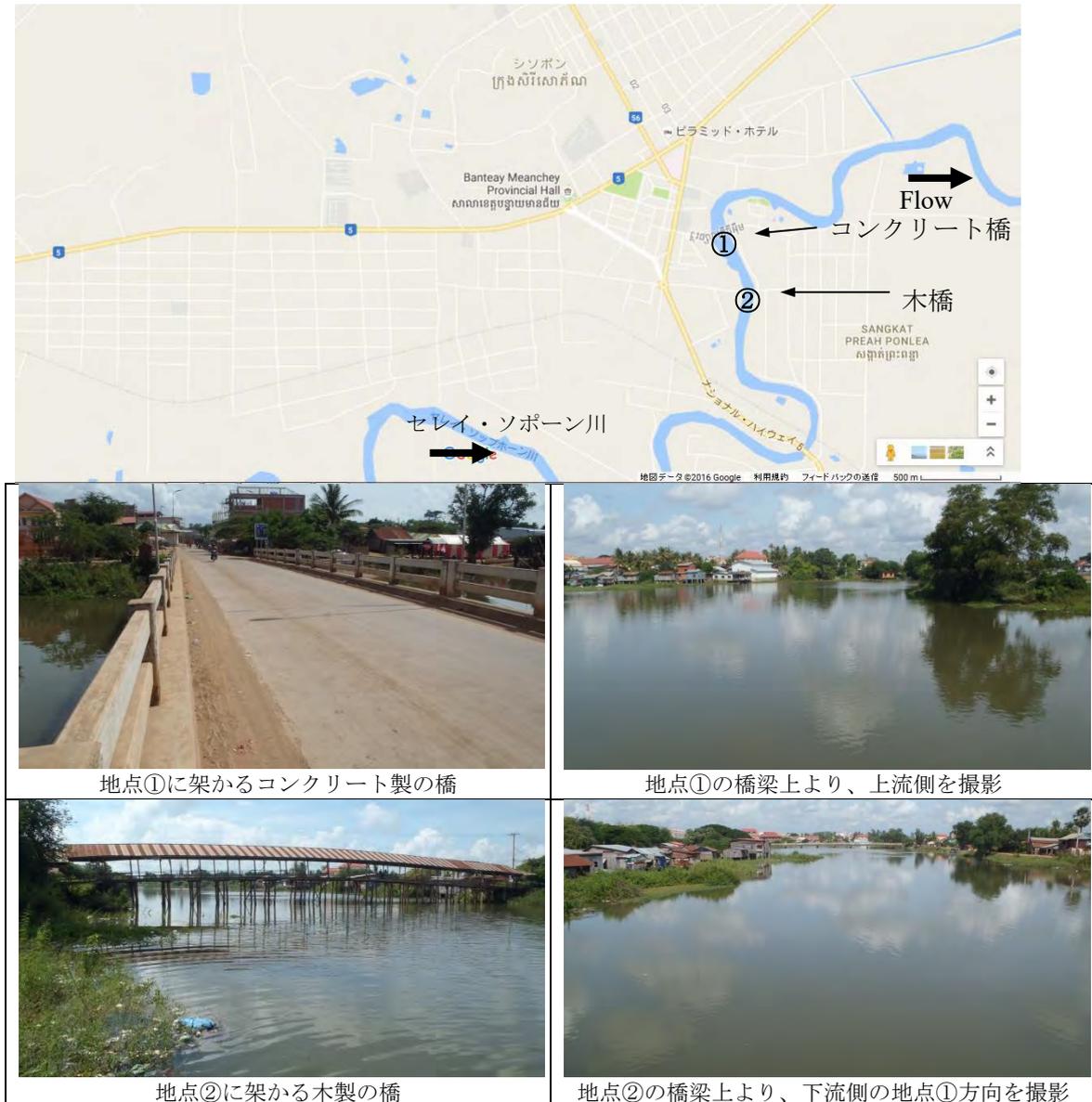


図 3.6 シソポン市を流れるセレイ・ソポン川の状況

(4) ポイペト市の河川の状況

ポイペト市はその北西と南西においてタイ国と接しており、その国境線は河川で構成されている。ポイペト市北西側の国境は、北東方向から南西方向へ流れるオウ・チュラウ川となっており、南西側の国境は、北西のタイ国内からポイペト市街地の南側を通って南東方向へ流れるカイドーン川となっている。(図 3.4 参照)。カイドーン川は、シソポン市の南でモンコールボレイ川に合流し、さらにサンカ川に合流した後、トンレサップ湖北西部へ西側から流入する。

両河川とも、堤防の構造が掘込構造である掘込河道で、低水路と高水敷の区別がない「単断面」の河川となっており、土水路で、護岸等による河岸の被覆は行われていない。

河川の整備目標は設定されておらず、計画断面、計画高水流量、余裕高等の設定もない。

また、現状では拡幅等の河道改修の予定もない。

国境を構成する河川であることから、その両岸には緩衝地帯があり、自然河川の状態になっている。



図 3.7 ポイペト市付近を流れる河川の状況

3-1-3 上水道整備状況

(1) バッタバンバン市

バッタンバン市は公営水道事業であり、下記に示す援助を受けて給水区域や給水量を鋭意拡大している。

- 地方州都 6 都市水道施設改修事業 (ADB : 2000-2006)
- 地方州都における配水管改修及び拡張計画 (JICA : 2010~2013)
- コンポンチャム及びバッタンバン上水道拡張計画 (JICA : 2013~2016)

事業の運営管理は州の工業・手工芸局の水道部が担当している。給水量に関連する各種資料のデータ資料は適切に管理されており、過年度における給水量や給水人口等を纏めて示せば表 3.1 のとおりである。

表 3.1 バッタバン市における過年度の給水実績

項目		2006年	2010年	2013年	2014年	2015年
Annual water supply amount		1,674,433	3,008,749	3,414,393	3,726,846	4,134,726
Ave. daily water supply amount		4,587	8,243	9,355	10,211	11,328
max daily water supply amount		5720	9564	10868	11598	15009
Annual total water consumption		1,145,770	2,366,974	2,738,076	3,187,355	3,681,558
Ave. daily water consumption		3,139	6,485	7,502	8,732	10,086
Domestic	Ave. daily consumption	1,689	4,265	4,801	5,588	6,455
	Ave. daily consumption/ person	71.1	97.2	79.3	91.9	95.8
	No. of connection	4,751	8,524	10,097	10,763	11,432
Business	Ave. daily consumption	1,181	1,240	1,561	1,957	2,421
	No. of connection	180	181	211	223	314
Institution	Ave. daily consumption	264	964	1,140	1,187	1,210
	No. of connection	66	74	74	74	74
Number of connections		4,997	8,779	10,382	11,060	11,820
Population served		23,755	43,900	60,507	60,835	67,374
Revenue water ratio		68.43	78.67	80.19	85.52	89.04
Non-revenue water amount		528,663	641,775	676,317	539,491	453,168
Non-revenue water ratio		31.57	21.33	19.81	14.48	10.96
Rate of loading		80.20	86.19	86.07	88.04	75.47

出典：DIH BTB 水道局

家庭用の水使用量原単位は 100L/人/日未満で推移しているが、バッタンバン市の特徴として観光客が多く、観光客の水利用を含む営業系の水使用について原単位換算すれば 50～60L/人/日と高い数値が確認できる。

なお、コンポンチャム及びバッタンバン上水道拡張計画で定められる計画諸元は、目標年次 2019 年、目標年次の計画給水人口約 127,000（人）、計画給水量 32,200（m³/日）、家庭用水使用量原単位は 120 L/人/日である。

(2) シソポン市、ポイペト市

両市の属するバンテイメンチェイ州には公営水道は無く、すべて民営の水道事業である。これら民営事業の各種資料を州の DIH が管理しており、2015 年における給水量データを示せば表 3.2 のとおりである。DIH へのヒアリングによれば、給水は水道により賄われており、私的に地下水をくみ上げて利用している件数は少ないとの事である。

表 3.2 シソポン市・ポイペト市における 2016 年 10 月の給水実績

Company Name	Place	Intake Capacity (m ³ /hr)	Intake volume (m ³ /month)	Revenue water (m ³ /month)	Non-revenue water (m ³ /month)	No. of Connection	Connection fee (/connection)	Usage fee (R/m ³)
Sun Huort	Serei Sophon	244	136,241	108,409	27,832	9,883	250,000R	1,800
Kok Arn	Poi Pet	No Data	491,082	353,984	137,098	8,580	80USD	1,800 -2,000

出典：DIH BMC

給水実績資料に給水人口が無いいため実績に基づく水使用原単位を算出することはできないが、参考として 1 世帯当たり人口を 4.5 人（センサス 2013 年値）とした場合、シソポン市で 81L/人/日となる。ポイペト市は有収水量に営業系が多く含まれるため、シソポン市と同様に試算すると 287 L/人/日となる。

なお、DIH 職員にヒアリングした結果、将来的な拡張計画等はないとの返答であった。

3-1-4 公共用水域と汚水の水質

(1) 環境省による調査結果

1) 河川水質

環境省により公共用水域の水質測定が行われており、バタンバン市を流下するサンカ川にて採水分析が行われている。採水は市中心部で毎月行われており、採取された試料はプノンペンに持ち帰り MOE により分析されている。表 3.3 に 2015 年におけるサンカ川の水質調査結果を示す。BOD、COD はともに年間を通じて水質環境基準以下である。TN は年間の半分程度は基準を順守できているが、TP は通年で基準値を超過している。BOD、COD、TSS は乾季の水量が少ない時期に各濃度が上昇する傾向がみられるが水量比程の大きな変動は見られず、年間を通じてほぼ一定と判断できる。TN と TP には雨季・乾季による変動は見られない。

表 3.3 サンカ川での河川水質調査結果 (2015 年)

Item	Public Water Quality (mg/L)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Standard
BOD	1.59	1.66	1.39	2.38	1.64	1.84	1.69	1.18	2.98	1.07	0.96	10
COD	2.89	3.24	3.72	4.11	3.26	3.97	4.5	2.36	6.27	2.24	2.42	8
TN	0.91	0.61	1.16	0.11	0.51	0.32	0.27	0.43	0.82	0.33	0.48	0.6
TP	0.31	0.18	0.13	0.09	0.05	0.1	0.06	0.13	0.17	0.07	0.09	0.05
TSS	69	59	82	118	135	69	72	122	82	62	52	100

出典：MOE 提供資料

2) 下水処理施設

環境省では既存下水処理場での流入下水と放流水の水質も測定しており、バタンバン市の既存下水処理場も調査の対象となっている。表 3.4、表 3.5 に流入水および放流水の水質測定結果を示す。バタンバン市の既存下水処理場への流入水は年間を通じて高く、BOD で 130~220mg/L と日本の一般値とほぼ同程度である。処理放流水質は、主ポンプが 2 日に 1 度運転するという維持管理状況で通年の連続運転がなされていないことから、表に示される水質は参考程度と判断する。

表 3.4 バタンバン既存処理場流入水の水質調査結果 (2015 年)

Item	Influent Water Quality (mg/L)										
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov
BOD	130	146	138	208	219	209	189	146	139	139	184
COD	94	118	102	170	184	150	102	86	105	87	104
TN	2.2	2.65	8.7	2.39	2.5	9.47	0.33	3.63	8.99	1.2	1.47
TP	0.41	0.58	1.36	1.45	1.06	2.11	0.06	1.06	1.4	0.13	0.15
TSS	92	80	104	160	183	110	148	126	102	130	169

出典：MOE 提供資料

表 3.5 バタンバン既存処理場放流水の水質調査結果 (2015 年)

Item	Effluent Water Quality (mg/L)											
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Standard
BOD	30	29	38	99	70	56	39	37	32	32	37	80
COD	59	72	88	107	124	67	58	66	74	62	78	100
TN	4.9	5.13	9.08	9.58	9.11	8.45	7.7	5.54	6.31	4.98	6.14	20
TP	1.06	1.07	1.18	2.52	2.68	1.97	1.58	1.1	2.37	1.64	1.39	6
TSS	84	56	48	102	119	98	86	120	88	102	69	120

出典：MOE 提供資料

(2) 簡易水質調査結果

1) 調査概要

簡易水質調査は都市内の地点間の水質の相対差や、都市間での相対差を把握することを目的として実施した。示される COD 値は簡易法であることから誤差も含まれるため参考値と考える。詳細な水質調査は協力準備調査時にて実施されると想定する。簡易水質調査は下記の表 3.6 のとおり実施した。なお、簡易水質調査結果の写真は参考資料に添付する。

表 3.6 簡易水質調査実施日

都市	調査実施日	天候
バタンバン市	2016年11月6・7日	晴れ
シソボン市	2016年11月9日	晴れ

出典：調査団

2) バタンバン市

バタンバン市内における簡易水質調査地点を図 3.8 に、簡易水質調査結果の一覧を図 3.8 に示す。

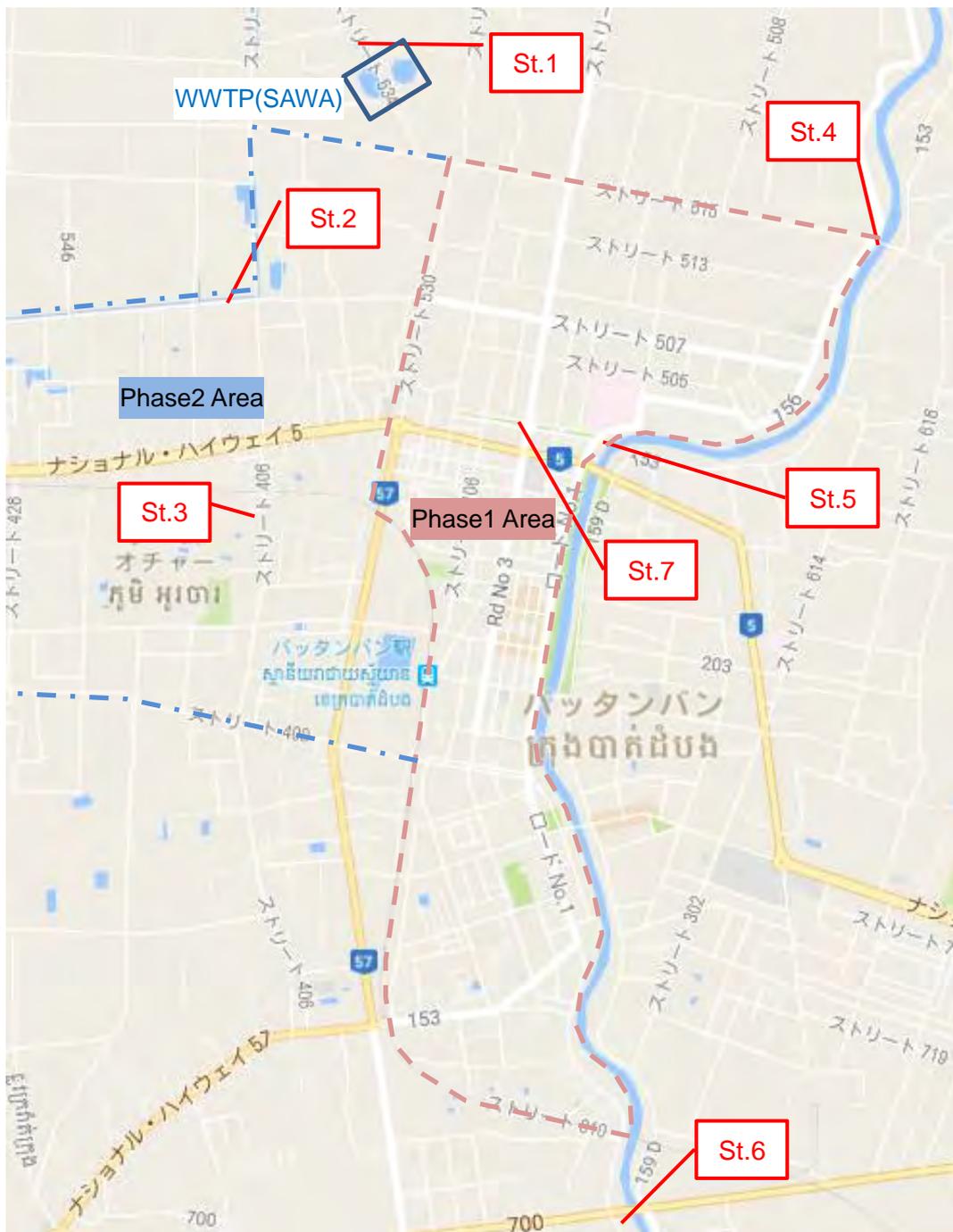
既存排水管路を流下し、既存処理場（SAWA）にて処理されずに北部の田畑へ流出している汚水（St.1）は汚濁が進んでおり、その COD は 100～120ppm と生下水と同程度である。

同程度の水質は、既存排水管路の主要系統である国道 5 号北部（Street 501）を流下する地点（St.7）でも確認でき、この中心市街地の汚水が既存処理場へ流下し、未処理で北部の田畑に放流されている事が確認できる。

家屋密度が低い区域（後掲図 3.21 の Phase2 区域）を流下する排水路の排水（St.2、St.3）は、2 地点とも同程度の水質であることが確認でき、COD は共に 20～30ppm であった。Phase2 区域は家屋の密度が低いことに加えて、勾配の無い既存排水路を滞留しながら流下している事が要因と考えられる。

総じて、市中心部の汚水による汚濁負荷が北部田畑へ未処理放流されており放流地先の公衆衛生の悪化を引き起こしている。健康被害などに関わる情報は確認されないものの、市中心部である Phase1 区域の適切な汚水収集・処理がバタンバン市の汚水処理の重要な課題として挙げられる。

なお、サンカ川の水質について、上下流（St.4、St.6）で確認したが明確な差異は確認されなかった。留意事項として、調査日は雨季のためサンカ川の流量が多く、サンカ川の水質は未処理汚水の混入有無に影響を受けない点が予測される。



Phase1、Phase2 区域は ADB による設定(後掲図 3.21 参照)

出典：調査団

図 3.8 バッタバン市における簡易水質調査地点

表 3.7 簡易水質調査結果一覧 (バッタンバン市)

測定地点	COD (ppm)	地点概要	測定地点	COD (ppm)	地点概要
St.1	100~120	処理場北部の未処理放流	St.5	30~50	未処理放流汚水
St.2	20~30	Phase2 区域排水路	St.6	10	サンカ川上流
St.3	20~30	Phase2 区域排水路	St.7	100~120	ゲート室内部
St.4	10	サンカ川下流			

出典：調査団

3) シソポン市

シソポン市内における簡易水質調査地点を図 3.9 に、簡易水質調査結果の一覧を表 3.8 に示す。

シソポン市中心部を流下するセレイソフォン川は清澄で濁度も低く COD も 10ppm であった。但し、調査時期は雨季であり、河川水量が多いことは考慮されるべきで、乾季で水量が少ない時期の水質は今後の調査で確認すべきである。

市中心部の Old Bus Station に集まる汚水の流入先となる下水沈殿水路では COD50ppm 程度が確認された。COD 濃度としては低いものの生活排水等が多く含まれる汚水が未処理で放流されている事が確認できる。

DPWT へのヒアリングにより汚水が流入していると情報があつた市西部の水路において、セレイソフォン川との合流地点付近では河川水と同程度で COD10ppm であった。調査時は雨季であり河川水位が高く、河川水の水質が卓越すると想定される。河川水の影響が小さいと想定される上流側では COD20ppm 程度である。

また DPWT のヒアリングによれば、2014 年、2015 年のように降雨量が極端に少ない年には、セレイソフォン川の水位がかなり下がり河川水質は悪化するとの事である。河川周辺住民が私的に取水し、生活用水として利用することで、乾季に水因性患者数が増加するとの事であった。

都市間比較として、バタンバン市の中心部汚水を収集する路線 (BTB St.7) や既存処理場下流を流下する水路 (BTB St.1) で採水した汚水は今回調査のうちで最も高い COD を記録しており、シソポン市の下水沈殿水路 (SIS St.2) で採水されたサンプルに比較して 2 倍程度高い濃度であった。これより、高濃度の汚水を処理するという観点で、効率的な汚水処理施設の整備効果が期待できるのがバタンバン市であると考えられる。



出典：調査団

図 3.9 シソポン市における簡易水質調査地点

表 3.8 簡易水質調査結果一覧（シソポン市）

測定地点	COD (ppm)	地点概要	測定地点	COD (ppm)	地点概要
St.1	10	セレイソフォン川上流	St.3	10	セレイソフォン川下流
St.2	50	未処理放流汚水	St.4	20	汚水流入先水路

出典：調査団

3-2 当該セクターの現状および課題（都市洪水/雨水排水、下水排水/下水処理）

3-2-1 実施機関の体制、能力

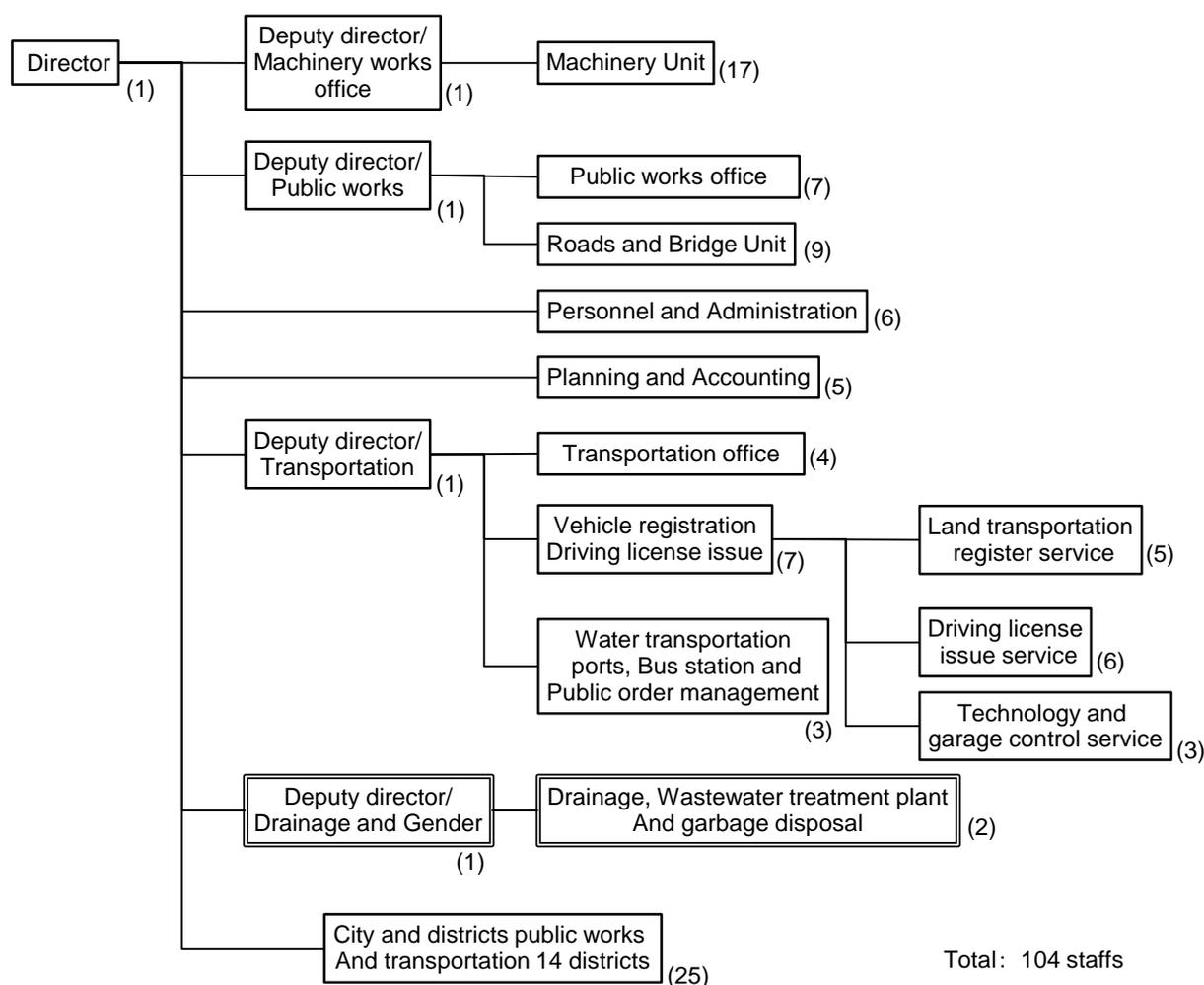
(1) バッタバン州 DPWT

DPWT は雨水排水・下水排水/下水処理のプロジェクトが実施された場合の直接の実施担当部署となると想定される。バッタンバン州 DPWT の現段階での組織図を図 3.10 に示す。

DPWT は局長 (Director)1 名の下に 4 名の副局長 (Deputy Director)がいる。雨水排水・下水排水分野は 1 名の副局長のもとで、2 名のメンバーで構成されており、ヒアリングによれば人員は不足している。

サンカ川右岸（東側）にて ADB の雨水・下水排水/下水処理のプロジェクト（GMS）が実施されれば、DPWT と市の職員から人員を配置して PIU が形成される予定とされており、DPWT からは雨水排水・下水処理チーム総員に加え、他課からの人員を補充する。

現状における維持管理は排水管路・排水路の清掃が主であり、ヒアリングによれば人力にて清掃を実施している。計画的な清掃を行っておらず、また、高圧洗浄車、汚泥吸引車を用いた機械清掃を実施していないことから、効率的・効果的な管路施設の維持管理・清掃を今後行うには関連事項を含めた能力を向上させる必要がある。



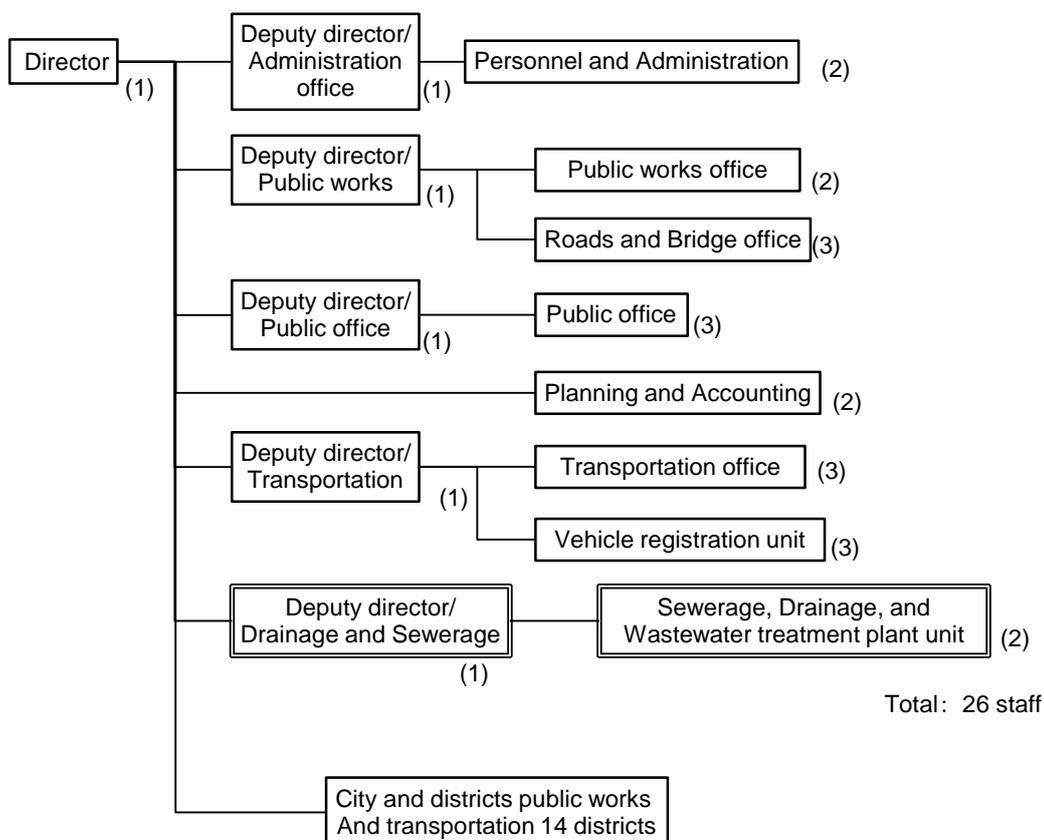
出典：DPWT BTB

図 3.10 バッタバン州 DPWT の組織図

(2) バンテイメンチェイ州 DPWT

現段階におけるバンテイメンチェイの組織図を図 3.11 に示す。雨水排水・下水処理ユニットの人員は副局長を含めて 3 名であり、バッタンバン州と同様に人員は不足している。

現状の維持管理の状況もバタンバン市と同様であり、人力による管路施設の清掃が主な作業であり、機械清掃を実施するには能力開発が必要となる。



出典：DPWT BMC

図 3.11 バンテイメンチェイ州 DPWT の組織図

(3) シェムリアップ DPWT

シェムリアップは今回の調査対象都市ではないが、既存の下水処理場を運用しており、人員体制などの情報を収集するために訪問・ヒアリングを行った。シェムリアップの下水道システムの概要は表 3.9 に示すとおりであり、ヒアリングによる運転実績（処理性能）は十分高いレベルであり、適切な維持管理が継続されている。

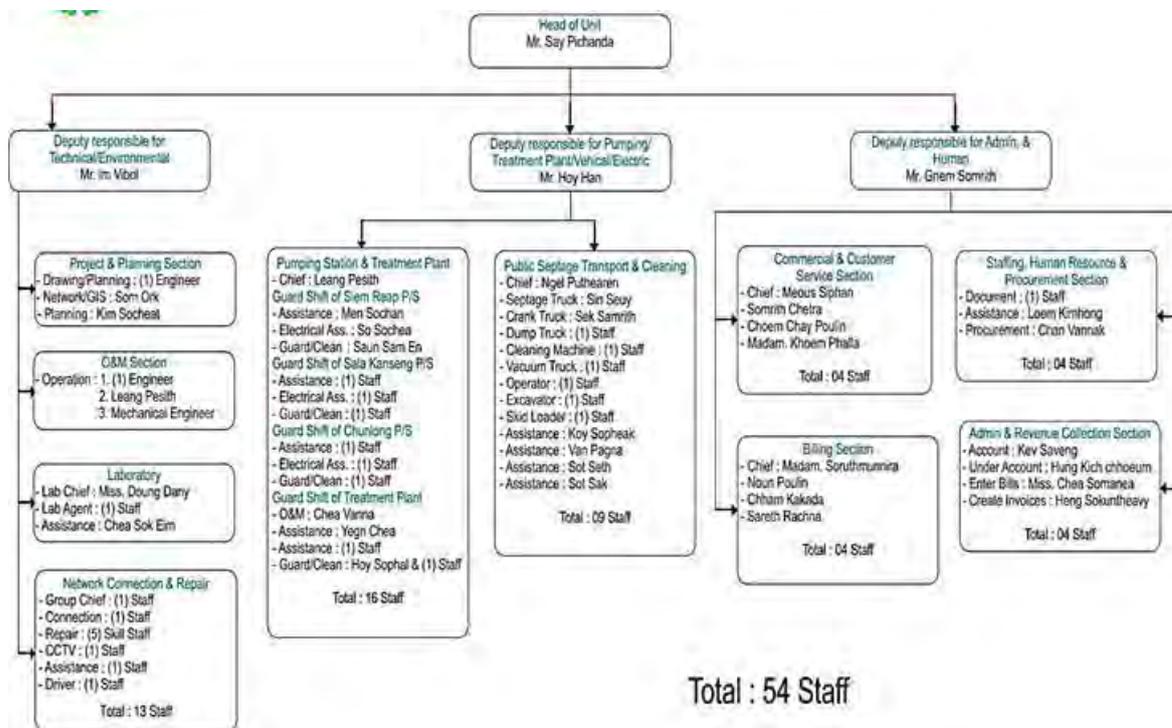
表 3.9 シェムリアップ下水道システムの概要

項目	数値	備考
管きょ延長 (m)	21,761	φ 150～700mm、uPVC・GRP
中継ポンプ場 (m ³ /日)	42,562	
処理場揚水ポンプ (m ³ /日)	13,824	
下水処理能力 (m ³ /日)	8,000	嫌気性安定化池
供用開始年	2010	

出典：SRSWTPU

DPWT の一部の組織として下水排水/下水処理を担当するユニット SRSWTPU (Siem Reap Sewerage and Wastewater Treatment Plant Unit) が設立されており、DPWT の職員で 15 名、パートタイマー職員を含めると総勢 54 人が在籍し、下水道システムの維持管理に努めている。維持管理が容易な嫌気性安定化池を採用していても 15 名の DPWT 職員が参画していること

からも、バタンバン・シソポンにて下水道システムを新規に立ち上げるには、同様の人員の確保・教育が必要となる。



出典：SRSWTPU

図 3.12 シェムリアップにおける下水排水/下水処理ユニットの組織図

3-2-2 洪水、内水氾濫、洪水／浸水被害の発生状況

(1) 外水氾濫と内水氾濫

河川の堤防を境界として、河川側の水を外水、居住地側の水を内水といい、洪水や浸水の発生原因には、大きく分けて外水氾濫と内水氾濫の2種類がある。

外水氾濫は、河川の水位が上昇し、河川の水が堤防などの外へとあふれ出ることにより発生する水害である。外水氾濫の特徴は、大量の水がかなりの流速を持って短時間に市街地へと流れ込み、住宅や住民に与える被害の程度が大きいこと、また、流れ込んでくる水が土砂を含み、洪水後も土砂や汚泥が堆積するため、復旧に時間がかかることが挙げられる。

内水氾濫は、市街地に降った雨の量とその都市の排水処理能力を超え、市街地での浸水被害が発生する水害である。通常、内水は雨水排水管やポンプ施設によって河川へと排水されるが、施設の排水能力が降雨量よりも小さかったり、外水（河川）の水位が上昇して計画通りの排水ができなかったりすると、内水が滞留し、建物や土地、道路などが浸水してしまう。カンボジアの内水氾濫は、雨季の河川水位が高い時期に、局地的な豪雨（スコール）により発生するのが特徴である。

本調査の対象都市である、バタンバン市、シソポン市、ポイペト市はいずれも河川沿い

に成立しており、数年から数十年に一度発生する外水氾濫と、ほぼ毎年発生する内水氾濫の両方が発生する。

(2) バッタバン市における洪水／浸水被害の発生状況

1) バッタバン市における外水氾濫発生状況

バッタンバン市の政府機関（州庁、DPWT、DOWRAM 等）への聞き取りによると、バッタンバン市における外水氾濫には以下の2種類の発生原因があるとのことであった。

① トンレサップ湖からの背水による水位上昇：トンレサップ湖の水位上昇に伴い、トンレサップ湖からサンカ川への逆流現象が発生し、サンカ川の水位が上昇し、堤内地へ氾濫する。この外水氾濫の特徴は、水位上昇の速度が遅い一方で、水位低下にも時間がかかることである。この逆流現象は、トンレサップ川とメコン川の水位変動に伴う現象であることから、毎年発生するものである。

② サンカ川流域の降雨による洪水：バッタンバン市より上流におけるサンカ川の集水面積が3,194km²と大きいいため、上流のタイ国境の山々に降った雨や、支川からの水がサンカ川に集まり、サンカ川の水位が上昇する。この水位上昇が雨季のトンレサップ湖の水位が高い時期に発生すると、低内地への氾濫が発生する。この外水氾濫の特徴は、急激な増水と水位上昇により、短時間で氾濫が発生し、流水による被害が発生することである。

聞き取りでは、「外水氾濫は、2000年、2011年および2013年に発生しており、市内全域で浸水した。2000年の洪水の原因は、トンレサップ湖からの背水であり、2011年および2013年の洪水の原因は、トンレサップ湖からの背水とサンカ川流域降雨の両方が同時発生したことが原因であった。これらの洪水時には、深さ40cm～100cm程度の浸水が1週間程度続いた。」とのことであった。



図 3.13 2013年雨季のサンカ川の水位状況

MOWRAM および DOWRAM から入手した、バッタンバン市におけるサンカ川の水位観測記録に基づき、1997年から2015年までの月毎の最高水位、平均水位、最低水位をまとめたグラフを次図に示す。

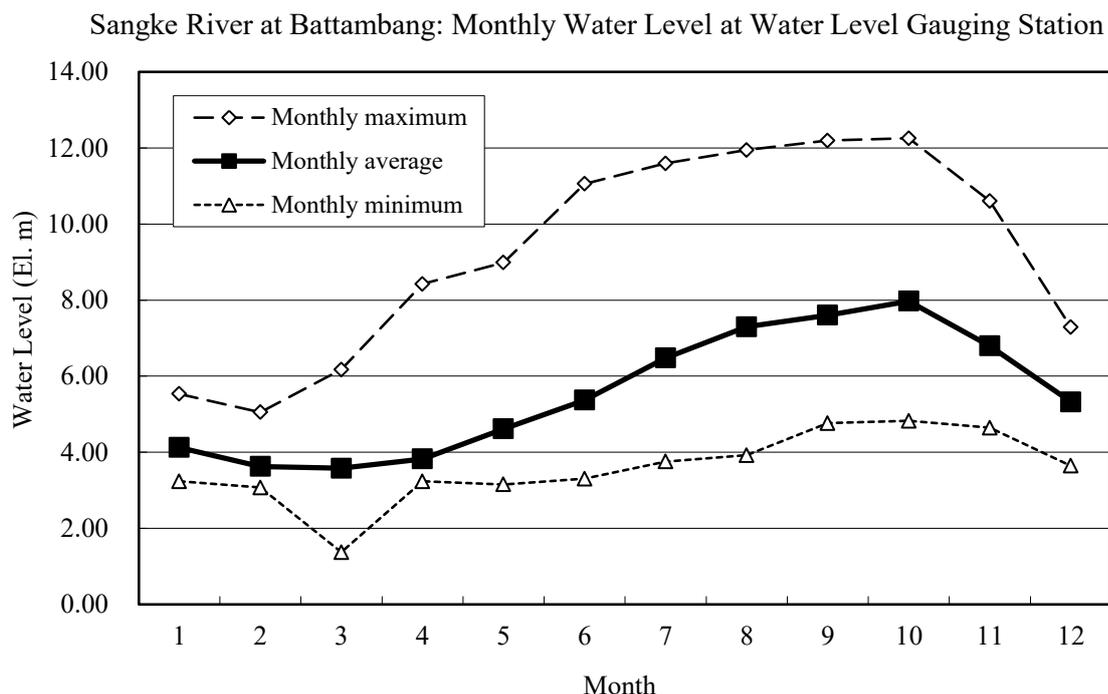


図 3.14 バッタバン市におけるサンカ川の水位変動

水位観測記録によると、過去にサンカ川の水位が EL.12m を越えたのは、2011 年 (EL.12.19m) および 2013 年 (EL.12.25m : 1997 年以降の最高水位) のみである。それ以外の年では水位が EL.11m 台に達しても外水氾濫が発生したとの記録がないことから、サンカ川の水位が EL.12m を越えると外水氾濫が発生すると判断できる。

トンレサップ湖の水位は EL.2m~EL.10m の範囲で変動しており、上記のグラフにおける月平均水位の変動は、トンレサップ湖の水位変動に連動した水位であるといえる。トンレサップ湖からの背水によって上昇した水位は、外水氾濫の発生年で EL.8~9m であり、この水位が直接的に外水氾濫を引き起こすことはない。月平均水位のピークと月最高水位のピークの差が 4m と比較的大きいことから、サンカ川流域の降雨による河川水位の変動幅が大きいことがわかる。

次に、バッタンバン市におけるサンカ川の水位観測記録に基づき、過去に EL.12m 近くまで河川水位が上昇した年における、洪水期 (8 月~10 月) の河川水位の日変化を示したグラフを次図に示す。

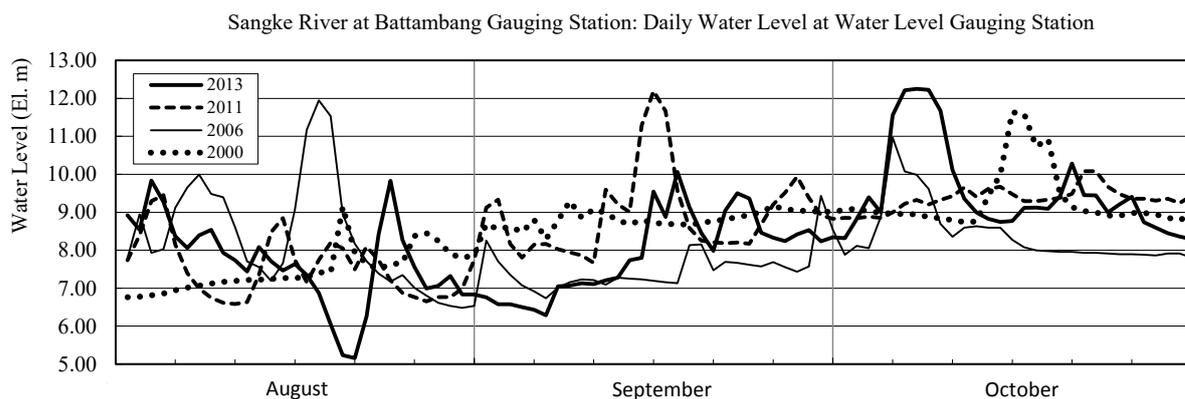


図 3.15 洪水期におけるサンカ川の水位の日変動

グラフから、水位が短期間で変動していることがわかる。外水氾濫を引き起こすような (EL.12m に達するような) レベルの河川水位になる水位上昇は 1~2 日で発生し、その水位の継続期間は 1~2 日間 (2013 年は、5 日間) で、その後 1~2 日間で水位低下することがわかる。そのような水位上昇は常時の河川水位に関係なく発生し、短時間で水位が上下し、ピークの継続時間が短いことから、これらの外水氾濫は直接的にはサンカ川流域の降雨による洪水が上流から流下してきたことによって引き起こされていると判断できる。

したがって、聞き取り調査では、バタンバン市では外水氾濫の発生原因として「①トンレサップ湖からの背水による水位上昇」と、「②サンカ川流域の降雨による洪水」の 2 つが挙げられたが、水位データに基づく考察によると、バタンバン市における外水氾濫の発生原因は「②サンカ川流域の降雨による洪水」であると判断できる。

外水氾濫による被害を防ぐためには、河川改修 (堤防、拡幅、浚渫)、輪中堤の整備、洪水調節ダムの建設、遊水池の建設、等が考えられるが、現在のバタンバンで毎年発生している洪水/浸水被害は、排水施設の機能不全、能力不足が原因であり、排水施設の改善が優先事項となる。また、サンカ川のバタンバン市を流れる区間は掘込河道であるので、排水施設が改善されれば、外水氾濫による洪水は河川の水位低下に伴い解消すると考えられる。

サンカ川上流には多目的ダムが建設中であり、同ダムは 6 千 6 百万 m^3 の洪水調節容量を有している。ダムの完成に伴い、サンカ川上流域の降雨による洪水のピーク時の流量カットが可能となることから、今後、バタンバン市における外水氾濫の発生頻度は軽減されることが期待できる。

2) バタンバン市における内水氾濫発生状況

バタンバン市の政府機関 (州庁、DPWT、DOWRAM 等) への聞き取りの結果、洪水/浸水は、雨季のサンカ川の水位が高い時期に、降雨により発生しており、洪水/浸水頻発エリアは、市街地中心、市南部、市西部であり、その他、局地的な洪水/浸水が発生しているとのことであった。バタンバン市周辺の地形は平坦であるため、局地的な窪地や低地に水が集まり、洪水/浸水が発生する他、都市化の進んだ地域では、雨水の行き場が無くなり、道路が冠水するという洪水/浸水が発生する。

洪水/浸水の発生に伴う被害には、交通阻害、商店の閉鎖、学校の閉鎖、水因性の病気の発生、道路舗装面のダメージ等がある。

表 3.10 バッタバン市における洪水/浸水被害の発生状況

場所	発生頻度	浸水時間	浸水深	想定される原因
市街地中心部(西側)	高強度の降雨発生時	2~4 時間	0.3m~0.8m	内水氾濫
市の南部	年間 1~2 回	7 日~15 日	0.5m~1.0m	内水氾濫
市の西部	年間 1~5 回浸水	2 日~7 日	0.3m~0.8m	内水氾濫

出典：バッタンバン市の政府機関（州庁、DPWT、DOWRAM 等）への聞き取り調査結果

バッタンバン市のサンカ川西側の排水管路はフランス植民地時代に整備され、雨水と下水を区別せずに排水する合流式である。これらの排水管路は、老朽化していることに加え、財政的に不十分なため排水管路の清掃が行われず、管内部の半分以上が土砂やゴミ等の固形物で閉塞しており、十分な排水能力を発揮していない。また、都市開発に伴う適切な排水管路の整備が行われておらず、DPWT は排水管路の適切な計画、設計、施工監理を行うための技術を十分に有しているとは言えない。

これらの現状から、バッタンバン市における内水氾濫による洪水/浸水の発生原因は、排水施設の不足と、既存排水施設の排水不良であると見なせる。

(3) シソポン市における洪水/浸水被害の発生状況

1) シソポン市における外水氾濫発生状況

バンテイメンチェイ州の政府機関（州庁、DPWT、DOWRAM 等）への聞き取りによると、「シソポン市における外水氾濫は、バッタンバン市と同様に、「①トンレサップ湖からの背水による水位上昇」と、「②セレイ・ソポーン川流域の降雨による洪水」の 2 種類が発生原因であるとのことであった

聞き取りでは、「外水氾濫は、2013 年に発生しており、旧バスステーション (Old Bus Station) とサークル (Srey Kroub Lak Circle) 付近で浸水した。2013 年の洪水の原因は、トンレサップ湖からの背水とセレイ・ソポーン川流域降雨の両方が同時発生したことが原因であった。これらの洪水時には、深さ 30cm~60cm 程度の浸水が 1~2 週間程度続いた。」とのことであった。また、溺死の被害例もあるとのことであった。

MOWRAM および DOWRAM から入手した、シソポン市におけるセレイ・ソポーン川の水位観測記録によると、過去にセレイ・ソポーン川の水位が EL.8m を越えたのは、2013 年 (EL.8.04m) のみである。それ以外の年では水位が EL.7m を越えても外水氾濫が発生したとの記録がないことから、セレイ・ソポーン川の水位が EL.8m を越えると外水氾濫が発生すると判断できる。

シソポン市におけるセレイ・ソポーン川の水位観測記録に基づき、2010 年から 2015 年までの月毎の最高水位、平均水位、最低水位をまとめたグラフを次図に示す。

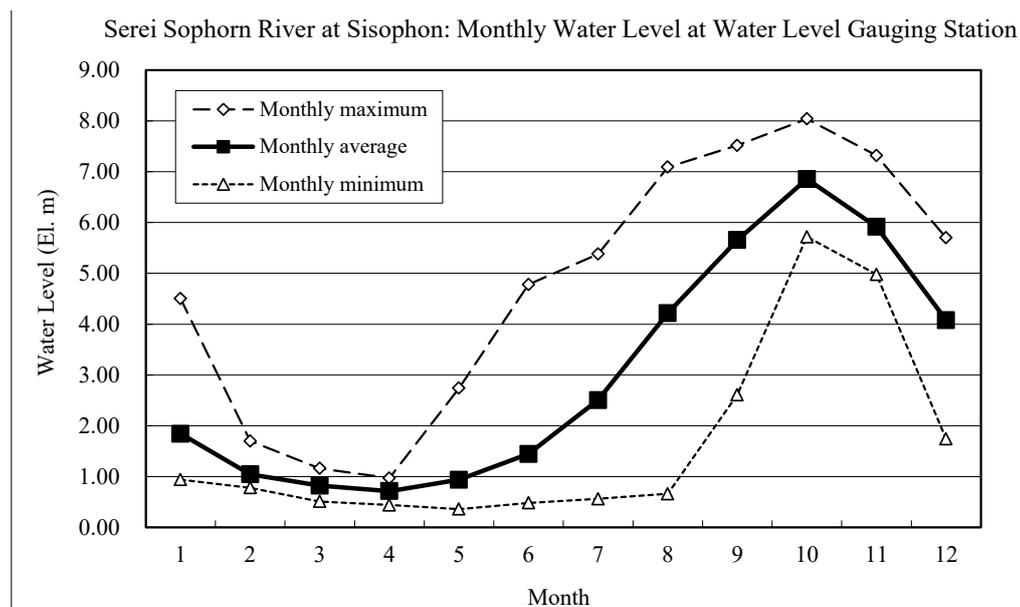


図 3.16 シソポン市におけるセレイ・ソポーン川の水位変動

上記のグラフにおける月平均水位のピーク値が EL.7m であり、外水氾濫が発生すると見込まれる EL.8m との差が 1m と比較的小さい。このことから、河川水位のピーク時に流域で降雨があれば洪水が発生しやすいと推測できる。

また、上記のグラフにおける月平均水位の変動は、トンレサップ湖の水位変動に連動した水位であり、サンカ川よりもトンレサップ湖からの背水による影響を大きく受けていることが確認できる。

次に、シソポン市におけるセレイ・ソポーン川の水位観測記録に基づき、2010 年～2013 年の、洪水期（9 月～11 月）の河川水位の日変化を示したグラフを次図に示す。

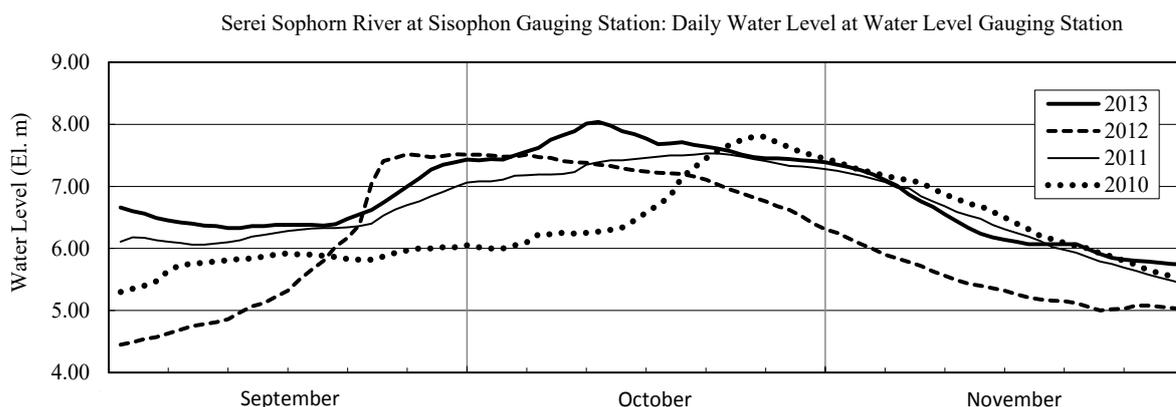


図 3.17 洪水期におけるセレイ・ソポーン川の水位の日変動

グラフから、サンカ川のバタンバン市における水位の日変化と異なり、セレイ・ソポーン川では急激な水位変化はあまり見られない。2013 年の外水氾濫発生時においても 5 日間程の期間をかけて水位変動している。水位の高い時期では、EL.7m を越える期間が 3 週間～1.5 ヶ月間継続しており、洪水が発生しやすい状況に長期間さらされている。

したがって、河川の水位データから推測したシソポン市での外水氾濫の発生原因は、聞き取り調査で得た情報通り、「トンレサップ湖からの背水の影響で河川水位が高くなっている時期に、セレイ・ソポン川流域に高強度の降雨がある」ことであると判断できる。

セレイ・ソポン川のシソポン市を流れる区間は掘込河道であるが、雨季の河川水位と地表面の標高との差が小さいために自然流下では効率的に排水できない。これに加え、現在のシソポンで毎年発生している洪水/浸水被害は、排水施設の機能不全、能力不足が原因である。したがって、シソポン市では、ポンプ場の整備を含めた排水施設の改善が優先事項となる。

2) シソポン市における内水氾濫発生状況

バンテイメンチェイ州の政府機関（州庁、DPWT、DOWRAM 等）への聞き取りの結果、洪水/浸水頻発エリアは、旧バスターミナル周辺全域であり、その他、市の東部、河川沿いでも、局地的な洪水/浸水が発生しているとのことであった。シソポン市周辺の地形は勾配を持っており、旧バスターミナル周辺の地域の標高が最も低く、降雨があると旧バスターミナル周辺の地域に雨水が集まる地形になっているため、その地域で洪水/浸水が頻発することになる。

2009 年から 2013 年までの期間は、毎年雨季の期間中、常時洪水/浸水被害が発生していたが、2014 年と 2015 年はそれほど頻繁には発生していない。

洪水/浸水の発生に伴う被害には、交通阻害、商店の閉鎖、学校の閉鎖、水因性の病気の発生、道路舗装面のダメージ等がある。また、DPWT によると感電死の被害例もあるとのことであった。

表 3.11 シソポン市の旧バスターミナル周辺における洪水/浸水被害の発生状況

降雨強度	発生頻度	浸水時間	浸水深	想定される原因
時間雨量 20mm 程度	20~30 回/年	約 0.5 時間	0.05m~0.10m	内水氾濫
時間雨量 40mm 程度	2~3 回/年	2 時間~3 時間(最大 5 時間)	0.3m~0.8m	内水氾濫

出典：バンテイメンチェイ州の政府機関（州庁、DPWT、DOWRAM 等）への聞き取り調査結果

シソポン市に整備されている排水管は、雨水と下水を区別せずに排水する合流式である。現状における排水管路網の整備レベルは非常に低く、旧バスターミナル周辺には排水管が整備されているが、財政的に不十分なため排水管路の清掃が行われず、管内部の半分以上が土砂やゴミ等の固形物で閉塞しており、十分な排水能力を発揮していない。ポンプ場や雨水の調整池等も整備されていない。従って、シソポン市における洪水/浸水は、雨季の期間中常時発生することになる。

また、都市開発に伴う適切な排水管路の整備が行われておらず、DPWT は排水管路の適切な計画、設計、施工監理を行うための技術を十分に有しているとは言えない。その他の問題として、市街地の周辺部で都市開発のための湿地の埋め立てが進んでおり、今後排水問題が顕在化していくと思われる。

これらの現状から、シソポン市の旧バスターミナル周辺における内水氾濫による洪水/浸

水の発生原因は、水が集まりやすい地形であることと、排水施設の不足、既存排水施設の排水不良であると見なせる。

(4) ポイペト市における洪水／浸水被害の発生状況

1) ポイペト市における外水氾濫発生状況

ポイペト市における外水氾濫は、「カイドーン川流域の降雨による洪水」が発生原因である。バンテイメンチェイ州の政府機関（州庁、DPWT、DOWRAM 等）への聞き取りによると、「外水氾濫は、カイドーン川流域のタイから流れてくる表流水により発生するが、浸水するのは河川沿いのみである。但し、発生した際の水位や被害状況等の記録はなく。外水氾濫の発生頻度等の記録もない。」とのことであった。

ポイペト市周辺を流れ、国境を形成しているオウ・チュラウ川とカイドーン川の水位観測記録は、MOWRAM、DOWRAM のいずれも有しておらず、データそのものが無いと思われる。

2) ポイペト市における内水氾濫発生状況

バンテイメンチェイ州の政府機関（州庁、DPWT、DOWRAM 等）への聞き取りの結果、洪水/浸水頻発エリアは、国道 5 号線の北側の地域であるとのことであった。ポイペト市周辺の地形は北から南へ下がっていく勾配を持っており、降雨があると雨水が北から南へ向けて流れ、それが国道 5 号線で堰き止められて、国道 5 号線の北側で洪水/浸水が頻発することになる。

2009 年から 2013 年までの期間は、毎年雨季の期間中、常時洪水/浸水被害が発生していたが、2014 年と 2015 年はそれほど頻繁には発生していない。

洪水/浸水の発生に伴う被害には、交通阻害、商店の閉鎖、学校の閉鎖、水因性の病気の発生、道路舗装面のダメージ等がある。また、DPWT によると、感電死の被害例もあるとのことであった。

表 3.12 ポイペト市の国道 5 号線の北側における洪水／浸水被害の発生状況

発生年	発生頻度	浸水時間	浸水深	想定される原因
通常年	6~7 回/年	1~2 日	0.30m~0.40m	内水氾濫
2011 年、2013 年	-	2 週間	0.7m~1.0m	内水氾濫

出典：バンテイメンチェイ州の政府機関（州庁、DPWT、DOWRAM 等）への聞き取り調査結果

ポイペト市に整備されている排水管は、雨水と下水を区別せずに排水する合流式である。現状における排水管路網の整備レベルは非常に低く、排水管路は国道沿い以外に整備されていない。都市開発に伴う適切な排水管路の整備が行われておらず、既存の排水路が埋め立てられているケースもある。一部の地域では、民間資金による道路改修に伴い排水管路を埋設しているが、計画的に整備されているものではなく、所有者、維持管理の責任者もあいまいである。

ポンプ場や雨水の調整池等は整備されておらず、既存の排水管は資金不足で清掃が行わ

れず、排水管内部の半分以上が土砂やゴミ等の固形物で閉塞しており、十分な排水能力を發揮していない。従って、ポイペト市における洪水/浸水は、雨季の期間中常時発生することになる。

また、DPWT は排水管路の適切な計画、設計、施工監理を行うための技術を十分に有しているとは言えない。その他の問題として、市街地の周辺部で都市開発のための湿地の埋め立てが進んでおり、今後排水問題が顕在化していくと思われる。

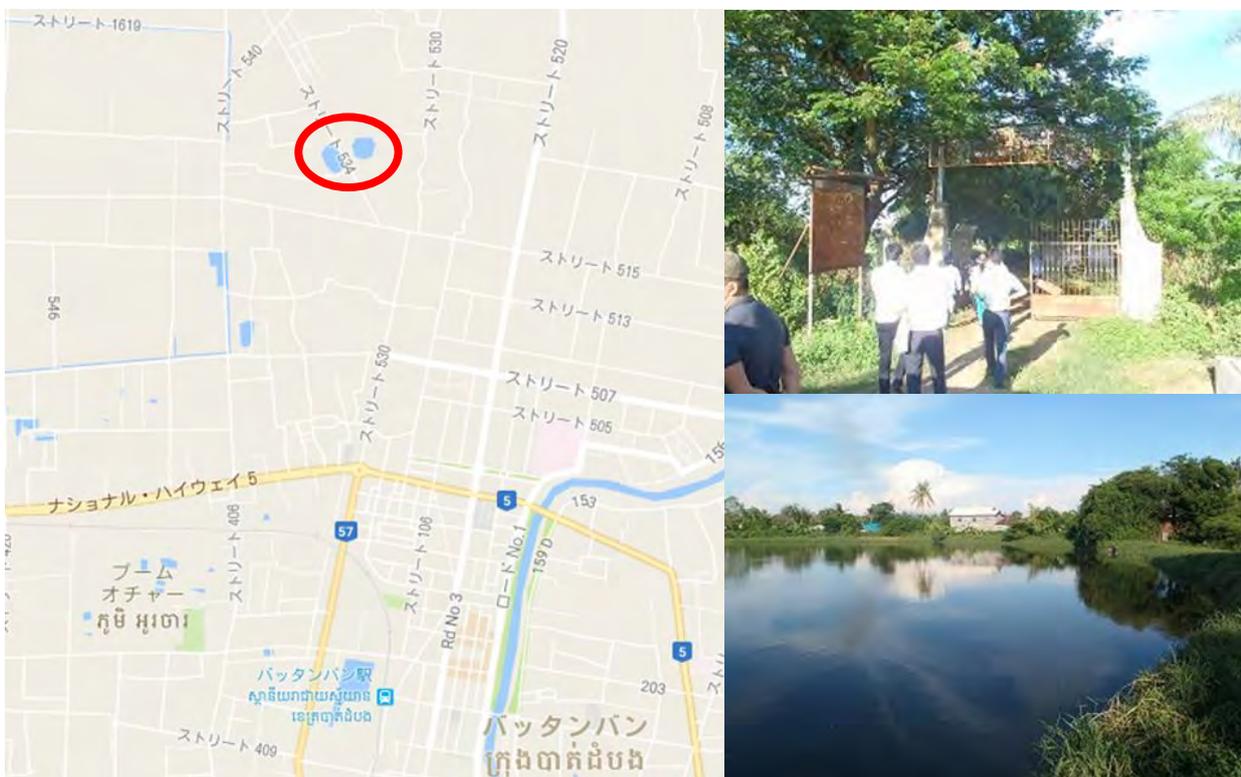
これらの現状から、ポイペト市の内水氾濫による洪水/浸水の発生原因は、水が集まりやすい地形であることと、排水施設の不足、既存排水施設の排水不良であると見なせる。

3-2-3 施設整備状況

(1) バッタバン市既存下水処理場

既存の処理場は 1994 年にオランダの援助機関である SAWA によって整備された。当初の処理能力は 1,000m³/日で、処理法は嫌気性安定化池を採用している。現在は維持管理費用の不足により、二日に一度の頻度で主ポンプを稼働させている程度で、未処理の汚水は北部の田畑へ放流されている。既存処理場の位置等を図 3.18 に示す。

当処理場は、SAWA により下水処理場が建設された後、数年間は委託業者により運転維持管理されていたが、DPWT に運転維持管理が移管された後は十分な維持管理が行われなくなった。原因は、維持管理用の予算不足および人材不足（当時の職員が退職し、その後の担当者が不在となった）である。



出典：調査団

図 3.18 バッタバン市の既存下水処理場

(2) バッタバンバン市既存排水施設

バッタンバン市内の既存排水網は電子データにて図化されており図 3.19 のとおりである。主な管径は 600mm～1500mm であり、合流式排水管路の延長の合計は、41,227m である。サンカ川左岸側は市中心部から既存下水処理場への流れが主要な路線である。国道 5 号北部にサンカ川への吐き口 (φ1500mm) が 1 か所存在し、その上流にはゲート室が設けられている。

バッタンバン市内に雨水排水を目的としたポンプ場はない。

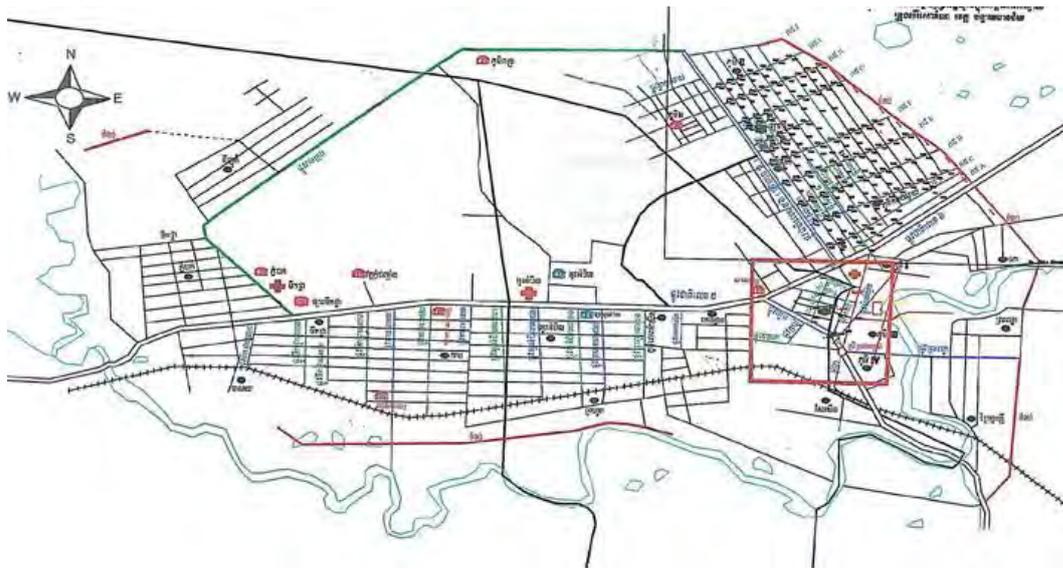


出典：DPWT BTB

図 3.19 バッタバンバン市の既存排水路網

(3) シソポン市既存排水施設

シソポン市の既存排水施設は図 3.20 のとおり DPWT 職員により纏められている。道路下に埋設される管径は主に φ600～1000mm との事であった。地形上、Old Bus Station 周辺がすり鉢状の底部にあたり、周辺の雨水や汚水は既存排水施設を流下して当該地区に収集され、東部のセレイソフォン川に放流される。



出典：DPWT BMC

図 3.20 シソポン市の既存排水路網

(4) 既存排水施設の課題

ヒアリングによればいずれの都市も既存排水管路の多くはその内空高さの 50%程度が土砂で埋まっており、これらを人力による作業で除去しているとの事である。管路内堆積土砂の清掃・除去により、本来の雨水排除能力を十分に活用できるため計画的な清掃の実施が望まれる。

不足する人員・予算への対応も大きな課題であるが、それに加え、清掃を人力により行っている点も大きな課題である。現地の既存排水施設を確認すれば雨水枳の設置間隔はおよそ 20m 程度であり、人力で 20m スパンの暗渠を清掃するのは非常に非効率である。膨大な延長の既存排水網を効率的に清掃するためには高圧洗浄車と汚泥吸引車による機械清掃が非常に有効であることから、これらの機材供与と能力開発を同時並行すれば既存施設の能力を最大限活用することができる。

3-3 ADB による雨水排水・下水排水分野に関わる援助の実施内容・状況

いずれの対象 3 都市においても他ドナー（主に ADB）の援助により、下水排水/下水処理セクターの調査、F/S および Pre-F/S が実施されている（表 2.12）。無償資金協力を想定した協力の方向性を検討するためには、ADB による整備対象区域、整備内容およびスケジュールの確認が必要である。本調査対象 3 都市に関連する近年の調査（Pre-F/S、F/S）を表 3.13 に示す。これまで、バタンバン市、ポイペト市を対象とした調査が行われており、シソポン市に対する調査は開始されたところである。

表 3.13 近年実施されている ADB の調査等の概要

Project Number	Project Type	Year		Project Title	Contents	
		effective	close			
1	46443-001	TA	2014 Jan.	2016 Jun.	TA 8425-REG: Second Greater Mekong Subregion Corridor Towns Development Project	2 都市 (Kampot and Sihanoukville)
2	46443-002	Loan	2016 Feb.	2021 Jun	Loan 3314-CAM: Second Greater Mekong Subregion Corridor Towns Development Project	対象 : Several corridor towns, Kampot and Sihanoukville
3	43319-032	TA	2011 Mar.	2011 Aug.	TA 7644-REG: Greater Mekong Subregion: Corridor Towns Development (以下、GMS プロジェクトと表記)	Subproject Feasibility Study: Battambang Wastewater Treatment (<u>バタンバン</u> のサンカ川右岸の下水道計画) Subproject Feasibility Study: Battambang Materials Recovery Facility Subproject Feasibility Study: Battambang Flood Control Subproject Feasibility Study: Poipet Wastewater Treatment (<u>ポイペト</u> の下水道計画) Subproject Feasibility Study: Poipet Solid Waste Management
4	47285-001	TA	2016 Mar.	2017 Dec.	TA 8556-REG: Supporting the Cities Development Initiative for Asia (以下、CDIA プロジェクトと表記)	Pre-FS と Preliminary Engineering 上水道セクターで 9 都市、衛生セクターで 7 都市から整備優先ランク付け。 DFR Workshop in 13 th Oct, 2016 上水道セクターで 2 都市 (Battambang, Kampong Cham)、衛生セクターで 4 都市 (Battambang, Kampong Cham, Sihanoukville, Siem Reap) が優先づけられサブプロジェクトとして提示されている。 (<u>バタンバン</u> のサンカ川左岸の下水道計画 Phase1)
5	50102-001	TA	2014 Oct	2018 Dec.	TA 9203-CAM Second Integrated Urban Environmental Management in the Tonle Sap Basin Project	4 都市 (Steung Sen, Serei Saophoan, Kampong Chhnang and Pursat) を対象都市として、洪水対策、下水排水・下水処理、廃棄物管理を調査対象セクターとしている。

出典 : ADB HP
Subproject Feasibility Study: Battambang Wastewater Treatment, Mar 2012
Subproject Feasibility Study: Poipet Wastewater Treatment, Mar 2012
DFR Workshop 資料 Oct, 2016

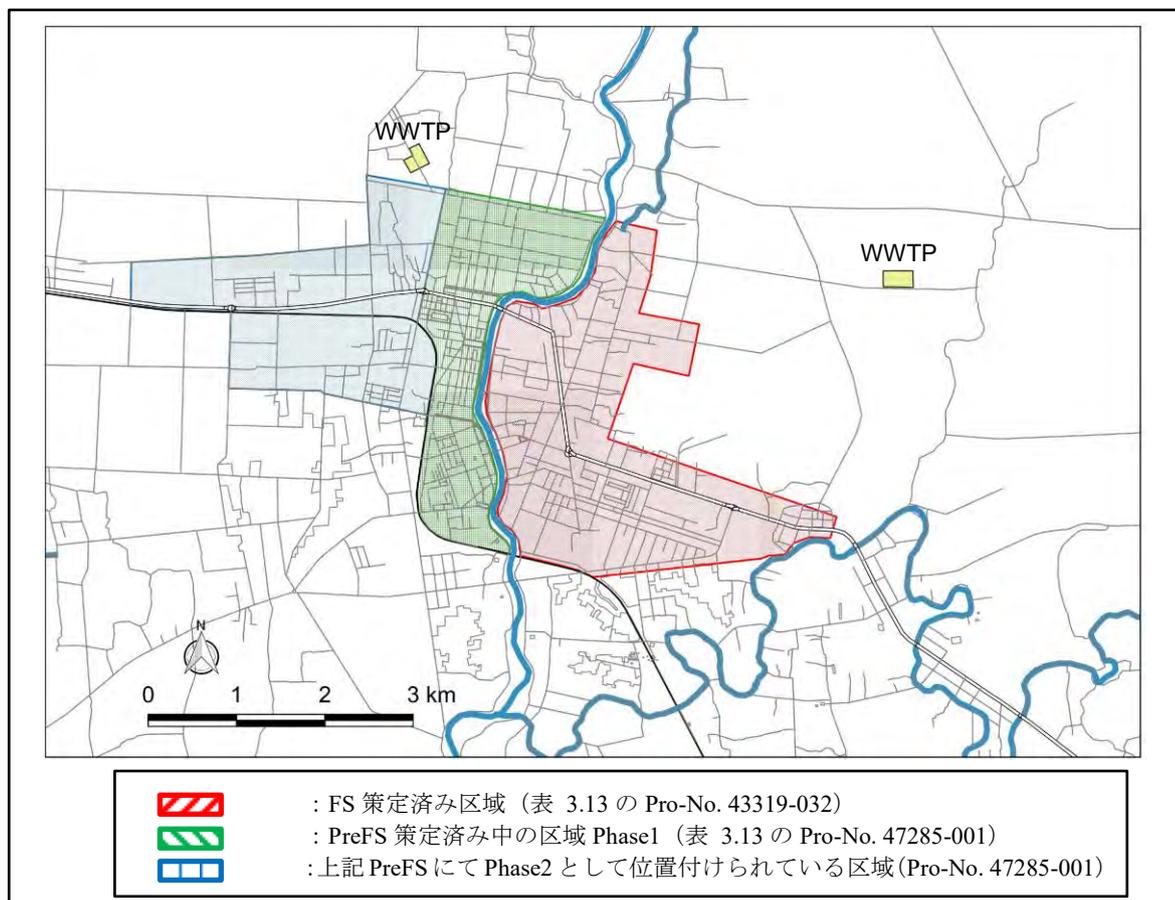
(1) バタンバン市全体概要

ADB により実施されている 2 調査の対象区域を纏めて示せば図 3.21 のとおりであり、市中心部の大半の区域で既に調査が進められている。

サンカ川右岸 (市東部) の区域は GMS プロジェクトにより FS 計画を策定している。事業費の削減を目的として 2016 年から施設計画を見直しており、2017 年から詳細設計が予定されている。

サンカ川左岸 (市西部) の Phase1 区域は現在 CDIA の枠組みのもとで Pre-FS が実施中で概略設計が最終化されている段階である。当区域はサンカ川と線路に挟まれた区域で人口・商業の密集区域である。2016 年 10 時点の資料によれば、DB 方式による調達を予定しており、工事入札予定は 2017 年 9 月とされている。

Phase2 として位置付けられている区域は Phase1 区域の西側に隣接する区域で比較的家屋の密度は低い。上記 CDIA の Pre-FS にて区域として設定されているものの具体的な設計の実施など今後の予定は未定である。



出典：調査団

図 3.21 ADB による調査区域

表 3.14 策定済み計画の計画諸元等 (バットアンバン)

項目	バットアンバン		
	サンカ川右岸	サンカ川左岸	
		Phase1	Phase2
目標年次	2030 年	2040 年	2040 年
計画面積 (ha)	801	400	520
計画人口 (人)	40,567	不明	不明
収集方式	遮集管方式	分流式	未定
計画水量 (日平均: m ³ /日)	7,467	9,355	6,655
処理方法	安定化池	嫌気性ラグーン+	散水ろ床法
処理水量 (日平均: m ³ /日)	7,467	9,360	未定
事業費 (mil. USD)	11.4	10.65	8
設計精度	F/S	Pre F/S	—

出典)

Subproject Feasibility Study: Battambang Wastewater Treatment, Mar 2015

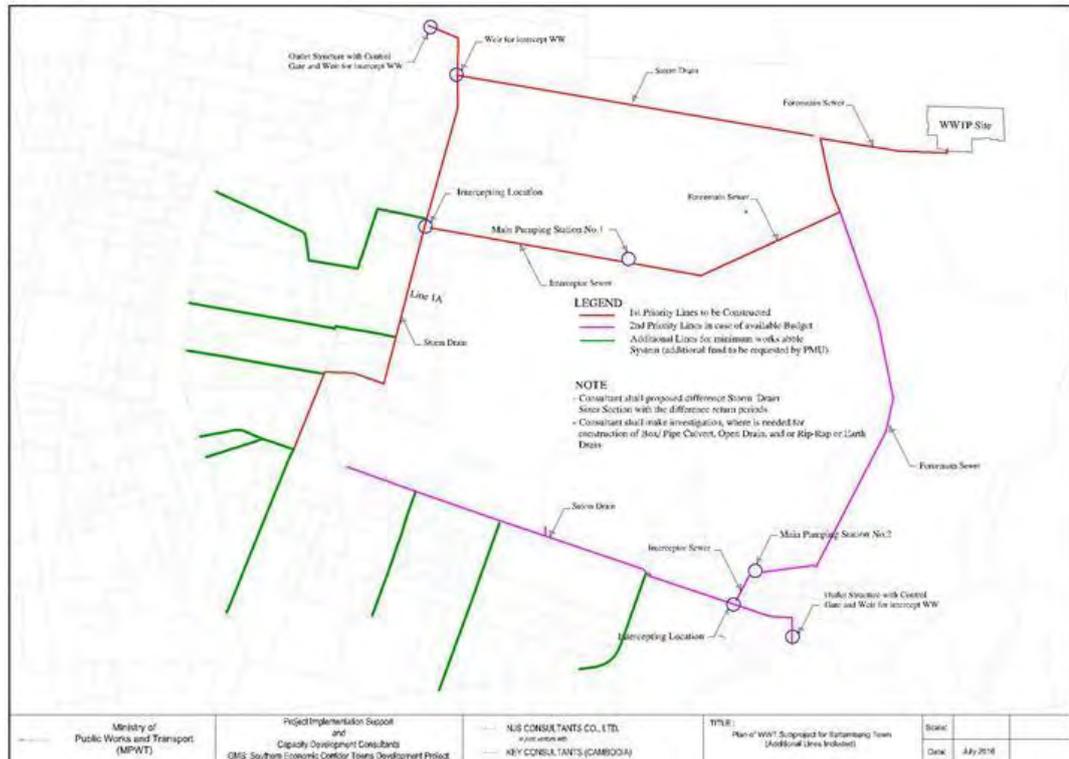
DFR Workshop 資料 Oct, 2016

(2) バットアンバン東部 (GMS)

ADB による FS 計画は 2012 年に一度策定済みであったが、GMS プロジェクトにて施設計

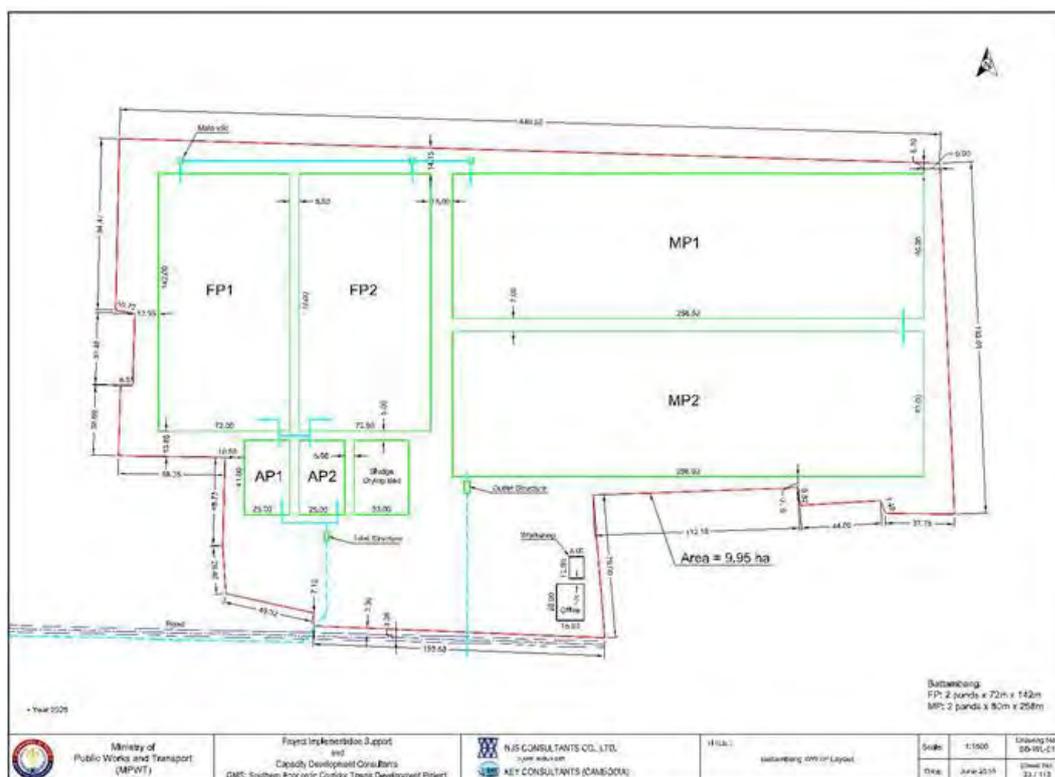
画は 2016 年に見直されており最新版の施設平面図は図 3.22 のとおりである。収集方式は遮集方式を採用しており、新規に整備する施設は合流幹線管きよ、分水人孔、遮集管きよ、中継ポンプ場および下水処理場である。

処理施設は維持管理性を考慮して嫌気性安定化池を採用しており、FS で検討している段階別の水量増加の 2030 年次における 7,467m³/日を対象とした敷地面積・処理施設である(図 3.23 参照)。将来的には 2040 年の 11,271 m³/日を計画している。本 GMS プロジェクトの下水処理場用地および小規模ポンプ場用地は既に収用されている。



出典：ADB Consultants

図 3.22 バットアンバン東部の管きよ施設平面図



出典：ADB Consultants

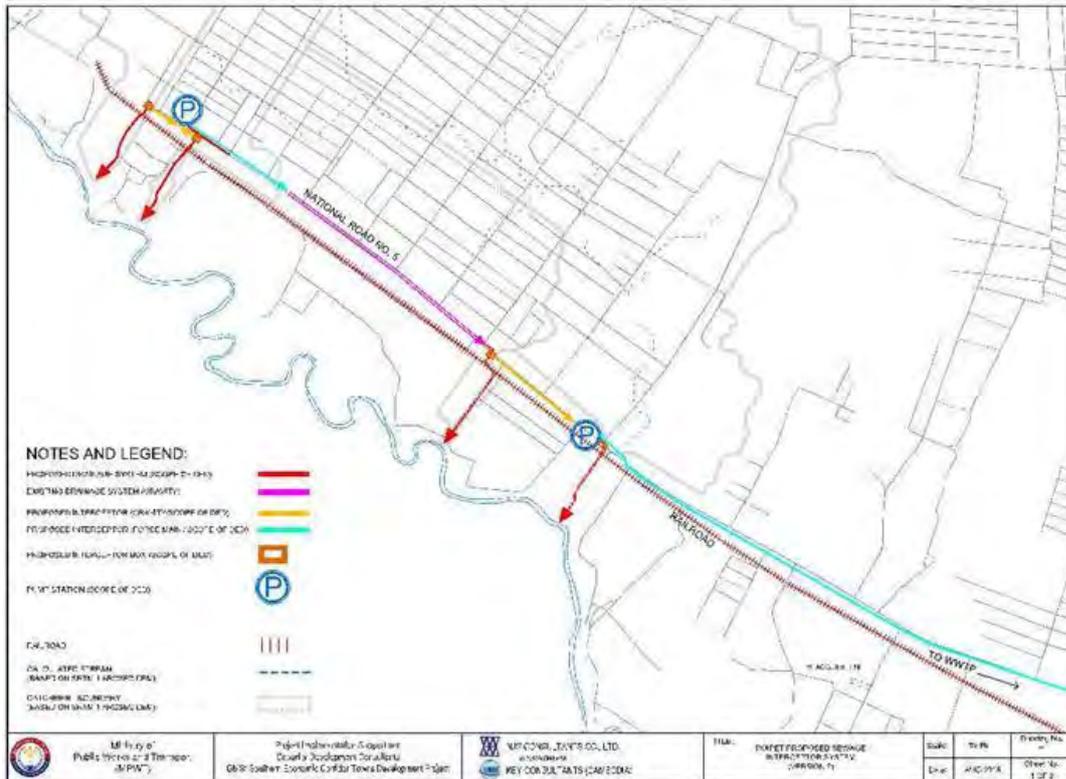
図 3.23 バッタバン東部の処理施設平面図

(3) バッタバン西部 (CDIA)

現在、Pre-FS 実施中のバッタンバン西部は Phase1 区域を対象に概略設計が進められている。当初設計は遮集管方式としていたが、「National Guidelines on Water Supply and Sanitation (RGC, 2003)」に準拠した MPWT の意向を受けて分流式の整備に変更した経緯がある。図 3.24 は 2016 年 10 月時点での管きょ施設平面図であり、分流汚水幹線の管きょ計画が確認できる。しかし、施設平面図より分流式汚水幹線は整備されても、その他の道路へ敷設する枝線管きょは計画されておらず、事業費内訳にも枝線管きょの整備費は含まれていない。予算上の制限があると推定されるが、現段階での計画通りに施設を整備しても不完全な分流式の整備となる事が想定される。

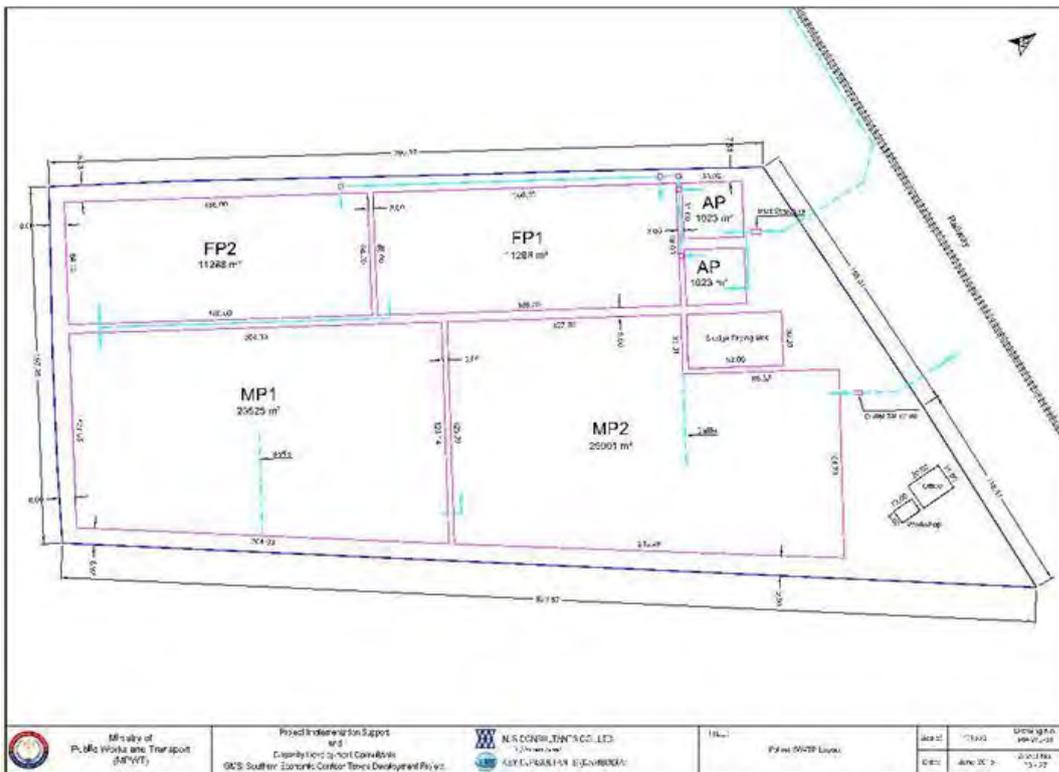
下水処理施設計画は複数案を検討した結果、高速散水ろ床法と嫌気性安定化池の組み合わせによる処理法を採用しており、その処理能力は 10,000m³/日である。現況の下水処理場候補地は田畑であり私有地である。DPWT のヒアリングによれば候補地の住民との協議に着手したとの事である。

収集方式について、バッタンバン東部 (GMS) では 2016 年に事業費の制約から施設計画を見直しており、管きょ整備費の高い分流式から遮集管方式へ変更している。MPWT もバッタンバン東部の収集方式の変更は認識していることから、事業費の制約から見直される収集方式の変更は許容していると判断できる。このようなバッタンバン市東部の状況より、西部の収集方式も遮集管方式に見直される可能性は高い。



出典：ADB Consultants

図 3.25 管きよ施設平面図（ポイント）



出典：ADB Consultants

図 3.26 処理施設平面図（ポイント）

見直し後の計画諸元を表 3.15 に示す。

表 3.15 見直し計画の計画諸元等（ポイペト）

項目	ポイペト
目標年次	2020 年
計画面積 (ha)	622
計画人口 (人)	47,159
収集方式	遮集管方式
計画水量 (日平均 : m ³ /日)	7,660
処理方法	嫌気性安定化池
処理水量 (日平均 : m ³ /日)	7,660
設計精度	F/S

出典) GMS:Southern Economic Corridor Towns Development Project, Jul 2015

3-4 対策案の検討

3-4-1 対策の基本方針

資料収集や現地でのヒアリング等を踏まえて、対策案の検討にて配慮される基本方針は下記が挙げられる。

1. 維持管理の容易な対策・維持管理費の安い対策
2. 無償資金協力を意図した整備方式（汚水収集方式の選択）

1.について、調査対象都市のいずれの DPWT でのヒアリングにおいても維持管理費の不足が課題として挙げられている。ここでの維持管理費は主に既存排水施設の清掃に対してのものであるが、バタンバン市の既存下水処理場も同様に維持管理費が不足して十分な運転が不能となった経緯がある。新規事業が発足すれば MPWT より維持管理用の予算が充てられると考えられているが、いずれにせよ、施設建設後の維持管理費が極力抑えられる対策案が必要である。下水処理に関しては、現状のカンボジア国で良好に維持管理されているシェムリアップでは嫌気性安定化池が処理法として採用されており、これと同程度の維持管理が容易な方式の採用が必要と考えられる。

2.について、下水排水/下水処理について、集約型の下水道システムを新設する場合は、基本的には分流式の収集方式を採用することが発生汚濁負荷の収集・処理の点から理想とされる。カンボジア国にも「National Guidelines on Water Supply and Sanitation (RGC, 2003)」が存在し、新規の下水道整備には分流式の収集方式を採用することを推奨している。しかし、分流式を採用する場合は対象区域内のすべての家屋・商業施設に面する道路下に分流式汚水枝線・幹線を整備する必要があり、管きよ整備費が極めて膨大となる。今回の調査は無償資金協力の方向性を検討するものであるため、事業規模・予算規模を考慮して遮集管方式を採用する。

3-4-2 本邦技術の活用可能性

(1) 活用可能性のある本邦技術

本調査対象都市にて活用の可能性がある本邦技術とその概要を表 3.16 に示す。各本邦技術の具体的な説明は後節に示す。

表 3.16 本調査対象都市にて活用の可能性がある本邦技術とその概要

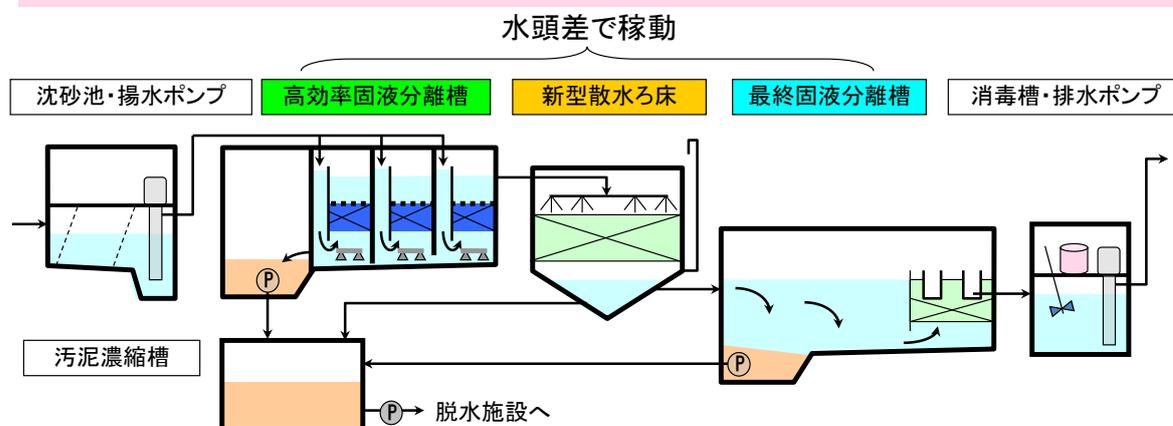
技術名	技術概要	適用可能性	留意点
前ろ過散水ろ床法 (先進的省エネ型 下水処理システム)	省エネ・省スペースを目指した発展途上国向き下水処理法。	○	維持管理費の低減が必要、および、下水処理場用地が狭い条件下で有効。
浄化槽	家庭からの生活排水処理のための各戸用の処理装置。	△	家屋密度が低い地域の汚水処理に有効。
ポンプ搭載型ゲート	止水ゲートに水中ポンプを搭載させた小規模用の排水施設。	◎	一般的なポンプ場用地が確保できない場合に有効
推進工法	非開削による管きよ敷設工法。	△	大深度や地下埋設物の輻輳する道路下への管きよ敷設に有効

出典：調査団

(2) 前ろ過散水ろ床法（先進的省エネ型下水処理システム）

高効率固液分離槽、新型散水ろ床、最終固液分離槽の3つのプロセスを主とした処理システムである。この処理システムは既存処理法（標準活性汚泥法、回分式活性汚泥法、オキシデーションディッチ法）に代替しうる低コスト・省エネ型で発展途上国向けの処理技術を目指したものである。2012年よりベトナム国ダナン市の既存処理場にて実証実験プラントを設置し、その処理性能のモニタリングを実施し、その処理水質・消費電力原単位・設置面積・維持管理性について2014年3月に日本下水道事業団より海外向け技術確認証を受領している。更なる改良として、最終固液分離槽の小型化を行い、平成28年に海外向け技術確認証を更新している。また、平成26年度には第7回国土交通大臣賞〈循環のみち下水道賞〉を受賞している。

特色ある3つの技術を組み合わせたシステム



出典：国土交通省 HP、<http://www.mlit.go.jp/common/001089258.pdf>

図 3.27 前ろ過散水ろ床法のシステムフロー

本法の特徴は主に二点が挙げられる。一点目は水処理に関わる維持管理費（電力費）が安価である点である。図 3.27 の水処理フローに示されるとおり、従来の高速散水ろ床法と同様で、揚水ポンプにて流入下水の水頭を一度上げれば、その水頭差のみで放流が可能となる。一般的な標準活性汚泥法の場合、水処理の過程にてエアレーションが必要であり、そのブローアの電力消費が大きな割合を占めるため、エアレーションの無い本処理法は水処理の過程での電力消費を大きく削減できている。なお、沈砂池でのしき掻揚げ・消毒・汚泥処理に関わる電力費は別途必要である。二点目は処理場に必要敷地面積が縮小することが可能な点である。従来の最初沈殿池・最終沈殿池とは異なり、最初沈殿池には高速ろ過を、最終沈殿池には担体を用いた固液分離を採用しているため、敷地面積を小さく出来ている。

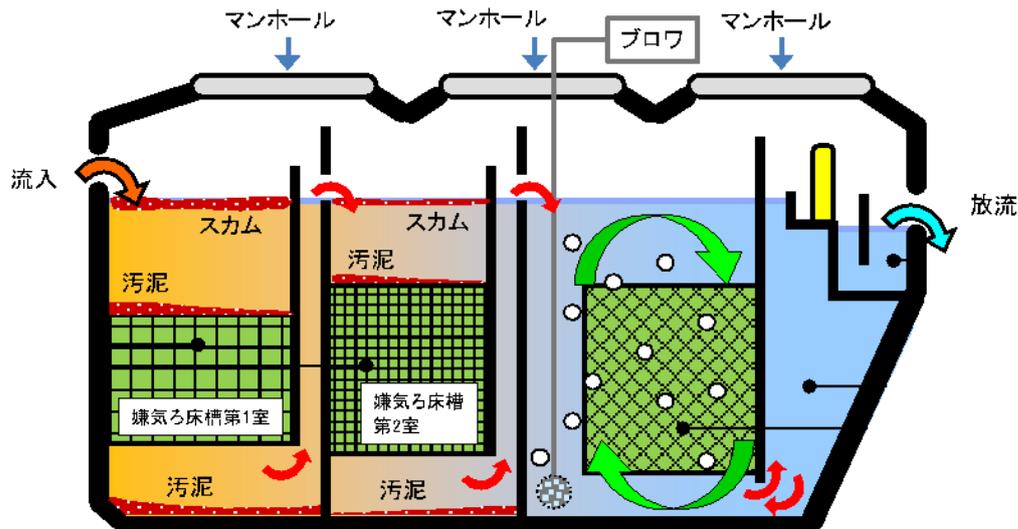
以上より、本法が活用されうる条件としては、維持管理費を極力抑える要望があり、下水処理場用地が小さく他の処理法では収容できないケースである。これら二つの制約条件が要求される場合は本処理法の活用可能性は高くなる。

(3) 浄化槽

浄化槽は一般家庭等から放流される汚水を処理する分散型の汚水処理技術で、一般的な構造は図 3.28 のとおりで、嫌気槽と好気槽を組み合わせ、消毒まで含めた一体の処理施設あ

る。途上国にて既存の処理施設として利用されているセプティックタンクは嫌気槽のみで、一般的には適切な頻度の汚泥引き抜きが行われておらず、設計上の滞留時間が確保されないまま既存排水路へ放流されている。

浄化槽が活用される条件としては、家屋等の汚水源の密度が低い区域の生活排水対策が必要な場合で、かつ、個々の家屋敷地に浄化槽の設置スペースを有している必要がある。途上国の都市部にみられる密集した家屋で、敷地境界の近くまで家屋が占用している場合は適用が困難である。



出典：環境省 HP, https://www.env.go.jp/recycle/jokaso/pamph/pdf/dcfj_02.pdf

図 3.28 一般的な浄化槽の構造例

(4) ポンプ搭載型ゲート（雨水排水ポンプ場におけるポンプ形式）

一般的に、ポンプ・ゲート、或いはゲート・ポンプと呼ばれるもので、本川に連なる水路に鋼製ゲートを設け、同ゲート扉体に1～2個の水中モータポンプを搭載し排水する形式である。内水排除対策の一環として比較的小規模な河川を対象に近年日本において使用例が増加している。設備費、土木費、用地取得費などコスト縮減できる利点がある。

ポンプ搭載型ゲートの技術は日本固有のものではなく、他国でも類似の機器を生産している例があるが、日本のようにシリーズ化した一つの製品として対応している国やメーカーはなく、日本がアドバンテージを有する技術であるといえる。

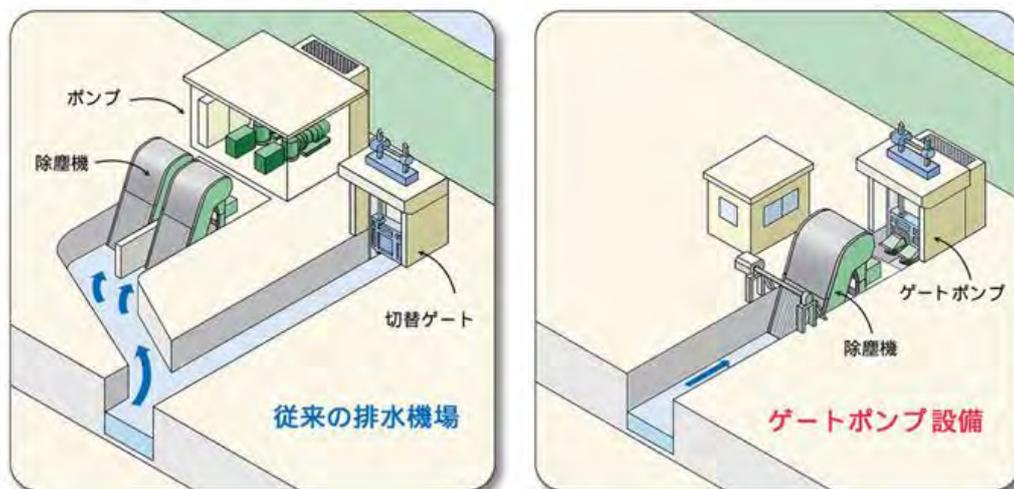


㈱クボタ <http://www.kubota-pump.com/japanese/products/systems/035.html>

図 3.29 ポンプ搭載型ゲート設置事例

ポンプとゲートを一体化することで、排水と止水の機能を両立させることができ、以下のような特徴を有する。

- 自然排水路内に機器を設置できるため、一般的なポンプ場より、設備の規模が大幅に小さくなり、土木構造物の規模も小さくなる。
- 一般的なポンプ場のように専用ポンプ室の必要がないので、ポンプ場に必要用地面積を大幅に削減できる。
- 機器の構成が簡素に集約されているため、運転操作・維持管理が容易になる。
- 排水と止水機能を一体化することで、コンパクトで省コストな排水設備を実現することができる。



出典：㈱ミゾタ <http://www.mizota.co.jp/technology/>

図 3.30 一般的なポンプ場とポンプ搭載型ゲートを採用したポンプ場の施設配置例

バタンバン市およびシソポン市では、河川水位が低い乾季には自然流下による排水が可能であるが、河川水位の高くなる雨季にはポンプによる排水が必要になる期間がある。常時運転ではないポンプ場において、本形式は、施設がコンパクトになり景観問題が緩和され、

技術面、景観面、経済的に十分優れており、適している。

(5) 管きょ推進工法

下水管きょの施工方法は、地表面からバックホウ等により掘削し、その掘削底面に既成管を敷設し埋め戻す開削工法が一般的である。しかし、交通量が多い道路や幅員が狭い道路では、交通渋滞や道路の一時的な通行止めが生じ、日常生活や社会活動へ大きな影響を与えるため、開削工法を適用することが困難な場合がある。このような影響を最小限にするため道路の掘削を最小限に抑える非開削工法の推進工法を採用する場合がある。

この推進工法は、下水管きょルート of 両端に発進立坑と到達立坑を設け、推進設備を備えた発進立坑から油圧ジャッキにより掘進機を地中に掘削・押出し、掘進機の後続に既製の管を順次継ぎ足し、管列を推進することで掘進機を到達立坑に到達させ、管きょを構築する工法である。

推進工法が活用されうる場面は、開削工法では敷設が困難な深さとなる場合に加えて、道路交通量が極めて多く開削工法による管きょの敷設が許可されない重要な道路下への敷設が必要となる場合や、他地下埋設物が多く輻輳している道路下への管きょ敷設が必要な場合である。

3-4-3 都市洪水/雨水排水

調査対象 3 都市における洪水対策を行う場合は、河川全線にわたる堤防整備、河川改修（流路浚渫、流路拡幅）が必要となる上、大規模な用地取得、非自発的住民移転が発生する。建設コストの面からも、多額の費用を必要とすることから、無償資金協力を意図して整備計画を提案するという本調査の目的にはそぐわない。従って、対策案は、各都市における雨水排水における対策案を提案する。

(1) バッタバン市

1) 現状

バッタンバン市における雨水排水の対策案はサンカ川左岸側（西側）を対象として検討する。サンカ川右岸側（東側）は、ADB の GMS プロジェクトにより雨水排水の改善を含んだ FS が終了しており、2017 年度には詳細設計が予定され着実な事業の進捗が予定されるためである。サンカ川左岸側については、ADB による雨水排水分野の事業は提案されておらず、雨水排水事業単独で事業案の提案を行うことができる。

サンカ川左岸側の区域からサンカ川への排水口は 3 ヶ所あるが、排水管の径が小さいこと、既存の排水管が閉塞していること、河川水位の高いときには自然流下で排水できないことからその排水機能を発揮できていない。

ADB では、サンカ川左岸側の合流管として運用している排水管路網を、分流式に切り替えた下水処理施設を提案しており、その面からも、雨水排水事業の提案は妥当である。

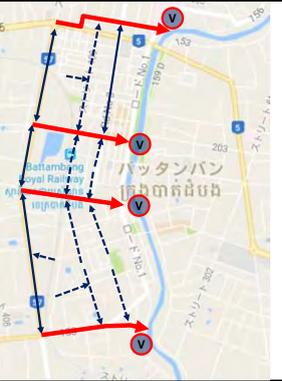
2) 対策案

現段階で考えられる対策案を示す。いずれの案も、サンカ川左岸の浸水常習区域の被害

軽減（浸水範囲の縮小、浸水時間の短縮）を目的とし、排水改善のために必要な施設の建設と、既存の排水管路の機能を発揮させるために必要な維持管理用機材の調達をコンポーネントとしている。

雨水排水専用の施設建設とすることで、他の事業の進捗に関係なく、日本側の無償資金協力単体による整備効果の発現が期待される。

表 3.17 バッタバン市における対策案

項目	案1	案2	案3
概要	<ul style="list-style-type: none"> - サンカ川左岸の浸水常習区域からサンカ川への雨水排水幹線(排水函渠=ボックスカルバート) および枝線(排水管路)を整備する - サンカ川の水位が高い場合时使用するポンプ施設(ゲートポンプ)を整備する - 排水管路清掃機材の調達 	<ul style="list-style-type: none"> - サンカ川左岸の浸水常習区域からサンカ川への雨水排水幹線(案1よりも河川への排水箇所数を増やす) および枝線を整備する - サンカ川の水位が高い場合の逆流防止弁(フラップバルブ)を整備する - 排水管路清掃機材の調達 	<ul style="list-style-type: none"> - サンカ川左岸の浸水常習区域における排水管路の面的整備を行う (道路舗装と路面排水システムのセット、コンボンチュナンの例と同様) - サンカ川の水位が高い場合の逆流防止弁(フラップバルブ)を整備する - 排水管路清掃機材の調達
施設整備内容	<p>■施設建設</p> <ul style="list-style-type: none"> - 排水函渠: L=1km×2 路線 - 排水管路(枝線): L=5km~10km - ポンプ施設: 1.0m³/s×2 箇所 <p>■機材調達</p> <ul style="list-style-type: none"> - 高压洗浄車: 1 台 - 汚泥吸引車(プロワ式バキュームカー): 1 台 	<p>■施設建設</p> <ul style="list-style-type: none"> - 排水函渠: L=1km×4 路線 - 排水管路(枝線): L=3km~8km - フラップバルブ: 4 箇所 <p>■機材調達</p> <ul style="list-style-type: none"> - 高压洗浄車: 1 台 - 汚泥吸引車(プロワ式バキュームカー): 1 台 	<p>■施設建設</p> <ul style="list-style-type: none"> - 排水管路: L=20km - (道路舗装と路面排水システムを含む) - フラップバルブ: 10 箇所 <p>■機材調達</p> <ul style="list-style-type: none"> - 高压洗浄車: 1 台 - 汚泥吸引車(プロワ式バキュームカー): 1 台
概略事業費(億円)	約 10~15 億円(排水管路敷設延長(7km~12km)による)	約 8~13 億円(排水管路敷設延長(7km~12km)による)	約 25 億円(排水管路敷設延長約 20km と想定)
施設配置図			
環境社会配慮上の留意点	排水函渠と排水管路は公道下に敷設、ポンプ場は河川沿いの公園内に建設するため、民地の用地取得は発生しないが、河川沿いで営業している屋台やレストランを施工中に一時的に移転させる必要がある。	排水函渠と排水管路は公道下に敷設するため、民地の用地取得は発生しないが、河川沿いで営業している屋台やレストランを施工中に一時的に移転させる必要がある。	排水函渠と排水管路は公道下に敷設するため、民地の用地取得は発生しないが、河川沿いで営業している屋台やレストランを施工中に一時的に移転させる必要がある。
施工面	工事サイトへの建設工事用車両のアクセスに問題は無い。市街地での工事になり、家屋や商店等への近接施工になるので注意を要する。	案1と同様	案1と同様

項目	案1	案2	案3
評価	<ul style="list-style-type: none"> - 河川水位が高いときでも雨水を強制的に排除できるため、排水が確実にできる。 - ポンプの運転機会が雨季の3か月間程度に限定されるので、施設の運用効率は低い。 - 整備終了の供用開始から効果の発現が確認できる。 - 機材調達により、既存の排水管の排水機能が発揮できるようになる。 	<ul style="list-style-type: none"> - 排水効率が堤内側と堤外側の水位差に依存するため、河川水位が高いときの排水が確実ではない。 - 整備終了の供用開始から効果の発現が確認できる。 - 機材調達により、既存の排水管の排水機能が発揮できるようになる。 - 事業規模が小さいので、下水事業との混合案件に適する。 	<ul style="list-style-type: none"> - 排水効率が堤内側と堤外側の水位差に依存するため、河川水位が高いときの排水が確実ではない。 - コンポンチュナンの整備事例がカンボジア側に高評価であることから、先方政府に好まれると思われる。 - 整備終了の供用開始から効果の発現が確認できる。 - 機材調達により、既存の排水管の排水機能が発揮できるようになる。
順位	1	3	2

凡例：
 排水函渠(ボックスカルバート)
 ポンプ場
 フラップバルブ
 面的整備
 排水管路(コンクリート管)

(2) シソポン市

1) 現状

シソポン市は旧バスステーションの周辺の標高が最も低く、旧バスステーションに向かって全体的に勾配のある地形であり、旧バスステーション周辺の浸水被害の規模は大きい、その他の地域での浸水被害は、現状ではほぼ発生していない。従って、旧バスステーション周辺の排水改善を対象を絞って事業を行うことにより、効率的かつ効果的な援助が行える。

旧バスステーション周辺に集まってきた雨水は、既存の排水管路によって、下水沈殿水路を経由し、レイ・ソポン川へ放流されている。しかしながら、周辺の雨水が集まってくる特性を考慮すると、既存の排水管の径は小さく、排水施設としては不十分な規模である。

下水沈殿水路は十分な流下能力を有していることから、旧バスステーションと下水沈殿水路を結ぶ排水管路（もしくは排水函渠）を建設することにより、深刻な浸水被害の発生状況を改善できると見込まれる。

2) 対策案

現段階で考えられる対策案を示す。浸水常習区域である旧バスステーション周辺の浸水被害軽減（浸水範囲の縮小、浸水時間の短縮）を目的とし、排水改善のために必要な施設の建設と、既存の排水管路の機能を発揮させるために必要な維持管理用機材の調達をコンポーネントとしている。シソポン市では、雨季の河川水位と堤内地の標高の差が小さいため、強制排水施設が必要である。

雨水排水専用の施設建設とすることで、他の事業の進捗に関係なく、日本側の無償資金協力による整備効果の発現が期待される。

表 3.18 シソポン市における対策案

項目	案1	案2
概要	- 浸水常習区域である Old Bus Station からレイソフォン川への雨水排水幹線(排水函渠=ボックスカルバート) および枝線(排水管)	- 浸水常習区域である Old Bus Station からレイソフォン川への雨水排水幹線(排水函渠=ボックスカルバート) および枝線(排

項目	案1	案2
	路)を整備する - セレイソフォン川の水位が高く、自然流下で排水できない場合の緊急措置として使用する小規模なポンプ施設(ゲートポンプ)を整備する(数時間から半日程度の浸水を許容する) - 排水管路清掃機材の調達	水管路)を整備する - セレイソフォン川の水位が高く、自然流下で排水できない場合でも浸水被害を発生させないようにポンプ施設(通常のポンプ場)を整備する(但し、2時間程度の排水時間を必要とし、その間は浸水する) - 排水管路清掃機材の調達
施設整備内容	■施設建設 - 排水函渠：L=0.5km(高2m×幅2m程度) - 排水管路(枝線)：L=1km~5km - ポンプ施設： <u>2.0m³/s</u> ×1箇所 ■機材調達 - 高压洗浄車：1台 - 汚泥吸引車(ブロワ式バキュームカー)：1台	■施設建設 - 排水函渠：L=0.5km(高2m×幅6m程度) - 排水管路(枝線)：L=1km~5km - ポンプ施設： <u>10.0m³/s</u> ×1箇所 ■機材調達 - 高压洗浄車：1台 - 汚泥吸引車(ブロワ式バキュームカー)：1台
概略事業費(億円)	約5~9億円(浸水軽減対象面積による)	約15~19億円(浸水軽減対象面積による)
施設配置図	<p> → 排水函渠(ボックスカルバート) - - - 排水管路(コンクリート管) P ポンプ場 </p>	
環境社会配慮上の留意点	排水函渠と排水管路は公道下に敷設、ポンプ場は公用地に建設するため、民地の用地取得は発生しないが、バスターミナル周辺で営業している屋台やレストランを施工中に一時的に移転させる必要がある。	同左
施工面	工事サイトへの建設工事用車両のアクセスに問題は無い。 市街地での工事になり、家屋や商店等への近接施工になるので注意を要する。	同左
評価	- ポンプの設置は、緊急排水を目的としているため、ある程度の浸水が残る - 整備終了の供用開始から効果の発現が確認できる。 - 機材調達により、既存の排水管の排水機能が発揮できるようになる。 - 事業規模が小さいので、下水事業との混合案件に適する。	- ポンプの運転機会が雨季の3か月間程度に限定されるので、施設の運用効率が低い。 - 整備終了の供用開始から効果の発現が確認できる。 - 機材調達により、既存の排水管の排水機能が発揮できるようになる。 - 事業規模が大きいため、下水事業との混合案件には適さない。
順位	1	2

出典：調査団

3-4-4 下水排水/下水処理

(1) バッタバン市

1) 現状

バッタンバン市における下水排水/下水処理の対策案はサンカ川左岸側（西側）を対象として検討する。サンカ川右岸側（東側）は ADB の GMS プロジェクトにより FS が終了しており、2017 年度には詳細設計が予定され着実な事業の進捗が予定されるためである。サンカ川左岸側も ADB の CDIA により Pre-FS が実施されている最中であるが、ADB と日本側の協調事業も含めた事業案の検討を行う。

CDIA によればサンカ川左岸側の区域を Phase1 と Phase2 に分けており、レストランやホテル等の観光客が多く、市の社会活動の中心地区を Phase1 とし、既存の線路より西側を Phase2 区域としている。当面の整備予定は Phase1 区域であり、Phase2 区域の着手時期は未定である。

CDIA で検討されている汚水収集・処理案は、現状の汚水の流れに沿ったもので収集形態としては妥当であると判断する。現状、合流管として運用している排水管路網を、あるべき姿の分流式に切り替えることを目的として分流式汚水幹線および小規模ポンプを整備する予定としているが、事業費の制限から整備予定の管きょ施設は幹線のみとなっている（図 3.24 参照）。これより、幹線管きょに面している家屋・商業施設は分流化が図られるが、幹線管きょの敷設対象の道路以外に面する家屋は当然ながら污水管へ接続できず、整備後も既存排水路に汚水を放流し続ける状態となるため、分流式としての整備効果の発現は確認し難いと判断できる。

2) 対策案まとめ

現段階で考えられる対策案を表 3.19 に示す。施設規模の算定、下水処理方式の選定、および概略施設配置図は後に示す。

ADB が既に進めている調査・設計内容に対して整合を図り、案 1 では分流污水管（枝線）の整備を日本側で行うものとした。既述のとおり事業費の制約上、ADB で計画する管きょ施設は分流污水幹線のみであるため、この ADB の施設計画内容に加えて、日本側で枝線管きょを整備し、理想的な分流式収集システムの完成を目指すものである。

案 2 は下水処理場を日本側で整備し、ADB 側では管きょ施設に注力した援助を想定するものである。

案 3 は参考としてバッタンバン市サンカ川左岸側の Phase1 区域の下水道整備のすべてを日本側で行うとしたもので、事業費規模からすれば無償資金協力の範囲を越えるものである。本案であれば他ドナーの進捗によらず日本側による整備効果の発現が期待される。

表 3.19 バッタバン市における対策案

項目	案 1	案 2	案 3
概要	【ADB 側】 CDIA の計画通りに下水処理	【ADB 側】 分流污水幹線管きょおよび	【日本側】 ■施設建設

項目	案1	案2	案3
	場および一部の分流污水幹線管きよを整備。 【日本側】 ■施設建設 一部区域（約 93ha～125ha）の分流污水管（枝線）を整備。	分流污水管（枝線）を整備。 【日本側】 ■施設建設 下水処理場および一部の遮集管を整備。 ■機材調達 水質分析機器	Phase1 区域の下水道整備一式。（下水処理場および分流式污水管きよ） ■機材調達 水質分析機器 【ADB 側】 無し
施設整備内容	分流污水管（枝線） φ 200mm～φ 300mm：約 17～23km PVC 管もしくは HDPE 管	下水処理場（11,000m ³ /日：日最大）高速散水ろ床法	下水処理場（10,000m ³ /日：日最大）高速散水ろ床法 分流污水幹線 φ 300mm～φ 700mm：約 8km HDPE 管もしくは GRP 管 分流污水枝線 φ 200mm～φ 300mm： PVC 管もしくは HDPE 管 小型ポンプ場
概略事業費（億円）	14～19（整備面積による）	20	70
環境社会配慮上の留意点	対象施設は管きよ施設のみであり、管きよ施設は公道下に敷設されるため、用地取得・住民移転は発生しない。	現状の処理場候補地は田畑で私有地であり、用地の買収のための協議・手続きが今後必要となる。 候補地内には居住者はおらず住民移転は発生しない。	案1と案2の両方
施工面	工事サイトは一般道路下であり、建設工事用車両のアクセスに問題は無い。	工事サイトは市中心部の北部であるが、下水処理場候補地への道路には十分な幅員があり建設工事用車両のアクセスに問題は無い。	管きよ工事、下水処理場工事に関連する建設工事用車両のアクセスに問題は無い。 （案1と案2に同様）
評価	ADB 側からすれば、CDIA のプロジェクトでカバーできない施設を日本側が整備することから、反対される要素は少ないと想定される。 仮に ADB 側の事業が遅れた場合の宅内汚水源からの接続管の接続時期（供用開始時期）の調整が困難となる。 効果の発現は ADB にて整備する下水処理場の供用開始時期に左右される。 ×	ADB が既に Pre-FS 調査を開始しており、その調査計画に変更を依頼する点で協議は困難となると想定される。 ADB による分流污水の管きよ整備が遅れようとも、既存排水路を流下する汚水を処理できるので他事業の進捗にあまり影響を受けない。 下水処理場が開始し、流入汚水を処理できれば効果の発現は明確となる。 ○	ADB が既に Pre-FS 調査を開始しており、その調査計画に対して削除変更を依頼する点で協議は困難となると想定される。 管きよおよび下水処理場の一式を整備するため、他事業の進捗は関係しない。 整備終了の供用開始から効果の発現が確認できる。 事業費が無償資金協力にて想定される規模を超過する。 ×

出典：調査団

表 3.19 に示した対策案のうち、下記を勘案して最適案は案2と判断する。

- 他ドナーによる事業の進捗によらず、日本側で実施する事業の効果が明確に発現する。
現状、対象区域で発生する汚水は、処理場候補地に既存排水施設を流下して収集されているため、下水処理場単独でも整備が完了すればその効果は明確となる。
- 案1は枝線管きよのみの整備であるため、前提条件として ADB 側の分流污水幹線・下水処理場が整備されなければ、日本側で実施する事業の整備効果は発現しない。

(2) シソポン市

シソポン市の地形概況として市中心部は Old Bus Station を底辺とするすり鉢状の地形勾配をなしており、Old Bus Station 付近から既存排水施設を流下し、下水沈殿水路を通過して、セレイソフォン川へ放流する形態となっている。よって既存排水施設を合流管路施設の収集施設として利活用が可能であり、その下流に位置する下水処理場候補地に下水処理場を設けて下水処理が可能である。DPWT より提示されている公用地を図 3.31 に示す。



図 3.31 公用地の位置

なお、ADB によるトンレサップ 2 プロジェクトにてシソポン市の下水分野に対する調査に着手したところであるが、まだ計画概要等は明らかでないため、シソポン市の対策案は ADB の動向は考慮しない。

表 3.20 シソポン市における対策案

項目	案 1	案 2
概要	Old Bus Station 東側の下水処理場候補地（公用地）に下水処理場を新設する。	市中心部から 2km 東部に位置する用地に下水処理場を新設する。市中心部から下水処理場までの遮集管を整備する。
施設整備内容	<ul style="list-style-type: none"> ■施設建設 下水処理場（4,000m³/日：日最大） 高速散水ろ床法 ■機材調達 水質分析機器 	<ul style="list-style-type: none"> ■施設建設 下水処理場（4,000m³/日：日最大） 高速散水ろ床法 遮集管きよ：約 3km 小規模ポンプ場 2 か所 ■機材調達 水質分析機器
概略事業費（億円）	10	11
環境社会配慮上の留意点	下水処理場候補地（約 8000m ² ）は公用地であり、新たな用地取得や住民移転も発生しない。乾季は農用地として周辺住民が利用しているため、収入を得ている場合は対応が必要となる。総じて施設建設に支障はない。	現況の処理場候補地は湿地で私有地であるため、用地取得が発生する。湿地であるため住民移転は発生しない。用地の買収のための協議・手続きが今後必要であり、事業の進捗には、今後の遅滞のない手続きが必要である。
施工面	処理場候補地までのアクセス道路も幅 4.5m の公用地であり建設工事用車両のアクセスに問題は無い。また、セレイソフォン川沿いの財務局の用地も協議によりアクセス道路として利用できる。	工事サイトは市中心部から東部であり、現状は建設工事用車両のアクセスには十分な道路状況・幅員ではない（一部、未舗装）。今後も道路状況が改善されなければ、施設建設時に仮道路の整備が必要となる。

項目	案 1	案 2
評価		処理場用地の確保に不透明さが残る。 工事用のアクセス道路
	○	△

出典：調査団

表 3.20 に示した対策案のうち、下記を勘案して最適案は案 1 と判断する。

- ▶ DPWT から提示されている下水処理場候補地がすでに公用地であり違法居住者もいない。乾季に農作を行っている周辺住民がいるとの事であるが案 2 に比較すれば速やかな事業の進捗が想定され大きなプラス要因となる。
- ▶ 汚水が主に発生する市中心部から下水処理場用地が遠く離れる案 2 では、市中心部から下水処理場への中継ポンプ場が 2 か所程度必要となり、維持管理費が案 1 と比較して高くなる。

(3) 施設規模算定

本節では「(2) 対策案」に示した施設規模の算定根拠について示す。バタンバン市、シソポン市の下水処理場の概略施設規模は下記のとおり算定した。

1) 目標年次

日本国内では施設規模の算定基準となる目標年次は概ね 20 年後とされており、これに準じれば概ね 2035 年程度となる。また、調査対象都市のうち都市計画 MP を策定しているバタンバンでは目標年次は 2020 年とされている。目標年次を過度に長期に設定すると各種の予測値に誤差が生じうるため、上記 2 点の中間値を目途として施設規模の目標年次は 2030 年とした。

2) 将来人口・計画処理人口

過年度の人口実績は統計局公表のセンサスに準拠するものとした。処理区域内人口はコミューン界、処理区域界および航空写真から判断できる家屋の張付き具合から区域割合を算定して、コミューン別人口に乗じて算定した。

将来人口は過年度の人口増加率をコミューン毎に算定し、その増加率が将来とも継続するとして予測した。増減傾向が一律でない、もしくは、減少傾向を示すコミューンに対しては 2013 年人口を将来一定とした。

整理した過年度人口および将来人口を表 3.21 に示す。目標年次 2030 年における、バタンバン市（Phase1 区域）の計画処理人口は約 53,000 人、シソポン市の計画処理人口は約 27,000 人となる。

なお、観光人口は後に示す営業用汚水量として見込むため計画人口には含めない。

表 3.21 バッタバン、シソポンの下水道計画区域内人口

バッタンバン (Phase1 区域)		Coverage Ratio	過年度人口 (Census)			将来予測値		
			1998	2008	2013	2020	2030	2040
コミュニティ 全体	03`Krong` Battambang							
	01`Tuol` Ta` Aek	1	16,443	15,482	19,144	22,756	29,130	37,289
	04` Chamkar` Samraong	0.85	17,444	17,927	18,254	21,698	27,776	35,555
	Sum		33,887	33,409	37,398	44,454	56,906	72,844
下水道 計画区域	01`Tuol` Ta` Aek		16,443	15,482	19,144	22,756	29,130	37,289
	04` Chamkar` Samraong		14,827	15,238	15,516	18,443	23,610	30,222
	Sum		31,270	30,720	34,660	41,199	52,740	67,511

シソポン (案1対応)		Coverage Ratio	過年度人口 (Census)			将来予測値		
			1998	2008	2013	2020	2030	2040
コミュニティ 全体	06`Krong` Serei` Saophoan							
	02` Kampong` Svay	0.6	27,019	26,699	24,640	24,640	24,640	24,640
	05`Ou` Ambel	0.3	18,736	19,332	17,163	17,163	17,163	17,163
	07` Preah` Ponlea	0.4	15,727	15,600	16,588	17,016	17,648	18,303
	Sum		61,482	61,631	58,391	58,819	59,451	60,106
下水道 計画区域	02` Kampong` Svay		16,211	16,019	14,784	14,784	14,784	14,784
	05` Ou` Ambel		5,621	5,800	5,149	5,149	5,149	5,149
	07` Preah` Ponlea		6,291	6,240	6,635	6,806	7,059	7,321
	Sum		28,123	28,059	26,568	26,739	26,992	27,254

出典：調査団

3) 汚水量原単位

汚水量原単位は水道局より収集した過年度実績値を参考に、将来計画を加味して設定する。バッタンバンおよびシソポンの過年度実績は表 3.1、表 3.2 のとおりであり、生活系の水使用原単位はバッタンバンで 100 L/人/日、シソポンで 81L/人/日程度である。将来値として参考になる情報は、バッタンバン市の「コンポンチャム及びバッタンバン上水道拡張計画」であり、2019 年で家庭用水使用量原単位は 120 L/人/日である。

これをもとに、バッタンバン市における 2030 年の水使用原単位は 120 L/人/日とする。シソポン市は上水道施設の将来的な増強・拡張が計画されていないが、バッタンバン市の増加傾向を参考として 100 L/人/日とする。

4) 計画下水量

計画下水量は上記で算定・設定した将来の計画処理人口と汚水量原単位をもとに算定した。算定した概略計画下水量を表 3.22 に示す。バッタンバン市、シソポン市における計画下水量（日最大）はそれぞれ 11,000m³/日、4,000 m³/日となる。今後の協力準備調査時にはこれらの設定値について最新の状況を踏まえた見直しが望まれる。

表 3.22 概略計画下水量

項目	単位	BTB	SIS	備考
計画処理人口	(人)	53,000	27,000	定住人口
生活系水使用原単位	(L/人/日)	120	100	
回収率	(%)	80	80	一般値
生活系汚水量原単位	(L/人/日)	96	80	
生活汚水量	(m ³ /日)	5,088	2,160	

項目	単位	BTB	SIS	備考
営業汚水率	(%)	50	25	生活汚水量に対する割合 BTB 実績値
営業汚水量	(m3/日)	2,544	540	
家庭汚水量	(m3/日)	7,632	2,700	家庭=生活+営業
浸入水量	(m3/日)	763	270	家庭汚水の10%
計画日平均汚水量	(m3/日)	8,395	2,970	
変動率		1.3	1.3	BTB 給水実績より
計画日最大汚水量	(m3/日)	10,914	3,861	
		11,000	4,000	(丸め)

出典：調査団

(4) 下水処理方式の選定

記述の下水処理方式の選定にあたっての基本的な条件は下記の2点である。

- ✓ 排水基準 (Public Water Area) を順守できること。
- ✓ 維持管理費が安価であること。

排水基準は表 2.10 に示すとおりで、今回の対象都市は Public Water Area に該当するため、処理施設からの放流水は BOD であれば 80mg/L を順守する必要がある。この水準の処理レベルは日本国内で普及している処理法の内、高級処理および中級処理のレベルにて達成可能と判断する。なお、Protected Public Water Area に分類される場合、放流水質は BOD であれば 30mg/L 以下が要求されるため、高級処理相応の処理レベルのもの適用が必須となる

維持管理費については基本方針にて記述したとおりであり、目標値や基準はないものの、地域住民から徴収する下水道料金に影響を与えるため、地方都市における事業の継続性を考慮すれば極力、安価な処理法とすべきである。

処理水量規模は上述のとおり 11,000m3/日以下であり、比較的小規模な処理場に分類される。この水量規模で選定されうる一般的な処理法を示せば表 3.23 のとおりである。維持管理費を削減するためには水処理過程での曝気を必要としない高速散水ろ床法および前ろ過散水ろ床法が有利となる。両処理法の使い分けとしては、下水処理場敷地面積に対する制約の有無であり、敷地に制約がない場合は高速散水ろ床法の適用がカ国排水基準を考慮しても妥当であり、バタンバン市・シソポン市はこれに該当する。逆に、非常に限られた敷地に処理施設を配置する必要がある場合や、用地交渉等で処理場用地を狭くする必要がある場合等は前ろ過散水ろ床法 (PTF) が有利となる。

表 3.23 本ケースで適用されうる下水処理法とその特徴

項目	オキシデーショ ンディッチ法 (OD)	回分式活性 汚泥法 (SBR)	好気性ろ床法	前ろ過散水ろ 床法 (PTF)	高速散水ろ床 法
処理放流水質 BOD (mg/L)	15	15	15	30	40
必要敷地面積	大	小	小	小	中~大
建設費	小	中	中	中~大	小
維持管理費	中	大	小	小	小
維持管理性	普通	難	容易	容易	容易
適用			要検討	要検討	採用

出典：調査団

今後、協力準備調査を実施する場合は、施設建設費に加えて年間の維持管理費を詳細に比較・検討して、処理法を再度検討することが望まれる。特に、排水基準によらず処理水質レベルを高くする必要があるれば、好気性ろ床法や前ろ過散水ろ床法の適用も想定される。なお、高速散水ろ床法を収容できる敷地面積があれば、この2処理法の施設配置は可能である。

(5) 概略施設配置図

1) バッタバン市案1

分流枝線管きよの整備は Phase1 区域の中心部で商業施設や観光客向けの店舗が集積している区域を対象とする。図 3.32 に示すとおり、整備は区域1(約93ha)および区域2(約32ha)として分割して示し、事業の予算により両区域の組み合わせでの調整を想定する。

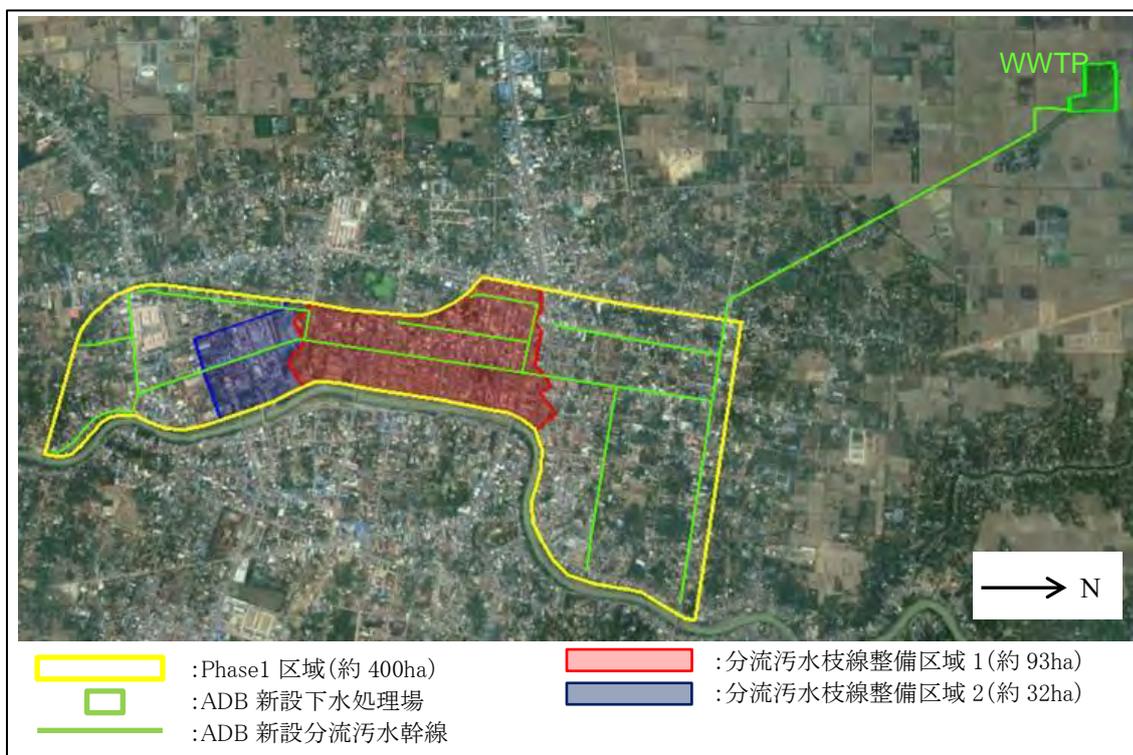


図 3.32 バッタバン市の案1の概要図

2) バッタバン市案2

バッタンバン市の既存下水処理場の北部に新設の下水処理場(Q=11,000m³/日)を設置する場合の概略施設配置図を図 3.33 に示す。必要な敷地面積は緩衝帯を考慮して約 17,000m²である。なお、ADB の CDIA プロジェクトで想定されている処理場敷地面積は 66,000m²である。

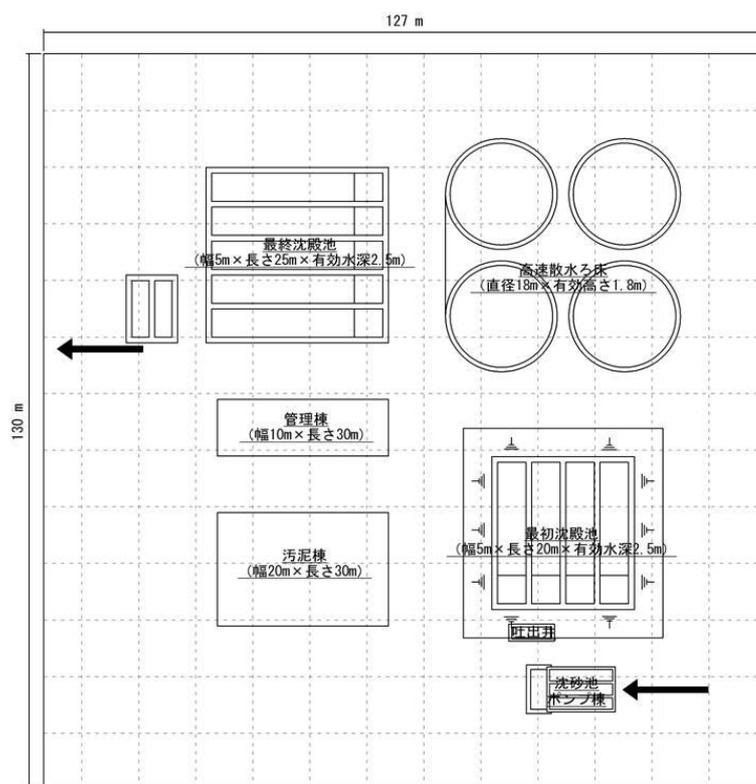


図 3.33 バッタバン市下水処理場概略配置図（高速散水ろ床法）

3) シソポン市案 1

現況の地形状況から既存排水施設により汚水が収集される区域を想定し、事業対象区域（約 280ha）とした。ここから発生する汚水は既存排水施設を流下して処理場候補地（公用地）に収集される。



図 3.34 シソポン市の案1の概要図

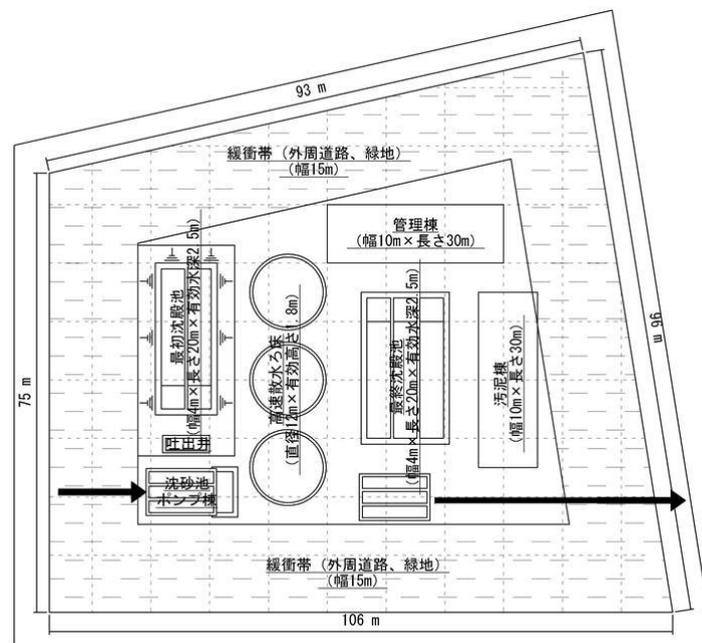


図 3.35 シソポン市下水処理場概略配置図（高速散水ろ床法）

4) シソポン市案2

案1で処理場候補地として想定される地点に小規模のポンプ場を設置し、ポンプ場から市東部の処理場候補地に圧送する。



図 3.36 シソポン市の案 2 の概要図

3-4-5 都市別優先順の検討

前項にて検討した都市ごとの最適案について、都市間での比較を行い、都市別優先順位を設定する。表 3.24 に各都市の比較項目を示しており、項目は人口規模・発生汚濁負荷・放流先水域などである。多くの項目において、バタンバン市での事業実施がシソポン市よりも優先されると判断され、相対的にはバタンバンの優先順位はシソポンより高い。

唯一の懸念点としてはバタンバンでは ADB (CDIA) による調査が鋭意進められている点であり、DB 方式による調達スケジュールが既に公表されている段階であることを踏まえれば、ADB と協調した事業を進めるためには慎重な協議が必要であると想定される。

表 3.24 都市別優先順の検討

項目	バタンバン(西側)	シソポン
人口規模	処理対象人口:53,000 人(2030 年計画値) 人口増加率:約 2.5%/年	処理対象人口:27,000 人(2030 年計画値) 人口増加率:約 0.1%/年
発生汚濁負荷	人口規模と水質からシソポンに比較して発生汚濁負荷は多い(簡易水質調査結果からも市内を流下する COD 濃度は相対的に高い。)	バタンバンに比較して少ない
放流先水域	放流先の田畑・水路における被害はシソポンに比べて少ないと考えられる。	乾季においてセレイソフォン川からの私的取水・飲料水利用による患者数が増加しているとの情報があり、この被害を抑える。(定性的)
上位計画	土地利用計画を策定済み	土地利用計画図は作成済みも、計画書は無し。
ADB との協議	いずれの案を採用するにしても、ADB 側で既に概略設計を最終化している段階のため協議が必要。	ADB の調査は基礎調査の着手段階であり、早期の協議により日本側での事業となる可能性はバタンバンに比較して高いと想定される。

項目	バタンバン(西側)	シソポン
事業実施の 人員体制	現状、下水道事業を実施するための人員・技術力は不足しており、事業実施のためには能力開発が並行して必要。	同左。
下水道使用料 の料金徴収	ホテルや商業施設が多く立地しており、使用料金の徴収はシソポン市に比較して効率的と想定される。料金徴収の条例などの設定は必要。	商業施設が立地しているもののバタンバン市に比較すれば規模は小さく、使用料金の徴収は一般家庭からの徴収が主になると想定される。料金徴収の条例などの設定は必要。
本邦技術活用	本邦技術を適用する妥当性は低い。	本邦技術を適用する妥当性は低い。
その他要因	観光都市であり浸水防除・軽減、下水排水/下水処理の適正化は必須。 ・南部経済回廊沿い。 ・日本国により上水道案件の援助を継続的に実施してきた経緯がある。	主たる観光資源は無いものの、国道 5 号線と国道 6 号線の会合点に位置する都市であり、浸水防除・軽減、下水排水/下水処理の適正化が望ましい。 ・南部経済回廊沿い
評価(優先度)	◎	○

出典：調査団

第4章 想定される協力の可能性

4-1 バッタバンバンにおける協力の可能性

4-1-1 雨水排水分野

バッタンバン市においては、下水排水/下水処理の事業実施に約 20 億円を必要とすることから、一般的な無償資金協力の事業規模を考慮すると、「下水排水/下水処理のみ」「下水排水/下水処理+雨水排水」「雨水排水のみ」の 3 パターンの事業実施が想定される。

以下に、「下水排水/下水処理+雨水排水」もしくは「雨水排水のみ」での無償資金協力事業実施を想定して、雨水排水分野の事業実施案を提案する。

(1) 雨水排水分野と下水排水/下水処理を組合せて実施する場合

下水排水/下水処理の事業実施に約 20 億円を必要とすることから、雨水排水分野は約 10 億円程度の事業規模を想定し、表 3.17 で示した対策案の案 1 の実施を提案する。

表 4.1 バッタバンバン市における雨水排水事業案（下水排水/下水処理事業と組合せる場合）

概要	<ul style="list-style-type: none"> - バッタバンバン市西側（サンカ川左岸）の浸水常習区域を対象として、雨水排水施設（雨水排水専用のボックスカルバート、排水管、ポンプ場）を建設する。 - 排水管路清掃機材を調達する。 	
事業内容	<ul style="list-style-type: none"> ■施設建設（雨水排水専用） - 排水函渠：L=1km×2 路線、排水管路：L=5km、 - ポンプ施設：ゲートポンプ 1.0m³/s×2 箇所 ■機材調達 - 高圧洗浄車：1 台、汚泥吸引車（ブロワ式バキュームカー）：1 台 	
想定事業費	約 10 億円	
期待される事業効果（メリット）	<ul style="list-style-type: none"> <直接的効果> 浸水被害の軽減（浸水範囲の縮小、浸水時間の短縮） <間接的効果> 経済損失の低減、衛生環境改善、交通不全の解消 	
事業費・維持管理面のリスク（デメリット）	<ul style="list-style-type: none"> - 運営・維持管理費の増大（特に、ポンプ運転のための電気代、機材運転のためのガソリン代） - 維持管理部局の人員の確保、人材育成 - 継続的な維持管理費用の確保 	

出典：調査団

(2) 雨水排水分野のみ単独で実施する場合

雨水排水分野のみを単独で実施する場合は、25 億円程度の事業規模を想定し、表 3.17 で示した対策案の案 3 をベースとして、ポンプ場建設を加えた事業の実施を提案する。

表 4.2 バッタバン市における雨水排水事業案（雨水排水事業単独で実施する場合）

概要	<ul style="list-style-type: none"> - バッタバン市西側（サンカ川左岸）の浸水常習区域を対象として、排水管路の面的整備、および雨水排水施設（雨水排水専用のボックスカルバート、ポンプ場、逆流防止弁）建設を行う。 - 排水管路清掃機材を調達する。 	
事業内容	<ul style="list-style-type: none"> ■施設建設（雨水排水専用） - 排水函渠：L=1km×2 路線、排水管路：L=15km、 - ポンプ施設：ゲートポンプ 1.0m³/s×2 箇所、 - フラップバルブ：4 箇所 ■機材調達 - 高圧洗浄車：1 台、汚泥吸引車（プロワ式バキュームカー）：1 台 	
想定事業費	約 25 億円	
期待される事業効果（メリット）	<ul style="list-style-type: none"> <直接的効果> 浸水被害の軽減（浸水範囲の縮小、浸水時間の短縮） <間接的効果> 経済損失の低減、衛生環境改善、交通不全の解消 	
事業費・維持管理面のリスク（デメリット）	<ul style="list-style-type: none"> - 運営・維持管理費の増大（特に、ポンプ運転のための電気代、機材運転のためのガソリン代） - 維持管理部局の人員の確保、人材育成 - 継続的な維持管理費用の確保 	

出典：調査団

4-1-2 下水・排水分野

3 章にて検討したバッタンバン市の下水排水/下水処理分野における複数の対策案から、新規無償案件となりうる案は表 3.19 に示した案 2 であり、その概要を示せば下記のとおりである。

表 4.3 バッタバン市における事業案（下水排水/下水処理）

概要	バッタンバン市西北部に新規下水処理場を設置し、既存排水施設を流下する下水を処理する。
施設整備内容	下水処理場一式 Q=11,000m ³ /日（高速散水ろ床法）
想定事業費	約 20 億円
期待される事業効果（メリット）	<ul style="list-style-type: none"> <直接的効果> 既存処理場の北部への未処理放流負荷の削減 汚水処理人口の増加 <間接的効果> 放流地先田畑の公衆衛生の確保
事業費・維持管理面のリスク（デメリット）	<ul style="list-style-type: none"> 維持管理部局の人員の確保 カンボジア国内初の処理法に対する理解・能力開発 継続的な維持管理費用の確保、確実な下水道使用料金の徴収

出典：調査団

4-1-3 「雨水・排水」および「下水・排水」組合せの可能性

上記で示した雨水排水、下水排水の対策は対象工事サイトが異なることから、両分野を組み合わせた事業実施により効率化が図られる点は特に存在しない。

下水排水/下水処理の環境改善効果の観点からすれば、雨水排水対策の実施により、既存排水路を流下する雨水量は事業実施前に比較して減少することから、雨水対策はいわゆる合流改善対策の雨水分離の役割を果たす事も期待できる。この雨水量の減少により雨天時における市北部の地先田畑への放流負荷は大きく減少し環境改善に資するため、より高い環境改善効果の発現には、雨水排水・下水排水を組み合わせた事業実施は有効である。

4-2 シソポンにおける協力の可能性

4-2-1 雨水排水分野

シソポン市においては、下水排水/下水処理の事業実施に必要な費用が約 10 億円と、バタンバン市での事業より小規模であることから、「下水排水/下水処理+雨水排水」での無償資金協力事業実施を想定した雨水排水分野の対策案を提案する。

雨水排水分野は約 10 億円程度の事業規模を想定し、表 3.18 で示した対策案の案 1 をベースとして、排水函渠の流下能力およびポンプの排水能力を増加した事業の実施を提案する。

表 4.4 シソポン市における雨水排水事業案（下水排水/下水処理事業と組合せ）

概要	<ul style="list-style-type: none"> - シソポン市の浸水常習区域である Old Bus Station 周辺部を対象として、合流式の雨水排水施設（排水ボックスカルバート、排水管、ポンプ場）を整備する。 - 排水管路清掃機材を調達する。
事業内容	<ul style="list-style-type: none"> ■施設建設（雨水・汚水合流式） - 排水函渠：L=0.6km（高 2m×幅 3m）、排水管路（枝線）：L=5km - ポンプ施設：ゲートポンプ 2.0m³/s×1 箇所 ■機材調達 - 高压洗浄車：1 台、汚泥吸引車（ブロワ式バキュームカー）：1 台
施設配置図	<p> → 排水函渠(ボックスカルバート) → 排水管路(コンクリート管) P ポンプ場 </p>
想定事業費	約 10 億円
期待される事業効果(メリット)	<ul style="list-style-type: none"> <直接的効果> 浸水被害の軽減（浸水範囲の縮小、浸水時間の短縮） <間接的効果> 経済損失の低減、衛生環境改善、交通不全の解消
事業費・維持管理面のリスク(デメリット)	<ul style="list-style-type: none"> - 運営・維持管理費の増大（特に、ポンプ運転のための電気代、機材運転のためのガソリン代） - 維持管理部局の人員の確保、人材育成 - 継続的な維持管理費用の確保

出典：調査団

4-2-2 下水排水分野

シソポン市における下水排水/下水処理分野の新規無償案件となりうる案は表 3.20 に示した案 1 であり、その概要を表 4.5 に示す。

表 4.5 シソポン市における事業案（下水排水/下水処理）

概要	シソポン市中心部に新規下水処理場を設置し、既存排水施設を流下する下水を処理する。
施設整備内容	下水処理場一式 Q=4,000m ³ /日（高速散水ろ床法）
想定事業費	約 10 億円
期待される事業効果（メリット）	<p><直接的効果> セレイソフォン川への未処理放流負荷の削減 汚水処理人口の増加</p> <p><間接的効果> セレイソフォン川周辺の公衆衛生の改善 乾季におけるセレイソフォン川周辺住民の水因性疾患数の減少</p>
事業費・維持管理面のリスク（デメリット）	<p>維持管理部局の人員の確保</p> <p>カンボジア国内初の処理法に対する理解・能力開発</p> <p>継続的な維持管理費用の確保、確実な下水道使用料金の徴収</p>

出典：調査団

4-2-3 「雨水排水」および「下水排水」組合せの可能性

雨水排水および下水排水の組み合わせた都市環境改善事業として、2 分野を組み合わせた事業実施は下記の点より現実的かつ効率的である。

- ✓ 同一敷地内での雨水ポンプ場・下水処理場築造が可能であり、敷地造成盛土・掘削等が一部省略されることによる工事費の低減。
- ✓ 雨水ポンプ場・下水処理場を一工事単位で築造できるため施工や工事監理が容易。
- ✓ 施設が集約されるため施設完成後の維持管理が容易。
- ✓ 雨水対策・汚水対策の合計事業費が一般的な無償資金協力の範囲内である。

4-3 協力に向けた課題・留意事項

4-3-1 運営維持管理

運営維持管理に関する課題・留意事項は大きく分けて下記に分類される。

- ✓ 維持管理人員の確保
- ✓ 維持管理費用の確保
- ✓ 維持管理人員の能力開発

いずれの DPWT も雨水排水・下水排水担当の人員は少なく、新たな事業を実施するには明らかに人員が不足している。新たに事業を実施するにはシエムリアップ DPWT を参考とした人員配置計画を協力準備調査時に明示し、MPWT をはじめとする関連部局に増員を依頼する必要がある。

維持管理費用について、協力準備調査時に維持管理人員や施設維持管理費（電力代等）を明らかにした上で、必要な財源財政計画を策定する必要がある。下水道使用料金の設定にはシエムリアップでの実績も踏まえたうえで、バタンバン・シソポンにて受益者が負担可能な使用

料金を設定する必要がある。

維持管理用の人員確保に次いで、同時並行で雨水排水・下水処理施設の維持管理実施のための能力開発も重要な項目である。下水道関連の能力開発にはシエムリアップ DPWT からの出向、上水道と共通する財務系の部署については水道部局からの出向等、既に継続されているサービスの担当者の経験等を最大限活用する事が望ましい。また、カンボジア国内で初めて採用される処理法（本調査案では高速散水ろ床法）についての指導については、無償資金協力のソフトコンポーネントや施工業者による施設建設後の OM 支援も最大限活用する事が現実的である。

4-3-2 ADB との調整

(1) 下水排水分野における協議

バタンバン市西部では既述の通り ADB は調査・設計に着手しており、調達スケジュールもワークショップにて公表されている。本調査の協力案を実施するためには ADB の計画の変更が可能となる必要があり、そのための慎重な協議が必要となる。

(2) 雨水排水分野における重複投資

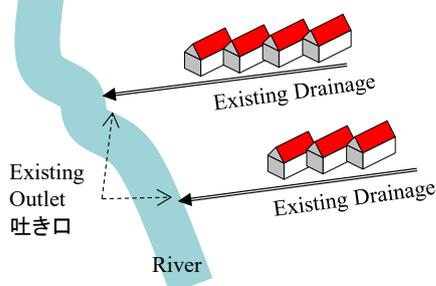
バタンバン市西部において ADB が調査・設計中である下水排水計画は、現段階では分流式で検討されている。バタンバン市西部における下水排水施設が現状のまま分流式の施設として整備される場合、ADB により整備されるであろう施設と、本調査で提案している雨水排水施設とは目的と用途の異なる独立した施設となり、投資の重複は発生しない。

ADB がバタンバン市西部において実施中の調査・設計は下水排水・下水処理を対象としており、雨水排水の改善はスコープに含まれていない。したがって、ADB がバタンバン市西部における下水排水施設を合流式の施設として整備する方針に変更する可能性は低いと考えられる。万が一、整備方針が合流式に変更された場合には、雨水排水施設整備において重複投資となる可能性が生じるため、対象地域、計画規模、排水方法（排水の方向）、施設構成、等について協議を行い、重複投資とならないよう調整が必要となる。

第5章 参考資料

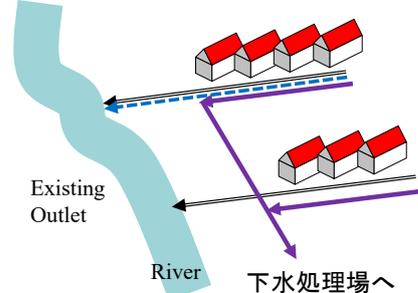
5-1 下水収集システム

①現状



← : Existing Drainage (既設排水管)
汚水も雨水も既設排水管を流下して未処理で放流

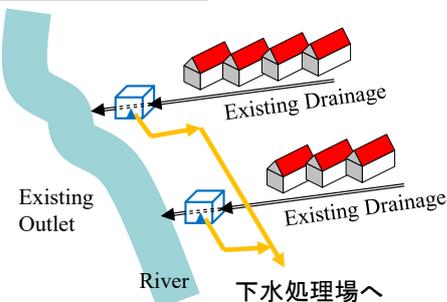
②分流式の整備



← : Separated Sewer (分流污水管)
← : Stormwater drainage (分流雨水管)

雨水管の取り扱いは下記ケースがある。
・既存排水管を分流雨水管として代用
・分流雨水管を新設し、既存管を廃止
・既存排水管の能力不足分を別途新設

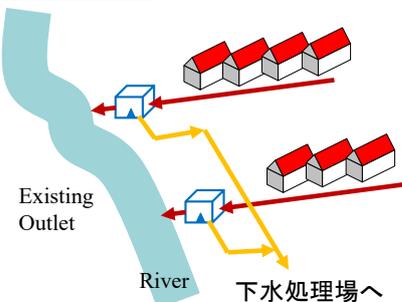
③遮集管方式の整備



← : Intercepting sewer (遮集管)
☐ : Diversion chamber (雨水吐き室)

既存排水管の吐き口手前で、晴天時汚水量相当を雨水吐き室で遮集する。整備するのは雨水吐き室と処理場をつなぐ遮集管のみ

④合流式の整備



← : Combined sewer (合流管)
← : Intercepting sewer (遮集管)
☐ : Diversion chamber (雨水吐き室)

雨水吐き室から処理場までは、遮集管方式と同様

家屋から収集する面整備管(雨水吐き室から上流)も合流式管きよとして新設するイメージを(相手によっては)与える。

図 5.1 各収集方式の説明

5-2 簡易水質試験結果（写真）

(1) バッタバン

表 5.1 バッタバン市における簡易水質調査結果

BTB St.1	
	
	<p>採水地点： 既存下水処理場（SAWA）の北部の田畑へ流下する既存排水路</p> <p>COD（結果）： 100～120ppm</p>
BTB St.2	
	



採水地点：
市西部（Phase2 区域）を流下する既存排水
路

COD（結果）：
20～30ppm

BTB St.3



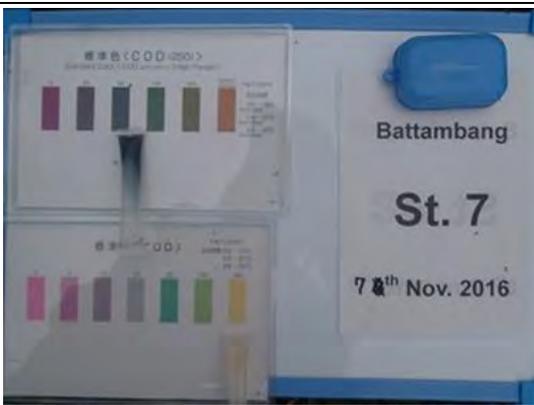
採水地点：
市西部（Phase2 区域）を流下する既存排水
路

COD（結果）：
20～30ppm

BTB St.4



	<p>採水地点： サンカ川下流部</p> <p>COD（結果）： 10ppm</p>
BTB St.5	
	
	<p>採水地点： サンカ川放流口</p> <p>COD（結果）： 30～50ppm</p>
BTB St.6	
	

 <p>A photograph of a COD test kit. The kit is white with a blue top. It features two color charts: the top one is for '標準色 (COD (50))' and the bottom one is for '標準色 (COD)'. A blue pipette is visible. The text on the kit reads 'Battambang', 'St. 6', and '6th Nov. 2016'.</p>	<p>採水地点： サンカ川上流部</p> <p>COD（結果）： 10ppm</p>
<p>BTB St.7</p>	
 <p>A photograph of a roundabout in Battambang. In the center is a large, ornate statue of a deity or figure. Several people are gathered around the base of the statue, and a blue container is on the ground. The background shows buildings and utility poles.</p>	 <p>A close-up photograph of a drainage pipe opening. The pipe is dark and appears to be made of metal or concrete. The opening is partially obscured by a dark, possibly wet, surface.</p>
 <p>A photograph of a COD test kit. The kit is white with a blue top. It features two color charts: the top one is for '標準色 (COD (50))' and the bottom one is for '標準色 (COD)'. A blue pipette is visible. The text on the kit reads 'Battambang', 'St. 7', and '7th Nov. 2016'.</p>	<p>採水地点： 国道5号北部 (Stret501) を流下する既存排水管路 (ゲート室内部)</p> <p>COD（結果）： 100～120ppm</p>

(2) シソポン

表 5.2 シソポン市における簡易水質調査結果

SIS St.1	
	
	<p>採水地点： 処理場候補地の 上流側の河川</p> <p>COD（結果）： 10ppm</p>
SIS St.2	
	

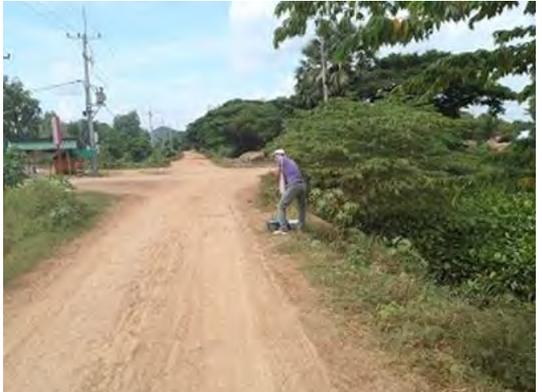
	<p>採水地点： 処理場候補地西側に位置する下水沈殿水路</p> <p>COD（結果）： 50ppm</p>
---	--

SIS St.3

	
--	--

	<p>採水地点： 市西部の水路下流。(セイレイソフォン川の合流点の直上流)</p> <p>COD（結果）： 10ppm</p>
---	---

SIS St.4

	
---	--



採水地点：
市西部の水路下流。

COD（結果）：
20ppm

